

Vinnsla og vörubrúun  
Processing and Product  
Development

Líftækni  
Biotechnology



Matvælaöryggi  
Food Safety



# Íslenskt bygg til matvælaframleiðslu

Ólafur Reykdal  
Jónatan Hermannsson  
Þórdís Anna Kristjánsdóttir  
Jón Óskar Jónsson  
Aðalheiður Ólafsdóttir  
Emilía Martinsdóttir  
Birgitta Vilhjálmsdóttir  
Jón Guðmundsson  
Guðmundur Mar Magnússon.

**Matvælaöryggi**

**Skýrsla Matís 40-08**  
Desember 2008

ISSN 1670-7192

# Íslenskt bygg til matvælaframleiðslu

## Skýrsla Matís nr. 40-08

Desember 2008

Ólafur Reykdal <sup>1)</sup>  
Jónatan Hermannsson <sup>2)</sup>  
Þórdís Anna Kristjánsdóttir <sup>2)</sup>  
Jón Óskar Jónsson <sup>1)</sup>  
Aðalheiður Ólafsdóttir <sup>1)</sup>  
Emilía Martindóttir <sup>1)</sup>  
Birgitta Vilhjálmsdóttir <sup>1)</sup>  
Jón Guðmundsson <sup>2)</sup>  
Guðmundur Mar Magnússon <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Matís ohf, Borgartún 21, 105 Reykjavík

<sup>2)</sup> Landbúnaðarháskóli Íslands, Hvanneyri, 311 Borgarnes

<sup>3)</sup> Ölgerðin Egill Skallagrímsson, Grjótháli 7-11, 110 Reykjavík





Titill / Title	<b>Íslenskt bygg til matvælaframleiðslu / Icelandic barley for food production</b>		
Höfundar / Authors	Ólafur Reykdal (ritstj./editor), Jónatan Hermannsson, Þórdís Anna Kristjánsdóttir, Jón Óskar Jónsson, Aðalheiður Ólafsdóttir, Emilía Martinsdóttir, Birgitta Vilhjálmisdóttir, Jón Guðmundsson, Guðmundur Mar Magnússon.		
Skýrsla / Report no.	40-08	Útgáfudagur / Date:	
Verknr. / project no.	3425-1771		
Styrktaraðilar / funding:	<i>Framleiðnisjóður landbúnaðarins / The Agricultural Productivity fund</i>		
Ágrip á íslensku:	<p>Verkefnið „Aukin verðmæti úr íslensku byggi“ var unnið á árunum 2006 til 2008 í samstarfi Matis ohf, Landbúnaðarháskóla Íslands, byggframleiðenda og matvælafyrirtækja. Gerðar voru mælingar á næringarefnum, aðskotaefnum og örverum í bygginu. Sérstaka athygli vöktu hollustuefnin beta-glúkanar en þeir eru vatnsleysanleg trefjaefni. Öryggi byggsins var fullnægjandi samkvæmt mælingum á örverum og aðskotaefnum. Prófanir á bökun byggbrauða fóru fram í fyrirtækjum og var sýnt fram á að íslenskt bygg hentar vel í bökunarvörur. Skynmat og neytendakönnun fór fram á byggbrauðum og sambærilegum brauðum án byggs. Byggbrauðin höfðu sín sérkenni og fengu almennt góða dóma. Framleitt var byggmalt og síðan var það notað sem hráefni í bjórgerð. Það tókst að framleiða bjór af fullnægjandi gæðum en helsta vandamálið við maltframleiðsluna var lágt spírunarhlutfall byggsins. Tekin voru saman drög að gæðakröfum fyrir íslenskt bygg til framleiðslu á bökunarvörum og byggmalti.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Íslenskt bygg – Næringargildi – Öryggi – Byggbrauð – Byggmalt - Bjór</i>		
Summary in English:	<p>The project “Increased value of Icelandic barley” was carried out during the years 2006 to 2008 in cooperation between Matis ohf, Agricultural University of Iceland, barley producers and food manufacturers. Nutrients, contaminants and microbes were measured in Icelandic barley. The water soluble dietary fiber, beta-glucan, was of special interest. The safety of Icelandic barley was sufficient according to measurements of contaminants and microbes. Barley was tested for bread baking and the result was that Icelandic barley can be used for bread making. Breads with and without barley were tested by sensory evaluation and consumer testing. Barley breads had special sensory properties and were well accepted. Malt was produced from Icelandic barley and used for production of beer. The beer was of good quality but the main problem with the malt production was low proportion of sprouting barley. Quality criteria were drafted for Icelandic barley for production of bakery products and malt.</p>		
English keywords:	<i>Icelandic barley – Nutrients – Safety – Barley bread – Malt - Beer</i>		

## **EFNISYFIRLIT**

<b>1. INNGANGUR.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ÖFLUN BYGGS TIL MATVÆLAFRAMLEIÐSLU.....</b>	<b>4</b>
<b>3. NÆRINGARGILDI OG ÖRYGGI ÍSLENSKS BYGGS .....</b>	<b>10</b>
<b>4. BYGGBRAUÐ – FRAMLEIÐSLA OG MAT Á GÆÐUM .....</b>	<b>29</b>
<b>5. SKYNMAT OG NEYTENDAKÖNNUN Á BYGGBRAUÐUM .....</b>	<b>41</b>
<b>6. MÖLTUN Á HEIMARÆKTUÐU BYGGI .....</b>	<b>65</b>
<b>7. BJÓR ÚR ÍSLENSKU BYGGMALTI.....</b>	<b>78</b>
<b>8. GÆÐAKRÖFUR FYRIR BYGG .....</b>	<b>80</b>
<b>9. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR.....</b>	<b>86</b>
<b>10. ÞAKKARORÐ.....</b>	<b>89</b>

## 1. INNGANGUR

Verkefnið „Aukin verðmæti úr íslensku byggi“ var unnið á árunum 2006 til 2008 í samstarfi Matís ohf, Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ), byggframleiðenda og matvælafyrirtækja. Í verkefninu var lagt mat á hollustu, öryggi og sérstöðu íslensks byggs. Vinnslueiginleikar byggsins voru kannaðir í samstarfi við fyrirtækin Ölgerðina Egil Skallagrímsson, Kornax, Mylluna, Brauðhúsið Grímsbæ og Reyni bakara. Verkefnið átti að leiða til þess að íslenskt bygg yrði nýtt til framleiðslu á fjölbreyttum og hollum matvælum. Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkti verkefnið. Ólafur Reykdal hjá Matís ohf var verkefnisstjóri.

Helstu verkþættir voru öflun sýna, efnamælingar, örverumælingar, tilraunir með bökun, tilraunir til maltframleiðslu, bjórgerð og samantekt á gæðakröfum.

### Sýni og mælingar

Byggsýna var aflað úr uppskeru árunna 2006 og 2007. Sýni voru úr langtímatilraun Landbúnaðarháskólans um byggyrki. Um var að ræða sex byggyrki frá fjórum stöðum á landinu. Seinna árið bættust við sýni af nöktu byggi (Nettó). Það yrki er nýtt, norskt og reyndist of seinþroska fyrir íslenskar aðstæður. Jónatan Hermannsson, Þórdís Kristjánsdóttir og Jón Guðmundsson sáu um sýnatöku og mat á þroska byggsins. Einnig voru fengin sýni frá þremur framleiðendum: Haraldi Magnússyni í Belgsholti í Melasveit, Ólafi Eggertssyni á Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum og Eymundi Magnússyni í Vallanesi á Fljótshéraði.

Mælingar voru gerðar á næringarefnum, aðskotaefnum og örverum í bygginu til að meta næringargildi þess og heilnæmi. Mælingar á vatni, próteinum, trefjaefnum og ösku gáfu yfirlit um meginefni í bygginu. Mælingar á vatni, próteinum og ösku fóru fram hjá Matís en heildarmagn trefjaefna var mælt hjá LUFA-ITL í Þýskalandi. Komið var upp mælingum á beta-glúkónum sem eru athyglisverð hollustuefni og sá Jón Óskar Jónsson hjá Matís um þann þátt. Mælingar voru gerðar á óæskilegum efnum: sveppaeitri (okratoxíni og fúmonisíni) og þungmálmunum kvikasilfri, kadmíni og blýi. Þungmálmar voru mældir hjá Matís en sveppaeitur hjá LUFA-ITL. Eftirtaldar örverugreiningar voru gerðar hjá Matís: Heildargerlafjöldi, myglusveppir, gersveppir, *Bacillus cereus*, kólígerlar, saurkólígerlar og *Clostridium perfringens*.

## **Bökun**

Á árinu 2006 voru bökunareiginleikar byggmjöls kannaðir hjá Kornaxi og tilraunir voru gerðar með gerbrauð og rúgbrauð með byggi hjá Myllunni. Við þetta unnu Bjartur Logi Finnsson hjá Kornaxi og Iðunn Geirsdóttir hjá Myllunni. Á árinu 2007 var tekið upp samstarf við tvö bakarí og tvær ólíkar tegundir brauða voru framleiddar með og án byggs fyrir skynmat. Sigfús Guðfinnsson hjá Brauðhúsinu í Grímsbæ framleiddi súrdeigsbrauð úr spelti með og án byggs. Reynir Þorleifsson hjá Reyni bakara í Kópavogi framleiddi hveitibrauð með og án byggs. Framleiðsla brauðanna tókst með ágætum og voru framleidd brauð með háu hlutfalli byggs (byggmjöl var allt að 50% af mjölinu). Í öll brauðin var notað afhýtt og malað bygg frá Eymundi Magnússyni í Vallanesi.

Brauðin voru tekin til skoðunar af þjálfuðum skynmatshópi hjá Mátis. Með skynmatinu fékkst mat á eiginleika brauðanna og það segir til um það í hverju munurinn milli brauðanna felst. Elísabet Ólafsdóttir hafði umsjón með skynmatinu.

## **Möltun og bruggun**

Prófanir á möltun íslensks bygg voru gerðar árið 2006. Jón Guðmundsson plöntulífeðlisfræðingur hjá LbhÍ sá um þá vinnu. Meginvandinn sem við var að glíma var lágt spírunarhlutfall fyrir íslenska byggið. Það tókst þó að framleiða fáein kg af byggmalti. Síðan sá Guðmundur Mar Magnússon, bruggmeistari Ölgerðarinnar Egils Skallagrímssonar, um að prófa maltið í bjórgerð. Gerjunin skilaði fullnægjandi bjór og því var næsta skref að prófa framleiðslu í verksmiðjuskala. Ítarlegar prófanir fóru aftur fram á möltuninni og á árinu 2008 var búið að framleiða 660 kg af byggmalti. Við framleiðsluna var notuð aðstaða LbhÍ á tilraunastöðinni að Korpu. Hjá Ölgerðinni voru síðan framleiddir 5.000 lítrar af bjór úr maltinu. Bjórgerðin heppnaðist í aðalatriðum vel og þótti bjórinn bragðgóður.

## **Gæðakröfur**

Lögð voru drög að gæðakröfum fyrir bygg sem ætlað er til matvælaíðnaðar. Kröfurnar eru mismunandi eftir því hvort um er að ræða bygg fyrir bökunariðnað eða maltgerð. Gæðakröfurnar þurfa að þróast áfram eftir að verkefninu lýkur og verða viðmiðun í viðskiptum með bygg.

## **Kynning**

Niðurstöður fyrsta árs verkefnisins voru teknar saman í skýrslu (Ólafur Reykdal o.fl. 2006). Verkefnið var kynnt á Fræðavingum landbúnaðarins 2007 (Ólafur Reykdal og Valur Gunnlaugsson 2007) og 2008 (Ólafur Reykdal o.fl. 2008). Í lok verkefnisins voru niðurstöður kynntar á málþingum á Keldnaholti 31. október og að Skógum 3. desember 2008.

## **Heimildir**

Ólafur Reykdal, Jónatan Hermannsson, Þórdís Kristjánsdóttir og Jón Guðmundsson, 2008. Íslenskt bygg til manneldis – Næringargildi og öryggi. Fræðaving landbúnaðarins 5: 478-482.

Ólafur Reykdal, Jónína Ragnarsdóttir, Jónatan Hermannsson, Þórdís Anna Kristjánsdóttir, Jón Guðmundsson, Jón Óskar Jónsson, Guðmundur Óli Hreggviðsson, Bjartur Logi Finnsson, Svava Liv Edgarsdóttir, Iðunn Geirsdóttir og Guðmundur Mar Magnússon, 2006. Bygg til manneldis. Forverkefni 2006. Matra 06:04.

Ólafur Reykdal og Valur Norðri Gunnlaugsson, 2007. Íslenskt grænmeti og bygg – Þróun afurða og hollusta. Fræðaving landbúnaðarins 4: 66-72.

## 2. ÖFLUN BYGGS TIL MATVÆLAFRAMLEIÐSLU

Jónatan Hermannsson og Þórdís Anna Kristjánsdóttir  
Landbúnaðarháskóla Íslands

Í þessum kafla er gerð grein fyrir því byggi sem notað var í verkefninu Aukin verðmæti úr íslensku byggi. Langtímatilraunir Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ) með samanburð á byggyrkjum voru nýttar til sýnatöku árin 2006 og 2007. Einnig voru fengin sýnishorn af byggi frá þremur framleiðendum.

### **Bygg**

Sýna var aflað úr langtímatilraunum Landbúnaðarháskólans (LbhÍ) með samanburð á byggyrkjum á eftirtöldum ræktunarstöðum árin 2006 og 2007.

- Möðruvöllum í Eyjafirði (mólendi)
- Vindheimum í Skagafirði (sandur)
- Korpu við Reykjavík (mýri)
- Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum (sandmýri)

Sex byggyrki voru í tilrauninni á öllum stöðunum, þrjú tvíraða og þrjú sexraða:

- Tiril (sexraða, fljótþroska)
- Lavrans (sexraða, fljótþroska)
- Lómur (sexraða, fljótþroska)
- Kría (tvíraða, fljótþroska)
- Barbro (tvíraða, seinþroska)
- Mitja (tvíraða, seinþroska)

Áburðargjöf var 90 kg N/ha nema á Vindheimum en þar var borið á 120 kg N/ha. Byggsýni úr tilraun LbhÍ eru fengin með því að blanda saman sýnum úr þremur endurtekningum



(reitung). Yrkin Tiril og Lavrans eru norsk að uppruna og gera samanburð við norskar rannsóknaniðurstöður mögulegar.

Árið 2007 voru tekin sýni af nöktu byggi (norska yrkinu Netto) sem þá var ræktað í fyrsta skipti á Íslandi. Hýði á nöktu byggi er svo laust að það fellur af í þreskivél. Uppskera af nöktu byggi mælist því minni en af öðru byggi þar sem hýðið fellur af áður en hægt er að vigta uppskeruna.

Norska yrkið Netto er of seinþroska til þess að hægt sé að mæla með því til ræktunar héraendis. Hjá LbhÍ er unnið að því að búa til fljótþroska, nakið bygg með því að víxla saman kínversku nöktu yrki annars vegar við Arve og og hins vegar við Skúm. Þær víxlanir lofa góðu, þannig að ræktun á nöktu byggi verður væntanlega raunverulegur valkostur á Íslandi innan fárra ára.

Til viðbótar voru fengin sýni frá þremur framleiðendum: Haraldi Magnússyni í Belgsholti í Melasveit (Kría), Ólafi Eggertssyni á Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum (Kría) og Eymundi Magnússyni í Vallanesi á Fljótshéraði (Tiril).

### **Uppskerumælingar**

Mælingar voru gerðar á eftirtöldum þáttum: rúmþyngd, þyngd þúsund korna og þurrefni við skurð. Þessar niðurstöður gefa gagnlegar upplýsingar um þroska byggsins. Þroskaeinkunn er reiknuð sem summa rúmþyngdar (g/100 ml), þúsundkornaþunga (g) og þurrefnis við skurð (%). Mælingar á rúmþyngd og þyngd þúsund korna eru gerðar á byggi eftir þurrkun. Sýnin eru þurrkuð í hitaskáp, í byrjun er hitinn 60–70 °C en lokahiti um 90 °C. Þurrktími er tveir dagar og þrjár nætur.

### **Niðurstöður**

Athygli vekur að þurrefni byggsins árið 2006 er langhæst á Þorvaldseyri og þroskaeinkunnin er einnig hæst fyrir bygg þaðan. Þurrefni í byggi frá hinum stöðunum er undir 55%.

Uppskera mæld í hkg þurrefnis á hektara var mjög breytileg í tilraun LbhÍ 2007. Hún var áberandi minnst á Vindheimum en aftur á móti mest á Korpu. Uppskera á Korpu og Þorvaldseyri var mun meiri árið 2007 en 2006.

Þurrefni (%) byggs við skurð var mest á Þorvaldseyri bæði árin. Það sama gildir um þroskaeinkunn. Í töflu 1 kemur fram að þurrefni nær að meðaltali 55% á Vindheimum, Korpu og Þorvaldseyri árið 2007. Árið 2006 var þessum mörkum aðeins náð á Þorvaldseyri. Talið er að bygg á akri hafi ekki náð fullum þroska fyrir en þurrefni er komið yfir 55%.

**Tafla 1. Mælingar á byggi úr tilraun Lbhí 2006.**

Staður	Yrki	Uppskera hkg þe./ha	Þúsund korn g	Rúmþyngd g/100 ml	Þurrefni við skurð, %	Þroska- einkunn
Möðruvellir	Tiril	75,7	35,7	61,7	54,3	152
	Lavrans	65,9	34,7	62,5	54,1	151
	Lómur	80,6	31,7	61,7	52,2	146
	Kría	65,8	41,7	69,7	54,5	166
	Barbro	60,3	42,3	66,1	49,6	158
	Mitja	60,1	40,3	66,9	50,8	158
	<b>Meðaltal</b>	<b>68,1</b>	<b>37,7</b>	<b>64,8</b>	<b>52,6</b>	<b>155</b>
Vindheimar	Tiril	53,0	30,3	58,3	53,8	142
	Lavrans	51,1	33,3	63,1	54,6	151
	Lómur	56,5	31,3	59,7	51,3	142
	Kría	52,6	36,0	66,7	53,6	156
	Barbro	41,3	38,3	62,8	47,7	149
	Mitja	46,1	35,3	60,0	48,3	143
	<b>Meðaltal</b>	<b>50,1</b>	<b>34,1</b>	<b>61,8</b>	<b>51,6</b>	<b>147</b>
Korpa	Tiril	27,3	30,9	55,5	50,1	136
	Lavrans	27,8	29,9	56,5	52,3	139
	Lómur	29,2	31,0	55,6	51,2	138
	Kría	31,2	31,4	61,8	49,8	143
	Barbro	27,3	30,2	55,8	43,3	129
	Mitja	26,0	24,5	52,9	42,3	120
	<b>Meðaltal</b>	<b>28,1</b>	<b>29,7</b>	<b>56,4</b>	<b>48,2</b>	<b>134</b>
Þorvaldseyri	Tiril	11,2	37,7	66,9	72,3	177
	Lavrans	10,5	43,8	69,2	75,0	188
	Lómur	30,0	35,2	63,1	73,2	172
	Kría	18,9	40,8	70,8	74,1	186
	Barbro	25,0	41,7	70,0	67,2	179
	Mitja	17,5	40,8	68,6	66,9	176
	<b>Meðaltal</b>	<b>18,9</b>	<b>40,0</b>	<b>68,1</b>	<b>71,5</b>	<b>180</b>

**Tafla 2. Mælingar á byggi úr tilraun Lbhí 2007.**

Staður	Yrki	Uppskera hkg þe./ha	Þúsund korn, g	Rúmþyngd, g/100 ml	Þurrefni við skurð, %	Þroska- einkunn
Möðruvellir	Tiril	65,4	35,0	59,0	51,4	145,4
	Lavrans	59,4	32,3	59,7	49,5	141,5
	Lómur	72,1	31,0	58,5	47,2	136,7
	Kría	56,0	40,0	65,8	49,4	155,2
	Barbro	55,2	40,7	61,1	44,7	146,5
	Mitja	50,8	34,0	60,0	45,3	139,3
	<b>Meðaltal</b>	<b>59,8</b>	<b>35,5</b>	<b>60,7</b>	<b>47,9</b>	<b>144,1</b>
Vindheimar	Tiril	25,3	32,0	58,9	61,4	152,3
	Lavrans	31,3	33,7	61,4	56,5	151,6
	Lómur	52,2	32,3	57,5	55,9	145,7
	Kría	40,1	41,0	66,7	54,1	161,8
	Barbro	36,8	41,0	63,6	50,9	155,5
	Mitja	35,4	38,0	65,3	49,9	153,2
	<b>Meðaltal</b>	<b>36,9</b>	<b>36,3</b>	<b>62,2</b>	<b>54,8</b>	<b>153,4</b>
Korpa	Tiril	65,6	33,5	59,2	57,4	150,1
	Lavrans	64,6	34,8	61,4	55,5	151,7
	Lómur	72,9	34,1	61,0	55,5	150,6
	Kría	68,7	39,4	68,3	57,6	165,3
	Barbro	68,4	45,6	68,9	54,8	169,3
	Mitja	71,0	44,4	68,0	54,0	166,4
	<b>Meðaltal</b>	<b>68,5</b>	<b>38,6</b>	<b>64,5</b>	<b>55,8</b>	<b>158,9</b>
Þorvaldseyri	Tiril	57,3	36,7	61,1	63,1	160,9
	Lavrans	53,3	38,7	60,6	63,0	162,3
	Lómur	71,6	36,3	61,7	60,8	158,8
	Kría	63,3	42,7	67,8	62,1	172,6
	Barbro	60,8	48,0	65,3	57,5	170,8
	Mitja	57,7	44,0	66,7	57,7	168,4
	<b>Meðaltal</b>	<b>60,7</b>	<b>41,1</b>	<b>63,9</b>	<b>60,7</b>	<b>165,6</b>

**Tafla 3. Mælingar á sýnum af nöktu byggi úr tilraun LbhÍ 2007.**

Staður <sup>*)</sup>	Yrki	Uppskera hkg þe./ha	Þúsund korn, g	Rúmþyngd g/100 ml	Þurrefni við skurð, %	Þroska- einkunn
Möðruvellir	Netto	47,8	30,7	46,9	44,9	122,5
Vindheimar	Netto	29,9	30,7	50,8	46,6	128,1
Þorvaldseyri	Netto	47,8	34,7	73,9	61,2	169,8
	<b>Meðaltal</b>	<b>41,8</b>	<b>32,0</b>	<b>57,2</b>	<b>50,9</b>	<b>140,1</b>

<sup>\*)</sup> Á Korpu voru ekki gerðar mælingar á Netto þar sem það var ræktað á sérstökum stað en ekki í tilrauninni.

**Tafla 4. Mælingar á byggsýnum frá bændum 2006.**

Staður	Yrki	Þúsund korn, g	Rúmþyngd g/100 ml	Þurrefni við skurð, %	Þroska- einkunn
Belgsholt	Kría	34	65	- <sup>*)</sup>	
	Skegla / Kría	37	67		
	Kría (notuð í möltun)	35	62		
	Hrútur	35	60		
Þorvaldseyri	Kría	40	70	65,9	176
Vallanes	Tiril	37	69	76,5	183

<sup>\*)</sup> Ferskt sýni hafði beðið of lengi og þornað.

### 3. NÆRINGARGILDI OG ÖRYGGI ÍSLENSKS BYGGIS

Ólafur Reykdal<sup>1</sup>, Jón Óskar Jónsson<sup>1</sup> og Þórdís Anna Kristjánsdóttir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mátis ohf, <sup>2</sup>Landbúnaðarháskóla Íslands

#### 3.1 Inngangur

Áhugi á byggi til matvælaframleiðslu hefur farið vaxandi vegna hollustuþátta sem eru í bygginu. Það er auðugt af trefjaefnum og vatnsleysanlegu trefjaefnin (einkum beta-glúkókanar) vekja sérstaka athygli. Beta-glúkókanar geta lækkað blóðkólesteról og dregið úr sveiflum á blóðsykri (Pins & Kaur 2006). Mun meira er af beta-glúkókönum í byggi en hveiti. Afurðir úr höfrum hafa sterka hollustuímynd, einkum vegna leysanlegra trefjaefna eins og beta-glúkókana. Hollustuímynd byggafurða ætti ekki að vera síðri enda er magn trefjaefnanna svipað í byggi og höfrum.

Í Bandaríkjunum eru nú leyfðar heilsufullyrðingar um beta-glúkókana. Byggt er á því að dagsneysla nái 3 g af beta-glúkókönum úr viðkomandi vöru og magnið í skammti nái 0,75 grömmum (Duss & Nyberg 2004). Leyfð fullyrðing er á þennan veg: Leysanleg trefjaefni úr matvælum svo sem hýði úr höfrum, sem hluti af fæði með litlu af mettaðri fitu og kólesteróli, getur dregið úr hættu á hjarta- og æðasjúkdómum.

Í byggi er hátt hlutfall flókinna kolvetna (sterkju) og trefjaefna í samræmi við næringar ráðleggingar. Í vel þroskuðu byggi er sterkja 55-60 g/100g. Bygg er auðugt af ýmsum bætiefnum, nefna má steinefni eins og kalíum og vítamín eins og þíamín.

Nú er talið að korn eins og bygg innihaldi meira af andoxunarefnum en áður var talið (Holtekjølén o.fl. 2008). Í byggi eru andoxunarefnin einkum flavanol og tókóferól. Hugsanlegt er að þessi andoxunarefni skipti máli fyrir heilsu fólks.

Öryggi byggs til manneldis ræðst einkum af þeim örverum og aðskotaefnum sem kunna að vera á og í bygginu. Með öryggi (e. food safety) er átt við að byggið sé öruggt fyrir neytendur út frá heilsufarssjónarmiði. Nægilegt fæðuframboð (e. food security) er hins vegar það að næg matvæli til að fullnægja næringarþörfum fólks séu aðgengileg.

Örverur berast á korn úr jarðvegi og eftir ýmsum leiðum við skurð og meðhöndlun. Margar tegundir gerla geta verið til staðar og þarf sérstaklega að huga að grómyndandi gerlum og kóligerlum. Venjulega skipta gerlar á korni litlu máli þar sem þeir ná ekki að fjölga sér, enda er vatnsvirknin orðin lág í korni sem hefur þornað á akri eða hefur verið þurrkað. Það þarf þó að hafa í huga að sumir gerlar og hitapólin gró geta lifað af geymslu og mjölvinnslu. *Bacillus subtilis* og *Bacillus licheniformis* eru skaðlegir gerlar í mjöli. Gró þeirra geta lifað af venjulega bökun og ef gerlarnir ná sér á strik í brauðvörum verða þær klístraðar, brúnleitar og illa lyktandi (enska: rOPY bread).

Myglusveppir geta verið á byggi við skurð. Ef byggið skaddast við skurð og þreskingu getur opnast leið fyrir sveppina inn í byggkornin. Myglan getur síðan breiðst út. Það er sérstaklega hættu á því að byggið skaddist ef það er mjög rakt við skurð. Þegar vatnsinnihaldið í korni er komið niður í 13% deyja þessir sveppir smám saman út. Myglusveppir eru venjulega þær örverur sem valda mestum skaða í korni ef vatnsinnihald þess er hærra en 13% vegna ófullnægjandi þurrkunar eða raka í geymslu (National Research Council 1985).

Sveppaeitur geta myndast í sumum tegundum myglusveppa. Þessi efni geta verið skaðleg heilsu bæði manna og dýra. Sveppaeitur eru fjölmörg og hafa mismunandi áhrif, sum eru öflugir krabbameinsvaldar, önnur skemma nýru og enn önnur valda vanþrifum hjá dýrum. Aflatoxín eru þekktustu sveppaeiturefnin. Ætla má að þau myndist ekki á kornakri hér á landi vegna hins lága umhverfishita. Aflatoxín gætu þó myndast í fôðurgeymslum ef hiti er nægur og raki kemst í fôður þannig að mygla nái sér á strik. Innflutt fôður getur hæglega verið mengað með aflatoxínum. Gera má ráð fyrir að innlendur landbúnaður hafi visst forskot varðandi sveppaeitur í plöntuafurðum. Sveppaeiturefnið okratoxín A getur aftur á móti myndast við þann umhverfishita sem er hér á landi.

Korn og mjöl er sjaldan uppspretta matarsýkinga / matarsjúkdóma. Það er þó hugsanlegt ef varan mengast með sjúkdómsvaldandi gerlum eins og *Salmonella*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* eða *Clostridium botulinum* úr jarðvegi eða eftir öðrum leiðum.

Hér á landi er mjög lítið notað af varnarefnum í byggrækt enda er hér lítið af sjúkdómum sem leggjast á byggið. Augnblettur er eini landlægi sjúkdómurinn í byggi hérlendis en honum veldur sníkjusveppur sem ber heitið *Rhynchosporium secalis*. Helstu varnarráðin gegn augnflekk eru sáðskipti og úðun með sveppaeyðum. Notkun sveppaeyða er þó takmörkuð hér á landi enda hafa íslensku byggyrkin til að bera almennt sveppaþol (Jónatan Hermannsson 2004). Erlendis er talsvert um notkun varnarefna í byggrækt. Styrkur þungmálma eins og kadmíns, blýs og kvikasilfurs er yfirleitt lágur í íslenskum landbúnaðarafurðum og því ætti það sama að gilda um bygg.

### 3.2 Efni og aðferðir

#### **Bygg**

Þurrkun. Bygg úr tilraunum LbhÍ var þurrkað við stofuhita (ekki yfir 25 °C) í þurrkstíum á tilraunastöðinni við Korpu. Í Belgsholti var bygg þurrkað með heitum loftblæstri og var hita haldið um og undir 45 °C. Á Þorvaldseyri var notað upphitað loft við 30–40 °C til að þurrka byggið. Í Vallanesi er byggið einnig þurrkað í heitu lofti. Til að kornið verði geymsluhæft þarf að ná vatnsinnihaldinu að minnsta kosti niður í 15%. Að þurrkun lokinni voru sýnin möluð eða sett í geymslu til síðari nota.

Mölun. Um tvenns konar mölun var að ræða á þurrkuðum byggsýnum. Annars vegar voru byggsýni möluð með öllu hýðinu (heilmölun). Landbúnaðarháskólinn sá um þennan þátt og voru sýnin send til Hvanneyrar til mölunar. Notuð var kvörn af Cyclon gerð með rasp (1 mm sigti). Hluti sumra sýna var afhýddur og síðan malaður og annaðist Eymundur Magnússon í Vallanesi (Móðir jörð) það verk. Í Vallanesi var notuð steinkvörn sem fjarlægir hismið og skilar slípuðu byggi (bankabyggi) sem síðan er malað. Hýði sem gekk af við þessa meðferð var um 16% af heildarþyngd byggsins. Hýðið var ekki allt fjarlægt og sitja innstu hýðislögin áfram á korninu. Nauðsynlegt var að endurmala sýni sem fóru til mælinga á beta-glúkónum til að fá finna mjöl. Þetta átti bæði við sýni af heilmöluðu og afhýddu byggi.



## **Efnamælingar**

Vatnsinnihald var mælt hjá Matís með þurrkun sýnis við  $103 \pm 2$  °C í 4 klst. Mælingarnar voru samkvæmt ISO6496 (1999). Prótein. Köfnunarefni var mælt hjá Matís með Kjeldahl aðferð. Mælingarnar voru gerðar í hálfsjálfvirkum búnaði (Kjeltec). Prótein var reiknað með því að margfalda niðurstöðu fyrir köfnunarefni með 5,83. Aska var fundin eftir brennslu sýnis við 550 °C í 4 klst. Mælingarnar voru gerðar hjá Matís. Heildarmagn trefjaefna var mælt hjá LUFA-ITL í Þýskalandi með AOAC aðferð. Fita var mæld hjá LUFA-ITL í Þýskalandi með aðferð sem nær allri fitunni úr korni. Fitan var dregin yfir í hexan. Snefilefnin selen, kvikasilfur, kadmín og blý voru mæld með ICP massagreini hjá Matís. Sveppaeiturefnin okratoxín A, fúmonisín B1 og fúmonisín B2 voru mæld með vökvagreiningu (HPLC) hjá LUFA-ITL í Þýskalandi. Skimað var fyrir aflatoxínum í byggsýnum með hvarflausnum og aðferð frá Raisio Diagnostics (Transia Plate Total Aflatoxins). Þessi vinna fór fram hjá Matís. Með aðferðinni er hægt að greina hvort aflatoxín B1, B2, G1 og G2 eru til staðar. Byggmjölið var mulið frekar niður, aflatoxín voru síðan dregin út með metanóli og loks var vökvinn síaður. Mælingin byggist á ELISA (Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay) aðferð.

Beta-glúkanar voru mældir hjá Matís. Hvarflausnir til mælinga á beta-glúkönunum voru frá Megazyme (mixed-linkage beta-glucan, K-BGLU 04/06). Aðferðin var frá Megazyme (Aðferð fyrir bygg, EBC aðferð 3.11.1, <http://secure.megazyme.com/downloads/en/data/K-BGLU.pdf>).

Framkvæmdin var eftirfarandi:

1.  $500 \pm 10$  mg af sýni vigtað í 50 mL rauðtappaglas frá Sarstedt (62.547.254), leyst upp í 1mL af 50% (v/v) etanól.
2. 5 mL af 20 mM NaHPO<sub>4</sub> pH 6,5, sýni gert einsleitt með því að hræra á vortexi.
3. Sett í sjóðandi vatnsbað og sýni soðið í 5 mín., sýnið var vortexað eftir 2 mín. í sjóðandi vatnsbaði til þess að hindra klumpamyndun.
4. Sýnið sett í 40 °C vatnsbað og hitastigi leyft að jafna sig eftir suðuna.
5. 200µL af 50 U/mL Lichenase [sértækur, endo-(1,3)(1,4)-b-glukan 4-glucanohydrolase] sýni haft 1 klst við 40 °C, glös hrist með 15 mín. millibili.
6. Hvarfið stöðvað með því að bæta eimuðu vatni út í þannig að lokarúmmál var 30 mL

7. Óleysanlegt hrat var spunnið frá í bucket rótor TS-5.1-500 frá Bekkman Coulter TJ-25 skilvindu 10 mín. við 1.000g og 4 °C.
8. 100 µL af hverju sýni voru teknir og settir í þrjú 15 mL rauðtapaglös frá Sarstedt (62.554.502).
9. 100 µL af 2U/mL af β-glúkanasa var settur í 2 glös. Í þriðja glasið þá var sett 100 µL af 50 mM CH<sub>3</sub>COONa pH 4,0 sem var notaður sem blankur. Einnig var sett í 2 glös 100 µL af 1mg/mL glúkósa frá megazyme, notaður til þess að reikna út F þáttinn, sjá jöfnu hér að neðan.
10. Glösin voru hituð í 15 mín. við 40 °C. Eftir þann tíma var 3 mL af GOPOD (glúkósa oxidasa ásamt peroxidasa með 4-aminoantipyírín í kalíum fosfat böffer pH 7,4 og p-hydroxybensósýru) bætt út í hvarfið og lausnin hituð áfram í 20 mín. við 40 °C.
11. Þá var liturinn mældur við 510 nm í ljósmæli frá Novaspec II, 1mL mældur og niðurstöður skráðar.
12. Glúkanar (%) voru reiknaðir samkvæmt eftirfarandi aðferð:

$$\beta - \text{glucan}\% \left( \frac{W}{W} \right) = \Delta A * F * 300 * \frac{1}{1000} * \frac{100}{W} * \frac{162}{180}$$

$$\beta - \text{glucan}\% \left( \frac{W}{W} \right) = \Delta A * \left( \frac{F}{W} \right) * 27$$

Skýringar:

dA	Gleypni eftir beta-glúkanasa meðhöndlun mínus blankur
F	Þáttur til þess að umbreyta gleypni yfir í µg glúkósa
300	Rúmmálsleiðrétting þ.e. 100 µL teknir af 30 mL
1/1000	Breyting úr µg í mg
100/W	Þáttur sem lýsir beta-glúkönum sem prósentu af þurrvigti
W	Reiknað gildi á þurrvigti sýnis í mg.
162/180	Þáttur til þess að breyta úr D-glúkósa, sem er greindur, í anhydro-D-glúkósa sem finnst í beta-glúkönunum.

Samanburðarmælingar á beta-glúkönunum í Hollandi voru gerðar samkvæmt AOAC 995-16. Aðferðin er litmæling á glúkósa eftir sérhæft niðurbrot með ensímunum þar sem 1,3:1,4-β-D-glúkan er breytt í glúkósa.

### Örverugreiningar

Gerlafjöldi var ákvarðaður við 30 °C samkvæmt ÖMA 3 lýsingu hjá Matís. Aðferðin ákvarðar fjölda loftháðra örvera í matvælum og mjólk. Aðferðin byggist á FDA-aðferð frá

janúar 2001, kafla 2 og NMKL-aðferð nr. 86, 4. útg. 2006 og NMKL-aðferð nr 74, 3. útg. 2000. Myglusveppir og gersveppir voru ákvarðaðir samkvæmt ÖMA 9 lýsingu Matis (Compendium 4. útg. 2001 kafla 20, NMKL 98, 4. útg. 2005, FDA, 2001, kafla 3). Aðferðin er notuð til ákvörðunar á myglu- og gersveppum í matvælum og fóðri. Bacillus cereus var ákvarðaður samkvæmt ÖMA 7 lýsingu Matis (NMKL 67, 5. útg. 2003). Aðferðin er notuð við rannsókn á Bacillus cereus í matvælum. Kóligerlar og saurkóligerlar voru ákvarðaðir samkvæmt ÖMA 2 lýsingu Matis (NMKL 96, 3. útg. 2003). Aðferðin er notuð til greiningar á kóligerlum, saurkóligerlum og E.coli við hefðbundna rannsókn á hráum matvælum. Clostridium perfringens var ákvarðaður samkvæmt ÖS 4 lýsingu Matis (NMKL 95, 4. útg. 2006). Aðferðin er notuð til ákvörðunar á fjölda Clostridium perfringens í matvælum.

#### *Tölfræðigreining*

Tölfræðigreining var gerð með Genstat forritinu á niðurstöðum fyrir bygg úr tilraunum LbhÍ.

### **3.3 Niðurstöður**

#### **Næringarefni**

Heilt bygg. Í töflum 1 og 2 eru niðurstöður mælinga á meginefnum í heilu byggi. Prótein, aska, vatn og beta-glúkanar var mælt í 48 sýnum úr tilraunum LbhÍ og 6 sýnum frá bændum (Belgsholti, Þorvaldseyri og Vallanesi). Heildarmagn trefjaefna var mælt í tæplega helmingi sýna. Fita var aðeins mæld í safnsýnum enda er magn hennar lítið í byggi (tafla 6). Sterkja var reiknuð sem mismunur.

Ætla má að íslenskt bygg sé yfirleitt minna þroskað en bygg frá löndum með hlýrra loftslag. Öll yrkin á hverjum stað í tilraun LbhÍ voru skorin á sama tíma. Þroski þeirra var því óhjákvæmilega misjafn. Þetta á ekki við um kornið frá bændum, þeir leitast við að skera byggið þegar það hefur náð hámarksþroska. Almennt má líta svo á að hlutfall próteins í korni lækki með auknum þroska. Á síðustu stigum þroskans er sterkjan hins vegar að aukast. Þegar lítið er á niðurstöðurnar í töflum 1 og 2 sést að meginefni í öllum sýnunum eru innan eðlilegra marka. Íslenska byggið skilaði alltaf beta-glúkönnum sem voru nálægt 2% í heilu

byggj. Sterkjan í þessum sýnum var lægst 54% en hæst 61%. Niðurstöður sem birtar eru í þessari skýrslu eru fyrir votvigt en vatn í sýnunum var 8-10%.

Beta-glúkanar eru vatnsleysanleg trefjaefni. Í heila bygginu eru þeir 9-19% af heildarmagni trefjaefna. Styrkur beta-glúkana er að meðaltali 2,6% (1,8-3,5%) í heilu byggj. Í töflu 7 eru niðurstöður samanburðarmælinga í Hollandi á beta-glúkönunum í þremur íslenskum sýnum. Þessar mælingar voru gerðar til að kanna áreiðanleika íslensku mælinganna og má segja að samræmi sé gott.

Við uppgjör á niðurstöðum úr tilraunum LbhÍ er litið á hvern ræktunarstað og hvort ár sem afmarkaða tilraun. Tilraunir voru því alls 8, þar sem 6 yrki voru ræktuð á fjórum stöðum í tvö ár. Þrjár tilraunir skáru sig úr: Korpa 2006 (lítill þroski), Þorvaldseyri 2006 (lítill uppskera vegna hvassviðris) og Möðruvellir 2007 (lítill þroski). Veðurfar var ólíkt árin 2006 og 2007. Sumarið 2006 var kalt og votviðrasamt framanaf á Suðurlandi, en hlýtt undir lokin. Það veðurfar virtist henta korni illa og kemur það fram í uppskerutölum frá Korpu. Sumarið 2006 var hins vegar mjög gott norðanlands. Sumarið 2007 var afar þurr frá sáningu og fram yfir miðjan ágúst. Tilraunir á sandi voru þá orðnar skemmdar af þurrki og má sjá þess merki í uppskerutölum frá Vindheimum. Þetta sumar var hlýtt sunnanlands, en svalara nyrðra og kemur það fram í þroskatölum frá Möðruvöllum.

Ekki skipti máli hvort uppgjör var gert á niðurstöðum sem byggðust á þurrvigt eða votvigt og eru allar niðurstöður því byggðar á votvigt. Þegar allar tilraunirnar 8 eru gerðar upp saman, þá kemur fram samspil í flestum breytum, bæði milli staða og yrkja og staða og ára. Það skýrist að mestu af mismunandi árferði og að yrkin eru misfljót til þroska. Yrkjamunur er í próteini bæði árin og í glúkönunum árið 2007. Staðmunur er í flestum mælistærðum sem skýrist fyrst og fremst af veðurfari. Í töflum 1a og 2a fylgir yfirlit yfir staðalskekkju meðaltals yrkja og staða og p-gildi úr ferveikagreiningum fyrir hvort ræktunarár.

Eðlilegt er að bera niðurstöður fyrir íslenskt bygg saman við bygg sem hefur verið ræktað í Noregi. Í rannsókn á ýmsum byggrykjum sem voru ræktuð í Noregi var prótein í heilu byggj að meðaltali 9,6 g/100g, umreiknað fyrir votvigt og próteinstuðul 5,83 (Holtekjølén o.fl. 2006). Prótein í íslenska heila bygginu var að jafnaði herra en munurinn er alls ekki mikill.

Þetta er í samræmi við það að bygg nái heldur minni þroska á Íslandi en í Noregi. Beta-glúkanar mældust á bilinu 2,2 – 4,5 g/100g í bygginu sem var ræktað í Noregi en fyrir þau yrki sem voru norsk að uppruna voru glúkanar að jafnaði undir 3,6 g/100g (reiknað fyrir bygg með 10% raka). Af þessu virðist mega ráða að heldur meira sé af beta-glúkönnum í byggi sem ræktað er í Noregi en á Íslandi. Í rannsókn Anker-Nilssen o.fl. (2008) kom í ljós að styrkur beta-glúkana vex með hækkandi umhverfishita meðan byggið er að þroskast. Styrkur beta-glúkana er einnig háður yrkjum. Þetta er í fullu samræmi við það að heldur minna sé af beta-glúkönnum í íslensku byggi en norsku.

Næringarefnainnihald er nátengt þroska kornsins við skurð. Þurrefnishlutfall og þúsundkornabungi eru einfaldir mælikvarðar á þroska korns og því áhugavert að skoða fylgni þeirra við næringarefni í korninu. Fylgni byggð á öllum 8 tilraununum (n=48) er eftirfarandi:

	Aska	Glúkanar	Prótein	Sterkja	Trefjar	Vatn
Þurrefni, %	-0,442***	0,299**	-0,442***	0,346**	0,349**	0,061
Þús. korn, g	-0,452***	0,489***	-0,158	0,161	0,214	-0,007

\*\* p<0,01 \*\*\* p<0,001

Afhýtt bygg. Í töflu 3 koma fram niðurstöður fyrir bygg sem búið er að afhýða. Aðeins bygg frá bændum og bygg úr tilraun LbhÍ á Möðruvöllum var afhýtt. Um 16% af þyngd byggsins var fjarlægt við afhýðinguna þannig talsvert af hýðinu er fjarlægt en einnig getur lítið eitt tapast af öðrum hlutum kornsins.

Heildarmagn trefjaefna mældist að jafnaði á bilinu 17-18 g/100g í heilu byggi en í afhýdda bygginu hefur hlutfallið lækkað í 10 g/100g. Það er því greinilega nokkuð eftir af innri hýðislögunum eftir afhýðinguna. Yfirleitt hækkar hlutfall beta-glúkana við afhýðingu og því er ljóst að þessi efni eru að mestu í mjólvanum sjálfum. Í afhýdda bygginu eru beta-glúkanar yfirleitt á bilinu 2-3 g/100g. Hlutfall beta-glúkana er 16-44% af trefjaefnunum. Askan lækkar greinilega við afhýðinguna og því tapast talsvert af steinefnum með hýðinu.

Afhýtt bygg er hráefni fyrir bökunariðnað. Þetta er athyglisvert hráefni með 10 g/100g trefjaefni, þar af 2-3 g/100g beta-glúkana. Fyrir bökunariðnað er magn beta-glúkana umtalsvert, sérstaklega í ljósi þess að þeir voru ekki í mælanlegu magni í sýni af bökunarhveiti. Samsetning á fáeinum sýnum af byggi og hveiti er borin saman í töflu 5. Sterkja í afhýddu byggi var alltaf yfir 60 g/100g, sterkja í afhýddu byggi frá bændum var um 64 g/100g. Í hvítu hveiti er sterkjan um 68 g/100g.

Nakið bygg. Í töflu 4 koma fram niðurstöður mælinga á nöktu byggi. Ystu hýðislögin falla af nöktu byggi við þreskingu og sýnin voru því möluð án frekari afhýðingar. Efnainnihald reyndist í aðalatriðum svipað og fyrir afhýtt bygg. Búist var við hærri styrk beta-glúkana en mælingarnar sýndu, en hafa verður í huga að um fyrstu tilraunina til að rækta nakið bygg á Íslandi er að ræða. Beta-glúkanar reyndust á bilinu 1,7-4,2 g/100g í nakta bygginu en norskar rannsóknir hafa gefið 3-7 g/100g beta-glúkana fyrir votvigt (Holtekjølen o.fl. 2006). Prótein var einnig heldur meira í nöktu byggi ræktuðu í Noregi.

Selen. Í töflu 8 koma fram niðurstöður selenmælinga á 13 sýnum af byggi. Styrkur selens er mjög breytilegur eftir ræktunarstað en nokkuð gott samræmi er milli ára. Hugsanlegt er að selen í áburði skýri muninn að einhverju leyti, t.d. var notaður selenbættur áburður við byggræktun bóndans á Þorvaldseyri 2007.

**Tafla 1. Niðurstöður mælinga á heilu byggi úr tilraunum LbhÍ og frá bændum 2006.**

Staður	Ár	Yrki	Prótein N*5,83 g/100g	Aska g/100g	Vatn g/100g	Glúkanar g/100g	Trefjaefni g/100g	Sterkja <sup>*)</sup> g/100g
Möðruvellir	2006	Tiril	10,4	2,6	8,5	2,66	18,0	58,1
		Lavrans	11,2	2,7	7,4	2,80	18,1	58,2
		Lómur	10,0	2,5	9,0	2,93	18,7	57,3
		Kría	12,5	2,6	7,5	2,63	19,1	55,9
		Barbro	10,7	2,5	7,9	2,82	19,1	57,4
		Mitja	9,0	2,4	8,0	2,77	17,4	60,7
		Meðaltal	10,6	2,6	8,1	2,76	18,4	57,9
Vindheimar	2006	Tiril	10,4	2,8	8,8	2,70		57,6
		Lavrans	10,6	2,6	8,7	2,04		57,6
		Lómur	9,4	2,5	8,2	2,35		59,4
		Kría	11,0	2,4	8,9	2,29		57,3
		Barbro	10,9	2,5	8,6	2,43		57,6
		Mitja	9,0	2,4	8,9	2,30		59,2
		Meðaltal	10,2	2,5	8,7	2,35		58,1
Korpa	2006	Tiril	11,8	3,1	9,0	2,31		55,7
		Lavrans	11,9	2,6	9,1	2,64		55,9
		Lómur	12,6	2,5	9,1	2,42		55,4
		Kría	13,2	2,5	9,4	2,49		54,4
		Barbro	10,9	2,9	8,8	2,16		57,0
		Mitja	10,3	2,8	9,2	2,26		57,3
		Meðaltal	11,8	2,7	9,1	2,38		56,0
Þorvaldseyri	2006	Tiril	8,1	2,4	9,3	2,73		59,3
		Lavrans	8,8	2,3	9,3	2,93		58,7
		Lómur	8,0	2,3	9,4	1,79		58,9
		Kría	8,5	2,3	9,2	2,50		59,7
		Barbro	7,6	2,3	9,3	2,55		60,0
		Mitja	7,5	2,2	9,4	2,89		60,8
		Meðaltal	8,1	2,3	9,3	2,56		59,6
Tilraun LbhÍ	2006	Meðaltal	10,2	2,5	8,8	2,52		57,9
Belgsholt	2006	Kría	14,2	2,5	9,0	2,40		54,4
Þorvaldseyri	2006	Kría	7,5	2,3	9,3	2,76		59,7
Vallanes	2006	Tiril	10,1	2,4	10,4	2,98		53,8
		Meðaltal	10,6	2,4	9,6	2,73		56,0

<sup>\*)</sup> Sterkja = 100 – Vatn – Prótein – Aska – Fita – Trefjaefni.

Við útreikningana er notað gildið 2,43 g/100g fyrir fitu, það er tekið úr töflu 6 fyrir heilmalað bygg. Fyrir trefjaefni í byggi frá Vindheimum og Korpu er notað gildið 18,0 g/100g en í öðrum tilfellum eru notaðar mæliniðurstöður fyrir trefjaefni frá viðkomandi stöðum árið 2007.

**Tafla 1a. Staðalskekkja mismunar og p-gildi (e.m. = ekki marktækt) þegar annars vegar eru borin saman yrki og hins vegar staðir árið 2006.**

		Prótein	Aska	Vatn	Gúkanar	Trefjar	Sterkja
Yrki	Staðalsk. mism.	0,415	0,091	0,264	0,196	0,271	0,577
	p-gildi	0,001	0,056	e.m.	e.m.	e.m.	0,008
Staðir	Staðalsk. mism.	0,339	0,075	0,215	0,160	0,221	0,471
	p-gildi	<0,001	<0,001	<0,001	0,069	e.m.	<0,001

**Tafla 2. Niðurstöður mælinga á heilu byggi úr tilraunum LbhÍ og frá bændum 2007.**

Staður	Ár	Yrki	Prótein N*5,83 g/100g	Aska g/100g	Vatn g/100g	Glúkanar g/100g	Trefjaefni g/100g	Sterkja <sup>*)</sup> g/100g
Möðruvellir	2007	Tiril	10,3	2,71	10,1	1,95	17,8	56,7
		Lavrans	10,4	2,66	9,7	2,13	17,4	57,4
		Lómur	9,9	2,51	10,3	1,55	17,9	56,9
		Kría	11,8	2,53	10,2	1,94	17,2	55,9
		Barbro	10,8	2,63	10,2	1,89	18,6	55,3
		Mitja	9,4	2,57	10,1	2,09	17,1	58,3
		Meðaltal	10,4	2,60	10,1	1,92	17,7	56,8
Vindheimar	2007	Tiril	9,9	2,25	10,1	2,17		57,3
		Lavrans	10,2	2,30	10,1	2,51		57,0
		Lómur	9,8	2,21	9,4	2,10		58,2
		Kría	11,8	2,25	10,4	2,53		55,2
		Barbro	11,4	2,16	9,6	2,68		56,4
		Mitja	10,7	2,20	10,3	2,75		56,3
		Meðaltal	10,6	2,23	10,0	2,46		56,7
Korpa	2007	Tiril	8,2	1,97	10,3	2,51		59,1
		Lavrans	8,9	1,83	10,5	3,03		58,4
		Lómur	10,1	2,09	10,4	2,80		57,0
		Kría	10,2	1,98	9,0	3,11		58,4
		Barbro	9,0	2,10	10,6	3,24		57,8
		Mitja	7,5	2,10	9,7	3,46		60,3
		Meðaltal	9,0	2,01	10,1	3,02		58,5
Þorvaldseyri	2007	Tiril	10,3	2,37	10,2	2,82	18,5	56,2
		Lavrans	11,5	2,34	9,9	3,22	18,5	55,4
		Lómur	11,8	2,22	9,2	2,99	18,9	55,4
		Kría	12,0	2,28	9,6	2,61	17,9	55,7
		Barbro	11,5	2,33	8,4	3,15	18,5	56,9
		Mitja	10,8	2,19	9,8	3,36	17,7	57,0
		Meðaltal	11,3	2,29	9,5	3,02	18,3	56,1
Tilraun LbhÍ	2007	Meðaltal	10,3	2,28	9,9	2,61	18,0	57,0
Belgsholt	2007	Kría	13,2	2,24	8,9	2,53	17,5	55,7
Þorvaldseyri	2007	Kría	11,1	2,04	7,1	4,21	18,8	58,5
Vallanes	2007	Tiril	10,4	2,74	9,9	1,51	20,9	53,7
		Meðaltal	11,6	2,34	8,6	2,75	19,1	56,0

<sup>\*)</sup> Sterkja = 100 – Vatn – Prótein – Aska – Fita – Trefjaefni.

Við útreikningana er notað gildið 2,43 g/100g fyrir fitu, það er tekið úr 6. töflu fyrir heilmalað bygg. Fyrir trefjaefni í byggi frá Vindheimum og Korpu er notað gildið 18,0 g/100g (meðaltal fyrir trefjaefni í byggi frá Möðruvöllum og Þorvaldseyri).

**Tafla 2a. Staðalskekkja mismunar og p-gildi (e.m. = ekki marktækt) þegar annars vegar eru borin saman yrki og hins vegar staðir árið 2007.**

		Prótein	Aska	Vatn	Gúkanar	Trefjar	Sterkja
Yrki	Staðalsk. mism.	0,408	0,061	0,390	0,129	0,227	0,658
	p-gildi	0,004	e.m.	e.m.	0,003	e.m.	e.m.
Staðir	Staðalsk. mism.	0,333	0,049	0,310	0,106	0,185	0,538
	p-gildi	<0,001	<0,001	e.m.	0,069	0,023	0,003



Tafla 3. Niðurstöður mælinga á afhýddu byggi 2006 og 2007.

Staður	Ár	Yrki	Prótein N*5,83 g/100g	Aska g/100g	Vatn g/100g	Glúkanar g/100g	Trefjaefni g/100g	Sterkja g/100g
Möðruvellir	2006	Tiril	10,8	1,6	9,8	2,65		66,2
		Lavrans	11,9	1,7	9,9	2,47		64,6
		Lómur	10,6	1,6	10,2	3,43		65,7
		Kría	13,2	1,6	9,8	3,19		64,1
		Barbro	11,4	1,6	10,0	3,37		65,9
		Mitja	9,6	1,4	10,3	3,27		68,9
		<b>Meðaltal</b>	<b>11,3</b>	<b>1,6</b>	<b>10,0</b>	<b>3,15</b>		<b>65,9</b>
Möðruvellir	2007	Tiril	9,9	1,68	15,7	2,33	9,7	61,1
		Lavrans	9,8	1,51	16,1	1,76	10,0	60,7
		Lómur	9,7	1,52	16,0	1,71	10,0	60,8
		Kría	11,4	1,45	15,5	2,27	9,4	60,4
		Barbro	10,5	1,36	15,8	1,90	9,2	61,2
		Mitja	9,0	1,34	16,0	2,09	7,9	63,9
		<b>Meðaltal</b>	<b>10,0</b>	<b>1,48</b>	<b>15,9</b>	<b>2,02</b>	<b>9,4</b>	<b>61,4</b>
Belgsholt	2006	Kría	15,3	1,5	9,8	2,92	10,1	61,2
Þorvaldseyri	2006	Kría	7,9	1,6	9,6	3,10	11,7	67,1
Vallanes	2006	Tiril	11,1	1,5	9,0	3,44	10,7	65,6
		<b>Meðaltal</b>	<b>11,4</b>	<b>1,5</b>	<b>9,5</b>	<b>3,15</b>	<b>10,8</b>	<b>64,6</b>
Belgsholt	2007	Kría	13,2	1,47	10,5	2,78	11,0	61,7
Þorvaldseyri	2007	Kría	10,8	1,29	10,0	4,34	10,9	64,8
Vallanes	2007	Tiril	9,6	1,62	10,1	3,06	10,6	65,9
		<b>Meðaltal</b>	<b>11,2</b>	<b>1,46</b>	<b>10,2</b>	<b>3,39</b>	<b>10,8</b>	<b>64,2</b>
Tilraun Lbhí		Meðaltal	10,7	1,54	13,0	2,59		63,7
Bændabýli		Meðaltal	11,3	1,48	9,9	3,27	10,8	64,4

\*) Sterkja = 100 – Vatn – Prótein – Aska – Fita – Trefjaefni.

Við útreikningana er notað gildið 1,92 g/100g fyrir fitu í byggi frá Möðruvöllum en 2,12 g/100g í byggi frá bændum (sjá töflu 6). Fyrir trefjaefni í byggi frá Möðruvöllum 2006 eru notuð mæligildin frá 2007.

**Tafla 4. Niðurstöður mælinga á nöktu byggi 2007.**

Staður	Ár	Yrki	Prótein N*5,83 g/100g	Aska g/100g	Vatn g/100g	Glúkanar g/100g	Trefjaefni <sup>*)</sup> g/100g	Sterkja <sup>**)</sup> g/100g
Möðruvellir	2007	Netto	10,1	2,42	10,3	1,72	10,5	64,7
Vindheimar	2007	Netto	11,6	1,87	10,4	2,23	10,5	63,7
Korpa	2007	Netto	11,8	1,34	10,1	4,20	10,5	64,3
Þorvaldseyri	2007	Netto	11,9	1,77	10,0	2,83	10,5	63,8
		<b>Meðaltal</b>	<b>11,3</b>	<b>1,85</b>	<b>10,2</b>	<b>2,74</b>	<b>10,5</b>	<b>64,1</b>

<sup>\*)</sup> Trefjaefni voru mæld í einu safnsýni af nöktu byggi frá öllum ræktunarstöðum.

<sup>\*\*)</sup> Sterkja = 100 – Vatn – Prótein – Aska – Fita – Trefjaefni.

Við útreikningana er notað gildið 2,02 g/100g fyrir fitu, en það er meðaltal fyrir afhýtt bygg (tafla 6).

**Tafla 5. Samanburður á efnainnihaldi byggs og hveitis. Gildin fyrir bygg eru meðaltöl mælinga en gildin fyrir hveiti eru gildi úr ÍSGEM gagnagrunninum nema gildi fyrir trefjaefni og glúkana sem voru mæld í verkefninu.**

Staður	Ár	Vatn g/100g	Prótein g/100g	Aska g/100g	Fita g/100g	Trefjaefni g/100g	Glúkanar g/100g	Sterkja g/100g
Heilmalað bygg	2007	9,8	10,5	2,3	2,4	18,2	2,6	56,8
Nakið bygg	2007	10,2	11,3	1,9	2	10,5	2,7	64,1
Afhýtt bygg	2007	13,8	10,5	1,5	2	9,9	2,5	62,3
Hvít hveiti	2007	12,6	10,7	0,6	1	2,85	0	68,7

**Tafla 6. Niðurstöður fitumælinga á byggi.**

Staður	Ár	Yrki	Fita g/100g
Möðruvellir	2007	Safnsýni úr 6 yrkjum *)	Heilmalað bygg 2,43
Möðruvellir	2007	Safnsýni úr 6 yrkjum *)	Afhýtt bygg 1,92
Bygg frá bændum	2007	Safnsýni frá 3 bændum **)	Afhýtt bygg 2,12

<sup>\*)</sup> Tiril, Lavrans, Lómur, Kría, Barbro og Mitja.

<sup>\*\*)</sup> Belgsholt (Kría), Þorvaldseyri (Kría) og Vallanes (Tiril).

**Tafla 7. Niðurstöður mælinga í Hollandi á beta-glúkónum í byggi 2007.**

Staður	Ár	Yrki	Heilmalað bygg g/100g	Afhýtt bygg g/100g
Möðruvellir	2007	Tiril	2,30	2,50
Möðruvellir	2007	Netto	1,83	

**Tafla 8. Niðurstöður mælinga á seleni í byggi.**

Staður	Ár	Yrki	Selen µg/100g	
Möðruvellir	2006	Tiril	Heilt	2,2
Vindheimar	2006	Tiril	Heilt	<0,3
Korpa	2006	Tiril	Heilt	3,9
<b>Meðaltal</b>				
Belgsholt	2006	Kría	Afhýtt	<0,3
Þorvaldseyri	2006	Kría	Afhýtt	1,5
Vallanes	2006	Tiril	Afhýtt	0,9
<b>Meðaltal</b>				
Möðruvellir	2007	Tiril	Heilt	2,6
Vindheimar	2007	Tiril	Heilt	< 0,3
Þorvaldseyri	2007	Tiril	Heilt	< 0,3
<b>Meðaltal</b>				
Belgsholt	2007	Kría	Afhýtt	0,4
Þorvaldseyri	2007	Kría	Afhýtt	2,6
Vallanes	2007	Tiril	Afhýtt	< 0,3
<b>Meðaltal</b>				
Fóðurbygg	2007	Blanda		0,9

## Aðskotaefni

Pungmálmar. Í töflu 9 eru birtar niðurstöður mælinga á kvikasilfri, kadmíni og blýi í íslenskum byggsýnum og einu sýni af innfluttu fódurbyggi. Erlenda sýnið er úr nokkrum förmum frá Danmörku og Þýskalandi og ætti því að gefa gott mat á innflutt fódurbygg. Kvikasilfur var ekki mælanlegt í byggsýnunum. Kadmín og blý voru í mjög lágum styrk. Minna kadmín er í afhýddu byggi en heilu byggi. Meira blý var í innflutta bygginu en því íslenska. Ekki er ljóst hvers vegna meira mældist af blýi í byggi frá árinu 2007 en frá árinu 2006.

**Tafla 9. Niðurstöður mælinga á snefilefnum í byggi.**

Staður	Ár	Yrki		Kvikasilfur µg/100g	Kadmín µg/100g	Blý µg/100g
Möðruvellir	2006	Tiril	Heilt	<0,2	0,8	<0,2
Vindheimar	2006	Tiril	Heilt	<0,2	0,8	<0,2
Korpa	2006	Tiril	Heilt	<0,2	0,7	<0,2
		<b>Meðaltal</b>			<b>0,8</b>	
Belgsholt	2006	Kría	Afhýtt	<0,2	<0,3	<0,2
Þorvaldseyri	2006	Kría	Afhýtt	<0,2	<0,3	<0,2
Vallanes	2006	Tiril	Afhýtt	<0,2	<0,3	<0,2
		<b>Meðaltal</b>				
Möðruvellir	2007	Tiril	Heilt	< 0,2	1,1	1,10
Vindheimar	2007	Tiril	Heilt	< 0,2	0,9	0,60
Þorvaldseyri	2007	Tiril	Heilt	< 0,2	2,1	0,80
		<b>Meðaltal</b>			<b>1,4</b>	<b>0,83</b>
Belgsholt	2007	Kría	Afhýtt	< 0,2	0,9	1,10
Þorvaldseyri	2007	Kría	Afhýtt	< 0,2	0,4	1,40
Vallanes	2007	Tiril	Afhýtt	< 0,2	0,3	1,10
		<b>Meðaltal</b>			<b>0,5</b>	<b>1,20</b>
Fódurbygg	2007	Blanda		< 0,2	1,8	2,50

Sveppaeitur. Gerðar voru mælingar á sveppaeiturefnunum okratoxíni A, fúmonisíni B1 og fúmonisíni B2. Ýmis önnur sveppaeiturefni eru þekkt í korni en þessi efni voru valin til mælingar vegna þess að okratoxín A getur myndast við þann umhverfishita sem er hér á landi

og fúmonisín hafa greinst í korni í Norður-Evrópu. Valið var heilt bygg í sýnin því líklegast er að sveppaeitur greinist í ystu hýðislögnum.

Í töflu 10 koma fram niðurstöður mælinga á sveppaeiturefnum. Efnin greindust ekki í þeim sýnum sem skoðuð voru. Auk venjulegs byggs voru gerðar mælingar á möltuðu byggi sem hafði verið bleytt upp fyrir spírun og síðan þurrkað. Maltaða byggið var fengið úr möltunarprófunum hjá LbhÍ (sjá 6. kafla). Líklegast er að sveppaeitur myndist í korni ef það blotnar og myglar í geymslu en efnin geta einnig myndast á akrinum, sérstaklega í rigningartíð. Skimað var fyrir aflatoxínum í þremur sýnum af byggi. Um var að ræða uppskeru frá bændum 2007 (Belgsholt, Þorvaldseyri og Vallanes). Aflatoxín greindust ekki, þ.e. voru undir greiningarmörkum sem voru 2 µg/kg (ppb).

Engar niðurstöður hafa því komið fram sem benda til sveppaeiturefna í íslensku byggi. Hafa þarf í huga að aðeins sum sveppaeiturefni hafa verið mæld og rannsóknir á þessum efnunum í íslensku umhverfi eru takmarkaðar.

**Tafla 10. Niðurstöður mælinga á sveppaeitri í heilu möltuðu byggi og afurðum möltunar. Sýnin frá 2006 voru geymd í 18 mánuði þar til kom að mælingu en sýnin frá 2007 voru geymd í 2 mánuði.**

Staður / Sýni	Ár	Yrki	Okratoxín A µg/kg	Fúmonisín B1 µg/kg	Fúmonisín B2 µg/kg
Möðruvellir	2006	6 yrki <sup>*)</sup>	<0,10	- <sup>**)</sup>	-
Vallanes	2006	Tiril	<0,10	-	-
Belgsholt	2007	Kría	< 0,10	< 20	< 20
Þorvaldseyri	2007	Kría	< 0,10	< 20	< 20
Vallanes	2007	Tiril	< 0,10	< 20	< 20
Innflutt fóðurbygg	2007	Blanda	<0,10	-	-
Hreinsað maltbygg	2008	Kría	<0,10	-	-
Óhreinsað maltbygg	2008	Kría	<0,10	-	-
Afgangur frá möltun <sup>***)</sup>	2008	Kría	<0,10	-	-

<sup>\*)</sup> Safnsýni sex yrkja úr tilraun LbhÍ á Möðruvöllum: Tiril, Lavrans, Lómur, Kría, Barbro og Mitja.

<sup>\*\*)</sup> - Ekki mælt.

<sup>\*\*\*)</sup> Afgangur frá möltun er hýði, fræskurn, spírun og rætur. Eitt safnsýni var sent til mælingar.

## Örverur

Niðurstöður örverugreininga koma fram í töflum 11 og 12. Heilt bygg er úr tilraunum LbhÍ en afhýdda byggið er frá bændum. Sýni af hveiti og spelti voru fengin frá bakaríum. Gerlafjöldinn er lægri í afhýddu byggi en heilu eins og við er að búast. Afhýdda byggið er það bygg sem notað er til brauðgerðar. Bygg úr tilraun LbhÍ var þurrkað við stofuhita (ekki yfir 25 °C) en bygg frá bændum var þurrkað í heitu lofti og ætti byggið að hafa náð 30 – 45 °C. Þurrkunin fækkar sumum örverum eitthvað en hefur í heildina lítil áhrif á örverur. Gerlafjöldinn er langlægstur í hveitinu enda er það malað og pakkað í lokuðu kerfi. Eðlilegt getur verið að heildargerlafjöldi í korni sé um milljón í einu grammi (National Research Council 1985). Gerlafjöldinn í bygginu er ekki áhyggjuefni heldur ætti frekar að líta á einstakar tegundir örvera sem geta valdið skaða.

Myglusveppir geta valdið skaða í byggi ef það blotnar og því ber að kappkosta að halda þeim í lágmarki. Mjög lítið er af myglusveppum í afhýddu byggi frá bændum og er það sambærilegt við hveitið. Meira af myglusveppum í heilu byggi úr tilraun LbhÍ getur verið vegna myglu í húsnæði eða myglusveppirnir eru mikið bundnir við ystu hýðislögin og hafa borist á byggið á ræktunarstað eða við meðferð. Gersveppir geta skipt máli ef raki kemst í byggið, þá gerja þeir sykrur í bygginu og mynda loft. Fjöldi gersveppa getur ekki talist mikill í bygginu. Myglusveppir og gersveppir geta oft orðið um 10.000 í grammi af korni (National Research Council 1985).

Niðurstöður fyrir *Bacillus*, kólígerla og *Clostridium* í töflu 12 eru mjög hagstæðar. Þessar örverur mælast ekki í neinu sýnanna. Mjög mikilvægt er að *Bacillus* sé ekki í mjöli til brauðgerðar þar sem slæmt er að fá gró þessara gerla inn í bakaríin.

Hjá Matís eru höfð til hliðsjónar viðmiðunargildi fyrir örverurannsóknir en þau voru tekin saman hjá Hollustuvernd ríkisins og heilbrigðiseftirliti sveitarfélaga. Ef niðurstaða örverurannsóknar fer yfir viðmiðunargildi (M) er ástand matvælisins ófullnægjandi. Í flokknum korn og mjöl eru gefin upp viðmiðunargildi fyrir myglusveppi, *Bacillus cereus*, saurkólígerla og *Salmonella*. Viðmiðunargildin eru eftirfarandi:

- Myglusveppir 10.000 í einu grammi
- *Bacillus cereus* 1.000 í einu grammi

- Saurkólígerla 100 í einu grammi
- *Salmonella* Ekki til staðar

Það eru aðeins tvö sýni úr tilraun LbhÍ sem fara yfir viðmiðunargildið fyrir myglusveppi. *Bacillus cereus* og saurkólígerlar eru langt undir viðmiðunargildum. Greining var ekki gerð á *Salmonella*.

**Tafla 11. Niðurstöður örverugreininga: Gerlafjöldi og sveppir.**

Korn	Staður	Ár	Yrki		Gerlafjöldi í 1 gr	Myglu- sveppir í 1 gr	Ger- sveppir í 1 gr
Bygg	Möðruvellir	2007	Tiril	Heilt	18.000.000	13.000	88.000
Bygg	Vindheimar	2007	Tiril	Heilt	11.000.000	11.000	200.000
Bygg	Þorvaldseyri	2007	Tiril	Heilt	9.200.000	2.400	32.000
			<b>Meðaltal</b>		<b>12.733.000</b>	<b>8.800</b>	<b>106.667</b>
Bygg	Möðruvellir	2007	Nettó		16.000.000	13.000	340.000
Bygg	Belgsholt	2007	Kría	Afhýtt	4.900.000	200	21.000
Bygg	Þorvaldseyri	2007	Kría	Afhýtt	10.000.000	200	14.000
Bygg	Vallanes	2007	Tiril	Afhýtt	6.500.000	< 200	420
Bygg	Vallanes	2006 <sup>*)</sup>	Tiril	Afhýtt	15.000.000	<2.000	10.000
			<b>Meðaltal</b>		<b>9.100.000</b>		<b>11.360</b>
Hveiti	Kornax	2007			600	200	< 200
Hveiti	Reynir bakari	2007			7.200	200	< 200
Spelt	Grímsbær	2007			6.600	200	400
			<b>Meðaltal</b>		<b>4.800</b>	<b>200</b>	

<sup>\*)</sup> Bygg af uppskeru ársins 2006 frá Vallanesi var geymt í eitt og hálf ár þar til kom að mælingu.

**Tafla 12. Niðurstöður örverugreininga: *Bacillus*, kólígerlar og *Clostridium*.**

Korn	Staður	Ár	Yrki		<i>Bacillus cereus</i> í 1 gr	Kólí- gerlar í 1 gr	Saurkólí- gerlar í 1 gr	<i>Clostridium perfringes</i> í 1 gr
Bygg	Möðruvellir	2007	Tiril	Heilt	< 20	< 10	< 10	<10
Bygg	Vindheimar	2007	Tiril	Heilt	< 20	< 10	< 10	<10
Bygg	Þorvaldseyri	2007	Tiril	Heilt	< 20	< 10	< 10	<10
Bygg	Möðruvellir	2007	Nettó		< 20	< 10	< 10	<10
Bygg	Belgsholt	2007	Kría	Afhýtt	< 20	< 10	< 10	<10
Bygg	Þorvaldseyri	2007	Kría	Afhýtt	< 20	< 10	< 10	<10
Bygg	Vallanes	2007	Tiril	Afhýtt	< 20	< 10	< 10	<10
Hveiti	Kornax	2007			< 20	< 10	< 10	<10
Hveiti	Reynir bakari	2007			< 20	< 10	< 10	<10
Spelt	Grímsbær	2007			< 20	< 10	< 10	<10

### 3.4 Heimildir

- Anker-Nilssen, K., S. Sahlstrøm, S.H. Knutsen, A.K. Holtekjølen, 2008. Influence of growth temperature on content, viscosity and relative molecular weight of water soluble beta-glucans in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Journal of Cereal Science* 48: 670-677.
- Duss, R. & L. Nyberg, 2002. Oat soluble fibers ( $\beta$ -glucans) as a source for healthy snack and breakfast food. *Cereal Foods World* 49 (6): 320-325.
- Holtekjølen, A.K., A.K. Uhlen, E. Bråthen, S. Sahlstrøm, S.H. Knutsen, 2006. Contents of starch and non-starch polysaccharides in barley varieties of different origin. *Food Chemistry* 94: 348-358. Einnig leiðrétt niðurstöðutafla: *Food Chemistry* 102 (3): 954-955.
- Holtekjølen, A.K., A.B. Bævre, M. Rødbotten, H. Berg, S.H. Knutsen, 2008. Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food Chemistry* 110: 414-421.
- Jónatan Hermannsson, 2004. Sjúkdómar í byggi. *Fræðaðing landbúnaðarins* 2004: 178-184.
- National Research Council, 1985. An evaluation of the role of microbiological criteria for foods and food ingredients. Committee on Food Protection. Food and Nutrition Board. National Academy Press. Washington, D.C. Sótt á netið 20.12.2007.
- Pins, J.J., H.Kaur, 2006. A review of the effects of barley beta-glucan on cardiovascular and diabetic risk. *Cereal Foods World* 51 (1): 8-11.
- Ragaei, S., E.M. Abdel-Aaal, M. Noaman, 2006. Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry* 98: 32-38.



## 4. BYGGBRAUÐ – FRAMLEIÐSLA OG MAT Á GÆÐUM

*Aðalheiður Ólafsdóttir, Emilía Martinsdóttir og Ólafur Reykdal*

*Matís ohf*

### 4.1 Inngangur

Bygg var áður fyrr mikið notað í brauðvörur á norðlægum slóðum en það vék smám saman fyrir hveitinu. Á seinni árum hafa efnamælingar leitt í ljós hollustu byggsins. Bygg er auðugt af trefjaefnum og fleiri hollustuefnum. Frá manneldissjónarmiði er mikilvægt að auka magn trefjaefna í fæði Íslendinga. Það er sérstaklega áhugavert að í bygginu eru vatnsleysanleg trefjaefni sem kallast beta-glúkanar. Beta-glúkanar geta lækkað blóðkólesteról og dregið úr sveiflum á blóðsykri (Pins og Kaur 2006). Afurðir úr höfrum hafa sterka hollustuímynd, einkum vegna leysanlegra trefjaefna eins og beta-glúkana. Hollustuímynd byggafurða ætti ekki að vera síðri enda er magn trefjaefnanna svipað í byggi og höfrum. Bygg er hægt að nota í ýmis matvæli (Baik og Ullrich 2008).

Notkun á byggmjöli er leið til að auka hollustu brauðvara. Beta-glúkanar eru 3-11% af byggi en aðeins 0,5-1,0% af hveiti (Trogh o.fl. 2004). Með því að setja byggmjöl í stað hluta hveitisins er bæði hægt að auka magn beta-glúkana og heildarmagn trefjaefna.

Bygg hefur fleiri kosti en hollustuna. Talið er að það geti gefið bökunarvörum einkennandi og gott bragð. Auk þess bindur byggmjöl meira vatn en hveiti gerir. Það er þó misjafnt eftir byggyrkjum hve mikið vatn er bundið og magn beta-glúkana hefur áhrif á vatnsbindingu, bökunareiginleika og bragðgæði (Holtekjølén o.fl. 2008). Aftur á móti myndar bygg veikari glúten-netju en hveiti og því er nauðsynlegt að nota hveiti með bygginu. Glúten er prótein sem heldur uppi byggingu brauða sem byggja á lyftingu. Oft er miðað við að bygg geti verið allt að 40% af mjöli á móti hveiti í brauðum sem byggja á lyftingu. Í bökunarvörum sem byggja ekki á lyftingu er hægt að nota hátt hlutfall byggs eða jafnvel bygg eingöngu.

Í byggi er að finna andoxunarefni. Í tilraunum í Noregi hefur komið í ljós að þegar byggmjöli var bætt í hveitibrauð óx andoxunarvirknin (Holtekjælen o.fl. 2008). Andoxunarvirknin reyndist háð því hvaða byggyrki var notað. Sú ályktun var dregin að notkun á byggi í brauð yki hollustu brauðanna.

Í Bandaríkjunum eru leyfðar heilsufullyrðingar um beta-glúkana. Byggt er á því að dagsneysla nái 3 g af beta-glúkönunum úr viðkomandi vöru og magnið í skammti nái 0,75 grömmum (Duss & Nyberg 2004). Leyfð fullyrðing er á þennan veg: Leysanleg trefjaefni úr matvælum svo sem hýði úr höfrum, sem hluti af fæði með litlu af mettaðri fitu og kólesteróli, getur dregið úr hættu á hjarta- og æðasjúkdómum.

Á árinu 2007 voru framleiddar fyrir verkefnið tvær tegundir af brauði og sambærileg brauð án byggs. Skynmati var síðan beitt til að kanna skynmatseiginleika brauðanna og hvaða áhrif það hefði að skipta út hveiti eða spelti fyrir bygg.

#### **4.2 Framleiðsla á brauðum**

Á árinu 2007 var tekið upp samstarf við tvö bakarí og tvær ólíkar tegundir brauða voru framleiddar með og án byggs. Sigfús Guðfinnsson hjá Brauðhúsinu í Grímsbæ framleiddi súrdeigsbrauð úr spelti með og án byggs. Reynir Þorleifsson hjá Reyni bakara í Kópavegi framleiddi hveitibrauð með og án byggs. Byggið sem notað var í brauðin var afhýtt og malað bygg frá Vallanesi. Brauðin voru rannsökuð með skynmati og eru niðurstöðurnar birtar aftur í þessum kafla. Að auki voru fáein kg af mjöli úr nöktu byggi prófuð í súrdeigsbrauð og reyndist nakta byggið ágætlega.

#### **Súrdeigsbrauð úr spelti með og án byggs**

Notað var gróft speltmjöl og var það eina mjölið sem notað var í viðmiðunarbrauðið (súrdeigsbrauð úr spelti). Í byggbrauðinu var bygg 34% af mjölinu en gróft speltmjöl 66%. Að öðru leyti voru brauðin eins. Þó þurfti að bæta lítið eitt meira af vatni í byggbrauðið (43% vatn af deiginu í stað 41%) þar sem byggið batt meira vatn en speltið. Á mynd 1 má sjá að

rúmmál byggbrauðsins varð heldur minna en speltbrauðsins enda er veikara glúten í byggi en spelti. Glúten er prótein sem myndar grind í brauðinu við lyftingu þess.



**Mynd 1. Súrdeigsbrauð úr spelti (til vinstri) og spelti og byggi (til hægri).**



**Mynd 2. Hveitibrauð (til vinstri) og hveitibrauð með byggi (til hægri).**

### **Hveitibrauð með og án byggs**

Viðmiðunarbrauðið var hveitibrauð og var mjölið eingöngu hvítt hveiti. Hveitið var sterkt kanadískt hveiti sem myndar öfluga glútennetju. Mjölið í byggbrauðinu var 40% byggmjöl og 60% hveiti. Á mynd 2 má sjá að lyfting í byggbrauðinu er umtalsverð þrátt fyrir hátt hlutfall byggs. Þetta er athyglisverður árangur en hann má að einhverju leyti þakka sterka hveitinu. Eini munurinn á uppskriftum brauðanna er bygginnihaldið og bökunartími var hinn sami.

Magn beta-glúkana var reiknað út í brauðunum sem voru framleidd. Samkvæmt útreikningunum voru 0,7 g af beta-glúkönunum í 100 g af speltbrauði með byggi en samsvarandi gildi fyrir hveitibrauð með byggi var 0,8 g/100g. Ef reiknað er með að hver brauðsneið sé 35 g þarf að borða 13 sneiðar af fyrra brauðinu en 11 af því seinna til að fá 3 g af beta-glúkönunum. Magn beta-glúkana væri óverulegt í brauðunum ef ekki væri bætt í þau byggmjöli.

### **4.3 Skynmat á brauðum með og án byggs**

#### **Framkvæmd**

#### **Skynmat á nýju brauði - QDA (myndrænt próf)**

Fjórir sýnahópar (tafla 1) voru metnir með skynmati (aðferð Matís nr. MA07sky061-062) í nóvember 2007. Sýnin voru metin eftir myndrænu prófi, QDA aðferð (quantitative descriptive analysis), þar sem skilgreindir matsþættir voru metnir til að lýsa einkennum í útliti, bragði, lykt og áferð af þjálfuðum skynmatshópi (Stone and Sidel, 1985). Haldin var þjálfun með skynmatsdómurum þar sem allir sýnahóparnir voru bornir saman. Í sameiningu skilgreindi hópurinn matsþætti fyrir brauðin undir stjórn skynmatsdómara. Út frá því var búið til QDA próf með 30 skynmatsþáttum sem notað var við skynmat á brauðunum. Lýsing þeirra er í töflu 2.

#### **Tilrauninni var skipt í tvennt:**

##### **Tilraun 1**

Deiggrunnur með hvítu hveiti og geri. Samanburður á brauði með 40% byggi og öðru án byggs. Tíu þjálfaðir skynmatsdómarar tóku þátt. Brauðin voru bökuð daginn áður og geymd í plastpokum þar til skynmat fór fram.

##### **Tilraun 2.**

Súrdeigsgrunnur með spelti. Samanburður á brauði með 34% byggi og öðru án byggs. Níu þjálfaðir skynmatsdómarar tóku þátt. Brauðin voru bökuð sama dag og skynmat fór fram og geymd í plastpokum þar til þau voru metin.

Eitt sýni var hálf brauðsneið, skorin lóðrétt. Sýnunum var haldið ferskum undir plastfilmu þar til matið fór fram. Tveir sýnahópar voru fyrir hvora tilraun. Öll sýni voru dulkóðuð og hver sýnahópur var metinn tvisvar. Þannig voru fjögur sýni metin í einu, tvö af hvorum hópi. Skynmatsforritið Fizz var notað við uppsetningu, framkvæmd og úrvinnslu skynmats.

## Úrvinnsla

QDA gögn voru leiðrétt fyrir mismunandi notkun á skala samkvæmt aðferð lýst af Thybo & Martens (2000) í tölfræðiforritinu Unscrambler<sup>®</sup> (Version 8.0, CAMO, Trondheim, Norway). ANOVA og Duncan's próf voru framkvæmd á leiðréttum QDA skynmats-gildum í NCSS 2000 (NCSS, Utah, USA) til að greina hvort tilraunahópar væru mismunandi með tilliti til skynmatsþátta (marktækur munur ef  $p < 0,05$ ).

**Tafla 1. Sýnahópar í skynmati.**

Heiti	Lýsing á hópum
Sur-Spelt	Súrdeigsbrauð án byggs: Mjöl var 100% gróft speltmjöl.
Sur-Bygg	Súrdeigsbrauð með byggi: Mjöl var 66% gróft speltmjöl og 34% byggmjöl.
HV-Hveiti	Hveitibrauð án byggs: Mjöl var 100% hvítt hveiti.
HV-Bygg	Hveitibrauð með byggi: Mjöl var 60% hvítt hveiti og 40% byggmjöl.

## Niðurstöður

### Tilraun 1. Hveitibrauð, QDA (myndræn greining)

Hveitibrauð = 100% hvítt hveiti

Byggbrauð = 60% hvítt hveiti og 40% byggmjöl

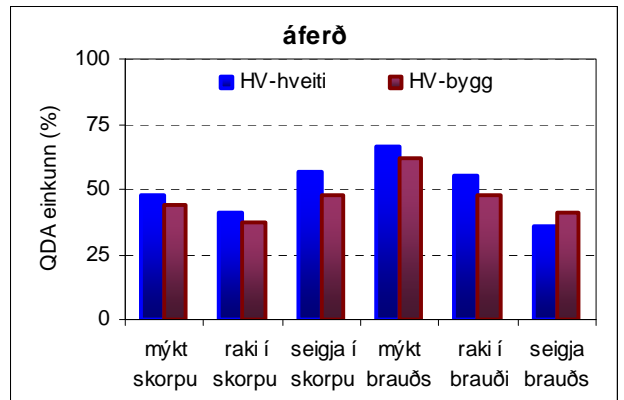
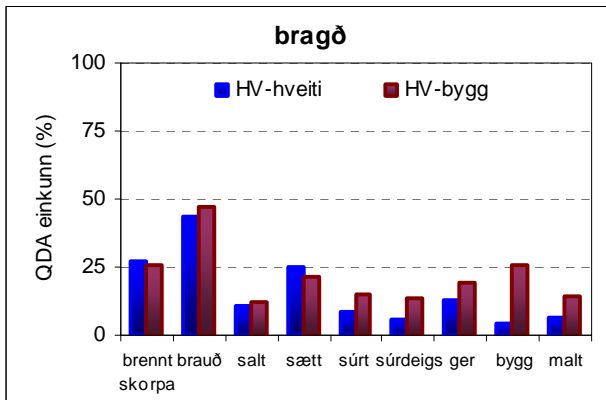
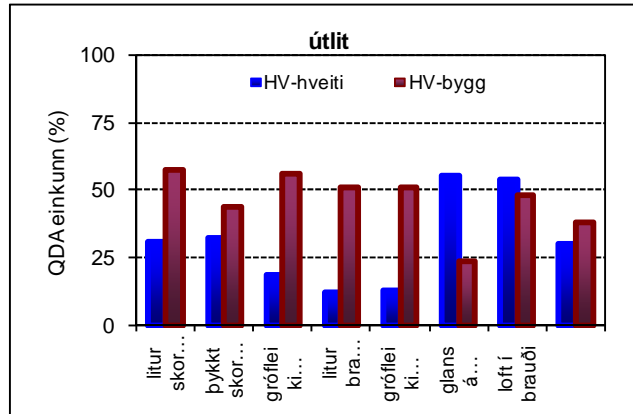
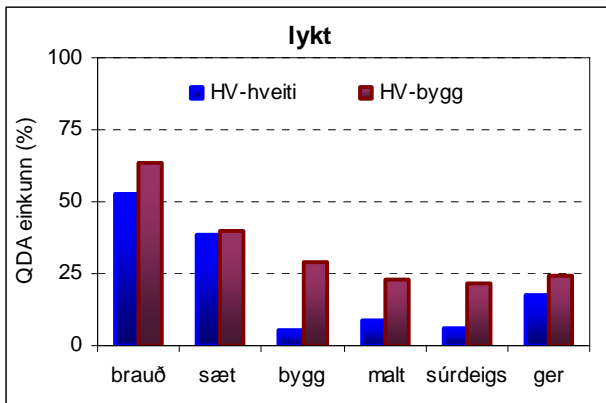
Mjög mikill munur er á hópunum tveimur og í raun fáir þættir þar sem munur er ekki marktækur eða nálægt því að vera marktækur. Sjá töflu 3 og 4. Þessir þættir eru sæt lykt, sætt bragð, brennt bragð af skorpu, brauðbragð, mýkt og raki skorpu og mýkt brauðs. Byggbrauðið er mun bragð- og lyktarmeira en hveitibrauðið. Þetta á við um alla lyktarþætti nema sæta lykt sem er svipuð hjá báðum hópum. Í fimm af níu bragðþáttum hefur byggbrauðið marktækt meira bragð. Byggbrauðið hefur miklu meira bygg- og maltbragð en hveitibrauðið. Það er súrara og hefur meira súrdeigs- og gerbragð. Byggbrauðið er dekkra og grófara en hveitibrauðið og hefur mattari skorpu. Stærð loftbóla er nokkuð minni í byggbrauði og einnig er loft í brauði minna. Byggbrauðið er nálægt því að vera marktækt

seigara en hveitibrauðið. Hveitibrauðið er aftur á móti mun rakara en byggbrauðið og skorpa þess er seigari en skorpa byggbrauðsins.

**Tafla 2. Skynmatsþættir og skilgreiningar á þeim í QDA greiningu á byggbrauði**

<b>Matsþáttur</b>	<b>Kvarði (0-100)</b>	<b>Skilgreining</b>
<b>Lykt</b>		
brauðlykt	engin	mikil nýbakað brauð
sæt lykt	engin	mikil sæt lykt
bygglykt	engin	mikil bygglykt
maltlykt	engin	mikil malt
súrdeiglykt	engin	mikil einkennandi lykt af súrdeigsbrauði
gerlykt	engin	mikil ger, bjór.
<b>Útlit</b>		
litur skorpu	ljós	dökk litur skorpu
þykkt skorpu	þunn	þykk þykkt skorpu
grófleiki skorpu	fin	gróf fin= slétt og jöfn, gróf = úfin
litur brauðs	ljós	dökkur litur inni í brauði
grófleiki brauðs	fint	gróft magn og grófleiki trefja í brauði
glans á skorpu	lítill	mikill glans á skorpu
loft í brauði	lítið	mikið magn lofts í brauði
stærð loftbóla í brauði	litlar	stórar stærð loftbóla í brauði.
<b>Bragð</b>		
brennt bragð af skorpu	ekkert	mikið brunabragð
brauðbragð	ekkert	mikið nýbakað brauð
salt	ekkert	mikið saltbragð
sætt	ekkert	mikið sætt bragð
súrt bragð	ekkert	mikið súrt bragð
súrdeigsbragð	ekkert	mikið súrdeig
gerbragð	ekkert	mikið ger
byggbragð	ekkert	mikið bygg
maltbragð		malt
<b>Áferð</b>		
mýkt skorpu	engin	mikil mýkt skorpu
raki í skorpu	enginn	mikill enginn = þurr: dregur safu úr munni
seigja í skorpu	engin	mikil seigja í skorpu
mýkt brauðs	engin	mikil mýkt brauðs
raki í brauði	enginn	mikill enginn = þurr: dregur safu úr munni
seigja brauðs	engin	mikil seigja brauðs

Tafla 3. Súluritín lýsa meðaltölum einkunnna skynmatsþátta fyrir lykt, útlit, bragð og áferð



Tafla 4. Meðaltöl skynmatsþátta (Skali 0-100), í QDA greiningu. Ef bókstafir við hópa innan línu eru ekki eins er marktækur munur á hópum ( $p < 0,05$ )

QDA matsþættir		HV-hveiti	HV-bygg
<b>lykt</b>			
brauðlykt	***	53 b	64 a
sæt lykt		38	40
bygglykt	***	6 b	29 a
maltlykt	***	9 b	23 a
súrdeigslykt	***	6 b	22 a
gerlykt	**	17 b	24 a
<b>útlit</b>			
litur skorpu	***	31 b	58 a
þykkt skorpu	***	33 b	44 a
grófleiki skorpu	***	19 b	56 a
litur brauðs	***	12 b	51 a
grófleiki brauð	***	13 b	51 a
glans á skorpu	***	55 a	24 b
loft í brauði	*	54 a	48 b
stærð loftbóla	*	31 b	38 a
<b>bragð</b>			
brennt bragð s		27	26
brauðbragð		44	47
salt	ms	11	12
sætt		25	21
súrt bragð	**	9 b	15 a
súrdeigsbragð	**	6 b	13 a
gerbragð	**	13 b	19 a
byggbragð	***	5 b	26 a
maltbragð	***	7 b	14 a
<b>áferð</b>			
mýkt skorpu		48	44
raki í skorpu		41	37
seigja í skorpu	*	56 a	48 b
mýkt brauðs		66	62
raki í brauði	**	55 a	48 b
seigja brauðs	ms	36	41

\*( $p < 0,05$ ), \*\*( $p < 0,01$ ), \*\*\*( $p < 0,001$ ),  
ms = munur á mörkum marktækis ( $p = 0,05-0,10$ )



## Tilraun 2. Súrdeigsbrauð, QDA (myndræn greining)

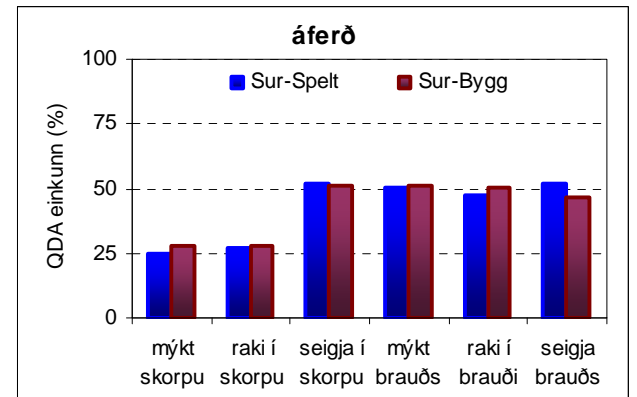
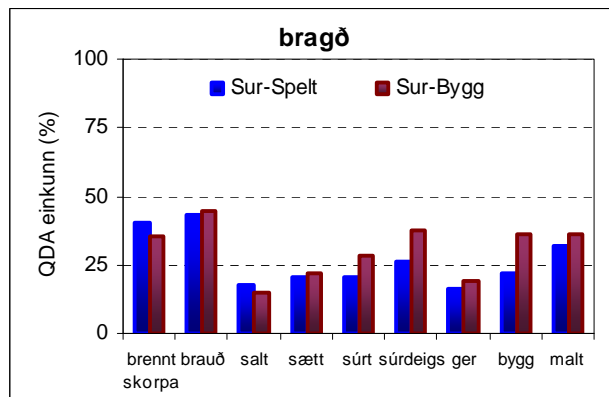
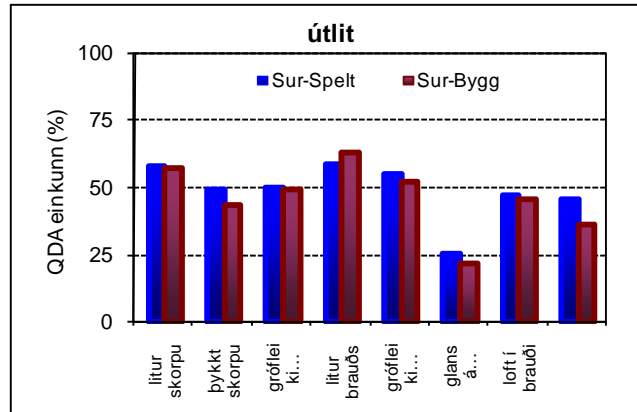
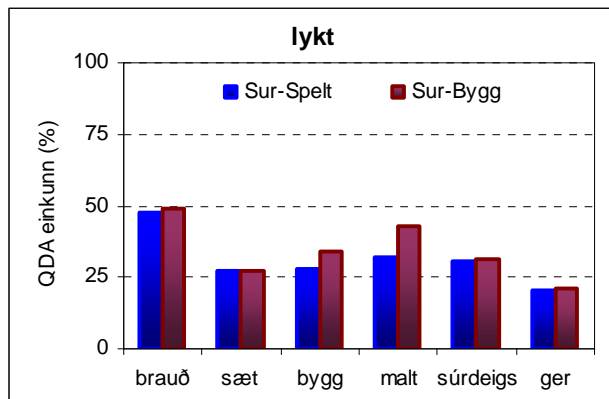
Speltbrauð = 100% gróft speltmjöl

Byggbrauð = 66% gróft speltmjöl og 34% byggmjöl

Hóparnir tveir eru frekar líkir. Sjá töflur 5 og 6. Bæði brauðin hafa mikla brauðlykt- og bragð. Þau eru svolítið súr og súrdeigsbragð og maltbragð er nokkuð. Ger- og saltbragð er lítið. Brauðin eru dökk, gróf og seig. Skorpan er þykk, gróf og frekar hörð. Nokkuð brennt bragð finnst af henni. Raki og loft í brauðunum er nokkuð mikill og brauðin eru mjúk.

Munur á hópunum tveimur felst aðallega í bragði. Byggbrauðið einkennist mjög af byggbragði og einnig súrdeigsbragði. Það er súrara en speltbrauðið. Munur í súrdeigslykt er þó enginn. Byggbrauðið hefur meiri maltlykt, en bygglykt er ekki afgerandi meiri. Speltbrauðið hefur þykkari skorpu og stærð loftbóla í brauði er meiri en í byggbrauðinu. Speltbrauðið er seigara en byggbrauðið og brennt bragð af skorpu er á mörkum þess að teljast meiri í speltbrauði.

Tafla 5. Súluiritin lýsa meðaltölum einkunnna skynmatsþátta fyrir lykt, útlit, bragð og áferð



Tafla 6. Meðaltöl skynmatsþátta (Skali 0-100), í QDA greiningu. Ef bókstafir við hópa innan línu eru ekki eins er marktækur munur á hópum ( $p < 0,05$ ).

QDA matsþættir		Sur-Spelt	Sur-Bygg
<b>lykt</b>			
brauðlykt		48	49
sæt lykt		27	27
bygglykt	ms	28	34
maltlykt	**	32 b	43 a
súrdeiglykt		31	31
gerlykt		21	21
<b>útlit</b>			
litur skorpu		58	58
þykkt skorpu	*	50 a	44 b
grófleiki skorp		50	49
litur brauðs		59	63
grófleiki brauð		55	52
glans á skorpu		26	22
loft í brauði		47	46
stærð loftbóla	**	45 a	36 b
<b>bragð</b>			
brennt bragð s	ms	40	36
brauðbragð		43	44
salt		18	15
sætt		21	22
súrt bragð	*	21 b	29 a
súrdeigsbragð	**	26 b	37 a
gerbragð		16	19
byggbragð	***	22 b	36 a
maltbragð		32	36
<b>áferð</b>			
mýkt skorpu		25	28
raki í skorpu		27	28
seigja í skorpu		52	51
mýkt brauðs		50	51
raki í brauði		48	50
seigja brauðs	*	52 a	46 b

\*( $p < 0,05$ ), \*\*( $p < 0,01$ ), \*\*\*( $p < 0,001$ ),  
ms = munur á mörkum marktækis ( $p = 0,05-0,10$ )

## Samantekt á niðurstöðum og ályktanir

Mjög mikill munur finnst á byggbrauði og bygglausu brauði úr hveiti- og gergrunni. Það má segja að um sé að ræða tvær gjörólíkar afurðir. Byggbrauðið er dekkra, grófara, bragð- og lyktarmeira en hveitibrauðið. Þegar súrdeigsgrunnur með spelti er notaður, er munur á brauði með og án byggs miklu minni. Hann felst aðallega í að byggbrauðið hefur meiri maltlykt, bygg- og súrdeigsbragð er meira, stærð loftbóla er minni, þykkt skorpu minni og seigja brauðs er minni. Skynmatsdómarar Matis eru þjálfaðir í að greina slíka þætti og ólíklegt er að neytendur finni greinilegan mun á súrdeigsbrauðum með og án byggs. Af þessu má álykta að hlutfall byggs í súrdeigsbrauði úr spelti megi fara upp í a.m.k. 34% án þess breyta eiginleikum brauðsins að nokkru ráði.

## Heimildir

- Baik, B.-K., S. E. Ullrich, 2008. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest. *Journal of Cereal Science* 48: 233-242.
- Duss, R. & L. Nyberg, 2002. Oat soluble fibers ( $\beta$ -glucans) as a source for healthy snack and breakfast food. *Cereal Foods World* 49 (6): 320-325.
- Holtekjølen, A.K., A.B. Bævre, M. Rødbotten, H. Berg, S.H. Knutsen, 2008. Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food Chemistry* 110: 414-421.
- Holtekjølen, A.K., H.H. Olsen, E.M. Færgestad, A.K. Uhlen, S.H. Knutsen, 2008. Variations in water absorption capacity and baking performance of barley varieties with different polysaccharide content and composition. *LWT – Food Science and Technology* 41: 2085-2091.
- Pins, J.J., H.Kaur, 2006. A review of the effects of barley beta-glucan on cardiovascular and diabetic risk. *Cereal Foods World* 51 (1): 8-11.
- Stone H, Sidel JL, 1985. Sensory evaluation practices. Orlando, Fla.: Academic Press, Inc. 311p.
- Thybo A.K., Martens M., 2000. Analysis of sensory assessors in texture profiling of potatoes by multivariate modelling. *Food Quality and Preference* 11(4): 283-288.
- Trogh, I., C.M. Courtin, A.A.M. Anderson, P. Åman, J.F. Sørensen, J.A. Delcour, 2004. The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and (1 $\rightarrow$ 3, 1 $\rightarrow$ 4)-beta-glucan levels. *Journal of Cereal Science* 40: 257-267.

## 5. SKYNMAT OG NEYTENDAKÖNNUN Á BYGGBRAUÐUM

*Aðalheiður Ólafsdóttir, Birgitta Vilhjálmsdóttir og Emilía Martinsdóttir  
Matís ohf.*

Í tengslum við verkefnið „Aukin verðmæti úr íslensku byggi“ var gert skynmat á þremur gerðum heilhveitibrauða með mismunandi innihaldi byggs og súrdeigsbrauði með byggi. Einnig var gerð neytendakönnun á þremur brauðtegundum: heilhveitibrauði, byggbrauði og súrdeigsbyggbrauði. Markmið rannsóknarinnar var að bera saman eiginleika brauða með mismunandi hlutfall byggs og kanna viðhorf og geðjun neytenda. Niðurstöður þess sýna að einkenni byggbrauðsins er einna helst dökkur litur, grófleiki, bygglykt og byggbragð, maltlykt, maltbragð og súrt bragð. Neytendakönnun var framkvæmd í tveimur hlutum, annar hlutinn fór fram í heimahúsum en hinn í Sjávarútvegshúsinu og voru þátttakendur alls 71. Spurt var hvernig neytendum líkaði við brauðin en einnig var spurt um bragð, lit og ýmsa áferðarþætti. Niðurstöður neytendakönnunarinnar sýna marktækan mun í öllum níu þáttunum sem spurt var um. Neytendur virðast hafa töluverðan áhuga á brauðvörum úr íslensku korni en bæði hollusta og verð skipta máli við val á brauði. Byggbrauðið og heilhveitibrauðið fengu hæstu meðaleinkunnina en súrdeigsbrauðið marktækt lægri einkunn.

### 5.1 Inngangur

Miklar framfarir hafa orðið í kynbótum og ræktun byggs hér á landi á síðustu áratugum. Byggið hefur fyrst og fremst verið nýtt sem skepnufóður en áhugi á nýtingu þess til manneldis hefur farið vaxandi. Það er ekki síst vegna þess að meira er af trefjaefnum í byggi en hveiti og hægt er að auka hollustugildi brauðvara með því að nota bygg í stað hluta hveitisins. Sýnt hefur verið fram á að vatnsleysanlegu trefjaefnin beta-glúkanar úr byggi geta lækkað kólesteról í blóði og haft dempanði áhrif á blóðsykur (Pins & Kaur 2006). Mun meira er af beta-glúkönunum í byggi og höfrum en í hveiti. Beta-glúkanar tapast ekki þótt hýði byggkornsins sé fjarlægt því þeir eru fyrst og fremst í frumuveggjum inni í korninu sjálfu. Heilsufullyrðingar tengdar beta-glúkönunum hafa verið leyfðar í nokkrum löndum. Í

Bandaríkjunum er fullyrðingin aðeins leyfð ef dagsneysla beta-glúkana getur náð þremur grömmum og magn þeirra í skammti af vörunni er að minnsta kosti 0,75 grömm (Duss & Nyberg 2002).

Í tengslum við verkefnið „Aukin verðmæti úr íslensku byggi“ var framkvæmt skynmat á byggbrauði, heilhveitibrauði, heilhveitibyggbrauði og súrdeigsbyggbrauði. Einnig var gerð viðhorfskönnun á brauði almennt og neytendakönnun á byggbrauði, heilhveitibrauði og súrdeigsbyggbrauði. Markmið skynmatsins var að bera saman eiginleika fjögurra tegunda af brauði með mismunandi hlutfall byggs. Markmið neytendakönnunarinnar var að fá mat á geðjun neytenda á byggbrauði, heilhveitibrauði og súrdeigsbyggbrauði en einnig að kanna viðhorf fólks til brauða úr íslensku korni og athuga áhrifaþætti brauðkaupa. Bæði skynmatið og neytendakönnunin voru framkvæmd af nemendum í matvælafræði við Háskóla Íslands og var liður í námskeiði um skynmat. Sigfús Guðfinnsson hjá Brauðhúsinu í Grímsbæ framleiddi súrdeigsbrauðið en önnur brauð voru framleidd af Reyni Þorleifsson hjá Reyni bakara í Kópavegi. Byggið sem notað var í brauðin var afhýtt og malað bygg frá Vallanesi.

## **5.2 Framkvæmd**

### **5.2.1 Skynmat**

Fjórir sýnahópar voru metnir með skynmati (Aðferðalýsing Matís nr. MA08SKY013-014) 28. febrúar 2008. Sýnahóparnir samanstóðu af fjórum tegundum brauða: Byggbrauði, heilhveitibyggbrauði, heilhveitibrauði og súrdeigsbrauði úr byggi og spelti. Byggbrauðið, heilhveitibrauðið og súrdeigsbrauðið voru þau sömu í skynmatinu og neytendakönnuninni. Heilhveitibyggbrauðinu var sleppt í neytendakönnuninni. Sýnin voru metin eftir myndrænu prófi, QDA aðferð (quantitative descriptive analysis), þar sem skilgreindir matsþættir voru metnir til að lýsa einkennum í útliti, bragði, lykt og áferð af þjálfuðum skynmatshópi (Hootman, 1992; Stone and Sidel, 1985). Sjö dómara tóku þátt í skynmatinu. Innihald brauðanna var þannig:

Byggbrauð = 50% bygg og 50% heilhveiti

Heilhveitibyggbrauð = 25% heilhveiti, 25% bygg og 50% hveiti

Heilhveitibrauð = 50% hveiti og 50% heilhveiti

Súrdeigsbrauð = 45% bygg og 55% spelt

Matsþættir voru skilgreindir af skynmatshópi, og matið þjálfað í einum þjálfunartíma fyrir skynmatið. Matsþættir voru 29 og er skilgreining og lýsing þeirra í viðauka 1. Hver matsþáttur var metinn eftir styrk eða einkennum á ókvarðaðri línu sem í úrvinnslu var kvörðuð frá 0-100.

Eitt sýni var hálf brauðsneið, skorin lóðrétt. Sýnunum var haldið ferskum undir plastfilmu þar til matið fór fram. Sýnin voru dulkóðuð með þriggja stafa númerum og hver sýnahópur var metinn tvisvar. Þannig voru átta sýni metin í einu, tvö fyrir hvern hóp. Skynmatið var framkvæmt í tölum og var skynmatsforritið FIZZ notað við framkvæmd þess. Tölfræðiforritið NCSS var notað við úrvinnslu gagna. Notast var við aðferðina General Linear Model til að leiðrétta fyrir mismunandi notkun dómara á skala og bera saman sýnahópa.

Útreikningar voru gerðir með og án súrdeigsbrauðs þar sem súrdeigsbrauðið er gjörólíkt hinum brauðtegundunum. Þar sem áður hefur verið framkvæmt skynmat og neytendakönnun á súrdeigsbrauði með og án byggs (sjá kafla 4), er hér lögð áhersla á að skoða hvernig eiginleikar brauða breytast þegar heilhveiti er skipt út fyrir bygg í venjulegum heilhveitibrauðum.

### **5.2.2 Neytendakönnun**

Staðsetning neytendakönnunar er háð ýmsum þáttum og getur haft áhrif á það hvernig varan er metin. Neytendakönnunin var tvískipt. Annars vegar var framkvæmd heimiliskönnun þar sem neytendur fengu vöruna heim og framkvæmdu könnunina þar. Hins vegar var sama könnun framkvæmd á rannsóknarstofu Matís. Kostir heimiliskönnunar eru að neytandi er við eðlilegar aðstæður (undirbúningurinn og neyslan), hægt er að spyrja margs konar spurninga og fyrstu áhrif af vörunni hafa minna vægi. Heimiliskönnun hefur þá galla að hún er tímafrek, neytandi getur gleymt að svara, ekki er hægt að nota fleiri en þrjú sýni og mistök geta orðið í undirbúningi. Könnun á rannsóknarstofu er frábrugðin að því leyti að þar er sýnaundirbúningur og framleiðsla stöðluð. Auðvelt er að ná í fólk með stuttum fyrirvara og hægt er að breyta lýsingu á staðnum. Hins vegar er hegðun neytenda á rannsóknarstofu öðruvísi og varan hlýtur oft aðra meðferð í undirbúningi en á heimili. Niðurstöður sýna að

heimiliskannanirnar koma yfirleitt betur út en kannanir framkvæmdar á rannsóknarstofum. Fólk er almennt jákvæðara og afslappaðra þegar það tekur könnun heima hjá sér sem leiðir til þess að því finnst varan sem smökkuð er betri.

Könnunin fór fram þann 20. mars 2008 og var umsjón í höndum nemenda í matvælafræði við Háskóla Íslands. Helmingur þátttakenda voru fjölskyldur tengdar nemendum og framkvæmdu þeir könnunina heima. Hinn hluti könnunarinnar fór fram í Sjávarútvegshúsinu við Skúlagötu 4 og voru þátttakendur aðallega starfsfólk í húsinu en einnig nokkrir utanaðkomandi. Að frátaldri staðsetningu var skipulag könnunarinnar eins í heimahúsi og á rannsóknarstofu.

Bornar voru fram þrjár tegundir af brauðum: heilhveitibrauð, byggbrauð og súrdeigsbrauð með byggi. Könnunin var útbúin þannig að fremst var viðhorfskönnun. Þar næst voru þrjú spurningablöð, eitt fyrir hverja gerð af brauði. Spurningablöðin voru heftuð saman í öllum mögulegum samsetningum, jafnoft hver samsetning, til að röð sýna í könnuninni hefði ekki áhrif á niðurstöður. Viðhorfskönnunin var þó alltaf fremst. Sýnin voru dulkóðuð með tveggja stafa númerum. Þátttakendur í heimiliskönnuninni fengu hálf heilhveitibrauð, hálf byggbrauð og hálf súrdeigsbrauð en mælt var með einni mátulegri sneið á mann við framkvæmd könnunarinnar. Sjá leiðbeiningar í viðauka 5.3.

Eitt sýni í heimiliskönnuninni var því u.þ.b. ein mátuleg brauðsneið en eitt sýni á rannsóknarstofu var hálf brauðsneið, skorin lóðrétt. Einnig var leyfilegt í heimiliskönnuninni að nota viðbit á brauðið en á rannsóknarstofunni var það ekki gert. Tölfræðiforritið NCSS var notað við úrvinnslu gagna. Tölfræðiaðferðin ANOVA var notuð til að bera saman sýnahópa. Sjá eyðublað í viðauka 5.3.



## 5.3 Niðurstöður

### 5.3.1 Skynmat

Fjórir sýnahópar voru metnir. Sýnahóparnir samanstóðu af fjórum tegundum brauða: byggbrauði, heilhveitibyggbrauði, heilhveitibrauði og súrdeigsbrauði. Allar niðurstöður eru í sýndar í viðauka 5.1.

Súrdeigsbrauðið er mjög ólíkt hinum brauðunum að því leyti að það hefur meiri súrdeigslykt, bygglykt, maltlykt og gerlykt. Liturinn á skorpunni er mun dekkri, skorpan er þykkari og grófari, litur brauðsins er dekkri og brauðið mun grófara. Brennt bragð er af skorpunni og súrt bragð af brauðinu. Einnig er mun meira súrdeigsbragð, gerbragð, byggbragð og maltbragð.

Áður hefur verið framkvæmt skynmat á súrdeigsbrauði með mismunandi hlutfalli byggs (sjá kafla 4). Því var ákveðið að taka súrdeigsbrauðið út úr niðurstöðunum og bera einungis saman heilhveitibrauðið, heilhveitibyggbrauðið og byggbrauðið til að fá sem bestar niðurstöður fyrir brauð með gerdeiggrunn og mismunandi hlutfall byggs.

Í lykt var marktækur munur í þremur af sex þáttum og var einn þátturinn af sex á mörkum marktækis. Byggbrauðið hafði mestu bygglyktina en heilhveitibrauðið þá minnstu. Byggbrauðið hafði líka mestu maltlyktina, súrdeigslyktina og gerlyktina en heilhveitibrauðið þá minnstu.

Í útliti voru sex þættir marktækir af átta. Byggbrauðið hafði dekkstan lit á skorpu, þykkustu og grófustu skorpuna, dekkstan lit á brauði, og var grófast af öllum brauðunum. Heilhveitibrauðið var aftur á móti með ljósastan lit á skorpu, þynnstu og finustu skorpuna, ljósastan lit á brauði og var finast af öllum brauðunum. Heilhveitibyggbrauðið hafði mestan glans á skorpu, heilhveitibrauðið fylgdi þar rétt á eftir en byggbrauðið hafði marktækt minnstan glans á skorpu.

Í bragði voru sex af níu þáttum marktækir. Byggbrauðið hafði mest saltbragð, súrasta bragðið, mesta gerbragðið, mesta byggbragðið og mesta maltbragðið en heilhveitibrauðið var langlægst í þessum þáttum. Í áferð var enginn þáttur marktækur. Sjá viðauka 5.1.

### 5.3.2 Neytendakönnun

Þátttakendur í könnuninni voru 71. Alls tóku 36 karlar þátt og 35 konur. Aldur var á bilinu 12 til 66+ ár og var meðalaldur u.þ.b. 39,5 ár. Marktækur munur var í öllum þáttum sem spurt var um. Niðurstöður eru sýndar í töflum og súluritum í viðauka 2. Spurningarblöð eru í viðauka 5.3.

Neytendum virtist líka álíka vel við byggbrauðið og heilhveitibrauðið. Í heildareinkunn fékk byggbrauðið hæstu einkunnina en þó var ekki marktækur munur milli heilhveitibrauðs og byggbrauðs. Súrdeigsbrauðið fékk marktækt lægri einkunn en hin tvö brauðin. Í lit skorpu var súrdeigsbrauðið metið dekkst, heilhveitibrauðið ljósast en byggbrauðið fékk 3,1 í meðaltal og var því næst því að hafa hæfilegan lit á skorpu ( 3 = hæfilegt ). Í áferð skorpu var heilhveitibrauðið næst því að vera hæfilegt, eða með 2,9 í meðaltal. Súrdeigsbrauðið hafði hörðustu skorpuna en byggbrauðið þá mýkstu. Byggbrauðið hafði mesta brauðbragðið, þar á eftir kom heilhveitibrauðið og þá súrdeigsbrauðið með minnsta brauðbragðið. Öll brauðin fengu þó rúmlega 3 í meðaltal, en 3 er skilgreint sem „hæfilegt“. Í þéttleika brauðs var súrdeigsbrauðið þéttast. Heilhveitibrauðið og byggbrauðið voru frekar nálægt hvort öðru en byggbrauðið kemst næst því að hafa hæfilegan þéttleika (með 2,8 í meðaltal). Í mýkt brauðs var líka lítill munur á heilhveitibrauðinu og byggbrauðinu en byggbrauðið aftur næst því að teljast hæfilegt (með 2,8 í meðaltal). Súrdeigsbrauðið var metið stífast. Grófleiki brauðs var mestur hjá súrdeigsbrauðinu, næst mestur hjá byggbrauðinu og minnstur hjá heilhveitibrauðinu. Munurinn var marktækur milli allra tegundanna. Flestir höfðu áhuga á að kaupa byggbrauðið handa fjölskyldunni sinni (meðaltal 3,8) en heilhveitibrauðið fylgir þar fast á eftir með 3,6 í meðaltal. Færri gátu hugsað sér að kaupa súrdeigsbrauðið sem fékk 3,2 í meðaltal.

Munur í aukabragði var marktækur og gætu því lýsingar á aukabragði gefið vísbendingar um eiginleika vörunnar. Heilhveitibrauðið er oftast sagt vera bragðlaust eða með hveitibragð, sætt bragð er oftast nefnt í tengslum við byggbrauðið og einnig kemur súrt, salt og maltbragð fram líka. Súrt bragð, rúgbrauðsbragð og maltbragð er svo oftast tengt við súrdeigsbrauðið. Sjá viðauka 5.2.

Eins og áður hefur verið minnst á var neytendakönnuninni skipt í tvo hluta, annars vegar heimiliskönnun og hins vegar könnun á rannsóknarstofu. Skoðað var því samspil staðar og geðjunar neytenda á brauðunum þremur. Enginn marktækur munur var á niðurstöðum milli kannananna nema í aukabragði en meirihluti þátttakenda á rannsóknarstofu fann aukabragð. Áhugavert er þó að meðaltal allra þátta nema eins er hærra í heimakönnuninni. Það var í „mýkt“ og var munurinn einungis 0,06. Því er hægt að álykta að fólk sem tekur könnunina heima hjá sér sé aðeins jákvæðara í garð vörunnar en fólk sem tekur könnunina á rannsóknarstofu.

### 5.3.3 Viðhorfskönnun

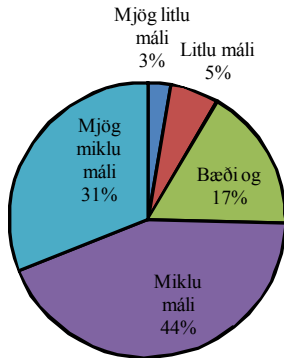
Eftirfarandi skífurit sýna svör þátttakenda við spurningum í viðhorfskönnuninni. Þátttakendur í könnuninni voru 71, þeir sömu og tóku þátt í neytendakönnuninni.

**Tafla 1. Hversu miklu máli skipta eftirfarandi atriði þegar ákvörðun er tekin um brauðkaup?**

Þáttur	Fínt	Gróft	Tegund korns	Trefjar	Salt
Allir	23%	79%	38%	48%	14%
Konur	5,8%	43,5%	28,1%	32,6%	5,6%
Karlar	17,3%	35,6%	9,9%	15,4%	8,4%

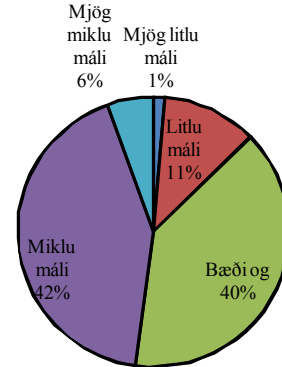
Hollusta virðist skipta miklu máli við val á brauði þar sem 75% telja hollustu skipta mjög miklu máli eða miklu máli en 17% svara bæði og. Þetta bendir til að yfirgnæfandi meirihluti neytenda velji brauðtegund út frá hollustugildi. Verð virðist einnig skipta máli þar sem 48% telja það skipta mjög miklu máli eða miklu máli en 40% svara bæði og. Þegar spurt var hversu miklu máli ýmis atriði skiptu þegar ákvörðun er tekin um brauðkaup, völdu flestir gróf brauð fram yfir annað eða 79%, næst flestir velja trefjainnihald eða 48% og tegund brauðs virðist einnig skipta máli, en um 38% neytenda valdi það. Þeir sem vilja fínt brauð voru um 23% neytenda og þeir sem hugsa um saltmagn voru 14%. Í þessari spurningu gátu neytendur krossað í fleiri en einn reit.

**Hversu miklu máli skiptir hollusta þegar ákvörðun er tekin um brauðkaup?**



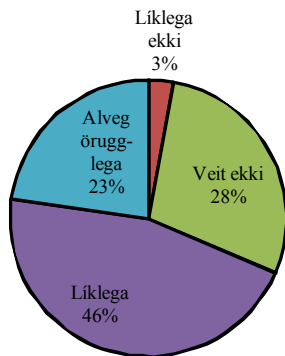
Mynd 1. Spurning 3a) úr viðhorfskönnun.

**Hversu miklu máli skiptir verð þegar ákvörðun er tekin um brauðkaup?**



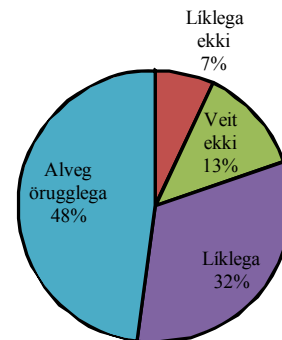
Mynd 2. Spurning 3b) úr viðhorfskönnun.

**Myndir þú frekar kaupa brauð úr íslensku korni ef það væri á boðstólnum?**



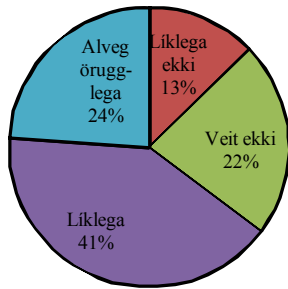
Mynd 3. Spurning 4 úr viðhorfskönnun.

**Myndir þú gera sömu kröfur til brauðs úr íslensku korni og þess hefðbundna varðandi bragðgæði?**



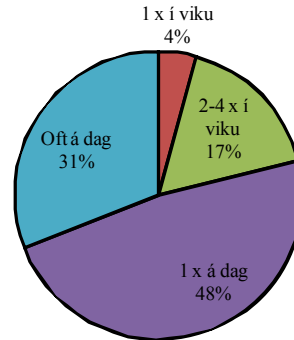
Mynd 4. Spurning 5a) úr viðhorfskönnun.

**Myndir þú gera sömu kröfur til brauðs úr íslensku korni og þess hefðbundna varðandi verð?**



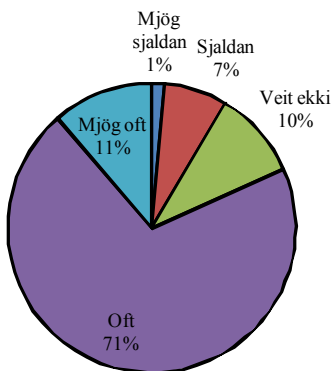
Mynd 5. Spurning 5b) úr viðhorfskönnun.

**Hversu oft borðar þú brauð?**



Mynd 6. Spurning 6 úr viðhorfskönnun.

**Kaupir þú alltaf sömu brauðtegund?**



Mynd 7. Spurning 7 úr viðhorfskönnun.

69% þátttakenda myndu alveg örugglega eða líklega kaupa brauð úr íslensku korni væri það á boðstólum en 28% sögðust ekki vita hvort þeir myndu frekar kaupa brauð úr íslensku korni. Um 80% myndu alveg örugglega eða líklega gera sömu kröfur til brauðs úr íslensku korni og þess hefðbundna varðandi bragðgæði. 65% myndu alveg örugglega eða líklega gera sömu kröfur til brauðs úr íslensku korni og þess hefðbundna varðandi verð. Út frá því má ætla að byggbrauð mætti ekki vera dýrara en hefðbundin brauð og bragðgæðin mættu ekki vera mjög frábrugðin hefðbundnum brauðum.

Flestir þátttakendur borða brauð einu sinni á dag, eða 48% og 31% þátttakenda borðar brauð oft á dag. Langflestir, eða yfir 82% virðast kaupa sömu brauðtegund oft eða mjög oft.

Viðhorfskönnunin var skoðuð m.t.t. viðhorfs kynja. Í henni var spurt: „Hversu miklu máli skipta eftirtalin atriði þegar ákvörðun er tekin um brauðkaup?“. Marktækur munur var í eftirfarandi þáttum í viðhorfi milli kynja: fint brauð, gróft brauð, trefjar og tegund korns. Viðhorf kynja til hollustu er nálægt því að vera marktækt frábrugðið (p-gildi 0,09) og virðast konur taka meira tillit til hollustu en karlar. Gróft brauð virðist einmitt höfða meira til kvenna en fint brauð til karlanna. Konur einnig hugsa einnig mun meira um tegund korns og trefjar en karlar og má mögulega tengja það við grófa brauðið sem konur velja fram yfir það fína.

#### **5.4 Niðurlag**

Niðurstöður skynmats sýna að byggbrauð eru frekar ólík hefðbundnum heilhvítbrauðum. Byggbrauðin hafa mun meiri bygglykt og byggbragð en maltlykt, maltbragð og súrt bragð er einnig áberandi. Byggbrauðin eru dekkri og grófari en heilhvítbrauðin og hafa dekkri og mýkri skorpu.

Þegar niðurstöður skynmats á súrdeigsbrauðum með og án byggs eru skoðaðar sést að margir þessara þátta eiga einnig við um súrdeigsbrauð (sjá kafla 4). Út frá þessum tveimur tilraunum er hægt að draga saman þau sérkenni sem notkun byggs gefur brauðum. Byggbrauð eiga það sameiginlegt að þau hafa einkennandi bygglykt og byggbragð og nokkra maltlykt og maltbragð. Þau hafa einnig dálítið súrt bragð og brauðin eru gróf og dökk.

Þegar litið er á niðurstöður úr viðhorfskönnuninni virðist hollusta skipta fólk miklu máli þegar ákvörðun er tekin um brauðkaup, þá aðallega grófleiki brauðs og trefjamagn. Verð og bragðgæði skipta neytendum einnig töluverðu máli. Niðurstöður sýna að neytendum myndu flestir frekar kaupa brauð úr íslensku korni væri það á boðstólum. Hins vegar gera neytendum sömu kröfur til brauða úr íslensku korni og þess hefðbundna varðandi bæði verð og bragðgæði. Því má ætla að verð þyrfti að vera svipað á hefðbundnu brauði og brauði úr íslensku korni og einnig þyrftu bragðgæðin að vera svipuð. Þegar skoðaður er munur á viðhorfi milli kynja sést að konur hugsa meira um hollustugildi brauðs en karlar. Karlar vilja

frekar fínt brauð en konur vilja frekar sérstaka tegund brauðs, gróft brauð og/eða trefjaríkt brauð.

Í neytendakönnuninni fengu byggbrauðið og heilhveitibrauðið hæstu heildareinkunnina en súrdeigsbrauðið hafði marktækt lægri einkunn. Flestir gætu hugsað sér að kaupa byggbrauðið og heilhveitibrauðið handa fjölskyldunni en færri vildu kaupa súrdeigsbrauðið. Súrdeigsbrauð er vara sem sumum líkar við en ekki öðrum og skýrir það líklega þennan mun. Það hversu vel Byggbrauðið kemur út úr neytendakönnuninni hlýtur að teljast jákvætt fyrir þá sem hafa áhuga á aukinni notkun byggs til brauðgerðar. Heilhveitibrauðið sem notað var í tilraunina er hefðbundin vara sem flestir Íslendingar þekkja. Byggbrauðið er ný vara en kemur þó jafn vel út úr könnuninni og heilhveitibrauðið.

Byggmjölið sem notað var í þessari tilraun er líkara grófu speltmjöli en heilhveiti. Heilhveitimjölið er mun finna en byggmjölið. Þetta endurspeglast í skynmatsniðurstöðum. Meiri munur er á eiginleikum brauða þegar heilhveitimjöli er skipt út fyrir bygg en þegar byggmjöl er notað í stað spelts (sjá kafla 4) Byggmjölið er ákaflega hollt og trefjaríkt mjöl. Því má ætla að byggmjöl geti orðið verðugur keppinautur spelts í brauðframleiðslu.

## 5.5 Heimildir

- Duss, R. & L. Nyberg, 2002. Oat soluble fibers ( $\beta$ -glucans) as a source for healthy snack and breakfast food. *Cereal Foods World* 49 (6): 320-325.
- Hootman RC., 1992. Manual on descriptive analysis testing for sensory evaluation. Philadelphia: ASTM. 52.
- Pins, J.J. & H. Kaur, 2006. A review of the effects of barley  $\beta$ -glucan on cardiovascular and diabetic risk. *Cereal Foods World* 51 (1): 8-11.
- Stone H, Sidel JL., 1985. Sensory evaluation practices. Orlando, Fla.: Academic press, Inc. 311.

## Viðauki 5.1

### Upplýsingar um skynmat á brauðum

Viðaukatala 5.1.1 Skynmatsþættir og skilgreiningar á þeim í QDA greiningu á brauði.

Matsþáttur	Kvarði (0-100)	Skilgreining
<b>Lykt</b>		
brauðlykt	engin    mikil	nýbakað brauð
sæt lykt	engin    mikil	sæt lykt
bygglykt	engin    mikil	bygglykt
maltlykt	engin    mikil	malt
súrdeiglykt	engin    mikil	einkennandi lykt af súrdeigsbrauði
gerlykt	engin    mikil	ger, bjór.
<b>Útlit</b>		
litur skorpu	ljós    dökk	litur skorpu
þykkt skorpu	þunn    þykk	þykkt skorpu
grófleiki skorpu	fin    gróf	fin= slétt og jöfn, gróf = úfin
litur brauðs	ljós    dökkur	litur inni í brauði
grófleiki brauðs	fint    gróft	magn og grófleiki trefja í brauði
glans á skorpu	lítill    mikill	glans á skorpu
loft í brauði	lítið    mikið	magn lofts í brauði
stærð loftbóla í brauði	litlar    stórar	stærð loftbóla í brauði.
<b>Bragð</b>		
brennt bragð af skorpu	ekkert    mikið	brunabragð
brauðbragð	ekkert    mikið	nýbakað brauð
salt	ekkert    mikið	saltbragð
sætt	ekkert    mikið	sætt bragð
súrt bragð	ekkert    mikið	súrt bragð
súrdeigsbragð	ekkert    mikið	súrdeig
gerbragð	ekkert    mikið	ger
byggbragð	ekkert    mikið	bygg
maltbragð		malt
<b>Áferð</b>		
mýkt skorpu	engin    mikil	mýkt skorpu
raki í skorpu	enginn    mikill	enginn = þurr: dregur safu úr munni
seigja í skorpu	engin    mikil	seigja í skorpu
mýkt brauðs	engin    mikil	mýkt brauðs
raki í brauði	enginn    mikill	enginn = þurr: dregur safu úr munni
seigja brauðs	engin    mikil	seigja brauðs



Viðaukatala 5.1.2 Meðaltöl skynmatsþátta (Skali 0-100). Byggt er á niðurstöðum 7 dómara.

Skynmatsþáttur		Bygg		Heilbygg		Heil	
Lykt							
	brauðlykt		71,1		72,2		76,8
	sæt lykt		33,8		29,6		33,1
	bygglykt	***	42,7	H	32,2	H	9,1 Hb, B
	maltlykt	***	36,1	H	30,4	H	10,0 Hb, B
	súrdeigslykt	**	25,0	H	19,0	H	6,1 Hb, B
	gerlykt	ms	29,9		27,6		19,0
Útlit							
	litur skorpu	***	55,6	H, Hb	30,3	H, B	12,8 Hb, B
	þykkt skorpu	**	26,2	H, Hb	18,5	B	15,6 B
	grófleiki skorpu	***	48,3	H, Hb	22,4	B	14,4 B
	litur brauðs	***	39,4	H, Hb	22,4	H, B	9,7 Hb, B
	grófleiki brauðs	***	31,1	H, Hb	21,9	H, B	9,8 Hb, B
	glans á skorpu	***	26,1	H, Hb	53,9	B	53,0 B
	loft í brauði		50,4		46,5		55,6
	stærð loftból		26,8		22,4		24,6
Bragð							
	brennt bragð skorpu		23,5		21,4		20,5
	brauðbragð		63,0		63,4		69,1
	salt	*	24,7	H	21,0		12,8 B
	sætt		19,6		21,6		20,7
	súrt bragð	***	21,8	H	17,5	H	4,9 Hb, B
	súrdeigsbragð	***	17,4	H	16,1	H	6,4 Hb, B
	gerbragð	***	22,9	H	21,0	H	12,7 Hb, B
	byggbragð	***	35,9	H, Hb	26,5	H, B	5,1 Hb, B
	maltbragð	***	30,2	H, Hb	21,4	H, B	7,1 Hb, B
Áferð							
	mýkt skorpu		41,3		50,6		38,6
	raki í skorpu		32,6		34,9		28,9
	seigja í skorpu		43,9		46,9		54,1
	mýkt brauðs		67,1		64,6		71,8
	raki í brauði		51,6		51,4		47,1
	seigja brauðs		41,1		36,8		41,5

ms (marginal significance,  $p = 0,05-0,10$ );

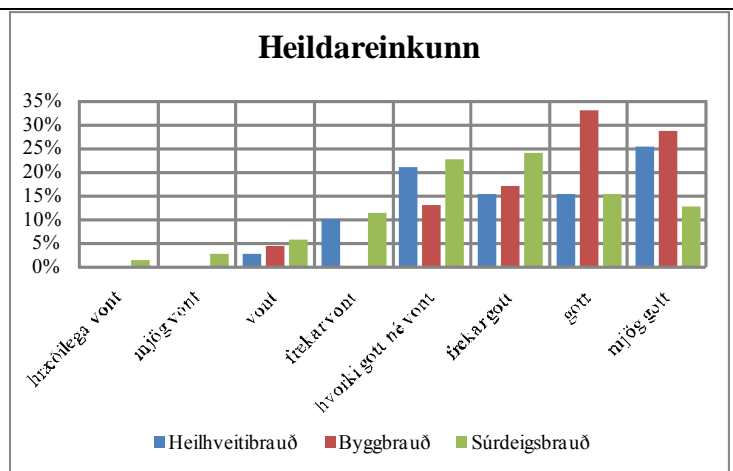
\* ( $p < 0,05$ ); \*\* ( $p < 0,01$ ); \*\*\* ( $p < 0,001$ )

## Viðauki 5.2

### Ítarlegar niðurstöður úr neytendakönnun á brauðum

#### 1. Heildareinkunn fyrir brauðin.

Heildareinkunn			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	0,0	0,0	1,4
2	0,0	0,0	2,8
3	2,8	4,3	5,6
4	9,9	0,0	11,3
5	21,1	12,9	22,5
6	15,5	17,1	23,9
7	15,5	32,9	15,5
8	25,4	28,6	12,7
9	9,9	4,3	4,2
<b>TOTAL</b>	100,0	100,0	100,0



Tafla 1a. Dreifing heildareinkunna í prósentum.

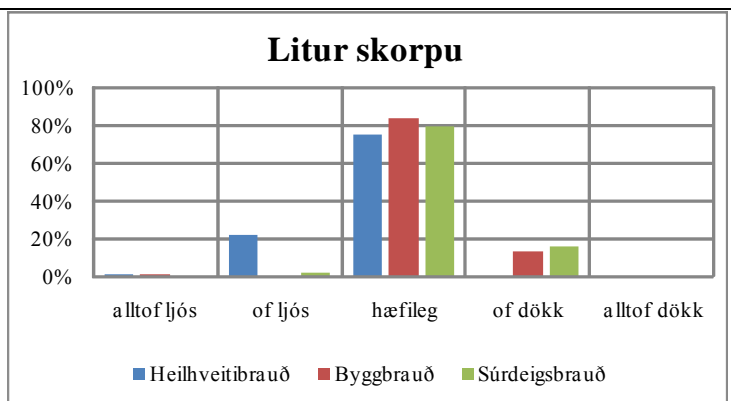
Mynd 1. Súlurit yfir dreifingu heildareinkunna.

Heildareinkunn				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
76	71	5,7	85, 94	0,000448*
85	71	6,5	76	
94	70	6,8	76	

Tafla 1b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á heildareinkunn er marktækur.

## 2. Mat á lit skorpu.

Litur			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	1,4	1,4	0,0
2	22,5	0,0	2,8
3	76,1	84,5	80,3
4	0,0	14,1	16,9
5	0,0	0,0	0,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0



Tafla 2a. Dreifing liteinkunna í prósentum.

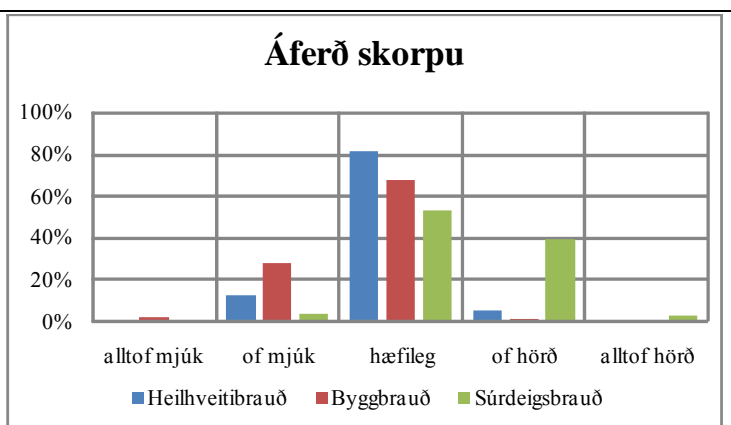
Mynd 2. Súlurit yfir dreifingu liteinkunna.

Litur skorpu				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
85	71	2,7	94,76	0,000000*
94	71	3,1	85	
76	71	3,1	85	

Tafla 2b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á einkunn fyrir lit skorpu er marktækur.

## 3. Mat á áferð skorpu.

Aferð			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	0,0	2,8	0,0
2	12,9	28,2	4,3
3	81,4	67,6	53,6
4	5,7	1,4	39,1
5	0,0	0,0	2,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0



Tafla 3a. Dreifing áferðareinkunna í prósentum.

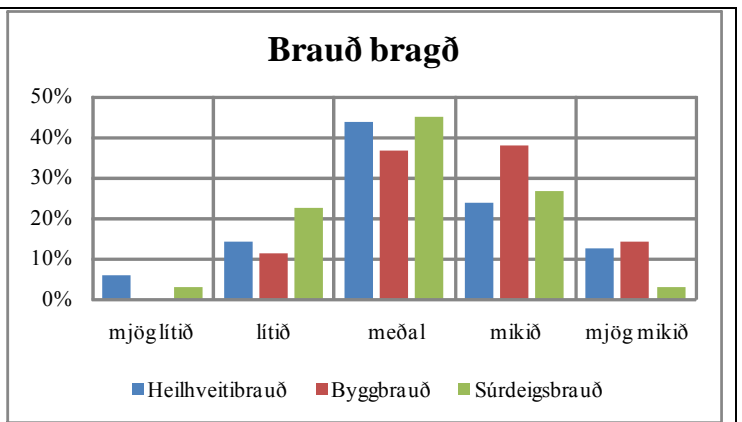
Mynd 3. Súlurit yfir dreifingu áferðareinkunna

Áferð				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
94	71	2,7	85, 76	0,000000*
85	70	2,9	94, 76	
76	69	3,4	94, 85	

Tafla 3b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á heildareinkunn er marktækur.

#### 4. Brauðbragð.

Bragð			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	5,6	0,0	2,8
2	14,1	11,3	22,5
3	43,7	36,6	45,1
4	23,9	38,0	26,8
5	12,7	14,1	2,8
TOTAL	100,0	100,0	100,0



Tafla 4a. Dreifing bragðeinkunna í prósentum.

Mynd 4. Súlurit yfir dreifingu bragðeinkunna.

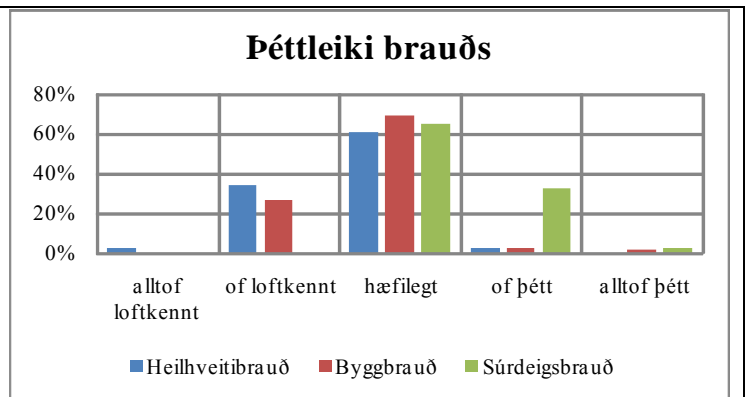
Brauðbragð				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
76	71	3,0	94	0,000000*
85	71	3,2	94	
94	71	3,5	76, 85	

Tafla 4b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á bragðeinkunnum er marktækur.

## 5. Þéttleiki brauða.

Þéttleiki			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	2,8	0,0	0,0
2	33,8	26,8	0,0
3	60,6	69,0	64,8
4	2,8	2,8	32,4
5	0,0	1,4	2,8
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Tafla 5a. Dreifing þéttleikaeinkunna í prósentum.



Mynd 5. Súlurit yfir dreifingu þéttleikaeinkunna.

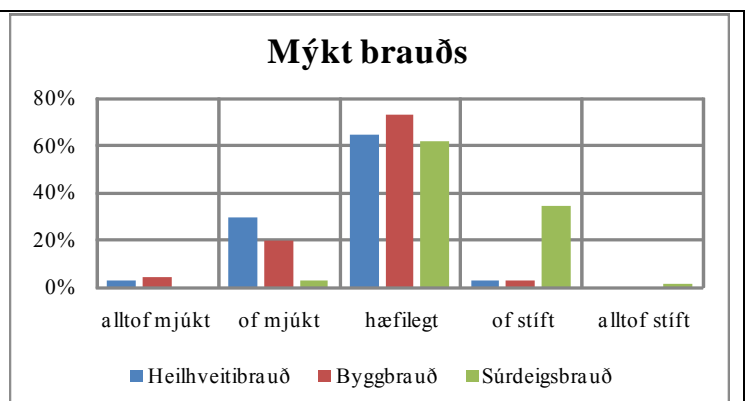
Þéttleika brauðs				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
85	71	2,6	76	0,000000*
94	71	2,8	76	
76	71	3,4	85, 94	

Tafla 5b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á þéttleikaeinkunnum er marktækur.

## 6. Mýkt brauða.

Mýkt			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	2,8	4,2	0,0
2	29,6	19,7	2,9
3	64,8	73,2	61,4
4	2,8	2,8	34,3
5	0,0	0,0	1,4
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Tafla 6a. Dreifing mýktareinkunna í prósentum.



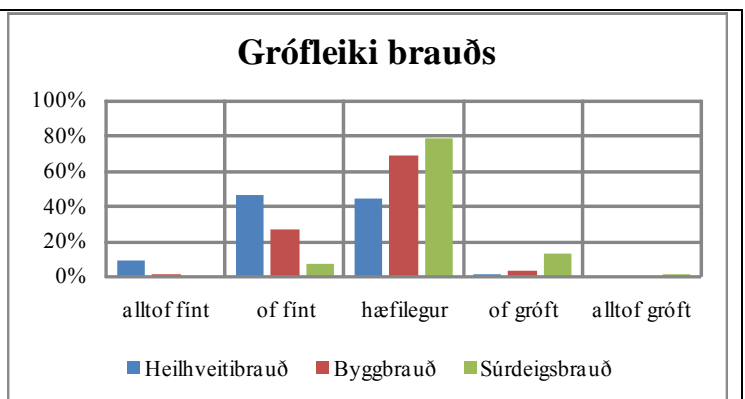
Mynd 6. Súlurit yfir dreifingu mýktareinkunna.

Mýkt brauðs				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
85	71	2,7	76	0,000000*
94	71	2,7	76	
76	70	3,3	85, 94	

Tafla 6b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á mýktareinkunnum er marktækur.

## 7. Grófleiki brauða.

Grófleiki			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	8,5	1,4	0,0
2	46,5	26,8	7,0
3	43,7	69,0	78,9
4	1,4	2,8	12,7
5	0,0	0,0	1,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0



Tafla 7a. Dreifing grófleikaeinkunna í prósentum.

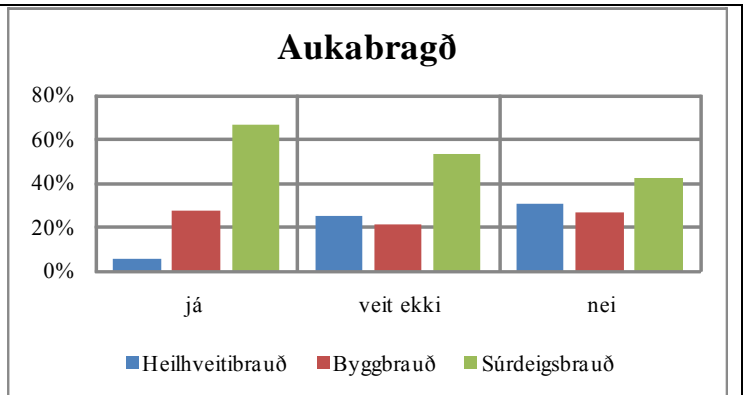
Mynd 7. Súlurit yfir dreifingu grófleikaeinkunna.

Grófleiki brauðs				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
85	71	2,4	94, 76	0,000000*
94	71	2,7	85, 76	
76	71	3,1	85, 94	

Tafla 7b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á grófleikaeinkunnum er marktækur.

## 8. Aukabragð af brauðum.

Aukabragð			
Einkunn	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	5,8	25,4	30,9
2	27,5	21,1	26,5
3	66,7	53,5	42,6
TOTAL	100,0	100,0	100,0



Tafla 8a. Dreifing mats á aukabragði í prósentum.

Mynd 8. Súlurit yfir dreifingu mats á aukabragði.

Aukabragð				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
76	68	2,1	85	0,001041*
94	71	2,3	85	
85	69	2,6	76, 94	

Tafla 8b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Munur á mati á aukabragði er marktækur.

**LÝSING Á AUKABRAGÐI****flokkun****Heilhveitibrauð**

hveitibragð	hveitibragð
bragðlaust	bragðlaust
salt	
gott bragð	
vont bragð	
hveitibragð	hveitibragð
algjörlega bragðlaust	bragðlaust
bragðlaust	bragðlaust

**Byggbrauð**

lýsisbragð	
maltbragð	maltbragð
smá salt	salt
pínu efnabragð	
mismunur á skorpu og brauði	
soldið sætt	sætt
beiskt bragð	
saltað	salt
kanill/negull	
smá maltbragð, mjólkurkennt/súrt	maltbragð súrt
sætt - of bragðlítið	sætt
sætukeimur	sætt
yfirgnæfandi gerbragð	sætt
sætt/gott bragð	súrt
súr keimur, súrt eftirbragð	

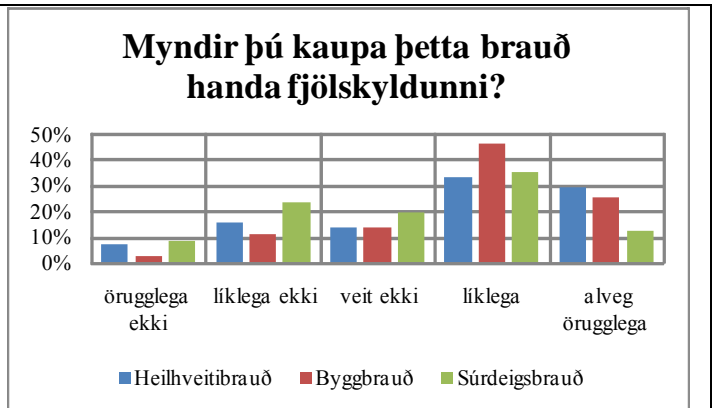
**Súrdeigsbrauð**

frekar súrt	súrt
súrt	súrt
veit ekki	
þurrt pappírsbragð	
súrdeig	súrt
malt/of bragðmikið	maltbragð
gott maltbragð	maltbragð
rúgbrauðsbragð, smjörlikisbragð	rúgbrauðsbragð
malt bragð	maltbragð
súr	súrt
bókhveiti/gerjunarbragð	
kannski malt	maltbragð
byggbragð	
atnsbragð	
eins og brauðið sé hálfbakað, of mikið kornbragð	
rúgbrauð	rúgbrauðsbragð
mikið maltbragð	maltbragð



## 9. Gætirðu hugsað þér að kaupa þetta brauð handa fjölskyldunni?

Kaupa	Heilhveitibrauð	Byggbrauð	Súrdeigsbrauð
1	7,0	2,8	8,5
2	15,5	11,3	23,9
3	14,1	14,1	19,7
4	33,8	46,5	35,2
5	29,6	25,4	12,7
TOTAL	100,0	100,0	100,0



Tafla 9a. Dreifing mats á hugsanlegum kaupum.

Mynd 9. Súlurit yfir dreifing mats á hugsanlegum kaupum.

Kaupa handa fjölskyldunni				
Group	Count	Mean	Different From Groups	Prob Level
76	71	3,2	85, 94	0,006807*
85	71	3,6	76	
94	71	3,8	76	

Tafla 9b. Niðurstöður úr ANOVA prófi. Það er marktækur munur í mati á hugsanlegum kaupum.

## Viðauki 5.3

### Eyðublöð fyrir kannanir og leiðbeiningar fyrir neytendakönnun í heima- húsi.

#### Viðhorfskönnun á brauði

Kyn:  KK  KVK

Aldur: \_\_\_\_\_

Hversu miklu máli skipta eftirtalin atriði þegar ákvörðun er tekin um brauðkaup?

#### *Hollusta:*

Mjög litlu máli  Litlu máli  Hlutlaus  Miklu máli  MJög miklu máli

#### *Verð:*

Mjög litlu máli  Litlu máli  Hlutlaus  Miklu máli  MJög miklu máli

#### *Ýmsir þættir: mátt velja fleira en eitt*

Fint  Gróft  Tegund korns  Trefjar  Salt

Myndir þú frekar kaupa brauð úr íslensku korni ef það væri á boðstólnum?

Örugglega ekki  Líklega ekki  Veit ekki  Líklega  Alveg örugglega

Myndir þú gera sömu kröfur til brauðs úr íslensku korni og þess hefðbundna?

#### *varðandi bragðgæði:*

Örugglega ekki  Líklega ekki  Veit ekki  Líklega  Alveg örugglega

#### *varðandi verð:*

Örugglega ekki  Líklega ekki  Veit ekki  Líklega  Alveg örugglega

Hversu oft borðar þú brauð ?

Sjaldan eða aldrei  1 x viku  2-4 x í viku  1 x á dag  Oft á dag

Kaupir þú alltaf sömu brauðtegund ?

Mjög sjaldan  Sjaldan  Veit ekki  Oft  MJög oft

## Neytendakönnun á brauði

Smakkið brauðið í þeirri röð sem fram kemur á blöðum  
og svarið eftirfarandi spurningum

Brauð númer \_\_\_\_:

### Gefðu brauðinu heildareinkunn:

hræðilega  
vont  mjög  
vont  Vont  frekar  
vont  hvorki gott  
né vont  frekar  
gott  gott  mjög gott  afskaplega  
gott

### Gefðu brauðinu einkunnir fyrir eftirtalda þætti:

#### litur skorpu

alltof ljós  of ljós  hæfileg  of dökk  alltof dökk

#### áferð skorpu

alltof múk  of mjúk  hæfileg  of hörð  aAlltof hörð

#### brauð bragð (einsog nýbakað brauð)

mjög lítið  lítið  meðal  mikið  mjög mikið

#### þéttleiki brauðs

alltof loftkennd  of loftkennd  Hæfilegt  of þétt  alltof þétt

#### mýkt brauðs

alltof mjúkt  of mjúkt  hæfilegt  of stíft  alltof stíft

#### grófleiki brauðs

alltof fínt  of fínt  Hæfilegur  of gróft  alltof gróft

#### Er aukabragð af brauðinu ?

já | | veit ekki | | nei | |

Geturðu lýst aukabragðinu: \_\_\_\_\_

#### Gætirðu hugsað þér að kaupa þetta brauð handa fjölskyldunni ?

örugglega ekki  líklega ekki  veit ekki  líklega  alveg örugglega

## **Neytendakönnun á brauði í heimahúsi.**

### **Leiðbeiningar:**

- 12 ára og eldri mega taka þátt og fylla út spurningarlistann.
- 3 mismunandi brauð eru fengin.
- Brauð skorið í mátulegar sneiðar og smurt (ef vill) með viðbiti (smjör og þess háttar) sem þáttakandi er vanur að nota og svipað magn og venjulega. ATH ekki má nota kjötálegg eða ost.
- Brauð er smakkað samfara (mjög mikilvægt) útfyllingu á spurningarlistanum. T.d. fyrsta brauðsneiðin er smökkuð og spurningalistinn fylltur út, því næst er önnur brauðsneiðin smökkuð (af næsta brauði) og spurningalistinn fyrir það fylltur út o.s.frv.
- Mikilvægt er að smakka brauðið sem fyrst eftir að það er fengið (svo því sé neytt þegar það er ennþá nýtt).
- Einnig er mikilvægt að taka smá hlé á milli brauða, að smakka fyrsta brauðið, bíða í smástund, fá sér vatnsglas og byrja svo á næsta brauði.

## 6. MÖLTUN Á HEIMARÆKTUÐU BYGGI

### YFIRLIT YFIR ATHUGANIR Á MÖLTUN BYGGS 2006-2008

*Jón Guðmundsson*

*Landbúnaðarháskóla Íslands*

#### 6.1 Inngangur

Ef nýta á bygg til manneldis er einn möguleiki að malta byggið. Spírað bygg nefnist malt. Malt er síðan hægt að nota í ölgerð, við framleiðslu á sterkum drykkjum (viskí) og í brauðgerð. Möltun felst í því að fá byggið til að spíra við verksmiðjuaðstæður. Við spírun breytist byggfræið úr lífveru í dvala í virka lífveru.

Mynd 1 sýnir byggfræ sem er í þann veginn að spíra. Kímið, sem litað er rautt á myndinni, er með alla þá hvata sem það þarf til vaxtar. Á milli kimsins og fræhvítunnar er frumulag (aleron-lag). Fræhvítan er úr stórum kolvetnissameindum sem leysast lítt í vatni. Þegar spírun fer af stað, eftir að fræið hefur tekið upp vatn eftir dvalartímann, myndar þetta frumulag hvata sem streyma út í fræhvítuna og breyta henni í vatnsleysanlegan sykur. Gott merki um að spírun sé langt komin er álun, þá ryðst kímstöngullinn út úr fræinu, yfirleitt með allmiklum hraða þannig að munur sést frá klukkustund til klukkustundar.

Mynd 2 sýnir spírað og óspírað byggfræ. Spírun var mæld með því að telja spírað og óspírað fræ. Fræ var metið dautt ef það var með óeðlilegan lit eða rotnaði í vinnsluferlinum. Þegar fræið var lagt í bleyti tók það upp vatn sem nam um 70% af eigin þyngd. Fræ sem ekki er í dvala spírar á 3-7 dögum. Hvatar sem brjóta niður sterkju hafa þá myndast. Þurrefnismassi hefur minnkað um u.þ.b. 8-10% sem er merki um þá orku sem fer í spírunina. Eftir þennan feril þarf að þurrka fræið í um 95% þurrefni til að stöðva alla hvatavirkni. Varðveita þarf þá hvata sem myndast hafa í möltunarferlinum. Þess vegna þarf að þurrka maltið við lágan hita í

byrjun. Hvatarnir þola hita betur þegar þurrefnishlutfallið vex. Hækka má því hita smám saman í þurrkunarferlinum. Hvatarnir þola þurrk og mölun. Eftir þurrkun og mölun blandast hvatarnir saman við sterkjuna og geta vonandi breytt henni allri í vatnsleysanlegan sykur. Þennan vatnsleysanlega sykur geta gersveppir hvarfað yfir í etanól.



**Mynd 1 . Byggfræ sem er í þann veginn að spíra. Kímið er hér litað rautt.**



**Mynd 2. Spírað og óspírað byggfræ.**

### **Nýting maltsins í bjórgerð**

Nýtingarmöguleikar maltsins eru nokkrir. Hér verður fjallað um möguleika á að nýta það í drykkjarvöru. Bjórgerð er fyrsta stigið ef nýta á maltið í drykki sem innihalda etanól. Hér á

landi er umtalsverð bjórgerð og vinna við að aðlaga innlent malt að núverandi framleiðslu ætti að geta gengið. Vatnsleysanlegar sykrur geta verið fæða fyrir gersveppi sem breyta þeim í CO<sub>2</sub> og etanól. Etanólið ásamt efnunum í maltinu getur orðið að verðmætri vöru ef það er unnið kunnáttusamlega. Það sem eftir er, eftir þann feril, getur verið fóður fyrir kýr og svín. Maltið hefur bragð sem gefur þeirri vöru sem það er notað í ákveðið bragð, en einnig má bæta við þáttum sem gefa einnig bragð í framleiðsluvöruna. Hvernig maltið er þurrkað skiptir miklu máli. Þurrkun þar sem hiti er hækkaður við lok þurrkunar gefur ákveðið brunabragð; ef þurrkað er við eld gefur það reykbragð og svo geta í reyk verið fjöldamörg bragðefni sem festast í maltinu. Væntanlega er t.d. ekki sama hvort þurrkað er við reyk frá birki, taði, mó eða lyngi. Möguleikar á þessu sviði eru margir og vonandi veður hægt í framtíðinni að skýra þá.

## 6.2 Athugun á möltun heimaræktaðs byggs

Verkefnið sem hér verður sagt frá hófst með athugun á byggsýnum sem tekin voru víða um land árið 2006. Tekin voru sýni úr tilraunaræktuðu byggi á tilraunastöðunum Korpu og Möðruvöllum (Mö í töflu) svo og byggi frá tveimur bændabýlum, Þorvaldseyri (Þo) undir Eyjafjöllum og Belgsholti (Be) í Melasveit. Þessi sýni voru hreinsuð með hefðbundnum hætti í fræhrensibúnaði og eftir það notuð í möltunartilraun. Möltunartilraunin fór fram með þeim hætti að sýnin voru lögð í bleyti í tvo sólarhringa. Við þá meðferð tekur fræið upp mikið vatn, sem yfirleitt nægir því allan spírunarferilinn. Eftir það voru fræin skoluð með 2% vatnsefnisperoxíðslausn og sett í bakka þar sem hægt var að tryggja greiðan aðgang súrefnis að fræinu. Sýnilegt var að spírun fór strax af stað og merki um rötarspírun sást strax á öðrum degi. Þar sem sýnin voru lítil þurfti að úða vatni öðru hverju á fræið til að vatnsskortur hindraði ekki spírunina. Ekki er þörf á slíku ef sýnin eru stór. Tafla 1 sýnir helstu atburði sem skráðir voru í mötunartilrauninni. Fræ var metið dautt ef það rotnaði eða varð dökkt á litinn en lifandi ef einhver merki um líf sáust. Annað var metið óspírað. Eftir maltgerðina var massi maltsins 90.3% af massa byggsins. Það er mælikvarði á þá orku sem fór í spírun að 77%.

Eftir möltunina var útbúið tveggja kílóa sýni af yrkinu Kríu sem fór í gerjunartilraun hjá Ölgerðinni Agli Skallagrímssyni. Bruggunin tókst vel, niðurbrot sterkju virtist vera eðlilegt miðað við innflutt malt, lykt og litur var líka með eðlilegasta móti. Eina vandamálið var að

nýting var léleg en það má að öllum líkindum rekja til þess að mölun var ekki nógu góð. Afurðin var 5-6 lítrar af vökva sem var um 11% sykur.

**Tafla 1. Yfirlit yfir atburði í möltunartilraun.**

Byggsýni <sup>*)</sup>	Mæld spírun í mold %	Dvali (Skali: 0-3)	Massi þurrkaðs byggs g	Upptaka vatns Dagar	Mæld spírun eftir möltun	Athugasemdir
Kría frá Korpu,	90		2000	3	77%	Nægileg spírun á 5-6 dögum
Skegla frá Korpu.	30		2000	3 Sýni myglar og er hent		
1 Þo.05 Kría	80	0	200	2	80	Spírun jöfn, álun lítil
2 Þo.05 Skúmur I	25	1	200	2	35	Spírun ójöfn, en nokkur fræ með langan kímstöngul
3 Mö.06 Kría	65	0	200	2	65	Jöfn spírun
4 Mö.06 Barbro	55	2	200	2	65	Jöfn spírun og mikil álun
5 Mö.06 Skúmur II	60	0	200	2	78	Jöfn spírun og mikil álun
6 Mö.06 Lavrans	30	2	200	2	23	Ójöfn spírun
7 Mö.06 Tiril	45	3	200	2	25	Ójöfn spírun
8 Be.06 Bændasýni (Kría)	15	2	200	2	78	Jöfn spírun
9 Þo.06 Bænda sýni (Rekyl)	35	1	200	2	70	Jöfn spírun
Dagar:	Vatns-mettun í 2 daga	Rótar-spírun sést	Sýnileg rótarspírun á þriðja degi eftir að spírun er sett af stað.	Álun sést hjá Skúmi II	Spírun virðist almennt vera hæfileg fyrir malt	Rætur yfirleitt um 15-20 mm á lengd. Þar sem fræ hafa álað er spíran stór 10-20 mm. Lavrans og Tiril sýna áberandi ójafna spírun. Dvali er þar nokkur. Bændasýnin spíra mun betur í möltunartilraun en í spírunarprófi
Klst →	48 klst	72 klst	96 klst	144 klst	192 klst	

<sup>\*)</sup> Þo: Þorvaldseyri. Mö: Möðruvellir. Be: Belgsholt.



### 6.3 Möltunartilraun í framleiðsluskala

Í framhaldi af fortítraununum var ákveðið að reyna maltgerð í stærri stíl. Til að hægt væri að brugga eina lögun hjá Ölgerðinni Agli Skallagrímssyni þurfti að búa til um 700 kg af malti. Tilraunaðstaða til að gera slíkt var ekki góð, en hægt var samt að vinna með nokkur atriði. Hægt var að prófa möltun:

- sem fall af tíma í skolun
- sem fall af hita í skolvatni
- sem fall af loftdælingu í gegnum skolvatn
- mæla hraða spírunar eftir meðferð og tíma ársins.

Tilraunaframleiðslan hófst í desember 2007 og lauk í apríl 2008. Unnið var með byggyrkið Kríu sem ræktað var í Belgsholti í Melasveit. Í fortítraunum 2007 kom í ljós að dvali var í Kríu sem þar var ræktað og því var reiknað með því að sú væri einnig raunin 2008. Þetta byggfræ var sennilega hvorki betra né verra en annað byggfræ sem er ræktað hér á landi. Áður en maltgerðin hófst var því reiknað með því að ýmis vandamál kynnu að koma upp í ferlinum en við að leysa þau safnaðist í reynslubanka sem kæmi síðar til góða.

Tekin voru 43 kg í hverja möltunarlötu og voru löturnar alls 20. Eftir hverja lötu var einhverju breytt í ferlinum til að fá fram sem flestar vísbendingar, en allar upplýsingarnar eru vísbendingar þar sem ekki var hægt að vinna eftir nákvæmu tilraunaskipulagi, aðstaðan bauð ekki upp á slíkt. Vísbendingarnar segja hins vegar til um hvaða atriði er þörf á að athuga nánar. Í verkuninni var miðað við að hefja þurrkun fræsins þegar meira en 50% spírun væri sýnileg, en þá má reikna með að spírunarferlar væru komnir af stað í öllu fræinu. Sjá mynd 3.

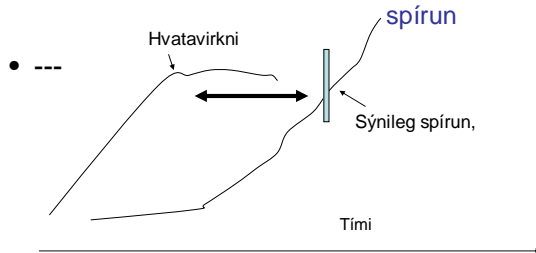
#### Vinnulag við maltgerð

Vinnulag við athugunina var með þeim hætti að fræið var fyrst bleytt í vatnsbaði sem hægt var að blása lofti í gegn um. Eftir mislangan tíma var vatni hleypt af og fræsafnið sett á gólf en þar spíraði fræið. Þykkt lagsins var um 10-12 cm og safninu var velt nokkrum sinnum á dag til að tryggja greiðan aðgang súrefnis að fræinu. Þegar spírun sást var byrjað að mæla hver hún var og við ákveðna spírunarprósentu var fræið sett í þurrkun. Þurrkað var í síló þar

sem loft var dregið úr innirýminu. Það loft hafði mikla þurrkgetu og þornaði fræsafnið á 3-4 sólahringum. Hér á eftir verður sagt frá nokkrum atriðum sem komu í ljós eða voru mæld.

### Hvenær er nóg af virkum hvötum?

- Þeir verða virkir áður en sýnilegar breytingar verða.



5

**Mynd 3. Myndin sýnir líklegan feril spírunar. Áður en spírur sjást hafa hvatar virkjast í fræinu því fræið getur ekki spírað fyrr en allir nauðsynlegir hvatar hafa virkjast.**



**Mynd 4. Myndin sýnir spírað bygg. Helstu líffæri eru merkt. Í möltuninni var talið hve mikið spíraði og hve mikið af fræinu virtist vera dauft.**

### **Dvali í fræi**

Dvali í fræinu var mældur í nóvember 2007 og reyndist vera nokkur (spírun náði 30% á 17 dögum). Einnig kom í ljós að hraði spírunar virtist vaxa þegar leið á veturinn. Síðasti dálkurinn í töflu 2 bendir til þess.

Spírunarhraði var mældur með því að fylgjast með spíruninni eftir að fræið var sett á gólf. Í töflu 2 kemur fram að spírunarhraðinn virtist fara vaxandi með tíma. Þetta bendir til að dvali hafi minnkað í fræinu. Tvívegis, í lok janúar og í lok febrúar, var athugað hver heildarspírunin geti verið og reyndist hún í báðum tilfellum vera um 70%. Til að ná 50% spírun þarf æ færri daga eftir því sem tíminn líður.

### **Hiti í skolvatni**

Nokkrar mismunandi aðferðir með breytilegum hita í skolvatni voru reyndar eins og fram kemur í töflu 3. Það skiptir miklu máli að hafa skoltímann eins stuttan og kostur er þar sem þá er hættunni á fjölgun örvera haldið í lágmarki. Vísbinding er um að ef vatnshiti er 30-40°C dugi að skola í um 2 klst. Sé hitinn lægri þarf lengri skolonartíma.

### **Loftun. Aðgangur súrefnis.**

Þegar byggið fer að spíra þarf það á súrefni að halda. Í skolun og einnig eftir að það er lagt á gólf í þykku lagi, er hættu á að flæði súrefnis að því sé það skert að súrefnisskortur verði við fræið. Örverur, sem einnig eru þar, ganga líka á súrefnið. Ef fræið er látið liggja of lengi í skolvatninu klárast allt súrefnið þar og við örverustarfsemi súrnar vatnið þar sem örverur sem geta lifað við loftlausar aðstæður ná sér á strik. Veruleg hættu er einnig á súrefnisskortum í spírunarferlinu. Prófað var að dæla lofti í mismiklum mæli í gegn um skolvatnið.

**Tafla 2. Spírun og spírunarhraði sem fall af tíma.**

Tímabil	Spírandi fræ %	Sýnilega dautt fræ %	Spírunarhraði Dagar á gólfi
Desember	10	5,6	4
Janúar	36	6	4
	57	6	4
	57	5	3
	52	3,5	4
	47	2,3	3
	73 *)	8,2	6
	57	5,4	3
	60	2,6	5
	53	6,5	6
	Febrúar	68	3,3
Febrúar	46	3,7	2
	51	4,1	2
	70 *)	5,3	5
Mars	52	2,7	2
	50	2	2
	53	2,2	4
	53	2,1	2
	54	2	2

\*) Hámarksspírun (Allt sem getur spírað)

### **Orka sem fer í spírunina. Upplýsingar um nýtingu.**

Eftir möltun var fræið þurrkað, rætur og spírunur burstaðar af í burstavél. Það safn var hreinsað í fræhreinsivél (sjá mynd 5). Eftir þá verkun var hægt að reikna magn einstakra afurða (sjá töflu 5). Ölgerðin Egill Skallagrímsson tók við maltinu sem var framleitt og þar var það notað til tilraunaframleiðslu á bjór. Upplýsingar um bjórframleiðsluna eru í kafla 7.

Í töflu 4 kemur fram að til bóta er að koma í veg fyrir súrefnisskort. Ef vatnið súrnar dregur mikið úr spírunarhlutfalli.

**Tafla 3. Reyndur var mismunandi skoltími og mismunandi hiti í skolvatni.**

Skolunartími Klst.	Hiti skolvatns °C	Spírun %	Athugasemdir
21	5°	57	
5	38°-30	52	
4	38°-30	46	
3	38°-30	54	
3	38°-30	51	Þegar vatnshiti er hár þarf skolun aðeins að standa í um 2 klst
2	38°-30	53	
24	30°	68	
24	20°	57	
2,5	20°	52	Of stutt skolun, fræið var sýnilega ekki vatnsmettað
2,5	10°	36	
20	10° til 45°	55	Hitað í lok skolunar
4	10° til 45°	53	

**Tafla 4. Áhrif þess að tryggja aðgang súrefnis að spírandi fræi.**

Hitastig/ Loftun/ Súrnun.	Spírunarhlutfall	
20° Ekkert loftað Súrnun í skolun Bleytt í 48 klst	10	Súrnun (súrefnisskortur í skolun)
45° Ekkert loftað Bleytt í um 20 klst. Súrnun.	35	Spírandi fræ eyðir öllu súrefni í vatni, örverur gera það líka ef þær verða margar
45° Bleytt í um 20 klst Loftað í 45 mínútur um miðbik tímans Einhver súrnun	47	
45° Bleytt í um 20 klst og loftað allan tímann	53	



Fræhreinsun: Fræið er burstað og við það falla rætur, laufblöð og hluti fræskurnar af.



**Mynd 5. Myndin sýnir útlitsmismun á þurrkuðu malti fyrir og eftir fræverkun. Fræverkunin felst í því að burstu maltaða fræið og flokka afurðirnar.**

**Tafla 5. Hlutfall einstakra afurða eftir möltun og hreinsun maltsins**

	Massahlutfall
Malt	84,3%
Rætur	1,62%
Spírur og skurn saman	1,60%
Hýðisbrot	0,59%
Misfórst vegna skemmda	4,5%
Rusl tekið frá fyrir möltun	0,12%
Öndun við spírur og tap með ryki	7,47%

Tafla 5 sýnir hlutfall einstakra afurða eftir möltun og hreinsun maltsins. Í töflunni kemur fram að í þessari athugum er malt um 84% af upphaflegum byggmassa. Annað sem vert er að vekja athygli á er að í öndun fara um 7,5% af massanum. Þetta er raunar nokkuð minna en títt er í maltgerð en helgast líklega að því að ekki allt fræið spíraði. Þegar allt fræið spírar má búast við því að massatap vegna öndunar verði allt að 10%.

Prótein og örverufjöldi var mælt hjá Matís. Sama hlutfall próteins mældist í malti og byggi. Spírur (kímstöngull og laufblað) hafa hærra hlutfall próteins en rætur.

Bakteríur eru fleiri í lokasafni (samansafnað) en í sýnum sem mynduðu lokasafnið. Súrunum virðist hinda að myglusveppir nái sér á strik. Sýni úr einstökum lotum sem hafa sýnanúmer 6-13 sýna að miklu meira er um örverur í heildarsýninu en í sýnum úr einstökum lotum. Ekki hefur tekist að skýra það.

#### 6. 4 Möltun á fersku byggi

Í framhaldi af möltunartilraunum 2007-2008 var ákveðið að kanna hvort hægt væri að malta ferskt bygg. Nýuppskorið bygg á Korpu haustið 2008 (yrkið Kría) var lagt í skolun, sett í þunnt lag á borði og fylgst með spírinni í nokkra daga. Niðurstöður koma fram í töflu 8. Skemmst er frá því að segja að aðferðin reyndist ófullnægjandi. Ekki er hægt að mæla með þessari aðferð við að malta bygg.

**Tafla 6. Próteinmæling í byggi, malti og afgangi úr fræhreinsun.**

Sýni	Prótein g/100g
Bygg til maltgerðar	14,5
Hreinsað malt	14,5
Hýðisbrot	10,3
Fræskurn og spírur	15,1
Rætur	10,8

**Tafla 7. Mæling á örverufjölda í sýnum í maltgerðinni.**

Sýni <sup>*)</sup>		Bakteríufjöldi	Myglusveppir
		í 1 g	í 1 g
1	Hreinsað malt	320.000.000	820.000
2	Hýði	1.100.000.000	300.000
3	Fræskurn og spírur	1.200.000.000	1.400.000
4	Spírur (rætur)	2.200.000.000	1.600.000
5	Bygg til maltgerðar. <sup>**)</sup>	2.000.000	840.000
6	Mikil súrnun	36.000.000	6.600
7	Lítill súrnun	10.000.000	1.600.000
8	Stuttur skolunartími, vatnsskortur	16.000.000	540.000
9	Skolað með +45°C	46.000.000	1.300.000
10	Skolað með +20°C, mikil loftun	44.000.000	900.000
11	Stutt skolun með +38°C mikil loftun	46.000.000	8.400
12	Stutt skolun +12 til +30°C, mikil loftun stuttur skolunartími	28.000.000	1.800
13	Stutt skolun +20°C, mikil loftun	62.000.000	1.400

<sup>\*)</sup> Sýni 2,3,5,6,7,8 og 9 eru af óhreinsuðu malti úr mismunandi möltunaraðferðum.

<sup>\*\*)</sup> Sýni 5 er ómaltað bygg til viðmiðunar.

**Tafla 8. Spírur í nýuppskornu byggi . Talið eftir 14 daga.**

Tími í skolun	Spírur	Dautt
klst	%	%
0,50	0,3	7
4	4,4	9



## 6.5 Umræða um byggmalt til framleiðslu á áfengum drykkjum

Innlendu byggsýnin eru ekki eins og bygg til maltgerðar í Evrópu og skera sig frá þeim með þeim hætti að fræið er minna og spírun langt frá því að vera yfir 90% eins og krafist er fyrir maltbygg. Hér á landi nást slík gæði næstum aldrei. Ekki er því hægt að styðjast við sömu kröfur og gerðar eru venjulega ef ætlunin er að nota innlent bygg sem hráefni í áfenga drykki. Í þessari rannsókn kom í ljós að spírun var 70-80% í bestu sýnunum sem voru innlendu yrkin Kría og Lómur. Lökustu yrkin voru Lavrans og Tiril en talsverður dvali í fræi einkennir þau og sá dvali er hér ókostur. En það að yrkin Kría og Lómur séu þó þetta góð gefur fyrirheit um að þau megi nýta til maltgerðar.

Rannsóknarspurningin er hér hvort spírun að 50-70% sé nægileg. Ef spírunin er 70% hefur 70% fræsins spírað og myndað hvata sem geta brotið sterkjuna niður í vatnsleysanleg kolvetni. Hin 30% fræsins hafa ekki gert þetta. Við mölun blandast hvatarnir saman við malaða sterkju úr öllu fræinu og með þeim hætti komast hvatarnir að allri sterkjunni. Spurningin er því hvort nægilega mikið af hvötum hafi myndast til að niðurbrotsferlarnir gangi nægilega hratt í farmhaldsverkuninni.

Hér er ástæða til að nefna að innlenda fræið er minna en erlent maltbygg. Það þýðir að minna er af sterkju en í erlendu maltbyggi. Ætla má hins vegar að magn hvata í fræi sem spírar sé það sama, því að ekki mun fræ spíra sem ekki er með alla þá hvata sem fræið þarf á að halda til að spíra. Hlutfall próteins á móti sterkju er yfirleitt hærra í innlendu byggi en í erlendu en megin hluti próteins í fræi eru einmitt hvatarnir sem koma fræspírun af stað. Þetta atriði mun því veða á móti lágri spírunarprósentu. Einnig er ástæða til að nefna að smátt fræ er með hlutfallslega meira af fræskurn. Þessi fræskurn nýtist ekki fyrir gersveppi. Nýting innlands byggs miðað við erlent maltbygg verður því lakari.

Byggyrkin Kría og Lómur eru ólík. Kría er tveggja raða bygg og hentar einkum til ræktunar sunnan- og vestanlands. Lómur er hins vegar sexraða bygg og hentar betur til ræktunar norðanlands. Bæði yrkin verða væntanlega mikið ræktuð á næstu árum enda hafa þau sýnt mikla kosti sem ræktunarplöntur umfarm erlend yrki. Ekki ætti að verða skortur á hráefni.

## 7. BJÓR ÚR ÍSLENSKU BYGGMALTI

*Guðmundur Mar Magnússon*  
*Ölgerðinni Agli Skallagrímssyni*

### **Prófanir á bruggun úr íslensku malti**

Á árinu 2006 voru gerðar prófanir á bruggun bjórs úr íslensku malti hjá Ölgerðinni Agli Skallagrímssyni. Byggið var maltað hjá Landbúnaðarháskóla Íslands og er möltuninni lýst í 6. kafla skýrslunnar. Notað var tveggja kílóa sýni af möltuðu íslensku byggi við bruggunina. Í sýninu var eingöngu yrkið Kría. Hráefnin við gerjunina voru íslenskt malt, vatn, humlar, gersveppir, mjólkursýra og gifs (sem steinefnagjafi fyrir gerið). Engin hjálparefni eða ensím voru notuð. Bruggunin tókst vel og virtist niðurbrot sterkju vera eðlilegt miðað við innflutt malt. Bragðið þótti gott, af bjórnum var kornkeimur og bragðið hafði ákveðinn karakter. Lykt af afurðinni var eðlileg og það sama má segja um litinn. Vökvinn var þó ekki tær þar sem fullkominni síun hafði ekki verið beitt. Eina vandamálið var að nýting var léleg en það má að öllum líkindum rekja til þess að mölun á maltaða bygginu var ekki nógu góð. Afraksturinn var um 6 lítrar af vökva sem mældist með 11% sykri áður en gerjun hófst. Ætlunin var ná 10 lítrum með 12% sykri.

Gerjunarnýting var 52% en það er nokkru lægra en reiknað var með. Venjuleg gerjunarnýting er 65-70%. Lág gerjunarnýting þarf þó ekki að tengjast korninu á neinn hátt. Með gerjunarnýtingu er átt við það hve stór hluti af sykrum í bygginu breytist í alkóhól. Sykrur í þessu samhengi eru einsykrur, tvísykrur og þrísykrur en sykrur með fleiri kolefnisatómum gerjast ekki. Í bjórnum mældust sykrur 4,8%. Sýrustig (pH) bjórsins reyndist vera 4,78 en í venjulegum bjór er það á bilinu 4,3-4,4. Hátt sýrustig í bjór getur tengst miklu próteini í maltinu, lágru gerjunarnýtingu eða of litlu af mjólkursýru hefur verið bætt í. Áfengismagnið fór í 3,3% af rúmmáli.

Niðurstaðan úr prófuninni var sú að bruggun úr íslensku byggi sé möguleg og lofi góðu. Nauðsynleg ensím eru til staðar í íslenska maltinu eins og því innflutta. Næsta skref var að prófa bruggun úr 600 kg af maltbyggi í verksmiðju Ölgerðarinnar.

## **Bruggað í framleiðsluskala**

Sumarið 2008 var bruggaður bjór úr 660 kg af byggmalti frá Landbúnaðarháskóla Íslands. Þann 5. júní var hafist handa við að mala byggmaltið. Síðan var löggunin soðin og mesking (niðurbrot sterkju) var sambærileg við það sem venjulega gerist. Það þýðir að ensímvirkni í íslenska byggmaltinu var sambærileg við það sem gerist í innfluttu malti. Það þurfti því ekki að grípa til varaáætlunar sem var að bæta við utanaðkomandi ensímum. Hins vegar virtist magn sterkju nokkru minna en reiknað var með þ.e sykurstyrkurinn var lægri en búist var við.

Úr 660 kg af malti komu 5100 lítrar af vökva sem var 9,4% Plato (mælikvarði á þurrefni, kolvetni og fleira) en það þýðir að hlutfall sterkju í maltinu hafi verði um 72-73% en innflutt malt er í kringum 80% sterkja.

Gerjunin gekk eðlilega fyrir utan það að hún stoppaði fyrr en vonast var eftir. Það gæti tengst lágri spírunarprósentu í maltinu. Gerjunarnýting endaði í 58,7% en venjulega er hún 67-70%. Þetta varð til þess að alkóhólmagnið endaði í 3,6% af rúmmáli í stað 4,7-4,8%. Lág gerjunarnýting er ekki endilega ókostur nema að því leyti að meira korn þarf til að ná upp alkóhólstyrk. Það sem ekki gerjast eru flóknari kolvetni sem verða eftir og gefa bjórnum fyllingu. 5% bjór yrði því nokkuð matarmikill. Einnig væri mögulegt að nota utanaðkomandi ensím til ná þessu hærra en ekki var lagt upp með það að þessu sinni.

Bjórinn var síaður og 14. júlí var honum síðan tappað á 25 l kúta til að fylgjast með geymsluþoli og bragði. Bragðið af bjórnum var ágætt og innan eðlilegra marka, hins vegar var liturinn mjög ljós en það mætti laga með ristudu korni. Geymsluþolið var í góðu lagi.

Niðurstaðan er sú að vel er hægt að framleiða bjór úr íslensku malti þó svo að nokkur vinna sé eftir við vöruþróun til að finnstilla allt eins og best verður á kosið. Það eina óvænta sem kom upp var að áfengismagnið varð nokkru lægra en reiknað var með. Ljósa litinn og gerjunarnýtinguna er hægt að laga í frekari tilraunum.

Niðurstaðan er sú að það er hægt að búa til bjór úr möltuðu íslensku byggi sem er alveg sambærilegur að bragði við bjór úr innfluttu malti. Meiri þróunarvinna er æskileg.

## 8. GÆÐAKRÖFUR FYRIR BYGG

Ólafur Reykdal<sup>1</sup>, Jónatan Hermannsson<sup>2</sup> og Jón Guðmundsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mátis ohf, <sup>2</sup>Landbúnaðarháskóla Íslands

Vel grundaðar gæðakröfur geta verið mikilvæg viðmiðun bæði fyrir kaupendur og þá sem rækta bygg. Gæðakröfur fyrir bygg til manneldis geta gagnast bændum vel því mikilvægt er að þarfir matvælaíðnaðarins séu skilgreindar og vel þekktar. Hér verður annars vegar fjallað um bygg fyrir bökunariðnað og hins vegar bygg til framleiðslu á malti til ölgerðar. Á þessu stigi er um fyrstu drög að ræða.

Íslenskt bygg sem hráefni til matvælaframleiðslu getur verið breytilegt. Það er misjafnt að gæðum og helsta gæðavandamálið í byggræktinni er slök kornfylling og ójöfn kornastærð (Ingvar Björnsson og Runólfur Sigursveinsson 2008). Óstöðugleiki framleiðslunnar er helsti veikleikinn en íslenska byggræktin hefur aftur á móti þann kost að vera nær laus við notkun varnarefna vegna færri sjúkdóma en víðast annars staðar. Gott íslenskt korn er fullnægjandi að gæðum.

Embætti yfirdýralæknis gaf út á árinu 2005 verklagsreglur um framleiðslu, meðhöndlun og markaðssetningu á byggi (Embætti yfirdýralæknis 2005). Þar er minnt á mikilvægi þess að þurrka korn eftir þreskingu og gæta hreinlætis á öllum stigum. Hugsanlegt er að reglugerðarákvæði um smitvarnir hamli möguleikum á verslun með innlent korn. Eigi íslenskt korn að vera verslunarvara verður það að vera þurrkað og þá verða gæði og verð lykilatriði til að hægt verði að keppa við innflutt bygg (Bjarni Guðmundsson 2005).

Í töflu 1 eru drög að gæðakröfum fyrir bygg í bökunarvörur. Mikilvægt er að byggið sé vel þroskað. Lagt er til að mæling á rúmþyngd sé lögð til grundvallar og rúmþyngd 6 raða byggs sé að minnsta kosti 60 g/100ml en 64 g/100ml fyrir tveggja raða bygg. Auðvelt er að mæla rúmþyngdina og hún er nothæfur mælikvarði á þroska kornsins. Mörkin eru byggð á mælingum í langtímatilraun LbhÍ með samanburð á byggyrkjum. Bygg yfir þessum mörkum var með hæstan styrk beta-glúkana en samband er milli rúmþyngdar og styrks beta-glúkana.

Þegar bygg er notað í bökunarvörur þarf að fjarlægja ystu hýðislögin, annars sitja þau eftir í munni. Í töflu 1 eru viðmiðunargildi fyrir örverur byggð á reglum sem teknar voru saman hjá Hollustuvernd ríkisins og heilbrigðiseftirliti sveitarfélaga (Matis 2007). Mjög mikilvægt er fyrir bakariin að *Bacillus* bakteríur nái ekki fótfestu í húsnæði þeirra.

Bygg sem ætlað er til ölgerðar þarf að uppfylla ýmis skilyrði eins og kemur fram í töflu 2. Byggið þarf að vera laust við sveppi, bæði sjúkdóma og myglu, en úðun með varnarefnum er þó óæskileg. Besta ráðið er að rækta kornið í nýju landi. Þá ætti sveppasjúkdómurinn augnflekkur ekki að koma við sögu. Kornið má heldur ekki standa á akri langt fram eftir hausti í rigningartíð, þá getur komið í það mygla. Útiloka þarf akra sem eru smitaðir af augnflekk en þetta er venjulega hægt að meta um miðjan ágúst. Halda ætti korni af hverjum akri út af fyrir sig eftir þurrkun (sama yrki, sama landgerð, sami áburður). Þess má geta að yrkið Lavrans (6 raða) er ónæmt fyrir augnflekknum.

Heppilegt er að prótein í byggi til ölgerðar sé lágt. Lágt prótein er að jafnaði samferða góðum þroska, en að öðru leyti tengt jarðvegsgerð og áburði. Setja ætti viðmiðun um efri mörk fyrir prótein.

Í bjórgerð er byggmaltið hitað þannig að örverur drepast. Sumir myglusveppir geta myndað skaðleg efni (sveppaeitur) sem þola hita og því er mjög mikilvægt að forðast myglu í byggi til maltgerðar.

Í Noregi er miðað við að bygg til manneldis innihaldi ekki sveppaeitur í háum styrk og það henti vel til mölunar. Formlegar gæðakröfur fyrir bygg til manneldis eru hins vegar ekki til í Noregi (Stefan Sahlström 2008). Hjá Felleskjöbet í Noregi eru gerðar ákveðnar kröfur til fóðurbyggs varðandi útlit, lykt, bragð, örverur, myglu og sveppaeitur. Vatnsinnihald skal ekki vera yfir 15% í fóðurbyggi. Greiðsla fyrir byggið er byggð á próteininnihaldi og fóðurgildi. Ef varnarefni í bygginu greinast yfir mörkum er því hafnað (Atle Ivar Flaa 2008).

Á vefsíðu kanadísku kornnefndarinnar (Canadian Grain Commission, [www.grainscanada.gc.ca](http://www.grainscanada.gc.ca)) eru margvíslegar upplýsingar svo sem um gæðaeftirlit og

gæðaflokka fyrir bygg. Bent er á að aðstæður við þurrkun byggs geta ráðið úrslitum um gæði þess. Þetta er sérstaklega mikilvægt ef nota á byggið til möltunar þar sem kímið getur skaðast við hitun. Mælt er með því að byggið sé þurrkað hægt og hitastig þess fari ekki yfir 43°C. Mælt er með samfelldri þurrkun og nægum blæstri til að jafna hitastigið í bygginu.

American Malting Barley Association ([www.ambainc.org](http://www.ambainc.org)) birtir upplýsingar um gæðakröfur til byggs. Mælt er með því að hiti í byggi fari ekki yfir 38°C við þurrkun. Ráðlagt er að fylgst sé með byggi í geymslum minnst mánaðarlega.

Til er ástralskur staðall fyrir bygg til möltunar (NACMA 2008). Sett eru háþörk fyrir vatn, aðskotahluti, myglu, galla og fleira. Prótein þarf að vera á ákveðnu bili.

**Tafla 1. Drög að gæðakröfum fyrir þurrkað íslenskt bygg til notkunar í bökunariðnaði.**

1	Meðferð við ræktun	Notkun sveppaeyða skal halda í lágmarki og þeim skal ekki úðað á byggakra síðustu tvo mánuði fyrir skurð.
2	Þroski og útlit byggs	Byggið þarf að vera vel þroskað og laust við myglu. Rúmþyngd *) fyrir sex raða bygg skal vera yfir 60 g/ml. Rúmþyngd fyrir tveggja raða bygg skal vera yfir 64 g/ml.
3	Þurrkun	Byggið skal vera þurrkað með heitu lofti. Hitastig í byggi fari ekki yfir 43°C við þurrkun.
4	Mölun / slípun	Rusl, skemmt korn og grænt korn skal fjarlægja.  Byggmjöl: Byggmjöl þarf að vera finmalað. Ystu hýðislög byggsins skal fjarlægja fyrir mölun (um 10-15% af þunga kornsins).  Bankabygg: Bankabygg skal vera slípað (ystu hýðislög fjarlægð).
5	Efnainnihald	Byggmjöl og bankabygg:  Vatnsinnihald: Undir 12,0 g/100g. Sveppaeitur: Ekki mælanlegt.
6	Örverur	Myglusveppir: Undir viðmiðunargildinu 10.000 í g. <i>Bacillus cereus</i> : Undir viðmiðunargildinu 1.000 í g. Saurkólígerlar: Undir viðmiðunargildinu 100 í g. <i>Salmonella</i> : Ekki til staðar.
7	Frágangur og rekjanleiki	Á umbúðir fyrir byggafurðir skal merkja heiti framleiðanda, pökkunardag, best fyrir dagsetningu og framleiðslulotu. Framleiðslulotu skal vera hægt að rekja til uppskerumánaðar, yrkis og akurs.

\*) Rúmþyngd er mæld með því að vigta bygg í ílát með þekkt rúmmál (sléttfullt ílát, minnst 120 ml). Hentugt er að finna rúmmál með því að vigta vatn í ílátinu. Sannreyna skal vogina sem notuð er með því að vigta hlut með þekktu þyngd.

**Tafla 2. Drög að gæðakröfum fyrir þurrkað íslenskt bygg til framleiðslu á malti til ölgerðar.**

1	Meðferð við ræktun	Notkun sveppaeyða skal halda í lágmarki og þeim skal ekki úðað á byggakra síðustu tvo mánuði fyrir skurð.
2	Þroski og útlit byggs	Byggið þarf að vera vel þroskað og laust við myglu. Rúmþyngd <sup>*)</sup> fyrir sex raða bygg skal vera yfir 60 g/ml. Rúmþyngd fyrir tveggja raða bygg skal vera yfir 64 g/ml.
3	Þurrkun	Byggið skal vera þurrkað með heitu lofti. Hitastig í byggi fari ekki yfir 38 °C við þurrkun.  Rusl, skemmt korn og grænt korn skal fjarlægja.
4	Spírunarhæfni	Í spírunarprófi skal spírun vera a.m.k.60%.
5	Efnainnihald	Þurrkað heilt bygg: Vatnsinnihald: Undir 12,0 g/100g. Prótein: 10,5 – 12,4 g/100g (skv. American Malting Barley Association) Sveppaeitur: Ekki mælanlegt.
6	Örverur	Myglusveppir: Undir viðmiðunargildinu 10.000 í g. <i>Bacillus cereus</i> : Undir viðmiðunargildinu 1.000 í g. Saurkólígerlar: Undir viðmiðunargildinu 100 í g. <i>Salmonella</i> : Ekki til staðar.
7	Frágangur og rekjanleiki	Hver eining skal vera merkt með heiti framleiðanda og framleiðslulotu sem gefur upplýsingar um uppskerumánuð, yrki og akur.

<sup>\*)</sup> Rúmþyngd er mæld með því að vigta bygg í ílát með þekkt rúmmál (sléttfullt ílát, minnst 120 ml). Hentugt er að finna rúmmál með því að vigta vatn í ílátinu. Sannreyna skal vogina sem notuð er með því að vigta hlut með þekkta þyngd.



## Heimildir

Atle Ivar Flaa, 2008. Tölvupóstur frá 2.09.2008.

Bjarni Guðmundsson, 2005. Verkun korns og verslun með það. Fræðing landbúnaðarins 2005: 154-161.

Embætti yfirdýralæknis, aðfangaeftirlitið, 2005. Verslun með korn. Verklagsreglur um framleiðslu, meðhöndlun og markaðssetningu á byggi. Tilkynning birt í Bændablaðinu 30. ágúst 2005.

Ingvar Björnsson og Runólfur Sigursveinsson, 2008. Íslensk kornrækt, hagkvæmni og horfur. Erindi á aðalfundi Landssambands kornbænda 10. apríl 2008.

Mátis ohf, 2007. Vinnuhandbók fyrir örverurannsóknir á matvælum og neysluvatni tekin saman hjá Hollustuvernd ríkisins og heilbrigðiseftirliti sveitarfélaga. Útgáfa 1. Útgáfudagur 11.01.2002.

NACMA, 2008. Barley receival standards 2008-2009. Sótt 2.12.2008 á:  
[www.graincorp.com.au/prodserv/SL/Receival%20Standards/Barley%20Receival%20Standards%202008-09.pdf](http://www.graincorp.com.au/prodserv/SL/Receival%20Standards/Barley%20Receival%20Standards%202008-09.pdf).

Stefan Sahlström, 2008. Tölvupóstur frá 3.09.2008.

## 9. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Miklar framfarir hafa orðið í kynbótum og ræktun byggs hér á landi. Byggið hefur fyrst og fremst verið nýtt sem skepnufóður en áhugi á nýtingu þess til manneldis hefur farið vaxandi. Það er ekki síst vegna hollustu byggsins en mikilvæg efni eins og trefjaefni eru í meiri mæli í byggi en hveiti. Einnig skiptir máli að bygg er mjög fjölhæf korntegund til matvælavinnslu.

Einn helsti veikleiki íslenskrar byggræktar er að kornið þornar ekki nægjanlega á akri og því verður að þurrka það áður en hægt er að nýta það til matvælaframleiðslu. Einnig er ræktunaröryggi minna hér á landi en víða annars staðar. Greina þarf kostnað og tekjur í byggræktinni og líta einnig á hlið matvælaíðnaðarins.

Mögulegt er að nota bygg í bökunarvörur, morgunkorn, grauta, samsetta rétti og meðlæti í stað hrísgrjóna. Úr byggi er unnið maltbygg sem notað er við framleiðslu áfengra drykkja. Einnig má hugsa sér að bygg verði notað í markfæði (e. functional foods) sem eflir heilsu. Bygg gefur matvælum hollustuímynd vegna trefjaefna og annarra hollefna sem í því eru.

Í verkefninu, „Aukin verðmæti úr íslensku byggi” var sýnt fram á að hægt er að nýta bygg með margvíslegum hætti í matvælaíðnaði. Efnainnihald byggsins var líkt því sem gerist erlendis og öryggið (e. food safety) með tilliti til örvera og aðskotaefna var fullnægjandi. Í verkefninu kom ekkert í ljós sem mælir gegn nýtingu íslensks byggs til manneldis. Niðurstöður verkefnisins nýtast við kynningu á vörum úr byggi og mat á hollustugildi þeirra. Helstu niðurstöður og ályktanir eru teknar saman hér að neðan.

### **Bökunariðnaður**

Sýnt var fram á að notkun byggs í bökunarvörur gengur vel og hægt er að mæla með því að bökunariðnaðurinn noti bygg í framleiðslu sína. Bökunariðnaðurinn getur framleitt fjölbreytt úrval vara úr byggi. Ekki ætti að einblína á brauðin heldur framleiða einnig bökunarvörur sem geta verið að stórum hluta eða eingöngu úr byggi (flatökur, kökur o.fl.).

Frá manneldissjónarmiði er mikilvægt að auka magn trefjaefna í fæði Íslendinga. Það er sérstaklega áhugavert að í bygginu eru vatnsleysanleg trefjaefni sem kallast beta-glúkanar. Þessi trefjaefni geta lækkað kólesteról í blóði og haft dempanði áhrif á blóðsykur. Það er því hægt að auka hollustu brauðvara með því að nota bygg í vörurnar.

Til þess að hægt verði að fullnægja mögulegum þörfum bökunariðnaðarins þarf að vera hægt að afhýða og finmala íslenskt bygg í talsverðum mæli. Nauðsynlegt er að viðskipti með bygg fyrir bökunariðnað byggi á skilgreindum gæðakröfum. Íslenskt bygg gæti ef til vill fullnægt 10-20% af innanlandsþörfinni fyrir korn til framleiðslu á bökunarvörum.

### **Maltframleiðsla**

Í verkefninu tókst að framleiða íslenskt byggmalt með fullnægjandi eiginleika. Helsta vandamálið var takmörkuð spírun á íslenska bygginu. Koma þarf maltframleiðslu yfir á framleiðslustig. Framleiðslan þarf að hafa stöðug gæði en íslenskt bygg getur verið talsvert mismunandi eftir árum og framleiðendum. Hráefni til maltgerðar verður að vera það íslenska bygg sem er af mestum gæðum. Þróunarvinna er nauðsynleg til að koma saman nothæfum verkferlum og ná út skemmdu korni.

### **Áfengir drykkir**

Framleiddur var bjór úr íslensku byggmalti og voru þá aðeins humlarnir innfluttir. Strangt tekið þurfa íslenskar plöntur að koma í stað humlanna ef bjór á að vera alíslenskur. Bygg og vatn eru þó mikilvægustu hráefnin til bjórgerðar. Viskíframleiðsla úr íslensku byggi er hugsanleg en hefur ekki verið könnuð. Viskíframleiðsla gerir ekki eins miklar kröfur til gæða byggsins eins og bjórgerð.

### **Matargerð og héraðskrásir**

Bygg hentar vel í ýmsa matargerð og upplagt er að nota það í héraðskrásir þar sem byggið er ræktað. Ferðaþjónustan getur notið góðs af þessu.

## **Lífefnavinnsla**

Bygg getur orðið hráefni í lífefnavinnslu. Hægt er að vinna beta-glúkana og aðrar fjölsykrur úr byggi. Nota mætti ensím til að kljúfa fjölsykrurnar í fásykrur sem gætu haft líffræðilega virkni. Hægt er að nota fásykrur í fleiri matvæli en beta-glúkana þar sem beta-glúkanarnir auka seigju vissra matvæla of mikið. Markfæði sem eflir heilsu gæti byggst á á beta-glúkönunum úr byggi. Það gæti opnað nýja möguleika á hagnýtingu byggs til manneldis. Fleiri efnisþættir í byggi gætu haft þýðingu fyrir markfæði og má til dæmis nefna tókóferól og fjölsykrur. Beta-glúkönunum er nú þegar bætt í ýmis matvæli erlendis og telja má víst að sú þróun haldi áfram.

## **Gæðakröfur**

Mikilvægt er að fundinn verði farvegur til að þróa þær gæðakröfur sem hafa verið settar fram. Þurrkun byggsins er eitt mikilvægasta atriðið. Huga þarf að þessum þætti hjá framleiðendum. Þurrkunarstöðvar fyrir ákveðið svæði gætu verið góður kostur. Bökunariðnaðurinn gerir ákveðnar kröfur til byggmjöls en fyrir maltgerðina þarf að uppfylla aðrar kröfur.

Mikilvægt er að bygg mygli ekki, hvorki á akri né í geymslu. Sumir myglusveppir geta myndað sveppaeitur sem eru skaðleg fyrir fólk og búfé. Ekkert hefur komið fram sem bendir til sveppaeiturs í íslensku byggi. Leggja ber áherslu á að fylgjast með því hvort mygla kemur upp í korni eða mjöli og koma þá í veg fyrir notkun á afurðinni hvort sem hún er nýtt sem skepnufóður eða til manneldis.

## **Sérstaða**

Hugsanlegt er að ýmsar tegundir sveppaeiturs myndist ekki hérlendis á akri vegna lágs umhverfishita og gæti það verið viss sérstaða fyrir íslenskan landbúnað. Rannsóknir vantar á myndun sveppaeiturs við íslenskar aðstæður.

## **Nægjanlegt fæðuframboð á Íslandi**

Bygg og kartöflur eru einu kolvetnagjafarnir sem framleiddir eru í landinu í umtalsverðum mæli. Það getur því skipt máli að bygg sé framleitt í landinu bæði til fôðurs og matvælaframleiðslu. Ræktun byggs á Íslandi er liður í að tryggja nægilegt fæðuframboð (e.

food security) fyrir Íslendinga. Áhugi á nýtingu innlendra hráefna til matvælaframleiðslu hefur einnig aukist.

## **10. ÞAKKARORÐ**

Eymundur Magnússon í Vallanesi útvegaði bygg í allar prófanir á bökun úr byggi og sá um að afhýða sýni fyrir verkefnið. Haraldur Magnússon í Belgsholti útvegaði bygg til möltunar. Ólafur Eggertsson á Þorvaldseyri lét verkefninu í té sýni af sinni byggframleiðslu. Tryggvi Eiríksson og fleiri starfsmenn Landbúnaðarháskólans sáu um heilmölun á byggsýnum. Sigfús Guðfinnsson hjá Brauðhúsinu Grímsbæ, Reynir Þorleifsson hjá Reyni bakara, Iðunn Geirsdóttir hjá Myllunni og Bjartur Logi Finnsson hjá Kornaxi önnuðust prófanir á bökun úr byggi. Ýmsir starfsmenn Matís unnu við mælingar á byggi. Sólveig Ólafsdóttir vann við mælingar á beta-glúkónum og Þuríður Ragnarsdóttir, Svanhildur Hauksdóttir og Ingibjörg Jónsdóttir við mælingar á meginefnum. Sasan Rabieh sá um mælingar á snefilefnum. Anna Pála Vignisdóttir sá um örverumælingar. Öllum þessum aðilum eru færðar bestu þakkir.