

Reducerad jordbearbetning



Innehåll

Förord	3	Val av redskapstyp	31
Vad är reducerad jordbearbetning?	5	Faktorer som styr vid val av redskapstyp	31
Plöja varje år, ibland eller inte alls?	7	Jordbearbetning efter plöjning	33
Syftet med jordbearbetning	7	Såbäddsberedning och sådd	33
Trender och erfarenheter bland jordbrukare	8	Jordbearbetning vid plöjningsfri sådd	37
Försök med jordbearbetningssystem	8	Nedmyllning av växtrester	37
Växtföljd och skörderester i markytan	11	Luckring och återpackning	37
Svampar som gynnas av skörderester	11	Mekanisk ogräsbekämpning	39
Försök med reducerad jordbearbetning, förfrukt och svampbehandling	12	Vad kan du vinna genom direktsådd?	43
Andra skadegörare som kan påverkas av reducerad bearbetning	13	Vikten av en bra körteknik och rätt inställningar ..	45
Jordbearbetning och växtnäringsläckage	15	Teknik vid plöjningsfri odling	45
Utlakning av kväve	15	Inställning av plog	46
Förlust av fosfor	17	Dragkraftsbehov	47
Utnyttja mellangrödor och fånggrödor	18	Faktorer som styr dragkraftsbehovet	47
Såmaskintypens krav på såbädden	21	Rekommenderade effektbehov	48
Sönderdelning av halm och skörderester inför sådd 23		Bearbetningsdjupets betydelse	51
Nedbrytning av halm	24	Bearbetningsdjup vid reducerad bearbetning	51
Betydelse av halmens hackselängd	25	Minska markpackningen med lätt ringtryck	53
Hackning i tröska eller på fält	25	Förebygg skador av markpackning	53
Vilka redskapstyper finns det?	27	Ringtryckets betydelse	53
Plog	27	Jämförelsematriser för olika system	55
Stubbearbetningsredskap	28		

Förord

Allt eftersom jordbruket utvecklats har det kommit fram flera alternativ till den traditionella såbäddsberedningen, d.v.s. att med hjälp av plog och harv skapa en såbädd inför sådd med konventionell såmaskin, exempelvis släpbillsmaskin. Denna utveckling har drivits på av att lönsamheten i jordbruket varit dålig på grund av låga priser på spannmål och stigande priser på drivmedel och insatsvaror.

Reducerad jordbearbetning har blivit ett vittomfattande begrepp i växtodlingssammanhang. Det innefattar ett näst intill oändligt antal kombinationer av olika jordbearbetningsåtgärder mellan skörd och sådd. Det som oftast avses med begreppet är emellertid olika former av plöjningsfri odling eftersom plöjningen är det mest kostsamma bearbetningsmomentet.

Syftet med denna publikation är att ge en vägledning kring när olika metoder för reducerad bearbetning passar, utifrån både ett ekonomiskt och ett miljömässigt perspektiv. Skriften ger en beskrivning av olika redskapstyper samt tips och anvisningar för inställningar och körsätt. Praktiska frågeställningar från planering vid skörd till och med sådd berörs också.

I skriften redovisas resultat från ett antal försök och försöksserier. Resultat från fältförsök ska alltid tolkas med viss försiktighet. De resultat som redovisas här ska ge en vägledning utifrån vanligt förekommande frågeställningar i ämnet reducerad jordbearbetning.

Kunskapssammanställningen är skriven utifrån några olika ”vägval” eller scenarier.

- Direktsådd
- Plöjningsfri odling
 - Grund bearbetning
 - Normalt bearbetningsdjup
- Plöjning
 - Grund plöjning
 - Normalt plöjningsdjup

Huvuddelen av skriften handlar om olika varianter av plöjningsfri odling i samband med höstsådd.

Skriften har tagits fram av Hans Gustafsson, Hushållningssällskapet i Östergötland, och Christer Johansson, LRF Konsult i Linköping. Den har finansierats gemensamt av Sverige och EU med medel från landsbygdsprogrammet.

Vad är reducerad jordbearbetning?

I begreppet reducerad jordbearbetning innefattas en mängd olika principer för jordbearbetning. Begreppet omfattar alla metoder från direktsådd utan föregående jordbearbetning till plöjning med en begränsad efterbearbetning före sådd. Bland det viktigaste som skiljer olika bearbetningsprinciper åt är:

- Bearbetningsdjup
- Krav på skörderesthantering

Bearbetningsdjupet styr energiåtgången, luckringseffekten samt möjligheten att blanda in växtrester. Skörderesthanteringen påverkar kontakten mellan utsäde och gröningsfukt samt konkurrensen från spillsäd och ogräs. Skörderesthanteringen påverkar vidare trycket från växtpatogener på efterföljande gröda och därmed

behovet av bekämpning. Den kan också påverka grödans kvävebehov samt eventuell bildning av gröningshämmande substanser.

En gränsdragning mellan olika system för reducerad jordbearbetning är om plogen används eller inte.

System för reducerad jordbearbetning utan plog kan delas in i:

- **Direktsådd (ingen jordbearbetning före sådd)**
- **Plöjningsfri odling med grund bearbetning (5–7 cm djup)**
- **Plöjningsfri odling med djup bearbetning (ca 20 cm djup)**



Grund plöjning är också en väg till reducerad jordbearbetning (Foto: Överums Bruk)

På senare år har ett nytt begrepp ”mull-sådd” (efter tyskans ”mulchsaat”) börjat användas. Metoden innebär att en eller flera grunda bearbetningar genomförs innan sådden sker i en blandning av jord och växtrester. Systemet kan mycket väl inordnas i kategorin ”plöjningsfri odling med grund bearbetning”.

Begreppet reducerad bearbetning kan även tillämpas vid plöjning. Då avser man som regel antingen ett grundare bearbetningsdjup eller att en teknikutveckling möjliggjort såbäddsberedning med färre överfarter än vid den traditionella efterbearbetningen.

Systemen för reducerad bearbetning med plog kan delas in i:

- **Grund plöjning (10–15 cm djup)**
- **Plöjning med tillsatsredskap (tiltskärare, tiltpackare)**
- **Plogsådd (plöjning, bearbetning och sådd i ett moment)**

Grund plöjning kan genomföras med traditionella plogar utrustade med plogkroppar som utvecklats för ett varierande plöjningsdjup eller med specialplogar avsedda för grund bearbetning. Plöjning med tillsatsredskap innebär att antalet efterföljande bearbetningar reduceras. På lerjordar kan en tiltskärare sönderdela jorden i samband med plöjning. På lättare jordar kan en tiltpackare bearbeta och återpacka jorden. Med ett plogsåddekipage kan jorden plöjas, bearbetas, gödslas, sås samt återpackas i ett moment. Försök visar dock tydligt att ytterligare återpackning ofta är nödvändig.



Foto: Per G Norén

Plöja varje år, ibland eller inte alls?

Syftet med jordbearbetning

Syftet med jordbearbetning är att luckra packad jord, bekämpa ogräs, mylla ned skörderester och gödsel samt bereda jorden för sådd.

Plöjning passar generellt sett bra vid:

- Lättare jordar
- Fuktiga förhållanden vid jordbearbetning
- Ogynnsam förfrukt, t.ex. vete efter vete
- Stor mängd halm/skörderester eller lång halm och stubb
- Vårsådd
- Sådd av arter eller andra grödor som kräver lucker jord
- Dålig markstruktur eller svårgenomsläpplig jord
- Rikligt med roto-gräs eller perenna ogräs
- Ekologisk odling eller andra odlings-system där kemisk bekämpning av ogräs eller skadegörare inte är tillåten

Att plöjning passar bra på sandigare jordar jordart beror på att de har ett större luckringsbehov – djupare bearbetning krävs och därmed blir den potentiella vinsten med reducerad bearbetning starkt begränsad. Dessutom blir växtskyddsproblem kopplade till skörderester i markytan större på lättare jordar än på lerjordar.

Plöjningsfria system passar generellt sett bra vid:

- Tyngre jordar (styvare lerjordar)
- Torra förhållanden vid jordbearbetning
- Gynnsam förfrukt, t.ex. odling av vete efter oljeväxter eller baljväxter
- Måttlig mängd skörderester med kort strållängd

- Höstsådd
- Sådd av spannmål och andra grödor som inte har så stort luckringsbehov
- Bra markstruktur och/eller genomsläppliga jordar
- Måttligt ogrästryck
- Konventionell växtodling

Att plöjningsfria system passar bra på styvare lerjordar beror på att de har lågt luckringsbehov och stort dragkraftsbehov. Därmed blir den potentiella vinsten med reducerad bearbetning större. Dessutom bildas gärna svårbearbetade lerkokor inför höstsådd efter plöjning vilket försvårar höstgrödans etablering.

I jordar som aldrig plöjs blir matjords-skiktets nedre del förtätat. De får även efterhand en ökad mullhalt i ytan där skörderesterna koncentreras. Detta kan innebära både för- och nackdelar.

Fördelar med att inte plöja:

- God vattenledningsförmåga under torra förhållanden
- Minskad avdunstning
- Minskad igenslamning och skorpbildning
- Ökad mängd daggmusk och annan biologisk aktivitet
- Minskade problem med plogsula

Nackdelar med att inte plöja:

- I kombination med dålig växtföljd ökar trycket av växtpatogener, bl.a. bladfläcksvampar
- Ökad ogräsmängd
- Långsam upptorkning och lägre marktemperatur
- Stort mekaniskt jordmotstånd i matjorden (försvårar rotutveckling och ger ökat dragkraftsbehov)
- Tekniska svårigheter vid sådd (på grund av växtrester och förtätat matjordskikt)

Jordarten, grödan och ogrästrycket är avgörande när du väljer bearbetningstyp.

Du behöver inte
välja antingen
eller –
en kombination av
olika tekniker kan
fungera bra.

Trender och erfarenheter bland jordbrukare

Olika varianter av plöjningsfri odling diskuteras ofta. Ska plöjningen uteslutas helt i växtföljden eller enbart efter gynnsam förfrukt? Ska plöjning ingå någon gång i växtföljden, t.ex. när det kan finnas luckringsbehov eller när mängden växtrester är så stor att de behöver vändas ned?

Aldrig plöjning

Syftet med att inte alls använda plogen i växtföljden är att permanenta sprickor, porer, mask- och rotgångar som naturligt bildas i en lerjord aldrig ska störas utan utnyttjas till fördel för grödan. Ibland diskuteras om resultatet av reducerad bearbetning blir bättre och bättre jämfört med plöjning ju längre tekniken tillämpas utan avbrott för plöjning (figur 1). Allt eftersom tiden gått kan man se en trend i att skördarna ökar vid plöjningsfri odling jämfört med plöjning. Ökad kunskap och förbättrade redskap bidrar troligen till denna trend. Erfarenhet finns från flera håll att plöjningsfri odling bidragit till en högre genomsläpplighet med åren.

Även på mjälajordar anses det ofta som en fördel att helt utesluta plöjningen tack vare att den ökade mängden skörderester som koncentreras i markytan kan ha en förmåga att motverka skorpbildning. I delar av landet, t.ex. Mälardalen, används detta system av många lantbrukare med framgång sedan många år och deras erfarenheter utgör en värdefull kunskapsbank.

Plöjning ibland – när den behövs som mest

Plöjning är fortfarande grunden för jordbearbetningen men allt fler använder

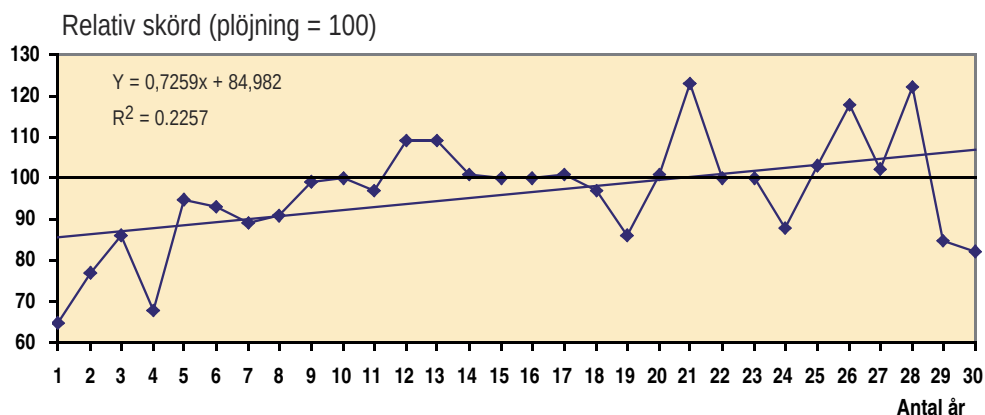
andra jordbearbetningsredskap en eller flera gånger i växtföljden. Att kombinera flera olika jordbearbetningssystem är också en variant som fått allt fler anhängare. Plogen har stora fördelar när det gäller att vända ned skörderester, bekämpa ogräs samt luckra på vissa jordar. Att exempelvis så ärter utan att plöja innan är säkert en otänkbar utmaning för de flesta växtodlare. Den snabba strukturrationaliseringen i jordbruket motiverar av tidsbesparingsskäl att allt oftare hoppa över plöjningen i växtföljden. Detta vägval har ofta fungerat bra exempelvis på de moränlättleror som ”klass 1-jordarna” till stora delar utgörs av och där minskad plöjning inte tycks ha inneburit något tydligt skördebortfall.

Plöjningsfritt enbart när det är gynnsamt

”Lightvarianten” av reducerad jordbearbetning skulle kunna anses vara att enbart utesluta plöjningen vid höstsådd efter avbrottsgrödor som raps eller ärter. Detta är ett system som ofta tillämpas av lantbrukare och plöjningsfri grödetablering misslyckas också mycket sällan vid sådana goda förutsättningar.

Försök med jord- bearbetningssystem

I en försöksserie som pågått i Mellansverige mellan 1996 och 2006 har konventionell plöjning jämförts med grundplöjning (13–15 cm), plöjningsfri reducerad bearbetning, och anpassad bearbetning. Anpassad bearbetning har i huvudsak inneburit att plöjningen utesluts efter oljeväxter (tabell 1). Försöken har legat över två växtföljder och de grödor som ingått i växtföljden är höstvet, vår-oljeväxter och havre. Försöken har legat på tre olika platser och resultatet har



Figur 1. I försök 381/74 i försöksserie R2-4010, på Lanna försöksstation har plöjningsfri odling jämförts med plöjning i en stråsådesdominerad växtföljd under ca 30 år. Jordart: måttligt mullhaltig styv lera.

Källa Jordbearbetningens årsrapport 2005

naturligtvis varierat mellan de olika platserna. Lerhalten är 40–50 % på alla tre försöksplatserna. Bearbetningarna har genomförts med de redskap som funnits tillgängliga på respektive plats och skiljer sig därför något beträffande teknik för sådd och bearbetning. Antalet överfarter

med olika redskap har begränsats av vad som ansetts vara befogat för att åstadkomma en lyckad etablering (tabell 2).

Ett ekonomiskt utfall har också beräknats för de olika alternativen utifrån maskinkalkylgruppens "Maskinkostnader" där

Tabell 1. Resultat från en mellansvensk försöksserie där jämförelse gjorts mellan olika jordbearbetningssystem. Serien har pågått mellan 1996 och 2006. Avkastning i tre forsk, 11 skördar per försök (Kvinnersta 7 skördar)

Bearbetningssystem	Avkastning, kg/ha resp. %		
	E-län, Klostergården	D-län, Ulfsåll	T-län, Kvinnersta
A. Normal plöjning	5 480=100	4 990=100	4 200=100
B. Grund plöjning, reducerad bearbetning	104	97	102
C. Ej plöjning, starkt reducerad bearbetning	102	92	96
D. Anpassad bearbetning	106	103	99

Källa: 2006 års Försöksrapport för Mellansvenska försökssamarbetet

Tabell 2. Resultat från en mellansvensk försöksserie där olika jordbearbetningssystem jämförts. Antal bearbetningar i medeltal under åren 1996–2006

Bearbetningssystem	Antal bearbetningar i medeltal			
	Plöjning	Stubbearb.	Harvning	Totalt
A. Normal plöjning	1	0,1	3,1	4,2
B. Grund plöjning, reducerad bearbetning	1	0,1	2,3	3,4
C. Ej plöjning, starkt reducerad bearbetning	0	2,1	1,4	3,5
D. Anpassad bearbetning	0,7	0,7	2,2	3,6

Källa: 2006 års Försöksrapport för Mellansvenska försökssamarbetet

Normal plöjning 838 kr/ha
 Stubbearbetning kultivator 216 kr/ha
 Harvning 137 kr/ha

Grund plöjning 612 kr/ha
 Stubbearbetning tallriksredskap 297 kr/ha
 Kvikrotsbekämpning 275 kr/ha

Tabell 3. Resultat från en mellansvensk försöksserie där olika jordbearbetningssystem jämförts. Ekonomiskt utfall, medeltal för 3 försök (totalt 29 skördar) under åren 1996–2006

	A. Normal plöjning	B. Grund plöjning	C. Ej plöjning	D. Anpassad bearbetning
Skörd, kg/ha	5 000 = 100	5 037 = 101	4 842 = 97	5 164 = 103
Intäkter, kr/ha				
Kärna 1,05 kr/kg	5 250	5 289	5 084	5 422
Kostnader, kr/ha				
Plöjning	838	612		586
Stubbearbetning	22	22	483	161
Harvning	425	315	192	301
Kvikrotsbekämpning			50	
Summa	1285	949	725	1 048
Utfall, kr/ha	3 965	4 340	4 359	4 374
Relativa tal	100	109	110	110

Källa: 2006 års Försöksrapport för Mellansvenska försökssamarbetet

varje moment kopplas till en hektarkostnad (tabell 3). Resultatet visar att nettointäkten blivit ca 400 kr/ha större i alla alternativ jämfört med normal plöjning. I praktiken skulle dock t.ex. det anpassade ledet bli kostsamt om det bygger på att lantbrukaren måste hålla sig olika maskintyper med tillhörande kapitalkostnad. Ett flexibelt jordbearbetningssystem,

där man vid varje tillfälle kan välja den meto/redskapstyp som vid rådande förhållande passar bäst, kan i första hand bli ekonomiskt konkurrenskraftigt vid väl utvecklade maskinsamarbeten. Försöket finns utförligt beskrivet i 2006 års Försöksrapport för Mellansvenska försökssamarbetet.

Växtföljd och skörderester i markytan

En av de viktigaste förutsättningarna för att upprätthålla en hög avkastningsnivå i spannmålsodlingen är en bra växtföljd och det gäller i ännu högre grad vid reducerad bearbetning. Mängden skörderester som blir kvar i markytan vid sådd har en avgörande betydelse för hur stort tryck av växtföljdssjukdomar den etablerade grödan utsätts för (figur 2a). Vid odling av vete efter vete eller i andra ogynnsamma växtföljder har därför plöjningen en stor fördel jämfört med plöjningsfri odling ur denna synvinkel. Beroende på årsmånen kan växtföljdssjukdomarna ha mycket stor betydelse för skördeutfallet och det ekonomiska resultatet av odlingen.

För de flesta svampsjukdomar som sprids via skörderester är risken för angrepp störst om förfrukten utgörs av samma art.

Det finns dock flera undantag från detta, risken för att höstsäd ska drabbas. Flera stråsädesslag kan t.ex. vara lika dåliga förfrukter till höstsäd beträffande risken för snömogelangrepp.

Svampar som gynnas av skörderester

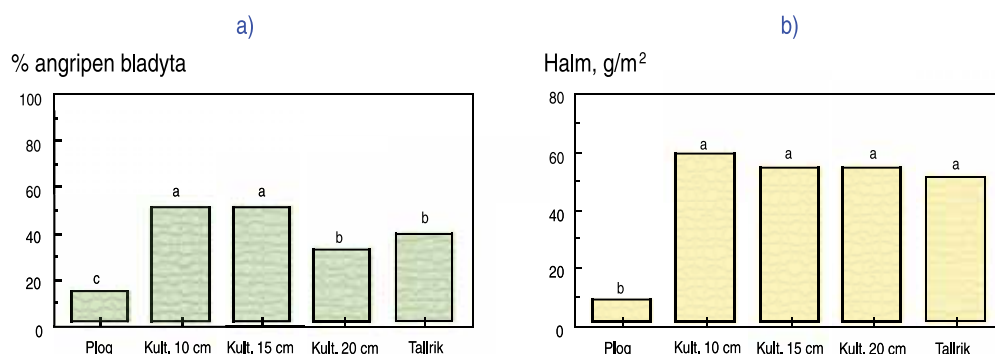
Växtföljdssjukdomar i vete

Ett vanligt exempel på växtföljdssjukdomar är bladfläcksvampar i vete. Efter t.ex. en höstvetegröda som haft angrepp av vetets bladfläcksjuka (*Drechslera tritici repentis*) (se bild) utgör halmrester i markytan en brygga där svampen övervintrar och ger ett högt smittotryck till en eventuell efterföljande vetegröda.



Angrepp av vetets bladfläcksjuka. Svampen övervintrar i sitt sexuella stadium i form av sporhus på infekterade växtdelar. Under våren är plantorna sedan väldigt utsatta för infektion under regniga förhållanden.

Foto: Peder Waern



Figur 2. Resultat från försök 517/91, a: 1996, b: 1997, försöksplats Ultuna, försöksserie R2-4027, I detta försök består växtföljden av enbart korn. Olika bokstäver ovanför staplarna anger ev. signifikanta skillnader mellan behandlingarna.

a) Angrepp av bladfläcksvampar 1996. Under regniga år med högt tryck av bladfläcksvampar brukar tydliga skillnader i angreppsgrad kunna ses mellan plöjda och icke-plöjda försöksled. Störst angripen blad-yta hade grunt kultiverade led och markant lägst var angreppsgraden efter plöjning.

b) Uppmätt mängd halm i ytan 1997. Inga signifikanta skillnader mellan olika metoder för stubbearbetning kan ses, däremot är skillnaden stor gentemot plöjning.

Källa: Jordbearbetningens årsrapport 1999

Även för bladfläcksvamparna brunfläcksjuka (*Stagonospora nodorum*) och svartpricksjuka (*Septoria tritici*) i vete kan infekterade skörderester vara en smittkälla. Gulstrimsjuka (*Cephalosporium gramineum*) som orsakar brådmognad i höstsäd sprids även den via infekterade halmrester i markytan.

Mjöldagg samt gul- och brunrostsvampar kräver däremot levande växtvävnad för sin överlevnad. Därmed utgör inte skörderester samma riskfaktor för spridning

Växtföljdssjukdomar i korn

I korn har skörderesterna motsvarande betydelse för spridning av både sköldfläcksjuka (*Rhynchosporium secalis*) och kornets bladfläcksjuka (*Drechslera teres*). Även svampen *Ramularia* (*R. collo-cygni*), återfinns på skörderester, men skörderesternas betydelse för spridning är oklar

Axfusarios

Axfusarios är en fusariumsvamp som sprids via skörderester och kan infektera spannmålsgrödor vid regnig väderlek i samband med grödans blomning. Det är främst höst- och vårvete, rågvete samt havre som angrips. Angripen gröda kan brådmogna och på kärnorna kan det bildas hälsofarliga fusariumtoxiner. Från och med 2006 finns det gränsvärden för fusariumtoxiner i spannmål vilket innebär att ett smittat spannmålsparti kan avvisas vid leverans. Risken för angrepp av axfusarios är större vid reducerad bearbetning än vid plöjning. Förfrukt och sortens mottaglighet har också stor betydelse för risken för angrepp.

Utvintringssvampar i höstsäd

Risken för angrepp av utvintringssvampar, t.ex. snömögel (*Fusarium nivale*) och

stråknäckare (*Pseudocercospora herpotrichoides*), ökar också markant om det finns mycket skörderester kvar vid markytan efter sådd. Smittan sprids lätt från smittade skörderester via regnstänk till de nya plantorna.

Försök med reducerad jordbearbetning, förfrukt och svampbehandling

Betydelsen av olika förfrukter samt värdet av plogens förmåga att bruka ned skörderester studerades i en 5-årig försöksserie. I försöksserien ingick parametrarna svampbehandling, förfrukt samt jordbearbetning. Försöken genomfördes i höstvet, förfrukten var höstvet i halva försöket och oljevaxter i halva. Reducerad bearbetning jämfördes med plöjning, dels i svampbehandlat och obehandlat led, dels med olika förfrukt. Försöken låg på lerjordar.

Med höstvet som förfrukt var avkastningen efter plöjning 1–2 % bättre än efter reducerad bearbetning. Med oljevaxter som förfrukt däremot, var i stället avkastningen efter reducerad bearbetning 4–5 % bättre än efter plöjning.

Effekten av en bra förfrukt har här visat sig vara viktigare än både bearbetningssystem och svampbehandling. Oljevaxter som förfrukt till vete gav i genomsnitt 25 % högre skörd än vete efter vete. Flera faktorer kan samverka till en bra förfruktseffekt; gynnsammare förhållande för sådd, större mängd mineralkväve i marken samt minskat tryck av bladfläcksvampar, stråknäckare, rotdödare, m.m.

Svampbehandling gav vid plöjning en merskörd på 11 % med vete som förfrukt och 10 % med oljevaxter som förfrukt.

Ensidig växtföljd och skörderester i markytan ökar risken för svampangrepp.

Tabell 4. Genomsnittlig kärnskörd och relativtal i försök L2-4109 med olika jordbearbetning, förfrukt och axgångsbehandling, försöken har huvudsakligen varit placerade i Östergötland, Södermanland och Västergötland.

Behandling			Kärnskörd, kg/ha (medelvärde för 11 försök 2000–2004)	Relativtal, %
Förfrukt	Jordbearbetning	Svampbehandling		
Höstvete	Plöjt	Obehandlat	4730	100
Höstvete	Plöjt	Svampbekämpat	+520	111
Höstvete	Reducerad bearbetning	Obehandlat	-100	98
Höstvete	Reducerad bearbetning	Svampbekämpat	+460	110
Våroljeväxter	Plöjt	Obehandlat	+1050	122
Våroljeväxter	Plöjt	Svampbekämpat	+1620	134
Våroljeväxter	Reducerad bearbetning	Obehandlat	+1260	127
Våroljeväxter	Reducerad bearbetning	Svampbekämpat	+1920	141
Höstvete			4950	100
Våroljeväxter			+1240	125
	Plöjt		5530	100
	Reducerad bearbetning		+90	102
		Obehandlat	5290	100
		Svampbekämpat	+580	111
LSD*			180	

* Skillnad mindre än 180 kg ej statistisk säker. Källa: Mellansvenska försökssamarbetets försöksrapport 2004

Vid reducerad bearbetning gav svampbehandlingen en merskörd på 12 % med vete som förfrukt och 11 % med oljeväxter som förfrukt. Merskörden för svampbehandling har alltså i försöksserien varit nästan lika stor vid plöjning som vid reducerad bearbetning (tabell 4). En bidragande orsak till att skillnaderna var små kan dock vara att svampbehandlingarna gjordes något för sent för att full effekt skulle fås.

Andra skadegörare som kan påverkas av reducerad bearbetning

Det finns en rad andra skadegörare som även de gynnas av reducerad bearbetning, t.ex. mjöldryga, sniglar och vetemygga.

En ökad mängd spillplanter kan gynna spridning av mjöldagg, stinksot, brunrost samt randig dvärgstrit vilken sprider vete-dvärgsjuka. Reducerad bearbetning kan emellertid också gynna naturliga fiender till skadegörare och därmed bidra till att motverka angrepp av exempelvis rapsbaggarna och bladlöss.



Vetemygga är en skadegörare som gynnas av reducerad bearbetning. Foto: Peder Waern



Jordbearbetning och växtnäringsläckage

Jordbruket står för en betydande del av läckaget av kväve och fosfor till vattendragen. I mätningar som gjorts i flera jordbruksintensiva avrinningsområden i Sverige har det konstaterats att stora koncentrationer av kväve och fosfor förekommit i dräneringsvattnet. I första hand förekommer detta i samband med stora nederbördsmängder men även i samband med spridning av stall- eller mineralgödsel samt efter jordbearbetning. Kväveläckaget påverkas av klimat, jordart, jordbearbetning och förhållande mellan gödsling och grödans kvävebehov. Om kväve når grundvattnet är det också ett problem eftersom nitrat kan vara giftigt om det finns i hög koncentration i dricksvatten. Kan växtnäringsförluster undvikas är det positivt även ur ekonomisk synvinkel. Varje inköpt kg kväve kostar ca 18 kr och fosfor 40 kr med dagens penningvärde (hösten 2008).

Ur miljösynpunkt är det av stor betydelse att läckaget av kväve och fosfor till sjöar och hav minskas. Förhöjda koncentrationer av dessa ämnen i vattnet bidrar till igenväxning, grumlighet, ökad produktion av alger, samt utarmad flora och fauna. När alger och andra växter dör och bryts ned går det åt stora mängder syre. Följden blir att bottenlevande organismer dör av syrebrist och fisken försvinner. När blågröna alger (cyanobakterier) blommar bildas gifter som kan döda fisk och vara till allmän olägenhet för människor och djur. Eftersom dessa alger är kvävefixerande är det framför allt mängden fosfor i vattnet som styr deras tillväxt.

**Jordbearbetning
leder till mineralise-
ring av nitratkväve**

Utlakning av kväve

Vid gödsling, nedbrytning av humus, nedfall av luftföroreningar och baljväxters kvävefixering tillförs marken kväve i form av organiskt bundet kväve, urea, ammonium eller nitrat. Urea mineraliseras till ammonium som i sin tur mineraliseras till nitrat. Det är kväve i nitratform som är mest lätttröligt i marken och därmed utsatt för utlakning via dräneringsvatten till sjöar och hav.

Kväveutlakning är kopplad till avrinning från marken och problemet är därför störst i nederbördsrika områden och under perioder när marken inte är tjälad. Ju högre temperaturen i marken är desto kraftigare är kvävemineraliseringen. Mycket nederbörd under sommarhalvåret eller en mild vinter bidrar till stor kväveutlakning. Jordar med hög mullhalt innehåller mycket kväve och lätta jordar är dåliga på att hålla vatten och därmed på att binda nitratkväve, varför risken för kväveläckage är större från dessa jordar än från mullfattiga lerjordar.

Eftersom nitratkväve är lätttröligt i marken är en bra balans mellan mängden tillfört kväve och den mängd som grödan tar upp avgörande för att minimera risken för kväveläckage. Generellt sett är bevuxen, ”grön” mark naturligtvis mindre utsatt för växtnäringsförluster än bearbetad svart jord. Finns det ingen gröda som tar upp kväve riskerar det att lakas ut i samband med nederbörd. Ju längre tid en bearbetad jord ligger obevuxen desto större risk för förluster.

Förlust av kväve kan också ske genom denitrifikation, vilket innebär att kväve i nitratform omvandlas och avgår som

kvävgas eller lustgas till luften. Denitrifikation sker främst under syrefattiga (delvis vattenmättade) förhållanden. Väl fungerande dränering och god markstruktur samt en effektiv kvävehushållning är exempel på faktorer som minskar risken för denitrifikation.

All form av jordbearbetning innebär att mineraliseringen av organiskt bundet kväve stimuleras. Ju djupare bearbetningen är desto större blir mineraliseringen av kväve. Tidpunkten för bearbetningen är en annan viktig faktor. För att etablera en gröda med minsta möjliga risk för kväveläckage kan därför direktsådd utan föregående bearbetning vara ett effektivt sätt, förutsatt att etableringen lyckas väl.

I försök utlagda 2003 och 2004 i Skåne, Uppland och Västergötland, mättes mängden mineralkväve i marken två veckor efter sådd av höstvetedel efter direktsådd, dels efter plöjning och dels efter stubbearbetning. Efter plöjning återfanns i Skåne och Uppland, i genomsnitt ca 10 kg mer nitratkväve per hektar än efter direktsådd. Detta kväve var då exponerat för utlakning eftersom höstsådd spannmål tar upp en mycket begränsad mängd kväve på hösten. Skörden var i medeltal ca 200 kg/ha lägre efter direktsådd än efter plöjning. Generellt var mängden mineralkväve i marken lägre efter stubbearbetning än efter plöjning.

Bearbetningstidpunkt

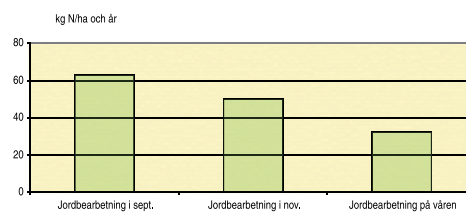
Den bästa tidpunkten för jordbearbetning på hösten, inför höstsådd respektive vårsådd varierar beroende på jordart och förutsättningar i övrigt (t.ex. väderlek), men också beroende på vilket perspektiv man har. Ur arbetsmässig synpunkt kan det vara en fördel om jordbearbetning kan påbörjas tidigt på hösten även inför vårsådd. En tidig bearbetning är även positiv med tanke på fosforförlusterna.

Eftersom jordbearbetning stimulerar kväve-mineralisering och därmed ökar risken för läckage är det ur miljösynpunkt positivt att senarelägga bearbetningen på hösten så långt det är möjligt, främst på lättare jordar. Det går stick i stäv mot önskemålet att få igång en nedbrytning av halm och andra skörderester så fort som möjligt inför höstsådd vid minimerad bearbetning. Bearbetningsåtgärder med sikte på bästa möjliga skörderesultat måste ändå prioriteras. En hög skördenivå är en förutsättning för ett bra utnyttjande av växtnäring.

Anpassa tidpunkten för bearbetning!

Kväveutlakningen från åkermark varierar mycket beroende på jordart, årsmån och läge i landet. I mitten av 1990-talet beräknades den vara i genomsnitt 22 kg per ha och år. Resultaten från ett halländskt försök (figur 3) utfört av avdelningen för vattenvårdslära, SLU, visar ett exempel på hur kväveläckaget på en lätt jord kan minska ju senare marken bearbetas under höst och vinter.

I en försöksserie utförd av Avdelningen för jordbearbetning vid SLU jämfördes olika bearbetningstidpunkter på hösten



Figur 3. I ett försök på sandjord i Halland minskade kväveutlakningen när stubben lämnades orörd fram till sen höst eller påföljande vår.

Källa: Stenberg & Aronsson, 1995, Teknisk rapport 17, Avd. för vatten- vårdslära, SLU

inför vårsådd på styvare lerjordar. Resultatet tyder på att det kan vara positivt med tidig bearbetning på hösten i plöjningsfria system. Detta kan delvis bero på att tidig bearbetning bidragit till mer gynnsam såbädd på våren. Skörden har varit ungefär 7 % högre vid en tidig bearbetning jämfört med en sen. Tidig bearbetning har därmed också lett till ett bättre kväveutnyttjande. I samma försöksserie uppskattades även risken för utlakning vid olika bearbetningstidpunkter, med hjälp av bl.a. kväveprovtagningar i markprofilen. Skillnaden i risken för kväveutlakningen bedöms vara liten, 1 kg kväve/ha till fördel för sen bearbetning, förutsatt att nederbörds mängderna var normala. På styva lerjordar vid plöjningsfri odling kan alltså tidig bearbetning på hösten ha både ekonomiska och miljömässiga fördelar jämfört med sen bearbetning. Resultaten av försöket tyder dock på att senarelagd bearbetning kan minska risken för utlakning även på lerjordar i nederbördsrika områden.

Följande anpassningar och åtgärder motverkar kväveläckage:

- Direktså alternativt så med ett minimum av föregående bearbetning där det är möjligt utan att etableringen äventyras.
- Plöj eller bearbeta lätta jordar på våren i stället för på hösten inför vårsådd. Om det inte är möjligt, plöj sent på hösten i stället.
- Bryt vallar eller andra kväverika frukter i så nära anslutning till efterföljande sådd som möjligt.
- Bekämpa kvickrot med glyfosat i stället för stubbearbetning vid konventionell odling. Sena höstbekämpningar bör dock undvikas för att minska risken för läckage av bekämpningsmedel till vatten.
- Eftersträva en så väl etablerad gröda som möjligt, t.ex. genom noggrann fördelning av skörderester före höstsådd.

- Sprid fastgödsel till vårsådda grödor så sent som möjligt på hösten. Fjäderfärgödsel bör dock spridas på våren.
- Sprid flytgödsel och urin på våren eller i växande gröda där det är möjligt.
- Mylla eller bruka ner stallgödsel och mineralgödsel snarast efter spridning.
- Höstsprid stallgödsel till höstoljeväxter eller vall i stället för till höststråsäd.
- Utnyttja fånggrödor och/eller skyddszooner som skydd mot utlakning och ytavrinning.

Förlust av fosfor

I marken är det endast en mindre del av fosformängden som är växttillgänglig och det är antingen löst fosfor, (fosfatjoner i markvätskan), eller partikelbunden fosfor, (fosfater bundna till markpartiklar). Vid normala avkastningsnivåer förs ca 15–20 kg fosfor per ha och år bort med skörden vid odling av vall och spannmål medan markförrådet kan uppgå till 2 000 kg/ha. Enligt mätningar kan fosforförlusterna uppgå till mellan 0,01 och drygt 2 kg/ha och år. I genomsnitt beräknas fosforförlusten från åkermark i Sverige vara 0,3–0,4 kg/ha och år. Läckage av fosfor från åkermark kan ske både via yttre och inre erosion av partikelbunden fosfor (uppslammade markpartiklar), och via löst fosfor i dräneringsvatten.

En stor källa till fosforförluster är erosion av matjord som uppstår i anslutning till stora vattenflöden som skyfall, snösmältning eller andra tillfällen när jorden är vattenmättad. Vidare tycks fosforförlusterna vara större på lerjordar än på sandjordar p.g.a. snabb transport av vatten genom lerjordarnas makroporer, dvs. ett relativt permanent system av sprickor och rotgångar. Det har även visat sig att fosfor läcker i större utsträckning efter spridning av stallgödsel och mineralgödsel om göd-

seln legat bredspridd på markytan än om den brukats ned i samband med spridning.

Följande anpassningar och åtgärder motverkar fosforläckage:

- Eftersträva att låta bearbetad jord ligga osådd så kort tid som möjligt. Erosion motverkas av att grödans rotmassa binder jorden.
- Undvik att plöja eller så i riktning längs med lutningar i fält.
- Eftersträva att radmylla eller bruka ner både stallgödsel och mineralgödsel snarast efter spridning. Att skapa god kontakt mellan fosfor och jord motverkar utlakning och ytvavrinning.
- Kombiså hellre än bredsprid fosforhaltig mineralgödsel.
- Undvik spridning av stallgödsel eller fosforhaltig mineralgödsel vid blöta markförhållanden samt på snötäckt eller frusen mark.
- Undvik förrådsgödsling med fosfor.
- Utnyttja fånggrödor och skyddszoner för att undvika erosion.
- Underhåll dräneringssystem och undvik strukturskador på lerjord för att förebygga förluster som orsakas av längre perioder med vattensamlingar på åkermark.

Utnyttja mellangrödor och fånggrödor

Mellangröda är en gröda som har sin huvudsakliga tillväxt mellan två huvudgrödor. När den odlas med syfte att fånga upp växtnäring kallas den för fånggröda. Fånggröda gör som störst nytta i kustnära lättjordsområden med stor årsnederbörd, samt där det ingår större mängder stallgödsel i växtföljden. Finns det en växtlighet efter skörd som kan fånga upp eventuellt kvarvarande, lättillgängligt kväve i stället för att marken ligger bar, stubbearbetad eller plöjd under långa perioder

minskar risken för läckage radikalt. Ur miljösynpunkt är det bästa naturligtvis om fånggrödan kan ligga orörd ända fram till vårbruket.

Fånggrödornas effekt har kunnat utvärderas genom mätningar i försöksrutor där dräneringsvatten samlats upp och provtagits. I t.ex. en försöksserie utlagd på sandjord har växtföljder med och utan fånggröda (engelskt rajgräs) och med och utan tillförsel av stallgödsel samt höstplöjning kontra vårplöjning jämförts. I försöket har även grödornas kväveupptag och markens mineralisering räknats med.

Resultaten visar att med fånggröda minskade kväveutlakningen med mellan 5 och 10 kg/ha i genomsnitt under de tio år försöken pågick. Enskilda år med mycket nederbörd var skillnaden i utlakning mellan behandlingar med och utan fånggröda ännu större. I försöksled som gödslats med svinflytgödsel bidrog fånggrödan till att reducera utlakningen med i genomsnitt ca 10 kg N/ha. Odling av fånggröda medförde inte någon reduktion av kärnskördarna i försöket. Att fånggrödan har en god tillväxt under hösten har visat sig viktigt för reduktionen av kväveläckage. Vårplöjning har också visat sig ge mellan 5 och 10 kg/ha lägre kväveutlakning än höstplöjning.

Det är i huvudsak i spannmålsgrödor som det är mest aktuellt att anlägga fånggröda. Det enklaste sättet är insådd i samband med sådd av en vårgröda. Om det inte finns en separat frölåda på såmaskinen kan fröet blandas med utsädet. För att undvika att fånggrödan blir för kraftig är det viktigt att begränsa frömängden till knappt hälften av vad som används vid normal vallinsådd för t.ex. rajgräs. Vid vissa förhållanden, t.ex. på lerjord, kan en separat sådd krävas för att etableringen ska lyckas.

I höstsäd kan insådd av fånggrödan på våren vara att föredra eftersom höstinsådd av t.ex. rajgräs kan ge en fånggröda som konkurrerar för mycket med spannmålen. Insådd av fånggröda på våren har inte påverkat avkastningen i höstvetet negativt enligt försök. För att fånggrödan ska hinna växa och ta upp kväve på hösten får den inte heller sås in för sent. Insådd i samband med vårbruket, eller när det är lagom upptorkat på våren är ofta en bra tidpunkt.

Små enkla "frösnurror" som kan monteraras exempelvis på en vält förekommer ofta i samband med insådd. Dessa är också möjliga att använda i samband med stubbearbetning. Sker bearbetningen tidigt på hösten finns det en liten möjlighet att etablera en mellangröda även efter skörd. Det kan exempelvis vara aktuellt inför vårsådd eller inför sådd av höstsäd när förfrukten varit kväverik och skördats tidigt.

Engelskt rajgräs fungerar bra som fånggröda eftersom det inte konkurrerar med huvudgrödan men har en snabb tillväxt på hösten. Oljerättika och vitsenap har också visat sig ha bra förmåga att fånga upp kväve på hösten. Beträffande artval till fånggröda måste dock hänsyn tas till eventuella miljöstödsregler. Vitsenap och

oljerättika berättigar fr.o.m. 2007 till miljöersättning i Skåne, Hallands och Blekinge län.

I spannmål kan rajgräs utgöra ett problem som ogräs eftersom det snabbt blir tuvbildande. Om fånggrödan består av rajgräs är det därför extra viktigt att den bryts med omsorg. Noggrann och relativt djup plöjning brukar fungera tillfredsställande enligt många lantbrukare. Däremot kan grund plöjning utan kemisk avdödning vara otillräcklig för att bryta fånggrödan eftersom bearbetningseffekten av förplogar eller skumvingar då blir starkt begränsad.

I system med plöjningsfri odling krävs som regel en kemisk avdödning (glyfosatbehandling) i samband med brytning av fånggrödan för att den inte ska orsaka problem i efterföljande gröda. Eftersom fånggrödan får brytas tidigast i mitten av oktober, (olika datum beroende på region) och det dröjer ca två till tre veckor innan glyfosatbehandlingen gjort verkan hinner marken ibland bli för blöt sent på hösten för att plöjningsfri bearbetning ska fungera bra. Endast glyfosatbehandling på hösten följt av direktsådd på våren kan vara ett sätt att möta det problemet. I allmänhet passar fånggrödor bäst på lättare jordar och i system med plöjning.



Läckage av kväve motverkas när flytgödseln sprids på våren i växande gröda. Foto: Henrik Andersson



Såmaskintypens krav på såbädden

Såmaskinens billutrustning ställer olika krav på vilken förbearbetning som behöver utföras före sådd. En förutsättning för en jämn och snabb uppkomst är att utsädet kommer i kontakt med fuktig jord. Utsädet ska placeras på ett optimalt djup och myllas och därefter ska en återpackning ske för att återställa kapillariteten. Behovet av bearbetning innan sådd är starkt beroende av förfrukt, jordart och fuktighetsförhållanden. För att reducera antalet överfarter innan sådd, har den moderna såmaskinen utvecklats till en redskapsbärare. En såmaskin utrustad med förredskap (sladdplanka, harvpinnar eller tallrikar) och återpackningshjul kräver färre överfarter totalt jämfört med en traditionell såmaskin.

I den traditionella såbäddsberedningen efter plöjning strävar man efter att harva fram en jämn såbotten som såbillen ska vandra på. Släpbillen är den billtyp som traditionellt används för att etablera en gröda i såbäddar med lite växtrester. Det är en enkel billtyp med ett lågt dragkraftsbehov och litet underhållsbehov. Det maximala billtrycket ligger upp mot 20 kg/bill.

En variant av släpbillen är den raka billen. Den raka billen passar bättre än släpbillen när man eftersträvar färre överfarter innan sådd. Understödsytan är mindre än släpbillens vilket också gör den bättre lämpad för styvare jordar med mera kokor. Den här billtypen har dock en begränsning i mängden växtrester som den klarar av.

I plöjningsfria system är mängden växtrester betydligt högre i markytan jämfört med system med plog. Billsystemet



Rak bill för sådd i bearbetad jord utan för mycket växtrester. (Foto: Christer Johansson)

utsätts då för större krav på att klara växtrester. Beroende på hur mycket bearbetning som utförts före sådd ökar också kravet på billbelastning alternativt jordsökning. Ett extremt fall är ren direktsådd där kraven är mycket höga. Hur väl nedbrutna växtresterna är påverkar också funktionen hos en bill.

En billtyp som är vanligt förekommande i den plöjningsfria odlingen är skivbillen. Skivbillen har en god förmåga att arbeta under olika fuktighetsförhållanden och klarar växtrester bättre än den raka billen. Sådjupet på skivbillen styrs inte av såbotten utan av ett hjulsystem för djuphållning. Djuphållningssystemets konstruktion styr såbillens följsamhet och därmed kravet på fältets jämnhet. Skivbillen har en skärande funktion vilket innebär att ett jordbearbetande moment utförs. Nackdelen med skivbillen är att den har ett högre dragkraftsbehov samt att underhållskostnaden är högre. Ett problem som kan uppstå med skivbillar är att halmen trycks ned av tallriken i skåran och placeras under utsädet med dålig uppkomst som följd. Fenomenet benämns i vissa sammanhang för "hair-pinning".

Skivbillen finns i två utföranden, enkel skivbill och dubbel skivbill. Den enkla skivbillen är vinkelställd och skär en skåra som såröret placerar utsädet i. Sådjupe styrs normalt för en grupp billar av ett eller flera kombinerade djuphållnings- och återpackningshjul. Normalt ligger billtrycket för en såmaskin med enkel skivbill på upp till 150 kg/bill. På kombisåmaskiner med möjlighet att lyfta gödselbillarna kan det maximala billtrycket vara högre. Den enkla skivbillen anses som universell och kan användas på både plöjd och stubbearbetad mark. Den är dock mer anpassad för styvare jordar än lättare jordar. Under gynnsamma förhållanden kan detta billtryck även vara tillräckligt för direktsådd. För att det ska vara ekonomiskt motiverat med skivbill på plöjd mark bör antalet bearbetningar efter plöjning reduceras betydligt.



Enkel skivbill för sådd under varierande förhållanden. (Foto: Väderstadverken)

Den dubbla skivbillen utgörs av två vinkelställda tallrikar. Tallrikarna skär en skåra som såröret placerar utsädet i. Sådjupe styrs normalt av individuella tryckrullar efter varje bill. Vanligen ligger billtrycket för en såmaskin med dubbel skivbill på upp till 80 kg/bill. Dubbel skivbill passar bäst på lättare jordar och är inte avsedd för direktsådd.

En enklare variant av skivbill finns också som tillbehör till såmaskiner som normalt



Dubbel skivbill med individuell tryckrulle med djupinställning. (Foto: Christer Johansson)

är utrustade med raka billar. Varje bill har då en tryckrulle som också reglerar sådjupe. Den maximala billbelastningen är ca 30 kg.

En såbill monterad på en kultivatorpinne är ytterligare ett alternativ för sådd i plöjningsfri odling. Billen är jordsökande och kräver därmed ingen stor belastning. Den här billtypen är enkel och har lågt dragkraftsbehov. Halmhanteringen fungerar bra då billen lyfter upp växtresterna i stället för att trycka ned dem. Nackdelen är dålig följsamhet och därmed en ojämnare placering av utsädet. Den fungerar inte lika bra som skivbillen vid fuktigare förhållanden eftersom det lättare kladdar på med den här typen av såbill.



Kultivatorsåbillen klarar mycket växtrester. (Foto: Horsch)

Sönderdelning av halm och skörderester inför sådd

För mycket skörderester i såbädden kan störa vid jordbearbetning/sådd och bidra till onödigt merarbete vid höst- eller vårbbruk. Halm och skörderester kan utgöra ett direkt hinder vid etablering av ny gröda genom att:

- hindra kontakt mellan utsäde och finmull samt groningsfukt
- bidra till att utsäde hamnar på markytan i stället för att myllas
- hindra ljus från att nå den groende plantan
- groende spillsäd konkurrerar med den nya grödan om fukt och ljus

Skörderester i markytan utgör också ett indirekt hinder för den nya grödan genom att skadegörarsvampar, skadeinsekter samt skadedjur (åkersnigel m.m.) gynnas. En stor mängd skörderester och spillsäd kan även bidra till att tillväxtpunkten hos höstoljeväxter hamnar för högt vilket ökar risken för utvintring av grödan.

Ett visst mått av jämnt fördelade skörderester kan dock även medföra positiva effekter genom att utgöra ett skyddande täcke mot kyla och hindra uttorkning.

Att föra bort, bränna eller plöja ned halm och skörderester innebär naturligtvis de säkraste sätten att eliminera de hinder dessa kan utgöra för efterföljande gröda. Resultat från långliggande försök i Mellansverige visar på värdet av att föra bort halm i olika bearbetningssystem (tabell 5).

Resultatet från försöksserien visar att skördarna vid reducerad bearbetning, i snitt blivit högre om halmen förts bort. Det finns dock skillnader mellan olika

Tabell 5. Relativ skörd vid olika halmbehandling försöksserie R2-4010. Fyra försöksplatser, totalt 55 försöksår

Halmbehandling	Relativ skörd
Plöjt varje år, halmen bortförd	100
Plöjt varje år, halmen hackad	100
Plöjt vissa år, halmen bortförd	101
Plöjt vissa år, halmen hackad	100
Aldrig plöjt, halmen bortförd	101
Aldrig plöjt, halmen hackad	98

Källa: Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2004

jordarter, på lättare leror blir skördeökningen vid bortförsel av halm jämfört med hackning större än på styvare lerjordar.

När plöjningsfri odling tillämpas är det viktigt att ta låg stubb vid tröskningen. Det är även av stor vikt att kniv, halmhack samt utrustning för fördelning av halm och boss är i god kondition och rätt inställda.

Om halmen inte förs bort är det särskilt viktigt att åstadkomma en jämn fördelning av bossträngar och hackad halm efter tröskan, ju jämnare desto bättre. Finns det tydligt markerade strängar kvar bör de på något sätt fördelas ut. Vid lång stubb kan det vara en fördel att hacka ned denna.

Omsättning av organiskt material är viktigt vid jordbearbetning.

Om halmen ska vara kvar ska den fördelas jämnt över markytan.

Nedbrytning av halm

Omsättning av organiskt material – viktigt vid reducerad jordbearbetning

Organiskt material fyller en viktig funktion i marken, dels genom att det tillför växtnäring via mineralisering när det bryts ned av mikroorganismer, (bakterier, svampar) dagmask m.m. och dels genom bildandet av strukturuppbyggande mullämnen.

Vid nedbrytning av halm försvinner ca 50 % av halmens vikt under det första året. Halm består av en stor andel kol av vilket en del försvinner som koldioxid vid nedbrytning. Under de första åren fortsätter sedan den återstående vikten att reduceras med ungefär hälften per år tills 80–90 % av halmens ursprungliga vikt försvunnit. Av återstoden bildas successivt humus eller mullämnen som också utgör en reservoar av bl.a. kol, väte, syre, kväve, fosfor och svavel. Denna humus kan vara stabil under mycket lång tid, då det kan dröja ca 100 år innan den ”förbrukats” helt. Halm från t.ex. stråsäd och oljeväxter innehåller mindre kväve än vad som byggs in i humusen vid nedbrytning och därför avges inget kväve till efterföljande gröda. Kontinuerlig nedmyllning av halm leder däremot till att humushalten ökar efterhand och bidrar långsiktigt på så sätt till ökad kväve mineralisering jämfört med om halm återkommande förs bort från fältet.

Skörderesternas sammansättning

Mängd skörderester inklusive agnar och boss i förhållande till kärnskörd:

- Höstvet 1,0–1,2
- Korn: 0,6
- Havre: 0,8

Mängden växtnäring i halm varierar beroende på grödslag (tabell 6).

Jämn inblandning av skörderester

Vid jordbearbetning är det viktigt att halm och skörderester blandas in väl i jorden. Nedbrytningen går långsammare om inblandningen är dålig. Hamnar skörderester koncentrerat i skikt kan nedbrytningsprocesserna leda till kvävebrist eller syrebrist följt av bildande av svavelväte som kan hämma efterföljande grödas tillväxt.

Kväve binds vid halmnedbrytning

Vid nedbrytning använder mikroorganismerna kol och kväve i vissa proportioner för att bygga upp sin egen biomassa. Stråsädeshalm har en hög kol/kvävekvot, vilket innebär att lättillgängligt kväve binds till växtresterna (immobiliseras), och därför är det vanligt att en nyetablerad gröda lider av kvävebrist om mycket halm brukats ned strax innan sådd. I enstaka fall kan kvävebristen vara så kraftig att den måste kompenseras med tillfört kväve även till stråsäd trots att den behöver en mycket begränsad mängd kväve på hösten.

Tabell 6. Växtnäringsinnehåll i halm, kg/ton.

Gröda	Växtnäringsinnehåll i halmen, kg/ton		
	Kväve i halm	Fosfor i halm	Kalium i halm
Stråsäd	5	1	8–10
Oljeväxter	12–15	2	25–30
Ärter	10	1	2

Källa: JTI-rapport nr 282, 2001

Betydelse av halmens hackelselängd

Vid etablering av ny gröda efter reducerad jordbearbetning är det särskilt viktigt att nedbrytning av halm och skörderester kommer igång snabbt efter föregående skörd. Nedbrytningen sker med hjälp av mikroorganismer. Dessa är beroende av rätt temperatur och fuktighetsförhållanden men även av tillgång på näring, vilken bl.a. hämtas från skörderester.

Sönderdelning av halmen är viktig för att mikroorganismerna ska få större angreppsyta samt för att vatten lättare ska kunna sugas upp av skörderesterna, vilket påskyndar nedbrytningen. Skörderesternas angreppsyta är begränsande för nedbrytningsförloppet eftersom mikroorganismerna förökar sig mycket snabbt om övriga förhållanden är gynnsamma. Om halmen endast sönderdelas med tvärsnitt ökar angreppsytan marginellt eftersom nedbrytningen bara sker från ändarna. Om halmpiporna dessutom splittras ökar

däremot angreppsytan avsevärt, liksom halmens förmåga att absorbera vatten. Därför är det alltid viktigt att hackningen resulterar i korta och splittrade strån – ju kortare och mer söndertrasade strån, desto fler angreppsställen vid nedbrytning. Om det går att hitta halmstrån med två noder är resultatet av hackningen inte tillfredsställande.

Hackning i tröska eller på fält

Hantering av halm och boss är en central del i ett plöjningsfritt jordbearbetningssystem. För att säkerställa en bra fördelning av agnar och boss bör en tröska med en arbetsbredd över 15 fot vara försedd med bosspridare.

En bra halmhack ska skapa ett stort antal korta strådelar inom området 3–8 cm. Vidare bör varken halm eller stubb överstiga 15 cm längd. Detta innebär en intressekonflikt genom att man för att erhålla hög tröskkapacitet vill ta hög

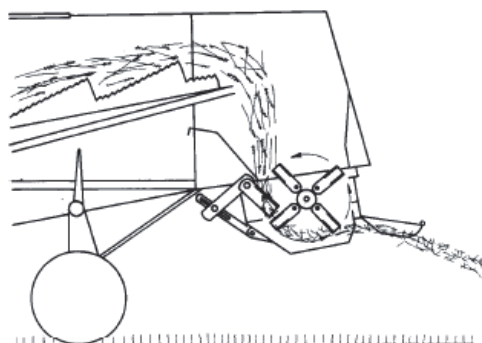


Hackning av halm vid tröskning. Foto: Eva Sjöberg.

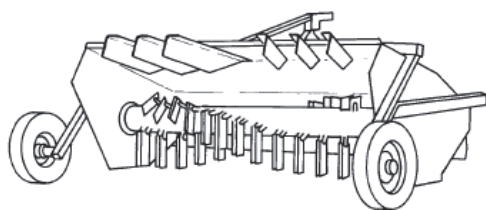
Tabell 7. Effektbehov vid hackning av halm med olika typer av halmhackar.

Typ av hack	Effektbehov hack netto, kW/ton och timme	Effektbehov (inkl. ev. dragande traktor), kW/ton och timme	Bränsleförbrukning brutto, l/ton halm
Tröskmonterad	1,7	1,7	0,55
Bogserad	2,3	3,5	1,25

Källa: JTI-rapport nr 282



Effektiv sönderdelning och spridning av halm är mycket viktigt vid plöjningsfri odling.
(Bild: JTI-rapport nr 282, 2001)



En slagklippare är ett alternativ vid sämre skörde-tröskförhållanden. (Bild: JTI-rapport nr 282)

stubb. Exempelvis medför en ökning av stubbhöjden från 10 cm till 20 cm att kapaciteten höjs med mellan 15 och 35 %. Effektåtgången vid halmhackning med tröska uppgår i genomsnitt till 1,5 kW per ton halm och timme. Detta innebär att för en modern tröska som avverkar 25 ton halm/timme går det åt 38 kW av motoreffekten att enbart driva hacken. Tillfälligt kan effektbehovet vara ännu större.

Möjligheten att kombinera hög tröskkapacitet med en god skörderesthantering gör stubbhackning i ett separat moment intressant. En separat stubbhackning innebär också att rester av liggsäd kan hackas. Ytterligare ett arbetsmoment tillkommer dock och energiförbrukningen blir väsentligt högre per ton halm. Den rådande väderlekssituationen är därför det mest avgörande vid beslutet om en ökning i tröskkapacitet är nödvändig eller inte.

Vilka redskapstyper finns det?

Vid reducerad jordbearbetning kan ett stort antal redskapstyper användas. En grov uppdelning kan göras i plog, stubb-bearbetningsredskap och direktsåmaskiner.

Plog

Plogen är ett redskap som vänder och luckrar jorden mycket effektivt. Vid plöjning skärs hela arbetsbredden av och jorden vänds 120–150 grader. Vid vändning bryts jorden vilket medför en sönderdelning. Hur stor sönderdelningen blir beror bl.a. på vändskivans utformning, jordens hållfasthet och körhastigheten.

När plogen används för reducerad jordbearbetning innebär det att redskapet är utrustat så att bearbetningen antingen sker grundare än till konventionellt plöjningsdjup eller utför flera moment samtidigt. Moderna plogkroppar är oftast utformade så att de kan arbeta på olika plöjningsdjup

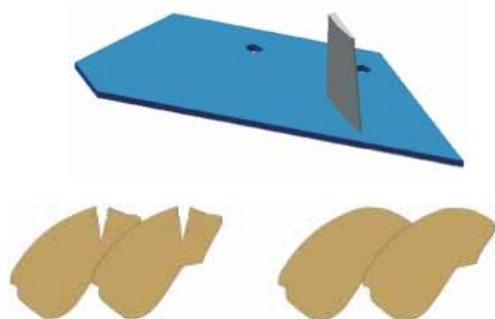
med bra resultat. Exempel på plogkroppar som kan ställas in för grund plöjning ner till 13 cm är Överums XL-kropp och Kvernelands plogkropp 8. En annan lösning för att plöja grunt är specialplogar typ Kverneland Ecomat och Scanplog Mini. På dessa plogar är kropparna speciellt utformade för grund plöjning.

Att utrusta plogen med tillsatsutrustning är också en form av reducerad jordbearbetning. Kompletteras plogen med en tilt-packare kan jorden bearbetas och återpackas direkt i samband med plöjning. Tiltpackaren finns i två utföranden, som integrerad i plogen alternativt bogserad. Tiltpackare används med fördel på lättare jordar där behovet av återpackning är stort.

Ett alternativ på lerjordar är att plogen kompletteras med ett skärande tillsatsredskap. Tiltskärarknivar kan monteras/svetsas på skären alternativt monteras



På lättare jordar fungerar plog med integrerad tilt-packare bra.
(Foto: Kverneland)



Tiltskärarknivar reducerar antalet körningar på styvare jordar. (Bild: Överums Bruk)

som separat efterredskap typ Wekea tilt-skärare. Knivarna sönderdelar jorden men utför ingen återpackning.

Stubbearbetningsredskap

Stubbearbetningsredskap kan delas in i olika grupper:

Redskap med fasta arbetsorgan

- Kultivator med styva pinnar
- Kultivator med fjädrande pinnar

Redskap med roterande arbetsorgan

- Tallriksredskap
 - Tungt
 - Grundbearbetande
- Spadrulleharv
- "DynaDrive"

Kombinationsredskap

- "Multiredskap"

Krafttuttagsdrivna redskap

- Fräs

För kultivatorerna är önskemålet att de ska utföra en fullständig genomskäring av jorden med så få körningar som möjligt. Till skillnad från en plogkropp bearbetar kultivatorn även jorden vid sidan om pinnen. Växtresterna ska blandas in väl och redskapet ska lämna en jämn yta

efter sig. Vid torra förhållanden är det önskvärt att ytan ska vara återpackad. Kultivatorns förmåga att blanda in växtrester är beroende av pinnavstånd, antalet pinnaxlar och ramhöjd. En kultivator med gles pinndelning har en sämre förmåga att sönderdela jorden än en kultivator med tät pinndelning vid samma arbetsdjup och lika många pinnaxlar. Förmågan att släppa igenom växtrester blir dock sämre med en tätare pinndelning.

Med en pinndelning över 25 cm och med en traditionell spets får man inte en full bearbetning av hela arbetsbredden med en överfart. För att åstadkomma full genomskäring kan kultivatorpinnarna utrustas med vingskär eller gåsfötter. Djupregleringen styrs med hjälp av stödhjul och/eller återpackningsvält. Kultivatorn kan köras med hög hastighet och är inte så känslig för sten.

Redskap med fasta arbetsorgan

Kultivatorer med styva pinnar är utrustade med kraftiga pinnar som inte vibrerar i jorden. De är dock nästan alltid utrustade med någon form av stensäkring. Stenutlösningen skyddar pinnen vid påkörning av ett fast hinder och utlösningssmotståndet regleras med fjäder- eller hydraultryck. Den styva pinnen har en god förmåga att hålla inställt arbetsdjup och kan användas på varierande djup. Kultivatorer med styva pinnar kan utrustas med raka spetsar, vridna spetsar, vingskär eller gåsfotskär.

Kultivatorer med fjädrande pinnar är utrustade med pinnar som vibrerar i jorden. De har ingen separat stenutlösning utan pinnens egen fjädrande förmåga utnyttjas vid påkörning av ett fast hinder. Fördelen med pinnens egenskaper är att jorden sorteras och sönderdelas effektivt samt att konstruktionen blir billigare.



Kultivator med fjädrande pinne och gåsfot (vänster) och kultivator med styv pinne och vingskär (höger).
(Foto: Överums Bruk)

Nackdelen är att den inte håller ett jämnt bearbetningsdjup. Kultivatorer med fjädrande pinnar kan utrustas med raka spetsar, vridna spetsar eller gåsfotskär.

Redskap med roterande arbetsorgan

Tallriksredskap bearbetar jorden genom att tallrikens skärvinkel avviker från färdriktningen. Skärvinkeln är vinkeln mellan färdriktningen och tallrikens plan. Tallriken roterar vid bearbetningen. Bearbetningsbotten består av åsar, en mellan varje tallriksspar. Åsens storlek beror på tallriksdiameter, tallriksavstånd och skärvinkel. Tallriken kan utformas på olika sätt. Den vanligaste formen är konvex eller skålad, men det finns också varianter där tallriken är koniskt formad. Normalt är tallrikens ytterkant hel men det förekommer också tandade varianter.

Precis som med kultivatoren vill man ha full genomskärning, god inblandning av växtrester samt en jämn yta med så få överfarter som möjligt. Äldre typer av tallriksredskap hade en begränsning i körhastighet samt var känsliga för sten. Modernare tallriksredskap kan framföras med hög körhastighet och är inte lika känsliga för sten p.g.a. individuell avfjädring av tallrikarna.

Det traditionella tunga tallriksredskapet med stor diameter på tallriken (600–700 mm) och en vikt på 80–100 kg/tallrik är uppbyggt på två axlar där tallrikarna sitter monterade med distanshjul emellan. Axlarna är placerade i X-form eller V-form. Skärvinkeln påverkas genom att axlarna vrids i förhållande till ramen. På senare modeller sker detta hydrauliskt och axlarna kan regleras var för sig. En svårighet med redskapen är att få en jämn bearbetning. Ofta blir det någon typ av vallar efter dessa redskap. X-form gör tallriksredskapen lättare att ställa in. Det tunga tallriksredskapet bearbetar ned till ett djup av ca 15 cm om förhållandena är goda. Djupregleringen styrs med hjälp av stödhjul och redskapets totalvikt. Det finns även möjlighet att koppla en vält efter redskapet för att få ytterligare bearbetning och återpackning.



Modernt, tungt, X-format tallriksredskap med stora tandade tallrikar.
(Foto: Christer Johansson)

På senare år har **tallriksredskap för grund bearbetning** utvecklats. Dessa redskap skiljer sig konstruktionsmässigt på flera punkter från äldre typer. Redskapen är mycket kompakta och utvecklade för att köras med hög hastighet. De är även utrustade med en återpackningsvält som samtidigt reglerar arbetsdjupet. Vanligtvis är tallriksdiametern mellan 400 och 500 mm och vikten per tallrik 75–90 kg. Varje tallrik är individuellt avfjädrad. Utskärningen regleras genom att främre och bakre axeln förskjuts i förhållande till varandra. Redskapet bearbetar ned till ett djup av ca 10 cm om förhållandena är goda.



Grundbearbetande, kompakt tallriksredskap med mindre tallrikar. (Foto: Amazone)

Spadrulleharven är i första hand ett redskap för att se till att halm och växtrester kommer i kontakt med jorden så att nedbrytningsprocessen kan börja. Redskapet har en mycket hög kapacitet och lämnar en jämn yta efter sig. Bearbetningsbotten blir dock mycket ojämn p.g.a. spadrulleharvens arbetssätt. Den har ett antal vinklade axlar (2–6 st.) på vilka knivkors är monterade. När redskapet framförs så roterar knivkorsen och lösgör jord som blandas med växtresterna. Moderna spadrulleharvar är även försedda med en återpackningsvält.

Även **"DynaDrive"** är ett markdrivet redskap med roterande bearbetningsorgan. Redskapet består av två axlar som är sammankopplade via en drivkedja. På varje axel sitter ett antal tänder. När redskapet framförs går främre axelns tänder ner i jorden varvid axeln roterar. Kedjan överför rotationen till den bakre axeln som därvid roterar ca 3 ggr snabbare p.g.a. utväxlingsförhållandet. Arbetsdjupet styrs av en återpackningsvält.

Multiredskap

En kombination av tallriksredskap och kultivator i ett s.k. **"multiredskap"** är en annan redskapstyp som utvecklats under senare år. Tanken är att utnyttja de bästa egenskaperna från tallriken respektive kultivatorpinnen för att få en genombearbetad jord med väl inblandade växtrester och en jämn, återpackad yta med en överfart. Redskapet ska också ha ett arbetsområde från grund till djupare bearbetning. En vanlig uppbyggnad av redskapet är att den främre delen utgörs av dubbla rader tallrikar som gör en grund bearbetning till 3–7 cm djup. Därefter följer en kultivatordel för djupare bearbetning ned till maximalt 25 cm. Den bakre delen består av utjämnings-tallrikar och slutligen en vals för återpackning.



Stubbearbetningsredskap av kombinationstyp med bearbetande tallrikar och kultivatorpinnar. (Foto: Väderstadverken)

Val av redskapstyp

Faktorer som styr vid val av redskapstyp

Om man ser till den enskilda gårdens behov av jordbearbetningsredskap så är det framför allt två faktorer som styr, nämligen jordart och växtföljd. Beroende på areal kan även kapacitetsfaktorn vara av stor betydelse.

Jordart

Försöksresultaten visar tydligt att plöjningsfri bearbetning har fungerat bra på styvare lerjordar samt mjäliga jordar. På lerjorden utvecklas i matjordens bottenlager ett stabilt och sammanhängande system av grova porer, som möjliggör för en del rötter att tränga ner i alven. På sandjord däremot ackumuleras packningen i matjordens bottenlager utan att ett stabilt system av grova porer bildas, vilket kan hämma rotutvecklingen starkt.

Växtföljd

Är växtföljden bra, med många omväxlingsgrödor så är förutsättningarna gynnsammare för ett plöjningsfritt system. Bearbetningsdjupet styrs då i hög grad av mängden växtrester som ska myllas ned. Har man en mycket ansträngd växtföljd med exempelvis höstveten flera år efter varandra är förutsättningarna mindre goda (se tidigare avsnitt om växtföljden och skadegörare). Finns det vall i växtföljden ger plogen betydligt mindre växtrester i det översta matjordslagret, vilket påverkar etableringstekniken vid sådd. Ett liknande resonemang gäller även då betydande mängder stallgödsel ska bru-

kas ned. I en situation där kraftig spårbildning erhållits efter exempelvis tröskning måste en djupare bearbetning utföras för att luckra och jämna ut jorden.

När det gäller redskapsval finns ingen universallösning då alla redskap har sina för och nackdelar. En större areal ger bättre ekonomiska förutsättningar för att kunna investera i flera olika redskapstyper och detta kan med fördel uppnås genom maskinsamverkan.



Ett grundbearbetande tallriksredskap kan även användas på plogtilta. (Foto: Väderstadverken)



En kultivator med styva pinnar och utbytbara skär är ett flexibelt redskap för bearbetning på olika djup. (Foto: Horsch)

Faktorer som talar för och emot

Tabell 8. Förutsättningar för olika redskapstyper i jordbearbetningssystem med och utan plöjning

Bearbetningssystem Redskapstyp	Passar bra vid	Passar mindre bra vid
System med plöjning		
Plog	Lätt jord, ärter och sockerbetor, vårsådd, dålig förfrukt, mycket växtrester, vall, rotosträs, fuktigt klimat, vid spårbildning	
Plöjningsfria system		
Tallriksredskap		
– tungt	Vallbrott och stubbearbetning på styvare jordar där kapaciteten ej är högprioriterad	Stenbundna jordar och mulljordar
– grundbearbetande med återpackningsvält	Grund stubbearbetning på styvare jordar där kapaciteten är högprioriterad	Vallbrott, djupare bearbetning och fuktiga förhållanden
Kultivator		
– med fjädrande pinnar och efterredskap	Upprepad stubbearbetning (7–15 cm) på lättare jordar	Djupare bearbetning och återpackning
– med styva pinnar och återpackningsvält	Grund och djupare bearbetning på varierande jordar	Djupare bearbetning med vingskär på lerjord om antalet pinnaxlar är få, vallbrott
a) aggressiv stålvals	Återpackning på styvare jordar jordar vid torra förhållanden	
b) ribbvält eller gummivält	Återpackning på lättare jordar	
Multiredskap	Stubbearbetning på lättare jordar som ger förutsättningar för sådd efter en överfart	

Jordbearbetning efter plöjning

Såbäddsberedning och sådd

Sönderdelning av lerkakor och större aggregat

Efter plöjning, men även efter djupare stubbearbetning skapas stora aggregat i lerhaltiga jordar. Grundläggande för att kunna finfördela lerkokorna är att bearbeta dem när de är lagom upptorkade. Det är den viktigaste förutsättningen för att framgångsrikt angripa kokorna oavsett redskap. För att hålla ner antalet överfarter på styva lerjordar vid torra förhållanden är det fördelaktigt ju tyngre och aggressivare redskapet är. Olika kombinationer av sladdplanka, disk/tallrik och vält passar bra i dessa lägen. Pinnar som bearbetande organ kan fungera bättre i lite fuktigare jord.

Brytning av vall

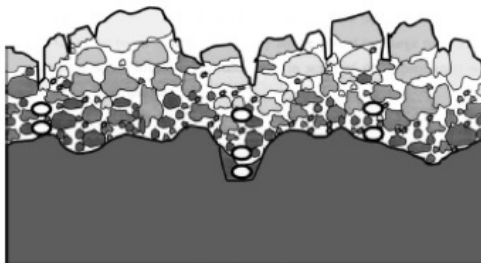
I jordar med enkelkornstruktur är det framför allt torvor efter vallbrott som behöver sönderdelas före sådd. Vid konventionell odling underlättar det mycket om vallen har avdödats med glyfosat före bearbetning. Bryts vallen med plog är det viktigt att plogens förredskap ställs in noggrant så att så lite torvor som möjligt blir kvar i ytan. I plöjningsfria system kan skärande redskap som t.ex. tallrikskultivator ha en fördel framför pinnkultivatorer eftersom de efterlämnar en jämnare yta.

Skapa såbädd

Med en väl genomarbetad såbädd avses en slät såbotten på ett optimalt djup med

finmull och mindre aggregat sorterade närmast såbotten. Detta var något av en norm före universalsåmaskinens tid.

Vid sådd med släpbillsmaskin är det särskilt viktigt att såbädden har en tillräckligt hög andel fina aggregat i botten så det kan bli en god anslutning mellan utsädet och fuktig jord. Såbotten bör ha ett jämnt djup och lerkakor bör inte vara större än att de tillåter att utsädet hamnar på ett jämnt djup på såbotten. Vid såbäddsberedning bör det vara lagom upptorkat så att jorden reder sig fint, men inte torrare än att det finns goda möjligheter för utsädet att gro. I de allra flesta fall är det angeläget att hushålla med jordens fuktighet i samband med sådd. Det är viktigt att tänka på att varje extra harvning bidrar till ökad avdunstning.



Genomskärning av typisk såbädd för vårsådd på lättlera. I exemplet har det djupast placerade fröet i mitten av bilden bäst kontakt med fuktig jord.

Källa: Soil and Tillage Research nr 64, 2002

I takt med att andelen universal- och direktsåmaskiner med förredskap ökat har betydelsen av att skapa en väl genomarbetad såbädd minskat. Ofta brukar tillräckligt med regn komma på hösten för att ett fullgott bestånd ska hinna utvecklas före vintern. Torra höstar kan det däremot bli stora problem och därför är det alltid

eftersträvansvärt att åstadkomma ett bruk som ger tillräckligt med finmull i anslutning till utsädet i såbädden.

Den traditionella såmaskinen med släp-bill eller rak bill kräver en noggrann beredning av såbädden. Med den tekniken är en jämn såbotten och en stor andel finmull nödvändig för att utsädet ska få god kontakt med groningsfukt under torra förhållanden. Universal- eller direktsåmaskiner arbetar med högt belastade skivbilar och förmår oftast att lägga utsädet i fuktig jord. En förutsättning är dock att marken har god struktur och genomsläpplighet och inte är allt för uttorkad.

Harvningsintensitet

En undersökning gjord i slutet av 1980-talet illustrerar effekten av olika antal harvningar med såbäddsharv inför sådd (tabell 9). Resultatet visar att två extra harvningar minskat fuktigheten på botten av såbädden markant samt att andelen

finare aggregat i såbädden ökat med 5 %. Av tabellen kan också utläsas att den sista harvningen haft en relativt liten betydelse för resultatet på antal plantor och skörd.

Sådd

Universalsåmaskiner som bärs upp av välthjul är ofta väldigt tunga per meter arbetsbredd. Eftersträva att så vändtegen sist med denna såmaskinstyp för att inte packa för mycket kring fröet.

Såddjup

För djup sådd kan bidra till förse-nad/reducerad uppkomst och minska grö-dans möjligheter att hinna bestocka sig. Särskilt oljeväxter och andra småfröiga grödor är känsliga för djup sådd. Vid för grund sådd ökar risken för uppfrysning (främst stråsäd) och att utsädet blir dåligt myllat eller inte får kontakt med fuktig jord.

Tabell 9. Søbäddens medeldjup, fuktighet på såbotten, viktsandel leraggregat < 4 mm, planttäthet och kärnskörd i försök med olika harvningsintensitet vid vårsådd respektive höstsådd.

Såttillfälle					
Harvningsintensitet	Søbäddens djup, mm	Fuktighet	Andel aggregat < 4 mm, %	Antal plantor per m ²	Kärnskörd, kg/ha
<i>Vårsådd (13 försök)</i>					
Låg (1 harvning)	40	2,8	41	417	4 450
Normal (2 harvningar)	40	2,2***	44*	434	4 630
Hög (3 harvningar)	40	1,9***	46**	441	4 681
<i>Höstsådd (5 försök)</i>					
Låg (2 harvningar)	44	3,3	16	340	5 360
Normal (3 harvningar)	42	2,2**	19**	374	5 390
Hög (4 harvningar)	41	2,1**	21**	384	5 410

* Signifikant skillnad jämfört med låg harvningsintensitet, p<0,05

** Signifikant skillnad jämfört med låg harvningsintensitet, p<0,01

*** Signifikant skillnad jämfört med låg harvningsintensitet, p<0,001

Källa: Soil and Tillage Research nr 64, 2002



Foto: Uffe Andersson/Light bildarkiv

Exempel på lämpliga sådjup:

Stråsäd: 3–5 cm

Ärter: 5–7 cm

Åkerbönor: 7–10 cm

Oljeväxter: 2 cm

Sockerbetor: 2–3 cm

Vall: 1–2 cm

Skorpbildning

Många jordar är känsliga för skorpbildning, speciellt om andelen mjåla är hög. Ofta reduceras uppkomsten som mest vid mindre nederbörds mängder i nära anslutning till sådd. Följs detta av torrt väder får man en snabb skorpbildning som följd. I sådana fall kan det, under vissa förutsättningar vara en fördel med en grövre ytstruktur för att undvika skorpbildning. Undersökningar har dock visat att såbåd-

dens struktur haft en underordnad betydelse jämfört med tidpunkten för uppkomst efter sådd. Vid snabb uppkomst hinner inte konsekvenserna av en skorpbildning bli lika stora.

Skorpbrytning

Om det efter sådd bildas en hård och kompakt skorpa är det nödvändigt att bryta den mekaniskt för att undvika ett uttunnat bestånd. Såbäddsharv, ogräsharv eller "Crosskillvält" är redskap som ofta används för skorpbrytning. Vid kraftig skorpa är en "Crosskillvält" utrustad med skorpbrytarstål på sladdplankan ett effektivt redskap att ta till. Även brytning av en tunn skorpa har i försök gett skördeökningar på upp till 15 %.



Jordbearbetning vid plöjningsfri sådd

Nedmyllning av växtrester

Snabb nedmyllning viktig!

Vid plöjningsfri etablering av höstgröda (förutom direktsådd) är det av yttersta vikt att jordbearbetning sker snarast efter skörd. En snabb nedmyllning av växtrester har flera syften:

- Att med hjälp av jordinblandning få igång en nedbrytning av skörderesterna. Varje grad av ökad sprödhet i materialet underlättar efterföljande såmoment betydligt.
- Att mineralisering av kväve och andra växtnäringsämnen kommer i gång snabbare till nytta för efterföljande gröda.
- Att spillsäd och ogräsfrö lockas att gro så att de kan bekämpas med upprepad bearbetning eller kemiskt före sådd.

Snabb nedmyllning är viktigt.

Olika typer av tallriksredskap kan vara bättre anpassade för nedmyllning än pinnkultivatorer och efterlämnar oftare en jämnare yta. Grunt arbetande tallriksredskap kan ge en begränsad nedmyllning med en överfart. Å andra sidan blir ytskiktet mer genomarbetat med redskap avsedda för grund bearbetning tack vare tätare pinndelning. Återpackning med vält förbättrar groningen under torra förhållanden.

Ett effektivt sätt att åstadkomma nedmyllning är grund plöjning antingen med en konventionell plog eller med en specialplog avsedd för grund plöjning, t.ex. "Ecomat". I dessa fall handlar det mer om

att vända ned och gömma skörderesterna än att blanda in jord. Se vidare under avsnittet "Beskrivning av redskapstyper". Om stallgödsel ingår i växtföljden kan spridning i samband med bearbetning efter skörd vara positiv när det gäller att undvika markpackning. Det påskyndar även nedbrytningen av skörderester eftersom mikroorganismerna gynnas av stallgödseln.

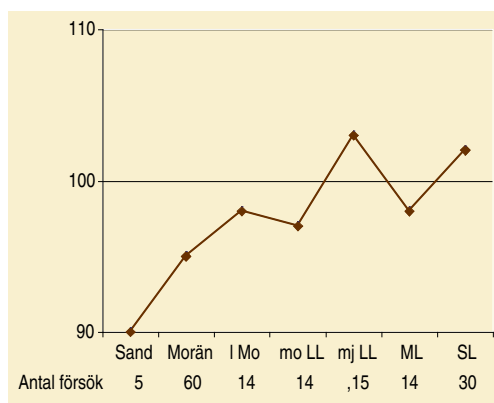
Ur miljösynpunkt minskar risken för fosforläckage vid snabb inblandning av jord ihop med gödseln. Med tanke på risken för kväveläckage kan det däremot vara bättre att sprida flytgödsel och urin i växande gröda och då helst i ett utvecklingsstadium då grödan växer fort och tar upp mycket kväve.

Luckring och återpackning

Luckring

Det är framför allt lättare jordar och i synnerhet jordar med enkelkornsstruktur som behöver luckras upp regelbundet i växtföljden. Lerjordar har en större förmåga till egen luckring tack vare att de bildar aggregat och luckras med hjälp av tjäle, torka och rötter.

I början av 1990-talet gjordes en sammanställning av försök som visar skörderesultat vid plöjningsfri odling jämfört med plöjning uppdelat på olika jordarter (figur 4). Resultatet visar att den relativa skörden vid plöjningsfri odling generellt blivit högre ju styvare jord försöken varit utlagda på. Försöksresultat och praktiska erfarenheter som tillkommit sedan dess avviker inte från det sambandet.



Figur 4. Sammanställning av resultat från jordbearbetningsförsök. Relativ skörd i plöjningsfri odling som funktion av jordart.

Källa: Plöjningsfri odling – luckringsbehov, bearbetningstidpunkt, växtpatologiska effekter och dragkraftsbehov (Arvidsson, 2004)

Om grund, plöjningsfri jordbearbetning i hög grad ersätter plöjning i växtföljden blir matjordslagrets nedre del ofrånkomligen förtätad. I långliggande försök från Syd- och Mellansverige har man studerat effekten av djupare luckring i plöjningsfria system. Jordarten i försöken har varierat från lerig mo eller sand till styv lera. Resultaten visar att bearbetning med kultivator till plogdjup i genomsnitt bidragit med 2–3 % skördeökning jämfört med enbart grund bearbetning (10–12 cm).

Samma skördeökning har även åstadkommits med plöjning någon gång i växtföljden i ett system med grund bearbetning. Nyttan av en eventuell luckring ska vägas mot den högre kostnaden för en djupare bearbetning. Åtgärden är framför allt motiverad på fält där grödan återkommande visar tecken på att lida av syrebrist. Ett av försöken som ligger på styvare jord pågår fortfarande. I detta har dock skillnaden mellan olika bearbetningsdjup, mätt som genomsnittlig relativ skörd, planat ut.

Plogen med sin jordsökande förmåga är i förhållande till bearbetad jordvolym ett effektivt redskap vid djup bearbetning. 100 % av jordvolymen ned till bearbetningsdjup bryts upp och vänds. En stor anledning till att plöjningsfri odling fungerar sämre på lätta jordar än på leror är plogens goda förmåga till uppluckring. Ärter är ett exempel på gröda som ställer höga krav på lucker matjord och plöjning inför ärter är därför oftast att föredra. Potatis, sockerbetor, havre och oljeväxter hör till de grödor som har störst behov av lucker matjord.

I tabell 10 visas avkastningen av olika grödor vid reducerad bearbetning.

Tabell 10. Genomsnittlig kärnskörd för olika grödor i samtliga försök utförda av Avdelningen för jordbearbetning 1986–2002

Gröda	Antal skördeår	Kärnskörd, kg/ha resp. %	
		Konv. bearbetning	Plöjningsfritt (plöjt = 100)
Korn	167	4 530	98
Höstvete	142	6 160	98
Vårvete	27	4 830	103
Havre	94	4 660	97
Oljeväxter	37	2 080	98
Ärter	11	2 840	83
Potatis	11	36 700	96
Sockerbetor	8	52 300	96

Källa: Plöjningsfri odling – Luckringsbehov, bearbetningstidpunkt, växtpatologiska effekter och dragkraftsbehov (Arvidsson, 2004)

Återpackning

För varje gröda finns en optimal packningsgrad i matjorden och denna varierar beroende på jordens fuktighet. För hög packningsgrad kan vara skördebegränsande p.g.a. försämrade rotutveckling och syrebrist. För låg packningsgrad kan vara skördebegränsande p.g.a. att ledningsförmågan för vatten och näring inte blir tillräcklig stor. Behovet av återpackning är störst vid torra förhållanden. För liten återpackning kan också bidra till växtnärbesvär i grödan, t.ex. manganbrist.

Enligt en sammanställning av fältförsök där skörderesultat relaterats till packningsgrad, har korn, vete och sockerbetor det största behovet av återpackning medan behovet är lägre för havre, råg, oljeväxter och ärter oberoende av jordart. Potatis hade enligt försöken bäst avkastning utan återpackning.

Återpackning efter sådd på hösten är som regel endast befogad under riktigt torra förhållanden för att stimulera groning och då främst på lätta jordar. Följs sådden av kraftigt regn kan vältning bidra till skorpbildning. Risken för skorpbildning eller igenslamning är störst på mo/mjälajordar men problem kan även förekomma på lerhaltiga jordar. På jordar som lätt slammar igen kan även vältning direkt efter vår-sådd under vissa förhållanden ge negativ effekt.

Mekanisk ogräsbekämpning

Spillsäd

Plogen kan på ett effektivt sätt eliminera problem med spillsäd. När det gäller mekanisk bekämpning i samband med höstsådd är dock tidpunkten viktigare än

vilken typ av redskap som används. Det är viktigt att första bearbetningen sker så nära inpå skörden som möjligt samt att den upprepas efter lagom lång tid så att så stor andel som möjligt av spillsäden hunnit gro. Samma resonemang kan även gälla för fröogräs.

Fröogräs

Plogen har ett visst försprång framför kultivatoren även när det gäller förmåga att bekämpa fröogräs. Denna egenskap har dock troligen störst värde vid ekologisk odling. I de många försök där plöjning jämförts med reducerad bearbetning i konventionell odling har konkurrens från fröogräs haft en underordnad betydelse. I båda systemen har ogräsen effektivt bekämpats kemiskt, med samma preparat och doser. På fält med stor förekomst av besvärliga fröogräs kan ändå en del extra uppmärksamhet krävas i samband med reducerad bearbetning, särskilt vid höst-sådd. Om ogräsen hunnit gro före sådden kan en kemisk ogräsbekämpning behöva sättas in extra tidigt för att ge fullgod effekt. Annars kan förhöjda doser eller omsprutning krävas, vilket innebär onödigt hög kostnad och större risk för läckage. Åkerven, renkavle, åkerveronika, snärjmåra och blåklint är några exempel på extra besvärliga arter.

Kvickrot

De vanliga principerna för mekanisk bekämpning av kvickrot är följande:

- Uppdraging av rötterna till ytan där de lätt kan torka ut. Detta åstadkoms bäst med pinnkultivatorer av olika slag. Redskap med återpackningsvält passar då sämre eftersom rotdelarna pressas tillbaka mot fuktig jord. En efterföljande plöjning förbättrar som regel effekten.
- Utarmning genom upprepad sönderdelning av ogräsens rotdelar. Tunga tallriks-

redskap är bäst anpassade till detta. Det gäller då att bearbeta till ett tillräckligt stort djup så att kvickrotens alla utlöpare nås. Bearbetningen bör följas upp med noggrann plöjning. Viktigt är att plogen ställs in så att gröna växtdelar och utlöpare hamnar så djupt som möjligt.

Kvickrotens utlöpare, rhizom, har en förmåga att växa i olika jordskikt beroende på bearbetningsdjupet. Därmed kan rhizomen breda ut sig på större djup i konventionella jordbearbetningssystem som ofta plöjs till normalt djup.

Under 1990-talet har försök genomförts för att prova olika metoder för mekanisk kvickrotsbekämpning vid reducerad bearbetning (tabell 11).

Försöken har legat både på lätt och på styv lera med högt tryck av kvickrot. Mätningar av rhizomens djupfördelning har gjorts.

Sammanfattningsvis har försöken visat att enbart två stubbearbetningar haft otillräcklig effekt, mätt efter grödans avkastning, jämfört med plöjning. Tre stubbearbetningar har däremot gett ett bättre resultat än enbart plöjning. Har dessutom ytliga utlöpare förts bort manuellt efter de tre

stubbearbetningarna har avkastningen ökat ytterligare. En stubbearbetning före plöjning har gett en genomsnittlig avkastningsökning på ett par procentenheter. Antalet kvickrotsskott har räknats varje höst i försöket och räkningen har visat att stubbearbetning följt av plöjning har varit det led där antalet skott har reducerats mest, både på lätt och på styv lera.

Försöksunderlaget är för litet för att några säkra slutsatser ska kunna dras om hur effektiva de olika metoderna kan förväntas vara. Resultaten tyder ändå på att en mekanisk bearbetning mot kvickrot behöver vara både omfattande, noggrann och återkommande för att ge en lyckad effekt.

Åkertistel

Den viktigaste spridningsmekanismen för åkertistel är vegetativ förökning med hjälp av rotutlöpare vilket innebär att den kan bekämpas mekaniskt. Eftersom rotutlöparna ofta växer under plogdjup är möjligheten till bekämpning med jordbearbetning ändå begränsad. Undersökningar har också visat att tisteln lätt kan uppföras om rötterna sönderdelas, även från mycket korta rotdeklar. Fröspridningen är av underordnad betydelse och därmed är

Tabell 11. Resultat från försöksserie R2-9708. Genomsnittlig relativ avkastning efter olika typer av mekanisk kvickrotsbekämpning 1991–1999

Behandling	Genomsnittlig relativ avkastning, %		
	Villinge Mmh LL	Ultuna Mmh SL	Samtliga försök
A. Plöjning	100	100	100
B. Stubbearbetning och plöjning	109	95	102
C. Stubbearbetning två ggr 10 resp. 10 cm	83	102	93
D. Stubbearbetning två ggr 10, resp. 15 cm	92	92	92
E. Stubbearbetning tre ggr 10, 15, resp. 15 cm	119	89	104
F. Som E och borttagning av utlöpare	134	108	121

Källa: Jordbearbetningens årsrapport 1999 (Svantesson)



Tisteln är svårbemästrad, särskilt i spannmålsbaserade växtföljder. Foto: Bo Melander

den okänslig för ogräsharvning. Den är svårbemästrad framför allt i spannmålsdominerade växtföljder och uppförökning av åkertistel hör till de största problemen i den ekologiska odlingen.

Bekämpa tisteln vid knoppstadiet.

Tisteln är som mest känslig för bekämpning vid den s.k. kompensationspunkten, dvs. i knoppstadiet då den inte hunnit börja lagra in energi från fotosyntesen. Därför försöker man i den ekologiska odlingen ibland utarma tistelbestånden med hjälp av upprepad avputsning.

Exempel på åtgärder som bygger på jordbearbetning är dels vårplöjning för att hämma tillväxt på våren samt att därefter helträda och dels en djup nedplöjning vid tistelns knoppstadium följt av stubbearbetning när de nya tistelplantorna fått 8–10 blad. Åkertisteln går in i fysiologisk

vila på hösten och därför ger höståtgärder en begränsad effekt. I växande gröda kan radhackning vara ett sätt att hämma tisteln men det förutsätter att grödan sås/sätts med stort radavstånd.

Skräppa

Skräppan är ett svårbekämpat ogräs som förekommer i valldominerade växtföljder och som har ökat i omfattning på senare år. Skräppan har en stor förmåga att skjuta nya skott från kraftiga rotdelar efter bearbetning. Noggrann och djup plöjning är relativt effektivt mot etablerade planter, (80–90 % effekt). Skräppan är relativt känslig om rothalsen skärs av på ca 5–8 cm djup, vilket kräver en stubbearbetning som skär igenom jorden över hela markytan. Största problemet med skräppan är dock att den sprids effektivt med frö. Att hindra nya frön från att gro i samband med valletablering är av större betydelse än att bekämpa redan etablerade planter.



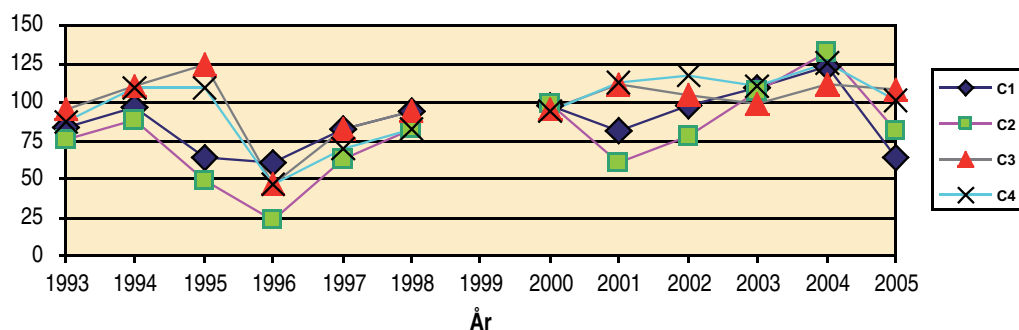
Vad kan du vinna genom direktsådd?

Sådd direkt i stubben är den mest utpräglade formen av reducerad jordbearbetning. Direktsådden förutsätter att en såmaskin avsedd för direktsådd används. Den måste ha en tillräcklig tyngd per meter arbetsbredd och den måste vara utrustad med en typ av billar som klarar att tränga ned till ett lagom såddjup i obearbetad jord. Jorden måste vara lagom fuktig och fri från allt för djupt packade spår. Ofta krävs en föregående behandling med glyfosat (t.ex. Roundup) för att grödan inte redan inför uppkomsten ska konkurreras ut av ogräs och spillsäd. Halm och skörderester måste föras bort alternativt fördelas mycket väl. Direktsådd i stubb innebär att behovet av att

använda bekämpningsmedel mot ogräs och svamp ökar. Sedan mitten av 1980-talet har det funnits svenska försök som belyst möjligheterna med direktsådd. Direktsåmaskinerna har i försöksserien varit av märkena Bettinson, Väderstad DS och sista åren Väderstad Rapid.

En sammanfattning av försöket visar att direktsådd år efter år har fungerat men att skörden har reducerats kraftigt t.ex. 1996 och 1997, se diagrammet nedan. Dessa år var bl.a. förekomsten av ogräs stor och etableringen i de direktsådda leden dålig. Även andra försök visar att direktsådd ofta innebär en skördereduktion på i genomsnitt 10 %.

Relativ skörd (plöjning, halm kvar, ej stubbearbetning = 100)



Försöksserie R2-4017, försöksplats Lanna. Relativ skörd vid direktsådd jämfört med plöjning, åren 1993-2005.

Tabell 12. Relativ skörd 1982–2004, försöksserie R2-4017, försöksplats Lanna

	Relativ kärnskörd, %		
	Konventionell sådd	Direktsådd, plöjning vissa år	Direktsådd
21 försöksår	100	95	93
Källa: Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2005			

Tabell 13. Kostnad, arbetstid och bränsleåtgång för direktsådd respektive konventionell sådd (arealunderlag 200 ha, 135 kW traktor, 20 % lerhalt)

Etableringsmetod	Kostnad, kr/ha	Arbetstid, tim/ha	Bränsleåtgång, l/ha
Direktsådd med 4 meters universalsåmaskin	818	0,5 tim/ha	13 l/ha
Plöjning, en sladdning, två harvningar, sådd med 6 meters konv. såmaskin, en vältning	1 584	1,8 tim/ha	39 l/ha

Lönsamhetsmässigt kan en lägre skörd med direktsådd vägas upp av en lägre kostnad för maskinkapital, bränsle och arbetstid. I tabell 13 ovan finns en översiktlig jämförelse av total kostnad för maskinkapital, bränsle och arbete samt åtgång av arbetstid och bränsle per ha mellan direktsådd och konventionell sådd. Återanskaffningsvärde för maskiner samt andra förutsättningar som utgör

underlag för beräkningarna är hämtade från maskinkalkylgruppens ”Maskinkostnader 2006”. Observera att eventuellt högre kostnad för exempelvis hantering av halm/skörderester eller kvickrotsbekämpning inte är medräknad för alternativet direktsådd. Vid höga spannmålspriser blir dock varje kg extra skörd värd mer och man får fundera ytterligare en gång vad den minskade kostnaden är värd.



Under goda förhållanden kan direktsådd vara ett alternativ. (Foto: Väderstadverken)

Vikten av en bra körteknik och rätt inställningar

För att nå ett bra bearbetningsresultat är det viktigt att arbetsmomenten utförs i rätt tid samt att redskapen ställs in och framförs på ett optimalt sätt.

Teknik vid plöjningsfri odling

I den plöjningsfria odlingen ska första bearbetningen utföras så snart som möjligt efter tröskning. Halmen ska vara korthackad och samtliga växtrester ska vara väl spridda. Är halmstubben lång bör en separat fältputsning utföras. Är halmresterna dåligt spridda kan det vara en fördel att köra med en halmharv diagonalt jämfört med tröskriktningen för att sprida halmen bättre. Halmharven kan i vissa fall monteras som tillbehör på stubbearbetningsredskapet.

För att få så bra bearbetningseffekt som möjligt bör första bearbetningen utföras i ca 30 graders vinkel i förhållande till tröskriktningen. Den första körningen kan utföras relativt grunt (3–7 cm). Syftet med första körningen är i första hand att blanda in växtrester i jorden, bekämpa ogräs samt återpacka jorden. På lerjord som är fuktig får man vara försiktig med återpackning så att inte strukturen försämrats.

När spillsäden grott bör en andra körning utföras till 7–12 cm djup. Den andra körningen utförs diagonalt i förhållande till den första för att få ett jämnt bearbetningsresultat och bästa möjliga inblandning av växtrester.

Grundinställningen för ett stubbearbetningsredskap är att de bearbetande orga-



Första stubbearbetningen körs i 30 graders vinkel i förhållande till tröskriktning/sårriktning.
(Foto: Väderstadverken)

nen ska gå parallellt med markytan både i längsled och sidled.

Buret redskap

Bearbetningsdjupet hos ett buret grundbearbetande redskap ställs in med hjälp av återpackningsvältens djupreglering. På kultivatorer kan det även göras på stödhjulens djupreglering. Detta sker normalt med vantskruvar eller hydraulcylindrar. För att redskapet ska gå parallellt med markytan ställs traktorns lyftarmar in på rätt höjd. Toppstången ska normalt arbeta i flytläge så att redskapet blir följsamt vid ojämnheter. Ett rätt inställt redskap ska gå rakt bakom traktorn. Redskapet lyfts vid vändtegen.

Bogserat redskap

Ett bogserat redskap är som regel kopplat i traktorns hitchkrok eller dragarmar.

Bearbetningsdjupet ställs in med hjälp av återpackningsvältens djupreglering, eller stödhjulets djupreglering för kultivatorer precis som för burna redskap. Detta sker normalt med hydraulcylindrar. För att tallriksenheten respektive bearbetningsdelen på kultivatoren ska gå parallellt med markytan justeras vinkeln med vantskruvar. Även för bogserade redskap gäller att ett rätt inställt redskap ska gå rakt bakom traktorn.

Gemensamt för alla kultivatorer är att om inte tillräcklig jordsökning erhålls så finns normalt ytterligare inställningsalternativ på kultivatorpinnarna. Om utjämnings-tallrikar finns monterade ska dessa ställas in så att ytan blir så jämn som möjligt.

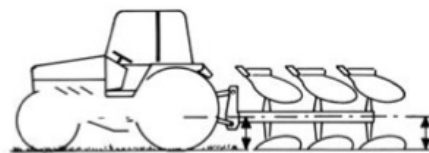
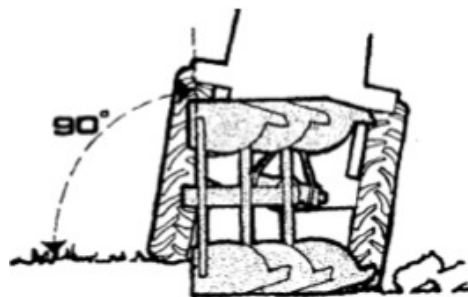
För både burna och bogserade tallriksredskap gäller att om utskärningen från tallrikarna är otillräcklig så förskjuts tallriksaxlarna i förhållande till varandra



Det är viktigt att kontrollera utskärningen på ett tallriksredskap. (Bild: Väderstadverken)

Inställning av plog

En modern plog utrustad med exempelvis Överums XL-kropp eller Kvernelands plogkropp 8 kan ställas in för grund plöjning. Djupinställningen för stödhjulet anpassas till önskat arbetsdjup och motsvarande justering görs på traktorns dragarmar och toppstång. På Överums XL-kropp rekommenderas att den bakre landsidan vänds 180 grader. Omställningen ger en större stödyta för att ta upp landsidetrycket. Har plogen en ojämn gång kan den lutas någon grad mot det oplöjda för att få en bättre jordsökning. Traktorns hydraulsystem för reglering av trepunktshydrauliken ska ej stå i dragkraftsregleringsläge.



En riktig grundinställning av plogen är viktig. Plogen ska inte luta i sidled och alla plogkroppar ska gå lika djupt i marken. (Bild: Överums Bruk)

Plogen ska inte luta i sidled och alla plogkropparna ska sitta lika högt över marken.

Dragkraftsbehov

Med stor sannolikhet kommer priset på drivmedel samt fokus på minskade koldioxidutsläpp att öka. Marknaden för avsalugrödor är rörlig och även om priserna på spannmål för närvarande är höga är det fortfarande viktigt att anpassa jordbearbetningsåtgärderna efter behov samt att vara så energieffektiv som möjligt.

Faktorer som styr dragkraftsbehovet

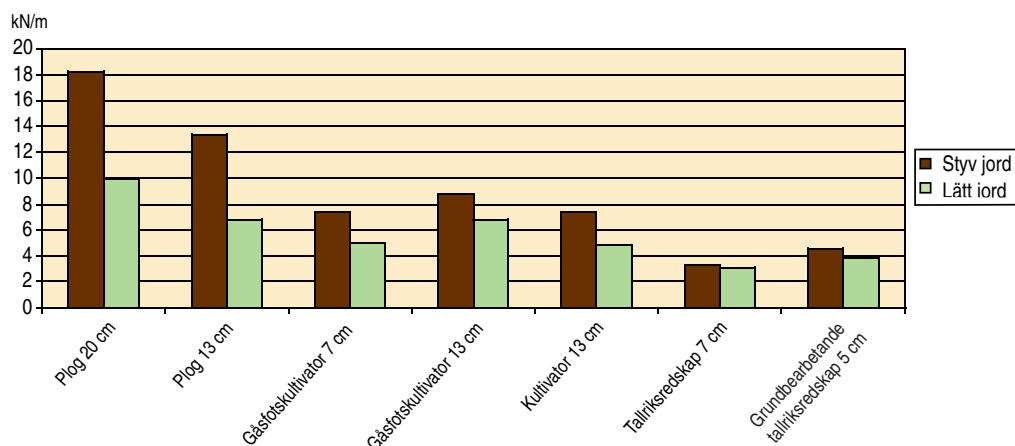
Dragkraftsbehovet är beroende av jordart, bearbetningsdjup, körhastighet samt redskapstyp. I en studie utförd vid Avdelningen för jordbearbetning vid SLU och som startade 2003 framgår tydligt att dessa faktorer påverkar dragkraftsbehovet.

Studien utfördes på Ultuna (styv jord, 40 % ler) och Säby (lättare jord, 20 % ler) och visar att det totala dragkraftsbehovet var högst vid plöjning. Plögen var dock samtidigt det redskap som höll inställt

arbetsdjup bäst. Samtliga stubbearbetningsredskap gav ett mindre verkligt arbetsdjup än det inställda. Jordarten påverkar det totala dragkraftsbehovet betydligt och studien visar att det totala dragkraftsbehovet vid plöjning kan vara upp till 50 % lägre på lättare jord jämfört med styvare jord. Vid bearbetning med kultivator kan det totala dragkraftsbehovet vara upp till 35 % lägre på lättare jord jämfört med styvare jord (se figuren nedan).

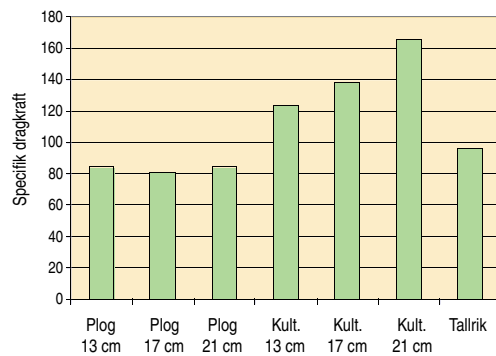
Bearbetningsdjupet påverkar dragkraftsbehovet påtagligt. Vid en minskning av plöjningsdjupet från 20 till 13 cm reduceras det totala dragkraftsbehovet med ca 30 %. Kultivatorns totala dragkraftsbehov reduceras med ca 25 % om det inställda bearbetningsdjupet ändras från 13 till 7 cm. De båda typerna av tallriksredskap hade det lägsta dragkraftsbehovet totalt per meter arbetsbredd. Tallriksredskapens praktiska arbetsdjup var dock samtidigt det minsta av de provade redskapstyperna

Exempel på det totala dragkraftsbehovet per m arbetsbredd vid olika jordarter och varierande inställt arbetsdjup.



Exempel på hur det totala dragkraftsbehovet per meter arbetsbredd kan variera beroende på jordart och inställt arbetsdjup. Källa: Avdelningen för jordbearbetning, Institutionen för markvetenskap, SLU

Om dragkraftsbehovet ställs i relation till volymen bearbetad jord (specifikt dragkraftsbehov, kN/m^2) spelar enligt mätningar inte bearbetningsdjupet någon större roll vid plöjning men däremot vid användning av kultivator (se figur nedan). En slutsats av detta är att det relativt sett är dyrare att öka bearbetningsdjupet med kultivator jämfört med plog. Omvandlas dragkraftsbehov till bränsleförbrukning per ha så halveras bränsleförbrukningen om plogdjupet halveras. Om bearbetningsdjupet med en kultivator halveras minskar bränsleförbrukningen relativt sett mindre.



Specifikt dragkraftsbehov (dragkraftsbehovet per bearbetad tvärsnittsytta, kN/m^2 , vilket motsvarar energiåtgång per bearbetad jordvolym) vid olika typer av bearbetningar och vid olika bearbetningsdjup. Källa. Plöjningsfri odling – luckringsbehov, bearbetningstidpunkt, växtpatologiska effekter och dragkraftsbehov, Arvidsson

Det är viktigt att man inte bearbetar djupare än nödvändigt vid varje överfart. På en lerjord med god struktur utan gammal plogsula kan det räcka med ett plogdjup på 12–15 cm, lagom så att växtrester vänds ned på ett effektivt sätt. På lätta enkelkornsjordar behövs ofta ett större plogdjup eftersom matjordslagret kan bli väldigt kompakt på dessa jordar.

Rekommenderade effektbehov

Ser man till maskinleverantörernas uppgifter om rekommenderade traktoreffekter kan man konstatera att spridningen är stor. När det gäller kultivatorer varierar effektbehovet från 25 till 60 hk per meter arbetsbredd. I rekommendationerna till de grundbearbetande tallriksredskapen är dock spännvidden mindre, här anger man mellan 25 och 30 hk per meter arbetsbredd. Den stora spännvidden bland kultivatorerna är förstående då dessa kan arbeta inom ett större djupintervall.

I tabell 14 ges exempel på effektbehov för några olika typer och fabrikat av stubbearbetningsredskap. Uppgifterna är hämtade från tillverkarnas broschyrer.

Avdelningen för jordbearbetning vid SLU har tagit fram ett kalkylunderlag för att bl.a. beräkna dragkraftsbehov med olika redskapstyper. I tabell 15 följer några beräkningsexempel. Man bör observera i dessa exempel att det verkliga arbetsdjupet överensstämmer bra med det inställda djupet på plogar och kultivatorer med gåsfotskär. På kultivatorer med andra spetsstyper avviker det verkliga arbetsdjupet jämfört med det inställda.

I studier vid Avdelningen för jordbearbetning vid SLU har man också konstaterat att gåsfotskär med en flack skärvinkel har det lägsta specifika dragkraftsbehovet av de skärtyper som finns på marknaden. Gåsfotskåret har dock en sämre halminblandning och här ger vingskåret ett bättre resultat. Under besvärligare förhållanden kan det vara svårt att få tillräckligt bra jordsökning med ett brett skär och då är ett smalare skär att föredra även om det specifika dragkraftsbehovet ökar.

Tabell 14. Angivna effektbehov för några olika typer och fabrikat av stubbearbetningsredskap enligt maskintillverkarens boschyrer

Redskap	Typ	Arbets- bredd, m	Antal pinnar	Uppgivet effektbehov, hk		
				Totalt	Per m arbetsbredd	Per pinne
Kultivatorer						
Kongskilde Vibroflex	Fjädrande pinne	5	23	125–200	25–40	5,5–8,7
Kongskilde Vibrotill		5	33	125–200	25–40	3,8–6
Horsch Terrano	Styv pinne	5,7	19	150	26	7,9
Väderstad Cultus	Styv pinne	5	25	250–350	50–60	10–14
Väderstad Top Down	Styv pinne + tallrik	5		250–300	50–60	
Amazone Pegasus	Styv pinne, vingskär	5	11	150	30	14
Amazone Centaur	Styv pinne + tallrik	5	24	240-	48-	10–
Grundbearbetande tallriksredskap						
Väderstad Carrier	Tandade tallrikar med rak vinkel	5		120–150	24–30	
Amazone Catros	Konvexa tallrikar	5	40	150–	30–	3,75–

Tabell 15. Beräkningsexempel på hur effektbehovet kan variera beroende på redskapstyp, arbetsdjup, körhastighet samt lerhalt

Redskap	Effektbehov, hk/m arbetsbredd	
Arbetsdjup, körhastighet	20 % ler	40 % ler
Plog		
Djup 20 cm, 7 km/h	56 hk/m arbetsbredd	76 hk/m arbetsbredd
Djup 13 cm, 10 km/h	58 hk/m arbetsbredd	78 hk/m arbetsbredd
Kultivator		
Djup 7 cm, 12 km/h	46 hk/m arbetsbredd	63 hk/m arbetsbredd
Djup 13 cm, 10 km/h	64 hk/m arbetsbredd	90 hk/m arbetsbredd
Grundbearbetande tallrik		
Djup 5 cm, 12 km/h	46 hk/m arbetsbredd	65 hk/m arbetsbredd



Bearbetningsdjupets betydelse

Vad bestämmer vilket som är gynnsammaste bearbetningsdjupet vid olika metoder för jordbearbetning? Följande frågeställningar är värda att beakta:

1. Hur stort är behovet av luckring och i sådana fall till vilket djup?
2. Finns det någon plogsula eller andra förtätade skikt som behöver brytas?
3. Vilket djup krävs för att åstadkomma en eventuell ogräsbekämpning?
4. Hur stort är dragkraftsbehovet – hur mycket bränsle går det åt per ha?

Bearbetningsdjup vid reducerad bearbetning

Jordarten är avgörande för vilket bearbetningsdjup som är lämpligt att använda vid reducerad bearbetning. Det hänger samman med luckringsbehovet som beskrivits tidigare under avsnittet luckring och återpackning. På lerjordar har skördekillnaderna varit små mellan grund eller djup stubbearbetning med kultivator. Att öka bearbetningsdjupet innebär att dragkraftsbehovet ökar markant och körhas-

tigheten måste sänkas, vilket för med sig ökad kostnad för bränsle och arbetstid. Sannolikheten är därför stor att grund reducerad bearbetning (ned till ca 10 cm) oftast är mer lönsam än djup reducerad bearbetning (15 cm eller mer) på tyngre lerjordar.

Andra faktorer som talar för en grund bearbetning är att mullhalten i ytskiktet ökar efter hand. Det motverkar igenslamning/skorpbildning och fosforförluster samt gynnar vattenhushållningen. Vidare störs inte lerjordens naturliga strukturuppbyggnad med sprickor, rot- och maskgångar.

Sedan början av 1990-talet har skördeinverkan av olika bearbetningsdjup med kultivator jämförts i försök (tabell 16).

Försöksplatsen för försök nr 517/91 ligger på en lättbrukad jord som till karaktären liknar lättlera även om den är klassad som mellanlera. På den andra försöksplatsen är jordarten en utpräglad styv lera med låg mullhalt. Stort bearbetningsdjup

Tabell 16. Försöksserie med olika bearbetningsdjup, relativ skörd 1991–2005

Behandling	Relativ kärnskörd, %	
	Försök nr 517/91	Försök nr 618/95
	Ultuna mmh ML 14 år	Ultuna nmh SL 10 år
A. Plöjning	100	100
B. Kultivator till 10 cm 2–3 ggr	88	99
C. Kultivator till 15 cm 2–3 ggr	90	97
D. Kultivator till 20 cm 2–3 ggr	94	96
E. Tallriksredskap	92	99

Källa: SLU, Avdelningen för jordbearbetning, årsrapport 2005



Skala vid inställning av bearbetningsdjup. Foto: Väderstadverken.

har bidragit till högre skörd på den lättare jorden medan grundare bearbetning har varit mycket konkurrenskraftig på den styva leran. Tendensen att grund bearbetning har bidragit till relativt sett högre skördar på styvare leror jämfört med lättleror har varit märkbar även i andra försök med varierande bearbetningsdjup.

Kvickrot är det rotagräs som generellt orsakar störst bekymmer. Kvickroten är

emellertid också känslig för jordbearbetning. Beroende på förutsättningarna kan kvickrot utveckla sina utlöpare på olika djup. För att säkerställa att bearbetningen sker tillräckligt djupt för att få en tillfredsställande påverkan på kvickroten kan det därför vara bra att gräva i matjorden på ett kvickrotsbemängt fält före stubbearbetning eller plöjning (se vidare under stycket om mekanisk ogräsbekämpning).

Minska markpackningen med rätt ringtryck

Att undvika skadlig markpackning är en viktig aspekt att tänka på i samband med all jordbearbetning. Risken för att åstadkomma skadlig markpackning är störst under fuktiga förhållanden och på styvare lerjordar. Varje överfart med dagens tunga maskiner bidrar till en kostnad i form av framtida skördeförlust där förlusten kan vara allt från närmast betydelselös till mycket allvarlig. Produkten av antalet kg hjullast x körsträcka mäts i tonkm och är en parameter som har stor inverkan på graden av markpackning.

**Fuktiga förhållanden
och styva lerjordar
ökar risken för
markpackning.**

Vid markpackning uppstår en varaktig deformation av markens aggregat (lerjordar) som kan ha större eller mindre betydelse för kommande grödors förutsättningar att utvecklas och producera skörd. Här finns även en stark miljökoppling eftersom en god skördepotential innebär bra förutsättningar för ett högt växt-näringsutnyttjande och minskad risk för läckage. En packad jord kräver dessutom relativt sett mer energi att bearbeta.

Packningsskadorna blir större ju högre lerhalten är. En viktig anledning till lägre skörd under dessa förhållanden är att möjligheten att åstadkomma en bra såbädd minskar. Aggregaten pressas samman till svårkrossade lerkakor och avdunstningen ökar. Genomsläppligheten för vatten minskar, vilket kan leda till syrebrist vid stora regnmängder. Rotutvecklingen kan också störas. (Arvidsson 1991.)

Förebygg skador av markpackning

Följande anpassningar hör till de viktigaste för att förebygga skador av markpackning:

1. Undvik i möjligaste mån alla överfarter under blöta förhållanden, framför allt på lerjordar. Ett väl fungerande dräneringssystem är en viktig förutsättning för att förebygga packningsskador.
2. Begränsa antalet överfarter till ett minimum. Nyttan med varje bearbetning behöver vägas mot en eventuell risk för markpackning.
3. Använd så låga ringtryck som möjligt. Kontrollera anvisningar för hur lågt ringtryck olika däcktyper tål beroende på belastning och dragkraftsuttag. Att använda dubbelmontage ger goda möjligheter att reducera ringtrycket.
4. Vidta åtgärder för att begränsa hjulasten på maskinerna. Även här är dubbelmontage av stor nytta.

Ringtryckets betydelse

Ringtrycket påverkar storleken på däckets understödyta. Ju lägre ringtrycket är desto större yta fördelas hjulets vikt på. Marktrycket vid en överfart är i princip alltid detsamma som ringtrycket i däcken som används.

För att illustrera hur ringtrycket går att påverka följer nedan ett exempel på belastningstabell för tre olika traktordäck.

Om kravet ställs att ett däck ska tåla en hjullast på minst 3 600 kg måste ring-

trycket vara 1,6 bar om ett standarddäck med modellbetäckningen ”Agribib” används. Med dubbelmontage halveras hjullasten, vilket ger möjlighet att sänka ringtrycket till 0,6 bar med samma däck. Ett däck som är specialanpassat för att tåla låga ringtryck (Xeobib) kan enkelmonterat klara hjullasten 3 600 kg vid ett ringtryck på 0,8 bar och tål dubbelmonterat samma hjullast ned till 0,4 bar. OBS detta är ett exempel. I varje enskilt fall måste man kontrollera vilken belastning det

aktuella däck tål vid olika ringtryck. Tänk på att högre ringtryck krävs om stor dragkraft måste tas ut – annars riskerar man att däcksidan deformeras och att däck vrid sig på fälgen.

Höga ringtryck medför framför allt packning i matjordslagret. Konsekvenserna av detta märks ofta tydligt redan i efterföljande gröda. Höga hjullaster medför packningsskador även i alven som kan bli mer permanenta.

Tabell 17. Exempel på belastningstabell för tre olika traktordäck.

Däck	Dimension	Diameter mm	Max belastning vid olika ringtryck (bar), kg per däck							Max hastighet km/h
			0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	
Michelin Agribib	20,8 R38	1844	-	2 370	2 630	2 880	3 140	3 390	3 650	40
Michelin XM 108	650/65 R38	1842	-	2 520	2 920	3 320	3 720	4 130	-	40
Michelin Xeobib*	710/60 R38	1814	2 800	3 350	3 875	4 500	-	-	-	65

* kräver extra bred fälg. Källa: Broschyrmaterial från Michelin

Jämförelsematris för olika system

I matriserna på följande sidor jämförs kostnader för olika kombinationer av jordbearbetning och sådd vid etablering av höstsäd. Siffrorna bygger på beräkningar i programmet ”JB-Maskinkalkyl-Gård” skapat av Johan Arvidsson vid Avdelningen för jordbearbetning, SLU.

I matriserna går att läsa ut beräknad maskinkostnad i kr/ha, inklusive arbete och bränsle, beräknad tidsåtgång samt beräknad bränsleåtgång i l/timme för de olika kombinationerna. Maskinkostnaden är beräknad med en s.k. realkalkyl. Det finns tre olika matriser, en för lätt jord, (5 % ler), en för mellanlera (20 % ler) samt en för styv lera (50 % ler).

Förutsättningar:

Arealunderlag:

200 ha växtodling

Dragkraft:

135 kW traktor

Kostnad för arbetskraft:

180 kr/timme

Dieselpriis efter skattereduktion:

8 kr/l

Körhastigheter:

vältning: 12 km/h, övriga moment där inget annat anges: 10 km/h

Realränta:

5 %

Värdeminskning, traktor:

8 % /år av restvärdet

Värdeminskning, maskiner:

10 % /år av restvärdet

Återanskaffningsvärde för maskiner samt andra förutsättningar som utgör underlag för kalkylerna är hämtade från maskinkalkylgruppens ”Maskinkostnader 2006”.

Med redskapen ”traditionell sladd”, tungt tallriksredskap och kultivator avses den enklare, äldre typen eller motsvarande utan exempelvis återpackningsvält. I matrisen för lätt jord är direktsådd ersatt med plogsådd. Hur många överfarter som krävs med respektive redskap för att uppnå ett tillfredsställande resultat av jordbearbetningen kan naturligtvis variera mycket beroende på förutsättningarna. Matriserna ska fungera som ett vägledande underlag för att kunna jämföra olika alternativ för jordbearbetning med hänsyn till kostnad samt åtgång av arbetstid och bränsle. Ingen hänsyn har tagits till olika behov av halmhantering eller kemisk bekämpning vid olika alternativ. I sammanhanget bör poängteras att det är helheten med skörderesultat och netto som är avgörande för vilken metod som är mest lämplig i det enskilda fallet – att bara titta på kostnaderna ger ingen fullständig bild.

I alternativet med styv lera är behovet av dragkraft mycket stort vid en del jordbearbetningsmoment, t.ex. körning med multikultivatorn. Detta gör att arbetsdjup och körhastighet begränsas. För multikultivatorn saknas bra underlag för hur stort dragkraftsbehovet verkligen är. I stället har värden för en vanlig kultivator körd till ett större djup använts. Därför får värdena för multikultivatorn anses vara grövre skattade än för övriga maskiner. Ett av grundkoncepten med det redskapet är att det ska luckra på ett relativt stort djup samtidigt som en till två överfarter ska räckta inför sådd på obearbetad mark. Bränsleförbrukningen är beräknad av programmet utifrån jordart, redskapstyp, arbetsbredd, bearbetningsdjup och hastighet. Vid alternativen med direktsådd har

antagits att bränsleförbrukningen är något högre jämfört med sådd i bearbetad jord med samma maskintyp. Det saknas i dagsläget säkert underlag för att bedöma

om det finns skillnader i bränsleförbrukning mellan direktsådd och sådd med universalsåmaskin i bearbetad jord.

Olika system för jordbearbetning och sådd; tidsåtgång tim/ha, kostnad kr/ha, bränsleåtgång l/ha

Lätt jord (5 % lerhalt)

	Konv. pöjning, 20 cm, 8 km/h, konv. såmaskin Grund pöjning, 12 cm, 10 km/h, konv. såmaskin Konv. pöjning, "Crosskillvält", universalsåmaskin Grund pöjning, "Crosskillvält", universalsåmaskin Pöjningsfritt, talriksredskap Pöjningsfritt, talriksredskap, konv. såmaskin Pöjningsfritt, talriksredskap, universalsåmaskin Pf. grundbearb. kultivator, universalsåmaskin Pf. multikultivator, 15 cm, 9 km/h, universalsåmaskin Plogsådd (12 cm, 8 km/h, tillpackare, såddutr.)									
Antal överfarter med resp. redskap										
<i>Kostnad per moment * antal överfarter</i>										
Växelplog buren 5 skär, 16" (2,0 m)	1	1	1	1						1
	642	549	665	603						809
Tungt talriksredskap 5,4 m					2	2				
					443	465				
Kultivator 5,5 m							2			
							451			
Grundbearbetande talriksredskap 5 m								2		
								577		
Multikultivator 4 m									1	
									607	
"Crosskillvält", sladdplanka 8,2 m			1							
			207							
Såbäddsharv 8 m	2	2			2	1	1			
	340	350			363	241	241			
Såmaskin typ "Såjet" 6 m	1	1			1					
	305	313			324					
Universalsåmaskin m förredskap 4 m			1	1		1	1	1	1	
			517	552		553	554	572	608	
Vält 9 m	1	1			1					1
	150	153			158					179
Totalt antal överfarter	5	5	3	2	6	4	4	3	2	2
Timmar/ha	1,5	1,4	1,4	1,1	1,2	1,1	1,1	0,9	0,8	0,8
Kostnad kr/ha	1437	1365	1389	1155	1288	1259	1246	1149	1215	989
Bränsleåtgång l/ha	29	26	28	20	24	22	24	19	22	11

Olika system för jordbearbetning och sådd; tidsåtgång tim/ha, kostnad kr/ha, bränsleåtgång l/ha

Mellanlera (20% lerhalt)

	Konv. pöjning, 20 cm, 8 km/h, konv. såmaskin Grund pöjning, 12 cm, 10 km/h, konv. såmaskin Konv. pöjning, "Crosskillvält", universalsåmask. Grund pöjning, "Crosskillvält", universalsåmask. Pöjningsfritt, talriksredskap, konv. såmaskin Pöjningsfritt, talriksredskap, universalsåmaskin Pf. grundbearb. talriksredskap, universalsåmaskin Pf. multikultivator, universalsåmaskin Direktsådd, 8 km/h									
Antal överfarter med resp. redskap										
Kostnad per moment * antal överfarter										
Växelplog buren 5 skär, 16" (2,0 m)	1	1	1	1						
	648	543	673	591						
Tungt talriksredskap 5,4 m					2	2				
					459	492				
Kultivator 5,5 m							2			
							450			
Grundbearbetande talriksredskap 5 m								2		
								597		
Multikultivator 4 m									1	
									650	
Sladd, traditionell typ 6 m	1	1								
	163	168								
Crosskillvält, sladdplanka 8,2 m			2	1		1	1			
			316	213		221	213			
Såbäddsharv 8 m	2	2			2		1			
	330	337			363		233			
Såmaskin typ "Såjet" 6 m	1	1			1					
	297	303			324					
Universalsåmaskin förredsk. 4 m			1	1		1	1	1	1	1
			506	532		553	534	572	596	818
Vält 9 m	1	1			1					
	145	149			158					
Totalt antal överfarter	6	6	4	3	6	4	5	3	2	1
Timmar/ha	1,8	1,6	1,5	1,2	1,2	1,1	1,2	0,9	0,8	0,5
Kostnad kr/ha	1584	1499	1495	1336	1304	1256	1430	1170	1246	818
Bränsleåtgång l/ha	39	33	37	27	26	25	32	22	24	13

Olika system för jordbearbetning och sådd; tidsåtgång tim/ha, kostnad kr/ha, bränsleåtgång l/ha

Styv lera (50 % lerhalt)

Antal överfarter med resp. redskap										
	Kostnad per moment * antal överfarter									
	Konv. pöjning, 20 cm, 8 km/h, konv. såmaskin Grund pöjning, 12 cm, 10 km/h, konv. såmaskin Konv. pöjning, "Crosskillvält", universalsåmask. Grund pöjning, "Crosskillvält", universalsåmask. Pöjningsfritt, talriksredskap, konv. såmaskin Pöjningsfritt, talriksredskap, konv. såmaskin Pöjningsfritt, kultivator, 8 km/h, universalsåmaskin Pf. grundbearb. talriksredskap, universalsåmaskin Direkt sådd, 8 km/h									
Växelplog buren 4 skär 16" (1,6 m)	1	1	1	1						
Tungt talriksredskap 5,4 m	732	592	774	653	2	2				
Kultivator 5,5 m				541	607	2				
Grundbearbetande talriksredskap 5 m						548				
Multikultivator 4 m							638			
Sladd, traditionell typ 6 m	3	3						762		
"Crosskillvält", sladdplanka 8,2 m	387	397								
Såbäddsharv 8 m			3	2		2	1			
Såmaskin typ "Såjet" 6 m			402	316		320	209			
Universalsåmaskin förredsk. 4 m	2	2			3		1			
Vält 9m	1	1			1					
	139	141			150					
Totalt antal överfarter	8	8	5	4	7	5	5	3	2	1
Timmar/ha	2,4	2,2	1,9	1,6	1,5	1,5	1,3	1,0	1,0	0,5
Kostnad kr/ha	1849	1730	1667	1474	1459	1438	1508	1210	1331	857
Bränsleåtgång l/ha	59	50	52	38	36	34	38	29	29	15

Mer att läsa

Plöja varje år, ibland eller inte alls

Arvidsson, J. 2004. *Plöjningsfri odling – luckringsbehov, bearbetningstidpunkt, växtpatologiska effekter och dragkraftsbehov*

Johansson, L. 2007. *Jordbearbetningssystem*. Försöksrapport 2006 för Mellansvenska försökssamarbetet och Svensk raps, s. 19-23.

Växtföljden och skörderester i markytan

Djurberg, A. 2005. *Reducerad jordbearbetning, förfrukt och svampbehandling*. Försöksrapport 2004 för Mellansvenska försökssamarbetet och Svensk raps

Berggren, B, Djurle, A. *Vetets brunfläcksjuka*. Faktablad 12J. Faktablad om växtskydd, jordbruk. SLU

Sanders, E, Waern, P. *Brunrost*. Faktablad 62J. Faktablad om växtskydd, jordbruk. SLU

Olvång, H. *Vetets bladfläcksjuka*. Faktablad 90J. Faktablad om växtskydd, jordbruk. SLU

Twengström, E. *Svartpricksjuka*. Faktablad 105J. Faktablad om växtskydd, jordbruk. SLU

Olofsson, B. *Kornets bladfläcksjuka*. Faktablad 8J. Faktablad om växtskydd, jordbruk. SLU

Djurle, A. *Sköldfläcksjuka*. Faktablad 9J. Faktablad om växtskydd, jordbruk. SLU

Växtnäringsläckage vid jordbearbetning

Hoffman, M. Aronsson, P. & Aronsson, H. 1998. *Växtnäring på gården – vägar att minska förlusterna av kväve och fosfor*. Jorbruksverkets informationsmaterial om Reko-stödet

Myrbeck, Å. & Aronsson, H. 2003. *Flytgödsel – fånggrödor – utlakning*. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2002. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr 104.

Sönderdelning av halm och skörderester före sådd

Lundin, G. 2001. *Halmens hackselängd vid skördetröskning – Tekniska möjligheter och biologiska effekter*. JTI-rapport Lantbruk & industri nr 282.

Rydberg, T. 1987. *Studier i plöjningsfri odling i Sverige 1975–1986*. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr 76.

Jordbearbetning efter plöjning, Harvningsintensitet, skorpbildning

Håkansson, I. 2002. *A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden*. Soil and Tillage Research nr 64.

Jordbearbetning vid plöjningsfri sådd

Luckring och återpackning

Rydberg, T. 1996. *Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem*. Jordbearbetningens årsrapport 1995. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen Nr 90

Arvidsson, J. 1991. *Handledning till kalkylark "tonkm.xls"*

Mekanisk ogräsbekämpning

Nordström, H. 2002. *Regleringsstrategier mot åkertistel i ekologisk odling*. Examensarbeten,/seminarieuppsatser nr 48. Institutionen för ekologi och växtproduktionslära. SLU

Arvidsson, J. 1999. *Kvickrotsbekämpning i plöjningsfri odling*. Jordbearbetningens årsrapport 1998. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr 96.

Frankow-Lindberg B E. 1998. *Kort litteraturöversikt över skräppors, spec. krusskräppans, biologi och ekologi*. Nytt från ogräsforskning och preparatprovning 1997.

Direktsådd i stubb

Rydberg, T. 2006. *Direktsådd*. Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2005. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen nr 109.

Dragkraftsbehov

Hillerström, O. 2006. *Dragkraftsbehov och bearbetningsresultat för olika kultivatorspet-sar*. Meddelanden från Jordbearbetningsavdelningen nr 50.

Magnusson, M. 2004. *Dragkraftsbehov och bearbetningsresultat för olika redskap och bearbetningssystem vid höstsådd*. Meddelanden från Jordbearbetningsavdelningen nr 47.



Jordbruksverket
551 82 Jönköping
Tfn 036-15 50 00 (vx)
E-post: jordbruksverket@sjv.se
Webbplats: www.sjv.se



Detta material har delvis
finansierats med EU-medlet

ISSN 1102-8025

JO08:28