

Utveckling av växtsjukdomar i framtida odlingsystem med majs och höstvet

Hanna Friberg¹, Paula Persson², Dan Funck Jensen¹

(1) Inst. för skoglig mykologi och växtpatologi, samt (2) Inst. för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU)

Bakgrund

Förändrat klimat och nya odlingsystem innebär nya förutsättningar för svensk växtodling. Sjukdomssituationen kan komma att förändras, till exempel kan odlingen av höstvet och majs komma att öka, och med den förekomsten svampar som orsakar kvalitetsproblem hos dessa båda grödor. Oavsett eventuella klimatförändringar har vi ett tillagande resursproblem när det gäller tillgång på drivmedel av bra kvalitet. Brist på råvara till drivmedel ökar priserna och betyder att system som hushåller väl med energi blir mer lönsamma än andra. Därmed kan system med reducerad jordbearbetning också komma att öka.

I det här projektet har vi studerat *Fusarium graminearum* och *F. culmorum*, två viktiga patogener i majs och vete som båda är starkt beroende av odlingsystemets utformning. Försöket har bestått av två huvuddelar:

1. Fältstudier i ett odlingsystemförsök utanför Uppsala för att undersöka hur de två patogenerna etablerar sig i ensidiga respektive mer varierade växtföljder (med avbrottsgröda) med höstvet och majs, i vändande och icke vändande (reducerad) jordbearbetning.
2. Detaljerade försök kring hur *F. graminearum* producerar sexuella och asexuella sporer på majs och höstvet.

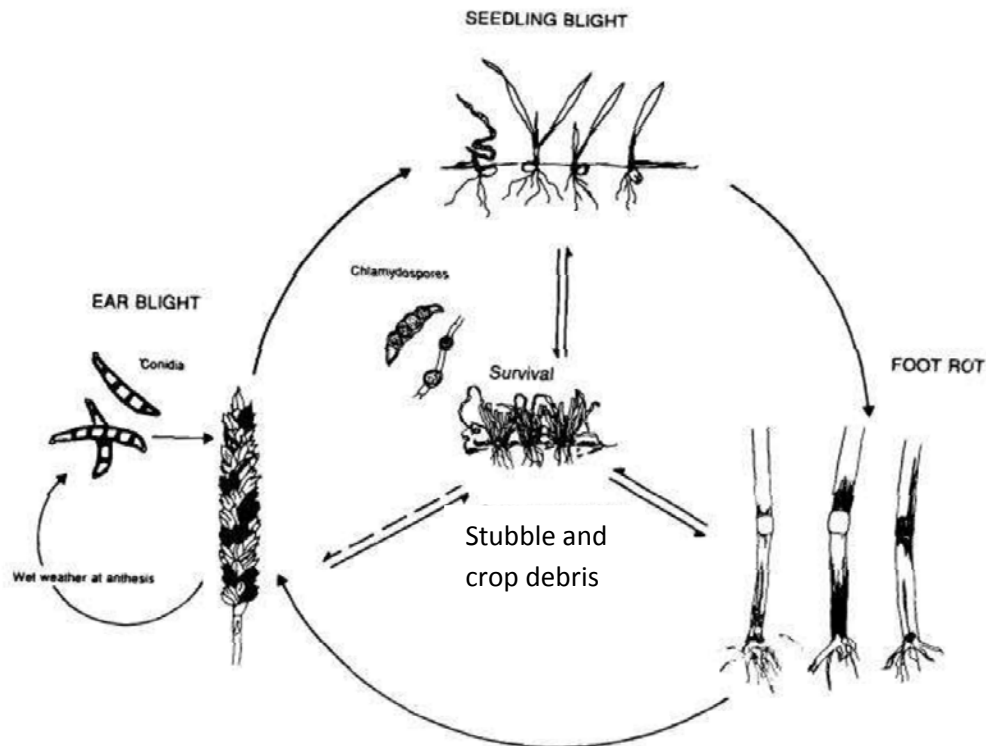
I projektet har vi undersökt:

1. Hur *F. graminearum* och *F. culmorum* etablerar sig och överlever i ett fältförsök med majs och vete. Försöket är ett odlingsystemförsök med monokultur respektive system med avbrottsgröda, och med vändande och icke vändande jordbearbetning. Hur förhållandet mellan de två *Fusarium*arterna påverkas i de olika odlingsystemen och vilka samspelseffekter som finns mellan växtföljd och bearbetningssystem.
2. I vilken utsträckning sexuella stadiet av *F. graminearum* utvecklas i majs respektive höstvet över säsongen, i relation till temperatur och nederbörd. Hur skörderesternas ålder (1 eller 2 år) påverkar produktionen av fruktkroppar och sexuella askosporer.

Fusarium i majs och vete

*Fusarium*svampar hör till de allvarligaste skadegörarna i såväl vete som majs. Angrepp ger skördesänkning och skrupna kärnor av dålig kvalitet. Dessutom producerar svamparna flera olika mykotoxiner som återfinns i den skördade råvaran. Toxinerna är skadliga för både människor och djur. EU har därför satt upp gränsvärden som då de överskrids innebär att varan inte får användas eller säljas som livsmedel. Ett flertal olika *Fusarium*arter orsakar problem i europeisk spannmålsproduktion. *Fusarium graminearum* har länge ansetts vara den dominerande arten som orsakar axfusarios i södra Europa, medan *F. culmorum* och *F. avenaceum* ansetts dominera i svalare områden som Skandinavien. Men nu indikerar allt fler inventeringar att *F. culmorum* minskar i betydelse i nordliga länder, och att *F. graminearum* samtidigt ökar i betydelse (Waalwijk *et al.* 2003). En dansk studie som jämfört prover från 1957-2007 fann också att *F. graminearum* ökat kraftigt det senaste årtiondet (L. Nielsen, muntl. inskickat manus). Svenska inventeringar har också visat att *F. graminearum* numera är vanligt förekommande i vete i Sverige (Fredlund *et al.* 2008). Varför *F. graminearum* nu tycks breda ut sig vet ännu ingen. I studier i Storbritannien och Centraleuropa har det föreslagits bero på antingen

en förändring i klimatet eller på förändringar i odlingssystemen. I det senare fallet har särskilt två faktorer diskuterats: den ökade arealen jordbruksmark med reducerad jordbearbetning och ökningen av majsproduktion i de centrala och norra delarna av Europa (Dill-Macky & Jones, 2000. Birzele *et al.* 2002). Längre söderut i Europa är majsodling för kolvar såväl som majsodling för ensilage vanligt, medan det i Sverige rör sig nästan uteslutande om ensilagemajs. Skillnaden är värd att nämna eftersom odling för kolvar lämnar betydligt mer skörderester efter sig. Det är särskilt dessa system som avses i de kraftfulla rekommendationerna som getts kring att undvika majs som förfrukt till vete. Det här betyder dock inte att problemet med skörderester är irrelevant för ensilagemajs – även i denna produktion lämnas svårnedbrytbara skörderester till följande gröda.

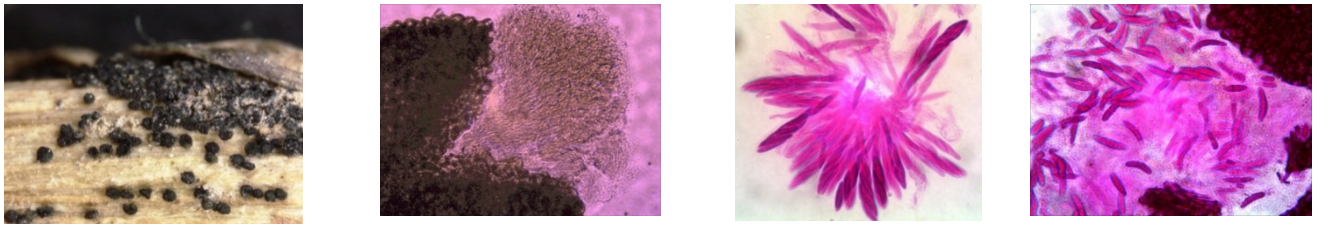


Figur 1. Fusariumsvampar kan orsaka flera olika typer av sjukdomar. Svampens primära inokulum på skörderester är alltid av stor vikt. Från Parry *et al.*, 1995.

Liknande symptom men olika krav

Vi har specialstuderat *F. graminearum* i förhållande till *F. culmorum* för att undersöka odlingssystemets påverkan på balansen mellan dessa två i olika skeden av deras livscykel. *F. graminearum* och *F. culmorum* kan orsaka flera olika sjukdomar under olika stadier av växtens utveckling: I ett tidigt stadium orsakar de groddfusarios, senare stråbasröta och vid och efter axbildningen också axfusarios. Under hela växtperioden kan de dessutom ge skador på rötterna. Förmågan att orsaka de olika sjukdomarna skiljer sig i viss mån åt mellan arterna och mellan olika isolat. Alla sjukdomarna är beroende av gynnsamt väder, detta gäller i synnerhet axfusarios, men den primära inokulumkällan – sporer i jorden samt mycel och konidier på växtmaterial – är alltid av stor betydelse (Fig. 1). Även i den saprofytiska fasen av livscykeln skiljer sig arterna åt i sina krav vad gäller temperatur och fuktighetskrav. *F. culmorum* växer till exempel bra i ett vidare spektrum av markfuktnivåer (Hogg *et al.* 2010). Trots att arterna är relativt lika varandra i många avseenden har de flera skillnader i sina ekologiska anpassningar. Det kan därmed vara en risk att felaktiga slutsatser dras om vi generaliserar alltför mycket och talar om fusarioser orsakat av olika arter som om de vore

likadana. De två *Fusarium*arterna vi studerat skiljer sig också åt genom att de har olika förmåga att producera sporer. Medan *F. culmorum* enbart producerar asexuella konidier har *F. graminearum* förmågan att producera såväl asexuella konidier som sexuella askosporer. De senare produceras i fruktkroppar av en typ som kallas perithecier. I dessa produceras askosporer (Fig. 2).



Figur 2. a) Perithecier på halm. Peritheciers mognadsstadier b) inga mogna sporer c) sporsäckar s.k asci innehållande 8 askosporer på väg att 'skjutas' ut, d) mogna askosporer på väg ut ur ett perithecium.

Effekter av odlingssystemet

I Sverige har majsproduktionen ökat kraftigt under senare år, men totalarealen för landet var 2009 begränsad till 17 000 ha (jämfört med höstvetete med en totalareal på 327 000 ha). Övervägande delen majs odlas i södra och västra Sverige (Jordbruksverket 2010). Det är osäkert om den ökade majsproduktionen vi hittills haft har påverkat utbredning och förekomst av *F. graminearum*, men generellt sett tros ökad odling av majs gynna *F. graminearum* eftersom majs är en mycket mottaglig värdväxt (Parry *et al.* 1995). Skörderesterna efter majs gynnar också övervintring av *Fusarium*-svampar, och det sexuella stadiet av *F. graminearum*, (*Gibberella zae*), kan bildas på rester från majsplantan.

De senaste åren har 30-40% av det höstsådda spannmålet i Sverige såtts utan föregående vändande jordbearbetning (SCB, 2014). Reducerad jordbearbetning ökar mängden växtrester vid markytan, vilket i sin tur ökar risken för angrepp av *Fusarium*. Någon förklaring till eller belägg för att *F. graminearum* skulle öka i förhållande till *F. culmorum* vid reducerad jordbearbetning har vi inte hittat. Steinkellner och Langer (2004) fann i en studie en högre diversitet av *Fusarium*svampar i system med reducerad jordbearbetning, vilket skulle missgynna konkurrenssvaga *Fusarium*arter. Det är möjligt att en skillnad kan uppstå om *F. graminearum* har en konkurrensmässig fördel över *F. culmorum* vid saprofytisk tillväxt. I en studie 2010 (mastersprojekt av N. Hutzenlaub, handledt av H. Friberg, P. Persson och D. Jensen) undersökte vi hämning *F. graminearum* och *F. culmorum* i jord från odlingssystem med olika grödor och bearbetningssystem. Vi såg där att *F. graminearum* och *F. culmorum* inte reagerade på samma sätt av de olika behandlingar vi studerade (effekter av förfrukt och bearbetningssystem). Konidier av *F. graminearum* hämmades konsekvent i sin förmåga att gro i behandling med icke vändande bearbetning medan konidier av *F. culmorum* inte påverkades i samma utsträckning av olika bearbetningssystem.

Material och metoder

1. Fältstudier i odlingssystemförsök

Vid SLU startades ett nytt långliggande odlingssystemförsök hösten 2010. Försökets upplägg bygger på två antaganden: (1) att växtföljden även i framtiden kommer att domineras av spannmål. Försöket fokuserar därför på de spannmålsslag som avkastar mest, d.v.s. majs som sommargröda och höstvetete som vintergröda. (2) att system med icke vändande jordbearbetning kommer att bli allt vanligare. Vi har utnyttjat försöket för att studera hur *Fusarium graminearum* och *F. culmorum* etablerar sig i ensidiga respektive mer varierade

växtföljder (med avbrottsgröda) med höstvetete och majs, i vändande och icke vändande (reducerad) jordbearbetning.

Patogena isolat av *Fusarium graminearum* och *Fusarium culmorum* valdes ut med hjälp av patogenitetstest på groddplantor av vete. De två isolaten inokulerades på autoklaverade kornkärnor och spreds ut i försöket R4-0009, i växtföljder med majs eller vete i monokultur eller med avbrottsgröda, men etableringen blev dålig på grund av den torra sommaren 2011. Proceduren upprepades därför i nya försöksrutor under 2012, varpå alla undersökningar och analyser sköts upp ett år framåt i tiden.

Grödorna provtogs hösten 2012 för att kontrollera etableringen av de två patogenerna, och sedan under 2013 och 2014. Provtagningarna gjordes dels under våren, för att studera etableringen av patogenerna på unga plantor av höstvetete och majs, dels innan skörd av respektive gröda. I höstvetetet provtogs ax och stråbaser strax innan försökets skörd. I majsen togs prover av växtmassan ut i samband med skörden. De båda patogenerna kvantifierades med hjälp av realtids-PCR molekylär detektion och kvantifiering). Statistisk analys gjordes på logtransformerade värden.

Avvikelse:

Projektet startade egentligen år 2011 men försköts ett år framåt i tiden på grund av etableringsproblemen som nämns i texten ovan.

2. Studier av sporproduktion hos *F. graminearum* på höstvetete och majs

Halm av höstvetete och stjälkresten av majs som övervintrat, insamlades i april 2012, 2013 och 2014. Materialet steriliserades i autoklav och fick under 30 minuter ligga i en suspension av *F. graminearum* konidier varefter halmen inkuberades en vecka i fuktig miljö, i rumstemperatur. Höstvetete- och majshalmen placerades i början av maj på en gräsmatta på Ultunaområdet, Uppsala. Områden på halmbitarna markerades och avläsning av antalet perithecier som bildats registrerades veckovis, i stereolupp, fram till september. Ovanför halmen placerades objektglas med dubbelhäftande tejp. Dessa glas byttes med en veckas mellanrum och samlades in för studier och räkning av askosporer, i ljusmikroskop. Undersökningarna pågick under tre säsonger: 2012, 2013 och 2014. Ingen registrering av perithecier 1 juli – 15 augusti 2012. Under 2014 studerades perithecieproduktionen på skörderester av olika ålder. Studierna genomfördes i samverkan med ett projekt finansierat av Lantmännens forskningsstiftelse rörande möjligheten att använda sporfällor för riskvärdering av DON i havre.

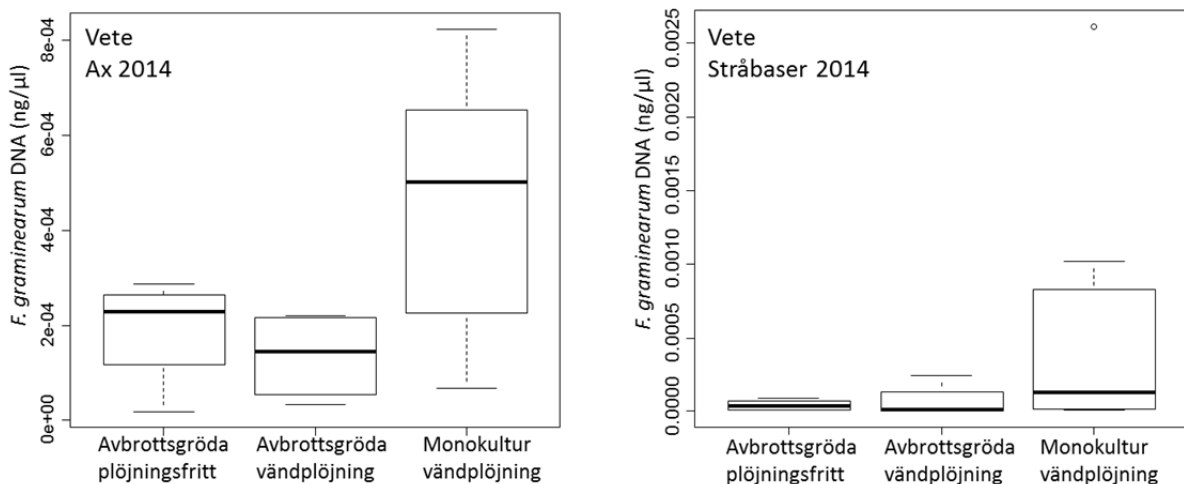
Avvikelse:

I projektets ursprungliga form planerade vi att genomföra denna typ av studier direkt i fältförsöket. Efter diskussion med andra forskare inom ämnet beslutade vi dock att förlägga försöken på en gräsmatta på Ultunaområdet, eftersom detta är en mer skyddad plats och i närhet av en klimatstation. För att med säkerhet kunna veta att perithecierna producerats av *F. graminearum* använde vi oss av artificiell inokulering.

Resultat

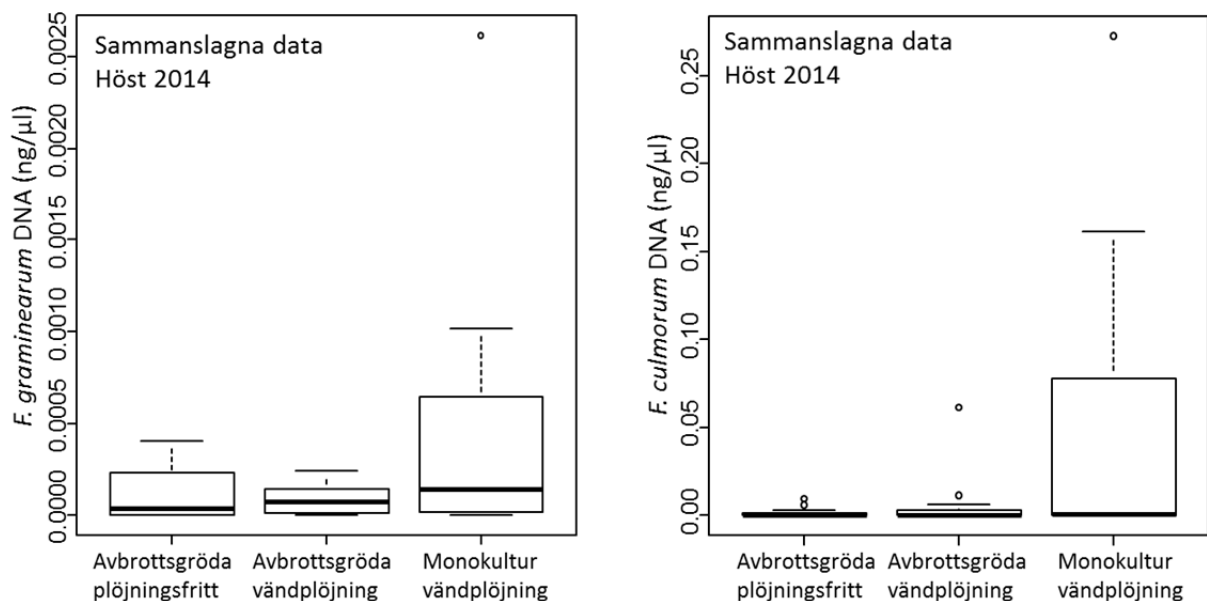
1. Fältstudier i odlingssystemförsök

De plantprovtagningar som gjordes under tidig vår (maj för vete och juni för majs) visade på stor variation i förekomst av de båda fusariumarterna. För *F. graminearum* var förekomsten mer jämn i majsplantorna medan det i höstveteteplantorna förekom många fall där nivåerna låg under detektionsgränsen och andra prover med mycket höga värden. *F. culmorum* hade generellt sett lägre förekomster och bara ett fåtal prover där patogenen kunde påvisas, detta gällde för majsplantorna såväl som för veteplantorna.



Figur 2. DNA av *Fusarium graminearum* i höstvetplantor provtagna hösten 2014 i ax (till vänster) och stråbaser (till höger). I axprover är mängden svampDNA högre där vetet odlats i monokultur än där det odlats med avbrottsgröda. För stråbasprover är skillnaden inte signifikant. Det tjocka strecket i varje box visar medianvärdet, boxens övre och nedre gräns 25e och 75e percentilen och den streckade linjen max- och minvärde för respektive behandling. Runda små cirkclar indikerar kraftigt avvikande observationer.

Även för prover som togs i samband med skörd av majs eller höstvetete var variationen stor mellan proverna med vissa prover som hade mycket höga värden, men nivåerna var inte så varierande som vid vårprovtagningarna. Sammanfattningsvis såg vi effekter av monokultur jämfört med avbrottsgröda för båda patogenerna i höstvetete, men mindre tydliga skillnader i majs. Effekter av bearbetningssystemet syntes inte tydligt i våra data. För *F. graminearum* i höstvetete som provtogs hösten 2014 syns mönstret i såväl ax- som stråbasprover, men det är bara för avproverna som skillnaden är signifikant (Fig. 2).



Figur 3. Sammanslagna data för höstprovtagning 2014 för *F. graminearum* (vänster) och *F. culmorum* (höger). Det tjocka strecket i varje box visar medianvärdet, boxens övre och nedre gräns 25e och 75e percentilen och den streckade linjen max- och minvärde för respektive behandling. Runda små cirkclar indikerar kraftigt avvikande observationer.

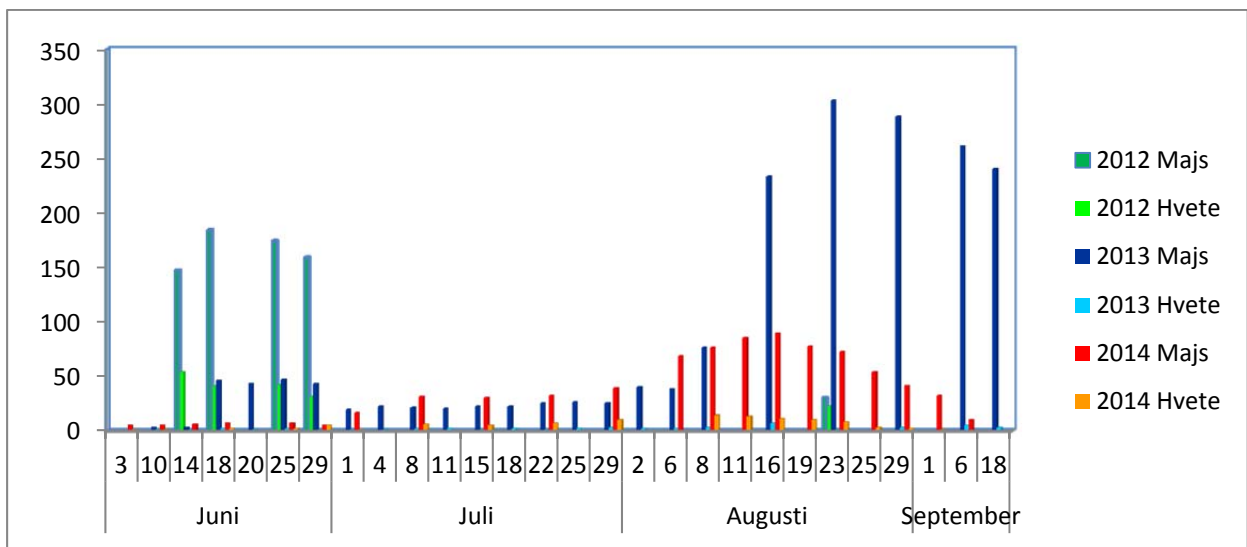
Mönstret för såväl *F. graminearum* som *F. culmorum* i de båda grödorna var också en signifikant effekt av monokultur men inte av bearbetningssystem. Figur 3 visar på de generella mönstren för

respektive patogen vid provtagning hösten 2014. Mängderna och variationen mellan prover var betydligt större för *F. culmorum* än för *F. graminearum*.

2. Studier av sporproduktion hos *F. graminearum* på höstvet och majs

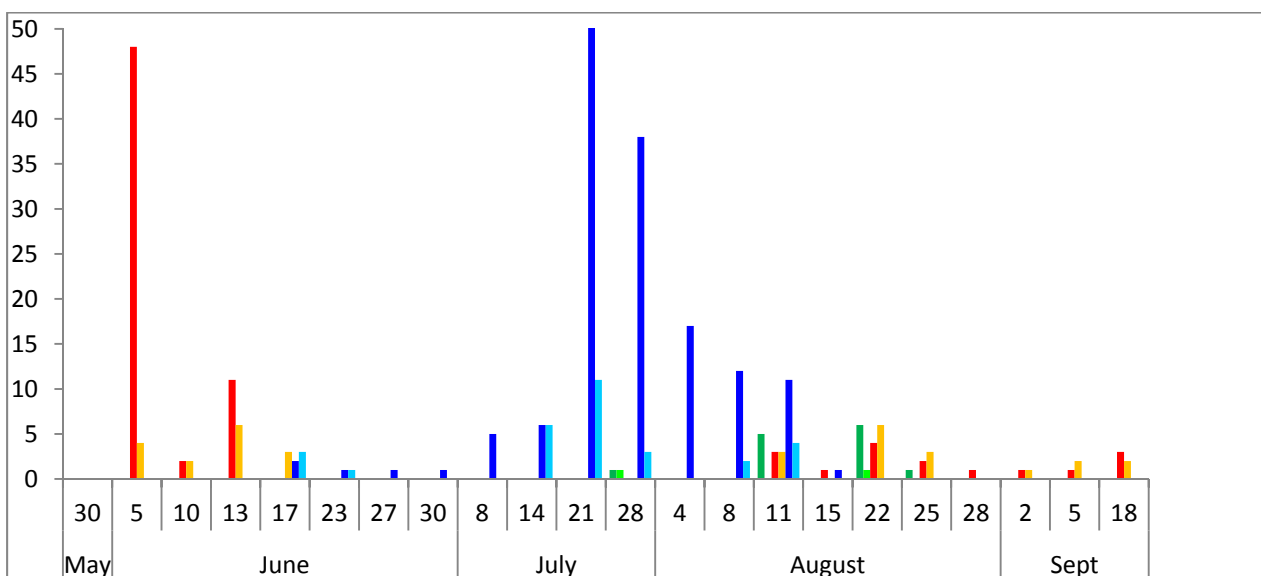
Produktionen av perithecier och askosporer beror i hög grad av vädret - temperatur och fuktighet, vilket också syns tydligt i våra data. Under de år projektet pågått har den största toppen varit i augusti, men perithecier och askosporer bildas även i juni, vilket innebär att de kan bildas under blomningstid för exv vete – den period som är allra viktigast för infektion i axet, vilket riskerar att den skördade produkten innehåller mykotoxiner.

Fler perithecier bildades på skörderester av majs än på skörderester av höstvet. Detta mönster var tydligt såväl de år som var gynnsamma för produktionen som de år som var mindre gynnsamma (Fig. 4).



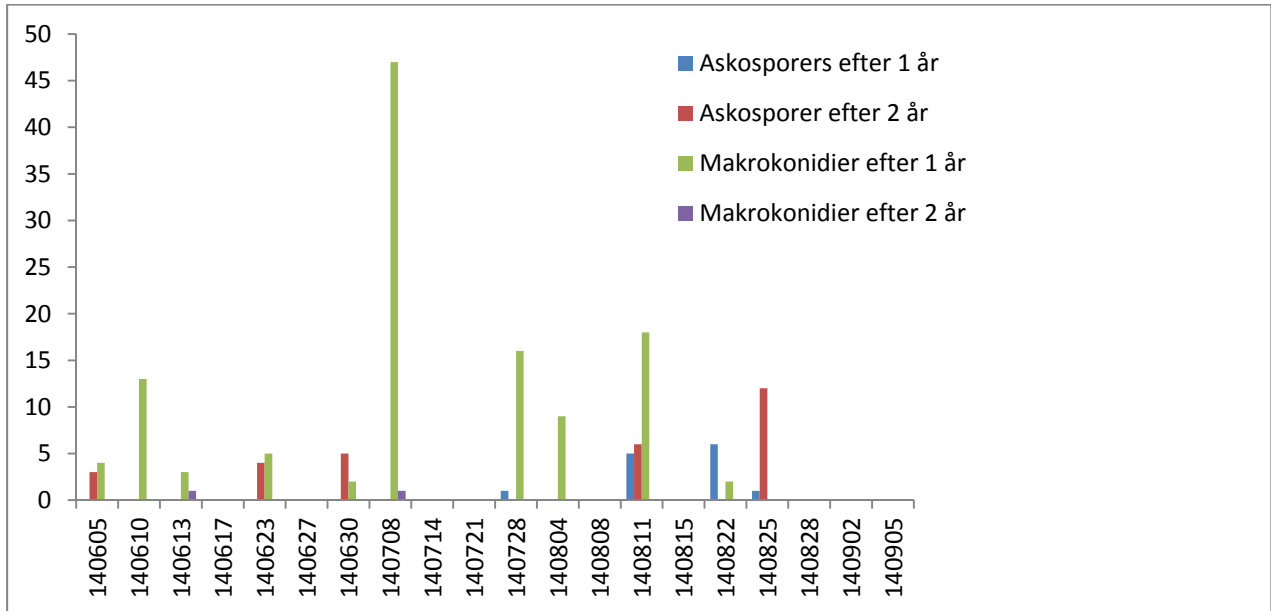
Figur 4. Peritheciutveckling per cm² utvecklade på majs och höstvetehalm 2012-2014.

Även i produktion av askosporer syns generellt sett att den är högre på majs än på höstvet (Fig. 5).



Figur 5. Antalet askosporer per 50 mikroskopfält (μm^2) 2012-2014. Färgkoder enligt Fig 4.

I jämförelsen mellan ettåriga och tvååriga skörderester av majs och höstvetete kunde vi även där se stora skillnader i produktionen av perithecier, där det producerades betydligt mer perithecier på majshalmen både efter ett och två utomhus. Majshalmen var ännu efter två år endast obetydligt nerbruten medan höstvetehalmen nästan försvunnit. Det kunde inte observeras några större skillnader i produktionen av askosporer avseende ålder på halmen. Däremot avtog produktionen av konidier markant när materialet legat ute två år (fig. 6).



Figur 6. Produktion av sporer på skörderester av majs som legat utomhus ett respektive två år, antal sporer /50 mikroskopfält.

Diskussion

Vi kunde inte se några tydliga skillnader i hur *F. graminearum* eller *F. culmorum* koloniserade majs jämfört med höstvetete i fältförsöket. Däremot såg vi en kraftigt ökad risk för produktion av perithecier och askosporer på majshalm jämfört med halm från höstvetete. Detta gällde alla tre år som studierna gjordes. Majshalm bryts ner mycket långsammare än höstvetehalm. Vi kunde i våra studier se att askosporproduktionen fortsatte även efter två år i fält. Den asexuella produktionen av makrokonidier avstannade dock efter ett år i fält. Majs är därmed en högriskgröda för spridning av askosporer av *F. graminearum* och smittad majshalm försätter att sprida sporer också efter två år i fält.

Sexuell reproduktion ger en ökad möjlighet för genetisk omkombination som medför förhöjd risk för mer aggressiva *Fusarium*populationer samt snabbare utveckling av fungicidresistens hos svampen. Dessutom har sporererna förmodligen olika förmåga att sprida sig över längre distanser: Konidier sprids framför allt med hjälp av regnstänk medan askosporerna är luftburna och därmed möjlighet att sprida sig längre distanser. Hur långt de kan sprida sig och i vilken mån sporererna därefter har förmåga att infektera en värdväxt är ännu inte känt. Det är också oklart vilken betydelse de olika sportyperna har i förhållande till varandra. Flera studier har visat att *F. graminearum* generellt sett producerar betydligt högre antal askosporer än konidier, även om mängder och proportioner beror av vädret. Litteraturen är inte samstämmig om de olika sportypernas infektionsförmåga jämfört med varandra. Det finns uppgifter om att konidier är mer effektiva än askosporer i att infektera växten, men andra studier talar emot dessa slutsatser (Gilbert och Fernando 2004).

I fältförsöket såg vi en ökad kolonisering av *F. graminearum* och *F. culmorum* av att odla majs eller höstvetete i monokultur. Vi kunde däremot inte se någon signifikant effekt av bearbetningssystemet,

vilket studerades enbart i systemet med avbrottsgröda. Det är möjligt att en effekt hade varit märkbar om projektet hade pågått under längre tid, genom att problem ackumuleras över år, eller att bearbetningssystemet hade påverkat utfallet om det hade varit ett år med svårare fusariumproblematik i regionen – ingen av säsongerna var särskilt gynnsam för utveckling av axfusarios i regionen.

Projektet har genererat ny kunskap om *Fusarium graminearum*, dess biologi och hur svampen kan spridas i vårt klimatområde. Kunskapen om svampens sexuella förökningssätt med bildandet av perithecier och askosporer var mycket begränsad tidigare men man kan nu med våra studier under tre säsonger konstatera att perithecieutvecklingen startar tidigt på säsongen då dygnsmedeltemperaturen överstiger 12 grader. Utvecklingen och mognaden av askosporer kräver dock högre temperatur och fukt. Registrerad askosporproduktion var högst 2012, andra halvan av juli och början av augusti. 2013 registrerades höga tal av utvecklade perithecier som dock inte avspeglades i stor askosporproduktion pga. för låg temperatur. Våra resultat används nu inom ett europeiskt nätverk för att utveckla nya och förbättra existerande prognosmodeller för axfusarios och mykotoxiner i stråsåd.

Slutsatser

Vi har i det här projektet sett en kraftigt ökad risk för produktion av perithecier och askosporer av *F. graminearum* på majshalm jämfört med halm från höstvetete. Ökningen syntes dels vid en direkt jämförelse genom att *F. graminearum* som växte på skörderester från majs producerade betydligt fler perithecier och askosporer än vad som producerades på halm av höstvetete, dels vid en jämförelse över två år genom att betydande antal perithecier och askosporer bildades även på tvååriga skörderester av majs, medan höstvetehalmen var nästintill nedbruten, vilket gjorde att det där producerades mycket få perithecier.

Genom fältstudier såg vi att monokultur av värdväxter ökade koloniseringen av *F. graminearum* och *F. culmorum*. Däremot kunde vi inte i våra studier se någon tydlig skillnad mellan vete och majs som gröda eller någon effekt av reducerad jordbearbetning i växtföljder med avbrottsgröda.

Referensgrupp

Projektets referensgrupp har varit till stor hjälp genom rekommendationer kring projektet och diskussioner om *Fusarium* under projektets gång. Stort tack till Cecilia Lerenius, Jordbruksverket, Thomas Börjesson, Lantmännen, Elisabeth Fredlund, Statens livsmedelsverk, och Göran Bergkvist, Inst. för växtproduktionsekologi, SLU.

Referenser

- Birzele, B., Meier, A., Krämer, J., Dehne, H., 2002. Epidemiology of *Fusarium* infection and deoxynivalenol content in winter wheat in the Rhineland, Germany. *European Journal of Plant Pathology* 108, 667–673.
- Dill-Macky, R., Jones, R., 2000. The effect of previous crop residues and tillage on *Fusarium* head blight of wheat. *Plant Disease* 84, 71–76.
- Fredlund, E. Gidlund, A. Olsen, M. Borjesson, T. Spliid, NH. Simonsson, M. 2008. Method evaluation of *Fusarium* DNA extraction from mycelia and wheat for down-stream real-time PCR quantification and correlation to mycotoxin levels. *Journal of Microbiological Methods* 73: 33-40.
- Gilbert, J. Fernando, WGD. 2004. Epidemiology and biological control of *Gibberella zeae/Fusarium graminearum*. *Can. J. Plant Pathol.* 26: 464-472.
- Hogg, AC. Johnston, RH. Johnston, JA. Klouser, L. Kephart, KD. Dyer, AT. 2010. Monitoring *Fusarium* crown rot populations in spring wheat residues using quantitative real-time polymerase chain reaction. *Phytopathology* 100:49-57.
- Jordbruksverket 2010. www.jordbruksverket.se
- Nielsen, LK. Jensen, JD. Nielsen, GC. Jensen, JE. Spliid, NHH. Thomsen, IK. Justesen, AF. MS. *Fusarium* head blight of cereals in Denmark: Species complex and related mycotoxins. *Submitted to Phytopathology*.
- Parry, DW. Jenkinson, P. McLeod, L. 1995. *Fusarium* ear blight (scab) in small-grain cereals – a review. *Plant Pathology* 44: 207-238.
- SCB, 2014. Jordbruksstatistisk årsbok 2014.
- Steinkellner, S. Langer, I. 2004. Impact of tillage on the incidence of *Fusarium* spp. in soil. *Plant and Soil* 267:13-22

-Waalwijk C. Kastelein P. de Vries I. Kerenyi Z. van der Lee T. Hesselink T. Kohl J. Kema G. 2003. Major changes in *Fusarium spp.* in wheat in the Netherlands. *European Journal of Plant Pathology* 109: 743-754.

Publikationer inom projektet

Manus under färdigställande

Friberg, H. Persson, P. Jensen, D F. Development of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in different agricultural cropping systems (Preliminary title). Manuscript.

Resultatförmedling (till näringen och vetenskapliga konferenser)

- Projektet ingår i ett europeiskt samarbetsprojekt med Italien, Frankrike, Norge, Storbritannien och Schweiz för att utveckla riskmodeller för axfusarios och mykotoxiner i spannmål, utvecklade i Italien och Frankrike. Ett nätverk träffats årligen. Resultat av nationella studier presenterats och diskuterats.
- Persson, P., Bötter, H., Friberg H. & Berlin A. 2015. Sporproduktion och sporfällefångster – medel för att förutsäga mykotoxiner i spannmål. Nationell Växtskyddskonferens i Uppsala 10-11 november 2015. Posterpresentation.
- Persson, P., Bötter, H. & Friberg, H. 2014. Seed borne *Fusarium graminearum* in cereals – introduction to new areas. Nordic Baltic Fusarium Seminar, Helsinki 18-19 Nov 2014. NJF report Vol 9 (8):13. Muntlig presentation.
- Persson, P., Bötter, H. & Friberg, H. 2014. Maize and mycotoxin producing *Fusarium spp.* in a cool climate. NJF seminar 'Maize in a cooler climate' Kristianstad, Sept 2014. NJF report vol 10: 99-100.
- Persson, P. 2014. Möjliga spridningsvägar för *Fusarium graminearum*. Regional plant protection conference in Uddevalla, 9-10 Jan 2014 (inbjuden talare).
- Persson, P. & Bötter, H. & Kolseth, A-K. 2013. *Fusarium graminearum/Giberella zae* perithecia formation on winter wheat straw and maize stalks in Swedish climate. 12th European Fusarium Seminar 12-16 May 2013 Bordeaux, France. P42 posterpresentation.
- Kolseth, A-K & Persson, P. 2012. Dispersal patterns of *F. graminearum* and possible implications for disease development in the field. Nordic Baltic Fusarium Seminar Uppsala 13-15 November 2012. NJF Report 8 (10): 33. Muntlig presentation.
- Persson, P., Bötter, H. & Kolseth, A-K. 2012. *Fusarium graminearum* perithecia formation on winter wheat straw maize stalks in Swedish climate. Nordic Baltic Fusarium Seminar 2012, Uppsala, 13-15 November. NJF Report 8 (10): 56. Posterpresentation.

Resultatförmedling till näringen

- Medverkan i arbetsgrupp tillsammans med Jordbruksverket HS och branschen för framtagande av skriften 'Fusarium- Rekommendationer för att minska riskerna för att minimera fusariumtoxiner DON och ZEA i spannmål'. 2014 och 2015.
- Presentation vid SLU FältForsks referensgruppsmöte i oktober 2012 om Fusarium och sporspridning.
- Presentation av fusariumforskning vid SLU vid nationell seminariedag om Fusarium 2 oktober 2013 och 8 oktober 2015.
- Medverkan vid Borgeby fältdagar, 2013 och 2015. SLUs monter, presentation och diskussion av fusariumproblematiken och sporspridning. Stort intresse.
- Öppet hus i Ekologocentrum Uppsala, 13 september 2014. Presentation av fusariumspridning för en intresserad allmänhet.