



Fødevarerministeriet
Departementet

Effekt af øget afgrøde-produktivitet på drivhusgasemissioner

Fakultetssekretariatet

Susanne Elmholt

Koordinator for
myndighedsrådgivning

Dato: 03. november 2010

Direkte tlf.: 8999 1858
E-mail:
Susanne.Elmholt@agrsci.dk

Afs. CVR-nr.: 31119103

Side 1/5

I en henvendelse af 22. oktober 2010 anmoder Fødevarerministeriets departement (FVM-DEP) om et notat om baggrunden for de forslag, som Landsforeningen Bæredygtigt Landbrug (LBL) ved flere lejligheder givet udtryk for, nemlig at øget landbrugsproduktion kan løse Danmarks klimaudfordring med reduktion af drivhusgasudledningen. LBL vil øge indholdet af kulstof i humuslaget ved øget landbrugsproduktion. Dette er senest beskrevet i Effektivt Landbrug den 22. oktober 2010. FVM-DEP fremhæver, at LBL's forslag ikke er sammenfaldende med nogen af de klimavirkemidler, som DJF af flere omgange tidligere har bidraget med til FVM. FVM-DEP beder om, at DJF i notatet ud over klimaeffekten også forholder sig til andre miljøeffekter (f.eks. effekt på vandmiljø og natur) som følge af LBL's forslag.

Svaret herunder er udarbejdet af forskningsprofessor Jørgen E. Olesen og seniorforsker Bjørn M. Petersen, begge Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø.

Med venlig hilsen

Susanne Elmholt
Koordinator for DJF's myndighedsrådgivning



Kulstoflagring i jorden

Kulstof i dyrkningsjorden består langt overvejende af organisk stof i forskellige grader af omsætning. En mindre del består af uomsatte planterester, tilført husdyrgødning og mikroorganismer i jorden, mens hovedparten består af omtrent lige meget organisk stof med en omsætningshastighed inden for årtier og organisk stof med omsætningshastigheder på århundreder til årtusinder. Dette varierer dog noget afhængig af dyrkningshistorie.

I artikel fra Effektivt Landbrug fremgår at humus stort set kun findes i de øverste 20-25 cm. Dette er ikke korrekt. Baseret på data fra Kvadratnettet kan det angives at den gennemsnitlige kulstofmængde ned til 1 meters dybde på dyrkningsjorden fordeler sig nogenlunde ligeligt mellem topjorden (0-25 cm) og underjorden (25-75 cm). En meget stor del det organiske stof i underjorden omsættes formentlig kun meget langsomt.

Det fremføres i artiklen fra Effektivt Landbrug, at humus er dannet gennem århundreders agerdyrkning. Dette er kun delvis korrekt. Kulstofindholdet i jorden er oftest større under skov eller permanent græs end i dyrket jord (Soussana et al., 2005). Dette hænger sammen med generelt lavere tilførsler af kulstof til jorden i dyrkede systemer samt en betydeligt større forstyrrelse gennem jordbearbejdning, som formodes at øge nedbrydningen af det organiske stof. Typisk har jorden i pløjelaget i korndyrkning under halvdelen af den mængde organisk stof, som findes i jord under permanent græs. En stor del af kulstof i dyrkningsjorden er således ikke dannet under agerdyrkingen, men under den forudgående periode med græs eller skov. Hvis der ikke havde været agerdyrkning, men græs eller skov, ville kulstoflagringen generelt være større. Disse effekter på kulstoflagring af at konvertere fra korndyrkning til græsmarker eller skov er medtaget i DJF's vurderinger af drivhusemissioner ved udtagning af dyrket jord.

Der kan også være effekter af øget produktivitet på ændringer i arealanvendelse. Øgede udbytter mindsker behovet for areal til korndyrkning m.v. (Berry et al., 2010) og giver dermed mulighed for udtagning af jord til permanent græs eller lignende, hvilket vil øge kulstoflagringen. Denne effekt er dog ikke medregnet i de nedenstående beregninger.

Effekt af øget produktivitet i landbrugsafgrøder

Øget produktivitet i landbrugsafgrøder kan opnås på forskellig vis, og effekterne på kulstoflagring i jorden og den samlede drivhusgasbalance vil være meget forskellig afhængig af hvilke tiltag, der gøres til at øge produktiviteten og specifikt hvor store mængder kulstof, der tilbageføres til jorden via rødder og overjordiske planterester. Det er i flere studier fundet at kulstoflagringen



fra tilførsel af organisk stof via rødder er større end fra overjordiske planterester (Rasse et al., 2005). Der er dog kun begrænset viden om hvordan tiltag til øget produktivitet påvirker mængden af kulstof, tilført med rødder. I et endnu ikke publiceret studie ved DJF er der ikke fundet forskelle i mængden af tørstof i rødder i vinterhvede og vårbyg ved sammenligning af konventionelt og økologisk dyrkede afgrøder, selv om der var meget store forskelle i udbytter. Det må derfor forventes, at øget produktivitet i kornafgrøder generelt ikke vil medføre markant øget afsætning af kulstof i rødder. De faktorer, der formentlig i størst grad vil kunne øge udbytterne i dansk korndyrkning er gødsning (især med kvælstof), plantebeskyttelse og forædling. Effekterne af disse faktorer behandles nedenfor.

Effekt af øget gødsning

I Danmark har restriktioner i anvendelse af kvælstofgødning medført lavere udbytter, og derfor potentielt også mindre kulstoflagring i jorden. Effekten på kulstoflagring fra ændret rodafsætning kan formentlig ignoreres som anført ovenfor. Effekten af øget kvælstof på tilført kulstof med overjordiske planterester kan beregnes under antagelse af et høstindeks på 45% og antagelse om at 19% af tilført kulstof stabiliseres i jorden på en 20-30 år tidshorisont (Fødevarerministeriet, 2008).

For vinterhvede skønnes at begrænsningerne i kvælstofanvendelse har ført til N-mængder, der er ca. 18 kg N/ha lavere end den økonomisk optimale N-mængde (Petersen et al., 2010). Dette er beregnet af have ført til udbytteduktioner på ca. 2,6 hkg kerne pr. ha. En forøgelse af N-mængden med 18 kg N/ha til det økonomisk optimale niveau vil øge halm- og stubmængden med ca. 0,27 ton tørstof pr. ha. Det svarer til en kulstoflagring på 23 kg C/ha eller en CO₂-lagring på 85 kg CO₂/ha.

Der er dog også knyttet lattergasemissioner til den øgede kvælstofgødsning i form af både direkte og indirekte emissioner. Der kan i denne sammenhæng benyttes en emissionsfaktor for lattergas på 1,325 % (Cherubini et al., 2009). Med en øget N-gødsning på 18 kg N/ha fås en øget udledning af lattergas svarende til 116 kg CO₂-ækv/ha.

Samlet set betyder øget gødsning i vinterhvede fra det nuværende niveau til det økonomisk optimale derfor en øget udledning på ca. 32 kg CO₂-ækv/ha.

En øget gødsning vil samtidig øge kvælstofudvaskningen fra rodzonen med i størrelsesordenen 1/3 af det mer-tilførte N og dermed øge næringsstofbelastningen af vandmiljøet.



Effekt af plantebeskyttelse

Øget plantebeskyttelse vil ofte øge udbyttet. En bedre bekæmpelse af ukrudt vil ofte kun i beskedent omfang øge kulstoflagringen, da ukrudtet jo ikke høstes og dermed i fuldt omfang bidrager til kulstoflagringen. Derimod vil bedre bekæmpelse af sygdomme og skadedyr medføre øget udbytte også af de planterester, der tilføres jorden. Der er dog her ikke proportionalitet mellem et stigende kornudbytte og øget mængde planterester, da høstindekset ofte øges ved sygdoms- og skadedyrsbekæmpelse (Olesen et al., 2000). Det antages her, at der kun opnås den halve effekt på planterester af bedre sygdomsbekæmpelse, sammenlignet med effekten på kerneudbyttet.

Det er anslået at en øget fungicidanvendelse vil kunne øge kerneudbyttet i med ca. 4 hkg/ha i vinterhvede (Petersen et al., 2010), hvilket med de ovennævnte forudsætninger fører til en øget kulstoflagring svarende til ca. 65 kg CO₂/ha. En øget pesticidanvendelse vil dog samtidig være i modstrid med Pesticidplanen og have en række negative miljø- og biodiversitetseffekter.

Effekt af planteforædling

Der er en fortsat forædlingsfremgang, der for vinterhvede formentlig beløber sig til omkring 0,6 til 0,9 hkg/ha pr. år. En del af denne udbyttefremgang skyldes, at der flyttes udbytte fra halm til kerne, men der er også fundet en større samlet biomasseproduktion. Det antages her, at der kun opnås den halve effekt på planterester af planteforædling sammenlignet med effekten på kerneudbyttet. På dette grundlag kan den årlige forædlingsfremgang skønnes at bidrage med en øget kulstoflagring på 12 kg CO₂/ha, under forudsætning af at hele den øgede halmmængde tilbageføres jorden. Dette har ingen yderligere umiddelbare miljøeffekter på kort sigt.

Referencer

- Berry, P.M., Kindred, D.R., Olesen, J.E., Jørgensen, L.N., Paveley, N.D., 2010. Quantifying the effect of interactions between disease control, nitrogen supply and land use change on the greenhouse gas emissions associated with wheat production. *Plant Pathology* 59, 753-763.
- Cherubini, F., Bird, N., Cowie, A., Jungmeier, G., Schlamadinger, B., Woess-Gallasch, S., 2009. Energy- and greenhouse gas-based LCA of biofuel and bioenergy systems: Key issues, ranges and recommendations. *Resources, Conservation and Recycling* 53, 434-447.
- Fødevareministeriet, 2008. Landbrug og klima. Analyse af landbrugets virkemidler til reduktion af drivhusgasser og de økonomiske konsekvenser. Fødevareministeriet.



- Olesen, J.E., Mortensen, J.V., Jørgensen, L.N. & Andersen, M.N., 2000. Irrigation strategy, nitrogen application and fungicide control in winter wheat on a sandy soil. I. Yield, yield components and nitrogen uptake. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 134, 1-11.
- Petersen, J., Haastrup, M., Knudsen, L, Olesen, J.E., 2010. Causes of yield stagnation in winter wheat in Denmark. DJF Report Plant and Soil Science (in press).
- Rasse, D.P., Rumpel, C., Dignac, M.F., 2005. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilisation. *Plant and Soil*, 269, 341-356.
- Shearman, V.J., Sylvester-Bradley, R., Scott, R.K., Foulkes, M.J., 2005. Physiological processes associated with wheat yield progress in the UK. *Crop Science* 45, 175-185.
- Soussana, J.F., Loiseau, P., Vuichard, N., Ceschia, E., Balesdent, J., Chevallier, T., Arrouays, D., 2005. Carbon cycling and sequestration opportunities in temperate grasslands. *Soil Use and Management* 20, 219-230.