

Slutrapport

Miljövänlig mjöldaggsbekämpning i korn

*Ett pilotprojekt, V0633017, som utförts vid Inst. för kemi och molekylärbiologi,
Göteborgs Universitet*

S. A. I. Wright och M. Azarang

Bakgrund

Växtodlingen i Sverige och övriga Europa går alltmer i riktning mot minskad kemisk bekämpningsmedelsanvändning i många olika grödor, inte minst mot bakgrund av införlivandet av det nya direktivet om hållbar användning av bekämpningsmedel. I takt med att användningen av kemiska medel kommer att bli ännu mer restriktiv bör nya, miljövänliga och praktiskt gångbara alternativ utprövas så att de på sikt kan finnas tillgängliga för den enskilde odlaren. Detta pilotprojekt har haft som syfte att testa alternativa preparat som redan existerar på den internationella marknaden och som är i bruk i andra växt-patogensystem, för att se om de också kan ha potential för mjöldaggsbekämpning i korn.

På den internationella marknaden finns många alternativa produkter mot mjöldagg för användning i olika grödor. De baseras bl.a. på mineraloljor, kaliumkarbonat, kaliumfosfat, växtextrakt och antagonistiska mikroorganismer. Dessa preparat har i många fall varit minst lika effektiva som kemiska bekämpningsmedel. Två nya, alternativa preparat som inducerar lokal respektive systemisk resistens är MilsanaTM och BTH, Benzothiadiazole (Wurms et al., 1999) (se även Tabell 1). Ett annat verkningssätt för denna typ av preparat är direkt hämning av svampens framfart på bladytan. Exempel på preparat är: Chitosan, som är en naturligt förekommande kolhydrat, närbesläktad med cellulosa (www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets/factsheet_128930.htm), Serenade, MilsanaTM, Biosept 33SL, Bion 50WG, cinnamaldehyd, kaliumbikarbonat och organiska oljor (Neem olja, jojobaolja, timjanolja). Medan de flesta preparat fungerar bäst i förebyggande syfte, så kan oljorna även användas när mjöldaggen väl brutit ut. En förteckning över alternativa preparat som använts i mjöldaggsbekämpning under fältförhållanden, deras verkningssätt, aktiva ingredienser och den mjöldaggstyp som de varit effektiva mot finns i Tabell 1. Vi ansåg att alla dessa preparat var värda att testa mot kornmjöldagg (orsakad av *Blumeria graminis* f. sp. *hordei*) i växthusförsök. De två produkterna SonataTM och SerenadeTM, som baseras på en antagonistisk bakterie kunde tyvärr inte användas inom den korta tidsram som projektet löpte. Vi beställde dem från företaget i USA, men preparaten anlände inte i tid. De är fortfarande intressanta att testa i framtiden.

Tabell 1. Förteckning över alternativa preparat som har dokumenterad effekt mot mjöldagg hos olika grödor under fältförhållanden

Preparat	Aktiv komponent	Verkningssätt	Dokumenterad verkan mot
JMS Stylet Oil, Jojoba Oil, Neem oil, Sojabönsolja	Mineraloljor	Fysisk barriär mellan växten och svampen	Gurkmjöldagg, rosmjöldagg
Kaligreen	Kaliumkarbonat		Mjöldagg på pumpa,

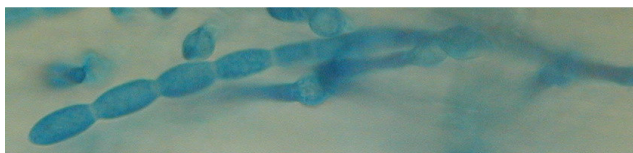
			rosmjöldagg
M-Pede	Kaliumsalter av fettsyror		Mjöldagg på pumpa
AQ10	<i>Ampelomyces quisqualis</i> (svamp)	Svampparasit på mjöldaggssvampen	Mjöldagg på pumpa
Serenade TM Sonata TM	<i>Bacillus subtilis</i> (bakterie), samt <i>B. pumilus</i> (bakterie)	Producerar svamphämmande lipopeptider	Mjöldagg i tomat, paprika, gurka, körsbär, humle, sallat
Milsana TM	Extrakt från växten <i>Reynoutria sachaliensis</i>	Lokal resistens i växten	Rosmjöldagg, samt gurmjöldagg (Daayf et al., 1995)
Chitosan	Kolydrat-polymer	Kitin-degraderande mikroflora ökar	
Bion, BTH	Salicylsyre-liknande preparat	Ökar systemisk resistens	Mjöldagg i vete (Görlach et al, 1996)
Såplösning	såpa	Bryter ytspänning	

I ett tidigare, SLF-finansierat projekt (nr. 0233080) upptäckte vi att antagonistiska mikroorganismer (tillhörande arter av *Pseudomonas* och *Rahnella*) hade effekt mot kornmjöldagg. Plantor som vuxit fram ur kärnor som behandlats med dessa växtassocierade, bakterier bar ett visst skydd mot mjöldagg, som visade sig i både växthus- och fältförsök (Azarang et al., 2004). Resultaten från det tidigare projektet pekade på att det finns många potentiella utvecklingsmöjligheter för alternativa metoder i bekämpningen av mjöldagg. Arbetsrutiner fanns redan för att studera interaktionen mellan korn och mjöldagg i växthus och i fält genom det tidigare projektet.

Mjöldagg är en av de viktigaste sjukdomarna på korn (Wiik et al., 1995). Mjöldaggssvampen ger upphov vita luddiga bladfläckar, och som vid kraftiga angrepp reducerar kornskörden. Den sprids via små sporer, sk. konidier, som växer fram i kedjor, s.k. konidioforer eller konidiebärare (Fig. 2), ur en mycelmassa som kallas koloni (Fig. 1).

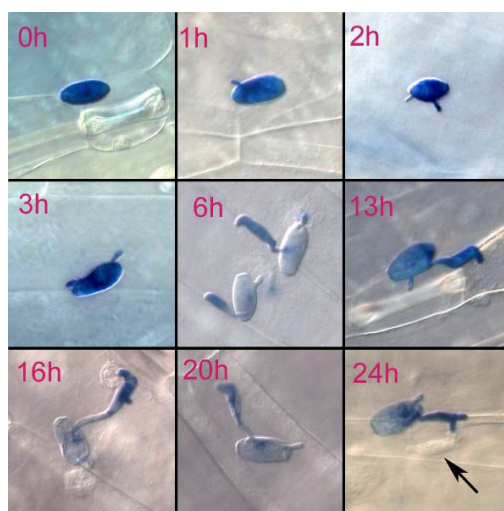


Figur 1. En mjöldaggskoloni på ett kornblad sedd i stereolupp (40X förstoring). Kolonin utgörs av tätt växande konidioforer. Längst ut på varje konidiofor knoppas nya sporer av. Foto: Mikael Celan.



Figur 2. En konidiofor i närbild. Svampen har färgats blå. Mikroskopbild. Foto: Mikael Celan.

Konidierna förs i stort med vinden till friska kornblad som infekteras, och det tar sedan ca 5-7 dagar innan symptom syns. De första 24 timmarna är kritiska för mjöldagssvampens etablering. Allt som händer då är på mikroskopisk nivå (Fig. 3). Just därför att plantor kan se friska ut men ändå vara smittade gör att det är svårt att sätta in förebyggande bekämpning mot mjöldagg (om inte sporfällor används). Mjöldaggspreparat bör därför helst kunna verka både skyddande och kurativt.



Figur 3. Utvecklingen av ett mjöldaggsangrepp på ett kornblad under de första 24 timmarna, sett i mikroskop. Timmarna i varje delbild anger tiden som förlöpt mellan att svampen landat på bladen och den fixerats (avdödats och färgats med blått färgämne). Efter en timme har den första groddslagen vuxit fram. Efter ca 13 timmar har ett appressorium (en fästansordning) utvecklats. Under den 16:e timman växer en penetreringshyf genom växtens barriär, och om infektionen lyckas bildas ett sk. haustorium (födoanordning, som är genomskinlig i bilden – se svart pil). Foto: Mikael Celan.

Material och metoder

I detta projekt användes följande preparat: majsolja, senapsolja, rapsolja, solrosolja, GrummeTM grönsåpa, glycerol, MilsanaTM, natrium- och kaliumbikarbonat, samt blandningar av desamma. Ett antal växthusförsök utfördes för att först få en uppfattning om vilka preparat som var mest effektiva, och som sedan valdes ut för fältförsöket. Kornsorten SW 3758-86 (en mjöldaggs känslig Svalöv-Weibullssort) såddes i fyrkantiga Vefi krukor (4-5 kärnor per kruka). En mjöldaggsras som angriper kornsorten SW 3758-86 användes vid inokuleringarna i växthus (Thordal-Christensen och Smedegård-Petersen, 1988). När plantor befann sig i ettbladstadiet (DC 11), dvs ca 10 dagar efter sådd, behandlades bladet genom doppning i preparat till avrinning. Alla behandlingar i växthusförsöken utfördes profylaktiskt. Obehandlade kontroller inkluderades i alla försök. De behandlade bladen fick lufttorka i ca en

timme innan de inokulerades med konidier, genom att skaka kraftigt mjöldaggsangripna kornplantor över testplantorna i ett sk. inokuleringsstorn (bestående av en rund struktur i kartong som omgärdade krukorna, ca 1 m hög). Plantorna placerades sedan i växthus, där medeltemperaturen var ca 20-22 °C. Avläsningen skedde efter uppkomst av mjöldaggskolonier, ca 5-7 dagar efter inokulering. Kolonierna räknades på hela eller delar av bladen beroende på koloniernas täthet (Fig. 4), men oftast längs 10 cm bladlängd. Fältförsöket använde sig av besprutning av preparat (2 ggr) och en något annorlunda avläsningsmetod.



Figur 4. Kornbladen spänns upp under snören för inokulering, men också då kolonier (vita fläckar) skall räknas av, ca 7 dagar efter inokulering. Bilden visar blad med glesa kolonier.

Vegetabiliska oljor. Två försök utfördes. I det andra försöket ingick även glycerol som ett led. Blandningarna bestod av 10 % olja, 10 % Brillo handdisk och 80 % vatten, som skakades kraftigt före användning. Det första försöket hade 5 upprepningar (dvs. 5 krukor), med vardera 5 kornplantor. Fem led ingick: obehandlad, majsolja, senapsolja, rapsolja och solrosolja. Det andra försöket hade 7 upprepningar (dvs. 7 krukor) med vardera 5 kornplantor. Sex led ingick: obehandlad, glycerol, majsolja, senapsolja, rapsolja och solrosolja.

Kalium och natriumkarbonater. Ett stort försök utfördes med olika kombinationer av karbonater ensamma eller blandade med vegetabiliska oljor. Blandningarna bestod av 1 % olja, 5 % Na- eller K-bikarbonat samt 0.01 Tween80, eller endast 5 % Na- eller K-bikarbonat och Tween80. Elva led ingick (se Fig. 7). Fem krukor med fem plantor vardera behandlades med varje preparat.

GrummeTM grönsåpa. I detta försök användes fem upprepningar (= 5 krukor) per behandling. Varje kruka innehöll tre kornplantor. Bladen doppades i såpalösning i ca en sekund. Antalet kolonierna på de översta 4 cm av varje blad räknades av.

MilsanaTM. Testingen utfördes genom doppning i MilsanaTM (0.5%) utan och med 0,01 % Tween80 (i ca 5 sek). Fem krukor med fem plantor vardera behandlades med varje preparat.

Fältförsöket

Vårkornsorten var Orthega. Utvecklingsstadierna vid de två behandlingstillfällena var DC 41 (den 15/6) och DC 49 (den 19/6). Grödan året före var höstraps och för-förfrukten var korn. Försöket förlitade sig till naturlig infektion. Försöket utfördes av Hushållningssällskapet Skaraborg i Skara. Upplägget bestod av fyra upprepningar av fem led: obehandlad, GrummeTM grönsåpa, MilsanaTM (0.5%) med 0,01 % Tween80, Natriumbikarbonat med Tween80, samt Natriumbikarbonat med rapsolja. Alla behandlingar randomiserades inom

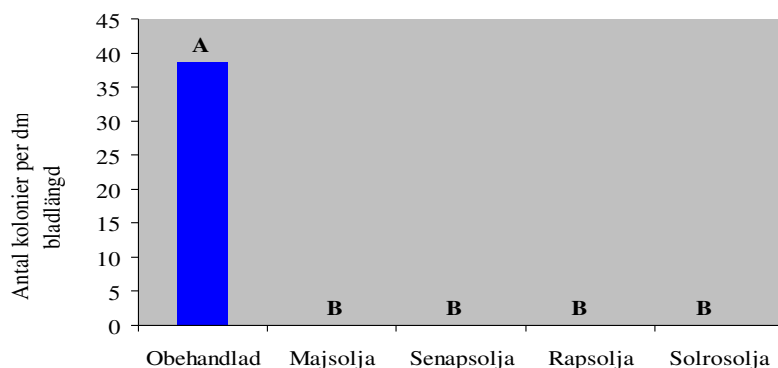
blocken. Följande tjänster beställdes: planträkning, stråstyrka, skörd, besprutning med preparat vid två tillfällen (gjordes vid stadium DC 41, när flaggbladets slida var på väg att växa ut), samt graderingar av mjöldagg och andra bladsjukdomar vid 2-3 tillfällen.

Statistisk bearbetning

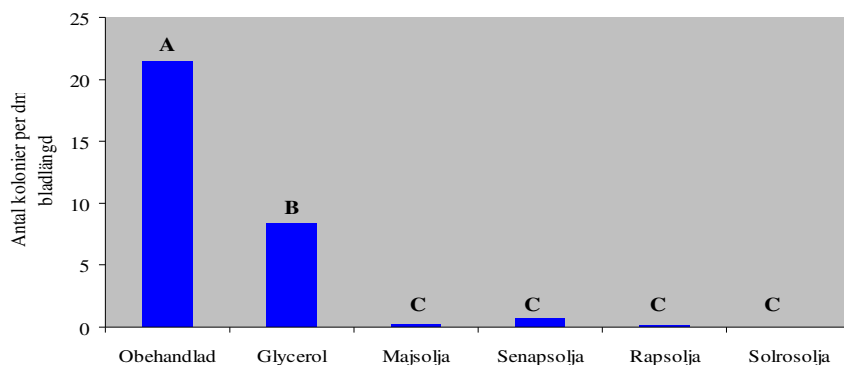
Samma statistiska bearbetning användes för växthushörsöken som för fältförsöken. Statistisk analys gjordes genom ANOVA, följt av korrektion för multipla jämförelser med Tukeys HSD test. Hypotesen att det inte finns några skillnader mellan effekten av olika behandlingar förkastades med p-värdet $p < 0,003$.

Resultat

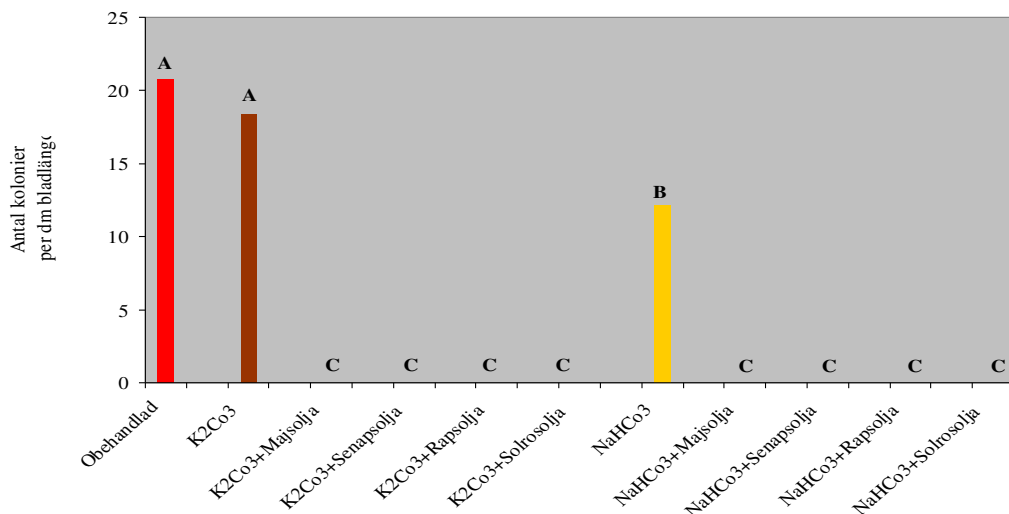
Resultaten från växthushörsöken finns presenterade i Fig. 5-10. I dessa framgår det tydligt att de vegetabiliska oljorna, glycerol, GrummeTM grönsåpa och MilsanaTM med tillsats av Tween80 gav ett signifikant skydd mot mjöldagg. MilsanaTM (0,5%) hade testats med och utan tillsats av Tween80. MilsanaTM fungerade betydligt bättre vid tillsats av Tween (Fig. 10). Fältförsöksresultaten återfinns i Fig. 11. I fältförsöket (som analyserades med avseende på kornets bladfläcksjuka, pga av dåligt mjöldaggsangrepp) visade multipla jämförelser att behandling med GrummeTM grönsåpa och natriumkarbonat med rapsolja gav ett skydd mot bladfläcksjuka som var signifikant skilt från resultatet i den obehandlade kontrollen, med respektive p-värden $p < 0,0002$ och $p < 0,005$. Behandlingen med MilsanaTM uppvisade en trend att vara skild från kontrollen, men nådde inte signifikans med p-värdet på $p < 0,1$.



Figur 5. Bekämpning av mjöldagg genom förebyggande bladbehandling av vegetabiliska oljor. Stapeln visar medeltal kolonier per 10 cm bladlängd. Resultaten från led med samma bokstavsbeteckning är inte signifikant skilda.

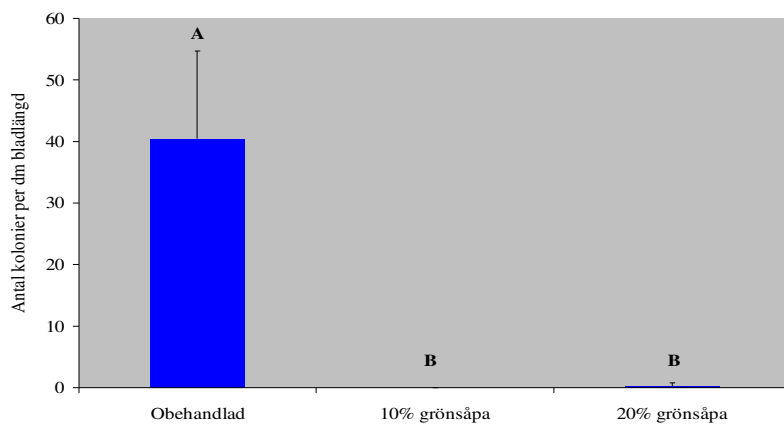


Figur 6. Bekämpning av mjöldagg genom förebyggande bladbehandling med vegetabiliska oljor samt glycerol. Staplarna visar medeltal kolonier per 10 cm bladlängd. Resultaten från led med samma bokstavsbeteckning är inte signifikant skilda.



Figur 7. Mjöldaggsangrepp efter bladbehandlingar med kalium- eller natriumkarbonat ensamma eller i kombination med växtoljor. Staplarna visar medeltal kolonier per 10 cm bladlängd. Resultaten från led med samma bokstavsbeteckning är inte signifikant skilda.

Försöken vars resultat visas i Figur 5-7 visade att alla oljor var väldigt effektiva i att förebygga mjöldaggsangrepp.

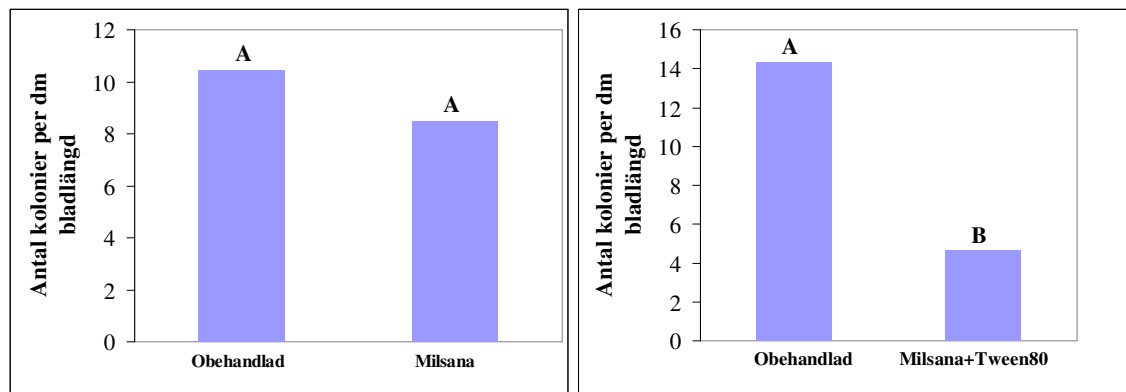


Figur 8. Mjöldaggsangrepp efter bladbehandling med GrummeTM grönsåpa (10%-ig och 20%-ig). Resultaten från led med samma bokstavsbeteckning är inte signifikant skilda.



Figur 9. Blad som behandlats med GrummeTM grönsåpa (10%) uppvisade svagt fytotoxisk verkan i form av bruna streck av såpalösningen.

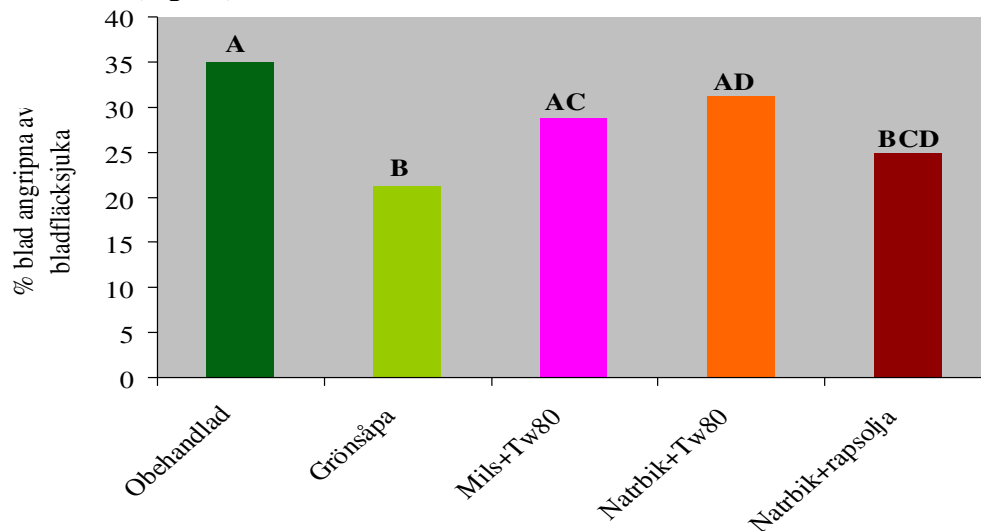
GrummeTM grönsåpa fungerade utmärkt i de två koncentrationer som testades (10% resp. 20%) (Fig. 8). Den gav emellertid upphov till viss fytotoxisk reaktion (Fig. 9), så det hade varit intressant att testa lägre koncentrationer för att se om den fytotoxiska effekten skulle försvinna. MilsanaTM fungerade allra bäst om det blandades med Tween80 (Fig. 10).



Figur 10. Mjöldaggsangrepp efter bladbehandling med MilsanaTM (0.5%) utan och med 0,01 % Tween80. Staplarna visar medeltal kolonier per 10 cm bladlängd. Resultaten från led med samma bokstavsbezeichnung är inte signifikant skilda.

Fältförsöket

Vid slutgraderingen, en månad efter de två behandlingarna, uppskattades procent bladyta som var angripen av bladsjukdomar (sköldfläcksjuka, mjöldagg, rost och kornets bladfläcksjuka). Eftersom mjöldaggsangrepp i princip blev mycket obetydliga detta år (2007), så bygger stapeldiagrammet istället på angrepp av kornets bladfläcksjuka, vilka var allvarliga den sommaren (Fig. 11).



Figur 11. Fältförsök i vårkorn, sorten Orthega, i Skara. Två besprutningar med preparat gjordes i mitten av juni. Avläsning en månad senare (i mitten av juli). Behandlade led hade GrummeTM grönsåpa 10%, MilsanaTM 0,5 % + Tween80 (0,1 %), Natriumbikarbonat 1 % + Tween80 (0,1 %), samt Natriumbikarbonat 1 % + rapsoolja 1 %. Staplarna visar medeltal procent blad angripna av kornets bladfläcksjuka. Resultaten från led med samma bokstavsbezeichnung är inte signifikant skilda.

Diskussion

Kan dessa resultat tillämpas och på sikt få konsekvenser i praktisk odling?

Resultaten från detta pilotprojekt påvisar en effekt av de alternativa preparaten (oljor och såpa) mot mjöldagg. MilsanaTM med tillsats av Tween (för att bryta ytspänningen) var också effektivt. Fältförsöket utföll inte helt som beräknat pga att bonden skördade det i förtid av misstag (vi fick därför inga skördesiffror) och för att mjöldaggsangreppen inte var så allvarliga den sommaren. Trots detta, så syntes en effekt av olje- och såpbehandlingarna mot flera bladsvampar, vars angreppsgrad noterades av försökspersonalen (kornets bladfläcksjuka, kornrost, mjöldagg och sköldfläcksjuka). Diagrammet i figur 11 är baserat på angrepp av bladfläcksjuka, som var den dominerande sjukdomen i fält.

EU:s regelverk om bekämpningsmedel har förnyats de senaste åren. Tidigare var det enklare att få tillstånd att använda såpor och olja. I samband med att förordning (EG) nr. 1107/2009 och den genomförandeförordning som listar alla godkända aktiva substanser (sk. (EU) nr 540/2011 eller Annex I i direktiv 91/414/EEG) trädde i kraft i maj/juni 2011, så försvann en möjlighet att ha en separat svensk registrering via Kemikalieinspektionen (KemI) av alternativa växtskyddsmedel som sk. "fysikaliska växtskyddsmedel", dvs. en del av de medel som testades i detta pilotprojekt. Istället får dessa preparat genomgå samma ansökningsprocedur som kemiska växtskyddsmedel. Det betyder att det behövs företag som är villiga att satsa pengar på att bereda ansökningar om såpor och oljor som växtskyddsmedel, och eftersom det är en liten marknad, finns det risk att sådana ansökningar inte skickas in. EU kommissionen och KemI ser nu över ett förenklat förfarande för godkännande av allmänkemikalier och medel med låg risk, och hoppas att lösa frågan snart.

I ekologisk odling är man mer beroende av att denna typ av växtskyddsmedel är godkända för användning än man är i traditionellt jordbruk. I projektet framkom att de medel som fungerade bäst mot mjöldagg i korn (och även andra bladsvampar i fältförsöket) var de vegetabiliska oljorna och GrummeTM grönsåpa. Ekologisk odling är ställd under specifika regelverk, från KRAV och EU. De växtskyddsmedel som får användas i ekologisk odling finns i uppräknade i Bilaga II i förordning (EG) nr. 889/2008. Varken GrummeTM grönsåpa eller någon annan såpa är idag godkänd för användning mot svampsjukdomar i ekologisk odling. Däremot fick vissa såpor dispens att användas under växtsäsongen 2012 mot insekter, t.ex. rapsgul såpa. Av de vegetabiliska oljor som testades i försöken är endast rapsolja är godkänd enligt nuvarande regler. Bikarbonat får användas mot svampsjukdomar, men karbonaterna var inte lika effektiva som oljorna och såpan i de begränsade försök som utfördes.

Det finns växtextrakt som också skulle kunna testas, och kanske ingå i alternativa preparat mot mjöldagg i framtiden. I detta projekt testades MilsanaTM, men det många andra växtextrakt som används med framgång utomlands. GrummeTM grönsåpa uppvisade viss fytotoxisk verkan på bladen i de testade koncentrationerna. I ett framtida projekt skulle det vara önskvärt att också testa lägre koncentrationer.

Litteratur

Ascard, J. 2012. Växtskyddsmedel för ekologisk odling av grönsaker på friland. Jordbruksverket.

http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr197.pdf

Azarang, M., Collinge, D. B., Gerhardson, B., Johnsson, L. och Wright, S. 2004. An integrated approach to simultaneously control insect pests, powdery mildew and seed borne fungal diseases in barley by bacterial seed treatment. Pages: 57-62. In: Y. Elad and I. Pertot (eds). Management of plant diseases and arthropod pests by BCAs and their integration in agricultural systems, IOBC/wprs Bulletin Vol. 27 (8).

Daayf, F., Schmitt, A., and Belanger, R. R. 1995. The effects of plant extracts of *Reynoutria sachaliensis* on powdery mildew development and leaf physiology of long English cucumber. Plant Dis. 79: 577-580.

Görlach, J., Volrath, S., Knauf-Beiter, G., Hengy, G., Beckhove, U., Kogel, K.-H., Oostendorp, S., Staub, T., Ward, E., Kessmann, H., och Ryals, J. 1996. Benzothiadiazole, a novel class of inducers of systemic acquired resistance in wheat. Plant Cell 8:629-643.

Thordal-Christensen, H. & Smedegård-Petersen, V. 1988. Comparison of resistance-inducing abilities of virulent and avirulent races of *Erysiphe graminis f. sp. tritici* in barley. Plant Pathology 37:20-27.

Wiik L., Olofsson B. Johnsson L. och Olvång H. 1995. Sprutning mot skadesvampar i stråsäd med fungicider 1976-1992. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för Växtskyddsvetenskap. Rapport 3, Alnarp.

Wurms, K., Labbé, C., Benhamou, N. & Bélanger, R. R. 1999. Effects of Milsana and Benzothiadiazole on the ultrastructure of powdery mildew haustoria on cucumber. Phytopathology 89:728-736.

Publikationer

Vi har inte publicerat något från pilotprojektet eftersom resultaten anses alltför preliminära för att en artikel skulle accepteras för publikation. Om vi fick medel för ett större projekt skulle arbetet lättare kunna mynna ut i vetenskapliga publikationer. Däremot har vi under projekttiden skrivit andra publikationer där SLF angivits som sponsor, bl.a. en artikel som nyligen publicerats i Plant Pathology (2012).

Övrig resultatförmedling till näringen

Sandra Wright bjöds in till Hushållningssällskapet i Malmöhus och presenterade resultaten från projektet under tidig vår 2012. Hon har också förmedlat projektets existens och resultat till handläggare på Jordbruksverket, bl.a. Agneta Sundgren och Göran Ekblad, i samband med att de klargjorde regelverket kring användningen av alternativa bekämpningsmedel. Eftersom budgeten var så kraftigt begränsad fanns inte utrymme att göra ytterligare satsningar på resultatförmedling, men vi hoppas att få tillfälle att presentera dessa resultat i andra sammanhang framöver.