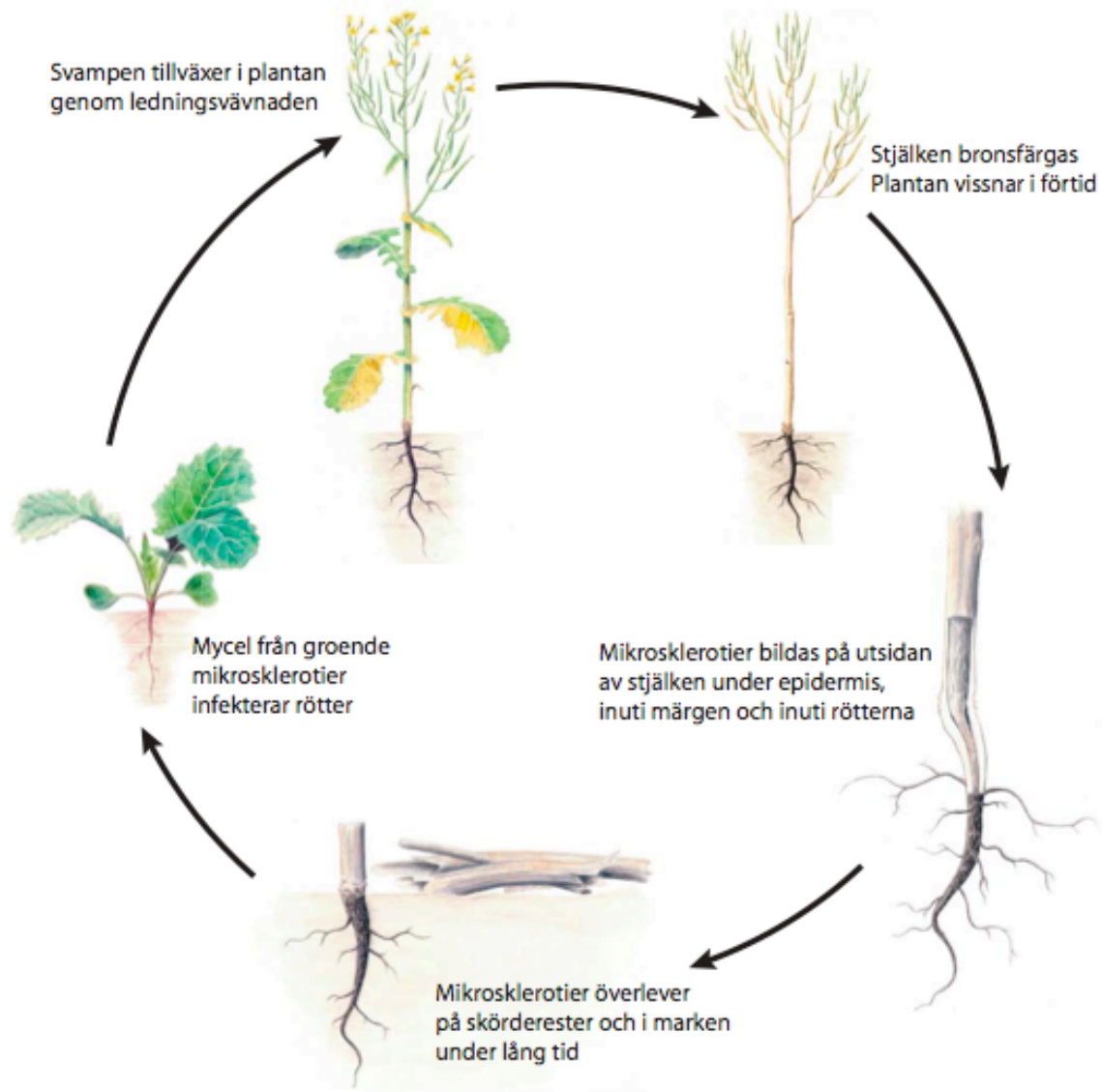


En tvärvetenskaplig ansats till att reducera skördeförkastelser hos oljeväxter orsakade av kransmögél

Sjukdomscykel för kransmögél



Källa: Svampsjukdomar i raps och rybs. 2007. Projektledare Gunilla Berg, SJV.

Bakgrund

Ett konsortium bestående av Christina Dixelius, Sadhna Alström, Ewa Twengström, Thomas Nybrant (alla SLU), Ingrid Happstadius (SWAB), och Gunilla Berg (SJV)) ansökte hösten 2002 och beviljades medel för att tillsammans studera problematiken med kransmögel som är ett växande problem på våra oljeväxter. Målsättningen med projektet är att genom ett organiserat samarbete mellan olika vetenskapliga inriktningar kunna öka kunskapen om patogenen, förbättra resistensen, samt via olika odlingstekniska åtgärder reducera de svenska skördeförlusterna i oljeväxtodlingen orsakad av kransmögel. Vår intention är att olika odlingstekniska åtgärder inklusive biologisk kontroll borde kunna integreras eller ge alternativa möjligheter till kontroll av kransmögel. Projektet var flerårigt men planeras på årsbasis för att de nya resultaten ska få en möjlighet att påverka den fortsatta inriktningen på projektet. Följande områden ingick i 2002 års ansökan:

1. Effekter av antagonistiska mikroorganismer och bioprodukter
2. Effekter av kvävegödning och elektroporation
3. Kransmöglens värdväxtkrets
4. Kransmöglens infektionsförlopp
5. Etablering av fältgraderingsskala och jordanalys
6. Nya resistensskällor inom *B. rapa* komplexet

Utfallet blev en samordning av resurser (SLF och SSO) och en projektinriktning på följande (våren 2003):

1. Infektionsförlopp
2. Fältgradering och jordanalys
3. Nya resistensskällor
4. Förberedande studie av elektroporation
5. Antagonistiska mikroorganismer

Gruppen startade sitt arbete under våren 2003 och efter mötesdag i september 2003 med SSO, lägesrapport 2003 samt förnyat möte med SSO i januari 2004 gjordes omprioriteringar och fokusering på följande delarbeten under 2004 under ledning av C. Dixelius, I. Happstadius och G. Berg.

1. Infektionsförlopp
2. Fältgradering och jordanalys
3. Nya resistensskällor

Den första ansökan till SLF skickades in hösten 2002 men bordlades till 2003. SSO har gett årligt stöd från 2002 fram till och med 2006.

Gruppen har redovisat sina resultat vid seminariedagar i Alnarp hösten 2003 och 2004 samt skrivit en gemensam publikation i Utsädesföreningens tidskrift (2005, 115:36-48). Därutöver träffades gruppen i Uppsala maj 2005 när Magnus Algotsson redovisade sitt examensarbete. I mars 2006 hade gruppen ett uppföljningsmöte i Alnarp. Representanter från SSO har deltagit helt eller delvis i dessa möten.

Sammanfattning av resultat och slutsatser

Verticillium arter

Projektet har föregåtts med undersökningar där vi med hjälp av DNA tekniker har artbestämt de Verticilliumsvampar som angriper viktiga grödor i Europa. Angreppen på oljeväxter orsakas av *V. longisporum* till skillnad från oliver, bomull, tomater, sockerbeta, potatis, en rad träd och buskar etc som angrips av *V. dahliae*. *V. longisporum* är närbesläktad med *V. dahliae* och *V. albo-atrum*. Morfologiskt är arterna mycket svåra att särskilja.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Fahleson J, Lagercrantz U, Hu Q, Steventon L A, Dixelius C, 2003. Estimation of genetic variation among *Verticillium* isolates using AFLP analysis. *European Journal of Plant Pathology* 109, 361-71.
- Fahleson J, Hu Q, Dixelius C, 2004. Phylogenetic analysis of *Verticillium* species based on nuclear and mitochondrial sequences. *Archive of Microbiology* 181, 435-42.
- Steventon L, Fahleson J, Hu Q, Dixelius C, 2002. Identification of the causal agent of *Verticillium* wilt of winter oilseed rape in Sweden, *V. longisporum*. *Mycological Research* 106, 570-8.

Förekomst av *V. longisporum*

Via huvudsakligen molekylärgenetiska studier har förekomst av *V. longisporum* påvisats förutom i Sverige, även i norra Tyskland, Polen och Kalifornien (Fahleson et al. 2003;2004). Senare analyser har även påvisat förekomst i Belgien och nu senast i Holland (Dixelius opublicerat).

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Fahleson J, Lagercrantz U, Hu Q, Steventon L A, Dixelius C, 2003. Estimation of genetic variation among *Verticillium* isolates using AFLP analysis. *European Journal of Plant Pathology* 109, 361-71.
- Fahleson J, Hu Q, Dixelius C, 2004. Phylogenetic analysis of *Verticillium* species based on nuclear and mitochondrial sequences. *Archive of Microbiology* 181, 435-42.

Infektionsförloppet

Själva förloppet påminner mycket om vad som beskrivits om *V. dahliae* (Rowe & Powelson 2002). *V. longisporum* har mycket snabbare tillväxt i raps jämfört med *V. dahliae*. Den senare arten kan i växthusförsök påvisas hos rötter och i viss utsträckning i nedre stamdelar i inokulerad raps men har ej påvisats längre upp i plantorna. *V. longisporum* angriper dock flera sidorötter och sprider sig via plasmodesmata uppåt i plantan (Zhou et al. 2006). Vid begynnande blomning initieras mikrosklerotiebildningen på hela stammen. Mikrosklerotier av *V. longisporum* har vid ett antal tillfällen påvisats på fröskidan men hittills ej i frön varken i prover från växthusförsök eller fältmaterial. Det finns dock rapporter från Holland där *V. dahliae* har återfunnits på utsäde av spenat och sockerbeta (van der Spek 1972; 1973). Det bör påpekas att mängden mikrosklerotier som bildas på rötter under fältförhållanden är okänd, men troligen stor eftersom det är lätt att se angripna rötter i fält på hösten. Detta innebär att fånggrödor/mellangrödor sannolikt ej har en sanerande effekt men borde studeras noggrannare innan den tanken helt kan avfärdas.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Rowe RR, Powelson ML 2002 Potato early dying: management challenges in a changing production environment. *Plant Disease* 86:1184-1193
- Steventon LA, Happstad I, Okori P, Dixelius C 2002. Development of a rapid technique for the evaluation of the response of *Brassica napus* to *Verticillium* wilt. *Plant Disease* 86, 854-858
- Zhou L, Hu Q, Johansson A, Dixelius C 2006 *Verticillium longisporum* and *V. dahliae*: infection and disease in *Brassica napus*. *Plant Pathology* 55:137-144
- van der Spek, J. 1972. Internal carriage of *Verticillium dahliae* by seeds and its consequence. *Med. Facult. Landb. Rijks. Gent* 37:567-573.
- van der Spek, J. 1973. Seed transmission of *Verticillium dahliae*. *Med. Facult. Landb. Rijks. Gent* 38:1427-1434
- <http://www.tricity.wsu.edu/~cdaniels/profiles/SpinachSeedPM2.pdf>

Fältgradering

Fältgradering i Skåne har utförts av C. Andersson och M. Algotsson under säsongerna 2002 respektive 2004. Att använda diquatbehandling av fältmaterial i Skåne för att påskynda mikrosklerotie-bildningen har ej lyckats och rekommenderas ej. Tanken var här att kunna bygga upp en mer exakt bedömningsgrund för fältgraderingen baserat på mängden mikrosklerotier vid olika tidpunkter/utvecklingsstadier jämfört med att bestämma antalet infekterade plantor. Diquat-behandling har dock lyckats på fältmaterial i Östergötland till exempel under 2001 (se Gunnarsson 2002) och fungerar väl på växthusmaterial. 2001 var dock ett betydligt torrare och varmare år jämfört med 2002 och 2004 vilket kan vara en del av orsaken till denna avvikelse. 2004 var också varm och torr fram till 12 juni i Skåne. Angreppen av andra svampsjukdomar i raps är oftast av mycket högre omfattning i södra Sverige. Framförallt *Phoma lingam* (torröta) och saprofytiska svampar gör att metoden inte går att tillämpa i Skåne. Symtombilden har under de senaste 5 åren förändrats och angrepp framträder idag främst som bronsfärgade stjälkar. Detta kan jämföras med symtombilden för ca 10 år sedan då angreppen ledde till kraftigare brådmognad och plantor täckta med mikrosklerotier var lätta att finna strax före skörd. Vilken orsaken är till detta är oklar och kanske är detta ingen bestående utveckling. Däremot har de skördeföruster som kransmögel orsakar var mindre under de senare åren i Skåne. Faktorer som skulle kunna förklara denna förändring är den nya sorten Oase som odlas i allt större omfattning. Den har visat på relativt bra motståndskraft mot kransmögel i tyska försök. Dessutom har det varit torra perioder på vårar och somrar flera år i rad som kan försena svampens utveckling i plantan. Utveckling av kransmögel kommer dock att noga följas i framtiden.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Algotsson M 2004. Impact of seasonal variation and cropping history on the extent of *Verticillium* wilt on oilseed rape. Dept. Plant Biology and Forest Genetics, SLU, ISSN 1651-5196, No. 68.
- Andersson C 2003. Detection methods of *Verticillium longisporum* in soil and in oilseed rape. Dept. Plant Biology and Forest Genetics, SLU, ISSN 1651-5196 No. 45.
- Gunnarsson A 2002. Kransmögel (*Verticillium longisporum*) i höstraps - angrepp och symptomutveckling samt inverkan på kvantitet och kvalitet. Inst. Ekologi och Växtproduktionslära, SLU, ISSN 1404-0409, No. 51.
- Svampsjukdomar i raps och rybs. 2007. Projektledare Gunilla Berg, SJV.

Jordanalys

Vi har genom samarbete med en forskargrupp från Wageningen Universitetet i Holland lärt oss att bestämma antalet mikrosklerotier i jordprover samt i ett senare skede även bedöma vilken *Verticillium*-art de olika mikrosklerotierna härrör ifrån. Vi kan idag via morfologiska bedömningar säga med uppskattningsvis 80% säkerhet vilka arter vi har i proverna. Endast DNA analyser kan ge 100% säkerhet men det innebär några extra steg omfattande; isolering, odling, DNA preparering samt PCR analys (Johansson et al. 2006). Tre arter har hittills identifierats i svenska jordar. Den mest förekommande i fält där oljeväxter har odlats är *V. longisporum*, därefter kommer *V. dahliae* och i några få fall har *V. tricorpus* påvisats (Dixelius et al. 2005). Mängden mikrosklerotier är ofta mycket hög i svenska fält jämfört med internationella värden. Det vill säga värden över 30 cfu/g jord är ej ovanligt jämfört med internationella tröskelvärden som ligger mellan 1-5 cfu/g jord. Dock föreligger dålig korrelation med fältgradering via procentuell sjukdomsgradering både i Sverige och i andra länder. Detta beror antagligen på att mängden mikrosklerotier påtalar hur hög infektion kan bli men väderförhållandena påverkar hur hög andel av mikrosklerotierna som kan gro och infektera en värdväxt. Det skall också framhållas att tidpunkt för fältobservationerna är mycket viktiga, där t.ex. en ökning från 20 till 74% infekterade plantor per fält har noterats på 4 dagar (Algotsson 2004). Försök har gjorts för att rationalisera jordanalyserna som är mycket arbetsintensiva men detta har hittills ej fallit väl ut. Bland annat har flödescytometri utvärderats men inte funnits effektiv med nuvarande instrumentering.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Algotsson M 2004. Impact of seasonal variation and cropping history on the extent of Verticillium wilt on oilseed rape. Dept. Plant Biology and Forest Genetics, SLU, ISSN 1651-5196, No 68.
- Berg G, Dixelius C, Hapstadius I 2005. Verticillium wilt in Sweden – incidence, field scoring and importance. Integrated Control in Oilseed Crops”. International Workshop, 11-12 october, Poznan, Poland. Pp 47.
- Dixelius C, Hapstadius I, Berg G 2005. Verticillium wilt on Brassica oilseed crops – A Swedish perspective. J. of Swedish Seed Association 1-2: 36-48
- Dixelius C, Hapstadius I, Berg G 2005. Verticillium wilt on Brassica oilseed crops. ”Integrated Control in Oilseed Crops”. International Workshop, 11-12 october, Poznan, Poland. Pp46
- Johansson A, J-K Goud, Dixelius C 2006. Plant host range of *Verticillium longisporum* and detection of microsclerotia in Swedish soils. European Journal Plant Pathology 114:139-149.

Indikatorväxter

Målsättningen med denna strategi är att ersätta den arbetsintensiva jordprovsanalysen med en enklare metod. Utnyttjande av indikatorplantor är förhållandevis vanligt vad gäller jordbundna sjukdomar. *B. napus* cv Hanna har under 2004 använts som indikatorplantor på de jordprover som insamlats av C. Andersson. Dessa påvisade dock inga speciella symptom fram till 3-4 veckors ålder. Motsvarande försök har gjorts där en Rapid Cycling *Brassica* (RCB) *napus* linje har utnyttjats på grund av att den har betydligt kortare generationstid, 4-6 veckor (Williams & Hill 1986). Vi har här använt oss av alla jordprover där vi har bestämt mikrosklerotiehalten för att kunna jämföra med responsen hos en växt. Vi har mätt plantornas längd och diquat-behandlat blad vid begynnande blomning för att påskynda mikrosklerotiebildningen och därmed snabbt identifiera svampförekomst. Mörkfärgning i snittade stammar har också undersökts. Vi har dock ej erhållit någon stark korrelation mellan jordprovsanalyserna eller fältobservationer när sådan information har funnits tillgänglig med symptom/effekter på indikatorplantorna. Mycket stark marksmitta resulterar dock i en mycket för tidig blomning av RCB. *napus*. Vi fortsätter nu bland annat med utvalda kålrot och rova genotyper från genbanken i Julitta för att se om ökad rotmassa kan infekteras snabbare. Olika odlingsförhållanden kommer också att utvärderas.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Williams PH, Hill CB 1986. Rapid-cycling populations of *Brassica*. Science 232, 1385-1389

Klimatfaktorer och sjukdomsinteraktioner

När meteorologiska data inkorporeras med skörd och sjukdomsgraderingar och behandlats statistiskt visade det sig att hög nederbörds mängd i september och maj samt Verticilliumangrepp ger signifikanta skördesänkningar hos höstraps i Skåne. Verticilliumangreppen ökar signifikant med stor nederbörd i augusti kombinerat med hög temperatur i december samt med kombinationen hög nederbörd i maj och hög temperatur i december (Algotsson 2004; Johansson 2006; Staal 2006). När vi integrerade de meteorologiska data med sjukdomsgraderingar av kransmögel, bomullsmögel och torröta så noterade vi signifikanta kopplingar mellan kransmögelangrepp och förekomst av torröta. För att verifiera denna observation, har vi studerat motsvarande interaktioner på mutanter av backtrav där olika försvarsgener mot torröta är utslagna i varierande grad (Almström et al. 2007 in prep). Det vill säga här har vi erhållit genetiska data som stöd för fältobservationerna. Försöken har klart visat på att när kransmögel förekommer så är angreppen av torröta signifikant större. Dessa resultat är viktiga främst för Sydsverige men även för Mellansverige med den ökade odlingen av höstraps i kombination med milda höstar som leder till att torröta blir allt mer förekommande.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Algotsson M 2004. Impact of seasonal variation and cropping history on the extent of Verticillium wilt on oilseed rape. Dept. Plant Biology and Forest Genetics, SLU, ISSN 1651-5196, No 68.
- Almström E, Staal J, Dixelius C 2007. Enhancement of *Leptosphaeria maculans* infection by the soilborne fungus *Verticillium longisporum* (In preparation)
- Andersson C 2003. Detection methods of *Verticillium longisporum* in soil and in oilseed rape. Dept. Plant Biology and Forest Genetics, SLU, ISSN1651-5196 No 45.

- Johansson A, J-K Goud, Dixelius C 2006. Plant host range of *Verticillium longisporum* and detection of microsclerotia in Swedish soils. *European Journal Plant Pathology* 114:139-149.
- Johansson A 2006. *Verticillium longisporum*, infection, host range, prevalence and plant defence responses. Lic. thesis, SLU. ISBN 91-576-7153-2
- Staal J 2006 Genes and mechanisms in Arabidopsis innate immunity against *Leptosphaeria maculans*. PhD thesis, SLU, No 69. ISBN 91-576-7118-4

Värdväxter

Havre, korn, vårvete, vårrips, ärt, klöver, potatis, sockerbeta samt renkavle, sandlost, baldersbrå, åkersenap har inokulerats med *V. longisporum* och infektionen har studerats under växthusförhållanden (Johansson et al. 2006). Resultaten visade på hämning tillväxt hos havre, vårrips, vårvete, och åkersenap. Utveckling av sjukdomssymptom är väldigt lika hos vårrips och åkersenap. Mikrosklerotier kunde återisoleras i olika omfattning: ärtor och vårvete, < 5% av proven producerade mikrosklerotier, baldersbrå, 5-10%; havre, 10-20%; åkersenap och vårrips > 80%. Därutöver har skalade och oskalade prover från 2 fält med mycket mörkfärgad havre (Vendela) insamlade av SvL Lidköping (T. Börjesson hösten 2004) undersökts och där påvisades *V. dahliae* via DNA-analys i prover från ett av fälten (Kölbäck, Östergötland). Sporadiska rapporter om *V. dahliae* på olika cerealier finns även från andra länder.

Sammanfattningsvis, viktiga odlingsråd är att bekämpa framförallt spillplantor av raps/ryps men även korsblommiga ogräs. Övriga örtogräs kan ha ett visst inflytande på att upprätthålla en låg nivå av inokulum i marken. Betydelsen av *V. dahliae* på stråsäd är dock oklar.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

- Johansson A, J-K Goud, Dixelius C 2006. Plant host range of *Verticillium longisporum* and detection of microsclerotia in Swedish soils. *European Journal of Plant Pathology* 114:139-149

Växtföljd och jordbearbetning

Fältförsöken i Borgeby (R4-0002) har pågått sedan 1959. I försöket ingår tre olika växtföljder alla med höstraps, samt olika behandling av skörderester. Detta är ett unikt försök där alla grödor förekommer varje år i två upprepningar. Intressant är att i växtföljd B har höstraps ingått två år i rad men där bränns halmen. En strategi som ingen i praktiken idag har. Jordprov har tagits (sept) i alla parceller under 2005 och 2006. Resultat från dessa två år visar att halterna cfu/g jord är mycket höga (>100 cfu/g jord) även om höstraps endast odlats i en åttaårig växtföljd sedan 1959. Odling av höstraps två år av åtta med brända skörderester verkar inte uppföröka kransmögel mera än vid odling ett år av åtta med nedplöjda skörderester. Fortsatt analys av jordprov är intressant och kan då även ge svar på frågor som när mikrosklerotierna från rapsens skörderester frigörs till marken samt vilken betydelse andra grödor i växtföljden har för uppförökning av kransmögel.

Antagonistiska mikroorganismer & bioprodukter

Här har två olika undersökningar ingått. Sadhna Alström och Eva Twengström har studerat antagonistiska mikroorganismer och bioprodukter i kärlförsök eller under andra kontrollerade former under 2003. 15 olika stammar av svampar och bakterier ingick i försöken varav 4 inducerade hämmande effekter. Däremot var det låg korrelation mellan in vitro och kärlförsök, där i det sistnämnda var andra isolat som gav bättre effekt. Effekterna av blodmjöl och benmjöl undersöktes också i kärlförsök med starkt smittad jord. Den högsta dosen benmjöl (10g/kruka) gav största hämningen av kransmögel.

Svampen *Coniothyrium minitans* har i flera undersökningar haft en hämmande effekt på *V. dahliae*. *C. minitans* är den aktiva organismen i det kommersiella preparatet Contans WG. Preparatets förmåga att hämma utvecklingen av *V. longisporum* undersöktes i ett separat växthusförsök. Stor variation rådde inom leden i hela kärlförsöket vilket gör det svårt att dra några säkra slutsatser.

För att erhålla data från fältförhållanden gjordes ett fältförsök under odlingsåret 2004-05 i samarbete med SL. Fältförsöket lades ut på en lokal med kända starka angrepp, i sydvästra Skåne

(Hemmesdyngge). I försöket ingick led med Contans WG, kalkkväve, köttmjöl (Biofer 7-9-0) som före sådd inarbetades i jorden på olika sätt. samt I två led utsäde som var betat med en BINAB-produkt (*Trichoderma* spp.). Ingen behandling gav någon större merskörd och skillnaderna i sjukdomsangrepp var små. Inga statistiskt säkra skillnader uppnåddes för skörd eller sjukdomsangrepp.

Sammantaget kan man säga att vi inte har stor kunskap om biologisk bekämpning separat eller i kombination med bioprodukter är en framgångsrik väg att slå in på. Här finns stora variationer mellan kontrollerade miljöer och fält. I det senare fallet spelar också årsvariationen en stor roll och fleråriga försök på olika platser krävs för att erhålla en entydig bild av olika behandlingar.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande slutrapporter](#)

Alström S, Twengström E 2004. Antagonistiska mikroorganismer och bioprodukter. SLF

Berg G 2007 Resultatredovisning av projektet "Fältförsök med biologiska medel för bekämpning av kransmögel i höstraps". För SL-stiftelsen, Lantmännen Skåne

Elektroporation - en pilotstudie

Två olika typer av pulser har applicerats på olika koncentrationer av *V. longisporum* konidier som därefter har odlats in vitro för att beräkna letala effekter. Fyrkantspulsen har ej gett någon signifikant letal effekt. Däremot ger en exponentiell puls tydliga effekter jämfört med kontrollerna men relativt hög spänning per ytenhet behövs när vatten används som lösningsmedel. Ett antal uppföljande försök med olika pH och saltkoncentrationer utfördes därefter men inga tydliga trender kunde urskiljas. Detta fick till följd till att denna del av projektet avslutades.

Nya resistensskällor

Brassica oleracea

I ett tidigare framtaget material av resyntetiserad raps - med nya resistensgener från *B. oleracea* - har vi på Svalöf Weibull genomfört urval för såväl resistens som kvalitet. Klyvande F2-populationer från korsningar mellan höstraps och resyntetiserad raps (kombinationer av åtta olika *B. oleracea* accessioner och dubbellåg höstrybs) genomgick verticillium-urval i växthus under hösten 2003. Sjukdomsindex i de klyvande F2-populationerna varierade från 73 till 133% i förhållande till Express, att jämföra med 40 till 99% i de ursprungliga hybriderna. Fettsyrasammansättningen i de individuella plantavkommorna analyserades och sammanlagt 361 plantor utav 864 eller 42% av plantorna hade låg erucasyrahalt. Andelen plantor med låg halt erucasyra i de olika kombinationerna varierade mellan 14% (kombination med *B. oleracea*-accessionen HRI 7518) och 100% (kombination med BRA 1008). Genom fortsatta urval har materialets kvalitets- och resistensnivå förbättrats i senare generationer. Under 2006 testades 109 plantavkommor från F4-generationen och sjukdomsindex för dessa varierade från 69 till 103% i förhållande till Express. Plantavkommor från kombinationer med HRI 7518, BRA 1008 och HRI 10618 hade högst resistens. Samtliga utvalda plantor hade också låg halt erucasyra och glukosinolater.

Tolv populationer av BC1F1-generationen, som representerar kombinationer med sex olika *B. oleracea* accessioner, genomgick istället först ett halvfröurval för att selektera individer med låg halt erucasyra. Frekvensen plantor med låg halt erucasyra i dessa populationer varierade från 6 till 100% (båda från en kombination med BRA 1008). Från detta material genomgick nio BC1F2-populationer verticillium-urval i växthus och sjukdomsindex i de klyvande populationerna varierade från 88 till 118% i förhållande till Express. De selekterade plantorna analyserades sedan för glukosinolat-innehåll. Även i detta material har resistensnivån ökat i senare generationer genom fortsatt urval, men nivån är generellt lägre än i de populationer som selekterades för resistens primärt. Under 2006 testades 144 plantavkommor från BC1F3-generationen och sjukdomsindex för dem varierade från 87 till 96% i förhållande till Express. Plantavkommor från

kombinationen med HRI 7518 hade högst resistens. Samtliga utvalda plantor hade låg halt erucasyra och glukosinolater.

Brassica rapa

I projektet utvärderades också 100 *B. rapa* accessioner från europeiska genbanker (med känd vinterhärdighet respektive vernaliseringbehov) samt ytterligare 36 *B. rapa* accessioner från Kina för resistens mot *V. longisporum*. Med hjälp av resultaten valdes de fem mest toleranta accessionerna som möjliga korsningsföräldrar. Ett stort antal korsningar gjordes med ett par väladapterade, dubbellåga höstrapsorter och med hjälp av att isolera embryon kunde vi framställa hybridplantor med samtliga accessioner. Materialet visade sig vara självsterilt i stor utsträckning och under våren 2005 återkorsades F1:orna med höstraps för att förbättra frösättningen. Ingen F2-avkomma kunde genereras utan istället förökades BC1F1 i växthus efter ett halvfrö-urval (låg halt erucasyra). BC1F2-populationerna har under hösten 2006 genomgått ett verticillium-urval i växthus. Sjukdomsindex i de klyvande F2-populationerna varierade från 84 till 117% i förhållande till Express.

Det framställda materialet kommer nu att utnyttjas som korsningsföräldrar i det konventionella höstrapsprogrammet på Svalöf Weibull för att förbättra resistensnivån i nytt sortmaterial. Den resyntetiserade bakgrunden i materialet innebär att förädlingen får tillgång till en ny genpool, vilket ger stora möjligheter även för andra egenskaper liksom vid användning i hybridförädling.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

Dixelius C, Hapstadus I, Berg G 2005. Verticillium wilt on Brassica oilseed crops – A Swedish perspective. J. of Swedish Seed Association 1-2: 36-48

Dixelius C, Hapstadus I, Berg G 2005. Verticillium wilt on Brassica oilseed crops. "Integrated Control in Oilseed Crops". International Workshop, 11-12 october, Poznan, Poland. p46

Vad kan modellorganismen *Arabidopsis thaliana* erbjuda?

Naturlig variation i *Arabidopsis thaliana* (backtrav) har undersökts hos 168 accessioner (Steventon et al. 2001; Johansson et al. 2006). Endast via transgressiv utklyvning mellan Bay-0 and Shadara har två regioner på kromosom 2 och 3 påvisat inneha en koppling till vissning inducerad av *V. longisporum*. Det finns också annan intressant genetisk variation bland insamlat *Arabidopsis* material världen över och vi konstruerar för tillfället genetiskt kartläggningsmaterial för fortsatta studier av dessa gener. Vi har också påvisat att resistensgenen mot *Fusarium oxysporum* (*RFO1*) som är identifierad i *Arabidopsis* även ger resistens mot kransmögel. *RFO1* är en gen som har betydelse för funktionen av cellväggen. Detta är intressant för *Fusarium* är också en jordburen svamppatogen och infektionsförloppet är i stort sett identiskt. Den största skillnaden är att *Fusarium* ej bildar mikrosklerotier.

Närmare hundra andra *Arabidopsis* mutanter som är muterade i olika kända försvarsvägar har studerats och en hel del intressanta resultat har erhållits. Ett exempel är att viss typ av jasmonsyra och etylen är viktig samt att en gen som många resistensgener behöver också krävs när det gäller försvaret mot kransmögel. Fortsatta studier på denna detaljnivå pågår på *Arabidopsis* och vi kommer under våren att undersöka förekomsten av *RFO1* i olika *Brassica* genotyper. Vi har också identifierat en annan mutant *lms1* som är mottaglig mot både torröta och kransmögel (Bohman et al. 2004). Mutationen är lokaliserad till kromosom 2 och ett antal kandidatgener håller som bäst på att utvärderas. En av dem är en gen som är inblandad i celldödsmekanismen och cellens åldrande vilket är väldigt intressant i detta sammanhang.

[Mera detaljer kan inhämtas i följande publikationer:](#)

Bohman S, Staal J, Thomma BPHJ, Wang M, Dixelius C 2004. Characterisation of an *Arabidopsis-Leptosphaeria maculans* pathosystem: resistance partially requires camalexin biosynthesis and is independent of salicylic acid, ethylene and jasmonic acid signalling. Plant J 37: 9-20

- Johansson A, Staal J, Dixelius C 2006. Early responses in the *Arabidopsis* – *Verticillium longisporum* pathosystem are dependent on NDR1, JA/ET-associated signals via cytosolic NPR1 and RFO1. *Molecular Plant-Microbe Interaction* 19:958-969
- Steventon LA, Okori P, Dixelius C 2001. An investigation of the susceptibility of *Arabidopsis thaliana* to isolates of two species of *Verticillium*. *J. Phytopathology* 149:395-401

Avslutande kommentarer

Vi har under de senaste åren haft en rejäl kunskapsupbyggnad vad gäller kransmögel på oljeväxter i Sverige. Det har varit både enormt stimulerande men också lite frustrerande att arbeta med denna svampsjukdom. Vi har lärt oss väldigt mycket under denna tid men också insett hur komplex och svår denna växtsjukdom är. Ur ett bekämpningsperspektiv så är det mikrosklerotierna som är det stora problemet. Jordsaneringsmetoder efterlyses men är svåra att utveckla. Ur en bedömningssynpunkt så är det de ibland diffusa sjukdomssymptomen som är bekymmersamma, framför allt i ett tidigt stadium. Resistensförädlingen har en lovande start men det tar tid innan nya sorter finns tillgänglig. Vi har mycket kvar att lära oss, både på en grundläggande- och på en tillämpad nivå om denna svamppatogen och växtens försvar. Ännu kan vi inte erbjuda de bönder som har problem något riktigt bra hjälpmedel. Vi känner också en stark oro inför framtiden vad gäller denna sjukdom och andra följsjukdomar då oljeväxtarealen med stor sannolikhet kommer att öka.

För att ge en uppdaterad information om kransmögel och andra sjukdomar i oljeväxter så har Berg, Hapstadius och Dixelius initierat och medverkat i arbetet med den nya handboken 'Svampsjukdomar i raps och rybs' som under januari 2007 trycks av SJV både i en svensk och engelsk version. Kapitlet om kransmögel är förhållandevis omfattande på grund av de problem den växtsjukdomen orsakar i framförallt Sverige.

Bilagor

En CD med *Verticillium*-relaterade publikationerna och rapporter som omnämns i rapporten bifogas.

Innehållsförteckning

Algotsson 2004
Andersson 2003
Dixelius 2003
Dixelius et al. 2005
Fahleson et al. 2003
Fahleson et al. 2004
Hapstadius et al. 2003
Johansson 2006
Johansson et al. 2006b
Kuusk et al. 2002
Staal 2006
Steventon et al. 2001
Steventon et al. 2002a
Steventon et al. 2002b
Zhou et al. 2006

Abstracts- rapsmöte i Poznan, Polen 2005
Svampsjukdomar i raps och rybs 2007
Övriga rapporter

Respektera copyright regler för de olika dokumenten vid eventuell distribution. Kontakta ansvarig utgivare om frågor uppstår.