



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Stratifisering av frø ved produksjon av pluggplanter til blomstereng

NIBIO RAPPORT | VOL. 9 | NR. 101 | 2023



Trygve S. Aamlid¹ & Kristine Sundsdal²

¹NIBIO, avd. Grøntanlegg og vegetasjonsøkologi. ²NIBIO Landvik

TITTEL/TITLE

Stratifisering av frø ved produksjon av pluggplanter til blomstereng /
Stratification of seed for the production of transplants for flowering meadows

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Trygve S. Aamlid & Kristine Sundsdal

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
10.08.2023	9/101/2023	Åpen	52666.01	23/00938
ISBN:	ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:	
978-82-17-03335-6	2464-1162	32	0	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Reiersøl Planteskole AS

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

May Heggstad

STIKKORD/KEYWORDS:

Stikkord norske: Blomstereng, frøkvile, pluggplanter, spiring, stratifisering

Stikkord engelske: Flowering meadows, germination, seed dormancy, stratification, transplants

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Grøntanlegg og vegetasjonsøkologi

Urban Greening and Vegetation Ecology

SAMMENDRAG

Rapporten viser resultater fra to forsøk på Reiersøl planteskole med ulike varighet og temperatur ved stratifisering av frø av elleve blomsterengarter som inngår i NIBIOs blomsterfrøblandinger

SUMMARY

This report shows result from two trials at Reiersøl nursery with various durations and temperatures for stratification of seed of eleven flowering herb in NIBIO's wild flower seed mixtures.

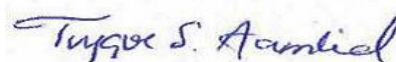
LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Agder
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Froland
STED/LOKALITET: Reiersøl

GODKJENT /APPROVED



HÅKON BORCH

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



TRYGVE S. AAMLID



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Sammendrag

I samsvar med Regjeringens pollinatorstrategi produserer NIBIO Landvik regionale frøblandinger for mesteparten av landet. Dessverre viser både forsøk og praktisk erfaring at noen av artene i frøblandingene spirer seint og/eller er svært konkurransesvake i etableringsfasen. I tillegg til frøblandinger for direkte såing er det derfor behov for pluggplanter til etablering av blomstereng. Reiersøl planteskole i Froland har starta slik produksjon av pluggplanter basert på frø fra NIBIO.

Behovet for stratifisering, dvs. forkjøling av sådde pluggbrett med elleve markblomster ble undersøkt gjennom sesongene 2020-21 og 2021-22 på Reiersøl. For alle arter ble såing utført ved at 3 g frø ble blanda inn 3 kg tørr sand som deretter ble brukt til å dekke tre M60 pluggbrett (tre gjentak) a 30 cm x 40 cm (totalt 3 x 60 = 180 plugger) fylt med naturtorv. Forsøksledd i det første året var; (1) tretten ukers stratifisering gjennom vinteren i uoppvarma veksthus, middeltemperatur 0,8°C, (2) fire ukers stratifisering i mørkt kjølerom, middeltemp. 7,6 °C, (3) seks ukers stratifisering i mørkt fryserom, middeltemp. -0,9 °C, og (4) kontroll: Ingen stratifisering, direkte såing i veksthus om våren (Middeltemp. i spirefasen 18,8°C). I den andre sesongen var bare ledd 2 og 4 med, men med åtte istedenfor fire ukers behandlingstid i ledd 2 og middeltemp. i veksthusa om våren 4-10°C lavere enn i 2020-21. Prosent plugger med planter ble bestemt en til to måneder etter avslutning av stratifiseringsbehandlingene og såing av kontrollleddet uten stratifisering. Frøpartiene av de elleve artene var av lokale herkomster, de aller fleste høsta på Landvik eller hos NIBIOs kontraktdyrkere i 2018, 2020 eller 2021.

Forsøka viste at engtjæreblom (*Viscaria vulgaris*) og firkantperikum (*Hypericum maculatum*) ikke krever stratifisering og at pluggbretta derfor kan sås om våren. Hos disse artene ble nær samtlige plugger fylt med planter uansett behandling. Siden såmengden (i gram) var konstant i alle arter, kan det gode tilslaget også forklares med det høye antall frø som ble sådd av disse småfrøa artene.

Flekkgriseøre (*Hypochaeris maculata*) var med bare i det første forsøksåret og gav da klart bedre tilslag uten stratifisering enn med stratifisering.

I de andre artene var tilslaget i pluggene gjennomgående bedre i 2021/22 enn i 2020/21, noe som kan skyldes været i modningstida eller at temperaturen i spirefasen var lavere i 2021-22 enn i 2020-21. Behandling i fryserom ved -0,9°C viste ingen sikker fordel sammenlikna med ustratifisert kontroll i noen av artene.

- Rødknapp (*Knautia arvensis*) og storengkall (*Rhinantus major* syn. *angustifolius*) viste et rimelig konsistent stratifiseringskrav, med best spiring etter en til to måneders stratifisering i kjølerom.
- Maria nøkleblom (*Primula veris*) var den eneste arten der spiringa i 2020-21 var bedre etter tretten ukers stratifisering i uoppvarma veksthus gjennom vinteren enn ved en måneds stratifisering i kjølerom. I 2021-22 var derimot spiringa av Maria nøkleblom like god uten stratifisering.
- Blåknapp (*Succisa pratensis*) og ormehode (*Echium vulgare*) viste behov for stratifisering i kjølerom første året, men andre året var spiringa bedre (blåknapp) eller like god (ormehode) eller etter vårsåing i uoppvarma veksthus.
- Enghumleblom (*Geum rivale*) trengte ikke etter stratifisering i disse forsøka. I det første året ble tilslaget redusert etter tretten ukers stratifisering i uoppvarma veksthus gjennom vinteren.

Spiring av engbelgvekstene gjerdevikke (*Vicia sepium*) og fuglevikke (*Vicia cracca*) var avhengig av skarifisering, dvs. behandling med sandpapir for å bryte det harde frøskallet. Etter at vannopptaket var sikret gjennom skarifisering, var spiringa av fuglevikke like god med og uten stratifisering, men gjerdevikke hadde i tillegg til den fysiske frøkvila fysiologiske frøkvile og spiringa ble derfor fremmet av stratifisering i kjølerom.

Metoden som Reiersøl planteskole har utviklet for produksjon av pluggplanter av skogplantetypen er effektiv både under oppal og utplanting. Resultatene er diskutert og råd gitt for framtidig stratifisering av frøpartier av de ulike artene. For framtida anbefales at såmengden av de ulike artene differensieres i samsvar med frøstørrelsen.

Abstract

Supported by the Norwegian Government's Pollinator Strategy, NIBIO Landvik produces regional seed mixtures for flowering meadows. Many of the species in these mixtures germinate slowly and/or are poor competitors during establishment. Thus, in addition to seed mixtures, there is a need for plug plants (transplants) for the establishment of meadows. Reiersøl nursery in Froland has started the production of such plug plants from seed delivered by NIBIO.

The need for stratification, i.e., prechilling after seeding in moist soil, of eleven pollinator-friendly herbs was investigated during 2020-21 and 2021-22 at Reiersøl. For each species, 3 g of seed were mixed with 3 kg of dry sand and distributed evenly over three M60 plug trays (three reps) Each tray was 30 cm x 40 cm and comprised 60 plugs. Treatments in the first year 2020-21 were (1) 13 weeks stratification in an unheated greenhouse (mean temp. 0,8°C) during winter; (2) four weeks stratification in darkness in a refrigerated room (mean temp. 7,6 °C), (3) six weeks stratification in darkness in a freezing chamber (mean temp. -0,9 °C), and (4) No stratification (control), i.e. seeding in the greenhouse in spring (mean temperature during the germination phase 18,8°C). In the second year 2021-22, only treatments 2 and 4 were included, but with eight instead of four weeks stratification in treatment 2, and with 4-10 °C lower temperature in the greenhouse compared with 2020-21. The percentage of plugs (out of 60) with viable transplants was determined one to two months after completion of stratification treatments and seeding of the control treatment. The seed lots of the eleven species were of local provenances, most of them harvested at Landvik og by NIBIO's contract growers in 2018, 2020 or 2021.

Results showed that sticky catchfly (*Viscaria vulgaris*) and imperforate St John's-wort (*Hypericum maculatum*) don't require stratification, implying that trays can be seeded in spring. In these species, almost all plugs produced transplants in all treatments. Since seeding rates were not adjusted for seed size, the successful emergence of these small-seeded species can also be explained by a high number of seeds per tray.

Spotted cat's ear (*Hypochaeris maculata*) was only included in the first year in which the unstratified control treatment produced more plug plants than the stratified treatments.

- In the other species the percentage of plugs yielding plants was mostly higher in 2021/22 than in 2020/21. This may be because of different weather conditions during seed maturation in the seed harvest years, or that the temperature in the greenhouses used during germination in spring were lower in the second experiment. The treatment in which seeded plugs were exposed to freezing temperatures (treatment 3 in 2021-22) showed no advantage relative to the unstratified control in any species.
- Field scabious (*Knautia arvensis*) and narrow-leaved rattle (*Rhinantus major* syn. *angustifolius*) showed a relatively consistent requirement for stratification with the highest number of plugs producing plants after one to two months stratification at 5-8 °C.
- Common cowslip (*Primula veris*) was the only species in which germination in 2020-21 was better after 13 weeks stratification in the unheated greenhouse than after one month at 7,6°C. In contrast, common cowslip tended to germinate better without than with stratification in 2021-22.
- Germination of devil's bit scabious (*Succisa pratensis*) and common viper's bugloss (*Echium vulgare*) was enhanced by one month's scarification at 7,6°C in 2020-21. In 2021-22, germination of devil's bit scabious was better and of viper's bugloss just as good with spring seeding.
- Water avens (*Geum rivale*) showed no stratification requirement in this project. In the first year, the lowest number of germs was found after 13 weeks stratification in the unheated greenhouse.

- The legumes bush vetch (*Vicia sepium*) and bird vetch (*Vicia cracca*) needed scarification to overcome hardseededness. After scarification, only bush vetch showed an additional requirement for stratification to overcome physiological dormancy.

Reiersøl's production of transplant of flowering herbs using the same type of trays as for forest trees seems efficient with regard to plant raising and transplanting. Results are discussed and advice given for stratification of the various species. It also recommended that seeding rates are differentiated depending on seed size.

Innhold

1	Innledning	8
1.1	Behovet for flere blomsterenger	8
1.2	Etablering av blomstereng fra pluggplanter	9
1.3	Frøkvile	10
2	Materiale og metode	12
2.1	Plantemateriale	12
2.2	Stratifiseringsbehandlinger	12
2.3	Gjennomføring	13
2.4	Temperaturloggere	13
2.4.1	2020-2021	13
2.4.2	2021-2022	13
2.5	Statistiske analyser	13
3	Resultater	15
3.1	Rødknapp (<i>Knautia arvensis</i>)	15
3.2	Maria nøkleblom (<i>Primula veris</i>)	17
3.3	Blåknapp (<i>Succisa pratensis</i>)	18
3.4	Engtjæreblom (<i>Viscaria vulgaris</i>)	20
3.5	Enghumleblom (<i>Geum rivale</i>)	21
3.6	Storengkall (<i>Rhinanthus major</i> syn. <i>R. augustifolius</i>)	22
3.7	Ormehode (<i>Echium vulgare</i>)	23
3.8	Gjerdevikke (<i>Vicia sepium</i>)	24
3.9	Fuglevikke (<i>Vicia cracca</i>)	25
3.10	Flekkgriseøre (<i>Hypochaeris maculata</i>)	26
3.11	Firkantperikum (<i>Hypericum maculatum</i>)	27
4	Diskusjon og anbefaling	28
	Litteraturreferanser	30
	Etterord	31

1 Innledning

1.1 Behovet for flere blomsterenger

Ved siden av menneskeskapt temperturstigning er tap av biologisk mangfold vår største globale miljøutfordring. Ved revisjon av Norsk Rødlister for arter i 2021 ble 2752 av totalt 23405 vurderte arter, dvs. 12 % for alle artsgrupper sett under ett, klassifisert som truede (Artsdatabanken 2021). For villbier og humler som er avhengige et mangfold av plantearter for å samle nektar og pollen, var andelen 17 %, dvs. høyere enn for alle artgrupper totalt.

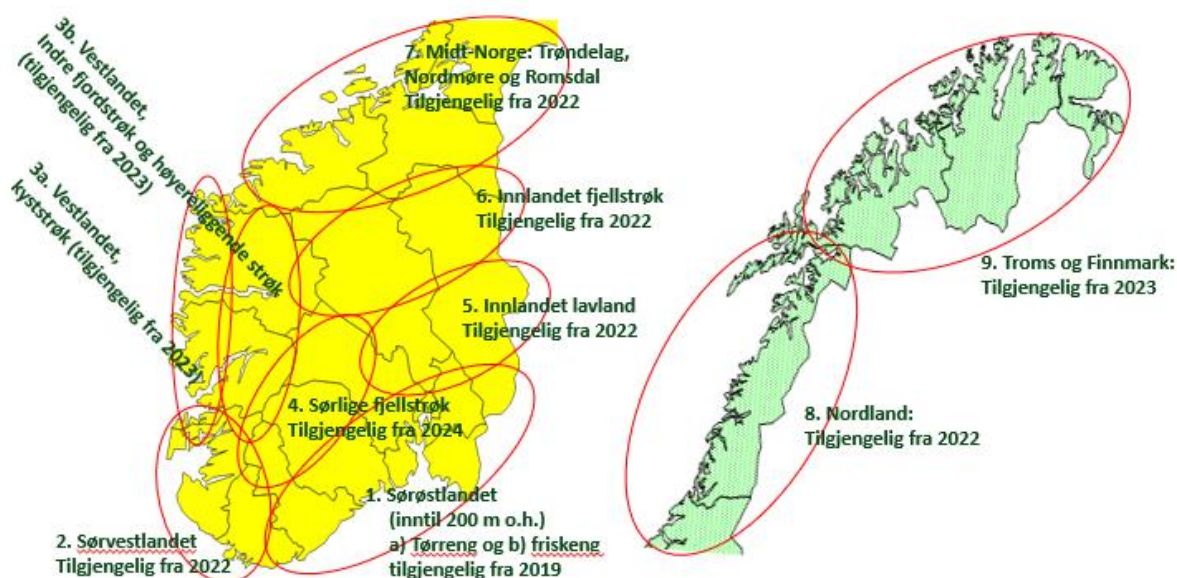
Den samme revisjonen av Norsk rødliste viste også at 29 % av de truede artene er kulturavhengige, dvs. avhengige av at landskapet skjøttes. På grunn av strukturendringene i landbruket har arealet av semi-naturlige slåttemarker de siste åra gått kraftig tilbake, og naturtypen har siden 2018 vært klassifisert som kritisk truet (CR). Gjennom 'Handlingsplan for slåttemark' er nå rundt ett tusen slåtteenger over hele landet under oppfølging (Svalheim 2022), men for å sikre utveksling av gener og unngå at disse engene bli liggende som små 'øyer' i landskapet er det nødvendig å etablere flere blomsterenger.

NIBIO gjennomførte fra 2017 til 2020 prosjektet 'Fra grasmark til blomstereng' med følgende delmål:

Produksjon av norske, regionale blomsterengblandinger gjennom systematisk innsamling og oppformering av lokale frøpopulasjoner fra ulike landsdeler

Å finne fram til metoder for å redusere næringstilgangen og dermed grasets konkurransevne ved innsåing av norsk blomsterfrøblending i eksisterende plen / grasmark.

I **delprosjekt 1** ble det samlet inn og satt i oppformering av rundt 180 frøpopulasjoner av rundt 70 arter fra Agder i sør til Finnmark i nord. Innsamlinga er fulgt opp med videre oppformering i 2018-22 slik at NIBIO fra våren 2023 kan tilby blomsterfrøblandinger for ni ulike regioner. For den tiende regionen, sørlige fjellstrøk, forventes frø å komme på markedet i 2024 (figur 1 og 2).



Figur 1. Regionale blomsterfrøblandinger fra NIBIO 2023.



Figur 2. Frøposer med NIBIOs regionale blomsterfrøblandinger, 2023.

I **delprosjekt 2** etablerte vi i august 2017 seks forsøksfelt på Sørøstlandet med ulike behandlinger for å legge til rette for innsåing av blomsterfrøblandning i eksisterende plen / grasmark. Forsøka viste at etablering av blomstereng fra frø tar tid og at noen arter som engtjæreblom, enghumleblom, blåknapp og rødknapp ofte etablerer seg seint og dårlig (Hanslin et al. 2021). Spesielt for disse artene kan det defor være sikrere å gå veien om pluggplanter.

1.2 Etablering av blomstereng fra pluggplanter

For å sikre leveområder for rødknappsandbia leverte NIBIO Landvik i 2019 pluggplanter av rødknapp (*Knautia arvensis*) til et restaureringsprosjekt på Tromøy i Arendal (oppdragsgiver grunneier Roar Linjord / Stasforvalteren i Agder). Videre leverte vi 2019 og 2020 til Nye Veier pluggplanter av blåknapp (*Succisa pratensis*) til etablering av habitater for ildsandbie (*Andrea marginata*) til erstatting for habitater som var gått tap ved utbygging av E-18 fra Bamble til Dørdal i nedre Telemark. Felles for disse oppdraga var at at plantene ble breisådd i såbrett og deretter prikla over i Vefibrett (77 eller 96 planter pr brett) som normalt brukes til grønnsakplanter.

Våren 2020 kjøpte Reiersøl planteskole små frøkvanta fra NIBIO av bl.a. engsmelle, tirltunge og engtjæreblom for å prøve oppal i pluggbrett som som ellers brukes i skogbruket (figur 3a). Tilslaget etter såing var svært bra og i det første året leverte planteskolen bl.a. 3000 planter (60 brett) til Stavanger kommune. Potensielle fordeler med denne typen pluggplanter er at de tillater større og djupere rotutvikling (figur 3b) og at utplantinga går raskt med bruk av plantespett (figur 3c). Dette er en plantemetode som mange bønder og skogbrukere kjenner, og en person kan på denne måten plante opptil 1000 planter per dag.



Figur 3. a) Pluggbett med 60 plugger (M60) vanlig brukt til til produksjon av granplanter; b) utplantingsklare planter av (fra venstre) engtjæreblom, tiriltunge og engsmelle og c) May Heggstad visere fram plantspett for rask planting av denne typen pluggplater. Fotos: Trygve S. Aamlid

1.3 Frøkvile

Et særtrekk ved mange ville naturplanter er at de har frøkvile som gjør at ingen eller få frø vil spire med det samme de kastes fra morplanten. Det skiller ofte mellom tre former for frøkvile, nemlig fysiologisk, fysisk og morfologisk (Baskin & Baskin 2014):

- Ved fysiologisk frøkvile er embryo (kimen) fullt utvikla idet frøet kastes fra morplanten. Frøet vil ta opp vann (svelle/imbibere), men balansen mellom vekstfremmende og veksthemmende hormoner er slik at embryo ikke vil begynne å gro før frøet har ettermodna eller det utsettes for spesielle temperatur- og lysforhold. Viktige plantehormoner som regulerer denne prosessen er veksthemmeren absisinsyre (ABA) og vekstfremmeren gibberellinsyre (GA, f.eks. handelspreparatet GA3). I kombinasjon med disse kan også frøkappa / fruktskallet medvirke til den fysiologiske frøkvila ved å hindre opptak av vann eller oksygen eller utskilling av spirehemmende stoffer.
- Ved morfologisk frøkvile er embryo ikke fullt utvikla idet frøet skilles fra morplanten. Eksempler å dette har vi bl.a. hos ulike orkidéer.
- Ved fysisk frøkvile vil frøet ikke svelle / ta opp vann på grunn av ugjennomtrengelige lag i frøskallet. De meste kjente eksemplene finner vi i erteblomstfamilien (begvekster), men ifølge Baskin & Baskin (2014) er fysisk frøkvile påvist i minst 18 plantefamilier.

Generelt regnes frøkvile for å være en økologisk overlevelsesmekanisme som reduserer risikoen for at alle frø spirer samtidig og at de nyspirte plantene deretter dør på grunn av tørke, mangel på lys, frost eller andre ulagelige forhold (Baskin & Baskin 2014). Men for den som skal lage pluggplanter og ønsker rask og jamn spiring i alle plugg er frøkvila en ulempe, og derfor finnes ulike metoder for å gjøre frøet mer spirevillig. For å bryte fysiologisk frøkvile er den vanligste metoden 'stratifisering', som egentlig henspiller på at frø og passe fuktig jord legges lagvis (i 'strata') og deretter settes kjølig i en et visst antall uker før overføring til optimal spiretemperatur.

Formålet med dette prosjektet var å kartlegge fysiologisk frøkvile / stratifiseringsbehov hos markblomster som er aktuelle for pluggplanteproduksjon på Reiersøl planteskole. Hovedforsøket ble utført vinteren/våren 2020-21, og et mindre forsøk med færre behandlinger vinteren/våren 2021-22. Metodikken var tilpassa den praktiske produksjonen på Reiersøl og dermed mindre presis enn det som normalt ville vært brukt i mer grunnleggende, vitenskapelige forsøk.

2 Materiale og metoder

2.1 Plantemateriale

Prosjektet omfatta elleve arter, hvorav ni gikk igjen i forsøka både i 2020-21 og 2021-22 (tabell 1). Med unntak for gjerdevikke der det begge år ble brukt morfrø innsamla av Hans Martin Hanslin i Klepp, Rogaland, var frø av samtlige arter høsta i første generasjons oppformeringsfelt på Landvik i 2018, 2020 eller 2021 som ledd i prosjektet 'Fra grasmark til blomstereng'. For Maria nøkleblom, blåknapp og fuglevikka hadde populasjonene som ble bruk i 2020-21 og 2021-22 ulikt geografisk opphav, ellers var opphavet de samme i begge forsøk. Bare av enghumbleblom, engtjæreblom og gjerdevikke ble brukt samme frøparti (fra samme høsteår) i begge forsøk (tabell 1). Fram til forøksstart og mellom de to åra ble frøet oppbevart i frølageret på Landvik ved 3°C og 35% relativ luftfuktighet.

Tabell 1. Opphavskommune og høsteår for frøpopulasjoner brukt i forsøka i 2020-21 og 2021-22.

Norsk artsnavn	Vitenskapelig artsnavn	Opphavskommune	Høsteår for frø brukt i forsøk	
			2020-21	2021-22
Rødknapp	<i>Knautia arvensis</i>	Oslo	2020	2021
Maria nøkleblom	<i>Primula veris</i>	Jevnaker (2020-21), Oslo (2021-22)	2020	2021
Blåknapp	<i>Succisa pratensis</i>	Gjerstad (2020-21), Grimstad (2021-22)	2019	2020
Enghumbleblom	<i>Geum rivale</i>	Gjerstad	2020	2020
Engtjæreblom	<i>Viscaria vulgaris</i>	Larvik	2018	2018
Storengkall	<i>Rhinanthus major</i>	Oslo	2020	2021
Ormehode	<i>Echium vulgare</i>	Sandefjord	2020	2021
Gjerdevikke	<i>Vicia sepium</i>	Klepp	2019	2019
Fuglevikke	<i>Vicia cracca</i>	Grimstad (2020-21), Sola (2021-22)	2020	2021
Flekkgriseøre	<i>Hypochaeris maculata</i>	Ringerike	2020	Ikke med
Firkantperikum	<i>Hypericum maculatum</i>	Skien	Ikke med	2020

2.2 Stratifiseringsbehandlinger

I 2020-21 ble det utført fire behandlinger:

- 1) Såing 30.november med plassering i veksthus uten tilleggslys og som ikke varmes opp før 1.mars (13 ukers stratifisering).
- 2) Såing 25.januar med plassering i mørkt kjølerom, middeltemperatur 7,6 °C. Overføring til veksthus (som ledd 1) fra 22. februar (fire ukers 'høy-temp.' stratifisering)
- 3) Såing 25.januar med plassering i mørkt fryserom, middeltemperatur -0,9 °C. Overføring til veksthus (som ledd 1) fra 8.mars. (6 ukers 'fryse' stratifisering)
- 4) Ingen stratifisering. Såing 1.mars i samme veksthus som i ledd 1-3.

I 2021-22 ble antall behandlinger redusert til:

- 1) Såing 18.januar med plassering i mørkt kjølerom, middeltemperatur 5,2 °C. Overføring til oppvarma veksthus 14.mars (8 ukers stratifisering)
- 2) Ingen stratifisering. Såing 18.mars i uoppvarma veksthus (ikke det samme som i ledd 1)

2.3 Gjennomføring

Det ble brukt pluggbrett av typer M60 beregnet for skogplanter (40 cm x 30 cm = 0,12 m², (figur 3a). Brettene ble fylt med torv beregnet på granplanter og vannet slik at jorda var passe fuktig ved såing.

Ved hver stratifiseringsbehandling / såtid ble det sådd tre brett (gjentak) av hver art. For alle arter, uansett frøstørrelse, foregikk såinga ved at 3 g rensa frø ble blanda grundig med 3 liter sand som deretter ble stødd jamt ut over de tre brettene. Gjennomsnittlig tykkelse på sandlaget ble da 4,2 mm. Avhengig av frøstørrelse varierte antall sådde frø pr Brett (60 plugg) fra 50 for den mest storfrøa arten gjerdevikke til rundt 25000 for den mest småfrøa arten firkantperikum.

Etter såing ble brettene vannet forsiktig og satt til stratifisering i henhold til forsøksplanen. Gjennom stratifiseringsperioden ble tyngden av brettene sjekket regelmessig for å sikre at de ikke tørket ut.

Antall plugg (med én eller flere spirer) ble telt 15.mars, 15.april og 1.mai i 2021 og 19.april og 18.mai i 2022. Resultatene ble uttrykt som prosent av de 60 tilgjengelige pluggene i hvert Brett.

2.4 Temperaturloggere

2.4.1 2020-2021

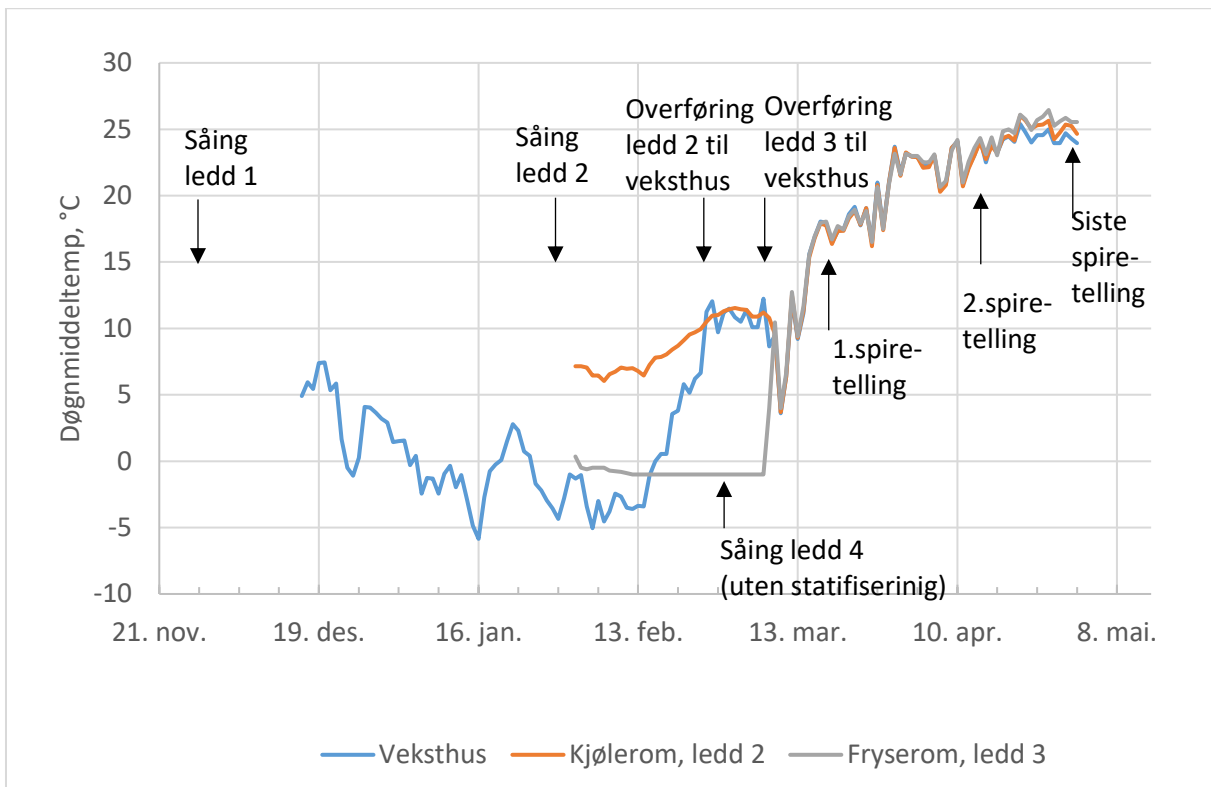
En temperaturlogger ble lagt oppå et tilfeldig plantebrett ved hver av de fire stratifiseringsbehandlingene. Spesielt i ledd 1 var utlegginga av loggere litt forsinka i forhold til såtidspunktet. Temperaturen ble registrert hver time, men bare middeltall for døgn er vist i figur 4. I stratifiseringsperioden var middeltemperaturene i ledd 1, 2 og 3 henholdsvis 0,8°C, 7,6°C og -0,9°C. I ledd 1 var døgnmiddeltemperaturen under frysepunktet på 38 av de 90 dagene i stratifiseringsperioden. Middeltemperaturen i veksthuset i perioden fra og med 2.mars (dagen etter såing i kontrollleddet uten stratifisering, ledd 4) til og med 30.april var 18,8 °C med en gjennomsnittlig daglig temperaturamplitude fra 11,5 til 30,0 °C. I de to siste ukene fram til siste telling 1.mai var gjennomsnittlig maksimumstemperatur i veksthuset så høy som 36,3 °C.

2.4.2 2021-2022

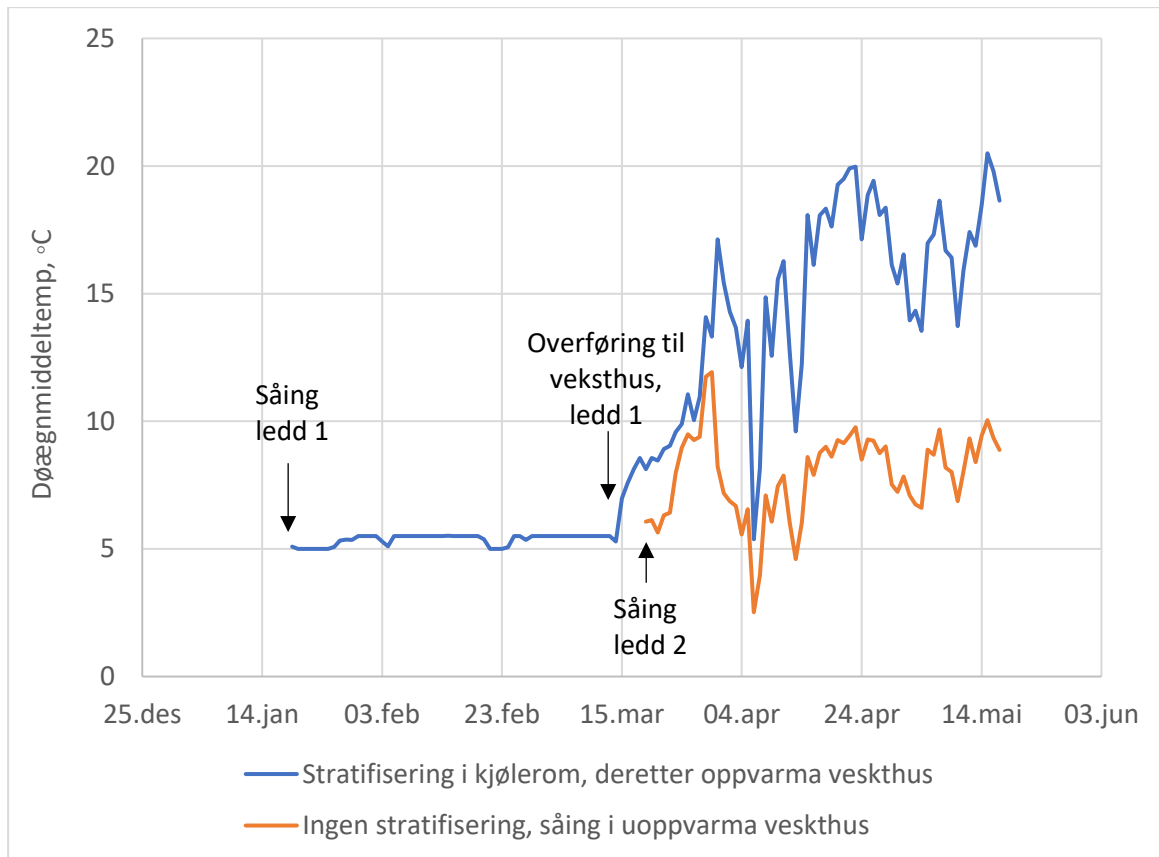
To temperaturloggere ble lagt ut i hver behandling og middeltalla er vist i figur 5. Temperaturen ved stratifisering i kjølerom var 5,2°C. I perioden fra 18.mars (såing i ledd 2) til siste registrering 18.mai var gjennomsnittlig temperatur i det oppvarma (ledd 1) og uoppvarma (ledd 2) veksthuset henholdsvis 14,8°C (gjennomsnittlig daglig temperaturamplitude 4,8 - 28,7 °C) og 8,0°C (gjennomsnittlig daglig temperaturamplitude 2,4 - 14,6 °C).

2.5 Statistiske analyser

For resultatvariablen 'Prosent av tilgjengelige plugg fylt med planter' ble det hvert år gjennomført en enkel, enveis variansanalyse for hver art i henhold til SAS-prosedyren PROC ANOVA (SAS Institute, Cary, NC, USA). P% <5 i tabellene betyr sikkert (signifikant) utslag, men verdier opp til 20 % er også tatt med for å markere tendenser. For det første forsøksåret med fire behandlinger er i tillegg minste signifikante forskjell (LSD 5%) oppgitt for å skille mellom de ulike behandlingene der variansanalysen viste sikre utslag.



Figur 4. Døgnmiddeltemperatur og milepæler ved de fire behandlingene i 2020-21.



Figur 5. Døgnmiddeltemperatur og milepæler ved de to behandlingene i 2021-22.

3 Resultater

3.1 Rødknapp (*Knautia arvensis*)

I 2020-21 hadde de ulike behandlingene ingen sikker virkning på spiringa av rødknapp (tabell 2). En til to måneder etter overføring til det oppvarma veksthuset var rundt 20 % av pluggene fylt med planter i de tre ledda med stratifisering. Uten stratifisering var tilslaget bare 15 % (tabell 2). Årsaken til den generelt dårlige spiringa av rødknappfrøet høsta på Landvik i 2020 er ukjent.

I 2021-22 spirte rødknapp høsta i 2021 langt bedre, henholdsvis 87 og 59 % fylte plugger med og uten to måneders stratifisering i kjølerom (tabell 3).

Resultatene bekreftes av Tom Clothier Seed Germination Database (TCSGD 2023) som oppgir at spiringa til rødknapp varierer mellom populasjoner og kan ta flere måneder. Kew Garden (2023) nevner et tilfelle der rødknapp spirte 61 % etter 119 dager ved 15°C. Vandvik & Vange (2003) fant at to måneders stratifisering i kjølerom ved 4°C økte spireevnen fra 45 til 63 % hos en populasjon fra Oslo-området og så mye som fra 29 til 80 % i en populasjon fra Nord-Norge. Vår populasjon var fra Oslo-området, og det relative utslaget for stratifisering i tabell 3 samsvarer bra med resultatene for Oslo-populasjonen i Vandvik & Vange's forsøk.

I et forsøk utført i frølaboratoriet på Landvik høsten 2002 var forkjølig av frøet i 7 dager ved 10°C for kort tid til å bedre spireprosenten i rødknapp (Aamlid upubl.) Varmebehandling av frøet ved 40 °C i 7 dager eller tilsetning av 0.2 % kaliumnitrat (KNO₃) hadde heller ingen virkning, men derimot økte spireprosenten fra 35 til 56 % om frøet ble behandlet med gibberellinsyre (GA₃) (0,075%). I middel for ulik forbehandling eller tilsetninger økte spireprosenten i disse forsøka fra 19 til 39 og videre til 54 % dersom spiretemperaturen ble endret fra 30/10 °C (8 t dag / 16 t natt) til henholdsvis 20 °C (konstant) og 30/20 °C (dag/natt). Den beste spireprosenten i dette forsøket var 64 % og ble oppnådd ved kombinasjonen av forbehandling av frøet med GA₃ og 30/20 °C spiretemperatur. I dette forsøket ble det i tillegg utført tetrazoliumanalyse (en fargeteknikk der bare levende frø tar opp farge), og denne analysen viste 63 % levende frø, med andre ord hadde samtlige av de levende frøa spirt ved den beste behandlinga.

Spireevnen (uten stratifisering) av frøpartier av rødknapp plukkhøsta flere ganger (etter hvert som frø i korgene begynte å drysse) i sesongene 2021 og 2022 i oppformeringsfeltene på Landvik og seinere oppbevart ved 3°C og 35 % relativ luftfuktighet i frølageret på Landvik varierte per mars 2023 fra 50 til 61 %.

Oppsummert viser både forsøka på Reiersøl og tidligere forsøk (1) at spireevnen hos rødknapp varierer kraftig mellom ulike frøpartier, og (2) at mellom 30 og 50 % av de levende frøa normalt er i kvile (dormante) idet de kastes fra morplanten, og (3) at én til to måneders stratifisering ved 3-8 °C er tilstrekkelig for å bryte denne frøkvila.

Tabell 2. Prosent av pluggene med planter av rødknapp 'Oslo' etter ulik stratifisering i 2020-21. Frøparti høsta i flere omganger på Landvik i 2020.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	19	21	21
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7,6 °C)	20	20	21
6 uker i fryserom (-0,9 °C)	18	18	19
Kontroll, ingen stratifisering	16	15	15
P%	>20	>20	>20

Tabell 3. Prosent av pluggene med planter av rødknapp med og uten stratifisering i 2021-22. Frøparti høsta i flere omganger på Landvik i 2021.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp. 5,2°C)	77	87
Kontroll, ingen stratifisering	49	59
P%	8	9



Figur 6. Frø av rødknapp. Foto: Ove Hetland.



Figur 7. Fra stratifiseringsforsøket på Reiersøl i 2020-21. a) Brett med rødknapp og Maria nøkleblom til langtidsstratifisering i uoppvarma veksthus (bilde tatt 12.februar 2021) og b) Brett med rødknapp ved avslutning av forsøket 1.mai. Foto: Trygve S. Aamlid.

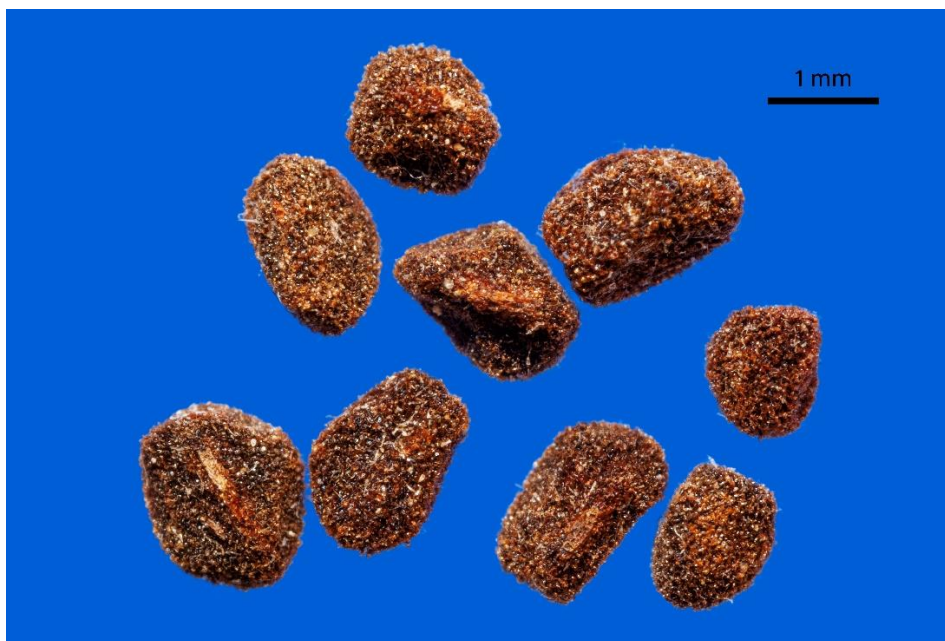
3.2 Maria nøkleblom (*Primula veris*)

Stratifisering i 13 uker i uoppvarma veksthus (derav ca. 9 uker med temperatur over frysepunktet) gav signifikant bedre spiring av Maria nøkleblom enn de andre behandlingene i 2020-21 (tabell 4). Men selv etter denne lange stratifiseringsperioden var tilslaget skuffende med utvikling av planter bare i 23 % av pluggene. Ved bedømming 15. april trodde vi at spireprosenten skulle bli over 30, men en del av de små spirene døde i løpet av ukene fram til siste telling 1.mai. Det er rimelig å tro at dette hadde sammenheng med høye maksimumstemperaturer i veksthuset i denne perioden.

I 2021-22 viste Maria nøkleblom tendens til bedre spiring uten stratifisering enn med åtte ukers stratifisering i kjølerom, men forskjellen var ikke signifikant (tabell 5). Årsaken til litt bedre spiring uten enn med stratifisering kan muligens være at middeltemperaturen i det uoppvarma veksthuset som ble brukt til direkte såing var bare 8,0°C, mot 14,8 °C i veksthuset som ble brukt etter stratifisering.

Som optimal spiretemperatur for Maria nøkleblom anbefaler TCSGD (2023) at såbretta først står ved 18-22°C i 2-4 uker og deretter stratifiseres ved -4 to +4°C i 4-6 uker før spiring ved 5-12°C. Kew Garden (2023) gir flere eksempler på at Maria nøkleblom spirer over 90 % på agar dersom agaren tilsettes 250 mg GA₃ pr liter og inkuberes ved konstant temperatur 21°C eller vekseltemperatur 20/10 eller 25/10 °C i fra fire uker og oppover. Yankova-Tsvetkova et al. (2022) fant at spiring av Maria nøkleblom fremmes av GA₃, og at stratifisering i opptil 6 måneder ved 4°C har liten virkning uten at behandlinga kombineres med GA₃.

Spireevnen til Maria nøkleblom-populasjoner plukkhøsta i oppformeringsfelt på Landvik i 2021 og 2022 varierte i februar-mars 2023 fra 0 til 30 %. Ved Ljono planteskole i Ulvik har man erfart at frø av Maria nøkleblom vanligvis spirer om de sås like etter frøhøsting, men at frøkvile kan utvikle seg ved lagring (såkalt sekundær frøkvile, Torunn Hovland Ljone, pers. oppl., juni 2021). Milberg (1994) fant at frø av Maria nøkleblom både har primær frøkvile (utvikla under frømodning) og sekundær frøkvile, men at begge formene motvirkes av stratifisering eller naturlig kjøling gjennom vinteren. Under naturlige forhold vil det derfor spire flest planter av Maria nøkleblom om våren. Milberg (l.c.) fant også at Maria nøkleblom trenger lys for å spire.



Figur 8. Frø av Maria nøkleblom. Foto: Ove Hetland

Tabell 4. Prosent av pluggene med planter av Maria nøkleblom etter ulik stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	10	33	23
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7,6 °C)	0	1	1
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	1	1	2
Kontroll, ingen stratifisering	1	1	1
P%	<1	<0.1	<0.1
LSD 5%	3	14	3

Tabell 5. Prosent av pluggene med planter av Maria nøkleblom med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom	22	23
Kontroll, ingen stratifisering	24	36
P%	>20	>20

Oppsummert viser resultatene at det kan være vanskelig å bryte frøkvila og oppnå fulle plantebrett av Maria nøkleblom. Dersom en ikke har mulighet for å så ferske, nyhøsta frø, er beste behandling sannsynligvis å gi en lang (3-4 måneders) stratifiseringsperiode i uoppvarma veksthus, gjerne med temperaturer ned mot frysepunktet. Frøet trenger lys for å spire og bør derfor ikke sås dypere enn 0-1 mm. I kombinasjon med stratifisering er også forbehandling av frøet med GA₃ verdt å prøve for å bryte frøkvila i denne arten.

3.3 Blåknapp (*Succisa pratensis*)

Sammenlikna med den ustratifiserte kontrollen førte langtidsstratifisering i uoppvarma veksthus eller en måneds stratifisering i kjølerom til bedre spiring av blåknapp høsta i 2019 i forsøket i 2020-21. I pluggbrett som hadde vært i fryserommet stoppa spiringa opp allerede i løpet av den første uka etter overføring til veksthuset, mens den fortsatte fram til 15.april i pluggbrett som hadde vært i kjølerommet og enda mer i pluggbrett som hadde stått i uoppvarma veksthus gjennom vinteren. Ved avslutning av forsøket hadde 48 % av pluggene i disse forsøksledda utvikla planter, mot 28 % i kontrollleddet og leddet med behandling i fryserom (tabell 6).

I 2021-22 var spiringa av blåknapp høsta i 2020, noe overraskende, signifikant bedre ved direkte såing i uoppvarma veksthus enn etter to måneders stratifisering i kjølerom (tabell 7). Dette kan tyde på at optimal stratifiseringstid for blåknappfrø ikke er særlig mer enn en måned, eventuelt at stratifisering ikke er nødvendig dersom temperaturen i selve spirefasen ligger i området 5-15°C. TCSGD (2023) anbefaler samme spirebetingelser som til Maria nøkleblom, nemlig først 2-4 uker ved 18-22°C, deretter 4-6 ukers stratifisering ved mellom -4 og 4°C, og til sist så lav temperatur som 5-12°C i den endelige spirefasen. Wagner et al. (2011) observerte bedre spiring av blåknapp etter 5 ukers stratifisering ved 4°C enn for ustratifisert frø. I et forsøk med spiring på papir i frølaboratoriet på Landvik i 2002 spirte blåknapp bedre ved vekseltemperatur (8 t dag/16 t natt) 30/20°C enn ved 20/10 °C eller 20 °C konstant,



Figur 9. Frø av blåknaap. Foto: Ove Hetland.



Figur 10. Brett med blåknaap i det første forsøket på Reiersøl 2020-21. Foto: Trygve S. Aamlid.

og bedre dersom spirepapiret var fuktet med en løsning av 0,075 % GA₃. Ved den optimale kombinasjonen av 30/20 °C og GA₃ var spireevnen 66 %, som var noe lavere enn 75 % levende frø bestemt ved tetrazoliumanalyse (Aamlid upubl.).

Spireevnen for blåknappfrøpartier høsta på Landvik i sesongene 2021 og 2022 og lagra ved 3°C og 35 % RF varierte i mars 2023 fra 3 til 30 %.

Oppsummert tyder resultatene på at iallfall noen partier av blåknapp kan spire uten forutgående stratifisering dersom temperaturen i spirefasen ikke er høyere enn 5-15°C. Dette vil imidlertid ta lang tid – minimum 60 dager. Ved høyere temperatur i veksthuset, dvs. over 20°C i spirefasen, anbefales én til to måneders stratifisering i kjølerom, evt. i uoppvarma veksthus gjennom vinteren. På grunn av spirefysiologien er blåknapp en utfordrende art i etableringsfasen.

Tabell 6. Prosent av pluggene med planter av blåknapp etter ulike stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	11	50	48
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	27	45	48
6 uker i fryserom (-0,9 °C)	27	28	28
Kontroll, ingen stratifisering	12	25	28
P%	<5	8	12
LSD 5%	13	-	-

Tabell 7. Prosent av pluggene med planter av blåknapp med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp 5,2 °C)	37	49
Kontroll, ingen stratifisering	67	80
P%	<1	<5

3.4 Engtjæreblom (*Viscaria vulgaris*)

Forsøka i begge år viste at frø av engtjæreblom ikke trenger stratifisering for å spire (tabellene 8 og 9). Dette er i samsvar med Whittington et al. (1988) som fant at engtjæreblom ikke utvikler frøkvile og at spiringa av denne svært småfrøa arten fremmes av lys.

Spireevnen til engtjæreblom-partier på frølageret på Landvik varierte i mars 2023 fra 75 til 89 %.

Tabell 8. Prosent av pluggene med planter av engtjæreblom etter ulike stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	65	93	93
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	86	93	97
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	88	95	98
Kontroll, ingen stratifisering	96	93	93
P%	>20	>20	>20

Tabell 9. Prosent av pluggene med planter av engtjæreblom med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp 5,2 °C)	100	100
Kontroll, ingen stratifisering	100	100
P%	<1	<5



Figur 11. Frø av engtjæreblom. Foto: Ove Hetland.

3.5 Enghumleblom (*Geum rivale*)

I 2020-21 var det – etter tretten ukers stratifisering i uoppvarma veksthus eller fire ukers stratifisering i kjølerom - planter i henholdsvis 61 og 88 % av pluggene i brett sådd med enghumleblom (tabell 10). Til tross for at det bare var gått to uker etter såing var det også planter i 79 % av pluggene i kontrollbretta uten stratifisering. Dette viser at enghumleblompartiet fra 2020 hadde et svært beskjedent krav til stratifisering. Dette ble også bekrefta året etter, da praktisk talt alle pluggene ble fylt av planter uansett stratifisering eller ikke (tabell 11).

Spireevnen til enghumleblom-partier som enten var høsta ved sams nedklipping, tørking og uttresking eller som var skurtreska direkte i oppformeringsfelt på Landvik i 2021 og 2022, varierte i februar-mars 2023 fra 46 til 92 %.

Tabell 10. Prosent av pluggene med planter av enghumleblom etter ulike stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	61	45	44
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	88	87	85
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	84	73	73
Kontroll, ingen stratifisering	79	79	83
P%	9	<1	<1
LSD 5%	-	18	16

Tabell 11. Prosent av pluggene med planter av enghumleblom med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med en eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp. 5,2°C)	100	100
Kontroll: Ingen stratifisering	99	99
P%	>20	>20



Figur 12. Frø av enghumleblom med karakteristiske vedheng (kroker). Foto: Ove Hetland.

3.6 Storengkall (*Rhinanthus major* syn. *R. augustifolius*)

Ifølge litteraturen (Kew Garden 2023, Ter Borg 2005) har frø av både småengkall (*Rhinanthus minor*) (som er den fortrukne arten i norske blomsterenger, men som vi ikke hadde tilgjengelig frø av for dette prosjektet) og storengkall et klart behov for langtidstratifisering (100-160 dager) ved temperatur mellom 0 og 5 °C. Ter Borg (2005) oppgir dessuten at stratifisering ved 2°C er bedre enn 4°C for å bryte frøkvila.

I det første forsøket i 2020-21 var spiringa svært dårlig uansett behandling (tabell 12). Heldigvis endret dette seg til 2021-22, da rundt 80 % av pluggene ble fylt av planter i leddet med to måneders stratifisering i kjølerom, mot rundt 60 % i det ustratifiserte kontrolledet (tabell 13). Også i de ordinære spireanalysene på Landvik har storengkall høsta i 2021 spirt bedre enn frø høsta på samme areal i 2020 (9 %) og 2022 (5 %). Vi kjenner ikke årsaken til denne variasjonen, for frøet ble handhøsta på samme måte i alle tre år. Ifølge Ter Borg (2005) er det i engkallslekta små marginer mellom forhold som induserer frøkvile og forhold som motvirker den samme kvila. Med tanke på oppal av planter på Reiersøl er det uansett rimelig å konkludere med at frø av storengkall vil fremmes av langtidstratifisering gjennom vinteren, enten i uoppvarma veksthus eller utendørs.

Tabell 12. Prosent av pluggene med planter av storengkall etter ulik stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	2	1	3
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	4	1	2
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	1	1	2
Kontroll, ingen stratifisering	1	1	1
P%	13	>20	>20

Tabell 13. Prosent av pluggene med planter av storengkall med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp. 5,2°C)	77	83
Kontroll: Ingen stratifisering	56	59
P%	>20	>20



Figur 13. . Engkallfrø har karakteristiske vinger. Bildet viser småengkall, men frø av storengkall er ganske like. Foto: Ove Hetland.

3.7 Ormehode (*Echium vulgare*)

I 2020-21 spirte frø høsta i 2020 av ormehode signifikant bedre etter en måneds stratifisering i kjølerom enn i de andre behandlingene. Ved avslutning av forsøket var likevel bare i beste fall 40 % av pluggene fylt med planter. Færrest planter ble notert i leddet med langtidsstratifisering i veksthus gjennom vinteren (tabell 14). Dette var også lavere enn i kontrollleddet.

I 2021-22 var spiringa av ormehode høsta i 2021 langt bedre med planter i nesten alle pluggene uansett stratifisering eller ikke (tabell 15). I motsetning til resultatene fra 2020-21 samsvarer dette med Kew Garden (2023) og Breemen (1984), som begge hevder at ormehode er lite spesifikk i krav til temperatur og lys for å spire og kun danner en kortvarig frøbank i jorda. I likhet med våre sprikende resultater fra de to åra synes imidlertid også litteraturen å sprike; TCSGD (2023) oppgir for eksempel at ormehode har uregelmessig spiring og kan kreve flere måneders forbehandling ved temperatur under 5°C.

Bischoff et al. (2006) påviste ulik spiring både i laboratoriet og i felt av til dels kommersielt tilgjengelige ormehodepopulasjoner med opphav i Sveits, Tyskland og UK. Best spiring i laboratoriet (snaue 50 %) ble oppnådd ved den høyeste temperaturen som var 20/10 °C. I felt spirte ormehode sjelden over 20 %.

I frølageret på Landvik varierte i mars 2023 spireevnen av ormehodepartier høsta i 2020 og 2021 fra 6 til 76 %.

Som en oppsummering anbefales det ved produksjon av pluggplanter av ormehode å stratifisere de nysådde, fuktige bretta 1-2 måneder i kjølerom ved rundt 5°C. Deretter flyttes bretta til relativt høy vekseltemperatur (dag/natt), f.eks. 30/20, i veksthus (Breemen 1984).

Tabell 14. Prosent av pluggene med planter av ormehode etter ulik stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	1	3	4
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	21	39	40
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	0	16	18
Kontroll, ingen stratifisering	9	17	25
P%	<1	<1	<0,1
LSD 5%	9	15	12

Tabell 15. Prosent av pluggene med planter av ormehode med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp. 5,2°C)	94	97
Kontroll: Ingen stratifisering	97	98
P%	6	>20



Figur 14. Oppformeringsfelt med ormehode 'Sandefjord' på Landvik, 18.juli 2023. Foto: Trygve S. Aamlid.

3.8 Gjerdevikke (*Vicia sepium*)

Gjerdevikke og mange andre engbelgvekster har harde frøskall som hindrer vannopptak og spiring. Frøa bør derfor rispes før såing. I 2020-21 ble dette ikke gjort, og spiringa var da praktisk talt null i samtlige behandlinger (tabell 16). Året etter ble frøet rispa før levering til Reiersøl, og da ble henholdsvis 69 og 41 % av pluggene fylt med og uten to måneders stratifisering i kjølerom (tabell 17). Dette viser at gjerdevikke i tillegg til harde frøskall (fysisk frøkvile) også kan ha en form for fysiologisk frøkvile som gjør at frøet spirer bedre etter stratifisering. Kombinasjoner av fysisk og fysiologisk frøkvile er vanlig i storkenebbslekta (*Geranium*) og er tidligere påvist i vanlig fôrvikke (*Vicia sativa*) og tofrøvikke (*V. hirsuta*), men så vidt vi kjenner til ikke i gjerdevikke (Baskin & Baskin 2014).

Frøpartier av gjerdevikke høsta ved sams nedklipping, tørking og tresking i 2021 og 2022 og oppbevart på frølageret på Landvik hadde i mars 2023 spireevner mellom 70 og 75 % etter risping av frøa.

Tabell 16. Prosent av pluggene med planter av gjerdevikke etter ulike stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	0	0	0
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	0	1	1
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	0	0	0
Kontroll, ingen stratifisering	0	0	0
P%	>20	>20	>20

Tabell 17. Prosent av pluggene med planter av gjerdevikke med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp. 5,2°C)	65	69
Kontroll: Ingen stratifisering	38	41
P%	7	7

3.9 Fuglevikke (*Vicia cracca*)

I likhet med gjerdevikke ble heller ikke frø av fuglevikke rispa før såing i 2020-21. Springa var derfor generelt dårlig, og signifikant dårligst ved langtidsstratifisering i uoppvarma veksthus (tabell 18). Etter forsiktig risping av frøa i 2021-22 ble om lag halvparten av pluggene fylt, men i motsetning til i gjerdevikke var det ingen klar effekt av stratifisering (tabell 19).

Frøpartier av fuglevikke høsta ved sams nedklipping, tørking og tresking i 2021 og 2022 og oppbevart i frølageret på Landvik hadde i mars 2023 spireevner mellom 43 og 83 % etter risping av frøet.

Tabell 18. Prosent av pluggene med planter av fuglevikke etter ulik stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	0	1	1
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	4	9	11
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	6	8	9
Kontroll, ingen stratifisering	6	9	10
P%	8	<5	<5
LSD 5%	-	6	7

Tabell 19. Prosent av pluggene med planter av fuglevikke med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp. 5,2°C)	46	46
Kontroll: Ingen stratifisering	48	50
P%	>20	>20



Figur 15. Fugelvikke har stort og tungt frø, tusenfrøvekta er rundt 13 g. Frø av gjerdevekke er enda tyngre (runt 20 g). Foto: Ove Hetland.

3.10 Flekkgriseøre (*Hypochaeris maculata*)

Flekkgriseøre var bare med i det første forsøksåret, og spiring var da signifikant bedre uten enn med stratifisering (tabell 17). Dette samsvarer med opplysninger fra Kew Garden (2023). Etter langtidsstratifisering var det tendens til at spirte frøplanter degenererte etter overføring til det oppvarma veksthuset.

Frøpartier av flekkgriseøre høsta ved gjentatt støvsuging på Landvik i 2020, 2021 og 2022 hadde spireevner på henholdsvis 86, 81 og 53 %. Årsaken til lavere spireevne for 2022-partiet er ukjent.

Tabell 20. Prosent av pluggene med planter av flekkgriseøre etter ulik stratifisering i 2020-21.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø		
	15.mars	15.april	1.mai
13 uker i uoppvarma veksthus	32	4	5
4 uker i kjølerom (middeltemp. 7.6 °C)	14	12	1
6 uker i fryserom (middeltemp. -0,9 °C)	0	4	3
Kontroll, ingen stratifisering	81	89	87
P%	<0,1	<0,1	<0,1
LSD 5%	27	12	7



Figur 16. Frø av flekkgriseøre har fnokk for lettere vindspredning. Fnokken forsvinner under tresking eller rensing. Foto: Ove Hetland.

3.11 Firkantperikum (*Hypericum maculatum*)

TCSGD (2023) oppgir at perikumarter ofte er seine til å spire, men at det ikke er noe klart stratifiseringsbehov. Dette samsvarer bra med våre resultater fra 2021-22, der alle pluggene ble fylt med planter uansett behandling (tabell 21). Spireevnen av firkantperikum-partier høsta hos NIBIOs kontraktfrøavlere Rolf Inge og Trond Pettersen i 2020, 2021 og 2022 var, etter tur, 69, 75 og 87 %.

Firkantperikum er utsatt for konkurranse i etableringsfasen. Heller enn frøkvile skyldes nok dette først at frøet (figur 17) er svært smått frø (Campbell 1985, Perez Garcia et al. 2006), mindre enn noen av de andre artene som inngår i blomsterfrøavlprosjektene på Landvik. Tusenfrøvekta er bare 0,04 g.

Tabell 21. Prosent av pluggene med planter av firkantperikum med og uten stratifisering i 2021-22.

	Prosent av pluggene med én eller flere planter spirt fra frø	
	19.april	18.mai
8 uker i kjølerom (middeltemp. 5,2°C)	100	100
Kontroll: Ingen stratifisering	100	100
P%	>20	>20



Figur 17. Frø av firkantperikum. Foto: Ove Hetland.

4 Diskusjon og anbefaling

Til dette prosjektet ble det valgt ut elleve blomsterarter som har vist seg å være seine og konkurransesvake i etableringsfasen. Med unntak for engtjæreblom, firkantperikum og til en viss grad enghumleblom viste forsøka at den trege etableringa delvis kan skyldes frøkvile som kan motvirkes ved stratifisering av pluggbretta før overføring til spiretemperatur i veksthuset. I samsvar med sitert litteratur synes 4-8 uker stratifisering i kjølerom å være tilstrekkelig for de fleste artene, men for Maria nøkleblom kan det være nødvendig med en lengre periode, f.eks. i uoppvarma veksthus gjennom vinteren. Forsøket i 2020-21 viste at temperaturer i intervallet 0-8°C er effektive, og at temperaturer under nullpunktet har liten virkning for å bryte frøkvila.

Krava til stratifisering er likevel ikke absolutte, og de synes å variere mellom ulike frøpartier av samme art. Delvis kan dette skyldes ulike populasjoner / herkomster (Bischoff et al. 2006), men for en og samme populasjon kan det også skyldes ulik alder på frøpartiet eller ulike miljøforhold i modningsfasen. Lavere temperatur i spirefasen for direktesådd frø (ledd 2) enn for frø som kom fra åtte ukers stratifisering (ledd 1) kan ha bidratt til mindre stratifiseringsbehov i 2021-22 enn i 2020-21 for mange av artene.

Ved sammenlikning av prosent av plugg med planter i disse forsøka med ordinære spireanalyser i laboratoriet er det viktig å ta hensyn til den store forskjellen i frøstørrelse mellom de ulike artene. Gjennomsnittlig antall sådde frø pr plugg varierte fra mindre enn ett i gjerdevikke til mer enn 300 for engtjæreblom og firkantperikum. Sammen med mangelen på frøkvile er det derfor ikke overraskende at tilslaget i pluggbretta var best for de sistnevnte småfrøa artene. For framtida vil vi anbefale Reiersøl planteskole å justere frømengden av de ulike artene i samsvar med tusenfrøvekta slik det framgår av tabell 22.

Tabell 22. Tusenfrøvekt, antatt spireevne og anbefalt såmengde til tre M60 pluggbrett ved produksjon av pluggplanter av elleve ulike blomsterarter på Reiersøl planteskole.

	Tusenfrøvekt, gram	Antatt spireevne	Såmengde til 3 liter sand (3 pluggbrett)
Rødknapp (<i>Knautia arvensis</i>)	5,2	50	10
Maria nøkleblom (<i>Primula veris</i>)	1,1	20	5
Blåknapp (<i>Succisa pratensis</i>)	0,9	40	5
Enghumleblom (<i>Geum rivale</i>)	1,2	60	4
Engtjæreblom (<i>Viscaria vulgaris</i>)	0,06	90	1
Storengkall (<i>Rhinantus major</i>)	1,9	40	5
Ormehode (<i>Echium vulgare</i>)	2,7	50	6
Gjerdevikke (<i>Vicia sepium</i>)	20	50	40
Fuglevikke (<i>Vicia cracca</i>)	13	50	26
Flekkgriseøre (<i>Hypochaeris maculata</i>)	1,1	50	5
Firkantperikum (<i>Hypericum maculatum</i>)	0,04	90	1

Ved framtidig produksjon av pluggplanter anbefales at de sådde og oppfukta bretta gjennomgår følgende behandlinger før overføring til oppvarma veksthus i mars/april:

- Rødknapp: 4-8 uker i kjølerom ved ca 5°C.
- Maria nøkleblom: Enten så ferskt innsamla frø (i juli/august) eller gi lagra frø 3-6 måneders stratifisering i uoppvarma veksthus.

- Blåknapp: 4-8 uker i kjølerom ved ca 5°C.
- Enghumleblom: Lite stratifiseringsbehov, ev. inntil 4 uker i kjølerom ved 5°C.
- Engtjæreblom: Kan sås direkte i veksthus om våren, ikke stratifiseringsbehov
- Storengkall: Moderat stratifiseringsbehov, 4 uker i kjølerom ved 5°C.
- Ormehode: Moderat stratifiseringsbehov, 4 uker i kjølerom ved 5°C.
- Gjerdevikke: Frøet rispes for å bryte harde frøskall. Deretter 4-8 uker i kjølerom ved 5°C.
- Fuglevikke: Frøet rispes for å bryte harde frøskall. Kan deretter sås om våren uten stratifisering.
- Flekkgriseøre: Kan sås direkte i veksthus om våren. Stratifisering kan gi redusert spiring.
- Firkantperikum: Kan sås direkte i veksthus om våren, ikke stratifiseringsbehov

Litteraturreferanser

- Artsdatabanken. 2021. Norsk rødliste for arter. 2021. <https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter/2021/> (Sjekket 8.aug. 2023)
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 2014. Seeds. Ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 2nd edition. 1586 pp. Academic Press, San Diego, USA.
- Bischoff, A., Vonlanthen, B., Steinger, T. & Müller-Schärer, H. 2006. Seed provenance matters — Effects on germination of four plant species used for ecological restoration. *Basic and Applied Ecology* 7: 347-359.
- Breemen, A.M.M. van. 1984. Comparative germination ecology of three short-lived monocarpic Boraginaceae. *Acta Botanica Neerlandica* 33(3): 283-305.
- Campbell, M.H. 1985. Germination, emergence and seedling growth of *Hypericum perforatum* L. *Weed Research* 25(4): 259-266.
- Hanslin, H.M., Svalheim, E., Knudsen, G.K., Aamlid, T.S., Bratli, H. & Wissmann, J. 2021. Erfaringer fra prosjektet 'Fra grasmark til blomstereng', 2017-2020. STERF Popular Scientific Article. February 2021. www.sterf.org (Sjekket 8.aug. 2023).
- Kew Garden. 2023. Seed information database. <https://ser-sid.org> (Sjekket 8.aug. 2023).
- Milberg, P. 1994. Germination ecology of the polycarpic grassland perennials *Primula veris* and *Trollius europaeus*. *Ecography* 17(1): 3-8.
- Pérez-García, F., Huertas, M., Mora, E., Peña, B., Varela F. & González-Benito, M.E. 2006. *Hypericum perforatum* L. Seed germination: Interpopulation variation and effect of light, temperature, presowing. Treatments and seed desiccation. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 1187-1198.
- TCSGD. 2023. Tom Clothier Seed Germination Database. <https://tomclothier.hort.net/page03.html> (Sjekket 8.aug. 2023).
- Svalheim, E. 2022. Kunnskapsgrunnlag for slåttemark og lauveng for nasjonal handlingsplanperiode 2023-2037. NIBIO Rapport 138 (8). 78 s. <https://hdl.handle.net/11250/3031776> (Sjekket 8.aug. 2023).
- Ter Borg, S.J. 2005. Dormancy and germination of six *Rhinanthus* species in relation to climate. *Folia Geobotanica* 40: 243-260.
- Vandvik, V. & Vange, V. 2003. Germination ecology of the clonal herb *Knautia arvensis*: Regeneration strategy and geographic variation. *Journal of Vegetation Science* 14: 591-600.
- Wagner, M., Pywell, R.F., Bullock, J. & Heard, M.S. 2011. The germination niches of grassland species targeted for restoration: effects of seed pre-treatments *Seed Science Research* 21: 117-131.
- Whittington, W.J., Wilson, G.B. & Humpries, R.N. 1988. The germination characteristics of seeds from *Lychnis viscaria* L. (*Viscaria vulgaris* Bernh.), *Potentilla rupestris* L. and *Veronica spicata* L. *New Phytologist* 109(4): 505-514.
- Yankova-Tsvetkova, E., Petrova, M., Grigorova, I., Travkova, B. & Stanilova, M.E. 2022. The establishment of an *Ex Situ* collection of *Primula veris* in Bulgaria. *Plants* 11(22): 3018.

Etterord

Forfatterne til takke NIBIO-kollega Hans Martin Hanslin, avd. Grøntanlegg og vegetasjonsøkologi for kritisk gjennomlesning og positive innspill til denne rapporten.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.