

Skörderestens betydelse för fusarium i höstvet, SJV001

Rapport mars 2011

Michaela Baumgardt, HIR Malmöhus AB

Cecilia Lerenius, Jordbruksverkets växtskyddscentral, Skara

Lars Persson, Brandsberga gård

Inledning och bakgrund

Syftet var att undersöka skörderesternas betydelse för angrepp av Fusarium och toxinbildning i höstvet. Regelrätta fältförsök där förfrukter jämförs är fleråriga och resurskrävande. Detta projekt hade ett enklare upplägg för att undersöka om skillnader finns i angrepp i höstvet där skörderester från tre olika grödor spridits ut på markytan under hösten; höstvet, majs och sockerbetor.

Utländska uppgifter finns om att majs och sockerbetor kan sprida toxinbildande Fusariumarter till höstvet, men detta är inte visat under svenska förhållanden. Majsodlingen ökar i Sverige och sockerbetor blir en allt vanligare förfrukt till höstvet och därmed var det angeläget att belysa dessa förfrukters betydelse för Fusariumangrepp i höstvet. Projektets resultat kan utgöra underlag för vidare studier.

Projektet genomfördes som ett fältförsök av Hushållningssällskapet Malmöhus. Försöket graderades och analyserades av Michaela Baumgardt, HIR Malmöhus AB. Artanalyser av fusariumförekomsten på skörderesterna gjordes av Lars Persson, Brandsberga gård. Toxin- och artanalyser av kärnprover utfördes på Aarhus universitet, Forskningscenter Flakkebjerg, Danmark. Projektet finansierades av Jordbruksverket.

Metod

Försöket såddes ut den 21/9-2009 på Borgeby Gård, Bjärred, med fyra block och följande försöksled:

A = Ingen skörderest

B = Skörderest kärnmajshalm

C = Skörderest vetehalm ca 3 000 kg/ha

D = Skörderest spillbetor + blast (ca 2 500 kg betor/ha)

Förfrukten var höstråg och fältet var plöjt innan sådd. Skörderester spreds jämnt över respektive parcell den 27/11-2009 för led C och D, samt den 10/12-2009 för led B. Skörderesterna kom från olika fält i Kattarpstrakten i nordvästra Skåne. Försöket skördades 26/8-2010.

Analys av fusariumförekomsten på skörderesterna utfördes genom odling på agarplattor. Från vetehalmen klipptes 30 strå med noder, 2 cm långa, med antydan till rödfärgning och från majsresterna klipptes 30 mindre bitar från blad, stjälk och kolv med antydan till rödfärgning. Sockerbetorna var hela och från dessa togs finrötter som tvättades i vatten. Alla provbitar lades på potatisdextrosagar och efter ca tre veckor identifierades svampkolonierna.

Kring blomning var väderleken relativt torr och försöket bevattnades därför vid tre tillfällen med 20 mm vid varje tillfälle.

Gradering skedde vid två tillfällen. Vid det första graderingstillfället, 14/7, DC 83-85, gjordes graderingen enligt två olika metoder:

Metod 1. Antalet infekterade småax noterades på 20 st slumpvis utvalda ax i varje parcell. Totalt antal småax per ax räknades på 100 ax så att % angripna småax kunde beräknas.

Metod 2. En 1 m bred remsa i den 12 m långa parcellen studerades visuellt. Angripna yta räknades ihop till att motsvara hela ax. För att räkna om angreppsgraden till % angripna småax användes 400 ax/m² och samma antal småax per ax som räknades ut i metod 1.

Vid det andra graderingstillfället den 21/7 hade grödan nått DC 87 och metod 2 var svår att använda då grödan börjat gulna, därför användes endast metod 1.

Toxinanalys av toxinerna deoxynivalenol (DON), nivalenol (NIV), zeralenon (ZEA), HT2 och T2 utfördes med metoden LC-MSMS. Toxinanalysen utfördes rutvis i block 1-3. Artanalyser med realtids-PCR (sybr-green) av *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum* och *Fusarium langsethiae* gjordes ledvis (prover från block 1-3 slog samman till ett prov).

Resultat och diskussion

Artanalys av skörderesterna

I proverna från vetehalmen hittades 1 koloni av *F. graminearum* (3%), fem kolonier av *F. tricinctum* (17%) och nio kolonier av *F. poae* (30%). I majsresterna hittades 1 koloni av *F. graminearum* (3%) och fem kolonier av *F. culmorum* (17%). I sockerbetorna hittades ingen *Fusarium* överhuvudtaget.

Den främste toxinbildaren *F. graminearum* var alltså närvarande om än i låga frekvenser både i höstvetete och i majs. I majsen fanns det även *F. culmorum* som även den anses ingå i axfusarioskomplexet. I höstvetehalmen fanns det även andra toxinbildare men som ej bildar DON eller ZEA. I sockerbetorna hittades ingen *Fusarium* alls. Det kan tilläggas att vi (Lars Persson) i inventeringar i området ofta hittar *F. culmorum* på sockerbetor men nästan aldrig *F. graminearum*.

Gradering av axfusarios

Vid det första graderingstillfället upplevdes metod 2 ge en mer rättvisande bild av den verkliga infektionsgraden än metod 1. Vid det andra graderingstillfället kunde inte metod 2 användas, men med den större infektionsgraden som var vid detta tillfälle så upplevdes metod 1 ge en mer rättvisande bild än vid det första graderingstillfället.

Vid användande av metod 2 vid det första graderingstillfället samt metod 1 vid det andra graderingstillfället finns en tendens till att majs som förfrukt ger en högre infektionsgrad av fusarium än de övriga skörderesterna, se figur 1 och 2 samt tabell 1, detta är dock inte en statistiskt signifikant skillnad, se tabell 3.

Vid användande av metod 1 vid det första graderingstillfället ser det istället ut som om betor, följt av vete och sedan majs ger högst infektion vid skörderester på ytan. Men som tidigare nämnts så upplevdes inte denna gradering spegla det verkliga utfallet. Skillnaderna mellan leden är inte signifikant skilda.

Toxinanalyser

DON-halterna hamnade på höga nivåer, mellan 205 och 2468 µg/kg, se tabell 2. Prov från tre parceller överskred gränsvärdet på 1250 µg/kg, två av dessa var från parceller med majs-skörderester. DON-halten i leden med majs-skörderester var signifikant högre än övriga led, se figur 3 och tabell 3.

ZEA-halterna är mycket höga, gränsvärdet ligger på 100 µg/kg och analysvärdena visar 18-970 µg/kg, se tabell 2, där nio prover överskred gränsvärdet. De tre som inte överskred gränsvärdet låg i block tre i vilket det var ledet med majsskörderester som överskred värdet. ZEA bildas främst senare på sommaren och vid blöt väderlek med försenad skörd ökar därför ZEA halten

(Edwards, http://www.foodbase.org.uk/admintools/reportdocuments/47_90_C04022_Final_report_-_Investigation_of_fusarium_toxins_in_UK.pdf).

Augusti månad var ganska regning, se figur 4, och skörden fördröjdes förmodligen någon vecka, vilket kan vara orsaken till de höga ZEA-halterna. I de fall då man har nämnvärda mängder av ZEA brukar korrelationen mellan DON och ZEA ofta vara ganska bra och så är även fallet i denna analys. ZEA-halten i leden med majsskörderester var signifikant högre än övriga led, se figur 3 och tabell 3.

Av toxinerna HT-2 och T-2 låg samtliga prover under detektionsgränsen. För NIV var två prover över detektionsgränsen men med mycket låga halter, se tabell 2.

Artanalyser kärnprover

OBS! Uppgift har inkommit från analyslabbet angående att analysen av *F. graminearum* och *F. culmorum* kan vara förväxlade. Denna rapport kommer att uppdateras när nya analyser gjorts.

I spannmålsproverna fanns DNA från samtliga tre analyserade *Fusarium*-arter, tabell 6. Halterna av *Fusarium culmorum* var anmärkningsvärt höga, jämfört med t ex spannmålsprover från olika fältförsök i landet som analyserades vid samma tillfälle. Halterna i vetekärnorna i ledet med majshalm, hade mer än dubbelt så mycket svamp-DNA som det näst högsta ledet, med sockerbetsblast. Även i ledet utan skörderester fanns höga halter. *Fusarium graminearum* och *F. langsethiae* fanns i samtliga led med skörderester men inte alls i ledet utan tillförda rester.

I både vetehalmen och majshalmen hittades *Fusarium graminearum* hösten 2009 medan endast majshalmen innehöll *F. culmorum*. Trots detta dominerade *Fusarium culmorum* i alla kärnprover efter skörd. Det finns stor risk för att skörderesterna har spritts mellan parcellerna men även risk för vindspredning av *Fusarium*-sporer.

Övriga parametrar kärnprover

För andra parametrar (tabell 4 och 5) som vattenhalt, avrens, protein, stärkelse, gluten, ergosterol, rymdvikt och skörd fanns ingastatistiska skillnader

Ergosterolhalten kan vara ett mått på förekomsten av mögelsvampar. I detta försök finns en tendens att halterna är högre i ledet med vetehalm som skörderest. Det finns här ingen korrelation med graderingar eller toxinhalter.

Övriga kommentarer

Om försöket skulle göras om finns det några punkter som bör tänkas igenom för att få säkrare och bättre resultat:

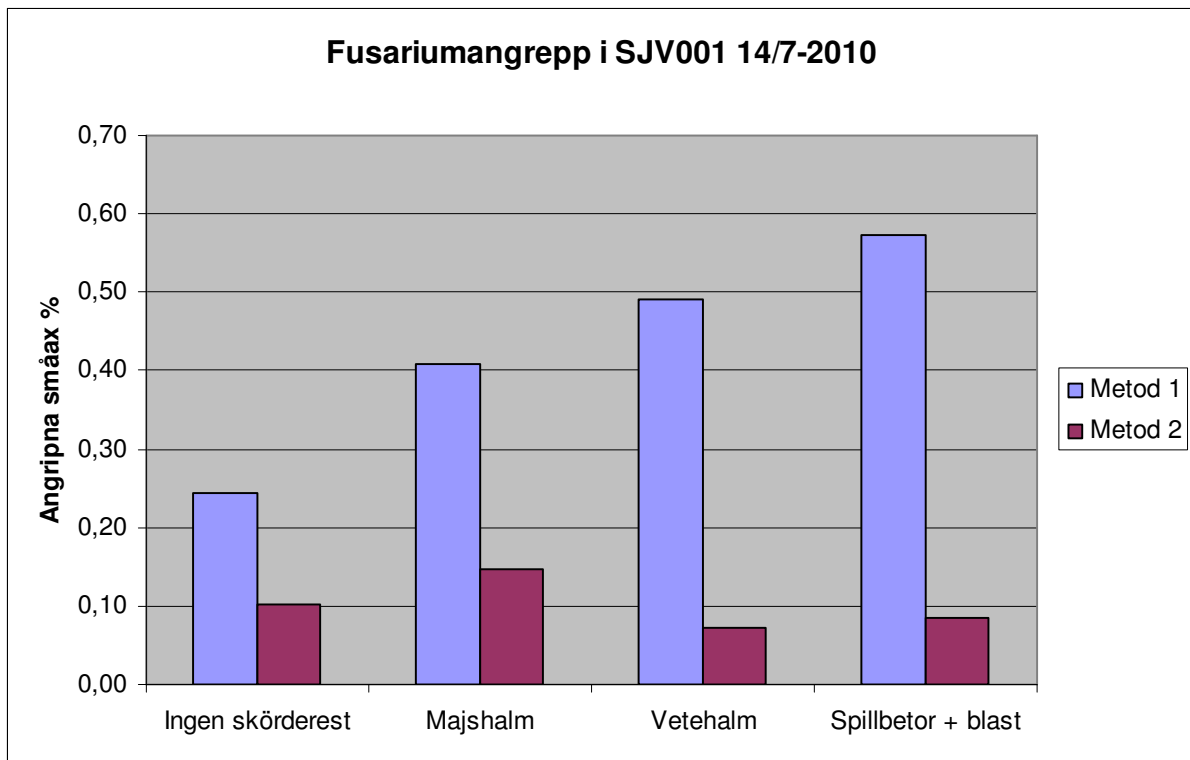
- Skörderesterna blåste runt lite på hösten och kan ha hamnat i intilliggande rutor. Om försöket ska göras om bör man lägga nät över skörderesterna så att de inte blåser iväg.
- Erfarenheter från försöket R7-109 (Provning av vete- och rågvetesorter fusariumkänslighet) tyder på att marksmitta kan sprida sig en bra bit i sidled varför

skyddsrutor mellan de olika leden bör övervägas. Utan infektionstryck från sidorna hade ledet utan tillsatta skörderester kanske inte varit så infekterat.

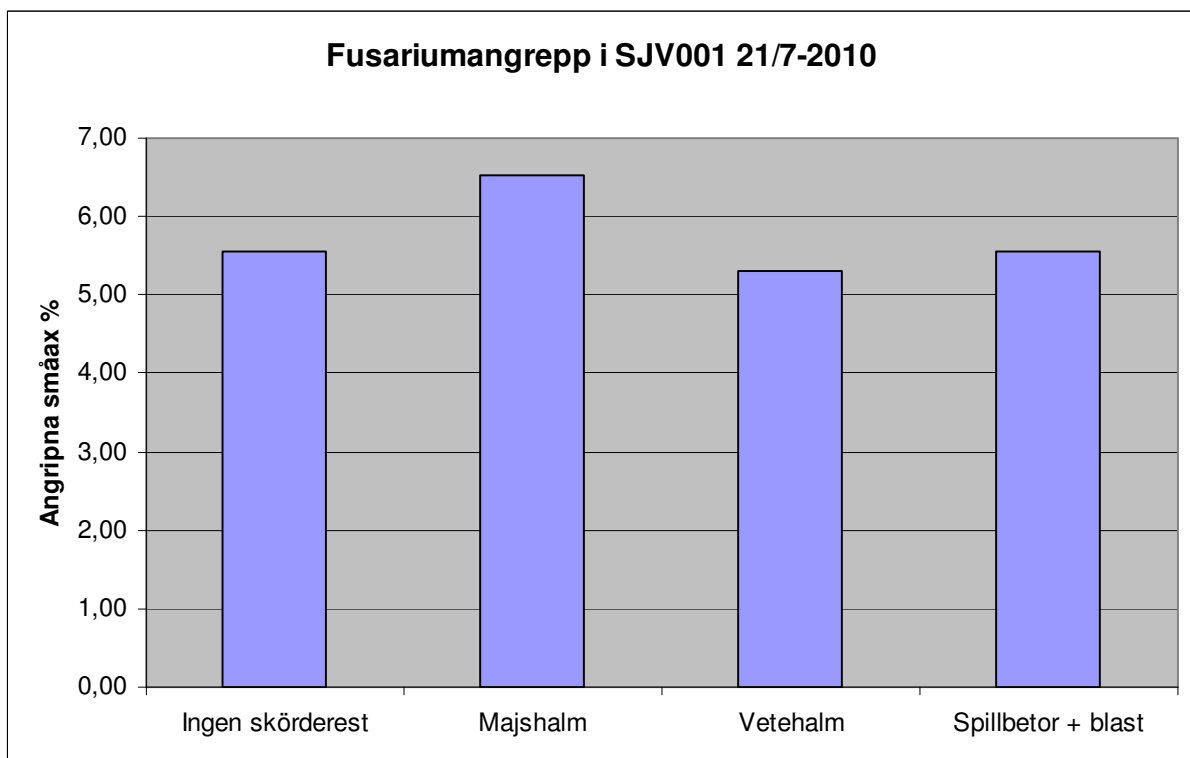
- Skörderesternas ursprung bör vara så nära varandra som möjligt för att de ska ha utsatts för samma smittetryck. Det bästa skulle vara om det skulle kunna vara ett tvåårigt försök så att förfrukten sås första året och vetet det andra året, så att skörderesterna utsätts för samma infektionstryck av fusarium.

Slutsatser

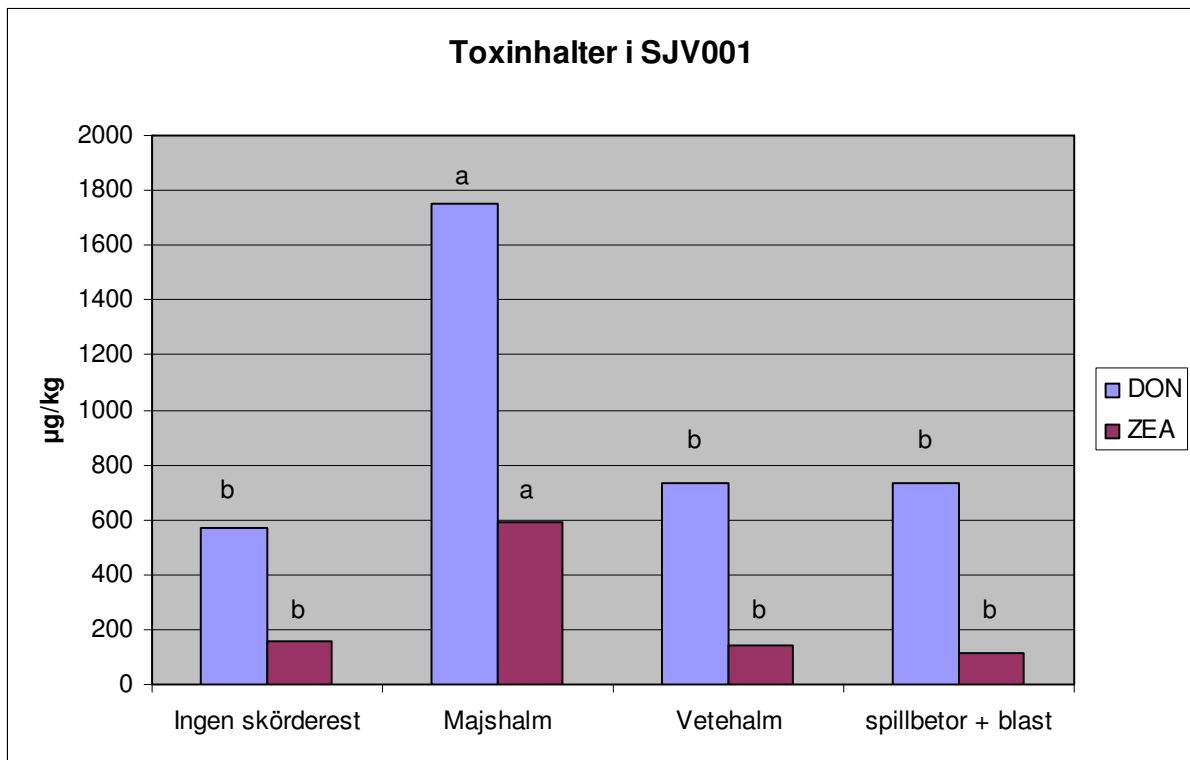
- Graderingsmetod 1 är bättre vid högre angreppsgrader medan graderingsmetod 2 fungerar bra vid lägre angreppsgrader.
- Ledet med majsskörderester gav signifikant högre DON- och ZEA-halter än övriga led. Däremot fanns det inga säkra skillnader mellan leden i graderingen av axfusarios. Detta visar på svårigheten att dra slutsatser om toxinhalterna enbart utifrån graderingar i fält. Inte heller ergosterolhalterna gav någon vägledning.
- Korrelationen mellan DON och ZEA var god.
- Halterna av Fusarium culmorum var anmärkningsvärt höga och dominerade av Fusarium-svamparna. **OBS! Uppgift har inkommit från analyslabbet angående att analysen av F. graminearum och F. culmorum kan vara förväxlade. Denna rapport kommer att uppdateras när nya analyser gjorts.**



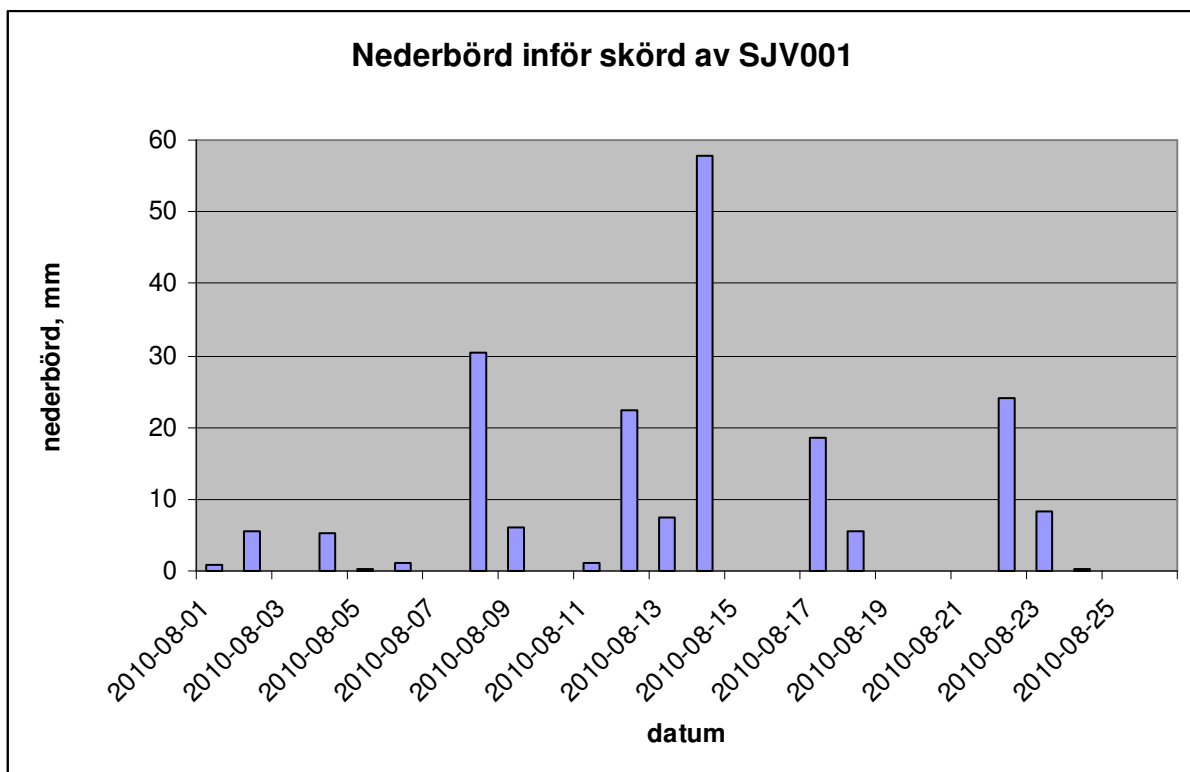
Figur 1. Fusariumangrepp (%angripna småax) vid första graderingstillfället. Inga statistiskt säkra skillnader.



Figur 2. Fusariumangrepp (%angripna småax) vid andra graderingstillfället. Graderat enligt metod 1. Inga statistiskt säkra skillnader.



Figur 3. Halter (µg/kg) av toxinerna DON och ZEA i skörd av höstvetete med olika skörderester på markytan.



Figur 4. Nederbörd innan skörd. Uppgifter från Lantmets väderstation i Borgeby.

Tabell 1. Graderingsresultat, % angripna småax.

Ruta	Led	Gradering 1	Gradering 1	Gradering 2
		Metod 1	Metod 2	Metod 1
1	A	0,327	0,083	8,824
2	B	0,654	0,250	7,843
3	C	1,307	0,083	1,961
4	D	0,980	0,063	3,595
5	C	0,327	0,083	2,941
6	B	0,327	0,146	9,804
7	A	0,327	0,104	4,902
8	D	0,654	0,208	8,497
9	B	0,327	0,083	4,902
10	A	0,000	0,052	5,556
11	D	0,000	0,063	10,131
12	C	0,000	0,063	1,634
13	D	0,654	0,010	0,327
14	C	0,327	0,063	10,131
15	A	0,327	0,167	5,229
16	B	0,327	0,104	5,556

Tabell 2. Toxinanalysresultat, µg/kg.

Ruta	Led	DON	NIV	Zeralenon	HT2	T2
1	A	530	<10	226	<10	<5
2	B	1645	<10	588	<10	<5
3	C	646	<10	103	<10	<5
4	D	567	<10	131	<10	<5
5	C	1049	<10	255	<10	<5
6	B	2468	36	970	<10	<5
7	A	821	<10	160	<10	<5
8	D	1432	<10	193	<10	<5
9	B	1144	28	216	<10	<5
10	A	367	<10	87	<10	<5
11	D	205	<10	18	<10	<5
12	C	502	<10	69	<10	<5
Detektionsgräns (µg/kg):		10	10	2	10	5

Tabell 3. Resultat från statistisk analys i ARM.

Description	Grad 1 2010-7-14 Metod 1	Grad 1 2010-7-14 Metod 2	Grad 2 2010-7-21 Metod 1	DON	ZEA
Rating Date					
Rating Data Type					
Rating Unit	Andel ang småax	Andel ang småax	Andel ang småax	µg/kg	µg/kg
Trt Treatment					
No. Name	1	2	3	4	5
1 Ingen skörderest	0,0024509807 a	0,0010156251 a	0,0555555615 a	572,7 b	157,7 b
2 Majshalm	0,0040849680 a	0,0014583334 a	0,0653594872 a	1752,3 a	591,3 a
3 Vetehalm	0,0057189545 a	0,0005989583 a	0,0531045810 a	732,3 b	142,3 b
4 spillbetor + blast	0,0049019614 a	0,0009895833 a	0,0555555615 a	734,7 b	114,0 b
LSD (P=.05)	0,00392028263	0,00093593237	0,05602843502	459,23	318,22
Standard Deviation	0,00245098003	0,00058514951	0,03502925463	229,85	159,27
CV	57,14	57,61	61,03	24,25	63,37
Bartlett's X2	5,842	1,934	11,766	2,686	6,903
P(Bartlett's X2)	0,12	0,586	0,008*	0,443	0,075
Replicate F	6,037	1,188	1,012	15,505	3,491
Replicate Prob(F)	0,0154	0,3679	0,4317	0,0043	0,0987
Treatment F	1,296	1,442	0,096	16,654	6,115
Treatment Prob(F)	0,3341	0,2941	0,9601	0,0026	0,0296

Tabell 4. Resultat från skörden.

Ruta	Led	Fältvikt g	Före rens g	Efter rens g	Vattenhalt labb %	Protein % av ts	Gluten % av ts	Stärkelse % av ts	Rymdvikt g/l
1	A	578,5	567,4	565,2	14,48	9,61	18,73	73,53	721,89
7	A	544,6	533,9	531,3	13,86	8,61	17,58	73,55	711,15
10	A	559,5	549,8	547,8	14,61	8,79	17,94	72,79	726,76
15	A	580,2	569,3	567,3	14,8	8,5	18,01	73,81	718,2
2	B	493,7	483	479,8	14,7	8,92	17,87	74,04	711,15
6	B	519,3	509,4	506,1	14,87	8,69	16,4	73,52	711,48
9	B	505,5	495,3	494,2	15,43	8,33	16,51	73,62	721,89
16	B	524,8	514,6	512,5	14,75	8,47	16,81	72,94	711,15
3	C	536,8	526,3	523,7	14,64	9,58	19,39	73,95	704,6
5	C	523,4	513,1	510,8	14,54	9,34	18,7	74,45	712,32
12	C	531,3	520,7	517,4	15,35	8,7	17,31	74,29	703,76
14	C	538,7	528,8	526,4	15	8,6	16,05	74,43	718,87
4	D	532,4	522,2	520	14,22	9,37	19,1	73,9	705,6
8	D	512,9	502,4	500,1	14,69	8,75	18,12	72,82	715,18
11	D	572,6	561,8	560,4	14,73	9,2	17,48	73,65	720,72
13	D	514,2	505	503,4	14,94	8,07	16,09	75,19	718,2

Ruta	Led	Ergosterol	N- faktor	N % av ts	Avrens %	Vattenhalt fält %	Skördenivå/ha
1	A	17,66	5,7	1,686	0,388	16,121	8527,57
7	A	18,41	5,7	1,511	0,487	15,552	8125,61
10	A	15,88	5,7	1,542	0,364	16,090	9007,35
15	A	16,33	5,7	1,491	0,351	16,401	8591,91
2	B	18,53	5,7	1,565	0,663	16,549	8319,85
6	B	16,99	5,7	1,525	0,648	16,493	8074,75
9	B	15,8	5,7	1,461	0,222	17,136	9218,14
16	B	15,77	5,7	1,486	0,408	16,407	9099,26
3	C	18,94	5,7	1,681	0,494	16,310	7996,32
5	C	18,95	5,7	1,639	0,448	16,222	7877,45
12	C	18,61	5,7	1,526	0,634	17,039	8602,33
14	C	18,17	5,7	1,509	0,454	16,562	8762,25
4	D	18,7	5,7	1,644	0,421	15,863	8132,35
8	D	15,95	5,7	1,535	0,458	16,436	8009,80
11	D	17,35	5,7	1,614	0,249	16,338	8582,11
13	D	17,9	5,7	1,416	0,317	16,462	8482,84

Tabell 5. Resultat från skörden omräknat till 15 % vattenhalt

Ruta	Led	Protein vid 15% vh	Gluten vid 15% vh	Stärkelse vid 15% vh	Rymdvikt g/l vid 15% vh	Ergosterol vid 15% vh i mg/kg	Skördenivå/ha i 15 % vh	Medel Skördenivå	Avrens
1	A	8,2	15,9	62,5	696,9	17,0	7903,87		30,646
7	A	7,3	14,9	62,5	657,1	17,0	7798,82		37,979
10	A	7,5	15,2	61,9	707,9	15,5	8366,41		30,434
15	A	7,2	15,3	62,7	708,6	16,1	7830,55	7974,91	27,509
2	B	7,6	15,2	62,9	696,9	18,2	7491,28		49,632
6	B	7,4	13,9	62,5	705,3	16,8	7296,26		47,267
9	B	7,1	14,0	62,6	742,6	16,3	8050,96		17,880
16	B	7,2	14,3	62,0	699,3	15,5	8285,04	7780,88	33,810
3	C	8,1	16,5	62,9	687,7	18,5	7317,89		36,151
5	C	7,9	15,9	63,3	690,5	18,4	7251,50		32,505
12	C	7,4	14,7	63,1	720,2	19,0	7524,99		47,691
14	C	7,3	13,6	63,3	718,9	18,2	7899,80	7498,54	35,854
4	D	8,0	16,2	62,8	668,9	17,7	7657,33		32,260
8	D	7,4	15,4	61,9	700,4	15,6	7276,33		33,311
11	D	7,8	14,9	62,6	707,7	17,0	7859,49		19,586
13	D	6,9	13,7	63,9	715,3	17,8	7705,04	7624,55	24,412

Tabell 6. DNA från Fusarium-arter i vetekärnor, resultat av realtids-PCR . **OBS! Uppgift har inkommit från analyslabbet angående att analysen av *F. graminearum* och *F. culmorum* kan vara förväxlade. Denna rapport kommer att uppdateras när nya analyser gjorts.**

Led	<i>F. graminearum</i> (pg Fg DNA/ug plant DNA)	<i>F. culmorum</i> (pg Fc DNA/ug plant DNA)	<i>F. langsethiae</i> (pg FI DNA/ug)
A	0	22268	0
B	129	82029	286
C	250	28187	457
D	154	37137	718

Bilaga 1

2011-2-10 (SJV001)

AOV Means Table Page 1 of 4

Forsöksverksamheten vid Husholdninssalskabet Malmöhus

Skörderestens betydelse för fusarium i höstvete								
Trial ID: SJV001			Protocol ID: SJV001					
Location: Borgeby			Study Director: Michaela Baumgardt					
			Investigator: Per-Goran Andersson					
Description	Grad 1	Grad 1	Grad 2	DON	ZEA	FÄLTVIKT	FÖRE RENS	EFTER RENS
Rating Date	2010-7-14	2010-7-14	2010-7-21					
Rating Data Type	Metod 1	Metod 2	Metod 1					
Rating Unit	ang andel	ang andel	ang andel	µg/kg	µg/kg	G	G	G
Trt Treatment	1	2	3	4	5	6	7	8
No. Name								
1 Ingen skörderest	0,0024509807 a	0,0010156251 a	0,0555555615 a	572,7 b	157,7 b	565,70 a	555,10 a	552,90 a
2 Majshalm	0,0040849680 a	0,0014583334 a	0,0653594872 a	1752,3 a	591,3 a	510,83 b	500,58 b	498,15 b
3 Vetehalm	0,0057189545 a	0,0005989583 a	0,0531045810 a	732,3 b	142,3 b	532,55 ab	522,23 ab	519,58 ab
4 spillbetor + blast	0,0049019614 a	0,0009895833 a	0,0555555615 a	734,7 b	114,0 b	533,03 ab	522,85 ab	520,98 ab
LSD (P=.05)	0,00392028263	0,00093593237	0,05602843502	459,23	318,22	30,312	29,917	30,006
Standard Deviation	0,00245098003	0,00058514951	0,03502925463	229,85	159,27	18,951	18,704	18,760
CV	57,14	57,61	61,03	24,25	63,37	3,54	3,56	3,59
Bartlett's X2	5,842	1,934	11,766	2,686	6,903	4,644	4,432	4,483
P(Bartlett's X2)	0,12	0,586	0,008*	0,443	0,075	0,20	0,218	0,214
Replicate F	6,037	1,188	1,012	15,505	3,491	0,632	0,660	0,711
Replicate Prob(F)	0,0154	0,3679	0,4317	0,0043	0,0987	0,6125	0,5969	0,5697
Treatment F	1,296	1,442	0,096	16,654	6,115	5,702	5,773	5,786
Treatment Prob(F)	0,3341	0,2941	0,9601	0,0026	0,0296	0,0182	0,0175	0,0174



FÄLTKORT
HS Malmöhus

2010 SJV001

MB-321-09

SJV001

Försöksserie: Skörderestens betydelse för fusarium i höstvetete
Försöksvärd: HS Malmöhus, Borgeby gård
Borgeby slottsväg 11, 237 91 Bjärred

321/09

<p>Försöksled</p> <p>A = Ingen skörderest B = Skörderest majshalm C = Skörderest vetehalm ca 3 000 kg/ha D = Skörderest spillbetor + blast (ca 2 500 kg betor/ha)</p>	
<p>Rutfordelning i fält</p> <p>ABCD CBAD BADC DCAB</p> <p>Bruttoruta $4 \times 12 = 48$ m² Skörderuta $2,09 \times$ = m²</p> <p>Försöket ligger ca m i riktning från Norrpil o Plojn.rikt. o</p>	
<p>Alla åtgärder ska dateras och signeras på fältkortets original-ex. Till undersökningsledaren sänds kopia efter sädd/utläggning, originalet efter skörd</p>	
<p>Allmänna anvisningar</p> <p>Förfrukt: Höstråg. Gröda: Höstvetete Sort: Gnejs Sädd månad-dag: 21/9-09 Gödsling: månad-dag mängd, l, kg/ha</p> <p>Skörderester hämtas från nordvästra Skåne. 5 kg prov tas ut av varje skörderest (led B,C,D) Kontakta Lars Persson, 0733-588063, för avhämtning.</p> <p>Skörderester sprids jämnt från sen höst till tidig vår.</p> <p>Led C+D 23/10-09 Led B 10/11-09</p>	<p>Graderingar och bestämningar</p> <p>Skörd Analys: Std NIR</p>
<p>Beställare, telefon Cecilia Lerenius, SJV, 0761-413701</p>	<p>Utöversvarig, telefon Johan Mattsson, 040-21 26 51</p>