

Matra 1RG06001 / Framleiðnisjóður 06-052



MATVÆLARANNSÓKNIR



Bygg til manneðis

Forverkefni 2006

Matra 06:04
Desember 2006

Ólafur Reykdal, Jónína Ragnarsdóttir (Matra)

Jónatan Hermannsson, Þórdís Kristjánsdóttir, Jón Guðmundsson (Lbh)

Jón Óskar Jónsson, Guðmundur Óli Hreggviðsson (Prokaria ehf)

Bjartur Logi Finnsson, Svava Liv Edgarsdóttir (Komaxi ehf)

Iðunn Geirsdóttir (Myllunni hf)

Guðmundur Mar Magnússon (Ölgerðinni Agli Skallagrímssyni hf)

Efnisyfirlit

1. Formáli	3
2. Samantekt	4
3. Inngangur	5
4. Byggsýni.....	9
5. Eiginleikar byggs.....	11
6. Efnainnihald þurrkaðs byggs	13
7. Beta-glúkanar: Prófun aðferða og mælingar	16
8. Víðsjár- og smásjárskoðun á byggi	19
9. Spírun byggs	22
10. Möltunartilraunir	23
11. Gerjunartilraun	28
12. Bökunareiginleikar byggs	29
13. Bökun úr byggi	31
14. Heimildir	34

1. Formáli

Hér er greint frá verkefni sem miðaði að því að auka notkun á íslensku byggi til mannelis. Framleiðnisjóður landbúnaðarins styrkt verkefnið. Verkefnið hefði ekki orðið að veruleika nema með stuðningi og vinnu starfsmanna matvælafyrirtækjanna Kornax, Myllunnar og Ölgerðarinnar Egils Skallagrímssonar. Verkefnið var unnið á tímabilinu júní til desember 2006.

Líta má á verkefnið sem forverkefni enda gerðu upphaflegar áætlanir ráð fyrir viðameira verkefni. Í forverkefninu var hafist handa við að kanna efnainnihald íslensks byggs og prófa möltun og bakstur úr því. Einnig var beitt vísjál og smásjál til að kanna útlit og innri gerð byggsins.

Sýnishorn voru fengin úr byggtilraunum Landbúnaðarháskóla Íslands (LbhÍ). Jónatan Hermannsson og Þórdís Anna Kristjánsdóttir sáu um öflun sýna og mælingar á eiginleikum byggsins. Sýni af byggi voru einnig fengin frá Haraldi Magnússyni í Belgsholti, Eymundi Magnússyni í Vallanesi og Ólafi Eggertssyni á Þorvaldseyri. Eymundur sá um að mala þau sýni sem voru notuð í bökunartilraunir og mælingar á bökunareiginleikum. Önnur sýni voru möluð hjá LbhÍ. Jónína Ragnarsdóttir hjá Matra sá um vísjál- og smásjárskoðun á bygg-sýnum. Mælingar á beta-glúkönum og sterkju fóru fram hjá líftæknifyrirtækinu Prokaria og sáu Guðmundur Óli Hreggviðsson og Jón Óskar Jónsson um þann þátt. Mælingar á bökunareiginleikum voru gerðar hjá Kornaxi en þar voru í forsvari Svava Liv Edgarsdóttir og Bjartur Logi Finnsson. Jón Guðmundsson hjá LbhÍ sá um möltunartilraunir í samráði við Guðmundur Mar Magnússon bruggmeistara Ölgerðarinnar. Gerjunartilraun var síðan gerð á möltuðu íslensku byggi hjá Ölgerðinni. Iðunn Geirsdóttir gæðastjóri Myllunnar sá um bökunartilraunir. Ólafur Reykdal hafði umsjón með verkefninu.

2. Samantekt

Markmiðið með verkefninu *Aukin verðmæti úr íslensku byggi* er að stuðla að notkun á bygginu í matvælaiðnaði og renna fleiri stoðum undir byggframleiðslu í landinu. Á árinu 2006 var unnið við að skilgreina hollustugildi og vinnslueiginleika íslenska byggsins. Tilraunir eru hafnar til að framleiða malt til bjórgerðar og brauð úr íslensku byggi.

Sýni af byggi voru úr langtímatilraun Landbúnaðarháskólans um samanburð á byggrykjum. Ræktunarstaðir voru Möðruvellir í Eyjafirði, Vindheimar í Skagafirði, Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum og Korpa við Reykjavík. Til skoðunar voru yrkin Tiril, Lavrans, Skúmur II, Kría, Barbro og Mitja. Sýni voru einnig fengin frá bændum í Belgsholti, Vallanesi og Þorvaldseyri. Uppspera og þurrefni við skurð voru mjög mismunandi eftir ræktunarstöðum. Ytra útlit byggs var kannað í víðsjá.

Mælingar voru gerðar á próteini, sterkju og beta-glúkónum í byggi sem hafði verið þurrkað í um 90% þurrefni og malað. Prótein var breytilegt en að meðaltali 11 g/100g (svipað og í venjulegu rúgmjöli til baksturs). Sterkjan var að meðaltali 38 g/100g og beta-glúkanar 2,3 g/100g.

Tilraunir voru gerðar til að malta íslenskt bygg fyrir bjórframleiðslu. Spírun byggsins var misjöfn en mögulegt reyndist að framleiða malt úr því byggi sem spíraði best. Þurrkað malt var notað til framleiðslu á litlu magni af bjór. Bruggunin tókst vel og var bjórinn bragðgóður og með ákveðinn kornkeim.

Framleiddar voru tvær gerðir af brauðum með byggi; gerbrauð með blöndu af byggmjöli og hveiti, og óseytt rúgbrauð með byggi. Bökuð voru gerbrauð með 20, 40% og 50% byggmjöli á móti hveiti. Gæði allra þessara brauða voru framar vonum og kom sérstaklega á óvart hve vel gekk að baka þegar hlutfall byggsins var hæst.

3. Inngangur

Íslenskt bygg

Á fyrstu öldum Íslandsbyggðar stóð ræktun korns (byggs) með blóma í landinu og skapaði hefð fyrir notkun byggs til fæðu. Harðindi og óáran urðu til þess að byggrækt lagðist af í landinu og var ekki endurvakin aftur fyrr en á 20. öld. Undanfarin 15 ár hafa farið fram kynbætur á byggi hjá Rannsóknastofnun landbúnaðarins, nú Landbúnaðarháskóla Íslands. Tekist hefur að búa til byggyrki sem eru löguð að sérkennum íslensks veðurfars og náttúru. Þurft hefur að sameina í einu yrki fljótan þroska og sterkt strá auk hæfileikans til að gefa mikla og góða uppskeru. Fyrir tilstuðlan þessa starfs hafa orðið miklar framfarir í byggræktun á Íslandi og framleiðslan vex hröðum skrefum.

Þótt tekist hafi að endurvekja ræktunarmeninguna hefur ekki tekist að endurreisa matarmeninguna sem fylgdi byggræktinni. Í landinu er til staðar mikil þekking á kornrækt og kynbótum korns og einnig stendur hér matvælaíðnaður með blóma. Nýting á íslensku kornmeti til matvælavinnslu má þó kalla hverfandi því hefðina vantar. Þarna er því um að ræða tilvalið tækifæri til nýsköpunar á sviði framleiðslu og úrvinnslu.

Á árinu 2004 voru ræktuð hér á landi um 11 þúsund tonn af byggi eða um fjórðungur af því sem er notað í landinu. Innlenda framleiðslan fór nær öll í skepnufóður en um 20 tonn voru nýtt til manneldis. Allt bygg til manneldis þarf að þurrka og hafa nokkrir bændur fjárfest í nýjum þurrkunarbúnaði sem eykur afköst við þurrkunina og skilar hámarksgæðum.

Bygg til manneldis

Eymundur Magnússon í Vallanesi á Fljótsdalshéraði hefur í rúman áratug markaðssett bygg. Byggið er afhýtt og selt undir heitinu bankabygg. Afhýdda byggið er einnig malað og selt sem byggmjöl. Einnig hefur hann notað bygg í tilbúna rétti. Einstaklingar hafa því notað íslenskt bygg í smáum stíl um árabíl.

Nú nýlega hefur ölgerðin Egill Skallagrímsson blandað íslensku byggi saman við innflutt maltbygg og þannig tengt afurðina Íslandi (Þorrabjór og Premium bjór). Enn er þó lítið farið að nota innlend bygg í matvælaíðnaði á Íslandi. Skýringin er ekki síst skortur á upplýsingum um gæði og eiginleika vörunnar. Vegna hollustu byggs er næsta víst að það verður notað í vaxandi mæli í matvælaíðnaði. Spurningin er hvort innlent bygg tekur þátt í þessari þróun.

Matvæli frá innlendum landbúnaði og sjávarútvegi eru einkum próteingjafar en fátt er um kolvetnagjafa. Varla er hægt að tala um aðrar afurðir ríkar af kolvetnum en bygg og kartöflur. Kolvetni eru nú á dögum mikilvæg í fæði Íslendinga og í ráðleggingum um mataræði er talið mikilvægt að neyta flókinna kolvetna úr korni. Það er því vel þess virði að kanna þá kolvetnagjafa sem við framleiðum innanlands.

Hvers vegna bygg?

Hollusta byggsins er það sem helst mun stuðla að endurkomu þess í matvæli framtíðarinnar. Það sem vegur þyngst er eftirfarandi: (1) Hátt hlutfall trefjaefna í byggi. (2) Vatnsleysanleg trefjaefni eins og β -glúkanar sem hafa heilsuþættandi áhrif. (3) Mikilvæg bætiefni eins og fólásín. (4) Hátt hlutfall flókinna kolvetna í samræmi við næringarráðleggingar. (5) Andoxunarefni er að finna í korni.

Trefjaefnum er skipt í vatnsleysanleg og óleysanleg trefjaefni en áhrif þessara flokka eru mjög mismunandi í líkamanum. Óleysanleg trefjaefni brotna sáralítið niður en eru mikilvæg fyrir heilbrigði ristilsins. Vatnsleysanleg trefjaefni (m.a. β -glúkanar) geta aftur á móti haft áhrif á efnaskipti kolvetna og fitu og er einkum um að ræða dempanði áhrif á blóðsykur (lágur glykemískur stuðull) og lækun á styrk kólesteróls í blóði (Norræna ráðherranefndin 1998). Þessi áhrif eru einkum skýrð með því að vatnsleysanleg trefjaefni myndi nokkurs konar gel. Leysanleg trefjaefni eins og β -glúkanar hafa jákvæð áhrif hjá fólki sem er með of hátt blóðkólesteról og hjá sykursjúkum (Plaami & Pumpulainen 1993). Í rannsóknum hefur komið fram að dagleg neysla á 3 g af β -glúkönum lækkar blóðkólesteról marktækt. β -glúkana er fyrst og fremst að finna í byggi og höfrum. Aftur á móti er fremur lítið af þessum efnum í hveiti. Á seinustu árum hefur athyglin beinst að β -glúkönum vegna heilsuþættandi áhrifa þeirra.

Heilsufullyrðingar á umbúðum um jákvæð áhrif β -glúkana voru leyfðar í Bandaríkjunum 1997, í Svíþjóð 2001 og í Bretlandi 2004. Samkvæmt bandarísku reglunum má tilgreina á umbúðum að leysanleg trefjaefni dragi úr hættu á hjartasjúkdómum. Þá er reiknað með að neyslan sé 3 g af β -glúkönum á dag.

Á síðustu árum hefur æ betur komið í ljós að mataræði hefur mikil áhrif á heilsu. Þetta hefur leitt til áhuga á matvælum sem ekki aðeins veita næringarefni heldur efla einnig heilsu. Slík matvæli eru kölluð markfæði (e. functional foods). Einfaldasta form markfæðis er heil, óbreytt matvæli. Líta má á tómata, gulrætur og spergilkál sem markfæði vegna þess að plöntuhollefni, svo sem lýkópen og beta-karótín, eru í umtalsverðu magni. Áhugavert er að líta á bygg með sama hætti þar sem það inniheldur β -glúkana og andoxunarefni.

Íslenskt bygg eða innflutt

Prótein, þurrefni og steinefni hafa verið mæld í íslensku byggi. Samkvæmt fánlegum upplýsingum er magn þessara meginefna í íslensku byggi, sem hefur náð að þroskast, svipað því sem erlendis gerist (Hólmgeir Björnsson o.fl. 2002). Þetta er í samræmi við niðurstöður rannsókna en fóðurvirði íslensks og innflutts byggs hefur reynst svipað fyrir mjólkurkúr (Hagþjónusta landbúnaðarins 1998). Próteinið er þó breytilegt eftir þroska, árferði og áburðarnotkun. Trefjaefni (dietary fiber) hafa verið mæld í þremur byggsýnum frá 1992 (Þyrí Valdimarsdóttir 1996) og nokkrar mæliniðurstöður eru til fyrir tréni (crude fiber). Það er því nauðsynlegt að fá frekari vísbendingar um magn trefjaefna í íslensku byggi og mæla einstaka flokka þeirra.

Erlendis hafa verið gerðar mælingar á einstökum þáttum trefjaefna í byggi en í flestum tilfellum hafa fá byggryki verið til rannsókna. Enn er takmörkuð þekking á sambandi hinna ýmsu efnisþátta sem teljast til trefjaefna svo og á hlutverki umhverfisþátta (Holteølen o.fl. 2006).

Í slæmum árum getur farið svo að bygg nái ekki að þroskast og þá hentar það ekki til manneðis þótt hægt verði að nýta það í skepnufóður. Með tilkomu kynbættis byggs og

hlýnandi veðurfars hefur þetta ekki verið vandamál hér á landi, að minnsta kosti ekki á þeim svæðum sem best henta til byggættar. Síðustu 15 árin hefur bygg náð eðlilegum þroska á Fljótsdalshéraði og Suðurlandi.

Með nýtingu byggs til manneðis er verið að renna styrkari stoðum undir byggættun í landinu. Byggættunin skiptir landbúnaðinn sífellt meira máli og með því að nýta uppskeruna bæði til búfjárrættar og matvælaframleiðslu er verið að efla íslenskt atvinnulíf. Bygg er hægt að flytja inn en það gefur ekki sömu tækifærin á eflingu íslensks atvinnulífs, til dæmis að tengja matvæli úr byggi ákveðnum landssvæðum.

Bygg til manneðis verður aldrei stór hluti af framleiðslunni en engu að síður getur matvælamarkaðurinn orðið búbót fyrir framleiðendur og hjálpað til ásamt öðru. Einnig getur skipt máli fyrir landbúnaðinn að þessi innlenda framleiðsla hafi jákvæða heilsuúmynd. Heilsumatvörur eru vaxandi geiri og veltan þar umtalsverð. Þar á innlent bygg heima ekki síður en margt annað. Spurningin er hvort hægt er að ná til stærri hóps en við slíka viðleitni væri mikils virði að hafa ítarleg gögn fyrir trefjaefni í byggi.

Í viðskiptum með íslenskt bygg innanlands hefur verðið mótast af verðlagi á innfluttu byggi. Að undanförmu hefur söluverð á innfluttu þurrkuðu byggi verið 16-22 kr/kg.

Er ættun á nöktu byggi næsta skref?

Í nágrannalöndum okkar eru til mörg bygggerki með fjölbreytilega eiginleika. Meðal þeirra er svokallað nakið bygg (naked / hulless barley) en á því eru hýðislögin fyrirferðarlítill. Nakta byggjið býr yfir þeim eiginleika að fræhimnur þess þreskjast af og er þetta bygg því auðvelt í vinnslu. Mun meira er af beta-glúkönum í nöktu byggi en venjulegu byggi eða hveiti (Trogh o.fl. 2004). Nakta byggjið þarf ekki að perla og því ættu andoxunarefni og bætiefni að haldast betur í því en venjulegu byggi (Anderson o.fl. 2004). Þetta er ótvíræður kostur við bygg til manneðis en aftur á móti getur of mikið af beta-glúkönum þó verið til vandræða við bjórframleiðslu þar sem þeir mynda seigar vatnslausnir. Nýjar norskar mæliniðurstöður fyrir 39 bygggerki sýna að magn beta-glúkana og annarra trefja- og kolvetnaþátta er mjög breytilegt eftir yrkjum (Holtekjølén o.fl. 2006). Þetta vekur vonir um það að hægt verði í framtíðinni að velja þau yrki sem henta til fyrirfram ákveðinnar vinnslu. Líklegt er að yrki af nöktu byggi verði notuð í hollustuvörur.

Yrki af nöktu byggi hafa mismunandi samsetningu (sterkja og trefjaefni) og það skiptir máli við framleiðslu á brauðvörum (Knutsen 2005; Izydorczyk o.fl. 2001). Greining á smásærri byggingu hefur reynst gagnleg við að skilgreina hin ýmsu yrki af nöktu byggi (Anderson o.fl. 1999) enda er margvíslegt samband milli frumbyggingar og efnainnihalds. Sem dæmi má nefna að þykkir frumveggir benda til mikils magns af beta-glúkönum.

Matvælavinnsla

Frá sjónarhorni matvælavinnslu er bygg mjög fjölhæf korntegund. Nokkrir kostir byggsins eru: (1) Það gefur matvælum hollustuúmynd, t.d. er hægt að auka trefjaefni og beta-glúkana með því að bæta byggmjöli í hveiti. (2) Bygg getur aukið bragðgæði. (3) Það getur aukið vatnsbindingu í deigi. Hin ýmsu bygggerki geta hentað misjafnlega eftir því um hvers konar hagnýtingu er að ræða. Bygg sem á að nota til bjórgerðar þarf að hafa aðra eiginleika en þegar um bakstur er að ræða.

Að bæta bökunarvörur

Bygg hefur öldum saman verið notað í skepnufóður og til framleiðslu á áfengum drykkjum. Fyrir tilkomu hvíta hveitisins var bygg einnig notað í brauðmeti sem var þungt í sér. Notkun á byggi í nútíma bökunariðnaði kallar á nýjar tæknilausnir. Notkun á byggmjöli er leið til að auka hollustu brauðvara. Samkvæmt erlendum heimildum eru beta-glúkanar 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. Það er þó galli að bygg myndar veikari glútennetju í brauðum en fæst með notkun hveitis. Ekki er ráðlegt að nota meira en sem svarar 40% af byggmjöli í brauðuppskriftir. Í brauðvörur sem ekki byggja á lyftingu er hægt að nota mun hærra bygghlutfall og oft er hægt að nota byggmjöl sem einu mjöltegundina. Aftur á móti þola sumir einstaklingar með glútenþol byggglúten en ekki hveitiglúten. Til að gera bygg að mikilvægri korntegund fyrir bökunariðnaðinn þarf að rannsaka innihald og vinnslueiginleika hinna ýmsu byggjarkja.

Izydorczyk o.fl. (2001) héldu því fram að trefjaefni og byggsterkja með óvenjulega eiginleika mundu vega upp á móti slöku glúteni. Bygg þarf því ekki að rýra eiginleika deigs og brauða sem eru að stærstum hluta úr hveiti. Í Evrópuverkefninu Solfibread (www.solfibread.com) hafa verið gerðar tilraunir með framleiðslu á brauði með auknu magni leysanlegra trefjaefna. Byggmjöl blandað saman við hveiti gefur gott bragð af brauðum og eitthvað hafa íslenskir bakarar flutt inn af byggmjöli.

Byggmalt til bjórgerðar

Maltbygg (malt) og vatn eru mikilvægustu hráefnin til bjórgerðar. Maltbygg sem notað er til bjórgerðar á Íslandi er að öllu leyti innflutt. Um 5% af byggframleiðslunni í Evrópu eru notuð í bjórgerð. Í N-Evrópu eru nokkrar stórar verksmiðjur (malthús) sem framleiða malt.

Möltun fer fram í nokkrum þrepum. Byrjað er með þurrkað bygg sem geymt er við stýrðar aðstæður, það er lagt í bleyti og látið spíra í tönkum. Við framleiðsluna er beitt stígandi hitun til að eyðileggja ekki ensímin. Tæknilega er mögulegt að nota bygg beint til bjórframleiðslu í stað malts en þá þarf að bæta í ensínum. Það er þó algjör undantekning og stóru brugghúsin eru ekki að nota þessa aðferð. Beta-glúkanar í byggi geta verið vandamál við bruggun þar sem þessi efni gefa seigar vatnslausnir (Jadhav o.fl. 1998).

4. Byggsýni

Sýni

Langtímatilraun Landbúnaðarháskólans (LbhÍ) um samanburð á byggrykjum var nýtt til sýna-töku haustið 2006. Eftirtaldir ræktunarstaðir voru notaðir:

- Möðruvellir í Eyjafirði (mólendi)
- Vindheimar í Skagafirði (sandur)
- Korpa við Reykjavík (mýri)
- Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum (sandmýri)

Valin voru sex byggryki sem voru í tilrauninni á öllum stöðunum, þrjú tveggja raða og þrjú sex raða:

- Tiril (sexraða yrki)
- Lavrans (sexraða yrki)
- Skúmur II (sexraða yrki)
- Kría (tvíraða yrki)
- Barbro (tvíraða yrki)
- Mitja (tvíraða yrki)

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 / uppskeru úr þremur endurtekningum (reitum). Yrkin Tiril og Lavrans eru norsk að uppruna og gera samanburð við norskar rannsóknaniðurstöður mögulegar. Sýnum af bygguppskeru ársins 2005 var haldið til haga þar sem mikilvægt er að hafa efnivið frá sem flestum árum til að kanna breytileika.

Til viðbótar voru fengin sýni frá þremur framleiðendum (Belgsholti í Melasveit, Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum og Vallanesi í Fljótssdal.

Hvert sýni þurfti að meðhöndla á mismunandi vegu eftir því hvers konar mælingar átti að gera:

- Ferskt heilt bygg, óþurrkað, beint af akri (Fyrir víðsjárskoðun og myndgreining)
- Þurrkað heilt bygg (Fyrir möltunartilraunir)
- Malað þurrkað bygg með öllu hýðinu, þ.e. heilmalað (Fyrir efnamælingar)
- Malað þurrkað afhýtt bygg, þ.e. ystu hýðislögin fjarlægð (Fyrir bakstur)

Bygg var skorið á Möðruvöllum og Vindheimum 12. september 2006 og sýni voru komin til Matra að morgni næsta dags. Á Korpu var bygg skorið 20. september og sýni komu til Matra

samdægurs. Loks var bygg skorið á Þorvaldseyri 21. september og sýnin komu til Matra að morgni næsta dags.

Þurrkun

Bygg úr tilraunum 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 nú haldið um og undir 45 °C. Á Þorvaldseyri er 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. Notað var 1 mm sigti. Aftur á móti þegar fjarlægja þurfti hluta hýðisins voru sýni send til Eymundar Magnússonar í Vallanesi (Móðir jörð). Í Vallanesi var notuð steinkvörn sem fjarlægir hismið og skilar slípuðu byggi sem síðan er fínmalað. Hýði sem gengur af við þessa meðferð er 5-10% af heildarþyngd byggsins.

5. Eiginleikar byggs

Mælingar á bygguppskeru 2006

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), þúsundkornþunga (g) og þurrefnis við skurð (g/100g).

Mælingar á rúmþyngd og þyngd þúsund korna eru gerðar á byggi eftir þurrkun. Mat á þurrefni við skurð er framkvæmt eins fljótt og hægt er eftir að sýni eru komin á Keldnaholt. Sýnin eru þurrkuð í hitaskáp, í byrjun er hitinn 60-70 °C en lokahiti um 90 °C. Þurrktími er tveir dagar og þrjár nætur. Gerð er grein fyrir þurrefnismælingu á mjöli í næsta kafla.

1. tafla. Mælingar á byggsýnum úr tilraun LbhÍ 2006.

Staður	Yrki	Uppskeyra 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
	Skúmur II	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
	Meðaltal	68,1	37,7	64,8	52,6	155
Vindheimar	Tiril	53,0	30,3	58,3	53,8	142
	Lavrans	51,1	33,3	63,1	54,6	151
	Skúmur II	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
	Meðaltal	50,1	34,1	61,8	51,6	147
Korpa	Tiril	27,3	30,9	55,5	50,1	136
	Lavrans	27,8	29,9	56,5	52,3	139
	Skúmur II	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
	Meðaltal	28,1	29,7	56,4	48,2	134
Þorvaldseyri	Tiril	11,2	37,7	66,9	72,3	177
	Lavrans	10,5	43,8	69,2	75,0	188
	Skúmur II	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
	Meðaltal	18,9	40,0	68,1	71,5	180

Athygli vekur að þurrefni byggsins er langhæst á Þorvaldseyri og þroskaeinkunnin er einnig hæst fyrir bygg þaðan. Þurrefni í byggi frá hinum stöðunum er undir 55% en talið er að bygg á akri sé ekki byrjað að nálgast fullan þroska fyrr en þurrefni er komið yfir 55%.

2. tafla. Mælingar á byggsýnum frá bændum 2006.

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

^{*)} Ferskt sýni hafði beðið of lengi og þornað.

6. Efnainnihald þurrkaðs byggs

Yfirlit um efnagreiningar á byggi er í 3. og 4. töflum. Aðferðum og niðurstöðum er síðan nánar lýst en fjallað er um β -glúkana í næsta kafla.

Prótein í byggsýnunum er breytilegt en flest gildin eru hærri en erlend gildi í norskum og breskum næringarefnaatöflum. Áður hefur verið talið að prótein í íslensku byggi væri hátt þar sem það nær yfirleitt ekki fullum þroska. Eldri mælingar sýna hins vegar að próteinið er breytilegt og stundum lágt (Þóroddur Sveinsson, 2006).

3. tafla. Efnainnihald í heilmöluðu byggi með öllu hýðinu úr tilraun LbhÍ á Möðruvöllum og frá bændum. Gildin eiga við byggmjöl með því vatnsinnihaldi sem kemur fram í töflunni.

		Vatn g/100g	Prótein g/100g	Sterkja g/100g	β -glúkanar g/100g
Möðruvellir	Tiril	9,6	11,0	38,0	2,1
	Lavrans	7,5	11,9	37,9	2,5
	Skúmur II	10,8	10,4	34,8	2,3
	Kría	7,8	13,2	37,8	2,4
	Barbro	8,5	11,3	37,5	2,4
	Mitja	8,6	9,4	42,0	2,0
Belgsholt		9,9	15,2		
Þorvaldseyri		10,3	7,7		
Vallanes	Tiril	10,5	9,8		

4. tafla. Efnainnihald í afhýddu byggi úr tilraun LbhÍ á Möðruvöllum og frá bændum. Gildin eiga við byggmjöl með því vatnsinnihaldi sem kemur fram í töflunni.

		Vatn g/100g	Prótein g/100g
Möðruvellir	Tiril	11,8	10,5
	Lavrans	12,1	11,8
	Skúmur II	11,9	10,4
	Kría		
	Barbro		
	Mitja		
Belgsholt			
Þorvaldseyri			
Vallanes	Tiril	10,7	10,7

Til samanburðar voru gerðar mælingar á próteini í þremur mjöltegundum frá Kornaxi. Niðurstöður voru eftirfarandi:

- Hveiti (K1): 13,9 g prótein /100g.
- Heilhveiti: 12,3 g prótein /100g.
- Rúgmjöl: 11,1 g prótein /100g.

Vatn

Aðferð. Vatnsmælingu sem hér er lýst var beitt á bygg eftir að það hafði verið malað. Vatnsinnihald í fersku byggi á akri var ákvarðað með aðferð sem lýst er í kaflanum á undan. Notuð var mæliaðferð frá Norrænu aðferðanefndinni fyrir matvælagreiningar (NMKL 23/1974). Aðferðin var útfærð eins og fram kemur hér að neðan.

Sýni voru gerð einsleit með blandara (Tecator 1094 Homogenizer) með stálhnífum og öllum safu bætt í blönduna. Þurrrefnismælingin fór síðan fram eins og hér er lýst: (1) Glerstaf er komið fyrir í glerkrukkum (kavíarglös) og þær hitaðar í hitaskáp við 105°C í a.m.k. 1 klst. (2) Krukkurnar eru teknar úr ofninum, lok skrúfuð á og þær látnar kólna í 10 mín. Lokin eru tekin af og krukkurnar vegnar nákvæmlega (V1). (3) U.þ.b. 5 g af sýni eru vegin (V2) í krukuna og er sýninu dreift jafnt með glerstafnum. Þurrkað við 105°C yfir nótt. (4) Krukkurnar eru teknar úr ofninum, lok skrúfuð á og þær látnar kólna í 10 mín. Lokin eru tekin af og krukkurnar vegnar nákvæmlega (V3). (5) Magn þurrrefnis er ákvarðað út frá þyngdartapi. Þurrrefni = ((V1+ V2 - V3) / V2) *100.

Prótein

Aðferð. Prótein var mælt hjá Efnagreiningum Keldnaholti. Notaður var próteinstuðullinn 6,25.

Sterkja

Aðferð. Við greiningu á sterkju voru notuð efni og aðferðir frá Megazyme (Total starch, K-TSTA 01/05). Nálgastr má bæklinginn frá heimasíðu Megazyme á slóðinni <http://secure.megazyme.com/downloads/en/data/K-TSTA.pdf>. Allir bufferar sem voru notaðir í hvörfin og þynningar voru útbúnir hjá Prokaria samkvæmt leiðbeiningum frá Megazyme.

Farið var eftir aðferðinni sem er merkt *Modification to standard procedure (DMSO/AA/AMG)*. Aðferðin gengur út á það að 0,1g af sýni er leyst upp 0,2 mL 80% (v/v) ethanóli til þess að auka leysanleikan, 2mL af DMSO (dimethyl sulphoxide), og hrært á vortex, síðan eru sýnin soðin í 5mínútur. Því næst er 3,0 mL af hitastöðugum alfa-amylasa (300U) bætt út í og vortexað. Sýnið er sett í sjóðandi vatn í 6 mínútur og hrært upp eftir 2 mín til þess að draga úr klumpamyndun. Sýnið er kælt niður í 50 °C og síðan bætt í 4 mL 200 mM CH₃COONa buffer pH 4,5 ásamt 100µL amyloglucosidasa (20U). Síðan var lausnin höfð í 30 mínútur við 50 °C. Þá var rúmmálið aukið í 10 mL með því að bæta út í eimuðu vatni og lausnin vortexuð. Líttill hluti af þessu sýni (1mL) var tekinn og spunninn niður við 3.000 rpm í 10 mín við 4 °C. 10µL af flotinu voru teknir og þynntir með eimuðu vatni að 100µL. 100µL af þynningunni voru settir í botninn á þremur 15mL rauðtappaglösom. 3mL af GOPOD (Glucose oxidase ásamt peroxidasa með 4-aminoantipyrine í Potassium phosphate buffer pH 7,4 p-hydroxybenzoic acid) reagent bætt út í og lausnin hituð við 50 °C í 20 mínútur. Eftir þann tíma voru 200 µL teknir og settir á 96 holu ljósplötubakka og bakkinn mældur við 510 nm. Gúkósi og vatn var einnig keyrt eins og sýnin, sjá lýsinguna hér að ofan. Útreikningar fyrir sterkju voru framkvæmdir samkvæmt leiðbeiningum Megazyme.

$$\begin{aligned} \text{Starch} &= \Delta_A \times F \times 1000 \times \frac{1}{1000} \times \frac{100}{W} \times \frac{162}{180} \\ &= \Delta_A \times \frac{F}{W} \times 90 \end{aligned}$$

Útreikningar á magni sterkju

Niðurstöður sterkjumælinga koma fram í 5. töflu. Sýni voru heilmalað bygg með öllu hýðinu. Um var að ræða 6 yrki af uppskeru ársins 2006 á Möðruvöllum. Viðmiðunarsýni var frá Megazyme (82 g maíssterkja/100g) en í því mældist sterkjan 75 g/100g eða 91% af uppgefnu gildi.

5. tafla. Mæliniðurstöður fyrir sterkju í sýnum af byggi með hýði frá Möðruvöllum 2006.

	Þyngd mg	Gleypni Mæling 1	Gleypni Mæling 2	Gleypni Mæling 3	Gleypni Meðaltal	Gleypni SD	Gleypni CV %	Sterkja Þurrvigt g/100g
Tiril	101	0,33	0,34	0,34	0,336	0,009	3	42
Lavrans	101	0,32	0,33	0,34	0,329	0,013	4	41
Skúmur II	102	0,31	0,33	0,33	0,320	0,010	3	39
Kría	114	0,36	0,38	0,37	0,369	0,014	4	41
Barbro	100	0,31	0,34	0,33	0,324	0,013	4	41
Mitja	107	0,38	0,38	0,4	0,382	0,011	3	46
Viðmiðun	98	0,53	0,58	0,58	0,560	0,030	5	75
Blankur		0,04	0,04	0,04	0,036	0,001	2	
100 µL glúkósi	100 µL	0,63	0,64	0,64	0,635	0,003	0	

6. tafla. Niðurstöður mælinga á sterkju í byggi með hýði frá Möðruvöllum.

Sýni	Sterkja þurrvigt g/100g	Sterkja í mjöli g/100g
Tiril	42	38,0
Lavrans	41	37,9
Skúmur II	39	34,8
Kría	41	37,8
Barbro	41	37,5
Mitja	46	42,0
Meðaltal	42	38,0

7. Beta-glúkunar: Prófun aðferða og mælingar

Aðferðir til að mæla β -glúkana

Kannaðar voru þrjár aðferðir til þess að greina magn β -glúkana í byggi. Stuðst var við þekktar aðferðir sem voru útfærðar fyrir verkefnið. Fyrsta aðferðin var gerð samkvæmt leiðbeiningum frá Johansson (2006). Aðferðarlýsingu var fylgt, nema að sleppt var að nota hitastöðugan alfa-amylasa og í staðinn fyrir að nota pankreatín þá var notast við próteínasa K. Aðferðin gengur út á það að 1 g af β -glúkönnum er hitað í vatnsbaði við 96 °C í 2 klst. Hrat var spunnid frá og haldið áfram með flotið, í það var bætt 100 μ L af ymg/mL próteínasa K og hann hafður við 30 °C í 3 klst. Þá var köldu 60% (v/v) etanóli bætt út í lausnina og hún höfð yfir nótt við 4 °C. Hrat var spunnid frá og flotið prófað með β -glúkana aðferðinni frá Megazyme.

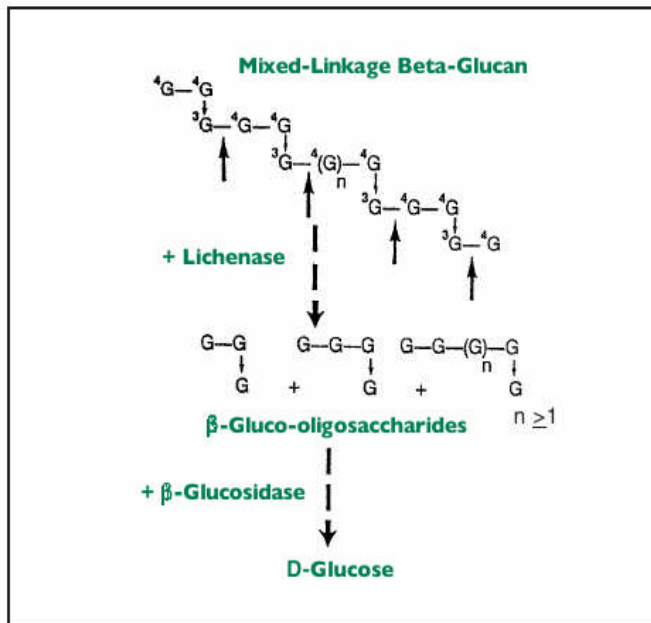
Önnur aðferðin var gerð samkvæmt leiðbeiningum frá Bhatti (1993). Þessi aðferð gengur út á að nota þrenns konar mismunandi lausnir og hita til þess að draga β -glúkana út úr byggi. Byggið er leyst upp í eimuðu vatni og pH stillt á 10 með 20% natríum karbónati. Lausnin var hituð í 30 mínútur við 45 °C. Önnur lausnin var eimað vatn en pH hafði verið stillt á 7. Byggið var hitað í þessari lausn við 40 °C, 65 °C og 95 °C, í þessari röð. Hrat var spunnid frá og lausnin prófuð. Síðasta lausnin var 4% NaOH og β -glúkanar voru dregnir út við stofuhita yfir nótt.

Þá var einnig prófuð aðferð sem gefin var upp með bygggreiningar-setti frá Megazyme og reyndist hún best (lýsing hér að neðan). Niðurstöður sem fengust með tveimur fyrstu aðferðunum voru mjög svipaðar en gildin voru mun lægri en þau sem fékkst með Megazyme aðferðinni. Því var ákveðið að notast við aðferðina frá Megazyme.

Frankvæmd mælinga

Til þess að greina β -glúkana í sýnanum þá var pöntuð aðferð og efni frá Megazyme sem heitir Mixed-linkage beta-glucan (K-BGLU 04/06). Nálgast má bæklinginn frá heimasíðu Megazyme í gegnum slóðina <http://secure.megazyme.com/downloads/en/data/K-BGLU.pdf>. Allir bufferar sem voru notaðir í hvörfin og þynningar voru útbúnar hjá Prokaria samkvæmt leiðbeiningum frá Megazyme. Farið var eftir aðferðinni sem er merkt *Assay procedure for Barley (EBC Method 3.11.1)*. Aðferðin gengur út á það að 0,5 g af sýni er leyst upp, 1,0 mL 50% (v/v) ethanóli er bætt í til þess að auka leysanleikann, því næst er 5,0 mL af 20 mM NaHPO₄ buffer pH 6,5 bætt út í og vortexað. Sýnið er sett í sjóðandi vatn í 5 mínútur og sýnið hrært upp eftir 2 mín til þess að draga úr klumpamyndun. Sýnið er kælt niður í 40 °C og 200 μ L af 50U/mL Lichenase [sérstækur, endo-(1,3)(1,4)-b-glucan 4-glucanohydrolase] bætt í, þá var lausnin höfð í 1 klst við 40°C. Síðan var rúmmálið aukið í 30 mL með því að bæta út í eimuðu vatni og lausnin vortexuð. Lítill hluti af þessu sýni (1 mL) var tekinn og spunninn niður við 1.000g í 10 mín við 4 °C. 100 μ L af flotinu voru teknir og settir í botninn á þremur 15mL rauðtappaglösom. Út í tvö glös var bætt 100 μ L 2U/mL af β -glúkanasa. Út í síðasta glasið fór 100 μ L af 50 mM CH₃COONa pH 4,0 en þetta er blankur fyrir hvarfið. Glösin voru hituð við 40 °C í 15 mín, eftir þann tíma þá var 3 mL af GOPOD (Glucose oxidase ásamt

peroxidasa með 4-aminoantipyrine í Potassium phosphate buffer pH 7,4 p-hydroxybenzoic acid), reagent bætt út í og lausnin hituð við 40 °C í 20 mínútur. Eftir þann tíma þá voru 200 µL teknir og settir á 96 holu ljósplötubakka og bakkinn mældur við 510 nm. Útreikningar fyrir hvarfið voru gerðir samkvæmt leiðbeiningum á seðli, sjá 1. mynd.



1. mynd. Hér er sýnt hvernig hvarfið er framkvæmt.

$$\begin{aligned} \beta\text{-glucan (\% w/w)} &= \Delta A \times F \times 300 \times \frac{1}{1000} \times \frac{100}{W} \times \frac{162}{180} \\ &= \Delta A \times \frac{F}{W} \times 27 \end{aligned}$$

2. mynd. Útreikningar á magni beta-glúkana

Niðurstöður mælinga á β-glúkönum

Niðurstöður mælinga á β-glúkönum koma fram í 7. töflu. Sýni voru heilmalað bygg með öllu hýðinu. Um var að ræða sex yrki af uppskeru ársins 2006 á Möðruvöllum. Niðurstöður eru gefnar upp fyrir þurrefni. Til þess að greina rakamagn í sýnum þá voru sýni vigtuð og sett í 80 °C yfir nótt. Eftir nóttina þá voru sýnin endurvigtuð, mismunurinn sem vantaði er rakinn í sýninu.

Mælt var viðmiðunarsýni frá Megazyme (4,6% β-glúkanar í þurrefni) og var mæliniðurstaðan 87% af uppgefnu gildi.

Í mælingum á β-glúkönum í ýmsum byggrykjum í Noregi reyndust gildi vera á bilinu 2,4-8,3 g/100g þurrefni (Holtekjolen o.fl., 2006). Niðurstöðurnar fyrir íslenska byggid eru því sambærilegar við lægstu gildin frá Noregi. Á það er að líta að hæstu gildin frá Noregi eru fyrir yrki sem eru ekki sambærileg við íslensku yrkin. Hægt er að bera saman magn β-glúkana í yrkinu Lavrans bæði frá Íslandi og Noregi. Íslenska gildið í töflunni að ofan er 2,7 g/100g þurrefni en gildið frá Noregi er 3,8 g/100g þurrefni.

7. tafla. Mæliniðurstöður fyrir β -glúkana í sýnum af heilu byggi frá Möðruvöllum 2006.

Sýni	Útviptað byggmjöl mg	Magn þurrefnis mg	Gleypni blanks E_{BI}	Gleypni sýnis E_A	Mismunur ΔA	β -glúkanar þurrvigt g/100g
Tiril	510	484	0,05	0,3 0,34	0,26 0,29	2,1 2,4
Lavrans	480	456	0,04	0,32 0,38	0,28 0,33	2,5 2,9
Skúmur II	530	482	0,04	0,35 0,35	0,3 0,31	2,5 2,6
Kría	500	475	0,05	0,34 0,35	0,29 0,31	2,5 2,6
Barbro	540	502	0,05	0,36 0,39	0,3 0,34	2,4 2,7
Mitja	500	460	0,09	0,33 0,34	0,24 0,25	2,1 2,2
Viðmiðun	530	484	0,040	0,52 0,52	0,48 0,48	4,0 4,0

8. tafla. Niðurstöður mælinga á β -glúkönunum í byggi.

Sýni	β -glúkanar þurrvigt g/100g	β -glúkanar ferskvigt g/100g
Tiril	2,3	2,1
Lavrans	2,7	2,5
Skúmur II	2,6	2,3
Kría	2,6	2,4
Barbro	2,6	2,4
Mitja	2,2	2,0
Meðaltal	2,5	2,3

8. Víðsjár- og smásjárskoðun á byggi

Fersk byggsýni og sýni af möltuðu byggi voru athuguð og mynduð í víðsjá. Sýni af maltaða bygginu voru fryst og síðan sneidd í frystiskera, lituð og skoðuð í víðsjá. Myndgreining á innri gerð byggsins var undirbúin og sýni fryst til úrvinnslu síðar. Niðurstöður fyrir innri byggingu byggsins eru mikilvægar fyrir samanburð við erlent bygg og stærð og gerð sterkjukorna og gerð hismis gefa mikilvægar vísbendingar um þroska. Ytra útlit ásamt þroskamati samkvæmt mælingum Lbhí og þyngd korna eru mikilvæg atriði til samanburðar þegar reynt er að skýra mismunandi efnainnihald sýnanna.

Tæki

Víðsjá er af gerðinni Leica MZ12 með myndavél (Leica DC 300F). Hugbúnaður fyrir myndvinnslu er frá Leica (Leica IM 1000 software). Búnaður til að sneiða frosin sýni (frystiskeri) er af gerðinni Cryostat Leica CM 1800 frá Heidelberg Þýskalandi. Frystir til að geyma frosin sýni við $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ er frá Kelvinator Scientific af gerðinni Ultra Cold. Smásjár-búnaður fyrir myndgreiningu er af gerðinni Leica DM RA2 fyrir skoðun með áfallandi flúrlýsingu eða venjulegu ljósi. Hugbúnaður til að vista myndir var frá Leica af gerðinni IM 1000.

Sneiðing frosinna byggsýna

Frosin byggkornin eru fest á sýnahaldara frystiskerans og er best að hafa aðeins tvö byggkorn samtímis á plattanum. Þau er hægt að hafa flöt eða upp á endann eftir því hvort skera á langskurð eða þverskurð. Þetta er gert við $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ í frystiskeranum. Síðan eru skornar 10-15 μm sneiðar í frystiskera og sneiðarnar festar á smásjargler (SuperFrost/Plus, 25 x75 x1,0 mm frá Menzel-Glaser Þýskalandi). Þessi aðferð gengur vel fyrir mjúk byggkornum eins og nýskorið bygg. Þurrkuð korn eru of hörð til að skera á þennan hátt. Þau þarf að bleyta upp fyrst, í botninn á Petridiski er settur tvöfaldur síupappír, þurrkaða korninu er dreift á pappírinn og tvöfaldur síupappír settur ofaná, bleytt vel með eimuðu vatni og látið bíða í 3 klst. Þá er hægt að frysta og skera.

Aðferð við víðsjárskoðun

Botnfylli af byggi er komið fyrir á petridiski (85mm Ø) og myndir teknar í víðsjá við 8x stækkun (minnsta mögulega stækkun) sem víðast á skálinni, a.m.k. 5 myndir. Þá er nýju sýni komið fyrir á skálinni og teknar myndir af því á sama hátt. Byrjað er á að taka mynd af kvarða (10 = 1 cm) sem er lagður á botninn á petridiskinum og myndaður í sömu stækkun og á sama hátt og byggsýnið hverju sinni. Myndir eru teknar þannig að hvítt spjald er sett undir petridiskinn og aðeins notuð yfirlýsing. Lýsingin er stillt á 1,2. Fókusinn er stilltur með IRIS á open en síðan er stillt á 3 fyrir myndatökuna til að fá meiri dýpt í myndina.

Víðsjárskoðun á fersku byggi

Fersk byggsýni voru skoðuð í víðsjá hjá Matra og mynduð. Byggsýni komu fersk af akrinum í bréfpokum. Sýni frá Norðurlandi bárust á Keldnaholt degi eftir skurð. Til að hafa svipaðan tíma frá skurði að myndatöku, var valið að hafa sýnin dagsömum við skoðun. Á 3. mynd má

sjá dæmi um þær myndir sem teknar voru. Víðsjáin var notuð til að leita að myglu í öllum sýnunum. Engin mygla fannst í fersku sýnunum.



Uppskera frá Möðruvöllum



Uppskera frá Vindheimum



Uppskera frá Korpu



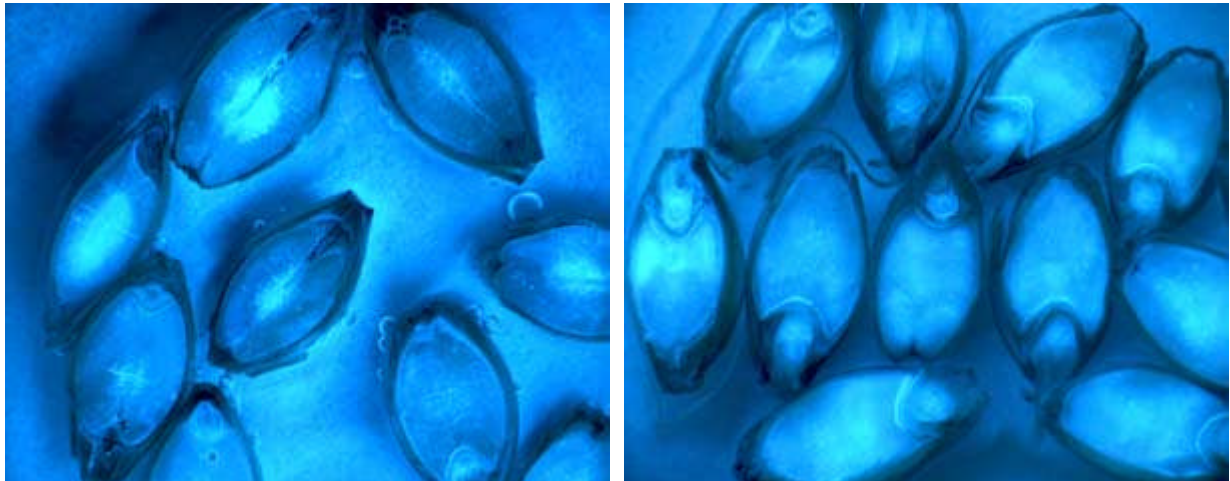
Uppskera frá Þorvaldseyri

3. mynd. Ferskt bygg myndað í víðsjá. Kría úr tilraun LbhÍ 2006.

Víðsjárskoðun á möltuðu byggi

Byggkorn úr möltunartilraun voru lausfryst á petridiski í frysti við -80°C . Frosin byggkornin voru fest á járnplatta (2,5 x 3 cm) með O.C.T frystilími (embedding medium, Tissue Tek, USA), eins mörg og rúmast á plattanum. Þetta er gert við -24°C í frystiskera. Síðan eru skornar þunnar sneiðar ($5\mu\text{m}$) í frystiskeranum þar til um það bil hálf kornin eru eftir á plattanum. Þessi aðferð gengur vel fyrir mjúk byggkorn eins og þau eru í möltuninni.

Platan sem eftir situr á járnplattanum (hálf byggkorn með lími), er losuð varlega af og komið fyrir á petridiski. Litað er með fluorecent brightner 28 (Calcofluor White), 1g/L af eimuðu vatni, í 5 mín. Skolað er með 70% etanoli. Síðan er litað með fast green FCF, 1g/L af eimuðu vatni, í 2 mín. Umfram litur er þerraður af með mjúkum pappír. Látið bíða undir álpappír í 5 klst. Myndir voru teknar með myndavél í gegnum víðsjána með 8x stækkun undir útfjólubláu ljósi (365 nm), og myndir vistaðar með Leica hugbúnaðinum. Síðan voru sýni borin saman með því að nota hugbúnað frá Leica. Notast var við lausan lampa fyrir útfjólublátt ljós.



4. mynd. Bygg við upphaf möltunar (Kría frá Belgsholti) í útfjólubláu ljósi í víðsjá.

5. mynd. Bygg við lok möltunar (Kría frá Belgsholti) í útfjólubláu ljósi í víðsjá.

Undirbúningur fyrir myndgreiningu

Sýni af byggupskerunni 2006 voru fryst í köfnunarefni og síðan sett í geymslu við $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ í frysti (Kelvinator Scientific, Ultra Cold) þannig að hægt væri að gera myndgreiningu síðar. Tvær mismunandi aðferðir voru notaðar fyrir öll sýnin. Annars vegar var bygg lausfryst í litlu boxi í fljótandi köfnunarefni og síðan pakkað í litla álpoka til geymslu. Hins vegar voru sýni fryst í O.C.T frystilími (embedding medium, frá Tissue Tek, USA) í litlum plastglösum (Kartell no. 731, 15 mm í þvermál og 30 mm að lengd), fryst í 1 min.

Þurrkuð korn gengur illa að skera í frystiskeranum. Þau þarf að bleyta upp fyrst og frysta síðan og skera. Einnig var reynt að steypa korn í plastmassa og slípa þau niður til helftar en með þessari aðferð var erfitt að láta kornin vera í sama fleti.

Bygg var litað eins og lýst var hér að framan fyrir víðsjárskoðun á möltuðu byggi. Myndir voru teknar með myndavél í gegnum smásjá (Leica DMRA2). Til að skoða innri byggingu byggsins eftir litunina þarf flúrljómunargjafa af ákveðinni gerð (flúrkubbar D og N2.1 frá Leica). Fyrri flúrkubburinn var ekki til hjá Matra og því var ekki hægt að ljúka myndgreiningu með þessari aðferð.

9. Spírun byggs

Spírun byggs er mikilvægur þáttur í framleiðsluferlinu fyrir malt (maltað bygg). Gerðar eru kröfur um að stór hluti byggsins spíri þegar malt er framleitt.

Spírun hefur verið mæld á undanförunum árum á Akureyrarsetri LbhÍ. Ýmsir kornbændur hafa látið mæla spírunargetu. Spírunin hefur verið 10-80% og meðaltalið gæti verið um 50% (Þóroddur Sveinsson 2006). Spírun byggs hefur verið mæld í mold á tilraunastöðinni á Korpu. Í möltunartilraun sem greint er frá í næsta kafla var spírunin mæld við þær aðstæður sem henta í möltunarferlinu. Í 7 tilfellum af 11 reyndist spírunin allgóð eða 65-80%. Þessi árangur gerði mögulegt að framleiða maltað bygg og brugga úr því bjór. Spírun var mæld í mold fyrir sömu sýni og varð spírunin í tveimur tilfellum mun minni en í ræktunartilrauninni. Spírun var mæld í moldarpotti fyrir viðbótarsýni frá Belgsholti. Spírun var 25% fyrir Skeglu / Kríu, 3% fyrir Kríu og 4% fyrir Hrút.

Fimm þættir geta stuðlað að því að bygg spíri ekki:

1. Frost.
2. Harkaleg meðferð á blautu korni, það merst og kímið skemmist.
3. Ofhitun við þurrkun.
4. Kornid er í dvala.
5. Kornid hefur ekki náð þroska áður en það var uppskorið.

Yrki eru mismunandi m.t.t. dvala, Kría er t.d. þekkt fyrir að vera ekki í dvala. Dvali er kostur fyrir fóðurkorn og sáðkorn en galli fyrir korn til möltunar. Þegar rakt korn er uppskorið er hætta á að það merjist og þá getur kímið skemmst en það leiðir til þess að spírunarprósantan lækkar. Frostskemdir geta einnig orðið til þess að lækka spírunarprósantuna. Bygg ætti ekki að þurfa að skemmast við þurrkun enda hafa bændur fjárfest í nýjum þurrkurum í auknum mæli.

10. Möltunartilraunir

Hvað er möltun?

Möltun fer fram með þeim hætti að þurrkað bygg er lagt í bleyti og látið spíra í tönkum, á gólfi eða á dúk. Spírað bygg nefnist maltbygg eða malt og er eitt mikilvægasta hráefnið til bjórgerðar og til framleiðslu á sumum brenndum vínnum. Þegar þurrkað korn er lagt í bleyti tekur það upp vatn sem nemur um 70% af eigin þyngd. Eftir 5-7 daga hefur fræið spírað. Hvatar sem brjóta niður fræhvítuna hafa þá myndast. Þurrrefnismassi hefur minnkað um 10% sem er merki um þá orku sem fer í spírunina.

Kímið er með alla þá hvata sem það þarf til vaxtar. Á milli kímsins og fræhvítunnar er frumulag (aleron-lag). Fræhvítan er úr stórum kolvetnissameindum (mest sterkju) 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 fræhvítunni í vatnsleysanlegan sykur. Gott merki um að spírun sé langt komin er álun. Þá ryðst kímsstöngullinn út úr fræinu, yfirleitt af allmiklum hraða þannig að munur sést frá klukkustund til klukkustundar. Ef spírun byggsins er ekki fullnægjandi er hægt að bæta í amýlösom til að gera byggið spírunarhæft (gott gerjunarfóður).

Varðveita þarf þá hvata sem myndast hafa í möltunarferlinum. Þess vegna þarf að þurrka maltið við lágan hita í byrjun þurrkferils. Hvatarnir þola hita betur þegar þurrknishlutfallið vex. Hækka má því hita smám saman í þurrkunarferlinum. Hvatarnir þola þurrk og mölun.

Til að maltið geymist vel þarf að þurrka fræið í um 95% þurrkni en þá hefur hvatavirtknin stöðvast. Eftir þurrkun og mölun blandast hvatarnir saman við fræhvítuna og geta vonandi breytt henni allri í vatnsleysanlegan sykur. Þennan vatnsleysanlega sykur geta gersveppir hvarfað yfir í etanól.

Möltunartilraun

Tekin voru sýni úr tilraunaræktuðu byggi á tilraunastöðunum Korpu og Möðruvölum svo og byggi frá tveimur bændabýlum, Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum og Belgsholti í Melasveit. Þessi sýni voru hreinsuð með hefðbundnum hætti í fræhrensibúnaði, spírunarprófuð og eftir það notuð í möltunartilraun.

Möltunartilraunin fór fram með þeim hætti að sýnin voru lögð í bleyti í tvo eða þrjá sólarhringa. Við þá meðferð tekur fræið upp mikið vatn, sem yfirleitt nægir því til allan spírunarferilinn. Eftir það voru þau skoluð með 2% vetnisperoxíðslausn og sett í bakka þar sem hægt var að tryggja greiðan aðgang súrefnis að fræinu. Sýnilegt var að spírun fór strax af stað því merki um rótarspírun sást strax á öðrum degi. Þar sem sýnin voru lítil þurfti að úða vatni öðru hvoru á fræið til að vatnsskortur hindraði ekki spírunina. Ekki er þörf á slíku ef sýnin eru stór.

Framgangi möltunartilrauna er lýst í 9. og 10. töflum. Fyrri tilraunin (sýni 01 til 02 í 9. töflu) var notuð til að finna heppilegar aðstæður og tíma við möltunina. Tvö kg af þurrkuðu byggi voru látin taka upp vatn í þrjá sólarhringa og varð þá þyngdin 3,5 kg. Byggið hefur því tekið

upp vatn sem nemur 75% af eigin þyngd. Nægjanleg spírún fékkst fyrir sýni númer 01 og varð massi maltaðs byggs 1,8 kg. Í seinni tilrauninni voru 200 g af þurrkuðu byggi látin taka upp vatn í tvo sólarhringa, sjá sýni númer 1 til 9 í 9. töflu og nánari lýsingu í 10. töflu. Sýni voru sett í bleyti 4. nóvember, í spírún 6. nóvember og lokatalning á spírúðum byggkornum fór fram 13. nóvember (7 dagar).

9. tafla. Yfirlit um möltunartilraunir.

Nr.	Byggsýni	Mæld spírún í mold %	Dvali *) Skali: 0-3	Mæld spírún eftir möltun %	Athugasemdir
01	Kría frá Korpu 2000	90		77%	Nægileg spírún á 5-6 dögum.
02	Skegla frá Korpu 2000	30			Sýni myglar og er hent
1	Kría frá Þorvaldseyri 2005	80	0	80	Spírún jöfn, álun lítil
2	Skúmur I frá Þorvaldseyri 2005	25	1	35	Spírún ójöfn, en nokkur fræ með langan kímstöngul
3	Kría frá Möðruvöllum 2006	65	0	65	Jöfn spírún
4	Barbro frá Möðruvöllum 2006	55	2	65	Jöfn spírún og mikil álun
5	Skúmur II frá Möðruvöllum 2006	60	0	78	Jöfn spírún og mikil álun
6	Lavrans frá Möðruvöllum 2006	30	2	23	Ójöfn spírún
7	Tiril frá Möðruvöllum 2006	45	3	25	Ójöfn spírún
8	Kría frá Belgsholti 2006	15	2	78	Jöfn spírún
9	Rekyl frá Þorvaldseyri 2006	35	1	70	Jöfn spírún

*) Kvarði fyrir dvala (talið var eftir 3 vikur)

0 Allt kemur upp jafnt (eftir 5 daga við stofuhita)

1 Meirihlutinn kemur upp strax, en nokkur strá bætast við í 2. og 3. viku

2 Nokkur strá koma upp strax, en meirihlutinn ekki fyrir en í 2. og 3. viku

3 Ekkert kemur upp fyrir en í 2. og 3. viku

10. tafla. Framgangur spírunar og möltunar í seinni tilrauninni.

Tími Dagar (klst)	Framgangur spírunar og möltunar
2 (48)	Vatnsmettun í 2 daga. Spírún sett af stað.
3 (72)	Rótarspírún sést.
4 (96)	Sýnileg rótarspírún á þriðja degi eftir að spírún er sett af stað. Skúmur II er fljótastur.
5 (120)	Frekari spírún.
6 (144)	Álun sést hjá Skúmi II.
8 (192)	Spírún virðist almennt vera hæfileg fyrir malt

Ef spírun er ekki nægileg er hætta á að sýni mygli. Ef allt fræið er dautt mun það verða fyrir árásum myglusveppa en ef það er allt lifandi gerist það ekki því að fræið ver sig. Ef hluti af fræinu er dautt er þessi hætta fyrir hendi. Það þarf sum sé ákveðna lágmarksspírun til að fræsafn verji sig gagnvart örverum. Í þessar tilraun var fræið skolað með 2% vetnisperoxíðlausn. Sú aðgerð dregur úr álagi af völdum örvera og sveppa sem fylgja fræinu því þeim fækkar við þessa aðgerð. Ekki er samt líklegt að þeim sé útrýmt með þessar aðgerð.

Byggið spíraði yfirleitt nokkuð vel. Rætur voru yfirleitt um 15-20 mm á lengd. Þar sem fræ höfðu álað var spíran stór eða um 10-20 mm. Lavrans og Tiril sýndu áberandi ójafna spírun en nokkur dvali kom fram hjá þessum yrkjum. Sýni frá bændum (Belgsholt og Þorvaldseyri) spíruðu mun betur í möltunartilraun en í spírunarprófi.

Eftir möltun var fræið flokkað í spírað og óspírað. Á 10. mynd má sjá maltað íslenskt bygg (Kríu) eftir þurrkun. Til samanburðar er innflutt maltað bygg frá Svíþjóð. Búið er að fjarlægja spírurnar af innflutta maltaða bygginu. Í innflutta maltinu mældist prótein 6,7 g/100g (próteinstuðull 6,25) og þurrefni 94,9 g/100g.



6. mynd. Myndin sýnir Kríu, spíraða og óspíraða.



7. mynd. Skúmur II er sex-raða bygg og er innlent afbrigði. Spírun þess er hröð og jöfn. Fræ sex-raða afbrigða er yfirleitt heldur smærra er á tveggja-raða afbrigðum. Fræskurnin er þá hærra hlutfall hjá sex-raða en tveggja-raða afbrigðum. Skúmur II hentar vel til ræktunar um sunnan og vestanvert landið.



8. mynd. Kría er tveggja-raða bygg og mest ræktaða innlenda afbrigðið og hentar vel um allt land, en er mest ræktað á Suðurlandi.. Það spírar nærri eins hratt og Skúmur II.



9. mynd. Yrkið Tiril spíraði ójafnt og er það líklega vegna þess að nokkur dvali er í fræinu. Það rýrir kosti þess sem maltbyggs.



10. mynd. Innflutt og íslenskt maltað bygg.

Umræða - Innlent bygg til maltgerðar

Innlendu byggsýnin eru ekki eins og maltbygg er 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 að maltbygg sé. Hér á landi nást slík gæði næstum aldrei. Ekki er því hægt að gera sömu kröfur og gerðar eru venjulega ef ætlunin er að nota innlent bygg sem hráefni í matvælaíðnaði. Í þessari rannsókn kom í ljós að spírun var 70-80% í bestu sýnunum sem voru innlendu afbrigðin Kría og Skúmur II. Lökustu afbrigðin voru Lavrans og Tiril en talsverður dvali í fræi einkennir þau, og sá dvali er hér ókostur. En það að Kría og Skúmur II séu þó þetta góð gefur fyrirheit um að þau megi nýta til maltgerðar.

Rannsóknarspurningin er hér hvort spírun að 70% sé nægileg. Um 70% fræsins hefur þá spírað og myndað hvata sem geta brotið fræhvítuna niður í vatnsleysanleg kolvetni. Hin 30% fræsins hafa ekki gert þetta. Við mölun blandast hvatarnir saman við malaðan forðann úr bæði spíruðu og óspíruðu fræi og með þeim hætti komast hvatarnir að allri fræhvítunni. Spurningin er því hvort það mikið að hvötum hafi myndast til að niðurbrotsferlarnir gangi nægilega hratt í farmhaldsverkuninni, sem er nýting á maltinu.

Hér er ástæða til að nefna að innlenda fræið er minna en erlent maltbygg. Ætla má hins vegar að magn hvata í fræi sem spírar sé það sama því að fræ spírar ekki ef hvatana vantar sem fræið þarf á að halda til að spíra. Hlutfall prótíns/fræhvítu mælist yfirleitt hærra í innlendu byggi en í erlendu en meginhluti prótíns í fræi eru hvatar sem koma fræspírun af stað. Það þýðir að hlutfallslega er meira af hvötum í innlendu byggi en í erlendu maltbyggi. Þetta atriði mun því vega á móti lágri spírunarprósentu.

Einnig er ástæða til að nefna að smátt fræ er með hlutfallslega meira af fræskurn. Þessi fræskurn nýtist ekki sem fæða fyrir t.d. gersveppi. Nýting innlands byggs miðað við erlent maltbygg verður því lakari.

Byggafbrigðin Kría og Skúmur II eru ólík. Kría er tveggja raða bygg og hentar vel til ræktunar sunnan- og vestanlands. Skúmur II er hins vegar sexraða bygg og hentar frekar til ræktunar norðanlands. Bæði afbrigðin verða væntanlega mikið ræktuð á næstu árum enda haf þau sýnt mikla kosti sem ræktunarplanta umfram erlend afbrigði. Ekki ætti því að verða skortur á innlendu hráefni til maltgerðar.

11. Gerjunartilraun

Þegar möltunartilraunum var lokið var útbúið tveggja kílóa sýni af möltuðu íslensku byggi. Í sýninu var eingöngu yrkið Kría. Sýnið fór síðan í gerjunartilraun hjá Ölgerðinni Agli Skallagrímssyni hf. Hráefnin voru eingöngu 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.

Gerjunnarnýting 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, lágri gerjunarnýtingu eða of litlu af mjólkursýru hefur verið bætt í. Áfengismagnið fór í 3,3 % af rúmmáli.

Niðurstaðan er 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 getur verið að malta 500-600 kg af byggi við betri aðstæður og gera prufulögun í þeim tækjabúnaði sem notaður er hjá Ölgerðinni. Þá verður einnig hægt að prófa allan ferilinn og gera fleiri mælingar. Fjarlægja þyrfti spírur af maltinu. Stýra þarf raka meðan möltun fer fram og huga þarf að loftun. Til greina kemur að nota fiskikar með fölsum botni undir byggið.



11. mynd. Afurðin var bragðgóður bjór. Hann var ekki tær vegna þess að síun var ófullkomin.

12. Bökunareiginleikar byggs

Mælingar á bökunareiginleikum byggmjöls voru gerðar hjá Kornaxi. Beitt var aðferðum sem eru notaðar að staðaldri hjá Kornaxi til að fylgjast með gæðum innflutts korns sem malað er hjá fyrirtækinu. Nánari upplýsingar eru á vefsíðu fyrirtækisins, www.kornax.is.

Prótein, vatn og harka

Hjá Kornaxi eru gerðar mælingar á próteini, vatni og hörku með innrauðri mælitækni (near infrared spectroscopy, NIR). Kornax selur hveiti eftir próteininnihaldi.

Falltala

Falltala er mælikvarði á þann tíma sem það tekur að breyta deigi með óuppleystri sterkju í fljótandi lausn með sykri. Amýlasar úr korninu stuðla að niðurbroti sterkjunnar. Ef lítið er af virkum amýlösum í deiginu verður falltala há. Miðað er við að falltala yfir 400 bendi til að virkir amýlasar séu ekki í deiginu. Brauð verða þurr og þétt í sér ef notað er mjöl með háa falltölu og litla ensímvirkni. Hins vegar verða brauð klístruð og með holum ef falltalan er lág og ensímvirknin mikil.

Þegar falltala var mæld í sýnum af byggmjöli hjá Kornaxi var magn sýnis minnkað. Fyrir falltölmælingu reyndist nauðsynlegt að endurmala mjölið í kvörn sem gaf fínna mjöl. Niðurstöður falltölmælinga gera mögulegt að velja heppilegasta byggið til baksturs.

Glúten

Glútenmæling byggist á því að búa til deig, leysa upp önnur efni en glúten og vigta glútenleifina.

Vatnsbinding

Vatnsbinding er mæld í sérstöku Farinograph-tæki sem er sérstakt deigblöndunartæki. Tilgangurinn með vatnsbindimælingu er að kanna styrk glúten-netsins, þ.e. hversu lengi það getur haldið vatni án þess að rofna.

Mæliniðurstöður

Sýni til mælinga voru malað afhýtt bygg úr tilraun LbhÍ á Möðruvöllum 2006. Einnig voru mæld þrjú sýni frá bændum af uppskeru 2006, möluð á sama hátt. Niðurstöður mælinganna eru birtar í 11. töflu. Mælitæki hjá Kornaxi voru kvörðuð fyrir hveiti og rúgmjöl þegar byggmjölið var mælt. Niðurstöðurnar eru ekki eins nákvæmar og fyrir hveiti enda er um gróft mat að ræða.

Í mjöli sem Kornax selur er falltala 130-180 fyrir rúgmjöl, 280 fyrir heilhveiti og um 300 fyrir hveiti. Samkvæmt mælingunum sker yrkið Mitja sig úr með falltöluna 250. Falltala fyrir önnur byggsýni var á bilinu 63-98. Skýringar á sérstöðu Mitju liggja ekki fyrir. Harka allra byggsýnanna reyndist svipuð. Glúten var mælt í byggsýnunum og reyndist magn þess óverulegt.

Prótein og vatn í sömu sýnum var mælt á Keldnaholti (sjá 4. töflu). Niðurstöður fyrir prótein voru á bilinu 6-15% hærri hjá Kornaxi. Vafalaust væri hægt að minnka þennan mun með því að kvarða mælitæki fyrirtækisins sérstaklega fyrir bygg. Niðurstöðum fyrir vatn bar hins vegar algjörlega saman.

11. tafla. Niðurstöður mælinga á byggmjöli hjá Kornaxi.

	Prótein g/100g	Vatn g/100g	Harka	Falltala
Tilraun Lbhí á				
Möðruvöllum 2006				
Tiril	12,1	12,1	42	63
Lavrans	12,5	12,1	36	63
Skúmur II	11,8	12,1	44	98
Kría	13,2	11,9	40	64
Barbro	12,2	11,9	41	68
Mitja	10,6	12,2	43	250
Sýni frá bændum				
Belgsholt	14,7	12,1	45	65
Þorvaldseyri	9,6	11,7	40	80
Vallanes	11,6	11,1	41	63

Tilraunabakstur hjá Kornaxi

Hjá Kornaxi eru gæði mjöls prófuð með tilraunabakstri, svokölluðum sveppabakstri. Þessi staðlaði tilraunabakstur er notaður til að segja til um rýmd brauðs, uppbyggingu kjarna, skorpu og lit brauðsins. Valið var að prófa bakstur úr því byggmjöli sem gaf hæsta falltölu (Mitju). Vatnsbinding þessarar blöndu var um 62%. Byggmjölinu var blandað saman við hveiti í hlutfallinu 65% hveiti á móti 35% bygg. Uppskriftin var 250 g mjöl, 150 ml vatn, 3,5 g þurrger og 12 ml salt- og sykurupplausn. Brauðið varð mjög þétt og ágætlega sneiðfast, liturinn var ljósgrár og lyktin góð. Það sem vakti mesta athygli var gott bragð brauðsins. Ekki var mikil lyfting í brauðinu og það lyfti sér ekki í bakstri. Hefitíminn var mjög svipaður og fyrir venjulegt hveitibrauð.



12. mynd. Brauð með byggmjöli.

13. Bökun úr byggi

Tilraunir með bakstur úr byggi voru gerðar hjá Myllunni. Notað var lífrænt ræktað bygg frá Vallanesi á Fljótshéraði. Fjórar mismunandi byggafurðir voru útbúnar fyrir tilraunirnar.

- Afhýtt malað bygg (sama afurð og seld hefur verið í verslunum)
- Heilmalað bygg með öllu hýðinu
- Heilt byggkorn
- Hismi sem gengur af við vinnslu á afhýdda bygginu.

Hismið var ekki notað þar sem talið var að það væri of grófmalað og hart í munni.



13. mynd. Byggafurðir. Frá vinstri: Heilt bygg með hýði, heilmalað bygg með hýðinu, hismi, bankabygg, malað bankabygg.

Örverumælingar

Örverumælingar voru gerðar á heilmalaða bygginu. Niðurstöður koma fram í töflunni að neðan. Fjöldi örvera telst lágur og vel undir þeim mörkum sem sett eru fyrir bökunariðnað. Mikilvægt er að sem allra minnst sé af *Bacillus* gerlum í þeim hráefnum sem fara inn í bakarín.

12. tafla. Örverugreiningar á heilmöluðu byggi frá Vallanesi.

Heildargerlafjöldi gerla	3.800.000 /g
Saurkólígerlar	< 0,3 / g
Mygla	100 / g
<i>Bacillus cereus</i>	< 10 / g

Gerbrauð úr byggi og hveiti

Þrenns konar brauð með mismiklu byggi voru prófuð. Um er að ræða venjulegan hveiti-brauðsgrunn með pressugerri og dálitlu af súrdegi. Hér er magn byggs gefið upp sem hlutfall af mjölinu en ekki deigi eða brauði.

- 20% byggmjöl og 80% hveiti.
- 40% byggmjöl og 60% hveiti.
- 50% byggmjöl og 50% hveiti.

Til viðbótar voru prófaðar tvær gerðir:

- Brauð með 20% byggmjöli forbakað, síðan fryst og loks látið þiðna og fullbakað.
- Brauð með 40% byggmjöli og bankabyggi sem hafði verið bleytt upp yfir nótt.

Að dómi starfsmanna Myllunnar voru gæði allra brauðanna framar vonum. Sérstaklega kom á óvart hve vel gekk að baka þegar hlutfall byggsins var hæst. Minni lyfting var í brauðunum með 40 og 50% byggi en í brauðinu með 20% byggi.



14. mynd. Gerbrauð með 20, 40 og 50% byggi (mjölprósenta).



15. mynd. Til vinstri er óseytt rúgbrauð með fræjum en til hægri er rúgbrauð með byggmjöli og bankabyggi.

Rúgbrauð með byggi

Prófað var að blanda byggmjöli ásamt bankabyggi í grunnuppskrift fyrir óseytt rúgbrauð. Byggmjöl var 8% af deigi og bankabygg einnig 8% af deigi. Önnur aðalhráefni voru rúgmjöl, brotnir rúgkjarnar og hveiti auk vatns. Pressuger var notað í litlu magni. Bankabygg og brotnir rúgkjarnar voru látnir standa í saltvatni í 4 klst til að mýkja kornin. Brauðið líkist mest óseyddu rúgbrauði með fræjum en það selur Myllan undir heitinu danskt rúgbrauð. Gæði byggbrauðsins voru fullnægjandi í alla staði.

Skynmat

Starfsmenn LbhÍ tóku þátt í skynmati á brauðunum. Dómarar voru 9 og fengu þeir engar upplýsingar um brauðin. Flestir höfðu áður tekið þátt í skynmati hjá stofnuninni. Eftirtalin brauð á hveitigrunni voru til skoðunar: 20% byggbrauð, 20% byggbrauð tvíbakað, 40% byggbrauð, hveitibrauð (Myllan) og Heimilisbrauð (Myllan). Að meðaltali fékk 40% byggbrauð hæsta einkunn fyrir bragð og enginn gaf því lægstu einkunn. Athugasemdir voru m.a. að hveitibrauð og heimilisbrauð væru bragðlaus, 40% byggbrauð væri bragðmikið og með góðri lykt. Einn dómari taldi 20% byggbrauð vont og annar að 40% byggbrauð væri of bragðmikið. Þrjú dómarar vildu helst kaupa 40% byggbrauðið að staðaldri til heimilisins, tveir vildu kaupa 20% byggbrauðið, tveir vildu kaupa tvíbakað 20% byggbrauð, tveir vildu kaupa Heimilisbrauðið en enginn vildi kaupa hveitibrauðið.

Tvenns konar rúgbrauð voru til skoðunar: maltbrauð frá Myllunni og rúgbrauðið með byggi. Bæði brauðin fengu góða dóma. Jafnmargir gátu hugsað sér að kaupa maltbrauð og byggrúgbrauð til heimilisins að staðaldri, en einn dómari vildi ekki kaupa brauðin að staðaldri. Líta má á þetta skynmat sem forathugun. Næsta skref gæti verið að bera saman færri brauð með þjálfuðum skynmatshópi.

Nokkrir starfsmenn LbhÍ tóku heim sýnishorn af brauðunum til að prófa. Fólk var mjög ánægt með brauðin, þó komu fram athugasemdir um það að gerbrauðin með byggi molnuðu og yrðu fljótt þurr.

14. Heimildir

Anderson, A.A.M., R. Anderson, K. Autio & P. Åman, 1999. Chemical composition and microstructure of two naked waxy barleys. *Journal of Cereal Science* **30**: 183-191.

Anderson, A.A.M., E. Armö, E. Grangeon, H. Fredriksson, R. Anderson & P. Åman, 2004. Molecular weight and structure units of (1→3, 1→4)-beta-glucans in dough and bread made from hull-less barley milling fractions. *Journal of Cereal Science* **40**: 195-204.

Bhatty, R.S., 1993. Extraction and enrichment of (1-3),(1-4)-b-D-glucan from barley and oat brans. *Cereal Chem.* **70**: 73-77.

Decker, E., G. Beecher, J. Slavin, H.E. Miller, L. Marquart, 2002. Whole grains as a source of antioxidants. *Cereal Foods World* **47** (8): 370-373.

Hagþjónusta landbúnaðarins, 1998. Úttekt á hagkvæmni kornræktar á Íslandi ásamt samantekt um stuðning við kornrækt í þekktum kornræktarlöndum. Skýrsla, 49 bls.

Holtækjölén, 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.

Hólmgeir Björnsson, Jóhannes Sveinbjörnsson og Jónatan Hermannsson, 2002. Þroski og fóðurgildi korns. *Ráðunautafundur* **2002**: 93-104.

Izydorczyk, M.S., A. Hussain & W. MacGregor, 2001. Effect of barley and barley components on rheological properties of wheat dough. *Journal of Cereal Science* **34**: 251-260.

Jadhav, S.J., S.E. Lutz, V.M. Ghorpade & D.K. Salunkhe, 1998. Barley: Chemistry and value-added processing. *Critical Reviews in Food Science* **38** (2): 123-171.

Johansson, I., 2006. Structural analysis of (1-3),(1-4)-β-D-glucan of oats and barley. Academic dissertation. University of Helsinki. ISBN 952-10-3001-1 (PDF).

Knutsen, S.H., 2005. Persónulegar upplýsingar frá Svein Halvor Knutsen hjá Matforsk í Noregi.

Norræna ráðherranefndin, 1996. Norrænar ráðleggingar um næringarefni. Íslensk þýðing gefin út af Rannsóknastofu í næringarfræði 1999.

Plaami, S.P. & J.T. Kumpulainen, 1993. Soluble and insoluble dietary fiber and beta-glucan contents in domestic and imported breakfast cereals consumed in Finland. *Journal of Food Composition and Analysis* **6**: 307-315.

Ranhotra, G.S., J.A. Gelroth, S.D. Leinen, R.S. Bhatty, 1998. Grain-based foods containing high beta-glucan barley. AACC 1998 Annual Meeting Poster nr.130.
<http://www.aaccnet.org/funcfood/content/abstracts/poster130.htm>. Sótt 25.03.2005.

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→3, 1→4)-beta-glucan levels. *Journal of Cereal Science* **40**: 257-267.

Póroddur Sveinsson, 2006. Persónulegar upplýsingar 30. ágúst 2006.

Þyri Valdimarsdóttir, 1996. Samsetning og eiginleikar trefjaefna í íslenskum afurðum. Fæðudeild RALA. Skýrsla, 9 bls.