



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

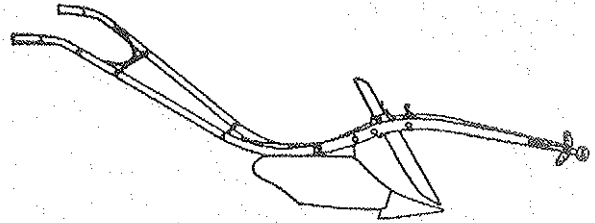
RAPPORTER FRÅN

JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala.

Department of Soil Sciences,

Reports from the Division of Soil Management



Nr 95

1998

Maria Stenberg, Göran Bergkvist &
Helena Aronsson

Jordbearbetningsstrategi och etablerings-
teknik till hösträps för att minska risken
för kväveläckage

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-R--95--SE

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 95, 1998
ISSN 0348-0976
ISRN SLU-JB-R--95--SE

Maria Stenberg, Göran Bergkvist och Helena Aronsson

**JORDBEARBETNINGSSTRATEGI OCH ETABLERINGSTEKNIK
TILL HÖSTRAPS FÖR ATT MINSKA RISKEN FÖR KVÄVE-
LÄCKAGE.**

*SOIL TILLAGE STRATEGY AND WINTER OIL-SEED RAPE ESTABLISHMENT
TECHNIQUES TO REDUCE THE RISK FOR NITROGEN LEACHING.*

Denna rapport utgör en slutredogörelse av ett projekt finansierat av Stiftelsen Svensk Växtnäringsforskning. Vi vill varmt tacka stiftelsen som gjorde det möjligt att genomföra studien.

Projektet genomfördes i form av ett fältförsök vid Lönnstorp försöksstation.

Författarna till rapporten arbetar vid SLU. Maria Stenberg arbetar vid avdelningen för jordbearbetning och Helena Aronsson vid avdelningen för vattenvårdslära, båda vid institutionen för markvetenskap. Göran Bergkvist arbetar vid institutionen för växtodlingslära.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING	1
SAMMANFATTNING	2
INLEDNING	3
MATERIAL OCH METODER	4
Plats och utförande	4
Klimat	7
RESULTAT OCH DISKUSSION	7
Sådd av höstraps	7
Höstrapsens tidiga utveckling och tillväxt	7
Höstrapsens vinteröverlevnad och avkastning	9
Markstruktur	12
Risken för utlakning av kväve och tillgången på kväve i markprofilen på våren	13
SLUTSATSER	15
SUMMARY	16
REFERENSER	17

SAMMANFATTNING

Vid odling av höstraps kan förlusterna av kväve genom utlakning vara betydande under den första hösten. Detta trots att höstraps tar upp relativt mycket kväve under hösten jämfört med andra höstsådda grödor. Orsakerna tros vara dels att höstbearbetningen utförs på sensommaren när förhållandena för kvävemineralisering är gynnsamma, dels att kväve vanligtvis tillförs höstraps vid sådd. Båda dessa faktorer ger ett högt innehåll av mineralkväve i marken under hösten.

I denna rapport sammanfattas resultaten från ett fältförsök där vi jämförde konventionell etablering av höstraps med direktsådd. Vi utvärderade också möjligheterna att direktså höstraps i växande rajgräs och vitklöver, här kallade bottengrödor, etablerat i vårkorn på våren. I alla led användes 48 cm radavstånd vid sådd av rapsen. Bearbetningsleden jämfördes med och utan en kvävegiva på hösten.

För att utvärdera etableringsteknik och gödslingsstrategi har vi bland annat följt beståndsutvecklingen efter sådd genom att bestämma rapsplantornas antal, utveckling och storlek på hösten och sedan beräknat övervintringen genom att följa upp beståndet på våren. Innehåll av mineralkväve i marken mättes tidigt på våren. Då bedömdes även markstrukturen i respektive led genom en mätning av penetrationsmotståndet ner till 42 cm djup.

Trots ett lägre plantantal och mindre plantor i det direktsådda ledet än i det höstplöjda, så blev avkastningen högst i de direktsådda rutorna. Detta visar att kraven på planstorlek på hösten för överlevnad och fröproduktion varierar med bearbetnings- och etableringsmetod. Torka efter sådden av höstraps gjorde att konkurrensen om vatten blev hård i leden med bottengröda. De få plantor som etablerades var också mycket små och övervintringen blev därför mycket svag. I ledet med rajgräs som bottengröda uteblev skörden helt. En kvävegiva på hösten förbättrade avkastningen i alla led.

Systemet med bottengrödor som hackas bort har förmodligen större potential än vad resultatet av detta försök antyder. Den dåliga etableringen av höstraps i bottengröda bör kunna undvikas genom att göra en mycket lätt bearbetning före sådd av höstraps. Även på våren skulle bottengrödan ha varit mindre kraftig om en bearbetning genomförts före sådd på hösten. Möjligheten att under blöta förhållanden radhacka tidigare i led med bottengröda än i de plöjda leden utnyttjades inte i försöket, men borde öka chansen att lyckas med radhackningen i leden med bottengröda.

INLEDNING

Höstraps (*Brassica napus* L.) har potential att ta upp stora mängder kväve på hösten. Trots det kan kväveförlusterna från marken till dräneringsvattnet under hösten och vintern efter etablering av höstraps bli stora (Torstensson et al., 1994; Aronsson, 1996). Etableras höstraps med konventionell teknik för bearbetning och sådd, d.v.s. en plöjning på sensommaren följt av flera harvningar före sådd, kan följden bli en kraftig mineralisering av organiskt material och därmed större tillgång på mineralkväve i marken under hösten än efter en sen höstbearbetning eller ingen bearbetning alls (Aronsson et al., 1994; Stenberg et al., 1997). Vid konventionell odling av höstraps tillförs dessutom 30–60 kg kväve ha⁻¹ på hösten för att säkerställa etablering och ge goda förutsättningar för övervintring och ett fullgott bestånd på våren.

Det är viktigt vid odling av höstraps att plantorna på hösten, för att övervintra, är relativt kraftiga men att sträckningen ej påbörjats (Torsell, 1959; Szczygielski och Owczarek, 1988; Topinka et al., 1991). I fältförsök utförda av Bengtsson (1992) har höstraps gödslad på hösten avkastat mer än på hösten ogödslade led, men i dessa försök var kvävegivan på våren densamma, 150 kg ha⁻¹, oavsett kvävegivan på hösten. Således fick de höstgödslade leden totalt mer kväve, vilket gör att betydelsen av höstgödslingen kan ha övervärderats. I några av försöken mättes kväveinnehållet i marken sent på hösten. Vid kvävegivan 0 kg ha⁻¹ på hösten fanns 33 kg kväve i marken. Bengtsson bedömde att risk för läckage av kväve förelåg vid kvävegivor över 80 kg ha⁻¹ på hösten eller ett kväveinnehåll i marken över 45 kg ha⁻¹. Bengtsson kunde inte att påvisa någon skillnad i andelen övervintrande plantor beroende på kvävegivans storlek upp till 80 kg ha⁻¹ men vid en giva på 120 kg ha⁻¹ var andelen överlevande plantor mindre.

Ogilvy (1984) observerade färre övervintrande höstrapsplantor och en minskning av avkastningen vid 40 kg kväve ha⁻¹ jämfört med 0 kg. Mendham et al. (1981) menar att en kvävegiva aldrig kan kompensera en sen sådd eftersom tillväxten sent på hösten normalt begränsas av låga temperaturer. Inte heller vid tidig sådd kan det förväntas några stora positiva effekter av gödning på hösten, eftersom plantorna då även utan kväve blir tillräckligt stora.

Olsson och Ohlander (1987) fann att skördeminskningar vid direktsådd av höstraps, ofta förorsakade av skörderester och konkurrens från stora mängder arvsäd, inte kan kompenseras fullt ut med ökad kvävegödsling. I tidigare försök har direktsådd av höstraps, när skörderesterna från förfrukten förts bort, varit ett gott alternativ till dåtida traditionell etableringsteknik (Cedell, 1987). I dessa försök användes radavstånden 12,5 och 17 cm.

Etablering av höstraps genom direktsådd, i rajgräs eller vitklöver, här kallade bottengrödor, kan vara en strategi för att minska förlusterna av kväve på hösten och öka tillgången på kväve för höstrapsen på våren och därigenom uppnå både

goda skördar och liten miljöpåverkan. Förutsättningen för detta är dock att rapsplantorna kan tillväxa tillräckligt på hösten för att överleva vintern och att bottengrödan effektivt trycks tillbaka på våren så att dess kväveinhåll frigörs och konkurrensen om vatten och ljus blir måttlig. Genom att minska förlusterna av kväve från odlingssystemet ökar dess kväveleverande förmåga och behovet av kvävegödsling minskar. En radhackning på våren kan stimulera kväve mineralisering vid en tidpunkt då höstrapsens kvävebehov är stort, kontrollera ogräs och reducera bottengrödans konkurrensförmåga.

Syftet med studien var att undersöka hur bearbetning och konkurrens påverkar tillväxt, övervintring och avkastning av höstraps beroende på när rapsen får tillgång till gödselkväve, samt att studera hur dessa åtgärder påverkar risken för kväveutlakning vid höstrapsodling. Samtidigt är experimentet en del i utvecklingen av en ny metod att odla höstraps i bottengrödor (Bergkvist, opublicerat). Konventionell jordbearbetning och sådd jämfördes med direktsådd med och utan bottengröda. Engelskt rajgräs och vitklöver insådda på våren i korn användes som bottengrödor. Kvävetillförseln i samband med sådden av höstrapsen var 0 eller 40 kg kväve ha⁻¹. Motsvarande led fick 150 eller 110 kg kväve ha⁻¹ på våren för att i samtliga led uppnå en totalgiva av 150 kg kväve ha⁻¹. Avsikten var också att bottengrödor och ogräs skulle hackas bort vid en vårhackning. Vårhackningen var dock bara möjlig att genomföra i leden utan bottengröda.

MATERIAL OCH METODER

Plats och utförande

Betydelsen av jordbearbetning och bottengröda respektive kvävegivans fördelning under säsongen till höstraps undersöktes i ett tvåfaktoriellt försök med tre upprepningar enligt följande försöksplan:

- PL Korn utan insådd, **PL**öjning, harvning en gång och sådd av höstraps
- DS Korn utan insådd, **Direkt**Sådd av höstraps
- ER Korn med **Engelskt Raj**gräs, direktsådd av höstraps i växande rajgräs
- VK Korn med **VitK**löver, direktsådd av höstraps i växande vitklöver
- N1 0 kg N på hösten, 150 kg N på våren
- N2 40 kg N på hösten, 110 kg N på våren

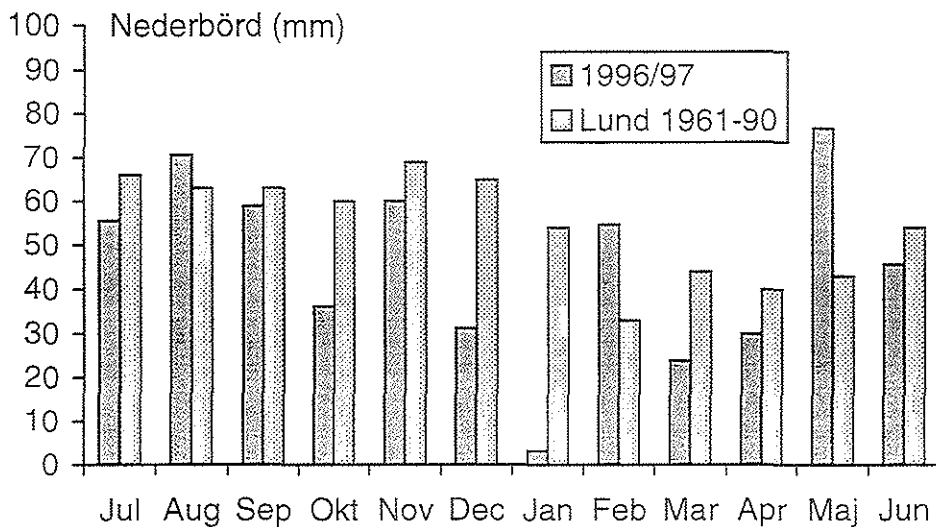
Försöket startades våren 1996 på moränmellanlera på Lönnstorp i Skåne med etablering av olika bottengrödor i vårkorn (*Hordeum vulgare* L.). Efter skörd av kornet såddes höstraps. Både korn och bottengrödor såddes med 12,5 cm radavstånd. Kornet 'Meltan' såddes med 120 kg ha⁻¹, vilket motsvara ca. 75 % av normal utsädesmängd. Engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) 'Tove' och vitklöver (*Trifolium repens* L.) 'Sonja' såddes med 10 respektive 3 kg ha⁻¹. Beståndet

gödslades strax före kornets stråskjutning med 70 kg N ha⁻¹ i form av kalksalpeter. Avkastningen av kornet bestämdes ej. Skörderesterna efter kornet bortfördes samtidigt i samtliga led före jordbearbetningen i PL och etableringen av höstraps. Höstraps 'Express' såddes med Väderstad Rapid med 50 cm radavstånd och 7 kg ha⁻¹. Kväve tillfördes som N27S i mängder enligt försöksplanen.

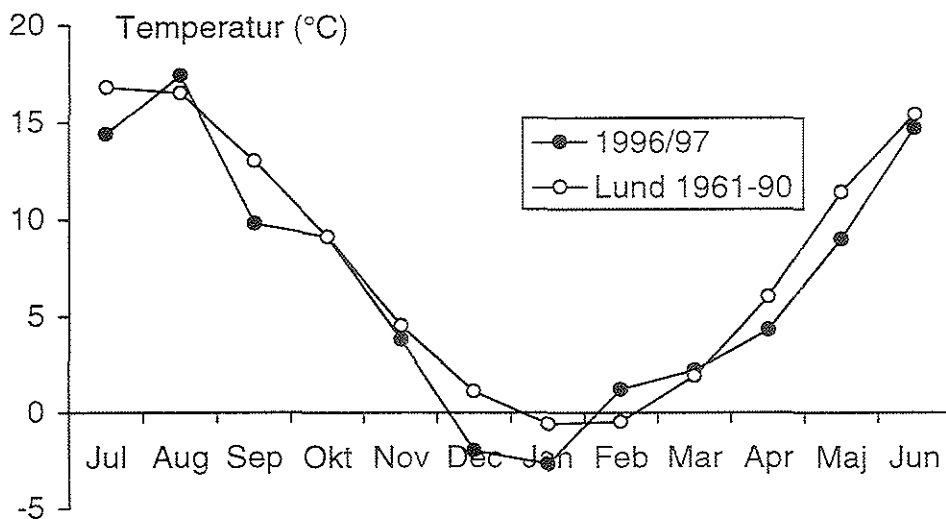
Våren 1997 utfördes en radhackning med JT Radrensare i PL och DS för att ta bort ogräs mellan raderna. Hackningen kunde inte genomföras i ER och VK, eftersom bottengrödorna hade växt sig för kraftiga. Upptorkningen av marken på våren var mycket långsam i det plöjda ledet p.g.a. ogynnsam väderlek. Detta medförde sen radhackning i samtliga led, eftersom samtidig radhackning eftersträvades.

Markförhållandena vid sådden av höstraps och resultatet av sådden bedömdes okulärt för de olika leden. Höstrapsens rothalsdiameter och antalet blad per planta bestämdes den 7 november på 25 slumpmässigt utvalda plantor per försöksruta. Plantorna vägdes sedan och medelplantvikten beräknades. Mängden rajgräs och vitklöver uppskattades vid samma tidpunkt genom att väga den ovanjordiska biomassan av respektive art från 0,2 m² i varje ruta. Provytan var fördelad på två platser, vardera 0,1 m², utvalda för att så väl som möjligt representera rutan. Plantdödligheten under höst och vinter uppskattades genom att räkna antalet plantor sent på hösten och på våren längs en 2 m sträcka i varje ruta. Den rapsplanta som hade den minsta rothalsdiametern av dem som överlevde vintern i varje led beräknades från uppmätt rothalsdiameter och andelen plantor som överlevde vintern, med antagandet att den planta som har den minsta rothalsdiametern alltid dör först inom varje led. Denna beräknade rothalsdiameter benämns kritisk rothalsdiameter. Mängden raps per ytenhet före vinter beräknades från plantantal och medelplantvikt.

Innehållet av mineralkväve i marken på våren före gödningen (0-30 cm och 30-60 cm) bestämdes ledvis. För att bedöma strukturförhållandena på våren i matjorden och övre delen av alven mättes penetrationsmotståndet varannan cm ner till 50 cm i profilen med en penetrometer (Bush Recording Penetrometer, Findlay, Scotland). Genom dessa mätningar är det möjligt att uppskatta om tillväxten av rapsens rötter hindras av stort motstånd i något jordlager (Whiteley och Dexter, 1982). Vid skörd av höstraps bestämdes avkastningen rutvis från 24,0 m² per ruta. Frövik och vattenhalt i frö analyserades i rutvisa delprov från PL och DS och ett ledvis prov från VK. Frövik per planta och antalet frö per planta beräknades från avkastning, antal plantor vid värräkning och frövik.



Figur 1. Månadsvis nederbörd på Lönnstorp från juli 1996 till juni 1997 och medelnederbörden för åren 1961-1990 i Lund (Aronsson, opublicerat).



Figur 2. Månadsvis medeltemperatur från juli 1996 till juni 1997 och medeltemperatur för åren 1961-1990 i Lund (Aronsson, opublicerat).

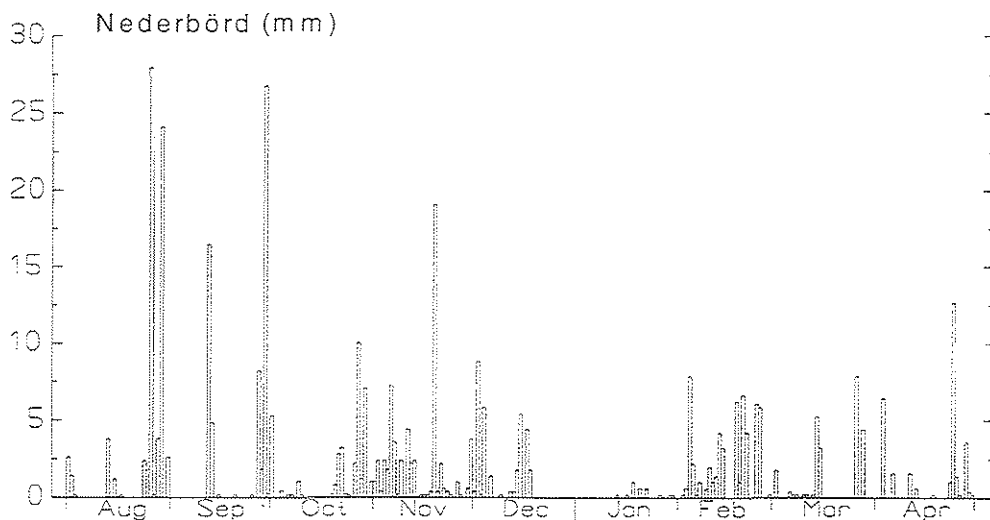
Klimat

Månadsvis nederbörd och medeltemperatur på Lönnstorp för perioden juli 1996 till juni 1997 presenteras tillsammans med SMHI:s långtidsmedelvärden för regionen (Lund) i figur 1 och 2. Klimatdata för Lönnstorp är hämtade från ett angränsande fältförsök (Aronsson, opublicerat).

RESULTAT OCH DISKUSSION

Sådd av höstraps

Höstrapsen såddes 16 augusti och uppkomst noterades 29 augusti. Vid sådden bedömdes vattentillgången vara relativt liten och nära en bristsituation i alla led. Strukturen i såbädden var fin i det höstplöjda ledet och mycket fin i de direktsådda leden. Sådjupet uppskattades till 15 mm i det höstplöjda ledet och 8-10 mm i de direktsådda. Resultatet av sådden bedömdes som gott.



Figur 3. Månadsvis nederbörd (mm) från augusti 1996 till april 1997 på Lönnstorp (H. Aronsson, opublicerat).

Höstrapsens tidiga utveckling och tillväxt

Det kom 5 mm regn dagarna före sådden av höstraps (figur 3), men sådden följdes av en period med torrt väder. Vid en okulär besiktning utförd i mitten av september observerades att höstrapsen både tillväxt och utvecklats långsammare i

ER och VK än i DS och PL trots att bestånden av rajgräs och vitklöver var glesa vid denna tidpunkt. Troligtvis beror detta på att konkurrensen om vatten blev hård mellan bottengröda och höstraps. Vitklöverbeståndet varierade dock mer än rajgräsbeståndet och kunde fläckvis orsaka kraftig beskuggning av höstrapsen och i dessa fläckar kan beskuggningen ha inverkat på höstrapsens tillväxt. Även duvskador på hjärtblad och första örtbladet drabbade plantorna i ER och VK värre än i övriga led.

Bristen på vatten efter sådd i leden med bottengröda är en möjlig förklaring till att höstrapsplantorna i ER och VK i genomsnitt hade färre blad vid provtagningen den 7 november än plantorna i PL och DS (tabell 1). Utvecklingshastigheten påverkas normalt inte nämnvärt av tillgången på näring, vilket styrks av att antalet blad inte skiljer mellan gödslingsnivåerna. Allvarlig brist på assimilat orsakad av kraftig beskuggning kan minska utvecklingshastigheten och påskynda bladens åldrande (Carberry et al., 1985) och detta kan vara en annan förklaring till att antalet blad före vintern var färre i ER och VK än i PL och DS. I november var bestånden av både vitklöver och rajgräs frodiga och kan ha orsakat en sådan kraftig beskuggning (tabell 2). Ett minskat antal blad sent på hösten orsakat av intraspecifik konkurrens har visats av e.g. Szczygielski och Owczarek (1988) och Bergkvist (1994). Det mindre antalet blad per planta i ER och VK än i PL och DS är troligtvis ett resultat både av långsammare etablering och brist på assimilat.

Tabell 1. Höstrapsens medelplantvikt, rothalsarnas medeldiameter och antalet blad per planta vid provtagning 961107 beroende på bearbetningssystem och tillförd mängd kväve vid sådd. För förklaringar av ledbeteckningar, se försöksplan

Led	Medelplantvikt torrsubstans (g)		Rothalsdiameter (mm)		Blad/planta	
	N1	N2	N1	N2	N1	N2
PL	0,30	0,77	3,2	4,3	5,0	5,4
DS	0,26	0,50	2,8	3,6	5,3	5,4
ER	0,03	0,18	1,6	2,6	3,7	4,4
VK	0,12	0,23	2,0	2,5	4,6	4,5
Sign.	***Bearb.		***Bearb.		***Bearb.	
	***Kväve		***Kväve			

Statistisk signifikansnivå: *** P < 0,001.

Tillgången på kväve hade stor betydelse för höstrapsplantornas tillväxt under hösten (tabell 1). I PL var medelplantvikten mer än 2,5 gånger så stor i N2 som i N1. Skillnaderna både relativt och absolut var mindre i DS och VK. De speciellt små skillnaderna i VK var förväntade, eftersom mer kväve fixeras när markkvävehalterna är låga än när de är höga (Silsbury, 1986). Medelplantvikten i PL var 55% större än i DS vid N2, men bara 12 % större vid N1.

Medelplantvikten i ER och VK var 23 respektive 30 % av den i PL vid N2. Däremot var den totala stående biomassan i PL bara 34 % av den i ER vid N2. Höstrapsen utnyttjade alltså det tillförda kvävet för ökning av ovanjordisk biomassa effektivast i PL, men marken bör ha tömts effektivast på mineralkväve i ER (tabell 2).

Tabell 2. Mängd ovanjordisk torrsubstans av höstraps och bottengröda vid provtagning 961107 beroende på bearbetningssystem och mängd tillfört kväve vid sådd. För förklaringar av ledbeteckningar, se försöksplan

Led	Höstraps (kg ha ⁻¹)		Bottengröda (kg ha ⁻¹)	
	N1	N2	N1	N2
PL	157	502	-	-
DS	124	164	-	-
ER	12	55	918	1407
VK	29	82	1047	1331

Tabell 3. Höstrapsens plantantal 961107, plantantalet 970414, andelen plantor som överlevde vintern och kritisk rothalsdiameter beroende på bearbetningssystem och tillförd mängd kväve vid sådd. För förklaringar av ledbeteckningar, se försöksplan

Led	Plantor höst (antal/m ²)		Plantor vår (antal/m ²)		Vinteröverlevnad (%)		Kritisk rothalsdiameter ^a (mm)	
	N1	N2	N1	N2	N1	N2	N1	N2
PL	53	65	29	43	55	66	3,1	3,7
DS	47	33	26	28	55	85	2,5	1,9
ER	35	31	1	7	3	23	2,5	3,3
VK	24	36	7	11	29	31	2,4	2,9
Sign.	**Jordb.		***Jordb.		-		-	

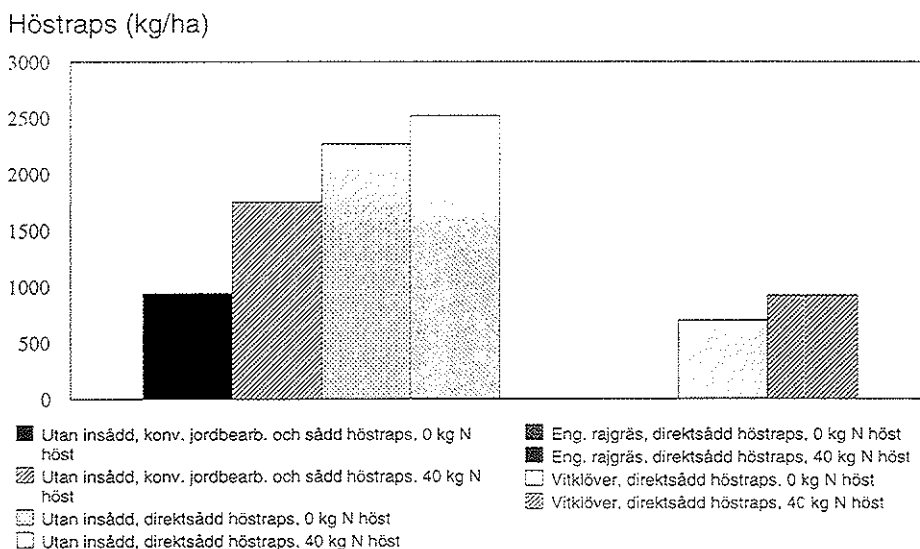
^a Den kritiska rothalsdiametern är rothalsens diameter på den minsta överlevande plantan. Den är beräknad från mätningar av rothalsdiameter och överlevnad, med antagandet att den planta som har den minsta rothalsdiametern alltid dör först inom varje led.

Statistisk signifikansnivå: ** P < 0,01; *** P < 0,001.

Höstrapsens vinteröverlevnad och avkastning

Enligt Merdham och Scott (1975) måste höstrapsplantorna ha uppnått en viss kritisk storlek vid övergången till reproduktiv fas för att inte avkastningen ska vara begränsad av beståndets förmåga att absorbera solljus på våren. I deras experiment var denna kritiska storlek ca. 1 g, men den kritiska storleken kan förväntas variera beroende på väder, mikroklimat, höstrapsplantornas morfologi

och höstrapsbeståndets uppbyggnad. Den större medelplantvikten i PL än i DS har inte resulterat i bättre vinteröverlevnad och faktiskt till en betydligt mindre fröavkastning (figur 4). Sambandet mellan medelplantvikt och överlevnad var betydligt starkare i PL än i DS, vilket tydligt visar att plantstorlekens betydelse för överlevnad samspelar med andra faktorer. I genomsnitt över N-nivåer var den kritiska rothalsdiametern 2,2 mm i DS och 3,4 mm i PL (tabell 3).

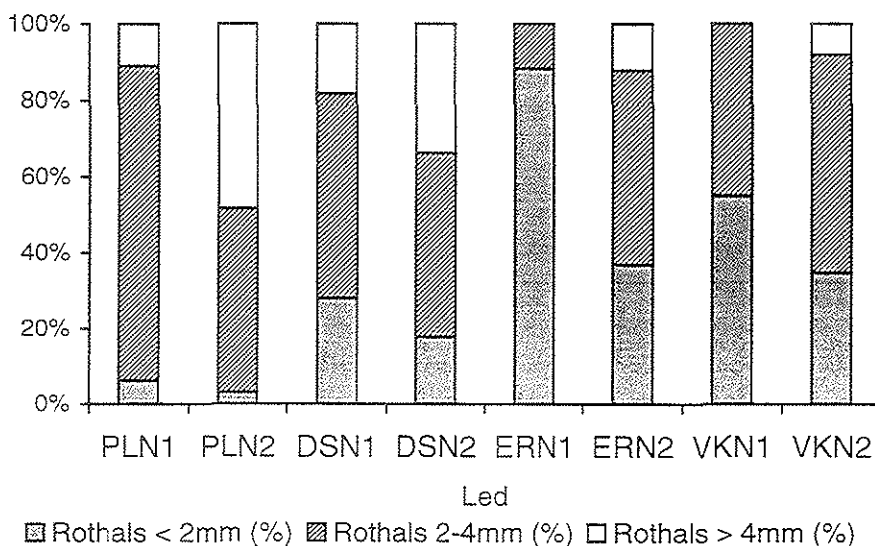


Figur 4. Höstraps (kg ha⁻¹) i försöket på Lönnstorp. Skillnaderna i avkastning mellan bearbetningsleden var starkt signifikanta (***) förutom PL-VK* och ER-VK**) likaså mellan kvävegiorna (***)). Samspelet mellan de två ledfaktorerna var även det signifikant (**).

Topinka m.fl. (1991) fann att en rothalsdiameter på minst 4 mm krävdes för att uppnå acceptabel vinteröverlevnad. Det var endast i PLN2 som medelrothalsdiametern var större än 4 mm (tabell 1). Det är inte bara medeldiametern som har betydelse för överlevnaden utan även storleksspridningen. PL och DS hade signifikant större andel plantor med en rothalsdiameter större än 4 mm än ER och VK. En kvävegiva på hösten medförde också att andelen plantor med en rothalsdiameter större än 4 mm ökade (figur 5). Eftersom plantornas rothalsdiameter generellt sätt var liten i experimentet förklarar det att kvävegödslingen på hösten innebar stora positiva effekter på överlevnaden och därigenom på avkastningen. Avkastningen i DSN1 var 10% mindre än i DSN2, medan den i PLN1 var 40 % mindre än i PLN2. I undersökningarna av Mendham et al. (1981) där effekten av kvävegödsling på hösten bedömdes som liten var plantorna jämnare fördelade över ytan än i detta experiment och klimatet betydligt mildare.

Höstrapsens vinteröverlevnad var ungefär lika i DSN1 och PLN1 men tillväxten på våren var dålig i PLN1. Möjligen dog en del plantor i PLN1 efter vårräkningen eller var åtminstone mycket svaga. Beståndet kunde därför inte tillgodogöra sig den större vårgivan av kväve i N1 än i N2 för att uppväga det lägre plantantalet och den svaga tillväxten på våren. Det kunde inte heller plantorna i DSN1 göra fullt ut, vilket antyder att avkastningen i PLN1 och DSN1 varit begränsad av förmågan att absorbera solljus på våren och att plantorna alltså borde varit större eller planttätheten högre för optimalt utnyttjande av kväve på våren.

Skillnaden i förmåga att absorbera solljus tidigt på våren är troligtvis inte förklaringen till den stora skillnaden i avkastning mellan DSN2 och PLN2, eftersom plantorna var större och fler i PLN2 än i DSN2. I stället kan en möjlig förklaring vara att kväveförlusterna i DS varit mindre än de i PL beroende på att mineralisering inte stimulerats genom omfattande bearbetning på hösten och därigenom kan utflakningen av kväve ha varit mindre. När sedan radhackningen genomfördes är det möjligt att mer kväve frigjordes i DS än i PL.



Figur 5. Andelen rapsplantor med rothalsdiameter <2 mm, 2-4 mm och >4 mm i %. PL och DS hade signifikant större andel plantor >4 mm än ER och VK (**). Likaså gav höstgivan av kväve signifikant större andel plantor >4 mm än när inget kväve tillfördes på hösten (**). För förklaringar av ledbeteckningar, se försöksplan.

Vinterdödligheten var omfattande i både ER och VK. De rapsplantor som överlevde vintern i ER konkurrerades snart ut av rajgräset som blev så tätt att det

inte gick att radhacka när marken torkat upp tillräckligt för att kunna genomföra radhackning i PL. Vid skörd levde endast ett fåtal rapsplantor i ER. Förhållandena var annorlunda i VK. De rapsplantor som lyckades växa över vitklövern expanderade och blev kraftiga. De goda tillväxtvillkoren för dessa plantor illustreras av att frövikten var 19 % större i VK än i PL och DS (tabell 4). Den större frövikten förklarar skillnaden i frövikt per planta mellan VK och DS, medan större delen av skillnaden mellan VK och PL förklaras av att antalet frö per planta var större i VK (tabell 4). Rapsplantantalet och därigenom den intraspecifika konkurrensen var mindre i VK än i DS. Trots det producerades inte fler frön i VK, vilket kan bero på att den svagare intraspecifika konkurrensen vid frösättningen uppvägdes av en större interspecifik konkurrens eller på att fröantalet begränsades av antalet initierade blomanlag. Det färre antalet frön per planta i PL än i DS och VK visar att förhållandena vid frösättningen inte var tillfredsställande i PL.

Tabell 4. Vattenhalt i rapsfrö vid skörd, frövikt, frövikt per planta och antalet frön per planta beroende på bearbetningssystem och gödselstrategi. För förklaringar av ledbeteckningar, se försöksplan

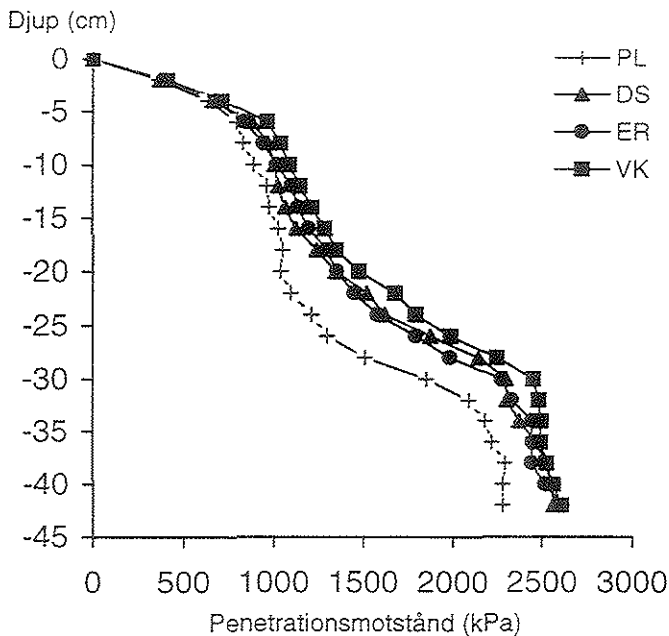
Led	Vattenhalt (%)		Frövikt (mg)		Frövikt per planta ^a (g)		Antalet frön per planta ^b	
	N1	N2	N1	N2	N1	N2	N1	N2
PL	14,3	10,9	4,7	4,7	4,8	4,2	1025	892
DS	13,8	10,6	4,8	4,6	10,3	9,3	2138	2031
ER	-	-	-	-	-	-	-	-
VK	23,3	16,5	5,7	5,5	12,1	11,0	2116	1999

^a Beräknat från fröskörd och antalet plantor vid räkning 970414.

^b Beräknat från frövikt och frövikt per planta.

Markstruktur

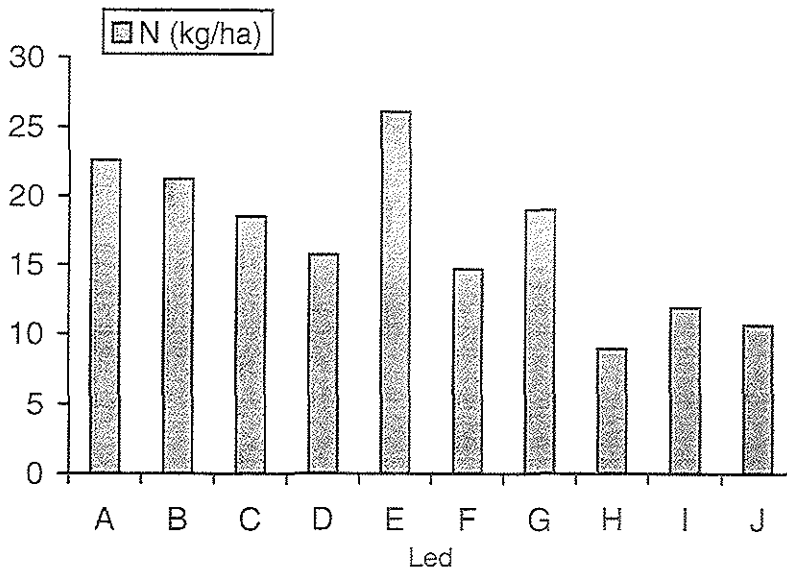
Penetrationsmotståndet i matjorden och i övre delen av alven var lägst i PL vilket var väntat (figur 6). Det var mycket liten skillnad i motstånd mellan de övriga leden som alla var direktsådda. Det uppmätta penetrationsmotståndet har troligen ej inverkat negativt på rötterna i något led (Whiteley och Dexter, 1982). Mätningen gjordes i april då vattenhalten i marken fortfarande var hög för att undvika ledskillnader i motstånd p.g.a. vattenhaltsskillnader.



Figur 6. Penetrationsmotstånd i markprofilen i nivå 0-42 cm i block 1 och 2 i försöket mätt med penetrometer 970414. PL=höstplöjt och konventionell sådd av höstraps, DS=direktsådd, ER=direktsådd i växande engelskt rajgräs och VK=direktsådd i växande vitklöver.

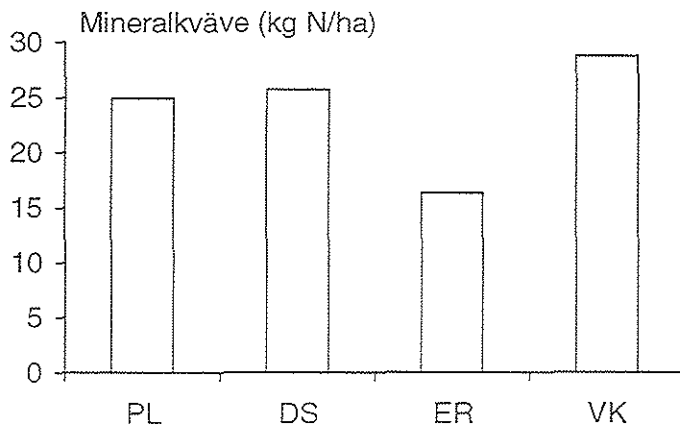
Risken för utlakning av kväve och tillgången på kväve i markprofilen på våren

På Lönnstorp studeras kväveläckage från konventionell höstrapsodling jämfört med andra grödor i två olika växtföljder (Aronsson, 1996). Avrinningen mäts kontinuerligt och dräneringsvattnet analyseras på nitrat. Medelutlakningen för åren 1993/94-1996/97 beroende på odlad gröda visas i figur 7. Under de två första försöksåren var utlakningen cirka 50 kg N ha^{-1} från höstrapsodling med konventionell såbäddsberedning och en höstgiva på 40 kg N ha^{-1} . Under 1996/97 var nederbörden 436 mm , vilket är mindre än långtidsmedelvärdet för Lund (655 mm). Avrinningen via dräneringssystemet var därför mycket liten under året, och läckaget av kväve därmed obetydligt. Kväveläckaget bör alltså ha varit obetydligt även från den försöksyta som användes i det här försöket. Även året 1995/96 var avrinningen liten. Medelutlakningen under de fyra försöksåren har därför varit relativt liten i alla led. Den har dock oftast varit över de 15 kg N ha^{-1} och år som Naturvårdsverket angivit som högsta gräns, trots två år med obetydlig utlakning.



Figur 7. Genomsnittlig årlig utlakning 1993/94-1996/97 av kväve (kg N ha^{-1}) från försök R2-8404, Lönnstorp (Aronsson, opublicerat). A-E=växtföljd 1 där A=höstraps, B=höstvete, C=rågvede, D=sockerbetor, blasten nedbrukas, och E=korn. F-J=växtföljd 2 där F=havre, G=höstvete, H=korn med engelskt rajgräs, I=sockerbetor, blasten borföres, och J=korn med engelskt rajgräs.

Provtagning av mineralkväve i marken på våren visade att det fanns nästan dubbelt så mycket kväve i 0-60 cm i ledet med vitklöver än i ledet med engelskt rajgräs (figur 8). Tillgången på kväve på våren var lika i PL och i DS. Kvävegödslingen på hösten påverkade inte tillgången på kväve på våren. Kväve som tillförts på hösten och som ej tagits upp har troligtvis transporterats djupare i profilen än 60 cm och risken är stor att det utlakades när så mycket nederbörd fallit att avrinningen åter kom igång nästföljande höst. Viss del av kvävet kan också ha försvunnit p.g.a. denitrifikation.



Figur 8. Mineralkväve (nitrat och ammonium) i 0-60 cm i de olika leden 970312. PL=höstplöjt och konventionell sådd av höstraps, DS=direktsådd, ER=direktsådd i växande engelskt rajgräs och VK=direktsådd i växande vitklöver.

SLUTSATSER

Trots en lyckad sådd av höstraps i både höstplöjda och direktsådda led tillväxte rapsen relativt dåligt under hösten, speciellt i leden med bottengröda. Detta berodde sannolikt på den torra väderleken omedelbart efter sådd, som gjorde att tillväxten kom igång sent i samtliga led och att konkurrensen om vattnet blev hård i leden med bottengröda. Den sena starten, och i leden med bottengrödor också den betydande konkurrensen mellan höstraps och bottengrödor, gjorde att plantorna var små när tillväxten avstannade på hösten. Under sådana förhållanden bekräftar experimentet att det är viktigt att gödsla på hösten för att uppnå tillräcklig plantstorlek för att därigenom uppnå tillfredsställande vinteröverlevnad och tillräcklig fotosyntetiserande bladytta på våren. De led som inte gödslades på hösten kunde inte på ett effektivt sätt ta tillvara det på våren tillförda kvävet. Avkastningen var därför större när en del av kvävegivan tillfördes på hösten.

Höstrapsplantorna var både störst och flest på hösten i det höstplöjda ledet, men när kväve tillfördes på hösten var övervintringen trots det bättre i det direktsådda ledet utan bottengröda. Detta visar att kraven på plantstorlek på hösten för överlevnad och fröproduktion varierar beroende på bearbetningssystem. Behovet av stora plantor har i experimentet varit betydligt större i det plöjda än i det direktsådda systemet utan bottengröda.

Radhackningen på våren gick inte att utföra i leden med bottengröda då bottengrödorna blivit alltför kraftiga när markförhållandena tillät hackning. Den

kraftiga konkurrensen mellan bottengröda och höstraps som uppstår när rapsen direktsås i tidigare etablerad bottengröda leder till att risken för stor plantdödlighet och liten avkastning blir oacceptabelt stor oavsett kvävegiva.

Systemet med bottengrödor som hackas bort har förmodligen större potential än vad resultatet av detta försök antyder. Den dåliga etableringen av höstraps i bottengröda bör kunna undvikas genom att göra en mycket lätt bearbetning före sådd av höstraps. Även på våren skulle bottengrödan ha varit mindre kraftig om en bearbetning genomförts före sådd på hösten. Möjligheten att under blöta förhållanden radhacka tidigare i led med bottengröda än i de plöjda leden utnyttjades inte i försöket, men borde öka chansen att lyckas med radhackningen i leden med bottengröda. Mycket mer kväve finns uppbundet i växtbiomassa i leden med bottengrödor än i leden utan och om detta kan göras tillgängligt för höstrapsen på våren minskar behovet av gödsling betydligt. Kan olika arter av bottengrödor blandas på ett förnuftigt sätt borde det vara möjligt att uppnå både en grön gödslings- och en fånggrödeeffekt. Bottengrödornas betydelse för att styra växtnäringstillgången illustreras av att provtagningen av mineralkväve i marken på våren visade att det fanns nästan dubbelt så mycket kväve i 0-60 cm i ledet med vitklöver som i ledet med engelskt rajgräs. Rajgräset var dessutom betydligt effektivare än höstrapsen i renbestånd på att tömma profilen på kväve.

Penetrationsmotståndet i marken på våren var något mindre efter höstplöjning än i de direktsådda leden men det var ej så stort i något led att rottillväxten har påverkats negativt jämfört övriga led.

Vi efterlyser mer forskning kring sambandet mellan bearbetningssystem och kvävetillgång för höstrapsbeståndets tillväxt, utveckling och avkastning, samt en utvidgad forskning kring möjligheterna att utnyttja mellangrödor och bottengrödor i odlingssystemet.

SUMMARY

Nitrogen leaching during autumn and winter after establishment of winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.) in Sweden is usually relatively high. The reasons are most likely the tillage operations that need to be carried out in summer and the common use of fertilizer nitrogen at establishment. To reduce these negative effects of tillage and fertilizers when growing winter rape, the possibility to establish winter rape by direct drilling into growing ryegrass (*Lolium perenne* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.) was evaluated in a field experiment at Lönnstorp, Skåne. On a morainic clay loam, autumn mouldboard ploughing followed by conventional seedbed preparation and sowing was compared with direct drilling into barley stubble, and with direct drilling into the growing catch crop, previously established in spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Throughout the experiment, 48 cm row spacing was used for the rape. The tillage treatments

were combined with nitrogen fertilizer strategies, with or without 40 kg N ha⁻¹ in autumn at establishment. Where nitrogen was added in the autumn, the amount of fertilizer added in spring was reduced with the same amount. In spring, only the treatments without a catch crop were inter-row weeded because of too vigorously developed ryegrass and white clover, and weeding was therefore not possible to carry out in these treatments.

Direct drilling of winter rape was successful compared to conventional tillage, even though the mean root neck diameter of oil seed rape in November was small and the over-wintering was poor. There was no yield of oil seed rape when it was sown into growing ryegrass due to poor establishment of the rape and poor over-wintering. In the direct drilled treatment, the yield was 11 % higher with autumn fertilizer than without. Tillage strategies for establishing catch crops and main crops in catch crop production systems need to be further developed to be of practical use in agricultural production.

REFERENSER

Aronsson, H., Stenberg, M., Lindén, B. Gustafson, A., Rydberg, T., 1994. Soil tillage systems with and without a catch crop - nitrogen mineralization and risk of nitrate leaching. In: Lindén, B. (Ed.) Proceeding of NJF seminar no. 245, The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion, Knivsta, 3-4 Oct. 1994. NJF- utredning/rapport nr. 99, pp. 93-104.

Aronsson, H., 1996. Växtföljder - Fånggrödor - Utlakning. Resultat från tre försöksår på moränlera i Skåne. SLU, avdelningen för vattenvårdslära, Uppsala. Teknisk rapport 26.

Bengtsson, A., 1992. The response of winter oilseed rape to seed rate and seedbed nitrogen fertilizing at direct drilling. Swedish J. agric. Res. 22, 97-102.

Bergkvist, G., 1994. The effect of competition on winter rape (*Brassica napus* L.) development - evaluation of a field experiment by anova and principal component analysis. SLU. Institutionen för växtodlingslära. Seminarier och examensarbeten 899. 26 pp.

Carberry, P.S., Campbell, L.C., Bidinger, F.R., 1985. The growth and development of pearl millet as affected by plant population. Field Crops Research 11, 193-205.

Cedell, T., 1987. Direktsådd av oljeväxter. In: Forskningsrapporter från oljeväxtodlarna IV 1987. Odlingsteknik. pp. 11-20.

Mendham, N.J., Scott, R.K., 1975. The limiting effects of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). J. agric. Sci., Camb., 84, 487-502.

Mendham, N.J., Shipway, P.A., Scott, R.K., 1981. The effects of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oil-seed rape (*Brassica napus*). J. agric. Sci., Camb. 96, 417-428.

Ogilvy, S.E., 1984. The influence of seed rate on population, structure and yield of winter oil-seed rape. Aspects of Applied Biology 6, 59-66.

Olsson, S., Ohlander, L., 1987. Tidiga tillväxtstörningar hos höstraps och höstvetete vid direktsådd. In: Forskningsrapporter från oljeväxtodlarna IV 1987. Odlingsteknik. pp. 21-28. (Sammanfattning av rapport 164, Inst. f. växtodlingslära, SLU, 1986).

Silisbury, J.H., 1986. Effects of nitrate and ammonium on nitrogenase (C_2H_2 reduction) activity of swards of subterranean clover, *Trifolium subterranean* L. Aust. J. Plant Physiol. 13, 257-273.

Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T., Gustafson, A., 1998. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. Submitted to Soil Tillage Res.

Szczygielski, T., Owczarek, E., 1988. Response of new winter rape varieties to the sowing density. p. 868-878. In: Zieba, S. (Ed.) Proc. 7th international rape seed congress, Poznan, Poland.

Topinka, A.K.C., Downey, R.K., Rakow, G.F.M., 1991. Effect of agronomic practices on the over wintering of winter canola in southern Alberta. p. 665-670. In: Mc Gregor D.I. (Ed.) Proc. international rape seed congress 8, Saskatoon, Saskatchewan.

Torsell, B., 1959. Hardiness and survival of winter rape and winter turnip rape. Plant Husbandry 15. Department of Plant Husbandary, the Royal School of Agriculture. Uppsala, Sweden.

Torstensson, G., Aronsson, H., Lindén, B., 1994. Winter crops as green cover crops - nitrogen uptake capacity and effects on nitrogen leaching. In: Lindén, B. (Ed.) Proceeding of NJF seminar no. 245. The use of catch or cover crops to reduce leaching and erosion, Knivsta, 3-4 Oct. 1994. NJF-utredning/rapport nr. 99, pp. 257-263.

Whiteley, G.M., Dexter, A.R., 1982. Root development and growth of oilseed, wheat and pea crops on tilled and non-tilled soil. Soil Tillage Res. 2, 379-393.

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Nr	År	
1	1968	Inge Håkansson. Fysikalisk och kemisk beskrivning av markprofiler från 8 platser i Uppland och Västergötland. 128s.
2	1968	Inge Håkansson. Några synpunkter på forskning och försöksverksamhet i jordbearbetning. 6s.
3	1968	Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson. Försök med harvning till vårsäd 1941-1959. 29s. <i>Field trials with harrowing to spring-sown cereals 1941-1959. 29pp.</i>
4	1968	Åke Huhtapalo, Reijo Heinonen. Inledande försök med gödsel radmyllning kombinerat med sådd 1964-1966. 37s.
5	1968	Lennart Henriksson. Orienterande försök med bearbetning till höstvet. 7s.
6	1968	Lennart Henriksson. Försök med olika såtider. 7s.
7	1968	Reijo Heinonen. Berättelse över studieresa till Sovjet den 11-26 Juli 1967. 13s.
8	1968	Inge Håkansson. Markfysikaliska studier i ett växtföljdsförsök på Ås den 15-16 juli 1966. 13s.
9	1968	Bo Thente. Luftpermeabilitetsmätning som markfysikalisk undersökningsmetod. 41s.
10	1968	Reijo Heinonen, Åke Huhtapalo. Besvarade och obesvarade frågor om radmyllning av kvävegödsel. 13s.
11	1968	Lennart Fergedal. Försök med jordpackning vid olika tidpunkter på våren. År 1967. 9s.
12	1968	Nils M. Nilsson, Lennart Henriksson. Alvluckringsförsök 1937-1963. 32s.
13	1968	Reijo Heinonen. Tidig vårsäd. Växtfysiologiska och ekologiska synpunkter på aktuella tendenser i såbäddsberedning och sådd av stråsäd. 19s.
14	1968	Erik Jakobsson. Plöjningsförsök med olika tiltbredder och vändskiveformer. 10s.
15	1968	Lennart Henriksson. Försök med grund plöjning. 9s.
16	1968	Stig Ledin. Olika halmnedbrukningsmetodernas verkan på kvickrot och på några fröogräs. 21s.
17	1969	Inge Håkansson, Börje Gillberg. Lufttrycket i traktordäcken under fältarbeten. En stickprovsundersökning hösten 1968. 32s. <i>Investigation into the inflation pressure of the tires of Swedish tractors engaged in field work. 32pp.</i>
18	1969	Göte Bertilsson. Studier över tryckets markpåverkan. 67s.
19	1969	Peter Edling, Nils M. Nilsson, Inge Håkansson. Sju skånska försök med alvluckring och djupplöjning 1964-68. 26s. <i>Seven experiments with subsoiling and deep ploughing in Southwestern Sweden 1964-68. 26pp.</i>
20	1969	Bengt Reimersson, Gunnar Falk. Försök på Persbo gård 1968 med minskad jordpackning. 8s. <i>A field experiment with reduced soil compaction on a clay soil. 8pp.</i>
21	1970	Lennart Henriksson. Olika redskapstyper för stubbearbetning. Jämförelser av arbetssätt och arbetsresultat. 19s. <i>Different types of implements for stubblecultivation. A study of working methods and working results. 19pp.</i>
22	1970	Inge Håkansson, Lennart Fergedal. Försök med jordpackningens ackumulativa efterverkningar. Preliminär redogörelse. 21s. <i>Experiments with the accumulative after-effects of soil compaction. Preliminary report. 21pp.</i>

- 23 1971 Göran Kritz, Inge Håkansson. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-70. 43s.
Investigation into seedbed preparation and properties of the seedbed on spring sown fields in Sweden, 1969-1970. 43pp.
- 24 1971 Lennart Henriksson. Tilljämning av plogtiltan på hösten. Försök med höstharvning och tillsatsredskap till plogen. 68s.
- 25 1971 Ann Pettersson. Nya redskap för gödselplacering och sådd. 50s.
- 26 1971 Lennart Fergedal. Jordpackning med traktor vid olika tider för vårsådd. 140s.
- 27 1971 Göran Kritz. Jordbearbetningsforskning i Europa. Rapport från en studieresa. 16s.
- 28 1972 Helmut Frese. Zur Frage spezialisierter oder interdisziplinärer Forschung am Boden. 15s.
- 29 1972 Inge Håkansson, Sven Alvelid. Två försök i Kalmar län med halmnedplöjning för att minska vinderosionen. 4s.
- 30 1972 Ann Pettersson, Sten Wikström. Inledande undersökningar om radmyllning till potatis. 50s.
- 31 1972 Peter Edling, Lennart Fergedal. Modellförsök med jordpackning 1968-69. 71s.
- 32 1973 Åke Huhtapalo, Ann Wikström, Sten Wikström. Försök med kombisåmaskiner 1971-72. 46s.
- 33 1973 Inge Håkansson. Tung körning vid skörd av slåttervall. Tre försök på Röbbäcksdalen. 1969-72. 20s.
Effect of heavy machinery when harvesting ley crops. Three field experiments in northern Sweden 1969-72. 20pp.
- 34 1973 Göran Kritz. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-72. Maskinanvändningen på provplatserna. 76s.
- 35 1973 Lennart Henriksson. Redskap för såbäddsberedning. Undersökningsmetoder och inledande studier. 35s.
Implements for seedbed preparation. Methods of investigation and preliminary studies. 35pp.
- 36 1973 Inge Håkansson, Jozsef von Polgár. Försök åren 1969 och 1970 med en maskin för kombinerad såbäddsberedning och sådd (Svenska Sockerfabriks AB:s vårbrukningsmaskin). 26s.
Experiments in the years 1969 and 1970 with a machine for combined seedbed preparation and sowing. 26pp.
- 37 1974 Lennart Engström. Intervjuundersökning om extremt tidig sådd våren 1973. 33s.
A sampling study into extremely early spring sowing in Sweden in 1973. 33pp.
- 38 1974 Lennart Henriksson. Studier av några jordbearbetningsredskaps arbetssätt och arbetsresultat. 144s.
Studies of the mode of working and the working results of some soil tillage implements. 144pp.
- 39 1975 Tomas Rydberg. Plöjningsfri odling i Sverige. En intervjuundersökning 1974. 21s.
- 40 1975 Ulf Olsson. Redskap för såbäddsberedning, arbetssätt och arbetsresultat. 55s.
Implements for seedbed preparation; studies of the mode of working and the working results. 55pp.
- 41 1975 Inge Håkansson. Rapport över studieresa till USA hösten 1974. 15s.

- 42 1976 Inge Håkansson. Elva försök med alvluckring och djupplöjning i Syd- och Västsverige 1964-1975. 35s.
Eleven Swedish field experiments with subsoiling and deep ploughing 1964-1975. 35pp.
- 43 1976 Peter Edling. Redskap och intensitet vid vårbruk till potatis. Resultat av 11 försök i Norrland 1965-1969. 10s.
Eleven experiments in northern Sweden with spring tillage for potatoes. 10pp.
- 44 1976 Göran Kritz. Såbäddens utformning på vårsådda fält III. Stickprovsundersökning 1969-72. Primärdata för 300 provplatser. 76s.
Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden III. Sampling investigation 1969-72. Primary results from 300 investigated places. 76pp.
- 45 1976 Proceedings of the 7th Conference of the International Soil Tillage Research Organization, ISTRO.
- 46 1976 Inge Håkansson, Jozsef von Polgar. Modellförsök med såbäddens funktion. I. Såbädden som skydd mot avdunstning. 52s.
Model experiments into the function of the seedbed. I. The seedbed as a protective layer against drought. 52pp.
- 47 1976 Lars Gunnar Nilsson. Texturanalys och jordartsklassifikation. Rapport från ett NJF-symposium i Uppsala 1976-03-09. 26s.
- 48 1976 Inge Håkansson. Olika grödors känslighet för packningsgraden i matjorden. Två försök med vallväxter 1971-74. 17s.
The sensitivity of different crops to the degree of compactness in the plough layer. Two field experiments with forage crops 1971-74. 17pp.
- 49 1976 Göran Kritz. Såbäddens utformning på vårsådda fält IV. Stickprovsundersökning 1969-72. En översiktlig studie av några viktiga faktorer. 33s.
Seed bed preparation and properties of the seed bed in spring sown fields in Sweden IV. Sampling investigation 1969-72. A general survey of some important factors. 33pp.
- 50 1977 Såbäddsberedning och sådd. Uppsatser presenterade vid Lantbrukshögskolans försöksledarmöte 1977.
- 51 1977 Lennart Henriksson. Stubbearbetningsredskapens arbetsresultat med hänsyn till mark- och halmförhållandena. 32s.
The results given by implements for stubble cleaning with regard to different soil- and straw conditions. 32pp.
- 52 1977 Arne Ljungars. Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43s.
Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43pp.
- 53 1977 Inge Håkansson, József von Polgár. Modellförsök med såbäddens funktion. II. Försök med skiktade och oskiktade såbäddar. 22s.
Model experiments into the function of the seedbed. II. Experiments with stratified and unstratified seedbeds. 22pp.
- 54 1978 Ulf Olsson. Harvens konstruktion och harvningens utförande - inverkan på bearbetningsresultatet. 28s.
Influence of harrow construction and harrowing on the tillage result. 29pp.
- 55 1978 Olle Wallbom, Kjell Wretler. Förekomsten av några viktiga växtskadegörare vid plöjningsfri odling. 29s.
Occurrence of some important plant diseases on ploughless cereal cropping. 29pp.

- 56 1978 Åke Huhtapalo. Kombisådd av kväve och fosfor till vårsåd. 27s.
Combi-drilling of nitrogen and phosphorus with spring cereals. 27pp.
- 57 1979 Inge Håkansson. Försök med jordpackning vid hög axelbelastning. Markundersökningar 1-2 år efter försökens anläggande. 15s.
Experiments with soil compaction at high axle load. Soil investigations 1-2 years after the experimental compaction. 15pp.
- 58 1979 Inge Håkansson, József von Polgár. Modellförsök med såbäddens funktion. III. Försök med syrebrist i såbädden. 17s.
Model experiments into the function of the seedbed. III. Experiments with oxygen deficiency in the seedbed. 17pp.
- 59 1980 Tomas Rydberg. Storparcellförsök med plöjningsfri odling, 1976-78. 21s.
Big-plot experiments with ploughless farming, 1976-78. 21pp.
- 60 1980 Working group on soil compaction by vehicles with high axle load. Report of meeting in Uppsala 1980. 56pp.
- 61 1981 Behovet av forskning och försök inom mark-teknikområdet. En inventering utförd av samarbetskommittén för mark-teknik vid Sveriges Lantbruksuniversitetets Lantbruksvetenskapliga fakultet. Sekreterare: Lennart Henriksson. 46s.
- 62 1981 Skördevariationerna i växtodlingen - orsaker och motåtgärder. Seminarium anordnat av Samarbetskommittén för Mark-Teknik på Ultuna 1981-04-09. 64s.
- 63 1981 Nils M. Nilsson. Plöjningsdjup och tiltbredder vid höstplöjning. 30s.
Ploughing depths and widths of furrow slice in autumns ploughing. 30pp.
- 64 1982 Jan Cederlund. Kombinerad bearbetning och sådd (harvsådd). Examensarbete. 54s.
- 65 1983 Göran Kritz. Såbäddar för vårstråsåd. En stickprovsundersökning. 187s.
Physical conditions in cereal seedbeds. A sampling investigation in Swedish spring-sown fields. 187pp.
- 66 1983 N.M. Nilsson. Höst- eller vårplöjning till vårsådd på kapillära jordar. Resultat från 12 fältförsök åren 1971-75. 57s.
Autumn- or spring ploughing before spring sowing on capillary soils. Results from 12 field trials during 1971-1975. 57pp.
- 67 1984 Berth Mårtensson. Harvsådd - Preliminära försöksresultat 1979-83. 20s.
Once-over sowing - Preliminary results of trials 1979-1983. 20pp.
- 68 1984 Mats Edh. Bandsådd - en studie av olika billar för bandsådd. Examensarbete. 44s.
- 69 1984 József von Polgár. Vältning efter vårsådd. 16s.
Rolling after spring sowing. 16pp.
- 70 1986 Tomas Rydberg. Markfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling i Sverige. 35s.
Effects of ploughless tillage on soil physical and soil chemical properties in Sweden. 35pp.
- 71 1986 Jordpackning: Skördepåverkan - Motåtgärder - Ekonomi. Rapport från NJF-seminarium i Sigtuna 28-30 oktober 1986. 187s.
Soil compaction: Effects - Counter-measures - Economy. 187pp.
- 72 1986 Bo Thunholm. Termiska egenskaper i åkermark skattade på grundval av den årliga temperaturvariationen. 18s.
Thermal properties of the subsoil estimated from annual temperature variations. 18pp.
- 73 1987 Lennart Henriksson. Försök med olika harvar 1977-1985. 32s.
Field trials with different harrows 1977-1985. 32pp.

- 74 1987 Tomas Rydberg, Torbjörn Öckerman. Plöjningsfri odling - Dess inverkan på rotutveckling och evaporation. 52s.
The effects of ploughless tillage on root development and evaporation. 52pp.
- 75 1987 Hans Svensson. Jordpackningens inverkan på sockerbetans rotutveckling och skördens storlek. 31s.
Effects of soil compaction on root development and yield of sugarbeets. 31pp.
- 76 1987 Tomas Rydberg. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. 53s.
Studies in ploughless tillage in Sweden 1975-1986. 53pp.
- 77 1988 Reduceret jordbearbejdning. Rapport från NJF-seminarium i Horsens, Danmark 9-11 februari 1988. 240s.
Reduced cultivation. 240pp.
- 78 1990 Inge Håkansson, Mary McAfee, Sixten Gunnarsson. Verkan av körning med traktor och vagn vid vallskörd. Resultat från 24 försöksplatser. 41s.
Effects of traffic during harvest on yield of grass leys. Results from field trials on 24 Swedish sites. 41pp.
- 79 1990 Krister Nilsson. Packningsskador vid konservärtskörd - ekonomiska konsekvenser och åtgärder för att minska packningen. 16s.
Estimation of the economic consequences of soil compaction when harvesting canning peas. 16pp.
- 80 1990 Tomas Rydberg, Mary McAfee, Börje Gillberg. Djupplöjning på lätta mineraljordar. 50s.
Effects of subsoiling on crop yields on light mineral soils. 50pp.
- 81 1992 Johan Arvidsson, Sixten Gunnarsson, Lena Hammarström, Inge Håkansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg. 1991 års jordbearbetningsförsök. 58s.
- 82 1992 Johan Arvidsson, Inge Håkansson. En modell för att beräkna jordpackningens effekter på grödornas avkastning. 23s.
An empirical model for estimating the crop yield losses caused by machinery induced soil compaction. 23pp.
- 83 1992 Maria Stenberg, Reynaldo A. Comia, Tomas Rydberg, Inge Håkansson, Sixten Gunnarsson. Harvsådd i konventionella och plöjningsfria bearbetningssystem. 18s.
Soil and crop responses to different tillage systems. 18pp.
- 84 1992 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Maria Stenberg, Tomas Rydberg, Mats Tobiasson, Hans Pettersson, Sixten Gunnarsson, Ararso Etana, Inge Håkansson, Ingrid Karlsson, Karin Blombäck. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1992. 86s.
- 85 1994 Johan Arvidsson, Inge Håkansson. Finns packningsskador kvar efter plöjning? Resultat från 21 långliggande fältförsök. 31s.
Do effects of soil compaction persist after ploughing. Results from 21 Swedish long-term field experiments. 31pp.
- 86 1994 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Hans Pettersson, Jörgen Lidström, Lars Olsson, Barbro Beck-Friis, Sasa Ristic, Inge Håkansson, Ararso Etana, Eva Salomon. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1993. 88s.
- 87 1994 Thomas Grath. Inverkan av jordpackning och anaeroba markförhållanden på grödornas näringsupptagning samt på rotrot och utveckling hos ärtor. 61s.
Influences of soil compaction and anaerobic soil conditions on crop nutrient uptake and on root rot and growth of peas. 61pp.

- 88 1995 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Eva Salomon, Staffan Steineck, Ingrid Karlsson, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Åse Littorin-Johansson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1994. 77s.
- 89 1996 Ingrid M. Karlsson. Sportgräsytor etablering och skötsel - erfarenheter från ett markbyggnadsförsök. 94s.
Establishment and maintenance of grassed sports fields - experience from a field experiment on soil construction alternatives. 94pp.
- 90 1996 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Susanne Johansson, Ingrid M. Karlsson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg, Johan Bengtsson, Calle Blackert, Rickard Ivarsson, Anna Lena Carlsson, Sasa Ristic. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1995. 80s.
- 91 1997 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1996. 80s.
- 92 1997 Johan Arvidsson. Tidig sådd - ett system för reducerad bearbetning vid vårsådd. Slutrapport för fältförsök 1992-1996. 45s.
Early sowing - a reduced tillage system for spring sowing. Final report for field experiments 1992-1996. 45pp.
- 93 1998 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Andreas Trautner, Thomas Wildt-Persson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1997. 74s.
- 94 1998 Daniel Johansson. Radhackning med och utan efterredskap i stråsäd. Slutrapport för fältförsök 1995-1997. 49s.
Row hoeing in cereals with and without tools behind. Final report for field experiments 1995-1997. 49pp.
- 95 1998 Maria Stenberg, Göran Bergkvist, Helena Aronsson. Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till höstraps för att minska risken för kväveläckage. 18s.
Soil tillage strategy and winter oil-seed rape establishment techniques to reduce the risk for nitrogen leaching. 18pp.

