

RISKVÄRDERING FÖR BLADFLÄCKSVAMPAR I HÖSTVETE

SLUTRAPPORT AV PROJEKT H0942155

Sökande: AgrD Björn Andersson

Medsökande: Universitetslektor Annika Djurle.

Institutionen för skoglig mykologi och växtpatologi, SLU

BAKGRUND

Bladfläcksvampar i vete

Bladfläcksvampar i vete används ofta som ett samlingsnamn för de svampar som orsakar vetets bladfläcksjuka; *Pyrenophora tritici-repentis* (asexuellt stadium: *Drechslera tritici-repentis*), svartpricksjuka; *Mycosphaerella graminicola* (asexuellt stadium: *Septoria tritici*) och brunfläcksjuka; *Phaeosphaeria nodorum* (asexuellt stadium: *Stagonospora nodorum*). Mot bakgrund av relativt stora arealer och tidvis starka angrepp hör bladfläcksvamparna till de ekonomiskt mest betydelsefulla skadegörarna i höstvete. De har ibland orsakat skördeför-luster i höstvete upp till 2-3 ton/ha under år som varit gynnsamma för angrepp.

Svartpricksjuka är numera den bladfläcksjukdom i höstvete som har störst utbredning och mot vilken huvuddelen av fungicidbehandlingar i samband med axgång riktas (Wiik, 2009a). Vetets bladfläcksjuka har under flera år dominerat i Mellansverige men angreppen av svartpricksjuka kan vara omfattande eller dominera även där under vissa år. Brunfläcksjuka var vanligare och allvarigare under 1980-talet och har sedan flera år haft en mer underordnad roll. Den synes dock ha ökat en del under de allra senaste åren.

Gemensamt för de tre bladfläcksvamparna *D. tritici-repentis*, *S. tritici* och *S. nodorum* är att de förutom vete även angriper rågvete och i liten grad även råg. Ett flertal gräsarter kan också angripas och fungera som smittkälla till följande år. *D. tritici-repentis* och *S. nodorum* kan dessutom angripa korn. De viktigaste smittkällorna är infekterade växtrester i fält. För *D. tritici-repentis* och *S. nodorum* kan utsädet i viss mån utgöra en smittkälla, men med betat utsäde har utsädessmittan oftast liten betydelse. De sexuella stadierna av *S. tritici* och *S. nodorum*; *M. graminicola* respektive *P. nodorum*, liksom *D. tritici-repentis* sexuella stadium, *P. tritici-repentis*, bör beaktas såväl i samband med spridning över längre avstånd (ascosporer sprids med vind) som vid spridning inom fält i starkt vetedominerade växtföljder oavsett jordbearbetningsmetod. Regnigt väder gynnar utvecklingen av bladfläcksvampar. Konidier av *S. tritici* och *S. nodorum* sprids främst med hjälp av regnstänk medan spridningen av *D. tritici-repentis* kan ske såväl med vind som med regn. För att begränsa angreppen är odlaren hänvisad till fungicidbehandling och odlingsåtgärder såsom anpassning av såtiden på hösten och måttlig kvävetillförsel under vår och sommar. Det finns idag inga vetesorter på marknaden som är resistent mot angrepp av alla bladfläcksvampar, men skillnader i angreppsgrad mellan odlade sorter kan observeras.

Bakgrunden till detta projekt står att finna i svårigheterna med att bedöma bekämpnings-behovet för bladfläcksvampar i enskilda fält. I de s.k. referensförsök som utförs i samarbete mellan Växtskyddscentraler, Hushållningssällskap, bekämpningsmedelsföretag m.fl. har det visat sig att det ofta är lönsamt att bekämpa bladfläcksvampar i höstvete i Götaland och under vissa år även i Svealand. Samtidigt visar försöken på en stor variation i angreppsgrad mellan lokaler och odlingsssäsonger. Detta gör behovet av tillförlitliga prognosmetoder eller andra verktyg för att möjliggöra en behovsanpassad bekämpning mycket tydligt. Behovs-anpassningen är nödvändig dels för att uppnå ökad lönsamhet i odlingen och dels för att

minska risken för stora problem i samband med ökad förekomst av fungicidresistens hos skadesvamparna. På senare år har dessutom EU-direktivet om hållbar användning av bekämpningsmedel och principerna för integrerat växtskydd som ska implementeras till 2014 ytterligare betonat detta.

Målet med detta projekt var att utveckla en riskvärdering för att bättre kunna identifiera situationer när en kemisk bekämpning mot bladfläcksvampar i höstvetete var lönsam och därmed förbättra möjligheterna att bedöma behovet av bekämpning.

Prognosmodeller och riskvärderingar

Kemisk bekämpning mot bladfläcksjukdomar utförs ofta i samband med axgång om det förekommer angrepp på de nedre och mellersta bladen i grödan vid den tidpunkten. Målet är att bromsa angreppsutvecklingen så att de översta bladen inte angrips.

Flera metoder för att bedöma behovet av kemisk bekämpning av bladfläcksvampar har provats genom åren, men flertalet av dem används inte i praktiken p.g.a. bristande tillförlitlighet (Tyldesley & Thompson, 1980; Jolivet, 1981; Hansen et al., 1994). Prognosmetoder eller beslutsstöd för bladfläcksjukdomar finns förutom i ovan nämnda modeller också som delsystem i modeller som tar hänsyn till flera skadegörare i grödan. Exempel på sådana modeller är IPS Weizenmodell (Habermeyer & Hoffman, 1994), Pro-Plant (Frahm & Volk, 1993; Frahm et al., 1996), Crop Protection Online (Henriksen et al., 2000; Rydahl et al., 2003), VIPS (Brodal et al., 2007), Ceres (Touzeau, 1993) och EPIPE (Reinink, 1986). te Beest et al. (2009) utvecklade en väderbaserad modell för att förutsäga graden av svartpricksjukaangrepp redan före stråskjutningsstadiet. Den visar när det kan vara möjligt att använda lägre doser av bekämpningsmedel och tar ingen direkt hänsyn till lönsamhet.

System för prognos av risken för angrepp av växtsjukdomar baseras ofta på väderparametrar. Utöver detta är metoder och stöd för behovsanpassning utformade på olika sätt och bekämpningsbehovet beräknas utifrån olika tilläggsparametrar. Insynen i systemen är ofta begränsad vilket medför svårigheter vid anpassning till nya miljöer. Detta gäller speciellt kommersiella system. Gemensamt för många är att de är utvecklade på basis av subjektiva bedömningar, vilket gör att tillförlitligheten kan minska avsevärt om de används i områden med andra förhållanden än där de är utvecklade.

Objektiva riskvärderingar

Eftersom det kan vara stora skillnader i angrepp mellan olika fält inom samma område, bör en riskvärdering eller prognos anpassas till det enskilda fältet. Hos vissa svampsjukdomar, t.ex. brunfläcksjuka, styrs angreppsutvecklingen till stor del av tidigare väderlek (Djurle et al., 1996) liksom av den framtida väderleken och i en prognosmodell blir därför väderdata mycket viktiga parametrar. Förutom olika väderfaktorer som nederbörd, luftfuktighet och temperatur, bör också hänsyn tas till hur olika fältfaktorer som växtföljd, jordbearbetning, halmrester etc. påverkar behovet av bekämpning. För att utveckla och förbättra prognosmöjligheterna för bladfläcksvampar i höstvetete kan data från fältförsök utnyttjas. Analys av dessa data i kombination med väderuppgifter har stor potential att bidra till säkrare bedömningar av bekämpningsbehovet mot bladfläcksvampar i höstvetete.

Tidigare undersökningar

Utvecklingen av bladfläcksvampsangrepp i relation till fält- och väderleksfaktorer har tidigare studerats, med utgångspunkt från de regelbundna angreppsavläsningar som registreras i Växtskyddscentralernas varningsdatabas, i två av SLF finansierade projekt (Växtskyddsprognoser för svampsjukdomar i höstvetete, 1996–2000, och Identifiering och kvantifiering av faktorer av

betydelse för epidemier av brunfläcksjuka i vete, 1996) (Djurle och Yuen, 1997; Djurle och Yuen, 1998). I varningsdatabasen finns fältuppgifter och sjukdomsgraderingar för ett stort antal fält genom åren, men inga uppgifter om skörd. Målet med de två projekten var att göra en kvantitativ bedömning av angreppsutveckling angreppsnivå vid tiden för axgång under givna förhållanden (fältets egenskaper, odlingsåtgärder och väderlek). Resultaten visar att angreppens utvecklingshastighet påverkas starkt av både väderleks- och fältfaktorer. I ett av SJV finansierat projekt (Riskvärdering för bladfläcksvampar i höstsäd, 2000–2002) var målet att utveckla en riskvärdering för bladfläcksvampar genom en utvärdering av försöksresultat från Östra Sverigeförsöken, Försök i Väst och Sveaförsöken samt resultat från de ovan nämnda SLF-projekten. Det projekt som rapporteras här kan betraktas som en fortsättning av SJV-projektet och motiverades med att längre tidsserier krävs för att identifiera starka samband.

MATERIAL OCH METODER

Undersökningarna baseras på fältdata insamlade mellan åren 1996 och 2011 från 398 försök (1533 observationer) från Skåneförsöken, Sveaförsöken, Östra Sverigeförsöken och Försök i Väst. De fältfaktorer som sammanställdes från försöksresultaten var jordart, förfrukt, förförfrukt samt kvävegiva. Väderuppgifter som kan anses motsvara dem vid de olika fältförsöksplatserna har hämtats från SMHI:s ordinarie väderstationer.

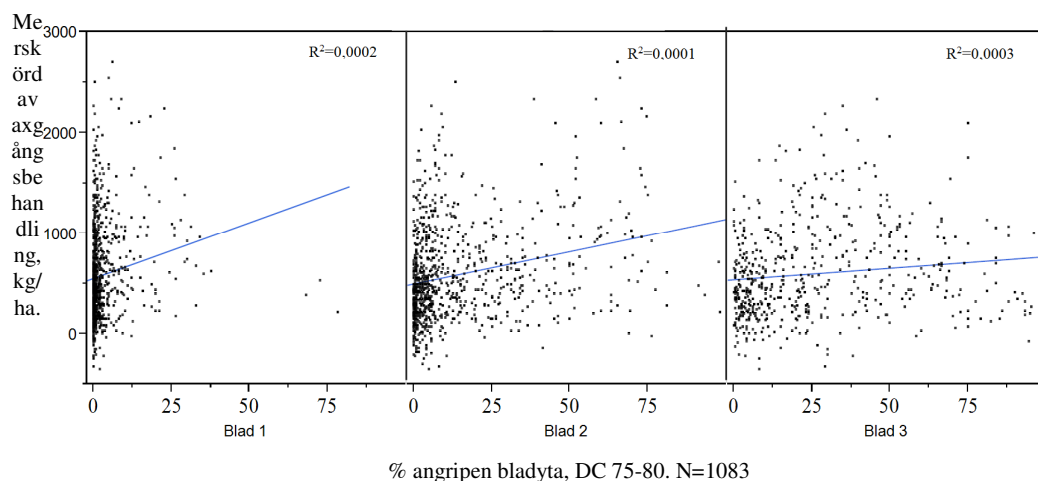
Materialet innehåller såväl kvantitativa som kvalitativa data som vi har undersökt för att identifiera samband mellan fältdata respektive väderfaktorer och skördeökning med hjälp av bl.a. logistisk regression (Yuen *et al.*, 1996; Twengström *et al.*, 1998). Sannolikheten beräknades för att en fungicidbehandling skulle vara lönsam i en situation jämfört med en annan situation som referens. Vi har värderat betydelsen av de olika fält- och väderfaktorerna, dels var för sig och dels tillsammans, med avseende på angreppsnivån och skördeökning efter fungicidbehandling. I de följande resultaten anges detta som en relativ risk vilket uttrycks som chansen att behandling skall vara lönsam. I modeller där flera variabler ingår är estimaten additiva vilket innebär att de kan översättas till poäng i en riskvärdering.

För att identifiera riskfaktorer gjordes olika grupperingar av data inom respektive fält- eller väderfaktor. Så undersöktes t.ex. olika jordarter var för sig och i olika grupperingar, kvävegivor i olika intervall och olika grupperingar av förfrukter med avseende på lönsamheten för en fungicidbehandling. Odlingsområden i landet grupperades länsvis i olika kombinationer.

Ur SMHI:s väderdata som innehöll dagsvärden av temperaturer, nederbörd m.m. beräknades nya variabler som omfattade längre perioder. De nya vädervariablerna var dels den sammanlagda regnmängden under enskilda veckor från april-maj till tiden för axgång, dels den sammanlagda regnmängden och antalet regndagar under motsvarande perioder. Tidsperioderna har också förskjutits beroende på var i landet försöken låg. För samma perioder har vi också tittat på antalet regndagar. Regndag har definierats som då det regnat >0 mm, >1 mm eller >2 mm. Medeltemperaturen under enskilda veckor respektive flera samlade veckor beräknades för samma tidsperioder men utgick ur analyserna på ett tidigt stadium.

I materialet kunde bara ett svagt samband mellan angrepp och skördeökning för behandling konstateras (Figur 1). Studien inriktades därför på att identifiera olika riskfaktorer och undersöka samband mellan dem och eventuell lönsamhet för en fungicidbehandling. Kostnaden för en behandling har beräknats som summan av kostnaderna för arbete, preparat och körskador. Försöksled som var lönsamma att behandla (skördeökningen > kostnaden för behandling) har därefter jämförts med led som inte var lönsamma att behandla (skördeökningen < kostnaden för behandling) med avseende på faktorer såsom förfrukter, kvävegivans storlek och jordart etc. samt olika väderfaktorer. Motsvarande analyser gjordes med utgångspunkten att en be-

handling skulle ge ett specificerat överskott utöver definitionen för lönsamhet. Behandlingskostnad beräknades i kg vete enligt: $\text{Behandlingskostnad} = (\text{arbetskostnad} + (\text{dos} \times \text{preparatkostnad}) + (\text{skörd} \times \text{körskador})) / \text{vetepris}$, kr per kg. Arbetskostnaden sattes till 163 kr/ha, preparatkostnaden till 400 kr/l och körskadorna till 1 % av skörden. Vetepriset sattes till 1 kr/kg. Motsvarande analyser har också gjorts på en indelning av fälten i grupperna: icke lönsamma, måttligt lönsamma och mycket lönsamma att behandla.



Figur 1. Korrelation mellan angreppsnivå av bladfläcksjukdomar på tre olika bladnivåer och merskörd av axgångsbehandling i höstvete 1994-2011.

Under de första åren av detta projekt var Amistar i dosen 1 l/ha en standardbehandling. Under hela projektperioden finns över 250 försök med denna behandling. I många försök ingick även reducerade doser av Amistar behandlingar. Analyser visade dock att merskörderna av behandling med Amistar i doserna 1,0 l/ha, 0,8 l/ha, 0,75 l/ha och 0,5 l/ha inte var signifikant skilda, medan 0,25 l/ha gav signifikant lägre merskörd. I analysen ingick därför alla doser av Amistar som var högre än 0,25 l/ha. Efter 2004 ingick inte längre det preparatet som ensam behandling i försöken på grund av stora problemen med strobilurinresistens. I våra analyser har därför Amistar ersatts av Proline, det vanligaste preparatet i försöken under senare år.

RESULTAT

På grund av ofullständiga data från försöken kunde 407 observationer användas i analysen. Av dessa var behandling lönsam i 248 fall och olönsam i 159 fall. Resultaten nedan visar hur lönsamheten för axgångsbehandling påverkas utan krav på att en behandling skall ge ett specificerat överskott utöver definitionen för lönsamhet och endast med indelning i lönsamma respektive olönsamma behandlingar. Resultaten från analyser med krav på specificerat överskott respektive tillägg av kategorin måttligt lönsamma behandlingar påverkade inte resultaten nämnvärt eller ledde till modeller med lägre signifikansnivåer.

Fältfaktorer

Av de fältfaktorer som ingick i analysen (region, jordart, förfrukt, förförfrukt, kvävegiva) påverkade jordart och kvävegivans storlek tydligast lönsamheten för axgångsbehandling. Behandlingen var lönsam i 149 av 390 fall. Flera olika nivåer för kvävegivans storlek undersöktes. Vid en indelning av fälten i grupperna mer än 160 kg N/ha respektive mindre än eller lika med 160 kg N/ha är chansen för att en behandling skall vara lönsam mer än dubbelt så stor

Tabell 1. Kvävenivåns betydelse för chansen att en fungicidbehandling blir lönsam vid ett vetepris på 1 kr/kg.

Tröskelvärde	Antal observationer	Estimat	Relativ risk	Pr> χ^2
> 140 kg	321	1,06	2,89	< 0,0001
≤ 140 kg	69	0	1	
> 150 kg	268	0,72	2,05	0,0013
≤ 150 kg	122	0	1	
> 160 kg	201	0,78	2,18	0,0002
≤ 160 kg	189	0	1	
> 170 kg	135	0,52	1,68	0,0195
≤ 170 kg	255	0	1	
> 180 kg	95	0,38	1,46	0,1276
≤ 180 kg	295	0	1	
> 160 kg	201	1,26	3,52	< 0,0001
140–160 kg	102	0,75	2,12	0,0145
< 140 kg	69	0	1	

* Vid ett Pr-värde på 0,05 är betydelsen av variabeln statistiskt signifikant på 95%-nivån.

Tabell 2. Betydelse av tidiga angrepp med avseende på chansen för lönsamhet för bekämpning. Antalet analyserade fält var 267, av dessa var bekämpning lönsam i 160.

Variabel	Alternativ (% angripen bladyta)	Antal observationer	Estimat	Relativ risk	Pr> χ^2 *
Angrepp på blad 1 vid DC 32-37	>0	69	0,39	1,48	0,1858
	=0	198	0	1	
Angrepp på blad 2 vid DC 32-37	≥0.1	91	0,07	1,07	0,7799
	<0.1	174	0	1	
Angrepp på blad 3 vid DC 32-37	≥0.4	134	0,42	1,52	0,0949
	<0.4	133	0	1	
Angrepp på blad 1 vid DC 55-61	≥0.05	105	0,25	1,28	0,3113
	<0.05	204	0	1	
Angrepp på blad 2 vid DC 55-61	≥0.2	120	0,12	1,13	0,6078
	<0.2	189	0	1	
Angrepp på blad 3 vid DC 55-61	≥1,0	89	0,46	1,58	0,0811
	<1,0	219	0	1	

* Vid ett Pr-värde på 0,05 är betydelsen av variabeln statistiskt signifikant på 95%-nivån.

(relativ risk 2,18) vid den högre kvävenivån (Tabell 1). Med en indelning av kvävenivåerna i tre grupper ökar chansen för lönsamhet starkt med ökande kvävenivå (Tabell 1).

Försöken är graderade i varierande utvecklingsstadiet, från DC 47 till DC 61 (Zadoks *et al*, 1974). Angreppsutvecklingen kan under denna tid gå ganska fort och därför grundas denna analys på de fält som vid graderingen var i DC 55-59. Samband mellan angrepp, mätt som andel angripen bladyta vid stråskjutning respektive axgång och skördeökning efter behandling testades för olika angrepps- och bladnivåer. Angreppsnivåerna var låga, och inga modeller gav signifikanta resultat (Tabell 2).

Tabell 3. Olika faktorerers betydelse för chansen att en fungicidbehandling skall vara lönsam.

Variabel	Alternativ	Antal observationer	Estimat	Relativ risk	Pr> χ^2 *
Region	Syd (KLM)	102	1,53	4,62	<0,0001
	Mellan (DEHINOR)	220	1,08	2,94	<0,0001
	Norr (BCTU)	85	0	1	
Förfrukt	Vete	135	0,52	1,68	0,0155
	Ej vete	272	0	1	
Jordart	Lättlera och övriga jordar	135	1,11	3,03	<0,0001
	Mellanlera till styva leror	224	0	1	

* Vi d ett Pr-värde på 0,05 är betydelsen av variabeln statistiskt signifikant på 95%-nivån.

Försöken i olika län grupperades i regioner i olika antal och kombinationer. Tre regioner gav det tydligaste resultatet med avseende på lönsamhet för fungibehandling (Tabell 3). I 248 fall av 407 var behandling lönsam. Region 'Syd' omfattar Blekinge och Skåne län. Region 'Mellan' omfattar Hallands, Kalmar, Gotlands, Västra götlands, Bohus, Östergötlands och Södermanlands län. Till region 'Norr' lades Stockholms, Uppsala, Västmanlands och Örebro län. Denna regionindelning sammanfaller delvis med lantbuchsstatistikens områdesindelning. Resultaten visar en klar nord-sydlig gradient för ökande chans för lönsamhet.

Förfrukterna i försöken visade stor diversitet och grupperingen baserades på släktskap och värdväxtkrets för olika bladfläcksvampar. I 248 fall av 407 var behandling lönsam. Den enkla modellen med alternativen vete eller icke vete som förfrukt gav de starkaste sambanden. Vete som förförfrukt visade inga signifikanta skillnader. I 'Vete' ingår rågvete, höst- och vårvete (Tabell 3).

Försöken grupperades efter jordart med olika modeller. I den modell som gav tydligast resultat innebär odling på lättlera och övriga jordar tre gånger större chans för lönsamhet för bekämpning jämfört med styvare jordar (Tabell 3).

Väderfaktorer

Ökande regnmängd respektive ökande antal regndagar ökar sannolikheten för att en bekämpning är lönsam. Med mer än fem regndagar (>0 mm) under en treveckorsperiod är chansen tre gånger högre att en behandling skall vara lönsam än om antalet regndagar är färre (Tabell 4). Liknande resultat erhöles då definitionen av regndag var >1 eller >2 mm nederbörd. Effekten av en torrperiod under april/maj (> 3 regndagar) ökar chans för lönsamhet (Tabell 4).

Analys med flera variabler

När flera variabler analyserades samtidigt i en modell kan estimaten för olika variabler adderas och summan kan uttryckas som den totala "riskpoängen" för en given situation dvs. chansen att en behandling skall vara lönsam. Flera modeller provades med utgångspunkt från resultat av analysen av enskilda variabler. För att betraktas som en riskfaktor behövde modellen med endast en variabel vara statistiskt signifikant.

En modell med flera variabler (regnmängd under tre veckor före axgång, antal regndagar två veckor under sen vår, kvävegiva samt angreppsnivå vid axgång) visar sammantaget en kraftigt ökad chans för lönsamhet vid regnmängder, kvävegivor och angrepp över viss nivå (Tabell 5). Vi har räknat om estimaten till poäng för respektive variabel. Poängsumman för de olika variablerna i en given situation ger ett värde på chansen för lönsamhet för en axgångsbehandling. Poängsummor jämfördes med huruvida behandling varit lönsam eller ej. I ca 25% av fallen var behandling lönsam vid mycket låga poängsummor, och vid höga poängsummor var behandling lönsam i ca 75% av fallen.

Tabell 4. Betydelsen av antal regndagar och regnmängder för chansen att en bekämpning skall vara lönsam.

Variabel	Alternativ	Antal observationer	Estimat	Relativ risk	Pr> χ^2 *
Antal regndagar under en 3-veckorsperiod före axgång	≥ 1 dag	377	0,34	1,40	0,3771
	0 dagar	30	0	1	
	> 2 dagar	370	0,55	1,73	0,1115
	≤ 2 dagar	37	0	1	
	> 5 dagar	290	1,01	3,03	$< 0,0001$
	≤ 5 dagar	117	0	1	
	> 6 dagar	254	1,34	3,82	$< 0,0001$
	≤ 6 dagar	153	0	1	
	> 8 dagar	156	0,96	2,61	$< 0,0001$
	≤ 8 dagar	251	0	1	
Regnmängd under tre veckor före axgång	> 40 mm	184	1,29	3,63	$< 0,0001$
	20-40 mm	96	0,93	2,53	0,0008
	< 20 mm	127	0	1	-
Antal regndagar under två veckor i maj	> 3	184	0,20	1,22	0,3192
	< 3	223	0	1	-

* Vid ett Pr-värde på 0,05 är betydelsen av variabeln statistiskt signifikant på 95 % -nivån.

Tabell 5. En modell med flera variabler som visar relativ risk för olika alternativ av riskfaktorerna samt en preliminär poängsättning av enskilda variabelers vikt.

Riskfaktor	Alternativ		Estimat	Relativ risk	Pr> χ^2 *	Poäng
Antal försök i analysen			299			
Antal lönsamma behandlingar			180			
Regnmängd 3 veckor före axgång	> 40 mm		1,14	3,12	0,0001	11
	20-40 mm		1,05	2,86	0,0028	11
	< 20 mm		0	1	-	0
Regndagar under en 2 veckors period i maj	> 3	N-giva > 160 kg/ha	0,99	2,69	0,0088	10
	< 3	> 160 kg/ha	0,22	1,24	0,4769	2
	> 3	≤ 160 kg/ha	0,02	1,02	0,9542	0
	< 3	≤ 160 kg/ha	0	1	-	0
Angripen bladyta, blad 3 vid DC 55-61	$> 1,0$ %		0,55	1,73	0,0558	6
	$\leq 1,0$ %		0	1	-	0

DISKUSSION

I detta projekt har faktorer som starkt påverkar lönsamheten för axgångsbehandling mot bladfläcksjukdomar identifierats och deras vikter i förhållande till varandra har kunnat kvantifieras. Resultatet är en modell (Tabell 5) med beräknade "riskvärden" (poäng) där en hög summa anger större chans att en behandling är lönsam än om poängsumman är låg.

Bladfläcksjukdomarna är starkt beroende av nederbörds mängd och nederbördens fördelning speciellt under veckorna före axgång. Detta bekräftas av de starka samband mellan väderfaktorer och lönsamhet för behandling som konstaterats i detta projekt. Ökande regnmängder respektive ökande antal regndagar ökar sannolikheten för att en bekämpning skall vara lönsam. Betydelsen av olika antal regndagar under skilda perioder i maj reflekterar betydelsen av försommartorka för uppförökning av inokulum och nya infektioner. Tidsperioderna försköts beroende på var i landet försöken låg så att jämförelsen kunde göras med vete i ungefär samma utvecklingsstadium oavsett odlingsområde. På platser med uppehållsväder eller ett

fåtal regndagar under en viss bestämd period skulle risken för angrepp vara lägre och chansen att en behandling var lönsam minska (Tabell 4).

Våra resultat visar att chansen för lönsamhet för bekämpning är större vid höga kvävegivor. Ökad kvävegödsling medför generellt en högre risk för angrepp. Vad det gäller bladfläcksjukdomar i vete gynnas framför allt svartpricksjuka av höga kvävegivor.

Det är ofta svårt att visa säkra samband mellan angrepp och skördeförlust trots ett stort antal observationer och våra resultat bekräftar detta. Graderingarna gjordes vid olika utvecklingsstadier och blir därför svåra att jämföra mellan försök. Angreppsnivån som enskild faktor är inte signifikant i analysen, men i riskvärderingsmodellen är den nästan signifikant och därför togs den med. Biologiskt sett förväntas förekomst av etablerade infektioner i ett fält ha betydelse för fortsatta angrepp. Resultaten visar att chansen för att en behandling skall vara lönsam är större när förfrukten är annat än vete. Detta är inte ett biologiskt förväntat resultat. I materialet har vi inte funnit något som kan förklara detta. I andra projekt med data från jordbruksverkets varningsdatabas, visade sig vete som förfrukt innebära en 1,4 gånger högre risk att minst 20 % av bladen på bladnivå 1-3 skulle vara angripna vid DC 39-55 (Djurle, 1998).

Mängden smitta på kvarvarande halmrester på marken samt om dessa halmrester är nerplöjda anses påverka risken för angrepp speciellt i vetedominerade växtföljder. Denna variabel har inte ingått i undersökningen på grund av brist på data, men den har visat sig ha betydelse i andra undersökningar (Djurle, 1998). Frågan om olika vetesorters inflytande har inte kunnat belysas då underlag för relevanta grupperingar delvis har saknats och framförallt för att många sorter antingen dominerat eller inte funnits representerade varje år vilket skulle ha påverkat analysen och tillförlitligheten i resultaten. Vi har inte analyserat effekten av fungiciddoser på lönsamheten. Under vissa väderförhållanden kan reducerade doser ha otillräcklig effekt. Med tanke på ökande resistensproblem hos olika skadegörare är det viktigt att framhålla att lösningen på svårigheter att bedöma bekämpningsbehov inte är att konsekvent använda låga doser som en försäkringsbehandling utan att sträva efter en strikt behovsanpassning av den kemiska bekämpningen.

Med riskanalys i statistisk betydelse beräknas oftast risken för att en viss händelse ska inträffa, t.ex. att en patient blir sjuk eller att ett fält är ekonomiskt lönsamt att behandla. I vår analys översätts risk till chans för lönsamhet för bekämpning. När man i en analys vill ta hänsyn till flera variabler samtidigt uppstår ofta dock problemet att antalet försök som kan ingå i analysen minskar eftersom data saknas. Följden blir att signifikanser ändras, och det påverkar vilka variabler som tas med i riskvärderingsmodellen. Variablerna i modellen förväntas, mot bakgrund av deras biologiska inverkan, öka risken för angrepp som leder till skördeföruster. Betydelsen av regn efter axgång kan undersökas men är av litet värde för en prognos som måste ställas under axgång. Däremot kan det vara av intresse att undersöka hur stor del av ett slutangrepp eller en skördeförlust som kan prognostiseras vid axgång jämfört med om man kunde ta hänsyn till hela säsongen. Förutom vädervariabler är möjligheterna begränsade att analysera nya variabler eftersom det har visat sig vara svårt att komplettera data.

Bekämpningskostnaden har varit fast under alla år, och inte följt prisutvecklingen för arbete, maskiner och preparat. Körskadan har inte tagit hänsyn till sprutbredder och fasta körspår om man skulle översätta försöksresultat till en fältsituation. Det har troligen inte påverkat fördelningen mellan lönsamma respektive olönsamma behandlingar, och därmed utfallet av riskvärderingen i nämnvärd grad. Vi utgick från ett vetepreis på 1 kr/kg. Ett högre pris medför större lönsamhet för bekämpning då bekämpningskostnaden inte ökar i motsvarande grad. När redan en låg merskörd blir lönsam kommer effekten av olika fält- och väderfaktorer överskuggas.

En risk med detta är att motivationen att använda beslutsmodeller i bekämpningssammanhang minskar, och att man övergår till mera rutinmässig bekämpning. Detta är inte i överensstämmelse med definitionen av integrerat växtskydd, och det är därför viktigt att en riskvärderingsmodell kan fånga upp effekter av förändringar i till exempel i vetepreis. En dynamisk modell som på kan hantera nya förutsättningar har större möjligheter att få acceptans hos potentiella brukare. I en vidareutveckling av vår modell bör olika nivåer på både behandlingskostnader och avsalupriser ingå som variabler och inte som konstanter. Då blir modellen fältspecifik om man använder den som ett beslutsverktyg.

De variabler som ingår i den riskvärderingsmodell som presenteras här visar starka effekter på lönsamhet för bekämpning. De faktorer som identifierats och kvantifierats överensstämmer med resultat från tidigare undersökningar (Wiik, 2009a; Djurle, 1998; 2004). Modellen med flera variabler visar att i en stor del av fallen med hög riskpoäng var bekämpning lönsam, men också att många fall med hög riskpoäng var olönsamma. Det analyserade datasetet var obalanserat avseende antal försök per år, och preparatval samt bekämpningsstrategier i försöken har förändrats 1996 – 2011, något som inverkar på resultaten. Andra faktorer som kan ha påverkan är angreppsgraderingar vid varierande utvecklingsstadier och nederbördsdata som inte är representativa på grund av avstånd till mätpunkt.

SLUTSATSER

De viktigaste faktorerna som påverkar lönsamhet för axgångsbehandling är:

- vetepreis och bekämpningskostnader
- regndagar under sen vår och nederbörd veckorna före axgång
- kvävegödsling som enskild faktor och i interaktion med nederbörd
- angrepp i fältet vid bekämpningstillfället

Med den använda analysmetoden kan man identifiera och kvantifiera samband mellan olika variabler. På detta sätt kan man visa hur en förändring av någon variabel, till exempel regnmängd, påverkar chansen för att bekämpning skall vara lönsam. För att ge en fältspecifik riskvärdering är dynamiska modeller en förutsättning och vår riskvärderingsmodell har förutsättningar att utvecklas i den riktningen.

PUBLIKATIONER

Resultaten ska publiceras i vetenskapliga tidskrifter tillsammans med dem från tidigare projekt (Djurle, 1998; 2004).

RESULTATFÖRMEDLING TILL NÄRINGEN

Resultaten har löpande presenterats vid regionala växtskyddsmöten fram till 2005. Det samlade resultatet från projektet kommer i första hand att förmedlas till rådgivare som rådgivningsunderlag till lantbrukare.

REFERENSER

- te Beest, D.E., Shaw, M.W., Pietravalle, S. & van der Bosch, F. 2009. A predictive model for early-warning of Septoria leaf blotch on winter wheat. *Eur J Plant Pathol.* 124: 413-425
- Brodal, G., Folkedal, A., Hole, H., Brevig, C. & Rafoss, T. 2007. VIPS – Warning and prognoses of pests and diseases in Norway. Proc. NJF 23:rd Congress, Trends and perspectives in agriculture, June 26-29, 2007, Copenhagen, Denmark
- Djurle, A. 1998. Slutrapport för projektet "Identifiering och kvantifiering av faktorer av betydelse för epidemier av brunfläcksjuka" SLF 9633056
- Djurle, A. 2004. Växtskyddsprognoser för svampsjukdomar i höstvete: Slutrapport. SLF Projekt nr 9633055.
- Djurle, A. & Yuen, J. 1997. Factors affecting epidemics of glume blotch in winter wheat. 15th Long Ashton International Symposium; Understanding Pathosystems: A focus on *Septoria*, 15-17 september 1997. 1pp. (abstract)
- Djurle, A. & Yuen, J. 1998. Factors affecting rate of foliar disease increase in winter wheat. 7th International Congress of Plant Pathology, 9-16 Aug. 1998, Edinburgh, UK (abstract)
- Djurle, A., Ekbom, B. and Yuen, J. (1996) The relationship of leaf wetness and disease progress of glume blotch, caused by *Stagonospora nodorum*, in winter wheat to standard weather data. *European Journal of Plant Pathology* 102:9-20.
- Frahm, J. & Volk, T. 1993. PRO-PLANT - a computer-based decision-support system for cereal disease control. *Bulletin OEPP* 23:685-693.
- Frahm, J., Volk, T. & Johnen, A. 1996. Development of the PRO_PLANT decision-support system for plant protection in cereals, sugarbeet and rape. *EPPA Bulletin* 26: 609–622. Article first published online: 28 JUN 2008. DOI: 10.1111/j.1365-2338.1996.tb01504.x
- Henriksen, K.E., Jørgensen, L.N. & Nielsen, G.C. 2000. PC-Plant Protection - a tool to reduce fungicide input in winter wheat, sinter barley and spring barley in Denmark. Brighton Crop Protection Conference. Pest and diseases. 835-840.
- Habermeyer, J. and Hoffman, G. 1994. Strategy and realization of introduction the plant protection decision-model ("IPS WEIZENMODELL") against fungal diseases of wheat in the farming practice. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 101: 617-633.
- Hansen, J. G., Secher, B. J. M., Jørgensen, L. N. & Welling, B. 1994. Thresholds for control of *Septoria* spp. in winter wheat based on precipitation and growth stage. *Plant Pathology* 43:183-189.
- Jolivet, E. 1981. Forecast of the severity of a wheat glume blotch epidemic due to *Septoria nodorum*. *Agronomie* 1: 839-844.
- Reinink, K. 1986. Experimental verification and development of EPIPPE, a supervised disease and pest management system for wheat. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 92: 3-14.
- Rydahl, P., Hagelskjær, L., Pedersen, L. & Bøjer, O.Q., 2003. User interfaces and system architecture of a web-based decision support system for integrated pest management in cereals. Paper presented at the EPPA Conference on Computer aids for plant protection, York (GB), 15-17 October 2002, 473-481.
- Touzeau, J. 1993. CERES - a decision-making system for fungicide treatment in wheat. *Bulletin OEPP* 23:551-555.
- Twengström, E., Sigvald, R., Svensson, C. & Yuen, J. 1998. Forecasting Sclerotinia stem rot in spring sown oilseed rape. *Crop Protection* 17: 405-411.
- Tyldesley, J. B. & Thompson, N. 1980. Forecasting *Septoria nodorum* on winter wheat in England and Wales. *Plant Pathology* 29: 9-20.
- Wiik, L. 2009a. Control of fungal diseases in winter wheat. Evaluation of long-term field research in southern Sweden. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 2009:97.
- Wiik, L. 2009b. Yield and disease control in winter wheat in southern Sweden during 1977-2005. *Crop Protection* 28: 82-89.
- Yuen, J.E., Twengström, E. & Sigvald, R. 1996. Calibration and verification of risk algorithms using logistic regression. *European Journal of Plant Pathology* 102: 847-854.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14: 415-421.