

Soppsjukdommer, frøsmitte og utprøving av soppmidler i siste del av vekstsesongen ved frøavl av rødkløver

Trygve S. Aamlid¹, Birgitte Henriksen², John Ingar Øverland³, Jon Sæland⁴, Trond Gunnarstorp⁵, Erik Aaberg⁶, Harald Solberg⁶, Geir K. Knudsen⁷, Olav Langmyr⁷, Anne F. Borchert⁷, Victoria S. Moen⁷ & O. Hetland⁷

¹NIBIO Grøntanlegg og vegetasjonsøkologi, ²NIBIO Plantehelset, ³NLR Viken, ⁴Telemark frøavlerlag, ⁵NLR Øst, ⁶NLR Innlandet, ⁷NIBIO Landvik trygve.aamlid@nibio.no

Innledning

Ved kartlegging av soppsjukdommer i sju frøenger av Gandalf rødkløver i 2020 ble kløverskålsopp (*Pseudopeziza trifolii*) påvist i samtlige frøenger (se fjorårets Jord og plantekulturbok - Aamlid et al. 2021). Andre sjukdommer som ble dokumentert i en eller flere frøenger var kløverbrann (*Kabatiella caulivora*), kløverrust (*Uromyces trifolii*), kløvermjøldogg (*Microsphaera trifolii* syn. *Erysiphe martii*) og *Fusarium avenaceum*. To av de sju frøengene hadde synlige soppangrep allerede ved maksimal blomstring i slutten av juli, og disse gav i middel 14 % meravling for sprøyting med Delaro (100 ml/daa) den 6. eller 7. august. I to av de andre frøengene økte soppangrepet betydelig i løpet av august, og det er rimelig å tro at disse frøengene også ville ha gitt meravling for soppsprøyting. Dette begrunnes med et forsøk på Landvik i 2016 der vi fikk 18 % meravling for sprøyting så seint som 19. august i ei frøeng som da hadde 43 % modne hoder og som ble treska 11. september (Øverland et al. 2017). De tre siste frøengene som ble registrert i 2020 var åpne, kom seinere i blomst og hadde mindre soppangrep.

Kartlegging av soppangrep og forsøk med soppmidler i norske rødkløverfrøenger fortsatte i 2021 med støtte fra Bayer Crop Science, Norsk frøavlerlag, Felleskjøpet Agri og Strand Unikorn. Viktige forsøks spørsmål var:

1. Hvilke kløverfrøenger er mest utsatt for soppangrep med hensyn til vær, vekstskifte, utsædsparti, plantetetthet og tidlighet?
2. Bør soppsprøyting utføres allerede ved maksimal blomstring i juli?
3. Er andreårsenger mer utsatt for soppsjukdommer enn førsteårsenger?
4. For hvilket soppmiddel på det norske markedet er det mest aktuelt for Norsk frøavlerlag å søke minor-use godkjenning?

Materiale og metoder

Kartlegging av sjukdommer i frøenger av rødkløver, 2021

Sju førsteårsenger og to andreårsenger av Gandalf rødkløver, fra Landvik i sør til Ringsaker i nord, ble valgt ut i mai 2021 (tabell 1). I hver eng ble fire ruter à 0,5 x 0,5 m markert for telling av antall rødkløverplanter pr. m² og for seinere registrering av planteutvikling/modning av hoder, legde og soppangrep som prosent av blad og stengeloverflate i ukene 29 (19.-20. juli), 32 (9.-11. august) og 35-37 (kort tid før frøhøsting). Tellinga av antall planter ved vekststart viste rundt 100 planter pr. m² hos Svalastog på Gvarv og hos Molvig i Råde, mens de andre engene hadde mellom 50 og 70 planter pr. m² (tabell 1, bilde 1).



Bilde 1. Telling av planter på 0,25 m² i andreårsenga hos Nils Olav Bjerva på Ulefoss, 24. mai 2021. Andreårsengene hadde svakere planter på våren, men soppangrepet ble ikke større og frøavlinga like stor som i førsteårsengene. Foto: Jon Sæland.

Ved antatt maksimal blomstring 19.-20. juli ble fire kløverstengler frigjort fra bestanden rundt og strekt ut slik at stengellengden kunne måles. Ved dette og seinere frammøter ble legdeprosenten beregnet ut fra forholdet mellom gjennomsnittlig stengellengde 19.-20. juli og faktisk høyde av kløverbestanden i de fire rutene.

Ved besøket 19-20. juli ble representative planteprøver tatt ut og sendt som over-natta pakke til Plante-klinikken for bestemmelse av soppsjukdommer. Symptomer ble studert direkte på bladene ved mottak, deretter ble blader lagt ut på filterpapir og inkubert under NUV-lys (12 t) og 20 grader. Sporer ble studert under mikroskop og flekker – spesielt for kløverskålsopp – studert under stereomikroskop.

Bestemmelse av frøsmitte i norske frøpartier

For å avklare eventuell sammenheng mellom sjukdom påvist i frøenga og frøsmitte ble sju frøpartier fra seks av de ni frøengene analysert for frøsmitte ved Kimen/NIBIO Plantehelse i desember 2021 (partier fra tre frøenger var ikke rensa pr. 1. desember, men Arne Svalastog hadde to ferdigrensa partier, ett fra skårlagt og ett fra direktetreska frøeng). For å finne ut om sjukdomsangrepet kunne spores tilbake til utsæden prøvde vi også å få tak i frø av basisfrøpartiene som var brukt ved gjenlegg

i 2019 eller 2020. Med unntak av parti 190169 som var frøavla hos Lars Grani i Nannestad i 2019 og brukt som utsæd hos Arne Svalastog og Trond Anstensrud i 2020, viste det seg imidlertid at samtlige utsædspartier var oppbrukt.

Ved analyse for frøsmitte tok vi også med et frøparti høsta hos Knut Hansejordet i Svarstad, Vestfold i 2020 der det med sikkerhet var påvist kløverbrann i frøenga (Aamlid et al. 2021). Endelig tok vi med to prøver av prebasisfrøpartiet 32191048 der hovedpartiet det siste året hadde vært lagret hos Graminor ved 5°C og 60-70 % luftfuktighet, mens en partiprøve hadde ligget hos Kimen ved 15-20 °C og rundt 50 % luftfuktighet. Dette for å finne ut om lagringsforholda hadde noen betydning for frøsmitten.

Ved analyse av de til sammen 11 prøvene ble 100 overflatedesinfiserte og 100 ubehandla frø lagt ut på skåler med kunstig vekstmedium (PDA = Potet-Dekstrose-Agar). Overflatedesinfisering ble utført ved å behandle frøene med natriumhypokloritt (NaOCl) i 3 minutter med formål om å fjerne overfladisk soppsmitte. Frøene ble inkubert ved 20°C med veksling mellom 12 timer nær-UV belysning og 12 timer mørke i 7 dager før registrering/opptelling av antall infiserte frø. Soppinfeksjonen ble inndelt i følgende i 3 grupper; (1) *Fusarium* spp., (2) *Alternaria* spp. og (3) Andre svertesopper

Tabell 1. Opplysninger om frøenger av Gandalf rødkløver med registrering av soppangrep i 2021

Distrikt	Frøavler	Engår i 2021	Frø-firma	Frøparti høsta i 2021	Frøparti v/ gj.legg i 2019/20	Siste år med rødkl.fr. på arealet	Forgr. før gj.legg i 2019 el. 2020	Såm. rødkl. v/ gj.legg g/daa	Pl./m ² vår 2021
Grimst., Agder	NIBIO Landvik	1	NIBIO	Ikke rensa pr. 1. des.	160155 ¹	Ingen tidl. dyrking	Vårhvete	300	67
Ulefoss, Telem.	Nils Olav Bjerva	2	FKA	Ikke rensa pr. 1. des.	180096 ¹	2010	Bygg	300	55
Gvarv, Telem.	Arne Svalastog	1	FKA	210105/ 210114 ²	190169	2015	Engrapp frøeng	600	98
Sem, Vestf.	Ragnar Lensberg	1	SU	1631301	7588601 ¹	Ingen tidl. dyrking	Vårhvete	200	62
Revetal, Vestf.	Håkon Bøe	1	FKA	Ikke rensa pr. 1. des.	180096 ¹	Ingen tidl. dyrking	Høsthv.	300	56
Råde, Østfold	Lars G. Molvig	1	SU	1631401	7588601 ¹	2002	Vårhvete	300	106
Våler, Østfold	Trond Anstensrud	1	FKA	210110	190169	2015	Bygg	450	57
Kapp, Oppland	Jon Bjørnstad	1	SU	1604701	7588601 ¹	Ingen tidl. dyrking	Vårhvete	250	69
Rings., Hedm.	Karoline Duenger	2	SU	1630901	8584601 ¹	Ingen tidl. dyrking	Bygg	250	-

¹Frøparti dessverre oppbrukt og derfor ikke tilgjengelig for analyse av frøsmitte

²Pt. 210105 fra direkte treska frøeng og pt. 210114 fra skårlagt frøeng

Tabell 2. Opplysninger om rødkløverfrøenger med soppssprøytingsforsøk i 2021

	Lensberg, Tønsberg	Svalastog, Gvarv	NIBIO Landvik
Avpussing om våren	21. mai, 10 cm	Ikke avpussa	Ikke avpussa
Ugrasssprøyting	11. sept. 2020, 40 ml Select + 40 ml Renol/daa	24. juni, Zetrola, 150 ml/daa	20. april, 40 ml Select + 40 ml Renol/daa
Vekstregulering	25. mai Moddus M, 100 ml/daa	29. juni, Moddus M, 100 ml/daa	28. mai, Moddus M, 100 ml/daa
Første soppsspr., dato	28. juli	31. juli	30. juli
Andre soppsspr., dato	9. august	10. august	11. august
Nedvisningsmetode	Belouhka, 20. august	Skårlegging 30. aug.	Skårlegging 24. aug.
Tresking, dato	25. august	2. september	30. august
Gj.snitt frøavl., kg/daa	134,9	111,3	109,9

(hovedsakelig *Cladosporium* spp.), samt sopper som ikke var mulig å gjenkjenne uten nærmere undersøkelser.

Forsøk med sprøytetider og soppmidler

Basert på soppangrep bedømt 19.-20. juli og diagnose ved Planteklinikken valgte vi 25. juli ut tre frøenger til forsøk med ulike soppmidler. Disse frøengene lå hos Lensberg i Tønsberg, Svalastog på Gvarv og på NIBIO Landvik.

Sprøteforsøket hadde tre gjentak og følgende behandlinger:

1. Usprøyta kontroll
2. Delaro, 100 ml (17,5 g v.s. protriokonazol + 15 g v.s. trifloksystrobin)/daa i siste uke av juli
3. Siltra Xpro, 87,5 ml (17,5 g v.s. protriokonazol + 5,25 g v.s. bixafen)/daa i siste uke av juli
4. Propulse SE 250, 100 ml (12,5 g a.i. protriokonazol + 12,5 g a.i. g fluopyram)/daa i siste uke av juli
5. Som ledd 2, men sprøyting to uker seinere (9.-11. august)
6. Som ledd 3, men sprøyting to uker seinere (9.-11. august)
7. Som ledd 4, men sprøyting to uker seinere (9.-11. august)

Anleggstrutene var i utgangspunktet 8,0 m lange og 3,0 m breie, men på Landvik og Gvarv ble bredden økt til henholdsvis 3,5 og 6,0 m for at det skulle være mulig å kjøre traktor med sidemontert skårlegger mellom høsterutene. Høsterutene (med full dose soppmiddel) lå i midten av anleggstrutene og var 1,5 m breie i alle felt.

Preparat ble veid inn ved NIBIO Plantehelse og sprøyting utført med Nor forsøkssprøyte i henhold til

«Good Experimental Practice (GEP)», væskemengde 25 l/daa. I Telemark ble det ved begge sprøytetider notert i middel 18 % overforbruk fordi frøenga var tung å gå i ved sprøyting, ellers var det små avvik fra fastsatt dose. Frøengas utvikling/tidlighet (prosent avblomstra eller modne blomsterhoder) og soppangrep på blad og stengler ble registrert på samtlige ruter i uke 32 (samtidig med andre sprøytetid) og uke 35 (kort tid før frøhøsting). Noen dager før tresking ble forsøket i Vestfold svidd med pelargonsyre (Belouhka), mens forsøka på Landvik og i Telemark ble skårlagt med traktormontert knivbjelkeslåmaskin. Tresking ble utført med Wintersteiger forsøksskurtresker i Vestfold og Telemark. På Landvik ble rutene treska med en eldre kommersiell skurtresker (Dronningborg D3000) med uttak av frøavlinga i bunnen av treskeren. Øvrige opplysninger om de tre forsøka framgår av tabell 2.

Etter tresking ble ruteavlingene rensa og analysert for renhet, tusenfrøvekt og spireevne på Landvik. Forsøksresultatene ble analysert ved at det i variansanalysen ble lagt inn tester av de tre kontrastene: 1) Usprøyta vs. sprøyta, 2) Tidlig vs. sein sprøyting og 3) Sammenlikning av de tre soppmidlene.

Avlingskontroll etter soppssprøyting

Ved søknad til Mattilsynet om å få anlegge ordinære forsøksfelt ble det også søkt om å få sprøyte litt større areal med tanke på storskalaforsøk med avlingskontroll. Slike storskalaforsøk ble gjennomført ved at Nils Olav Bjerva på Ulefoss og Lars Gunnar Molvig i Råde sprøyta deler av frøengene sine med Delaro, 100 ml/daa, henholdsvis 20. juli og 3. august. Hos Bjerva ble en del av den sprøyta storruta skårlagt 31. august, mens resten av det

sprøyta arealet og hele det usprøyta arealet ble skårlagt 4. september. Ved tresking av frøenga 9. september ble frøavlinga på i alt 5 storruter à 155 m² (to fra usprøyta areal skårlagt 4. september, to fra sprøyta areal skårlagt 4. september og ei fra sprøyta areal skårlagt 31. august) veid etter oppsamling i ei balje montert i tanken på treskeren. Hos Molvig ble frøenga treska direkte 31. august, og avlinga ble da veid fra storruter a 30 m x 4,2 m = 126 m², tre fra sprøyta og tre fra usprøyta areal. Hos begge frøavlere ble det fra samtlige ruter tatt ut prøver på rundt 3 kg til bestemmelse av avrensprosent og frøkvalitet på NIBIO Landvik.

Resultater og diskusjon

Soppangrep i 2021 i forhold til frøengas tetthet, nedbør, engår og vekstskifte

Etter en kjølig start i april og mai hadde både juni og juli 2021 middeltemperatur 1,5-3°C over

normalen på de fleste målestasjoner på Østlandet og Sørlandet. Dette førte til rask utvikling av rødkløveren og framfor alt til gode forhold for pollinering. Da vi besøkte de ni frøengene ved antatt tid for maksimal blomstring 19.-20. juli var 5-50 % av blomsterhodene avblomstra, mest i Østfold og minst i Ringsaker (tabell 3, bilde 2). Til tross for vekstregulering og tidlig avpussing (kun hos Lensberg) var det mellom 40 og 56 % legde i frøengene på dette tidspunktet.

Ved oppmøte 19.-20. juli ble soppangrepet bedømt å utgjøre fra under 10 % av bladoverflaten i frøengene i Østfold og Ringsaker til mer enn 30 % på Landvik (bilde 3a og b) og i Telemark. At angrepet var størst hos Svalastog på Gvarv kan dels skyldes at denne frøenga hadde stor plantetetthet (tabell 1) og mye legde (tabell 3), og dels at nedbøren i første halvdel av juli var større på Gvarv (56 mm) enn på målestasjoner i nærheten av de andre frøengene (19-43 mm).



Bilde 2. Registreringsrute hos a) Anstensrud, Østfold og b) Bjørnstad (Toten) 19.-21. juli 2021. Frøenga hadde en større andel nedvisna hoder i Østfold enn på Toten, men det var lite synlig sopp i begge disse frøengene. Foto: a) Inga Holt, b) Erik Aaberg.



Bilde 3. a) Allerede 14. juli ble det påvist betydelig soppangrep i bunnen av frøenga på Landvik. Diagnose hos NIBIO Plantehelse viste kløverbrann og kløverskålsopp. b) Inndeling av kløverblader etter soppangrep, Landvik 20. juli 2021. Angrepet ble bedømt å utgjøre 34 % av bladverket. Foto: Geir K. Knudsen.



Bilde 4 a, b. Soppangrep i frøenga til Håkon Bøe, Revetal, Vestfold, kort tid før tresking 31. august. I prøven som var sendt til NIBIO Plantehelse 19. juli ble det påvist kløverskålsopp og kløverbrann, og i perioden fram mot tresking utvikla det seg i tillegg mye kløverrust i denne frøenga, ikke minst på stenglene. Foto: John Ingar Øverland.



Bilde 5 a, b. Inntrykk de to frøengene i Østfold 10. august. Frøenga til Trond Anstensrud i Våler (a) var en av de friskeste frøengene i prosjektet, men også her ble det påvist kløverskålsopp. I frøenga til Lars Gunnar Molvig i Råde (b) var angrepet større. Foto: Trond Gunnarstorp.



Bilde 6 a, b. Andreårsenga til Karoline Duenger på Nes i Ringsaker a) 20. august og b) 9. september. Kløverskålsopp ble påvist i prøver tatt 20. juli, men mye av bladverket holdt seg grønt helt fram til tresking. Foto: Harald Solberg.

Den dominerende soppsjukdommen i samtlige prøver som ble sendt til Planteklinikken var kløverskålsopp (tabell 3). I prøvene fra Landvik, Bjerva på Ulefoss og (i mindre grad) Bø i Revetal ble det funnet sporer av kløverbrann, samt enkelte symptomer på plantene/bladene som kunne være forenlig med denne sjukdommen, spesielt i prøven fra Bjerva. Kløverskålsopp var til stede samtidig. Det ble også funnet kløvermjøldogg i prøven fra Bjørnstad på Kapp. I hovedsak kan vi si at diagnosen på laboratoriet bekreftet bildet i felt på det tidspunktet.

Fra 20. juli til 10. august kom det mye kraftig bygenedbør, til sammen mellom 53 mm i Råde i Østfold og 100 mm på Gvarv. I denne perioden økte soppangrepet til mer enn 70 % av bladoverflaten og 10-15 % av stengelovertflaten i frøengene i Vestfold, Telemark og på Landvik (tabell 3). Deretter gikk vi inn i en godværsperiode med fine modningsforhold og praktisk talt ingen nedbør fram til frøtresking. I frøenga til Bjørnstad på Kapp, der det fremdeles var mye grønt bladverk, fikk vi nå en kraftig økning i angrepet av kløvermjøldogg (bilde 7), og hos Bø i Revetal (bilde 4) og Svalastog på Gvarv utvikla det seg kløverrust. Ifølge eldre amerikansk litteratur er det rimelig at utviklinga av kløverbrann stoppa opp på grunn av det varme og tørre været etter 10. august (University of Illinois 1982). For kløverskålsopp er derimot betydningen av nedbør/ bladfuktighet usikker ifølge en mer enn 100 år gammel kilde (Jones 1919).

I Telemark og Innlandet der utviklinga av kløverplanter og sopp ble registrert både i første- og andreårseng var det ingenting som tydet på mer sopp i andreårsengene. Bedømt ut fra plantediameter i mai og stengellengde i juli var plantene i andreårsengene hos Bjerva og Duenger litt svakere, men de kom minst like tidlig i blomst og ble helst mindre angrepet av sopp sammenliknet med førsteårsengene hos henholdsvis Svalastog og Bjørnstad. I Telemark skilte det i sum for juni og juli bare 4 mm nedbør mellom målestasjonene på Ulefoss (Søve) og Gvarv, og i Innlandet falt det i de samme månedene 22 mm mer nedbør på Kise (Ringsaker) enn på Apelsvoll (Kapp), så tørrere frøeng er heller ingen forklaring på at det var mindre sopp hos Bjerva og Duenger enn hos Svalastog og Bjørnstad. Mer rotugras, og større insektangrep i andreårsengene, samt dårligere utnyttelse av kløverens forgrødevirkning, er trolig viktigere argumenter for å basere rødkløverfrøavlens hovedsakelig på førsteårsenger enn faren for større soppangrep. Men fordi kløverskålsopp (Jones 1919) og kløverbrann (University of Illinois 1982) overvintrer på infiserte blader, er det sannsynligvis



Bilde 7. Fra frøenga til Jon Bjørnstad, Kapp, 16. august. I tillegg til kløverskålsopp ble kløvermjøldogg påvist i prøven som ble sendt til NIBIO Plantehelsetjeneste 20. juli. Mjøldoggen utvikla seg kraftig i den tørre perioden i august. Foto: Erik Aaberg.

viktig å pusse kløveren om høsten dersom frøenga skal høstes i andre engår.

På arealene i Vestfold, hos Bø og Lensberg, i Innlandet hos Bjørnstad og Duenger, og på Landvik hadde det ikke vært dyrket rødkløverfrø tidligere (tabell 1). Hos disse dyrkerne var likevel soppangrepet lite i Innlandet, men stort i Vestfold og på Landvik. Svalastog i Telemark og Anstensrud i Østfold hadde begge dyrka kløverfrø på samme areal i 2015, og de hadde brukt samme utsædsparti ved gjenlegg i 2020 (tabell 1). Til tross for disse likhetspunktene var de blant dyrkerne med **henholdsvis størst og minst soppangrep i 2021**. Med det relativt romslige vekstskiftet som ble praktisert av samtlige frøavlere tyder disse observasjonene på at soppangrepet hadde lite å gjøre med antall år siden det sist ble dyrka kløverfrø på arealet. Nedbør i vekstsesongen og tetthet/bladrikhet av frøenga hadde sannsynligvis større betydning, selv om også disse sammenhengene var vanskelig å verifisere ved regresjonsanalyser.

Tabell 3. Utvikling av soppangrep i ni frøenger av Gandalf rødkløver i 2021

	Notater i felt 19.-20. juli	Diagnose ved NIBIO Plantehelse, prøver sendt inn 19.-20. juli	Notater i felt 9.-11. august (usprøyta ruter)	Notater kort tid før tresking (dato)
NIBIO Landvik, Grimstad	Sopp på 34 % av bladoverflata, og 0,5 % på stengeloverflata. Mest kløverskålsopp. 19 % av hodene avblomstra. 50 % legde	Kløverskålsopp Kløverbrann	Sopp på 90 % av bladoverflata og 14 % stengeloverflata. 24 % av hodene modne / inntørka	Sopp på 100 % av bladoverflata og 56 % stengeloverflata. 83 % av hodene modne / inntørka. (24 .aug.)
Nils Olav Bjerva, Ulefoss	Sopp på 40 % av bladoverflata, ikke synlig sopp på stengler. 29 % av hodene avblomstra. 43 % legde	Kløverskålsopp Kløverbrann	Ikke registrert	Ikke registrert
Arne Svalastog, Gvarv	Sopp på 45 % av bladoverflata, ikke synlig sopp på stengler. Mest kløverskålsopp 31 % av hodene avblomstra. 54 % legde	Kløverskålsopp	Sopp på 65 % av bladoverflata og 10 % stengeloverflata. 25 % av hodene modne / inntørka	Sopp på 80 % av bladoverflata og 20 % stengeloverflata. Rust og kløverskålsopp. 69 % av hodene modne / inntørka (29. august)
Håkon Bøe, Revetal	Sopp på 16 % av bladoverflata og 1 % av stengeloverflata. Kløverskålsopp + ascochyta (?) 23 % av hodene avblomstra. 54 % legde	Kløverskålsopp Kløverbrann	Sopp på 89 % av bladoverflata og 15 % stengeloverflata. 9 % av hodene modne / inntørka	Sopp på 100 % av bladoverflata og 38 % stengeloverflata. Rust og kløverskålsopp. 75 % av hodene modne / inntørka. (31. august)
Ragnar Lensberg, Tønsberg	Sopp på 22 % av bladoverflata, ikke synlig angrep på stengler. Kløverskålsopp 30 % av hodene avblomstra. 56 % legde	Kløverskålsopp	Sopp på 87 % av bladoverflata og 9 % stengeloverflata. 8 % av hodene modne / inntørka	Sopp på 88 % av bladoverflata og 9 % stengeloverflata. 43 % av hodene modne / inntørka (18. august)
Trond Anstens- rud, Våler, Østfold	Sopp på bare 1 % bladoverflata, ikke synlig sopp på stengler 45 % av hodene avblomstra. 42 % legde	Kløverskålsopp	Sopp på 12 % av bladoverflata, ikke synlig angrep på stengler. Ingen modne hoder	Sopp på 24 % av bladoverflata, ikke synlig angrep på stengler. 60 % av hodene modne / inntørka (26. aug.)
Lars Gunnar Molvig, Råde	Sopp på 7 % av bladoverflata, ikke synlig sopp på stengler. Kløverskålsopp 52 % av hodene avblomstra. 45 % legde	Kløverskålsopp	Sopp på 20 % av bladoverflata og 2 % stengeloverflata. 4 % av hodene modne / inntørka	Sopp på 5 % av gjenværende bladoverflate ¹ og 5 % stengeloverflate. 9 % av hodene modne / inntørka (26. august)
Jon Bjørnstad, Østre Toten	Sopp på 12 % av bladoverflata, ikke synlig angrep på stengler. Kløverskålsopp. 18% av hodene avblomstra. 40 % legde	Kløverskålsopp Kløvermjøldogg	Sopp på 40 % av bladoverflata og 18 % stengeloverflata. 15 % av hodene modne / inntørka (16.august).	Sopp på 45 % av bladoverflata og 29 % av stengeloverflata. 70 % av hodene modne / inntørka (6.september)
Karoline Duenger, Ringsaker	Sopp på 5 % av bladoverflata, ikke synlig angrep på stengler 5 % av hodene avblomstr. 46 % legde	Kløverskålsopp	Sopp på 6 % av bladoverflata og 15 % stengeloverflata. 4 % av hodene modne / inntørka (20.august)	Sopp på 1 % av gjenværende bladoverfl. ¹ og 13 % stengeloverflata. 80 % av hodene modne / inntørka (9. sept.)

¹Ved siste frammøte hos Molvig og Duenger ble bedømminga begrensa til gjenværende, i hovedsak grønn bladoverflate. Det ble altså ikke tatt hensyn til hvor mye av bladverket som allerede var nedvisna. Disse talla er derfor ikke sammenliknbare med tall fra de andre frøengene

Soppsmitte i norske frøpartier av rødkløver

I partiene fra 2021 var mellom 7 og 24 % av de overflatedesinfiserte frøa infisert av sopp (tabell 4). Med unntak av partiet til Anstensrud som «bare» hadde 47 % soppsmitte, var det tilsvarende smittenivået i skåler med ubehandla frø mellom 89 og 97 % (bilde 8). Forskjellen viser at de vanligste soppene på rødkløverfrø er svertesopp (*Alternaria*, *Cladosporium*, m.fl.) som neppe gjør mye av seg ved såing i jord. Ikke uventa ble det også funnet noen frø infisert av *Fusarium* spp. i de fleste partier. Hos Arne Svalastog var det liten forskjell i soppsmitte mellom det direktetreska og det skårlagte partiet.

For frø høsta i 2020 og 2019 var frøsmitten betydelig lavere, noe som høyst sannsynlig betyr at smitten var blitt redusert ved lagring. For parti 32191048 ble det lagt ut to prøver lagra på ulike steder. Både med og uten overflatedesinfisering ble det funnet dobbelt så mange soppinfiserte frø i hovedpartiet som var lagra på Graminor sammenlikna med partiprøven som var lagra på Kimen. Dette viser at lagringsforhold er en mulig årsak til variasjon i smittenivåer mellom norske frøpartier av rødkløver.

Formålet med analysene var først og fremst å se etter forekomst av frøoverførte sjukdommer, spesielt kløverbrann som kan gjøre stor skade i kløverfrøavlens under forhold med høy luftfuktighet og moderat varme (20-25 °C, Johnsson 1975).

Men til tross for at denne sjukdommen var påvist hos Hansejordet i 2020 og ble det ikke funnet frø infisert av kløverbrann. Her er datamaterialet likevel spinkelt da partiene fra de de infiserte frøengene på Landvik og hos Bjerva og Bøe ikke var rensa pr. 1. desember og derfor ikke med i undersøkelsen.

Forsøk med soppstrøying

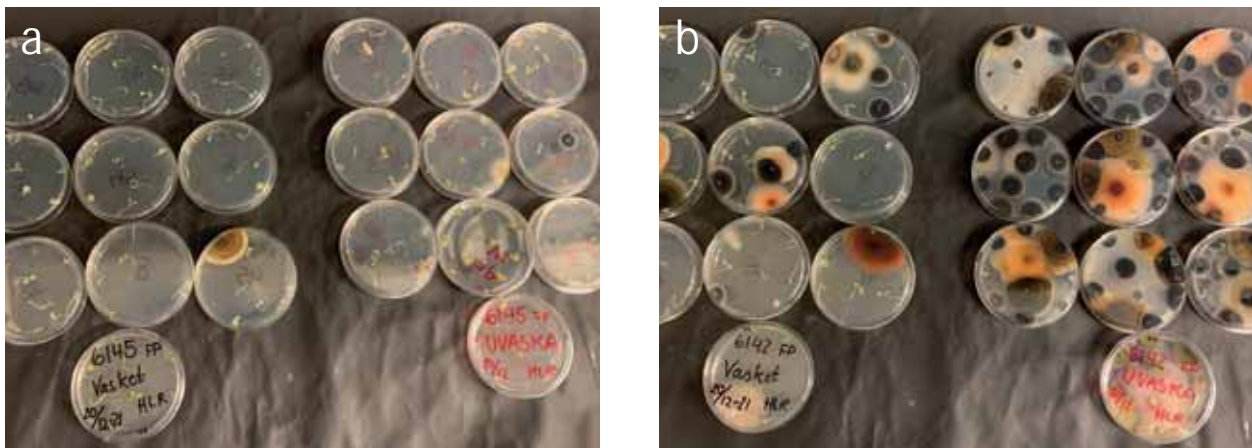
Soppangrep, grønnfarge og avmodning i frøenga

Sammenlikna med usprøyta kontroll førte soppstrøying i siste uke av juli til grønnere farge og signifikant mindre sopp på blad og stengler ved bedømming to uker seinere. Middeltalla i tabell 5 antyder at Delaro var mer effektiv enn Siltra Xpro og Propulse i å redusere soppangrepet på bladene. På frøstenglene var dette motsatt, men forskjellene var ikke signifikante. Ved bedømming i slutten av august hadde frøenga et grønnere preg etter tidlig strøying med Delaro eller Siltra Xpro, men ikke etter tidlig strøying med Propulse. Forsinka nedbryting

Tabell 4. Prosent infiserte frø totalt samt spesifisert for *Fusarium*, *Alternaria* og andre svertesopp/ufidentifiserte sopper i overflatebehandla og ubehandla frø fra norske frøpartier av rødkløver. Analyser i desember 2021

Kimen Nr.	Parti-Nr.	Frø-avler	Overflatedesinfiserte frø, %				Udesinfiserte frø, %			
			Totalt	Fusarium	Alternaria	Svertesopp og uident. sopp	Totalt	Fusarium	Alternaria	Svertesopp og uident. sopp
Frøpartier høsta i 2021										
6142	210114 ²	Svalastog	18	4	3	11	97	7	10	80
6143	210105 ¹	Svalastog	12	1	2	9	92	4	11	77
6140	1631301	Lensberg	14	2	5	7	97	4	5	88
6144	210110	Anstensrud	15	4		11	47	9		38
6139	1631401	Molvig	24	2	2	20	96	5		91
6292	1604701	Bjørnstad	7			7	89	3	4	82
6293	1630901	Duenger	10	2	5	3	92	3	7	82
Frøpartier høsta i 2020										
6141	602301	Hansejordet	0				44	6	2	36
Frøpartier høsta i 2019										
6145	190169 ³	Grani	1		1		2			2
6146	32191048 ⁴	Grani	7		5	2	22		3	19
6338	32191048 ⁵	Grani	16	2	7	7	43	1	4	38

¹Direktetreska frø. ²Frø treska etter skårlegging. ³Utsæd hos Svalastog og Anstensrud i 2020. ⁴Lagret på Kimen. ⁵Lagret hos Graminor



Bilde 8 a, b. Eksempel på frøparti med lite (t.v.) og mye (t.h.) soppssmitte. For hvert frøparti ble det lagt ut 10 skåler med overflatedesinfiserte («vaska») frø og 10 skåler med ubehandla («uvaska») frø. Ferskengule kolonier er stort sett *Fusarium*. Foto: Birgitte Henriksen.

av klorofyll etter sprøyting med strobiluriner og triazolol er godt dokumentert i litteraturen (Berdugo *et al.* 2012), og i tidligere norske frøavlsforsøk har vi sett dette etter sprøyting med Delaro (trifloksystrobin + protiokonazol) i både gras (eks. Aamlid & Øverland 2014) og kløver (Øverland *et al.* 2017, Aamlid *et al.* 2021). Resultatene fra den første sprøytinga er også i samsvar med erfaringer fra hvete der virkningen på grønnfarge var minst like sterk etter sprøyting med bixafen (i Siltra Xpro) som etter

sprøyting med strobiluriner eller triazolol (Berdugo *et al.* 2012).

Fluopyram (i Propulse) er i likhet med bixafen et SDHI-preparat som hemmer soppens respirasjon, men det tas normalt raskere opp av plantene og klassifiseres i en annen undergruppe (Svein Bakken, Bayer Crop Science, pers. komm.). I motsetning til det to andre preparatene viste Propulse ingen tendens til forsinka klorofyllnedbryting etter tidlig

Tabell 5. Virkning av soppssprøyting på modning, grønnfarge og soppangrep på blad- og stengler

Forsøksledd	Bedømming 9.-11. august (Middel av forsøk i Vestfold og på Landvik)				Bedømming 19.-30. august like før skårlegging eller nedvisning med Beloukha (middel av tre felt)			
	Modne, inntørka frøhoder %	Grønn- farge (1-9)	Sopp på blad- overfl. %	Sopp på stengel- overfl. %	Modne, inntørka frøhoder, %	Grønn- farge (1-9)	Sopp på blad- overfl. %	Sopp på stengel- overfl. %
1. Usprøyta kontroll	16	4,3	88	12	65	4,6	78	25
Sprøyting 28.-31. juli								
2. Delaro, 100 ml/daa	15	5,2	66	8	61	5,0	84	14
3. Siltra Xpro, 87,5 ml/daa	17	5,2	72	5	65	5,2	81	20
4. Propulse, 100 ml/daa	14	4,8	71	6	68	4,3	81	14
Sprøyting 9.-11. august								
5. Delaro, 100 ml/daa	14	4,2	82	8	66	4,2	86	21
6. Siltra Xpro, 87,5 ml/daa	17	4,0	82	13	70	4,0	88	16
7. Propulse, 100 ml/daa	17	3,8	85	13	74	3,6	82	18
P%, kontraster								
-Sprøyta vs. usprøyta	>20	>20	<5	8	>20	>20	13	>20
-Tidlig vs. sein sprøyting	>20	7	<1	<1	<5	<5	>20	>20
-Ulike soppmidler	>20	>20	>20	>20	<5	>20	>20	>20

Tabell 6. Frøavling og frøkvalitet i småskalaforsøk med tre soppmidler sprøytet til to ulike tider

Forsøksledd	Frøavling, kg/daa ¹					Tusenfrøvekt ² , mg (3 felt)	Spireevne ³ , % (3 felt)
	Lensberg, Vestfold	Svalastog, Telemark	NIBIO Landvik	Middel, tre felt	Rel.		
1. Usprøytet kontroll	126,4	98,4	106,6	110,4	100	1694	90
Sprøyting 28.-31. juli							
2. Delaro, 100 ml/daa	146,7	113,8	113,0	124,5	113	1682	90
3. Siltra Xpro, 87,5 ml/daa	132,0	120,6	109,0	120,5	109	1684	93
4. Propulse, 100 ml/daa	136,6	113,3	112,4	120,7	109	1734	90
Sprøyting 9.-11. august							
5. Delaro, 100 ml/daa	142,2	111,7	104,7	119,5	108	1673	91
6. Siltra Xpro, 87,5 ml/daa	128,3	113,7	112,2	118,0	107	1690	93
7. Propulse, 100 ml/daa	132,0	107,6	111,5	117,1	106	1671	89
P%, kontraster							
-Sprøytet vs. usprøytet	>20	<5	>20	<5	-	>20	>20
-Tidlig vs. sein sprøyting	>20	>20	>20	16	-	18	>20
-Ulike soppmidler	20	>20	>20	>20	-	>20	>20

¹Korrigert til 100 % renhet og 12 % vann. ² Korrigert til 12 % vann. ³Inkludert friske, uspirte frø og inntil 20 harde frø

soppsprøyting, og dersom sprøytinga ble utsatt i to uker så vi faktisk for Propulse, og i mindre grad for de to andre preparatene, den motsatte virkningen, dvs. at preparatet framskynda modninga og gav frøenga et brunere preg (tabell 5). Særlig for Delaro og Siltra Xpro virka den seine sprøytinga tilsynelatende mot sin hensikt når det gjaldt å redusere soppangrepet på bladene i de siste 2-3 ukene fram mot høsting, men dette kan også skyldes at det så seint i sesongen var vanskelig å skille soppangrep fra naturlig avmodning og at den seine sprøytinga gjorde at bladene ikke tørka helt inn, men holdt seg lenger på stenglene og derfor ble tatt med i beregninga når soppangrepet skulle fastsettes.

Frøavling

Av de tre forsøksfeltene var det bare forsøket i Telemark som i middel for tre soppmidler og to sprøytetider viste sikker meravling for sprøyting

(tabell 6). Her ble den aller største frøavlinga, 23 % over usprøytet kontroll, oppnådd ved tidlig sprøyting med Siltra Xpro. En av flere årsaker til dette kan ha vært at det ved sprøyting i dette feltet gikk ut 18 % mer soppmiddel enn foreskrevet i forsøksplanen. I de to andre feltene var avlingsutslaga usikre, men særlig i Vestfold gikk middeltalla i favør av Delaro. Tidlig sprøyting med dette preparatet var også den behandlinga som gav størst frøavling i middel for alle tre felt, nemlig 13 % over usprøytet kontroll.

Soppsprøyting hadde ingen sikker virkning på tusenfrøvekt eller spireevne i middel for de tre forsøksfeltene (tabell 6).

Avlingsregistrering i storskalafelt

I middel for tre avlingskontrollruter i både sprøytet og usprøytet del av frøenga førte sprøyting med Delaro 3. august til om lag 10 % meravling hos

Tabell 7. Frøavling og frøkvalitet ved avlingskontroll i usprøytet frøeng og frøeng sprøytet med Delaro hos Lars Gunnar Molvig, Råde i Østfold

	Frøavling ¹ , kg/daa	Avrens %	Tusenfrøvekt ² , mg	Spireevne ³ , %
Usprøytet	49,4 ± 1,9 ⁴	22,3 ± 0,5	1869 ± 22	83 ± 1
Delaro 100 ml/daa, 3. august	54,1 ± 0,5	21,9 ± 0,8	1840 ± 57	88 ± 4

¹Korrigert til 100 % renhet og 12 % vann. ² Korrigert til 12 % vann. ³Inkludert friske, uspirte frø og inntil 20 harde frø

⁴Tre storruter ble høstet i hver av de to delene av frøenga. Siden dette ikke var et forsøksfelt der behandlingene ble gjort på ulike ruter, er det ikke foretatt variansanalyse. I stedet oppgis middelfeil (± SE, standard error)

Tabell 8. Virkning av soppssprøyting med Delaro (20.juli, 100 ml/daa) og to ulike tidspunkt for skårlegging av sprøyta frøeng hos Nils Olav Bjerva, Ulefoss. Samtlige ruter ble treska 9. september

	Frøavling ¹ , kg/daa	Avrens %	Tusenfrøvekt ² , mg	Spireevne ³ %
Usprøyta, 5 dager fra skårlegging til frøtresking	118,7 ± 1,0	27,0 ± 0,5	1744 ± 83	88 ± 2
Sprøyta, 5 dager fra skårlegging til frøtresking	114,8 ± 2,3	29,4 ± 1,0	1916 ± 13	90 ± 6
Sprøyta, 10 dager fra skårlegging til frøtresking	118,7	29,1	1858	93

¹Korrigert til 100 % renhet og 12 % vann. ² Korrigert til 12 % vann. ³Inkludert friske, uspirte frø og inntil 20 harde frø

⁴To storrruter ble høsta i sprøyta frøeng og to storrruter i usprøyta frøenga, begge etter med fem dagers skårleggingstid. Ved ti dagers skårleggingstid ble det bare høsta ei rute. Siden dette ikke var et forsøksfelt med gjentak av behandlingene på ulike ruter, er det ikke foretatt variansanalyse. I stedet oppgis middelfeilen (± SE, standard error)

Lars Gunnar Molvig i Råde (tabell 7). Meravlinga for sprøyting gikk igjen på alle kontrollruter og må derfor betraktes som rimelig sikker. Ei frøavling på om lag 50 kg/daa var også det som ble oppnådd i praksis i denne frøenga.

Hos Nils Olav Bjerva på Ulefoss var det i middel 3 % avlingsreduksjon for soppssprøyting ved tresking av strenger som hadde vært skårlagt 5 dager tidligere (tabell 8). Her var det bare to avlingskontrollruter i hver av de to delene av enga. I den sprøyta delen var det ei av de to rutene som skilte seg negativt ut, mens avlinga på den andre ruta var på nivå med usprøyta. Det er mulig at dette kan skyldes litt mer grønt bladverk og derfor seinere og mer ujamn opptørking av enga etter sprøyting med Delaro. Dette bekrefte i såfall av at avlinga på den sprøyta ruta som var skårlagt fem dager tidligere var nøyaktig like stor som i den usprøyta delen av frøenga (tabell 8). Større avrensprosent og tusenfrøvekt på sprøyta enn på usprøyta areal kan tyde på at lette frø satt hardere i hamsen og derfor hadde lettere for å gå med i avrensen på sprøyta ruter. Men dette blir helst spekulasjoner, og den sikreste konklusjonen er derfor at soppssprøyting ikke hadde samme positive effekt på frøavlinga i andreårsenga hos Bjerva som i de tre forsøksfeltene og hos Molvig (alle førsteårseng). Resultatet viser at det iallfall ikke er større grunn til soppssprøyting i andreårseng enn i førsteårseng av rødkløver.

Vurdering av preparater og anbefaling om minor-use søknad

Sammen med tilsvarende forsøk i 2016 (Øverland *et al.* 2017) og 2020 (Aamlid *et al.* 2021) gir årets resultater et solid grunnlag for å anbefale soppssprøyting i frøeng som ved maksimal blomstring viser soppangrep på mer enn 10 % av bladarealet. Siden årets resultater viste størst frøavling med Delaro, og siden dette også er det preparatet der vi har best dokumentasjon fra tidligere år, anbefaler

vi Norsk frøavlslag å søke minor use-godkjenning for dette preparatet. Den nåværende godkjenninga for alle de tre preparatene Delaro, Siltra Xpro og Propulse varer fram til 31. juli 2023, og sjøl om det har vært stilt spørsmål om framtida til Delaro, er det pr. 22. desember 2021 rimelig sikkert at preparatet blir tilgjengelig et par år framover, muligens med noe mindre maksimumsdose enn 100 ml/daa (Svein Bakken, pers. komm.).

Oppsummering og konklusjoner

Kartlegging av soppsjukdommer i ni norske frøenger av rødkløver ved maksimal blomstring rundt 20. juli 2021 viste kløverskålsopp i samtlige enger. I tillegg ble det påvist kløvermjøddogg i ei eng på Toten og sannsynlig kløverbrann i tre enger i Agder, Telemark og Vestfold. Kløverrust ble ikke påvist i prøvene som ble sendt inn 20. juli, men utvikla seg fram mot tresking i minst to av engene.

Sjukdomsangrepa begynte tidligere og var jamt over større i Agder, Telemark og Vestfold enn i Østfold og Innlandet, men på grunn av gunstige og relativt like værforhold i hele kløverfrøavlsområdet kunne det ikke påvises entydige sammenhenger mellom sjukdomsutvikling og plantetetthet eller nedbør. Fra amerikansk litteratur vet vi at mye nedbør og tette og bladrike enger disponerer for utvikling av kløverbrann, men denne sammenhengen er mer usikker for kløverskålsopp.

To av frøengene som var andreårsenger hadde ikke større soppangrep enn førsteårsengene.

Fem av ni frøavlere oppga at det ikke hadde vært dyrka kløverfrø på arealet tidligere. De andre hadde også gunstig vekstskifte med minst fem år fra det sist ble høsta rødkløverfrø på arealet til nytt gjenlegg i 2019 eller 2020. Det kunne ikke påvises noen sammenheng mellom soppangrep og antall år siden det sist var høsta kløverfrø på arealet.

Analyser av frøsmitte ved NIBIO Plantehelsetjeneste/ Kimen i desember 2021 viste at det, med delvis unntak for et parti fra Østfold, var mye svertesopp i frøpartiene som var høsta i 2021. Hos en dyrker var frøsmitten om lag like stor i frøpartier fra skårlagt og direktetreska frøeng. Frøpartier fra 2019 og 2020 hadde mye mindre frøsmitte, noe som sannsynligvis skyldes at frøsmitten kan avta ved lagring. For ett parti fra 2019 var det betydelig mindre frøsmitte i en partiprøve som hadde være lagra ved 15-20 °C og luftfuktighet rundt 50 % hos Kimen enn i selve partiet som hadde vært lagra ved 5°C og luftfuktighet 60-70 % hos Graminor.

Verken kløverbrann eller noen av de andre soppsjukdommene som var påvist i frøengene ble gjenfunnet som frøsmitte i noen av partiene. Her er analyser av langt flere frøpartier nødvendig for å si noe sikkert.

I forsøk med sprøyting med soppmidlene Delaro (100 ml/daa), Siltra Xpro (87,5 ml/daa) og Propulse (100 ml/daa) like etter maksimal blomstring eller to uker seinere, ble det i middel for forsøk i Vestfold, Telemark og på Landvik oppnådd meravlinger på 6-13 %, størst for tidligste sprøyting med Delaro. Resultatet ble bekrefta av en avlingskontroll i Østfold som viste 10 % meravling for Delaro-sprøyting, men ikke av en avlingskontroll i Telemark som viste omtrent lik frøavling med og uten sprøyting. Sammen med 18 % meravling i et forsøk i 2016 og 12-16 % meravling i to forsøk i 2020 gir dette solid grunnlag for å anbefale Norsk frøavlslag å søke minor-use godkjenning for sprøyting med Delaro i rødkløverfrøeng. Sprøyting anbefales i frøeng som ved maksimal blomstring har soppangrep på mer enn 10 % av bladoverflata.

Referanser

Berdugo, D.A., U. Steiner, H.-W. Dehne & E.-C. Oerke 2012. Effect of bixafen on senescence and yield formation of wheat. *Pesticide biochemistry and physiology* 104: 171-177.

Jones, F.R. 1919. The leaf spot diseases on alfalfa and red clover caused by the fungi *Pseudopezizia medicaginis* and *Pseudopezizia trifolii*, respectively. United States Department of Agriculture Bulletin no. 759.

Johnsson, J. 1975. *Kabatiella caulivora* (Kirchn) Karak: the causal organism of northern anthracnose or clover scorch. hekyll.services.adelaide.edu.au

University of Illinois 1982. Clover diseases. <https://archive.lib.msu.edu/DMC/Ag.%20Ext.%202007-Chelsie/PDF/e1692-1982.pdf>

Øverland, J.I., Aamlid, T.S., Susort, Å., Steensohn, A. & Hetland, O. 2017. Sein soppsprøyting i rødkløverfrøeng. *Jord og plantekultur* 2017. NIBIO BOK 3(1): 233-235.

Aamlid, T.S. & Øverland, J.I. 2014. Soppsprøyting høst og vår ved frøavl av engrapp. *Jord- og plantekultur* 2014. *Bioforsk Fokus* 9 (1): 245-249.