

Bladsjukdommer i norsk hvete. Forekomst, betydning og tiltak

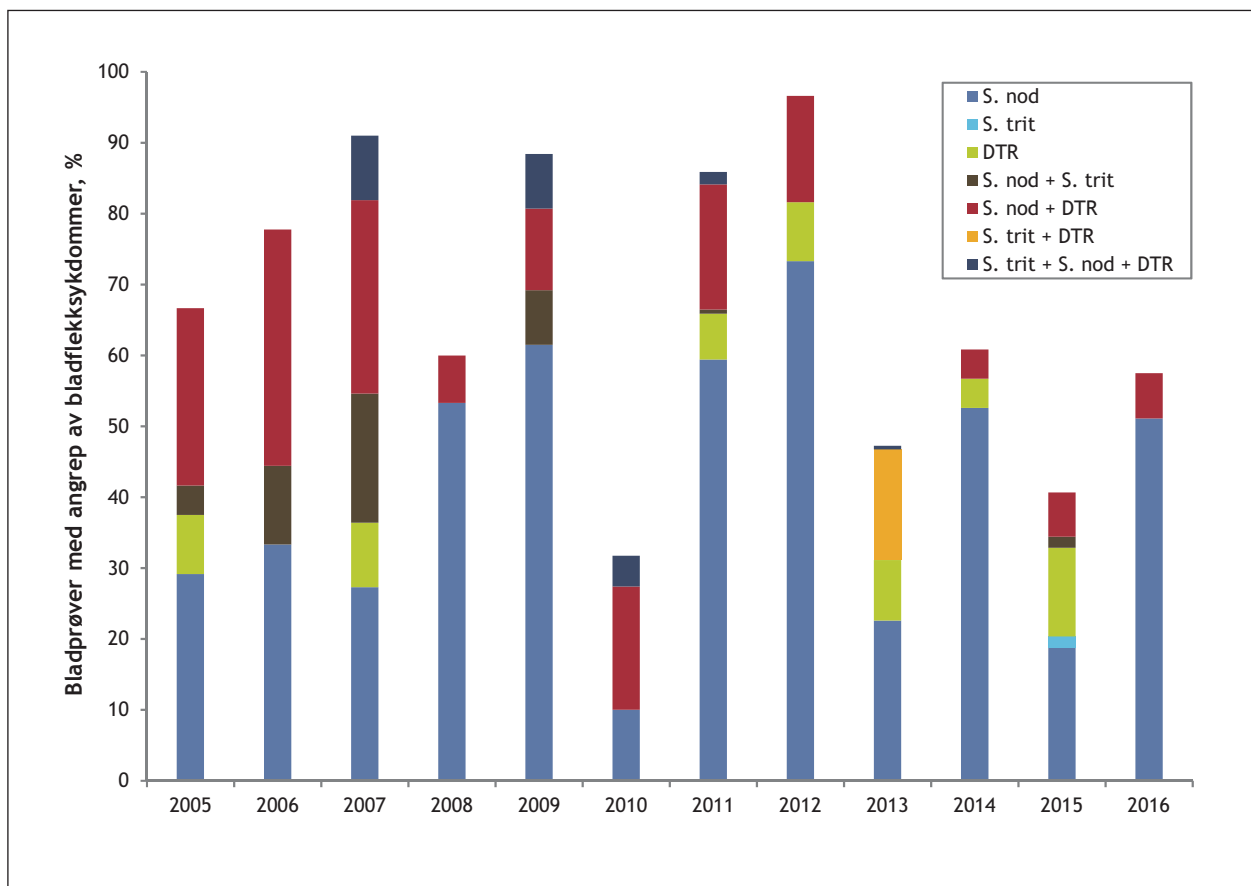
Andrea Ficke¹, Jon Arne Dieseth², Margit Oami Kim² & Morten Lillemo³

¹NIBIO Soppsjukdommer Ås, ²Graminor AS, ³Institutt for plantevitenskap, NMBU, Ås.
andrea.ficke@nibio.no

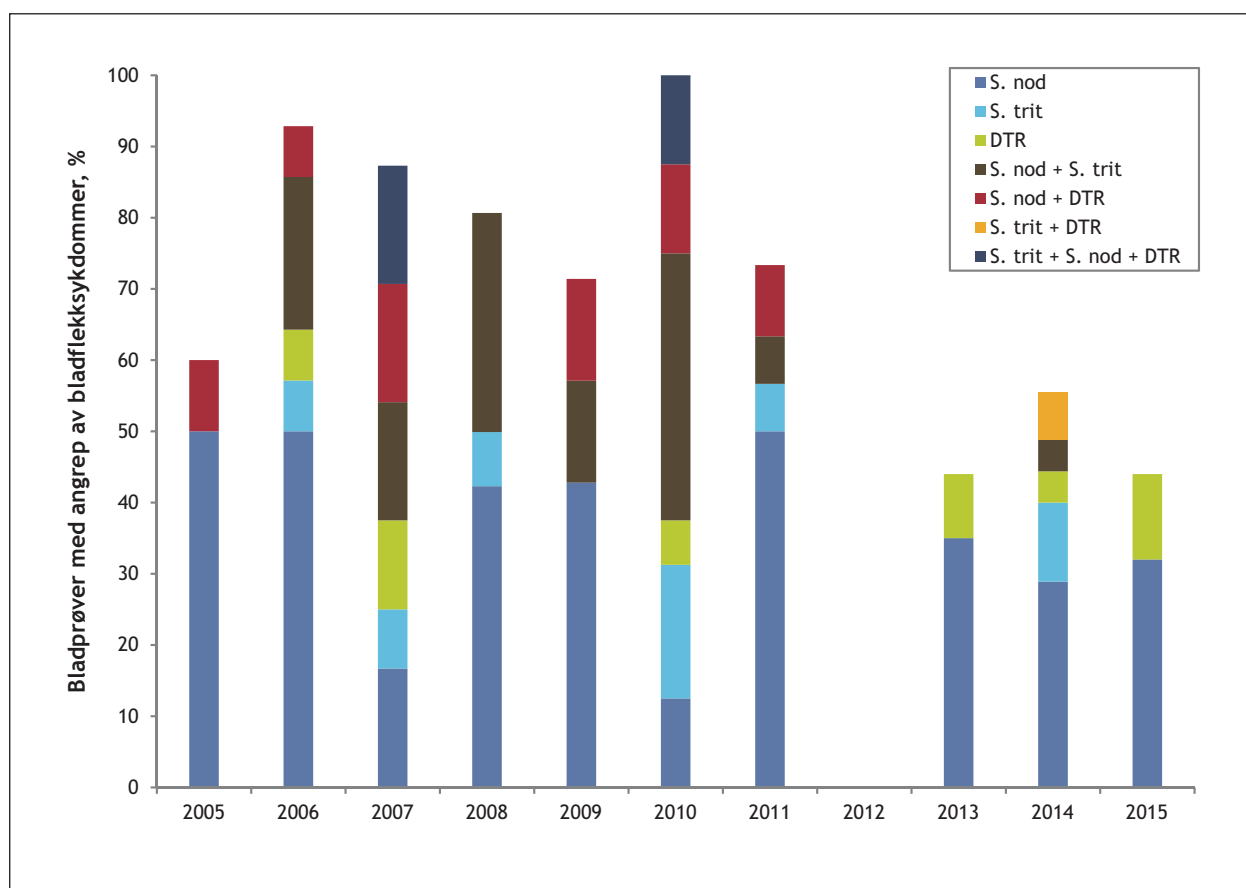
Innledning

Høye avlinger av godt kvalitet er det viktigste målet i norsk kornproduksjon. Avlingsframgangen har vært liten etter 1985, og vi har faktisk sett en periode med nedgang i avlingsnivået fram til 2014 (Stabbe-
torp 2017). Årsakene til dette er mange. Noe av forklaringen kan være økt stress av bladsjukdommer som reduserer det grønne, fotosyntetisk aktive bladarealet. Varmere og fuktigere klima som følge av pågående klimaforandringer, større kornareal under redusert jordarbeiding og mer ensidig hvete-

dyrking i de beste kornområdene er alle faktorer som kan forventes å gi økte sjuksdomsproblemer i norsk hvetedyrking. Samtidig må hvetedyrkeren forholde seg til nasjonale føringer og forskrifter med fokus på integrert plantevern og redusert bruk av ulike innsatsfaktorer. Med dette bidraget ønsker vi å belyse forekomsten og betydningen av bladsjukdommer i hvete og peke på aktuelle tiltak for å kunne tilpasse behandlingsstrategiene til framtiden.



Figur 1. Prosent bladprøver fra vårhvete angrepet av ulike bladflekksjukdommer over de siste ti årene. Antall felt varierte mellom 9 og 40, en til fem blad per felt ble brukt for mikroskopi observasjon og identifisering.



Figur 2. Prosent bladprøver fra høsthvete angrepet av ulike bladfleksykdommer de siste ti år. Antall felt varierte mellom 4 og 26, en til fem blad per felt ble brukt for mikroskopi observasjon og identifisering av soppartene. For 2012 og 2016 hadde vi ikke tilstrekkelige antall prøver for identifisering.

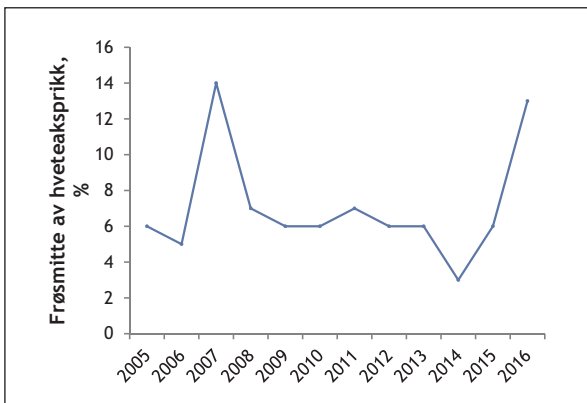
Bladfleksykdommene

Forekomst og betydning

Bladflekker på hvete i Norge forårsakes hovedsakelig av tre arter som ofte opptrer sammen: Hveteaksprikk (*Parastagonospora nodorum*, også kjent som *Septoria nodorum*), hvetebladprikk (*Zymoseptoria tritici*, også kjent som *Septoria tritici*) og hvetebrunflekk (*Pyrenophora tritici-repentis*, også kjent som *Drechslera tritici-repentis/DTR*). Alle tre kan overleve i dødt plantemateriale og kan føre til betydelige avlingstap. I de siste 10 årene har det blitt samlet inn hveteblader fra ulike feltforsøk i Norge og soppene som ble funnet på bladene er identifisert. En til fem bladprøver ble undersøkt per sort/linje. Antall felt per år varierte mellom 9 og 40 og antallet analyserte bladprøver varierte mellom 27 og 199 per år. Sammensetningen av bladfleksykdomskomplekset varierte fra år til år. I Norge dominerer hveteaksprikk, men vi

finner også hvetebrunflekk og hvetebladprikk i både vårhvete (figur 1) og høsthvete (figur 2).

Hveteaksprikk og hvetebrunflekk kan overføres med smittet såkorn. Beising av såkorn er anbefalt når det er minst 5 % frøsmitte. Under gode forhold for sopp-utvikling kan imidlertid også små mengder frøsmitte spille en betydelig rolle for angrep av plantene i sesongen, spesielt i et område uten andre smitekilder. Data fra Kimen Såvarelaboratoriet viser at hveteaksprikk ble funnet hvert år i norsk såvare av vårhvete i perioden fra 2005 til 2016 (figur 3).



Figur 3. Prosent frøsmitte av hveteksprikk i ulike frøpartier av vårhvete testet ved Kimen Sávarelaboratoriet mellom 2005 og 2016.

Hveteaksprikk utvikler seg lite før flaggbladet er ute, og symptomene blir mest synlig etter blomstring. Symptomene utvikler seg som mørkebrune, uregelmessige flekker med gule kanter, som blir nekrotiske etter hvert. I aksene vises mørkebrune flekker på ytteragnene (bilde 1). Inne i bladflekkene kan en se små mørke sporehus der sporene utvikles for å spre soppene videre. Under fuktig forhold utvikler sykdommen seg eksponentielt på plantene etter blom-



Bilde 1. Symptomer av hveteksprikk på blad og aks. Foto: Andrea Ficke.

string, og den kan angripe både strå, bladverk og aks. Viktigste spredningsmekanisme for hveteksprikk er med vannsprut oppover fra planterester på bakken og blad lengre ned på plantene. Men denne soppene kan også utvikle askosporer som kan smitte planter over lengere avstander med vind. Fuktige forhold, nedbør og temperaturer mellom 15°C og 20°C fører til rask utvikling av sporehusene, økt smitterisiko og raskt spredning av soppene i felt. Hveteksprikk på flaggbladet og i akset kan forårsake 20-50 % avlingstap, nedsatt 1000-kornvekt og hektolitervekt som kan føre til nedklassifisering til fôrhvete.

Symptomer av hvetebunflekk eller DTR kan likne mye på unge symptomer av hveteksprikk. Også denne sykdommen utvikler mørkebrune runde til ovale flekker på bladene, men de kan være litt mørkere og mer definerte enn hos hveteksprikk. Denne sykdommen spres med vind, men fuktige forhold er viktig for vellykket infeksjon og sporulering. Hvetebunflekk har blitt funnet i de fleste årene vi har testet bladprøver fra vår- og høsthvete, ofte sammen med hveteksprikk på same blad (figur 1 og 2).

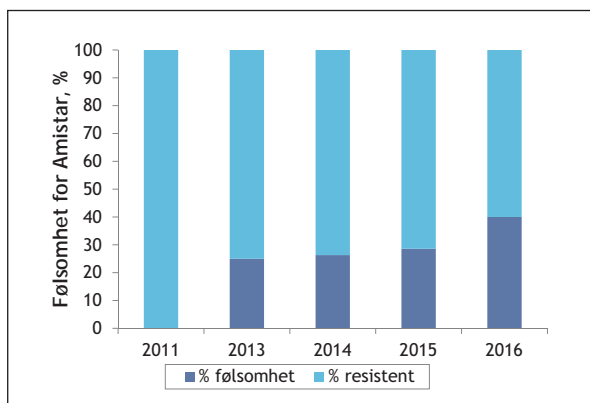
Hvetebladprikk likner også på hveteksprikk, men flekkene er lysere og mer avlange, og i begynnelsen ofte avgrenset til området mellom bladvenene. Siden 1980-tallet har hvetebladprikk vært den dominerende bladflekksjukdommen i de fleste europeiske land, og soppene er en av de største sykdomstruslene i land med intensiv høsthvetedyrking, som Frankrike, Storbritannia og Tyskland. Norge er et unntak, siden hvetebladprikk sjelden blir funnet på flaggbladet etter blomstring hos oss. Denne soppene angriper tidlig i sesongen, men seinere i sesongen utvikler den seg mindre enn hveteksprikk. Ut fra de innsamlede bladprøvene, ser det ut som om hvetebladprikk er vanligere på høsthvete enn på vårhvete (Fig 1 A og B).

Tiltak

Vi kan forvente at problemene med alle de tre bladflekksjukdommene vil øke med ensidig hvetedyrking, og derfor er vekstskifte et anbefalt tiltak. Internasjonale studier viser at to år uten vertsplanter er mer effektivt enn bare et år for å redusere smitten fra infisert plantemateriale i åkeren. Pløying kan også redusere smitten, og friskt såkorn er avgjørende for å redusere risikoen for tidlig infeksjon og spredning. Varslingsmodellen for bladflekksjukdommer (www.vips-lanbruk.no) beregner risiko for angrep som forsvarer bruk av soppmiddel. Modellen tar

hensyn til forgrøde, jordarbeiding, hvetesortens resistens og nedbør, og den viser sannsynlig utvikling av sjukdommen i hveteåkeren. Som de fleste varslingsmodeller kan modellen for bladflekk-sjukdommer bare gi en risikovurdering for angrepet, og den erstatter ikke at dyrkeren selv går i åkeren og undersøker.

Sprøytemidler for effektiv bekjempelse av alle de tre bladflekk-sjukdommene er tilgjengelige i Norge. Hyppig bruk av plantevernmidler med samme virkningsmekanisme kan imidlertid føre til utvikling av resistens mot disse midlene i sopp-populasjonen. I 2011, 2013, 2014, 2015 og 2016 ble det samlet inn mellom 5 og 19 isolater per år fra Hedmark, Vestfold, Follo, Romerike, Østfold og Oppland som ble testet for resistens mot Amistar. Amistar er et fungicid som inneholder strobilurin som aktivt virkestoff. Isolatene ble dyrket på agarskåler tilsatt ulike konsentrasjoner av dette soppmiddelet. Et isolat ble beskrevet som resistent eller redusert følsomt, når den Amistar konsentrasjonen som måtte til for å redusere veksten med 50 % var 10 mg/l eller mer. Andelen av felt-isolatene som hadde utviklet redusert følsomhet mot Amistar varierte fra 60 % til 100 % (figur 4). Situasjon syntes å være ganske stabil, men vi har sett en tendens til færre isolater med redusert Amistar-følsomhet de siste årene. Dette kan skyldes at strobiluriner ikke lenger er brukt alene flere ganger i året, men nå brukes mest i kombinasjon med triazolol eller propikonazol. Kartlegging av redusert følsomhet for disse triazololene i hveteaksprikk er påbegynt (innen et nytt NIBIO prosjekt; RESISTOPP). Slik kartlegging er viktig for å kunne vurdere risikoen for fungicidresistens i felt og finne strategier for å redusere denne risikoen.



Figur 4. Følsomhet for Amistar hos *P. nodorum* isolater samlet inn i Norge i ulike år. Isolatene som vokste mer enn 50 % i et medium tilsatt 10 mg/l Amistar sammenlignet med veksten av en ubehandla kontroll er klassifisert som resistente.

Det finnes ingen hvetesorter som er helt resistente mot bladflekk-sjukdommer, men vi ser tydelige forskjeller i mottakelighet mellom sortene. I samarbeid med Graminor har NMBU testet mange hvete-linjer, men seleksjon for resistens mot bladflekk-sjukdommer er vanskelig i praktisk foredling. Det er utfordrende å skille forskjellige bladflekk-sjukdommer i felt, og det kan være andre soppsjukdommer som gulrust og mjøldogg som kan forstyrre vurderingen. Hvetelinjer med kort strå smittes raskere med vannsprut pga. kortere avstand mellom bladene, og mottakeligheten øker med plantenes alder. Dette fører til at det registreres sterkere angrep på kortere og tidlige linjer på en bestemt registreringsdato. I testingen som utføres ved NMBU blir dette tatt hensyn til ved multipl regressjon av observert angrepsgrad mot aksskyttingsdato og strå lengde. Halmssmitte med *P. nodorum* blir strødd ut på bakken og feltene dusjvannes på dagtid får å skape optimale forhold for sykdomsutvikling. Det blir også sprøytet med selektive fungicider mot mjøldogg og rustsykdommer for å få så rene data for bladflekkresistens som mulig. Resistensnivået i markeds-sortene av vår- og høsthvete er vist i tabell 1.

En alternativ strategi er å fokusere på skaden blad-flekk-sjukdommene gjør. Ettersom disse sjukdommene dreper bladene og dermed reduserer fotosyntesen, bør det gjøre utslag på kornfylling og avling. I det norske foredlingsprogrammet har det derfor vært selektert strengt for hektolitervekt, i håp om at dette skal gjøre framtidige sorter mer tolerante. Etter hvert som vi har fått ny kunnskap om bladflekk-sjukdommene og hvordan de angriper plantene, ser det imidlertid ut til at vi også skal kunne gjøre mer effektive utvalg av sorter som er sterke mot disse sjukdommene. For eksempel vet vi nå at hveteaksprikk produserer nekrotrofe effektorer som hveteplantene kan være følsomme for. Disse effektorene forårsaker en hypersensitiv celledød, omtrent som ved enkelte typer mjøldoggresistens. Men mens den hypersensitive reaksjonen forhindrer mjøldoggsoppen i å vokse inn i bladvevet, gir den en innfallsport for den nekrotrofe hveteaksprikken. Gener for effektorsensitivitet er kartlagt i hvete, og det finnes molekylære markører for disse. Selv om forskjeller i sensitivitet for disse markørene bare forklarer en del av forskjellene i hvetelinjenes mottakelighet for hveteaksprikk, vil markørassistert utvalg for effektorsensitivitet kunne bli et nyttig redskap for å få fram sorter som er sterkere mot bladflekk-sjukdommer.

Tabell 1. Angrepsgrad av hveteaksprikk i markeds-sortene av vårhvete og høsthvete testet ved NMBU 2010-2017

Vårhvete	Angrepsgrad, %	Høsthvete	Angrepsgrad, %
Zebra	30,5	Kuban	23,8
Rabagast	31,7	Skagen	26,5
Mirakel	33,0	KWS Ozon	29,4
Krabat	36,5	Mariboss	30,9
Bjarne	45,0	Jantarka	33,8
		Magnifik	34,0
		Ellvis	35,0
		Olivin	43,6

Rust

Forekomst og betydning

Rust kan forårsake sterk avlingsreduksjon i korn. Tre ulike rustarter kan angripe hvete; Gulrust (*Puccinia striiformis*), som går mest på bladene, svarrust (*P. graminis*), som angriper strået, og brunrust (*P. recondita*) som også går mest på bladene. Alle



Bilde 2A. Gulrust på hvete. Foto: Andrea Ficke.

rustsjuddommene er biotrofe, som betyr at de er avhengig av levende plantemateriale for å kunne overleve, danne sporer og spre seg til andre planter. Tiltak som reduserer hvetestubb i åkeren, som pløying eller vekstskifte, er derfor lite effektivt mot rust. Alle de tre rustsoppene danner små sporehoper som kan inneholde store mengder sporer som lett kan spres med vind, landbruksmaskiner eller klær. Det er lett å skille de ulike rustartene fra hverandre basert på sporens farge og mønster som viser seg på bladene. Mens gulrust danner gul-oransje sporer i hoper langs bladnervene (bilde 2A), utvikler brunrust seg som brune sporhoper uregelmessig fordelt over bladoverflaten (bilde 2B). Svarrust utvikler mørkebrune prikker på stenglene og av og til også på bladene. Disse kan skilles fra brunrust ved at de er større.

Etter en periode på vel 20 år uten særlige rustangrep, har gulrusten kommet tilbake til Norge og forårsaket stor skade på mange vår- og høsthveteåker etter 2014. På 1980-tallet ble det registrert avlingstap i mottakelige sorter på opptil 70 %. Etter 2014 har vi sett gulrustangrep hvert år, men med varierende betydning for avling. Perioder med høge temperaturer over 25 °C, lite areal med høsthvete, godt sortvalg og rask kjemisk bekjemping når symptomene viser seg,



Bilde 2B. Brunrust på hvete. Foto: Andrea Ficke.

ser ut til å begrense sjukdomsutviklingen og avlingstapet. Gulrustraser som bryter tidligere effektiv resistens har utviklet seg, og vi ser en økende forekomst av gulrust også i resten av Europa. I 2015 og 2016 ble det samlet inn hveteblader med gulrust fra Norge. Disse ble rasebestemt ved den Global Rust Reference Center (GRRC) i Danmark. Undersøkelsen viser at vi har mange av de samme rasene som ellers i Europa, slik som 'Kranich', 'Warrior', 'Warrior- ', 'Triticale 2015' og 'New 2016' i Norge (Abrahamsen et al. 2017).

Brunrust og svartrust har så langt forårsaket lite avlingsskade i Norge. Det er antakelig for kaldt til at brunrusten kan overvintre i Nord-Europa, og sjukdommen vil som regel komme for seint til at den kan gjøre særlig skade. I 2017 ble det imidlertid registrert sterke angrep av brunrust på noen mottakelige sorter i et forsøksfelt på Øsaker (Østfold) i slutten av juli. Sorter som er resistente mot gulrust er ikke nødvendigvis resistente mot brun- eller svartrust. Vi har lite erfaring med resistens mot brunrust i norske sorter, men det vesle vi har sett tyder på at det meste av det norske sortsmaterialet er mottakelig. Svartrust er en potensiell skadegjører også her i landet. Den kan overvintre på berberis (*Berberis vulgaris* mfl.), hvor det produserer kjønnne sporer som så kan infisere hvete i nærheten. At vi ikke har hatt problemer med svartrust i senere tid, kan komme av at vi har lite berberis her i landet hvor svartrusten kan overvintre, og at det har vært dyrka resistente sorter i våre naboland, slik at ikke sjukdommen har kunnet etablere seg. Svartrust har imidlertid utviklet nye raser som er aggressive på de mest resistente sortene i Europa. På Sicilia ble det i 2016 funnet nye svartrust- og gulrustraser, som med opptil 60 % angrep ødela 20 000 til 30 000 hektar av hveten på øya. Det ble også rapportert om et lokalt angrep av svartrust på hvete i Uppland i Sverige i 2017.

Tiltak

Sprøyting mot gulrust er det eneste effektive tiltaket, når vi finner angrep i åkeren. Så langt er alle soppmidler registrert for bekjempelse av gulrust fortsatt effektive, og det har ikke vært noen antydninger til utvikling av fungicidresistens i soppen. For å redusere risikoen for utvikling av resistens er det imidlertid viktig å sprøyte etter behov med doser som gir god kontroll. Valg av hvetesorter med god resistens mot gulrust er viktig fordi det kan redusere behovet for sprøyting betydelig. Det er generelt anbefalt å

sprøyte mot gulrust når symptomene er synlige fordi soppen kan spres veldig raskt i åkeren under gunstige forhold. I noen sesonger har vi imidlertid sett at gulrusten ikke har utviklet seg som forventet fordi temperaturen har vært for høy i en periode. For å bedre kunne samkjøre sprøyting mot gulrust med bekjemping av andre blad- og akssjukdommer, som hveteaksprikk eller aksfusariose, må vi ta hensyn til økonomiske terskler for gulrust, sortsresistens, tidspunkt og dose av planlagt sprøyting og forventede værforhold i den nærmeste tidsperioden. Det er behov for mer kunnskap, spesielt om effekten av ulike doser og smittegrad ved sprøyting på gulrustens utvikling og avlingstapet.

Nye gulrustraser er en sannsynlig årsak til at vi har fått sterke angrep på høsthvete og rughvete de siste årene. Sortsmaterialet vi bruker her er importert og har derfor vært utsatt for gulrustsmitte i landene sortene kommer fra. Dyrking av mottakelige høsthvetesorter hos oss og i våre naboland er også, sannsynligvis, den indirekte årsaken til de sterke angrepene vi har sett i enkelte vårhvetesorter. Resistensnivå i markeds-sortene for høsthvete er vist i tabell 2. Mens smitten tidligere kom sporadisk og svært seint i sesongen, er det nå smitte tilstede tidlig nok til å gjøre skade også i vanlige sesonger. Graminor driver ikke egen høsthveteforedling, men det drives en omfattende prøving av foredlingsmateriale og sorter fra våre naboland og fra kontinentet. Her arbeides det hardt med å framskaffe gulrustresistente høsthvetesorter, og det aller meste av det nye materialet som prøves er sterkt mot gulrust.

I vårhvete viste det seg, da gulrusten kom tilbake til Norge, at noen av de mest dyrka vårhvetesortene var svært mottakelige. Det gjaldt særlig Bjarne, hvor gulrusten kan utvikle seg veldig raskt og gjøre svært stor skade hvis angrepet kommer tidlig. Også Zebra er svært mottakelig, men sjukdomsutviklingen og skadene har ikke vært så voldsomme som de kan bli i Bjarne. Demonstrant og Krabat er mer moderat mottakelige, men også i disse kan sjukdommen gjøre betydelig skade (tabell 2). Heldigvis, selv om det ikke var selektert for denne egenskapen i det norske foredlingsmaterialet, viste det seg at noen av de nyeste sortene og en betydelig del av foredlingsmaterialet var resistant. Den mest dyrka sorten i Norge i 2017, Mirakel, er i de fleste tilfeller så godt som rein for gulrust. Dette kan være skummelt hvis resistensen bygger på et enkelt resistensgen. Brytes denne resistensen, kan vi risikere at sorten blir svært

mottakelig. Det kom rapporter om tilfeller av gulrust i Mirakel i Vestfold i 2017, men det er usikkert om resistensen virkelig er brutt. Uansett så arbeides det med å inkorporere flere typer resistens fra flere forskjellige kilder i foredlingsmaterialet. Spesielt interessant er det å få inn gener for såkalt partiell resistens. Det er gener som ikke gir total immunitet mot sjukdommen, men som reduserer angrepsgraden. Oftest vil det trenge flere slike gener i en sort for å gi tilfredsstillende beskyttelse. Det er krevende å få inn slik resistens i foredlingsmaterialet, men i motsetning til fullstendig resistens som avhenger av et enkelt resistensgen, så vil denne resistensen være varig og ikke bli brutt av nye mutasjoner i gulrustsoppen.

Tabell 2. Angrepsgrad av gulrust i markedssortene av vårhvete og høsthvete testet ved NMBU 2015-2017

Vårhvete	Angrepsgrad, %	Høsthvete	Angrepsgrad, %
Zebra	7,0	Kuban	1,8
Rabagast	0,5	Skagen	0,2
Mirakel	0,2	KWS Ozon	0,3
Krabat	1,0	Mariboss	0,4
Bjarne	25,2	Jantarka	2,2
		Magnifik	2,7
		Ellvis	0,1
		Olivin	5,4
		Bjørke	12,3

Mjøldogg

Forekomst og betydning

Mjøldogg er en hvetesjukdom som går på alle grønne plantedeler. Den er forårsaket av *Blumeria graminis*, en sopp som trenger levende plantemateriale for å kunne overleve, akkurat som rustsoppene. Ved årtusenskiftet var mjøldogg regna som en svært viktig skadegjører i norsk hvetedyrking. Det er den nok fortsatt, men fuktigere vær og større trykk fra andre sjukdommer har gjort at den ikke er like mye i fokus. Mjøldogg utvikler seg som mycel på overflater av ulike plantedeler. Den trenger ikke vannsprut for å kunne angripe plantene, høy fuktighet er tilstrekkelige for infeksjon. Fra soppmycel dannes sporhyferne med sporene som gir denne sjukdommen det karakter-



Bilde 3. Mjøldoggsymptomer på hvete. Foto: Andrea Ficke.

ristiske hvite, melaktige utseende (bilde 3). Sporene spres lett med vind.

Tiltak

Som for rustsoppene gjelder derfor at pløying og vekstskifte er lite effektivt mot mjøldogg, siden smittede planterester ikke spiller noen rolle i soppens livssyklus. Bruk av resistente sorter og sprøyting med soppmiddel er de mest anbefalte tiltak mot sjukdommen. Det er imidlertid påvist høy risiko for fungicidresistensutvikling i hvetemjøldogg, og det er registrert resistens mot triazolol og strobiluriner i flere land. Bruk av fungicider bør derfor begrenses til et minimum, og det bør utlukkende brukes midler som viser fortsatt god kontroll. Dyrking av sorter med god resistens mot mjøldogg er derfor en enda viktigere faktor i bekjempelsesstrategi.

Ved foredling av sorter med resistens mot mjøldogg var det lenge rasespesifikke resistensgen som ble brukt. Det viste seg etter hvert at mjøldoggsoppen hadde en stor evne til å bryte denne resistensen. Selv om flere rasespesifikke gener ble kombinert (pyramidisert), var soppen i stand til å komme med nye,

Tabell 3. Angrepsgrad av mjøldogg i markedssortene av vårhvete (2012-2017) og høsthvete (2014-2017)

Vårhvete	Angrepsgrad, %	Høsthvete	Angrepsgrad, %
Zebra	10,8	Kuban	3,0
Rabagast	4,1	KWS Ozon	0,5
Mirakel	2,3	Mariboss	3,6
Krabat	17,3	Jantarka	3,3
Bjarne	16,4	Magnifik	6,4
Demonstrant	37,6	Ellvis	19,6
SW51114 (Amulett)	0,3	Olivin	9,0
		Bjørke	19,8
		Finans	34,8

kompliserte raser som kunne bryte den kombinerte resistensen. Faktisk er det mye som tyder på at mjøldoggen som overvintra hos oss under stabilt snødekke i innlandet, var i stand til å rekombinere. De rasene vi fant i Mjøsområdet hadde en betydelig mer komplisert virulens en raser fra våre naboland.

Som for gulrust er det derfor god grunn til å satse på partiell, ikke rasespesifikk resistens i framtida. Men som for gulrust, vil det være krevende å få inn slike gener for partiell mjøldoggresistens i foredlingsmaterialet. Heldigvis er flere av genene som gir slik resistens felles for gulrustresistens og mjøldoggresistens. Resistensnivået mot mjøldogg i markedssortene av vår- og høsthvete er vist i tabell 3. Det finnes også genetiske markører for flere slike gener, slik at vi kan være sikre på at vi får dem med i foredlingsgangen. Uten hjelp av slike bioteknologiske verktøy vil det være fort gjort at resistensen går tapt under foredlingen.

Konklusjon

Hver enkelt sykdom, men også samspillet mellom de ulike bladsjukdommene kan påvirke hveteavlingene. Arbeidet med å utvikle gode sprøytestrategier og resistent sortsmateriale har så langt fokusert på en sykdom eller ett sykdomskompleks om gangen. Det er imidlertid viktig å ta hensyn til flere sykdommer samtidig i foredlingsprosessen for å unngå at resistens mot en bladsykdom reduserer motstandsevnen mot andre. Vi trenger også behandlingsstrategier som er tilpasset den aktuelle sykdommen, men som

samtidig tar hensyn til hva det har blitt sprøytet med før og hva det skal bli sprøytet med neste gang. Hvor lenge varer virkningen av en sprøyting med ulike doser, og hvor lenge kan vi vente med å sprøyte uten at avlingstapet blir for stort? Også dette er viktige spørsmål som må inkluderes i bekjempingsstrategien. Dette krever en bedre forståelse av kompleksiteten i samspillet mellom plantene og deres sykdommer, og det er mer utfordrende enn tradisjonelle plantevernstrategier. Framgang i molekylære metoder, tverrfaglig samarbeid og tilgang til gode feltobservasjoner av de ulike soppsjukdommene danner grunnlaget for å kunne lykkes med å utvikle nye sorter med bred resistens, og for å kunne gi gode råd om sprøytestrategier som tar hensyn til flere sykdommer på en gang.

Referanser

- Abrahamsen, U., Ficke, A., Brodal, G., Lillemo, M., Dieseth, J. A., Kim, M. O. 2017. Gulrust i hvete. *Jord- og Plantekultur 2017. Forsøk i korn, olje- og proteinvekster, engfrøavl og potet 2016*. Ed. E. Strand. NIBIO BOK Vol. 3 (1): 109-118.
- Stabbetorp, H. 2017. Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjonen. *Jord- og Plantekultur 2017. Forsøk i korn, olje- og proteinvekster, engfrøavl og potet 2016*. Ed. E. Strand. NIBIO BOK Vol. 3 (1): 16-27.