

Pløjning, direkte såning og reduceret jordbearbejdning til korn

Ploughing, direct drilling and reduced cultivation for cereals

KARL J. RASMUSSEN

Resumé

I vinterhvede var der ingen væsentlige udbytteforskelle mellem traditionel jordbearbejdning, direkte såning og direkte såning med skiveskær- eller kultivatørsåmaskine efter let opharvning af stubjorden.

I rug og havre var der ingen sikre forskelle imellem de forskellige metoder, men dog en tendens til højest udbytte efter pløjning. I vårbyg og vårhvede opnåedes med sikkerhed de største udbytter efter pløjning.

Hvor jorden blev overfladisk harvet inden såning, var der i ingen af afgrøderne forskel imellem skivesåmaskine og kultivatørsåmaskine.

Det var de væsentligste resultater af forsøg på grovsandet jord ved Kornved, grov lerblandet sandjord ved Travsted, fin lerblandet sandjord ved Ballum, fin sandblandet lerjord ved Bygholm og siltjord ved Højer, der blev lavet i årene 1981–86.

Forsøgsplanen omfattede 1) traditionel jordbearbejdning og såning, 2) direkte såning i stub med

en skivesåmaskine, 3) let harvning af stubjorden og direkte såning med en skivesåmaskine og 4) let harvning og såning med kultivatørsåmaskine.

Ved Kornved blev der hvert år sået en byg- og en rugafgrøde. Ved Travsted var sædskiftet havre, hvede og byg, og ved Ballum og Højer byg og hvede. Ved Bygholm blev der i 1982 dyrket vinterhvede og i årene 1983–86 vårbyg.

Andre resultater var:

- at plantebestand og lejesæd blev lidt mindre efter direkte såning og reduceret jordbearbejdning end efter pløjning,
- at stigende kvælstofmængder ikke kunne kompensere for manglende jordbearbejdning,
- at jordbearbejdningens metoderne ingen indflydelse havde på angrebsgraden af knække- og goldfodsyge, mens angreb af bladsygdomme enkelte år var kraftigst, hvor der ikke blev pløjet og
- at der skete en ophobning af næringsstoffer og organisk materiale i de øverste jordlag efter direkte såning og reduceret jordbearbejdning.

Nøgleord: Pløjning, direkte såning, kultivatørsåning, fodsyge, bladsygdomme, næringsstoffer, organisk C.

Summary

Over the period 1981–86 long term experiments were conducted in Denmark on coarse sand at Kornved, coarse loamy sand at Travsted, fine

loamy sand at Ballum, fine sandy loam at Bygholm and on silt at Højer.

The experimental plan included 1) traditional soil tillage and sowing, 2) direct drilling with a

triple-disc-drill in the stubble, 3) shallow harrowing and direct drilling with a triple-disc-drill and 4) shallow harrowing and direct drilling with a cultivator drill.

Spring barley and winter rye were grown at Korntved every year. At Travsted the crop rotation was spring oat, winter wheat and spring barley. At Ballum and Højer spring barley and winter wheat were grown in a crop rotation every year and at Bygholm winter wheat was grown in 1982 and spring barley from 1983 to 1986.

The number of plants was lower and lodging was less after direct drilling and reduced tillage than after ploughing.

Direct drilled winter wheat is very sensitive to water logging in the period between germination and emergence.

In the absence of water logging winter wheat gave the same yield after direct drilling and re-

duced tillage as after ploughing.

In winter rye and spring oat no significant differences in yield were found between the treatments, however the yield tended to be highest after ploughing.

In spring barley and spring wheat the yields were significantly higher after ploughing.

Increased supply of nitrogen fertilizer was not able to compensate for the absence of soil tillage.

The attacks of Take-All (*Gaemannomyces graminis*) and Eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) were independent of soil tillage methods, whereas leaf-diseases were increased some years after direct drilling and reduced tillage.

Direct drilling and reduced tillage gave a concentration of plant nutrients and organic matter in the upper 0–2 cm soil layer.

Key words: Ploughing, direct drilling, cultivator drilling, cereals, plant diseases, plant nutrients and organic matter.

Indledning

I bestræbelserne på at reducere omkostningerne ved jordbearbejdning – herunder brændstofforbrug og arbejdsomkostninger – har der i de seneste årtier været en stigende interesse for direkte såning i upløjet jord.

Direkte såning har ofte givet tilfredsstillende resultater i efterårsåede afgrøder (hvede, byg og raps), hvor halm og planterester har været fjernet eller afbrændt, hvor afdræningen og dermed luftskiftet har været i orden, hvor trafikskader og hjulspor ikke er forekommet, og hvor ukrudtsbestanden har været minimal (3).

Direkte såning af vårafgrøder har generelt givet utilfredsstillende resultater. Undersøgelser har vist, at når de jordfysiske forhold begrænser afgrødevæksten, er der større risiko ved dyrkning af vårsæd end ved dyrkning af vintersæd. Dette skyldes sandsynligvis, at vårsæden har en kortere periode til rodudvikling end vintersæden (3).

I England har *Cannell* (3) inddelt jordtyperne i tre forskellige klasser efter deres egnethed til direkte såning:

1. Veldræned og velstrukturerede lerjorde, der er egnede til direkte såning af såvel vår- som vintersæd.

2. Utilstrækkeligt eller moderat dræned ler- eller lerblandede jorde, der er egnede til direkte såning af vintersæd, men ikke til vårsæd, fordi disse jorde er for våde om foråret.

3. Grove sandjorde med lavt indhold af organisk materiale samt dårligt strukturerede siltjorde, der er usikre til direkte såning af såvel vår- som vintersæd.

Stengel et al. (18) karakteriserer jorde med lavt lerindhold og højt silt- eller sandindhold som problematiske med henblik på direkte såning.

I Sverige fandt *Rydberg* (15) forholdsvis gode resultater med pløjefri dyrkning på jorde med 16–25 pct. ler samt på jorde med mere end 45 pct. lerindhold.

I nærværende projekt er der gennemført undersøgelser med det formål at belyse mulighederne for direkte såning af såvel vår- som vintersæd under danske jordbunds- og klimaforhold. Det har været målet, at undersøge metodens indflydelse på jordens kemiske, biologiske og fysiske forhold samt indflydelsen på ukrudtsfloraens sammensætning og angrebsgraden af plantesygdomme, og endelig muligheden for arbejds- og energibesparelser. Undersøgelserne er gennemført som et samarbejde mellem Statens jordbrugstekniske

Forsøg, Bygholm, Landboorganisationernes faglige Landscenter, Viby, Statens Planteavlslaboratorium, Lyngby, og Institut for Jordbearbejdning og Jordfysik, Højer.

Statens jordbrugstekniske Forsøg gennemførte undersøgelser vedrørende arbejdstidsforbrug og brændstofforbrug (9).

Statens Planteavlslaboratorium foretog undersøgelser af jordens indhold af mikroorganismer og biomasse samt af jordens mikrobielle aktivitet og en række kemiske forhold (6, 7).

Landboorganisationernes faglige Landscenter gennemførte udbytteforsøg med vår- og vintersæd på en række lokaliteter og offentliggjorde resultaterne løbende i Oversigt over Landsforsøgene (17).

Institut for Jordbearbejdning og Jordfysik gennemførte en række fastliggende forsøg på forskellige jordtyper. I disse forsøg har Andersen gennemført undersøgelser vedrørende bestanden af regnorme (1) og ukrudt (2). Schjønning (16) undersøgte en række jordfysiske parametre, Djurhuus (4) undersøgte temperaturforholdene efter pløjning og direkte såning, og Djurhuus og Simølsgaard (5) undersøgte kvælstofudvaskningen.

Nærværende beretning omfatter beskrivelse af jordtyper samt resultater fra en række dyrkningsmæssige forhold såsom plantetal, sådybde, plan-tesygdomme, jordkemiske analyser og udbytter.

Metodik

Forsøgsplan og jordtyper

I årene 1981–86 blev der dels gennemført fastliggende forsøg ved Statens Forsøgsstation, Højer, dels udstationeret på tre jordtyper i en afstand af 15–20 km fra Højer og dels ved Statens jordbrugstekniske Forsøg, Bygholm. Forsøgene gennemførtes efter følgende plan:

1. Pløjning, harvning og såning
2. Direkte såning med skivesåmaskine
3. Overfladisk harvning og såning med skivesåmaskine
4. Overfladisk harvning og såning med kultivatørsåmaskine

Forsøgsleddene 1–3 er identisk med Landboorganisationernes Forsøgsplan (17), hvor forsøgsled 2 og 3 blev gennemført med egnede specialmaskiner til direkte såning. Forsøgsled 4 er kun gennemført af Statens Planteavlsforsøg på ovennævnte forsøgsarealer. Forsøgsled 3 og 4 vil i det følgende i nogle tilfælde blive omtalt som reduceret jordbearbejdning.

Forsøgsarealerne er karakteriseret ved teksturen som vist i tabel 1.

Halmen blev hvert år afbrændt.

Ved Korntved blev hvert år sået en byg- og en rugafgrøde, ved Travsted var sædskiftet havre, hvede og byg, ved Ballum og Højer byg og hvede, og ved Bygholm blev i 1982 dyrket vinterhvede og i årene 1983–86 vårbyg.

Tabel 1. Teksturanalyser, vægt pct.
Analysis of texture by weight per cent.

Sted <i>Location</i>	Dybde, cm <i>Depth, cm</i>	Ler <i>Clay</i>	Silt <i>Silt</i>	Finsand <i>Fine sand</i>	Grovsand <i>Coarse sand</i>	Humus <i>Humus</i>	Jordtype <i>Soil type</i>	JB nr. <i>Soil type no.</i>
Korntved	0–20	4,6	3,4	12,4	78,1	1,5	grovsand	1
	20–40	4,6	3,0	14,7	76,6	1,1	coarse sand	
Travsted	0–20	7,6	9,0	38,6	39,6	5,2	grov lerbl. sand	4
	20–40	8,8	9,2	34,3	43,1	4,8	coarse sand with clay	
Ballum	0–20	8,1	8,2	41,8	39,5	2,4	fin lerbl. sand	4
	20–40	8,5	8,0	39,1	42,7	1,7	fine sand with clay	
Bygholm	0–20	11,8	15,5	40,9	28,5	3,3	fin sandbl. ler	6
	20–40	13,7	13,8	44,3	26,3	1,9	clay with fine sand	
Højer	0–20	19,0	51,3	25,2	1,6	2,9	silt	10
	20–40	21,1	48,4	27,8	0,6	2,1	silt	

P- og K-gødning blev tilført efter behov på grundlag af jordanalyser de enkelte steder.

Da der forventedes at være en sammenhæng mellem jordbearbejdningssystemerne og kvælstofforsyningen, blev der tildelt følgende kvælstofmængder:

Byg og havre: 80, 120, 160 kg N pr. ha (ved Højer: 40, 80, 120 kg N pr. ha, ved Bygholm: 100, 130, 160)

Rug, vinter- og vårhvede: 120, 160, 200 kg N pr. ha

Ved Korntved, Travsted og Ballum var bearbejdningssparcellerne tilfældigt fordelt inden for fire blokke, mens der ved Bygholm og Højer var tre blokke med systematisk parcellfordeling.

I alle forsøgsled blev der efter behov foretaget kemisk kvikbekæmpelse af ukrudt med Roundup og/eller Gramoxone inden såning.

Resultater

Såmetoden og sådybde

I forsøgsled 1 anvendtes en alm. såmaskine med såskær af slæbeskotypen med en rækkeafstand på 12 cm. Til direkte såning i forsøgsled 2 og 3 anvendtes en såmaskine med såskær af typen triple disc. Denne har et såaggregat bestående af et lodret skiveskær, som skærer en rille i den ubearbejdede jord, hvorefter de to skråttillede skiveskær åbner denne rille, hvori udsæden placeres. Ved

stor hastighed på såmaskinen bliver sårillen dækket med løs jord. Rækkeafstanden var 17,5 cm. I forsøgsled 4 anvendtes en kultivatorsåmaskine, hvor såskærene var s-formede kultivatortænder med en rækkeafstand på 14,3 cm. På bagsiden af kultivatortænderne var der placeret et sårør til nedføring af udsæden.

Med alle tre såmaskiner tilstræbtes en sådybde på ca. 4 cm.

Efter fremspiring, men inden buskning, måltet sådybden på opgravede planter ved at måle stængelens lyse, klorofylfri del.

Sådybden varierede for alle tre såmetoders vedkommende fra år til år afhængig af jordens fugtighed og tilstand i øvrigt ved såningen.

Sådybden for vintersæd var i gennemsnit mindst på marskjorden ved Højer, som var den sværeste og mest ubekvemme jord, både hvor der pløjes, og hvor der ikke pløjes, se tabel 2. Den mindre sådybde her kan være en medvirkende årsag til, at vinterhveden i fire ud af seks år udvintrede. De øvrige tre steder var sådybden i gennemsnit 0,8–0,9 cm dybere end ved Højer, men der var ingen væsentlige forskelle imellem de forskellige såmaskintyper. Dog har kultivatorsåmaskinen i nogle tilfælde sået rigtig dybt.

Også i vårsæden ses en lidt mindre sådybde ved Højer end ved de øvrige steder (tabel 3), og at kultivatorsåmaskinen i gennemsnit har sået lidt dybere end de øvrige maskiner, samt at den almin-

Tabel 2. Sådybde i vintersæd, cm, gns. 1981–86.
Sowing depth in winter cereals, cm, average 1981–86.

Sted <i>Location</i>	Højer	Ballum	Travsted	Korntved	Gns. alle forsøg <i>Average</i>
JB nr.:	10	4	4	1	
Soil type no.					
Afgrøde: <i>Crop</i>	hvede <i>wheat</i>	hvede <i>wheat</i>	hvede <i>wheat</i>	rug <i>rye</i>	
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>	3	3	2	3	11
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	2,1	3,9	3,9	3,7	3,3
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	2,8	3,5	3,1	3,7	3,3
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	3,3	3,2	3,3	3,7	3,4
Harvning + kultivatorsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	3,1	3,8	4,7	3,7	3,7
Gennemsnit <i>Average</i>	2,8	3,6	3,7	3,7	

Tabel 3. Sådybde i vårsæd, cm, gns. 1981-86.
Depth of sowing in spring cereals, cm, average 1981-86.

Sted <i>Location</i>	Højer	Ballum	Travsted		Korntved	Gns. alle forsøg <i>Average</i>
JB nr.:	10	4	4		1	
Soil type no.						
Afgrøde: <i>Crop</i>	byg <i>barley</i>	byg <i>barley</i>	byg <i>barley</i>	havre <i>oat</i>	byg <i>barley</i>	
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>	4	3	3	2	5	17
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	3,0	2,9	2,9	4,1	4,0	3,4
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	3,6	4,0	3,8	3,3	5,1	4,1
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	3,3	3,8	3,9	3,5	4,6	3,9
Harvning + kultivatørsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	4,0	5,2	4,8	5,3	4,2	4,6
Gennemsnit <i>Average</i>	3,5	4,0	3,9	4,1	4,5	

delige såmaskine i gennemsnit har den mindste sådybde. Forskellen er dog ikke så stor, at man kan sige, at den ene såmaskine har sået væsentlig dybere end den anden.

Plantebestanden

Såmaskinerne blev indsået til ca. 220 kg hvede, 200 kg havre, 180 kg byg og 160 kg rug pr. ha. Den

almindelige såmaskine (forsøgsled 1) og kultivatørsåmaskinen (forsøgsled 4) var af samme fabrikat med samme gearkasse, således at det skulle være muligt at indså disse to maskiner til nogenlunde samme udsædsmængde, men det kan ikke afvises, at der er forekommet afvigelser ved indsåningen og dermed også forskelle i udsædsmængderne. Såmaskinen til direkte såning (forsøgsled

Tabel 4. Antal planter pr. m² i vintersæd, gns. 1981-86.
Number of plants per m² in winter cereals.

Sted <i>Location</i>	Højer	Ballum	Travsted	Korntved	Gns. alle forsøg <i>Average</i>
JB nr.:	10	4	4	1	
Soil type no.					
Afgrøde: <i>Crop</i>	hvede <i>wheat</i>	hvede <i>wheat</i>	hvede <i>wheat</i>	rug <i>rye</i>	
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>	4	4	2	3	13
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	246	345	410	452	349
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	237	280	416	427	322
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	233	311	411	445	335
Harvning + kultivatørsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	268	319	439	501	364
Gennemsnit <i>Average</i>	246	314	419	456	

Tabel 5. Antal planter pr. m² i vårsæd, gns. 1981–86.
Number of plants per m² in spring cereals.

Sted <i>Location</i>	Højer	Ballum	Travsted		Korntved	Gns. alle forsøg <i>Average</i>
JB nr.:	10	4	4		1	
Soil type no.						
Afgrøde: <i>Crop</i>	byg <i>barley</i>	byg <i>barley</i>	byg <i>barley</i>	havre <i>oat</i>	byg <i>barley</i>	
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>	4	3	3	2	5	17
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	351	316	331	504	309	347
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	262	236	291	417	285	288
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	278	250	285	391	292	292
Harvning + kultivatorsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	305	259	297	372	302	302
Gennemsnit <i>Average</i>	300	265	301	421	297	

2 og 3) havde et helt andet indsåningsprincip, hvorved der let kan forekomme afvigelser fra de øvrige maskiner mht. udsædsmængder. Antallet af fremspirede planter, der er vist i tabel 4 og 5, er derfor ikke alene en følge af forskelle i sådybden, men kan i lige så høj grad skyldes forskelle i såmængde af de tre såmaskiner.

I vinterhveden ved Højer var der i gennemsnit et lavere plantetal end de øvrige forsøgssteder. Dette kan dog have sammenhæng med den mindre sådybde, der måltes her. I vårsæden var det ikke muligt at se nogen sammenhæng mellem sådybde og antal fremspirede planter.

Enkelte år blev der konstateret store forskelle i antallet af fremspirede planter pr. m² under vårbyggens fremspiring. Fig. 1 og 2 viser fremspiringshastigheden og antallet af fremspirede planter i forsøgsleddene med pløjning og direkte såning i stubjorden ved Ballum og Korntved. Det ses, at fremspiringen skete hurtigst, og at det største antal fremspirede planter forekom, hvor der var pløjet.

Djurhuus (4) fandt i perioden fra såning og indtil en uge efter fremspiring periodevis en højere temperatur (0,2–0,5°C), hvor der var pløjet, end hvor der var direkte sået, men konkluderer, at de målte temperaturforskelle kun delvis kan forklare de observerede forskelle i fremspiringshastighed.

Lejesæd

I de år, hvor lejesæd forekom, blev der givet karakterer. Tabel 6 viser karaktererne for byg og rug. Det er kun små forskelle, der er registreret, men i begge afgrøder er karaktererne stort set ens

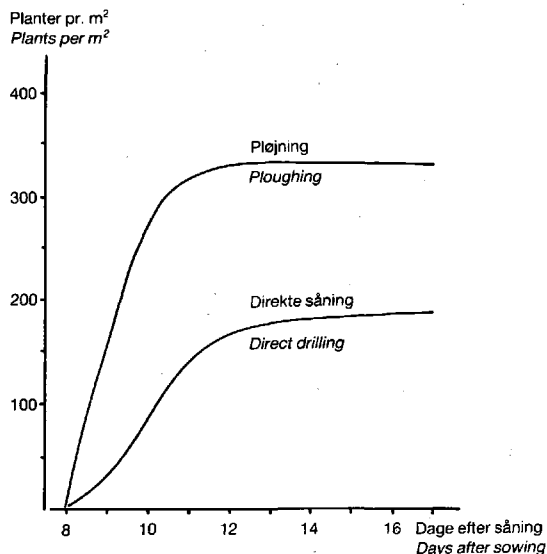


Fig. 1. Byggens fremspiring efter såning den 6. maj 1985, Ballum.

Emergence of barley after sowing the 6th May 1985, Ballum.

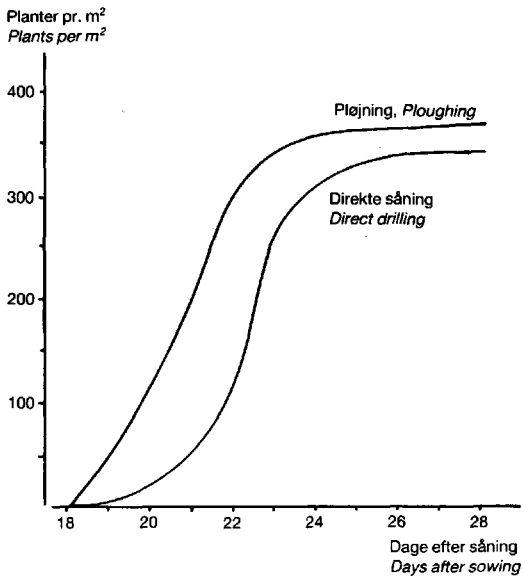


Fig. 2. Byggens fremspiring efter såning den 3. april 1986, Kornved.
Emergence of barley after sowing the 3th April 1986, Kornved.

i forsøgsled 1 og 4, mens laveste karakterer er registreret, hvor der er sået direkte med skivesåmaskine (forsøgsled 2 og 3). Denne forskel kan skyldes en lidt mindre plantebestand og dermed et kraftigere strå i disse to forsøgsled.

Tabel 7. Litervægt, g pr. liter, gns. 1981-86.
Grain litre weight, g average 1981-86.

Afgrøde Crop	Rug Rye	Vinterhvede Winter wheat	Vårhvede Spring wheat	Havre Oat	Byg Barley
Antal forsøg: No. of experiments	4	7	4	3	17
Pløjning, harvning, såning Ploughing, harrowing and sowing	718	757	788	542	646
Direkte såning med skivesåmaskine Direct drilling with a triple-disc	727	767	779	550	650
Harvning + skivesåning Harrowing + triple-disc	725	764	783	550	649
Harvning + kultivatørsåning Harrowing + cultivator drill	721	764	781	549	652

Tabel 6. Karakter for lejesæd de år, hvor lejesæd forekom.

Marks for lodging.

10 = helt i leje

10 = total lodged.

Afgrøde Crop	Byg Barley	Rug Rye
Antal forsøg med lejesæd No. of experiments with lodging	8	4
Pløjning, harvning, såning Ploughing, harrowing and sowing	3,8	5,3
Direkte såning med skivesåmaskine Direct drilling with a triple-disc	2,6	4,2
Harvning + skivesåning Harrowing + triple-disc	2,9	4,8
Harvning + kultivatørsåning Harrowing + cultivator drill	3,3	5,2

Litervægt

Litervægten er målt som et udtryk for kernekvalitet (tabel 7). Da det drejer sig om små forskelle (under 2 pct.) kan der ikke måles statistisk sikre forskelle.

Udbytter

Hveden udvintrede ved Ballum i 1985 og 1986 og ved Højer i 1981, 1982, 1985 og 1986. Ved Ballum blev der i stedet sået byg, som ikke indgår i opgørelsen, og ved Højer blev der sået vårhvede. Resultaterne herfra indgår i opgørelsen i tabel 10.

Tabel 8. Udbytte og merudbytte af vinterhvede, gns. 1981–86, hkg kerne pr. ha.
Yield and yield increase in winter wheat 1981–86, hkg grain per hectare.

Sted: <i>Location</i>	Travsted	Ballum	Bygholm	Højer
JB nr.:	4	4	6	10
Soil type no.				
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>	3	2	1	2
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	49,9	47,8	40,6	66,0
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	1,7	6,2	6,0	2,3
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	3,6	1,9	0,6	2,0
Harvning + kultivatorsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	0,8	3,4	-3,9	3,2
LSD ₉₅	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Årsagerne til, at hveden udvintrede, kan dels være en relativ sen såning og dels i nogle tilfælde store nedbørsmængder efter såning. Ved sen såning i nedbørsrige år stod der i længere perioder vand i sårillerne efter skivesåmaskinen. Når de såede og fremspirede kerner lå i vand, rådnete de ofte.

Forsøgene viste, at det var meget væsentligt, at vintersæden blev sået så tidligt som muligt, når der blev sået direkte i stubben.

Tabel 8 viser det gennemsnitlige udbytte af vinterhvede de enkelte steder. Selv om der alle steder opnås større udbytter efter direkte såning end

efter pløjning, så er disse tendenser ikke statistisk sikre. Det har heller ikke været nogen fordel at harve stubben overfladisk inden såning med skivesåmaskine. Såning med en dansk kultivatorsåmaskine efter en overfladisk opharvning af stubben har stort set givet samme udbytte som de øvrige behandlinger.

De gennemsnitlige udbytter af vårbyg er vist i tabel 9. På den grovsandede jord ved Korntved er der ingen statistisk sikre forskelle imellem bearbejdningsmetoderne. De øvrige fire steder høstes med statistisk sikkerhed de højeste udbytter efter pløjning. Ved Ballum er udbyttet efter direkte så-

Tabel 9. Udbytte og merudbytte af vårbyg, gns. 1981–86, hkg kerne pr. ha.
Yield and yield increase of spring barley 1981–86, hkg grain per hectare.

Sted: <i>Location</i>	Korntved	Travsted	Ballum	Bygholm	Højer
JB nr.:	1	4	4	6	10
Soil type no.					
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>	5	3	4	4	6
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	34,9	42,0	40,5	45,6	52,4
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	-3,8	-8,5	-8,6	-7,3	-9,6
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	-3,6	-6,4	-3,6	-6,5	-9,1
Harvning + kultivatorsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	-2,5	-4,7	-0,4	-7,5	-7,1
LSD ₉₅	n.s.	6,3	6,3	5,5	3,0

Tabel 10. Oversigt over jordbearbejdningens indflydelse på kerneudbyttet 1981–86. Udbytte og merudbytte i hkg kerne pr. ha.

Survey of the influence of soil tillage on the grain yield 1981–86. Yield and yield increase in hkg grain per hectare.

Afgrøde <i>Crop</i>	Havre <i>Oat</i>	Vårhvede <i>Spring wheat</i>	Vårbyg <i>Spring barley</i>	Vinterrug <i>Winter rye</i>	Vinterhvede <i>Winter wheat</i>
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>	3	4	22	4	8
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	37,5	60,4	43,6	41,3	52,2
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	-7,8	-4,5	-7,5	-1,6	3,6
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	-8,8	-3,5	-6,0	-3,3	2,4
Harvning + kultivatørsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	-9,0	-3,1	-4,6	-1,5	1,5
LSD ₉₅	n.s.	4,4	2,4	n.s.	n.s.

ning statistisk sikkert lavere, end hvor der er sået med en kultivatørsåmaskine. De øvrige steder er der ingen forskelle imellem de tre alternative såmetoder.

Det gennemsnitlige udbytte af de enkelte afgrøder er vist i tabel 10. I havre, rug og vinterhvede er der ikke målt statistisk sikre forskelle imellem bearbejdningerne. I vårhveden er det kun direkte såning, der med sikkerhed giver mindre udbytte end pløjning, og der er ingen sikker forskel imellem de tre alternative metoder. I vårbyggen er udbyttet statistisk sikkert større efter pløjning end efter alle tre alternative såmetoder. Harvning og såning med kultivatørsåmaskine er med sikkerhed bedre end direkte såning i ubehandlet stub.

Vekselvirkninger mellem jordbearbejdning og kvælstof

For at undersøge, om jordbearbejdningens metoder reagerer forskelligt ved forskellige udbytte-niveauer, blev der alle steder tildelt tre kvælstofmængder. Fig. 3, 4 og 5 viser vekselvirkningen imellem jordbearbejdningens metoder og stigende kvælstoftilførsel. P i figurerne angiver sandsynligheden for, at der forekommer vekselvirkning. P-niveauerne 50, 70, 90, 95, 99 og 99,9 pct. er anvendt. Der er regnet med statistisk sikkerhed, når $P \geq 95$ pct. I rug ved Korntved samt i vinterhvede ved Travsted og Højer (fig. 3) er der meget ringe sandsynlighed for vekselvirkning, dvs., at merudbyttet for tilført kvælstof stort set er ens uanset jordbearbejdningens metode.

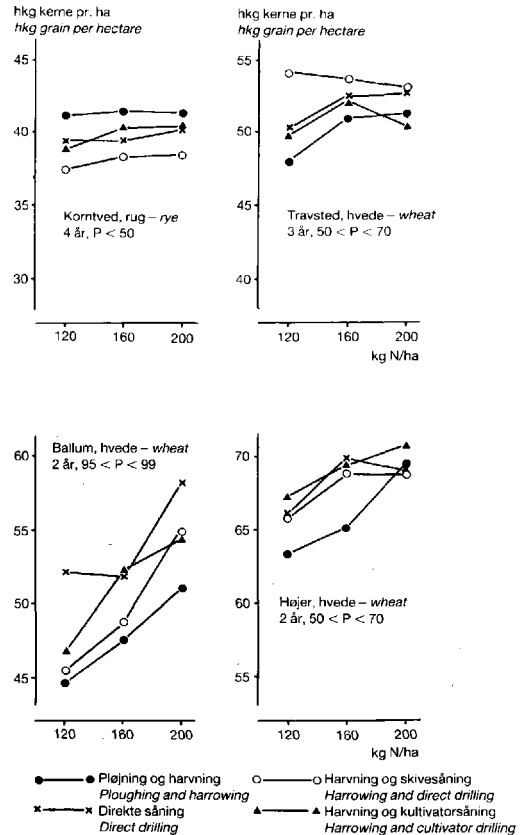


Fig. 3. Vekselvirkning mellem jordbearbejdningens metoder og kvælstof i vintersæd, gns. 1981–86.

Interaction between soil tillage and nitrogen in winter cereals, average 1981–86.

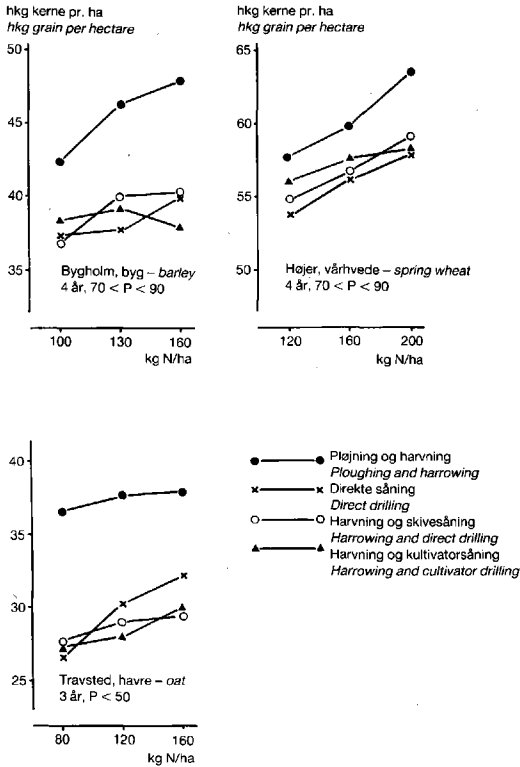


Fig. 4. Vekselvirkning mellem jordbearbejdningsmetoder og kvælstof i vårsæd, gns. 1982-86.
Interaction between soil tillage and nitrogen in spring cereals, average 1982-86.

Af fig. 3 fremgår det, at der ved Ballum er statistisk sikkerhed for vekselvirkning. Kurven for direkte såning (forsøgsled 2) har et uforklarligt forløb, som det er vanskeligt at give en sandsynlig forklaring på.

Fig. 4 viser, at der i byg ved Bygholm, i havre ved Travsted og i vårhvede ved Højer er ringe sandsynlighed for vekselvirkning mellem jordbearbejdningsmetoderne og kvælstoftilførslen.

Fig. 5 viser, at det kun er i byg ved Ballum, der er statistisk sikker vekselvirkning. Her drejer det sig om aftagende N-virkning i de to forsøgsled, der giver de største udbytter, nemlig pløjning samt harvning og såning med kultivatørsåmaskine.

Gennemsnitsberegninger for de enkelte afgrøder viser, at der ikke i nogle af afgrøderne var sik-

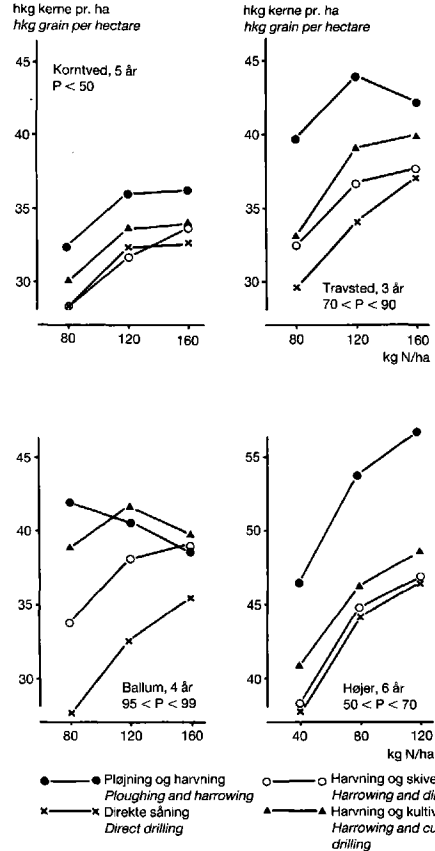


Fig. 5. Vekselvirkning mellem jordbearbejdningsmetoder og kvælstof i vårbyg, gns. 1981-86.
Interaction between soil tillage and nitrogen in spring barley, average 1981-86.

ker vekselvirkning imellem jordbearbejdningsmetoder og kvælstof. Det må derfor konkluderes, at kvælstof ikke kan kompensere for ikke optimal jordbearbejdning.

Plantesygdomme

Der blev hvert år udtaget planteprøver til analyse for knække- og goldfodsyge på Institut for Plantepatologi, Lyngby.

Tabel 11 og 12 viser resultaterne af undersøgelserne. På grund af store variationer i materialet er der beregnet gennemsnit for de enkelte afgrøder.

Til trods for, at der er dyrket korn efter korn, er der ikke fundet forøget angreb af knække- og goldfodsyge, hvor pløjning er udeladt.

Tabel 11. Procent rodnet angrebet af goldfodsyge, gns. 1983–86.
Per cent of roots attacked by Take-all, average 1983–86.

Afgrøde <i>Crop</i>	Byg <i>Barley</i>	Hvede <i>Wheat</i>	Rug <i>Rye</i>
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	12	18	8
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	14	13	11
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	14	17	13
Harvning + kultivatørsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	17	15	9

Der er hvert år gjort notater om angreb af forskellige bladsygdomme. Kun i ganske få tilfælde har der været så betydelige angreb af disse sygdomme, at bekæmpelse har været påkrævet. I 1983 blev der på tre tidspunkter foretaget bedømmelser af meldug, gråplet og brunrust i vinterhvede, af meldug, skoldplet, bladplet og rust i byg samt skoldplet, meldug og rust i rug. Det var imidlertid kun svage angreb, der registreredes dette år, men det kan konkluderes, at angreb af skoldplet og bladplet var lidt mindre, hvor der var pløjet, end hvor der var direkte sået (*K. Cortes*, pers. medd. 1983).

I 1984 blev der konstateret forskellige sygdomme i byggen ved Korntved og Travsted. Ved sprøjtning med Tilt og Manacol blev den ene blok friholdt for sprøjtning, og der blev givet karakterer for angreb af meldug og Mn-mangel den 28.

juni og for angreb af skoldplet og bladplet den 24. juli.

Ved Korntved var det ikke muligt at registrere væsentlige forskelle, mens der i forsøget ved Travsted blev registreret forskelle, som vist i tabel 13.

I den usprøjtede blok blev der konstateret svagere angreb af alle fire sygdomme i det pløjede forsøgsled 1 end i forsøgsled 2 og 3 med direkte såning med skivesåmaskinen. I forsøgsled 4, hvor der var sået med kultivatørsåmaskine, var angrebene tilsyneladende svagere end i forsøgsled 2 og 3, måske fordi kultivatørsåmaskinen bearbejder jorden mere og blander jord og stubrester bedre end tallerkensåmaskinen, som kun skærer en rille i jorden, hvori kernerne placeres. Udbyttetallene i tabellen viser også, at udbyttet i forsøgsled 4 er på højde med udbyttet i det pløjede forsøgsled 1.

Resultaterne fra de sprøjtede blokke nederst i

Tabel 12. Procent strå angrebet af knækkefodsyge, gns. 1983–86.
Per cent of straw attacked by Eyespot, average 1983–86.

Afgrøde <i>Crop</i>	Byg <i>Barley</i>	Hvede <i>Wheat</i>	Rug <i>Rye</i>
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	1	4	6
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	1	2	5
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	2	4	3
Harvning + kultivatørsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	1	4	6

Tabel 13. Registrering af plantesygdomme og Mn-mangel i byg ved Travsted 1984. (S. Stettens karakterskala. Oversigt over Landsforsøgene 1983).
Plant diseases and deficiency of Mn in barley at Travsted 1984.

Dato Date	Meldug Mildew	Skoldplet Scald	Bladplet Net Blotch	Mn-mangel Mn-disease	Udbytte i hkg kerne/ha Yield in hkg grain per ha
	28.6.	24.7.	24.7.	28.6.	
Usprøjtet					
<i>Not sprayed with fungicides</i>					
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	1,6	0,2	13,3	1,7	41,1
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	3,0	2,7	38,3	10,2	26,9
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	3,0	0,9	20,0	13,1	32,8
Harvning + kultivatørsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	2,2	1,3	11,7	0,7	40,8
Sprøjtet med Tilt og Manacol					
<i>Sprayed with propiconazol and maneb</i>					
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	0,7	0,2	3,0	2,3	50,1
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	1,0	0,3	3,5	6,6	43,7
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	0,7	0,2	3,7	3,6	50,1
Harvning + kultivatørsåning <i>Harrowing + cultivator drill</i>	0,8	0,3	1,9	4,0	46,2

tabel 13 viser kun små forskelle, men meget store merudbytter for svampebekæmpelsen – især i de to forsøgsled, der er sået med skivesåmaskine (forsøgsled 2 og 3).

Undersøgelsen er naturligvis forbundet med en vis usikkerhed, da det kun drejer sig om et enkelt forsøg i ét år, men tendensen til kraftigere sygdomsangreb efter direkte såning er tydelig nok.

Jordkemiske analyser

Der blev hvert år i alle marker udtaget jordprøver til kemiske analyser. De gennemsnitlige jordkemiske analyser fra pløjelaget er vist i tabel 14.

I fig. 6–9 er jordanalyserne fra det pløjede forsøgsled sammenlignet med analyserne fra det direkte såede led i tre dybder. Forsøgsled 3 og 4 er udeladt, da resultaterne stort set er identiske med forsøgsled 2.

Tabel 14. Jordkemiske analyser for pløjelaget (0–20 cm) i det pløjede forsøgsled, gns. 1983–86.
Soil chemical analysis of the top soil in the ploughed treatment, average 1983–86.

Sted Location	JB nr. Soil type no.	Rt	Ft	Kt	% C
Korntved	1	6,2	13,1	7,5	0,98
Travsted	4	6,7	7,3	11,4	2,93
Ballum	4	6,3	18,9	13,9	1,36
Byholm	6	6,9	7,5	12,2	1,90
Højer	10	7,7	9,5	17,0	1,66

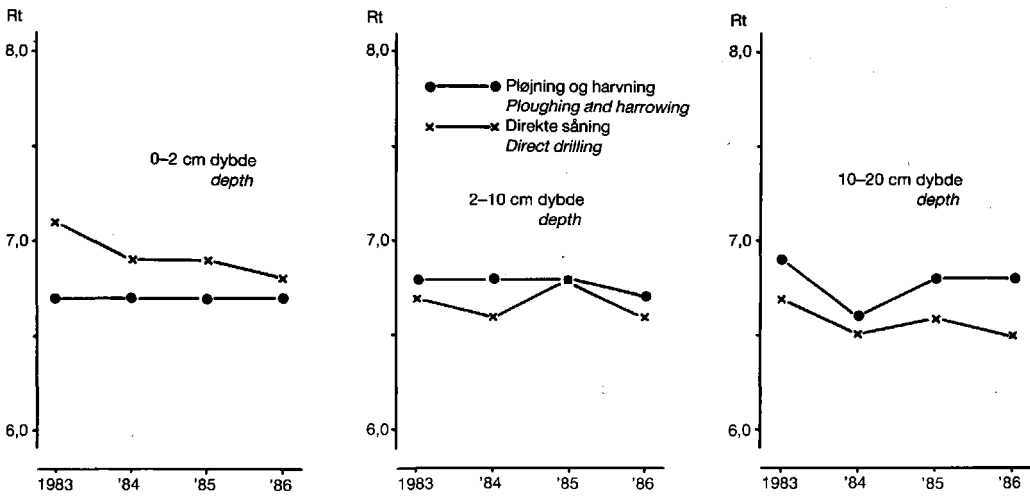


Fig. 6. Jordens Rt, gns. af 4 steder.
pH index of the top soil, average of 4 locations.

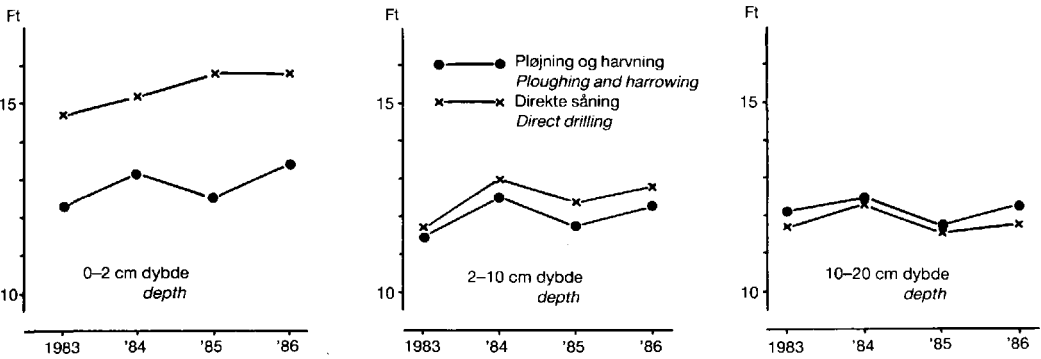


Fig. 7. Jordens Ft i pløjelaget, gns. 4 steder.
Phosphorous index in the top soil, average of 4 locations.

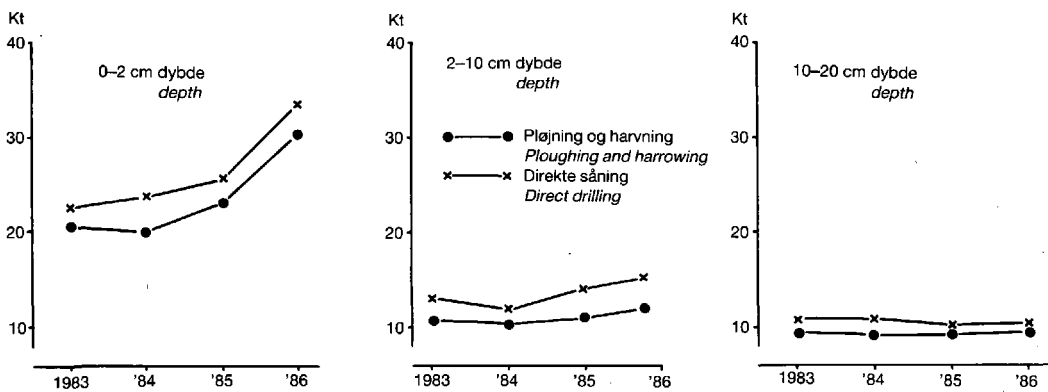


Fig. 8. Jordens Kt i pløjelaget, gns. 4 steder.
Potassium index in the top soil, average of 4 locations.

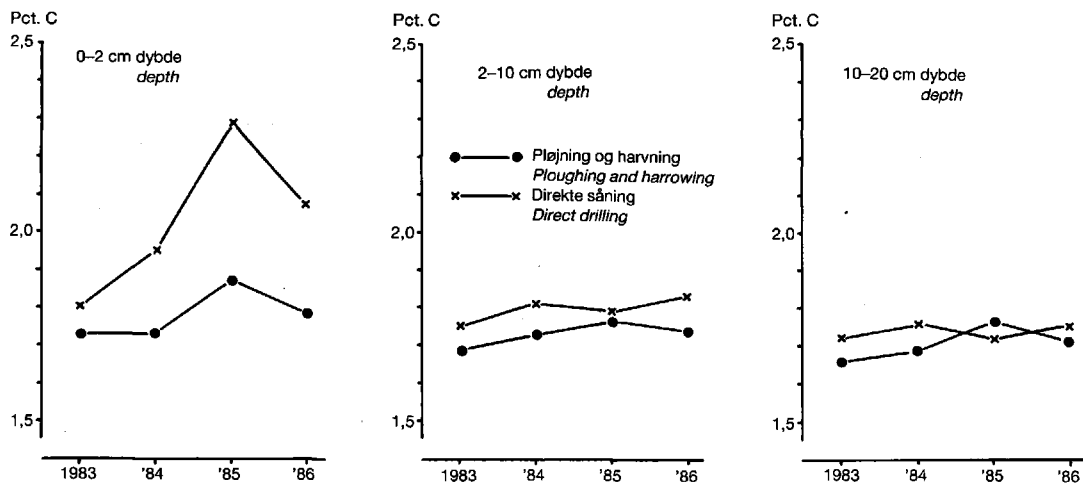


Fig. 9. Jordens C-indhold i pløjelaget, gns. 4 steder.
Carbon index in the top soil, average of 4 locations.

I 0–2 cm dybde er Rt (fig. 6) konstant i det pløjede forsøgsled, mens det direkte såede aftager lidt med årene. Nederst i pløjelaget (10–20 cm dybde) er Rt lavest efter direkte såning.

Såvel Ft (fig. 7) som procent C (fig. 9) (humus = $C \cdot 1,72$) er steget lidt i 0–2 cm dybde efter direkte såning, mens forskellene i 2–10 og 10–20 cm dybde er ubetydelige. Stigningen i 0–2 cm dybde skyldes, at planterester og tilført handelsgødning ved direkte såning ikke bliver opblandet i jorden.

Kt (fig. 8) ligger i alle tre dybder lavest i det pløjede forsøgsled, men det er små forskelle, det drejer sig om. Kt er ca. dobbelt så højt i 0–2 som i 10–20 cm dybde.

Diskussion

Sådybden var som gennemsnit stort set ens efter de tre såmaskiner, hvorfor sådybden ikke kan være årsag til, at der var lidt færre planter efter direkte såning. Riley (14) fandt, at der blev etableret lidt færre planter ved direkte såning end ved traditionel såning – selv om udsædsmængden var den samme. Den dårligere fremspiring efter direkte såning medførte ikke en bedre buskning. I lighed med de norske undersøgelser (14) skete fremspiringen ved direkte såning ofte lidt senere, og plantebestanden blev lidt dårligere end ved traditionel såning.

Der er målt en lidt højere jordtemperatur efter pløjing i forhold til direkte såning i perioden fra såning til ca. en uge efter fremspiring. De målte temperaturforskelle kan kun til dels forklare de registrerede forskelle i spiringstid. Ud fra de maksimale temperaturforskelle vil jordtemperaturen som følge af jordbearbejdning højst kunne betyde en forskel i 50 pct. spiringstid på 1/2 dag ved 10°C og 1 1/2 dag ved 6°C, når afgrøden er vårbyg (4).

På lerjorden ved Højer og på den lerblandede sandjord ved Ballum udvintrede hveden i flere tilfælde. Dette skete ofte, når hveden blev sået relativt sent, eller når der efter såningen faldt store nedbørsmængder.

Ofte stod der i længere tid vand i sårillerne efter direkte såning. Cannell (3) fandt, at vandmætning kan reducere udbyttet i afgrøden. 3–4 dages vandmætning af jorden i perioden mellem spiring og fremspiring kan dræbe spiren. Vandmætning senere vil kunne reducere udbyttet med op til 24 pct. i vinterhveden og op til 30 pct. i vinterbyg. I konsekvens heraf er god afdræning en forudsætning for direkte såning (3). Det er afgørende for hurtig fremspiring og udvikling af en tilfredsstillende plantebestand af vinterhvede – især efter direkte såning – at der sås så tidligt som muligt, mens jorden endnu er relativt tør og varm.

I nogle langvarige forsøg er der fundet den bedste vandinfiltration i direkte sået jord. Dette har sammenhæng med flere regnormegange og rev-

Tablet 15. Forsøg med direkte såning, gns. 1981–86. Udbytte og merudbytte, hkg kerne pr. ha (18).
Experiments with direct drilling 1981–86. Yield and yield increase, hkg grain per hectare.

Afgrøde <i>Crop</i>	Vinterhvede <i>Winter wheat</i>	Vinterbyg <i>Winter barley</i>	Vårbyg <i>Spring barley</i>
Antal forsøg: <i>No. of experiments</i>			
Pløjning, harvning, såning <i>Ploughing, harrowing and sowing</i>	69,0	52,3	41,8
Direkte såning med skivesåmaskine <i>Direct drilling with a triple-disc</i>	-0,5	-3,0	-5,8
Harvning + skivesåning <i>Harrowing + triple-disc</i>	-0,5	-3,4	-4,7

ner, hvilket giver en bedre rodvækst (3). Dette er i overensstemmelse med *Andersens* (1) undersøgelser i nærværende forsøg, hvor der fandtes flest regnorme i direkte sået jord.

Direkte såning favoriserer græsukrudt. Selv om de fleste græsser kan bekæmpes kemisk, er der tendens til en forøgelse af græsmængden, fordi mulighederne for bekæmpelse er utilstrækkelige – specielt i tidligt såede monokulturer af vintersæd (2, 3).

Udbytterne af vårbyg og vårhvede var signifikant lavere efter direkte såning end efter traditionel pløjning og såning. Kun i vårbyggen var der signifikant større udbytte ved opharvning af stubben og såning med en kultivatørsåmaskine end ved såning direkte i stubben med en skiveskærsåmaskine. I Havre, vinterrug og vinterhvede var der ingen signifikante forskelle imellem de forskellige bearbejdnings- og såmetoder, selv om der i både havre og rug var tendens til højeste udbytter efter pløjning og i hveden den modsatte tendens. I landboorganisationernes forsøg, som er vist i tabel 15, ses de samme tendenser i vinterhvede og vårbyg. I vinterbyg er der udbyttetab for direkte såning.

Med undtagelse af resultatet for vinterbyggen er der overensstemmelse imellem resultaterne af nærværende forsøg og *Cannells* (3) analyse af de europæiske forsøg med direkte såning.

Der er i de fleste tilfælde ikke fundet statistisk sikre vekselvirkninger mellem jordbearbejdningsmetoderne og stigende mængder af kvælstof. Det kan derfor konkluderes, at kvælstof ikke kan kompensere for manglende jordbearbejdningsmetoder. Dette er i overensstemmelse med tidligere undersøgelser (11, 13).

I hverken vårsæd eller vintersæd er der fundet væsentlige forskelle i angrebsgraden af knække- og goldfodsyge. Dette støttes af tidligere undersøgelser i byg, der viste, at jordbearbejdningsmetode kun i ringe grad påvirker angrebsgraden af goldfodsyge (13). I vintersæden fandtes ingen forskelle i angrebsgraden af bladsygdomme, mens dette i enkelte år var tilfældet for vårbyggenes vedkommende. Her fandtes større angreb af meldug, skoldplet og bladplet efter direkte såning end efter pløjning. For skoldplettens vedkommende er de samme tendenser tidligere fundet (11, 13).

I 0–2 cm dybde er Rt, Ft, Kt og pct. C højere i direkte sået jord end i pløjet jord. I dybden 2–10 cm er Ft, Kt og pct. C kun lidt højere i det direkte såede, mens Rt er lidt lavere end i pløjet jord. I dybden 10–20 cm er Rt lavest i direkte sået jord, mens der ikke er forskelle i Ft, Kt og pct. C. I direkte sået jord aftager Rt lidt med årene i både 0–2 og 10–20 cm dybde. *Ellis* og *Kenneth* (8) fandt ligeledes et lavere Rt og en højere koncentration af P, K og organisk materiale i det øverste 0–5 cm jordlag i direkte sået jord sammenlignet med pløjet jord, mens koncentrationen i 12–22 cm dybde var lavest efter direkte såning. Resultaterne er i overensstemmelse med tilsvarende danske undersøgelser (10, 12, 13).

Konklusioner

Fastliggende forsøg med pløjning sammenlignet med direkte såning med og uden forudgående let harvning i stubjorden har vist at plantebestanden blev lidt mindre efter direkte såning end efter traditionel pløjning, harvning og såning,

at jordtemperaturen om foråret var lidt højere i pløjet end i direkte sået jord i perioden indtil planterne dækkede jorden,
 at lejesæden var lidt mindre efter direkte såning,
 at vinterhveden var meget følsom over for vandmætning af jorden – især når der blev sået direkte,
 at der i vinterhvede blev opnået lige så gode udbytteresultater efter direkte såning og reduceret jordbearbejdning som efter pløjning,
 at der i vinterrug og havre ikke var sikre forskelle, men dog en tendens til bedre udbytte, hvor der blev pløjet,
 at udbyttet af vårbyg og vårhvede var signifikant bedre efter pløjning end efter direkte såning og reduceret jordbearbejdning,
 at øget kvælstoftilførsel ikke kan kompensere for ikke optimal jordbearbejdning,
 at angreb af knække- og goldfodsyge var uafhængig af jordbearbejdningmetoderne,
 at angreb af bladsygdomme på vårsæd enkelte år var kraftigst efter direkte såning,
 at Rt, Ft, Kt og pct. C i 0–2 cm dybde var højest efter direkte såning,
 at der i dybden 10–20 cm ikke var forskelle i Ft, Kt og pct. C, mens Rt var lavest i direkte sået jord.

Erkendtlighed

Projektet er i en seks års periode finansieret med midler fra Landbrugets Samråd for Forskning og Forsøg under forskningsprogrammet »Reduceret energiforbrug i jordbruget«.

Der skal rettes en tak til agronom *Kirsten Cortes* for registreringer af plantesygdomme i 1983 samt til forsøgsværterne *Søren Hansen*, *Korntved*, *Svend Hansen*, *Travsted* og *Nis Christensen*, *Balum*.

Litteratur

1. *Andersen, A.* 1987. Regnorme uddrevet med strøm i forsøg med direkte såning og pløjning. Tidsskr. Planteavl 91, 3-14.
2. *Andersen, A.* 1987. Ukrudtsundersøgelser i forsøg med direkte såning og pløjning ved forskellige kvælstofniveauer. Tidsskr. Planteavl 91, 243-254.

3. *Cannell, R. L.* 1985. Reduced tillage in northwest Europe – a review. Soil Till. Res. 5, 129-177.
4. *Djurhuus, J.* 1988. Tidsskr. Planteavl (under udarbejdelse).
5. *Djurhuus, J. & Simmelsgaard, S. E.* 1988. Tidsskr. Planteavl (under udarbejdelse).
6. *Eiland, F.* 1985. Determination of adenosine triphosphate (ATP) and adenylate energy charge (AEC) in soil and use of adenine nucleotides as measures of soil microbial biomass and activity. Tidsskr. Planteavl 89, 169-170, Report no. S 1777, 193 pp.
7. *Eiland, F.* 1986. Livet under marken ved pløjefri dyrkning. 12-mandsbladet 4, 27-29.
8. *Ellis, F. B. & Kenneth, H. R.* 1980. Effects of cultivation on the distribution of nutrients in the soil and the uptake of nitrogen and phosphorus by spring barley and winter wheat on three soil types. Soil Till. Res. 1, 35-46.
9. *Nielsen, V.* 1987. Energiforbrug og arbejdsbehov ved direkte såning og traditionel jordbehandling. Beretn. nr. 37, SJE, Byholm.
10. *Rasmussen, K. J.* 1981. Reduceret jordbearbejdning ved monokultur i byg. Tidsskr. Planteavl 85, 171-183.
11. *Rasmussen, K. J.* 1982. Jordbearbejdningmetoder til vintersæd. Tidsskr. Planteavl 86, 531-541.
12. *Rasmussen, K. J.* 1984. Jordbearbejdningmetoder til vårbyg på sandjord. Tidsskr. Planteavl 88, 443-452.
13. *Rasmussen, K. J. & Olsen, C. C.* 1983. Jordbearbejdning og efterafgrøde ved bygdyrkning. Tidsskr. Planteavl 87, 193-215.
14. *Riley, H.* 1985. Reducert jordbearbejdning til vårkorn. Ulike såmaskiner og såtider. Forskn. Fors. Landbr. 36, 61-70.
15. *Rydberg, T.* 1980. Når kan pløjningsfri odling tillempes? Konsulentafdelingens rapporter. Allmänt 23, Sveriges Lantbruksuniversitet.
16. *Schjønning, P.* 1988. Jordfysiske og -mekaniske undersøgelser i forsøg med direkte såning. Soil Till. Res. (under udarbejdelse).
17. *Skriver, K.* 1987. Oversigt over Landsforsøgene 1986, 58-59.
18. *Stengel, P.; Douglas, J. T.; Guéris, J.; Goss, M. J.; Monnier, G. & Cannell, R. L.* 1984. Factors influencing the variation of some properties of soils in relation to their suitability for direct drilling. Soil Till. Res. 4, 35-53.

Manuskript modtaget den 27. juli 1988.