

Utredning av orsaker till missfärgning av havre och förslag på åtgärder för att undvika problemen

Thomas Börjesson, Svenska Lantmännen,
Birgitte Andersen, DTU

Bakgrund

Mörkfärgningen av skalad havre har under senare år rönt stor uppmärksamhet och nyligen har man på Cerealia Mills i Järna installerat en utrustning som kan sortera bort mörkfärgade kärnor (Sortex). Trots att det finns möjlighet att på detta sätt få bort mörkfärgade kärnor är det inte önskvärt med en hög andel som då minskar kapacitetsutnyttjandet i anläggningen. Det är också dålig ekonomi att transportera och skala havre som sedan inte används till gryn.

Man har också funnit relativt höga halter fusariumtoxiner i mörka kärnor (Eva Nerbrink, pers. komm.), vilket indikerar att det även finns hälsomässiga skäl att undvika en hög andel mörkfärgande kärnor.

Färg på oskalad havre är en viktig kvalitetsparameter för havre avsedd för foder, inte minst för export till USA. Det finns troligen även här ett samband mellan färg och mögelkontamination och därmed fodervärde.

Det finns alltså all anledning att närmare studera under vilka omständigheter mörkfärgningen uppträder och sambandet mellan färg på skal och andelen missfärgade kärnor. Orsakerna till mörkfärgningen behöver också utredas närmare och denna kunskap skulle kunna värdefull för att komma till rätta med problemen. Litteraturuppgifter tyder på att det främst är saprofytiska svampar, bl.a. släktena *Cladosporium* och *Alternaria* som orsakar mörkfärgningen hos andra spannmålsslag (King et al., 1981). Dessa svampar har också visat sig förekomma flitigt på havre (Ylimäki, 1981). Vi valde därför att inventera förekomsten av företrädesvis mörkpigmenterade svampar i prover med olika kärnfärg. Det fanns också en misstanke om att svartrost (*Puccinia graminis*) skulle kunna orsaka mörkfärgning av kärnor och därför gjordes under undersökningens sista år en jämförelse av förekomsten av svartrost och mörkfärgning.

En viktig del i arbetet har också varit att studera under vilka förhållanden mörkfärgningen uppträder och koppla till sort, bekämpning, skördetid, väder och plats. Årsmån har däremot varit svårt att bedöma utifrån detta material eftersom skördetider varierat och exakt samma platser inte alltid ingått. Växtföljder har inte heller studerats. Skillnaderna i växtföljd har inte varit så stora i materialet då stråsåd dominerat kraftigt.

En brett urval av prover från 3 olika odlingsår, 2001, 2002 och 2003 har använts.

Man kan förvänta sig tillväxt av saprofytiska svampar då skörden försenas.

För att närmare studera detta lades 3 försök med fördröjd skörd ut 2003.

Förutom inventering av olika mögelvampar på proverna har extra analyser av kärnfärg utförts. Färg har dels bedömts på oskalad kärna och dels har andelen mörkfärgade och groddbrända skalade kärnor bestämts.

Material och metoder

Ingående provmaterial

Prover har till största delen tagits från sortförsök ur serien L7-501 under åren 2001, 2002 och 2003. Från första året 2001, har även prover från leveranser av grynhavre som kommit in till Lantmännen ingått. Från 2003 analyserades även material från svampbekämpningsförsök och 3 särskilda försök med fördröjd skörd lades ut. De sorter som ingått har varit de vanligaste grynhavresorterna och potentiella grynhavresorter. Sang, Vendela och Kerstin har ingått i de flesta försöken. Dessutom har Belinda ingått som representant för fodersorter. Vissa geografiska skillnader finns också, således har Stork i många fall ersatt Sang i Skåne. Exakt vilka sorter som ingått framgår av resultatdelen. Ur serien L7-501 analyserades till stor del både obehandlade och led med växtskyddsinsatser. Då vi inte såg några stora effekter av bekämpning under de första åren ingick bara ett försök med både behandlade och obehandlade led 2003.

2001

Tio utvalda prover från ordinarie leveranser av grynhavre med olika kärnfärg.
Tre försök ur serien L7-501: Lillerud, S, Nybble, T och Ekeby, T

2002

Tio försök ur serien L7-501: Nyköping, D, Nybble, T, Ekeby, T, Fransåker, B, Brunnby, U, Kampetorp, R, Källeberg, R, Färlöv, L, Borgeby, M och Vreta Kloster E.

2003

Tre försök ur serien L7-501: Källeberg, R, Kampetorp, R och Brunnby, U. Endast på Källeberg ingick både behandlade och obehandlade led. På de båda sistnämnda platserna lades 2 led till med fördröjd skörd ca. 2 veckor respektive 1 månad senare än ordinarie skördetidpunkt. Dessutom lades ett helt nytt försök ut på Borgeby, M, med tre olika skördetidpunkter, normal, normal + 2 veckor och normal + 1 månad. De svampbekämpningsförsök som ingick var fyra försök ur serien L15-5040 på Skarstad, R Bolum, R, Yttersörby, U och Fransåker, B. Försöket lades ut för att studera effekter av bekämpning av kronrost och svartrost. Dessutom har ett mindre antal prover ur SW sortprovningar från försöksgårdarna Haga i Västmanland och Kölbäck i Östergötland använts.

Metoder

Okulär bedömning av kärnfärg

De ordinarie metoderna för bedömning av mörkfärgning av oskalad kärna och andelen missfärgade respektive groddbrända kärnor utfördes på allt provmaterial.

Rutinerna har utarbetats av AnalyCen i samarbete med Svenska Lantmännen när det gäller färg på oskalad havre och av AnalyCen tillsammans med Cerealia Mills när det gäller färg på skalade kärnor. Samma prover bedöms regelbundet av olika personer/lab. för att säkerställa att inte alltför stora variationer förekommer.

Färg på oskalad kärna bedöms okulärt på en skala mellan 0 och 3 där 0 är ljusast och 3 mörkast.

Man sparar prover som referenser mellan åren och byter oftast ut referensprover varje år så att man undviker ev. långtidsförändringar av färgen. I vissa fall rapporteras ett medelvärde för flera bedömningar.

Acceptabel nivå beror på årsmånen, men 2 och däröver anses normalt inte godkänt och redan en 2:a är ganska sällsynt och motsvarar en kraftig mörkfärgning.

Skalad havre bedöms istället efter hur stor andel av kärnorna som bedöms som missfärgade respektive groddbrända. Det anges också om missfärgningen är svag eller stark. Analysen tillgår så att ett prov om minst 100 kärnor plockas igenom och missfärgade respektive groddbrända kärnor plockas ut. Även i detta fall är alltså bedömningen okulär och man använder referensmaterial som jämförelse. I tabellerna nedan anges endast svag missfärgning respektive groddbränna. I fallet missfärgade kärnor är hela kärnorna missfärgade medan i fallet groddbrända är det bara fråga om grodden. Missfärgningen kan också se lite olika ut olika år. T.ex. konstaterades att det främst var bukfåran som var missfärgad 2003.

Acceptabla nivåer kan även här variera med årsmånen och 2003 och 2004 var högsta godkända nivån 7% svagt missfärgade och 2% svagt groddbrända. I och med att man på Cerealia Mills i Järna nu har möjlighet att automatiskt sortera bort missfärgade kärnor, kan den godkända nivån tänkas bli högre, men inga beslut är ännu fattade inför skörd 2005.

Gradering av kronrost och svartrostangrepp i fält

För kronrost gjordes en gradering av blad och för svartrost en gradering av strå.

Rostgraderingarna utfördes enligt James (1971) som innebär att man bedömer hur stor andel av strå som är täckta av svampsporer med hjälp av exempel att jämföra med. I vissa fall gjordes även en bedömning av angrepp i ax. Graderingarna utfördes endast på ett urval av försöken från 2003. Graderingar gjordes dels inom ramen för ordinarie försöksverksamhet, men vissa tilläggsgraderingar utfördes av Charlotte Elander och Johan Nilsson, Svenska Lantmännen och Cecilia Lerenius, Jordbruksverket. Kronrost graderades mestadels något tidigare än svartrost, ca. st. 85 respektive ca. st. 87. Det kan dock vara svårt att jämföra graderingar från olika försök eftersom de utförts av olika personer och troligen vid något olika utvecklingsstadium.

Identifiering av svampsläkten

Detta utfördes på ett urval av proverna på Institutet för Bioteknologi, DTU.

Analysen tillgick så att 200 icke-ytdesinficerade kärnor från varje prov först tvättades i sterilt vatten i två minuter. En spädningsserie av vattnet spreds på V8 agarplattor (Simmons, m.fl., 1992). Av kärnor lades sedan 2 x 49 kärnor ut på dels filterpapper uppblött i sterilt vatten och dels på V8-agar. På detta sätt kunde man skilja på svampar som förekom som sporer på ytan av kärnorna och svampar som vuxit in i kärnan. Agarplattorna inkuberades i 20-23° C med 8 timmar ljus och 16 timmar mörker i 7 dagar. Ljusförhållandena inducerar sporulering av svamparna så att de sedan kunde identifieras till släkte direkt på plattorna under stereomikroskop utan att renodling behövde göras. I de flesta fall kunde flera släkten identifieras från varje kärna. Redovisningen av utlägg av kärnor har för lantbrukarprover från 2001 gjorts separat för V8-agar och för filterpappermetoden. För prover från försöken 2003 har det högsta värdet uppmätt för varje svamp redovisats.

Väderdata

Väderdata har erhållits från Lantmännens väderservice, Klimatdata.net när det gäller försöksplatser med fördröjd skörd.

Statistiska metoder

Parvisa jämförelser har utförts mellan olika sorter och behandlingar med hjälp av Student's t-test. Programvaran var Microsoft Excel®.

Resultat

Traditionella bedömningar av missfärgning och fältgraderingar av kronrost och svartrost.

De jämförelser som redovisas nedan bygger på de traditionella bedömningarna av mörkfärgning av oskalad kärna och andel missfärgade respektive groddbrända skalade kärnor.

I hela materialet, n=168 var korrelationen mellan de olika traditionella färgmått följande: Grå färg – missfärgade kärnor: 0,18, Grå färg – groddbrända: 0,47, Missfärgade kärnor – Groddbrända: 0,42.

Sortjämförelser

Under alla tre försöksåren har samma sorter odlats och det finns därmed goda möjligheter att jämföra sorter oberoende av årsmån. De sorter som förekommit flitigast är Sang, Vendela, Kerstin och Belinda. Sorter jämfördes på försöksplatser där samma sorter odlats (Tabell 1).

Sortskillnaderna förekom både när det gäller mörkfärgning på oskalad kärna och andelen missfärgade kärnor, men knappast när det gäller groddbrända. Med parvisa jämförelser visade det sig att Vendela hade en statistiskt säkerställd högre andel missfärgade skalade kärnor jämfört med Sang och Belinda. Övriga skillnader mellan sorter var inte statistiskt säkra.

Tabell 1.

Medelvärde för sorter för färg på oskalad havre, andel missfärgade kärnor och andel groddbrända kärnor.

a) 9 platser fördelade på 2 år, 2002 and 2003

Sort	Färg på skal	Missfärgade %	Groddbrända %
Kerstin	0,06	3,3	0,6
Sang	0,11	2,4	0,8
Vendela	0,22	4,2	0,5
Belinda	0,17	2,5	0,5

Signifikanta skillnader för % missfärgade kärnor: Vendela > Sang **, Vendela > Belinda **

b) 12 platser fördelade på 3 år, 2001, 2002, 2003.

Sort	Färg på skal	Missfärgade %	Groddbrända %
Sang	0,12	2,2	1
Vendela	0,21	4,1	1

Signifikant skillnad för procent missfärgade kärnor: Vendela > Sang *

Bekämpning

Effekter av bekämpning på mörkfärgning kunde studeras dels i sortförsöken där standardväxtskydd jämfördes med obehandlade led och dels växtskydds försök där flera olika bekämpningar jämfördes. Genomsnittliga skillnader mellan behandlade och obehandlade led var mycket små, och inga signifikanta skillnader konstaterades.

I bekämpningsförsöken kunde man dock skönja vissa skillnader där bekämpningar gav en tendens till ljusare färg på skal medan det snarare var tvärtom när det gäller missfärgade kärnor (Tabell 2

och 3). Ett visst samband fanns mellan färg på skal och kronrost/svartröst. Svartröst och kronrost påverkades också kraftigt av en bekämpning (Tabell 3).

Tabell 2.

Skillnader mellan behandlade och obehandlade led i sortförsök L7-501.

N = 57, fördelat på 14 försök under 2001-2003 (52 respektive 13 för groddbränna).

Led	Färg på skal	Missfärgade %	Groddbrända %
Obehandlat	0,23	3,8	1
Behandlat	0,19	4,3	1,2

Tabell 3.

Graderingar av kronrost (*P. coronata*) på blad och svartröst (*P. graminis*) på strå och mörkfärgning av skördade kärnor i växtskydds försök ur serien L15-5040 2003.

Sort	Behandling	Gradering, % angrepp			Missfärgade Groddbrända	
		<i>P. coronata</i>	<i>P. graminis</i>	Färg på skal	%	%
Bolum						
Freddy	obeh	24	5	1,5	13,8	4,7
Freddy	1,5 Comet Plus	1	1	0	8	2,4
Freddy	1,0 Sportak	7	5	1	8,2	1,9
Freddy	1,0 Opera	1	1	0	10,5	0,8
Yttersörby						
Sang	obeh	3	30	1	4,2	6
Sang	0,5 L Comet + 0,5 L Tilt Top	2	4	0	4,1	1,9
Sang	0,8 L Tilt Top	5	7	0,5	6,5	2,3
Sang	0,5 L Comet	3	4	0,5	5,6	2,1
Fransåker						
Belinda	obeh	10	27	1,5	3,9	29,2
Belinda	0,5 L Comet + 0,5 L Tilt Top	1	4	0,5	5,6	5
Belinda	0,8 L Tilt Top	1	4	0,5	6,5	4,6
Belinda	0,5 L Comet	1	12	0,5	10,1	6,7

Skördetid

L7-501 försöken från 2001 indikerar att skördetid är en viktig parameter för att förklara mörkfärgningen. Detta bekräftas också av försöken med fördröjd skörd som lades ut 2003 (Tabell 4). I detta fall verkar både färgen på skal och på skalad kärna påverkas.

Tabell 4.

Samband mellan skördetid, nederbörd och kärnfärg i försök med fördröjd skörd.

Medelvärden för obehandlade led, n = 4.

Plats	Skördedatum	Nederbörd		Missfärgade	Groddbrända
		2 veckor före skörd	Färg på skal	%	%
Kampetorp, R	17-aug	20	0,0	3,0	0,1
Kampetorp, R	10-sep	40	0,4	6,7	0,1
Kampetorp, R	24-sep	12	0,1	6,6	0,1
Borgeby, M	15-aug	8	0,0	3,0	0,8
Borgeby, M	28-aug	33	0,0	2,9	0,8
Borgeby, M	12-sep	78	1,3	5,6	5,6
Brunnby, U	26-aug	43	0,3	1,5	0,2
Brunnby, U	12-sep	16	0,6	2,7	0,5
Brunnby, U	29-sep	22	0,6	6,7	1,0

I de prover från SW-försök 2003 som ingått är effekten av skördetid mycket tydlig. På Kölbäck där man drabbades av kraftig mörkfärgning skördades den 29/8 medan man på Haga skördade betydligt tidigare (9/8) och utan nämnvärd mörkfärgning (Tabell 5).

Väder

I försök med fördröjd skörd visade det sig att nederbörd hade betydelse för mörkfärgningen. Ett visst samband mellan nederbörd 14 dagar innan skörd och accelererad mörkfärgning kunde iakttagas. Detta verkade gälla alla typerna av mörkfärgning. Möjligen kan man iaktta liknande effekter på sortförsöken från 2002 (Tabell 4). Som jämförelse kan nämnas att man på Kölbäck erhöll ca. 36 mm regn under de båda sista veckorna före skörd.

Liggsäd

På en plats (Skarstad) gav kraftigt slagregn liggsäd och andelen missfärgade kärnor var mycket hög. Stråstyrkan graderades här till 10. I övrigt kan man främst iaktta en viss korrelation mellan stråstyrka och färg på skal. Exempelvis L7-501 på Källeberg 2003 var stråstyrkan lägre i obehandlade led (20) jämfört med behandlade (40). En viss mörkfärgning på skal förekom i obehandlade led men inte i behandlade. Denna skillnad fanns dock inte när det gäller andelen missfärgade kärnor.

I bekämpningsförsöken var stråstyrkan generellt låg i obehandlade led samtidigt som missfärgning på skal konstaterats i dessa led. Sambandet var dock dåligt mellan de olika bekämpningsleden och i SW-försöken var stråstyrkan nära 100 på båda försöksplatserna trots stor andel missfärgade kärnor på Kölbäck.

Platser

Skillnader mellan platser tycks i detta material kunna hänföras till skillnader nederbörd och skördetid. Exempelvis skördades L7-501 försöket i Vålberg 2001 senare än de båda försöken i Närke vilket sammanföll med missfärgningsfrekvensen och försöket i Skarstad utsattes för kraftigt slagregn enligt ovan.

Identifiering av svampsläkten

De vanligaste släktena på oskalade kärnor var i nu nämnd ordning: *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* och *Epicoccum*. På skalade kärnor förekom *Cladosporium* flitigast och därefter *Alternaria*, *Epicoccum* och *Fusarium*. Korrelationer mellan förekomst av enskilda mögelarter och grå färg på skal var som bäst 0,38 för *Fusarium* (n=48). För andel missfärgade kärnor var bästa korrelationer mot *Penicillium*, $r = 0,48$ och för groddbrända kärnor korrelerade *Alternaria* bäst, $r = 0,47$ (n = 37). En viss korrelation mellan *Fusarium* och missfärgad kärna förelåg också, 0,34. I

övrigt var korrelationerna mycket låga eller negativa. Detta gällde även korrelationer mellan totala antalet mörkpigmenterade svamparter (*Alternaria*, *Cladosporium*, *Bipolaris*, *Epicoccum*, *Drechslera*, *Botrytis*, *Stemphylium*, *Arthrinium*, *Phoma*, *Sordaria* och *Chaetomium*), totala antalet svampar och färgbedömningar. I tabell 5 redovisas skillnader i förekomst av olika svamparter jämfört med färgbedömningar specifikt för prover uttagna från Svalöf Weibulls sortförsök. Här framgår att mörkfärgningen tycks sammanfalla med förekomst av *Fusarium* och även *Alternaria* och skillnaderna är tydliga mellan utplockade missfärgade respektive normala kärnor. Försöken med fördröjd skörd har noggrant studerats när det gäller svampförekomst och en intressant iakttagelse är att olika svamparter tycks växa till på olika platser då havren får stå kvar för länge. På Borgeby verkade *Alternaria* växa till medan framförallt *Cladosporium* växte till på Kampetorp och Brunnby (Tabell 6). Däremot skedde inte någon nämnvärd tillväxt av *Fusarium*. Resultaten från plattspridning av vatten som kärnor tvättats med visade att *Cladosporium* dominerade och att alltså *Cladosporium*-sprorer var vanligast på ytan av kärnorna. Mer sporer tvättades av från oskalade kärnor än skalade och antalet *Cladosporium*-sprorer ökade vid fördröjd skörd.

Tabell 5.

Färgbedömningar jämfört med svampförekomst (andel infekterade kärnor) i prover från Svalöf-Weibulls sortförsök. Förutom representativt utval av prover har även missfärgade respektive ljusa kärnor plockats ut.

Urval	a) med skal				b) utan skal				Missfärgade	Normala
	Representativt									
Plats	Haga	Haga	Kölbäck	Kölbäck	Haga	Haga	Kölbäck	Kölbäck	Kölbäck	Kölbäck
Sort	Vendela	Sang	Vendela	Sang	Vendela	Sang	Vendela	Sang	Vendela	Vendela
Grå färg	0	0	0,5	0,5						
Missfärgade %					0,18	0,24	9,42	8,04		
Groddbrända %					0	0	0,47	1,2		
<i>Alternaria</i>	67	74	57	59	8	8	4	20	57	9
<i>Cladosporium</i>	84	76	26	55	78	80	84	63	48	91
<i>Bipolaris</i>	6	2	2	2	0	0	0	0	0	0
<i>Epicoccum</i>	8	18	39	0	4	4	0	0	29	3
<i>Gonobotrys</i>	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fusarium</i>	12	12	41	76	0	2	4	14	19	0
<i>Botrytis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
<i>Drechslera</i>	0	2	0	2	0	0	0	2	0	6
<i>Stemphylium</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Penicillium</i>	2	4	0	0	2	2	31	8	0	0
<i>Botryothecium'</i>	0	0	14	14	0	0	0	0	0	0
<i>Phoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6

Tabell 6.

Skillnader i andel endogen infektion i % mellan senaste och första skördetidpunkten i försök med fördröjd skörd. Medelvärde för 4 sorter om annat inte anges och det högsta värdet för V8 och filterpapperodling. Endast de vanligast förekommande svamparna.

Med skal	Gonobotry				
	<i>Alternaria</i>	<i>Cladosporium</i>	<i>Fusarium s</i>		<i>Epicoccum</i>
Borgeby	1	3	1	5	5

Kampetorp	-1	6	9	40	10
Brunnby	-1	12	1	13	-5
Utan skal					
Borgeby	30	-15	4	0	4
Kampetorp*	2	10	-1	0	-11
Brunnby	6	11	2	0	-2

* Endast 2 sorter medtagna p.g.a. kraftig överväxt av *Rhizopus*.

Vid utlägg av kärnor från prover från leveranser till Lantmännen 2001 förekom relativt lite *Cladosporium* och *Alternaria*. En orsak kan vara att de tidigare än andra försvunnit under lagringen (Bilaga 3). Dock var mönstret detsamma att *Alternaria* förekom flitigast på skal, medan *Cladosporium* var vanligare på skalade kärnor. Förekomsten av dessa svampar individuellt korrelerade dock inte särskilt väl mot mörkfärgning. Däremot var sambandet mellan totalantalet mörka svampar uppmätt på filterpapper och grå färg på oskalad havre tämligen bra, $r = 0,51$. Det svampsläkte som korrelerade bäst mot mörkfärgning var *Penicillium*, $r = 0,60$ på filterpapper och $0,57$ på V8-agar. På skalad havre var antalet prov mycket litet och inga tydliga samband registrerades.

Diskussion

Undersökningen har visat på ganska tydliga skillnader i missfärgning framförallt när det gäller skördetid och nederbörd där en sen skörd och nederbörd ger ökad missfärgning.

Detta tycks gälla både grå färg på skal och andelen missfärgade och groddbrända skalade kärnor. Detta illustrerades tydligt i ett försök där kraftigt slagregn och liggsäd påverkade båda måtten även om andelen missfärgade kärnor påverkades mest. Utsädet verkar ha ganska liten betydelse i båda fallen. Exempelvis användes i SW-försöken på Haga och Kölbäck samma utsäde och ändå fick man mycket stora skillnader i mörkfärgning. Det finns också olikheter i vad som påverkar grå färg på skalen och andelen missfärgade kärnor vilket avspeglar sig i att korrelation mellan dessa mått är mycket dålig. Sortvalet har ett viss inverkan på andelen missfärgade skalade kärnor, vilket nyligen även konstaterats i en engelsk studie (Newton, m.fl., 2003). Sorten verkar dock inte spela någon roll för uppkomst av grå färg på skalen.

Det omvända tycks föreligga när det gäller bekämpningar. En svampbekämpning påverkade grå färg något men hade ingen inverkan på andelen missfärgade kärnor. Även i detta fall sammanfaller våra resultat med Newton m.fl. (2003) där man inte fick någon effekt på andelen missfärgade kärnor med svampbekämpning. En tänkbar orsak som Newton m.fl. anger är att fungicider slår ut antagonister, t.ex. jäster, som skulle kunna hindra etablering av mörkfärgande svampar. Eftersom man fått en viss effekt på färgen på skalen skulle man också kunna tänka sig att fungiciderna inte kommer åt de svampar som redan vuxit in under skalen lika effektivt som de som förekommer på ytan. Vad gäller inventeringen av svamparter, så har inte några enskilda orsakande svampar kunnat identifieras. Tvärtom visar både studien fördröjd skörd och leveransprover att det kan vara flera samverkande svampar och att sammansättningen kan variera från plats till plats. Dock verkar det inte finnas något samband mellan svartrostangrepp och mörkfärgning. Att *Alternaria* var dominerande på oskalad vara stämmer överens med resultat från andra spannmålsslag (Andersen et al., 1996). Eftersom vi hittade ganska mycket svamp även i ljus havre var det svårt att finna tydliga samband. Samma svampsläkten tycktes dominera både på skal och skalad kärna. Dock var deras inbördes ordning olika och *Alternaria* dominerade på skal medan *Cladosporium* var mest frekvent på skalade kärnor 2003. Det fanns också ett samband mellan förekomst av icke-mörkpigmenterade svampar (*Fusarium* och *Penicillium*) och mörkfärgning. *Fusarium* har även i andra studier visat

sig korrelera bättre mot visuellt sämre kvalitet på spannmål än *Alternaria* (Kosiak m.fl., 2004). Detta förhållande skulle också kunna förklara att man funnit höga halter fusariumtoxiner i mörkfärgad spannmål. En förklaring till dessa fenomen skulle kunna vara att man får en relativt tidig infektion av t.ex. *Fusarium* under vissa betingelser och där olika sorter är olika känsliga. Vid värmebehandling efter skörd skulle man kunna tänka sig att svampmycel blir mörkfärgat även om det inte är mörkt i fält, eller att en skada på kärnan orsakad av svampen ger en mörkfärgning. Det otydliga sambandet mellan olika svampar och mörkfärgning kan troligen tillskrivas dels att många olika svampar kan ge denna effekt och att de motverkar varandra. Andersen m.fl. (1996) fann t.ex. en negativ korrelation mellan infektion av *Alternaria* och *Fusarium*. En tidig infektion skulle också kunna förklara årsmånsskillnader som i vissa fall kan vara stora. Skörden 2004 var det t.ex. inte några stora problem med mörkfärgning trots relativt sen skörd (Christina Ekmark, pers. komm).

Slutsatser

- Mörkfärgning både på skal och på skalad kärna tilltar vid senare skörd och ökad nederbörd.
- Färg på skal och andelen missfärgade kärnor var inte korrelerade.
- Sortskillnader var tydligast när det gäller andel missfärgade skalade kärnor.
- Bekämpning påverkade missfärgning av skal, men hade snarast motsatt effekt på andelen missfärgade skalade kärnor.
- Olika svampar tycks kunna orsaka problemen. Exempel finns både på samband med *Fusarium*, *Penicillium* och olika mörkpigmenterade svampar såsom *Alternaria* och *Cladosporium*.
- Utsädesburna sjukdomar har inte kunnat knytas till mörkfärgningen och inte heller *Puccinia* arter.

Rekommendationer för att undvika missfärgning

- Tidig sådd för att inte riskera fördröjd skörd.
- Skörd så snart som möjligt då havren är mogen.
- Måttlig N-gödsling som minskar risken för liggsäd.
- Svampbekämpning kan inte rekommenderas eftersom det i vissa fall gav ökad missfärgning.
- På lång sikt: Fortsatt förädlingsarbete där mörkfärgning beaktas.

Resultatförmedling

Resultat har hittills redovisats för en större grupp i form av poster på Jordbrukskonferensen 2004.

Tack

Referensgruppen har bestått av Christina Ekmark, AnalyCen, Charlotte Elander, Svenska Lantmännen, Cecilia Lerenius, Jordbruksverket, Eva Nerbrink och Slobodan Carapic, Cerealia, Rickard Jonsson, Svalöf Weibulls och Erik Jacobsson, Svenska Lantmännen.

De har starkt bidragit till att de resultat som tagits fram, både genom praktiskt arbete med graderingar i fält och med upplysningar och kommenterar under arbetets gång. Johan Nilsson, Svenska Lantmännen har också bidragit med graderingar i Skåne.

Referenser

Andersen, B., Thrane, U., Svendsen, A. & Rasmussen, I.A. 1996. Associated field mycobiota on malt barley. *Can. J. Bot.* 74(6):854-858.

Newton, A.C., Lees, A.K., Hilton, A.J. & Thomas, W.T.B. 2003. Susceptibility of oat cultivars to groat discoloration: causes and remedies. *Plant Breeding* 122:125-130.

James, C. 1971. A manual of assessment keys for plant diseases. *Can. Dep. Agr. Publ. No.* 1458.

King, J.E., Evers, A.D. & Stewart, B.A. 1981. Black point of grain in spring wheats of the 1978 harvest. *Plant Pathology* 30(1):51-53.

Kosiak, B., Torp, M., Skjerve, E. & Andersen, B. 2004. *Alternaria* and *Fusarium* in Norwegian grains of reduced quality – a matched pair sample study. *Int. J. Food Microbiol.* 93:51-62.

Simmons, E.G. 1992. *In: Alternaria: Biology, Plant Disease and Metabolites.* J. Chelkowski & Visconti, A. (Eds.). 1-35, Elsevier: Amsterdam, the Netherlands.

Ylimäki, A. 1981. The mycoflora of cereal seeds and some feedstuffs. *Ann. Agric. Fennae* 20(2): 74-88.