

Slutrapport projekt V0633018

Trichotecener i havre-inventering och utredning av orsaker.

Inledning

Projektet har pågått sedan 2006 och har omfattat odlings säsongerna 2006 till och med 2009. Ursprungligen var avsikten att projektet endast skulle pågå under 3 säsonger, men p.g.a. relativt låga mykotoxinhalter 2008 beslutades att förlänga projektet med ett odlingsår för att få ett bättre underlag. Intentionerna i ursprunglig projektplan har följts men en del justeringar har gjorts jämfört med den ursprungliga planen. De viktigaste är följande: I ursprunglig plan var avsikten att i huvudsak analysera proverna med s.k. ELISA-kits. Vi valde istället att använda GC-teknik på Inst. för Husdjurens Utfordring och Vård, SLU som standardteknik. Orsakerna var dels att kostnaderna inte bedömdes skilja särskilt mycket och för en av de trichotecener som ingått: HT-2 fanns då projektet startade ingen etablerad teknik för analys med ELISA. Vi hade för avsikt att sända prover till Bioforsk, Norge för DNA-analyser. Detta gjordes också i begränsad omfattning, men huvudsakligen har DNA-analyserna utförts av Livsmedelsverket och delar av materialet har publicerats i artikel inriktad på utveckling av PCR-tekniker (Fredlund m.fl. 2010). I planen skissades även på att samla in ett relativt stort antal prover vid spannmålsmottagningar hos Vara Lagerhus och hos Lantmännen. Vid närmare eftertanke skulle detta dock ge ganska dålig precision/stor arbetsinsats för att få fram de odlingsdata som är av intresse för undersökningen. Vi valde därför att i första hand basera studien på prover från fältförsök kompletterade med prover från utsädesodlingar för att närmare studera förfruktseffekter. Dessutom gjordes ett begränsat antal specialstudier på inleveransprover till Lantmännen som analyserats med NIT och prover som skalats eller sorterats i labbskala. Slutligen gjordes studier i industriell skala när det gäller effekter av skalning och sortering av partier hos Frebaco, Lidköping och Cerealia, Järna. I huvudsak har T-2 och HT-2 analyserats, men i vissa fall även DON och NIV. Eftersom DON och NIV inte analyserats konsekvent kommer rapporten i huvudsak att omfatta T-2 och HT-2 toxin.

Sammanfattning

I projektet har vi framförallt studerat vilka faktorer som påverkar förekomsten av trichotecenerna T-2 och HT-2 i havre. Några tydliga skillnader när det gäller odlingsåtgärder har inte kunnat visas. Däremot konstaterades att skillnaderna mellan åren var relativt stora, men någon tydlig koppling till väder verkar inte finnas. Sortvalet visade sig ha viss betydelse liksom region. Reducerad jordbearbetning visade på en något ökad risk, men tillämpades endast i ett fåtal fall. Mulljordar verkade också vara en riskfaktor medan övriga skillnader beroende på jordart var små. Prolinebekämpning i blomning gav varierande effekt och även förfruktseffekterna var otydliga även om det fanns indikationer på att havre efter havre kan vara en riskfaktor. Rekommendationer kring hur man undviker problem med dessa toxiner är därför svåra att ge, särskilt som det inte finns något koppling mellan förekomst av DON och T-2 och HT-2. Vidare har vi visat att skalning och sortering kan ha stor betydelse. Således hade små kärnor över lag högre halter än normalstora, skalning gav en kraftig reduktion i halterna, åtminstone vid höga ingående halter, och mörkfärgade kärnor som kunde sorteras bort med hjälp av s.k. Sortex-utrustning hade högre toxinhalter än normala kärnor. DNA-analyser har tydligt visat att *Fusarium langsethiae* är huvudproducenten av T-2 och HT-2 i Sverige.

Material och metoder

Prover från försök

Arbetet med att samla in provmaterial från försök har gått till på samma sätt som i det parallella veteprojektet: prover har analyserats i omgångar där vi först tagit ut ett prov per försök för att få en uppfattning om geografiska skillnader och därefter har fler led från vissa försök tagit ut. Projektet "tjuvstartade" med en studie av effekten av skalning och frånrensning av små kärnor i labbskala med material från bekämpningsförsök i Västergötland 2005. Dessa sorterades och skalades på Cerealias lab i Järna. En första studie av ev. effekter av svampbekämpning gjordes också på dessa prover. I huvudprojektet analyserades därefter 214 prover från försök med ungefär jämn fördelning mellan åren 2006-2009. Försöken fördelades på 49 sortförsök, 35 bekämpningsförsök, och 4 gödslingsförsök. Trichotecenerna T-2 och HT-2 analyserades i samtliga fall, medan DON och NIV analyserades på 85 prover. Förutom sort och bekämpning registrerades även jordart, förfrukt och jordbearbetning. Även väderdata och utvecklingsstadier har registrerats och dessa data har använts i ett pågående EU-projekt (EMTOX) med fokus på modellering av mykotoxinförekomst med hjälp av väderdata.

Prover tagna i samband med inleveranser till Lantmännen

Ett set om 6 stycken ordinarie produktionsprover togs också ut 2006 för att bygga på erfarenheterna när det gäller effekter av skalning på trichotecenhalterna. Dessa sorteringar och skalningar utfördes på Lantmännen lantbruks lab. i Köping. Ett mindre antal prover, totalt 15 stycken med olika grader av missfärgning, där NIT använts som färgmättningsmetod, har också ingått i studien. Denna del i projektet har inte utförts så systematiskt som det var tänkt från början. En orsak till detta är att NIT som kvalitetsindikator för havre inte använts systematiskt under perioden. Under projektets gång utvecklades färgmätning med NIT som nu används på mottagningsstationerna och det kändes mest motiverat att jämföra detta mått med trichotecenförekomst istället för ergosterolprediktion som tidigare användes, så vi valde att endast göra en begränsad studie av detta under projektets sista båda år, 2008 och 2009.

Prover från utsädesodlingar

Eftersom variationerna i förfrukter är relativt små i de officiella försöken, kompletterades dessa prover med material från försöksodlingar i Västergötland. Totalt analyserades 21 prover från åren 2007 t.o.m. 2009. I samtliga fall analyserades endast T-2 och HT-2 i dessa prover.

Effekt av skalning och sortering i industriskala

De tester som gjorts på labbskala med skalning och sortering har även gjorts i industriell skala. Detta gjordes framförallt hos Frebaco i Lidköping (4 batcher), men en skalning som utfördes hos Cerealia i Järna ingick också i studien.

Förutom skalning studerades även toxinhalter i mörka kärnor som sorterats bort i Sortexutrustning. Denna metod bygger på bildanalys och med hjälp av tryckluft skjuts mörka kärnor som passerar utrustningens kamera bort till en särskild behållare. Det är dock svårt att påtagligt påverka toxinhalter i ingående vara, eftersom endast upp till 5% av ingående vara kan tas bort med denna metod. Man får också räkna med att även normala kärnor kommer med i bortsorterad fraktion. I denna undersökning har vi endast studerat halterna T-2 och HT-2 toxin i ingående vara och bortrensad fraktion, men med hänsyn tagen till hur mycket man maximalt kan rensa bort går det att ta fram en teoretisk sänkning av mykotoxinhalterna med denna metod. I de tester som utfördes sorterades dock endast ca. 2% bort.

Statistik

Students t-test för parvisa jämförelser mellan sorter utfördes med hjälp av Microsoft Excel 2007.

Mykotoxinanalyser

Samtliga analyser utfördes på Inst. För Husdjurens utfodring och vård, SLU. En gaskromatografisk metod med EC-detektion användes för separation och kvantifiering av HT-2 och T-2 toxinerna. Metodiken för extraktion och upprening har däremot utvecklats under projektets gång och är beskrivna i Fredlund et al. 2010. Utbyte, renhet, detektionsnivå, och variationen förbättrades i den slutgiltiga metoden, som utnyttjar extraktion med acetonitril-vatten och upprening på en immunoaffinitetskolonn. Den slutgiltiga metodiken har använts för majoriteten av proverna, men uppreningsmetoderna har jämförts inbördes och med andra laboratoriers metoder, för att erhålla en uppfattning om vilken variation man bör räkna med. Analysen av HT-2 och T-2 är svår och variationen är normalt stor mellan laboratorier och metoder. Detektionsnivån för HT-2 och T-2 har huvudsakligen varit 2 resp. 6 µg/kg. Deoxynivalenol och nivalenol analyserades med en HPLC-metod med UV-detektion efter extraktion med acetonitril-vatten och upprening på en SPE-kolonn. Detektionsnivån för deoxynivalenol och nivalenol 20 µg/kg.

Analys med Realtids-PCR

Real-tids PCR-analyserna på Livsmedelsverket utfördes i två omgångar med 62 prover den första omgången och 49 i den andra. Bioforsk utförde dels en orienterande undersökning på ett set om 20 äldre prover från 1996+1997 med olika förekomst av HT-2+T-2 samt 21 prover från 2005-2006, som även analyserats på Livsmedelsverket.

Alla prover som bearbetades på Livsmedelsverket analyserades enligt Fredlund et al. (2010) varvid nukleinsyra från 200 mg prov extraherades. Varje prov analyserades sedan i duplikat med real-tids PCR (Applied Biosystems 7500) för förekomst av DNA från arterna *Fusarium graminearum*, *F. culmorum* (endast omgång 2), *F. sporotrichioides*, *F. poae* (endast omgång 1) och *F. langsethiae*. Analyserna bygger på en TaqMan-baserad metod beskriven av Waalwijk et al. (2004). Med TaqMan-metodiken kvantifieras *F. langsethiae* utifrån ett DNA fragment som korsreagerar med vissa isolat av *F. sporotrichioides*. En SYBRGreen-baserad metod för *F. langsethiae* och *F. sporotrichioides* beskriven av Wilson et al. (2004) anpassades därför till real-tids PCR av Fredlund et al. (2010). Den användes parallellt i första omgången och ersatte TaqMan-metoden för *F. langsethiae* i andra omgången. En intern positiv PCR kontroll inkluderas i analysen av *F. graminearum* för att säkerställa att negativa prov inte berodde på förekomst av PCR inhibitorer.

Resultatet beräknades i pg mål DNA/µg total DNA där den totala mängden DNA i provet uppmättes med Nanodrop. Eftersom olika mängd plant(+svamp)-DNA extraheras från proven kan detta kompenseras för genom att jämföra mål-DNA med den totala mängden DNA.

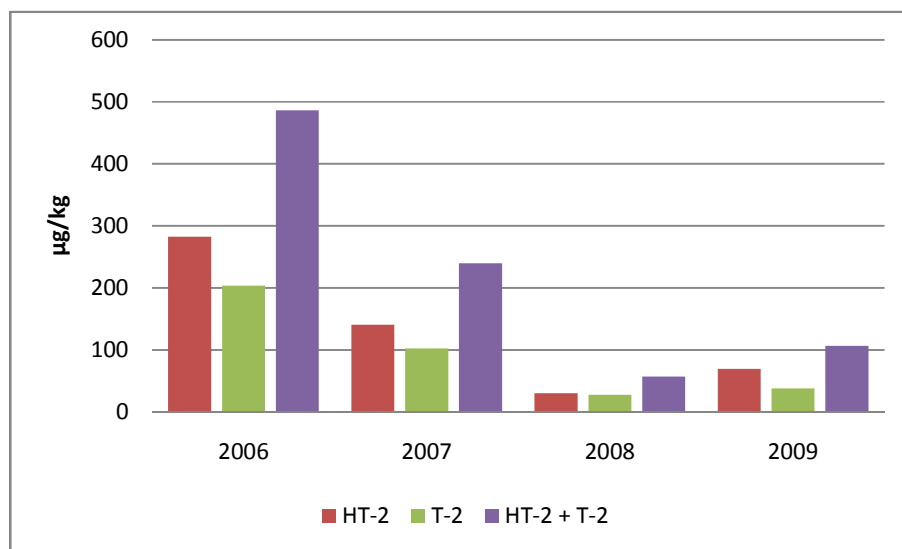
På Bioforsk i Norge kvantifierades Fusariumarterna *F. langsethiae*, *F. poae*, *F. culmorum*, *F. graminearum* och *F. avenaceum* med en Taqman-baserad metodik efter Waalwijk et al. (2004). *F. langsethiae* kvantifierades där utifrån det DNA fragment som korsreagerar med vissa isolat av *F. sporotrichioides*. I de äldre proverna kvantifierades bara *F. langsethiae* och *F. poae*.

Resultat och Diskussion

Resultaten koncentreras på HT-2 och T-2 samt summan av dessa toxiner, eftersom antalet analyser av övriga toxiner är mycket begränsat.

Analys av T-2 och HT-2

Skillnaderna mellan åren var ganska betydande, med de högsta halterna under de första åren av undersökningen (Figur 1).



Figur 1. Medelvärden för HT-2, T-2 och HT-2 plus HT-2 för åren 2006-2009. N = 61, 59, 62 respektive 54.

Förekomsten följer samma mönster, som i havreleveranserna till europeiska havrekvarnar 2005-2009 (Pettersson et al. 2011). Nivåerna är däremot något högre i den svenska havren, men de genomsnittliga halterna i undersökningar av havre från Storbritannien, Norge och Finland har följt samma mönster och legat i nivå med de svenska resultaten (Edwards 2009, Pettersson 2010). Försök med reducerad jordbearbetning (N = 18) hade högre genomsnittliga halter (422 µg/kg) än de 224 µg/kg i försök där plöjning tillämpats (N = 150). Mulljordar och mullrika mineraljordar (N = 33) hade högre halter (300 µg/kg) än genomsnittet för alla prover (222 µg/kg). Väderdata har hittills inte visat sig kunna förklara skillnader i trichotecenförekomst mellan år, men detta kommer att studeras vidare inom EMTOX-projektet.

Sortförsök. Data från försök visade på att sortskillnader kan vara av betydelse. De årliga medelvärdena för summan av HT-2 och T-2 i 6 olika sorter från fyra försökslokaler redovisas i Tabell 1.

Tabell 1. Årliga medelvärden för HT-2 plus T-2 i fem olika sorter från fyra lokaler under åren 2006-2009

Sort	2006	2007	2008	2009	Medel
Belinda	488	212	218	106	256
Freddy	294		37	78	136
Ingeborg	572	594	139	110	354
Ivory	302	337	26	46	178
Kerstin	344	251	40	65	175
Medel	400	349	92	81	220

Inga statistiskt signifikanta skillnader ($p < 0,05$) vid parvisa jämförelser noterades, men signifikansnivån var bara strax över 0,05 för skillnaden mellan Belinda och Freddy. Sortskillnader i naturliga halter av HT-2 och T-2 i havre har även rapporterats från Storbritannien, Norge, Tyskland och Finland. Höstsådda sorter hade i Storbritannien väsentligt mycket högre halter än vårsådda, hos vilka även en något mindre skillnad noterats (Edwards 2010, Edwards and Anderson 2010). I Norge har högre halter främst konstaterats i sorterna Belinda och Bessin (Brodal et al. 2010). I tyska sortförsök från 2007 hade sorterna Ivory och Pergamon lägre halter än Aragon och Dominik (Schwake-Anduschus et al. 2010). Finska undersökningar visar att sorten Veli har haft väsentligt högre toxinhalter än andra undersökta sorter, men även Belinda hade haft hög kontaminering (Hietaniemi et al. 2007).

Fungicidförsök. Resultaten från olika bekämpningsförsök visade inte på några övertygande skillnader Inledande analyserna som utfördes på prover från ordinarie bekämpningsförsök visade på en möjlig höjning av halterna med strobiluriner (Comet och Amistar) och ev. en sänkning med triazolerna (Tilt Top). Det senare studerades noggrannare under de efterföljande åren då obehandlade led jämfördes med en sen behandling med triazolen Proline (Tabell 2).

Tabell 2. HT-2 + T-2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) i bekämpningsförsök 2006-2008. Bekämpning utförd i DC 65.

År	Plats	ADB	Obehandlat	Proline
2006	Helleberg, V-götland	F39226	48	34
2006	Falbygden, V-götland	F39256	1044	894
2006	Håberg, V-götland	F39216	371	260
2006	Vreta Kloster, Ö-götland	151546	512	424
2006	Tåby Gård, Ö-götland	151547	50	11
2007	Long, V-götland	151690	87	223
2007	Ruta kvarn, V-götland	151691	101	243
2007	Håberg, V-götland	151692	231	152
2007	Tronarps gård, Halland	151693	228	272
2007	Brunnby, Västmanland	HC0586	167	355
2007	Hjälmarsholm, Närke	HC0588	517	1170
2008	Vreta Kloster, Ö-götland	151862	232	187
2008	Trollenäs slott, Skåne	151863	30	35
2008	Tronarps gård, Halland	151864	31	21

Här skiljer sig resultaten mellan åren kraftigt. Medan man har fått en viss sänkning av halterna 2006 har behandlingen gett en höjning 2007 och särskilt då i ett försök, HC0588. Försöken 2008 visade tyvärr inte på några nämnvärda skillnader mellan försöksleden. Medelvärdet för obehandlat led är

något lägre (260 µg/kg) jämfört med behandlat led (305 µg/kg) men inga signifikanta skillnader finns. I Norge har man även undersökt effekten av Proline behandling av havre på olika fusarium toxiner (Brodal et al. 2010). Proline behandlingen hade ingen effekt på halterna av T-2, HT-2 och enniatin B medan halterna av deoxynivalenol halverades. Edwards and Anderson 2010 har i försök studerat 12 olika fungicidbehandlingar. Behandling med Proline, Folicur, Opus, Comet, Flexity, Amistar eller Fandago i stadiet GS 59-61 ingick i försöken. Ingen signifikant effekt på T-2+HT-2 nivåerna erhöles med någon av fungicid behandlingarna.

Växtföljd. När det gäller växtföljd gjordes en separat studie 2005, där det visade sig att på en av försöksplatserna, Bjertorp i Västergötland, var halterna HT-2 och T-2 toxin betydligt högre än på två andra platser (Skåne och Mälardalen) och på Bjertorp var havre förfrukt till havren som undersöktes. Detta tydliga samband har vi inte sett under projekttiden: Vid en jämförelse av utsädesodlingar med olika förfrukter under åren 2006-2008 var den genomsnittliga halten med havre som förfrukt endast obetydligt högre än där höstvetet utgjort förfrukt som i sin tur var något högre än de fall där ärt/åkerböna varit förfrukt (77, 60 respektive 48 µg/kg). I Norge har man funnit klart högre halter av T-2 och HT-2 i havre efter havre som förfrukt jämfört med vårvetet, höstvetet och korn (Brodal et al. 2010). Bearbetning av de fleråriga toxin analyserna av havre från Storbritannien visade på signifikant högre halter med spannmål som förfrukt jämfört med andra förfrukter (Edwards et al. 2009).

Regionala skillnader. Sorten Belinda provtogs i sortförsök på samma eller närliggande försöksplats varje försöksår från 2006 till 2009 (Tabell 3). Försöken i Västergötland och Närke hade något högre genomsnittliga halter jämfört med övriga landet, men med en viss variation mellan åren. Antalet analyserade prover är dock för lågt för att säkra regionala skillnader skall kunna konstateras och tar med samtliga analyserade prover riskerar man att få ett mycket obalanserat material.

Tabell 3. Genomsnittliga halter av HT-2 plus T-2 toxin (µg/kg) i sorten Belinda från olika län 2006-2009

Län	Plats	2006	2007	2008	2009	Medel
N	Harplinge*	269	227	30	29	139
R	Björkehögen, Falköping*	341	205	493	886	481
H	Varierande, nära Kalmar*	571	12	61	41	171
E	Vreta kloster	1110	42	52	28	308
T	Nybble, Vintrosa	1354	214	112	35	429
D	Nyköping*	934	230	20	280	366
U	Brunnby, Västerås	475	177	74	30	189
AB	Fransåker*	752	47	104	16	230
W	Hedemora		60	200	4	88
	Medel	726	135	127	150	267

* Närliggande lokal har utnyttjats vissa år

I en tidigare undersökning 1997-1998 av HT-2 och T-2 i svensk havre, då halterna var lägre, kunde också regionala skillnader konstateras. Högre halter noterades i Närke och Västmanland jämfört med övriga delar av landet. Regionala skillnader och interaktion mellan år och region har konstaterats vid bearbetningen av HT-2 och T-2 analyserna av havre från Storbritannien (Edwards 2009). Eventuella skillnader mellan halter i havre från olika länder är svårare att konstatera, då toxinanalyserna gjorts av olika laboratorier (Pettersson 2010).

Växtnäring. När det gäller växtnäring analyserades data från 4 försök 2007 t.o.m. 2009 i Västergötland och Närke. I varje försök ingick 6 kvävegödslingsnivåer från 0 upp till 160 kg N/ha. Skillnaderna mellan gödslingsnivåerna var inte särskilt stora, men en sjunkande tendens kunde iakttagas när det gäller HT-2 och T-2 med stigande kvävegiva. I två försök analyserades även DON och här kunde man iaktta en omvänd tendens. I Storbritannien har man i faktoriella försök inte kunnat konstatera några effekter av kvävegiva (96, 108 och 120 kg/ha) på T-2/HT-2 halterna i olika havresorter (Edwards and Anderson 2010).

Färg i Lantmännenprover. Analyser av inleveransprover med olika färg bedömda med NIT gav inga skillnader i HT-2 och T-2 halter. Korrelationen mellan färg och toxiner var nära noll, men toxinhalterna var också genomgående låga.

Skalning och sortering i labbskala och industriell skala

Skalning och sortering i labbskala gav tydliga sänkningar av T-2 plus HT-2 halterna på prover uttagna från försök 2005 (Tabell 4). Reduktionen som åstadkoms vid skalningen av sex produktionsprover från 2007 var något mindre, i genomsnitt reducerades halterna av T-2 plus HT-2 med 73%. Medelvärdet före skalning varierade inte så mycket och låg i medeltal på 180 µg/kg. Undersökningar i Storbritannien rörande skalning av toxinhaltiga havreprover i laboratorieskala har också visat på en hög men varierande reduktion av HT-2 och T-2 (Edwards 2007, Edwards et al. 2009). Rensning och skalning i laboratorieskala av toxin innehållande havre i Tyskland visade på en låg men varierande toxin reduktion, medan skalningen reducerade toxin innehållet med mer än 95 % även för partier med högt toxininnehåll (Schwake-Anduschus et al. 2010)

Tabell 4. Summa av T-2 och HT-2 halter (µg/kg) i olika fraktioner vid lab-sortering och skalning av havreprover från 2005.

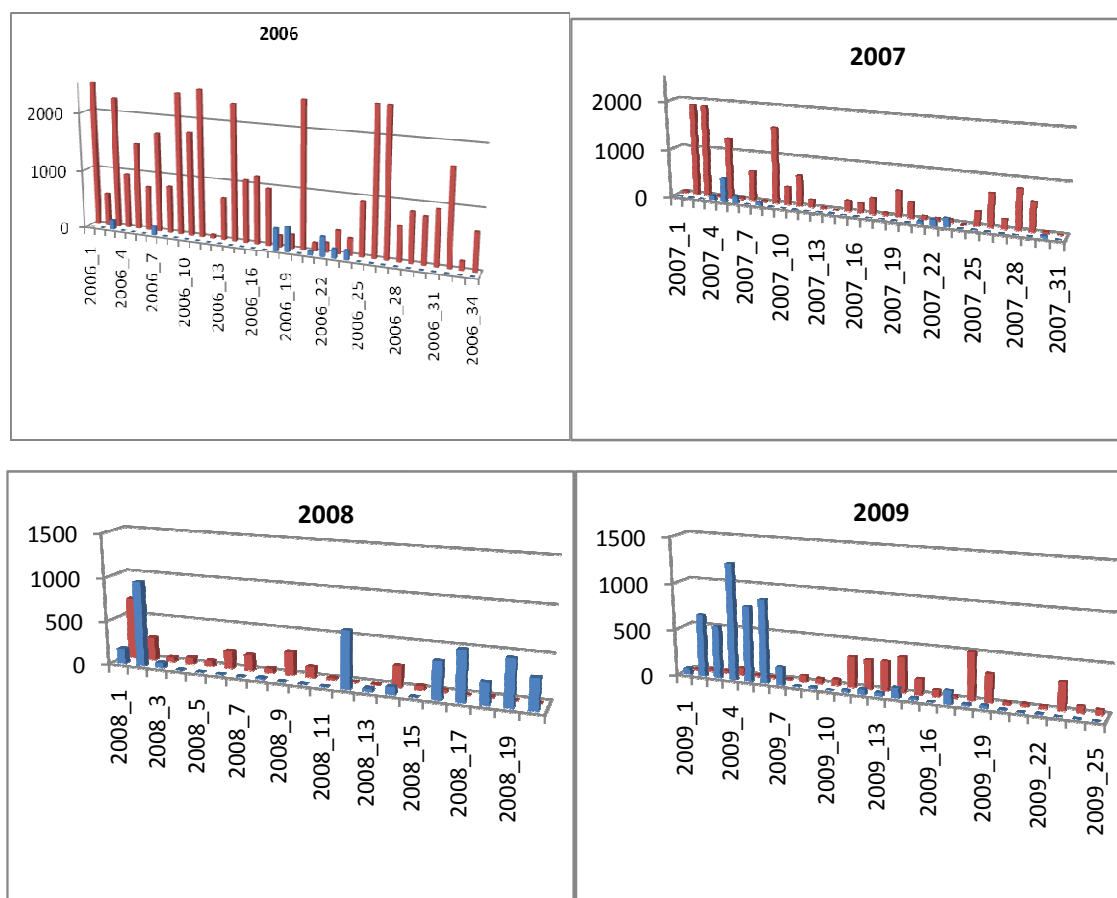
Plats	Oskalad havre		Skal	Skalad havre	% reduktion vid skalning
	Ursprunglig	Små kärnor			
Skallmeja	696	929	985	115	83
Logården	66	133	66	9	86
Ruta kvarn	1237	3000	2689	327	74

Industriell processning. I våra undersökningar av industriprover var reduktionen i medeltal ännu lägre, i genomsnitt bara knappt 50%. Medelvärdet för ingående oskalad havre var också lägre, 131 µg/kg. Vid industriell processning av havre i Storbritannien har man funnit att halterna av HT-2 toxin reduceras med mer än 90 % vid framställningen av havreflingor (Scudamore et al. 2007). Reduktionen var mindre procentuellt sett vid lägre ursprungshalter, vilket stämmer överens med våra resultat.

Sortex. Skalade kärnor som bortsorterats med Sortexutrustning pga missfärgning höll i genomsnitt drygt 10 gånger så höga T-2 och HT-2 halter som den ingående havren. Med så stora skillnader mellan olika fraktioner, bör man redan vid en bortsortering av 2% av kärnorna få en detekterbar effekt på toxinhalten i havren. Viss sänkning av DON-halterna vid Sortex-sortering har också konstaterats vid mätningar utförda vid Lantmännens anläggning i Järna.

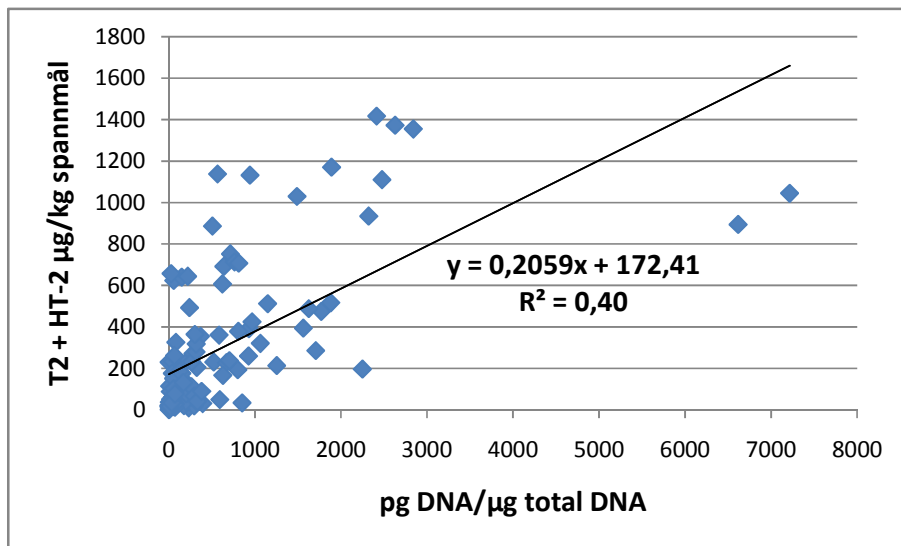
PCR-analyser i relation till mykotoxinhalter

Utvalda havreprover (10 prover med detekterbara halter T-2 och HT-2 och 10 prover utan detekterbara halter) från 1997/1998 undersöktes med PCR i Norge för förekomst av *F. langsethiae/sporotrichioides* och *F. poae*. *F. langsethiae/sporotrichioides* förekom i alla prover med T-2 och HT-2 toxin och två prover utan. Däremot förelåg ingen kvantitativt korrelation mellan svamp DNA- och toxin-mängd. Resultaten tyder ändå på att T-2 och HT-2 har producerats av *F. langsethiae* i dessa äldre havreprover. I huvudundersökningen på Livsmedelsverket detekterades *F. langsethiae* i 104 av 110 prov (5-7216 pg/ μ g total-DNA) och *F. graminearum* i 42 av 110 prov (1-1250 pg/ μ g total-DNA). Förekomsten av *F. langsethiae* följer samma trend som HT-2 och T-2 med de högsta halterna 2006, något lägre 2007 och de lägsta 2008 och 2009 medan det inte är någon tydlig trend när det gäller geografisk fördelning av dessa båda arter (Figur 2).

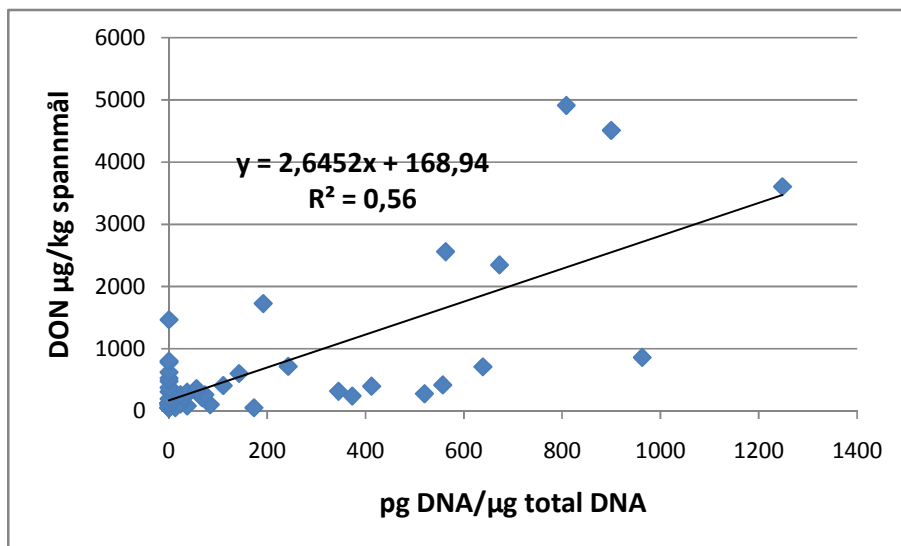


Figur 2. Pikogram *F. graminearum* DNA (blå staplar) och *F. langsethiae* DNA (röda staplar) per μ g total-DNA i prover uppdelat på åren 2006-2009. I respektive serie är proverna ordnade från norra till södra Sverige. OBS att skalan är något annorlunda 2006-2007 jämfört med 2008-2009.

Sambandet mellan förekomst av *F. langsethiae* och T-2 + HT-2 var ganska bra (Figur 3). Sambandet blir något bättre ($r^2=0,55$) om man utesluter de båda proven med de högsta DNA-mängderna, som får betecknas som "outliers". Dessa båda prover kom från samma bekämpningsförsök i Falbygden 2006. Sambandet mellan *F. graminearum* DNA och DON var också bra, men det bygger på färre prover (Figur 4).



Figur 3. Korrelation mellan värden för *F. langsethiae*-DNA och T-2 plus HT-2 toxin, N = 104.



Figur 4. Korrelation mellan värden för *F. graminearum*-DNA och DON, N = 58.

F. poae kunde detekteras i 44 av 61 prover och *F. sporotrichioides* i 24 av de 110 proverna. *F. culmorum*-DNA kvantifierades endast i de 49 proverna från den andra omgången prover och detekterades i 20 av dessa. Korrelationerna mellan förekomst av *F. sporotrichioides* och T-2 + HT-2 var mycket svagt, medan sambandet mellan *F. culmorum* och DON var starkt r^2 ca 0,8. Detta bekräftar studier i övriga nordiska länder och Storbritannien att *F. langsethiae* är dominerande producent av T-2 och HT-2 i vår del av världen (Edwards et al. 2009). *F. culmorum* har troligen bidragit till DON-produktion i havre, även om *F. graminearum* tycks dominera. Korrelationen mellan resultaten utförda på både Bioforsk och Livsmedelsverket (N = 21) var relativt samstämmiga när det gäller *F. langsethiae/sporotrichioides* (r^2 0,56) medan samstämmigheten var mycket bra för kvantifieringen av *F. poae*-DNA (r^2 0,98).

Publicering och rapportering till näringen

Förutom Fredlund et al. (2010, se referenser) där resultat från projektet publicerats har projektet presenterats muntligt i Sverige vid flera tillfällen på Växtskyddskonferenser och i samband med Borgeby Fältdagar. Nu senast presenterades resultaten på Uddevalla-konferensen, januari 2011.

Referenser

- Brodal, G., Hofgaard, I.S., Udnes Aamot, H., Elen, O. and Klemsdal, S.S. 2010; Occurrence and prevention of T-2/HT-2 and some other Fusarium toxins in Norwegian cereals. *Fusarium Toxin Forum, 1-2 February 2010, European Commission, Brussels.*
- Edwards, S.G. 2009; Fusarium mycotoxin content of UK organic and conventional oats. *Food Addit Contam* **26(7)**:1063-1069.
- Edwards, S. 2010; Impact of agronomy on Fusarium mycotoxin content of wheat and oats. *Fusarium Toxin Forum, 1-2 February 2010, European Commission, Brussels.*
- Edwards, S.G. and Anderson, E. 2010; Impact of agronomy on HT-2 and T-2 toxin content of oats. *European Fusarium Seminar, 20-23 September 2010, Radzikow, Poland, Manuscript.*
- Edwards, S.G., Barrier-Guillot, B., Clasen, P.E., Hietaniemi, V. and Pettersson, H. 2009; Emerging issues of HT-2 and T-2 toxins in European cereal production. *World Mycotoxin Journal* **2(2)**:173-179.
- Fredlund, E., Gidlund, A., Pettersson, H., Olsen, M. and Borjesson, T. 2010; Real-time PCR detection of Fusarium species in Swedish oats and correlation to T-2 and HT-2 toxin content. *World Mycotoxin Journal* **3(1)**:77-88.
- Hietaniemi, V., Rämö, Koivisto, T., Peltonen, S. and Kartio, M. 2007; Fusarium toxins in cereals in Finland since 1999. *Nordic meeting New emerging mycotoxins and secondary metabolites in toxigenic fungi in Northern Europe", 15-16 February 2007, Ås, Norway.*
- Pettersson, H. 2010; T-2 and HT-2 toxins in oats and oat products. *Fusarium Toxin Forum, 1-2 February 2010, European Commission, Brussels.*
- Pettersson, H., Brown, C., Hauk, J., Hoth, S., Meyer, J. and Wessels, D. 2011; Survey of T-2 and HT-2 toxins by LC-MS/MS in oats and oat products from European oat mills in 2005-2009. *Food Addit Contam: Part B.* in press.
- Schwake-Anduschus, C., Langenkamper, G., Unbehend, G., Dietrich, R., Martlbauer, E. and Munzing, K. 2010; Occurrence of Fusarium T-2 and HT-2 toxins in oats from cultivar studies in Germany and degradation of the toxins during grain cleaning treatment and food processing. *Food Addit Contam Part A-Chem* **27(9)**:1253-1260.
- Scudamore, K.A., Baillie, H., Patel, S. and Edwards, S.G. 2007; Occurrence and fate of Fusarium mycotoxins during commercial processing of oats in the UK. *Food Addit Contam* **24(12)**:1374-1385.
- Waalwijk, C., van der Heide, R., de Vries, I., van der Lee, T., Schoen, C., Costrel-de Corainville, G. et al. 2004; Quantitative detection of Fusarium species in wheat using TaqMan. *Eur J Plant Pathol* **110(5-6)**:481-494.
- Wilson, A., Simpson, D., Chandler, E., Jennings, P. and Nicholson, P. 2004; Development of PCR assays for the detection and differentiation of *Fusarium sporotrichioides* and *Fusarium langsethiae*. *FEMS Microbiol Lett* **233(1)**:69-76.