



RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala
Department of Soil and Environment



Nr 132

2015

Johan Arvidsson, redaktör

**Jordbearbetningens
årsrapport 2014**

INLEDNING

Denna rapport tar upp större delen av fältförsöksverksamheten avseende jordbearbetning under 2014. 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, samt (4) växtnäringsutlakning och erosion.

Rapporter finns tillgängliga på jordbearbetningens hemsida (www.slu.se/jbhy).

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	14
Jordbearbetningstidpunkt på hösten - inverkan på skörd, markstruktur och kväveminerisering	16
Ekoskär och kalk	18
Carrier på hösten eller våren	21
Försök med Väderstads Top Down	22
Optimering av reducerad bearbetning	24
Såbäddsberedning och ytskiktets funktion	27
Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	28
Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren	30
Försök med varierande gödselplaceringsdjup	36
Jordpackning, markstruktur och markvård	40
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	41
Packning med dumper	43
Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur	45
Växtnäringsutlakning och erosion	51
Jordbearbetning – kväveutlakning	52
Kväveeffektiv jordbearbetning	55
Effekter av skyddszon på fosforutlakning	57

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

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

R2-4007	(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
R2-4111	(1999)	Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord
R2-4124	(2000)	Ekoskär och kalk
R2-4136	(2005)	Carrier på hösten eller våren
R2-4127	(2004)	Försök med Väderstads Top Down
R2-4140	(2005)	Optimering av reducerad bearbetning

Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

Tomas Rydberg

I ett plöjningsfritt odlingsystem, där höstplöjningen ersätts med enbart ytlig bearbetning till ca 10-12 cm, blir matjordens nedre del oftast för kompakt. Genom att bearbeta med kultivator till plogdjup har skörden vissa år ökat med 2-3 % i förhållande till det plöjda ledet. Samma förbättring har även erhållits i ett bearbetningssystem där den ytliga bearbetningen någon gång i växtföljden ersätts med plöjning. Observera att även den enbart ytliga bearbetningen resulterat i högre skördar. Kanske behövs inte djup kultivering?

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

I försöksserie **R2-4007** har sedan år 1974 kultivering till plogdjup jämförts med enbart ytlig stubbearbetning med tallriksredskap och/eller kultivator till ca 10-12 cm. I försöksserien har också ingått ett led med plöjning vissa år och övriga år enbart ytlig bearbetning, samt ett led med plöjning vissa år och övriga år kultivering till plogdjup. Plöjningen i de sistnämnda leden har i genomsnitt utförts vart femte år. Totalt har serien omfattat nio försök. 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

Skörden på Ultuna presenteras i tabell 1. Resultaten från övriga försök i serien visade 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. Från och med hösten 2005 genomförs kultivering till plogdjup med en styvpinnkultivator. Tidigare år har vi använt en fjäderpinnkultivator och mycket tyder på att vi mycket sällan uppnått önskat bearbetningsdjup; något som skulle kunna förklara varför skillnad ej erhållits. År 2014 var grödan höstvetete och skördenivån jämn mellan leden.

Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativtal (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007, 2014

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									
2014	Ul	Höstvetete	Ärtor	7390	97	97	96	96	n.s.
1975-2014				100	106	106	105	105	

Olika bearbetningssystem-jordpackning

Tomas Rydberg

I många försök har visats att om plöjning ersätts med enbart ytlig bearbetning så blir matjorden lätt för kompakt. Men vad händer om man istället för plöjning bearbetar med en kultivator till 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 per 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 s-betor
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., nr. tre till 20 cm.

Serien har sedan 1989 endast omfattat ett fastliggande försök på Lönnstorp. Ruttfördelningen ändrades ej i samband med förnyelsen av försöksplanen. Detta innebär att möjligheterna att studera långsiktiga effekter av enbart ytlig bearbetning fortfarande kvarstår.

Resultat

År 1992 odlades höstvete. I genomsnitt var skörden i plöjda led högre än i de plöjningsfria och någon positiv effekt av den djupare bearbetningen kunde ej konstateras (tabell 2). Djupkultivering höjde skörden år 1993 och

1994 till sockerbetor resp havre. Korngrödan 1995 reagerade däremot ej positivt på en djupare och intensivare bearbetning. År 1996 var grödan höstoljeväxter och då resulterade en djupbearbetning i plöjningsfria led i en skördeökning på ca 10 procentenheter. År 1997 odlades h-vete som inte gynnades av intensiv bearbetning, men däremot av plöjningsfri odling. År 1998 var grödan sockerbetor som gynnades av både plöjning och kultivering till 20 cm. År 1999 odlades korn. Plöjning och stubbearbetning genomfördes först under våren 1999. Någon intensiv bearbetning förekom ej. Vårplöjning i förhållande till enbart ytlig bearbetning på våren resulterade i lägre skördar. År 2000 odlades höstoljeväxter, som gynnades av djupare och intensivare bearbetning. Plöjningsfri odling till h-vete efter oljeväxter brukar för det mesta fungera bra, vilket det även gjorde år 2001. Resultaten från år 2002, då sockerbetor odlades, påminner mycket om sockerbetsåret 1998 och resultaten från 2003 om det tidigare kornåret 1999. Havregrödan 2004 och h-vete grödan 2005 har i C-led båda gynnats av den djupare kultiveringen. År 2006 inträffade det märkliga att sockerbetorna inte gynnades av plöjning och ej heller av kultivering till 20 cm. Någon förklaring till detta har vi icke, ej heller till varför kornskörden år 2007 var störst i B-led. Höstoljeväxterna 2008 har gynnats av plöjning och djupare bearbetning i B- och C-led. H-veteavkastningen 2009 var ungefär densamma i samtliga led. År 2010 odlades sockerbetor vilka gynnades av plöjning men ej av djupkultivering. Korngrödan 2011 reagerade ej positivt på djup eller intensiv bearbetning. Skörden av h-oljeväxter 2012 och h-vete 2013 var bra i samtliga led. Sockerbetorna 2014 gynnades av plöjning men inte av djup kultivering. Försöket finansieras med medel för långliggande försök. Kontaktperson är Tomas Rydberg, tel. 018-671200.

Tabell 2. Skörd och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-2014 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj ΔLL

År	1992-2014	2014
Gröda:		s-betor
Förfrukt: h-raps		t/ha
A1=plöjning,	100	98.3
A2=plöjning efter stubbearbetning	102	100
B1=stubbearb. till 10-15 cm, plöjn. till s-betor	103	98
B2=stubbearb. till 20 cm, plöjn. till s-betor	104	95
C1=stubbearbetning till 10-15 cm	99	94
C2=stubbearbetning till 20 cm	101	94
A	100	100
B	102	97
C	99	94
1	100	100
2	102	100
Sign. bearbetning		*
Sign. intensitet		n.s.
Sign. samspel		n.s.



För intensiv och djup stubbearbetning finns många fabrikat att välja bland. Ovan visas t.v. Mega-Dan MKII från HE-VA Doublet och t.h. Kvernelands CLC.

Olika bearbetningssystem-gödselplacering

Tomas Rydberg

I försök med kombisådd i plöjda och icke plöjda led har i genomsnitt en skördeökning på 5-7 % noterats för kombisådd i det konventionella ledet medan skördeökningen varit betydligt större i det plöjningsfria ledet.

Motivet att starta denna serie (**R2-4009**) i mitten av 1970-talet var att undersöka om en eventuell försämring av tillgängligheten av främst fosfor, i viss mån även kalium, vid ytlig bearbetning, kunde förbättras med djupare gödselplacering. Försöksserien har omfattat två st försök varav ett på Källunda i Skåne (Ug) och ett på Röbbäcksdalen (AC). Här redovisas enbart resultat från försöket på Röbbäcksdalen då Källundaförsöket avslutades 1987. Resultaten från Källunda redovisas bl.a. i rapport nr 107. 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 till ett djup av 10-12 cm. Plöjning vissa år har i denna serie utförts ca vart femte år. 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 höstvetete har endast NP-gödselmedel myllats.

Resultat

Skörderesultaten för vårstråsådd sammanslaget med två år med foderraps och ett år grönfoderblandning presenteras i tabell 3. På försöket har även odlats potatis (1 år) och vall (10 år). År 2014 var grödan vårkorn. Resultaten är i överensstämmelse med tidigare år men med något sämre resultat för aldrig plöjda rutor. Mycket tyder på att radmyllning av handelsgödsel medför klart större skördeökning vid plöjningsfri odling jämfört med konventionell bearbetning. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 3. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, gödsel på ytan=100) i försök 235/76 på Röbbäcksdalen 1976-2014. Jordart, nmh l mo.

År	1976-2014	2014
Gröda år 2014: Vårkorn		ts-skörd
Antal år	25	kg/ha
Plöjn. varje år, gödsel på ytan	100	3550
Plöjn. varje år, myllad gödsel	106	106
Plöjn. vissa år, gödsel på ytan	97	94
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	102	100
Aldrig plöjning, gödsel på ytan	88	75
Aldrig plöjning, myllad gödsel	100	97
Plöjning varje år	100	100
Plöjning vissa år	96	94
Aldrig plöjning	90	84
Signifikans		n.s
Gödsel på ytan	100	100
Myllad gödsel	109	112
Signifikans		***

Olika bearbetningssystem-halmbehandling

Tomas Rydberg

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

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

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

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

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

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

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

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

Plöjning vissa år har i denna serie utförts i genomsnitt vart åttonde år. Växtföljderna på försöksplatserna har varit stråsädesdominerade med oljevaxter som omväxlingsgrödor.

Resultat

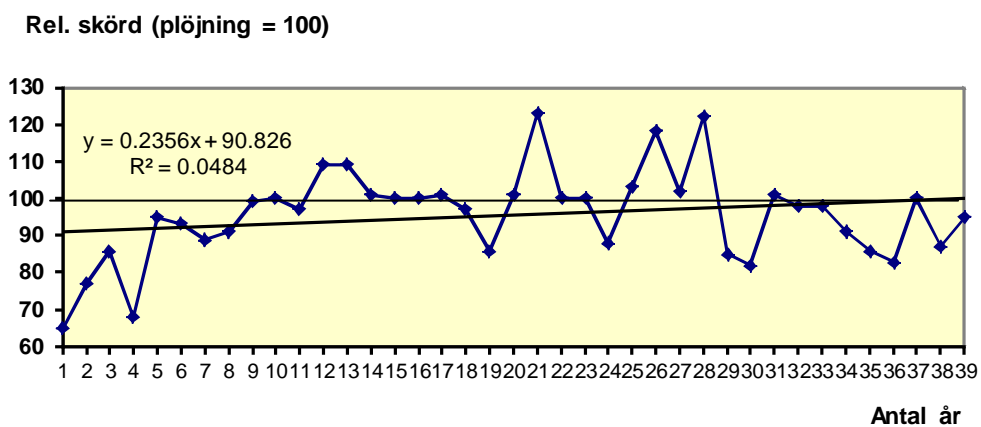
Resultaten sammanfattas i tabell 4. I genomsnitt, för samtliga försöksplatser, har den plöjningsfria odlingen gynnats med ett par procentenheter av att skörderesterna förts bort.

En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med plöjningsfri odling blir bättre och bättre ju längre tekniken tillämpas. Något entydigt svar föreligger ej, men en viss antydning om att så mycket väl kan vara fallet utgör resultaten från försöket på Lanna som anlades 1974, figur 1. Den positiva skördetrenden har nog 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. År 2014 odlades höstvetete med havre som förfrukt. Störst skörd uppmättes liksom 2013 i B-led (tabell 4). Försöket på Lanna finansieras med medel för långliggande försök.



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-2014

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	Samtliga	381/74 2014
Län/plats	S	R	E	La		
Jordart	mmh mo LL	mmh ML	mmh mo LL	mmh SL		hvete ff havre kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	39	65	
Plöjt varje år, halm bortförd	100	100	100	100	100	7300
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	100	109
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	99	101	106
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	100	103
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	97	100	106
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	96	98	94
Plöjning varje år	100	100	100	100	100	100
Plöjning vissa år	105	105	99	97	100	100
Aldrig plöjning	109	107	92	95	98	95
Halmen bortförd	100	100	100	100	100	100
Halmen hackad	98	101	95	100	99	98
Signifikans bearbetning						n.s.
Signifikans halmbehandling						n.s.
Signifikans samspel						n.s.



Figur 1. Relativ skörd i plöjningsfritt led (plöjning = 100) i försök 381/74 på Lanna sedan start 1974.

Bortodling av myr

Tomas Rydberg och Örjan Berglund

Dränering och bearbetning av en torvjord på Gotland har resulterat i en bortodling av ungefär 2-3 mm/år. Resultaten har inte skilt nämnvärt mellan plöjda och enbart stubbearbetade led. I ett försöksled med permanent vall har bortodlingen närmast varit försumbar. Plöjningsfri odling har fungerat bra på denna plats.

Dränering och bearbetning av torvjordar har visat sig resultera i en minskning av torvlagrets mäktighet. En sådan markytesjunkning beror i första hand på en ökad förmultning till följd av syretillförseln i samband med dränering. Bortodlingen av torvskiktet kan leda till försämrade markegenskaper på flera sätt och nedbrytningen av torven leder till koldioxidavgång från marken. 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, 1998 och 2008. 2012 och 2013 mättes även koldioxidavgången från alla led. 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 1 år av 4. B-ledet plöjdes senast hösten 2007.

Resultat

En sammanställning från avvägningarna redovisas i tabell 5, och skörderesultaten i tabell 6. Nivåsänkningen i de bearbetade leden är av storleken 2-3 mm/år, medan sjunkningen under den permanenta vallen varit närmast försumbar. Några större skillnader i koldioxidavgång mellan de bearbetade försöksleden (A, B och C) har hittills ej registrerats. Medelvärden av koldioxidavgången för respektive behandling A, B, C och D under april – november 2012 var 2,1, 2,6 2,9 och 4,5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ och 3,7, 3,2, 4,2 och 3,9 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ mellan april och juni 2013. Vallen hade lika hög koldioxidavgång som de bearbetade leden. Ny forskning har likaså visat att vinderosion kan vara en bidragande orsak till bortodling på torvjordar i öppen odling. Försöket finansieras med medel avsatta för långliggande försök.

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

Försöksled	1976	1983	1990	1998	2008
Plöjning	21,0	18,4(-2,6)	16,2(-4,8)	16,4(-4,6)	13,4(-7,6)
Plöjning vissa år	20,7	17,0(-3,7)	16,0(-4,7)	14,9(-5,8)	12,8(-7,9)
Plöjningsfri odling	17,0	13,6(-3,4)	12,8(-4,2)	11,2(-5,8)	8,2(-8,8)
Permanent vall	22,1	20,4(-1,7)	21,6(-0,5)	23,3(+1,3)	21,9(-0,2)

Tabell 6. Skörd, kg/ha och relativatal (plöjning varje år=100) i serie R2-4014 1976-2014

Försök nr	Län/ plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76								
2014	St	Kärrtorv	vårvete	v-raps	5750	103	96	n.s.
1976-2014					100	103	107	

Direktsådd

Tomas Rydberg

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 (UI) 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, plöjning vissa år
- C = Direktsådd

Sedan 1992 ingår även sub-leden

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

Under pågående försöksperiod har B-led plöjts hösten 1999. 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

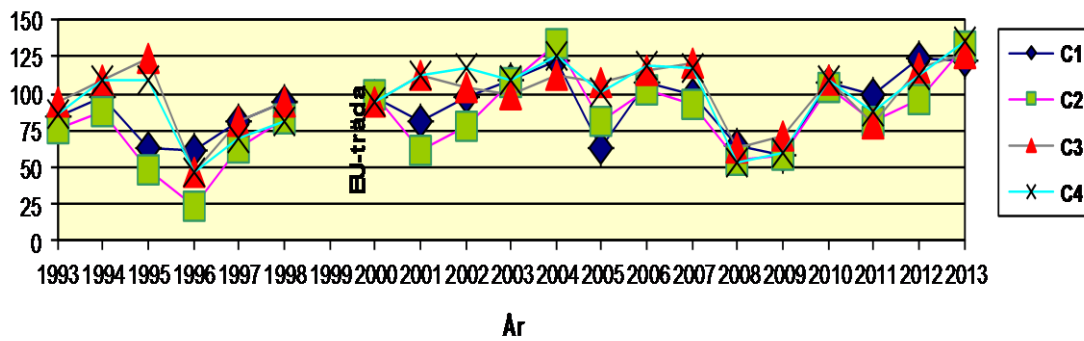
Resultatredovisningen i tabell 7 omfattar enbart huvudleden A, B och C.

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 direktsådden ej fungerat, bl.a. beroende på en rikligare ogräsförekomst och en sämre plantetablering i såväl B-som C-led. Efter EU-trädan, 1999, plöjdes både led A och B före sådd av höstvetete. Av resultaten från år 2000 framgår att både led B och C hävdade sig väl gentemot det konventionella. År 2001 och 2002 har både led B och C resulterat i högre skördar, dock förutsatt att stubbearbetning genomförts. I C-led utan stubbearbetning konstaterades, både 2001 och 2002, en rikligare förekomst av kvickrot. Hösten 2002 behandlades led B + C med Roundup, vilket kan vara en förklaring till den framgångsrika direktsådden 2003 och 2004. Resultaten 2005, 2006 och 2007 visar på positiva effekter av stubbearbetning. År 2008 inträffade ett oförklarligt uppslag av timotej i B- och C-led, med kraftig skördepåverkan. En hel del timotej fanns kvar även 2009, trots kemisk behandling. År 2010 har direktsådden fungerat bra i alla led. År 2011 förekom åter mer timotej och andra ogräs i B- och C-led. Hösten 2011 genomfördes åter en Roundupbehandling vilket säkerligen var orsaken till att direktsådden fungerade år 2012 och 2013. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 7. Skörd, kg/ha och relativtal (konv. sådd=100) i försöksserie R2-4017 1982-2014

Försök nr 703/82	Län/plats	Jordart	Gröda	Förf.	Konv. sådd	Direktsådd plöjn. vissa år	Direkt-sådd	Sign.
2014	La	mfSL	korn	korn	6395	58	60	
1982-2014					100	92	94	

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



Figur 2. Relativ skörd med direktsådd i försök 703/82 på Lanna. C1 = halm kvar ej stubbearb. C2 = halm bärgad ej stubbearb. C3 = halm bärgad stubbearb. C4 = halm kvar stubbearb.



Det finns i dag många såmaskiner på marknaden som kan användas vid direktsådd. På bilden ses t.v. Kongskildes Demeter Multiseed och t.h. Väderstads Seed Hawk.

Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

Johan Arvidsson

1991 startades ett försök med olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling på Ultuna, ytterligare ett startades 1996. Bearbetning med kultivator till 20 cm har i genomsnitt givit något högre skörd än en grundare bearbetning i ett av försöken, medan resultaten varit omvänt i det andra försöket.

Utebliven jordbearbetning, t.ex. vid plöjningsfri odling, medför att markens naturliga strukturuppbyggnad 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 två 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, odlades korn efter korn från försökets start till 2005. I försök 618/95 har växtföljden varit mera varierad, men år 2003 och 2004 odlades höstvetete efter höstvetete. Under 2006-2009 odlades oljeväxter

och stråsäd jämsides i dessa försök, för att studera samspelseffekter mellan gröda och bearbetning. År 2012 odlades korn både i 517/91 och 618/95.

Resultat

Skörd 2014 och 1991-2014 visas i tabell 8 resp. 9. I försök 517/91 var det inte några tydliga skillnader i skörd mellan bearbetningsdjupen. Resultaten avviker något från tidigare år, där djup bearbetning höjt skörden i detta försök (tabell 9).

I försök 618/95 var skörden högre i plöjningsfria led jämfört med plöjning, och högst för ledet med grund bearbetning med tallriksredskap. Tidigare år har det varit små skillnader i skörd för olika bearbetningsdjup i detta försök (tabell 9).

Tabell 8. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 2014

Försök nr	517/91	618/95	Medel 2014
Län, plats	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh ML	
Gröda	Korn	Korn	
A=Plöjning	5130	4890	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	96	104	100
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	100	105	103
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	98	103	101
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	102	110	106
Signifikans	n.s.	*	

Tabell 9. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1991-2014

Försök nr	517/91	618/95	Medel
Län, plats	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh ML	
Antal år	22	18	40
A=Plöjning	100	100	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	90	99	95
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	92	97	95
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	95	96	96
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	92	100	96

Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 12 10.

Jordbearbetningstidpunkt på hösten – inverkan på skörd, markstruktur och kväveminalisering

Johan Arvidsson

En senareläggning av bearbetningstidpunkten kan leda till sänkt skörd på lerjord. Risk för skördesänkning vid sen bearbetning finns både när marken kultiveras och då den plöjs. Sen bearbetning gav klart sänkt skörd under 2014, liksom i medeltal för samtliga år.

I södra Sverige finns regler för grön mark i syfte att minska kväveläckaget. Som grön mark räknas t ex stubb efter en stråsädesgröda om plöjning sker efter ett visst datum på hösten. Dessa regler gäller oavsett jordart. På lerjordar finns dock en risk att bearbetning sent på hösten under blöta förhållanden skulle kunna leda till försämrad markstruktur, lägre skörd och därmed ett sämre kväveutnyttjande. Därför startades 1999 försöksserie **R2-4111** med försök i Uppland, Östergötland och Skåne. Syftet var att undersöka hur tidpunkten för bearbetning på hösten inverkar på markstruktur, kväveminalisering och växtproduktion på lerjordar. Försöken, som pågick 1999-2002, finns slutredovisade i rapport 105 från avdelningen för jordbearbetning av Åsa Myrbeck m.fl., och i SLU:s serie Fakta Jordbruk, nr 11, 2003. I denna serie drivs fortfarande ett av försöken, placerat på en styv lera på Ultuna. Försöksplanen är tvåfaktoriell och innehåller följande led:

A=plöjning

B=två överfarter med kultivator

1=tidig bearb. (slutet av aug., början sep.)

2=normal bearb. (slutet sep., början okt.)

3=sen bearbetning (november)

Resultat

Skörd under 2014 och för samtliga år redovisas i tabell 10. Bearbetningstidpunkten på hösten hade stor betydelse för skörden 2014, sen bearbetning gav kraftigt sänkt skörd i plöjda led. I plöjningsfria led hade

bearbetningstidpunkten däremot liten inverkan på skörden.

Sett över samtliga år har den tidigaste bearbetningen givit den högsta skörden på Ultuna. Under försökets tidigare år fanns också en tydlig samspelseffekt: bearbetningstidpunkten hade större betydelse då marken kultiverades än då den plöjdes. Under senare år har denna skillnad utjämnats och 2014 var alltså skördesänkningen av sen bearbetning störst i plöjda led. Eftersom försöket på Ultuna är fastliggande finns antagligen också en ackumulerad effekt av bearbetningstidpunkten på markstrukturen.

Kontaktpersoner är Johan Arvidsson, 018 67 12 10 och Åsa Myrbeck, 671213.

Tabell 10. Skörd i försöksserie R2-4111, ett försök på Ultuna, 2000-2014. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda (P<0,05)

År	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Medel
Gröda	Havre	Korn	Havre	Havre	Korn	Havre	Havre	V-vete	Havre	Havre	Havre	Korn	Korn	Havre	Korn	
Tidig plöjning=100	5140	4390	5560	5520	4440	5430	2320	5860	4870	4960	3620	4060	5080	2240	5200	100
Normal plöjning	100	95	99	99	93	96	91	97	98	97	81	102	101	93	86	95
Sen plöjning	100	94	99	99	93	95	92	95	96	96	73	84	100	84	83	92
Tidig kultivering	104	99	105	99	107	96	92	97	95	104	105	109	90	126	96	102
Normal kultivering	103	91	102	96	99	95	93	96	87	101	91	112	94	109	99	98
Sen kultivering	103	87	92	95	100	94	92	92	87	95	85	96	95	103	107	94
Plöjning	100b	100	100	100	100	100	100	100	100a	100	100b	100b	100a	100b	100b	100
Kultivering	104a	96	100	97	107	98	98	98	92b	103	110a	111a	93b	122a	108a	102
Tidig	100	100a	100a	100	100	100a	100	100	100	100	100a	100a	100b	100a	100a	100
Normal	100	93b	98a	98	93	97b	96	98	95	97	84b	102a	103a	90b	95b	96
Sen	100	91b	93b	98	93	97b	95	94	94	94	77c	86b	103a	83b	92b	93

Ekoskär och Kalk

Elisabeth Bölenius

I två försök undersöks möjligheterna att mekaniskt luckra plogsuleskiktet och att stabilisera den uppkomna luckringen med släckt kalk. Luckringen genomfördes i samband med plöjning med hjälp av ett ekoskär från Kverneland. 14 år senare har försöksleden där kalk spridits i den luckrade fåran i genomsnitt gett omkring sju procent högre skörd jämfört med kontrollleden och kalk på ytan har gett ca fem till sex % mer, sett över alla år.

Hösten 2000 lades två försök, A och B, ut i serie **R2-4124** med syfte att undersöka mekanisk luckring av plogsuleskiktet samt möjligheterna att stabilisera den uppkomna luckringen med släckt kalk. Försöken ligger i omedelbar anslutning till varandra på Ultuna utanför Uppsala och jordarten är styv lera. Försöksleden är:

- A. Plöjning
- B. Plöj. m. Ekoskär år 1
- C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2
- D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 & 3
- E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1
- F. Plöj. + kalk i fåran år 1

Luckringen genomfördes i samband med plöjningen med hjälp av ett så kallat ekoskär från Kverneland, se figur 3.



Figur 3. Ekoskär.

Ett ekoskär monterades på varje plogkroppens undersida. Ekoskåret arbetade tio cm djupt och luckringen nådde därmed tio cm under plogdjupet. Försöken plöjdes till

ca 20 cm och det betyder att skiktet 20-30 cm luckrades av ekoskåret. Ekoskårets arbetsbredd var 22 cm vilket innebar att drygt halva plogbredden luckrades då tiltbredden var 40 cm. I ett led spreds släckt kalk direkt i den luckrade fåran och i ett led spreds släckt kalk direkt i plogfåran. För att få en jämn utmatning av kalken slammades den först upp i en tank och pumpades sedan ut direkt på plogfåran botten. Kalkgivan var i dessa led cirka 4,4 ton/ha. I A-försöket spreds släckt kalk över hela markytan före plöjning hösten 2000 vilket inte skedde i B-försöket. Kalkgivan var då cirka 4 ton/ha. Sedan de inledande åren bearbetas nu alla leden på samma sätt med konventionell bearbetning och sådd.

Resultat och diskussion

Skörderesultaten redovisas i tabellerna 11, 12 och 13. Resultaten från årets försök visar knappt på några skillnader mellan vare sig led eller kalk på ytan eller ej.

Skördeskillnad mellan att ha spridit kalk på ytan hösten 2000 eller inte har under 2014 varit svagt negativt (tabell 11). Detta skiljer sig från de sammanlagda åren. I snitt har kalkningen gett en skördeminskning på 47 kg per hektar 2014 vilket är en försumbar skillnad. Snittet för alla år ligger på plus 313 kg per hektar.

I tidigare försök med mekanisk alvluckring har det ofta visat sig att effekterna av luckringen försvinner efter något år. Därför är det mycket intressant att se positiva skördeeffekter 14 år efter luckringsåtgärden.

Skörderesultaten tyder på att luckringen av plogsuleskiktet hösten 2000 har stabiliserats med hjälp av släckt kalk. Den högre skörden är förmodligen ett resultat av förbättrad dränering/luftning av marken och en större mängd stabila sprickor och håligheter som gynnar rotutvecklingen. Effekten avseende kalkens och bear-

betningarnas effekter har eventuellt varit något större på höstsådda grödor än på vårsådda.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius,
Elisabeth.bolenius@slu.se, 018-67 11 86

Tabell 11. Medelskörd 2001-2014 och skördeskillnad mellan försök 4124 med (A) och utan (B) kalk på ytan hösten 2000. Skillnaden anger ökning (+) eller minskning (-) av skörden vid tillförsel av kalk på ytan hösten 2000

	Medelskörd 2001-2014		Skillnad (kg/ha)	
	Med	Utan	2014	alla år
A. Plöjning	5263=100	4961=100	+130	+302
B. Plöj. m. Ekoskär år 1	98	98	-260	+316
C. Plöj. m. Ekoskär år 1 och 2	103	102	+20	+333
D. Plöj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3	99	99	-80	+329
E. Plöj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	107	107	-40	+310
F. Plöj. + kalk i fåran år 1	102	103	-50	+286
Medel			-47	+313

Tabell 12 Skörd i kg/ha och relativtal år 2001-2014 i försök 4124A, med kalk på ytan hösten 2000

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	korn	havre	havre	korn	h-vete	h-vete	h-vete	havre	havre	havre	h-vete	h-rybs	h-vete	h-vete
	5210=	5560=	6410=	5600=	5510=	5100=	5400=	6010=	5660=	4080=	3520=	2680=	5460=	7480=
A. Plöjning	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100b	100	100	100
B. Pløj. m. Ekoskär år 1	101	103	97	99	97	97	102	99	100	98	97b	100	88	97
C. Pløj. m. Ekoskär år 1 och 2	100	107	99	102	101	104	96	102	108	102	112ab	107	102	101
D. Pløj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3	96	102	96	99	99	103	95	100	104	100	102b	93	99	100
E. Pløj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	106	103	99	107	108	118	114	102	106	107	121a	93	110	101
F. Pløj. + kalk i fåran år 1	103	103	98	101	100	110	104	100	107	107	101b	97	101	100
Signifikans (led med olika bokstäver skiljer sig åt)												*		

Tabell 13 Skörd i kg/ha och relativtal år 2001-2014 i försök 4124B, utan kalk på ytan hösten 2000

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	korn	havre	havre	korn	h-vete	h-vete	h-vete	havre	havre	havre	h-vete	h-rybs	h-vete	h-vete
	4980=	5090=	6340=	5380=	5090=	5130=	5440=	5420=	5350=	3820=	3610=	2150=	4300=	7350=
A. Plöjning	100	100	100	100ab	100	100	100	100b	100	100	100	100b	100	100
B. Pløj. m. Ekoskär år 1	98	101	96	96b	99	99	99	97b	98	93	88	110a	93	103
C. Pløj. m. Ekoskär år 1 och 2	100	106	95	99b	104	106	101	103ab	104	100	98	108a	106	103
D. Pløj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3	98	105	92	94b	102	100	100	100b	99	95	89	106ab	98	103
E. Pløj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	105	108	98	107a	110	115	108	109a	107	99	101	108a	119	103
F. Pløj. + kalk i fåran år 1	105	104	98	101a	111	103	97	105ab	104	98	93	112a	106	103
Signifikans (led med olika bokstäver skiljer sig åt)				*				*				*		

Carrier på hösten eller våren?

Elisabeth Bölenius

Hösten 2005 startades en försöksserie på styv lera på Ultuna, Uppland, för att undersöka när bearbetning med en Carrier bör göras om fältet ska vårsås. Resultaten visar små skillnader sett över alla år förutom att bearbetning med Carrier, oavsett tidpunkt, till oljeväxter har gett störst skörd (dock bara medel av två år).

I försöksserie R2-4136 studeras hur olika bearbetningsstrategier med Carrier före vårsådd fungerar. Bearbetning endast på våren jämförs med bearbetning endast på hösten, bearbetning både på hösten och på våren och med konventionell höstplöjning.



Carrier består av två rader med tandade och koniska tallrikar som bearbetar stubben.

De led som ingår i försöket är:

- A. Höstplöjning (20-22 cm)
- B. Carrier 2-3 ggr på hösten
- C. Carrier 1 g höst + 1 g vår
- D. Carrier 2-3ggr på våren

Bearbetningsdjup för Carrier var 5-7cm.

Resultat och slutsats

Skörderesultaten från försöken redovisas i tabell 14 och 15. Under 2014 gav höstplöjningen signifikant större skörd. Detta kan vara en förfruktseffekt då det både 2013 och 2014 odlades korn i detta försök. Bearbetning med Carrier på våren har annars gett en något högre avkastning än plöjning för stråsäd. För oljeväxter har däremot reducerad bearbetning på hösten, eller på våren och hösten, gett bäst resultat. Sammanlagt är det dock knappt några skillnader mellan de olika leden.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius,
elisabeth.bolenius@slu.se, 018-67 11 86

Tabell 14. Skörd, kg/ha och relativt i försöksserie R2-4136

Gröda	Rybs	Vårvete	Havre	Korn	Vårvete	Våraps	Havre	Korn	Korn
År	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
A. Höstplöjning	1980	5500	5150	6310	5220	2380	5440	5390	4770
	=100	=100	=100a	=100	=100b	=100	=100	=100	=100a
B. Carrier på hösten	122	99	90b	97	103ab	107	99	100	95b
C. Carrier höst och vår	121	93	88b	98	103ab	108	101	101	93b
D. Carrier på våren	122	106	100a	102	107a	98	101	106	94b
Signifikansnivå			**		*				*

Tabell 15. Medelskörd, kg/ha och relativt i försöksserie R2-4136 2006-2014

Gröda	Alla	Stråsäd (7 år)	Oljeväxter (2 år)
A. Konventionell plöjning	4682=100	5397=100	2180=100
B. Carrier 2-3 ggr på hösten	101	98	115
C. Carrier 1 g höst + 1 g vår	101	97	115
D. Carrier 2-3 ggr på våren	104	102	110

Försök med Väderstads TopDown

Elisabeth Bölenius

Hösten 2004 startades två försök med olika växtföljder där bearbetningarna sker med plog eller Väderstad TopDown. Resultaten visar att bearbetning med TopDown till vårgöröror går lika bra eller bättre än konventionell plöjning. Till höstvetete är det dock plogen som går bäst.

Hösten 2004 startades två försök där bearbetning med en kombinationskultivator, Väderstad TopDown, jämförs med konventionell höstplöjning, **R2-4127**. TopDown består av två rader med tandade, koniska tallrikar, tre rader med fasta pinnar och utjämningsstallrikar samt en packare. I det ena försöket tillämpas en god växtföljd och i det andra en dålig. Höstvetete återkommer samma år i de olika försöken.

Försöken består av följande led:

- A. Höstplöjning + harvning
- B. TopDown 1 gång till 10 cm
- C. TopDown 2 gånger till 10 cm
- D. TopDown 1 gång till 20 cm
- E. TopDown 2 gånger till 20 cm

Resultat och slutsatser

Skörderesultaten redovisas i tabell 16 och 17. Årets resultat med vårsädd i bägge försöken (havre respektive korn) visar på liknande skillnader mellan leden. Plöjningen har gett minst skörd i bägge försöken och inga skillnader finns mellan de övriga leden. Detta resultat stämmer med tidigare år med vårsädd. Sett över alla år och alla grödor är dock skillnaderna små. Dock verkar det vara negativt med en andra körning vid den djupare bearbetningen med TopDown. Detta beror troligen på att det blir för luckert.

Tabell 16. God växtföljd. Skörd, kg/ha och relativtal, år 2014 samt medelskördar för alla grödor, höstvetete och vårsädd 2005-2014 i försöksserie R2-4127

	Skörd 2014		Medelskördar				
	Havre		Alla grödor rel. tal	Höstvetete (3 år)		Vårsädd (7 år)	
	kg/ha	rel. tal		kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöj. + harvning	3790	=100b	100	6793	=100	3711	=100
B. TopDown 1 g 10 cm		121a	105		95		109
C. TopDown 2 g 10 cm		122a	104		92		109
D. TopDown 1 g 20 cm		121a	105		94		109
E. TopDown 2 g 20 cm		118a	100		90		104
Signifikans för 2014			***				

Tabell 17. Dålig växtföljd. Skörd, kg/ha och relativtal, år 2014 samt medelskördar för alla grödor, höstvetete och vårsädd 2005-2014 i försöksserie R2-4127

	Skörd 2014		Medelskördar				
	Korn		Alla grödor rel. tal	Höstvetete (4 år)		Vårsädd (6 år)	
	kg/ha	rel. tal		kg/ha	rel. tal	kg/ha	rel. tal
A. Höstplöj. + harvning	3760	=100b	100	5808	=100	4633	=100
B. TopDown 1 g 10 cm		118a	105		95		112
C. TopDown 2 g 10 cm		120a	105		97		110
D. TopDown 1 g 20 cm		111a	100		91		105
E. TopDown 2 g 20 cm		114a	96		87		102
Signifikans för 2014			*				

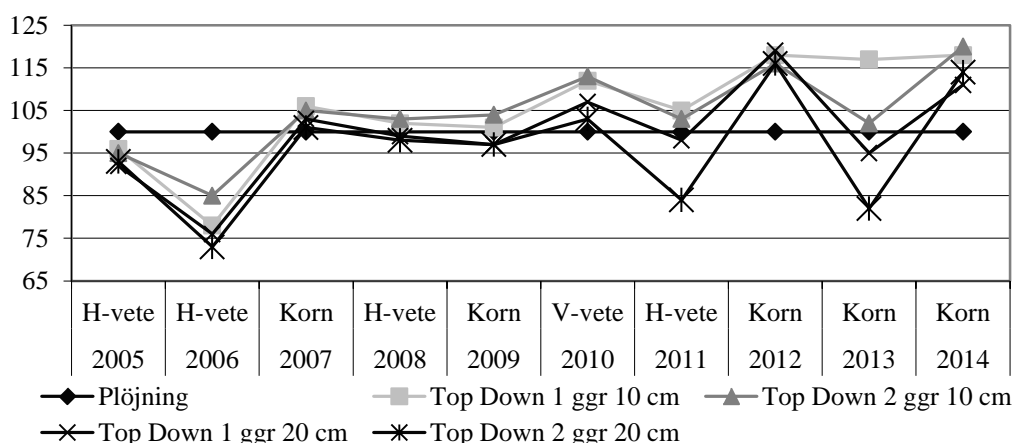
Resultaten varierar tydligt mellan olika år och grödor i de två försöken, se figur A och B. År 2006 odlades höstvetete för andra året i rad i den dåliga växtföljden. Det blev lägre skörd i plöjningsfria led vilket troligen berodde på större mängd halm på ytan som ökade risken för sjukdomar. 2007-års gröda, korn, bryter av mot höstvetetet och den plöjningsfria bearbetning klarade sig då bra. Detta visar tydligt att växtföljden är viktig vid plöjningsfri odling.

Lite förvånande är dock att bägge åren då det varit ärt, som är en packningskänslig gröda, har den reducerade bearbetningen klarat sig bättre än plöjningen. Åren efter ärt har dock plöjningen gått bättre vilket kan bero på att marken kan bli hård efter

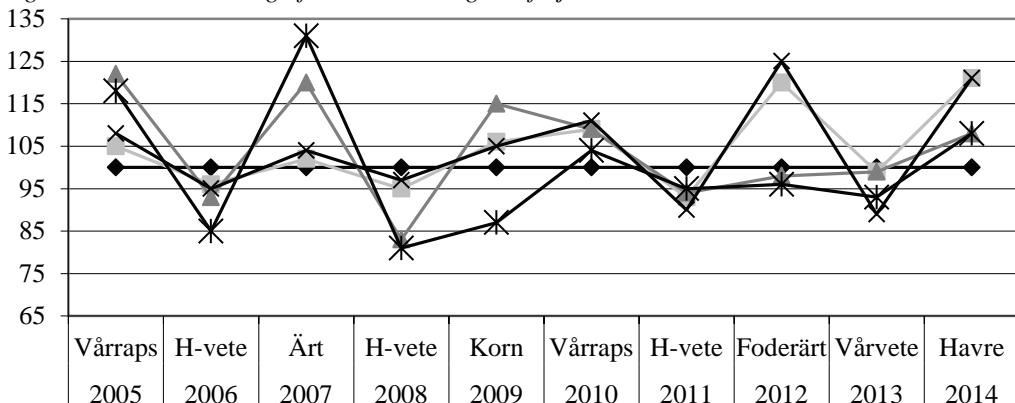
just ärter. Varför denna tendens även finns efter oljevaxter är dock svårare att förklara.

Ses resultaten över tid (figur 4 och 5) verkar bearbetning med TopDown tappa mot plöjning då grödan är höstvetete men att TopDown går bra till vårsådda grödor. Det kan tänkas att marken har blivit för lucker efter körningarna med TopDown och att en återpackning innan sådd behövs. Detta sker på våren men inte på hösten i TopDown-leden, i det plöjda ledet sker det dock även på hösten. Resultaten visar även att det inte ger någon merskörd av att bearbeta två gånger med TopDown mot att bara bearbeta en gång.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius,
Elisabeth.bolenius@slu.se, 018-67 11 86



Figur 4. Skördeutveckling i försök med dålig växtföljd under åren 2005 – 2014.



Figur 5. Skördeutveckling i försök med god växtföljd under åren 2005 – 2014.

Optimering av reducerad bearbetning Högre skördar till lägre kostnad

Elisabeth Bölenius och Tomas Rydberg

Kunskap om att utforma odlingssystem, som minskar behovet av insatsmedel samtidigt som markens bördighet och skördenivåer bibehålls eller höjs, är en förutsättning för ett livskraftigt svenskt lantbruk. I tre försök i Mellansverige har konventionell och reducerad bearbetning jämförts i två olika växtföljder sedan 2007. 2014 fanns bara försöket i Uppsala kvar.

I försöksserie **R2-4140** är syftet att göra en systematisk jämförelse mellan konventionell bearbetning och olika reducerade bearbetningskombinationer i en hel växtföljd. De olika systemen jämförs dels i en stråsädesdominerad växtföljd och dels i en växtföljd med omväxlingsgrödor. Studien har genomförts på tre platser i Mellansverige; Säby, Uppsala (2007-2014), Klostergården, Vretakloster (2007-2012) och Brunnby, Västerås (2008-2013). För att redan år 2007 kunna jämföra förfruktseffekter i olika bearbetningssystem startades projektet med att våroljeväxter resp. korn såddes i storrutor på försöksplatserna våren 2006.

De första jordbearbetningsåtgärderna utfördes i september 2006. De två olika växtföljderna (tabell 18) genomgår samma jordbearbetningsåtgärder (tabell 20). För att få en bra genomarbetning av jorden bearbetas de olika kultiveringsleden, led 3, 4 och 5, två gånger. De olika bearbetningarna utgör subled.

I försöken har följande mätningar utförts:

- Planträkning i vårsådda grödor
- Beståndsgradering på våren i höstsäd
- Ogräsräkning på våren
- Gradering av skadegörare såsom rot-dödare, stråknäckare och bladfläck-svampar
- Skörd; kvalitet och mängd
- Dragkraftsmätningar i försöket i Uppsala
- Mineralkväve, kg N/ha

I försöken har även gjorts penetrometer- och infiltrationsmätningar. I försöket på Säby genomfördes också år 2010 rotstudier och temperaturmätningar. För fullständig redovisning av alla resultat, se tidigare årsrapporter.

Tabell 18. Två olika växtföljder som tillämpas i försöksserie R2-4140. Observera att Brunnby ligger ett år efter och att där odlades vårvete 2012 och 2013

År	Bra (A)	Ensidig (B)
2006 ¹	Våroljeväxter	Vårkorn
2007	Höstvete	Höstvete
2008	Ärt	Vårkorn
2009	Höstvete	Höstvete
2010	Våroljeväxter	Korn/havre
2011	Höstvete	Höstvete
2012	Höstvete	Höstvete

¹ År 2006 endast förfrukt.

2014 påbörjades en ny växtföljd på försöket på Säby (tabell 19). 2013 odlades höstvete i bägge växtföljderna, detta för att kunna jämföras med försöket på Brunnby.

Tabell 19. Två olika växtföljder som tillämpas i försöksserie R2-4140 på Säby

År	Bra (A)	Ensidig (B)
2014	Vårraps	Vårkorn
2015	Höstvete	Höstvete
2016	Ärter	Vårkorn
2017	Höstvete	Höstvete
2018	Våroljeväxter	Vårkorn
2019	Höstvete	Höstvete
2020	Höstvete	Höstvete

Tabell 20. De sex olika bearbetningar som tillämpas i försöksserie R2-4140

Led	Bearbetning och djup
1	Plöjning (23 cm)
2	Grund plöjning (12 cm)
3	Kultivator (10-12 cm)
4	Djupkultivator (styv pinne) (20 cm)
5	Carrier (5-7 cm)
6	Direktsådd

Försöket på Klostergården avslutades år 2012 och det på Brunnby år 2013. Under 2014 pågick endast försöket på Säby.

Resultat

Skörd från Säby för år 2014 redovisas i tabell 21. Våroljeväxterna utgick detta år på grund av kraftiga angrepp av jordloppa. Plöjningen gav mindre skörd än alla övriga bearbetningar. Detta stämmer med tidigare år då korn odlats.

Skörd från samtliga platser och år redovisas i tabell 22, 23 och 24. Medelskörd för alla platser och försöksår då höstveten odlats visar att oavsett förfrukt, avkastar den bra växtföljden ca 10 procent mer än den ensidiga växtföljden.

Tabell 21. Kärnskördar ($kg\ ha^{-1}$) i försöksserie R2-4140 på Säby år 2014

Bra växtföljd		Våroljeväxter
Ensidig växtföljd		Utgång
		Korn
B1	Plöjning (23 cm)	3170b
B2	Grund plöjning (12 cm)	3720a
B3	Kultivator (10-12 cm)	3810a
B4	Djupkultivator (styv pinne, 20 cm)	3700a
B5	Carrier (5-7 cm)	3590a
B6	Direktsådd	3900a

Sign. 2014

Resultaten visar att också i en bra växtföljd tappar direktsådd eller bearbetning med Carrier upp till 10 procent i skörd. Grund och djup kultivering samt grund plöjning har tappat 1 – 4 procent jämfört med plöjning till 23 cm.

Är förfrukten ärt tappar direktsådden uppemot 15 procent mot plogen och kultivatorn, oavsett bearbetningsdjup. Carrierbearbetningen har här tappat cirka 5 procent. Orsaken till att direktsådd efter ärt resulterar i låga skördar bör utredas vidare men kan bero på att marken kan bli hård efter ärter.

För den ensidiga växtföljden är det enbart direktsådd som resulterar i mindre skördar, cirka 10 procent, jämfört med övriga led där avkastningen är relativt lika.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius,
Elisabeth.Bolenius@slu.se

*

Tabell 22. Skörd (kg/ha) under alla år på Säby. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	h-vete	h-vete	ärter	korn	h-vete	h-vete	v-oljev.	korn	h-vete	h-vete	h-vete	h-vete	h-vete	h-vete	v-oljev.	korn
Plöjning (23 cm)	8210	7640	6820	4080	7030	6560	1880	4960	4930	4520	6250	6160	2020	1780	*	3170
Grund plöjning (12 cm)	8190	7570	6620	4340	6800	6360	2210	5220	5020	3840	6580	6060	1970	1770	*	3720
Kultivator (10-12 cm)	8280	7400	6870	4570	7220	6580	2080	5520	4310	4140	6740	6760	2490	2230	*	3810
Djupkult. (20cm)	8220	7740	6930	4480	6810	6590	1810	5500	4110	3850	6850	6490	1660	1980	*	3700
Carrier (5-7 cm)	8290	7700	6480	4560	7080	6370	1880	5720	3670	3640	6870	6680	2430	2050	*	3590
Direktsådd	8350	7940	3180	2480	6300	4660	2010	5560	5530	3610	6310	6160	3300	2210	*	3900

*utgått p.g.a. mycket ojämn uppkomst

Tabell 23. Skörd (kg/ha) under alla år på Klostergården. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

	2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	h-vete	h-vete	ärter	korn	h-vete	h-vete	v-oljev.	korn	h-vete	h-vete	h-vete	h-vete
Plöjning (23 cm)	6450	5280	2390	5910	7740	6490	620	6610	6490	4420	7800	8630
Grund plöjning (12 cm)	6190	5350	3200	6200	7740	6980	500	6500	6490	4920	7740	8520
Kultivator (10-12 cm)	5820	5210	2550	6140	7620	7300	440	6430	6140	4790	7770	8720
Djupkult. (20cm)	5990	5020	2750	6220	7990	5840	330	6540	5830	4780	7770	8490
Carrier (5-7 cm)	5590	5190	2130	6410	6870	7710	460	6450	5220	4890	8310	8550
Direktsådd	5760	5660	*	4710	6140	7130	140	5380	5780	5150	7310	6240

*utgått p.g.a. missväxt

Tabell 24. Skörd (kg/ha) under alla år på Brunnby. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

	2008		2009*		2010		2011		2012		2013	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
	h-vete	h-vete	ärter	korn	h-vete	h-vete	v-oljev.	korn	v-vete	v-vete	v-vete	v-vete
Plöjning (23 cm)	6740	6150	460	1890	4930	4440	590	4170	4160	3550	6270	6230
Grund plöjning (12 cm)	7120	6230	350	1450	5020	4460	730	4080	4480	3160	5610	5210
Kultivator (10-12 cm)	6450	5940	260	1060	4740	3820	730	5330	2850	2710	5770	6020
Djupkult. (20cm)	6570	6060	280	1080	4880	4200	760	4460	3900	3250	5540	5920
Carrier (5-7 cm)	6290	5860	300	1150	4620	4260	620	4720	2790	2180	5680	6610
Direktsådd	6470	5240	240	950	2570	2240	860	4140	1740	1130	4610	5460

*utgått ur sammanställning p.g.a. för stor variation inom försöket.

SÅBÄDDSDBEREDNING 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
- lämplig såteknik för våroljeväxter
- att studera effekter av gödselplacering

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

R2-4120	Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten	(2000)
R2-5090	Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren	(2013)
R2-4139	Försök med varierande gödselplaceringsdjup	(2013)

Intensiv eller extensiv såbäddsberedning på hösten?

Elisabeth Bölenius

Hur finbrukad bör en såbädd vara om den är till höstvet? Under tretton år har olika intensiteter i såbäddsberedning jämförts. Skördeskillnaderna har varierat mellan olika år och olika försöksled men har, sett över alla år, inte varit mer än någon enstaka procent. Under nederbördsrika höstar har det intensiva ledet haft sämre avkastning då det finns en ökad risk för igenslamning.

Hösten 2000 startades ett försök, **R2-4120**, med höstvet där intensiv såbäddsberedning efter plöjning jämförs med extensiv såbäddsberedning. Försöket har alla år varit beläget på en jord med en lerhalt på ca 40 %.

Hösten 2013 bearbetades led A och B två gånger med Carrier efter plöjning. Led A vältades och harvades även två gånger före sådd. Led C, som kan ses som ett mellanting mellan extensiv och intensiv såbäddsberedning, bearbetades två gånger med tallriksredskap efter plöjning och harvades en gång före sådd.

Resultat och slutsatser

2014 var skörden över snittet för alla åren vilket delvis beror på att höstbruket 2013 var mycket bra. Inga skillnader fanns mellan leden men en tendens fanns till att led C avkastat något mindre än led A

(tabell 25). Även led B avkastade mer än led C vilket kan bero på ett för grovt bruk efter tallriksredskapet då en körning med Carrier gav ett finare bruk än två körningar med tallrik.

Sett över hela försöksperioden har skördeskillnaderna varit mycket små. I medeltal har den extensivare såbäddsberedningen gett lika stor skörd som det intensivt bearbetade ledet. Den intensiva såbäddsberedningen har således ej varit ekonomiskt motiverad.

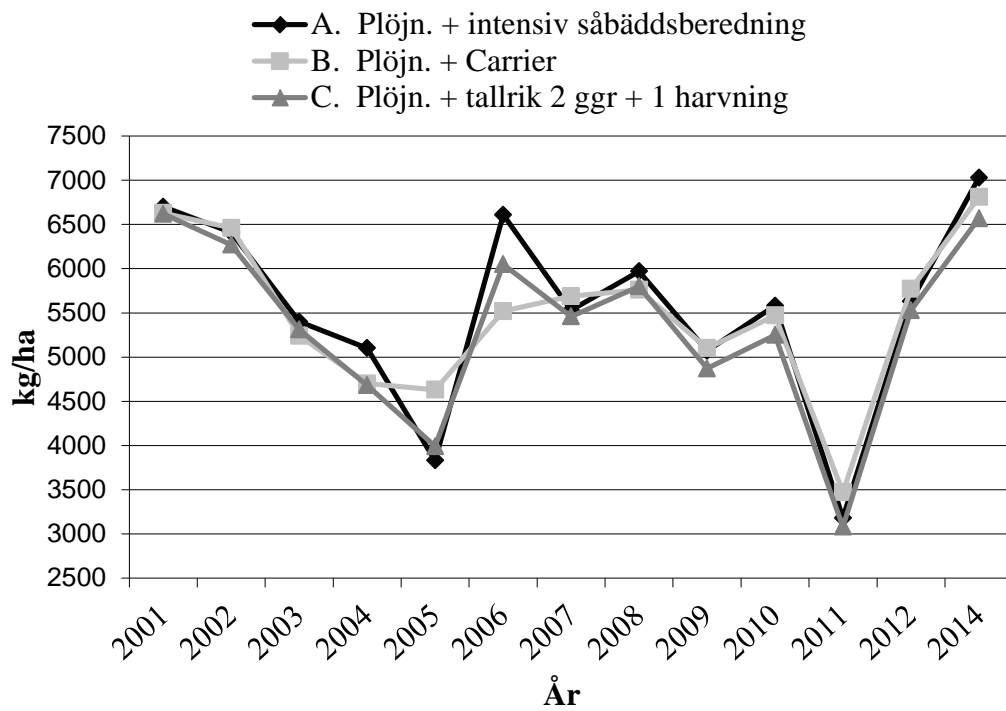
Den finbrukade såbädden i det intensivt bearbetade ledet innebär en ökad risk för slamning. Detta kan ses i figur 6 där skörden i led A är lägre än led B åren efter en nederbördsrik höst (höstarna 2004 och 2010)

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius,
Elisabeth.bolenius@slu.se, 018-67 11 86

Tabell 25. Skörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4120

Höstvet,Olivin	Medelskörd 2001-2014	
	kg/ha	rel. tal
A. Plöjn. + intensiv såbäddsberedning	5542	100
B. Plöjn. + grund red. bearbetning*	5481	100
C. Plöjn. + tallrik 2 ggr + 1 harvning	5345	97

*Hösten 2000 t.o.m. hösten 2003 bearbetades led B med Rexius Twin efter plöjning. Därefter har en Carrier använts.



Figur 6. Skördeutveckling i försök R2-4120, åren 2001 – 2014.

Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren

Johan Arvidsson, SLU

Under 2014 genomfördes försök med endast vårbearbetning till våroljeväxter, på styv och lätt jord. Grund bearbetning på våren hävdade sig väl jämfört med höstbearbetning, trots en grov såbädd på den styva leran, och gav i medeltal högst skörd.

Etableringen av våroljeväxter kan ses som det mest kritiska momentet i odlingen, speciellt under torra förhållanden på lerjordar. Upptorkningsförloppet på våren i ett konventionellt bearbetningssystem gör det svårt att ha tillräckligt med fukt för groning för småfröiga arter som ska sås grunt. En alternativ metod kan vara att bevara fukten bättre genom att lämna fälten obearbetade på hösten för att sedan etablera grödan efter en grund bearbetning på våren. Metoden tillämpas idag praktiskt av några enskilda jordbrukare.

Syftet med detta SLF-finansierade projekt är att öka odlingssäkerheten för våroljeväxter genom en säkrare etablering. Framförallt testas etablering efter grund bearbetning på våren utan föregående bearbetning på hösten, också i kombination med olika såtidpunkter.

Material och metoder

Fältförsök

Försök planeras att utföras under tre år på tre jordarter: lättlera, mellanlera, styv lera, under 2015 och 2016. För att projektet skulle kunna startas våren 2014 gjordes höstbearbetningar till två försök redan 2013, innan projektmedel fanns beviljade. Under 2014 genomfördes därför två försök, ett på lättlera (Säby) och ett på styv lera (Kungsängen), i enlighet med projektplanen. Försöken hade följande tvåfaktoriella försöksplan:

1. Tidig sådd
2. Sen sådd
- a) Höstplöjning, konventionell såbäddsberedning och sådd
- b) Grund bearbetning två gånger på hösten

- c) Grund bearbetning 1 gång på hösten, 1 gång på våren
- d) Grund bearbetning två gånger på våren

Tidig sådd görs vid första tillfälle med goda förhållanden för konventionell sådd. Sen sådd görs efter viss upptorkning, med avsikt att ge goda förhållanden för den grunda bearbetningen på våren. Tidig sådd 2014 skedde 22 april på Säby och 26 april på Kungsängen, sen sådd 6 maj på båda platserna. På Kungsängen harvades två gånger i plöjt led, på Säby en gång. Ingen harvning gjordes i övriga led.

Under 2014 utfördes försöken i samarbete med institutionen för ekologi, som bl.a. studerar effekter av jordbearbetning på jordloppor. Samtliga försöksrutor delades därför i två, varav ena halvan såddes med betat och andra halvan med obetat utsäde.

Efter sådd gjordes såbäddsundersökning, enligt Kritz (1983). Dessutom togs bilder med 3D-kamera i samtliga rutor som karakterisering av såbädden. Vattenhalt i såbotten mättes också vid flera tillfällen med en DeltaT vattenhaltsprobe, som bestämmer den volumetriska vattenhalten.

Antalet uppkomna plantor och angrepp av jordloppor bestämdes i samarbete med institutionen för ekologi. Detta gjordes vid ett stort antal tillfällen under grödans etablering, tre gånger per vecka, från den 5 maj till den 11 juni.

Gårdsstudier

I kombination med konventionella fältförsök utfördes praktiska studier i fält hos en uppländsk brukare (Mats Eriksson, Sättra gård), som sedan ett antal år

tillämpar etablering av våroljeväxter med bearbetning endast på våren, för att se hur metoden fungerar i praktisk drift. Studierna innefattade såbäddsundersökning och planträkning efter slutlig uppkomst för att bestämma andelen uppkomna plantor. Dessutom bestämdes markens ytegenskaper genom mätning med 3D-kamera. Detta gjordes som en studie i inomfältvariation, i sammanlagt 18 provpunkter på ett fält. Skörden hos brukaren kommer också att jämföras med ett genomsnitt för området.

Resultat och diskussion

Fältförsök

Resultat från såbäddsundersökningen visas i tabell 26. För ökad tydlighet visas endast resultaten för tidig sådd, resultaten var dock liknande vid den sena sådden. Bearbetningsdjupet var relativt grunt, 2-3 cm. Lägst var bearbetningsdjupet för grund vårbearbetning på den styva leran, detta för att undvika en alltför grov struktur. Andelen aggregat <5 mm var också lägst i detta led, 68 %, men ändå över 50 % som brukar anges som krav på en såbädd på våren. Av tabell 26 framgår också att den styva leran hade en hög volymetrisk vattenhalt. Vattenhalten i bearbetningsbotten tenderade att vara högst för grund vårbearbetning, på lättleran var skillnaden signifikant.

Skörd och antal plantor i olika led redovisas i tabell 27. På Kungsängen och för den tidiga sådden på Säby blev antalet plantor ca 100/m², medan plantantalet för den sena sådden på Säby blev klart lägre. Detta berodde främst på att skorpa bildades efter ett kraftigt regn, och hindrade plantorna från att komma upp. På den styva leran på Ultuna bildades ej någon skorpa. Det var liten skillnad i uppkomst mellan de olika leden, men på båda platserna erhöles högst plantantal för grund vårbearbetning. Regn efter sådd gjorde också att kraven på såbäddens utformning minskade i betydelse.

Tillväxten under försommaren var svag. Starka angrepp förekom av i första hand jordloppor, sedan också kålmal och rapsbaggar. Storleken på jordloppeangreppen graderades av institutionen för ekologi, resultaten är ej färdigt sammanställda. Försöken behandlades mot insekter vid flera tillfällen, trots detta utvecklades bestånden svagt under försommaren, vilket också ökade ogräsförekomsten.

Dålig tillväxt under försommaren gjorde att grundskörden blev låg. I båda försöken blev skörden lägre för sen sådd, vilket kan ha berott på ökade insektsangrepp, och på Säby dessutom skorpa. I samarbetet med institutionen för ekologi såddes halva försöket med obetat utsäde och försöket fick i tidiga stadier ej bekämpas kemiskt. Detta kan ha medverkat till att jordloppeangreppen ökade och att beståndet utvecklades sämre. Under 2015 kommer därför inte att göras någon sådd med obetat utsäde. Skörd för den grunda vårbearbetningen hävdade sig väl på båda platserna, och var den metod som i medeltal gav högst avkastning.

Tabell 26. Resultat från såbäddsundersökning på lättlera och styv lera. Nivåskillnad i markyta, bearbetningsdjup och nivåskillnad i bearbetningsbotten samt aggregatstorleksfördelning i hela såbädden. Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant skilda, $p < 0,05$.

	Markyta Ojämnhet, mm	Djup (cm)	Bearb.botten Ojämnhet, mm	Aggregatstorleksfördelning		Vattenh såbotten (%, vol/vol)
				Andel <2mm	Andel <5mm	
<i>Lättlera</i>						
Höstplöjning	52,0	2,8 A	29,3	58,7	79,7	29A
Grund bearbetning två gånger på hösten	67,3	2,0 B	24,3	45,7	66,8	25C
Grund bearbetning höst och vår	57,0	2,4 AB	24,5	46,4	66,6	29B
Grund bearbetning två gånger på våren	52,81	2,1 B	22,3	52,0	70,5	32A
<i>Styv lera</i>						
Höstplöjning	41,3	2,1	26,3	50,4	77,2	35
Grund bearbetning två gånger på hösten	45,0	2,1	29,0	44,4	75,3	33
Grund bearbetning höst och vår	34,5	2,1	17,8	50,9	78,7	36
Grund bearbetning två gånger på våren	37,0	1,7	19,8	45,1	67,7	37

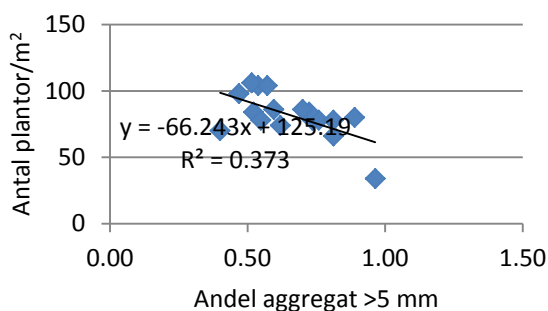
Tabell 27. Skörd och antal plantor, Säby och Kungsängen 2014

	Skörd		Plantor/m ²	
	Kungsängen	Säby	Kungsängen	Säby
1a Höstplöjning, tidig sådd	1760=100	1630=100	106	107
2a Höstplöjning, sen sådd	85	49	104	107
1b Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd	98	111	113	101
2b Grund bearb. två ggr höst, sen sådd	69	72	105	112
1c Grund bearb. höst och vår, tidig sådd	93	90	121	45
2c Grund bearb. höst och vår, sen sådd	66	49	82	54
1d Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd	110	108	119	38
2d Grund bearb. två ggr vår, sen sådd	88	68	114	60
a. Höstplöjning, konv. såbäddsberedn	100	100	105	76
b. Grund bearbetning två ggr på hösten	90	123	109	81
c. Grund bearbetning höst och vår	86	93	101	69
d. Grund bearbetning två ggr på våren	107	118	116	86
1. Tidig sådd	100	100	107	107
2. Sen sådd	77	58	109	49

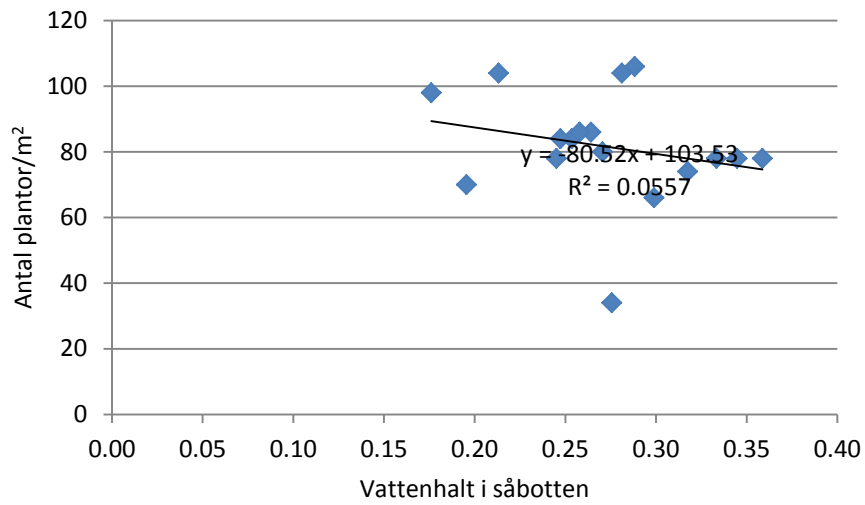
Gårdsstudier av inomfältvariation

I studierna av inomfältvariation var det stor variation i såbäddsegenskaper. Andelen aggregat > 5 mm var generellt hög och varierade mellan 40 och 94 %, med i medeltal 65 %. Ofta anges att såbädden bör innehålla högst 50 % aggregat > 5 mm, vilket alltså inte uppnåddes här. Det fält som undersöktes hade bearbetats ganska djupt, uppmätt bearbetningsdjup var i medeltal 3,9 cm. Uppkomsten var i

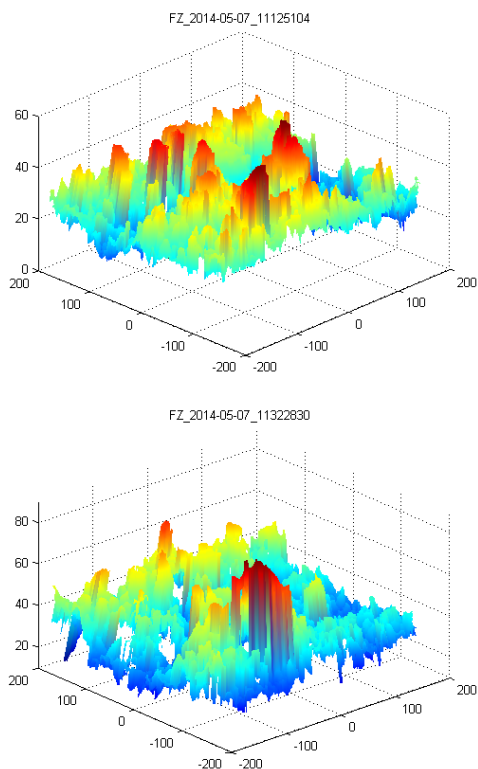
medeltal 82 plantor/m², med relativt liten variation mellan provplatserna. Det fanns ett negativt samband mellan andelen grova aggregat och uppkomst (figur 7). Det fanns också ett svagt negativt samband mellan uppkomst och vattenhalt i såbotten (figur 8), antagligen beroende på att högre vattenhalt i marken gav en grövre struktur i såbädden. I figur 9 visas exempel på ytstruktur mätt med 3D-kamera, resultat från dessa är ej färdigställda. Mätningar har också gjorts i fältförsöken.



Figur 7. Antal plantor som funktion av andel grova aggregat i såbädden, gårdsstudier.



Figur 8. Antal plantor som funktion av vattenhalt i såbotten, gårdsstudier.



Figur 9. Mätning av markytans struktur med 3D-kamera, exempel från gårdsstudier.

Slutsatser

Under 2014 var det relativt små skillnader i plantetablering mellan de olika bearbetningsleden, högst antal plantor erhöles dock i led med enbart grund vårbearbetning. Det kan anses förvånande att enbart vårbearbetning lyckades så pass bra på den styva leran, som hade hög vattenhalt och knappast var bearbetningsbar vid tiden för sådd. I försöket på styv lera gjordes också bearbetningen mycket grunt för att undvika en alltför grov struktur.

Också i gårdsstudien lyckades etableringen relativt väl efter grund vårbearbetning.

Detta uppnåddes trots en djupare bearbetning än i fältförsöken, som i många fall gav en mycket grov såbädd, betydligt grövre än vad som kan anses optimalt för oljevaxter.

Grund vårbearbetning var den metod som i medeltal gav högst skörd under 2014. Metoden innebär samtidigt en betydande kostnadsbesparing jämfört med konventionell bearbetning, då plöjning plus en eller två harvningar ersatts med två körningar med tallriksredskap. Kontaktperson är Johan Arvidsson, 018 67 12 10.

Försök med varierande gödselplaceringsdjup och luckringsdjup

Elisabeth Bölenius och Tomas Rydberg

Våren 2013 startades försök med varierande gödselplaceringsdjup till vårsådd. Sex fältförsök lades ut på Säby gård, Uppsala, på både mellanlera och lättlera. Under 2014 utökades försöken med ett led med gödsling på två nivåer. Trots optimala nederbördsförhållanden efter sådd våren 2014 erhöles stora skördeökningar i leden med större gödselplaceringsdjup än 7 cm. På Alnarp testades även att i samband med sådd av höstvetete och höstoljeväxter luckra mellan respektive i sårader. Även dessa resultat var mycket positiva 2014.

Sex fältförsök lades ut 2013 på två olika jordar för att testa olika gödselplaceringsdjup till korn och våroljeväxter, R2-4139. På den styvare leran (ca 35% ler) fanns även två olika bearbetningsmetoder, plöjning eller kultivator. På den lättare leran (ca 15 % ler) användes enbart reducerad bearbetning. Totalt blev det två försök på den lättare jorden och fyra försök på den styvare.

Försöken på Säby bestod av följande led:

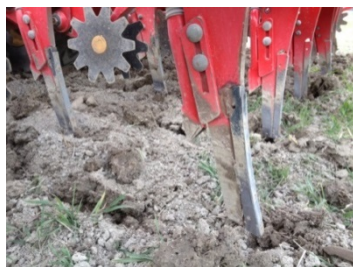
- A. Konventionell kombisådd, 7 cm djup
- B. Luckring och gödsling mellan varannan sårad, 12-13 cm djup
- C. Luckring och gödsling mellan varannan sårad, 20 cm djup
- D. Gödsling 2 nivåer, 7 och 17 cm mellan varannan sårad.

Sådden skedde i slutet av april och nederbördsförhållandena under vegetationsperioden var mycket goda.

Sådd och gödsling utfördes med en såmaskin med dubbeldiskar och återpackarhjul samt luckrande pinnar med gödselplacering (Väderstad Spirit StripDrill). Pinnarna kan skjutas i sidled och på så sätt få gödselplaceringen mellan raderna. Samtliga led gödslades med Axan, 330 kg/ha.

Under 2014 genomfördes även två försök i Skåne på Lönnstorps gård, Alnarp (serie R2-4138), med olika luckringsdjup. Ett försök med höstvetete och ett med höstolje-

växter. Luckring genomfördes i samband med sådd hösten 2013. Luckringen utfördes till två djup, 12-13 cm och 20 cm. Vid höstvetesådden luckrades mellan såraderna och vid oljeväxtsådden luckrades i såraden. Ingen gödning tillfördes i samband med sådd. Samma typ av maskin som i Uppsala-försöket användes.



Resultat Uppsala

Såbäddsundersökningar

I tabell 28 och 29 redovisas resultat från såbäddsundersökningar som genomfördes omedelbart efter sådd i ett av försöken på lättlera och i ett av försöken på mellanlera. På både den lättare och styvare jorden har såbädden blivit grövre i den luckrade och djupgödslade leden. Främsta orsaken är att gödselbillarna dragit upp rå jord. Detta har också resulterat i att såbädds djupet blivit större. I samtliga led och på båda jordarna är mängden finjord tillräcklig för att kärnor och frön skall gro, förutsatt att de är placerade i eller på harvbotten och att det där finns minst 6 % växttillgängligt vatten. Tumregeln säger att mängden finjord, aggregat <5 mm, i såbädden skall vara mer än 50 %.

Tabell 28. Såbäddsegenskaper våren 2014 i ett försök med lättare jord, enbart stubbearbetat hösten 2013

	Markyta (mm)	Bearb.-djup (cm)	Bearb.-botten (mm)	Aggregatstorleksfördelning				Vattenhalt (%)	
				>5 mm (%)	2-5 mm (%)	<2 mm (%)	Tot. (dl)	Såbädd	Bearb.-botten
A Konv.	46,3	3,5	21,7	24	21	54	41	13	30
B 12-13 cm djup	45,0	3,4	19,7	34	21	45	48	10	22
C 20 cm djup	53,0	3,5	21,7	38	22	39	43	9	22
D 7 och 17 cm	45,0	4,1	28,3	35	24	41	52	15	28

Tabell 29. Såbäddsegenskaper våren 2014 i ett försök med styvare jord, enbart stubbearbetat hösten 2013

	Markyta (mm)	Bearb.-djup (cm)	Bearb.-botten (mm)	Aggregatstorleksfördelning				Vattenhalt (%)	
				>5 mm (%)	2-5 mm (%)	<2 mm (%)	Tot. (dl)	Såbädd	Bearb.-botten
A Konv.	46,3	3,8	33,3	26	33	41	48	10	19
B 12-13 cm djup	60,0	3,8	22,3	39	30	31	45	8	19
C 20 cm djup	47,3	4,1	22,3	36	31	33	48	10	19
D 7 och 17 cm	62,3	4,2	29,0	39	30	31	57	11	(33)

Planträknningar

I tabell 30 och 31 redovisas resultaten från planträkningarna som också utfördes i samma försök som såbäddsundersökningarna. Några signifikanta skillnader kunde inte påvisas även om antalet varierade mellan leden. Anmärkningsvärt är det lägre plantantalet i A-ledet på den styvare jorden.

Skörd 2014

Skörderesultaten 2014 framgår av tabell 32 och 33. På samtliga platser uppmättes större skördar i djupgödslade leden men skillnaden var endast signifikant på den styvare jorden med förfrukt korn. Skördenivån på den styvare leran var något

högre i försöken med reducerad bearbetning. Någon ökad positiv effekt av att placera gödningen på två nivåer kunde inte konstateras. De låga skördenivåerna, främst på den lättare jorden, förklaras delvis av hög avrensprocent, 10-17 %. Skördenivåerna var även låga på den styvare jorden vilket är mer anmärkningsvärt. Möjligen har rikliga nederbördsperioder orsakat igenslamning med sämre tillväxtbetingelser som följd. Mellanleran på försöksplatserna är förhållandevis struktursvag. Dock stämmer inte detta med de omkringliggande försöken som också hade korn detta år men med normala skördenivåer.

Tabell 30. Plantuppkomst på lättare jord våren 2014

	Medelvärde plantor/m ²
A Konv.	224
B Gödsling, 12-13 cm djup	239
C Gödsling, 20 cm djup	203
D Gödsling 2 nivåer 7 och 17 cm	226

Tabell 31. Plantuppkomst på styvare jord våren 2014

	Medelvärde plantor/m ²
A Konv.	178
B Gödsling, 12-13 cm djup	219
C Gödsling, 20 cm djup	198
D Gödsling 2 nivåer 7 och 17 cm	193

Tabell 32. Lätt jord. Skörd, kg/ha och relativtal för 2014 i försöksserie R2-4139. Gröda korn

	Korn		Våraps	
	Kg/ha	relativtal	Kg/ha	relativtal
A. Konv. Kombisådd	2990	100	2940	100
B. Gödsling mellan rader, 12-13 cm djup	3160	106	3070	104
C. Gödsling mellan rader, 20 cm djup	3170	106	3050	104
D. Gödsling 7 och 17 cm	3150	105	3010	102
Signifikans för 2014	ns		ns	

Tabell 33. Styv jord. Skörd, kg/ha och relativtal för 2014 i försöksserie R2-4139. Gröda korn

	Konventionell bearbetning				Reducerad bearbetning			
	Korn		Våraps		Korn		Våraps	
	Kg/ha	rel.tal	Kg/ha	rel.tal	Kg/ha	rel.tal	Kg/ha	rel.tal
A. Konv. Kombisådd	3340b	100	3430b	100	3830	100	3690	100
B. Gödsling mellan rader, 12-13 cm djup	3650b	109	3600b	105	3970	104	3780	102
C. Gödsling mellan rader, 20 cm djup	4010a	120	4080a	119	4160	109	3960	107
D. Gödsling 7 och 17 cm	4030a	120	4000a	117	4320	113	4080	110
Signifikans för 2014	***		***		ns		ns	

Resultat Alnarp

Skörd 2014

Skörderesultaten redovisas i tabell 34. Skördenivåerna, främst för höstvet, var mycket höga. Till båda grödorna har all

luckring resulterat i merskörd. Skördeökningen var störst i det djupast luckrade ledet med höstoljevaxter; egentligen inte så anmärkningsvärt då oljevaxter är en mer packningskänslig gröda än vete.

Tabell 34. Strip tillage till höstsådd på Lönnstorp, Alnarp, 2014. Gröda höstvet och höstoljevaxter

Gröda	H-vete		H-raps	
	Kg/ha	rel.tal	Kg/ha	rel.tal
A. Utan luckring, konv sådd	9610b	100	3660c	100
B. Luckring 12-13 cm	10340a	108	4020b	110
C. Luckring 20 cm	10380a	108	4350a	119
Signifikans	***		***	

Avslutande synpunkter

Efter att ha testat djupgödslingstekniken till vårsådd under två säsonger kan det konstateras att det finns en potential för skördeökningar, men det tycks som om att det krävs nederbörd efter sådd. Gödselbillarna drar upp råjord och skapar därigenom en grövre såbädd som resulterar i ett försämrat avdunstningsskydd under torrperioder. Detta är kanske en av förklaringarna till att de positiva effekterna

av djupgödsling, som erhöles år 2014, i stort sett uteblev år 2013.

I samband med utvecklingen av den konventionella kombisådden, för 40-45 år sedan, konstaterades att gödselbillarna ej borde vara bredare än 17 mm för att inte försämra såbädd och såbäddsbotten. Det skulle vara mycket intressant att prova smalare gödselbillar även vid en djupare gödselplacering, beaktat ev. hållfasthets-

problem, för att verkligen kunna utvärdera potentialen.

Vid höstsådd torde djupluckringstekniken ha störst möjlighet att höja skördenivån vid sådd av oljeväxter då dessa är mycket packningskänsliga. Höstvetet däremot önskar en fast botten att stå på.

Förhoppningsvis kommer nya vårsådda försök att anläggas i Uppsala våren 2015. Forskningsmedel har sökts för att i detalj kunna studera vad som händer då gödningen placeras djupare än vid konventionell kombisådd. I fortsatta undersökningar av djupgödslingens och djupluckringens för- och nackdelar bör även det ökade dragkraftsbehovet beaktas.

Kontaktperson är Elisabeth Bölenius,
Elisabeth.Bolenius@slu.se, 018-67 11 86

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)
R2-7119	Packning med dumper	(2009)
R2-7120	Fasta körspår (CTF)	(2010)

Dessutom pågår ett projekt för att jämföra hjul och band på stora traktorer och tröskor. Sedan 2003 ingår också ett program för miljöövervakning av jordpackning. Dessutom ingår bl.a. projekt för att studera tekniska möjligheter att undvika jordpackning, och arbete med att modellera jordpackning. Förutom den traditionella verksamheten kring jordpackning ingår också generella markvårdsfrågor, även internationellt, i detta program.

Låga marktryck i odling med och utan plöjning

Johan Arvidsson

I tre fastliggande försök startade 1997 studeras samspelseffekter mellan primärbearbetningsmetod (plöjning eller plöjningsfri odling) och däcksutrustning. Låga marktryck har höjt skörden på den styvaste jorden, framförallt i kombination med plöjning, men i genomsnitt har effekterna av däcksutrustning varit små.

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 primärbearbetnings-metod och däcksutrustning. I försöket, som är randomiserat i fyra block, 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 (650/65-38 bak) i enkelmontage (ringtryck 90 kPa), i lågtrycksleden samma däck i dubbelmontage (ringtryck 40 kPa). Tre försök på Ultuna, varav två på mellanlera och ett på lättare jord, ingår i serien. Försöken är fastliggande och startades våren 1997. År 1998 var första skördeåret enligt försöksplanen.

Resultat

Skörd i serie R2-7115 under 2013 och i medeltal för 1998-2013 visas i tabell 35 respektive 36.

Tabell 35. Skörd (kg/ha och relativt) i försöksserie R2-7115 2014

Försök nr	641/97	642/97	643/97	Medel
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	2014
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Gröda	Korn	Korn	Korn	
Plöjning, normala marktryck	5690	3640	3210	100
Plöjning, låga marktryck	103	100	108	104
Ej plöjning, normala marktryck	99	112	102	104
Ej plöjning, låga marktryck	101	114	101	105
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	99	113	98	103
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	103	101	104	102
Sign. plöjning	n.s.	*	n.s.	
Sign. marktryck	P=0.09	n.s.	P=0.06	
Sign. samspel	n.s.	n.s.	n.s.	

Tabell 36. Skörd (kg/ha och relativtal) i försöksserie R2-7115 1998-2014

Försök nr	641	642	643	Alla
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Försöksår	15	17	15	47
Plöjning, normala marktryck	4256	4696	4158	4375
Plöjning, låga marktryck	107	100	100	102
Ej plöjning, normala marktryck	104	100	105	103
Ej plöjning, låga marktryck	107	100	104	103
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	102	99	105	102
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	104	100	99	101

Under 2012 odlades korn i samtliga försök. I försök 641 och 643 var skillnaden det liten skillnad i skörd mellan plöjt och plöjningsfritt, medan plöjningsfritt gav klart högre skörd i försök 642. Med avseende på ringtryck var istället skörden högre för låga marktryck i försök 641 och 643, och nära signifikans i båda försöken.

I medeltal för samtliga år har positiva effekter av låga marktryck endast erhållits i försök 641, som har styvast jord av försöksplatserna. En hypotes när

försöksserien startades var att låga marktryck skulle vara mer positivt i ett plöjningsfritt system, eftersom jorden där ej luckras. Försöksresultaten hittills styrker inte denna hypotes utan pekar snarare på motsatsen. En förklaring kan vara att dubbelmontage givit en jämnare återpackning som varit mest positiv i det plöjda systemet, som under 2013.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018/67 12 10.

Packning med dumper

Johan Arvidsson, Robert Ekholm, Mona Mossadeghi, Thomas Keller, Ararso Etana, Mats Larsbo, Nicholas Jarvis

Hösten 2009 startades två försök för att studera effekter av alvpackning. Försöken kommer att användas i ett nordiskt forskningsprojekt som bl.a. handlar om transportprocesser i packad jord. 2010 erhöles kraftiga skördesänkningar i packade led, år 2013 fanns inga ledskillnader.

Hösten 2009 startades två försök på Ultuna egendom för att studera effekter av alvpackning. Försöket ingår i ett omfattande nordiskt forskningsprojekt, POSEIDON, som bl.a. handlar om transportprocesser i packad jord. Försöksplanen (serie R2-7119) innehåller följande led:

A=packat, 4 överfarer spår i spår med lastad dumper, totalvikt 31,7 ton
B=Opackat

Packningen utfördes hösten 2009 under relativt blöta förhållanden (fig. 10). Därefter plöjdes marken. Mätningar direkt efter körning visade en kraftigt sänkt genomsläpplighet i packade led på 30 och 50 cm djup (fig. 11) Mätningar hösten 2010 visade ökat penetrationsmotstånd från 30 cm i ett av försöken (fig. 12).

År 2010 odlades vårvete, år 2011 havre och 2012 höstvet. Skörd visas i tabell 37. Under 2010 erhöles kraftiga skördesänkningar i båda försöken. År 2011 erhöles en kraftig skördesänkning i ett av försöken, medan skillnaden var liten i det andra försöket. År 2012 fanns inga skillnader i något av försöken. Plantetableringen var år 2010 något sämre i packade led men inte tillräcklig för att förklara skillnader i skörd. År 2011 fanns ingen skillnad i plantantal mellan leden

som skulle kunna förklara skördeskillnader.

Från tidigare försök med packning med tunga maskiner vet vi att en skördesänkning under efterföljande år till stor del beror på packning i matjorden, som försvinner efter några års plöjning. Skördesänkningen 2010 berodde antagligen i första hand på effekter av packning i matjorden. Förluster år 2011 kan bero på packning både i matjord och alv. Under 2012-2014 erhöles inga behandlingseffekter vilket tyder på att effekten av matjordspackning klingat ut, och att vi under dessa år inte haft negativa effekter av packning i alven.

Kontaktperson är Johan Arvidsson, tel. 018 67 12 10.



Fig. 10. Packning med dumper.

Tabell 37. Skörd (kg/ha) i serie R2-7119 2010-2014

Försök	758/2009					759/2009				
	2010	2011	2012	2013	2014	2010	2011	2012	2013	2014
Gröda	Vårvete		Havre	H-vete	Korn	Korn	V-vete	Havre	H-vete	Korn
A=Packat	3240	4150	6290	4890	4470	4420	4190	6730	4570	3740
B=Opackat	5020	4940	6330	5010	4550	4790	4330	6730	4490	3620
Sign.	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

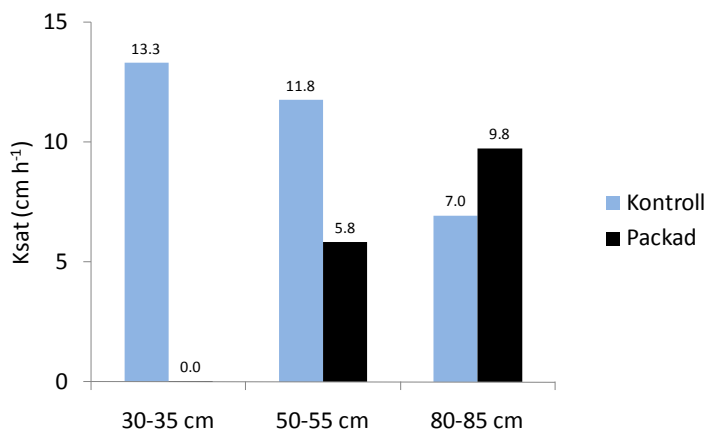


Fig. 11. Genomsläpplighet efter packning på olika djup i markprofilen.

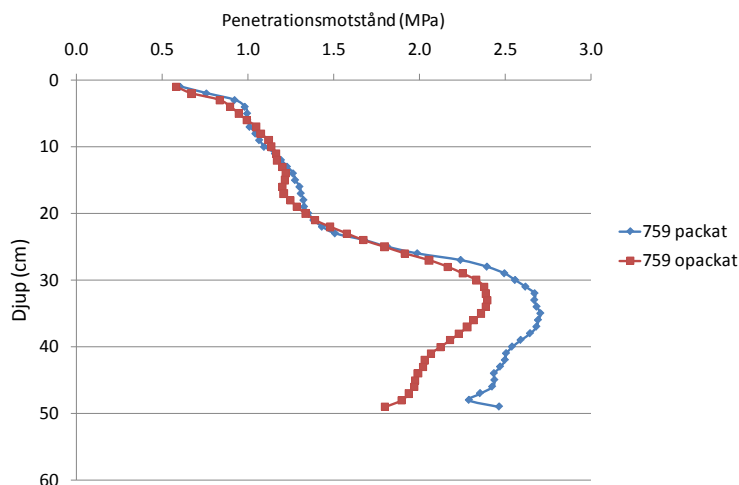


Fig. 12. Penetrationsmotstånd mätt hösten 2010.

Fasta körspår – skördepotential och effekt på markstruktur

Johan Arvidsson, Lena Holm, Louice Lejon, Marie Andersson

År 2010 startades försök med fasta körspår som skördades första gången 2011. Projektet innehåller dels två traditionella fältförsök på Ultuna och Lönnstorp, dels storruteförsök på Lydinge utanför Helsingborg. Resultaten hittills pekar inte på någon skördehöjning för fasta körspår.

Idag finns ett stort intresse av att minimera effekterna av packning genom att begränsa all trafik till fasta körspår (CTF; Controlled traffic farming). Av denna anledning startades 2010 ett projekt, finansierat av SLF, för att studera effekter på mark och gröda under svenska förhållanden. Projektet genomförs med två typer av försök med fasta körspår (CTF): traditionella fältförsök utlagda som randomiserade blockförsök, samt storruteförsök utlagda hos en lantbrukare som tillämpar fasta körspår. Försöken lades ut hösten 2010 och skördades första gången 2011.

De traditionella fältförsöken innehåller följande led:

A=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), sluppmässig körning
B=grund plöjningsfri odling (5-10 cm), sluppmässig körning
C=direktsådd, sluppmässig körning
D=djup plöjningsfri odling (15-20 cm), CTF
E= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF
F= grund plöjningsfri odling (5-10 cm), CTF, efter djupluckring
G= direktsådd, CTF
H=plöjning, sluppmässig körning

Höstvetete skördades i de två fältförsöken på Ultuna och Lönnstorp 2014 och försöken har bearbetats enligt plan inför sådd av vårkorn 2015. Led F alvluckrades efter skörd 2013 för att förnya den luckring som gjordes 2010.

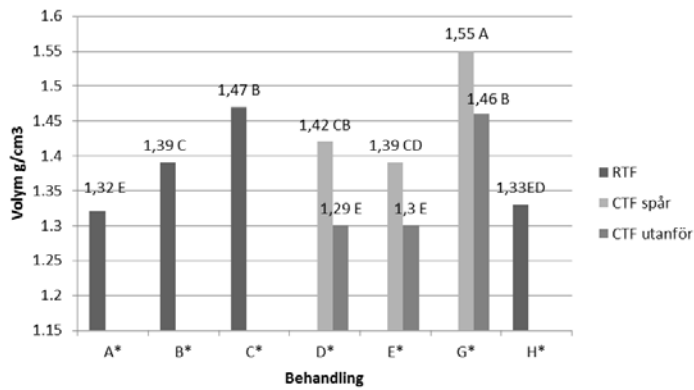
Storruteförsöken på Lydinge gård har också utförts enligt plan. 2014 skördades tre block med höstvetete och två med höstraps. Det ena höstrapsblocket var dock kraftigt påverkat av en trasig dränering varför det inte gick att få någon skördekartering från detta block. Hösten 2014 har två block sått med höstvetete och till våren planeras två block med havre och ett med åkerböna.

Resultat från de första fyra åren

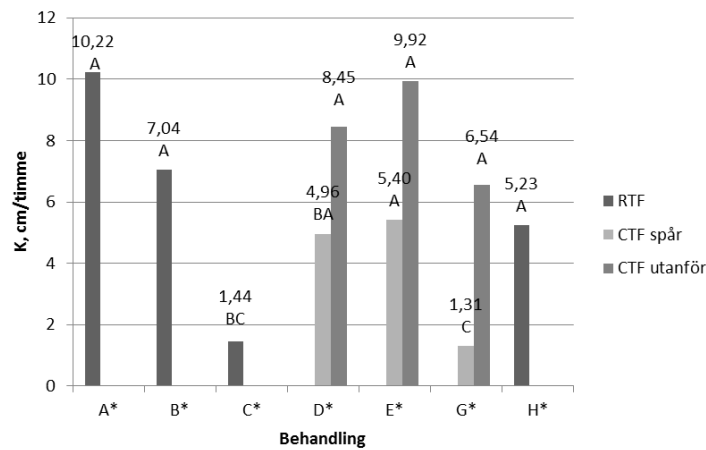
Försöken har skördats försöksmässigt fyra gånger. Under 2013 gjordes omfattande markfysikaliska mätningar i försöken. Här ges några exempel på resultat och mätningar från projektet hittills.

Skrymdensitet, genomsläpplighet och penetrationsmotstånd på Lönnstorp

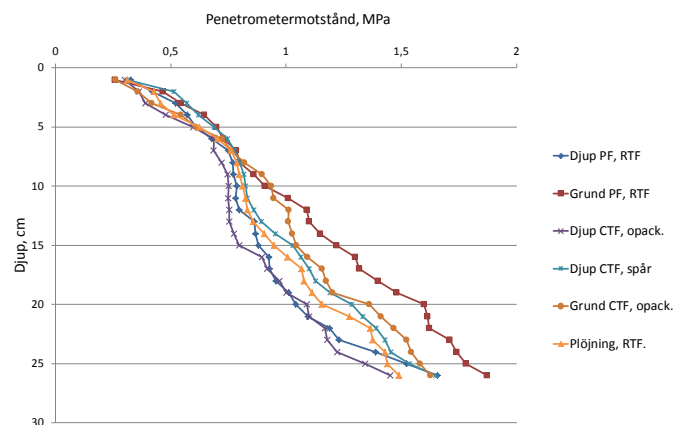
Under 2013 genomfördes mätningar av skrymdensitet och genomsläpplighet i försöket på Lönnstorp. Skrymdensiteten redovisas i figur 13. De opackade delarna av fältet hade betydligt lägre skrymdensitet än spåren. Det fanns också en mycket stark koppling till bearbetningssystem, grund bearbetning medförde högre skrymdensitet. Mättad genomsläpplighet mätt på samma cylindrar visas i figur 14. Led med hög skrymdensitet hade i regel låg genomsläpplighet. Penetrationsmotstånd i försöket på Lönnstorp visas i figur 15. Skillnaderna mellan leden var små.



Figur 13. Skrymdensitet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp 2013. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda.



Figur 14. Genomsläpplighet i skiktet 10-15 cm på Lönnstorp 2013. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda.



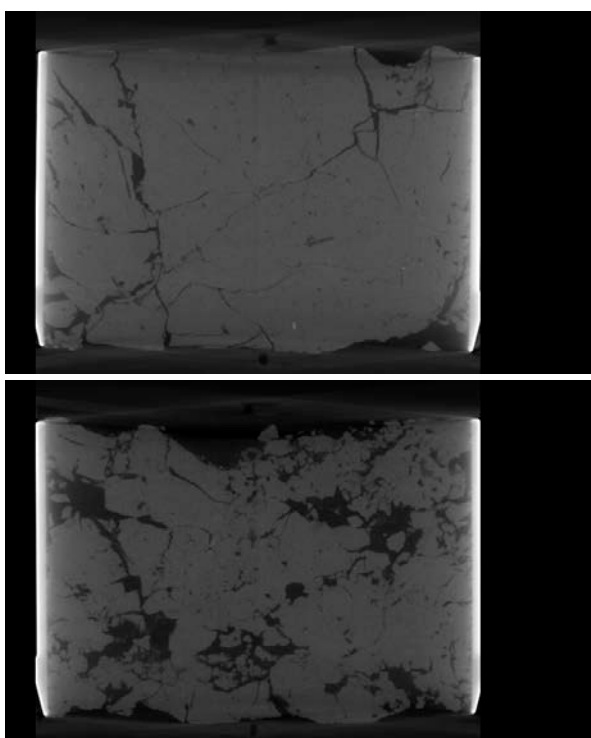
Figur 15. Penetrationsmotstånd på Lönnstorp mätt i oktober 2012, efter sådd av tredje försöksårets gröda. För tydlighet visas endast vissa led.

Skrymdensitet, genomsläpplighet och penetrationsmotstånd på Ultuna

Skrymdensitet och genomsläpplighet mättes även på Ultuna 2013. Det fanns en stark koppling till bearbetningssystem, med låg skrymdensitet och hög genomsläpplighet för djup bearbetning.

Ett urval av de cylinderprover som togs på Ultuna 2013 scannades också med s.k.

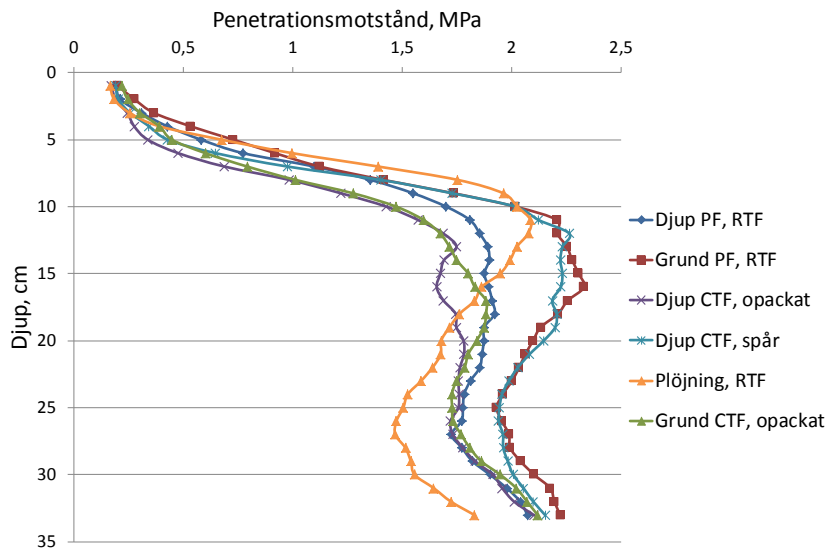
datortomografi. Detta innebär att provet röntgas, och gör det möjligt att skilja mellan porer och fast material. Metoden ger en tredimensionell bild av porsystemet. Ett exempel från denna mätning visas i Figur 16. Av bilderna framgår hur de stora porerna minskar i spår, och att porerna är mer runda i opackade led. Mätningarna ingick ej i den ursprungliga projektplanen men har lagts till.



Figur 16. Exempel på scanning av cylindrar tagna på 10-15 cm djup. Till vänster: i spår, till höger mellan spår.

Mätning av penetrationsmotstånd på Ultuna visas i Figur 17. Skillnaderna mellan leden var tydliga, med lägst penetrationsmotstånd i de opackade ytorna

i leden grund CTF samt djup CTF ner till drygt 15 cm djup, därunder var motståndet lägst i plöjt led.



Figur 17. Penetrationsmotstånd på Ultuna mätt i maj 2013, efter sådd av tredje försöksårets gröda. För tydlighet visas endast vissa led.

Skörd

Skörd i försöken på Ultuna och Lönnstorp visas i tabell 38 och 39. Grund plöjningsfri odling har i medeltal gett högre skörd än djup kultivering. Direktsådden fungerade bra 2011, 2012 och 2014 men gav mycket låg skörd i höstraps på Lönnstorp 2013. Detta berodde både på dålig etablering samt snigelskador. Fasta körspår har i medeltal inte haft någon skördehöjande effekt. Skörden i körspåren har varit förvånansvärt hög, i flera fall högre än för konventionell bearbetning.

Tabell 38. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013, kg/ha och relativtal. Kärnskörd, utom Lönnstorp 2011 där skörden är kärna + halm.

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014
Plats	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.
Gröda	Korn	H-vete	Vårraps	Korn	Korn	H-raps	H-vete	H-vete
A=djup PF, RTF, kg/ha	4180	13530	2990	10180	4420	4400	7640	11100
B=grund PF, RTF	107	96	115	97	109	110	107	99
C=direktsådd, RTF	100	95	109	98	85	29	107	104
D0=djup PF, CTF, opack.	100	102	102	100	89	103	106	98
D1=djup PF, CTF, spår	112	99	121	94	91	101	109	101
E0=grund PF, CTF, opack.	99	102	92	92	83	99	105	103
E1=grund PF, CTF, spår	110	97	104	100	101	102	104	105
F0=gr. PF, CTF, djupl., opack.	92	103	103	94	86	110	99	102
F1=gr. PF, CTF, djupl., spår	111	98	105	92	99	103	102	102
G0=direktsådd, CTF, opack.	93	96	101	90	89	75	98	104
G1=direktsådd, CTF, spår	110	92	100	87	89	22	106	103
H=plöjning, RTF.	124	97	108	100	104	112	103	102
Probvärde	0,02	0,12	0,89	0,007	0,01	0,001	0,11	0,98

Tabell 39. Skörd på Ultuna och Lönnstorp 2011-2013. Medeltal för led med och utan CTF

År	2011	2011	2012	2012	2013	2013	2014	2014
Plats	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.	Ultuna	Lönnst.
Gröda	Korn	H-vete	Vårraps	Korn	Korn	H-raps	H-vete	H-vete
Medel RTF	100	100	100	100	100	100	100	100
Medel CTF, opack.	95	103	91	96	90	115	98	100
Medel CTF, spår	108	99	100	95	96	92	101	101

Skörd i de olika leden på Lydinge, medeltal för de enskilda åren 2011-2014, visas i Tabell 40. I de handskördade rutorna fanns inga entydiga skillnader mellan slumpmässig körning och CTF. Skörden var 2011-2013 i genomsnitt ca 13 % lägre

i, jämfört med mellan spår, skillnaden var störst i de vårsådda grödorna. I de skördekarterade rutorna var skörden 2011-2014 i genomsnitt 1 % högre för CTF än för slumpmässig körning.

Tabell 40. Skörd på Lydinge 2011-2013, kg/ha och relativtal. Endast råhandskördar 2014

	2011	2012	2013	2014
<i>Handskördat</i>				
Konventionell bearb. (RTF)=100	7658	4750	7527	7007
CTF i spår	82	98	92	95
CTF mellan spår	104	109	98	104
<i>Skördekarterat</i>				
Konventionell bearbetning	7050	4420	6940	7080
CTF	100	103	100	104

VÄXTNÄRINGSUTLAKNING OCH EROSION

Jordbearbetningsavdelningen och avdelningarna för vattenvård och växtnärlära bedriver sedan lång tid tillsammans en förhällandevls omfattande forsknings- och försöksverksamhet inom detta område. Olika odlings- och bearbetningsåtgärder studeras avseende effekter på kväveläckage. Verksamheten är främst inriktad på följande frågeställningar:

- att studera inverkan av bearbetning på fosforerosion
- att studera olika jordbearbetningssystemers inverkan på kväveutlakning
- 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
- att belysa fånggrödors efterverkan

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

R2-8402-05	Grön mark och N-utlakning
R2-8407	Kväveeffektiv jordbearbetning
R2-0050	Effekter av skyddszon på fosforutlakning

Jordbearbetning - kväveutlakning

Åsa Myrbeck

R2-8405 är ett långliggande fältförsök där vi undersöker olika bearbetningsstrategiers inverkan på mineralkvävemängderna i marken under höst och vår och därmed också på risken för läckage av kväve till vattendrag. Under året har vi studerat effekten av två eftersådda fånggrödor 1) oljerättika och 2) luddvicker i sambestånd med sandhavre. Vi har också testat att återpacka marken efter plöjning på hösten.

Med hänsyn till miljön är det viktigt att med hjälp av jordbearbetningen försöka styra kväveomsättningen så att frigörelsen av mineraliserat kväve minimeras under de årstider då risk för kväveförluster föreligger.

Sedan starten 1993 har vi i försöket studerat hur olika bearbetningsstrategier i kombination med olika halm- och fånggrödebehandlingar påverkar kvävedynamiken i marken. Försöksplatsen är en sandig grovmo (mmh 1 sa Mo) på Mellby i Halland och försöket ligger som ett blockförsök med tre upprepningar. Resultat från detta försök har legat till grund för Jordbruksverkets regler för utlakningsbegränsande åtgärder på EU-träda och höst- och vinterbevuxen mark samt för stödsystemet för fånggröda och vårbearbetning. Resultaten har använts i

rådgivning och utbildning både regionalt och nationellt.

Från och med 2012 testar vi tre nya potentiella åtgärder för minskade utlakningsförluster av kväve. Det är återpackning av höstplöjda led samt etablering av två nya fånggrödor, dels oljerättika och dels en leguminos (luddvicker) i sambestånd med sandhavre. Båda mellangrödorna etableras efter en ytlig bearbetning (tabell 41). Eftersådda fånggrödor av t ex oljerättika och senap har visat stor förmåga till tillväxt under hösten, och har förts in i stödsystemet för fånggrödor. Stödsystemet tillåter idag dock inte att etableringen av dessa föregås av en bearbetning.

Tabell 41. Försöksplan (från och med hösten 2012) för försök R2-8405 på Mellby

Led	Bearbetning	Återpackning	Fånggröda	Halm-behandling
A	Plöjning 1:a veckan i september	-	-	Nedplöjes
B	Plöjning 1:a veckan i september	-	-	Bortföres
C	Plöjning 1:a veckan i september	Tiltpackare, 1 hösthävning	-	Nedplöjes
D	Carrierbearbetning tidig höst, vårplöjning	-	Luddvicker+sandhavre	Nedplöjes
E	Plöjning på senhösten ca 1/11	-	Eng. Rajgräs	Nedplöjes
F	Carrierbearbetning tidig höst, vårplöjning	-	Oljerättika	Nedplöjes
G	Vårplöjning	-	Eng. Rajgräs	Nedplöjes
H	Vårplöjning	-	-	Nedplöjes

Led D: luddvicker+sandhavre



Led F: oljerättika



Led G: engelskt rajgräs



Figur 18. Fånggrödor fotograferade den 26:e november 2013 i försök R2-8405 på Mellby i Halland.

Tabell 42. Mängd torrsubstans, kväveinnehåll i procent och totalt innehåll av kväve i ovanjordiska delar av fånggrödor, ogräs och spillsäd under hösten 2012 (10 november), 2013 (6 november) och 2014 (19 november)

	A	B	C	D	E	F	G	H	p-värde	LSD
2012										
Ts (kg/ha)	44c	17c	25c	194b	754a	175b	772a	181b	<0.001	117
N % av ts	5.7a	5.9a	5.8a	3.4b	2.5c	3.6b	2.5c	2.6c	<0.001	0.39
N (kg/ha)	2.5c	1.0c	1.4c	6.6b	18.9a	6.2b	18.9a	4.8b	<0.001	2.03
2013										
Ts (kg/ha)	51.2a	47.8a	51.7a	958.6c	891.9bc	717.2b	829.2bc	249.0a	<0.001	220.9
N % av ts	4.92d	4.07c	5.24d	4.39c	2.80a	3.47b	2.72a	3.42b	<0.001	0.52
N (kg/ha)	2.5a	1.9a	2.7a	41.4c	24.7b	24.8b	22.5b	8.4a	<0.001	8.1
2014										
Ts (kg/ha)	309	393	293	778	1360	1219	1364	710	-	-
N % av ts	3.4	3.0	2.8	3.3	2.5	3.2	2.4	2.6	-	-
N (kg/ha)	10.6	11.9	13.2	25.9	33.3	39.2	32.0	18.7	-	-

Tabell 43. Skörd (kg/ha och relativt) av huvudgröda

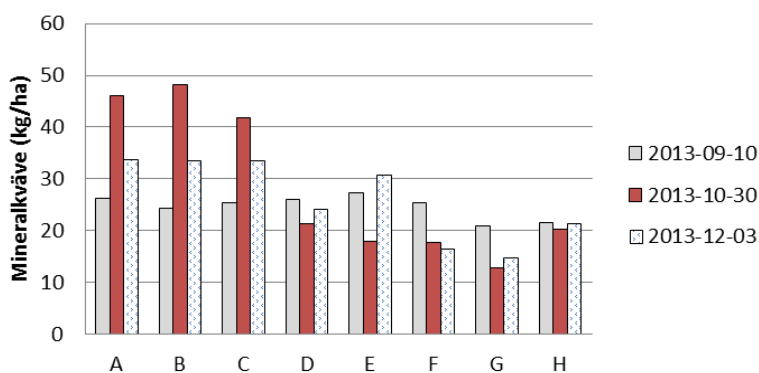
År, gröda	A	B	C	D	E	F	G	H	p-värde
2013, vårkorn	6270=100	102	104	108	110	109	102	102	0,218
2014, vårvete	4710=100	93	100	108	98	114	84	95	<0.001
Medel	100	98	102	108	104	112	93	99	

Under det första försöksåret påverkades etableringen av oljerättika och luddvicker/sandhavre negativt av att hösten 2012 var ovanligt blöt, vilket gjorde att skörden av huvudgrödan och därmed även insådden av dessa fånggrödor blev mycket sen. Dålig tillväxt och ett lågt kväveupptag gjorde att de eftersådda fånggrödorna inte lyckades med sin uppgift att minska mängden kväve i marken lika bra som rajgräset (tabell 42). 2013 och 2014 kunde etableringen ske enligt plan och biomassaproduktionen var god i samtliga fånggrödor. Eftersådd luddvicker i sambestånd med sandhavre hade 2013, trots en jämförbar tillväxt under hösten, dock något sämre effekt på markkvävet än övriga fånggrödor. Troligtvis fick luddvickerinslaget delar av sitt kvävebehov tillgodosett via fixering av luftkväve.

Att efterså oljerättika och att så in engelskt rajgräs som inte plöjs ner förrän på våren var de effektivaste strategierna för att nå låga nivåer av mineralkväve i marken under höst och vinter (figur 19). I snitt över

de två försöksåren avkastade leden med de nya höstetablerade fånggrödorna bäst av samtliga i försöket ingående led (tabell 43). Hittills visar resultaten att de eftersådda fånggrödorna har potential att minska markkvävenivåerna i samma storleksordning som engelskt rajgräs också när etableringen föregåtts av en grundare bearbetning samt att de kan ha en positiv effekt på efterföljande huvudgröda. En god funktion är dock beroende av en relativt tidig etablering. Fler försöksår behövs för att få resultat som kan användas i rådgivningen.

Resultat fram till och med år 2011 finns redovisade i Meddelanden från Jordbearbetningsavdelningen nr 29, 1999, och i Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr. 110, 2006 och nr. 123, 2012. Försöket finansieras av Jordbruksverket och KSLA. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-671213 och Tomas Rydberg, 018-671200



Figur 19. Mineralkväve (kg N ha⁻¹) i marken i 0-90 cm i led A-H i försök R2-8405, Mellby, Halland vid provtagning under försöksåret 2013/2014.

Kväveeffektiv jordbearbetning

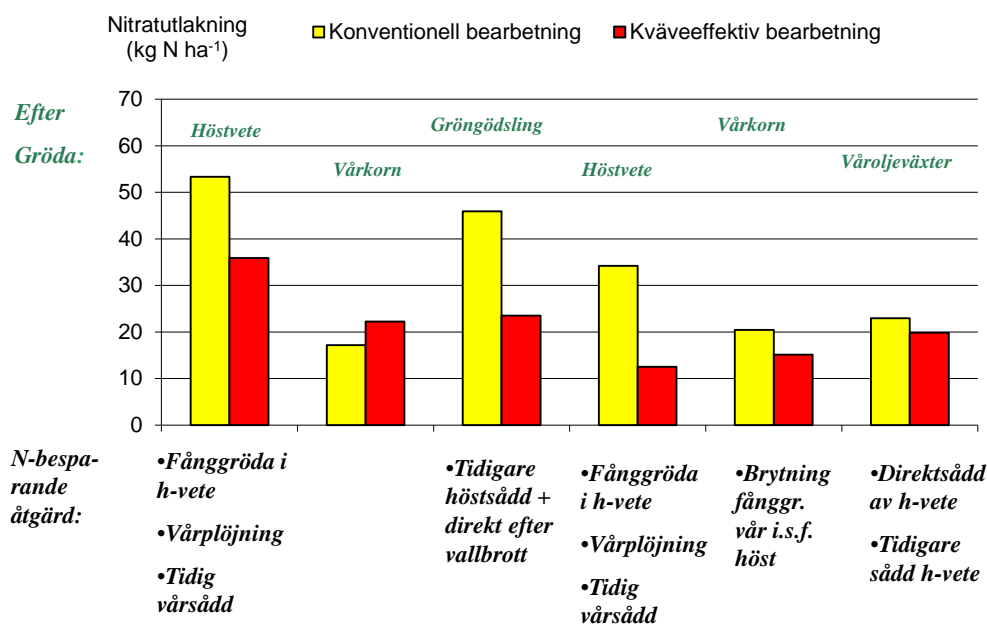
Åsa Myrbeck

På Mellby i Halland ligger sex specialtäckdikade rutor från vilka man kan mäta utlakning av näringsämnen genom uppsamling av dräneringsvattnet. Mellan 1998 och 2012 jämfördes två olika bearbetningssystem med avseende på kväveförluster. År 2013 och 2014 var ett utjämningsår då vi studerade efterverkans effekter av tidigare behandlingar.

Fältförsök R2-8407 etablerades 1996 då sex rutor specialtäckdikades på Mellby i Halland. Under åren 1998-2012 jämfördes två olika jordbearbetningssystem i en sexårig växtföljd för att belysa vad ett antal olika kvävebesparande åtgärder får för ackumulerad effekt när de appliceras inom en och samma växtföljd. Det ena systemet betraktades som konventionellt och det andra som kväveeffektivt. I det kväveeffektiva systemet ingick åtgärder som att senarelägga bearbetningen till sen höst eller vår, direktsådd av höstvetete, insådd av fånggröda i höstvetete, brytning av fånggröda på våren

istället för på hösten och tidig sådd av såväl höst- som vårrödor.

Försöket visade att det är möjligt att spara kväve genom en hel växtföljd om metoderna för jordbearbetning anpassas till växtföljden (figur 20). Räknat på hur mycket nitratkväve som läckte i förhållande till producerad mängd spannmål under en växtföljd blev det 8,3 kg per ton spannmål i det konventionella och 4,3 kg per ton spannmål i det kväveeffektiva systemet.



Figur 20. Utlakning av nitratkväve (kg N ha⁻¹) under respektive hydrologiskt år i växtföljden som ett snitt av två växtföljdsomgångar (1999/00-2010/11). I figuren anges också efter vilken gröda mätningarna är gjorda samt de åtgärder som vidtagits i det kväveeffektiva systemet under mätperioden.

Effekten av insatta åtgärder på kväveutlakningen avtog dock något under försökets senare år, vilket skulle kunna vara årsmånsrelaterat. Det skulle också kunna vara ett tecken på att systemet nu börjat leverera tillbaka en del av tidigare inlagrat kväve och att oförändrat positiva effekter av enskilda åtgärder inte kan förväntas vid kontinuerlig tillämpning. Uppmätt nitratutlakning under utjämningsåret 2012/13 var dock endast 3 kg ha⁻¹ högre i de rutor där det kväveeffektiva systemet tillämpats än i det konventionella systemets rutor (15 jämfört med 12 kg ha⁻¹). Det tycks därmed inte som om vi har någon betydande långsiktig ökning av markens mineraliseringspotential som en följd av det kväveeffektiva systemet.

För att jämföra kvävefrigörelsen från växtmaterial som avdödats med glyfosat med den från färskt material som plöjts ner såddes en vall in 2014. Hösten 2014 avdödades

vallen med glyfosat i tre av rutorna och lämnades sedan orörd medan den vid motsvarande tidpunkt plöjdes ner i resterande tre rutor. Hur detta har påverkat utlakningen vet vi efter utgången av det agrohydrologiska året 2014/2015. Vi hoppas kunna starta ett nytt försök på platsen under de närmaste åren.

En mer utförlig redovisning av projektet finns i "Rapporter från Jordbearbetningen nr. 124, 2012". Försöket har under år 2013 finansierats inom SLU:s ram för långliggande fältförsök. Kontaktpersoner vid avdelningen för jordbearbetning är Åsa Myrbeck, 018-67 12 13 och Tomas Rydberg, 018-67 12 00.

Effekter av skyddszon på fosforutlakning

Ararso Etana, Barbro Ulén, Gunnar Torstensson, Jan Lindström, Maria Blomberg

2010 startades ett fältförsök på Krusenberget, Uppsala för att utvärdera skyddszoners effekt på fosforförluster både via ytavrinning och med dräneringsvatten. I försöket jämfördes A) jordbearbetning på hösten (kontroll), B) permanent gräsvall, C) gräsvall, som skördades en gång/år. Med permanent gräsvall tenderade koncentrationen av löst reaktivt och partikulärt bunden fosfor att vara 22 respektive 26 % lägre jämfört med höstplöjt led. Motsvarande reduktion i led med gräsvall med bortförsl av gräset var 12 och 23 %. Skillnaderna var dock inte statistiskt signifikanta.

Jordbearbetning ända till dikes- eller vattendragskant exponerar jorden för erosion som tar med sig växtnäring, framför allt partikelbunden fosfor. Detta kan leda till eutrofiering. För att motverka detta lämnar man en gräsremsa längs vattendrag eller dike. För att utvärdera effekten av åtgärden utlades ett fältförsök (**R2-0050**) på Krusenberget, ca 10 km söder om Uppsala. Jorden på försöksplatsen är en mellanlera med hög andel mo (Ler =32,3 %, mjåla=18,9 %, mo =47,6 %, sand =1,2 %). Lutningen är måttlig (i genomsnitt 2 %) och jämn. Förrådsfosfor (P-HCl) var 70,9 mg/L (klass IV) och pH i matjorden vid försökets början var 6,4. I försöket ingår tre led med följande försöksplan:

A=Jordbearbetning (kontroll)
B=Permanent gräsvall
C=Gräsvall, som skördas 1 gång/år

Jordbearbetning i fältet uppströms har varit konventionell. Syftet med led C var att minimera risken för fosforanrikning i skydds-zonen och skörden skedde i mitten av augusti varje år och analyserades på avkastning, innehåll av totalfosfor och totalkol. Rutorna (12 st.) var 6 m långa och 7 m breda, och dränerades var för sig. Ytavrinning och dräneringsvatten leds till mätstation (se figur 21). Vattenflödet registrerades med vippkärl samtidigt som flödesproportionella prover samlades automatiskt för att bestämma sedimentkoncentrationen (mätt som turbiditet) och koncentrationerna av partikulär och löst reaktivt fosfor. Sedimentkoncentrationen i avrunnet vatten mättes två gånger i samma prov. Första mätningen (turb1) gjordes för att uppskatta den totala sedimentkoncentrationen

direkt efter skakning av markvätskan. Andra mätningen av turbiditeten (turb2) gjordes efter det att partiklar och mikroaggregat som var större än lerpartiklar hade sedimenterat, enligt Stokes lag.

Resultat

Resultat av mättad vattengenomsläpplighet visas i figur 22. Fältet i allmänhet har hög hydraulisk konduktivitet, som motsvarar konduktivitet i sandjordar. Vattenansamling och ytavrinning kan dock förekomma om snön smälter och underliggande marklager är fruset (figur 21). I led med permanent gräsvall och med skördad gräsvall ökade den mättade hydrauliska konduktiviteten 2 respektive 5 gånger jämfört med kontrolledet. Denna skillnad observerades även vid snösmältning där betydligt mer vatten ansamlades i kontrolledet som också gav mer ytavrinning än gräsbevuxna led.

Koncentration av löst reaktivt fosfor och partikulärt bunden fosfor i ytavrinnande vatten var betydligt högre i led med permanent gräsvall än i andra led (figur 23). Samtidigt var förekomsten av ytavrinning under försöksåren för få (endast två episoder) för att kunna dra generella slutsatser. Vi fortsätter studier för att kunna få resultat från fler år med varierande väderlek.

I figur 24 redovisas fosforkoncentration i dräneringsvatten. Jämfört med kontroll (konventionell jordbearbetning) reducerades koncentrationen löst reaktivt fosfor med 22 % respektive 12 % i led med permanent vall respektive vid bortförsl av vällen. Motsvarande siffror för partikulärt bunden fosfor var 26 respektive 23 %. Skillnaderna var

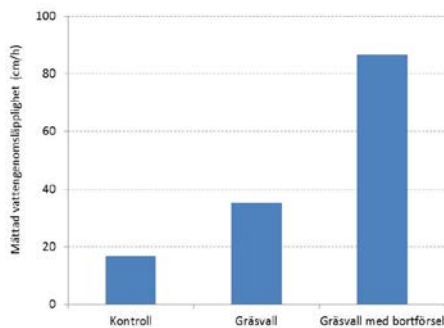
inte statistiskt signifikanta. Statistiskt signifikant reduktion av koncentrationen löst reaktiv fosfor skedde i båda leden med gräsvall jämfört med kontrolledet vid två provtagningstillfällen, vecka 42, 2012 och vecka 3, 2013. Vid det sistnämnda provtagningstillfället var det även signifikanta skillnader i koncentration av partikulärt bunden fosfor. Koncentrationen av löst reaktiv P var 16, 17 och 18 % av total fosforkoncentration i dräneringsvattnet. Tendensen visade att mer reaktiv P utlaskas som kan ha orsakats av förmultnande växtmaterial.

Korrelation mellan turbiditet (grumlighet) och partikel (jordkoncentration) redovisas figur 25. Turb1 representerar den totala partikelkoncentrationen medan turb2 visar koncentration av fina (ler-) partiklar. Den sistnämnda utgjorde 85 % av den totala koncentrationen. Det innebar att partikelförluster uppmätt via dräneringsvattnet mest bestod av fina partiklar. Eftersom de representerar en stor partikelyta förs nästan all bunden fosfor bort med dessa partiklar.

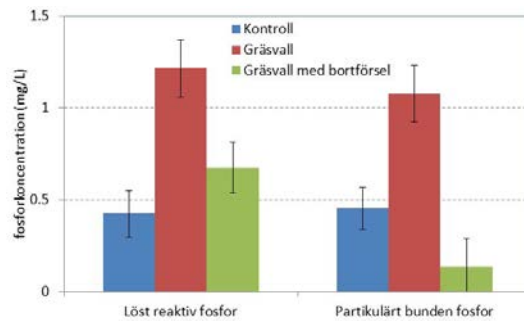
Kontaktperson är Ararso Etana, tel. 018/671259.



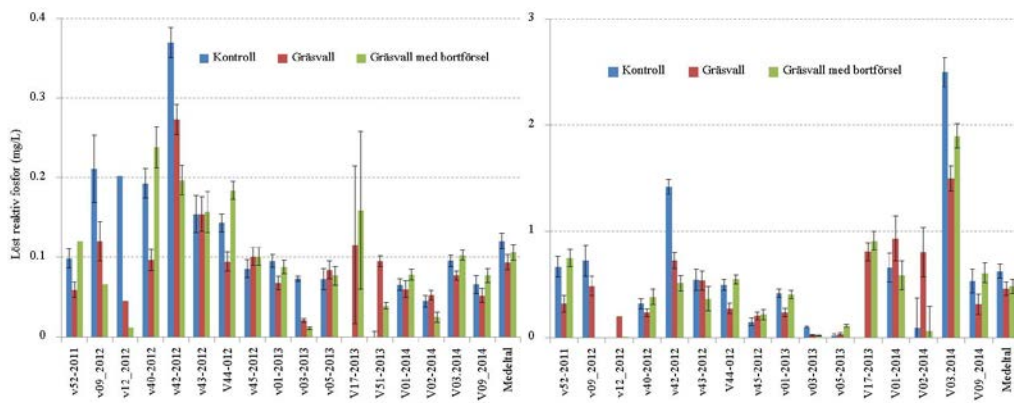
Figur 21. Snösmältning och ytavrinning i april 2012.



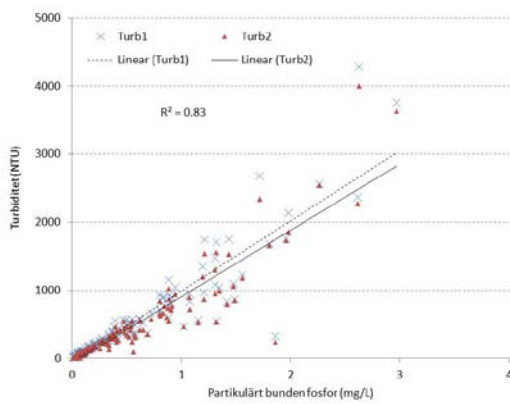
Figur 22. Mättad vattengenomsläpplighet (jordproverna var tagna i september 2014).



Figur 23. Fosforförluster med ytavrinning (medeltal för 2 avrinningstillfällen på 3 år)



Figur 24. Fosforförluster med dräneringsvatten (höger = löst reaktiv fosfor; vänster partikulärt bunden fosfor)



Figur 25. Korrelation mellan turbiditet (grumlighet) och partikelbunden fosfor i dräneringsvatten.