

Nr 49/2023  
ISSN 2298-9994

# Rit Mógilsár

Rannsóknasviðs  
Skógræktarinnar

Ræktun græðlinga af Hrymi

Rakel J. Jónsdóttir

# Efnisyfirlit

<b>SAMANTEKT/ABSTRACT</b>	<b>3</b>
<b>INNGANGUR</b>	<b>4</b>
Umhirða og klipping móðurplantna	4
Aldur og gerð græðlinga – áhrif á rætingu	5
Ræktunaraðstæður græðlinga	6
Markmið verkefnisins	6
<b>EFNI OG AÐFERÐIR</b>	<b>6</b>
Pottun móðurplantna	6
Vorgræðlingar 2021	7
Áhrif klippingar á móðurplöntur vorið 2021	8
Hautgræðlingar 2021	8
Græðlingastunga 30. ágúst	8
Græðlingastunga 7. september	9
Græðlingastunga 20. september	11
Hautun græðlinga í gámi og yfirvetrun	11
Vorgræðlingar 2022	13
Tilraunauppsetning og tölfræði	14
<b>NIÐURSTÖÐUR</b>	<b>15</b>
Vorgræðlingar 2021	15
Hautgræðlingar 2021	15
Græðlingastunga frá 30. ágúst	15
Græðlingastunga frá 7. sept.	15
Græðlingastunga frá 20. sept.	17
Græðlingastunga vor 2022	18
<b>UMRÆÐUR OG ÁLYKTANIR</b>	<b>18</b>
Afföll í rætingarferli	18
Græðlingagerðir og ræktunaraðstæður	18
Rætingartími	19
Priklun og vöxtur eftir priklun	19
Bakkagerðir	19
Stýring ljóslotu og hita fyrir vetrardvala	19
Mögulegar framleiðsluleiðir	20
Móðurplönturæktun	20
Frekari rannsóknir	20
<b>HELSTU NIÐURSTÖÐUR</b>	<b>21</b>
<b>ÞAKKIR</b>	<b>21</b>
<b>HEIMILDIR</b>	<b>22</b>
<b>VIÐAUKI 1</b>	<b>23</b>

Rit Mógilsár Nr 49-2023 — [www.skogur.is/mogilsarrit](http://www.skogur.is/mogilsarrit)

**Títill** Ræktun græðlinga af Hrymi

**English title** Propagating 'Hrymur' with cuttings

**ISBN 2298-9994**

**Höfundur** Rakel J. Jónsdóttir

**Ábyrgðarmaður** Edda S. Oddsdóttir

**Ritnefnd** Björn Traustason, Ólafur Eggertsson, Pétur Halldórsson

**Textavinnsla og umbrot** Pétur Halldórsson

**Forsíðumynd** Græðlingar í míkrobakka undir plasti: Rakel J. Jónsdóttir

**Útgefandi** Skógræktin, júní 2023

**Öll réttindi áskilin**

# Græðlingar af Hrymi

Rakel J. Jónsdóttir<sup>1</sup>

## Samantekt

Þar sem frærækt annar ekki eftirspurn eftir plöntum af lerkiblandingnum 'Hrymi' (*Larix decidua x sukaczewii*) var kannað í þessu verkefni hvort mögulegt væri að fjölga honum með græðlingum á mismunandi tímum árs. Miðað við það ræktunarumhverfi sem notað var náðist 60,7% til 67,1% ræting vetrargræðlinga. Trénað sumargræðlingaefni sem hafði aðeins hliðarbrum rætti sig síður (18,8% til 65%) en það sem var minna trénað og klippt af toppsprota eða hliðargrein með endabrumi (78,6% til 100%). Helsta orsök affalla í græðlingaræktuninni var grámygla (*Botrytis* sp.) Verkefnið leiddi í ljós að græðlingar af Hrymi þurfa að lágmarki 11 til 12 vikna ræktun svo viðunandi ræting náist. Hægt var að ræta 6-8 sm, 5-7 sm, 3-4 sm og 2-2,5 sm langa græðlinga sem teknir voru á mismunandi tíma. Með því að stytta ljóslotu og lækka hita smám saman var mögulegt að framkalla dvala í græðlingum sem voru rættir síðsumars og þurfti að yfirvetra á kæli (2,5°C-3°C). Af þeim þremur bakkagerðum sem prófaðar voru í verkefninu reyndist ræktun í míkrobakka áhugaverðust með tilliti til auðveldrar priklunar í fjölpottabakka eftir rætingu, hagkvæmnisjónarmiða og stutts framleiðslutíma á söluhæfum plöntum. Forsenda þess að græðlingaræktun nái að bera sig fjárhagslega er góð þekking á ræktun og umhirðu móðurplantna við íslenskar aðstæður með tilliti til aldurs þeirra og fjölda framleiddra græðlinga. Áframhaldandi rannsóknir ættu því að beinast mestmegnis að þeim þætti.

Sjá nánari samantekt helstu niðurstaðna verkefnisins á bls. 21

## Abstract

Title: Propagating 'Hrymur' with cuttings

Due to difficulties in seed production of the larch hybrid 'Hrymur' (*Larix decidua x sukaczewii*), the supply of seedlings does not meet demand in Iceland. Therefore, vegetative propagation from cuttings during various times of the year was investigated in this project. Based on the cultivation environment used, 60,7% and 67,1% rooting of winter cuttings was achieved. Lignified summer cuttings, with only lateral buds, rooted less (18,8% to 65%) than summer cuttings with little lignification and terminal buds (78,6% to 100%). Rooting was possible for cuttings of different lengths (6-8 cm, 5-7 cm, 3-4 cm and 2-2,5 cm) in various times of the year. The main cause of mortality in the rooting phase was due to the growth of mould (*Botrytis* sp.). The project revealed that cuttings of Hrymur need a minimum of 11 to 12 weeks of cultivation until satisfactory rooting is achieved. To be able to overwinter rooted cuttings in a cooler (at 2°C to 3°C) the photoperiod was gradually shortened along with temperature. By that, dormancy was induced in cuttings rooted in late autumn. Of the three types of trays tested in the project, cultivation in microtrays proved to be the most interesting, due to easier transplanting of rooted cuttings, better efficiency and short production time of salable plants. The culture of mother plants, with respect to age, number of cuttings produced and the short growing season in Iceland, is essential for propagating Hrymur with cuttings in a profitable way. Continued research should therefore focus mostly on that aspect.

<sup>1</sup>Skógræktin, Gömlu-Gróðrarstöðinni, is-600 Akureyri, rakel.jonsdottir@skogur.is

# Inngangur

Lerkiblendingurinn Hrymur (*Larix decidua* x *sukaczewii*) er afkvæmi evrópu- (*L. decidua*) og rússalerkis (*L. sukaczewii*). Hann er afsprengi kynbótastarfs Þrastar Eysteinsonar með lerki sem hófst upp úr 1992. Vaxtarþróttur blendingins uppgötvaðist í afkvæmatilraunum sem lagðar voru út á árunum 1999-2003. Síðan hefur verið lögð áhersla á fræræktun hans (Þróstur Eysteinson, 2008). Hrymur hefur sýnt yfirburði í viðarrúmmáli samanborið við rússa- eða síberíulerki (*L. sibirica*) (Kristjánsson, 2017) og þykir vænlegur til ræktunar á Suður- og Vesturlandi vegna þess hve seint hann lifnar á vorin og er því ekki eins hætt við vorkali og hinum lerkitegundunum (Bergþóra Jónsdóttir, 2015).

Árið 1999 var gróðurhús undir frægarð (1.032 m<sup>2</sup>) byggt á Vöglum í Fnjóskadal til þess m.a. að framleiða Hrym (Skógrækin, 2022). Í frægarðinn voru valdir klónar af evrópu- og rússalerki sem fræmæður. Á vorin eru trén víxlfrjóvguð með handafla til þess að tryggja blöndun tegundanna. Fræuppskeran er hins vegar mjög misjöfn frá ári til árs, bæði hvað varðar fræmagn og spírunarprósentu. Metuppskera fékkst úr fræhúsinu árið 2013 þegar 4,6 kílóum af fræi var safnað af evrópulerkimæðrum og 0,5 kg af rússalerkimæðrum. Spírunarprósenta fyrrnefnda fræsins var 39,5% en hins síðarnefnda 17% (Þróstur Eysteinson, 2013). Spírunarprósenta fræsins sem framleitt er á Vöglum hefur gegnumgangandi verið léleg sem þ.a.l. hefur gert Hrym dýran í framleiðslu fyrir garðyrkjustöðvarnar. Eftir að farið var að senda fræið til hreinsunar í Sävar í Svíþjóð hefur náðst að útvega framleiðendum skógarplantna fræ með hærri spírunarprósentu. Eftir hreinsun fræsins er þó oft lítið til skiptanna. Til dæmis má nefna árið 2019 söfnuðust 3,65 kg af Hrymsfræi. Eftir hreinsun voru einungis til 520 gr af fræi frá evrópulerkimæðrum með 93,7% spírunarprósentu og 180 gr frá rússalerkimæðrum með 93,8% spírunarprósentu (Valgerður Jónsdóttir, tölvupóstur 22. 11. 2022).

Samkvæmt Þresti Eysteinssyni (tölvupóstur 22. 11. 2022) eru mögulegar ástæður fyrir lakri uppskeru tengdar umhverfisþáttum en gætu líka verið samspil við örvun og blómgun fyrri ára (sjá lið 1-4).

1. Fyrir blómgun í lerki eru heitir sólskinsdagar mikilvægir á fyrri hluta þess tímabils sem langsprotar eru að lengjast. Á þeim tímabili er „ákvörðunin“ tekin um hvort brum næsta árs, sem eru að myndast, verði blómbaum eða sprota-brum. Hitinn í brumunum er það sem skiptir máli. Ef hitastigið í brumum fer upp fyrir 30°C í maí og júní eru meiri líkur á að fá góða blómgun árið eftir. Barkskurður móðurtrjáa á þessum tíma örvar blómgun frekar, en dugur ekki einn og sér. Áhrifin eru þó mjög misjöfn á milli klóna sem eru misblómviljugir.

2. Í öðru lagi er mismunur á blómgunartíma rússa- og evrópulerkis. Rússalerkið blómgast alltaf fyrr. Það getur því hent að blóm evrópulerkis séu ekki nógu þroskuð þegar frjó af rússalerki er tilbúið og blóm rússalerkisins ekki móttækileg þegar evrópulerkið losar sitt frjó. Á þessum tímamun er líka munur frá ári til árs, eftir því hversu vel tekst að hita gróðurhúsið. Þegar vart verður við að rússalerki sé farið að losa dvala er byrjað að hita gróðurhúsið svo tegundirnar nái á blómstra á svipuðum tíma.
3. Komið hefur fyrir að karlblóm missi frostþol á miðjum vetri vegna hlýinda í veðri en verði svo frostinu að bráð seinni hluta vetrar. Þá er ekki til nægt lifandi frjó til þess að frjóvga kvenblómin þegar lerkið blómstrar að vori.
4. Hjá fæstum trjanna er mikil blómgun tvö ár í röð. Þau virðast taka sér hvíld og það gera mismörg tré á hverju ári. Þó eru undantekningar á því, en sumir klónar blómstra nær árvisst.

Það er ekki nýtt af nálinni að frægarðar með lerkiblendingum skili misjafni uppskeru. Sem dæmi má nefna sífjalerki (*Larix x eurolepis* (Henry)) í Bretlandi. Frærækt hefur reynst erfið, aðallega vegna þess að foreldrarir, evrópulerki og japanslerki (*L. kaempferi*), hafa mismunandi blómgunartíma. Þess vegna hafa verið gerðar tilraunir til þess að fjölga góðum klónum blendingins með græðlingum (A. John, 1979; Le Pichon o.fl., 2001). Kostir þess að fjölga lerkiblendingum með kynlausum aðferðum eru þeir að hægt er að tryggja fjölgun afburðafniviðar. Vefjaræktun lerkitegunda hefur verið rannsökuð síðustu áratugi en sú vinna hefur enn ekki skilað nægilega góðum árangri svo hægt sé að nota hana til að framleiða lerki með hagkvæmum hætti (Le o.fl., 2021; Lelu-Walter o.fl., 2016).

## Umhirða og klipping móðurplantna

Sú leið sem hefur reynst hagkvæmust til að framleiða lerkiblendinga með græðlingum er svokölluð magnfjölgun (bulk vegetative propagation). Hún er notuð þegar illa gengur að framleiða verðmætt fræ, sérstaklega af barrviðum. Móðurplöntur eru þá fengnar upp af fræi sem hefur verið búið til með stýrðum víxlunum (Ritchie, 1997) líkt og gert er í fræhúsi Hryms á Vöglum. Síðan eru móðurplöntuakrar búnir til með því að gróðursetja í raðir (hekk) úti við eða í potta í gróðurhúsum. Vexti móðurplantna er stýrt með klippingu þannig að þær skili sem flestum græðlingum sem rættir eru í gróðurhúsi við háan loftraka (Ritchie, 1997).

Í grein Le Pichon o.fl. (2001) er rætt um rannsóknir sem fóru fram á tíu ára tímabili í Frakklandi á fjölgun sífjalerkis með græðlingum. Greinin er meðal

annars byggð á verkefnum Verger og Pâques (1993). Í tilraunum þeirra voru gerðar prófanir á ýmsum aðferðum til þess að fá sem mesta uppskeru af græðlingum frá móðurplöntum sem voru klónar af fjórum fjölskyldum úr stýrðum víxlunum. Hagkvæmasta aðferðin var metin sú sem lýst er hér að neðan.

Nokkurra mánaða fræplöntum var plantað á beð úti við í maí (1. og 2. mynd). Plastdúkar huldu jarðveg í



beðunum til þess að lágmarka samkeppni frá illgresi. Beðin voru höfð með eins metra millibili en 60 sm á milli plantna. Yfir beðin voru settir ræktunardúkar í 1 m hæð og vökvun móðurplantnanna stýrt með dropavökvun með áburðargjöf (N-P-K, 15-10-15). Hlutverk dúkanna var að skýla plöntunum fyrir vindi og sterkri sól.



1.-2. mynd. Móðurplöntureitir fyrir sífjalerki í Maine, Frakklandi. Myndir: Þröstur Eysteinnsson

Eftir fyrsta vaxtartímabilið með þessari ræktunartækni voru móðurplöntur orðnar um einn metri á hæð. Á öðru ári eftir gróðursetningu var ræktunardúkurinn fjarlægður. Þá voru fyrstu græðlingarnir (vetrargræðlingar) klipptir í mars. Eftir það var vexti móðurplöntu stýrt með harðari klippingu. Stofninn var klipptur niður í 30 sm og allar hliðargreinar klipptar niður í 3-5 sm. Sama sumar var svo hægt að klippa sumargræðlinga, þ.e. nývöxt móðurplantnanna. Á þriðja ári eftir gróðursetningu voru móðurplöntur klipptar niður í 50 sm og á fjórða ári niður í 1 m, eftir klippingu vetrargræðlinga að vori. Hliðargreinar voru styttaðar niður í 3-5 sm öll árin þannig að 2-3 brum voru eftir á hverri grein.

## Aldur og gerð græðlinga – áhrif á rætingu

Rannsóknir hafa leitt í ljós að græðlingar af ungum móðurplöntum ræta sig betur en græðlingar af eldri móðurplöntum (A. John, 1979; Morgenstern, 1987; Qiuyu o.fl., 1997) og að hliðlægur vöxtur (plagiotropic) græðlinga eftir rætingu er líklegri eftir því sem móðurplöntur verða eldri (A. John, 1979). Þess vegna er stöðug endurnýjun móðurplantna nauðsynleg til þess að framleiðslan beri sig. Í Frakklandi er mælt með að móðurplöntur séu aðeins notaðar í fjögur ár. Á þeim tíma má búast við að hver planta hafi framleitt a.m.k. 250 rætta græðlinga (Le Pichon o.fl., 2001; Lelu-Walter o.fl., 2016). Í verkefni

Le Pichon o.fl. (2001) kom í ljós að þegar á fimmta ári móðurplantnanna rættu græðlingar sig síður en fyrri ár og að rættir græðlingar sýndu frekar hliðlægann vöxt. Enn fremur kom í ljós að græðlingar af einum klóni móðurplantna rættu sig mun verr en græðlingar af öðrum klónum. Klónamunur á rætingu getur því haft áhrif þegar búið er að velja úrvalsefnivið sem á að fjölga áfram.

Tvær gerðir græðlinga hafa verið notaðar í tilraunum með fjölgun lerkis með græðlingum (A. John, 1979; Le Pichon o.fl., 2001), annars vegar græðlingar í vetrardvala (trénaðir árssprotar frá fyrra ári) og hins vegar græðlingar af jurtkenndari sumarvexti (hér kallaðir vetrar- og sumargræðlingar). Náðst hefur að ræta græðlinga af lerkiblendingum með ágætum árangri ef góðar ræktunaraðstæður eru fyrir hendi.

Komið hefur í ljós að trénaðir sumargræðlingar ræta sig verr en minna trénaðir (A. John, 1979) og að betra er að vögræðlingar séu að einhverju leyti lifnaðir fyrir klippingu. Verger og Pâques (1993) unnu með vetrargræðlinga af sífjalerki sem teknir voru á mismunandi tíma þegar móðurplöntur voru að lifna. Ræting reyndist mest á vetrargræðlingum þegar nálar voru farnar að kíkja 3-8 mm út úr brumum. Þeir græðlingar voru annars vegar 3-4 sm langir og hins vegar 6-8 sm langir. Minni græðlingarnir náðu 70% rætingu, þeir lengri 66,5%. Með því að hafa græðlinga stutta var hægt að ná fleiri

græðlingum af hverri móðurplöntu, en þá höfðu sumir græðlingarnir einungis hliðarbrum en ekki endabrum. Le Pichon o.fl. (2001) mæla með að nota græðlinga með endabrumi, því ef aðeins hliðarbrum eru á græðlingum aukast líkur til muna á að fá upp plöntu með óeðlilegan hliðarvöxt.

Eysteinnsson (1992) vann með nokkrar lerkitegundir s.s. evrópulerki, japanslerki, mýralerki (*Larix laricina*) og sifjalerki. Hann prófaði nokkrar lengdir græðlinga (5, 3, og 2 sm) sem klipptir voru seinni partinn í maí. Ræting var tekin út í byrjun september sama ár og reyndist 60% í 5 sm löngum græðlingum, 90% í 3 sm löngum og 85% í 2 sm löngum græðlingum. Hann prófaði líka græðlingatöku á mismunandi tímum ársins, í apríl, júní og september. Lakasta útkoma rætingar var 35% á græðlingum sem teknir voru í september en aðrar tímasetningar gáfu 63% og 64% rætingu. Græðlingarnir voru rættir við náttúrulegt ljós í gróðurhúsi (í Maine, Bandaríkjunum) og ályktað var að mögulega hefði stytta ljóslota með haustinu haft áhrif til lakari rætingar. Í verkefni hans virtist ekki skipta máli hvort notuð voru rótarhormón við stungu eður ei.

## Ræktunaraðstæður græðlinga

Rótarlausir græðlingar eru viðkvæmir fyrir útgufun í nokkrar vikur eftir að þeir eru klipptir af móðurplöntum. Þess vegna er hár loftraki í umhverfi græðlinganna nauðsynlegur á meðan þeir eru að ræta sig (Eysteinnsson, 1992; Le Pichon o.fl., 2001). Verger og Pâques (1993) mæla með 70%-90% loftraka. Svo háum loftraka er m.a. náð með því að hafa ræktunina undir sjálfvirkri úðunarkerfi sem fer í gang með reglulegu millibili en einnig er mögulegt að halda uppi háum

loftraka með því að hafa plastdúk yfir ræktuninni, þannig að uppgufun vökvunarvatns haldi uppi rakastiginu undir plastinu. Vökvað er þá einu sinni til tvisvar á dag eftir þörfum (Morgenstern, 1987). Ýmsan sjálfvirkna búnað er hægt að fá til þess að nema loftraka í ræktunarrými græðlinganna og kveikja á úðunarkerfi ef loftraki fer undir æskilegt viðmið (sjá t.d. Landis o.fl., 1992).

Í háum loftraka er hætt á að grámygla (*Botrytis* sp.) stingi sér niður í ræktun og því er notkun sveppalyfja algeng í ræktun sem þessari. Í tilraunum sínum úðaði Morgenstern (1987) vikulega með sveppalyfjum. Sumargræðingar eru sérstaklega viðkvæmir gagnvart myglunni (Le Pichon o.fl., 2001).

## Markmið verkefnisins

Í dag er eftirspurn eftir Hrym á Íslandi mun meiri en hægt er að framleiða með fræi og þörf á öðrum aðferðum til framleiðslunnar. Markmið verkefnisins eru að (a) prófa rætingu Hrymsgræðlinga af mismunandi gerðum á mismunandi tímum árs undir lýsingu, (b) finna út með ræktun hverjar helstu áskoranir eru, (c) prófa mismunandi bakkagerðir við mismunandi ræktunaraðstæður og (d) koma á fót safni móðurplantna og fylgjast með vexti þeirra eftir klippingu.

Skýrslan er byggð á ræktunarreynslu og sýnir aðeins hvaða árangri er mögulegt að ná miðað við þær ræktunaraðstæður sem notaðar voru í verkefninu. Segja má að þetta verkefni megi flokka sem forathugun eða byrjun á lengra ferli í rannsóknnum á framleiðslu Hryms með græðlingum.

# Efni og aðferðir

## Pottun móðurplantna

Fyrri hluta október 2020 var fyrstu móðurplöntum af Hrym pottað og þær yfirvetraðar í fræhúsinu á Vöglum í Fnjóskadal. Plöntunum hafði verið sáð 2019 í Sólskógum á Akureyri og voru því eins árs gamlar. Þær stóðu í 40 gata Hyko-fjölpottabökkum. Frænúmer sáningarinnar var 218004. Búið var að taka hita af fræhúsinu á þessum tíma og því svalt í húsinu þannig að plönturnar héldust í vetrardvala (3. mynd).



3. mynd.

Móðurplöntur í fræhúsinu á Vöglum haustið 2020.

## Vorgræðlingar 2021

Fyrstu græðlingarnir voru klipptir 18. mars 2021 af móðurplöntum sem þá voru farnar að lifna í fræhúsinu. Barrnálar á móðurplöntum voru vaxnar u.þ.b. 0,5 sm úr brumum. Lengd græðlinganna var um 6-8 sm, allir teknir af toppum móðurplantnanna (4. mynd).



**4. mynd.**  
*Vorgræðlingar af Hrymi.*

Ræktunarefnið var sphagnum-mold (Kekkila F6) og vikur í hlutföllunum 1:1. Græðlingum var stungið í bakka án hólfa með skerm yfir til þess að halda loft-raka háum (5. mynd). Lofthiti í ræktunarrýminu var á bilinu 20°C-25°C. Til þess að mæla hitastig voru síritandi hitamælur notaðir (Thermocrone Temperature Data Logger; Embedded Data Systems, USA). Vökvað var með hreinu vatni á hverjum degi.



**5. mynd.**  
*Raki myndaðist innan á skermum ræktunarbakkanna sem er vísbending um háan loftraka.*

Lýst var með flúorljósum af gerðinni *Lumii* (Lumii, EnviroGro, CFL, 130 W, HydroGarden Ltd.). Engin stýring var á ljósunum heldur var hún höfð stöðug allan sólarhringinn. Styrkur ljóss mældur undir skermi í ræktuninni var 6.000-7.200 lux. Í byrjun apríl varð vart við grámyglu í græðlingunum og þá úðað með snertivirku sveppalyfi, *Rovral Aquaflow* (5 ml í 4 lítra vatns). Úðun var endurtekin 13. og 26. apríl 2021.

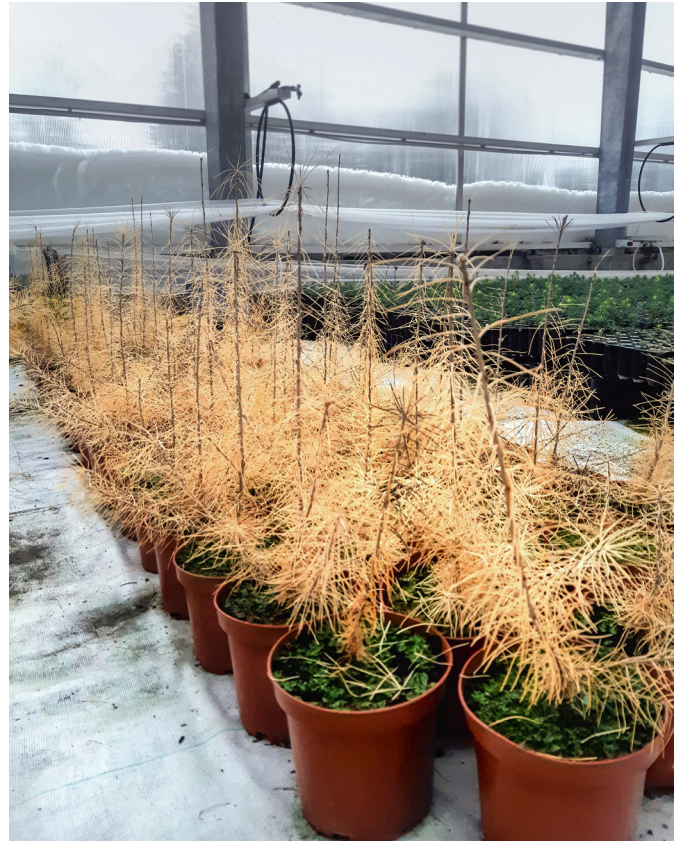
Eftir u.þ.b. 7 vikur (fyrstu vikuna í maí) fundust fyrstu ræturnar á græðlingunum og því var byrjað að vökva þá með áburði. Rætur mynduðust út frá enda græðlinganna en ekki út frá brumi (6. mynd).



**6. mynd.**  
*Rætur mynduðust út frá enda græðlings en ekki brumum.*

Notast var við ólífræna áburðinn Grænu þrumuna (Þórduna ehf., Ísland) og styrkur áburðar í vökvunarvatninu hafður 0,8-1 mS. Í byrjun maí var skermur fjarlægður ofan af ræktunarbökkum þar sem ekki var þörf fyrir háan loftraka eftir að rætur mynduðust og minni hætta er á að grámygla nái sér á strik ef loftraki er lágur.

U.þ.b. 12 vikum eftir stungu var græðlingunum pottað (22. júní 2021) og hlutfall rættra græðlinga reiknað út (tafla 2). Græðlingarnir voru ræktaðir áfram í tveggja lítra pottum í fræhúsinu. Meðalhæð þeirra eftir sumarið 2021 var 30 sm (7. mynd). Hæsta plantan var orðin 59 sm. Þessar plöntur voru yfirvetaðar í fræhúsinu á Vöglum í Fnjóskadal veturinn 2021 til 2022 og gróðursettar á Vöglum á þelamörk í júní 2022.

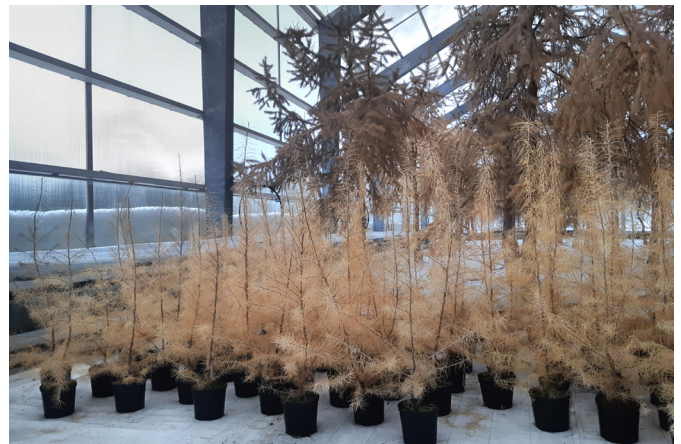


**7. mynd.**

*Græðlingar úr fyrstu stungu 18. mars 2021 eftir vöxt um sumarið. Meðalhæð 30 sm.*

## Áhrif klippingar á móðurplöntur vorið 2021

Áhrif toppklippingar vorið 2021 voru ekki mikil á vaxtarlag móðurplantna (8. mynd). Þær mynduðu fljótt nýjan leiðandi topp við klippinguna en ekki áberandi fleiri hliðargreinar, enda er mælt með mun harðari klippingu móðurplantna eins og lýst er í inn-gangi.



**8. mynd.**

*Móðurplöntur í lok fyrstu vaxtarlotu 2021.*

## Haustgræðlingar 2021

Haustið 2021 voru græðlingar af móðurplöntum teknir þrisvar sinnum, 30. ágúst, 7. september og 20. september.

### Græðlingastunga 30. ágúst 2021

Fylgst var með trénun í sprotum móðurplantna í ágúst 2021. Um miðjan ágúst voru sprotar móðurplantna enn mjúkir og safaríkir og því var fyrsta græðlingataka haustsins 2021 ekki fyrr en 30. ágúst. Á þeim tímapunkti voru toppar ekki farnir að mynda sýnilegt endabrum.

Aðeins var notast við langan toppsprota í þessari græðlingatöku. Honum var skipt í þrjá 5-6 sm langa

hluta. Toppur sprotans var áberandi mjúkur og safaríkur græðlingur. Miðja toppsprotantans var ekki eins mjúk, aðeins farin að tréna. Þriðji og neðsti hluti sprotans var farinn að tréna mest og hafði mest þvermál. Öllum græðlingum var stungið í sama ræktunarefni og við sömu aðstæður og áður, samtals 40 græðlingum af hverri gerð (9. mynd). Úðað var með sveppalyfi 30. ágúst, 5. september, 28. september og 3. nóvember 2021. Fyrsta rót hjá þessum græðlingum fannst 22. október, tæpum 7 vikum eftir stungu. Áburðargjöf hófst 3. nóvember og plöntunum var síðan pottað 23. nóvember 2021.





9. mynd. Græðlingastunga 30. ágúst 2021.

#### Græðlingastunga 7. september 2021.

Græðlingum varannarsvegarstungið í fjölpottabakka með fremur smáum ræktunarhólfum (13 ml) og hins vegar í sömu bakka og áður, án hólfra. Fjórar gerðir af græðlingum voru teknar að þessu sinni:

1. Græðlingar af hliðargreinum sem voru búnar að mynda endabrum, 3 til 4 sm langir.
2. Græðlingar af hliðargreinum sem voru búnar að mynda endabrum, 5-7 sm langir.
3. Græðlingar af efsta hluta topps en þeir voru allir komnir með vísi að endabrumi og byrjaðir að tréna. (10. mynd).
4. Græðlingar af toppsprota, hluti hans fyrir neðan toppinn sem þá var byrjaður að tréna meira og hafði aðeins hliðarbrum, ekki endabrum.



10. mynd.  
Toppgræðlingur sem tekinn var 7. september 2021.  
Endabrum greinileg.



11. mynd. Langur græðlingur klipptur 7. sept.



12. mynd. Stuttur græðlingur klipptur 7. sept.

Ræktun fór fram í ræktunargámi á Vöglum í Fnjóskadal. Þar var græðlingum komið fyrir í tveimur ræktunarborðum, með eða án undirhita. Ræktunarborðið með undirhitunum var stillt á 20°C. Plast var sett yfir græðlingana til þess að halda að þeim góðum loftraka. Markmiðslofthitastig í gámnum var stillt á 22°C en hitastig í honum fór samt sem áður niður í 16°C á nóttunni þegar ljós voru slökkt.

Notaðir voru háprýstilampar (Gavita Superagro, 400W HPS) til þess að lýsa og ljóslotu skipt í 8 tíma nótt og 16 tíma dag. Styrkur ljóss undir plastinu var á bilinu 4.300 til 5.600 lux. Lofthiti undir ræktunarplastinu sveiflaðist eftir því hvort slökkt eða kveikt var á lýsingunni, þannig að lofthiti undir plasti á báðum borðum var á bilinu 20 til 27 gráður, en lofthiti undir

plasti í borði án undirhita seig aðeins undir 20 gráður á nóttunni. Jarðvegshiti í ræktunarborði með undirhita fór ekki undir 20 gráður en jarðvegshiti í borði án undirhita sveiflaðist niður í u.þ.b. 16 gráður á nóttunni með lofthita þegar ljós voru slökkt. Vökvað var með hreinu vatni til að byrja með. Græðlingar teknir 7. september voru úðaðir með sveppalyfi 7., 20. og 28. sept., 22. okt. og 3. nóv. 2021. Átta vikum eftir græðlingatöku voru græðlingar farnir að ræta sig (11. og 12. mynd).

Áburðargjöf hófst á þessa græðlinga 3. nóvember með sama hætti og áður og plast var tekið ofan af bökkunum. Hinn 23. nóvember var græðlingum lyft varlega úr ræktunarlátum og ræting metin.

13. mynd.  
Græðlingar úr fjölpottabökkum með 13 ml hólfum.

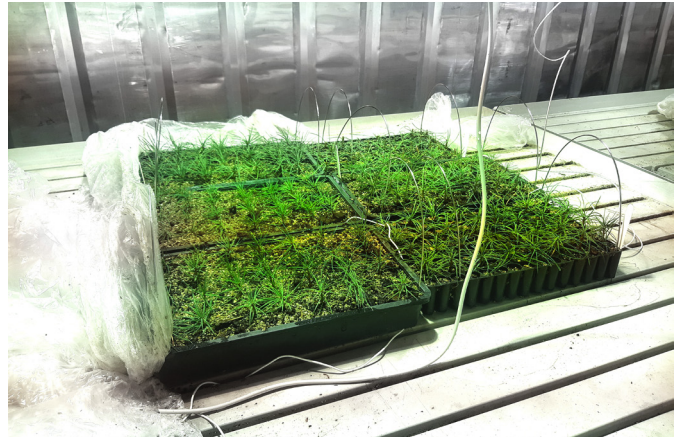


### Græðlingastunga 20. september

Toppar og hliðargreinar voru notaðar í græðlingana. Alls voru 56 stykki af hvorri gerð klippt og stungið í bakka með sama ræktunarefni og áður. Græðlingum var skipt í tvennt (28 græðlingar í bakka) og komið fyrir á ræktunarborðum í gámi undir plasti, með eða án undirhita (14. mynd). Þeir voru ræktaðir við sömu aðstæður og græðlingar sem teknir voru 7. september. Þessir græðlingar voru úðaðir með sveppalyfi 20. og 28. sept., 22. okt. og 3. nóv. 2021.

**14. mynd.**

*Græðlingar í ræktunargámi, klipptir 7. og 20. september 2021.*



Hinn 23. nóvember var græðlingum lyft varlega úr ræktunarlátum og rætting metin.

**15. mynd.**

*Toppgræðlingar klipptir 20. sept. 2021. Mikill sáravefur á enda græðlings en engar rætur myndaðar enn þá.*



### Haustun græðlinga í gámi og yfirvetrun

Fyrir lá að rýma þyrfti gáminn á vormánuðum fyrir nýrri græðlingastungu og því nauðsynlegt að láta

græðlinga úr hauststungu ganga frá sér svo hægt væri að flytja þá í vetrargeymslu. Til þess að byrja það ferli var ljóslota og hiti lækkaður í áföngum í ræktunargámnum (tafla 1).

**Tafla 1.** Stýring ljóslotu og hitastigs í ræktunargámi á Vöglum frá 7. september 2021 til 10. janúar 2022.

Dagsetningar	Ljóslota (lýsing í gangi) klst.	Hitastigsstillingar í gámi
7. sept. til 18. nóv. 2021	16	22
19. nóv. 2021	12	10
23. nóv. 2021	10	10
2. des. 2021	8	10
13. des. 2021	4	4
10. jan. 2022	0	4

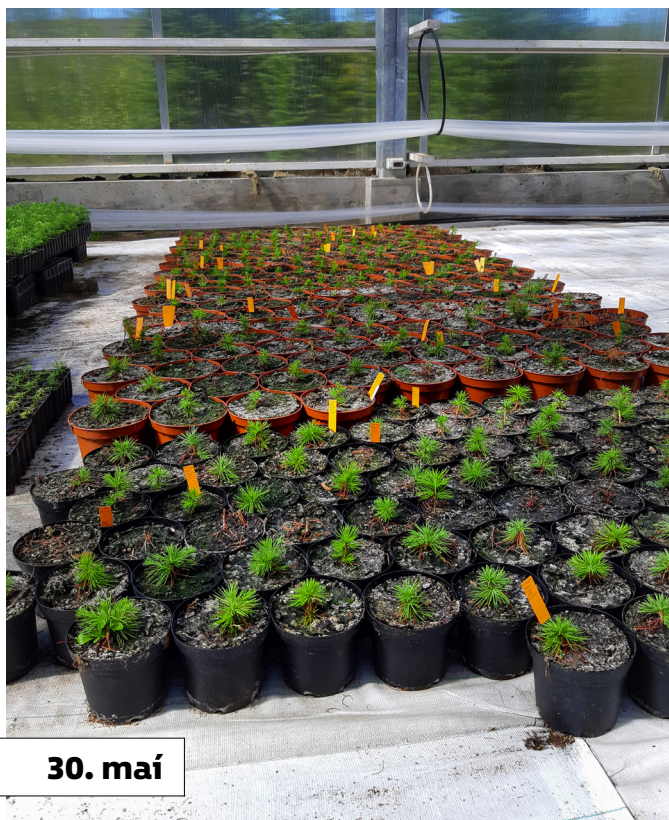
Annar desember var ljóslota komin niður í 8 klst. á sólarhring en þá var barr ekki farið að fölna. Nálar voru hins vegar farnar að fölna 13. desember sem er öruggt merki um haustun (16. mynd). Þá var ljóslota stytt niður í 4 klst. og hiti á ofnum stilltur þannig að þeir áttu að fara í gang við fjórar gráður. Slökkt var á allri lýsingu 10. janúar 2022.



**16. mynd.**  
*Lækkun hitastigs og stytting ljóslotu í ræktunargámi leiddi til haustunar á græðlingum sem teknir voru í september 2021.*

Allir pottar með rættum græðlingum úr græðlingastungu frá haustinu voru fluttir á kæli (við 2,5°C til 3°C)

8. febrúar til geymslu fram til 12. apríl en þá voru plönturnar fluttar inn í fræhúsið.



**30. maí**



**27. júlí**

**17. og 18. mynd.** Græðlingar sem pottað var í nóvember 2021 og geymdir í myrkri á kæli fram til 12. apríl 2022 þegar plönturnar voru fluttar í fræhúsið.

### 19. mynd.

*Græðlingar í míkrobakka undir plasti.*

Þessar plöntur uxu vel í fræhúsinu um sumarið 2022 (17. og 18. mynd). Áburði (Azelis Pioner Basis Brun 13-2-23, Tanggaard, Danmörk) var blandað í vökvunarvatnið og vökvað með leiðnitölu 1. Einu sinni í viku var vökvað með hreinu vatni. Plönturnar voru fluttar út í karm 3. ágúst 2021 og myrkvaðar í eina viku. Gefinn var 8 klst. dagur og 16 klst. nótt til þess að þær mynduðu endabrum. Plöntur voru svo yfirvetraðar í karmi veturinn 2022 til 2023.

### Vorgræðlingar 2022

Nýjar móðurplöntur Hryms voru færðar úr vetrar-geymslu í fræhúsi inn í ræktunargáminn 4. febrúar. Þar var þá 4 gráðu hiti og ljóslaust. Plöntunum var sáð á Vöglum sumarið 2021 og voru ræktaðar í 40 gata Hyko-fjölpottabökkum. Hnaus þessara plantna var frosinn og því nauðsynlegt að rótarkerfið þiðnaði hægt upp áður en kveikt yrði á lýsingu. Það var gert 8. febrúar og hiti hækkaður upp í 10 gráður. Hinn 15. feb. var hiti í gámnum hækkaður upp í 22 gráður sem gerði að verkum að nálar voru farnar að vaxa út úr brumum 17. febrúar þegar græðlingar af þessum plöntum voru teknir.

Alls voru teknir 173 græðlingar af toppum móðurplantnanna en hver græðlingur var 2-2,5 sm á lengd. Þeim var stungið í míkrobakka (Spid, Frakkland) sem voru fylltir með hreinni sphagnum-mold (Kekki F6). Hólfín í míkrobakkanum eru 3,92 ml og hver bakki hefur 480 ræktunaráhólf.

Plast var haft yfir bökkunum til þess að halda raka og úðað yfir með hreinu vatni á hverjum degi (19. mynd). Notaður var úðabúsi til þess að vökva áður en græðlingar byrjuðu að ræta sig til þess að þeir skektust ekki í ræktunarefninu og ræktunarefni væri stöðugt. Vegna þess hve smá ræktunaráhólfín voru var hætta á því að ræktunarefni flæddi upp úr hólfum ef aðrar vökvunaraðferðir voru notaðar.



20. mynd. Rættur græðlingur úr míkrobakka



Úðað var þar til byrjaði að dropa úr ræktunarefninu.

Úðað var með sveppalyfinu *Rovral* við stungu og síðan með viku millibili í þrjár vikur. Þá var úðað með kerfisvirka lyfinu *Tilt* sem hægði verulega á vexti grámyglu. Áburðargjöf hófst með sama hætti og áður eftir átta vikna ræktun.

Eftir 15 vikna ræktun undir ljósi var rættum græðlingum priklað í 40 gata Hyko-bakka (30. maí) og rættir græðlingar taldir. Hnausar þeirra plantna sem höfðu rætt sig voru þéttir svo auðvelt var að færa þá úr míkrobakka yfir í hefðbundinn bakka og rótarkerfi losnaði ekki í sundur þótt græðlingar væru togaðir upp á stofni sínum (20. og 21. mynd). Ræktunarefnið í 40 gata bökkunum var bleytt upp og hola gerð með penna í ræktunarefnið áður en græðlingur var færður úr míkrobakka yfir í fjölpottabakkann. Síðan var vökvað vel yfir svo ræktunarefnið þéttist að rötarna hnaus græðlingsins.



21. mynd. Búið að prikla græðlingum úr míkrobakka yfir í 40 gata Hyko-fjölpottabakka.



**22. mynd.** Græðlingar úr míkrobakka sem priklað var 30. maí 2022. Myndin er tekin 30. júlí 2022. Penninn á myndinni er 15 sm langur.

Græðlingarnir voru ræktaðir í fræhúsinu á Vöglum sumarið 2022 (22. mynd) og fengu sömu meðferð veturinn 2022-2023 og græðlingar frá haustinu áður hvað varðar áburðargjöf, myrkvun og yfirvetrun. Vorið 2023 voru 60 plöntur valdar af handahófi og hæðarmældar. Einnig var kannað hvort rótarhnaus plantnanna héldist saman þegar þær voru togaðar upp úr ræktunargötum til þess að athuga hvort þær væru hæfar til gróðursetningar.

### Tilraunaruppsetning og tölfræði

Tilraunauppsetning var ekki gerð með endurtekningum. Í staðinn var valið að hafa hverja meðferð fyrir sig í sama bakka og breyta uppröðun bakkanna við

hverja vökvun til þess að koma í veg fyrir að mögulegur mismunur í ræktunarumhverfi hefði áhrif á útkomu tilraunarinnar.

Tölfræði var reiknuð ef munur var milli gerða græðlinga eða í umhverfi græðlinganna (með undirhita eða án undirhita) sem teknir voru á sama tíma. Annars er hlutfall rættra græðlinga einungis birt í niðurstöðum. Kruskal Wallis greining var notuð til að kanna mun á fjölda rættra græðlinga eftir meðferð (gerð græðlinga og ræktunarumhverfis). Ef munurinn reyndist marktækur var Wilcoxon-próf notað til að finna út hvaða meðferðir væru marktækt frábrugðnar öðrum.

# Niðurstöður

## Vorgræðlingar 2021

Eftir tólf vikna ræktun höfðu 94 græðlingar af 140 sem klipptir voru í mars 2021 rætt sig (tafla 2).

**Tafla 2.** Hlutfall rættra græðlinga sem klipptir voru 18. mars 2021.

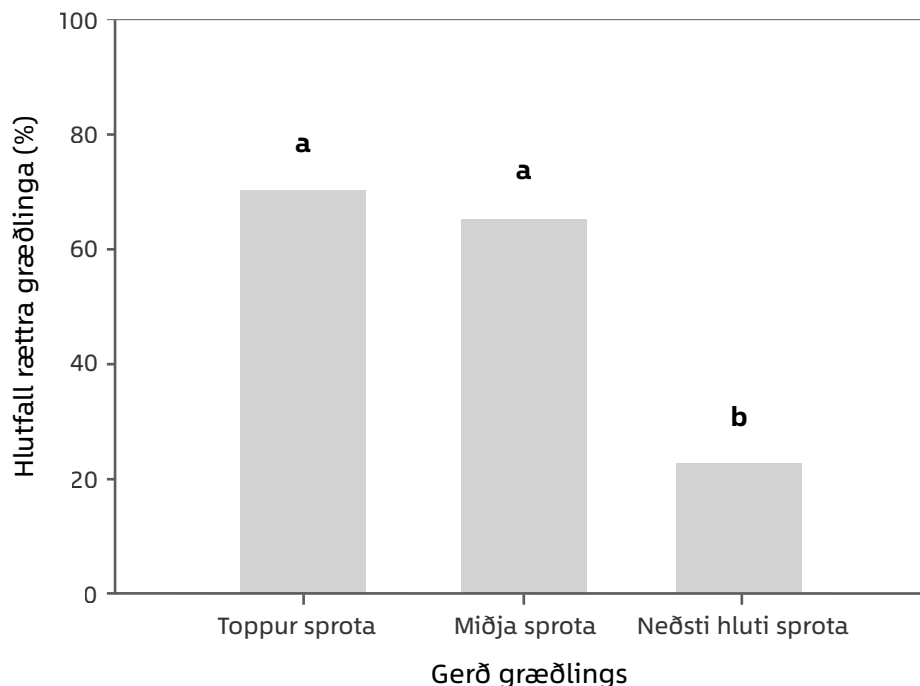
Tímasetning græðlingatöku	Tegund græðlings	Fjöldi klipptra græðlinga	Fjöldi rættra græðlinga	Rætingarhlutfall
18. mars 2021	Toppur	140	94	67,1%

## Haustgræðlingar 2021

### Græðlingastunga frá 30. ágúst

Græðlingar sem klipptir voru 30. ágúst voru með misgóða rætingu eftir tólf vikna ræktun, frá 22,5%

upp í 70% eftir stöðu á srotanum sem klipptur var (19. mynd). Ræting neðsta hluta srotans var marktækt lakari en hjá öðrum hlutum srotans ( $p = 0,003$ ).

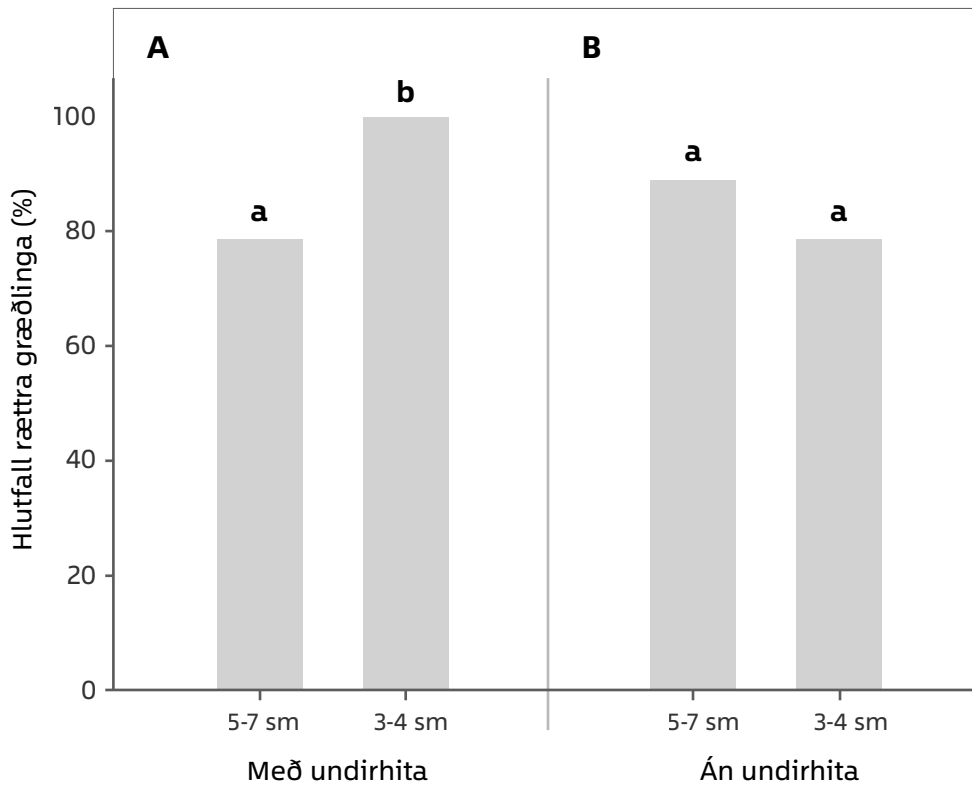


**23. mynd.** Hlutfall rættra græðlinga af mismunandi gerð sem klipptir voru 30. ágúst 2021. Mismunandi stafir fyrir ofan súlur tákna marktækan mun milli meðferða samkvæmt Kruskal Wallis prófi sem fylgt var eftir með Wilcox-prófi ( $n=40$ ).

### Græðlingastunga frá 7. sept 2021

Þegar styttri græðlingar voru bornir saman við lengri með eða án undirhita kom í ljós að styttri græðlingar

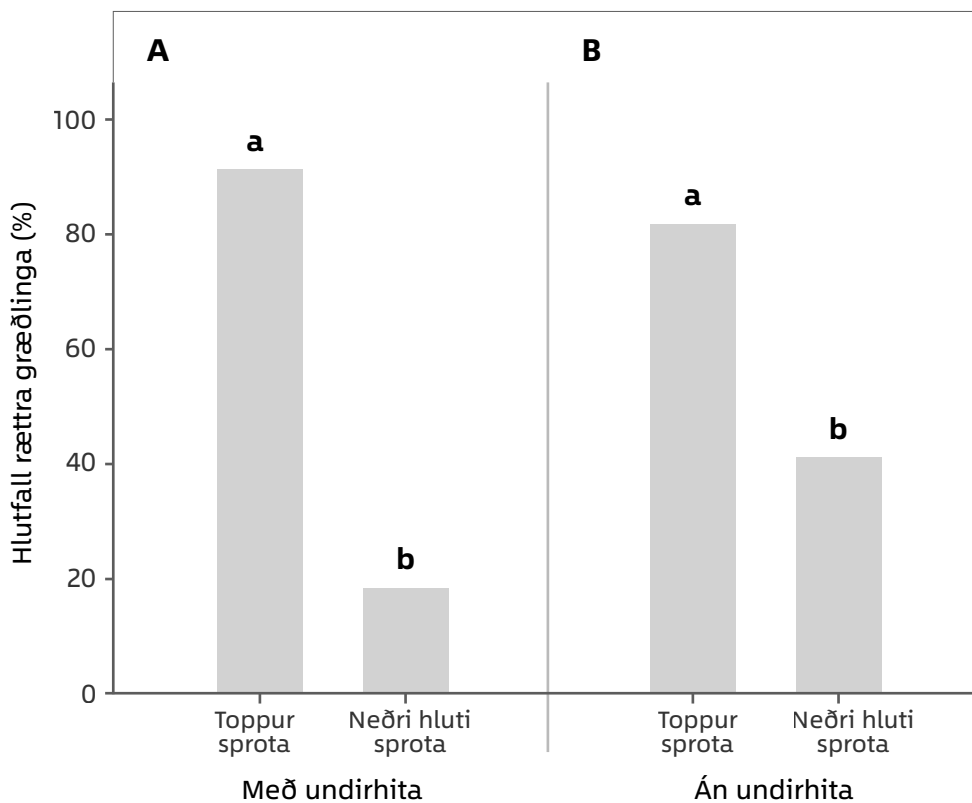
höfðu marktækt betri rætingu (100%) ef þeir voru ræktaðir með undirhita en enginn munur var á milli græðlingagerðanna án undirhita (24. mynd).



**24. mynd.** Hlutfall rættra græðlinga 5-7 sm og 3-4 sm langra með undirhita (A) og án undirhita (B) sem klipptir voru 7. september 2021. Mismunandi stafir fyrir ofan súlur tákna marktækan mun milli meðferða samkvæmt Kruskal Wallis prófi ( $n=28$ ).

Þegar gerður var samanburður á græðlingagerð sem stungið var í fjölpottabakka (toppur sprota vs. neðri hluti sprota) með eða án undirhita kom í ljós að toppgræðingar rættu sig marktækt betur en neðri hluti sprota með og án undirhita (25. mynd). Með

undirhita fékkst 90,6% ræting toppgræðlinga sem stungið var í fjölpottabakka, en 81,3% án undirhita. Neðri hluti sprota í fjölpottabakka náði 18,8% rætingu með undirhita en 40,6% án undirhita.



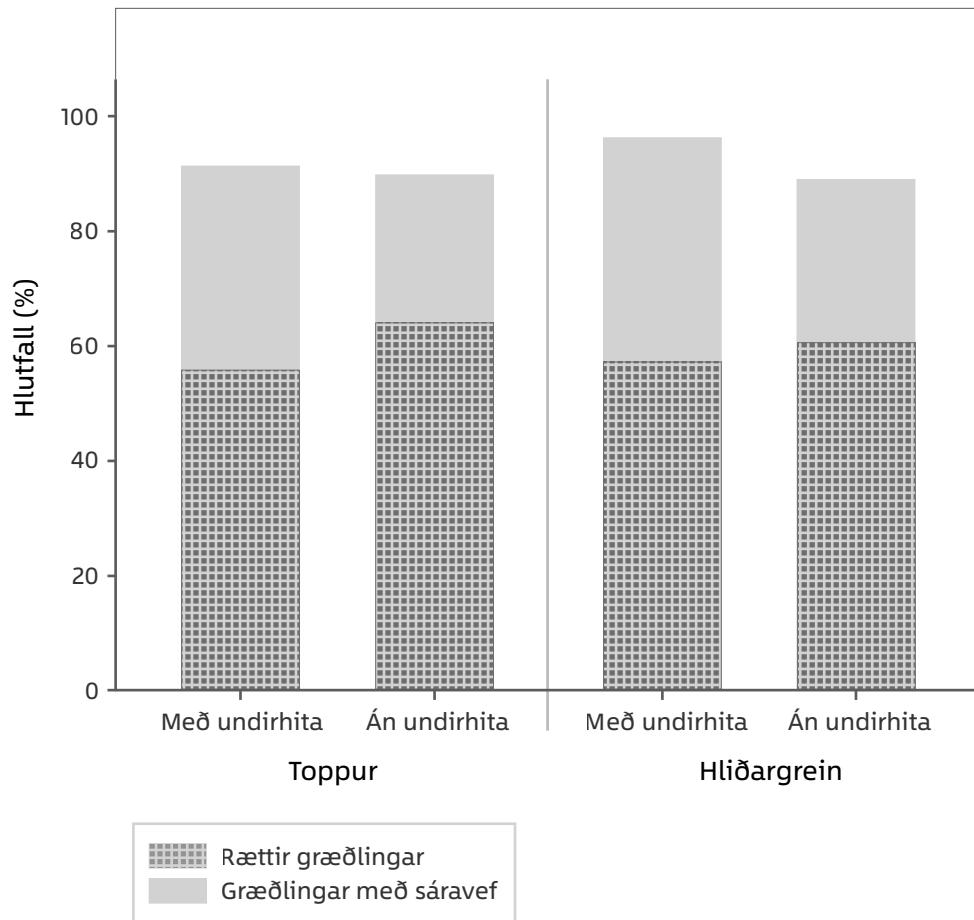
**25. mynd.** Hlutfall rættra græðlinga af toppi og neðri hluta sprota sem stungið var í fjölpottabakka með undirhita (A) og án undirhita (B). Mismunandi stafir fyrir ofan súlur tákna marktækan mun milli græðlingagerða samkvæmt Kruskal Wallis prófi ( $n=32$ ).



### Græðlingastunga frá 20. september 2021

Græðlingar sem klipptir voru 20. september höfðu rætingarhlutfall á bilinu 53,6% til 66,7%. Hlutfall græðlinga sem aðeins höfðu myndað sáravef var á

bilinu 25,9% til 39,3%. Hvergi kom fram marktækur munur milli ræktunarmeðferða eða gerðar græðlinga (26. mynd og tafla 3).



**26. mynd.** Hlutfall rættra græðlinga af toppi og neðri hluta sprota sem stungið var í fjölpottabakka með undirhita (A) og án undirhita (B). Mismunandi stafir fyrir ofan súlur tákna marktækan mun milli græðlingagerða samkvæmt Kruskal Wallis prófi ( $n=32$ ).

**Tafla 3.** Hlutfall rættra græðlinga og græðlinga sem aðeins mynduðu sáravef, með og án undirhita í ræktunarferlinu.

Myndun róta eða sáravefs	Með undirhita	Án undirhita
Rætur á toppgræðlingum	55,6 a*	64,3 a
Rætur á hliðargræðlingum	57,1 a	60,7 a
Sáravefur á toppgræðlingum	35,7 a	25,9 a
Sáravefur á hliðargræðlingum	39,3 a	28,6 a

\*Sami stafur á eftir hlutföllum í hverri röð töflunnar tákna að meðferðir voru ekki marktækt frábrugðnar samkvæmt Kruskal Wallis prófi.

## Græðlingastunga vor 2022

Eftir 15 vikna ræktun höfðu 105 græðlingar af 173 græðlingum sem klipptir voru í febrúar 2022 rætt

sig (tafla 4). Sjá nánar um rætingu græðlinga í verkefninu í viðauka 1.

Tafla 4. Hlutfall rættra græðlinga sem klipptir voru 17. febrúar 2022.

Tímasetning græðlingatöku	Tegund græðlings	Fjöldi klipptra græðlinga	Fjöldi rættra græðlinga	Rætingarhlutfall %
17. feb. 2022	Toppur toppsprota	173	105	60,7

Við hæðarmælingu á þessum plöntum vorið 2023 þar sem 60 plöntur voru valdar af handahófi kom í ljós að meðalhæð þeirra var 22,5 sm, lægsta plantan 9 sm en sú hæsta 36 sm. Allar plöntur sem voru

hæðarmældar reyndust hafa hnaus sem hélst saman þegar plöntur voru togaðar upp úr ræktunarhólfum og voru því tilbúnar til gróðursetningar.

## Umræður og ályktanir

### Afföll í rætingarferli

Það sem helst mátti læra af fyrstu stungu vor-græðlinga í mars 2021 var að grámygla náði sér mjög fljótt á strik. Hún varð meginorsök affalla í öllum græðlingastungum og erfitt reyndist að ráða niðurlögum hennar þótt úðað væri fyrirbyggjandi. Hún byrjaði að herja á barr græðlinganna eftir að það var lifnað en náði svo að breiðast út í greinarhlutann sjálfan eftir stuttan tíma ef sveppalyf sló ekki á vöxt hennar. Veðjað var á snertivirka lyfið *Rovral* til að byrja með en í síðustu græðlingastungu var kerfisvirka lyfið *Tilt* einnig notað. Nýtt snertivirkt lyf, *Switch*, er nú væntanlegt á íslenskan markað sem gæti gefið betri niðurstöðu en fyrrnefnd lyf. En ljóst er að vegna hins háa loftraka sem nota þarf við rætinguna er notkun sveppalyfja nauðsynleg. Í verkefni Le Pichon o.fl. (2001) kom í ljós að notkun undirvökvunar samanborið við þokuúðun eða hefðbundna vökvun við græðlingaræktun sífjalerkis dró úr vexti grámyglu. Þá aðferð mætti prófa í frekari rannsóknnum.

### Græðlingagerðir og ræktunaraðstæður

Neðsti hluti sprotans rætti sig verst (22,5%) af þeim græðlingagerðum sem prófaðar voru 30. ágúst. Þar var trénun orðin mest í sprotanum auk þess sem eingöngu hliðarbrum voru til staðar á græðlingnum, ekki endabrum. Þessi tilhneiging kom líka fram hjá samskonar græðlingum sem stungið var í fjölpottabakka 7. september. Þar hafði neðri hluti toppsprota mun lakari rætingu (18,8% og 40,6%) en toppurinn (81,3% og 90,6%). Í báðum tilfellum var trénun áberandi meiri í neðri hluta toppsprotans en í toppnum sjálfum við stungu og aðeins hliðarbrum voru til staðar. Þetta gæti verið vísbending um að ræting gangi hægar í trénuðum græðlingum að haustinu til eða

að rætingareiginleikar meira trénaðs efnis án endabrum séu minni. Áþekk niðurstaða fékkst í tilraun A. John (1979) með rætingu á sífjalerki þar sem græðlingar voru teknir á mismunandi tímum síðsumars, 8., 22., 29. ágúst og 5. og 12. september. Í þeirri tilraun voru græðlingar sem teknir voru fyrr grænbrúnir, lítið farnir að tréna og enn í vexti. Þeir sem klipptir voru seinna voru meira trénaðir og búnir að setja endabrum. Niðurstöður sýndu að græðlingar sem klipptir voru 12. september náðu 73,3% rætingu en þeir sem klipptir voru fyrr náðu 95,8%-99,3% rætingu.

Lengri græðlingar rættu sig ekki alltaf betur en þeir sem styttri voru. Í græðlingatöku 7. september voru styttri græðlingar (3-4 sm) með 100% rætingu í borði með undirhita samanborið við 76,8% rætingu lengri græðlinga (5-7 sm). Lengri græðlingarnir ræktaðir án undirhita rættu sig hins vegar aðeins betur en styttri græðlingar án undirhita. Ræktun 2-2,5 sm græðlinga í míkrobökkum reyndist einnig vel möguleg. Þetta eru mikilvægar niðurstöður með tilliti til ræktunar móðurplantna. Í frönskum verkefnum Le Pichon o.fl. (2001) og Verger og Pâques (1993) kemur fram að móðurplöntur voru klipptar tvisvar á ári, vetrar-græðlingar að vori og sumargræðlingar síðsumars. Búast má við lengra sumri í Frakklandi en hér á Íslandi og óvíst hversu langir sprotar sumarvaxtarins ná að verða á móðurplöntum sem ræktaðar eru úti við — og hafa auk þess verið klipptar að vori — til að safna vetrargræðlingum. En sé horft til niðurstaðna þessa verkefnis má segja að stuttur vaxtarsproti þurfi ekki að vera hindrun fyrir rætingu græðlinga af Hrymi.

Í verkefninu kom ekki fram að stöðugur undirhiti leiddi alltaf til aukinnar rætingar. Athugun á græðlingum klipptum 7. september sýnir misvísandi niðurstöður. Mælingar á hita leiddu í ljós að undir-

hitinn reyndist vera sá sami í báðum ræktunarborðum á þeim tíma sem kveikt var á ljósunum. Það var aðeins á nóttunni, á átta klukkustunda tímabili á hverjum sólarhring, sem undirhiti hélst í 20°C í því borði sem hafði undirhita. Í borði án undirhita seig jarðvegshitinn niður í 16°C á sama tímabili. Það er því ekki víst að munur á hita í ræktunarefni hafi verið nógu mikill til þess að það kæmi fram í rætingu græðlinganna. Mögulegt er að undirhiti sé mikilvægari þegar græðlingar eru ræktaðir í gróðurhúsi þar sem búast má við meiri dagsveiflu á hita.

## Rætingartími

Græðlingar sem stungið var 20. september fengu aðeins níu vikur til þess að ræta sig áður en þeim var pottað 23. nóvember. Hátt hlutfall þessara græðlinga hafði myndað sáravef á enda græðlinga en engar rætur. Sáravefurinn er eðlilegt forstígrætingarinnar (John, 1978). Við úttekt 23. nóvember var græðlingum með sáravef ekki pottað og því spurning hvort þeir hefðu rætt sig ef ræktunartímabilið hefði verið lengra. Það má hugsa sér að í praksís megi taka græðlinga, sem eingöngu hafa sáravef þegar kemur að prikklun, til hliðar og rækta lengur til þess að fá betri nýtingu á græðlingaefninu. En miðað við þessa niðurstöðu eru 11 til 12 vikur lágmark ræktunarlengdar fyrir græðlinga af Hrym.

## Priklun og vöxtur eftir prikklun

Græðlingar sem teknir voru í mars 2021 voru rættir í hólfalausum bökkum og höfðu því langar, stökkrætur sem erfitt hefði orðið að prikla í þröng hólfi í fjölpottabakka. Þeim var því priklað í tveggja lítra potta. Meðalhæð þeirra eftir vöxt í fræhúsinu um sumarið var 30 sm í september, hæstu plöntur komnar yfir 50 sm.

Hins vegar var mjög auðvelt að prikla vögræðlingum sem stungið var í míkrobakka í febrúar yfir í hefðbundna 40 gata Hyko-fjölpottabakka sem notaðir eru í skógarplöntuframleiðslu. Rótarhnausar héldust almennt velsaman og fljótlegt varað koma 2 sm háum plöntum í fjölpottabakkana. Þær reyndust vaxa vel í bökkunum yfir sumarið eins og sést vel á 22. mynd á bls. 14. Flestar plöntur voru komnar vel yfir 15 sm og lifun 100% eftir prikklunina. En í ágúst vantaði upp á að að rótarkerfi plantnanna hefði þroskast nægilega vel til að rótarhnaus héldist saman. Við mælingar vorið 2023 kom í ljós að meðalhæð þessara plantna var 22,5 sm og rótarhnaus hafði náð að fyllast vel haustið 2022. Rótarhnaus allra 60 plantnanna sem mældar voru hélst vel saman og plönturnar því söluhæfar og tilbúnar til gróðursetningar.

## Bakkagerðir

Stunga græðlinga í míkrobakka reyndist koma ágætlega út eins og áður segir. Ræktunarlólfir eru mjög lítil í bökkunum og því þarf lítið út af að bregða svo ræktunarefnið þorni upp. Góð vöktun í ræktuninni

og stýring á umhverfispáttum er því nauðsynleg svo vel takist til. Til þess að halda háum loftraka að þessari ræktun var plast sett yfir bakkana. Plastið daggaði að innan svo gera má ráð fyrir að rakastigi hafi verið hátt en mælingar á rakastigi voru ekki gerðar. Í verkefnum Le Pichon o.fl. (2001) kom fram að 70% loftraki sé lágmark í ræktun lerkigræðlinga en 90%-95% raki hámark. Þegar svo háu rakastigi er náð fer að draga úr rætingu hjá lerkigræðlingum (Pellicer, 1997). Nauðsynlegt er að finna leiðir til þess að halda rakastigi háu í rætingu lerkigræðlinga en passa um leið að það verði ekki of hátt.

Notkun þessarar bakkagerðar er sérstaklega áhuga-verð í ljósi þess að farið er að nota vinnuþjarka til að prikla úr míkrobökkunum yfir í stærri ræktunarbakka. Þannig væri hægt að ná fram hagkvæmni bæði í mannaflapörf og ræktunarlólfum. Þar sem hver bakki hefur 480 ræktunarlólf er hægt að rækta 2.963 plöntur á hverjum fermetra í rætingarferlinu og spara þannig mikið pláss. Til samanburðar má rækta 526 plöntur á hverjum fermetra ef ræktað er í 40 hólfa fjölpottabökkum frá Hyko. Þó skyldi hafa í huga að vegna mikils þéttleika ræktunarlólfa í míkrobökkum stuðlar mikill og þéttur barrmassi að ákjósanlegum aðstæðum fyrir grámyglu og því gæti orðið erfiðara að ráða niðurlögum hennar.

Stunga í míkrobakka kom betur út en stunga í fjölpottabakka með 13 ml hólfum þegar horft er til byggingar rótarkerfisins. Í bökkum með 13 ml hólfum varð rótarkerfi plantnanna að hluta til afmyndað. Rætur virtust vaxa niður á botn ræktunarlólfanna en stefndu svo beint upp á við. Rótarkerfið greindi sig lítið og náði þ.a.l. ekki að fylla upp í ræktunarlólfu þannig að hnaus græðlingsins héldist saman þegar hann var togaður upp úr ræktunarlólfinu (13. mynd bls. 10). Líklega hefur græðlingunum verið stungið of djúpt í fjölpottabakkana. Hafa verður í huga við stungu að rætur myndast út frá enda græðlinganna en ekki út frá brúmi. Tryggja þarf að endi græðlinga nái ekki niður í botn ræktunarlólfats svo græðlingar hafi pláss til að mynda rætur og fylla ræktunarlólf í fjölpottabakka. Það auðveldar prikklun til muna þegar hnaus græðlingsins er þéttur og helst saman.

Stunga í bakka sem ekki er hólfaskiptur hefur í för með sér mikla vinnu við prikklun. Ræturnar eru stökkrætur og viðkvæmar fyrir hnjaski og geta orðið nokkuð langar þannig að hætt er við að þær brotni af við prikklunina og prikklun plantna með langar rætur getur reynst tímafrek ef prikla á í fjölpottabakka.

## Stýring ljóslotu og hita fyrir vetrardvala

Nauðsynlegt er að huga að yfirvetrun græðlinga sem klipptir eru síðsumars og rættir með lýsingu. Plöntur sem geyma á í kæli eða frysti yfir vetrartímanna þurfa að vera komnar í vetrardvala til þess að þola geymsluna (Lindström og Håkansson, 1996; Wallin o.fl., 2019). Lýsingin kemur í veg fyrir eðlilega dvalamyndun í plöntunum en það sem stýrir dvalamyndun í yfirvexti plantna er fyrst og fremst

stytt ljóslota við náttúrulegar aðstæður. Ljóslotan hefur hins vegar lítil áhrif á dvalamyndun í rótarkerfinu; þar er það lækandi hitastig jarðvegsins sem stuðlar að dvala (Bigras og Dumais, 2005; Bigras o.fl., 2001). Mælt er með hitastigi milli 0°C og 5°C til þess að framkalla dvala í rótum (Colombo o.fl., 2001). Ungar rætur þola minni kulda en þær sem eldri eru (Bigras og Dumais, 2005) og því er mikilvægt að stýra hitastigi ef framkalla á dvala í nýrættum lerkigræðlingum.

Í verkefninu reyndist mögulegt að stýra ljóslotu og hitastigi þannig að græðlingarnir haustuðu sig sýnilega með gulnun á barri. Afföll urðu þó inni á kælinum; af 300 græðlingum drápust 62, eða 21%. Ástæðan var að einhverju leyti grámygla í geymslunni en einnig er mögulegt að dvali hafi ekki verið orðinn nægjanlega mikill þegar plönturnar voru settar inn á kælinn. En með þessari aðferð sést að hægt er að ræta græðlinga síðsumars, prikla þeim yfir í stærri ræktunarhólf eftir rætingu, stýra umhverfi þeirra þannig að vetrardvali hefjist og geyma á kæli yfir vetrartímenn þannig að þeir séu tilbúnir til áframhaldandi ræktunar í gróðurhúsi vorið eftir.

Um ellefu vikur liðu frá því að byrjað var að draga úr ljóslotu og lækka hita, þangað til græðlingar voru fluttir inn á kæli til vetrargeymslu. Frekari rannsóknir gætu beinst að því hvaða umhverfisaðstæður örvi uppbyggingu vetrardvala í nýrættum græðlingum sem ræktaðir eru seinni hluta sumars eða að hausti til og geyma þarf á kæli yfir vetrartímenn. Kosturinn við að ræta græðlinga síðsumars er gott aðgengi að móðurplöntum samanborið við græðlingatöku yfir vetrartímenn þegar veðráttan og snjóalög geta sett strik í reikninginn.

## Mögulegar framleiðsluleiðir

Í þessu verkefni var valið að ræta græðlinga í stýrðu umhverfi undir lýsingu en ekki við náttúrulegt ljós eins og í verkefnum sem áður hefur verið vitnað til. Af því sést að nota má fleiri framleiðsluáðferðir en hér er lagt til en umræður um mögulegar framleiðsluleiðir hér á eftir miðast við niðurstöður þessa verkefnis.

Einn af kostum þess að rækta við stýrðar aðstæður er sá að koma má í veg fyrir miklar hitasveiflur sem draga úr loftraka í ræktuninni. Fari loftraki undir 70% í rætingarferlinu má búast við lakari rætingu (Le Pichon o.fl., 2001). Á síðustu árum hefur komið fram tækni sem gerir ræktun við stýrðar aðstæður hagkvæmari en verið hefur. Þar má telja flúor- og LED-ljós, ræktun á hillum og í míkróbökkum sem sparar mikið pláss í ræktunarrýmum, svo og vinnuþjarkar til þess að prikla smáplöntum í stærri bakkagerðir til áframhaldandi ræktunar. Með nýtingu tækni af þessum toga má ná fram aukinni hagkvæmni í rekstri og lengri vaxtarlotu en íslenskt sumar býður upp á.

Með lengri vaxtarlotu er hugsanlegt að rækta megi upp söluhæfar Hrymsplöntur á einu ári. Ein leið að

því markmiði væri að stinga vetrargræðlingum fyrr í míkróbakka eða í byrjun janúar. Hér var stungið 18. febrúar og voru græðlingarnir tilbúnir til priklunar í lok maí. Ef græðlingatöku væri flýtt fram í janúar og priklun færi fram í lok apríl eða byrjun maí, mætti nýta gróðurhús til þess að rækta plöntur upp í hæðarstaðal og ná frekar góðum rótarhnaus á einu sumri.

Í því sambandi er vert að benda á að breskar rannsóknir leiddu í ljós að hægt væri að geyma græðlinga sem klipptir voru í nóvember við 2°C í níu vikur án þess að það kæmi niður á rætingu þeirra (A. John, 1979). Rannsaka þyrfti geymslupól græðlinga Hryms á svipaðan hátt svo kanna megi hvort hægt er að klippa græðlinga á haustmánuðum og geyma þá á kæli þangað til að stungu kemur í janúar. Með geymslu græðlingaefnis á kæli mætti auðvelda stungu á því í janúar þegar hættu er á að móðurplöntur sem ræktaðar eru úti við séu undir snjó og efniviðurinn því óaðgengilegur.

Væri farin sú leið að ræta sumargræðlinga síðsumars eða að hausti í míkróbökkum við stýrðar aðstæður, yrði að framkalla í þeim dvala með stýringu á ljóslotu og hita eftir rætingu. Míkróbakkarnir staflast mjög vel á brettum og þannig mætti geyma þá í kæli þar til kæmi að priklun á vormánuðum.

## Móðurplönturræktun

Forsenda þess að græðlingaræktun lerkiblendinga geti orðið árangursrík og náí að bera sig fjárhagslega er að ná tökum á móðurplönturræktuninni (Le Pichon o.fl., 2001). Í inngangi er umhirðu og skipulagi móðurplönturræktunar í Frakklandi lýst. Með þeirri ræktunaraðferð úti við á beðum náðu móðurplöntur um 1 m hæð á fyrsta ári. Sú varð raunin líka í ræktun móðurplantna í fræhúsinu á Vöglum. Áhrifin af fyrstu græðlingatöku í mars 2021 þar sem aðeins toppar plantnanna voru klipptir af voru lítil. Þær mynduðu ekki margar hliðargreinar eftir að toppur hafði verið klipptur heldur mynduðu aftur leiðandi topp enda þarf klippingin að vera mun harðari til þess að móðurplöntur framleiði fleiri græðlinga.

## Frekari rannsóknir

Auk rannsókna sem áður hafa verið nefndar er mikið verk óunnið við að þróa leiðir til að haga umhirðu móðurplantna sem best með tilliti til áburðargjafar, klippingar, aldurs og ekki síst íslenskra aðstæðna, þannig að sem flestir græðlingar náist á hverju ári. Í því sambandi er líka vert að velja fyrir sér öðruvísi leiðum fyrir íslenska framleiðendur til þess að ná sér í græðlinga. Auk móðurplöntureita þar sem móðurplöntur eru ræktaðar á beðum eða í pottum að franskrri fyrirmynd má hugsa sér að nota yngri gróðursetningar af Hrymi til hóflegar græðlingatöku. Þannig gætu framleiðendur gert samning við kaupendur Hryms um töku græðlinga af ungun gróðursettum plöntum gegn afslætti af söluverði og fyrirheitum um áframhaldandi afhendingu á Hrymi til kaupendanna.

Þá er líka áhugavert að horfa til aukinnar notkunar LED-ljósá í ýmiss konar ræktun í dag, en þau eru helmingi ódýrari í rekstri en hefðbundnir háþrýsti-

lampar (Stadler, 2015) og hafa verið notuð í svokallaðri hilluræktun sem drýgir framleiðslurými töluvert.

## Helstu niðurstöður

Í verkefninu kom í ljós að hægt er að taka vetrar-græðlinga af toppi móðurplantna Hryms í febrúar og mars og ná 60,7% og 67,1% rætingu.

Þegar metnir voru græðlingar sem höfðu verið klipptir 30. ágúst og 7. september og ræktaðir í 11-12 vikur kom í ljós að trénað græðlingaefni sem hafði aðeins hliðarbrum rætti sig síður (18,8% til 65%) en það sem var minna trénað og klippt af toppsprota eða hliðargrein með endabrumi. Það náði 78,6% til 100% rætingu.

Rúmlega helmingur græðlinga sem klipptir voru 20. september og ræktaðir í aðeins 9 vikur hafði rætt sig á tímabilinu, eða frá 55,6% til 64,3%. Hátt hlutfall þessara græðlinga hafði aðeins sáravef á enda en hann er forstig rætingar. Verkefnið leiddi í ljós að lerkigræðlingar þurfa að lágmarki 11-12 vikna ræktun svo viðunandi ræting náist.

Lengd græðlinga þarf að miða við þau ræktunarlát sem notuð eru, því rætur myndast út frá enda græðlinganna. Sé græðlingi stungið of djúpt í ræktunarlát er hættu á afmyndun á rótarkerfinu. Huga verður að því að endi græðlinga hafi rými til þess að mynda hnaus í fjölpottabökkum. Í verkefninu tókst að ræta 6-8 sm, 5-7 sm, 3-4 sm og 2-2,5 sm langa græðlinga.

Verkefnið leiddi í ljós að hægt var að örva dvalamyndun í græðlingum sem rættir voru frá 30. ágúst til 20. september 2021 þannig að þeir þyldu betur geymslu í kæli yfir vetrarmánuði. Þetta var gert með því að stýra ljóslotu og hitastigi í ræktunarrýminu.

Helsta orsök affalla í öllum græðlingastungunum var vöxtur grámyglu. Erfitt var að hafa hemil á grámyglunni með sveppalyfjum vegna þess háa rakastigs sem ræting græðlingana krefst. Góð stýring á loft-raka er nauðsynleg í ræktun sem þessari.

Stöðugur undirhiti í ræktun græðlinganna leiddi ekki alltaf til betri rætingar en vera má að munur á undirhita í ræktunarefni hafi ekki verið nógu mikill til þess að það kæmi fram í rætingu græðlinganna. Undirhiti gæti verið mikilvægari þegar græðlingar eru ræktaðir í gróðurhúsi þar sem búast má við meiri dagsveiflu í hita en við stýrðari aðstæður.

Notkun míkrobakka við rætingu græðlinga er áhuga-verðasti kosturinn af þeim bakkagerðum sem prófaðar voru í verkefninu. Græðlingar ræktaðir í bakka án hólfaskiptingar höfðu langar rætur sem vinnufrekt er að prikla í fjölpottabakka til áframhaldandi ræktunar. Míkrobakkar bjóða upp á að hægt sé að rækta marga græðlinga á litlu svæði og prikun með höndum tekur stuttan tíma. Að auki gefa þeir möguleika á að vélvæða prikunina. Eftir prikun uxu græðlingar úr míkrobökkum á tveimur mánuðum í um og yfir 15 sm hæð í gróðurhúsi sumarið 2022 og reyndust hafa góða rötarfyllingu í fjölpottabakkanum vorið 2023. Þannig reyndist unnt að framleiða söluhæfar plöntur á rúmu ári með aðferðinni.

## Þakkir

Starfsfólkið á Vöglum í Fnjóskadal aðstoðaði við vökvun og lagfæringar í ræktunargámi. Bestu þakkir til þuru, Valgeirs og Teits Davíðsbarna og Valgerðar Jónsdóttur. Þökkum er komið á framfæri til Þratar Eysteinsonar sem las verkefnið yfir, hafði góðar

ábendingar og færði texta til betri vegar. Einnig vil ég þakka þeim Eddu Sigurðísi Oddsdóttur, Ólafi Eggertssyni og Péttri Halldórssyni úr ritnefnd Mógilsár-rits fyrir yfirlestur og betrubætur.

# Heimildir

- Bergþóra Jónsdóttir (2015). *Hrymur á Hrútsstöðum: Samanburðar- og framleiðslutilraun með nýtt íslenskt lerki*. BS-ritgerð. Agricultural University of Iceland. 54 bls. <http://hdl.handle.net/1946/23349>
- Bigras, F. J. og Dumais, D. (2005). Root-freezing damage in the containerized nursery: impact on plantation sites-A review. *New Forests*, 30(2), 167-184.
- Bigras, F. J., Ryyppö, A., Lindström, A. og Stattin, E. (2001). Cold acclimation and deacclimation of shoots and roots of conifer seedlings. Í F. J. Bigras og S. J. Colombo (ritstj.), *Conifer cold hardiness* bls. 57-88. Springer.
- Colombo, S. J., Menzies, M. I. og O'Reilly, C. (2001). Influence of nursery cultural practices on cold hardiness of coniferous forest tree seedlings. Í F. J. Bigras og S. J. Colombo (ritstj.), *Conifer cold hardiness* bls. 223-252. Springer.
- Eysteinnsson, Þ. (1992). *Accelerated breeding of larch*. The University of Maine. <https://nefismembers.org/documents/accelerated-breeding-of-larch/>
- John, A. (1978). An anatomical study of root initiation in stem cuttings of hybrid larch. *New Phytologist*, 81(1), 111-116.
- John, A. (1979). Propagation of hybrid larch by summer and winter cuttings. *Silvae Genetica*, 28, 5-6.
- Jón Hilmar Kristjánsson (2017). *Samanburðarmælingar á afkvæmahópum Hryms við rússa- og síberíulerki á Belgsá, Höfða, Mosfelli og Sarpi*. BS-ritgerð. Agricultural University of Iceland. 55 bls. <http://hdl.handle.net/1946/27996>
- Landis, T., Tinus, R., McDonald, S. og Barnett, J. (1992). Atmospheric Environment, Vol. 3, *The Container Tree ManualAgric*. USDA Forest Service, Agricultural Handbook. USDA Forest Service, Washington, DC. 144 bls.
- Le, K.-C., Dedicova, B., Johansson, S., Lelu-Walter, M.-A. og Egertsdotter, U. (2021). Temporary immersion bioreactor system for propagation by somatic embryogenesis of hybrid larch (*Larix x eurolepis* Henry). *Biotechnology Reports*, 32, e00684. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00684>
- Le Pichon, C., Verger, M., Brando, J. og Le Boulter, H. (2001). Itinéraires techniques pour la multiplication végétative en vrac du Mélèze hybride. *Revue forestière française*, 53(2), 111-124.
- Lelu-Walter, M.-A., Teyssier, C., Guérin, V. og Pâques, L. (2016). Vegetative propagation of larch species: somatic embryogenesis improvement towards its integration in breeding programs. Í *Vegetative Propagation of Forest Trees*. National Institute of Forest Science Institute (NIFoS). <https://hal.inrae.fr/hal-02800946>
- Lindström, A. og Håkansson, L. (1996). *EC-metoden — et sätt att bestämma skogsplantors lagringsbarhet*. Institutionen för skogsproduktion, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Morgenstern, E. K. (1987). Methods for Rooting of Larch Cuttings and Application in Clonal Selection. *The Forestry Chronicle*, 63(3), 174-178. 10.5558/tfc63174-3
- Pellicer, V. (1997). *Etude de l'influence de facteurs environnementaux et physiologiques sur l'aptitude à l'enracinement de boutures de mélèze hybride (Larix x eurolepis Henry)*. Doctorat Sciences de la terre option science des sols, Université d'Angers.
- Qiuyu, W., Erman, L., Rui, Z. og Zhongzhi, X. (1997). Bulk method of hardwood cutting propagation of *Larix olgensis*. *Journal of Forestry Research*, 8(4), 211-213.
- Ritchie, G. A. (1997). Operational use of vegetative propagation in forestry: world overview of cloning and bulking. *United States department of agriculture forest service general technical report*. 192-197
- Skógræktin. (2022). <https://www.skogur.is/is/um-skograektina/skograektin/fasteignir/nordurland-1/vaglif-grodrarstod/>
- Christina Stadler. (2015). Áhrif LED lýsingar á vöxt, uppskeru og gæði gróðurhúsasalats að vetri. *Rit Lbhí nr. 61*. Landbúnaðarháskóli Íslands. 52 bls.
- Verger, M. og Pâques, L. E. (1993). Multiplication végétative du mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry) par bouturage en vrac. *Ann. For. Sci.*, 50(2), 205-215. <https://doi.org/10.1051/forest:19930207>
- Wallin, E., Gräns, D., Stattin, E., Verhoef, N., Mikusiński, G. og Lindström, A. (2019). Evaluating methods for storability assessment and determination of vitality status of container grown Norway spruce transplants after frozen storage. *Scandinavian journal of forest research*, 34(6), 417-426. 10.1080/02827581.2019.1622036.
- Þröstur Eysteinnsson (2008). Innfluttu skógartrén V, Rússalerki (*Larix sukaczewii* Dylis). *Skógræktarritið*, 1, 21-39.
- Þröstur Eysteinnsson (2013). Metuppskera á Hrymsfræi. Skógrækt ríkisins. <https://www.skogur.is/static/files/utgafa/Arsrit-Skograektar-rikisins-2013.pdf>

# Viðauki 1

Heildarfjöldi klipptra græðlinga, gerð og rætingarlutfall.

Tímasetning græðlingatöku	Tegund græðlings	Heildarfjöldi græðlinga		Fjöldi rættra græðlinga		Rætingarlutfall %	
		Án undirhita	Með undirhita	Án undirhita	Með undirhita	Án undirhita	Með undirhita
18. mars 2021	Toppur toppsprota	140		94		67,1	
30. ágúst	Toppur toppsprota	40		28		70,0	
30. ágúst	Miðja toppsprota*	40		26		65,0	
30. ágúst	Endi toppsprota*	40		9		22,5	
7. september	Hliðargrein með endabrumi 5-7 sm	28	28	25	22	89,3	78,6
7. september	Hliðargrein með endabrumi 3-4 sm	28	28	22	28	78,6	100,0
7. september	Toppur toppsprota, stungið í fjölpottabakka	32	32	26	29	81,3	90,6
7. september	Neðri hluti toppsprota, stungið í fjölpottabakka	32	32	13	6	40,6	18,8
20. september	Toppur toppsprota	28	27	18	15	64,3	55,6
20. september	Hliðargrein með endabrumi	28	28	17	16	60,7	57,1
17. febrúar 2022	Toppur toppsprota, stungið í míkrobakka	173		105		60,7	
		609	175	383	116		
Samtals klipptir græðlingar				<b>784</b>	Samtals rættir		<b>409</b>

\*Græðlingar sem höfðu aðeins hliðarbrum, ekki endabrum.

