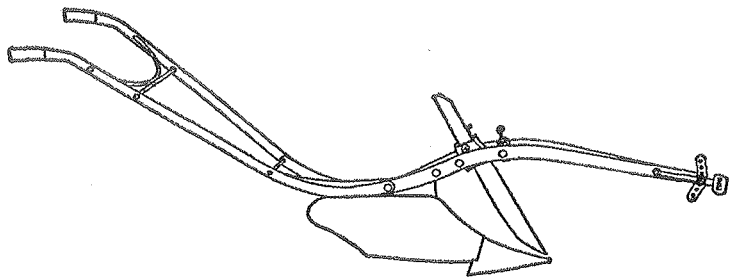




Institutionen för
Markvetenskap
Uppsala

MEDDELANDEN FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Swedish University of Agricultural Sciences,
S-750 07 Uppsala
Department of Soil Sciences,
Bulletins from the Division of Soil Management



Nr 36

2001

Projektarbeten i kursen jordbearbetning och hydroteknik, maj 2001

*Project works in the course soil management
and hydrotechnics, May 2001*

ISSN 1102-6995
ISRN SLU-JB-M—36--SE

Innehåll

- I. Inverkan av bearbetningstidpunkt och –metod på luckring och ytjämnhet –
mätningar med laser
Elisabeth Bölenius, Johan Karlsson, Torgil Svensson
- II. Såbäddsegenskaper och plantuppkomst vid olika bearbetningsmetoder och
bearbetningstidpunkter på en styv lera
Anna Björnsson, Albin Gunnarsson, Helena Lans, Karin Wertsberg
- III. Effekter på infiltration och penetrationsmotstånd i plogsulan ett år efter
luckring.
Marie Bååth, A. Karlsson, Stina Louhi
- IV. Grundbearbetningens inverkan på genomsläpplighet och skrymdensitet – en
jämförelse mellan plöjning och två kultiveringsdjup
Frida Carlsson, Per Svensson
- V. Vårsådd vid utebliven höstbearbetning med fånggröda
David Kästel, Fredrik Andersson

Ovanstående arbeten är utförda som projektarbeten i kursen MV 0060, jordbearbetning och hydroteknik, våren 2001. Arbetena är självständiga forskningsuppgifter, baserade på mätningar i pågående fältförsök, och har utförts med stort engagemang från studenternas sida.

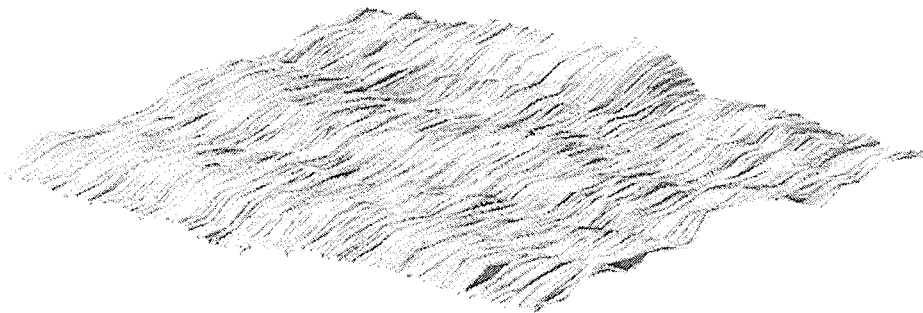
Maj 2001.

Johan Arvidsson, kursansvarig



Elisabeth Bölenius
Johan Karlsson
Torgil Svensson

Inverkan av bearbetningstidpunkt och -metod på luckring och ytjämnhet – mätningar med laser



SAMMANFATTNING

Genom att välja rätt jordbearbetningsmetod och –tidpunkt är det möjligt att optimera odlingsförutsättningarna. Därför är det intressant att studera hur dessa faktorer påverkar luckring och ytjämnhet. Ett försök med olika bearbetningsmetoder och –tidpunkter har genomförts. Mätningar på markytans höjd gjordes i försöket. Genom att jämföra mätningarna har luckring och ytjämnhet kunnat bestämmas. Syftet med undersökningen var att klargöra vilka effekter jordbearbetningsmetod och –tidpunkt har på markytans ytjämnhet, den totala luckringen av matjordslagret och såbäddens utseende.

Mätningen skedde med hjälp av en laseravståndsmätare som var monterad i en ram och förflyttades i x och y-led med hjälp av stegmotorer. Ett antal mätningar från efter skörd till efter sådd utfördes för att ta reda på hur markytan ändras vad avser luckring och ytjämnhet.

Mätningarna visade att bearbetningstidpunkt hade signifikant inverkan på matjordslagrets luckring. En tidig bearbetning luckrade mer än en normal eller sen troligtvis på grund av mycket nederbörd efter den tidiga bearbetningen. Våra resultat visade även att plöjning luckrade mer än bearbetning med kultivator.

Sen bearbetning gav en mer ojämn yta än tidig och normal. Effekten av bearbetningstidpunkten på ojämnheten fanns kvar och var än mer tydlig efter vintern. Efter sådd fanns effekten kvar i såbäddbotten medan markytan inte visade några signifikanta skillnader mellan led bearbetat vid olika tidpunkter. Våra resultat visade att om marken plöjts var markytan mer ojämn efter bearbetning, på hösten, och före såbäddsberedning, på våren, än om marken bearbetats med kultivator. Vid sen bearbetningstidpunkt är plöjning ett lämpligt alternativ, framförallt vad gäller såbottens ytjämnhet. Om det finns möjlighet att bearbeta jorden tidigt är bearbetning med kultivator ett bättre alternativ.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Inledning.....	4
Material och metoder	5
Försöksupplägg.....	5
Mätningarnas utförande	6
Teknisk beskrivning av utrustning för att mäta markytans ojämnhet.....	6
Praktisk beskrivning av mätningar	6
Resultat.....	7
Exempel på markytans utseende vid olika mättillfällen.....	10
Diskussion	14
Bearbetningens inverkan på luckring	14
Inverkan på ytjämnhet	14
Jämförelse mellan bearbetningstidpunkt och -metod	15
Bearbetningsmetodens och -tidpunktens inverkan på packning, näringsläckage m.m.	15
Slutsatser	16
Referenser.....	17

INLEDNING

Val av jordbearbetningsmetod och -tidpunkt påverkar en rad viktiga faktorer i lantbruket. Bland dess kan nämnas avkastning, växtnärläckage, packning och bekämpningsbehov. Dessa faktorer påverkar direkt eller indirekt det ekonomiska utbytet och den totala miljöpåverkan. Målet är att maximera det ekonomiska utbytet och minimera skadlig miljöpåverkan. Jordbearbetningsmetod och -tidpunkt kan varieras genom lämpligt val av teknisk utrustning och genom kunskap om hur och när bearbetningen skall utföras. En jämn såbädd är gynnsamt för en jämnare och snabbare uppkomst, vilket är positivt ur många perspektiv, bland annat konkurrens mot ogräs och jämn avmognad. Det är därför intressant att med nya metoder försöka påvisa skillnader i ytjämnhet beroende på val av jordbearbetningsmetod och -tidpunkt.

Under 1999 påbörjades försök med olika bearbetningsmetoder och -tidpunkter. I dessa försök gjordes mätningar av markytans ojämnheter med hjälp av laser. Syftet med undersökningen som presenteras i denna rapport och som är en fortsättning av tidigare mätningar, var att undersöka vilka effekter jordbearbetningsmetod och -tidpunkt har på markytans ytjämnhet, den totala luckringen av matjordslagret och såbäddens utseende.

Mätningarna utfördes med laseravståndsmätare. Tekniken som användes är nyutvecklad och det finns få tidigare försök som är utförda med samma, eller liknande, mätmetoder. Däremot finns det tidigare undersökningar av strukturodynamiken i matjorden (Andersson och Håkansson, 1966).

Under våren 2000 gjordes undersökningar av ytjämnhet med hjälp av lasermätning vid avdelningen för jordbearbetning. Slutsatser från dessa försök visar att tidig bearbetning gav en mer ojämn yta och såbäddsbotten än sen, troligtvis på grund av att bearbetning av torr jord gav väldigt stora aggregat (Arvidsson, 2001). Några tydliga slutsatser från dessa försök är inte publicerade.

Påverkan på avkastningsnivåerna studeras inte i denna del av projektet. I förlängningen kommer mätdata från detta försök att kompletteras med data om uppkomst och avkastning vilket då förhoppningsvis kommer att leda till ytterligare slutsatser.

En hypotes var att bearbetning med plog luckrar jorden mer än bearbetning med kultivator. Vi trodde även att plöjning ger en mer ojämn yta efter bearbetning än bearbetning med kultivator och att vintern skulle påverka både luckring och ytjämnhet i de plöjda leden mer än i de led som är bearbetade med kultivator. Vi trodde att det skulle vara enklare att etablera en jämn såbädd i det plöjda ledet. Troligtvis blir normal bearbetningstidpunkt mest gynnsamt eftersom vattenhaltsbetingelserna då är goda. Förmodligen har val av tidpunkt begränsad inverkan på luckringen.

MATERIAL OCH METODER

Försöksupplägg

Mätningar gjordes i ett fältförsök beläget på Ultuna, nära Uppsala, i Sverige (59.51° N, 15.38° E). Försöket har legat sedan 1999 och pågår fortfarande. Tidigare studier i försöket har behandlat bland annat jordbearbetningstidpunktens inverkan på skörd, markstruktur och kväveminerisering (Nordström, 2001). Jordart på försöksplatsen är styv lera i matjorden (42 % lerhalt) och mycket styv lera i alven (Nordström, 2001).

Försöket var ett split-plot tvåfaktorförsök med led enligt Tabell 1. Varje led upprepas i fyra block. Den avslutande mätningen våren 2001, genomfördes endast i tre block. Bearbetningsmetod låg i mainplots och bearbetningstillfälle i subplots. Växtodlingsåret 2001 såddes västkorn med förfukt havre och förförfukt korn.

Såbäddsberedning skedde enligt konventionell metod. Samtliga led harvades tre gånger med en såbäddsharv av S-pinnetypp (Väderstad NZ Exklusiv). Det närmaste dygnet efter första harvningen kom rikligt med nederbörd. De två sista överfarterna skedde sedan när ytan torkat upp. Sådden skedde under något blöta förhållanden och på grund av att såbäddsberedning inte kunde utföras optimalt användes en såmaskin med skivbillor som inte är beroende av en jämn såbotten (Väderstad Super Rapid 300C) för sådd.

Bearbetning i led A utfördes med treskärig växelplog (Överum CX390H) och normalt plöjningsdjup. I led B utfördes bearbetning med kultivator (Väderstad Cultus 11 pinnar med tallriksefterredskap) två gånger direkt efter varandra (Arvidsson, 2001a). Hösten 2000 utfördes bearbetning vid tidpunkt och vattenhalter enligt

Tabell 2.

Tabell 1. Led och behandling

Led	Behandling
A	Plöjning
B	Stubbearbetning med kultivator till ca 12 cm
1	Tidig bearbetningstidpunkt
2	Normal bearbetningstidpunkt
3	Sen bearbetningstidpunkt

Tabell 2. Bearbetningstidpunkt och vattenhalt i matjorden hösten 2000 (Arvidsson, 2001b)

Led	Datum	Vattenhalt
1	2000-09-11	25,9 %
2	2000-10-10	31,5 %
3	2000-11-16	34,5 %

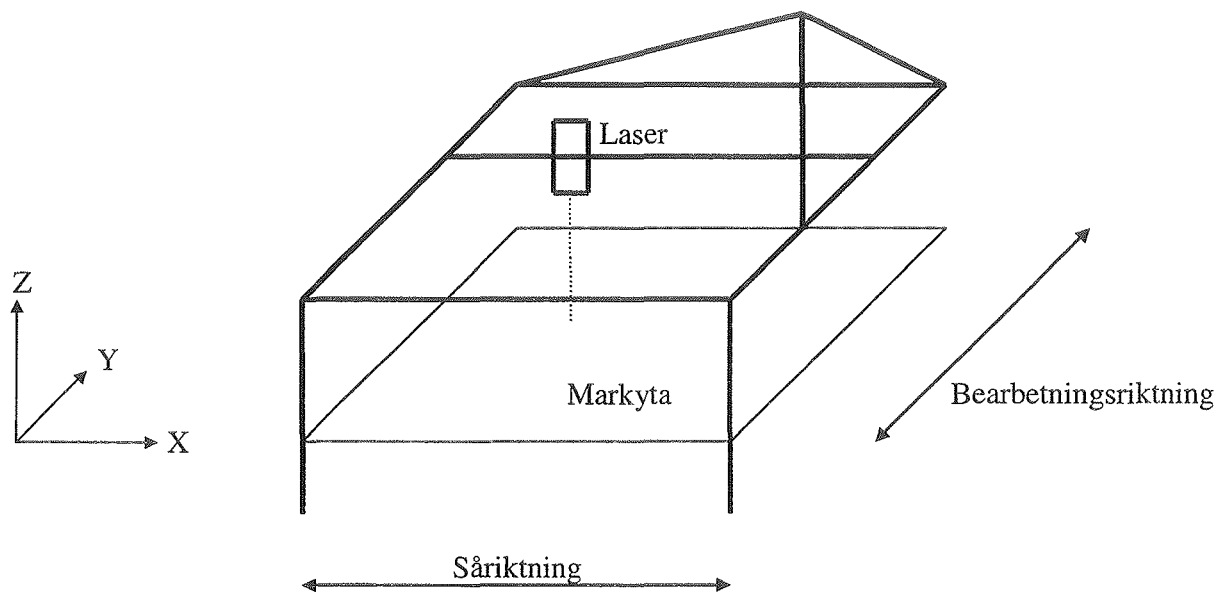
Mätningarnas utförande

Teknisk beskrivning av utrustning för att mäta markytans ojämnhet

Genom ett samarbete mellan institutionen för lantbruksteknik och avdelningen för jordbearbetning vid institutionen för markvetenskap har en mätutrustning för mätning av avståndet från ett fixt mätstativ till markytan utvecklats. Mätningen sker med hjälp av en laseravståndsmätare med en ungefärlig upplösning i avståndsled på $\pm 5,0$ mm. Laseravståndsmätaren är monterad i en ram och förflyttas i x och y-led med hjälp av stegmotorer. Högsta upplösningen i x och y-led är 1,0 mm. För varje mätpunkt lagras x, y och z-värden. Mätavstånd i x och y-led styrs av ett kontrollprogram som också lagrar mätvärden. För att positionsbestämma koordinatsystemets origo används nedgrävda fixpunkter i form av stålplattor under plöjningsdjup. Dessa plattor kan anses ligga fixa i förhållande till den obearbetade profilen.

Praktisk beskrivning av mätningar

I varje försöksruta mättes ett kvadratisk område med sidan 80 cm. Rutans position bestämdes av nedgrävda stålplattor och samtliga mätningar i varje försöksruta är mätta på samma kvadratiske område. Bearbetnings- och sårriktning, i förhållande till mätningarna, framgår av Figur 1. Första mätningen skedde efter skörd, men innan bearbetning, hösten 2000. Denna mätning gjordes i samtliga led och med lägre upplösning än övriga mätningar. Syftet med denna mätning var att bestämma markytans genomsnittliga höjd över plattorna för att sedan kunna bestämma bearbetningens luckringseffekt.



Figur 1. Utrustning för lasermätning av markytans höjd

Andra mätningen utfördes direkt efter bearbetning. Denna, och samtliga följande mätningar, gjordes med en upplösning på 1 mm i x-led och 40 mm i y-led, totalt 16 000 mätpunkter per ruta. Syftet med denna mätning var att bestämma hur bearbetningen påverkade ytans jämnhet och i jämförelse med första mätningen kunna bestämma luckringen.

Tredje mätningen gjordes innan såbäddsberedning i slutet på april 2001. Syftet med denna mätning var att bestämma hur markytan påverkats och se eventuella sättningar som uppkommit, under vintern, då marken inte bearbetats.

Efter sådd mättes dels ytan och dels såbäddbotten. Mätningen skedde 1-2 dagar efter sådd, ingen nederbörd uppmättes mellan sådd och mätningstillfälle. Först mättes den orörda markytan och efter denna mätning sopades såbäddbotten fram med en borste och mättes.

Parametrar för standardavvikelser och medelvärdeskillnader analyserades med variansanalys i statistikprogrammet SAS.

RESULTAT

Efterbehandling av mätdata ledde fram till ett antal variabler som beskriver varje mätning. Värdet på dessa variabler framgår av Tabell 3 och Tabell 4.

Resultaten visar att tidig bearbetning luckrade mer än normal och sen bearbetning, samt att plöjning luckrade mer än bearbetning med kultivator ($p < 0,05$). En tidigt bearbetad markyta återpackades, under såbäddsberedning och sådd, mer än en markyta som bearbetats vid normal och sen tidpunkt ($p < 0,01$). En tidigt bearbetad yta lämnade en mer lucker matjord än en yta som bearbetats normalt eller sent ($p < 0,05$).

Standardavvikelsen för markytans ytjämnhet efter bearbetning visade på att en sen bearbetning gav en mer ojämn markyta än en tidig och normal ($p < 0,01$) samt att en plöjd markyta, efter bearbetning, var mer ojämn än en markyta bearbetad med kultivator ($p < 0,05$). Markytans ytjämnhet före såbäddsberedning visade på att en sen bearbetning gav en mer ojämn markyta än en tidig och normal ($p < 0,01$) samt att en plöjd markyta, efter bearbetning, var mer ojämn än en markyta bearbetad med kultivator ($p < 0,05$). Standardavvikelsen för såbäddbottens jämnhet efter sådd visade på att en sen bearbetning gav en mer ojämn markyta än en tidig ($p < 0,05$).

Samspel mellan bearbetningsmetod och bearbetningstillfälle visade sig vara statistiskt signifikant för två av variablerna. Samspelet för ytjämnhet i såbäddbotten visas i Figur 2 och visar att bearbetning med kultivator gav en jämnare såbäddbotten än plöjning vid tidig och normal bearbetning. Motsatt förhållande gällde för sen bearbetning. Samspelet för såbäddsberedningens medelytesänkning visas i Figur 3.

Tabell 3. Medelvärden av markyteskillnader för respektive led (mm). Värden med olika bokstav är signifikant skilda ($p < 0,05$) inom bearbetningsmetod eller tidpunkt

Led	Bearbetning	Innan bearbetning – efter bearbetning ¹	Efter bearbetning – före sådd ²	Före sådd – efter sådd yta ³	Efter sådd yta – efter sådd såbotten ⁴	Innan bearbetning – efter sådd yta ⁵
A1	Plöjt tidig	84	-23	-47	32	16
A2	Plöjt normal	38	-13	-15	33	1
A3	Plöjt sent	35	-14	-27	31	-6
B1	Kultiverat tidig	52	-7	-19	38	28
B2	Kultiverat normal	29	-4	-15	29	8
B3	Kultiverat sent	21	-2	-4	38	15
A	Plöjt	52a	-17	-30	32	4
B	Kultiverat	34b	-4	-13	35	17
1	Tidig	68a	-15	-33a	35	22a
2	Normal	34b	-8	-15b	31	5b
3	Sen	28b	-8	-15b	35	4b

¹Innan bearbetning – efter bearbetning är en differens av medelvärden i z-led, d.v.s. markytans medelhöjning vid bearbetningen.

²Efter bearbetning – före sådd är differensen av medelvärden i z-led över vintern. Detta motsvarar hur markytan har förändrats från bearbetning på hösten till innan såbäddsberedning på våren.

³Före sådd – efter sådd yta är differensen av markytans medelvärden i z-led mellan såbäddsberedning på våren och efter sådd, d.v.s. markytans medelhöjning av såbäddsberedningen.

⁴Efter sådd yta – efter sådd såbotten är differensen av medelvärden i z-led mellan ytan efter sådd och den framborstade såbotten.

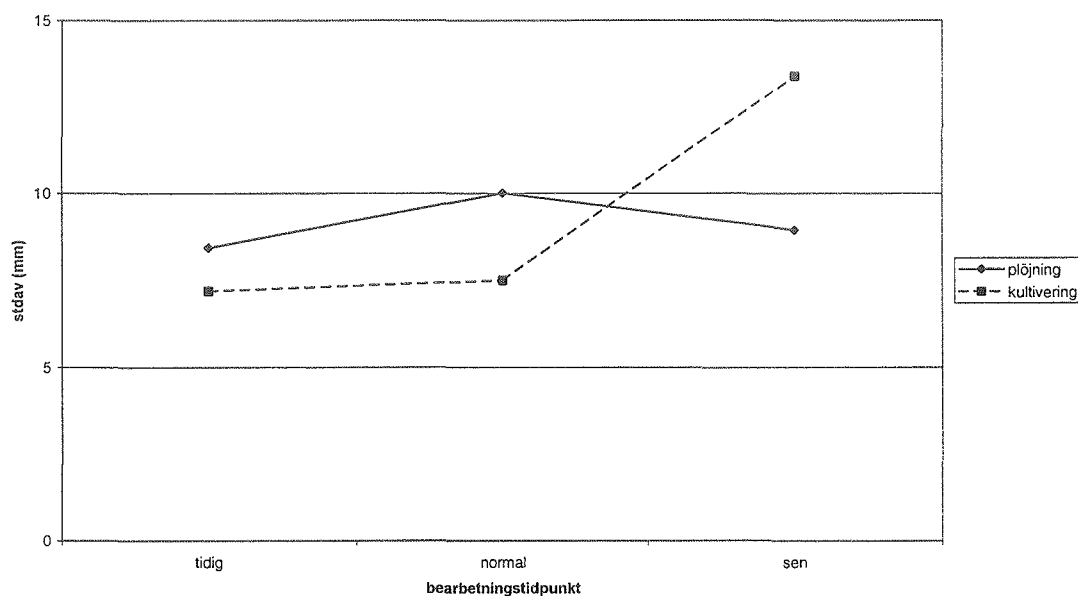
⁵Innan bearbetning – efter sådd yta är differensen av medelvärden i z-led mellan ytan innan bearbetning hösten 2000 och ytan efter sådd våren 2001.

Tabell 4. Medelvärden av standardavvikelser¹ (σ) för respektive led (mm). Värden med olika bokstav är signifikant skilda ($p < 0,05$) inom bearbetningsmetod eller tidpunkt

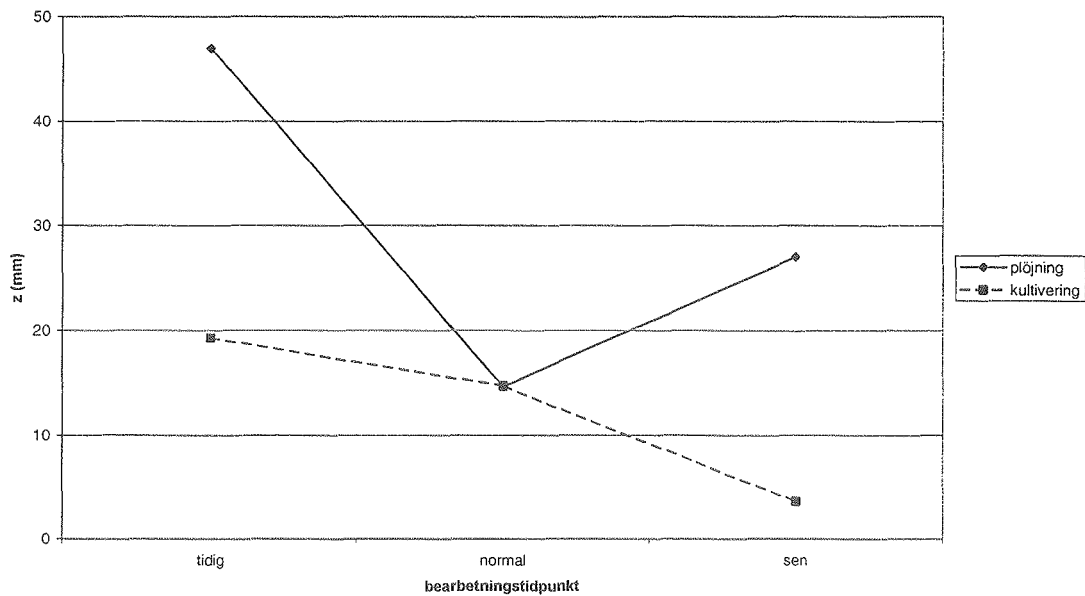
Led	Bearbetning	σ före bearbetning	σ efter bearbetning	σ före sådd	σ efter sådd yta	σ såbäddens tjocklek ²	σ efter sådd såbotten
A1	Plöjt tidig	8	52	28	10	13	8
A2	Plöjt normal	9	39	29	10	14	10
A3	Plöjt sent	8	58	35	10	14	9
B1	Kultiverat tidig	7	31	18	10	13	7
B2	Kultiverat normal	6	28	22	8	12	7
B3	Kultiverat sent	7	42	33	10	17	13
A	Plöjt	8	50a	31a	10	14	9
B	Kultiverat	7	34b	24b	10	14	9
1	Tidig	7	42a	23a	10	13	8a
2	Normal	8	34a	25a	9	13	9ab
3	Sen	8	50b	34b	10	16	11b

¹ Standardavvikelsen är medelvärdet av standardavvikelser för z-värden, för varje x-led, i den mätta rutan.

² Standardavvikelse för punktvis skillnad i z-led för varje punkt i x-led och y-led.



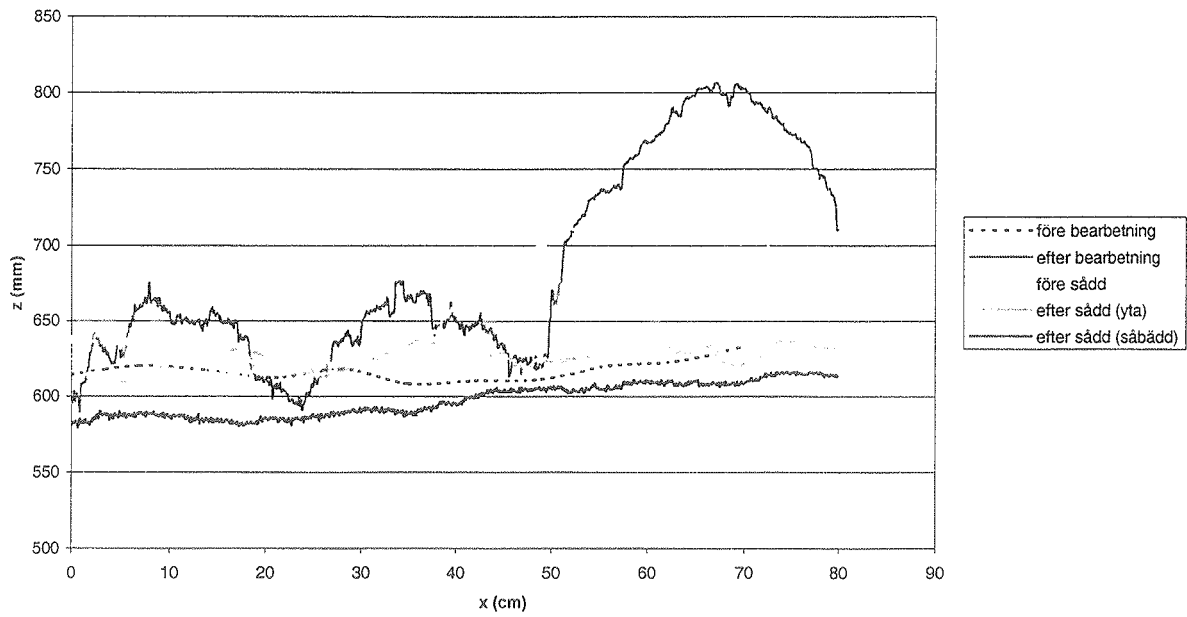
Figur 2. Ytjämnhet såbäddsbotten.



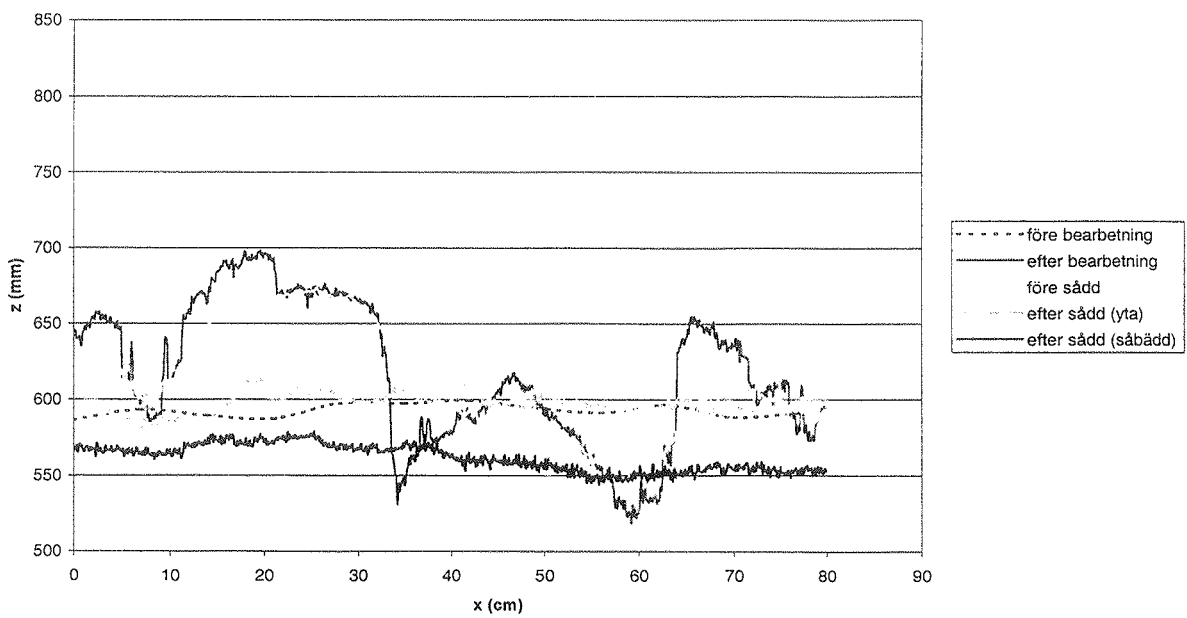
Figur 3. Markytesänkning från före första harvning på våren till efter sådd.

Exempel på markytans utseende vid olika mättillfällen

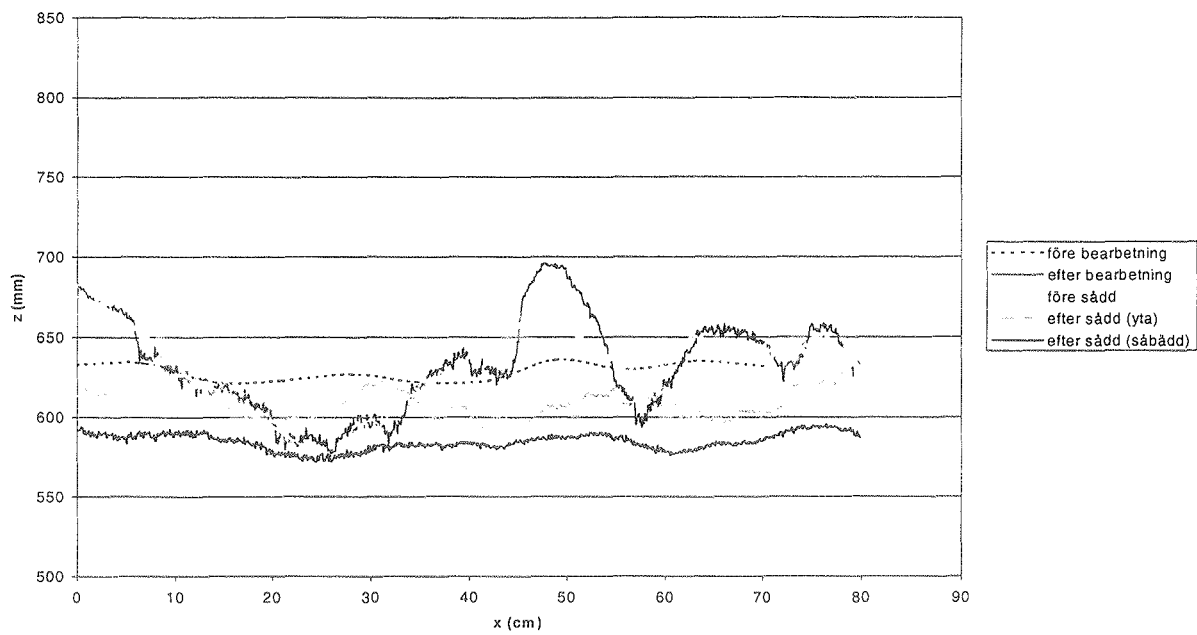
För att illustrera förändringen av markytan vid olika bearbetningstillfällen och metoder har en figur för varje led tagits fram (Figur 4 - Figur 9). Samtliga figurer visar markytan i block 4, utom Figur 5 som visar markytan i block 3. Varje punkt på linjerna avser ett medelvärde av tre z-värden med samma x-koordinat och tre y-koordinater 40-48 cm.



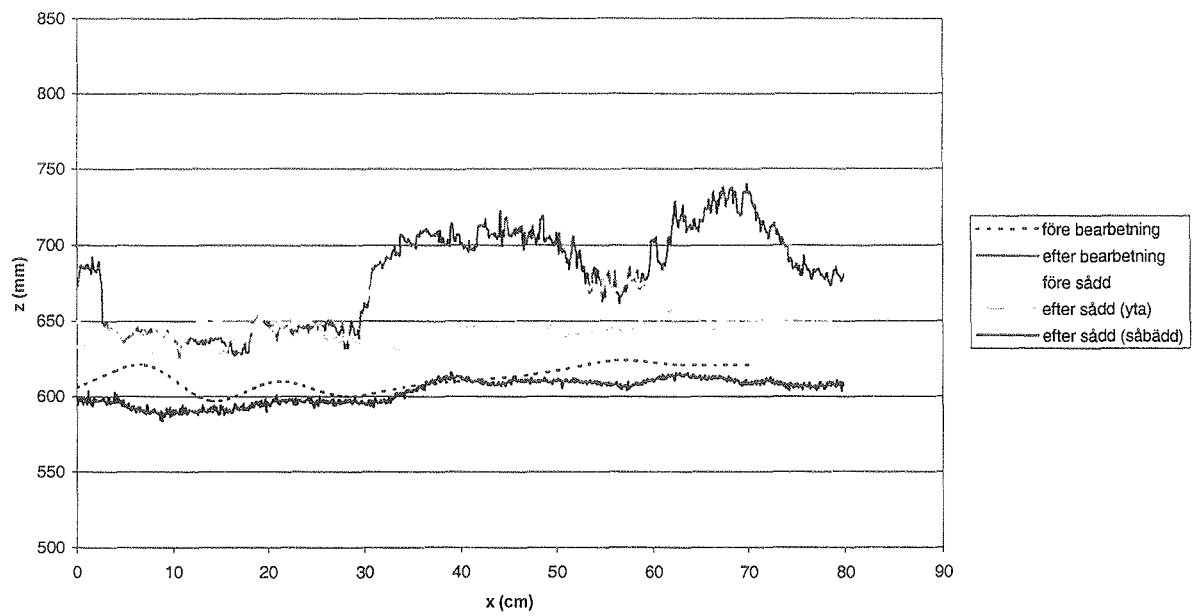
Figur 4. Markytans höjd över fixpunkt - exempel för tidig plöjning.



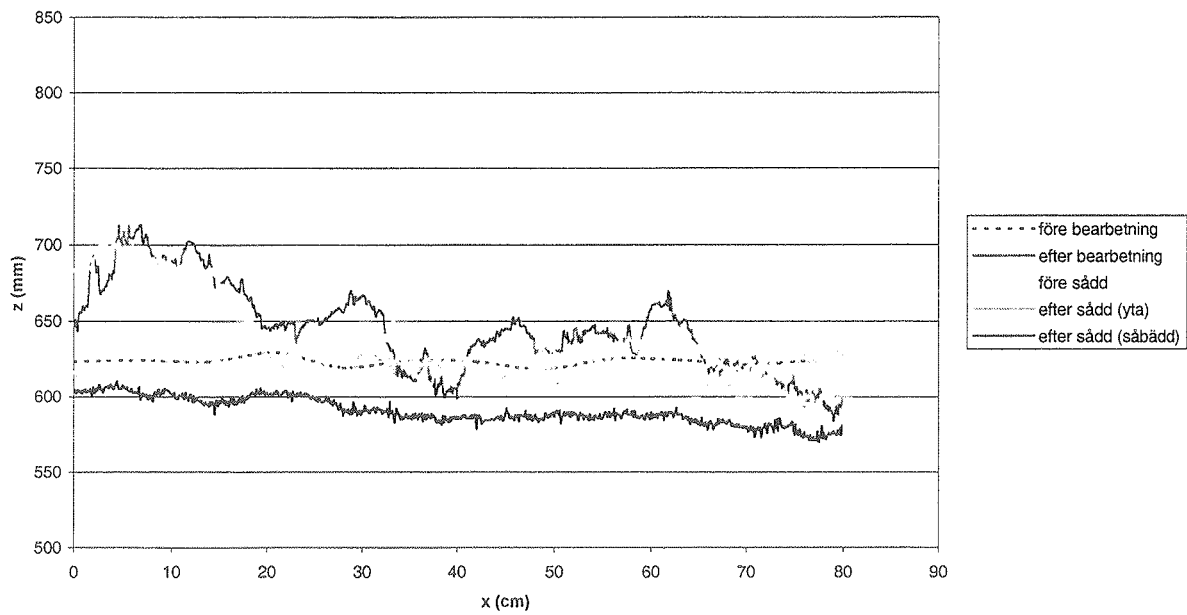
Figur 5 . Markytans höjd över fixpunkt - exempel för normal plöjning.



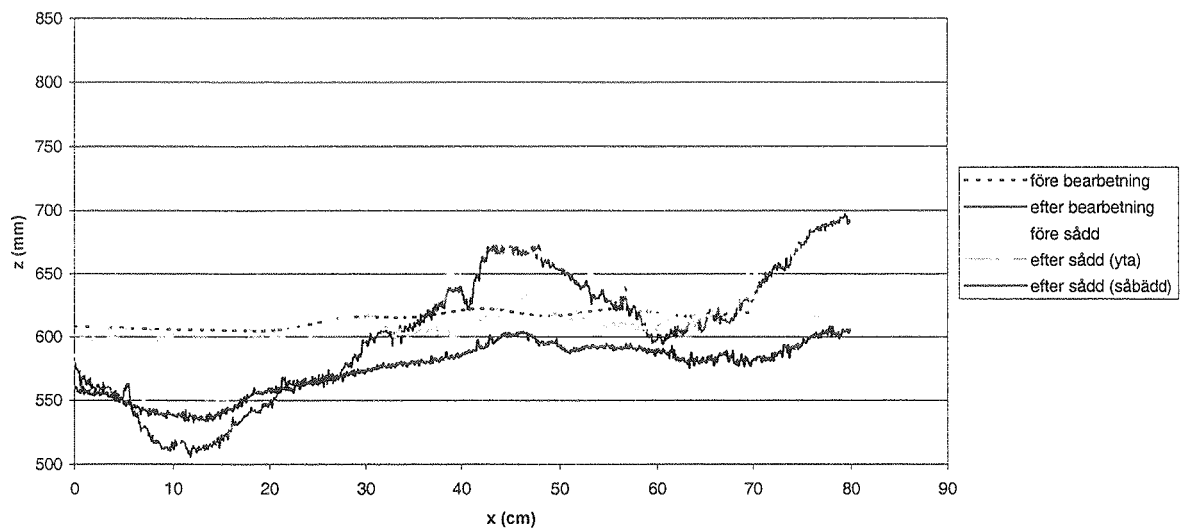
Figur 6. Markytans höjd över fixpunkt - exempel för sen plöjning.



Figur 7. Markytans höjd över fixpunkt - exempel för tidig kultivering.



Figur 8. Markytans höjd över fixpunkt - exempel för normal kultivering.



Figur 9. Markytans höjd över fixpunkt - exempel för sen kultivering.

DISKUSSION

Bearbetningens inverkan på luckring

Mätningarna visade att bearbetningstidpunkt hade signifikant inverkan på matjordslagrets luckring, vilket leder oss till att förkasta delar av vår hypotes. En tidig bearbetning luckrade mer än en normal eller sen. Nederbördsdata enligt SMHIs meteorologiska observationer vid Ultuna visar att hösten 2000 var nederbördsrik, undantaget september månad. Mellan första och andra bearbetningstillfället regnade det cirka 30 mm och mellan andra och tredje tillfället cirka 125 mm (SMHI, 2000). Detta avspeglades också i vattenhalterna vid respektive bearbetningstillfälle (

Tabell 2). En hög vattenhalt medförde att jorden inte föll sönder lätt och eftersom våt jord också har en större densitet återpackades den av egentygden direkt efter bearbetning.

Mätningarna visade också att det inte blev någon skillnad på såbäddsdjupet med olika bearbetningstidpunkter. Lämpligt såbäddsdjup är cirka 4 cm (Kritz, 1983) och medeltal från våra mätningar är 3,1 – 3,5 cm.

Våra resultat visade att plöjning luckrade mer än bearbetning med kultivator. Plöjning luckrar jorden och bidrar till att utplåna packningens verkan. Bearbetning med kultivator åstadkommer likartad luckring fastän oftast till mindre djup (Håkansson, 2000).

Håkansson (2000) skriver att matjordslagret genomgår en årlig cykel av luckring och packning. Efter plöjning brukar matjordens djup ha ökat med 5-7 cm. Under hösten och vintern sätter sig jorden men är fortfarande luckrad ett par centimeter innan vårbruket. Under vårbruket packas jorden till samma nivå som innan bearbetning föregående höst genom packning av traktorns hjul och jordbearbetningsredskapens arbete. Detta stämmer väl överens med våra resultat.

Bearbetningens inverkan på ytjämnhet

Våra resultat visade att, om marken plöjts, var markytan mer ojämn efter bearbetning, på hösten, och före såbäddsberedning, på våren, än om marken bearbetats med kultivator. Frosten under vintern har större effekt på en mer ojämn markyta. Detta beror på att sönderdelningen av tjälning sker i cykler och friliggande aggregat kan sönderdelas under flera cykler eftersom lösgjorda delar kan falla av under upptyningsperioderna (Heinonen, 1975). Tjälen bör alltså ha störst effekt i det plöjda ledet jämfört med det led som bearbetats med kultivator och det visade också våra försök, där en del av ytjämnheten efter plöjning eliminerades av vintern, men det plöjda ledet var fortfarande mer ojämnt i ytan på våren än det led som bearbetats med kultivator.

Ytjämnheten är, med denna mätmetod, relaterad till aggregatstorleken. En aggregatstorlek 0,5 – 5,0 mm eftersträvas i såbädden (Heinonen, 1985). Stora aggregat ger turbulent luftflöde i markytan, vilket ofta leder till snabbare upptorkning och ett sämre avdunstningsskydd. Jämnheten för såbäddbotten är viktig för en jämn och säker

fröplacering och uppkomst vilket leder till ett jämnare bestånd, jämnare avmognad och bättre kvalitet. Försöket såddes med en såmaskin med skivbillar som skär ned till ett visst djup. Detta påverkade jämnheten på såbotten. Vikten av att fröet läggs på ett jämnt djup är av störst betydelse på lerjordar som har mycket långsam kapillär transport av vatten (Hammar & Henriksson, 1987). Våra resultat visade också att variationen i såbäddens tjocklek inte påverkades av vare sig bearbetningsmetod eller bearbetningstidpunkt.

Tidpunkten spelar stor roll för bearbetningens effekt på ytjämnheten. Framförallt är det viktigt att bearbetning sker vid optimal vattenhalt, eftersom det då bildas maximalt antal små aggregat (Dexter, 2000). Även hastigheten påverkar sönderdelning och därmed ytjämnhet (Davies, 1993). Vid en senare bearbetning med högre vattenhalt är det svårare att hålla en hög hastighet och resultatet blir då en mindre sönderdelad och mer ojämn yta. Våra resultat visade på att en sen bearbetning gav en mer ojämn yta än en tidig och normal. Effekten av bearbetningstidpunkten på ojämnheten fanns kvar och var än mer tydlig efter vintern troligtvis beroende på att det fanns tid för sättning och strukturbildning även på hösten. Efter sådd fanns effekten kvar i såbäddbotten medan markytan inte visade några signifikanta skillnader mellan led bearbetat vid olika tidpunkter.

Jämförelse mellan bearbetningstidpunkt och -metod

I våra försök har tidpunkten varit den mest betydande faktorn. Vi fick fler signifikanta resultat på högre signifikansnivå för jämförelser mellan de olika tidpunkterna tidig, normal och sen än för vilken bearbetningsmetod som använts. Denna skillnad berodde troligtvis på att den stora nederbörds mängden efter det tidiga bearbetningstillfället skapade sämre förutsättningar för normal och sen bearbetning.

För två av variablerna visade sig också samspelet mellan metod och tidpunkt signifikant (se Figur 2 och Figur 3). Samspelet för variabeln ytjämnhet i såbäddbotten visade att vid en tidig bearbetning var bearbetning med kultivator att föredra, men vid en sen bearbetning var plöjning det bästa alternativet, eftersom en jämn såbäddbotten eftersträvas. Samspelet för marksänkningen under vårbruket visade att vid normal bearbetningstidpunkt på hösten förelåg ingen skillnad i markytesänkning mellan plöjning och bearbetning med kultivator, men vid sen och tidig bearbetning sänktes markytan mer på våren om plöjning tillämpades, troligtvis beroende på att luckringen var liten vid sen bearbetning med kultivator. Ofta anses bearbetning med plog vara bättre än med kultivator vid höga vattenhalter men denna undersökning har endast kunnat visa att såbotten blev jämnare om detta uppfylldes. Däremot kan det vara praktiskt omöjligt att bearbeta med kultivator vid höga vattenhalter.

Bearbetningsmetodens och -tidpunktens inverkan på packning, näringsläckage m.m.

Det finns uppenbara skillnader mellan plöjning och bearbetning med kultivator både vad det gäller luckring av jorden och markytans jämnhet. Även bearbetningstidpunkten har betydelse för dessa faktorer. Bearbetningstidpunkten har även stor betydelse när det

gäller risken för kväveläckage. Bearbetning tidigt på hösten ger större innehåll av mineralkväve i marken. Senareläggning av bearbetningstidpunkt kan därför leda till minskad kväveutlakning (Aronsson & Stenberg, 1999). På lerjordar kan detta ge försämrad struktur på jorden p.g.a. att bearbetningen då måste ske vid olämplig vattenhalt. Den sämre strukturen kan i sin tur leda till ökat läckage, lägre skörd och sämre kväveutnyttjande (Nordström, 2001). Dessutom kan strukturförsämringen av jorden ge sämre infiltration med stående vatten och ytavrinning som följd (Håkansson, 2000).

Det finns en rad viktiga skillnader utöver luckring av jorden och ytjämnhet mellan plöjning och ytlig bearbetning. Bearbetning med kultivator kan leda till ökad ogräsförekomst, främst av perenna ogräs och lämnar dessutom betydligt mera växtrester på markytan än plöjning. Dessa växtrester kan leda till ökad svampförekomst, fler växtföljdssjukdomar och även sänkt temperatur i marken på våren (Heinonen, 1985). Bearbetning med kultivator ger oftast en grundare bearbetning. Detta leder till packning högre upp i matjorden. Även matjordens nedre del blir ofta för kompakt. Denna förtätning av matjorden kan leda till försämrad rottillväxt och därmed lägre skörd, lägre infiltrationshastighet, sämre gasutbyte och mindre andel luftfyllda porer (Håkansson, 2000).

För att kunna teckna en sammanhängande och nyansrik bild av strukturskeendet i matjorden efterfrågade Andersson & Håkansson (1966) en utveckling av mätmetoderna för denna typ av undersökningar. Lasermätning är en tidseffektiv och exakt metod för bestämning av markytans jämnhet. Ett stort antal mätpunkter kan insamlas vid varje mättillfälle. Upplösningen kan varieras men det är osäkert hur detta påverkar mätresultaten. Mätningarna påverkar inte markytan och det är möjligt att återkomma till exakt samma mätpunkt vid flera tillfällen.

SLUTSATS

För att få bra resultat, både vad gäller luckring och jämnhet, är det viktigt att bearbetning sker vid optimal vattenhalt. Tidig bearbetning sker ofta under för torra förhållanden och ger då ofta stora och hårda kokor vilket ger ett mycket luckert resultat. Detta gäller både direkt efter bearbetning och efter vintern. En sen bearbetning sker ofta vid för blöta betingelser, vilket leder till dålig luckring och ett mer ojämnt resultat, direkt efter bearbetning, före sådd och efter såbäddsberedning i såbotten.

Plöjning luckrar mer och ger en mer ojämn yta direkt efter bearbetning än bearbetning med kultivator. Ojämnheten finns kvar även efter vintern i de plöjda leden. Dessa ojämnheter försvinner dock efter såbäddsberedningen.

Det är inte självklart att såbäddens tjocklek och jämnhet påverkas av valet av bearbetningsmetod eller bearbetningstidpunkt. Om det finns möjlighet att bearbeta jorden tidigt är bearbetning med kultivator lämplig. Vid sen bearbetningstidpunkt är plöjning ett bättre alternativ, framförallt vad gäller såbottens ytjämnhet.

REFERENSER

- Andersson, S. & Håkansson, I. 1966. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. XVI. Strukturodynamiken i matjorden. En fältstudie.
- Aronsson, H. & Stenberg, M. 1999. Plöj senare och minska risken för kväveutlakning!. Fakta jordbruk. Nr 2. SLU. Uppsala.
- Arvidsson, J. 2001, pers medd
- Arvidsson, J. red. 2001. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2000. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 101. Uppsala.
- Davies, B. et al. 1993. Soil management, 5th ed
- Dexter, A.R. 2000. The Optimum Water Content for Tillage. Proceedings of the 15th Conference of ISTRO, USA.
- Hammar, O. & Henriksson, L. 1987. Vårbruk. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 362. Uppsala.
- Heinonen, R. 1975. Jordarterna och deras brukningsegenskaper. Lantbrukshögskolans meddelanden B 23.
- Heinonen, R. 1985. Soil Management and Crop Water Supply. Department of Soil Sciences 4th edition. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Håkansson, I. 2000. Packning av åkermark vid maskindrift. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen nr 99. SLU. Uppsala.
- Kritz, G. 1983. Såbäddar för vårstråsäd. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 65. Uppsala.
- Nordström, N. 2001. Jordbearbetningstidpunkt på hösten – inverkan på skörd, markstruktur och kvävemineralisering, meddelande nr 34, Jordbearbetningsavd



Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för markvetenskap
Jordbearbetning och hydroteknik
Datum: 2001-05-30

Såbäddsegenskaper och plantuppkomst vid olika bearbetningsmetoder och bearbetningstidpunkter på en styv lera

Grupp 2
Anna Björnsson
Albin Gunnarson
Helena Lans
Karin Wertsberg

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
INLEDNING	3
MATERIAL OCH METODER	4
RESULTAT	5
Såbotten och såbäddsdjup	5
Aggregatfördelning och vattenhalt	6
Uppkomst	6
DISKUSSION	8
SLUTSATSER	9
REFERENSER	10

SAMMANFATTNING

Såbäddens aggregatsammansättning och vattenhalt är viktig för etablering av grödan. Såbädden kan påverkas genom bearbetning med olika redskap och vid olika tidpunkter. I försök har såbäddens egenskaper vad gäller aggregatstorleksfördelning, vattenhalt, bearbetningsdjup, såbottens och markytans jämnhet samt plantuppkomst undersökts på våren vid plöjt respektive oplöjt bruk och vid tidig, normal eller sen bearbetning på hösten. Resultaten visar att en tidig bearbetning ger en signifikant jämnare såbotten än bearbetning vid sen tidpunkt. Dessutom har det plöjda ledet en signifikant finare såbädd med större andel aggregat under 2 mm och större antal plantor. Detta resulterar i att tidig plöjning ger en finare såbädd på våren.

INLEDNING

Med vårbruk menas de bearbetningsåtgärder som utförs omedelbart före sådd för att vårsådda grödor ska kunna etablera sig (Hammar, 1987). Genom tjälens inverkan sprängs lerklumpar effektivt sönder och ger ett bra avdunstningsskydd för underliggande fuktigare lager. Den fina froststrukturen är vanligen på jämn mark begränsad till ett ytlager på 3-5 cm eftersom den intensiva smulningen förutsätter snabba temperaturväxlingar och flera frostcyklar. Det fingryniga ytlagret, där upp till 80% av jorden passerar 5 mm:s såll, kan utgöra en idealisk såbädd, men om jorden bearbetas tidigt eller utsätts för häftiga regn kan aggregaten förstöras (Heinonen, 1975). Froststrukturen gör att antalet harvningar inte behöver vara mera än 2-3, speciellt om ytan slätats till genom en höstharvning (Hammar, 1987). Harvningarna jämnar till markytan och såbotten, sönderdelar kvarblivna stora aggregat och fördelar aggregat av olika storlek på olika djup (Håkansson *et al.*, 2001).

Torka kan vara en vanlig anledning till dålig uppkomst på jordar med mer än 25% ler. På sådana jordar är ofta tillgången på växttillgängligt vatten låg i såbädden (Kritz, 1983) och vatteninnehållet i de övre 3 cm ligger ofta under vissningsgränsen. Under sådana förhållanden är det viktigt att kärnorna inte placeras i detta lager utan ligger djupare i den fuktiga såbotten. Kärnorna bör därför placeras på en såbotten med åtminstone 5% växttillgängligt vatten och täckas av ett 4 cm djupt jordlager med mer än 50% av aggregaten mindre än 5 mm (Håkansson *et al.*, 2001). De mindre aggregaten ligger då närmast såbotten, där de får en god kontakt med kärnorna och bevarar dessutom fukten medan de större aggregaten ligger i ytan och underlättar gasutbyte, infiltration och skyddar mot eventuell skorpbildning och vinderosion (Heinonen, 1985). Sådjupet på lerjordar med mer än 25% ler bör vara 5-5,5 cm för stråsäd, speciellt om jorden är torr och bruket är grovt. Med hjälp av ny teknik kan numera kärnorna även placeras i såbotten, vilket innebär att harvningarna kan göras grundare och vårbruket kan genomföras snabbare (Håkansson *et al.*, 2001). En annan möjlighet är att tillämpa harvsådd då såbädden görs färdig samtidigt som utsädet sås i jorden. Med harvsådd minskar man antalet körningar och minskar tidsåtgången. Genom färre körningar kan också jordpackningen minskas (Henriksson, 1989).

På lerjordar har det visat sig att jordstrukturen innan vårbruket har större betydelse för den slutliga såbäddsstrukturen än bearbetningarna på våren (Håkansson *et al.*, 2001). För att tjälens ska ge en så bra froststruktur som möjligt krävs det att den primära bearbetningen på hösten har utförts på ett lämpligt sätt och dessutom skett vid rätt

tidpunkt. Det vanligaste sättet är att plöja jorden, men även andra alternativa bearbetningsformer förekommer som t.ex. kultivering och bearbetning med tallriksredskap. Fördelarna med plöjning jämfört med de andra bearbetningsformerna är att växtrester vänds ned och jorden luckras till ett större djup. Dessutom kan plöjning genomföras under många olika förhållanden både vad gäller jordart och fuktighetsförhållanden. Nackdelarna med plöjning är den större tidsåtgången och det större dragkraftsbehovet. Å andra sidan krävs det oftast fler överfarer med alternativa bearbetningsformer än med plogen (Arvidsson, 2001).

Tidpunkten för den primära bearbetningen varierar ofta från år till år, beroende på vädret och andra förhållanden. En tidig bearbetning på hösten då marken fortfarande är torr minskar packningsrisken och förhindrar även eventuella strukturskador som kan uppstå i blött och regnigt väder. En tidig bearbetning kan dock stimulera den biologiska aktiviteten i marken och öka mineraliseringen av kväve och därmed öka risken för näringsläckage. En sen bearbetning är därför ur den synpunkten bättre (Arvidsson, 2001). Tidigare undersökningar på Ultuna har dock visat att tidigt plöjda led inte har haft något större läckage av nitratkväve och att den tidiga eller normala bearbetningstidpunkten varit bäst ur struktursynpunkt. På Ultuna förefaller det därför, enligt dessa undersökningar, vara bäst att bearbeta jorden tidigt på hösten då läckaget inte verkar öka så mycket samtidigt som strukturskador undviks (Nordström, 2001).

En såbäddsundersökning utfördes för att ta reda på huruvida såbäddens egenskaper beror på bearbetningstidpunkt och typ av bearbetning på hösten. Såbäddsundersökningen utfördes i försök 2001 R2-4111 på Ultuna egendom. I försöket, som genomförs i fyra block, jämförs plöjd och plöjningsfri odling med tre olika bearbetningstidpunkter, tidig, normal och sen enligt tabell 1. Syftet med detta projektarbete var att undersöka om det finns några signifikanta skillnader i såbäddens egenskaper mellan olika bearbetningstyper och bearbetningstidpunkter på hösten. Detta följdes sedan upp genom att bestämma uppkomsten hos de olika försöksleden cirka två veckor efter sådd.

Tabell 1 *Försöksled som ingår i försöket för att undersöka såbäddens egenskaper*

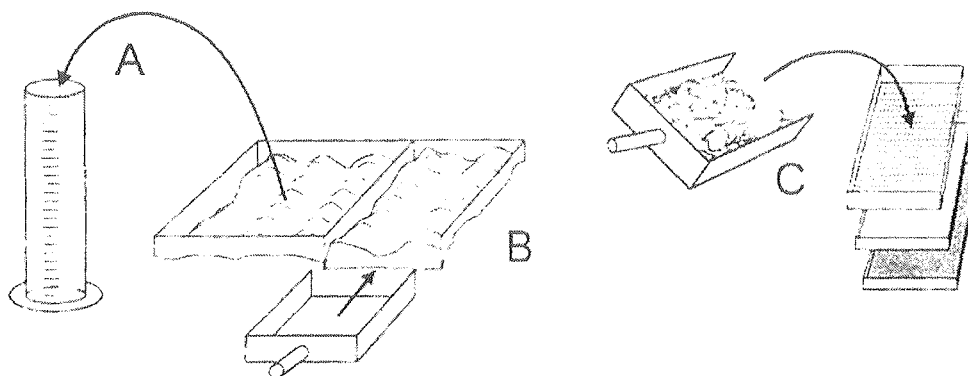
Led	Bearbetning
A	Plöjning
B	Plöjningsfri odling (kultivator)
1	Tidig bearbetning aug
2	Normal bearbetning 15 sept – 1 okt
3	Sen bearbetning efter 10 okt

MATERIAL OCH METODER

Såbäddsundersökningen utfördes genom att slumpmässigt placera en 0,4*0,4*0,1 m stor stålramen med tillhörande sidovingsram (0,25*0,4*0,1 m) i respektive parcell. Den placerades utanför skörderutan för att inte påverka skörden. Inom stålramen mättes markytans högsta och lägsta punkt för att nivåskillnaden skulle kunna beräknas. Därefter sopades såbotten ren och bearbetningsdjupet bestämdes genom att mäta volymen på den bortsopade jordmängden. Dessutom beräknades nivåskillnaden i såbotten. Inom sidovingsramen indelades såbädden på djupet i tre jämnstora skikt.

Dessa skikt siktades genom en sikt med 5 och 2 mm stora maskvidder. Volymen av aggregat med storleken större än 5 mm, 2-5 mm respektive mindre än 2 mm mättes i deciliter. Antalet kärnor i de olika lagren räknades också. I figur 1 visas material för såbäddsundersökningen.

Vattenhaltsprover togs också ut i de tre lagren samt i såbotten. Dessa prover vägdes och torkades i ugn i 110°C i tre dygn för att därefter vägas igen så att vattenhalten i procent av torrsubstansen kunde beräknas. Cirka två veckor efter sådd räknades antalet uppkomna plantor i en 0,5 * 0,5 m stålram. Såbäddsundersökningen upprepades två gånger i varje parcell. De uppmätta värdena behandlades i SAS för att få en statistisk analys av dem.



Figur 1. Material för såbäddsundersökning. A: såbädds djupet mäts i mätcylinder B: såbädds djupet delas in i tre lager C: de tre lagren sällas för att bestämma aggregatstorleksfördelningen.

RESULTAT

Såbädds djup, vattenhalt och nivåskillnader i markytan och såbotten redovisas i tabell 3. Fördelningen av de olika aggregatstorlekarna (>5mm, 2-5mm, <2mm) för plöjd och plöjningsfri odling kan utläsas i figur 2 och 3.

Såbotten och såbädds djup

Den tidiga bearbetningen gav en signifikant jämnare såbotten än den sena bearbetningen (se tabell 3). Såbottens jämnhet vid normal bearbetningstidpunkt skiljde sig inte signifikant från tidig eller sen bearbetning. Såbädds djupet skiljde sig inte heller mellan de olika leden.

Aggregatfördelning och vattenhalt

I det översta lagret av såbädden fanns det en signifikant lägre andel aggregat som var större än 5 mm i det plöjda ledet än i det oplöjda. För aggregat mindre än 2 mm var andelen istället högre. Andelen aggregat mellan 2-5 mm skiljde sig inte mellan de olika leden (se tabell 3).

Även i lager två fanns det en signifikant lägre andel aggregat som var större än 5 mm i det plöjda ledet än i det oplöjda (se tabell 3). Här fanns det också en samspelseffekt mellan huruvida det var plöjt eller inte och bearbetningstidpunkt.

I lager tre fanns det inga signifikanta skillnader i aggregatfördelning beroende på bearbetningssätt eller tidpunkt. Det fanns dock en skillnad i vattenhalt. Lager tre hade en högre vattenhalt vid tidig bearbetning än vid normal och sen oberoende av om det var plöj- eller plöjningsfri odling (se tabell 3).

Såbotten hade en högre vattenhalt i det oplöjda ledet än i det plöjda (se tabell 3).

Uppkomst

I försöket kunde signifikanta skillnader i uppkomst noteras mellan olika tidpunkter för höstbearbetning. Den tidiga bearbetningen gav ett signifikant högre antal plantor än normal respektive sen. Några signifikanta skillnader mellan normal och sen bearbetningstidpunkt kunde dock inte noteras och inte heller mellan plöjd och plöjningsfri odling. Se tabell 2.

Tabell 2 Antal uppkomna plantor i försökets olika led

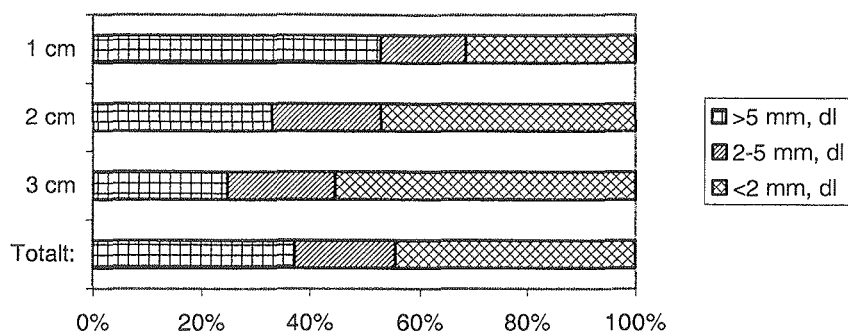
	Plant uppkomst antal
A1	96,5
A2	89,3
A3	91,6
B1	99,6
B2	87,5
B3	87,4
A	92,5
B	91,5
1	98,1 ^a
2	88,4
3	89,5

a. *-signifikant skillnad mellan 1 och 2 samt 1 och 3

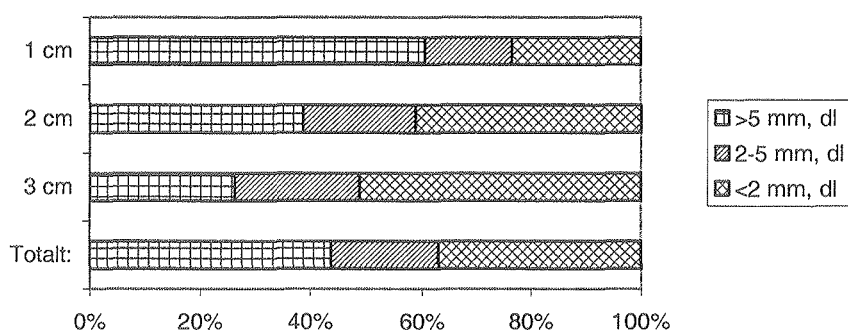
Tabell 3 Aggregatfördelning och bearbetningsdjup

	Mark yta Nivå skillnad	Bear- betnings djup	Bear- betnings botten	Lager 1				Lager 2				Lager 3				Lager 4	Totalt		
							Vatten halt				Vatten halt				Vatten halt				
				>5 mm %	2-5 mm %	<2 mm %	%	>5 mm %	2-5 mm %	<2 mm %	%	>5 mm %	2-5 mm %	<2 mm %	%	%	>5 mm %	2-5 mm %	<2 mm %
mm	cm	mm																	
A1	56,1	2,9	39,0	50,3	18,1	31,6	10,9	31,8	20,2	48,0	12,5	22,7	20,1	57,2	15,7	27,5	34,6	19,5	46,0
A2	65,0	2,7	43,0	52,2	15,6	32,2	8,4	30,4	20,6	49,0	11,5	25,7	19,7	54,6	14,2	27,6	37,8	18,2	44,0
A3	65,0	3,0	59,0	56,1	13,4	30,5	9,1	36,7	19,2	44,2	12,1	26,0	19,7	54,3	14,0	27,5	39,6	17,3	43,1
B1	61,5	2,9	39,6	59,1	14,7	26,2	10,0	39,1	19,8	41,1	12,9	28,5	21,5	50,0	16,3	29,1	44,7	18,1	37,1
B2	54,9	2,6	53,8	61,7	16,7	21,6	8,8	41,4	18,0	40,6	12,5	27,5	22,5	50,0	14,5	30,2	46,6	18,7	34,7
B3	57,6	2,7	53,9	61,1	16,6	22,3	9,6	35,9	22,4	41,8	10,9	23,0	23,5	53,5	13,4	29,2	40,2	20,7	39,1
A	62,0	28,8	47,0	52,9 ^a	15,7	31,4 ^b	9,5	33,0 ^c	20,0	47,1	12,0	24,8	19,8	55,4	14,6	27,5 ^d	37,3	18,3	44,4
B	58,0	27,2	49,1	60,6	16,0	23,4	9,5	38,8	20,1	41,2	12,1	26,3	22,5	51,2	14,7	29,5	43,9	19,2	37,0
1	58,8	29,3	39,3 ^e	54,7	16,4	28,9	10,5	35,4	20,0	44,5	12,7	25,6	20,8	53,6	16,0 ^f	28,3	39,7	18,8	41,5
2	59,9	26,2	48,4	56,9	16,1	26,9	8,6	35,9	19,3	44,8	12,0	26,6	21,1	52,3	14,3	28,9	42,2	18,5	39,3
3	61,3	28,5	56,4	58,6	15,0	26,4	9,4	36,3	20,8	43,0	11,5	24,5	21,6	53,9	13,7	28,4	39,9	19,0	41,1

- a. *-signifikant skillnad mellan A och B i lager 1 > 5mm.
 b. **-signifikant skillnad mellan A och B i lager 1 < 2mm.
 c. **-signifikant skillnad mellan A och B i lager 2 > 5mm.
 d. **-signifikant skillnad mellan A och B i lager 4.
 e. *-signifikant skillnad mellan 1 och 3.
 f. ***-signifikant skillnad mellan 1 och 2 samt 1 och 3 i lager 3



Figur 2. Aggregatfördelning i volymprocent för det plöjda ledet (led A). Såbäddsdjupet är indelat i tre lika djupa lager om vardera ca 1 cm.



Figur 3. Aggregatfördelning för den plöjningsfria odlingen (led B).

DISKUSSION

I det plöjda ledet kunde det noteras att mängden aggregat mindre än två millimeter var större än i det oplöjda ledet. Detta kan bero på att jorden bearbetats mer och sönderdelats av tjälen under vintern. Tidigare undersökningar (Nordström, 2000) visar att kultivering gav en signifikant högre andel fina aggregat än plöjning. Dessa undersökningar gjordes dock på hösten, och vintern har troligen i vårt fall bidragit till söndersprängning av större aggregat. Även vattenhalten kan ha haft betydelse. I lager 4 finns signifikanta skillnader i vattenhalt. Detta kan bero på att det kultiverade ledet håller mer vatten på grund av stora aggregat och att den är mindre luckrad.

Undersökningen visade inte på några signifikanta skillnader i aggregatstorlek mellan de olika bearbetningstidpunkterna. Däremot fanns en samspelseffekt mellan bearbetningsmetod och bearbetningstidpunkt i lager 2. Nordström (2000) har dock i försök visat att sen plöjning ger en signifikant grövre såbädd i det övre lagret även på våren. Den tidiga plöjningen ger möjligen en något finare såbädd. Detta kan bero på att temperaturväxlingar och frostcyklar då får en längre tid på sig att sönderdela stora aggregat än vid en sen bearbetning.

Den tidiga bearbetningstidpunkten medförde en mindre nivåskillnad i såbotten än den sena bearbetningstidpunkten. Detta stämmer även överens med vad lasermätningar gjorda i samma försök visar (Bölenius *et al*, 2001). Orsaken till ojämnheter i såbotten

kan vara väderleksförhållandena. Troligen var marken blötare och mer svårbearbetad i oktober än i augusti. Vid bearbetning i fuktiga lerjordar fås en grov struktur som tjälen svårligen kan spränga sönder och det blir därmed svårt att genom bearbetningen på våren få ett tillräckligt fint bruk och jämn såbotten. Dessutom sker sönderdelningen av stora aggregat under en kortare period.

I såbotten var vattenhalten högre då marken kultiverats än då den plöjts. Signifikanta skillnader i vattenhalt i lager 3 kunde också ses beroende på bearbetningstidpunkten. Tidig bearbetning verkade ge en högre vattenhalt än normal respektive sen. Tänkbara förklaringar till detta kan vara att jorden luckras mer vid plöjning än vid kultivering. Jorden torkar då lättare upp på våren och det blir svårare att bevara fukten i såbotten. Även halmen kan ha haft betydelse eftersom den i det kultiverade ledet låg kvar på ytan och fungerade som ett avdunstningsskydd. Dessutom kan det bero på att torr jord från ytan vänds ned i samband med plöjning. En tidig bearbetning, då jorden har en optimal vattenhalt, innebär att jorden får en bättre struktur och ett maximalt antal små aggregat som ger förutsättningar för tjälen att, på vintern, skapa ett bra avdunstningsskydd (Dexter, 2000). Senare bearbetning medför sämre struktur och avdunstningsskyddet på våren blir sämre.

Anledningen till att uppkomsten var högre vid tidig bearbetning än vid normal och sen kan bero på att det är lättare att erhålla en jämnare såbotten och en högre vattenhalt i jorden närmast såbotten vid tidig bearbetning. Detta gör att kärnorna får en bättre kontakt med såbotten och en ökad vattentillgång, vilket gynnar uppkomsten.

SLUTSATSER

I det plöjda ledet fanns en större andel mindre aggregat än i det oplöjda ledet. Vattenhalten i såbotten var högre i det oplöjda ledet än i det plöjda. Såbotten blev jämnare vid tidig bearbetning än vid sen och uppkomsten blev högre. Sammanfattningsvis kan det konstateras att tidig bearbetning ger en bättre markstruktur och säkrare uppkomst än sen bearbetning. Det plöjda ledet verkar ge en finare struktur på såbädden än det oplöjda ledet.

REFERENSER

Arvidsson, J. 2001. Muntligt meddelande. Avdelningen för jordbearbetning. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Bölenius, E., Karlsson, J. & Svensson, T . 2001. Inverkan av bearbetningstidpunkt och metod på luckring och ytjämnhet - mätningar med laser. Institutionen för markvetenskap. SLU.

Dexter, A.R. 2000. The Optimum Water Content for Tillage. Proceedings of the 15th Conference of ISTRO, USA.

Hammar, O. 1987. Vårbruk. Sveriges lantbruksuniversitet. Aktuellt från lantbruksuniversitetet 362. Mark-växter.

Heinonen, R. 1975. Jordarterna och deras brukningsegenskaper. Institutionen för markvetenskap. Lantbrukshögskolans meddelanden B 23.

Heinonen, R. 1985. Soil management and crop water supply. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Soil Sciences. 4th edition.

Henriksson, L. 1989. Harvsådd. Institutionen för markvetenskap. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakta mark-växter 12, 1989.

Håkansson, I., Myrbeck, Å. & Etana, A. 2001. A review of seedbed preparation research in Sweden. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). Department of Soil Sciences.

Kritz, G. 1983. Såbäddar för vårstråsäd. Institutionen för markvetenskap. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakta mark-växter 14, 1983.

Nordström, N. 2001. Jordbearbetningstidpunkt på hösten - inverkan på skörd, markstruktur och kväveminerisering. Sveriges lantbruksuniversitet. Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen, nr 34.

Institutionen för markvetenskap

Avdelningen för jordbearbetning och hydroteknik
2001-05-29

Effekter på infiltration och penetrationsmotstånd i plogsulan ett år efter luckring

M. Bååth, A. Karlsson, S. Louhi

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING	3
INLEDNING	3
MATERIAL OCH METODER.....	4
Försöken.....	4
Infiltrationsmätningar.....	5
Penetrationsmätningar.....	5
RESULTAT	5
Infiltrationsmätningar.....	5
Penetrationsmätningar.....	6
DISKUSSION	7
SLUTSATSER	8
REFERENSER.....	9

SAMMANFATTNING

Vid intensiv jordbearbetning med tunga maskiner och flera överfarer uppstår ofta packningsskador. Allvarligast är skadorna i plogsula och alv då dessa är svåra att luckra. Dessutom är det svårt att få luckringens positiva egenskaper att kvarstå under längre tid. För att undersöka möjligheterna till att åtgärda en tät plogsula genomfördes under våren år 2000 luckring av plogsulan i två olika försök med olika lerhalt (16 och 36 procent). Mätningar av infiltration och penetrationsmotstånd genomfördes under våren år 2001 med syfte att utröna om luckringens positiva inverkan fortfarande kvarstår. Infiltrationen mättes genom att mäta sjunkhastigheten av en vattenyta. Penetrationsmotståndet mättes ned till 50 cm djup med penetrometer. Infiltrationsmätningarna gav inga signifikanta skillnader mellan leden, dock var det en tendens till skillnad mellan leden i försöket med 36 procent ler. Penetrationsmätningarna visade att vissa skikt i de led där plogsulan luckrats hade signifikant lägre hållfasthet än led med konventionell höstplöjning. Slutsatserna av undersökningen är således att luckring av plogsulan ger en lägre hållfasthet medan infiltrationen ej signifikant förändras ett år efter luckringen.

INLEDNING

Vid intensiv spannmålsodling där plöjning sker varje år, kan en förtätad zon strax under plöjningsdjup uppkomma. Denna plogsula kan bli mycket tät och försämra hydraulisk konduktivitet, luftinnehåll, transport av gaser, rotgenomträngning, näringstransport samt upptag och mineralisering av kväve (Lipiec et al., 2000). Detta leder till försämrad tillväxtpotential och minskad skörd. Det mest allvarliga med packning i alven är att effekterna blir långvariga och svåra att bli av med (Arvidsson, 1999).

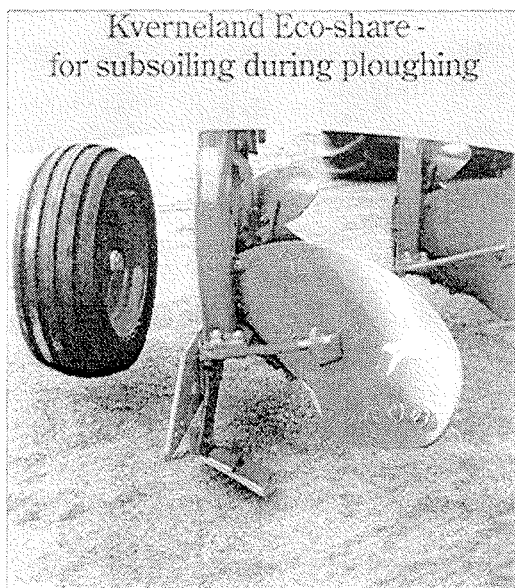
Försök pekar entydigt på att alvpackning som uppkommer genom körning med tunga maskiner inte helt kan utplånas genom mekanisk alvluckring. Verkan av alvluckring har visat sig vara kortvarig och i vissa fall t.o.m. skadlig. Enligt Chamen et al. (2000) kan alvens hållfasthet halveras efter alvluckring och därmed bli ännu mer känslig för återpackning och packning på större djup. Bästa åtgärden mot alvpackning är sålunda att undvika denna, genom att använda rätt däckstrustning och köra vid lämpliga tidpunkter. Alvluckring utförs med bäst resultat när marken är väl upptorkad. I svenska försök har dock effekterna i medeltal varit så små att de inte har motiverat de höga kostnaderna (Håkansson, 2000).

Våren 2000 genomfördes tre försök med luckring av plogsulan på jordar med olika lerhalt (16, 30 resp. 36 procent). Syftet var att utröna huruvida luckringen påverkade genomsläpplighet, penetrationsmotstånd och skörd. Effekterna samma år visade tendens till högre genomsläpplighet i leden där plogsulan luckrats. Vid mätningar med penetrometer märktes signifikant lägre motstånd i plogsulan i de luckrade leden. Våren år 2001 mättes infiltration och penetrationsmotstånd i försöken med 16 resp. 36 procent ler för att undersöka om effekterna av luckringen kvarstod.

MATERIAL OCH METODER

Försöken

Under år 1999 startades tre fastliggande försök med syfte att undersöka hur såplog fungerar på olika jordarter. Lerhalten i matjorden i de tre försöken var 16, 30 resp. 36 procent. Såplogssystemet innebär ett system med reducerad jordbearbetning där plöjning, såbäddsberedning och sådd sker i en enda överfart. Detta innebär färre överfarter och tidig sådd (10-20 dagar tidigare), vilket på sikt tros förbättra markstrukturen. På våren år 2000 genomfördes luckring av plogsulan i två led med Kvernelands ekoskär. Ekoskåret är tänkt att luckra plogsulan till tio centimeters djup under normalt plöjningsdjup. Skåret monteras under plogkroppen och består av ett vinklat järn med tre fastsatta spetsar (Figur 1).



Figur 1. Kvernelands ekoskär.

Arbetsbredden är 22 cm och vid en tiltbredd på 40 cm luckras plogsulan till 55 procent av effektiv plöjningsbredd. Tanken är att genomsläpplighet och rotgenomträngning skall förbättras utan att blanda in alvjord i matjorden (Kverneland, 2001). Möjliga effekter är också att plöjningsdjupet kan minskas och att inblandning av växtrester kan koncentreras i ett grundare ytskikt.

Våren år 2001 skedde ingen luckring med ekoskåret. Försöken var randomiserade blockförsök bestående av sex led i fyra block (tabell 1). Gröda i samtliga led år 2001 var vårkorn.

Tabell 1. Försöksleden från och med år 2000

Led	Behandling
A.	Höstplöjning + konventionell sådd
B.	Vårplöjning 10-20 dagar innan sådd
C.	Såplog
D.	Såplog + vältning
E.	Såplog + ekoskär
F.	Vårplöjning + ekoskär 10-20 dagar innan sådd

Infiltrationsmätningar

Mätningarna utfördes i början av maj år 2001 i led A, E och F i två av försöken (16 och 36 procent ler). Ringar med diametern 50 cm slogs ned 10 centimeter i plogsulan (cirka 25 cm djup). I ringarna fylldes vatten till 10 centimeter över botten på gropen. Sjunkhastigheten mättes vid tidpunkterna 5, 15, 30, 45 och 60 minuter. Mätningen varierade mellan en och fem minuter, beroende på sjunkhastighet (stor sjunkhastighet krävde kort mättid och v.v.) Mellan mätningarna hölls vattennivån konstant.

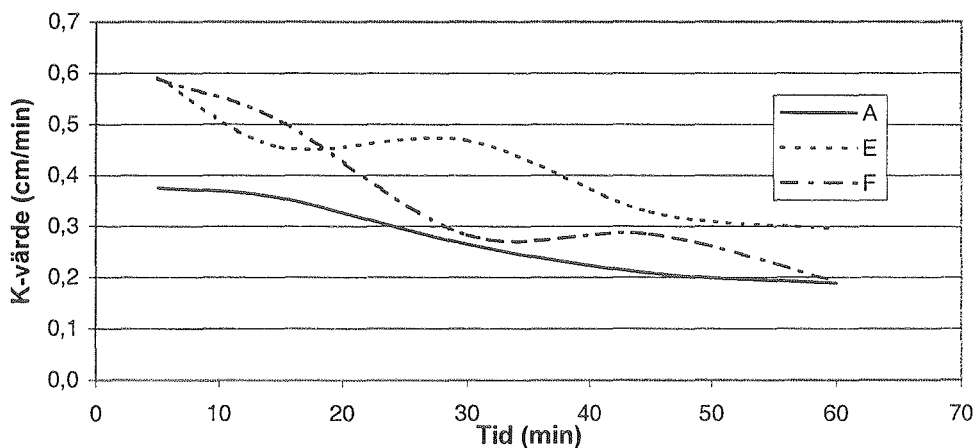
Penetrationsmätningar

Mätning av penetrationsmotståndet i marken utfördes med handburen Bush penetrometer (kondiameter 12,7 mm, konvinkel 30°). I varje ruta gjordes 15 stick. Motståndet registrerades varannan centimeter ned till 50 centimeters djup.

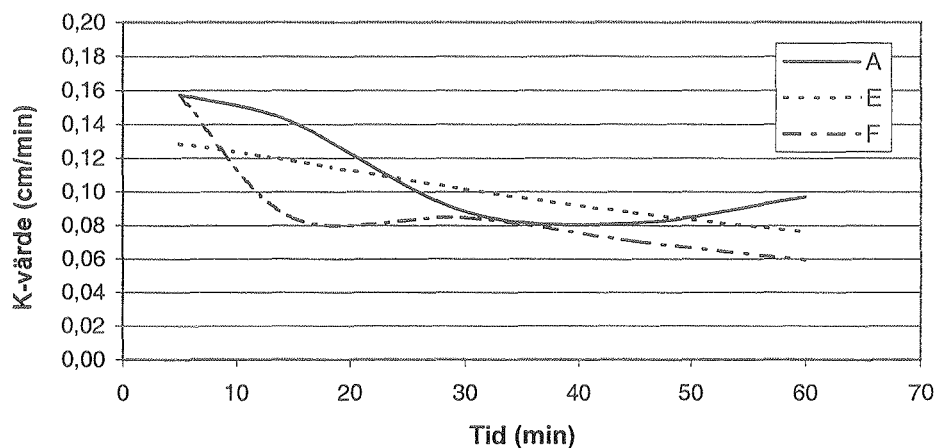
RESULTAT

Infiltrationsmätningar

Genomsläppligheten i båda försöken var hög till mycket hög. Infiltrationsmätningarna gav inga signifikanta skillnader mellan leden i något av försöken (figur 2 och 3). På mellanleran fanns dock en tendens till att infiltrationen i led E (såplog med ekoskär) var något högre än i led A (höstplöjning) ($p=0,08$). Inga effekter på infiltrationen av luckringen kunde iaktas i försöken med lättlera.



Figur 2. K-värden uppmätta efter höstplöjning (led A), såplog med ekoskär (led E) och vårplöjning med ekoskär (led F) på en mellanlera.



Figur 3. K-värden uppmätta efter höstplöjning (led A), såplog med ekoskär (led E) och vårplöjning med ekoskär (led F) på en lättlera.

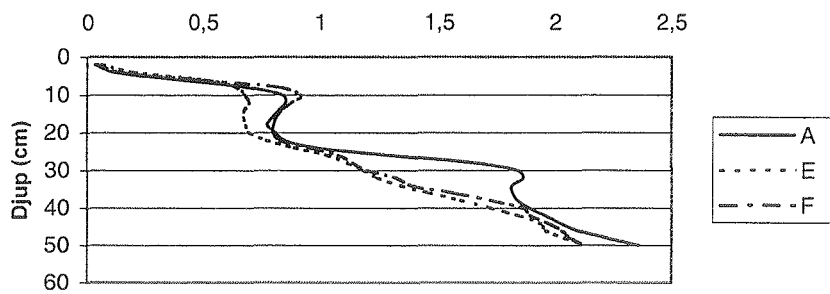
Penetrationsmätningar

På mellanleran (figur 4) skiljer sig leden F (vårplöjning med ekoskär) och E (såplog med ekoskär) från led A (höstplöjning) på 28, 30, 32, 34 och 36 cm djup ($p < 0,01$). Luckring av plogsulan med Kvernelands ekoskär hade därför effekt året efter körningen.

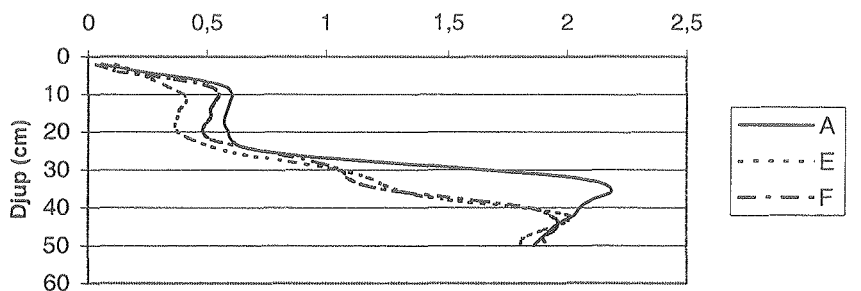
I försöket med lättlera (figur 5) uppmättes signifikanta skillnader mellan leden på nivåerna 8, 10, 14, 16, 30 och 32 cm ($p < 0,01$) samt 2, 18, 20, 34 och 36 cm ($p < 0,001$). I skiktet 30-36 cm skiljer sig led E och F från led A. I skiktet 8-16 cm skiljer sig led E från led F och A. Vid 2, 18 och 20 cm skiljer sig alla tre leden från varandra.

I alla mätningar i båda försöken har penetrationsmotståndet varit högst i led A och lägst i led E, förutom på 2 cm djup på lättleran där motståndet var högst i led E och

lägst i led F. Notera det något förtätade zonen strax under harvdjup (cirka 10 cm djup).



Figur 4. Penetrometermotstånd vid olika djup efter höstplöjning (led A), såplog med ekoskär (led E) och vårplöjning med ekoskär (led F) på en mellanlera.



Figur 5. Penetrometermotstånd vid olika djup efter höstplöjning (led A), såplog med ekoskär (led E) och vårplöjning med ekoskär (led F) på en lättlera.

DISKUSSION

Alvluckring har enligt flera källor (Chamen, 2000; Håkansson, 2000) visat sig kunna ge kortvariga och mindre påtagliga effekter. En fördel med ekoskåret är att endast plogsulan luckras, vilket skulle kunna mildra de negativa effekter en alltför kraftig alvluckring kan ge (Chamen, 2000; Håkansson, 2000). Trots detta är ekoskårets luckrande förmåga svår att urskilja ett år efter användning. Infiltrationsmätningen visar inga signifikanta skillnader mellan leden. I de genomförda försöken fanns inga större problem med dålig genomsläpplighet, vilket kan vara en orsak till svårigheterna att hitta skillnader mellan leden. Bäst effekt torde alltså ekoskåret ge på jordar med uttalade plogsuleproblem (Svantesson, pers. med.).

Det finns en tendens till att luckringen verkar dröja sig kvar längre på en mellanlera än en lättlera möjligtvis beroende på att den förstnämnda är mer strukturstabil. Körning med ekoskär tillsammans med strukturkalkning skulle kunna vara positivt i och med att strukturen bibehålls (Svantesson, pers. med.).

Penetrationsmotstånden från de två årens mätningar kan vara vanskliga att jämföra med varandra, då vattenhalten har stor betydelse för motståndet. Dock kan man urskilja var, och om, det finns någon uttalad plogsula. Skillnader i övre matjorden kan förklaras av att såbäddens utseende varierar i de olika leden, och har därför ingen relevant betydelse för bedömningen av ekoskärets luckrande effekt. Varför resultaten från undersökningen av penetrationsmotstånd och infiltration skilde sig åt beror på att det är olika egenskaper som undersökts. Penetrationsmotståndet är ett mått på markens hållfasthet, medan infiltrationen är ett mått på porernas storlek och kontinuitet. Luckring av plogsulan behöver inte påverka dessa egenskaper i samma riktning.

SLUTSATSER

Året efter luckringen med ekoskär är det svårt att se de positiva effekterna på infiltrationen i samma utsträckning som direkt efter körning med ekoskåret. Enligt penetrationsmätningarna kan däremot noteras att den luckrande effekten kvarstår även året efter.

På en jord med uttalade problem med tät plogsula skulle Kvernalsands ekoskär eventuellt kunna vara en bra lösning. I kombination med strukturkalkning kan effekterna av luckringen möjligvis bibehållas mer långsiktigt.

REFERENSER

Arvidsson, J. 1999. Att undvika alvpackning – förfinade riktlinjer på väg. Fakta Jordbruk Nr 8 1999. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Canarache, A., Horn, R. & Colibas, I. 2000. Compressibility of soils in a long term field experiment with intensive deep ripping in Romania. *Soil and Tillage Research* 56 (2000) 185-196.

Chamen, W.C.T., Alakukku, L., Weisskopf, P. & Spoor, G. 2000. Equipment and field practices to avoid subsoil compaction. In: J. Arvidsson, J.J.H. Van den Akker and R. Horn (Eds.) *Experience with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Community*, 25-41. Report 100, Division of Soil Management, Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences.

Håkansson, I. 2000. Packning av åkermark vid maskindrift - omfattning, effekter, motåtgärder. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen Nr 99. Institutionen för markvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Kverneland, 2001. Kverneland Klepp AS, Informationsblad om Kvernelands ekoskär.

Lipiec, J., Arvidsson, J. & Murer, E. 2000. Modeling of crop growth, water and chemical movement in relation to topsoil and subsoil compaction: a review. In: J. Arvidsson, J.J.H. Van den Akker and R. Horn (Eds.) *Experience with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Community*, 25-41. Report 100, Division of Soil Management, Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences.

Svantesson, U. 2000. Försök med såplog. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2000. red. Johan Arvidsson. Institutionen för markvetenskap. Sveriges Lantbruksuniversitet.

Personliga meddelanden

Svantesson, U. 2001. Institutionen för markvetenskap, avdelningen för jordbearbetning och hydroteknik, Sveriges Lantbruksuniversitet.



Grundbearbetningens inverkan på genomsläpplighet och skrymdensitet – en jämförelse mellan plöjning och två kultiveringsdjup

Frida Carlsson
Per Svensson

Institutionen för Markvetenskap
Jordbearbetning och hydroteknik, MV0060
Vt 2001

2001-05-29

Sammanfattning

Med reducerad bearbetning (kultivator eller tallriksharv i stället för plog) kan man spara bränsle och pengar. En positiv effekt är också att plogsulan kan försvagas och genomsläppligheten förbättras. I detta arbete undersöktes genomsläpplighet och skrymdensitet i tre olika försöksled; kultiverat till 20 respektive 10 cm samt plöjt. Prover togs ut från två olika djup; 12-17 och 25-30 cm. Resultaten från mätningarna varierade mycket vilket innebar att endast en parameter visade sig vara signifikant skild från de andra: Skrymdensiteten under bearbetningsbotten i det grunt kultiverade ledet var signifikant högre än i det djupare kultiverade och det plöjda ledet. Detta stämmer med hypotesen att genomsläppligheten minskar och skrymdensiteten ökar i den nedre delen av matjorden vid minskat bearbetningsdjup.

Inledning

Reducerad bearbetning blev i Sverige allt mer intressant under 70- och 80-talen. Den konventionella grundbearbetningen, plöjning, var allenarådande under 1900-talet och dominerar fortfarande, men kostnaden för plöjning är relativt hög och med ökande bränslepriser växte intresset för alternativa bearbetningsmetoder (Rydberg, 1987). Det vanligaste alternativet till plogen är kultivator och tallriksredskap. Plöjningsfri bearbetning kan förbättra jordstrukturen bland annat genom att öka den organiska halten nära markytan och genom detta kan man minska risken för slamning av ytan. En negativ effekt kan dock vara ökat mekaniskt motstånd i matjorden vilket kan försvåra rotutvecklingen (Arvidsson, 1997). Enligt en kanadensisk undersökning (Carter, 1996) såg man ingen skillnad i genomsläpplighet mellan plöjt och kultiverat. Man såg också att den organiska halten ökade i ytan, dock utan att förändra det totala innehållet i profilen. På Ultuna finns sedan lång tid fastliggande försök med olika bearbetningsstrategier och bearbetningsdjup. Det bearbetningssystem som används påverkar också angrepp av skadegörare. I höstspannmålsgrödor är höstbearbetningen viktig, speciellt om förfrukten är stråsåd eftersom växtrester i ytan fungerar som en brygga för många skadegörare såsom *Fusarium*, *Microdochium* och stråknäckare (Hedene & Olofsson, 1994).

Syftet med föreliggande arbete var att undersöka skillnader i genomsläpplighet och skrymdensitet mellan plöjningsfritt och konventionellt bearbetad mark samt att undersöka orsaker till utvintring och förekomst av sjukdomar.

Hypotesen var att genomsläppligheten minskar och skrymdensiteten ökar i den nedre delen av matjorden vid minskat bearbetningsdjup. På sikt bör det minskade bearbetningsdjupet innebära bättre genomsläpplighet och minskad skrymdensitet på större djup.

Material och metoder

Undersökningarna gjordes i ett höstveteförsök på styv lera med olika höstbearbetning, R2-4027, som var utlagt på Säby 2, Uppsala. Försöket, som varit fastliggande sedan 1996, var ett enfaktoriellt försök som bestod av fem led, men prover togs ut från tre av leden, A, B och D, som under hösten plöjts eller stubbearbetats med kultivator till 10 respektive 20 cm. Varje led hade

fyra upprepningar vilket betyder att prover togs ut från tolv rutor. Den 7 och 8 maj 2001 togs fyra cylinderprov ut per skikt på djupen 12-17 och 25-30 cm i de aktuella rutorna.

Cylindrarna vattenmättades under ca två dygn.

Genomsläpplighetsmätning gjordes i en Perssonprodukt (Andersson, 1955) och därefter torkades proverna under tre dygn och vägdes ut.

Mätvärden från genomsläpplighetsmätning och vägning bearbetades statistiskt i SAS.

Tillsammans med Peder Waern från Växtskyddscentralen Uppsala gjordes den 17 maj en fältbesiktning då förekomst av utvintringssvampar undersöktes.

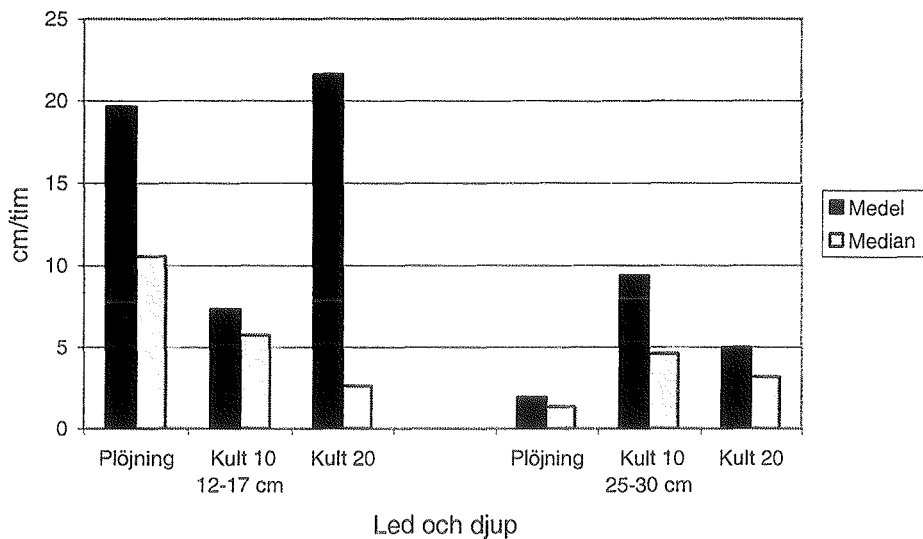
Resultat och diskussion

Genomsläpplighet

Resultaten från mätningar av mättad genomsläpplighet för vatten visas i tabell 1 och figur 1. Vissa cylindrar hade mycket hög genomsläpplighet (troligen beroende på maskgångar) vilket gav genomslag i medelvärdena. Medianvärdena för samma mätningar ger troligen en sannare bild. På djupet 12-17 cm var skillnaden stor mellan de olika leden, men de var inte statistiskt säkerställda. För genomsläppligheten på djup 25-30 cm finns dock en tendens till skillnader mellan led ($P=0,08$ och $P=0,09$ för medel- respektive medianvärden). Den lägsta genomsläppligheten finns i plöjningsledet och det värdet skiljer sig markant från värdet för kultivator på 10 cm medan de båda kultivatorleden inte skiljer sig så mycket åt. Detta resultat stämmer med hypotesen att genomsläppligheten i plogsulan skulle förbättras med plöjningsfri bearbetning och skillnaden bör bli större på sikt. Man kunde väntat sig att det skulle varit stor skillnad mellan värdena på 12-17 cm, men det har ej setts, troligen på grund av stor variation mellan mätvärden.

Tabell 1. Genomsläpplighet och skrymdensitet i försök med olika höstbearbetning. Olika bokstäver efter mätvärden anger att de är signifikant skilda åt

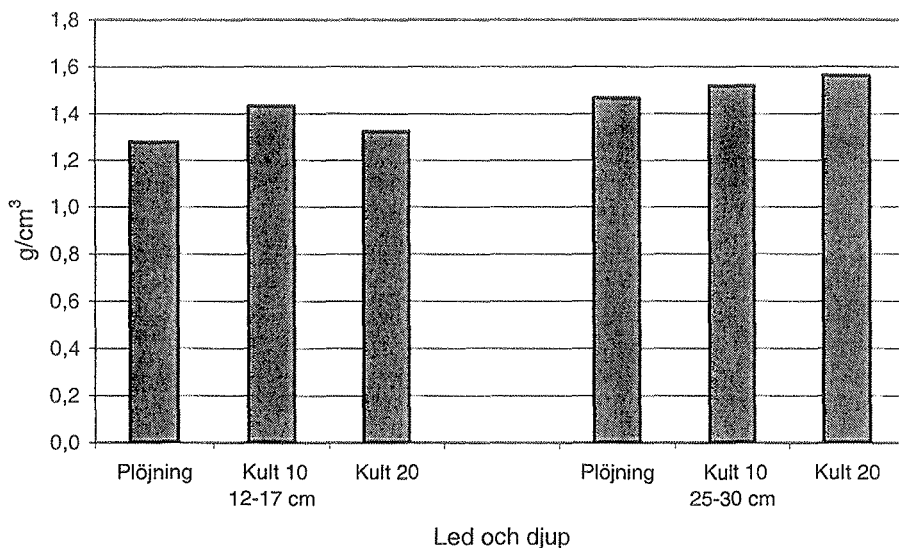
Led	Djup (cm)	Genomsläpplighet medelvärden (cm/tim)	Genomsläpplighet medianvärden (cm/tim)	Skrymdensitet (g/cm ³)	
Plöjning	12-17	19,64	10,57	1,28	B
Kultivator 10 cm	12-17	7,34	5,74	1,43	A
Kultivator 20 cm	12-17	21,59	2,63	1,32	B
Plöjning	25-30	1,92	1,35	1,47	B
Kultivator 10 cm	25-30	9,40	4,61	1,52	A
Kultivator 20 cm	25-30	4,99	3,18	1,56	AB



Figur 1. Mättad genomsläplighet för vatten i försök med olika höstbearbetning.

Skrymdensitet

För skrymdensiteten (se fig. 2) finns statistiskt säkerställda skillnader på djupet 12-17 cm ($P=0,01$). Värdet för kultivator på 10 cm skiljer sig signifikant från plöjning och kultivator på 20 cm. Detta verkar rimligt eftersom det har blivit mer kompakt under det bearbetade skiktet. På 25-30 cm finns inga signifikanta skillnader.



Figur 2. Skrymdensitet i försök med olika höstbearbetning.

Skadegörare

Utvintringen var mycket varierande i de olika rutorna. Som vi kan se i tabell 2 var planttätheten klart högst i plöjningsledet. Troligen har de fysikaliska skillnaderna mellan olika bearbetningar ingen påverkan på planttätheten i detta stadium, i stället tros orsaken till utvintringen vara angrepp av *Fusarium* och/eller *Microdochium* vilka överförs från halmrester i ytan (Waern, 2001). Eftersom mängden halmrester i ytan beror på bearbetningssystemet påverkas utvintringen indirekt av bearbetningen.

Eftersom stråknäckare (*Pseudosercospora herpotricoides*) uppföras i korn utan att angripa grödan men sedan sprids till höstvetet (Hedene & Olofsson, 1994) kan det vara intressant att följa upp utvecklingen av stråknäckare direkt efter axgång då bästa korrelationen finns mellan angreppsgrad och skördenedsättning (Waern, 2001). Ur skadegörarsynpunkt hade det varit intressant om förfrukten varit vete, eftersom man då tydligare kunde sett skillnader i angrepp av vetets bladfläcksjuka (*Drechslera tritici-repentis*) och stråknäckare (*Pseudosercospora herpotricoides*) mellan de olika leden (Agrios, 1997).

Tabell 2. Planttäthet i försök med olika höstbearbetning

Led	Planttäthet (%)
Plöjning	79
Kultivator 10 cm	58
Kultivator 20 cm	60

Sämre partier

I rutorna 18-20 var grödan markant sämre. Misstanke fanns först om att det var grundare sått men efter närmare granskning av plantor tros det snarare bero på uppfrysning. Kan det vara så att jordarten är annorlunda i denna hörna?

Framförallt i rutorna som bearbetats med tallriksharv och kultivator till litet djup var grödan bäst i mitten av rutan. Eftersom detta gröna stråk fanns i många av rutorna bör det kunna påverka resultatet. Denna bättre etablering i mitten antas bero på dubbelkörning med redskapen vilket resulterar i bättre myllning av halm och kanske bättre såbädd. En synkronisering av redskapsbredd och rutbredd borde minska felkällan.

Slutsatser

I den centrala matjorden är det ingen skillnad i luckring mellan plöjning och djup kultivering. Vid grund kultivering blir skrymdensiteten under bearbetad jord dock signifikant högre än vid plöjning eller djup kultivering. På större djup – i eventuell plogsula – påverkas genomsläppligheten på omvänt sätt. Vid grund kultivering förbättras den mättade genomsläppligheten för vatten jämfört med plöjning.

Typen av höstbearbetning påverkar övervintring och planttäthet, men det beror inte på fysikaliska egenskaper utan på angrepp av utvintringssvampar. Dessa sprids från växtrester i markytan varför plöjning ger bäst övervintring eftersom växtrester brukas ner bättre än vid plöjningsfri bearbetning.

Tack till

Vi vill tacka våra medarbetare Fredrik Andersson och David Kästel som på ett förtjänstfullt sätt givit sitt bistånd under den praktiska delen av projektarbetet.

Referenser

Agrios, G. 1997. Plant Pathology. 5th Edition. Department of Plant Pathology. University of Florida.

Andersson, S. 1955. Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. VIII. En experimentell metod. Grundförbättring 8, 35-44.

Arvidsson, J. 1997. Soil compaction in agriculture – from soil stress to plant stress. Effects of cultivation depth and recompaction in reduced tillage on soil physical properties, crop yield and plant pathogens. Department of soil sciences. SLU. Uppsala (På engelska).

Carter, M R. 1996. Characterization of soil physical properties and organic matter under long-term primary tillage in a humid climate. Soil & Tillage Res. 38, 251-264.

Hedene, K-A. & Olofsson, B. 1994. Skadegörare på lantbruksgrödor. LT:s förlag. Stockholm. Sverige.

Rydberg, T. 1987. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-86. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Institutionen för markvetenskap. SLU. Uppsala.

Waern, P. 2001-05-17. Pers medd. Växtskyddscentralen. Uppsala (På latin).



David Kästel
Fredrik Andersson

Vårsådd vid utebliven höstbearbetning med fånggröda.



Handledare: Tomas Rydberg och Johan Arvidsson

Institutionen för markvetenskap

2000-05-30

Avdelningen för jordbearbetning

MV0060 Jordbearbetning och hydroteknik 2001

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. SAMMANFATTNING	3
2. INLEDNING	3
2.1 Hypoteser	4
3. MATERIAL OCH METODER	5
3.1 Maskinoperationer	
3.2 Såbäddsundersökning	6
3.3 Vattenhalt (gravimetrisk metod)	7
3.4 Planräkning	7
4. RESULTAT OCH DISKUSSION	
4.1 Såbäddundersökning	7
4.1.1 <u>Markytans jämnhet</u>	9
4.1.2 <u>Berätningsbottens jämnhet</u>	9
4.1.3 <u>Bearbetningsdjup</u>	9
4.1.4 <u>Kärnförekomst</u>	10
4.1.5 <u>Aggregatstorleksfördelning</u>	10
4.1.6 <u>Vattenhalt såbädd</u>	11
4.1.7 <u>Vattenhalt botten</u>	11
4.1.8 <u>Planräkning</u>	12
5. SLUTSATSER	14
6. TACK TILL	15
7. REFERENSER	15
7.1 Referenslitteratur	15
7.2 Internet	15

1. SAMMANFATTNING

Undersökningen syftar till att utreda möjligheter för grund bearbetning och sådd på våren med anledning av de stöd som EU utlovar till brukare som sår in fånggröda för att minska kväveläckaget. Incitamentet till försöket var att Väderstad-verken AB önskade testa ett koncept för grund vårbearbetning i allmänhet och ett nytt redskap, Rexus Carrier, i synnerhet.

Undersökningen genomfördes i två delar, såbäddsundersökning och planträkning. Syftet var att se hur systemet för jordbearbetning och sådd påverkar förutsättningarna för fröets groning. En av parametrarna i såbäddsundersökningen var vattenhalt i skiktet strax under den av bearbetning skapade botten. Parametern ansågs vara den viktigaste enskilda faktorn för groning. Av den anledningen kontrollerades sambandet mellan bottenvattenhalt och uppkomst med regressionsanalys.

Undersökningen visade att det inte fanns några signifikanta skillnader i uppkomst mellan det höstplöjda referensledet och Carrier-leden. De båda vårplöjda leden hade signifikant sämst uppkomst. Regressionsanalysen av sambandet mellan vattenhalten i botten och uppkomst var relativt starkt.

2. INLEDNING

Jordbruket påverkar miljön på många olika sätt. Emissioner vid förbränning av dieselolja och utlakning av näringsämnen är exempel på detta. För att begränsa växtproduktionens miljöpåverkan blir direkta stöd till bearbetningsmetoder och odlingsformer som leder till en minskad påverkan allt mer vanligt inom EU. Ett av de mer aktuella stöden rör åtgärder för att minska kväveutlakningen från jordbruksmark och omfattar stöd för fånggröda och vårbearbetning (utebliven höstbearbetning) i sex län i Sverige (Jordbruksverkets hemsida, 2001).

Dagens växtproduktion är ekonomiskt pressad, vilket medför ett stort rationaliseringsbehov. System för reducerad bearbetning och sådd kan innebära färre arbetstimmar och lägre drivmedelsförbrukning, samt i vissa system även färre överfarter. Reducerad jordbearbetning kan enligt Stenberg & Aronsson (1999) medföra ökat växtnäringsläckage på grund av en mer omfattande mineralisering av det organiska materialet till följd av en ökad omblandning och därmed ökad syretillgång. Resonemanget avser system där plöjning ersatts av stubbearbetning. Dessutom kan reducerade system för jordbearbetning medföra en ökning av ogräsmängden och därmed öka behovet av kemisk eller mekanisk bekämpning.

De ekonomiska incitamenten har starkt bidragit till utvecklingen av reducerade system för bearbetning och sådd. Forskning inom system för reducerad bearbetning och sådd samt såbäddens inverkan på uppkomst utförs till exempel på avdelningen för jordbearbetning, institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala. Avdelningen driver ett antal långliggande försök

som syftar till att utreda ett antal faktorer knutna till system för reducerad bearbetning, t ex halminblandning, bearbetningsdjup, matjords- och alvpackning samt effekter av direktsådd (Arvidsson, J. 2001). Försök som avser såbäddens inverkan på uppkomst och plantutveckling har sammanställts av Prof. Em. Inge Håkansson (2000).

Val av bearbetningssystem påverkar vilket redskap som används och därmed resultatet. Såbäddens sammansättning påverkar vattenförhållandena runt kärnan, och kan påverka resultatet starkt, särskilt vid låga nederbördsmängder. Ett grovt bruk i såbädden innebär ett dåligt skydd mot avdunstning och kan påverka vattentillgången negativt. Om det faller regn strax efter sådd, bör såbäddens beskaffenhet få mindre betydelse för uppkomsten. Enligt Kritz (1983) kan ett fint bruk i såbädden öka risken för skorpbildning, särskilt på mjälajordar men även på lerjordar i intervallet 15-40 % ler.

Det här projektet syftar till att utreda hur olika bearbetningssystem påverkar såbäddens utseende, sammansättning och dess vattenhalt och därmed plantetablering och skörd i förhållande till konventionella system för jordbearbetning och sådd, på tre olika jordarter. Mer specifikt syftar försöket till att utreda vårsådd vid utebliven höstbearbetning då man till exempel sått en fånggröda. Incitamentet till försöket var att Väderstad-verken AB önskade testa ett koncept för grund vårbearbetning i allmänhet och ett nytt redskap, Rexius Carrier, i synnerhet. Redskapet består av ett sk System Disc, två rader skålade tallrikar, med 12,5 cm delning, och ett tungt vältpaket med avskrapare. Se bild 1.

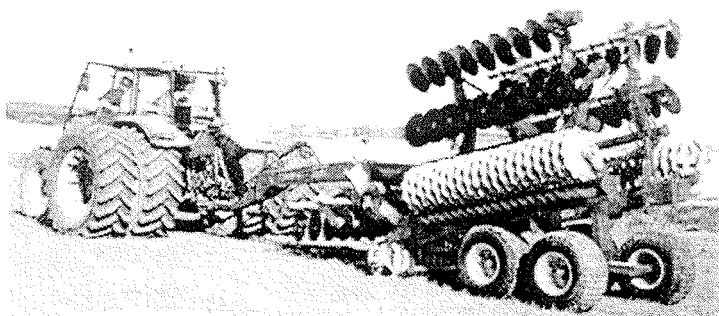


Bild 1. Rexius Carrier hopfälld i transportläge

2.1 Hypoteser

- I Kärnans placering i förhållande till den av bearbetning skapade botten kan ha stor inverkan på vattentillgången och därmed påverka både uppkomsttid och den totala uppkomsten.
- II Val av redskap och bearbetningstidpunkt påverkar såbäddens egenskaper och därmed groning och uppkomst.

3. MATERIAL OCH METODER

Försöket består av tre delförsök med tre block per försök och 6 led per block. De tre delförsöken är belägna på Säby 2 på jordar med olika lerhalter. Delförsöken har lerhalterna 15, 25-30 respektive 40 % ler och refereras till som lätt-, mellan- respektive styv lera. Försöksleden framgår av nedanstående förteckning.

A= Höstplöjning, 2 harvningar
B= Vårplöjning, 3 harvningar
C= Rexius Carrier 1 gång, 0 harvningar
D= Rexius Carrier 2 gånger, 0 harvningar
E= Vårplöjning + Rexius Twin, 0 harvningar
F= Tallriksredskap 2 ggr + 1 harvning

Rexius Twin är en tung vält av tiltpackarmodell som består av två rader s k Ripperpinnar med delningen 25 cm. Efter pinnarna är en Crossboard monterad, vilket är flexibla pinnar med sladdverkan. Längst bak arbetar ett mycket tungt vältpaket för att krossa aggregat.

Samtliga led har kombisått med havre med en Rapid 300 C vinkelrätt mot bearbetningsriktning till ett djup av 6-7 cm. Rapid är en skivbillsåmaskin med bearbetande förredskap och traktormönstrade däck för att ge en återpackning av såbädden. Fyra dagar efter sådd vältades försöken med en Väderstadvält med Cambridgeringar.

3.1 Maskinoperationer

Plöjning: Höstplöjningen genomfördes i vintras, den 20 december. Detta var i senaste laget, för att kallas höstplöjning, men berodde på att beslutet att försöket skulle startas dröjde. Vårplöjningen gjordes den 19 april. Plöjningarna gjordes med en treskärig växelplog, en Överum CX 390 H, till normalt djup, 20-22 cm och med 40 cm tiltbredd.

Rexius Twin: Twin-körningen gjordes den 2 maj med en 6,50 meter bred maskin. Bearbetningsdjupet var 6-8 cm och hastigheten 6-8 km/h.

Rexius Carrier: Carrier-körningen genomfördes den 9 maj med en 6,50 meter bred maskin. Arbetsdjupet var 5-7 cm (2,5-3 på maskinens skala). Tanken var att köra i ca 10 km/h, men på grund av att vallinsådden bjöd relativt hårt motstånd kombinerat med en något otillräcklig traktor, begränsades hastigheten till 8-9 km/h, se bild 2. Den främre tallriksraden var så inställd i sidled att en kam på ca 2 cm syntes i bearbetningsbotten. Innan körning i försök gjordes kontrollerades noga att maskinen vid rätt hastighet gjorde ett fullgott resultat och att så stor del som möjligt av bearbetningsbotten var genombearbetad.

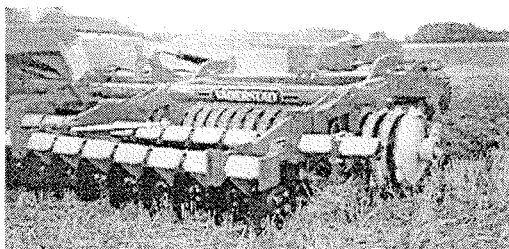


Bild 2. Rexius Carrier under gång, arbetsdjup 5-7 cm.

Tallriksredskap: Tallriksredskapskörningen gjordes den 9 maj till ett djup av 10-13 cm. Hastigheten var 5-7 km/h. Redskapet var av modellen tungt Väderstad-redskap.

Harvning: Harvningarna gjordes den 10 maj med en 6 meters Väderstad NZ-E. Harvdjupet var 4,5-5 cm (5 på maskinens skala) och framföringshastigheten var 8-9 km/h. Plankan på harven användes i hög grad, särskilt i de vårplöjda leden och i tallriksredskapsleden, för att uppnå en någorlunda jämnhet.

Innan grundbearbetningen på våren genomfördes sprutades försöken med ett totalverkande preparat, RoundUp, för att förhindra att valltuvor som blir kvar på ytan fortsätter att växa och med sin närvaro försvårar fortsatta undersökningar, som till exempel en ogräsräkning senare i vår. För att låta preparatet verka applicerades det ca 10 dagar innan körningarna med Rexius Carrier och tallriksredskap, alltså runt 1 maj.

Försöken analyseras med avseende på såbäddens egenskaper och vatten samt planträkning efter uppkomst.

3.2 Såbäddsundersökning

Vid såbäddsundersökning användes utrustning från avdelningen för Jordbearbetning, institutionen för markvetenskap, SLU, Uppsala.

En såbäddsundersökning per led utfördes med systematisk spatial placering i de olika rutorna. Provet togs ut mitt i rutorna i längsled, 30 cm innanför rutans yttre körspår (såmaskin), ca 1,5 m innanför rutans avgränsning, utanför skörderutan. För en mer detaljerad beskrivning av förfarandet vid såbäddsundersökningen, se Håkansson (2000).

En ram, med kant 10 cm och innermått 0,4*0,4 m, trycktes ned till harvbotten i leden. På ett av ramens yttre hörn var en vinge med måtten 0,25*0,4*0,1 m fäst på gångjärn. I ramen mättes största och minsta avstånd från ytan till ramens kant och noterades för att ge ett mått på ytans jämnhet. Den av bearbetningen lösgjorda jordfraktionen i ramen sopades samman med mjuk borste och östes upp i en graderad cylinder vilken var kalibrerad efter ramens mått för att ge såbäddens mäktighet direkt i cm, se bild 3, figur A. Därefter mättes återigen största och minsta avstånd till ramens kant enligt tidigare resonemang. I vingen sållades jorden ner till ovan nämnda botten i ett såll med två olika maskvidder vilket gav tre olika fraktioner, >5 mm, 2-5mm och <2mm, figur B och C. De tre fraktionerna mättes in och gav ett mått på såbäddens sammansättning, avseende aggregatstorlek. I mellanfraktionen, 2-5 mm, räknades antalet kärnor och noterades.

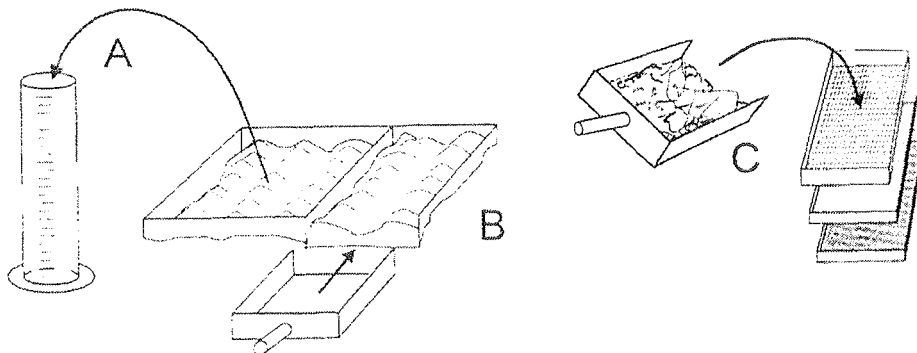


Bild 3. Såbäddsundersökning, efter Håkansson (2000)

3.3 Vattenhalt (gravimetrisk metod)

I samband med såbäddsundersökningen togs två prov per led, ett från såbädden och ett från såbotten, ut för analys av vattenhalt. Provtagningen standardiserades genom att hälla ut jorden från cylindern för bestämning av såbäddens mäktighet i ett separat kärl. Jorden blandades om och provmängden hölls konstant mellan leden med hjälp av en plastskopa med volymen 0,6 dm³. Jorden i såbotten lösgjordes och samlades liksom tidigare beskrivet i ett separat kärl. Efter omblandning och provtagning samlades jorden från respektive djup i plastpåsar för vidare analys på laboratorium. Jorden överfördes till plastthinkar och vägdes in med hjälp av en preparatvåg kopplad till en dator med programvaran winwedge. Proven torkades under tre dygn vid en temperatur av 105 °C.

3.4 Planräkning

För att få ett mått på såbäddens inverkan på etablering och plantutveckling under givna förutsättningar genomfördes 2 planräkningar per led i försöken. Denna operation utfördes vid två tillfällen, det första vid uppkomst i det höstplöjda ledet, 14 dagar efter sådd, och det andra vid avslutad uppkomst i samtliga led, ej utfört vid tryckning. Förfarandet kan ge ett mått på skillnader i uppkomsttid mellan de olika behandlingarna.

En stålram med innermått 0,5*0,5m placerades systematiskt 2 respektive 4 steg från rutans hörn och 3 steg in i rutan i varje led. Förfarandet minskar det systematiska fel som kan uppstå om man godtyckligt väljer ut provpunkter i rutorna. Det totala antalet plantor i ramen räknades och noterades.

4. RESULTAT OCH DISKUSSION

4.1 Såbäddsundersökning

Resultaten från såbäddsundersökningen redovisas parametervis, vilket innebär att resonemanget drivs parallellt för de tre delförsöken. Variansanalys av de olika leden utfördes med SAS (version) och resultatet av dessa. Resultat från såbäddsundersökningen finns redovisade i tabell 1.

Tabell 1. Resultat från såbäddsundersökning

Plats	Led	Markyta		Bearbet.botten	Såbädd		Vattenhalt			
		Nivåskillnad (mm)	Bearb.djup (cm)	Nivåskillnad (mm)	Antal kärnor	>5mm ¹ (dl)	Andel <5mm (%)	Andel <2mm (%)	Vattenhalt såbädd (%)	Vattenhalt botten (%)
Lättlera	Höstplöjning	53,7 BC	4,92 AB	34,0 B	1,7 AB	10,0	80,9 A	57,1 A	16,5 AB	21,4 BC
	Vårplöjning	49,3 C	6,00 B	54,3 AB	19,3 A	28,0	57,8 B	30,2 B	12,0 C	17,4 D
	Carrier, 1 gång	77,7 AB	2,50 C	58,0 A	0,3 B	16,7	42,2 C	22,1 BC	13,5 BC	24,0 A
	Carrier, 2 gång	64,7 ABC	3,83 BC	63,3 A	0,0 B	21,3	38,6 C	20,0 C	16,9 AB	24,9 A
	Vårplöj.+Twin	82,7 A	5,92 B	51,3 AB	17,7 AB	43,3	33,5 C	18,6 C	11,5 C	19,5 CD
	Tallriksredskap	66,0 ABC	4,83 AB	42,3 AB	4,7 AB	31,0	40,0 C	21,3 C	17,6 A	23,4 AB
Mellanlera	Höstplöjning	55,7 CD	4,71 BC	43,0 C	0,0	15,3	70,1 A	47,1 A	14,7 AB	21,2 BC
	Vårplöjning	51,0 D	5,75 A	63,7 A	0,0	18,0	63,3 A	36,7 AB	13,1 B	20,3 C
	Carrier, 1 gång	67,0 BC	2,08 E	45,3 BC	1,0	16,7	43,9 C	22,5 C	12,8 B	24,4 A
	Carrier, 2 gång	71,0 B	2,92 DE	51,3 BC	1,0	21,0	39,6 C	20,4 C	12,4 B	23,2 AB
	Vårplöj.+Twin	100,0 A	5,08 AB	48,7 BC	4,7	26,7	53,3 B	29,2 BC	12,3 B	19,5 C
	Tallriksredskap	68,7 BC	3,67 CD	53,7 B	0,0	29,0	38,2 C	20,0 C	16,8 A	22,9 AB
Styv lera	Höstplöjning	45,3 C	4,33 AB	45,7	6,3 AB	9,7	80,0 A	49,8 A	8,8 AB	18,0 AB
	Vårplöjning	47,0 BC	5,33 AB	44,0	34,7 A	28,7	59,5 B	30,3 B	7,8 AB	17,4 AB
	Carrier, 1 gång	69,7 AB	3,92 B	58,3	18,0 AB	24,3	42,6 C	23,2 BC	7,6 AB	17,2 B
	Carrier, 2 gång	66,3 ABC	4,75 AB	49,3	3,3 B	24,3	41,4 C	21,5 BC	9,1 A	18,1 AB
	Vårplöj.+Twin	68,3 ABC	6,00 A	53,0	14,3 AB	38,3	34,5 C	15,6 C	6,6 B	17,2 B
	Tallriksredskap	76,0 A	5,50 AB	39,7	21,3 AB	30,3	40,3 C	20,2 C	9,8 A	18,7 A

¹ Denna parameter har inte analyserats med variansanalys

Värden som ej flöjs av samma bokstav är signifikant skilda, $p < 0,05$.

4.1.1 Markytans jämnhet

Undersökningen av markytans jämnhet har gett olika resultat för olika platser. För den lätta leran respektive mellanleran erhöles inga signifikanta skillnader. Den styva jorden uppvisar skillnader för parametern på trestjärnig signifikansnivå (***) , se tabell 1.

Tidpunkten för bearbetning på en lerjord påverkar ytans jämnhet starkt. Dexter (2001) har visat att jordens vattenhalt vid bearbetning av lerhaltiga jordar på våren påverkar graden av sönderdelning och sortering. De tre olika jordarterna i våra försök har bearbetats med Rexus Twin på samma dag vilket indikerar att de har olika vattenhalter beroende på skillnaderna i lerhalt. Lerhalten påverkar vidare bindningarna mellan och inom aggregat. Resultatet visar att körningen, på den styva jorden, troligen utfördes för sent. Jorden var troligen för torr vid tidpunkten för bearbetning och redskapet förmådde inte bryta sönder de stora aggregaten.

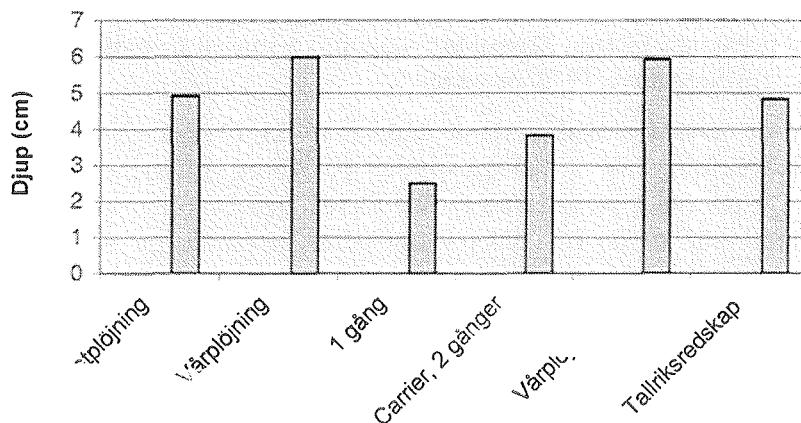
4.1.2 Bearbetningsbottens jämnhet

Den av bearbetning skapade botten jämnhet gav liknande resultat som för markytans jämnhet. På den lätta och den styva jorden erhöles inga signifikanta skillnader för parametern. På mellanleran konstaterades en tvåstjärnig signifikans för ojämnheten. Led B (vårplöjning +harvning) gav den ojämaste ytan. Det höstplöjda och harvade ledet (A) var det andra som signifikant skiljde sig från de andra genom att ha den jämnaste botten. För övriga resultat, se tabell 1.

Resultaten indikerar att redskapens tyngd och markförhållandena vid bearbetning starkt påverkar bearbetningsbottens jämnhet. Det vårplöjda ledet på mellanleran har harvats tre gånger. Harven är ett förhållandevis lätt redskap som inte förmått trycka till botten, i de led där vi inte haft någon inverkan av frost, utan endast fördelat lös jord vid bearbetningsdjup. Vid såbäddsundersökningen har den lösa jorden sopats upp och lämnat efter sig en ojämn yta. De tyngre redskapen, Rexus Carrier och Rexus Twin, har tryckt till såbotten och lämnat en jämnare botten efter sig. I de höstplöjda leden har frosten sönderdelat aggregat vilket tillåtit harven att arbeta jämnt och utan att dra upp stora aggregat från botten.

4.1.3 Bearbetningsdjup

Variansanalysen visade signifikanta skillnader mellan leden för bearbetningsdjupet på den lätta och den mellanstyva jorden, men inte för den styva. Bearbetningsdjupet är inte det samma som sådjupet i dessa försök eftersom vi sått med en skivbillsåmaskin. Såbäddsundersökningen är inte anpassad till plöjningsfria system eftersom dessa lämnar en stor mängd växtrester kvar i den analyserade jordvolymen samt att graden av återpackning vid bearbetning påverkar hur mycket jord som kan sopas loss från botten. I led C och D provade vi att efter rensopning mer hårdhänt söka efter det egentliga bearbetningsdjupet. Det visade sig att botten var lösgjord men återpackad av vältringarna och att vi kunde finna spår efter System Disc-tallrikarna på avsett bearbetningsdjup (5-7 cm). Verkan av återpackning märks även i led F, körning med tallriksredskap, där bearbetningsdjupet är större än led C och D. Enligt ovan syns skillnaderna bäst på den lätta jorden vilket presenteras i figur 1.



Figur 1. Bearbetningsdjup i de olika leden på lättlera

4.1.4 Kärnförekomst

Antalet kärnor ner till den av bearbetning skapade botten visade ingen tendens till signifikanta skillnader mellan leden i något av delförsöken.

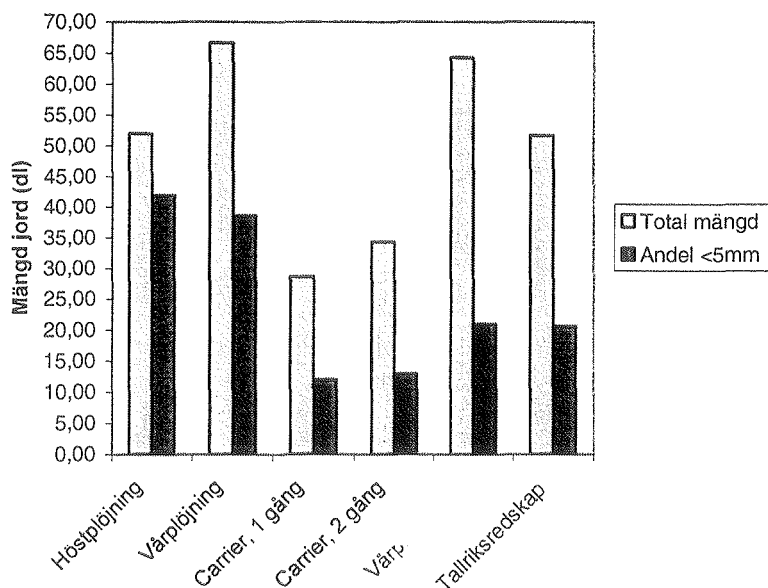
Lokala variationer i markförhållanden kan ha påverkat djuphållningen hos såmaskinen. Dessutom kan vår metod att undersöka bearbetningsbotten medelst sopning ha påverkat huruvida vi kunde hitta kärnorna.

4.1.5 Aggregatstorleksfördelning

Resultat från aggregatstorleksfördelningen i såbädden omfattar jord >5 mm, jord <5 mm och jord <2 mm och är presenterade i tabell 1. Jorden <5 mm benämns finjord i det följande avsnittet.

Resultaten indikerar att frostbrytningen, redskapet och antalet överfarter är betydelsefulla för andelen jord <5 mm. Led A och B är båda harvade, 2 respektive 3 gånger. Led A har dessutom legat plöjt under vintern och där har frosten verkat strukturbildande. På den lätta och den styva leran har led E den minsta andelen jord <5 mm, detta beror på att vi inte har någon inverkan av frost och att redskapet inte har förmått sönderdela aggregaten. Det senare kan bero på att jorden var för torr vid körning med Rexius Twin. En annan faktor som kan ha stor betydelse för andelen jord <5 mm är vattenhalten i jorden vid den sista bearbetningen innan sådd. I de led som inte plöjdes var vattenhalten troligen betydligt högre i ytan, pga att biomassan bromsat avdunstningen från markytan, vilket påverkar sönderdelningen negativt.

Noterbart är att en överfart med Rexius Carrier har gett en högre andel jord <5 mm än två överfarter med samma redskap. Figur 2 indikerar att två överfarter har lösgjort större total mängd jord samtidigt som mängden jord <5 mm inte ökat i samma utsträckning. Andelen finjord blir således lägre med två överfarter. Förhållandet mellan jord <5 mm och den totala mängden jord framgår av figur 2.



Figur 2. Mängd och andel jord <5 mm i medeltal för samtliga försök

4.1.6 Vattenhalt såbädd

Medelvärdena för vattenhalten (tabell 1) indikerar en fallande gradient från lätt till styv jord. Resultaten antyder att tidsdifferensen mellan primärbearbetning och sådd samt perioden utan biomassa i ytlagret har påverkat avdunstningen och därmed vattenhalten i såbädden. För resultat hänvisas till tabell 1.

4.1.7 Vattenhalt botten

Variationerna mellan leden för vattenhalten i botten tenderar att minska med ökande lerhalt (tabell 1).

Vattenhalten i bearbetningsbotten är avgörande för uppkomsten. Detta gäller särskilt i de fall då sådden utförts med en skivbillsåmaskin som placerar utsädet på ett inställt djup, och således är oberoende av föregående bearbetningsdjup. Vattenhalten i botten tenderar att bero på bearbetningsdjup och bearbetningstidpunkt innan sådd. Dessutom påverkar mängden biomassa i ytlagret avdunstningen. Skillnaderna mellan vår- och höstplöjda led förklaras av återskapandet av kapillariteten under vintern i de höstplöjda leden.

4.2 Planträkning

Resultat från planträkning i enskilda försök samt i medeltal av samtliga försök 14 dagar efter sådd finns redovisade i tabell 2. För att kunna dra generella slutsatser om de olika behandlingarnas betydelse gjordes en körning i SAS där ingen hänsyn togs till platsen som sådan, dvs oberoende av lerhalt. Resultaten framgår av tabell 2.

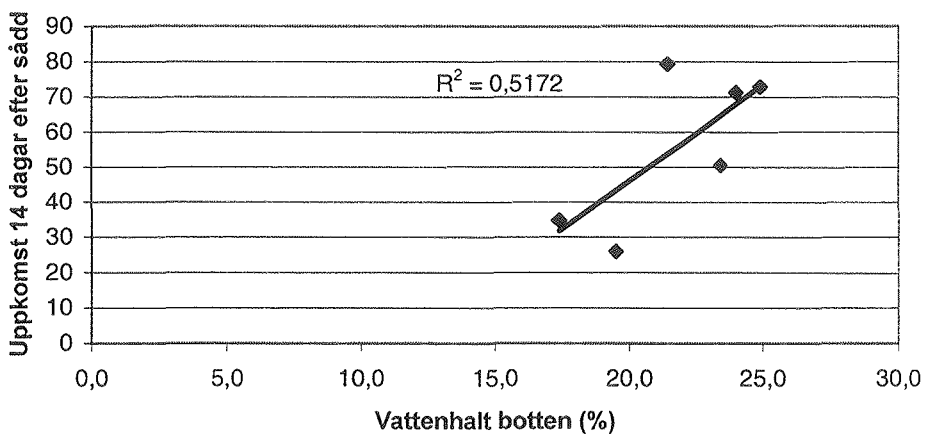
Tabell 2. Uppkomst 14 dagar efter sådd

Led	Uppkomst (antal plantor)			
	Lättlera	Mellanlera	Styv lera	Medeltal
Höstplöjning	79,3 A	83,2 AB	77,3 A	79,9 A
Vårplöjning	34,8 BC	83,0 AB	36,0 BC	51,3 B
Carrier, 1 gång	71,2 A	97,5 A	60,3 AB	76,3 A
Carrier, 2 gång	72,8 A	83,0 AB	76,8 A	77,6 A
Vårplöj.+Twin	26,0 C	73,8 B	36,5 C	42,1 B
Tallriksredskap	50,5 B	81,8 AB	78,8 A	70,4 A

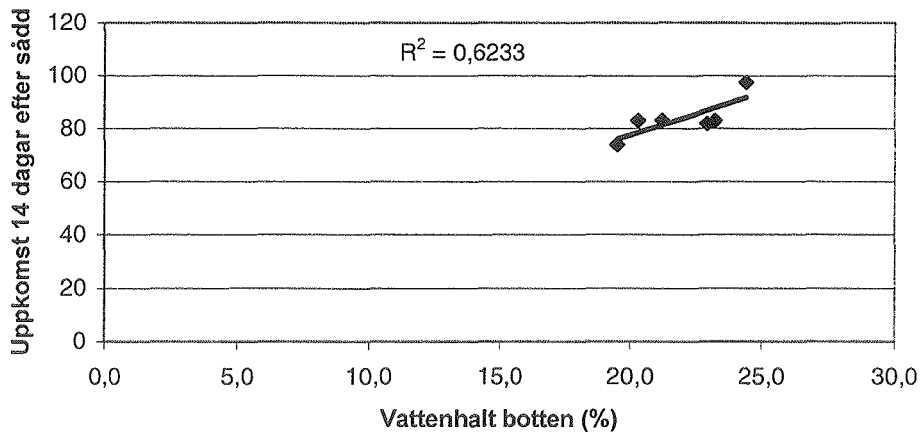
Värden som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda, $p < 0,05$.

För tolkning av resultaten bör nämnas att 10 mm regn föll 4 dagar efter sådd. För att förklara skillnaderna i uppkomsttid mellan leden vill vi peka på vattenhalten i botten, nederbörd efter sådd och såbäddens egenskaper.

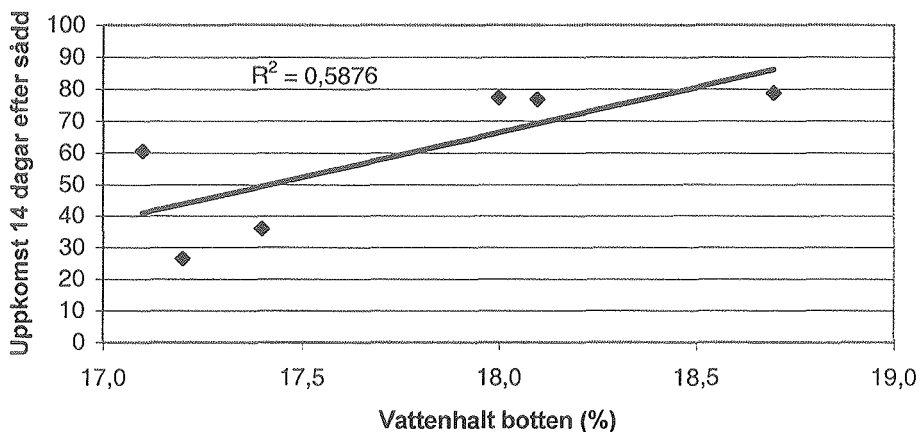
Sambandet mellan vattenhalten i botten och uppkomst 14 dagar efter sådd studerades närmare genom en regressionsanalys presenterad i figur 3, 4 och 5. Resultaten av linjär regression visade att ett samband fanns men detta var inte så starkt som vi hade förväntat oss. Nederbörden 4 dagar efter sådd kan ha reducerat sambandet.



Figur 3. Uppkomstens beroende av vattenhalten i botten på lättleran

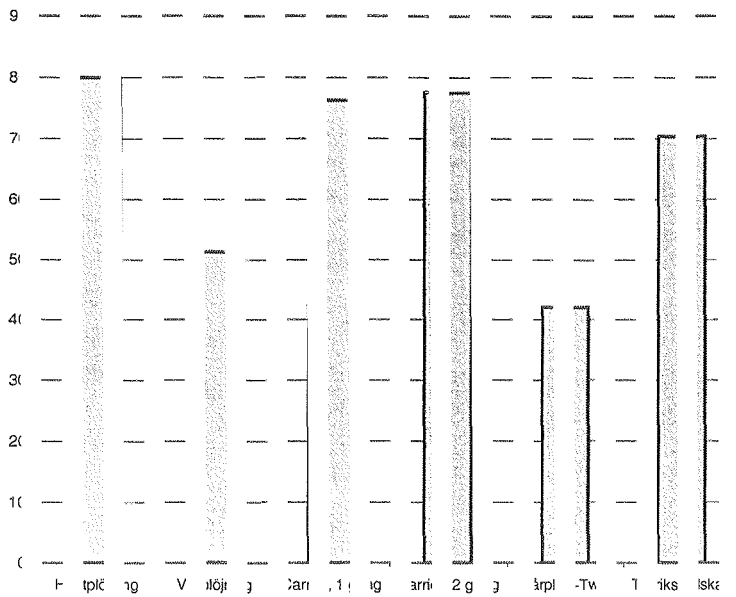


Figur 4. Uppkomstens beroende av vattenhalten i botten på mellanleran



Figur 5. Uppkomstens beroende av vattenhalten i botten på den styva leran

Såbäddens egenskaper påverkar uppkomsten främst genom aggregatstorlekens inverkan på kärnornas vattentillgång. Större aggregat leder till en sämre kontakt mellan frö och jord och dessutom till en råare yta vilket kan ge en högre avdunstning. I tabell 1 kan man se en tendens till att kärnorna är placerade ovanför botten i de vårplöjda leden. Detta kan förklara skillnaderna i uppkomst mellan led A,B och E. I figur 6 åskådliggörs skillnaderna mellan leden oberoende av plats väl. Dessutom visar diagrammet att led C och D inte skiljer sig signifikant i uppkomst från referensledet A. En tendens som bör noteras är att led F, tallriksredskap, uppvisar en sämre uppkomst än dessa tre led.



Figur 5. Jämförelse i procent av svar på frågorna

5. SLUTSATSER

- Metoden för sändning av enkäten är systematisk och effektiv. Detta innebär att alla deltagare har samma chans att delta i undersökningen. Detta är viktigt för att säkerställa att resultaten är representativa för den grupp som undersöks.
- Undersökningen visar att de flesta deltagarna är kvinnor och har en hög utbildning. Detta är viktigt att ta hänsyn till vid tolkning av resultaten, eftersom dessa faktorer kan påverka svaren.
- Vår önskan är att fler deltagare ska delta i undersökningen i framtiden. Detta skulle ge oss mer data att analysera och göra oss mer precisa i våra slutsatser.
- Enligt vår granskning är resultaten överlag positiva. Detta innebär att de flesta deltagarna är nöjda med sin situation och ser framför sig en ljus framtid. Detta är ett bra tecken på att samhället är på väg framåt.
- Den största bristen är att endast 20% av deltagarna har en hög utbildning. Detta är något som vi vill se förändras, eftersom en hög utbildning är viktigt för att kunna konkurrera på arbetsmarknaden.

indikerar att fördelen med vårbearbetning med Carrier jämfört med höstplöjning är störst på lättare leror.

- Oberoende av jordart och bearbetningsintensitet visar såbäddsundersökningen att det inte finns några klara skillnader i mängden finjord mellan de oplöjda leden.

6. TACK TILL

Bert "Mulle" Mårtensson, försökstekniker, Avdelningen för jordbearbetning, SLU

Bo Stark, Marknadschef Väderstad-Verken AB

Johan Arvidsson, Agronomie doktor, Avdelningen för jordbearbetning, SLU

Tomas Rydberg, statsagronom, Avdelningen för jordbearbetning, SLU

7. REFERENSER

7.1 Referenslitteratur

Dexter, T & Bird, N. 2001. *Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve*. Soil and tillage research 57, 203-212.

Stenberg, M. & Aronsson, H. 1999. *Plöj senare och minska risken för kväveutlakning!* Fakta jordbruk nr 2. SLU. Uppsala.

Arvidsson, J. 2001. *Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2000*. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr 101. SLU. Uppsala.

Håkansson, I. 2000. *A review of seedbed preparation research in Sweden*. Institutionen för Markvetenskap. SLU. Uppsala.

Kritz, G. 1983. *Såbäddar för vårstråsäd*. Fakta Mark-växter. Nr 14. Institutionen för markvetenskap. SLU. Uppsala.

7.2 Internet

Jordbruksverkets hemsida. 2001-05-17. www.sjv.se. Stöd för miljövänligt jordbruk. Minskat kväveläckage.

MEDDELANDEN FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

Nr	År	
1	1992	Johan Arvidsson, Sixten Gunnarsson, Lena Hammarström Inge Håkansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Bo Thunholm: 1990 års jordbearbetningsförsök. 40 s.
2	1992	Mats Tobiasson: EKOODLAREN - En studie av ett kombinationsredskap för sådd och ogräshackning, utförd våren och sommaren 1991. Examensarbete. 19 s.
3	1993	Mats Tobiasson: Såbillar för reducerad bearbetning. Undersökningar av nya såbillar för odlingssystem med reducerad bearbetning, utförda 1991 och 1992. 23 s.
4	1993	Anna Borg: Flöden av kväve och fosfor i Forshällaåns avrinningsområde - beräkning av olika källors bidrag till växtnärlingsläckaget. Examensarbete. 45 s. <i>Flows of nitrogen and phosphorus in the Forshällaån watershed - estimations of the contributions from different sources to the leaching of plant nutrients. 45 pp.</i>
5	1993	Thomas Grath: <i>Effects of soil compaction on physical, chemical and biological soil properties and crop production.</i> 101 pp.
6	1993	Estela Pasuquin: <i>Tillage influences on soil conditions and crop response under dry weather in the Philippines and in Sweden.</i> 62 pp.
7	1994	Hans Pettersson: Radhackning i stråsäd med ny hackutrustning. Examensarbete. 28 s. <i>Rowhoeing in cereals with new hoeing equipment. 28 pp.</i>
8	1994	Jörgen Lidström och Lars Olsson: Nya såmaskiner för reducerad bearbetning. Examensarbete. 57 s. <i>New drills for reduced tillage. 57 pp.</i>
9	1994	Sara Lindén: Tidig start och tillväxt avsockerbetor. Examensarbete. 37 s. <i>Early start and growth of sugarbeets. 37 pp.</i>
10	1994	Sasa Ristic och Tomas Rydberg. Optimering av bearbetningsintensitet och jordpackning samt studier av markfysikaliska orsaker till ojämna bestånd i oljeväxter. 13 s.
11	1994	Jennie Andersson: Vattenhaltsmätningar med TDR (time domain reflectometry) och neutronsond i försök med tidig sådd av korn. 37 s. <i>Soil moisture measurements with TDR (time domain reflectometry) and neutron probe in a field experiment of early sown barley. 37 pp.</i>

Nr	År	
12	1994	Anders Gustafsson: Totalinnehåll och djupfördelning av organisk substans i mångåriga plöjningsdjupsförsök. Examensarbete. 25 s. <i>Total content and vertical distribution of organic matter in long-term experiments with different ploughing depths. 25 pp.</i>
13	1995	Sixten Gunnarsson och Göran Kritz. Olika bearbetningssystem i potatisodlingen. 12 s. <i>Different tillage systems and potato growth. 12 pp.</i>
14	1995	Daniel Johansson: Groning och plantetablering vid låga temperaturer i kärlförsök och i fältförsök med tidig sådd. 35 s. <i>Germination and plant development at low temperature in pot and field experiments. 35 pp.</i>
15	1995	Åse Littorin Johansson: Radhackning i stråsäd. 28 s. <i>Row hoeing in cereals. 28 pp.</i>
16	1995	Johan Arvidsson: Återpackning vid sådd i plöjningsfri odling. 12 s. <i>Recompaction in ploughless tillage. 12 pp.</i>
17	1995	Inge Håkansson, Editor: <i>Reports of project works by participants in the course "Soil Tillage and Related Soil Management Practices". 73 pp.</i>
18	1995	Johan Arvidsson & Virginius Feiza: Låga ringtryck i odling med och utan plöjning. 20 s. <i>Low inflation pressure in conventional and ploughless tillage. 20 pp.</i>
19	1995	Anna Lena Carlsson: Näring, kadmium och bakterier i hushållsavlopp - En fältstudie av ett urinsorterande avloppssystem med lecabädd i Östhammar. 50 s. <i>Plant nutrients, cadmium and bacteria in household wastewater - A field study of a urine separation system combined with a leca-filter in Östhammar. 50 pp.</i>
20	1996	Carl Blackert: Plöjningsfri odling och strukturkalkning på lerjordar. Effekter på markfysikaliska egenskaper och avkastning. 29 s. <i>Ploughless tillage and structural liming on clay soils. Effects on soil physical characteristics and yield. 29 pp.</i>
21	1996	Johan Bengtson: Concorde - En utvärdering av ett redskap för harvning och sådd. 26 s. <i>Concorde - An evaluation of an implement for harrowing and sowing. 26 pp.</i>

Nr	År	
22	1996	Rickard Ivarsson: Plöjningsfri odling och strukturkalkning på lerjordar. Effekter på markbiologiska, markkemiska och markfysikaliska egenskaper, samt ogräs och skörd. 51 s. <i>Ploughless tillage and structural liming on clay soils 51 pp</i>
23	1996	Sasa Ristic: Tryck och tryckverkningar under olika traktorhjul. 24 s. <i>Soil compaction under different tractor wheels. 24 pp.</i>
24	1998	Thomas Wildt Persson: Markfysikaliska undersökningar på sockerbetsodlande gårdar. 37 s. <i>Soil physical investigations in sugar beet fields. 37 pp.</i>
25	1998	Lennart Olsson och Patrik Persson: Förändring i markvattenhalt vid odling av sockerbetor och vårstråsäd. 20 s. <i>Changes in soil water content in sugarbeet and spring-sown cereal crops. 37 pp.</i>
26	1999	John Löfkvist: Såbäddens betydelse för sockerbetans uppkomst och tillväxt. 45 s. <i>The importance of the seed bed for the emergence and growth of the sugar beet. 45 pp.</i>
27	1999	Urban Svantesson: Markfysikaliska undersökningar på sockerbetsodlande gårdar 1998. 39 s. <i>Soil physical investigations in sugar beet fields 1998. 39 pp.</i>
28	1999	Erika Sjöberg, Lennart Olsson & Patrik Persson: En modell för beräkning av markens packningskänslighet under vegetationsperioden – mätningar och simuleringar på två skånska moränjordar. 32 s. <i>A model for calculation of soil compactability during the growing period – measurements and simulations on two moraine soils in southern Sweden.</i>
29	1999	Maria Stenberg, Helena Aronsson, Tomas Rydberg, Börje Lindén och Arne Gustafson: Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväve mineraliseringen under vinterhalvåret och på kväveutlakningen i odlingssystem med och utan fånggröda. Resultat 1993-1999 från fältförsök R2-8405 i Halland. 18 s. <i>Influence of early or late autumn tillage on nitrogen Mineralization and nitrogen leaching in cropping systems with and without a catch crop. 18 pp.</i>
30	1999	Åsa Myrbeck: Växtnäringsflöden och balanser på gårdar med olika driftsriktningar – En studie av 1300 svenska gårdar. 53 s. <i>Nutrient flues and balances in defferent farming systems – A study of 1300 Swedish farms. 53 pp.</i>

Nr	År	
31	2000	Magnus Melin: Sockerbetans uppkomst och tillväxt i olika såbäddar – en parstudie. 34 s. <i>The emergence and growth of sugarbeet in different seed Beds – a pair study. 34 pp.</i>
32	2000	Annika Hamilton Malmros: I huvudet på en sockerbetsodlare – en intervjuundersökning om beslutsgrunder hos sockerbetsodlare i Skåne. 59 s. <i>In the head of a sugar-beet grower – interviews to study the basis for decision-making among sugar-beet growers in Skåne. 59 pp.</i>
33	2000	Lars Pålsson: Försök med Kvernelands såplog. 32 s. <i>Field trials with the Packomat Seeder. 32 pp.</i>
34	2001	Nina Nordström: Jordbearbetningstidpunkt på hösten – inverkan på skörd, markstruktur och kväveutlakning. 23 s. <i>Time of primary tillage in the autumn – influences on yield, soil structure and nitrogen leaching. 23 pp.</i>
35	2001	Asayesh Tawfik: Packningseffekt på korn- lupin- och lucernrötter, och rötternas effekt på vattengenomsläpplighet. 20 s. <i>Effects of soil compaction on root growth of barley, lupin and alfalfa, and the influence of roots on soil hydraulic conductivity. 20 pp.</i>
36	2001	Projektarbeten i kursen jordbearbetning och hydroteknik, maj 2001 <i>Project works in the course soil management and hydrotechnics, Maj 2001</i>

