

## Kynbætur fódurjurta fyrir norðurslóðir

ÁSLAUG HELGADÓTTIR

Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Keldnaholti, 112 Reykjavík

### YFIRLIT

Gerð er grein fyrir samnorrænu kynbótaverkefni, Norðgras, sem styrkt var af norrænu ráðherranefndinni 1981–1993. Verkefninu var ætlað að stuðla að kynbótum á grasstofnum sem aðlagðir væru aðstæðum á Íslandi og í norðurhéraðum Norðurlanda. Aðalþátttakendur voru kynbótamenn á fimm tilraunastöðvum víðs vegar um Norðurlönd. Fyrsta skrefið voru stofnaprófanir með ýmsar tegundir þar sem bæði stofnar og kynbótaefniviður var prófaður á mörgum tilraunastöðvum í norðurhéraðunum. Í kjölfarið fylgdu svo sameiginlegar kynbætur á vallarfoxgrasi. Hver tilraunastöðvanna fimm lagði fram sínar 12 bestu arfgerðir sem síðan voru settar í fjölvíxlun í Danmörku. Bæði foreldrar og afkomendur hafa verið bornir saman á tilraunastöðvunum fimm og búið er að velja saman arfgerðir sem mynda nýjan stofn. Er hann nú í víðtækum prófunum um öll Norðurlöndin.

### SUMMARY

#### *Breeding of fodder grasses for northern regions*

A joint breeding programme for Iceland and the northern areas of Scandinavia was supported by the Nordic Council of Ministers 1981–1993. The main participants in the project were forage grass breeders at five experimental stations scattered around the Nordic countries. Initially, efforts concentrated on co-operative trials in which both early and more advanced breeding material was tested at a number of experimental stations in the northern regions. This was followed by a joint breeding programme for timothy. Each of the five national breeding stations originally provided their 12 best timothy genotypes which were subsequently polycrossed in Denmark. The parental genotypes and their progeny were then compared at all five stations. On the basis of the results obtained parental clones have been selected and intercrossed to form synthetic populations. The first variety is currently being tested at a number of locations around Scandinavia and Iceland.

Key words: adaptation, G×E interactions, stability, timothy, variety trials.

### INNGANGUR

Búfjárrækt er meginuppistaða landbúnaðar á norðurslóðum. Byggist hún nær eingöngu á grasrækt. Búfénaði er meira og minna beitt á ræktað land á sumrin og er síðan gefið fódur á vetrum sem heyjað er af ræktuðum tünnum. Bæði veðurfar og meðferð tünanna valda því að vaxtarskilyrði túngrasa eru erfið á þessum slóðum. Vetur eru langir og oft reynir verulega á vetrarþol plantnanna vegna mikilla frosta, svella eða snjóá sem liggja lengi yfir tünun-

um. Langir dagar og lágur hiti einkennir frekar skamman vaxtartíma á sumrin (SNP, 1992). Vitað er að daglengd og hiti stjórna ýmsum vaxtarferlum plöntunnar, t.d. hvenær vexti lýkur að hausti (Klebesadel, 1985). Því hefur oft komið í ljós að grasstofnar, sem kynbættir hafa verið á suðlægum slóðum, gagnast illa við þessar aðstæður. Á undanförunum áratugum hefur verið lögð mikil áhersla á að kynbæta grös í norðurhéraðum Norðurlandanna og á

Íslandi og hafa komið fram nokkrir mjög góðir stofnar. Má þar nefna vallarfoxgrasstofnana Engmo og Bodin frá Norður-Noregi og Korpu og Öddu frá Íslandi. Markaður fyrir fræ er takmarkaður á þessum slóðum og því er ljóst að slíkt kynbótastarf er hlutfallslega dýrara en þar sem stærri markaður er fyrir hendi.

Nú er það svo að vaxtarskilyrði plantna á Norðurlöndum eru oft breytilegri innan landa en milli svæða á svipaðri breiddargráðu í mismunandi löndum. Því var það að Norræna ráðherranefndin kom á fót stofnuninni Samnorrænar plöntukynbætur (SNP) 1979, sem nú hefur reyndar sameinast Norræna genbankanum, til þess að hvetja til samvinnu landa á milli í plöntukynbótum sem leitt gæti til hagkvæmara og fljótvirkara starfs (Manner, 1983).

Samnorrænar grasakynbætur fyrir norðurhéruð Norðurlanda, eða NORDGRAS eins og það er jafnan kallað, var eitt af fyrstu verkefnum sem SNP styrkti. Hér á eftir verður gerð nánari grein fyrir verkefninu og birtar niðurstöður úr tilraunum sem gerðar hafa verið á vegum þess.

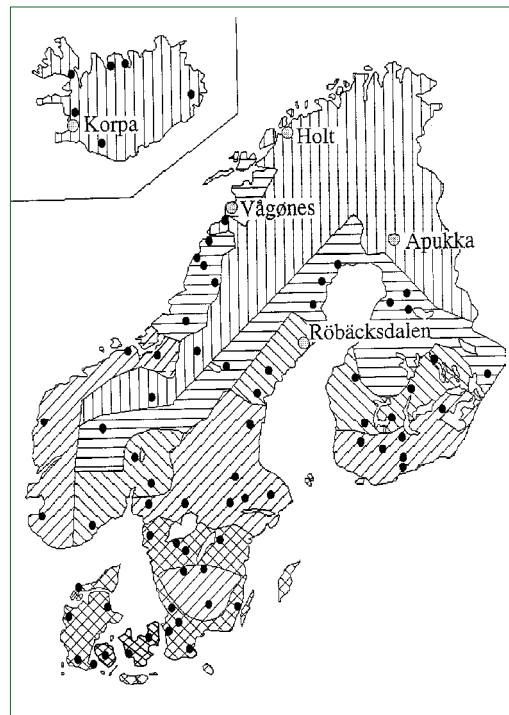
### TILRAUNASTAÐIR

Upphaflega var ákveðið að verkefnið næði til Íslands, Grænlands og norðursvæða Noregs, Svíþjóðar og Finnlands. Hlutur Grænlands varð fljótt lítill en Danmörk kom inn sem mikilvægur aðili við frærækt og fjölgun plantna. Plöntukynbótamenn frá eftirfarandi stofnunum eru þátttakendur í verkefninu: Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Jordbrugsvidenskab, Højbakkegård, Danmörku (55°44'N); Lantbrukets Forskningscentral, Växtförädlingsanstalten, Forsöksstationen för Lappland, Apukka, Finlandi (66°35'N); Rannsóknastofnun landbúnaðarins, Reykjavík, Íslandi (64°09'N); Norsk institutt for plante-forskning, Vågønes forskingsstasjon (67°17'N) og Holt forskingscenter (69°39'N), Noregi; Svalöf Weibull AB, Norrlandsavdelningen, Röbbäcksdalen, Svíþjóð (63°49'). Norðlægu stöðvarnar liggja allar innan nálægra ræktunarbelta sem skilgreind voru fyrir vallarfoxgras samkvæmt niðurstöðum úr stofna-

prófunum á Norðurlöndunum (1. mynd) (Hólmgeir Björnsson, 1993).

### VEÐURFAR

Yfirlit um veðurfar á tilraunastöðvunum er gefið í 1. töflu. Daglengd er nokkuð breytileg milli staða, sérstaklega vor og haust. Bent hefur verið á að daglengd er mikilvægur þáttur í aðlögun plantna á norðurslóðum og hefur áhrif á framleiðslu þeirra (Heide, 1985). Almenn má segja að sumur séu styttri, en hlýrri, í Noregi, Svíþjóð og Finnlandi en á Íslandi. Vetrarhiti er lægri í Finnlandi og Svíþjóð heldur en í Noregi en hlýjast er þó á



**1. mynd.** Landfræðileg lega tilraunastöðva í Nordgrass-verkefninu og flokkun á tilraunastöðvum á Norðurlöndum í belti samkvæmt niðurstöðum úr stofnaprófunum með vallarfoxgras (eftir Hólmgeir Björnsson, 1993, með leiðréttingu).

*Figure 1. Geographic location of experimental stations in the Nordgrass project, and schematic agroclimatic zones developed for test sites of timothy in the Nordic countries (from Björnsson, 1993, with corrections).*

**1. tafla.** Veðurfar á tilraunastöðvunum.

Table 1. Climatic conditions at the test sites.

	Finnland Apukka	Ísland Korpa	Noregur Vågønes	Holt	Svíþjóð Röbäcksdalen
Breiddargráða— <i>Latitude</i>	66°35'	64°09'	67°17'	69°39'	63°39'
Daglengd, $t$ — <i>Photoperiod, h</i>					
Júní	23,8	21,0	24,0	24,0	20,5
Desember	2,6	4,3	1,3	0,0	4,3
Úrkoma, mm— <i>Precipitation, mm</i>					
Maí–september	287	258	410	365	279
Október–apríl	229	593	632	629	322
Samtals— <i>Total</i>	512	851	1042	994	601
Hiti, °C— <i>Temperature, °C</i>					
Maí–september	10,6	9,0	10,4	8,7	11,4
Október–apríl	–6,8	1,5	0,5	–1,3	–3,1

Íslandi. Úrkoma er talsvert meiri í Norður-Noregi en í Finnlandi og Svíþjóð, sérstaklega að vetrinum, en á Íslandi liggur úrkoman þarna mitt á milli. Mismunandi skilyrði að vetrinum valda margháttuðu kali á þessum slóðum. Í Svíþjóð og Finnlandi er frost í jörðu allan veturinn og snjór liggur lengi yfir. Þar er því sveppakal langalgengast. Í Noregi og á Íslandi eru vetur hins vegar fremur mildir og votviðrasamir, frost og þíða skiptast á sem veldur því að svell geta legið á tünnum í allt að þrjá mánuði og orsakað svellkal. Frostkal verður svo þar sem frýs á auða jörð.

**TEGUNDIR**

Á þessum slóðum er vallarfoxgras (*Phleum pratense*) langmikilvægasta fóðurgrasið en bæði vallarsveifgras (*Poa pratensis*) og túnvingull (*Festuca rubra*) eru líka ræktuð (Simonsen, 1985). Algengt er að rækta rauðsmára í blöndu með hávingli eða vallarfoxgrasi í norðurhéraðum Svíþjóðar og Finnlands og er áhugi að aukast á slíkri ræktun bæði í Norður-Noregi og á Íslandi. Með kynbótum er stefnt að því að fá fram stofna sem gefa mikla og stöðuga uppskeru frá ári til árs, endast lengi í tünnum og gefa næringarríkt fóður. Áherslurnar í kynbótastarfinu eru þó ekki þær sömu og vænta má á suðlægari slóðum. Mikill lífmassi getur

myndast á skömmum tíma þegar sól er hvað lengst á lofti á norðurslóðum (Simonsen, 1985). Við slík skilyrði eru stöðugleiki uppskerunnar og ending sáðgresisins í sverðinum miklu mun mikilvægari en uppskera ein og sér. Bent hefur verið á að eftir því sem vaxtartíminn stytst og vetur verða harðari því mikilvægara sé að nota vel aðlagða, vetrarþolna stofna. Meðferð þeirra verður að haga þannig að plönturnar geti safnað nægilegum forða til þess að lifa af veturinn (Larsen og Ársvoll, 1984).

**NORDGRAS-KYNBÓTAVERKEFNIÐ**

Í upphafi var lögð áhersla á sameiginlegar stofnprófanir með ýmsar tegundir þar sem bæði stofnar og kynbótaefnið var prófaður á mörgum tilraunastöðvum í norðurhéraðunum. Þannig var hægt að rannsaka hvernig mismunandi tegundir brugðust við misjöfnum skilyrðum á hinum ýmsu stöðum. Í kjölfarið fylgdu síðan sameiginlegar kynbætur á vallarfoxgrasi. Meginmarkmiðið var að kynbæta stofna sem væru með breiða aðlögun að þeim fjölbreyttu aðstæðum sem ríkja í norðurhéraðum Norðurlandanna og hægt yrði að rækta á öllu svæðinu. Einnig má nefna að fræræktareiginleikar norðlægra stofna hafa lítills háttar verið athugaðir á Højbakkegård í Danmörku (Dennis og Ás-laug Helgadóttir, 1988).

2. tafla. Niðurstöður fervikagreininga<sup>a)</sup> á heildaruppskeru í stofnaprófunum með vallarfoxgras (*Phleum pratense*), vallarsveifgras (*Poa pratensis*), hávingul (*Festuca pratensis*) og túnvingul (*Festuca rubra*).

Table 2. Analysis of variance<sup>a)</sup> for total dry matter yields in variety trials with timothy (*Phleum pratense*), smooth meadow grass (*Poa pratensis*), meadow fescue (*Festuca pratensis*) and red fescue (*Festuca rubra*).

	<i>P. pratense</i>		<i>P. pratensis</i>		<i>F. pratensis</i>		<i>F. rubra</i>	
	DF	MS	DF	MS	DF	MS	DF	MS
Tilraunir (T)—Location	5	394952***	6	265020***	6	149738***	9	854396***
Stofnar (S)—Variety	8	896*	13	9381***	9	3259***	13	22176***
T×S	40	356	70	2072***	47	1052***	109	2930***
Skekkja a—Error a	114	400	224	448	150	229	321	887
T×Y <sub>1</sub> <sup>b)</sup>	6	66557***	7	234827***	7	32374***	10	96135***
S×Y <sub>1</sub>	8	668	13	810	9	1451***	13	4958***
T×S×Y <sub>1</sub>	40	415	70	1032***	47	427	109	1416*
Skekkja b <sub>1</sub> —Error b <sub>1</sub>	129	383	243	429	169	264	347	1033
T×Y <sub>2</sub> <sup>c)</sup>	4	126808***	6	130976***	4	91360***	6	92778***
S×Y <sub>2</sub>	8	278	13	2237**	9	816*	13	604
T×S×Y <sub>2</sub>	24	359*	58	1082***	23	344	57	1112
Skekkja b <sub>2</sub> —Error b <sub>2</sub>	93	207	204	393	98	224	207	601
Samtals—Total	479		950		578		1214	

a) DF=Fritölur—Degrees of freedom. MS=Meðalfervik—Mean square.

b) Y<sub>1</sub>=Línulegt samanburðarfall yfir ár (Y<sub>r1</sub>–Y<sub>r3</sub>) með skekkju b<sub>1</sub>—Linear contrast over years (Y<sub>r1</sub>–Y<sub>r3</sub>), with error b<sub>1</sub>.

c) Y<sub>2</sub>=Annarrar gráðu samanburðarfall (Y<sub>r1</sub>–2×(Y<sub>r2</sub>)+Y<sub>r3</sub>), með skekkju b<sub>2</sub>—Quadratic contrast (Y<sub>r1</sub>–2×(Y<sub>r2</sub>)+Y<sub>r3</sub>), with error b<sub>2</sub>.

## STOFNAPRÓFANIR

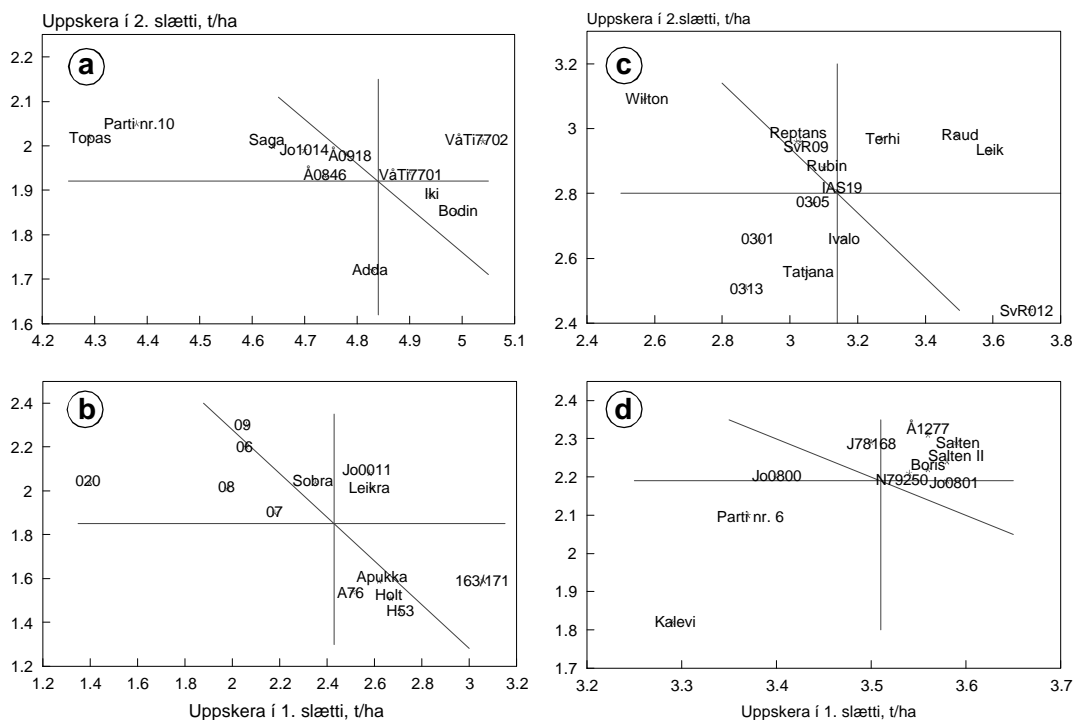
Sameiginlegar stofnaprófanir hófust 1982 og voru þar bornir saman kynbættir stofnar, staðarstofnar og ýmis konar kynbótaefniviður á ýmsum tilraunastöðvum á norðurslóðum. Markmiðið var að samræma stofnaprófanirnar og finna stofna sem hægt væri að rækta á öllu svæðinu. Í stofnaprófunum þessum voru alls 71 stofn af vallarfoxgrasi, vallarsveifgrasi, hávingli, túnvingli og rauðsmára og voru þær hinar fyrstu þar sem aðlagðir stofnar voru ræktaðir á sambærilegum breiddargráðum í Finnlandi, Noregi, Svíþjóð og á Íslandi. Í þeim fengust mikilvægar upplýsingar um uppskeru, stöðugleika uppskerunnar, endingu og gæði og má segja að þær hafi myndað grunn að frekara úrvali (Áslaug Helgadóttir, 1989ab). Ný röð stofnaprófana innan verkefnisins hófst sumarið 1992.

Niðurstöður stofnaprófananna sýndu að í vallarfoxgrasi var munur á uppskeru stofnanna og engin víxlhrif fundust milli stofna og tilraunastaða eða ára (2. tafla). Hólmgeir Björnsson (1993) fann hins vegar víxlhrif milli stofna og ræktunarbelta þegar gengið var út frá því að tilraunastaðirnir tilheyrðu þremur mismunandi beltum. Þetta bendir til þess að nýir stofnar þurfi að sýna breiðari aðlögun en upphaflegt uppgjör gaf til kynna eigi þeir að verða ræktaðir á öllu svæðinu. Í tilraununum með vallarsveifgras, hávingul og túnvingul fannst víxlhrif stofna og umhverfis. Því verður að rækta fleiri en einn stofn af þessum tegundum.

Það er áhugavert að skoða vaxtarferil tegunda og stofna í tilraunum þessum og sést hann vel á 2. mynd. Þar er gefin uppskera í síðari slætti á móti uppskeru í fyrri slætti.

Meðaluppskera í hvorum slætti er sýnd sem brotin lína og ef enginn munur væri í heild ar-upskeru féllu allir stofnar á heilu línuna ( $b = -1$ ). Í vallarfoxgrasi gefa íslensku og norsku stofnarnir Adda, Bodin, VáTi7701 og VáTi7702 mesta uppskeru í fyrri slætti en Adda er greinilega norðlægust þessara stofna þar sem hún gefur nær engan endurvöxt (2. mynd, a). Stofnar eins og Saga frá Svíþjóð og Topas og Parti nr. 10 frá Danmörku gefa hins vegar minni uppskeru í fyrri slætti og eru greinilega ekki eins vel aðlagðir hinu stutta sumri sem ríkir á norðurslóðum. Í vallarsveifgrasi má greina þrjá hópa (2. mynd, b). Norðurnorsku stofnarnir Holt, A76, H53, 163, 171 og Apukka frá Finnlandi gefa mikla uppskeru í fyrri slætti en nær því engan endurvöxt.

Allir hinir stofnarnir gefa aftur á móti talsvert meiri endurvöxt. Stofninn 020 frá Grænlandi er sér á báti þar sem hann er afskaplega uppskerurýr, einkum í fyrri slætti. Sama máli gegnir um grænlenka túnvingulsstofninn 0313 (2. mynd, c). Gefur hann litla uppskeru bæði í fyrri og síðari slætti. Litlu betri eru íslensku stofnarnir 0301 og 0305. Bestir eru norsku túnvingulsstofnarnir Leik og Raud. Aftur á móti er mikill breytileiki í sænsku stofnunum, Wilton gefur til að mynda mjög litla uppskeru í fyrri slætti en mikla í seinni slætti en þveröfugu máli gegnir um Sv R012. Hinir sænsku stofnarnir (Reptans, Sv R09, Rubin) raða sér svo þarna á milli. Í hávingli má greina þrjá hópa (2. mynd, d). Í fyrsta hópnum er finnski stofninn Kalevi sem gefur mjög litla



**2. mynd.** Samband uppskeru í 2. slætti og 1. slætti fyrir vallarfoxgras (a), vallarsveifgras (b), túnvingul (c) og hávingul (d) í Nordgras-stofnaprófunum. Lóðréttar, láréttar og hornalínur sýna meðaltal í 1. slætti, 2. slætti og heildaruppskeru.

*Figure 2. Relationship between dry matter yields in second cut and first cut for timothy (a), smooth meadow grass (b), red fescue (c) and meadow fescue (d) in the Norgrass variety trials. Vertical, horizontal and diagonal lines represent mean yields in first cut, second cut and total yields respectively.*

uppskeru bæði í 1. og 2. slætti. Í öðrum hópn- um er finnski stofninn Jo0800 og Parti nr. 6 frá Danmörku. Gefa þeir litla uppskeru í 1. slætti en þökkalegan endurvöxt. Í þriðja hópn- um eru síðan ýmsir stofnar frá Noregi (Salten, Salten II), Svíþjóð (J78168, Å1277, N79250, Boris) og Finnlandi (Jo0801).

**KYNBÆTUR Á VALLARFOXGRASI**

Vallarfoxgras er langmikilvægasta fóðurgrasið á norðurslóðum (Simonsen, 1985). Niðurstöð- ur stofnaprófananna, sem sýndu að vallarfox- grasstofnarnir voru bæði stöðugir og aðlagðir, hvöttu til þess að farið var út í sameiginlegar kynbætur í þessari tegund. Markmiðið var að kynbæta stofna sem hægt væri að rækta í norður- héraðum Norðurlandanna með því að búa til erfðagrunn úr erfðafni sem þaðan væri upp- runnið. Hefðbundnum aðferðum hefur verið

beitt við kynbæturnar og er þeim lýst í 3. mynd. Fimm tilraunastöðvar taka þátt í verk- efninu og lagði hver þeirra til 12 arfgerðir í verkefnið. Arfgerðirnar verða því 60 í allt. Þessar 60 arfgerðir voru fyrst bornar saman sem stakar plöntur á tilraunastöðvunum fimm. Þær voru einnig settar í fjölvíxlun í Danmörku og þar fengust 60 hálfstykinalínur sem voru prófaðar í tilraunareitum á sömu tilrauna- stöðvum. Á grundvelli niðurstaðna úr tilraun- um þessum er nú búið að velja foreldraarf- gerðir í nýjan vallarfoxgrasstofn sem vænt- anlega kemst á markað fyrir aldamót. Gerð hefur verið grein fyrir niðurstöðum úr til- raunum þessum í tveimur greinum (Áslaug Helgadóttir & Þórdís A. Kristjánsdóttir, 1991; Áslaug Helgadóttir o.fl., 1995) og verður hér einungis sagt frá helstu niðurstöðum.

*Mat á móðurplöntum*

Niðurstöður úr tilraununum með stakar plöntur sýndu að það var mikill munur á arfgerðum m.t.t. ýmissa útlitseiginleika og var hann óháður landfræðilegum uppruna þeirra (Áslaug Helga- dóttir & Þórdís A. Kristjánsdóttir, 1991). Hegð- an einstakra arfgerða var auk þess mótuð af aðstæðum á hverjum stað (3. tafla). Þar sem einn megintilgangur verksins var að finna arf- gerðir sem væru aðlagðar og sýndu stöðugleika á öllu svæðinu var notaður mælikvarði á yfir- burði ( $P_i$ -gildi) sem upphaflega var notaður af Lin og Binns (1988).  $P_i$ -gildið er skilgreint sem fjarlægð í meðalferviki (MS) milli upp- skerumestu arfgerðarinnar í hvert sinn (staður og ár) og hvernar arfgerðar um sig. Þannig var reiknað út fyrir línu i:

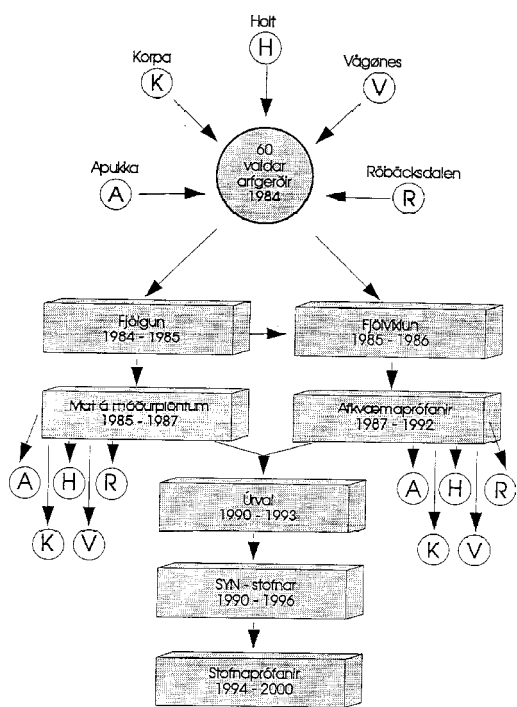
$$P_i = \bar{o}(Y_{ijk} - M_{jk})^2 / 2n$$

þar sem  $M_{jk}$  er hámarksuppskera á stað j og ári k og  $Y_{ijk}$  er uppskera línunnar. Arfgerð sem er uppskerumikil alls staðar fær þannig lágt  $P_i$ -gildi. Með því að taka út meðalfrávik hvernar línu frá hámarkinu fæst mælikvarði á samspil erfða og umhverfis ( $G \times E$ ) sem sú tiltekna lína veldur:

$$GE_i = jk((Y_{ijk} - Y_{i..}) - (M_{jk} - M_{..}))^2 / 2(n-1)$$

$P_i$ -gildi voru reiknuð út fyrir hina ýmsu

**3. mynd.** Yfirlit um sameiginlegar kynbætur á vallarfoxgrasi í Nordgras-verkefninu. *Figure 3. Schematic presentation of the joint breeding programme for timothy.*



**3. tafla.** Fervikagreining (MS) á heildaruppskeru og heildarmati vallarfoxgrasarferða 1986 sem rækt- aðar voru sem stakar plöntur í Apukka, Korpu, Vågønesi, Holti og Röbbäcksdalen.

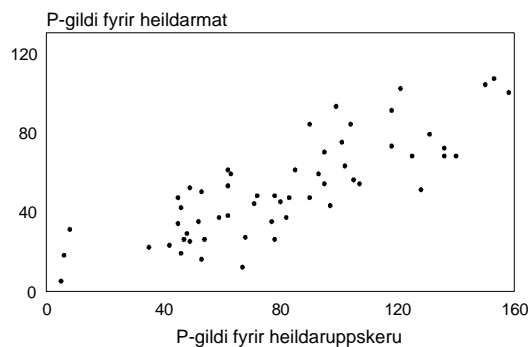
*Table 3. Analysis of variance (MS) for total yields and impression 1986 of timothy genotypes grown as spaced plants at Apukka, Korpa, Vågønes, Holt and Röbbäcksdalen.*

	Frí- tölur DF	Heildar- uppskera Total yield	Heildar- mat Impression
Staðir (S)—Location	4	2095423***	98,5***
Uppruni (U)—Origin	4	94913	12,5
S×U	16	28762*	4,1*
U/Arfgerðir—U/Genotypes	53	85331***	11,1***
S×U/Arfgerða—S×U/Genotypes	212	15164***	2,3***
Afgangur—Residual	561	4823	0,9

eiginleika og í ljós kom að arfgerðirnar röð- uðust misjafnlega eftir því hvaða eiginleiki átti í hlut. Til dæmis gaf heildaruppskera ekki alveg sömu röðun og heildarmat (4. mynd). Í fyrra tilfellinu voru þrjár arfgerðir með lang- lægsta P<sub>i</sub>-gildið og því uppskerumestar en í seinna tilfellinu dró P<sub>i</sub>-gildið fram fleiri afburða- arfgerðir. Almenn var GE<sub>i</sub> lágt og ómarktækt fyrir arfgerðir með lágt P<sub>i</sub>-gildi.

*Afkvæmarannsóknir*

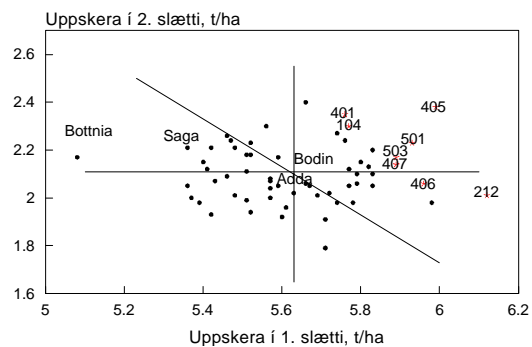
Afkomendalínurnar 60, eða hálfstykinalín- urnar sem fengust úr fjölvíxluninni, voru bornar



**4. mynd.** P-gildi fyrir heildarmat og heildaruppskeru á stökum vallarfoxgrasplöntum í sameiginlegu kyn- bótaverkefni með vallarfoxgras.

*Figure 4. P-values for impression and total yield of spaced plants in the joint timothy breeding project.*

saman í hefðbundnum stofnaprófunum á til- raunastöðvunum fimm og voru reitir uppskeru- mældir í þrjú ár. Í ljós kom að þó nokkrar lín- ur gáfu meiri heildaruppskeru en viðmiðunar- stofnar, sem voru fjórir (5. mynd). Áberandi var að vaxtarferill línanna var háður uppruna foreldranna (6. mynd). Efniviður, sem upp- runninn var frá Korpu eða Holti í Noregi, framleiddi stærsta hluta lífmassans fyrri hluta



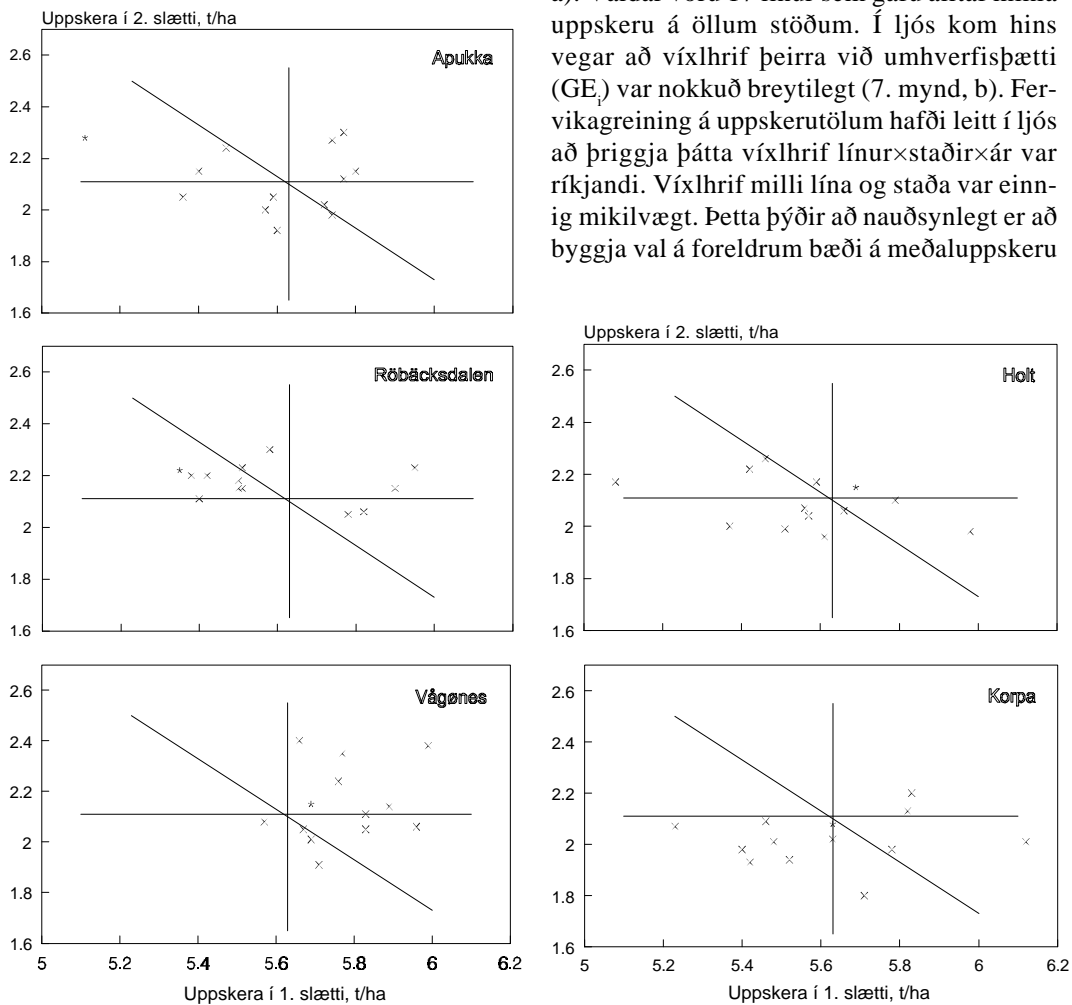
**5. mynd.** Samband meðaluppskeru yfir staði og ár í 2. slætti og 1. slætti fyrir hálfstykinalínur í vallarfoxgrasi. Viðmiðunarstofnar eru merktir sér- staklega. Lóðréttar, láréttar og hornalínur sýna meðaltal í 1. slætti, 2. slætti og heildaruppskeru.

*Figure 5. Relationship between dry matter yields over locations and years in second cut and first cut for timothy half-sib families and the four reference varieties. Vertical, horizontal and diagonal lines represent mean yields in first cut, second cut and total yields respectively.*

sumars. Einkennir það mjög norðlæga vallarfoxgrasstofna (Simonsen, 1985). Efniviðurinn frá Röbbäcksdalen í Svíþjóð gaf hins vegar talsverðan endurvöxt. Frá Vågønesi í Noregi kom svo efniviður sem gaf mikla uppskeru bæði í fyrri og seinni slætti.

Meginmarkmið afkvæmarannsóknanna var að velja foreldra í nýja vallarfoxgrasstofna sem gefa mikla uppskeru alls staðar á norður-

slóðum. Ekkert samhengi reyndist vera milli uppskeru foreldra í hnausum og afkomenda í reitum (Áslaug Helgadóttir og Hólmgeir Björnsson, 1994). Var því einungis byggt á niðurstöðum úr afkvæmaprófunum. Við val á foreldrum var byrjað á að skoða samband meðaluppskeru og Q-gildis (endurbætt P-gildi, sjá Áslaug Helgadóttir o.fl., 1995) fyrir afkomendalínur og viðmiðunarstofna (7. mynd, a). Valdar voru 17 línur sem gáfu alltaf mikla uppskeru á öllum stöðum. Í ljós kom hins vegar að víxlhrif þeirra við umhverfisþætti (GE) var nokkuð breytilegt (7. mynd, b). Ferrikagreining á uppskerutölum hafði leitt í ljós að þriggja þátta víxlhrif línur  $\times$  staðir  $\times$  ár var ríkjandi. Víxlhrif milli lína og staða var einnig mikilvægt. Þetta þýðir að nauðsynlegt er að byggja val á foreldrum bæði á meðaluppskeru



**6. mynd.** Samband meðaluppskeru yfir staði og ár í 2. slætti og 1. slætti fyrir hálsystkinalínur í vallarfoxgrasi upprunnar frá Apukka, Röbbäcksdalen, Vågønesi, Holti og Korpu. Nánari skýringar eru gefnar í 5. mynd.

*Figure 6. Relationship between dry matter yields over locations and years in second cut and first cut for timothy half-sib families originating from Apukka, Röbbäcksdalen, Vågønes, Holt and Korpa. Further explanations are given in Figure 5.*



og breytileika í svörun línanna við stöðum og árum innan staða.

Brugðið var á það ráð að skipta GE-gildinu með ferveikagreiningu upp í meðalkvaðrat fyrir staði,  $S_i$ , og meðalkvaðrat fyrir ár innan staða,  $SY_i$ . Mismunur þessara tveggja gilda gaf mælieiningu fyrir víxlhrif við staði:

$$V_i = (S_i - SY_i) / 3$$

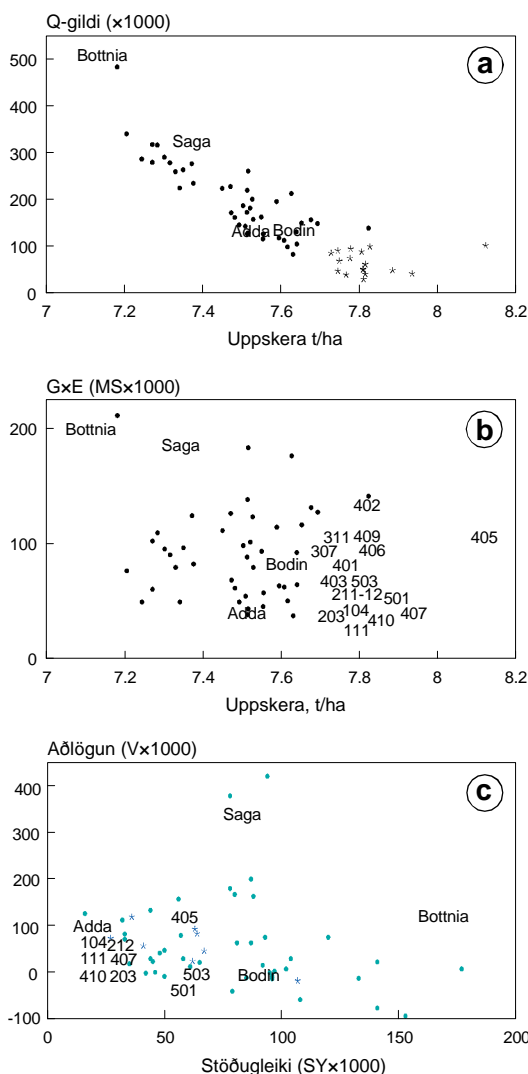
Gildið er fall af mismuni í svörun línanna við umhverfisaðstæðum á hinum ýmsu tilraunastöðum og er einhvers konar mælikvarði fyrir aðlögun.  $SY_i$  nær hins vegar yfir víxlhrif

milli lína, staða og ára og mælir stöðugleika. Með því að teikna gildi þessi hvert á móti öðru má skoða mikilvægi hvers um sig í GE-víxlhrifinu (7. mynd, c). Línur sem eru með lágt gildi á báðum ásum eru bæði stöðugar með tilliti til árasveiflna og aðlagðar á öllum tilraunastöðum. Há gildi á y-ásnum gefa til kynna sérstaka aðlögun og há gildi á x-ásnum benda til óstöðugleika. Á grundvelli þessarar myndar var 8 línur hent út úr upphaflega valinu þannig að samtals 9 arfgerðir hafa verið valdar til þess að byggja á nýjan vallarfoxgrasstofn fyrir norðurhérað Norðurlandanna.

Er nú hafin frærækt á þessum nýja stofni. Hann á eftir að ganga í gegnum ítarlegar prófanir áður en hann kemst á almennan markað. Það gæti orðið um næstu aldamót.

### LOKAORÐ

Árangur kynbóta verður oft minni en efni standa til vegna þess að ekki reynist unnt að prófa kynbótaefnið við nægilega fjölbreyttar aðstæður. Á þetta sérstaklega við í norðurhéraðum Norðurlandanna þar sem fjármagn til kynbóta fóðurjurta er af skörum skammti. Í **NORDGRAS**-verkefninu hefur tekist að samnýta þá aðstöðu sem tilraunastöðvarnar á



**7. mynd.** Samband P-gilda og meðaluppskeru yfir ár og staði (a),  $G \times E$  og meðaluppskeru yfir ár og staði (b) og mælieininga fyrir aðlögun ( $V_i$ ) og stöðugleika ( $SY_i$ ) (c), fyrir 60 hálfsvystkínalmur í vallarfoxgrasi upprunnar frá Apukka (101–112), Korpu (201–212), Holti (301–312), Vågønesi (401–412) og Röbäcksdalen (501–512) og fjóra viðmiðunarstofna í afkvæmaprófunum. Upphaflegt val er sýnt með stjörnum (a,c) og lokaval með númerum (b).

Figure 7. Relationship between P-values and mean yield over years and test sites (a),  $G \times E$ -values and mean yield over years and test sites (b), and measures of adaptation ( $V_i$ ) and stability ( $SY_i$ ) (c), for 60 timothy half-sib families originating from Apukka (101–112), Korpa (201–212), Holt (301–312), Vågønes (401–412) and Röbäcksdalen (501–512) and four reference varieties in the polycross progeny testing. Preliminary selections are designated by a star (a,c) and the final selections are presented by numbers in (b).

svæðinu búa yfir. Ná þær yfir mjög fjölbreytt umhverfi frá 63°N til 69°N og eru ýmist í úthafs- eða meginlandsloftslagi. Fengist hafa mikilvægar niðurstöður úr prófunum á kynbótaefniviði og stofnum ýmissa fóðurjurta á þessum svæðum. Öllu mikilvægara er þó að tekist hefur að finna arfgerðir vallarfoxgrass sem eru bæði uppskerumiklar alls staðar á svæðinu og gefa jafnframt stöðuga uppskeru frá ári til árs.

Góður árangur NORDGRAS-verkefnisins hefur leitt til frekari samvinnu aðila í norðurhémuðum Norðurlandanna. Má þar nefna þrjú verkefni. Í fyrsta lagi er verið að rannsaka áhrif mismunandi loftslags og ræktunar- aðstæðna á erfðafræðilegan stöðugleika og samsetningu vallarfoxgrassstofna. Er það verkefni styrkt af Nordiskt kontaktorgan för jordbruksforskning (NKJ). Í öðru lagi er sam- burður á öllum þeim vallarfoxgrassstofnum sem geymdir eru í Norræna genbankanum. Þetta eru 365 stofnar ásamt 3 viðmiðunarstofnum. Í þriðja lagi eru svo sameiginlegar kynbætur belgjurta fyrir norðurhémuð Norðurlandanna. Það verkefni hófst formlega 1992 og eru samstarfsaðilar að mestu þeir sömu og í NORDGRAS-verkefninu. Lögð er áhersla á kynbætur á rauðsmára, bæði tvílitna og ferlitna, og hvít- smára. Einnig verður leitað að nýjum tegundum sem nýst gætu í landbúnaði á þessum svæðum. Seinni tvö verkefni eru styrkt af Norræna genbankanum.

#### HEIMILDIR

- Áslaug **Helgadóttir**, 1989a. Breeding herbage species for northern areas. 1. Variety trials with timothy (*Phleum pratense* L.). *Acta Agricultura Scandinavica* **39**: 243–254.
- Áslaug **Helgadóttir**, 1989b. Breeding herbage species for northern areas. 2. Variety trials with smooth meadow grass (*Poa pratensis* L.). *Acta Agricultura Scandinavica* **39**: 255–268.
- Áslaug **Helgadóttir** & Hólmgeir **Björnsson**, 1994. Cooperative breeding for the northern marginal areas. *Euphytica* **77**(3): 221–230.

Áslaug **Helgadóttir**, Hólmgeir **Björnsson** & Þórdís A. **Kristjánsdóttir**, 1995. Analysis of a site × year experiment with timothy polycross progeny. *Euphytica*: Í prentun.

Áslaug **Helgadóttir** & Þórdís A. **Kristjánsdóttir**, 1991. Simple approach to the analysis of G × E interactions in a multilocal spaced plant trial with timothy. *Euphytica* **54**: 65–73.

**Dennis**, B. & Áslaug **Helgadóttir**, 1988. Breeding herbage species for northern Scandinavia. Í: *Natural Variation and Breeding for Adaptation*. Proceedings of the Eucarpia Fodder Crops Section Meeting, Lusignan, France: 169–177.

Hólmgeir **Björnsson**, 1993. Zones for performance testing of timothy (*Phleum pratense* L.) in the Nordic countries. *Acta Agricultura Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* **43**: 97–113.

**Klebesadel**, L.J., 1985. The critical importance of north-latitude adaptation for dependable winter survival of perennial plants in Alaska. *Agroborealis* **17**: 21–30.

**Larsen**, A. & K. **Årsvoll**, 1984. The impact of biotic and physiological overwintering factors on grassland production, and their relations to climate, soil properties and management. Í: *The Impact of Climate on Grass Production and Quality*. Proceedings 10th General Meeting of the European Grassland Federation, Ås, Norway, June 1984: 268–277.

**Lin**, C.S. & M.R. **Binns**, 1988. A superiority measure of cultivar performance for cultivar × location data. *Canadian Journal of Plant Science* **68**: 193–198.

**Manner**, R., 1983. The co-operative Nordic project on grass breeding for northern areas. Symposium on Nordic Co-operation in the Field of Plant Breeding. *Acta Agricultura Scandinavica Supplementum* **23**: 116–121.

**Simonsen**, Ö., 1985. Herbage breeding in northern areas. Í: *Plant Production in the North* (ritstj. Å. Kaurin, O. Junttila & J. Nilsen). Norwegian University Press, Oslo: 277–295.

SNP, 1992. Agroklímatisk kartlegging av Norden. Grunnlang og framlegg til gjennomføring av soneinndeling. *Sammordisk Planteforedling. Skrifter og rapporter nr 5*: 97 s.

Handrit móttakið 23. nóvember 1994, samþykkt 19. maí 1995.