

Optimerad bekämpning mot torrfläcksjuka i potatis, Rapport Jordbruksverket projekt Dnr. 4.1.18-9959/16.

Erland Liljeroth, Växtskyddsbiologi, SLU, Alnarp
Eva Edin, Skoglig mykologi och växtpatologi, SLU, Ultuna

Bekämpningsförsök

Metod

Bekämpningsförsöken utfördes som randomiserade blockförsök med 4 upprepade block med en rutstorlek om 5 rader av 10 meters längd. De tre raderna i mitten skördades och utgjorde 18 kvm per ruta. I matpotatis utfördes försöket med två sorter (Bintje, mottaglig och Folva, mer resistent) i Nymö. Försöket sattes 19/5, blastdödades den 19/9 och skördades den 20/10. Behandlingarna var obehandlad kontroll (endast bladmögelbekämpning) och behandlad (Revus Top T4, T8, T10 och Signum T6, T10 förutom bladmögelbekämpning). Första bekämpningen (T1) utfördes veckan efter midsommar och sedan följde veckovisa behandlingar (T2-T12).

I stärkelsepotatis utfördes två försök med 12 olika behandlingar. Första behandlingen (T1) utfördes kring midsommar och sedan följde veckovisa behandlingar (T2-T12). Det ena försöket utfördes i Nymö och det andra på Helgegården. På Helgegården sattes försöket 3-4/5, blastkrossades den 16/10 och skördades den 25-26/10. I Nymö sattes försöket 25-26/4, blastkrossades den 16/10 och skördades den 19/10. Behandlingarna framgår av resultattabellerna nedan.

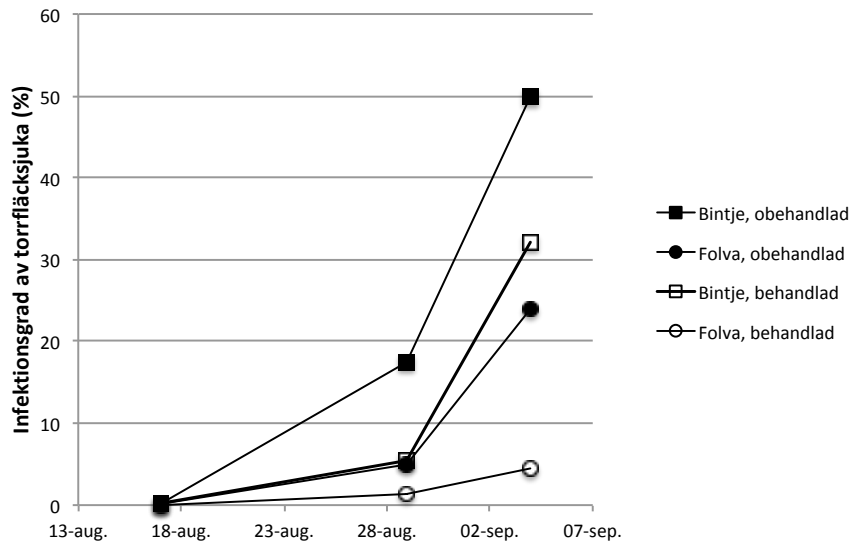
Resultat

Matpotatis

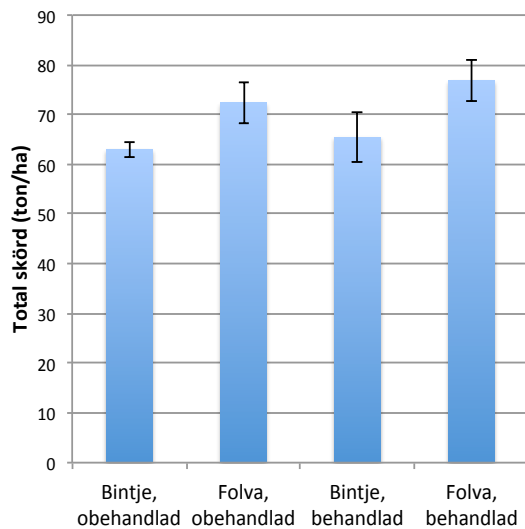
De första angreppen började ta fart under tredje veckan i augusti. Tyvärr uppstod ett fel i sättningen vilket gjorde att behandlingarna fick olika antal upprepningar: Bintje obehandlad (N=2), Bintje behandlad (N=6), Folva obehandlad (N=6), Folva behandlad (N=2). Det gör att den statistiska analysen blir obalanserad. Det som dock framgår tydligt är att Bintje hade större angrepp än Folva (Figur 1). Obehandlad Folva hade större angrepp än behandlad Bintje vilket visar på betydelsen av sortresistens. Folva är nog en något senare sort vilket delvis förklarar den högre motståndskraften. Skörden var också högre i Folva jämfört med Bintje och kemisk behandling mot torrfläcksjuka tenderade höja skörden men detta var inte statistiskt signifikant (Figur 2). Blastkrossning och skörd skedde sent och kan ha bidragit till den högre skörden i Folva som stod grön längre. Den kemiska behandlingen resulterade i signifikant mindre angrepp ($p=0,005$) men inte mindre skörd ($p=0,2$). Sorterna skilde sig signifikant åt i både angrepp ($p=0,001$) och skörd ($p=0,002$) (ANOVA). Det fanns en tendens till att den kemiska behandlingen orsakade en förändring i storleksfördelningen av knölar, d.v.s en högre andel knölar större än 65 mm. Mer noggranna statistiska analyser görs senare tillsammans med ett liknande försök som utfördes 2015.

Stärkelsepotatis

Angreppen började ta fart sista veckan i augusti i Nymö och någon vecka senare på Helgegården. På Helgegården utvecklades sjukdomen långsammare. I tabell 1 visas medelvärden för angrepp (uttryckt som AUDPC=Ytan under sjukdomsutvecklingskurvan) i de olika behandlingarna. Den bästa behandlingen var när Revus Top applicerades tre gånger, med första behandling kring 10 juli och sista behandling i mitten av augusti och altemnerades med Signum 2 gånger. Tidig behandling med Revus Top i juni följt av 4 gånger Signum gav sämre resultat (Tabell 1).



Figur 1. Grad av infektion av torrfläcksjuka (*Alternaria solani*) i matpotatissorterna Bintje och Folva med och utan kemisk bekämpning.



Figur 2. Skörd i matpotatissorterna Bintje och Folva. Variationsbarerna visar standardavvikelsen.

Att alternera Revus Top-behandlingarna med Signum eller Amistar gav knappast någon ytterligare bekämpningseffekt jämfört med enbart Revus Top behandlingar. Tukey test inom varje försök visar att kemisk bekämpning minskade angreppen signifikant men det resulterade detta år inte i någon signifikant ökning av varken totalskörd eller stärkelseskörd. När de båda försöken analyserades tillsammans (ANOVA) var det heller inga signifikanta effekter av någon behandling på varken skörd eller stärkelseskörd. En noggrann statistisk analys kommer att göras tillsammans med data från tidigare år.

Två olika alternativmedel testades i de fullskaliga försöken. Proalexin (kaliumfosfit) hade en viss effekt mot *Alternaria*-infektion medan Actisil (kisel) ensamt inte hade någon effekt. Actisil testades även i kombination med fungicidbehandling. Halverad dos fungicid i kombination med Actisil gav lika bra effekt som full dos fungicid på Hellegården men inte i Nymö (Tabell 1). Enbart halverad dos av fungiciderna gav sämre resultat.

Tabell 1. Resultat från bekämpningsförsök mot *Alternaria* i stärkelsepotatis (Kuras) 2017.

Behandling	Infektion AUDPC	Total skörd Ton/ha	Stärkelsehalt %	Stärkelseskörd Ton/ha
Helgegården				
Obehandlat	131 a	71,6 a	22,1	15,8 a
RevusTop 0,6(T1, T2)+Signum 0,25 (T3, T5, T7, T9)	56 bc	69,8 a	22,8	15,9 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12); Signum 0,25 (T6, T10)	24 c	73,5 a	22,7	16,7 a
RevusTop 0,3 (T4, T8, T12); Signum 0,125 (T6, T10)	56 bc	72,1 a	23,0	16,6 a
Proalexin 5,0 (T4, T6, T8, T10, T12)	51 c	73,3 a	22,7	16,6 a
Actisil 0,4 (T4, T6, T8, T10, T12)	138 a	69,6 a	22,8	15,8 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12); Signum 0,25 (T6, T10)+Actisil	30 c	71,9 a	22,8	16,4 a
RevusTop 0,3 (T4, T8, T12); Signum 0,125 (T6, T10)+Actisil	28 c	71,1 a	23,3	16,6 a
RevusTop 0,3 (T4, T8, T12); Signum 0,125 (T6, T10)+Actisil+Proalexin	50 c	70,4 a	22,9	16,1 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12)	34 c	68,5 a	23,2	15,9 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12)+ Amistar 0,5 (T6, T10)	37 c	70,2 a	23,2	16,3 a
Tomcast	46 c	71,5 a	23,3	16,7 a
Nymö				
Obehandlat	551 a	78,4 a	21,3	16,7 a
RevusTop 0,6(T1, T2)+Signum 0,25 (T3, T5, T7, T9)	350 b	78,9 a	21,5	17,0 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12); Signum 0,25 (T6, T10)	217 c	81,0 a	21,1	17,1 a
RevusTop 0,3 (T4, T8, T12); Signum 0,125 (T6, T10)	286 bc	81,1 a	20,8	16,9 a
Proalexin 5,0 (T4, T6, T8, T10, T12)	352 b	78,7 a	21,0	16,6 a
Actisil 0,4 (T4, T6, T8, T10, T12)	518 a	77,1 a	21,0	16,2 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12); Signum 0,25 (T6, T10)+Actisil	204 c	80,3 a	21,0	16,9 a
RevusTop 0,3 (T4, T8, T12); Signum 0,125 (T6, T10)+Actisil	335 b	78,8 a	21,1	16,7 a
RevusTop 0,3 (T4, T8, T12); Signum 0,125 (T6, T10)+Actisil+Proalexin	296 bc	80,5 a	20,9	16,8 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12)	217 c	79,4 a	21,1	16,7 a
RevusTop 0,6 (T4, T8, T12)+ Amistar 0,5 (T6, T10)	211 c	82,3 a	20,8	17,1 a
Amistar (T4, T8)	398 b	79,3 a	20,9	16,6 a

Led ”Tomcast” är ett danskt prognosystem för *Alternaria* under utveckling. Följande bekämpningar gjordes i detta led: Revus Top 0,6 L/ha den 19/7, 16/8 och 30/8, Signum 0,25 L/ha den 31/7. Olika bokstäver efter siffrorna betyder statistiskt signifikant skillnad (Tukey test, $p < 0,05$).

Sortförsök

Metod

Försöket sattes med utsäde erhållit från Potatisodlarna och Lyckeby Starch veckan innan midsommar 2017. Försöket var upplagt som ett randomiserat blockförsök med 4 upprepade block. Varje försöksruta bestod av 5 plantor. Angreppen av *Alternaria solani* (torrfläcksjuka) graderades vid 4 tillfällen (17 aug, 29 aug, 4 sept, 12 sept) som procent av den gröna bladmassan som hade typiska symptom. Samtidigt graderas den totala nedvissningen i procent. Den 17 aug var angreppen fortfarande mycket små. Hälften av sorterna hade då inga angrepp alls medan resten av sorterna hade angrepp mellan 0,1 och 0,5 procent. Nedvissningsgraden var under 10 procent. Vid det sista graderingstillfället hade de mest mottagliga sorterna ca 30% infektion medan några sorter bara hade 1-2 procent angrepp. För att få ett mått på infektionsgraden och nedvissningsgraden över hela perioden beräknades den relativa ytan under sjukdomsutvecklingskurvan (rAUDPC) samt den relativa ytan under nedvissningskurvan (rAUC). Infektion kan ju orsaka nedvissning så de båda storheterna är inte oberoende av varandra. Men till största del beror skillnader i nedvissning på skillnader i sorternas tidighet. Det finns ett generellt samband mellan sorternas tidighet och mottagligheten för torrfläcksjuka. Tidiga sorter är i regel mer mottagliga. Man måste ta hänsyn till detta när man bedömer en sorts resistens.

Resultat

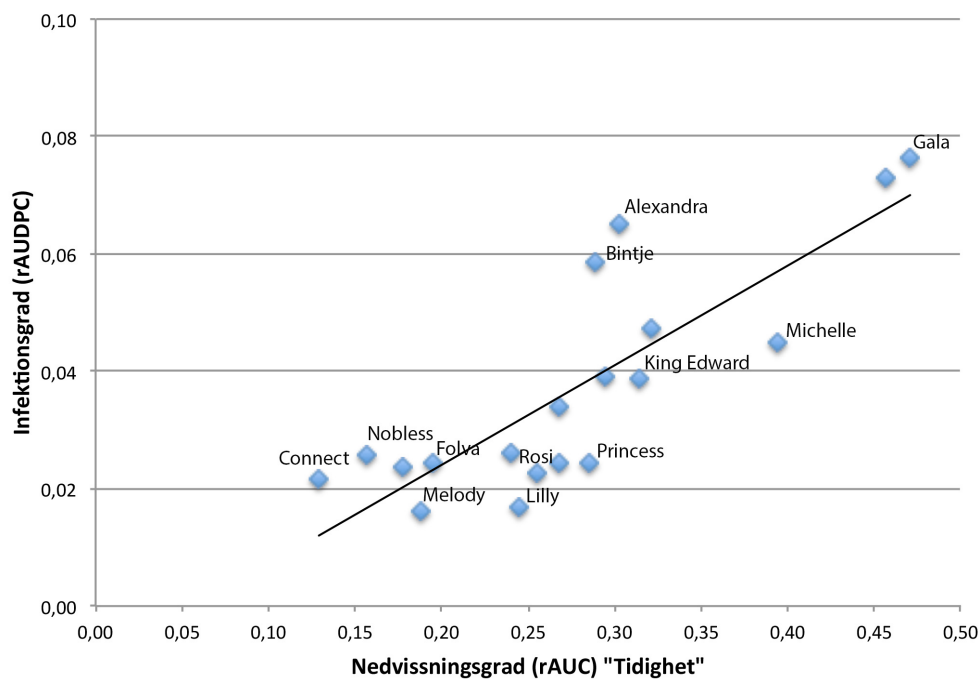
Matpotatis. Det fanns signifikanta skillnader i både angreppsgrad och nedvissningsgrad mellan matpotatissorter (Se Tabell 2). Sorten Melody hade minst angrepp och Gala hade mest angrepp. I figur 3 framgår sambandet mellan nedvissningsgrad och infektion. Högre grad av nedvissning medför kraftigare infektion. Men man kan också se att sorter med någorlunda samma nedvissning har olika grad av infektion. Exempelvis kan man ganska säkert konstatera att sorterna Lilly, Rosi och Princess har bättre resistens än sorterna Bintje och Alexandra. Sorterna Connect och Nobless har också lite infektion men här kan man tänka sej att det beror huvudsakligen på att de är sena sorter. Sorten Gala har mycket angrepp framförallt därför att det är en tidig sort.

Stärkelsepotatis. Även hos stärkelsepotatis fanns signifikanta skillnader i angreppsgrad mellan sorter (Tabell 3) och ett tydligt samband mellan nedvissningsgrad och infektion (Figur 4). Resultaten tyder dock på att sorterna Votan och Avenue har bättre resistens än Allstar eftersom den har mindre infektion men likartad nedvissningshastighet. För att vara säkra på detta behöver dock dessa försök upprepas. Kuras, som länge varit den dominerande sorten, hade mer infektion än de andra sorterna.

Jämförelse mat- och stärkelsepotatissorter. Torrfläcksjuka är ju främst ett problem i stärkelsepotatis för att odlingssäsongen är längre och att svårare angrepp vanligen inte kommer förrän i slutet på augusti/början av september. Det har också ibland hävdats att stärkelsesorter är mer mottagliga än matpotatissorter. I figur 5 finns sambandet mellan nedvissning och infektion för båda typerna och generellt kan man knappast säga att det är skillnad utan sortskillnader i resistens beror huvudsakligen på skillnader i tidighet. Men det finns en tendens till att ett antal matpotatissorter är mer resistenta än förväntat utifrån graden av nedvissning ("tidighet").

Tabell 2. Sortförsök med matpotatis. Grad av Alternaria-infektion och nedvissning i matpotatissorter mätt som ytan under sjukdomsutvecklingskurvan respektive nedvissningskurvan. Olika bokstäver efter värdena betyder signifikant skillnad (Tukey test $p < 0,05$).

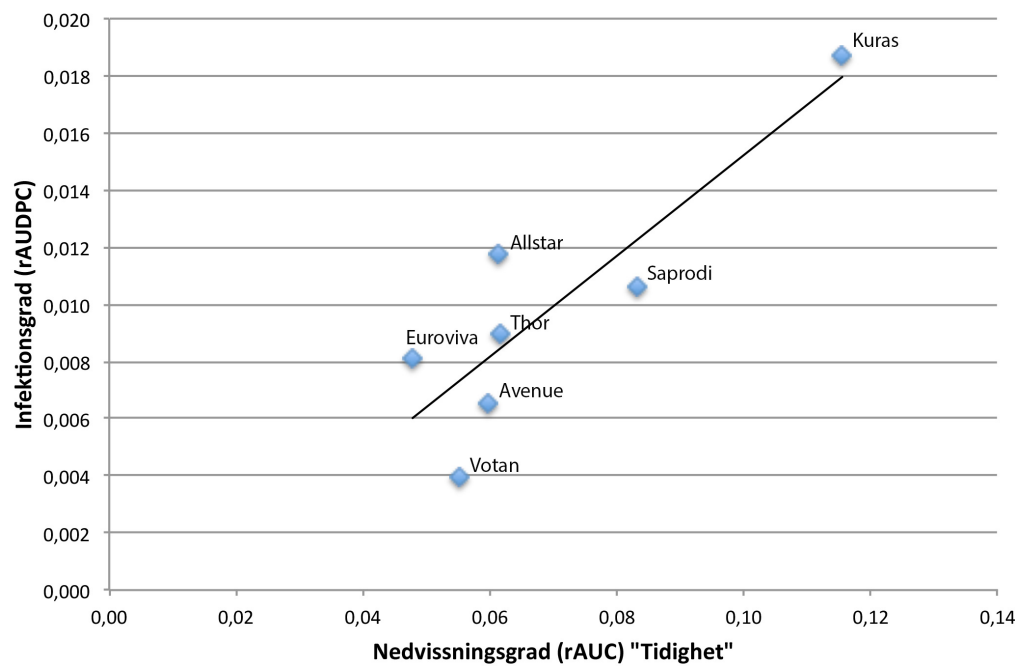
Sort	Infektion (rAUDPC)	Nedvissning (rAUC)
Gala	0,076 a	0,47 A
VDZ03139	0,073 a	0,46 ab
Alexandra	0,065 abc	0,30 dc
Bintje	0,059 ab	0,29 cde
Orchestra	0,047 abcd	0,32 bcd
Michelle	0,045 abcd	0,39 abc
Alexia	0,039 abcde	0,30 cde
KingEdward	0,039 abcde	0,31 bcd
Isabella	0,034 abcdef	0,27 cdef
Faxe	0,026 bcdef	0,24 def
Nobless	0,026 bcdef	0,16 ef
Carolus	0,025 def	0,27 cdef
Princess	0,024 cdef	0,29 cde
Folva	0,024 cdef	0,20 def
Bordeaux	0,024 def	0,18 def
Rosi	0,023 def	0,26 cdef
Connect	0,022 def	0,13 F
Lilly	0,017 ef	0,24 def
Melody	0,016 f	0,19 def



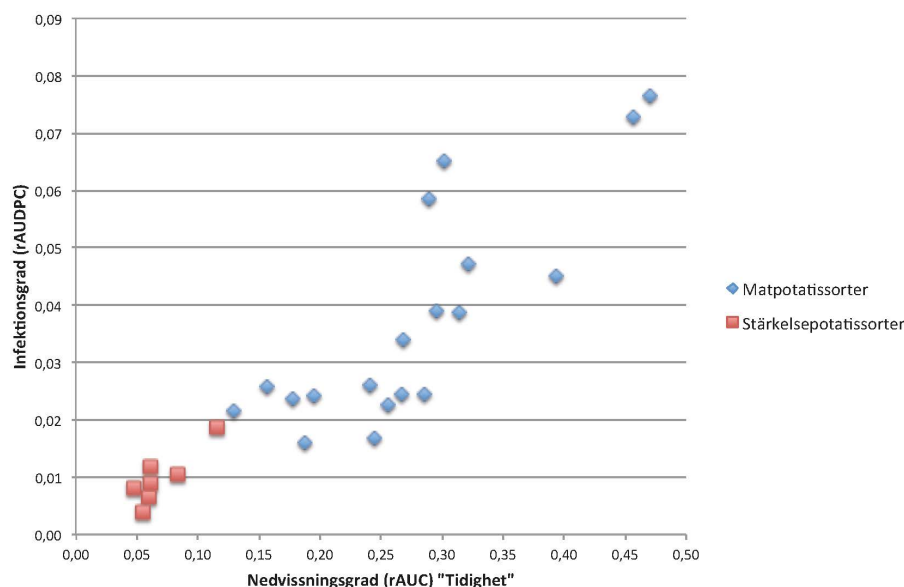
Figur 3. Sambandet mellan graden av nedvissning ("sortens tidighet") och graden av Alternaria-infektion i matpotatissorter.

Tabell 3. Sortförsök med stärkelsepotatis. Grad av Alternaria-infektion och nedvissning i matpotatissorter mätt som relativa ytan under sjukdomsutvecklingskurvan (rAUDPC) respektive nedvissningskurvan r(AUC). Olika bokstäver efter värdena betyder signifikant skillnad (Tukey test $p < 0,05$)

Sort	Infektion (rAUDPC)	Nedvissning (rAUC)
Kuras	0,0187 a	0,115 a
Allstar	0,0118 ab	0,061 a
Saprodi	0,0106 ab	0,083 a
Thor	0,0090 abc	0,062 a
Euroviva	0,0081 abc	0,048 a
Avenue	0,0065 bc	0,060 a
Votan	0,0040 c	0,055 a



Figur 4. Sambandet mellan graden av nedvissning ("sortens tidighet") och graden av Alternaria-infektion i stärkelsepotatissorter.



Figur 5. Sambandet mellan graden av nedvissning ("sortens tidighet") och graden av Alternaria-infektion. Jämförelse mellan matpotatis och stärkelsepotatisorter.

Minifältförsök med alternativmedel mot torrfläcksjuka.

Metod

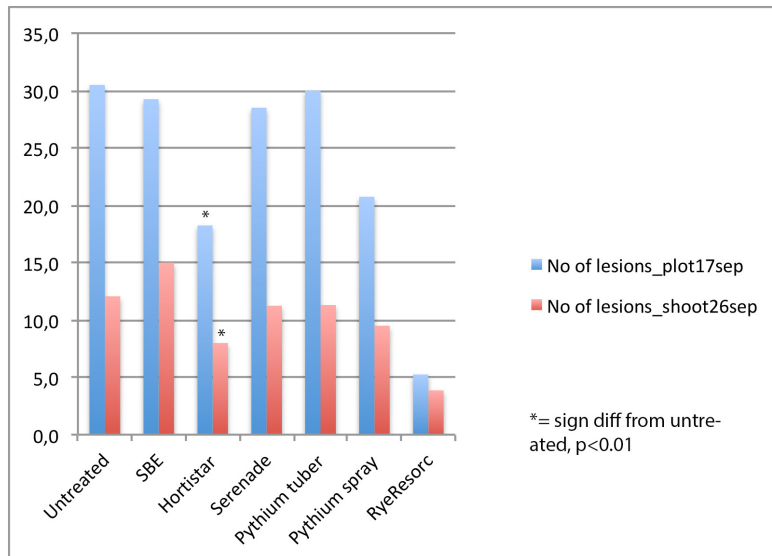
Stärkelsepotatisorten Kuras sattes i ett mindre fält på Helgegården, veckan innan midsommar för att ha friska ej nedvissnade plantor i slutet av augusti då infektionen vanligen kommer. Fältet delades upp i 4 block och i varje block utgjorde två rader med längden 3 m en försöksruta. Försöket var alltså upplagt som ett randomiserat blockförsök. 6 olika alternativa medel applicerades med handspruta första gången den 6 juli och därefter en gång i veckan fram tills mitten av september. Följande medel applicerades:

1. Obehandlad
2. SBE (sockerbetsextrakt som studeras i forskningen)
3. Hortistar® (kiselmedel)
4. Serenade® (biologiskt medel baserat på *Bacillus subtilis*)
5. *Pythium oligandrum* (biologiskt medel i forskningen) applicerat på knölar vid sättnig
6. *Pythium oligandrum* (biologiskt medel i forskningen) applicerat med handspruta på bladen
7. Extrakt av råg som studeras vid Lunds Universitet.

De första angreppen av torrfläcksjuka noterades i slutet av augusti och därefter graderas försöksrutorna vid upprepade tillfällen.

Resultat

Rågextraktet hade bäst effekt men hade tyvärr också fytotoxisk effekt och orsakade brännskador och togs därför inte med i den statistiska analysen. Hortistar hade signifikant effekt (ANOVA) och minskade angreppen med ca 40% (Figur 6). Även Serenade och *Pythium oligandrum* tenderade att minska angreppen men det var inte statistiskt signifikant. Resultaten med Hortistar är intressanta eftersom det gav bättre effekt i fält än det tidigare testade kiselmedlet Actisil. Vi kommer att ta med det i fullskaliga fältförsök under 2018 i kombination med reducerade doser fungicider.



Figur 6. Angrepp av torrfläcksjuka i fältförsök med olika alternativmedel mätt som antal fläckar per planta (skott) vid två tillfällen. Hortistar hade signifikant effekt. Rågextraktet (RyeRersorc) hade ännu bättre effekt men var fytotoxiskt.

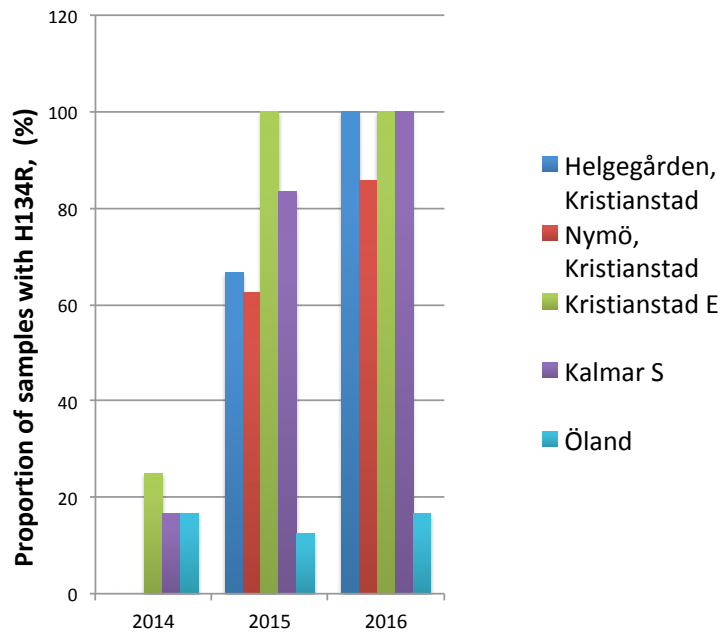
Förekomst av mutationer associerade med minskad känslighet för Boscalid.

Metod

Vi tog under säsongen bladprover med symtom av torrfläcksjuka i flera fält, både i försöksfält och andra fält. Prover från 2014, 2015 och 2016 har undersökts för förekomst av mutationer associerade med minskad känslighet för Boscalid (SDHI-fungicid). Vi har även tagit många prover från 2017 som kommer att analyseras. Metodiken bygger på PCR-reaktioner följt av sekvensering och finns beskriven i ansökan.

Resultat

Vi har i tidigare rapporter beskrivit hur förekomsten av F129L (mutation för minskad känslighet mot QoI fungicider, a.i. i Amistar) har blivit vida spridd och nu dominerar i de svenska populationerna av *A. solani*. Under projektåret 2017 har vi bekräftat att det även finns mutationer för minskad känslighet mot Boscalid (a.i. i Signum). I 4 av 5 fält insamlade 2016 fann vi en kraftig ökning av andelen isolat med mutationen H134R (Figur 6). Prov med huvudsakligen H134R påvisades även i tre andra fält i västra Skåne. Substitutionen H134R har även hittats i Östergötland 2016 där det provet hade en annan genetisk sekvens, vilket påvisar en spontant uppkommen mutation i området. Nästan samtliga prov med H134R hade även F129L mot strobiluriner, vilket försvårar en kemisk bekämpning av svampen. Analyser av prover från 2017 pågår och vi kommer även att analysera förekomsten av flera andra beskrivna mutationer som är associerade med minskad känslighet för att kartlägga förekomst och utbredning av dessa i Sverige.



Figur 6. Andel isolat med mutationen H134R (SdhC) på 5 olika platser, varav 3 i Kristianstadstrakten och två kring Kalmar. Det har skett en kraftig ökning mellan 2015 och 2016 på alla platser utom på Öland. N = 8 per undersökt fält.

Slutsatser

- Både Azoxystrobin (a.i. i Amistar) och Boscalid (a.i. i Signum som också innehåller pyraclostrobin) har tappat effekt mot torrfläcksjuka (*Alternaria solani*).
- Detta kan förklaras av en kraftig ökning av frekvensen isolat med mutationer associerade med minskad känslighet för fungicider. Vi har tidigare rapporterat för substitutionen F129L (minskad känslighet för azoxystrobin och pyraclostrobin) och här rapporteras att förekomsten av isolat med H134R (minskad känslighet för Boscalid) har ökat kraftigt i flera fält i stärkelsepotatisregionerna.
- Bästa bekämpningseffekt fås med triazolen Difenokonazol (a.i. i Revus Top) när den även appliceras sent på säsongen.
- Det finns sortskillnader i resistens mot torrfläcksjuka både i matpotatis och i stärkelsepotatis som kan vara viktigt att beakta för att minimera angreppen.
- Kaliumfosfit hade en viss effekt mot torrfläcksjuka men detta är inte registrerat i bekämpningssyfte.
- Kiselmedlet Actisil har tidigare år haft effekt om det kombineras med fungicider. 2017 fann vi samma tendens på ena försöksplatsen (Helgegården) men inte på den andra (Nymö).
- Kiselmedlet Hortistar hade i ett minfältförsök signifikant effekt mot torrfläcksjuka. Det kommer att testas i fullskaliga försök kommande säsong.

Finansiering:

Försöken har i huvudsak finansierats av Jordbruksverket men några av försöken har även delfinansierats av Partnerskap Alnarp (projekt 1015/16/Vo) och Stiftelsen Carl-Fredrik von Horns fond (KSLA, GFS2016-0079).