

4.2.2 Halmhantering och tillväxt

Jens Blomquist, SBU och Hans Larsson, SLU

Syfte

Halm från den förfrukt som föregår sockerbetor rapporteras emellanåt från odlarhåll ha stor betydelse för sockerbetornas tillväxt året efter. Rapporterna handlar då ofta om områden i betfält där tillväxten bromsas. Orsaken till tillväxtned sättningen kan sällan fastställas, men tolkas ofta som brist på kväve eller mekaniskt motstånd i sulor av nedplöjd halm. Försök med olika halmhantering lades därför ut inom ramen för projekt 4T. Syftet var att undersöka hur förfrukthalmens mängd, stubb höjd och finfördelning i kombination med och utan stubbearbetning påverkar sockerbetans tillväxt och skörd.

Bakgrund

Halmens långsiktiga effekt

När halm brukas ner i jorden påverkas jordens egenskaper på både kort och lång sikt. Den långsiktiga effekten av halmnedbrukning sker via markens humusförråd som i sin tur bland annat påverkar jordens mineraliseringskapacitet och struktur. Mullhaltsförändringar vid olika halmhanteringsstrategier har undersökts i långliggande försök i flera länder. I Sverige har Persson (1979, 1995) rapporterat från långliggande försök som visar på små men tydliga positiva mullhaltseffekter av att bruka ner i stället för att bortföra halmen. Halmnedbrukning ger förutom en högre mullhalt också en stabilisering av jordens aggregat som i sin tur kan öka odlingssäkerheten genom att risken för skorpa och slamning minskar (Schjønning, 1987). Också jordens porositet påverkas svagt positivt av halmnedbrukning. Framför allt är det jordens större porer, svarande för lufttransport och dränering, som ökar vid nedbrukning av halm jämfört med bärgning av halmen (Schjønning, 1985).

Daggmaskars reaktion på halmhantering

Olika odlingstekniska åtgärder kan påverka daggmaskarna direkt eller indirekt och ofta får en åtgärd fler än en effekt. Effekterna kan indelas i två huvudområden; dels påverkan på tillgången till organiskt material, dels påverkan på jordens fysikaliska och kemiska miljö. I denna försöksserie kan man tänka sig att stubbearbetningen har en negativ effekt på maskarna medan tillförsel av halm har en positiv effekt.

Födottillgången för daggmaskar är oftast den viktigaste faktorn, vilket visats av många (Edwards & Lofty, 1975). Organiskt material kan transporteras till åkern genom naturlig gödsel eller vanligen produceras genom grödan. Mängden organiskt material som cirkuleras beror främst på behandlingen av skörderesterna. Vissa daggmaskarter är beroende av att skörderesterna finns kvar på ytan medan andra arter gynnas av en försiktig inblandning i ytskiktet av det organiska materialet.

Lofs-Holmin (1983) studerade daggmaskförekomsterna i långliggande försök med olika växtföljder och hantering av halmen. Metoden hon använde var utsättning av fällor med stallgödsel vilka troligen inte ger en rättvisande bild av hela daggmaskpopulationen. I växtföljden utan vall och stallgödsel med nedplöjning av halmen fanns fler *A.caliginosa* än i växtföljden

med vall, stallgödsel och borttagning av halmen. Stallgödseln hade spridits fyra år tidigare. Slutsatsen var att en årlig nedplöjd skörderest kan skapa en stor och relativt stabil daggmaskpopulation.

Haukka (1988) studerade olika jordbearbetningseffekter på daggmaskar. Reducerad jordbearbetning (ingen plöjning) ökade daggmaskarna mest. Borttagande av halmen minskade daggmaskarna med hälften. Ekeberg (1992), liksom Gerard och Hay (1979) fann också att daggmaskantal och vikt ökade med reducerad jordbearbetning.

Olika effekter av bearbetning och halmhantering studerades av Barnes och Ellis (1979). Daggmaskpopulationerna var större på direktsådda ytor än på plöjda. På direktsådd mark med bränd eller hackad halm fanns det ingen skillnad i daggmaskpopulationerna. Antalet djupgående arter var större med hackad halm och antalet *All. chlorotica* var större med bränd halm.

Jordbearbetning och stubbearbetning studerades av Doube, Buckerfield och Kirkegaard (1994). Inga skillnader i daggmaskpopulationerna fanns mellan minimum tillage (en bearbetning före sådd) och tre stubbearbetningar. Bränd stubb hade mindre adulta daggmaskar och mindre antal kokonger än obrända parceller. Parceller med stående stubb hade färre och mindre vuxna maskar än parceller där stubben var röjd och i kontakt med marken. Det fanns en stark korrelation mellan daggmaskbiomassa och den mängd stubb som fanns kvar på marken vid vinterns början.

Halmens kortsiktiga effekt

På kort sikt är den största förändringen av halmnedbrukning i jorden att mikroorganismer, motorn i omsättningen av halm, får färskt substrat att angripa. Halmnedbrukningen blir därmed startskottet för en snabb tillväxt när jordens mikroorganismer koloniserar halmens yta. Halmen omsätts av den anledningen snabbare om den brukas ner, jämfört med om den bara lämnas på markytan. Däremot är det oväsentligt för omsättningshastigheten om halmen brukas ner till 5, 10 eller 15 cm djup (Rasmussen, 1991). Det väsentliga är att halmen kommer i kontakt med jord för att mikroorganismerna ska komma i gång med nedbrytningsprocesserna. Finfördelad halm underlättar inblandningen i jord och ökar angreppsytan för mikroorganismerna (Angers & Recous, 1997). Rasmussen (1991) menar emellertid att halmens snittlängd i praktiken innebär ytterst lite för halmens omsättning i jorden.

Omsättningen styrs överordnat av temperatur och fuktighet i jorden (Schomberg et al, 1994). Därför är tidpunkten för nedbrukning avgörande. Det regn som faller på hösten påverkar i hög grad den första fasen av halmnedbrytningen genom att vattnet urlakar halmen på växtnäringsämnen. Christensen (1985a) visade att halm, efter tre på varandra följande lakningar med kallt vatten, förlorade upp till 60 procent av askinnehållet, där katjonerna utgjorde den största delen av förlusterna. Också kväve urlakas ur halmen vid regn och i samma studie visades att de tre lakningarna med vatten medförde att över 40 procent av kväveinnehållet gick förlorat ur halmen.

Halmen förlorar inte bara växtnäringsinnehållet, utan successivt också torrsbstans när den brukas ner och mikroorganismerna omsätter halmen. Efter en månad, nedgrävd i två jordar med 3 respektive 11 procent lerhalt och på 10 cm djup, hade både vete- och kornhalm förlorat 30 procent av sin vikt, efter 6 månader var förlusterna 50 procent och efter 15 månader var

viktförlusterna mellan 70 och 90 procent (Christensen, 1985b). I samma försök konstaterades att nettoimmobiliseringen av kväve började direkt när halmen hade grävts ner. På lerjorden nådde kväveimmobiliseringen sitt maximum på våren sex månader efter nedgrävningen. Då immobiliserade halmen motsvarande 3 kg N per ton ursprungshalm. Sedan följde en successiv nettomineralisering från halmen.

Ofta används halmens innehåll av både kol och kväve, angett som C/N-kvot, som finger-visning om halmens omsättning resulterar i en immobilisering eller en mineralisering av kväve. Christensen (1986) jämförde kväveomsättningen i halm med hög (0,92 % N), medel (0,57 % N) och låg (0,41 % N) kvävehalt. Resultaten visade att kväveförlusterna genom urlakning inledningsvis ökade med ökad kvävehalt i halmen, men därefter följde inte kvävedynamiken i halm och jord de ursprungliga kvävehalterna i halmen. Efter nio månader i jorden var viktminskningen och kväveinnehåll i halmen densamma oberoende av hur mycket kväve halmen ursprungligen innehöll.

Christensen (2000) menar därför att halmens C/N-kvot inte är någon god indikator på hur snabbt halmen ska brytas ner och vilka mängder kväve som kan tänkas immobiliseras under nedbrytningen, eftersom kvävetillgången i jorden under nedbrytningen under normala omständigheter inte är begränsande. Kritiska gränsvärden på C/N-kvot som riktvärden för immobilisering eller mineralisering är inte relevanta för hur halmen påverkas. Den mängd kväve som nettoimmobiliseras under halmens nedbrytning beror mer på jordens mineraliseringsförmåga än på halmens ursprungliga C/N-kvot.

Utöver de biologiska effekter som halmnedbrukning medför på jord och efterföljande gröda, kan halmen utgöra ett direkt mekaniskt hinder för rötter. Ofta hänger sådana halmspärrar ihop med en ojämn fördelning av halmen vid tröskning och nedbrukning. Rasmussen (1990) rapporterar om försök med 4 ton/ha kornhalm som spreds jämnt respektive ojämnt så att bara hälften respektive en tredjedel av marken täcktes av halm. Dessa senare led motsvarade alltså en halmgiva på 8 respektive 12 ton/ha. På sandjord reducerades vårkornskörden med 1,5-2,3 dt/ha av den ojämn spridningen, medan skördereduktionen på en sandblandad lerjord inskränkte sig till 0,3-0,5 dt/ha.

Halmhantering och djurförekomst

Djurförekomsten i jorden är korrelerad med mullhalten och tillförsel av nytt organiskt material. Speciellt *Onychiurus* reagerar snabbt på organiskt material eftersom de huvudsakligen lever på svamphyfer som växer på det organiska materialet.

Under åren 1988-1990 genomfördes en försöksserie av Sockernäringsens Samarbetskommitté med ett försök per år rörande effekter av jordbearbetning och halmnedbrukning. I försöksplanen ingick höstplöjning jämfört med djupbearbetning med kultivator till 20 cms djup. Halmen nedbrukades eller bortfördes. Som underled fanns obetat frö och insekticidsprutning med Marshal i såfåran.

Djupbearbetning ökade djurantalet av både *Onychiurus*, övriga hoppstjärter och kvalster. Halmnedplöjningen ökade djurantalet av alla djur både i plöjt och djupbearbetat. Skadorna på betorna blev minst med plöjning utan halm och det fanns också klart minst djur i detta led. Bäst skörd gav plöjning med halm. Insekticidbehandling ökade skörden ungefär lika mycket

med och utan halm medan ökningen för insektcid med djupbearbetning blev stor både med och utan halm. (Larsson, 1992).

Under 1986 genomfördes ett försök med inverkan av skörderestbehandling, klöverinsådd och stallgödseltillförsel. Kontrollen var stubbearbetning och halmnedplöjning, övriga led var bortförd halm och stubbearbetning, stallgödsel och stubbearbetning samt klöverinsådd i förfrukten med bortförd halm. På hösten hade leden med nedbrukad halm och med stallgödsel flest *Onychiurus*. På våren hade halmledet och klöverledet flest *Onychiurus* och ledet med bortförd halm hade minst antal *Onychiurus*. Antalet friska plantor blev högst efter insådd av klöver och sämst med bortförd halm. Skadorna var också lägst efter klöverinsådden. Plantantalet utan insektcidbehandling följde samma mönster där klöverinsådden hade 105 000 pl/ha, ledet med stallgödsel 101 000 pl/ha, ledet med bortförd halm 97 000 pl/ha och ledet med nedbrukad halm 94 000 pl/ha. Med insekticidsprutning i såfåran med Marshal ökade plantantalet mest i ledet med nedbrukad halm och minst efter klöverinsådd. Antalet *Onychiurus* ökar således efter tillförsel av organiskt material men skadorna ökar inte i samma omfattning eftersom djuren har alternativ föda, bl a svamphyfer som växer på det organiska materialet. (Larsson, 1987).

Tidigare försök med halmhantering i betor

Olanders (1996) rapporterar om strimförsök i sockerbetor med olika halminblandning på hösten. Bakgrunden till försöken var rapporter om minskad tillväxt när stora mängder halm hade plöjts ner utan eller med ringa stubbearbetning. Med 13 strimförsök mellan 1993 och 1995 kunde man inte konstatera några signifikanta skillnader i rot- eller sockerskörd mellan led som inte stubbearbetades, stubbearbetades två gånger till 10-15 cm djup respektive fyra gånger till 15-20 cm djup före plöjning. Stubbearbetningen påverkade varken ytstruktur eller upptorkning på våren före sockerbetessådden. I två av försöken 1993 fanns det kvickrot kvar i leden som inte hade stubbearbetats före plöjning, men någon skillnad i förekomst av örtogräs kunde inte konstateras.

Inte heller Rasmussen (1995) kunde finna några signifikanta skillnader i skörden av foderbetor i Danmark när halmen bärgades jämfört med när den stubbearbetades in före plöjning. Endast i led där plöjningen ersattes med en fräsning kunde en statistiskt säker skördeminskning konstateras när halmen lämnades och kombinerades med en insådd fånggröda, jämfört med när halmen bärgades.

Försöksdata och metodik

Försöksplatser

Samtliga försök i serie 702 (ursprungligen benämnd serie 0C) låg på lerjordar i sydvästra Skåne. Varje höst 1997, 1998 och 1999 lades fyra försök ut och förbereddes enligt försöksplanen för skörd av sockerbetor året efter. Av dessa sammanlagt 12 försök skördades samtliga fyra år 1998, två av de fyra år 1999 och samtliga fyra år 2000. De två försök som inte skördades 1999 framgår av tabell 1. Sammanlagt skördades alltså tio försök under de tre åren 1998-2000. Inför utläggningen av försöken gjordes en jordprovtagning på varje försöksplats. Data från jordanalyserna sammanfattas i tabell 1 tillsammans med uppgifter om höstvetesort och mängden halm i försöket.

Tabell 1. Lerhalt, mullhalt, pH, jordart, sort och halmmängd för varje försöksplats i serie 702

Försöksplats	Lerhalt %	Mullhalt %	pH	Jordart	Höstvetesort	Halmmängd ton/ha
Knästorps 1998	18	2,3	7,2	nmh sa LL	Hussar	4,6
Gamlegård 1998	17	3,3	6,8	mmh mo LL	Ritmo	6,3
Kronoslätt 1998	11	2,0	7,1	mf l Sa	Ritmo	9,9
Dalköpinge 1998	15	2,7	7,2	nmh sa LL	Ritmo	9,0
Knästorps 1999	15	5,0	7,5	mmh l Mo	Ritmo	8,3
Gamlegård 1999*	19	3,0	7,3	nmh mo LL	Tarso	6,4
Kronoslätt 1999*	12	1,8	7,2	mf l Mo	Ritmo	6,5
Dalköpinge 1999	15	2,7	7,7	nmh mo LL	Ritmo	6,9
Knästorps 2000	17	3,1	7,6	mmh mo LL	Ritmo	4,6
Ädelholm 2000	19	2,9	7,8	nmh mo LL	Tarso	6,3
Kronoslätt 2000	13	2,3	7,5	nmh l Mo	Tarso	8,6
Dalköpinge 2000	16	2,7	7,0	nmh mo LL	Ritmo	7,3

* försöket skördades inte p g a ojämnheter

Av tabell 1 framgår att de flesta försök låg på lättleror. Medellerhalten var 16 procent med en variation mellan 11 och 19 procent. Med undantag för Knästorps 1999 var mullhalterna typiska för området och pH-värdena mellan 6,8 och 7,8 antyder att basmättnadsgraden var tillfredsställande på samtliga platser. Halmmängderna varierade stort mellan de olika försöksplatserna. I medeltal var halmmängden 7,1 ton/ha i samtliga försök, och 7,2 ton/ha i de försök som skördades.

Försöksled och försöksbehandlingar

Försöksserien genomfördes efter modellen split-plot, där halmmängd, stubbhöjd och halmhackning var huvudled medan stubbearbetning var underled. I varje försök fanns fyra upprepningar (block I-IV). Försöksplanen för 1998 framgår av tabell 2 och för 1999 samt 2000 av tabell 3.

Tabell 2. Försöksled och behandlingar 1998

Försöksled	Halmmängd	Stubbhöjd	Hackning	Stubbearbetning
1	Borttagen (0)	10-15 cm	Strängläggning	Ingen
2	Normal (1)	10-15 cm	Fint hackad	Ingen
3	Normal (1)	40-50 cm	Knycklad	Ingen
4	Dubbel (2)	10-15 cm	Fint hackad	Ingen
5	Borttagen (0)	10-15 cm	Strängläggning	Kultivator + tallriksredskap
6	Normal (1)	10-15 cm	Fint hackad	Kultivator + tallriksredskap
7	Normal (1)	40-50 cm	Knycklad	Kultivator + tallriksredskap
8	Dubbel (2)	10-15 cm	Fint hackad	Kultivator + tallriksredskap
9	Borttagen (0)	10-15 cm	Strängläggning	Endast tallriksredskap 1-2 ggr
10	Normal (1)	10-15 cm	Fint hackad	Endast tallriksredskap 1-2 ggr
11	Normal (1)	40-50 cm	Knycklad	Endast tallriksredskap 1-2 ggr
12	Dubbel (2)	10-15 cm	Fint hackad	Endast tallriksredskap 1-2 ggr

Tabell 3. Försöksled och behandlingar 1999 och 2000

Försöksled	Halmmängd	Stubbhöjd	Hackning	Stubbearbetning
1	Borttagen (0)	10-15 cm	Strängläggning	Ingen
2	Normal (1)	10-15 cm	Fint hackad	Ingen
3	Normal (1)	40-50 cm	Knycklad	Ingen
4	Dubbel (2)	10-15 cm	Fint hackad	Ingen
5	Borttagen (0)	10-15 cm	Strängläggning	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor
6	Normal (1)	10-15 cm	Fint hackad	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor
7	Normal (1)	40-50 cm	Knycklad	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor
8	Dubbel (2)	10-15 cm	Fint hackad	Tallr. e skörd + kultivator e 2-3 veckor

Det första året, 1998 (tabell 2), fanns det tre underled, varav två med olika stubbearbetningar. De följande två åren fanns det bara två underled (tabell 3). I resultatsammanställningarna över 1998-2000 är leden 5-12, alla led med stubbearbetning som genomfördes 1998, sammanförda med led 5-8. Med andra ord är det inte gjort någon åtskillnad på stubbearbetningsmetod vid sammanslagningen av hela materialet.

Halmen i leden med borttagen halm flyttades för hand, efter tröskning utan hackning, på pressning till parcellerna med dubbel mängd halm. Dessa led var placerade bredvid varandra för att möjliggöra en förflyttning av halmen. När halmen hade flyttats kördes den genom tröskan och hackades samtidigt.

Hösten 1997 (försöksskörd 1998) genomfördes stubbearbetning med kultivator i led 5-8 i medeltal den 30 augusti, följt av tallriksredskap i medeltal den 18 september. I led 9-12 tallriksbearbetades försöken i medeltal 1,5 gånger den 18 september. Den följande hösten, 1998, genomfördes den första tallriksbearbetningen i medeltal den 13 september följt av kultivator den 28 september. Den sista hösten, 1999 inför försöksskörden 2000, genomfördes den första tallriksbearbetningen i medeltal den 4 september, följt av kultivator den 8 oktober. Ingen av försöksplatserna behandlades med Round Up mot kvickrot på hösten vid försöksutläggningen.

Provtagningar och skörd

Halmmängd: Halmmängden uppskattades på varje försöksplats genom att 4 x 1 kvadratmeter höstvetete vägdes med en stubbhöjd på 10-15 cm och axen bortklippta.

Plantantal: Slutligt plantantal bestämdes vid räkning efter avslutad radrensning.

Radtäckning: Radtäckningen bedömdes okulärt vid två tillfällen; dels vid 50 procents radtäckning, dels vid 70-80 procents radtäckning.

Skörd sockerbetor: Skörden bestämdes i alla försök av Danisco Sugar AB, enligt sedvanliga metoder. Skördad rotvikt, kvalitetsparametrar och utvinnbart socker bestämdes och relaterades till de olika behandlingarna.

Laboratoriearbete insekter

Flotation insekter

Cirka 14 dagar efter sådd togs plantor med jord till laboratoriet. Plastcylindrar med en diameter av 4,5 cm och ett djup av 6 cm trycktes ner kring plantan och hela cylindern transporterades sedan till laboratoriet. 20 plantor per provyta togs ut på fyra ställen. På laboratoriet lösgjordes plantan från jorden och granskades på skador under ett preparermikroskop. Jorden smulades sönder i en hink med vatten varvid de flesta insekter flyter upp till ytan och skummas av med en pensel. Efter en stund omröres jorden igen så att ytterligare insekter kan flyta upp. Skadorna graderas från 1 till 5, där 1 är en planta med ytliga små skador medan 5 är en planta som är svårt sargad och troligen dukar under. Andelen friska plantor beräknas i procent och skadebedömningen ger ett medelvärde för de 10 plantorna.

Misstänkta svampangripna plantor lades i fuktig kammare och svampen bestämdes till släkte.

Fältbedömning

Fältbedömningen utförs i fält vid två olika tidpunkter. Den första görs i samband med uttagningen av prover till flotationen och den andra görs ca 14 dagar efter. Plantan grävs upp ur jorden och bedöms på synliga skador. Skadorna graderas på samma sätt som vid flotationen från 1 till 5, där 5 är en planta som är svårt sargad och troligen dukar under. Andelen friska plantor beräknas och även ett medelvärde för skadebedömningen. Tio plantor per skördeyta bedöms vid varje tillfälle.

Laboratoriearbete daggmaskar

Daggmaskar drevs ut med formalinmetoden. En stålcyllinder drevs ner i jorden och svag formalinlösning hölls i cylindern. Daggmaskarna som kom upp till ytan insamlades och vägdes och vuxna maskar artbestämdes.

Statistik

Statistiska beräkningar gjordes på skörderesultaten av Jordbruksteknik vid Danisco Sugar AB. Lägsta signifikanta skillnad beräknades med 95 % konfidensintervall (LSD 95 %). Om skillnaden mellan två behandlingar är större än LSD 95 % är den med 95 % sannolikhet statistiskt signifikant. Signifikansnivån anger hur stor sannolikheten är att det lägsta och det högsta resultatet verkligen är olika varandra. Variationskoefficienten (CV) är ett mått på spridningen i försöket, angivet i procent av medeltalet av alla uppmätta värden. En låg variationskoefficient betyder att spridningen är liten och att resultaten är trovärdiga.

Resultat

Skördar 1998-2000

Skörderesultaten för de enskilda åren 1998, 1999 och 2000 har bearbetats var för sig vid tidigare sammanställningar men också under sammanställningen av denna rapport. Resultaten uppvisar emellertid samma mönster varje år varför endast sammanslagningen över treårsperioden redovisas här. Skörderesultaten visas i tabellerna 4, 5 och 6.

Tabell 4. Skördar 1998-2000 i enskilda led, 10 försök

Behandling	Betor 1000- tal/ha	Ren vikt ton/ha	Socket- halt %	Blåtal mg/100g beta	K+Na mekv/ 100 g beta	Utvinn- barhet %	Utvinnb. socker ton/ha	Utvinnb. socker rel	Renhet %
1 0 Halm, 10-15 cm, ingen stubbn	89.7	64.5	17.54	14	3.89	90.53	10.23	105	87.5
2 1 Halm, 10-15 cm, ingen stubbn	89.2	63.4	17.54	13	3.98	90.45	10.06	103	87.7
3 1 Halm, 40-50 cm, ingen stubbn	91.0	63.9	17.58	14	3.98	90.45	10.16	104	88.7
4 2 Halm, 10-15 cm, ingen stubbn	90.4	61.7	17.79	12	3.92	90.73	9.96	102	86.5
5 0 Halm, 10-15 cm, tallrik + kultiv	90.4	63.3	17.52	14	3.91	90.50	10.04	103	88.4
6 1 Halm, 10-15 cm, tallrik + kultiv	89.6	61.4	17.57	13	3.93	90.53	9.78	100	88.3
7 1 Halm, 40-50 cm, tallrik + kultiv	90.1	62.7	17.61	13	3.92	90.57	10.01	102	88.9
8 2 Halm, 10-15 cm, tallrik + kultiv	89.6	62.4	17.69	12	3.93	90.65	10.01	102	88.3
Samspelnivå	23.5	60.9	67.39	50	42.87	64.56	38.78		55.5
CV	3.6	4.5	0.74	8	2.55	0.24	4.47		1.9
LSD 95%	2.7	2.3	0.11	1	0.08	0.18	0.37		1.4
Sign.nivå	77.6	98.8	99.99	100.0	93.64	99.54	98.30		99.9

I leden **utan stubbearbetning** (led 1-4) fanns inga signifikanta skillnader i plantantal (tabell 4). Led 1 med bärgad halm hade signifikant högre rotskörd, lägre sockerhalt, högre blåtal och lägre utvinnbarhet jämfört med led 4 med dubbel mängd halm. Sockerskörden i dessa båda led skilde sig åt med 3 procent, men var inte signifikant. Led 2 med normal halmmängd och stubbhöjd skilde sig inte signifikant i rotskörd från något annat led. Däremot var sockerhalten och utvinnbarheten signifikant lägre i led 2 jämfört med led 4 med dubbel halmmängd. Sockerskörden var 2 procent lägre än i ledet med halmen bärgad, men skillnaden var inte signifikant. Renheten var signifikant lägre i ledet med dubbel mängd halm jämfört med ledet med normal halmmängd och hög stubbhöjd.

I leden **med stubbearbetning** (led 5-8) fanns inga säkra skillnader i plantantal och rotskörd mellan leden. Sockerhalten var högst i ledet med dubbel mängd halm och signifikant lägre i ledet med halmen bärgad och enkel mängd halm med normal stubbhöjd. Det fanns inga signifikanta skillnader i utvinnbarhet mellan leden. Lägst var sockerskörden i ledet med normal halmmängd och stubbhöjd, men skillnaderna var inte statistiskt säkerställda.

Vid jämförelse av huvudleden med olika underled (led 1 och 5, 2 och 4 osv), fanns inga säkra skillnader i någon variabel, förutom med avseende på renhet. I leden med dubbel mängd halm hade led 8 som stubbearbetades signifikant högre renhet jämfört med led 4 som inte stubbearbetades.

Tabell 5. Skördar 1998-2000 i leden med olika mängder halm, 10 försök

Behandling	Betor 1000- tal/ha	Ren vikt ton/ha	Socket- halt %	Blåtal mg/100g beta	K+Na mekv/ 100 g beta	Utvinn- barhet %	Utvinnb. socker ton/ha	Utvinnb. socker rel	Renhet %
1+5 0 Halm, 10-15 cm	90.1	63.9	17.53	14	3.90	90.52	10.13	102	87.9
2+6 1 Halm, 10-15 cm	89.4	62.4	17.56	13	3.96	90.49	9.92	100	88.0
3+7 1 Halm, 40-50 cm	90.5	63.3	17.60	13	3.95	90.51	10.09	102	88.8
4+8 2 Halm, 10-15 cm	90.0	62.1	17.74	12	3.93	90.69	9.98	101	87.4
LSD 95%	1.9	1.7	0.08	1	0.06	0.13	0.26		1.0
Sign.nivå	74.7	97.1	99.99	100.0	93.82	99.76	89.94		99.3

Ur tabell 5 kan utläsas att det inte fanns några signifikanta skillnader i plantantal mellan leden med olika halmmängder. Rotskörden var signifikant högre i leden med bärgad halm jämfört med leden med dubbel mängd halm. Dessa led med dubbel mängd halm hade signifikant högre sockerhalt, lägre blåtal och högre utvinnbarhet jämfört med de andra tre leden. Högst var sockerskörden i leden med halmen bärgad, men skillnaderna var inte signifikanta. Ren-

heten var högst i leden med normal halmmängd och hög stubbhöjd, där renheten var signifikant högre än i leden med dubbel mängd halm.

Tabell 6. Skördar 1998-2000 i leden med och utan stubbearbetning, 10 försök

Behandling	Betor 1000- tal/ha	Ren vikt ton/ha	Socket- halt %	Blätal mg/100g beta	K+Na mekv/ 100 g beta	Utvin- barhet %	Utvinnb. socker ton/ha	Utvinnb. socker rel	Renhet %
1-4 Ingen stubbearbetning	90.1	63.4	17.61	13	3.94	90.54	10.10	101	87.6
5-8 Tallriksredskap + kultivator	89.9	62.5	17.60	13	3.92	90.56	9.96	100	88.5
LSD 95%	1.6	1.1	0.05	1	0.06	0.09	0.17		0.9
Sign.nivå	12.3	89.6	46.22	27,0	54.30	35.69	90.33		94.9

Av tabell 6 framgår att det i medeltal för de 10 försöken inte fanns några säkra skillnader i plantantal, rot- och sockerskörd eller kvalitetsparametrar mellan icke stubbearbetade och stubbearbetade led. Sett över de tre åren fanns emellertid en tendens att leden utan stubbearbetning hade en något högre rot- och sockerskörd som tangerade signifikans. Detta mönster återfanns systematiskt alla tre enskilda år. På samma sätt fanns en skillnad - dock ej signifikant - med avseende på renhet, såtillvida att renheten var högre i leden med stubbearbetning jämfört med dem utan stubbearbetning.

Radtäckning 1998-2000

I tabell 7 redovisas radtäkningsgraderingarna för leden med olika halmmängder.

Tabell 7. Radtäckning 1998-2000 i leden med olika mängder halm, 12 försök

Behandling	Radtäckning %	
	12 försök	
Datum	14 juni	26 juni
1+5 0 Halm, 10-15 cm	52,2	75,7
2+6 1 Halm, 10-15 cm	47,4	71,5
3+7 1 Halm, 40-50 cm	48,1	72,2
4+8 2 Halm, 10-15 cm	46,9	69,1
LSD 95%	2,6	2,6
Sign.nivå	100	100

Av resultaten i tabell 7 framgår att leden där halmen bärgades hade signifikant högre radtäckning både i mitten och i slutet av juni. Mellan övriga led var skillnaderna små.

Insekter 1999-2000

Resultat finns från åtta försök från 1999-2000. De sammanfattas i tabell 8.

Tabell 8. Flotationsundersökningar och fältbedömningar, 1999-2000

Behandling Datum	Flotation antal djur/10pl						Flotation		Svamp-	Fältbedömning 1		
	Onych	Hoppst	Betb	Symphyl	Tusenf	Fåfot	friska pl %	ds 0-5	anгр. pl %	friska pl %	ds 0-5	svamp %
1 0 Halm, 10-15 cm	26,7	0,6	8,3	0,2	0,2	1,7	42,5	0,9	1,9	56.6	0.6	2.5
2 1 Halm, 10-15 cm	27,3	0,9	6,9	0,4	0,2	1,3	41,9	0,9	2,8	54.1	0.8	3.4
4 2 Halm, 10-15 cm	17,6	1,4	4,8	0,2	0,3	0,8	49,4	0,8	2,8	57.2	0.6	1.9
CV	90,5	357,9	100,7	343,6	278,0	184,0	43,3	55,5	242,0	31.8	50.0	195.0
LSD 95%	10,7	1,7	3,3	0,4	0,3	1,2	9,6	0,2	3,0	8.8	0.2	2.5
Sign.nivå	92,6	61,1	96,0	73,1	54,5	87,8	87,6	54,8	46,5	51.7	93.7	77.8

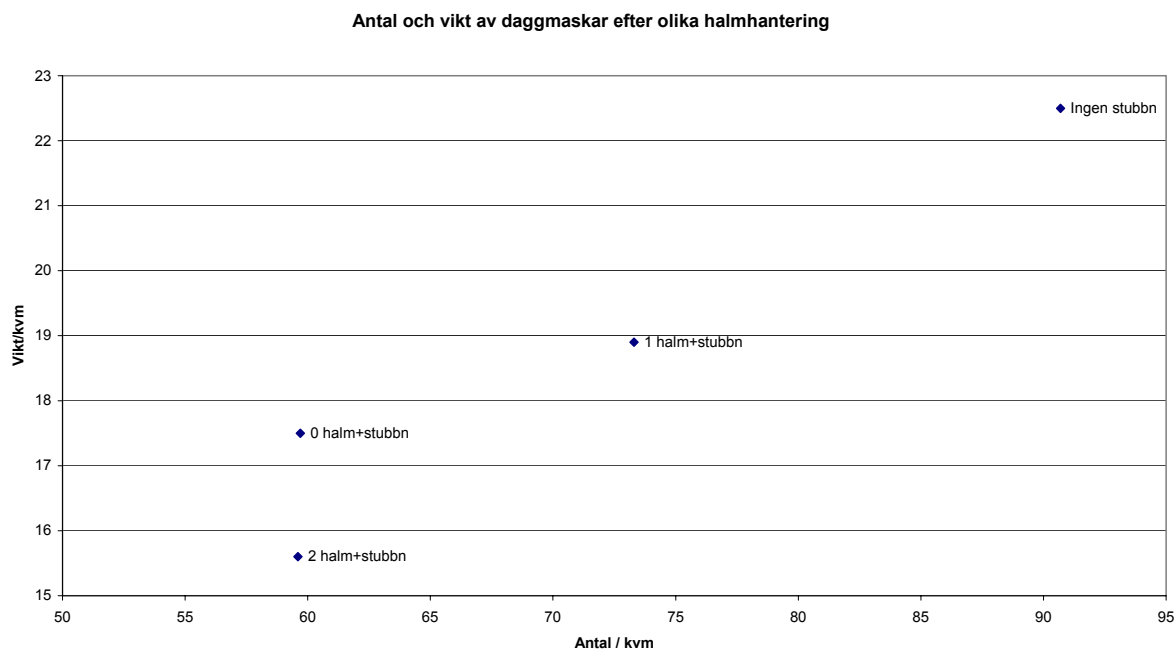
Antalet *Onychiurus* och antalet betbaggar var betydligt lägre med dubbel halmmängd vilket också resulterade i något fler friska plantor. Skadorna var störst med normal halmmängd.

Daggmaskar 1998-2000

Under 1998 avlästes lite fler led på daggmaskar än de två andra åren. Bl a fanns alla tre led med olika halmmängd också utan stubbearbetning. I tabell 9 redovisas antalet daggmaskar i medeltal från de fyra försöken. Stubbearbetning reducerade daggmaskarna i alla led men mest i ledet med borttagen halm.

Tabell 9. Antal daggmaskar i medeltal från fyra försök 1998

	Antal maskar/m ²
Borttagen halm	75
Borttagen halm + stubbning	47
1 halm	83
1 halm + stubbning	68
2 halm	76
2 halm + stubbning	61



Figur 1. Antal och vikt av daggmaskar efter olika halmhantering. Medeltal av 11 försök, 1998-2000.

Förekomsten av daggmaskar blev störst både med avseende på antal och vikt utan stubbearbetning (figur 1). Ledet är signifikant skilt från övriga led vad det gäller antal och signifikant skilt från ledet med dubbel halmmängd när det gäller vikt. Övriga tre led är inte signifikant skilda från varandra i vikt, men när det gäller antal är ledet med enkel halmmängd nära signifikans jämfört med 0 och dubbel halmmängd.

Diskussion

Tidigare försöksresultat med halmnedbrukning och stubbearbetning har visat på måttliga och sällan statistiskt säkerställda skördeeffekter i sockerbetor och foderbetor (Olanders, 1996; Rasmussen, 1995). Försöken i den serie som redovisas här ligger delvis i linje med tidigare resultat. Några dramatiska effekter i sockerbetor året efter olika sätt att hantera halmen på hösten gick inte att påvisa. Inte ens med dubbel mängd halm inträdde några stora skörde-reduktioner. Också i t ex höstvet (Thomsen & Petersen, 1991) rapporteras om små effekter av nedbrukning eller bortförsl av halmen före sådd. Jorden verkar buffra ganska väl i skördehänseende mot plötsliga förändringar i tillförsel eller bortförsl av halm, liksom mot stubbearbetning eller utebliven stubbearbetning före plöjning. Åtminstone verkar denna buffring finnas på lerjordar, medan skörden på sandjordar är lättare att påverka med halm (Rasmussen, 1990).

Icke desto mindre finns viktiga resultat från försöksserien för den lantbrukare som vill öka sin sockerskörd och minska arbetsinsatsen samt är beredd att ändra strategi i halmhantering. Om man i tabell 4 jämför mätarledet 6 med led 3 finner man en signifikant skördeökning i det senare ledet på 380 kg socker/ha. Båda leden hade samma (normala) halmmängd, men i det senare ledet var stubben hög och motstålen i hacken inte tillslagna. Dessutom stubbearbetades inte det senare ledet utan halmen plöjdes ner utan föregående stubbearbetning. Med andra ord belönades den förenklade strategin med hög stubbhöjd, enbart knycklad halm och ingen stubbearbetning med en statistiskt säkerställd högre sockerskörd.

Trots att jorden är ett trögt och buffrande system för förändringar i halmhantering så framkom också i serien att halmen trots allt påverkade kväveomsättningen i jorden i försöken. Detta märks på sockerhalterna i försöken, där leden med dubbel mängd halm genomgående hade signifikant högre sockerhalt och utvinnbarhet än övriga led (tabell 5). Den dubbla mängden halm hade större genomslag när jorden inte stubbearbetades jämfört med när den stubbearbetades före plöjning (tabell 4).

En överslagsberäkning av den mängd kväve som immobiliserades under omsättningen av halmen i försöken visar följande: Halmmängden i försöken var ca 7 ton per hektar. Om man antar att halmen höll cirka 85 procent torrsubstans återstod 6 ton halm per hektar att omsättas. Halmen innehåller cirka 45 procent kol, vilket innebar 2 700 kg kol till jordens mikroorganismer. Antar man sedan att 80 procent av kolet andades upp och blev koldioxid medan 20 procent humifierades och så småningom tog plats i den organiska substansen i jorden, motsvarar detta 540 kg kol per hektar. Med en C/N-kvot i det organiska materialet kring 10 skulle det åtgå 54 kg N under halmens omsättning. I halmen finns dock redan en del kväve, och en ganska normal kvävehalt är 0,6 procent. Detta motsvarade en mängd kväve på 36 kg N per hektar vid den halmmängd som fanns i dessa försök. Differensen mellan 54 och 36 kg N per hektar är alltså vad omsättningen av halmen krävde från jorden, och motsvarar 18 kg N per hektar. En sådan överslagsberäkning överensstämmer med de 3 kg N per ton halm som Christensen (1985b) anger som immobiliseringsmaximum. I leden med dubbel mängd halm skulle alltså mellan 30 och 40 kg N per hektar ha behövts under omsättningen och det är dessa immobiliserade kvävemängder som speglas i högre sockerhalt och utvinnbarhet. Summan av resultaten i försöksserien, beräkningen ovan och tidigare resultat mynnar alltså ut i ett resonemang där kväve i normalfallet med halmnedbrukning inte är en begränsande faktor för skörden av sockerbetor året efter.

För lantbrukaren fanns alltså en positiv effekt av att inte stubbearbeta före sockerbetorna. Dessutom visade resultaten att antal och vikt av daggmaskar ökade med utebliven stubbearbetning. För olika halmmängder är resultatet något svårtytt. Enkel halmmängd har betydligt fler daggmaskar än utan halm medan dubbel halmmängd oväntat har minst halm. Resultatet tyder på att någon annan faktor påverkat resultatet. En förklaring skulle kunna vara att daggmaskarna inte gillar de fungicider som höstvetet behandlades med.

Stubbearbetningens positiva effekt enligt resultaten i denna serie var emellertid en högre renhet. I medeltal av de olika halmmängderna hade de stubbearbetade leden en nästan signifikant ökning av renheten. I leden med mycket halm var renhetsökningen tydlig och statistiskt säkerställd. Andra positiva effekter av stubbearbetning, som bekämpning av kvickrot och örtogräs, får heller inte glömmas bort när man ser till helheten.

Vad gäller förekomsten av skadedjur på betorna konstaterades mindre antal *Onychiurus* efter dubbel halmmängd. Det fanns emellertid ingen skillnad mellan leden utan halm och normal halmmängd. Tidigare försök har visat både på mindre skador utan halm (Larsson, 1992) och på mer skador (Larsson, 1986). Troligen inverkar tidpunkten för nedbrukningen av halmen och vädret efter nedbrukningen. Sievers (1989) visade att tidig nedbrukning gjorde att uppförökningen av *Onychiurus* gick fortare och en hög population kunde konstateras på betorna på våren. Jordar med organisk substans som brutits ner mer hade större angrepp på betplantorna än jordar med organisk substans som brutits ner mindre.

För sockerbetornas vidkommande kan man ur denna serie fastslå att halm i stora mängder inte var negativt, men att stubbearbetningen var det för både sockerskörd och daggmaskar. I de fall där tillväxten bromsas av halm från föregående gröda handlar det med stor sannolikhet om dålig spridning av halmen hösten före. Detta menar bland annat Rasmussen (1991) som påpekar att det bara i de fall där det plöjs ner stora mängder halm, till exempel i halmsträngar, och vid ojämn fördelning kan förekomma skördenedsättningar i efterföljande grödor i form av kvävebrist och dålig rotutveckling. Denna negativa effekt av ojämn halmspridning i efterföljande gröda har kvantifierats i Danmark (Rasmussen, 1990) och var trots stora mängder halm ganska beskedlig.

Slutligen kan man konstatera att resultaten från denna serie ligger i linje med nyare rådgivning. Höy (2000) kallar stubbearbetning en föråldrad tradition och menar att den enbart motiveras av bekämpning av spillfrö, rotoqräs och sniglar. Han sammanfattar flera års försök i Danmark med att man inte vinner något i merskörd i varken höstsäd eller vårsäd genom att stubbearbeta före plöjning. Till detta konstaterande kan vi nu tillfoga att man inte heller i sockerbetor vinner någon merskörd genom att stubbearbeta.

Slutsatser

- Mindre arbetsåtgång och signifikant högre sockerskörd med hög stubb utan stubbearbetning i stället för låg stubb med stubbearbetning
- Ingen signifikant negativ effekt av dubbel mängd halm
- Stubbearbetning var generellt negativ för sockerskörden förutom vid dubbel mängd halm
- Renheten ökade med stubbearbetning vid stora halmmängder
- Daggmaskarna ökade när stubbearbetningen utelämnades
- Mindre antal *Onychiurus* och mindre skador efter dubbel halmmängd

Litteratur

- Angers, D. A. & Recous, S. 1997. Decomposition of wheat straw and rye residues as affected by particle size. *Plant and Soil*, 189; 197-203.
- Barnes, B. T. & Ellis, F. B. 1979. Effects of different methods of cultivation and direct drilling and disposal of straw residues on populations of earthworms. *Journal of Soil Science*, 30; 669-679.
- Christensen, B. T. 1985a. Decomposability of barley straw: effect of cold-water extraction on dry weight and nutrient content. *Soil Biology and Biochemistry*, 17; 93-97.
- Christensen, B. T. 1985b. Wheat and barley straw decomposition under field conditions: effect of soil type and plant cover on weight loss, nitrogen and potassium content. *Soil Biology and Biochemistry*, 17; 691-697.
- Christensen, B. T. 1986. Barley straw decomposition under field conditions: effect of placement and initial nitrogen content on weight loss and nitrogen dynamics. *Soil Biology and Biochemistry*, 18; 523-529.
- Christensen, B. T. 2000. Organic matter in soil – structure, function and turnover. DIAS report Plant Production, 30.
- Doube, B. M., Buckerfield, J. C. & Kirkegaard, J. A. 1994. Short-term effects of tillage and stubble management on earthworms populations in cropping systems in southern New South Wales. *Aust. J. Agric. Res.*, 435; 1587-1600.

- Edwards, C. A. & Lofty, J. R. 1975. The invertebrate fauna of the Park Grass plots. Rothamsted Exp. ST. Rep. 1974, part 2; 133-153.
- Ekeberg, E. 1992, Reduced tillage on loam soil. Soil investigations. Norsk landbruksforskning, 6; 223-244.
- Gerard, B. M. & Hay, R. K. M. 1979. The effect on earthworms of ploughing, tined cultivation, direct drilling and nitrogen in a barley monoculture system. J. Agric. Sci., Camb. 93;147-155.
- Haukka, J. 1988. Effects of various cultivation methods on earthworm biomasses and communities on different soil types. *Annales Agriculturae Fenniae*, 27; 263-269.
- Høy, J. J. 2000. Stubbearbejdning – en forældet tradition. *Agrologisk*, 8.
- Larsson, H. 1987. Förekomst av jordboende skadedjur - inverkan av skörderestbehandling och stallgödselbehandling. *Försöksverksamhet i sockerbetor 1986. Sockernäringsens Samarbetskommitte. Jordbruksteknik*; 20:1-20:7.
- Larsson, H. 1992. Inverkan av plöjning, halmnedbrukning och Marshalsprutning på jordlevande skadedjur. *Försöksverksamhet i sockerbetor 1986. Sockernäringsens Samarbetskommitte. Jordbruksteknik*; 22:1-22:2.
- Lofs Holmin, A. 1983. Influence of agricultural practices on earthworms (Lumbricidae), *Acta Agriculturae Scandinavica*, 33; 225-234.
- Olanders, J. 1996. Halminblandning på hösten. *Försöksverksamhet i sockerbetor 1995. Sockernäringsens Samarbetskommitté*.
- Persson, J. 1979. Fastliggande försök på Borgeby. *Skånskt lantbruk*, 10.
- Persson, J. 1995. The Ultuna continous soil organic matter experiment. In: Christensen, B. T & Trentemøller, U. (eds). *The Askov Long-Term Experiment on Animal Manure and Mineral Fertilizers. SP report, 29. Danish Institute of Plant and Soil Science.*
- Rasmussen, K. 1990. Halmnedmuldning, jordbearbejdning og såning. In: Hansen, L & Olsen, C. C. (eds). *Vintersæd. Statens Planteavlfsforsøg. Beretning, S 2084.*
- Rasmussen, K. 1991. Halmnedmuldning. *Betodlaren*, 4.
- Rasmussen, K. 1995. Straw management in various tillage systems in Denmark. In: Tebrügge, F & Böhrnsen, A. (eds). *Experience with the applicability of no-tillage crop production in the West European countries. Proceedings of the EC-Workshop-II-Silsoe, 15-17 May 1995.*
- Schjønning, P. 1985. Nedmuldning og afbraendning av halm. *Tolvmandsbladet*, 10.
- Schjønning, P. 1987. Jordens fysiske egenskaper. In: Christensen, B. T & Schjønning, P. *Nedmuldning av halm. Statens Planteavlfsforsøg. Beretning, S 1911.*
- Schomberg, H. H., Stiner, J. L. & Unger, P. W. 1994. Decomposition and nitrogen dynamics of crop residues; residue quality and water effects. *Soil Science Society of America, Journal*, 58; 372-381.
- Sievers, H. 1989 *Auswirkungen der organischen Düngung auf Collembolen und andere Kleinarthropoden als Auflaufschädlinge in Zuckerrübenbeständen. Dissertation Georg-August-Universität. Göttingen.*
- Thomsen, I. K. & Petersen, J. 1991. Nedmuldning av hvedehalm. *Tidskrift for planteavl*, 95.