

Nýsköpun & neytendur
Innovation & Consumers

Vinnsla, virðisaukning & eldi
Value Chain, Processing
& Aquaculture

Mælingar & miðlun
Analysis & Consulting

Líftækni & lífefni
Biotechnology & Biomolecules

Öryggi, umhverfi & erfðir
Food Safety, Environment
& Genetics



Hefðbundið skýr Samanburður á heimagerðu og verksmiðjuframleiddu skýri - Forkönnun

**Þóra Valsdóttir
Eyjólfur Reynisson
Nadine Knocke
Aðalheiður Ólafsdóttir
Þórarinn E. Sveinsson**

Nýsköpun og neytendur

**Skýrsla Matís 09-11
Maí 2011**

ISSN 1670-7192

Report summary

<i>Titill / Title</i>	Hefðbundið skyr. Samanburður á heimagerðu og verksmiðjuframleiddu skyri - Forkönnun. / Traditional skyr. Comparison between homemade and industrial produced skyr – Preliminary study.		
<i>Höfundar / Authors</i>	Þóra Valsdóttir, Eyjólfur Reynisson, Nadine Knocke, Aðalheiður Ólafsdóttir, Þórarinn E. Sveinsson		
<i>Skýrsla / Report no.</i>	09-11	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Maí 2011
<i>Verknr. / project no.</i>	1008-1976		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	Framleiðnisjóður landbúnaðarins		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Skyr er ein fárra íslenskra vara sem má með sannri segja að sé hefðbundin. Þær fáu rannsóknir sem gerðar hafa verið á hefðbundnu, heimagerðu skyri, eru frá því á fyrri hluta 20. aldar. Þessi skýrsla gerir grein fyrir forrannsókn á heimagerðu og verksmiðjuframleiddu skyri þar sem áhersla var lögð á mat á skynrænum eiginleikum og greiningu á örverflóru með nýlegum erfðafræðilegum aðferðum. Merkjanlegur munur greindist í skynrænum þáttum. Þá var fjöldi mjólkursýrugerla og gersveppa töluvert hærri í heimagerðu skyri. Sömu tegundir mjólkursýrugerla greindust hjá mismunandi framleiðendum og voru þær sömu og hafa greinst í fyrri rannsóknum. Gersveppir af sömu ættkvíslum fundust á báðum búunum en ekki í verksmiðjuframleiddu skyri. Þó svo að um sömu gerategundir sé að ræða er hugsanlegt að mismunandi svipgerðir megi finna milli búá. Því væri áhugavert að kanna hugsanlegan efnaskipta- eða arfgerðabreytileika milli stofna frá mismunandi framleiðslustöðum og áhrif þeirra á eiginleika skyr.</p>		
<i>Lýkilorð á íslensku:</i>	<i>skyr, hefðbundið, raðgreining, skynrænir eiginleikar</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Skyr is one of few Icelandic products which can be stated as traditional. Little research has been executed on traditional skyr, of which most from the first part of the 20th century. In this preliminary study, homemade and industrial skyr is compared based on sensory properties and microbiological composition. Significant difference was found on several sensory attributes. Number of lactic acid bacteria and yeasts was much greater in homemade than industrial skyr. Same species of lactic acid bacteria were identified as in previous studies, however only some of previously identified yeast genera were found. Larger part of DNA needs to be sequenced and culture independent methods employed for a more specific identification. Such analysis could give possibilities on establishing metabolic or genotype difference between different production locations.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>skyr, traditional, sequencing, sensory properties</i>		

Efnisyfirlit

1	Inngangur.....	1
2	Framkvæmd/Efni og aðferðir	3
2.1	Sýni.....	3
2.2	Efna- og eðliseiginleikar.....	4
2.3	Örverumælingar.....	4
2.3.1	Vöxtur á æti.....	4
2.3.2	Tegundagreining.....	5
2.4	Skynmat.....	6
3	Niðurstöður.....	7
3.1	Efna- og eðliseiginleikar	7
3.2	Örverumælingar.....	7
3.2.1	Vöxtur á æti.....	7
3.2.2	Tegundagreining.....	10
3.3	Skynmat.....	11
4	Umræða og ályktanir	13
5	Þakkarorð.....	15
6	Heimildir.....	16
7	Viðauki	17

1 Inngangur

Skýr hefur lifað með þjóðinni í a.m.k. 1000 ár og er því ein fárra íslenskra afurða sem sannarlega má telja hefðbundna. Líklega hefur skyrið á landnámsöld þó verið ólíkt því sem við þekkjum í dag, bæði súrara og þynnra. Mikil breyting hefur orðið á framleiðslu skýrs á síðustu öld með tilkomu verksmiðjuframleiðslu þess. Verksmiðjuframleitt skýr má nú fá í ýmsum útgáfum, þær eiga þó allar það sammerkt að vera töluvert frábrugðnar því heimagerða. Skýr er mikilvægur hluti af menningararfi okkar Íslendinga og því er mikilvægt að öðlast meiri þekkingu á þessari afurð. Þrátt fyrir það hafa fáar rannsóknir verið gerðar á hefðbundnu skyri og fjölbreytileika þess.

Við hefðbundna skyrgerð er notað skýr úr fyrri lögun, svo kallaður skyrþéttir, til að koma af stað gerjun. Bragð og áferð skýrsins ræðst að miklu leyti af því hvers konar örverugróður verður ríkjandi í mjólkinni þegar hún hleypur. Örveruflóra sjálfrar mjólkurinnar, samsetning skyrþéttisins og umhverfisaðstæður við hleypinguna (s.s. hitastig, mengun úr umhverfi) ráða hver þessi örveruflóra verður. Upprunaleg samsetning mjólkurinnar (fullfeit vs undanrenna, tegund) hefur þó einnig mikil áhrif á eiginleika skýrsins sem og hitun, kæling og aðferðir við síun. Eiginleikar skýrs hafa því verið háðir hráefni, aðstæðum og aðferðum og því mismunandi eftir heimilum og mjólkurbúum, jafnvel verið breytilegir frá einum tíma til annars því örveruflóran hefur ekki alltaf verið nákvæmlega eins. Skyrið, og þá einkum skyrþéttirinn, hefur líklega verið einkennandi fyrir hvern framleiðanda. Skyrþéttir er enn notaður við skyrgerð en er á undanhaldi. Í stað hans er orðið algengara að nota hreina bakteríustofna við verksmiðjuframleiðslu á skyri.

Rannsóknir Sigurðar Péturssonar gerlafræðings á heimagerðu og verksmiðjuframleiddu skyri á 4. áratug síðustu aldar benda til þess að skyrþéttinn hafi verið breytilegur milli framleiðanda. Hann hafi þó í megindráttum innihaldið gerla skylda þeim sem notaðir eru við framleiðslu jógúrts auk gersveppa (Sigurður Pétursson, 1939). Rannsóknir Sigurðar og Sævars Magnússonar (1967, eingöngu verksmiðjuframleitt skýr) leiddu í ljós að í því væri að finna gerlana *Streptococcus thermophilus* og *Lactobacillus bulgaricus* (eldra heiti notað af Sigurði Péturssyni var *Thermobacterium bulgaricum*). Þessar rannsóknir byggðu á örverufræðilegum aðferðum. Þeir fundu út að *Streptococci* gerlarnir sæju til þess að mjólkín súrnaði hratt og vernduðu hana þannig fyrir skemmdarörverum, auk þess að hafa áhrif á aðskilnað mysu og þurrefnisinnihald skýrsins. *Lactobacilli* gerlarnir sæju hinsvegar um niðurbrot próteina og væru ábyrgir fyrir mikilvægustu gæðaeiginleikum skýrs (bragð, áferð). Sigurður og Sævar rannsökuðu einnig gersveppi sem finnast í skyri. Sigurður gat ekki séð „að þeir [gersveppirnir] hefðu nein bætandi áhrif á skyrið.“ Sævar Magnússon greindi einnig mismunandi tegundir af gersveppum s.s. *Torulopsis candida* (í dag þekkt undir nafninu *Candida famata*), *Saccharomyces bailii*, *Saccharomyces delbrueckii* var. *mongolicus* og *Saccharomyces steineri* (samheiti fyrir *Saccharomyces cerevisiae*). Sævar ályktaði hinsvegar að gersveppirnir hefðu sínu hlutverki að gegna í skyrgerðinni, ólíkt Sigurði. Hann komst að því að virkni gersveppanna kæmi fram

á síðari stigum skyrgerðarinnar þegar hitastig hefði lækkað og gæfu skyri sitt sérstaka bragð (ólíkt jógúrti). Gersveppirnir næðu að lækka sýrustig skyrsins enn frekar eftir að virkni mjólkursýrugerlanna minnkaði. Ilmefnin og það örlitla magn af vínanda sem gersveppirnir mynduðu væru mikilvægir fyrir skyrbragðið. Sigurður og Sævar gerðu báðir tilraunir til að búa til skyr með hreinum jógúrtgerlum, Sigurði tókst það en Sævari ekki.

Samhliða greiningu á örveruflóru fóru fram mat á áhrifum hennar á skynræna eiginleika. Sigurður Pétursson (1938) fann að gerlategundirnar höfðu mismunandi áhrif á áferð, bragð og sýrustig skyrs en áhrif gersveppa væru hinsvegar takmörkuð (engin áhrif í nýju skyri, orsaka gerjun við geymslu). Sævar Magnússon (1967) greindi hinsvegar áhrif gersveppa á bragð og geymsluþol og virtust sumar tegundir vera æskilegri en aðrar. *Sacch.delbreckii var. mongolicus* gaf t.a.m. ákveðið fyllt bragð án áhrifa á geymsluþol en *Sacch.steineri* gaf hið hefðbundna gerbragð af skyri, en dró verulega úr geymsluþoli.

Engar rannsóknir hafa verið gerðar á gerlaflóru heimagerðs skyrs og áhrif þess á bragð og aðra eiginleika frá því Sigurður gerði sína rannsóknir. Til þess að geta skilgreint hvað hefðbundið skyr er, er mikilvægt að rannsaka það skyr sem enn er heimagerð. Með nútímataækni skapast einnig tækifæri til að fá nákvæmari greiningu á eiginleikum skyrs og þar með betri skilgreiningu á því.

Þessi skýrsla gerir grein fyrir forrannsókn á heimagerðu og verksmiðjuframleiddu skyri þar sem áhersla var lögð á mat á skynrænum eiginleikum og greiningu á örveruflóru (gerlum og gersveppum) með nýlegum erfðafræðilegum aðferðum. Litið var til þess að rannsóknin gæti orðið grunnur að viðameiri rannsókn á eiginleikum og samsetningu skyrs sem framleitt er á mismunandi hátt og við mismunandi aðstæður.

2 Framkvæmd/Efni og aðferðir

Markmið rannsóknarinnar var að bera saman skynræna og örverufræðilega eiginleika skyrs sem annars vegar var framleitt á býli og hins vegar í verksmiðju. Sýnishornum af skyri var safnað í desember 2010 og febrúar 2011. Mælingar á magni örveruflóru (mjólkursýrugerlar, ger- og myglusveppir) voru gerðar í báðum sýnatökulotunum en í þeirri seinni var að auki framkvæmt skynmat og tegundagreining örveraflóru með erfðafræðilegum aðferðum. Í fyrri lotunni voru að auki gerðar mælingar á þurrefnisinnihaldi og sýrustigi sýnanna.

2.1 Sýni

Sýnishorn af skyri voru fengin frá tveimur býlum, Næfurholti og Hólum í Rangárþingi ytra, og tveimur mjólkurbúum, MS Selfossi og MS Akureyri (sjá töflu 1). Sýnishorn af skyri voru tekin strax að framleiðslu lokinni og send til mælinga hjá Matís, Reykjavík.

Tafla 1. Uppsetning mælinga á heimagerðu og verksmiðjuframleiddu skyri.

Sýni	Framleiðandi	Lýsing	Framl. dags.	Ætis-vöxtur	Tegunda greining	Skyn-mat	Þurr-efni	Sýru-stig
Hólar	Hólar, Rangárþingi ytra	Heimagert, úr undanrennu, skyrþéttir	8.12.2010	x			x	x
			17.2.2011	x	x	x		
Næfurholt	Næfurholt, Rangárþingi ytra	Heimagert, úr mjólk, skyrþéttir	8.12.2010	x			x	x
			17.2.2011	x	x	x		
KEA	MS Akureyri	KEA skyr óhrært, úr undanrennu, skyrþéttir	7.12.2010	x			x	x
			17.2.2011	x	x	x		
MS	MS Selfossi	Hreint 500 g skyr, úr undanrennu, hreinræktaðir gerlar	13.12.2010	x			x	x
			17.2.2011			x		

Skyrið frá Hólum og Næfurholti var búið til á hefðbundinn hátt og var skyrgerðin í megin atriðum eins að því undanskildu að í skyrið frá Næfurholti var notuð fullfeit mjólk en undanrenna á Hólum. Mjólk úr heimiliskúm var sett í skilvindu (Hólar) eða beint í pott (Næfurholt) stuttu eftir mjaltir. Mjólk/undanrennan var hituð nánast að suðu og síðan látin kólna þar til „tekur aðeins í kjúkuna“ (u.þ.b. í 2-3 klst). Þá var skyrþéttir/eldra skyr (u.þ.b. matskeið) sett í skál og þynnt smám saman út með hluta af mjólkinni/undanrennunni og loks hrært út í pottinn ásamt hleypi. Þetta var síðan látið kólna hægt í pottinum yfir nótt og síðan sett á síu í sólarhring. Skyrgerðin tók því 2 daga og var heildarframleiðslumagnið á hvoru býli um 2 lítrar af skyri.

Skyrið frá MS Akureyri, KEA skyr óhrært, var framleitt úr mjólk af norðurlandi. Mjólkinn var skilin í undanrennu sem síðan var hituð í (90°C) og þar næst kæld niður í 39-40°C. Þá var skyrþétti (eldra skyri) bætt út í ásamt hleypi, undanrennan látin súrna og hlaupa í um 5 klst og síðan kæld hægt niður í

8°C. Að kælingu lokinni var skyrið sett í léreftspoka, það síað með aðstoð tromlu, pakkað í dósir og kælt. Skyrgerðin tók um 2 daga og var heildarframleiðslumagn lotunnar 500 kg af skyri.

Skyrið frá MS Selfossi var framleitt úr mjólk af suður- og suð-austurlandi nánar tiltekið frá Helligheiði að Höfn í Hornafirði. Mjólkinn var skilin í undanrennu sem síðan var háhituð í 5 mínútur og svo kæld niður í sýringarhita. Þá var skyrgerlum (hreinræktaður stofn, nýr hverju sinni) bætt út í og undanrennan sýrð yfir nótt. Að sýringu lokinni var skyrhleypan forhituð fyrir örsíun þar sem mysan var skilin frá. Að síun lokinni var skyrið kælt í áfyllingarhita þar sem skyrinu var pakkað dósir og kælt niður fyrir 4°C. Skyrgerðin tók um 1 dag.

2.2 Efna- og eðliseignleikar

Mælingar voru gerðar á þurrefnisinnihaldi og sýrustigi skyrnýna.

Vatn. AE 4. Sýnið hitað í ofni við 103°C±2°C í 4 klst. Hlutfall raka samsvarar þyngdartapinu. *Ref. ISO 6496 1999.*

Sýrustig (pH) (EMA1). Tífold breyting á virkni vetnisjóna er túlkuð sem neikvæður lógaritmi þeirra. Lausn með $\text{pH} = 7$ er 10^{-7}M í vetnisjónastyrk. pH mæling er því mæling á styrk vetnisjóna. Styrkur vetnisjóna er meiri í súrum sýnum (lág pH gildi) en í basískum sýnum (há pH gildi). pH mælir (Corning Model 7) kvarðaður og síðan stungið ofan í sýni og lesið af. Skolað af mæli með eimuðu vatni á milli sýna og þurrkað með bréfpurrku.

2.3 Örverumælingar

Mælingar á örveruflóru skyrnýnanna voru gerðar á tvenna vegu. Annars vegar var um að ræða mælingu á fjölda gerla, myglu- og gersveppa m.t.t. vaxtar á æti og hinsvegar tegundagreiningar með erfðafræðilegum aðferðum.

2.3.1 Vöxtur á æti

Heildarfjöldi mjólkursýrugerla var metinn með vexti á MRS æti með spiralaðferð (ÖMJ6) og fjöldi ger- og myglusveppa með vexti á DRBC æti með spiralaðferð og sáningu á fast æti (ÖMA9). Skálar voru ræktaðar við 18, 30 eða 42°C í 3 daga á MRS æti og 5 daga á DRB (sjá töflu 2).

Tafla 2. Ræktun övera úr skyrýnum. Ræktun fór fram í tveimur lotum á tvenns konar sérhæfðum ætum, MRS (mjólkursýrugerlaæti) og DRBC (ger- og myglusveppaæti), við loftháðar og loftfirðar aðstæður (með eða án súrefnis).

Sýni	Framl. dags.	MRS	DRBC	Hitastig (°C)	Loftháðar	Loftfirðar
Hólar	8.12.2010		x	22	x	
		x		30	x	
	17.2.2011	x	x	18	x	x
		x	x	30	x	x
		x	x	42	x	x
Næfurholt	8.12.2010		x	22	x	
		x		30	x	
	17.2.2011	x	x	42	x	x
KEA	7.12.2010		x	22	x	
		x		30	x	
	17.2.2011	x	x	42	x	x
MS	13.12.2010		x	22	x	
		x		30	x	

Mjólkursýrugerlar. Fjöldi mjólkursýrugerla í 1 ml mjólkurvöru ákvarðaður út frá þeim fjölda kólónía sem vex þegar ákveðnu magni af sýni eða þynningu af því er dreift á sérhæft æti, MRS agar (Man Rogosa Sharpe), með spiralskammtara og ræktað við 30°C við örloftháðar aðstæður. Greiningarhæfni aðferðar: <200/g sýnis. Ræktun fór einnig fram við loftfirðar aðstæður og við hitastigin 18°C og 42°C. MRC agar er hannaður til að hvetja vöxt Lactobacilli.

Ger- og myglusveppir. Fjöldi ger- og myglusveppa ákvarðaður með því að þekktu magni af sýni var sáð með spiralaðferð á sérhæft æti, DRBC agar (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol). Ræktað við 18, 22, 30, 42°C í 5 daga. Kólóníur með einkennandi útlit taldar. Gersveppir taldir sér og myglusveppir sér. Greiningarhæfni aðferðar: <200/g sýnis. Ræktun fór einnig fram við loftfirðar aðstæður og við hitastigin 18°C og 42°C.

2.3.2 Tegundagreining

Fjörutíu og fimm kólóníur sem uxu á DRBC æti og 54 kólóníur sem uxu á MRS æti voru valdar til áframhaldandi greiningar. Margar ólíkar kólóníur að lit og stærð voru valdar og var þeim gefið númer frá 1 til 99 (sjá töflu V2, viðauka). Stofnarnir voru ræktaðar áfram við sömu aðstæður og þeir voru einangraðir úr.

2.3.2.1 DNA útráttur með Chelex®

DNA einangrun, mögnun tegundagreinandis gens (16S rRNA fyrir bakteríur og 18S rRNA fyrir gersveppi) og raðgreining var gerð eins og lýst hefur verið áður (Reynisson, Guðbjörnsdóttir ofl.,

2009). Í stuttu máli þá var DNA einangrað með suðu og svo spuna í skilvindu þar sem DNA liggur í floti en hrat í botni glassins. Mögnun á tegundagreinandi geni var framkvæmt með PCR og afurðin skoðuð með rafdrætti í agarosageli. Því næst var PCR afurðin hreinsuð og hún raðgreind í ABI raðgreini. Raðirnar voru skoðaðar, snyrtar og samraðaðar í Sequencher forriti. Til að tegundagreina DNA raðirnar voru þær bornar saman við þekktar raðir í gagnagrunnum (NCBI).

2.4 Skynmat

Skynmat var framkvæmt á skyrýsningunum úr seinni sýnatökulotunni þ.e. tvær gerðir af verksmiðjuframleiddu skyri, MS og KEA, og tvær gerðir af heimagerðu skyri frá býlunum Næfurholti og Hólum. Skynmatið var framkvæmt í lok febrúar 2011. Sýnin voru metin eftir myndrænu prófi, QDA aðferð (quantitative descriptive analysis), þar sem skilgreindir matsþættir voru metnir til að lýsa einkennum í bragði, lykt og áferð af þjálfuðum skynmatshópi (Stone and Sidel, 1985). Ellefu dómara sem allir höfðu reynslu í skynmati (ISO, 1993) og þekktu vel aðferðina tóku þátt í skynmatinu. Matsþættir voru skilgreindir af skynmatshópi í einum þjálfunartíma en byggt var á skala sem þróaður hafði verið fyrir skyr í fyrri rannsóknum hjá Matís. Matsþættir voru 18 og eru skilgreiningar þeirra sýndar í töflu 3. Hver matsþáttur var metinn eftir styrk eða einkennum á ókvarðaðri línu sem í úrvinnslu var kvörðuð frá 0-100. Sýnin voru um 10 gr. hvert og voru borin fram í litlum sýnaglösum úr plasti. Öll sýni voru dulkóðuð með þriggja stafa númeri og voru fjögur sýni metin í einu. Í tölfraeðiúrvinnslu var notað ANOVA (general linear model) og Duncans próf til að skoða marktækni í mun milli skyngerða.

Tafla 3. Skynmatsþættir fyrir QDA greiningu á skyri og skilgreiningar á þeim.

skynmatsþáttur	skali	skilgreining
LYKT		
mysa	engin mikil	mysulykt
stingandi	engin mikil	stingandi lykt
verkuð súr	engin mikil	súrmatur, verkað, væmin, þroskaðir ávextir
sæt einkennandi	engin mikil	heit mjólk, vanilla, rjómi
fúkki	engin mikil	fúkki, mygla, mold, steinefni
ÚTLIT		
glans	matt glansandi	glans
kornótt	slétt kornótt	skafið af skeið og metið
litur	hvítur drapplitaður	litur
BRAGÐ		
súrt	ekkerkt mikið	súrt, grunnbragð
mysa	ekkerkt mikið	mysubragð
sætt	ekkerkt mikið	sætt grunnbragð
verkað súrt	ekkerkt mikið	verkað, væmið, þroskaðir ávextir
sætt einkennandi	ekkerkt mikið	heit mjólk, rjómi, vanilla
beiskt	ekkerkt mikið	beiskt grunnbragð
fúkki	ekkerkt mikið	fúkki, mygla, mold, steinefni.
ÁFERÐ		
kornótt	slétt kornótt	áferð í munni; <u>slétt</u> : smjör, rjómi; <u>kornótt</u> :
þykkt	þunnt þykkt	þykkt
stamt	ekkerkt mikið	þurt í munni, tannín, grænn banani, stamt

3 Niðurstöður

3.1 Efna- og eðliseiginleikar

Sýrustig (pH) er mælikvarði á hversu súr eða basísk tiltekin lausn, hátt pH gildi gefur basíska lausn, lágt súra. Þar sem kvarðinn er lógariþmískur er töluverður styrkleikamunur á milli pH gilda. Sýrustig skyrgerðanna var töluvert breytilegt. Heimagerða skyrið var súrara en það verksmiðjuframleidda. KEA skyrið skar sig þó úr í því að mælast með töluvert hærra sýrustig (minna súrt) en hin sýnin.

Þurrefnisinnihald var einnig breytilegt. Skyrið frá Næfurholti skar sig hér úr sem kemur ekki á óvart því að það var gert úr fullfeitri mjólk en hin úr undanrennu.

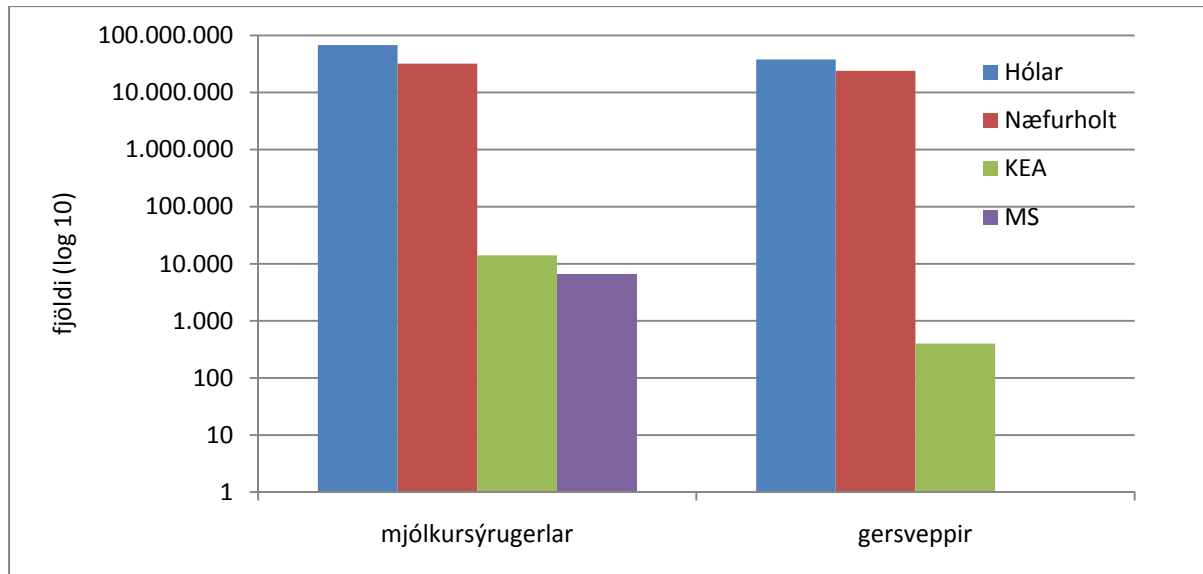
Tafla 4. Sýrustig og þurrefni í skyrstýnum.

Sýni	Framl. dags.	Sýrustig (pH)	þurrefni %
Hólar	8.12.2010	3,80	16,5
Næfurholt	8.12.2010	3,70	23,9
KEA	7.12.2010	4,30	17,7
MS	13.12.2010	3,95	16,3

3.2 Örverumælingar

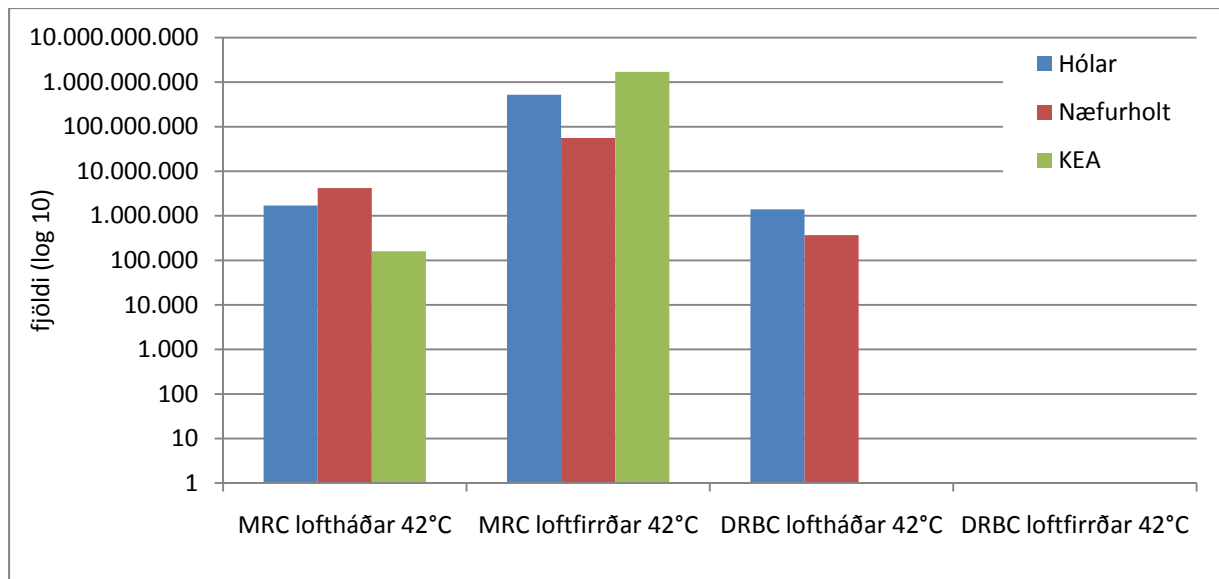
3.2.1 Vöxtur á æti

Fjöldi örvera er óx á ætum var mismunandi milli sýna og vaxtarskilyrða. Skyr úr fyrri sýnatökunni (framl. í desember 2010) reyndust vera breytileg m.t.t. bæði fjölda mjólkursýrugerla og gersveppa (sjá mynd 1). Skyr framleidd á býlunum Hólum og Næfurholti mældust með töluvert meiri vöxt á MRC æti (mjólkursýrugerlaæti, ræktað við 30°C) og á DRBC æti (gersveppaæti, ræktað við 22°C) en skyr framleidd hjá mjólkurbúunum MS og KEA. Fjöldi örvera var svipaður innbyrðis milli heimagerða skyrstýns annars vegar og því verksmiðjuframleidda hinsvegar, að vexti á DRBC æti (gersveppaæti) undanskildu (í MS skyrinu þar sem hann var undir greiningarmörkum (sjá nánar töflu V1, viðauka)). Engir myglusveppir mældust í sýnunum, hvorki úr fyrri né seinni sýnatöku.



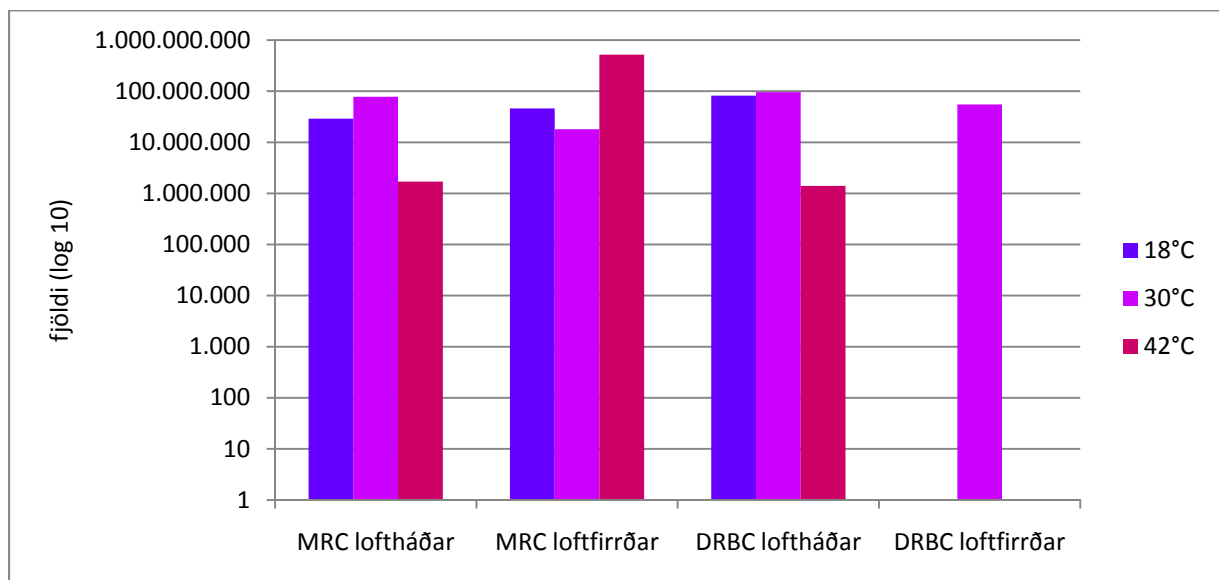
Mynd 1. Vöxtur á MRS (mjólkursýrugerlaeti) og vöxtur á DRBC (gersveppaeti) í skyrýnum frá Hólum, Næfurholti, KEA og MS.

Í seinni sýnatökunni var ákveðið að rækta örverurnar við mismunandi aðstæður og þannig reyna að fá betri mynd af fjölbreytileika þeirra örvera sem voru til staðar í skyrýnunum og hafa mismunandi vaxtarskilyrði. Sýnin voru öll ræktuð við 42°C sem hefur verið notað sem viðmiðunarhitastig fyrir gerjun í skyrgerð. Að auki var skyrið frá Hólum ræktað við 18 og 30°C til að kanna hvort að það væri hægt að fá fram aukinn vöxt á öðrum tegundum sem yxu síður við 42°C. Vöxtur á MRC æti (mjólkursýrugerlaeti) við 42°C var meiri þegar aðstæður voru loftfirðar en loftháðar, því var þó öfugt farið með vöxt á DRBC æti (gersveppaeti) en enginn vöxtur á þeim mældist við loftfirðar aðstæður. Vöxtur á DRBC (gersveppaeti) mældist svipaður í skyri frá Hólum og Næfurholti en undir greiningarmörkum í skyri frá KEA (<200/g sýnis). Vöxtur á MRC æti (mjólkursýrugerlaeti) var á svipuðu reiki milli heimagerðu skyrtegundanna, hann var hinsvegar heldur hærri í KEA skyrinu við loftfirðar aðstæður og lægri við loftháðar aðstæður (mynd 2).



Mynd 2. Vöxtur á MRS (mjólkursýrugerlaæti) og á DBRC (gersveppaæti) í skyrσύnum frá Hólum, Næfurholti og KEA.

Þegar áhrif hitastigs á vöxt á fjölda mjólkursýrugerla og gersveppa í Hólaskyri var rannsakaður kom í ljós að vöxtur á MRC æti (mjólkursýrugerlaæti) mældist svipaður við 18 og 30°C, hvort sem um loftfirrðar eða loftháðar aðstæður var að ræða (mynd 3). Við 42°C mældist hinsvegar breyting í vexti, hann minnkaði við loftháðar aðstæður en jókst við loftfirrðar. Vöxtur á DRBC æti (gersveppaæti) mældist lægri við 42°C en við lægri hitastigin og verri við loftfirrðar aðstæður.



Mynd 3. Vöxtur á MRC (mjólkursýrugerlaæti) og á DRBC (gersveppaæti) í skyrsíni frá Hólum við mismunandi hitastig og aðgengi að súrefni.

Vöxtur á MRC æti (mjólkursýrugerlaæti) í skyri frá Hólum við 30°C og loftháðar aðstæður var sambærilegur milli sýnatökudaga.

3.2.2 Tegundagreining

3.2.2.1 PCR niðurstöður

Kóloníur sem uxu á agarskálum við mismunandi ræktunarskilyrði voru valdar til DNA greiningar. Fjörutíu og ein kólonía af DRBC agar (gersveppaæti) og 50 kóloníur frá MRS agar (mjólkursýrugerlaæti) voru valdar. Í ljós kom að á MRS ætinu sem á að vera nokkuð sérhæft fyrir mjólkursýrugerla uxu einnig gersveppir því að ekki reyndist unnt að magna upp tegundagreinandi gerlagen í stórum hluta kóloníanna. Hins vegar tókst að magna upp tegundagreinandi gersveppagen í þessum kóloníum, líkt og þeim sem einangraðar voru af DRBC æti. Meiri hluti valdra kólonía ræktaðar á MRC agar við 18 og 30°C voru því gersveppir, að kóloníu nr. 52 undanskilinni (sjá nánar töflu V2, viðauki). Við 42°C greindust engir gersveppir í skyrýni frá KEA, í skyrýnum frá Hólum og Næfurholti greindust þeir við þetta hitastig en þó eingöngu við loftháðar aðstæður.

3.2.2.2 Raðgreining stofna

Þrjátíu 16S rRNA PCR afurðir (kóloníur) voru valdar í raðgreiningu á gerlum (þær kóloníur af MRS agar sem reyndust hafa gerlagen). Lítill hópur þriggja kólonía (No. 76-78) reyndist sama tegund en aðrar kóloníur, 27 talsins tilheyrðu annarri tegund. Sameiginleg röð í smærri hópnum var 547 bp að lengd. Við samanburð gagnabanka kom í ljós að þessar þrjár kóloníur sýndu 100% samsvörun við *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*. DNA raðir þeirra tilheyrðu gerlum í skyri frá Næfurholti er óx á MRS agar við 42°C við loftfirrðar aðstæður. Sameiginleg röð í seinni, stærri hópnum, var 597 bp löng. Hún sýndi 100% samsvörun við *Streptococcus thermophilus*. Það voru því einungis tvær gerlategundir greindar úr öllum sýnum, ræktuðum við mismunandi skilyrði.

Samröðun DNA raða úr gersveppakóloníum sýndi að um tvo náskylda hópa var að ræða þar sem einungis einn basi af 485 var frábrugðinn milli hópanna. Fyrri hópurinn innihélt 32 raðir, sá seinni 27 raðir. Sameiginleg röð í fyrsta hópnum var 485 bp löng. Samanburður við raðir í gagnabönkum sýndu að þrjár þekktar tegundir höfðu sömu röð og því reyndist ekki unnt að greina stofnana niður til tegunda. Þær tilheyra ættkvíslinni *Kluyveromyces* og stofnarnir því einhverjum eftirtalinna tegunda: *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis* eða *Kluyveromyces dobzhanskii*.

Fyrstu 22 greiningarnar úr skönnuninni í gagnabankanum á seinni sameiginlegu röðinni, 496 bp langri, tilheyrðu ættkvíslinni *Saccharomyces spp.* Raðgreiningin gat ekki borið kennsl á kóloníur niður á tegundastig þar sem *S. cerevisiae*, *S. arboricola*, *S. bayanus* og *S. pastorianus* sýndu allar nákvæmlega eins samsvörun. Allar höfðu þær sömu skorun og 99% samsvörun við leitarröðina. Gersveppir sem voru einangraðir úr skyri frá Næfurholti tilheyrðu allir gersveppum í fyrsta hópnum og af ættkvíslinni

Kluyveromyces spp. Í skyrinu frá Hólum fundust báðar ættkvíslir við öll hitastig og bæði við loftháðar og loftfirrðar aðstæður.

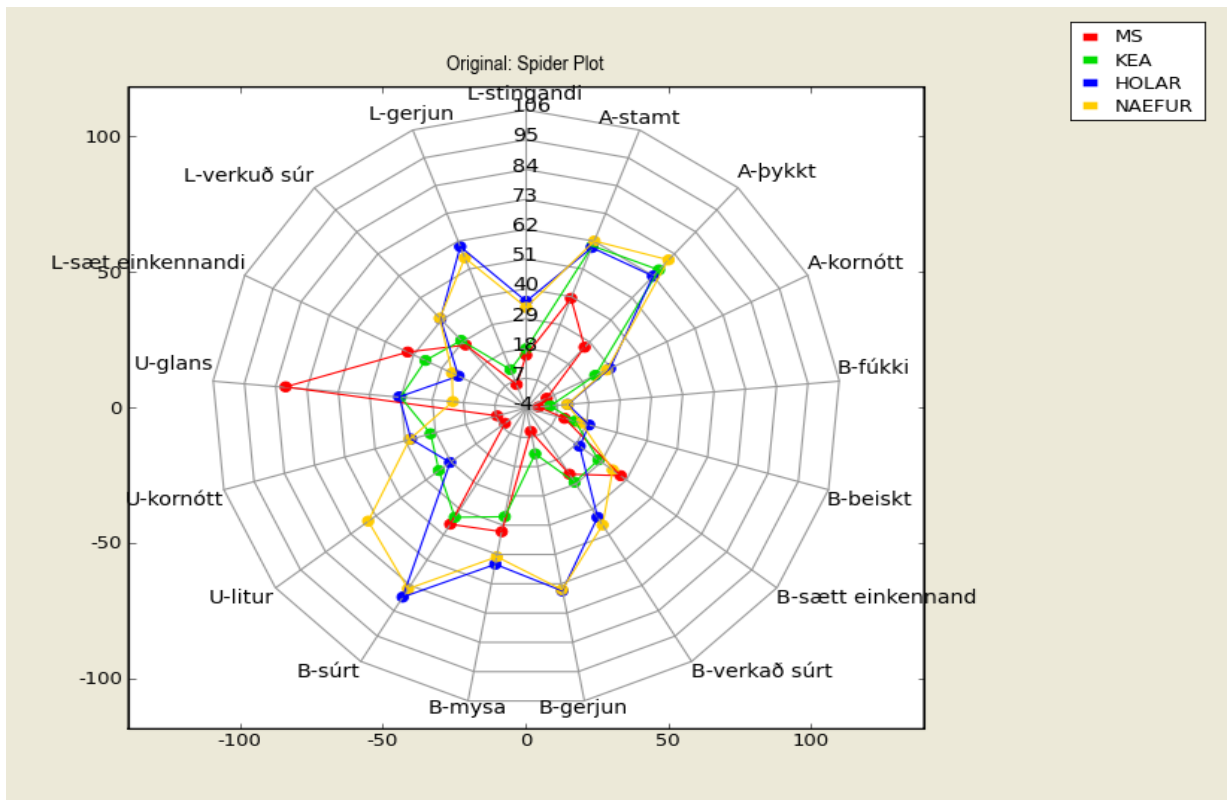
Með raðgreiningu tókst því að greina tvær gerlategundir, *Streptococcus thermophilus* og *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, og tvær gersveppategundir af ættkvíslunum, *Kluyveromyces spp.* og *Saccharomyces spp.* Nokkur munur greindist á milli sýna. Í KEA skyri greindust engir gersveppir og eingöngu gerillinn *S. thermophilus*. Í skyrinu frá Hólum greindust eingöngu gerlar sem tilheyra *S. thermophilus* og gersveppir af báðum ættkvíslum. Báðar ættkvíslirnar af gersveppum uxu við öll hitastig sem prófuð voru og bæði við loftfirrðar og loftháðar aðstæður. Í skyri frá Næfurholti greindust bæði *S. thermophilus* og *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, en eingöngu ein ættkvísl af gersveppum greindist, *Kluyveromyces spp.*

3.3 Skynmat

Mikill munur var milli skyrgerðanna fjögurra á skynrænum eiginleikum og var sérstaklega mikill munur milli verksmiðjuframleidds skyrs og heimagerðs skyrs (sjá myndir 4 og 5, töflu V4 viðauka). Höfuðþáttagreining (mynd 4) sýnir að 83% af breytileika gagnanna útskýrist af mun milli hefðbundins og verksmiðjuframleidds skyrs (mynd 5). Heimagerða skyrið einkenndist mjög af gerjunarlykt, gerjunarbragði og súru bragði. Það hafði einnig meiri verkaða súra lykt, stingandi lykt, verkað súrt bragð og mysubragð. Vottur fannst af fúkkabragði í heimagerða skyrinu en ekki af því verksmiðjuframleidda. Verksmiðjuframleidda skyrið hafði meiri sæta einkennandi lykt en það heimagerða. Skyr frá Hólum hafði meiri mysulykt og meira beiskt bragð en skyr frá MS. Ólíkt sætri einkennandi lykt þá tengdist sætt einkennandi bragð ekki því hvort framleitt var í verksmiðju eða á býli. Það var minnst í skyri frá Hólum, næstmest af skyri frá Næfurholti en mest af skyri frá MS. Í útliti og áferð skar MS skyrið sig úr. Það var mun þynnra, meira glansandi, sléttara, hvítara og minna stamt en aðrar skyrgerðir. Skyr frá Næfurholti var hins vegar dekkra og mattara en aðrar gerðir.



Mynd 4. Höfuðþáttgreining (PCA – Principal Component Analysis) á skyrri frá MS, KEA, Hólum og Næfurholti. L – lykt, U – útlit, B – bragð, A – áferð.



Mynd 2. Spiderplot á meðaltölum skynmatsþátta fyrir skyr frá MS, KEA, Hólum og Næfurholti. L – lykt, U – útlit, B – bragð, A – áferð (skali 0-100).

4 Umræða og ályktanir

Munur mældist á milli allra skyrgerða en mestur var munurinn milli heimagerðs og verksmiðjuframleidds skyrs. Augljósasti munurinn kom fram í skynrænum eiginleikum skyrsins. Heimagerða skyrið einkenndist aðallega af gerjunarlykt, gerjunarbragði og súru bragði en munur var í flestum lyktar og bragðþáttum. MS skyrið var ólíkt hinum skyrgerðunum í útliti og áferð en líktist að öðru leiti KEA skyrinu fyrir utan að hafa meira sætt einkennandi bragð. Skyr frá Næfurholti líktist skyri frá Hólum að mestu leiti en var mun dekkra, mattara og hafði meira sætt einkennandi bragð.

Sýrustig heimagerða skyrsins mældist lægra en í því verksmiðjuframleidda, sem er í samræmi við mat á sýrutengdum skynmatsþáttum. Í því greindist einnig töluvert meira af gersveppum sem geta stuðlað að lækun sýrustigs. Við eftirgrennslan kom í ljós að ekki var unnt að bera saman niðurstöður á sýrustigsmælingum úr eldri rannsóknum (Sigurður Pétursson, 1939) á sýrustigi heimagerðs og verksmiðjuframleidds skyrs vegna þess hve ólíkar aðferðir við mælingar voru notaðar þá. Umhugsunarvert er hvort það væri æskilegt að framkvæma einnig sýrustigmælingar með eldri aðferðum til að geta gert sér betur grein fyrir þeim breytingum sem hafa átt sér stað á heimagerðu skyri á síðustu öld.

Fjöldi örvera mældist töluvert hærri í heimagerða skyrinu en í því verksmiðjuframleidda. Vöxtur á MRS æti (sérhæft fyrir mjólkursýrugerla) og DRSB æti (sérhæft fyrir gersveppi) var hvorutveggja töluvert hærri. Hið einkennandi gerjunarbragð og –lykt sem fannst í heimagerða skyrinu má að öllum líkindum rekja til fjölda gersveppanna í þeim sbr. niðurstöður Sævars Magnússonar (1967). Engir myglusveppir greindust í sýnunum ólíkt því sem Sigurður Pétursson (1938) og Gísli Guðmundsson (1914) greindu og má það að öllum líkindum rekja til betra hreinlætis og annars húsakosts en var áður fyrir.

Í skyrýnunum sem voru rannsökuð greindust mjólkursýrugerlarnir *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* og *Streptococcus thermophilus*. Þessar tvær tegundir af gerlum eru yfirleitt notaðar saman sem upphafsörveruflóra í jógúrtgerð og við ostagerð. Megin virkni þeirra felst í að gerja mjólkursýkur í mjólkursýrur (Adams & Moss, 2000). Báðar gerlategundirnar eru yfirleitt notaðar saman vegna þess að þær hafa hag hvor af annarri. *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* getur melt kasein í mjólk með próteösum. Við meltinguna verða lítil peptíð og amínósýrur frjáls og notar *S. thermophilus* þau sem sérstaka vaxtarþætti. *S. thermophilus* framleiðir hinsvegar bæðir sýrur og koldíoxíð sem styður við vöxt *L. delbrueckii* (Lim ofl., 2009). Báðar gerlategundirnar greindust eingöngu í einni tegund af skyri (frá Næfurholti). Í skyri frá Hólum og KEA, greindist eingöngu *S. thermophilus*. Það má vera að eingöngu *S. thermophilus* sé virkur í þessum skyrýnum. Sigurður Pétursson (1939) og Sævar Magnússon (1967) greindu *S. thermophilus* og *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* í skyri og því er það líklegra að *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* sé til staðar í skyri en í undirmagni og myndi einnig finnast í hinum skyrýnunum tveimur (frá Hólum og KEA) með greiningu á fleiri stofnum.

Greining á gersveppum í skýrsýnunum leiddi í ljós að tvær náskyldar tegundir væri þar að finna, *Kluyveromyces spp.* og *Saccharomyces spp.* sem eru eingöngu mismunandi m.t.t. eins basapars á því svæði DNA sem var greint. Báðar greindust í skýrsýni frá Hólum en eingöngu *Kluyveromyces spp.* í skýrsýni frá Næfurholti. Ekki var unnt að tegundagreina gersveppi í sýni af KEA skyri. Í fyrri sýnatökulotunni greindust gersveppir en í þeirri seinni sem tegundagreiningin var síðan gerð á, var fjöldi gersveppa undir greiningarmörkum. Annað hitastig var notað við ræktun gersveppanna í síðara skiptið og má vera að það hafi orðið þess valdandi að gersveppir sem í því voru hafi ekki náð sér á strik. Endurtaka þyrfti mælinguna til að fá úr því skorið hvort og þá hvaða gersveppategundir séu til staðar í KEA skyri.

Þessar niðurstöður eru í samræmi við rannsóknir Sævars Magnússonar (1967) sem greindi einnig *Saccharomyces* (3 tegundir) og taldi stuðla að einkennandi skyrbragði. Auk *Saccharomyces* ættkvíslarinnar greindi hann *Troloopsis candida*, sem hann taldi vera óæskilegan í skyri og því lítil eftirsjá af honum.

Gersveppir af ættkvíslinni *Kluyveromyces spp.*, til dæmis *Kluyveromyces marxianus*, sem var ein af þremur greindum tegundum, geta vatnsrofið mjólkursykur í einsykrurnar galaktósa og glúkósa og hafa því líklega einhver áhrif á framleiðsluferilinn. Mörg afbrigðið *K. marxianus* hafa fundist í mjólkurvörum s.s. kefir (Adams & Moss, 2000). Gersveppir af tegundinni *Saccharomyces spp.* geta hinsvegar ekki gerjað mjólkursykur (Adams & Moss, 2000).

Fyrri rannsóknir á heimagerðu skyri byggðust á greiningu á örveruflóru út frá m.a. vexti á sérhæfðum ætum, útliti, lögun og myndun ákveðinna hvarfefna. Þessar aðferðir hafa sína kosti og galla. Í dag eru komnar fram nákvæmari og fljótvirkari aðferðir til tegundagreiningar á örverum þ.á.m. raðgreining sem var beitt í framangreindri rannsókn. Raðgreining byggir á greiningu á erfðaefni (DNA) tiltekinnna lífvera og getur hún því sagt nákvæmar til um hvers konar örverur er að finna í skyri og hversu skyldar þær eru. Niðurstöður úr ræktunum á tvenns konar ætum gáfu t.a.m. til kynna að margar kólóníur sem uxu á æti sérhönnuðu fyrir vöxt mjólkursýrugerla (MRS) tilheyrðu í raun gersveppum. Þetta gefur tilefni til þess að endurmeta sérhæfni þess ætis og þær ályktanir sem draga má af vexti á því. Það má því vera að fjöldi mjólkursýrugerla hafi verið ofmetinn í þeim sýnum sem einnig innihéldu gersveppi. Í þeim tilfellum gæti því verið þörf á því að lita kólóníurnar sem vaxa á ætinu með methyl blue en þá ætti að vera augljóst hvaða kólóníur teljast til gersveppa (töluvert stærri en kólóníur mjólkursýrugerla).

Fjöldi greindra gerlakólónía var takmarkaður við 30 frá öllum sýnum og ræktunaraðstæðum (af völdum kólóníum í framhaldsræktun reyndust eingöngu 30 hafa gerlagen). Til þess að finna allar mismunandi tegundir af gerlum í skyri hefði verið betra að greina fleiri en 30 kólóníur. Þá væri áhugavert að kanna mismunandi gerlaafbrigði sömu tegundar til að finna hugsanlegan efnaskipta- eða arfgerðabreytileika milli mismunandi framleiðslustaða.

Ekki reyndist vera unnt að greina mismunandi tegundir af gersveppum í þessari rannsókn. Lengd þeirra búta sem voru raðgreindir var 500 bp en líklegt er að lengri röð 18S gensins myndi aðgreina stofnana betur og er mælt með því að það verði gert ef framhald verður á þessum rannsóknum (500 bp er algeng lengd í raðgreiningu en fleiri raðgreininga er þörf til að ná öllu geninu sem er um 1900 bp). Allar tegundagreiningarnar í rannsókninni voru gerðar á kóloníum úr ræktun. Önnur áhugaverð leið til að skoða örverusamsetningu væri að beita aðferðum óháðum ræktun s.s. nota klónun til að svipta hulunni af örverusamfélaginu án áhrifa ræktunarinnar. Sýni safnað við rannsóknina hafa verið varðveitt til að hægt verði að framkvæma slíka greiningu í framtíðinni.

Að framangreindu er ljóst að merkjanlegan mun má greina á milli mismunandi skyrgerða með þeim aðferðum sem notaðar voru í rannsókninni. Munurinn felst að öllum líkindum bæði í aðferðum við skyrgerðina (s.s. hitun mjólkur, hitastig við hleypingu og síun, magn þéttis/sáðra gerla og síunaradferð) og í samsetningu örveruflórunnar í skyri. Eingöngu var unnt að greina örverufræðilegan mun á milli skyrýnanna út frá samsetningu gersveppa. Greiningar á gerlum gáfu eingöngu þá gerla sem eru þekktir í framleiðslu á skyri. *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* greindist þó eingöngu í einu skyrýni sem gefur til kynna að annað hvort voru greiningaraðferðirnar ekki nógu næmar eða að gerillinn er ekki til staðar í virku formi í skyrýnunum sem rannsökuð voru. Raðgreining er hentugt tæki til að tegundagreina örverur í skyri. Vegna skyldleika þeirra örvera sem eru til staðar þarf þó að raðgreina stærri búta af tegundagreinanandi geni þeirra (18S rRNA gen) en gert var í þessari rannsókn. Önnur aðferð til að skoða örverusamsetningu í skyrýnum er að beita aðferðum óháðum ræktun svokallaðri klónagreiningu. Þó svo að sömu tegundir baktería og gersveppa hafi fundist milli búa út frá raðgreiningu er hugsanlegt að stofnar af mismunandi uppruna hafi mismunandi svipgerðir og/eða arfgerðir sem hafi áhrif á eiginleika skyrs. Allir stofnar sem einangraðir voru í rannsókninni hafa verið varðveittir og því möguleiki á að rannsaka það frekar í framtíðinni.

5 Þakkarorð

Höfundar þakka Framleiðnisjóði landbúnaðarins veittan styrk til verkefnisins *Hefðbundið skyr* sem þessi skýrsla er hluti af. Þá er Auði Haraldsdóttir, Hólum, Halldóru Hauksdóttur, Næfurholti, Júlíusi Kristjánssyni, MS Akureyri, og Ólafi Unnarssyni, MS Selfossi, þakkað fyrir að veita sýni í rannsóknina sem og fræðslu um skyrgerð. Starfsfólki á efna- og örverudeild Matís er þakkað fyrir þeirra framlag. Að lokum er Sævari Magnússyni þakkað fyrir að lána eintak af rannsóknarskýrslu sinni.

6 Heimildir

Adams M. R., Moss M. O., Food Microbiology, Second edition, 2000, published by The Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.

Gísli Guðmundsson, 1914. Íslenskt og útlent skyr. Búnaðarrit, 28 (1): 1-16, 1914.

ISO 8586:1993. Sensory analysis general guidance for the selection, training and monitoring of assessors. Part 1: selected assessors. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.

ISO 6496:1999. Water. AE 4. Geneva, Switzerland: The International Organization for Standardization.

Lim, O., Suntornsuk W., Suntornsuk L., 2009, Capillary zone electrophoresis for enumeration of *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* in yogurt, J. Chromatogr. B, 877, 710-718.

Reynisson, E., B. Guðbjörnsdóttir, et al. (2009). "Decontamination efficiency of fish bacterial flora from processing surfaces." Food Technology and Biotechnology 47(1): 75-82

Sigurður Pétursson, 1939. Mjólkur- og gerlarannsóknir árið 1938. Skýrsla Iðnaðardeildar. Atvinnudeild Háskólans, 48-54.

Stone H, Sidel JL, 1985. Sensory evaluation practices. Orlando, Fla.: Academic press, Inc. 311p.

Sævar Magnússon, 1967. Skyr og kvalitetsfaktorer ved skyrproduksjon. Hovedoppgave ved Meieriavdelingen, Norges Landbrukshøgskole.

7 Viðauki

Tafla V1. Vöxtur örvera á æti. Niðurstöður á vexti örvera á sérhæfðu æti, MRS (mjólkursýrugerlaæti) og DRBC (ger- og myglusveppaæti).

Sýni	Framl. dags.	Hítastig (°C)	Aðstæður	MRS	DRBC/gersv	DRBC/myglusv
Hólar	8.12.2010	30	loftháðarar	68.000.000	38.000.000	<200
	17.2.2011	18		29.000.000	82.000.000	<200
		30		78.000.000	96.000.000	<200
		42		1.700.000	1.400.000	<200
		18	loftfirrðar	46.000.000	<200	<200
		30		18.000.000	55.000.000	<200
		42		520.000.000	<200	<200
Næfurholt	8.12.2010	30	loftháðar	32.000.000	24.000.000	<200
	17.2.2011	42	loftháðar	4.200.000	370.000	<200
		42	loftfirrðar	56.000.000	<200	<200
KEA	7.12.2010	30	loftháðar	14.000	400	<200
	17.2.2011	42	loftháðar	160.000	<200	<200
		42	loftfirrðar	1.700.000.000	<200	<200
MS	13.12.2010	30	loftháðar	6.400	<200	<200

Tafla V2. Flokkun gersveppa- og gerlakólónía með tilliti til sýna og ræktunar aðstæðna.

Sýni	Æti	hitastig °C	Loftaðstæður	Gersveppir nr	Gerlar nr	
Hólar	MRS	18	Loftháðar	38-41	-	
	DRBC	18		1-4, 92-95	-	
	MRS	30		46-49	-	
	DRBC	30		6-13, 96-99	-	
	MRS	42		54-56	58-59	
	DRBC	42		22-27	-	
	MRS	18	Loftfirrðar	42-45	-	
		DRBC		18	5	-
		MRS		30	50-51, 53	52
		DRBC		30	14-21	-
		MRS		42	-	70-75
		DRBC		42	-	-
Næfurholt	MRS	42	Loftháðar	61	62,64	
	DRBC	42		28-33	-	
	MRS	42	Loftfirrðar	-	76-83	
	DRBC	42		-	-	
KEA	MRS	42	Loftháðar	-	66, 68	
	DRBC	42		-	-	
	MRS	42	Loftfirrðar	-	84-91	
	DRBC	42		-	-	

Tafla V3. Kólóníur ræktaðar úr skyri, notaðar fyrir raðgreiningu.

Nr	Sýni	Æti	Hitastg (°C)	Loftháðar	Útlit kólónía	Vöxtur	PCR mögnun, 16S baktería	PCR mögnun, 18S gersveppa	Greining
1	395-1	DRBC	18	loftháðar	big, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
2	395-1	DRBC	18	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
3	395-1	DRBC	18	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
4	395-1	DRBC	18	loftháðar	big, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
5	395-4	DRBC	18	loftfirrðar	no single colonies	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
6	395-2	DRBC	30	loftháðar	big, light pink in the middle, white at the rim	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
7	395-2	DRBC	30	loftháðar	big, light pink in the middle, white at the rim	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
8	395-2	DRBC	30	loftháðar	big, light pink in the middle, white at the rim	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
9	395-2	DRBC	30	loftháðar	big, light pink in the middle, white at the rim	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
10	395-2	DRBC	30	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
11	395-2	DRBC	30	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
12	395-2	DRBC	30	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
13	395-2	DRBC	30	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
14	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	very small, white	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
15	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	very small, white	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
16	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	small, pink, white at the rim	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
17	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	small, pink, white at the rim	+	ekki	+	<i>Saccharomyces spp.</i>

							framkvæmt		
18	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	very small, white	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
19	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	very small, white	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
20	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	very small, white	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
21	395-5	DRBC	30	loftfirrðar	small, pink, white at the rim	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
22	395-3	DRBC	42	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
23	395-3	DRBC	42	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
24	395-3	DRBC	42	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
25	395-3	DRBC	42	loftháðar	big, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
26	395-3	DRBC	42	loftháðar	big, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
27	395-3	DRBC	42	loftháðar	big, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
28	395-7	DRBC	42	loftháðar	big, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
29	395-7	DRBC	42	loftháðar	big, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
30	395-7	DRBC	42	loftháðar	big, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
31	395-7	DRBC	42	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
32	395-7	DRBC	42	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
33	395-7	DRBC	42	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
34	395-9	DRBC	42	loftháðar	no single colonies	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-
35	395-10	DRBC	42	loftfirrðar	no single colonies	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-
36	395-6	DRBC	42	loftfirrðar	no single colonies	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-

37	395-8	DRBC	42	loftfirrðar	no single colonies	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-
38	395-1	MRS	18	loftháðar	middle-sized, white	+	-	+	-
39	395-1	MRS	18	loftháðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
40	395-1	MRS	18	loftháðar	small, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
41	395-1	MRS	18	loftháðar	small, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
42	395-4	MRS	18	loftfirrðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
43	395-4	MRS	18	loftfirrðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
44	395-4	MRS	18	loftfirrðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
45	395-4	MRS	18	loftfirrðar	small, white	+	-	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
46	395-2	MRS	30	loftháðar	big, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
47	395-2	MRS	30	loftháðar	big, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
48	395-2	MRS	30	loftháðar	small, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
49	395-2	MRS	30	loftháðar	middle-sized, white, scraggy at the rim	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
50	395-5	MRS	30	loftfirrðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
51	395-5	MRS	30	loftfirrðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
52	395-5	MRS	30	loftfirrðar	very small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
53	395-5	MRS	30	loftfirrðar	very small, white	+	-	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
54	395-3	MRS	42	loftháðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
55	395-3	MRS	42	loftháðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
56	395-3	MRS	42	loftháðar	middle-sized, white	+	-	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
57	395-3	MRS	42	loftháðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
58	395-3	MRS	42	loftháðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
59	395-3	MRS	42	loftháðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
60	395-7	MRS	42	loftháðar	big, white	+	-	ekki framkvæmt	-
61	395-7	MRS	42	loftháðar	big, white	+	-	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
62	395-7	MRS	42	loftháðar	middle-sized, white	+	+	-	<i>S. thermophilus</i>

63	395-7	MRS	42	loftháðar	middle-sized, white	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-
64	395-7	MRS	42	loftháðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
65	395-7	MRS	42	loftháðar	small, white	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-
66	395-9	MRS	42	loftháðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
67	395-9	MRS	42	loftháðar	small, white	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-
68	395-9	MRS	42	loftháðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
69	395-9	MRS	42	loftháðar	small, white	-	ekkert DNA	ekkert DNA	-
70	395-6	MRS	42	loftfirðar	big, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
71	395-6	MRS	42	loftfirðar	big, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
72	395-6	MRS	42	loftfirðar	small, white	+	+	-	<i>S. thermophilus</i>
73	395-6	MRS	42	loftfirðar	small, white	+	+	-	<i>S. thermophilus</i>
74	395-6	MRS	42	loftfirðar	very small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
75	395-6	MRS	42	loftfirðar	very small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
76	395-8	MRS	42	loftfirðar	big, white, scraggy at the rim	+	+	-	<i>L. delbr. subsp. bulg.</i>
77	395-8	MRS	42	loftfirðar	big, white, scraggy at the rim	+	+	-	<i>L. delbr. subsp. bulg.</i>
78	395-8	MRS	42	loftfirðar	big, white, scraggy at the rim	+	+	-	<i>L. delbr. subsp. bulg.</i>
79	395-8	MRS	42	loftfirðar	big, white	+	+	-	<i>S. thermophilus</i>
80	395-8	MRS	42	loftfirðar	big, white	+	+	-	<i>S. thermophilus</i>
81	395-8	MRS	42	loftfirðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
82	395-8	MRS	42	loftfirðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
83	395-8	MRS	42	loftfirðar	very small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
84	395-10	MRS	42	loftfirðar	big, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
85	395-10	MRS	42	loftfirðar	middle-sized, white	+	+	ekki	<i>S. thermophilus</i>

								framkvæmt	
86	395-10	MRS	42	loftfirrðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
87	395-10	MRS	42	loftfirrðar	small, white	+	+	-	<i>S. thermophilus</i>
88	395-10	MRS	42	loftfirrðar	middle-sized, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
89	395-10	MRS	42	loftfirrðar	small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
90	395-10	MRS	42	loftfirrðar	very small, white	+	+	ekki framkvæmt	<i>S. thermophilus</i>
91	395-10	MRS	42	loftfirrðar	very small, white	+	+	-	<i>S. thermophilus</i>
92	395-1	DRBC	18	loftháðar	big, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
93	395-1	DRBC	18	loftháðar	big, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
94	395-1	DRBC	18	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
95	395-1	DRBC	18	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
96	395-2	DRBC	30	loftháðar	small, pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
97	395-2	DRBC	30	loftháðar	big, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Kluyveromyces spp.</i>
98	395-2	DRBC	30	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>
99	395-2	DRBC	30	loftháðar	small, light pink	+	ekki framkvæmt	+	<i>Saccharomyces spp.</i>

Tafla V4. Meðaltöl skynmatsþátta fyrir skyr frá MS, KEA, Hólum og Næfurholti og p-gildi fyrir mun milli þeirra. L – lykt, U - útlit, B – bragð, A – áferð. Mismunandi bókstafir innan línu gefa til kynna marktækan mun.

skynmatsþáttur	MS	KEA	HOLAR	NAEFUR	p-gildi
<i>LYKT</i>					
mýsa	44 b	48	53 a	48	0,072
stingandi	16 b	18 b	35 a	33 a	0,000
gerjun	5 b	11 b	60 a	55 a	0,000
verkuð súr	27 b	30 b	41 a	41 a	0,001
sæt einkennandi	42 a	35 a	22 b	25 b	0,000
<i>ÚTLIT</i>					
glans	81 a	40 b	41 b	22 c	0,000
kornótt	7 b	31 a	38 a	38 a	0,000
litur	5 c	34 b	29 b	65 a	0,000
<i>BRAGÐ</i>					
súrt	46 b	43 b	78 a	75 a	0,000
mýsa	42 b	37 b	55 a	52 a	0,000
gerjun	5 b	13 b	65 a	64 a	0,000
verkað súrt	25 b	28 b	43 a	47 a	0,000
sætt einkennand	37 a	28 b	19 c	34 ab	0,000
beiskt	10 b	14	19 a	16	0,026
fúkki	0 b	4 b	11 a	10 a	0,000
<i>ÁFERÐ</i>					
kornótt	4 b	23 a	29 a	28 a	0,000
þykkt	26 c	65 ab	62 b	70 a	0,000
stamt	39 b	60 a	60 a	62 a	0,000

ms (marginal significance, $p = 0,05-0,10$); * ($p < 0,05$); ** ($p < 0,01$); *** ($p < 0,001$)