

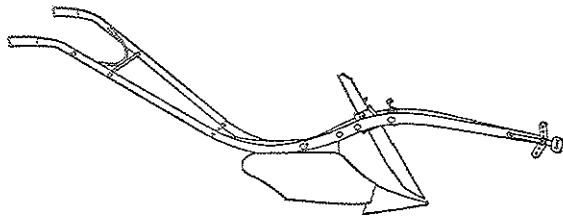


SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

INSTITUTIONEN FÖR MARKVETENSKAP

RAPPORTER FRÅN _____ JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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



Nr 111

2007

Åsa Myrbeck och Tomas Rydberg

**Brodधारvning på våren i höstvetete – inverkan på
ogräs, kväveomsättning och skörd. Slutrapport
från försök 2003-2005.**

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-R--111--SE

Broddharvning på våren i höstvetete – inverkan på ogräs, kväveomsättning och skörd. Slutrapport från försök 2003-2005.

Förord

Denna rapport utgör en slutredovisning från försöksserie R2-6121 "Broddharvning på våren i höstvetete". Projektet har genomförts som två fältförsök på Ultuna egendom i Uppland åren 2003-2005. Bert Mårtensson vid Avdelningen för jordbearbetning har ansvarat för fältutförandet. Allan Lundkvist och Rose-Marie Ericsson vid Avdelningen för växtnäringslära, SLU har utfört analyser av jord och grödor.

Försöket har finansierats inom ramen för SLU:s projekt Ekoforsk.

Jordbearbetningsavdelningen, SLU, januari 2007

Åsa Myrbeck och Tomas Rydberg

Summary

Within organic farming, chemical weed control is prohibited and is generally being replaced by different tillage practices. At the same time the supply of sufficient amounts of nitrogen is often a problem within organic farming. In cereal crops, harrowing is considered to be one of the most important mechanical weeding techniques. The loosening and aerating of the soil produced by harrowing should potentially enhance nitrogen mineralisation. Furthermore, harrowing could enhance the soil structure and water content, since tillage is generally known to positively affect these soil factors through mechanisms such as crust breaking and enhanced tillering in cereals.

This study investigated the effects of mechanical weed control in the spring on weeds, nitrogen mineralisation and yield of winter wheat. Weed control was carried out when the crop had 2-3 leaves. Three different implements were tested on two soils differing in clay content for three consecutive years: A Väderstad Crosskill roller, an s-tine harrow and a spring tine harrow, and compared with untreated controls. Soil mineral nitrogen in the 0-10 and 10-20 cm layers and total nitrogen content of the crop were determined on several occasions for calculations of net nitrogen mineralisation in the soil. The numbers and weight of weeds were recorded one month after harrowing and at the time of harvesting. Grain yield was measured at harvest.

The amount of dicotyledonous weeds was reduced by harrowing. On the soils with the lower clay content, weed numbers were reduced to between 50 and 82% of those in the control, while on the soil with the higher clay content they were reduced to between 42 and 82% of those in the control. On average, the best effect on the lighter clay soils was achieved by use of the s-tine harrow, while on the heavier clay soils the Väderstad Crosskill roller and the spring-tine harrow had the best weed control effect. In the harrowed treatments, the average mineral N content in the 0-30 cm layer was enhanced by only 0.4 kg ha⁻¹. At the same time the N uptake in the crop was reduced by approximately the same amount due to the crop suffering mechanical damage, and calculations of net nitrogen mineralisation showed no increase in N mineralisation after harrowing.

Despite annual variations, harrowing in general had a positive effect on grain yield. Comparing the different implements, the best yields on the lighter clay soil were achieved by use of the spring tine harrow, which increased the yield compared with the control by an average of 5% in two years out of three (2002-2005). The best results on the heavier clay soils were achieved by use of Väderstad Crosskill roller, which gave a 5% yield increase compared with the control, while the use of spring tine harrow and s-tine harrow caused a yield reduction of about the same magnitude. On both soil types, the use of an s-tine harrow had a negative effect on wheat yield, probably due to a high degree of mechanical damage to the crop.

Broddharvning på våren i höstvetete – inverkan på ogräs, kväveomsättning och skörd. Slutrapport från försök 2003-2005.

Sammanfattning	2
Inledning	2
Bakgrund	3
Harvning mot ogräs	3
Kvävemineralisering	4
Skorpbrytning.....	4
Jordartens betydelse	4
Material och metoder.....	5
Försöksplats och försöksupplägg	5
Analyser av jord och gröda	8
Beräkningar av nettomineraliseringen.....	8
Statistisk bearbetning	8
Resultat och diskussion	9
Ogräs	9
Mineralkväve i marken.....	11
Kväve i gröda under våren	16
Beräknad mineralisering.....	18
Vattenhalt	19
Skörd	22
Övergripande diskussion	24
Litteratur	25

Sammanfattning

Inom ekologisk odling ersätter jordbearbetning och andra tekniska åtgärder stora delar av den kemiska bekämpningen av ogräset. I stråsädesodling är harvning en av de viktigaste teknikerna för mekanisk ogräsbekämpning. Samtidigt är en central fråga på ekologiska gårdar hur kvävebehovet ska täckas. Vid en harvning åstadkoms en ytlig bearbetning (ca 2-3 cm djup) som troligen kan orsaka en viss kväveminerisering. Andra möjliga positiva effekter av en harvning är att den bryter en eventuell skorpa och skapar ett avdunstningsskydd genom luckring av det översta jordlagret samt att den gynnar bestockningen. I det här projektet ville vi undersöka vilken effekt en broddharvning i 2-3-bladstadiet på våren hade på ogräs, kväveminerisering och skörd i höstvetete. Tre olika redskap testades; Väderstads crossboardvält med skorpbrytarstål, en s-pinneharv och en traditionell ogräsharv, vilka jämfördes med ett referensled utan broddharvning på en lättare och en styvare lera i Uppland. Försöken var ekologiska. Mineralkvävemängderna i marken och totalkvävemängderna i grödan mättes vid harvningstillfället samt två veckor och en månad efter. Utifrån dessa värden beräknades nettomineraliseringen i matjorden efter de olika behandlingarna. Ogräsen bestämdes till antal och vikt en månad efter harvning samt vid skörd. Skörden mättes.

Antalet örtogräs på försommaren kunde minskas betydligt med hjälp av broddharvning på båda jordtyperna. På den lättare leran kunde antalet en månad efter harvning minskas till mellan 50 och 82 % av det i obehandlat led och på den styvare leran till mellan 42 och 82 % av det i obehandlat led. I medeltal gav s-pinneharven bäst ogräseffekt på den lättare leran medan crossboardvälden och ogräsharven fungerade bättre på den styvare leran. Ingen ökad mineralisering efter broddharvningen kunde påvisas. Skördemässigt fungerade ogräsharven bäst på den lättare leran och gav två år av tre högre skördar än utebliven broddharvning, i medeltal över alla tre åren 5 % högre. På den styvare leran fungerade crossboardvälden bäst och gav i medeltal ca 10 % högre skörd än övriga redskap och 5 % högre än utebliven broddharvning. På båda jordtyperna var s-pinneharven det redskap som fungerade sämst, förmodligen på grund av att den orsakade för stor skada på grödan. S-pinneharven gav i genomsnitt sämre skörd än utebliven harvning på båda jordtyperna.

Inledning

Innan kemikaliejordbrukets tid var ogräsharvning och radhackning viktiga åtgärder i kampen mot åkerogräset och en hel del forskning bedrevs kring ämnet mekanisk ogräsbekämpning. När sedan de kemiska bekämpningsmedlen introducerades i lantbruket, och visade sig vara både effektiva och ekonomiska, fick den mekaniska ogräsbekämpningen stå tillbaks både inom den praktiska odlingen och inom forskningen. På senare år har dock diskussionen kring bekämpningsmedelsanvändningen i jordbruket och dess effekter på miljön intensifierats. Bekämpningsmedelsrester från såväl tidigare som idag använda kemikalier återfinns i grundvattnet

(Kreuger, 1999), samtidigt som regeringen, i ett av de 15 miljömålen från 1999, fastslagit att vi ska arbeta mot en "Giftfri miljö" och att "Miljön skall vara fri från ämnen och metaller som skapats i eller utvunnits av samhället och som kan hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden" (<http://miljomal.nu>). Den mekaniska ogräsbekämpningen har under senare tid också fått ett uppsving i och med att arealen ekologisk odling ökat.

Inom ekologisk odling ersätter jordbearbetning och andra tekniska åtgärder stora delar av den kemiska bekämpningen av ogräset. I stråsådesodling är harvning en av de viktigaste teknikerna för mekanisk ogräsbekämpning. Samtidigt är en central fråga på ekologiska gårdar hur kvävebehovet ska täckas. Vid en harvning åstadkoms en ytlig bearbetning (ca 2-3 cm djup) som troligen kan orsaka en viss kväve-mineralisering. Andra möjliga positiva effekter av en harvning är att den bryter en eventuell skorpa och skapar ett avdunstningsskydd genom luckring av det översta jordlagret samt att den gynnar bestockningen. I det här projektet ville vi undersöka vilken effekt en broddharvning i 2-3-bladstadiet hade på ogräs, kväve-mineralisering och skörd. I försöket jämfördes olika tekniker för broddharvning, inkluderande nyare teknik, på jordar med olika lerhalt.

Bakgrund

Harvning mot ogräs

I vårsådda grödor har ofta en "blindharvning" eller "broddlöpning" före uppkomst en god effekt mot ogräs. En gammal rekommendation är att denna tidiga ogräs-harvning bör göras 4-7 dagar efter sådd (Rydberg, 1985). Från uppkomst och fram till sitt 2-3-bladstadium är grödan sedan känslig och harvning bör undvikas. Som allra känsligast är plantorna runt kompensationspunkten, vilken inträffar vid sent 1-bladstadium. "Broddharvning" kan utföras från stråsådens 2-3-bladstadium. Detta är ett bra sätt att komma åt ogräs i framförallt höstvetete. Råg och rågvete är mer känsliga för harvning men konkurrerar i gengäld bättre mot ogräs än höstvetete. Det är generellt lättare att med harvning få bukt med småfröiga ogräs än med storfröiga. Den jordtäckning som harvningen åstadkommer är ofta tillräcklig för att småfröiga ogräs ska dö, medan de storfröiga, genom sitt större näringsförråd, har bättre möjligheter att växa igenom jordlagret. Ogräsharvningen bör ske i soligt och torrt väder (Rydberg, 1985). En torrperiod efter harvningen ökar effekten dels genom att uppharvade ogräsplantor i högre utsträckning torkar och dör och dels genom att möjligheterna att gro begränsas för de nya frön som eventuellt kommit fram vid harvningen.

Harvningen är selektiv på så vis att kulturväxterna genom sitt kraftigare och djupare rotsystem inte skadas lika mycket som framförallt de ettåriga ogräsen. Dessutom kompenserar grödan ofta bortharvade plantor med ökad bestockning och tillväxt hos de plantor som är kvar. Många studier, både i Sverige och utomlands, har visat att mekanisk ogräsbekämpning i växande gröda ofta kan utföras utan att grödan tar skada på ett sätt som leder till skördesänkningar (Rydberg, 1985; Van der Werff et

al., 1991; Rasmussen, 1992; Wilson et al., 1993; Steinmann, 2002; Johansson, 1998).

I ett antal försök med olika tekniker för radhackning i vårkorn vid Ultuna fick Johansson (1998) bäst ogräseffekt vid körning i 5 km/h medan den enligt Rydberg (1985) bör vara ca 7 km/h vid ogräsharvning. Vid lägre hastighet överlever fler ogräs och vid högre hastighet ökar skadorna på grödan.

Kvävemineralisering

Ökad kvävemineralisering efter mekanisk ogräsbekämpning nämns ofta men det finns få studier gjorda på vilka mängder det kan röra sig om. Det är väl känt att omrörning av marken ökar omsättningen av rötter, skörderester samt äldre organiskt material i marken (t ex Adu & Oades, 1978). Bearbetning ökar lufttransporten ner i marken och frigör tidigare skyddat organiskt material som mikroorganismerna nu kommer åt och kan bryta ner. Bland annat är metod och tidpunkt för jordbearbetning av stor betydelse för omsättningen av den organiska substansen och tillgängligheten av växtnäringen (t ex Stenberg et al., 1999; Myrbeck et al., 2006; Stenberg et al., 2006).

Flera faktorer talar för att mineraliseringen efter en harvning under växtsäsong skulle kunna vara betydande. Ytlagret innehåller vanligen en högre andel organiskt material än den övriga markprofilen och detta skikt har därför en stor mineraliseringspotential. Den biologiska aktiviteten är också som högst i de ytligaste 5 cm av jordlagret (Gupta, 1994). Vidare gynnas mineraliseringen av den höga medeltemperatur som hör försommaren till. Att en bearbetning utförs då grödan är i en snabbt växande fas medför också att det mineraliserade kvävet kan utnyttjas optimalt till skillnad från det kväve som mineraliseras under höst och vinter.

Skorpobrytning

På våren är markytan i höstsådda grödor ofta igenslammad och täckt av en skorpa. Denna skorpa kan hindra bestockningen av plantorna, försvåra luftutbytet mellan mark och atmosfär och också i vissa fall medföra en ökad förlust av vatten från matjorden. Bearbetning påverkar generellt markstrukturen, syretillgången och vattenhushållningen i marken, främst genom att förändra förutsättningarna för vattenförluster via evaporation (avdunstning från markytan) (t ex Dexter, 1997; Sillon et al., 2003; Ramon & Hereter, 2005). Vid en harvning finfördelas jorden i det översta lagret så att den kapillära upptransporten av vatten bryts och avdunstningen på så vis kan minskas (Korsmo, 1926). En lucker markyta kan också ta emot och hålla kvar mer vatten utan att avrinning sker. En tunn skorpa på en annars lucker matjord hindrar emellertid avdunstningen och brytning av en sådan skorpa kan istället öka avdunstningen (Heinonen, 1985).

Jordartens betydelse

I en sammanställning av äldre ogräsförsök i Sverige (Rydberg, 1985) framgår att ogräsharvningen oftare haft en större skördehöjande effekt på lätta jordar än på

lerjordar. Det konstateras också att harvtekniken måste anpassas till jordartsförhållandena. Med dagens teknik finns nya möjligheter till detta. T ex används i detta projekt Väderstads crossboardvält.

Material och metoder

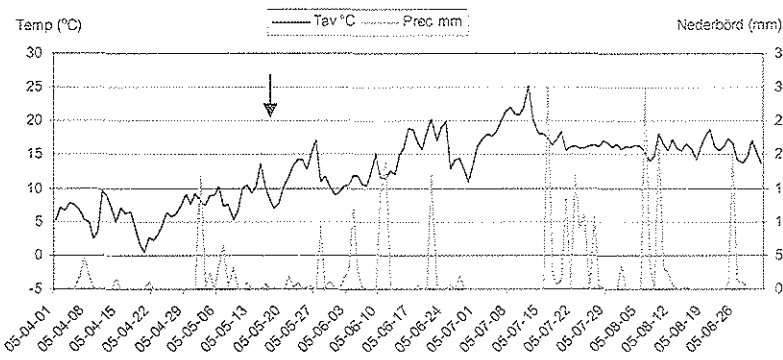
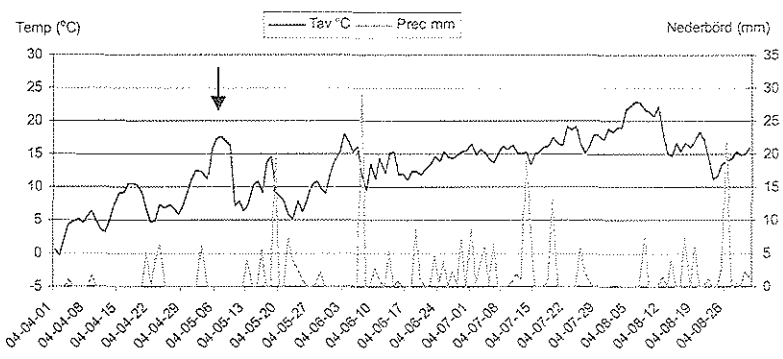
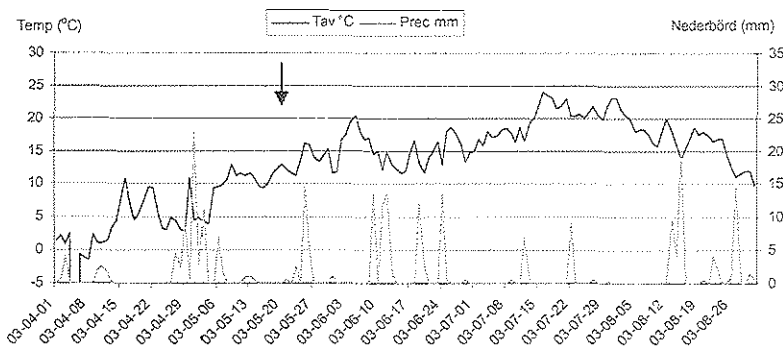
Försöksplats och försöksupplägg

Hösten 2002 startades två treåriga försök med broddharvning på våren i höstvetete vid Avdelningen för jordbearbetning, SLU. Försöksplanen presenteras i tabell 1. Försöken var placerade på ekologiskt odlad mark på Ultuna och bedrevs enligt KRAVs regler. Ett försök låg på en lättare lera och ett på en styvare lera och nya försöksplatser användes varje år. I tabell 2 visas kornstorleksfördelning och mullhalt på de totalt sex försöksplatserna. Tabell 3 visar skrymdensiteten i matjorden. Svårigheter med att hitta bra försöksplatser på areal med ekologisk odling medförde att en definierad gräns mellan kornstorleksfördelningen på försöksplatserna representerande lättare respektive styvare lera saknas. T ex har försöket på lättare lera år 2004 liknande kornstorleksfördelning som försöket på styvare lera år 2005. Varje år ingår dock ett försök med relativt sett högre och ett med lägre lerhalt. Temperatur och nederbörd för de aktuella försöksperioderna visas i figur 1.

Tre olika redskap testades; Väderstads crossboardvält med skorpbrytarstål, en s-pinneharv och en traditionell ogräsharv - Doublet-Record (figur 2). Dessa jämfördes också med ett referensled utan broddharvning. Harvning utfördes en gång under våren. Samtliga harvningar i båda försöken utfördes vid ett och samma tillfälle; 20:e maj år 2003, 7:e maj år 2004 och 17:e maj år 2005. Grödan hade vid behandlingen 2-4 blad. Körhastigheten var ca 6 km/h. Försöken utfördes som blockförsök med fyra upprepningar, vilket gav totalt 16 rutor per försök och år. Rutorna i led A-C var 6 m x 20 m och rutorna i led D 3 m x 20 m. Första försöksåret var rutorna i referensledet osådda medan de såddes övriga två år. På den lättare leran användes första året två extrarutor, en i var ände av försöket, för mätning av skörd vid utebliven harvning. Provtagning av mark och gröda gjordes dock i de osådda rutorna. Detta försvårade jämförelsen med övriga år varför genomsnittliga värden i resultatet i en del fall presenteras enbart för år 2004 och 2005. Ingen gödning tillfördes grödan på våren och inga bekämpningsmedel användes.

Tabell 1. Försöksplan i försöksserie R2-6121 med försök på styvare respektive lättare lera

Led	Bearbetning
A	Skorpbrytning med hjälp av Väderstad crossboardvält (2-3 cm djup)
B	Skorpbrytning med hjälp av s-pinneharv (2-3 cm djup)
C	Skorpbrytning med hjälp av ogräsharv (2-3 cm djup)
D	Referensled, ingen broddharvning



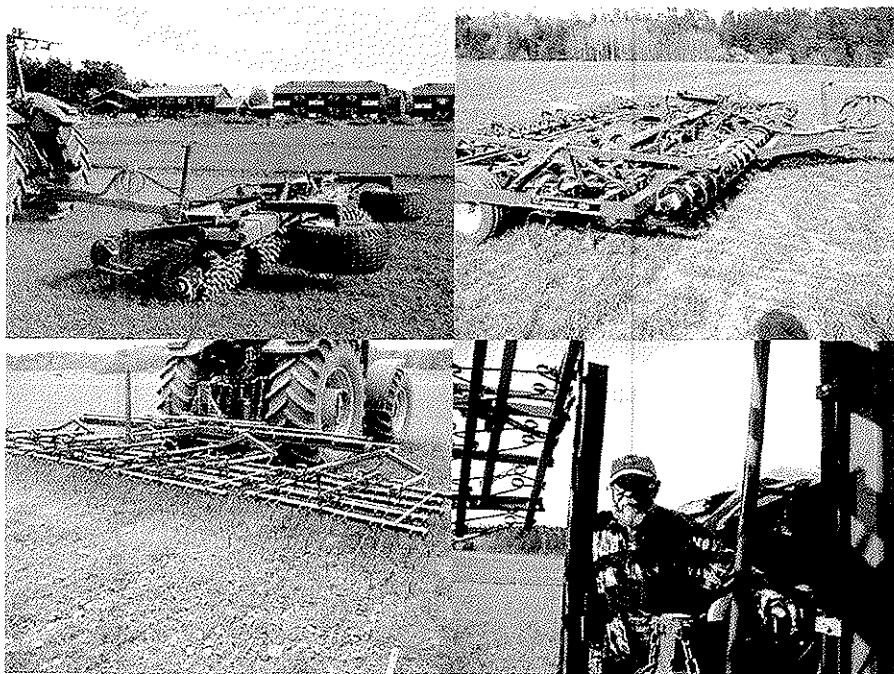
Figur 1. Nederbörd och temperatur på försöksplatserna i försöksserie R2-6121 under vår och sommar försöksåren 2003, 2004 och 2005. Pilarna markerar tidpunkten för broddharvningens genomförande.

Tabell 2. Kornstorleksfördelning (% vikt/vikt) och mullhalt (% organiskt material) för respektive försöksplats och år i försöksserie R2-6121

Försöksplats	År	Matjord					Alv				
		Ler	Mjåla	Mo	Sand	Mull	Ler	Mjåla	Mo	Sand	Mull
Lättare lera	2003	57,6	25,9	8,1	8,5	2,5	70,3	23,2	3,7	2,8	0
	2004	44,9	25,9	26,3	3,1	1,9	51,5	24,1	23,0	1,4	0
	2005	33,6	25,4	35,7	5,3	1,2	44,2	24,5	29,2	2,1	0
Styvare lera	2003	58,2	25,1	13,7	3,0	3,4	59,0	23,2	15,2	2,5	0
	2004	57,2	27,8	13,3	1,7	3,5	62,5	20,0	17,0	0,6	0
	2005	44,9	25,9	26,3	3,1	1,9	51,5	24,1	23,0	1,4	0

Tabell 3. Skrymdensitet (g/cm^3) i skikten 0-10 och 10-20 cm djup för respektive försöksplats och år i försöksserie R2-6121

År	Lättare lera		Styvare lera	
	0-10 cm	10-20 cm	0-10 cm	10-20 cm
2003	1,25	1,25	1,31	1,33
2004	1,32	1,37	1,12	1,16
2005	1,42	1,48	1,35	1,37



Figur 2. Övre raden: Väderstad Crossboardvält, S-pinneharv. Undre raden: Ogräsharv, fältansvarige Berth Mårtensson. Foto: Åsa Myrbeck.

Analyser av jord och gröda

Mängden ogräs bestämdes, dels i antal och dels i torrsubstansvikt, en månad efter utförd broddharvning samt vid skörd. Uppdelning gjordes i örtogräs, rotoagräs och tistel. För bestämning av vikt klipptes ogräsen i tre ramar, 0,5*0,5 m, i varje ruta. Jord som följt med tvättades av varefter ogräsen torkades i 105°C.

Mineralkvävemängderna : marken provtogs i skikten 0-10 och 10-20 cm djup. Jordprover togs ut vid tre tillfällen under våren; omedelbart före broddharvningen samt två och fyra veckor efter broddharvningen. I varje ruta togs 9 stick per nivå som slogs ihop till ett prov per ruta och nivå och frystes genast vid hemkomsten. Den frysta jorden maldes och extraherades med 2 M KCl i jord-vätskeförhållandet 100g:250 ml. Analys av nitrat- och ammoniumkväve gjordes kolorimetriskt med en autoanalytator (TRAACS 800, metod nr ST9002-NH4D och ST9002-NO3D). Mängderna räknades om till kg N per hektar med hjälp av de bestämda skrymdensiteterna för jordprofilerna. Vattenhalten i ovanstående jordprover bestämdes.

I samband med provtagningen av jord klipptes också höstvetegröda och ogräs för bestämning av kväveupptag i ovanjordisk grönmassa. Klippningen gjordes i tre ramar, 0,5*0,5 m, i varje ruta. Materialet torkades i ca 55°C i 3 dygn. Proverna analyserades sedan på innehållet av totalkväve och torrsubstansmängden bestämdes efter torkning i 105°C.

Skörden bestämdes och prov togs ut för analys av innehållet av totalkväve.

Beräkningar av nettomineraliseringen

Utifrån uppmätta mängder: mineralkväve i matjorden och uppmätta kvävemängder i grödan under samma period beräknades nettomineraliseringen i försöken. Grödans upptag i rötterna uppskattades till 50 % av upptaget i ovanjordiska delar. Beräkningar gjordes för perioderna 0-2 veckor och 2-4 veckor efter utförd harvning. Beräkningarna bygger på antagandena att inga förluster av kväve har skett till atmosfären och att inget kväve transporterats från matjord till alv.

Nettomineraliseringen under en period beräknades enligt följande:

Nettomineralisering = Mineralkväve i marken (slutet) – mineralkväve i marken (början) + kväve i gröda (slutet) – kväve i gröda (början).

Statistisk bearbetning

Statistisk analys av resultaten, (GLM) gjordes med SAS (version 8.02). Signifikanta ledskillnader anges för nivån $P \leq 0,05$. Medelvärden för hela försöksperioden har analyserats med åren som upprepning. Resultaten från skördemätningarna år 2003 har inte ingått i den statistiska bearbetningen eftersom de enbart gjordes i två block och dess placering i blocken inte var slumpmässig.

Resultat och diskussion

Skorpbildningen i försöken var inte speciellt kraftig. Mest uttalad var den det första året, 2003. Riklig nederbörd, hela 55 mm, under en vecka i månadsskiftet april maj följt av varmt väder bidrog förmodligen till detta. Den styvare leran täcktes även 2004 av en skorpa.

Ogräs

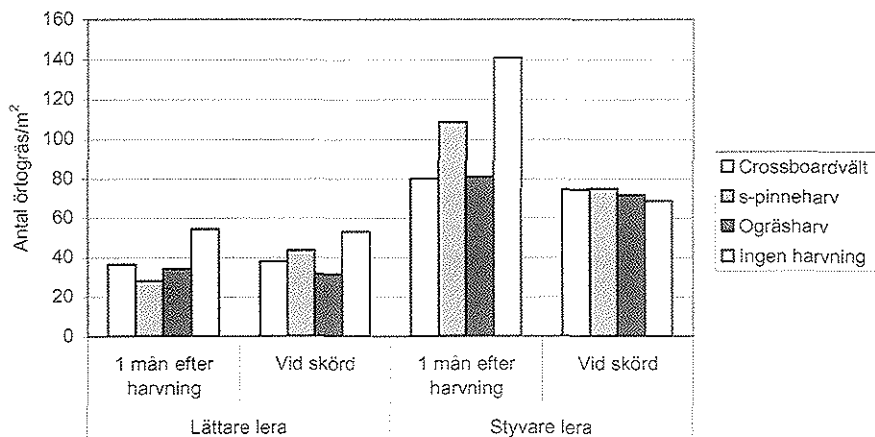
Av de tre grupperna ogräs som undersöktes var örtogräsen den grupp som dominerade i försöken. Tistlar och rotogräs förekom endast i mycket liten utsträckning och var också starkt bundna till specifika ytor i vissa rutor och förekomsten tycktes oberoende av behandling. Vad gäller antalet ogräs jämförs därför leden, i resultatet, endast med avseende på örtogräsen. Presenterade resultat för vikter inkluderar dock även rotogräs och tistel eftersom vägningen gjordes utan uppdelning i grupper.

Antalet örtogräs liksom mängden ogräs i gram torrsubstans (ts) presenteras i tabell 4. I figur 3 och 4 som visar genomsnittliga resultat år år 2003 inte medräknat i medelvärdet eftersom data saknades för kontrolleret (led D) och ingen vägning vid skörd gjordes av ogräsen detta år. Antalet örtogräs på försommaren kunde minskas betydligt med hjälp av broddharvning på båda jordtyperna. På den lättare leran kunde antalet minskas till mellan 50 och 82 % av det i obehandlat led och på den styvare leran till mellan 42 och 82 % av det i obehandlat led. Tydligast var effekten år 2005. Jämfört med oharvat led gav alla redskapen då signifikant lägre ogräsantal på den lättare leran och crossboardvälten även signifikant lägre antal på den styvare leran. Den inbördes rangordningen mellan redskapens ogräseffekt varierade en del mellan åren. I medeltal gav s-pinneharven bäst effekt på den lättare leran medan crossboardvälten och ogräsharven fungerade bättre på den styvare leran (figur 3). Vid skörd var det inga ledskillnader i antalet ogräs på den styvare leran. På den lättare leran minskades antalet ogräs efter harvning men resultaten var inte signifikanta. I snitt åren 2004-2005 minskade crossboardvält, s-pinneharv och ogräsharv ogräsantalet vid skörd på den lättare leran till 72 %, 82 % respektive 59 % av det i obehandlat led (figur 3).

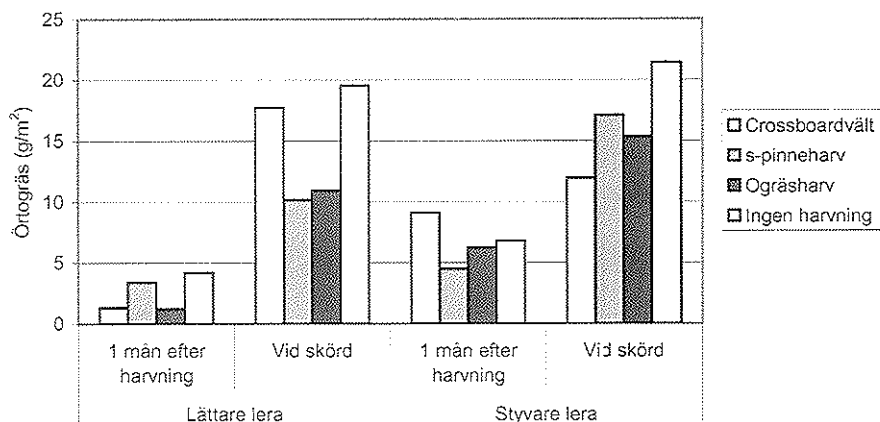
Totalt sett var broddharvningen något mer framgångsrik mot ogräsen på den lättare leran än på den styvare. I tidigare försök med radhackning vid Ultuna lyckades Johansson (1998) minska antalet ogräs bättre på en styv lera medan radhackningen i förhållande till kemisk bekämpning däremot var effektivare på en lättlera. Det fanns ingen överensstämmelse i resultaten vad gäller harvningens effekt på antalet ogräs och på mängden ogräs i gram. Tvärtom hade led med ett lågt antal ofta en hög vikt i jämförelse med övriga led. Att rotogräs och tistel ingick i bestämningen av vikten men inte i antalet kan ha bidragit till detta. Antalet ogräs måste i det här fallet anses vara ett bättre mått än vikten. Ingen glödgning av proverna gjordes varför mineralpartiklar kan finnas med i uppmätta vikter. Proverna tvättades visserligen före torkningen men det var svårt att få bort samtliga lerpartiklar. Med tanke på de små torrsubstansvikter som hanterades kan påverkan på resultatet ha varit betydande.

Tabell 4. Antal ogräs/m² och ogräsvikt (gram ts/m²) en månad efter harvning på våren och vid skörd på lättare respektive styvare lera i försöksserie R2-6121. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Led	Ogräs, antal/m ²				Ogräs, vikt (gram ts/m ²)			
		Lättare lera		Styvare lera		Lättare lera		Styvare lera	
		1 månad efter harvning	Vid skörd	1 månad efter harvning	Vid skörd	1 månad efter harvning	Vid skörd	1 månad efter harvning	Vid skörd
2003	Crossboardvält	110	6	49	29	29,8	-	3,1	-
	S-pinneharv	67	8,8	40	23	46,9	-	11,4	-
	Ogräsharv	135	8,4	47	25	15,5	-	3,1	-
	Ingen harvning	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	Crossboardvält	52	30	104	102	2,4bc	11,6	7,8	9,7
	S-pinneharv	37,3	34	125	85	5,8ab	7,6	5,9	8,2
	Ogräsharv	44	24	102	88	1,9c	9,4	5,5	10,8
	Ingen harvning	63,3	39	150	87	6,9a	11,7	7,9	11,9
2005	Crossboardvält	21b	46	56b	47	0,28	23,9	10,4	14,2
	S-pinneharv	19b	53	92ab	65	1,04	12,8	3,1	26,1
	Ogräsharv	24,3b	39	60b	55	0,6	12,4	7,0	19,9
	Ingen harvning	45,3a	67	131a	50	1,54	27,4	5,7	31,0



Figur 3. Antal örtogräs/m² en månad efter broddharvning samt vid skörd på lättare respektive styvare lera i försöksserie R2-6121. Medelvärden av år 2004-2005.



Figur 4. Mängden ogräs i gram ts/m² (örtogräs, tistel och rotoogräs) en månad efter broddharvning samt vid skörd på lättare respektive styvare lera i försöksserie R2-6121. Medelvärden av år 2004-2005.

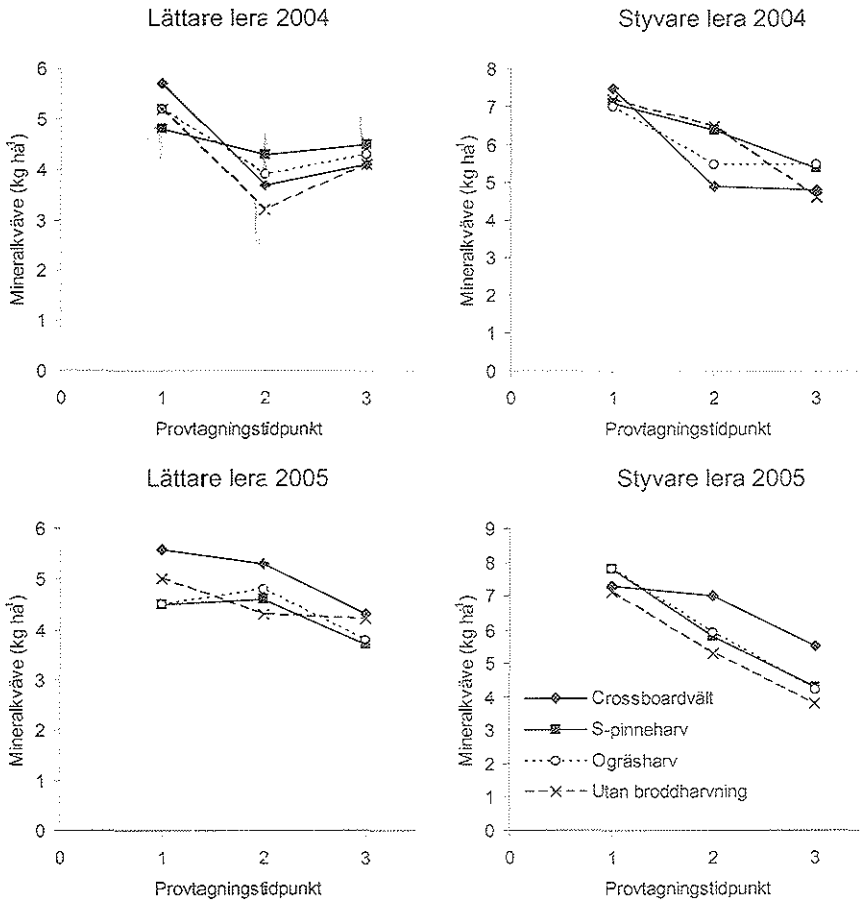
Mineralkväve i marken

Halterna ammonium- och nitratkväve (kg N per hektar) i nivåerna 0-10 cm och 10-20 cm vid de olika tidpunkterna för provtagning redovisas för lättare lera i tabell 5 och styvare lera i tabell 6. År 2004 och 2005 minskade mineralkväveinnehållet (främst nitratet) i de översta 20 cm under provtagningsperioden (figur 5). Minskningen var tydligast på den styvare leran. 2004 skedde den största minskningen mellan första och andra provtagningen medan den år 2005 skedde mellan andra och tredje.

I de harvade rutorna var mineralkväveinnehållet generellt något högre än i de oharvade. Skillnaderna var dock små och i medeltal skilde, över år (2004-2005), jordart och redskap, endast 0,4 kg ha⁻¹ mellan de harvade leden och kontrollen vid provtagningen två veckor liksom en månad efter harvning. År 2005 var emellertid skillnaden mellan ledet med crossboardvält och kontrollen signifikant på den styvare leran. Mineralkväveinnehållet i harvade led var då i snitt 1 kg per hektar större än i kontrollen, och efter köring med crossboardvälden 1,7 kg större. Den lilla ökningen av mineralkväve i marken som ändå uppmättes i försöket visade sig främst i det övre skiktet av matjorden (0-10 cm). Detsamma konstaterades av Steinmann (2002) medan Böhmnsen (1993) rapporterade högre nitrathalter efter harvning i skiktet 10-20 cm.

År 2003 var det betydligt mer mineralkväve i det oharvade kontrolledet vid provtagningarna två och fyra veckor efter harvning än i de övriga leden. Förmodligen berodde detta på att detta led var osått och ingen gröda tog upp det mineralkväve som fanns i marken. År 2004 och 2005 uppmättes något mindre mineralkväve i matjorden i oharvat led än i genomsnitt för harvade led. Orsaken till detta behöver dock inte bero på skillnader i nettomineralisering utan kan vara orsakad av att olika

mängd kväve tagits upp i grödan. Se vidare under avsnitten "Beräknad mineralisering". I ett liknande försök på siltjord i Tyskland, där harvning till 5 cm djup utfördes vid två till tre tillfällen under våren, fann man 1,2 kg mer mineralkväve i skiktet 0-30 cm i harvat än i oharvat led (Steinmann, 2002).



Figur 5. Mängderna ammonium- och nitratkväve (kg N per hektar) i matjorden (0-20 cm) vid provtagnings tidpunkterna 1-3: vid harvning, 2 veckor efter harvning samt 1 månad efter harvning i de två försöken i försöksserie R2-6121 åren 2004 och 2005.

Tabell 5. Mängderna ammonium respektive nitratväve (kg N/ha) på lättare lera i nivåerna 0-10 cm, 10-20 cm samt summerat för 0-20 cm vid tidpunkterna 1-3 (T1-T3): vid harvning, två veckor efter harvning samt en månad efter harvning. Värden med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Led	T1				T2				T3												
		$\frac{0-}{10}$ NH ₄	$\frac{10-}{20}$ NH ₄	$\frac{0-}{20}$ S:a	$\frac{10-}{20}$ S:a	$\frac{0-}{10}$ NH ₄	$\frac{10-}{20}$ NH ₄	$\frac{0-}{20}$ S:a	$\frac{10-}{20}$ S:a	$\frac{0-}{10}$ NH ₄	$\frac{10-}{20}$ NH ₄	$\frac{0-}{20}$ S:a	$\frac{10-}{20}$ S:a									
-03	A	1,8	1,0b	2,8b	2,2	0,7b	2,9b	5,7b	1,9	1,4b	3,3	2,0	1,0b	3,0b	6,3b	2,1	0,9b	3,0b	2,4	0,6b	3,0b	6,0b
	B	1,9	1,1b	3,0b	2,3	0,8b	3,1b	6,1b	2,2	1,7b	3,9	2,3	1,3b	3,6b	7,5b	2,0	0,8b	2,8b	2,1	0,6b	2,8b	5,5b
	C	1,8	0,9b	2,7b	2,3	1,0b	3,3b	6,0b	2,5	1,3b	3,8	2,3	1,3b	3,7b	7,5b	2,0	0,7b	2,7b	2,1	0,5b	2,7b	5,3b
	D	1,8	2,8a	4,6a	2,2	4,7a	6,9a	11,4	1,9	4,2a	6,1	2,5	6,6a	9,1a	15,2	1,9	2,5a	4,4a	2,1	3,2a	5,3a	9,7a
-04	A	1,8	0,9	2,7	2,1	0,9	3,0	5,7	1,5	0,4	1,8	1,5	0,4b	1,9	3,7	1,8	0,2b	2,0	1,9	0,1	2,1	4,1
	B	1,5	0,8	2,2	1,8	0,8	2,6	4,8	1,8	0,5	2,4	1,4	0,5a	1,9	4,3	2,0	0,5a	2,5	1,8	0,2	2,0	4,5
	C	1,5	0,9	2,4	2,1	0,8	2,8	5,2	1,4	0,5	1,9	1,5	0,4a	2,0	3,9	2,0	0,2a	2,2	1,9	0,2	2,1	4,3
-05	D	1,7	0,8	2,5	1,8	0,8	2,7	5,2	1,3	0,2	1,5	1,4	0,3c	1,7	3,2	1,7	0,1b	1,8	2,0	0,2	2,3	4,1
	A	1,9	1,4	3,3	1,8	0,5	2,3	5,6	1,7	1,1	2,8	2,0	0,6	2,5	5,3	1,6	0,3	1,9	1,9	0,4	2,4	4,3
	B	1,4	0,8	2,2	1,9	0,4	2,3	4,5	1,6	0,9	2,4	1,8	0,4	2,2	4,6	1,5	0,3	1,7	1,6	0,4	2,0	3,7
	C	1,5	0,7	2,2	1,8	0,5	2,3	4,5	1,6	1,0	2,6	1,9	0,4	2,3	4,8	1,5	0,2	1,7	1,7	0,4	2,1	3,8
D	1,7	0,7	2,4	1,9	0,6	2,6	5,0	1,3	0,8	2,1	1,9	0,3	2,2	4,3	1,6	0,3	1,9	2,0	0,3	2,3	4,2	

Tabell 6. Mängderna ammonium respektive nitratväve (kg N/ha) på styvare leror i nivåerna 0-10 cm, 10-20 cm samt summerat för 0-20 cm vid tidpunkterna 1-3 (T1-T3): vid harvning, två veckor efter harvning samt en månad efter harvning. Värdet med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Led	T1			T2			T3			NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃	NH ₄	NO ₃				
		0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20	0-10	10-20	0-20												
-03	A	1,5	0,8b	2,3b	1,9	0,8b	2,7b	5,0b	1,5	0,9b	2,5b	2,1	1,2b	3,4b	5,8b	1,5	0,7	2,2	1,8	0,8b	2,6b	4,9b
	B	1,6	0,7c	2,3b	1,9	0,9b	2,8b	5,1b	1,4	0,8b	2,2b	1,8	1,1b	2,9b	5,1b	1,5	0,7	2,2	1,7	1,1b	2,8b	5,1b
	C	1,5	0,8b	2,4b	2,1	0,9b	3,1b	5,4b	1,4	0,8b	2,2b	1,8	0,8b	2,6b	4,8b	1,5	0,8	2,3	2,0	1,2b	3,2b	5,5b
	D	1,7	2,3a	4,0a	1,8	3,5a	5,3a	9,3a	1,6	3,8a	5,4a	2,1	6,9a	9,0a	14,4	1,7	1,6	3,3	2,0	3,2a	5,2a	8,5a
-04	A	2,0	1,1	3,1	2,6	1,8	4,4	7,5	1,8	0,4	2,3	2,1	0,5	2,6	4,9	2,1b	0,2	2,3	2,2	0,2	2,5	4,8
	B	2,0	1,3	3,3	2,5	1,4	3,9	7,1	2,6	0,8	3,4	2,3	0,7	3,0	6,4	2,4a	0,5	2,8	2,2	0,3	2,5	5,4
	C	2,1	1,1	3,2	2,4	1,4	3,8	7,0	2,1	0,6	2,8	2,1	0,6	2,7	5,5	2,5a	0,4	2,8	2,4	0,2	2,7	5,5
	D	2,1	1,2	3,3	2,4	1,5	3,9	7,2	2,1	0,6	2,7	3,0	0,7	3,7	6,5	2,0c	0,2	2,2	2,1	0,3	2,3	4,6
-05	A	1,6	1,4	3,0	2,2	2,1	4,3	7,3	1,9	2,2	4,1a	2,0	0,8	2,8	7,0a	1,6	0,2	1,8	3,1	0,5	3,7	5,5
	B	1,5	2,1	3,5	2,1	2,1	4,2	7,8	1,8	1,4	3,2a	2,0	0,7	2,7	5,8b	1,6	0,3	1,9	2,1	0,3	2,4	4,3
	C	1,5	1,9	3,3	2,4	2,1	4,5	7,8	1,8	1,2	3,0b	2,2	0,7	2,8	5,9a	1,6	0,2	1,8	2,2	0,2	2,4	4,2
	D	1,4	1,6	3,0	2,3	1,8	4,1	7,1	1,7	0,9	2,7b	1,9	0,8	2,7	5,3b	1,6	0,1	1,7	2,0	0,2	2,2	3,8

Tabell 7. Relationen mellan innehållet av ammonium- respektive nitrat-N (kg N/ha¹) i nivåerna 0-10 cm, 10-20 cm vid tidpunkterna 1-3: vid harvning, två veckor efter harvning samt en månad efter harvning. Värderna med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Försök	Led	Tidp 1		Tidp 2		Tidp 3	
		0-10 NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻	10-20 NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻	0-10 NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻	10-20 NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻	0-10 NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻	10-20 NH ₄ ⁺ /NO ₃ ⁻
Lättare lera							
2003	A	1,81a	3,34a	1,35	2,10a	2,45a	4,64a
	B	1,78a	3,58a	1,30	1,80a	2,79a	3,64a
	C	2,14a	3,00a	2,09	1,96a	2,98a	4,16a
	D	0,70b	0,49b	0,56	0,50b	0,85b	1,35b
2004	A	2,00	2,49	4,00	3,58b	12,25	14,00
	B	1,92	2,33	3,50	2,79b	4,96	9,17
	C	1,77	2,76	3,89	3,50b	10,46	11,58
	D	2,13	2,25	6,25	4,75a	15,13	10,29
2005	A	1,99	3,86	1,61	4,04	6,25	4,33
	B	1,87	4,67	1,98	4,54	5,13	4,54
	C	2,38	3,78	1,68	5,38	6,50	4,75
	D	2,38	3,33	1,68	5,46	7,19	6,17
Styvare lera							
2003	A	2,08ab	2,53a	1,67a	1,90a	2,22	2,36a
	B	2,30a	2,06a	1,68a	1,69a	2,10	1,66a
	C	1,91b	2,34a	1,82a	2,35a	1,92	1,74a
	D	0,73c	0,51b	0,42b	0,30b	1,13	0,72b
2004	A	1,99	1,55	4,30	4,24ab	11,63	12,25
	B	1,61	1,84	3,12	3,44b	5,79	8,44
	C	1,94	1,78	3,32	3,42b	8,86	12,04
	D	1,79	1,61	3,66	5,13a	14,43	8,21
2005	A	1,41	1,50	0,93	2,97	8,75	7,72
	B	0,80	1,22	1,56	4,28	8,13	8,13
	C	1,25	1,70	1,66	4,25	8,50	11,38
	D	0,97	1,72	2,63	3,72	40,88	10,50

Den största delen av mineralkväveinnehållet, ungefär 70 % år 2003 och 90 % år 2004 och 2005, utgjordes av ammonium-N och endast en mindre del av nitrat-N (tabell 7). År 2004 skilde sig proportionerna mellan harvat och oharvat två veckor efter harvningen med en högre andel ammonium-N i oharvat led. Orsaken var ett lägre innehåll av nitrat än i harvade led. År 2003 hade oharvat led tvärtom en lägre andel ammonium än harvade led. Förmodligen hängde detta ihop med att inget upptag i gröda skedde i detta led då den totala mängden mineralkväve också var större än i harvade led. I ett liknande försök i Tyskland fann man ingen skillnad i andelen ammonium respektive nitrat-N av mineralkvävet mellan harvat och oharvat (Steinmann, H.-H., 2002).

Kväve i gröda under våren

Harvningarna verkar ha orsakat viss mekanisk skada på höstvetegrödan. Produktionen av biomassa mätt två och fyra veckor efter harvning var något lägre i de harvade leden än i kontrollen både på den lättare och på den styvare leran (tabell 8). Generellt var produktionen något lägre efter bearbetning med s-pinneharven än efter crossboardvälten och ogräsharven. I större utsträckning än de övriga redskapen rev s-pinneharven upp plantor, i synnerhet på den styvare leran (okulär observation, data ej visad). Kvävekoncentrationen i biomassan var lägre i kontrollen än i de harvade leden (tabell 9) vilket resulterade i att det totala kväveupptaget inte skilde mycket mellan leden (tabell 10). På den styva leran 2005 togs emellertid signifikant mer kväve upp den första månaden efter harvning i kontrollen än i harvade led. Också i tidigare nämnd studie i Tyskland (Steinmann, 2002) orsakade broddharvning en viss minskning av biomassaproduktionen under våren och försommaren.

Tabell 8. Torrsubstansvikt (kg/ha) ovanjordisk grönmassa (höstvetegröda + ogräs) vid tre tidpunkter under våren. Tidp. 1=vid broddharvning, Tidp. 2=2 veckor efter broddharvning, Tidp. 3= 1 månad efter broddharvning. Värderna med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Led	Lättare lera			Styvare lera		
		Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3	Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3
2003 ¹	Crossboardvält	334	1211	2671	233	790	1778
	S-pinneharv	341	1283	2724	223	601	1526
	Ogräsharv	342	1470	2754	277	830	1726
	Ingen harvning ²	23	250	892	3	49	478
2004	Crossboardvält	475	968	2284b	808	1882	3405
	S-pinneharv	450	968	2464ab	857	1804	3448
	Ogräsharv	503	1013	2405b	940	1864	3603
	Ingen harvning	540	993	2730a	966	1914	3896
2005	Crossboardvält	615	1698b	3071	212	441	844b
	S-pinneharv	556	1543b	2893	172	345	601c
	Ogräsharv	652	1785ab	3545	222	452	727bc
	Ingen harvning	717	2000a	3652	237	500	1067a

¹ Statistisk bearbetning år 2003 inbegriper endast de harvade leden (led A-C).

² Endast ogräs.

Tabell 9. N-innehåll, %, i ovanjordisk grönmassa (höstvetegröda + ogräs) vid tre tidpunkter under våren. Tidp. 1=vid broddharvning, Tidp. 2=2 veckor efter broddharvning, Tidp. 3= 1 månad efter broddharvning. Värden med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Led	Lättare lera			Styvare lera		
		Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3	Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3
2003 ¹	Crossboardvält	2,68	2,07	1,56	2,72	2,06	1,35
	S-pinneharv	2,67	2,07	1,52	2,67	2,06	1,40
	Ogräsharv	2,69	2,01	1,46	2,73	1,93	1,25
	Ingen harvning ²	4,39	3,91	2,81	4,15	4,57	2,99
2004	Crossboardvält	2,58a	1,94	1,23a	3,06	2,36ab	1,65
	S-pinneharv	2,6a	1,90	1,26a	3,06	2,45a	1,74
	Ogräsharv	2,51b	1,92	1,21ab	3,02	2,19b	1,57
	Ingen harvning	2,48b	1,84	1,15b	2,97	2,21b	1,51
2005	Crossboardvält	2,85	2,29ab	1,77a	1,81	1,75	1,28c
	S-pinneharv	2,81	2,41a	1,71ab	1,95	1,86	1,44a
	Ogräsharv	2,87	2,24b	1,60bc	1,83	1,81	1,35b
	Ingen harvning	2,89	2,19b	1,52c	2,01	1,74	1,20d

¹ Statistisk bearbetning år 2003 inbegriper endast de harvade leden (led A-C).

² Endast ogräs.

Tabell 10. N-innehåll (kg/ha) i ovanjordisk grönmassa (höstvetegröda + ogräs) vid tre tidpunkter under våren på lättare respektive styvare lera. Tidp. 1=vid broddharvning, Tidp. 2=2 veckor efter broddharvning, Tidp. 3= 1 månad efter broddharvning. Värden med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Led	Lättare lera			Styvare lera		
		Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3	Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3
2003 ¹	Crossboardvält	8,9	25,2	41,5	6,3	16	23,9
	S-pinneharv	9,1	26,5	41,2	6	12,4	21,6
	Ogräsharv	9,2	29,5	40,2	7,51	16,1	21,7
	Ingen harvning ²	0,86	9,35	23,7	0,12	2,13	14,3
2004	Crossboardvält	12,3	18,7	28	24,5	44,7	56,4
	S-pinneharv	11,7	18,4	31,2	26,3	44,3	59,6
	Ogräsharv	12,6	19,4	29,2	28,3	40,9	56,6
	Ingen harvning	13,4	18,2	31,5	28,8	42,4	59,1
2005	Crossboardvält	17,6	38,8	54,5	3,8	7,7	10,9ab
	S-pinneharv	15,5	37,1	49,6	3,4	6,4	8,7b
	Ogräsharv	18,7	39,8	56,6	4,0	8,1	9,8b
	Ingen harvning	20,5	43,7	55,4	4,6	8,7	12,9a

¹ Statistisk bearbetning år 2003 inbegriper endast de harvade leden (led A-C).

² Endast ogräs.

Beräknad mineralisering

Nettomineraliseringen i försöken beräknad utifrån uppmätta mineralkvävemängder i matjorden (0-20 cm djup) och mängd upptaget kväve i grödan presenteras i tabell 11. Mängd mineraliserat kväve som ett medel för år 2004-2005 presenteras i figur 6. Beräkningarna är gjorda för två perioder; 1:a och 2:a veckan respektive 3:e och 4:e veckan efter genomförd broddharvning. På den styvare leran år 2005 var nettomineraliseringen anmärkningsvärt låg. Också grödans tillväxt var mycket dålig (tabell 8-10). Försöket var ogödslat detta år och dessutom var det mycket torrt i matjorden på försöksplatsen (tabell 13).

År 2003 var nettomineraliseringen per hektar, enligt beräkningarna, större i de led som harvats än i det oharvade. Skillnaden var signifikant på den lättare leran men inte på den styvare. Harvningen gav ca 15 kg ökad nettomineralisering på den lättare leran och ca 5 kg på den styvare leran. År 2004 och 2005 skilde sig behandlingarna dock inte åt och i medeltal för treårsperioden fann vi inga signifikanta skillnader i nettomineralisering mellan behandlingarna. År 2003 skilde sig metoden för att uppskatta nettomineraliseringen mellan leden från övriga år. Eftersom ingen höstvetegröda odlades i oharvat led det året utgjordes mängden kväve upptaget i gröda där enbart av upptaget i ogräs vilket var betydligt lägre än det totala upptaget i övriga led (tabell 10). Skillnaderna i beräkningsmetod påverkade troligtvis resultaten och i tabell 11 presenteras därför medelvärden dels för hela treårsperioden, dels för år 2004-2005. För perioden 2003-2005 orsakade broddharvningen i medeltal en högre nettomineralisering medan den inte hade någon påverkan för perioden 2004-2005. Inte för någon av perioderna fanns någon signifikant skillnad. De medelvärden som visas i figur 6 är beräknade enbart över år 2004-2005. Jämförelsen mellan de olika metoderna för harvning visar inga signifikanta skillnader mellan redskapen. Medelvärdena visar emellertid en något högre nettomineralisering på den styvare leran de två första veckorna efter körning med Väderstad crossboardvält än efter körning med s-pinneharv och ogräsharv ($p=0,32$).

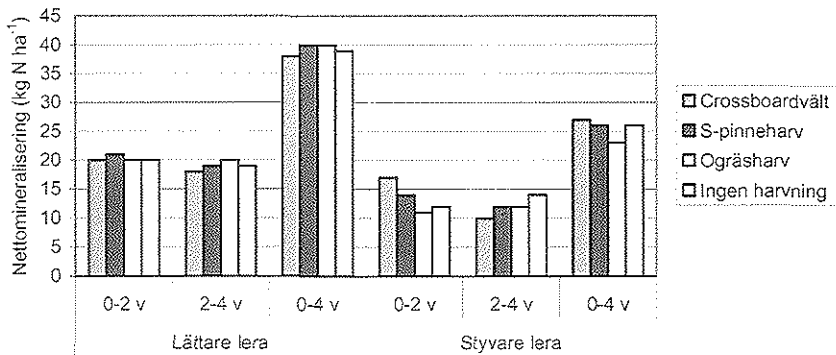
I försök med radhackning har det visat sig att mineraliseringen kan ökas markant (Van der Werff, et al. 1991). Harvning innebär dock en mindre intensiv bearbetning av marken och denna studie visade att harvningens påverkan på mineraliseringen är mycket liten. Detta konstaterades också i en studie av Steinmann (2002). Inte heller i danska försök med radkultivering på våren i höstvet kunde någon tydlig ökning av mineraliseringen påvisas (Thomsen & Sørensen, 2005).

Uppskattningen av käveupptaget i rötterna i förhållande till i ovanjordiskt material är osäker då det inte finns mycket litteratur inom området. En testkörning gjordes där upptaget i rötterna uppskattades vara 100 % av det i ovanjordiskt material istället för 50 % som i presenterade resultat. Detta ändrade naturligtvis mängderna nettomineraliserat kväve i kg, men inverkan inte nämnvärt på den inbördes relationen mellan leden och inte alls på signifikansen i resultatet.

Tabell 11. Beräknad kvävemineralisering (kg N/ha) i försök R2-6121 efter broddharvning på våren på lättare respektive styvare lera år 2003-2005. Period 1 (P1) = 0-2 veckor efter slutförd broddharvning, Period 2 (P2) = 2-4 veckor efter slutförd broddharvning, (S) = period 1 + 2. Värderna med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Lera	Led	2003			2004			2005			04-05*			03-05*		
		P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S	P1	P2	S
Lättare lera	A	25a	24	49a	8	14	22	31	23	54	20	18	38	21	20	42
	B	28a	20	48a	10	19	29	33	18	50	21	19	40	23	19	42
	C	32a	14	46a	9	15	24	32	24	56	20	20	40	24	18	42
	D	17b	16	33b	5	21	26	34	18	52	20	19	39	19	18	37
Styvare lera	A	15,4a	11	26	28	18	45	6	3	9	17	10	27	16	11	27
	B	10b	14	23	26	22	48	3	2	4,5	14	12	26	13	12	25
	C	12ab	9	21	17	24	41	4	1	5	11	12	23	11	11	23
	D	8b	12	20	20	23	43	4	5	9	12	14	26	11	13	24

* åren har använts som upprepning i den statistiska bearbetningen



Figur 6. Mängd mineraliserat kväve(kg/ha) i matjorden (0-20 cm djup) efter broddharvning på våren på lättare och styvare lera under perioderna 0-2 veckor och 2-4 veckor samt totalt under perioden 0-4 veckor efter slutförd broddharvning. Beräknat utifrån uppmätta mineralkvävmängder i matjorden (0-20 cm djup) och mängd upptaget kväve i grödan. Medelvärden av år 2004-2005.

Vattenhalt

Hur vattenhushållningen påverkats av broddharvningen gick inte att utläsa ur försöket eftersom en transpirerande gröda odlades. Vattenhalterna i marken vid tidpunkterna för markprovtagningen registrerades dock och presenteras i tabell 12 och 13. Generellt var det ingen skillnad mellan vattenhalterna i harvade led jämfört med kontrollen.

Tabell 12. Uppmätt vattenhalt (volymprocent) i jordprover på lättare lera tagna vid tre tillfällen under våren 2003-2005 i försöksserie R2-6121 på 0-10 respektive 10-20 cm djup. Tidp. 1 = vid broddharvning, Tidp. 2 = 2 veckor efter broddharvning, Tidp. 3 = 1 månad efter broddharvning. Värdet med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivå)

Djup (cm)	Led	Tidp2			Tidp3			04-05*			03-05*					
		2003	2004	2005	2003	2004	2005	2005	Tidp1	Tidp2	Tidp3	Tidp1	Tidp2	Tidp3		
0-10	A	19,1b	16,4	18,1	18,4b	20,7a	18,9a	24,1	23,5	19,3a	17,2	19,5	21,0	17,8b	19,2b	22,0
	B	18,8b	16,3	17,8	18,2b	20,0b	18,9a	24,5	22,9	18,7b	17,1	19,3	21,3	17,7b	18,9b	22,4
	C	18,7b	16,2	17,9	18,3b	20,1ab	18,7a	24,7	23,2	18,8ab	17,0	19,3	20,7	17,6b	18,9b	22,1
	D	21,1a	16,2	18,1	21,9a	19,7b	18,1b	23,8	23,0	18,5b	17,2	19,5	20,9	18,5a	20,3a	21,9
10-20	A	22,1b	19,8	22,0	20,5b	20,8	20,6	24,2b	23,3	22,2ab	21,0	20,7	22,6	21,3	20,6b	23,2
	B	22,9b	19,3	22,2	20,3b	21,0	20,5	25,1a	22,9	22,0b	20,9	20,8	22,6	21,5	20,6b	23,4
	C	22,0b	19,7	21,8	20,2b	21,3	20,3	25,0a	23,0	21,6b	20,8	20,7	22,6	21,2	20,5b	23,4
	D	25,2a	19,3	22,1	25,2a	20,7	20,3	25,7a	23,0	23,1a	20,4	20,7	22,7	22,0	22,2a	23,7
0-20	A	20,6b	18,1	20,0	19,5b	20,8	19,7	24,1	23,4	20,8	19,1	520,1	21,8	19,6	19,9b	22,6
	B	20,8b	17,8	20,0	19,3b	20,5	19,7	24,8	22,9	20,3	19,0	20,0	22,0	19,6	19,8b	22,9
	C	20,4b	17,9	19,9	19,2b	20,7	19,5	24,9	23,1	20,2	18,9	20,0	21,7	19,4	19,7b	22,7
	D	23,2a	17,8	20,1	23,5a	20,2	19,2	24,7	23,0	20,8	18,8	20,1	21,8	20,3	21,2a	22,8

* Åren har använts som upprepning i den statistiska bearbetningen.

Tabell 13. Uppmätt vattenhalt (volymprocent) i jordprover på styvare lera tagna vid tre tillfällen under våren 2003-2005 i försöksserie R2-6121 på 0-10 respektive 10-20 cm djup. Tidp. 1=vid broddharvning, Tidp. 2=2 veckor efter broddharvning, Tidp. 3= 1 månad efter broddharvning. Värdet med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Djup (cm)	Led	Tidp2					Tidp3					04-05*					03-05*				
		2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2003	2004	2005	Tidp1	Tidp2	Tidp3	Tidp1	Tidp2	Tidp3		
0-10	A	20,2b	27,3b	14,7	18,6b	30,3	15,0	22,1	34,5	14,8	21,1	22,3	24,7	20,8	21,1b	23,9	20,7	21,2b	23,5		
	B	19,9b	27,2b	14,7	18,3b	30,1	14,9	21,5	34,1	14,8	21,1	22,7	23,9	20,7	21,2b	23,9	20,7	21,2b	23,5		
	C	19,6b	28,0a	14,7	17,6c	30,5	14,9	21,9	35,0	14,8	21,2	22,6	23,2	20,7	20,9b	23,2	20,7	20,9b	23,8		
	D	21,8a	27,6ab	14,4	21,2a	30,0	15,0	22,3	34,5	15,0	21,0	22,7	24,1	21,3	22,2a	24,1	21,3	22,2a	24,0		
10-20	A	23,3b	26,5	16,8	20,3bc	27,6	15,4	23,2	30,7	16,6	21,8	21,4b	23,7	22,3	21,0b	23,7	22,3	21,0b	23,5		
	B	23,1b	26,9	17,0	20,5b	28,8	15,3	22,9	30,9	16,7	21,8	22,2a	23,9	22,2	21,6b	23,9	22,2	21,6b	23,5		
	C	22,9b	26,8	16,9	19,8c	28,3	15,4	23,4	31,2	16,7	22,1	21,6b	23,2	22,3	21,0b	23,2	22,3	21,0b	23,3		
	D	24,8a	27,0	17,2	23,7a	28,2	15,0	23,9	30,2	16,9	21,8	21,9ab	24,1	22,8	22,5a	24,1	22,8	22,5a	24,1		
0-20	A	21,8b	26,9c	15,7	19,4b	28,9	15,2	22,6	32,6	15,7	21,4	21,9b	24,2	21,6	21,0b	24,2	21,6	21,0b	23,7		
	B	21,5b	27,0bc	15,8	19,4b	29,4	15,1	22,2	32,5	15,7	21,4	22,4a	24,2	21,5	21,4b	24,2	21,5	21,4b	23,5		
	C	21,3b	27,4a	15,8	18,7c	29,4	15,2	22,7	33,1	15,8	21,6	22,1ab	24,0	21,5	21,0b	24,0	21,5	21,0b	23,5		
	D	23,3a	27,3ab	15,8	22,5a	29,1	15,0	23,1	32,4	16,0	21,4	22,3a	24,5	22,0	22,4a	24,5	22,0	22,4a	24,0		

* Åren har använts som upprepning i den statistiska bearbetningen.

Skörd

Skörden presenteras för respektive år i tabell 14 och i medeltal över åren i figur 7. Generellt (genomsnitt över år och jordart) hade broddharvningen i det här försöket ingen effekt på skörden. Resultaten skiljer sig emellertid något mellan åren och mellan redskapen. På den lättare leran fanns det första året en tendens till högre skörd efter broddharvning med samtliga tre redskap. Skillnaderna är dock inte signifikanta. På den lättare leran fungerade ogräsharven bäst och gav två år av tre högre skörd än utebliven broddharvning, i medeltal 5 %. På den styvare leran fungerade crossboardvältan bäst och gav i medeltal ca 10 % högre skörd än övriga redskap och 5 % högre än utebliven broddharvning. På båda jordtyperna var s-pinneharven det redskap som fungerade sämst, förmodligen på grund av att den orsakade för stor skada på grödan.

Kvävehalten i kärnskoroden presenteras i tabell 15 och den totala mängden kväve skördat i kärna i tabell 16. I de flesta fall följde kvävehalterna sambandet högre skörd – lägre kvävehalt, men vid några tillfällen avvek de. På lättlera år 2004 var t ex kvävehalten signifikant högre efter s-pinneharven än efter crossboardvältan trots att skördenivån var densamma. På den styvare leran samma år var halten signifikant högre efter s-pinneharven än efter utebliven skorpbrytning trots att skördenivåerna inte skilde mycket. Detta skulle kunna tyda på att det funnits mer tillgängligt mineralkväve i marken efter körning med s-pinneharv än efter körning med crossboardvält respektive utebliven skorpbrytning. Beräkningarna av nettomineraliseringen visade dock inte på motsvarande. På den styvare leran gav en statistisk bearbetning av resultaten med åren som upprepning (2004-2005) signifikant högre kvävehalt efter s-pinneharv än efter crossboardvält och utebliven skorpbrytning. På den lättare leran varierade resultaten mellan åren och ingen motsvarande skillnad fanns. Mängden skördat kväve i kärna skilde sig inte signifikant åt mellan leden. På den styvare leran var dock medelvärdet i ledet med crossboardvält något högre än i övriga led.

I ett antal försök med olika tekniker för radhackning i vårkorn (12,5 cm radavstånd) vid Ultuna fick Johansson (1998) 5-7 % avkastningsökning jämfört med obehandlade led vilket många gånger var i nivå med kemiskt bekämpade led. I tidigare nämnd studie i Tyskland (Steinmann, 2002) kunde man inte påvisa någon negativ effekt av broddharvningen på skörden. Eftersom ogräsen bekämpades kemiskt kunde det försöket dock inte svara på om harvningen, genom sin ogräseffekt, hade någon positiv effekt på skörden.

Tabell 14. Skörd (kg/ha och relativt) respektive år och i medeltal på lättare respektive styvare lera i försöksserie R2-6121. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Bearbetning		2003	2004	2005	Medel* 04-05	Medel* 03-05
Lättare lera	Crossboardvält	4460=100	2370=100	4840=100	3605=100	3890=100
	S-pinnehav	95	100	94	97	96
	Ogräshav	103	104	102	103	103
	Utan harvning	89	106	99	103	98
Styvare lera	Crossboardvält	2240=100	5320=100	2930=100	4125=100	3497=100
	S-pinnehav	90	97	81	96	89
	Ogräshav	91	101	82	103	91
	Utan harvning	-	99	90	98	95

* Åren har använts som upprepning i den statistiska bearbetningen

Tabell 15. Kvävehalt i kärnskörd (%) respektive år och i medeltal på lättare respektive styvare lera i försöksserie R2-6121. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

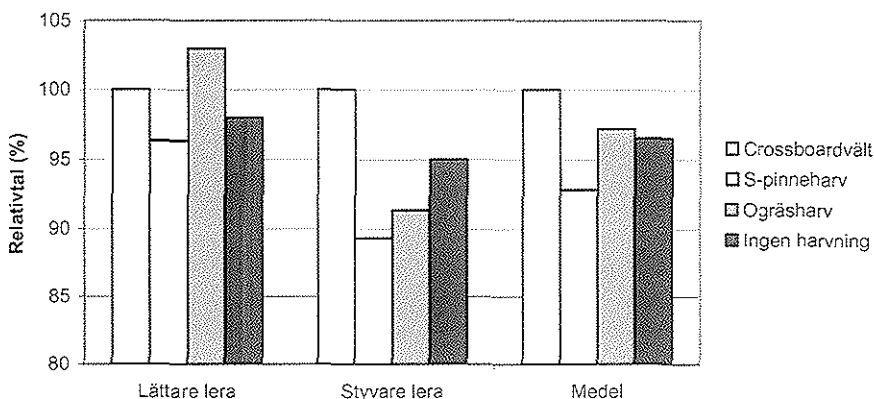
Bearbetning		2003	2004	2005	Medel* 04-05	Medel* 03-05
Lättare lera	Crossboardvält	1,43b	1,43b	1,57	1,50	1,48
	S-pinnehav	1,41b	1,52a	1,60	1,55	1,51
	Ogräshav	1,41b	1,43b	1,53	1,48	1,46
	Utan harvning	1,50a	1,42b	1,54	1,48	1,49
Styvare lera	Crossboardvält	1,62	1,45ab	1,96bc	1,71bc	1,68b
	S-pinnehav	1,68	1,47a	2,04a	1,75a	1,73a
	Ogräshav	1,63	1,44b	2,02ab	1,73ab	1,70ab
	Utan harvning	-	1,43b	1,91c	1,67c	-

* Åren har använts som upprepning i den statistiska bearbetningen

Tabell 16. Kväveinnehåll i kärnskörd (kg/ha) respektive år och i medeltal på lättare respektive styvare lera i försöksserie R2-6121. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Bearbetning		2003	2004	2005	Medel* 04-05	Medel* 03-05
Lättare lera	Crossboardvält	64	34	76	55	58
	S-pinnehav	60	36	72	54	56
	Ogräshav	65	35	75	55	58
	Utan harvning	59	36	73	55	56
Styvare lera	Crossboardvält	36	77	57	67	57
	S-pinnehav	34	76	49	62	53
	Ogräshav	33	77	50	64	53
	Utan harvning	-	75	50	63	-

* Åren har använts som upprepning i den statistiska bearbetningen



Figur 7. Medelskörd 2003-2005 på lättare respektive styvare lera samt totalt för båda försöken. Relativtal, Crossboardvält=100%. (För controlledet, D, på styvare lera ingår endast år 2004-2005.)

Övergripande diskussion

Den positiva effekt som broddharvningen hade på skörden i den här försöksserien kan vara ett resultat av det lägre ogrässtrycket men kan också delvis bero på ej mätta faktorer såsom skorpbrytningens effekt på bestockningen och luckringens effekt på vattenhushållningen. Skorpbildningen var dock inte speciellt kraftig något utav åren vilket talar för att inverkan av dessa senare faktorer inte varit de dominerande. Bäst skördeeffekt hade broddharvningen år 2004 på den styvare leran och 2005 på den lättare leran. Vid båda dessa tillfällen hade broddharvningen också en god ogräs-effekt.

Totalt sett var resultaten lite svårtolkade. Effekten av harvningen var varierande och det är svårt att dra några direkta slutsatser om dess påverkan på skörd och mineralisering. Däremot visade försöket att broddharvning är värdefullt när det gäller att minska antalet ogräs samt att det på lerjordar kan vara fördelaktigt att använda Väderstad crossboardvält. Många studier har visat att harvning i växande gröda, bortsett från effekten av ett reducerat ogrässtryck, har liten eller ingen negativ effekt på skörden. Inte heller i den här studien kunde vi påvisa någon negativ påverkan på skörden av harvningen. Det går dock inte att skilja en eventuellt negativ skördeeffekt av harvningens påverkan på grödan från en eventuellt positiv effekt på skörden av en minskad ogräsmängd.

Steinmann (2002) kunde inte påvisa någon ökad mineralisering efter ogräsharvning. Visserligen ökade mineralkvävmängden i marken efter harvning något men samtidigt minskade upptaget i gröda med motsvarande mängd. Detsamma var fallet i detta försök (åren 2003-2004) då den beräknade nettomineraliseringen inte skilde mellan harvat och oharvat. Att den beräknade nettomineraliseringen blev nämnvärt

högre efter harvning 2003 skulle till viss del kunna hänga ihop med en något högre mullhalt i försöken detta år, eller på att andra faktorer varit mer gynnsamma för mineraliseringen detta år, t ex klimatet. Å andra sidan skulle det även till fullo kunna beror på att metoden för att uppskatta mineraliseringen år 2003 skilde sig mellan harvade och oharvat led.

Mineralisering vid harvning gynnas visserligen av försommarens höga medeltemperatur, vilken ökar mikroorganismernas aktivitet. Emellertid så utförs en ogräsharvning gärna när marken är relativt torr för att få bästa ogräseffekt. Att marken är torr kan göra att effekten på mineraliseringen begränsas eftersom mineraliseringen gynnas av en högre vattenhalt. Mullhalten på försöksplatserna var relativt låg. Det är möjligt att en högre mullhalt hade bidragit till en tydligare inverkan av harvningen på mineraliseringen. Så hade förmodligen också blivit fallet på mark där reducerad bearbetning praktiseras. Marken på försöksplatserna i denna studie har historiskt plöjts och därför kontinuerligt utsatts för omblandning och påverkan på nedbrytningen av markens organiska material, vilket troligtvis gör att den svarar mindre kraftigt på luftningen vid harvningen vilket visats i labförsök (Calderon, 2000).

Försöket med broddharvning har finansierats inom ramen för SLU:s projekt Ekoforsk.

Litteratur

- Adu, J.K., Oades, J.M. 1978. Physical factors influencing decomposition of organic materials in soil aggregates. *Soil Biol. Biochem.* 10, 109-115.
- Calderon, F.J., Jackson, L.E., Scow, K.M., Rolston, D.E. 2000. Microbial responses to simulated tillage in cultivated and uncultivated soils. *Soil Biol. Biochem.* 32, 1547-1559.
- Dexter, A.R. 1997. Physical properties of tilled soils. *Soil Till. Res.* 43, 41-63.
- Gupta, V.V.S.R., Roper, M.M., Kirkegaard, J.A. and Angus, J.F. 1994. Changes in microbial biomass and organic matter levels during the 1st year of modified tillage and stubble management practices on a red earth. *Australian Journal of Soil Research.* 32, 1339-1354.
- Heinonen, R. 1985. Soil management and crop water supply. 4th edition. Dept. Of Soil Sciences, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Johansson, D. 1998. Radhackning med och utan efterredskap i stråsäd. Slutrapport för fältförsök 1995-1997. Rapporten från jordbearbetningsavdelningen, nr 94. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Korsmo, E. 1926. Ogräs. Ogräsarternas liv och kampen mot dem i nutidens jordbruk. Stockholm.
- Kreuger, J., Peterson, M. & Lundgren, E. 1999. Agricultural inputs of pesticide residues to stream and pond sediments in a small catchment in southern Sweden. *Bulletin of Environmental Contamination & Toxicology* 62(1), 55-62.
- Myrbeck, Å., Rydberg, T., Stenberg, M., Aronsson, H. 2005. Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväve mineraliseringen under vinterhalvåret och på kväveutlakningen i odlingssystem med och utan fånggröda. Slutrapport från

- försök 2000-2005. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr 110. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Ramon, J., Hereter, A. 2005. Effects of tillage systems in dryland farming on near-surface water content during the late winter period. *Soil Till. Res.* 82, 173-183.
- Rasmussen, J. 1992. Testing harrows for mechanical control of annual weeds in agricultural crops. *Weed Res.* 32, 267-274.
- Rydberg, T. 1985. Ogräsharvning i vårstråsäd – en litteraturstudie. Inst. F. växtodling. Rapport nr 154. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.
- Sillon, J.F., Richard, G., Cousin, I. 2003. Tillage and traffic effects on soil hydraulic properties and evaporation. *Geoderma.* 116, 29-46.
- Steinmann, H.-H. 2002. Impact of harrowing on the nitrogen dynamics of plants and soil. *Soil Tillage Res.*, 65, sid 53-59.
- Stenberg, M., Aronsson, H., Lindén, B., Rydberg, T., Gustafson, A. 1999 Soil mineral nitrogen and nitrate leaching losses in soil tillage systems combined with a catch crop. *Soil Tillage Res.* 50:115-125.
- Stenberg, M., Myrbeck, Å., Lindén, B., Rydberg, T. 2005. Inverkan av tidig och sen jordbearbetning under hösten på kväveminaliseringen under vinterhalvåret och på utlakningsrisken på en lerjord – Slutrapport. Rapporter från Avdelningen för precisionsodling, nr 3. Institutionen för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Thomsen, I.K. & Sørensen, P. 2005. Tillage-induced N mineralization and N uptake in winter wheat on coarse sandy loam. *Soil & Tillage Research* 89, 58-69.
- Van der Werff, H.M.G., van der Schans, D.A., Boone, F.R., Veen, B.W. 1991. The effect of inter-row cultivation on yield of weed-free maize. *J. Agron. Crop Sci.* 166, 249-258.
- Wilson, B.J., Wright, K.J., Butler, R.C. 1993. The effect of different frequencies of harrowing in the autumn or spring on winter wheat and on the control of *Stellaria media* (L.) vill., *Galium aparine* L. and *Brassica napus* L. *Weed Res.* 33, 501-506.

<http://miljomal.nu>

RAPPORTER FRÅN JORDBEARBETNINGSAVDELNINGEN

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

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

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

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

- 74 1987 Tomas Rydberg, Torbjörn Öckerman. Plöjningsfri odling - Dess inverkan på rotutveckling och evaporation. 52s.
The effects of ploughless tillage on root development and evaporation. 52pp.
- 75 1987 Hans Svensson. Jordpackningens inverkan på sockerbetans rotutveckling och skördens storlek. 31s.
Effects of soil compaction on root development and yield of sugarbeets. 31pp.
- 76 1987 Tomas Rydberg. Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975-1986. 53s.
Studies in ploughless tillage in Sweden 1975-1986. 53pp.
- 77 1988 Reduceret jordbearbejdning. Rapport från NJF-seminarium i Horsens, Danmark 9-11 februari 1988. 240s.
Reduced cultivation. 240pp.
- 78 1990 Inge Håkansson, Mary McAfee, Sixten Gunnarsson. Verkan av körning med traktor och vagn vid vallskörd. Resultat från 24 försöksplatser. 41s.
Effects of traffic during harvest on yield of grass leys. Results from field trials on 24 Swedish sites. 41pp.
- 79 1990 Krister Nilsson. Packningsskador vid konservärtskörd - ekonomiska konsekvenser och åtgärder för att minska packningen. 16s.
Estimation of the economic consequences of soil compaction when harvesting canning peas. 16pp.
- 80 1990 Tomas Rydberg, Mary McAfee, Börje Gillberg. Djupplöjning på lätta mineraljordar. 50s.
Effects of subsoiling on crop yields on light mineral soils. 50pp.
- 81 1992 Johan Arvidsson, Sixten Gunnarsson, Lena Hammarström, Inge Håkansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg. 1991 års jordbearbetningsförsök. 58s.
- 82 1992 Johan Arvidsson, Inge Håkansson. En modell för att beräkna jordpackningens effekter på grödornas avkastning. 23s.
An empirical model for estimating the crop yield losses caused by machinery induced soil compaction. 23pp.
- 83 1992 Maria Stenberg, Reynaldo A. Comia, Tomas Rydberg, Inge Håkansson, Sixten Gunnarsson. Harvsådd i konventionella och plöjningsfria bearbetningssystem. 18s.
Soil and crop responses to different tillage systems. 18pp.
- 84 1992 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Maria Stenberg, Tomas Rydberg, Mats Tobiasson, Hans Pettersson, Sixten Gunnarsson, Ararso Etana, Inge Håkansson, Ingrid Karlsson, Karin Blombäck. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1992. 86s.
- 85 1994 Johan Arvidsson, Inge Håkansson. Finns packningsskador kvar efter plöjning? Resultat från 21 långliggande fältförsök. 31s.
Do effects of soil compaction persist after ploughing. Results from 21 Swedish long-term field experiments. 31pp.
- 86 1994 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Hans Pettersson, Jörgen Lidström, Lars Olsson, Barbro Beck-Friis, Sasa Ristic, Inge Håkansson, Ararso Etana, Eva Salomon. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1993. 88s.
- 87 1994 Thomas Grath. Inverkan av jordpackning och anaeroba markförhållanden på grödornas näringsupptagning samt på rotrot och utveckling hos ärtor. 61s.
Influences of soil compaction and anaerobic soil conditions on crop nutrient uptake and on root rot and growth of peas. 61pp.
- 88 1995 Johan Arvidsson, Lena Hammarström, Tomas Rydberg, Maria Stenberg,

- Eva Salomon, Staffan Steineck, Ingrid Karlsson, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Åse Littorin-Johansson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1994. 77s.
- 89 1996 Ingrid M. Karlsson. Sportgräsytor etablering och skötsel - erfarenheter från ett markbyggnadsförsök. 94s.
Establishment and maintenance of grassed sports fields - experience from a field experiment on soil construction alternatives. 94pp.
- 90 1996 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Susanne Johansson, Ingrid M. Karlsson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg, Johan Bengtsson, Calle Blackert, Rickard Ivarsson, Anna Lena Carlsson, Sasa Ristic. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1995. 80s.
- 91 1997 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Eva Salomon, Maria Stenberg. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1996. 80s.
- 92 1997 Johan Arvidsson. Tidig sådd - ett system för reducerad bearbetning vid vårsådd. Slutrapport för fältförsök 1992-1996. 45s.
Early sowing - a reduced tillage system for spring sowing. Final report for field experiments 1992-1996. 45pp.
- 93 1998 Johan Arvidsson, Helena Elmquist, Sixten Gunnarsson, Daniel Johansson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Andreas Trautner, Thomas Wildt-Persson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1997. 74s.
- 94 1998 Daniel Johansson. Radhackning med och utan efterredskap i stråsäd. Slutrapport för fältförsök 1995-1997. 49s.
Row hoeing in cereals with and without tools behind. Final report for field experiments 1995-1997. 49pp.
- 95 1998 Maria Stenberg, Göran Bergkvist, Helena Aronsson. Jordbearbetningsstrategi och etableringsteknik till hösträps för att minska risken för kväveläckage. 18s.
Soil tillage strategy and winter oil-seed rape establishment techniques to reduce the risk for nitrogen leaching. 18pp.
- 96 1999 Johan Arvidsson, John Löfkvist, Tomas Rydberg, Erika Sjöberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1998. 68s.
- 97 2000 Ararso Etana, Tomas Rydberg och Inge Håkansson. Markfysikaliska studier i långliggande försök med reducerad jordbearbetning. 29s.
Studies of soil physical properties in long-term experiments with reduced tillage. 29pp
- 98 2000 Johan Arvidsson, Ararso Etana, John Löfkvist, Magnus Melin, Lars Pålsson, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 1999. 76s.
- 99 2000 Inge Håkansson. Packning av åkermark vid maskindrift. Omfattning - effekter- motåtgärder. 123 s.
- 100 2000 Johan Arvidsson, Jan van den Akker, Rainer Horn (redaktörer). Experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European community. Proceedings of the 3rd workshop of the Concerted Action " Experiences with the impact of subsoil compaction on soil, crop growth and environment and ways to prevent compaction", 14-16 June, Uppsala, Sweden.
- 101 2001 Johan Arvidsson, Thomas Keller, John Löfkvist, Åsa Myrbeck, Nina Nordström, Tomas Rydberg, Fredrik Sassner, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2000. 67s.
- 102 2001 Johan Arvidsson, Andreas Trautner, Erika Sjöberg. Alvpackning av tunga

- betupptagare. Slutrapport från försök 1995-2000. 56 s.
- 103 2002 Johan Arvidsson, Fredrik Andersson, Elisabeth Bölenius, Johan Karlsson, Thomas Keller, John Löfkvist, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Urban Svantesson, Torgil Svensson, Alfredo de Toro, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2001. 86s.
- 104 2003 Johan Arvidsson, Maria Ehrnebo, Ararso Etana, Karin Gustafsson, Thomas Keller, John Löfkvist, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Urban Svantesson, Andreas Trautner. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2002. 78s.
- 105 2003 Åsa Myrbeck, Johan Arvidsson, Thomas Keller. Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord. Slutrapport från försök 1999-2002. 44 s.
- 106 2003 Karin Gustafsson, Johan Arvidsson, Thomas Keller. Dragkraftsbehov för plog, kultivator och tallriksredskap vid olika markvattenhalter. 41 s.
- 107 2004 Johan Arvidsson, Ararso Etana, Thomas Keller, Marcus Magnusson, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Urban Svantesson. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2003. 86s.
- 108 2005 Johan Arvidsson (redaktör). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2004. 77s.
- 109 2006 Johan Arvidsson (redaktör). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2005. 84s.
- 110 2006 Myrbeck Åsa, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Helena Aronsson. Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväveminaliseringen och på kväveutlakningen i odlingssystem med och utan fånggröda. Slutrapport från försök 2000-2005. 25s.