



Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för mark och miljö

Direktsådd under svenska förhållanden

Direct drilling under Swedish conditions

Tobias Wejde

Magisteruppsats i markvetenskap
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt

Institutionen för mark och miljö, SLU
Examensarbeten 2011:06

Uppsala 2011

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Tobias Wejde

Direktsådd under svenska förhållanden
Direct drilling under Swedish conditions

Handledare: Johan Arvidsson, institutionen för mark och miljö, SLU
Examinator: Tomas Rydberg, institutionen för mark och miljö, SLU
EX0429, Självständigt arbete i markvetenskap - magisterarbete, 30 hp, Avancerad D
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Institutionen för mark och miljö, SLU, Examensarbeten 2011:06
Uppsala 2011

Nyckelord: jordbearbetning, såbädd, uppkomst, ekonomi

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Sammanfattning

Direktsådd i Sverige är en etableringsmetod som tillämpas i liten omfattning, där endast cirka två procent av Sveriges areal direktsås. Syftet med detta arbete var att undersöka direktsådd under svenska förhållanden. Det utfördes framförallt genom fältstudier, i ett nystartat försök och i tre pågående försöksserier. Det nya försöket var direktsådd med Seed Hawk och Rapid, där de båda Väderstadsmaskinerna jämfördes med varandra och ett grunt höstbearbetat led i storparcellförsök på Munsö i Mälaren. En av de pågående serierna var ett treårigt rikstäckande försök med höstrapsetablering, R2-4143. Här jämfördes plöjning med direktsådd och plöjningsfria led sådda med biodrill. En serie med försök som var utplacerade på tre platser i Sverige var optimering av reducerad bearbetning, R2-4140. I detta fyraåriga försök jämfördes direktsådd med olika bearbetningar som plöjning, grund och djup kultivering och tallriksredskap. Det sista försöket var ett sexårigt försök i Väderstad som innebar olika jordbearbetningsstrategier, L2-4049. Där hade jorden bearbetats med samma metod under fem år, systemen var plöjning, tallriksredskap, direktsådd, djup och grund kultivering. I försöken studerades olika parametrar, generellt undersöktes såbädden, plantantalet, temperaturen, halmförekomst, ogräsförekomst, infiltration, penetrationsmotstånd, skörd och en ekonomisk beräkning.

I försöket på Munsö hade Seed Hawk-ledet en låg andel finjord i såbädden. Ett lågt plantantal i lin observerades även i samma led. Tendenser till lägre skörd i Seed Hawk-ledet jämfört med höstbearbetat fanns i både lin och ärtförsöket med 5 respektive 8 procent. I försöket R2-4143 direktsått en högre temperatursumma jämfört med plöjt led. Direktsådd hade även ett lägre penetrationsmotstånd på större djup jämfört med plöjt led. Skörden var i genomsnitt 5 respektive 8 procent lägre i direktsått med och utan förredskap jämfört med plöjt. I försöket R2-4140 var det också en låg andel finjord i direktsådda. Temperaturmätningen i försöket på Säby vid uppkomstfasen visade lägre temperatur i direktsått jämfört med plöjt led. Penetrationsmätningarna i försöken visade samtliga samma sak, det direktsådda ledet hade lägre motstånd jämfört med de grunda plöjningsfria bearbetningarna i matjordens nedre del. Medelskörden under de fem år då den registrerats var 20 procent lägre jämfört med plöjt led. I försöket L2-4049 var det en låg andel finjord i direktsått och även en hög andel halm. Infiltrationen i det direktsådda var högre jämfört med de grunda plöjningsfria bearbetningarna. Av sex skördeår var det endast två där skörden vid direktsådd var lägre än för det plöjda ledet, medelskörden var en skördesänkning för direktsådd på 7 procent. Ekonomiberäkningarna visade ett högre netto för direktsått jämfört med plöjt i försök R2-4143 och L2-4049. Dock var nettot lägre i försök R2-4140.

Det är många egenskaper som blir bättre av direktsådd som infiltration och penetrationsmotstånd, även skörden för höstsådda grödor hålls på en hög nivå. Men för att lyckas med direktsådd i Sverige måste etableringen av vårsådda grödor hanteras. Detta genom att skapa mer finjord runt frö som ökar fuktkontakt och avdunstningsskydd.

Innehållsförteckning

Inledning	7
1.1 Syfte och frågeställningar.....	7
2 Bakgrund	8
2.1 Etablering.....	8
2.1.1 Etableringsmetoder inom direktsådd	8
2.1.2 Såbäddskaraktisering	8
2.1.3 Erosion.....	9
2.1.4 Halm i ytan.....	9
2.2 Temperatur	9
2.3 Ogräs	10
2.4 Penetrationsmotstånd	10
2.4.1 Genomsläpplighet.....	11
2.5 Skörd.....	11
2.6 Ekonomi.....	11
3 Material och metoder	12
3.1 Direktsådd med Seed Hawk och Rapid.....	12
3.1.1 Såbäddskaraktisering	12
3.1.2 Planträkning.....	12
3.1.3 Temperatur	13
3.1.4 Halm	13
3.1.5 Ogräs.....	13
3.1.6 Penetrationsmotstånd.....	13
3.1.7 Skörd	13
3.2 Höstrapsetablering, R2-4143	13
3.2.1 Plantegenskaper vid invintring	14
3.2.2 Planträkning.....	14
3.2.3 Temperatur	14
3.2.4 Halm	14
3.2.5 Penetrationsmotstånd.....	14
3.2.6 Beståndsutveckling.....	15
3.2.7 Skörd	15
3.3 Optimering av reducerad bearbetning, R2-4140	15
3.3.1 Såbäddskaraktisering	16
3.3.2 Planträkning.....	16
3.3.3 Temperatur	16
3.3.4 Halm	16
3.3.5 Ogräs.....	16
3.3.6 Infiltration	16
3.3.7 Penetrationsmotstånd.....	17
3.3.8 Rotmängd	17
3.3.9 Skörd	17
3.4 Olika jordbearbetningsstrategier, L2-4049	17
3.4.1 Såbäddskaraktisering	17
3.4.2 Planträkning.....	17
3.4.3 Halm	17
3.4.4 Infiltration	18
3.4.5 Penetrationsmotstånd.....	18
3.4.6 Skörd	18
3.5 Ekonomiska beräkningar.....	18

4	Resultat	19
4.1	Direktsådd med Seed Hawk och Rapid	19
4.1.1	Såbäddskaraktisering	19
4.1.2	Planträkning	20
4.1.3	Temperatur	21
4.1.4	Halm	21
4.1.5	Ogräs	22
4.1.6	Penetrationsmotstånd	22
4.1.7	Skörd	23
4.2	Höstrapsetablering, R2-4143	23
4.2.1	Plantegenskaper vid invintring	23
4.2.2	Planträkning	24
4.2.3	Temperatur	24
4.2.4	Halm	25
4.2.5	Penetrationsmotstånd	25
4.2.6	Beståndsutveckling	26
4.2.7	Skörd	27
4.3	Optimering av reducerad bearbetning, R2-4140	27
4.3.1	Såbäddskaraktisering	27
4.3.2	Planträkning	28
4.3.3	Temperatur	29
4.3.4	Halm	30
4.3.5	Ogräs	30
4.3.6	Infiltration	31
4.3.7	Penetrationsmotstånd	31
4.3.8	Rotmängd	33
4.3.9	Skörd	34
4.4	Olika jordbearbetningsstrategier, L2-4049	34
4.4.1	Såbäddskaraktisering	34
4.4.2	Planträkning	35
4.4.3	Halm	35
4.4.4	Infiltration	36
4.4.5	Penetrationsmotstånd	36
4.4.6	Skörd	36
4.5	Ekonomiska beräkningar	37
4.5.1	Höstrapsetablering, R2-4143	37
4.5.2	Optimering av reducerad bearbetning, R2-4140	38
4.5.3	Olika jordbearbetningsstrategier, L2-4049	39
5	Diskussion	41
5.1	Etablering	41
5.2	Temperatur	41
5.3	Ogräs	42
5.4	Penetrationsmotstånd	42
5.5	Skörd	43
5.6	Ekonomi	44
6	Slutsats	45
	Referenser	46
	Tack till	48
	Bilaga 1	49

Inledning

Att ställa undan plogen och etablera grödan med ett reducerat bearbetningssystem har blivit en vanlig förekommande metod i Sverige. De senaste årens teknikutveckling inom sådd har gjort direktsådd, vilket innebär att så direkt i stubben efter tröskan utan någon tidigare bearbetning, till en mer intressant etableringsmetod. I Sverige direktsås ca 2 % av åkerarealen (SCB, 2008). Världens direktsådda areal ökade från en miljon hektar för 30 år sedan till 111 miljoner hektar 2009 varav 47 % i Sydamerika. I Argentina, Brasilien, Paraguay och Uruguay direktsås 70 procent av åkerarealen. Övriga länder som är stora på direktsådd är USA, Kanada och Australien (Derpsch & Friedrich, 2009). Anledningen till att direktsådd sker i stora skalor runt om i världen men inte i Sverige grundar sig främst på klimatet. Det direktsådda systemet hjälper bl.a. till att bevara fukten under långa torrperioder. I till exempel Kanada är det inte ovanligt att det regnar 300 mm per år (Arshad m.fl., 2002). I Sverige har direktsådd inte slagit igenom, detta mestadels beroende på den höga årsnederbörden och problem med halmhantering.

I Arvidsson (2004) nämns fyra anledningar till att bearbeta jorden, bereda en god såbädd – jämn fröplacering och ett bra avdunstningsskydd, mylla skörderester och gödsel, bekämpa ogräs och luckra. För att lyckas med ett system som direktsådd måste de fyra punkterna hanteras. Brister vid någon av de fyra punkterna innebär lägre skörd.

På 1980-talet utfördes en rad försök med direktsådd, de sammanställdes av Rydberg (1992). Direktsådd och reducerad jordbearbetning var då intressant, detta på grund av ett ökat behov att sänka kostnaderna i lantbruket. Grunden fanns i oljekrisens början på 1970-talet då det blev dyrare med bränsle och att teknikutvecklingen för maskinerna gick framåt. Anledningen till att tillämpa direktsådd idag är densamma, att hålla nere kostnaderna. Färre överfarter ger reducerad bränsleåtgång och sparad arbetstid som resulterar i en bättre ekonomi.

Genomgående i detta arbete kommer sex olika parametrar redovisas om direktsådd är tillämpligt. Dessa är etablering, temperatur, ogräs, penetrationsmotstånd, skörd och ekonomi. Studierna är från egna och befintliga försök där mätningar utfördes. Direktådd i egna försök lades ut hos Adam Giertta, lantbrukare på Munsö. De befintliga försöken var: R2-4143 Höstrapsetablering med biodrill och direktsådd, R2-4140 Optimering av reducerad bearbetning och L2-4049 Olika jordbearbetningsstrategier.

1.1 Syfte och frågeställningar

Syftet med arbetet var att studera direktsådd under svenska förhållanden. Arbetet omfattade framförallt fältstudier som jämfördes med resultat i litteraturen. Frågeställningar i arbetet var: kan en god etablering uppnås med direktsådd? Är det möjligt att upprätthålla en acceptabel skördenivå i ett direktsått system? Vilken teknik är bäst vid etablering genom direktsådd i Sverige? Är det lönsamt med direktsådd i Sverige?

2 Bakgrund

2.1 Etablering

För att etablera en gröda krävs att en rad kriterier uppfylls. Kritz (1983) belyser fyra faktorer som är viktiga vid etablering och groning. De är temperatur, fuktighetsförhållanden, mekaniskt motstånd och lufttillgång. Brister vid etablering leder till luckigt bestånd, detta ger i många fall en minskad skörd eftersom luckorna ger tillfälle för ogräsen att breda ut sig, då krävs det större insatser för bekämpning. Dålig uppkomst kan orsakas av tre anledningar; torka, skorpbildning eller djup sådd. De största problemen i Sverige är torka som är vanligast på mellanleror, syva leror och lätta sandjordar (Kritz, 1983).

Höstraps behöver en god etablering för att komma igång och uppfylla invintringskraven. Enligt Larsson (2009) behöver höstraps 450-500 daggrader för att invintra. En regel för invintring som ska eftersträvas är 8-8-8, 8 cm lång pålrot, 8 mm pålrotsdiameter och 8 örtblad. Uppnår inte rapsplantan det ökar risken för utvintring.

2.1.1 Etableringsmetoder inom direktsådd

Direktsådd kan tillämpas på olika sätt där olika såmaskiner möjliggör olika etableringsmetoder för direktsådd. Två sorters direktsåmaskiner, disktypen och kultivatorstypen, finns på marknaden idag. Disktypen behöver ett stort billtryck och relativt torr jord för penetration. Om fuktiga förhållanden råder smetar disktypen jorden och risken är stor att packning uppkommer. Det finns även problem med att mycket halm och växtrester kan hamna kring fröet och giftiga substanser som phytotoxicitet utsöndras som stör etableringen. Kultivatorstypen kan klara av mera fuktiga förhållanden. Oftast är det disktypen som används på normalt radavstånd (12,5 cm) och kultivatorstypen på dubbelt radavstånd (25 cm) (Soane m.fl., 2010).

Väderstad-verken AB innehar den största andelen av marknaden av direktsåmaskiner i Sverige. Två av deras maskiner som lämpar sig bäst vid direktsådd är Väderstad Rapid och Väderstad Seed Hawk. Rapid, som är en disktyp, arbetar i fyra zoner; förredskap som bearbetar och utjämnar, tallrikar som sår gödning och utsäde, återpackning och efterharv som luckrar. Seed Hawk sår med en kultivatorbill med 25 cm radavstånd som i kombination placerar gödning 38 mm i sidled och 19 mm djupare än såraden. Efterföljande packarhjul möjliggör bättre frökontakt med jord och högre kapillär transport för vatten till fröet. I fåran som bildas efter packarhjulet kan ett mikroklimat uppstå som kan öka temperaturen i ytan för att sätta fart på groningen. Rapid rör därmed runt i jorden mer och det ger en högre halminblandning. Seed Hawks koncept är att röra så lite i jorden som möjligt (Väderstad-verken AB, 2010).

2.1.2 Såbäddskarakterisering

Såbädden är till för att skapa ett gott avdunstningsskydd, hindra skorpbildning och underlätta för kärnornas vattenupptagning. Avdunstningsskyddet fungerar bäst när den innehåller stor del av jordfraktionerna 0,5-2 mm eftersom det då är ett lågt kapillärt flöde och låg turbulens i såbädden (Håkansson & von Polgar, 1984). Enligt Håkansson (2002) uppkommer en god såbädd när mer än 50 procent av fraktionerna är mindre än

5 mm. För att karakterisera såbäddar i Sverige används oftast en metod som upprättades av Kritz (1983); den innefattar mätning av ojämnheter vid såbotten och på såbädden, sådjup, aggregatstorleksfördelningen och vattenhalt.

2.1.3 Erosion

Erosion reduceras i direktsådd tack vare högre andel organiskt material i ytan. I Riley (1994) beskrivs det att grund reducerad bearbetning minskar erosionen till mellan hälften till två tredjedelar av konventionell bearbetning. Det finns olika typer av erosion, vind och vatten. Vattnerosionen uppstår främst vid sluttande fält, det kan indelas i tre olika former, yterosion, ränilserosion och groperosion. Yterosion innebär att jorden eroderas bort från hela markytan. Ränilserosion bildas när vatten samlas i fåror som sätter fart och transporterar bort jord. När vatten samlas i sänkor kan groperosion uppstå, då transporteras vattnet med hög hastighet genom makroporer i markprofilen som resulterar i erosion (Tjell, 1994). För att det organiska materialet i ytan ska förhindra erosion så behövs en marktäckning av halm eller skörderester på minst 10 procent (Fryrear, 1985). Erosion är ett stort problem runt om i världen. På den kanadensiska prärien kan höga vindhastigheter uppkomma och erodera bort stora mängder jord. Även här i Europa finns det stora problem med erosion där 157 miljoner hektar påverkas årligen av erosion. Beroende på jordart och nederbördintensitet är det olika i olika länder. Den sammanlagda erosionen är 2,5 Gton per år, vilket motsvarar 25 cm jord på 700 000 hektar (Tebrügge, 2003).

2.1.4 Halm i ytan

För att uppnå bästa möjliga resultat vid direktsådd behöver det finnas en god halmhantering. Att kort stubb orsakar minst problem vid direktsådd är allmänt känt. Vid lång stubb (över 750 mm) drar såmaskinen med sig halmen i högar som kan förhindra etablering och uppkomst av grödan (Morris m.fl., 2010).

Försök i Tyskland visar åtta gånger så mycket mask i direktsådd jämfört med konventionell jordbearbetning (Ehlers & Claupein, 1994). Detta innebär en högre biologisk bearbetning som gynnas av maskarna som drar ner halmen i jorden.

Halmen kan i kombination med ett fuktigt klimat gynna sniglar. Det gäller främst oljeväxter som är extra känsliga i gröningsfasen. Det medför en ökad användning av snigelgift och därmed ökad produktionskostnad (Soane m.fl., 2010).

Det finns olika alternativ för halmhantering, när det tidigare var tillåtet att bränna halmen var det ett av de bästa alternativen för direktsådd. Riley (1994) sammanställde försök som jämförde bränd, pressad och hackad halm. Där visade det sig att bränd halm har en positiv effekt på skörden vid direktsådd. Även halmbärgning gav en viss skördeökning jämfört med att hacka halmen.

2.2 Temperatur

Temperaturen i ytan kan påverkas av halmförekomst. Det finns två sätt som halmen påverkar temperaturen. Det första är att halmen verkar som ett isolerande lager på ytan för att bevara värmen. Det andra är att halmen reducerar avdunstningen och jorden värms långsammare. Det beror på att halmen har ett högre albedo (reflektion av solinstrålning) jämfört med svart jord (Morris m.fl., 2010). När halm lämnas på ytan fungerar den som ett isolerande lager på våren. Mätningar i en vårsådd gröda visade minsk-

ningar av temperaturen med 2,5 °C vid 2 cm djup. Detta försenade groningen och utveckling av grödan under hela våren (Morris m.fl., 2010). Lägre temperaturer kan också ge en lägre kväveminerisering som följd. Försök med direktsådd i kvävekrävande ensilagemajs gav en skördenedsättning på 10 procent, på grund av lägre temperatur och därmed en lägre kväveminerisering (Anken, 2004).

2.3 Ogräs

Bearbetningsmetoden påverkar ogräsförekomsten. Direktsådd möjliggör för de perenna ogräsen att föröka sig. Det ogräs som utgör störst problem är kvickrot (*Elymus repens* L. Gould), som det är väldigt besvärligt att bekämpa på grund av dess effektiva förökningssätt med rotutlöpare. Det effektivaste sättet att hålla tillbaka detta ogräs är genom herbicidbekämpning (glyfosat) innan sådd. Vid höstsådd är ofta bekämpningsfönstret litet på grund av tidsbrist vilket medför problem att komma ut vid rätt tillfälle för besprutning (Riley, 1994).

Anuella ogräs dör då de täcks av jord, vid ofullständig täckning och god fukt finns det risk att ogräset återhämtar sig. Detta kan uppkomma i direktsådd, det kan även stimulera groningen genom dess ytliga bearbetning och sätta fart på ogräset (Håkansson, 1995).

Det finns en risk för större läckage till vattendrag vid ökad bekämpning med herbicider. Vid direktsådd uppstår det kontinuerliga porer som möjliggör en enklare transport för herbiciderna att nå vattendrag snabbare. Vad som kompenserar detta är en högre mängd organiskt material i ytan vid direktsådd. Liksom en hög lerhalt absorberar det organiska materialet herbiciden och reducerar läckaget (Soane, 2010).

2.4 Penetrationsmotstånd

För att kunna simulera en rots väg genom jorden kan en penetrometer användas, denna består av en stav med konisk spets längst ut. Penetrometern mäter jordens packning genom att registrera hur stor kraft som behövs för att trycka ner staven i jorden (Håkansson, 2000). Det kan vara svårt att simulera en rots väg genom jorden. Om roten stöter på motstånd kan den välja en väg med lägre motstånd som grövre porer eller maskgångar, därför mäter penetrometern två till åtta gånger så stort motstånd som rötterna utsätts för (Bengough & Mullins, 1990).

Rötterna kan ha en tillväxt på 2 till 3 cm per dygn under normala förhållanden och vid ett lågt motstånd i marken. Om penetrationsmotståndet är större än 1,5 MPa minskar rötternas tillväxthastighet (Håkansson, 2000). Enligt Boone m.fl. (1994) är 3 MPa ett kritiskt värde där rottillväxten avstannar helt. Rötterna kan dock fortfarande växa i makroporer och maskgångar.

Större delen av rotvolymen finns i ytlagret av jorden eftersom det finns mest näring där. Det behövs bara någon enstaka rot som tränger ner på djupet för att förse växten med vatten vid eventuell torka. Ifall roten stöter på ett motstånd på vägen ner kan den svänga av genom att hitta en makropor eller liknande. På detta sätt kan de hitta vägar även om det finns ett packat lager i jorden (Dexter, 1988).

2.4.1 Genomsläpplighet

Försök visar att direktsådd ger bättre dräneringsförmåga än konventionell plöjning, vilket beror på en god porcontinuitet. När utebliven bearbetning på djupet tillämpas kommer porerna att bevaras i jorden, de blir då stabila och kontinuerliga (Etana m.fl., 2000; Heard m.fl., 1988). Genomsläppligheten ökar inte alltid. I direktsådd fås ett högre motstånd i matjordens nedre del, som kan leda till att genomsläppligheten minskar. Trots att dräneringsförmågan är god hos de reducerade systemen håller de vatten bättre under torra förhållanden på grund av att ledningsförmågan är störst i packad jord. Det möjliggör en bättre transport av vatten och näringsämnen till växten (Arvidsson, 2004).

2.5 Skörd

Flera försök med direktsådd har utförts i Sverige. Ett långliggande försök, R2-4017 på Lanna gav en skördenedsättning på 16 procent i genomsnitt under 16 år. Detta gällde oavsett om halm tagits bort eller ej. Arvidsson (2010) sammanställde 343 försök med direktsådd i Sverige 1983-2009. Den genomsnittliga skördesänkningen oberoende av gröda eller förfrukt var 11 procent i direktsått jämfört med plöjt led. Sammanställningen var uppdelad på gröda, samtliga grödor gav mindre skörd jämfört med det plöjda. Höstvetete var den grödan som gav minst skördesänkning, endast 5 procent. Detta förklarades med bra förfrukter som ärt och oljeväxter. Skörden av vårsäd och oljeväxter i direktsådd visade ungefär 10 procent lägre skörd. Ett skördebortfall på 36 procent visade ärt som var sämsta grödan, vilket berodde på packningskänsligheten.

Andra försök som sammanställdes i Skandinavien av Riley (1994) visade att direktsådd i Sverige av vete och korn reducerade skörden med i medeltal 9 procent jämfört med plöjt system. Här var antalet försök 22 st och andelen höstsått 27 procent.

2.6 Ekonomi

De stora fördelarna med ett direktsått system jämfört med plöjt är att det krävs mindre arbete. I Riley (1994) uppger en arbetsbesparing på 60 till 75 procent, detta är inkluderat den extra besprutningen som kan vara befogat i dirketsådd. Ett plöjt system konsumerar mycket bränsle, direktsått förbrukar endast 20 till 25 procent av bränslekonstnaderna jämfört med plöjt system (Riley, 1994). Enligt Rydberg (2005) reducerar det direktsådda systemet 30 procent av bearbetningskostnaderna jämfört med det konventionella systemet.

Jordarten avgör ofta lönsamheten i direktsådd. En sandjord kan vara mer lönsam att plöja jämfört med en styv lera där det åtgår mycket energi vid bearbetning. Därför tillämpas direktsådd där det finns högre lerhalter (Rydberg, 1992). Sandjordars behov av luckring gör att de plöjs för att upprätthålla skörden (Arvidsson, 2004).

3 Material och metoder

Försöken som undersöktes var två försök på Munsö, Södermanland och även aktuella svenska försök som hade ett eller flera led med direktsådd. De aktuella försöken var höstrapsetablering i R2-4143, en treårig försöksserie med olika led som plöjning, biodrill och direktsådd. Direktsådd studerades även i serie R2-4140, detta var en fyraårig försöksserie med plöjning, reducerad jordbearbetning och direktsådd. Slutligen studerades direktsådd i L2-4049, en femårig försöksserie som fokuserats på långliggande effekter vid reducerad jordbearbetning.

3.1 Direktsådd med Seed Hawk och Rapid

Två försök bestående av tre led lades ut på Munsö, det ena såddes med ärt och det andra med lin. Försöksplanen var lika i de båda försöken (tabell 1). Fälten där grödan såddes delades in i 24 meter breda storparceller. Längden var densamma som fältets längd. Tre upprepningar utfördes. Utsädesmängden hos ärt var 240 kg/ha med en tusenkornsvikt på 315 g. Linets utsädesmängd var 60 kg/ha med en tusenkornsvikt på 6,5 g.

Tabell 1. Försöksplan för direktsådd med Seed Hawk och Rapid

Led	Bearbetningssystem
A	Höstbearbetning Top Down, Rapidsådd
B	Direktsådd, Rapid
C	Direktsådd, Seed Hawk

3.1.1 Såbäddskaraktisering

Såbäddskaraktiseringen utfördes på två platser i varje storparcell, med undantag för ärtförsöket där regn endast tillät undersökning på en plats. För att få så liten variation i jordart som möjligt gjordes undersökningen på en linje i försöket. Det som mättes var högsta och lägsta djup, bearbetningsdjup, bearbetningsbottens lägsta och högsta punkt, två lager av såbädden som sållades och delades in i tre fraktioner. Jord till vattenhaltsprov från lager ett, lager två och såbotten togs ut för att mäta vattenhalt på laboratorium. I Seed Hawk -ledet behandlades endast hälften så mycket jord som i de andra, eftersom inte mer var bearbetat. Detta behandlades sedan i uträkningarna för att kunna jämföras med de andra leden.

Jordproverna som togs in för vattenhaltprov mättes upp i burkar med en halv liter i varje burk. De vägdes för att sedan placeras i värmeskåp i 105°C i tre dygn. Därefter vägdes de torra proven och vattenhalt beräknades.

3.1.2 Planträkning

Planträkning utfördes på liknande sätt i både ärt- och linförsöket. Planträkningen utfördes på fyra linjer i storparcellen. Vid varje planträkningsplats utfördes tre räkningar, platsen markerades ut för att kunna återkomma. Denna räkning upprepades sedan ytterligare 3 gånger i storparcellen. Därmed blev det 3x4 planträkningar per storparcell. En ram på 0,25 m² användes i planträkningen, det värdet multiplicerades sedan med fyra för att få antal plantor per kvadratmeter. För att få en bra uppkomstkurva räknades

plantorna när några få hade kommit upp, därefter räknades de varannan dag tills de hade passerat halva plantuppkomsten. Sluträkningen utfördes fem veckor efter sådd av ärt och fyra veckor efter sådd av lin.

3.1.3 Temperatur

Mätningarna utfördes med temperaturmätaren i-Button. Mätarna placerades på såbotten där de programmerades att registrera temperaturen varannan timme. Ett medelvärde för dagstemperaturen togs sedan utifrån mätvärdena. Mätningarna genomfördes bara i linförsöket.

3.1.4 Halm

Halmmängden graderades visuellt på fyra ställen i varje led, i anslutning till planträkningen. En uppskattning gjordes av hur många procent halm som täckte markytan.

3.1.5 Ogräs

Räkning av ogräs utfördes i samband med sluträkningen av ärt- och linplantor. Räkningen utfördes på samma plats och i samma rutor som användes i planträkningen.

3.1.6 Penetrationsmotstånd

Penetrometermätningar gjordes med en handburen Eijkelkamp Penetrologger. I varje led utfördes tio stick. De räknades om till medelvärden. Mätningarna registrerades genom ett spjut, med ytan 1 cm², som trycktes ner i jorden. Spjutet var fäst i en lastcell som kände av trycket. Djupet mättes av enheten genom att skicka ut signaler till en metallplatta som placerades på marken. Penetrometern mätte trycket på varje centimeter till ca 30 cm djup.

3.1.7 Skörd

Skörden utfördes av en tröska med inbyggd skördekartering. Med hjälp av uppmätta GPS-punkter kunde skörden mätas i de olika leden.

3.2 Höstrapsetablering, R2-4143

Försöket R2-4143 där undersökningar utfördes under hösten 2009 och våren 2010 hade två försöksplatser; Lomma, Skåne och Lövsta, Uppland. Mätningarna koncentrerades vid Lövsta men även vissa mätningar vid Lomma utfördes. Försöksplanen bestod av sex led som visas i tabell 2. Led C och D hade 10 procent högre utsädesmängd jämfört med övriga.

Tabell 2. Försöksplan för R2-4143

Led	Bearbetningssystem
A	Plöjning, Rapidsådd
B	Top-Down grunt ca: 10 cm, Rapidsådd
C	Top-Down grunt ca: 10 cm, biodrill
D	Top-Down djupt ca: 20 cm, biodrill
E	Direktsådd Rapid med förredskap, system disc
F	Direktsådd Rapid förredskap

3.2.1 Plantegenskaper vid invintring

I början av november mättes invintringsegenskaper hos plantorna i försöket vid Lövsta. Egenskaper som mättes var storlek och antal blad, pålrotens grenighet, pålrotens längd från rothals till två mm i diameter, rothalsdiameter, tillväxtpunkt och torrsubstans på planta och rot. Tio plantor togs ut i varje parcell, detta med en meter in från kortsidan och tre meter in från långsidan i två rader. Var femte planta togs ut i såraden. Graderingen av rapsplantorna utfördes enligt Christer Nilssons, SLU, Alnarp ”Graderingskalor för avläsning av höstutveckling hos höstraps före invintring” (Bilaga 1). Rapsplantorna tvättades och mättes på labb. Mätningarna utfördes med linjal och skjutmått. Pålrotens längd mättes med linjal från rothalsen ner till två mm i diameter. Rapsplantan delades i planta och rot och torkades separat i 105 °C i ett dygn. Torrsubstansen mättes sedan på planta respektive rot.

3.2.2 Planträkning

Planträkningen genomfördes på två ställen i varje led. Vid varje planträkningsplats utfördes tre räkningar, platsen markerades ut för att kunna återkomma. En ram på 0,25 m² användes i planträkningen, detta värde multiplicerades sedan med fyra för att få antal plantor per kvadratmeter.

3.2.3 Temperatur

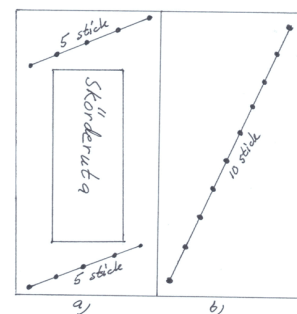
HOBO-sticks användes som temperaturmätare. De placerades på såbotten där de programmerades att registrera temperaturen för varje timme. Daggrader räknades ut med en bastemperatur på 5 grader. En temperatursumma räknades sedan ut för att jämföra de olika värdena. Mätningarna genomfördes vid försöket i Uppland.

3.2.4 Halm

Halmmängden mättes visuellt i procent halmbetäckt yta. Det mättes på två platser i varje parcell. Ett medelvärde beräknades sedan för dessa två värden.

3.2.5 Penetrationsmotstånd

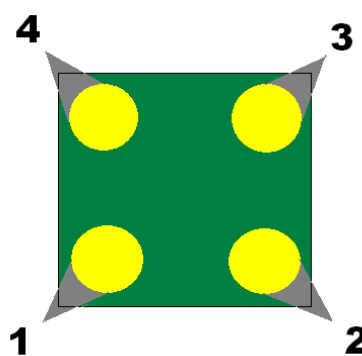
För penetrometermätning användes den handburna Eijkelkamp Penetrologger som tidigare nämnts. Tio stick togs i respektive parcell, de visas i figur 1b. För att hindra nertrampning av grödan togs sticken i fuktiga förhållanden i kanten av parcellen med 5 stick i varje ände som visas i figur 1a.



Figur 1. Visar hur penetrationssticken utfördes i parcellen, a) vid blöta förhållanden b) vid torra förhållanden (Bild: Pettersson, 2010)

3.2.6 Beståndsutveckling

Mätningarna för beståndsutvecklingen utfördes med en Yara N-sensor identifieringsnummer 1777 och 435 som var stationerad i Västerås respektive Klostergården, Östergötland. Fyra mätningar genomfördes diagonalt in från respektive hörn i varje ruta som figur 2 visar. Data behandlades för att extraheras till bladytans reflektans. För att få en kalibrering av sensorn klipptes biomassa vid de två första mätningarna från ett led. I den tredje mätningen klipptes det i alla led. Biomassan torrades i ugn vid temperatur på 50°C för att sedan vägas. Det index som användes var reflektansen vid 780 nm, som kan korreleras till biomassa per ytenhet.



Figur 2. Mätningpositioner för N-sensor i en försöksruta

3.2.7 Skörd

Skördearbete i R2-4143 Lövsta utfördes av avdelningen för jordbearbetning, SLU. Vid R2-4143 Lomma utförde SLU, Alnarp skörden. Skörd för de senaste tre åren sammanställdes.

3.3 Optimering av reducerad bearbetning, R2-4140

Försöken i serie R2-4140 fanns på tre försöksplatser: Säby, Uppsala, Vreta kloster, Östergötland och Brunnby, Västerås. Försöksplanen var upplagd med dels god, dels ensidig växtföljd (tabell 3). I övrigt var de indelade i de olika bearbetningssystemen som visas i tabell 4.

Tabell 3. God och ensidig växtföljd i försöken R2-4140

År	Växtföljd 1 (God)	Växtföljd 2 (Ensidig)
1	Höstvete	Höstvete
2	Ärt	Vårkorn
3	Höstvete	Höstvete
4	Våroljeväxter	Vårkorn
5	Höstvete	Höstvete
6	Höstvete	Höstvete

Tabell 4. Försöksplan för R2-4140, där 1 = god växtföljd och 2 = ensidig växtföljd

Led	Bearbetningssystem
A	Plöjning 23cm
B	Grund plöjning 12 cm
C	Kultivering 10-12 cm
D	Djupkultivering 20 cm
E	Carrier 5 cm
F	Direktsådd

3.3.1 Såbäddskarakterisering

Såbäddskarakteriseringen genomfördes enligt samma metod som tidigare beskrivet. I Uppland utfördes undersökningen i samband med sådd. I Östergötland utfördes den 9 dagar efter sådd på grund av regn inom denna period.

Även vattenhalten utfördes enligt samma metod som tidigare beskrivet, med skillnaden att endast ett prov togs som var i såbotten.

3.3.2 Planträkning

Planträkningen genomfördes på två ställen i varje led. Vid varje planträkningsplats utfördes tre räkningar, platsen markerades ut för att kunna återkomma. En ram på 0,25 m² användes i planträkningen, detta värde multiplicerades sedan med fyra för att få antal plantor per kvadratmeter.

3.3.3 Temperatur

Temperaturmätningar med i-Button och HOBO-sticks användes, där i-Button placerades i block ett och två i kornväxtföljden och HOBO-sticks i alla block i rapsväxtföljden. De placerades på såbotten där de programmerades att mäta för i-Button med varannan timme och för HOBO-sticks varje timme. Mätningarna genomfördes på försöket vid Säby.

3.3.4 Halm

Halmgraderingen genomfördes med samma metod som i direktsådd med Rapid och Seed Hawk, där graderingen gjordes i båda kortsidorna på parcellen för att få två sidor av parcellen. Graderingen utfördes i försöken på Säby och Vreta kloster.

3.3.5 Ogräs

Ogräsen räknades och vägdes ospecificikt av art. Detta utfördes endast vid försöket på Brunnby.

3.3.6 Infiltration

Mätningar genomfördes två veckor efter sådd på Säby och Vreta kloster. De utfördes i två block och i alla led förutom det grunda plöjda. Infiltrationen mättes på 7-12 centimeters djup. Ytjorden togs bort med spade ner till sju centimeter. En cylinder slogs ner i jorden på 5 centimeters djup. Jorden mättades i 15 minuter för att sedan fyllas upp med vatten till toppen av cylindern. Efter ytterligare fem minuter mättes sedan vattennivån i cylindern.

3.3.7 Penetrationsmotstånd

För penetrometermätning användes som tidigare nämnts, en handburen Eijkelkamp Penetrologger. Tio stick togs i respektive parcell på Säby och sex stick per parcell i Vreta kloster. Penetrometern mätte trycket på varje centimeter till ca 30 cm djup.

3.3.8 Rotmängd

I försöket på Säby togs jordcylindrar ut från 10 till 20 cm djup. Dessa prover slammas i avjoniserat vatten för att sedan filterades och skiljas på jord och rötter. Rötterna scannades av en dator som mätte rotlängd och diameter.

3.3.9 Skörd

Skörden på Säby utfördes av avdelningen för jordbearbetning, SLU. Vid Vreta Kloster genomförde Hushållningssällskapet Östergötland skörden. I Västerås skördade Hushållningssällskapet Västmanland försöket. Skördedata vid föregående fyra år sammanställdes med årets skörd.

3.4 Olika jordbearbetningsstrategier, L2-4049

Försöksplanen för L2-4049 bestod av tio led som delades in i med och utan växtskyddsbehandling (tabell 5).

Tabell 5. Försöksplan för L2-4049

Led	Bearbetningssystem
A1	Plöjning, anpassat djup, harvn höst el. vår, utan beh.
A2	Plöjning, anpassat djup, harvn höst el. vår, med beh.
B1	Carrier 2ggr, med beh.
B2	Carrier 2ggr, utan beh.
C1	Ej höstpl, stubbehandling (direktsådd), utan beh.
C2	Ej höstpl, stubbehandling (direktsådd), med beh.
D1	Topdown, grund + djup behandling, utan beh.
D2	Topdown, grund + djup behandling, med beh.
E1	Kultivatorbruk (vid behov vältning), utan beh.
E2	Kultivatorbruk (vid behov vältning), med beh.

3.4.1 Såbäddskaraktisering

Såbäddskaraktiseringen genomfördes som tidigare beskrivits. Proverna togs oberoende av växtskyddsbehandling, alltså utfördes fem undersökningar.

3.4.2 Planräkning

Vid varje planräkningsplats utfördes tre räkningar. En ram på 0,25 m² användes i planräkningen, detta värde multiplicerades sedan med fyra för att få antal plantor per kvadratmeter.

3.4.3 Halm

Halmgraderingen genomfördes med samma metod tidigare beskrivits. Graderingen gjordes i båda kortsidorna på parcellen för att få ett bra medelvärde.

3.4.4 Infiltration

Mätningar utfördes på samma sätt som tidigare beskrivits.

3.4.5 Penetrationsmotstånd

Penetrometermätningar utfördes på samma sätt som tidigare beskrivits. Tio stick togs i respektive parcell.

3.4.6 Skörd

Hushållningssällskapet i Östergötland utförde skörden av försöket. Skörd för de senaste fem åren sammanställdes.

3.5 Ekonomiska beräkningar

Beräkningarna utfördes med hjälp av aktuella prislistor för maskinkostnader och nuvarande (3/11-10) spotpriser på råvaror (tabell 6 och 7). Bearbetningskostnaderna beräknades genom att ta medeltal av varje bearbetning för samtliga skördeår. Nettot (summa kvar till övriga kostnader som mark, gödsel, växtskydd, skörd m.m) för respektive bearbetning räknades ut för att jämföra mellan olika bearbetningar. Vid flera års skördar räknades ett medel ut för nettot per hektar. Beräkningarna räknades ut separat för varje försök.

Tabell 6. Maskinkostnader för respektive redskap för hög kapacitet (Maskinkalkylgruppen & HIR, Malmöhus, 2010)

Redskap	Specifikation	Kr/ha
Plog	4 skärig buren	728
Plog grund	4 skärig buren	665
Vält	Bredd ca 9 m	158
Harv	Bogserad 6 m	176
Sådd	Universalsåmaskin 4 m, med system disc (utan -40 kr)	602
Carrier	Tallrikskultivator (disc och vält) buren 3 m	272
Topdown djup	Multikultivator (disc, pinne, vält) bogs 4m (frösålåda +15)	464
Topdown grund	Multikultivator (disc, pinne, vält) bogs 4m (frösålåda +15)	400
Cultus	Kultivator (fjädr pinne, efterredskap) buren 3,5 m	219

Tabell 7. Spotpriser för råvaror hämtade från Lantmännen område norr mälaren, 2010-11-03

Gröda	Kr/dt
Höstvete	177
Ärt	193
Höstraps	362
Vårraps	362
Vårkorn	151
Lin	443

4 Resultat

Nedan presenteras resultaten för direktsådd med Seed Hawk och Rapid vid Munsö, försöksserierna R2-4143, R2-4140 och L2-4049, med kompletterade skördeuppgifter för de senaste åren.

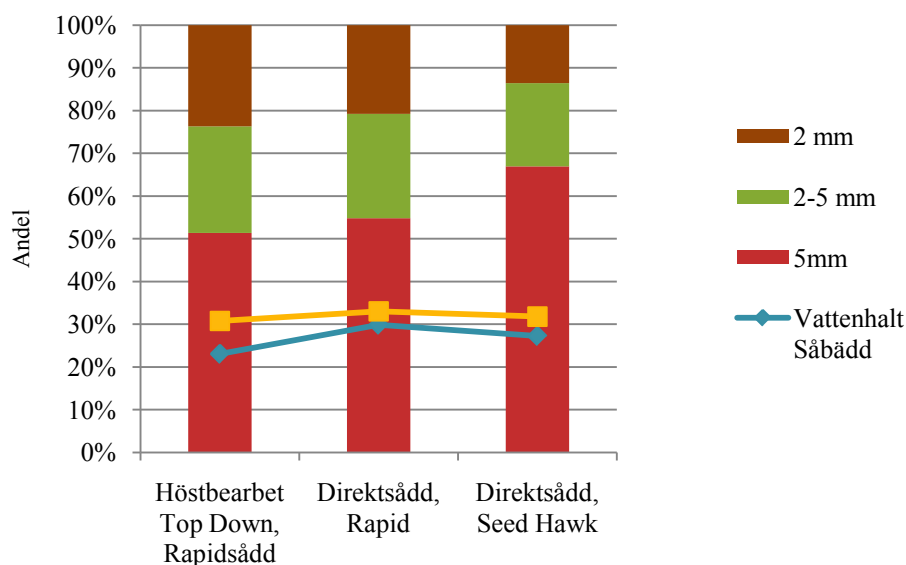
4.1 Direktsådd med Seed Hawk och Rapid

Resultat för försöken med Seedhawk och Rapid presenteras för de olika parametrarna; planträkning, såbäddskaraktisering, temperaturmätning, halmgradering, ogräsräkning, penetrationsmotstånd och skörd.

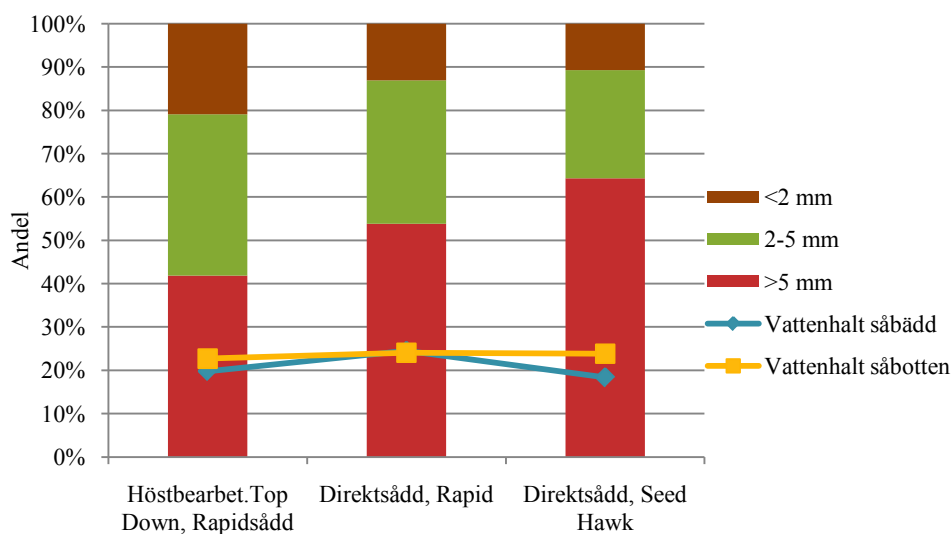
4.1.1 Såbäddskaraktisering

I linförsöket skiljde sig Seed Hawk ledet från det höstbearbetade ledet med lägre andel finjord (<5 mm) (figur 3). Samma skillnader kunde urskiljas i fraktioner <2 mm. Linförsökets direktsådda Rapid led skiljde sig med högre vattenhalter jämfört med övriga led.

Såbäddsundersökningen i ärt visade skillnader med högre andel aggregat i fraktionerna (2-5 mm) i det höstbearbetade ledet jämfört med Seed Hawk. Vattenhalt i ärtförsöket var runt 20 procent i både såbädd och såbotten där inga skillnader kunde urskiljas (figur 4).



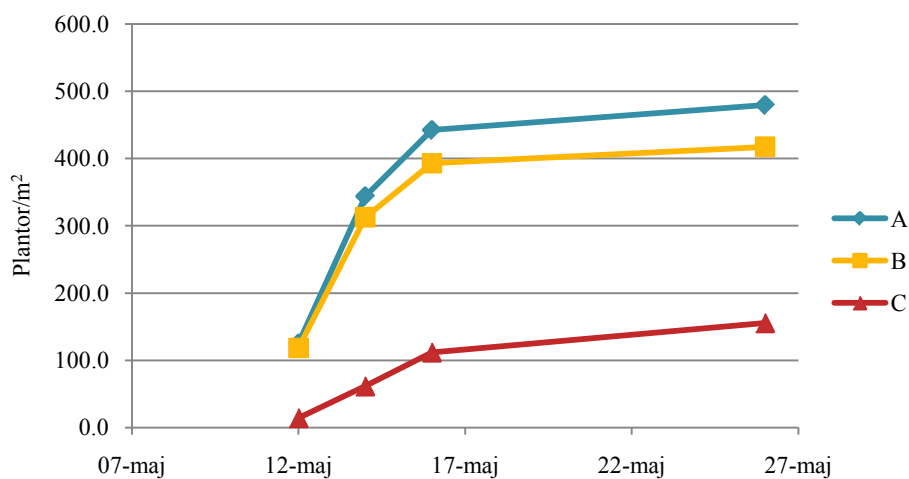
Figur 3. Aggregatstorleksfördelning och vattenhalt i procent efter sådd hos lin på Munsö.



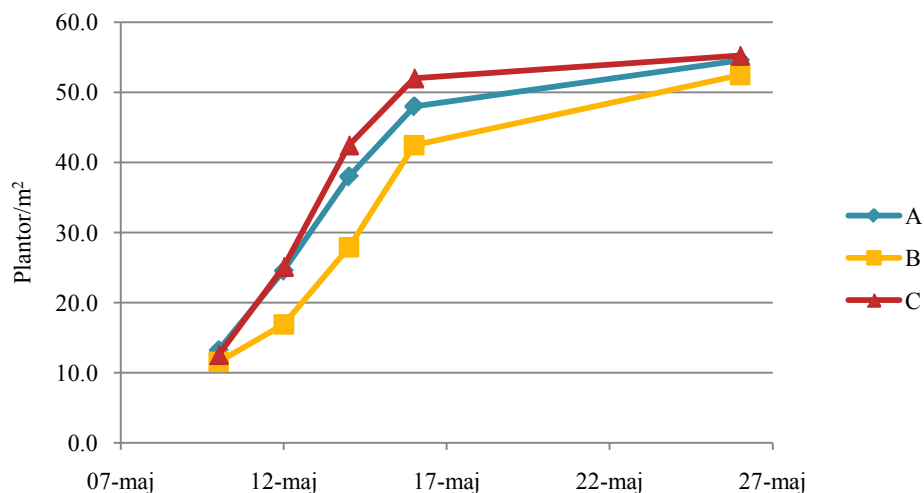
Figur 4. Aggregatstorleksfördelning och vattenhalt i procent, efter sådd hos ärt på Munsö

4.1.2 Planträkning

Planträkning för Seed Hawk i lin skiljde sig från de övriga leden (figur 5). Den slutgiltiga planträkning för Seed Hawk var 25 procent av det höstbearbetade ledet. Direktsådd med Rapid liksom höstbearbetat led nådde ett bra resultat med 400-500 plantor/m². I ärt var det ingen skillnad mellan leden (figur 6). Alla led gav en god plantuppkomst på drygt 50 plantor/m².



Figur 5. Plantor räknade per kvadratmeter för lin på Munsö vid fyra tillfällen. Linjerna visar de olika leden där A=Höstbearbetning Top Down, Rapidsådd, B=Direktsådd, Rapid, C=Direktsådd, Seed Hawk



Figur 6. Plantor räknade per kvadratmeter för ärt på Munsö vid fem tillfällen. Linjerna visar de olika leden där A=Höstmöbearbetning Top Down, Rapidsådd, B=Direktsådd, Rapid, C=Direktsådd, Seed Hawk

4.1.3 Temperatur

Vid temperaturmätningarna så fanns tendenser till lägre temperatursumma i de direktsådda leden jämfört med höstmöbearbetat (tabell 8).

Tabell 8. Temperatursumma för lin på Munsö

Led	Temperatursumma
Höstmöbearbetning Top Down, Rapidsådd	197,7a
Direktsådd, Rapid	186,7a
Direktsådd, Seed Hawk	182,2a

4.1.4 Halm

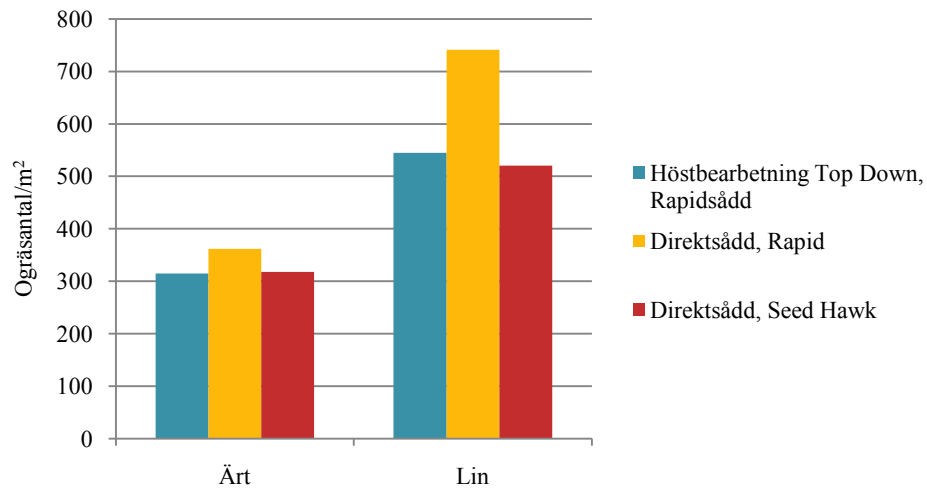
En högre andel halm i ytan fanns i de direktsådda leden (tabell 9). Mellan de direktsådda leden var Seed Hawk den som hade störst halmandel.

Tabell 9. Visuellt bedömning av halmmängd i ytan hos lin och ärt på Munsö

Led	Halm i ytan (%) hos lin	Halm i ytan (%) hos ärt
Höstmöbearbetning Top Down, Rapidsådd	13c	7,7b
Direktsådd, Rapid	29b	15,0a
Direktsådd, Seed Hawk	47a	19,2a

4.1.5 Ogräs

Inga skillnader i ogräs fanns hos varken ärt eller lin (figur 7). Dock fanns det tendenser till högre ogräsmängd i direktsådd, Rapid.

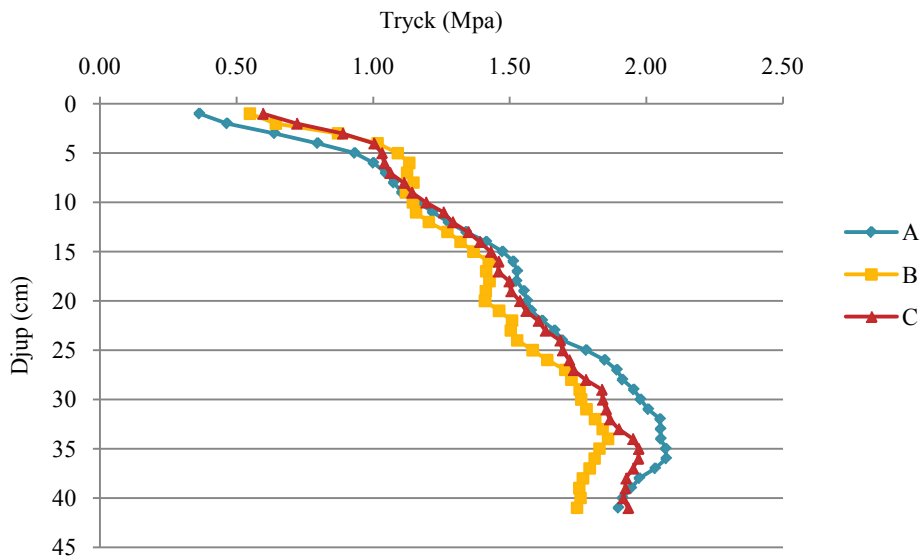


Figur 7. Ogräsförekomst den 26 maj hos ärt och lin på Munsö

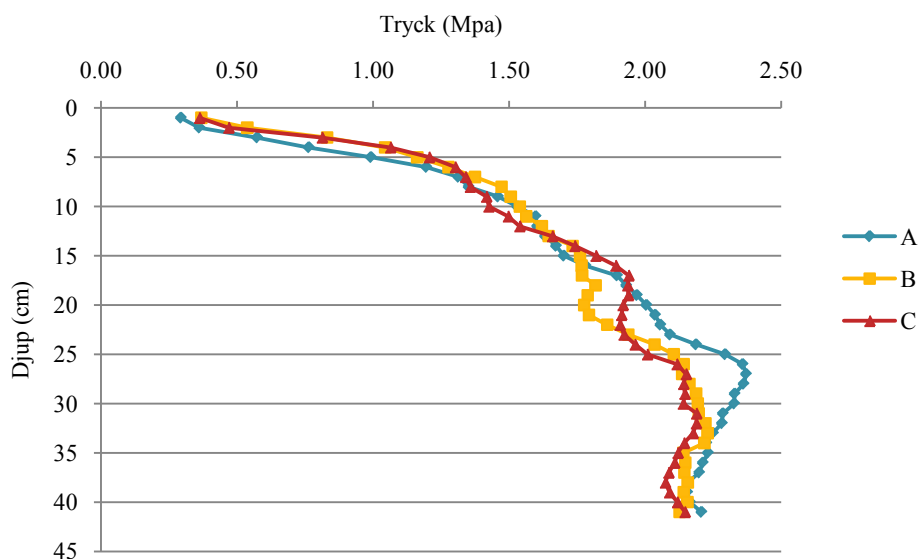
4.1.6 Penetrationsmotstånd

Vid de grunda djupen i linförsöket fanns ingen skillnad i motstånd (figur 8). Däremot på djupen 20-30 cm skiljde sig direktsått led Rapid och höstbearbetat led med högre motstånd i de senaste.

Det skiljde inget mellan leden i motstånd hos ärt (figur 9). Tendenser till skillnad kunde ses vid 25-30 cm djup där höstbearbet led hade högre motstånd.



Figur 8. Penetrationsmotstånd vid lin på Munsö. Linjerna visar de olika leden där A=Höstbearbetning Top Down, Rapidsådd, B=Direktsådd, Rapid, C=Direktsådd, Seed Hawk



Figur 9. Penetrationsmotstånd vid ärt på Munsö. Linjerna visar de olika leden där A=Hösbearbetning Top Down, Rapidsådd, B=Direktsådd, Rapid, C=Direktsådd, Seed Hawk.

4.1.7 Skörd

Skörden för linförsöket på Munsö var i medel 1200 kg/ha, relativt redovisas i tabell 10. De direktsådda leden visade bra resultat jämfört med hösbearbetade ledet. Seed Hawkledet gav 5 procent lägre skörd jämfört med hösbearbetat och det direktsådda Rapidledet 10 procent högre. I ärtförsöket, där medelskörden var 2000 kg, gav de båda direktsådda leden, Rapid och Seed Hawk, 7 respektive 8 procent lägre skörd jämfört med hösbearbetat.

Tabell 10. Skörd för lin och ärt på Munsö. Hösbearbetat=100

Led	Skörd lin	Skörd ärt
Hösbearbetning Top Down, Rapidsådd	100a	100a
Direktsådd, Rapid	110a	93a
Direktsådd, Seed Hawk	95a	92a

4.2 Höstrapsetablering, R2-4143

Här följer resultat för försöken med de olika parametrarna presenterade; plantmätningar, planträkning, temperaturmätning, halmgradering och penetrationsmotstånd. Skörden redovisad för de senaste tre åren.

4.2.1 Plantegenskaper vid invintring

Bladantalet uppfyllde nästan invintringskraven (tabell 11). Andelen i grenighetsklass 1 var störst i samtliga led. Pårlöten var kortare i direktsått jämfört med plöjt led. Tendenser till något grövre rothalsdiameter fanns för plöjt jämfört med övriga led.

Tabell 11. Plantmätningar inför invintring för R2-4143 Lövsta. Leden visar A= Plöjning, Rapidsådd, B= Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd, C= Top-Down grunt 10 cm, biodrill, D= Top-Down djupt 20 cm, biodrill, E= Direktsådd Rapid med förredskap, system disc, F= Direktsådd Rapid utan förredskap

Led	Antal blad	Andel Grenighet			Pålrötenslängd (mm)	Rothalsdiameter (mm)	Tillväxtpunkt (mm)	Planta TS (g)	Rot TS (g)
		1	2	3					
A	6a	0,6ab	0,3a	0,0a	199,03a	7,47a	10,63ab	3,09a	1,26a
B	6a	0,7ab	0,2a	0,1a	170,70bc	6,97a	9,03b	2,82a	1,11a
C	6a	0,5b	0,3a	0,2a	159,10c	6,86a	11,06ab	3,41a	1,07a
D	6a	0,6ab	0,3a	0,1a	185,47ab	6,54a	10,48ab	2,70a	1,02a
E	6a	0,7a	0,3a	0,0a	160,50bc	6,86a	10,29ab	3,04a	1,12a
F	7a	0,6ab	0,3a	0,1a	154,47c	7,07a	11,94a	3,16a	1,20a

4.2.2 Planträkning

I försöket R2-4143 Lövsta var det stort plantbortfall över vintern. Samtliga led fick därmed ett lågt plantantal på våren. Beståndet i R2-4143 Lomma klarade övervintringen relativt bra med ett bortfall på mellan 10 och 20 procent. Dock var uppkomsten dålig i de direktsådda leden med Rapid, där de skiljde sig från de övriga vilket medförde ett lågt plantantal även på våren (tabell 12).

Tabell 12. Planträkning i serie R2-4143 Lövsta och Lomma höst och vår, procent klarad invintring

Led	Antal plantor Lövsta 090902 höst/m ²	Antal plantor Lövsta 100414 vår/m ²	Klarad övervintring Lövsta (%)	Antal plantor Lomma 090921 höst/m ²	Antal plantor Lomma 100326 vår/m ²	Klarad övervintring Lomma (%)
Plöjning, Rapidsådd	65	34a	52	53	46	87
Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd	60	41a	68	50	39	78
Top-Down grunt 10 cm, biodrill	-	37a	-	43	35	81
Top-Down djupt 20 cm, biodrill	52	36a	69	47	37	79
Direktsådd Rapid med förredskap	42	27a	65	29	26	90
Direktsådd Rapid utan förredskap	54	32a	59	22	19	86
LSD	59			10	9	
Signifikans	n.s			***	***	

4.2.3 Temperatur

Vid temperaturmätningarna i försöket på Lövsta kunde tendenser urskiljas med högre temperatursumma i direktsått jämfört med plöjt led (tabell 13).

Tabell 13. Temperatursumma för R2-4143 Lövsta

Led	Temperatursumma
Plöjning	366,7a
Direktsådd Rapid utan förredskap	390,4a

4.2.4 Halm

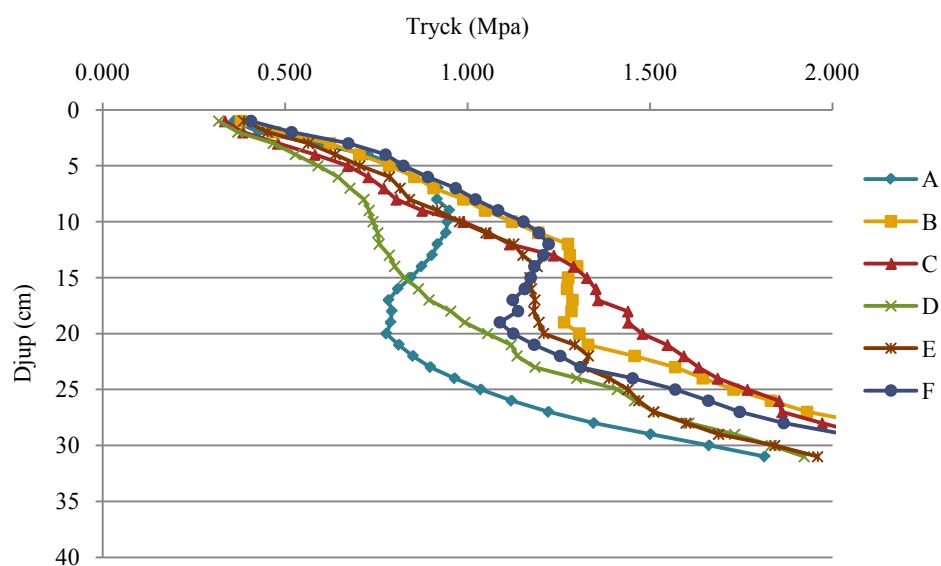
Vid graderingen av halm i försöket på Lövsta observerades det mycket halm i ytan i de direktsådda leden med Rapid jämfört med det plöjda (tabell 14).

Tabell 14. Visuellt bedömning av halmmängden i ytan hos R2-4143 Lövsta

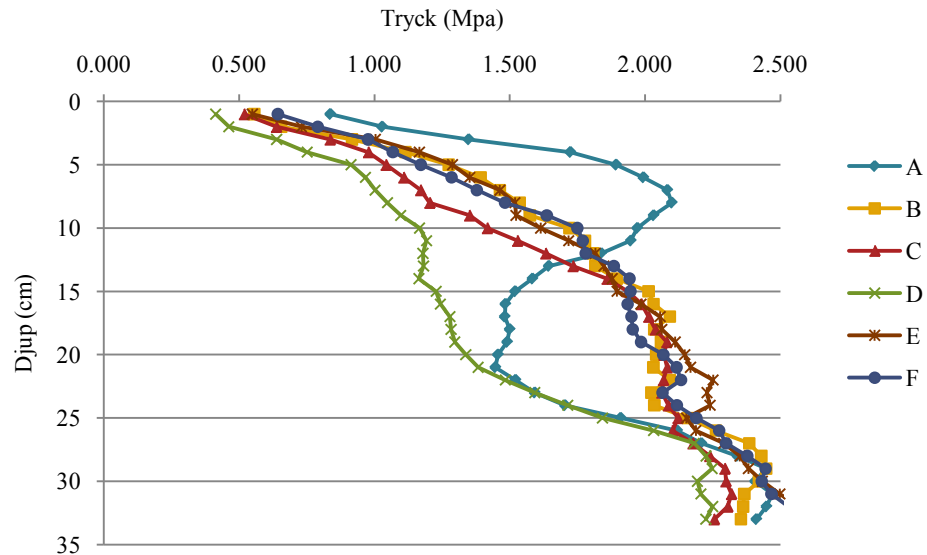
Led	Halmbetäckt yta (%)
Plöjning, Rapidsådd	0d
Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd	32bc
Top-Down grunt 10 cm, biodrill	23c
Top-Down djupt 20 cm, biodrill	25c
Direktsådd Rapid med förredskap	40b
Direktsådd Rapid utan förredskap	70a

4.2.5 Penetrationsmotstånd

I penetrometermätningarna på Lövsta (figur 10) visades att det direktsådda ledet följer de grunt bearbetade leden. De skiljer sig genom ett lägre motstånd jämfört med det plöjda ledet under nästan hela djupet. Dock visades en förtätning vid 20 cm djup i direktsått. I mätningarna på Lomma (figur 11) hade något inträffat i det plöjda ledet, det avviker i alla block från det förväntade (likt Lövsta). Även i Lomma följer det direktsådda ledet den grunda bearbetningen men utan märkbar förtätning.



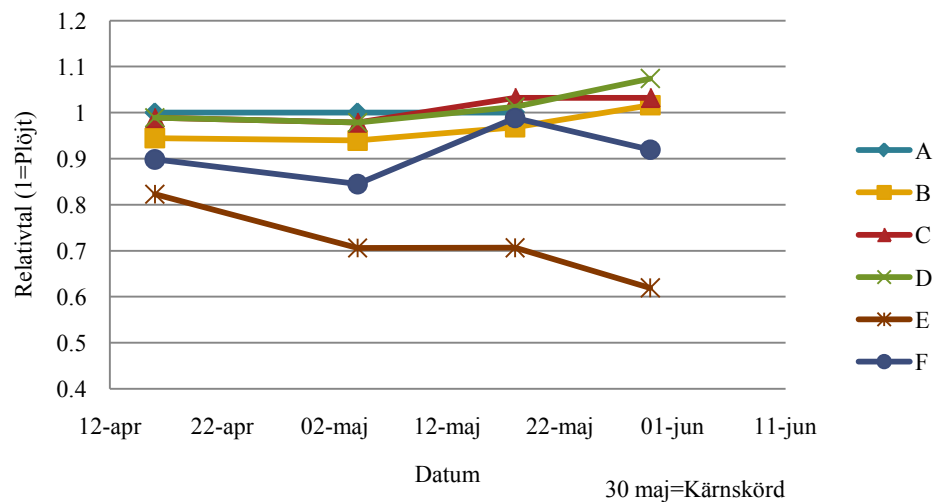
Figur 10. Penetrometermotstånd i försöksserie R2-4143 Lövsta. Linjerna visar A= Plöjning, B= Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd, C= Top-Down grunt 10 cm, biodrill, D= Top-Down djupt 20 cm, biodrill, E= Direktsådd Rapid med förredskap, system disc, F= Direktsådd Rapid utan förredskap



Figur 11. Penetrometernotstånd i försök R2-4143 Lomma. Linjerna visar A= Plöjning, Rapidsådd, B= Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd, C= Top-Down grunt 10 cm, biodrill, D= Top-Down djupt 20 cm, biodrill, E= Direktsådd Rapid med förredskap, system disc, F= Direktsådd Rapid utan förredskap

4.2.6 Beståndsutveckling

Biomassan i R2-4143 Lövsta visade låga värden vid direktsått jämfört med plöjt led (figur 12). Den som skiljde sig från övriga led och visade lägst biomassa vid samtliga mätningar var direktsådd Rapid med förredskap.



Figur 12. Relativtal för biomassa i försök R2-4143 Lövsta. Linjerna visar A= Plöjning, Rapidsådd, B= Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd, C= Top-Down grunt 10 cm, biodrill, D= Top-Down djupt 20 cm, biodrill, E= Direktsådd Rapid med förredskap, system disc, F= Direktsådd Rapid utan förredskap

4.2.7 Skörd

Skörden för R2-4143 som redovisas i tabell 15 visade lägre skörd jämfört med plöjda led i tre av fem försök för direktsådd med förredskap. De två försök som hade en skördeökning för direktsådd med förredskap gav en genomsnittlig ökning med 16 procent. Direktsådd Rapid utan förredskap visade lägre skörd jämfört med plöjda led i samtliga försök. Anmärkningsvärt var direktsådd Rapid utan förredskap på Lövsta 2010 där denna gav en högre skörd än med förredskap.

Tabell 15. Skörd för R2-4143 med vattenhalt 9 % där plöjt=100. E=Östergötland, MX=Skåne, CX=Uppland

Led	Skörd R2- 4143- E 2008 kg/ha	Skörd R2- 4143- E 2009 kg/ha	Skörd R2- 4143- MX 2009 kg/ha	Skörd R2- 4143- CX 2010 kg/ha	Skörd R2- 4143- MX 2010 kg/ha
Plöjning, Rapidsådd	3050	2520	5000	3100	3920
Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd	101	102	-	102	93
Top-Down grunt 10 cm, biodrill	110	113	93	103	91
Top-Down djupt 20 cm, biodrill	109	104	91	107	93
Direktsådd Rapid med förredskap	104	127	95	62	87
Direktsådd Rapid utan förredskap	91	99	96	92	84
Seed Hawk	-	127	-	-	-
LSD	380	330	390	470	210
Signifikansnivå	n.s	**	n.s	***	***

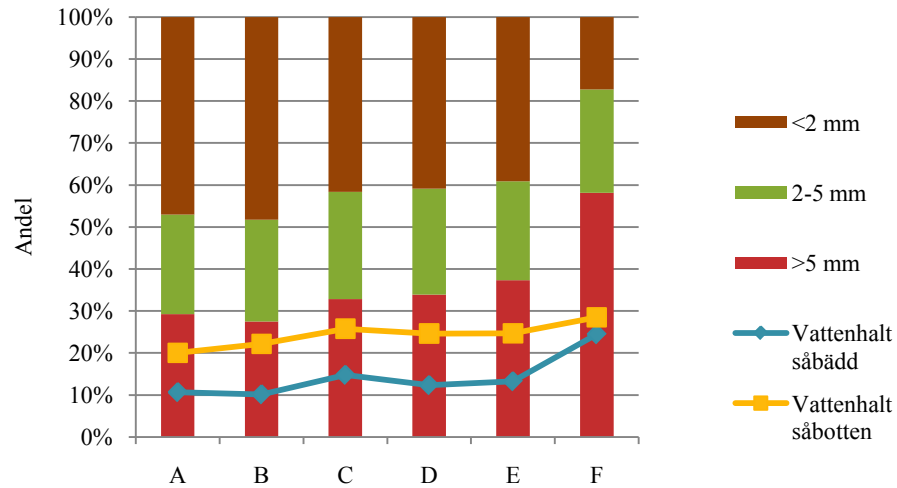
4.3 Optimering av reducerad bearbetning, R2-4140

Här följer resultat för försöken med de olika parametrarna presenterade; såbäddskaraktisering, planträkning, temperatur, halm, infiltration, penetrationsmotstånd, beståndsutveckling, rotmängd och skörd.

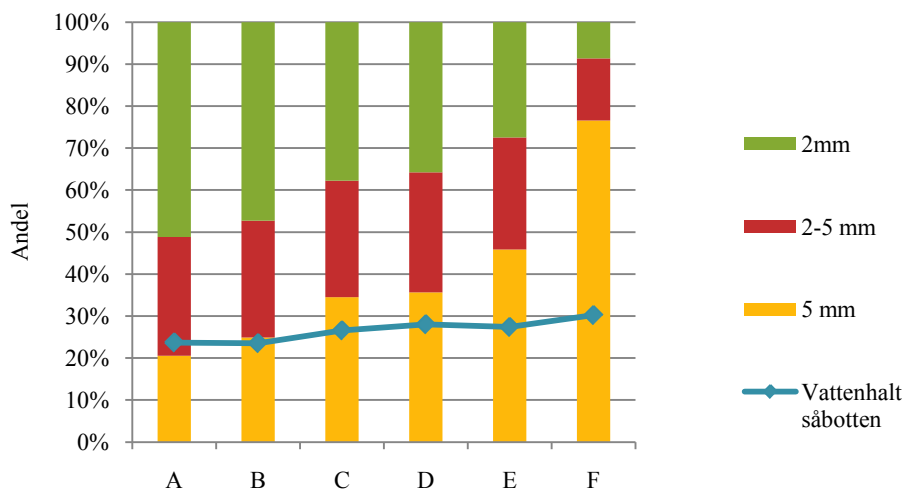
4.3.1 Såbäddskaraktisering

I försöket R2-4140 Säby skiljde sig det direktsådda ledet med mindre finjord < 5 mm jämfört med de övriga led (figur 13). Detsamma gällde fraktionerna <2 mm. Det var även högre vattenhalter i det direktsådda ledet som skiljde sig speciellt mot de plöjda leden.

På R2-4140 Vreta kloster uppträdde liknande skillnader med mindre andel finjord i direktsådd (figur 14). Vattenhalten var högre vid direktsådd där den skiljde sig mot plöjt.



Figur 13. Aggregatstorleksfördelning i såbädd och vattenhalt i såbädd och såbotten hos R2-4140 Säby. Staplarna visar A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsådd



Figur 14. Aggregatstorleksfördelning i såbädd och vattenhalt i såbotten hos R2-4140 Vreta Kloster. Staplarna visar A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsådd

4.3.2 Planträkning

Lägre plantantal observerades i direktsådd, jämfört med plöjda led, vid planträkningarna i Vreta kloster (tabell 16). Mindre skillnader fanns vid planträkningarna i Säby, där ett lägre plantantal överlag resulterade i mindre skillnader.

Tabell 16. Planräkning vid två tillfällen i Säby och Vreta kloster R2-4140. Där 1 = god växtföljd och 2 = ensidig växtföljd

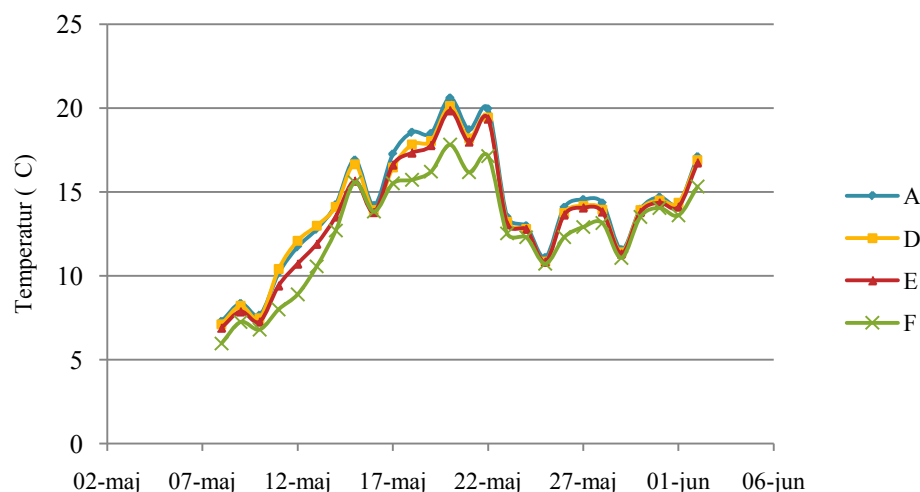
Led	Antal plantor Säby 100518/m ²	Antal plantor Säby 100527/m ²	Antal plantor Vreta kloster 100519/m ²	Antal plantor Vreta kloster 100604/m ²
1. Plöjning 23cm	91ab	122	343	359
1. Grund plöjning 12 cm	98ab	121	276	272
1. Kultivering 10-12 cm	120a	129	264	268
1. Djupkultivering 20 cm	118a	135	271	272
1. Carrier 5 cm	121a	130	207	207
1. Direktsådd	70b	91	145	161
2. Plöjning 23cm	312c	326	660	657
2. Grund plöjning 12 cm	340c	348	613	605
2. Kultivering 10-12 cm	334c	346	565	564
2. Djupkultivering 20 cm	322c	332	559	571
2. Carrier 5 cm	340c	348	609	611
2. Direktsådd	302c	341	399	385
LDS			69	73
Signifikansnivå			**	**

4.3.3 Temperatur

Vid temperaturmätningarna på Säby skiljde sig direktsådd från övriga led med lägre temperatursumma (tabell 17). Under groningen varierade temperaturen mellan 6 och 20 grader (figur 15). Upp till 3 graders skillnad i dagsmedeltemperatur uppmättes som mest mellan direktsått och plöjt.

Tabell 17. Temperatursumma med bastemperatur 2°C för Säby R2-4140.

Led	Temperatursumma
Plöjning 23cm	317a
Djupkultivering 20 cm	311ab
Carrier 5 cm	303b
Direktsådd	278c



Figur 15. Medeltemperaturen per dag i försök R2-4140 Säby. Linjerna visar A=Plöjning 23 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsådd

4.3.4 Halm

Vid den visuella halmgraderingen vid Säby och Vreta kloster hade de direktsådda leden större mängd halm i ytan jämfört med plöjda led (tabell 18).

Tabell 18. Visuell bedömning av halmmängden i ytan hos R2-4140, Säby

Led	Halm i ytan Säby (%)	Halm i ytan Vreta kloster (%)
Plöjning 23cm	0d	1d
Grund plöjning 12 cm	3cd	3cd
Kultivering 10-12 cm	12b	11b
Djupkultivering 20 cm	9bc	12bc
Carrier 5 cm	11b	32b
Direktsådd	64a	75a

4.3.5 Ogräs

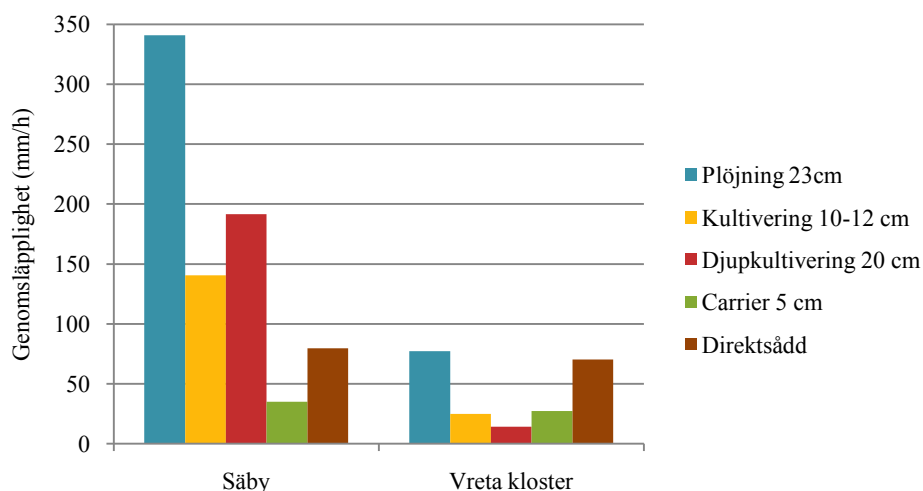
För ogräsräkningen i Västerås påträffades ca fem gånger så många ogräs i direktsått jämfört med plöjt led (tabell 19). Vikten för ogräsen i direktsått var betydligt högre än i övriga led.

Tabell 19. Antal ogräs och ogräs vägt i gram per kvadratmeter i R2-4140 Västerås

Led	Antal ogräs st/m ² 100519	Vikt ogräs g/m ² 100519
Plöjning 23cm	39	9
Grund plöjning 12 cm	23	4
Kultivering 10-12 cm	65	243
Djupkultivering 20 cm	60	203
Carrier 5 cm	61	302
Direktsådd	201	1687
LSD	55	418
Signifikansnivå	***	***

4.3.6 Infiltration

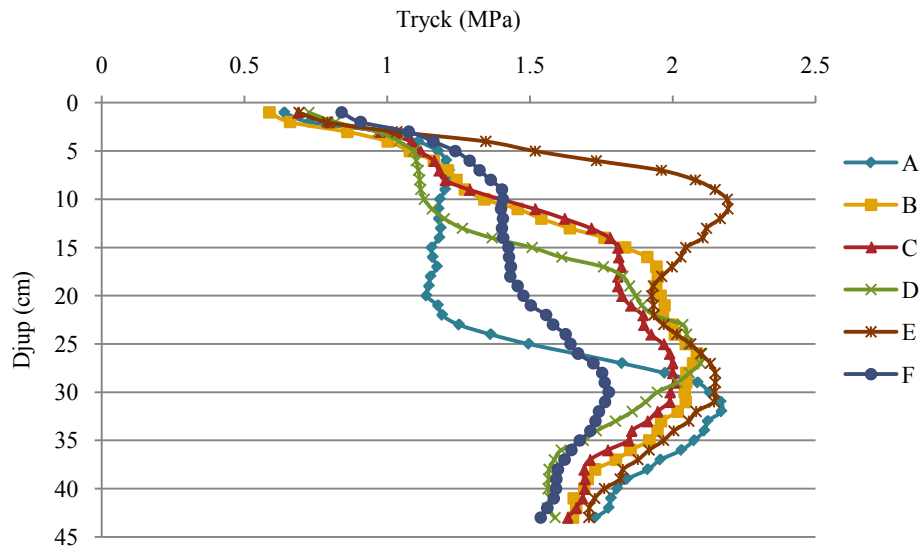
Den lägre infiltrationen i det direktsådda ledet skiljde sig mot de plöjda på R2-4140 Säby (figur 16). Men de hade ändå tendenser till högre infiltration än Carrierledet. Det fanns ingen signifikant skillnad på Vreta kloster. Det betydde att det plöjda och direkt-sådda hade liknande infiltration



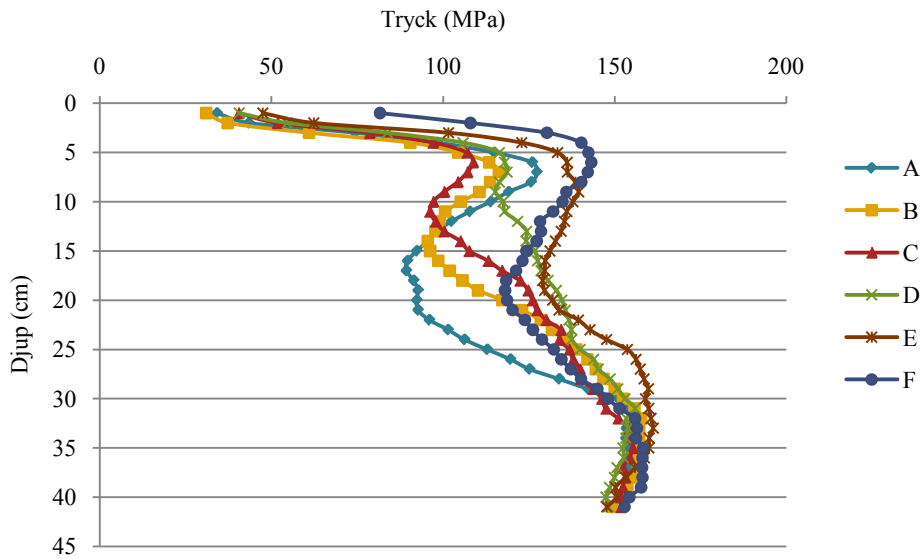
Figur 16. Infiltrationen mätt i konduktivitet (mm/h) i försök R2-4140, Säby och Vreta kloster

4.3.7 Penetrationsmotstånd

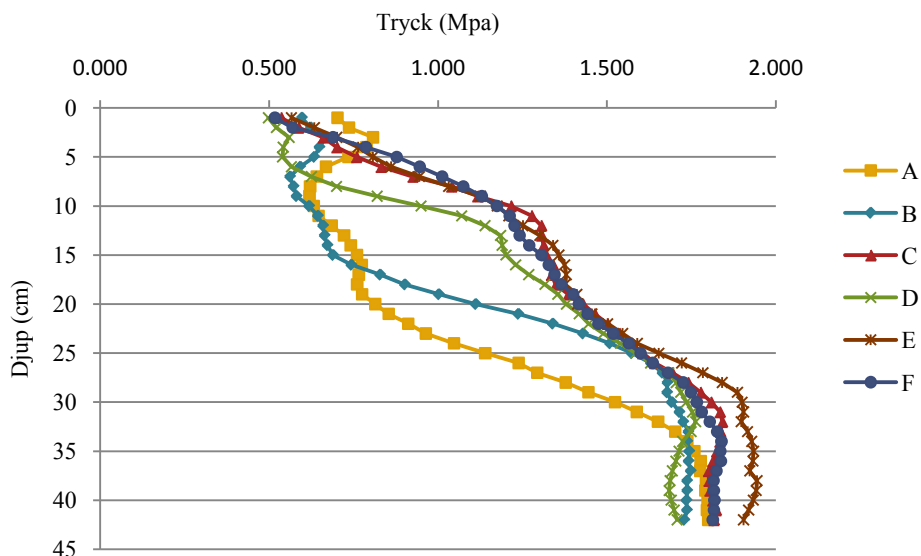
I penetrometarmätningarna i R2-4140 Säby utmärkte sig det direktsådda ledet genom att skära alla kurvor. Det hade ett lågt motstånd jämfört med carrierledet (figur 17). Direktsådda ledet skiljde sig från de övriga mellan djupen 15-25 cm. Det höga ytliga motståndet hos direktsådd i Vreta kloster skiljde sig från de övriga försöken (figur 18). Ett lägre motstånd under 10 cm djup observerades vid direktsådd jämfört med Carrierledet. På större djup följde direktsådd det grunt plöjda ledet och var lägre i motstånd jämfört med de övriga reducerade bearbetningarna. I Västerås skiljde sig de plöjda leden signifikant mot de övriga leden mellan djupen 5-20 cm. Plöjning 23 cm hade signifikant lägre motstånd vid 25-30 cm än alla andra led. Direktsådd följde carrier och grund kultivering i penetrometerkurvan (figur 19).



Figur 17. Penetrometertotstånd i försök R2-4140 Säby. Linjerna visar A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsädd



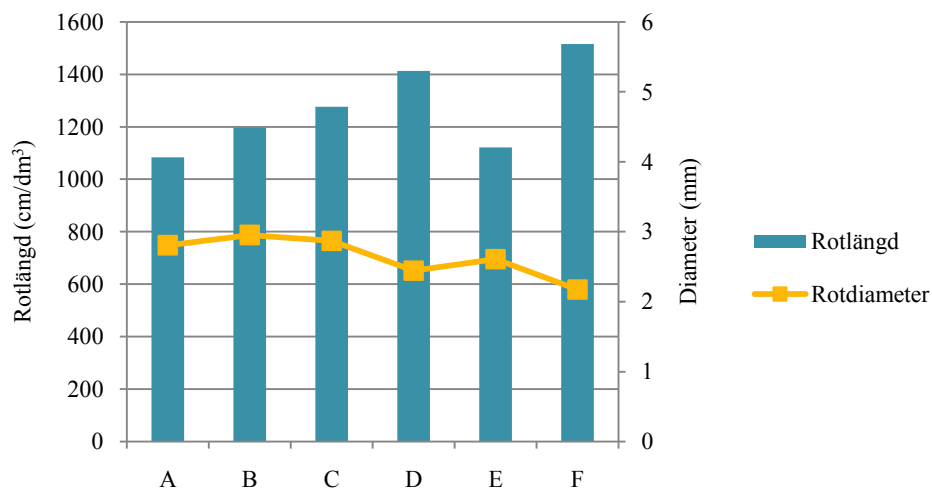
Figur 18. Penetrometertotstånd i försök R2-4140 Vreta Kloster. Linjerna visar A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsädd



Figur 19. Penetrometernotstånd i försök R2-4140 Västerås. Linjerna visar A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsådd

4.3.8 Rotmängd

Tendenser till skillnader fanns i rotlängden mellan direktsådd och övriga förutom djupkultivering (figur 20). Samma förhållanden fanns för rotdiametern där de båda hade lägre värden jämfört med övriga.



Figur 20. Rotlängd och rot diameter mätt i en kubikdecimeter jord för R2-4140 Säby. Staplarna och punkterna visar A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsådd

4.3.9 Skörd

Skörden för ärt var lägre vid direktsådd jämfört med de övriga (tabell 20). Kornet hade en genomgående låg skörd i direktsått jämfört med plöjt led, förutom 2010 i Uppland där skörden var högre. Skörden för vårraps fanns bara registrerat för ett försök då vårrapsen i Östergötland 2010 inte gav mätbar skörd. Ett år som stack ut var höstvetete i Västerås 2010 som hade en halvering av skörden i direktsått jämfört med plöjt led.

Tabell 20. Skörd för R2-4140 uppdelad efter försöksplats, plöjning=100. Där 1 = god växtföljd och 2 = ensidig växtföljd. De olika försöksplatserna CX=Uppland, E=Östergötland och U=Västmanland

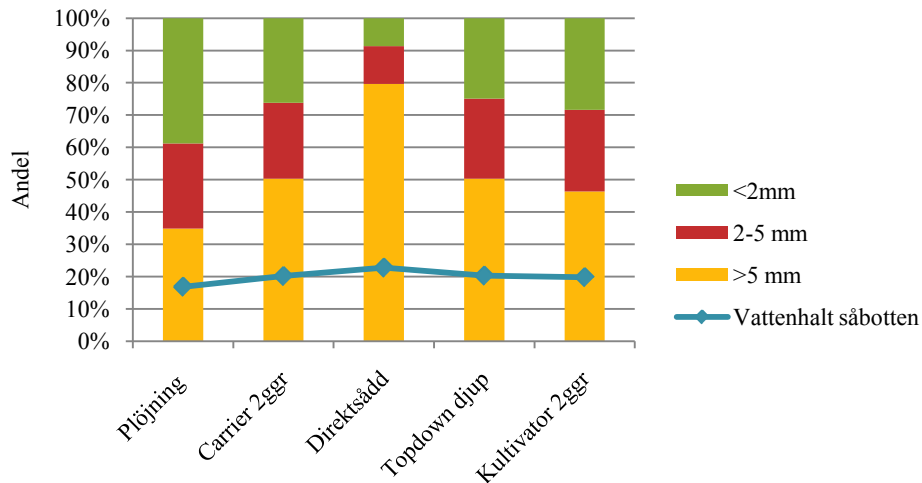
Led	CX	CX	CX	CX	E	E	E	E	U	U
	2007	2008	2009	2010	2007	2008	2009	2010	2008	2010
	Höst	Ärt/	Höst	Vår-	Höst	Ärt/	Höst	Vår-	Höst	Höst
	vete /	vår-	vete	raps/	vete	vår-	vete	raps/	vete /	vete /
	Höst-	korn	/Höstv	vår-	/Höstv	korn	/Höstv	vår-	Höst-	Höst-
	vete		ete	korn	ete		ete	korn	vete	vete
1. Plöjning 23cm kg/ha	8210	6820	7030	1880	6450	2390	7740	-	6740	4930
1. Grund plöjning 12 cm	100	97	97	117	96	134	100	-	106	102
1. Kultivering 10-12 cm	101	101	103	111	90	107	98	-	96	96
1. Djupkultivering 20 cm	100	102	97	96	93	115	103	-	98	99
1. Carrier 5 cm	101	95	101	100	87	89	89	-	93	94
1. Direktsådd	102	47	90	107	89	0	79	-	96	52
2. Plöjning 23cm kg/ha	7640	4080	6560	4960	5280	5910	6490	6610	6150	4440
2. Grund plöjning 12 cm	99	106	97	105	101	105	108	98	101	100
2. Kultivering 10-12 cm	97	112	100	111	99	104	113	97	97	86
2. Djupkultivering 20 cm	101	110	100	111	95	105	90	99	99	95
2. Carrier 5 cm	101	112	97	115	98	108	119	97	95	96
2. Direktsådd	104	61	71	112	107	80	110	81	85	50
LSD	260	950	380	860	910	830	870	370	470	330
Signifikansnivå	*	*	***	**	n.s	**	n.s	**	*	***

4.4 Olika jordbearbetningsstrategier, L2-4049

Här följer resultat för försöket i serie L2-4049 med de olika parametrarna presenterade; såbäddskaraktisering, halmgradering, infiltration, penetrationsmotstånd och skörd.

4.4.1 Såbäddskaraktisering

I försöket vid Väderstad skiljde sig finjorden i direktsådd med mindre andel jämfört med övriga led (figur 21). Direktsådd hade även högre vattenhalt i såbotten jämfört med övriga led.



Figur 21. Aggregatstorleksfördelning i såbädd och vattenhalt i såbädd och såbotten i försök L2-4049 Väderstad

4.4.2 Planräkning

Planräkningen för försöket på Väderstad visade ungefär samma plantantal i olika led, med något högre plantantal i Topdown djup-ledet (tabell 21).

Tabell 21. Planräkning i L2-4049

Led	Antal plantor /m ² 100517
Plöjning	199
Carrier 2ggr	194
Direktsådd	211
Topdown djup	237
Kultivator 2ggr	209

4.4.3 Halm

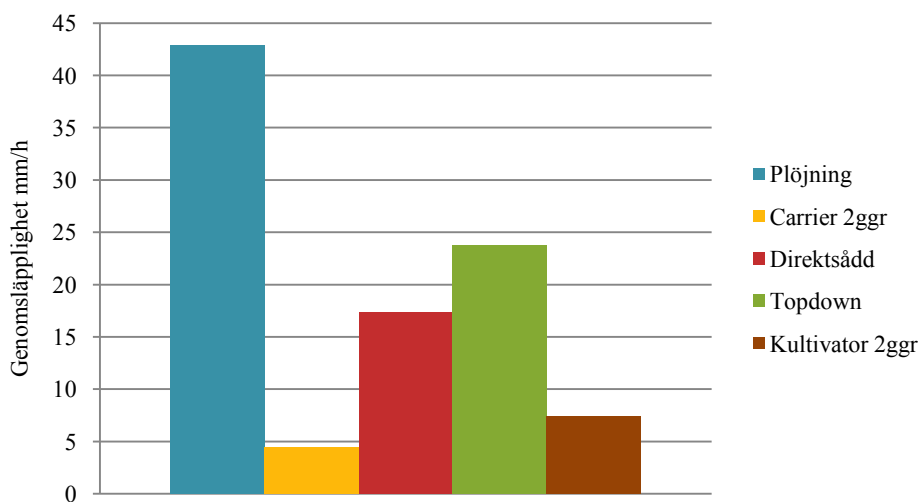
Halmgraderingen i det direktsådda ledet visade på en högre andel halm i ytan jämfört med övriga led (tabell 22).

Tabell 22. Visuellt bedömning av halmmängden i ytan hos L2-4049 Väderstad

Led	Halm i ytan (%)
Plöjning	0,0d
Carrier 2ggr	15,0b
Direktsådd	66,7a
Topdown djup	9,0bc
Kultivator 2ggr	5,0cd

4.4.4 Infiltration

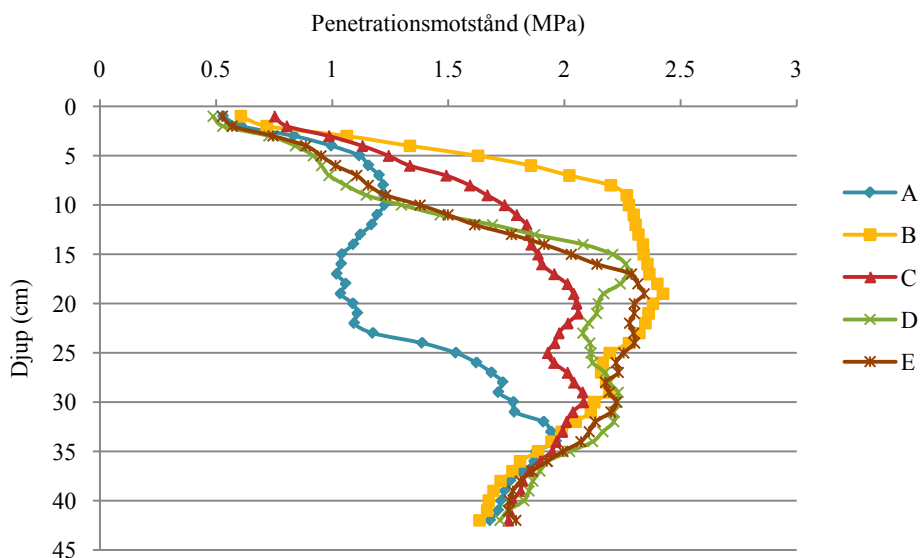
Skillnader mellan led var ej signifikanta. Men det fanns ändå tendenser till högre genomsläpplighet för direktsådd än för carrier och kultivatorbruk (figur 22). Det direktsådda ledet var mindre än hälften av genomsläppligheten jämfört med det plöjda.



Figur 22. Infiltrationen mätt i konduktivitet (mm/h) i försök L2-4049, Väderstad

4.4.5 Penetrationsmotstånd

Skillnader fanns mellan det plöjda ledet och de övriga på djupen 5-30 cm (figur 23). Trafiksulan syntes tydligt vid 25 cm djup. Det direktsådda ledet skiljde sig signifikant mot både plöjt led och carrier-ledet vid 10-25 cm djup.



Figur 23. Penetrometermotstånd i försök L2-4049. Linjerna visar A=Plöjning, B=Carrier 2ggr, C=Direktsådd, D=Topdown djup, E=Kultivator 2ggr

4.4.6 Skörd

Skörden för L2-4049 varierade över de fem år då den registrerats (tabell 23). De grödor som gav lägst skörd vid direktsådd var höstvete första året och vårkorn. Övriga år och

grödor hade större eller lika skörd som plöjt led. Dock kan påpekas att oljelinet gav en väldigt låg skörd i det plöjda vilket gjorde att relativtalen för de övriga blev höga.

Tabell 23. Skörd för L2-4049 mellan år 2005 och 2010, plöjning=100

Led	Skörd L2- 4049	Skörd L2- 4049	Skörd L2- 4049	Skörd L2- 4049	Skörd L2- 4049	Skörd L2- 4049
	2005 Hvete	2006 Lin	2007 Hvete	2008 Hraps	2009 Hvete	2010 Vkörn
Plöjning kg/ha	5400	480	7790	3170	9020	5290
Carrier 2ggr	101	149	104	86	103	92
Direktsådd	89	153	105	103	100	68
Topdown djup	89	170	104	107	104	104
Kultivator 2ggr	78	178	105	106	104	99
LSD	430	160	220	350	310	690
Signifikansnivå	**	**	***	*	*	***

4.5 Ekonomiska beräkningar

Ekonomiska beräkningar för bearbetningskostnader och netto redovisas för respektive försök.

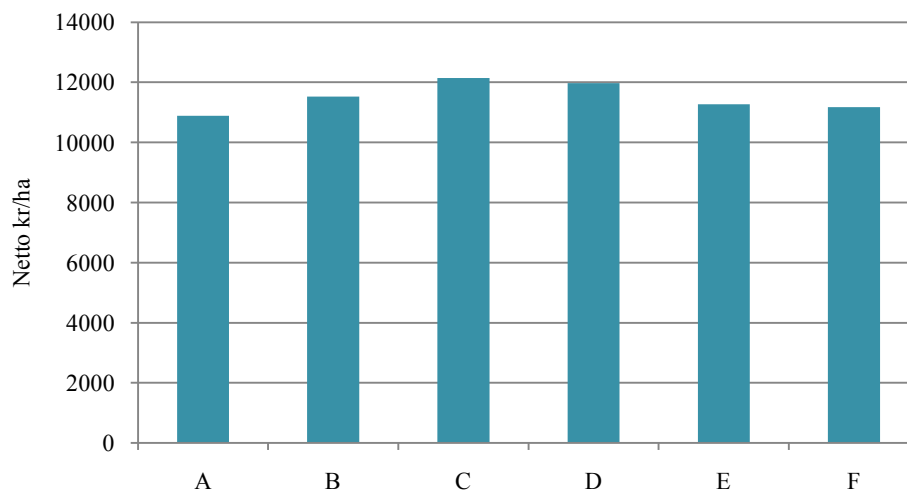
4.5.1 Höstrapsetablering, R2-4143

Bearbetningskostnaderna i R2-4143 visade drygt 1200 kr lägre bearbetningskostnad per hektar för direktsått jämfört med plöjt led (tabell 24).

Tabell 24. Bearbetningskostnader i R2-4143 i medeltal för samtliga skördeår med respektive led angivet i kr/ha. Leden står för A= Plöjning, Rapsådd, B= Top-Down grunt 10 cm, Rapsådd, C= Top-Down grunt 10 cm, biodrill, D= Top-Down djupt 20 cm, biodrill, E= Direktsådd Rapid med förredskap, system disc, F= Direktsådd Rapid utan förredskap

Bearbetning	A	B	C	D	E	F
Plog	728					
Harv	176*0,6					
Kultivator	219*0,4					
Carrier	229*1,2	229*0,4	229*0,4	229*0,4	229*0,2	
Topdown 10 cm		400	400*0,2	400*0,2		
Topdown 10 cm+frösålåda			415			
Topdown 20 cm+frösålåda				479		
Rapid med förredskap	602	602			602*0,8	
Rapid utan förredskap					562*0,2	562
Summa	1850	1111	604	668	648	562

De ekonomiska beräkningarna i R2-4143 visade 340 kr högre netto per hektar i direkt-sådd med förredskap jämfört med det plöjda systemet (figur 24). Båda bearbetningssystemen sådda med biodrill visade högst netto per hektar.



Figur 24. Netto kvar till övriga kostnader i medel vid åren 2008 till 2010 i försök L2-4143. Staplarna visar A= Plöjning, Rapidsådd, B= Top-Down grunt 10 cm, Rapidsådd, C= Top-Down grunt 10 cm, biodrill, D= Top-Down djupt 20 cm, biodrill, E= Direktsådd Rapid med förredskap, system disc, F= Direktsådd Rapid utan förredskap

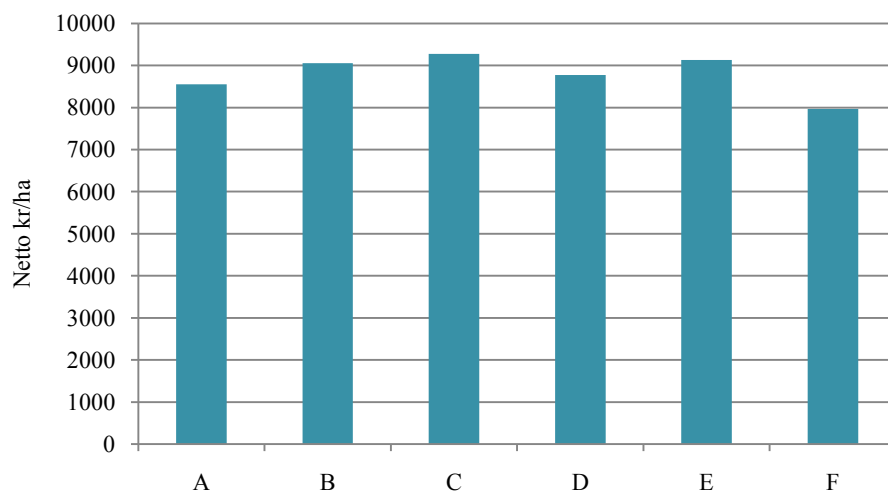
4.5.2 Optimering av reducerad bearbetning, R2-4140

I tabell 25 visas bearbetningskostnaderna per hektar för respektive led. Där direktsått led hade drygt 1000 kr lägre bearbetningskostnad per hektar jämfört med plöjt.

Tabell 25. Bearbetningskostnader i R2-4140 i medeltal för samtliga skördeår med respektive led angivet i kr/ha. Leden står för A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsådd

Bearbetning	A	B	C	D	E	F
Plöjt	728					
Grunt plöjt		650				
Vält	158*0,3	158*0,2				
Harv	176*0,7	176*0,5	176*0,3	176*0,5	176*0,2	
Sådd, universalsåmaskin	602	602	602	602	602	602
Kultivering			219*2			
Djupkultivering				464*1,9		
Carrier	229*0,7	229*0,7			229*2	
Summa	1691	1562	1093	1572	1181	602

Försök R2-4140 visade ca 580 kr lägre netto per hektar i direktsådd jämfört med plöjt (figur 25). Övriga bearbetningar visade ett högre netto jämfört med både plöjt och direktsått led. Den goda och ensidiga växtföljden visade samma mönster, dock med sämre resultat för direktsådd i den goda växtföljden. En stor del av skillnaden i netto mellan plöjt led och direktsådd beror på det dåliga året för höstvetete 2010 i Västerås.



Figur 25. Netto kvar till övriga kostnader i medel vid åren 2007 till 2010 i försök R2-4140. Staplarna visar A=Plöjning 23 cm, B=Grund plöjning 12 cm, C=Kultivering 10-12 cm, D=Djupkultivering 20 cm, E=Carrier 5 cm, F=Direktsådd

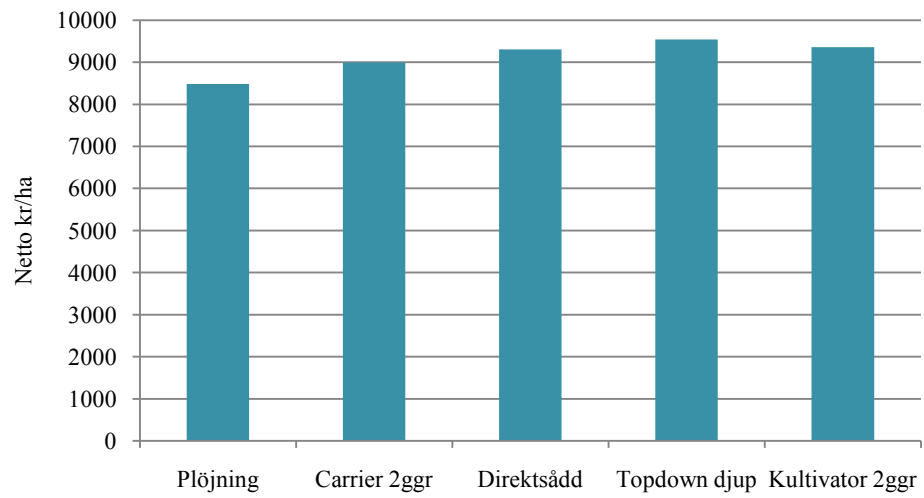
4.5.3 Olika jordbearbetningsstrategier, L2-4049

I tabell 26 visas att direktsått led hade lägst bearbetningskostnad med 602 kr/ha. Denna var drygt 1000 kr lägre jämfört med plöjt.

Tabell 26. Bearbetningskostnader i L2-4049 i medeltal för samtliga skördeår med respektive led angivet i kr/ha. Leden står för A=Plöjning, B=Carrier 2ggr, C=Direktsådd, D=Topdown djup, E=Kultivator 2ggr

Bearbetning	A	B	C	D	E
Plöjt	728				
Vält	158				
Harv	176				
Sådd, universalsåmaskin	602	602	602	602	602
Topdown				464	
Kultivering					219*2
Carrier		229*2			
Summa	1664	1146	602	1066	1040

I försök L2-4049 visade direktsådd ett av det högsta nettoerna per hektar (figur 26), med 820 kr högre netto jämfört med plöjt.



Figur 26. Netto kvar till övriga kostnader i medel för åren 2005 till 2010 i försök L2-4049

5 Diskussion

5.1 Etablering

I försökens såbäddskaraktiseringar fanns en genomgående skillnad med lägre andel finjord i de direktsådda leden jämfört med de övriga. Enligt Håkansson (2002) ska andel finjord vara minst 50 procent för att uppnå en god såbädd vilket inte något av de direktsådda leden nådde upp till. På Munsö fanns det tendenser till mer finjord i ledet med höstbearbetning. Detta kunde inte korreleras med plantuppkomst då denna var likvärd höstbearbetat led i ärt. I lin däremot fanns det vissa skillnader som exempel en lägre plantuppkomst i Seed Hawk-ledet. Förklaringen till detta är en hög fuktighet i såbädden vid sådd vilket försvårade myllning och placering av fröet med kultivatorbilen. Vid ärtförsöket observerades en renare såbädd vid sådd med Seed Hawk och kultivatorbilen medan mera halm och växtrester låg intill fröet vid etablering med Rapid och disktypen. Detta stämde överens med Soane m.fl. (2010) som menar att disktypen blandar halm och jord i såbädden, därmed uppstår risk att fröna utsätts för giftiga substanser från halmen som phytotoxicitet.

Rapsplantorna i R2-4143 Lövsta uppnådde nästan invintringskraven på 8-8-8 (Larsson, 2009). Antal blad låg mellan 6 och 7 där det högre värdet var för direktsått. Pårloten var lång, mellan 15 och 20 cm, med de lägre värdena i direktsått. Rothalsdiametern låg mellan 6,5 och 7,5 mm. En stor del av plantorna på Lövsta utvintrade, detta gällde oavsett led. Det kan ha berott på långt liggande snötäcke med grund tjäle, i kombination med invintringskrav som inte var uppfyllda. Däremot klarade plantorna i Lomma övervintringen bättre men här var uppkomsten av plantor sämre i direktsått jämfört med övriga led.

I R2-4140 kunde klara samband urskiljas mellan aggregatstorleksfördelning och plantuppkomst. En lägre andel finjord gav en sämre uppkomst vilket stämde överens med Håkansson (2002). Detta gällde framförallt i det direktsådda ledet. Planträkningen för Säby visade inte på någon skillnad mellan leden. Däremot visade planträkningen i Vreta kloster en skillnad med nästan hälften så många plantor i direktsått jämfört med plöjt led. Det kan förklaras med mindre finjord i direktsådd och därmed sämre etablering.

I försöket L2-4049 visade såbäddskaraktiseringens samma tendenser som tidigare nämnts, med lägre andel finjord i det direktsådda på ca 20 procent. Detta var långt ifrån Håkansson (2002) där gränsen för optimal fördelning var minst 50 procent finjord <5 mm.

Som tidigare nämnts har direktsådden visat högre vattenhalt i ytan i samtliga försök jämfört med plöjt led. Det beror på en hög mängd halm i ytan som ökar albedo och avdunstningskyddet (Morris m.fl., 2010). Det kan inverka negativt på våren då det kan ta längre tid att komma ut på fälten, men också på ett positivt sätt vid torra år då direktsådd håller vatten längre än plöjt.

5.2 Temperatur

Enligt Morris m.fl., (2010) blir temperaturen lägre i direktsådd på våren på grund av att halmen i ytan ökar albedo så solinstrålningen reflekteras. Det visade sig stämma vid

försöket på Munsö, där linets temperatursumma var lägre i de två direktsådda leden jämfört med de höstbearbetade. Detsamma gällde det vårsådda försöket R2-4140 på Säby som visade liknande skillnader mellan direktsått och plöjt. Tvärtom gällde det för temperaturenförsöket R2-4143 på Lövsta. Där var temperaturen högre i det direktsådda. Det stämde enligt Morris m.fl., (2010) som menar att temperaturen på hösten blir högre med mer halm i ytan på grund av dess isolerande effekt.

5.3 Ogräs

I försöken på Munsö där ogräs räknades fanns det tendenser till större antal ogräs i det direktsådda ledet med Rapid. Vid denna metod bearbetade Rapidens system disc jorden som satte igång groningen hos ogräsfröna. Medan Seed Hawk ledet visade lägre ogräsmängd på grund av låg intensitet i bearbetningen med kultivatorbillen (25 cm radavstånd). Det höstbearbetade hade redan grott tidigare under våren vilket medförde ett mindre ogrässtryck i grödan. Det överensstämmer med Håkansson (1995) som menar att jordbearbetning stimulerar groning. Ogräsfrönas groningsfas sattes igång och det resulterade i att stor del av fröna dog eller inte grodde. I det höstbearbetade ledet på Munsö skedde denna stimulans redan på hösten, därför dödades ogräsen på våren i samband med sådd. Dock var ytan orörd innan direktsådden skedde med rapiden, då stimulerades ogräsgroningen som gav en hög ogräsmängd. Med Seed Hawk stimulerades inte groningen i så hög grad som i de övriga leden. Här var jordbearbetningen begränsad på grund av det stora radavståndet (25 cm).

I försök R2-4140 Västerås hade direktsådd ca 5 gånger så många ogräs som plöjt. Det kan förklaras med att direktsådd inducerade groning hos ogräsfröna genom sin ytliga bearbetning. Plöjt led däremot vänder ned växtrester och eventuella ogräsfrön. Kvickrot (*Elymus repens* L. Gould) kan även vara de som orsakar problem i det direktsådda systemen på grund av dess rhizomer som inte berörs av den ytliga bearbetningen i direktsådd (Riley, 1994).

5.4 Penetrationsmotstånd

Generellt visade försöken att penetrationsmotståndet för direktsått var lägre vid större djup än övriga led med grund bearbetning. Det kunde särskilt urskiljas i R2-4143 Lövsta och R2-4140 Säby. Det kan förklaras med högre andel makroporer och mer intakta kontinuerliga porer i direktsådda ledet (Arvidsson, 2004; Schjønning & Rasmussen, 2000). I R2-4143 Lövsta kunde en trafiksula urskiljas i de direktsådda vid 20 cm djup. Maskgångar och makroporer som uppkommer i det direktsådda systemet gör det lättare för rötterna att tränga igenom förtätningar i profilen (Dexter, 1988).

Det plöjda ledet hade ett mindre motstånd jämfört med direktsådd i nästan alla försök. Undantagen var R2-4143 Lomma och R2-4140 Säby. Förklaringen till det höga motståndet i Lomma var mycket sten i profilen som störde mätningen. Vid Säby blev motståndet lägre i direktsått jämfört med plöjt led vid större djup (>25 cm). Det kan ha berott på att de kontinuerliga porerna som uppstod från maskgångar var stabila i det direktsådda och uppvisade lägre motstånd vid större djup (Ehlers & Claupein, 1994). Det kan också ha sin grund i hög packningsgrad i trafiksulen vid 25 cm i det plöjda, eller skillnader i vattenhalt mellan leden. Överlag visade de direktsådda högre motstånd än plöjt i matjorden. Detta berodde på luckringseffekten som det plöjda ledet

erhållde i matjorden. I direktsådda gavs det en viss luckringseffekt i matjorden i form av maskar och med hjälp av stabila porer (Arvidsson, 2004; Ehlers & Claupein, 1994).

De infiltrationsmätningar som utfördes i R2-4140 Säby och L2-4049 visade liknande resultat, att direktsådd hade större genomsläpplighet jämfört med grund bearbetning. Det förklaras av den strukturförbättring som fås med direktsådd (Schjønning & Rasmussen, 2000).

Rotmängdsmätningarna i R2-4140 Säby 2010 visade längre och smalare rötter i direktsått jämfört med övriga bearbetningar. Det kan förklaras med en bättre struktur i jorden och mindre motstånd för rötterna. Som tidigare nämnts (Arvidsson, 2004; Ehlers & Claupein, 1994) har direktsådd mer stabila och kontinuerliga porer som har sitt ursprung från maskarna, därmed kan rötterna välja vägar i jorden med lågt motstånd. Det överensstämmer med Bengough & Mullins (1990) som påstår att rötterna väljer en annan väg vid motstånd såsom makroporer och maskgångar.

5.5 Skörd

Försöken på Munsö visade båda låga skördar. Trots detta var det inga större skördekillnader mellan leden. Anmärkningsvärt var den jämna skörden i linförsöket. Vid planträkningen visade Seed Hawk ledet en betydligt lägre uppkomst, men det gav inte något utslag i skörden jämfört med de övriga ledens.

I de tre försöksserierna R2-4143, R2-4140 och L2-4049 där direktsådd tillämpades erhöles en genomsnittlig skördesänkning på 12 procent jämfört med det plöjda. Sammantaget löper dessa år mellan 2005 och 2010. Denna skördesänkning stämmer överens med Arvidsson (2010) där det var en skördesänkning på 11 procent i genomsnitt.

Höstoljeväxter var den gröda som fungerade bäst i de tre försöksserierna. Där hade direktsått en skördesänkning på 5 procent i genomsnitt jämfört med plöjt led på sammanlagt 6 försök. Ett av dessa försök var L2-4049 där de var en skördeökning på 3 procent. De övriga 5 försöken var R2-4143 där de jämfördes med och utan förredskap system disc hos Väderstad Rapid, där gav det sammanvägda resultatet en skördesänkning på 5 respektive 8 procent jämfört med plöjt led. Resultatet pekar på att en ytlig bearbetning ger en merskörd. Något som gick emot denna teori var i skörden 2010 i R2-4143 Lövsta, där det observerades en lägre skörd med förredskap jämfört med utan. Den indikationen kunde tidigt ses i beståndsutvecklingsmätningarna.

Den gröda som förekom mest frekvent i försöken var höstvetete. I genomsnitt gav den 11 procent lägre skörd i direktsått jämfört med plöjt led. Dock måste hänsyn tas till det stora skördetappet i R2-4140 Västerås 2010 på 50 procent vid direktsådd. Detta berodde på dålig etablering som gav resulterade i hög ogräsmängd. Om detta försök inte tas med i beräkningen var det bara 6 procent lägre avkastning för direktsådd jämfört med plöjning i höstvetete. Det var då jämförbart med Arvidsson (2010) som redovisade 5 procent lägre skörd i höstvetete.

De grödor som fungerade mindre bra med direktsådd i försöken var ärt och korn. I genomsnitt var skördarna 76 respektive 20 procent lägre än vid plöjning. Vid ett av de två ärtförsöken registrerades ingen skörd, här var det en dålig etablering som gjorde att inga plantor överlevde. Anledningen till att en stor del dåliga skördar registrerades i vårsådden var en dålig etablering.

5.6 Ekonomi

Vid de ekonomiska beräkningarna inverkade skörden mest på nettot. I både R2-4143 och L2-4049 hade direktsått ett högre netto jämfört med plöjt led med 380 respektive 820 kr/ha. Eventuell ökad behandling av herbicider i direktsådd kan sänka lönsamheten och jämna ut skillnaderna. I R2-4140 var nettot 550 kr/ha lägre i direktsått jämfört med plöjt led. Den skillnaden försvann nästan helt om det dåliga skördeåret i Västerås 2010 uteslöts. Enligt beräkningarna reducerade direktsådd bearbetningskostnaderna med 60-70 procent jämfört med konventionellt system (plöjt). Detta är ett högre värde jämfört med Rydbergs (2005) där direktsådd reducerade bearbetningskostnaderna med 30 procent.

6 Slutsats

Med hjälp av fältstudier och litteratur kan följande slutsatser konstateras:

- Seed Hawks kultivatorbill är beroende av rätt fuktförhållanden i såbädden vid etableringen, jämfört med Rapidens disktyp som inte behöver optimala förhållanden för att lyckas med etablering.
- Mindre finjord i direktsådd kan leda till försvårad etablering vilket bidrar till ett sämre avdunstningsskydd och frökontakt med fuktig jord. Det kompenseras till viss grad av en högre vattenhalt i direktsådd som beror på högre albedo och avdunstningsskydd.
- Den höga andelen halm i ytan i direktsådd höjer temperaturen i såbädden på hösten och minskar den på våren. Höstens temperaturökning kan leda till snabbare groning och eventuellt säkrare invintring. Vårens lägre temperatur påverkar groningen negativt i vårbruk och försenar uppkomsten och senarelägger vårbruket.
- Med stabila makroporer och ökad maskförekomst i direktsådd ökar infiltrationen och penetrationsmotståndet minskar jämfört med grund bearbetning.
- De bästa skördarna vid direktsådd finns hos de höstsådda grödorna. De vårsådda grödorna ger en lägre skörd och sänker genomsnittsskörden för direktsådd i en växtföljd.

I Sverige kan direktsådd tillämpas och bli lönsamt i höstsådda grödor. I vårsådda grödor finns det problem med att säkra etableringen som sänker skörd och lönsamhet. Det som kan höja skörden i dessa grödor är ökad andel finjord runt frö för att få ökat avdunstningsskydd och fuktkontakt.

Referenser

- Anken, T., Weisskopf, P., Zihlmann, U., Forrer, H., Jansa, J., Perhacova, K., 2004. Long-term tillage system effects under moist cool conditions in Switzerland. *Soil Tillage Research*. 78, 171-183.
- Arvidsson, J., 2004. Plöjningsfri odling – luckringsbehov, bearbetningstidpunkt, växtpatologiska effekter och dragkraftbehov. Stencil, Avdelningen för jordbearbetning, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala, Sverige.
- Arvidsson, J., 2010. Direct drilling - results 1983-2009. In : Arvidsson, J. (Ed.), *Research in Soil Tillage in 2009*. Division of Soil Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Arshad, M.R., Soon, Y.K., Azooz, R.H. 2002. Modified no-till and crop sequence effects on spring wheat production in northern Alberta. *Soil & Tillage Research* 65: 29–36.
- Bengough, A. G. & Mullins, C. E., 1990. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. *Journal of Soil Science* 41, 341-358.
- Boone, F., Vermeulen, G.D., Kroesbergen, B., 1994. The effect of mechanical impedance and soil aeration as affected by surface loading on the growth of peas. *Soil Tillage Research*. 32; 237-251.
- Derpsch, R. & Friedrich, T., 2009. Development and current status of no-till adoption in the world. *Proceedings of 18th Int. Conf., Int. Soil Tillage Research Org., Izmir, Turkey, Paper T1-041*, pp. 1-16.
- Dexter, A. R., 1988. Advances in Characterization of Soil Structure. *Soil & Tillage Research* 11, 199-238.
- Ehlers, W. & Claupein, W., 1994. Approaches towards conservation tillage in Germany. I: Carter, M.R. (Ed.), *Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems*. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, USA. pp. 141-166.
- Etana, A., Håkansson, I., Rydberg, T., 2000. Markfysikaliska studier i långliggandeförsök med reducerad jordbearbetning. *Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 97*. SLU, Uppsala, Sverige.
- Fryrear, D. W., 1985. Soil cover and wind erosion. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers* Vol. 28 (3): 0781-0784.

Heard, J. R., Kladvko, E. J., Manning, J. V., 1988. Soil macroporosity, hydraulic conductivity and air permeability of silt soils under long-term conservation tillage in Indiana. *Soil Tillage Research* 11 , pp. 1-18.

Maskinkalkylgruppen & HIR, Malmöhus. 2010. Maskinkostnader. Bjärred, Lund.

Håkansson, I., 2000. Packning av åkermark vid maskindrift. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 99. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Håkansson, I., Myrbeck, Å., Etana, A., 2002. A review of research on seedbed preparation or small grains in Sweden. *Soil Tillage Res.*, 64, 23-40.

Håkansson, I. & von Polgar, J., 1984. Experiments on the effects of seedbed characteristics on seedling emergence in a dry weather situation. *Soil & tillage Research*, 4, pp. 115-135.

Håkansson, S., 1995. Ogräs och odling på åker. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 437/438. Mark – Växter, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Kritz, G., 1983. Såbäddar för vårstråsäd. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Uppsala. Nr 14.

Larsson, G., 2009. Höstens grader avgör utvecklingsgraden. *Svensk frötidning* 1.

Morris, N.L., Miller, P.C.H., Orson, J.H., Froud-Williams, R.J., 2010. The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review. *Soil Tillage Research*. 108, 1-15.

Pettersson, E., 2009. Höstrapsetablering med myllningsteknik och direktsådd. Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen, nr 60.

Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G, Moreno, F, Roger-Estrade, J., 2010. No-till in Northern and Southern Europe: opportunities and problems for crop production and the environment. Unpublished.

Tebrügge, F., 2001. No-tillage visions – protection of soil, water and climate and influence on management and farm income. I: G. Torres et al., Editors, *Conservation Agriculture, A WorldWide Challenge. Proceedings of the First World Congress on Conservation Agriculture of FAO-ECAF*, vol. I Madrid, Spain, 1–5 October 2001, pp. 303–316.

Tjell, D. 1994. Fosforförluster från åkermark via yterrosion och inre erosion. Seminarier och examensarbeten nr. 23, Avdelningen för vattenvårdslära, SLU, Uppsala.

Riley, H., Børresen, T., Ekeberg, E., Rydberg, T., 1994. Trends in reduced tillage research and practice in Scandinavia. I: Carter, M. R., *Conservation tillage in temperate agroecosystems*, Lewis publishers, Boca Raton, Florida, USA, pp. 23-45.

Rydberg, T., 1992. Ploughless tillage in Sweden. Results and experiences from 15 years of field trials. *Soil & Tillage Research* 22, 253-264.

Rydberg, T., 2005. Direktsådd. Jordbearbetningens årsrapport 2004, 12-13. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, Uppsala. Nr 108.

Schjønning, P. & Rasmussen, K. J., 2000. Soil strength and soil pore characteristics for direct drilled and ploughed soils. *Soil & Tillage Research* 57, 69-82.

Statistiska centralbyrån (SCB). 2008. Odlingsåtgärder i jordbruket 2008. Träda, slåttervall, vårkorn, havre, höstspannmål och anskaffning av stallgödsel.

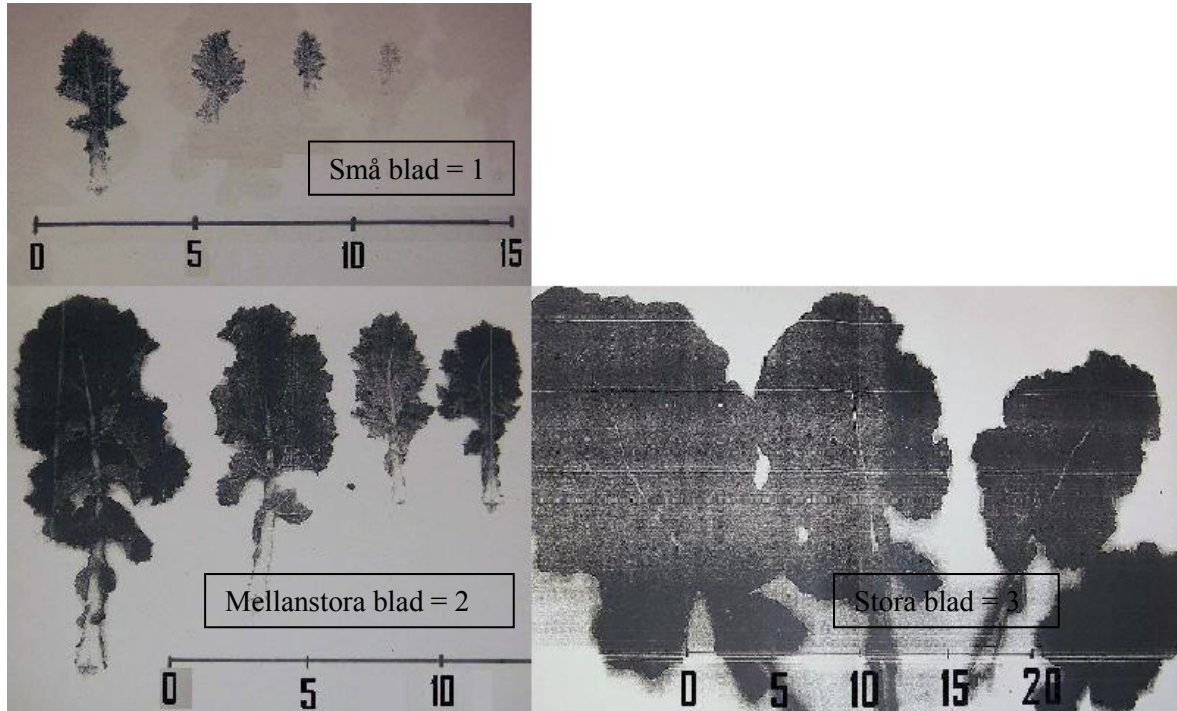
Väderstad-verken AB. Hemsida. [online](2010-10-12) Tillgänglig: www.vaderstad.com [2010-10-13]

Tack till

Detta självständiga arbete har genomförts tillsammans med Institutionen Mark och miljö, avdelning jordbearbetning på Sveriges lantbruksuniversitet. Tack till handledare Johan Arvidsson och även lantbrukare Adam Giertha. Tack för gott samarbete med Fredrik Sörensson och Sofie Sundin.

Bilaga 1

Graderingsskalor för avläsning av höstutvecklingen av höstraps före invintringen
Av: Christer Nilsson, SLU, Alnarp



Figur 27. Graderingsskalor för olika bladstorlekar beroende på längd, småblad, mellanstora blad och stora blad

Figur 28. T.v: tillväxtpunktens höjd och rothalsdiameter, t.h: grenighet med olika skalor, 1, 2 och 3

