



Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (FVM)

Seniorforsker
Finn Pilgaard Vinther

Dato: 03-11-2011

Dir.: 8715 7675
E-mail: finn.vinther@agrsci.dk

Side 1/7

Vedrørende effekter af halmnedmuldning og -afbrænding på jordens indhold af organisk stof.

Fødevarerministeriet (FVM) har d. 4. oktober bedt DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug ved Aarhus Universitet om en redegørelse, som skal benyttes i forbindelse med ministeriets forberedelse til de kommende forhandlinger om en ny fælles landbrugspolitik. Der er i Kommissionens forslag til en ny fælles landbrugspolitik lagt op til, at der indføres et GLM-krav, som lyder: *Maintenance of soil organic matter level including ban of burning arable stubble.*

Bestillingen er delt i to, hvor FVM ønsker

- (1) en vurdering af, hvorvidt et sådant GLM-krav vil/skal få konsekvenser ud over det allerede eksisterende forbud mod halmafbrænding.
- (2) en kort redegørelse af om der er eller om det forventes, at der inden for den nærmere fremtid vil være problemer med mangel på organisk materiale i dansk landbrugsjord, samt hvordan udviklingen i organisk materiale i dansk landbrugsjord har været de sidste 20 år. I givet fald ønskes vurderingen kvantificeret med angivelse af, hvor mange ha problemet omfatter, i hvilken type sædskifte, og med en foreløbig vurdering af, hvilke tiltag, der kunne afhjælpe problemet.

Med henvisning til disse to punkter er vedlagte besvarelse delt i to notater:

- (1) Effekt af halmafbrænding på jordens indhold af organisk stof
- (2) Udviklingen i jordens indhold af organisk stof

De vedlagte notater er udarbejdet på baggrund af forskning udført af professor Bent Tolstrup Christensen og seniorforsker Per Schjøning, Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet.

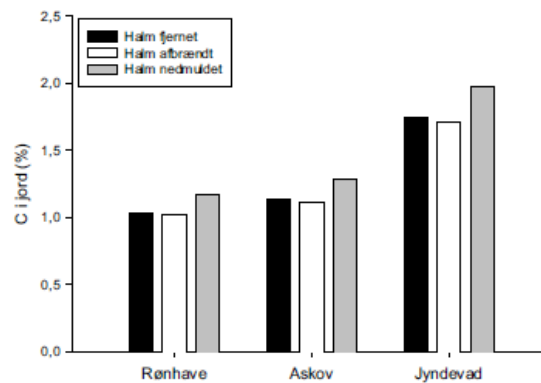
Med venlig hilsen

Finn P. Vinther,
Seniorforsker og temakoordinator for Miljø og bioenergi

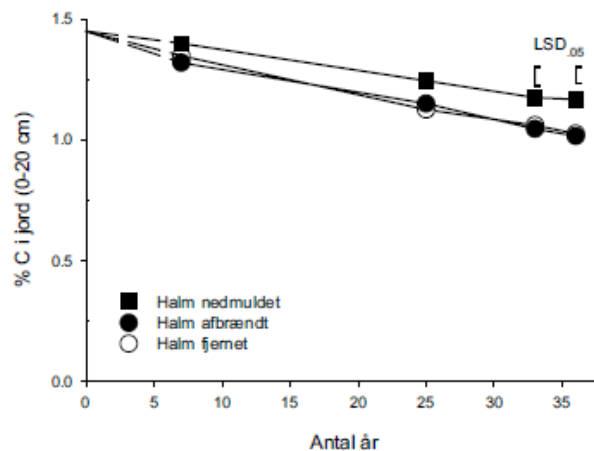
Effekt af halmafbrænding på jordens indhold af organisk stof.

Fødevareministeriet ønsker en vurdering af om et GLM-krav, som lyder: *Maintenance of soil organic matter level including ban of burning arable stubble*, vil/skal få konsekvenser ud over det allerede eksisterende forbud mod afbrænding af halm.

Vurderingen af hvorledes halmafbrænding påvirker jordens indhold af organisk stof er baseret undersøgelser refereret af Christensen (2005), hvor betydningen for jordens indhold organisk stof af at afbrænde halm i forhold til at fjerne eller nedmulde halmen er anskueliggjort i de to figurer gengivet herunder.



Figur 1. Virkning af årlig fjernelse, afbrænding og nedmuldning af halm på kulstofindholdet i jord (0-20 cm) udtaget 2002/2003 ved Rønhave (JB7), Askov (JB5) og Jydevad (JB1) i forsøg med ensidig vårbygdyrkning og tilførsel af handelsgødning. Forsøg anlagt i 1974 (Askov og Jydevad) eller i 1967 (Rønhave) (Schjønning, 2004).



Figur 2. Virkning af årlig fjernelse, afbrænding og nedmuldning af halm på jordens kulstofindhold (0-20 cm) i forsøg ved Rønhave (JB7) med ensidig vårbygdyrkning og brug af handelsgødning (Schjønning, 2004).



Figur 1 viser indholdet af kulstof i jord (0-20 cm) fra langvarige markforsøg ved Jyndeved (JB1; grovsand), Askov (JB5; sandblandet lerjord) og Rønhave (JB7; lerjord) forsøgsstationer, hvor årlig nedmuldning, fjernelse eller markafbrænding af 4-5 t halm gennem 29 – 36 år er blevet sammenlignet ved ensidig dyrkning af vårbyg med handelsgødning (Schjønning, 2004). Forskellen i kulstofindhold ved markafbrænding og ved fjernelse af halm fra marken er ikke signifikant, mens årlig nedmuldning af normale halmmængder har medført en gennemsnitlig stigning på 0,17% C, svarende til en relativ stigning i jordens kulstofindhold på 13%. Det fremgår af forsøget ved Rønhave (Figur 2), at den ensidige dyrkning af vårbyg har medført et langsigtet fald i jordens kulstofindhold selv ved årlig nedmuldning af halm.

Konklusion

Det bemærkes, at differencen mellem halm fjernet (ekskl. stub) og halm afbrændt (inkl. stub) svarer til afbrænding af stub alene, og da der ikke er signifikante forskel mellem disse to forsøgsled, vurderes det, at afbrænding af stub alene ikke påvirker jordens indhold af organisk stof yderligere, i forhold til at fjerne halmen fra marken. Vurderingen er derfor, at et eventuelt forbud mod afbrænding af stub ikke har yderligere konsekvenser ud over det allerede eksisterende forbud mod afbrænding af halm.

Referencer

- Christensen, B.T. (2005) Kulstof i dyrket jord – vurdering af potentiale for øget lagring. I J. E. Olesen (ed.) Drivhusgasser fra jordbruget - reduktionsmuligheder. DJF rapport Markbrug 113, 103-120.
- Schjønning, P. (2004) Langtidseffekter af halmnedmuldning. Grøn Viden Markbrug nr. 295.

Udviklingen i jordens indhold af organisk stof

Baggrund

Fødevareministeriet ønsker en kort redegørelse af om der er eller om det forventes, at der inden for den nærmere fremtid vil være problemer med mangel på organisk materiale i dansk landbrugsjord, samt hvordan udviklingen i organisk materiale i dansk landbrugsjord har været de sidste 20 år. I givet fald ønskes vurderingen kvantificeret med angivelse af, hvor mange ha problemet omfatter, i hvilken type sædskifte, og med en foreløbig vurdering af, hvilke tiltag, der kunne afhjælpe problemet.

Generelt om organisk stof i jord

Denne korte redegørelse er baseret primært på uddrag fra kapitel 6 "Miljø- og naturmæssige konsekvenser af en øget biomasseudnyttelse i Danmark" i Fødevareministeriets rapport "Jorden – en knap ressource" fra 2008, fra DJF-rapporten "Threats to soil quality in Denmark" (Schjønning et al., 2009a), samt fra Christensen (2005).

EU-kommissionen fremsatte i 2006 forslag til et såkaldt Jorddrammedirektiv (JRD) med det formål at beskytte Europas jorde mod forringelse. Forslaget, som dog endnu ikke er vedtaget i Ministerrådet, vedrører seks trusler mod jordens kvalitet og funktioner, hvoraf nedgang i jordens indhold af organisk stof er en vigtig indikator for forringelse af jordens kvalitet (Schjønning et al., 2009a). Det kan også nævnes, at organisk stof i jord udgør en vigtig faktor i drivhusgasbalancen, hvor den årlige udveksling af kulstof mellem land og luft svarer til ca. 8 % af atmosfærens samlede CO₂-indhold, hvilket er ca. 18 gange større end den årlige stigning i atmosfærens indhold (Christensen, 2005).

Kulstof i dyrket jord udgør i gennemsnit ca. 150 t C ha⁻¹ (0-100 cm) og er alt overvejende bundet i organisk stof med meget varierende sammensætning og omsættelighed. Op mod 30% af det organiske stof synes at være omsætteligt indenfor en tidshorisont på 20-30 år. Mulighederne for via driftsøkonomisk realistiske tilpasninger at øge bindingen af kulstof i jorden er især knyttet til en øget tilbageførsel af afgrøderester. For afgrøderester tilbageholdes typisk 15% af den tilførte mængde kulstof, mens tilbageholdelsen af kulstof tilført med husdyrgødning kan anslås til ca. 30% (Christensen, 2005).

Man skal være opmærksom på, at ændringer i jordens kulstofpulje finder sted over en meget lang tidshorisont, således at ændringer i landbrugspraksis kan give anledning til opbygning eller nedbrydning over en flere hundrede år lang periode, indtil en ny ligevægt opstår (Christensen & Johnston, 1997). Problemer med jordens dyrkningskvalitet vil således normalt først opstå efter en længere årrække, hvis da ikke der er tale om jorder med et i forvejen kritisk lavt kulstofindhold. Det er ikke muligt at angive en fast størrelse for et kritisk kulstofindhold, da det vil afhænge af mange andre forhold i jorden (herunder den teksturelle sammensætning) og af intensiteten af den dyrkningsteknolo-

giske indsats (Schjønning et al., 2004). Ny forskning (Schjønning et al., 2009b, 2011) indikerer dog, at en række egenskaber ved jordstrukturen ændres i uheldig retning, når jordens indhold af organisk stof bliver mindre end 1/10 af jordens indhold af ler (eller omvendt at forholdet ler/kulstof er større end 10). Når ler/kulstof-forholdet er over 10, er der stigende tendens til frigørelse af jordens lerpartikler under våde forhold med deraf følgende risiko for skorpe-dannelse og problematiske forhold for såbedstilberedning. Også risikoen for tab af partikel-bundne stoffer til dybere jordlag vil derfor øges ved høje ler/kulstof-forhold.

Ler/kulstof-forhold over 10 findes mest udbredt på østdanske, lerholdige jorde. Der kræves yderligere forskning, før denne indikator kan anvendes til konkret at udpege problemjorde.

Dyrkningens betydning for organisk stof i jord

I nogle egne af Danmark har jorden gennem de seneste årtier været dyrket ensidigt med enårige salgsafgrøder. Før 2. verdenskrig udgjorde permanente græsmarker en meget større del af landbrugsarealet og datidens sædskifter var mere alsidige. I samme periode er dræningen af de danske jorde forbedret og jordbearbejdningen er intensivere. Samlet set betyder dette, at dansk landbrugsjord gennem de seneste årtier har oplevet et fald i indholdet af organisk stof. En undtagelse i den generelle tendens med nedgang i jordens indhold af organisk stof er sandede jorde med intensive/store malkekvægbesætninger, hvor en stor del af arealet er udlagt med flerårige græsmarker.

Forskning på området peger på tilbageførsel af planterester – herunder øget brug af halmnedmuldning – og udvidet dyrkning af efterafgrøder som de vigtigste virkemidler til at opretholde jordens indhold af organisk stof.

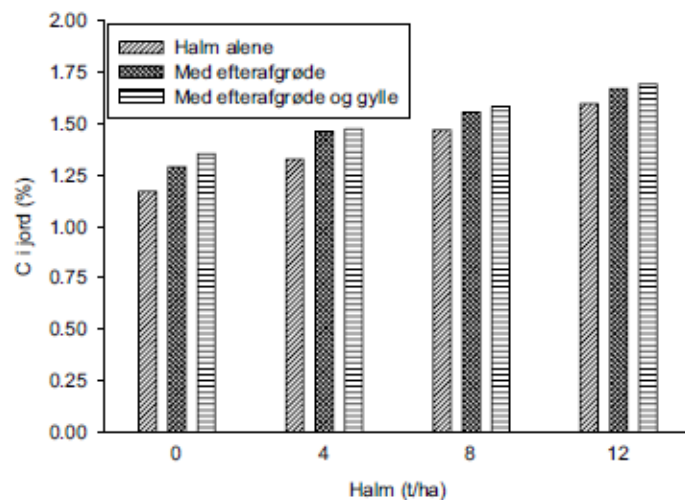
Således fremgår det af forsøget ved Rønhave (se Figur 2), at den ensidige dyrkning af vårbyg har medført et langsigtet fald i jordens kulstofindhold selv ved årlig nedmuldning af halm. Tilsvarende resultater er fundet i forsøg gennemført af de landøkonomiske foreninger (Tabel 1).

Tabel 1. Virkning af halmnedmuldning på pløjelagets kulstofindhold. Ni forsøgssteder med 10 års gentagen halmnedmuldning. Forsøg i de landøkonomiske foreninger med ensidig vårbyg dyrkning. Fra Christensen (2005).

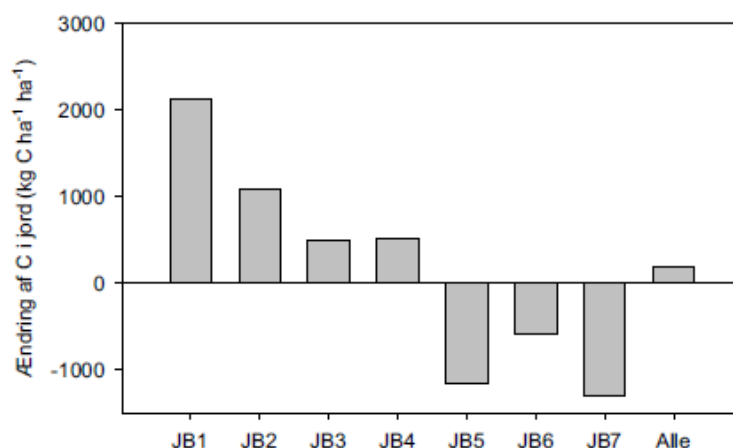
	Ved anlæg	Efter høst 1983	
	1974	Halm fjernet	Halm nedmuldet
% C (0 – 25 cm)	1,98	1,77	1,86
Relativt	100	89	94

Virkingen af halmnedmuldning på jordens indhold af kulstof afhænger af den nedmuldede halmmængde. Figur 3 viser resultater fra et markforsøg (Askov, JB 5) med dyrkning af vårbyg med handelsgødning, hvor der over en periode på 18 år årligt blev nedmuldet 0 (halm fjernet), 4, 8 og 12 t halm ha⁻¹. Disse behandlinger blev i de sidste 10 år af forsøget kombineret med dyrkning af raj-

græs som efterafgrøde med eller uden tilførsel af svinegylle ($35 \text{ t ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$). Virkningen af halm og samtidig dyrkning af efterafgrøde er større end ved nedmuldning af halm alene, hvorimod supplerende tilførsel af svinegylle ikke bidrager mærkbart til jordens indhold af kulstof. I forhold til fjernelse af halm gav årlig nedmuldning af 4, 8 og 12 t halm over en periode på 18 år en relativ stigning i jordens indhold af kulstof på henholdsvis 12, 21 og 30%.



Figur 3. Jordens indhold af kulstof (0 - 20 cm) efter årlig nedmuldning af 0, 4, 8 og 12 t halm ha^{-1} over en periode på 18 år. Forsøget blev gennemført ved Askov (JB 5) med vårbyg tilført handelsgødning. Behandlingerne efterafgrøde (rajræs) og efterafgrøde+gylle ($35 \text{ t ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$, svinegylle) indgik de sidste 10 år.



Figur 4. Ændringer i kulstoflagringen ($\text{kg C ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$) i 0-50 cm dybde i jord fra måleflader i Kvadratnettet fordelt på jordtyper.

På baggrund af Kvadratnetsundersøgelserne (Heidmann et al., 2001) kunne det konstateres, at der var en tendens til øget kulstoflagring i 0-50 cm dybde

på de sandede jordtyper (JB1 til JB4) og et fald på de lerede jordtyper (JB5 til JB7), som vist i Figur 4. Stigningen på JB1 og faldet på JB7 var statistisk sikre, hvorimod der samlet set ikke kunne påvises en statistisk sikker ændring i kulstoflageret i 0-50 cm dybde. Ændringerne kunne korreleres til driftsform, idet de sandede jorde er domineret af kvægbrug med højere andel af græs i sædskiftet, som har en positiv effekt på jordens indhold af organisk stof, hvorimod de lerede jorde er domineret af kornrige sædskifter, der som nævnt kan have en negativ effekt på jordens pulje af organisk stof.

Sammenfattende kan det derfor siges, at

- ændringer i jordens kulstofpulje finder sted over en meget lang tidshorison, og at resultatet af ændringer i dyrkningspraksis først viser sig efter mange år.
- jordens indhold af ler har betydning for, hvilket niveau af kulstof, der kan anses som kritisk lavt.
- for arealer med kornrige sædskifter synes det at være vanskeligt at fastholde et kulstofindhold i jorden.
- nedmuldning af halm i kombination med efterafgrøder har en positiv effekt på jordens indhold af kulstof.
- større indhold af kulstof i jorden kan realiseres ved driftsformer med stort islæt af længerevarende græsmarker.

Referencer

- Christensen, B.T. (2005) Kulstof i dyrket jord – vurdering af potentiale for øget lagring. I J. E. Olesen (ed.) Drivhusgasser fra jordbruget - reduktionsmuligheder. DJF rapport Markbrug nr. 113, pp. 103-120.
- Christensen, B.T. & Johnston, A.E. (1997) Soil organic matter and soil quality – lessons learned from long-term experiments at Askov and Rothamsted. I: Soil Quality for crop production and ecosystem health. Developments in Soil Science 25, 399-430.
- Heidmann, T., Nielsen, J., Olesen, S.E., Christensen, B.T. & Østergaard, H.S. (2001) Ændringer i indhold af kulstof og kvælstof i dyrket jord: Resultater fra Kvadratnettet 1987-1998. DJF rapport nr. 54 Markbrug. Danmarks JordbrugsForskning, Tjele.
- Schjønning, P., Christensen, B. T. & Elmholt, S. (eds.) (2004) Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture. Wallingford, UK: CABI Publishing.
- Schjønning, P., Heckrath, G. & Christensen, B.T. (2009a) Threats to soil quality in Denmark - A review of existing knowledge in the context of the EU Soil Thematic Strategy. DJF Report Plant Science No. 143, p. 121
- Schjønning, P., de Jonge, L.W., Olesen, J.E. & Greve, M.H. (2009b) Effekten af økologiske driftsmetoder på ler-dispergering i kulstof-udpinte jorde. ICROFS Nyt 4-2009, 5-7.
- Schjønning, P., de Jonge, L.W., Munkholm, L.J. Moldrup, P., Christensen, B.T. & Olesen, J.E. (2011) Clay dispersibility and soil friability – testing the soil clay-to-carbon saturation concept. Vadose Zone Journal (accepted).