

Verkefnaskýrsla til
RANNÍS
26- 01



Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins

OKTÓBER 2001

STÝRIBÚNAÐUR VIÐ TEMPRUN
Á MATVÆLUM

GUNNAR PÁLL JÓNSSON
SIGURÐUR EINARSSON
INGVAR KRISTINSSON



<i>Titill / Title</i>	Stýribúnaður við temprun á matvælum		
<i>Höfundar / Authors</i>	Ingvar Kristinsson, Gunnar Páll Jónsson og Sigurður Einarsson		
<i>Skýrsla Rf/IFL report</i>	26-01	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	Október 2001
<i>Verknr. / project no.</i>	1528		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	Rannsóknaráð Íslands		
<i>Ágríp á íslensku:</i>	<p>Kælitækni ehf hannaði og bjó til stýribúnað fyrir temprun á fiski í loftblæstri sem getur samtímis stjórnað rakastigi, hitastigi og lofthraða og þannig varðveitt gæði fisksins sem best. Úttekt var gerð á búnaðinum á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins með m.t.t. gæða og m.a. rakabreytinga. Ufsaflök voru tempruð eða þídd úr -24°C í -5°C, $-2,5^{\circ}\text{C}$, $1,5^{\circ}\text{C}$ og 2°C. Þá var viðmiðunarhópur ótempruð flök. Vatnstap í temprunarflökunum var marktækt lægra en í þíddum flökum, en þau voru hins vegar seigari og þurrari en þíddu flökin þótt marktækur munur finndist ekki. Vatnsinnihald var mest í ótempruðum flökum en mun minna í flökum sem voru tempruð eða þídd. Vatnsheldni 2°C og $-2,5^{\circ}\text{C}$ flakanna var hins vegar marktækt betri en ótempruðu og -5°C flakanna. Hita, raka og loftblæstri í klefa var auðveldlega hægt að stýra og hafa þannig góða stjórn á temprunarferlinu</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Temprun, rakastjórnun, ufsaflök</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Kælitækni ehf. designed and produced control system to temper fish and other foods, where temperature, moisture and airflow and speed could be controlled without losing the quality of the product. A research was done by the Icelandic Fisheries Laboratories on the effectiveness of the system, especially with regards to the quality of pollock fillets. The fillets were tempered or thawed from -24°C to -5°C, $-2,5^{\circ}\text{C}$, $1,5^{\circ}\text{C}$ and 2°C. A control group were untempered/thawed fillets. The moisture loss in the tempered fillets was significantly lower than the thawed fillets but they were tougher and dryer than the thawed fillets according to sensory evaluation even though the difference was not significant ($p < 0,05$). The moisture content was significantly higher in untempered fillets than in tempered or thawed fillets but the water holding capacity (WHC) was higher in 2°C and $-2,5^{\circ}\text{C}$ than in untempered or the -5°C group. Temperature, moisture and airspeed was could easily be controlled with the control system.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Tempering, moisture-control, pollockfillets</i>		

Stýribúnaður við temprun á matvælum

Gunnar Páll Jónsson

Sigurður Einarsson

Ingvar Kristinsson

<i>Titill / Title</i>	Stýribúnaður við temprun á matvælum		
<i>Höfundar / Authors</i>	Ingvar Kristinsson, Gunnar Páll Jónsson og Sigurður Einarsson		
<i>Skýrsla Rf/IFL report</i>	23-01	<i>Útgáfudagur / Date:</i>	
<i>Verknr. / project no.</i>	1528		
<i>Styrktaraðilar / funding:</i>	Rannsóknaráð Íslands		
<i>Ágrip á íslensku:</i>	<p>Kælitækni ehf hannaði og bjó til stýribúnað fyrir temprun á fiski í loftblæstri sem getur samtímis stjórnað rakastigi, hitastigi og lofthraða og þannig varðveitt gæði fisksins sem best. Úttekt var gerð á búnaðinum á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins með m.t.t. gæða og m.a. rakabreytinga. Ufsaflök voru tempruð eða þídd úr -24°C í -5°C, $-2,5^{\circ}\text{C}$, $1,5^{\circ}\text{C}$ og 2°C. Þá var viðmiðunarhópur ótempruð flök. Vatnstap í temprunarflökunum var marktækt lægra en í þíddum flökum, en þau voru hins vegar seigari og þurrari en þíddu flökin þótt marktækur munur finndist ekki. Vatnsinnihald var mest í ótempruðum flökum en mun minna í flökum sem voru tempruð eða þídd. Vatnsheldni 2°C og $-2,5^{\circ}\text{C}$ flakanna var hins vegar marktækt betri en ótempruðu og -5°C flakanna. Hita, raka og loftblæstri í klefa var auðveldlega hægt að stýra og hafa þannig góða stjórn á temprunarferlinu.</p>		
<i>Lykilorð á íslensku:</i>	<i>Temprun, rakastjórnun, ufsaflök.</i>		
<i>Summary in English:</i>	<p>Kælitækni ehf. designed and produced control system to temper fish and other foods, where temperature, moisture and airflow and speed could be controlled without losing the quality of the product. A research was done by the Icelandic Fisheries Laboratories on the effectiveness of the system, especially with regards to the quality of pollock fillets. The fillets were tempered or thawed from -24°C to -5°C, $-2,5^{\circ}\text{C}$, $1,5^{\circ}\text{C}$ and 2°C. A control group were untempered/thawed fillets. The moisture loss in the tempered fillets was significantly lower than the thawed fillets but they were tougher and dryer than the thawed fillets according to sensory evaluation even though the difference was not significant ($p < 0,05$). The moisture content was significantly higher in untempered fillets than in tempered or thawed fillets but the water holding capacity (WHC) was higher in 2°C and $-2,5^{\circ}\text{C}$ than in untempered or the -5°C group. Temperature, moisture and airspeed was could easily be controlled with the control system.</p>		
<i>English keywords:</i>	<i>Tempering, moisture-control, pollockfillets.</i>		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	2
2. FRAMKVÆMD	3
2.1 Fortilraunir	3
2.2. Aðaltilraun	3
2.2.1. Hráefni	4
2.2.2. Dripmæling	4
2.2.3. Hitamælingar	4
2.2.4. Skynmat	5
2.2.5. Vatnsinnihald	6
2.2.6. Vatnsheldni	6
2.2.7. Þyngdarbreytingar	6
2.2.8. Rakastig	6
3. NIÐURSTÖÐUR	6
3.1. Fortilraunir	7
3.2. Aðaltilraun	8
3.2.1. Dripmæling	8
3.2.2. Hitamælingar	8
3.2.3. Skynmat	9
3.2.4. Vatnsinnihald og vatnsheldni	10
3.2.5. Þyngdarbreytingar	11
4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR	12
5. ÞAKKARORÐ	13
6. HEIMILDIR	13
VIÐAUKI A: Upphafshiti og lokahitastig mælt með stungumæli fyrir og eftir temprun / þíðingu	14
VIÐAUKI B: Hitaferlar fyrir temprunar/ þíðingarhópahópa	15

1. INNGANGUR

Með aukinni frumvinnslu og frystingu fiskflaka á togurum hefur þáttur fullvinnslu í landi orðið veigameiri. Því hefur orðið að þíða fiskinn og frysta hann aftur eftir frekari vinnslu og pökkun. Þetta hefur haft í för með sér lakari gæði fisksins, s.s. rakatap og hold hans hefur orðið þurrara og seigara eftir endurþíðingu. Verðmætatapið sem verður þannig við rýrnunina í fiskinum getur verið umtalsvert en það er nauðsynlegt er að minnka. Með því að þíða flökin aðeins að nokkru leyti, eða að tempra þau þannig að hitastigið haldist vel undir frostmarki, má minnka verulega það vatnstap sem verður við fullþíðingu. Ýmsar aðferðir hafa verið notaðar við þíðingu á fiski og öðrum matvælum, s.s. með kyrru lofti eða blæstri með eða án rakagjafa. Þá hefur þíðing með vatni verið notuð í formi úðunar eða dýfingar í hringrásandi eða kyrru vatni. Við vatnsþíðingu er hætt á að vatnsleysanleg prótein tapist úr fiskinum þó svo að rýrnunin verði ekki mikil og einnig má reikna með aukinni hættu á dreifingu gerla við þær aðstæður. Við blástur er hætt á þornun á yfirborði fiskins og þannig rýrnun í honum, fylgi ekki rakagjöf með blæstrinum. Í tilraun Helgu Eyjófsdóttur og Soffíu Tryggvadóttur (1999) var drip mælt í þorskflökum sem þídd eða tempruð voru í vatni á mismunandi hátt. Í ljós kom að drip var langminnst í flökum sem tempruð voru upp í -3°C , samanborðið við flök sem tempruð voru upp í 0 og 9°C (í heitu vatni). Í annari tilraun á Rf (Helga R. Eyjófsdóttir *et al.*, 1999) var reynt að finna lausn á því að nýta sjóunnin flök sem hráefni fyrir landvinnslu. Þar kom fram að temprun frosinna flaka hefur ekki marktæk áhrif á skammtíma geymsluþol fisks. Sigurjón Arason (1995) gerði úttekt á rannsóknum á tvífrystum fiski og vinnslu á frystu hráefni. Hans megin niðurstaða var að eingöngu er hægt að nota gott hráefni til tvífrystingar og vinnslu. Einnig að best væri að þíða heilan fisk í vatnsbaði og flök í rakamettuðu lofti.

Markmið þessa verkefnis, sem styrkt var af Rannsóknaráði Íslands, var að hanna stýribúnað fyrir temprun á fiski í loftblæstri, þar sem samtímis væri hægt að stjórna raka- og hitastigi og lofthraða. Þannig er líklegt að gæði fisksins varðveitist sem best án þess að rýrnun verði á flökunum eða að bragðgæði og útlit þeirra breytist. Búnaðurinn var hannaður af Kælitækni ehf og úttekt gerð á honum á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins m.t.t. gæða og rýrnunar. Eftir að temprunarklefinn hafði verið smíðaður var verkefnishluta Rf skipt í fortílaun og aðaltílaun. Í fortílauninni var gengið úr skugga

um að temprunarklefinn virkaði eins og til var ætlast, sérstaklega hvað varðaði hita- og rakastýringu en í aðalhluta verkefnisins fóru temprunarprófanirnar fram svo og gæðamat á flökum í framhaldinu. Þá var ætlunin að nota Marel skurðarvél sem staðsett var hjá HB hf á Akranesi til þess að prófa skurð við mismunandi temprunarhitastig í ufsaflökum en vélin og hnífurinn reyndust ekki eins öflug notuð var í tilraun Rúnars Birgissonar et. al (1999) og var því fallið frá því.

Vonast er til að niðurstöður verkefnisins munu nýtast framleiðendum matvæla til að geta á einfaldan hátt stjórnað temprunarferli matvæla.

2. FRAMKVÆMD

2.1. Fortilraunir

Hráefnið í fortilraunir var roð- og beinlausir ufsabitar er fengnir voru hjá Granda og geymdir í -24°C . Settir voru tveir til fjórir bitar í klefann sem borað hafði verið í með 4mm og 6 mm götum fyrir hitamæla. Notaðir voru nemar í klefa svo og færanlegur hitasíriti. Virkni klefa var metin með því að skoða hita og rakaferla. Fiskbitar voru metnir með sjónmati þeirra er framkvæmdu tilraunina.

2.2. Aðaltilraun

Bornir voru saman 5 hópar. Í tveim hópum var temprunarklefi stilltur á 2 mismunandi temprunargildi og 80 % raka. Flök voru sett inn í um -25°C frystiklefa í 10 til 24 klst áður en temprun var gangsett. Tveir hópar voru þíddir. Í öðrum hópnum var notast við temprunarkerfið þar sem hitastig var stillt á $1,5^{\circ}\text{C}$ og 80 % raka en í hinn hópnum var hitastigið 2°C , venjuleg hitastýring og engin rakastjórnun. Í viðmiðunarhóp voru flök sem tekin voru beint úr -24°C frystigeymslu og höfðu hvorki verið tempruð né þídd. Tafla 1 sýnir mun á hópum.

Tafla 1. Hópar sem notaðir voru í tilrauninni

Breyta	Temprun (-5,0°C)	Temprun (-2,5°C)	Þíðing (1,5°C)	Þíðing (2,0°C)
Lágm hiti	-5°C	-2,5 °C	0 °C	Engin
Hámarks hiti	-5°C	-2,5 °C	1,5 °C	Engin
Rakastig	80 %	80 %	80 %	Engin
Kjörhitastig	0°C	0°C	0°C	Engin
Viftur	60 %	60 %	60 %	Engin
dt staðall	0,5	0,5	0,5	Engin

Í hverjum hópi voru tuttugu flök og var hvert flak merkt sérstaklega. Flökunum var raðað á grindur inn í temprunarklefann. Reynt var að setja temprun / þíðingu í gang annað hvort að morgni eða í lok vinnudags. Þeir hópar er þíða átti voru settir inn í lok vinnudags og vigtaðir næsta dag.

2.2.1. Hráefni

Hráefnið var roð og beinlaus ufsaflök frá Haraldi Böðvarssyni hf. á Akranesi. Fosnum flökunum var pakkað í plastpoka ofan í pappagám og flutt í frystigeymslu (-24°C) á Rf. Nokkuð bar á losi í fiskinum.

2.2.2. Dripmæling

Dripmæling var gerð á 3 hópum (-5°C, -2,5°C, og 2,0°C) auk viðmiðunarhóps. Tíu flök úr hverjum hópi voru vigtuð og sett á grindur. Grindurnar voru settar í kæli þar sem þær voru láttnar halla u.þ.b 20°. Plast var breitt yfir flökin og þau lättn vera í 16 klst við 4°C. Eftir þann tíma voru flökin vigtuð aftur og þyngdartap hvers flaks reiknað út.

2.2.3. Hitamælingar

Í hvert flak var borað 4mm gat, bæði í þykkasta hluta hnakka og svo í styrllu, rétt við yfirborð. Hitastig var mælt, annars vegar með því að hafa hitasírita (í hnakka og yfirborð) í tveim flökum og svo hins vegar með því að mæla hitastig í kjarna og yfirborði að lokinni temprun / þíðingu. Í öðru flakinu voru nemar sem stjórna uppþíðingarferlinu og fer skráning í gegnum þíðingarkerfið.

Í hinu flakinu voru hitastúritar (tveggja rása HOB0 Pro series(Onset computer corporation)) er skráðu hitastig í umhverfi, í kjarna og við yfirborð á fimm mínútna fresti. Að lokinni temprun / þíðingu voru flökin sett í 25 l frauðplastkassa og hitastig mælt í hverju flaki með NAFN stungumæli bæði í hnakka og í við yfirborð styrlu.

2.2.4. Skynmat

Skynmat var framkvæmt af 12 þjálfuðum skynmatsdómurum. Sýnum úr hópum -5°C , $-2,5^{\circ}\text{C}$, $2,0^{\circ}\text{C}$ og viðmiðunarhópi (ótemprað) var safnað í tvísýni og var hvert sýni um 2-3 cm á breidd og 4-6 cm á lengd. Sýnin voru soðin í álboxum í gufuofni við $95-100^{\circ}\text{C}$ í 7 mínútur. Álboxunum var lokað með plastlokum og dómarar mátu sýnin heit. Sýnin voru dulmerkt með þriggja tölustafa númerum og skynmatsdómararnir höfðu engar upplýsingar um sýnin. Dómararnir mátu sýnin í þar til gerðu skynmatsherbergi með 8 aðskildum básum með tölvum fyrir beina gagnasöfnun.

Dómararnir mátu ferskleika sýnanna samkvæmt Torry einkunnaskala fyrir magran fisk, sambærilegan og ufsa. Einkunnir voru gefnar samkvæmt lýsingum á Torry einkunnaskalanum á bilinu 10 (mjög ferskur í lykt og bragði) til 3 (óhæfur til neyslu). Þau viðmiðunarmörk eru notuð eru á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins eru að þegar fiskurinn fær undir 5,5 í meðaleinkunn samkvæmt Torry skalanum, er fiskurinn talinn óhæfur til manneldis þar sem dómarar eru þá farnir að finna skemmdareinkenni. Áferðaðættirnir þurr/safaríkur og seigur/meyr voru metnir með ókvörðum skala.

Unnið var úr niðurstöðum í NCSS, með one-way-ANOVA til að kanna hvort marktækur munur væri á milli hópa (Torry-einkunn, þurr/safaríkur og seigur/meyr).

2.2.5. Vatnsinnihald

Nokkur flök í hverjum flokki voru hökkuð í matvinnsluvél (Braun, Þýskalandi). Postulínsskál með u.þ.b. sléttfullri matskeið af sandi og glerstaut voru vegin með nákvæmninni 0.001g. Um 5 g af sýni var vegið í skálina með nákvæmninni 0.001g. Sýnið er hrært saman við sandinn með glerstaut og þurrkað í minnst 4 tíma við $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Að lokum er skálin kæld í þurrkskál (e:desiccator) og hún vigtuð. Tví- eða þrísýni voru tekin.

2.2.6. Vatnsheldni (e: Water Holding Capacity)

Nokkur heil roðlaus ufsaflök voru hökkuð með Braun mixer (type 4262; Braun, Kronberg, Germany) í 10-20 sek. á hraða 5. Hökkun var stöðvuð ef sýni fór að “hnoðast”. Vegin voru um 2 g af sýni í plexigerglös mað 25 mm ytra þvermál, 19 mm innra þvermál og 190 mm há. Við botn glasanna var 100 my nælundúkur sm sýnin láu á. Glösin voru sett í hulstur fyrir SS-34 rótor sem settur var í Perkin Elmer skilvindu. Í botni hulstranna voru um 2 g af litlum glerkúlum sem studdu undir netið. Hraði við skilvindun var 1350 rpm sem samsvarar 210*g. Hiti við skilvindun var 3-7°C. Þyngdartap við mælingar var metið og vatnsheldni reiknuð sem hlutfall tapaðs magns af vatni í sýni.

$$\text{WHC} = \frac{\text{mælt vatn við þurrkun (g)} - \text{vatnstap við skilvindun (g)}}{\text{mælt vatn við þurrkun (g)}} \times 100$$

2.2.6. Þyngdarbreytingar

Í hverjum hópi voru 10 - 20 merkt flök vigtuð fyrir og eftir temprun/þíðingu og einnig á eftir frystingu / kælingu í -24°C. Reiknað var út fyrir hvert flak hlutfallslegt þyngdartap í hverju skrefi miðað við ómeðhöndlað flak. Borinn var saman mismunur á þyngdartapi hvers hóps fyrir sig og skoðað hvort um marktækan mun væri að ræða milli hópa.

2.2.7. Rakastig

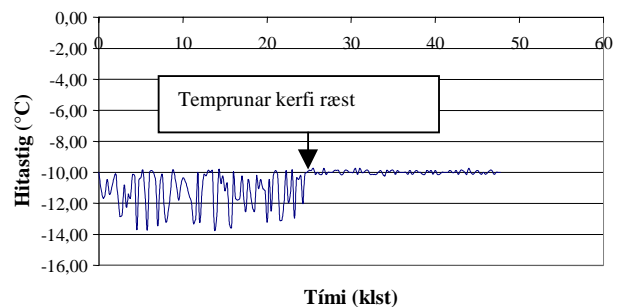
Rakastig var mælt með rakamæli sem er staðsettur í klefa upp við frystibúnt. Aflestur rakamælis fór í gegnum temprunarkerfið.

3. NIÐURSTÖÐUR

3.1. Fortilraunir

Ljóst er að sá búnaður sem settur var í kælikerfið á klefanum stjórnaði hitastigi í klefanum mjög vel. Þegar temprunarbúnaður var í gangi hélst hitastig mjög stöðugt. Í venjulegu frystikerfi flöktir hitastigið vegna þess að þegar hitaigið fer upp fyrir æskilegt gildi (-10°C á mynd 1) er kerfið ræst og slekkur svo á sér þegar Þó svo slökkt væri á kerfi hélt hitastigið komið er undir æskilegt gildi. áfram að lækka í smá stund. Sjá má á

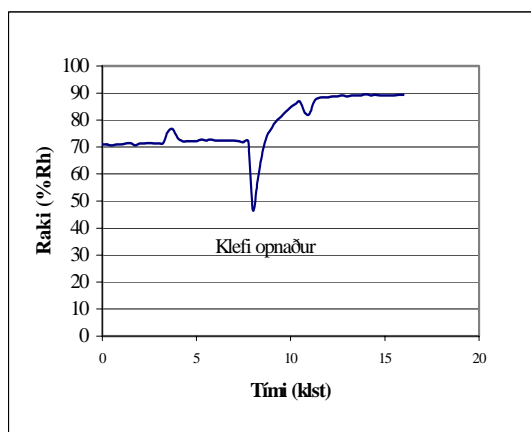
Mynd 1 hvernig hitaflökt í klefa minnkar þegar temprunarkerfið er sett í gang.



Mynd 1. Breyting á hitastigflökti í klefa.

Stjórnun á rakastigi var í ólagi í byrjun en samt sem áður hélst það nokkuð hátt og stöðugt. Þegar temprunarkerfi var ræst hækkaði rakahlutfall inni í klefanum og fór það í tæp 90 %.

Mynd 2 sýnir hvernig rakastig hækkaði í klefanum þegar temprunin var ræst.



Mynd 2. Breyting á rakastigi við keyrslu temprunarkerfis

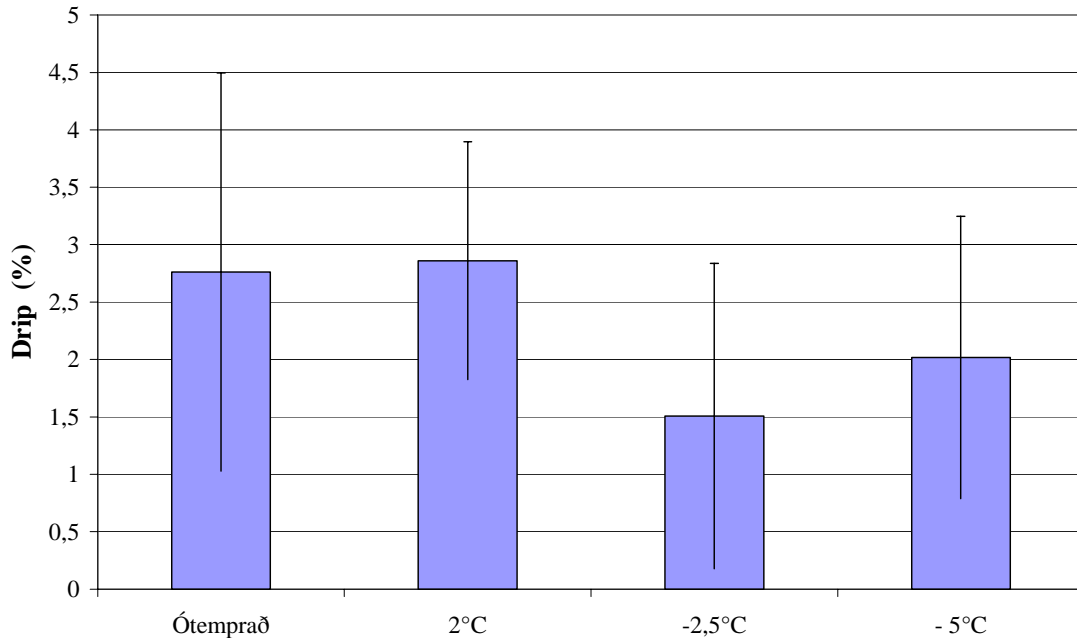
Rakafallið á myndinni eftir u.þ.b. 8 tíma skýrist af því að klefi var opnaður.

3.2. Aðaltíraun

3.2.1. Dripmæling

Á mynd 3 eru niðurstöður dripmælinga dregnar saman. Þar sést að dripið er mest í ótempruðu og þíddu (2°C) flökunum en minnst í tempruðu flökunum (-2,5 og -5°C). Þetta skýrist að hluta til með því að vatnsinnihald ótempruðu flakanna var nokkru meira en hinna hópanna (sjá mynd x) en hins vegar var breytileiki í dripi á milli flaka innan

sama hóps mikið (stórt staðalfrávik) enda reyndist ekki marktækur munur á milli þessara hópa nema á milli 2°C og -2,5°C hópanna.



Mynd 3. Samanburður milli hópa á dripi í tempruðum/þíddum og endurkældum flökum

3.2.2. Hitamælingar

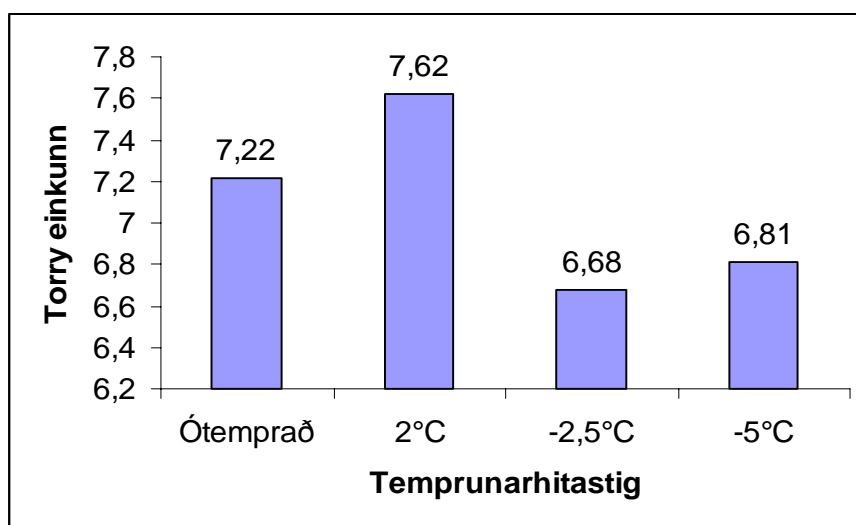
Niðurstöður hitamælinga á ufsaflökun við mismunandi temprunar/þíðingar hitastig eru sýndar á myndum í viðauka B. Þar kemur fram hitaferillinn í þeim temprunar/þíðingar hitastigum sem sett voru, þ.e. 1,5°C, -2,5°C og -5°C og 2°C án rakagjafar. Þyngd flaka sem til rannsóknar voru skv. hitaferlum í viðauka voru 421,4g fyrir hóp 1,5°C, 481,5 g fyrir hóp -2,5°C og 433,0 g fyrir -5°C. Rakastigi í tilraunum var haldið í 80% í öllum tilvikum nema í 2°C hópnum þar sem rakagjöf var engin.

Hitanemarnir í 1,5°C temprunarhópnum sýna að umhverfishitinn nær ekki alveg settu 1,5°C marki en nokkuð stöðugt hitastig helst út temprunartímann þegar 0,73°C er náð. Því hitastigi nær umhverfið þegar 2,5 klst. eru liðnar, yfirborðið eftir 6,9 klst. og kjarninn eftir 9 klst. Umhverfið og kjarninn ná ekki hærra hitastigi en yfirborðshitinn fer lítið eitt hærra þótt hann nái ekki alveg 1,5°C. Hitanemarnir í -2,5°C hópnum ná -2,9°C í umhverfi eftir 2,3 klst, yfirborði eftir 2,6 klst. og kjarna eftir 2,9 klst. Sett hitastig, sem reyndar fer í -2,4°C, næst hins vegar í yfirborði eftir 4,3 klst. en aðeins fyrr reyndar í

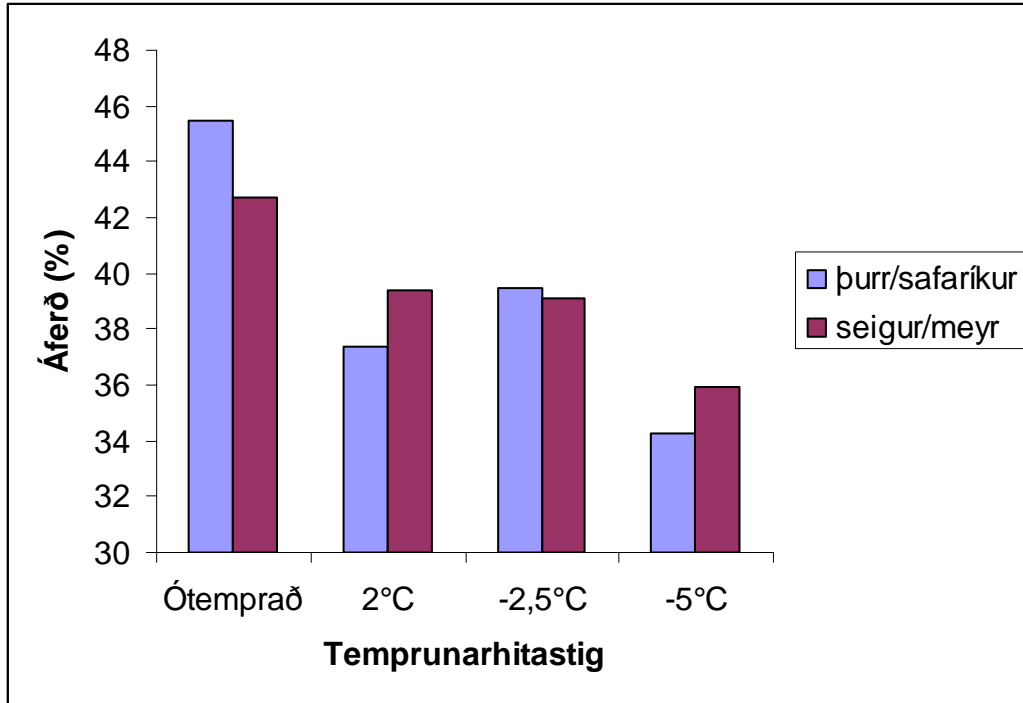
kjarna eða eftir 4,1 klst. Umhverfishitinn helst í $-2,9^{\circ}\text{C}$ þar til flök eru tekin úr klefanum. Í -5°C temprunarhópnum er sýndur samanburður á umhverfishitaferlinu og kjarnhitanum í flakinu. Það tók umhverfið um 2 klst að ná $-5,3^{\circ}\text{C}$ og kjarnann um $2,5^{\circ}\text{C}$ að ná sama marki eða örlítið styttri tíma en þegar temprunarhitastigið var $-2,5^{\circ}\text{C}$ en þar var flakið einnig aðeins stærra. Í 2°C hópnum var hitastig í klefanum mun hærra í byrjun (15°C) en í hinum hópnum en þrátt fyrir það var tíminn sem tók flökin að ná settu hitastigi hlutfallslega jafn langur og þegar hitastigið var í -24°C í byrjun. Þannig er klefinn mjög fljótur að nálgast sett hitastig en tekur en tekur lengri tíma að ná nákvæmlega því hitastigi sem óskað er.

3.2.3. Skynmat

Ekki reyndist marktækur munur á temprunarhópum í skynmat ($p < 0,05$), hvorki hvað varðaði ferskleikamat samkvæmt Torry einkunnastiganum (mynd 5) né skv. áferðarmati þar sem raki flakanna var metinn annars vegar (þurr- undir 50/ safaríkur- yfir 50) og seigjan hins vegar (seigur- undir 50/ meyr yfir 50).



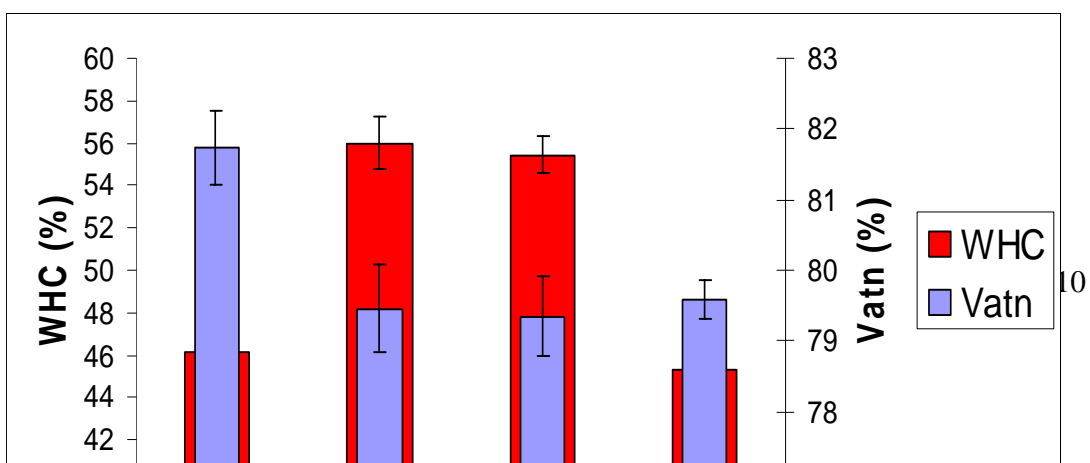
Mynd 4. Skynmat á tempruðum ufsaflökum skv. Torry ferkskleikastiganum



Mynd 5. Mat á áferð tempaðra ufsaflaka með skynmati.

3.2.4. Vatnsinnihald og vatnsheldni

Mynd 6 sýnir vatnsinnihald í ufsaflökunum eftir að þau höfðu verið temperuð frá -24°C og upp í mismunandi hitastig. Vatnsinnihald í ótempruðu flökunum (control) var marktækt hærra ($p < 0,05$) en í flökunum sem voru temperuð. Enginn marktækur munur var hins vegar á vatnsinnihaldi temperuðu flakanna (2°C , $-2,5^{\circ}\text{C}$ og -5°C). Vatnsheldni 2°C flakanna og $-2,5^{\circ}\text{C}$ flakanna annars vegar reyndist marktækt betri en ótempruðu flakanna og -5°C flakanna hins vegar.



Mynd 6. Vatnsinnihald og vatsheldni (Water Holding Capacity) í ufsaflökum eftir mismunandi temprun

3.2.5. Þyngdarbreytingar

Í ljós kemur í töflu 2 að marktækur munur er milli allra hópa í temprun/þíðingu. Marktækur munur greindist milli flestra hópa í kælingu þar sem kælt var frá temprunar/þíðingar hitastigi niður í -24°C . Ekki reyndist þó marktækur munur á milli $1,5^{\circ}\text{C}$ og $2,0^{\circ}\text{C}$ og lítill munur var á -5°C og $-2,5^{\circ}\text{C}$ (p gildi 0,0497)

Tafla 2. Hlutfallsleg þyngdarbreyting (%) í flökum í temprunarferli. Mínustölur tákna þyngdartap

	-5°C	s.f.*	$-2,5^{\circ}\text{C}$	s.f.	$2,0^{\circ}\text{C}$	s.f.	$1,5^{\circ}\text{C}$	s.f.
A ¹	0,29	±0,11	0,88	±0,06	-2,83	±1,92	-0,27	±1,70
B ²	-0,53	±0,09	-1,26	±0,86	-2,51	±0,48	-3,84	±2,91
C ³	-0,28	±0,15	-0,39	±0,84	-5,01	±1,79	-4,10	±3,12

*s.f.: staðalfrávik

¹A: Breyting á þyngd frá frosnum flökum (-24°C) til tempaðra/þíðdra flaka

²B: Breyting á þyngd frá tempruðum/þíðdum flökum til endurkældra (-24°C)

³C: Heildarbreyting frá frosnum flökum (-24°C) til endurkældra (-24°C).

Þegar skoðað er þyngdartap frá því að fiskur er fiskur er settur í temprun/þíðingu (-24°C) og þangað til hann er aftur kominn í frystigeymslu kemur í ljós að marktækur munur er á því hvort farið er yfir frostmark eða ekki. Engin marktækur munur er á þyngdarbreytingum -5°C og $-2,5^{\circ}\text{C}$ hópunum. Marktækur munur er á milli -5°C og $1,5^{\circ}\text{C}$ og $2,0^{\circ}\text{C}$ svo og $-2,5^{\circ}\text{C}$ og hópa er þíddir voru ($1,5^{\circ}\text{C}$ og $2,0^{\circ}\text{C}$). Ekki fannst marktækur munur milli þíddra hópa þ.e. $1,5^{\circ}\text{C}$ og $2,0^{\circ}\text{C}$.

4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Hitaferlarnir sýna að stjórna má hitastigi stöðugu með stýribúnaðinum eins lengi og óskað þrátt fyrir að hitanemar hafi sýnt nokkra ónákvæmni í nokkrum tilvikum þegar t.d. kjarnhiti var fór upp fyrir umhverfishita. Sá munur var þó ekki mikill. Stýrikerfi kælibúnaðar svaraði hins vegar skipunum frá tölvuforriti mjög fljótt og vel, bæði til hækkunar og lækkunar á hita- og rakastigi.

Þegar skoðað er þyngdartap frá því að fiskur er fiskur er settur í temprun/þíðingu (-24°C) og þangað til hann er aftur kominn í -24°C í frystigeymslu kemur í ljós að marktækur þyngdarmunur er á því hvort farið var yfir frostmark eða ekki í temprun / þíðingu. Þetta verður að teljast eðlilegt þar sem við temprunina þá helst stór hluti vatnsins enn frosinn og sá hluti vatnsins sem ófrosinn er sleppur ekki út heldur endurfrystist við kælinguna. Þíddu flökin missa hins vegar stóran hluta vatnsins í holdinu eins og í ljós kemur við þyngdarmælingarnar.

Það kemur ekki á óvart að vatnsinnihald ótempruðu flakanna (mynd x) var marktækt hærra en tempruðu flakanna þar sem temprunin er nokkurs konar tvífrysting, þótt aðeins hluti af vatnsinnihaldi fisksins þiðni við $-2,5$ og -5°C , og rakatap því eðlilegt við temprunina þrátt fyrir að rakastigi í klefanum sé haldið hátt. Hins vegar er erfiðara að skýra hvers vegna vatnsheldnieiginleikar tempruðu flakanna við 2°C og $-2,5^{\circ}\text{C}$ eru marktækt betri en tempruðu flakanna við -5°C þar sem líklegt hefði mátt ætla að smærri

Ískristallar mynduðust við minni temprun (læggra hitastig) en meiri. Ótempruðu flökin voru hins vegar með mjög hátt vatnsinnihald í samanburði við tempruðu flökin og því líklegt að langstærsti hluti vatnsins sé mjög laust bundinn og skiljist því auðveldlega frá við skilvindunina í vatnsheldnimælingunni.

Þrátt fyrir að enginn marktækur munur finndist í skynmati fengu ótempruðu flökin hæstu einkunn í ferskleikamati eða 7,6 en $-2,5$ °C temprunarhópurinn lægstu einkunn (6,7). Einkunnagjöfin fyrir ferskleikann en fremur lág þrátt fyrir að öll flökin voru fryst skömmu eftir að fiskuinn veiddist og voru því mjög fersk við frystingu. Ufsinn hefur hins vegar einkennandi bragð sem ekki fellur öllum að geði og því eru einkunnagjafir matsmanna í líklega lægra lagi samanborið ef um þorsk og ýsu hefði verið að ræða. Einhver áhrif gæti haft sú staðreynd að ótempruðu flökin fengu minnsta meðhöndlun og voru auðvitað ekki tempruð. Þá voru þau einnig safaríkari og meyrari en temprunarflökin sem skýrir einnig betri einkunn í ferskleikamati.

5. ÞAKKARORÐ

Við þökkum Rannsóknaráði fyrir veittan styrk til þessa verkefnis. Þá er öðrum samstarfsaðilum færðar þakkir fyrir góða samvinnu.

6. HEIMILDIR

Helga R. Eyjólfsdóttir, Soffía Vala Tryggvadóttir, Kári P. Ólafsson og Rúnar Birgisson. 1999. Sjófryst flök sem hráefni fyrir landvinnslu. Temprun og gæðamat flaka. *Skýrsla Rf 7-99*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík.

Helga R. Eyjólfsdóttir og Soffía Vala Tryggvadóttir. 1999. Sjófryst flök sem hráefni fyrir landvinnslu. Gæðamat á tvírfystum flökum. *Skýrsla Rf 8-99*. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík

Rúnar Birgisson, Árni Sigurðsson, Helga R. Eyjólfsdóttir og Soffía Vala Tryggvadóttir. 1999. Sjófryst flök sem hráefni fyrir landvinnslu. Vélsturður frosinna flaka. VSÓ Ráðgjöf. Reykjavík.

Sigurjón Arason. 1995. Tvífrysting – vinnsla á frystu hráefni. 41. Rit Rf. Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins. Reykjavík

**VIÐAUKI A: Upphafshiti og lokahitastig mælt með stungumæli fyrir og eftir
temprun / þíðingu**

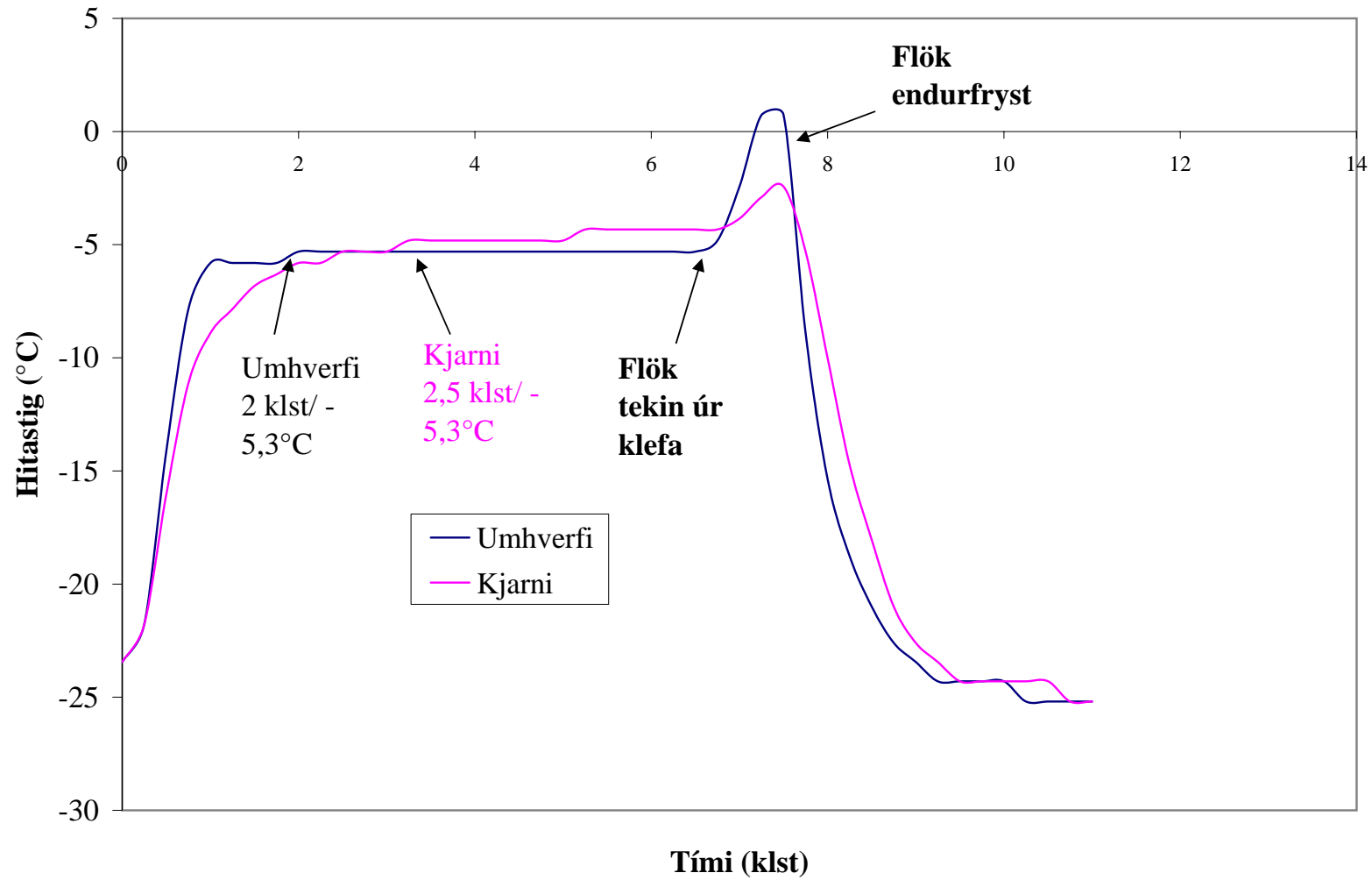
Temprunargildi	-5°C	-2,5	1,5	2,0
Upphafshitastig	-23,4°C	-25,2°C	-25,2°C	24,0 / 24,0
*Meðal lokahitastig				
Kjarni	-4,6°C	-2,8°C	0,88°C	3,39°C
Yfirborð	-4,3°C	-2,5°C	2,3°C	4,52°C
Meðal rakastig í temprun	89,05	90,3	93,2	90,0

*)Fiskur tekinn úr klefa, settur í frauðpl. kassa og hiti mældur með stunguhitamæli

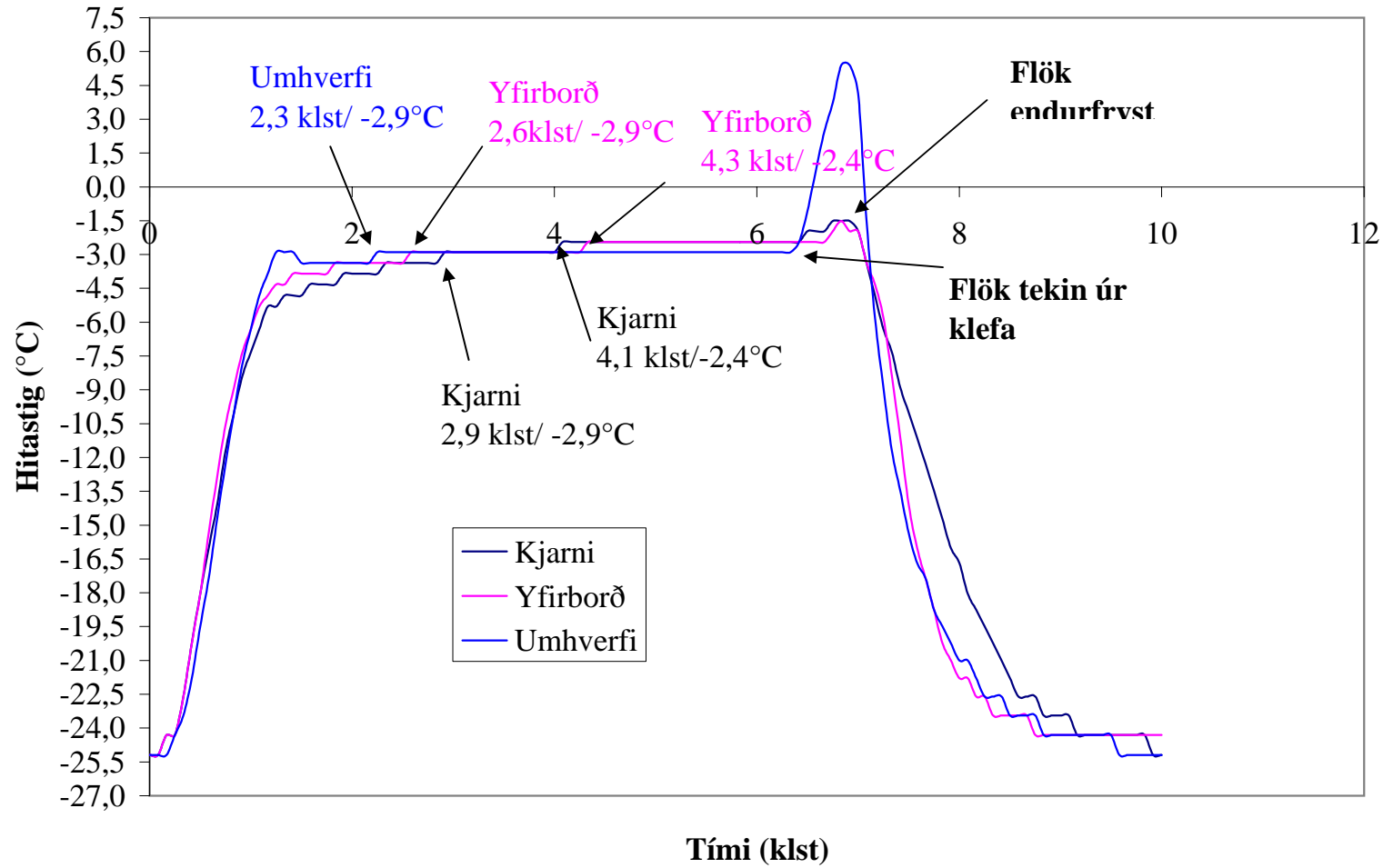
VIÐAUKI B.

Hitaferlar fyrir temprunar/þíðingarhópa

Hitaferill fyrir -5°C temprunarhóp



Hitaferill fyrir - 2,5°C temprunahóp



Hitaferill fyrir 1,5°C temprunarhóp

