

Verkefnaskýrsla
05 - 06



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

APRÍL 2006

**FROSTÞURRKUN SJÁVARFANGS –
KÖNNUN Á MÖGULEIKUM**

Guðjón Gunnarsson
Irek Klonowski
Guðjón Þorkelsson



Titill / Title	Frostþurrkun á sjávarfangi - könnun á möguleikum/ Freeze drying - Possibilities for the seafood industry		
Höfundar / Authors	Guðjón Gunnarsson, Irek Klonowski, Guðjón Þorkelsson		
Skýrsla Rf / IFL report	05 - 06	Útgáfudagur / Date:	Apríl 2006
Verknr. / project no.	1654		
Styrktaraðilar / funding:	AVS-sjóðurinn/AVS-fund		
Ágríp á íslensku:	<p>Markmið þessa forverkefnis var að undirbúa þróun á framleiðslu og sölu á frostþurrkuðum vörum úr íslensku sjávarfangi. Því var skipt í þrjá hluta: Tilraunframleiðslu, könnun á áhuga fyrirtækja og greiningu á markaði fyrir frostþurrkuð matvæli. Við tilraunafremleiðslu var notast við nýjan tilraunafrostþurrkara á Rf, <i>Genesis 25 SQ EL</i>, en kaupin á honum voru styrkt af Tækjasjóði RANNÍS.</p> <p>Prófað var að frostþurrka vatnsrofin prótein, þorsk, blandaðar sjávarafurðir og sjávarréttasúpu. Frostþurrkunarferlið gekk almennt ágætlega og frostþurrkaðar afurðir héldu lit, áferð og bragðeiginleikum vel.</p> <p>Rækja er sú tegund sjávarfangs sem mest er til af á mörkuðum fyrir frostþurrkuð matvæli, en innlendir rækjuframleiðendur voru varkárir þegar hugmyndir að tilraunafremleiðslu voru kynntar fyrir þeim.</p> <p>Álitlegustu hugmyndir að frostþurrkun sjávarfangs voru:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Að frostþurrka forsoðinn hvítan fisk sem hráefni til framleiðslu á hágæða þurrmat. • Að frostþurrka rækju, krækling, eða þörungum sem hráefni í súpur • Að frostþurrka tilbúin matvæli, s.s. súpur (sjávarréttasúpur með fiskbitum og skyldum afurðum) og önnur matvæli sem henta fyrir ferðamenn og aðra sem nota þurrmat. • Að þróa áfram frostþurrkun á próteinum/hydrólýsötum til notkunar í heilsuvörur. • Að kanna leiðir til að ná niður orkukostnaði við frostþurrkun, t.d. með notkun jarðhita. 		
Lykilorð á íslensku:	Frostþurrkun, sjávarafurðir, prótein, rækja		



Summary in English:

The aim of this exploratory project was to prepare the development and marketing of freeze-dried Icelandic marine products. The project was divided into three parts: Production trials, market- and interest analysis.

Hydrolysed fish proteins, shrimps, cod, mixed seafood and fish soups were freeze dried. The freeze-dried products kept the original quality of the raw materials.

Shrimp is currently the most common freeze-died seafood product on the food market. Shrimp producers in Iceland were however cautious when ideas on production and marketing of freeze-dried shrimps were presented to them.

The most interesting ideas for freeze dried seafood were:

- To freeze dry pre-cooked white fish products
- To freeze dry shrimp, mussel and seaweed as a raw material for soups
- To produce freeze-dried prepared/mixed foods for mountaineers and other users of dried food products
- To freeze-dry fish proteins and fish protein hydrolysates for health products and functional foods
- To use geothermal steam to reduce production costs and improve the competitiveness of Icelandic producers

English keywords: *Freeze-drying, seafood, protein, shrimp*

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD.....	2
2.1. Möguleikar á frostþurrkun á íslensku sjávarfangi	2
2.1.1. Frostþurrkun.....	2
2.1.2. Greining á markaði.....	5
2.2. Samstarf um frostþurrkun á íslensku sjávarfangi	6
2.3. Skilgreining á afmörkuðum þróunarverkefnum um frostþurrkað sjávarfang	7
3. NIÐURSTÖÐUR OG ÁLYKTANIR.....	8
5. HEIMILDIR.....	9

1. INNGANGUR

Markmið verkefnisins

Að undirbúa þróunarverkefni um framleiðslu og sölu á frostþurrkuðum vörum úr íslensku sjávarfangi.

Tilgangur verkefnisins

Tilgangur verkefnisins var að kanna nánar sértæka notkunarmöguleika nýs frostþurrkara á Rf, Genesis 25 SQ EL, sem m.a. var keyptur fyrir styrk úr Tækjasjóði RANNÍS og koma á samstarfi við innlenda og erlenda aðila og loks skilgreina og sækja um skilgreind afmörkuð verkefni um ákveðnar frostþurrkaðar vörur úr sjávarfangi.

Frostþurrkun

Frostþurrkun er ferli þar sem vatn er fjarlægt úr frosinni afurð með uppgufun og undirþrýstingi. Frostþurrkun hefur yfirburði yfir aðrar þurrkunar aðferðir að því leyti að hún varðveitir betur bragð, lit, lífvirkni og aða eiginleika í viðkvæmum afurðum [1, 2].

Fyrsta skrefið í frostþurrkun er að frysta afurðina. Fastar (solid) afurðir eru frystar hratt til að mynda smáa ískristalla og draga þannig úr skemmdum á uppbyggingu matvælnanna. Fljótandi matvæli eru hinsvegar fryst hægt til að fá kristalla net sem er mikilvægt fyrir hreyfingu vatnsgufunnar. Næsta skref er að fjarlægja úr afurðinni vatn með uppgufun því án þess að ís bráðni.

Ef uppgufunar þrýstingi fyrir vatn er haldið undir 610,5 Pa og ef vatnið er á föstu formi, gufar ís upp þegar afurðin er hituð, án þess að bráðna [2].

2. FRAMKVÆMD

2.1. Möguleikar á frostþurrkun á íslensku sjávarfangi

Möguleikar frostþurrkunar á íslensku sjávarfangi voru kannaðir með því að rýna í fyrri verkefni á Rf, viðtölum við framleiðendur, heimildavinnu og skoðun og greiningu á markaði fyrir frostþurrkaðar vörur.

Afhending Genesis 25 SQ EL tilraunafrostþurrkara sem átti að vera í byrjun apríl 2005 dróst fram í júní. Tilraunakeysrslur ásamt stillingum fóru fram í júní og júlí. Í lok júlí var frostþurrkarinn tilbúinn til notkunar.



Mynd 1. Genesis 25 SQ EL tilraunafrostþurrkari Rf

2.1.1. Frostþurrkun

Vatnsrofin próteín (Próteín hydrolysate)

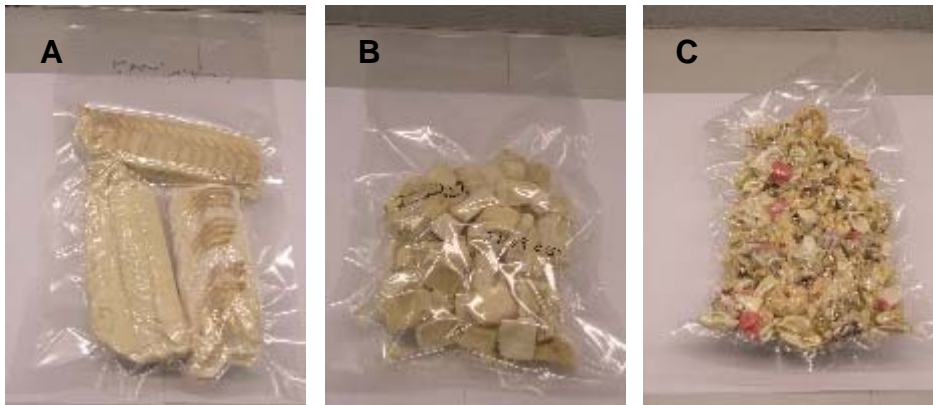
Fyrsta afurðin sem var prófuð var vatnsrofin próteín (próteín hydrolysate) úr verkefninu “Kolmurni sem markfæði”. Þetta er einnig sú afurð sem hefur verið í þurrkuð í mestu magni, eða 70 kg af vökva sem innhélt 3% próteín. Alls fengust um 2 kg af frostþurrkuðu próteíni (sjá mynd 3). Vatnsinnihald eftir frostþurrkun var frá 1,7 % til 5,2%. Eftir frostþurrkun þá var afurðunum pakkað í lofttæmda umbúðir.

Mikilvægi notkunar frostþurrkara í þessu verkefni var að halda hitastig þurrkunar undir 27°C til að varðveita gæði próteina. Við notkun ýmissa annara þurrkunar aðferða er hætta á að próteinið geti afmyndast við hærri hita og/eða að efnaskipti haldi áfram (ensímvirkni, örveruvöxtur).

Frostþurrkun á viðkvæmri afurð eins og fiskpróteinum varðveitir betur þá eiginleika sem þau hafa. Þetta er sérstaklega mikilvægt í rannsóknum og framleiðslu á lífvirkum peptíðum.

Fiskur, heill og bitar

Porskur var frostþurrkaður í misstórum bitum. Fiskurinn var bæði hrár og forsoðinn. Einnig voru frostþurrkaðar blandaðar sjávarafurðir sem innihalda m.a. rækju, smokkfisk, hörpudisk, surimi og krækling. Forsoðinn fiskur frá NORCONSERV (Stavanger, Noregi) var fenginn með góðfúslegu leyfi Kolbrúnar Sveinsdóttur, Rf.



Mynd 2. Frostþurrkaðar afurðir, A: frostþurrkuð þorsstykki, B: frostþurrkaðir þorsbitar, C: frostþurrkaður sjávarkokeill (rækja, surimi, hörpudiskur, kolkrabbi)

Eftir frostþurrkun þá var afurðunum pakkað í lofttæmda plastpoka.

Skynmat

Afurðir sem höfðu verið frystar ferskar urðu seigar og gúmmíkenndar við endurvötnun. Forsoðnar afurðir, eins og rækja, endurvötnuðust betur og höfðu ágæta bragðeiginleika og áferð. Rækja er ein af þeim afurðum sem eru frostþurrkaðar í stórum stíl og notaðar sem hráefni í súpur o.fl. [3, 4].

Sjávarréttasúpa 1944

Sjávarréttasúpa 1944 frá Sláturfélagi Suðurlands var frostþurrkuð í mismunandi útfærslum. Súpan var fryst í -20°C frystiklefa yfir nótt. Frostþurrkun tók síðan um 16-24 tíma. Nokkrar mismunandi tilraunir voru gerðar.

Tafla 1. Mismunandi tilraunir með sjávarréttasúpu 1944

Fjöldi bakka	Tegund
2	Sjávarréttasúpa, venjuleg með bitum
2	Sjávarréttasúpa, homogeniseruð
1	Sjávarréttasúpa, án bita
1	Sjávarréttasúpa, án bita/möluð
1	Bitar

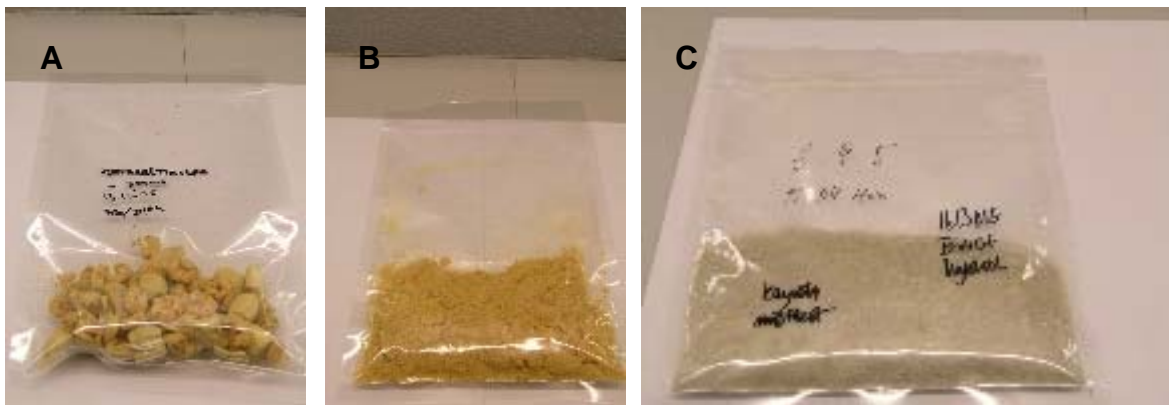
Vatnsinnihaldið í frostþurrkaðri súpu var um 4,5%. Bitar voru síaðir frá og frostþurrkaðir sér til að hafa einsleitari súpu til að þurrka.

Eftir frostþurrkun var afurðunum pakkað í lofttæmda plastpoka.

Skynmat

Samanburður á frostþurrkaðri súpu og sjávarréttasúpu hitaðri á hefðbundinn hátt leiddi í ljós ákveðin mun. Það sem var mest áberandi var að “creamy” bragðið sem er einkennandi fyrir súpuna, hverfur að mestu eftir frostþurrkun. Bragðið verður sterkara, en var að mati skynmats hóps gott.

Engin munur var frostþurrkaðri súpu sem var fryst og möluð og þeirri sem ekki var möluð. Hins vegar þá eykur mölun eftir frystingu hraðan í frostþurrkuninni og afurðin (súpuduft) lítur betur út.



Mynd 3 A: frostþurrkaðir bitar úr sjávarréttasúpu 1944, B: frostþurrkuð sjávarréttasúpa, C: frostþurrkað próteín hydrolysat

Við tilraunafrostþurrkun á vissum tegundum hráefnis þá veldur spenna í efninu því að hitanemar í sumum tilfellum losna og mæla ekki lengur hitastig í afurðinn heldur eingöngu umhverfishitann. Þetta getur haft áhrif á hvernig þurrkunarferlarnir stýrast. Nauðsynlegt er að finna lausn á þessu vandamáli, hugsanlega með að festa þá á einhvern hátt.

Það þarf að þróa aðferðir til að fylgjast með vatnsinnihaldi í þurrkun, notast við sýnaþjóf (sample thief) og fleiri aðferðir. Þannig verður hægt að búa til staðlaðan frostþurrkunarferil sem tryggir að vatnsinnihald í afurðum verði innan skilgreindra marka. Einnig þarf að tryggja að vatnsinnihaldið sé á því bili í lokaafurð að það ýti ekki undir þránun, eða önnur efnahvörf. Hugsanlegt er að nýta NMR tæki Rf til að fylgjast með rakainnihaldi afurðanna [9].

2.1.2. Greining á markaði

Markaðurinn var kannaður með leit á vefnum og skoðun á skýrslum.

Helstu frostþurrkuðu afurðirnar sem er að finna á markaðnum eru grænmeti og ber (jarðaber, bláber ofl). Þekktasta frostþurrkuða afurðin er að öllum líkindum instant kaffi. Frostþurrkaðar afurðir eru mest notaðar í þurrblöndur og tilbúinn mat fyrir ferðamenn.

Eitt stærsta fyrirtækið í heiminum í dag er Oregon Freeze-Dry, USA, dótturfélög þess eru m.a. í Danmörku og í Bretlandi [5]. Framleiðslan er mjög fjölbreytt, ávextir, grænmeti, krydd, kjöt og fiskur. Þetta fyrirtæki framleiðir jafnframt eitt þekktasta vörumerkið (Mountain House®) í frostþurrkuðum mat fyrir ferðamenn. Danska dótturfyrirtækið, Danish Freeze-dry, DK, framleiðir m.a. frostþurrkaða rækju. Á heimasíðu þeirra kemur fram að rækjan sem notuð er sé *Pandalus Borealis* [6], eða sama tegund og fæst hér við land.

Frostþurrkun á rækju er víða í töluverðu magni. AFDC Ltd. í Indlandi framleiðir alls 750 tonn árlega af frostþurrkaðri rækju, í verksmiðjum sínum í Cochin og Bangalore. *Metapenaeus dobsoni* (Poovalan) og *Parapenaeopsis stylifera* (Karikadi) eru þær tegundir sem þeir þurrka [3].

Frostþurrkuð ljósáta (Krill) hefur verið notuð fyrir fiskeldi og eldi krabbadýra (s.s. rækju) [7]. Frostþurrkun á plöntum og öðrum afurðum sem síðan eru seldar sem lífvirk/heilsusamlegar afurðir hefur einnig aukist.

Hægt er að kaupa skýrslur um markaðhorfur og markaðsgreiningu fyrir frostþurrkaðar afurðir af sérfræðingum á sviðinu. Verð á þessum skýrslum er frá \$800 til \$3.500 og er hægt að nálgast þær m.a. frá www.foodinonet.com.

Fyrri skýrslur Rf

Helst var stuðst við verkefnið “Frostþurrkun sjávarfangs” sem var birt í 39. Riti Rf í apríl 1994 [8]. Markmiðið með því var upplýsingaöflun um stöðu frostþurrkaðra matvæla og spá sérstaklega frostþurrkaðs sjávarfangs. Verkefnið byggði á fyrri verkefnum sem nýttu sér háhitajarðgufu við frostþurrkun í þeim tilgangi að lækka orkukostnað, en orkukostnaður er sá liður í frostþurrkun sem er hvað mest afgerandi. Helstu ályktanir úr verkefninu voru eftirfarandi:

Mögulega lægri orkukostnaður með notkun háhitajarðgufu

Aðgangur að nægu hráefni hér á landi

Heppilegast að fara í samstarf við stóran matvælaframleiðanda

2.2. Samstarf um frostþurrkun á íslensku sjávarfangi

Samband var haft við hugsanlega samstarfsaðila á Íslandi og öðrum löndum. Áhugi þeirra kannaður og lagðar fyrir þá ákveðnar hugmyndir að framleiðslu og sölu á frostþurrkuðum vörum úr íslensku sjávarfangi.

Viðtöl við íslenska rækju framleiðendur

Leitað var svara hjá nokkrum íslenskum rækjuframleiðendum (Meleyri, Dögun, Bakkavík og Samherja (Strýta)) um áhuga á tilrauna framleiðslu á frostþurrkaðri rækju. Rækjuframleiðendur koma einna helst til greina af íslenskum fyrirtækjum þar sem rækja hentar einna best til frostþurrkunar. Hér að neðan eru nokkir þeir punktar sem fengust frá framleiðendunum:

- Fyrirtæki sem frostþurrka rækju eru jafnframt að frostþurrka ýmis önnur matvæli, svo sem grænmeti, krydd o.fl. rækjan er því aðeins lítið brot af þeirra framleiðslu. Hætt er við að þetta geti haft áhrif á markaðssetningu afurðanna.
- Kaupendur á rækju til frostþurrkunar vilja í flestum tilfellum einfrysta rækju í sína framleiðslu. Þetta er atriði sem orðið er erfiðara að uppfylla hér á landi.
- Hugsanlegt er að eldisrækja henti betur í þess framleiðslu, hún er ódýrari og öruggara framboð af henni.

Varðandi hugsanlegt samstarf það voru flestir varkárir, enda hefur afkoman í rækjunni verið mjög slæm undanfarin ár.

2.3. Skilgreining á afmörkuðum þróunarverkefnum um frostþurrkað sjávarfang

Eftir forskoðun á möguleikum notkunar frostþurrkaðra afurða þá er það okkar mat að eftirfarandi komi helst til greina:

- Að frostþurrka forsoðinn hvítan fisk sem hráefni til framleiðslu á hágæða þurrmat, í þessu tilviki má telja að um mesta nýnæmið sé að ræða.
- Að frostþurrka rækju, krækling, eða þörunga sem hráefni í súpur, þessar afurðir hafa verið frostþurrkaðar og reynsla er komin á framleiðslu þessara afurða, en jafnframt ber að geta að erfitt getur verið að komast inn á markaðinn
- Að frostþurrka tilbúinn matvæli, s.s. súpur (sjávarréttá súpur með fiskbitum og skyldum afurðum) og önnur matvæli sem henta fyrir ferðamenn og aðra sem nota þurrmat.

- Að þróa áfram frostþurrkun á próteinum/hydrólýsötum til notkunar í t.d. heilsuvörur.
- Að kanna leiðir til að ná niður orkukostnaði við frostþurrkun, t.d. með notkun jarðhita.

3. NIÐURSTÖÐUR OG ÁLYKTANIR

Frostþurrkun á vatnsrofnu próteini gekk vel. Úr 70 kílóum af vökva voru framleidd um 2 kg protein duft. Vatnsinnihald var þó nokkuð breytilegt, eða frá 1,7% til 5,2%.

Frostþurrkun fiskbita gaf ágætis bragðeiginleika á þeim fiski sem var forsoðinn, hrár fiskur varð seigur og gúmmíkenndur við endurvötnun.

Frostþurrkuð Sjávarréttasúpa 1944 hafði góða bragðeiginleika eftir frostþurrkun, þrátt fyrir að tapa “creamy” bragði. Hugsanlega er hægt að yfirstíga þann galla með því að bæta mjólkurdufti, eða öðrum efnum, eftir þurrkun. Aðrar sjávarafurðir, rækja, kræklingur og aðrar forsoðnar afurðir héldu bragði og áferð.

Í heild má segja að tilrauna frostþurrkun með Genesis 25 SQ EL hafi gengið vel, vandamál komu þó upp við stjórnun þurrkunarferlanna í tengslum við hitanema.

Markaður fyrir frostþurrkaða rækju virðist vera umtalsverður, t.d. framleiðir eitt fyrirtæki á Inlandi 750 tonn af frostþurrkaðri rækju árlega, sem jafngildir um 4500 tonnum af frystri rækju og 18.750 tonn rækju landað. Þetta er álíka mikið magn og veitt hefur verið árlega við Ísland frá 2003.

5. HEIMILDIR

1. Boss, E.A., R.M. Filho og E.C.V. de Toledo, *Freeze drying process: real time model and optimization*. Chemical Engineering and Processing, 2004. **43**: p. 1475-1485.
2. Fellows, P., *Food Processing Technology, Principles and Practice*. Second ed. 2000, Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
3. <http://amalgamfoods.com/>.
4. Rangarao, G.C.P., *Report on the 14th Indian Convention of Food Scientist and Technologists*. Trends in Food Science & Technology, 2000. **11**: p. 263-265.
5. <http://www.ofd.com/index.html>.
6. <http://www.danishfreedry.com/>.
7. Durance, T.D. og F. Liu, *Method of producing a dried krill product*. 1996, The University of British Columbia: Canada.
8. Guðmundsson, E., F. Stefánsson, G. Bárðarson, S. Arason og Ö.D. Jónsson, *Frostþurrkun sjávarfangs*, in *Rit Rf*. 1994, Rannsóknastofnun Fiskiðnaðarins: Reykjavík. p. 1-39.
9. Rutledge, D.N., *Characterisation of water in agro-food products by time domain-NMR*. Food Control, 2001. **12**: p. 437-445.