

Sædskiftets indflydelse på jordens indhold af organisk stof

II. Markforsøg på grov sandblandet lerjord (JB5), 1956–1985

Effect of cropping system on the soil organic matter content

II. Field experiments on a sandy loam, 1956–1985

BENT TOLSTRUP CHRISTENSEN

Resumé

På grov sandblandet lerjord (JB5, Askov) undersøgte man over en periode på 30 år virkningen af tre forskellige sædskifter og gødet brak på pløjelagets indhold af C og N. Der blev alene tilført handelsgødning. De anvendte sædskifter var 1: vinterhvede-roer-vårbyg-kløvergræs, 2: som 1, men kløvergræs erstattet af hør, og 3: som 2, men roer erstattet af majs.

Jordens indhold af C og N i 0–20 cm dybde faldt i forsøgsperioden for alle behandlinger. Det

mindste gennemsnitlige årlige fald fandtes for sædskiftet med kløvergræs (269 kg C pr. ha og 23 kg N pr. ha). Sædskifterne uden kløvergræs viste et større fald (320–362 kg C pr. ha og 29–33 kg N pr. ha). De største fald sås for vedvarende brak (589 kg C pr. ha og 53 kg N pr. ha).

De relative fald i jordens indhold af organisk stof over hele forsøgsperioden var 16 pct. for sædskiftet med kløvergræs, 21 pct. for sædskifterne uden kløvergræs og 35 pct. for vedvarende, gødet brak.

Nøgleord: Sædskifte, kulstof og kvælstof i jord, brak, handelsgødning, kløvergræs.

Summary

The effect of continuous fallow and three different cropping systems on the content of C and N in a sandy loam was followed for 30 years in field experiments. The cropping systems were 1: winter wheat-root crop-spring barley-clover/grass ley, 2: as 1 but clover/grass ley replaced by flax, and 3: as 2 but root crop replaced by maize (silage).

All treatments caused a decrease in the content of C and N in the plough layer (0–20 cm) during the period. The smallest average annual decrease was found for the cropping system with clover/

grass ley (269 kg C per ha and 23 kg N per ha). The cropping systems without clover/grass showed significantly larger annual losses (320–362 kg C per ha and 29–33 kg N per ha). The largest loss was seen for continuous fallow (589 kg C per ha and 53 kg N per ha).

The relative decrease in the soil organic matter content during the whole period (30 years) was 16% for the cropping system including a clover/grass ley, 21% for the cropping systems without clover/grass, and 35% for continuous fallow.

Key words: Soil carbon and nitrogen, cropping system, fallow, mineral fertilizer, clover/grass.

Tabel 1. Den afgrødemæssige sammensætning af de tre sædskifter, samt den gennemsnitlige årlige tilførsel af N til de enkelte led.

The crops included in the cropping systems and the average annual amount of N applied in mineral fertilizers.

Led <i>Treatment</i>	Sædskifte <i>Cropping system</i>	Gns. årlig tilførsel, kg N/ha <i>Average annual supply kg N/ha</i>	
		1956–72	1973–85
1.	Vinterhvede – roer – vårbyg – kløvergræs <i>Winter wheat-root crop-spring barley-clover/grass ley</i>	70*	100*
2.	Vinterhvede – roer – vårbyg – hør <i>Winter wheat-root crop-spring barley-flax</i>	78	108
3.	Vinterhvede – majs – vårbyg – hør <i>Winter wheat-maize-spring barley-flax</i>	78	108
4.	Vedvarende brak <i>Continuous fallow</i>	70	100

* N tilført jorden ved symbiotisk N-binding i kløveren ikke medregnet.

Not including N from symbiotic N-fixation in the clover.

Indledning

I 1956 blev der ved Askov forsøgsstation anlagt fastliggende ramme- og markforsøg til belysning af sædskiftets indflydelse på jordens indhold af C og N. Ramme-forsøget belyste ud over sædskiftet også betydningen af halmnedmuldning og anvendelse af husdyrgødning. I rammeforsøget blev medtaget undergrundssand og -ler med et meget lavt indhold af organisk stof, og en overjord (grov sandblandet ler, JB5) udtaget i et areal, der havde været i vedvarende græs i en længere periode. Sidstnævnte jord havde derfor et relativt højt indhold af C og N på udtagningstidspunktet. Resultater fra rammeforsøget er beskrevet af Christensen (1).

Markforsøget belyser udelukkende sædskiftets indflydelse på udviklingen i jordens indhold af organisk stof. Der blev medtaget tre typer sædskifte (hvert sædskifte bestod af fire afgrøder) foruden vedvarende brak.

Baggrunden for forsøgene var den strukturudvikling inden for landbruget, der allerede kunne spores i 1950'erne, og som i dag har medført en betydelig specialisering i rene planteavlsbedrifter med kornrige sædskifter, og i grovfoderproduktioner baseret på græs, roer og i et vist omfang høl-sød og majs. Hensigten med markforsøget var

Tabel 2. Tilførsel af N, P og K (kg/ha) til de enkelte afgrøder og brak. Gødningstilførslen blev ændret i 1973. *Amounts of N, P and K (kg/ha) applied in mineral fertilizer to the various crops and fallow. The dressings were changed in 1973.*

Afgrøde <i>Crop</i>	Periode <i>Period</i>	kg/ha/år <i>kg/ha/yr</i>		
		N	P	K
Vinterhvede <i>Winter wheat</i>	1956–72	70	16	66
	1973–85	100	17	100
Vårbyg <i>Spring barley</i>	1956–72	50	16	33
	1973–85	75	12	75
Hør <i>Flax</i>	1956–72	31	0	0
	1973–85	31	0	0
Roer <i>Root crop</i>	1956–72	160	38	100
	1973–85	225	36	225
Kløvergræs <i>Clover/grass</i>	1956–72	0	0	66
	1973–85	0	0	0
Majs <i>Maize</i>	1956–72	160	38	100
	1973–85	225	36	225
Brak <i>Fallow</i>	1956–72	70	16	66
	1973–85	100	17	100

især at øge kendskabet til den påvirkning af jordens indhold af organisk stof, som en overgang fra det traditionelle 4-marks sædskifte (vårsæd-kløvergræs-vintersæd-roer) til sædskifter uden roer og kløvergræs kunne medføre. På baggrund af den da foreliggende viden måtte det forventes, at specielt udeladelse af kløvergræs i sædskiftet ville medføre et fald i jordens indhold af organisk stof. En kort gennemgang af de faktorer, der påvirker jordens indhold af organisk stof, er givet tidligere (1).

Materialer og metoder

Undersøgelsen blev gennemført ved Askov forsøgsstation som fastligende markforsøg på grov sandblandet lerjord (JB5). Forsøget blev anlagt i 1956 i tilknytning til de langvarige gødningsforsøg i såvel B₃- som B₄-marken.

I forsøget indgik vedvarende helbrak og tre typer af sædskifte. Tabel 1 viser den afgrødemæssige sammensætning af de tre sædskifter og giver

den gennemsnitlige årlige tilførsel af N. Idet der i led 1 indgik kløvergræs i sædskiftet, har jorden også modtaget N via biologisk N-fiksering, men størrelsen af dette bidrag er ikke bestemt. Gødningstilførslen til de enkelte afgrøder og brak fremgår af tabel 2. Tilførslen af gødning fulgte led 1 NPK i de langvarige gødningsforsøg (2), hvorfor tilførslen blev øget i 1973 i forbindelse med en ændring i de langvarige forsøg.

Afgrødefølgen var forskudt i de to marker, således at første afgrøde i B₃-marken var roer (majs i led 3) og i B₄-marken kløvergræs (hør i led 2 og 3).

Jordbearbejdningen i forsøget bestod af stubharvning (2 × harvning), vinterpløjning og såbedstilberedning (2 × harvning). Der blev anvendt almindelige markredskaber og sædvanlig plantebeskyttelse.

Led 1 gennemførtes med tre fællesparceller i hver mark, mens de øvrige led havde 4 gentagelser. Bruttoparcellernes størrelse var 11,7 × 9,4 m (110 m²).

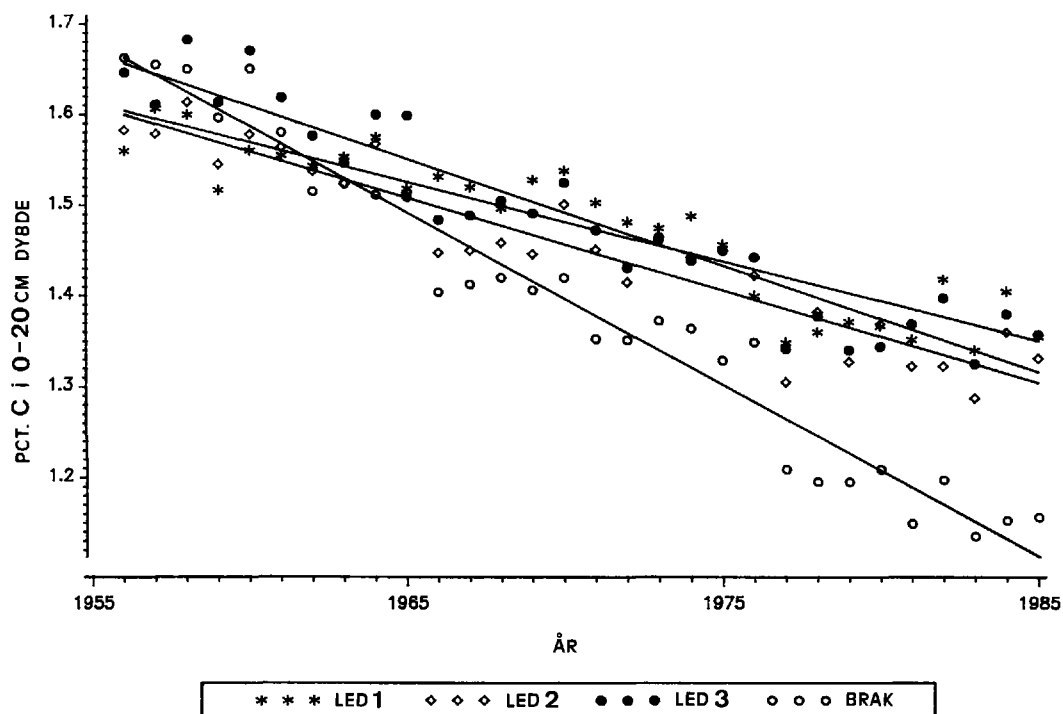


Fig. 1. Udviklingen i jordens indhold af C (0–20 cm) i perioden 1956–85 (gns. af B₃- og B₄-markerne). Afsatte punkter viser målte værdier, og rette linier angiver resultat af regressionsanalyse (se tabel 3). Se tabel 1 for forklaring på ledbetegnelse.

Changes in the content of C in soil (0–20 cm) during 1956–85 (mean of the B₃ and B₄ fields). Points indicate measured values and lines indicate results of regression analyses (see Table 3). See Table 1 for explanations of treatments.

Der blev ikke foretaget bestemmelse af afgrødernes udbytte, men plantematerialet blev fjernet fra parcellerne efter høst.

Hvert forår blev der udtaget en repræsentativ jordprøve fra hver parcel (9–12 delprøver pr. parcel). Prøverne blev analyseret for total-C og total-N ved hjælp af henholdsvis tørforbrænding og Kjeldahl nedbrydning. I forbindelse med ramme-forsøget (1) blev der foretaget fornyet analyse på nogle ældre jordprøver med de nu anvendte metoder, idet de tidligere metoder benyttede en lidt anden fremgangsmåde. Da der ikke blev konstateret betydende forskelle mellem resultaterne fremkommet ved de to metoder, blev der ikke i dette forsøg foretaget gen-analysering. Forsøget blev afsluttet ved indsamling af jordprøver foråret 1985. Af ukendte årsager foreligger der ikke jordprøver fra B₄-marken for 1960.

Resultater

Fig. 1 og 2 viser udviklingen i jordens (0–20 cm) indhold af henholdsvis C og N i perioden 1956 til 1985. De afsatte værdier repræsenterer gennem-

snit af fællesparceller fra B₃- og B₄-marken. Værdierne for enkeltparceller viste en betydelig variation. Ved anlæg i 1956 varierede C-indholdet mellem 1,34 og 2,00 pct. i B₃-marken og mellem 1,28 og 1,79 pct. i B₄-marken. Tilsvarende variationsbredde fandtes for N-indholdet.

Indholdet af C og N i pløjelaget faldt i forsøgsperioden for alle led. Det største fald observeredes for gødet brak. Der blev udført lineær regressionsanalyse ($y = a + bx$) på de gennemsnitlige indhold af C og N som funktion af antal år fra forsøgets anlæg. De i fig. 1 og 2 afsatte rette linier angiver resultatet af regressionsberegningerne, og tabel 3 viser resultater af analysen. Der blev som regel opnået god overensstemmelse mellem de målte og de beregnede værdier for jordens indhold af C og N ved forsøgets anlæg. De gennemsnitlige årlige fald i forsøgsperioden for C- og N-indholdet blev beregnet til 0,019 pct. C og 0,0017 pct. N for led 4 (gødet brak). Omregnet til mængde pr. ha svarer de årlige fald til 589 kg C pr. ha og 53 kg N pr. ha. De mindste fald opnåedes for led 1 (vinterhvede/roer/vårbyg/kløvergræs),

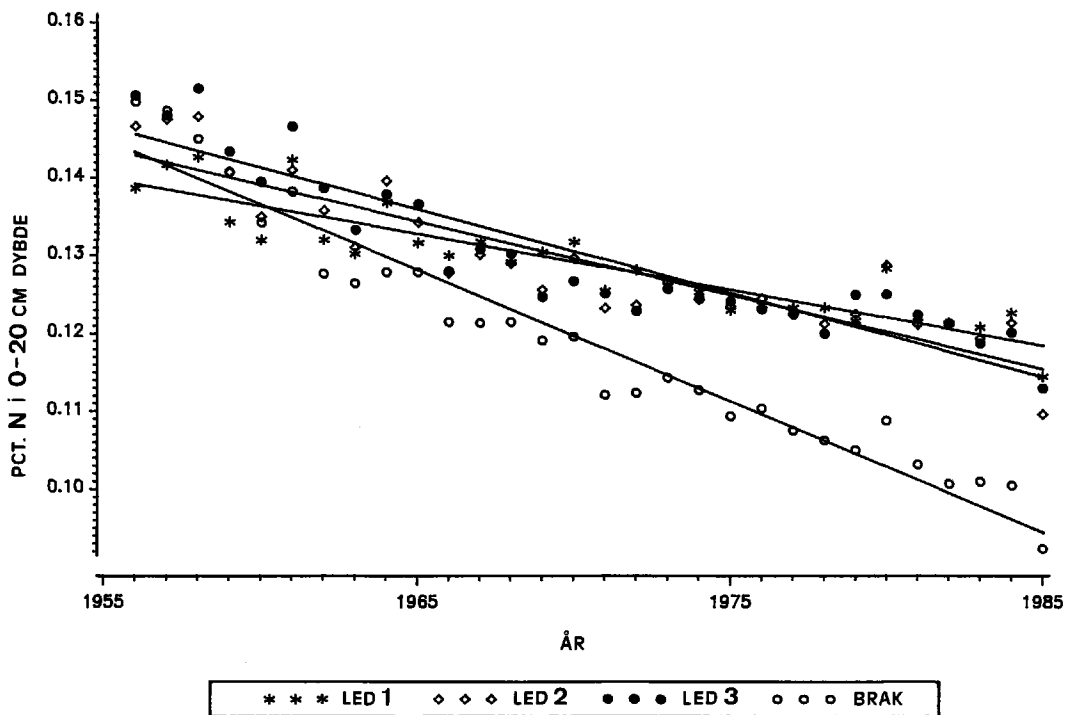


Fig. 2. Udviklingen i jordens indhold af N (0–20 cm) i perioden 1956–85 (gns. af B₃- og B₄-markerne) Se fig. 1 for yderligere forklaring.

Changes in the content of N in soil (0–20 cm) during 1956–85 (mean of the B₃ and B₄ fields). See Fig. 1 for further legend.

Tabel 3. Udvikling i perioden 1956–85 i jordens indhold af C og N beregnet ved anvendelse af lineær regression af typen $y = a + bx$, hvor $y =$ pct. C eller N i jorden (0–20 cm) og $x =$ antal år efter forsøgsanlæg. Gns. af B₃- og B₄-markerne.

Changes during 1956–85 in the content of C and N in soil calculated by linear regression ($y = a + bx$, where $y =$ % C or N in soil (0–20 cm) and $x =$ number of years). Mean of the B₃ and B₄ fields.

Led (sædskifte) ¹⁾ <i>Treatment</i>	Indhold målt ved anlæg, pct. <i>Initial, content, measured, %</i>	Beregnet indhold, pct. <i>Calculated content, %</i>		<i>r</i> ²	Beregnet gns. årligt fald <i>Calculated average annual decrease</i>		Relativt fald over 30 år, pct. ³⁾ <i>Relative decrease during 30 years, %</i>
		ved anlæg <i>initially</i>	efter 30 år <i>after 30 years</i>		pct. %	kg/ha ²⁾ <i>kg/ha</i>	
C-indhold <i>C-content</i>							
1 (Vi - Ro - Vå - Kl)	1,56	1,61	1,35	0,84	0,00876a ⁴⁾	269	16
2 (Vi - Ro - Vå - Hø)	1,58	1,61	1,30	0,87	0,01019ab	320	19
3 (Vi - Ma - Vå - Hø)	1,65	1,67	1,32	0,90	0,01175b	362	21
4 (Brak, <i>fallow</i>)	1,66	1,68	1,11	0,96	0,01901c	589	34
N-indhold <i>N-content</i>							
1 (Vi - Ro - Vå - Kl)	0,139	0,140	0,118	0,82	0,000717a	23	15
2 (Vi - Ro - Vå - Hø)	0,147	0,144	0,116	0,82	0,000949b	29	20
3 (Vi - Ma - Vå - Hø)	0,151	0,146	0,114	0,85	0,001074b	33	22
4 (Brak, <i>fallow</i>)	0,150	0,145	0,094	0,94	0,001685c	53	35

¹⁾ Vi = vinterhvede, Ro = roer, Vå = vårbyg, Kl = kløvergræs, Hø = hør, Ma = majs

Vi = Winter wheat, Ro = root crop, Vå = spring barley, Kl = clover/grass, Hø = flax, Ma = maize

²⁾ Vægt af 0–20 cm jordlag sat til 3100 t/ha (vol. vægt = 1,55 t/m³)

Assumed soil vol. weight 1.55 t/m³

³⁾ Relativt fald = absolut fald i procent af beregnet indhold ved anlæg

Relative decrease = calculated absolute decrease as percentage of initial content

⁴⁾ Værdier efterfulgt af samme bogstav er ikke signifikant forskellige på 95 pct. niveau

Values followed by similar letters are not significantly different at the 95% level

hvor de årlige fald blev beregnet til 269 kg C pr. ha og 23 kg N pr. ha. De to øvrige sædskifter (led 2 og 3) var ikke indbyrdes forskellige, men viste signifikant større fald i indholdet af organisk stof i pløjelaget end led 1. Det relative fald i indholdet af C og N over den 30-årige forsøgsperiode var 15–16 pct. for led 1, 19–22 pct. for led 2 og 3, og 34–35 pct. for led 4 (gødet brak).

Tabel 4 viser de beregnede fald i jordens indhold af N opgjort som gennemsnit af samtlige parceller i hver mark. For mark B₃ blev det årlige fald beregnet til 30 kg N pr. ha. Faldet for mark B₄ udgjorde 41 kg N pr. ha og var signifikant større end faldet i B₃-marken. Det bemærkes, at B₄-marken, der viste det største fald, også havde det største gennemsnitlige indhold af C og N i jorden ved forsøgets anlæg.

Ved forsøgets anlæg var der en betydelig forskel mellem de enkelte parcellers indhold af C og N. Der blev derfor gennemført en lineær regressionsberegning for datasæt fra hver enkelt parcel (tabel 5). Formålet var at undersøge, hvorvidt der var en sammenhæng mellem mængden af organisk stof i jorden og den gennemsnitlige årlige nedgang i indholdet af organisk stof.

Fig. 3 viser sammenhængen mellem det gennemsnitlige årlige tab af C i de enkelte parceller og indholdet af C i jorden ved anlæg (1956). Der blev udført regressionsberegning på de opnåede værdier med henblik på at vurdere, ved hvilket C-indhold tabet af C kunne forventes at ophøre ($y = 0$). Værdier for led 2 og 3 blev behandlet samlet (fig. 3B), idet der ikke blev fundet signifikante forskelle mellem størrelsen af C-tabet for de to

Tabel 4. Beregnet fald i perioden 1956–1985 i N-indholdet i jord fra B₃- og B₄-markerne. Se tabel 3 for yderligere forklaring. Gns. af samtlige parceller.

Changes during 1956–1985 in the N content of soil from the B₃ and B₄ fields. Mean of all treatments and replicates. See Table 3 for further legend.

Mark <i>Field</i>	N-indhold målt ved anlæg, pct. <i>Initial N content, measured, %</i>	Beregnet N-indhold <i>Calculated N-content</i>				Beregnet gns. årligt fald <i>Calculated average annual decrease</i>		Relativt fald over 30 år, pct. <i>Relative decrease during 30 years, %</i>
		ved anlæg <i>initially</i>		efter 30 år <i>after 30 years</i>				
		pct.	kg/ha	pct.	kg/ha	pct.	kg N/ha	
		%	<i>kg/ha</i>	%	<i>kg/ha</i>	%	<i>kg N/ha</i>	
B ₃	0,139	0,139a	4309	0,110	3410	0,000960a	30	21
B ₄	0,154	0,150b	4650	0,110	3410	0,001348b	41	27
LSD ₉₅		0,007				0,000200		

Tabel 5. Resultat af lineær regressionsberegning udført på enkeltparceller ($y = a + bx$; $y =$ pct. C eller N i 20 cm, $x =$ antal år efter forsøgsstart, $b =$ gns. årligt fald i C og N indholdet (hældningskoefficient), $a =$ indhold af C og N ved forsøgsstart).

Results of linear regression analyses on data from each replicate plot ($y = a + bx$; $y =$ % C and N in 0–20 cm soil, $x =$ number of years, $b =$ average annual decrease in C or N content, $a =$ initial content of C or N in soil).

Mark Field	Led Treatment	Gentagelse Replicate	% C			% N		
			$b \times 10^2$	a	r^2	$b \times 10^3$	a	r^2
B ₃	1	1	0,569	1,52	0,53	0,509	0,127	0,59
		2	0,650	1,37	0,78	0,607	0,123	0,73
		3	1,122	1,93	0,59	0,813	0,153	0,73
	2	1	0,854	1,44	0,75	0,840	0,132	0,81
		2	0,974	1,73	0,74	0,772	0,141	0,69
		3	0,354	1,43	0,28	0,356	0,127	0,44
		4	1,074	1,71	0,77	0,915	0,144	0,86
	3	1	1,114	1,57	0,80	0,838	0,134	0,79
		2	1,212	1,94	0,82	0,889	0,150	0,74
		3	1,479	1,48	0,66	0,901	0,136	0,74
		4	1,172	1,75	0,82	0,847	0,145	0,68
	4	1	1,695	1,68	0,89	1,474	0,139	0,89
		2	2,243	1,98	0,94	1,624	0,152	0,92
		3	1,713	1,58	0,88	1,433	0,135	0,89
		4	1,808	1,76	0,95	1,484	0,143	0,93
B ₄	1	1	0,651	1,44	0,58	0,429	0,126	0,43
		2	1,247	1,71	0,81	1,041	0,159	0,77
		3	1,208	1,77	0,71	1,182	0,157	0,69
	2	1	1,494	1,64	0,78	1,469	0,151	0,73
		2	1,091	1,62	0,74	1,004	0,148	0,60
		3	1,004	1,66	0,76	0,930	0,155	0,69
		4	1,236	1,66	0,80	1,305	0,156	0,75
	3	1	1,321	1,56	0,76	1,504	0,146	0,72
		2	1,330	1,66	0,77	1,175	0,150	0,80
		3	1,171	1,67	0,70	1,357	0,158	0,88
		4	1,391	1,73	0,85	1,185	0,158	0,71
	4	1	1,891	1,53	0,87	1,898	0,142	0,85
		2	2,000	1,65	0,91	1,918	0,147	0,86
		3	1,855	1,62	0,87	1,811	0,152	0,89
		4	1,687	1,61	0,86	1,717	0,149	0,87

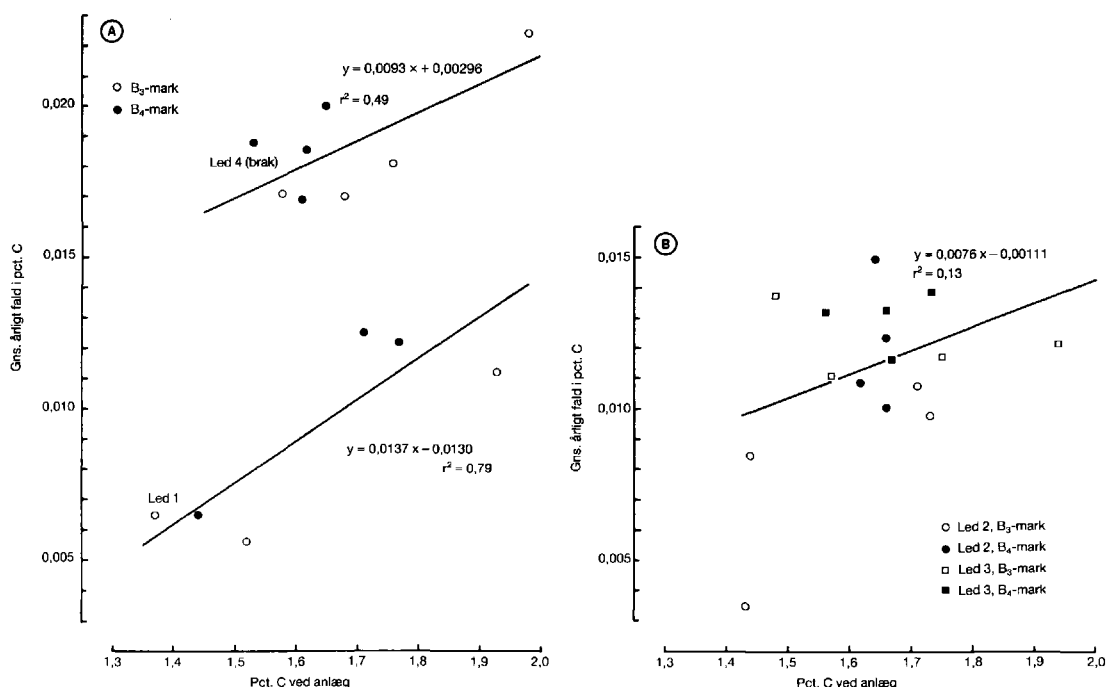


Fig. 3. Det gennemsnitlige årlige fald (beregnet ved regression på enkeltparceller) i perioden 1956–85 i jordens indhold af C afsat som funktion af C-indhold i jorden ved forsøgets anlæg i 1956. Rette linier beregnet ved lineær regression. 3A: Led 1 og 4, og 3B: Led 2 og 3.

The average annual decrease (calculated for each replicate plot) in soil C content during 1956–85 plotted against initial C content in soil (1956). Lines indicate results of linear regression. Fig. 3A: treatment 1 and 4, Fig. 3B: treatment 2 and 3.

sædskifter (se tabel 3). Generelt viste beregningerne lave r^2 -værdier.

Diskussion

De i rammeforsøget (1) fundne relative fald i overjordens (O-LER) indhold af C og N for sædskiftet (vintersæd/roer/vårsæd/kløvergræs), var henholdsvis 15 og 13 pct., når der alene blev tilført handelsgødning (gns. 68 kg N pr. ha pr. år). I nærværende markforsøg blev det relative fald for den tilsvarende forsøgsbehandling (led 1) bestemt til 16 pct. for C og 15 pct. for N. Der er således god overensstemmelse mellem de to forsøg på dette punkt, selv om indholdet af C og N i jorden ved forsøgenes anlæg var ca. dobbelt så stort i rammeforsøget (3,10 pct. C og 0,228 pct. N) som i markforsøget (1,56 pct. C og 0,139 pct. N). For led 3 (vinterhvede/majs/vårbyg/hør) er der ligeledes god overensstemmelse med den tilsvarende for-

søgsbehandling på overjorden i rammeforsøget (stråafgrøder, halm fjernet, 85 kg N pr. år i handelsgødning). De relative fald over den 30-års forsøgsperiode var således 22 pct. for C og 23 pct. for N i rammeforsøget og 21 pct. for C og 22 pct. for N i markforsøget. For brak fandtes i rammeforsøget et relativt fald på 34–38 pct. og i markforsøget 34–35 pct. Selv om der i markforsøget i modsætning til rammeforsøget blev tilført N til brakparcellerne har dette ikke medført en nævneværdig forskel på de relative fald i jordens N-indhold.

I forhold til det traditionelle 4-marks sædskifte (led 1) har vedvarende brak medført en fordobling af N tabet fra pløjelaget, uanset at jorden blev tilført samme mængde N i handelsgødning (tabel 1). Det gennemsnitlige årlige tab af N fra jorden i forsøgsperioden var 23 kg N pr. ha for sædskiftet med kløvergræs hvert 4. år (led 1) og 29–33 kg N pr. ha for sædskifterne uden kløver-

græs (led 2 og 3), mens det årlige tab fra brak var 53 kg N pr. ha.

Selv om C- og N-niveauet i pløjelaget ved forsøgets start kan betragtes som almindeligt for en række danske dyrkede jorde (3, 6), har selv det traditionelle 4-marks sædskifte (led 1) på denne jordtype givet anledning til et årligt tab af godt 20 kg N pr. ha fra pløjelaget. I forhold til de i dag anvendte gødskningsnormer (7) har N-tilførslen i dette forsøg (tabel 2) været lav for vårbyg og vinterhvede. Hør tilførtes kun 31 kg N/ha (norm ca. 120 kg N/ha), og kløvergræs tilførtes ikke gødning (norm for kløvergræs til slæt, 250 kg N/ha). Set i forhold til den nuværende gødskningspraksis kan de lavere gødningmængder have medvirket til relativt mindre afgrøder og dermed mindre tilgang af afgrøderester til jordens pulje af organisk stof og N bundet heri.

Langvarige forsøg med traditionelt forsøgsdesign og parcelstørrelser kan være udsat for en betydelig transport af jord og plantenæringsstoffer mellem parceller, såfremt jordbearbejdningen krydser parcelgrænserne (2, 12). Såvel pløjning som harvning krydsede parcelgrænserne i dette forsøg, men størrelse og betydning af overslæbningen af C og N mellem parceller er ikke kendt.

Antages det, at jordoverslæbningen mellem parcellerne svarer til $D = 0,3 \text{ m}^2$ pr. år både på langs og på tværs af parcellerne, vil der med den her anvendte parcelstørrelse ($11,7 \times 9,4 \text{ m}$) kunne beregnes korrigerede årlige fald i jordens N-indhold på 17, 27, 33 og 61 kg N/ha for henholdsvis led 1, 2, 3 og 4 (*E. Sibbesen*, pers. medd.) De i tabel 3 tilsvarende ukorrigerede værdier er 22, 29, 33 og 52 kg N/ha. Korrektionen for jordoverslæbning kommer især til udtryk i de årlige fald i led 1 og led 4, men ændrer ikke på ledenes indbyrdes rækkefølge mht. årlige fald i jordens N-indhold.

B₄-marken havde det højeste N-indhold i pløjelaget ved forsøgets anlæg (beregnet 0,150 pct. N) og udviste også det største gennemsnitlige årlige fald (41 kg N pr. ha). B₃-markens N-indhold og tab af N var signifikant lavere, idet indholdet ved anlæg var 0,139 pct. N og det årlige tab på 30 kg N pr. ha.

En gradvis større pløjedybde gennem den 30 års forsøgsperiode vil have kunnet bidrage til det observerede fald i pløjelagets indhold af organisk stof. Det er beregnet (2), at øges pløjedybden fra 20 til 25 cm vil indholdet af C i pløjelaget reduceres med 0,08 pct. Af tabel 3 fremgår, at de fundne

nedgange i pløjelagets indhold af C er væsentligt større (0,26 – 0,57 pct.).

Et generelt fald i pløjelagets indhold af organisk stof er også fundet for de langvarige gødningsforsøg ved Askov på såvel lermarken som sandmarken (2), samt i en række udenlandske forsøg fx Morrow Plots (9) og Sanborn Field (13) i USA og Stackyard Field, Woburn (5, 8) i England. For Stackyard Field, der indeholder 10 pct. ler, er der i perioden 1876–1972 sket en halvering af jordens indhold af N (fra 0,156 pct. N til 0,073 pct. N). Antages en jordvægt på 3000 t pr. ha i 0–20 cm laget, modsvarende faldet et årligt tab på 25 kg N pr. ha, altså en værdi der er på niveau med de i dette forsøg fundne tab.

Andre udenlandske forsøg viser en stigning i jordens indhold af organisk stof over årene, specielt forsøg på mere lerrige jorde, og når der anvendes husdyrgødning eller halmnedmuldning (4, 5, 10, 11).

Ved regressionsberegningerne blev der anvendt et retlinet udtryk ($y = a + bx$). Det medfører, at det årlige fald i jordens indhold af organisk stof er uafhængigt af antal år efter forsøgets anlæg og af ændringer i mængden af organisk stof i jorden i løbet af forsøgsperioden. Dette er ikke teoretisk tilfredsstillende, idet det må forventes, at indholdet af organisk stof i jorden gradvis nærmer sig en ligevægtstilstand, hvor opbygning og nedbrydning af organisk stof balancerer og tabet af C og N fra jorden nærmer sig nul. En regression baseret på en funktion af asymptotisk karakter ville derfor være mere tilfredsstillende.

De opnåede resultater (fig. 1 og 2) synes imidlertid ikke umiddelbart at retfærdiggøre anvendelse af mere komplicerede udtryk, ligesom flere udenlandske undersøgelser (5, 8, 9, 10, 11, 13) har givet resultater, hvor anvendelse af et simpelt lineært udtryk medfører god korrelation. Dette kan skyldes, at den undersøgte periode er kort sammenlignet med den tid, det vil tage at opnå en ligevægt mellem opbygning og nedbrydning af organisk stof i jorden. Anvendelse af et lineært udtryk af typen $y = a + bx$ medfører imidlertid, at de beregnede værdier for b kun med forbehold har gyldighed uden for den undersøgte periode. Specielt ved vurderinger af udviklingen over meget lange tidsrum vil beregnede b værdier næppe kunne anvendes.

For led 1 antyder sammenhængen mellem indhold af C ved forsøgets anlæg og den efterfølgende nedgang i jordens C indhold, at det gen-

nemsnitlige årlige fald i jordens C-indhold mindskes med faldende indhold af C i jorden (fig. 3). For de øvrige led var sammenhængen ringere. De foreliggende resultater og beregninger giver således ikke umiddelbart grundlag for en nærmere analyse af sammenhængen mellem mængde og omsætningshastighed af organisk stof i dyrket jord.

Erkendtlighed

Såvel ramme- som markforsøg vedrørende sædskiftets indflydelse på jordens indhold af organisk stof blev anlagt på initiativ af lic. agro. *Jørgen Lindhard*.

Litteratur

1. *Christensen, B. T.* 1988. Sædskiftets indflydelse på jordens indhold af organisk stof. I. Forsøg i rammeanlæg med halmnedmuldning og anvendelse af staldgødning, 1956–1986. Tidsskr. Planteavl 92, 295-305.
2. *Christensen, B. T.* 1990. Askov 1894-1989: Research on animal manure and mineral fertilizers. Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull. (i trykken).
3. *Hansen, L.* 1976. Jordtyper ved Statens Forsøgsstationer. Tidsskr. Planteavl 80, 742-758.
4. *Jenkinson, D. S., Hart, P. B. S., Rayner, J. H. & Parry, L. C.* 1987. Modelling the turnover of organic matter in long-term experiments at Rothamsted. Intecol Bull. 15, 1-8.
5. *Johnston, A. E.* 1986. Soil organic matter, effect on soils and crops. Soil Use Managem. 2, 97-105.
6. *Lamm, C. G.* 1971. Det danske jordarkiv. Tidsskr. Planteavl 75, 703-720.
7. *Landskontoret for Planteavl* 1989. Håndbog for Plantedyrkning. Landbrugets Informationskontor, Skejby, Århus.
8. *Mattingly, G. E. G., Chater, M. & Johnston, A. E.* 1975. Experiments made on Stackyard Field, Woburn, 1876-1974 III. Effects of NPK fertilizers and farmyard manure on soil carbon, nitrogen and organic phosphorus. Rep. Rothamsted Exp. Sta. 1974, part 2, 61-77.
9. *Odell, R. T., Melsted, S. W. & Walker, W. M.* 1984. Changes in organic carbon and nitrogen of Morrow plot soils under different treatments, 1904-1973. Soil Sci. 137, 160-171.
10. *Persson, J. & Mattsson, L.* 1988. Soil C changes and size estimates of different organic C fractions in a Swedish long-term small plot experiment. Swedish J. agric. Res. 18, 9-12.
11. *Reuter, G.* 1981. Zwanzig Jahre Rostocker Dauer-versuche zur Humusbildung im Boden 1. Mitteilung: Versuchsbedingungen und Entwicklung der Humusgehalte. Arch. Acker Pflanzenbau Bodenkd. 25, 277-285.
12. *Sibbesen, E.* 1986. Soil movement in long-term field experiments. Plant and Soil 91, 73-85.
13. *Wagner, G. H.* 1982. Humus under different long term cropping systems. I: *Dutil, P. & Jacquin, F.* (red.): Colloque Humus-Azote 7-10 Juillet 1981 – Reims (France), 23-28.

Manuskript modtaget den 19. januar 1990.