

## **Slutrapport: Klimatrobusta odlingsystem med radhackning mot rot- och fröogräs i stråsäd (SLF). Bekämpning av rot- och fröogräs och utveckling av odlingstekniken på breda radavstånd i höstvetete (SL).**

Finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning, projektnummer H1160130 och Lantmännens Forskningsstiftelse, projektnummer VL 1207.

Författare: Per Ståhl<sup>1</sup>, Eva Stoltz<sup>2</sup> och Ann-Charlotte Wallenhammar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Hushållningssällskapet Östergötland, <sup>2</sup> HS Konsult AB

### **Bakgrund**

Odling med radavstånd som möjliggör radhackning är med modern styrteknik ett effektivt verktyg att hantera ogräsproblematiken i ekologisk produktion, och för en hållbar ogräsbekämpning inom konventionell produktion (Melander, 2006). Radhackningstekniken har fått en ökad spridning inom det ekologiska lantbruket under de senaste 10 åren, och används inom flertalet tröskade grödor inom det ekologiska lantbruket, oftast med 25 cm radavstånd. Tillgången på radhackningssystem med optisk styrning av hackorganen har lett till en markant ökad effektivitet som har breddat användningen.

I detta projekt har vi fokuserat på att utveckla odlingstekniken för spannmålsodling på 50 cm radavstånd, som ger större möjlighet att radhacka senare i grödans utveckling, samtidigt som en större del av ytan hackas. Undersökningarna utfördes som fältförsök i två delprojekt; (i) Inverkan av raduppbyggnad på skörd, beståndsuppbyggnad och kärnkvalitet, och (ii) Bekämpning av rotoogräs med primärt fokus på åkertistel och sekundärt fokus på åkermolke. Höst- och vårvete valdes för att det är viktiga grödor i ekologisk produktion och de passar bra för radhackning också i sena utvecklingsstadier.

### **Material och metoder**

Två försöksserier genomfördes som i följande text benämns ”raduppbyggnad” och ”tistelbekämpning”. Totalt genomfördes tjugo fältförsök varav tolv i vårvete 2012-2014 och åtta i höstvetete under 2013-2014. Försöken var placerade i Östergötlands, Örebro och Västra Götalands län. Försöksplatserna låg på ekologisk mark med undantag för ett försök som låg på konventionell mark men sköttes ekologiskt. Jordarten har varit mellanlera till styv lera med mullhalter på 2-6 %. Förfrukterna har varit 65 % spannmål och 20 % åkerböna och 15 % vall eller träda.

Sådd och radhackning utfördes med en åtta meter bred Cameleon (tillverkas av Gothia Redskap). Vid radhackning styrs maskinen med en kamera. Gåsfot och såbill sitter i ett stabilt parallelogram vilket gör att de alltid arbetar horisontellt. Gradering och skörd utfördes i ett område utanför hjulspåren, där 2 meter av arbetsbredden användes. Alla skördar är således opåverkade av körspår. En nettoruta skördades utifrån en bredare bruttoparcell vilket gör att inga kanteffekter finns i resultaten. Sortmaterialet var Dacke i vårvete och Stava i höstvetete. Utsädesmängderna i vårvete och höstvetete var 550 respektive 450 grobara kärnor per m<sup>2</sup>. Gödning utfördes med ekologiska gödselmedel i form av pellets eller Vinass som myllats med Cameleon, före sådd i vårvete respektive mellan raderna på våren i höstvetete, och höns gödsel som harvats ner före sådd av vårvete. Givorna motsvarade normala givor i ekologisk odling; ca 60-100 kg växttillgängligt kväve.

## Genomförande

### Försöksserie raduppbyggnad

Fyra olika led på 50 cm radavstånd jämfördes med ett referensled på 25 cm och effekten av en sänkt utsädesmängd samt effekten av en förändrad raduppbyggnad undersöktes (tabell 1).

Tabell 1. Försöksplan med beskrivning av de olika leden.

Försöksled	Schematiska bilder över de olika leden
A. 25 cm radavstånd	
B. 50 cm radavstånd	
C. 50 cm radavstånd, 70 % utsädesmängd	
D. 50 cm radavstånd (cc), sådd i två parallella rader med ca 5 cm mellanrum	
E. 50 cm radavstånd (cc) sådd i ett band, ca 12-14 cm brett	

Tabell 2: Beskrivning av de olika leden vad gäller radens bredd, hackad yta, avstånd från gåsfotens sidospets till radkant, radens yta av den totala ytan, yta i cm<sup>2</sup> per sådd grobar kärna.

Led	Radavstånd cm (cc)	Radbredd cm	Gåsfot bredd	Hackad yta	Gåsfot från radkant, cm <sup>2</sup>	Radyta av tot.	cm <sup>2</sup> /kärna Hvete	Vvete
A. 25 cm	25	2	18	72 %	2,5	8 %	1,78	1,45
B. 50 cm	50	2	43	86 %	2,5	4 %	0,89	0,73
C. 50 cm 70 %	50	2	43	86 %	2,5	4 %	1,27	1,04
D. 50 cm d. rad	50	2+2 <sup>1</sup>	38	76 %	2,5	8 %	1,78	1,45
E. 50 cm band	50	12	38	76 %	0	24 %	5,33	4,36

<sup>1</sup> 5 cm mellan centrum på raderna, ger en total radbredd på ca 7 cm. <sup>2</sup> Skyddsavståndet mellan gåsfotens sidospets och radkanten.

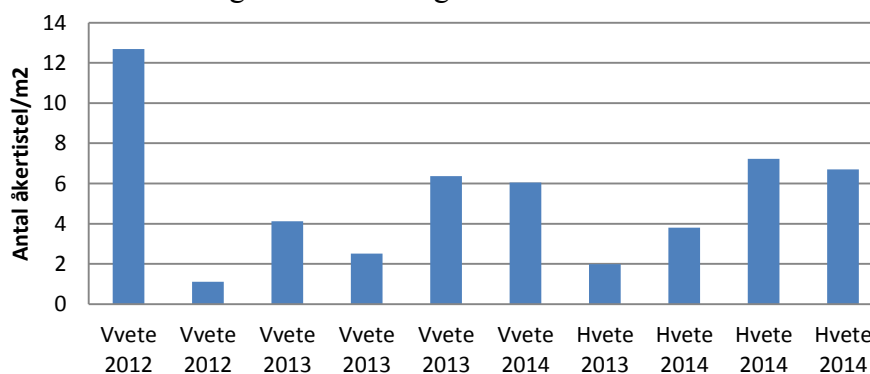
Samma försöksplan användes i höstvet och vårvete. Jämna fält med lite rotorgräs valdes till försöksplatser. Örtogrässtrycket varierade mellan försöksplatserna. Radhackning och ogräsharvning (främst blindharvning) utfördes efter behov på respektive plats. Vid sådden etablerades testrutor för maskininställning före hackning i försöksrutorna. Utsädesmängden var densamma i alla led förutom led C med 70 % av normal utsädesmängd. I led A-C användes en normal såbill, som ger en radbredd på ca 2 cm (tabell 2). I led D monterades två normala såbillor så att de sår två ca 2 cm breda rader med 5 cm avstånd mellan radernas centrum (tabell 2). Avståndet mellan centrum av två par dubbelrader är 50 cm. I led E användes en gåsfotsbill vid sådden. Med hjälp av en spridarplåt kastades utsädet ut i ett band som var 12-14 brett cm vid sådd. Spridningen var relativt bra, endast ojämnheter i ytterkanterna förekom. Radavståndet mellan såbandens centrum var 50 cm. Vid radhackningen monterades gåsfötterna så att de formade ett 12 cm band mellan sidospetsarna på gåsfötterna i led E, vilket innebar att gåsfoten gick in i raden någon cm. I samtliga övriga led finns ett avstånd mellan gåsfotens sidospets och såradskanten (tabell 2). Graderingar av ogräs, bestämning av plantor, skott och ax utfördes i samtliga försök.

### Försöksserie tistelbekämpning

Effekten av radhackning på två olika radavstånd på rotorgräs och främst åkertistel och åkermolke undersöktes i tio fältförsök.

Försöksplan:	A. 25 cm radavstånd, 2 hackningar
	B. 50 cm radavstånd, 2 hackningar
	C. 50 cm radavstånd, 3 hackningar

Försöksplatser med stor förekomst av åkertistel valdes ut. Fördelningen av åkertistel är ofta ojämn över fältet eftersom den växer i fläckar. Förekomsten av åkertistel varierade mellan platserna (figur 1). Bruttoarealen var ca 8\*50 m stor. Efter försökets etablering räknades antal åkertistelskott visuellt i mindre del rutor, 3-6 st. per parcell, som lades fast. Räkningen gjordes före första radhackningen (tidpunkt 1). Antal åkertistelskott räknades i tre olika storleksfraktioner; < 4 blad, 4-8 blad, >8 blad, där ”blad” räknats om de var större än 5 cm. I smårutorna räknades även antal skott av åkermolke. Vid resultatbearbetningen användes samtliga smårutors värden. Täckningsgrad (%) av rotogräs (åkertistel, åkermolke, kvickrot och hästhov) graderades före varje hackning. Efter graderingen utfördes de olika radhackningarna. Första hackningen utfördes sista veckan i maj (ca DC 32), andra hackningen utfördes tredje veckan i juni (ca DC 43) och tredje hackningen utfördes andra/tredje veckan i juli (ca DC 60). Radhackningen anpassades efter åkertistelns utveckling. Radhackningen gjordes då åkertistelskotten närmade sig kompensationspunkten (då rotvikten är på minimum och plantan börjar lagra in ny näring i rotsystemet) vid ca 6 blad (blad > 5 cm räknades). Andra och tredje hackningen utfördes då återväxten på åkertisteln hade ca 6 blad. Vid sådden etablerades testrutorna för maskininställning innan hackning i försöksrutorna. Effekten av behandlingarna mättes genom en räkning av antal skott av åkertistel och åkermolke i de fastlagda rutorna efterföljande år (tidpunkt 2).



Figur 1. Antal åkertistel per kvadratmeter i medeltal för samtliga försök före första hackning, 2012-2014.

För att undvika spridning av tistlar mellan behandlingsrutorna frästes en två meter bred skyddsruta mellan varje parcell flera gånger under behandlingsåret. Efter skörd bearbetades försöksrutorna som fältet i övrigt. Eftersom bearbetningarna varierade mellan försöksplatserna varierade också tistlarnas återväxttid mellan olika försök. Vid den statistiska bearbetningen av tisteleffekten har tre försök av tio inte använts på grund av felaktigheter vid graderingarna.

Resultaten bearbetades statistiskt med JMP 9.0 (SAS Institute, 2010). En blandad linjär modell användes med behandling som fix faktor och block som slumpmässig. Om fler försök ingick i samma analys var plats och samspelet mellan behandling och plats med som fixa faktorer och block(plats) som slumpmässig faktor. Parvisa tester gjordes med Students t-test för att identifiera skillnader mellan enskilda medelvärden om  $p < 0,05$ . En enkelt linjär regressionsanalys användes för att undersöka samband mellan olika parametrar.

## Resultat

### Försöksserie raduppbyggnad

I tabell 3 visas resultaten för alla tio försök sammanslagna, respektive för de enskilda grödorna. Högst medelskörd, 5464 kg/ha, har 25 cm radavstånd, för tio försök. Bandsådden (led E) gav 6 % lägre skörd medan dubbelraden (led D) gav 9 % lägre skörd. Den smala raden på 50 cm radavstånd (led B, C) gav 11-12 % lägre skörd jämfört med 25 cm radavstånd (led

A). Vid den statistiska analysen framkom att det finns samspel mellan gröda och led, vilket betyder att resultaten skiljer mellan höstvetete och vårvete. Led D är signifikant skild från led B och C i höstvetete medan led D är skild från led E i vårvete. Bandsådden visade en något tydligare skördehöjande effekt i vårvete än i höstvetete. Eftersom samspel finns redovisas övriga resultat per gröda.

Tabell 3: Skörderesultaten för tio försök, raduppbyggnad, i höstvetete och vårvete 2012-2014.

Led	Höstvetete och vårvete 10 försök			Höstvetete 4 försök			Vårvete 6 försök		
	Skörd (kg/ha)	Rel		Skörd (kg/ha)	Rel		Skörd (kg/ha)	Rel	
A. 25 cm	5464	a*	100	6732	a*	100	4619	a*	100
B. 50 cm	4833	d	88	5870	c	87	4142	c	90
C. 50 cm 70 % utsädesm.	4842	d	89	5930	c	88	4117	c	89
D. 50 cm dubbelrad	4973	c	91	6138	b	91	4196	c	91
E. 50 cm bandsådd	5130	b	94	6229	b	93	4398	b	95
<i>P-värde</i>	<0,0001 **			<0,0001			<0,0001		
<i>CV</i>	3,2			2,3			4,1		

\* Led med olika bokstäver är signifikant skilda åt. \*\* Samspel finns mellan försök.

## Höstvetete

Skördeskillnaderna mellan leden i de fyra höstveteteförsöken skiljer sig något jämfört med samtliga försök sammanslagna. Skörden för bandsådden (led E) och dubbelraden (led D) är inte signifikant skilda åt i höstveteteförsöken. Resultatet för den smala raden (led B, C) är ca 12 % lägre skörd jämfört med 25 cm radavstånd (led A). Den smala raden med 70 % utsädesmängd på 50 cm radavstånd gav samma skörd som full utsädesmängd. Försöket med högst skörd (Tegneby 2013, 7580 kg/ha i led A) visar större skillnader mellan leden jämfört med genomsnittet. I detta försök visar led B, C ca 20 % lägre skörd, och dubbelraden (led D) och bandsådden (led E) ca 11 % lägre skörd, jämfört med 25 cm radavstånd (led A). Kväveupptaget i detta försök var tydligt bättre (+10-12 kg N/ha) i band och dubbelrad jämfört med de smala raderna på 50 cm.

Tabell 4: Raduppbyggnad höstvetete, 2013 och 2014, 4 försök, stråstyrka, protein, planträkning höst, beräknad fältgrobarhet, axantal, tusenkornvikt och beräknat antal kärnor per ax.

Led	Strå styrka (0-100)		Prot.-halt (%)		Kväveupptag (kg N/ha)		Plantor höst (antal/m <sup>2</sup> )	Fältgrob. (%)	Ax (antal/m <sup>2</sup> )	Tkv (gram)	Kärnor per ax (antal/ax)			
A. 25 cm	96	ab*	9,89	c*	100	a*	306	a*	68	494	a*	43,3	31,5	
B. 50 cm	97	a	10,80	a	95	b	243	c	54	357	c	43,7	37,6	
C. 50 cm 70 %	97	a	10,81	a	96	b	192	d	61	351	c	43,2	39,0	
D. 50 cm d. rad	96	ab	10,56	ab	97	ab	277	b	62	411	b	43,2	34,6	
E. 50 cm band	95	b	10,41	b	97	ab	266	bc	59	419	b	43,5	34,2	
<i>p-värde</i>	0,0085		<0,0001		0,0019		<0,0001		ns		<0,0001		ns	
<i>CV</i>	1,7		2,5		3,8		9,3				10,4			

\* Led med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Det är små skillnader i stråstyrka mellan leden (tabell 4). Proteinhalten följer skördenivån då högre skörd ger lägre proteinhalt. Kväveupptaget var något effektivare för dubbelraden (led D) och bandet (led E) jämfört med de smala raderna på 50 cm (led B, C). Fältgrobarheten var något sämre för 50 cm radavstånd jämfört med 25 cm radavstånd. Skillnaderna var små men den lägre utsädesmängden har förbättrat fältgrobarheten. 25 cm radavstånd gav flest ax per m<sup>2</sup>. Tusenkornvikten är densamma i alla led och leden på 50 cm har kompenserat med fler kärnor per ax jämfört med 25 cm radavstånd.

Det är mycket små skillnader i angrepp av bladsjukdomar i de försök som graderades och inga skillnader hittades mellan 50 cm radavstånd och 25 cm radavstånd. Inga signifikanta skillnader finns, i mängden örtogräs, mellan olika led.

## Vårvete

I vårvete finns en signifikant skördeskillnad mellan dubbelrad (led D) och bandsådd (led E), där bandsådden har ca 4 % högre skörd än dubbelraden (tabell 3). Stråstyrkan skiljer mellan leden och smal rad med full utsädesmängd (led B) och dubbelraden har lägst stråstyrka (tabell 5). Sänkt utsädesmängd och bandsådd förbättrade stråstyrkan vid 50 cm radavstånd. Högst stråstyrka har 25 cm radavstånd. Det är främst två försök 2013 som avviker med lägre stråstyrka jämfört med övriga försök där stråstyrkan var 45 respektive 53 i led B. Bandsådden (led E) förbättrade stråstyrkan till 68 respektive 66 i dessa två försök. Kväveupptaget är i genomsnitt lika stort i 25 cm (led A) ledet och bandsåddsledet (led E). De är inte signifikant skilda från de smala raderna på 50 cm men väldigt nära ( $p=0,0546$ , tabell 5). Beståndsuppbyggnaden liknar den i höstvetet med ett ökat antal kärnor per ax vid bredare radavstånd.

Tabell 5: Raduppbyggnad vårvete, 2012-2014, 6 försök, stråstyrka, protein, skottantal, axantal, tusenkornvikt och beräknat antal kärnor per ax.

Led	Strå- styrka (0-100)	Prot.- halt (%)	Kväve- upptag (kg N/ha)	Skott (antal/m <sup>2</sup> )	Ax (antal/m <sup>2</sup> )	Tkv (gram)	Kärnor (antal/ax)					
A. 25 cm	91	a*	12,1	c*	84	626	a*	490	a*	36,8	b*	25,6
B. 50 cm	74	C	13,0	a	81	472	c	419	c	36,8	b	26,9
C. 50 cm 70 %	82	B	13,2	a	81	434	d	384	d	37,6	a	28,5
D. 50 cm d. rad	78	C	13,0	a	82	506	bc	427	bc	36,8	b	26,7
E. 50 cm band	83	b	12,7	b	84	509	b	459	ab	36,6	b	26,2
p-värde	< 0,0001	< 0,0001	0,0546	0,0001	<0,0001	0,0006						
CV	5,9	2,7	5,5	8,9	9,5	2,1						

\* Led med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Skillnaderna i mängden örtogräs är signifikanta men små i medeltal för de sex försöken, men i de två försöken 2014 är skillnaderna större. Här var det ett relativt högt ogrässtryck (543 g/m<sup>2</sup> i led A) och det var en stor förekomst av åkersenap (306 g/m<sup>2</sup> i led A). Bäst effekt på åkersenap har behandlingen i led B (75 g/m<sup>2</sup> i led B).

## Försöksserie tistelbekämpning

I tabell 6 visas resultaten för alla försök sammanslagna, respektive för de enskilda grödorna. Högst skörd i medeltal 3916 kg/ha finns vid sådd med 25 cm radavstånd. Det är ingen signifikant skillnad i skörd mellan två och tre hackningar. I höstveteförsöken finns ett tydligt samband mellan biomassa av rotoagräs och skörd (se figur 2).

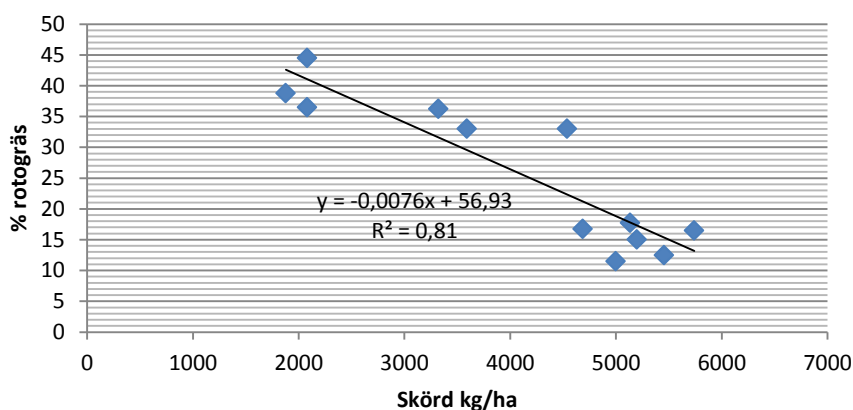
Tabell 6: Skörderesultat för alla försök med tistelbekämpning i höst- och vårvete 2012-2014.

Led	Höstvete och vårvete 10 försök			Höstvete 4 försök			Vårvete 6 försök		
	(kg/ha)	Rel		(kg/ha)	Rel		(kg/ha)	Rel	
A. 25 cm 2 hackningar	3916	a*	100	4453	a*	100	3558	a*	100
B. 50 cm 2 hackningar	3466	b	88	3966	b	89	3132	b	88
C. 50 cm 3 hackningar	3377	b	86	3755	b	84	3126	b	88
P-värde	<0,0001			<0,0001			<0,0001		
CV	11,0			6,0			9,7		

\* Led med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

Skörderelationerna mellan leden är desamma i höstvetete och vårvete, men skördenivån skiljer mellan grödorna. Skördenivåerna varierar från 2 ton/ha till knappt 6 ton/ha.

Figur 2: Täckningsgrad av roto­gräs (åkertistel, åkermolke, kvickrot och hästhov) i procent före första hackningen i relation till skörden i kg/ha för fyra försök i höstvetete.



Egenskaperna för grödorna framgår av tabell 7 och är väl överensstämmande med utfallet i raduppbyggnadsförsöken. Stråstyrkan är endast påverkad i vårveteförsöken med lägre stråstyrka i 50 cm radavstånd. Proteinhalten är högre och kväveupptaget lägre i led B och C jämfört med led A. Antal ax är lägre på 50 cm radavstånd jämfört med 25 cm. Några försök har mindre skillnad i axantal mellan leden än genomsnittet. Beståndet byggs upp på samma sätt som i raduppbyggnadsförsöken. I det breda radavståndet ökar antalet kärnor per ax.

Tabell 7: Medelvärdet för alla 10 försök med tistelbekämpning avseende stråstyrka, protein, kväveupptag, tusenkornvikt, axantal samt beräknat antal kärnor per ax.

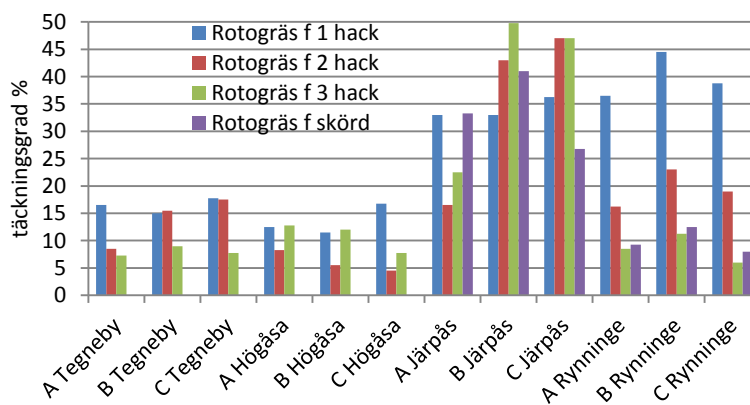
Led	Stråstyrka (%)	Protein (%)	N-upptag (kg N/ha)	Tkv (gram)	Axantal (antal/m <sup>2</sup> )	Kärnor (antal/ax)				
A. 25 cm 2 hackningar	94	a*	11,02	b*	64	a*	39,2	466	a*	21,4
B. 50 cm 2 hackningar	90	b	11,71	a	60	b	39,3	351	b	25,1
C. 50 cm 3 hackningar	88	c	11,89	a	59	b	39,2	339	b	25,4
<i>P-värde</i>	<0,0001	**	<0,0001	0,02				<0,0001	**	
<i>CV</i>	3,2	3,8	13,3	<i>ns</i>	11,3					

\* Led med olika bokstäver är signifikant skilda åt. \*\* Samspel finns mellan försök.

## Ogräsresultat

Under behandlingsåret graderades täckningsgraden för roto­gräs i alla höstveteförsök. I de flesta försök minskar täckningsgraden fram till tredje hackningen undantaget är ett av försöken med stor förekomst av roto­gräs främst kvickrot (Järpås) där mängden har ökat (figur 3). Efter tredje hackningen fram till skörd minskar mängden i led C. I ett försök med jämförbar täckning av roto­gräs men halva kvävenivån (Rynninge) var effekten den motsatta med en kraftig minskning av täckningsgraden.

Figur 3: Täckningsgrad av roto­gräs (åkertistel, åkermolke, kvickrot och hästhov) före hackning i respektive led behandlingsåret i fyra höstveteförsök.



## Resultat från tistelgraderingar

Effekten av behandlingarna har bestämts enligt följande formel:

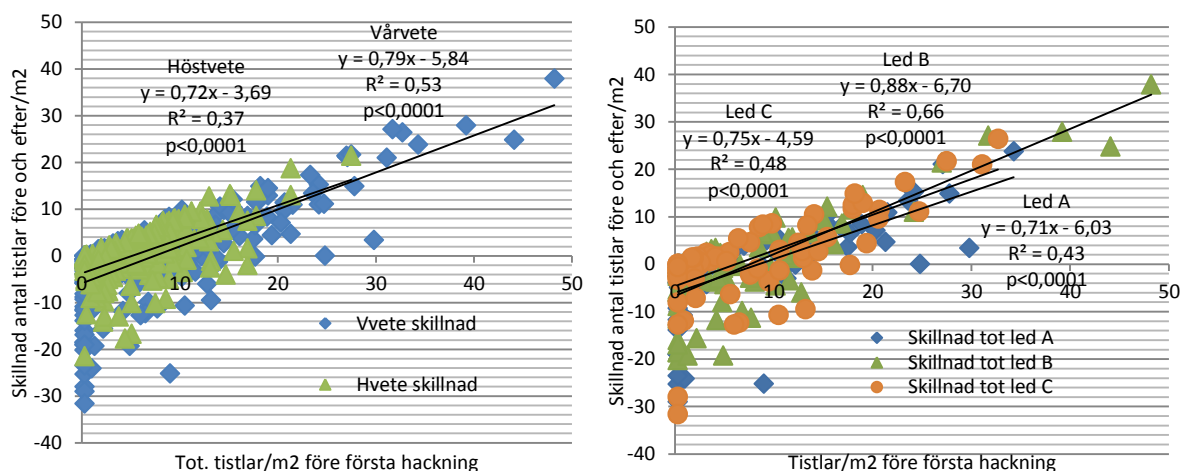
$$\text{Effekten} = \frac{\text{Antal tistelskott tidpunkt 1} - \text{antal tistelskott tidpunkt 2}}{\text{Antal tistelskott tidpunkt 1}}$$

Exempel: 10 skott år 1 och 5 skott år 2 ger en effekt på 0,5.  $((10-5)/10=0,50)$

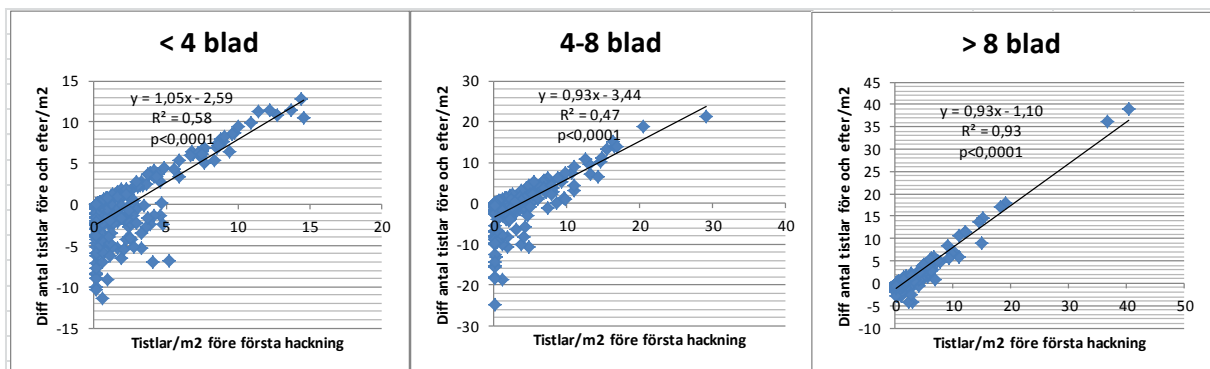
Vid en sammanslagning av försöken finns inga signifikanta skillnader mellan leden totalt eller i respektive gröda. Det finns dock signifikanta skillnader i två försök på Tegneby mellan radhackning på 25 cm (led A) och radhackning på 50 cm (led B, C). I vårveteförsöket på Tegneby 2012 har led B och C signifikant högre effekt än led A. Det är positiva behandlingseffekter i alla led (minskning av antalet tistlar). I höstveteförsöket på Tegneby 2013 skedde ett misstag vid efterverkansgraderingen där den efterföljande grödan hackades en gång före graderingen vilket kan ha gjort att antalet tistlar har ökat i graderingen jämfört med ursprungsgraderingen. Vid slutgraderingen har alla behandlingar fler tistlar än före behandling, och ökningen är signifikant större i led A.

Uttrycks effekten av hackningen som sambandet mellan skillnaden (antal tistlar i graderingen tidpunkt 1 minus antalet tidpunkt 2) och mängden tistel tidpunkt 1, finns signifikanta positiva samband för anpassade linjer i båda grödorna (figur 4 a). Ju fler tistlar som fanns före behandlingen desto större skillnad. Anpassningen av linjer är relativt bra vilket betyder att effekten av hackningen ökar ju fler tistlar som fanns från början. Vid ett lågt antal tistlar före behandling har antalet i en del punkter ökat efter behandlingen. Där linjerna skär x-axeln är effekten noll och det sker vid 1-4 tistlar/m<sup>2</sup>. Sambanden är likartade i både vårvete och höstvete. Linjesambanden är signifikanta för leden men det finns inga signifikanta skillnader mellan leden (figur 4 b).

Sambanden för de tre storlekarna av tistlar som graderats skiljer sig åt vid låga antal tistlar. De stora tistlarna (> 8 blad) har en mindre ökning av antal tistlar vid låga antal jämfört med de båda mindre storlekarna (figur 6 a-c visar vårvete). De båda mindre klasserna skär linjerna y-axeln vid ca -3, dvs där det inte fanns några tistlar vid första graderingen blev det i medeltal ca 3 nya tistlar per m<sup>2</sup> och i den största klassen skärs y-axeln vid ca 1, dvs en ny tistel per m<sup>2</sup>. Bilden i höstvete liknar den i vårvete.



Figur 4 a och 4 b: Behandlingseffekten för totalt antal åkertistlar uttryckt som skillnaden mellan antalet tidpunkt 1 och antalet tidpunkt 2 mot antalet tidpunkt 1. Figur 4a visar medelvärden av samtliga led i tre höstvete- och fyra vårveteförsök. Figur 4b visar punkterna för de tre leden i fyra vårveteförsök. Trendlinjer är anpassade till punkterna.



Figur 6 a-c: Behandlingseffekten plottat som; antal tistlar tidpunkt 1 minus antalet tidpunkt 2, mot antalet tistlar tidpunkt 1 för tre storleksgrupper av tistlar (< 4 blad, 4-8 blad och > 8 blad) för de fyra analyserade vårveteförsöken.

## Åkermolke

Åkermolke är graderat i alla försök men har förekommit i fem av de sju försök som har bearbetats statistiskt. Resultaten liknar de för åkertistel men det finns tydligare skillnader. I höstveteförsöken finns signifikanta skillnader mellan leden. Radhackning på 50 cm radavstånd har varit effektivare än på 25 cm radavstånd. Inga säkra skillnader mellan leden i vårveteförsöken. Sambanden mellan skillnaden (antal molkeplantor i graderingen tidpunkt 1 minus antalet tidpunkt 2) och mängden molkeplantor tidpunkt 1 är likartade som för åkertistel men ökningen av nya skott har varit mindre för åkermolke.

## Diskussion

### Raduppbbyggnad

Resultaten visar att skörden när vår- och höstvetet odlas på 50 cm radavstånd är lägre än vid odling på 25 cm, men skördeförlusten kan minskas genom att såraden breddas vid 50 cm radavstånd. Skördeminskningen, jämfört med 25 cm radavstånd, halverades från 10-12 % med smala rader till 5-7 % med breddad rad (ca 12 cm). Tidigare försök visade en skördereduktion på 20-25 % i höstvetet vid radavståndet på 48/50 cm jämfört med 12,5 cm (Pedersen, 2000, Andersson et al. 2009). I två tyska försök i höstvetet (Verschwele, 2007) var skördeminskningen 5 % lägre vid sådd med enkelrad med 10 cm radavstånd jämfört med enkelrad med 40 cm radavstånd. Utsädesmängderna på breda radavstånd i de äldre försöken var mellan 30 och 50 % av normal utsädesmängd på litet radavstånd (10-12,5 cm).

Sådden med ca 12 cm breda band var något bättre än en dubbelrad med 5 cm mellan raderna, speciellt i vårvetet och vid höga skördenivåer i höstvetet. Orsaken är troligen en minskad konkurrens mellan plantorna. Ytan per kärna i såraden är vid en ideal fördelning högst i bandsådden följt av 25 cm och dubbelraden på 50 cm (se tabell 2). I försök som gjordes med radavstånd i höstvetet på 1970-talet (Andersson, 1983) fann man att högst skörd erhöles vid det lägsta radavståndet på 10 cm. Den tillgängliga ytan per kärna, i ledet med bandsådd, ligger på samma nivå som vid 10 cm radavstånd i dessa försök. Fördelningen av kärnorna var dock inte helt jämn i bandsådden. Äldre försök med bandsådd på 12,5 cm radavstånd visade på skördeökningar på 2-9 % i vårvetet och korn (Edh, 1984). Ojämnheterna i bandet kan bero på hur såbruket och flödet genom sårören påverkar kärnplaceringen. Avgörande för att kunna använda sig av bandsådd är att etablering och uppkomst blir densamma som vid smala rader. Bandsådden hade i försöken en jämförbar uppkomst med smala rader. Gåsfoten måste gå horisontellt för att inte blanda in kärnorna i den torra ytjorden utan lägga dem på den fuktiga såbotten (Edh, 1984). Gåsfoten som använts i försöken är upphängd i ett stabilt parallelogram



vilket gör att den alltid går horisontellt och med ett relativt högt tryck på billen hålls djupet bra.

Leden med lägst skörd byggde upp avkastningen på färre ax men fler kärnor per ax än de med högre avkastning. I led B och C hade varje planta en mindre yta vilket bör leda till färre skott och ax. Proteinhalten ökade i alla led på 50 cm radavstånd med 0,5-1 %. Smala rader hade en högre proteinhalt men lägre kväveupptagning jämfört med bandsått led.

I vårvetet finns tydliga skillnader i stråstyrkan mellan leden. Ju högre konkurrens i raden desto lägre stråstyrka. En minskning av utsädesmängden eller en breddning av raden till ett band förbättrade stråstyrkan på 50 cm radavstånd. I de försök där stråstyrkan var markant lägre (30 % skillnad) vek sig strået sig nära markytan, vilket kan bero på att internkonkurrensen i raden gav klenare strån. Smalare strån korrelerar till sämre stråstyrka (Zuber, 1999). Örtogräsmängden var låg i flertalet försök, med undantag för två vårveteförsök 2013 med högt tryck av åkersenap. Bäst effekt på åkersenap fanns i led B (smal rad, 50 cm radavstånd) vilket kan vara effekten av en stor hackad yta och en hög konkurrens i raden.

### Tistelbekämpning

Fältförsöken visar att radhackning på 50 cm kan utföras med tre hackningar med oförändrad skörd jämfört med två hackningar (den tredje hackningen efter axgång). Effekten på roto­gräs under behandlingsåret påverkades av kvävetillgång och typ av roto­gräs. I ett försök med högt tryck av kvickrot och hög kvävegiva var effekten svag fram till tredje hackningen. Vid skörd var mängden roto­gräs lägst vid tre hackningar. Radhackning anpassad efter åkertistelns utveckling blev för sen ur kvickrotens synvinkel, och i kombination med mycket tillgängligt kväve gynnades kvickrotens tillväxt. I försök med låg kvävegiva minskade roto­grästäckningen under hela behandlingsåret.

Skillnad i effekt på åkertistel mellan försöksleden fanns i två av sju försök, vilket betyder att det inte är några stora skillnader i effekt på åkertistel beroende på radavstånd och antalet hackningar. Däremot finns det signifikans för anpassade linjer för sambanden mellan effekten av radhackningen och mängden tistlar före hackningen. Effekten på antalet tistlar var 70-80 %. Resultaten visar också att när antalet tistlar var lågt vid hackningen tenderade antalet tistlar att öka året efter. Vid antal mindre än 1-4 åkertistlar/m<sup>2</sup> (beroende på tistelstorlek) uteblev effekten av hackning (antalet tistlar var oförändrat vid tidpunkt 2 jämfört med tidpunkt 1) och i vissa fall skedde en ökning av antalet tistlar vid tidpunkt 2 jämfört med tidpunkt 1 med de förutsättningar som rådde på dessa försöksplatser (Figur 4 och 6). I de punkter där antalet tistlar har ökat, har andelen små tistlar varit större jämfört med de större storlekarna.

Orsaken till ökningen vid låga förekomster kan vara flera. Tistelplantorna som står kvar opåverkade i spannmålsraden kan ha betydelse för spridningen av nya tistelplantor eftersom åkertistelns rötter kan växa i sidled flera meter per säsong (Dock Gustavsson, 1994). Vid små förekomster kan enstaka tistelplantor i raden få stor betydelse för spridningen. Hög grödkonkurrens och herbicidanvändning kan ledat till att tistelfenotyper med ett mer högvuxet växtsätt selekteras fram (Fågelfors et al, 2006). Radhackning kan ha liknande effekt vilket kan ha gjort åkertisteln mer anpassad att växa i raderna då försöksplatserna har radhackats i flera år före genomförandet. Hackningen kan också sönderdela tistelns rotsystem och därmed riskeras en uppförökning från nya rotbitar. Vid större förekomst är tistlarna mer jämnt spridda och då är den hackade ytan 72-86 % av totala ytan beroende på radavstånd, vilket gör att en stor andel av skotten hackas bort. Resultaten visar att uppföljande mekaniska åtgärder efter, radhackning mot åkertistel är viktig, för att undvika att tisteln lagrar in näring i rötterna. Odlas spannmål året efter bör hackningen återupprepas för att ta hand om nyetablerade tistelplantor.

Åkermolke visade en mindre uppförökning vid låga förekomster och behandlingseffekterna var tydligare. Radhackning på 50 cm radavstånd hade en bättre effekt på åkermolke jämfört med åkertistel framförallt i höstveteförsöken.

Radhackningen bör anpassas efter de förekommande rotosträns känsliga stadier, och nyligen publicerade undersökningar visar att denna tidpunkt infaller tidigare i åkertisteln och åkermolken utveckling (Lundkvist et al., 2014). Det gör att i en strategi mot rotosträns bör radhackningarna ligga tidigare än vad vi planerade i dessa försök; i åkertistel 6 blad och i åkermolke före 5 blad.

## Slutsatser

Skörden ökar om raden breddas på 50 cm radavstånd i höst- och vårvete. Skördeminskningen, jämfört med 25 cm radavstånd, halverades från 10-12 % med smala rader till 5-7 % med breddad rad (ca 12 cm). En dubbelrad med 5 cm mellan raderna har samma effekt som ett band i höstvete men däremot inte i vårvete eller höstvete vid höga skördnivåer.

70 % av normal utsädesmängd vid odling på 50 cm radavstånd med smal rad (ca 2 cm bred) ger oförräddad skörd och i vårvete högre stråstyrka jämfört med normal utsädesmängd.

Två eller tre hackningar på 50 cm radavstånd är lika effektivt mot åkertistel som två hackningar på 25 cm radavstånd.

Effekten av radhackning är beroende av tätheten av åkertistlar. Vid låg täthet på åkertistel kan det ske en uppförökning av antalet tistlar. Uppföljning av radhackning med åtgärder under hösten och nästkommande år är viktiga för att behålla hackningseffekten.

Radhackning har effekt på åkermolke. Effekten är bättre på 50 cm radavstånd jämfört med 25 cm radavstånd i höstvete. I vårvete fanns inga skillnader mellan radavstånden.

Uppförökningen vid låga tätheter är mindre hos åkermolke jämfört med åkertistel.

## Publikationer och resultatförmedling till näringen

Publikationer: Stahl, P. Fältsförsök med radhackning på 50 cm radavstånd. Arvensis nr 3, 2014

Presentationer vid lantbrukarträffar och konferenser där projektet helt eller delvis har presenterats: Föredrag på ordbruksverkets FoU dag 2012; Föredrag på Plantekongressen i Danmark 2013; Föredrag på Borgeby fältdagar 2013; Projektet har även presenterats med poster på Slätte Ekodag 2012 och 2013; Föredrag på Slätte Ekodag 2015; Löpande under projekttiden har försöken visats för lantbrukargrupper.

## Referenser

- Andersson, B. (1983) Odlingstekniska försök med höstvete, Rapport 121, Institutionen för Växtodling, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Andersson, L.E., Boström, U., Wallenhammar, A-C. (2009) Val av utsädesmängd vid sådd med olika radavstånd i ekologisk odling av spannmål och åkerböna. Slutrapport för projekt 25-11040/07. Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Dock Gustavsson, A., 1994. Åkertistelns förekomst och biologi. Växtskyddsnotiser 58:2.
- SLU. Uppsala Edh M. (1984) Bandsådd – en studie av olika billar för bandsådd. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr 68, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala
- Lundkvist et al. (2013) Mekanisk bekämpning av åkertistel och åkermolke: När ska man egentligen genomföra jordbearbetning? Slutrapport Jordbruksverket
- Melander, B. (2006) Current achievements and future directions of physical weed control in Europe. AFPP 3rd International conference on non-chemical crop protection methods, Lille, France, 13, 14 and 15 March 2006.
- Verschwele, A. (2007) Reducing weed infestation in winter wheat by sowing technique. In: Cloutier, Daniel C (Ed.) Proceedings of the 7th EWRS Workshop on Physical and Cultural Weed Control Salem, Germany 11-14 March 2007.
- Zuber, U., Winzeler, H., Messmer, M. M., Keller, M., Keller, B., Schmid, J. E. and Stamp, P. (1999), Morphological Traits Associated with Lodging Resistance of Spring Wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Agronomy and Crop Science, 182: 17–24.