

Planter

Kan flerårige kvælstoffikserende afgrøder med dybe rødder lede til en øget kulstoflagring?

Flerårige afgrøder giver anledning til et større input af kulstof til underjorden end enårige afgrøder. Derfor kan de måske også bruges til at øge kulstoflagringen i landbrugsjorden. I dag er der dog flere begrænsninger ved anvendelsen i praksis.

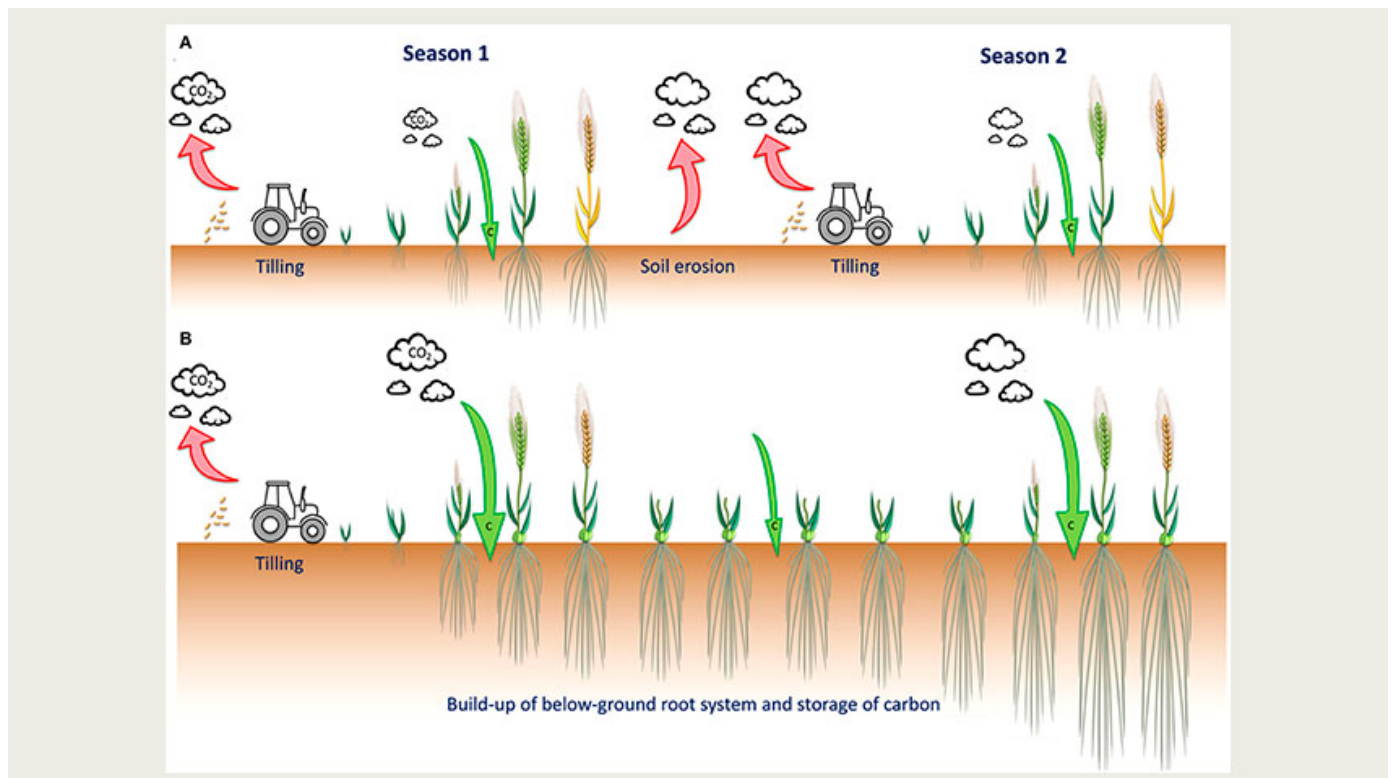
Kulstoflagring i dybe jordlag kan være et væsentligt klimavirkemiddel. Det skyldes en formodning om, at underjorden lagrer kulstof mere permanent end i topjorden. En måde at tilføre kulstof til dybe jordlag er via dyrkning af flerårige afgrøder med dyb rodvækst, fordi flerårige afgrøder typisk har en betydelig rodvækst på mere end 1 meters dybde (Thorup-Kristensen et al., 2020).

Kulstoflagring i dybden

Antagelsen om, at underjorden kan lagre kulstof mere permanent, skyldes det unikke fysisk-kemisk-biologiske miljø i underjorden, hvor mineraliseringen er reduceret sammenlignet med topjorden. Jorden udgør den største terrestriske kulstoflager, og er større end både biosfæren og atmosfæren tilsammen. Af dette udgør den samlede kulstofmængde i dybderne 1-3 meter en betydelig del, og mere end 50 % af det samlede kulstoflager findes under 30 cm (Lal, 2018).



Derfor har lagring af kulstof i dybere jordlag potentiale til at være et virkemiddel mod klimaforandringerne (Lal et al., 2015).



Figur 1. Flerårige afgrøder tilbyder et alternativ til nuværende enårige afgrøder.

(A) Enårige afgrøder lever kun i en enkelt sæson og er derfor afhængig af årlig jordbearbejdning og såning.

(B) Flerårige afgrøder dyrkes over flere sæsoner og kræver kun jordbearbejdning og såning det første år. (Chapman et al., 2022).

Flerårige afgrøder med dyb rodvækst fører til en større tilførsel af kulstof i under jorden i forhold til enårige afgrøder, fordi kulstof er nødvendigt for genvækst af både skud og rodsystem hvert år (Figur 1) (Pausch og Kuzyakov, 2018). Rodsystemets omfang bliver derfor sædvanligvis større i flerårige afgrøder end enårige. Desuden udskilles der potentielt rodexudater (kulstofrige forbindelser som udskilles fra roden) over en længere periode, hvilket også bidrager til en øget lagring. Flerårige afgrøder kan altså lede til et større kulstofinput i en del af jorden, hvor kulstof generelt antages at være mere stabilt.

Af andre potentielle fordele kan nævnes:

- Mindre tørkefølsomhed
- Reduceret næringsstofudvaskning
- Minimal mekanisk jordforstyrrelse
- Bedre konkurrence med ukrudt.

Nyere forskning i dybe rødder: Lucerne og Kernza®

Der forskes i dag i flere forskellige flerårige afgrøder med fokus på kulstoflagring. Ny forskning i Danmark har blandt andet fokuseret på to dybt rodfæstede flerårige afgrøder. Den ene er den mellemstore hvedegræs (*Thinopyrum intermedium*) Kernza®, udviklet til at erstatte enårig hvede af Land Institute i USA. Den anden er lucerne (sort Creno), som fortrinsvis kan anvendes til foder til kvæg her i Danmark.

Et markforsøg har vist, at begge afgrøder er i stand til at tilføre kulstof til underjorden direkte fra rodvæv og fra rodexudater (Peixoto et al., 2020, 2022). Det viste sig desuden, at særligt lucerne leverede kulstof med potentiale til at forblive stabilt i jorden i lang tid. Det skyldes, at det tilførte kulstof i rodexudaterne, var af høj kvalitet (lav C:N-forhold). Overordnet set konkluderede man, at selv relativt små kulstoftilførsler i dybere jordlag har potentiale til at blive stabiliseret og muliggøre kulstoflagring.

Potentialet for erårige afgrøder med dyb rodvækst i Danmark

Lucerne dyrkes i dag på et mindre areal i Danmark og anvendes primært til ensilage og hø. Det dyrkes primært på Fyn og Sjælland, hvor nedbøren er lavest, og jordtypen er leret. Der udføres imidlertid markforsøg, der undersøger forskellige græs-kløverblandinger og lucerneblandinger på forskellige jordtyper (sand- vs. lerjorde) for at undersøge råproteinudbyttet til bioraffinering.

Brugen af Kernza® er stadig i sin spæde begyndelse, hvor fire avlsprogrammer (i USA og globalt) i øjeblikket er etableret og fokuserer på udvælgelse af forskellige parametre, herunder udbytte, frøstørrelse og kornkvalitet (<https://kernza.org/>). For nuværende er udbyttet langt fra at kunne konkurrere med hvede. Projektet "PerennialSystem trial" på AU Viborg undersøger også de flerårige kornafgrøder: Kernza®, Rosinweed (*Silphium*), flerårig rug og sainfoin.

Land Institute i USA avler sainfoin (*Onobrychis viciifolia*), som er en art målrettet mod at blive en ny flerårig bælgfrugt. Det foreslås at bruge sainfoin både til foder og konsum og at afgrøden kan skabe øget diversitet i marken som en ideel afgrøde for bestøvere. Derudover tyder foreløbig fødevarerforskning på, at sainfoin-frø kan være ernæringsmæssigt gavnlige for mennesker. Og arkæologiske beviser antyder, at mennesker indsamlede og spiste frø fra vilde sainfoin-planter for tusinder af år siden (Niderkorn et al., 2016). Heller ikke sainfoin har i dag et udbytte, som gør afgrøden relevant i praksis.

Er dybt rodfæstede flerårige bælgfrugter nøglen til kulstofbinding?

Flerårige afgrøder ud, over græs, dominerer altså i dag ikke de danske marker, men der forskes i flere forskellige arter til fremtidens fødevarerproduktion. Der kræves fortsat omfattende forskning og større fokus på potentielle afgrøder, som er levedygtige under danske forhold.

Desuden findes en række potentielle ulemper, som bør indtænkes fremadrettet:

- Lavere udbytte sammenlignet med enårige afgrøder på grund af en større allokering af kulstof under jorden over længere perioder (Chapman et al., 2022).
- Lattergasemissioner ved inkorporering af afgrøderester med store mængder kvælstof (Guenet et al., 2021).
- Blandede meninger om den langsigtede stabilitet af underjordskulstof (potentiel priming af tusindårigt gammelt kulstof på grund af rodexudater) (Zhou et al., 2022).
- For at opnå det fulde udbytte af rødder i skal topjorden kunne lever tilstrækkelig næring til sund plantevækst og jordens fysiske egenskaber skal understøtte en dyb rodvækst (Thorup-Kristensen et al., 2020).
- Rodexudater (dvs. sukkerstoffer, organiske syrer og aminosyrer) er utvivlsomt den vigtigste fraktion af kulstof fra levende rødder, som lagres i jorden. Men denne fraktion er udfordrende at kvantificere, da den hurtigt anvendes af mikroorganismer i jorden og kræver sporstoffer for at dokumentere ændringer på kort sigt.

Flerårige afgrøder med dybe rødder er ikke den eneste vej til øget kulstoflagring, men bør betragtes som et potentielt værktøj i fremtiden. En større udbredelse kræver dog forskning både i fordele og ulemper samt et fokus på at gøre afgrøderne økonomisk konkurrencedygtige.

[Download English version](#)

Referencer

Chapman, E. A., Thomsen, H. C., Tulloch, S., Correia, P. M., Luo, G., Najafi, J., ... & Palmgren, M. (2022). Perennials as future grain crops: opportunities and challenges. *Frontiers in Plant Science*, 13, 898769

Guenet, B., Gabrielle, B., Chenu, C., Arrouays, D., Balesdent, J., Bernoux, M., ... & Zhou, F. (2021). Can N₂O emissions offset the benefits from soil organic carbon storage? *Global Change Biology*, 27(2), 237-256.

Lal, R., Negassa, W., & Lorenz, K. (2015). Carbon sequestration in soil. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 15, 79-86.

Lal, R. (2018). Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Global change biology*, 24(8), 3285-3301.

Pausch, J., & Kuzyakov, Y. (2018). Carbon input by roots into the soil: quantification of rhizodeposition from root to ecosystem scale. *Global change biology*, 24(1), 1-12.

Peixoto, L., Elsgaard, L., Rasmussen, J., Kuzyakov, Y., Banfield, C. C., Dippold, M. A., & Olesen, J. E. (2020). Decreased rhizodeposition, but increased microbial carbon stabilization with soil depth down to 3.6 m. *Soil Biology and Biochemistry*, 150, 108008.

Peixoto, L., Olesen, J. E., Elsgaard, L., Enggrob, K. L., Banfield, C. C., Dippold, M. A., ... & Rasmussen, J. (2022). Deep-rooted perennial crops differ in capacity to stabilize C inputs in deep soil layers. *Scientific Reports*, 12(1), 5952.

Niderkorn, V., Pellikaan, W. F., Dohme-Meier, F., & Bee, G. (2016). Why feed sainfoin to ruminants? A Forage of a Good Feeding Value.

Thorup-Kristensen, K., Halberg, N., Nicolaisen, M., Olesen, J. E., Crews, T. E., Hinsinger, P., ... & Dresbøll, D. B. (2020). Digging deeper for agricultural resources, the value of deep rooting. *Trends in Plant Science*, 25(4), 406-417.

Zhou, J., Guillaume, T., Wen, Y., Blagodatskaya, E., Shahbaz, M., Zeng, Z., ... & Kuzyakov, Y. (2022). Frequent carbon input primes decomposition of decadal soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 175, 108850.

Emneord

Afgrøder

Jordbund

Klima

+1

Natur og vandmiljø

Tema: Klima og landbrug

Find den nyeste viden om klima og landbrug. Og få inspiration til, hvordan du som landmand kan påvirke udslippet af drivhusgasser og arbejde hen imod et klimaneutralt landbrug.

Publiceret: 24. november 2023

Opdateret: 24. november 2023

Vil du vide mere?



Leanne Peixoto

Specialkonsulent

SEGES Innovation P/S

lpei@seges.dk



Betina Nørgaard Pedersen

Afdelingsleder

SEGES Innovation P/S

benp@seges.dk

+45 3068 0605

Støttet af

Promilleafgiftsfonden for landbrug

SEGES Innovation P/S Tlf. 8740 5000
Agro Food Park 15 Fax. 8740 5010
8200 Aarhus N Email info@seges.dk