

## Jordbearbetningssystem för uthållig spannmålsproduktion 2005-2007

### Bakgrund

Bearbetningskrävande höstbruk har skapat stort intresse för att förenkla odlingstekniken. Nya jordbearbetningsredskap gör det möjligt att ersätta den traditionella plöjningen till minskade kostnader för både bränsleförbrukning och arbetstid. Begreppet plöjningsfri odling och dess för- och nackdelar är känt sedan tidigare och har nu ersatts av nya möjligheter inom konceptet reducerad bearbetning (Johansson, 2004). Grundplöjning, direktsådd, plogfri odling är några av de tekniker som undersökts och möjligheten att tillämpa direktsådd till samtliga grödor i växtföljden utan avbrott har studerats (Arvidsson *et al.*, 2002). Huvudsyftet med projektet är att jämföra effektiviteten och utreda skillnaderna mellan några moderna jordbearbetningssystem under ett växtföljdsomlopp. Fokus är lagt på vetedominerade växtföljder i Mellansverige. Vi vill klarlägga fördelar och nackdelar samt redovisa totalekonomin och miljöeffekterna i de undersökta systemen. Är det biologiskt och ekonomiskt genomförbart att odla höstvetete intensivt mot bakgrund av den kraftfulla utveckling av vetets bladfläcksjuka, *Pyrenophora tritici repentis* (asexuell form: *Dreschlera tritici-repentis*) populärt kallad DTR, normalt har? Vi vill ta fram ett beslutsunderlag för lantbrukare genom att tydliggöra de biologiska och ekonomiska effekter olika systemlösningar medför. De tre första projektåren redovisas här.

### Material och metoder

Bearbetning med moderna jordbearbetningsredskap jämförs med grund respektive konventionell plöjning. I långliggande fältförsök kartläggs de biologiska effekterna, inverkan på skördens storlek och kvalitet, beståndsutveckling, angrepp av jordbundna sjukdomar, stråbas-, blad-, och axsjukdomar samt örtogräsens utveckling. Under hösten 2005 anlades tre fältförsök med höstvetete; i Mosås söder om Örebro, på Vretaskolan i Östergötland och på Säby, Ultuna egendom, Uppsala. Försöksplan och växtföljd redovisas i tabell 1 och 2. Förfruktskravet var korn, med halmen väl hackad och spriden. Bearbetningsåtgärder, såtidpunkter, använda sorter 2005 respektive 2006 redovisas i tabell 3 och 4. Försöken har utförts av HS Konsult AB, Örebro, Hushållningssällskapet Rådgivning Agri AB, Linköping och av Avdelningen för Jordbearbetning, Inst f Mark och Miljö, SLU, Uppsala. Samtliga försök är sådda rutvis med en Crossboard-utrustad Väderstad Rapid.

Försöksdesignen är en modifierad split-plot med 2 x 4 led x 4 block. Rutstorleken är ca 80 m<sup>2</sup>, anpassad efter maskinbredd och rutlängden minst 10 m.

Halm och stubb har hackats och spridits rutvis efter varje höstveteskörd.

Tabell 1. Försöksplan i serie R2-5077.

Försöksled	Bearbetning
A.	Plöjning normalt djup (25 cm) med konventionell växelplog
B.	Plöjning grunt (ca 10 cm) med specialplog
C.	Kombinationsredskap för djup bearbetning (10-15 cm)
D.	Kombinationsredskap för grund bearbetning (5-6 cm)
1.	Utan fungicidbehandling
2.	Fungicidbehandlat

Tabell 2. Växtföljden i serie R2-5077.

År <sup>1</sup>	Gröda
2006	Höstvete
2007	Höstvete
2008	Vårraps
2009	Korn
2010	Höstvete

<sup>1</sup>Årtalet avser skördeår.

Tabell 3. Beskrivning av försöksplatser, såtidpunkt, höstvetesort och bearbetningsåtgärder 2005.

	Mosås, T-län <sup>1</sup>	Vreta kloster, E-län <sup>2</sup>	Ultuna, C- län <sup>3</sup>
Jordart	mmh ML	mr ML	mmh SL
Försöksled			
A.	Växelplog med tiltskärare, 20 cm 12 sept.	Växelplog, 20 cm 13 sept.	Växelplog (Överrum) 20 cm, 19 sept.
B.	Konventionell plog, 10 cm 12 sept.	Växelplog, 12-13 cm 13 sept.	Ecomat, 10 cm 13 sept.
C.	Kerner, 15 cm, 1gg 9 sept.	John Deere Mulch Tiller 410 A, 15 cm, 2 ggr 1 och 14 sept.	Kultus, 15 cm, 2 ggr 7 och 15 sept.
D.	Carrier, 5 cm, 3ggr 10 sept.	Carrier, 5 cm, 2 ggr 1 och 14 sept.	Carrier, 5 cm, 2 ggr 7 och 15 sept.

<sup>1</sup>Första bearbetningen gjordes ca 10 dagar efter skörd. Led A-C harvades 3 ggr innan sådd av SW Harnesk 26 sept..

<sup>2</sup>Led C och D bearbetades inom 24 tim efter skörd. Led A och B bearbetades med Carrier 2 ggr innan sådd av Olivin (SSd) 23 sept.

<sup>3</sup>Första bearbetningen gjordes inom 3 dagar efter skörd. Före sådd av Olivin (SSd) 17 september harvades led A 2 ggr och led B tilljämades.

Tabell 4. Beskrivning av försöksplatser, såtidpunkt, höstvetesort och bearbetningsåtgärder 2006.

	Mosås, T-län <sup>1</sup>	Vreta kloster, E-län <sup>2</sup>	Ultuna, C- län <sup>3</sup>
Jordart	mmh ML	mr ML	mmh SL
Försöksled			
A.	Växelplog med tiltskärare, 20 cm, 6 sept.	Växelplog, 20 cm, 4 sept.	Växelplog (Överrum) 20 cm, 24 aug.
B.	Konventionell plog, 10 cm, 10 sept.	Växelplog, 12-13 cm 4 sept.	Ecomat, 10 cm 25 aug.
C.	Kerner, 15 cm, 1gg 6 sept.	John Deere Mulch Tiller 410 A, 15 cm, 2 ggr 12 sept.	Kultus, 15 cm, 2 ggr 18 aug, 12 sept.
D.	Carrier, 5 cm, 2 ggr 11 och 12 sept.	Carrier, 5 cm, 2 ggr 20 aug. 11 sept.	Carrier, 5 cm, 2 ggr 18 aug, 12 sept.

<sup>1</sup>Första bearbetningen gjordes ca 1 månad efter skörd. Led A-B harvades 2 ggr innan sådd av SW Harnesk 18 september.

<sup>2</sup>Led C och D bearbetades inom 5 dagar efter skörd. Efter plöjningen i led A och B bearbetades jorden med vältning, 8 augusti, Carrier 11 september, harvning 2 ggr 12 september, innan sådd av Olivin (SSd) 14 sept.

<sup>3</sup>Första bearbetningen gjordes 10 dagar efter skörd. Före sådd av Olivin (SSd) 13 sept. harvades led A 2 ggr och led B tilljämades.

### Växtskyddåtgärder

År 2005 beslutades att inte broddbehandla, då förutsättningarna för infektion bedömdes som små efter den torra hösten. (Dock behandlades försöket i E- län. Fungicidbehandling mot bladfläcksvampar genomfördes i halva försöket på våren i DC 37-39 med Proline (protiokonazol) 0,4 l/ha samt i DC 55-59 med en blandning av Proline 0,4 l/ha och Comet (pyraklostrobin) 0,1 l/ha i Mosås och Vreta Kloster. På försöksplats Ultuna användes Stereo (cyprodinil och propikonazol) 1,2 l/ha i DC 37-39 samt Tilt Top (propikonazol och

fenpropimorf) 0,5 l/ha och Comet 0,2 l/ha i DC 55-59. Insekticidbehandling genomfördes i alla försöken i DC 55-59.

**År 2006** broddbehandlades försöken i Mosås (19 oktober) och Vreta Kloster (13 november) med Topsin WG: I Uppsala utfördes ingen behandling. Fungicidbehandling mot bladfläcksvampar genomfördes i halva försöket i DC 37-39 med Proline (propiokonazol) 0,4 l/ha samt i DC 55-59 med en blandning av Proline 0,4 l/ha och Comet (pyraklostrobin) 0,1 l/ha. Insekticidbehandling genomfördes i alla försöken i DC 55-59.

### **Provtagningar och analyser**

Profilprov för kvävebestämning har uttagits ledvis vid två tidpunkter, under senhösten i november samt på våren vid tillväxtstart under båda åren. Per samruta har tagits sex stick i skikt 0-30 cm, tre stick i skikt 30-60 cm och tre stick i skikt 60-90 cm. Proverna har frysts och analyserats vid Eurofins Agri AB, Kristianstad eller Inst f mark och miljö, SLU. Matjorden har analyserats vid Agrilab AB, Uppsala med avseende på textur, mullhalt, pH, P-AL, K-AL och Mg-AL. Skördens vattenhalt, renvikt, rymdvikt och N-halt har bestämts vid Agrilab AB.

### **Observationer och graderingar**

Efter sådd graderades halminblandningen rutvis som synliga skörderester 0-100. Beståndstäthet har bedömts höst och vår 0-100 under båda åren (på två av tre platser). På våren, i slutet av bestockningsfasen räknades skotten på två löpmeter rutvis, och följdes upp av axräkningar efter samma sträckor. Ogräs har räknats rutvis före ogräsbekämpning på 4 x 0,25 m<sup>2</sup>, med gruppering i örtogräs, tistel och övriga roto-gräs. Angrepp av utvintringssvampar graderades rutvis i april 2006 (resultat redovisas i fullständig rapport).

### **Växtpatologiska undersökningar**

Provtagning för sjukdomsgradering av stråknäckare, bladfläcksvampar gjordes i stråskjutning, DC 39, i axgång, DC 53 och vid degmognad, DC 87, under båda åren. Tio slumpmässigt utvalda plantor grävdes upp rutvis och förvarades i kylrum (+8 C°). Stråknäckare har graderats på huvudskottet enligt protokoll som används av Växtskyddscentralerna (Gustafsson, muntligen) och bladfläcksvampar har bedömts på de tre översta bladen enligt Olofsson och Qvarnström (1983). Förekomsten av olika svampars DNA på blad har bestämts med s.k. Realtids-PCR, vilket innebär att unika DNA-sekvenser kopieras och detekteras. Samtliga blad på nivå 3 och 4 från tio plantor per parcell har blandats till ett samlingsprov som analyserats med två extraktioner enligt (Almquist och Filipsson, 2008). Angrepp av rotdödare har bedömts i DC 53 och DC 87, varvid rötterna tvättades i rinnande vatten. Graden av mörkfärgning bestämdes med förstoringsslampa enligt indexmetod (Wallenhammar och Pettersson, 2003).

### **Statistik**

Resultaten har bearbetats vid Försöksavdelningen f. Jordbearbetning, Inst f. Mark och Miljö, SLU med SAS- Mixed Model. Delar av resultaten bearbetades statistiskt vid HS Konsult AB, Örebro med SAS Enterprise Guide.

### **Resultat**

En sammanställning av skördarna båda åren (2006 och 2007) på respektive försöksplats redovisas i tabell 5. Högst skördenivå erhöles i Mosåsförsöket. I Ultuna var nivån något lägre och på försöksplatsen i Vreta Kloster ytterligare lägre.

I Mosås var skörden 16 % högre för fungicidbehandling än för obehandlat, medan bearbetningsfaktorn gav mindre utslag. Samma bild gällde för kväveupptag. Proteinhalterna i

Mosås var generellt låga, mellan 10-11 %, med tydliga utslag för fungicidbehandlingen (tabell 5). I Vreta Kloster fanns inga signifikanta skillnader i skörd och upptaget kväve mellan varken bearbetningar eller fungicidbehandlingar (tabell 5). Däremot sänkte de reducerade jordbearbetningarna proteinhalten i kärnan. Dock var proteinhalten generellt höga i Vreta Kloster, (12,5-13,5 %). I försöket 2006, var skörden signifikant lägre i plöjda led (led A, B) (redovisas i fullständig rapport). I Ultuna påverkades skörd, upptaget kväve och proteinhalt i kärna både av bearbetning och av fungicidbehandling (tabell 5). Leden med reducerad bearbetning (led C, D) och grund plöjning (led B) minskade skörden med 6 - 11 % jämfört med konventionell plöjning (led A), även upptaget kväve minskade signifikant i ledet med bearbetning till 15 cm (led C). Fungicidbehandlingen ökade skörden med 7 % och upptaget kväve med ca 10 kg ha<sup>-1</sup>. Proteinhalten ökade i samtliga led jämfört med den konventionella djupa plöjningen. Även i Ultuna var proteinhalten höga; mellan 12,5-13,3 %.

En sammanställning av skörd, upptaget kväve och proteinhalt i kärna på samtliga försöksplatser uppdelade på år redovisas i tabell 6. Båda åren ökade skörden, (6 respektive 12 %) och upptaget kväve (8 respektive 11 kg ha<sup>-1</sup>) av fungicidbehandling. Bearbetning gav däremot inga tydliga effekter. Proteinhalten i kärna påverkades varken av bearbetning eller av fungicidbehandling.

Sammanlagning av samtliga sex försöksresultat visar på en nio-procentig ökning av skörd, från 6890 kg ha<sup>-1</sup> till 7510 kg ha<sup>-1</sup>, samt en ökning av upptaget kväve med ca 10 kg ha<sup>-1</sup> vid fungicidbehandling (ej redovisat). Däremot finns inga signifikanta skillnader mellan de olika bearbetningarna. Enskilda resultat redovisas i fullständig rapport.

Tabell 5. Skörd, upptaget kväve (N) och proteinhalt i kärna av höstvetete vid olika jordbearbetnings-behandlingar, med och utan fungicid, medeltal av två försök 2006-2007 för respektive försöksplats.

Försöksled	Mosås				Vreta Kloster				Ultuna			
	Skörd vh=15 kg ha <sup>-1</sup>	Rel tal	Upp- tag N	Pro- tein %	Skörd vh=15 kg ha <sup>-1</sup>	Rel tal	Upp- tag N kg ha <sup>-1</sup>	Protein %	Skörd vh=15 kg ha <sup>-1</sup>	Rel tal	Upp- tag N kg ha <sup>-1</sup>	Pro- tein %
A1. plöjn 25 cm	<b>7429</b>	<b>100</b>	<b>115,3</b>	<b>10,5</b>	<b>5866</b>	<b>100</b>	<b>114,3</b>	<b>13,2</b>	<b>7533</b>	<b>100</b>	<b>140,8</b>	<b>12,5</b>
A2. plöjn 25 cm. fungicid	8959 <sup>*1</sup>	121	138,5*	10,3	6386	109	127,2	13,5	7906	105	149,8	12,7
B1. plöjn 10 cm	7678	103	123,0	10,8	6059	103	120,9	13,5	7052	94	133,7	12,7
B2. plöjn 10 cm. fungicid	8719*	117	130,9	10,0	6276	107	124,4	13,4	7428	99	143,5	12,9*
C1. bearbetn 15 cm	7410	100	116,6	10,5	6464	110	123,5	12,8	6658**	88	129,9*	13,1**
C2. bearbetn 15 cm. fungicid	8411	113	126,1	10,0	6439	110	123,2	12,8*	7083	94	139,4	13,2**
D1. bearbetn 5 cm.	7468	101	119,2	10,7	6306	108	119,0	12,6*	6752**	90	132,4	13,1**
D2. bearbetn 5 cm. fungicid	8628	116	131,1	10,1	6435	110	120,6	12,5**	7448	99	147,8	13,3**
A. plöjn 25 cm	<b>8194</b>	<b>100</b>	<b>126,9</b>	<b>10,4</b>	<b>6126</b>	<b>100</b>	<b>120,7</b>	<b>13,3</b>	<b>7720</b>	<b>100</b>	<b>145,3</b>	<b>12,6</b>
B. plöjn 10 cm	8198	100	127,0	10,4	6168	101	122,6	13,4	7240*	94	138,6	12,8*
C. bearbetn 15 cm	7911	97	121,3	10,3	6452	105	123,3	12,8**	6870***	89	134,6**	13,1**
D. bearbetn 5 cm.	8048	98	125,2	10,4	6371	104	119,8	12,6***	7100**	92	140,1	13,2***
1. utan fungicid	<b>7496</b>	<b>100</b>	<b>118,5</b>	<b>10,6</b>	<b>6174</b>	<b>100</b>	<b>119,4</b>	<b>13,0</b>	<b>6998</b>	<b>100</b>	<b>134,2</b>	<b>12,9</b>
2. fungicidbehandlat	8679**	116	131,7**	10,1*	6384	103	123,9	13,0	7466**	107	145,1**	13,0
F 1 (bearb) p	es <sup>2</sup>		es	es	es		es	0,0004	0,0051		0,0479	0,0021
F 1 (bearb) LSD								0,3	365		7,0	0,2
F 2 (fungicid) p	0,0001		0,0060	0,0102	es		es	es	0,0036		0,0012	es
F 2 (fungicid) LSD	288		8,0	es					258		5,0	

<sup>1</sup> \* indikerar signifikant skillnad jämfört med fetmarkerade kontroller (led A1, led A, led 1.) i de olika tabellsektionerna,

\* = p<0,05, \*\* = p<0,01, \*\*\* = p<0,0005.

<sup>2</sup> es = ej signifikant

Tabell 6. Skörd, upptaget kväve (N) och proteinhalt i kärna av höstveten vid olika jordbearbetningsbehandlingar, med och utan fungicid, medeltal av tre försöksplatser 2006 och 2007.

Försöksled	2006					2007				
	Skörd vh=15 kg ha <sup>-1</sup>	Rel tal	Upptag N kg ha <sup>-1</sup>	Rel tal	Protein %	Skörd vh=15 kg ha <sup>-1</sup>	Rel tal	Upptag N kg ha <sup>-1</sup>	Rel tal	Protein %
A1. plöjn 25 cm	<b>7000</b>	<b>100</b>	<b>126,6</b>	<b>100</b>	<b>12,4</b>	<b>6885</b>	<b>100</b>	<b>120,4</b>	<b>100</b>	<b>11,7</b>
A2. plöjn 25 cm. fungicid	7510	107	138,8	110	12,7	7992*	116	138,3**	115	11,6
B1. plöjn 10 cm	6823	97	126,1	100	12,7	7037	102	125,7	104	12,0
B2. plöjn 10 cm. fungicid	7224	103	130,9	103	12,5	7724	112	135,0*	112	11,8
C1. bearbetn 15 cm	6887	98	127,2	101	12,5	6801	99	119,4	99	11,8
C2. bearbetn 15 cm. fungicid	7407	106	135,3	107	12,4	7215	105	123,8	103	11,6
D1. bearbetn 5 cm.	7097	101	131,0	104	12,5	6587	96	116,1	96	11,8
D2. bearbetn 5 cm. fungicid	7389	106	136,5	108	12,5	7619	111	129,9	108	11,5
A. plöjn 25 cm	<b>7255</b>	<b>100</b>	<b>132,7</b>	<b>100</b>	<b>12,5</b>	<b>7438</b>	<b>100</b>	<b>129,3</b>	<b>100</b>	<b>11,7</b>
B. plöjn 10 cm	7023	97	128,5	97	12,6	7380	99	130,3	101	11,9
C. bearbetn 15 cm	7147	99	131,2	99	12,5	7008	94	121,6	94	11,7
D. bearbetn 5 cm.	7243	100	133,8	101	12,5	7103	95	123,0	95	11,6
1. utan fungicid	<b>6951</b>	<b>100</b>	<b>127,7</b>	<b>100</b>	<b>12,5</b>	<b>6828</b>	<b>100</b>	<b>120,4</b>	<b>100</b>	<b>11,8</b>
2. fungicidbehandlat	7382* <sup>1</sup>	106	135,4*	106	12,5	7637**	112	131,7**	109	11,6
F 1 (bearb) p	es <sup>2</sup>		es		es			es		es
F 1 (bearb) LSD			0,0220					0,0017		
F 2 (fungicid) p	0,0359		6,4		es	0,0027		6,3		es
F 2 (fungicid) LSD	398					477				

<sup>1</sup> \* indikerar signifikant skillnad jämfört med fetmarkerade kontroller (led A1, led A, led 1.) i de olika tabellsektionerna,

\* =  $p < 0,05$ , \*\* =  $p < 0,01$ , \*\*\* =  $p < 0,0005$ .

<sup>2</sup> es = ej signifikant

## Markkväveinnehåll

Analyserna av markkväveinnehållet visar stora skillnader mellan försöksplatserna (tabell 7). Förlusterna under vintern har varit betydande i Mosås, och obetydliga i Vreta Kloster och i Ultuna. Tydliga skillnader mellan försöksled går inte att utläsa, men genomgående återfinns den lägsta mängden i led D, den grunda bearbetningen. Den högre kvävegivan i

Tabell 7. Försöksplatser, mineralkväveinnehåll ledvis och kvävegödning, 2005-2007.

Försöksplats	2005-2006			2006-2007		
	Mineral-N kg ha <sup>-1</sup> november 2005 0-90 cm	Mineral-N kg ha <sup>-1</sup> april 2006 0-90 cm	Kvävegiva kg ha <sup>-1</sup> 2006	Mineral-N kg ha <sup>-1</sup> november 2006 0-90 cm	Mineral-N kg ha <sup>-1</sup> maj 2007 0-90 cm	Kvävegiva kg ha <sup>-1</sup> 2007
Mosås, T-län	69 <sup>1</sup>	A. 24 <sup>2</sup> B. 29 C. 23 D. 18	177	A. 41 B. 33 C. 32 D. 22	A. 31 B. 23 C. 26 D. 29	180
Vreta Kloster, E-län	A. 111 B. 109 C. 99 D. 70	A. 98 B. 109 C. 100 D. 73	157	A. 83 B. 72 C. 45 D. 53	A. 37 B. 45 C. 33 D. 26	135
Ultuna, C-län	A. 92 B. 72 C. 76 D. 75	A. 89 B. 89 C. 78 D. 77	120	ej provtaget	ej provtaget	120

<sup>1</sup> Avser generalprov 0-60 cm. <sup>2</sup> Kvävemängden i skiktet 60-90 uppgår till 5 kg ha<sup>-1</sup> i respektive led

Mosåsförsöket har inte kompenserat för det låga markkväveinnehållet vilket återspeglas i låga proteinhalter (tabell 5). Vintern 2006-2007 medförde vissa nettoförluster av mineralkväve, framförallt i Vreta Kloster. Fortsatt fanns en tendens till lägre värden i grunt bearbetat led.

### Växtpatologiska undersökningar

Totalt genomfördes 87 sjukdomsgraderingar av stråknäckare (*Pseudocercospora herpotrichoides*), rotdödare (*Gaumannomyces graminis*) och bladfläckar på försöksplatserna. Här presenteras ett urval av dessa graderingar. I tabell 8 redovisas resultaten i medeltal av icke fungicidbehandlade led för att påvisa skillnader i angreppsnivån mellan år 2006 respektive 2007. Stråknäckarindex var högre, 5-7 ggr i Mosås, 3-5 ggr i Vreta Kloster och knappt dubbelt så höga i Ultuna år 2006 jämfört med år 2007. Rotdödarindex var däremot av samma storleksordning de båda åren, men ökade signifikant i reducerade led i Vreta Kloster. Angrepp av bladfläckar var högre, ca 5 ggr i Mosås, 50 ggr i Vreta Kloster och dubbelt så höga i Ultuna år 2007 jämfört med 2006. Förekomsten av bladfläckar som bestämdes vid tre tidpunkter, dominerades vid okulär bedömning inledningsvis av svartpricksjuka (*Mycosphaerella graminicola*, asexuellt stadium; *Septoria tritici*) på samtliga platser båda åren. Angreppsnivåerna var mycket låga vid gradering i DC39 och DC 53, som högst 0,3 % angripen bladyta (DC 53) i Uppsala 2007. Vid de senare graderingarna 2006 förekom också vetets bladfläcksjuka, DTR.

Tabell 8. Resultat av graderingar av stråknäck- och rotdödarindex samt % angripen yta av bladfläckar i olika utvecklingsstadier av höstvetete vid olika jordbearbetningsbehandlingar i medeltal för led utan fungicid, 2006 och 2007.

Försöksled	Mosås				Vreta Kloster				Ultuna			
	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck <sup>1</sup> % yta DC 87	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck % yta DC 87	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck % yta DC 87
2006												
1 utan fungicid	22,8	2	12	11,49	55,0	6	14	2,0	39,2	9	14	22,3
2007												
1 utan fungicid	4,5	4	10	54,69	18,9	1	34	67,37	25,6	5	14	45,69

Efter några månaders snötäcke vårvintern 2006, konstaterades skador av snömögel (*Micodochium nivale*) i Ultunaförsöket. Skadorna ökade med ökad halmförekomst i markytan och varierade mellan 11 och 37 % för led B-D. I led A var angreppet 2 %.

En sammanställning av sjukdomsgraderingarna båda åren (2006 och 2007) på respektive försöksplats redovisas i tabell 9. På samtliga platser minskade index av stråknäckare med fungicidbehandling, tydligast var minskningen i Ultuna. Angreppen av rotdödare var generellt låga på alla försöksplatser. Rotdödare ökade något vid reducerad bearbetning (led C och D) i Vreta Kloster (DC 87) och Ultuna (DC 53). I Vreta Kloster ökade angreppen något i fungicidbehandlade led och i Mosås fanns inga skillnader i rotdödarindex. Angreppen av bladfläckar påverkades inte av bearbetningarna på någon av försöksplatserna.

En sammanställning av sjukdomsangreppen uppdelade på år redovisas i tabell 10. År 2006 minskade angreppen av stråknäckare med såväl reducerad bearbetning som med fungicidbehandling, år 2007 fanns tendenser till liknande resultat. Rotdödarindex ökade vid reducerad bearbetning båda åren, medan fungicidbehandlingen endast hade effekt vid ett tillfälle då index ökade (DC 53 år 2007). Angreppen av bladfläckar påverkades inte av bearbetningen något av åren.

Tabell 9. Resultat av graderingar av stråknäck- och rotdödarindex samt % angripen yta av bladfläckar i olika utvecklingsstadier av höstvetete vid olika jordbearbetningar och med eller utan fungicid, medeltal av två försök 2006-2007 på respektive försöksplats.

Försöksled	Mosås				Vreta Kloster				Ultuna			
	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck <sup>1</sup> % yta DC 87	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck % yta DC 87	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck % yta DC 87
A1. plöjn 25 cm	<b>13,1</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>34,34</b>	<b>35,0</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>29,14</b>	<b>43,4</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	<b>40,82</b>
A2. plöjn 25 cm. fungicidbeh	12,2	2	11		34,4	3	16		33,8**	4	9	
B1. plöjn 10 cm	15,3	2	12	33,93	35,3	1	22	33,50	33,8**	7	16	34,33
B2. plöjn 10 cm. fungicidbeh	8,1* <sup>2</sup>	2	14		30,7	5	21		26,9***	10*	16	
C1. bearbetn 15 cm	11,6	2	7	30,47	37,5	2	31	38,59	27,2***	9*	17	31,01
C2. bearbetn 15 cm. fungicidbeh	10,9	3	17*		30,9	6*	31		20,6***	9*	15	
D1. bearbetn 5 cm.	14,7	5	10	33,63	40,0	5	31	37,82	25,3***	8	14	29,81
D2. bearbetn 5 cm. fungicidbeh	9,4	3	11		28,4	7*	34*		24,1***	11**	13	
A. plöjn 25 cm	<b>12,7</b>	<b>3</b>	<b>9</b>		<b>34,7</b>	<b>2</b>	<b>14</b>		<b>38,6</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	
B. plöjn 10 cm	11,7	2	13		33,0	3	21		30,3**	9*	16	
C. bearbetn 15 cm	11,3	2	12		34,2	4	31*		23,9***	9**	16	
D. bearbetn 5 cm.	12,0	4	11		34,2	6*	32*		24,7***	9**	13	
1. utan fungicid	<b>13,7</b>	<b>3</b>	<b>9</b>		<b>37,0</b>	<b>2</b>	<b>24</b>		<b>32,4</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	
2. fungicidbehandlat	10,2*	3	13		31,1*	5*	25		26,3***	9	13	
F 1 (bearb) p	es <sup>3</sup>	es	es	es	es	es	0,0553	es	0,0001	0,0141	es	es
F 1 (bearb) LSD							14		3,7	3		
F 2 (fungbeh) p	0,0104	es	es	iu <sup>4</sup>	0,0487	0,0260	es	iu	0,0009	es	es	iu
F 2 (fungbeh) LSD	2,4				5,8	2			2,6			

<sup>1</sup> Bladfläckar graderades endast i icke fungicidbehandlade led.

<sup>2</sup> \* indikerar signifikant skillnad jämfört med fetmarkerade kontroller (led A1, led A, led 1.) i de olika tabellsektionerna,

\* = p<0,05, \*\* = p<0,05, \*\*\* = p<0,0005. <sup>3</sup> es = ej signifikant. <sup>4</sup> iu = icke uppmätt.

Tabell 10. Resultat av graderingar av stråknäck- och rotdödarindex samt % angripen yta av bladfläckar i olika utvecklingsstadier av höstvetete vid olika jordbearbetningar och med eller utan fungicid, medeltal av tre försöksplatser 2006 och 2007.

Försöksled	2006				2007			
	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck <sup>1</sup> % yta DC 87	Stråknäck, DC 87	Rotdödarindex DC 53	Rotdödarindex DC 87	Bladfläck <sup>1</sup> % yta DC 87
A1. plöjn 25 cm	<b>43,8</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>14,75</b>	<b>17,3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>54,78</b>
A2. plöjn 25 cm. fungicidbeh	39,2	3	10		14,4	3	14	
B1. plöjn 10 cm	39,8	5	13	12,57	16,5	2	20	55,26
B2. plöjn 10 cm. fungicidbeh	33,2** <sup>2</sup>	5	13		10,6	6	20	
C1. bearbetn 15 cm	35,6*	6	11	8,67	15,2	2	25*	58,05
C2. bearbetn 15 cm. fungicidbeh	31,2**	6	13		10,4	6	30**	
D1. bearbetn 5 cm.	36,9	6	14*	11,74	16,5	7*	23*	55,76
D2. bearbetn 5 cm. fungicidbeh	29,8***	6	16**		11,5	7*	23	
A. plöjn 25 cm	<b>41,5</b>	<b>3</b>	<b>9</b>		<b>15,8</b>	<b>3</b>	<b>11</b>	
B. plöjn 10 cm	36,5	5	13*		13,5	4	20	
C. bearbetn 15 cm	33,4**	6*	12		12,8	4	27**	
D. bearbetn 5 cm.	33,3**	6*	15**		14,0	7**	23*	
1. utan fungicid	<b>39,0</b>	<b>5</b>	<b>12</b>		<b>16,4</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	
2. fungicidbehandlat	33,3**	5	13		11,7	6*	21	
F 1 (bearb) p	0,0120	0,0474	0,0249	es	es	0,0350	0,0255	es
F 1 (bearb) LSD	5,0	2	3			2	10	
F 2 (fungbeh) p	0,0041	es <sup>3</sup>	es	iu <sup>4</sup>	es	0,0177	es	iu
F 2 (fungbeh) LSD	3,6					2		

<sup>1</sup> Bladfläckar graderades endast i icke fungicidbehandlade led.

<sup>2</sup> \* indikerar signifikant skillnad jämfört med fetmarkerade kontroller (led A1, led A, led 1.) i de olika tabellsektionerna,

\* = p<0,05, \*\* = p<0,05, \*\*\* = p<0,0005. <sup>3</sup> es = ej signifikant. <sup>4</sup> iu = icke uppmätt.



Inga tydliga skillnader hittades mellan de olika jordbearbetningarna eller mellan fungicidbehandlingarna då samtliga sex försök slogs samman (ej redovisat). Enskilda resultat redovisas i fullständig rapport, där också anges om det finns signifikanta skillnader.

### DNA-analyser bladfläckar

DNA analyserna utfördes med relativ kvantifiering, dvs. resultaten är relativa ett referensprov, vilka då blir enhetslösa, enligt en metod, nyligen utvecklad av Almquist och Filipsson, (2008). I tabell 11 presenteras resultaten från ledvisa DNA-analyser av bladfläckssjukdomar i två utvalda led; plöjning (A) samt Carrier (D), samt resultaten från den okulära bedömningen. DNA-analyserna visar att Svartpricksjuka dominerade. Högst nivåer fanns i Mosås där ett kraftigt angrepp etablerats i den mottagliga sorten SW Harnesk. Högst nivåer av brunfläcksjuka (*Stagonospora. nodorum*) och DTR fanns i Carrierledet.

Tabell 11. Ledvis kvantifiering av vetets bladfläcksjuka, DTR, brunfläcksjuka (*Stagonospora nodorum*) och svartpricksjuka (*Septoria tritici*) med realtids-PCR 2007 i utvalda obehandlade led, bladnivå 3 och 4 (DC55-57), PCR ( $2^{-\Delta\Delta Ct}$ ).

	Datum	Bladnivå	DTR	Brunfläcksjuka	Svartpricksjuka	Oklulär bedömning procent angripen bladyta DC 87
Ultuna	19 juni					
Led A (plöjn 20 cm)		3-4	9,06	0,8	45,4	32
Led D (Carrier 5 cm)		3-4	30,8	2,5	84,8	21
Mosås	3 juli					
Led A (plöjn 20 cm)		3-4	50,9	299	11372	59
Led D (Carrier 5 cm)		3-4	396	388	3475	54
Vreta Kloster	19 juni					
Led D (Carrier 5 cm)		3-4	14,1	0,43	267,2	75

### Ekonomi

Ekonomiskt utfall för de olika bearbetningsalternativen visas i tabell 12. Maskinkostnaderna är beräknade enligt kalkylmodell från SLU (se [www.mv.slu.se/jb](http://www.mv.slu.se/jb)) och avser nya maskiner med arealunderlag 200 ha. Höstvetepriiset är satt till 120 kr per dt, kvävet (Axan) kostar 7:25 kr per kg, diesel 10 kr per liter.

Plöjning till konventionellt djup gav bäst utbyte i Ultunaförsöket. På övriga platser och i medeltal för år och för samtliga försök var reducerad bearbetning, framförallt den grunda, lönsammaste alternativ. Fungicidbehandling var en ren förlustaffär 2006.

Tabell 12. Täckningsbidrag 2 (TB 2), kr ha<sup>-1</sup> för olika bearbetnings- och fungicidalternativ. Medeltal för försöksplatser och år. Prinsnivå 2009/2010; vete 1:20 kr kg<sup>-1</sup>, kväve 7:25 kr kg<sup>-1</sup>, diesel 10 kr l<sup>-1</sup>)

	Mosås	Vreta kloster	Ultuna	2006	2007
Försöksled					
A. plöjn 25 cm	2056	229	2304 <sup>2</sup>	1301	1646
B. plöjn 10 cm	2234	434	1863 <sup>2</sup>	1256	1750
C. bearbetn 15 cm	2197	983	1596 <sup>2</sup>	1653	1651
D. bearbetn 5 cm.	2416	960	1997 <sup>2</sup>	1802	1799
1. utan fungicid				1675 <sup>2</sup>	1734 <sup>2</sup>
2. fungicidbehandlat				1310 <sup>2</sup>	1700 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> TB 2 innefattar samtliga kostnader utom markkostnad samt intäkter exklusive arealersättning.



## Diskussion

Resultaten visar att inverkan av behandlingarna med jordbearbetningar och fungicid varierade stort mellan försöksplatser. I Mosås och Ultuna resulterade fungicidbehandlingen i skördeökning, medan ingen effekt av fungicid fanns i Vreta Kloster. Ultuna var den enda försöksplats där bearbetning hade signifikant effekt på skörden, som minskade i leden med reducerade bearbetningar. Angrepp av snömögel och förekomst av vetedvärgsjuka 2006 medförde här försvagat bestånd. Mosåsförsöket visade viss tendens till fördel plöjning. I Vreta Kloster var plöjning underlägsen reducerad bearbetning ena året, andra året var förhållandet omvänt, vilket har en förklaring i för leden varierande såbäddsresultat och uppkomst under torra höstar.

Merskörden i Mosås vid fungicidbehandling, 1180 kg ha<sup>-1</sup> i medeltal (tabell 5), är en följd av att sorten SW Harnesk, med hög mottaglighet för svartpricksjuka användes båda åren. Generellt resulterade fungicidbehandlingen i en skördehöjning på samtliga platser, men ökningen var inte signifikant i Vreta Kloster (tabell 5). De förväntat höga angreppen av DTR som under många år dominerat i Mellansverige uteblev, samtidigt som svartpricksjuka fick en kraftig spridning. PCR-analyserna visar de inbördes skillnaderna och vi ser förhöjda nivåer av DTR och brunfläcksjuka i led med reducerad bearbetning (tabell 11). Att sorten Ssd Olivin angrips i betydligt mindre omfattning av svartpricksjuka (Fällman, 2007) har bekräftats, och visar att resistensegenskaper hos sorter är en mycket viktig faktor i en IPM-baserad bekämpningsstrategi.

Resultaten av skörd och upptaget kväve följdes åt och påverkades på samma sätt av behandlingarna. Proteinhalten sjönk med ökad skörd (tabell 5), ett känt negativt samband beskrivet av bl. a Kibite & Evans (1984). Proteinhalten i Vreta Kloster och Ultuna är höga (ca 13 %). Eftersom proteinhalt över 12 % inte merbetalas kan kvävegödslingen minskas på dessa platser. I Mosås bör kvävegivan höjas för att nå upp till en proteinhalt på 12 %. Då effekterna på skörd, upptaget kväve och proteinhalt i kärna skiljer sig åt mellan försöken blir sammanställningar och medeltal lätt missvisande (tabell 6 och 7). Det är därför viktigt att utvärdera försöken var för sig utifrån platsspecifika förutsättningar relaterade till bl. a jordart och klimat.

Slutsatserna av sjukdomsgraderingarna blev desamma oberoende av om resultaten presenterades uppdelade på plats eller på år (tabell 8, 9, 10). Sjukdomsindex för stråknäckare minskade vid fungicidbehandling och angreppen av bladfläckar påverkades inte av jordbearbetningarna. Det fanns vidare en stark tendens att rotdödarindex ökade vid reducerad bearbetning men resultaten var inte signifikanta vid alla tillfällen och platser. Nivåerna av rotdödarindex var låga, och ökade under säsongen. Högst nivåer fanns i Vreta Kloster (tabell 9), där jordarten är torr och lucker, vilket gynnar svampens utveckling.

Lönsamhetsmässigt visar resultaten fördel reducerad bearbetning. Undantag är Ultunaförsöket, men detta kan delvis förklaras av större utvintring i icke plöjda led. Etableringsproblem i plöjda led vid Vreta Kloster gav å andra sidan reducerade led ett gynnsammare läge. I en situation med låga spannmålspriser relativt insatsmedel är reducerad bearbetning klart konkurrenskraftig. Ett 20 % högre kalkylerat spannmålspris, (144 kr per dt) räknat på medeltalet för samtliga försök ger lika utfall för plöjning och reducerad bearbetning. Denna enkla känslighetsanalys visar prisbildens stora betydelse. Den höga prisnivån 2008 innebar ökad konkurrenskraft för plöjning (Wallenhammar, 2008).

Ytterligare aspekter kan läggas på val av bearbetningsstrategi. Genom att reducera bearbetningen minskar läckaget av fosfor och kväve samt minskar förlusterna av kol (Follet, 2001). Förhållandevis lägre mineralkväveförråd i led med grund reducerad bearbetning i denna undersökning pekar i samma riktning. Mindre kväve i omlopp i dessa led gör de totala miljövinster större på jordar med stort kväveinnehåll. Detta är i linje med de nationella miljökvalitetsmål som riksdagen antagit. Vidare är lägre förbrukning av drivmedel en positiv faktor. Detta skall å andra sidan ställas mot ett ökat behov av bekämpningsmedel mot utvintringssvampar, stråbassjukdomar, bladfläcksvampar och mot roto-gräs. Det senare har hittills belagts beträffande rotdödare, och markbundna bladfläcksvampar. När projektets hela växtföljdsomlopp utvärderats kan vi förhoppningsvis ge en mer fullständig bild.

I valet av bearbetningssystem måste såväl generella som platsspecifika faktorer beaktas. Projektets erfarenheter hittills tyder på att det är ekonomiskt motiverat att platsanpassa bearbetningen och även möjligt att växla system efter årsmån.

## Referenser

- Almquist, C, Filipsson, C. 2008. Quantitative real-time PCR- an effective tool for assessment of fungal flora in field trials. *Journal of Plant Pathology*, 90, S2. 94.
- Arvidsson, J., Andersson, F., Bölenius, E., Karlsson, J., Keller, T., Löfkvist, J., Myrbeck, Å., Rydberg, T., Svantesson, U., Svensson, T., de Toro, A. & Trautner, A. 2002a. Direktsådd. I: Jordbearbetningsavdelningens Årsrapport 2001. 103. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 12-13.
- Follet, R. F. 2001. Soil management concepts and carbon sequestration in cropland soils. *Soil and Tillage Research*. 61,1-2, 77-92.
- Fällman, A. 2007 Svartprickiga Östergötland. *Lantmannen*, 8, 67.
- Johansson, C. 2004. Jordbearbetning. Försöksrapport 2003 för Mellansvenska Försökssamarbetet och Svensk Raps. 21-22.
- Kibite, S., Evans, L.E. 1984. Causes of negative correlations between grain yield and grain protein concentration in common wheat. *Euphytica* 33, 801-810.
- Olofsson, B., Qvarnström, C. 1983. Utläggning, skötsel och bedömning av växtskydds-försök. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 25. Uppsala.
- Wallenhammar, A-C., Pettersson, B. 2003. Management of Take all in spring wheat by different precrops and seed treatments. Nordic Association of Agricultural Scientists 22<sup>nd</sup> Congress, July 1-4, 2003, Turku, Finland, 189.

## Publikationer

Wallenhammar, A-C. 2008. Grund plöjning gav bäst TB i vete efter vete. *Arvensis*, 3.

## Resultatförmedling till näringen

Fältvandring och maskindemonstration, Örebro, 7 juni 2006. Försöksvisning; ca 40 deltagare Sveakonferensen, Brunnby, Västerås, 17 januari, 2007. Muntlig presentation; ca 70 deltagare HIR-konferensen, Uppsala, 6 oktober 2009. Muntlig presentation; ca 70 deltagare SF-konferensen, Linköping, 1 december 2009. Muntlig presentation; ca 50 deltagare