



# Frø

## Lagring af nordmannsgranfrø – Vandindhold og temperatur påvirker udbytte og plantekvalitet i planteskolen

Af Martin Jensen<sup>1)</sup> & Ulrik Bräuner Nielsen<sup>2)</sup>

1) Institut for Havebrugsproduktion, Aarhus Universitet 2) Skov og Landskab, KU-LIFE

Ud fra undersøgelserne anbefales det at lagre frø af nordmannsgran ved 6-8 % vandindhold og ved -10 til -15°C i hermetisk lukkede beholdere. Dette giver de fleste brugbare planter og den bedste kvalitet. Uanset hvor lang eller kort tid frøet skal lagres, vil optimal behandling af frøet lige fra høst til såning sikre de bedste udbytter og den bedste plantekvalitet.

Hvad er optimale lagringsbetingelser for nordmannsgranfrø og hvilken betydning

har ikke optimal lagring for planteudbytte og -kvalitet i planteskolen? Disse spørgsmål er især relevante i de år, hvor forsyningen med frisk frø er lille og man derfor må anvende overgammelt frø. I PAF projektet 'Flerårig lagring af frø af nordmannsgran uden tab af spireevne eller plantekvalitet', er det forsøgt at give mere præcise svar på, hvilke temperaturer og vandindhold, der er optimale for lagring i længere tid og hvilken konsekvens forskellige lagringsmetoder har på planteudbytte og kvalitet i planteskolestadiet. Resultater fra forsøg i to plante-

skoler viser nu betydningen af at sikre optimale temperaturer og vandindhold under frølagring.

### Frølagring

I en tidligere artikel fra projektet (se Nåledrys nr. 68) er der redegjort for metoder og planteantal i marken fra forsøget hos Johansens Planteskole. I denne artikel resumeres og suppleres med informationer om plantekvalitet og forsøg hos planteskolen Majland A/S. Fire frøpartier fra provenienserne Ambrolauri, Tlugi (afd.

**Tabel 1. Udbytte af antal planter og udvalgte plantekvalitetsaspekter i 2/0 planteskoolestadiet fra forsøget hos Majland A/S for frø lagret i tre måneder ved forskellige betingelser. Talserier skrevet med fed markerer statistisk sikker effekt af hovedeffekten, og forskellige bogstaver angiver hvilke behandlinger, der kan anses for at være forskellige.**

Hovedeffekt Vandindhold, %	Planter total antal	Store pl. antal	Små pl. % af alle	Døde pl. % af alle	Rodhals diam mm	Friskvægt/pl g	Total højde mm	Tørvægt/pl g
5	200	181	10	1	2,26	1,53	69	0,47
8	192	173	11	0	2,25	1,63	70	0,46
10	193	168	13	3	2,16	1,54	68	0,45
15	151	140	7	5	2,13	1,64	70	0,47
<b>Temperatur, °C</b>								
-20	<b>178 b</b>	<b>158 b</b>	11	4	2,19	1,58	68	0,45
-15	<b>199 a</b>	<b>185 a</b>	7	2	2,08	1,52	71	0,49
-10	<b>203 a</b>	<b>183 a</b>	11	2	2,26	1,64	70	0,46
-5	<b>181b</b>	<b>167 b</b>	8	3	2,17	1,60	71	0,45
4	<b>157b</b>	<b>134 b</b>	15	0	2,29	1,59	67	0,46

24-27), Arhyz-Zelenczuk, Mesmai og Ambrolauri, Tlugi (Bredal Select) blev benyttet i forsøg. Hovedparten af forsøgene blev dog gennemført med Ambrolauri, Tlugi (afd. 24-27), mens de øvrige partier kun blev inddraget i mindre omfang.

Frøet blev indledende justeret til forskellige vandindhold (5, 8, 10, 15 % friskvægtsbasis) og derefter lagret i dobbelte, tykke plast poser ved forskellige temperaturer (+4, -5, -10, -15, -20°C). For Ambrolauri Tlugi (afd 24-27) blev 14 kombinationer af vandindhold og temperatur afprøvet, men kun 7 for de øvrige partier. Under lagringen blev der udtaget frø til udsåning i markforsøg hos Majland A/S efter tre måneders lagring og hos Johansens Planteskole efter 15 måneders lagring. Forud for udsåningen blev frøet kuldebehandlet ved et kontrolleret vandindhold på 34 % og 4°C i 8 uger for at ophæve frøhvilen.

### Såning og dyrkning

Frøet blev udsået i det sene forår 2007 hos Majland og i starten af juni 2008 hos Johansens Planteskole.

Den udsåede frømængde fra hver behandling og indenfor samme frøparti og udsåningssted var beregnet i forhold til samme oprindelige vandindhold og sikrede ens antal frø i hver behandling indenfor samme

parti og sted. Frøet til hver behandling blev opdelt i tre lige store partier til udsåning i hver af tre blokke, og sået i 1m<sup>2</sup> bed parceller. Planterne blev dyrket og passet efter firmaernes standard metoder.

### Registreringer

Planterne hos Majland A/S blev ompriklet som 2/0 i august 2008, og kun store

2/0 planter med normalt andet års skud blev priklet, mens små og abnorme planter blev sorteret fra efter optælling. Blokopdelingen fra de første 2 år på såbed blev bevaret ved ompriklingen, således at hele markvariationen lå i blokvariationen. Der blev talt store og små planter både som 2/0 og 2/1 planter og 10 stk. af de usorterede 2/0 planter per parcel, dvs. i alt 30 planter per behandling, blev

### Honda ATV sprøjtemaskine

	<b>250 ccm.</b>	<b>420 ccm.</b>
Træk	2 WD.	4 WD.
Bredde	80 cm.	82 cm.
Frontlift	Elektrisk	Elektrisk

Udstyr til ATV: Sprøjtebom 80-140 cm.  
Gødningssudstyr  
Bundklipper



Ring for yderligere information  
og eventuelt demonstration

## HORSENS MASKINER A/S

EGESKOVVEJ 10 . 8700 HORSENS  
TLF. 76 69 29 00 . WWW.HORSENSMASKINER.DK



**Tabel 2. Højde og rodhalsdiameter i 2/1 planteskolestadiet fra forsøget hos Majland A/S fra frø lagret i 3 måneder ved de forskellige betingelser. Talserier skrevet med fed er meget tæt på at vise statistisk sikker effekt af hovedeffekten.**

Hovedeffekt Vandindhold %	Højde mm	Rodhals diameter mm
5	133	<b>6,7a</b>
8	131	<b>6,8a</b>
10	128	<b>6,5b</b>
15	127	<b>6,4b</b>
Temperatur, °C		
-20	129	6,5
-15	128	6,5
-10	128	6,4
-5	128	6,4
4	135	6,9

**Tabel 3. Udbytte af 1/0 planter fra Ambrolauri partiet fra forsøg hos Johansens Planteskole fra frø lagret i 15 måneder ved forskellige betingelser. Talserier skrevet med fed markerer statistisk sikker effekt af hovedeffekten.**

Hovedfaktor Vandindhold, %	Planter total antal	Store pl. antal	Små pl. %
5	114	<b>98 a</b>	<b>16 c</b>
8	106	<b>89 ab</b>	<b>18 b</b>
10	104	<b>76 b</b>	<b>29 a</b>
Temperatur, °C			
-20	<b>122 a</b>	<b>102 a</b>	17
-15	<b>123 a</b>	<b>104 a</b>	17
-10	<b>109 ab</b>	<b>86 ab</b>	23
-5	<b>99 b</b>	<b>76 b</b>	24
4	<b>89 b</b>	<b>71 b</b>	23



målt i detaljer i laboratoriet efter de første to år. Ved afslutningen af forsøget i foråret 2010 blev der udtaget 20 stk. normale store 2/1 planter per parcel, dvs. i alt 60 planter per behandling, til detaljeret opmåling. De små og abnorme eller krogede blev optalt og kasseret. Planterne hos Johansens Planteskole (kun Ambrolauri, Tlugi (afd. 24-27) og Arhyz) blev dyrket frem til 2/0 stadiet og antal store og små planter blev registreret både som 1/0 (med eller uden ekstra nåleflush udover de første kimmåle) og som 2/0 planter og ved afslutningen i oktober måned 2009 blev der udtaget 20 store normale planter fra hver parcel, dvs. i alt 60 planter fra hver behandling, til mere detaljeret opmåling af bl.a. rodhals, højde, friskvægt og tørvægt.

Der blev beregnet gennemsnit af de tre gentagelser for alle parametre og data blev statistisk analyseret. Der vises primært data for hovedpartiet Ambrolauri Tlugi (afd.24-27), mens resultater for øvrige partier kommenteres kort i teksten.

### 3 måneders lagring

I 2/0 stadiet hos Majland var der etableret op til 230 planter totalt per parcel i Ambrolauri, Tlugi (afd. 24-27) partiet, hvilket var noget mindre end ønsket, men stadig nok til at give en fornuftig afgrødetæthed. Ved lagring af frø ved eller over -5°C og 10 % vandindhold var antallet af planter markant mindre end i de øvrige behandlinger. Af tabel 1 fremgår effekten af de anvendte niveauer af vandindhold og lagertemperaturer på udbytte og plantekvalitet for 2/0 planter hos Majland. I tabel 2 er der tilsvarende vist plantekvalitetsdata for 2/1 planter, også fra forsøget hos Majland og igen baseret på Ambrolauri partiet.

Antallet af etablerede store normale 2/0 planter viser tendens til øgning med lavere vandindhold i frøet under lagringen. En stærk effekt ses af lagertemperatur, idet det totale antal planter og antallet af store planter øges med lavere lagertemperatur ned til og med -15°C, hvorefter antal planter igen falder ved -20°C.

[www.SKOVPLANTER.dk](http://www.SKOVPLANTER.dk)

Kvalitetsplanter til juletræer og pyntegrønt i velkendte og velafprøvede provenienser.



Bestilling eller reservation af planter - ring til Ellen tlf. 8666 1790 tryk 1. Gratis udlån af plantemaskine ved køb af planter.

Kontakt os på tlf. 8666 1790.



**AARESTRUP PLANTESKOLE**  
Aarestrupvej 162 - 7470 Karup

**Tabel 4. Plantekvalitetsdata fra 2/0 planteskolestadiet fra forsøg hos Johansens Planteskole fra frø lagret i 15 måneder ved de forskellige betingelser fra både Ambrolauri og Arhyz samlet. Talserier med fed skrift betyder statistisk sikker effekt af pågældende hovedfaktor.**

Kvalitetsparameter	Vandindhold, %			Temperatur, °C				
	5	8	10	-20	-15	-10	-5	4
Rodhalsdiameter, mm	<b>3,71a</b>	<b>3,78a</b>	<b>3,52b</b>	3,73	3,62	3,74	3,73	3,54
Totalhøjde, mm	68,8	69,5	66,2	<b>69,8a</b>	<b>71,4a</b>	<b>68,8ac</b>	<b>66,9bc</b>	<b>64bc</b>
Højdetilvækst andet år, mm	<b>42,8a</b>	<b>43,5a</b>	<b>40,4b</b>	<b>44,1a</b>	<b>45,4a</b>	<b>42,9ab</b>	<b>41,3b</b>	<b>37,4b</b>
Højdetilvækst første år, mm	26	26,1	25,8	25,7	26	25,9	25,6	26,6
Antal sideknopper ved 1.års endeknop	0,77	0,90	0,84	0,84	0,76	0,90	0,92	0,77
Antal 1. års sideknopper med brydning	<b>0,17a</b>	<b>0,22ab</b>	<b>0,28b</b>	0,20	0,20	0,25	0,28	0,18
Antal sideknopper ved 2.års endeknop	<b>1,71a</b>	<b>1,80a</b>	<b>1,56b</b>	1,77	1,78	1,66	1,63	1,61
Antal 2.års sideknopper med brydning	0,97	0,92	0,78	1,03	1,02	0,79	0,84	0,78
Tørvægt/plante, g	20,36	20,42	18,24	20,07	20,77	20,01	18,98	18,55
Friskvægt/plante, g	<b>46,77a</b>	<b>48,42a</b>	<b>41,46b</b>	48,17	47,07	48,40	46,45	37,67
Vandindhold, %	56,69	59,30	55,38	59,28	55,52	59,07	60,89	50,85

Plantekvalitetsdata fra Majland forsøget på 2/0 og 2/1 planter viser, at der er forskelle mellem provenienserne på alle de målte parametre. I Ambrolauri partiet kunne der ses en vis effekt af frøets vandindhold på rodhalsdiameter i 2/1 planter i form af en øget diameter

med lavere vandindhold. Vandindhold eller temperatur havde derimod ingen effekt på diameter, friskvægt, tørvægt, totalhøjde og 2. års tilvækst af 2/0 planter eller højde af 1/0 planter samt højde af 2/1 planter. Der var dog en tydelig tendens til at lavere vandindhold gav

øget plantehøjde i 2/1 planterne. Frøbehandlingen og den tre måneder lange lagringstid har påvirket hvor mange planter, der blev etableret i bedet, mens effekten på plantekvaliteten tilsyneladende har været noget mere begrænset, men er dog synlig i 2/1 planterne.



Ud fra disse delresultater konkluderes, at lagring ved 5 eller 8 % vandindhold i kombination med -10 eller -15°C giver de bedste betingelser for et højt udbytte i antal planter og god plantekvalitet. Forskellene er fremkommet efter kun tre måneders lagringstid ved de forskellige behandlinger, så forkert lagring kan derfor få konsekvenser selv efter kort tids lagring.

Resultaterne fra de øvrige tre frøpartier hos Majland bakker overvejende op om denne konklusion, selv om der er nogen variation i resultaterne (data ikke vist).

## 15 måneders lagring

Resultatet for antal 1/0 planter af Ambrolauri fra forsøget hos Johansens Planteskole udsået efter 15 måneders lagring (tabel 3) viser helt samme billede som hos Majland. Både temperatur og vandindhold har stor betydning for antallet af store planter, der fås i behandlingerne for samme udsædsmængde. Der er en klar tendens til en større andel små planter ved høje vandindhold og en tendens til det samme for høje temperaturer. Arhyz partiet viser fuldstændig samme tendenser som Ambrolauri partiet med hensyn til udbyttet af 1/0 planter, men effekterne af vand og temperatur er dog ikke statistisk sikre her.

Forsøget viser, at vandindhold påvirker rodhalsdiameter, 2. års højdetilvækst, antal 1.års sideskud med brydning,

antal sideknopper ved 2.års endeknop og friskvægt/plante, hvilket giver større planter ved 5 og 8 % vandindhold end ved 10 %, men hvor der ikke er forskel på resultaterne for 5 og 8 % (tabel 4). Temperaturen påvirker totalhøjde og 2.års tilvækst, hvilket giver højere planter ved lavere temperaturer. Temperaturerne -10, -15 og -20°C giver ikke sikre forskelle i 2. års tilvækst eller total højde. Der er tydelige tendenser til større rodhalsdiameter og friskvægt/plante ved de lavere temperaturer. Mens antal 1.års sideskud med brydning falder med lavere vandindhold, øges antal sideknopper ved 2.års endeknop når vandindholdet sænkes. Proveniensforskelle mellem Ambrolauri Tlugi (afd. 24-27) og Arhyz er sikre for alle parametre undtagen første års længdevækst (data ikke vist).

Konklusionen efter 15 måneders lagring af frø viser, at der opnås et bedre plantedytte og en bedre plantekvalitet såfremt man lagrer ved fra -10 til -20°C end ved 4°C og lidt bedre end ved -5°C og samtidig er 5 og 8% vandindhold klart bedre end 10 %.

## Undersøgelsermetoder

I dette projekt blev det indledende valgt at se på plantekvalitet af alle usorterede planter i 2/0 stadiet hos Majland, mens vi senere valgte at vurdere plantekvalitet på sortererede planter, dvs. normalt brugbare plantekvaliteter i 2/1 stadiet



hos Majland og i 2/0 stadiet hos Johansens Planteskole. Valget påvirker naturligt variationen i plantepartierne og dermed mulighederne for at se evt. sikre forskelle. Analysen af de sortererede planter giver her et mere retvisende billede af hvilket udbytte og hvilken plantekvalitet, man kan forvente i et normalt sorteret kommercielt planteparti. I forsøgene har det desuden ikke været muligt at sikre ens plantetæthed i alle parceller, da behandlingerne har givet forskellig fremspiring. Forskellig plantetæthed på såbedet er kendt for at påvirke plantevæksten og nærværende resultater er ikke korrigeret for en eventuel tæthedseffekt.

## Behov for praktiske erfaringer

Da spireprocenterne i disse undersøgelser har været relativt lave vil det være af stor interesse at følge lagringsegenskaberne i helt nyhøstede partier med høj spireevne og vigour for at verificere resultaterne fra dette studie under praksisnære betingelser. Der er herudover et behov for at fokusere på den tidlige lagring og behandling frem til tørt frø på lager for at sikre høj kvalitet fra starten og dermed bedste udgangspunkt for frølagring.

## Konklusion og anbefalinger

Ud fra undersøgelserne beskrevet her anbefales det at lagre frø af nordmannsgran ved 6-8 % vandindhold og ved -10 til -15°C i hermetisk lukkede beholdere. Dette giver de fleste brugbare planter og den bedste kvalitet af disse brugbare planter. Kravet om optimale betingelser er naturligt kritisk såfremt frøet skal lagres et eller flere år, men vil også sikre højeste kvalitet i frø selv ved den relative korte lagring frem til udsåning første forår efter høst.

## Udplantning i juletræsforsøg

For at vurdere evt. langtidseffekter af frølagring gennem planteskolestadiet og frem til juletræproduktion blev der ved afslutningen af projektet udtaget 20 stk.

## Dragoner AZ 2 Tågesprøjter for juletræer

Tågesprøjter fra én af Europa's førende fabrikker i specialsprøjter:

Trailersprøjter fra 1.000 l – 3.000 l  
Liftsprøjter fra 400 l – 1.000 l

Rækkevidde: Op til 60 m vandret og op til 35 m lodret

Pumpe med stor ydelse og tryk

Fås med drejbar flextud eller ståltud m.m. Galvaniseret ramme

Ring for yderligere information  
tlf. 74 75 12 05



*Vi ønsker alle en glædelig jul*

## Skærbæk Maskinforretning

v/ Bent Sørensen · Aabenraavej 17 · 6780 Skærbæk · Tlf. 74 75 12 05 · Fax 74 75 05 55  
[www.skaerbaekmaskinforretning.dk](http://www.skaerbaekmaskinforretning.dk) · [info@skaerbaekmaskinforretning.dk](mailto:info@skaerbaekmaskinforretning.dk)

af de brugbare 2/1 planter fra hver parcel, dvs. i alt 60 planter per frølagringsbehandling og fra de 4 forskellige prøvenienser, fra Majland forsøget. Disse blev i foråret 2010 udplantet i 20 blokke i et juletræsforsøg i Midtjylland. Som et mindre supplement blev der også udplantet 10 stk. 2/0 planter fra hver parcel, dvs. i alt 30 planter per frølagringsbehandling, fra Johansens Planteskole forsøget. Alle 2/1 planterne fra Majland fik målt rodhalsdiameter og højde før udplantningen som en nulmåling og den enkelte plante kan derfor følges præcist frem til juletræsstadiet for at se mulige effekter. Opmåling i juletræsstadiet ligger dog uden for nærværende projekt.

### Tak

Der skal lyde en meget stor tak til de involverede firmaer, som har bidraget markant til frøforsyningen og gennemførelsen af projektets praktiske dyrkningsforsøg. Særlig tak til Børge Klemmensen og Jens Stevn, som oprindeligt tog initiativ til dette projekt. De deltagende firmaer var Levinsen og Abies A/S, Majland A/S (som overtog Bredal Planteskole) og Johansens Planteskole.



# KVALITETSMASKINER



**EGEDAL PORTAL TRAKTOR  
TYPE X-MAS**



**EGEDAL PLANTEMASKINE  
TYPE HYDROMATIC**



**EGEDAL PLANTEMASKINE  
TYPE JT**



**EGEDAL PLANTEMASKINE  
TYPE K**



**EGEDAL JULETRÆSSPRØJTE**



**EGEDAL GØDNINGSSPREDER  
TYPE AIRFLOW**

Læs mere om alle vores maskiner og tilbehør på [www.egedal.dk](http://www.egedal.dk)

**Egedal**  
MASKINFABRIK A/S

Torvegade 39 . DK-7160 Tørring . Telefon (+45) 75 80 20 22 . Telefax (+45) 75 80 20 33 . e-mail: info@egedal.dk