

Slutrapport, SLF projekt 0233055 (Dnr 300/02)

Titel: Väderleken och växtskadegörarna - prognos- och varningsmodeller

Forskningsledare Lars Wiik, SLU

Försöksledare Hans Larsson, SLU

SAMMANFATTNING

Vädret är ofta en mycket viktig faktor, för många växtskadegörare den helt avgörande, för hur de trivs och breder ut sig. Under vissa väderbetingelser blir utvecklingen epidemisk (epifytisk). Det är då som skördeförlusterna blir stora. Under andra väderbetingelser missgynnas växtskadegörarna och skördeförlusterna blir följaktligen små. Vädret påverkar olika växtskadegörare olika. Så har till exempel bladlöss och bladfläcksvampar på vete, de skadegörare som står i fokus i denna undersökning, olika preferenser vad gäller temperatur och fuktighet.

Med hjälp av statistisk analys är det möjligt att beskriva samband mellan växtskadegörare och väderleksfaktorer. Resultat från växtskydds försök i höstveten i Skåne under perioden 1977-2003 bearbetades, analyserades och utvärderades. Med korrelation, regression och diskriminantanalys beskrevs samband mellan växtskadegörare, skördeförlust och väderlek. Bearbetningen av datamaterialet ledde fram till prognosmodeller som kan provas enskilt, tillsammans eller i kombination med andra faktorer.

Två huvudmodeller föreslås, en för sädesbladlöss och en för bladfläcksvampar. Samtidigt betonas och förordas att även andra av oss framtagna modeller används. Efter körning av flera modeller kan man se om de pekar i samma riktning eller om prognoserna är osäkra och pekar i olika riktningar.

Huvudmodellen för sädesbladlöss är baserad på 25 års försöksresultat. Modellen är framtagen med multipel regression baserad på tre väderleksvariabler och en uppgift om bladluspopulationen för två år sedan. Modellen är utvärderad på hela perioden och på olika delperioder. Samma variabler kan också förutsäga bladlusår med hjälp av diskriminantanalys. Variablerna är ackumulerad nederbörd till och med april, ackumulerad nederbörd till och med juli året före, gradsumma för juli och september året före och bladluspopulationen två år före. Fördelen med denna modell är att den kan testas redan den 1 maj eftersom den bara använder variabler fram till detta datum. Andra modeller med vintertemperaturer och gradtillskottet under maj-juni bör också ingå.

I huvudmodellen för bladfläcksvampar är responsvariabeln slutangreppet i GS 75 (growth stage, utvecklingsstadium mjölkmodnad) av bladfläcksvampar i SJV:s prognos- och varningsrutor i södra Sverige. De fyra bakgrundsvariablerna som ingår i denna regressionsekvation är nederbörden i april och maj, förra årets maxtemperatur i oktober samt minimitemperaturen i mars. Ingen av modellerna för bladfläcksvampar är hundra procentiga men kan användas som beslutsstöd i en behovsanpassad bekämpningsstrategi.

Vi har nu under lång tid arbetat med väderleken och skadegörarna, en verksamhet finansierad av SLU, SJV och SLF, men endast med relativt sett små medel. Resultaten från undersökningen har ökat förståelsen för vädrets påverkan på sädesbladlus och bladfläcksvampar i vete. I rekommendationer för behovsanpassad bekämpning används denna kunskap. Det är vår absoluta ståndpunkt att en större satsning borde göras på väderleken och skadegörarna om den behovsanpassade bekämpningen skall få sitt genombrott. Klimatförändringens betydelse för

växtskyddet är avgörande ur flera synvinklar och uppföljning av resultat från längre perioder är då ett måste.

BAKGRUND

Det är välkänt att väderleken har en avgörande betydelse på växtskadegörarens utveckling och spridning. Under vissa förutsättningar blir utvecklingen epidemisk, ofta med stora skördeför-luster som följd. Vår utgångspunkt var att studera årsmånsvariationer snarare än fältspecifika skillnader. Självklart spelar de fältspecifika faktorerna som gödning, sort, förfrukt, jordbear-betning med flera, roll för hur angrepp av växtskadegörare kommer att utvecklas. Dock har vi under många år upplevt årsmånens betydelse och valde därför att i detta projekt studera skill-nader mellan år. En engelsk undersökning (Gladders *et al.* 2001) stöder vårt val av regionala modeller: "Tactical forecasting schemes, based predominantly on weather factors, are likely to be more robust and of greater value than strategic risk assessments based on location." Här följer en kort beskrivning av de två skadegörare vi undersökte i detta projekt.

Sädesbladlus

Sädesbladlusen uppförökas på höstveten i juni och juli och når normalt sitt maximum i slutet på juli. Bladlösen får då vingar och flyger över på gräsvallar för att i september och början på oktober flyga över för att lägga ägg på sina övervintringsplatser som kan vara höstsäd eller vallar. Äggen övervintrar och kläcks i april. Kritiska väderleksperioder är uppförökningen i juli, överflygningen till övervintringsplatserna i september-oktober, vintertemperaturen december-februari och uppförökningen på våren-försommaren. (Se t.ex. Larsson 1993).

Många olika samband mellan väder och utvecklingen av sädesbladlus har konstaterats. Vintertemperaturens betydelse har påvisats av många forskare. Temperaturen i februari var positiv för sädesbladlusen (Pierre & Dedryver 1984). Antalet daggrader över 1 grad i februari och mars var positivt (Maudsley *et al.* 1996). I södra England fanns en korrelation mellan värmigrationen och temperaturer i januari och februari (Walters & Dewar 1986).

I Frankrike har flera modeller presenterats vilka tar hänsyn till flera väderleksperioder från höst till vår. För *Sitobion* fann Pierre (1987) att nederbörden var negativt korrelerad, tempera-tur i februari var positivt korrelerad och den relativa fuktigheten i april var negativt korrele-rad. Temperaturerna i september och november var positivt korrelerade.

Vårvädret kan både gynna och missgynna lösen om man tar hänsyn till de naturliga fiend-erna. Torrt väder under inflygningen var positivt för bladlösen (Leather *et al.* 1984). Dedry-vér *et al.* (1987) fann att låga temperaturer i maj missgynnade de naturliga fienderna.

Väderberoendet under sommaren studerades av Holz & Wetzel (1989). Tre väderlekstyper för perioden GS 60-78 påverkade bladlösen olika. Varmt och torrt väder med 19 grader och 14 mm nederbörd var mest gynnsamt medan kallare och fuktigt väder med 15 grader och 80 mm hämmade på bladlösen. Temperaturen och nederbörden för den normala väderlekstypen var 16 grader och 29 mm.

Korrelationen mellan tillväxt av sädesbladlusen och temperaturen var linjär mellan 10-25 gra-der, över 25 grader blev det en markerad nedgång (Acreman & Dixon 1989).

Grödans utveckling har också betydelse för bladlösen. Större populationer noterades vid tidig sådd i England (Carter 1984). Om grödan led av vattenstress orsakade bladlösen större skör-deförluster än om grödans vattenbehov var uppfyllt (Fereris *et al.* 1988).

Flera modeller som tar hänsyn till både skadedjur, naturliga fiender, gröda och väder har utvecklats, exempelvis en modell för sädesbladlus som innehåller sådatum, nyttoinsekter och väder men utgår från en avräkning i fältet av bladlus och nyttoinsekter (Hewson & Sagenmüller 2000).

Nya bekämpningströsklar för sädesbladlus i höstvetete, som också tar hänsyn till grödans utvecklingsstadium, framtog och förbättrades under 1980-talet (Larsson 1986, Larsson 2002).

Bladfläcksvampar

Angrepp av svampsjukdomar som svartpricksjuka, brunfläcksjuka och vetets bladfläcksjuka, som orsakas av *Septoria tritici*, *Septoria nodorum* respektive *Drechslera tritici-repentis*, kan medföra stora skördeföruster. Svartpricksjuka förekommer årligen tidigt på förvåren i de skånska höstvetefälten. Svartpricksjuka är den allvarligaste skadegöraren i komplexet bladfläcksvampar på vete i många länder och forskning på denna skadegörare är intensiv (exempelvis Lovell *et al.* 1997, Gladders *et al.* 2001, Pietravalle *et al.* 2003, Shaw *et al.* 2008). Fläckar med svampens sporhus är lätta att finna på de nedre bladen. *Septoria nodorum* och *Septoria tritici* har liknande fuktighets- och temperaturkrav. *Septoria tritici* behöver dock något längre perioder med hög luftfuktighet för att orsaka infektion samt har ett något högre temperaturoptimum (Berggren 1981). Även när det gäller *Drechslera tritici-repentis* är fuktigheten av stor betydelse, och allvarliga skador uppträder under våta år. Den optimala temperaturen för svampens myceltillväxt är 26-28 °C (Hyltén-Cavallius 1984).

I samband med regn sprider sig svamparnas sporer från smittkällor på markytan eller på smittade groddplantor allt högre upp på veteplantorna. Om de översta bladen och axen angrips minskar den assimilerande ytan varigenom kärnstorleken minskar och därmed skörden. Vattnet krävs för att konidier av *S. nodorum* skall frigöras och spridningen gynnas av regnstänk och vind. Särskilt nederbördsförhållandena veckorna omkring axgången har stor betydelse för angreppets påverkan på kärnskorde. Detta framgår av en jämförelse mellan den ackumulerade nederbörden vid sex skånska SMHI-stationer och skördeökningen erhållen genom sprutning i skånska höstveteförsök (Wiik 1993). Sambandet mellan nederbörden under och efter axgången betyder mer för bladfläcksvamparnas utveckling än nederbörden före axgång (Wiik 1992). Nederbörden efter axgång kan inte användas i en behovsanpassad bekämpningsstrategi, eftersom sprutningen för god effekt bör göras redan under axgången. Det har dock visat sig att nederbördsförhållandena fram till och med spruttillfället kan vara en del i en ”hjälpreda” för att bestämma bekämpningsbehovet (Emmerman *et al.* 1988 och Wiik 1993). Temperatur, regn och bladfuktighet förklarade 34-47 % av variationen för brunfläcksjukans epidemiska utveckling (Djurle 1996). I exempelvis England, Wales och Tyskland utarbetades modeller som tar hänsyn till väderleken och agronomiska karaktärer (Gladders *et al.* 2001, Müller & Luckhard 2003, Rossberg *et al.* 2003).

MATERIAL OCH METODER

Sädesbladlus

Hela datamaterialet består av resultat från fältförsök inriktade på insekticiders effekt på skadedjur (främst bladlöss) i höstvetete under perioden 1977-2003 i Skåne. Jordbruksverkets inventeringar från 1988-2003 utnyttjades dessutom för datum för första angrepp av sädesbladlus och fördelen med dessa är att resultat från många fält ingår (ca 60 /år). Vissa år avslutades emellertid inventeringarna redan i mitten på juli innan sädesbladlusen nådde sitt maximum. Dessa år utnyttjades värden från försöken istället. Antalet försök per år i Skåne var mellan fyra och 13.

Bladfläcksvampar

Under perioden 1983-2003 utfördes ett stort antal fältförsök inriktade på olika fungiciders effekt mot växtpatogena svampar (främst bladfläcksvampar) i Skåne, inte mindre än 225 st. Som minst utfördes tre försök under året 1993 och som mest drygt 20 försök per år under flera år. I vissa försök ingick flera sorter. Skördeökningen som en axgångsbehandling medförde medtogs då för alla de ingående sorterna. Skördeökningar med preparat som är aktiva mot bladfläck- och axsvampar (Tilt 250 EC, Top Top och Amistar) gav oss möjlighet att uppskatta skördeförluster som dessa skadegörare orsakade.

Underlaget till angreppen utgörs av noggranna sjukdomsgraderingar, både i fältförsöken samt även i Växtskyddscentralernas veckovis uppföljning av skadegörarnas utveckling i prognosrutor som även de utvärderades i projektet.

Vädret

Ett skånskt medelväder framräknades, baserat på väderleksregistreringar från fem till tio av SMHI:s stationer i Skåne. För bladlöss där de flesta försöken låg i Sydvästskåne utnyttjades väderdata från stationen i Lund.

Statistik

Materialet bearbetades med programmet SPSS Base (Hawkins 2005). Tillsammans med ett stort antal vädervariabler bearbetades de årliga genomsnittresultaten med några olika statistiska metoder: variansanalys, korrelation, regression samt diskriminantanalys.

Linjära korrelationer

Linjära korrelationer beskriver sambanden mellan alla använda variabler. Signifikanser på 0.05 och 0.01-nivån markerades.

Multipel regression

Multipel regression har använts som en förklaringsmodell med flera oberoende variabler. För multipel regression används determinationskoefficienten som är kvadraten på korrelationskoefficienten r . Determinationskoefficienten eller förklaringsgraden r^2 varierar mellan 0 och 1. Om $r^2 = 0,81$ betyder detta att 81 % av variationen i den beroende variabeln förklaras av de oberoende variablerna som ingår i ekvationen.

Det viktiga med regressionsmodellerna är att begränsa antalet använda variabler. Ju färre variabler ju större chans för att modellen skall vara giltig även för nya fall.

Diskriminantanalys

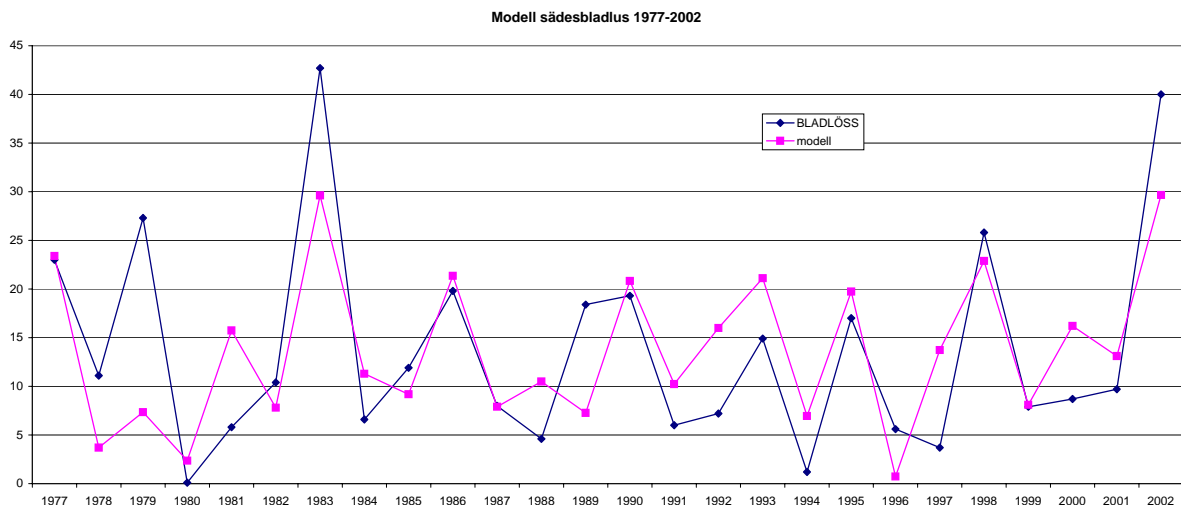
Diskriminantanalys är besläktad med både multivariat analys och multipel regression. Diskriminantanalys används för att testa multivariata skillnader mellan grupper och för att bestämma vilka variabler bland många som är bäst på att beskriva skillnader mellan grupper. Med hjälp av funktionerna kan sedan nya fall klassas och i vårt fall användas för prognos. Analysresultatet beskrivs bäst med antalet fall som klassas rätt och med så få variabler som möjligt. Med lika många variabler som fall klassas ofta alla fall rätt utan att det har någon signifikans. Man börjar med fall i två eller fler kända grupper och sedan användes diskriminantproceduren för att identifiera en linjär kombination av variabler som bäst karakteriserar skillnaderna mellan grupperna.

RESULTAT

Bearbetningen av materialet ledde fram till ett antal prognosmodeller som kan provas enskilt eller tillsammans för att öka förutsättningarna att vid axgång kunna förutsäga riskerna av sädesbladlöss och bladfläcksvampar.

Sädesbladlus

De perioder som kan påverka sädesbladlössens population är väderförhållande året före vid uppbyggnaden av populationen i vetet under försommar och sommar, utflygningen till övervintringsplatserna i september, vintertemperaturerna, vårnederbörd och temperaturer i maj och juni samt julivädret. Det senare kan dock inte användas i prognossyfte och har därför inte använts. Modellen för hela tidsperioden innehåller tre variabler men förklarar bara 53 % av variationen. Modellen visar fel för flera år. Bättre modeller blir det för perioderna 1986-2003 och 1989-2003 då det också finns med en variabel som beskriver bladluspopulationens cykliska förlopp, i det här fallet populationen två år tidigare. Bästa modellen är den för de sista tio åren. Som huvudmodell valdes modellen i figur 1 med tillägg av bladluspopulationen två år före. Denna modell har utvärderats för olika tidsperioder.



Figur 1. Överensstämmelse mellan bladluspopulationen respektive år och en multipel regressionsmodell med tre bakgrundsvariabler. Modell: y (sädesbladlöss) = $-10,9 + 0,018 x$ nederbörd till och med april + $0,024 x$ gradsumman i juli och september året innan - $0,05 x$ nederbörden till och med juli året innan. Determinationskoefficienten $r^2=0,53$.

Utvärdering av huvudmodellen

Huvudmodellen har utvärderats genom att köras på olika tidsperioder av materialet. $Y(\text{bladlöss}) = \text{konstant} + x_1 + x_2 + x_3 + x_4$. En viss förskjutning av variabelernas betydelse äger rum. Bladluspopulationen två år före är inte signifikant för de tre första tidsperioderna.

Diskriminantanalys

En uppdelning i två grupper efter bladluspopulationen gjordes, år med mer än 15 bladlöss/strå i medeltal och den andra gruppen med mindre än 12 bladlöss/strå. Samma variabler som för regressionsanalysen användes ackumulerad nederbörd tom april, gradsumma för juli och september året före, ackumulerad nederbörd tom juli året före och bladluspopulationen två år före. För hela perioden 1977-2002 klassades 92 % av åren i rätt grupp. 1979 och 1989 blev felklassade. För 1980-2002 klassades alla åren utom 1989 rätt. På samma sätt klassas alla åren utom 1989 rätt både för perioden 1983-2002 och för perioden 1986-2002. För perioden 1990 klassades alla rätt.

Hans Larsson (2005) har redovisat resultaten från detta projekts undersökningar på sädesbladlus i sin doktorsavhandling i uppsats III, Multiple regression models for weather influence on *Sitobion avenae* populations in winter wheat.

Bladfläcksvampar

Korrelation

De två beroende variablerna eller responsvariablerna angrepp och merskörd är signifikant korrelerade med ett antal oberoende väderleks- eller bakgrundsvariabler. Inte minst fuktigheten under maj månad var betydelsefull utan även temperaturen under våren och försommaren. Angrepp av bladfläcksvampar grundlades troligen i stor utsträckning under maj månad då fuktigheten spelade stor roll. Under sommaren fick temperaturen en ökad betydelse för bladfläcksvamparnas utveckling.

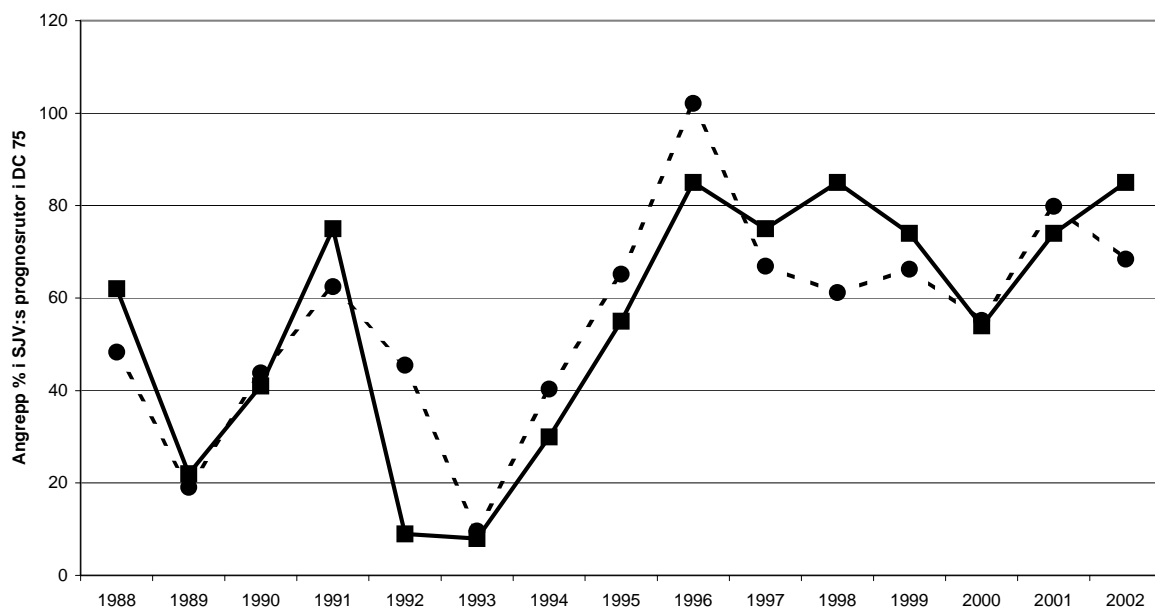
Våra analyser visar att nederbörden efter axgång hade stor betydelse för hur stort det slutliga angreppet av bladfläcksvampar blev, något som bekräftas av äldre resultat. Luftfuktigheten och temperaturen under högsommaren (juni-juli) spelar också en stor roll men dessa variabler kan vi inte använda i en prognos- och varningsmodell.

Multipel regression

Med multipel regression kunde vi med ett antal bakgrunds- och väderleksvariabler i stor utsträckning förklara angreppet av bladfläcksvampar och merskörd. Se vidare nedan under rubriken modeller.

Diskriminantanalys

I diskriminantanalys kunde vi med en kombination av bakgrunds- eller väderleksvariabler förklara gruppindelningar av responsvariablerna. Se vidare nedan under rubriken modeller. I



figur 2 ingår fyra bakgrundsvariabler och modellens tillförlitlighet ökar. Två år av 15 blir fel.

Figur 2. Överensstämmelsen mellan angreppet av bladfläcksvampar (y) i SJV:s prognosrutor i södra Sverige 1988-2002 tre till fyra veckor efter axgången (heldragen linje) och en multipel regressionsmodell med fyra bakgrundsvariabler (streckad linje). Modell: y (angrepp) = $-69,327 + 6,787 \times$ förra årets maxtemperatur i oktober $+ 0,429 \times$ nederbörd i maj $+ 0,736 \times$ nederbörd i april $- 3,069 \times$ minimitemperatur i mars, $r^2 = 0,70$.

Lars Wiik (2008) har redovisat underlaget till undersökningarna avseende bladfläcksvampar i detta projekt i en uppsats i Crop Protection, Yield and disease control in winter wheat in southern Sweden during 1977-2005.

DISKUSSION

Kritiska väderperioder för sädesbladlusen som påvisats i analysen är i praktiken hela föregående år men speciellt julivädret och septembervädret. Höstvädrets betydelse har påvisats av andra som Pierre (1987) men vädret tidigare under föregående år har inte påvisats av andra. Vintertemperaturen har påvisats av flera som Pierre & Dedryver (1984), Maudsley *et al.* (1996) och Walters & Dewar (1986). Vårvädrets betydelse har tolkats olika men speciellt för de sista tio åren var gradtillskottet en stark faktor i vår analys. Nytt är också att en information om populationen två år tidigare kan öka förklaringsgraden. Den ger en bild av sädesbladlusens cykliska uppträdande vilket troligen beror på naturliga fiender. Huvudmodellen har testats för olika tidsperioder för de 26 åren och befunnits fungera väl för alla perioderna, den fungerar bra också med diskriminantanalys för olika tidsperioder för att pricka in åren med mycket bladlös. Fördelen med denna modell är också att den kan testas redan den 1 maj eftersom den bara använder variabler fram till detta datum. Trots detta förordar vi att man använder även de andra modellerna med speciellt vintertemperaturerna och gradtillskottet under maj och juni. Efter körning av samtliga modeller kan man se om de pekar i samma riktning eller om prognoserna är osäkra och pekar i flera riktningar. På samma sätt som för regressionsanalys kan man med diskriminantanalysen använda en alternativ modell för att förbättra prognosen.

Med hjälp av korrelation, regression och diskriminantanalys var det möjligt att finna samband mellan väderleksvariabler, angrepp av bladfläcksvampar och den skördeförlust som de orsakade. Om dessa samband skall kunna användas i prognos- och varningsmodeller förutsätter det naturligtvis att datauppgifterna som används är representativa. Med tanke på att vi utnyttjade både sjukdomsgraderingar från fältförsöken samt graderingar från Växtskyddscentralens många prognosrutor bör underlaget vara representativt.

Den typ av variabler som ”föll ut” eller förklarade en stor del av variationen i våra analyser stämde väl överens med tidigare kunskap, t.ex. att bladfläcksvampar gynnas av hög luftfuktighet under vissa perioder. En del av de funna sambanden var inte alltid så lätt att biologiskt förklara. Kanske en förklaring inte finns i dessa fall utan helt enkelt är ett resultat av att ett stort antal variabler användes varmed sannolikheten för felaktiga samband ökade. Å andra sidan kanske samband finns som inte är så uppenbara men som söker en förklaring. I vissa av korrelationerna och regressionerna förklarades en stor del av variationen av händelser föregående år. Kanske grundläggs vissa svampars framtida utvecklingsmöjligheter redan föregående år i en omfattning som vi hittills inte känt till (se Lovell *et al.* 1997 och Gladders *et al.* 2001). Gladders *et al.* (2001) fann exempelvis att föregående års temperatur i november, således samma höst som grödan såddes och etablerades, påverkade det slutliga angreppet av *S. tritici*. Både grödans tidiga tillväxt och svampens askosporer och dess möjligheter att infektera grödan påverkades sannolikt mycket av temperaturen under just denna månad.

Bakgrundsvariablerna delades upp månadsvis, t.ex. nederbördstillskottet i maj, nederbördstillskottet i juni osv. Denna uppdelning är inte optimal som en del i en prognos- och varningsmodell. Uppdelningen bör då i stället beakta biologiska faktorer. Med tanke på det intressanta resultat som en månadsvis uppdelning gav bör även en mer ”biologisk” uppdelning göras.

Vi har nu under lång tid arbetat med väderleken och skadegörarna, en verksamhet finansierad av SLU, SJV och SLF, men endast med relativt sett små medel. Resultaten från undersökningen har ökat förståelsen för vädrets påverkan på sädesbladlus och bladfläcksvampar i vete. I rekommendationer för behovsanpassad bekämpning används denna kunskap. Det är vår absoluta ståndpunkt att en större satsning borde göras på väderleken och skadegörarna om den behovsanpassade bekämpningen skall få sitt genombrott. Klimatförändringens betydelse för

växtskyddet är avgörande ur flera synvinklar, se exempelvis <http://klimatantologi.slu.se> (SLU 2008), och uppföljning av resultat från längre perioder är då ett måste.,

REFERENSER

- Acreman S J & Dixon A F G. 1989. The effects of temperature and host quality on the rate of increase of the grain aphid on wheat. *Ann. Appl. Biol.* 115, 3-9.
- Berggren B. 1981. Brunfläcksjuka (*Septoria nodorum*) och svartpricksjuka (*Septoria tritici*) på vete – En litteraturöversikt. *Växtskyddsrapporter. Jordbruk* 19. 62 s.
- Carter N. 1984. Cereal pests present problems and future prospects. *British Crop Protection Conference*, 151-158.
- Dedryv er C A, Fougeroux A, De La Meisseliere C, Pierre J.S & Taupin P. 1987 Resultats preliminaire concernant l’etablissement d’un modele de previsions sur des risques de pullulation de *Sitobion avenae* sur blé au printemps dans le bassin Parisien et le nord de la France. *Bulletin SROP OILB, Integrated control of cereals*, X/1, 133-142.
- Djurle A. 1996. Glume blotch, wheat, weather and field conditions. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Plant Pathology, Uppsala 1996.
- Emmerman A, Gustafsson G, Hedene K-A, Sigvald R & Wiik L. 1988. Prediction of leaf and glume blotch diseases in winter wheat and spring barley. *V xtskyddsnotiser* 52:5, 112-116.
- Fereres A., Giutierrez C, Del Estal P & Castanera P. 1988. Impact of the English grain aphid on the yield of wheat plants subjected to water deficits. *Environmental Entomology*. Vol. 17, No. 3, 596-602.
- Gladders P, Paveley N D, Barrie I A, Hardwick N V, Hims M J, Langton S & Taylor M C. 2001. Agronomic and meteorological factors affecting the severity of leaf blotch caused by *Mycosphaerella graminicola* in commercial wheat crops in England. *Ann. appl. Biol.*, 138, 301-311.
- Hawkins D. 2005. Biomeasurement. Understanding, analysing, and communicating data in the biosciences. Oxford University Press.
- Hewson R T & Sagenm ller A. 2000 Some contributions to integrtaed crop management in Europ . *Pest management science*. 56, 954-956.
- Holz F & Wetzel Th. 1989 Einsch tzung und Nutzung eines Populationsmodell f r die Getreidelaus *Sitobion avenae* *J-appl-Ent* 108, 328-334.
- Hylt n-Cavallius I. 1984. Vetets bladfläcksjuka (*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem.) – Biologi och bekämpning. Examensarbeten 1984:1, 54 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växt och skogsskydd, Uppsala 1984.

- Larsson H. 1986. Skadetrösklar för bladlöss i korn och höstvet. Växtskyddsrapporter 39, 201-210.
- Larsson H. 1993. Sädesbladlusen. Faktablad om växtskydd. Jordbruk, 69 J.
- Larsson H. 2002. Sädesbladlusen I höstvet 1995-2002. södra jordbruksförsöksdistriktet. Rapport från växtodlings- och växtskydds dagar i Växjö 2002. Nr 55. 6:1-6:5.
- Larsson H. 2005. Aphids and thrips: The dynamics and bio-economics of cereal pests. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae. Doctoral Thesis No. 2005:119. SLU.
- Leather S.R, Carter N, Walters K F A, Chroston J R, Thornback N, Gardner S M & Watson S J. 1984. Epidemiology of cereal aphids on winter wheat in Norfolk 1979-1981. Journal of applied Ecology 21, 103-114.
- Lovell D J, Parker S R, Hunter T, Royle D J & Coker R R. 1997. Influence of crop growth and structure on the risk of epidemics by *Mycosphaerella graminicola* (*Septoria tritici*) in winter wheat. Plant Pathology 46, 126-138.
- Maudsley M. J, MacKenzie A, Thacker J I & Dixon A F G. 1996. Density dependance in cereal aphid populations. Ann. Appl. Biol. 128, 453-463.
- Müller M & Luckhard J. 2003. Auftreten und bedeutung von weizenkrankheiten in Deutschland. Getreide Magazin 2, 94-99.
- Pierre J S. 1987. Recherche de variables climatiques explicatives dans un but de prévision des pullulations d'insectes. Utilisation d'une methode de correlation integrale avec retard. Bulletin SROP OILB, Integrated control of cereals, X/1, 109-118
- Pierre, J S & Dedryver S A. 1984. Un modele de regression multiple applique a la prevision des pullulations d'un puceron des cereales *Sitobion avenae* sur blé d'hiver. Acta Oecologica, Oecol. App (2),153-172.
- Pietravalle S, Shaw MW, Parker SR, van den Bosch F. 2003. Modeling of relationships between weather and *Septoria tritici* epidemics on winter wheat: A critical approach. Phytopathology 93, 1329-1339.
- Rossberg D, Kluge E & Jörg E. 2003. SIMSEPT - ein neues prognosemodell zum auftreten von *Septoria tritici* und *Septoria nodorum*. Gesunde Pflanzen 55:1, 8-12.
- Shaw MW, Bearchell SJ, Fitt BDL, Fraaije BA. 2008. Long-term relationships between environment and abundance in wheat of *Phaeosphaeria nodorum* and *Mycosphaerella graminicola*. New Phytologist 177, 229-238.
- SLU 2008. Alnarps forskare om klimatförändringen. Vad händer när klimatet ändras? Vad kan göras för att förändra klimatförändringen och dess effekter?
<http://klimatantologi.slu.se> 2008-09-22.

- Walters K F A & Dewar A M. 1986. Overwintering strategy and the timing of spring migration of cereal aphids *Sitobion avenae* and *Sitobion fragariae*. *Journal of applied ecology* 23, 905-915.
- Wiik L. 1992. Svampsjukdomar på stråsäd. 33:e svenska växtskyddskonferensen. Skadedjur och sjukdomar, 179-190.
- Wiik L. 1993. Väderleken och *Septoria* spp: Sambandet mellan några klimatparametrar och skördeförkluster orsakade av *Septoria* spp. 34:e svenska växtskyddskonferensen. Skadedjur och växtsjukdomar, 85-90.
- Wiik L. 2008. Yield and disease control in winter wheat in southern Sweden during 1977-2005. *Crop Protection* (accepted).