

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGEN

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



Nr 136

2017

Åsa Myrbeck, redaktör

**Jordbearbetningens
årsrapport 2016**

Omslag: Inmätning av försök på Säby.
Foto: Åsa Myrbeck

INLEDNING

Denna rapport tar upp större delen av fältförsöksverksamheten avseende jordbearbetning under 2016. Upplägget är i stort sett detsamma som i tidigare årsrapporter. Verksamheten redovisas under ämnesgruppens olika program: (1) grundläggande bearbetning och bearbetningssystem, (2) markstruktur, jordpackning och markvård, (3) växtnäringens utlakning och erosion samt (4) såbäddsberedning och ytskiktets funktion.

Inför det här året har en grundlig genomgång gjorts av skördedata tillbaks till försöks start och nya beräkningar av relativa skördar över hela försöksperioder genomförts. För ett mindre antal försök har detta inneburit en justering av redovisade medelvärden mot tidigare rapporter.

Rapporter finns tillgängliga på jordbearbetningens hemsida (<http://www.slu.se/institutioner/mark-miljo/forskning/jordbearbetning/>).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem	5
Olika bearbetningssystem - luckringsbehov	6
Olika bearbetningssystem - jordpackning	7
Olika bearbetningssystem - gödselplacering	9
Olika bearbetningssystem - halmbehandling	11
Bortodling av myr	13
Direktsådd	14
Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling	18
Jordbearbetningstidpunkt på hösten - inverkan på skörd, markstruktur och kväve mineralisering	20
Ekoskär och kalk	22
Carrier på hösten eller våren	26
Optimering av reducerad bearbetning	28
Skördegap i höstvet	33
Jordpackning, markstruktur och markvård	36
Låga marktryck i odling med och utan plöjning	37
Miljöövervakning – Markpackning	39
Växtnäringsutlakning och erosion	43
Jordbearbetning – kväveutlakning	44
Såbäddsberedning och ytskiktets funktion	48
Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren	49

GRUNDLÄGGANDE BEARBETNING OCH -SYSTEM

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

- att undersöka under vilka förhållanden minskad bearbetning (plöjningsfri odling) ger ett bättre odlingssystem (med avseende på skörd, ekonomi och markstruktur) än odling med plöjning
- att belysa vilken plöjningsteknik som är bäst under olika förhållanden
- att undersöka olika bearbetningssystem inom plöjningsfri odling
- att 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
R2-4140	(2005)	Optimering av reducerad bearbetning

Olika bearbetningssystem-luckringsbehov

Elsa Lagerkvist, Åsa Myrbeck

I ett plöjningsfritt odlingssystem, där höstplöjningen ersätts med enbart ytlig bearbetning till ca 10-12 cm, blir matjordens nedre del oftast för kompakt. Genom att bearbeta med kultivator till plogdjup har skörden 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.

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 2016 var grödan vårkorn och störst blev skörden där plöjning skett vissa år med grund kultivering följt av de led där plöjning skett vissa år med kultivering till plogdjup varje år. Aldrig plöjda led gav skördesänkningar på 7-9 %. Året innan var resultatet i princip det motsatta, Med högre skördar för de led som aldrig plöjts jämfört med både plöjning och plöjning vissa år. Den lägre skörden i plöjningsfria led detta år (2016) kan bero på att vårkorn odlats två år i rad och att plöjningsfria led har haft större problem med växtföljdssjukdomar. Ingen gradering av svamp har dock skett detta år.

Kontaktperson är Åsa Myrbeck, tel. 018-671213, 0708 685497.

Tabell 1. Skörd, kg/ha, och relativtal (plöjning = 100) i försöksserie R2-4007, 2016

Försök nr, jordart	Län/plats	Gröda	Förfr.	Plöjn (100%)	Plöjn vissa år, grund bearb	Plöjn vissa år, djup bearb	Aldrig plöjn grund bearb	Aldrig plöjn djup bearb	Sign
141/74 mmh SL									
2016	Ul	V-korn	V-korn	5543	103	102	93	91	*
1975-2016				100	106	107	106	106	

Olika bearbetningssystem-jordpackning

Elsa Lagerkvist, Åsa Myrbeck

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 intresse i södra delarna av vårt land där många jordar ofta är i stort behov av luckring framför allt på 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. Rutfördelningen 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 höstvet. 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). Djupkultiveringen 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-vetegrödan 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, i likhet med de 2010, gynnades av plöjning men inte av djup kultivering. Korngrödan 2015 reagerade, i

likhet med tidigare korngrödor, inte positivt på den djupare kultiveringen. År 2016 odlades höstoljeväxter och djup kultivering gav de högsta skördarna bland de reducerat bearbetade leden, likt resultaten som setts för oljeväxter tidigare år. Försöket finansieras

med medel för långliggande försök.

Tabell 2. Skörd kg/ha och relativtal (plöjning, normal bearb. = 100) 1992-2016 i försöksserie R2-4008, Lönnstorp 253/74. Jordart = mmh mj ALL

År	1992-2016	2016
Gröda: Höstraps		
Förfrukt: Vårkorn		
A1=plöjning,	100	100=3800
A2=plöjning efter stubbearbetning	101	99
B1=stubbearb. till 10-15 cm, plöjn. till s-betor	100	73
B2=stubbearb. till 20 cm, plöjn. till s-betor	100	103
C1=stubbearbetning till 10-15 cm	96	92
C2=stubbearbetning till 20 cm	97	97
A	100	100
B	100	88
C	96	95
1	100	100
2	101	113
Sign. bearbetning	*	
Sign. intensitet	**	
Sign. samspel	**	



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

Åsa Myrbeck

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 3-5 % -enheter större 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 vårstråsäd 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 2016 var grödan vårkorn och skördarna var låga i hela försöket, ca 2000 kg/ha. Effekten av myllning varierade mellan de olika bearbetningsmetoderna. I plöjda led gav myllningen en skördeökning på 6 %, medan icke-plöjda led där gödningen myllats ned hade 13 % lägre skörd än icke-plöjda led där gödningen spridits på ytan. Generellt gav plöjda led högst skördar detta år. Genomsnittet över försöksperioden visar ingen större skillnad mellan ytligt spriden gödsel och radmyllning i plöjda led, en 12 % högre skörd i radmyllade led vid plöjning vissa år och en 5 % lägre skörd i radmyllade led vid plöjningsfritt. Försöket finansieras med medel för långliggande försök.

Tabell 3. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, gödslat på ytan=100) i försök 235/76 på Röbbäcksdalen 1976-2016. Jordart, nmh l mo.

År	1976-2016	2016
Gröda år 2016: Vårkorn		
Plöjn. varje år, gödslat på ytan	100	1960=100
Plöjn. varje år, myllad gödsel	99	106
Plöjn. vissa år, gödslat på ytan	91	93
Plöjn. vissa år, myllad gödsel	103	93
Aldrig plöjning, gödslat på ytan	101	92
Aldrig plöjning, myllad gödsel	96	79
Plöjning varje år	100	100
Plöjning vissa år	96	90
Aldrig plöjning	90	83
Signifikans		n.s
Gödslat på ytan	100	100
Myllad gödsel	109	97
Signifikans		n.s.

Olika bearbetningssystem-halmbehandling

Elsa Lagerkvist, Åsa Myrbeck

En av pløjningens viktigaste uppgifter är att mylla skörderester. Vid enbart yttlig bearbetning blir oftast mängden skörderester i ytskiktet alltför stor för att störningsfri såbäddsberedning och sådd skall vara möjlig. Om halmen bärgades borde därför resultatet med pløjningsfri 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 + pløjning varje år, halmen bortförd.

A2 = Stubbearbetning + pløjning varje år, halmen hackad

B1 = Stubbearbetning + pløjning vissa år, halmen bortförd

B2 = Stubbearbetning + pløjning vissa år, halmen hackad

C1 = Stubbearbetning + ingen pløjning, halmen bortförd

C2 = Stubbearbetning + ingen pløjning, halmen hackad

Pløjning vissa år har i denna serie utförts i genomsnitt vart åttonde år. Samtliga led har haft kort halmstubb. Växtföljderna på försöksplatserna har varit stråsädesdominerade med oljeväxter som omväxlingsgrödor.

Resultat

Resultaten sammanfattas i tabell 4. På Rudsberg och Knistad har pløjningsfri odling

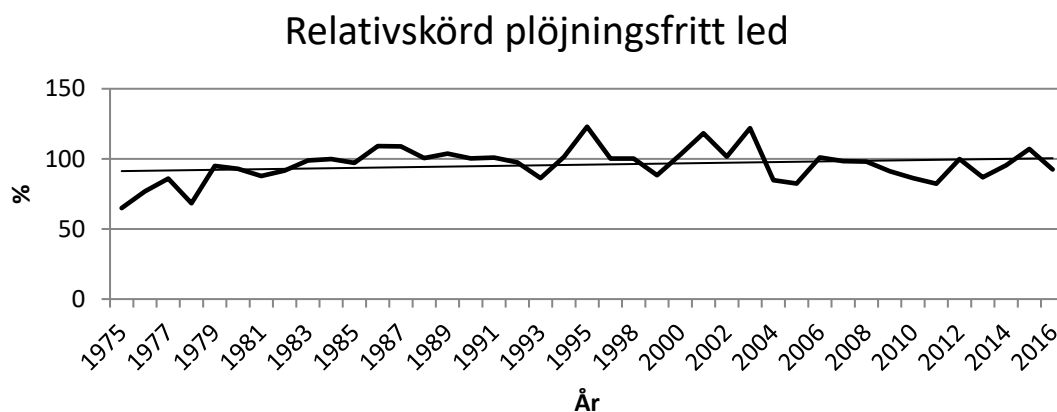
gett skördeökningar på 6-10 %, reducerad bearbetning med pløjning vissa år har även de gett skördeökningar jämfört med pløjning men inte lika stora. På Bjällösa och Lanna har den reducerade bearbetningen inte gått lika bra, med skördesänkningar på 1-13% respektive 1-3%. På Rudsberg och Bjällösa har skördarna gynnats av att halmen fördes bort, vilket inte kunde observeras på Knistad eller Lanna.

En i många sammanhang återkommande fråga är om resultatet med pløjningsfri 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 pløjningsfri odling bäst genomförs och likaså en genom åren förbättrad redskapstillgång. År 2016 var skörden högst i plöjda led där halmen lämnats kvar, följt av led som plöjts vissa år med halmen bortförd (tabell 4). De två åren dessförinnan har led med pløjning vissa år där halmen förts bort givit de högsta skördarna. Försöket på Lanna finansieras med medel för långliggande försök.



Tabell 4. Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning, halm bortförd = 100) i försöksserie R2-4010 1974-2016

Försök nr	86/75	201/77	3/75	381/74	381/74 2016
Län/plats	S	R	E	La	
Jordart	mmh	mmh	mmh	mmh	
Gröda					h-raps
Förfrukt					malkorn
	mo LL	ML	mo LL	SL	kg/ha
Antal försöksår	11	7	8	42	
Plöjt varje år, halm bortförd	100	100	100	100	3265
Plöjt varje år, halm hackad	99	104	97	101	106
Plöjt vissa år, halm bortförd	105	107	99	100	103
Plöjt vissa år, halm hackad	103	107	96	99	98
Aldrig plöjt, halm bortförd	110	109	94	96	100
Aldrig plöjt, halm hackad	106	109	87	97	90
Plöjning varje år	100	100	100	100	100
Plöjning vissa år	105	105	99	99	95
Aldrig plöjning	109	107	92	96	92
Halmen bortförd	100	100	100	100	100
Halmen hackad	98	101	95	100	96
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

Åsa Myrbeck 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. Medelvärdet 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 relativtal (plöjning varje år=100) i serie R2-4014 1977-2016

Försök nr	Län/plats	Jordart	Gröda	Förf.	Plöjn. varje år	Plöjn. vissa år	Aldrig plöjn.	Sign.
188/76								
2016	St	Kärrtorv	vårvete	v-korn	6120	100	94	*
1977-2016					100	102	101	

Direktsådd

Elsa Lagerkvist, Åsa Myrbeck

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

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

Resultat

Generellt kan sägas att plöjning har gett högre skördar än de reducerade bearbetningssystemen (figur 2). I de direktsådda leden har skördetrenden varit negativ, medan den i de stubbearbetade leden varit positiv, och de senaste åren har medelskörden efter stubbearbetning varit högre än i plöjda led. Att plöja vissa år i system där annars direktsådd och plöjningsfri odling tillämpas har inte resulterat i höjda skördar.

Jämfört med plöjda led har relativskörden för båda bearbetningssystemen med reducerad bearbetning (direktsådd och plöjningsfri odling) varit 5-6% högre för vårsådda grödor än för höstsådda (figur 3). I vårsådda grödor har stubbearbetning gett en högre relativskörd än plöjning. Direktsådden visar skördesänkningar på 12 och 18 % i vårsådda respektive höstsådda grödor.

För höstvetete verkar förfrukten ha en viss inverkan på hur de reducerade bearbetningssystemen stått sig i jämförelse med konventionell plöjning (figur 4). Med vårraps som förfrukt har relativskörden för höstvetete varit 8-28% högre än med både havre och höstvetete för båda typerna av

reducerad bearbetning (direktsådd och stubbearbetning). Efter vårraps har skörden i genomsnitt varit högre i stubbearbetade led än i leden som plöjts. För de direktsådda leden har höstveteskördarna efter vårraps dock varit 5-17% lägre än för de plöjda. Störst har skördesänkning i de reducerade systemen blivit vid odling av höstvetete efter höstvetete, 19-26%. I direktsådda led har havre varit likvärdig med höstvetete som förfrukt medan den i stubbearbetade led gett 13% högre skörd. De stubbearbetade leden har gett 6-13% lägre skörd för havre än de plöjda leden.

Avkastningsskillnaden mellan bearbetningssystemen varierar något mellan de olika grödorna (figur 5). Höstvetete och havre visade störst skördesänkning när direktsådd tillämpades, medan vårraps och korn stod sig bättre. Med stubbearbetning gav havre, vårraps och korn höga relativskördar, speciellt de led som aldrig plöjts visade skördar i nivå med eller över de för plöjda led. Antalet år som grödorna odlats skiljer sig något.

De två systemen med reducerad jordbearbetning visar betydligt större årsvariationer vad gäller skörd än det plöjda systemet. Växtrester i ytan och konkurrens med ogräs har vissa år försvårat etableringen av grödan speciellt vid direktsådd. Avsaknaden av en såbädd i de reducerade systemen har vissa år säkerligen också bidragit till en otillfredsställande fuktsituation för fröna. Effekter på sjukdomstrycket har inte studerats i detta försök.

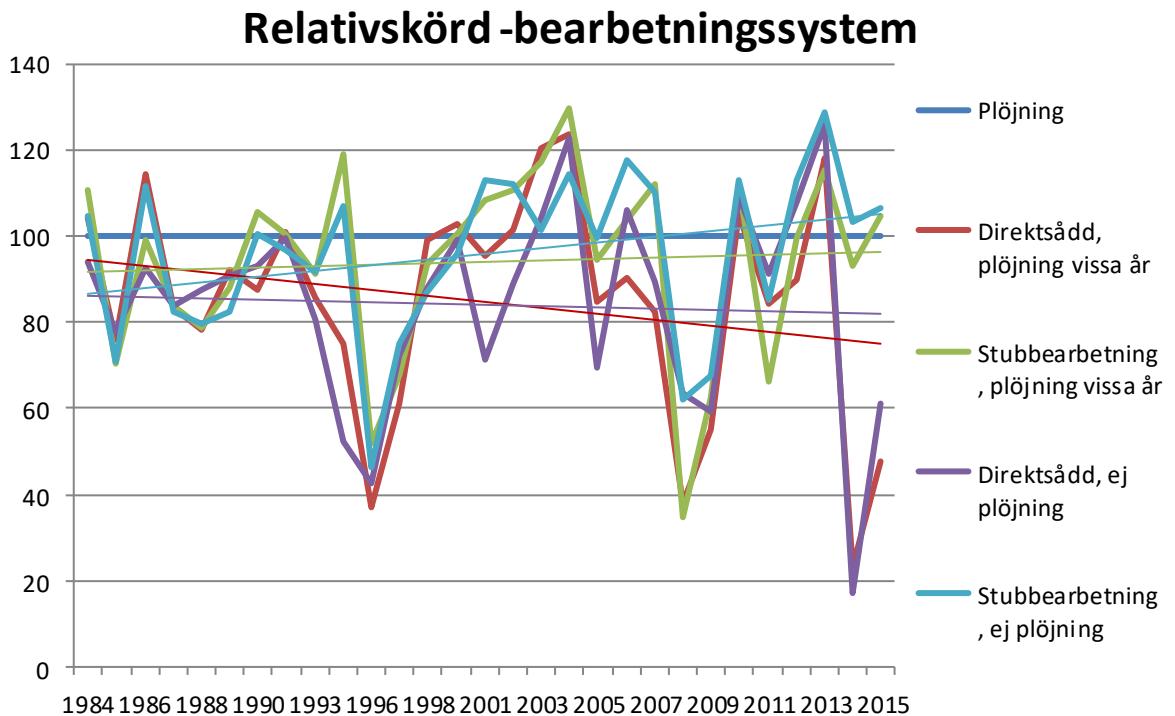
Resultaten från detta försök visar att reducerad bearbetning fungerat bättre för vårsådda grödor än för höstsådda, framförallt om stubben bearbetats (figur 3

och 4). Liknande resultat har visats i tidigare studier som genomförts av SLUs grupp för markmekanik och jordbearbetning. I en annan av våra tidigare studier har förfrukten visat sig ha stor betydelse för höstvetets skördeformåga vid reducerad bearbetning. I försöket som presenteras här var den genomsnittliga relativskörden i de reducerat bearbetade leden 8-28% högre med vårraps som förfrukt, än med både havre och höstvete.

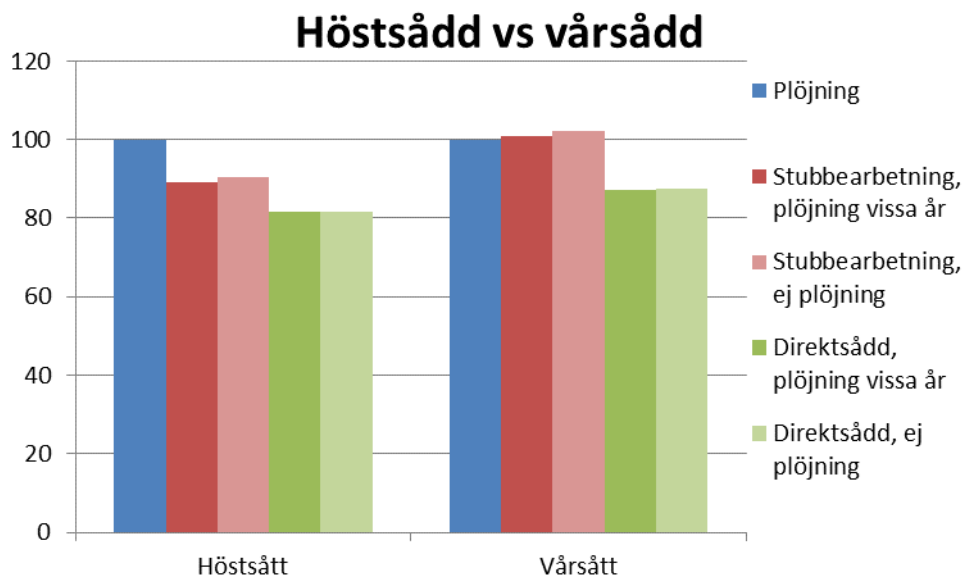
Generellt kan sägas att det långliggande försöket på Lanna har påvisat en en stabilare skörd för plöjda led, medan de direktsådda leden ger en mer varierande skörd, som kan bli betydligt högre eller

lägre än den i plöjda led. Metoderna för direktsådd skulle behöva förbättras för att bättre kunna hantera årsvariationer. Strikt direktsådda led har visat en negativ skördetrend, medan led som stubbearbetats haft en skördeökning över åren. Ogräset verkar vara orsaken till de lägre skördarna, och ogräsbekämpning eller träda har gett positiva utslag på skörden som då blivit högre än för de plöjda leden.

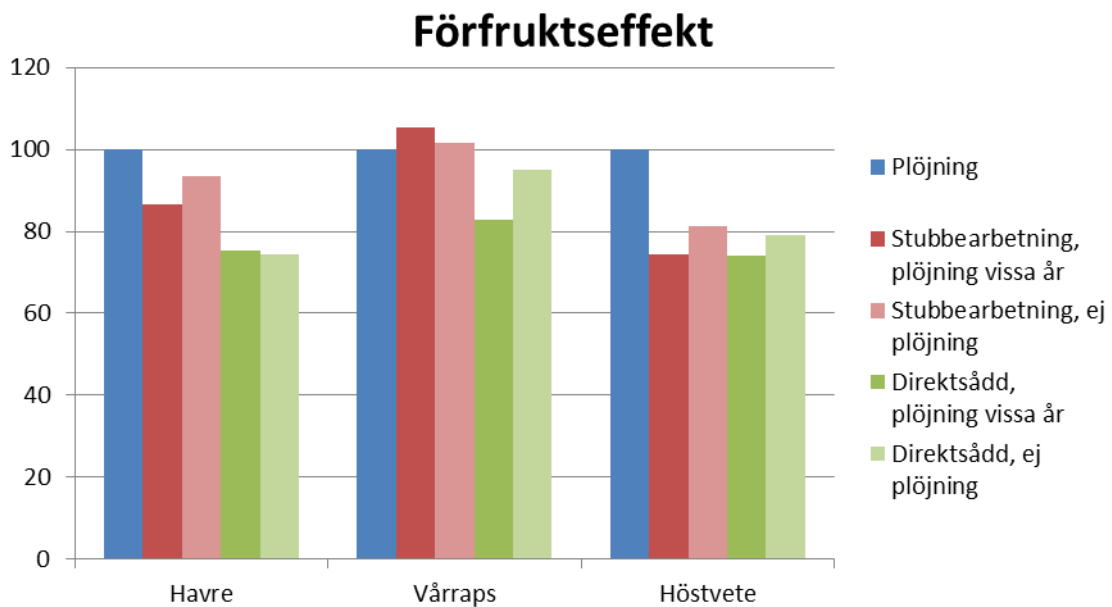
Kontaktperson är Åsa Myrbeck, asa.myrbeck@slu.se och Ararso Etana, ararso.etana@slu.se



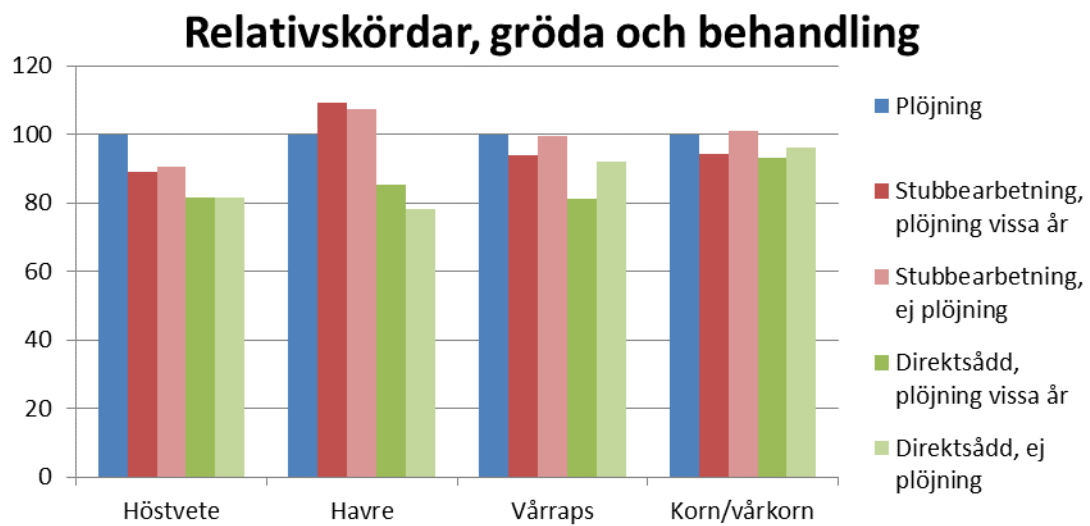
Figur 2. Relativskörd för de olika bearbetningssystemen, med konventionell bearbetning (A) satt som referensvärde (100%). Trendlinjer för varje behandling visar den generella skördeförändringen över tid.



Figur 3. Relativskörd för de fem olika bearbetningssystemen grupperade efter om grödan varit höstsådd eller vårsådd. Plöjning=100%.



Figur 4. Relativskörd för höstvet i de fem olika bearbetningssystemen grupperade efter förfrukt. Plöjning=100%.



Figur 5. Relativskördar för de tre främst förekommande grödorna under försöksperioden. Plöjning=100%. Antal år med respektive gröda: höstvete; n=14, havre; n=6, vårraps; n=3, korn/vårkorn; n=5.

Bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling

Åsa Myrbeck

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 gett något högre skörd än en grundare bearbetning i ett av försöken, medan resultaten varit omvänt i det andra försöket. Hösten 2015 plöjdes hela försöket upp inför nedläggning och 2016 års resultat är därför en form av efterverkansstudie

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** har man i drygt 20 år studerat effekter av olika bearbetningsdjup vid plöjningsfri odling. Försöksplanen har sett ut så här:

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, Hösten 2015 plöjdes samtliga led.

Resultat

Skörd under efterverkansåret 2016 visas i tabell 7. Reducerad bearbetning gav högst skördar även om det inte var några signifikanta skillnader mellan leden. En tendens alltså till bra odlingsförutsättningar efter plöjning av en tidigare under många år oplöjd mark. Medelskörd under perioden 1991-2015 visas i tabell 8. I försök 517/91 höjde plöjning generellt skörden medan skillnaderna mellan behandlingarna i försök 618/95 var små.

Kontaktperson är Åsa Myrbeck, Asa.Myrbeck@slu.se och Ararso Etana, Ararso.etana@slu.se

Tabell 7 Skörd, kg/ha och relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 2016

Försök nr	517/91	618/95	Medel 2016
Län, plats	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh ML	
Gröda	Höstvete	Höstvete	
A=Plöjning	3720	6130	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	101	101	101
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	102	103	103
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	106	102	104
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	107	107	107
Signifikans	n.s.	n.s.	

Tabell 8. Skörd, relativtal (plöjning=100) i försöksserie R2-4027 1992-2015

Försök nr	517/91	618/95	Medel
Län, plats	Ultuna	Ultuna	
Jordart	mmh ML	mmh ML	
A=Plöjning	100	100	100
B=Kultivator till 10 cm, 2-3 ggr	89	99	94
C=Kultivator till 15 cm, 2-3 ggr	93	99	96
D=Kultivator till 20 cm, 2-3 ggr	95	98	97
E=Tallriksredskap 2-3 ggr	90	102	96

Jordbearbetningstidpunkt på hösten – inverkan på skörd, markstruktur och kväve mineralisering

Elsa Lagerkvist, Åsa Myrbeck

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 har i medeltal för samtliga år gett klart sänkt skörd.

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, kväve mineralisering 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 2016 och för samtliga år redovisas i tabell 9. Sett över samtliga år har den tidigaste bearbetningen gett 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 skördesänkningen av sen bearbetning har varit likvärdig i plöjda och stubbearbetade led. Eftersom försöket på Ultuna är fastliggande finns antagligen också en ackumulerad effekt av bearbetningstidpunkten på markstrukturen. 2016 resulterade reducerad bearbetning i en signifikant skördesänkning.

Kontaktperson är Åsa Myrbeck,
Asa.Myrbeck@slu.se och Ararso Etana,
ararso.etana@slu.se

Tabell 9. Skörd i försöksserie R2-4111, ett försök på Ultuna, 2000-2016. 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	2015	2016	Medel
Gröda	Havre	Korn	Havre	Havre	Korn	Havre	Havre	V-vete	Havre	Havre	Havre	Korn	Korn	Havre	Korn	Korn	Korn	
Tidig plöjning=100	5140	4390	5560	5520	4440	5430	2320	5860	4870	4960	3620	4060	5080	2240	5200	5100	4800	100
Normal plöjning	100	95	99	99	93	96	91	97	98	97	81	102	101	93	86	97	99	96
Sen plöjning	100	94	99	99	93	95	92	95	96	96	73	84	100	84	83	97	101	93
Tidig kultivering	104	99	105	99	107	96	92	97	95	104	105	109	90	126	96	97	91	101
Normal kultivering	103	91	102	96	99	95	93	96	87	101	91	112	94	109	99	103	97	98
Sen kultivering	103	87	92	95	100	94	92	92	87	95	85	96	95	103	107	100	90	94
Plöjning	100b	100	100	100	100	100	100	100	100a	100	100b	100b	100a	100b	100b	100	100a	100
Kultivering	104a	96	100	97	107	98	98	98	92b	103	110a	111a	93b	122a	108a	102	93b	102
Tidig	100	100a	100a	100	100	100a	100	100	100	100	100a	100a	100b	100a	100a	100	100	100
Normal	100	93b	98a	98	93	97b	96	98	95	97	84b	102a	103a	90b	95b	102	103	97
Sen	100	91b	93b	98	93	97b	95	94	94	94	77c	86b	103a	83b	92b	100	100	93

Ekoskär och kalk

Elsa Lagerkvist och Thomas Keller

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. I vissa försöksled har kalk spridits en gång innan plöjningen på hösten 2000, antingen i fåran eller på ytan. Detta har i genomsnitt gett 5-6% högre skörd jämfört med kontrollleden, oavsett om kalk spridits på ytan eller i fåran. Kalk på ytan och i fåran har gett 13% högre skörd sett över alla år. Däremot har luckring med Ekoskär under försöksåren 1-3 inte gett någon mätbar skördeeffekt.

Hösten 2000 lades två försök ut i serie **R2-4124** (R2-4124A och R2-4124B) 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. Pløj. m. Ekoskär år 1
- C. Pløj. m. Ekoskär år 1 och 2
- D. Pløj. m. Ekoskär år 1, 2 och 3
- E. Pløj. m. Ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1
- F. Pløj. + kalk i fåran år 1

(År 1 = 2000, år 2 = 2001, år 3 = 2002; första skördeåret = 2001)

Luckringen genomfördes i samband med plöjningen med hjälp av ett så kallat ekoskär från Kverneland, se figur 6.



Figur 6. 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 plogfåroras botten. Kalkgivan var i dessa led cirka 4,4 ton/ha.

I R2-4124A-försöket spreds släckt kalk över hela markytan före plöjning hösten 2000 vilket inte skedde i R2-4124B-försöket. Kalkgivan var då cirka 4 ton/ha.

Sedan de inledande åren (år 1, 2 och 3) bearbetas nu alla leden på samma sätt med konventionell bearbetning (dvs plöjning till ca 20 cm) och sådd.

Resultat och diskussion

Skörderesultaten redovisas i tabell 10 och figur 7. Skördarna år 2016 var generellt lägre än tidigare år, Figur 7 visar detta för fyra av försöksleden. Det är framförallt skördarna i led som plöjts med ekoskär och fått kalk i fåran (E1 och E2) som visat en betydligt lägre skörd än vad de tenderat till att avkasta tidigare år. Den genomsnittliga skördeskillnaden mellan att ha spridit kalk på

ythan hösten 2000 (R2-4124A) eller inte (R2-4124B) ligger dock kvar på ungefär 300 kg per hektar (tabell 10).

De två mest framträdande åtgärderna har varit ytlig kalkning år 1 och plöjning med ekoskär + kalk i fåran år 1. Kalkning med släckt kalk på ytan har höjt skördarna i alla led med 4-7 % (figur 8). Borträknat effekten av släckt kalk på ytan har plöjning med ekoskåret år 1 + kalk å fåran år 1 gett högst relativskörd (figur 9). När effekten av släckt kalk är borta blir det även tydligt att skademönstret för behandling A-F är det samma oavsett om ytan kalkats eller inte (figur 9). Enbart plöjning med ekoskär visar inte på någon tydlig positiv effekt, utan tyder snarare på en negativ effekt. Att stabilisera plöjningen med kalk har också

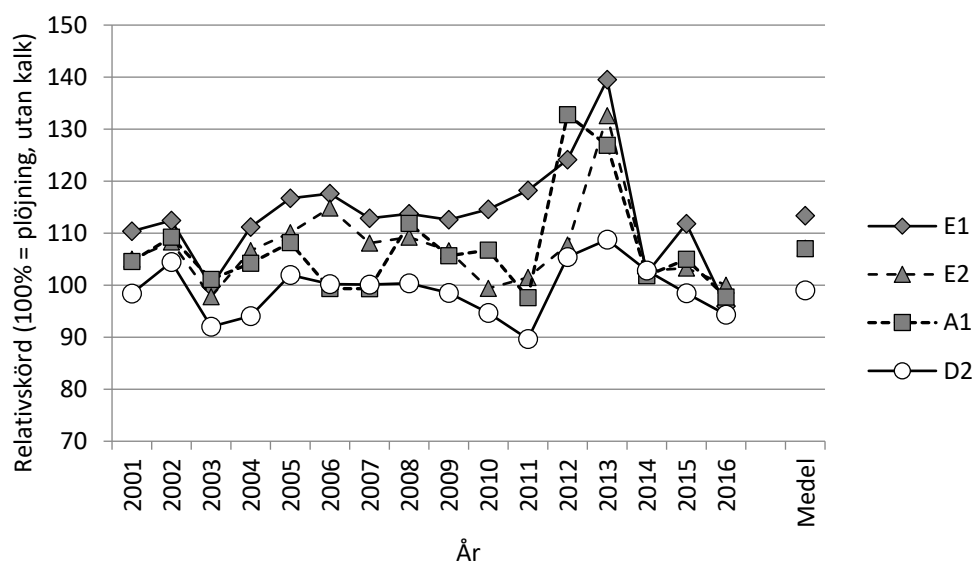
visat på en positiv trend (figur 9). Detta tyder på att skördeeffekten är en effekt av kalk, inte en effekt av mekanisk alvluckring. Skördeeffekterna har också kvarstått efter ca 15 år. De tre senaste årens lägre skördar kan vara en tillfällighet, men skulle också kunna vara en början på en avtagande effekt av kalkningen. (figur 7).

Den högre skörden i led med kalk är förmodligen ett resultat av förbättrad markstruktur, dvs. ökad porositet med förbättrad dränering/luftning av marken och hålligheter som gynnar rotutvecklingen.

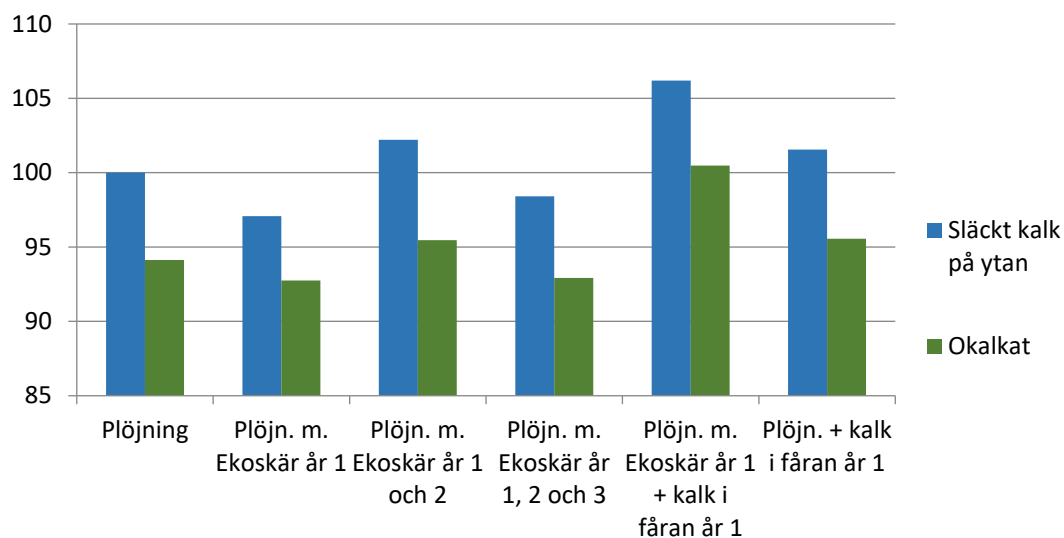
Kontaktpersoner är Thomas Keller, thomas.keller@slu.se.

Tabell 10. Medelskörd 2001-2016 för försök R2-4124A (med kalk på ytan hösten 2000) och för R2-4124B (utan kalk på ytan hösten 2000).

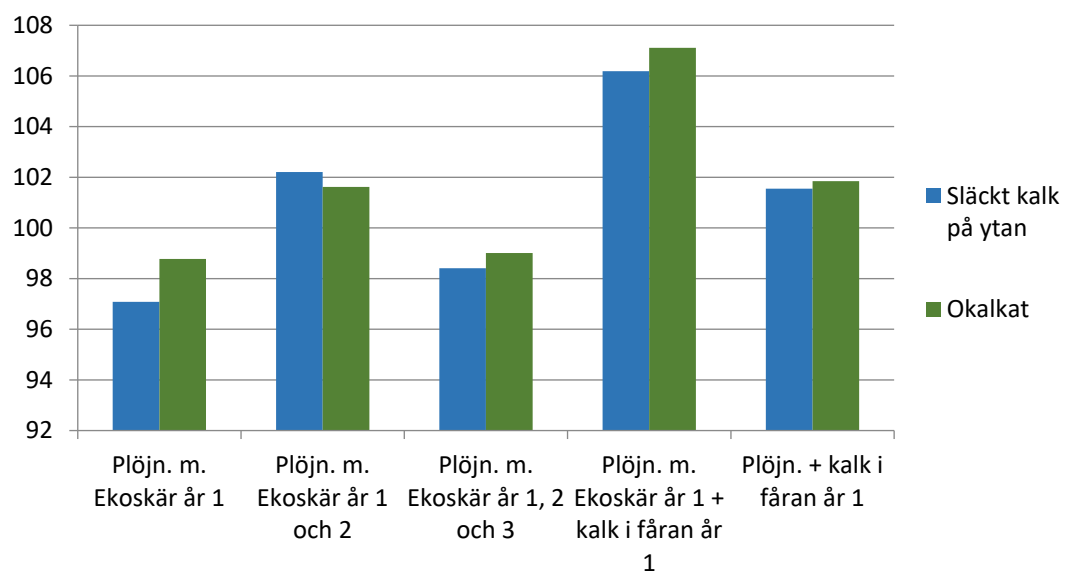
	Medelskörd [kg/ha]			
	R2-4124 A 2001-2016	2016	R2-4124 B 2001-2016	2016
A. Plöjning	5386	4993	5093	5110
B. Plöjn. M. ekoskär år 1	5226	4177	5027	5070
C. Plöjn. M. ekoskär år 1 och 2	5484	4620	5161	4817
D. Plöjn. M. ekoskär år 1, 2 och 3	5305	4577	5037	4820
E. Plöjn m. ekoskär år 1 + kalk i fåran år 1	5707	4903	5436	5110
F. Plöjn. + kalk i fåran år 1	5467	4703	5172	4637
Medel	5429		5154	



Figur 7. Relativskörd med kalk i fåran och kalk på ytan år 1 (gråa romber), med kalk i fåran år 1 (gråa trianglar), med kalk på ytan år 1 (gråa kvadrater) och med Ekoskär år 1-3 utan kalk (vita cirklar) i förhållande till skörden utan kalk och utan Ekoskär.



Figur 8. Relativskörd för de olika behandlingarna. A1 (plöjning + släckt kalk på ytan år 1) = 100. Värdena är medelvärden för försöksperioden 2001-2016.



Figur 9. Relativskörd för de olika behandlingarna. A1 och A2 (plöjning + släckt kalk på ytan år 1, respektive plöjning utan kalk på ytan) = 100. Värdena är medelvärden för försöksperioden 2001-2016.

Carrier på hösten eller våren?

Åsa Myrbeck, 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.

Resultat och slutsats

Skörderesultaten från försöken redovisas i tabell 11 och figur 10. Under 2016 var det inga signifikanta skördeskillnader i försöket. Bearbetning med Carrier på våren har annars gett en något högre avkastning än plöjning till stråsäd. Till oljeväxter har 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 Åsa Myrbeck,
Asa.Myrbeck@slu.se och Ararso Etana
ararso.etana@slu.se

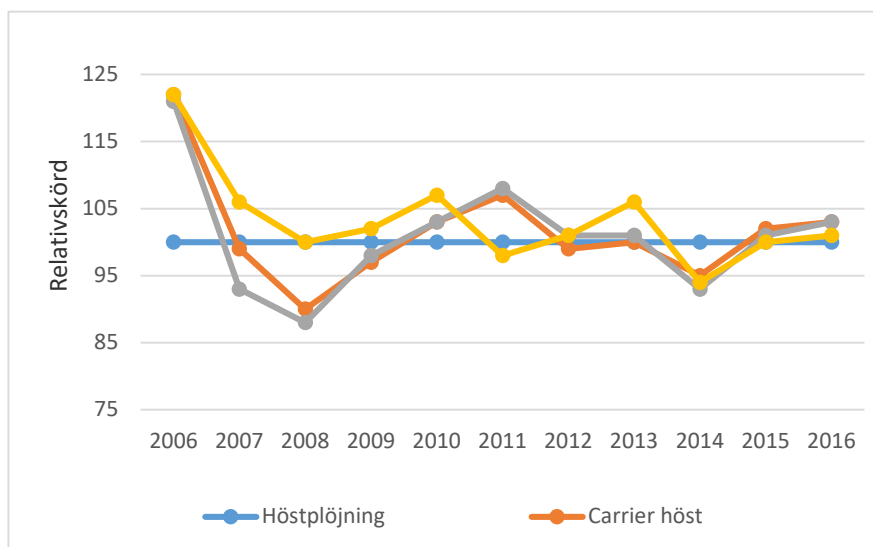
De led som ingår i försöket är:

- 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.

Tabell 11. Medelskörd, kg/ha och relativtal i försöksserie R2-4136 år 2016 och i medeltal 2006-2016

Gröda	Alla grödor	Medel 2006-2016		Skörd 2016
		Stråsäd (8 år)	Oljeväxter (2 år)	Vårkorn
A. Höstplöjning	5099=100	5749=100	2180=100	7453=100
B. Carrier 2-3 ggr på hösten	102	99	115	103
C. Carrier 1 g höst + 1 g vår	101	98	115	103
D. Carrier 2-3 ggr på våren	103	102	110	101



Figur 10. Relativskörd för olika Carrierbehandlingar i försök R2-4136. Höstplöjning=100. Våroljeväxter odlades år 2006 och 2011, i övrigt stråsäd.

Optimering av reducerad bearbetning Högre skördar till lägre kostnad

Elsa Lagerkvist

Att kunna 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. Sedan 2014 finns 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 (2007-2015), Klostergården, Vreta-kloster (2007-2012) och Brunnby, Västerås (2008-2013).

De första jordbearbetningsåtgärderna utfördes i september 2006. De två olika växtföljderna (tabell 12-13) genomgår samma jordbearbetningsåtgärder (tabell 14). 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 redo-

visning av alla resultat, se tidigare års-rapporter.

Tabell 12. 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	Årt	Vårkorn
2009	Höstvete	Höstvete
2010	Våroljeväxter	Korn/havre
2011	Höstvete	Höstvete
2012	Höstvete	Höstvete
2013	Höstvete	Höstvete

¹ År 2006 endast förfrukt.

2014 påbörjades en ny växtföljd på försöket på Säby (tabell 13). 2013 odlades höstveten i bägge växtföljderna, detta för att kunna jämföras med försöket på Brunnby.

Tabell 13. Två olika växtföljder som tillämpas i försöksserie R2-4140 på Säby

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

Tabell 14. 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 2016 pågick endast försöket på Säby.

Resultat

Skörd från Säby för år 2016 redovisas i tabell 15. Detta år odlades ärt och vårkorn i den goda respektive den ensidiga växtföljden. Skördarna har därför jämförts inom respektive växtföljd.

Reducerat bearbetade led har gett högre skördar än plöjda detta år, både i led med god och ensidig växtföljd (tabell 15). Även medelvärdet för försöksperioden visar på detta (tabell 15). Detta år har framförallt yttlig kultivering gått bra, med 11 % skördeökning för båda växtföljderna, jämfört med plöjning i respektive växtföljd, följt av djupkultivering och Carrier. Direktsådd gav något lägre skörd än plöjning, speciellt för ärt, men i genomsnitt har skördarna i direktsådda led legat nära plöjda för båda växtföljderna (tabell 15). Det torra vädret detta år kan vara en förklaring till att reducerad bearbetning gått så pass bra i år.

Skörd från samtliga platser och år redovisas i tabell 16, 17 och 18. Till skillnad från försöket på Säby som gett högre skördar i reducerat bearbetade led har dessa inte

avkastat lika bra på de andra försöksplatserna. På Klostergården mar medelskördarna för reducerad bearbetning utan plöjning legat på 75-94 % av skördarna i plöjda led. Grund plöjning har dock i medel gett 2 % högre skörd (tabell 17). Vid den ensidiga växtföljden däremot har reducerad bearbetning, i alla led utom direktsådd, gett en skördeökning på 1-5 % i medel. Yttlig bearbetning har gett de största skördeökningarna (tabell 17). På Brunnby har både den goda och den ensidiga växtföljden i medel gett lägre skördar i alla reducerat bearbetade led utom grund plöjning i god växtföljd som i medel gett en ökning på 1 %. I god växtföljd har reducerad bearbetning utan plöjning gett 77-95 % av skördarna i plöjda led. Direktsådd är den typ av reducerad bearbetning som gett lägst skörd i alla försök, förutom i ensidig växtföljd på Säby, där djup kultivering i medel gett lägst skörd (tabell 15). I den goda växtföljden har grödor som ärt och oljevaxter inte visat en trend för att ge lägre skördar i reducerat bearbetade led jämfört med plöjning än vad spannmålsgrödan i den ensidiga växtföljden gjort (tabell 16, 17, 18). 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.

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 Åsa Myrbeck,
Asa.Myrbeck@slu.se och Ararso Etana,
ararso.etana@slu.se

Tabell 15. Kärnskörda (kg ha⁻¹) i försöksserie R2-4140 på Säby år 2016, och medelvärde för hela försöksperioden 2007-2016. A1=100, B1=100

Bra växtföljd		Ärt	2016	2007-2016
A1	Plöjning (23 cm)	5000	100	100
A2	Grund plöjning (12 cm)	5100	102	100
A3	Kultivator (10-12 cm)	5600	111	105
A4	Djupkultivator (styv pinne, 20 cm)	5300	105	97
A5	Carrier (5-7 cm)	5200	105	101
A6	Direktsådd	4200	84	100
Ensidig växtföljd		Vårkorn		
B1	Plöjning (23 cm)	6300	100	100
B2	Grund plöjning (12 cm)	6600	105	101
B3	Kultivator (10-12 cm)	7000	111	108
B4	Djupkultivator (styv pinne, 20 cm)	6800	108	105
B5	Carrier (5-7 cm)	6830	108	105
B6	Direktsådd	6200	98	97

Tabell 16. Skörd (kg/ha) under alla tidigare år på Säby. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

År	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		2015		2016	
Växtföljd	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Bearbetning/Gröda	hvete	hvete	ärt	korn	hvete	hvete	voljev	korn	hvete	hvete	hvete	hvete	hvete	hvete	voljev	korn	hvete	hvete	ärt	korn
Plöjning (23 cm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	*	100	100	100	100	100
Grund plöjning (12 cm)	100	99	97	106	97	97	118	105	81	85	105	98	98	100	*	117	100	103	102	105
Kultivator (10-12 cm)	101	97	101	112	103	100	111	111	87	92	108	110	123	125	*	120	102	101	111	111
Djupkult. (20 cm)	100	101	102	110	97	100	96	111	83	85	110	105	82	111	*	117	101	98	105	108
Carrier (5-7 cm)	101	97	95	114	101	94	100	117	74	83	110	112	120	108	*	114	101	100	105	108
Direktsådd	102	104	47	61	90	71	107	112	112	80	101	100	164	124	*	123	92	96	84	98

*utgått p.g.a. mycket ojämn uppkomst (angrepp av rapsbaggar)

Tabell 17. Skörd (kg/ha) under alla år på Klostergården. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

År	2007		2008		2009		2010		2011		2012		Medel	
Växtföljd	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Bearbetning/Gröda	hvete	hvete	ärt	korn	hvete	hvete	voljev	korn	hvete	hvete	hvete	hvete		
Plöjning (23 cm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Grund plöjning (12 cm)	96	101	134	105	100	108	81	98	100	111	99	99	102	104
Kultivator (10-12 cm)	90	99	107	104	98	113	71	97	94	109	100	101	94	104
Djupkult. (20 cm)	93	95	115	108	103	82	53	98	90	119	100	101	92	101
Carrier (5-7 cm)	87	98	89	108	89	119	74	97	80	111	106	99	88	105
Direktsådd	89	107	*	80	79	107	23	81	89	117	94	72	75	94

*utgått p.g.a. missväxt

Tabell 18. Skörd (kg/ha) under alla år på Brunnby. A=bra växtföljd, B=ensidig växtföljd

År	2008		2009		2010		2011		2012		2013		Medel	
Växtföljd	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Bearbetning/Gröda	hvete	hvete	ärt	korn	hvete	hvete	voljev	korn	vvete	vvete	vvete	vvete		
Plöjning (23 cm)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Grund plöjning (12 cm)	106	101	76	76	102	100	123	98	108	89	90	84	101	92
Kultivator (10-12 cm)	96	97	57	56	96	86	122	104	68	77	92	97	89	86
Djupkultivator (20 cm)	98	99	60	57	99	95	129	107	94	92	88	95	95	91
Carrier (5-7 cm)	93	95	65	61	94	96	104	113	67	62	91	106	86	89
Direktsådd	96	85	54	50	52	50	146	99	42	32	73	88	77	67

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

Skördegap i höstvete

Åsa Myrbeck, Lena Engström, Bo Stenberg, SLU

Vad är orsaken till stagnerade höstveteskördar? Sedan 1990 ligger snittskördarna still på ca 6 ton per hektar. Hösten 2015 startades fyra försök placerade från Uppsala i norr till Skåne i söder för att bland annat ta reda på vad den potentiella skörden under olika klimat- och jordartsförhållanden är och hitta orsaken till varför denna inte i högre utsträckning nås.

Veteskördarna i Sverige, liksom i övriga Europa, stagnerar och skördegapet (skillnaden mellan potentiell och verklig skörd) behöver minska om produktionen ska kunna höjas. Det övergripande målet med detta projekt är att anpassa insatserna i höstveteodlingen efter den potentiella skörden, som bestäms av lokala väder- och jordförhållanden. Förhoppningsvis kan man då öka skörden i områden med hög potential och minska miljöpåverkan i områden med låg potential. Projektet baseras på fältförsök och grödmodellering. Modelleringen syftar till att extrapolera observerade värden på potentiell skörd och verklig skörd från fältförsöken till andra väder- och markförhållanden.

Material och metoder

Fältförsök

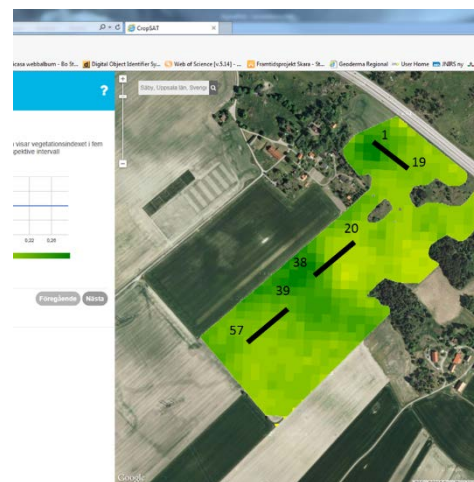
Försök planeras att utföras under tre år på fyra platser (Uppland, Östergötland, Västergötland och Skåne).

De fyra höstveteförsöken har alla samma upplägg. Tre block placeras inom ett fält på platser med så olika förutsättningar som möjligt (valda utifrån tidigare års skördekartor) för att representera olika jordarter under ett och samma klimat (figur 11). Behandlingarna består i olika intensitet i tillförseln av insatsmedel såsom mineralkväve, fosfor, kalium, mikronäringsämnen och bekämpningsmedel. Även bevattning ingår

som en behandling. Försöket har ett lite speciellt upplägg och vissa huvudbehandlingar har tre upprepningar inom varje block. Försöksleden presenteras i tabell 20.

Mätningar

Grödans tillväxt och upptag av kväve följs under sommaren bland annat genom grödklippningar och mätningar med N-sensor. Markvattenhalten ner till 1m djup mäts varannan vecka.



Figur 11. Försöket på Säby i Uppsala 2015 med blockens placering på fältet och rutnummer (kartbild från CropSAT).



Ett "Max-led" med extra kvävegödsling och svampbehandling omgivet av två rutor som inte har fått något kväve och enbart normal svampbehandling. Hyttringe gård i Östergötland.

Resultat

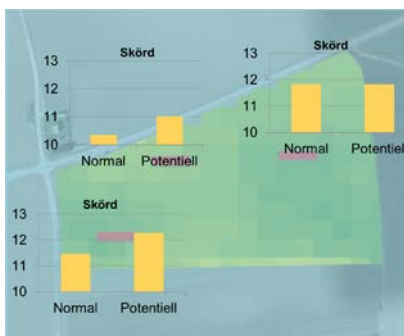
Här redovisas resultat från försöken i Uppland och Östergötland de två första åren. Skörden visas i tabell 19. Normalgivan av kväve gav bra bra utslag förutom i Uppland 2016 där försöket låg på ett fält med hög mineraliseringspotential. Däremot var effekten av en ytterligare kvävegiva "maxgiva" relativt liten. Bevattningen tycks ha haft en mycket marginell positiv effekt. För att utifrån ett "normalfall", här representerat av led 1Aa (normalgiva N, normalgiva PK + mikro och normalt växtskydd) närma sig den potentiella skörden dessa år insatsen extra växtskydd som var mest betydelsefull.

Gapet mellan skörden i normalledet och maxskörden varierade de två första åren

mellan 0,6 ton (Östergötland 2015) och 5,5 ton (Östergötland 2016). Hur gapet varierade mellan de tre platserna på fältet i Östergötland 2016 visas i figur 12.

Projektet initierades av Bo Stenberg och Johan Arvidsson och i projektgruppen ingår Henrik Eckersten, Karin Blombäck, Anders Larsolle, Åsa Myrbeck och Lena Engström. Projektet ingår som ett av fem projekt i Formas, Mistras och Lantmännens gemensamma tematiska forskningsprogram för effektiva och hållbara produktionssystem inom vatten- och jordbruk, AquaAgri.se.

Kontaktperson är Åsa Myrbeck, 0708 685497.



Figur 12. Skördarnas och skördegapets variation mellan de tre platserna på försöksfältet i Östergötland 2015. Skördarna anges i ton. (Figur: Bo Stenberg)

Tabell 19. Behandlingar och skörd av höstveten (kg/ha) i försök R2-9400 i Uppland och Östergötland 2015 och 2016

Led	Behandling	Uppland 2015	Ö-götland 2015	Uppland 2016	Ö-götland 2016	Medel Rel.tal
0Aa	0 kg N, normal PKS mikro, växtskydd	5343	5963	7830	8073	100
1Aa	Normalgiva N, normal PKS mikro, växtskydd	9667	11220	9233	12257	156
1Aav	Normalgiva N, normal PKS mikro, växtskydd. Bevattn	9010	11680	9270	12300	155
1Ab	Normalgiva N, normal PKS mikro, maxbeh växtskydd	10470	11690	9760	13470	167
1Ba	Normalgiva N, max PKS mikro, normal växtskydd	10020	11200	9530	11690	156
1Bb	Normalgiva N, max PKS mikro, maxbeh växtskydd	10640	11620	9620	13500	167
2Aa	Maxgiva N totalt ca 300 kg N, normal PKS mikro, växtskydd	10720	11690	9220	12190	161
2Ab	Maxgiva N totalt ca 300 kg N, normal PKS mikro, maxbeh växtskydd	11010	11620	9680	13870	170
2Ba	Maxgiva N totalt ca 300 kg N, max PKS mikro, normal växtskydd	10150	11520	9550	11920	159
2Bb	Maxgiva N totalt ca 300 kg N, max PKS mikro, maxbeh växtskydd	10910	11700	9627	13713	169
2Bbv	Maxgiva N totalt ca 300 kg N, max PKS mikro, maxbeh växtskydd. Bevattn	10797	11857	10030	13527	170

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)
	Miljöövervakning - Markpackning	(2003)

Låga marktryck i odling med och utan plöjning

Thomas Keller

I tre fastliggande försök som 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 2015 och i medeltal visas i tabell 20 respektive 21.

Tabell 20. Skörd (kg/ha och relativtal) i försöksserie R2-7115 2016

Försök nr	641/97	642/97	643/97	Medel
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	2016
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Gröda	Korn	Korn	Korn	
Plöjning, normala marktryck	5130	6480	5770	100
Plöjning, låga marktryck	99	99	102	100
Ej plöjning, normala marktryck	97	98	106	100
Ej plöjning, låga marktryck	97	91	102	97
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	97	95	103	98
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	100	96	99	98

Tabell 21. Skörd (kg/ha och relativtal) i försöksserie R2-7115 1998-2015

Försök nr	641	642	643	Medel
Plats	Ultuna	Ultuna	Ultuna	
Jordart	nmh ML	nmh ML	mmh LL	
Försöksår	15	17	15	
Plöjning, normala marktryck	4330	4790	4280	4470
Plöjning, låga marktryck	107	100	100	104
Ej plöjning, normala marktryck	104	100	105	105
Ej plöjning, låga marktryck	107	100	104	105
Plöjning	100	100	100	100
Ej plöjning	102	100	104	102
Normala marktryck	100	100	100	100
Låga marktryck	105	100	99	101

Under 2016 odlades vårkorn i samtliga försök. Det var inga signifikanta skördeskillnader mellan plöjt och plöjningsfritt och inte heller mellan låga och normala ringtryck.

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. En förklaring kan vara att dubbelmontage givit en jämnare återpackning som varit mest positiv i det plöjda systemet.

Kontaktperson är Thomas Keller,
thomas.keller@slu.se.

Miljöövervakning – Markpackning

Elisabeth Bölenius, Ararso Etana

I Sverige har markpackningsfrågor studerats i över femtio år och i ett eventuellt kommande markdirektiv på Europainivå framhålls markpackning som ett mycket allvarligt hot markens långsiktiga produktionsförmåga. Sedan år 2003 inryms markpackningen i ett miljöövervakningsprogram vilket framöver kan komma att bli oerhört värdefullt oavsett markdirektivet. Programmet finansieras av Naturvårdsverket.

Mål och syfte

För en normal rotutveckling och ett bra utnyttjande av växtnäring fordras en bra struktur i alven. En svag rotutveckling ökar risken för näringsläckage. Strukturen har också stor betydelse för att dräneringen ska fungera. Förutom produktionsförmågan så påverkar en dålig dränering risken för förluster av kväve genom denitrifikation. Även avrinningen på ytan och genom jordprofilen påverkas av strukturen och därmed också risken för erosion och fosforförluster.

Syftet med detta delprogram inom miljöövervakningen är att inom de dominerande jordbruksområdena kvantifiera eventuella markfysikaliska förändringar i matjorden och alven. Packningsskador kan uppkomma i både matjord och alv. Resultatet sätts i relation till använda brukningsmetoder för att se om förändringar behöver vidtas för att uppnå det delmål som finns kring åkermarkens kvalitet i de nationella miljömålen. Ett gott strukturtillstånd i matjorden är central betydelse för hur en profil fungerar som växtplats. Det finns bl.a. ett samband mellan strukturstabilitet och risken för fosforförluster.

Variabler

De markfysikaliska parametrar som mäts i alven är markens torra skrymdensitet, porositet och mängden luftfyllda porer vid dräneringsjämvikt, markens penetrationsmotstånd och markens mättade vattenomsläpplighet.

Från och med 2008 görs även dessa mätningar i matjorden.

I matjorden bestäms även aggregatstabiliteten genom uppslamning av jordprover och turbiditetsmätning. Turbiditet plus fosforhalt mäts även i dräneringsvatten från små lysimetrar (20x20 cm) uttagna i fält med jord i naturlig lagring. Dessutom mäts matjordens P-Al-tal.

Från varje plats samlas också information in kring fältets brukningsåtgärder. Likaså görs en karakterisering av fälten med mekanisk analys (% ler, mjäla, mo, sand och mull).

Resultat

Programmet startade år 2003 och omfattar 30 stycken ”typfält”. Varje år undersöks fem fält så samtliga ”typfält” var undersökta en gång efter år 2008. Andra mätomgången startade 2009 och då genomfördes mätningar på de fem platser som var föremål för undersökningar år 2003 o.s.v. 2015 kommer tredje mätomgången startas. Resultaten kommer att bli mer och mer intressanta när fler fält undersökts upprepade gånger.

Vissa svårigheter finns att få tag i maskinuppgifter från de olika fälten. I dagsläget finns maskinuppgifter för 24 av de 30 fälten. Intresset för maskinuppgifterna finns framförallt när de olika fälten provtas vid andra omgången och framåt.

Första mätomgången:

Det som framförallt är notervärt för hela första mätomgången är de genomgående låga värdena på infiltrationen. Nästan 80 % av fälten har en mycket låg infiltrationshastighet och bara ett fält har hög infiltration.

Penetrationsmotståndet är generellt på en nivå som är lågt eller normalt. Endast fem fält har så pass högt penetrationsmotstånd från 30 cm och nedåt, att rotutvecklingen hämmas. De flesta fält följer en normal kurva med en förtätning direkt under sådjun, följt av ett luckrare parti ner till ca 20 – 25 cm där kompaktionen återigen ökar.

Andra mätomgången, fält 1 – 5:*Mättad vattengenomsläpplighet*

Den mättade vattengenomsläppligheten har ökat på alla fält. På två av fälten har ökningen dock varit mycket liten. På två av fälten har den ökat från mycket låg infiltration till låg infiltration och på ett fält har den ökat från hög till mycket hög infiltration under de gångna sex år.

Skrymdensitet

På fält nr 1 har skrymdensiteten ökat och på fält nr 3 har skrymdensiteten minskat något. På övriga tre fält har ingen förändring skett.

Porositet

På fält 2, 4 och 5 har porositeten inte förändrats. På fält nr 1 har den minskat och på fält nr 3 har den ökat. Detta stämmer med skrymdensiteten som ökat på fält 1 och minskat på fält 3. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på två av fälten, fält 1 och 5. På fält 2 och 4 har andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat. På fält 3 var den oförändrad.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har ökat på samtliga fält. Ökningen kan till stor del bero på torrare förhållanden vid andra mättillfället. På fält 1, 2 och 5 följer kurvorna varandra relativt jämnt vid de olika mättillfällena

medan på fält 3 och 4 har penetrationsmotståndet förändrats på djupet i profilen. De båda fälten har fått en kompaktion i nivån mellan ca 10 – 25 cm där tidigare en klar luckring fanns i profilen.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen har ökat, vilket är positivt medan den torra skrymdensiteten legat relativt oförändrad. Porositeten har inte förändrats i större utsträckning, med undantag av fält 1 där den minskat, medan andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har ökat på två och minskat på två. De fält där ökning har skett har mängden stora porer minskat och mängden små porer har ökat men den sammantagna porvolymen är lika. På de fält där andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat

Fält 6 –10:*Mättad vattengenomsläpplighet*

Den mättade vattengenomsläppligheten har ökat på tre fält. På två av fälten har ökningen dock varit mycket liten och ett av fälten har haft en relativt stor ökning men klassas ändå som ganska låg infiltration. På två av fälten har den mättade vattengenomsläppligheten minskat. På ett av dessa fält har den minskat från ganska låg infiltration till mycket låg infiltration och på ett fält har den minskat från låg till mycket låg infiltration under de gångna sex åren.

Skrymdensitet

På samtliga fält har skrymdensiteten minskat. På fält nr 8 har skrymdensiteten minskat mycket. På tre av fälten har resultaten dock ej varit signifikanta.

Porositet

Porositeten visar resultat motstående skrymdensiteten. Tre av fälten visar ej signifikanta skillnader och två fält visar en ökning i porositeten. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på fyra av fälten. Tre av dessa visar signifikanta skillnader. På fält 7 har andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat, dock ej signifikant.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har ökat på ett fält och minskat på ett fält. Penetrationsmotståndet visar dock ej på några större förändringar. Skillnaderna får tillskrivas att det förelåg olika vattenhalter vid mät-tillfällena. Det som kan noteras är dock att kurvorna följer varandra relativt parallellt.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen är ganska låg, de stora förändringarna under perioden har varit negativa för infiltrations-hastigheten. Den torra skrymdensiteten har legat relativt oförändrad, ett av fälten har dock haft en stor minskning i skrymdensitet. Porositeten har inte förändrats i större utsträckning, med undantag av fält 8, samma fält som haft en större förändring i skrymdensitet. Andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har ökat på fyra av fälten. De fält där ökning har skett har mängden stora porer minskat och mängden små porer har ökat, den totala porvolymen i dessa fält har ökat något men är i stort sett lika.

Fält 11-15

Mättad vattengenomsläpplighet

Den mättade vattengenomsläppligheten har inte förändrats nämnvärt. Fyra av fälten har fortfarande mycket låg genomsläpplighet, på tre av dessa har den t.o.m. minskat något. Det femte fältet har ökat marginellt men har fortfarande låg genomsläpplighet.

Skrymdensitet

På två av fälten har skrymdensiteten ökat något. På ett fält har skrymdensiteten minskat och på två fält har det inte skett någon förändring.

Porositet

Porositeten visar resultat motstående skrymdensiteten. Två fält har minskad porositet, ett har ökad och på två fält har ingen förändring skett. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på ett av fälten. På tre fält har andelen vattenfyllda

porer vid 1,0 m vattenavförande tryck minskat och på ett fält har ingen förändring skett.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har varit oförändrat på ett fält och ökat på fyra fält. På två av dessa fält kan ökningen tillskrivas att det var torrare vid det andra mättillfället. På de andra två fälten var det dock blötare i marken 2011 än 2005. Det som kan noteras är att kurvorna följer varandra relativt parallellt utom på ett fält. Skillnaden på det fältet beror troligen på den mycket lägre vattenhalten i marken.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen är mycket låg, det har inte skett några stora förändringarna under perioden. Den torra skrymdensiteten har legat relativt oförändrad. Porositeten har inte förändrats i någon större utsträckning. Andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har minskat på tre av fälten. De fält där minskning har skett har mängden stora porer ökat och mängden små porer har minskat, den totala porvolymen i dessa fält har minskat något eller varit oförändrad.

Fält 16-20

Mättad vattengenomsläpplighet

Den mättade vattengenomsläppligheten har försämrats på alla fem fälten och alla fem fält har nu mycket låg genomsläpplighet.

Skrymdensitet

På två av fälten har skrymdensiteten ökat något på 30-35 cm. På två andra fält har skrymdensiteten minskat på samma djup och på det ena har den även minskat på 50-55 cm.

Porositet

Porositeten har förändrats på samma fält och nivåer som skrymdensiteten men med motsatta tecken, d.v.s. ökat där skrymdensiteten minskat och tvärsom. En ökning av andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck har skett på tre av fälten. På två av dessa har detta skett på

både 50-55 cm och 70-75 cm. På det tredje har det skett en svag ökning på 30-35 cm.

Penetrationsmotstånd

Penetrationsmotståndet har varit oförändrat på två fält och ökat på tre fält. På dessa fält kan ökningen tillskrivas att det var torrare vid det andra mättillfället. Det som kan noteras är att samtliga kurvor följer varandra relativt parallellt.

Sammantaget kan sägas att infiltrationen är mycket låg, det har inte skett några stora förändringarna under perioden och där det skett har förändringen varit negativ d.v.s. genomsläppligheten har minskat ytterligare. Där den största förändringen i genomsläpplighet skedde minskade dock skrymdensiteten och porositeten ökade. Här ökade även andelen vattenfyllda porer vid 1,0 m vattenavförande tryck vilket tyder på minskad mängd stora porer och ökad mängd små porer.

Slutsats

På fält nr 1 har kompakteringen i alven ökat. Detta kan troligen härledas till de tyngre maskiner som trafikerat fältet innan andra mätomgången.

På fält nr 3 har förhållandena i alven förbättrats. På detta fält har brukningssättet ändrats från konventionell plöjning till att enbart köra med grund bearbetning med tallrikskultivator.

Resterande fält från första omgången (2, 4 och 5) har inte förändrats i någon större utsträckning.

På de fem fält som provtogs under 2010 har förhållandena blivit något bättre med en antydning till lägre kompaktering i alven.

På fält 13 har kompakteringen på 30 cm ökat med en lägre porositet som följd och där har även andelen stora porer minskat i alven. Även penetrationsmotståndet har ökat. Detta kan bero på att fältet trafikerats av tyngre maskiner före andra mättillfället. Generellt på de fält som provtogs under 2011 har det dock inte skett någon större förändring.

På de fem fält som provtogs 2012 har det inte skett några större förändringar. Dock är den mättade genomsläppligheten mycket låg på alla dessa fem fält och alla förändringar som skett är negativa

Kontaktperson är Ararso Etana, tel. 018-67 12 59.

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 l sa Mo) på Mellby i Halland och försöket ligger som ett blockförsök med tre upprepningar. Under perioden 2012/13-2015/16 studerades effektiviteten hos två eftersådda fånggrödor; oljerättika och luddvicker i sambestånd med sandhavre. Dessa etablerades efter en grund bearbetning och jämfördes med engelskt rajgräs och behandlingar utan fånggröda (tabell 22). Vi undersökte även effekten på markkvävet av en återpackning av marken efter plöjning på hösten. Tillväxt och kväveupptag i fånggröda, ogräs och spillsäd liksom mineralkvävemängder i marken

analyserades och skörden av efterföljande spannmålsgröda registrerades.

Resultat och diskussion

De eftersådda fånggrödorna visade en god tillväxt under hösten (figur 13-15) och var lika effektiva på att tömma markprofilen på mineralkväve under hösten som det traditionella engelska rajgräset (figur 16). I november uppmättes ingen skillnad i markkväve mellan de olika fånggrödorna engelskt rajgräs, luddvicker/sandhavre och oljerättika.

I december var den genomsnittliga nivån lägst med oljerättika. Oljerättikan utvintrade dock i mycket hög utsträckning vilket ledde till en stor frigörelse av mineralkväve under vintern. Luddvicker/sandhavre däremot behöll sin biomassa under vintern och mineralkvävemängderna i marken på våren var låga vilket tyder på att utlakningsförlusterna var mindre med luddvicker/sandhavre än med oljerättika.

Tabell 22. 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

Nedbrukning av engelskt rajgräs sent på hösten (november) gav upphov till en betydligt kraftigare ökning av markkvävet under vintern jämfört med nedbrukad på våren.

Återpackning av marken efter plöjning på hösten gav en liten men signifikant minskning av mängden mineralkväve under hösten. Detta tyder på att mineraliseringen begränsas när syretillförseln minskar vid återpackning av marken. Detta kan vara en bidragande orsak till att effekterna av reducerad bearbetning (stubbearbetning och direktsådd) till höstsäd, där viss återpackning ju sker vid såbäddsberedning och sådd, uteblivit eller varit mycket små i tidigare svenska studier

Samtliga led med fånggrödor avkastade bättre än led utan fånggröda (figur 17). Signifikant störst blev skörden av

efterföljande huvudgröda med de nya höstetablerade fånggrödorna luddvicker/sandhavre och oljerättika. Detta kan hänga ihop med såväl en struktur- som en kväveefterverkansseffekt, och för oljerättikans del även en sanerande effekt. Då försöksplatsen drogs med problem med kvickrot under de två senare försöksåren är det möjligt att fånggrödorna även bidrog till att tryckta tillbaks denna. Regelbunden putsning av kvickroten på hösten i vårplöjda led har i detta försök minskat förekomsten något.

De positiva skörderesultaten indikerar att kvävet i de eftersådda fånggrödorna frigjordes vid tidpunkter som gjorde det mer tillgängligt för huvudgrödorna jämfört med kvävet i det engelska rajgräset. Detta tillsammans med en god effekt på mineralkvävet under hösten gör dom intressanta.

luddvicker+sandhavre



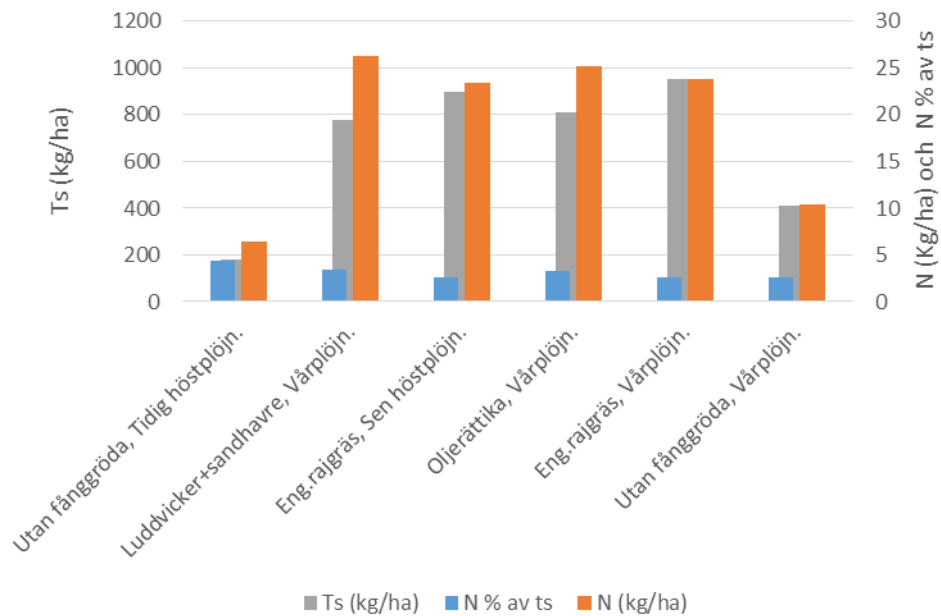
engelskt rajgräs



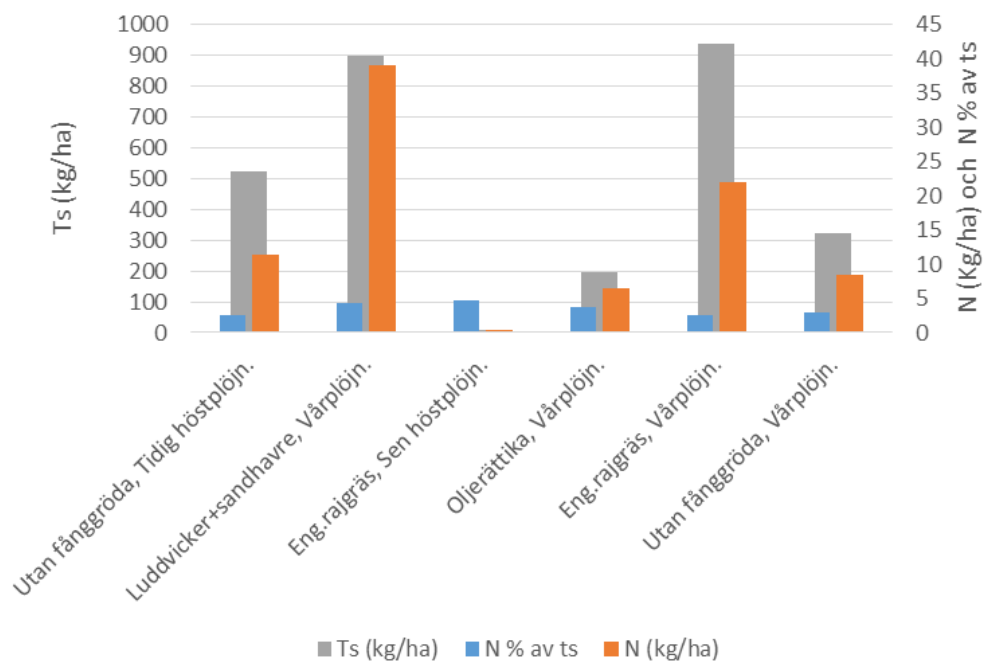
oljerättika



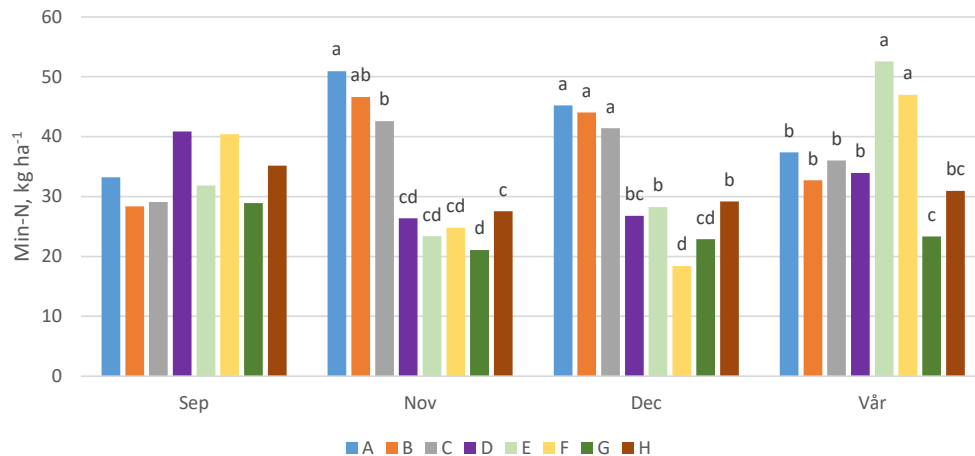
Figur 13. Fånggrödor fotade den 26:e november 2015 i försök R2-8405 på Mellby i Halland.



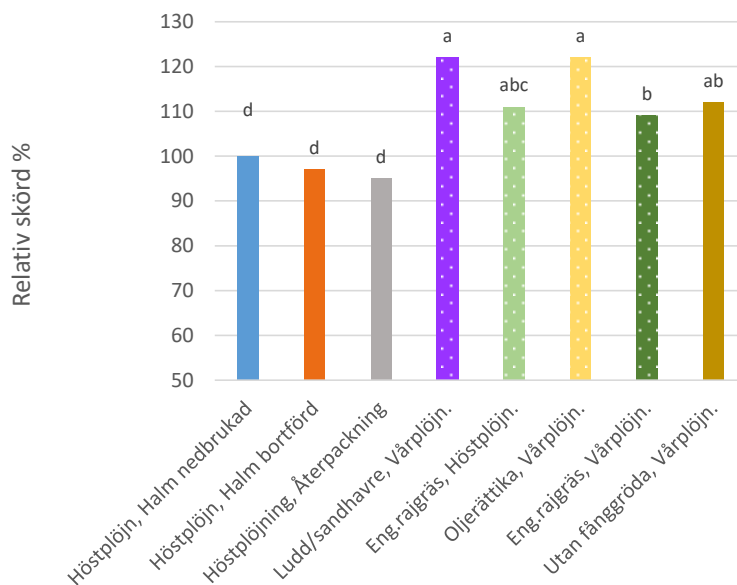
Figur 14. Torrsubstansmängd, och kväveinnehåll i fånggröda, spillsäd och ogräs sen hösten (november).



Figur 15. Torrsubstansmängd, och kväveinnehåll i fånggröda, spillsäd och ogräs på våren innan bearbetning.



Figur 16. Mineralkväve (kg N ha^{-1}) i marken i 0-90 cm i led A-H i september, november, december och på våren. Medel av fyra försöksår (2012/2013-2015/2016). A=Tidig höstplöjning, med halm, B=Tidig höstplöjning, utan halm, C=Tidig höstplöjning med tältpackare, D=Eftersådd luddvicker/sandhavre, E=Eng rajgräs, höstnedbrukning, F=Eftersådd oljerättika, G=Eng rajgräs, vårnedbrukning, H=Vårplöjning utan fånggröda.



Figur 17. Medelskörd av spannmål 2013-2016 i försök R2-8405 på Mellby i Halland. Prickiga staplar är led med olika typer av fånggröda. Höstplöjt led utan fånggröda och med halmen nedbrukad=100%.

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, asa.myrbeck@slu.se, 0708 685497.

SÅBÄDDSDEREDNING OCH YTSKIKTETS FUNKTION

Såbäddsbereidningen är ett kritiskt moment inom växtodlingen, då det gäller att få en säker groning 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 såbäddsbereidningen 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):

R2-5090 Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren (2013)

Säkrare etablering av våroljeväxter med grund bearbetning på våren

Åsa Myrbeck, SLU

Under 2014 och 2015 genomfördes försök med endast vårbearbetning till våroljeväxter, på styv och lätt lera. Grund bearbetning på våren har hävdats sig väl jämfört med höstbearbetning och gav i medeltal högst skörd 2014. Hög vattenhalt 2015 orsakade grov struktur efter vårbearbetning men ingen signifikant skördeminskning.

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.

Detta SLF-finansierade projekt startades av Johan Arvidsson. Syftet 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

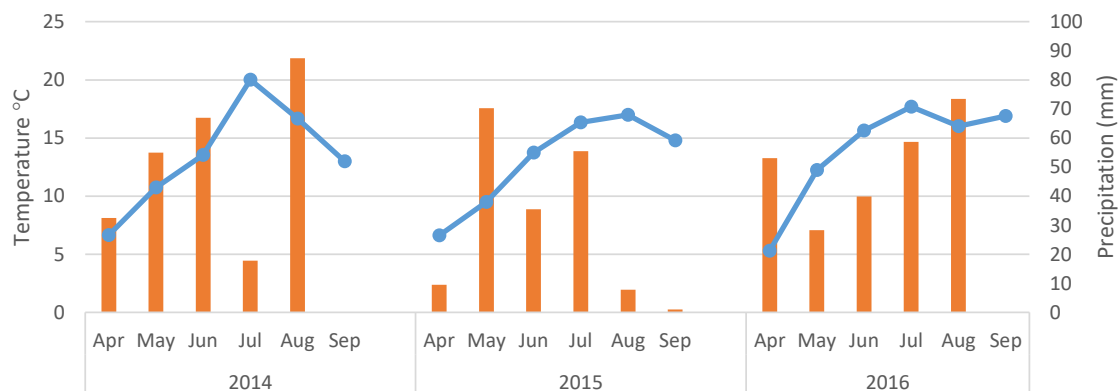
- a) Höstplöjning, konventionell såbäddsberedning och sådd
- b) Grund bearbetning två gånger på hösten
- c) Grund bearbetning 1 gång på hösten, 1 gång på våren
- d) Grund bearbetning två gånger på våren

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 2015 skedde 23 april och sen sådd 5 maj på alla platserna. Höstplöjda led harvades två gånger innan sådd.

Efter sådd gjordes såbäddsundersökning, enligt Kritz (1983). (2014 togs 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 volymetriska vattenhalten.

Gårdsstudier

I kombination med konventionella fältförsök utfördes praktiska studier i fält hos uppländska brukare (Mats Eriksson, Sättra gård 2014 och Rune Jansson, Haknäs gård, 2015), 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.



Figur 18. Temperatur och nederbörd i försöksområdet under växtodlingssäsong (Lantmet Ultuna).

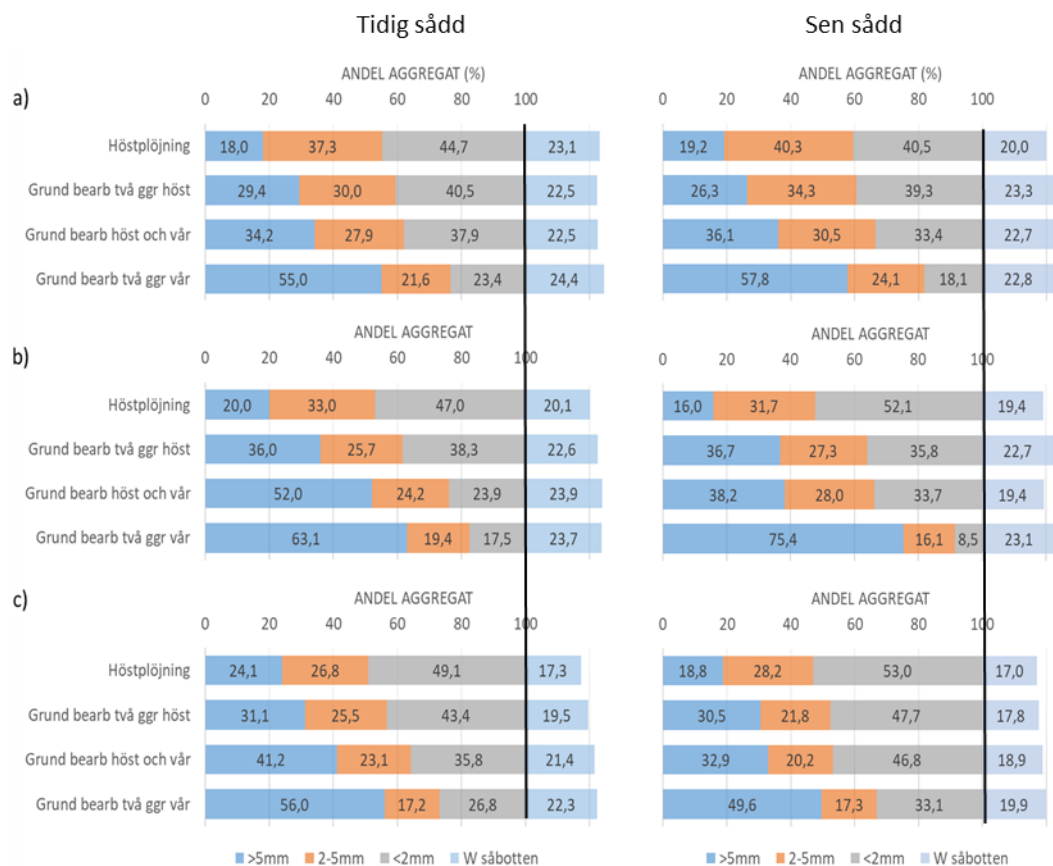
Resultat och diskussion

Såbäddar

Figur 19 visar resultaten från såbäddsundersökningarna som ett snitt av de tre försöksåren (två år för mellanleran). Enbart vårbearbetning gav ett grövre bruk i såbädden än övriga bearbetningsmetoder, både när den utfördes tidigt (inför tidig sådd) och senare (inför sen sådd). I många fall mycket grövre än vad som kan anses optimalt för oljeväxter. På samtliga tre jordarter låg andelen aggregat <5 mm i diameter runt eller som oftast under den gräns på 50 % som brukar anges som krav på en såbädd på våren. Figur 19 visar tydligt att såbädden blev grövre ju mer av bearbetningen som flyttades från hösten till våren. Som förväntat fann vi den finaste såbädden efter traditionell såbäddsberedning med höstplöjning och harvning. Den senare vårbearbetningen inför sen sådd resulterade i vissa försök

i mycket grovt bruk. Kopplat till detta uppmättes också låga skördar (se vidare under avsnittet om skörd).

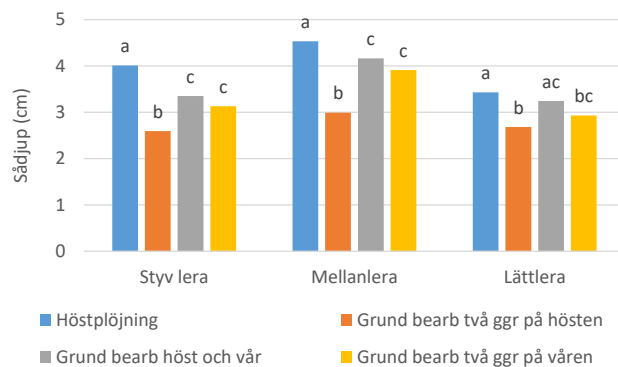
Bearbetningsdjupet var i de flesta fall relativt grunt (figur 20) och varierade mellan 2-3 cm i de grunt bearbetade leden till runt 4 cm i plöjt led. I de vårbearbetade leden eftersträvades ett grunt sådjup för att undvika en grov struktur. I realiteten blev sådjupet emellertid lägst i det led som bearbetats grunt två gånger på hösten, förmodligen beroende på att strukturen hårdnat under vintern och harvningarna inte riktigt luckrat upp detta fullt ut. Sådjupet varierade även en del mellan åren (data inte visad). 2015 gjordes bearbetningen på våren mycket grunt, ca 2 cm. 2016 bearbetades någon cm djupare vilket resulterade i en grov struktur i såbädden.



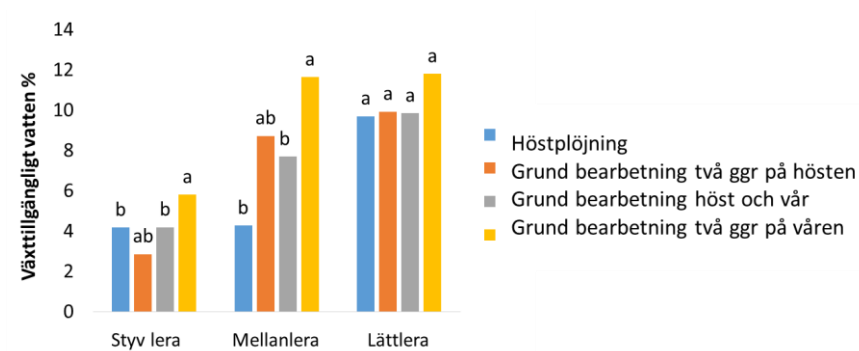
Figur 19. Aggregatstorleksfördelning (>5mm, 2-5 mm och <2mm i diameter) i såbädden (%) till vänster om vertikal linje och gravimetrisk vattenhalt i såbotten (W, % g/g) till höger om vertikala linjen efter olika bearbetningsmetoder på a) styv lera, b) mellanlera och c) lättlera. Medel av tre år, 2014-2016, vid två såtidpunkter (tidig och sen).

Även om höstplöjning med konventionell såbäddsberedning gav den mest "ideala" såbädden, med en hög andel finjord var såbotten här samtidigt torrast (figure 19). Grund reducerad jordbearbetning endast på våren gav en grov struktur i såbädden med hög andel stora aggregat, men hade fuktigast såbotten. Speciellt tydlig var skillnaden

under den torra våren 2016. Våren 2016 gjordes även bestämmningar av mängden växttillgängligt vatten och den var tydligt högre för vårbearbetning än höstbearbetning, speciellt vid högre lerhalter (figure 21). Med höstplöjning låg mängden växttillgängligt vatten generellt lägre än de rekommenderade 6 procenten (Håkansson, 2002).



Figur 20. Uppmätt sådjup (cm) i de olika bearbetningsleden. Medeltal av 3 försök på styv lera, 2 på mellanlera och 3 på lättlera. Led inom respektive jordart som ej har samma bokstav är signifikant skilda åt ($p < 0.05$).



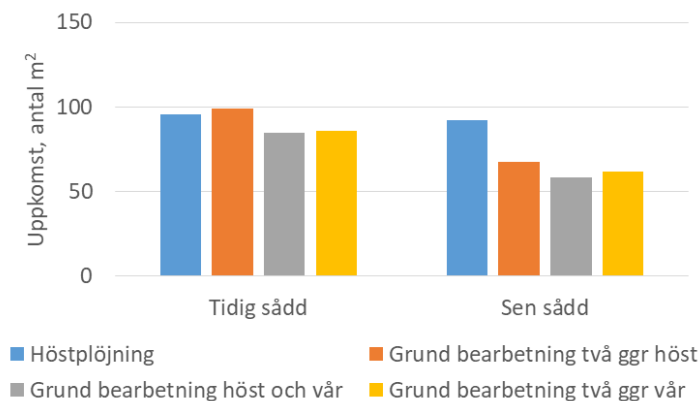
Figur 21. Växttillgängligt vatten (% g/g) i de översta 10 centimetrarna i tidigt sådda led på styv, mellan- och lättlera 2016. Led inom respektive jordart som ej har samma bokstav är signifikant skilda åt ($p < 0.05$).

Plantuppkomst

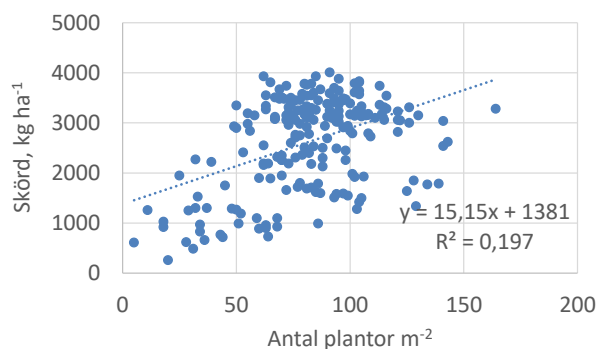
Den slutliga uppkomsten på våren skilde sig i de flesta försöken inte signifikant åt mellan de olika bearbetningsmetoderna. Däremot var uppkomsten högre i tidigt än i sent sådda led. Figur 22 visar genomsnittlig uppkomst vid tidig och sen sådd för de olika bearbetningsmetoderna. För tidig sådd var plantuppkomsten för plöjning och för grund bearbetning på hösten runt den allmänna rekommendationen på 100 plantor per kvadratmeter medan den för de två led som bearbetades på våren låg strax under

rekommendationen (ingen signifikant skillnad). För sen sådd hade höstplöjning i medeltal fler antal uppkomna plantor än övriga bearbetningsmetoder. Detta hängde ihop med den mycket grova struktur som speciellt grund bearbetning på våren åstadkom när den utfördes vid det senare tillfället (mellan den 4:e och 17:e maj) då marken var för torr.

Figur 23 visar att det fanns ett svagt positivt samband mellan antal uppkomna plantor och skörden ($R^2=0.20$) om man tittar på alla 8 ingående försök



Figur 22
Plantuppkomst på våren. Signifikant skillnad mellan såtidpunkter men inte bearbetningsmetoder ($p<0.05$).



Figur 23. Skörd som funktion av antalet uppkomna plantor per kvadratmeter på våren i 8 försök med våroljevaxter, 2014-2016.

Skörd och allmän diskussion kring fältförsöken

Tabell 23. Skörd, råfett (kg ts ha⁻¹) i enskilda försök samt i medeltal för de olika jordarterna (styv lera: 3 försök på Kungsängen och Säby1, mellanlera: 2 försök på Säby2 och lättlera: 3 försök på Säby3) liksom för samtliga i projektet ingående försök. Behandlingar inom kolumn och avdelning (skilda åt med horisontella linjer) som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda åt ($p < 0.05$)

Bearbet-ning	Såtid-punkt	Kung-sängen 2014	Säby3 2014	Säby1 2015	Säby2 2015	Säby3 2015	Säby1 2016	Säby2 2016	Säby3 2016	Styv lera	Mellanlera	Lättlera	Medeltal (8 försök)
A	1	734 =100	693 =100	1407 =100	1523 =100	1457 =100	1263 =100	1366 =100a	1215 =100a	1142 =100	1444 =100	1122 =100	1162 =100
B	1	98	111	105	97	96	107	105b	116b	104	101	106	104
C	1	92	89	105	96	103	104	106b	113bc	101	101	104	102
D	1	109	108	100	101	88	105	106b	103ac	103	103	98	101
A	2	85	46	102	96	94	87	76a	96abc	104	86	85	91
B	2	69	69	83	79	94	96	96b	102a	84	90	92	88
C	2	65	47	96	87	89	91	93b	91bc	87	92	81	86
D	2	85	66	93	92	89	85	92b	86c	88	92	83	87
	1	100	100a	100	100	100	100a	100	100	100	100	100a	100a
	2	76	56b	93	90	94	86b	86	87	89	89	84b	86b
A		100	100ad	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
B		90	124bc	93	90	98	109	115	111	92	102	107	100
C		85	93a	100	93	100	104	113	104	92	103	100	98
D		105	120cd	95	99	92	102	112	96	93	105	98	98

*Samspel mellan bearbetningsmetod och såtidpunkt fanns enbart för Säby2 och Säby3 år 2016.

Utfallet av de olika bearbetningsmetoderna varierade mellan försök och framförallt år. Skörden var i högre utsträckning avhängig av årsmån än av jordart. Sett över alla åtta försök var skördeskillnaderna mellan *bearbetningsmetoder* i denna försöksserie ganska små. Däremot gav *såtidpunkten* stort utslag med signifikant sämre skördar vid sen sådd. 2014 drabbades den sena sådden av ökade insektsangrepp och på SäbyIII dessutom skorpa efter ett kraftigt regn efter sådd. Våren 2016 var kylig med dålig upptorkning och sådden i området blev generellt sen. Efter den första såtidpunkten slog det om och blev extremt varmt och torrt (Figur 18) varpå yttjorden hann bli mycket torr inför den andra såtidpunkten. Detta ledde också till extremt grovt bruk i sent vårbearbetade led. År 2015, som var ett år med generellt sett bättre förhållanden, var betydelsen av såtidpunkt mer begränsad

Under 2014 var tillväxten under försommaren dålig vilket gjorde att grundskörden blev låg (Tabell 23). Starka angrepp förekom av i första hand jordloppor, sedan också kålmal och rapsbaggar. I samarbetet med institutionen för ekologi såddes halva försöket med obetat utsäde och försöket fick i tidiga stadier ej bekämpas kemiskt. Trots behandling mot insekter vid flera tillfällen senare, utvecklades bestånden svagt under försommaren, vilket också ökade ogräsförekomsten. Skörd för den grunda vårbearbetningen hävdade sig väl på båda platserna, och var den metod som gav högst avkastning på den styva lera även om skillnaderna inte var signifikanta. Det kan anses förvånande att enbart vårbearbetning lyckades så pass bra på

den styva lera, som hade hög vattenhalt och knappast var bearbetningsbar vid tiden för sådd. I försöket på styv lera gjordes också bearbetningen mycket grunt, knappt två cm, för att undvika en alltför grov struktur. Sent vårbearbetat led fick en bra uppkomst i och med att det klarade sig undan den skorpa som hindrade plantorna från att komma upp i speciellt höstbearbetade led. Regn efter sådd gjorde också att kraven på såbäddens utformning minskade i betydelse.

2015 var ett bra år för oljeväxtodling med generellt stora skördar i alla behandlingar (Tabell 23). Rikligt med nederbörd (dubbelt så hög i maj som ett normalår, figure 18) under våren och låga temperaturer gav gott om fukt till både tidig och sen sådd. Insektsangreppen var små. Detta år hävdade sig den grunda bearbetningen något sämre mot plöjningen än 2014 vilket förmodligen förklaras med att fukt inte var en begränsande faktor. Inga signifikanta skördeskillnader uppmättes dock.

2016 visade det sig fördelaktigt på alla tre fälten att utesluta höstplöjningen (Tabell 23) med signifikant högre skördar för reducerad bearbetning. Ett undantag var i jämförelse med enbart vårbearbetning till sen sådd där bruket blev alltför grovt (se förklaring ovan). Troligen gjorde det ovanligt varma och torra vädret kring sådd att den ökade fukttillgången efter utebliven höstplöjning blev betydelsefull och gav utslag på skörden. Mängden växttillgängligt vatten i höstplöjda led låg ju här också lägre än rekommenderad undre gräns på 6% (figure 21) på både mellanlera och den styva lera.

Det fanns i de allra flesta fall inget samspel mellan bearbetningsmetod och såtidpunkt, d.v.s. den anpassning i såtidpunkt som gjordes för att matcha vårbearbetningen gav inget utbyte. Istället var den sena sådden ogynnsam oavsett bearbetningsmetod. Resultaten från tidigt sådda led är därför de som är av störst intresse. I dessa avkastade grund bearbetning på hösten bäst (+4% jämfört med konventionell höstplöjning). Men även grund bearbetning enbart på våren fungerade i linje med Bölenius (2014) i de allra flesta fall mycket bra, +3% i snitt på mellan- och styv lera jämfört med höstplöjning. På den lätta lera låg motsvarande snitt på -2%, mycket på grund av dålig skörd efter vårbearbetning 2015.

Det goda skördeutfallet för vårbearbetning på lerorna tyder på att den positiva effekten av bättre bevarad fukt i många fall var större än den negativa effekten av försämrad struktur i såbädden. Skörden kan dock även ha påverkats av andra faktorer relaterade till bearbetning, som t ex insektstryck. Indikationer fanns på att angreppen av jordloppa, åtminstone vissa år, var mindre i led med reducerad bearbetning (Lundin et al., In press).

Gårdsstudier

Upplands-Väsby 2014: I studierna av inomfältvariation (18 punkter) i det vårbearbetade fältet var det stor variation i såbäddsegenskaper. Andelen aggregat >5 mm var generellt hög och varierade mellan 40 och 94 %, med i medeltal 65 %. En andel av högst 50 % aggregat >5 mm, uppnåddes alltså inte här. Det fält som undersöktes hade bearbetats ganska djupt, uppmätt bearbetningsdjup var i medeltal 3.9 cm. Uppkomsten var i medeltal 82 plantor

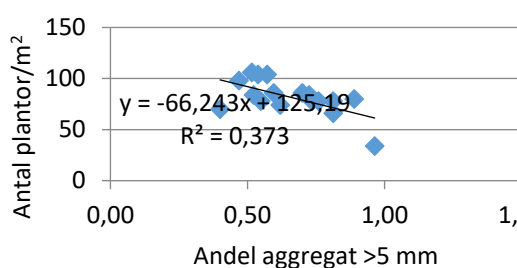
m⁻², med relativt liten variation mellan provplatserna. Det fanns ett svagt negativt samband mellan andelen grova aggregat och uppkomst (figure 24). Det fanns också ett svagt negativt samband mellan uppkomst och vattenhalt i såbotten, antagligen beroende på att högre vattenhalt i marken gav en grövre struktur i såbädden (Figur).

Vassunda 2015: Enligt lantbrukaren avkastade vårrapsen på det vårbearbetade fältet 2.4 ton per hektar i genomsnitt det som körts med tallriks- respektive pinnkultivator. Den gravimetriska vattenhalten i såbotten efter sådd var ca 24 % för båda kultivatorerna och den volymetriska ca 35 % vid både sådd och efter uppkomst. Ledet med tallrikskultivator gav ett bruk med högre andel finjord i såbädden än ledet med pinnkultivator vilket delvis kan ha berott på grundare såddjup (2.9 jämfört med 4.3 cm). Mängden aggregat >5 mm var 52 % för pinnkultivatorn och 44 % för tallrikskultivatorn.

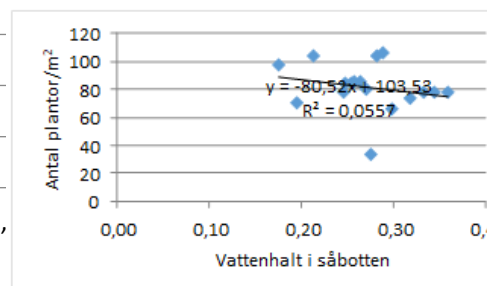
Vassunda, 2016: Den genomsnittliga vårraps-skörden för de två fälten detta år var 2.3 ton per hektar. Undersökningar av såbädden visade att mängden stora aggregat, >5 mm i diameter, var mindre (19 % jämfört med 58 %, p=0.047) och mängden finjord, <2 mm, större (36 % jämfört med 26 %, p=0.062) efter plöjning än efter reducerad bearbetning. Såddjupet var i medeltal 4 cm vid plöjning och 2.8 cm vid kultivering. Den gravimetriska vattenhalten var högre i det plöjda fältet i såväl såbädden (13 jämfört med 5 %, p=0.006) som i såbotten (35 jämfört med 26 %, (p=0.008), troligen till följd av ett mycket grovt bruk på det kultiverade fältet. Trots detta upplevde inte lantbrukaren någon skillnad i skörd mellan fälten.

Gårdsstudierna visar i likhet med försöken att det med reducerad bearbetning (på hösten liksom på våren) kan vara svårt att nå upp till det rekommenderade innehållet på högst 50 % aggregat > 5 mm i såbädden, även om det lyckades bättre i de fall bearbetningen gjordes mycket grunt. Genomsnittligt bearbetningsdjup på fält

med reducerad bearbetning låg på mellan 2.8 och 4.3 cm. Lantbrukaren i Vassunda lyckades dock väl med sin grunda vårbearbetning år 2015 och fick en tillräcklig andel finjord (ca 50 %) och god plantuppkomst. Att det saknas separata skördesiffror för de olika fälten är en nackdel i utvärderingen av gårdsstudierna



Figur 24. Antal plantor som funktion av andel grova aggregat i såbädden, 18 provpunkter på ett fält i gårdsstudien 2014.



Figur 25. Antal plantor som funktion av vattenhalt i såbotten, 18 provpunkter på ett fält i gårdsstudien 2014.

Sammanfattande diskussion och slutsats

I likhet med tidigare studier (Etana, 2006; Bölenius & Westin, 2013) visar resultaten från denna att etablering av våroljeväxter efter grund bearbetning kan fungera bra på såväl lättare som styvare lerjordar. Störst medelskörd fick vi med grund bearbetning på hösten men även grund bearbetning enbart på våren gav två år av tre större skördar än konventionell etablering efter höstplöjning. Resultaten för skörden var dock årsmånsberoende. När bearbetningen flyttades, helt eller delvis, från höst till vår blev strukturen i såbädden grövre, ibland grövre än vad som rekommenderas (speciellt vid sen

vårbearbetning och sådd). Samtidigt bevarades markfukten bättre och vi fick en högre vattenhalt i såbotten och en större mängd växttillgängligt vatten. Det sammanvägda resultatet blev beroende av årsmånen. I denna studie såg vi tydliga fördelar med vårbearbetning vid varmt och torrt väder kring och efter sådd samt vid väder som gynnar skorpbildning. Risken med metoden är att såbädden kan bli alltför grov, vilket hände i ett par av försöken - dels när vårbearbetningen blev aningen för djup, dels då jorden redan hunnit torka upp för mycket vid tidpunkten för bearbetning. Bearbetningsdjupet måste nogsamt anpassas till markens vattenhalt vid

bearbetningstillfället speciellt på de styvare lerjordarna. Lerorna i studien hade en relativt hög mullhalt, 3.5-7%, vilket kan ha bidragit till att den ytliga bearbetningen på våren fungerade så pass väl. Med en låg mullhalt riskerar man sämre sönderdelning och grövre struktur i såbädden. Till skillnad från vissa tidigare studier av såtidpunkt (Henriksson 1987; Arvidsson, 1997), men i linje med andra (Arvidsson, 2010) visade denna studie entydigt att tidigare sådd var att föredra framför senare.

Sammantaget visar resultaten att grundvårbearbetning till oljeväxter kan vara intressant i områden där man har problem med tillräcklig markfukt. Avkastningen i var i nivå med eller över den i system med höstplöjning. Metoden innebär samtidigt en betydande kostnadsbesparing jämfört med konventionell bearbetning, då plöjning plus en eller två harvningar ersatts med två körningar med tallriksredskap.

Slutsats - grund bearbetning på våren gav:

- Grövre struktur i såbädden, men:
- Högre vattenhalt i såbotten
- Tendens till höjd skörd (signifikant under ett torrt år)