



SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

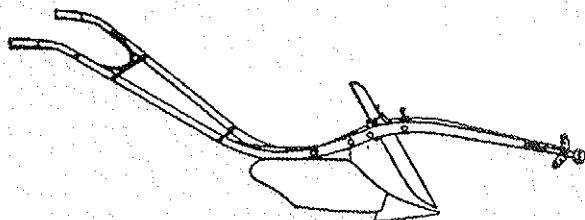
INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN --- --- JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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

Department of Soil Sciences,

Reports from the Division of Soil Management



Nr 96

1999

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningsavdelningens
årsrapport 1998**

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-R--96--SE

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Avdelningen för jordbearbetning

Rapporter från jordbearbetnings-
avdelningen. Nr 96, 1998
ISSN 0348-0976
ISRN SLU-JB-R—96--SE

Johan Arvidsson, John Löfkvist, Tomas Rydberg, Erika Sjöberg, Maria Stenberg,
Urban Svantesson, Andreas Trautner.

JORDBEARBETNINGSAVDELNINGENS ÅRSRAPPORT 1998

Abstract

RESULTS OF RESEARCH IN SOIL TILLAGE IN 1998

This report summarizes the activities carried out by the Division of Soil Management in 1998, 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 1998, 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) såbäddsbereidning 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, april 1999

Johan Arvidsson
Sixten Gunnarsson
Einar Larsson
Tomas Rydberg
Staffan Steineck
Andreas Trautner

Niklas Björkman
Inge Håkansson
John Löfqvist
Eva Salomon
Maria Stenberg

Börje Gillberg
Sven-Erik Karlsson
Berth Mårtensson
Erika Sjöberg
Urban Svantesson

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

| | |
|--|----|
| Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem | 4 |
| Olika bearbetningssystem - luckringsbehov | 5 |
| Olika bearbetningssystem - jordpackning | 6 |
| Olika bearbetningssystem - gödselplacering | 8 |
| Olika bearbetningssystem - halmbehandling | 9 |
| Bortodling av myr | 11 |
| Direktsådd | 12 |
| Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling | 13 |
| Olika plöjningsdjup | 15 |
| Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd | 18 |
| Såbäddsberedning och ytskiktets funktion | 20 |
| Myllning av kväve på våren till höstvet | 21 |
| Jordpackning, markstruktur och markvård | 22 |
| Låga marktryck i odling med och utan plöjning | 23 |
| Packning av tunga betupptagare i fältförsök startade 1995-97 | 24 |
| Mätning av packning vid olika vattenhalter | 27 |
| En modell för beräkning av markens packningskänslighet | 31 |
| Markstruktur som skördebestämmande faktor | 34 |
| Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt | 38 |
| Tubulering - en kostnadseffektiv markvårdsåtgärd | 43 |
| Mekanisk ogräsbekämpning | 45 |
| Kvickrotsbekämpning i plöjningsfri odling | 46 |

| | |
|---|----|
| Växtnäringsutlakning och erosion | 50 |
| Bearbetningssystem och fosforerosion | 51 |
| Bearbetning - fosforerosion - N-läckage | 51 |
| Kväveeffektiv jordbearbetning | 53 |
| Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord | 54 |
| Grön mark och N-utlakning | 55 |
| Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder | 55 |
| Flytgödsel- fånggrödor - utlakning | 56 |
| Miljöanpassad flytgödsel och fånggrödor | 58 |
| Växtföljder - fånggrödor - utlakning | 59 |
| Jordbearbetning - kväveutlakning | 61 |
| Litteratur fosforerosion, grön mark och kväveutlakning | 63 |
| Minirhizotron för att studera rottillväxt och rotbiomassa | 65 |

| | |
|--|----|
| Växtnäringsflöden | 66 |
| Hur påverkas markens kaliumlevererande förmåga av sin historiska kaliumgödsling? | 67 |

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 förstas 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 odlingsystem (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):

| | | |
|---------|--------|---|
| R2-4007 | (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) | Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd |

Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

I ett plöjningsfritt odlingsystem, där höstplöjningen ersätts med enbart yttlig 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 ersätts 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 yttlig 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 yttlig bearbetning, samt ett led med plöjning vissa år och övriga år kultivering till plogdjup. Plöjningen i de sistnämnda leden har i genomsnitt utförts vart femte år. Totalt har serien omfattat nio försök med tillsammans 90 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 1997 plöjdes endast led A. Som framgår av tabell 1 har de plöjningsfria leden hävdats sig väl under 1998. Tyvärr var medelfelet något för högt varför resultaten ej är signifikant åtskilda. Observera också att skördenivån var låg.

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 1. Skörd, kg/ha, och relativtal (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007 1998

| Försök nr, jordart | Län/plats | Gröda | Föfr. | 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 | Korn | 2360 | 98 | 102 | 138 | 118 | n.s. |
| 24 försöksår | | | | 100 | 105 | 106 | 106 | 107 | |

Olika bearbetningssystem-jordpackning

I många försök har visats att om plöjning ersätts med enbart ytlig 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 ytlig 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 ytlig bearbetning fortfarande kvarstår.

Resultat

År 1992 odlades höstvet. 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 djupkultivering höjd skörd år 1993 då grödan var sockerbetor. Även år 1994 då grödan var havre resulterade djupkultivering 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 höstoljevaxter och av tabell 2 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 oljevaxter. Normalt fungerar då plöjningsfri odling mycket bra i förhållande till konventionell teknik. År 1998 var grödan sockerbetor och av resultaten i tabell 2 framgår att enbart ytlig bearbetning varit ett sämre alternativ än både plöjning och kultivering till 20 cm. 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 2. Skörd och relativt (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-1998 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj Δ LL

| År | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|--|------------------|--------------------|-----------------|----------------|-------------------|--------------------------------|-------------|
| Gröda | h-vete, kg/ha | s-betor, ton/ha | havre, kg/ha | korn, kg/ha | h-oljev, kg/ha | h-vete,s-betor kg/ha ton/ha | |
| Plöjning, normal bearbetning: | | | | | | | |
| normal intensitet och normalt djup | 4500 | 62.3 | 4320 | 5640 | 3660 | 8250 | 45.3 |
| intensiv och djup bearbetning | 104 | 100 | 106 | 102 | 98 | 102 | 108 |
| Plöjningsfritt, plöjning till s-betor: | | | | | | | |
| normal intensitet och normalt djup | 93 | 104 | 99 | 110 | 88 | 104 | 108 |
| intensiv och djup bearbetning | 96 | 103 | 101 | 111 | 96 | 105 | 103 |
| Plöjningsfritt: | | | | | | | |
| normal intensitet och normalt djup | 86 | 95 | 95 | 112 | 90 | 105 | 90 |
| intensiv och djup bearbetning | 83 | 100 | 96 | 109 | 100 | 105 | 99 |
| Plöjning, normal bearb. | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Plöjningsfritt, plöjning till s-betor | 93 | 103 | 97 | 109 | 93 | 103 | 101 |
| Plöjningsfritt | 83 | 97 | 92 | 109 | 96 | 104 | 91 |
| Normal intensitet och normalt djup | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Intensiv och djup bearbetning | 101 | 101 | 103 | 100 | 106 | 101 | 104 |
| Signifikans bearbetning | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. |
| Signifikans intensitet | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. |
| Signifikans samspel | n.s. | 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 vårraps från Källunda och för vårstråsäd sammanslaget med två år med foderraps från Röbbäcksdalen presenteras i tabell 3. På Källunda har även odlats sockerbeter (1 år) och vall (2 år) och på Röbbäcksdalen potatis (2 år) och vall (2 år). Från 1998 föreligger inga resultat då grödan, som var förstärsvall, utvintrade. 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 3. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, gödslat på ytan=100) i försöksserie R2-4009 1976-1997.

| Försök nr | 200/75 | 235/76 | Samtliga 1976-1997 | 235/76 1998 |
|----------------------------------|----------|----------|-----------------------|----------------|
| Län/plats | Ug | AC | | Gröda: |
| Jordart | nmh I Mo | nmh I Mo | | vall I som |
| Antal försöksår | 9 | 20 | 29 | utvintrade |
| Plöjn. varje år, gödslat på ytan | 100 | 100 | 100 | - |
| Plöjn. varje år, myllad gödsel | 104 | 104 | 104 | - |
| Plöjn. vissa år, gödslat på ytan | 96 | 100 | 98 | - |
| Plöjn. vissa år, myllad gödsel | 101 | 106 | 104 | - |
| Aldrig plöjning, gödslat på ytan | 95 | 92 | 93 | - |
| Aldrig plöjning, myllad gödsel | 98 | 105 | 103 | - |
| Plöjning varje år | 100 | 100 | 100 | - |
| Plöjning vissa år | 97 | 99 | 98 | - |
| Aldrig plöjning | 95 | 97 | 96 | - |
| Gödslat på ytan | 100 | 100 | 100 | - |
| Myllad gödsel | 104 | 106 | 105 | - |
| Signifikans | | | | - |

Olika bearbetningssystem-halmbehandling

En av plöjningens viktigaste uppgifter är att mylla skörderester. Vid enbart yttlig 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 oljevaxter som omväxlingsgröda.

Resultat

Resultaten sammanfattas i tabell 4. 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 strukturabilitet och vattenhushållning varit av större betydelse än på övriga försöksplatser. År 1998 var grödan h-vete på Lannaförsöket. Förfrukten var EU-träda, varför några större skördeskillnader mellan leden pga olika halmbehandling, ej var att förvänta. Se vidare tabell 4.

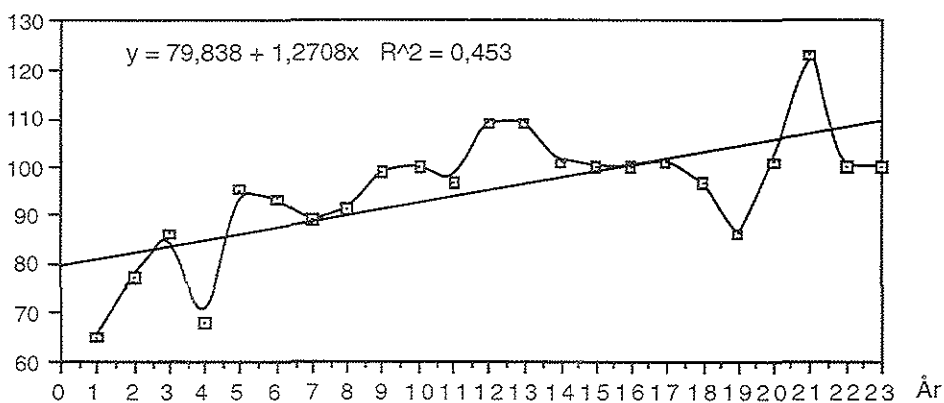
En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger dock ej men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974. Från näst intill katastrofala resultat med enbart yttlig bearbetning under de första 4-5 åren har en stegvis förbättring ägt rum (figur 1). 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 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-1998

| Försök nr | 86/75 | 201/77 | 3/75 | 381/74 | Samtliga | 381/74 1998 |
|-------------------------------|--------------|-----------|--------------|-----------|----------|------------------|
| Län/plats | S | R | E | La | | |
| Jordart | mmh mo LL | mmh ML | mmh mo LL | mmh SL | | h-vete, kg/ha |
| Antal försöksår | 11 | 7 | 8 | 23 | | |
| Plöjt varje år, halm bortförd | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Plöjt varje år, halm hackad | 99 | 104 | 97 | 102 | 101 | 99 |
| Plöjt vissa år, halm bortförd | 105 | 107 | 99 | 100 | 102 | 99 |
| Plöjt vissa år, halm hackad | 103 | 107 | 96 | 98 | 100 | 101 |
| Aldrig plöjt, halm bortförd | 110 | 109 | 94 | 96 | 101 | 99 |
| Aldrig plöjt, halm hackad | 106 | 109 | 87 | 94 | 98 | 100 |
| Plöjning varje år | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Plöjning vissa år | 105 | 105 | 99 | 97 | 101 | 100 |
| Aldrig plöjning | 109 | 107 | 92 | 93 | 99 | 100 |
| Halmen bortförd | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Halmen hackad | 98 | 101 | 95 | 100 | 99 | 101 |
| Signifikans bearbetning | | | | | | |
| Signifikans halmbehandling | | | | | | |
| Signifikans samspel | | | | | | |

Rel. skörd (plöjning = 100)



Figur 1. 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 hösten 1983, 1990 och 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. B-ledet plöjdes också hösten 1997.

Resultat

En sammanställning från avvägningarna

Tabell 5. Nivåer i förhållande till en fixpunkt som är belägen intill försöket. Minus- eller plustecken avser nivåförändringarna från starten dvs 1976. Medelvärden i cm

| Försöksled | 1976 | 1983 | 1990 | 1998 |
|---------------------|------|------------|------------|------------|
| Plöjning | 21,0 | 18,4(-2,6) | 16,2(-4,8) | 16,4(-4,6) |
| Plöjning vissa år | 20,7 | 17,0(-3,7) | 16,0(-4,7) | 14,9(-5,8) |
| Plöjningsfri odling | 17,0 | 13,6(-3,4) | 12,8(-4,2) | 11,2(-5,8) |
| Permanent vall | 22,1 | 20,4(-1,7) | 21,6(-0,5) | 23,3(+1,3) |

Tabell 6. Skörd, kg/ha och relativatal (plöjning varje år=100) i serie R2-4014 1976-1998

| Försök nr | Län/ plats | Jordart | Gröda | Förf. | Plöjn. varje år | Plöjn. vissa år | Aldrig plöjn. | Sign. |
|--------------|---------------|----------|-------|-------|--------------------|--------------------|------------------|-------|
| 188/76 1998 | St | Kärrtorv | Havre | Korn | 5150 | 99 | 96 | n.s. |
| 21 försöksår | | | | | 100 | 104 | 108 | |

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

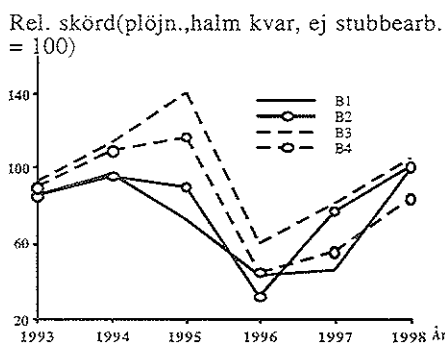
- 1 = halmen kvar
- 2 = halmen bärgad
- 3 = halmen bärgad + stubbearbetning
- 4 = halmen kvar + stubbearbetning

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 2 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 sig mot konventionell teknik, bl.a. beroende på en rikligare ogräsförekomst och en sämre plantetablering i såväl B-som C-led.



Figur 2. 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 7 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 7. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-1998

| Försök nr | Län/ Jordart plats | Gröda | Förfr. | Konv. sådd | Direkt sådd | Direktsådd, plöjning vissa år | Sign. |
|--------------|--------------------|-------|---------|------------|-------------|-------------------------------|-------|
| 703/82 1997 | La | mf SL | H-vete | 7180 | 96 | 88 | n.s. |
| 16 försöksår | | | V-oljev | 100 | 89 | 90 | |

Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

1991 startades två försök med olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling på Ultuna, ytterligare ett startades 1996. Bearbetning med kultivator till 20 cm har givit högre skörd än en grundare bearbetning. Under 1998 gav plöjningsfri odling högre skörd än plöjning i två försök med höstvetete, och lägre i ett försök med korn efter korn.

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

I ett av försöken, 517/91, har odlats korn efter korn sedan försökets start 1991. I de två övriga försöken har växtföljden varit mera varierad, 1998 odlades höstvetete i dessa försök.

Resultat

Skörd 1998 och 1991-98 visas i tabell 8 resp 9. Skördeutfallet blev mycket olika för olika led under 1998, främst beroende på gröda och förfrukt. I 517/91, med korn efter korn, var

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1998

| Försök nr | 517/91 | 524/91 | 618/95 | Medel 1998 |
|----------------------------------|--------|------------|------------|------------|
| Län, plats | Ultuna | Ultuna | Ultuna | |
| Jordart | mmh ML | mmh SL | | |
| Förfrukt | Korn | Korn | Värrybs | |
| Gröda | Korn | Höstvetete | Höstvetete | |
| A=Plöjning | 3350 | 6270 | 6600 | 100 |
| B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr | 91 | 104 | 124 | 106 |
| C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr | 94 | 105 | 113 | 104 |
| D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr | 92 | 105 | 117 | 105 |
| E=Tallriksredskap 2-3 ggr | 101 | 101 | 103 | 102 |
| Signifikans | * | * | n.s. | |

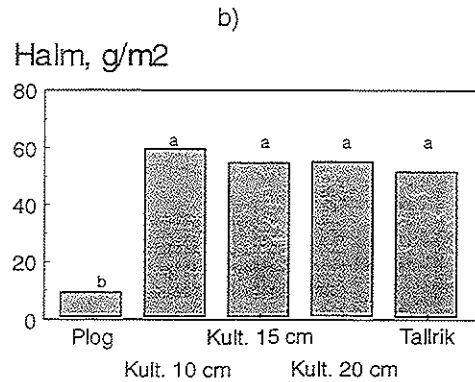
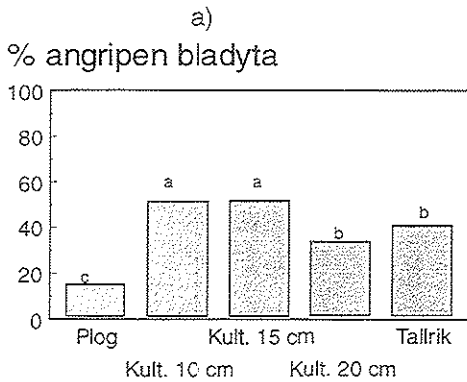
Tabell 9. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-98

| Försök nr | 517/91 | 524/91 | 618/95 | Medel |
|----------------------------------|--------|--------|--------|-------|
| Län, plats | Ultuna | Ultuna | Ultuna | |
| Jordart | mmh ML | mmh SL | | |
| Antal år | 7 | 7 | 3 | 17 |
| A=Plöjning | 100 | 100 | 100 | 100 |
| B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr | 88 | 95 | 111 | 95 |
| C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr | 90 | 97 | 106 | 96 |
| D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr | 96 | 97 | 107 | 99 |
| E=Tallriksredskap 2-3 ggr | 91 | 90 | 107 | 93 |

skörden betydligt lägre i de led som körts med kultivator än i plöjt led. I försöken med höstvetete var resultatet det omvända, med högre skörd i kultiverade led. Detta gäller speciellt i försök 618/95 (även om skillnaderna där ej var statistiskt signifikanta), där höstvetete odlades efter vårrys. Resultaten överensstämmer väl med tidigare försök, att plöjningsfri odling ofta fungerar bra till höstvetete, och speciellt då det odlas efter ärter eller oljevaxter. Resultaten från försöksserien belyser mycket tydligt växtföljdens betydelse för att lyckas med odling

utan plöjning. År 1995 och 1996 konstaterades större svampangrepp i ej plöjda jämfört med plöjt led (figur 3 a), och 1997 mättes halmmängden i ytan efter sådd (figur 3 b). Halmmängden var lägst i plöjt led, med små skillnader mellan de plöjningsfria leden.

Genomsnittlig skörd för samtliga försök 1991-98 redovisas i tabell 9. 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 3. 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 1998 i tre långliggande fältförsök. Även efter totalt 181 försöksår i serien med olika plöjningsdjup har skördarna efter grund plöjning varit lägst. Detta gäller dock inte på mjälärika jordar. Serien avslutades i och med skördeåret 1998.

Avsikten med försöksserien R2-4107 var 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 15 försöksplatser. 1998 genomfördes tre fältförsök. Fyra plöjningsdjup jämfördes i försöksserien:

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

Resultat

Skördarna 1998 visas i tabell 10. I försöket på Öjebyn (BD 4/79) var skördenivån i det grunt plöjda mycket låg. Även i höstveteförsöket på Ulfhäll (D 216/78) var skörden minst efter den grunda plöjningen vilket kan bero på uppförökning av rotoogräs i detta led. Det har varit fallet tidigare år.

Tabell 10. Skörd (kg/ha och relativt) i serie R2-4107 1998

| Led | BD 4/79 Vårkorn | D 216/78 Höstvete | W 51/78 Vårkorn | Alla 1998 |
|-----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| Grund plöjning | 2020=100 | 5570=100 | 3190=100 | 100 |
| Normal plöjning | 128 | 115 | 98 | 114 |
| Djup plöjning | 146 | 131 | 100 | 126 |
| Grödanpassad | 132 | 107 | 102 | 114 |
| Sign. | * | * | n.s. | - |

Den långsiktiga effekten av bearbetningsdjupet har betydelse för många markfaktorer och därmed markens avkastningsförmåga. I de flesta av försöken i serien har de olika

plöjningsdjupen efter upp till 20 år visat på tydliga skillnader i avkastning (tabell 12). Oftast har normal eller djup plöjning varit mer gynnsam än grund plöjning, men i några fall, speciellt på de mjälärika jordarna, har en grund plöjning givit högst skörd.

Skördresultaten skilde sig mellan olika regioner såtillvida att försöken i Sydsverige gav mera positiva utslag för den djupare plöjningen än försöken i andra delar av landet. Detta tycktes dock inte bero på läget i sig utan på jordarterna i försöken. En sammanställning för olika jordartsgrupper visade nämligen att skördeutslagen i försöken på mjälärika jordar avvek från utslagen på de styvare eller de lättare jordarna. I tabell 11 redovisas de genomsnittliga resultaten för tre olika grupper av jordar oberoende av var i landet försöken låg. I sammanställningen inkluderas resultaten från 4 försök i den äldre försöksserien R2-4106.

Tabell 11. Genomsnittlig skörd vid ca. 15, 22 och 28 cm plöjningsdjup på olika typer av jordar åren 1979-1995 (från Håkansson et al., Soil & Tillage Res. 46, 209-223)

| Jord (antal platser) | Relativ skörd (15 cm=100) | |
|------------------------|---------------------------|------------------|
| | 22 cm | 28 cm |
| Sand- och mojordar (8) | 104 | 107 |
| Mjälärika jordar (8) | 99 | 97 ¹ |
| Styvare lerjordar (3) | 103 | 106 ² |

¹Mer perenna ogräs vid 15 cm bearbetningsdjup i några av försöken har ökat relativtalet vid 28 cm djup med omkring 1%-enhet och vid 22 cm djup något mindre.

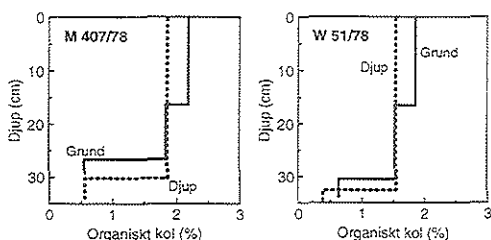
²Mer perenna ogräs vid 15 cm bearbetningsdjup i några av försöken har ökat relativtalet vid 28 cm djup med omkring 2%-enhet och vid 22 cm djup något mindre.

De resultat som redovisas i tabell 11 tillsammans med resultaten av försök med plöjningsfri odling i andra försöksserier ger anledning till följande praktiska slutsatser.

1. Sand- och grovmojjordar behöver plöjas ganska djupt. Detta medverkar till en djupare rotutveckling. Plöjningsmotståndet är relativt lågt och djup plöjning är mindre kostnadskrävande än på de styvare jordarna. Det kan vara ekonomiskt motiverat att plöja dessa jordar så djupt som 30 cm, grövre sandjordar kanske ändå djupare. Detta minskar behovet av andra åtgärder för att bekämpa kvickrot och andra rotoåtgärder.

2. På jordar med högt mjälainnehåll bör grund plöjning tillämpas. Därigenom koncentreras skörderester och mull till de ytligaste marklagren och risken för slamning och ytlagerförhårdnande minskar. I många fall tycks plöjningsfri odling vara att föredra. Rotogräs måste bekämpas med andra metoder än djup plöjning.

3. På mellanleror och styvare leror, återigen, ger en relativt djup plöjning positiva avkastningseffekter. Energibehovet och plöjningskostnaderna är emellertid höga och plöjning djupare än 20-25 cm kan inte rekommenderas, om inte rotoåtgärdsituationen är mycket besvärande. Plöjning kan ofta med framgång ersättas av relativt djup stubbearbetning.

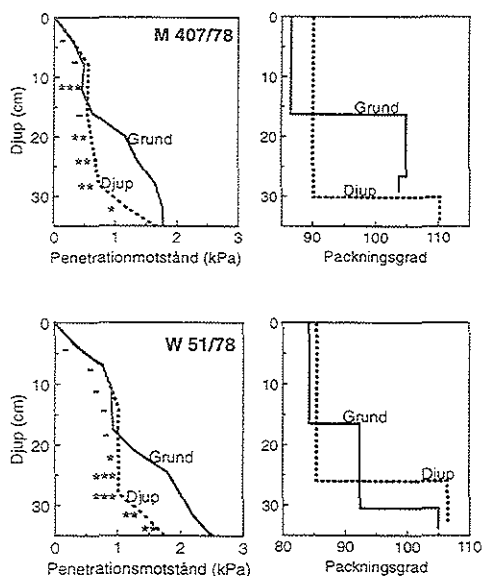


Figur 4. Innehåll av organiskt kol i olika marklager hösten 1993 efter 15 år med grund respektive djup plöjning i försöken M 407/78 (Kattarp) och W 51/78 (Hedemora).

Orsakerna till skillnaderna i avkastning kan vara flera. Hösten 1993 och 1994 genomfördes studier av olika markfaktorer i tre av försöken i serien, Kattarp (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 i flera

nivåer i marken efter grund respektive djup plöjning. I figur 4 visas innehållet av organiskt kol i olika marklager i två av försöken. Markens totala kolinnehåll är detsamma i båda försöksleden men vid grund plöjning är kolet koncentrerat närmare markytan.

I figur 5 visas penetrationsmotstånd och packningsgrad från försöken i Hedemora och Kattarp. Både penetrationsmotstånd och packningsgrad ökar, när man passerar det under försöksperioden tillämpade plöjningsdjupet. År 1998 utfördes ytterligare markfysikaliska studier i försöket i Hedemora (W 51/78). Dessa redovisas i en separat rapport som publiceras senare.



Figur 5. Penetrationsmotstånd och packningsgrad i olika marklager hösten 1993 efter 15 år med grund respektive djup plöjning i försöken M 407/78 (Kattarp) och W 51/78 (Hedemora).

Fältförsöken finansierades t.o.m. 1998 inom SLU:s ram för långliggande försök. Försöks-serien redovisas utförligt i en uppsats som publicerades i *Soil & Tillage Research* 1998. Kontaktpersoner för försöks-serien är Maria Stenberg, telefon 018/671213, Ararso Etana, telefon 018/671259 och Inge Håkansson, telefon 018/671210.

Tabell 12. Relativ skörd i försöksserie R2-4107 1978-1998, grund plöjning = 100. Resultat till och med 1995 redovisas enligt en uppsats publicerad 1998 (Håkansson et al., Soil & Tillage Res. 46, 209-223). I resultaten redovisade för försök W 51/78, D 216/78 och BD 4/79 är även skördarna från år 1996-1998 inkluderade

| Försök nr | Län/ plats | Jordart | Antal försöksår | Grund plöjning | Normal plöjning | Djup plöjning | Gröd- anpassad |
|-----------|---------------|-----------|--------------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| 31/78 | H | mmh l Sa | 3 ^b | 100 | 101 | 105 | 103 |
| 49/78 | G | mmh l Mo | 16 | 100 | 104 | 112 ^h | - |
| 70/78 | L | mr l Mo | 8 | 100 | 104 | 105 | 105 |
| 221/78 | N | mr l Mo | 2 | 100 | 109 | 111 | 105 |
| 407/78 | M | mmh sa LL | 13 ^a | 100 | 103 | 103 | 100 |
| 66/78 | S | nmh mo LL | 13 ^f | 100 | 98 | 96 | - |
| 84/78 | P | mmh ML | 13 ^d | 100 | 101 | 108 | 102 |
| 100/78 | O | nmh mo LL | 14 | 100 | 108 | 105 ^h | - |
| 213/78 | R | mmh mj LL | 8 ^c | 100 | 95 | 93 | 90 |
| 4/78 | U | mr SL | 13 | 100 | 100 | 101 | 101 |
| 51/78 | W | mmh l Mj | 20 | 100 | 103 | 104 ^h | 102 |
| 115/78 | T | nmh mo LL | 5 ^e | 100 | 97 | 97 ^h | 102 |
| 216/78 | D | mr SL | 20 | 100 | 108 | 113 ^h | 108 |
| 3/79 | AC | mr mj LL | 13 ^g | 100 | 95 | 91 | 98 |
| 4/79 | BD | mmh mj LL | 20 | 100 | 105 | 105 ^h | 105 |
| Samtliga | | | 181 | 100 | 103 | 104 | 102 |

a Ej skördat 1983 (konservärt). Missväxt 1992 (vårvete).

b Vall 1981 ej inkluderad.

c Missväxt 1979 (oljeväxter).

d Ej skördat 1987 (konservärt).

e Ojämma skador på grödan 1980 (ärt) och 1984 (vårkorn).

f Ojämma skador av ytvatten 1981, 1987, 1988. Missväxt 1989 (oljeväxter).

g Missväxt 1987 (vårkorn).

h Rotogräs i grund plöjning.

Grund plöjning kontra kultivatorbruk vid höstsådd

I sex år har normal och grund plöjning jämförts med kultivering i två försök på Ultuna. Skördeskillnaderna har varit små. Ej heller sönderdelning av halm och stubb efter skörd med fältröjare har haft någon klar effekt på skörden eller på angreppen av bladfläcksvampar.

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 en föregående finfördelning av skörde-rester (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 kostnadsmissigt, både med avseende på energi- och tidsbehov. Följande bearbetningsled jämförs i serien:

- A = Normal plöjning, 20-25 cm
- B = Grund plöjn. utan tiltpackare, 10-13 cm
- C = Grund plöjn. 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. Höstvetet har odlats i försöket utom 1997 då vårkorn odlades. Såbäddsberedning och sådd utförs konventionellt.

Resultat

Skillnaderna i avkastning mellan bearbetningsleden var små i båda försöken 1998 (tabell 13 och 14). Fältröjare gav 1998 lägre skörd i båda försöken, men skillnaderna var ej heller de signifikanta. Avkastningsnivån var låg i båda försöken, speciellt i försöket på Gälbo (547/92). Där var vetet mycket dåligt redan tidigt på våren efter svag övervintring troligen beroende av snömögelangrepp.

I försöken graderades 1998 bladfläcksvampar vid vetets utvecklingsstadium 77, sen mjölk-mognad (tabell 15). Skillnaderna i angrepp mellan leden var inte signifikanta. Bladen på nivå 3, räknat från axet, var i det närmaste helt vissna i alla led i båda försöken. Även bladnivå 2 var starkt angripen.

Försöksserien genomförs med stöd av Överums Bruk AB. Kontaktpersoner för försöksserien är Tomas Rydberg, telefon 018/671200 och Maria Stenberg, telefon 018/671213.

Tabell 13. Skörd (kg/ha och relativtal) av höstvetet 1993-1996 och 1998 och vårkorn 1997 i försök 546/92, Vipängen, R2-4108, samt medel 1993-1998

| Led | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | Medel |
|---------------------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-------|
| Utan fältröjare | - | 3860=100 | 5830=100 | 3300=100 | 5720=100 | 3830=100 | 100 |
| Med fältröjare | - | 96 | 98 | 106 | 98 | 95 | 99 |
| Normal plöjning | 5880=100 | 3950=100 | 5930=100 | 3300=100 | 5810=100 | 3750=100 | 100 |
| Grund plöjning utan tiltpackare | 101 | 92 | 97 | 103 | 99 | 102 | 99 |
| Grund plöjning med tiltpackare | 97 | 89 | 100 | 100 | 96 | 102 | 97 |
| Kultivator | 104 | 101 | 92 | 109 | 96 | 95 | 100 |
| Sign. | n.s. | Bearb.*** | Bearb.*** | Bearb.* | Bearb.* | n.s. | - |

Tabell 14. Skörd (kg/ha och relativt) av höstvetete 1993-1996 och 1998 och vårkorn 1997 i försök 547/92, Gälbo, R2-4108, samt medel 1993-1998

| Led | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | Medel |
|---------------------------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|-------|
| Utan fältröjare | - | 4670=100 | 4990=100 | 3300=100 | 5370=100 | 2760=100 | 100 |
| Med fältröjare | - | 102 | 101 | 112 | 93 | 95 | 101 |
| Normal plöjning | 6340=100 | 4860=100 | 5130=100 | 3530=100 | 5370=100 | 2830=100 | 100 |
| Grund plöjning utan tiltpackare | 97 | 95 | 96 | 99 | 95 | 100 | 97 |
| Grund plöjning med tiltpackare | 98 | 97 | 100 | 98 | 97 | 99 | 98 |
| Kultivator | 96 | 96 | 96 | 99 | 95 | 81 | 94 |
| Sign. | n.s. | n.s. | n.s. | Fältröjare*** | Bearb. * | n.s. | - |

Tabell 15. Angrepp av bladfläcksvampar (%) på bladnivå 1-3 och i axet vid sen mjöikmognad (DC 77) i försöksserie R2-4108 1998

| Led | 546/92 Vipången | | | | 547/92 Gälbo | | | | Medel båda försöken | | | |
|---------------------------------|-----------------|----|-----|----|--------------|----|----|----|---------------------|----|----|----|
| | Bladnivå | | | | Bladnivå | | | | Bladnivå | | | |
| | 1 | 2 | 3 | Ax | 1 | 2 | 3 | Ax | 1 | 2 | 3 | Ax |
| Utan fältröjare | 31 | 83 | 99 | 1 | 17 | 69 | 96 | 1 | 24 | 76 | 98 | 1 |
| Med fältröjare | 32 | 85 | 100 | 1 | 19 | 73 | 94 | 1 | 26 | 79 | 97 | 1 |
| Normal plöjning | 28 | 79 | 99 | 1 | 17 | 75 | 99 | 1 | 23 | 77 | 99 | 1 |
| Grund plöjning utan tiltpackare | 28 | 86 | 100 | 1 | 16 | 67 | 90 | 1 | 22 | 76 | 95 | 1 |
| Grund plöjning med tiltpackare | 37 | 84 | 100 | 1 | 23 | 71 | 98 | 1 | 30 | 78 | 99 | 1 |
| Kultivator | 34 | 87 | 100 | 1 | 17 | 72 | 94 | 1 | 25 | 79 | 98 | 1 |

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 odlingssystem
- 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):

R2-5510

Radmyllning av kväve till höstvet

Försök med myllning av kväve på våren till höstvete

Kan man få en säkrare kväveeffekt av att mylla gödseln till höstsäd? Under 1998 genomfördes ett försök i östra Sverige för att studera effekten av myllad kvävegödsel till höstvete, med 8-10 % merskörd för tidigt myllad gödsel. I genomsnitt för 6 försök 1996-98 har tidig myllning givit 4 % högre skörd än övergödning.

Kväveeffekten är ofta osäker vid spridning av kväve på våren till höstvete, 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 höstvete. 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 och 1998 genomfördes ett försök vardera år på Ultuna, finansierat av Väderstadverken AB. Gödsling gjordes vid två tillfällen, 30 april och 22 maj. Försöksplan framgår av tabell 16.

Resultat

Skördeskillnader mellan gödslingsleden var

relativt stora under 1998 (tabell 16). Myllning av gödsel tidigt gav 8 % högre skörd än bredspridning, medan myllning med Concord gav 10 % högre skörd än bredspridd led. Ögödsel gav endast 9 % lägre skörd än 120 kg N bredspridd gödsel. Det är därför tveksamt om myllningen i första hand höjt skörden p.g.a. en kväveeffekt, det verkar närmast troligare att själva bearbetningen varit positiv, genom skorpbrytning och kanske också minskad avdunstning. Bearbetningen kan också tänkas öka kvävemineriseringen.

Vid sen gödsling orsakade myllning sänkt skörd, troligtvis p.g.a. skador på beståndet.

I genomsnitt för samtliga 6 försök har myllning med Väderstad Rapid höjt skörden 4 % jämfört med övergödning, vilket innebär att detta kan vara ett ekonomiskt intressant alternativ. Myllning med Concord har sänkt skörden något jämfört med bredspridd gödsel. Kontaktperson för försöken är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.

Tabell 16. Skörd i försök med myllning av kvävegödsel på våren till höstvete. Ks=kalksalpeter, i övriga led användes kalkammonsalpeter. Kvävegiva var 120 kg N i samtliga led

| Försök nr | 655/98 | Medel |
|--------------------------------------|----------|------------------|
| Plats | Ultuna | 1996-98 |
| Jordart | mmh SL | 6 försök |
| Övergödning | 8250=100 | 100 |
| Övergödning (ks) | 103 | 98 |
| Myllat med V-Rapid | 108 | 104 |
| Myllat med V-Concorde 1-2 cm | 107 | 99 |
| Myllat med V-Concorde 3-4 cm | 105 | 98 |
| Harvning med V-Concord, överg. | 110 | 99 |
| Övergödning 40 kg tidigt, 80 kg sent | 99 | 101 |
| Överg. 40 kg, 80 kg myllat V-Rapid | 74 | 98 |
| Ogödsel | 91 | 78 |
| Körning med V-Rapid, 120 överg. | 101 | 102 ^a |
| Signifikans | *** | |

^aMedel av endast två försök

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)
- En modell för beräkning av markens packningskänslighet (1998)
- Markstruktur som skördebestämmande faktor (1997)
- Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt (1998)
- Tubulering - en kostnadseffektiv markvårdsåtgärd (1998)

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

Låga marktryck i odling med och utan plöjning

I tre nystartade fastliggande försök studeras samspelseffekter mellan primärbearbetningsmetod (plöjning eller plöjningsfri odling) och däcksutrustning. Skörden var betydligt lägre i ej plöjda led 1998.

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 samspelet 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. År 1998 är första skördeåret enligt försöksplanen. Skörden var klart lägre i ej plöjda än i plöjda led, speciellt där korn odlades efter korn (tabell 17). Förekomsten av rotostrå var också mycket stor i dessa försök. Låga ringtryck gav i genomsnitt lägre skörd i plöjda led, och högre i ej plöjda led. Studier av hur markstrukturen påverkats i de olika leden påbörjas under 1999. Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 11 72.

Tabell 17. Skörd (kg/ha och relativtal) i försöksserie R2-7115 1998

| Försök nr | 641/97 | 642/97 | 643/97 | Medel |
|--------------------------------|----------|--------|--------|-------|
| Plats | Ultuna | Ultuna | Ultuna | 1998 |
| Förfrukt | Vårvete | Korn | Korn | |
| Gröda | Korn | Korn | Korn | |
| Plöjning, normala marktryck | 3050=100 | 3370 | 3280 | 100 |
| Plöjning, låga marktryck | 98 | 88 | 91 | 92 |
| Ej plöjning, normala marktryck | 100 | 73 | 81 | 85 |
| Ej plöjning, låga marktryck | 106 | 79 | 81 | 89 |
| Sign. | n.s. | * | ** | |

Packning av tunga betupptagare i försök startade 1995-97

Packningseffekter av betupptagare med hög axelbelastning har studerats i sex fältförsök startade 1995-97. Körning på fuktig mark med fullastade sexradiga betupptagare har packat marken och orsakat sänkt genomsläpplighet till åtminstone 50 cm djup. Effekterna på skörden är ännu osäkra.

Med avsikt att studera effekten av tunga betupptagare på mark och gröda startades två fältförsök per år 1995-97. I denna sammanställning redovisas de mätningar av markens fysikaliska egenskaper och av skörd som genomförts i dessa försök t.o.m. hösten 1998. Försöken benämns i fortsättningen Brahmehem (nära Kävlinge), Tornhill (strax utanför Lund), Sandby (nära Borrby på Österlen) Kronoslätt (mellan Trelleborg och Ystad), Elvireborg (nära Billeberga) och Rinkaby (mellan Åhus och Kristianstad). Brahmehem och Tornhill startades 1995, Sandby och Kronoslätt 1996 samt Elvireborg och Rinkaby 1997.

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. Led B-D har körts sent på hösten (oftast i november månad), led E tidigare på hösten. I försöket på Elvireborg utgick led B, och led E kördes samtidigt som led D men utan last. I försöket på Rinkaby utgick led E. Försöken har sedan använts för mätningar av markens fysikaliska egenskaper och av skörd.

Markfysikaliska mätningar

Våren efter försökets utläggning gjordes i samtliga försök mätningar av markens fysikaliska egenskaper. I tabell 18 och 19 anges markens skrymdensitet respektive genomsläpplighet för vatten. Endast jämförelsen mellan kontrolleret och led D

Tabell 18. Skrymdensitet (g/cm^3) på 30 och 50 cm djup i försök startade 1995-97. Packat = 4 överfarter med 6-radig upptagare.

| Plats | Brahmehem | Tornhill | Sandby | Kronoslätt | Elvireborg | Rinkaby | Medel |
|--------------|-----------|----------|----------|------------|------------|---------|-------|
| | Lättlera | Lättlera | Lerig mo | Lerig mo | Lättlera | Sand | |
| <i>30 cm</i> | | | | | | | |
| Kontroll | 1,68 | 1,66 | 1,71 | 1,70 | 1,66 | 1,38 | 1,63 |
| Packat | 1,74 | 1,67 | 1,84 | 1,69 | 1,71 | 1,56 | 1,70 |
| Signifikans | ** | | * | | * | | |
| <i>50 cm</i> | | | | | | | |
| Kontroll | 1,57 | 1,60 | 1,71 | 1,64 | 1,57 | 1,51 | 1,60 |
| Packat | 1,63 | 1,69 | 1,79 | 1,67 | 1,60 | 1,49 | 1,64 |
| Signifikans | * | | | | | | * |

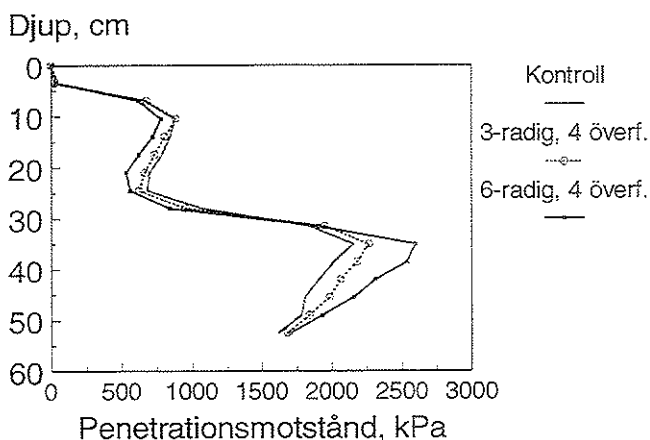
Tabell 19. Genomsläpplighet (cm/h) på 30 och 50 cm djup i försök startade 1995-97. Packat = 4 överfarter med 6-radig upptagare.

| Plats | Brahmehem Lättlera | Tornhill Lättlera | Sandby Lerig mo | Kronoslätt Lerig mo | Elvireborg Lättlera | Rinkaby Sand | Medel ^a |
|--------------|-----------------------|----------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-----------------|--------------------|
| <i>30 cm</i> | | | | | | | |
| Kontroll | 1,89 | 2,90 | 5,78 | 1,6 | 0,13 | 11,7 | 2,06 |
| Packat | 0,12 | 1,21 | 0,25 | 2,5 | 0,069 | 18,4 | 0,70 |
| Signifikans | * | | * | | | | |
| <i>50 cm</i> | | | | | | | |
| Kontroll | 8,27 | 5,19 | 6,7 | 12,0 | 0,62 | 45,7 | 6,79 |
| Packat | 1,44 | 0,73 | 0,67 | 6,1 | 0,55 | 19,3 | 1,89 |
| Signifikans | * | * | | | | | * |

^aMedelvärde beräknat från logaritmerade värden

finns för samtliga försöksplatser, varför denna redovisas här. Skrymdensiteten var oftast högre och genomsläppligheten lägre på både 30 och 50 cm djup i de packade leden, även om skillnaderna var statistiskt signifikanta endast för en del av mätningarna. Resultaten från Rinkaby är relativt osäkra, markprofilen innehöll stråk med sand av olika grovlek vilket gjorde inomfältvariationen stor. I medeltal för samtliga platser orsakade packningen signifikant högre skrymdensitet och signifikant lägre genomsläpplighet på 50 cm djup. Genomsläppligheten är i många fall lägre än vad som kan anses optimalt (3-4 cm/h kan anges som ett riktvärde för god genomsläpplighet), och packningen har då orsakat en försämring av markens funktion. På samtliga platser var genomsläppligheten

i kontrollet lägre på 30 än på 50 cm djup, vilket visar på förekomsten av en plogsula. Markens hårdhet har mätts med penetrometer. Penetrometermätningar utfördes i samtliga led på alla försöksplatser våren efter packning, dock utan några mätbara skillnader. Mätningarna upprepades dessutom 1998 på försöksplatserna Brahmehem och Tornhill, och i dessa mätningar erhöles signifikanta ledskillnader. Penetrationsmotstånd för led A, B och D på Brahmehem redovisas i figur 6. Körning med framförallt 6-radig upptagare, men också 3-radig har orsakat ett höjt penetrationsmotstånd i skiktet 30 till 50 cm. Också denna mätning visar på en plogsula i form av det höga penetrationsmotståndet på ca 35 cm djup.



Figur 6. Penetrationsmotstånd i packningsförsök på Brahmehem. Körning gjordes hösten 1995, mätning våren 1998.

Skörd

Året efter packning har i samtliga fall odlats sockerbeter, som ej har skördats försöksmässigt. Första försöksmässiga skörd gjordes 1997 i försöket på Tornhill (tabell 20). Försöket på Brahmehem 1997 utgick på grund av hagelskador. För 1998 finns skörderesultat från fyra försöksplatser. Endast i försöket på Tornhill 1997 erhöles signifikanta skördeskillnader, och i genomsnitt för samtliga försök är skördeskillnaden liten. Försöken kommer att skördas även kommande år vilket efterhand kommer att ge större möjligheter att bedöma

effekterna på skörden.

Slutsatser

Resultaten från de försök som lagts ut hittills är förhållandevis entydiga. Körning på fuktig mark med tunga betupptagare kan packa marken och orsaka sänkt genomsläpplighet till åtminstone 50 cm djup. Effekterna på skörden har hittills i genomsnitt varit liten, och kommer att kunna skattas bättre när försöken legat ytterligare några år.

Tabell 20. Skörd (kg/ha och relativt) i försök med tunga betupptagare 1997 och 1998

| Plats | Tornhill | Tornhill | Brahmehem | Sandby | Kronoslätt | Medel |
|-------------------|----------|----------|-----------|--------|------------|-------|
| År | 1997 | 1998 | 1998 | 1998 | 1998 | |
| Gröda | Korn | H-raps | H-vete | Ärter | Korn | |
| Opackat | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 3-r, 4 överfarter | 99 | 105 | 102 | 101 | 101 | 102 |
| 6-r, 1 överfart | 101 | 105 | 103 | 91 | 99 | 100 |
| 6-r, 4 överfarter | 95 | 106 | 103 | 91 | 102 | 99 |
| 6-r, 4 öv. | 95 | 105 | 105 | 98 | 102 | 101 |
| torra förh. | | | | | | |
| Signifikans | * | | | | | |

Packning vid olika vattenhalter - mätningar 1998

Under oktober och november 1998 gjordes mätningar av markrörelser vid upptagning med tunga betupptagare. Deformationen var relativt liten under början av upptagningsperioden, men ökade efterhand som vattenhalten i alven ökade, speciellt på 30 och 50 cm djup. På 70 cm djup mättes endast små deformationer.

I jordbearbetningsavdelningens årsrapport för 1997 presenterades mätningar av markrörelser vid körning med betupptagare, framförallt från Elvireborgs gård utanför Landskrona. Metoden bygger på att sonder sticks in horisontellt i marken på olika djup från en grävd grop (Figur 7). Maskinen körs sedan bredvid gropen, så att hjulet går över mätsonderna. Dessa mäter både trycket i marken och om jorden rör sig i vertikalled. En kvarstående deformation efter körning betyder att marken packats.

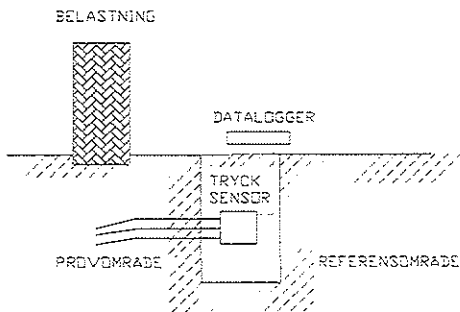
Under hösten 1998 gjordes mätningar av packning vid olika vattenhalter på två platser i sydvästra Skåne: St. Isie och Jordberga, båda belägna mellan Trelleborg och Ystad. I denna artikel redovisas de viktigaste resultaten från mätningar vid St. Isie.

Mätning av markrörelser

Packning blev mätt vid tre olika tillfällen i

oktober och november: 10/10, 26/10 och 13-14/11. I figur 8 redovisas markens vattenhalt vid de olika körtillfällena ner till en meters djup i markprofilen. Det var en relativt kraftig ökning av vattenhalten från den första till den sista körningen.

I Figur 9 visas exempel på mätningar av den vertikala markrörelsen på 30, 50 och 70 cm djup under överkörning med en sexradig, tvåaxlad betupptagare med fullastad vikt på ca. 35 ton. Den plastiska deformationen ökar med ökande vattenhalt: t.ex. var den kvarstående deformationen 13/11 22 mm på 30 cm djup och 12 mm på 50 cm djup. Vid detta tillfälle var markens vattenhalt så hög att den låg på gränsen för maskinens bärighet.



Figur 7. Principskiss över mätning av jordrörelse vid packning. En plexiglas-cylinder som innehåller 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 sensorn.

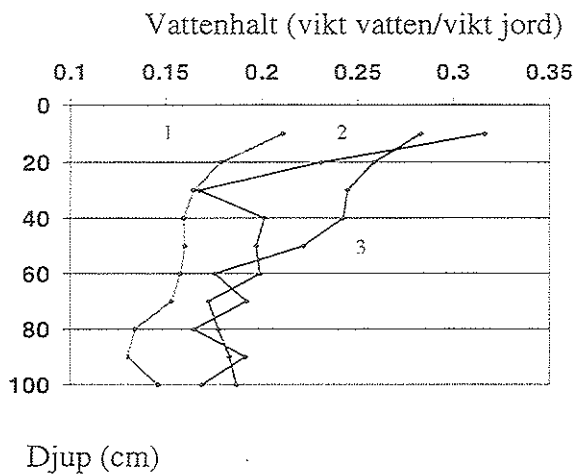


Fig. 8. Markens vattenhalt på 10-100 cm djup mätt på hösten 1998 vid 3 olika körtillfällen (Serie 1: 10/10; Serie 2: 26/10; Serie 3: 13-14/11) vid St. Isie i Skåne.

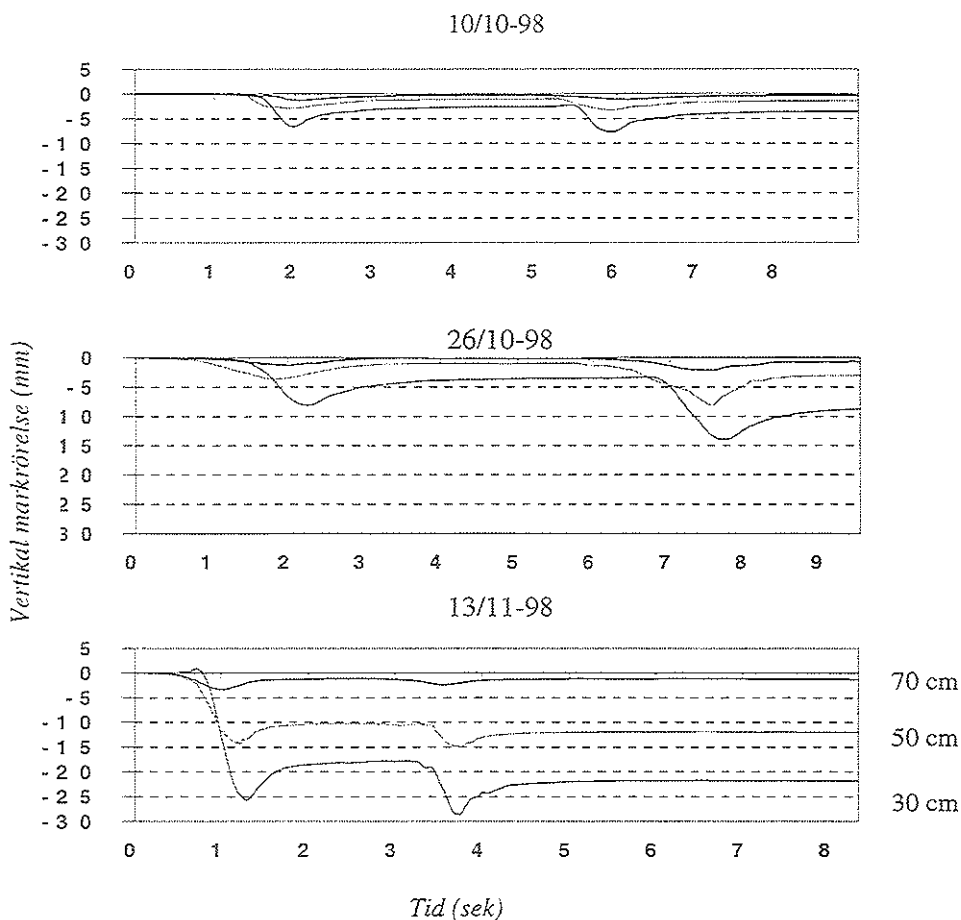
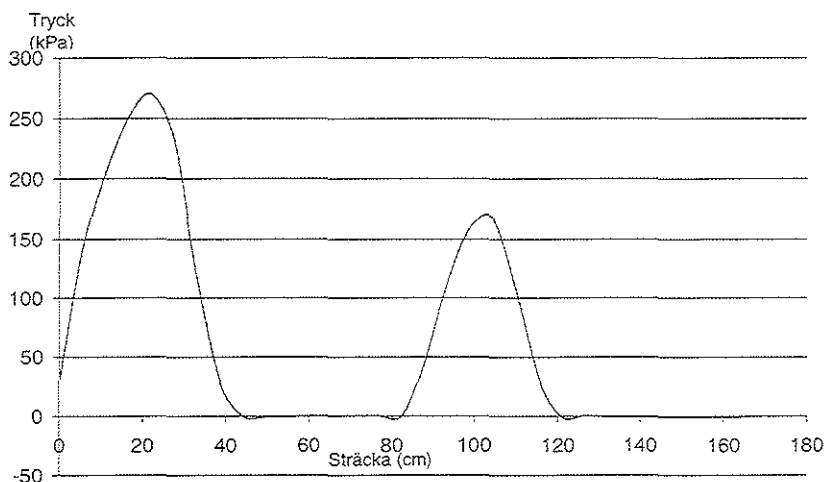


Fig. 9. Vertikal markrörelse på 30, 50 och 70 cm djup under körning med sexradig, tvåaxlad betupptagare (totalvikt ca 35 ton) mätt vid 3 tillfällen. Markens vattenhalt var lägst 10/10, och högst 13/11.

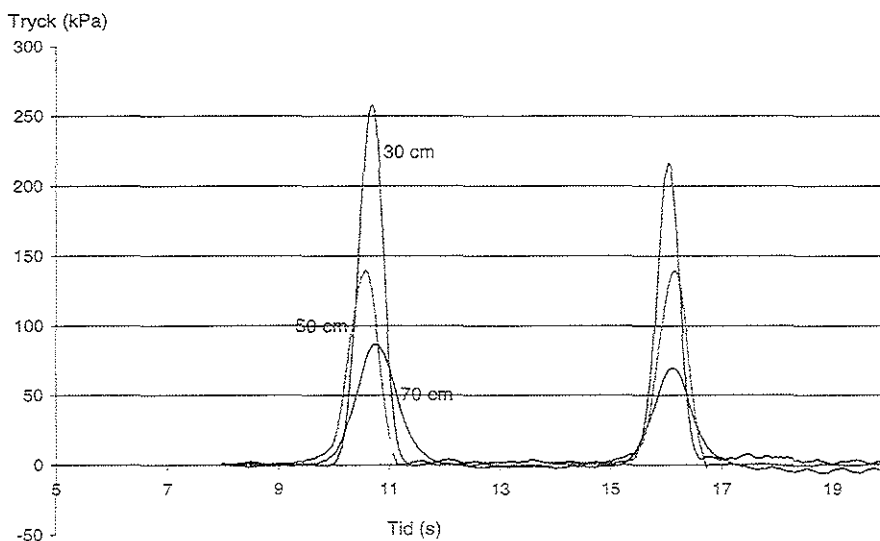


Figur 10. Tryck på 12 cm djup i marken under fram- respektive bakhjul på en sexradig betupptagare (axellast fram ca 15 ton, bak ca 7 ton). 100 kPa = 1 bar = 1kp/cm²

Förutom mätning av markrörelser mäts också trycket på olika djup. I figur 10 visas trycket på ca 12 cm djup i marken vid mätningarna på St. Isie. Maskinen kördes vid detta tillfälle utan last med upptagningsbordet upplyft, ringtrycket i framhjulen var 240 kPa (2,4 bar eller 2,4 kp/cm²) och i bakhjulen

220 kPa. Det maximalt uppmätta trycket i marken var ca 260 kPa, vilket visar att marktrycket var ungefär detsamma som ringtrycket. Understödsytans längd var ca 0,4-0,5 m.

I figur 11 visas marktrycket på 30, 50 och 70 cm djup vid en av mätningarna som



Figur 11. Tryck på 30, 50 och 70 cm djup i marken vid körning med en fullastad sexradig betupptagare (totalvikt ca 35 ton). 100 kPa = 1 bar = 1kp/cm²

redovisas i figur 9. På 30 cm djup är trycket fortfarande ungefär lika högt som ringtrycket, medan det blir gradvis lägre på större djup.

Markens hållfasthet

Vid varje mättillfälle togs jordprover ut för att bestämma markens hållfasthet med en laboratoriemetod. I tabell 20 redovisas den uppmätta hållfastheten från St. Isie den 10/10, 26/10 och 13/11. P.g.a. ökande vattenhalt får jorden efter hand en lägre hållfasthet. Den är också lägre än det tryck som marken utsätts för (figur 11).

Slutsatser

Resultatet av mätningarna 1998 vid St. Isie

är ungefär samma som för Elvireborg 1997. Deformationen var relativt liten under början av upptagningsperioden, men ökade efterhand som vattenhalten i alven ökade, speciellt på 30 och 50 cm djup. På 70 cm djup mättes endast små deformationer. Detta stämmer också bra med mätningarna av marktrycket och markens hållfasthet: det uppmätta trycket var klart högre än hållfastheten på 30 och 50 cm djup, medan trycket och hållfastheten hade ungefär samma värden på 70 cm djup. Sett också till de fastliggande försöken (se föregående artikel) verkar det som att vattenhalten i marken de flesta höstar efterhand blir så hög att man riskerar packning till åtminstone 50 cm djup vid körning med höga hjullaster.

Tabell 20. Markens hållfasthet (kPa) i prover uttagna i samband med mätningar på St. Isie

| Djup cm | Hållfasthet (kPa) | | |
|---------|-------------------|-------|-------|
| | 10/10 | 26/10 | 13/11 |
| 30 | 120 | 60 | 65 |
| 50 | 73 | 76 | 48 |
| 70 | 123 | 54 | 73 |

En modell för beräkning av markens packningkänslighet under vegetationsperioden – mätningar och simuleringar på två skånska moränjordar

Detta examensarbete ingår som en del i ett större projekt tillsammans med Danisco sugar AB om att förebygga packning i alven vid sockerbetsskörd. Arbetet bygger på att vattenhalter i marken har mätts under en växtsäsong (1997) och beräknats med hjälp av simuleringssmodellen Winsoil. Därefter har det beräknats vattenhalter från väderdata för en längre period, och sedan har det tagits fram hur stor risk det finns för packning på hösten.

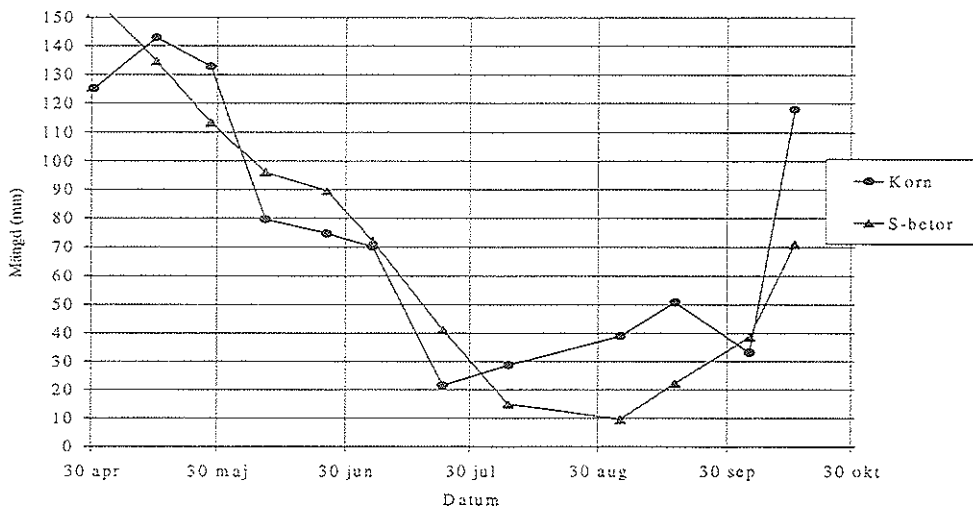
Lantbruket har sedan andra världskriget gått genom en mängd förändringar som bl.a. har lett till att det används större och tyngre maskiner. Syftet med detta projekt var att undersöka hur ofta packning i alven skulle uppkomma genom att mäta och beräkna vattenhalter i marken. Vi har mätt vattenhalter var 14 dag under hela växtsäsongen 1997 på två jordar.

Försöksgårdarna är två skånska jordar: Elvireborg som ligger öster om Lanskröna och Kronoslätt som ligger i närheten av Hemmesdyngge i södra Skåne. På Elvireborg odlades sockerbetor och vårveve medan det på Kronoslätt odlades sockerbetor och korn. Elvireborg är en varvig moränlera. Fältet är genomgående mullfattigt och ligger mellan två jordartsbälten, ett mera sandbetonat i sydväst och ett mera moränlätterbetonat i nordöst. Jorden har en god aggregerad struktur och för att öka mullhalten har lantbrukaren brukat ned halm och höns gödsel. Elvireborg har en porositet på 38 % med 18.4 % ej upptagbart vatten och 15.6 % växttillgängligt vatten. Elvireborg har en god genomsläpplighet i matjorden medan den blir kraftigt lägre i nedre delen av alven. Under torra somrar förbättras dock genomsläppligheten genom att det bildas stora sprickor som leder regnvatten snabbt ner till alven.

Kronoslätt är en lerig mo i matjorden som övergår till en lättilera i alven. Jorden är

genomgående mullfattig och har en tydlig enkelkornstruktur som gör att profilen blir kompakt och den största rotutvecklingen och vattentransporten sker i de många maskgångarna och sprickorna. Kronoslätt har en från början större mängd växttillgängligt vatten där porositeten är 36.7 % med 12.6 % ej upptagbart vatten och 20.9 % växttillgängligt vatten. Kronoslätt har en kraftigt minskad genomsläpplighet i alven i jämförelse med matjorden.

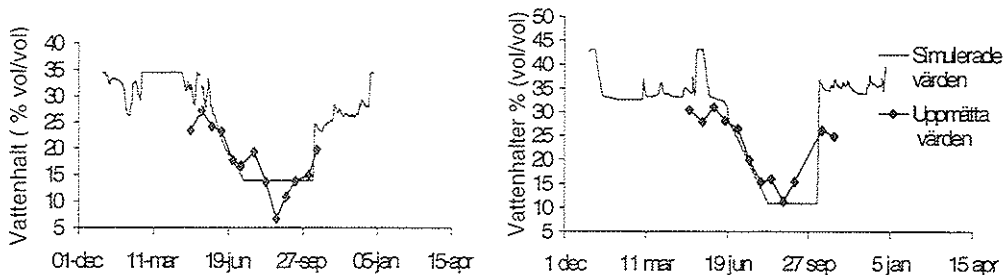
Vid fältmätningen av vattenhalten användes en jordborr med öppen cylinder eller en Ultunaborr för att ta jordprover på var tionde centimeter. Det togs även ut cylindrar för bestämning av markens fysikaliska egenskaper. Vattenhalterna analyserades genom torkning till 105 ° C. Vattenhalterna användes till att bestämma det växttillgängliga vattnet (fig. 12) och till att kalibrera simuleringssmodellen (Winsoil). Väderdata för 1997 är hämtade från Jordberga sockerbruk för Kronoslätt och från Svalöv väderstation för Elvireborg. Vid simuleringarna har det använts dygnsmedelvärden för temperatur, nederbörd och solinstrålning. För långtids-simuleringarna har det använts temperatur och nederbörd från Svalöv väderstation för Elvireborg. För Kronoslätt har Jordberga väderstation använts för temperatur 1963-1974 och nederbörd för 1963-1988, medan temperaturen för 1974-1988 är hämtade från Smygehuk väderstation



Figur 12. Växttillgängligt vatten (totalt till 1 meters djup) för Kronslätt växtsäsongen 1997.

Beräkningarna har gjorts för vattenhaltsförändringen över 1997 och för perioden 1963 till 1988 med 1997 som kalibrering. Utifrån dessa vattenhaltsberäkningar har en riskkalyvl gjorts över packningskänsligheten hos jordarna på hösten.

För jordarna beräknades också det maximala tryck som jorden kan utsättas för utan att packas, det s.k. förkonsolideringstrycket, enligt Casagrandes metod. Förkonsolideringstrycket bestämdes för fyra tensioner och ett logaritmiskt samband togs fram mellan tension och förkonsolideringstryck.



Figur 13. Vattenhalter på 50 cm djup för sockerbetor Kronslätt (vänster) och Elvireborg (höger).

Resultat

I figur 12 visas att spannmålen tar upp mindre vatten än sockerbetorna och att sockerbetorna tar upp vatten under en längre period på året, beroende på den längre växtsäsongen. Fram till slutet på juli har praktiskt taget allt växttillgängligt vatten tagits upp. I figur 13 syns det att de uppmätta vattenhalterna är lägre än de simulerade, vilket tyder på en avdunstning av vatten från profilen som gör att det försvinner mer vatten än det vatten som är växttillgängligt. Denna avdunstning

var en av svårigheterna att komma till rätta med i simuleringarna. I stort sett får det dock anses vara en god överensstämmelse mellan uppmätta och simulerade värden.

Dessutom gjordes beräkning av trycket i marken för en hjullast på åtta ton och 220 kPa marktryck, tänkt att motsvara körning med en fullastad sexradig betupptagare. Risk för packning ansågs föreligga när trycket på ett visst djup var högre än markens hållfasthet vid den vattenhalten.

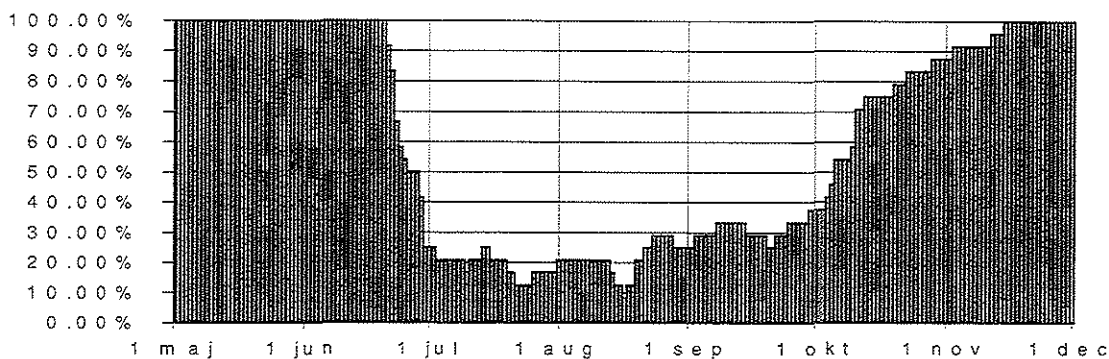
I frekvensdiagram (figur 14 och figur 15) redovisas hur stor del av året som körning med fullastade sexradiga betupptagare beräknas orsaka packning i alven.

Det finns stora risker att man får markskador vid körning sent på hösten både på Elvireborg och på Kronoslätt. Från mitten av oktober var det hälften av åren en packningsrisk på 50 cm djup. I figur 14 och figur 15 syns att det på Elvireborg även fanns en större risk för packning under växtsäsongen än det fanns på Kronoslätt. Detta kan bero på att Kronoslätt har en kompaktare jord som klarar en högre

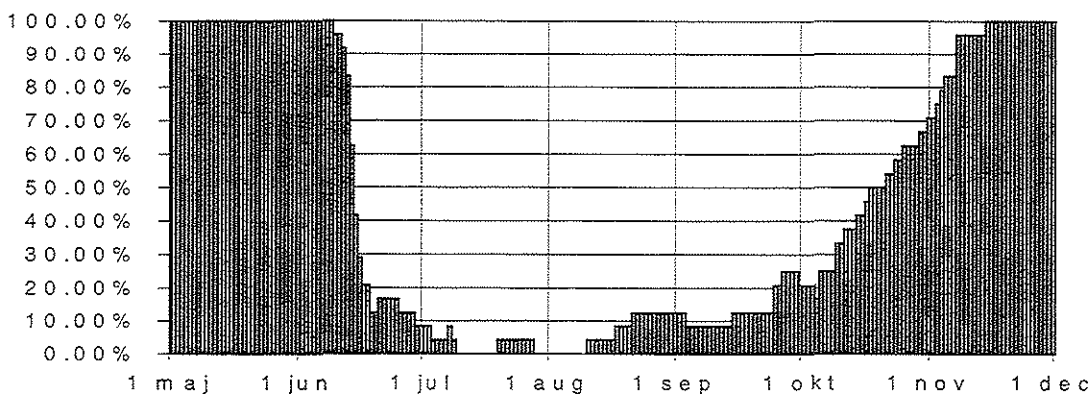
packning, eftersom Kronoslätt har ett högre förkonsoliderings-tryck.

Resultatet av detta projekt finns utförligare presenterade i: Meddelande från Jordbearbetningsavdelningen nr 28, En modell för beräkning av markens packningskänslighet under vegetationsperioden – mätningar och simuleringar på två skånska moränjordar, av Erika Sjöberg.

Kontaktperson för projektet som arbetet ingår i är Johan Arvidsson, tel 018/67 11 72



Figur 14. Andelen år under perioden 1963-1988 som körning med betupptagare beräknas ge skada på 50 cm djup på Elvireborg (8 tons hjullast, 220 kPa ringtryck) .



Figur 15. Andelen år under perioden 1963-1988 som körning med betupptagare beräknas ge skada på 50 cm djup på Kronoslätt (8 tons hjullast, 220 kPa ringtryck) .

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 parstudie på fjorton sockerbetsodlande gårdar.

Undersökningen utfördes som en parstudie där fjorton skånska gårdar indelade i sju par studerades. Varje par består av en gård med historiskt sett högre skördar benämnd plusgård och en gård med historiskt sett lägre skördar benämnd medelgård. Paren var noggrant utvalda så att inga uppenbara skillnader i jordart, klimat eller brukningsförfarande kunde förklara skördeskillnaderna. De markfysikaliska variabler som mättes var vattenhalt vid 5 och 100 cm vattenavförande tryck, porositet, vattenhalt vid vissningsgränsen, mättad vattengenomsläpplighet, torr skrymdensitet, penetrometermotstånd, textur och mullhalt. Kemiska analyser gjordes av pH, P-AL och K-AL. Vattenhaltsprover togs på sex av fälten. Rotvikter mättes vid två tillfällen. I varje försöksyta gjordes en profilbeskrivning.

I varje fält lades tre försöksytor om 20 m gånger 20 m ut på representativa områden. I varje yta valdes två par, tio meter långa, skörderader ut.

Vattenhalt vid 5 och 100 cm vattenavförande tryck, skrymdensitet, porositet och vissningsgräns

I varje försöksyta togs cylinderprover ut på tre olika djup, 15-20 cm (matjord), 30-35 cm (plogsula) och 45-50 cm (alv). På varje djup togs tre cylindrar ut bredvid varandra. Cylinderproverna placerades efter vattenmättnad på avsugningsbäddar varefter vattenhalten vid 5 och 100 cm vattenavförande tryck kunde bestämmas. På samma cylinderprover bestämdes den torra skrymdensiteten och med hjälp av den och kompaktdensiteten kunde porositeten beräknas. På varje nivå som cylinderprover tagits ut på togs också ett jordprov ut för

bestämning av vattenhalt vid vissningsgränsen.

Mättad vattengenomsläpplighet

Den mättade genomsläppligheten, k-värdet, mättes på samma cylindrar som använts till mätningen av vattenhalter vid 5 och 100 cm vattenavförande tryck.

Penetrometermätningar

Penetrometermätningar utfördes vid två tillfällen på varje yta. Den första mätningen gjordes en till fem veckor efter sådd och den andra gjordes på hösten före skörd. I varje försöksyta gjordes 30 mätningar till 50 cm djup. Sticken togs längs diagonalen på ytan. I samband med penetrometermätningarna togs vattenhaltsprover i försöksytorna.

Markkartering

I varje försöksyta togs jordprover ut på djupen 0-25 cm och 25-50 cm. Proven togs längs diagonalen på ytan och utifrån dessa prov bestämdes jordart, pH, P-AL och K-AL.

Skörd

Rotvikten mättes vid två tillfällen under växtsäsongen. I varje försöksyta skördades 60 betor. Vid slutskörden bestämdes ren vikt, sockerhalt, sockerskörd, blåtal, utvinnbart socker, renhet och K+Na.

Växttillgängligt vatten och luftfylld porositet

På sex av parstudiens fjorton fält togs vattenhaltsprover. Då den torra skrymdensiteten och vattenhalten vid vissningsgränsen bestämdes på nivåerna 15-20 cm, 30-35 cm och 45-50 cm har mängden växttillgängligt vatten bestämts i skikten 10-20 cm, 30-40 cm och 40-50 cm. I samma

skikt har den luftfyllda porositeten bestämts. Från början var avsikten att mäta vattenhalterna var fjortonde dag för att se om skillnader i mängden växttillgängligt vatten kunde förklara skördeskillnaderna mellan plus- och medelgårdar. Men vattenhaltsmätningarna avbröts i mitten av juni eftersom den rikliga nederbörden gjort att mängden vatten knappast var tillväxtbegränsande.

Profilbeskrivningar

Under juli och augusti gjordes en profilbeskrivning i varje försöksyta, dvs tre per fält. I varje profil räknades rötter med en diameter större än 0,5 mm och maskgångar större än 2 mm. Rötterna och maskgångarna räknades i 20 cm tjocka skikt med start vid 20 cm djup och ned tom 120 cm. Vidare uppmättes matjordsdjup, antalet vertikala maskhål på en horisontell yta, eventuell plogsula och dess kraftighet, maximalt rottdjup och en bedömning gjordes av halminblandningen, halmens förmultningsgrad, betans rotform och av hur skarp gränsövergången mellan alv och matjord var. Även aggregatstabilitet och fuktighet bedömdes i profilerna.

Resultat

Vattenhalt vid 5 och 100 cm vattenavförande tryck, skrymdensitet, porositet och vissningsgräns

I matjorden hade plusgårdarna oftast högst porositet men i alven var porositeten oftast högst på medelgårdarna. I plogsuleskiktet var porositeten högst på medelgårdarna i fyra gårdspår av sju och på plusgårdarna i de återstående tre paren.

Volymen vatten som har dränerats vid 5 centimeters vattenavförande tryck motsvarar volymen porer med ekvivalentpordiametern (d_p) 0,6 mm eller större. Volymen vatten som har dränerats vid 100 centimeters dränering motsvarar volymen porer med ekvivalentpordiametern 0,03 mm eller större.

Det fanns fler stora porer ($d_p > 0,6$ mm) i plusgårdarnas matjord och plogsula men i

alven fanns det ungefär lika gott om stora porer hos både plus- och medelgårdar. Andelen porer som har tömts vid 100 centimeters vattenavförande tryck ($d_p > 0,03$ mm) var högre hos plusgårdarna på alla djup. I figur 16 redovisas andelen porer som tömts vid 100 cm vattenavförande tryck i plogsuleskiktet på alla fält.

Vattenhalten vid vissningsgränsen anger det vatten som är för hårt bundet för att växterna skall kunna ta upp det. På alla tre djup hade fler medelgårdar än plusgårdar högst vissningsgräns.

Mättad vattengenomsläpplighet på cylinderprover

I sex par av sju var genomsläppligheten i plogsulan högre hos plusgården än medelgården. I både matjord och alv var genomsläppligheten högst hos plusgården i fyra par av sju. I figur 17 redovisas genomsläppligheten i plogsuleskiktet på alla fält. I tabell 22 redovisas antalet fall där cylinderproverna inte släppt igenom något vatten alls dvs k-värdet = 0 cm/h. I fem av gårdsparen förekommer cylinderprover med k-värdet noll. I fyra av dessa par hade medelgården flest cylinderprover med k-värde noll.

Penetrometermätningar

Vid vårmätningarna hade plus- respektive medelgårdarna högst penetrometermotstånd i matjorden i tre gårdspår var. I alven var motståndet oftast högst hos plusgårdarna.

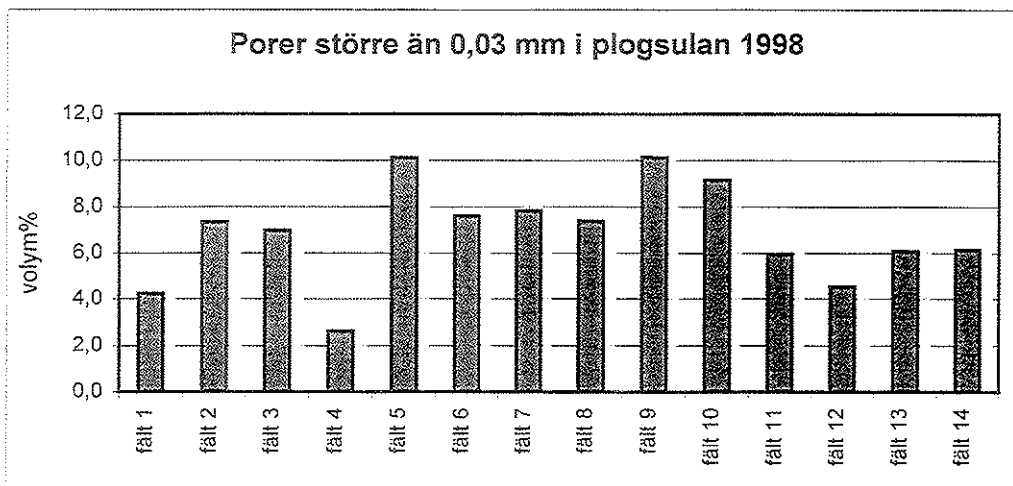
Vid höstmätningarna var penetrometermotståndet oftast högre hos medelgårdarna än hos plusgårdarna i både matjord och alv.

Växttillgängligt vatten och luftfylld porositet

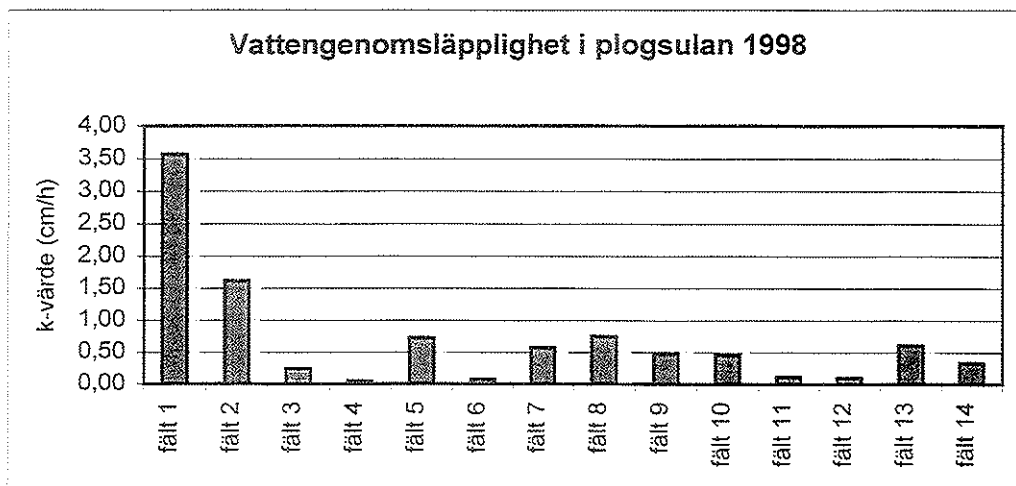
Vattenhaltsprover togs vid fyra tillfällen på tre gårdspår. I två av de tre paren hade medelgårdarna mest växttillgängligt vatten. Vattenhaltsmätningarna avbröts då den rikliga nederbörden gjort det osannolikt att brist på vatten skulle begränsa tillväxten. Men en annan faktor som kan vara intressant ett nederbördsrikt och vått år är den luftfyllda

porositeten. I två av de tre gårdsparen hade plusgårdarna störst andel luftfyllda porer på i stort sett alla nivåer och vid alla provtillfällena. Enda undantaget var en nivå

vid ett tillfälle. I det tredje gårdsparet hade medelgårderna oftast störst andel luftfyllda porer.



Figur 16. Andelen porer som tömts vid 100 cm vattenavförande tryck i plogsuleskiktet.



Figur 17. Vattengenomsläpplighet i plogsuleskiktet.

Tabell 22. Antal cylindrar med k-värde noll

| Djup (cm) | F 1 | F 2 | F 3 | F 4 | F 5 | F 6 | F 7 | F 8 | F 9 | F 10 | F 11 | F 12 | F 13 | F 14 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| 15-20 | | | 4 | 4 | | | 1 | 1 | | | | 1 | | |
| 30-35 | | | | 1 | | 2 | 2 | | | 1 | 2 | 1 | | |
| 45-50 | | | | | | | | | | | | 1 | | |

Skörd

Under växtsäsongen skördades betor vid två tillfällen. Vid den första skörden hade plusgårdarna högst rotvikter i alla sju gårdspår. Vid den andra skörden hade plusgårdarna högst rotvikter i sex av gårdspåren och i ett par hade medelgårderna högst rotvikter. Slutskörden var högst på plusgårdarna i fem par och på medelgårdarna i två par.

Profilbeskrivningar

Plusgårdarna hade fler rötter än medelgårdarna i plogsulan (20-40 cm) i fem fall av sju. På de två djupen 40-60 cm och 60-80 centimeter hade medelgårdarna sammanlagt flest rötter i nio fall av fjorton och plusgårdarna i bara fyra fall. Men omvända förhållanden rådde på 80-120 centimeters djup där plusgårdarna hade flest rötter i nio fall av fjorton jämfört med medelgårdarnas två fall.

I samma ram som rötterna räknades, räknades även maskgångar med en större diameter än två mm. Plusgårdarna hade flest maskgångar på alla djup utom ett. Skillnaden var störst i plogsulan och avtog med djupet. Antalet lodräta maskhål räknades också på en horisontell yta med måtten 2*2 dm på djupet 30 cm. Förekomsten av lodräta maskhål var något större på plusgårdarna än på medelgårdarna.

Slutsatser

Ett av detta arbetes mest intressanta resultat finner man i undersökningen av vattengenomsläppligheten. I alla undersökta skikt, matjord, plogsula och alv hade plusgårdarna oftast högst genomsläpplighet i gårdspåren. I plogsulan var denna skillnad tydligast. Där hade plusgårdarna högst genomsläpplighet i sex par av sju. Sannolikheten för att plus- och medelgård i respektive gårdspår i verkligheten hade samma medelvärde prövades med Students t-test. I de flesta paren visade denna statistiska test att sannolikheten var stor att plusgård och medelgård hade samma medelvärde. Men trenden var ändå att plusgårdarna hade högre genomsläpplighet i åtminstone plogsuleskiktet. Detta stämmer väl överens med vad Wildt-Persson (Meddelande från jordbearbetningsavdelningen nr 24. Institutionen för markvetenskap, SLU, 1998) fann på de åtta gårdar som ingick i denna studie 1997. Då hade plusgårdarna högst genomsläpplighet i plogsulan i alla fyra par, även om skillnaden var mycket liten i ett av paren.

Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt

Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt studerades i en parstudie under våren och sommaren 1998. Gårdar med historiskt sett högre skördar jämfördes med gårdar med, för området, normala skördar. Resultatet visade på en lägre skrymdensitet i harvbotten på gårdarna med hög skörd. Plantantalet följde inte indelningen i gårdar med höga respektive normala skördar. Marktäckningen var däremot, under hela mätperioden, högre på gårdarna med hög skörd än deras pargårdar. Enda untantaget var det tredje paret, där gården med medelhög skörd hade en något högre marktäckning vid avslutandet av mätningarna.

Undersökningen är ett examensarbete vid avdelningen för jordbearbetning på institutionen för markvetenskap på SLU. Examensarbetet ingår Dansico Sugar AB:s projekt 4T (Tillväxt Till Tio Ton). Såbäddsegenskaperna och den tidiga tillväxten studerades på 14 sockerbetsodlande gårdar i Skåne. Försöket var utlagt som en parjämförelse, där gårdar med historiskt sett högre skördar jämfördes med gårdar med, för området, normala skördar. De i paren ingående gårdarna var också utvalda så att inga uppenbara skillnader, till exempel i klimat, jordart eller skötsel, som lätt skulle kunna förklara skillnaderna i skörd, förelåg.

Fältens numrering är upplagd så att plusgårdarna har ojämna nummer, och direkt följs av respektive pargård. På varje gård valdes ett fält ut där tre försöksytor, om vardera 20 x 20 meter, markerades ut, efter sådd. I dessa försöksytor lades också två skörderutor per yta ut, två rader breda och 10 meter långa.

Tre såbäddsundersökningar per försöksyta gjordes så snart som möjligt efter sådden. Där ingick bestämningar av markytans respektive såbäddens ojämnheter, såbäddens djup, aggregatstorleksfördelning och vattenhalt, samt temperatur, vattenhalt och skrymdensitet i såbotten. Efter uppkomst bestämdes frö-täckningen, på 20 plantor per försöksyta. Plantan skars av vid markytan och avståndet från snittet ner till fröet mättes.

Uppkomsthastigheten mättes genom planträkning i två skördeytor per försöksyta. Dessa genomfördes varannan till var tredje dag. Efter att marktäckningen började mätas

avslutades planträkning successivt. En sista räkning utfördes kring månadsskiftet juni-juli, då det slutliga plantantalet bestämdes.

Samma skördeytor, där planträkningarna tidigare utförts, fotograferades sedan med jämna mellanrum för att mäta tillväxt via marktäckningen. Fotograferingen skedde en till två gånger i veckan. Bilderna analyserades sedan så att marktäckningen kunde erhållas.

Mätningar av hjärtbladens yta utfördes av SLU i Alnarp. Från varje fält plockades 10 hjärtblad från förlängningen av varje skördeytas rader. Proverna från fälten togs ut i så nära anslutning som möjligt till det datum då proverna togs på respektive pargård.

Resultat

Några generella skillnader mellan plus- och medelgårdar, vad gäller ojämnheter på markytan och harvbotten eller aggregatstorleksfördelning kunde inte ses.

Skrymdensiteten skiljde sig inte signifikant mellan de enskilda paren i mer än två fall. I fem fall av sju visade ändå medelvärdena på en lägre skrymdensitet hos plusgårdarna. Att medelvärdena skiljde sig kunde visas med en parjämförelse, där t-testet gav att $p < 0,1$. Tabell 23 visar skrymdensiteten samt volymfördelningen av jord, vatten respektive luft i harvbotten.

Jag har inte funnit något samband mellan antalet harvningar samt vältningar på våren och skrymdensiteten i harvbotten. I information, som erhållits genom intervjuer med brukarna, har jag sett en antydning till ett

större harvdjup på gårdarna med lägre skrymdensitet i harvbotten. Detta skulle, i så fall, innebära att de harvade till ett större djup än vad de avsåg placera fröet på för att sedan låta de sista bearbetningarna återpacka marken till en något lägre skrymdensitet än innan. Vilket i sin tur också skulle kunna innebära ett mindre motstånd för groddplantans rötter under den första, mycket känsliga, delen av tillväxten och skydda plantan för uttorkning under torra förhållanden.

Såbäddens mäktighet tenderade vara mindre hos plusgårdarna. Frötäckningen skiljde sig i fem fall av sju signifikant inom paren. Frötäckningen var i medeltal större hos fem av plusgårdarna. Genom att dividera frötäckning och bearbetningsdjup, och sedan multiplicera produkten med 100, erhöll jag ett sådjupsindex, se tabell 24. Sådjupsindex 100 betyder, således, att fröet placerats direkt på harvbotten. En analys av detta index (ensidigt t-test med parade sampel) visade att sådjupsindex skiljde sig signifikant mellan gårdarna, $p < 0,0025$ för att detta inte skulle vara fallet.

En tendens, som gäller såväl de två ur såbädden tagna lagren som harvbotten, var att det är plusvarianterna som hade högst vattenhalt, se tabell 25. Vattenhalten i de två såbäddslagren skiljde sig generellt sett inte signifikant inom gårdsparen. Vad gäller vattenhalten i harvbotten var dock skillnaderna signifikanta, $p < 0,1$

Denna undersökning visar på en större mängd växttillgängligt vatten i harvbotten hos plusgårdarna. Det, generellt sett, högre sådjupsindexet hos dessa tyder också på en bättre fröplacering, i fuktig jord. Metoden att bestämma sådjupsindexet innebär dock vissa förenklingar då den appliceras på sockerbetsodlingen. Frötäckningen är ett relevant mått på sådjupet, bearbetningsdjupet som bestäms i samband med såbäddsundersökningen, däremot, visar inte avståndet mellan harvbotten och markyta på platsen där fröet placerats. Förploget på såmaskinen för undan överflödig jord och större aggregat från såraden så att såbäddens mäktighet där blir en

annan än mellan raderna. Således blir sådjupsindexet lägre än det ska där förploget fört undan jord.

För att åskådliggöra gröningsförhållandena i de olika fältens såbäddar, och kunna påvisa skillnaderna mellan dem, förde jag in fröplacering och mängden växttillgängligt vatten och bearbetningsdjup i samma diagram, se fig. 18. Detta visade hur förhållandena i de fält med god uppkomst skiljde sig från de med klen uppkomst. Fälten med dålig uppkomst hade i regel mindre vatten i såbädden, detta i kombination med en stor spridning av frödjupet kan leda till en mycket dålig uppkomst. Det bör även här påpekas att det bearbetningsdjup, över vilket frötäckningen mätts, inte stämmer överens med vad bilden visar. Storleken på variationerna i frötäckning är dom verkliga men där förploget fört undan material från såraderna var fröna i verkligheten placerade närmare harvbotten än vad bilden ger sken av.

I år räddades bönder med en dålig fröplacering av nederbörden som kom rikligt under våren. Frön som var täckta med jord och som lockats att gro av regnet klarade sig väl, då vattentillskott i form av regn kom tillräckligt ofta och rikligt. På fält fyra där såbädden var så grov att även relativt välplacerade frön på harvbotten i vissa fall kunde skymtas mellan de grova aggregaten i såbädden. Sannolikt dog många groddplantor av uttorkning där.

Det slutgiltiga plantantalet, som bestämdes i slutet av juni, var i fyra fall av sju störst hos plusgårdarna. Plantantalet hade då minskat, jämfört med max antal uppkomna plantor, på sju av fälten. Den största minskningen fanns på fält 7 och 10. Orsakerna till denna minskning kan vara många. Sjukdomar och andra skador kan inte uteslutas. Det högst uppnådda plantantalet nåddes av plusgårdarna förutom i paren 9 och 10 respektive 13 och 14, där medelgårdarna hade det högsta plantantalet. Det bör dock påpekas att antalet sådda frön per hektar skiljer sig en hel del mellan gårdarna.

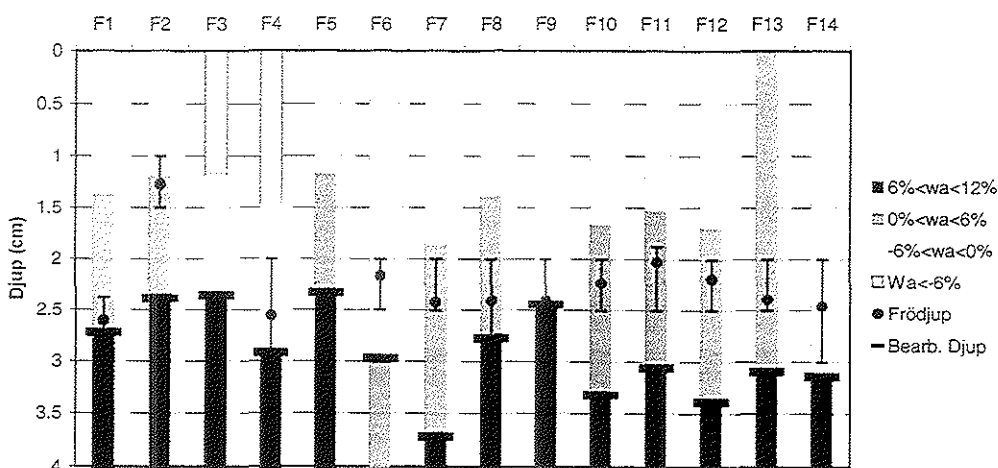
I alla paren utfördes sådden tidigare på plusgårdarna. Därav följer ett, under uppkomstperioden, högre plantantal, för specifika datum, på plusgårdarna. Uppkomsthastigheten skiljde sig däremot inte mycket mellan plus- och medelgårdarna. Om man bortser från fält 4, som aldrig uppnådde 50 % uppkomst, samt fält 6, som inte hann dit innan det drabbades av ett våldsamt regn (> 50 mm den 2/5), varierade tiden från sådd till 50 % uppkomst endast från 10 till 13 dagar, för hela studien, se tabell 24.

Temperaturskillnaderna mellan fälten, inom paren, var inte stora och förklarar ensamt inte skillnaderna i uppkomsthastighet. Om man ritar uppkomsten inte endast mot kalendertid utan också mot temperatursumman och sedan jämför formen på dessa kurvor ser man ifall avvikelser från idealformen på kurvan försvinner sedan man kompenserat för temperaturen. När jag gjorde denna jämförelse fann jag att avvikelserna i stort sett bestod, således är det inte bara temperaturen som orsakat de, i uppkomstkurvorna, markerade perioderna av låg uppkomsthastighet, hos de enskilda fälten. Då medelgårdarna sådde senare än sina pargårdar hade temperaturen hunnit stiga något under dagarna som gått. Detta resulterade i en

jämförelsevis något högre uppkomsthastighet, än vad som skulle varit fallet om de sått vid samma tillfälle som sin pargård. Men då våren var kall och marktemperaturen endast steg med cirka 0,1 grad per dag, i medeltal från slutet av april till slutet av juni, gav detta endast en snabbare uppkomst på medelgårdarna i två fall av sju (fält 12 och 14).

Det är inte troligt att det mekaniska motståndet ensamt var den avgörande faktorn för plantantalet på något av fälten. Den stora nederbörds mängd som kom under våren bidrog dock till att kompaktera såbäddarna kraftigt på flera håll. Skorpbildningen orsakade ingen hård och homogen yta på något av fälten, men orsakade i flera fall en grövre struktur med större aggregat för hypokotylen att ta sig runt. Det mekaniska motståndet hade därför en större inverkan på uppkomsthastigheten än vad det hade på plantantalet

Fält 1 och 2 fick nästan 30 mm regn den 2/5 vilket resulterade i en lägre uppkomsthastighet de närmaste dagarna efteråt. Ytan på dessa fält slammade igen rätt kraftigt, vilket sannolikt ökade penetrationsmotståndet i såbädden. Fält 8 visade också på en relativt



Figur 18. Viktprocenten växttillgängligt vatten i harvbotten samt i två lager ur såbädden som funktion av djupet för respektive fält redovisas i figuren tillsammans med fröplacering och bearbetningsdjup. Staplarna på punkten för frödjupet markerar djupet för 1:a respektive 3:e kvartilen.

låg uppkomsthastighet under tiden 5-8/5. Luftväxlingen i såbädden bör inte ha inneburit några bekymmer för groningen på något av fälten. Den luftfyllda porositeten i harvbotten vid sådden var på alla fälten över 15 %, se tabell 23. Dessutom var ju större delen av fröna, på de flesta fälten, inte nedtryckta i harvbotten, utan placerade i den nedre delen av såbädden där den luftfyllda porositeten rimligtvis är betydligt större.

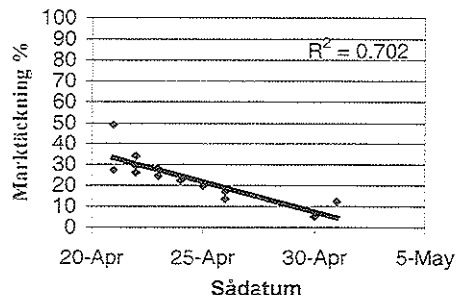
Marktäckningen var större och specifika marktäckningar uppnåddes tidigare på plusgårdarna än på tillhörande medelgård, förutom i fallet fält 5 och 6 där skillnaderna var små och fält 6 med tiden fick ett litet övertag. Mätningarna av marktäckningen visade på en skillnad mellan plus- och medelgårdarna som snarare förstärktes än minskade under säsongen. Skillnader i plantstorlek kunde observeras redan i hjärtbladsstadiet och bestod ända fram emot slutet av juni.

Framförallt i slutet av mätperioden, då marktäckningen översteg 60 %, skuggades de lägre bladen och marken, varpå skillnaderna i färg mellan blad och mark minskade. Detta försvårade kalibreringen av diagnosprogrammet och resulterade i en sämre noggrannhet. Här spelade också väderleken in, bästa resultaten erhöles då det var mulet och kontrasterna var små.

Ritar man marktäckningen för fält 1-14 vid 13-14/6, som en funktion av sådatum för respektive fält, erhålls grafen som visas i fig. 19. Där ser man ett starkt samband mellan sådatum och marktäckning, ett tidigt sådatum manifesteras i en stor marktäckning.

Hjärtbladsmätningarna visade på klart större hjärtblad hos plusgårdarna, se tabell 24. Det omvända förhållandet för fält 5 och 6 får ses på med en viss försiktighet då ovädret den 2/5 orsakade större skador på fält 5 där uppkomsten hunnit betydligt längre vid det tillfället.

Fortsättningen av dessa undersökningar skulle kunna ge ett klarare resultat om man



Figur 19. Marktäckningens beroende av sådatum. Värdena för marktäckningen är de som de olika fälten hade den 13-14/6.

förändrar en del av mätmetoderna. Metoden för bestämmandet av bearbetningsdjupet passar inte så väl för sockerbetsodlingen. En förändrad mätmetod som visar såbäddens djup i såraden skulle ge oss större möjligheter att bestämma fröets placering i såbädden.

Noggranna kontroller av harvdjup och förändringar av såbäddens mäktighet under vårbrukets gång skulle kunna ge intressanta uppgifter om skillnaderna i skrymdensitet i harvbotten. Denna skiljer ju sig som sagt signifikant mellan plus- och medelgårdarna, vilket medför ett intresse för dess uppkomst.

Ytterligare undersökningar borde också inkludera någon form av bestämning av det mekaniska motstånd som groddplantan får erfara i såbädden. I år gjordes endast subjektiva okulära bedömningar av denna faktor. Vi provade visserligen också en mikropenetrometer men den fungerade inte särskilt väl, varför försöket avbröts i ett tidigt stadium.

Den våta våren -98 hade sockerbeterna goda uppkomstmöjligheter. Såbäddsegenskaperna sattes därför inte riktigt på prov, och korrelationen till slutskörd blev således svag. Starkare korrelation till slutskörd kan därför förväntas torrare år, med en högre temperaturutveckling.

Examensarbetet kommer att publiceras som ett avdelningsmeddelande, nr 26, under våren. Kontaktperson är John Löfkvist, tel. 018/67 12 12.

Tabell 23. Skrymdensiteten samt volymfördelingen av jord, vatten, och luft i harvbottnen för fall 1-14.

| Fäll | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Skrymdensitet (g/cm ³) | 1,46 | 1,52 | 1,25 | 1,30 | 1,42 | 1,47 | 1,34 | 1,38 | 1,49 | 1,43 | 1,32 | 1,40 | 1,50 | 1,49 |
| Volymförd. i harvb. | | | | | | | | | | | | | | |
| Jord (%) | 55,4 | 58,0 | 47,4 | 49,0 | 54,2 | 55,7 | 51,0 | 52,8 | 56,6 | 53,9 | 50,9 | 53,0 | 56,9 | 56,3 |
| Vatten (%) | 27,8 | 23,0 | 28,2 | 29,0 | 24,8 | 22,9 | 23,2 | 25,2 | 19,2 | 23,8 | 21,4 | 21,5 | 23,2 | 22,3 |
| Luft (%) | 16,8 | 19,0 | 24,4 | 22,0 | 21,0 | 21,4 | 25,8 | 22,0 | 24,2 | 22,3 | 27,7 | 25,5 | 19,9 | 21,4 |

Tabell 24. Uppkomstdata för fall 1-14.

| Fäll | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| Säddjupsindex (-) | 96 | 58 | 132 | 88 | 111 | 73 | 65 | 87 | 99 | 67 | 66 | 65 | 77 | 78 |
| Uppkomst | | | | | | | | | | | | | | |
| Uppnådd (%) | 87 | 92 | 79 | 46 | 65 | 63 | 74 | 74 | 74 | 81 | 86 | 79 | 84 | 86 |
| 50% | datum | 1-2/5 | 7-9/5 | 3-5/5 | 5/5 | 5-7/5 | 3/5 | 8-9/5 | 4-5/5 | 5-6/5 | 3-4/5 | 5-6/5 | 6-8/5 | 11-13/5 |
| | dagur | 10-11 | 11-13 | 10-12 | 14 | 13-15 | 11 | 12-13 | 11-12 | 11-12 | 11-12 | 10-11 | 11-13 | 10-12 |
| Hjärtbladsmaß (cm ²) | 108,6 | 55,0 | 165,8 | 82,2 | 109,5 | 118,0 | 181,0 | 129,1 | | | 33,1 | 17,2 | 212,1 | 125,7 |

Tabell 25. Vattenhalten och halten växttillgängligt vatten i två lager nr säbåden samt i harvbottnen, för fall 1-14.

| Fäll | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Vattenhalt | | | | | | | | | | | | | | |
| Lager 1 (vikt-%) | 4,8 | 5,7 | 6,8 | 5,5 | 4,1 | 4,9 | 7,1 | 5,9 | 2,8 | 5,5 | 6,1 | 4,9 | 9,4 | 2,4 |
| Lager 2 (vikt-%) | 11,8 | 8,8 | 11,2 | 11,7 | 10,6 | 7,9 | 11,3 | 12,9 | 5,1 | 9,1 | 10,4 | 9,4 | 9,5 | 5,4 |
| Harvbottnen (vikt-%) | 19,1 | 15,2 | 22,6 | 22,3 | 17,5 | 15,6 | 17,3 | 18,3 | 12,9 | 16,7 | 16,2 | 15,4 | 15,5 | 15,0 |
| Växttillgängligt vatten | | | | | | | | | | | | | | |
| Lager 1 (vikt-%) | -3,9 | -1,9 | -7,6 | -10,7 | -4,1 | -4,9 | -2,2 | -3,7 | -3,3 | -2,9 | -3,7 | -3,7 | 0,7 | -6,0 |
| Lager 2 (vikt-%) | 3,1 | 1,3 | -3,1 | -4,5 | 2,4 | -2,0 | 1,9 | 3,3 | -1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,9 | 0,8 | -3,0 |
| Harvbottnen (vikt-%) | 10,4 | 7,6 | 8,3 | 6,1 | 9,3 | 5,7 | 7,9 | 8,6 | 6,8 | 8,3 | 6,3 | 6,9 | 6,8 | 6,5 |

Tubulering - en kostnadseffektiv markvårdsåtgärd

1997 startade SLU vid avdelningarna för jordbearbetning och hydroteknik ett projekt i syfte att undersöka effekterna av tubulering (att med en tubulator åstadkomma gångar i marken) som ett komplement till befintlig täckdikning och som förbättring av markstrukturen på styva leror. Tubuleringen görs vinkelrätt mot dräneringsdikena. Effekterna på avkastning av tubulering har tidigare inte undersökts i Sverige, men goda erfarenheter finns från England. Även effekter av strukturkalkning och reducerade bearbetningar vid tidig sådd undersöks. Projektet finansieras av svenska spannmåls- och oljeväxtproducenter via Stiftelsen Lantbruksforskning. I denna sammanställning redovisas resultat från 1998.

1997 startade försöksserie R2-151 som två stycken trefaktoriella försök på styv lera. Försöksplatserna ligger båda i Sörmland, den ena på Fiholmsby Gård utanför Eskilstuna, och den andra på Ulfhälls Gård utanför Strängnäs. På båda försöksplatserna har jordarna en lerhalt i matjorden på ca 48 %, som sedan stiger till ca 60 % i alven. Mullhalten i matjorden på Fiholmsby Gård är på drygt 2,5 % och sjunker sedan till 0 i alven från 70 cm djup, medan mullhalten på Ulfhälls gård i matjorden är på ca 4 % och i alven 0,6 % från 70 cm djup. Försöksplatsen på Ulfhälls Gård har mycket lägre genomsläpplighet än Fiholmsby Gård.

Syftet med undersökningen är att undersöka effekterna av tubulering som ett komplement till befintlig täckdikning och som förbättring av markstrukturen på styva leror. Även effekter av strukturkalkning och reducerade bearbetningar vid tidig sådd undersöks.

Försöksplanen är trefaktoriell i tre block med följande led:

A=Kontroll

B=Tubulering

C=Tubulering med dräneringsrör

1=Konv. såbäddsberedning och normal såtid

2=Konv. såbäddsberedning och tidig sådd

3=Sådd utan harvning så tidigt som möjligt

a=Kontroll

b=Strukturkalkning

Tubuleringen skedde när markvattenhalten var lämplig och skedde på ca 50 cm djup vinkelrätt mot täckdikningen den 7 juli 1997 på Ulfhälls Gård och den 13 oktober samma år på Fiholmsby Gård. Sådd gjordes med såmaskin av typen Väderstad-Rapid med arbetsbredd på 4 m. Det genomfördes 1 sådrag i led 3, 2 sådrag i led 2 och 1. Sådd av led 3 gjordes då marken torkat upp tillräckligt i ytan utan att kladda, men ännu inte var möjlig att bearbeta konventionellt. Sådd av led 2 gjordes när marken var möjlig att bearbeta i det led som torkat upp tidigast. Sådd av led 1 gjordes när konventionell såbäddsberedning var lämplig att utföra i kontrollerat (ej tubulering, ej strukturkalkning). Harvning gjordes ej i led 3. I led 1 och 2 utfördes 2-4 harvningar som vid konventionell såbäddsberedning.

Strukturkalkningen genomfördes på båda försöksplatserna 1997 i samband med höstplöjningen i slutet av oktober, där 6 ton bränd kalk (CaO) per hektar spreds på markytan och sedan plöjdes in i matjorden.

I de två försöken utfördes såbäddsundersökningar i samtliga rutor direkt efter sådd. Där ingick bestämning av såbäddens ojämnhet, såbäddens djup, aggregatstorleksfördelning och vattenhalt.

Efter uppkomsten räknades antalet plantor i en 0,25 m² stor ram på två ställen per ruta.

Resultat

Tubulering och strukturkalkning hade inga signifikanta effekter på såbäddens kvalitet. Däremot såg man signifikanta skillnader i bearbetningsdjup och vattenhalt i samtliga lager mellan led med olika såtider på båda försöksplatserna. Tubulering och strukturkalkning gav heller inte något signifikant utslag på plantantal eller skörd, medan det var skillnader mellan led med olika såtider, tabell 26 och 27.

Det bör också nämnas att sådden vid andra såtillfället på Ulfhälls gård i några av försöksrutorna misslyckades, varför planträkning och skörderesultat från detta led ej är representativa.

Under 1999 kommer ytterligare undersökningar att genomföras. Kontaktperson är Niklas Björkman, tel. 018/671212, Johan Arvidsson 018/671172 och Jan Lindström 018/671151.

Tabell 26. Fiholmsty gård. Skörderesultat (kg/ha) med relativtal och planträkning (antal/0,25 m²) skördeår 1998.

| | | | | Skörd kg/ha | Relativtal | Planträkning Antal/ 0,25 m ² |
|-------------|--------------|--------------------------------|---|----------------|------------|--|
| Medelvärden | Såttillfälle | 980511 konv. såtid och bearb. | I | 6000 | 100 | 57 |
| | | 980415 tidig sådd konv. bearb. | 2 | 5190 | 86 | 52 |
| | | 980415 tidig sådd u. harvn. | 3 | 5120 | 85 | 54 |
| | Kalkning | Kontroll | a | 5410 | 100 | 54 |
| | | Strukturkalkning | b | 5460 | 101 | 55 |
| | Tubulering | Kontroll | A | 5740 | 100 | 56 |
| | | Tubulering | B | 5460 | 100 | 53 |
| | | Tubulering med dräneringsrör | C | 5380 | 98 | 55 |
| | Signifikans | Såttillfälle | | | *** | ** |
| | Kalkning | | | | | |
| | Tubulering | | | | | |

Tabell 27. Ulfhälls gård. Skörderesultat (kg/ha) med relativtal och planträkning (antal/0,25 m²) skördeår 1998.

| | | | | Skörd kg/ha | Relativtal | Planträkning Antal/ 0,25 m ² |
|-------------|--------------|--------------------------------|---|----------------|------------|--|
| Medelvärden | Såttillfälle | 980519 konv. såtid och bearb. | 1 | 4200 | 100 | 82 |
| | | 980511 tidig sådd konv. bearb. | 2 | 4500 | 107 | 64 |
| | | 980415 tidig sådd u. harvn. | 3 | 4180 | 100 | 56 |
| | Kalkning | Kontroll | a | 4320 | 100 | 67 |
| | | Strukturkalkning | b | 4270 | 99 | 68 |
| | Tubulering | Kontroll | A | 4310 | 100 | 67 |
| | | Tubulering | B | 4270 | 99 | 67 |
| | | Tubulering med dräneringsrör | C | 4310 | 100 | 67 |
| | Signifikans | Såttillfälle | | | ** | *** |
| | Kalkning | | | | | |
| | Tubulering | | | | | |

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 stråsåd. 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):

R2-9708 (1990) Kvikrotsreglering i plöjningsfri odling

Kvickrotsreglering i plöjningsfri odling

1998 var ett nederbördsrikt år, och därmed ett väldigt gynnsamt år för kvickrotten (*Emylus repens*) på lättlera, vilket märktes i försöket som en viss ökning av mängden kvickrot. Dock minskade mängden kvickrot i ett försök på styv lera jämfört med föregående år troligen p.g.a. syrebrist. Mängden kvickrot varierade mellan de olika leden vilket visar att kvickrotsbestånden har en varierande känslighet beroende på var de är lokaliserade i markprofilen.

Sedan 1990 har försöksserie R2-9708 legat som två storparcellsförsök på en lättlera på Villinge samt en styv lera på Vipången, 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 i 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 ytligare 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 ytligare den har sitt system av rhizom. I försöken har följande led ingått:

A= Plöjt

B= Stubbearbetn. samt plöjn. (konventionellt)

C= Stubbearbetn. 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 rhizomernas djupfördelning i markprofilen utförts: 1993, 1995, 1997 och 1998 på lättleran och 1994, 1997 och 1998 på den styva leran. Under 1993, 1994 och 1995 har endast leden A, C och E undersökts medan det under 1997 genomfördes en mer omfattande undersökning då led A, B, C, D och E

undersöktes på lättleran och led B, C och E undersöktes på den styva leran. Under 1998 genomfördes mätningar av djupfördelning på både lätta och styva leran i led A, B, C och E. Mätningen har utförts på våren ungefär två veckor efter sådd och i varje led har två eller tre ramar (0,5 x 0,5 m), slagits ner i markprofilen till ett djup på ca 30 cm. 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 1998 var regnig och gynnade därmed kvickrotten på lättleran. Dock missgynnades kvickrotten på styva leran, jämfört med föregående år, troligen p.g.a. syrebrist. Totalt sett sedan start 1990 har antalet skott/m² minskat på båda försöksplatserna. Detta illustreras i tabellerna 29 och 30 samt figurerna 23a och 23b, vilka visar utvecklingen av antalet skott/m² för de olika bearbetningssystemen. Under 1998 skedde som ovan nämnts en uppförökning på lättleran på Villinge, där speciellt led F ökade mest, och konventionella ledet (B) ökade minst. Dock skedde generellt en ökning av kvickrotsskott i resterande led med ungefär 10-20 % jämfört med 1997. På styva leran skedde en minskning av kvickrotten, där ledet med två stubbearbetningar på 10 respektive 15 cm djup (led D) hade den största minskningen. De årliga förändringarna i mängden kvickrotsskott, tabellerna 29 och 30 och figurerna 23a och 23b, visar att man på lättleran under de senaste åren (fr.o.m. 1996)

lyckats hålla nere antal kvickrotsskott på samma nivå som vid starten 1990 i samtliga led. Antal kvickrotsskott på styva leran har minskat under försöksperioden i leden B, C, E och F och varit konstant i leden A och E.

Mängden kvickrotsutlöpare (g ts) varierar stort, mellan de olika leden. Totalmängden i varje profil visar att ledet med stubbearbetning följt av plöjning (led B) ger i särklass lägst mängd rhizom, se figur 20a och 21a. Plöjningsledet (led A) och ledet med tre stubbearbetningar (led E) visar ungefär samma resultat medan två stubbearbetningar (led C) ger det sämsta resultatet. Här är mängden kvickrot mer än tio gånger större än i ledet med stubbearbetning och plöjning (B). Bilden ser lite annorlunda ut om man också tar hänsyn till var i profilen utlöparna är placerade, figur 20b och 21b. I det plöjda ledet ligger utlöparna ganska jämnt fördelade över djupet, förutom i en av upprepningarna

från styva leran där en markant topp visar sig på djupet 15-20 cm. Efter stubbearbetning och plöjning finns det ytterst få eller inga utlöpare i de tre översta skikten. De som finns ligger samlade på djupet 15-20 cm. I de stubbearbetade leden (C och E) däremot ligger de största mängderna samlade i de översta skikten. Även om mängden är ungefär densamma i plöjningsledet och i ledet med tre stubbearbetningar kommer antagligen skottförekomsten vara större i det senare då utlöparna i högre grad ligger grundare. Skotten från de djupast liggande utlöparna i plöjningsledet kommer antagligen inte att orka upp till ytan. Förändringen i mängden utlöpare på lättleran som skett sedan 1993 och på styva leran sedan 1994 illustreras i figur 22a respektive 22b.

Vidare redovisas avkastningen i tabell 28. Kontaktperson är Niklas Björkman, tel. 018/671212.

Tabell 28. Avkastning 1998, kg/ha samt relativt. Dessutom genomsnittsavkastningen för åren 1991-98

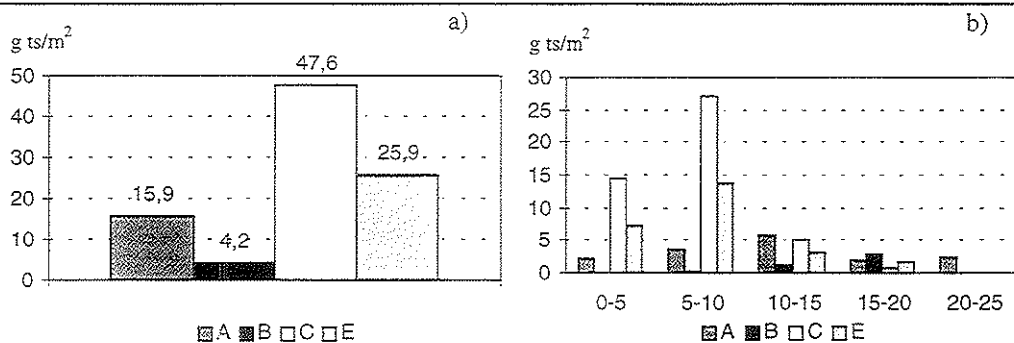
| Försöks nr | 510/90 | 511/90 | 510/90 | 511/90 | Samtliga |
|--|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|
| Plats | Villinge | Ultuna | Villinge | Ultuna | Försök |
| Jordart | mmh LL | mmh SL | mmh LL | mmh SL | |
| År | 1998 | 1998 | 1991-98 | 1991-98 | 1991-98 |
| Gröda | Våraps | Korn | | | |
| Plöjning | 1260=100 | 3790=100 | 100 | 100 | 100 |
| Stubbearbetning och plöjning | 117 | 82 | 107 | 93 | 100 |
| Stubb. två ggr till 10 cm djup | 10 | 97 | 85 | 101 | 93 |
| Stubb. två ggr till 10 resp. 15 cm djup | 31 | 88 | 93 | 91 | 92 |
| Stubb. tre ggr till 10, 15 resp. 15 cm djup | 61 | 88 | 116 | 88 | 102 |
| Stubb. tre ggr till 10, 15 resp. 15 cm djup samt borttagning av utlöpare i markytan | 89 | 108 | 135 | 104 | 120 |

Tabell 29. Antal kvickrotsskott på hösten i permanent utlagda rutor om 0,25 m², samt relativt. Försök 510/90 Villinge, 1990-98. Ledbetecningar. se ovan.

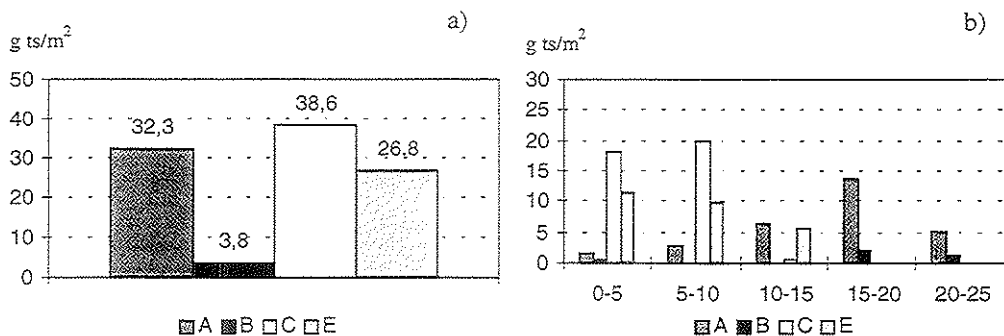
| Led | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 15=100 | 400 | 733 | 560 | 760 | 326 | 54 | 63 | 83 |
| B | 38=100 | 245 | 163 | 84 | 68 | 37 | 4 | 7 | 9 |
| C | 43=100 | 344 | 481 | 356 | >600 | 156 | 50 | 125 | 137 |
| D | 52=100 | 230 | 415 | 294 | 262 | 223 | 34 | 88 | 97 |
| E | 48=100 | 273 | 248 | 120 | 190 | 154 | 26 | 42 | 59 |
| F | 14=100 | 235 | 778 | 207 | 221 | 250 | 66 | 109 | 193 |

Tabell 30. Antal kvickrotsskott på hösten i permanent utlagda rutor om 0,25 m², samt relativt. Försök 511/90 Vipången, 1990-98. Ledbeteckningar, se ovan.

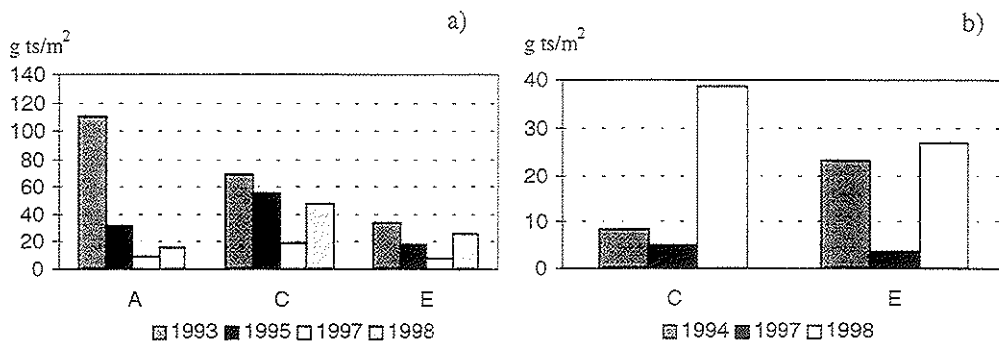
| Led | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 |
|-----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| A | 16=100 | 100 | 175 | 106 | 112 | 94 | 17 | 197 | 41 |
| B | 77=100 | 50 | 44 | 16 | 23 | 6 | 0 | 4 | 2 |
| C | 62=100 | 60 | 39 | 26 | 21 | 16 | 3 | 49 | 3 |
| D | 16=100 | 125 | 106 | 125 | 131 | 88 | 26 | 382 | 72 |
| E | 53=100 | 134 | 47 | 25 | 38 | 24 | 0 | 48 | 16 |
| F | 51=100 | 127 | 67 | 14 | 24 | 8 | 0 | 11 | 3 |



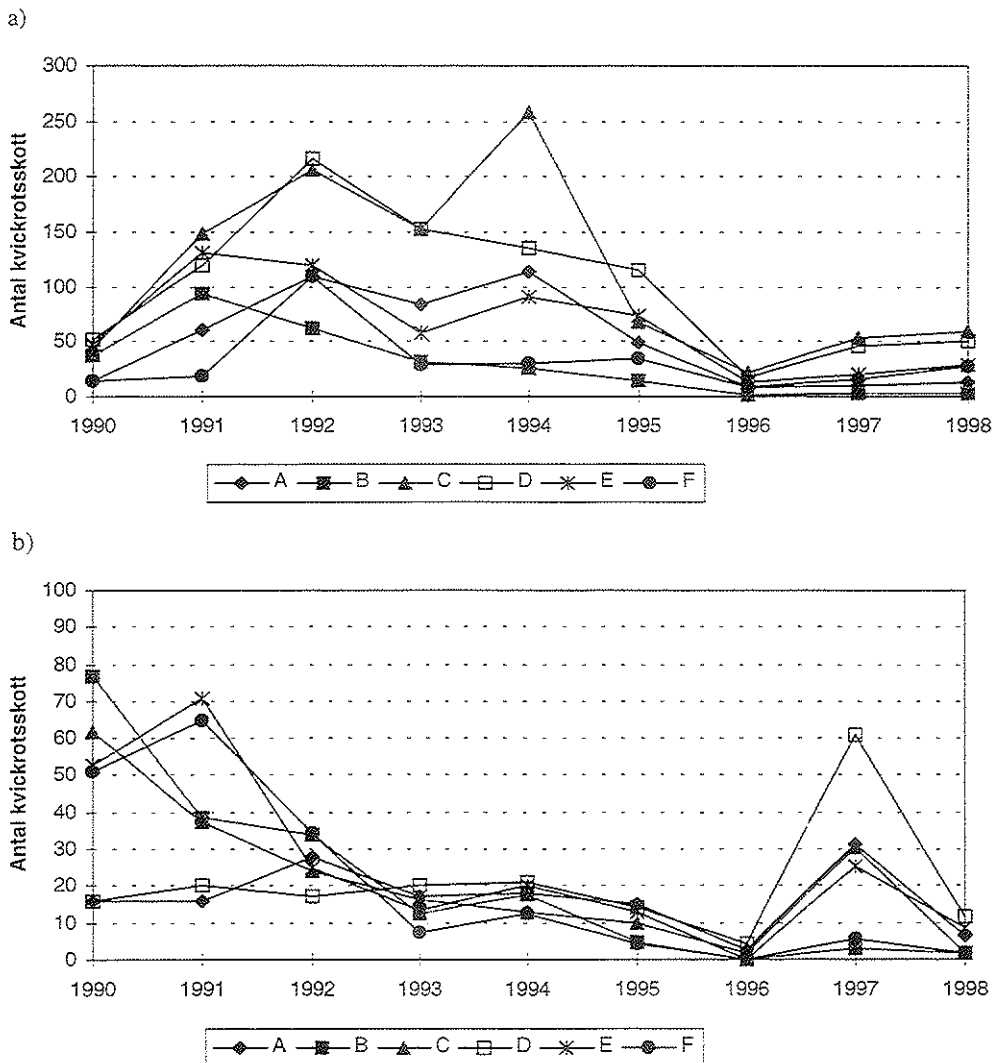
Figur 20. Mängden rhizom i markprofilen på lättleran våren 1998. a) Totalvikten rhizom för respektive bearbetningssystem. b) Djupfördelningen rhizom för respektive bearbetningssystem.



Figur 21. Mängden rhizom i markprofilen på styva leran våren 1998. a) Totalvikten rhizom för respektive bearbetningssystem. b) Djupfördelningen rhizom för respektive bearbetningssystem.



Figur 22. Totalvikten rhizom i markprofilen på a) lättleran under åren 1993, 1995, 1997 och 1998 samt på b) styva leran under åren 1994, 1997 och 1998.



Figur 23. De årliga förändringarna i antal kvickrotsskott. a) Villinge, lättlera. b) Vipången, styv lera.

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. R2-8301 avslutades 1996. Resultat från R2-8301 är redovisade i tidigare årsrapporter liksom av Ulén (1997). 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 genom ytavrinning under höst och vinter i ett försök i Hedemora. Bar, bearbetad mark orsakade större totala förluster än bevuxen eller obearbetad.

I försöksserie **R2-8302** med ett försök utanför Hedemora i Dalarna studeras effekter av jordbearbetningsåtgärder på fosforerosion. 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.

Resultat

Avkastningen i försöket 1994-1998 redovisas i tabell 31. Vårplöjning har givit skördar i samma storleksordning som höstplöjning medan de plöjningsfria leden oftast givit högre skördar. Direktsådd har dock de flesta åren avkastat betydligt sämre då denna slammings- och erosionsbenägna jord ofta blir mycket hård i ytan vid upptorkning på våren. En hård markyta som ej luckrats genom bearbetning försämrar förhållandena vid sådd. Tidig sådd på våren kan ge grödan möjligheter att etableras innan förhållanden med stark upptorkning inträder men det kan även öka risken för fler tillfällen med en slammad och hårdnande markyta. Den

direktsådda rutan har såtts tidigare än övriga från och med 1995, vilket 1995 var gynnsamt för grödan, men senare år har det troligen ej förbättrat grödans chanser.

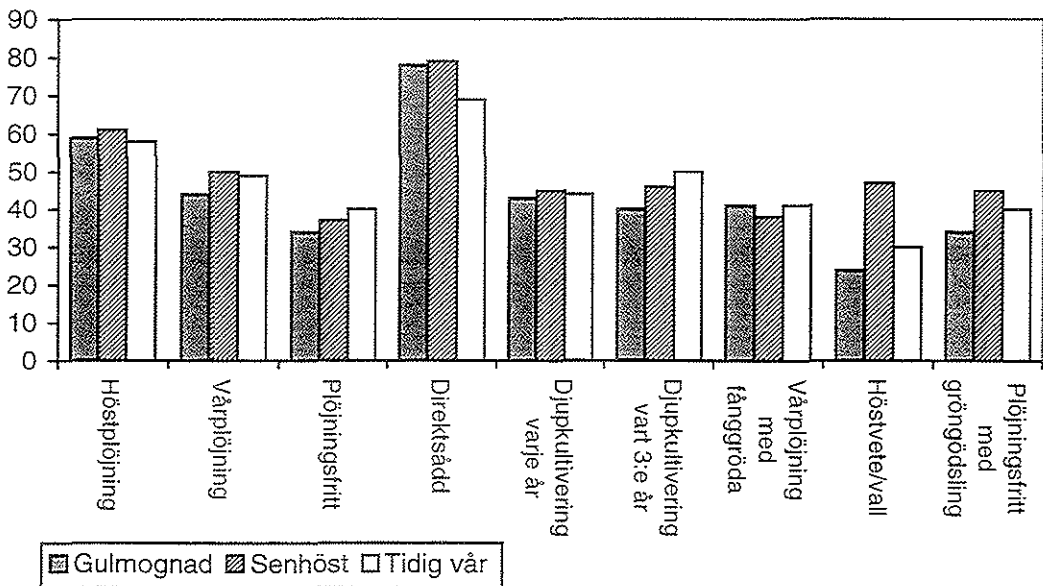
Utförligare resultat från försöket finns redovisade separat. Mätningar i försöket av förluster av fosfor genom ytavrinning har visat att förlusterna genom partikelbundet fosfor varit störst från led som bearbetats på hösten (Ulén, 1998). Förlusterna av fosfatfosfor har varit störst från det direktsådda ledet, troligen beroende av att en dominerande del av allt växtmaterial på markytan i den rutan varit dött under höst och vinter. Från rutor med växande vall eller fånggröda har förlusterna av fosfatfosfor ej varit förhöjda.

Provtagningarna av mineralkväve som ett medel för 1994-1996 har visat på jämförelsevis liten mineralisering av kväve i marken på hösten (figur 24, Lindén et al., 1998). Det största innehållet av mineralkväve fanns i ledet som direktsåtts. Kväveutnyttjandet har varit sämre där då skördarna varit mycket lägre. Allt detta kväve har dock inte lakats ut under vintern.

Tabell 31. Skörd (kg/ha och relativt) 1994-1998 i försöksserie R2-8302

| Led | Vårkorn 1994 | Havre 1995 | Vårkorn 1996 | Havre 1997 | Vårkorn 1998 | Medel 1994- 1998 |
|-------------------------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|------------------------|
| Höstplöjt | 1490=100 | 3140=100 | 4390=100 | 4380=100 | 3400=100 | 100 |
| Vårplöjt | 94 | 76 | 112 | 94 | 101 | 95 |
| Plöjningsfri odling | 173 | 104 | 104 | 105 | 99 | 117 |
| Direktsådd | 38 | 107 | 73 | 59 | 65 | 68 |
| Djupkultivering varje år | 107 | 90 | 107 | 105 | 99 | 102 |
| Djupkult. vart tredje år | - | 76 | 115 | 100 | 99 | 98 |
| Vårplöjning och fånggröda | 91 | 76 | 105 | 73 | 100 | 89 |
| Höstvete/vall ¹ | - | 149 | - | 52 | - | - |
| Plöjningsfri odl. + org. mtrl. höst | 177 | 118 | 115 | 119 | 118 | 129 |

¹ Vall 1994, 1996 (sådd i renbestånd våren 1996) och 1998.



Figur 24. Mineralkväve (kg N/ha) inom 0-90 cm markdjup vid gulmognad, sen höst och tidig vår som ett medel för 1994-96. I ledet med höstvete eller vall motsvarar provtagningen vid gulmognad år med höstvete, provtagningen sen höst efter vallbrott och vårprovtagningen motsvarar ett medel av år med höstvete och vall (från Lindén et al., 1998).

Kväveeffektiv jordbearbetning

Enskilda jordbearbetningsåtgärder och tidpunkten för åtgärderna har i tidigare studier i fält visats ha stor betydelse för utlakningen av kväve. Här jämförs två olika jordbearbetnings-system på en grovmojord 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 kväveminerisering 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 jordbearbetnings-system varav det ena (A) betraktas som konventionellt och det andra (B) som ett

kväveeffektivt system (tabell 32). Under 1997 odlades en klöver/gräsvall och hösten 1997 plöjdes alla rutor vid normal tidpunkt. Även 1998 etablerades en klöver-gräsvall i försöket. Denna vall bekämpades kemiskt hösten 1998 då kvickrot förekom rikligt i några av försöksrutorna. Hösten 1998 utfördes de första jordbearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen. 1999 kommer våroljeväxter att sås i försöket, dvs år 5 i växtföljden enligt tabell 32.

Mängden dräneringsvatten från respektive ruta mäts och analyseras på kväveinnehållet. Likaså kommer kväve i grödorna och mineralkväveinnehållet i markprofilen att bestämmas i försöket. 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 32. Försöksplan försök R2-8407

| År | Gröda | Konventionellt jordbearbetningssystem | Kväveeffektivt jordbearbetningssystem |
|----|--------------------|---|---|
| 1 | Vårkorn med insådd | Normal såtid | Tidig sådd |
| 2 | Gröngödsling | Brytning genom plöjning samtidigt som led B. Sådd av höstvete sent i september | Brytning: plöjning en vecka före sådd av höstvete i slutet av augusti. |
| 3 | Höstvete (rågvete) | Stubbearbetning ca 1/9 Sen höstplöjning ca 20/10 | Insådd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning med tiltpackare nästa år. |
| 4 | Vårkorn med insådd | Normal såtid Plöjning 20/10 | Tidig sådd efter vårplöjning. Vårplöjning med tiltpackare nästa år. |
| 5 | Våroljeväxter | Plöjning genast efter skörd Sådd av höstvete sent i september | Direktsådd av höstvete tidigt i september. |
| 6 | Höstvete | Stubbearbetning ca 1/9 Sen höstplöjning ca 20/10 | Insådd av fånggröda i höstsåden. Vårplöjning med tiltpackare nästa år. |

Jordbearbetning - kväveutlakning på lerjord

Har utebliven eller senarelagd plöjning samma effekt på kväveutlakningen på en styv lera 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 samma år. De tio leden visas i tabell 33. Försöket genomförs i tre block. I det här försöket jämför vi, förutom tidpunkten för höstbearbetningen, 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 har även så

kallade ON-rutor anlagts för att möjliggöra bestämning av kväveminaliseringen under växtsäsongen.

Resultaten från det första försöksåret visar på små skillnader i innehåll av mineralkväve i marken både sen höst och vår. Även skillnaderna i avkastning vid jämförelse mellan tidig och sen höstplöjning och mellan plöjning och plöjningsfri höstbearbetning var små (tabell 33).

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 33. Försöksplan försök R2-8408 och skörd (kg/ha och relativt) 1997-1998

| Led | Jordbearbetning | Vårkorn 1997 ¹ | Havre 1998 |
|-------|---|------------------------------|---------------|
| A | Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen nedbrukas | 6530=100 | 4530=100 |
| B | Tidig höstplöjning (ca 1.9), halmen bortföres | 98 | 91 |
| C | Sen höstplöjning (20-25.10), halmen nedbrukas | 100 | 101 |
| D | Sen höstplöjning (20-25.10), halmen bortföres | 97 | 90 |
| E | Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (eng. rajgräs), halmen bortföres | 102 | 97 |
| F | Sen höstplöjning (20-25.10), fånggröda (cikoria), halmen bortföres | 101 | 99 |
| G | Stubbearbetning ca 1.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10) | 106 | 94 |
| H | Stubbearbetning ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10) | 102 | 98 |
| I | Stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas, sen höstplöjning (20-25.10) | 101 | 91 |
| J | Plöjningsfri odling: stubbearbetning ca 1.9 och ca 25.9, halmen nedbrukas | 103 | 99 |
| Sign. | | - | n.s. |

¹De första bearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen genomfördes efter skörd 1997.

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 6-7 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, liksom i uppsatser publicerade i internationella tidskrifter. 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

Förlusterna av kväve genom utlakning från en lerjord kan hållas relativt låga om kvävegödselgivan är normal. En fånggröda reducerar kväveutlakningen ytterligare medan direktsådd av vårsådda grödor kan innebära 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 av Lindén et al. (1993) och av Aronsson et al. (1994a).

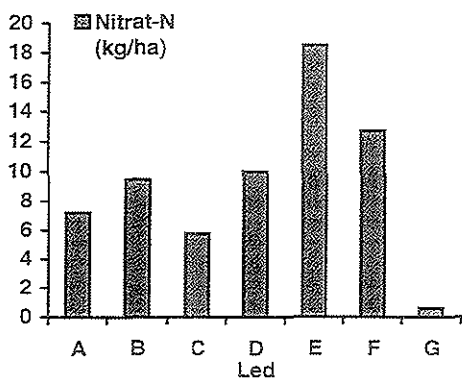
Försöket består av sju rutor, 95 x 42 m, med ett led i varje ruta. Varje ruta är separat dränerad så att avrinningen kan mätas. Dräneringsvattnet provtas för bestämning av nitrat, ammonium, totalkväve, fosfat, totalfosfor, kalium, pH och elektrisk konduktivitet. Dessutom bestäms mineralkväve i marken och totalkväve i gröda och fånggröda. Leden är olika kombinationer av kvävegiva, bearbetningsmetod och fånggröda (tabell 34). 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 kväveminaliseringen under vintern jämfört med höstplöjda led.

Tabell 34. Försöksplan för R2-8401 (1N=90 kg N/ha till vårkorn)

| 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 25. Medel av årlig utlakning av nitrat (kg NO₃-N/ha) från försök R2-8401 1992/93-1997/98 (från Aronsson & Hessel, 1998b).

Utlakningen av nitrat från försöket som ett medel för 1992/93-1997/98 visas i figur 25. 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 35). Utlakningen från den ogödslade vallen (led G) var nästan försumbar och av samma storleksordning som från naturlig, gräsbevuxen, opåverkad mark.

Avkastningen i försöket 1994-1998 redovisas i tabell 35. År 1998 minskade skördarna med stigande kvävegiva. Förhållandena vid skörd var dock ogynnsamma. Rajgräs som fånggröda har dock reducerat skördenivån i försöket. Direktsådd har de två senaste åren givit högre skördar än tidig höstplöjning. Utlakningen har dock ej minskat jämfört med övriga led under dessa två år. Utförligare resultat från försöket är rapporterade av Aronsson (1996d, 1998b). Fosforförlusterna från försöket finns publicerade av Ulén (1995).

Tabell 35. Skörd (kg/ha och relativt) i försök R2-8401 1994-1998

| Led | Havre 1994 | Vårraps 1995 | Vårkorn 1996 | Havre 1997 | Vårkorn 1998 | Medel 1994-1998 |
|-----|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|--------------------|
| A | 6160=100 | 2580=100 | 7440=100 | 5900=100 | 6530=100 | 100 |
| B | 99 | 103 | 92 | 105 | 96 | 99 |
| C | 91 | 56 | 98 | 98 | 100 | 89 |
| D | 88 | 56 | 100 | 102 | 97 | 89 |
| E | 86 | 65 | 93 | 102 | 81 | 85 |
| F | 61 | 61 | 91 | 117 | 103 | 87 |
| G | - | - | - | - | - | - |

Flytgödsel - fånggrödor - utlakning

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

I försöket i serie R2-8402 som startades 1992 belyses kväveläckage och mineralkvävedynamik i marken i odlingsystem med och utan tillförsel av stallgödsel. Försöksplanen presenteras i tabell 36. Försöket är placerat på en sandjord på Fotegården utanför Lidköping. Åtta rutor, 30 x 28 m, har täckdikats separat 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 36. Försöksplan i försök R2-8402

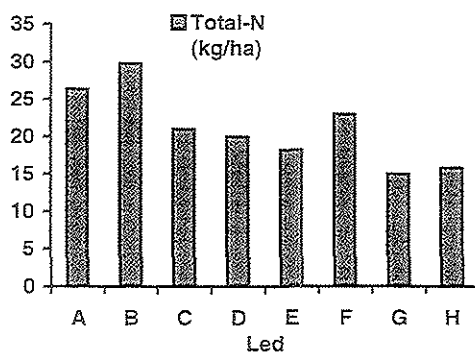
| Led | Svinflyt- gödsel Tot-N, kg/ha | Handels- gödsel, kg N/ha | Tidpunkt stubbear- betning | Tidpunkt plöjning | Fånggröda |
|-----|--|--------------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------|
| A | - | 90 | Tidig höst | Sen höst | - |
| B | 90 | 45 | 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 37. Skörd (kg/ha och relativt) 1994-1998 i försök R2-8402

| Led | Havre (kg/ha) 1994 | Korn (kg/ha) 1995 | Potatis (kg ts/ha) 1996 | Havre (kg/ha) 1997 | Vårkorn (kg/ha) 1998 | Medel 1994-1998 |
|-----|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|
| A | 3680=100 | 3960=100 | 8960=100 | 4970=100 | 4730=100 | 100 |
| B | 97 | 134 | 108 | 109 | 109 | 111 |
| C | 86 | 71 | 108 | 112 | 114 | 98 |
| D | 101 | 129 | 95 | 110 | 107 | 108 |
| E | 100 | 93 | 90 | 101 | 96 | 96 |
| F | 113 | 126 | 93 | 112 | 104 | 110 |
| G | 108 | 96 | 93 | 101 | 100 | 100 |
| H | 112 | 132 | 108 | 104 | 107 | 113 |

Resultat

Kväveförlusterna från de olika leden har varit betydande i flera fall sedan starten av mätningarna hösten 1993 (figur 26). 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 1993/94-1997/98 visas i figur 26.



Figur 26. Genomsnitt av årlig utlakning av totalkväve (kg N/ha) från försök R2-8402 1993/94-1997/98 (från Aronsson & Hessel, 1998a).

En tidig stubbearbetning efter skörd har ökat förlusterna av kväve jämfört med om marken fått vara ostörd fram till en plöjning på våren. Även flytgödseltillförsel har orsakat en ökning av kväveförlusterna, speciellt i led utan fånggröda.

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 grovmojord i Mellby, Halland. Skördarna i försöket 1994-1998 visas i tabell 37. Rajgräs som fånggröda har ej medfört någon reducering av kärnskördarna i försöket. Utförligare resultat från mätningar i försöket har presenterats av Aronsson (1994a, 1995c 1996a, 1998a).

Miljöanpassad flytgödsling och fånggrödor

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

I serien **R2-8403** ingår ett försök på grovmojord i Mellby, Laholm. Försöket belyser växtnärläckage och mineralkvävedynamik i odlingsystem 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 38) och separata dräneringsystem. Avrinningen mäts och dräneringsvattnet provtas för analys av kväve och fosfor. Dessutom bestäms kväveupptaget i de olika leden genom provtagning av grödan. Kvävetillgång och kväveminerialisering i marken beräknas från mineralkväve-

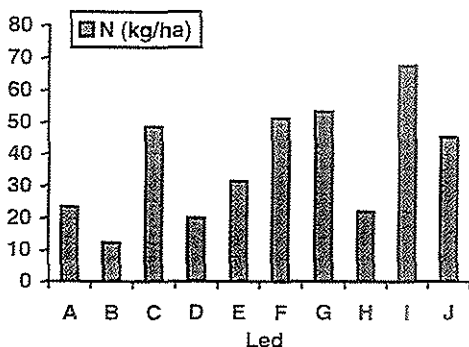
bestämning i jordprover. I försöket odlas vårsådda grödor.

Resultat

Fånggrödan har effektivt reducerat kväveutlakningen i det här försöket speciellt i kombination med vårplöjning (figur 27). 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 38. 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 | 0N | - | - | Höst |
| B | 0 N | 0N | - | Eng.rajgräs | Vår |
| C | 0 N | 1N | - | - | Höst |
| D | 0 N | 1N | - | Eng. rajgräs | Vår |
| E | 1N | 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 27. 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. Skördarna i försöket 1994-1998 visas i tabell 39. De första åren orsakade insådd av rajgräs skördeförluster. Både 1997 och 1998 var dock skördarna cirka 10% högre i det normalgödslade ledet med fånggröda än i det normalgödslade utan fånggröda.

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

Tabell 39. Skörd (kg/ha och relativt) i försök R2-8403 1994-1998

| Led | Havre 1994 | Vårrips 1995 | Vårvete 1996 | Vårkorn 1997 | Havre 1998 | Medel 1994-1998 |
|-----|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|--------------------|
| A | 38 | 2 | 47 | 22 | 35 | 29 |
| B | 58 | 2 | 44 | 40 | 50 | 39 |
| C | 3370=100 | 2100=100 | 4920=100 | 4040=100 | 5390=100 | 100 |
| D | 88 | 86 | 81 | 110 | 109 | 95 |
| E | 96 | 66 | 79 | 92 | 88 | 84 |
| F | 109 | 105 | 84 | 107 | 101 | 101 |
| G | 114 | 92 | 95 | 127 | 118 | 109 |
| H | 91 | 92 | 83 | 117 | 102 | 97 |
| I | 91 | 119 | 77 | 123 | 95 | 101 |
| J | 73 | 128 | 79 | 118 | 107 | 101 |

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.

I försöksserie **R2-8404**, med ett försök på Lönnstorps försöksstation utanför Lund, jämförs två olika växtföljder som båda uppfyller kraven på "vintergrön mark". Försöket anlades 1992 och består av tio separat dränerade rutor varav åtta ingår i ett tidigare försök. Båda växtföljderna innehåller 80 % "vintergrön mark". I den ena växtföljden (1) ingår höstsådda grödor och i den andra (2) ingår rajgräs som fånggröda för

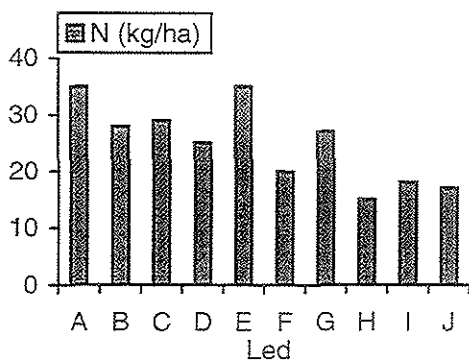
att nå upp till 80 % (tabell 40). För varje gröda i växtföljderna tillämpas ett för grödan konventionellt jordbearbetningssystem. I växtföljd 2 är dock tidpunkten för höstplöjning senarelagd när fånggröda tillämpas. Gödslingsnivån är också grödanpassad. Avrinningen mäts och dräneringsvattnet och grödorna provtas för att bestämma utlakningen och upptaget av kväve.

Tabell 40. Försöksplan för R2-8404 och skörd (kg/ha) 1994-1998. För sockerbetor redovisas ren vikt socker

| Led | Gröda | Handels- gödsel-N (kg/ha) | Tidpunkt för jordbear- betning | Marken under vintern | Skörd 1994 | Skörd 1995 | Skörd 1996 | Skörd 1997 | Skörd 1998 | Medel 1994- 1998 |
|-------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|------------------------|
| Växtföljd 1 | | | | | | | | | | |
| A | Höstraps | 40+80+70 | Efter skörd | Höstvete | 3370 | 2920 | 2660 | 2270 | 2400 | 2724 |
| B | Höstvete | 60+90 | Efter skörd | Rågvete | 7110 | 7300 | 9980 | 10940 | 7940 | 8654 |
| C | Rågvete | 50+50 | Efter skörd | Höstplöjd | 4370 | 6860 | 5650 | 7590 | 7660 | 6426 |
| D | Sockerbetor ¹ | 120 | Sen höst | Höstplöjd | 10110 | 7420 | 11220 | 10550 | 8520 | 9564 |
| E | Korn | 100 | Efter skörd | Höstraps | 6320 | 6010 | 7200 | 7370 | 6890 | 6758 |
| Växtföljd 2 | | | | | | | | | | |
| F | Havre | 90 | Efter skörd | Höstvete | 4880 | 3230 | 6200 | 6760 | 7140 | 5642 |
| G | Höstvete | 60+90 | Efter skörd | Höstplöjd | 6320 | 8090 | 8610 | 9770 | 7570 | 8072 |
| H | Korn+eng. rajgräs | 100 | Sen höst | Höstplöjd | 5380 | 5260 | 6100 | 6280 | 6430 | 5890 |
| I | Sockerbetor ² | 120 | Sen höst | Höstplöjd | 9450 | 7430 | 9920 | 10070 | 9260 | 9226 |
| J | Korn+eng. rajgräs | 100 | Sen höst | Höstplöjd | 5180 | 5350 | 6730 | 6880 | 6830 | 6194 |

¹ Blasten nedbrukas.

² Blasten bortföres.



Figur 28. Genomsnittlig årlig utlakning 1993/94-1997/98 av kväve (kg N/ha) från försök R2-8404 (från Hessel et al., 1998).

Resultat

De största förlusterna av kväve genom utlakning från försöket har uppmätts från höstraps och från vårkorn med höstraps som förfrukt. 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 sådd av höstrapsen tillförs vanligtvis 40 kg N per ha. Det är sannolikt en förklaring till de stora kväveförlusterna.

Engelskt rajgräs som fånggröda, vilket tillämpas i växtföljd 2 (figur 28) har här reducerat utlakningen av kväve. Det har visats tidigare bl.a. i försök på grovmo- och sandjordar i Halland. Förlusterna av kväve hölls även relativt låga när man förde bort betblasten från fältet.

Avkastningen i försöket 1994-1998 redovisas i tabell 40. Resultat från ytterligare avrinningsår finns redovisade mer detaljerat av Aronsson (1994b, 1995a och 1996b) och av Hessel et al. (1998).

Jordbearbetning - kväveutlakning

Mineralkväve som finns i markprofilen under hösten riskerar att lakas ut under senhösten och vintern. Jordbearbetning tidigt på hösten har inneburit väsentligt större innehåll av mineralkväve i marken i november jämfört med led som inte plöjdes förrän i november eller efterföljande vår. Utlakningen av kväve har varit minst från vårplöjning.

Inom försöksserie R2-8405 anlades hösten 1992 ett försök på grovmo i Mellby utanför Laholm. Hösten 1993 utfördes de första bearbetningsåtgärderna enligt försöksplanen. I försöket jämförs effekten på kväveutlakning av olika tidpunkter för plöjning i vårsådda grödor. Tidig höstplöjning jämförs med sen höstplöjning och vårplöjning. Den sena höstplöjningen utförs både med och utan fånggröda, samt med eller utan en föregående stubbearbetning som utförs samtidigt som den tidiga höstplöjningen. Dessutom jämförs effekten på kväveutlakning av inblandning eller bortförsl av skörderesterna.

För att studera kväveupptag och -mineralisering utförs analyser av mineralkväve (ammonium och nitrat) i jordprover och av totalkväve i grödan. I alla försöksrutor är sugceller installerade på två djup, 60 och 90 cm, för att göra det möjligt att bestämma nitratkoncentrationen i markvattnet. Nitratutlakningen från de olika bearbetningstidpunkterna beräknas från nitratkoncentrationen i markvattnet som provtagits med hjälp av sugceller och från avrinning från ett intilliggande försök.

Tabell 41. Försöksplan för försök R2-8405 i Mellby, Halland, och skörd (kg/ha och relativt) 1994-1998

| Led | Plöjningstidpunkt | Fånggröda | Halmbehandling | Vårkorn 1994 | Havre 1995 | Vårvete 1996 | Vårkorn 1997 | Havre 1998 | Medel |
|-----|----------------------------|--------------|----------------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|-------|
| A | 1:a v. i sept. | - | Nedbrukas | 3120 =100 | 4780 =100 | 4710=100 | 4390=100 | 5670=100 | 100 |
| B | 1:a v. i sept. | - | Bortföres | 100 | 91 | 94 | 105 | 108 | 100 |
| C | 1:a v. i nov. | - | Nedbrukas | 94 | 99 | 55 | 97 | 92 | 87 |
| D | 1:a v. i nov. | - | Bortföres | 82 | 100 | 55 | 98 | 106 | 88 |
| E | 1:a v. i nov. | Eng. rajgräs | Nedbrukas | 87 | 100 | 76 | 102 | 106 | 94 |
| F | 1:a v. i nov. | Eng. rajgräs | Bortföres | 99 | 107 | 81 | 102 | 104 | 99 |
| G | 1:a v. i nov. ¹ | - | Nedbrukas | 100 | 104 | 82 | 97 | 100 | 97 |
| H | Vår ² | - | Nedbrukas | 94 | 104 | 65 | 41 | 92 | 79 |

Sign

n.s.

n.s.

*

**

-

¹ Stubbearbetning 1 gång omedelbart efter skörd

² Tidig vårsådd, utförd endast 1997.

Resultat

Kvickrot uppförades återigen i försöket 1998, speciellt i det vårplöjda ledet vilket troligen orsakade skördeminskningen i havre detta år (tabell 41). Stora halmmängder i det vårplöjda ledet orsakade också problem vid skörd. De stora skördeskillnaderna 1996

orsakades även de av riklig förekomst av kvickrot i flera av leden. Tidig sådd utfördes 1997 i det vårplöjda ledet. Kråkfåglar åt dock upp en stor del av utsädet i dessa rutor vilket medförde en kraftig skördeminskning.

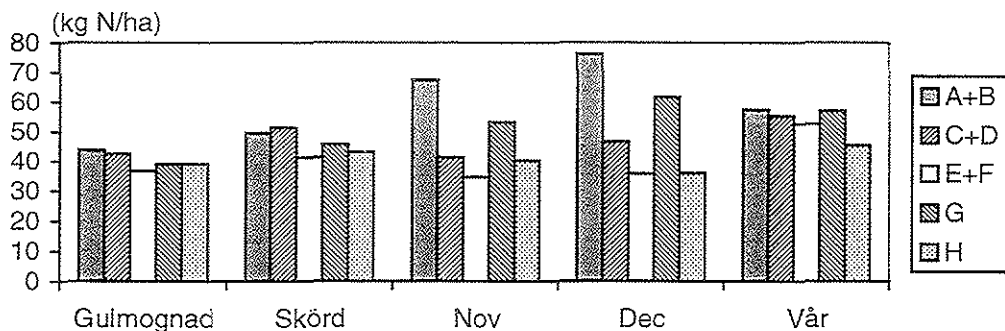
Figur 29 visar innehållet av mineralkväve (nitrat och ammonium) i 0-90 cm och figur 30

visar den ackumulerade utlakningen efter de olika tidpunkterna för plöjning. Tidig höstplöjning och sen höstplöjning med föregående stubbearbetning har orsakat störst innehåll av mineralkväve i marken på hösten och störst utlakning. Vårplöjning har medfört den klart minsta utlakningen av kväve.

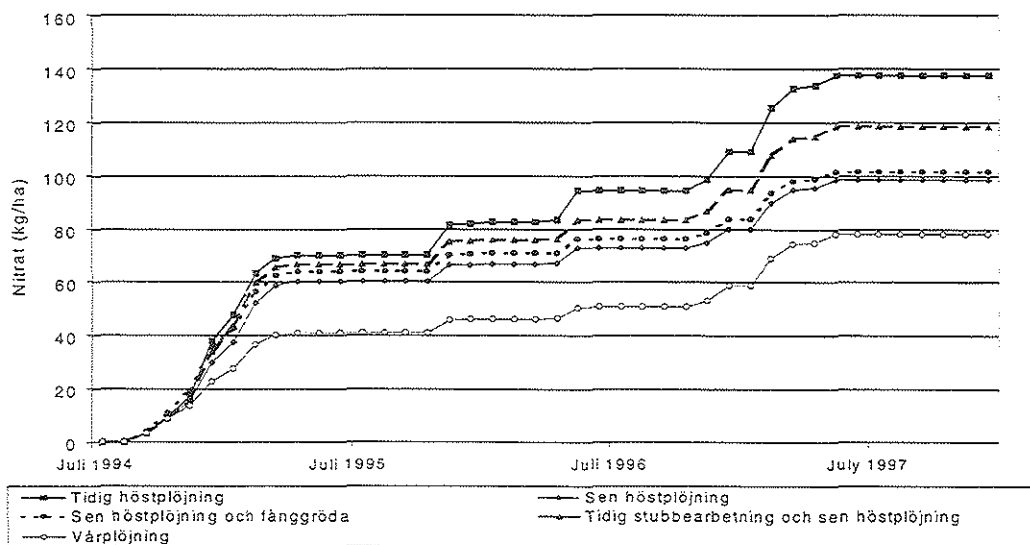
Det har ansetts att inbrukning av halm på hösten medför ökad immobilisering av kväve och därmed minskning av utlakningen. Effekten av nedbrukning respektive bortförsl

av halm från försöket på innehållet av mineralkväve i marken och på utlakningen av kväve har varit liten i försöket. Skillnaden mellan leden har varit försumbar förutom vid ett fåtal tillfällen.

Utförligare resultat från försöket har rapporterats av Aronsson et al. (1994b), Stenberg (1998), Stenberg & Aronsson (1995) och Stenberg et al. (1997, 1998, 1999).



Figur 29. Mineralkväve (kg N/ha) i 0-90 cm djup i försök R2-8405 som ett medel från hösten 1993 till våren 1998. Provtagningen i december utfördes endast 1993 och 1994. A+B = tidig höstplöjning, C+D = sen höstplöjning, E+F = sen höstplöjning med fånggröda, G = tidig stubbearbetning och sen höstplöjning och H = vårplöjning.



Figur 30. Ackumulerad nitratutlakning efter olika tidpunkter för plöjning beräknad från nitratkoncentrationer i markvattnet på 60 cm djup i försök R2-8405 fr.o.m. juli 1994 t.o.m. december 1997. Första jordbearbetningsåtgärden i försöket utfördes första veckan i september 1993.

Litteraturförteckning fosforerosion, grön mark och kväventlakning

- 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. 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.
- Aronsson, H. & Hessel, K. 1998a. Flytgödsel - Fånggrödor - Utlakning. Fem år på Fotegården, sandjord i Västergötland. Teknisk rapport 45. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Aronsson, H. & Hessel, K. 1998b. Utlakningsbegränsande odlingsåtgärder. Resultat från försök på lerjord i Västergötland 1992-1998. Teknisk rapport 46. 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.
- Gerlach, T. 1967. Hillslope throughs for measuring sediment movement. Rev. Geomorph. Dynamique 4:173.
- Hessel, K., Aronsson, H., Lindén, B., Stenberg, M., Rydberg, T. & Gustafson, A. 1998. Höstgrödor - Fånggrödor - Utlakning. Kvävedynamik och kväventlakning på en moränlättilera i Skåne. Ekohydrologi 46. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

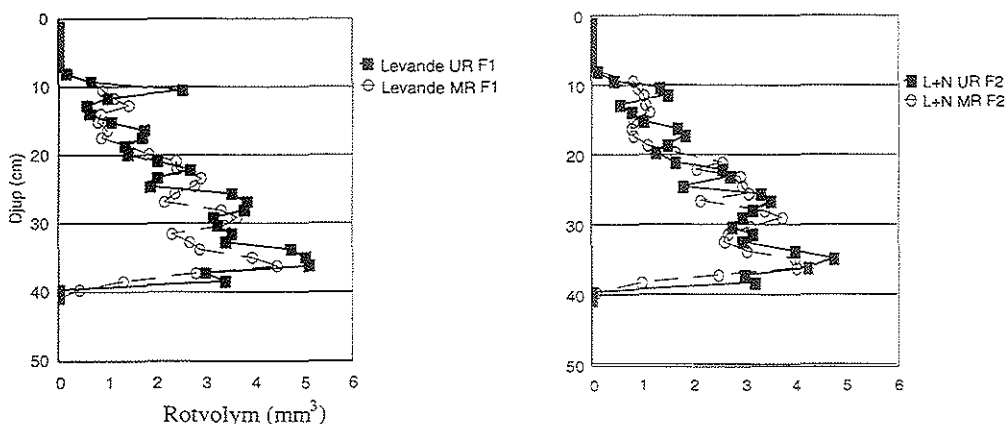
- Lindén, B., Rydberg, T. & Stenberg, M. 1998. Jordbearbetningssystem på en mjälalättlera i södra Dalarna: Inverkan på växtproduktion, kväveutnyttjande och risker för växtnäring-förluster. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Dalarnas län. Rapport 1998:6.
- Lindén, B., Aronsson, H., Gustafson, A. & Torstensson, 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 växtnäringutlakning på en grovmojord i södra Halland med handels- och stallgödslande odlingssystem med och utan insädd fånggröda. Ekohydrologi 30. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Stenberg, M. 1998. Soil tillage influences on nitrogen conservation. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. SLU, Uppsala. Agraria 129. Doctoral thesis.
- 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. 1998. Soil tillage and nitrogen leaching. In: "Soil tillage and biology". NJF seminar no. 286. Ås, Norway.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B. & Rydberg, T. 1997. Jordbearbetning - kväveutlakning. Resultat 1995/96 från fältförsök R2-8405 i Halland. Teknisk rapport 34. Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T. & Gustafson, A. 1999. Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. Soil Tillage Res. In press.
- 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.
- Ulén, B. 1997. Nutrient losses by surface runoff from soils with winter cover crops and spring-ploughed soils in the south of Sweden. Soil Tillage Res. 44, 165-177.
- Ulén, B. 1998. Jordbearbetningssystem på en mjälalättlera i södra Dalarna: Ytavrinningsförluster av växtnäring. Miljövårdsenheten, Länsstyrelsen i Dalarnas län. Rapport 1998:6.

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

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

Projektet startades våren 1996 i och med installation av minirhizotronrör i ett existerande fältförsök (R0-0044) på Mellby i Halland. Installationen utfördes av personal från Tönnersjöhedens försökspark, Simlångsdalen, Halland, vilka även hade ansvaret för filmningarna. I försöket jämförs effekten på kväveutlakning av vårplöjning med och utan engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) som fånggröda. För att studera rottdjup, rottillväxt och rotodynamik hos både huvudgröda och fånggröda under en säsong, filmades markprofilen upprepade gånger under ett år. 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 (3 juli), huvudgrödans gulmognad (13 augusti), efter skörd av huvudgrödan (5 september), 7 oktober, 13 november och 21 mars 1997, före vårplöjningen. 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 vårvede. Rören installerades till 40 cm djup. Varje 1,35 cm intervall i rören filmades vid återkommande tillfällen. Det gör det möjligt att följa enskilda rötters utveckling från en tidpunkt till en annan. Rötterna klassificerades vid analys av bilderna som nya, levande, döda eller försvunna. Filmningarna har varit mycket lyckade och rikligt med rötter kan ses på filmerna (figur 31). Digitalisering och analys av två av filmerna har hittills utförts under ledning av Hooshang Majdi, institutionen för ekologi och miljövård, SLU. Studien utfördes 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.



Figur 31. Volym levande och nya rötter (mm³) i respektive led som medel av två rutor per led och 6 rör per ruta. F1=960703, F2=960813, UR=utan rajgräs, MR=med rajgräs, L=levande rötter, N=nya rötter.

VÄXTNÄRINGSFLÖDEN

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

Djupströgödsel — spridningsteknik, spridningstidpunkt och växtnäringssutnyttjande. Samarbete mellan Jb och jordbrukstekniska institutet (JTI).

Växtnäringseffektiv och kvalitetsbefrämjande användning av fjäderfä gödsel i en produktion av frilandsgrogrönsaker. Samarbete mellan Jb, Mellersta trädgårdsförsöksdistriktet och JTI.

Vallens kaliumförsörjning i ett ekologiskt och ett konventionellt odlingssystem. Samarbete mellan Jb och Forskningsstationen Öjebyn.

Markens kaliumlevererande förmåga vid vallodling.

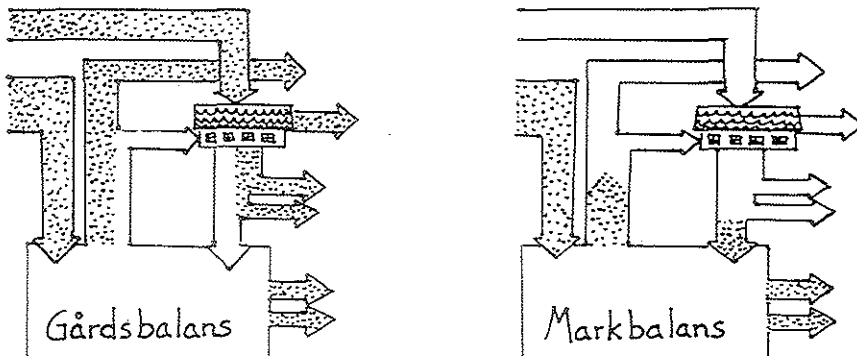
Flöden av näringsämnen och tungmetaller på gårdar med olika driftsinriktning. Samarbete mellan Jb och övriga inom det MISTRA finansierade Mat 21 projektet.

Miljöanpassad hantering av hästgödsel. Samarbete mellan Jb och JTI.

Växtnäringseffekt och miljöpåverkan vid spridning av hönsgödsel till vårsäd. Samarbete mellan Jb, JTI och Kvinnersta Resurscenter, Örebro.

Källsorterad humanurin i kretslopp - ammoniakemission och effekter på växter. Samarbete mellan Jb, JTI, avdelningen för växtnäringsslära och institutionen för lantbruksteknik.

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



Hur påverkas markens kaliumlevererande förmåga av sin historiska kaliumgödsling

Slåttervall är en av de mest kaliumkrävande grödorna i svensk växtodling. Därför behövs en god kaliumförsörjning för att trygga grovfoderproduktionen. Detta är resultat från avhandlingen "Kaliumförsörjningen till klöver och gräs från jordar med olika kaliumgödslingshistoria".

Mängden potentiellt växttillgängligt kalium i marken ökar vanligtvis med ökad lerhalt. Det är framförallt kemiska markfaktorer som påverkar tillgängligheten av kalium för växterna. Även andra faktorer kan påverka grödans kaliumförsörjning såsom vattentillgång och rotvolym. Kalium i marklösningen är direkt växttillgängligt och koncentrationen bestäms av jämviktsreaktioner mellan denna och andra kaliumfraktioner i marken (Figur 32). En viktig egenskap hos jorden är dess buffertkapacitet där en hög buffertkapacitet kan bibehålla K koncentrationen i marklösningen när grödan väl börjar ta upp kalium. Likaså kan höga kaliumkoncentrationer i marklösningen orsakade av en kaliumgödsling snabbt jämnas ut.

Syftet med denna studie var att beskriva hur olika kaliumgödslingarnivåer påverkar markens kaliumlevererande förmåga, grödans upptag av kalium samt avkastning på några olika jordtyper i ett långsiktigt perspektiv.

Tre långliggande fältförsök med olika jordtyper i Vojakkala (16% lerhalt), Ultuna (56% lerhalt) och Rådde (7% lerhalt) ingick med behandlingar som hade stigande tillförsel av kalium. På Öjebyn där en fullskalestudie av konventionell och ekologisk mjölkproduktion pågår beräknades växtnäringsbalanser för mängden kväve, fosfor och kalium på

gårds- och marknivå varje år för de fem första åren.

I fältförsöket ökade mängden K-AL (potentiellt växttillgängligt kalium) i jorden på Vojakkala, Ultuna och Rådde med ökande tillförsel av kalium. På Vojakkala gav de två högsta kaliumgivorna en positiv skörderespons. På Ultuna var det ingen skillnad i skörd mellan behandlingar med och utan kaliumtillförsel. På Rådde gav den lägsta kaliumgivan en positiv skörderespons jämfört med ingen tillförsel av kalium. Högre kaliumgivor gav dock ingen ytterligare skörderespons vilket tyder på att en annan tillväxtfaktor än kalium var begränsande.

De officiella svenska metoderna K-AL och K-HCl (förrådskalium) för att uppskatta mängd potentiellt växttillgängligt kalium jämfördes med extraktion av kalium i jord med 0,01 M CaCl₂. K-CaCl₂-metoden kan bli ett bra komplement då den uppskattar mängd kalium i markvätskan.

På alla tre jordar från fältförsöket var det i kärnförsöket en klar efterverkan av tidigare kaliumgödslingarnivåer. Men på grund av jordarnas olika buffertkapacitet var effekten på kalium i mark och i gröda olika. Ultuna hade högre koncentration av kalium i marklösningen och i skörden efter förrådsgödsling av kalium, men skörden var densamma oberoende av

mängd tillfört kalium. På Vojakkala och Rådde gav en förrådsgödsling av kalium högre skörd. Dock tydde kaliumkoncentrationen i grödan vid första skörd på att kalium kan ha lyxkonsumerats. Efterverkan av ingen kaliumgödsling gav dock tydliga symtom på kaliumbrist i grödan på Vojakkala och Rådde.

Efterverkan av en förrådsgödsling av kalium kan, speciellt på Vojakkala och Rådde med lägre buffertkapacitet än Ultuna, leda till att grödan lyxkonsumerar kalium. En lyxkonsumtion av kalium kan orsaka brist på magnesium och kalcium för grödan på grund av antagonistiska effekter. En obalans mellan mineraler i grovfodret kan orsaka hälsoproblem hos nötkreatur. Därför bör man inte förrådsgödsla med kalium på jordar med låg buffertkapacitet. Istället ger man kaliumgivor anpassade till grödans behov och till mängden potentiellt växttillgängligt magnesium och kalcium i jorden. På Ultuna var en förrådsgödsling av K onödig eftersom det inte gav någon skördeökning.

I ett långsiktigt perspektiv tycks mängden K-HCl vara viktigast för markens

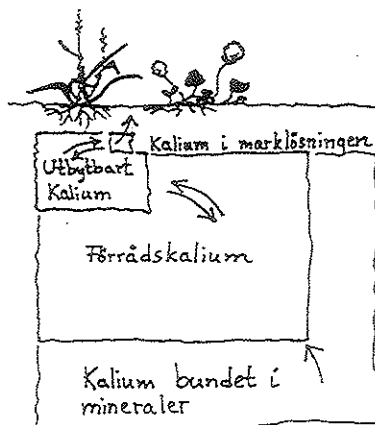
kaliumlevererande förmåga. Ultuna hade också störst mängd K-HCl och den största minskningen i absolut mängd K-HCl mellan sådd och sista skörd i kärlförsöket.

På Öjebyn i det ekologiska systemet blev konsekvensen av att öka antalet mjölkkor per hektar en negativ kaliumbalans för marken. Torrsubstansskörden tycktes bibehållas på bekostnad av markens kaliumförråd. Det konventionella systemet var närmare kaliumbalans för marken. Däremot var både kväve- och fosforbalanserna positiva för marken. Denna nettotillförsel av kväve och fosfor i det konventionella systemet har hittills gett 5% högre torrsubstansskörd, jämfört med det ekologiska systemet. Båda systemen behöver därför förbättra hushållningen av kväve, fosfor och kalium.

Kontaktperson:

Eva Salomon, tel. 018-67 12 46.

Litteratur: Salomon, E. 1999. Availability of potassium to clover and grass from soils with different potassium fertilization histories. Agraria 149. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.



Figur 32. Markens olika kaliumfraktioner.

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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

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

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

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

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

- 88 1995 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Eva Salomon, Staffan Steineck, Ingrid Karlsson, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Åse Littorin-Johansson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1994. 77s.
- 89 1996 Ingrid M. Karlsson. Sportgräsytor etablering och skötsel - erfarenheter från ett markbyggnadsförsök. 94s.
Establishment and maintenance of grassed sports fields - experience from a field experiment on soil construction alternatives. 94pp.
- 90 1996 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Susanne Johansson, Ingrid M. Karlsson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg, Johan Bengtsson, Calle Blackert, Rickard Ivarsson, Anna Lena Carlsson, Sasa Ristic. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1995. 80s.
- 91 1997 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1996. 80s.
- 92 1997 Johan Arvidsson. Tidig sådd - ett system för reducerad bearbetning vid vårsådd. Slutrapport för fältförsök 1992-1996. 45s.
Early sowing - a reduced tillage system for spring sowing. Final report for field experiments 1992-1996. 45pp.
- 93 1998 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Andreas Trautner, Thomas Wildt-Persson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1997. 74s.
- 94 1998 Daniel Johansson. Radhackning med och utan efterredskap i stråsäd. Slutrapport för fältförsök 1995-1997. 49s.
Row hoeing in cereals with and without tools behind. Final report for field experiments 1995-1997. 49pp.
- 95 1998 Maria Stenberg, Göran Bergkvist, Helena Aronsson. Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till höstraps för att minska risken för kväveläckage. 18s.
Soil tillage strategy and winter oil-seed rape establishment techniques to reduce the risk for nitrogen leaching. 18pp.
- 96 1999 Johan Arvidsson, John Löfkvist, Tomas Rydberg, Erika Sjöberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1998. 68s.