



**Høgskolen  
i Innlandet**

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

**Mia Elise Buer**

## **Bacheloroppgave**

**Effekt av fukt, simulert nedbør og temperatur på  
hveteksprikk**

The effect of humidity, simulated rain, and temperature on *Parastagonospora  
nodorum* blotch

Agronomi

6JB297

**2023**

Samtykker til utlån hos høgskolebiblioteket JA  NEI

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA  NEI

---

## Sammendrag

Av bladflekkssjukdommene, dominerer hveteaksprikk i norsk hvete. For gunstig bekjempelse av bladflekkssjukdommene uten unødvendig bruk av sprøytemidler, er det i Danmark utviklet en fuktmodell som varsler ved stor angrepsfare. Modellen varsler ved bladfuktighet over 20 timer, og er et hjelpemiddel for å treffe rett tidspunkt for sprøyting. Modellen er tilpasset danske forhold, der hvetebbladprikk dominerer.

Problemstillingene er: Hvordan påvirker temperatur, fuktighet, simulert nedbør, antall fuktige timer og substrat infeksjon av hveteaksprikk? Og er terskelen for faktorene i fuktmodellen hensiktsmessige for norske forhold?

I en forsøksserie ble det testet ut hvordan fuktighetsgrad (85, 90 og 100% luftfuktighet), antall timer med fuktighet (20, 24 og 48 timer), temperaturer (11 og 15°C) og nedbør påvirker infeksjonssuksessen på to substrater, hvetestrå og hvetebblader. Det ble her brukt to ulike isolater. I tillegg ble det gjort forsøk med effekt av nedbør, men kun ett isolat var med ved nedbørforsøket. Fuktforsøket ble gjort i klimakammer for å kunne opprettholde stabil temperatur og fuktighet, mens nedbørforsøket ble gjort i vindtunneler med fast temperatur på vannet. De smittede substratene lå i bokser med jord for å simulere åkeren og dens evne til å holde på fuktighet.

Forsøkene viste at det var fuktighetsgrad som hadde en signifikant effekt på infeksjonssuksessen når data fra de to isolatene slått sammen. Fuktighetsperiode hadde derimot ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen, hverken isolatene sammen eller separat. Både i forsøket med fukt og nedbør hadde type substrat en signifikant effekt på infeksjonssuksessen, der infeksjonssuksessen på bladene var større enn på strå. Temperatur hadde ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen. Det var ingen signifikant effekt av fukt eller nedbør på infeksjonssuksessen, men infeksjonsgraden på blader var signifikant høyere ved nedbør enn høy fuktighet.

Målingene fra klimastasjonene skjer ved to meters høyde og kan vike fra forholdene i åkeren, som bestandens tetthet. Fuktmodellen er ikke helt tilpasset norske forhold, da 20 timer med 85% fuktighet ikke er tilstrekkelig for infeksjon. Dermed kreves enten høyere fuktighet eller lengre fuktighetsperiode for infeksjon.

## Abstract

Of the leaf spot diseases, *Parastagonospora nodorum* is dominant in Norwegian wheat. To combat leaf spot diseases without unnecessary use of pesticides, a Danish developed humidity-model warns when there is a high risk of attack. The model warns when the leaf humidity last over 20 hours. The model is adapted to Danish conditions, where *Septoria tritici* dominates.

The issues are: How to temperature, humidity, simulated rain, humidity periods and substrate affect infection on *Parastagonospora nodorum*? And is the threshold for the factors in the humidity model appropriate for Norwegian conditions?

In one series of experiment, it was tested how different degrees of air humidity (85, 90 and 100%), length of humidity period (20, 24 and 48 hours) and temperature (11 and 15 °C) affect infection success on two substrates, straw, and leaves of wheat. Two different isolates were used in the humidity experiment. In addition, an experiment testing the effect of rain was included, but only one isolate in the rain experiment. The experiment with humidity was carried out in climate chambers to maintain stable temperature and humidity, while the experiment with rain was carried out in wind tunnels with a stable temperature of the water. The infected substrates were placed in boxes with soil to simulate the fields and its ability to retain moisture.

The experiment shows that it was the degree of humidity that had a significant effect on infection success when data from both isolates were combined. Humidity period had no significant effect in infection, neither the isolated together nor separately. Both in the experiment with humidity and rain, the substrate had a significant effect in the infection success, where the leaves had a greater infection success than the straw. Temperature had no significant effect on infection success. There was no significant effect of humidity or rain on infection success, but the degree of infection on leaves was significantly higher with rain than with high humidity.

The measurements from the climate stations take place at two meters and may deviate from the conditions in the fields, such as stock density. The humidity model is not properly adapted to Norwegian conditions, as 20 hours with 85% humidity is not sufficient for infection. Thus, either higher humidity or a longer humidity period is required for infection.

---

## Forord

Etter tre år ved Høgskolen i Innlandet campus Blæstad skal bacheloroppgaven i agronomi endelig leveres inn.

Da jeg begynte å fundere på hva jeg skulle skrive om, var det noe ved sykdommer i korn som vekket interessen i meg. Og da jeg i tillegg fikk muligheten til å gjøre forsøk hos NIBIO i Ås ble det igjen mer interessant. Jeg har alltid likt den praktiske delen av oppgaver, så det å få den muligheten blant forskere som er eksperter innen feltet sitt ble bacheloroppgaven mer spennende å skrive. Det å lære og kunne diskutere fag med forskerne ved NIBIO har vært morsomt, da jeg i tillegg lært mye om hveteaksprikk i hvete har lært så mye mer.

Det er mulig at jeg har tatt på meg mer jobb enn hva som er nødvendig for en slik oppgave, men det var noe med dette forsøket, og ikke minst forskeren, som gjorde at jeg ville lære enda litt mer.

Jeg ønsker å takke NIBIO (Norsk Institutt for Bioøkonomi) for muligheten til et fantastisk opphold hos dem. Ikke minst ønsker jeg å gi en stor takk til forsker Andrea Ficke i NIBIO som har lagd tid til bacheloroppgaven min i fire måneder, hjulpet med gjennomføring av forsøk, veiledning og kommet med utrolig mye kompetanse. I tillegg ønsker jeg å takke forsker Jafar Razzaghain for veiledning og kunnskap.

Til slutt ønsker jeg å takke Svein Øivind Solberg for veiledning, hjelp med oppsett av oppgaven, gode tips og korrekturlesing.

---

Mia Elise Buer

Blæstad, 31.03.2023

---

# Innhold

<b>SAMMENDRAG .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>4</b>
<b>FORORD .....</b>	<b>5</b>
<b>INNHold.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>8</b>
1.1 HVETE I NORGE .....	8
1.2 VANLIGE BLADSIKDOMMER I NORSK HVETE.....	10
1.2.1 <i>Gulrust</i> .....	10
1.2.2 <i>Mjøldogg</i> .....	10
1.2.3 <i>Aksfusariose</i> .....	11
1.2.4 <i>Bladflekksjukdommer</i> .....	12
1.3 HVETEAESPRIKK .....	12
1.4 DIGITALE MODELLER – SPRØYTING.....	15
<b>2. MATERIAL OG METODE .....</b>	<b>19</b>
2.1.1 <i>Innledende forsøk</i> .....	19
2.1.2 <i>Forsøk med jord - fuktighet</i> .....	21
2.1.3 <i>Forsøk i vindtunnel</i> .....	22
<b>3. RESULTAT .....</b>	<b>25</b>
3.1 INFEKSJONSSUKSESS OG – GRAD RELATERT TIL FUKTIGHET .....	25
3.2 INFEKSJONSSUKSESS OG -GRAD RELATERT TIL FUKTIGHETSPERIODE .....	27
3.3 INFEKSJONSSUKSESS OG -GRAD RELATERT TIL SUBSTRAT .....	29
3.3.1 <i>Fuktforsøk</i> .....	29
3.3.2 <i>Vindtunnel, effekt av nedbør</i> .....	30

---

3.4	INFEKSJONSSUKSESS OG -GRAD RELATERT TIL TEMPERATUR .....	30
3.5	EFFEKT AV NEDBØR PÅ BLAD- OG STRÅINFEKSJON VED HØY FUKTIGHET .....	31
<b>4.</b>	<b>DISKUSJON.....</b>	<b>32</b>
<b>5.</b>	<b>KONKLUSJON.....</b>	<b>38</b>
<b>6.</b>	<b>LITTERATURLISTE.....</b>	<b>39</b>

# 1. Innledning

## 1.1 Hvete i Norge

I Norge er det kun 3% av landarealet som er dyrket mark, og det er kun ca. 30% av dette arealet som er egnet til produksjon av korn. Det vil si at de resterende 70% passer bedre til gras som blir brukt til dyrefôr. Likevel går ca. 90% av den dyrkede marken til dyrefôr, da mye av kornet også blir brukt som fôr i form av kraftfôr. Selv om jordbruksarealet i Norge har økt det siste tiåret, har andelen areal som blir brukt til dyrking av korn, grønnsaker og poteter gått ned. Dette er fordi arealet med innmarksbeite øker, og at dyrkbar jord enten blir ikke driftes lengre eller blir brukt til annet enn jordbruk (Regjeringen, 2021).

Det ble dyrket rundt 40.000 dekar med hvete i 1970 og mesteparten av hveten ble ikke brukt til mat, noe som førte til mye import. Dette forbedret seg som resultat av en bevisst landbrukspolitik med økt selvbergingsgrad som mål og med en tilhørende satsning på norsk planteforedling og landbruksforskning. Bønder fikk mer kunnskap om hva slags hvetesorter som skal brukes, gjødselbehovet og hvilke dyrkingsteknikker som er egnet seg til matkorn. Derfra økte arealet med hvete, hvor det mellom 1993 og 2003 var hele 500.000-600.000 dekar, og som videre fram til 2008 økte til 931.000 dekar. Nedgangen av hvetearalet skjedde fra 2009, hvor det da i fire år på rad var krevende forhold når det kom til dyrking av hvete. Hvetearalet har siden gått nedover, og i 2021 det kun 634.000 dekar som ble brukt til hveteproduksjon. Hovedandelen av dette arealet ble da brukt til å dyrke vårhvete, mens 1/4 av arealet ble brukt til høsthvete. Likevel har det skjedd framgang i andelen norskprodusert mathvete. Denne var i 2021 hele 74% (Stabbetorp, 2022, s. 16-17).

Den største andelen av Norges kornproduksjon skjer i Viken fylke, etterfulgt av Innlandet, Trøndelag og Vestfold og Telemark fylke. I Viken er det hvete som blir dyrket mest, mens i Innlandet og Trøndelag går det hovedsakelig i bygg. Vestfold og Telemark dyrket også mest hvete, men selve kornproduksjonen i fylket er ikke av stort omfang (Stabbetorp, 2022, s. 17).

Trenden for hvete av matkvalitet har siden tørkesesongen i 2018 vært økende, som er den utviklingen som er ønskelig. Likevel er Norge fortsatt avhengig av å importere hvete fra utlandet. Det er ikke behov for å importere like mye nå som for noen år siden, men samtidig som behovet er mindre, øker prisene på verdensmarkedet. Prisene på mathvete kan endres mye og kan skyldes av høye kostnader som gjødsel, samt vær og klima og problemer med



---

logistikk. Senest i 2022 var prisen særdeles høy, noe som skyldes problemer i land som er store på hvete. Dette gjelder Kina angående koronapandemien, og krigen mellom Russland og Ukraina (Landbruksdirektoratet, 2022a).

Bønder er interessert i å få høye avlinger av god kvalitet, men samtidig kunne oppnå dette for lavest mulige kostnader. Dette er som for eksempel å vurdere om det er nødvendig med å gjødsle mer eller en ekstra gang dersom avlingsøkning er liten, eller om det er nødvendig å sprøyte for det ugraset som ikke gir stor konkurranse eller økonomisk tap. Det finnes utallige faktorer som kan være med på å begrense avlingsøkning. Det kan være faktorer som jord, vær og klima, men også hva slags art og sort som skal dyrkes, og hvor mye godt de takler ugras, sykdommer og andre skadegjørere. Ensidig dyrking er også med på å gi en viss avlingsreduksjon, da kulturen år etter år henter ut de samme næringsstoffene fra jorda, eller at visse skadegjørere omformes og skaper økt konkurranse med kornplantene.

For å kunne redusere faren for avlingsreduksjon er det viktig å ha en oversikt over hva slags klima og jord som er i område og også hva som har vært dyrket på plassen tidligere for å kunne optimalisere driften. For eksempel gjelder dette ved valg av art og sort som skal dyrkes og tidspunkt for jordarbeiding, slik at man kan oppnå ønsket avling uten unødvendig tap grunnet jordpakking, sykdommer eller bruk av en mindre egnet sort. Videre vil resistens mot sprøytemidler kunne være med på å redusere avling, da visse kjemiske plantevernmidler ikke vil ha den ønskede effekten mot ugras og sopp, og disse vil da kunne konkurrere ut vertsplantene. Sterke vertsplanter er vesentlig viktig for å kunne oppnå høye avlinger.

Ved levering til kornmottakene blir kvaliteten alltid undersøkt. Dette blir gjort for å gi en riktig avregning etter kvalitet til bonden. Vårhvete blir, avhengig av sort, plassert i proteinklasse 1, 2 og 3 og vil dersom proteininnholdet er over 11,5 få kornet rangert som matkorn, noe som gir bedre betalt enn om kornet blir rangert i klasse 4 og 5 og som da blir til fôrkorn. I Norge er det kun vårhvete som blir brukt til mathvete, da høsthvete ikke har god nok kvalitet og havner i klasse 4 og 5 (Graminor, u.å.). Hvilken hvetesort vil også påvirke kvaliteten, da vårhvetesorten 'Mirakel' i utgangspunktet blir klassifisert som klasse 1, vårhvetesorten 'Zebra' som klasse 3 og høsthvetesorten 'Ozon' som klasse 5 (Thunes, 2021). Det er også øvrige kvalitetskrav som gjør at man skiller matkorn fra fôrkorn. For å gå kategorisert kornet som matkorn, må kornet være over minstekravet som innebærer et falltall lik eller over 200, proteininnhold på 11,5% og 79 i hektolitervekt. Det kan likevel i

kriseperioder skje at man senker kravene på kvalitet (Felleskjøpet, u.å.; Graminor, u.å.; Landbruksdirektoratet, 2022b).

Hveteavlingene i de fire største kornfylkene har stigende trend. Den gjennomsnittlige avlingen i 2001 var mellom 380-480 kg/daa, og har siden det økt jevnt til 450-550 kg/daa i 2020. Unntak på grunn av ekstremt vær finnes, som den tørre sesongen i 2018, hvor den gjennomsnittlige avlingen var på 200-320 kg/daa. Trøndelag har i snitt hatt noe lavere avling enn de 3 andre kornfylkene (Statistisk sentralbyrå, u.å.).

## 1.2 Vanlige bladsjukdommer i norsk hvete

Sjukdommer er en viktig årsak til avlingsnedgang i hvetedyrkingen. Flere sjukdommer kan føre til skade. Her følger en kort omtale av de viktigste sjukdommene i hvete i Norge.

### 1.2.1 Gulrust

Gulrust (*Puccinia striiformis*) er en sopp som hovedsakelig angriper bladene, og smittet avling kan gi en merkbar reduksjon. Soppen overlever ikke uten levende plantemateriale, og trenger dette for å kunne danne sporer og spre seg videre til andre planter. Ved angrep av gulrust vil det dannes flekker av sporer opp langs nervene på bladene. Sporene vil ha en oransje-gul farge. Disse flekkene med sporer kan igjen inneholde store mengder med små sporer, og disse kan lett spre seg til andre planter ved hjelp av vind, klær og redskap som brukes i åkeren.

Gulrust kan være vanskelig å bekjempe, da pløying og vekstskifte ikke vil ha stor effekt. Det vil være mulig å begrense både sjukdom og avlingstap ved å bruke sorter som er sterke mot gulrust, begrense areal med høstkorn og temperaturer over 25 grader har hatt en effekt, samt å sprøyte med fungicider dersom det er symptomer. Kjemisk bekjempelse er nå det eneste effektive tiltaket mot gulrust dersom det oppstår i kulturen.

I Norge var det en 20års-periode med svært lite angrep av gulrust, men har siden 2014 forårsaket en del skade på både vår- og høsthvete, og soppen blir stadig et større problem (Ficke, et.al., 2018, s. 112-114).

### 1.2.2 Mjøldogg

Mjøldogg (*Blumeria graminis*) var tidligere regnet som en av de viktigste soppene i hvetekulturer, men er nå ikke fokusert like mye på da det er andre sjukdommer som

---

fokuseres mer på, samt at det er blitt et fuktigere vær. Mjøldogg trives under fuktige forhold, men ikke under mye regn. Den kan lett spres uten fukt med vind, og trenger bare dugg for å infisere.

Soppen angriper alle grønne delene av plantene, og for å holde seg i live er den avhengig av levende plantemateriale. Man vil kunne se angrep av mjøldogg på soppens melaktige og hvite utseende. Dette oppstår ved at det dannes sporhyfer som inneholder sporer fra mycel fra soppen.

Slik som gulrust, overlever ikke mjøldogg på dødt materiale, så pløying og vekstskifte vil ikke ha en god effekt. Effektive tiltak vil da være å bruke resistente sorter og å sprøyte med fungicider. Det er likevel viktig å være klar over at det er høy risiko for at hvetemjøldogg kan utvikle resistens mot fungicider. Dermed ønskes det at man begrenser soppesprøytingen så mye som mulig, og bruke blandinger av fungicider med ulike virkningsmekanisme (Ficke et.al., 2018, s. 114).

### 1.2.3 Akxfusariose

Fusarioser produserer giftstoffer som kalles mykotoksiner, og regnes som en av Norges viktigste kornsjukdommer.

Kjennetegn på angrep av fusariose på aks er at kornet kan bli skrumpne og misfarget. Man kan observere akxfusariose i hvete at aksene blir hvite grunnet nødmodning, og dette kan man se på enkelte mindre eller noen deler av akset. Det å oppdage symptomene er dermed vanskelig, og det kan forekomme angrep uten at det viser symptomer. I tillegg vil symptomene for hvete være ulikt enn for havre og bygg.

Den viktigste smittekilden er infiserte planterester. For å bekjempe med jordarbeiding, er pløying nødvendig for å begrave planterestene. Dette vil i tillegg føre til et lavere smittepress, da vending av jorda kan føre til at planterestene brytes ned raskere. Redusert jordarbeiding kan i motsetning føre til mer problemer, da plantematerialene blir beholdt på jordoverflaten. Et gunstig vekstskifte med andre vekster enn korn kan minske risikoen for *Fusarium*, noe friskt og rent såkorn, fungicidbehandling og riktig lagring av kornet også kan gjøre. Det er ingen såkorn som er veldig resistent mot *Fusarium* (Brodal, 2013).

### 1.2.4 Bladflekksjukdommer

Bladflekksjukdommene består av 3 sopper; hveteaksprikk, hvetebladprikk og hvetebrunfleck. Disse tre soppene blir omtalt som bladflekksjukdommer, da det kan være vanskelig å skille symptomene ved angrep (Brodal & Elen, 2013b).

Det kan være mulig å skille soppene fra hverandre, men det kan være krevende. Det kan observeres med det blotte øye dersom det kun er den ene soppen som forekommer på bladene. Der kan man se at hveteaksprikk har mer lysebrune ovalformede flekker, mens hvetebladprikk ser man gulbrune/rødbrune flekker som ligger langs bladnervene på bladene (Brodal & Elen, 2013a). Hvetebunfleck får mørke flekker med en gul kant rundt, som kan vokse i hverandre og får da en lysebrun farge. I tillegg får den nekrotiske felt som kan føre til at spissen på bladene dør (Brodal & Elen, 2013b).

Det kan være svært vanskelig å skille soppene ved sterkt angrep, om flere av bladflekksjukdommene forekommer samtidig eller om bladene er stresset og uttørket. Det vil være mulig å skille de ved å se på sporene i lupe. Det vil være nyttig å vite hvilken sopp som er i hvetekulturen når det kommer til kjemisk behandling, da de kan reagere forskjellig ved at noen er mer resistente enn andre (Andrea Ficke, personlig kommunikasjon).

## 1.3 Hveteaksprikk

Informasjonen i dette kapitlet er hentet fra Plantevernleksikonet sin side om «Hveteaksprikk» (Brodal & Elen, 2022) og rapporten «Bladflekksjukdommer i norsk hvete. Forekomst, betydning og tiltak» av Ficke, Dieseth, Kim og Lillemo (Ficke et.al., 2018, s. 109-111).

Hveteaksprikk kan bli forårsaket av to sopparter: *Parastagonospora nodorum* og *Parastagonospora avenae* f. sp. *tritici*. Begge disse soppartene har flere vitenskapelige pseudonym som refererer til samme sopparter. *Parastagonospora nodorum* er vanligst av de to soppartene, og denne går også under navnet *Septoria nodorum*. Soppen forekommer som oftest på hvete der høsthvete er mer utsatt for sterkere angrep enn vårhvete, men soppen kan oppstå i både rug og bygg selv om skadeomfanget i rug og bygg er sjeldent alvorlig slik det kan være i hvete.

---

**Symptomer:**

De første symptomene vil være at det kommer små runde og/eller avlange flekker som i starten er mørkebrune, men som etter hvert vil få en sone rundt flekken som er gul.

Symptomene vil starte på de nedre bladene og bladslirer. Videre vil flekkene endre størrelse og farge, slik at de blir større og vil gå fra mørkebrun til lysebrun. Det vil være mulig å se dersom plantene er blitt sterkt angrepet, da disse flekkene vil gå mer i hverandre slik at bladene får store, ujevne mønstre. Mesteparten av bladene vil også kunne gå over til en gråbrun farge og vil tørke ut.

Vanligvis begynner man å se tegnene på symptomer av hveteaksprikk noen uker etter aksskyting på blader. På akset er det slik at kanten inntil ytteragnene på akset vil da få flekker som har en mørk brun/fiolett farge.

Dersom vevet blir angrepet vil det bli dannet mørke og svært små sporehus, og disse produserer store mengder sporer. Sporene blir produsert i perioder med mye fukt, og sporene vil på bladoverflaten komme ut som masser i beige/oransje farge. Disse sporene kommer ut fra pyknidier som en sekk med væske, og en pyknidie kan inneholde en million av sporer. Soppen vil spre seg fra de eldste bladene nederst på strået og oppover til de yngste bladene og videre opp til akset. Soppen vil gi større skade på planten jo lengre opp soppen sprer seg.

**Skade:**

Skadeomfanget på plantene kan variere mye, og er avhengig av hvor sterkt soppen angriper planten. Dersom det kun er de nederste bladene som blir angrepet vil ikke det forårsake stor skade. Større konsekvenser vil det være ved angrep på aks og flaggblad. Skjer dette kan det forventes at avlingen blir redusert med 20-50% og samtidig kan det bli redusert 1000-kornvekt og at kornet ikke lenger kan bli klassifisert som matkvalitet, noe som vil føre til en nedgradering til fôrhvete og lavere pris til bonden.

**Spredning/overlevelse:**

Hveteaksprikk kan overleve i halmrester og stubb. Dette er den viktigste kilden til smitte og soppen kan overleve i minst ett år, ofte lenger under gunstige forhold (Andrea Ficke, personlig kommunikasjon). De overlever lenger på plantemateriale som ligger oppå bakken enn under. Det er mulig å innføre smitte via urent såkorn. Soppen kan også spre seg til vårhvete via høsthvete dersom soppen smitter høsthvete før kulden kommer. Den vil på denne måten kunne overleve vinteren.

Været har mye å si for omfanget av angrepene. I regnvær og fuktig vær vil soppen spres mye raskere enn i tørt vær. Pyknidiesporer kan lett spres med regndråper til naboplantene.

Utviklingen av soppen vil også være raskere dersom det er fuktig vær. I tillegg er det lett for askosporene å spre seg i vinden. I fritt vann vil sporene bli frigjort og vil da enklere kunne infisere vertsplanten.

Fuktige forhold, nedbør og temperaturer mellom 15 og 20 °C fører til rask utvikling av sporehusene, økt smitterisiko og rask spredning av soppen i felt. Under disse forholdene er det oppdaget symptomer kun 10 dager etter angrep, hvor soppen da har lagd nye sporer og spredt smitte.

Et forsøk gjort i England i 1974 viste at infeksjon kan utvikle seg ved 12 og 17°C, men det var ikke funnet noe infeksjon ved 7°C. Forsøket viste også angrep på voksne planter ved 12°C ved kun 3 timer med høy fuktighet, og at unge planter ikke ble like mye angrepet som de eldre (Holmes & Colhoun, 1974).

### **Bekjempelse:**

Konkrete tiltak som vil kunne redusere forekomsten av hveteaksprikk vil være å ha et vekstskifte med andre arter enn hvete, noe som gjør at sykdommen ikke kan infisere vertsplanten og oppformere smitte hvert år. For at det skal ha best mulig effekt anbefales det at det blir dyrket noe annet en hvete i to år. Smittepresset vil også bli holdt nede ved å pløye ned infiserte halmrester og stubb.

Andre forebyggende tiltak, som å ha friskt og reint såkorn, vil hjelpe mye ved at kornet vil få en bedre start på vekstsesongen, samt at man kan redusere faren for at soppen skal angripe tidlig. Her vil sertifisert såkorn være best egnet. Det er en fordel å bruke sorter som er sterke mot bladflekksykdommer. Det finnes ikke sorter som er helt resistente mot hveteaksprikk, men det finnes noen sorter med en større motstandskraft enn andre. Dette er mest aktuelt i vårhvete, da det er her noen sorter som er ganske resistente. I høsthvete er det mindre forskjell mellom sortene i resistensegenskaper.

Det vil kunne være aktuelt å sprøyte med fungicider, noe som kan gjøres fra aksskyting frem til blomstringen er avsluttet. Dette vil være mest aktuelt i sesonger med høy fuktighet over lengre tider. Ved å bruke verktøy som fuktmodellen i VIPS ([www.vips-landbruk.no](http://www.vips-landbruk.no)) vil man kunne sjekke når det er fare for angrep og når det kan være aktuelt med behandling.

Det vil også være lurt å unngå å gjødsle for sterkt med nitrogen, da tett åker vil gi et gunstig mikroklima for soppen og dermed kunne øke faren for angrep og spredning.

---

## 1.4 Digitale modeller – sprøyting

Det er viktig å vite hvordan man skal bruke sprøytemidler på riktig måte. Dette gjelder både ved valg av middel, mengde og metode, men også om det er nødvendig eller ikke å sprøyte. Faren ved å bruke for mye sprøytemidler er at det kan føre til resistens hos soppen. Dette vil si at sjukdommen tåler sprøytemidlene og overlever til tross for behandling. Man kan redusere resistens ved å unngå unødvendig mye sprøyting og ved å bruke rett middel til rett tid eller å veksle mellom ulike typer midler. Videre reduseres forekomst av sjukdom på plantene gjennom forebyggende tiltak, som det å benytte seg av sorter som er mer hardføre og resistente mot sjukdomsangrep, og ikke minst å være bevisst over bruk av plantevernmidler.

For at bønder og rådgivere skal kunne fatte rette beslutninger for tidspunkt for sprøyting av soppmidler mot plantesjukdommer er det utviklet varslingsmodeller. Disse fungerer som hjelpemiddel for å bestemme mer eksakt tidspunkt for når det kan være hensiktsmessig å sprøyte basert på værobservasjoner og hva som er nødvendig i den aktuelle åkeren ved det aktuelle tidspunktet.

Varsling innen planteskadegjørere (VIPS) har en informasjonsplattform for rådgiver og bønder som inneholder ulike risikomodeller og terskler for behandling mot skadegjørere. Her finnes også en modell for å beregne risiko for angrep av bladfleksjukdommer i vårhvete og en for høsthvete, og disse modellene har blitt brukt siden 2001. Varslene som blir gitt baseres på hvordan været har vært og hvordan det kommer til å bli, samt biologien hos skadegjørerne, hva som er blitt observert i felt og hvor stor skadeterskelen er (VIPS, u.å.b.). I tillegg vil modellen ha informasjon som forgrøde, hva slags sort som skal dyrkes (med tanke på sortsresistens), hva slags jordarbeiding som er gjort og eventuelt hva og når det er sprøytet. Alt dette er for å kunne beregne aktuelt risiko for sjukdomsutvikling. Det er likevel viktig å vite at modellen vil vurdere hvor stor eller liten risiko det er for angrep i åkeren, og vil ikke kunne erstatte bonden som er nødt til å observere åkeren selv for å vurdere behov for bruk av plantevernmidler (Ficke et.al., 2018, s. 110-111).

Det er nå lagt inn en ny modell i VIPS, som kun er basert på fuktige timer og utfra det beregner risiko for angrep av bladfleksjukdommer. Denne modellen går på fuktighet istedenfor kun nedbør, noe som er ment å gi bedre presisjon da fuktighet ikke nødvendigvis kommer kun fra nedbør. Antall timer med bladfuktighet er det modellen baserer seg på, og

bladfuktighet vil si 85% luftfuktighet eller minimum 0.2 mm nedbør i løpet av en 60 minutters periode. For å finne dette legges den nærmeste værstasjonen inn i modellen før start, slik at det er mulig å se hvordan været har vært de siste tre døgnene og hente inn data på forventet vær de tre neste. Det er også nødvendig å legge inn dato for når begynnende strekning av kornplantene starter, som vil si utviklingsstadiet 31-32 på Zadoks skala (Zadoks et.al., 1974). Resten av utviklingsstadiene beregner modellen selv, ved mindre det legges inn manuelt. For å kunne få den best tilpassede varslingen vil det være en ide å legge inn dato for sprøyting av fungicider som virker på bladflekkssjukdommer, da modellen vil gå ut ifra at plantene er beskyttet mot infeksjon i 10 dager etter sprøyting (VIPS, u.å.a.). Modellen kan justeres manuelt slik at man kan få varsel etter et visst antall timer med bladfuktighet. Dette gjelder også ved en viss prosent luftfuktighet som defineres som en fuktig time.

Ved dyrking av sorter som er mottakelig for bladflekkssjukdommer, vil kurven gå over til rødt dersom det er registrert over 20 fuktige timer. Dette vil si at det er økt infeksjonsrisiko, og direkte bekjempingstiltak skal dermed vurderes. Kurven vil også vise prognosen de neste dagene. Dersom antall timer er under 20 vil ikke modellen gi varsel og vil forbli grønn, da det er lav risiko for infeksjon (VIPS, u.å.a.).

Det er aktuelt å sjekke antall ganger kurven går over terskelen for høy angrepsrisiko, da kun en gang over terskelen, eller en smitteperiode er noe plantene sannsynligvis kunne tåle, men dersom det er mange ganger på kort tid over terskelen er risikoen for infeksjon større. Modellen er ment å være et hjelpemiddel, men skal ikke ta beslutningen for bonden, så bonden er nødt til å gå ut selv å sjekke behovet for tiltak.

Det er viktig å være oppmerksom på at den nye modellen er noe ulik den gamle modellen, da den nye modellen kun bruker fuktighet eller regn, sammen med temperaturdata. Den tar da ikke hensyn til sorten som dyrkes, hva som har vært forgrøde på området, og valg av jordarbeiding. Soppangrep kan også påvirkes av hvor tett bestanden er da det er fuktigere i tettere bestand enn i tynne bestand, noe som er gode forhold for sopp utvikling.

Den nye fuktmodellen, som det danske selskapet SEGES har utviklet, er et verktøy som er tilpasset danske forhold for å vurdere angrepsrisikoen av hvetebladprikk i høsthvete (VIPS, u.å.a.). Siden modellen er tilpasset danske forhold, hvor de har mer sykdom grunnet mer ensidig dyrking og store områder, virker modellen bra i Danmark. I Danmark er utbredelsen av hvetebladprikk størst, mens i Norge er hveteaksprikk mer vanlig enn hvetebladprikk.



---

Modellen har blitt testet i Norge og funker her også, men den vil kanskje overvurdere angrepsrisikoen mer i Norge enn i Danmark.

I en rekke forsøk gjennomført i 2015-2017 ble det sett på forekomst av hveteaksprikk, hvetebladprikk og hvetebrunflekk i Norge, Tyskland, Danmark og Storbritannia. Alle disse soppene forekommer i Norge, men det er hveteaksprikk som er den som har størst forekomst. Slik forekomst av hveteaksprikk var det kun Norge som hadde. Danmark har forekomst av alle soppene, men svært lite hveteaksprikk. Derimot var det høy forekomst av hvetebladprikk. Hvetebladprikk var den som også ble funnet mest av i Tyskland og Storbritannia (Justesen, et.al., 2021).

Det har blitt testet ulike modeller for bladflekkjukdommer i bygg og hvete i 2018 og 2019. Testene viste at det ikke var en modell som var særdeles bra i hvete, men modellen som fungerte best i hvete var fuktmodellen. Modellen anbefalte likt eller mindre antall sprøytinger på de ulike feltene sammenlignet med de andre modellene, men førte likevel ikke til en signifikant reduksjon av avlingene. Det ble konkluderte med at det kan hende at terskelen i fuktmodellen er noe lav, men at det ikke har gitt noen negativ effekt på avlingene. Dette kan skyldes at angrepene har vært lave under forsøkene (Ficke et.al. 2020).

Problemstillingene jeg ønsker å besvares i denne oppgaven er:

- Hvordan påvirker temperatur, fuktighet, simulert nedbør, antall fuktige timer og substrat infeksjon av hveteaksprikk (*Parastagonospora nororum*)?
- Er terskelen for disse faktorene i fuktmodellen hensiktsmessig for norske forhold?

Denne problemstillingen ønsker jeg å besvare ved å gjennomføre forsøk hos NIBIO (Norsk institutt for bioøkonomi), hvor jeg har gjennomført store deler av bachelor-arbeidet mitt. Jeg havnet her da Bjørn Inge Rostad ved NLR Øst introduserte meg til Andrea Ficke ved NIBIO, som er plantepatolog. Hun jobber med blant annet bladsjukdommer i hvete, og har mye kunnskap om blant annet hveteaksprikk som nå er en viktig soppsjukdom i norsk hvete. Forsøkene som er blitt gjort skal vise hvordan infeksjon av hveteaksprikk skjer ved ulike temperatur og ulike fuktighet og fuktighetsperiode. Det er også blitt gjennomført forsøk med simulert regn slik at man kan sammenligne regn og fuktighet. Dette er for å se hvor godt tilpasset den nye fuktmodellen er under norske forhold, og om den passer like godt på hveteaksprikk som hvetebladprikk.

Temperaturene 11 og 15°C ble valgt for smitting, da dette er representative gjennomsnittstemperaturer i perioden mai til august i Østfold/Akershus (Rakkestad, Ås), som er viktige hveteområder i Norge. I tillegg opererer fuktmodellen ved 15°C og vi klarte å holde en nokså stabil temperatur på 11°C i vindtunnelene, noe som var med på å avgjøre valg av temperatur i klimaskapene.

---

## 2. Material og metode

I arbeidet som jeg gjennomførte ble det testet ut hvordan ulik temperatur og antall timer med ulik fuktighet eller regn påvirker infeksjonen av hveteblader og hvetestrå med hveteaksprikk. Det ble brukt både strå og blader, da soppen gir symptomer på bladene og overlever i planterester som strå.

Det ble gjennomført en rekke av forsøk som besto av:

- Innledende forsøk med blader og strå på filterpapir i petriskåler som ble utsatt for:
  - F1: 90% fukt, 15 °C, i 20 + 24 t
  - F2: 100% fukt, 15 °C, i 20 + 24 t
  - F3: 100% fukt, 15 °C, i 12 + 16 t
- Forsøk i klimakammer med strå og blader på filterpapir på fuktig jord ble utsatt for:
  - F4: 100% fukt, 15 °C, i 20 + 24 + 48 t
  - F5: 90% fukt, 15 °C, i 20 + 24 + 48 t
  - F6: 85% fukt, 15 °C, i 20 + 24 + 48 t
  - F7: 100% fukt, 10 °C, i 20 + 24 + 48 t
- Forsøk i klimakammer og vindtunnel med blader og strå på filterpapir på fuktig jord:
  - F8: 100% fukt («regn»), 11 °C, i 20 + 24 + 48 t (gjentak 1)
  - F9: 100% fukt («regn»), 11 °C, i 20 + 24 + 48 t (gjentak 2)
  - F10: 100% fukt («regn»), 11 °C, i 20 + 24 + 48 t (gjentak 3)

### 2.1.1 Innledende forsøk

I det første innledende forsøket ble dødt plantemateriale/strå fra hvete klippet opp i ønsket lengde, som i dette tilfellet var 5-9 cm. Strået ble plassert i autoklaverings-pose, hvor det videre ble autoklavert. Blader ble høstet fra småplanter av hvetesorten 'Cartago', som ble dyrket i veksthus for 3-4 uker rett før forsøket satt i gang. Strået ble videre fraktet til labben der den ble delt opp og satt over i petriskåler, størrelse 9 cm i diameter.

Vi la inn 3 lag med runde filterpapir (9 cm diameter) i petriskålene og tilsatte 2 ml sterilt vann. Oppklippet biter av hvetestrå ble lagt tett inntil hverandre slik at nesten hele bunnen ble dekket. Blader fra småplanter ble kuttet slik at de var 7 cm lange. Disse ble festet med vann-agar kuttet i små striper, slik at de holdt seg på plass. To blader ble satt i kryss på filterpapiret i hver petriskål og det ble tilført 2 ml vann.

Soppen ble dyrket ved å overføre smitte fra en eksisterende disk med smitte over på nye V8-agar. Vi benyttet to ulike isolater, og lagde to nye diskere med hvert isolat for å sikre oss at vi fikk nok smitte. Disse ble plassert under NUV-lys ved 20 °C med lokk for å indusere sporulering. Diskene var klare for bruk etter ca. en uke, og overføring av smitte ble gjort ukentlig.

Plantematerialet ble så smittet med 5 mm diskere med sporulerende soppmycel som var kuttet ut av V8-agar med enten isolat 1 eller isolat 2 av *P. nodorum*. For usmittede kontroll, ble V8-diskere uten sopp brukt. V8-diskere med og uten sopp ble plassert slik at soppmycel og pyknidie ikke ble i direkte kontakt med plantemateriale. Deretter ble smittet plantemateriale plassert i klimakammer uten lokk på. Kammeret var stilt inn på 90% luftfuktighet uten lys. Skålene ble tatt ut etter 20 og 24 timer. Etter gitt tid i klimakammeret, ble skålene flyttet inn i et annet klimakammer med samme temperatur, men med en luftfuktighet på 60% ved 15 °C og med lys (18 timer/døgn).

Alle skålene i dette forsøket fikk 2-5 ml vann hver dag, med få unntak, da de fort ble tørre i 60% fukt. Dette forsøket ble avsluttet etter 2,5 uker. Skålene ble så utsatt for en siste fuktighetsperiode på 48 timer for å fremme utviklingen av nye pyknidier på material som ble suksessfullt infisert.

Vi utførte 3 gjentak av hvert oppsett (strå og blader, to ulike perioder ved 15 °C for tre ulike fuktnivåer), slik at F1 hadde til sammen 36 skåler hvor halvparten var strå og resten var blad. Disse ble også delt inn i kontroll, isolat 1 og isolat 2, samt 20 og 24 timer som tilsvarte antall timer skålene skulle være i høy fuktighet (smitteperiode).

I det neste innledende forsøket valgte vi noe lik den forrige. Stråene ble plassert likt som tidligere, mens bladene ble lagt parallelt med hverandre med 2-3 cm avstand. Skålene med strå og blad ble delt i to, slik at det lå et blad på hver side av streken.

Her ble det smittet med to diskere med isolater, hvor på den ene siden ble disken plassert slik at smitten var oppover mens den andre hadde direkte kontakt med plantemateriale.

Diskene ble tilsatt 4 ml vann og ble «teipet» sammen med parafilm slik at skålene skulle bli lufttette. Dette var for å ikke miste den fuktigheten som var i skålene. Disse skålene ble plassert i et klimakammer med 15 °C. Her ønsket vi 100% fuktighet, men kammeret klarte ikke å holde både temperatur og fuktighet stabilt. Klimakammeret ble da værende på 90%, mens skålene hadde på lokk slik at det ble oppnådd 100% fukt i skålene. Dermed kom

parafilmen til nytte, da det ble lufttett. Etter gitt tid (12, 16, 20 og 24 timer) ble skålene tatt ut og parafilmen ble fjernet og lokket ble tatt av. Deretter ble skålene satt inn i et annet klimakammer med 60% fuktighet og gitt temperatur der sto de 30 min uten lokk før de fikk 2 ml vann og fikk lokket på igjen. Disse forsøkene ble avsluttet etter at skålene fikk 48 timer med høy fuktighet 2 uker etter oppstart.

### 2.1.2 Forsøk med jord - fuktighet

Forsøksoppsettet fra innledende forsøk ble for tørre for utvikling og spredning av *Parastogonospora nodorum*. Ved det nye oppsettet brukte vi bokser med jord hvor vi brukte små, runde filterpapir (5 cm i diameter), dekket de med strå og la to blader i kryss i hver sine bokser.

Området der stråene og bladene skulle ligge ble mindre enn de forrige forsøkene, så stråene ble klippet opp i lengder på 2 – 5 cm. Bladene var nå 4 cm lange, og det ble igjen lagt to blader i kryss. Isolat-diskene ble her lagt med smitte ned mot plantemateriale for å sikre smitting. Usmittet V8-disker ble brukt for kontrollbehandling.

Det ble gjort 3 delforsøk, hvor det ble testet effekt av 100%, 90 % og 85% fuktighet på smittesuksess av isolat 1 og isolat 2 for 20, 24 og 48 timer. Ved disse fuktighetene ble det brukt 6 bokser per forsøk, hvor det ble plassert blader i tre bokser og strå i de tre andre. Det var da en boks med strå og en med blad for de tre ulike fuktighetsperiodene – 20 timer, 24 timer og 48 timer. Dette ble testet ved 11 °C og 15 °C. Det var 1265 gram jord per boks under dette forsøket og vi tilsatt 1000 ml vann per boks i første delforsøk (F4) og 500 ml vann per boks for de resterende forsøkene (Figur 1). Vi hadde 3 gjentak for hver behandling (isolat-fukt-periode-temperatur-kombinasjon)



Figur 1: Smitting av plantemateriale

For å kunne oppnå 100% fuktighet i klimakammeret måtte lokket på boksene være på hele perioden med høy fuktighet. Ved 90% fuktighet måtte lokkene være av. Det var ikke mulig å opprettholde 90 eller 85% luftfuktighet med 11 grader i klimakammer, så dette ble utelatt. Vi gjennomførte dermed testing av ulike fuktforhold ved 15 °C, mens ved 11°C testet vi kun 100 fuktighet for 20, 24 og 48 timer.

Etter at plantemateriale hadde blitt utsatt for de ulike behandlingene for 20, 24 og 48 timer, ble de satt over i 60% fuktighet ved 11 eller 15 °C i 6 døgn. Boksene ble satt over i 100% fuktighet i 24 timer for å kunne observere plantemateriale. Boksene fikk da 250 ml vann hver slik at vi kunne sikre høy fuktighet i boksene. Ved observasjon ble det sett etter om det var noe infeksjon under disken med V8, dvs. forekomst av gul/brune områder eller striper på blader (misfarging). Etter observasjonen på dag 7 ble forsøket avsluttet.

F6 ble etter observasjon på dag 7 tilført 250 ml vann og ble plassert med lokk på i romtemperatur i en uke, da det var ønskelig å se om bruningen på bladene skyltes hveteaksprikk eller at bladene hadde visnet på grunn av alder. F7 ved 11 °C fikk to uker i klimakamrene da det er lengre latentperiode (periode fra smitting til første symptom) ved lavere temperaturer. Dette delforsøket fikk da en periode mer med høy fuktighet enn resten, noe som også ble gjort i forsøket i vindtunnelen siden disse forsøkene skal sammenlignes (forskjell på fuktighet og regn).

Grunnet lite sikkerhet etter 2 uker, ble F7- boksene tilsatt 250 ml vann etter observasjon nr.2 og satt i romtemperatur med lokk på (100% fuktighet). Smittekilde (V8-disken) ble fjernet slik at vi kunne utelukke at vi fikk ekstra smitting etter smitteperiodene i klimakammeret.

### 2.1.3 Forsøk i vindtunnel

I dette forsøket ble det simulert regn i vindtunneler for å sjekke om det er forskjell i smittesuksess og smittegrad etter regn og 100% fuktighet. For dette forsøket hadde vi kun to vindtunneler tilgjengelig. I vindtunnelene holdt temperaturen seg tålig stabil på 11 °C ± 1 grad. Det var to vindtunneler, og de hadde samme dyse slik at det kommer lik mengde vann og dråper i samme størrelse ut av den (Figur 2). Grunnet begrenset tid ble kun isolat 2 testet for effekten av regn og smitting av blad og strå, da ett gjentak med 20, 24 og 48 timer ville tatt en hel uke.

Det ble her brukt skåler av samme størrelse som gropene i det endelige forsøket med jord, da det var plass til 2 skåler i hver vindtunnel. For å unngå at det fylles opp med vann i skålene ble det lagt 5 litt store hull i skålene slik



Figur 2: Simulert nedbør i vindtunnel

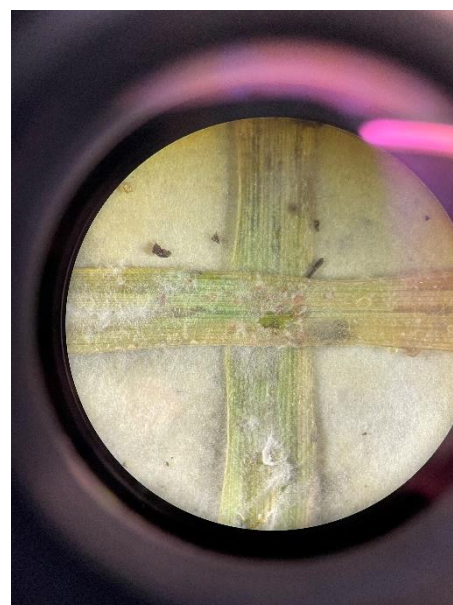
at det ikke skulle samles vann i bunn av skålene. Det ble så plassert ett filterpapir i bunn, og strå og bladene ble plassert likt som i det endelige forsøket med jord. En 5 mm disk med smitte ble plassert med smitten ned på plantemateriale for å sikre smitte. Disken med smitte ble fjernet etter gitt antall timer i vindtunnelen slik at de sto i klimakammeret uten disk.

I vindtunnelene ble skålene med blad (kontroll + isolat 2) plassert sammen, og strå (kontroll + isolat 2) plassert sammen i en tunnel. Her var det kun mulig å ha enten 20, 24 eller 48 timer samtidig, da det kun var plass til 4 skåler av gangen. Dette ble gjort 3 ganger, slik at det ble gjennomført 3 gjentak. Etter gitt tid i vindtunnel ble filterpapir med plantemateriale plassert i mindre bokser med 600 gram jord der det var tilsatt 250 ml vann, noe som tilsvarte noenlunde samme mengde vann i forhold til jord som i fuktighetsforsøket. Det første gjentak fikk noe mindre vann da den skulle inn i 60% fukt første gangen, så den er tilsatt 100 ml ekstra vann noen dager etter oppstart.

Etter gitt periode i vindtunnel ble skålene tatt ut og filterpapiret med plantemateriale ble flyttet fra skåler til boks med jord. Deretter ble boksene plassert i klimakammer på 60% fuktig uten lokk. Her sto de i 6 dager før de ble tilsatt 150 ml vann og ble satt i 100% fukt (90% med lokk) i 24 timer. Etter 24 timer ble de observert, tilsatt 125 ml vann og ble siden plassert tilbake i 60% fuktighet for enda en uke. På dag 13 ble det tilført 150 ml vann og ble satt tilbake i 100% i 24. Deretter ble de observert igjen og fikk tilført 125 ml vann før de fikk stå i romtemperatur med lokk (100% fuktighet) i en uke. Dette var for å se om vi hadde lyktes med infeksjon i løpet av smitteperioden. Grunnen til at det ble tilsatt så mye vann var fordi vi ville sikre oss at det var fuktig nok og at jorda ikke tørket ut i løpet av kort tid.

Ved observasjonene så vi etter symptomer som gule og brune striper eller områder. Vi prøvde å skille visning og symptomer etter beste evne. I tillegg så vi etter områder med sporer, mycel og pyknidier. Alle sider av plantematerialene ble observert (Figur 3).

Ved siste observasjon observert vi på samme måte i lupe som tidligere, men i tillegg tok vi prøver av både blader og strå slik at vi kunne se om vi så levende sporer i mikroskop. Dette gjorde vi ved å legge prøver fra



*Figur 3: Infeksjon av hveteaksprikk på blad*

plantemateriale på mikroskopplater med melkesyre på. Vi kunne dermed avgjøre infeksjonssuksess og infeksjonsgraden ved å vurdere etter hva vi så i lupe og i mikroskopet. Infeksjonssuksessen ble vurdert fra 0-1, der 0 er ingen infeksjon og 1 er infeksjon. Infeksjonsgraden ble vurdert fra 0-9, der 0 er ingen infeksjonsgrad, 1 er lav infeksjonsgrad og 9 er høy infeksjonsgrad.



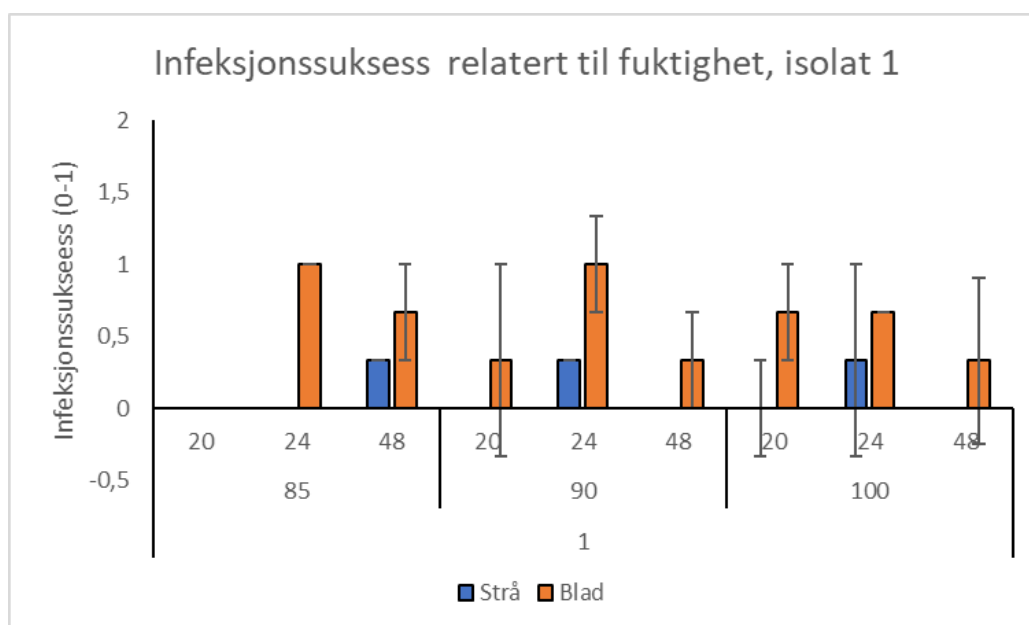
### 3. Resultat

Det er viktig å presisere at resultatene ikke nødvendigvis er 100% riktige, men de er vurdert ut av beste evne. Innledende forsøk ble gjort frem til vi optimaliserte oppsettet, og er ikke inkludert i resultatet. Det er kun resultatene fra det endelige forsøket og fra vindtunnelen som er vurdert. Resultatene ble analysert med bruk av Minitab, hvor vi brukte Binary Logistic Regression for å analysere infeksjonssuksess og Kruskal-Wallis for å analysere infeksjonsgraden.

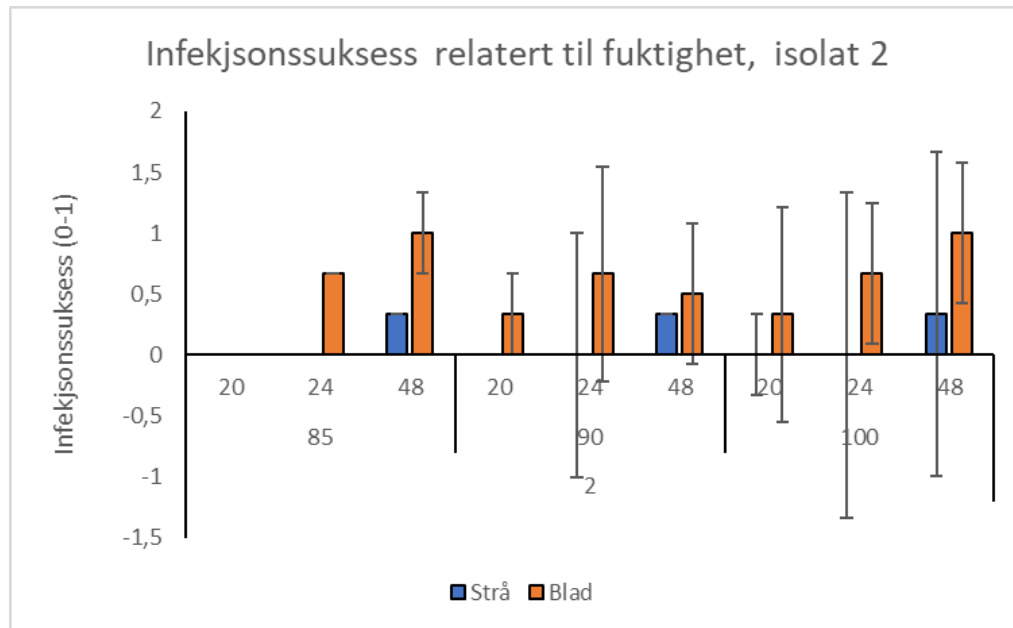
#### 3.1 Infeksjonssuksess og – grad relatert til fuktighet

På blad ved 15 °C hadde fuktighet en signifikant effekt på infeksjonssuksessen ved bruk av isolat 1 ( $P = 0,035$ ; Figur 4), men det var ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen ved bruk av isolat 2 ( $P = 0,072$ ; Figur 5). Fuktighet hadde en signifikant effekt på infeksjonssuksessen ved sammenslåing av data fra begge isolatene ( $P = 0,004$ ; Figur 6).

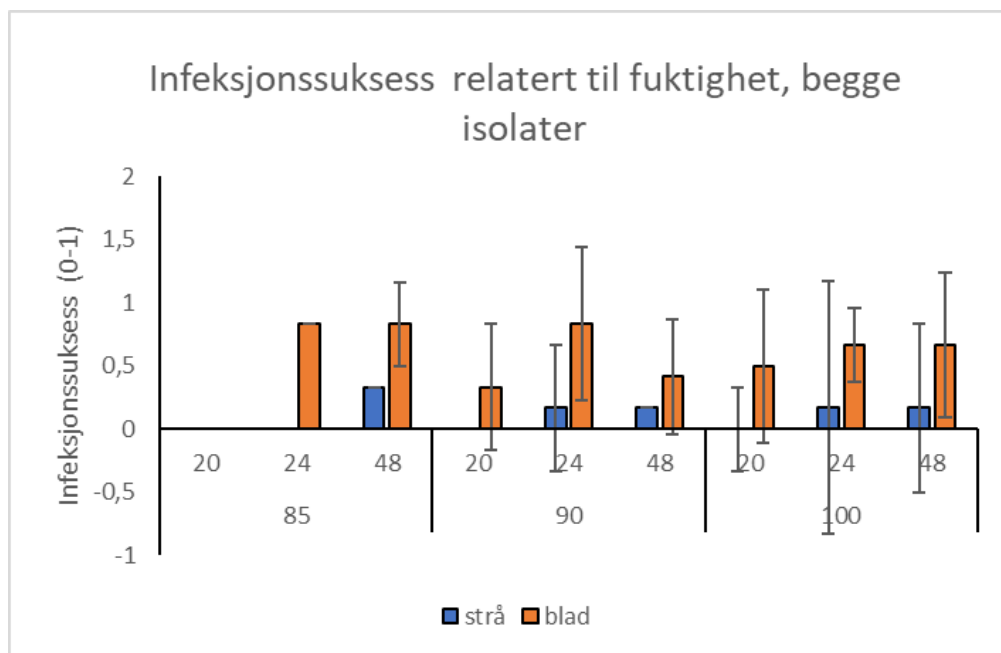
På strå ved 15 °C hadde fuktighet ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen ved bruk av isolat 1 ( $P = 0,797$ ; Figur 4) og isolat 2 ( $P = 0,316$ ; Figur 5), men fuktighet hadde en signifikant effekt på infeksjonssuksessen ved sammenslåing data fra av begge isolatene ( $P = 0,015$ ; Figur 6).



Figur 4: Gjennomsnittlig ( $\pm SE$ ) infeksjonssuksess på strå og blad ved 85%, 90% og 100% fuktighet ved bruk av isolat 1.



Figur 5: Gjennomsnittlig ( $\pm$ SE) infeksjonssuksess på strå og blad ved 85%, 90% og 100% fuktighet ved bruk av isolat 2.



Figur 6: Gjennomsnittlig ( $\pm$ SE) infeksjonssuksess på strå og blad ved 85%, 90% og 100% fuktighet ved bruk av både isolat 1 og isolat 2.

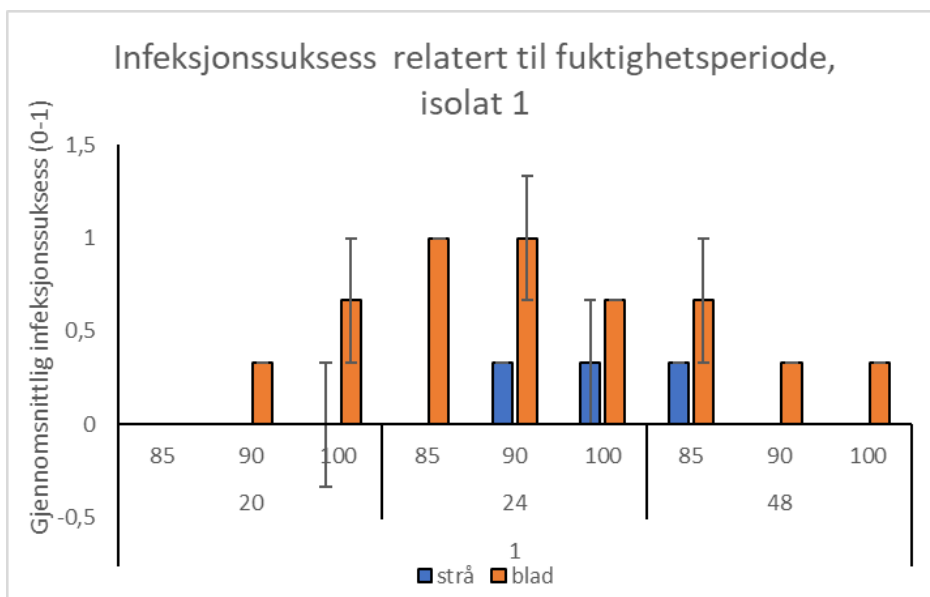
På blad ved 15°C hadde fuktighet en signifikant positiv effekt på infeksjonsgraden ved bruk av isolat 1 ( $P = 0,006$ ) og ved bruk av isolat 2 ( $P = 0,005$ ). Fuktighet hadde også en signifikant effekt på infeksjonsgraden ved sammenslåing av datasett ( $P = 0,000$ ).

På strå ved 15 °C hadde fuktighet ingen signifikant effekt på infeksjonsgraden ved bruk av isolat 1 ( $P = 0,125$ ) eller ved isolat 2 ( $P = 0,074$ ). Fuktighet hadde bare en signifikant positiv effekt på infeksjonsgraden når data fra begge isolatene var slått sammen ( $P = 0,023$ ).

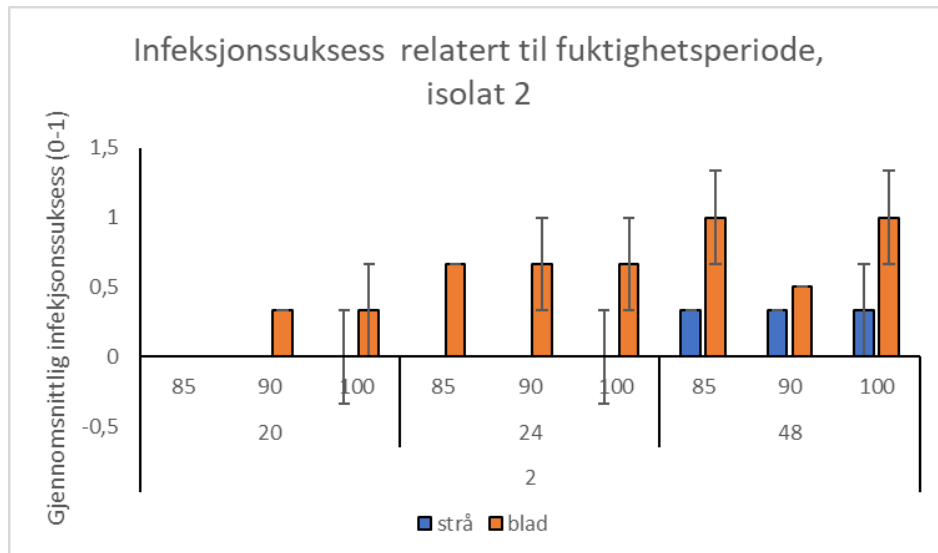
### 3.2 Infeksjonssuksess og -grad relatert til fuktighetsperiode

På blad ved 15 °C hadde periode ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen ( $P = 0,061$ ; Figur 9) ved 15 °C der data fra isolat 1 ( $P = 0,097$ ; Figur 7) og isolat 2 ( $P = 0,455$ ; Figur 8) er slått sammen uansett fuktighetsnivå.

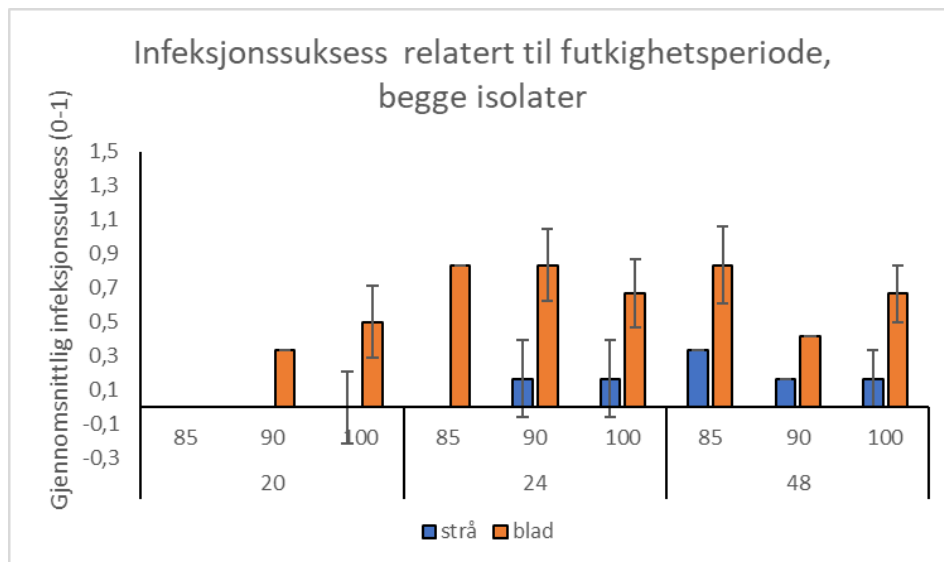
På strå ved 15 °C hadde periode ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen ( $P = 0,158$ ; Figur 9) der data fra isolat 1 ( $P = 0,467$ ; Figur 7) og isolat 2 ( $P = 0,354$ ; Figur 8) er slått sammen



Figur 7: Gjennomsnittlig ( $\pm SE$ ) infeksjonssuksess på strå og blad ved 20, 24 og 46 timer fuktighetsperiode ved bruk av isolat 1.



Figur 8: Gjennomsnittlig ( $\pm$ SE) infeksjonssuksess på strå og blad ved 20, 24 og 48 timer fuktighetsperiode ved bruk av isolat 2.



Figur 9: Gjennomsnittlig ( $\pm$ SE) infeksjonssuksess på strå og blad ved 20, 24 og 48 timer fuktighetsperiode ved bruk av begge isolater.

På blad ved 15°C hadde fuktighetsperiode ingen signifikant effekt på infeksjonsgraden ved bruk av isolat 1 ( $P = 0,093$ ), isolat 2 ( $P = 0,729$ ) eller ved sammenslåing av data fra begge isolatene ( $P = 0,143$ ).

Ved sammenslåing av dataene av begge isolater så vi en signifikant effekt av fuktighetsnivået ved 20 timer ( $P = 0,008$ ,  $\bar{x} = 0,89$ ) og 24 timer ( $P = 0,026$ ,  $\bar{x} = 0,67$ ) på infeksjonsgrad, men det var ingen forskjell i infeksjonsgrad etter 48 timer med de ulike fuktighetsnivåene ( $P = 0,055$ ,  $\bar{x} = 1,2$ ).

På strå ved 15°C hadde fuktighetsperiode ingen signifikant effekt på infeksjonsgraden ved bruk av isolat 1 ( $P = 0,594$ ), isolat 2 ( $P = 0,069$ ), eller når datasettet fra begge isolatene er

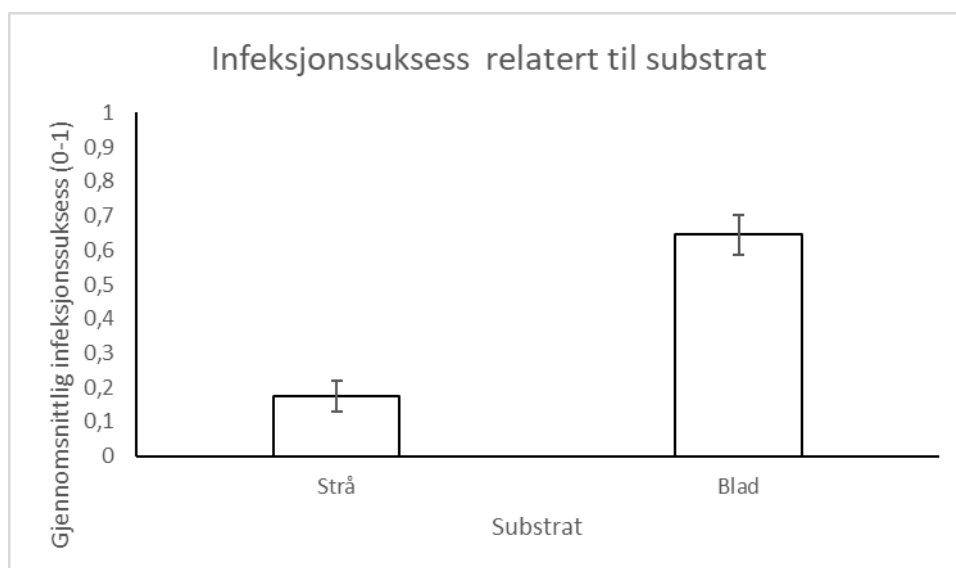
sammenslått ( $P = 0,069$ ).

Ved sammenslåing av dataene av begge isolater så vi det samme etter 20 timer ( $P = 0,119$ ,  $\bar{x} = 0,11$ ), 24 timer ( $P = 0,110$ ,  $\bar{x} = 0,5$ ) og 48 timer ( $P = 0,368$ ,  $\bar{x} = 0,2$ ) uansett fuktighetsnivå.

### 3.3 Infeksjonssuksess og -grad relatert til substrat

#### 3.3.1 Fuktforsøk

Substrat hadde en signifikant effekt på infeksjonssuksessen, som er høyere på blad enn på strå ( $P = 0,000$ ; Figur 10) ved  $15^{\circ}\text{C}$ .

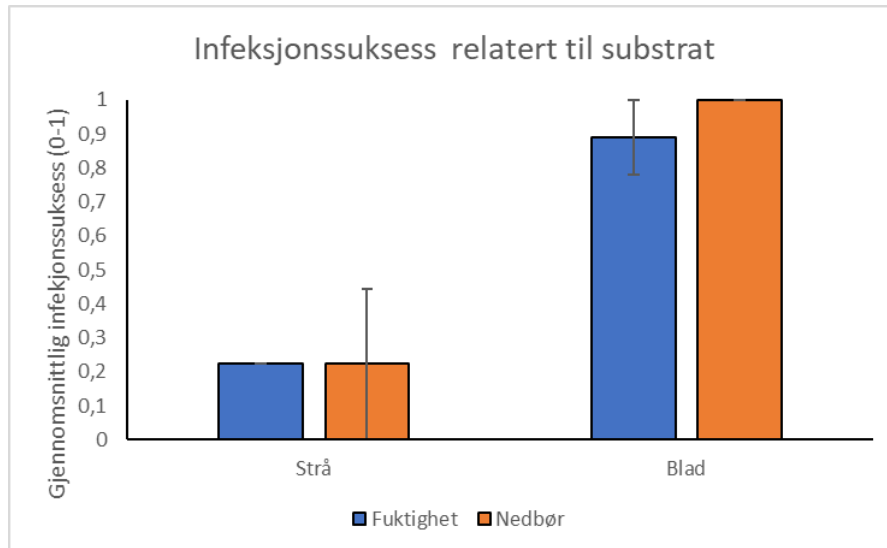


Figur 10: Gjennomsnittlig ( $\pm\text{SE}$ ) infeksjonssuksess på strå og blad uavhengig fuktighet, fuktighetsperiode, isolat og temperatur.

Substrat hadde også en signifikant effekt på infeksjonsgraden, som er høyere på blad enn på strå ( $P = 0,000$ ).

### 3.3.2 Vindtunnel, effekt av nedbør

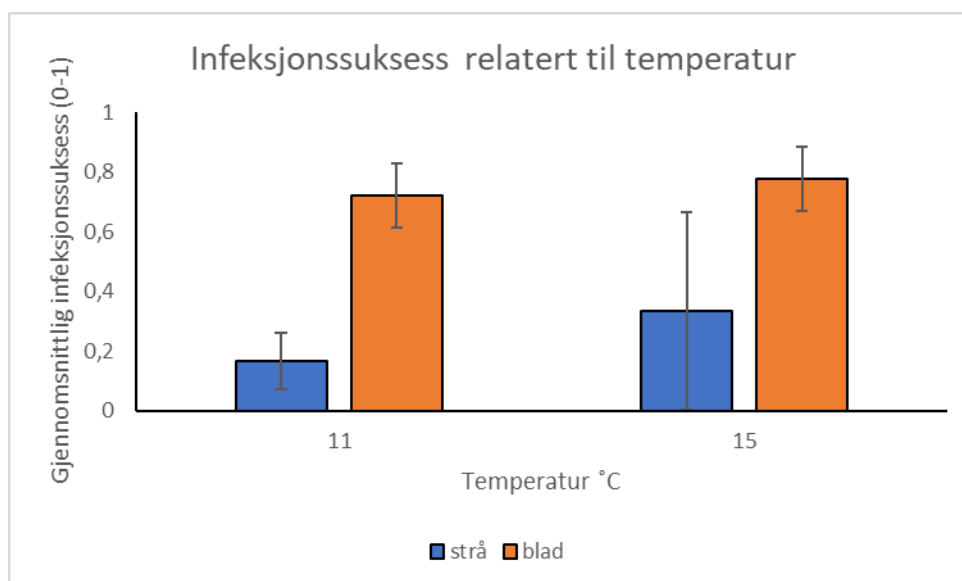
Ved 11 grader hadde substrat en signifikant effekt på infeksjonssuksessen ( $P = 0,002$ ; Figur 11), uansett om det var utsatt for 100% fuktighet eller nedbør for ulik tid.



Figur 11: Gjennomsnittlig ( $\pm SE$ ) infeksjonssuksess på strå og blad ved 11 °C, uavhengig av fuktighetsperiode.

### 3.4 Infeksjonssuksess og -grad relatert til temperatur

Ved 100% fuktighet hadde de to temperaturnivåene vi testet (11°C og 15 °C) ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen både ved 20, 24 og 48 timer fuktighet og ved isolat 1 og 2 (alle  $P > 0,05$ ; Figur 12).



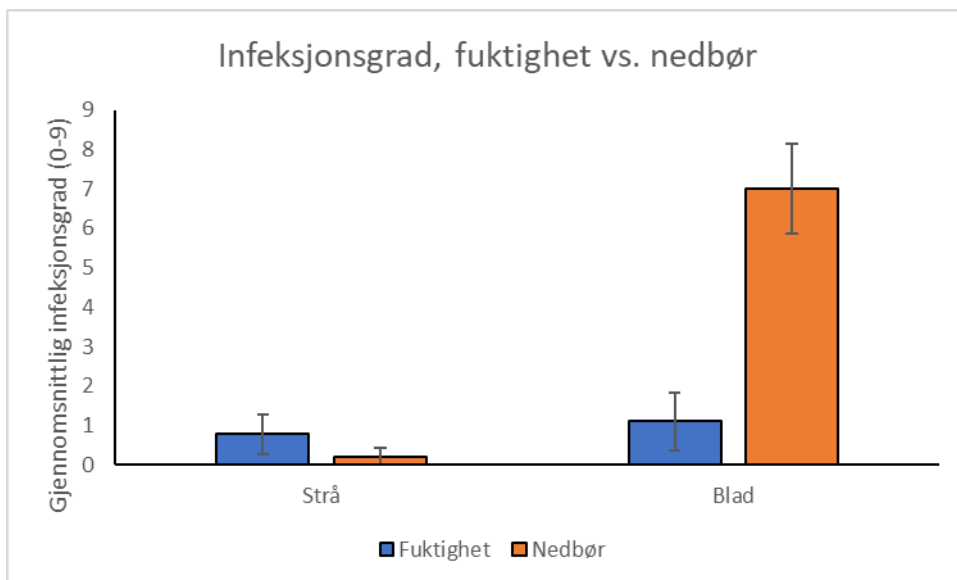
Figur 12: Gjennomsnittlig ( $\pm SE$ ) infeksjonssuksess på strå og blad ved 11 og 15 °C uavhengig av isolat, fuktighet og fuktighetsperiode.

Temperatur hadde ingen signifikant effekt på infeksjonsgraden på verken blad ( $P = 0,367$ ) eller strå ( $P = 0,312$ ) når datasettet ble slått sammen.

### 3.5 Effekt av nedbør på blad- og stråinfeksjon ved høy fuktighet

Ved 100 % fuktighet og 11 °C hadde periode og fuktighet/nedbør ingen signifikant effekt på infeksjonssuksessen ( $P > 0,05$ ) hos både strå og blader.

På blad hadde fuktighet/nedbør en signifikant effekt på infeksjonsgraden ( $P = 0,003$ ; Figur 13), men fuktighet/nedbør hadde ingen signifikant effekt på infeksjonsgraden ( $P = 0,224$ ; Figur 13) på strå.



Figur 13: Gjennomsnittlig ( $\pm SE$ ) infeksjonsgrad på strå og blader med fuktighet og nedbør.

## 4. Diskusjon

Først ønsker jeg å svare på den første problemstillingen som var:

Hvordan påvirker temperatur, fuktighet, simulert nedbør, antall fuktige timer og substrat infeksjon av hveteaksprikk (*Parastagonospora nororum*)?

Hensikten med dette forsøket var å teste ut om fuktmodellen i VIPS er tilpasset hveteaksprikk. I dette forsøket har det blitt testet ut ulike temperaturer (11 og 15 °C), ulike fuktighetsnivåer (85, 90 og 100%), ulike fuktighetsperioder (20, 24 og 48 timer), substrat (blader og strå) og forskjellen mellom fukt og nedbør. 15 °C, 20 timer fuktighet og 85% fuktighet er med, fordi fuktmodellen opererer med disse parameterne som terskelverdier for å varsle for angrep av bladfleksjukdommer. De andre parameterne er tatt med for å kunne se om det er andre parametere som er mer gunstig for infeksjon. Fuktighet under 85% ble valgt bort, da dette ble sett som for lav fuktighet for infeksjon.

For videre utprøving kan lavere fuktighetsperioder enn 20 timer og høyere enn 48 timer bli testet, samt andre temperaturer i både fuktkammer og vindtunnel. Det kan også være en fordel å ha flere gjentak enn 3, da dette kan gi et bedre bilde av gunstige forhold for infeksjon av hveteaksprikk.

Infeksjonssuksessen på både strå og blad hadde en signifikant forskjell på fuktighet ved bruk av begge isolatene ved 15°C, men det var ingen signifikant forskjell på periode. Det vil si at infeksjonssuksessen er påvirket av fuktighetsnivå, mens hvor lang tid fuktighetsperioden var, hadde ikke noe å si på infeksjonssuksessen så langt at den var over 20 timer. Det ga også samme utslag når vi så på infeksjonsgraden, hvor fuktighet var signifikant mens periode ikke var det. Ved å se på infeksjonsgraden ved de ulike fuktighetsperiodene kunne vi se om perioden spilte noe rolle i hvor sterkt angrepet var. Den viste at periode hadde en signifikant effekt på infeksjonsgraden på blader ved 85% fuktighet, mens på strå hadde fuktighetsperiode en signifikant effekt på infeksjonsgraden ved både 85 og 90% fuktighet. Dette viser at 85% fuktighet på begge substratene, samt 90% fuktighet på strå, er for lav fuktighet for infeksjon, hvis blad eller strå er utsatt for denne fuktigheten for kun 20 timer.

Det er viktig å huske at fuktighetsmålinger fra klimastasjoner skjer på to meters høyde. Fuktigheten to meter i luften kan være lavere enn i bestanden, særlig dersom det er avstand mellom felt og klimastasjon. Dette kommer an på hvor tett bestanden er. Dermed kan klimastasjonen måle 85% luftfuktighet, mens fuktigheten i bestanden kan være 90-100%.



---

Dette vil da føre til større risiko for sjukdomsangrep, da infeksjonssuksessen var større ved høyere fuktighet enn 85%. Tidligere i sesongen, når bestanden er nokså tynn, er luftfuktigheten i bestanden mer likt luftfuktigheten som blir målt ved klimastasjonen. Da kan det bety at 85% fuktighet over 20 timer ikke er tilstrekkelig for angrep av bladflekkssjukdommer, og at fuktmodellen overvurderer angrepsrisiko. Senere i sesongen, når bestanden er tettere, er fuktigheten høyere enn ved klimastasjonen og modellen kan undervurdere risiko.

Hvor mange timer med høy fuktighet spilte ingen rolle for infeksjonssuksessen på hverken strå eller blad (Figur 7, 8 og 9). Isolatene hver for seg hadde en for høy P-verdi for å være signifikant, med en P-verdi på 0,097 på isolat 1 og 0,445 på isolat 2 på blad og en P-verdi på 0,467 på isolat 1 og 0,354 på isolat 2 på strå. Slått sammen hadde fortsatt isolat 2 en høy P-verdi på 0,158, mens isolat 1 hadde noe lavere P-verdi med 0,061. Dette er fortsatt ikke signifikant, men det er en tendens hos isolat 1. Det er mulig at fuktighetsperioden kunne hatt en signifikant effekt på infeksjonssuksessen dersom vi kjørte med flere gjentak, men det hadde vært avhengig av at resultatene ved flere gjentak hadde vært nok så like de resultatene som allerede er blitt samlet inn. Ute i felt kan fuktighetsperioden være noe annet enn det som målinger viser, da det i tette bestand kan være høyere fuktighet enn ved en klimastasjon.

Infeksjonsgraden spiller derimot en rolle med sammenslått datasett. Man kan se at både 20 og 24 timer har en P-verdi under 0,05, og det viser da at infeksjonsgraden er avhengig av hvilket fuktighetsnivå det er. Ved 48 timer kan man se en tendens med en p-verdi på 0,055, men den er ikke signifikant. Dette datasettet viser da at ved 48 timer har ikke fuktighetsnivå noe å si på infeksjonsgraden, men lavere fuktighetsnivå vil gi et negativt utslag i form av lavere infeksjonsgrad ved 20 og 24 timer.

Det er mulig det hadde vært en lur ide å sjekke både fuktighetsperioder som var både over og under standardperioden i VIPS, som er 20 timer. Det hadde gjort at vi kunne sett om antall timer kunne stilles ned dersom det ikke hadde vært noe særlig forskjell i antall infeksjoner.

Holmes & Colhoun sitt forsøk i 1974 viste at ved høy fuktighet trengte hveteaksprikk kun 3 timer med høy fuktighet for angrep (Holmes & Colhoun, 1974). I dette forsøket har vi sett at 90-100% fuktighet fører til større angrep av hveteaksprikk etter en fuktighetsperiode av 20, 24 og 48 timer. Siden forsøket er fra 1974, kan det ha skjedd mutasjoner eller annen utvikling av soppen og plantens gener. Plantene kan ha utviklet seg slik at de er mer motstandsdyktige for bladflekkssjukdommer og har en høyere toleranse for soppen, mens

soppen kan ha blitt mer tilpasset til dagens omgivelser som temperatur og høy fuktighet over lengre tidsperioder.

Det er likevel mulig at angrepene som har skjedd på bladene eller stråa har skjedd på et tidligere tidspunkt enn ved 20 timer, men figur 7, 8 og 9 viser lavere infeksjon ved 20 timer enn ved 24 og 48 timer selv om fuktighetsperiode ikke hadde en signifikant effekt på infeksjonssuksessen. Det kan da være mulig at kortere fuktighetsperiode hadde ført til enda mindre infeksjon enn ved 20 timer ved 85% fuktighet. Vi har ikke testet 3 timer med 100% fuktighet i vårt forsøk, og kan dermed ikke utelukke at blader kunne blitt infisert med hveteaksprikk over en så kort tidsperiode med høy fuktighet.

Ved starten av dette prosjektet var det i hovedsak kun strå som var meningen å teste. Etter litt fram og tilbake ble det bestemt at vi skulle inkludere blad fra småplanter (4-6 uker gamle) for å se om det var noe forskjell. Utover i prosjektet innså vi at det var mer utfordrende å infisere strå enn blader. Dette kan skyldes at stråene inneholder lignin, som gjør at det er vanskelig at noe trenger igjennom da det er som en barriere og kan gjøre det vanskeligere å få infeksjon.

I starten, i de innledende forsøkene, ble det benyttet tørre strå i oppsettet. Vi så at det ikke var noe strå som ble infisert på denne måten. Da vi endret oppsettet, valgte vi også å endre måten vi håndterte stråene. I stedet for å bruke tørre strå ble det valgt å legge strå i vann i minst 24 timer før starten av hvert delforsøk for å se om det var lettere for soppen til å infisere stråene. Vi hadde en hypotese om at substratet måtte være fuktig for at soppen skulle kunne infisere strået, da vi mistenkte at soppen ikke kunne utvikle seg på tørt substrat. Ute i felt kan plantene få sopp sporene inn på strået ved at sporer på bladene kan renne inn til strået. Dette kan være måten strået blir infisert, og vil kunne utvikle seg inne i en slags «lomme» inne i planten. Her kan smittestoffet oppholde seg i lang tid, og kan virke som en inngangsport for infeksjon. Bladene var mye lettere å se symptomer på enn stråene. Bladene ble etter en viss tid gule på grunn av naturlig visning, så det var viktig å kunne skille visning med symptomer som gule og brune flekker og striper. Der man kunne se infeksjon lettest, var der pyknidier med sporer hadde utviklet seg og som fortsatt levde etter 2-3 uker.

Resultatene viste at det var en forskjell på infeksjonssuksessen mellom substratene, og det var ganske tydelig at det var bladene som ble lettest infisert (Figur 10). Det vil da kunne være vanskeligere for infisert strå å smitte annet strå enn å infisere blader (i dette tilfellet unge blader).

---

Det vil alltid være en fare for infeksjon ved dyrking av hvete på områder der det har vært hveteaksprikk enten samme sesong eller sesongen før. Har man lite infeksjon av hveteaksprikk på strå i åkeren er ikke smitterisikoen så høy dersom man driver med redusert jordarbeiding, enn hvis man har masse strå allerede infisert med hveteaksprikk på bakken. Ved etablering av ny kultur vil ikke nødvendigvis soppen ha spredt seg mer da det er vanskelig for soppen å infisere stråene, og plantene kan mer eller mindre komme opp uforstyrret av soppen. Driver man dermed med redusert jordarbeiding på områder med mye infeksjon, er sannsynligheten for smitte høyere. Det er likevel viktig å vite at smittet strå kan lett smitte småplantene som kommer opp, så da vil sannsynligheten være større for spredning av soppen dersom infisert halm ligger nærme plantene.

Vi så ingen forskjell i infeksjonssuksessen ved de to ulike temperaturene som er brukt under dette forsøket. På Figur 12 ser vi at antall infiserte blader ved 11 og 15°C er ganske likt. Det samme gjelder strå, med en lavere infeksjonssuksess enn på blad.

Det var kun mulig å teste med 100% fuktighet på 11°C da klimaskapene som ble brukt ikke kunne holde en stabil fuktighet som var lavere enn 100% ved lavere temperatur enn 15°C. Hadde det vært mulig å kjøre forsøk med de samme fuktighetene som i fuktforsøket, altså ved 85 og 90% fuktighet, ville det mulig vært noe mer forskjell.

Siden hveteaksprikk er glad i varme og fuktige omgivelser, gir det mening at ved lavere temperatur og lavere fuktighet så vil det være en lavere infeksjonssuksess.

Forsøket til Holmes og Colhoun viste at det var infeksjon ved 12 og 17°C, men ikke ved 7°C (Holmes & Colhoun, 1974). Ved 15 °C følte vi oss komfortable at vi skulle få infeksjon, da det er mellom de to temperaturene i Holmes og Colhoun's forsøk og at det er en varmere temperatur som hveteaksprikk er kjent for å like. Ved 11°C hadde vi dermed noe tvil, da dette virket kaldt. Det er likevel kun 1°C lavere enn hva Holmes og Colhoun testet, så sannsynligheten for infeksjon var der. Figur 12 viser noe lavere infeksjonssuksess hos strå ved 11 °C, men det var ingen signifikant effekt. Det er viktig å huske at det kan være høyere temperatur i bestanden dersom bestanden er tett, da sola kan varme på bladene og varme opp luften under bladene.

Noe som gjorde vurdering av symptomer noe mer utfordrende var at vi etter en uke i romtemperatur og 100% fuktighet kunne se at plantemateriale hadde blitt kontaminert. Det er ikke helt sikkert hvor den ukjente smitekilden kommer ifra, da det kan være flere årsaker til dette. Det ble valgt i dette forsøket å ikke jobbe sterilt, da det ikke er sterile forhold ute i felt. Derfor kan det komme fra ting som området der forsøket ble gjennomført, verktøy som

ikke har blitt grundig sterilisert og at jorda kan inneholde sporer, til tross for autoklaving. Vurderingen av infeksjon ble til tider utfordrende da stråene hadde hatt blitt smittet av ukjente sykdommer i felt. Det ga ikke utslag på annen sykdom, men det gjorde det til tider vanskelig å skille mellom infeksjon som har skjedd i løpet av forsøket og infeksjon av annen sykdom fra felt da det var mulig å se gammel infeksjon på stråene som brune og svarte flekker.

Resultatene fra klimakammeret ble vurdert etter observasjon etter en uke. Det er fordi de første delforsøkene ble avsluttet etter en uke. Videre ble det vurdert at delforsøkene som hadde lavere fuktighet (85%) og lav temperatur (11 °C) fikk stå 1-2 uker lengre. Dette ble gjort får å gjøre vurderingen sikrere, og er noe som burde ble gjort med de første delforsøkene også. Resultatene fra klimakammeret er derfor basert på hva som ble observert etter en uke, og kan dermed ha noe avvik fra det som kunne ha utviklet seg etter 2 uker i romtemperatur.

For å gjøre ett gjentak med ett isolat på 20, 24 og 48 timer ville det tatt en hel uke, da det kun var to vindtunneler vi kunne bruke. Dette førte til at det kun ble gjennomført med ett isolat, som her ble isolat 2 da den var lettere å jobbe med. For at det skulle bli mest mulig riktig burde begge isolatene bli brukt, slik at det hadde vært mulig å sammenligne med begge isolatene fra 11 °C forsøket på jord (F7), men dette ble da nedprioritert på grunn av for kort tid.

I vindtunnelene ble diskene plassert med smitten ned siden det ble gjort på de forrige forsøkene. For å kunne se hvordan vann sprer sporene burde kjeksene stå oppover, men for å gjøre det likt som forsøkene med fukt måtte de plasseres med smitten direkte på plantemateriale. Noe som var en bekymring var at det ikke ville spre seg like mye, da regnet ikke ville treffe direkte på smitten på disken. Likevel ble bladene infisert og hadde mye pyknidier og sporer. Dette kan skyldes at vannet som kom ned på bladene vasket sporene nedover på bladene, da det var der de fleste pyknidiene ble funnet. De var også funnet lang nervene under bladene.

Ved gjentak 1 ble skålene med blader plassert i vindtunnel 1 og strå i vindtunnel 2. Ved gjentak 2 ble det byttet på, slik at strå ble i vindtunnel 1 og blader i vindtunnel 2. Dette ble gjort slik at eventuelle forskjeller i tunnelene ikke påvirker kun blad eller kun strå.

---

Her ønsker jeg å svare på den andre problemstillingen som var:

Er terskelen for faktorene i fuktmodellen hensiktsmessige for norske forhold?

Den nye fuktmodellen er ikke helt tilpasset norske forhold, da den er mer tilpasset hvetebladprikk enn hveteaksprikk. Vi kan se at 85% fuktighet kan være i minste laget når det kommer til infeksjon, da vi har sett at infeksjonssuksessen er høyere ved 90% og 100% fuktighet, samt ved regn.

Når det kommer til fuktighetsperiode ga dette forsøket et resultat som sa at det ikke var noe forskjell mellom 20, 24 og 48 timer. For å kunne sjekke om standarden i VIPS sin fuktmodell, som er 20 timer med 85% bladfuktighet er tilstrekkelig, burde det vært sjekket om det kreves kortere fuktighetsperioder for infeksjon. 20 timer er likevel en lang nok fuktighetsperiode for å få infeksjon på blad og noe på strå, men da kreves det at det er høyere fuktighet enn 85%. 85% fuktighet kan også gi infeksjon, men vil kreve lengre fuktighetsperiode enn 20 timer. Det var ingen forskjell ved 100% fuktighet og nedbør på infeksjonssuksessen, men nedbør ga en høyere infeksjonsgrad enn fuktighet.

Fuktmodellen vurderer etter bladfuktighet, som er 85% fuktighet eller 0,2 mm nedbør 30 minutter i løpet av en time. I dette forsøket var det mulig å se at nedbør ga en større infeksjonsgrad enn kun fuktighet. Det er da viktig at modellen tar det under vurdering, da man kan se kraftigere infeksjon etter regn enn kun høy fuktighet etter samme fuktighets- og regnperiode.

Ved tette bestand kan fuktigheten og temperaturen være høyere enn hva målinger viser i ved klimastasjon og brukt i VIPS sin fuktmodell, da tette bestander kan holde på både fuktighet og temperatur over lengre tid. Dermed kan dette også påvirke fuktighetsperioden. Dette er avhengig av flere faktorer, som jordets arrondering og plantenes utvikling.

## 5. Konklusjon

Hveteaksprikk krever 20 timer med høy luftfuktighet (90-100%) for infeksjon. Det viser også en tendens til at det kan være fare for infeksjon ved 85% luftfuktighet dersom fuktighetsperioden er lang nok.

Høy luftfuktighet og regn gir begge infeksjon på blad, men regn vil gi en større spredning og dermed en større infeksjonsgrad på blader enn hva kun høy luftfuktighet gir. Av substrat er det lite sannsynlig at soppen smitter strå direkte, men det er stor fare for infeksjon på blad.

Den nye fuktmodellen i VIPS kunne bli bedre tilpasset norske forhold dersom man øker terskelverdien for periode fra 20 til 24 timer ved 85% luftfuktighet. 20 timer med 90-100% fuktighet er tilstrekkelig for infeksjonssuksess, og det er en sannsynlighet for at 85% fuktighet er tilstrekkelig dersom det er en lengre fuktighetsperiode enn 20 timer.

---

## 6. Litteraturliste

Brodal (2013). *Fusarioser i korn*. Plantevernleksikonet.

<https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/1239/>

Brodal, G. & Elen, O. (2013a). *Hvetebladprikk*. Plantevernleksikonet.

<https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/618/>

Brodal, G. & Elen, O. (2013b). *Hvetebrunfleck*. Plantevernleksikonet.

<https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/1458/>

Brodal, G. & Elen, O. (2022, 3.november). *Hveteaksprikk*. Plantevernleksikonet.

<https://www.plantevernleksikonet.no/l/oppslag/617/>

Felleskjøpet. (u.å.). *Matkorn/førkorn: Generelle kvalitetskrav*.

<https://www.felleskjopet.no/korn/matkornforkorn/#forkorn-kvalitetskrav>

Ficke, A., Dieseth, J. A., Kim, M. O. & Lillemo, M. (2018). Bladsjukdommer i norsk hvete.

Forekomst, betydning og tiltak. I. E. Strand (Red.). *Jord- og plantekultur 2018 – forsøk i korn, olje- og proteinvekster, engfrøavl og potet 2017* (s. 108-116). Norsk institutt for bioøkonomi.

Ficke, A., Grieu, C & Nordskog, B. (2020). Testing av ulike modeller for

bladfleksjukdommer i hvete og bygg. I. E. Strand (Red.). *Jord- og plantekultur 2020 – Forsøk i korn, olje- og belgvekster, engfrøavl og potet 2019*. (s. 86-92) Norsk institutt for bioøkonomi.

Graminor. (u.å.). *Hvete*. Graminor.

<https://graminor.no/utvikling-av-plantesorter/korn/hvete/>

Holmes, S. J. I. & Colhoun, J. (1974). Infection of wheat by *Septoria nodorum* and *S. tritici* in relation to plant age, air temperature and relative humidity. *Transactions of the British Mycological Society*, 63(2), 329-338.

[https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(74\)80178-6](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(74)80178-6)

Justesen, A. F., Corsi, B., Ficke, A., Hartl, L., Holdgate, S., Jørgensen, L. N., Lillemo, M., Lin, M., Mackay, I. J., Mohler, V., Stadlmeier, M., Tan, K. -C., Turner, J., Oliver, R. P. & Cockham, J. (2021). Hidden in plain sight: a molecular field survey of three

wheat leaf blotch fungal diseases in North-Western Europe shows co-infection is widespread. *European Journal of Plant Pathology*, 160(4). 949-962.

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10658-021-02298-5>

Landbruksdirektoratet. (2022a, 2. februar). *Norskprodusert mathvete øker*.

<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/nyhetsrom/nyhetsarkiv/norskprodusert-mathvete-oket>

Landbruksdirektoratet. (2022b, 15. juni). *Beredskapslagring av matkorn: ulike tilnærminger til etablering av beredskapslagring av matkorn*. (Rapport nr. 31/2022).

[https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/filarkiv/rapporter/Beredskapslagring%20av%20matkorn%20Endelig%20versjon%202022%20.pdf/\\_attachment/inline/7968ce52-cc82-4638-a9f9-fba2563df3d1:d10a3331120a1b994b595c387933dfb298ec7e60/Beredskapslagring%20av%20matkorn%20Endelig%20versjon%202022%20.pdf](https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/filarkiv/rapporter/Beredskapslagring%20av%20matkorn%20Endelig%20versjon%202022%20.pdf/_attachment/inline/7968ce52-cc82-4638-a9f9-fba2563df3d1:d10a3331120a1b994b595c387933dfb298ec7e60/Beredskapslagring%20av%20matkorn%20Endelig%20versjon%202022%20.pdf)

Regjeringen. (2021, 12.oktober). *Jordvern*.

<https://www.regjeringen.no/no/tema/mat-fiske-og-landbruk/landbrukseiendommer/innsikt/jordvern/jordvern/id2009556/>

Statistisk sentralbyrå (u.å.). *Statistikkbanken: korn og oljevekster, areal og avlinger*.

<https://www.ssb.no/statbank/table/04610/tableViewLayout1/>

Stabbetorp, H. (2022). Dyrkingsomfang og avling i kornproduksjonen. I. E. Strand (Red.). *Jord- og Plantekultur 2022: Forsøk i korn, olje- og belgvekster, engfrøavl og potet 2021*. (s. 14-26) Norsk institutt for bioøkonomi.

Thunes, K. (2021, 26.mars). *Kvalitetsbetaling av mathvete sesongen 2021/22*. Felleskjøpet.

<https://www.felleskjopet.no/korn/artikler/kvalitetsbetaling-av-mathvete-sesongen-202122/>

VIPS. (u.å.a.). *Fuktmodell for bladfleksjukdommer i hvete: beskrivelse*. VIPS-landbruk.

<https://www.vips-landbruk.no/forecasts/models/SEPTORIAHU/>

VIPS. (u.å.b.). *Om VIPS*. Vips-landbruk.

<https://www.vips-landbruk.no/information/1/>



---

Zadoks, J. C. Chang, T.T. & Konzak, C. K. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed research*, 14(6), 415-421.