

Avdeling for anvendt økologi og landbruksfag, Blæstad

Valentina Rosalia D'Este

Bacheloroppgave

Frøhvile i tradisjonelle nordiske krydder og medisinplanter

Dormancy in traditional Nordic spices and medicinal plants

Bachelor i Agronomi

2019

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Forord

Jeg takker de ansatte på Nordisk Genressurscenter (NordGen) i Alnarp, Sverige for tips og diverse materialer til prosjektet og Hildur Hauksdottir på Domkirkeodden i Hamar for frø og gode kilder.

Takk også til Svein Solberg for veiledning og enda mere materiale, til Marius Kjønberg for en repetisjon i statistiske analyse-metoder og Microsoft Excel, og til Sara Loftheim for hjelp med APA-standard.

En stor takk til Flemming Yndgaard for hjelp med statistiske beregninger som ikke lot seg gjøre å gjennomføre i Excel.

Sist vil jeg også takke familie og venner for støtte gjennom prosjektet.

Økonomisk støtte for å reise til frølaboratoriet ved NordGen ble bevilget fra Høgskolen Innlandet gjennom et prosjekt på frølagring finansiert av Nordisk komité for jordbruks- og matforskning (NKJ).

Innhold

FORORD	3
INNHold	4
NORSK SAMMENDRAG.....	5
ENGELSK SAMMENDRAG (ABSTRACT)	6
1. INTRODUKSJON	7
1.1 TIDLIGERE FORSØK.....	9
1.2 PROBLEMSTILLING	11
2. MATERIAL OG METODE	12
2.1 FORSØK OG FORSØKSDESIGN.....	12
2.1.1 <i>Forsøk 1: Kvann med lang stratifiseringsperiode</i>	12
2.1.2 <i>Forsøk 2: Kvann, hjerteurt og prikkperikum med forkortet stratifiseringsperiode</i>	12
2.2 FRØENE OG DERES OPPHAV	13
2.3 GIBBERELLINSYRE	14
2.4 SKARIFISERING.....	14
2.5 STRATIFISERING	15
2.6 DATAINNSAMLING OG STATISTISK BEHANDLING	16
3. RESULTATER	17
3.1 KVANN.....	17
3.2 HJERTEURT.....	20
3.3 PRIKKPERIKUM.....	22
4. DISKUSJON	24
5. KONKLUSJON	28
LITTERATURLISTE	29

Norsk sammendrag

Gjennom denne bacheloroppgaven skal tre tradisjonsrike Nordiske krydder og medisinplanter undersøkes for hvilken behandling som kreves for å bryte frøhvilen. Kvann (*Angelica arcangelica*), hjerteurt (*Leonurus cardiaca*) og prikkperikum (*Hypericum perforatum*) ble alle utsatt for en kjølebehandling, kjent som stratifisering, og de ble også behandlet med plantehormonet gibberellinsyre. Kvann og hjerteurt ble i tillegg skarifiserte ved at frøskallet ble fjernet, eller ved hjelp av sandpapir. For å finne ut om noen av plantene krever flere av disse faktorene, ble også kombinasjoner av behandlingene undersøkt. Kvann ble undersøkt med både lang (85 dager) og forkortet (60 dager) stratifiseringsperiode.

Resultatene viste at kvann krever stratifisering for å spire og at 85 dager ga bedre resultat enn 60 dager. Det var også en fordel å kombinere stratifiseringen med skarifisering, eller med tilførsel av gibberellinsyre. Hos hjerteurt virker også samspill mellom behandlinger positivt, men variasjoner innad i arten gjør at resultatene mer usikre. Ytterligere undersøkelser er derfor nødvendige for denne arten og hvor flere aksesjoner inkluderes. Prikkperikum hadde stort sett høy spireprosent, selv uten noen form for behandling. Likevel ga gibberellinsyre positiv effekt både på spireprosent og spirekraft.

Engelsk sammendrag (abstract)

Through this bachelor's thesis, three traditional Nordic spices and medicinal plants were examined for treatments to break seed dormancy. Garden angelica (*Angelica arcangelica*), motherwort (*Leonurus cardiaca*) and perforate St. John's-wort (*Hypericum perforatum*) were all subjected to a cooling treatment, known as stratification, and treated with the plant hormone gibberellic acid. Garden angelica and motherwort were also scarified by removing the seed coat or using sandpaper. To find out if any of the plants require multiple factors, combinations of treatments were also investigated. Garden angelica was examined with both long (85 days) and shortened (60 days) stratification periods.

The results showed that garden angelica required a stratification period to germinate and that 85 days gave better results than 60 days. It was also beneficial to combine the stratification with scarification, or with addition of gibberellic acid. For motherwort, interaction between treatments also seemed positive, but variations within the species gave results with uncertainty. Further research is needed for this species where more accessions should be included. Perforate St. John's-wort had a generally high germination percentage, even without any treatment. Nevertheless, gibberellic acid showed positive effects on both germination percentage and germination vigour.

1. Introduksjon

Planter har gjennom evolusjonen utviklet forskjellige strategier for å overleve i naturen. Noen planter slipper frø som spirer etter kun noen dager, mens andre krever mere tid, eller kanskje til og med helt spesielle forhold før de kan spire. Noen ganger kan det være ugunstig at alle frø spirer med en gang da plantene under visse forhold ikke vil ha nok tid til å vokse seg stor nok til å produsere nye frø eller til å beskytte frødannende organer for nye generasjoner (Galston, 1994, s. 50). Å holde igjen med spiringen (frøhvile) er å betrakte som en overlevelsesstrategi. Når frø ikke spirer som følge av ytre faktorer, som for eksempel lys, eller ugunstig temperatur, sier man at frøet har en eksogen frøhvile. Mange ganger er det likevel indre faktorer som hindrer frøet i å spire. Det kan hende at frøet ikke er helt modent og trenger tid til å utvikle seg, at frøet inneholder spirehemmende stoffer som skal brytes ned, eller at frøet har et hardt skall som skal slites ned før frøet kan spire. Dette kalles for endogen frøhvile (Aarnes, 2017).

Når frøskallet er for hardt kommer ikke vann og oksygen til frøet. I naturen vil slike skall brytes ned over tid i jorden, eller dersom frøskallet bløtes opp i vann. Eventuelt kan frøet være utviklet slik at skallet brytes ned når det passerer gjennom fordøyelsessystemet til dyr, hvor harde magesyrer bryter ned skallet. Temperaturforskjeller vil også kunne skade frøskallet og på denne måten bryte en endogen frøhvile. Det kan også være at frøet ikke spirer grunnet kjemiske stoffer i frukten eller skallet rundt, eller kanskje til og med hormoner inni selve frøet hindrer spireprosessen. Dette kalles kjemisk endogen frøhvile (Aarnes, 2017). Når embryo hos frøet ikke er ferdig utviklet sier man at frøet har en morfologisk hvile. Noen ganger krever frøet visse temperaturer for å oppnå dette, og noen ganger må det til en periode med tørke, andre ganger må frøet ligge fuktig over tid (Aarnes, 2017). Noen frø krever også spesifikke lysforhold for å spire (Baskin & Baskin, 1998, s. 36). Andre igjen krever at flere forhold er på plass før de kan spire. Det er ikke alltid bare en form for hvile, og det er derfor ikke alltid lett å se hvilken type frøhvile planten benytter seg av (Ensonet, u.å.), selv om det er en viss korrelasjon mellom formen på frøet og hvilken strategi den er tilpasset (Baskin & Baskin, 1998, s. 27).

Det er heller ikke alle plantene som går i frøhvile. Noen planter blomstrer og utvikler spiredyktige frø raskt. Jordbruksvekstene, men også enkelte ville plantearter spirer raskt etter at den er sådd. Plantene har sannsynligvis utviklet ikke-hvilende frø etterhvert som embryo ble større over generasjonene (Baskin & Baskin, 1998, s. 606).

Til denne oppgaven ble det valgt ut tre forskjellige arter av krydder- og medisinplanter. I denne gruppen finner man arter som finnes viltvoksende, men de har også vært dyrket, i alle fall til en viss grad. Krydder og medisinvekster har ofte en større grad av frøhvile enn typiske dyrkede arter som for eksempel korn og vanlige grønnsaker, muligens på grunn av sin mere "ville" natur. Det er en økende interesse for å ta vare på krydder og medisinvekster, både fordi noen av dem representerer kulturvekster med opprinnelse i Norge og Norden og fordi plantene representerer gamle tradisjoner. Urter og medisinplanter som ble introdusert i middelalderen omtales gjerne som "klosterplanter", selv om de antakelig vis ble innført til landet og dyrket av så vel handelsfolk som soldater og vanlige bønder (Solberg, 2014, s. 7).

Kvann (*Angelica arcangelica*) er en flerårig plante i skjermplantefamilien (Lid, 2005-A, s. 589). Planten trives i fuktig moldjord på fjellarealer og vokser i flere av de nordiske landene, samt i noen Sentraleuropeiske land og i Nord-Asia (Harkestad, 2017; Hjelmstad, 2017, s. 228). Kvann produseres og distribueres ikke lenger kommersielt siden 1700-tallet i Norge (Dragland, 2000, s. 3). Kvann var et viktig handelsmiddel i middelalderen (Harkestad, 2017). Urten ble brukt medisinsk og kulinarisk i mange år i alle de nordiske landene. Blant annet ble den brukt mot mage- og tarmbesvær, ved slimhoste og for å bedre blodsirkulasjonen. Roten ble også brukt for å beskytte seg mot pest og infeksjoner (Hjelmstad, 2017, s. 229). Før i tiden var det til og med egne kvanne-hager som ble beskyttet av spesifiserte lover. Spesielt vanlig var der på Voss, hvor nesten hver gård hadde sin egen kvanne-hage. Planten ble etterhvert erstattet av rabarbra og rips, og er nå nesten glemmt. Kvann er ikke spesielt konkurransedyktig, og dyrkingsarealer blir lett tatt over av ugress. Den skulle dyrkes under et tykt lag med hestegjødsel, og noen ganger ble også kull spredt over for å holde ugresset unna (Høeg, 1974, s. 204-205). Det er mulig planten ble for vanskelig å dyrke på denne måten, og kanskje også ugunstig, etter hvert som boligene kom nærmere hverandre. I dag dyrkes planten mest for sin eteriske olje. Det er hovedsakelig roten som brukes, selv om hele planten inneholder de samme stoffene (Dragland, 2000, s. 3). Frøene brukes som smakstilsetning i brennevin. De overjordiske plantedelene kan brukes som en grønnsak (Harkestad, 2017), eller som garnityr til for diverse drinker eller matretter, og kvann har fått en renessanse i forbindelse med Ny Nordisk Mat (Brandrud & Clausen, 2011, s. 3).

Hjerteurt (*Leonurus cardiaca*) er en flerårig plante i leppeblomstfamilien (Lid, 2005-B, s. 667). Planten trives i næringsrik, tørr jord (Norsk Naturarv, u.å.). Planten slipper frøene sent på høsten eller på vinteren og de spirer vanligvis om våren eller utover sommeren. Det første året dannes en rosett uten blomster. Blomster og frødannning kommer som regel det andre året

(Urtekilden, u.å.). Det hevdes at frøene under gunstige forhold kan ligge i hvile i flere århundrer (Åsen, 2015, s. 172). Planten ble introdusert til norske klosterhager på 1200-1300-tallet, om ikke tidligere. Skriftlige kilder fra denne tiden er svært sparsommelige. Hjerteurt stammer antakeligvis fra Asia eller Mellom- og Sør-Europa (Åsen, 2015, s. 171). Frem til 2015 var hjerteurt regnet som sterkt truet art i Norge, men har formert seg godt de siste årene (Halvorsen, 2015). Planten har lenge blitt brukt mot hjerte- og karsykdommer, og som beroligende middel. Det ble tidligere brukt også av gravide, for å dempe stress i den siste delen av svangerskapet, men dette anbefales ikke i dag (Urtekilden, u.å.). Blomstene kan bli brukt i supper, i øl-produksjon og i te. Bladene kan også brukes i te (Edible Wild Food, u.å.). Det finnes en viss interesse for å dyrke hjerteurt i Norge, ikke minst i kulturhistorisk sammenheng.

Prikkperikum (*Hypericum perforatum*) er en flerårig plante i perikumfamilien. Den trives på tørr og kalkrik jord (Hjelmstad, 2017, s. 197-198). Planten stammer fra Nord-Afrika, Sentral-Asia og Europa og ble innført til Norge som en medisin- og brennvinsurt. Planten har et høyt innhold av eteriske oljer (Borgen, 2006, s. 34). Den har blitt brukt mot en rekke plager, både utvendig og innvendig, og for å lege sår, blant annet brannsår, allergiske utslett, men den er også brukt mot lever- og galle sykdommer, sengevæting, mentale sykdommer som lett depresjon og angst, og mot insomni og magebesvær (Hjelmstad, 2017, s. 198-199). I Norge er det en lang tradisjon hvor folk har blandet prikkperikum med brennevin, både for å gi smak og aroma, men også for å bekjempe diverse magesmerter. Selv med en svært bitter smak har den også blitt drukket som te (Høeg, 1974, s. 387-389). Planten har tidligere også blitt brukt som tilsetning til øl i stedet for humle (Borgen, 2006, s. 34). Prikkperikum bør ikke brukes sammen med andre medisiner da den kan redusere virkningen av disse (Hjelmstad, 2017, s. 201). Planten har som regel høyest konsentrasjon av eteriske oljer når den blomstrer. En utfordring med prikkperikum er at innholdet av eteriske oljer kan variere mye og i storskalaproduksjon av medisiner er ikke dette ønsket (Murch & Saxena, 2006). Likevel finnes en viss interesse for dyrking av prikkperikum.

1.1 Tidligere forsøk

Når man skal bryte frøhvilen hos en plante er det en fordel å vite hvilke forhold planten lever under i naturlig tilstand. Kvann trives i fjellarealer, hvor det ofte er lange kalde vintere, man kan derfor tenke seg at en periode hvor frøene utsettes for kulde og fuktighet (stratifisering) har en positiv effekt på spireevnen. Tidligere forsøk viser til variasjoner blant

ulike frøprøver eller genotyper (aksesjoner). Ojala (1985) ser effekt av stratifisering allerede etter 4 uker, selv om noen aksesjoner gjorde det bedre ved 8 uker og andre aksesjoner trengte så mye som 14 uker (Ojala, 1985). Det er kjent at mange arter i skjermplantefamilien krever en "vinter" før de kan spire. Selv den australske ville selleriarten *Aciphylla glacialis* krever stratifisering. For denne planten virker det ikke som det spiller noen rolle hvor lenge frøene stratifiseres så lenge planten får gro under kjøligere forhold. De lavere temperaturene bryter både morfologisk og kjemisk hvile (Hoyle, Cordiner, Good & Nicotra, 2014). Den australske vinteren blir i gjennomsnitt så kald som 6°C i fjellområdene hvor selleriplanten vokser (Rivera, 2018). Sløke (*Angelica sylvestris*), som er nært beslektet kvann, krever også en vinter for å bryte frøhvilen, og det ble også funnet at den etterfølgende varmeperioden fører til at embryo begynner å strekke seg og spiringen starter (Hoyle et al, 2014).

Kjemisk hvile kan også brytes med plantehormonet gibberellinsyre (GA_3). Det spirefremmede hormonet kan blandes i forskjellige styrker og påføres frøet på forskjellige måter. For lave konsentrasjoner vil ikke kunne påvirke spireprosessen mens for høye konsentrasjoner vil kunne hindre prosessen (Riley, 1997). Det er påvist at gibberellinsyre kan senke spireprosessen hos kvann når frøene holdes i 0,1% eller 0,01% gibberellinsyre gjennom spiretiden (Ojala, 1985). Det er videre påvist at stoffet kan i noen tilfeller erstatte behovet for stratifisering (Baskin & Baskin, 1998, s. 33). Kaliumnitrat er også hevdet å kunne gjøre det samme. Forsøk i kvann har gitt en økning i spireprosenten ved tilførsel av kaliumnitrat, og en fordel ble også oppnådd gjennom å skade selve frukt- eller frøskallet (skarifisere) (Vashistha, Nautiyal & Nautiyal, 2009).

Hjerteurt har i noen forsøk vist god spireprosent uavhengig av stratifisering (Leo, 2013, s. 21). Andre viser til negativ effekt av stratifisering (Solberg, Jeppson & Leo, 2014 s. 90). Nettbutikken Impecta fröhandel anbefaler å legge frøene i kjøleskapet i 4 uker dersom disse ikke spirer innen en måned, altså en form for kuldebehandling (Impecta Fröhandel, u.å-A).

Prikkperikum har i tidligere forsøk vist en forbedring i spireprosent etter to til fire uker med stratifisering (Leo, 2013, s. 26). Frøene er for små til å skarifiseres mekanisk, men ved dypping i natriumhypokloritt vil det ytterste frøskallet kunne løses opp og fenoler vil vaskes vekk. Etter kun 5 minutter i løsningen har man i forsøk sett en tydelig bedring i spireprosenten, og den blir høyere igjen ved 15 minutter i løsningen. Gibberellinsyre viste også en tydelig effekt på spireprosenten og spirekraften (Butola, Pant & Samant, 2007).

1.2 Problemstilling

Det er økende interesse for frøhvile og hvordan denne kan brytes hos tradisjonelle krydder og medisinplanter, både for å kunne bevare artene i genbanker og for å kunne studere nye bærekraftige måter å dyrke og vise frem plantene på, for eksempel i botaniske hager eller museumshager, men også hos produsenter og gründere som ønsker å bygge videre på gamle tradisjoner. Det kan også være ønskelig å dyrke plantene utenfor deres naturlige vekstsykluser og omgivelser.

Kvann, prikkperikum og hjerteurt er tre vidt forskjellige arter fra forskjellige plantefamilier. Felles for disse er at de trives i de nordiske landene og at de har vært en viktig del av vår kulturhistorie. Problemstillingen i denne oppgaven er:

- Hvilken behandling eller kombinasjon av behandlinger er mest egnet for å bryte frøhvilen hos henholdsvis kvann, hjerteurt og prikkperikum?

I tillegg til å analysere effekten på spireprosent vil det være av interesse å se om spirekraften endres, eventuelt om den blir jevnere spiring.

2. Material og metode

2.1 Forsøk og forsøksdesign

Det ble utført to fler-faktorforsøk. Med fler-faktorforsøk menes at ett og samme forsøk undersøker flere faktorer som kan være med å påvirke resultatene. Fordelen med et slikt design er at man også kan avsløre samspillseffekter mellom de ulike faktorene. Det er kjent fra litteraturen at flere faktorer kan være med å påvirke frøhvile og spiretreghet i en planteart (Ensconet, u.å.). Variasjoner innad i arten, også kjent som aksesjonen, er en viktig faktor. Andre viktige faktorer i forsøkene er stratifisering, skarifisering og tilførsel av ulike spirefremmende stoffer, som blant annet gibberellinsyre.

2.1.1 Forsøk 1: Kvann med lang stratifiseringsperiode

Det ble utført et initialt forsøk med kvann for å undersøke spireprosenten etter en lang periode med stratifisering (ca. 3 måneder i lavere temperatur og fuktige forhold). Dette er så lang tid som regnes som standard prosedyre ved frølaboratoriet ved Nordisk genressurscenter (J. Axelsson, personlig kommunikasjon, 19. juni, 2018). Det ble gjort forsøk med og uten skarifisering og med og uten gibberellinsyre. 10 frø fra hver av aksesjonene NGB 20092, NGB 20093 og NGB 24813 ble satt per repetisjon. Hver kombinasjon ble gjentatt 3 ganger. Skarifisering ble gjort mekanisk. Alle frøene ble stratifisert i et kjølerom på 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) i 85 dager før de ble plassert i et romtemperert rom under lysrørslamper. Frøene ble sjekket jevnlig og fuktet med vann ved behov.

2.1.2 Forsøk 2: Kvann, hjerteurt og prikkperikum med forkortet stratifiseringsperiode

Forsøket ble utvidet fra kvann til også hjerteurt og prikkperikum. Både for dyrkere og frølaboratorier er det ønskelig å prøve å korte ned på stratifiseringsperioden. Det derfor undersøkt effekten av ingen (0 dager) og kort stratifisering (60 dager) i de følgende forsøkene. I tillegg ble det testet med og uten gibberellinsyre. Kvann og hjerteurt ble også behandlet med og uten skarifisering. Hver kombinasjon av behandlingene ble repetert tre ganger for å kunne beregne eventuelle statistisk signifikante effekter av behandlingene og deres samspill. For hjerteurt og prikkperikum ble 20 frø plassert på et filterpapir (1731, Munktell, Falun, Sverige), i en petriskål (9 cm) for hver repetisjon. Filterpapiret ble klippet til for å få plass i skålene der

det var behov. For kvann, ble 20 frø plassert mellom to filterpapir (1731, Munktell, Falun, Sverige) i en petriskål (9 cm). Å passere store frø mellom papir er anbefalt etter den internasjonale prosedyren for spiretesting (ISTA). Gjennom forsøket brukes det en del forkortelser (Tabell 2.1.1).

Tabell 2.1.1 Oversikt over forkortelser

Kode	Betydning
GA ₃	Gibberellinsyre
S GA ₃	Skarifisert og behandlet med gibberellinsyre
RT	Frøene har ikke gått gjennom stratifisering og kun stått i romtemperatur
Kulde	Frøene har gått gjennom stratifisering
K GA ₃	Frøene har gått gjennom stratifisering og blitt behandlet med gibberellin
K Skar	Frøene har gått gjennom stratifisering og har blitt skarifiserte
K S GA ₃	Frøene har gått gjennom stratifisering, blitt skarifiserte og behandlet med gibberellin

2.2 Frøene og deres opphav

Impecta Fröhandel AB sender frø over hele Norden. De har en stor interesse for å bevare eldre planter og setter kvalitet og arv i sentrum. Impecta har et stort utvalg av arter som de avler og prøver ut selv (Impecta Fröhandel, u.å-B.). Det er brukt frø fra Impecta til alle artene i forsøket. Kvann (art nr. 3096) og hjerteurt (art. nr. 3053) ble sanket i september 2018, mens prikkperikum (3056) ble sanket i oktober 2018 (V. Gårdestig, personlig kommunikasjon, 11. februar, 2019).

Domkirkeodden på Hamar har en egen urtehage, med diverse klosterplanter dyrket på økologisk vis. De har interesse for å vise frem planter som har vært dyrket i klosterhagen siden middelalderen (Domkirkeodden, u.å.). Det er brukt frø fra Domkirkeodden til alle artene i forsøket som forkortes med DKO i tabeller videre. Kvannen og hjerteurten fra Domkirkeodden, ble sanket i juli 2018, og prikkperikum ble sanket i september 2018.

NordGen, eller Nordisk Genressurssenter, har som mål å bevare genetisk mangfold av planter, dyr og skoger. De legger stor vekt på planter av historisk, kulturell og sosial verdi. NordGen

har tatt vare på et stort arts mangfold av planter og flere aksesjoner innad i artene (NordGen, u.å-A). NordGen har bidratt med et bredt utvalg av frø til forsøket. Disse er sanket på forskjellige steder og til forskjellige tidspunkt i Norden. Kvanne-frøene NGB 20092 ble sanket i Island i 2008 (NordGen, u.å-B), og det ble også NGB 20093 (NordGen, u.å-C), mens NGB 24813 ble sanket i Sverige i 2013 (NordGen, u.å-D). Hjerteurt-frøene NGB 24109 ble sanket i Finland i 2011 (NordGen, u.å-E). Prikkperikum-frøene NGB 24846 ble sanket i Sverige i 2013 (NordGen, u.å-F), mens NGB 25823 ble sanket i Danmark i 2013 (NordGen, u.å-G).

Frøene fra *Impecta* var omtrent like store og like i fargene. Frøene fra NordGen varierte litt mere i størrelse hos alle artene, og var ganske like i fargen. Brune frø ble sortert bort hos hjerteurt, og grønne frø ble sortert ut hos kvann. Kvanne-frøene fra domkirkeodden var generelt litt grønnere enn Kvanne-frøene fra *Impecta* og NordGen.

2.3 Gibberellinsyre

Gibberelliner er plantehormoner som regulerer vekst, strekking og blomstring i planter, blant annet. Det er flere variasjoner av stoffet. Gibberellinsyre (GA_3) er mer vanlig i sopper enn i planter, men siden den er svært lik GA_1 vil den likevel påvirke plantene på samme måte. GA_3 er det første gibberellinet som ble tilgjengelig kommersielt. GA_3 brukes derfor i mange forsøk (Aarnes, 2011). GA_3 kommer som et pulver som blandes i vann.

I begge forsøkene ble gibberellinsyre blandet etter anbefalt dosering hvor 0,30 gram GA_3 ble blandet i 0,4 liter vann. Doseringen er den som brukes i spireforsøk blant annet ved frølaboratoriet ved Nordisk genressurssenter (J. Axelsson, personlig kommunikasjon, 19. juni, 2018). Tilførselen av utblandet gibberellinsyre varierte noe mellom forsøk 1 og 2. I forsøk 1 ble hver petriskål tilført 4 milliliter ved oppstart og skålene ble pakket inn i plast før de ble plassert i et kjølerom. De ble videre fuktet med vann. I forsøk 2 fikk kvann til å begynne med 40 dråper med GA_3 per petriskål og ble videre fuktet med 3 milliliter per petriskål ved behov, mens hjerteurt og prikkperikum ble fuktet med 3 milliliter GA_3 fra starten og ble også fuktet med 3 milliliter per petriskål ved behov.

2.4 Skarifisering

Noen frø har et hardt skall som beskytter kjernen fra å spire for tidlig (Carroll, u.å.). Mekanisk hvile som dette kan brytes gjennom skarifisering. Dette kan gjøres ved å dyppe frøene i en

kjemisk syre, ved å pusse de lett med sandpapir (Aarnes, 2017), eller ved å kutte skallet med en skarp gjenstand (Carroll, u.å.). Både i forsøk 1 og forsøk 2 ble dette gjort mekanisk.

Kvann, som har store frø, ble hovedsakelig skarifisert for hånd. Det er bare fruktskallet som skal fjernes. Et skalpell ble brukt i noen tilfeller på de mindre frøene, hvor frøskallet var litt hardere og manuell plukking kunne skadet frøkjernen. Frø med skader i fruktskallet ble valgt ut til skarifisering, men flertallet er likevel fra intakte frø.

Hjerteurt ble pusset med et fint sandpapir (P 240). Det ble pusset forsiktig ved at 20 frø om gangen ble plassert mellom to lapper med sandpapir og den øverste ble rullet over med et lett trykk mot frøene 4 ganger.

Prikkperikum ble ikke skarifisert. Frøene er små og tålte ikke behandlingen med sandpapiret. Det ville muligens gjort seg bedre med kjemisk skarifisering for disse.

2.5 Stratifisering

Noen ganger inneholder frøet spirehemmende hormoner som hindrer planten å spire. Lave temperaturer kan påvirke disse hormonene og ofte bryte dem ned etter 2 til 6 uker. Ved stratifisering ønsker man å etterligne en kuldeperiode (Carroll, u.å.). Noen planter vil kreve en lengere periode. Frøene i forsøk 1 ble lagret i 85 dager i et kjølerom ved 4°C ($\pm 1^\circ\text{C}$) mens frøene i forsøk 2 ble lagret i 60 dager under samme forhold, alternativt uten stratifisering. Under kjølebehandlingen fikk frøene lys fra kontorlamper 12 timer av dagen. Petriskålene med frø ble jevnlig sjekket for fukt.

Etter kjølebehandlingen ble de aktuelle frøene plassert i et romtemperert rom under lysrørlamper med 12 timer lys, likeledes frøene som ikke ble stratifisert. Disse ble sjekket for fukt jevnlig, med minst 3 dagers mellomrom. Som nevnt tidligere ble frøene fuktet ved behov. Temperaturen i selve rommet lå rundt 22-23°C. Temperaturen på hyllene ble kontrollert og det viste seg at den kunne variere noe mellom plassene. Den ble målt mellom 20-26°C. Frøene ble derfor rullert i hyllene med 3-6 dagers mellomrom.

2.6 Datainnsamling og statistisk behandling

Frø fra alle aksesjoner ble jevnlig kontrollert for spiring eller ikke spiring. For å unngå å telle spirte frø flere ganger ble disse fjernet fortløpende etter registrert spiring. Frø som var svært infiserte av mugg eller bakterier ble også fjernet og disse ble angitt som ikke spiret. I situasjoner hvor det var tvil om frøet hadde begynt å spire eller ikke, ble frøet ikke registrert, men gjerne kontrollert igjen dagen etter. Resultatene ble plottet inn i regneprogrammet Microsoft Excel 2016, hvor grafer ble laget basert på de tilgjengelige funksjonene i dataprogrammet. Her ble det lagt inn diagrammer og standardavvik ble kalkulert og lagt inn i figurene.

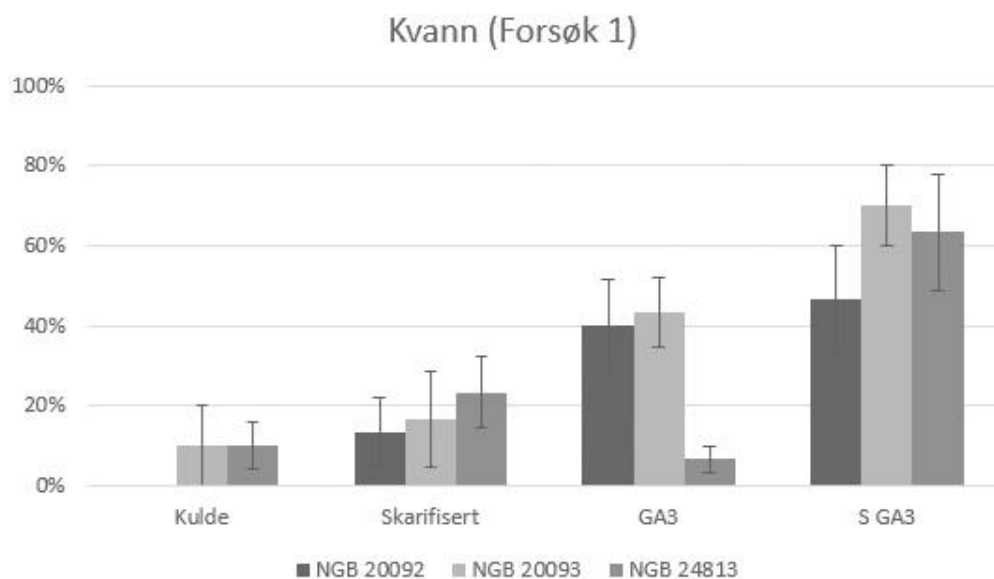
Spireprosent ble angitt som totalt antall spirte frø over hele spireperioden (4 uker i forsøk 1 og opp til 60 dager i forsøk 2), mens spirekraft ble framstilt som kumulative grafer hvor antall spritte frø ble plottet mot antall dager etter oppstart av spiretesten.

Statistiske analyser utføres gjerne for å finne ut om forsøket viser statistisk signifikante forskjeller mellom undersøkte behandlingene. Signifikans sier litt om hvor sannsynlig det er for at tilfeldigheter påvirker dataene og dermed gir det en sikkerhet i å avgjøre om behandlingene gir likt resultat eller forskjellig resultat (Braut, 2018). Det ble forsøkt å kjøre variansanalyse (ANOVA) på spireprosent i Excel, men siden forsøkene bestod av flere ulike faktorer i samme forsøk ble dette vanskelig i Excel. Statistiker Flemming Yndgaard har derfor bistått med hjelp til analysene ved bruk av statistikkprogrammet R. Her ble det utført F-tester, hvor effekten av de ulike faktorene og deres samspill ble undersøkt i samme variansanalyse. Verdiene fra testene er i resultatdelen angitt som F-verdi ved gitte antall frihetsgrader (mellom grupper og innen grupper, separert med komma), etterfulgt av signifikansnivået for resultatet av analysen, som for eksempel $F_{1,31} = 11,1 = < 0,001$. Her er det 2 frihetsgrader mellom gruppene og 31 frihetsgrader innad i gruppene som viser til F-verdi på 11,1 og signifikansnivået (P-verdien) er under 0,001. Dette vil si at P-verdien er lavere enn hva som ofte betraktes som kritisk verdi (0,05). Null-hypotesen forkastes, og det er belegg for å hevde at det er signifikante forskjeller mellom gruppene.

3. Resultater

3.1 Kvann

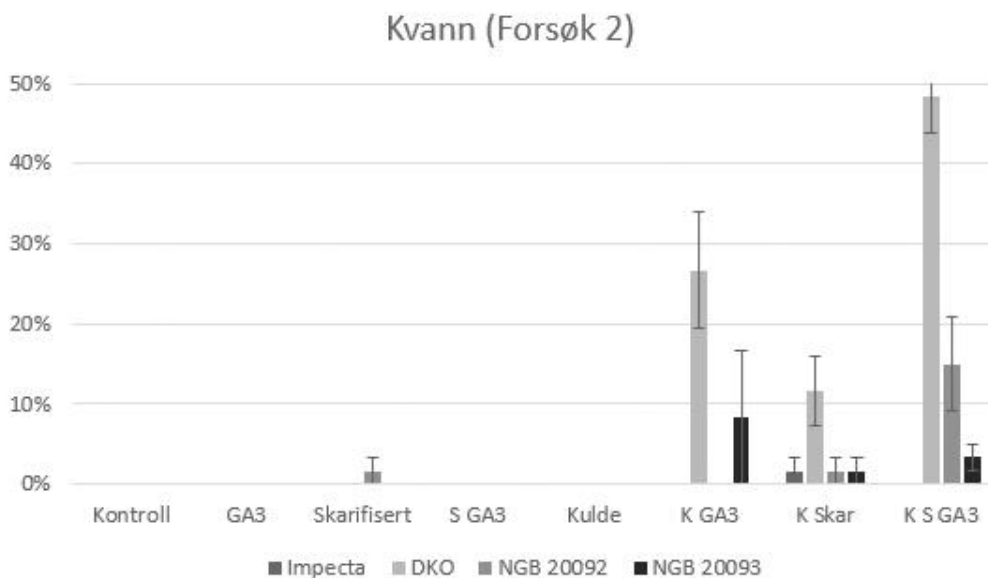
I det initiale forsøket (Forsøk 1) ble alle frøene stratifisert ved at alle frøene ble utsatt for kulde og fuktighet i 85 dager innen spireanalysene ble gjennomførte. Det er derfor ikke mulig å si noe om effekten av stratifisering annet enn at behandlingen alene gir ganske lav spireprosent (rundt 10%) hos aksesjonene NGB 20093 og NGB 24813, mens frø fra aksesjonen NGB 20092 spirte ikke med stratifisering alene. Variasjon mellom aksesjonene var ikke signifikant ($F_{2,31} = 1,1 = 0,35$). Tilleggsbehandling med GA_3 ($F_{1,31} = 28,2 = < 0,001$) og skarifisering ($F_{1,31} = 11,1 = < 0,001$) ga begge en signifikant effekt på spireprosenten. Det var ingen signifikant effekt av samspill mellom skarifisering og GA_3 ($F_{1,24} = 2,8 = 0,11$) selv om gjennomsnittlig spireprosent var noe høyere med kombinasjonen (Figur 3.1).



Figur 3.1: Spireprosent av kvann for forsøk 1 \pm Standardavvik. (Kulde = stratifisering 85 dager, Skarifisert = stratifisering 85 dager + skarifisering, GA_3 = stratifisering 85 dager + GA_3 behandling, S GA_3 er kombinasjonen av stratifisering 85 dager, skarifisering og GA_3).

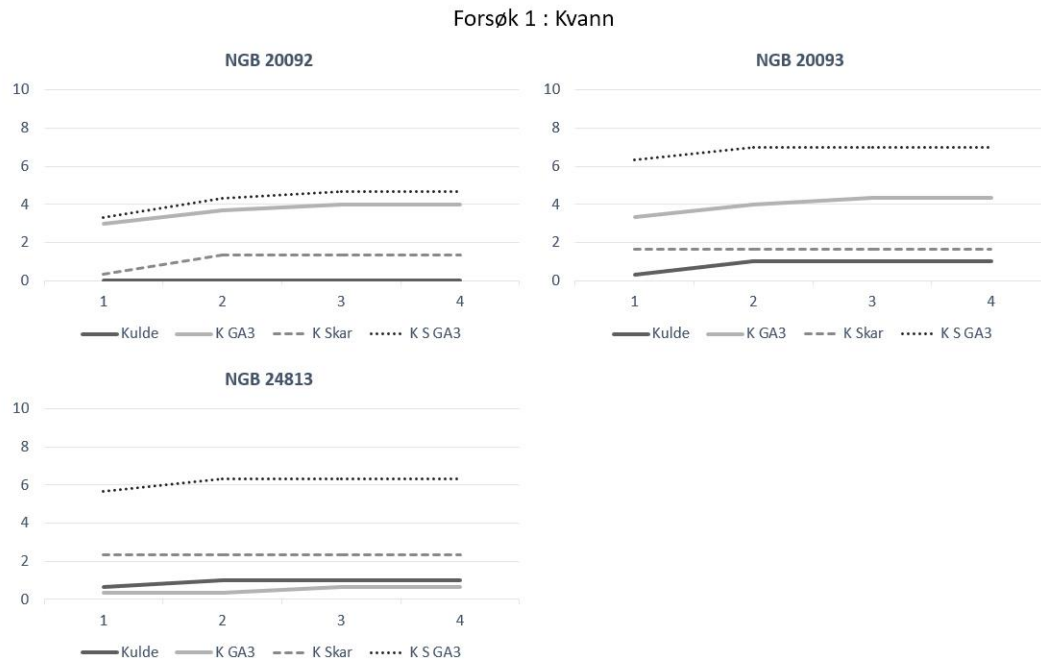
I forsøk 2 ble frøene lagt til satisfisering i kun 60 dager, sammenlignet med 85 dager i forsøk 1. Her ble det også lagt inn kontroller uten stratifisering for de ulike andre behandlingene. Uten stratifisering spirte praktisk talt ingen frø. Samspillet mellom GA_3 og stratifisering ($F_{1,77} = 20,1 = < 0,001$) og samspillet mellom aksesjon og GA_3 ($F_{3,77} = 9,0 = < 0,001$) viste en signifikant effekt på spireprosenten. Samspillet mellom GA_3 og skarifisering hadde derimot

ikke en slik effekt på spireprosenten ($F_{1,77} = 0,5 = 0,49$). Med unntak av frøene fra *Impecta* ser man likevel at samspill mellom skarifisering, GA₃ og stratifisering har god påvirkning på spireprosenten. Dette gjelder spesielt for aksesjonen NGB 90092, hvor kun bare ett frø spiret uten kuldebehandling, men hvor GA₃, skarifisering og kuldebehandling kombinert ga en langt høyere spireprosent. Også frøene fra Domkirkeodden reagerte svært positivt på kombinasjonen. Det er en signifikant forskjell mellom aksesjonene ($F_{3,77} = 15,8 = < 0,001$: Figur 3.2).



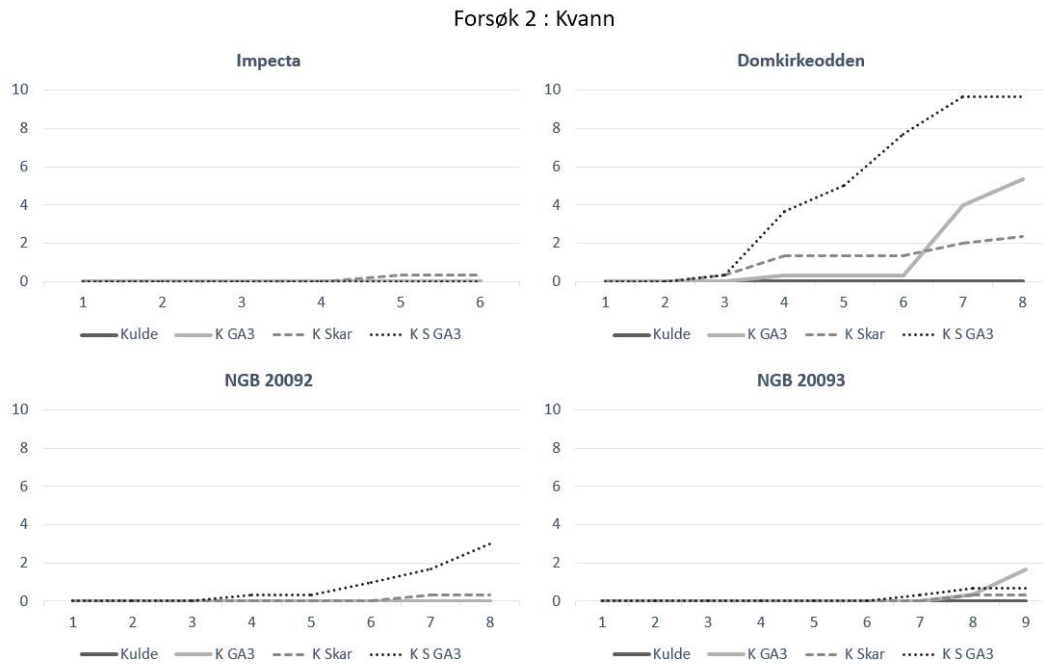
Figur 3.2: Spireprosent av kvann for forsøk 2 \pm Standardavvik. Merk at spireprosenten er generelt lavere i forsøk 2 sammenlignet med forsøk 1 og at skalaen er ulik skalaen i Figur 3.1. (Kontroll = ingen forbehandling, Kulde = stratifisering 60 dager, K GA₃= stratifisering + GA₃ behandling, K Skar = stratifisering + skarifisering, og K S GA₃ er kombinasjonen av alle tre behandlingene).

Når det kommer til spirekraft kan man i forsøk 1 se at flere av frøene begynte å spire allerede i løpet av den første uken etter stratifisering og på den måten viste de god spirekraft. Noen av disse kom til og med før frøene kom ut av kjølerommet. Det er likevel generelt lav spireprosent hos frøene som kun ble stratifiserte (Kulde). Frø som har fått en kombinasjon av alle behandlingene (K S GA₃) har generelt hatt høyere spireprosent, men spirekraften var likevel lav da frøene trengte tid på spiringen (Figur 3.3).



Figur 3.3: Kumulative grafer over spirekraft for kvann fra forsøk 1. Antall frø i gjennomsnitt vises på loddrett akse, antall uker frøene har spirt vises på vannrett akse. Merk at antall frø i hver spireprøve var 10 i forsøk dette forsøket. (Kulde = stratifisering 85 dager, Skarifisert = stratifisering 85 dager + skarifisering, GA₃= stratifisering 85 dager + GA₃ behandling, S GA₃ er kombinasjonen av stratifisering 85 dager, skarifisering og GA₃).

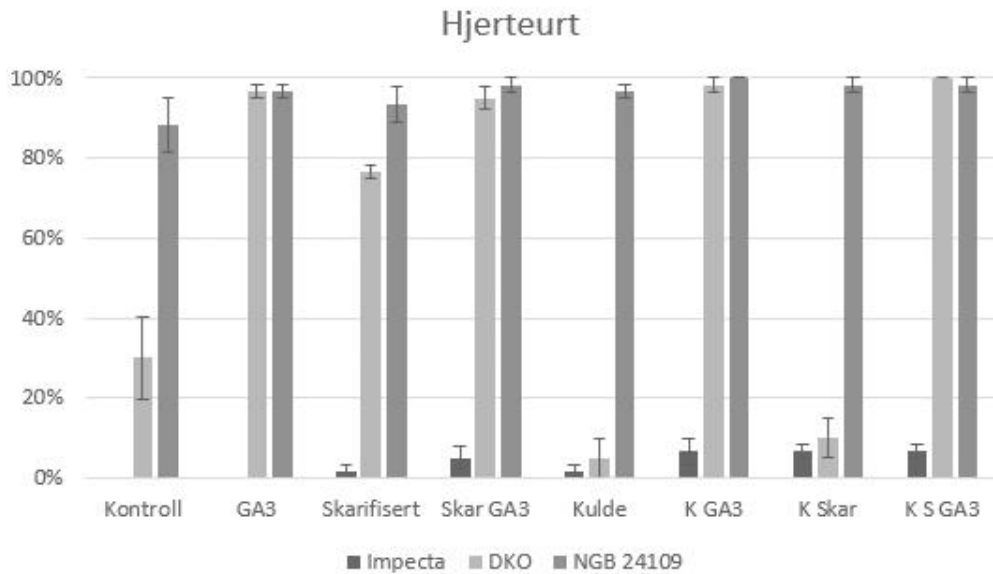
I forsøk 2 spirte jevnt over færre av kvanne-frøene. Kun 1 frø som spirte i kontrollgruppene som ikke ble stratifiserte (ikke vist i figuren under), men blant frøene som fikk kjølebehandling kan man se en stor variasjon mellom aksjesjonene i både spireprosent (Figur 3.2) og spirekraft (Figur 3.4). Likevel kan man også i dette forsøket se at frøene trenger tid på å spire.



Figur 3.4: Kumulative grafer over spirekraft for kvann fra forsøk 2. Antall frø i gjennomsnitt vises på loddrett akse, antall uker frøene har spirt vises på vannrett akse. Merk at antall frø i hver spireprøve var 20 i dette forsøket og at ikke-stratifiserte behandlinger ikke er vist siden praktisk talt ingen frø spirte. (Kulde = stratifisering 60 dager, K GA₃ = stratifisering + GA₃ behandling, K Skar = stratifisering + skarifisering, og K S GA₃ = kombinasjonen av alle tre behandlinger).

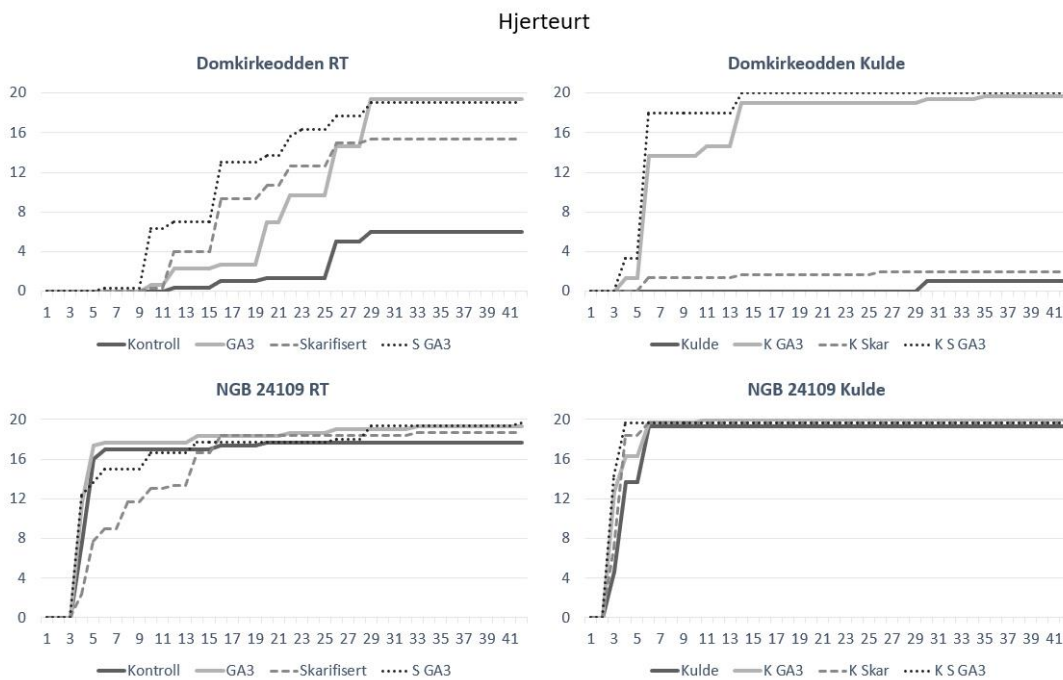
3.2 Hjerteurt

Stratifisering ($F_{1,57} = 3,4 = 0,07$) hadde ingen signifikant påvirkning på spirepresenten hos hjerteurt, men det hadde behandling med GA₃ ($F_{1,57} = 102,1 = < 0,001$). Det ble påvist et samspill mellom stratifisering og GA₃-behandling ($F_{1,57} = 9,6 = < 0,01$), mellom aksesjonene og GA₃ ($F_{2,57} = 77,8 = < 0,001$), og mellom aksesjonene og stratifisering ($F_{1,57} = 12,1 = < 0,001$). Aksjonen fra Impecta sprute dårlig i alle kombinasjonene mens de andre aksesjonene reagerte positivt på behandlingene (Figur 3.5).



Figur 3.5: Spireprosent hjerteurt \pm Standardavvik. (Kontroll = ingen forbehandling, GA_3 = behandling med GA_3 , Skar = skarifisert, Skar GA_3 = kombinasjon av disse to, Kulde = Stratifisering, K GA_3 , K skar og K S GA_3 = kombinasjoner av alle tre behandlingene).

De aller fleste frøene av hjerteurt som spirte kom i løpet av de første 10 dagene. Det er en tydelig økning spirekraften hos frøene fra Domkirkeodden etter stratifisering, mens NGB 24109 spirte bra både med og uten stratifisering (Figur 3.6).

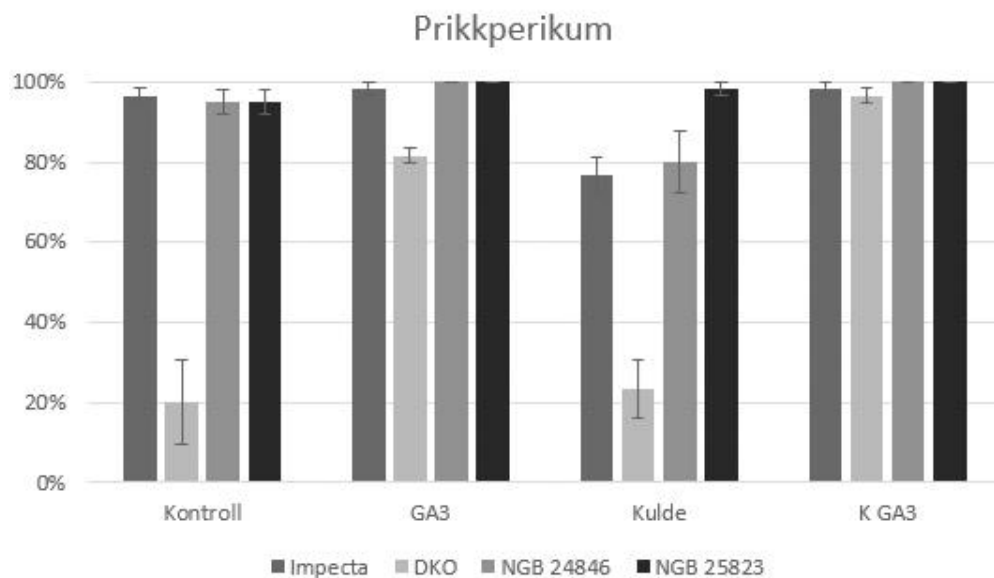


Figur 3.6: Spirekraft for to av aksesjonene av hjerteurt vist i kumulative grafer. Antall frø i gjennomsnitt vises på loddrett akse, antall dager frøene har spirt vises på vannrett akse. Grafene er sortert etter aksesjoner, hvor

de på venstre side er frøene uten stratifisering, mens de til høyre er stratifiserte i 60 dager. Merk at antall frø i hver spireprøve var 20 i forsøk dette forsøket. (RT = uten forbehandling, Kulde = Stratifisering, videre; Kontroll = ingen forbehandling, GA₃= behandling med GA₃, Kulde = Stratifisering, K GA₃= Stratifisering + GA₃ behandling)

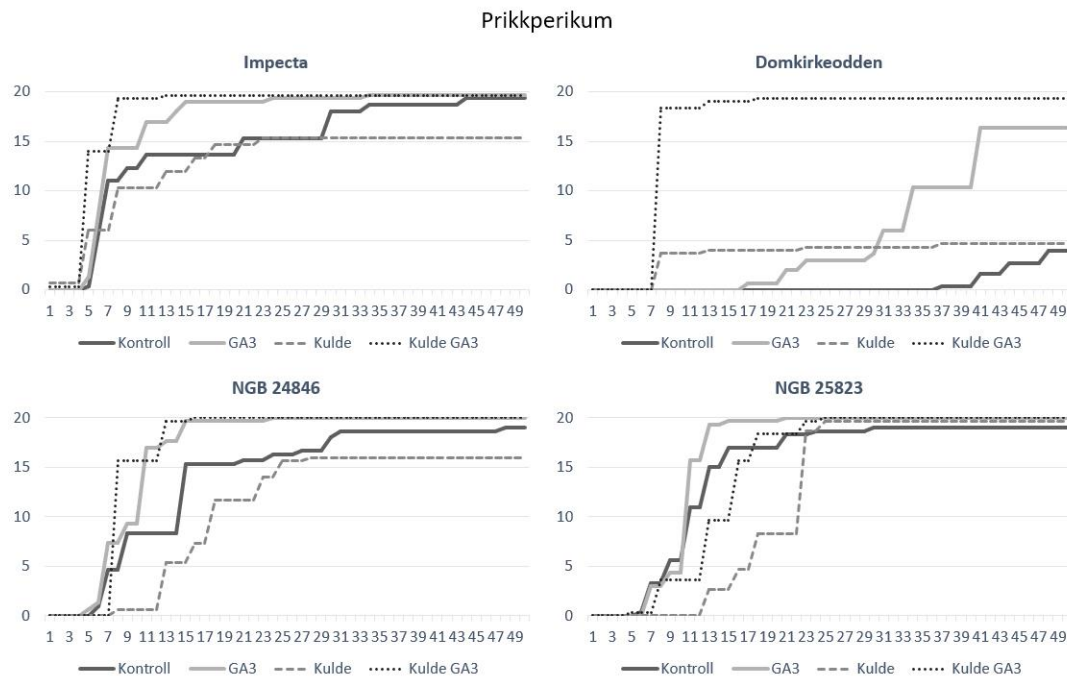
3.3 Prikkperikum

Stratifisering ($F_{1,35} = 0,6 = 0,43$) hadde ingen signifikant påvirkning på spireprosenten hos prikkperikum, mens behandling med GA₃ ($F_{1,35} = 127,3 = < 0,001$) viste seg å være svært signifikant. Samspillet mellom stratifisering og GA₃ var også noe signifikant ($F_{1,35} = 14,1 = < 0,05$). Mest signifikant var samspillet mellom aksesjon og GA₃ ($F_{3,35} = 49,0 = < 0,001$). Det er en signifikant variasjon mellom aksesjonene ($F_{3,35} = 89,2 = < 0,001$) (Figur 3.7).



Figur 3.7: Spireprosent av prikkperikum ± Standardavvik. (Kontroll = ingen forbehandling, GA₃= behandling med GA₃, Kulde = Stratifisering, K GA₃= Stratifisering + GA₃ behandling)

Frøene av prikkperikum fra Domkirkeodden var spiretrege uten stratifisering, og fikk en tydelig fortgang etter behandlingen. Frøene for de andre aksesjonene spirte bra selv uten en slik behandling. Stratifisering alene hadde en negativ effekt på NGB 24846 og aksesjonen fra Impecta, men sammen med gibberellinsyre økte dette spireprosenten hos begge aksesjonene. To av frøene fra Impecta spirte før disse ble tatt ut av kjølerommet (Figur 3.8).



Figur 3.8: Spirekraft hos de ulike aksesjonene av hjerteurt vist i kumulative grafer. Antall frø i gjennomsnitt vises på loddrett akse, antall dager frøene har spirt vises på vannrett akse. Grafene er sortert etter aksesjoner. Merk at antall frø i hver spireprøve var 20 i dette forsøket. (Kontroll= ingen forbehandling, GA_3 = behandling med GA_3 , Kulde= Stratifisering, Kulde GA_3 = Stratifisering + GA_3 behandling).

4. Diskusjon

Både hos kvann, hjerteurt og prikkperikum vises signifikante forskjeller i spireprosent mellom aksesjoner. Dette tyder på stor variasjon mellom genotyper eller sorter. Dette kan forklares av flere forhold. Det kan komme av hvor lenge frøene har vært lagret og hvordan de har vært lagret innen forsøket startet. Frøene fra Impecta og Domkirkeodden ble sanket i 2018 og ble etter dette lagret ved vanlig romtemperatur, mens frøene fra NordGen har vært lagret i flere år i lufttette poser i dypfrysere, hvor de eldste ble sanket i 2008 (NGB 20092, og NGB 20093, kvann begge to), mens de nyeste ble sanket i 2013 (NGB 35823 og NGB 24846, prikkperikum begge to). Klima og andre forhold under vekst og utvikling av plantene vil også kunne påvirke frøkvaliteten (Baskin & Baskin, 1998, s. 56). Frøene i forsøkene er hentet fra flere steder i Norden. Det ble ikke funnet sikre forskjeller mellom aksesjonene i forsøk 1 hvor to av aksesjonene var fra Island og ble sanket i 2008 og den siste var fra Sverige og ble sanket i 2013. Det er derimot en signifikant variasjon mellom aksesjonene for kvann i forsøk 2, hvor frøene fra Impecta og Domkirkeodden ble lagt til i forsøket. Disse ble begge sanket i 2018, altså samme høst som forsøket startet, men de viste svært ulik spireprosent. Dette kan kanskje skyldes tilfeldigheter. Det ideelle vil være å finne behandlingen som passer enhver aksesjon best. Dette er kan være en utfordring i praksis. Målet må heller være å finne den beste måten å bryte frøhvilen på artsnivå, og heller akseptere de variasjoner som finnes innenfor arten, til tross for at man vet at det kan gi forskjeller.

Det er tydelig at stratifisering er en svært viktig hvilebrytende faktor hos kvann. Forsøk 1, med lang stratifiseringsperiode (85 dager), ga både jevnere spirekraft og høyere spireprosent enn i forsøk 2, hvor nesten ingen av frøene spirte uten stratifisering og det var langt lavere gjennomsnittlige spireprosent etter 60 dager stratifisering, sammenlignet med 85 dager stratifisering. Flere av frøene i forsøk 1 begynte å spire før disse ble tatt ut av kjølerommet. Dette tyder på at kvann ikke er avhengig av varme for at embryo skal strekke seg og planten kan begynne å spire. Resultatene fra forsøkene tyder på at kvann trenger en lang periode med lave temperaturer og fuktighet for å bryte ned frøhvilen. Dette er naturlig, siden plantene finnes viltvoksende i kjølige og fuktige miljø. Tidligere forsøk bekrefter effekter av lengden på stratifisering. Ojala (1985) oppdaget at noen aksesjoner spirte best etter hele 14 uker stratifisering, mens andre klarte seg med 8 uker (Ojala, 1985). Det kan være interessant å undersøke videre hvor lenge planten trenger slike nedsatte temperaturer i kombinasjon med fukt for å spire, men 60 dager (som tilsvarer litt over 8 uker) er nok for lite uavhengig av annen

behandling. Det kan også være interessant å se om temperaturen etter stratifisering har noen påvirkning. Det finnes referanser som viser at lave temperaturer kan gjøre plantene særlig mottakelige for gibberelliner og at kulde kan øke biosyntesen av gibberellin (Bentsink & Koornneef, 2008).

Tidligere forsøk har, i likhet med hva som ble funnet i forsøk 1 og 2, vist positive effekter av skarifisering hos kvann (Vashistha et al, 2009), selv om det virker som samspillet mellom den kombinerte behandlingen (skarifisering + stratifisering + gibberellinsyre) hadde størst effekt. Under skarifisering av kvanne-frøene fra Domkirkeodden ble det oppdaget at flere av frøene var tomme inni. Dette kan være en feilkilde og gir naturlig nok redusert spireprosent i forhold til om alle frø var fylte, selv om denne aksesjonen viste høyest spireprosent i forsøket der den var med. En håndfull med frø ble kontrollert etter forsøket, og her ble det funnet at 38% (av 88 frø) var tomme. Ojala hadde også problemer med tomme frø hos kvann og mener selvpollinerende planter oftere er tomme grunnet recessive gener i skjermplantefamilien (Ojala, 1985). Frøene fra Domkirkeodden kommer fra en plante som står uten artsfrender i en klosterhage så dette stemmer bra med Ojala sin teori. I forsøkene ble gibberellinsyre anvendt for å stimulere frøene til spiring. Fra litteraturen er det også kjent at andre plantehormoner, men også at kaliumnitrat inneholder stoffer som kan virke positivt på spiring (Vashistha et al, 2009). Selv om gibberellinsyre har en annen virkningsmekanisme enn kaliumnitrat, så kan samme positive effekt oppnås. Når man påfører gibberellinsyre stimulerer man produksjon av enzymer som gjør at stivelse kan brytes ned. Denne prosessen produserer sukker som brukes til å få embryo til å vokse og utvikle seg. Gibberellin skilles vanligvis ut av embryo, men i noen frø er det ikke noe synlig embryo. Enten er det underutviklet eller så er det svært lite. I slike tilfeller vil produksjonen av enzymet øke drastisk (Galston, 1994, s. 98-99). I begge forsøkene brukes en konsentrasjon på 0,08% gibberellinsyre. Tidligere forsøk har vist negativ virkning, både i konsentrasjoner på 0,1%, og 0,01% (Ojala, 1985). Dette står i motsetning til resultater fra forsøkene som viste en positiv virkning på de fleste aksesjonene og at kombinasjonen av stratifisering og gibberellinsyre hadde en spesielt positiv virkning. Det kan tyde på at begge faktorene må til for optimal spiring. Det kan være behov for flere forsøk for å finjustere lengden på stratifiseringen og mengden gibberellinsyre. Så langt ser man at ved bruk av 0,08% gibberellinsyre så er ikke 60 dager stratifisering nok til å oppnå en tilfredsstillende spireprosent. Samspillet mellom aksesjonen og behandlingen var signifikant i forsøk 2, altså reagerer aksesjonene forskjellig på gibberellinsyren. Dette var ikke like tydelig i forsøk 1, noe som igjen peker til at opphavet kan spille en rolle.

Der det er fukt, vil det også komme mugg. Frø ble fjernet når mugg eller bakterier ble ansett å være til hinder for spiring av planten, og for å hindre videre spredning. Det kan ha forekommet feilvurderinger, hvor noen frø ville spirt dersom de fikk mere tid. NGB 20092 og NGB 20093 ble avsluttet sammen med Impecta og Domkirkeodden i kontrollgruppen selv om de førstnevnte frøene ikke var like infiserte. Hos NGB 20092 ble det registrert et frø siste dagen, noe som tyder på at flere kunne spirt dersom disse fikk mere tid. Det er mulig kvannefrøene fra Impecta var for små til å gå mellom to lag med filterpapir. Disse var betydelig mindre enn frøene fra de andre aksesjonene, eller at hadde kommet inn sekundære parasitter, da de ble svært infiserte etter kun noen uker både med og uten stratifisering.

Stratifisering ga ingen signifikant effekt hos hjerteurt. Frøene fra Impecta og NordGen hadde riktignok en liten økning i spireprosent etter stratifiseringen, mens frøene fra Domkirkeodden hadde en nedgang. Med store variasjoner innad i arten er både samspillet mellom gibberellinsyre og aksesjonene og samspillet mellom aksesjonene og stratifisering av betydning. Tidligere forsøk viser også til slike variasjoner, hvor noen har registrert liten effekt (Leo, 2017, s. 21) og andre ser negativ effekt (Solberg et al, 2014, s. 90) av stratifisering. Spirekraften ble derimot bedre ved stratifisering ved at spiringen skjedde både raskere og ble jevnere etter behandlingen. Når det kommer til skarifisering er bildet også uklart hos hjerteurt. Frøene fra Impecta hadde tydelig positiv effekt av skarifiseringen, mens frøene fra domkirkeodden hadde negativ effekt av dette. Aksesjonen fra Impecta ble etter hvert svært infisert av mugg og bakterier hos hjerteurt. Dette gjelder spesielt de skarifiserte frøene. Også her ble disse fjernet for å hindre spredning under registreringen. Grunnen til at de ble såpass infiserte er ukjent, og det er muligens en faktor for den lave spireprosenten. En annen grunn kan være at de var noe spiretrege i forhold til de andre aksesjonene for hjerteurt.

Prikkperikum hadde generelt en høy spireprosent i dette forsøket, selv uten noen form for behandling. Likevel var det store forskjeller mellom aksesjonene hvor Domkirkeodden sine frø hadde en betydelig lavere spireprosent (20%) enn de andre (over 90%). Denne aksesjonen skiller seg ut i betydelig grad. Det er vanskelig å fastslå årsaken, men en mulig forklaring kan være at den har et hardere frøskall. Stratifisering alene hadde en positiv virkning på akkurat denne aksesjonen, mens den hadde en negativ virkning på aksesjonene NGB 24846 og Impecta. Behandling med gibberellinsyre var utvilsomt positivt for alle aksesjonene. Disse frøene spirte generelt raskere enn frø som ikke ble behandlet med gibberellinsyre. Dette stemmer godt med Butola, Pant og Samant sine funn (Butola et al, 2007). Gibberellinsyre har vist seg å kunne utvide cellene og gjør frøskallet mykere, og dette gjør det lettere for vann å

trengje gjennom (Dotson, 2018). Kanskje dette kan være med å forklare den positive effekten av gibberellinsyre i forsøkene.

For alle de tre artene som var med i forsøkene kan det virke som at variasjoner innad i arten spiller en stor rolle for spiringen. Behandling som virker for å bryte frøhvilen i en aksesjon kan ha liten eller negativ effekt på en annen aksesjon. For en frøbank som NordGen, eller andre genbanker som sender frø til sikkerhetslageret under Svalbards globale frøhvelv, vil det være viktig å kunne vite hva som skal til for å bryte frøhvilen hos plantene. Slik informasjon er nyttig i kvalitetssikring av samlingene ved at man kan ha oppskrifter og rutiner for kvalitetskontroll av frøsamlingene. Det kunne vært interessant å sett om aksesjonene holder samme preferanser over tid.

Tilfeldige variasjoner kan forklares på mange måter og det kan finnes ulike feilkilder i forsøkene. Disse forsøkene fant sted i et åpent laboratorium som også brukes som klasserom. Lysforholdene kan variere noe. Det hender at de som bruker laboratoriet glemmer å slå av lysene. Dette gjelder også lyset i kjølerommet.

I romtemperatur vil varm luft alltid stige oppover. Det vil derfor være små variasjoner i temperatur fra de nederste hyllene til de øverste. Lampene i to av hyllene varmer opp hyllen over. Dette går ut over fuktigheten på filtrerpapiret. Ved bruk av et IR-termometer ble det registrert opp til 26 °C på midten av øverste hylle og på hyllen under. Dette ble registrert på kvelden. For å utjevne forskjeller mellom hyllene ble brettene med spireprøvene derfor jevnlig rullert rundt mellom hyllene. Det har likevel vært tilfeller hvor filtrerpapirene ble litt tørrere enn ønsket og dette kan også utgjøre en feilkilde.

5. Konklusjon

Som konklusjon kan man si at hvilke behandlinger som egner seg mest for å bryte frøhvilen vil variere mellom hvilket frømateriale man har. Her spiller arten en vesentlig rolle. Hos kvann kan man konkludere med at stratifisering må være med, men at man oppnår bedre spireprosent dersom stratifisering kombineres med skarifisering og eventuelt gibberellinsyre. I kvann kan det være behov for flere forsøk for å undersøke effekten av ulike lysforhold i kombinasjon med gibberellinsyre i ulike konsentrasjoner og med ulik lengde av stratifisering.

Hos hjerteurt varierer påvirkningen i større grad, og man ser at både at samspillet mellom stratifikasjon og aksesjonen og samspillet mellom gibberellin og aksesjonen er signifikant. Med store variasjoner blant aksesjonene, kreves det flere forsøk for å finne en sikker metode som bryter frøhvilen på artsnivå.

Prikkperikum krever stort sett ingen behandling for å oppnå en tilfredsstillende spireprosent. Likevel kan tilførsel av gibberellinsyre være nødvendig for å oppnå god spireprosent og god spirekraft hos alle aksesjoner.

Litteraturliste

- Aarnes, H. (2011, 15. februar). Gibberellin. Hentet fra <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/plfys/plantehormoner/gibberellin.html>
- Aarnes, H. (2017, 17. mars). Plantefysiologi. Hentet fra <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/plfys/vekst/utvikling.html>
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (1998). *Seeds: Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press.
- Bentsink, L., & Koornneef, M. (2008). Seed Dormancy and Germination. *The Arabidopsis Book*, 6. doi:10.1199/tab.0119
- Borgen, L. (2006). *Urtegleder*. Oslo: Naturhistorisk Museum
- Brandrud, A. S. & Clausen, K. (2011). *Sluttrapport*. Hentet fra http://norafo.typo3cms.dk/fileadmin/user_upload/files/13/20111011102752353.pdf
- Braut, G. S. (2018, 26. juni). statistisk signifikans. Hentet fra https://snl.no/statistisk_signifikans
- Butola, J. S., Pant, S. & Samant, S. S. (2007). Effect of Pre-sowing Seed Treatments in *Hypericum perforatum* L: A High Value Medicinal Plant. *Seed Research*, 35(2), 205-209.
- Carroll, J. (u.å.). Methods to Break Seed Dormancy. Hentet fra <http://homeguides.sfgate.com/methods-break-seed-dormancy-73304.html>
- Domkirkeodden. (u.å.). Urtehagen på Domkirkeodden. Hentet fra <https://domkirkeodden.no/urtehagen>
- Dotson, J. D. (2018, 5. november). What Is Gibberellic Acid? Hentet fra <https://sciencing.com/about-5076807-gibberellic-acid.html>
- Dragland, S. (2000). *Kvann - botanikk, innholdsstoff, dyrking, høsting og foredling: en litteraturoversikt*. Nes: Planteforsk, Apelsvoll forskningscenter, avd. Kise.

Edible Wild Food. (u.å.). Motherwort. Hentet fra <https://www.ediblewildfood.com/motherwort.aspx>

Ensconet. (u.å.). Seed Dormancy. Hentet fra http://ensconet.maich.gr/People_Dormancy.htm

Galston, A. W. (1994). *Life processes of plants*. New York: Scientific American Library.

Halvorsen, B. E. (2015). Ny norsk rødliste 2015, en karplanteoversikt for Telemark. Hentet fra [http://www.miclis.no/tbf/Ny norsk rødliste 2015 karplanter i Telemark fra BEK.pdf](http://www.miclis.no/tbf/Ny_norsk_rødliste_2015_karplanter_i_Telemark_fra_BEK.pdf)

Harkestad, J. (2017, 27. mars). Kvann, ei av Norges eldste eksportvarer. Hentet fra <http://www.valengartneri.no/2017/03/27/kvann-ei-av-norges-eldste-eksportvarer/>

Hjelmstad, R. (2017). *Medisinplanter i Norge*. Oslo: Gyldendal

Hoyle, G. L., Cordiner, H., Good, R. B., & Nicotra, A. B. (2014). Effects of reduced winter duration on seed dormancy and germination in six populations of the alpine herb *Aciphyllia glacialis* (Apiaceae). *Conservation Physiology*, 2(1). DOI:10.1093/conphys/cou015

Høeg, O. A. (1974). *Planter og tradisjon*. Oslo: Universitetsforlaget

Impecta Fröhandel. (u.å-A). Hjärtstillä. Hentet fra <https://www.impecta.se/sv/artiklar/hjartstillä.html>

Impecta Fröhandel. (u.å-B). Kvalitetsfröer från Julita i Sörmland. Hentet fra <https://www.impecta.se/sv/info/foretaget.html>

Leo, J. (2013). *The Effect of Cold Stratification on Germination in 28 Cultural Relict Plant Species*. (Studentarbeid, Sveriges lantbruksuniversitet), Hentet fra https://stud.epsilon.slu.se/5408/1/leo_j_130410.pdf

Lid, J. (2005-A). 27 *Angelica* L. - kvannslekta | R. Elven (Red.), *Norsk Flora* (7. utg) Oslo: Samlaget.

Lid, J. (2005-B). 11 *Leonurus* L. - løvehaleslekta | R. Elven (Red.), *Norsk Flora* (7. utg.) Oslo: Samlaget.

Murch, S. J., & Saxena, P. K. (2006). St. John's wort (*Hypericum perforatum* L.): Challenges and strategies for production of chemically-consistent plants. *Canadian Journal of Plant Science*, 86(3), 765-771. DOI:10.4141/p05-179

NordGen. (u.å-A). Vad är NordGen? Hentet fra <https://www.nordgen.org/skand/om-oss/>

NordGen. (u.å-B). Accession number: NGB20092. Hentet fra <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?scp=ngb&thm=sesto&lev=acc&rec=20092&lst=bat&accide=48751>

NordGen. (u.å-C). Accession number: NGB20093. Hentet fra <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?scp=ngb&thm=sesto&lev=acc&rec=20093&lst=bat&accide=48752>

NordGen. (u.å-D). Accession number: NGB24813. Hentet fra <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?scp=ngb&thm=sesto&lev=acc&rec=24813&lst=bat&accide=55227>

NordGen. (u.å-E). Accession number: NGB24109. Hentet fra <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?scp=ngb&thm=sesto&lev=acc&rec=24109&lst=bat&accide=54094>

NordGen. (u.å-F). Accession number: NGB24846. Hentet fra <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?scp=ngb&thm=sesto&lev=acc&rec=24846&lst=bat&accide=55261>

NordGen. (u.å-G). Accession number: NGB25823. Hentet fra <https://sesto.nordgen.org/sesto/index.php?scp=ngb&thm=sesto&lev=acc&rec=25823&lst=bat&accide=56665>

Norsk Naturarv. (u.å.). Overvåking av legeløvehale. Hentet fra <http://www.naturarv.no/index.php?id=244706>

Ojala, A. (1985). Seed dormancy and germination in *Angelica archangelica* subsp. *archangelica* (Apiaceae). *Ann. Bot. Fennici*. 22, 53-62.

Riley, J. M. (1997). Gibberellic Acid for Fruit Set and Seed Germination. Hentet fra <http://www.crfg.org/tidbits/gibberellic.html>

Rivera, L. (2018, 21. oktober). Winter in Australia: What to expect. Hentet fra <https://www.tripsavvy.com/winter-in-australia-4135126>

Solberg, S. Ø. (2014). What is a cultural relict plant? S. Ø. Solberg (Red.), *More than just weeds: NordGens work with cultural relict plants and Bernt Løjtnants inventories from Denmark*. (3, s. 7-10). Alnarp: NordGen.

Solberg, S. Ø., Jeppson, S. & Leo, J. (2014). NordGen's collection missions and genebank conservation. S. Ø. Solberg (Red.), *More than just weeds: NordGens work with cultural relict plants and Bernt Løjtnants inventories from Denmark*. (3, s. 89-94). Alnarp: NordGen.

Urtekilden. (u.å.). Løvehale. Hentet fra http://www.rolv.no/urtemedisin/medisinplanter/leon_car.htm

Vashistha, R. K, Nautiyal, B. P, & Nautiyal, M. C. (2009). Chemical stimulation of seed germination in *Angelica archangelica* Linn. (Apiaceae), a threatened high altitude aromatic herb. *Journal of American Science*, 5(5), 59-70. DOI: 10.7537/marsjas050509.08

Åsen, P. A. (2015). *Norske klosterplanter*. Kristiansand: Portal.