

Örfjölgun birkis

Snorri Baldursson, Þuríður Yngvadóttir
og Árni Bragason



**RANNSÓKNASTÖÐ
SKÓGRÆKTAR RÍKISINS**

Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins
Nr. 2
Mars 1992

Örfölgun birkis

**Snorri Baldursson, Þuríður Yngvadóttir
og Árni Bragason**

INNGANGUR.

Örfjölgun, eða kynlaus æxlun plantna með vefjaræktartækni, er notuð í stórum stíl við ræktun skrautjurta og í vaxandi mæli við fjölgun lauftrjáa. Mismunandi örfjölgunaraðferðir hafa verið þróaðar (Snorri Baldursson 1991). Þegar lauftrjám er fjölgað er algengast að beita svonefndri brumræktun, en þar eru brum móðurplöntunnar örvuð til að mynda sprota á tilbúnu næringaræti.

Skýrsla þessi fjallar um tilraunaverkefni þar sem íslensku birki *Betula pubescens* er fjölgað í brumrækt. Verkefnið hófst í júní 1991 og er unnið með stuðningi Skógræktarfélagss Reykjavíkur. Aðalmarkmið verkefnisins er að meta hvort brumræktun væri vænleg leið við örfjölgun á völdum birkitrjám. Nánar tiltekið voru eftirfarandi markmið sett í upphafi:

1. Að skilgreina örfjölgunareiginleika álitlegra birkiklóna.
2. Að þróa örfjölgunaraðferðir í þessum klónum.
3. Að meta hagkvæmni örfjölgunar á birki.
4. Að framleiða nokkurn fjölda plantna af efnilegustu klónunum til útplöntunar.

EFNI OG AÐFERÐIR

Viðnuaðstaða

Við örfjölgunina var notuð vefjaræktaraðstaða á Rannsóknastofnun landbúnaðarins. Herðing plantna og plöntuuppeldi fór fram á Rannsóknstöð Skógræktar ríkisins á Mógilsá.

Birkitrén

Trén sem notuð eru í verkefninu, voru valin haustið 1987 af áhugamönnum um skógrækt ("gróðurbótafélaginu") og hafa þjónað sem móðurtré í birkikynbótaverkefni sama félagsskapar (viðauki 1).

Til að vinna tíma voru u.þ.b 2 ára gamlar sprotaræktir (upphaflega komið til við Landbúnaðarháskólann í Kaupmannahöfn) af trjám (klónum 1, 2, 4, 6, 12, 14, 16 og 17) notaðar við tilraunirnar. Sprotaræktirnar komu frá ágræddum trjám, sem flutt voru til Kaupmannahafnar 1989 og eru nú í vörslu grasagarðs Kaupmannahafnarháskóla.

Næringaræti og ræktunarumhverfi.

Aðalnæringarætið var WPM-1 (sjá uppskrift í viðauka), tilbúin blanda frá Sigma (M-6774). Í næringarætið var bætt 2.5 µM BAP (bensylamínopurin), 0.01 µM NAA (naftalínsýra), 20 g/L súkrósa, 3g/L agar og 1 g/L phytigel (Sigma). Næringarætið ásamt íbætiefnum var dauðhreinsað í þrýstisuðupotti við 120 °C í 20 mín. Barnamatarkrukkur, 7.2 cm á hæð (Sigma, V-8630), með þar til gerðum plastlokum (Sigma, B-8648) voru notaðar undir ræktirnar. Í hvert ræktunarglas fóru u. þ. b. 25 ml af næringaræti. Sprotar voru ræktaðir í ræktunarklefa með 18 klst lýsingu, 1500-5000 lúx. Mismunandi daghiti (22, 24 og 27 °C) var reyndur á tilraunatímabilinu, en hefur verið haldið í 22 °C á síðari hluta þess. Næturhita var haldið í 18 °C.

Endurnýjun sprotarækta og nýir klónar í rækt.

Greinar með nýjum árssprotum voru skornar af ágræddum trjám (klónar 1, 2, 4, 5, 12, 17, 19, 20 og 23) í plastgróðurhúsi í Gróðrastöðinni Mörk þann 25. júní. Sprotarnir voru klipptir niður í 2-3 cm búta, laufblöðin fjarlægð og þeir sótthreinsaðir í 75% etanóli með 1-2 dropum Tween-20 í 1 mín. og 50% bleikiklór (2.5% natríum hýpoklóríð) með 1-2 dropum Tween-20 í 3 mín. Þar á eftir voru búturnir skolaðir a.m.k. þrisvar sinnum úr dauðhreinsuðu vatni. Áður en sprotastubbum var komið fyrir á næringarætinu voru þeir skornir niður í u.þ.b. 5-10 mm langa búta, hvern með einu brumi.

Ræting og herðing plantna.

Sprotum var stungið í 35 gata fjölpotta (B.S plast Akureyri), ýmist beint eða eftir dýfu í Floramin A rætingarefni. Næringarefnabætt barnamosamold og sótthreinsaður, sigtaður (3 mm möskvastærð) vikur í mismunandi hlutföllum voru reynd sem gróðurbeður. Sveppalyfi (Ortocid 15%) var úðað yfir sprotana og fjölpottunum var síðan komið fyrir í lokuðum glærum plastpoka. Þunnur akríldúkur var breiddur yfir fjölpottana til að tempra sólarbirtu og hindra ofhitnun.

Lífslíkur, ræting og vaxtarþróttur sprota af mismunandi lengd var metinn jafnhliða öðrum tilraunum, til að reyna að finna lágmarkslengd sprota fyrir rætingu.

TILRAUNIR.

Eftir um 6 vikur í ræktunarglösunum var fjöldi nýrra sprota af hverju brumi, fjöldi bruma á sprota og lengd sprota metin. Frá þessum gögnum var fjölgunarstuðull fundinn, þ.e. fjöldi bruma sem hvert brum gefur af sér á einum mánuði. Sprotum úr öllum tilraunum var stungið í fjölpotta og fylgst með rætingu þeirra og afdrifum í a.m.k. 2 mánuði eftir að þær komu úr glösunum. Eins var reynt að bera vöxt og hegðun vefræktaðra plantna saman við fræplöntur.

Samanburður á klónum ("gamlar" sprotaræktir). Af hverjum klóni voru 30 brum lögð á WPM-1 næringaræti (10 brum/glas) og ræktuð í 6 vikur.

Grunnæti og styrkur BAP. Vöxtur 5 klóna (1, 4, 5, 16, 19) var borinn saman á þremur mismunandi næringarblöndum frá Sigma: WPM, MS og N6 (sjá uppskriftir í viðauka). Tveir styrkleikar af BAP, 2.5 μ M og 5 μ M, voru prófaðir. Öll önnur íblöndunarefni voru eins og í WPM-1 (sjá fyrr).

Þéttleiki bruma. Borinn var saman vöxtur þriggja klóna (2, 4 og 12) á WPM-1, við mismunandi upphafspéttleika

bruma (6, 9, 12, 15, 18 og 21 brum í ræktunarglasi) Prófuð voru 2 til 5 glös með hverjum þéttleika.

Toppbrum og hliðarbrum. Örfjölgun með toppbrumum og hliðarbrumum af klónum 2 og 17 var borin saman. Þrjátíu brum (10 í glasi) af hvorri gerð voru ræktuð á WPM-1 í 6 vikur.

Ræktunarílát. Þrjátíu brum af klóni 17 voru ræktuð á WPM-1 í þrenns konar ræktunarílátum frá Sigma: barnamatarkrúkkum (7.2 sm, V-8630), litlum plastílátum (7.7 sm, V8380) og stórum plastílátum (11.0 sm, V-8505).

Tilraunirnar hafa enn ekki verið endurteknar og því ber að skoða niðurstöður sem vísbendingar fremur en algildar staðreyndir.

NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA.

Í allri vefjaræktun kemur fram mikill breytileiki milli endurtekninga og jafnvel innan tilraunaliða. Af þessum sökum hefur ekki verið reynt að meta allar niðurstöður tölfræðilega.

Endurnýjun á sprotaræktum.

Tafla 1 sýnir hvernig það gekk að endurnýja sprotaræktir. Brum sumra móðurtrjáa (klóna) sprungu fljótt út og mynduðu sprotaræktir á 8-10 vikum (klónar 2,17,19,20). Hjá öðrum klónum ummynduðust brumin fyrst í frumumassa (kallus), sem nýmyndaði sprota fyrst eftir 20-29 vikur (klónar 1 og 23) og nokkra flutninga á nýtt æti. Enn aðrir klónar komu aldrei til (klónar 4,5,21) Niðurstöður þessar eru mjög í samræmi við aðrar rannsóknir á birki í vefjarækt og sýna að reikna verður með a.m.k þremur mánuðum frá því brum móðurplöntunnar eru lögð á æti þar til stöðugar sprotaræktir (þ.e. ræktir sem unnt er að fjölga reglulega) hafa myndast.

Tafla 1. Endurnýjun sprotarækta. Árangur: vöxtur hafinn (+), enginn vöxtur (-);
 Timi: í vikum frá upphafi þar til sprotaræktir eru komnar vel af stað.

Klónn	Árangur	Timi
1	+	29
2	+	10-12
4	-	
5	-	
12	+	eytt
17	+	10-12
19	+	8
20	+	9
21	-	
23	+	22

Ræting og herðing sprota. Uppeldi ungplantna.

Sprotarnir vaxa við u.þ.b. 100% rakamettun í ræktunarglösunum og eru því afar viðkvæmir fyrir þurrki fyrstu vikurnar eftir að þeir eru teknir úr glösunum. Tilraunir (Snorri Baldursson, óbirtar niðurstöður) höfðu áður sýnt að unnt er að ná 100 % rætingu birkisprota beint í moldarblöndu, ef þeim er fyrst dýft í 10 µM IBA lausn og látnir standa við þokuúðun í 3 vikur. Þokuúðunarkerfi er ekki til staðar í gróðurhúsinu á Mógilsá. Plastpokarnir voru því neyðarlausn, en reyndust ágætlega. Þó er meiri hættu á sveppasýkingu í pokunum en við þokuúðun og því ráð að sótthreinsa vikurinn og bakkana vandlega.

Til að ná viðunandi rætingu varð að dýfa sprotum í rætingarefni (Floramon A) áður en þeim var stungið. Gróðurbéðurinn sem best reyndist var barnamosamold með u.þ.b. 1 cm þykku lagi af sigtuðum vikri efst. Vikurlagið þarf að vera það þunnt að ræturnar nái fljótt niður í moldina fyrir neðan.

Nokkuð var um afföll í fyrstu útplöntunartilrauninni (Tafla 1), en með aukinni reynslu nálgast rætingarprósenta og lífslíkur fyrir alla klóna 100 %.

Enginn munur var á rætingarprósentu eftir lengd sprota allt niður í 2-3 mm. Smæstu sprotunum var hinsvegar hættara við ofþornun og þeir uxu hægar en lengri sprotar. Almennt virtist æskileg lengd sprota vera á bilinu 10-20 mm.

Plöntuuppeldi að hausti til er á móti öllum náttúrulögmálum og krefst nákvæmrar stýringar á ljósi og hita ef vel á að fara. Uppeldið (ágúst-nóvember) tafðist nokkuð vegna bilaðrar hitaveitu í gróðurhúsinu á Mógilsá. Hitastig sveiflaðist verulega er kólnaði í veðri og dagshiti fór allt niður í 10 °C og næturhiti í 7 °C. Við þetta hægði verulega á vexti þrátt fyrir veika áburðargjöf sem byrjað var á 1. október. Í lok nóvember komst veitan í lag og hefur hita verið haldið í 20 °C síðan. Þegar plönturnar náðu u.þ.b. 15 sm hæð var byrjað að gefa þeim mónokalífosfat í smáskömmtum, að ráði Dr. Halldórs Sverrissonar, plöntusjúkdómafræðings á Rala, og þær síðan haustaðar í húsi með 10 °C dagshita, 3 °C næturhita og 10 tíma ljósi inni í svörtu plastskýli.

Samanburður á klónum ("gamlar" sprotaræktir).

Í Töflu 2 má sjá að verulegur munur var á klónunum hvað ýmsa vefjaræktareiginleika varðar. Mánaðarlegur lengdarvöxtur sprota af klóni 14 (18.61 mm) var rúmlega tvöfalt meiri en af klóni 2 (7.26 mm) Fjölgunarstuðull er hæstur hjá klóni 12 (7.70), en lægstur hjá klóni 4 (3.99). Fjölgunarstuðullinn er nátengdur fjölda sprota sem vaxa upp af hverju brumi, en tiltölulega óháður vaxtarhraða einstakra

Tafla 2. Samanburður á örfjölgunareiginleikum 8 úrvalsklóna íslensks birkis. Af hverjum klóni voru 30 brum ræktuð á WPM-1 í 6 vikur. Lengdarvöxtur og fjölgunarstuðull ± staðalfrávik (standard error) er miðaður við 4 vikur.

Klónn	Heildar fj. sprota	Fj. sprota per brum	Vöxtur sprota á mánuði (mm)	Fjölgunarstuðul (brum/mánuði)
1	39	1.30	8.90 ± 0.47	5.11 ± 0.20
2	38	1.33	7.26 ± 0.53	5.09 ± 0.26
4	31	1.03	9.44 ± 0.63	3.99 ± 0.26
5	33	1.10	9.31 ± 0.54	4.27 ± 0.21
12	47	1.57	10.62 ± 0.52	7.70 ± 0.35
14	34	1.13	18.61 ± 1.84	4.88 ± 0.32
16	45	1.5	14.56 ± 0.70	7.18 ± 0.24
17	35	1.17	10.35 ± 0.51	5.75 ± 0.16

sprota (samanber klóna 12 og 14).

Beinn samanburður á vefræktuðum plöntum og fræplöntum var fremur erfiður, þar sem ekki var um sömu arfgerðir að ræða og einnig vegna þess að erfitt var að meta hvenær vefræktaðir sprotar og fræplöntur voru jafngamlar. Fræplöntur voru mun hraustlegri framan af á meðan vefræktaðar plöntur voru að aðlagast umhverfinu utan glasanna. Að öðru leyti virtust vefræktuðu plönturnar vaxa eðlilega.

Toppbrum og hliðarbrum.

Toppbrum voru greinilega "afkastameiri" en hliðarbrum hvað alla mælda vefjaræktareiginleika snerti (Tafla 3). Þessi munur kom fram hjá báðum klónunum sem prófaðir voru. Hugsanlega endurspeglar þessar niðurstöður toppstjórnun hjá vefræktuðum sprotum, en alþekkt er að toppbrum (endabrum) plantna framleiða auxin sem heldur niðri vexti hliðarbruma.

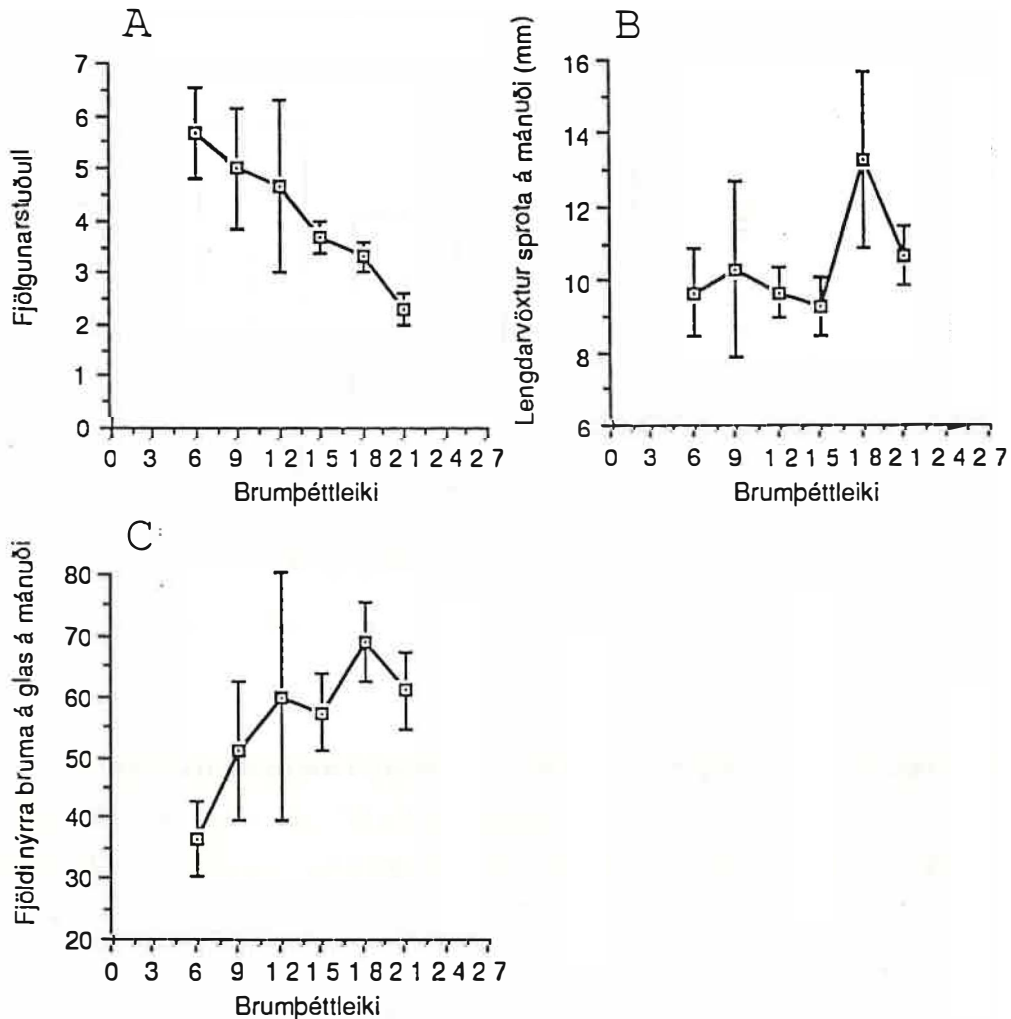
Tafla 3. Samanburður á toppbrumum og hliðarbrumum í vefjarækt. Þrjátíu brum af hvorri gerð/klón voru ræktuð á WPM-1 í 6 vikur. Feitletraðar tölur eru vegin meðaltöl. ± staðalfrávik (standard error).

<u>Klón</u>	<u>Brumgerð</u>	<u>F. bruma</u>	<u>Fj. sprota per brum</u>	<u>Vöxtur sprota á mánuði (mm)</u>	<u>Fjölgunarstuðull (brum/mánuði)</u>
2	Topp	142	1.97	8.54 ± 0.41	6.53 ± 0.21
17		122	<u>1.40</u>	<u>9.29 + 0.40</u>	<u>5.60 + 0.18</u>
			1.73	8.85 ± 0.41	6.15 ± 0.20
2	Hliðar	101	1.37	8.03 ± 0.47	5.16 ± 0.19
17		88	<u>1.06</u>	<u>7.94 + 0.55</u>	<u>3.93 + 0.24</u>

Brumpéttleiki.

Niðurstöður tilraunar með mismunandi upphafspéttleika bruma eru teknar saman á mynd 1. Fjöldi nýrra sprota af hverju brumi og þar með fjölgunarstuðull fór minnkandi með vaxandi þéttleika (mynd 1.A). Þetta var vegna þess að því færri sem brumin eru þeim mun fleiri nýsprotar uxu frá því.

Á móti komi að lengdarvöxtur og þar með fjöldi bruma á hvern nýjan sprota virtist fara vaxandi með auknum þéttleika (mynd 1.B). Samanlagt bentu niðurstöðurnar til að mest afköst í fjölgun náist með 18 brumum í hverju ræktunarglasi (mynd 1.C)

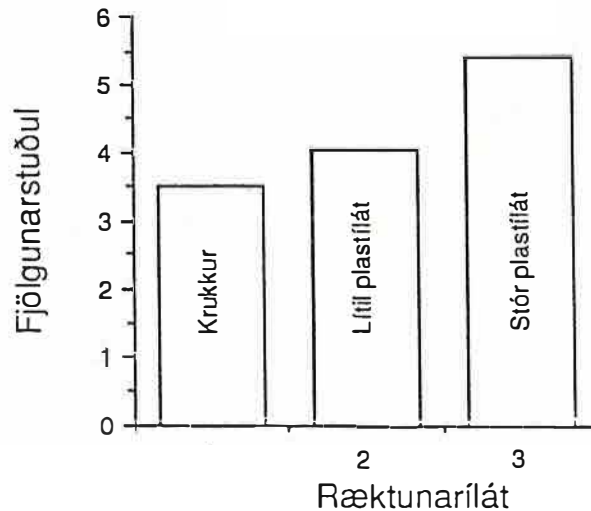


Mynd 1. Samband fjölgunarstuðuls (A), lengdarvaxtar spróta (B), fjölda nýrra bruma sem hvert ræktunarglas gefur af sér (C) og upphaflegs brumpéttleika í ræktunarglösunum. Meðaltöl þriggja klóna (2, 4 og 12).

Ræktunarílát.

Tilraunin sýndi að sprotarnir þrífust því betur, því stærri sem ílátin voru (mynd 2.). Niðurstöðurnar verður að taka með varúð þar sem aðeins einn klónn (17) var reyndur. Alls voru 30 brum sett í hverja gerð af ræktunarílátum. Tilraunir með örfjölgun á öðrum tegundum (MacCown 1987, Pevalek-Kozlina, 1990) hafa gefið svipaðar niðurstöður. Menn

geta sér til um að þessu valdi hærri styrkur etýlen-gufu í minni glösunum. Hins vegar þéttist meira vatn innan á hliðum plastílátanna, sem getur leitt til glerjunar plantnanna (vitrification). Plastílátin eru einnig mun dýrari og heldur óþægilegri í allri meðhöndlun en glerkrukkurnar.



2. Mynd. Samanburður á fjölgunarstuðli hjá klóni 17 í þrenns konar ræktunarílátum.

Grunnæti og styrkur BAP (bensýlamínópúríns).

Tafla 4 sýnir að fjölgunarhraðinn var að jafnaði mestur á WPM (4.32), en minnstur á MS ætinu (1.68). Lengdarvöxtur sprota var hinsvegar að jafnaði mestur á N6 (13.78). Útlitsmunur var á sprotum eftir ætisgerðum. Fleiri, smærri og talsvert blaðminni sprotar uxu á WPM, en á N6 og verður það að teljast kostur við rætingu þar sem stór laufblöð auka hættu á ofþornun. MS ætið kom síst út að öllu leyti og aðeins einn klónn (19) óx eðlilega á því. Lítill munur kom fram eftir styrk BAP, þó voru lengdarvöxtur og fjölgunarhraði að jafnaði heldur meiri á æti með 5 μ M en 2,5 μ M, eða 12.36 mm og 3.31, á móti 10.88 mm og 2.70. Ætisgerðirnar sem prófaðar voru hafa allar verið notaðar við vefjaræktun á hengibjörk (*Betula pendula*) (Simola 1985, Särkilathi 1988, Welande 1988), en okkar niðurstöður benda til að WPM næringarætið sé að jafnaði hentugast fyrir ilmbjörk (*Betula pubescens*).

Tafla 4. Samanburður á vexti sprota og fjölgunarstuðli á þremur mismunandi næringarblöndum með 2.5 eða 5 μM BAP (bensýlaminópúrin). Taflan sýnir meðaltöl (\pm staðalfrávik) 5 klóna (1,4,5,12,16,19). Þrjátíu brum voru ræktuð af hverjum klóni/ætisgerð.

Næringar- æti	Styrkur BAP (μM)	Vöxtur sprota á mánuði (mm)	Fjölgunarstuðull (brum á mánuði)
WPM	2.5	13.25 \pm 1.1	4.60 \pm 0.47
	5.0	10.89 \pm 2.6	4.05 \pm 1.25
MS	2.5	7.67 \pm 2.6	1.39 \pm 0.46
	5.0	10.38 \pm 3.1	1.98 \pm 0.71
N6	2.5	11.74 \pm 3.2	2.10 \pm 0.52
	5.0	15.82 \pm 2.4	3.90 \pm 0.62

Hagkvæmni fjölgunarinnar.

Á þeim átta mánuðum sem liðnir eru frá upphafi verkefnisins hafa um 1.400 plöntur verið rættar í fjölpottum og u.þ.b. 5.000 sprotar bíða útplöntunar í ræktunarglösum. Þessar tölur má þó ekki taka sem beint mat á hagkvæmni aðferðarinnar, því mikill tími hefur farið í ýmsar mælingar og athuganir í sambandi við tilraunir.

Ef einungis er gert ráð fyrir fjölgun og miðað við núverandi vinnuaðstöðu, má skipta verkefnum og vinnutíma á eftirfarandi hátt: (1) ætisgerð, uppvottur og frágangur glervöru (30%), (2) fjölgun sprota (30%), (3) útplöntun (30%), annað (10%) Ef miðað er við að hægt sé að anna um 60 plöntum á klukkustund í fjölgun og útplöntun, getur einn starfsmaður framleitt um 2500–3000 plöntur á mánuði.

LOKAORÐ

Með verkefninu höfum við sýnt svo ekki verður um villst að með brumræktun er hægt að fjölga úrvalstrjám af ilmbjörk í stórum stíl. Með tilraunum á næringaræti og ræktunarmhverfi má bæta vöxt sprota í ræktunarglösunum. Með sjálfvirkni og hagræðingu við ætisgerð, uppvott og útplöntun mætti enn bæta

árangurinn. Ljóst er að örfjölgun getur ekki keppt beint í verði við fræplöntur, en endanlegt mat á hagkvæmni aðferðarinnar fer eftir því hve mikið menn eru tilbúnir til að borga fyrir einsleit úrvalstré.

ÞAKKARORÐ.

Við viljum þakka Skógræktarfélagi Reykjavíkur stuðninginn, án hans hefði verkefnið ekki verið sett af stað. Einnig viljum við þakka stjórnendum og starfsmönnum Rala ómetanlega hjálp og velvild.

HEIMILDIR

- McCown, B.H. & Sellmer, J.C. 1987. General media and vessel suitable for woody plant culture. Í: Cell and Tissue Culture in Forestry (Bonga, M.J. og Durzan, D.D ritst.), Vol 1, bls. 4-16.
- Pevalek-Kozlina, B. 1990. Influence of the container size on the rate of *Prunus avium* shoot multiplication. Acta Bot. Croat. 49: 47-52.
- Särkilahti, E. 1988. Micropropagation of a mature colchicine-polyploid and irradiation-mutant of *Betula pendula* Roth. Tree Physiology 4: 173-179
- Simola, L.K. 1985. Propagation of plantlets from leaf callus of *Betula pendula* F. *purpurea*. Scientia Horticulturae 26: 77-85.
- Snorri Baldursson. 1991. Líftækni í skógrækt: Fjölgun skógartrjáa með vefjaræktartækni. Skógræktarritið 1991.
- Welander, M. 1988. Biochemical and anatomical studies of birch (*Betula pendula* Roth.) buds exposed to different climatic conditions in relation to growth in vitro. Í: Genetic Manipulation of Woody Plants, bls. 79-99.

Víðauki 1.
Birkitré valin af Gróðurbótafélagi
í febrúar 1987.

- 1 Kaldársel (Jón í Skuld)***
- 2 Grenimelur 21***
- 3 Tjarnargata 38***
- 4 Langholtsvegur 154***
- 5 Langholtsvegur 154 II***
- 6 Nökkvavogur 27 - ljós stofn***
- 7 Nökkvavogur 27 - svartur stofn***
- 8 Snekkjuvogur / Langholtsvegur 180***
- 9 Nökkvavogur 5***
- 10 Segulhæðir við Rafstöð***
- 11 Ártúnsbrekka, Helga Sveinbjörnsdóttir***
- 12 Keldur, Jóhann Pálsson - I***
- 13 Keldur, Jóhann Pálsson - II***
- 14 Hafravatn, Vilhjálmur Lúðvíksson - I***
- 15 Hafravatn, Vilhjálmur Lúðvíksson -II***
- 16 Hafravatn, Þorsteinn Tómasson***
- 17 Miklabraut / Háaleitisbraut***
- 18 Byggðarendi***
- 19 Arnartangi í Mosfellsbæ***
- 20 Árbær***
- 21 M I, Mörk, Pétur Ólason***
- 22 B 2, Mörk, Pétur Ólason***
- 23 B 1, Mörk, Pétur Ólason***

Viðauki 2.

Efnasamsetning ætisgerða. Magn allra efna er uppgafið í mg/L

	WPM	MS	N7
"Macro næringarefni			
<i>NH₄NO₃</i>	400	1650	0
<i>KNO₃</i>	0	1900	2830
<i>CaCl₂ · 2 H₂O</i>	96	440	166
<i>MgSO₄ · 7 H₂O</i>	370	370	185
<i>KH₂PO₄</i>	170	170	400
<i>Ca(NO₃)₂ · 4 H₂O</i>	556	0	0
<i>K₂SO₄</i>	990	0	0
<i>(NH₄)₂SO₄</i>	0	0	463
Járn			
<i>Na₂ · EDTA</i>	37,25	37,25	37,25
<i>FeSO₄ · 7 H₂O</i>	27,85	27,85	27,85
Snefilefni			
<i>MnSO₄ · 7 H₂O</i>	22,3	22,3	22,3
<i>ZnSO₄ · 7 H₂O</i>	8,6	8,6	8,6
<i>H₃BO₃</i>	6,2	6,2	6,2
<i>KI</i>	0	0,83	0,83
<i>Na₂MoO₄ · 7 H₂O</i>	0,25	0,25	0,25
<i>CuSO₄ · 7 H₂O</i>	0,25	0,025	0,025
<i>CoCl₂ · 7 H₂O</i>	0	0,025	0,025
Vítamín og amónósýrur			
<i>Tíamín · HCl</i>	1	0,1	0,1
<i>Nikotínsýra</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Pýridoxín · HCl</i>	0,5	0,5	0,5
<i>Glýsín</i>	2	2	2
<i>Adenín sulfat</i>	20	0	0
Sykrur, hleypiefni o.fl.			
<i>Súkrósi</i>	30000	30000	20000
<i>Myo-inósítól</i>	100	100	100
<i>Kaseín hydrólýsat</i>	0	0	1000
<i>Agar</i>	3000	6000	6000
<i>Gelrite</i>	1000	3000	0
Sýrustig pH	5,5	5,5	5,5