



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

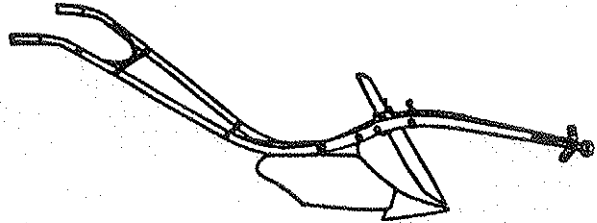
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala

Department of Soil Sciences

Reports from the Division of Soil Management



Nr 93

1998

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningsavdelningens
årsrapport 1997**

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-R--93--SE

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 93, 1998
ISSN 0348-0976
ISRN SLU-JB-R--93--SE

Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson,
Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Andreas Trautner, Thomas Wildt-Persson

JORDBEARBETNINGSAVDELNINGENS ÅRSRAPPORT 1997

Abstract

RESULTS OF RESEARCH IN SOIL TILLAGE IN 1997

This report summarizes the activities carried out by the Division of Soil Management in 1997, including the results from about 100 field experiments. The experimental sites were located all over Sweden. The issues are grouped within the following programs:

*Primary tillage and tillage systems
Seedbed preparation and properties related to the surface layer
Soil compaction, soil structure and soil conservation
Mechanical weed control
Nutrient leaching and erosion
Plant nutrient efficiency and recycling*

INLEDNING

Denna rapport tar upp större delen av verksamheten som bedrevs vid avdelningen för jordbearbetning under 1997, och redovisar resultat från samtliga fältförsök som drivs av avdelningen. Uppläggningsen är i stort sett densamma som i tidigare årsrapporter. Verksamheten redovisas under avdelningens olika program: (1) grundläggande bearbetning och bearbetningssystem, (2) såbäddsberedning och ytskiktets funktion, (3) markstruktur, jordpackning och markvård, (4) mekanisk ogräsbekämpning, (5) växtnäringens utlakning och erosion samt, (6) växtnäringens flöden. Syftet är detsamma som tidigare, d.v.s.

- Information om avdelningens verksamhet. -Genom denna rapport får man snabbt en bild av vilka försök och vilken forskning som utförs vid avdelningen. Avsikten är också att delge resultaten på ett lättillgängligt sätt, med en kort text som redovisar de viktigaste resultaten från varje försöksserie eller forskningsprojekt. Den som önskar ytterligare information kan höra av sig till den kontaktperson som anges i texten.
- En snabb och löpande resultatredovisning av de fältförsök som drivs vid avdelningen. Liksom förut kommer enskilda försöksserier att redovisas utförligt i rapportform efter seriens avslutande men årsrapporten medger en snabbare publicering av pågående försök.
- Information om vad avdelningen inte håller på med. -Detta är också en viktig uppgift. Som läsare kan du snabbt konstatera: Varför finns ingen forskning som behandlar den fråga jag tycker är viktig? Vi hoppas att rapporten ska medverka till en dialog där människor runt om i jordbrukssverige kommer till oss med synpunkter på vår verksamhet.

Texten till de olika avsnitten har i regel skrivits av den (de) kontaktperson(er) som anges för respektive avsnitt.

Jordbearbetningsavdelningen, SLU, februari 1998

Johan Arvidsson
Sixten Gunnarsson
Sven-Erik Karlsson
Berth Mårtensson
Tomas Rydberg
Staffan Steineck
Tomas Wildt-Persson

Helena Elmquist
Inge Håkansson
Einar Larsson
Kersti Rask
Eva Salomon
Maria Stenberg

Börje Gillberg
Daniel Johansson
Jonas Moberg
Sasa Ristic
Erika Sjöberg
Andreas Trautner

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem 4

| | | | |
|-----------|---|---------|----|
| | Olika sättider i potatisodlingen | | 5 |
| TR | + Olika bearbetningssystem - luckringsbehov | RZ-4007 | 7 |
| | + Olika bearbetningssystem - jordpackning | 4008 | 8 |
| | + Olika bearbetningssystem - gödselplacering | 4009 | 10 |
| | + Olika bearbetningssystem - halmbehandling | 4010 | 11 |
| | + Bortodling av myr | 4014 | 13 |
| | + Direktsådd | 4017 | 14 |
| Johansson | + Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling | 4027 | 15 |
| | Olika plöjningsdjup | 4107 | 17 |
| | Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd | | 19 |

Såbäddsberedning och ytskiktets funktion 21

| | | | |
|--|--|--|----|
| | Sammanfattning tidig sådd | | 22 |
| | Etablering av fånggröda i höstvete | | 24 |
| | Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till höstraps för att minska risken för kväveläckage | | 26 |
| | Myllning av kväve på våren till höstvete | | 27 |

Jordpackning, markstruktur och markvård 28

| | | | |
|-----------|--|------|----|
| | Packning av tunga betupptagare i fältförsök startade 1995 och 1996 | | 29 |
| | Ny teknik för att mäta packning i alven - resultat från 1997 | | 33 |
| Johansson | Låga marktryck i odling med och utan plöjning | 7115 | 39 |
| | Mätningar av skjuvhållfasthet | | 40 |
| | Markstruktur som skördebestämmande faktor | | 42 |

Mekanisk ogräsbekämpning 46

| | | | |
|--|---|--|----|
| | Radhackning med olika efterredskap vid olika radavstånd och hastigheter | | 47 |
| | Kvickrotsbekämpning i plöjningsfri odling | | 53 |

Växtnäringsutlakning och erosion 56

| | | |
|---|------|----|
| Bearbetningssystem och fosforerosion | | 57 |
| Bearbetning - fosforerosion - N-läckage | | 57 |
| Grön mark och N-utlakning | | 58 |
| + Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder | 8401 | 58 |
| + Flytgödsel- fånggrödor - utlakning | 8402 | 59 |
| + Miljöanpassad flytgödsel och fånggrödor | 8403 | 61 |
| + Växtföljder - fånggrödor - utlakning | 8404 | 62 |
| + Jordbearbetning - kväveutlakning | 8405 | 64 |
| Litteratur fosforerosion, grön mark och kväveutlakning | | 66 |
| + Kväveeffektiv jordbearbetning | 8407 | 68 |
| Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord | | 69 |
| Minirhizotron för att studera rottillväxt och rotbiomassa | | 70 |

Växtnäringsflöden 71

| | |
|--|----|
| Humanurin och rötresten som gödselmedel till vårkorn | 72 |
|--|----|

GRUNDLÄGGANDE BEARBETNING OCH -SYSTEM

Med grundbearbetning menar vi här den jordbearbetning som sker mellan skörd av en gröda och såbäddsberedningen för att etablera nästa gröda (i internationell litteratur "primary tillage"). Syftet är främst att luckra jorden, bekämpa ogräs och mylla ned skörderester, och den traditionella metoden i Sverige är förstås plöjning. Eftersom denna åtgärd är den mest resurskrävande delen av jordbearbetningen har en stor del av forskningsarbetet berört möjligheterna att utesluta plöjning. Fältförsöken är i dag i första hand inriktade på följande frågor:

- att undersöka under vilka förhållanden minskad bearbetning (plöjningsfri odling) ger ett bättre odlingssystem (med avseende på skörd, ekonomi och markstruktur) än odling med plöjning
- att belysa vilken plöjningsteknik som är bäst under olika förhållanden
- att undersöka olika bearbetningssystem inom plöjningsfri odling
- att optimera bearbetningen i förhållande till växtnäringens utnyttjande
- att undersöka grundbearbetningens betydelse vid en förenklad såbäddsberedning

De försöksserier som f.n. pågår inom detta område är (startår inom parentes):

| | | |
|---------|--------|---|
| R2-2415 | (1994) | Bearbetning till potatis |
| R2-4007 | (1974) | Odling med och utan plöjning, med olika bearbetningsdjup |
| R2-4008 | (1974) | Odling med och utan plöjning, med olika packning |
| R2-4009 | (1974) | Odling med och utan plöjning, radmyllad eller bredspridd gödsel |
| R2-4010 | (1974) | Odling med och utan plöjning, med olika halmbehandling |
| R2-4014 | (1976) | Bortodling av myr |
| R2-4017 | (1982) | Direktsådd |
| R2-4027 | (1991) | Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling |
| R2-4107 | (1978) | Olika plöjningsdjup |
| R2-4108 | (1992) | Grundplöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd |

Olika sättider i potatisodlingen

I försöksserie R2-2415 studeras, i olika bearbetningssystem, om det går att förlänga vegetationsperioden genom tidigare sättning av potatisen. I årets två försök gav tidig sättid betydande skördeökning, i ett av försöken (Västerby, Hedemora) 12 procent och i det andra (Säby, Ultuna) 3 procent. Skördenivåerna 1997 var normala trots en sen, kall och våt vår och en mycket varm och torr sommar

Under 1997 studerades tidig sättning av potatis i två försök, ett på Västerby (Hedemora) och ett på Säby (Ultuna). Syftet var att undersöka om det går att förbättra skörden genom att bearbeta in värme i jorden på våren och därigenom skapa förutsättningar för tidigare sättning. Förlängning av vegetationsperioden genom tidigare sättning borde kunna medföra följande:

- + Högre skörd och tidigare, alternativt förlängd, upptagningssäsong
- + Minskad risk för mekaniska skador.
- Ökad risk för svampangrepp.

Försöksplanen i de två försöken var två-faktoriell med bearbetning som huvudfaktor och sättid som bifaktor. Försöksplatserna bevarades ej. Sorten var Ukama och försöksplanen hade följande utseende:

A=Höstpl.+konv.vårharvn.

B=Höstpl.+ höstharvn.+förfkupn.(vår)

C=Vårpl.+konv.vårharvn.

1= Tidig sättid

2= Normal sättid

Sättiden var för försöket i Västerby 97-05-15 resp 97-06-04 och för Säby försöket 97-05-21 resp 97-05-30.

Som komplement till avkastningsbestämningen genomfördes undersökningar av rotdjupet. Dessutom bestämdes mekaniskt jordmotstånd i marken genom penetrometermätningar i försöket på Västerby. Gradering av groddbränna

liksom temperaturmätningar utgick 1997 av kostnadsskäl.

Resultat

I båda försöken var blasten kraftigare och längre under hela vegetationsperioden i ledet med tidig sättning men vissnade också tidigare. Redan 2 till 3 veckor före blastdödning var över hälften nedvissnat.

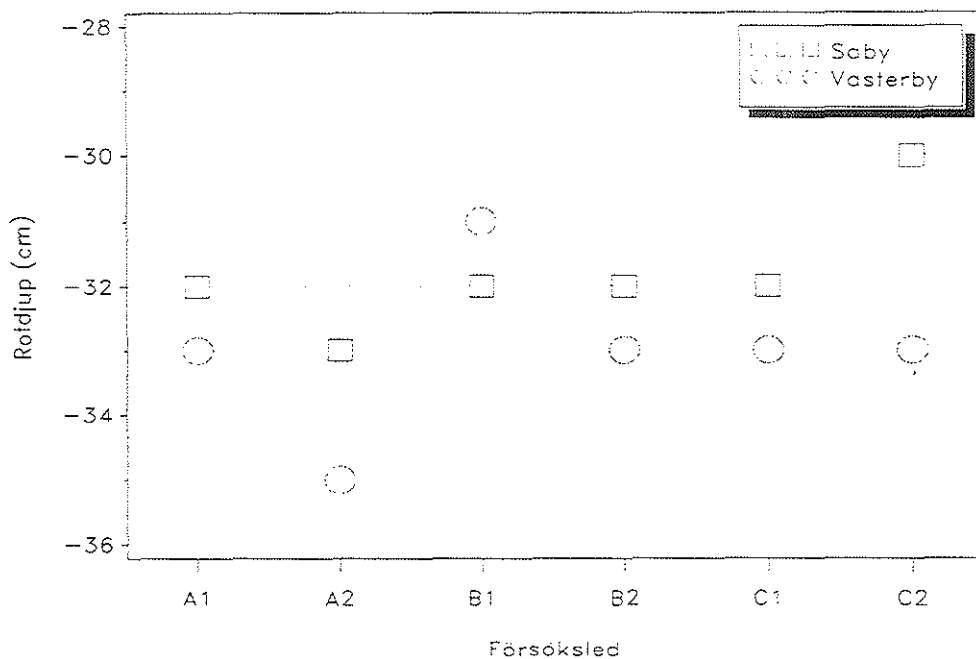
Mellan huvudleden syntes däremot ingen skillnad. Skörderesultaten visar att när det gäller plöjnings-tidpunkten har vårplöjning resulterat i lägre knölskörd än höstplöjning (10-15 %). Vårplöjning och förkupning gick inte särskilt bra på Säby, medan vårplöjning på Västerby i kombination med normal sättid gav högre skördenivå än höstplöjt med normal sättid. Försöksledet med höstplöjning + förkupning på våren gick detta år inte så bra på Säby.

Den tidiga sättiden på Västerby medförde en skördeökning på 12 procent kanske p.g.a. den sena kalla sena våren, men skördenivån blev något lägre än tidigare år. När det gäller Säbyförsöket och tidiga sättiden blev skördeökningen endast 3 procent och skördenivån var över normal. Häftiga regnskurar över Uppsalaområdet 1997 höjde troligen skörden.

Rotdjupsmätningar utfördes på Säby 97-09-26 och Västerby 96-09-22. Skillnaderna detta år var mycket små och kan knappast ha påverkat skörderesultaten. Höstplöjda led med och utan förkupning på våren hade något större rotdjup i båda försöken. Kontaktperson är Sixten Gunnarsson, tel. 018/671215.

Tabell 1. Knölskörd (ton/ha) i försöksserie R2-2415 1997

| Försök nr | U1 633/96 | W 36/96 | Medel | Medel 94-97 |
|------------------------------------|-----------|----------|-------|----------------|
| Län,plats | Säby | Västerby | | |
| Jordart | mo LL | l mo | | |
| Höstplöjt+vårharvn.+tidig sättning | 40.4 | 34.7 | 37.6 | 32.8 |
| Höstplöjt+vårharvn.+normal sättid | 92 | 81 | 87 | 87 |
| H-pl+hösth+förkupa(vår)+tid s-tid | 92 | 99 | 95 | 95 |
| H-pl+hösth+förkupa(vår)+norm s-tid | 89 | 89 | 89 | 85 |
| Vårplöjt+vårharvn+tidig sättid | 81 | 90 | 85 | 92 |
| Vårplöjt+vårharvn+normal sättid | 84 | 84 | 84 | 86 |
| Höstplöjt+konv harvning på våren | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Höstplöjt+hösthavt+förkupa(vår) | 94 | 104 | 99 | 97 |
| Vårplöjt+konv harvning på våren | 86 | 96 | 90 | 95 |
| Tidig sättid | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Nomal sättid | 97 | 88 | 93 | 90 |
| Sign bearb. | * | | * | * |
| Sign sättid | | * | | * |
| Sign. samspel | | | | * |



Figur 1. Uppmäta största medelrotdjup i försök U1 633/96 på Säby och W 36/96 på Västerby. A1=Höstplöjn+vårharvn. tidig sättning. A2=Höstplöjn+vårharvn. normal sättid. B1=Höstplöjn+vårharvn+förkupa(vår) tidig sättid. B2=Höstplöjn+hösthavt+förkupa(vår) normal sättid. C1=Vårplöjt+vårharvning tidig sättid. C2=vårplöjt+vårharvning normal sättid.

Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

I ett plöjningsfritt odlingssystem, där höstplöjningen ersätts med enbart ytlig bearbetning till ca 10-12 cm, blir matjordens nedre del oftast för kompakt. Genom att bearbeta med kultivator till plogdjup har skörden ökat med 2-3 %. Samma förbättring har även erhållits i ett bearbetningssystem där den ytliga bearbetningen någon gång i växtföljden ersatts med plöjning.

Under senare år har allt fler lantbrukare börjat använda kultivatorer som enda redskap vid höstbearbetningen. I många fall bearbetas betydligt djupare än vad som är möjligt med ett tallriksredskap.

I försöksserie R2-4007 har sedan år 1974 kultivering till plogdjup jämförts med enbart ytlig stubbearbetning med tallriksredskap och/eller kultivator till ca 10-12 cm. I försöksserien har också ingått ett led med plöjning vissa år och övriga år enbart ytlig bearbetning, samt ett led med plöjning vissa år och övriga år kultivering till plogdjup. Plöjningen i de sistnämnda leden har i genomsnitt utförts var femte år. Totalt har serien omfattat nio försök med tillsammans 89 st skördeår. Sedan 1993 omfattar serien endast ett försök, nr 141/74 på Ultuna. Huvudleden är följande:

- A = Stubbearb. + plöjn. varje år
- B = Stubbearb. + plöjn. vissa år, övr år en extra stubbearb. till 10-12 cm
- C = Stubbearb. + plöjn. vissa år, övr år en luckring till plogdjup
- D = Stubbearb. till 10-12 cm varje år
- E = Kultivering till plogdjup varje år

Försök nr 141/74 finansieras med medel för långliggande försök och vi hoppas att alla som har intresse av långsiktiga förändringar tar till vara möjligheten att kunna genomföra specialstudier i detta försök.

Resultat

Hösten 1996 plöjdes endast led A. Som framgår av tabell 2 har de plöjningsfria leden hävdats sig väl under 1997.

Resultaten från övriga försök i serien visar på klara positiva effekter av både en djupluckring och en återkommande plöjning, i genomsnitt 2-3 %. Dessa resultat finns utförligare redovisade i årsrapporten från 1994. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel 018/671200.

Tabell 2. Skörd, kg/ha, och relativt (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007 1997

| Försök nr, jordart | Län/plats | Gröda | Plöjn | Plöjn vissa år, grund bearb | Plöjn vissa år, djup bearb | Aldrig plöjn grund bearb | Aldrig plöjn djup bearb | Sign |
|--------------------|-----------|-------|-------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|------|
| 141/74 mmh SL | Ul | Korn | 4840 | 96 | 102 | 104 | 105 | n.s. |
| 23 försöksår | | | 100 | 105 | 106 | 105 | 106 | |

Olika bearbetningssystem-jordpackning

I många försök har visats att om plöjning ersätts med enbart yttlig stubbearbetning så blir matjorden lätt för kompakt. Men vad händer om man i stället för plöjning bearbetar med en kultivator till ca 20 cm? Frågan är av speciellt stort intresse i södra delarna av vårt land där många jordar ofta är i stort behov av luckring framför allt pga ett mildare klimat och ett stort antal överfarter/år.

I försöksserie R2-4008, som startades 1974, studerades tidigare effekter av enkel- resp dubbelmontage i plöjda och enbart ytligt bearbetade led. I genomsnitt medförde dubbelmontage en större skördeökning i oplöjt led jämfört med i plöjt, skördenivån var dock trots användning av dubbelmontage klart lägre i ledet med enbart yttlig bearbetning. För att vidareutveckla den plöjningsfria odlingen bestämdes att försöksplanen i denna serie borde förnyas. En mycket vanligt förekommande fråga från lantbrukarhåll är om plogens luckringsarbete kan ersättas med en djupare bearbetning med kultivator. Mot bakgrund av bl.a. detta har den nya försöksplanen från och med hösten 1991 fått följande utseende.

- A = Plöjning, normal bearbetning
- B = Plöjningsfritt, plöjning till sockerbetor
- C = Plöjningsfritt

- 01 = Normal intensitet och normalt djup
- 02 = Intensiv och djup bearbetning

- Plöjda led 01 = ingen stubbearbetning
- Plöjda led 02 = en stubbearbetning
- Ej plöjda led 01 = två stubbearb. till 10-15 cm
- Ej plöjda led 02 = tre stubbearb., den sista till 20 cm.

Serien har sedan 1989 endast omfattat ett fastliggande försök på Lönnstorp. I samband med förnyelsen av försöksplanen hösten 1991 genomfördes ingen förändring av rutfördelningen i fält. Detta innebär att möjligheterna att studera långsiktiga

effekter av enbart yttlig bearbetning fortfarande kvarstår.

Resultat

År 1992 odlades höstvetete. I genomsnitt var skörden i plöjda led högre än i de plöjningsfria och någon positiv effekt av den djupare bearbetningen kunde ej konstateras. Däremot medförde djupkultiveringen höjd skörd år 1993 då grödan var sockerbetor. Även år 1994 då grödan var havre resulterade djupkultiveringen i högre skörd. Korngrödan 1995 reagerade däremot ej positivt på en djupare och intensivare bearbetning i plöjningsfria led. År 1995 är också det första år som plöjningsfritt genomgående resulterat i högre skörd. En förbättrad vattenhushållning under sommarens torra perioder är den troligaste orsaken. År 1996 var grödan höstoljeväxter och av tabell 3 framgår att djupbearbetningen i plöjningsfria led resulterat i en skördeökning på ca 10 procentenheter. Även sommaren 1997 var periodvis mycket varm och nederbördsfattig, vilket troligtvis även detta år är en förklaring till de högre skördarna med plöjningsfri odling. En ytterligare orsak till det större skördeutbytet med plöjningsfri odling kan vara att förfrukten var oljeväxter. Normalt fungerar då plöjningsfri odling mycket bra i förhållande till konventionell teknik. Detta försök finansieras med medel för långliggande försök. Kultivator-bearbetning är också föremål för specialstudier i försöksserie R2-4027. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018/67 12 00.

Tabell 3. Skörd kg/ha, och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-1997 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj Δ LL

| År | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|--|------------------|--------------------|-----------------|----------------|-------------------|------------------|
| Gröda | | | | | | |
| | h-vete, kg/ha | s-betor, ton/ha | havre, kg/ha | korn, kg/ha | h-oljev, kg/ha | h-vete, kg/ha |
| <hr/> | | | | | | |
| Plöjning, normal bearbetning: | | | | | | |
| normal intensitet och normalt djup | 4500 | 62.3 | 4320 | 5640 | 3660 | 8250 |
| intensiv och djup bearbetning | 104 | 100 | 106 | 102 | 98 | 102 |
| Plöjningsfritt, plöjning till s-betor: | | | | | | |
| normal intensitet och normalt djup | 93 | 104 | 99 | 110 | 88 | 104 |
| intensiv och djup bearbetning | 96 | 103 | 101 | 111 | 96 | 105 |
| Plöjningsfritt: | | | | | | |
| normal intensitet och normalt djup | 86 | 95 | 95 | 112 | 90 | 105 |
| intensiv och djup bearbetning | 83 | 100 | 96 | 109 | 100 | 105 |
| <hr/> | | | | | | |
| Plöjning, normal bearb. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Plöjningsfritt, plöjning till s-betor | 93 | 103 | 97 | 109 | 93 | 103 |
| Plöjningsfritt | 83 | 97 | 92 | 109 | 96 | 104 |
| <hr/> | | | | | | |
| Normal intensitet och normalt djup | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Intensiv och djup bearbetning | 101 | 101 | 103 | 100 | 106 | 101 |
| <hr/> | | | | | | |
| Signifikans bearbetning | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * |
| Signifikans intensitet | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. |
| Signifikans samspel | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. |

Olika bearbetningssystem-gödselplacering

I försök med kombisädd i plöjda och icke plöjda led har i genomsnitt en skördeökning på 4 % noterats i det konventionella ledet medan skördeökningen varit mer än den dubbla i det plöjningsfria ledet.

Motivet till att denna serie (R2-4009) startades i mitten av 1970-talet var att undersöka om den förmodade försämringen av tillgängligheten av främst fosfor och i viss mån även kalium, vid enbart ytlig bearbetning, kunde förbättras av en djupare gödselplacering. Försöksserien har omfattat två st försök varav det ena på Källunda i Skåne (Ug) och det andra på Röbbäcksdalen (AC). Endast försöket på Röbbäcksdalen pågår idag. Följande led har ingått:

- A1 = Stubbearbetning + plöjning varje år, gödsling på markytan
- A2 = stubbearbetning + plöjning varje år, radmyllning av gödsel
- B1 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, gödsling på markytan
- B2 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, radmyllning av gödsel
- C1 = Stubbearbetning + ingen plöjning, gödsling på markytan
- C2 = Stubbearbetning + ingen plöjning, radmyllning av gödsel

Stubbearbetning har genomförts i normal omfattning, oftast med tallriksredskap och till ett djup av 10-12 cm. Plöjning vissa år har i denna serie utförts ca vart fjärde år,

senast hösten 1996. Ej plöjda rutor har bearbetats en gång extra med tallriksredskap. Skörderester har brukats ned. Dubbelmontage har använts i så stor utsträckning som möjligt. Samtliga grödor har gödslats med N, P och K. Till höstvetet har endast NP-gödselmedel myllats.

Resultat

Skörderesultaten för höst- och vårstråsäd sammanslaget med ett skördeår med våraps från Källunda och för vårstråsäd sammanslaget med två år med foderraps från Röbbäcksdalen presenteras i tabell 4. På Källunda har även odlats sockerbeter (1 år) och vall (2 år) och på Röbbäcksdalen potatis (2 år) och vall (2 år). I tabellen redovisas även 1997 års resultat från Röbbäcksdalen. Mycket tyder på att radmyllning av handelsgödsel medför större skördeökning vid plöjningsfri odling jämfört med konventionell bearbetning. Försöket finansieras med medel för långliggande försök. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018/67 12 00.

Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, gödslat på ytan=100) i försöksserie R2-4009 1976-1997, samt försök 235/76 1997

| Försök nr | 200/75 | 235/76 | Samtliga 1976-1997 | 235/76 1997 |
|----------------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------|
| Län/plats | Ug | AC | | Gröda: |
| Jordart | nmh I Mo | nmh I Mo | | korn m insädd |
| Antal försöksår | 9 | 20 | 29 | kg ts/ha |
| Plöjn. varje år, gödslat på ytan | 100 | 100 | 100 | 2415 |
| Plöjn. varje år, myllad gödsel | 104 | 104 | 104 | 113 |
| Plöjn. vissa år, gödslat på ytan | 96 | 100 | 98 | 109 |
| Plöjn. vissa år, myllad gödsel | 101 | 106 | 104 | 118 |
| Aldrig plöjning, gödslat på ytan | 95 | 92 | 93 | 91 |
| Aldrig plöjning, myllad gödsel | 98 | 105 | 103 | 103 |
| Plöjning varje år | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Plöjning vissa år | 97 | 99 | 98 | 106 |
| Aldrig plöjning | 95 | 97 | 96 | 91 |
| Gödslat på ytan | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Myllad gödsel | 104 | 106 | 105 | 111 |
| Signifikans | | | | * |

Olika bearbetningssystem-halmbehandling

En av plöjningens viktigaste uppgifter är att mylla skörderester. Vid enbart ytlig bearbetning blir oftast mängden skörderester i ytskiktet alltför stor för att störningsfri såbäddsberedning och sådd skall vara möjlig. Om halmen bärgades borde därför resultatet med plöjningsfri odling förbättras. Detta har också bekräftats i försöksserie R2-4010 där det första försöket anlades redan år 1974.

Speciellt syfte med serie R2-4010 har varit att studera effekter av olika halmbehandling i samband med reducerad bearbetning. Serien har omfattat fyra försök, varav ett på Lanna (La), ett på Rudsberg (S), ett på Bjällösa (E) och ett på Knistad (R). Endast Lannaförsöket pågår idag. I försöken har följande led ingått:

A1 = Stubbearbetning + plöjning varje år, kort stubb, halmen bortförd.

A2 = Stubbearbetning + plöjning varje år, kort stubb, halmen hackad

B1 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, kort stubb, halmen bortförd

B2 = Stubbearbetning + plöjning vissa år, kort stubb, halmen hackad

C1 = Stubbearbetning + ingen plöjning, kort stubb, halmen bortförd

C2 = Stubbearbetning + ingen plöjning, kort stubb, halmen hackad

Plöjning vissa år har i denna serie utförts i genomsnitt vart åttonde år. På Lanna har exempelvis plöjning vissa år (B-ledet) inneburit plöjning höstarna 1977, 1990 och 1992. Växtföljderna på försöksplatserna har varit stråsådesdominerade med oljeväxter som omväxlingsgröda.

Resultat

Resultaten sammanfattas i tabell 5. På alla försöksplatser, utom Knistad, har den

plöjningsfria odlingen gynnats av att halmen bortförts. Det avvikande resultatet från Knistadförsöket kan bero på att på denna extremt struktursvaga och kapillära jord har halmens positiva inverkan på strukturstabilitet och vattenhushållning varit av större betydelse än på övriga försöksplatser. År 1997 var det EU-träda på hela skiftet där försöket ligger, dvs även inklusive försöksplatsen. Några skörde-data föreligger därför ej från försöket år 1997.

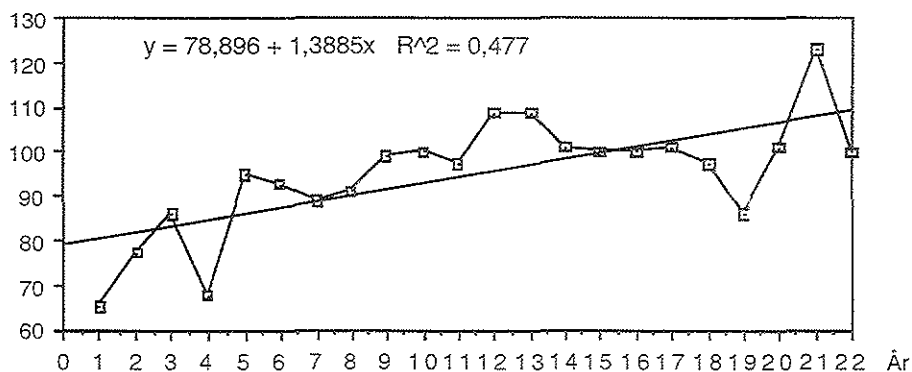
En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger dock ej men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974. Från näst intill katastrofala resultat med enbart ytlig bearbetning under de första 4-5 åren har en stegvis förbättring ägt rum (figur 2). Den positiva skördetrenden har förmodligen inte enbart orsakats av förbättrade markförhållanden utan bidragande orsaker har även varit en genom åren ökad kunskap om hur plöjningsfri odling bäst genomförs och likaså en genom åren förbättrad redskapstillgång. Försöket på Lanna finansieras med medel avsatta för långliggande försök.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel 018/67 12 00.

Tabell 5. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-1997

| Försök nr | 86/75 | 201/77 | 3/75 | 381/74 | Samtliga | 381/74 |
|-------------------------------|-------------|-----------|-------------|-----------|----------|--------------|
| Län/plats | S | R | E | La | | 1997 |
| Jordart | mmh moLL | mmh ML | mmh moLL | mmh SL | | EU- träda |
| Antal försöksår | 11 | 7 | 8 | 22 | | |
| Plöjt varje år, halm bortförd | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - |
| Plöjt varje år, halm hackad | 99 | 104 | 97 | 102 | 101 | - |
| Plöjt vissa år, halm bortförd | 105 | 107 | 99 | 100 | 102 | - |
| Plöjt vissa år, halm hackad | 103 | 107 | 96 | 98 | 100 | - |
| Aldrig plöjt, halm bortförd | 110 | 109 | 94 | 96 | 101 | - |
| Aldrig plöjt, halm hackad | 106 | 109 | 87 | 94 | 98 | - |
| Plöjning varje år | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - |
| Plöjning vissa år | 105 | 105 | 99 | 97 | 101 | - |
| Aldrig plöjning | 109 | 107 | 92 | 93 | 99 | - |
| Halmen bortförd | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | - |
| Halmen hackad | 98 | 101 | 95 | 100 | 99 | - |
| Signifikans bearbetning | | | | | | |
| Signifikans halmbehandling | | | | | | |
| Signifikans samspel | | | | | | |

Rel. skörd (plöjning = 100)



Figur 2. Relativ skörd i plöjningsfritt led (plöjning = 100) i försök 381/74 på Lanna sedan start år 1974.

Bortodling av myr

Bearbetning av en torvjord resulterade i en bortodling av ungefär 3 mm/år. Resultaten skilde inte nämnvärt mellan plöjda och enbart stubbearbetade led. I ett försöksled med permanent vall var bortodlingen närmast försumbar.

Bearbetning av torvjordar har visat sig resultera i en minskning av torvlagrets mäktighet. En sådan bortodling beror i första hand på en ökad förmultning till följd av syretillförseln i samband med jordbearbetning. Bortodlingen av torvskiktet kan leda till försämrade markegenskaper på flera sätt. I syfte att kvantifiera jordbearbetningens betydelse för bortodlingen påbörjades 1976 avvägning av en kärrtorvjord i serie R2-4014. Avvägningar har därefter utförts på försommaren 1983 och 1990. Avvägning planeras åter genomföras 1998. Försöket är beläget vid försöksstationen Stenstugu på Gotland och innehåller följande behandlingar:

- A = Stubbearb. varje år och plöjning varje år ("konventionell bearbetning").
- B = Stubbearb. varje år och plöjning vissa år.
- C = Stubbearb. varje år och ingen plöjning.
- D = Ingen bearbetning, permanent vall.

B-ledet har plöjts i genomsnitt 3 år av 4, dock ej hösten 1996.

Resultat

En sammanställning från avvägningarna

Tabell 6. Nivåer i förhållande till en fixpunkt som är belägen intill försöket. Minustecken avser nivåförändringarna från starten dvs 1976. Medelvärden i cm

| Försöksled | 1976 | 1983 | 1990 |
|---------------------|------|------------|------------|
| Plöjning | 21,0 | 18,4(-2,6) | 16,2(-4,8) |
| Plöjning vissa år | 20,7 | 17,0(-3,7) | 16,0(-4,7) |
| Plöjningsfri odling | 17,0 | 13,6(-3,4) | 12,8(-4,2) |
| Permanent vall | 22,1 | 20,4(-1,7) | 21,6(-0,5) |

Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativatal (plöjning varje år=100) i serie R2-4014 1976-1997

| Försök nr | Län/ plats | Jordart | Gröda | Förf. | Plöjn. varje år | Plöjn. vissa år | Aldrig plöjn. | Sign. |
|--------------|---------------|----------|-------|-------|--------------------|--------------------|------------------|-------|
| 188/76 1997 | St | Kärrtorv | Korn | Havre | 5410 | 104 | 100 | n.s. |
| 20 försöksår | | | | | 100 | 104 | 109 | |

redovisas i tabell 6 och skörderesultaten i tabell 7. Nivåsänkningen i de bearbetade leden är av storleken 3 mm/år, medan bortodlingen under den permanenta vallen varit närmast försumbar. Några större skillnader i bortodling mellan de bearbetade försöksleden (A, B och C) har hittills ej registrerats. En slutsats kan därför bli att torvjordar överhuvud taget inte bör bearbetas om bortodlingen skall upphöra i nämnvärd omfattning. Värt att notera är också det plöjda ledets (led A) förhållandevis måttliga nivåsenkning till år 1983. Detta beror troligtvis på plöjningens luckrande verkan. De små skillnaderna mellan de bearbetade leden i den här undersökningen bör inte tolkas alltför vidsträckt. Erfarenheter från mer intensiv odling, t.ex. potatisodling, har visat på en bortodling av storleken 1 cm/år. Det går därför inte att hävda att olika typer av jordbearbetning generellt sett resulterar i ungefär lika stor bortodling. Vidare bör också nämnas att egenskaper hos olika torvjordar kan variera. Detta försök finansieras med medel avsatta för långliggande försök. Kontaktperson för försöket är Tomas Rydberg, tel. 018/671200.

Direktsådd

Kan direktsådd tillämpas till samtliga grödor i växtföljden utan avbrott med konventionell bearbetningsteknik? Frågan är aktuellare än någonsin då det pga sänkta produktpriser gäller att till det yttersta minska på samtliga kostnader och inte minst på bearbetningskostnaderna. I ett direktsått system är totala bearbetningskostnaderna endast ca 30 % av kostnaderna i ett konventionellt system.

För att studera effekter av kontinuerligt tillämpad direktsådd anlades på hösten 1982, i serie R2-4017, fyra st försök varav ett på Alnarp, ett på Tönnersa, ett på Lanna och ett på Ultuna. Försöket på Tönnersa (N) avslutades år 1985, det på Alnarp år 1989 och det på Ultuna (U) 1990. För närvarande pågår således endast försöket på Lanna. Redovisningen här inskränker sig enbart till Lannaförsöket. Resultat från övriga försök finns redovisade i avdelningens årsrapport 1994.

Lannaförsöket innehåller följande huvudled:

- A = Konventionell bearbetning
- B = Direktsådd
- C = Direktsådd, plöjning vissa år

Sedan 1992 ingår även sub-leden

- 1 = halmen kvar
- 2 = halmen bärgad
- 3 = halmen bärgad + stubbearbetning
- 4 = halmen kvar + stubbearbetning

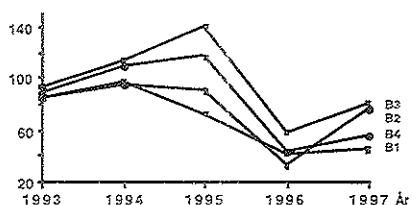
Under pågående försöksperiod har emellertid C-led aldrig plöjts. Direktsådden har fram till och med 1988 utförts med en "trippel-disc maskin" av märket Bettinson, därefter med Väderstads DS-maskin och från och med 1997 med Väderstads Rapid.

Resultat

Av resultaten i figur 3 framgår att direktsådden fungerat bra åren 1993-95 om

den genomförts i stubbearbetade rutor. Det tycks även som om det varit en fördel att bärga halmen oavsett om stubbearbetning genomförts eller ej. Åren 1996 och 1997 har däremot direktsådda led ej hävdats mot konventionell teknik, bl.a. beroende på en rikligare ogräsförekomst och en sämre plantetablering i såväl B-som C-led.

Rel. skörd(plöjn.,halm kvar, ej stubbearb. = 100)



Figur 3. Relativ skörd med direktsådd i försök 703/82 på Lanna. B1=halm kvar ej stubbearb. B2=halm bärgad ej stubbearb. B3=halm bärgad stubbearb. B4=halm kvar stubbearb.

Resultatredovisningen i tabell 8 omfattar enbart huvudleden A, B och C. Sammanfattningsvis kan konstateras att visst går det att år efter år tillämpa direktsådd men det tycks som om man vissa år får räkna med en skördesänkning i synnerhet om ogräset ej kan bemästras. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel 018/67 12 00.

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-40;7 1982-1997

| Försök nr | Län/ Jordart plats | Gröda | Förfr. | Konv. sådd | Direkt sådd | Direktsådd, plöjn. vissa år | Sign. |
|--------------|--------------------|--------|--------|------------|-------------|-----------------------------|-------|
| 703/82 1997 | La mf SL | V-olja | H-vete | 2580 | 64 | 74 | 0.5 |
| 15 försöksår | | | | 100 | 89 | 90 | |

Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

1991 startades två försök med olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling på Ultuna. Bearbetning med kultivator till 20 cm har givit högre skörd än en grundare bearbetning. Högre halmmängd i plöjningsfri odling har ibland orsakat högre sjukdomsangrepp och sämre gröningsförhållanden än odling med plöjning.

Utebliven jordbearbetning, t.ex. vid plöjningsfri odling medför att markens naturliga strukturupbyggnad ej störs. Detta kan bland annat leda till att genomsläppligheten i den gamla plogsulan ökar. Ofta sker dock en förtätning av matjorden, som kan försämra rottillväxten. I serie R2-4027 studeras effekter av olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling. Serien innehåller tre fastliggande försök vid Ultuna med följande försöksplan:

A=Plöjning

B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr

C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr

D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr

E=Tallriksredskap 2-3 ggr

Försöksserien startades 1991 och hittills har endast vårsådda grödor odlats, i årets försök korn och vårrybs.

Resultat

Skörd 1996 och 1991-96 visas i tabell 9 resp 10. I de två försök som legat längst, 517/91 och 524/91, gav odling med plöjning betydligt högre skörd än plöjningsfri odling, med små

Tabell 9. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1997

| Försök nr | 517/91 | 524/91 | 618/95 | Medel 1997 |
|----------------------------------|--------|---------|---------|------------|
| Län, plats | Ultuna | Ultuna | Ultuna | |
| Jordart | mmh ML | mmh SL | | |
| Gröda | Korn | Vårrybs | Vårrybs | |
| A=Plöjning | 4870 | 1780 | 1860 | 100 |
| B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr | 90 | 80 | 102 | 91 |
| C=Kultivator till 15 cm, 2-3ggr | 90 | 76 | 101 | 89 |
| D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr | 90 | 82 | 101 | 91 |
| E=Tallriksredskap 2-3 ggr | 90 | 81 | 106 | 92 |
| Signifikans | * | n.s. | n.s. | |

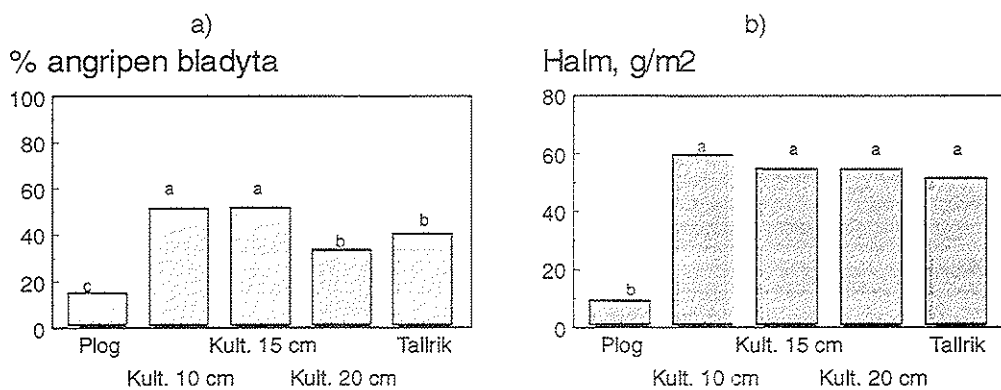
Tabell 10. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-97

| Försök nr | 517/91 | 524/91 | 618/95 | Medel |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|
| Län, plats | Ultuna | Ultuna | Ultuna | |
| Jordart | mmh ML | mmh SL | | |
| Antal år | 6 | 6 | 2 | 14 |
| A=Plöjning | 100 | 100 | 100 | 100 |
| B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr | 87 | 94 | 105 | 92 |
| C=Kultivator till 15 cm, 2-3ggr | 90 | 96 | 103 | 94 |
| D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr | 97 | 96 | 103 | 97 |
| E=Tallriksredskap 2-3 ggr | 89 | 88 | 109 | 91 |

skillnader mellan de plöjningsfria leden. En viktig förklaring till den låga skörden av vårrybs i ej plöjda led i försök 524/91 är troligtvis ogynnsamma förhållanden vid etableringen, orsakade av en låg marktemperatur. Plantantalet i led B-E var signifikant lägre än i A-led, och tillväxten tidigt på våren betydligt långsammare. I försök 618/95 fanns ej denna tydliga skillnad i plantetablering mellan leden. I försök 517/91 har odlats korn efter korn sedan försökets start, och den låga skörden i plöjningsfria led kan delvis vara en förfruktseffekt. År 1995 och

1996 konstaterades större svampangrepp i ej plöjda jämfört med plöjt led (figur 4 a), tyvärr gjordes dock ingen gradering av svampangrepp under 1997. Däremot gjordes en mätning av halmmängden i markytan efter sådd 1997 (figur 4 b). Halmmängden var lägst i plöjt led, med små skillnader mellan de plöjningsfria leden.

Genomsnittlig skörd för samtliga försök 1991-97 redovisas i tabell 10. Skörden har varit högst i plöjt led, och en djup bearbetning med kultivator har givit något högre skörd än en grund. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.



Figur 4. a) Procent bladyta angripen av sköldfläcksjuka på bladnivå 2 i försök 517/91 1996. b) Halmmängd i markytan efter sådd 1997 i försök 517/91.

Olika plöjningsdjup

Normal och djup plöjning gav högre skördar än grund plöjning 1997 i tre långliggande fältförsök. Även efter totalt 193 försöksår i serien med olika plöjningsdjup har skördarna efter grund plöjning varit lägst.

Avsikten med försöksserien **R2-4107** är att undersöka hur årlig plöjning till vissa djup på lång sikt under olika mark- och klimatförhållanden påverkar markens egenskaper och avkastningen för olika grödor. Försöken har varit fördelade på olika jordarter över hela Sverige. Serien startades 1978 och som mest innehöll den 16 försöksplatser. 1997 genomfördes tre fältförsök. Fyra plöjningsdjup jämförs i försöksserien:

- A = Grund plöjning (12-17 cm)
- B = Normal plöjning (20-25 cm)
- C = Djup plöjning (25-30 cm)
- D = Grödanpassat plöjningsdjup

Den långsiktiga effekten av bearbetningsdjup har betydelse för många markfaktorer och därmed markens avkastningsförmåga. I de flesta av försöken i den här serien har de olika plöjningsdjupen efter upp till 18 år visat på tydliga skillnader i avkastning. Oftast har normal eller djup plöjning varit mer gynnsam än grund plöjning, men i några fall, speciellt på de mjälrika jordarna, har en grund plöjning varit att föredra.

Orsakerna till skillnaderna i avkastning kan vara flera. Hösten 1993 och 1994 genomfördes studier av olika markfaktorer i tre av försöken i serien, Kaitarp (M 407/78), Hedemora (W 51/78) och Ulfhäll (D 216/78). I studien, finansierad av SJFR, bestämdes penetrationsmotstånd, skrymdensitet, porositet och packningsgrad liksom mängd, halt och fördelning av organiskt material och kväve på flera nivåer i marken efter grund respektive djup plöjning. Resultaten från undersökningarna hösten 1993 finns utförligare presenterade i Meddelanden från jordbearbetnings-avdelningen nr. 12, 1994. Utvärdering av övriga resultat pågår och kommer att redovisas under 1998.

Resultat

Vårrys odlades i två av försöken 1997, det i Hedemora och det i Ulfhäll. I båda försöken gav normal och djup plöjning signifikant högre skörd än grund plöjning (tabell 11). Grund plöjning gav 21-35 % lägre avkastning än de övriga plöjningsdjupen. Likaså var skördarna av vårkorn i försöket i Öjebyn signifikant högre efter normal eller djup plöjning än efter grund plöjning (tabell 11). I snitt för alla 193 försöksåren har avkastningen varit något högre vid normala och djupa plöjningsdjup jämfört med grund plöjning (tabell 12). Fältförsöken finansieras nu inom SLU:s ram för långliggande försök.

Resultaten från den här försöksserien kan jämföras med resultaten i försöksserie R2-4108 som pågår sedan 1993 med två fastliggande försök på styv lera vid Ultuna. I det försöket jämförs grund plöjning med normal plöjning och kultivering. Bearbetningsleden är dessutom kombinerade med hackning av stubben före bearbetning.

Tabell 11. Relativ skörd (kg/ha) i försöksserie R2-4107 1997.

| Led | BD 4/79 Vårkorn | D 216/78 Vårrys | W 51/78 Vårrys | Alla 1997 |
|-----------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------|
| Grund plöjning | 3720=100 | 1350=100 | 810=100 | 100 |
| Normal plöjning | 110 | 121 | 129 | 120 |
| Djup plöjning | 111 | 135 | 134 | 127 |
| Grödanpassad | 111 | 121 | 122 | 118 |
| Sign. | * | * | ** | - |

Försöken redovisas i en uppsats som kommer att publiceras i *Soil & Tillage Research* 1998. Kontaktperson för försöksserien är Maria Stenberg, telefon 018/67 12 13.

Tabell 12. Relativ skörd i försöksserie R2-4107 1978-1997

| Försök nr | Län/ plats | Jordart | Antal försöksår | Grund plöjning | Normal plöjn. | Djup plöjn. | Gröd- anpassad |
|-----------|---------------|-----------|--------------------|-------------------|------------------|----------------|-------------------|
| 31/78 | H | mmh l Sa | 4 | 100 | 100 | 101 | 101 |
| 49/78 | G | mmh l Mo | 16 | 100 | 104 | 112 | - |
| 70/78 | L | mr l Mo | 8 | 100 | 104 | 106 | 105 |
| 221/78 | N | mr l Mo | 2 | 100 | 109 | 112 | 105 |
| 407/78 | M | mmh sa LL | 14 ¹ | 100 | 104 | 104 | 101 |
| 66/78 | S | nmh mo LL | 17 | 100 | 99 | 98 | - |
| 84/78 | P | mmh ML | 14 ² | 100 | 107 | 115 | 107 |
| 100/78 | O | nmh mo LL | 14 | 100 | 108 | 105 | - |
| 213/78 | R | mmh mj LL | 10 | 100 | 97 | 95 | 93 |
| 4/78 | U | mr SL | 13 | 100 | 100 | 101 | 101 |
| 51/78 | W | mmh l Mj | 19 | 100 | 103 | 105 | 102 |
| 115/78 | T | nmh mo LL | 10 | 100 | 98 | 97 | 103 |
| 216/78 | D | mr SL | 19 | 100 | 108 | 111 | 109 |
| 3/79 | AC | mr mj LL | 14 | 100 | 99 | 94 | 100 |
| 4/79 | BD | mmh mj LL | 19 | 100 | 103 | 102 | 103 |
| Samtliga | | | 193 | 100 | 103 | 104 | 103 |

¹Ej skördat 1983.

²Ej skördat 1987.

Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd

Normal plöjning eller grund plöjning utan tiltpackare gav högre skördar av vårkorn 1997 än grund plöjning med tiltpackare eller kultivering. Höstvetete har odlats i försöken under de fyra senast föregående åren.

Hösten 1992 startades försöksserie R2-4108 med två fastliggande försök på Ultuna där olika bearbetningar före höstsådd jämförs. Båda försöken är på lerjord, på Vipängen respektive Gälbo. Bearbetningsleden kompletterades hösten 1993 med två led; med och utan fältröjare. Syftet med försöksserien är att jämföra effekterna av grund plöjning med kultivering respektive plöjning till normalt djup då grund plöjning kan jämföras med kultivering kostnadsrätt, både med avseende på energi- och tidsbehov.

Följande bearbetningsled jämförs i serien:

- A = Normal plöjning, 20-25 cm
- B = Grund plöjning utan tiltpackare, 10-13 cm
- C = Grund plöjning med tiltpackare, 10-13 cm
- D = Kultivator 2-3 ggr, 10-13 cm

Plöjningen utförs med en 16" plog (Överums XL) med vändskivan anpassad till grunda plöjningsdjup. Hastigheten varierar från 4-5 km/tim vid normalt plöjningsdjup, till 8 km/tim vid den grunda plöjningen. Grödan har hittills varit höstvetete varje år men 1997 odlades vårkorn. Såbäddsberedning och sådd utförs konventionellt.

Resultat

Normal plöjning och grund plöjning utan tiltpackare gav signifikant högre skördar av vårkorn än grund plöjning med tiltpackare eller kultivator på Vipängen (tabell 13). På Gälbo gav normal plöjning signifikant högre skörd än övriga led (tabell 14). Att använda fältröjare eller ej gav inget utslag på skörden av vårkorn i något av försöken.

Tidigare år när höstvetete odlades i försöken graderades förekomst av stråknäckare. De graderingarna är redovisade i tidigare årsrapporter. I ettåriga länsförsök i östra Sverige med normal och grund plöjning respektive grund kultivering till höstvetete har förekomst av stråknäckare och bladfläckar graderats under flera år.

Försöksserien genomförs med stöd av Överums Bruk AB. 1993 och 1994 var även två försök i serien placerade på Ulfhäll i Strängnäs. I dessa försök användes ej fältröjare. Försöken på Ulfhäll är redovisade i Rapport 88 från avdelningen för jordbearbetning. Kontaktpersoner för försöksserien är Tomas Rydberg, telefon 018/671200 och Maria Stenberg, telefon 018/671213.

Tabell 13. Relativ skörd av höstvetete 1993-1996 och vårkorn 1997 (kg/ha) i försök 546/92, Vipången, R2-4108, samt medel 1993-1997

| Led | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | Medel |
|---------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| Utan fältröjare | - | 3860=100 | 5830=100 | 3300=100 | 5720=100 | 4680=100 |
| Med fältröjare | - | 96 | 98 | 106 | 98 | 100 |
| Normal plöjning | 5880=100 | 3950=100 | 5930=100 | 3300=100 | 5810=100 | 4970=100 |
| Grund plöjning utan tiltpackare | 101 | 92 | 97 | 103 | 99 | 98 |
| Grund plöjning med tiltpackare | 97 | 89 | 100 | 100 | 96 | 96 |
| Kultivator | 104 | 101 | 92 | 109 | 96 | 100 |
| Sign. | n.s. | Bearb.*** | Bearb.*** | Bearb.* | Bearb.* | - |

Tabell 14. Relativ skörd av höstvetete 1993-1996 och vårkorn 1997 (kg/ha) i försök 547/92, Gälbo, R2-4108, samt medel 1993-1997

| Led | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | Medel |
|---------------------------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| Utan fältröjare | - | 4670=100 | 4990=100 | 3300=100 | 5370=100 | 4580=100 |
| Med fältröjare | - | 102 | 101 | 112 | 93 | 102 |
| Normal plöjning | 6340=100 | 4860=100 | 5130=100 | 3530=100 | 5370=100 | 5050=100 |
| Grund plöjning utan tiltpackare | 97 | 95 | 96 | 99 | 95 | 96 |
| Grund plöjning med tiltpackare | 98 | 97 | 100 | 98 | 97 | 98 |
| Kultivator | 96 | 96 | 96 | 99 | 95 | 96 |
| Sign. | n.s. | n.s. | n.s. | Fältröjare*** | Bearb.* | - |

SÅBÄDDSBEREDNING OCH YTSKIKTETS FUNKTION

Såbäddsberedningen är ett kritiskt moment inom växtodlingen, då det gäller att få en säker groningen och förhindra avdunstning från marken. Ämnet har varit föremål för omfattande studier vid avdelningen för jordbearbetning, bl.a. modellstudier av såbäddens funktion (olika aggregatstorlekar, sådjup, vattenhalter i såbädden m.m.).

Fältförsöken är främst inriktade på följande problemställningar:

- att anpassa såbäddsberedningen med avseende på jordart, gröda, klimat och odlingsystem
- att vara med och utveckla ny såteknik, speciellt sådan som är bättre lämpad för plöjningsfri odling
- att studera verkan av tidig sådd och en förenklad såteknik

De försök som f.n. pågår inom detta område är (startår inom parentes):

| | |
|---------|---|
| R2-9002 | Etablering av fånggröda i höstvet |
| R2-9003 | Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till höstraps för att minska risken för kväveläckage |
| R2-5510 | Radmyllning av kväve till höstvet |

Tidig sådd - resultat från försök 1992-1996

Under perioden 1992-96 genomfördes ett stort antal försök med "tidig sådd" en förenklad och tidigarelagd sådd på våren. Resultaten från dessa försök finns slutrapporterade i rapport 91 från avdelningen för jordbearbetning. Här redovisas endast metodens genomförande och de viktigaste slutsatserna från försökserien, i övrigt hänvisas till nämnda rapport.

Bakgrund

En tidigarelagd sådd ger förutsättning för högre skörd genom att växterna etableras tidigare och kan utnyttja vegetationsperioden effektivare. Att så också är fallet visas t.ex. av försök genomförda vid avdelningen för jordbearbetning under 40- och 50-talen. I försöken utfördes en tidig sådd med konventionellt vårbruk under kladdiga förhållanden och dåtidens förhållandevis dåliga däcksutrustning och såmaskiner. Trots detta gav den tidiga sådden i genomsnitt något högre skörd än sådd i normal tid (Henriksson, 1968).

En metod som började testas i slutet av 80-talet är odling med mycket tidig sådd, utförd med en traktor med extrema lågtrycksdäck, utan föregående bearbetning på våren. Det vi fortsättningsvis kallar "tidig sådd" är ett helt nytt bearbetningssystem för vårsådd, där tonvikten läggs vid bearbetning på hösten, och den enda bearbetningen på våren är en ev. lättharvning efter sådd för att skapa ett visst avdunstningsskydd och bekämpa ogräs. Metoden har möjliggjorts genom förbättrad däcksutrustning och nya såmaskinstyper som passar för att så i ej bearbetad jord. Den förutsätter att markytan lämnats jämn sedan hösten eller efter vårplöjning (på riktigt lätt jord kan dock harvning utföras även vid tidig sådd),

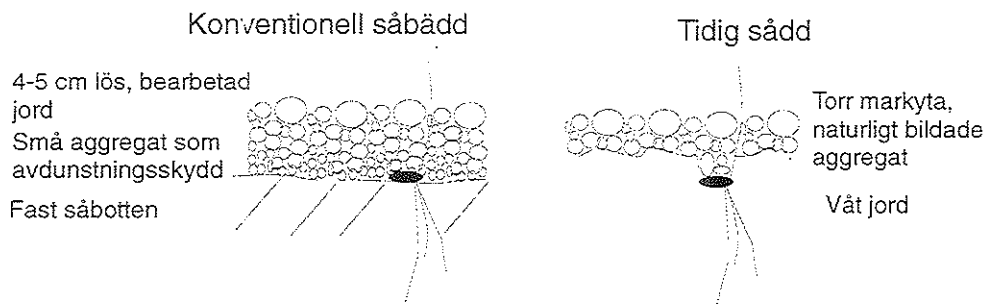
och att mycket god däcksutrustning används för att undvika markpackning. Markytan måste vara så pass torr att maskinerna kan köras utan att jord häftar vid hjul eller såbillar, dessutom måste såmaskinen klara att placera utsädet utan en fast såbotten. I figur 5 visas den principiella skillnaden mellan såbäddar vid tidig och konventionell sådd.

Rent principiellt passar metoden speciellt bra på enkelkornjordar och styva leror med god ytstruktur. Båda dessa jordtyper har ett begränsat behov av harvning för att skapa ett avdunstningsskydd: på enkelkornjordar finns inga kokor, och på styva leror bildas ett fint ytskikt genom frostens inverkan. Dessutom har de liten benägenhet att bilda skorpa; skorpproblemen ökar vid tidig sådd beroende på den längre tiden mellan sådd och uppkomst.

I de flesta fältförsöken ingick följande tre led:

- 1=konventionell vårsådd
- 2=tidig sådd utan vårharvning (1-2 veckor före konventionell)
- 3=extra tidig sådd utan vårharvning (2-4 veckor före konventionell)

Dessutom testades samspel mellan tidig sådd och andra odlingsåtgärder, bl.a. primärbearbetning, utsädesmängd och gödslingsstrategi.



Figur 5. Såbäddens utseende vid konventionell vårsådd och tidig sådd.

Slutsatser

Resultaten kan sammanfattas i ett antal slutsatser:

Tidig sådd ger kostnadsbesparingar i form av förenklad bearbetning, och höjer skördepotentialen genom en förlängning av växtperioden.

I genomsnitt för 70 försök gav sådd utan vårharvning vid första möjliga tillfälle i genomsnitt 1 % högre skörd än konventionell sådd

Tidig sådd gav stora skördeökningar på riktigt lätt jord i Halland, men sänkte skörden i Norr- och Västerbotten.

På skånska moränjorcar och styva leror i Mellansverige var skördeutfallet ungefär detsamma för tidig som för konventionell sådd. Framförallt på styva leror var spridningen stor, med höga skördesänkningar och -ökningar i enskilda försök.

Tidig sådd orsakade i fyra långliggande försök på olika jordarter inte större packning än konventionell sådd.

Plantetableringen var i genomsnitt något sämre vid tidig än vid konventionell sådd. Vid mycket tidig sådd fanns dock ingen korrelation mellan plantetablering och skörd relativt konventionell sådd.

Metoden är riskabel på jordar med stor risk för skorpbildning

I totalt 22 försök testades samspelseffekter mellan såtidpunkt och utsädesmängd. I genomsnitt erhöles ungefär samma skördeökning av höjd utsädesmängd vid

olika såtidpunkter, varför det inte finns anledning att rekommendera ändrad utsädesmängd vid tidig sådd.

I sex försök med sammanlagt 21 försöksår testades tidig sådd i kombination med odling med och utan plöjning. Också här var samspelseffekterna små och vi ser ingen anledning att rekommendera ändrad primärbearbetning vid tidig sådd.

Vårsåd, speciellt havre, lämpar sig för tidig sådd, medan våroljeväxter är olämpliga att så mycket tidigt.

I ett försök mättes betydligt högre förekomst av svampsjukdomar i korn vid tidig än vid konventionell sådd. I stort verkar dock risken för höjda sjukdomsangrepp vid tidig sådd vara liten.

Etablering av fånggröda på våren i höstvetete

Att så in rajgräs på våren i höstvetete kan gå bra. Både etableringen och tillväxten av engelskt rajgräs insått på våren i höstvetete var god i två försök på lerjord i Uppland. Däremot var höstveteskörden låg i ett av försöken då försöket gödslades mycket sent.

För att kunna uppfylla kravet på "Grön mark" kan det vara nödvändigt att etablera en fånggröda i en höstsådd gröda. Som fånggröda används oftast engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.). Om rajgräs sås in på hösten i samband med sådden av höstvetete får man ett kraftigt rajgräsbestånd som redan tidigt på våren konkurrerar med höstvetetet till höstvetets nackdel. Att däremot så in rajgräs på våren i ett etablerat höstvetebestånd har visat sig vara mycket osäkert. Oftast har rajgräset konkurrerats ut av höstvetetet eller ej etablerats alls.

Med den teknik för sådd och den däckstrutning som de flesta använder idag är det möjligt att komma ut på fälten och så mycket tidigt på våren. I försöksserien R2-9002 belyser vi möjligheten att etablera engelskt rajgräs i växande bestånd av höstvetete vid olika tidpunkter på våren och med olika såmaskiner. I försöksserien ingick 1997 två försök på två olika jordar, ett på Ultuna och ett på Lövsta.

Följande led har jämförts i försöken:

- A Extremt tidig insådd
- B Tidig insådd
- C Normal insåningstidpunkt

- 1 Såmaskin Nordsten vid insådd
- 2 Såmaskin Väderstad Rapid vid insådd

Båda försöken gödslades med 70 kg kväve på våren efter sista insådden. Direkt efter varje såtidpunkt mättes vattenhalten i de översta 5 cm av matjorden. För att bedöma etableringen av rajgräset bestämdes plantantalet efter uppkomst och torrsbstansskörden sent på hösten.

Resultat

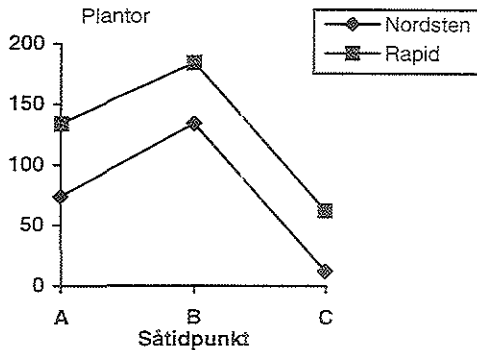
Höstvetetet på Ultuna 1997 led av att kväve ej tillfördes förrän 15 maj vilket var mycket sent i förhållande till vetets utveckling. Avkastningen blev endast knappt över 4000 kg på Ultuna (tabell 15).

Tabell 15. Relativ skörd av höstvetete (kg/ha) i försöksserien R2-9002 1995-1997

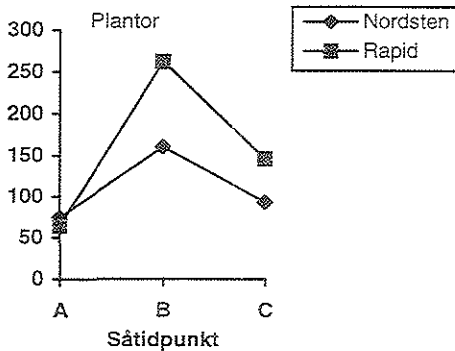
| Led | Ul 581/94 Vipången nmh SL | Ul 582/94 Säby mmh SL | Ul 611/95 Vipången mmh SL | Ul 612/95 Säby Mmh mo LL | Ul 634/96 Ultuna nmh ML | Ul 635/96 Lövsta mmh SL | Medel 1995-97 |
|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Extremt tidig insådd, NS ¹ | 4930=100 | 7680=100 | 7450=100 | 4010=100 | 4010=100 | 5590=100 | 5610=100 |
| Extremt tidig insådd, RS ¹ | 101 | 100 | 105 | 105 | 99 | 104 | 102 |
| Tidig insådd, 100 NS | 100 | 100 | 103 | 105 | 99 | 101 | 101 |
| Tidig insådd, 100 RS | 100 | 99 | 104 | 113 | 100 | 103 | 103 |
| Normal tidp. insådd, NS | 102 | 97 | 104 | 101 | 102 | 101 | 101 |
| Normal tidp. insådd, RS | 102 | 97 | 103 | 96 | 103 | 102 | 101 |
| Sign. såtidp. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Sign. såmask. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | * | n.s. |
| Samspel | n.s. | n.s. | ** | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

¹NS=Nordsten såmaskin, RS=Väderstad Rapid såmaskin.

På Lövsta, där jorden levererar mer kväve, tillväxte vetet bättre och avkastningen blev cirka 5600 kg (tabell 15). Det var inga skillnader i avkastning beroende av tidpunkt för insädd. På Lövsta var avkastningen något lägre när Nordsten såmaskin användes vid insädden jämfört med Rapid.



Figur 6. Antal rajgräsplanter (antal m⁻²) i försök 634/96 (Ultuna) 1997.



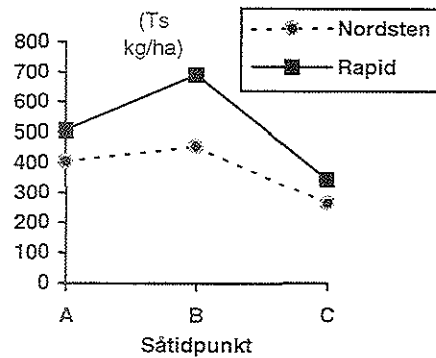
Figur 7. Antal rajgräsplanter (antal m⁻²) i försök 635/96 (Lövsta) 1997.

Etableringen av rajgräs var relativt god i båda försöken. I båda försöken var antalet rajgräsplanter signifikant högre efter Rapid såmaskin än efter Nordsten (figur 6 och 7). I båda försöken var plantantalet högst efter den tidiga sätidpunkten. På Ultuna var skillnaderna mellan insåningstidpunkterna signifikanta.

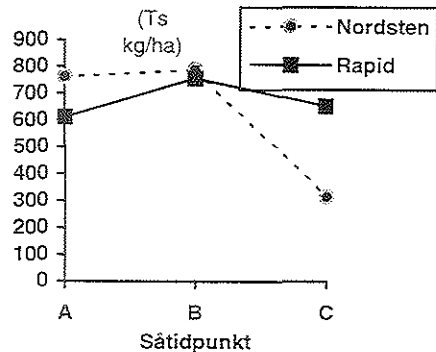
Likaså var tillväxten under hösten högre i båda försöken än i de flesta av de tidigare försöken (figur 8 och 9). På Ultuna var

produktionen signifikant större i den tidiga insädden än i den extremt tidiga eller den normala. Minst var mängden torrsubstans efter den normala insädden. Produktionen var också signifikant större efter Rapid än efter Nordsten. På Lövsta var torrsubstansproduktionen lägst i den senaste insädden med Nordsten medan skillnaderna var små mellan de tidiga insädderna med Rapid. Skillnaderna var ej signifikanta. Däremot var samspelet mellan faktorerna signifikant i Lövstaförsöket.

Försöksserien avslutades i och med 1997 års försök och alla försöken kommer att slut-sammanställas under 1998. Kontaktperson för försöksserien är Maria Stenberg, telefon 018/67 12 13.



Figur 8. Torrsubstansskörd av rajgräs (kg/ha) i försök 634/96 (Ultuna) 1997.



Figur 9. Torrsubstansskörd av rajgräs (kg/ha) i försök 635/96 (Lövsta) 1997.

Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till höstraps för att minska risken för kväveläckage

Höstrapsen gynnades av direktsådd jämfört med konventionell jordbearbetning och sådd på Lönnstorp 1997. Däremot konkurrerade engelskt rajgräs ut rapsen helt.

Höstraps tar upp relativt mycket kväve under hösten. Trots det kan kväveläckaget från höstraps vara stort under höst och vinter. Den tidiga jordbearbetningen på sensommaren och kvävegödslingen på hösten är troliga orsaker. För att belysa detta problem genomfördes ett fältförsök i serie **R2-9003** på en moränlera på Lönnstorp i Skåne. Försöket startades våren 1996 med etablering av fånggrödor i vårkorn och avslutades hösten 1997 vid skörden av höstraps. Följande led jämfördes i försöket:

- A Konv. jordbearb. och sådd av höstraps
- B Direktsådd av höstraps
- C Engelskt rajgräs, direktsådd av höstraps
- D Vitklöver, direktsådd av höstraps
- 1 0 kg N på hösten, normal giva på våren
- 2 40 kg N på hösten, normal giva -40 kg vår

Både korn och fånggrödor såddes med normalt radavstånd (12,5 cm) medan höstraps såddes med 48 cm radavstånd i alla led. I försöket såddes rajgräs av sorten Tove och vitklöver av sorten Sonja. För att bekämpa de insädda fånggrödorna och ogräs i försöket skulle alla led radhackas på våren. Våren 1997 radhackades endast led A och B då hackningen utfördes sent p.g.a. långsam upptorkning och då fånggrödorna utvecklats så kraftigt att hackningen ej gick att utföra i dessa led

Resultat

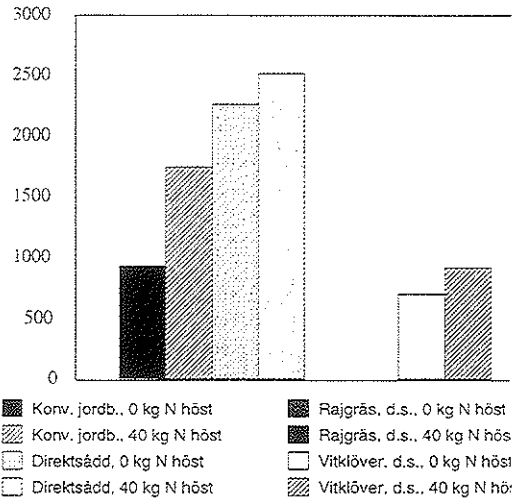
Hösten 1996 bestämdes fånggrödornas ts-produktion samt höstrapsplantornas medelvikt (tabell 16) och rothalsdiameter. Rapsplantornas medelvikt ökade med kvävegödsling och var mindre i leden med insädd fånggröda. Andelen plantor med rothalsdiameter över 4 mm var mycket låg i leden med fånggröda. Kvävegivan på hösten ökade diametern i alla led. Direktsådd gynnade höstrapsen detta år jämfört med

konventionell jordbearbetning och sådd (figur 10). Det sämre beståndet i rutor utan kvävetillförsel på hösten kompenenserades av den relativt högre vårgivan i det direktsådda ledet. Höstrapsen blev helt utkonkurrerad av rajgräset och skörden därmed 0 kg/ha. Studien finansierades av Stiftelsen svensk växtnäring-forskning. Kontaktperson för försöksserien är Maria Stenberg, 018-671213.

Tabell 16. Medelplantvikt höstraps och ts-produktion av fånggröda 961107 i försök R2-9003

| Led | Medelplantvikt, torrsubstans (g) | Fånggröda, torrsubstans (kg/ha) |
|-----|----------------------------------|---------------------------------|
| A1 | 0,296 | 0 |
| A2 | 0,773 | 0 |
| B1 | 0,264 | 0 |
| B2 | 0,498 | 0 |
| C1 | 0,034 | 918 |
| C2 | 0,178 | 1407 |
| D1 | 0,122 | 1047 |
| D2 | 0,229 | 1331 |

Höstraps (kg/ha)



Figur 10. Höstraps (kg ha⁻¹) i försök R2-9003. Skillnaderna i avkastning mellan bearbetningsleden och mellan kvävegivorna var signifikanta.

Försök med myllning av kväve på våren till höstvetete

Kan man få en säkrare kväveeffekt av att mylla gödseln till höstsäd? Under 1997 genomfördes ett försök i östra Sverige för att studera effekten av myllad kvävegödsel till höstvetete, men skillnaderna i skörd mellan olika gödslingsled var små. I genomsnitt för 5 försök 1996 och 1997 har tidig myllning givit 4 % högre skörd än övergödning.

Kväveeffekten är ofta osäker vid spridning av kväve på våren till höstvetete, speciellt om spridningen sker sent och följs av torka. Vid sådd av vårsäd används ofta radmyllning av gödsel, vilket ger en säkrare effekt än bredspridd gödsel. Idén föddes därför att någon form av myllning av gödsel skulle kunna förbättra odlingssäkerheten och höja skörden också vid odling av höstvetete. 1995 genomfördes ett pilotförsök där några procents skördehöjning kunde registreras för myllad gödsel. År 1996 genomfördes fyra försök där i genomsnitt 4 procents skördehöjning noterades för myllad jämförd med bredspridd gödsel. Under 1997 genomfördes ett försök på Ultuna, finansierat av Väderstadverken AB.

Gödsling gjorde vid två tillfällen, 16 april och 20 maj. Försöksplan framgår av tabell 17.

Resultat

Skördeskillnader mellan gödslingsleden var relativt små under 1997 (tabell 17). Myllning av

gödsel tidigt gav 3 % högre skörd än bredspridning, medan myllning med Concord gav ungefär samma skörd som bredspridd led. Den högsta skörden erhöles dock vid sen gödsling, med samma utslag för myllad och bredspridd gödsel. Skördeutfallet var liknande i försök 1996. I genomsnitt för samtliga försök har myllning med Väderstad Rapid höjt skörden 4 % jämfört med övergödning, medan myllning med Concord sänkt skörden.

Under 1996 konstaterades en bearbetningseffekt mot ogräs i de led där gödseln myllades. I försöket 1997 fanns inga signifikanta ledskillnader med avseende på ogräs.

En möjlig förklaring till skördehöjning då gödseln myllas, förutom myllningseffekten, kan vara att gödselplaceringen också innebär en viss skorpbrytning som kan förbättra syretillförseln till marken. Bearbetningen kan också öka kvävemineriseringen.

Kontaktperson för försöken är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.

Tabell 17. Skörd i försök med myllning av kvävegödsel på våren till höstvetete. Ks=kalksalpeter, i övriga led användes kalkammonsalpeter. Kvävegiva var 120 kg N i samtliga led

| Försök nr | 636/96 | Medel |
|--------------------------------------|----------|--------------|
| Plats | Ultuna | 1996-97 |
| Jordart | mmh SL | 5 försök |
| Övergödning | 8250=100 | 100 |
| Övergödning (ks) | 103 | 97 |
| Myllat med V-Rapid | 103 | 104 |
| Myllat med V-Concorde 1-2 cm | 100 | 97 |
| Myllat med V-Concorde 3-4 cm | 101 | 96 |
| Hävning med V-Concord, överg. | 99 | 96 |
| Övergödning 40 kg tidigt, 80 kg sent | 105 | 103 |
| Överg. 40 kg, 80 kg myllat V-Rapid | 105 | 101 |
| Ogödslat | 64 | 76 |
| Körning med V-Rapid, 120 överg. | 102 | ^a |
| Signifikans | *** | |

^aDetta led ingick ej 1996

JORDPACKNING, MARKSTRUKTUR OCH MARKVÅRD

Jordpackningen och dess konsekvenser har länge varit ett viktigt arbetsområde vid avdelningen för jordbearbetning. Försöksverksamheten har varit omfattande, Sverige är kanske det land i världen som har genomfört flest fältförsök inom detta område. Arbetet är främst inriktat på följande frågeställningar:

- att undersöka jordpackningens långsiktiga verkan på markstruktur och avkastning
- att söka metoder att motverka packningens negativa effekter
- att fastställa den optimala packningen vid såbäddsberedning under olika förhållanden

De försök som pågår f.n. är följande (startår inom parentes):

- R2-7115 Extremt låga marktryck i odling med och utan plöjning (1996)
- R2-7116 Packningseffekter av tunga betupptagare (1995)
- Ny teknik för att mäta packning (1996)
- Mätningar av markens hållfasthet (1997)
- Markstruktur som skördebestämmande faktor (1997)

Förutom den traditionella verksamheten kring jordpackning ingår också generella markvårdsfrågor, även internationellt, i detta program.

Packning av tunga betupptagare i fältförsök startade 1995 och 1996

Effekterna av betupptagare med hög axelbelastning har studerats i fyra fältförsök i Skåne startade 1995 och 1996. Körning på fuktig mark med fullastade sexradiga betupptagare har packat marken och orsakat sänkt genomsläpplighet till åtminstone 50 cm djup, medan körning med tre-radig upptagare givit mindre packning i alven.

Med avsikt att studera effekten av tunga betupptagare på mark och gröda startades två fältförsök med försöksmässig packning per år 1995-97 i serie R2-7116. I denna sammanställning redovisas de mätningar av markens fysikaliska egenskaper och av skörd som genomförts i de fyra försök som startades 1995 och 1996. Försöken benämns i fortsättningen Brahmehed (nära Kävlinge), Tornhill (strax utanför Lund), Sandby (nära Borby på Österlen) och Kronoslätt (mellan Trelleborg och Ystad).

Material och metoder

Försöksplan

Försöken har lagts ut som randomiserade blockförsök med fyra upprepningar. I försöksplanen ingår följande led:

A=ingen körning

B=Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med normalstor upptagare

C=Försöksrutan täcks av spår en gång med sexradig betupptagare

D=Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med sexradig betupptagare

E=Försöksrutan täcks av spår fyra gånger med sexradig betupptagare under torra förhållanden

Av praktiska skäl har försöken lagts ut i stubbåker. Vid varje körtillfälle bestämdes markens vattenhalt, markens hållfasthet och ringtrycket i de hjul som överfor marken.

Försöksplatser

Före försökens utläggning genomfördes en noggrann försöksplatsundersökning på varje plats. Jordarten bestämdes ner till 70 cm i samtliga fyra block. Penetrometermätning gjordes i varje försöksruta. Dessutom bestämdes markens genomsläpplighet och vattenhållande egenskaper på 30 och 50 cm djup. Lerhalt i matjord och alv anges i tabell 18. Jordarten på Brahmehem och Tornhill är något mullhaltig moränlättilera, och på Sandby och Kronoslätt mullfattig lerig moränmo.

Markfysikaliska mätningar

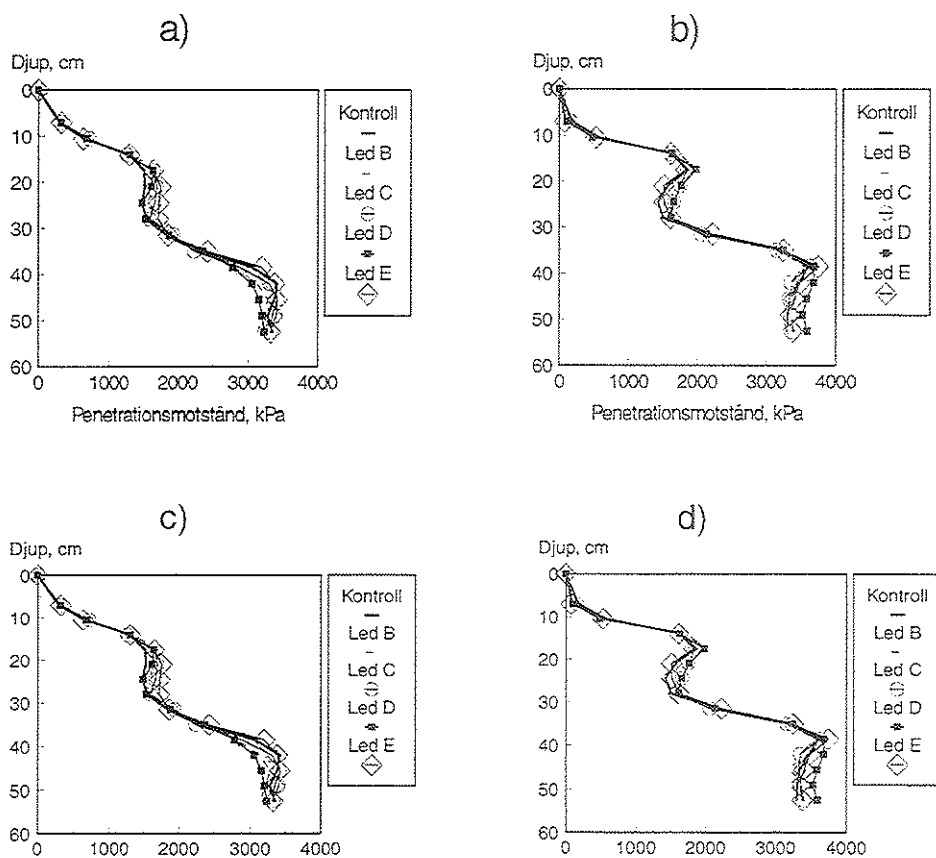
Under 1996 gjordes mätningar av markens fysikaliska egenskaper i de två försök som startades 1995: penetrometermätningar och bestämning av markens genomsläpplighet och torra skrymdensitet. Under 1997 gjordes mätningar i försöken som lades ut 1996.

Tabell 18. Lerhalt i de fyra försök som startades 1995 och 1996

| Lerhalt | Matjord | 30 cm | 50cm | 70 cm |
|------------|---------|-------|------|-------|
| Brahmehem | 18 | 23 | 21 | 16 |
| Tornhill | 21 | 25 | 28 | 27 |
| Sandby | 12 | 9 | 11 | 16 |
| Kronoslätt | 13 | 14 | 17 | 13 |

Resultatet av penetrometermätningar från samtliga försöksplatser visas i figur 11. Skillnader mellan leden var i regel små. I två av försöken finns en tendens till högre penetrationsmotstånd i alven men skillnaderna var ej signifikanta. I några av försöken var penetrationsmotståndet i matjorden signifikant högre i led som packats, trots att fälten plöjts mellan körning och mätning.

Markens torra skrymdensitet och mättade genomsläpplighet på de olika försöksplatserna redovisas i tabell 19 till 22. Frånsett mätningarna på Kronoslätt är resultaten entydiga: 4 överfarer med sexradig betupptagare medförde en ökad skrymdensitet och minskad genomsläpplighet på både 30 och 50 cm djup, i många fall är skillnaderna signifikanta. I försöket på Sandby blev packningen betydligt högre av den sexradiga än av den tre-radiga upptagaren.



Figur 11. Penetrationsmotstånd mätt på våren efter packning. a) Tornhill, b) Brahmehem, c) Sandby och d) Kronoslätt.

Tabell 19. Torr skrymdensitet och mättad genomsläpplighet efter försöksmässig körning med tunga betupptagare, försöksplats Brahmehem

| | Skrymdensitet (g/cm ³) | | Genomsläpplighet (cm/h) | |
|------------------------|------------------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | 30-35 cm | 45-50 cm | 30-35 cm | 45-50 cm |
| Kontroll | 1,68 | 1,57 | 1,89 | 8,27 |
| Sexradig, 4 överfarter | 1,74 | 1,63 | 0,12 | 1,44 |
| Signifikans | ** | n.s. | n.s. | * |

Tabell 20. Torr skrymdensitet och mättad genomsläpplighet efter försöksmässig körning med tunga betupptagare, försöksplats Tornhill

| | Skrymdensitet (g/cm ³) | | Genomsläpplighet (cm/h) | |
|------------------------|------------------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | 30-35 cm | 45-50 cm | 30-35 cm | 45-50 cm |
| Kontroll | 1,66 | 1,60 | 2,90 | 5,19 |
| Sexradig, 4 överfarter | 1,67 | 1,69 | 1,21 | 0,73 |
| Signifikans | n.s. | p=0.06 | n.s. | * |

Tabell 21. Torr skrymdensitet och mättad genomsläpplighet efter försöksmässig körning med tunga betupptagare, försöksplats Sandby

| | Skrymdensitet (g/cm ³) | | Genomsläpplighet (cm/h) | |
|------------------------|------------------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | 30-35 cm | 45-50 cm | 30-35 cm | 45-50 cm |
| Kontroll | 1,71 | 1,71 | 5,78 | 6,7 |
| Treradig, 4 överfarter | 1,73 | 1,71 | 3,2 | 3,2 |
| Sexradig, 1 överfart | 1,76 | 1,72 | 1,8 | 3,6 |
| Sexradig, 4 överfarter | 1,84 | 1,79 | 0,25 | 0,67 |
| Sexradig, 4 överfarter | 1,77 | 1,71 | 1,5 | 5,2 |
| (torra förhållanden) | | | | |
| Signifikans | * | n.s. | * | p=0.13 |

Tabell 22. Torr skrymdensitet och mättad genomsläpplighet efter försöksmässig körning med tunga betupptagare, försöksplats Kronoslätt

| | Skrymdensitet (g/cm ³) | | Genomsläpplighet (cm/h) | |
|------------------------|------------------------------------|----------|-------------------------|----------|
| | 30-35 cm | 45-50 cm | 30-35 cm | 45-50 cm |
| Kontroll | 1,70 | 1,64 | 1,6 | 12,0 |
| Treradig, 4 överfarter | 1,75 | 1,67 | 1,0 | 11,8 |
| Sexradig, 1 överfart | 1,74 | 1,66 | 1,6 | 11,3 |
| Sexradig, 4 överfarter | 1,69 | 1,67 | 2,5 | 6,1 |
| Sexradig, 4 överfarter | 1,76 | 1,69 | 1,4 | 7,9 |
| (torra förhållanden) | | | | |
| Signifikans | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

Förändringarna i skrymdensitet kan tyckas små, men på en jord med en från början låg porositet kan de vara betydelsefulla. Detta visas också av mätningarna av genomsläpplighet, denna har sjunkit mycket kraftigt vilket innebär att markens funktion försämrats.

Mätningarna visar också förekomsten av en plogsula på alla plaser utom Sandby, i form av den högre skrymdensiteten och lägre genomsläppligheten i skiktet 30-35 cm jämfört med 45-50 cm.

Skörd

Kärnskörd i försöket på Tornhill 1997 redovisas i tabell 23. Skörden var 5 % lägre i led som packats 4 gånger med sexradig upptagare än i kontrolledet. Skillnaden i skörd mellan övriga led och kontrolledet var liten.

Slutsatser

Resultaten från de försök som lagts ut hittills är förhållandevis entydiga och stämmer väl överens med de mätningar av markrörelser som gjorts 1996 och 1997. Körning på fuktig mark

med fullastade sexradiga betupptagare har packat marken och orsakat sänkt genomsläpplighet till åtminstone 50 cm djup, medan körning med tre radig upptagare givit mindre packning i alven. Försöksmässig skörd har ännu endast gjorts i ett av försöken. Den lägre skörden i kraftigt packade led är en indikation på att alvpackning kan påverka avkastningen, men naturligtvis krävs ytterligare några försöksår för att bättre kunna uppskatta eventuella skördesänkningar av alvpackning.

Tabell 23. Skörd av korn (kg/ha) och relativtal på försöksplats Tornhill 1997

| | Skörd (kg/ha) | Relativtal |
|---------------------------------------|---------------|------------|
| Kontroll | 7000 | 100 |
| Tre radig, 4 överfarter | 6950 | 99 |
| Sex radig, 1 överfart | 7090 | 101 |
| Sex radig, 4 överfarter | 6680 | 95 |
| Sex radig, 4 överfarter (torra förh.) | 6630 | 95 |
| Signifikans | * | |

Ny teknik för att mäta packning och tryck i alven – resultat från 1997

Under 1996 utvecklades vid SLU en ny teknik för att mäta packning och tryck i marken (Arvidsson och Andersson, 1997). Metoden användes för några inledande mätningar 1996 men har använts i större omfattning under 1997. Bland annat mättes alvpackning under en sexradig betupptagare på en plats vid olika tillfällen med olika vattenhalter i marken. Dessutom gjordes enstaka mätningar på andra platser. I denna sammanställning redovisas hur metoden fungerar och mätresultat från 1997.

Mätprincip

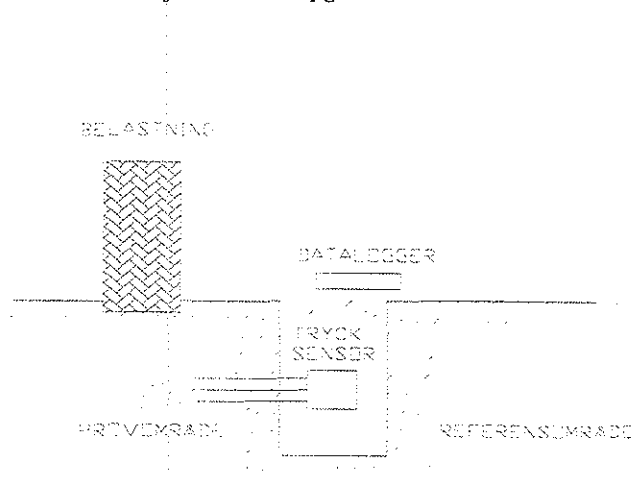
En principiell bild av mätmetoden ges i figur 12. En cylinder innehållande en vätska installeras horisontellt från en grävd grop i marken och är ansluten med en slang till en trycksensor som är fast monterad i gropen. Rörelser i vertikalled registreras som en tryckförändring eftersom höjden av vätskepelaren ändras. Vid testkörning konstaterades att utrustningen klarar att mäta rörelser i storleksordningen 0,2 mm. Samtidigt installeras också lastceller, som mäter trycket i marken. Både lägesgivare och lastceller kan installeras på flera djup för samtidig mätning. I de mätningar som gjorts har mätsonder normalt installerats på tre djup: 30, 50 och 70 cm.

Packning på moränlera vid olika vattenhalter

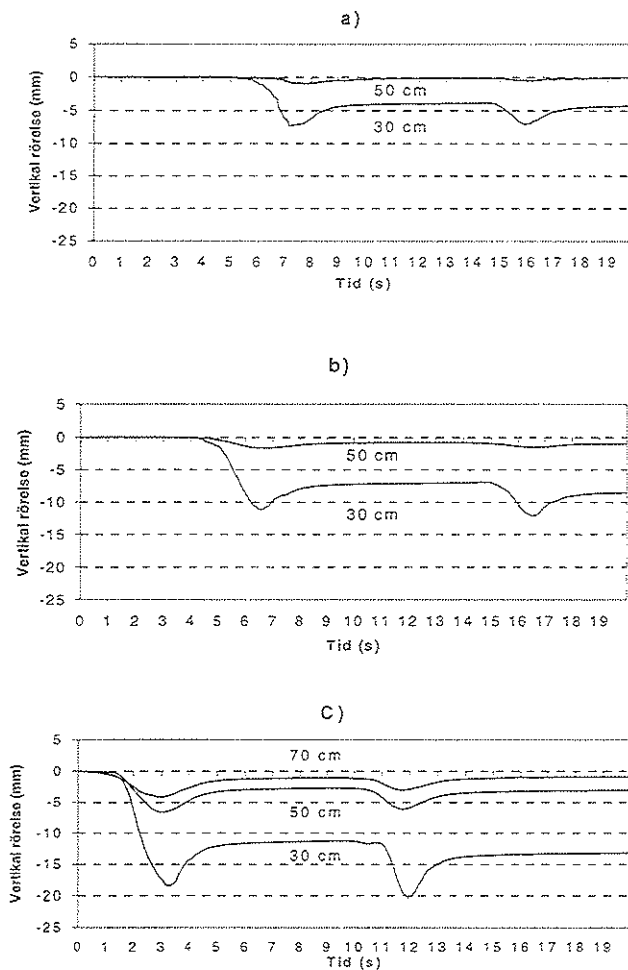
Under hösten 1997 gjordes mätningar av packning vid olika vattenhalter på Elvireborgs gård nära Billeberga i Skåne. Markens lerhalt var 23 % i matjorden och drygt 30 % i alven.

Mätningarna utfördes vid körning med en sexradig, tvåaxlad betupptagare med en totalvikt på ca 35 ton fullt lastad. Framhjulen var Trelleborg TWIN 850/60-38, ringtryck 2,0 bar, bakhjul Continental 800/65 R32, ringtryck 1,7 bar. Mätningar utfördes vid två tillfällen: 15 och 28 oktober, dels i betor, dels i intilliggande stubb. En del av betfältet täcktes med presenning den 10 okt för att förhindra nederbörd, medan en ruta i stubbåkern bevattnades med 120 mm vatten.

I figur 13 ges exempel på dessa mätningar, och en sammanställning av resultaten från samtliga körningar på Elvireborg ges i tabell 24. Som framgår av tabellen var skillnaden i packning mellan körning med tom och full upptagare ej så stor, vattenhalten hade större betydelse. På 30 cm djup hade vattenhalten hunnit bli ganska hög också i den mark som var övertäckt, vilket förklarar att marken i samtliga fall packades på detta djup. På 50 cm djup var vattenhalten låg där marken hållits täckt. Av figuren framgår att i den torraste marken



Figur 12. Principskiss över mätning av jordrörelse vid packning. En plexiglas cylinder innehållande en vätska monteras horisontellt i marken från en grävd grop. Vätskan är förbunden genom en slang med en trycksensor i gropen. Rörelser i marken vid en överfart registreras som en tryckförändring av trycksensorn.



Figur 13. Markrörelse vid körning med fullastad betupptagare (totalvikt ca 35 ton) på Elvireborgs gård i Skåne. a) Körning i betfält 28 okt, marken täckt sedan 10 okt. b) Upptagning 28 okt, naturlig vattenhalt. c) Körning 28 okt på bevattnad mark.

erhölls endast en svag elastisk deformation på 50 cm djup, medan körning vid högre vattenhalter orsakade gradvis större deformationer. På 70 cm djup erhöles en liten deformation vid de högsta vattenhalterna. Vid låg vattenhalt var det ej möjligt att installera

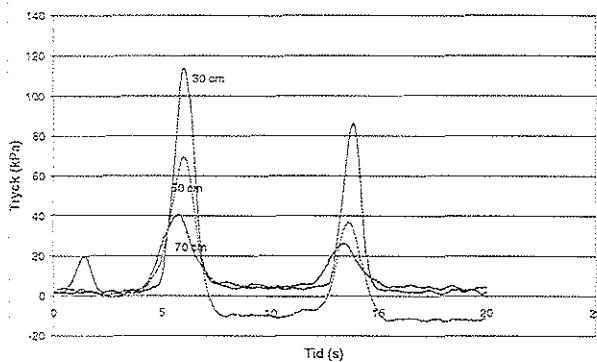
sonderna på detta djup, då marken var för hård. I figur 14 visas resultat från mätningar av marktryck vid körning på bevattnad mark. Trycket var något högre från den fullastade än från den tomma upptagaren, och något högre från framhjulen jämfört med bakhjulen.

Tabell 24. Vattenhalt (%) och kvarstående vertikal markrörelse i mm under körning med tom (vikt ca 20 ton) och med fullastad (vikt ca 35 ton) betupptagare på Elvireborgs gård i Skåne

| | Vattenhalt % | | | Vertikal rörelse (mm) | | |
|---|--------------|-------|-------|-----------------------|-------|-------|
| | 30 cm | 50 cm | 70 cm | 30 cm | 50 cm | 70 cm |
| <i>Betor 15 okt</i> | | | | | | |
| Tom | 20,1 | 15,8 | 13,6 | - 1,6 | -0,7 | - |
| Lastad | 20,1 | 15,8 | 13,6 | - 1,9 | - | - |
| <i>Stubbåker 15 okt</i> | | | | | | |
| Tom | 18,7 | 20,4 | 18,8 | - 4,5 | -1,1 | - |
| Lastad | 18,7 | 20,4 | 18,8 | - 4,9 | -2,1 | - |
| <i>Körning 28 okt, täckt sedan 10 okt</i> | | | | | | |
| Tom | 18,2 | 10,2 | 12,4 | - 3,7 | -0,2 | - |
| Lastad | 18,2 | 10,2 | 12,4 | - 4,2 | 0,0 | - |
| <i>Betor 28 okt</i> | | | | | | |
| Tom | 17,9 | 18,6 | 17,4 | - 5,5 | -1,3 | -0,3 |
| Lastad | 17,9 | 18,6 | 17,4 | - 8,5 | -0,9 | - |
| <i>Bevatnat, 28 okt</i> | | | | | | |
| Tom | 19,6 | 20,3 | 18,2 | -10,9 | -0,9 | -0,1 |
| Lastad | 19,6 | 20,3 | 18,2 | -13,2 | -3,0 | -0,5 |

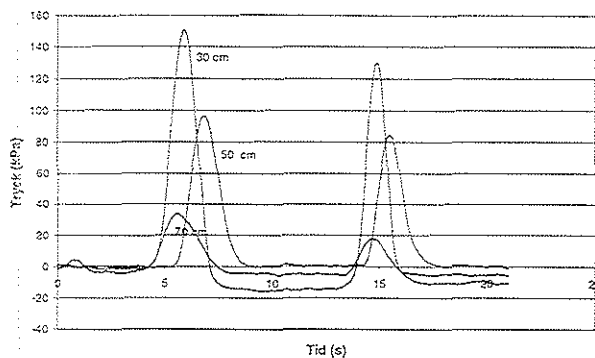
- mätning ej gjord, normalt beroende på att marken varit för hård för att installera sönerna

a)



Figur 14. Marktryck vid körning med sexradig betupptagare på bevattnad mark vid Elvireborg. a) tom upptagare, b) fullastad upptagare.

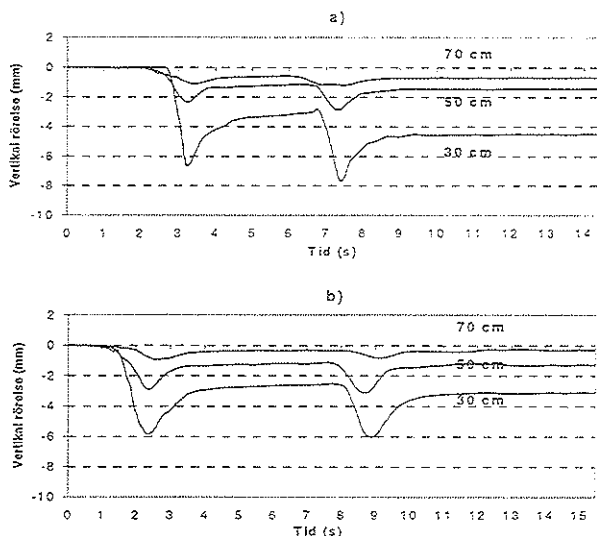
b)



Packning på moränlera vid Hemmesdynge

På Vanninge gård nära Hemmesdynge gjordes mätningar vid betuption 5 november. Texturanalys är ännu ej klar men lerhalten i

alven uppskattades till ca 20 %. Resultat från mätningen presenteras i figur 15 och tabell 25. Deformationen var förhållandevis stor, och en viss packning kunde uppmätas också på 70 cm djup.



Figur 15. Markrörelse vid körning med betuptionare på Vanninge gård nära Hemmesdynge i Skåne. a) Körning i betfält med fullastad upptagare b) Körning i betfält med tom upptagare.

Tabell 25. Kvarstående vertikal rörelse efter en överfart. Mätningar vid betuption 5 november vid Vanninge gård nära Hemmesdynge. Data är genomsnitt av två mätningar

| Rörelse (mm) | 30 cm | 50 cm | 70 cm |
|--------------|-------|-------|-------|
| Tom | -3,0 | -1,4 | -0,3 |
| Lastad | -4,4 | -1,9 | -0,6 |

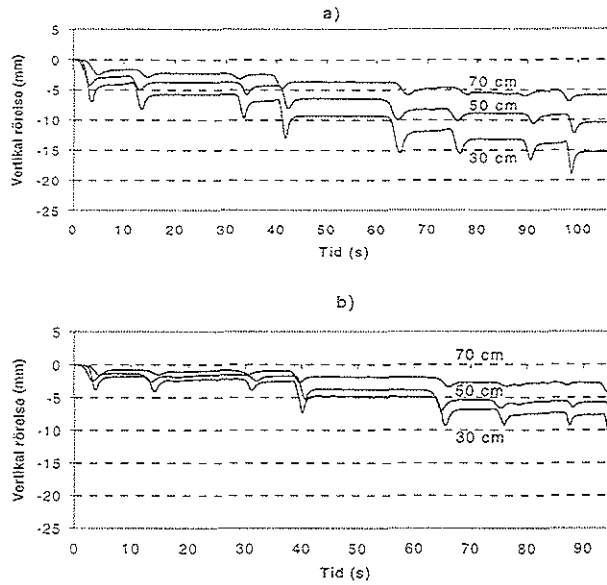
Packning på sandjord vid Kristianstad

Under hösten gjordes också mätningar på andra jordar, bl.a. på sandjord på gården Alfåkra söder om Kristianstad. De maskiner som användes var en sexradig upptagare med ett ringtryck på 2,2 bar i framhjul och 1,8 bar i bakhjul, samt en treradig bogserad upptagare med enkel axel och ett ringtryck på 2,5 bar. Mätningen utfördes 19-20 november på en åker som tidigare varit bevuxen med potatis. Resultat från mätningarna presenteras i figur 16 och 17 samt i tabell 26.

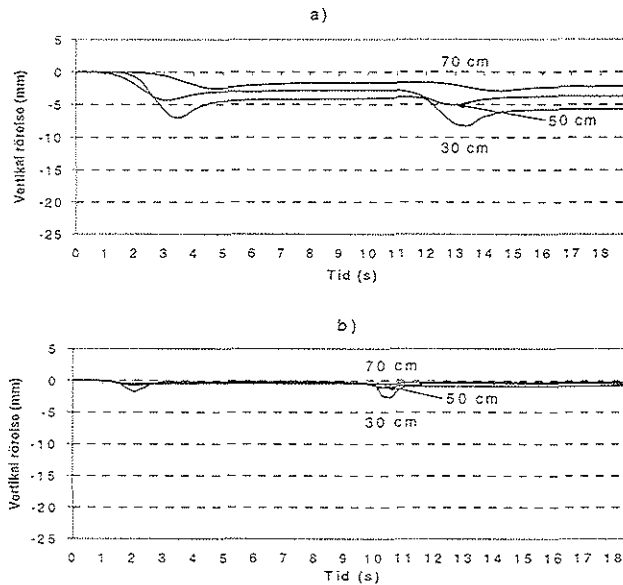
Av figur 16 framgår att den sexradiga

upptagaren packade marken på samtliga djup. Packningen ökade med varje överfart. Den största deformationen skedde när upptagarens framhjul körde över sonderna, medan bakhjulet orsakade mindre packning. Samma mönster har erhållits vid mätningar på andra platser, oavsett fabrikat på upptagaren.

Packningen i alven blev betydligt större av den sexradiga jämfört med en treradiga upptagaren, även då den sexradiga kördes utan last.



Figur 16. Mätning av markrörelse vid överfarter med tunga betupptagare på sandjord nära Kristianstad. Mätningarna utförda 19-20 nov. 1997. a) Två körningar fram- och tillbaka med en fullastad sexradig betupptagare (totalvikt drygt 35 ton). b) Två körningar fram- och tillbaka med en olastad sexradig betupptagare (totalvikt ca 20 ton).



Figur 17. Mätning av markrörelse vid 1 överfart med 3- och 6-radiga betupptagare på sandjord nära Kristianstad. Mätningarna utförda 19-20 nov. 1997. a) Fullastad sexradig betupptagare (totalvikt ca 35 ton). b) Fullastad, bogserad tre-radig betupptagare (totalvikt ca 18 ton).

Tabell 26. Kvarstående vertikal rörelse efter en överfart. Mätningar på sandjord nära Kristianstad. Medeltal av två mätningar

| Rörelse (mm) | 30 cm | 50 cm | 70 cm |
|-----------------|-------|-------|-------|
| Tom | -2,5 | -1,4 | -1,0 |
| Lastad | -4,8 | -3,0 | -1,8 |
| 3-radig, lastad | -1,3 | -0,6 | -0,1 |

Sammanfattning

Resultaten från de olika mätningarna är förhållandevis samstämmiga. Körning med sexradig betupptagare har orsakat packning djupare än 30 cm vid alla mätningar, oavsett om maskinen varit tom eller lastad. Packningen var betydligt större under sexradiga än treradiga upptagare. Beroende på markens vattenhalt har marken packats på 50 cm, och i vissa fall 70 cm djup.

Låga marktryck i odling med och utan plöjning

I tre nystartade fastliggande försök studeras samspelseffekter mellan primärbearbetningsmetod (plöjning eller plöjningsfri odling) och däcksutrustning. 1997 får ses som ett inkörningsår, eftersom försöksplatserna plöjdes 1996.

Jordpackning, framförallt i matjorden, kan minskas genom att använda större däck med lägre ringtryck. Detta borde vara speciellt viktigt i plöjningsfri odling, när plöjningens luckrande verkan uteblir. I serie R2-7115 studeras samspillet mellan primärbearbetningsmetod och däcksutrustning. I försöket ingår följande led:

- A=Plöjning, normala marktryck
- B=Plöjning, låga marktryck
- C=Ej plöjning, normala marktryck
- D=Ej plöjning, låga marktryck
- E=Permanent vall

Ledet med permanent vall finns med för att kunna jämföra övriga led med ett som är helt

utan bearbetning, med "optimala" betingelser för strukturutveckling. Jordbearbetning i övriga led utförs med en traktor med en totalvikt på drygt 5000 kg. I led med normala marktryck används lågprofildäck (540/65-38 bak) i enkelmontage, i lågtrycksleden samma däck i dubbelmontage. Tre försök på Ultuna, varav två på styv lera och ett på lättare jord, ingår i serien. Försöken är fastliggande och startades våren 1997. Primärbearbetningen är därför samma led i alla led (plöjning) och 1997 får ses som ett inkörningsår för försökserien. Skörderesultat presenteras i tabell 27. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.

Tabell 27. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 1997

| Försök nr | 641/97 | 642/97 | 643/97 | Medel |
|--|----------|--------|--------|-------|
| Plats Ultuna | Ultuna | Ultuna | | |
| Gröda | Vårvete | Korn | Korn | |
| Plöjning, normala marktryck ^a | 5650=100 | 4330 | 5240 | 100 |
| Plöjning, låga marktryck | 92 | 109 | 103 | 101 |
| Ej plöjning, normala marktryck | 87 | 109 | 101 | 99 |
| Ej plöjning, låga marktryck | 91 | 105 | 100 | 99 |
| Permanent vall ^b | 84 | 111 | 101 | 99 |
| Sign. | n.s. | n.s. | n.s. | |

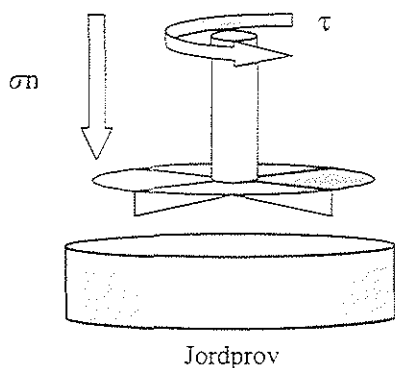
^aAlla led plöjdes hösten 1996. ^bVallen såddes in i spannmålsgrödan 1997.

Laboratiebestämning av skjuvhållfasthet på två olika jordtyper.

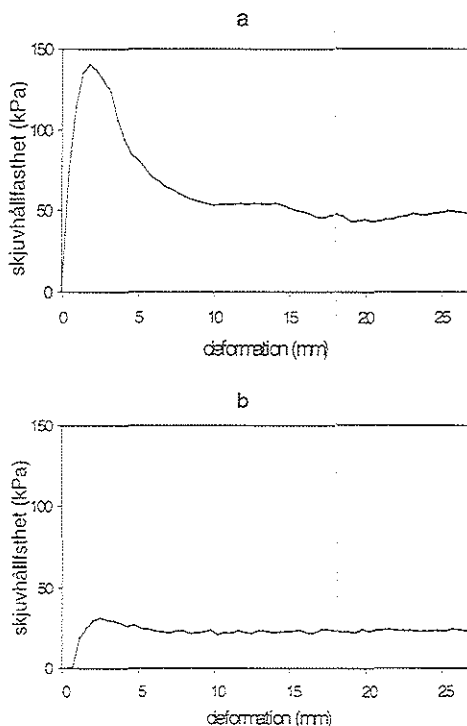
Skjuvhållfastheten i lerjord var 3 gånger högre än i sandjord, först och främst beroende på större kohesion i lerjorden. Den vertikala markrörelsen på 50 cm djup under överfart av tunga betupptagare var 2,7 mm på sandjorden och 0,9 mm på lerjorden.

I ett tidigare avsnitt i denna rapport redovisas en ny teknik för att mäta markpackning vid överkörning av lantbruksmaskiner. Vid mätningarna togs ut prover för bestämning av markens skjuvhållfasthet. Syftet var att undersöka sambandet mellan den i fält uppmätta jordpackningen, och skjuvhållfastheten för flera olika jordtyper och vattenhalter. Detta görs med syftet att kunna ge jordbrukaren rekommendationer om maximalt tillåtna axel- och ringtryck under olika förhållanden, beroende på jordtyp och tidpunkt på året.

Skjuvhållfasthet i jord, som först och främst är beroende av jordens vattenhalt, textur, struktur samt volymvikt, kan differentieras i kohesions- och friktionskrafter, som framgår av figur 18. Där visas bestämning av skjuvhållfasthet vid naturlig vattenhalt vid mätning med en metod skisserad nedanför:



Normaltryck är för båda tillfällena ca. 40 kPa. Som det ses, utvisar lerjorden långt större kohesion än sandjorden. Sandjordens skjuvhållfasthet beror till största delen på friktion mellan jordpartiklarna.



Figur 18. Skjuvhållfasthet mätt på ostörda jordprover från 2 olika jordar vid naturlig vattenhalt. a) Lerjord från Elvireborg nära Billeberga i Skåne. b) Sandjord från Alfåkra söder om Kristianstad. Normaltryck är 40 kPa.

Jordprovets skjuvhållfastheten τ och normaltrycket σ_n registreras kontinuerligt.

Figur 18 visar exemplar på mätningar av skjuvhållfastheten på ostörda jordprover från två olika jordtyper: Lerjord från Elvireborgs gård nära Billeberga i Skåne, och sandjord från gården Alfåkra söder om Kristianstad.

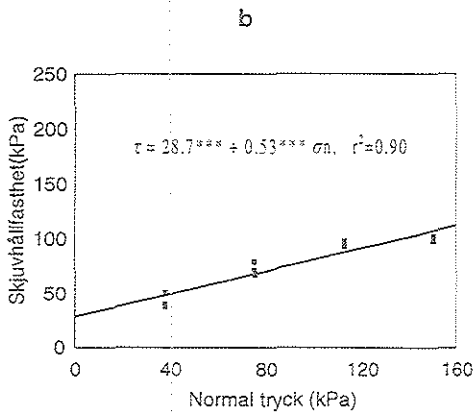
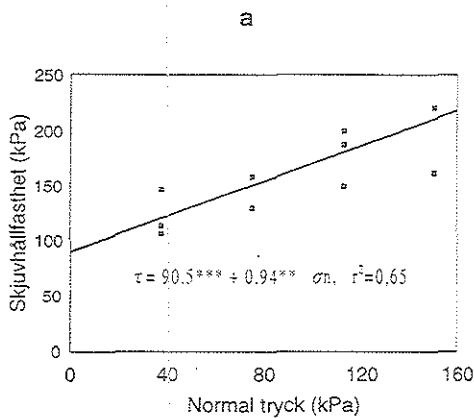
Sammanhörande värden på skjuvhållfasthet och normaltryck avsätts i ett τ - σ koordinatsystem, varefter kohesion (c) och friktionsvinkel (α) kan bestämmas grafiskt eller som konstanter i Coulombs regressionsmodell: $\tau = c + \text{tg}(\alpha)\sigma_n$, där τ är skjuvhållfasthet för en given jord, och σ_n är normaltryck (figur 19).

Kohesionen för en given jord kan således bestämmas genom att mäta skjuvhållfastheten vid flera olika normaltryck.

Detta ses av figur 19, som visar skjuvhållfastheten som funktion av normaltryck för en lerjord (a) och en sandjord (b). Variationen är högre i lerjorden än i sandjorden. Den inre friktionen ($\tan\alpha$) var högst i lerjorden och kohesionen (c) var ca. 3 högre än i sandjorden.

Således har jordtyper med låg skjuvhållfasthet störst risk för att packas. Under körning med tunga betuupptagare (totalvikt ca. 38 ton) packades sandjorden, där skjuvhållfastheten enligt Coulombs regressionsmodell var lägst, 2,7 mm på 50 cm djup, medan lerjorden packades 0,9 mm på 50 cm djup. Vattenhalten under laboratoriebestämningen av skjuvhållfastheten och under packningsförsöken var den samma.

Kontaktpersoner är Andreas Trautner, tel. 018/67 12 04 och Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.



Figur 19. Skjuvhållfasthet för två olika jordtyper bestämt med shear-annulus metoden på ostörda jordprover vid naturlig vattenhalt. a) Lerjord från Elvireborg nära Billeberga i Skåne. b) Sandjord från Alfåkra söder om Kristiansstad. Vid varje normalbelastning gjordes 3 parallellmätningar av jordens skjuvhållfasthet.

Vid körning på marken med tunga maskiner kan jorden packas till större volymvikt.

Markstruktur som skördebestämmande faktor

Detta examensarbete ingår som en del i program 4T, tillväxt till tio ton, som fokuserar på frågeställningarna kring markens bördighet och struktur samt marken som växtplats för rötterna. Målet i förlängningen är att finna påverkbara faktorer i marken som kan bidra till att höja sockerskördarna. Programmet finansieras av Sockerbetsodlarnas Centralförening och Danisco Sugar AB. Examensarbetet är utformat som en fältstudie på åtta sockerbetsodlande gårdar.

Material och metoder

I fältstudien ingick åtta gårdar med ett sockerbetsfält vardera av ungefär samma storlek. Fyra par med en, med avseende på genomsnittlig sockerskörd, plusvariant, och en minusvariant blev jämförda sinsemellan. Gårdarna var utvalda så att det inte skulle finnas någon uppenbar och påtaglig anledning till skördeskillnaden i form av till exempel dålig ogräsbekämpning eller någon annan misskötsel som kunde förklara en låg skörd. Grundfrågan var varför två gårdar med objektivt sett liknande förutsättningar presterar så olika skörd. Här presenteras resultaten för ett par, i fortsättningen kallade fält 5 och 6. De markfysikaliska parametrar som mättes finns beskrivna nedan. Det gjordes även markkemiska analyser i form av P, K, Mg och Ca status. Markfauna, nematod och svampförekomst samt daggmaskförekomst undersöktes. I varje försöksyta gjordes profilbeskrivningar. Tillväxten hos beta och blast uppmättes samt även deras torrsubstanshalt och växtnäringssinnehåll. I varje fält lades tre försöksytor ut. Ytorna var 20 gånger 20 m och förlagda till representativa områden på fälten. I varje försöksyta lades två skörderutor ut. Dessa utgjordes av två rader gånger tio meter. Paret som studeras här består av fält 5, som utgjorde parets plusvariant, och fält 6, som utgjorde minusvarianten.

Markkartering

En markkartering gjordes för varje försöksyta på 0-25 och 25-50 cm djup där lerhalt och mullhalt bestämdes. I samband med detta bestämdes också pH, P-AL och K-AL klass samt Mg och Ca halt.

Penetrometermätning

I varje försöksyta gjordes 30 mätningar med penetrometer ner till 50 cm djup. Sticken gjordes längs diagonalen på ytan och i samband med detta togs även ut jordprover för gravimetrisk vattenhaltsmätning på 0-25 cm och 25-50 cm djup. Mätningarna utfördes mellan 970603 och 970607.

Infiltrationsmätningar i fält

Infiltrationsmätningar i fält skedde under juni 1997. Mätningar gjordes på två ställen längs diagonalen i varje yta. Matjorden grävdes undan till ett djup av ca 30 cm och en stålcyllinder med mätten 40 cm i diameter och 25 cm höjd drevs ner 2-5 cm i marken. Därefter fylldes vatten försiktigt på till en markerad nivå inuti cylindern. Den markerade nivån motsvarade ca 10 cm vattenpelare. Denna nivå hölls sedan konstant i 15 minuter så att jorden vattenmätades varpå första mätningen tog vid. Mätningen gick till så att avståndet mellan vattennivån och cylinderns ovkant registrerades varefter vattennivån tilläts sjunka under 5 min. Vattennivån registrerades sedan igen och man fick ett mått på hur många mm per minut som infiltrerade. Vattennivån hölls sedan konstant i ytterligare 15 min och ny mätning gjordes. Ytterligare en mätning gjordes 60 min efter start.

Vattenhalter, skrymdensitet och porositet

I varje försöksyta tog cylinderprover ut på tre djup, 15-20 cm, 30-35 cm och 45-50 cm. Detta gjordes på tre ställen i varje försöksyta, alltså nio cylindrar per yta. Vattenhalter vid vattenavförande tryck på 5 cm och 100 cm uppmättes. Den torra skrymdensiteten, γ_s , bestämdes genom att cylindrarna torkades i 105°C och sedan vägdes. Porositeten, n , beräknades utifrån torra skrymdensiteten och

specifika vikten, γ_s , dvs det fasta materialets densitet, enligt formeln; $n=100(1-\gamma_t/\gamma_s)$.

Vissningsgräns

Den fysikaliska vissningsgränsen bestämdes genom att malda och lufttorkade jordprover sattes under ett vattenavförande tryck på 1,5 MPa. Bestämning gjordes på nivåerna 15-20 cm, 30-35 cm och 45-50 cm i varje försöksyta.

Vattengenomsläpplighet

Den mättade vattengenomsläpplighet, k -värdet, mättes på samma cylindrar som användes för skrymdensitetsbestämning och vattenhaltsmätning.

Skörd

Vid fyra tillfällen under säsongen skördades betor i anslutning till varje skörderuta. Blast och rot från tio betor per skörderuta tvättades och vägdes var för sig. Slutskörd ägde rum under september och då gjordes även slutlig planträkning. Vid slutskörden mättes och beräknades tonskörden per ha av betor ren vikt, sockerskörd ton/ha samt utvinnbart socker. Renhetsprocent, blåtal samt K+Na uppmättes också.

Resultat

Markkartering

I tabell 28 redovisas lerhalt, mullhalt, pH, P-AL samt K-AL för matjord respektive alv på fält 5 och 6. Lerhalterna var lika i de båda fälten, mullhalten något högre i alven på fält 6 och pH något högre på fält 6. P-AL klass var lika och detsamma gäller K-AL klass.

Tabell 28. Lerhalt, mullhalt, pH, P-AL samt K-AL i matjord respektive alv, fält 5 och 6

| | Fält 5 | Fält 6 |
|---------------------------|--------|--------|
| Lerhalt matjord (0-25 cm) | 20 % | 20 % |
| Lerhalt alv (25-50 cm) | 21 % | 20 % |
| Mullhalt matjord | 3,3 % | 3,3 % |
| Mullhalt alv | 1,5 % | 1,9 % |
| pH matjord | 6,6 | 7,3 |
| pH alv | 7,1 | 7,7 |
| P-AL klass matjord | IV | IV |
| P-AL klass alv | III | III |
| K-AL klass matjord | III | III |
| K-AL klass alv | II | II |

Penetrometermätningar

Penetrometermätningar från fält 5 och 6 redovisas i figur 22. Motståndet var något högre i fält 5 genom hela profilen. Vid mättillfället höll fält 5 i skiktet 0-25 cm en gravimetrisk vattenhalt på 15,5% och fält 6 14,9%. På djupet 25-50 cm var vattenhalten 15,4% på fält 5 och 15,2% på fält 6.

Vattenhalter

I figur 20 redovisas vattenhalt vid vissningsgräns, 5 och 100 cm vattenavförande tryck samt porositeten för fält 5 och 6. Porositeten var lika i matjorden men skilde sig i plogsula och alv där den var 2-3 % högre på fält 5.

Infiltration

Infiltration i fält redovisas i figur 23. Infiltrationsförmågan var relativt låg i båda fälten, dock något högre i fält 5 än i fält 6.

Vattengenomsläpplighet på cylinderprover

K-värde för varje djup och försöksyta samt ett fältmedelvärde för varje djup redovisas tabell 30. I medeltal över tre försöksytor uppvisade fält 5 högst k -värde för alven, sämre för plogsulan och sämst för matjorden. Fält 6 däremot uppvisade sämst k -värde i plogsulan, något bättre i alven och bäst i matjorden. Med undantag av matjorden uppvisade fält 5 högre k -värde än fält 6. Tabell 31 visar hur många cylindrar som hade k -värde noll. För fält 5 var detta en i matjorden och i plogsulan en. I matjorden på fält 6 hade ingen cylinder k -värde noll men i plogsulan hade fem cylindrar k -värde noll. Av nio cylindrar uttagna i alven hade fyra k -värde noll på fält 6.

Skrymdensitet

I tabell 29 redovisas resultatet av skrymdensitetsbestämningarna. Fält 5 hade något lägre skrymdensitet i plogsula och alv men i matjorden var den lika. P-värdet anger sannolikheten att medelvärde skulle vara samma i båda populationerna. Statistisk analys är gjord enligt metoden Students t-test.

Tabell 29. Torr skrymdensitet (g/cm^3) fält 5 och 6

| Torr skrymdensitet (g/cm^3) | | | |
|--|--------|--------|---------|
| djup (cm) | fält 5 | fält 6 | p-värde |
| 15-20 | 1,41 | 1,41 | 0,97 |
| 30-35 | 1,62 | 1,66 | 0,26 |
| 45-50 | 1,63 | 1,72 | 0,01 |

Tillväxt

Tillväxten från start var bättre på fält 5 men båda fälten följde samma mönster. Blastillväxten var kraftig i början på

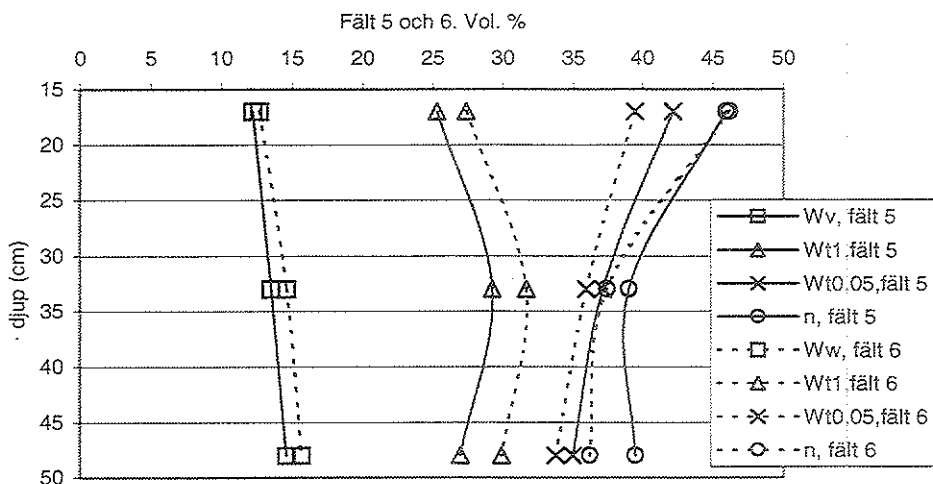
säsongen och avtog vid skördetidpunkt fyra (19/8). Fält 5 höll en högre blastvikt över hela säsongen fram till slutskörd (23/9). Rotvikten var även den högre på fält 5 utom vid skördetidpunkt tre (29/7) då fält 6 visade på högre rotvikt. Vid slutskörd hade fält 5 64 ton/ha rena betor och fält 6 59,2 ton/ha. Sockerhalten var 18,5 % på fält 5 och 18,7 % på fält 6. Plantantalet vid slutskörd var på fält 5 92000 plantor/ha och på fält 6 79000 plantor/ha. Blåtalet var 22 på fält 5 och 18 på fält 6. Resultatet redovisas i figur 21.

Tabell 30. Vattengenomsläpplighet (k -värde cm/h) i varje försöksyta samt medeltal över tre försöksytor. Fält 5 och 6

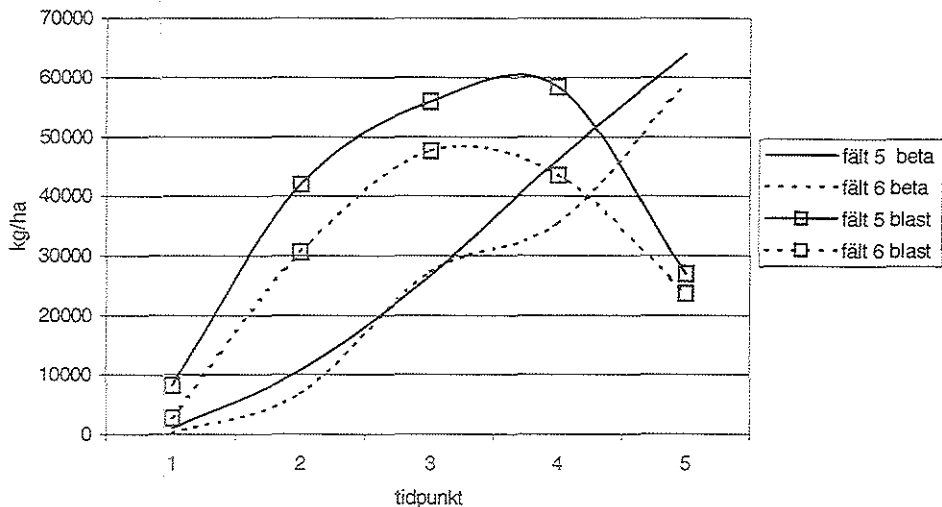
| Fält 5 | | | Fält 6 | | | | Medel | | |
|----------|-------|-------|--------|----------|-------|-------|-------|--------|--------|
| djup | yta 1 | yta 2 | yta 3 | djup | yta 1 | yta 2 | yta 3 | fält 3 | fält 4 |
| 15-20 cm | 3,91 | 2,51 | 9,54 | 15-20 cm | 7,91 | 8,40 | 11,15 | 3,52 | 9,15 |
| 30-35 cm | 6,39 | 1,35 | 3,7 | 30-35 cm | 0,52 | 2,83 | 0,20 | 3,81 | 1,18 |
| 45-50 cm | 6,17 | 6,42 | 7,18 | 45-50 cm | 1,49 | 3,56 | 0,02 | 6,59 | 1,69 |

Tabell 31. Antal cylindrar med k -värde noll. Fält 5 och 6

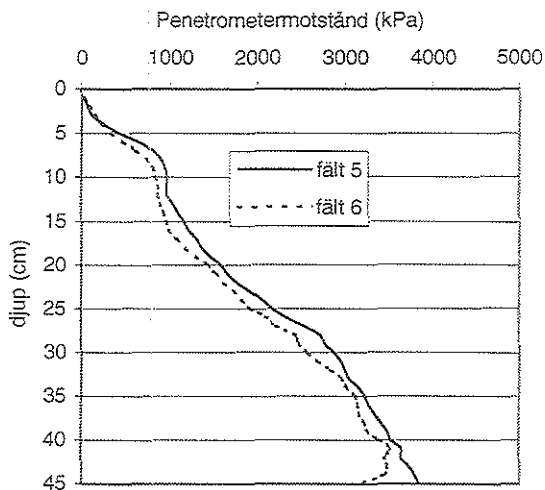
| fält 5 | yta 1 | yta 2 | yta 3 | fält 6 | yta 1 | yta 2 | yta 3 |
|----------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|
| 15-20 cm | - | 1 | - | 15-20 cm | - | - | - |
| 30-35 cm | 1 | - | - | 30-35 cm | 2 | 2 | 1 |
| 45-50 cm | - | - | - | 45-50 cm | - | 1 | 3 |



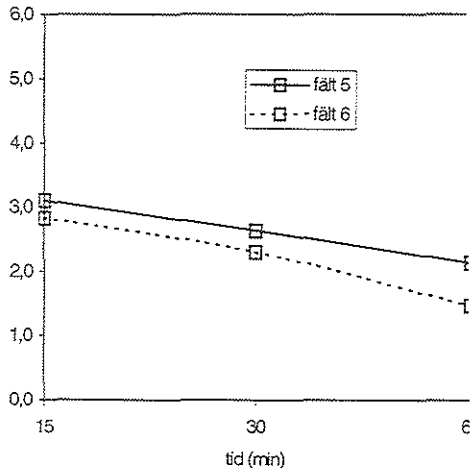
Figur 20. Vattenhalter vid vissningsgräns (W_v), 5 cm vattenavförande tryck ($W_{t0,05}$), 100 cm vattenavförande tryck (W_{t1}) samt porositet (n).



Figur 21. Tillväxt hos blast och rot (beta) över säsongen. Tidpunkt 1 var 970619, tidpunkt 2 970708, tidpunkt 3 970729, tidpunkt 4 970819 och tidpunkt 5, sluskskörd, ägde rum 971014.



Figur 22. Penetrometermotstånd, fält 5 och 6



Figur 23. Infiltration i mm/min, fält 5 och 6

Diskussion

Det är svårt att utifrån någon enskild faktor förklara skördevariationer. I denna studie har dock observerats högre skrymdensitet i alven på minusgården, inte bara i ovan beskrivna par utan i samtliga studerade par. Den tidiga tillväxten är en annan faktor som skiljer gårdarna åt. Studien kommer

att fortsätta under 1998 och förutom ovan nämnda parametrar kommer bl.a. såbäddsundersökningar och studier av uppkomsthastighet att göras.

MEKANISK OGRÄSBEKÄMPNING

Försöksverksamheten inom mekanisk ogräsbekämpning är sedan länge eftersatt, beroende på den utbredda användningen av herbicider. Det ökade intresset för miljön, ekologisk odling och resurshushållning har lett till ett nyvaknat intresse inom området, och vid avdelningen för jordbearbetning har bl.a. startats försök med radhackning av ogräs i stråsäd. Arbetet är främst inriktat på följande problemområden:

- att optimera den normala jordbearbetningens effekt mot ogräsen
- att utveckla teknik för mekanisk ogräsbekämpning i nya odlingssystem

De försöksserier som f.n. pågår inom detta område är (startår inom parentes):

- | | | |
|---------|--------|---|
| R2-6118 | (1995) | Radhackning med olika efterredskap vid olika radavstånd och hastigheter |
| R2-9708 | (1990) | Kvickrotsreglering i plöjningsfri odling |

Radhackning -Försök med efterredskap vid olika radavstånd och olika hastigheter

Utrustning och teknik för radhackning i stråsåd har utvecklats på jordbearbetningsavdelningen sedan 1990 och under 1997 har kupplog och kuppinnar som efterredskap till hackutrustning testats för sista året. Generellt har ogräsen decimerats till 10-20 % mellan raderna och 40-60 % i raderna. Detta har visat sig vara fullt tillräckligt för att erhålla minst lika hög avkastning som vid kemisk bekämpning.

Under 1997 ingick två försök i försöksserien R2-6118 som utfördes på Ultuna Egendom utanför Uppsala. I försöken undersöktes effekten av olika efterredskap vid olika hastigheter samt vid olika radavstånd. Ett av försöken (644/97) var beläget på en lättlera och ett på en styv lera (645/97). I försöken varierades hastighet och radavstånd. Hastigheterna som användes var 3 och 5 km/h och radavstånden var 12,5 cm och 25,0 cm. Försöken var av typen split-plot med 4 block och rutstorleken var 3x20 m.

I försöket ingick följande led:

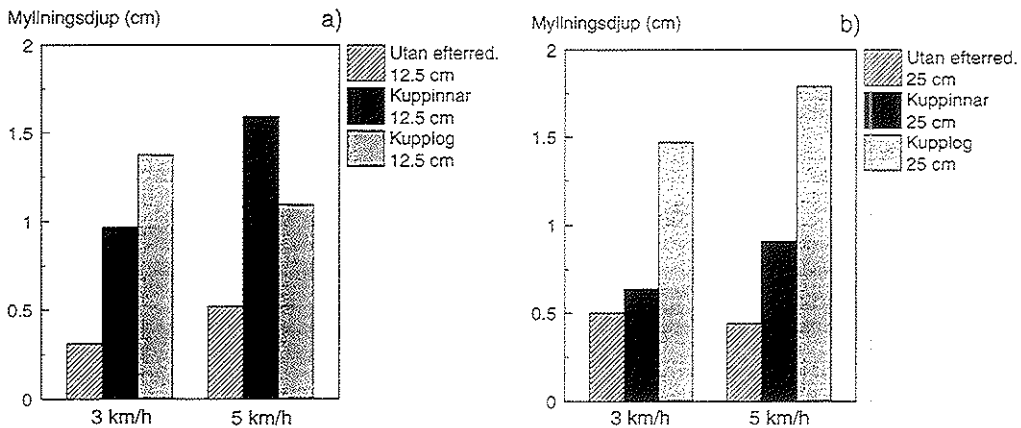
- A = Obehandlat 12,5cm radavstånd
- B = Obehandlat 25,0cm radavstånd
- C = Kemisk ogräsbek. 12,5cm radavstånd
- D = Kemisk ogräsbek. 25,0cm radavstånd
- E = Gåsfot 12,5cm utan efterredskap, 3 km/h
- F = Gåsfot 12,5cm utan efterredskap, 5 km/h
- G = Gåsfot 25,0cm utan efterredskap, 3 km/h
- H = Gåsfot 25,0cm utan efterredskap, 5 km/h
- I = Gåsfot 12,5cm Kupplog, 3 km/h
- J = Gåsfot 12,5cm Kupplog, 5 km/h
- K = Gåsfot 12,5cm Kuppinnar, 3 km/h
- L = Gåsfot 12,5cm Kuppinnar, 5 km/h
- M = Gåsfot 25,0cm Kupplog, 3 km/h
- N = Gåsfot 25,0cm Kupplog, 5 km/h
- O = Gåsfot 25,0cm Kuppinnar, 3 km/h
- P = Gåsfot 25,0cm Kuppinnar, 5 km/h
- Q = Gåsfot 12,5cm Kupplog täckt, 5 km/h
- R = Gåsfot 12,5cm Kuppinnar täckt, 5 km/h
- S = Gåsfot 25,0cm Kupplog täckt, 5 km/h
- T = Gåsfot 25,0cm Kuppinnar täckt, 5 km/h

För att kunna utvärdera de olika bearbetningsåtgärdernas effekt på ogräsmängden mättes först de olika redskapskombinationernas kupningseffekt i raderna. Detta utfördes med hjälp av fyra halvcentimetersgraderade stickor som placerades ut i raderna spridda över respektive parcell. Därefter avlästes kupningseffekten direkt på stickorna direkt efter att hackningen utförts. Vidare räknades ogräsantalet i två fasta rutor (0,25 m²) per parcell före hackning samt cirka en vecka efter hackningen i respektive mellan raderna. Avslutningsvis utfördes en sista kontroll av ogräsmängden ungefär 1 månad efter hackningen då ogräsen, från 2 rutor/parcell, artsorterades, räknades och vägdes.

Resultat

Myllningseffekt

På den **styva leran** var den generella trenden att myllningen ökade då efterredskapen kopplades på. Vid 12,5 cm radavstånd kupade hackan utan efterredskap 0,3-0,5 cm medan kuppinnarna kupade 1 cm vid 3 km/h och 1,6 cm vid 5 km/h. Kupploggen i sin tur kupade 1,4 cm vid låg hastighet och 1,1 cm vid hög hastighet. Vid 25 cm radavstånd erhöles 0,5 cm myllning efter hackning utan efterredskap medan kupningen efter påkoppling av kuppinnarna blev 0,6 cm vid låg hastighet och 0,9 cm vid hög. Vid användning av kupplog blev motsvarande resultat 1,5 cm vid låg hastighet och 1,8 vid hög, figur 24. På **lättileran** erhöles myllningsresultat med endast små avvikelser från resultatet på den styva leran.

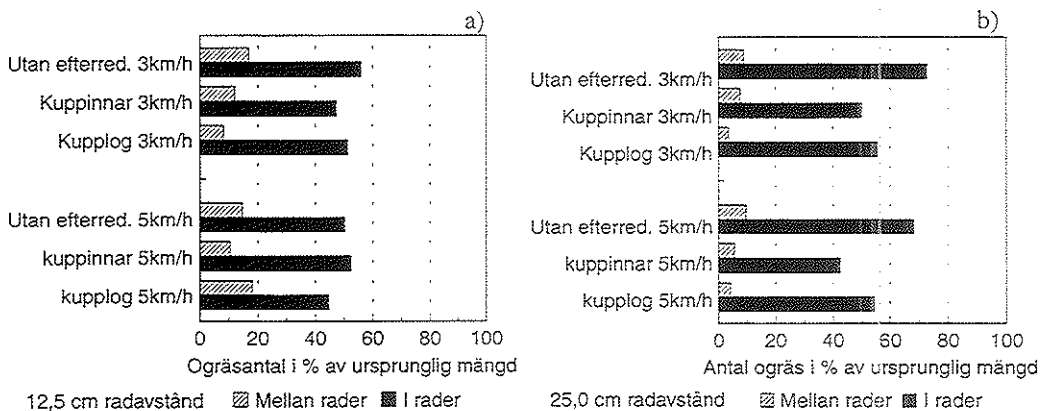


Figur 24. Myllningsdjup i försök 645/97 på styv lera. a) 12,5 cm b) 25 cm radavstånd.

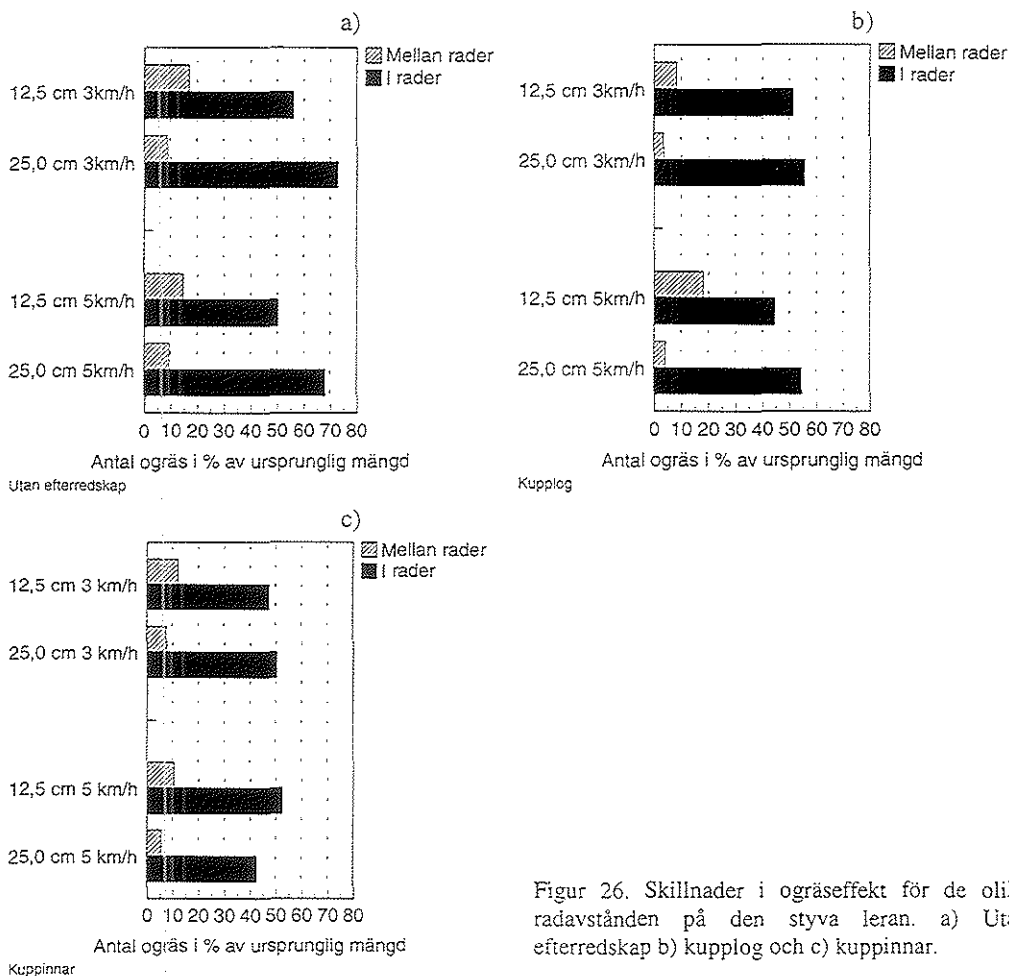
Efterredskap

På den **styva leran** erhöles mellan raderna ingen tydlig effekt varken av efterredskapen eller av hastighetsändringen. Detta berodde på att hackningen varit synnerligen effektiv mellan raderna. Vid 12,5 cm radavstånd fanns endast 10-15 % av ogräsmängden kvar efter hackningen oavsett om efterredskap eller ej hade använts. Vid 25 cm radavstånd var det kvarvarande antalet ännu lägre, endast 3-10 %. Den högre siffran vid hackning utan efterredskap och den lägre efter påkoppling av något av de två efterredskapen, figur 25. I raderna erhöles vid 12,5 cm radavstånd en viss effekt av efterredskapen. Utan efterredskap och vid låg hastighet fanns ungefär 58 %

ogräs kvar medan det efter påkoppling av efterredskap blev 45-50 % kvar. Vid 5 km/h fanns 50 % ogräs kvar vid hackning utan efterredskap samt vid användning av kuppinnar, vilket kunde jämföras med 45 % kvar efter kupplogen, figur 25a. Vid 25 cm radavstånd var effekten av efterredskapen tydligare. Vid hackning med låg hastighet utan efterredskap fanns 75 % ogräs kvar i raderna medan det efter kuppinnarna fanns 50 % kvar och efter kupplogen 55 %. Vid den högre hastigheten (5 km/h) var trenden den samma då det utan efterredskap påkopplade fanns 68 % kvar, med kuppinnar påkopplade 42 % och med kupplog 55 %, figur 25b.



Figur 25. Effekt av efterredskap i försök 645/97 på styv lera. a) 12,5 cm radavstånd b) 25 cm radavstånd.



Figur 26. Skillnader i ogräseffekt för de olika radavstånden på den styva leran. a) Utan efterredskap b) kupplag och c) kuppinnar.

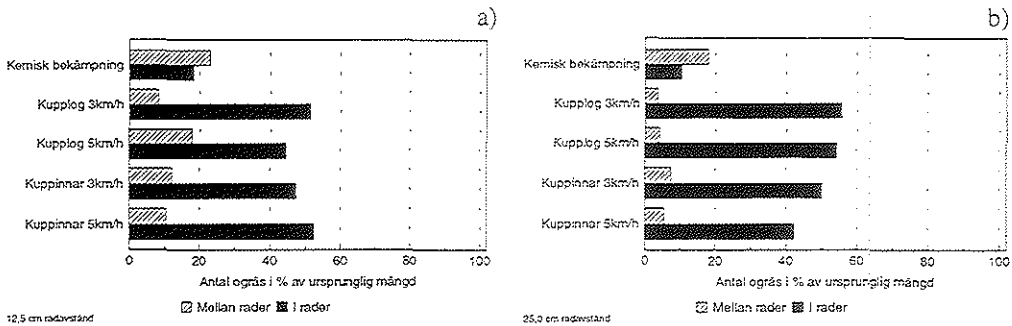
Radavstånd

På den **styva leran** erhöles vid 25 cm radavstånd 5-10 % bättre ogräseffekt mellan raderna än vid 12,5 cm radavstånd. I raderna blev resultatet det omvända då effekten istället blev 5-15 % sämre vid 25 cm radavstånd jämfört med 12,5 cm radavstånd, förutom vid användning av kuppinnar och hög hastighet då ogräseffekten blev 10 % bättre vid 25 cm radavstånd, figur 26.

Kemisk bekämpning

På den **styva leran** visade det sig att den mekaniska bearbetningen generellt var väl så effektiv mellan raderna som den kemiska behandlingen. Den mekaniska bearbetningen reducerade ogräsantalet till 10-15 % medan den kemiska behandlingen reducerade antalet

till dryga 20 %. Detta gällde både för 12,5 cm och 25 cm radavstånd. I raderna klarade dock den kemiska bekämpningen att reducera ogräsantalet till samma nivå som mellan raderna medan den mekaniska bekämpningen reducerade antalet till 45-50 % vid 12,5 cm radavstånd och 45-55 % vid 25 cm radavstånd, figur 27. På **lättileran** var ogrässtrycket väldigt kraftigt. Detta resulterade i att både de mekaniska och de kemiska behandlingarna hade större problem att bekämpa ogräsen än på den styva leran där ogräsmängden var mindre. Detta gjorde att resultatet efter den mekaniska bekämpningen blev 10-15 % sämre i raderna och den kemiska hela 30 % sämre, både i och mellan raderna, än resultatet på den styva leran.

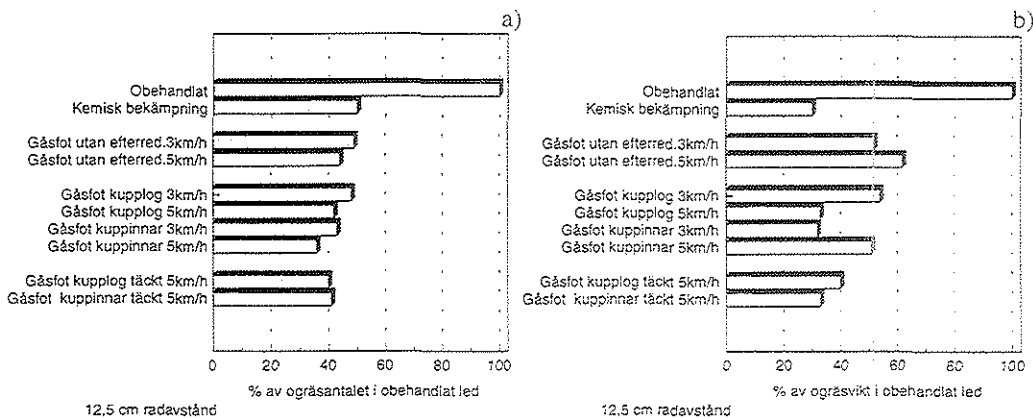


Figur 27. Effekt av hackning jämfört med kemisk bekämpning i försök 645/97 på den styva leran. a) 12,5 cm radavstånd b) 25 cm radavstånd.

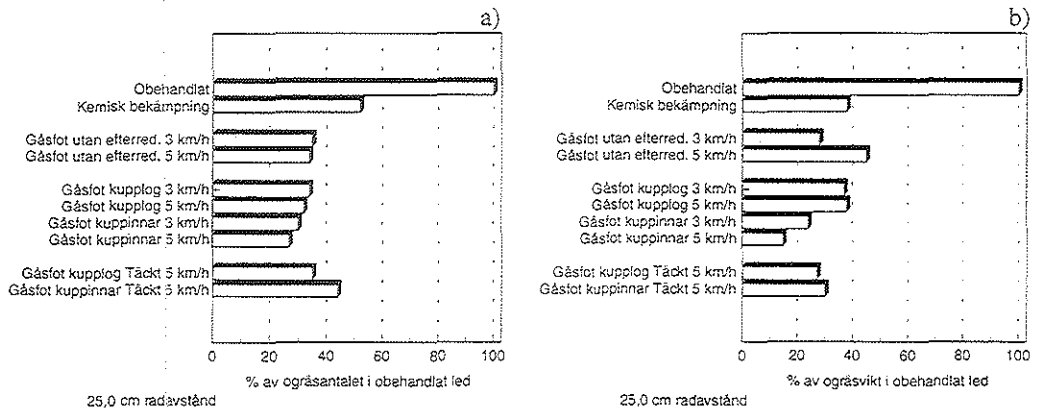
Sluträkning

På den **styva leran** var det, vid sluträkningen, små ledskillnader i antal ogräs. En liten förbättring vid användning av efterredskapen kan skönjas även om det bara rör sig om några få procents skillnad. Vid 12,5 cm radavstånd var antalet kvarvarande ogräs efter hackning 40-45 % av obehandlat led medan det fanns 50 % kvar efter den kemiska bekämpningen, figur 28a. Vid 25 cm radavstånd fanns drygt 30 % kvar efter hackning medan det efter den kemiska bekämpningen fanns 50 % ogräs kvar jämfört med obehandlat led, figur 29a. Viktsreduceringen varierade däremot lite mer än reduceringen av antalet ogräs. Vid 12,5 cm radavstånd blev resultatet bäst efter den kemiska bekämpningen, gåsfot kombinerat

med kupplog vid 5 km/h samt kombinerat med kuppinnar 3 km/h vilka reducerade ogräsvikten till ungefär 30 % kvarvarande vikt jämfört med obehandlat led. Samma resultat erhöles även vid användning av täckta kuppinnar. I övrigt minskades vikten till ungefär 50 %, figur 28b. Vid 25 cm radavstånd var det gåsfot kombinerat med kuppinnar som minskade ogräsvikten mest med en kvarvarande vikt på 15-25 %. I övrigt minskades vikten till ungefär 35-40 % av obehandlat led, figur 29b. På **lättleran** varierade resultatet något mer än på den styva leran men var i stort sett detsamma. Effekten av täckningen var dock klarare på lättleran än på den styva leran vilket illustreras i figur 30.



Figur 28. Andelen ogräs kvar i rutor med 12,5 cm radavstånd en månad efter hackningen i procent av obearbetat led. Försök 645/97 på styv lera. a) antal ogräs/m². b) vikten ogräs/m².

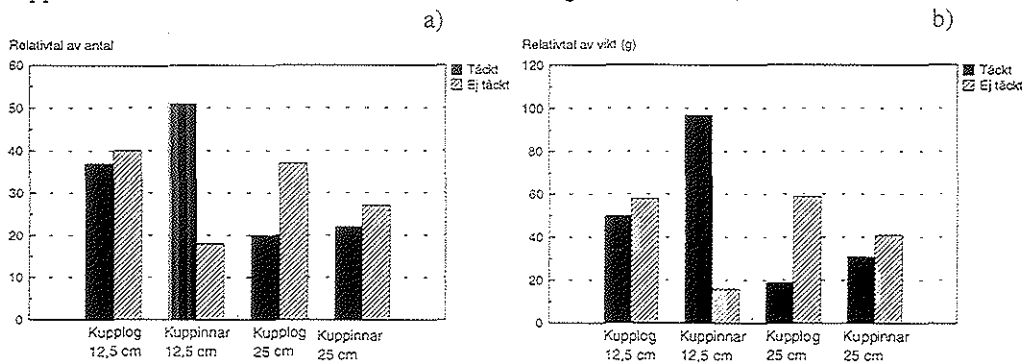


Figur 29. Andelen ogräs kvar i rutor med 25 cm radavstånd en månad efter hackningen i procent av obehandlat led. Försök 645/97 på styv lera. a) antal ogräs/m² b) vikten ogräs/m².

Täckningseffekt efter sluträkning

På lättleran erhöles effekt av täckningen av hackredskapen, vilket illustreras i figur 30. Effekt erhöles vid hackning kombinerat med kupplog både vid 12,5 cm och 25 cm radavstånd samt vid hackning kombinerat med kuppinnar vid 25 cm radavstånd. Vid

hackning kombinerat med kuppinnar vid 12,5 cm radavstånd erhöles istället negativ effekt, vilket troligen berodde på svårigheter att komma rätt i rutan med täckt hacka. Minskningen av ogräsantalet var ungefär detsamma som minskningen av ogräsvikten (figur 30a och 30b).



Figur 30. Effekt av täckning i försök 644/97 på lättlera. Relativtval i procent av obehandlat led. a) antal ogräs och b) ogräsvikt.

Avkastning

Under 1997 erhöles betydande effekt av den mekaniska ogräsbekämpningen på avkastningen. På den styva lera blev avkastningen vid 12,5 cm radavstånd och låg körhastighet 9-10 % högre än obehandlat led oavsett vilket efterredskap som påkopplats, medan ökningen vid hög hastighet blev 13 % med kupplog och 5 % med kuppinnar. Detta kan jämföras med 9 % ökning vid kemisk bekämpning. På lättleran blev motsvarande

resultat 2-3 % vid låg hastighet och 5-7 % vid hög hastighet oavsett efterredskap. Detta ska jämföras med 2 % ökning vid kemisk ogräsbekämpning, tabell 32. Ett genomsnitt för de båda försöken gav därmed jämfört med obehandlat led, vid låg hastighet och med efterredskap 6-7 % ökad avkastning och vid hög hastighet 10 % ökning vid påkoppling av kupplog medan det efter kuppinnarna blev 5 % ökning jämfört med obehandlat led. Vid kemisk behandling blev ökningen i

genomsnitt 6 %, tabell 32. Vid 25 cm radavstånd och på den styva leran blev avkastningsökningen med efterredskap 3-6 % vid låg hastighet och 1-3 % vid hög hastighet. Den kemiska bekämpningen ökade vid detta radavstånd avkastningen med 6 %. På lättleran blev motsvarande resultat 4 respektive 10 % vid låg hastighet och 6 respektive 11 % vid hög hastighet. Den lägre siffran för kuppinnar och den högre för kupplog. Detta medan avkastningen i kemiskt behandlade led minskade med 1 % jämfört med obehandlat led, tabell 32. I genomsnitt erhöles i medeltal 8,5 % lägre avkastning vid 25 cm radavstånd jämfört med 12,5 cm radavstånd.

Slutsatser

Sammanfattningsvis har vi nu lyckats minska ogräsmängden mellan raderna ner till runt 5-10 % av ursprunglig mängd och i vissa fall

ännu lägre. I raderna har mängden minskat till ungefär 40-50 % vilket troligen får anses som det resultat som vi i realiteten kommer att uppnå. Dessutom har målet att klara hackningen vid konventionellt radavstånd (12,5 cm) utan att skada och hämma grödan uppnåtts och resultaten har till och med blivit bättre vid 12,5 cm än vid 25 cm radavstånd. Visserligen blir ogräsbekämpningen känsligare för påverkan av yttre faktorer såsom t.ex. ökad vattenhalt i jorden och för kraftigt bestånd men under normala förhållanden skapar dessa faktorer inga problem. Effekten av radhackningen i stråsåd motiveras inte bara av dess ogräsreducerande förmåga utan bidrar även till att öka avkastningen. Ökningen har nu under ett antal år väl motsvarat den avkastningsökning som erhållits vid den kemiska ogräsbekämpningen. Kontaktperson är Daniel Johansson, tel. 018/671203.

Tabell 32. Avkastningen för försöksserie R2-6118 under 1997 samt relativt. Dessutom den genomsnittliga avkastningen för båda försöken 1997

| Försök nr | 644/97 | 645/97 | Genomsnitt |
|--|-----------|-----------|------------|
| Län/plats | Ul/Säby 3 | Ul/Säby 1 | Samtliga |
| Jordart | mmhLL | mmhSL | 1997 |
| Gröda | Vårkorn | Vårkorn | |
| Obehandlat 12,5 cm radavstånd | 3690=100 | 5130=100 | 100 |
| Obehandlat 25,0 cm radavstånd | 87 | 98 | 93 |
| Kemisk ogräsbek. 12,5 cm radavstånd | 102 | 109 | 106 |
| Kemisk ogräsbek. 25,0 cm radavstånd | 86 | 104 | 95 |
| Gåsfot 12,5 cm utan efterredskap, 3 km/h | 100 | 109 | 105 |
| Gåsfot 12,5 cm utan efterredskap, 5 km/h | 105 | 108 | 107 |
| Gåsfot 25,0 cm utan efterredskap, 3 km/h | 95 | 105 | 100 |
| Gåsfot 25,0 cm utan efterredskap, 5 km/h | 91 | 101 | 96 |
| Gåsfot 12,5 cm Kupplog, 3 km/h | 102 | 109 | 106 |
| Gåsfot 12,5 cm Kupplog, 5 km/h | 107 | 113 | 110 |
| Gåsfot 12,5 cm Kuppinnar, 3 km/h | 103 | 110 | 107 |
| Gåsfot 12,5 cm Kuppinnar, 5 km/h | 105 | 105 | 105 |
| Gåsfot 25,0 cm Kupplog, 3 km/h | 97 | 101 | 99 |
| Gåsfot 25,0 cm Kupplog, 5 km/h | 98 | 101 | 99 |
| Gåsfot 25,0 cm Kuppinnar, 3 km/h | 91 | 104 | 98 |
| Gåsfot 25,0 cm Kuppinnar, 5 km/h | 93 | 99 | 96 |
| Gåsfot 12,5 cm Kupplog täckt, 5 km/h | 97 | 111 | 104 |
| Gåsfot 12,5 cm Kuppinnar täckt, 5 km/h | 94 | 112 | 103 |
| Gåsfot 25,0 cm Kupplog täckt, 5 km/h | 104 | 101 | 102 |
| Gåsfot 25,0 cm Kuppinnar täckt, 5 km/h | 110 | 96 | 103 |
| Signifikans | n.s. | *** | |

Kvickrotsreglering i plöjningsfri odling

1997 var ett väldigt gynnsamt år för kvickrotten (*Elymus repens*) vilket också märks i försöken som en viss ökning av mängden kvickrot. Dock varierar ökningen mellan de olika leden vilket visar att kvickrotsbestånden har en varierande känslighet för gynnsamma respektive ogynnsamma förhållanden beroende på var de är lokaliserade i markprofilen. Minst har ökningen varit i de led som under 1996 nästan utrotade kvickrotten medan de led som tidigare innehöll mest kvickrot också har ökat mest.

Sedan 1990 har försöksserie R2-9708 legat som två storparcellsförsök på en lättlera på Villinge samt en styv lera på Vipängen, båda på Ultuna Egendom utanför Uppsala. Försöken anlades på två försöksplatser som var kraftigt kontaminerade av kvickrot och syftet med projektet har varit att undersöka möjligheterna att reducera stora kvickrotsbestånd endast med hjälp av reducerade bearbetningssystem och därefter se hur dessa reducerade system klarar att hålla kvickrotsbeståndet i schack vid varierande årsmåner. Vid konventionell bearbetning återfinns kvickrotens utlöpare i hela matjordsprofilen vilket gör den svår att påverka, därför har avsikten med projektet varit att få kvickrotten att bilda rhizom i ett yligare jordlager vilket är det naturliga växtsättet. Under ostörda förhållanden etableras utlöparsystemet på endast 5-15 cm djup och hypotesen i projektet har varit att kvickrotten blir allt lättare att bekämpa mekaniskt desto yligare den har sitt system av rhizom. I försöken har följande led ingått:

A= Plöjt

B= Stubbearbetn. samt plöjn. (konventionellt)

C= Stubbearbetning två gånger till 10 cm djup

D= Stubb. två ggr till 10 samt 15 cm djup

E= Stubb. tre ggr till 10, 15 samt 15 cm djup

F= Stubb. tre ggr till 10, 15 samt 15 cm djup plus borttagning av utlöpare på markytan

I försöken har under vissa år en undersökning av rhizomens djupfördelning i markprofilen utförts: 1993, 1995 och 1997 på lättleran och 1994 och 1997 på den styva leran. Under de första tre åren undersöktes led A, C och E medan 1997 led A, B, C, D och E undersöktes på lättleran och led B, C och E på den styva leran. Mätningen har utförts på våren ungefär

två veckor efter sådd och i varje led har tre ramar slagits ner i markprofilen (0,5 x 0,5 m). Därefter har profilen delats i skikt om 5 cm ur vilka alla rhizom sorterats ut. En annan undersökning, som utförts på hösten efter skörd, har varit att räkna antalet kvickrotsskott. Dessa har räknats varje år i 9 stycken fastlagda rutor/led. Rutstorleken har varit 0,5 x 0,5 m.

Resultat

Sommaren 1997 var gynnsam med god tillgång på både vatten och värme vilket gynnade kvickrotten. Detta medförde att beståndet ökade i samtliga led på båda försöksplatserna. På lättleran blev dock ökningarna mindre än på den styva leran. Detta illustreras i tabell 34 och 35 som visar utvecklingen av antalet skott/m² för de olika bearbetningssystemen. Störst uppförökning blev det i leden som under 1996 hade relativt stort bestånd kvar, d.v.s. enbart plöjt led samt ledet som kultiverats två gånger till 10 respektive 15 cm djup. De led där kvickrotten ökade minst var det konventionellt bearbetade ledet samt leden med tre stubbearbetningar, tabell 34 och 35.

Förändringen som skett är en koncentration av utlöpare i det bearbetade skiktet oavsett bearbetningsdjup. På lättleran på Villinge fanns i ledet som enbart plöjts (led A) utlöpare ner till drygt 20 cm djup, medan det i leden som kultiverats (led C, D och E) fanns utlöpare endast ner till 15 cm djup. I det konventionellt bearbetade ledet med en kultivering följt av en plöjning fanns det endast någon enstaka utlöpare ner till 10 cm djup vilket innebar att denna bearbetningskombination i princip hade utrotat kvickrotten, figur 31a och 32a.

Den totala ts-vikten utlöpare som fanns i profilerna på lättleran var i det endast plöjda ledet 8,9 g ts/m² medan det var något mindre, 7,5 g ts/m² i ledet som kultiverats 3 gånger. I leden som endast kultiverats två gånger var vikten 19,2 g ts i det grunt bearbetade ledet och 16,11 g ts/m² i det lite djupare bearbetade ledet. I det konventionellt bearbetade ledet var den totala mängden endast 1,1 g ts/m², figur 31b. På den styva leran fanns det generellt ännu mindre mängd kvickrot än på lättleran. I leden som endast kultiverats (led C och E) hittades utlöpare ner till 10 cm djup. I det konventionellt bearbetade ledet var kvickroten liksom på lättleran i princip utrotad, vilket medförde att endast enstaka utlöpare hittades och endast ner till 5 cm djup. I ledet med två grunda bearbetningar fanns 19,2 g ts/m² medan det fanns endast 3 g ts/m² i ledet som bearbetats tre gånger. I det konventionellt bearbetade ledet hittades 0,1 g ts/m², figur 32b.

Totalt sett fanns det, i markprofilen, större mängd utlöpare (g ts) i grunt bearbetade led än i plöjt led, framförallt om det stubbearbetats innan plöjningen. Dock var den största mängden av utlöparna i grunt bearbetade led koncentrerad till ytskiktet vilket medför att de lättare påverkas av torka och kyla. Det blir därför intressant att följa beståndsutveckling under kommande år för att se hur stora fluktuationerna kommer att bli jämfört med i konventionellt djupt bearbetade led. Den förändringen av mängden utlöpare som skett från 1993 på lättleran illustreras i fig. 33. Nedgången har varit drastisk i alla leden och minskat till ungefär samma totala mängd utlöpare i markprofilen, oavsett bearbetningssystem. Våren 1997 varierade vikten i de olika leden mellan 10 och 20 g ts/m².

Vidare redovisas avkastningen i tabell 33. Kontaktperson är Daniel Johansson, tel. 018/671203.

Tabell 33. Avkastning 1997, kg/ha samt relativt. Dessutom genomsnittsavkastningen för åren 1991-97

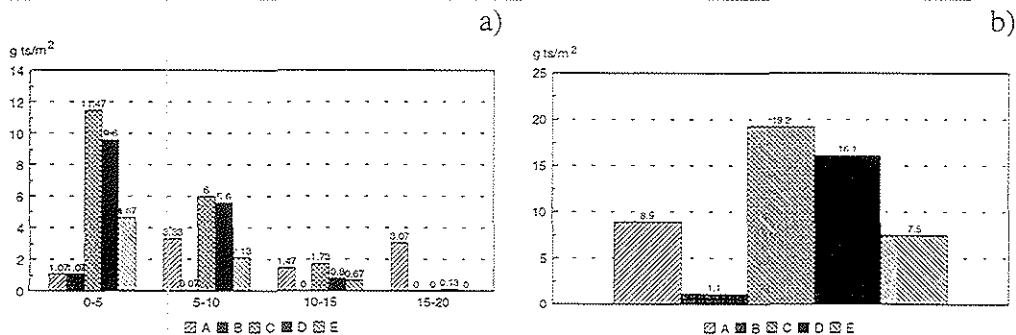
| Försöks nr | 510/90 | 511/90 | 510/90 | 511/90 | Samtliga |
|---|----------|----------|----------|---------|----------|
| Plats | Villinge | Ultuna | Villinge | Ultuna | Försök |
| Jordart | mmh LL | mmh SL | mmh LL | mmh SL | |
| År | 1997 | 1997 | 1991-97 | 1991-97 | 1991-97 |
| Gröda | Vårkorn | Vårkorn | | | |
| Plöjning | 3750=100 | 5650=100 | 100 | 100 | 100 |
| Stubbearbetning och plöjning | 109 | 90 | 106 | 95 | 99 |
| Stubb. två ggr till 10 cm djup | 112 | 86 | 95 | 104 | 101 |
| Stubb. två ggr till 10 resp. 15 cm djup | 112 | 81 | 100 | 93 | 95 |
| Stubb. tre ggr till 10, 15 resp. 15 cm djup | 104 | 81 | 121 | 89 | 101 |
| Stubb. tre ggr till 10, 15 resp. 15 cm djup samt borttagning av utlöpare i markytan | 110 | 92 | 138 | 106 | 118 |

Tabell 34. Antal kvickrotsskott på hösten i permanent utlagda rutor om 0,25 m², samt relativt. Försök 510/90 Villinge, 1990-97. Ledbeteckningar se ovan.

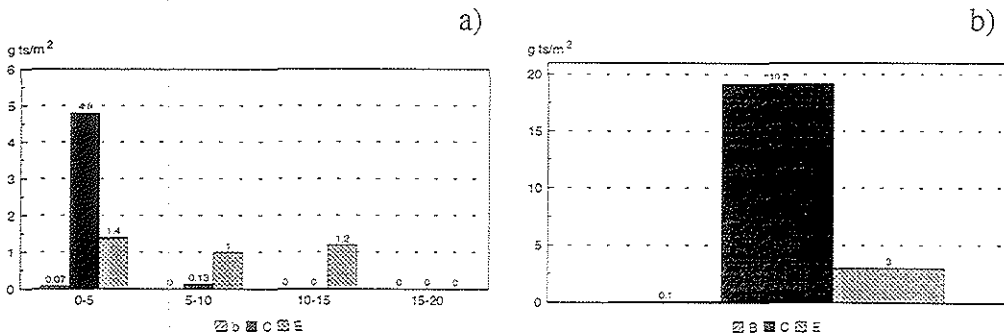
| Led | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 15=100 | 400 | 733 | 560 | 760 | 326 | 54 | 63 |
| B | 38=100 | 245 | 163 | 84 | 68 | 37 | 4 | 7 |
| C | 43=100 | 344 | 481 | 356 | >600 | 156 | 50 | 125 |
| D | 52=100 | 230 | 415 | 294 | 262 | 223 | 34 | 88 |
| E | 48=100 | 273 | 248 | 120 | 190 | 154 | 26 | 42 |
| F | 14=100 | 235 | 778 | 207 | 221 | 250 | 66 | 109 |

Tabell 35. Antal kvickrotsskott på hösten i permanent utlagda rutor om 0,25 m², samt relativtal. Försök 511/90 Vipången, 1990-97. Ledbeteckningar se ovan

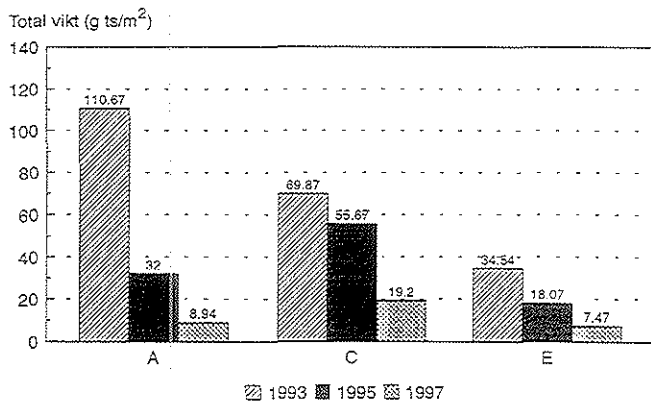
| Led | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 16=100 | 100 | 175 | 106 | 112 | 94 | 17 | 197 |
| B | 77=100 | 50 | 44 | 16 | 23 | 6 | 0 | 4 |
| C | 62=100 | 60 | 39 | 26 | 21 | 16 | 3 | 49 |
| D | 16=100 | 125 | 106 | 125 | 131 | 88 | 26 | 382 |
| E | 53=100 | 134 | 47 | 25 | 38 | 24 | 0 | 48 |
| F | 51=100 | 127 | 67 | 14 | 24 | 8 | 0 | 11 |



Figur 31. Mängden rhizom i markprofilen på lättleran våren 1997. a) Djupfördelningen i de olika bearbetningssystemen. b) Totalvikten rhizom för respektive bearbetningssystem.



Figur 32. Mängden rhizom i markprofilen på den styva leran våren 1997. a) Djupfördelningen i de olika bearbetningssystemen. b) Totalvikten rhizom för respektive bearbetningssystem.



Figur 33. Totalvikten rhizom i markprofilerna på lättleran under åren 1993, 1995 och 1997.

VÄXTNÄRINGSUTLAKNING OCH EROSION

För att minska jordbrukets negativa miljöpåverkan beslöt riksdagen år 1988 att halvera kväveutlakningen från jordbruket fram till år 2000. I internationella överenskommelser har detta mål tidigarelagts och en halvering skall istället nås till 1995 i särskilt belastade områden. Regeringen anvisade därför år 1991 ytterligare medel till försöks- och utvecklingsarbete för att kunna halvera växtnäringsläckaget redan till år 1995. Jordbearbetningsavdelningen och avdelningarna för vattenvård och växtnäringslära bedriver tillsammans för närvarande en förhållandevis omfattande forsknings- och försöksverksamhet inom ramen för denna satsning. Olika odlings- och bearbetningsåtgärder studeras avseende effekter på kväveläckage. Inom ramen ingår även ett projekt där målsättningen är att minimera fosforförluster via erosion. Huvudfinansiär är Jordbruksverket men till fosforstudierna har medel även erhållits från Stiftelsen Lantbruksforskning och länsstyrelsen i Falun. Verksamheten är främst inriktad på följande frågeställningar:

- att studera den gröna markens inverkan på fosforerosionen
- att studera olika jordbearbetningssystemers inverkan på fosforförluster
- att undersöka om odling av fånggröda kan uteslutas om kvävegödslingen ej är extremt hög
- att undersöka hur kväveutlakningsrisken förändras om en handelsgödselgiva kompletteras med en giva stallgödsel
- att belysa möjligheterna att begränsa kväveutlakning i odlingsystem med stallgödsel
- att jämföra ordinarie höstgrödor med fånggrödor

De försöksserier som f.n. pågår inom detta område är:

| | |
|------------|---|
| R2-8302 | Bearbetningssystem och fosforerosion |
| R2-8401-05 | Grön mark och N-utlakning |
| R2-8407 | Kväveeffektiv jordbearbetning |
| R2-8408 | Jordbearbetning-kväveutlakning på lerjord |

Bearbetningssystem och fosforerosion

I samarbete med Barbro Ulén, avdelningen för vattenvårdslära och Börje Lindén, SLU, Skara, anlades 1992 två försök, R2-8301 och R2-8302, på platser med erosionsproblem. Syftet var att med olika jordbearbetnings- och odlingsåtgärder minska de fosforförluster som sker genom ytavrinning och vattenerosion. Försöken finansierades av Jordbruksverket respektive Jordbruksverket och länsstyrelsen i Dalarna. I år redovisar vi endast försök R2-8302 då R2-8301 avslutades 1996. Resultat från R2-8301 är redovisade i tidigare årsrapporter liksom av Barbro Ulén. Kontaktpersoner för försöksserierna är Barbro Ulén 018/671251, Tomas Rydberg 018/671200, Börje Lindén 0511/67112 och Maria Stenberg 018-671213.

Bearbetning - fosforerosion - N-läckage

Val av jordbearbetningssystem har haft betydelse för fosforförlusterna i ett försök i Hedemora. Bar, bearbetad mark orsakade större förluster än bevuxen eller obearbetad.

I försöksserie R2-8302 med ett försök utanför Hedemora i Dalarna studeras jordbearbetningssystemens effekter på fosforerosionen. Även risken för kväveutlakning belyses. Erosionsmätningarna i försöket påbörjades hösten 1994 med Gerlachtråg (Gerlach, 1967) nedgrävda i markytan och utökades 1995 med installerade uppsamlingsrännor med gummiduk och vippkärl. Från

försöksrutor som bearbetats på hösten och ej varit bevuxna under vintern har de största förlusterna av fosfor genom yterrosion uppmätts. Avkastningen i försöket 1994-1997 redovisas i tabell 35. Utförligare resultat från försöket finns redovisade av Barbro Ulén, avd. för vattenvårdslära, SLU, och av Börje Lindén, SLU, Skara.

Tabell 35. Skörd (kg/ha) 1994-1997 i försöksserie R2-8302

| Led | Vårkorn (kg/ha) 1994 | Havre (kg/ha) 1995 | Vårkorn (kg/ha) 1996 | Havre (kg/ha) 1997 | Medel 1994-1997 |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| Höstplöjt | 1490=100 | 3140=100 | 4390=100 | 4380=100 | 100 |
| Vårplöjt | 94 | 76 | 112 | 94 | 94 |
| Plöjningsfri odling | 173 | 104 | 104 | 105 | 122 |
| Direktsådd | 38 | 107 | 73 | 59 | 69 |
| Djupkultivering varje år | 107 | 90 | 107 | 105 | 102 |
| Djupkult. vart tredje år | - | 76 | 115 | 100 | 97 |
| Vårplöjning och fånggröda | 91 | 76 | 105 | 73 | 86 |
| Höstvete/vall | - | 149 | - | 52 | 101 |
| Plöjningsfri odl. + org. mtrl. höst | 177 | 118 | 115 | 119 | 132 |

*Vall 1994 och 1996 (sådd i renbestånd vår 1996), höstvete m. insådd (vår) 1995.

Grön mark och kväveutlakning

Ett projektsamarbete mellan avdelningarna för jordbearbetning och vattenvårdslära och Börje Lindén, SLU, Skara, startades 1992. Projektet finansieras av Jordbruksverket och målsättningen är att med olika bearbetnings- och odlingssystem minimera kväveutlakningen. Projektet omfattar nu fem olika fältförsöksserier, R2-8401, -8402, -8403, -8404 och -8405, på olika platser i landet. Tidigare ingick även ett försök där fånggrödans kväveeffterverkan studerades. De flesta försöken inom projektet har nu varit igång 5-6 år och en del resultat har redan presenterats i olika sammanhang, bl.a. vid ett NJF-seminarium om fånggrödor hösten 1994, NJFs kongress på Island 1995 och vid ISTRO-konferensen 1997 i Polen. Vi presenterar här några intressanta resultat från mätningar i de olika försöken men hänvisar också till mer detaljerade rapporter i förekommande fall. Kontaktpersoner för projektet är Arne Gustafson 018/673410, Tomas Rydberg 018/671200, Börje Lindén 0511/67112, Helena Aronsson 018/672466 och Maria Stenberg 018/671213.

Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder

Kväveläckaget från en lerjord var relativt lågt när kvävegödselgivan var normal. En fånggröda reducerade förlusterna av kväve ytterligare medan direktsådd av vårsådda grödor innebar ökat läckage.

I serien R2-8401 ingår ett försök som är placerat på en lerjord på Lanna i Västergötland. Försöket är en fortsättning på ett utlakningsförsök med serienummer R3-2194 men försöksplanen har modifierats något. Med försöket vill man belysa möjligheterna att utesluta fånggröda som metod för att minska kväveutlakning på styv jord vid kvävegödselgivor av normal omfattning. Resultat från försöksserien R3-2194 åren 1988-1992 finns rapporterade i Lindén et al. (1993) och i Aronsson et al. (1994a).

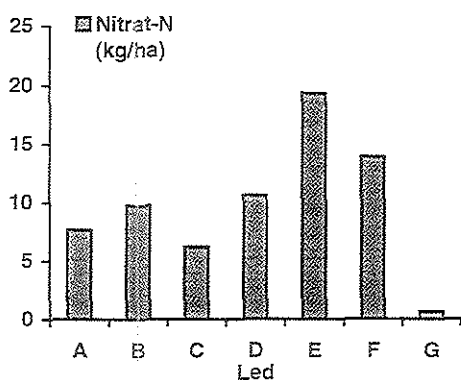
Försöket består av sju rutor, 95 x 42 m, med ett led i varje ruta. Varje ruta är separat dränerad så att avrinningen kan mätas. Dräneringsvattnet provtas för bestämning av nitrat, ammonium, totalkväve, fosfat, totalfosfor, kalium, pH och elektrisk konduktivitet. Dessutom bestäms mineralkväve i marken och totalkväve i gröda och fånggröda. Leden är olika kombinationer av kvävegiva, bearbetningsmetod och fånggröda (tabell 36). Endast vårsådda grödor odlas i försöket. I den tidigare serien visade man att läckaget av kväve från en lerjord kan hållas lågt om storleken på kvävegivan är

normal. Det gäller även utan en fånggröda. Kväveläckaget under vintern reducerades dock när en fånggröda fick växa under hösten. I det direktsådda ledet (F) minskade kvävemineriseringen under vintern jämfört med höstplöjda led.

Tabell 36. Försöksplan för R2-8401 (1N=110 kg N/ha)

| Led | Handels- gödsel-N | Tidpunkt för stubbear- betning | Tidpunkt för plöjning | Fång- gröda |
|-----|----------------------|---|-----------------------------|-----------------|
| A | 1 N | Tidig höst | Sen höst | - |
| B | 1,25 N | Tidig höst | Sen höst | - |
| C | 1 N | - | Sen höst | Eng. rajgräs |
| D | 1,25 N | - | Sen höst | Eng. rajgräs |
| E | 1,5 N | - | Sen höst | Eng. rajgräs |
| F | 1 N | - | Direktsådd | |
| G | 0 N | - | Extensiv betesvall | |

Resultat



Figur 34. Medel av årlig utlakning av nitrat (kg N/ha) från försök R2-8401 1992/93-1996/97 (data från Helena Aronsson, avdelningen för vattenvårdslära, SLU, 018-672466).

Utlakningen av nitrat från försöket som ett medel för 1992/93-1996/97 visas i figur 34. Avrinningen var låg båda 1995/96 och 1996/97. Engelskt rajgräs som fånggröda

minskade läckaget något jämfört med den tidigt på hösten stubbearbetade marken. Vid överoptimala kvävegivor gav rajgräset ingen minskning av kväveläckaget. Att lämna marken obearbetad över vintern och direktså på våren har, trots en minskad mineralisering på hösten, inte minskat risken för kväveläckage. Den låga avkastningen under flera år är troligen orsaken till detta (tabell 37). Utlakningen från den ogödslade vallen (led G) var nästan försumbar och av samma storleksordning som från naturlig, gräsbevuxen, opåverkad mark.

Avkastningen i försöket 1994-1997 redovisas i tabell 37. Skörden i led med fånggröda har, med några undantag, varit lägre än i övriga led. Skörden har i medeltal varit lägst efter direktsådd. Utförligare resultat från försöket finns redovisade i Aronsson (1996d). Fosforförlusterna från försöket finns redovisade av Ulén (1995).

Tabell 37. Relativ skörd (kg/ha) i försök R2-8401 1994-1997

| Led | Havre 1994 (kg/ha) | Vårraps 1995 (kg/ha) | Vårkorn 1996 (kg/ha) | Havre 1997 (kg/ha) | Medel 1994-1997 |
|-----|--------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------|
| A | 6160=100 | 2580=100 | 7440=100 | 5900=100 | 100 |
| B | 99 | 103 | 92 | 105 | 100 |
| C | 91 | 56 | 98 | 98 | 86 |
| D | 88 | 56 | 100 | 102 | 87 |
| E | 86 | 65 | 93 | 102 | 87 |
| F | 61 | 61 | 91 | 117 | 83 |
| G | - | - | - | - | - |

Flytgödsel - fånggrödor - utlakning

Rajgräs som fånggröda minskade kväveläckaget även när stallgödsel tillfördes i ett försök på sandjord i Västergötland. En tidig stubbearbetning direkt efter skörd medförde ett ökat kväveläckage.

I försöket i serie R2-8402 som startades 1992 belyses kväveläckage och mineralkvävedynamik i marken i odlingssystem med och utan tillförsel av stallgödsel. Försöksplanen presenteras i tabell 38. Försöket är placerat på en sandjord på Fotegården utanför Lidköping. Åtta rutor, 30 x 28 m, har specialtäckdikats

för mätning av avrinningen och provtagning av dräneringsvattnet. Både huvudgrödan och fånggrödan provtas för att bestämma grödornas kväveupptag. Mineralisering av kväve i marken beräknas från analyser av mineralkväve i jordprover.

Tabell 38. Försöksplan i försök R2-8402

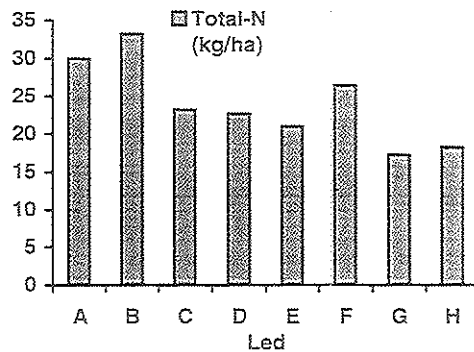
| Led | Svinflyt- gödsel Tot-N, kg/ha | Handels- gödsel kg N/ha | Tidp. stubbear- betning | Tidp. plöjning | Fånggröda |
|-----|--|-------------------------------|-------------------------------|----------------|--------------|
| A | - | 90 | Tidig höst | Sen höst | - |
| B | 90 | 45 | Tidig höst | Sen höst | - |
| C | - | 90 | - | Sen höst | Eng. rajgräs |
| D | 90 | 45 | - | Sen höst | Eng. rajgräs |
| E | - | 90 | - | Tidig vår | - |
| F | 90 | 45 | - | Tidig vår | - |
| G | - | 90 | - | Tidig vår | Eng. rajgräs |
| H | 90 | 45 | - | Tidig vår | Eng. rajgräs |

Tabell 39. Relativ skörd (kg/ha) 1994-1997 i försök R2-8402

| Led | Havre (kg/ha) 1994 | Korn (kg/ha) 1995 | Potatis (kg ts/ha) 1996 | Havre (kg/ha) 1997 | Medel 1994-1997 |
|-----|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------|
| A | 3680=100 | 3960=100 | 8960=100 | 4970=100 | 100 |
| B | 97 | 134 | 108 | 109 | 112 |
| C | 86 | 71 | 108 | 112 | 94 |
| D | 101 | 129 | 95 | 110 | 109 |
| E | 100 | 93 | 90 | 101 | 96 |
| F | 113 | 126 | 93 | 112 | 111 |
| G | 108 | 96 | 93 | 101 | 100 |
| H | 112 | 132 | 108 | 104 | 114 |

Resultat

Kväveförlusterna från de olika leden var betydande i flera fall sedan starten av mätningarna hösten 1993 (figur 35). Det första året var koncentrationerna av nitrat i dräneringsvattnet höga i alla leden beroende på att potatis odlades i försöket året innan start. Höga förluster av kväve från marken året efter odling av potatis har observerats i andra försök på sandjord. Genomsnitt av årlig utlakning från försöket visas i figur 35. Avrinningen var låg både 1995/96 och 1996/97.



Figur 35. Genomsnitt av årlig utlakning av totalkväve (kg N/ha) från försök R2-8402 1993/94-1996/97 (data från Helena Aronsson, avdelningen för vattenvårdslära, SLU, 018-672466).

En tidig stubbearbetning efter skörd ökade förlusterna av kväve alla tre år jämfört med om marken fått vara ostörd fram till en sen höstplöjning. Även flytgödseltillförsel orsakade en ökning av kväveförlusterna.

Rajgräs som fånggröda har reducerat läckaget av kväve i försöket men effekten har varit

beroende av fånggrödans tillväxt under hösten. Fånggrödans reducering av kväveläckaget har ej varit lika effektivt som i försök på grovmjord i Mellby, Halland. Skördarna i försöket 1994-1997 visas i tabell 39. Utförligare resultat från mätningar i försöket har presenterats av Aronsson (1994a, 1995c och 1996a).

Miljöanpassad flytgödsling och fånggrödor

Rajgräs som fånggröda kan hålla utlakningen på en rimlig nivå även när flytgödsel används. Höga givor och höstspredning av flytgödsel ger däremot ett ökat läckage även när fånggröda används.

I serien R2-8403 ingår ett försök på grovmjord i Mellby, Laholm. Försöket belyser näringsläckage och mineralkvävedynamik i odlingssystem med stallgödselspridning och är en fortsättning på försöket R3-0071 som startades 1983. Resultaten från det tidigare försöket är rapporterade av Lindén et al. (1993). Försöket består av tio rutor (40 m x 40 m) med en behandling per ruta (tabell 40) och separata dränerings-system. Avrinningen mäts och dräneringsvattnet provtas för analys av kväve och fosfor. Dessutom bestäms kväveupptagningen i de olika leden genom provtagning av grödan. Kvävetillgången och kvävemineralkväve-

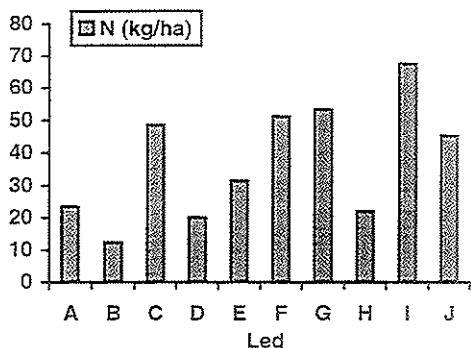
bestämning i jordprover. I försöket odlas vårsådda grödor.

Resultat

Fånggrödan har effektivt reducerat kväveutlakningen i det här försöket speciellt i kombination med vårplöjning (figur 36). Vårplöjning med fånggröda har flera år reducerat utlakningen med upp till 70 % jämfört med höstplöjning utan fånggröda. Med normal gödselgiva (1N) och fånggröda har kväveläckaget till och med varit lägre än i led utan gödsling och fånggröda. I leden med rajgräs var dock utlakningen 1994 relativt högre jämfört med utlakningen tidigare år.

Tabell 40. Försöksplan för R2-8403 (1N=90 kg/ha som total-N eller som handelsgödsel)

| Led | Flytgödsel- kväve | Handelsgödsel- kväve | Spridningstid för flytgödsel | Fånggröda | Plöjning |
|-----|----------------------|-------------------------|---------------------------------|--------------|----------|
| A | 0 N | 0 N | - | - | Höst |
| B | 0 N | 0 N | - | Eng. rajgräs | Vår |
| C | 0 N | 1 N | - | - | Höst |
| D | 0 N | 1 N | - | Eng. rajgräs | Vår |
| E | 1 N | 0,5 N | Tidig höst | Eng. rajgräs | Vår |
| F | 2 N | 0,5 N | Tidig höst | Eng. rajgräs | Vår |
| G | 1 N | 0,5 N | Vår | - | Höst |
| H | 1 N | 0,5 N | Vår | Eng. rajgräs | Vår |
| I | 2 N | 0,5 N | Vår | - | Höst |
| J | 2 N | 0,5 N | Vår | Eng. rajgräs | Vår |



Figur 36. Genomsnittlig årlig utlakning 1989/90-1996/97 av kväve (kg N/ha) från försök R2-8403 (data från Helena Aronsson, avdelningen för vattenvårdslära, SLU, 018-672466).

Etableringen av rajgräs i dessa led var mycket svag det året. Vid vårspridning av flytgödsel i leden med fånggröda har man lyckats hålla läckaget på en acceptabel nivå. Däremot hade fånggrödan en liten effekt vid höstspridning av flytgödsel och vid de höga flytgödsel-givorna. Avrinningen från försöket var liten både 1995/96 och 1996/97. Skördarna i försöket 1994-1997 visas i tabell 41.

Utförligare redovisning av resultat från försöket under de senaste åren finns rapporterade av Aronsson (1994c, 1995b och 1996c).

Tabell 41. Relativ skörd i försök R2-8403 1994-1997

| Led | Havre (kg/ha) 1994 | Våraps (kg/ha) 1995 | Vårvete (kg/ha) 1996 | Vårkorn (kg/ha) 1997 | Medel 1994-1997 |
|-----|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| A | 38 | 2 | 47 | 22 | 27 |
| B | 58 | 2 | 44 | 40 | 36 |
| C | 3370=100 | 2100=100 | 4920=100 | 4040=100 | 100 |
| D | 88 | 86 | 81 | 110 | 91 |
| E | 96 | 66 | 79 | 92 | 83 |
| F | 109 | 105 | 84 | 107 | 101 |
| G | 114 | 92 | 95 | 127 | 107 |
| H | 91 | 92 | 83 | 117 | 96 |
| I | 91 | 119 | 77 | 123 | 103 |
| J | 73 | 128 | 79 | 118 | 100 |

Växtföljder - fånggrödor - utlakning

Förlusterna av kväve genom utlakning från växtföljder med höstsådda grödor kan vara stora. Speciellt höstraps har medfört stora kväveförluster i ett försök på moränlera i Skåne.

Försöksserie R2-8404 innehåller ett försök på Lönnstorps försöksstation utanför Lund sedan hösten 1992. Försöket består av tio specialdränerade rutor med moränlera varav åtta ingått i ett tidigare försök. Två olika växtföljder tillämpas i försöket. Båda växtföljderna innehåller 80 % "vintergrön mark". I den ena växtföljden (1) ingår

höstsådda grödor och i den andra (2) ingår rajgräs som fånggröda för att nå upp till 80 % (tabell 42). För varje gröda i växtföljderna tillämpas ett för grödan konventionellt jordbearbetningssystem. I växtföljd 2 är dock tidpunkten för höstplöjning senarelagd när fånggröda tillämpas. Gödslingsnivån är också grödanpassad. Avrinningen mäts och

Tabell 42. Försöksplan för R2-8404 och skörd (kg/ha) 1994-1997. För sockerbetorna redovisas ren vikt socker

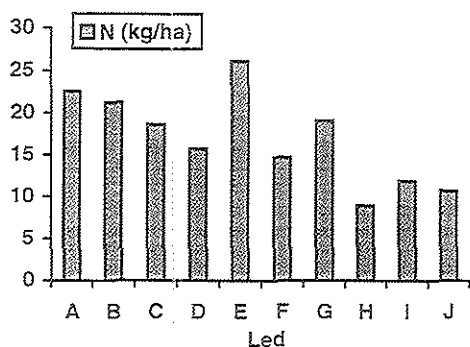
| Led | Gröda | Handels- gödsel-N (kg/ha) | Tidpunkt för jordbear- betning | Marken under vintern | Skörd 1994 (kg/ha) | Skörd 1995 (kg/ha) | Skörd 1996 (kg/ha) | Skörd 1997 (kg/ha) | Medel 1994- 1997 |
|-------------|-------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| Växtföljd 1 | | | | | | | | | |
| A | Höstraps | 40+80+70 | Efter skörd | Höstvete | 3370 | 2920 | 2660 | 2270 | 2810 |
| B | Höstvete | 60+90 | Efter skörd | Rågvete | 7110 | 7300 | 9980 | 10940 | 8830 |
| C | Rågvete | 50+50 | Efter skörd | Höstplöjd | 4370 | 6860 | 5650 | 7590 | 6120 |
| D | Sockerbetor* | 120 | Sen höst | Höstplöjd | 10110 | 7420 | 11220 | 10550 | 9830 |
| E | Korn | 100 | Efter skörd | Höstraps | 6320 | 6010 | 7200 | 7370 | 6730 |
| Växtföljd 2 | | | | | | | | | |
| F | Havre | 90 | Efter skörd | Höstvete | 4880 | 3230 | 6200 | 6760 | 5270 |
| G | Höstvete | 60+90 | Efter skörd | Höstplöjd | 6320 | 8090 | 8610 | 9770 | 8200 |
| H | Korn+eng. rajgräs | 100 | Sen höst | Höstplöjd | 5380 | 5260 | 6100 | 6280 | 5760 |
| I | Sockerbetor** | 120 | Sen höst | Höstplöjd | 9450 | 7430 | 9920 | 10070 | 9220 |
| J | Korn+eng. rajgräs | 100 | Sen höst | Höstplöjd | 5180 | 5350 | 6730 | 6880 | 6040 |

* Blasten nedbrukas.

** Blasten bortföres.

dräneringsvattnet och grödorna provtas för att bestämma kväveupptaget. Kvävemineri-
seringen i marken beräknas från analyser av
mineralkvävet i jordprover.

Resultat



Figur 37. Genomsnittlig årlig utlakning 1993/94-1996/97 av kväve (kg N/ha) från försök R2-8404 (data från Helena Aronsson, avdelningen för vattenvårdslära, SLU, 018-672466).

Även om växande höstraps tar upp en hel del kväve (ca. 40 kg/ha) på hösten så blir

kväveförlusterna stora, till och med större än där marken lämnats bar under vintern efter en tidig jordbearbetning. Vid sädd av höstrapsen tillförs 40 kg N per ha. Det är sannolikt en förklaring till de stora kväveförlusterna.

Engelskt rajgräs som fånggröda, vilket tillämpas i växtföljd 2 (figur 37), har här reducerat kväveförlusterna till nästan acceptabla nivåer (15 kg N/ha enligt SNV). Förlusterna har varit 13 kg N/ha i medel under de fyra åren i växtföljd 2 jämfört med 21 kg i växtföljd 1. Fånggrödor kan effektivt reducera kväveläckaget. Det har visats tidigare i försök på grovmo- och sandjordar i Halland.

Förlusterna av kväve hölls även relativt låga när man förde bort betblasten från fältet. I försöket har rajgräsets innehåll av kväve på hösten varit upp till 25 kg/ha medan höstsädd spannmål endast tagit upp ca 5 kg.

Både 1995/96 och 1996/97 var avrinningen från försöket så liten att kväveläckaget från försöket var mindre än 1 kg N/ha i alla led. Tidigare år däremot (Aronsson, 1995a), var utlakningen av kväve från växtföljd 1 stor året

efter nedplöjning av blasten från sockerbeter (led E). Likaså var kväveläckaget stort både året med höstraps och året efter.

Avkastningen i försöket 1994-1997 redovisas i tabell 42. Resultat från ytterligare avrinningsår finns redovisade mer detaljerat i Aronsson (1994b, 1995a och 1996b).

Jordbearbetning - kväveutlakning

Tidig jordbearbetning medförde större mängder mineralkväve i marken i november 1996 jämfört med led som inte bearbetades förrän i november. Den låga avrinningen under vintern gav dock relativt liten kväveutlakning.

Inom försöksserie **R2-8405** anlades hösten 1992 ett försök på grovmo i Mellby utanför Laholm. Försöket startades 1993, och 1994 var det första året som genomfördes efter planen. I försöket jämförs olika jordbearbetningssystem, varav ett med och ett utan fånggröda. Dessutom jämförs effekten på kväveutlakning av strategin för behandling av skörderesterna. Åtta led jämförs i försöket (tabell 43). Vårsådda grödor odlas i försöket, 1994 odlades havre, 1995 vårkorn, 1996 vårvete och 1997 vårkorn.

möjligt att bestämma nitratkoncentrationen i markvattnet. För att studera kväveupptagning och -mineralisering utförs analyser av mineralkväve (ammonium och nitrat) i jordprover och av totalkväve i grödan. I två av blocken mättes dessutom vattenhalten varje vecka med hjälp av time domain reflectometry (TDR) t.o.m. våren 1997. Nitratutlakningen från de olika bearbetningssystemen i försöket beräknas från nitratkoncentrationen i markvattnet som provtagits med hjälp av sugceller.

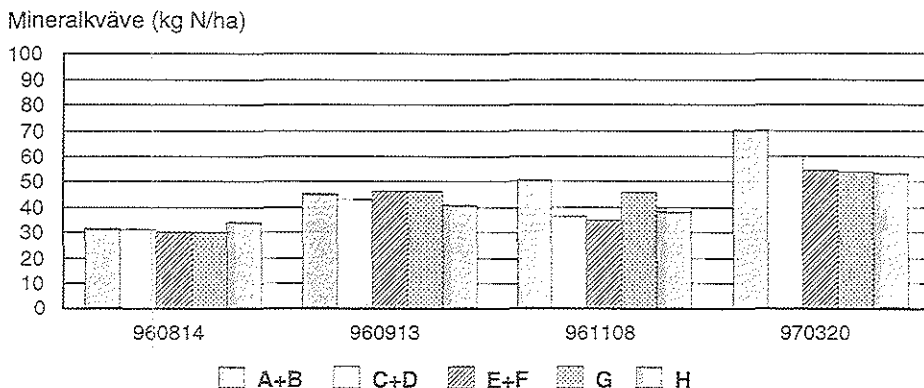
I alla försöksrutor är sugceller installerade på två djup, 60 och 90 cm, för att göra det

Tabell 43. Försöksplan för försök R2-8405 i Mellby, Halland, och relativ skörd (kg/ha) 1994-1997

| Led | Plöjningstid | Fånggröda | Halm- behandling | Vårkorn 1994 (kg/ha) | Havre 1995 (kg/ha) | Vårvete 1996 (kg/ha) | Vårkorn 1997 (kg/ha) | Medel |
|------|----------------|--------------|---------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|-------|
| A | 1:a v. i sept. | - | Nedbrukas | 3120 =100 | 4780 =100 | 4710=100 | 4390=100 | 100 |
| B | 1:a v. i sept. | - | Bortföres | 100 | 91 | 94 | 105 | 98 |
| C | 1:a v. i nov. | - | Nedbrukas | 94 | 99 | 55 | 97 | 86 |
| D | 1:a v. i nov. | - | Bortföres | 82 | 100 | 55 | 98 | 84 |
| E | 1:a v. i nov. | Eng. rajgräs | Nedbrukas | 87 | 100 | 76 | 102 | 91 |
| F | 1:a v. i nov. | Eng. rajgräs | Bortföres | 99 | 107 | 81 | 102 | 97 |
| G | 1:a v. i nov.* | - | Nedbrukas | 100 | 104 | 82 | 97 | 96 |
| H | Vår** | - | Nedbrukas | 94 | 104 | 65 | 41 | 76 |
| Sign | | | | n.s. | n.s. | * | *** | - |

*Stubbearbetning 1 gång omedelbart efter skörd

**Tidig vårsådd, utförd endast 1995 och 1997.



Figur 38. Markmineralkväve (kg N/ha) i 0-90 cm djup i försök R2-8405 hösten 1996 och våren 1997 (A+B = tidig höstplöjning, C+D = sen höstplöjning, E+F = sen höstplöjning med fånggröda, G = tidig stubbearbetning och sen höstplöjning och H = vårplöjning).

Resultat

Vårplöjning orsakade en betydande skördesänkning av vårkorn i försöket 1997 (tabell 43). Tidig sådd utfördes 1997 men det misslyckades på grund av kråkfåglar som åt upp utsädet i dessa rutor. De stora skördeskillnaderna 1996 orsakades av riklig förekomst av kvickrot i flera av leden.

Figur 38 visar innehållet av mineralkväve (nitrat och ammonium) i 0-90 cm djup ledvis hösten 1996 och våren 1997. Innehållet av mineralkväve i marken tidigt på våren var, liksom 1996, relativt stort 1997. Skillnaden mellan det vårplöjda ledet och övriga led var mycket liten 1997. Innehållet av mineralkväve i marken under hösten 1996 och våren 1997 kan ha påverkats av de låga skördarna, och därmed ett minskat kväveupptag och bortförsel av kväve med huvudgrödan, i det vårplöjda och i det sent plöjda ledet utan fånggröda 1996. Dessutom medförde den rikliga förekomsten av ogräs, dominerat av kvickrot, ett jämfört med tidigare år stort upptag av kväve under sommaren och hösten 1996. Den stubbearbetning som utfördes tidigt på hösten för att bl.a. bruka in skörderesterna ytligt för jämnare fördelning har i detta försök inneburit en betydande ökning av utlakningsriskerna. Det har ansetts att inbrukning av halm på

hösten medför ökad immobilisering av kväve och därmed minskning av utlakningen. Denna uppfattning måste alltså revideras.

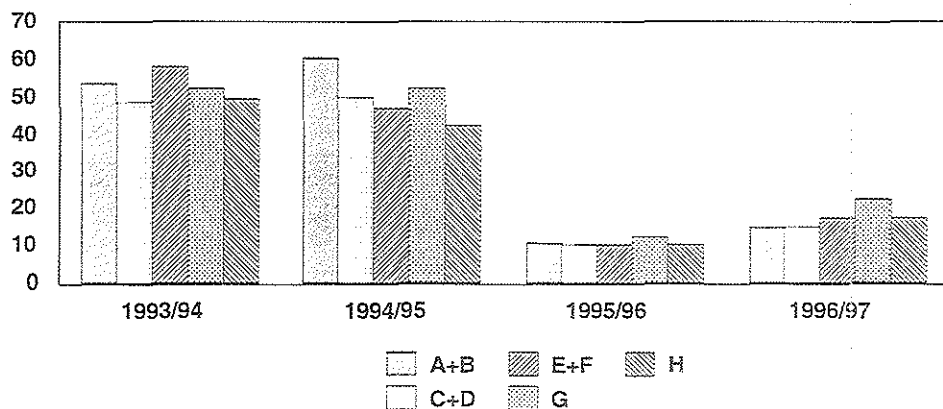
Effekten av nedbrukning respektive bortförsel av halm från försöket på innehållet av mineralkväve i marken tenderar att förändras med åren. Skillnaden mellan leden har varit försumbar förutom vid ett fåtal tillfällen. De första åren tenderade bortförselein av halm ge större mineralkväveinnehåll under hösten men trenden synes ha vänt under försöksperioden. Det är ännu för tidigt att dra slutsatser om hur bearbetningsåtgärderna i kombination med halmbehandlingarna påverkar risken för kväveutlakning. Koncentrationerna av nitrat i markvattnet och därmed den beräknade utlakningen har ej påverkats av hur halmen behandlats efter skörd.

Det senaste året var det andra i rad med mycket låg avrinning från försöket. Året 1995/96 var utlakningen mindre än 15 kg N ha⁻¹ i alla led. År 1996/97 varierade utlakningen av nitrat mellan 15 och drygt 20 kg N ha⁻¹. I det höstplöjda ledet var utlakningen av nitrat, beräknad på basis av koncentrationerna i markvattnet på 90 cm djup, under år 1996/97 relativt sett lägre än i övriga led (figur 39). Däremot var innehållet av mineralkväve högre än i övriga led, speciellt på våren 1997. Om utlakningen

beräknas från 60 cm djup blir den dock större i ledet med tidig höstplöjning än i övriga led. Mängden nederbörd och därmed transporten av kväve genom markprofilen och avrinningen från försöket var, liksom året 1995/96, mycket liten jämfört med normala år. Variationen i nitratkoncentration var stor

mellan både sugcellerna och mellan försöksrutorna. Utförligare resultat från försöket har rapporterats av Aronsson et al. (1994b), Stenberg & Aronsson (1995) och Stenberg et al. (1997).

Kväveutlakning (kg N/ha)



Figur 39. Årlig ackumulerad utlakning (kg N/ha) beräknad på basis av nitratkoncentrationerna i markvattnet på 90 cm djup (A+B = tidig höstplöjning, C+D = sen höstplöjning, E+F = sen höstplöjning med fånggröda, G = tidig stubbearbetning och sen höstplöjning och H = vårplöjning). Första jordbearbetningsåtgärden i försöket utfördes första veckan i september 1993.

Litteraturförteckning fosforerosion, grön mark och kväveutlakning

Aronsson, H. 1994a. Flytgödsel - Fånggrödor - Utlakning. Aktuella resultat från ett försök på sandjord i Västergötland. Teknisk rapport 1, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H. 1994b. Växtföljder - Fånggrödor - Utlakning. Aktuella resultat från ett försök på moränlera i Skåne. Teknisk rapport 2, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H. 1994c. Fånggrödor och utlakning. Aktuella resultat från Mellbyförsöket i Halland. Teknisk rapport 3, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Aronsson, H., Lindén, B. & Gustafson, A. 1994a. Influence of ryegrass as a catch crop and soil tillage on nitrogen mineralization and leaching. NJF seminar no. 245, Knivsta, 3-4 Oct. 1994.

Aronsson, H., Stenberg, M., Lindén, B. Gustafsson, A. & Rydberg, T. 1994b. Soil tillage systems with and without a catch crop - nitrogen mineralization and risk of nitrate leaching. In: Proceedings 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. 99:93-104.

- Aronsson, H. 1995a. Växtföljder - Fånggrödor - Utlakning. Resultat av två försöksår på moränlera i Skåne. Teknisk rapport 13, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Aronsson, H. 1995b. Fånggrödor och utlakning. Mellbyförsöket i Halland 1989-1995. Teknisk rapport 14, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Aronsson, H. 1995c. Flytgödsel-Fånggrödor-Utlakning. Resultat från två försöksår på sandjord i Västergötland. Teknisk rapport 15, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Aronsson, H. 1996a. Flytgödsel-Fånggrödor-Utlakning. Resultat från tre försöksår på sandjord i Västergötland. Teknisk rapport 25, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Aronsson, H. 1996b. Växtföljder - Fånggrödor - Utlakning. Resultat av tre försöksår på moränlera i Skåne. Teknisk rapport 26, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Aronsson, H. 1996c. Fånggrödor och utlakning. Mellbyförsöket i Halland 1989-1996. Teknisk rapport 27, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Aronsson, H. 1996d. Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder. Resultat från försök på lerjord i Västergötland 1992-1996. Teknisk rapport 30, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Gerlach, T. 1967. Hillslope troughs for measuring sediment movement. Rev. Geomorph. Dynamique 4:173.
- Lindén, B., Aronsson, H., Gustafson, A. & Torstensson, G. 1993a. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva - studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingssystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. Ekohydrologi 33, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Lindén, B., Gustafson, A., Torstensson, G. & Ekre, E. 1993b. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmojord i södra Halland med handels- och stallgödselade odlingssystem med och utan insädd fånggröda. Ekohydrologi nr. 30, Avd. f. vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Stenberg, M. & Aronsson, H. 1995. Jordbearbetning - kväveutlakning. Fältförsök i Halland 1993-1995. Teknisk rapport 17, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Stenberg, M., Aronsson, H. & Lindén, B. 1995. Nitrate leaching as affected by time for tillage operation and a ryegrass catch crop. NJF:s XX kongress, Reykjavik, 26-29 juni 1995. Nordisk jordbruksforskning nr. 3 1995:79.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B. & Rydberg, T. 1997. Jordbearbetning - kväveutlakning. Resultat 1995/96 från fältförsök R2-8405 i Halland. Teknisk rapport 4, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Ulén, B. 1995. Episodic precipitation and discharge events and their influence on losses of phosphorus and nitrogen from tiledrained arable fields. Swedish J. agric. Res. 25:25-31.

Kväveeffektiv jordbearbetning

Enskilda jordbearbetningsåtgärder och tidpunkten för åtgärden har i äldre fältförsök haft stor betydelse för utlakningen av kväve. Här jämförs två olika jordbearbetningssystem på en grovmjord i Halland.

Jordbearbetningen har en nyckelroll då det gäller att reglera de omsättningar av kväve i marken som kan leda till kväveförluster. Genom jordbearbetningen stimuleras och initieras nedbrytning av organiskt material samt därmed kväveminalisering och frigörelse av nitrat. Med hänsyn till miljön blir det i framtidens jordbruk viktigt att med hjälp av jordbearbetningen styra kväveomsättningarna så att kvävefrigörelse minimeras under de årstider då risk för kväveförluster föreligger. Dessa aspekter belyser vi i ett fältförsök på Mellby i serie R2-8407. Fältförsöket skall också utgöra en integrerad del av de undersökningar som bedrivs i övrigt vid Mellby. Försöksserien

startades 1996 då sex rutor specialtäckdikades på Mellby i Halland. I serien jämförs två olika jordbearbetningssystem varav det ena (A) betraktas som konventionellt och det andra (B) är ett kväveeffektivt system (tabell 44). Under 1997 odlades en klöver/gräsvall och hösten 1997 plöjdes alla rutor vid normal tidpunkt. Hösten 1998 kommer de första jordbearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen att utföras. Mängden dräneringsvatten från respektive ruta mäts och analyseras på kväveinnehållet. Försöket finansieras inom SLU:s ram för långliggande fältförsök. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Maria Stenberg, 018-671213 och Tomas Rydberg, 018-671200.

Tabell 44. Försöksplan försök R2-8407

| År | Gröda | Konventionellt jordbearbetningssystem | Kväveeffektivt jordbearbetningssystem |
|----|----------------------|---|--|
| 1 | Vårkorn med insädd | Normal såtid | Tidig sådd |
| 2 | Gröngödsling | Tidig brytning: plöjning 1/7 Sådd av höstvetete sent i september | Sen brytning: plöjning en vecka före sådd av höstvetete i slutet av augusti. |
| 3 | Höstvetete (rågvete) | Stubbearbetning ca 1/9 Sen höstplöjning ca 20/10 | Insädd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning med tiltpackare nästa år. |
| 4 | Vårkorn med insädd | Normal såtid Plöjning 20/10 | Tidig sådd efter vårplöjning. Vårplöjning med tiltpackare nästa år. |
| 5 | Vårolja växter | Plöjning genast efter skörd Sådd av höstvetete sent i september | Direktsådd av höstvetete tidigt i september. |
| 6 | Höstvetete | Stubbearbetning ca 1/9 Sen höstplöjning ca 20/10 | Insädd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning med tiltpackare nästa år. |

Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord

Har utebliven eller senarelagd plöjning samma effekt på kväveutlakningen på en lerjord som på en sandjord? Dessa frågor belyser vi i den här försöksserien. Vi undersöker även om plöjningsfri odling på lerjord är bättre eller sämre ur utlakningssynpunkt än plöjning.

Försök på lätta jordar har visat att utebliven eller minskad jordbearbetning på hösten leder till minskad kväveminalisering under hösten och därmed minskad risk för kväveutlakning. Vi vet ej om effekten är densamma på lerjordar. Försöksserie R2-8408 lades ut under 1997 och de första bearbetningarna utfördes under hösten. De tio leden visas i tabell 45. Försöket genomförs i tre block. I det här försöket jämför vi även plöjningsfri odling med konventionella system ur läckagesynpunkt. På lätta jordar har vi ej kunnat göra den jämförelsen. I försöket

kommer kväveprofiler att tas ut under flera tillfällen under året. Gröda och fånggrödor kommer också att analyseras på innehåll av kväve under säsongen. I försöket kommer även så kallade 0-rutor att anläggas för att möjliggöra bestämning av kväveminaliseringen under växtsäsongen. Försöket finansieras av Jordbruksverket och genomförs i samarbete med Börje Lindén, SLU i Skara. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Maria Stenberg, 018-671213, och Tomas Rydberg, 018-671200.

Tabell 45. Försöksplan försök R2-8408

| Led | Jordbearbetning | Vårkorn 1997 (kg/ha) ¹ |
|-----|---|---|
| A | Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas | 6530=100 |
| B | Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres | 98 |
| C | Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas | 100 |
| D | Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres | 97 |
| E | Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (eng. rajgräs), halmen bortföres | 102 |
| F | Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (cikoria), halmen bortföres | 101 |
| G | Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10) | 106 |
| H | Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10) | 102 |
| I | Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10) | 101 |
| J | Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas | 103 |

¹De första bearbetningsåtgärderna enligt planen genomfördes först efter skörd 1997.

Minirhizotron för att studera rottillväxt och rotbiomassa hos engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) insått i vårvete som fånggröda

I skogsmark har man framgångsrikt under ett flertal år studerat trädens rotdynamik med hjälp av videofilmning av rötterna i rhizotronrör och bildanalys. Här används metoden i åkermark för att öka kunskapen om rotdynamiken hos en fånggröda insådd i spannmål.

Projektet startades våren 1996 i och med installation av minirhizotronrör i ett existerande fältförsök (R0-0041) på Mellby i Halland. Installationen utfördes av personal från Tönnersjöhedens försökspark, Simlångsdalen, Halland, vilka även har ansvarat för filmningarna.

I försöket jämförs effekten på kväveutlakning av vårplöjning med och utan engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) som fånggröda. Med hjälp av, under en säsong, återkommande filmningar av rötterna i markprofilen, vill vi kunna studera rotdjup, rottillväxt och rotdynamik hos både huvudgröda och fånggröda. Resultatet av rotstudien hoppas vi kunna använda i andra studier av fånggrödor och effekten av fånggrödor på risken för kväveutlakning.

Markprofilen har filmats sex gånger under säsongen: vid huvudgrödans axgång (25 juni), huvudgrödans gulmognad (25 juli), efter skörd av huvudgrödans (13 september), 7 september, 4 november samt före plöjning våren 1997. Rören togs sedan bort från försöket.

Sex rör per ruta installerades med 30° vinkel i fyra försöksrutor vid sådd av försöket 960503. 1996 var grödan i försöket vårvete. Rören installerades till 30 cm djup då markens karaktär omöjliggjorde djupare installation. Varje 1,35 cm intervall i rören filmades vid återkommande tillfällen så att samma rot kan följas från en tidpunkt till en annan. Rötterna klassificeras vid analys av bilderna som nya, levande eller döda. Mortalitet, produktion, omsättning och proportion överlevande rötter bestäms sedan.

Filmningarna har varit mycket lyckade och rikligt med rötter kan ses på filmerna. Digitalisering och analys av bilderna kommer att utföras under vintern och våren 1998 under ledning av Hooshang Majidi, institutionen för ekologi och miljövard, SLU.

Studien utförs i samarbete med Helena Aronsson, 018-672466, avdelningen för vattenvårdslära, och Karin Blombäck, 018-671263, avdelningen för biogeofysik, SLU. Ansvarig för projektet är Maria Stenberg, 018-671213.

VÄXTNÄRINGSFLÖDEN

En beskrivning av växtnärlöden till, inom och från ett område är användbar ur flera synpunkter. Genom att beskriva alla växtnärlöden får man en bild av dessa och deras storlek. Beskrivningen ger en förståelse som ökar möjligheterna att påverka till exempel systemets förluster.

Ökad kunskap om cirkulationen av växtnärlöden ökar möjligheterna för lantbruket att påverka odlingsystemen mot en resurshushållande produktion med minskade växtnärlösläckage till miljön. Metoden för att mäta och beräkna flöden av växtnärlöden utvecklas och valideras på gårdsnivå, på regional nivå och på nationell nivå i Sverige, Estland, Lettland, Litauen, St Petersburg och Kaliningrad. För närvarande pågår följande projekt:

Konventionellt och ekologiskt jordbruk vid Öjebyn - växtnärlöden och balanser.

Växtnärlöseffektiv och kvalitetsbegrämjande användning av fjäderfä gödsel i en produktion av frilandsgörnsaker. Samarbete mellan avdelningen för jordbearbetning (Jb), Jordbrukstekniska institutet (JTI) och Trädgårdsförsökssationen, SLU.

Växtnärlöseffekt och miljöpåverkan vid spridning av hönsgödsel till vårsäd. Samarbetsprojekt med JTI och Kvinnersta Resurscenter, Örebro.

Djupströgödsel - spridningsteknik, spridningstidpunkt och växtnärlösutnyttjande. Samarbete mellan Jb och JTI.

Källsorterad humanurin i kretslopp - ammoniakemission och skörd. Samarbete mellan Jb, institutet för lantbruksteknik och JTI.

Markens kaliumlevererande förmåga vid vallodling.

The Baltic Sea Joint Comprehensive Environmental Action Programme for Estonia, Latvia, Lithuania, Kaliningrad and Sankt Petersburg. Samarbete mellan Jb, JTI och lantbrukarnas riksförbund (LRF).

Humanurin och rötrestar som gödselmedel till vårkorn - växtnäringsutnyttjande, ammoniakavgång och nitratutlakning

Flera nya organiska gödselmedel har börjat användas i lantbruket som en följd av att växtnäring ska cirkulera i kretslopp mellan samhälle och land. Vaxtnäring som förs in till stad och samhälle med maten har nu hittat nya vägar tillbaka till jordbruksproduktionen. Urinsorterande toaletter är ett exempel på ett kretsloppsanpassat avloppssystem som samlar upp en förhållandevis ren och växtnäringsrik urinfraktion. Ett annat exempel är restaurangavfall som rötas och man får metangas och en växtnäringsrik rötrest. Under 1997 prövades humanurin och rötrestar som gödselmedel i ett fältförsök söder om Stockholm. Effektiviteten av humanurin och rötrestar som gödselmedel studerades liksom vilka miljökonsekvenser användningen av humanurin kan ge via ammoniakavgång och nitratutlakning.

Sverige håller idag på att bygga upp ett kretsloppssamhälle där rent avfall från människa och hushåll ska kunna användas både som energi- och växtnäringskälla. Urinsortering är en av flera lösningar som prövas för att skapa system för att återföra växtnäring från mänskligt avfall till jordbruksproduktion. Efter rötning av restaurangavfall får man kvar en växtnäringsrik rötrest som är lämplig för spridning.

Vid lagring och efter spridning av urin från både människor och djur avgår ammoniak till luften. Lagringsbehållare med lock av något slag minskar eller hindrar ammoniakavgång under lagring. För att minska avgången av ammoniak effektivt efter spridning av organiska gödselmedel som innehåller ammoniumkväve så skall de brukas ned i marken med till exempel harv så snart som möjligt. Spridning av humanurin och rötrestar får inte heller bidra till en ökning av utlakning av kväve i form av nitrat. Tillförseln skall ske på rätt tid, under våren, och vara anpassad till grödans behov.

Avsikten med försöket var att studera verkan av kväve i humanurin och rötrest på kärnskörd och kvalitet. Vidare syftade försöket till att bestämma avgång av ammoniak efter spridning av humanurin på åkermark och uppskatta risken för kväveutlakning. I försöket ingick 11 försöksled i ett randomiserat blockförsök med tre upprepningar. I försöket ingick följande behandlingar:

- A. Kontroll, utan kvävegödsling
- B. 10 ton humanurin per hektar
- C. 20 ton humanurin per hektar
- D. 30 ton humanurin per hektar
- E. 60 ton humanurin per hektar
- F. 30 kg kväve per hektar i mineralgödsel
- G. 60 kg kväve per hektar i mineralgödsel
- H. 90 kg kväve per hektar i mineralgödsel
- I. 120 kg kväve per hektar i mineralgödsel
- J. 60 kg kväve per hektar i rötrest från biogasframställning, på våren
- K. 60 kg kväve per hektar i rötrest från biogasframställning, i växande gröda

Mineralgödsel spreds som det sammansatta gödselmedlet NPK 24:4:5. Spridningen utfördes för led B-J före vårsådd av korn och i led K i växande korngröda. I led B, C och E bestämdes ammoniakavgången efter spridning. Strax innan skörd och senare på hösten bestämdes mineralkväveinnehållet i marken i alla led utom rötrestleden.

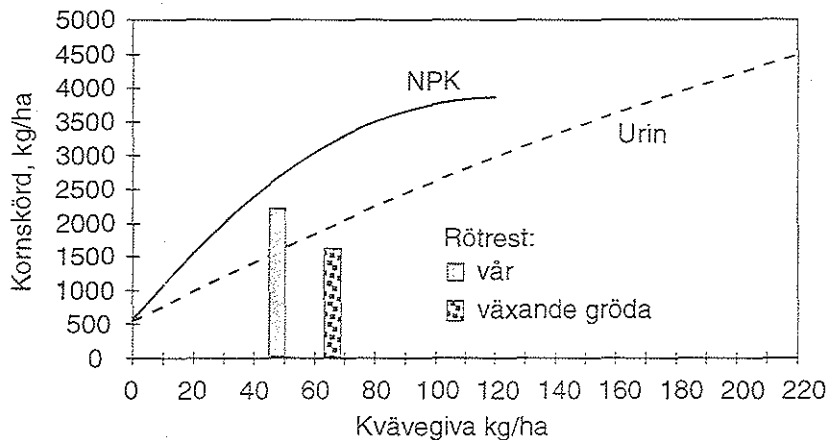
Humanurinen kommer från Understenshöjden i Stockholm och rötresten kom från SKAFAB/SRV:s försöksanläggning vid Sofielund Huddinge.

Resultat

I figuren 40 presenteras kornskörden efter gödsling med humanurin med fyra olika givor, mineralgödsel med fyra olika givor och rötrestar i två givor. För att kunna jämföra skörden efter gödsling med humanurin

respektive rötrest med mineralgödsel med samma mängd lättillgängligt kväve har en

regressionsanalys gjorts. Resultatet av den är kurvorna som visar skörderesponsen.



Figur 40. Kornskörd i kg per hektar beroende på gödselslag och kvävegiva (avser ammonium- och nitratkväve beroende på gödselslag). Rötresten spreds vid två tidpunkter. Skörden anges vid 15% vattenhalt.

Tabell 46. Kvävebalansen visar tillfört kväve, bortfört kväve och restkväve-mängden i mark och gröda. Kväveminerialiseringen under odlingssäsongen är beräknad utifrån kontrolletet till 35 kg/ha.

| Gödselslag | Giva, lättlösligt N, kg/ha | Import N-göds. mineral. och organiskt | Kväveminerialisering under säsongen | Import N-deposition | Export N med skörd | Restkväve |
|------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|--------------------|-----------|
| Ogödslat | | 0 | 35 | 10 | 12 | 33 |
| Humanurin | 26 | 28 | 35 | 10 | 13 | 60 |
| Humanurin | 69 | 74 | 35 | 10 | 24 | 95 |
| Humanurin | 98 | 105 | 35 | 10 | 40 | 110 |
| Humanurin | 212 | 230 | 35 | 10 | 71 | 204 |
| NPK | 30 | 30 | 35 | 10 | 29 | 46 |
| NPK | 60 | 60 | 35 | 10 | 39 | 66 |
| NPK | 90 | 90 | 35 | 10 | 55 | 80 |
| NPK | 120 | 120 | 35 | 10 | 61 | 104 |
| Rötrest | ca 48 | 79 | 35 | 10 | 30 | 94 |
| Rötrest | ca 66 | 101 | 35 | 10 | 26 | 120 |

Slutsatser

- Humanurin innehåller växnäring som kan ersätta mineralgödsel i spannmålsproduktion.
- Responskurvorna för skörd efter humanurin respektive mineralgödsel var signifikant skilda från varandra.
- Gödsling med humanurin som innehöll 100 kg kväve gav en skörd på 2 600 kg kornkärna per hektar och motsvarade 68 % av vad gödsling med motsvarande mängd kväve i form av mineralgödsel producerade.
- I medeltal avgick 5,5-8,9 % kväve av totala kväveinnehållet som ammoniak vid och efter spridning av humanurin. Högst andel kväve försvann vid högsta givan, 59 ton per hektar medan vid 8 respektive 21 ton per hektar var den procentuella förlusten lägre.
- Risken för nitratutlakning är lika hög för humanurin och rötresten från biogasframställning som för mineralgödsel.
- Rötresten från framställning av biogas ur hushållsavfall kan användas som växtnäringsskälla för spannmålsproduktion.
- Spridning av rötrest i vårbruket gav en högre kornskörd än en senare spridning i växande gröda.
- Gödsling med rötrest i växande gröda, 1 juli, med 66 kg mineralkväve per hektar gav en skörd på 1 660 kg kärna per hektar motsvarande 52 % av skörden för motsvarande mängd kväve i mineralgödsel utspridd i vårbruket.
- Gödsling med rötrest i vårbruk med 48 kg mineralkväve per hektar gav en skörd på 2 210 kg kornkärna per hektar motsvarande 82 % av skörden för samma mängd kväve i mineralgödsel.
- En balansräkning över tillfört respektive bortfört kväve i skörden, en kvävebalans, visade att höga givor av kväve ger stora restkvävemängder i marken som kan förloras via utlakning (tabell 46).
- Skörden av korn blev i alla behandlingar lägre än normalt på grund av försenad sådd på grund av hög nederbörd och låg temperatur under våren och torka under sommaren, skörden visade ändå god respons på tillfört kväve.

Rapporten kommer att ges ut i sin helhet som en JTI-rapport när tre års försök är avslutade.

Kontaktpersoner är:
Helena Elmquist 018-671231
och Staffan Steineck 018-67 12 12

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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

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

- 42 1976 Inge Håkansson: Elva försök med alvluckring och djupplöjning i Syd- och Västsverige 1964-1975. 35 s.
Eleven Swedish field experiments with subsoiling and deep ploughing 1964-1975.
- 43 1976 Peter Edling: Redskap och intensitet vid vårbruk till potatis. Resultat av 11 försök i Norrland 1965-1969. 10 s.
Eleven experiments in northern Sweden with spring tillage for potatoes.
- 44 1976 Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält III. Stickprovsundersökning 1969-72. Primärdata för 300 provplatser. 76 s.
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.
- 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. 52 s.
Model experiments into the function of the seedbed. I. The seedbed as a protective layer against drought.
- 47 1976 Lars Gunnar Nilsson: Texturanalys och jordartsklassifikation. Rapport från ett NJF-symposium i Uppsala 1976-03-09. 26 s.
- 48 1976 Inge Håkansson: Olika grödors känslighet för packningsgraden i matjorden. Två försök med vallväxter 1971-74. 17 s.
The sensitivity of different crops to the degree of compactness in the plough layer. Two field experiments with forage crops 1971-74.
- 49 1976 Göran Kritz: Såbäddens utformning på vårsådda fält IV. Stickprovsundersökning 1969-72. En översiktlig studie av några viktiga faktorer. 33 s.
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.
- 50 1977 Såbäddsberedning och sådd. Uppsatser presenterade vid Lantbrukshögskolans försöksledarmöte 1977.
- 51 1977 Lennart Henriksson: Stubbearbetsningsredskapens arbetsresultat med hänsyn till mark- och halmförhållandena. 32 s.
The results given by implements for stubble cleaning with regard to different soil- and straw conditions.
- 52 1977 Arne Ljungars: Olika faktorerers betydelse för traktorernas jordpackningsverkan. Mätningar 1974-1976. 43 s.
Importance of different factors on soil compaction by tractors. Measurements in 1974-1976. 43 p.
- 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. 22 p.
- 54 1978 Ulf Olsson: Harvens konstruktion och harvningens utförande - inverkan på bearbetningsresultatet. 28 s.
Influence of harrow construction and harrowing on the tillage result. 29 p.
- 55 1978 Olle Wallbom & Kjell Wretler: Förekomsten av några viktiga växtskadegörare vid plöjningsfri odling. 29 s.
Occurrence of some important plant diseases on ploughless cereal cropping. 29 p.

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

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

- 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. 77 s.
- 89 1996 Ingrid M. Karlsson: Sportgräsytor etablering och skötsel - erfarenheter från ett markbyggnadsförsök. 94 s.
Establishment and maintenance of grassed sports fields - experience from a field experiment on soil construction alternatives. 94 pp.
- 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. 80 s.
- 91 1997 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1996. 80 s.
- 92 1997 Johan Arvidsson: Tidig sådd - ett system för reducerad bearbetning vid vårsådd. Slutrapport för fältförsök 1992-1996. 45 s.
Early sowing - a reduced tillage system for spring sowing. Final report for field experiments 1992-1996. 45 pp.
- 93 1998 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Andreas Trautner, Thomas Wildt-Persson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1997. 74 s.