

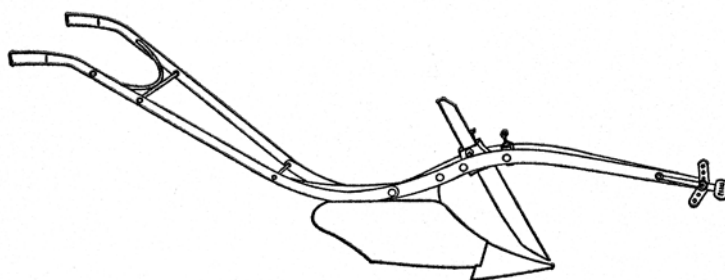


SVERIGES
LANTBRUKSUNIVERSITET
UPPSALA

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 114

2008

Åsa Myrbeck och Maria Stenberg

Direktsådd av höstvetete som åtgärd för att förbättra kväveutnyttjandet under hösten i höstvetete. Slutrapport från försök 2003-2005.

ISSN 0348-0976

ISRN SLU-JB-R--113--SE

Direktsådd av höstveten efter oljeväxter – kan vi förbättra kväveutnyttjandet under hösten och dessutom öka lönsamheten?

Slutrapport från försök 2003-2005.

Denna rapport utgör en slutredovisning från försöksserie R2-4046 "Direktsådd av höstveten som åtgärd för att förbättra kväveutnyttjandet under hösten i höstveten." Projektet har genomförts som tre fältförsök på olika platser i Syd- och Mellansverige under åren 2003-2005. Ansvarat för skötseln av försöken har Bert Mårtensson vid SLU:s Avdelningen för jordbearbetning på Ultuna, Rolf Tunared vid SLU:s försöksstation Lanna, Anders Engberg vid SLU:s försöksstation Lönnstorp och Harriet Andersson vid Hushållningssällskapet i Borgeby. Analyser av jord och grödor har utförts av Allan Lundkvist och Rose-Marie Ericsson vid Avdelningen för växtnäringslära, SLU.

Försöket har finansierats av Stiftelsen lantbruksforskning.

Resultat från försöket har tidigare presenterats i följande litteratur:

Myrbeck, Å. 2005. Forskning lönar sig. Nyhetsbrev från SLF. Nr 1, 2005.

Engström, L., Myrbeck, Å., Stenberg, M., Lindén, B. 2006. Increased nitrogen utilization by direct drilling of winter wheat after oilseed rape. In: "Proceedings of the 14th Nitrogen Workshop – N management – agro systems in relation to the Water Framework Directive". 24-26 October 2005, Maastricht, The Netherlands.

Engström, L., Myrbeck, Å., Stenberg, M., Lindén, B. 2006. Increased nitrogen utilization by direct drilling of winter wheat after oilseed rape. "Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment. 28 August – 3 September, Kiel, Germany. On CD-Rom ISBN no: 3-9811134-0-3.

Info 2006 från Väderstad-Verken AB. Informationsblad 2006.

Avdelningen för Jordbearbetning och Avdelningen för Precisionsodling, SLU, januari 2008

Åsa Myrbeck och Maria Stenberg

Summary

Early autumn cultivation of soil is known to stimulate nitrogen (N) mineralisation and increase the risk of N leaching from arable land. This is due to mineralisation of soil organic matter and high release of nitrate after mechanical disturbance at a time when soil temperature still allows high microbial activities. Nitrogen uptake in winter wheat is rather low, often not more than 10-15 kg ha⁻¹. Therefore, N mineralised due to conventional establishment of winter wheat is at risk of leaching during autumn and winter, especially if the preceding crop leaves a lot of N in the soil and in its crop residues, e.g. oilseed rape. This project studied the extent to which direct-drilling or shallow cultivation using Väderstad Carrier (5-7 cm) or stubble cultivation (10-12 cm) instead of conventional establishment after early mouldboard ploughing could mitigate N mineralisation during autumn, and how it affected crop establishment and yield. One-year field trials with three replicates were established at three Swedish sites in autumn 2002 and studied for three consecutive years. All four techniques for establishment of winter wheat (including direct-drilling) resulted in more soil mineral N in comparison with untreated soil. The increase after direct-drilling compared to no treatment varied between 5-36 kg N per hectare and was possibly explained by faster release of N from the oilseed rape residues. Two weeks after sowing, the soil profile contained on average 10, 5 and 7 kg less soil mineral N after direct-drilling than after mouldboard ploughing in a light clay soil in Skåne, a light soil in Västergötland and a heavy clay soil in Uppland respectively. Shallow cultivation resulted in -3 kg, +11 kg and -10 kg less mineral N per hectare compared with mouldboard ploughing in Skåne, Västergötland and Uppland respectively. In Skåne, soil mineral N increased with increasing tillage depth. At the two other sites, however, there was no clear relationship between tillage intensity and soil N content. In Västergötland shallow cultivation resulted in more soil mineral N than mouldboard ploughing, while in Uppland direct-drilling resulted in more soil mineral N than shallow tillage. Comparing mouldboard ploughing and shallow tillage, soil mineral N during autumn after establishment of winter wheat was more dependent on the timing of tillage than tillage method. Average values of all nine experiments showed that net mineralisation was 8% lower after direct-drilling than after primary tillage and sowing (mouldboard ploughing or shallow tillage), while compared to mouldboard ploughing it was 20% lower. Reduced tillage, especially direct-drilling but also shallow tillage, increased the amount of weeds in spring compared with mouldboard ploughing. However, these treatment differences disappeared after herbicide application in summer, and thus with normal spraying, the effect of reduced tillage on weeds was not a problem. Direct-drilling resulted in a 2% yield reduction compared with mouldboard ploughing. The highest wheat yields were obtained after stubble cultivation and Väderstad Carrier. From an economic point of view, direct drilling or shallow cultivation to establish winter wheat is preferable to conventional mouldboard ploughing.

**Direktsådd av höstvetete efter oljeväxter – kan vi
förbättra kväveutnyttjandet under hösten och
dessutom öka lönsamheten?
Slutrapport från försök 2003-2005.**

Sammanfattning	2
Bakgrund	3
Syfte	4
Material och metoder	4
Försöksplatser.....	4
Försöksupplägg	5
Analyser av jord och gröda	8
Beräknad nettomineralisering.....	8
Statistisk bearbetning	9
Resultat och diskussion.....	9
Växtrester från förfrukten.....	9
Mineralkväve i marken.....	9
Nettomineralisering	14
Ogräs	15
Skörd	17
Slutsatser	19
Litteratur	19
Bilaga 1. Mineralkväve i marken	22
Bilaga 2. Ogräs.....	26

Sammanfattning

Det är välkänt att jordbearbetning tidigt på hösten stimulerar kvävemineraliseringen och ökar risken för kväveläckage under höst och vinter. Eftersom en höstvetegröda tar upp förhållandevis små mängder kväve under hösten (ofta inte mer än 10-15 kg ha⁻¹) innebär konventionell etablering av höstvete att en del av det kväve som mineraliseras till följd av bearbetningen riskerar att läcka ut under hösten och vintern, speciellt efter grödor med god kväveefterverkan. Syftet med projektet var att studera i vilken grad direktsådd av höstvete efter oljeväxter alternativt etablering efter en grund bearbetning med Väderstad Carrier (5-7 cm) respektive stubbearbetning (10-12 cm) påverkar mineraliseringen av kväve i marken under hösten och etablering av grödan jämfört med konventionell sådd av höstvete efter tidig höstplöjning. Försöken var ettåriga och utfördes under tre år som blockförsök med tre upprepningar på tre platser i Sverige. Samtliga etableringsmetoder för höstvete visade sig stimulera kvävemineraliseringen i marken jämfört med obearbetat led – även direktsådden. Ökningen efter direktsådd jämfört med obearbetat led varierade mellan 5 och 36 kg per hektar och kan eventuellt förklaras av en ökad nedbrytning av oljeväxtresterna från förfrukten. Två veckor efter sådd uppmättes i medeltal 10 kg, 5 kg och 7 kg mindre mineralkväve i markprofilen per hektar efter direktsådd än efter plöjning på moränlättilera i Skåne, lättare jord i Västergötland respektive lerjord i Uppland. Grund bearbetning jämfört med plöjning resulterade i -3 kg, +11 kg och -10 kg per hektar i Skåne, Västergötland respektive Uppland. I Skåne kunde markkvävemängderna således minskas framförallt genom direktsådd, men även genom grundare bearbetning. På de övriga platserna var bearbetningsintensitetens inverkan mer otydlig. I Västergötland orsakade stubbearbetning större ökning av mineralkvävemängden än plöjning och i Uppland gav direktsådden mer mineralkväve än de grunda bearbetningarna, eventuellt på grund av en ökad immobilisering efter nedbrukning av oljeväxtrester i de grunda bearbetningarna. Mineralkväveinnehållet i marken tidig höst berodde mer på tidpunkten för bearbetning än på metoden. I genomsnitt för samtliga nio försök var mineraliseringen 8 % lägre vid direktsådd än efter en bearbetning (plöjning eller grund bearbetning). I jämförelse med plöjda led var den 20 % lägre. Direktsådd av höstvete gynnade ogräsen, men även stubbearbetning och bearbetning med Carrier innebar ökad ogräsförekomst på våren jämfört med plöjning. Ledskillnaderna försvann efter försommarens herbicidbehandling och ogräsen var alltså inget problem under sommaren vid normal herbicidbehandling. Direktsådden innebar i medeltal endast en tvåprocentig skördeminskning jämfört med konventionell plöjning och såbäddsberedning. I medeltal gav den grunda bearbetningen stubbearbetning och bearbetning med Carrier de högsta skördarna. Lönsamhetsmässigt borde etableringen av höstvete med direktsådd eller grund bearbetning vara att föredra.

Bakgrund

Det är välkänt att omrörningen av marken i samband med en bearbetning ökar omsättningen av rötter, skörderester samt äldre organiskt material i marken (t ex Rovira & Greacen, 1957; Adu & Oades, 1978; Watts et al. 2000). Bearbetning ökar lufttransporten ner i marken samt frigör tidigare skyddat organiskt material som mikroorganismerna nu kommer åt och kan bryta ner. Ett flertal fältförsök har visat att en jordbearbetning tidigt på hösten stimulerar kväve mineraliseringen i större utsträckning och ökar risken för kväveläckage under höst och vinter jämfört med en senare bearbetning (t ex Stenberg et al., 1999, 2005; Myrbeck et al., 2003, 2006; Aronsson & Torstensson, 2003; Lindén et al., 2006). Vi vet också att den stimulering av kväve mineraliseringen som en bearbetning ger upphov till ofta är större ju djupare man bearbetar (Stenberg et al., 1999, Myrbeck et al., 2006).

Kväveupptaget i en höstvetegröda är relativt litet, 10-15 kg ha⁻¹ i ovanjordisk gröda vid normal såtidpunkt och ca 20 kg vid tidig sådd (Lindén et al., 2000) och står inte i proportion till den stimulerande effekt på kväve mineraliseringen som en tidig höstbearbetning har. Konventionell etablering av höstvetet, med plöjning och såbäddsberedning, innebär därför att en del av det kväve som mineraliseras till följd av bearbetningen riskerar att läcka ut under hösten och vintern. Utlakningsrisken är också beroende av förfrukten.

Ansamlingen av mineralkväve i marken liksom utlakningen av kväve är ofta större efter odling av oljeväxter än efter odling av stråsäd (Knudsen et al., 2000; Aronsson & Torstensson, 2003; Lindén & Engström, 2006). Troliga förklaringar är en stor frigörelse av kväve vid nedbrytning av döda eller döende blad och andra växtdelar i samband med oljeväxternas mognadsförlopp, att kväveupptaget upphör relativt tidigt under mognadsförloppet samt att de ovanjordiska skörderesterna ofta innehåller mer kväve än spannmålets. Lindén & Engström (2006) uppmätte 43 kg N ha⁻¹ i rapshalm jämfört med 28 kg N ha⁻¹ i havre. Rapsens halm har också ofta en lägre kol/kvävekvote än spannmålets (Lindén & Engström, 2006), vilket kan ge en lägre immobilisering och därmed ett snabbare mineraliseringsförlopp efter nedbrukning.

Den växttillgängliga mängden kväve i marken har visat sig vara högre efter raps än efter havre. Lindén & Engström (2006) visade att den växttillgängliga mängden mineraliserat jord- och förfruktskväve som utnyttjats av höstvetet var 25 kg högre efter raps än efter havre. Enligt Engström & Gruvaeus (1998) medför höstrapsens kväveefferverkan att den optimala kvävegivan till höstvetet efter höstraps är i medeltal 34 kg N ha⁻¹ lägre än efter stråsäd. Man kan räkna med 1000 kg/ha merutbyte av höstvetet efter oljeväxter i jämförelse med efter korn (Wallgren, 1986; Svensson, 1988). En bidragande orsak till oljeväxternas goda efterverkan är också dess sanerande effekt, bl a av rotdödare (*Gaeomannaomyces graminis*), i stråsådesdominerande växtföljder (Christensen et al., 1992; Olofsson, 1993).

Lindén och Engström (2006) konstaterar att det är viktigt att effekterna av kväveansamlingen i marken efter höstraps motverkas, t ex genom avvägda jordbearbetningsåtgärder. Ett sätt att minska risken för utlakning vid etablering av höstvetete efter kväverika förfrukter är att ersätta plöjningen med grundare eller mindre intensiv bearbetning. Vid direktsådd av höstvetete minimeras bearbetningen och därmed stimuleringen av kväveminaliseringen och risken för kväveutlakning. Även vid en mycket ytlig bearbetning innan sådd av höstvetete borde mineraliseringen minska jämfört med vid traditionell plöjning. Oljeväxternas sanerande effekt gör också direktsådden speciellt lämplig efter denna förfrukt.

Direktsådd av höstvetete innebär också lägre kostnader inom spannmålsodlingen jämfört med höstplöjning och såbäddsberedning. Många lantbrukare praktiserar redan idag direktsådd eller reducerad bearbetning efter kväverika förfrukter. Det är oklart hur många, men enligt en rundringning i det område som omfattas av ersättningsystemet för fånggröda/vårbearbetning praktiserar 30-75 % i området plöjningsfritt efter oljeväxter och 0-25 % efter ärter (Rydberg, T.).

Hösten 2002 påbörjades en studie där vi undersökte hur mineraliseringen av kväve i höstvetete efter oljeväxter påverkas om höstvetetet direktsås eller om reducerad bearbetning tillämpas.

Syfte

I det här redovisade projektet studerade vi i vilken grad direktsådd av höstvetete efter oljeväxter jämfört med konventionell sådd av höstvetete efter tidig höstplöjning påverkade mineralisering av kväve i marken under hösten och etablering av höstvetegrödan. Vi ville också undersöka hur en grund bearbetning (5-7 cm) eller en stubbearbetning till 10 cm, med efterföljande sådd av höstvetete, påverkade mineraliseringen av kväve samt etableringen av grödan. Grund bearbetning förväntades ha en positiv ogräseffekt samt en utjämnande effekt på markytan vilken inte erhålls vid direktsådd. En tilljämning av ytan skulle kunna gynna höstvetets etablering jämfört med direktsådd, men öka risken för oönskad kväveminalisering.

Material och metoder

Försöksplatser

Hösten 2002 anlades tre fältförsök med olika etableringstekniker för höstvetete efter oljeväxter vid Avdelningen för jordbearbetning och Avdelningen för precisionsodling, SLU. Försöken var ettåriga och utfördes under tre år på tre platser i Sverige; i Skåne (år 1-2: Lönnstorp, år 3: Vallåkra), utanför Ljung i Västergötland (år 1-3: Bjertorp) och kring Uppsala i Uppland (år 1: Högsta, år 2-3: Säby). Nya försöksfält användes varje år. Lerhalten på försöksplatserna varierade mellan 10-55 %. I tabell 1 visas data för de totalt nio försöksfälten. Temperatur och nederbörd för de aktuella försöksplatserna under perioden visas i figur 1.

Tabell 1. Kornstorleksfördelning (% vikt/vikt) och mullhalt (% organiskt material) för respektive försöksplats och år i försöksserie R2-4046

	2003			2004			2005		
	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90	0-30	30-60	60-90
Skåne									
Ler	24,4	23,0	23,8	24,4	23,0	23,8	13,2	16,4	17,1
Mjäla	14,2	16,5	20,4	14,2	16,5	20,4	16,2	17,5	17,9
Mo	39,1	36,5	35,1	39,1	36,5	35,1	42,7	39,3	40
Sand	22,3	23,9	20,7	22,3	23,9	20,7	27,9	26,8	24,9
Mull	3,0	0,7	0	3,0	0,7	0	2,3	1,1	0,7
Västergötland									
Ler	7,4	6,9	-	23	39,3	-	22,6	29,1	-
Mjäla	4,8	3,0	-	20,2	24,9	-	19,0	19,6	-
Mo	20,2	14,2	-	39,4	32,7	-	35,3	36,8	-
Sand	67,6	75,8	-	17,5	3,1	-	23,2	14,5	-
Mull	5,5	1,5	-	3	0,6	-	2,7	0,6	-
Uppland									
Ler	37,3	26,7	24	53,1	55,4	59,4	53,1	55,4	59,4
Mjäla	25,4	21,1	24,1	31,4	30,1	29,6	31,4	30,1	29,6
Mo	32,7	47,7	51,1	14,7	13,7	10,8	14,7	13,7	10,8
Sand	4,6	4,5	0,9	0,8	0,8	0,4	0,8	0,8	0,4
Mull	3,5	0	0	4,4	0,1	0,5	4,4	0,1	0,5

Försöksupplägg

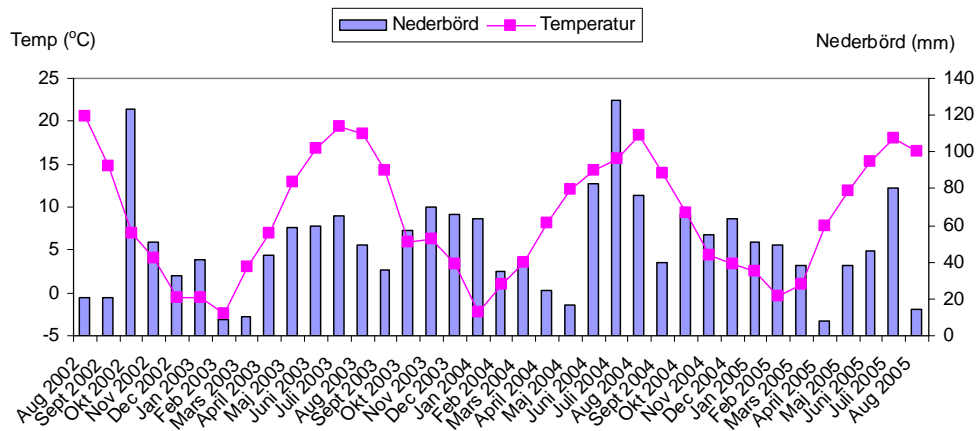
Försöksplanen presenteras i tabell 2. Försöken (försöksserie R2-4046) utfördes som randomiserade blockförsök med tre upprepningar. Rutorna var 18-24 m långa och bredden varierade, beroende på maskinparkens utseende, mellan 6 och 9 m i led A-D samt F medan den var 3 m i led E. Växtnäringstillförsel och växtskyddsåtgärder utfördes enligt gällande rekommendationer för respektive område och platsförhållanden. I led B (konventionell bearbetning) utfördes vid behov en stubbearbetning före plöjningen och om möjligt då efter att spillsäden grott. I led C, D och F utfördes första bearbetningen om möjligt efter att spillsäden grott och andra bearbetningen i anslutning till sådd. Harvning före sådd utfördes vid behov i alla led utom A. Tidpunkter för åtgärder i försöket visas i tabell 3.

Tabell 2. Försöksplan i försöksserie R2-4046 med försök på tre platser i Syd- och Mellansverige

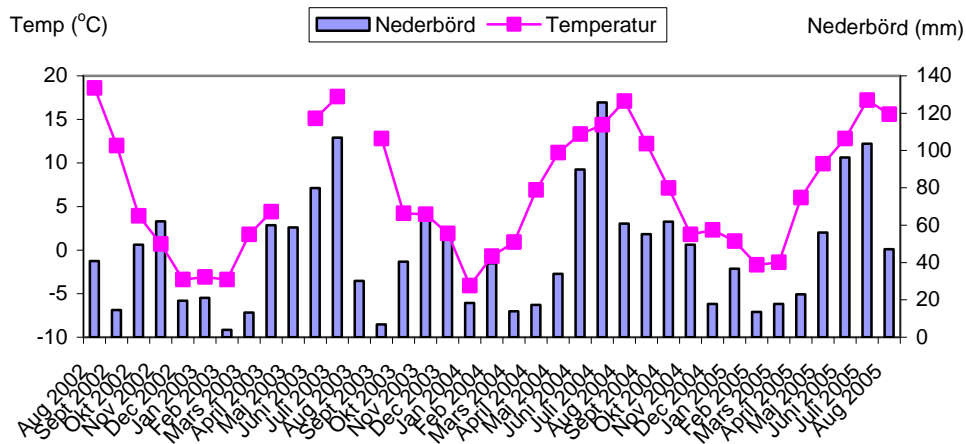
Led	Såbäddsberedning och sådd
A	Direktsådd av höstvetete med Väderstad Rapid.
B	Konventionell sådd av höstvetete vid normal såtidpunkt. Stubbearbetning vid behov vid normal tidpunkt för höstbearbetning. Därefter plöjning och konventionell såbäddsberedning.
C	Sådd av höstvetete med Väderstad Rapid efter stubbearbetning (9-12 cm).
D	Sådd av höstvetete med Väderstad Rapid efter grund bearbetning med Väderstad Carrier (5-7 cm).
E	Referensled, obearbetat och osått.
F ¹	Sådd av höstvetete med Lemkens ekipage Smaragd (grund kultivering) och Solitaire (sådd).

¹ Endast år 2002 i Skåne.

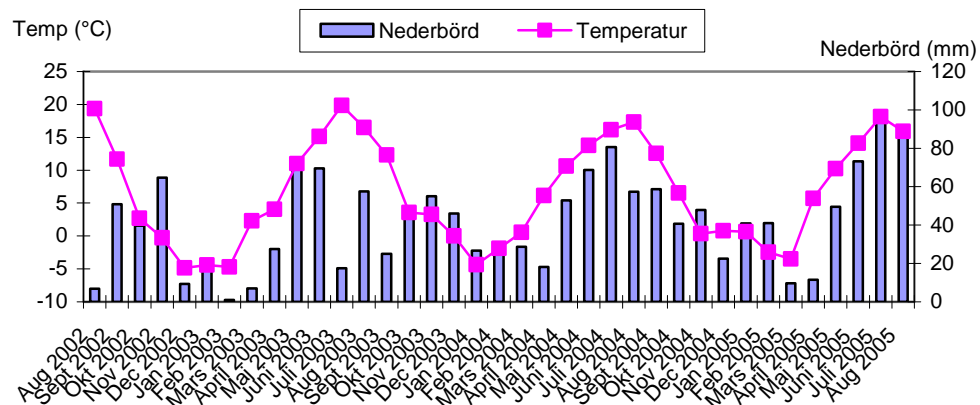
Lund, Skåne



Lanna, Västergötland



Uppsala, Uppland



Figur 1. Temperatur och nederbörd i de tre försöken i Skåne (Lund), Västergötland (Lanna) och Uppland (Uppsala) augusti 2002–augusti 2005.

Tabell 3. Datum för bearbetning, sådd och ogräsbekämpning samt kg tillfört gödselkväve i försöksserie R2-4046

Försöksplats	Stubbearbetning	Plöjning	Sådd	Ogräsbekämpning	N-gödsling (kg ha ⁻¹)
Skåne					
2002/2003	A		18/9	11/10	30+122
	B	22/8	10/9	18/9	"
	C	22/8 och 17/9		18/9	"
	D	22/8 och 17/9		18/9	"
	F	22/8 och 17/9		18/9	"
2003/2004	A		16/9	6/10	53+108
	B	5/9	10/9	16/9	"
	C	5/9 och 15/9		16/9	"
	D	5/9 och 15/9		16/9	"
2004/2005	A		8/9	1/10 och 24/5	76+68+40
	B		8/9	10/9	"
	C	10/9		10/9	"
	D	10/9		10/9	"
Västergötland					
2002/2003	A		13/9	18/5	55+80
	B		13/9	"	"
	C	29/8 och 13/9	13/9	"	"
	D	29/8 och 13/9		13/9	"
2003/2004	A		17/9	13/5	55+80
	B		8/9	17/9	"
	C	5/9 och 15/9		17/9	"
	D	5/9 och 15/9		17/9	"
2004/2005	A		24/9	25/9 och 13/5	70+74
	B		22/9	24/9	"
	C	20/8 och 24/9		24/9	"
	D	20/8 och 24/9		24/9	"
Uppland					
2002/2003	A		4/9	26/5	121
	B	21/8	2/9	4/9	"
	C	21/8	3/9	4/9	"
	D	21/8	4/9	4/9	"
2003/2004	A		15/9	7/5	119
	B		15/9	"	"
	C	10/9 och 15/9	15/9	"	"
	D	10/9 och 15/9		15/9	"
2004/2005	A		25/9	26/5	120
	B		20/9	25/9	"
	C	15/9 och 20/9		25/9	"
	D	15/9 och 20/9		25/9	"

Analyser av jord och gröda

Kväveinnehållet i skörderesterna från förfrukten (oljeväxter) bestämdes innan bearbetningarna i försöken startade. Materialet torkades i 55°C i 3 dygn. Proverna analyserades sedan på innehållet av totalkväve och torrsubstansmängden bestämdes efter torkning i 105°C.

Antalet ogräs bestämdes före sådd av höstvetet, under påföljande vår och efter skörd av höstvetet. Uppdelning gjordes i örtogräs, rotoagräs och tistel. Vid några tillfällen bestämdes även torrsubstansvikten av ogräsen. Bestämningarna gjordes i tre ramar, 0,5*0,5 m, i varje ruta. Jord som följt med vid klippningen tvättades av varefter ogräsen torkades i 105°C.

I samband med provtagning av jord i november klipptes också höstvetegröda och ogräs och spillsäd för bestämning av kväveupptag i ovanjordisk grönmassa. Klippningen gjordes i tre ramar, 0,5*0,5 m, i varje ruta. Proverna behandlades på samma sätt som beskrivits för oljeväxtresterna ovan och bestämning gjordes av torrsubstansmängd och kväveinnehåll. Skörden bestämdes rutvis med ett tröskdrag per parcell och prov togs ut rutvis för analys av innehållet av totalkväve, renvikt och vattenhalt.

Mineralkvävemängderna i marken provtogs i skikten 0-30, 30-60 och 60-90 cm. Jordprover togs ut vid ett flertal tillfällen under hösten; omedelbart före bearbetning och etablering av höstvetegrödan, två veckor efter sådd och sen höst (början av november). Datum för provtagningarna visas i tabell 4. I varje ruta togs 9 stick i det översta skiktet och 6 i de två undre. Dessa 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 ha⁻¹ med de bestämda skrymdensiteterna för jordprofilerna. Vattenhalten i ovanstående jordprover bestämdes.

Tabell 4. Datum för markprovtagning i försök R2-4046

Försök	Hösten 2002			Hösten 2003			Hösten 2004		
	Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3	Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3	Tidp.1	Tidp.2	Tidp.3
Skåne	23/8	3/10	14/11	3/9	2/10	12/11	-	24/9	2/11
Västergötland	27/8	3/10	19/11	2/9	8/10	18/11	1/9	15/10	17/11
Uppland	20/8	18/9	5/11	4/9	29/9	11/11	11/9	11/10	9/11

Beräknad nettomineralisering

Utifrån uppmätta mängder mineralkväve i matjorden och uppmätta kvävemängder i grödan under samma period beräknades nettomineraliseringen i försöken under hösten. Grödans upptag i rötterna uppskattades till 25 % av upptaget i hela grödan (efter Hansson et al., 1987; Johansson, 1992; Mattsson, 1991; Bolinder, 1996).

Beräkningarna bygger på antagandena att inga förluster av kväve har skett till atmosfären och att inget kväve transporterats till djupare markskikt än de provtagna 0-90 cm. 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.

Resultat och diskussion

Växtrester från förfrukten

Kväveinnehållet i den rapshalm som brukades ner i försöken varierade mellan 18-67 kg N ha⁻¹ (tabell 5). Värdena är i nivå med de som uppmättes av Lindén & Engström (2006) i nio tvååriga försök i Skåne, där kväveinnehållet i rapshalmen uppgick till i medeltal 43 kg N ha⁻¹ (29-77 kg). Torrsubstanshalten och därmed även kol/kväveknoten var dock lägre än i Linden & Engströms försök. Detta kan bero på att skörderesterna i det här beskrivna försöket inte samlades in genast vid skörden av raps utan precis innan höstbearbetningen eftersom vi var intresserade av mängden kväve i nedbrukat material. Mängderna torrsubstans liksom kvävekoncentrationen varierade mycket mellan försöksfälten.

Tabell 5. Skörderester av förfrukten höstraps, torrsubstansmängd (kg ha⁻¹) och kväveinnehåll (kg ha⁻¹) i försök R2-4046

Försök	Hösten 2002		Hösten 2003		Hösten 2004	
	Kg ts ha ⁻¹	Kg N ha ⁻¹	Kg ts ha ⁻¹	Kg N ha ⁻¹	Kg ts ha ⁻¹	Kg N ha ⁻¹
Skåne	3863	52,1	4778	52,8	4640	29,6
Västergötland	4360	28,7	-	-	3339	25,6
Uppland	2010	53,6	1620	18,2	5638	67,1

Mineralkväve i marken

Mängderna mineralkväve i marken under hösten i medeltal för åren 2003-2005 i försöken i Skåne, Västergötland och Uppland presenteras i figur 2. Resultaten respektive år redovisas i tabell 6. I bilaga 1 (tabell 1:1-1:3) finns resultaten presenterade i sin helhet för respektive skikt och år samt uppdelat på nitrat- respektive ammoniumkväve.

Generellt verkar samtliga etableringsmetoder för höstvetete ha stimulerat kväve-mineraliseringen i marken då obearbetat led E var det som hade den minsta ökningen av mineralkväve i markprofilen under hösten. Ökningen efter direktsådd

jämfört med obearbetat led varierade mellan 5 och 36 kg ha⁻¹ och kan eventuellt förklaras av en ökad nedbrytning av oljeväxtresterna från förfrukten. Eftersom detta led var osått och inget kväveupptag i gröda skedde, förmodas skillnaderna gentemot övriga led vad gäller storleken på nettomineraliseringen ha varit större än vad som framkommer när man tittar på mängderna mineralkväve i marken. Framförallt ökade mineralkvävemängderna efter bearbetning i skiktet 0-30 cm, men redan två veckor efter sådd syntes en ökning även i de två undre skikten. I Skåne och Västergötland skiljde det oväntat så mycket som uppemot 20 kg N ha⁻¹ mellan direktsått och obearbetat/osått led två veckor efter sådd. Den omrörning av marken som sker vid direktsått är liten och förväntades inte påverka mineraliseringen nämnvärt. I försök med harvning på våren i höstsådd har den omrörning som harvningen åstadkommit inte orsakat mer än en mycket liten mineralisering, 0-5 kg N ha⁻¹ (Steinmann, 2002; Myrbeck & Rydberg, 2006). En skillnad gentemot nämnda harvningsförsök är att vi här hade oljeväxtrester på ytan vid det aktuella tillfället samt att markfuktigheten under hösten är mer gynnsam för mikrobiell aktivitet än den är på försommaren.

Vid en jämförelse mellan direktsått å ena sidan och primärbearbetning (plöjning, stubbearbetning eller Carrier) + sådd å andra sidan ledde primärbearbetningen till signifikant högre mineralkvävemängder i Skåne, både i skiktet 0-30 cm och i skiktet 30-60 cm, vid tidpunkten två veckor efter sådd. I Västergötland fanns signifikant större mängder i det översta skiktet efter bearbetning. I Uppland uppmättes inga skillnader mellan direktsått och primärbearbetning. Samtliga led, även det obearbetade referensledet, innehöll i Uppland stora mängder mineralkväve.

Det var en viss skillnad mellan de olika bearbetningsmetoderna i deras påverkan på mineralkvävemängderna i marken under hösten. På moränlätteren i Skåne innebar direktsådden i medeltal 11 kg (20, 11 respektive 2 kg, år 1-3) mindre mineralkväve per hektar två veckor efter sådd än plöjning, medan den grundare bearbetningen innebar i medeltal 3 kg mindre. Markkvävemängderna kunde således minskas framförallt genom direktsått men även genom grundare bearbetning. På de övriga platserna var bearbetningsintensitetens inverkan mer otydlig. På lerjordarna i Uppland syntes inga tecken på ökad mineralisering efter grund bearbetning jämfört med direktsått. Tvärtom ökade mineralkvävemängderna under hösten i profilen mer i direktsått led än i grunt bearbetade led. I jämförelse med en plöjning minskade direktsådden mineralkvävet med i genomsnitt 7 kg, medan de grunda bearbetningarna minskade den med 10 kg (ingen signifikans). Mineralkvävemängderna var generellt höga i alla led och eventuellt kan en mer betydande nettoimmobilisering ha skett efter den grunda nerbrukningen av skörderester. I Västergötland återfanns i medeltal 5 kg mindre mineralkväve i direktsått led än i plöjt led. Till skillnad från på de övriga två platserna ledde en grund bearbetning i Västergötland till signifikant mer (11 kg) mineralkväve än en plöjning. Detta kan förklaras av att bearbetningarna utfördes vid olika tidpunkter (se diskussion nedan). Ett av försöksåren (2002) fanns även mindre mineralkväve efter direktsått än efter plöjning och då var skillnaderna mycket stora. Två veckor efter sådd innehöll då markprofilen ner till 90 cm 86 kg ha⁻¹ i plöjt led jämfört med 67 kg ha⁻¹ i direktsått. Inte på någon försöksplats uppmättes några generella skillnader mellan stubbearbetning till 10-12 cm och bearbetning med Carrier till 5-7 cm.

Tidsperioden från första bearbetningen till sådd, och därmed även till markprovtagningarna, skilde ibland mellan leden vilket kan ha bidragit till de något otydliga ledskillnaderna. I Västergötland utfördes år 2002 och 2004 den första stubbearbetningen (i led C och D) två veckor respektive en månad tidigare än plöjningen (i led B). Detta möjliggjorde självfallet en större mineralisering i stubbearbetade led än i plöjt, då mineraliseringen dels stimulerades vid en mer gynnsam temperatur och dels kunde pågå under en längre tid. Även i försöket i Uppland utfördes den första stubbearbetningen ca 5 dagar före plöjningen. Att marken i Uppland och Västergötland i grunt bearbetade led utsattes för omrörning vid två tillfällen, medan marken i plöjt led endast bearbetades vid ett tillfälle påverkade självklart också resultaten. Effekten av tiden mellan bearbetning och provtagning syntes extra tydligt i Västergötland år 2004 då betydligt större mängder mineralkväve uppmättes i grunt bearbetade led än i övriga redan vid det första provtagningstillfället. Detta år gjordes den första provtagningen 12 dagar efter körningen av de grunda bearbetningarna men före plöjningen. I Skåne föregicks plöjningen av en stubbearbetning som då utfördes vid samma tidpunkt som den första stubbearbetningen i led C och D. Samma antal bearbetningar och bearbetning vid samma tidpunkt kan ha bidragit till de tydligare skillnaderna mellan leden i de skånska försöken.

De tillfällen då direktsådden tydligast reducerade mängden mineralkväve i marken jämfört med plöjning överensstämde i Skåne och Uppland med de tillfällen då de nedbrukade oljeväxtresterna innehöll som mest kväve, d v s hösten 2002 och 2003 i Skåne och 2002 och 2004 i Uppland. Tydligast skillnad mellan de två leden hade vi dock i Västergötland år 2002 efter nerplöjningen av mycket måttliga mängder kväve i skörderesterna. Oljeväxtresternas betydelse för nettomineraliseringen under hösten är omdiskuterad. Kol/kväveknoten i rapshalmen mättes inte i den här studien, men i ett större antal försök utförda av Lindén & Engström (2006) var C/N-kvoten i rapshalmen i genomsnitt 79, vilket är lägre än i spannmålshalm, men ändå enligt författarna för högt för att någon nettotillförsel av mineralkväve borde kunna ske redan under hösten. Man brukar säga att en kvot på över 20 orsakar nettoimmobilisering (Jensen, 1994) tiden närmast efter nedbrukning. Dock kan även en rad andra faktorer som strållängd, sammansättning av vattenlösliga fraktioner i materialet etc ha betydelse. I försök av Jensen et al. (1997) uppmättes upp till två gånger så hög respiration i marken efter nedbrukning av oljeväxtrester (hackade i 3 cm långa bitar) trots en hög C/N-kvot i halmen, ca 80. Förklaringen som gavs var att 46 % av kvävet i halmen fanns i den vattenlösliga fraktionen, vilken hade en så pass låg C/N-kvot som 18. Trots en snabb nedbrytning av oljeväxtresterna ledde dock nedbrukningen av oljeväxtrester till lägre mineralkvävemängder i marken än där ingen halm brukats ner (Jensen et al., 1997), eftersom kvävet immobiliseras i den växande mikrobiomassan. Trots brist på stöd i litteraturen är det svårt att hitta någon annan förklaring till resultaten i de här försöken, med högre mineralkvävemängder i direktsådda än i helt obearbetat led, än att det har skett en relativt snabb nettofrigörelse från skörderesterna redan under hösten och att den varit större i samtliga led där vi haft någon form av maskinell omrörning (inklusive direktsådden). Direktsådden gjordes med Väderstad rapid som skär ner utsädet. Den sönderdelning av skörderesterna och den omblandning med yttjorden som detta åstadkom ledde förmodligen till en ökad nedbrytningshastighet.

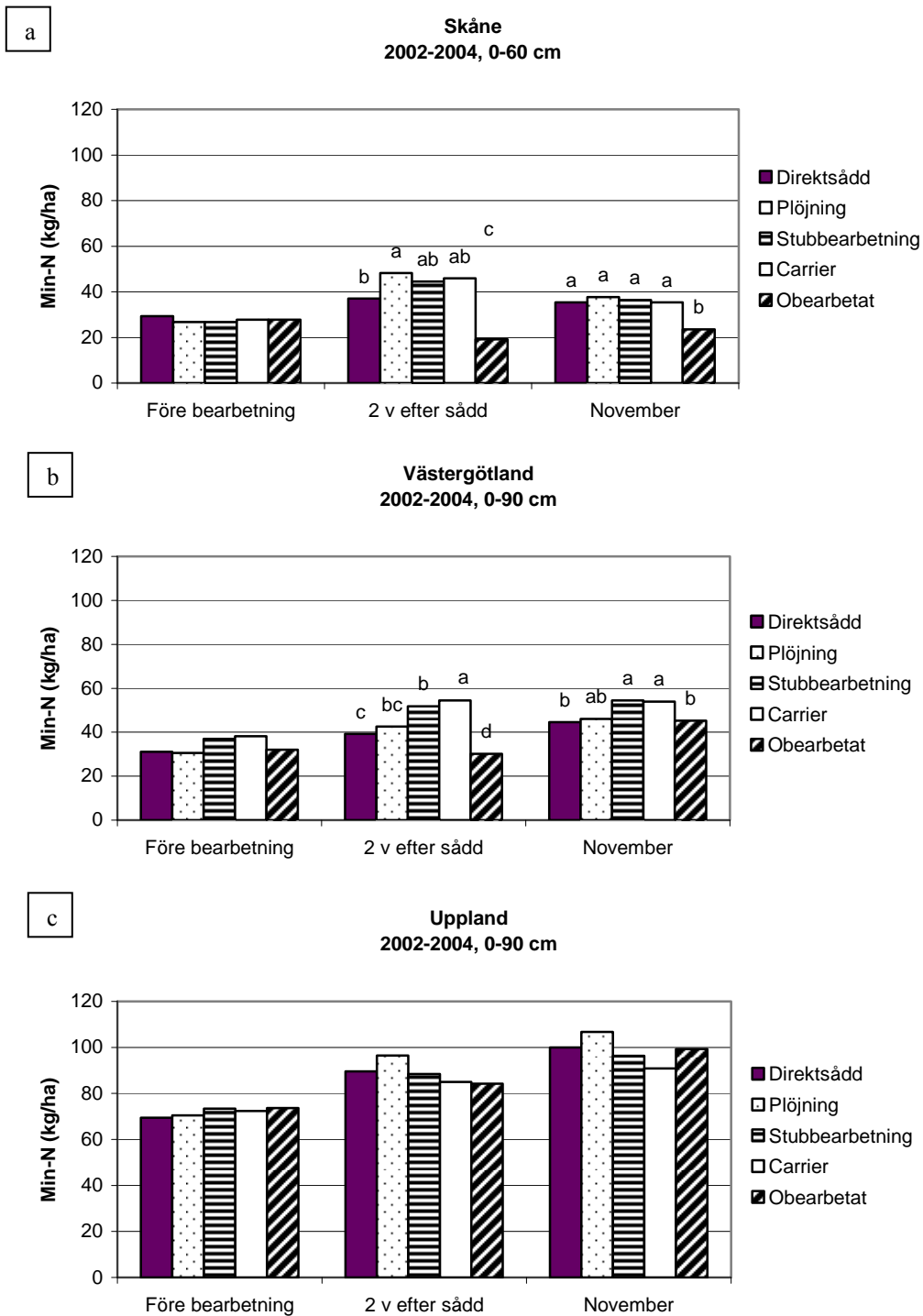
I Skåne (samtliga år) och i Västergötland (två år av tre) minskade mängden mineralkväve i marken från provtagningen två veckor efter sådd fram till provtagningen i november. Minskningen var större än att den kan förklaras av upptag i gröda (tabell 7). Det tyder på att kväve utlakats från den provtagna markprofilen. Minskningens omfattning kunde också kopplas till nederbördsförhållandena under hösten, hög nederbörd – kraftigare minskning. En ökning av mineralkvävemängderna i de undre markskikten visar också att en nertransport genom profilen ägde rum. Också skillnaden mellan leden minskade under perioden från provtagningen två veckor efter sådd fram till provtagningen i november. Hösten 2002 fanns t ex i Västergötland, två veckor efter sådd, 20 kg mer mineralkväve i profilen efter plöjning än efter stubbearbetning. Vid provtagningen i november hade skillnaden minskat till 2 kg. I Uppland syntes ingen motsvarande minskning vare sig av mineralkvävemängderna eller av skillnaderna mellan leden under hösten, vilket sannolikt berodde på den styvare och därmed mindre läckagebenägna jorden.

Den största delen av mineralkväveinnehållet i marken utgjordes av nitratkväve med undantag för i Skåne det första året då ammoniumkvävet dominerade (bilaga 1, tabell 1:1-1:3). På de flesta platser som undersökts i tidigare studier domineras mineralkväveinnehållet av nitrat, men i vissa fall kan ammonium dominera. Dominansen av ammonium har kunnat härledas till lerjordar fuktiga år och varit delvis strukturberoende (Wetterlind et al., 2006).

Tabell 6. Mineralkväve (kg N ha^{-1}) i markprofilen under höstarna 2002, 2003 och 2004 på respektive försöksplats vid provtagningstidpunkterna T1: före bearbetning, T2: två veckor efter sådd och T3: början av november. Markprofilen innefattar skiktet 0-90 cm utom i Skåne år 2002 och 2003 då den innefattar skiktet 0-60 cm. Värden med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

	Led*	2002			2003			2004		
		T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
Skåne	A	23,1	21,2bc	27,8a	35,7	52,5a	58,9a	-	46,3	27,1b
	B	17,2	41,6a	36,7a	36,2	63,9a	57,9a	-	49,8	25,8b
	C	15	37,9a	30,1a	38,4	53,7a	60,0a	-	50,6	25,4b
	D	16,7	44a	32,1a	38,8	55,6a	56,0a	-	47,8	25,5b
	E	15,7	11,7c	17,5b	39,9	16,7b	23,7b	-	37,2	39,5a
	F	17,8	31,2ab	33,8a	-	-	-	-	-	-
Västergötland	A	37,3	67,1bc	57,0	30,3	44,1ab	52,1	17,6e	12,9	11,6
	B	39,3	86,4a	59,2	23	36,9bc	48,6	19,5d	17	15,8
	C	37,2	81,5ab	63,1	33,6	51,5ab	56,9	26,6b	23,4	15,3
	D	37,2	82,7ab	56,7	38,6	53,4a	65,1	28,1a	26,1	16,6
	E	37,9	59,8c	59,5	24,1	25,5c	44,7	22,9c	9,1	14,9
Uppland	A	39,3	54	70,1	94,5	129,7a	123	59	68,1	82,4
	B	33,3	61,3	71,5	98,3	127,8a	140	58,4	75,5	81,7
	C	37	52,2	64,4	99,5	121,0ab	126	67,4	75,6	77,6
	D	33,5	50,7	53,8	105	108,9b	116	63,4	77,1	78,7
	E	32,4	40,6	57,0	103	111,2b	120	72,2	78,8	91,6

* A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat, F: Lemkens Smaragd + Solitaire.



Figur 2. Mineralkväve i markprofilen vid tre tillfällen under hösten för led A-D på försöksplatserna i Skåne, 0-60 cm (a), Västergötland, 0-90 cm (b) och Uppland 0-90 cm (c) åren 2003-2005. Värderna med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån).

Nettomineralisering

Nettomineraliseringen i försöken beräknad utifrån uppmätta mineralkvävemängder i markprofilen och mängd upptaget kväve i grödan (ovanjordiskt material och rötter) presenteras i tabell 7. Med några få undantag var tillväxten av höstvetegrödan och upptaget av kväve under hösten lika stor i det direktsådda ledet som i de övriga. De beräknade värdena för nettomineraliseringen ska ses som ett sätt att göra en inbördes jämförelse mellan leden och inte som absoluta tal. Dels är innehållet i rötterna en uppskattning, dels bortses helt från den mängd markkväve som eventuellt har försvunnit från profilen under perioden genom läckage eller gasförluster.

I genomsnitt för samtliga nio försök var mineraliseringen 8 % lägre efter direktsådd än efter en bearbetning (plöjning eller grund bearbetning). I jämförelse med plöjda led var den 20 % lägre. I försöken i Skåne och Uppland blev den beräknade nettomineraliseringen större i plöjda led än i övriga. I Västergötland skilde sig leden åt mycket lite och till skillnad från i övriga försök var det de grunt bearbetade leden (led C och D) som hade den något högre nettomineraliseringen (se tidigare förklaring angående mineralkvävemängder). I Uppland blev oväntat mineraliseringen större vid direktsådd än vid grund bearbetning höstarna 2003 och 2004.

Tabell 7. Beräknad nettomineralisering av kväve (kg N ha^{-1}) under tiden från sådd till sen höst (början av november) i försök R2-4046 höstarna 2002-2004. (M1 = mineralkväve i marken före bearbetning, M2 = mineralkväve i marken sen höst, G = kväve i grödan sen höst, NM = nettomineralisering). Observera att ingen hänsyn är tagen till eventuell utlakning. (A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat, F: Lemkens Smaragd + Solitaire)

Försök		Hösten 2002				Hösten 2003				Hösten 2004			
		M1	M2	G	NM	M1	M2	G	NM	M1	M2	G	NM
Skåne ¹	A	23	28	7	12	36	59	10	33	-	27	14	-
	B	17	37	7	26	36	58	15	37	-	26	15	-
	C	15	30	8	23	38	60	13	34	-	25	13	-
	D	17	32	8	23	39	56	15	32	-	26	14	-
	E	16	18	0	2	40	24	0	-16	-	40	0	-
	F	18	34	7	23	-	-	-	-	-	-	-	-
Västergötland ²	A	37	57	8	28	30	52	6	28	26	25	3	2
	B	39	59	8	28	23	49	5	31	29	30	2	3
	C	38	63	10	35	34	57	6	29	40	43	3	6
	D	37	57	9	29	39	65	7	33	39	40	3	4
	E	38	60	0	22	24	45	0	21	34	32	0	-2
Uppland ²	A	39	70	-	-	95	123	7	35	75	107	3	35
	B	33	72	-	-	98	140	8	50	80	117	4	41
	C	37	64	-	-	100	126	7	33	84	99	3	18
	D	34	54	-	-	105	116	6	18	79	103	4	28
	E	32	57	0	25	103	120	0	17	86	121	0	35

1. Mineralkväve i marken 0-60 cm djup.

2. Mineralkväve i marken 0-90 cm djup.

Beräkningarna av nettomineraliseringen bygger på mineralkväveinnehållet i november och värdena kan vara underskattade då kväve vid denna tidpunkt sannolikt har hunnit lämnat profilen genom läckage. Den låga nettomineraliseringen i Västergötland hösten 2004 skulle kunna förklaras av att kväve utlakades från markprofilen under perioden mellan provtagningarna M1 och M2. En mycket nederbördsrik höst i området talar också för att kväveläckaget kan ha varit betydande.

Mineralkväveinnehållet i marken tidig höst (två veckor efter sådd) och den beräknade nettomineraliseringen berodde i det här försöket mer på tidpunkten för bearbetning än på metoden. En tidig stubbearbetning ökade mineralkvävemängden mer än en senare utförd plöjning. Detsamma konstaterades i ett liknande försök med olika bearbetningsstrategier i samband med sådd av höstvetete efter höstraps i Västergötland (Engström et al., 2006). Grund bearbetning som utfördes tidigt stimulerade där mineraliseringen mer än en traditionell plöjning en månad senare. Man uppmätte 20 kg mindre mineralkväve per hektar i mitten av september och 10-15 kg mindre i mitten av november i led som bearbetats tidigt oavsett bearbetningsmetod. Det innebär dock en viss osäkerhet att göra tolkningar av bearbetningens effekt på nettomineraliseringen utan utlakningsmätningar eller tätare markprovtagning.

I och med att ett visst läckage av kväve sannolikt skedde från försöksfälten, speciellt i Västergötland och i Skåne, var skillnaderna mellan de olika bearbetningarnas effekt på mineralisering och utlakning förmodligen mer betydande än vad som framgår av markprovtagningarna och av den beräknade nettomineraliseringen i den här studien. Resultat från enskilda år visar också på en minskning av mineralkväveinnehållet med upp till 20 kg ha⁻¹ vid direktsådd jämfört med plöjning. Plöjningen utfördes i genomsnitt 5 dagar före sådd (mellan 0 och 11 dagar). Med fler dagar mellan åtgärderna ökar förmodligen effekten av att direktså betydligt.

Ogräs

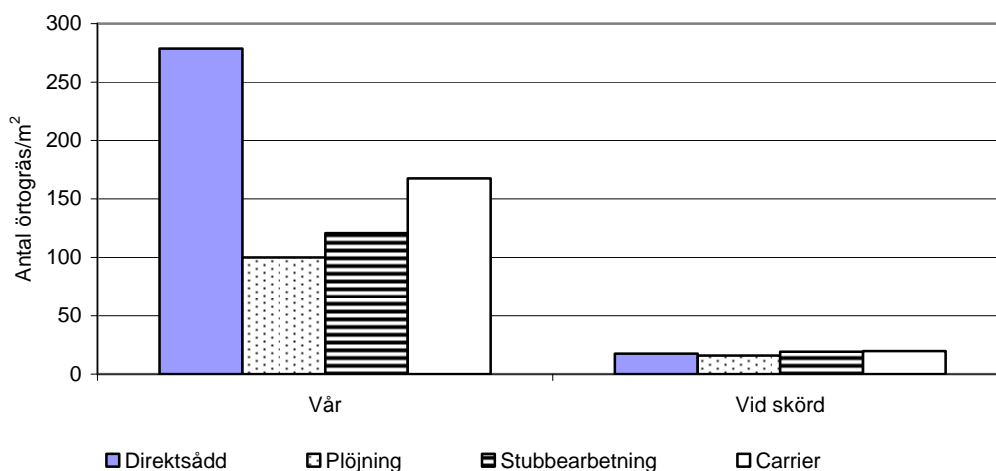
Av de tre grupperna ogräs som undersöktes var örtogräsen den grupp som dominerade i försöken. Tistlar och roto-gräs förekom endast i mycket liten utsträckning och var också starkt bundna till specifika ytor i vissa rutor och förekomsten tycktes oberoende av behandling. Vad gäller antalet ogräs jämförs därför leden i resultatet främst med avseende på örtogräsen. Resultat från räkningar och vägningar av ogräsen presenteras i sin helhet i bilaga 2, tabell 2:1-2:3. I tabell 8 presenteras resultaten i medeltal över åren för respektive försök. I figur 3 presenteras örtogräsen i genomsnitt för samtliga försök och år. Direktsådden av höstvetete gynnade ogräsen men även stubbearbetning och bearbetning med Carrier innebar ökad ogräsförekomst på våren jämfört med plöjning. De grunda bearbetningarna hade endast en förhållandevis blygsam ogräseffekt. Försöken herbicidbehandlades under försommaren och vid ogräsräkningen vid skörd fanns inte längre några ledskillnader. Ogräsen var alltså inget problem under sommaren vid normal herbicidbehandling. Resultaten varierade mycket både inom och mellan försöksplatserna. Endast vid ett fåtal tillfällen fanns signifikanta skillnader mellan leden (se bilaga 2, tabell 2:1-2:3).

Tabell 8. Ogräs före sådd av höstvetete, på våren och vid skörd presenterat som antal och vikt (Ört = örtogräs, R+T = rotoagräs+tistel). Medelvärden av år 2003-2005 i försöksserie R2-4046. Inga signifikanta skillnader. (A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat, F: Lemkens Smaragd + Solitaire)

		Före sådd				Vår				Vid skörd			
		Antal m ⁻²		Ts (g m ⁻²)		Antal m ⁻²		Ts (g m ⁻²)		Antal m ⁻²		Ts (g m ⁻²)	
		Ört	R+T	Ört	R+T	Ört	R+T	Ört	R+T	Ört	R+T	Ört	R+T
Skåne*	A	9,5	14,5	-	-	7,1	0	0,9	0	11,0	0	2,7	0
	B	11,8	14,1	-	-	0,0	0	0,0	0	7,3	4,6	3,3	3,5
	C	9,5	20,6	-	-	4,0	0	0,4	0	11,0	4	4,6	3,5
	D	11,0	6,2	-	-	2,7	0	0,4	0	11,3	2,6	3,5	1,1
	F	12,0	31,1	-	-	-	-	-	-	18,2	9,3	10,9	9,3
Väster- götland	A	65,2	9,2	-	-	471,5	0,6	36,5	0,15	30,8	1	2,7	1,1
	B	60,1	8,4	-	-	224,7	0	6,0	0	35,6	4,7	9,9	0,3
	C	71,5	6,5	-	-	265,4	0	11,7	0	31,6	2,4	6,5	0,5
	D	58,3	3,2	-	-	334,3	0	28,3	0	33,3	5	5,2	0,2
Uppland	A	0,9	8,3	-	-	357,8	0,3	8,8	0,1	10,8	0,1	0,5	0
	B	1,2	4,9	-	-	75,0	1	1,6	0,1	5,2	0,1	0,3	0
	C	0,6	3,4	-	-	92,8	1,6	3,0	0,3	14,8	1,3	1,1	0
	D	1,6	4,9	-	-	165,3	2,4	4,9	0,6	15,0	1,1	1,0	0

* Ogräs på våren endast år 2004 och ogräs vid skörd endast år 2003 och 2004 i Skåne. Led F endast ett års resultat.

Direktsådden innebar en hel del mer ogräs på våren. Skillnaderna vid skörd var dock mycket små och direktsådden innebar i medeltal endast en tvåprocentig skörde-minskning jämfört med konventionell etablering med plöjning. Den reducerade bearbetningen hade en viss ogräseffekt. Stubbearbetningen till 10 cm hade en något bättre effekt än Carrier till 5 cm.



Figur 3. Antal örtogräs m⁻² på våren och vid skörd i led A-D i försöksserie R2-4046. Medeltal för samtliga försöksplatser och år.

Skörd

Generellt blev skördeutfallet något sämre efter direktsådd än efter övriga etableringsmetoder för höstvetet (tabell 9). I Västergötland, på den lättare jorden, gav direktsådd dock högre skörd än plöjning. I medeltal gav stubbearbetning (10-12 cm djup) och bearbetning med Carrier (5-7 cm) de högsta skördarna (figur 3). Skillnaderna i medelskörd var dock inte signifikanta. Det var inga nämnvärda skillnader i kväveinnehåll i kärna mellan behandlingarna. Kväveinnehållet i procent och totala upptaget av kväve i skördad kärna visas i tabell 10.

Skörden blev i medeltal något högre efter reducerad bearbetning än efter plöjning och direktsådd. Detta trots ett högre ogrästryck än i plöjda led. Även Engström et al. (2006) erhöll högre skörd efter reducerad bearbetning än efter plöjning och direktsådd vid odling av höstvetet efter höstraps. I de försöken såg man också ett positivt samband mellan planttätheten på hösten, planttätheten på våren och skörden. Lotfollahi et al. (2006) fick inga signifikanta skillnader i skörd av höstvetet efter olika etableringsmetoder efter vall.

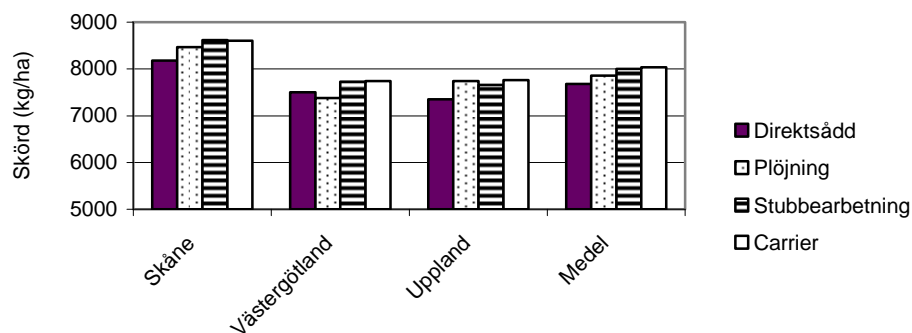
Lönsamhetsmässigt sett borde etableringen av höstvetet med direktsådd eller grundbearbetning vara att föredra. I en beräkning av lönsamheten i direktsådd av höstvetet efter oljevaxter jämfört med konventionell plöjning och sådd baserad på denna studie blev nettot 1600 kr högre per ha vid direktsådd. (Se vidare i SLF:s ”Forskning lönar sig. Nyhetsbrev från SLF. Nr 1, 2005”.)

Tabell 9. Skörd (kg ha^{-1}) respektive år och i medeltal (Statistiska beräkningar på 95 %-nivån. Åren har använts som upprepning)

Försök	Led	2003	2004	2005
Skåne	Direktsådd	8190	9130	7210
	Plöjning	8230	9770	7400
	Stubbearbetning	8950	9380	7520
	Carrier	8880	9460	7470
	Lemken	8790	-	-
Signifikans		*	**	n.s.
LSD		560	190	340
Väster- götland	Direktsådd	5970	8090	8450
	Plöjning	5850	8330	7950
	Stubbearbetning	6040	8290	8860
	Carrier	6090	8230	8910
Signifikans		n.s.	n.s.	**
LSD		230	580	450
Uppland	Direktsådd	8700	7190	6170
	Plöjning	8880	7540	6800
	Stubbearbetning	8870	7500	6600
	Carrier	9090	7520	6680
Signifikans		n.s.	n.s.	**
LSD		540	370	320

Tabell 10. Kvävehalt (%) och kväveinnehåll (kg ha^{-1}) i kärnskörd respektive år och i medeltal i försöksserie R2-4046. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Försök	Led	N (%)				N (kg ha^{-1})			
		2003	2004	2005	Medel 03-05	2003	2004	2005	Medel 03-05
Skåne	Direktsådd	2,01	2,13	1,95	2,03	140	166	120	142
	Plöjning	1,95	2,18	2,02	2,05	136	181	127	148
	Stubbearbetning	1,85	2,23	1,98	2,02	141	178	127	149
	Carrier	1,97	2,12	1,98	2,02	149	170	126	148
	Lemken	1,91	-	-	-	150	-	-	-
Signifikans		n.s.	*	n.s.	-	*	**	n.s.	-
LSD		0,12	0,06	0,05	-	9,2	5,3	7,5	-
Väster- götland	Direktsådd	2,07	2,14	1,70	1,97	105	143	122	123
	Plöjning	2,1	2,15	1,68	1,98	104	148	114	122
	Stubbearbetning	2,04	2,21	1,79	2,01	105	153	135	131
	Carrier	2,03	2,18	1,81	2,01	105	147	137	130
Signifikans		n.s.	n.s.	*	-	n.s.	*	***	-
LSD		0,15	0,07	0,09	-	8,3	13,3	4,1	-
Uppland	Direktsådd	2,05	2,21	2,38	2,21	152	133	125	137
	Plöjning	2,02	2,18	2,34	2,18	153	133	135	140
	Stubbearbetning	1,97	2,19	2,35	2,17	149	137	132	139
	Carrier	2,00	2,20	2,36	2,19	155	141	134	143
Signifikans		n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	*	n.s.	-
LSD		0,11	0,05	0,13	-	13,5	5,2	9,4	-



Figur 3. Skörd av höstvet (kg ha^{-1}) i led A-D på försöksplatserna i Västergötland, Skåne och Uppland samt i genomsnitt för alla platserna i försöksserie R2-4046. Medelvärden för år 2003-2005. Inga signifikanta skillnader fanns mellan leden när åren användes som upprepning.

Slutsatser

- Direktsådd och reducerad bearbetning vid etablering av höstvetete efter oljeväxter kan minska mineralkvävemängderna i marken under hösten och då även risken för kväveläckage jämfört med konventionell etablering efter plöjning.
- Tidpunkten för bearbetningen tycks vara viktigare än metoden och en tidig första stubbearbetning kan orsaka större mineralkvävemängder i marken än en plöjning som utförs några veckor senare.
- Även en så pass måttlig mekanisk påverkan som direktsådd innebär kan öka mängderna mineralkväve i marken och den förhållandevis stora påverkan av direktsådden i de här försöken tyder på att ökningen till stor del utgörs av kväve frigjort från skörderester.
- Med direktsådd av höstvetete riskerar man få ett högre ogrässtryck på våren. Ogräsen behöver dock inte utgöra något problem om en herbicidbehandling utförs på försommaren.
- Skörden blev i genomsnitt inte mer än 2 % lägre vid direktsådd än vid konventionell plöjning och såbäddsberedning och högst blev skördarna efter grund bearbetning. Reducerad bearbetning tycks således vara fördelaktigt ur ekonomisk synpunkt.

Litteratur

- Adu, J.K., Oades, J.M. 1978. Physical factors influencing decomposition of organic materials in soil aggregates. *Soil Biol. Biochem.* 10, 109-115.
- Aronsson, H., Torstensson, G. 2003. Kvävedynamik och kväveutlakning i två växtföljder på moränlättna i Skåne. Resultat från 1993-2003. SLU, Inst. f. Markvetenskap, Avd. f. vattenvårdslära. *Ekohydrologi* nr 75.
- Bolinder, M.A., Angers, D.A., Dubuc, J.P. 1996. Estimating shoot to root ratios and annual carbon inputs in soils for cereal crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 63, 61-66.
- Engström, L. & Gruvæus, I. 1998. Optimal kvävegödsling till höstvetete. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Rapport 3, serie B mark och växter.
- Engström, L., Stenberg, M., Lindén, B. 2006. Grund eller djup jordbearbetning i samband med sådd av höstvetete efter höstraps – möjligheter att minska nettomineraliseringen i marken på hösten. SLU, Inst. f. markvetenskap, Avd. f. precisionsodling, Teknisk rapport nr 4.
- Hansson, A.-C., Pettersson, R., Paustian, K. 1987. Shoot and root production and nitrogen uptake in barley, with and without nitrogen fertilization. *Z. Acker Pflanzenb.* 158, 163-171.

- Jensen, L.S. 1994. Dynamics of mature pea residue nitrogen turnover in unplanted soil under field conditions. *Soil Biology & Biochemistry* 26, 455-464.
- Jensen, L.S., Mueller, T., Magid, J., Nielsen, N.E. 1997. Temporal variation of C and N mineralization, microbial biomass and extractable organic pools in soil after oilseed rape straw incorporation in field. *Soil. Biol. Biochem.* Vol. 29, No 7.
- Johansson, G. 1992. Below-ground carbon distribution in barley (*Hordeum vulgare* L.) with and without nitrogen fertilization. *Plant and Soil*, 144, 93-99.
- Knudsen, L., Østergaard, H., Schultz, E. 2000. kvælstof – et næringsstof og et miljøproblem. Lantbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for planteavl.
- Lindén, B., Roland, J., Tunared, R. 2000. Höstsäds kväveupptag under hösten. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, Rapport 5. Serie B Mark och växter.
- Lindén, B., Engström, L. 2006. Höstraps, havre och ärter som förfrukter till höstvetete - inverkan på kvävedynamiken i marken och på vetets avkastning. SLU, Inst. f. markvetenskap, Avd. f. precisionsodling, Rapport nr 4.
- Lindén, B., Aronsson, H., Engström, L., Torstensson, G., Rydberg, T. 2006. Kväve-mineralisering och utlakning av kväve och fosfor på en lerjord vid Lanna i Västergötland – Inverkan av kvävegödslingsintensitet, jordbearbetning på hösten och engelskt rajgräs som fånggröda. SLU, Inst. f. markvetenskap, Avd. f. vattenvårdslära, Ekohydrologi nr 91.
- Lotfollahi, M. 2006. Distribution of mineral nitrogen in the soil and its uptake by winter wheat as affected by cultivation. Proceedings of ISTRO 17, "Sustainability – its Impact on Soil Management and Environment. 28 August – 3 September, Kiel. Germany. On CD-Rom ISBN no: 3-9811134-0-3.
- Mattsson, L. 1991. Nettomineralisering och rotproduktion vid odling av några vanliga lantbruksgrödor. SLU. Inst. f. markvetenskap, Avd. f. växtnäringlära, Rapport 182.
- Myrbeck, Å., Arvidsson, J., Keller, T. 2003. Plöjningstidpunktens inverkan på markstruktur, växtproduktion och kväveutlakning på lerjord. Slutrapport från försök 1999-2002. SLU, Inst. f. markvetenskap, Avd. f. jordbearbetning, Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 105.
- Myrbeck, Å. 2005. Forskning lönar sig. Nyhetsbrev från SLF. Nr 1, 2005.
- Myrbeck, Å., Rydberg, T., Stenberg, M., Aronsson, H. 2006. Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväve-mineraliseringen under vinterhalvåret och på kväveutlakningen i odlingssystem med och utan fånggröda. Slutrapport från försök 2000-2005. SLU, Inst. f. markvetenskap, Avd. f. jordbearbetning, Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 110.
- Myrbeck, Å., Rydberg, T., 2006. Broddhävning på våren i höstvetete – inverkan på ogräs, kväveomsättning och skörd. Slutrapport från försök 2003-2005. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 111. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Rovira, A.D. and Greacen, E.L. 1957. Soil Tillage and Microbial Activity 8, 659-673.
- 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. SLU, Inst. f. markvetenskap, Avd. f. precisionsodling, Teknisk rapport nr 3.
- Svensson, H. 1988. Ärtor och havre som förfrukt till vete. Slutredovisning av försöksserien R4-3002. SLU, Inst. f. växtodlingslära, Växtodling 3.
- Wallgren, B. 1986. Växtföljden och spannmålets proteinhalt. SLU, Konsulentavdelningens rapporter, Allmänt 83, 13:1-13.
- Watts, C.W, Eich, S. and Dexter, A.R. 2000. Effects of mechanical energy inputs on soil respiration at the aggregate and field scales. *Soil & Tillage Research* 53, 231-243.
- Wetterlind, J., Stenberg, B., Stenberg, M., Lindén B. 2006. Tidig höstplöjning på lerjordar – riskbedömning av kväveutlakning. SLU, Inst. f. markvetenskap, Avd. f. precisionsodling, Teknisk rapport nr 6.

Personliga meddelanden, 2006:

Rydberg, Tomas. Institutionen för markvetenskap, Avd. för jordbearbetning, SLU, Uppsala.

Bilaga 1. Mineralkväve i marken

Tabell 1:1. Ammonium- respektive nitratkväve samt totala mängder av mineralkväve (kg N ha^{-1}) under höstarna 2002, 2003 och 2004 i nivåerna 0-30, 30-60 och 60-90 cm på försöksplatserna i **Skåne**. Värden med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Djup (cm)	Led*	Tidp1			Tidp2			Tidp3			
			NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot	
2002	0-30	A	10,9	5,0	15,9	8,35	7,9bc	16,1	9	7,5	16,5	
		B	8,4	3,0	11,4	9,0	14,6ab	23,6	6,98	8,3	15,1	
		C	7,8	1,9	9,6	9,3	20,5a	29,8	8,4	6,8	15,1	
		D	8,5	2,4	10,9	10,9	16,5ab	27,4	9,4	7,1	16,5	
		E	7,4	2,1	9,5	6,9	1,6c	8,5	8,5	5,5	14,0	
		F	8,1	2,6	10,8	10,1	8,5bc	18,6	10,9	9,4	20,3	
	30-60	A	2,3	4,4	7,2	2,9	2,3	5,1	1,7	9,6b	11,3b	
		B	2,1	3,8	5,9	6,2	11,9	18,0	1,8	19,8a	21,6a	
		C	2,4	3,0	5,4	2,7	5,4	8,1	1,4	13,7b	15,0b	
		D	2,4	3,5	5,9	6,3	10,4	16,7	1,8	13,8b	15,6b	
		E	2,1	4,1	6,2	2,6	0,6	3,2	1,5	2,0c	3,5c	
		F	2,6	4,5	7,1	5,6	7,1	12,6	2,1	11,4b	13,5b	
2003	0-30	A	6,5	20,5	27,0	7,5	32,5b	40,0b	5,3	22,6a	27,9	
		B	7,25	20,4	27,6	6,8	42,6a	49,4a	5,4	23,4a	28,8	
		C	6,5	24,9	31,4	6,5	34,8b	41,3ab	6,5	25,9a	32,4	
		D	6,4	24,8	31,1	6,3	35,4ab	41,6ab	6,6	22,5a	29,1	
		E	5,9	24	29,9	4,6	5,5c	10,1c	8,6	8,8b	17,4	
	30-60	A	2,4	6,3	8,7	1,8	10,7	12,5	1,7	29,4a	31,1a	
		B	1,8	6,8	8,6	1,4	13,2	14,6	1,5	27,6a	29,1a	
		C	1,8	5,3	7,1	1,4	11,1	12,5	2,1	25,5a	27,6a	
		D	1,5	6,2	7,7	1,7	12,3	14,0	1,5	25,4a	26,9a	
		E	2,0	8,1	10,1	1,4	5,3	6,6	1,5	4,8b	6,3b	
	2004	0-30	A	-	-	-	7,4	11,4	18,8	3,0	6,4b	9,4b
			B	-	-	-	7,1	12,3	19,4	3,6	6,4b	10,0b
C			-	-	-	9,6	11,4	21,0	3,9	5,5b	9,4b	
D			-	-	-	10,3	10,5	20,8	4,6	4,4b	9,0b	
E			-	-	-	6,0	10,5	16,5	3,4	10,9a	14,3a	
30-60		A	-	-	-	5,6	12,9	18,5	2,4	7,5b	9,9b	
		B	-	-	-	7,4	12,5	19,8	2,7	5,6b	8,3b	
		C	-	-	-	8,7	12,3	21,0	1,4	8,1b	9,5b	
		D	-	-	-	6,6	10,7	17,3	1,7	7,5b	9,2b	
		E	-	-	-	3,3	9,3	12,6	1,5	13,7a	15,2a	
60-90		A	-	-	-	3,0	6,0	9,0	1,5	6,3b	7,8b	
		B	-	-	-	3,5	7,2	10,7	1,4	6,2b	7,5b	
		C	-	-	-	3,0	5,6	8,6	1,4	5,3b	6,6b	
		D	-	-	-	3,3	6,5	9,8	1,4	6,0b	7,4b	
		E	-	-	-	3,2	5,0	8,1	1,2	8,9a	10,1a	

* A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat, F: Lemkens Smaragd + Solitaire.

Tabell 1:2. Ammonium- respektive nitratkväve samt totala mängder av mineralkväve (kg N ha⁻¹) under höstarna 2002, 2003 och 2004 i nivåerna 0-30, 30-60 och 60-90 cm på försöksplatserna i **Västergötland**. Värden med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Djup (cm)	Led*	Tidp1			Tidp2			Tidp3		
			NH4	NO3	MinN-tot	NH4	NO3	MinN-tot	NH4	NO3	MinN-tot
2002	0-30	A	3,0	15,5	18,5	4,5	32,8	37,3	3,5	8,8	12,3
		B	3,1	17,3	20,4	6,3	35,9	42,1	4,0	8,9	12,9
		C	3,0	16,4	19,4	7,8	40,4	48,1	4,0	7,4	11,4
		D	3,4	16,9	20,3	6,0	38,8	44,8	4,3	6,4	10,6
		E	3,0	15,9	18,9	4,5	29,0	33,5	3,5	10,9	14,4
	30-60	A	1,2	6,0	7,2	1,7	11,1	12,8	1,4	21,5	22,8
		B	1,2	6,6	7,8	1,5	10,2	11,7	1,1	24,3	25,4
		C	1,2	6,0	7,2	1,5	11,1	12,6	1,2	28,7	29,9
		D	1,1	5,9	6,9	1,8	9,6	11,4	1,2	23,9	25,1
		E	1,2	7,2	8,4	1,4	8,4	9,8	1,7	23,4	25,1
	60-90	A	2,1	9,4	11,5	2,7	14,4b	17,1b	1,7a	20,3	21,9
		B	1,8	9,3	11,1	4,5	28,1a	32,6a	1,7a	19,4	21,0
		C	1,7	9,0	10,7	3,6	16,7b	20,3b	1,4b	20,6	21,9
		D	1,7	8,4	10,1	4,8	21,8ab	26,6ab	1,4b	19,7	21,0
		E	2,0	8,7	10,7	2,6	14,0b	16,5b	1,8a	18,3	20,1
2003	0-30	A	4,3	13,6	17,9	4,6	22,6b	27,3b	4,4	20,3	24,6
		B	3,6	11,3	14,9	4,6	23,0b	27,6b	4,6	23,0	27,6
		C	3,8	15,8	19,5	5,1	30,6a	35,8a	4,5	27,4	31,9
		D	4,0	16,1	20,1	3,9	29,9a	33,8ab	5,4	27,8	33,1
		E	3,4	11,3	14,6	3,1	14,8c	17,9c	4,5	18,1	22,6
	30-60	A	1,1	5,4	6,5	1,2	7,7	8,9	1,8	17,4	19,2
		B	1,1	3,5	4,5	1,1	6,0	7,1	1,7	14,3	15,9
		C	1,2	6,8	8,0	0,9	8,1	9,0	1,7	16,5	18,2
		D	1,2	7,2	8,4	0,9	9,2	10,1	1,5	20,0	21,5
		E	1,8	3,6	5,4	0,9	3,8	4,7	1,5	14,9	16,4
	60-90	A	0,9	5,1	6,0	0,8	7,2	8,0	1,4	6,9ab	8,3ab
		B	0,6	3,0	3,6	0,5	1,8	2,3	1,2	3,9b	5,1b
		C	0,8	5,4	6,2	0,6	6,2	6,8	1,2	5,7b	6,9b
		D	0,8	9,3	10,1	0,8	8,9	9,6	1,4	9,2a	10,5a
		E	0,9	3,2	4,1	0,5	2,6	3,0	1,1	4,7b	5,7b

Tabell 1:2. Fortsättning

År	Djup (cm)	Led*	Tidp1			Tidp2			Tidp3		
			NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot
2004	0-30	A	4,9d	12,8e	17,6e	4,5	8,4bc	12,9	5,3	6,4bc	11,6
		B	4,9d	14,6d	19,5d	6,4	10,6abc	17,0	10,5	5,3c	15,8
		C	5,6c	21,0a	26,6b	5,6	17,8ab	23,4	5,5	9,8a	15,3
		D	7,5a	20,6b	28,1a	5,4	20,8a	26,1	6,6	10,0a	16,6
		E	6,4b	16,5c	22,9c	4,3	4,9c	9,1	5,4	9,5ab	14,9
	30-60	A	0,9c	4,1d	5,0d	0,5	9,2b	9,6bc	0,8	6,5b	7,2b
		B	1,4b	5,4c	6,8c	0,6	8,6b	9,2bc	0,9	8,0b	8,9b
		C	1,8a	7,7a	9,5a	2,0	19,7a	21,6a	0,9	16,4a	17,3a
		D	0,9c	7,2b	8,1b	0,8	15,9a	16,7ab	1,2	13,4a	14,6a
		E	0,9c	7,2b	8,1b	0,6	7,7b	8,3c	1,1	8,4b	9,5b
	60-90	A	1,4a	1,8c	3,2b	0,6	4,7	5,3	0,9	5,0c	5,9c
		B	1,4a	1,8c	3,2b	0,3	3,6	3,9	0,9	4,7c	5,6c
		C	1,4a	2,7a	4,1a	0,5	5,0	5,4	0,1	9,6a	10,a7
		D	0,9b	1,8c	2,7c	0,6	8,9	9,5	1,1	7,8ab	8,9ab
		E	0,9b	2,3b	3,2b	0,5	5,4	5,9	0,9	6,5bc	7,4bc

* A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat.

Tabell 1:3. Ammonium- respektive nitratkväve samt totala mängder av mineralkväve (kg N ha^{-1}) under höstarna 2002, 2003 och 2004 i nivåerna 0-30, 30-60 och 60-90 cm på försöksplatserna i **Uppland**. Värderna med olika bokstav är signifikant skilda åt (95%-nivån)

År	Djup (cm)	Led*	Tidp1			Tidp2			Tidp3		
			NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot
2002	0-30	A	5,9	18,1	24,0	4,8	27,5	32,3	4,4bc	38,3	42,6
		B	4,5	15	19,5	6,9	37,8	44,6	5,4a	45,3	50,6
		C	4,9	18	22,9	6,0	29,5	35,5	4,9ab	37,1	42,0
		D	4,5	14	18,5	5,3	29,9	35,1	4,6abc	27,1	31,8
		E	9	11,5	20,5	5,0	22,9	27,9	3,9c	32,1	36,0
	30-60	A	2,1	6,3	8,4	2,1	8,4	10,5	2,0	16,8	18,8
		B	2,0	6	8,0	2,1	7,1	9,2	2,0	11,6	13,5
		C	2,0	5,7	7,7	2,1	7,7	9,8	2,0	13,8	15,8
		D	2,3	6,5	8,7	2,0	7,2	9,2	1,8	13,5	15,3
		E	2,4	4,7	7,1	2,1	5,7	7,8	2,0	13,2	15,2
	60-90	A	2,1	4,8	6,9	12	9,3	11,3	1,8a	6,9	8,7
		B	2,0	3,9	5,9	2,3	5,3	7,5	1,7ab	5,7	7,4
		C	1,8	4,7	6,5	2,3	4,7	6,9	1,5bc	5,1	6,6
		D	2,0	4,4	6,3	1,8	4,7	6,5	1,4c	5,4	6,8
		E	2,3	2,6	4,8	2,0	3,0	5,0	1,8a	4,1	5,9

Tabell 1:3. Fortsättning

År	Djup (cm)	Led*	Tidp1			Tidp2			Tidp3		
			NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot	NH4	NO3	MinN- tot
2003	0-30	A	7,0	29,6	36,6	8,25	54,1a	62,4ab	5,4	43,0	48,4
		B	6,5	37,0	43,5	10,6	60,1a	70,8a	6,8	70,8	77,5
		C	6,4	33,9	40,3	8,8	54,5a	63,3ab	4,6	39,1	43,8
		D	6,9	35,0	41,9	7,9	44,6b	52,5c	7,3	44,5	51,8
		E	6,8	36,3	43,0	7,1	51,3ab	58,4bc	4,4	47,8	52,1
	30-60	A	3,6	17,3	20,9	2,7	21,0	23,7	2,0	34,2	36,2
		B	3,5	17,6	21,0	2,9	19,1	21,9	2,1	25,5	27,6
		C	3,6	18,2	21,8	2,4	18,8	21,2	3,3	38,6	41,9
		D	3,8	19,4	23,1	2,4	15,8	18,2	2,1	27,6	29,7
		E	3,3	18,8	22,1	2,4	15,9	18,3	2,1	30,6	32,7
	60-90	A	5,3	31,8	37,1	4,2	39,5	43,7	3,6	35,1	38,7
		B	5,3	28,5	33,8	4,5	30,6	35,1	3,5	31,2	34,7
		C	5,7	31,8	37,5	4,4	32,3	36,6	3,3	37,1	40,4
		D	5,3	34,7	39,9	4,2	34,1	38,3	3,3	31,5	34,8
		E	5,4	32,6	38,0	4,4	30,2	34,5	3,3	32,1	35,4
2004	0-30	A	6,3	38,0	44,3	6,1	39,9	46,0	4,9	38,6	43,5
		B	5,9	36,6	42,5	6,6	43,1	49,8	5,3	29,4	34,7
		C	5,4	46,5	51,9	8,1	48,9	54,0	5,5	34,6	40,1
		D	5,6	43,8	49,4	6,5	49,1	55,6	6,1	33,6	39,8
		E	5,7	53,4	59,0	5,5	45,1	50,6	5,3	41,8	47,0
	30-60	A	2,9	11,9	14,7	1,7	20,4	22,1	2,3	36,6	38,9
		B	2,9	13,1	15,9	2,0	23,7	25,7	3,9	25,7	29,6
		C	2,6	12,9	15,5	1,8	19,8	21,6	2,4	35,1	37,5
		D	2,6	11,4	14,0	1,4	20,1	21,5	2,3	36,6	38,9
		E	2,4	10,8	13,2	1,5	26,7	28,2	2,3	42,3	44,6
	60-90	A	3,2	12,5	15,6	2,6	14,4	17,0	3,2	21,1	24,3
		B	3,5	18,0	21,5	2,3	22,7	24,9	3,0	24,3	27,3
		C	3,5	12,8	16,2	2,4	14,0	16,4	3,2	17,7	20,9
		D	3,3	11,9	15,2	2,3	15,9	18,2	3,0	21,0	24,0
		E	3,5	9,9	13,4	2,4	19,7	22,1	3,3	25,5	28,8

* A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat.

Bilaga 2. Ogräs

Tabell 2:1. Antal ogräs m² och ogräsvikt (g ts m²) före sådd, på våren och vid skörd i Skåne i försöksserie R2-4046. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Skåne	Tidpunkt	Led*	Antal ogräs m ²				Mängd ogräs (g m ⁻²)			
			Ört- ogräs	Rot- ogräs	Tistel	Totalt	Ört- ogräs	Rot- ogräs	Tistel	Totalt
År 1 Lönnstorp	Före sådd 020829	A	14,7	40,4ab	3,1	58,2	-	-	-	-
		B	12,0	36abc	6,2	54,2	-	-	-	-
		C	13,8	54,2a	7,6	75,6	-	-	-	-
		D	16,4	16,44c	2,2	35,1	-	-	-	-
		F	12,0	29,3bc	1,8	43,1	-	-	-	-
	Vid skörd 030828	A	19,6	0,0	0,0	19,6	3,6	0,0	0,0	3,6b
		B	16,9	8,0	5,8	30,7	8,5	6,5	3,9	18,9a
		C	22,2	2,7	9,3	34,2	9,7	1,7	8,8	20,3a
		D	25,8	7,6	0,4	33,8	7,3	3,3	0,1	10,7ab
		F	18,2	8,9	0,4	27,5	10,9	8,8	0,5	20,2a
År 2 Lönnstorp	Före sådd 030904	A	8,9	0,0	0,0	8,9	-	-	-	-
		B	16,4	0,0	0,0	16,4	-	-	-	-
		C	9,3	0,0	0,0	9,3	-	-	-	-
		D	12,9	0,0	0,0	12,9	-	-	-	-
	Vår 040512	A	14,2	0,0	0,0	14,2	1,7	0,0	0,0	1,7
		B	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		C	8,0	0,0	0,0	8,0	0,8	0,0	0,0	0,8
		D	5,3	0,0	0,0	5,3	0,8	0,0	0,0	0,8
	Vid skörd 040824	A	13,3	0,0	0,0	13,3	4,5	0,0	0,0	4,5
		B	4,9	0,0	0,0	4,9	1,2	0,0	0,0	1,2
C		10,7	0,0	0,0	10,7	4,0	0,0	0,0	4,0	
D		8,0	0,0	0,0	8,0	3,3	0,0	0,0	3,3	
År 3 Vallåkra	Före sådd 040830	A	4,9	0,0	0,0	4,9	-	-	-	-
		B	7,1	0,0	0,0	7,1	-	-	-	-
		C	5,3	0,0	0,0	5,3	-	-	-	-
		D	3,6	0,0	0,0	3,6	-	-	-	-
	Vår	A	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-
	Vid skörd	A	-	-	-	-	-	-	-	-
		B	-	-	-	-	-	-	-	-
		C	-	-	-	-	-	-	-	-
		D	-	-	-	-	-	-	-	-

* A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat, F: Lemkens Smaragd + Solitaire.

Tabell 2:2. Antal ogräs m^{-2} och ogräsvikt ($g\ ts\ m^{-2}$) före sådd, på våren och vid skörd i Västergötland i försöksserie R2-4046. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Väster- götland	Tidpunkt	Led*	Antal ogräs m^{-2}				Mängd ogräs ($g\ m^{-2}$)				
			Ört- ogräs	Rot- ogräs	Tistel	Totalt	Ört- ogräs	Rot- ogräs	Tistel	Totalt	
År 1 Bjertorp	Före sådd	A	24,8	0,0	0,1	24,9	-	-	-	-	
		B	19,3	0,0	0,0	19,3	-	-	-	-	
		C	16,3	0,0	0,9	17,2	-	-	-	-	
		D	18,5	0,0	0,1	18,6	-	-	-	-	
	Vid skörd 030829	A	30,7a	0,0	0,0	30,7a	-	-	-	-	
		B	5,4b	0,0	0,0	5,4b	-	-	-	-	
		C	10,5b	0,0	0,0	10,5b	-	-	-	-	
		D	7,0b	0,0	0,0	7,0b	-	-	-	-	
	År 2 Karlstorp	Före sådd 030904	A	133,8	27,6	0,0	161,3	-	-	-	-
			B	118,7	25,3	0,0	144,0	-	-	-	-
			C	169,8	18,7	0,0	188,4	-	-	-	-
			D	129,8	8,5	0,0	138,2	-	-	-	-
Vår 040510		A	655,3	0,3	0,7	656,3	35,0	0,0	0,3	35,3	
		B	425	0,0	0,0	425	11,5	0,0	0,0	11,5	
		C	478,3	0,0	0,0	478,3	14,9	0,0	0,0	14,9	
		D	547,3	0,0	0,0	547,3	41,3	0,0	0,0	41,3	
Vid skörd 040902		A	26,7b	0,0	0,9	27,6	5,2	0,0	1,6	6,8	
		B	68a	0,4	0,0	68,4	19,6	0,0	0,0	19,6	
		C	52,4a	0,0	0,9	53,3	12,4	0,0	0,5	12,9	
		D	50,7ab	0,0	0,0	50,7	9,8	0,0	0,0	9,8	
År 3 Bjertorp	Före sådd 040819	A	36,9	0,0	0,0	36,9	-	-	-	-	
		B	42,2	0,0	0,0	42,2	-	-	-	-	
		C	28,4	0,0	0,0	28,4	-	-	-	-	
		D	26,7	0,0	0,9	27,6	-	-	-	-	
	Vår 050511	A	287,6a	0,0	0,0	287,6a	38,0	0,0	0,0	38,0	
		B	24,4c	0,0	0,0	24,4c	0,4	0,0	0,0	0,4	
		C	52,4c	0,0	0,0	52,4c	8,4	0,0	0,0	8,4	
		D	121,3b	0,0	0,0	121,3b	15,3	0,0	0,0	15,3	
	Vid skörd 050822	A	35,1	2,22	0,0	37,32	0,22	0,5	0,0	0,8	
		B	33,3	13,8	0,0	47,1	0,22	0,7	0,0	0,9	
		C	32	6,2	0,0	38,2	0,58	0,4	0,0	0,9	
		D	42,2	15,1	0,0	57,3	0,53	0,4	0,0	1,0	

* A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat.

Tabell 2.3. Antal ogräs m^{-2} och ogräsvikt (gram $ts m^{-2}$) före sådd, på våren och vid skörd i Uppland i försöksserie R2-4046. Värden med olika bokstäver är signifikant skilda åt (95%-nivån)

Uppland	Tidpunkt	Led*	Antal ogräs m^{-2}				Mängd ogräs ($g m^{-2}$)			
År/Plats			Ört- ogräs	Rot- ogräs	Tistel	Totalt	Ört- ogräs	Rot- ogräs	Tistel	Totalt
År 1 Högsta	Före sådd	A	35,6	0,0	22,2	57,8	-	-	-	-
		B	35,6	0,0	11,1	46,7	-	-	-	-
		C	51,6	0,0	8,0	56,9	-	-	-	-
		D	45,8	1,3	9,8	56,9	-	-	-	-
	Vår 030522	A	75,1	0,0	0,9	76,0	1,4	0,0	0,4	1,8
		B	40,4	0,0	3,1	43,5	0,3	0,0	0,2	0,5
		C	57,8	0,0	4,9	62,7	0,8	0,0	1,0	1,9
		D	73,3	0,0	7,1	80,5	4,2	0,0	1,9	6,1
	Vid skörd 030828	A	3,1	0,4	0,0	3,6	-	-	-	-
		B	1,3	0,0	0,4	1,8	-	-	-	-
		C	1,8	2,7	1,3	5,8	-	-	-	-
		D	1,8	2,2	1,3	5,3	-	-	-	-
År 2 Säby	Före sådd 030907	A	34,7	2,2	0,0	36,9	-	-	-	-
		B	23,6	1,8	0,0	25,3	-	-	-	-
		C	32,9	1,3	0,4	34,7	-	-	-	-
		D	29,3	1,3	0,0	30,7	-	-	-	-
	Vår 040508	A	175,6a	0,0	0,0	175,6a	3,5a	0,0	0,0	3,5a
		B	53,8b	0,0	0,0	53,8b	0,4b	0,0	0,0	0,4b
		C	55,6b	0,0	0,0	55,6b	0,5b	0,0	0,0	0,5b
		D	76,9b	0,0	0,0	76,9b	0,9b	0,0	0,0	0,9b
	Vid skörd 040901	A	8,9	0,0	0,0	8,9	0,1	0,0	0,0	0,1
		B	0,4	0,0	0,0	0,4	0	0,0	0,0	0,0
		C	3,1	0,0	0,0	3,1	0,2	0,0	0,0	0,2
		D	11,5	0,0	0,0	11,5	0,5	0,0	0,0	0,5
År 3 Säby	Före sådd 040909	A	168	0,4	0,0	168,4	-	-	-	-
		B	289,8	1,8	0,0	291,6	-	-	-	-
		C	13,4	0,4	0,0	13,8	-	-	-	-
		D	16	2,2	0,0	18,2	-	-	-	-
	Vår 050524	A	822,7	0,0	0,0	822,7	21,4	0,0	0,0	21,4
		B	130,7	0,0	0,0	130,7	4,1	0,0	0,0	4,1
		C	165	0,0	0,0	165	7,8	0,0	0,0	7,8
		D	345,7	0,0	0,0	345,7	9,5	0,0	0,0	9,5
	Vid skörd 050831	A	20,4	0,0	0,0	20,4	1,5	0,0	0,0	1,5
		B	13,8	0,0	0,0	13,8	0,8	0,0	0,0	0,8
		C	39,6	0,0	0,0	39,6	3,2	0,0	0,0	3,2
		D	31,6	0,0	0,0	31,6	2,6	0,0	0,0	2,6

* A: Direktsådd, B: Plöjning, C: Stubbearbetning, D: Carrier, E: Obearbetat.

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. 37s.
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 såbäddsberedning 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. Luftrycket 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 Kritz, Inge Håkansson. Såbäddens 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 höstharvning 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 Kritz. 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 slåttervall. 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 Kritz. Såbäddens utformning på vårsådda fält. Stickprovsundersökning 1969-72. Maskinanvändningen på provplatserna. 76s.
- 35 1973 Lennart Henriksson. Redskap för såbäddsberedning. 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 såbäddsberedning 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 såbäddsberedning, 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. Stubbearbetsredskapens 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 faktorerers 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 Polgár. 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 vårsäd. 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 autumns ploughing. 30pp.
- 64 1982 Jan Cederlund. Kombinerad bearbetning och sådd (harvsådd). Examenarbete. 54s.
- 65 1983 Göran Kritz. Såbäddar för vårstråsäd. 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 vårsådd 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. Examenarbete. 44s.
- 69 1984 József von Polgár. Vältning efter vårsådd. 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 rotröta och utveckling hos ärter. 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 höstraps 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. Alvpäckning 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 Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Maria Stenberg, Helena Aronsson. Inverkan av olika bearbetningstidpunkter på kväveminaliseringen och på kväveutlakningen i odlingsystem med och utan fånggröda. Slutrapport från försök 2000-2005. 25s.
- 111 2006 Åsa Myrbeck och Tomas Rydberg, Broddharvning på våren i höstvetete – inverkan på ogräs, kväveomsättning och skörd. Slutrapport från försök 2003-2005. 26 s.
- 112 2007 Johan Arvidsson, Ararso Etana, Thomas Keller, Åsa Myrbeck, Tomas Rydberg, Aron Westlin, Lennart Johansson, . Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2006. 61s.
- 113 2008 Johan Arvidsson (redaktör). Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2007.74 s.