

Integrert plantevern mot gulrust og bladflekksjukdommer i norsk hvete

Andrea Ficke¹, Guro Brodal¹, Einar Strand² & Chloé Grieu²

¹NIBIO Bioteknologi og Plantehelse, ²NIBIO Matproduksjon og Samfunn
andrea.ficke@nibio.no

Innledning

Gulrust (forårsaket av *Puccinia striiformis*) er en alvorlig soppssjukdom i hvete og rughvete. Den kan også angripe bygg, rug og mange grasarter, men soppen er i stor grad spesialisert, dvs. at gulrust fra hvete i hovedsak angriper hvete, og gulrust fra bygg angriper bygg osv. Det er imidlertid rapportert at gulrust fra hvete kan forekomme på bygg og noen grasarter. Gulrust sprer seg med vinden og kan redusere avlingen betydelig i mottakelige sorter når værforholdene er gunstige for angrep, dvs. moderat fuktighet og relativt lave temperaturer (8-15 °C, men soppen kan vokse ved temperatur opp mot 25 °C). Siden spredning og utvikling av gulrust kan gå raskt, er det viktig å sette inn effektiv fungicid-behandling på riktig tidspunkt for å unngå store avlingstap (Abrahamsen *mfl.* 2019).

Gode plantevernstrategier med minst mulig bruk av kjemiske soppbekjempingsmidler (fungicider) uten å redusere lønnsomheten (integrert plantevern, eller IPV) innebærer å ta hensyn til de ulike sjukdommene som angriper plantene samtidig. Strategiene må tilpasses angrepsgrad og forventet avling.

Hveteplanter er mest utsatt for gulrust før blomstring, men vi kan finne angrep av gulrust også på seinere vekststadier, ofte sammen med bladflekksjukdommer. De mest utbredte bladflekksjukdommene i Norge er hveteaksprikk (*Parastagonospora nodorum*), hvetebladprikk (*Zymoseptoria tritici*) og hvetebrunfleck (*Pyrenophora tritici-repentis*). For å finne best mulig tidspunkt for fungicidbehandling og mest hensiktsmessige dose tilpasset resistensnivået hos ulike sorter for å bekjempe både gulrust og bladflekksjukdommer i vårhvete, har vi gjennomført en forsøksserie i 3 år. I denne serien har vi undersøkt effekt av sort og soppbekjempelse (behandlingstidspunkt og dose av fungicid) på angrep av både gulrust og bladflekksjukdommer. Feltforsøkene er en del av prosjektet "Bærekraftige tiltak mot rustsjukdommer i hvete", finansiert av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri (FFL/JA).

Forsøksplan og dataanalyse

Tre feltforsøk ble anlagt på tre ulike steder (Sarpsborg, NLR Øst; Ås, NIBIO Plantehelse, Kapp, NIBIO Apelsvoll) i tre år (2020-2022). Det ble observert lite angrep av gulrust og bladflekksjukdommer i feltet på Apelsvoll. Resultater for dette feltet er derfor ikke inkludert i sjukdoms- eller avlingsanalysene.

Forsøkene ble anlagt med to faktorer; sort: Bjarne (svært mottagelig for gulrust), Seniorita (lite mottagelig for gulrust), Zebra (middels mottagelig for gulrust) (Abrahamsen *mfl.* 2017) og ulike soppbekjempelsesstrategier med tidlig eller seint sprøytetidspunkt, før skyting (vekststadium 49) og etter skyting (vekststadium 55) og konsentrasjon (1/2 og 3/4 av maksimal godkjent dose) (tabell 1) som randomisert blokkforsøk med to gjentak. Vi har brukt følgende fungicider i forsøket; Comet Pro (pyraklostrobin), Elatus Era (protiokonazol + benzovindiflupyr), Aviator Xpro (protiokonazol + biksafen), Balaya (pyraklostrobin + mefentriflukonazol). Smitteruter ble anlagt mellom hver behandlingsrute, det vil si at det ble sådd ei rute med Bjarne, som er svært mottagelig for gulrust, mellom hver behandlingsrute. I 2020 og 2022 satte vi inn pletter med små hveteplanter som var infisert med gulrust i smitterutene når hveteplantene i felt hadde kommet til vekststadium 32-37 (strekingsvekst) for å sikre høyt smittepress i forsøkene. I 2021 hadde vi ikke mulighet til å dyrke småplanter med tilstrekkelig gulrustangrep for utsetting i smitterutene. Sjukdomsangrep ble bedømt ved utviklingsstadium 70-80 (tidlig til seint deigstadium) som gjennomsnittlig angrepet areal på de to eller tre øverste bladene på 25 planter per rute eller prosent planter per rute som var angrepet.

Angrep av gulrust og bladflekksjukdommer varierte mye fra sted til sted og fra år til år. For å kunne sammenligne effekten av behandlingene på sjukdomsutviklingen på tvers av sted og år, har vi delt sjukdomsangrepet i 10 ulike klasser av sjukdomsintensitet fra 0 til 9. Klassene ble inndelt ved å dele angrep per rute med det

Tabell 1. Forsøksplan for forsøk med bekjempelsesstrategier i vårhvete med antall behandlinger, behandlingstidspunkt, preparat, dose og konsentrasjon av fungicid mot gulrust og bladflekksjukdommer

Ledd	Fungicidbehandling				
	Antall	Tidspunkt	Preparat	Dose	Konsentrasjon (ml/daa)
A			Ubehandlet		
B	1	Tidlig	Comet Pro+ Elatus Era	1/2	8,75 + 15
C	1	Tidlig	Comet Pro + Elatus Era	3/4	13,1 + 22,5
D ¹	1	Seint (1% gulrust)	Comet Pro + Elatus Era	1/2	8,75 + 15
E ¹	1	Seint (1% gulrust)	Comet Pro + Elatus Era	3/4	13,1 + 22,5
F	2	Tidlig (1) og seint (2)	1. Comet Pro + Elatus Era 2. Aviator Xpro + Balaya	1/2	8,75 + 15 20 + 31,5
G	2	Tidlig (1) og seint (2)	1. Comet Pro + Elatus Era 2. Aviator Xpro + Balaya	3/4	13,1 + 22,5 30 + 56
H ²	2	1% gulrust og 1% gulrust igjen	Comet Pro + Elatus Era Aviator Xrpo + Balaya	1/2	8,75 + 15 20 + 31,5
I ²	2	1% gulrust og 1% gulrust igjen	Comet Pro + Elatus Era Aviator Xpro + Balaya	3/4	13,1 + 22,5 30 + 56
J	1	Seint	Aviator Xrpo + Balaya	3/4	30 + 56

¹ Ledd D og E ble behandlet når det var minst 1 % angrep av gulrust i den mest mottakelige sorten, Bjarne. I vår forsøksserie var det etter utviklingsstadium 55 i alle år (seint behandlingstidspunkt).

² Det var ikke tilstrekkelig antall felt som fikk 1 % gulrustangrep etter 1. sprøyting for å ta leddene H og I med i analysene.

høyeste angrep per rute i et år på et visst sted og multiplisere resultatet av 9. Det vil si, hvis vi hadde et angrep på 27 % i en rute og det høyeste angrep i dette år på dette sted i en rute var 90 %, så har vi sjukdomsintensitet klassifisert som: 27/90 * 9 = 2,7. Så angrepet på 27 % er i klasse 3 for sjukdomsintensitet.

Effekten av behandlingene ble testet mot gulrust og bladflekksjukdommer først hver for seg og så har vi slått sammen begge sjukdomsangrep for å beregne intensitet av totaleffekten. Vi har brukt en regresjonsanalyse for å se på sammenheng mellom kombinert sjukdomsintensitet og avling.

Vi har testet effekten av de ulike fungicid-behandlingene på sjukdomsintensiteten og avlingen med en toveis variansanalyse (ANOVA) med år og felt som tilfeldige faktorer, og sort og fungicidbehandling som faste faktorer. For

å sammenligne parametere mellom de ulike behandlingene har vi brukt Tukey's test med en feilrate på 5 %.

Resultater

Høyeste angrep av gulrust var i 2022 i Sarpsborg i ubehandlet ledd med Bjarne (98 %). Høyeste angrep av bladflekksjukdommer var i 2020 på samme sted også i ubehandlet ledd med Bjarne (47 %). Gulrustangrepet varierte i Sarpsborg og Ås mellom 15 og 98 % i de tre årene, mens angrep av bladflekksjukdommer varierte mellom 10 og 47 % (tabell 2).

Sort hadde en signifikant effekt på angrepet av gulrust og bladflekksjukdommer i forsøkene. Høyeste gulrustangrep i gjennomsnitt for år, sted og behandlinger var det i Bjarne og Zebra, og laveste angrep i Seniorita (figur 1), mens angrep

Tabell 2. Høyeste angrep av gulrust og bladflekksjukdommer i 2020, 2021 og 2022 i feltene i Sarpsborg og Ås

	Sarpsborg			Ås		
	2020	2021	2022	2020	2021 ¹	2022
Gulrust- angrep %	41	25	98	37	15	85
Bladflekk- angrep %	47	15	10	37	20	25

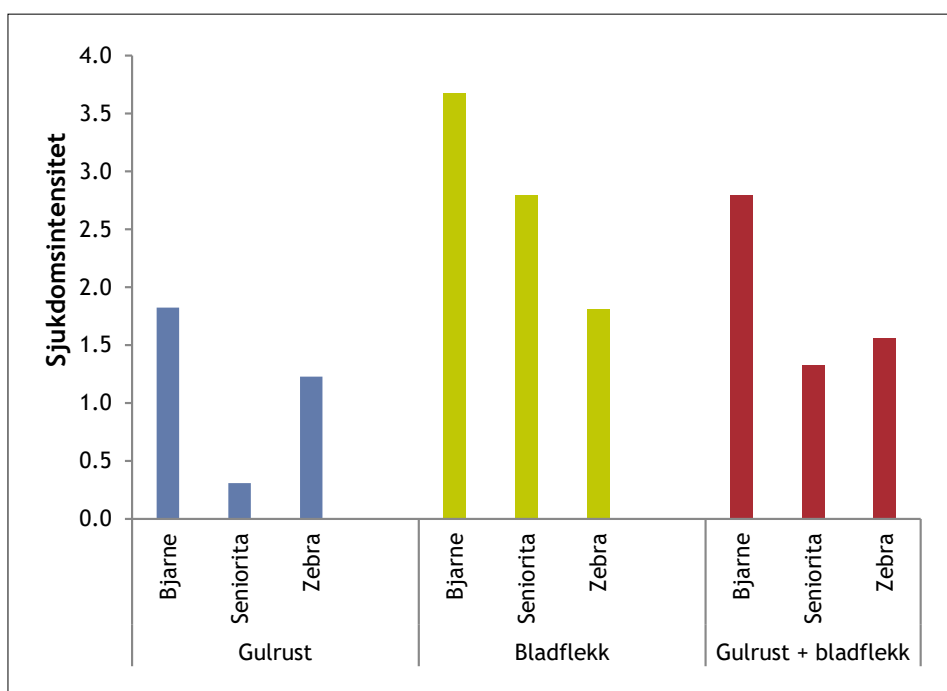
¹ Sjukdomsangrep av Bjarne i 2021 hadde ført til visning av de øverste bladene og vi kunne ikke vurdere hvor mye gulrust eller bladflekkangrep det var. Vi har derfor tatt ut sjukdomsangrep i Bjarne i Ås i 2021 og brukt høyeste angrep i Seniorita og Zebra i dette år.

av bladfleksjukdommer var høyest i Bjarne og Seniorita, og lavest i Zebra (figur 1). Når vi slo sammen angrep av gulrust og bladfleksjukdommer, viste Bjarne høyeste sjukdomsintensitet i gjennomsnitt for alle tre år, steder og behandlinger. Det var ingen signifikant forskjell mellom Seniorita og Zebra (figur 1).

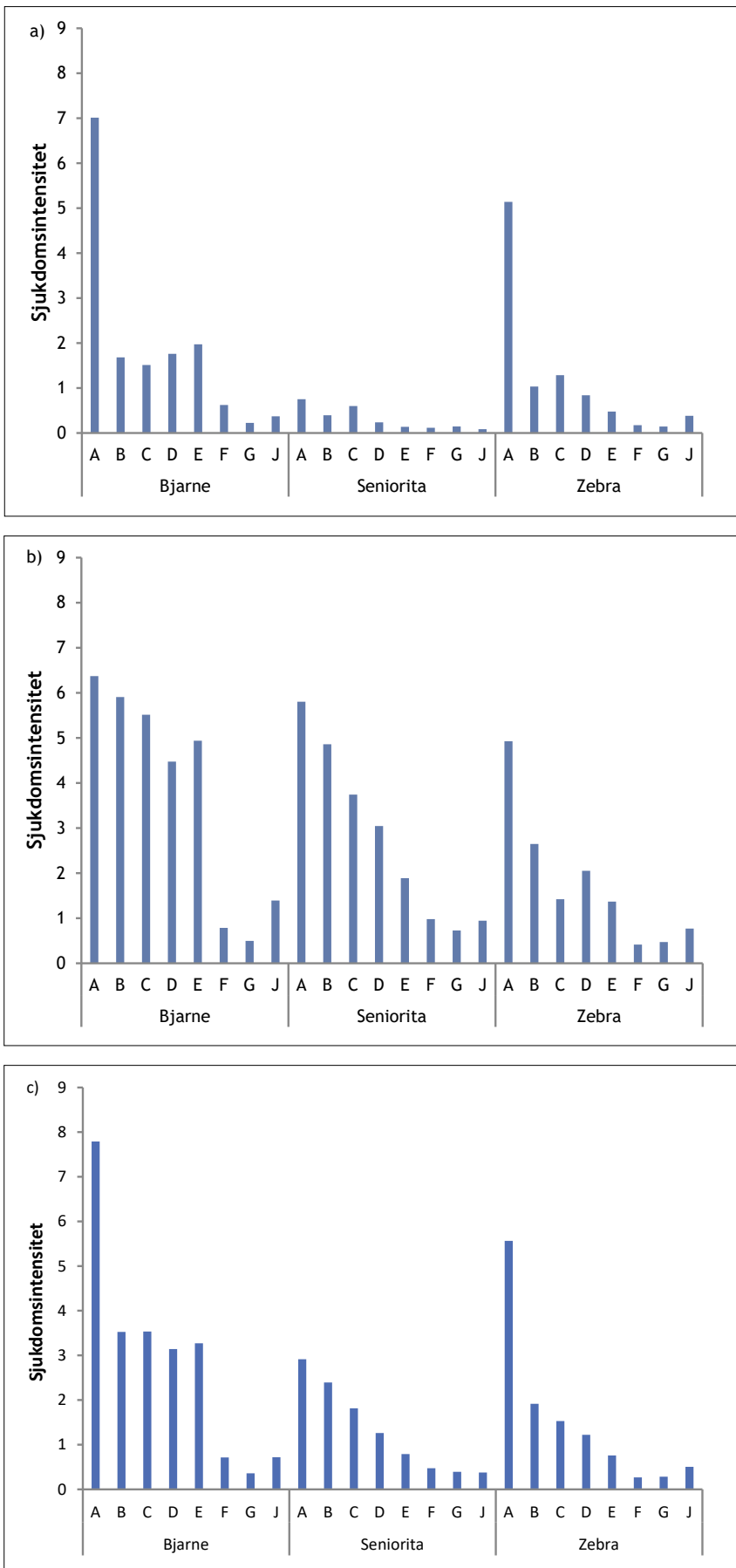
Fungicidbehandling hadde en signifikant effekt på sjukdomsintensiteten hos både gulrust og bladfleksjukdommer, og den mest effektive behandlingen varierte med sort. Alle fungicidbehandlingene reduserte gulrust i Bjarne, men det var ingen signifikant forskjell mellom disse behandlingene (figur 2A). Behandling G (tidlig og sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) reduserte gulrust mest i Bjarne, fra gjennomsnittlig gulrustintensitet på 7,1 i ubehandlet ledd til 0,2. Det var lite gulrust i Seniorita, og ingen av behandlingene viste en signifikant effekt på sjukdomsintensitet. Det var minst angrep av gulrust i Seniorita etter behandling J (sein behandling med $\frac{3}{4}$ dose), men det var ingen signifikant forskjell mellom fungicidbehandlingene der heller (figur 2A). Alle behandlingene reduserte gulrust i Zebra, men også her var det ingen signifikant forskjell mellom behandlingene (figur 2A). Behandling G (tidlig og sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) var den mest effektive behandlingen, og reduserte gjennomsnittlig gulrustintensitet fra 5,1 i ubehandlet ledd til 0,4. Sammenligning mellom

kombinasjoner av sort og fungicidbehandling viste at ledd A (ubehandlet) i Seniorita hadde samme gulrustintensitet som behandling F (tidlig og sein behandling, $\frac{1}{2}$ dose) i Bjarne, og E og J (begge sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) i Zebra (figur 2A).

Den mest effektive behandlingen mot bladfleksjukdommer i Bjarne var G (tidlig og sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) som reduserte sjukdomsintensiteten fra 6,4 i ubehandlet ledd til 0,5, men det var ingen signifikant forskjell mellom behandlingene G, F og J. De andre behandlingene (B, C, D og E) hadde ingen signifikant effekt på bladfleksjukdommer i Bjarne (figur 2B). I Seniorita, var også G (tidlig og sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) den mest effektive behandlingen som reduserte intensiteten av bladfleksjukdommene fra 5,8 til 0,7 (figur 2B). Behandlingene C, D, E, F, G og J hadde også signifikant effekt i forhold til ubehandlet ledd, mens behandling B ikke hadde noen effekt (tidlig behandling, $\frac{1}{2}$ dose). Vi fant ingen signifikant forskjell mellom C og D, og mellom, E, F, G og J. I Zebra hadde alle behandlingene med sprøytemidler (B, C, D, E, F, G og J) en signifikant effekt på bladfleksjukdommer (figur 2B). Den mest effektive behandlingen var F (tidlig og sein behandling $\frac{3}{4}$ dose), som reduserte intensitet av bladfleksjukdommene fra 4,9 i ubehandlet ledd til 0,4. Det var ingen signifikant forskjell mellom behandlingene C, D, E, F, G og J. Behandlingene



Figur 1. Gjennomsnittlig sjukdomsintensitet per sort i fungicidbehandlings-forsøk på tvers av behandlingene fra 2020 til 2022 og steder (Sarpsborg og Ås).



Figur 2. Effekt av ulike fungicidbehandlinger på sjukdomsintensitet i vårhvetesortene Bjarne, Seniorita og Zebra i gjennomsnitt for år og sted. a: Gulrust, b: Bladflekksjukdommer, c: Gulrust og bladflekk-sjukdommer slått sammen.

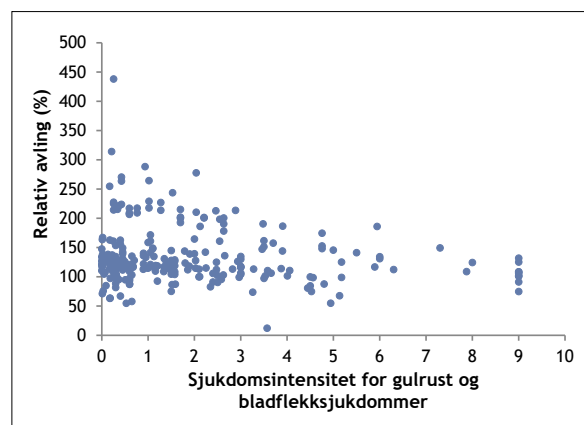
F, G, og J viste seg å være de meste effektive behandlingene mot bladfleksjukdommer for alle tre sortene. Det var ingen signifikant forskjell mellom ledd A i Zebra (ubehandlet) og behandlingene E (sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) i Bjarne eller D (sein behandling, $\frac{1}{2}$ dose) i Seniorita (figur 2B).

Det var ingen signifikant forskjell i angrep av gulrust eller bladfleksjukdommer med hensyn til valg av dose ($\frac{1}{2}$ eller $\frac{3}{4}$) i Bjarne og Zebra, men $\frac{3}{4}$ dose hadde en høyere effekt på bladfleksjukdommer enn $\frac{1}{2}$ dose i Seniorita.

Når vi ser på både gulrust og bladfleksjukdommer slått sammen (figur 2C), er det tydelig at ubehandlet Bjarne er mest utsatt for begge sjukdommer, fulgt av Zebra og Seniorita. De mest effektive behandlingene mot begge sjukdommer var F (tidlig og sein behandling $\frac{1}{2}$ dose), G (tidlig og sein behandling $\frac{3}{4}$ dose) og J (sein behandling $\frac{3}{4}$ dose). Det var ingen signifikant forskjell mellom de to dosene, $\frac{1}{2}$ og $\frac{3}{4}$, når man behandler to ganger. Sjukdomsangrep i ubehandlet Seniorita var på samme nivå som Zebra behandlet tidlig med $\frac{1}{2}$ dose (B), $\frac{3}{4}$ dose, (C), eller seint med $\frac{1}{2}$ dose (D), og Bjarne behandlet tidlig med $\frac{1}{2}$ dose (B), $\frac{3}{4}$ dose, (C), seint med $\frac{1}{2}$ dose (D), eller seint med $\frac{3}{4}$ dose (E). Siden sein behandling med Comet Pro og Elatus Era ($\frac{3}{4}$ dose, E) var relatert til første gulrustangrep i feltet (som kom seint i vår forsøksserie) og ofte ikke på samme tidspunkt som sein behandling med Aviator Xpro og Balaya ($\frac{3}{4}$ dose, J), kan vi ikke sammenligne effekten av de ulike preparater vi har brukt.

Høyeste ruteavlinger i kg/daa i forsøksserien varierte mellom 413 kg/daa og 1095 kg/daa, henholdsvis i 2020 og 2022 (begge i Sarpsborg), mens laveste avlinger var mellom 135 kg/daa og 512 kg/daa, i henholdsvis 2020 og 2021 (begge i Sarpsborg) (tabell 3).

Sjukdommene reduserte avlingen i ubehandlet ledd generelt, men forskjellene i avling mellom ubehandlet og behandlet var ikke signifikant i sortene Seniorita og Zebra. Det var ingen direkte sammenheng mellom sjukdomsangrep (gulrust og bladfleksjukdommer slått sammen) og relativ avling (figur 3) over tre år i Ås og Sarpsborg



Figur 3. Relativ avling (%) i forhold til sjukdomsintensitet (gulrust og bladfleksjukdommer slått sammen) for Ås og Sarpsborg over 3 år. Relativ avling er relatert til laveste avling per ledd (ubehandlet Bjarne) per sted over hele forsøksperioden.

($R^2 = 2\%$). Når vi tok hensyn til sort, år og sted, viste korrelasjonsanalyse signifikant sammenheng mellom angrep og avling ($R^2 = 49\%$).

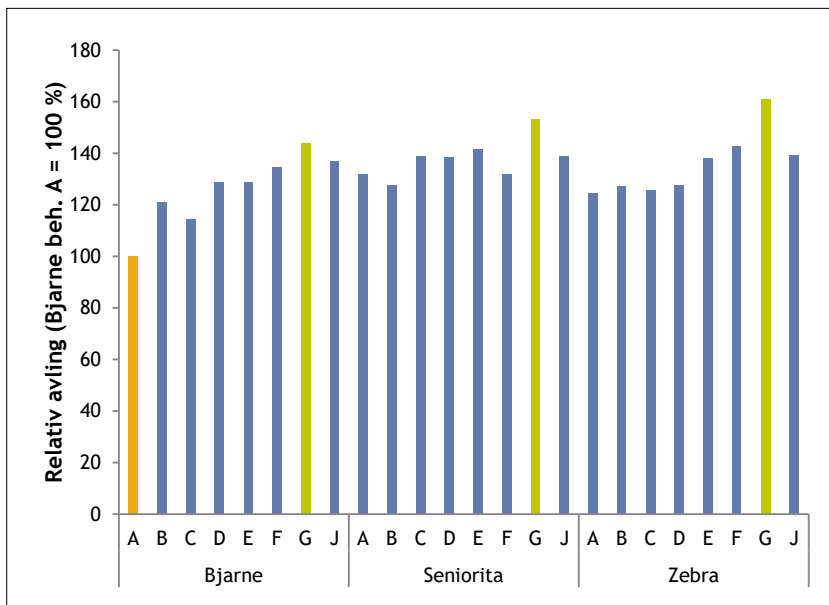
Fungicidbehandlingene i Seniorita og Zebra hadde lite effekt på avlingen, men behandlingene G (tidlig og sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) og J (sein behandling, $\frac{3}{4}$ dose) hadde en signifikant effekt på avlingen i Bjarne (figur 4). Relativ avling på tvers av alle tre sorter og behandlinger var lavest i ubehandlet Bjarne og høyest i laveste relative avling på tvers av alle tre sorter og behandlinger var i ubehandlet Bjarne og høyeste avling var i Seniorita og Zebra behandlet to ganger (tidlig og seint) med $\frac{3}{4}$ dose (G).

Konklusjon

Valg av resistente sorter er det mest hensiktsmessige tiltak mot gulrust, men behandling med fungicid i mottagelige sorter kan være viktig for å redusere avlingstap. Gulrustangrep på Seniorita, som er lite mottakelig for denne sjukdommen, var på samme nivå som på de mer utsatte sorter Bjarne og Zebra behandlet to ganger. Forsøkene våre viste at fungiciddose spiller en mindre rolle for å redusere angrep. De mest effektive fungicidbehandlingene mot både gulrust og

Tabell 3. Laveste og høyeste avling (kg/daa) per år og sted på tvers av de tre hvetesortene

	Sarpsborg			Ås		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022
Avling kg/daa	135 – 413	512 – 737	187 – 1095	414 – 720	254 – 413	361 – 680



Figur 4. Relativ avling ved de ulike fungicidbehandlingene i Bjarne, Seniorita og Zebra i forhold til laveste avling per ledd per sted og år (ubehandlet Bjarne 100 %) for Ås og Sarpsborg over hele forsøksperioden.

bladfleksjukdommer var de som var delt i to med tidlig og sein behandling eller med bare en sein behandling (ved skyting, vekststadium 55). Resistens mot bladfleksjukdommene er kvantitativ, og forskjellene i resistens mellom sortene er noe mindre enn mot gulrust. Likevel så vi en forskjell i angrep av bladfleksjukdommer mellom Zebra, som er sterk mot bladfleksjukdommer, og de andre sortene som var mer utsatt. Dette er også reflektert i observasjonene ved at bladfleksjukdommene i ubehandlet Zebra var på samme nivå som i Bjarne og Seniorita som ble behandlet seint med henholdsvis $\frac{3}{4}$ og $\frac{1}{2}$ dose. Effektive behandlinger mot både gulrust og bladfleksjukdommer betyr ikke nødvendigvis at det er lønnsomt å utføre disse behandlingene, siden det ikke var en direkte sammenheng mellom sjukdomsreduksjon og avlingsøkning i våre forsøk. Valg av behandlingsstrategi må vurderes basert på sort, lokale klimaforhold, smittepress i området, tidspunkt for begynnende angrep, kostnader for tiltaket, kornpris og forventet avlingsnivå for å sikre seg lønnsomhet og god implementering av IPV. Det kan være hensiktsmessig ved svake gulrustangrep å vente med behandlingen til etter skyting for å sikre at behandlingen mot gulrust og bladfleksjukdommer er lønnsomt.

Referanser

- Abrahamsen, U., Ficke, A., Brodal, G., Lillemo, M., Dieseth, J.A. & Kim, M. 2017. Gulrust i hvete. Jord- og Plantekultur 2017. Forsøk i korn, olje- og proteinvekster, engfrøavl og potet 2016. NIBIO BOK 3 (1): 109-118.
- Abrahamsen, U., Brodal, G., & Ficke, A. 2019. IPV-strategier mot gulrust i vårhvete 2018. Jord- og Plantekultur 2019. Forsøk i korn, olje- og proteinvekster, engfrøavl og potet 2018. NIBIO BOK 5 (1): 83 - 87.