

Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning

1. Vækstbetingelser, jordfysiske målinger og udbytter ved ensidig byg og sædskiftebyg

Soil tillage and catch crop by growth of barley

1. Conditions of growth, soil physical measurements and yields of continuous barley and barley in crop rotation

Karl J. Rasmussen og Carl Chr. Olsen

Resumé

På 5 jordtyper ved statens forsøgsstationer blev der i årene 1974–1982 gennemført i alt 54 forsøg, hvor traditionel pløjning til 20 cm blev sammenlignet med fræsning til 5–8 cm dybde, samt med nedpløjning og nedfræsning af gul sennep som efterafgrøde. Endvidere blev disse behandlinger sammenlignet med sædskiftebyg, dvs. 1. og 2. års byg efter gul sennep til modenhed.

På sandjord ved Jydevad var der en vandet og en uvandet afdeling.

I forsøgene blev gennemført udbyttmålinger, registreringer af lejesæd, plantesygdomme og kernekvantitet. Endvidere blev der udtaget jordprøver til jordkemiske og -fysiske analyser.

Resultaterne viste, at udbyttetabene for ensidig korndyrkning var størst efter fræsning.

Nedpløjning og nedfræsning af gul sennep resulterede i merudbytter ved de laveste kvælstofmængder til bygafgrøden. Ved stigende kvælstofmængder aftog merudbytternes størrelse og blev ofte negative ved de største kvælstofmængder. Denne udvikling skete hurtigst og mest markant efter fræsning.

Efterafgrøden udvikledes for svagt til, at den kunne øve indflydelse på jordstrukturen og udbyttet af den efterfølgende afgrøde.

Årsvariationerne i udbyttet var størst efter fræsning.

Kernevægt, rumvægt og kerneandel over 2,5 mm blev forringet lidt ved reduceret jordbehandling.

Der var tendens til en koncentrering af næringsstofferne i de øverste jordlag efter reduceret jordbehandling.

Reduceret jordbehandling gav en lidt lavere porøsitet og andel af grovporer, hvilket resulterede i en lidt lavere hydraulisk ledningsevne.

Nøgleord: Ensidig byg og sædskiftebyg, pløjning, fræsning, efterafgrøde og jordfysiske målinger.

Summary

Long term experiments were carried out at 5 of the State Research Stations in Denmark over the years 1974–1982. The experimental plan included ploughing and rotary cultivation to about 20 cm and 5–8 cm respectively in combination with no catch crop and white mustard (*Sinapis alba* L.) as catch crop. These treatments were also compared with a crop rotation including 2 years barley and 1 year white mustard. The series consists of a total of 54 experiments.

On the coarse sandy soil at Jynde vad one half of the experiment was irrigated. Measurements of the yield, lodging, plant diseases, quality of the grain, soil chemical and soil physical conditions were carried out.

The results have shown that the decrease in yield for continuous barley growing were greater after rotary cultivation than after ploughing in the autumn.

Incorporating a catch crop of white mustard by ploughing and rotary cultivation gave small yield increases at the lowest nitrogen amount given to the barley. The yield increases were smaller at rising nitrogen amount and negative at the highest nitrogen amount. This trend was most characteristic after rotary cultivation. Rotary cultivation gave lower yields than ploughing.

Because of a rather late harvest time for the barley the white mustard was normally sown too late for production of a satisfactory quantity of green manure. Therefore the green manure had only a little influence on the soil structure and on the following crop of barley.

The year to year variations in the yield were greatest after rotary cultivation.

The grain weight, the litre weight and the part of grain > 2.5 mm were reduced after rotary cultivation.

Plant nutrients tended to be concentrated in the upper soil layer after reduced tillage.

Reduced tillage gave a slight decrease in the porosity, the part of coarse pores and hydraulic conductivity.

Key words: Continuous barley, crop rotation, ploughing, rotary cultivation, catch crop and soil physics.

Indledning

I slutningen af 1960'erne og begyndelsen af 1970'erne steg interessen for alternative, arbejds- og energibesparende jordbehandlingsmetoder her i landet. Baggrunden for interessen var bl.a. stigende energipriser og omkostninger i forbindelse med jordbearbejdningen, samt gunstige erfaringer i udlandet – bl.a. USA og England.

De første europæiske forsøg med reduceret jordbehandling blev anlagt i England i 1926. Resultaterne, der blev publiceret af *Keen og Russel* (1937), var noget overraskende, idet de viste, at det var unødvendigt at bearbejde jorden så intensivt, som det hidtil havde været praktiseret, når blot jorden var fri for ukrudt.

Denne oplysning var imidlertid ikke af særlig stor praktisk værdi, fordi det netop var nødvendigt at bearbejde jorden for at kontrollere ukrudtet.

De første danske forsøg med alternative jordbehandlingsmetoder blev anlagt i 1960'erne. *Olesen* (1970) konkluderede, at metoden ikke har almen interesse, før man er i stand til at klare kvikproblemet ad kemisk eller evt. ad biologisk

vej. *Rasmussen* (1973a) fandt, at det ikke var muligt at holde kvikken nede ved fræsning i modsætning til ved pløjning.

Nielsen (1976) fandt i gennemsnit af 4 års forsøg et merudbytte på 3 hkg pr. ha for reduceret jordbehandling med efterafgrøde af gul sennep ved ensidig bygdyrkning. Efter et år med roer og derefter igen 3 års korn fandt *Nielsen* (1981) et gennemsnitligt merudbytte på 2 hkg for reduceret jordbehandling, men der var tiltagende problemer med kvik, hvor der ikke blev pløjet.

Rasmussen (1981) fandt, at pløjning på sand- og marskjord kan erstattes af en fræsning til ca. 5 cm dybde uden fare for udbyttetab, mens denne behandling på morænelerjord gav små og usikre udbyttetab. Årsvariationerne i udbytte var større efter reduceret end efter traditionel jordbehandling.

Landboorganisationernes forsøg med pløjning og fræsning, med og uden efterafgrøde af gul sennep, viste i gennemsnit af 6 år intet merudbytte for sennep, uanset om den blev pløjet eller fræsset ned. Fræsning gav et udbyttetab på ca. 3 hkg i forhold til pløjning (*Skriver*, 1983).

Formålet med at anvende gul sennep som efterafgrøde er bl.a. at forøge jordens indhold af organisk materiale, at modvirke N-udvaskning, at give skyggevirkning og dermed hæmme udvikling af ukrudt, herunder også kvik, samt at give jorden en bedre struktur.

Undersøgelser har vist, at der kan udvikles en kraftig efterafgrøde ved tidlig såning, men kornhøsten sker under danske forhold ofte så sent, at vækstperioden bliver for kort, og væksten for svag (Hostrup & Hansen, 1977; Stokholm, 1979; Nielsen, 1981), dvs., når såningen sker efter ca. 1. september. Nielsen (1981) fandt endvidere, at kvikken opformeredes kraftigere, desto svagere efterafgrøden var.

Efterafgrødens indflydelse på jordens porøsitet og aggregatstabilitet har vist sig at være lille og usikker (Stokholm, 1979).

Såvel Nielsen (1981) som Rasmussen (1981) fandt, at porøsiteten efter fræsning blev reduceret i forhold til pløjning, at forskellen blev øget med årene ved kontinuerlig korndyrkning, samt at der skete en stigning i indholdet af P, K og organisk materiale i de øverste jordlag efter reduceret jordbehandling.

Med hensyn til goldfodsyge og skoldpletsyge fandt Nielsen (1981) ingen forskel mellem forskellige jordbehandlingsmetoder, men angrebene var stigende år for år som følge af ensidig korndyrkning. Rasmussen (1978) fandt lidt højere angrebsgrad af goldfodsyge, hvor der gennemførtes overfladisk jordbehandling uden efterafgrøde, men angrebsgraden var aftagende med årene.

Ved ensidig korndyrkning i forbindelse med reduceret jordbehandling er der fare for angreb af skoldpletsyge (*Rhynchosporium secalis*), idet svampen overvintrer på halm, stubrester og overvintrede spildplanter. Angrebene er kraftigst i fugtige og kolde forår og kan forårsage betydelige udbyttetab. Det er derfor nødvendigt med en fuldstændig afbrænding eller nedpløjning (Bagger, 1972; Jensen, 1979).

Ved ensidig bygdyrkning sker der de første år et kraftigt udbyttefald, som efter 4-5 års forløb stabiliseres på et niveau, der på lerjord ligger ca. 7% og på sandjord ca. 15% under 2. års sædskiftebyg (Jepsen, 1980).

For at undersøge jordbehandlingsmetoders og efterafgrødens indflydelse på udbytte, kernekvalitet, goldfodsyge og nogle jordfysiske og -kemiske forhold, samt indflydelsen af ensidig byg kontra sædskiftebyg blev der i efteråret 1973 anlagt en række fastliggende forsøg på forskellige jordtyper.

I disse forsøg er der endvidere gennemført undersøgelser af bygplanternes morfologiske udvikling og kvælstofoptagelse, ukrudtsbestanden, samt af de biologiske forhold i jorden omfattende mikroflora og fauna. Disse undersøgelser er også publiceret i dette hæfte.

Forsøgsplan og jordtyper

På 5 af statens forsøgsstationer gennemførtes i årene 1974-82 fastliggende forsøg efter følgende plan:

- A. 2 år med byg og 1 år med sennep som vekselafgrøde (sædskifte)
2 years barley in a crop rotation with white mustard (Sinapis alba L.)
- B. Ensidig byg:
Continuous barley:
 1. Pløjning uden efterafgrøde (PU)
Ploughing without a catch crop (PU)
 2. Pløjning med efterafgrøde (PM)
Ploughing with a catch crop of white mustard used as green manure (PM)
 3. Fræsning uden efterafgrøde (FU)
Rotary cultivation without a catch crop (FU)
 4. Fræsning med efterafgrøde (FM)
Rotary cultivation with a catch crop of white mustard used as green manure (FM)

Der anvendtes dobbelt nematoderesistente bygsorter.

P- og K-gødning blev tilført efter behov på den enkelte jordtype. Ved Højer blev der ikke tilført P og K på grund af denne jords naturligt høje indhold af disse stoffer.

Følgende kvælstofmængder blev givet som kalkammonsalpeter:

Jynde vad: 60, 90, 120, 150 kg N pr. ha
 Tylstrup: 60, 90, 120, 150 kg N pr. ha
 Roskilde: 30, 60, 90, 120 kg N pr. ha
 Rønhave: 60, 90, 120, 150 kg N pr. ha
 Højer: 0, 30, 60, 90 kg N pr. ha

I forsøgsled A gennemførtes almindelig stubbehandling efter behov, og pløjningen blev gennemført til ca. 20 cm dybde.

I B blev der stubharvet i forsøgsled 2 og fræset overfladisk i forsøgsled 4 i forbindelse med såning af gul sennep hurtigst muligt efter høst. Udsædsmængden var 20–25 kg gul sennep pr. ha, og der blev tilført 30–40 kg N pr. ha.

I forsøgsled 1 blev der stubbehandlet, og i forsøgsled 3 blev der fræset efter behov i efterårets løb.

I november–december blev der taget udbyttebestemmelse af sennepen, inden forsøgsled 1 og 2

blev pløjet til ca. 20 cm dybde, og forsøgsled 3 og 4 blev fræset til 6–8 cm dybde.

Om foråret blev der harvet til såbed med almindelig såbedsharve i alle forsøgsled, og såningen gennemførtes med almindelig såmaskine.

Forsøget blev anlagt med 3–4 fællesparceller – ved Jynde vad 2 fællesparceller med vanding og 2 uden vanding.

I A blev gul sennep høstet ved modenhed, men udbytetalene har ingen interesse ved vurdering af forsøget og er derfor udeladt.

Ukrudts- og sygdomsbekæmpelse blev gennemført med traditionelle midler efter behov.

Forsøgsarealerne er karakteriseret ved teksturanalyser, som vist i tabel 1. Jordtypebetegnelserne viser, at det drejer sig om 5 forskellige jordtyper – spændende fra type JB1 ved Jynde vad til JB7 ved Højer.

Tabel 1. Teksturanalyser, vægt %
Analysis of texture, p.c. of weight

Sted Site	Dybde Depth	Ler Clay	Silt Silt	Finsand Fine sand	Grovsand Coarse sand	Humus Humus	Jordtype Soil type
Jynde vad	5–10	3,7	5,1	23,1	65,2	2,90	JB1
	15–20	3,6	5,4	21,3	66,8	2,91	
	25–30	3,5	5,3	22,0	68,1	1,10	
Tylstrup	5–10	4,2	6,8	77,7	9,2	2,13	JB2
	15–20	3,7	7,3	77,4	9,6	2,03	
	25–30	3,7	7,3	78,1	9,0	1,89	
Roskilde	5–10	9,6	25,8	46,1	15,6	2,85	JB4
	15–20	10,0	25,6	47,1	14,5	2,79	
	25–30	9,8	26,6	49,3	13,7	0,60	
Rønhave	5–10	13,6	22,4	48,0	14,0	2,01	JB6
	15–20	13,6	22,4	49,4	12,8	1,81	
	25–30	16,8	21,2	49,5	11,0	1,51	
Højer	5–10	16,8	21,2	59,0	0,6	2,40	JB7
	15–20	17,2	20,8	58,9	0,6	2,47	
	25–30	19,2	19,8	59,4	0,6	1,00	

Udbytteresultater

Resultaterne fra alle steder og år er anført i hovedtabeller, der er opbevaret på Højer forsøgsstation, hvorfra de kan rekvireres. Gennemsnit af de 9 høstår er vist i tabel 2.

På grund af ret store variationer i resultaterne de første år, samt for at eliminere eventuelle forfrugtsvirkninger, er resultaterne fra de første 2 år 1974 og 1975 udeladt i det følgende ved vurdering af udbytterne.

Tabel 2. Bygudbytte i hkg kerne pr. ha, gns. 1974-1982
Yields of barley in hkg grain per hectare, average 1974-1982

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Kvælstof <i>Nitrogen</i>	Jynde- vandet ¹⁾	vandet ²⁾	Tyl- strup	Ros- kilde	Røn- have	Høj- er
<i>Sædskiye. Crop rotation</i>							
1. år <i>1st year</i>	1	24,9	42,1	33,6	41,5	51,1	50,4
	2	27,5	48,8	36,2	46,0	52,2	54,5
	3	28,0	50,6	36,8	46,2	49,4	57,3
	4	28,8	51,1	37,0	45,8	50,0	59,6
Gns. average		27,3	48,2	35,9	44,9	50,7	55,4
2. år <i>2nd year</i>	1	23,8	33,1	26,0	37,9	46,7	43,8
	2	27,4	40,7	32,1	43,9	51,3	51,4
	3	28,9	46,0	35,0	46,0	50,4	56,5
	4	29,5	47,7	35,4	46,5	50,3	57,0
Gns. average		27,4	41,9	32,1	43,6	49,7	52,2
<i>Ensidig. Continuous</i>							
PU	1	23,3	36,4	26,9	37,0	46,4	40,2
	2	26,7	42,9	30,7	42,8	50,6	45,4
	3	28,3	45,3	32,9	45,1	51,2	49,7
	4	28,4	46,6	33,8	44,6	51,7	51,1
Gns. average		26,7	42,8	31,1	42,4	50,0	46,6
PM	1	25,8	40,7	29,5	37,5	47,8	43,9
	2	28,6	45,9	31,4	42,1	50,3	48,7
	3	30,2	47,5	31,9	43,0	50,5	51,2
	4	30,7	48,6	33,3	42,3	50,8	50,6
Gns. average		28,8	45,7	31,5	41,2	49,8	48,6
FU	1	21,4	35,4	26,7	34,4	44,0	38,2
	2	24,4	40,7	31,0	40,3	47,7	46,8
	3	25,9	43,5	31,9	42,6	46,5	50,1
	4	26,8	45,3	33,1	43,6	47,3	52,1
Gns. average		24,6	41,2	30,7	40,2	46,4	46,8
FM	1	24,3	36,9	28,7	36,8	44,6	41,5
	2	26,6	40,8	30,9	41,4	46,5	47,6
	3	27,8	42,3	31,3	41,8	45,8	49,1
	4	27,6	43,7	31,6	42,5	47,1	51,3
Gns. average		26,6	40,9	30,6	40,6	46,0	47,4

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

Ensidig byg kontra sædskiyebyg

Et af formålene med forsøget var at undersøge ensidig bygdyrking i relation til sædskiyebyg, dvs. 2 år med byg og 1 år med sennep i et sædskiye.

I tabel 3 er 1. og 2. års byg efter sennep til modenhed sammenlignet med ensidig bygdyr-

ning ved henholdsvis pløjning (PU) og fræsning (FU) uden sennep som efterafgrøde. Resultaterne er fra 1976-82 og gennemsnit af 4 N-mængder.

1. års byg gav alle steder det største udbytte. 2. års byg gav udbyttetab, som var signifikant ved Jynde vad vandet, Tylstrup og Højer. Ensidig bygdyrking ved pløjning gav også udbyttetab -

Tabel 3. Sammenligning mellem 1. års byg, 2. års byg og ensidig bygdyrkning ved pløjning (PU) og fræsning (FU) 1976-82, gns. af 4 N-mængder
Comparison between 1st year barley, 2nd year barley and continuous barley-growing at ploughing (PU) and rotary cultivation (FU) 1976-82, average of 4 nitrogen-levels

	Udbytte og merudbytte, hkg kerne pr. ha				LSD
	<i>Yields and increases in yields, hkg grain per ha</i>				
	Sædskifte <i>Crop rotation</i>		Ensidig <i>Continuous</i>		
	1. år <i>year</i>	2. år <i>year</i>	PU	FU	
Jyndeved uvandet ¹⁾	28,9	0,4	-0,1	-2,3	1,7
Jyndeved vandet ²⁾	47,4	-5,6	-3,6	-5,6	2,1
Tylstrup	37,6	-4,9	-5,4	-5,4	2,7
Roskilde	43,5	-1,2	-2,7	-4,9	3,3
Rønhave	48,4	-1,2	-1,1	-4,9	2,2
Højer	53,9	-4,4	-10,8	-10,9	2,1

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

specielt ved Højer. Efter ensidig bygdyrkning og fræsning var der alle steder signifikante udbytte-tab i forhold til 1. års byg.

Vekselvirkningen mellem bygdyrkning og

kvælstof fremgår af tabel 4, der viser udbytterne af 1. års byg, samt merudbytterne for henholdsvis 2. års byg og ensidig byg med pløjning uden sennep (PU) på alle N-trin.

Tabel 4. Vekselvirkning mellem bygdyrkning og kvælstof 1976-82
Interaction between barley-growing and nitrogen 1976-82

		hkg kerne pr. ha			N4
		N1	N2	N3	
Jyndeved uvandet ¹⁾	1. år <i>year</i>	26,0	29,0	29,9	30,8
	2. år <i>year</i>	-1,0	0,3	1,2	1,0
	ensidig <i>continuous</i> (PU)	-1,3	-0,3	0,7	0,3
Jyndeved vandet ²⁾	1. år <i>year</i>	40,8	47,9	50,1	50,8
	2. år <i>year</i>	-7,9	-6,9	-4,4	-3,2
	ensidig <i>continuous</i> (PU)	-4,9	-5,1	-3,1	-1,5
Tylstrup	1. år <i>year</i>	35,1	38,3	38,5	38,6
	2. år <i>year</i>	-9,5	-5,4	-2,5	-2,4
	ensidig <i>continuous</i> (PU)	-6,8	-6,3	-4,9	-3,9
Roskilde	1. år <i>year</i>	40,2	44,6	44,8	44,4
	2. år <i>year</i>	-3,3	-1,9	-0,2	-0,5
	ensidig <i>continuous</i> (PU)	-4,4	-3,2	-1,5	-1,7
Rønhave	1. år <i>year</i>	49,7	50,2	46,6	47,0
	2. år <i>year</i>	-4,6	-1,0	0,8	0,0
	ensidig <i>continuous</i> (PU)	-4,9	-1,9	1,5	1,1
Højer	1. år <i>year</i>	48,6	53,3	55,6	58,0
	2. år <i>year</i>	-7,6	-5,0	-1,9	-3,1
	ensidig <i>continuous</i> (PU)	-12,0	-11,5	-9,7	-9,9

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

Tabel 5. Udbytte og merudbytte af jordbehandling uden og med efterafgrøde af gul sennep, gns. af 4 N-mængder, 1976-82

Yields of barley and increases in yields of soil tillage without and with a catch crop used as green manure. Average of 4 N-levels, 1976-82

Efterafgrøde Catch crop	Pløjning Ploughing		Fræsning Rotary cultivation		LSD	Merudbytte for fræsning efterafgrøde Increase in yield for rotary cultivation catch crop	
	PU	PM	FU	FM		rotary cultivation	catch crop
Jynde vad uvandet ¹⁾	28,8	2,5	-2,2	0,1	2,1	-2,4	2,4
Jynde vad vandet ²⁾	43,7	3,2	-2,0	-1,2	2,2	-3,2	2,0
Tylstrup	32,1	1,3	0,0	-0,2	n.s.	-0,8	0,5
Roskilde	40,8	-1,6	-2,2	-2,5	n.s.	-1,5	-1,0
Rønhave	47,3	0,1	-3,8	-3,5	2,5	-3,7	0,2
Højer	43,1	1,9	-0,1	-0,1	n.s.	-1,0	1,0

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

Alle steder sås det, at udbyttetabene ved 2. års byg og PU var aftagende med stigende N-mængde til kornet. I den uvandede afdeling ved Jynde vad og ved Rønhave gav 2. års byg og PU samme eller lidt højere udbytte end 1. års byg ved de 2 største N-mængder, men generelt viser tabellen, at de største udbytter er opnået efter 1. års sædskiftebyg.

Pløjning, fræsning og efterafgrøde

Resultaterne af pløjning og fræsning med og uden efterafgrøde i gennemsnit af 4 kvælstofmængder er vist i tabel 5.

Ved Jynde vad var der et sikkert merudbytte for nedpløjning af gul sennep. Fræsning både med og uden efterafgrøde gav et udbyttetab, der i alle tilfælde var signifikant forskellig fra nedpløjning af efterafgrøde.

Ved Tylstrup var udbytterne omtrent ens uanset behandling og efterafgrøde. Dog var der tendens til et lille merudbytte for nedpløjning af efterafgrøden.

Ved Roskilde var der udbyttetab for nedpløjning af efterafgrøde samt for fræsning med og uden efterafgrøde. Disse udbyttetab var dog pga. store årsvariationer ikke signifikante.

Ved Rønhave gav fræsning med og uden efterafgrøde signifikant mindre udbytte end pløjning.

Ved Højer var et merudbytte på 1,9 hkg for nedpløjning af sennep ikke statistisk sikkert. Fræsning både med og uden efterafgrøde gav samme udbytte som pløjning uden efterafgrøde.

Udbyttet af fræsning i forhold til pløjning, der fremgår af højre side i tabel 5, viste et tab, der varierede fra 0,8 hkg ved Tylstrup til 3,7 hkg ved Rønhave. På grund af store årsvariationer var det kun ved Jynde vad og Rønhave, at udbyttetabet for fræsning var statistisk sikkert.

Virkningen af efterafgrøden i forhold til ingen efterafgrøde er vist yderst til højre i tabellen. Kun på uvandet sandjord ved Jynde vad blev der målt et statistisk sikkert merudbytte for sennep på 2,4 hkg kerne pr. ha.

Vekselvirkning mellem jordbehandling, efterafgrøde og kvælstof

Fig. 1 viser vekselvirkningerne mellem jordbehandling, efterafgrøde og kvælstof ved ensidig korndyrkning. Af kurverne ses det, at den optimale N-mængde ikke er overskredet ved Jynde vad (vandet) og Højer, mens 3. og 4. N-mængde ved Rønhave har været for store – især, hvor der blev fræset. Ved de laveste N-mængder var der ved Jynde vad, Roskilde og Højer en positiv virkning af efterafgrøden, mens dette ikke var tilfældet ved de store N-mængder. Vekselvirkningerne

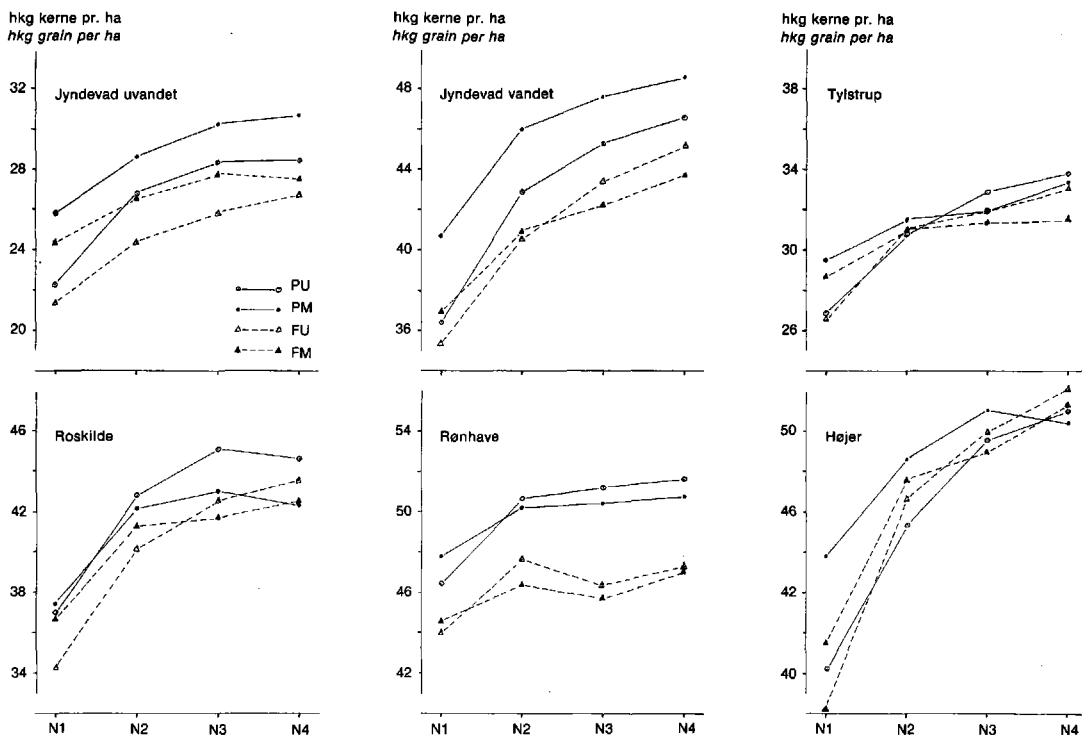


Fig. 1. Udbytter for jordbearbejdning og efterafgrøde ved forskellige kvælstofmængder 1974-82.
Grain yields for soil tillage and green manure at different nitrogen levels 1974-82.

mellem jordbehandling, efterafgrøde og kvælstof var dog ikke noget sted signifikante.

Fig. 2 viser vekselvirkningerne mellem efterafgrøde og kvælstof. En statistisk analyse viste signifikant vekselvirkning mellem efterafgrøden og stigende N-mængder alle steder undtagen ved Roskilde. Der var en positiv virkning af efterafgrøden ved de laveste N-mængder. Virkningen aftog med stigende N-tilførsel og var negativ ved de største N-mængder ved Tylstrup, Højer og Rønhave.

Statistiske analyser på vekselvirkningen mellem jordbehandling og kvælstof viste, at denne ikke var signifikant - hverken med eller uden efterafgrøde. Dvs. at forskellene mellem pløjning og fræsning var ens på alle kvælstoftrin.

Efterafgrødens effekt

Efterafgrødens effekt ved pløjning og fræsning fremgår af tabel 6, der viser forskellene mellem efterafgrøde og ingen efterafgrøde på alle 4 kvælstofniveauer.

På alle forsøgssteder sås en aftagende effekt af efterafgrøden ved stigende kvælstofmængde til kornet.

Bortset fra Roskilde, hvor effekten af efterafgrøden var negativ, var der en positiv effekt ved laveste N-trin til korn på 2,1-5,5 hkg kerne pr. ha, hvor efterafgrøden var nedpløjet og på 1,0-3,4 hkg, hvor den var nedfræset.

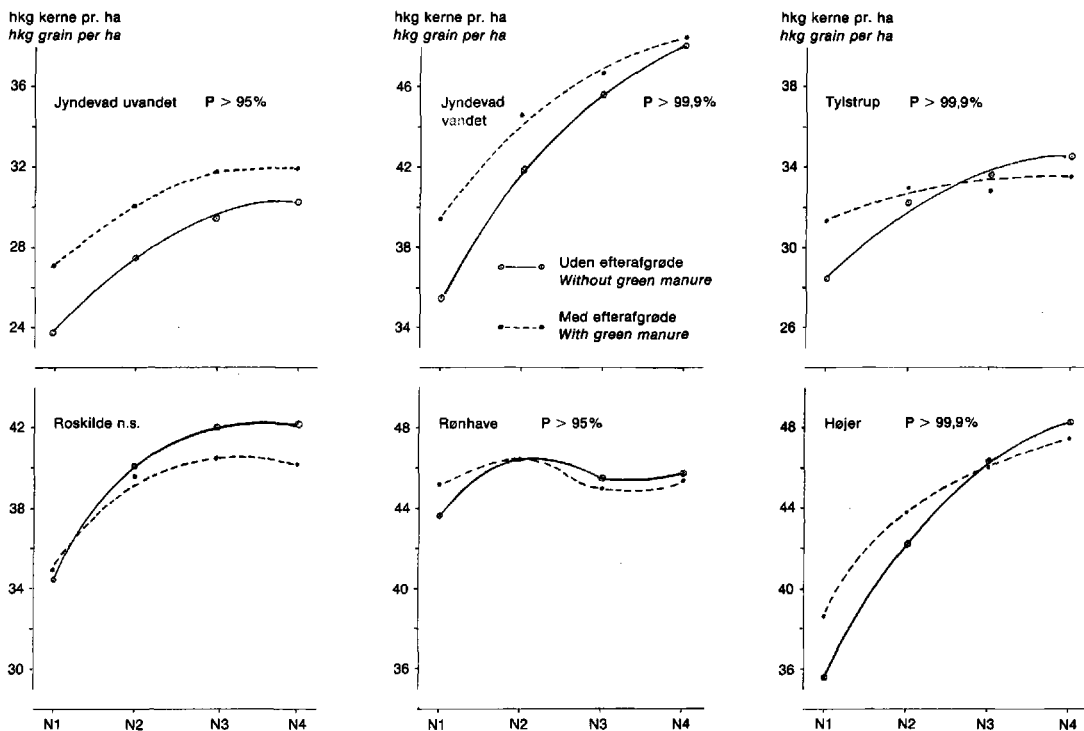


Fig. 2. Vekselvirkning mellem efterafgrøde og kvælstof 1976-82.
Interaction between green manure and nitrogen 1976-82.

Årsvariationer

Årsvariationerne er vist i fig. 3, hvor udbyttet af 1. års byg er sat lig med 100. Det skal bemærkes, at forsøgsbehandlingerne incl. såning af gul sennep blev påbegyndt efteråret 1973.

Årsvariationerne var store alle steder, hvilket i høj grad skyldtes de klimatiske betingelser.

Der var ved Højer tendens til, at forskellen mellem 1. års byg og ensidig bygdyrkning blev større for hvert år – både efter pløjning og fræsning uden efterafgrøde.

I tabel 7 er årsvariationerne udtrykt ved varianskoefficienten $C = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}}$, hvor s er standardafvigelsen, og \bar{x} er det gennemsnitlige udbytte i hkg/ha.

De største årsvariationer forekom på den uvandede sandjord ved Jyndeved og på sandjorden ved Tylstrup, og de mindste variationer på den vandede jord ved Jyndeved.

Af de enkelte forsøgsled ses det, at årsvariationerne var størst efter fræsning på sandjorden ved Jyndeved og på lerjordene ved Roskilde, Rønhave og Højer.

Der synes at være en tendens til, at fræsning giver de største årsvariationer på de jorde, hvor vandforsyningen er bedst.

På disse jorde er det ofte bemærket, at en kølig og fugtig forårs- og forsommerperiode lettere giver kuldeskade på fræsset end på pløjet jord.

De største variationer forekom alle steder efter ensidig korndyrkning – især efter fræsning.

Tabel 6. Efterafgrødens effekt beregnet som forskellen mellem korndyrkning med efterafgrøde og korndyrkning uden efterafgrøde på alle N-trin 1976-82

The effect of a catch crop used as green manure calculated as the difference between barley growing with green manure and no green manure at all N-levels 1976-82

		Merudbytte for efterafgrøde, hkg kerne pr. ha <i>Yield increase of catch crop, hkg grain per ha</i>				Gns. Average
		N1	N2	N3	N4	
Jynde vad uvandet ¹⁾	Pløjning <i>Ploughing</i>	3,0	2,4	2,5	2,5	2,6
	Fræsning <i>Rotary cultivation</i>	3,4	2,7	2,0	0,8	2,3
Jynde vad vandet ²⁾	Pløjning <i>Ploughing</i>	5,5	4,1	1,8	1,2	3,1
	Fræsning <i>Rotary cultivation</i>	2,6	1,3	-0,1	-0,7	0,8
Tylstrup	Pløjning <i>Ploughing</i>	3,5	1,8	-0,1	-0,2	1,2
	Fræsning <i>Rotary cultivation</i>	2,3	-0,2	-1,0	-2,0	-0,2
Roskilde	Pløjning <i>Ploughing</i>	-0,5	-1,2	-2,0	-2,6	-1,6
	Fræsning <i>Rotary cultivation</i>	1,3	0,3	-1,4	-1,6	-0,3
Rønhave	Pløjning <i>Ploughing</i>	2,1	0,3	-1,0	-1,1	0,1
	Fræsning <i>Rotary cultivation</i>	1,0	-0,5	-0,1	0,7	0,3
Højer	Pløjning <i>Ploughing</i>	3,5	3,3	0,9	0,0	1,9
	Fræsning <i>Rotary cultivation</i>	2,7	0,3	-1,5	-1,7	0,0

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

Efterafgrødeudbytter

Efterafgrøden blev sået snarest muligt efter høst i slutningen af august eller begyndelsen af september, og der blev givet 40 kg N pr. ha for at få en rimelig vækst. Fremspiring og vækst varierede meget fra år til år afhængig af såtidspunkt, jordfugtighed, temperatur og nedbør. Enkelte år med tidlig såning, høj temperatur og fugtighed i vækstperioden gav eksempelvis en god vækst, mens år med sen såning og kølig, regnfuld vækst-

periode gav en dårlig vækst. Enkelte år var væksten så svag, at det ikke var muligt at bestemme udbytte af efterafgrøden.

Udbytterne er vist i tabel 8. I tabellen er angivet, hvor mange år der er høstet. De år, hvor væksten af efterafgrøden var så ringe, at den ikke kunne høstes, blev udbyttet skønnet til halvdelen af det laveste udbytte de øvrige år. Dette er gjort for at undgå, at udbytterne i gennemsnit bliver for

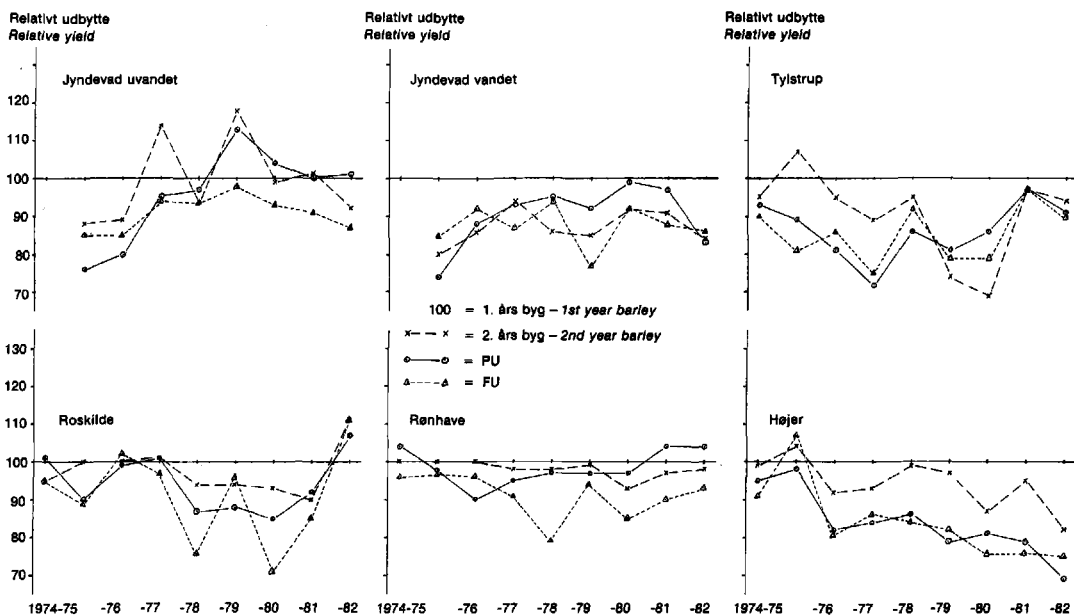


Fig. 3. Relative årsvariationer på 2. års byg, PU og FU sammenlignet med 1. års byg. Gns. af 4 kvælstofmængder.
Relative year-to-year variations for 2nd year barley, PU and FU. Average of 4 nitrogen levels.

høje og ud fra den betragtning, at selv en dårligt udviklet efterafgrøde producerer en vis mængde tørstof såvel i rod som i top. Af tabellen fremgår, at de højeste udbytter blev høstet på sandjord og de laveste på lerjord.

Ved vurdering af udbyttetallene må det tages i betragtning, at der ikke er korrigeret for forurening af afgrøden med sand. Hostrup og Hansen (1977) har beregnet, at sandindholdet i tørstoffet kan variere meget.

Tabel 7. Årsvariationen udtrykt ved varianskoefficienten $C = s \cdot 100/\bar{x}$, gns. af 4 N-mængder, 1974-82
Year-to-year variation expressed with the coefficient of variance $C = s \cdot 100/\bar{x}$. Average of 4 nitrogen levels, 1974-82

	Sædskifte Crop rotation		Ensidig Continuous	
	1. års byg 1st year barley	2. års byg 2nd year barley	PU	FU
Jyndeved uvandet ¹⁾	38,9	41,6	44,6	45,0
Jyndeved vandet ²⁾	9,9	7,8	9,7	11,7
Tylstrup	21,5	20,2	24,5	23,3
Roskilde	16,3	14,2	17,9	18,7
Rønhave	11,9	13,3	13,8	15,9
Højer	9,2	12,3	16,6	18,2

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

Tabel 8. Udbytte af efterafgrøde, hkg tørstof pr. ha
Yield of catch crop (white mustard), hkg DM per ha

	Jynde vad vand et irrigation	Tylstrup	Roskilde	Rønhave	Højer
Antal år: <i>Number of years:</i>	5	6	7	7	7
Pløjning <i>Ploughing</i>	16,8	13,5	8,4	11,3	8,5
Fræsning <i>Rotary cultivation</i>	16,9	15,8	9,5	11,7	9,4

Karakterer, bedømmelser og kvalitetsanalyser

Lejesæd

De år, hvor der var lejesæd, blev der givet karakterer umiddelbart inden høst. Karaktererne, der er vist i tabel 9, er gennemsnit af de 4 N-mængder. Der var generelt stigende lejesædstilbøjelighed med stigende N-mængder.

Tabellen viser, at der ved Tylstrup og på uvandet afdeling ved Jynde vad kun har været lejesæd 2–3 år, mens der de øvrige steder var lejesæd 7–8 år. Bortset fra uvandet afdeling ved Jynde vad var der generelt lidt mindre lejesæd i 2. års end i 1. års byg. Forskellen mellem jordbehandling med og uden sennep var lille, men dog med tendens til mere lejesæd efter fræsning med sennep.

Ved Rønhave var de 2 største N-mængder for store, hvilket gav så kraftig lejesæd, at det gik ud over udbytterne i 1. års byg og efter fræsning både med og uden sennep. Dette er vist i tabel 10.

Plantesygdomme

Hvert år på planternes stadium 10–11 efter Feekes-Larges skala blev der udtaget ca. 20 planteprøver pr. forsøgsled til bestemmelse af goldfodsyge (*Gaeumannomyces graminis*), som blev foretaget ved Planteværnscentret, Institut for Plante patologi.

Tabel 11 viser, at det laveste angreb af goldfodsyge alle steder blev registreret i 1. års byg. 2. års byg var stort set angrebet dobbelt så meget og var

Tabel 9. Karakterer for lejesæd (10 = helt i leje)
Marks for lodging (10 = total lodging)

Antal år: <i>Number of years:</i>	Jynde vad		Tylstrup	Roskilde	Rønhave	Højer
	uvandet ¹⁾	vandet ²⁾				
	3	7	2	7	8	8
	<i>Sæds kifte. Crop rotation</i>					
1. år year	1,3	2,6	3,3	2,9	4,5	3,9
2. år year	2,2	0,9	0,8	2,2	2,9	2,3
	<i>Ensidig. Continuous</i>					
PU	0,8	1,9	2,9	2,0	2,5	1,3
PM	1,8	2,4	3,2	3,3	2,8	2,1
FU	1,5	2,7	2,5	2,2	3,6	2,0
FM	2,3	3,4	4,1	3,6	3,6	3,4

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

Tabel 10. Karakterer for lejesæd ved Rønhave (10 = helt i leje)
Marks for lodging at Rønhave (10 = total lodging)

	N1	N2	N3	N4
		<i>Sædskiye. Crop rotation</i>		
1. år year	1,5	4,2	5,7	6,4
2. år year	0,6	0,2	4,9	5,7
		<i>Ensidig. Continuous</i>		
PU	0,4	1,5	3,6	4,6
PM	0,6	2,2	3,9	4,4
FU	0,4	3,0	5,2	5,9
FM	1,0	3,7	4,8	5,0

højest på sandjorden ved Tylstrup og lavest på lerjorden ved Højer.

Angrebet var af omtrent samme størrelse ved ensidig bygdyrking (PU) som i 2. års byg. Jordbehandling og efterafgrøde har kun i ringe grad påvirket angrebet af goldfodsyge, men der var dog alle steder en tendens til lidt højere angrebsgrad efter fræsning end efter de øvrige behandlinger.

I de her omtalte – såvel som i andre forsøg med jordbehandlingsmetoder – er det konstateret, at skoldpletsyge angriber planterne tidligere og ofte stærkere, hvor der er gennemført reduceret, end hvor der er gennemført traditionel jordbehandling.

I 1979 blev frekvensen af skoldpletsyge (*Rhynchosporium secalis*) bestemt på omtrent samme tidspunkt ved de 5 forsøgssteder – ved Jyndeved både i vandet og uvandet afdeling, men da der ikke blev konstateret forskel mellem vandet og uvandet, blev de regnet sammen.

Undersøgelsen blev gennemført på stadium 10,1–10,5 efter Feekes-Larges skala, hvor angrebet af skoldpletsyge var kraftigst efter fræsning. Ved Rønhave var der i dette tidsrum ingen væsentlige forskelle i angrebet efter pløjning og fræsning, mens dette var tilfældet de øvrige steder. I gennemsnit af alle 5 steder (tabel 12) blev der registreret et angreb, der var 4–5 gange kraftigere efter fræsning end efter pløjning, og det kraf-

Tabel 11. % rodnet angrebet af goldfodsyge
Attack of Take-all (Gaeumannomyces graminis), p.c.

Antal år: Number of years:	Jyndeved		Tylstrup	Roskilde	Rønhave	Højer
	uvandet ¹⁾	vandet ²⁾				
	9	8	8	9	8	9
			<i>Sædskiye. Crop rotation</i>			
1. år year	6,4	6,1	15,0	4,0	5,5	3,7
2. år year	12,2	13,7	21,9	12,8	10,8	5,6
			<i>Ensidig. Continuous</i>			
PU	14,1	13,6	25,0	12,3	7,8	7,4
PM	12,2	14,1	25,0	12,2	8,8	8,9
FU	12,8	18,3	24,4	14,3	10,5	9,9
FM	16,1	20,6	28,1	17,6	12,8	10,3

¹⁾ no irrigation ²⁾ irrigation

tigste angreb blev konstateret efter fræsning med efterafgrøde.

På trods af de svære angreb af skoldpletsyge blev der ikke konstateret nogen sammenhæng mellem dette og udbyttet det pågældende år, hvilket kan skyldes, at angrebene i de pløjede parceller kom på et lidt senere tidspunkt.

Tabel 12. Frekvens af skoldpletsyge 1979, gns. 5 steder
Frequency of Rhynchosporium secalis 1979, average of 5 sites

	% blade angrebet <i>p.c. of leaves attacked</i>
PU	11,4
PM	12,9
FU	49,3
FM	59,6

Kernekvallitet

En oversigt over % N i kerne, kernevægt, rumvægt og % kerne over 2,5 mm er vist i tabel 13. Undersøgelserne blev gennemført hvert år alle steder, men da der kun var små forskelle mellem forsøgsstederne, er kun anført gennemsnitstal.

Der var ved alle behandlinger stigende kvælstofindhold for stigende tilført N-mængde. Der var ingen forskel mellem 1. og 2. års byg og mellem pløjning og fræsning. Efterafgrøden gav et kvælstofindhold, der var 0,11–0,13 procentenheder højere, end hvor der ingen efterafgrøde var. En nøjere beskrivelse af kvælstofvirkninger gives af *Andersen og Jensen* (1983).

Byggens kernevægt var lidt lavere ved stigende kvælstoftilførsel, hvor der var sået efterafgrøde. Der var ingen forskel mellem 1. og 2. års byg eller mellem efterafgrøde og ikke efterafgrøde, hvor der var pløjet. Derimod var kernevægten ca. 1 g lavere efter fræsning uden og ca. 2 g lavere efter fræsning med sennep, end hvor der var pløjet.

Fræsning uden og fræsning med sennep gav en rumvægt, der var henholdsvis 6 og 11 g lavere end pløjning uden sennep. Mellem de øvrige behandlinger var forskellene mindre.

Andelen af kerner > 2,5 mm aftog med stigende kvælstofmængde ved alle behandlinger. Der var

næsten ingen forskel mellem 1. og 2. års byg og ensidig byg med pløjning uden sennep. Pløjning med sennep gav 1,1 procentenheder mindre, fræsning uden sennep 2,7 procentenheder mindre og fræsning med sennep 5,6 procentenheder mindre andel af kerner > 2,5 mm end pløjning uden sennep.

Jordkemiske og -fysiske undersøgelser

Jordkemiske analyser

I 1982 blev der på alle forsøgsarealer udtaget jordprøver i 0–10 og 10–20 cm dybde efter høst til bestemmelse af Rt, Ft, Kt og humus (% C × 1,72). Resultaterne fremgår af tabel 14, der viser gennemsnit af de 5 jordtyper efter prøveudtagning i 1982. Når alle jordtyper er regnet sammen, skyldes det, at tendensen var den samme alle 5 steder, nemlig, som det fremgår af tabellen, at der i Rt og Ft ikke er væsentlige forskelle imellem behandlingerne i de to dybder. Kt i 0–10 cm dybde er lidt højere efter fræsning end efter pløjning, mens der i 10–20 cm ikke er væsentlige forskelle.

Der var kun mindre forskelle i humusprocenten, men med tendens til højere indhold i 0–10 cm dybde, hvor der har været efterafgrøde.

Jordens porøsitet

I årene 1977–82 blev der omkring fremspiring og efter høst udtaget jordprøver til porøsitetsbestemmelse, som beskrevet af *Rasmussen* (1973b). Der blev udtaget 9 fællesprøver pr. forsøgsled pr. dybde.

I tabel 15 er 1. års byg sammenlignet med ensidig byg (PU) ved porøsitetsbestemmelse i 4 dybder.

I dybderne 0–5 og 25–30 cm sås både positive og negative – men små – udslag af ensidig bygdyrking i relation til 1. års byg. I dybderne 5–10 og 15–20 cm var der i alle jorde – bortset fra Højer – en porøsitet, der var 0,4 til 1,7 vol.% lavere efter ensidig byg end efter 1. års byg. Ingen af stederne var der dog statistisk sikre forskelle, men tendensen var den samme, som *Rasmussen* (1981) fandt ved ensidig korndyrking, hvor porøsiteten over en 6-års periode reduceredes med 2–3% i 10–20 cm dybde både efter fræsning og pløjning.

Tabel 13. Kernekvalitet, gns. af 5 steder 1974-82
Grain-quality, average of 5 sites, 1974-82

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Kvælstof <i>Nitrogen</i>	% total N i kerne <i>P.c. total N in the grain</i>	Kernevægt mg/kerne <i>Weight of the grain mg per grain</i>	Rumvægt g/ltr. kerne <i>Litre weight g per litre grain</i>	% kerner > 2,5 mm <i>P.c. grain > 2,5 mm</i>
<i>Sædskifte. Crop rotation</i>					
1. år year	1	1,70	40,8	705	84,7
	2	1,85	40,5	701	81,9
	3	2,05	39,3	695	78,2
	4	2,17	38,8	692	76,3
Gns. average		1,95	39,8	699	80,3
2. år year	1	1,66	39,5	699	82,5
	2	1,82	39,8	700	81,4
	3	2,01	39,5	696	79,0
	4	2,16	39,0	693	76,6
Gns. average		1,91	39,4	697	79,9
<i>Ensidig. Continuous</i>					
PU	1	1,68	39,6	699	82,4
	2	1,81	39,9	700	81,8
	3	2,00	39,5	696	79,4
	4	2,15	39,0	691	77,2
Gns. average		1,91	39,5	696	80,2
PM	1	1,79	40,0	699	82,3
	2	1,93	39,6	699	80,8
	3	2,11	39,0	693	77,7
	4	2,25	38,6	698	75,7
Gns. average		2,02	39,3	695	79,1
FU	1	1,68	38,5	693	80,4
	2	1,82	38,8	694	79,8
	3	2,00	38,2	688	76,0
	4	2,15	37,8	684	73,7
Gns. average		1,91	38,4	690	77,5
FM	1	1,80	38,1	691	77,8
	2	1,96	37,9	688	76,6
	3	2,15	37,1	682	72,8
	4	2,25	36,8	679	71,2
Gns. average		2,04	37,5	685	74,6

Tabel 14. Jordkemiske analyser 1982, gns. af 5 steder
Soil chemical analysis 1982, average of 5 sites

	Dybde, cm Depth, cm	Rt	Ft	Kt	% humus
1. år year	0-10	6,9	9,3	12,2	2,67
PU		6,7	8,0	11,1	2,76
PM		6,7	7,9	11,2	2,79
FU		7,0	8,7	13,5	2,69
FM		6,9	9,1	15,1	2,86
1. år year	10-20	6,9	7,9	11,2	2,74
PU		6,9	7,7	9,0	2,77
PM		6,9	7,7	9,1	2,67
FU		7,0	7,6	9,4	2,82
FM		6,9	7,6	10,3	2,67

Tabel 15. Jordens porerumfang ved sædskiftebyg og ensidig bygdyrkning 1977-82, vol.%
Porosity of the soil at crop rotation barley and continuous growing of barley 1977-82, vol. p.c.

	Dybde, cm Depth, cm	Jyn- devad	Tyl- strup	Ros- kilde	Røn- have	Høj- er
1. år year	0-5	52,5	50,5	54,6	48,6	58,0
PU		-0,9	0,5	-0,5	0,3	1,8
1. år year	5-10	47,0	45,2	47,9	42,8	49,8
PU		-0,9	-0,6	-1,7	-0,7	-0,2
1. år year	15-20	46,3	46,2	47,3	42,4	48,5
PU		-1,1	-0,4	-0,5	-0,8	0,1
1. år year	25-30	42,6	45,7	43,1	37,9	47,6
PU		1,5	-0,7	1,2	0,6	-1,7

Porøsiteten efter pløjning og fræsning ved Jyndevad, Roskilde og Højer er sammenlignet i fig. 4.

I 0-5 cm dybde var det kun ved Højer, at porøsiteten var signifikant større efter pløjning end efter fræsning.

I 5-10 cm dybde var det kun ved Højer, at porøsiteten var lavest efter fræsning. Ved Jyndevad og Roskilde var porøsiteten lavest efter pløjning. Alle tre steder var forskellen mellem pløjning og fræsning statistisk sikker. Disse forskelle i denne dybde skal ikke tillægges væsentlig betydning, da det kan have været dybdeindstillingen af fræseren, der var forskellig.

I 15-20 cm dybde var porøsiteten alle 3 steder lavest efter fræsning - ved Jyndevad 1,7% lavere, ved Roskilde 1,9% og ved Højer 3,1% lavere end efter pløjning, men kun ved Højer var forskellen signifikant.

I 25-30 cm dybde var porøsiteten ens efter pløjning og fræsning ved Jyndevad og Højer, mens den ved Roskilde var 0,9% lavere efter pløjning end efter fræsning, og denne forskel var statistisk sikker. Det kunne tyde på en tendens til begyndende pløjesål.

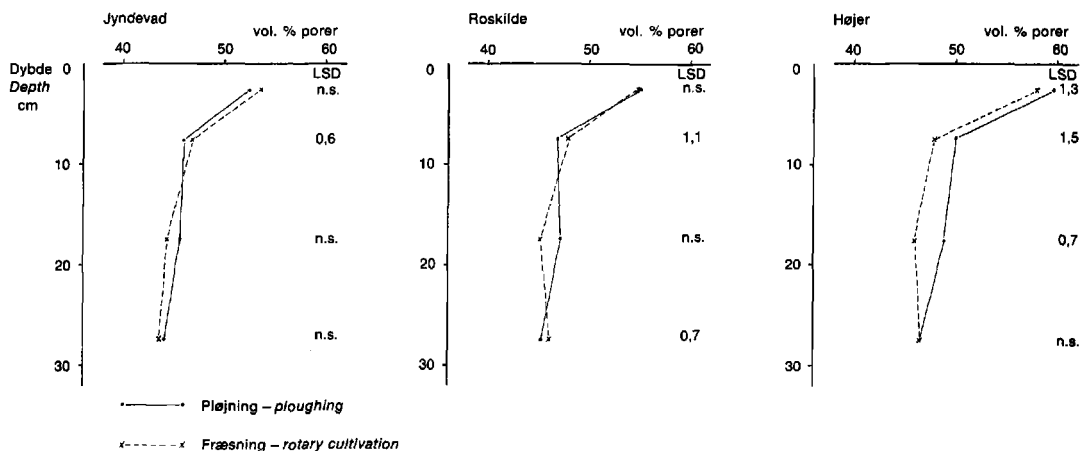


Fig. 4. Jordens porerumfang, gns. 1977-82.
Porosity of the soil, average 1977-82.

Jordens vandretention og porestørrelsesfordeling

I årene 1977, 1980 og 1982 blev der udtaget jordprøver i dybderne 5-10, 15-20 og 25-30 cm til bestemmelse af vandretention og porestørrelsesfordeling ved Jydeved, Roskilde og Højer. Der blev udtaget 9 prøver pr. forsøgsled pr. dybde, og bestemmelserne er foretaget som beskrevet af Rasmussen (1976).

Da efterafgrøden har været uden indflydelse på jordvandsretention, blev der for pløjning og fræsning beregnet gennemsnit af jordprøverne med og uden sennep.

Fig. 5-7 viser retentionskurver for pløjning og fræsning ved Jydeved, Roskilde og Højer i 1980. I alle tre jorde ses det, at kurven for fræsning ligger lavest ved vandmætning, der i figuren kan aflæses ud for $pF = 0$. Dette er udtryk for en lavere porøsitet, som beskrevet i afsnittet om jordens porøsitet. Ved $pF = 2,0$ (afdræning ved 1 m vandsøjle) var der ingen forskel i vandindholdet ved Jydeved og Roskilde, mens der ved Højer var lidt lavere vandindhold efter fræsning.

Ved $pF 4,2$ (visnegrænsen) var vandindholdet ens ved pløjning og fræsning på alle 3 jorde.

Ved $pF 2,7-3,2$ var der på alle 3 jorde et lidt lavere vandindhold efter fræsning end efter pløjning.

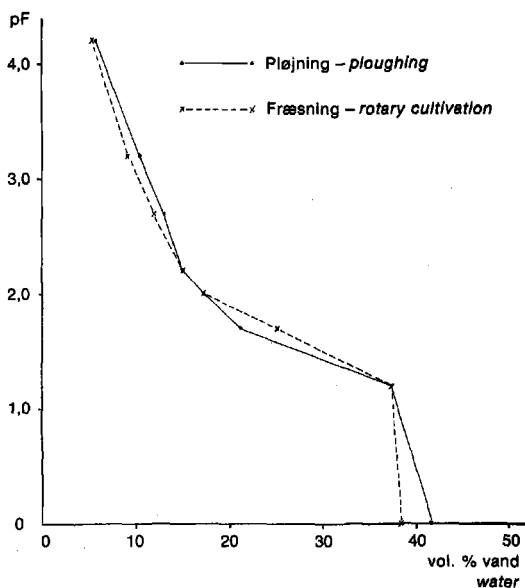


Fig. 5. Retentionskurver for Jydeved 1980. 15-20 cm dybde. Gns. 18 fællesprøver.
Soil water retention at Jydeved 1980. 15-20 cm depth. Average of 18 replicates.

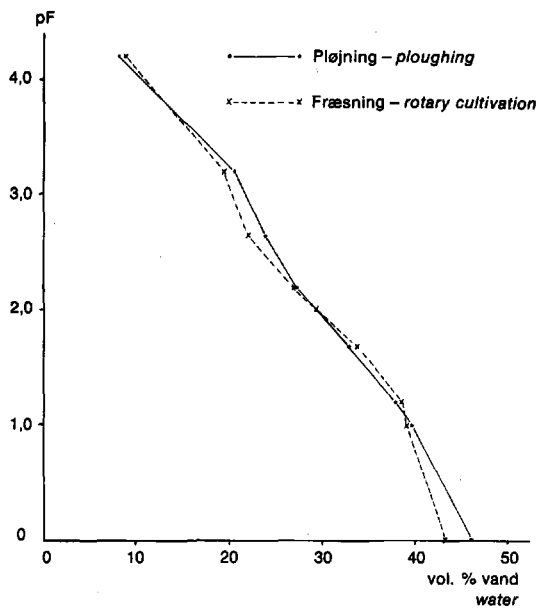


Fig. 6. Retentionskurver for Roskilde 1980. 15-20 cm dybde. Gns. 18 fællesprøver.
Soil water retention at Roskilde 1980. 15-20 cm depth.
Average of 18 replicates.

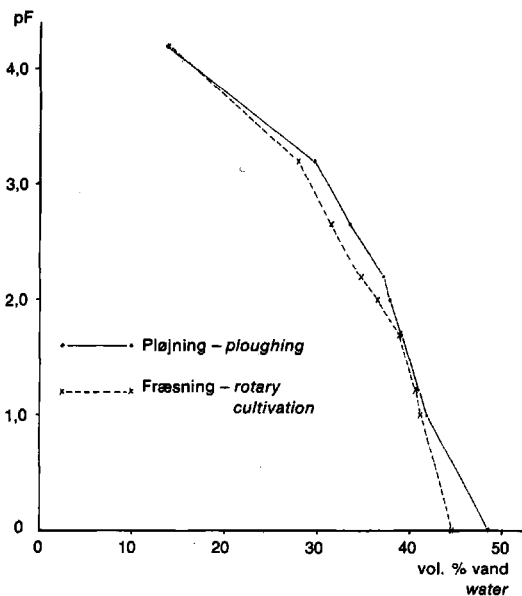


Fig. 7. Retentionskurver for Højer 1980. 15-20 cm dybde. Gns. 18 fællesprøver.
Soil water retention at Højer 1980. 15-20 cm depth.
Average of 18 replicates.

På grundlag af retentionskurverne er andelen af grovporer $> 30 \mu\text{m}$ beregnet som vist i fig. 8.

I 5-10 cm dybde var andelen af grovporer lavest efter fræsning ved Højer og Roskilde. I 15-20 cm dybde var andelen af grovporer 3,1-3,4% lavere efter fræsning end efter pløjning i alle 3 jorde. I 25-30 cm dybde var andelen af grovporer signifikant lavest efter pløjning ved Roskilde. Dette kan tages som udtryk for, at der i furebunden var dannet en pløjesål, hvorved andelen af grovporer blev reduceret. Ved Højer sås ingen forskel, og ved Jynde vad var andelen af grovporer signifikant størst i denne dybde efter pløjning.

Hydraulisk ledningsevne

Jordprøver til bestemmelse af hydraulisk ledningsevne for vandfyldt jord (kf) blev udtaget i årene 1977, 1980 og 1982 i 3 dybder med 9 fællesprøver pr. forsøgsled og dybde (Rasmussen, 1976).

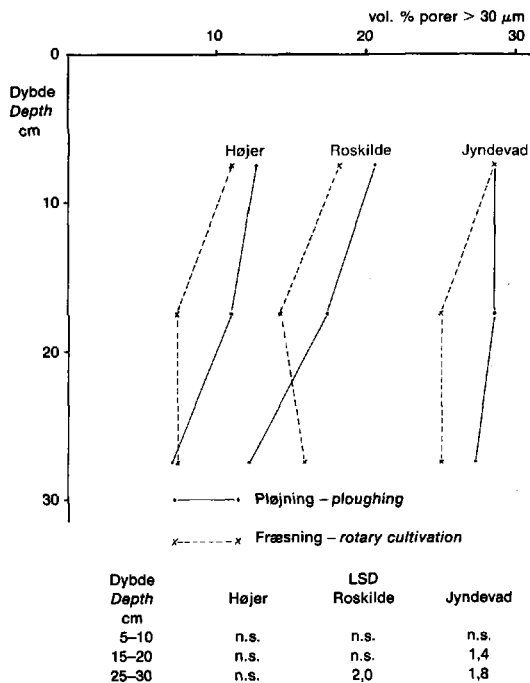


Fig. 8. Jordens indhold af grovporer $> 30 \mu\text{m}$.
The amount of coarse pores $> 30 \mu\text{m}$.

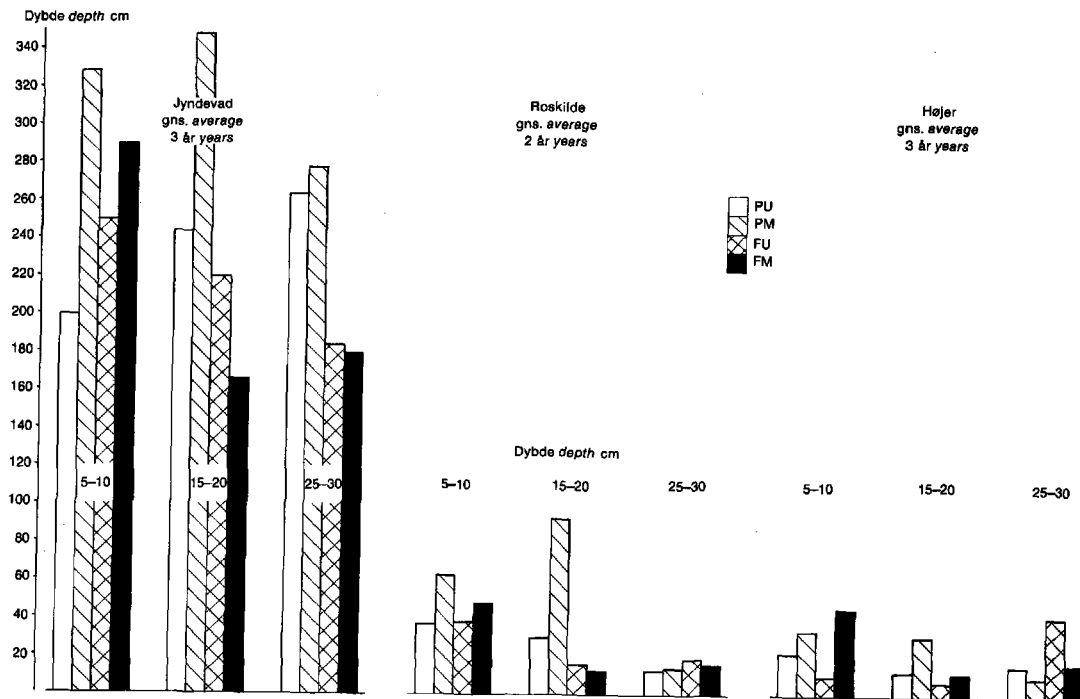


Fig. 9. Jordens mættede hydrauliske ledningsevne (kf).
Hydraulic conductivity of saturated soil (kf).

Kf-bestemmelsen i laboratoriet er forbundet med meget store variationer. Standardafvigelsen er ofte af samme størrelse eller større end den målte kf-værdi på grund af bl.a. ormegange, revner, planterester m.v. Variationerne mellem fællesprøver og år var i denne undersøgelse så store, at der ikke kunne bestemmes signifikante forskelle mellem jordbehandlingerne. Resultaterne, der fremgår af fig. 9, viser derfor kun nogle tendenser.

Ved Jyndevad og Roskilde var kf-værdierne størst i 5-10 cm dybde, hvor efterafgrøden blev nedpløjet, og ved Højer, hvor den blev nedfræset. I 15-20 cm dybde var kf-værdierne størst, hvor efterafgrøden blev nedpløjet. I 25-30 cm dybde gav pløjning de højeste værdier ved Jyndevad, og fræsning uden sennep den højeste værdi ved Højer, mens der ved Roskilde ikke var forskelle.

Aggregatanalyser

Ændringer i jordens næringsstof- og humusindhold i de øverste jordlag som følge af overfladisk behandling formodes at kunne øve indflydelse på aggregatstabilitet og aggregatstørrelsesfordeling. Der blev derfor i årene 1979-82 gennemført analyser af de øverste 0-5 cm jordlag.

Jordprøver til bestemmelse af såvel aggregatstabilitet som aggregatstørrelsesfordeling blev udtaget i de øverste 0-5 cm jordlag umiddelbart efter såning - til aggregatstabilitet endvidere efter høst.

I hvert forsøgsled blev der tilfældigt udtaget 4-5 kg jord, der blev tørret ved stuetemperatur, inden analyserne blev gennemført som beskrevet af Hartge (1971).

Analyserne blev kun gennemført på lerjorden, idet sandjorden ikke danner stabile aggregater.

Tabel 16 viser aggregatstabiliteten udtrykt ved % stabile aggregater, der er næsten ens alle 3 steder ved 1. års byg og ensidig byg pløjet uden efterafgrøde.

Ved Roskilde har efterafgrøden forbedret aggregatstabiliteten både efter pløjning og fræsning. Ved Rønhave og Højer har den nedpløjede efterafgrøde ikke forbedret stabiliteten, mens fræsningen især med sennep har forbedret stabiliteten.

Den forbedrede stabilitet gav sig kun udslag i små og usikre ændringer i den gennemsnitlige aggregatdiameter som vist i tabel 17.

Tabel 16. % stabile aggregater i 0–5 cm dybde 1979–82
P.c. stable aggregates in 0–5 cm depth 1979–82

	Roskilde	Rønhave	Højer
1. år year	54,2	56,7	73,5
PU	53,2	57,5	72,9
PM	58,9	57,0	73,0
FU	57,7	60,2	74,7
FM	66,2	63,1	76,4

Tabel 17. Gns. aggregatdiameter (mm) i 0–5 cm dybde 1980–82
Average aggregate diameter (mm) in 0–5 cm depth 1980–82

	Roskilde	Rønhave	Højer
1. år year	13,5	18,3	21,7
PU	14,9	16,9	18,6
PM	10,7	17,2	19,6
FU	13,8	19,1	20,9
FM	13,8	17,7	20,9

Diskussion

Sammenligningen af sædskiftebyg med ensidig byg uden efterafgrøde viste meget store og statistisk sikre udbyttetab for fræsning i forhold til 1. års byg på alle jordtyper. Udbyttetabene efter ensidig bygdyrkning med pløjning var mindre, men i flere tilfælde statistisk sikre. Selv 2. års byg efter sennep til modenhed viste statistisk sikre

udbyttetab på sandjordene ved Jyndevad (vandet) og Tylstrup, samt på lerjorden ved Højer. Udbyttetabene var henholdsvis 12, 13 og 18%. Ved Roskilde og Rønhave var de tilsvarende udbyttetab på 3 og 2%.

Ved ensidig bygdyrkning fandt *Jepsen* (1980) et kraftigt udbyttetab, som efter 4–5 års forløb stabiliseredes på et niveau, der på lerjord lå ca. 7% og på sandjord ca. 15% under 2. års sædskiftebyg.

Der blev ingen steder målt merudbytter for nedfræsning af sennep, som fundet af *Nielsen* (1976 og 1981). Derimod var der god overensstemmelse med *Skriver* (1983), der i gennemsnit af 128 forsøg i 6 år på forskellige jordtyper fandt et udbyttetab for nedfræsning af sennep på 2,9 hkg kerne pr. ha. Det tilsvarende udbyttetab i gennemsnit af den her refererede undersøgelse var på 1,2 hkg pr. ha.

Skriver (1983) fandt endvidere et merudbytte for pløjning i forhold til fræsning på ca. 3 hkg både med og uden efterafgrøde (tabel 18). Det tilsvarende merudbytte i gennemsnit af de her refererede forsøg var på ca. 2 hkg, men dette merudbytte dækker over variationer fra 0,8 hkg ved Tylstrup til 3,7 hkg kerne pr. ha ved Rønhave.

De fleste steder blev der konstateret en vekselvirkning mellem efterafgrøden og stigende kvælstoftilførsel til bygafgrøden. Bortset fra Roskilde, hvor effekten af efterafgrøden var negativ, blev der de øvrige steder målt positiv effekt ved laveste N-trin på 2,1–5,5 hkg, hvor efterafgrøden blev nedpløjet, og på 1,0–3,4 hkg kerne pr. ha, hvor den blev nedfræset. Dette er i overensstemmelse med *Stokholm* (1979).

Den positive effekt af efterafgrøden ved de laveste kvælstoftrin kan skyldes flere forhold, som undersøgelsen her ikke kan give svar på. Der kan f.eks. være tale om en kvælstofeffekt, men forklaringen kan også være, at efterafgrøden har påvirket jordens hydrologiske og fysiske forhold, således at der gennem en hensigtsmæssig rodudvikling og -fordeling er opnået en bedre kvælstof- og vandudnyttelse.

Efterafgrødens udvikling er i høj grad afhængig af såvel såtidspunkt, som af de klimatiske forhold efter høst (*Hostrup & Hansen*, 1977). Såtidspunktet bliver ofte for sent på grund af en relativ

Tabel 18. Sammenligning med landboorganisationernes forsøg (oversigten 1982)
Comparison with experiments of the Danish Farmers Unions

		Pløjet <i>Ploughing</i>	Upløjet <i>No ploughing</i>	Merudbytte for pløjning <i>Yield increase for ploughing</i>
Landboorg. 128 fs., 1977-82 <i>Farmers Union, 128 exp.</i>				
Ingen efterafgrøde	<i>no catch crop</i>	39,8	37,0	2,8
Med efterafgrøde	<i>with catch crop</i>	0,2	-0,1	3,1
Staten 54 fs., 1974-82 <i>The State, 54 exp.</i>				
Ingen efterafgrøde	<i>no catch crop</i>	39,9	38,3	1,6
Med efterafgrøde	<i>with catch crop</i>	1,0	0,4	2,2

sen kornhøst i Danmark, således at efterafgrøden udvikles for svagt.

Kahnt (1976) angiver, at en produktion på mindre end 20 hkg tørstof pr. ha i en efterafgrøde ikke giver nogen målelig forøgelse i jordens humusindhold, samt at mindre end 10 hkg tørstof pr. ha i en efterafgrøde som regel ikke giver nogen udbyttestigning i den efterfølgende kornafgrøde. Kun i 2 år ved Jyndeved og Tylstrup blev der høstet større udbytter i efterafgrøden end 20 hkg tørstof pr. ha. Totalt blev der i 19 forsøg ud af 39 høstet efterafgrøder, der var mindre end 10 hkg pr. ha.

Efter *Kahnts* undersøgelser skulle der i Danmark ikke være grundlag for at hæve jordens indhold af humus, ligesom det er tvivlsomt, om der er mulighed for at få omkostningerne ved en efterafgrøde sået efter høst dækket i form af et merudbytte i den efterfølgende kornafgrøde.

2. års byggen blev alle steder angrebet betydeligt mere af goldfodsyge end 1. års byggen, men angrebens styrke var alligevel på et så lavt niveau, at det næppe kan forklare hele udbyttedgangen af 2. års byg. Angrebet var størst efter fræsning med sennep som efterafgrøde i ensidig byg, men forskellen mellem pløjning, fræsning og efterafgrøde var så lille, at det næppe fik større indflydelse på udbytterne.

Angrebet af skoldpletsyge var i 1979 betydeligt større efter fræsning – især med efterafgrøde –

end efter pløjning, men angrebet fik ingen indflydelse på udbytteforholdene. Sandsynligvis fordi der senere også blev konstateret svære angreb, hvor der var pløjet. *Nielsen* (1981) fandt ingen angreb af skoldplet efter fræsning, men *Jensen* (1979) og *Bagger* (1972) fandt, at kraftige angreb kunne forekomme efter reduceret jordbehandling, og udbyttetab forekom i nogle år med kraftige angreb.

Bygkernens kvælstofindhold øgedes med 0,11–0,13 procentenheder, hvor der var sennep som efterafgrøde. Derimod var der ingen forskel mellem fræsning og pløjning. *O'Sullivan og Ball* (1982) fandt signifikant højere kvælstofindhold i kernerne efter reduceret end efter traditionel jordbehandling, hvilket øvede en negativ indflydelse på byggens egnethed til maltning.

Såvel kernevægt som rumvægt og andelen af kerner > 2,5 mm blev reduceret efter fræsning – især, hvor der var sennep som efterafgrøde. Generelt var der altså en tendens til lidt lavere kernekvalitet efter reduceret jordbehandling.

Adskillige udenlandske forskere har fundet et stigende indhold af næringsstoffer og organisk materiale i de øverste jordlag efter reduceret jordbehandling. I de her refererede forsøg blev der kun fundet mindre stigninger, især for kaliums vedkommende. I andre danske undersøgelser er der fundet lignende tendenser (*Nielsen*, 1981; *Rasmussen*, 1978 og 1981).

Der blev ikke fundet signifikante forskelle i jordens porøsitet mellem sædskifte og ensidig byg. Derimod blev der i dybderne 5–10 og 15–20 cm på alle jorde – bortset fra Højer – fundet porøsiteter, der var 0,4 til 1,7 vol.% lavere efter ensidig end efter 1. års byg efter sennep til modenhed. Tendensen er den samme, som *Rasmussen* (1981) fandt ved ensidig korndyrkning, hvor porøsiteten over en 6 års periode reduceredes med 2–3% i 10–20 cm dybde både efter pløjning og fræsning. Årsagen til den lavere porøsitet kan være en tiltagende forringelse af jordstrukturen som følge af ensidig korndyrkning.

Efterafgrøden har ikke haft indflydelse på jordens porøsitet, og der blev kun målt små forskelle mellem fræsning og pløjning. I de øverste ca. 10 cm blev porøsiteten lidt lavere efter pløjning end efter fræsning ved Jyndeved og Roskilde, mens det omvendte var tilfældet ved Højer. I 5–10 cm var forskellen alle 3 steder signifikant, men denne forskel kan ligge i dybdeindstilling af fræsningen. I 15–20 cm dybde var porøsiteten alle steder størst efter pløjning, men kun signifikant ved Højer. Adskillige andre forskere har fundet større rumvægte – dvs. lavere porøsitet – efter fræsning end efter pløjning – bl.a. *O'Sullivan* og *Ball* (1982), *Nielsen* (1981), *Pollard et al.* (1981) og *Vez* (1979).

Ved Jyndeved og Roskilde, hvor jordbehandlingsindflydelse på porøsiteten var forskellig i forskellige dybder, er det vanskeligt at relatere denne med udbytterne, idet man ikke ved, i hvilken dybde jordens porøsitet og dermed dens luftindhold spiller størst rolle. Ved Højer, hvor porøsiteten i alle dybder var størst efter pløjning, var udbytterne ens, uanset om der var pløjet eller fræset.

Ændringer i jordens porerumfang giver sig udslag i ændringer i andelen af grovporer $> 30 \mu\text{m}$. Ændringerne var lidt forskellige fra sted til sted, men den generelle tendens var, at fræsning mindskede denne andel, selv om det kun i enkelte tilfælde var muligt at måle signifikante forskelle.

Jordens hydrauliske ledningsevne for vandfyldt jord er stærkt afhængig af jordens porestørrelsesfordeling, men usikkerheden var imidlertid så stor, at det ikke har været muligt at måle signifikante forskelle. Derfor har det heller ikke været

muligt at måle nogen korrelation mellem hydraulisk ledningsevne og andelen af grovporer, men der er en tendens til større ledningsevne, desto større andelen af grovporer er.

Der var en lille tendens til, at efterafgrøder som følge af lidt større ophobning af næringsstoffer og organisk materiale i de øvre jordlag forbedrede aggregatstabiliteten, selv om udslagene ikke var signifikante. *Vez* (1979) fandt ligeledes en forbedring af aggregatstabiliteten i takt med stigende indhold af organisk materiale.

Konklusion

9 års forsøg med sædskiftebyg sammenlignet med ensidig bygdyrkning, hvor jordbearbejdning om efteråret var pløjning og fræsning i kombination med gul sennep som efterafgrøde, har vist, at

- udbyttetabet for ensidig korndyrkning kan blive meget stort – især efter fræsning,
- nedpløjning og nedfræsning af gul sennep resulterede i merudbytter ved de laveste kvælstofmængder til bygafgrøden. Ved stigende kvælstofmængde aftog merudbytternes størrelse og blev ofte negative ved de største kvælstofmængder. Denne udvikling skete hurtigt og mest markant efter fræsning,
- fræsning gav lidt lavere udbytte end pløjning,
- udbyttet af en efterafgrøde sået efter høst oftest var for lille til at øve indflydelse på jordstrukturen og den efterfølgende afgrøde,
- årsvariationerne var størst efter fræsning,
- der skete en mindre stigning i næringsstofindholdet i de øverste jordlag efter reduceret jordbearbejdning,
- jordens porøsitet var lidt lavere ved ensidig byg end ved sædskiftebyg,
- jordens porøsitet og andel af grovporer var lidt lavere efter fræsning end efter pløjning,
- den hydrauliske ledningsevne var størst efter pløjning,
- efterafgrøden gav små forbedringer i aggregatstabiliteten, og
- der ikke blev fundet entydige sammenhænge mellem de jordfysiske målinger og bygafgrødens udvikling og udbytte.

Litteratur

- Andersen, A. & Jensen, M. B.* (1983): Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. 2. Bygplanternes morfologiske udvikling i relation til kvælstof. Tidsskr. Planteavl 87, 217-236.
- Bagger, O.* (1972): Byggenes skoldpletsyge. Landbonyt 26, 506-510.
- Hartge, K. H.* (1971): Die physikalische Untersuchung von Böden. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 168 pp.
- Hostrup, S. B. & Hansen, P. F.* (1977): Supplerende grovfoderproduktion med efterafgrøde. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1317.
- Jensen, A.* (1979): Plantesygdomme ved nyere jordbehandlingsmetoder. Ugeskr. f. Jordbrug 3, 47-50.
- Jepsen, H. M.* (1980): Afgrødevalg og dyrkningssystemer. Ugeskr. f. Jordbrug 1, 7-12.
- Kahnt, G.* (1976): Ackerbau ohne Pflug. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 128 pp.
- Keen, B. A. & Russell, E. W.* (1937): Are cultivation standards wastefully high? J. Roy. Agric. Soc. Eng. 18, 53-60.
- Nielsen, V.* (1976): Reduceret jordbehandling. De landbrugstekniske undersøgelser, Ørritslevgård. Kort medd. 30, 24 pp.
- Nielsen, V.* (1981): Reduceret jordbehandling. Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm. Rapport nr. 1.
- Olesen, J.* (1970): Korn dyrkning uden jordbehandling. Oversigten 1969, 792-794.
- O'Sullivan, M. F. & Ball, B. C.* (1982): Springbarley growth, grain quality and soil physical conditions in a cultivation experiment on a sandy loam in Scotland. Soil & Tillage Research 2, 359-378.
- Pollard, F., Elliott, J. G., Ellis, F. B. & Barnes, B. T.* (1981): Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals. J. agric. Sci. Camb. 97, 677-684.
- Rasmussen, K. J.* (1973a): Minimal jordbehandling. Statens Planteavlsforsøg, Meddelelse nr. 1104.
- Rasmussen, K. J.* (1973b): Harvningsintensitet til byg. Udbytter og jordfysiske målinger. Tidsskr. Planteavl 77, 443-470.
- Rasmussen, K. J.* (1976): Jordpakning ved færdsel om foråret. II. Jordfysiske målinger. Tidsskr. Planteavl 80, 835-856.
- Rasmussen, K. J.* (1978): Reduceret jordbearbejdning til byg. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1385.
- Rasmussen, K. J.* (1981): Reduceret jordbearbejdning ved monokultur i byg. Tidsskr. Planteavl 85, 171-183.
- Skriver, K.* (1983): Fastliggende forsøg med grøngødningsafgrøde og pløjefri dyrkning. Oversigten 1982, 51-52.
- Stokholm, E.* (1979): Grøngødningens indflydelse på udbytte og jordstruktur. Tidsskr. Planteavl 83, 543-549.
- Vež, A.* (1979): Soil tillage in a long term wheat monoculture. Proc. of the 8th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO. University of Hohenheim, W. Germany, 2, 263-269.

Manuskript modtaget den 5. maj 1983.