

Utformning av ett odlingssystem med begränsad användning av externa produktionsmedel

Redogörelse för det första och andra växtföljdsomloppet

Odlingssystemförsöket startade 1993 och har nu genomlöpt drygt 2 växtföljdsomlopp. I tredje omloppet adresseras delvis nya frågeställningar och det har därför varit lämpligt att totalt avrapportera de båda första växtföljdsomloppen.

Rapporten omfattar ca 90 sidor med 51 tabeller, 66 diagram och 2 bilder och kan alltså inte redovisas här, utan kommer att sändas till SLF på en CD skiva.

Redovisade ekonomiska resultat visar endast delar av totala kostnaderna då SLF- anslaget endast avser ett bidrag och inte en total finansiering.

Här nedan finns rapportens sammanfattning, en berättelse över de ekonomiska utvärderingarna och de försök som gjorts för att mäta transporten av bekämpningsmedel i marken.

SAMMANFATTNING:

- Odlingssystemförsöket har bedrivits i semigårdsskala med ett konventionellt och ett integrerat system i en 6-årig växtföljd utan upprepningar, vilket begränsar möjligheterna till statistiska jämförelser på systemnivå. Försöken i varje gröda/system kan dock behandlas med varians- eller regressionsanalys. Rapporten omfattar två växtföljdsomlopp.
- Rutstorleken har varit 1 ha i konventionellt system och ca 3 ha i integrerat, vilket möjliggjort användningen av vanliga jordbruksmaskiner och beräkningar av ekonomi och energianvändning på ett för ett vanligt jordbruk giltigt sätt.
- I det integrerade systemet har målet varit att spara energi (ingen plöjning; 15 % lägre kvävegödselanvändning i första omloppet) och bekämpningsmedel, men ändå nå samma ekonomiska resultat som i det konventionella systemet
- En bra växtföljd är ett måste för att lyckas med plöjningsfri odling. En mindre bra växtföljd ökar behovet av jordbearbetning och växtskydd. De båda odlingssystemen har haft samma växtföljd: Höstvet/Rågvete (mellangröda) - Ärt - Höstvet (mellangröda) - Sockerbetor - Korn - Höstraps.

Skördar

- Skördarna har varit höga och relativt jämna. Variationen har bara ökat marginellt i det integrerade systemet.
- Medelskördarna i höstvet, rågvete och korn har varit 95, 80 och 70 dt/ha i det konventionella systemet och 95, 93 resp. 101 % av detta i det integrerade systemet.
- Ärt har givit 45 dt/ha (94 %) och höstraps 33 dt/ha (97 %).
- I sockerbetor har skördarna konstant legat lägre än i det konventionella systemet under det första växtföljdsomloppet, men under andra stigit till samma som i det konventionella systemet eller bättre. Sammanfaller med ökad kvävegödsling och senap som mellangröda före betorna.
- Sockerskördarna har varierat mellan 9 och 13 ton polsocker/ha. Medeltal 11 ton (93 %)
- Grenigheten hos sockerbetorna har varit större i integrerat led, men jordhalten har trots detta inte ökat.
- Skälen till de lägre sockerbetskördarna i integrerade systemet under första omloppet är både platsbundna och orsakade av en lägre marktemperatur den första månaden.
- Lägre variation i beståndsupbyggnaden ger påtagligt ökad sockerskörd.

Efterkalkyler och energiberäkningar

- Modellgårdar om 6 x 120 ha (720 ha; största maskinutnyttjandet av dyraste maskinerna)

har använts för beräkningar av ekonomi och energiförhållanden. Den integrerade gården behöver 2 traktorer om totalt 360 kW och den konventionella 3 traktorer om 430 kW.

- Det integrerade systemet har en arbetstopp i augusti som leder till en ökning av timlönekostnaden (overtid och extraanställda) med 12,5 % på årsbasis.
- Medeltäckningsbidraget (TB2) varierar mellan 7900/6600 kr/ha (konv/integr) för sockerbeter ner till -500/-300 för ärt. TB innehåller inga bidrag eller stöd. Endast ärt uppvisar ett negativt TB.
- TB för de olika grödorna i integrerat system är genomsnittligt 30 % större än för det konventionella systemet, har förbrukat 10 % mindre energi och 20 % mindre diesel och har 15 % lägre maskinkostnad och arbetstid.
- För en hel växtföljd inklusive mellangrödor är TB 40 % lägre och 20 % högre i det integrerade systemet jämfört med det konventionella i det första resp. andra växtföljdsomloppet.
- I en hel växtföljd i det andra omloppet är den producerade energin den samma, konsumerad energi 10 % lägre, maskinkostnaden, bränslekonsumention och arbetstiden 20 % lägre i det integrerade systemet

Växtföljdseffekter

- En växtföljdsvariant med höstvetete-höstvetete-höstvetete, medförde att redan vid vete efter vete sjönk skörden 40-50%. Orsaken var en stark uttunning av bestånden under vinterhalvåret. Gräsogräsförekomsten ökade också kraftig i det integrerade systemet
- Mellangrödor har använts efter höststråsäd, under första växtföljdsomloppet rajgräs i integrerat. Sen glyfosatanvändning, ett extra anläggningsmoment och extra herbicidanvändning i sockerbeter samt ingen stubbning som startar halmnedbrytningen var stora nackdelar som inte senap eller oljerättika uppvisar, vilka användes under andra växtföljdsomloppet.

Kväve

- Kvävegödslingsoptimum från fastliggande kvävestegar med 20-30 skördar under båda växtföljdsomloppen har beräknats. Det konventionella systemet gav högre gödslingsnetto (skördevärde korrigerat för skördeberoende kostnader minus gödselkostnad) för höstvetete, höstraps, sockerbeter och rågvete jämfört med det integrerade systemet.
- Det integrerade systemet gav högre gödslingsnetto för malkornet jämfört med det konventionella systemet.
- Optimum ligger ofta över de använda givorna. Optimumkurvorna är så flacka att redan små sänkningar av gödslingsnettot ger stora sänkningar av optimala givan. Så t ex ger ett 3% lägre gödslingsnetto i höstvetete en sänkning av gödselgivan från 210 kgN/ha till 160 kgN/ha.
- Den av höstvetete utnyttjade mineralisering var 50 +/- 10 kgN/ha. Ärt lämnar 25 kgN/ha till efterföljande höstvetete
- Kväveutnyttjandet (skördat N/tillfört N) 0,6-0,7 för stråsäden och 0,5 för höstrapsen. Hela kvävegivan skördas i höststråsäden vid givor upp till 130-150 kgN/ha, för korn 75kgN/ha. Skördat kväve är en bättre mätare på kväveresponsen än skördad kärna.
- Kväveprover har tagits höst och vår under 6 år i första växtföljdsomloppet för att styra kvävegivan, som ibland rekommenderas. Värdena uppvisar inget samband med nollrutorna i kvävestegarna och kan alltså inte användas för att styra gödningen.
- Kväveutnyttjandet i höstraps stiger med skörden, men råfetthalten sjunker med ökande kvävegiva
- För kvävegivor större än ca 100 kgN/ha sjunker pH (provtagning efter 15 år), mer i det oplöjda systemet än i det plöjda. Mullhalten (0-20 cm) sjunker vid kvävegivor mindre än ca 100 kgN/ha, dock mindre i det oplöjda systemet.

- Lättlösligt kväve i marken har följts under fyra år med tät provtagning och under två år veckovis. Högre värden kan noteras vid grödors anläggning och gödsling.. Större mängder kväve i markytan i det integrerade systemet ger ofta högre nivåer lösligt kväve vid jordbearbetning. Kvävetoppar rel. sent på hösten kan inte förklaras
- ”Salpetermätaren” skulle kunna användas för att bestämma mineraliseringen och bättre platsanpassa gödselgivan.

Markegenskaper

- Infiltrationshastigheten (makroportätheten) var i större delen fälten betydligt högre eller betydligt högre i det integrerade systemet.
- Penetrometermätningar visar den starka luckringseffekten av plogen. Efter ett knappt år sammanfaller kurvorna för de båda systemen igen.
- Det plöjningsfria integrerade systemet har en mycket större förekomst av dagmask

Växtskydd

- De vanligaste ogräsarterna i fröbanken var åkerviol, baldersbrå, svinmålla, trampört och åkerveronika (i ordning). Några sällsynta ogräs, spjutsporre och småtörel hittades också och finns fortfarande kvar i fälten.
- De vanligaste ogräsen under de båda växtföljderna är för konventionellt rödmire, baldersbrå, våtarv, trampört och åkerviol samt för integrerat baldersbrå, våtarv, veronika, snärjmåra, åkerviol och trampört.
- Bekämpningseffekten av använda herbicider har i genomsnitt varit 80%, men lägre i integrerat korn och i höstraps
- Bandsprutning och radhackning har fungerat bra i sockerbetor och höstraps och möjliggjort en kraftig dosreducering, men är arbetskrävande. Extra sprutningar har krävts i det integrerade systemet mot spillkorn i höstraps.
- Plötsliga ökning av ogräsförekomsten förekommer i höstvetete och sockerbetor de grödor som följer ofta starkt duvskadade ärtgrödor som starkt uppförökade ogräsen. Någon systematiskt ökning av ogräsförekomsten i det integrerade systemet kan inte ses.
- Inga ökning av kvickrot, stråknäckare och sniglar som ofta brukar associeras till plöjningsfri odling har noterats
- De vanligaste sjukdomarna var bladfläcksjukdomar i höstvetete, rågvete och korn. I korn och rågvete också sköldfläcksjukdomar samt i höstvetete också mjöldagg. Skillnader mellan systemen har inte kunnat beläggas. Stråknäckare har några år stor betydelse i höstvetete och angreppen är starkare i det konventionella ledet. Vissnesjukdomarna i höstraps har stor betydelse och varierar starkt mellan åren, men har inte mätts mer än enstaka år.
- De viktigaste skadedjuret har varit bladlöss i stråsåd, ärt och sockerbetor samt rapsbaggar i höstraps. En 2 % inblandning av rybs i rapsutsädet har onödiggjort flertalet bekämpningar av rapsbaggar. Havrebladlöss var vanligare i det konventionella systemet.
- Skadorna på sockerbetsgroddar har varit betydligt lägre i det integrerade systemet som en följd av att växtmaterial lämnas kvar på markytan. Utsädesbetningen har reducerat bekämpningsbehovet också av löss till nästan noll.
- Svampsjukdomar i höstvetete har nästan alltid givit signifikanta skördeökningar för bekämpning. Under 2 år (15 %) har också bladlössen givit säkra skördeökningar. I rågvete har också svampsjukdomarna i 30 % och insekterna i 15 % av fallen givit säkra skördeökningar. I ärt har bladlöss nått bekämpningströskeln alla år, men bara i 20 % har säkra skördeökningar erhållits
- I 25 % av fallen har sprutning skett utan att detta givit signifikanta skördeökningar och i ytterligare 25 % har bekämpning inte skett trots att detta senare kunna visas ge säkra skördeskillnader mellan behandlade och obehandlade rutor (främst rågvete och vårkorn). Beslutsprocessen i växtskyddsarbetet kan förbättras.

- Ogräsbekämpningen ger oftare skördevinster än svampsjukdoms- eller insektsbekämpning. Behovet är aldrig större i det integrerade systemet.
- Användningen av kemisk bekämpning (mellangrödorna oräknade) har i genomsnitt varit 1,2-2,2 (mdt 1,6) ha-doser i konventionellt system och 0,9-2,2 i det integrerade. I Användningen har varit 20-25 % lägre i sockerbetor och stråsåd. Men 25 % högre i höstraps p g a spillsädesbekämpning.
- Ett försök att mäta marktransport av bekämpningsmedel misslyckades delvis pga. metodologiska orsaker. Det finns en indikation på att en större mängd glyfosat kan transporteras ner under plogdjup i det konventionella systemet. Stora regnmängder åtminstone inom en vecka efter sprutning i det integrerade systemet kan ge en mycket omfattande transport ner i marken.

Artmångfald och naturliga fiender

- En ökad förekomst av viktiga naturliga fiende-grupper på markytan har kunnat uppmätas som ett resultat av att ytorna inte plöjts. Artmångfalden har däremot ökat obetydligt.
- I höstraps har studier av naturliga fiender skett i samarbete med andra länder i Europa. Generellt har parasiteringsgraden på skadedjur ökat och förekomsten av rovlevande jordlöpare ökat i det integrerade systemet.
- Den biologiska bekämpningen mot skadedjur markytan har fungerat effektivare i det integrerade systemet, t ex mot löss på groddplantor och havrebladlus

Konklusion

- Även om generaliserbarheten av ett försök på en plats är begränsad, så indikerar resultaten att svenskt jordbruk arbetar delvis överoptimalt och att större precision, bättre ekonomi, lägre resursutnyttjande och högre miljövänlighet kan uppnås.
- Ett odlingssystem byggt på reducerad jordbearbetning, restriktiv användning av bekämpningsmedel och handelsgödsel och billiga och lättetablerade mellangrödor innebär väsentligt lägre kostnader, färre arbetstimmar, lägre energi- och bränsleanvändning och därmed större miljövänlighet, mindre resursutnyttjande och lägre produktion av klimatgaser.

Ekonomisk utvärdering och energianvändning

Alla grödor under hela försöksperioden har underkastats en ekonomisk och energetisk utvärdering, där främst täckningsbidrag, men också andra nyckeltal beräknats. Utgångspunkten har varit en modell för efterkalkyl med samtidig beräkning av energianvändning, ett "energetiskt täckningsbidrag", som utarbetats av universitetslektor Jan Larsson, SLU, Alnarp. Modellen togs fram inför redovisningen av första växtföljdsomloppet och har nu bearbetats och moderniserats av Magnus Olsson och Johannes Åkerblom vid HIR, Hushållningssällskapet i Borgeby. Maskindata har erhållits från Per-Anders Algerbo också han vid HIR, Borgeby. Detta arbete har drivits som ett samarbetsprojekt med stöd från Partnerskap Alnarp. Modellen beräknar intäkter med bruklig kvalitetsbetalning, men utan bidrag eller miljöstöd osv., samt skördens innehåll av energi. Systemgränsen har varit gårdsgrind. Ränta på rörelsekapitalet, med 6 % under halva året har adderats. För varje ekonomisk post har en motsvarande energiberäkning gjorts.

Maskinparken på en gård är en stor investering, så stor att om den inte är anpassad till gårdens produktionskapacitet kan lönsamheten i produktionen äventyras. Den dyraste maskinen vid en växtföljd dominerad av stråsåd, örter och raps är skördetrösken. En 30 fots tröska behöver en gård på 750 ha och upp till denna gårdsstorlek ökar effektiviteten i nyttjandet av maskinerna vilket gör att hektarkostnaden avtar kontinuerligt. Det finns alltså en skalningseffekt i

maskinenergiberäkningar som kan vara ganska betydande. Liksom med detta kopplade läglighetseffekter.

Man kan göra beräkningar på verkliga gårdsscenarier eller på schabloner. I det senare fallet utgår man från maskinens dragkraftbehov och räknar om detta till lämplig traktoreffekt. I ett sådant fall blir traktorkostnaderna för en åtgärd som kräver t ex 50 kW betydligt lägre än i ett gårdsexempel. På gården har man kanske två traktorer, en som skall klara de tyngsta jordbearbetningsmomenten och en som skall kunna köra vagnar eller arbeta parallellt. Traktorernas storlek har därför också starka skalningseffekter. Den mindre traktorn blir då anpassad efter ett energikrav som ligger betydligt över många av de lättare arbetsmomenten, t ex sprutning eller ogräsharvning och är kanske dubbelt så stor på en stor gård jämfört med en liten gård. Detta betyder att traktorkostnaden i dessa arbetsmoment i detta senare fall blir mer energikrävande än de teoretiskt skulle behöva vara

Dessa storleksdimensioneringar bestämmer också avverkningstiden för de olika arbetsmomenten och därmed behovet av arbetskraft. Rådgivarna vid HIR Malmöhus har byggt två modeller med utgångspunkt från försökets 6-åriga växtföljd där varje gröda omfattar 120 ha. De maskiner som använts i försöksfälten har skalats upp till den stora gårdens behov, men typen av maskin är den samma. Frekvensen av maskin användning i de båda alternativen är den samma som den användning som verkligen skett i försöksfälten. Några lite utnyttjade maskiner har lejts.

Den konventionella och integrerade modellgården, skiljer sig i flera viktiga avseenden. Arbetskraftbehovet har beräknats från användningen av maskiner i de olika grödorna. Stubbearbetningen direkt efter skörd i de flesta grödor i det integrerade systemet, medför en kraftig arbetstopp i främst augusti. Plöjningsarbetet i det konventionella systemet kan fördelas över en längre tid. Detta medför att det behövs en större traktor på den integrerade gården (160 & 200 kW) jämfört med den konventionella (110, 160 & 160 kW). Det betyder också ett större övertidsuttag och tillfälligt anställda, vilket medför att arbetskostnaden i det integrerade system blir 225 kr/tim (på årsbasis), jämfört med 200 kr/tim i det konventionella. Dessa strukturskillnader mellan de båda gårdarna påverkar givetvis täckningsbidragen.

Skördarna har av många skäl varierat en hel del under de 14 år som försöket pågått, 1993 – 2006. De första åren fanns tydliga arv från tidigare grödor på platsen och beräkningarna har därför gjorts från 1994. Flera misslyckade och starkt duvskadade ärtgrödor har också påverkat resultaten.

Tabell 24. Medel TB2 för alla år med skördar 1994 - 2006, kr/ha, samt högsta och lägsta värden.

Växtföljd Konvent.	Antal		Konventionellt Max / min	Integrerat	
	år	Medel TB2		Medel TB2	Max - min
Sockerbetor	13	7929	2209 / 14095	6569	-684 / 11785
Korn	13	709	-705 / 2035	1766	-50 / 3865
Höstraps	13	238	-2064 / 3048	199	-3892 / 3051
Rågvete/höstvete	9	727	454 / 1002	1062	343 / 1548
Ärt	10	-594	-1965 / 1658	-254	-1874 / 1917
Höstvete	11	1154	-1303 / 3196	2175	-31 / 3965

I tabell 24 redovisas medeltäckningsbidragen, kr/ha, för de olika grödorna för de båda systemen och alla år då skördar föreligger, alltså även ”katastrofår”. Variationen är betydande

och så stor att det är svårt att dra slutsatser. Mer givande är då en jämförelse mellan systemen med relativtal (konventionellt = 100), som i tabell 25.

Jämförelsen visar att i genomsnitt är täckningsbidraget 30 % högre i det integrerade systemet. Variationen mellan år är dock fortfarande mycket hög. Till viss del gäller detta också mängden producerad energi, eftersom denna till större delen är ett uttryck för energiinnehållet i skördarna. Den använda energin är totalt sett 10 % lägre i det integrerade systemet, och varierar inte särskilt mycket från år till år.

Maskinkostnaderna (avskrivning, drift och underhåll) är 15 % lägre och vi har sparat 20% bränsle i det integrerade systemet, samtidigt som energieffektiviteten varit något högre. Arbetstiden är 15 % lägre. Här ligger en betydande kostnadsminskning för det oplöjda systemet. Detta antyder att det integrerade systemet inneburit påtagliga såväl ekonomiska som miljömässiga vinster.

Tabell 25. Resultat från det integrerade odlingsystemet i relation till den konventionella (100), för alla år med skördar, 1994 – 2006.

	TB 2	Prod. energi	Använd energi	Maskin kostnad	Arbetstid	Bränsle	Energi-kvot
Sockerbetor	83	94	97	102	103	91	97
Korn	249	102	90	71	72	70	113
Höstraps	84	97	90	95	92	79	109
Rågvete	146	93	89	85	85	85	104
Ärt	43	93	90	77	73	76	103
Höstvete	188	97	86	73	76	72	114
Medeltal	132	96	90	84	83	79	107

Energieffektiviteten i de olika grödorna inom samma system varierar påtagligt. Höstraps och ärt har energikvoter kring 5-6 (producerad energi/använd energi) vilket inte är rättvisande med hänsyn till de rel. låga skördarna i dessa grödor. Höstvete, korn och rågvete ligger på 8-9 och sockerbetor på 16.

Bränslekonsumtionen är högst i höstvete och höstraps med 110-115 L/ha, medan de övriga grödorna ligger på 90-100 L/ha.. Maskinkostnaderna är nära dubbelt så höga för sockerbetor som för övriga grödor och arbetstiden är också högre (7,6 timmar). Höstvete kräver drygt 5 timmar (5,3), rågvete och höstraps ca 4,2 timmar samt ärter och korn 3,4-3,8 timmar.

Ekonomi i en hel växtföljd är lite mer problematisk att beräkna på mer rättvisande sätt än som skett ovan. De båda växtföljdsomloppen uppvisar betydande skillnader i det integrerade systemet i såväl kvävetilldelning (15 % lägre i det första omloppet) som graden av reducering av jordbearbetningen, som drivits längre under det andra omloppet. Det är också så att vi lärt oss under vägs och blivit allt bättre på att hantera de problem och osäkerheter som alltid är förknippade med ett nytt odlingsystem. Betydligt större variation finns också i början av perioden än senare. I slutet av andra omloppet introducerades korsblomstriga mellangrödor (senap och rättika) i det integrerade systemet, samtidigt som rågvete byttes mot höstvete. Det känns därför mest rättvisande att jämföra tre år i slutet av andra växtföljdsomloppet (2003-2005) med tre år i slutet av det första omloppet (1997-1999), inklusive de mellangrödor som användes: senap eller rättika efter höstvete i det integrerade systemet och rajgräs efter en av höstvetegrödorna i det konventionella systemet under det andra omloppet, medan vi bara hade rajgräs efter båda höststråsådesgrödorna i det integrerade systemet under det första omloppet.

Ärtgrödorna har ju i stor utsträckning misslyckats under det andra omloppet och vi har därför valt att använda samma värden för båda beräkningarna, nämligen de som gäller första omloppet. I övrigt har uppmätta värden använts.

Resultaten har förbättrats avsevärt i det andra växtföljdsomloppet, speciellt vad gäller det integrerade systemet, där skördarna stigit avsevärt och därmed också energieffektiviteten (tab. 27). Om vi som tidigare jämför det konventionella systemet med det integrerade för varje växtföljdsomlopp (tab. 28), ser vi samma förändringar, men också att maskinkostnaden och arbetstiden sjunkit ytterligare under det andra växtföljdsomloppet

Tabell 27. Medel TB2 och andra egenskaper hos odlingssystemen för tre representativa år inom varje växtföljdsomlopp.

	Konventionellt			Integrerat		
	TB2 kr/ha	Prod. energi GJ/ha	Energi kvot	TB2 kr/ha	Prod. energi GJ/ha	Energi kvot
2003-2005	2437	123	8,7	2953	123	9,4
1997-1999	1246	120	8,7	774	108	8,7

Tabell 28. Resultat från det integrerade odlingssystemet i relation till den konventionella (100), för tre representativa år (var för sig) inom varje växtföljdsomlopp.

	TB2	Prod. energi	Använd energi	Maskin kostnad	Arbets tid	Bränsle	Energi- kvot
2003-2005	121	100	92	81	81	79	108
1997-1999	62	90	89	94	94	78	100

Man kan alltså konstatera att ett odlingssystem byggt på reducerad jordbearbetning, restriktiv användning av bekämpningsmedel och handelsgödsel och billiga och lättetablerade mellangrödor innebär väsentligt lägre kostnader, färre arbetstimmar, lägre energi- och bränsleanvändning och därmed större miljövänlighet, mindre resursutnyttjande och lägre produktion av klimatgaser.

Marktransport av bekämpningsmedel från fält med och utan plöjning

Metod

Inom det område av odlingssystemet som inte plöjts på 10 år plöjdes en maskinbredd och jordbearbetades som i det plöjda ledet. I denna remsa och i det närliggande sedan länge oplöjda området grävdes en grop. För att fånga upp vatten som transporterats genom markprofilen trycktes en stupränna snett in i marken på ungefär 50 cm:s djup, ungefär en meter in i marken. Det vatten som genom profilen nådde denna ränna kunde då samlas upp i en spann, inklusive lerpartiklar som ev. kunde vara transporterade genom profilen. Prover togs regelbundet och vattenmängden mättes. Groparna lades ut i höstvet (fält IV och VI) och i höstraps (fält II) den 25-27 september 2004 det första året (gropar A) och nya gropar etablerades 16-17 november 2005 det andra året (gropar B) efter ny plöjning och jordbearbetning. Från hösten 2005 och framåt var det höstvet på allafälten. Bekämpningsmedel sprutades med en vanlig traktorburen lantbruksspruta över området som om groparna inte funnits.

Vatten kan röra sig längs markytan och ta sig ner längs kanten på gropen. För att förhindra detta och för att inte få proverna utspädda med regnvatten monterades en presenning i takform

över groparna och kanten på presenningen låstes med en träregel och jordslogs för att avvisa vattnet på presenningen och på markytan.

Vattenprover om en halv liter från vissa datum i anslutning till bekämpningar skickades till AnalyCen och analyserades med multiprogrammet ”Pest2”, samt på glyfosat och nitratkväve.

Resultat

Porfördelningen i en plöjd och en icke plöjd åker är olika. Maskgångar, rotkanaler, sprickor osv bildar makroporer i alla jordar som en naturlig del av strukturbildningen. Är lerhalten någorlunda hög blir de också mer eller mindre bestående från år till år. Plöjning medför att jorden luckras upp kraftigt och då förstörs också makroporerna. Mellan dessa makroporer blir marken ganska kompakt i en icke plöjd mark. Regnvatten kan snabbt ta sig igenom en profil med makroporer, men sjunker långsammare genom en plöjd jord. Eftersom halten av både bekämpningsmedel och kväve i marken befinner sig i ett balansförhållande mellan det som är adsorberat och det som är löst i markvätskan, kan man tänka sig att större mängder av dessa ämnen plockas upp och transporteras när vattnet uppehåller sig länge i den övre delen av markprofilen som vid plöjning, än om vattnet snabbt rör sig genom profilen i makroporer, som vid reducerad jordbearbetning. Motsatsen skulle möjligen kunna gälla sådana bekämpningsmedel som binds till lerpartiklar, t ex glyfosat och pyretroider. Lerpartiklar kan lätt transporteras med regnvatten till större djup i marken i sprickor och kanske också i makroporer. För att försöka undersöka detta skapades ett fältexperiment inom odlingssystemförsöket på Lönnstorp.

Tabell 45. Mängden regnvatten, ml, som mätts i groparna .

Period	Fält	Analys	Ej plöjt	Plöjt
Gropar A, september 2004				
2005-10-29	II	Pest2	1000	1500
2006-08-24 – 11-27	II	Pest2, N	3450	8200
2005-10-29 – 11-02	IV		870	0
2006-04-10 – 11-27	IV	N	1550	11358
2005-06-23 – 11-02	VI		6260	600
2006-04-10 – 11-27	VI	Pest2, N	12750	900
Gropar B november 2005				
2006-08-24 – 11-27	II	Glyf	2100	2300
2006-08-24 – 11-27	IV	Glyf, N	9250	9150
2006-08-24 – 11-27	VI	Glyf, N	5900	6200

Mätningar skedde under hösten 2005 och 2006, vilket betyder att groparna hade etablerats ca 1 eller 2 år tidigare och förhållandena måste därför ha varit stabila. Mängden regnvatten (tab.45) som under en viss period uppmäts i de olika groparna är mycket olika. I t ex fält IV kom vatten igenom till ett prov i den oplöjda delen den 22 maj, 31 maj, 5 juni, 24 augusti och 7 september 2005. Under denna period fick vi inget prov i det plöjda systemet. Skillnaden kan bero på att vattentransporten är snabbare i det oplöjda systemet medan vattnet i det plöjda systemet rör sig långsammare och därför hinner avdunsta eller tas upp av växterna. Vi har motsvarande situation i fält VI.

Detta har medfört att det varit mycket svårt att finna representativa par av prov för analys av bekämpningsmedel utom glyfosat. Kväveprover har vi plockat ut i resterande material.

Regnmängderna från den andra omgången gropar, uppmätta hösten 2006 visar ingen större skillnad mellan plöjt och oplöjt, däremot mycket stor skillnad i de mängder som rinner igenom i de olika fälten. I fält II är mängden vatten bara 25 % av den mängd som mätts i fält IV. Analyser hösten 2005 och sommaren 2006 från de först grävda groparna har stora skillnaderna mellan plöjda och oplöjda system. De skillnader som syns under våren och sommaren 2006 kan också ofta ses hösten innan. Detta antyder att effekterna är platsbundna, antingen i form av försöksfel eller som skilda markegenskaper. Vi har inte kunnat iaktta några uppenbara orsaker i försökstekniken som skulle kunna förklara dessa stora skillnader, men beroendet av försöksuppläggningsen, kan detta dock inte uteslutas, t ex genom att det på vissa ställen lättare blir sprickbildningar där rännan skjutits in. Skillnaderna är dock så stora att de förtjänar en vidare undersökning. Man kan inte utesluta att spricksystem och makroporer i marken är så varierande från plats till plats att detta är en viktigare faktor än jordbearbetningen. I framtida undersökningar är det viktigt att beskriva dessa mönster. Det kan inte uteslutas att åtminstone vissa fält har "hål" som snabbt transporterar bekämpningsmedel och vatten, men i övrigt är täta.

Bekämpningsmedel

Proverna från fält II 2005 är samlade i slutet av oktober. Av de substanser som ingår i Pest2 hade metazaklor och kvinmerac (Butisan Top) använts ett år tidigare i höstraps och Goltix tre år tidigare i sockerbeter. Starane hade använts i vårkorn två år tidigare. Angränsande gröda vid provtagningen var mellangröda efter höstvetete och en kontaminering genom avdrift kan helt uteslutas. Substanserna förekommer i betydande mängder i proven, liksom klopuralid, isoproturon, bentazon och dimetoat har inte använts på många år..

Den 13 maj 2006 sprutades höstvetetet (fält II, IV & VI) med Starane (fluroxipyr), MCPA (MCPA) och Mecoprop (mecoprop.p); preparat som alla är kända för att lätt flytta sig i marken (behov förelåg inte i grödan). En dryg vecka senare hade det kommit så mycket nederbörd att ett vattenprov hade erhållits i det oplöjda ledet i fält VI. Detta uppvisade extremt höga halter av MCPA och mecoprop och hög halt av fluroxipyr. Stora regnmängder i åtminstone det oplöjda systemet kan därför föra ner stora mängder bekämpningsmedel till markdjup där nedbrytningshastigheten är låg eller ingen och därmed också antagligen förorena yt- och grundvatten.

Tabell 46. Analysresultat för pest2. Endast värden över 0,1 µg/L har tagits med (analysgräns 0,01 µg/L). Värden markerade med fet stil har sprutats i grödan.

	Fält II 2005-10-29		Fält II 2006-08-24		Fält VI 2006-05-22
	Plöjt	Ej plöjt	Plöjt	Ej plöjt	Ej plöjt
metazaklor (Butisan)	0,2	1,1			0,1
kvinmerak (Butisan)	0,2			4,0	0,2
fluroxipyr (Starane)	1,3		0,5	9,6	5,8
MCPA	0,2	0,8			210,0
mecoprop			0,2	1,9	290,0
bentazon (Basagran)		0,3		0,1	
dimetoat (Dimetoat)		0,3			
isoproturon (Arelon)	0,4	1,5			
klopuralid (Matrigon)	4,1		0,3	0,5	1,3
metamitron (Goltix)	0,7	1,5	0,1	4,3	0,9

Ett vattenprov var också möjligt i fält II i augusti 2005, fler månader efter denna sprutning i maj. Återigen förekom betydande halter av mecoprop och fluroxipur, men också som tidigare av met amitron och klopuralid

Förekomsten av de substanser som inte sprutats under flera år före försöket och i ganska avsevärda mängder antyder att vissa substanser under väldigt lång tid förflyttas i markvätskan, där lerjorden kanske fungerar likt en kromatografisk kolon.

Glyfosat

Glyfosat är särskilt intressant eftersom det kan förflytta sig både bundet till lerpartiklar och löst i markvätskan. Glyfosatsprutningarna skedde den 24 augusti 2006 över alla gropar. Det finns också här stora skillnader i både glyfosathalter och provstorlekar. Mängden transporterat glyfosat (inkl. nedbrytningsprodukten AMPA) är sannolikt den bästa mätaren (tab. 47). Värdena för det plöjda området är här alltid större än för det icke plöjda i groparna B, något som också gäller halterna i vattnet. I de äldsta groparna är det fortfarande liksom tidigare blandade resultat, men denna gång inte på grund av skillnader i genomträngande regnmängder, utan p g a stora skillnader i uppfångade glyfosathalter.

Tabell 47. Vattenanalyser på glyfosat från plöjt och oplöjt, groparna A och B

Fält, grop	2006-11-27 B2; A		2006-11-27 B6; A		2006-11-27 B2; B		2006-09-07 B6; B		2006-11-27 B4; B		
	Ej		Ej		Ej		Ej		Ej		
	Plöjt	plöjt	Plöjt	plöjt	Plöjt	plöjt	Plöjt	plöjt	Plöjt	plöjt	
Glyfosat	μg/l	2,80	1,40	3,70	9,40	0,70	0,62	14,00	4,40	4,80	0,79
Ampa	μg/l	2,90	1,40	0,68	2,40	0,23	0,21	1,70	1,20	3,10	0,39
Vattenmängd		800	1150	550	1900	2300	750	2550	1300	2900	2100
Glyfosat	μg/l	2240	1610	2035	17860	1610	465	35700	5720	13920	1659
Ampa	μg/l	2320	1610	374	4560	529	158	4335	1560	8990	819
Summa		4560	3220	2409	22420	2139	623	40035	7280	22910	2478

Kväve

Kvävehalterna och transporten av kväve genom marken varierar kraftigt och utan att något mönster kan skönjas.