

Frysting og þíðing

Fjölbreyttar og gagnlegar
upplýsingar um frystingu
og þíðingu sjávarfangs



Efnisyfirlit

3 Formáli

4 Stutt saga frystingar

7 Ferskur - kældur - frystur

9 Frysting sjávarafurða

14 Örverur

19 Frystiferillinn

21 Frystitími og frystihraði

27 Hæg- eða hraðfrysting

30 Frystar og frystiaðferðir

38 Pökkun og íshúðun

42 Geymsla og flutningur

50 Þíðing

57 Heimildir

Útgefandi: Matís ohf

Umsjón með útgáfu: Páll Gunnar Pálsson

RS
Rannsóknarsjóður
síldarútvegsins

styrkti útgáfuna

Formáli

Frysting matvæla á sér ekki ýkja langa sögu svona í samanburði við aðrar varðveisluaðferðir eins og þurrkun og söltun. Það má kannski kalla áratuginn milli 1930-1940 tilraunaár frystingar sjávarafurða hér á landi, þar sem ýmsir fjárfestar, innlendir og erlendir, fóru mikinn í að byggja upp miklar verksmiðjur. Menn voru á stundum full stórhuga og afraksturinn varð oft annar en stefnt var að.

Engu að síður fór það svo að frysting sjávarafurða hér á landi hefur verið ein verðmætasta útflutningsgreinin í 70-80 ár, enda er frysting gríðarlega góð varðveisluaðferð og getur skilað gæðamatvælum út um allan heim allt árið óháð vertíðum og árstíma.

Frosnar sjávarafurðir þekkja allir landsmenn og það virkar í fljótu bragði ekki flókið að henda fiski í frost og geyma þar til það hentar að snæða hann, en það er hægt að klúðra því eins og flestu öðru ef ekki er rétt að verki staðið, því er mikilvægt að hafa hentugt efni eins og þessa handbók aðgengilega.

Þessi handbók leiðir lesandann í gegnum flesta þá þætti sem skipta máli við frystingu sjávarafurða, en Páll Gunnar Pálsson, matvælafræðingur, vann texta, skýringarmyndir og setti

upp handbókina. Margeir Gissurarson, matvælafræðingur, og Sigurjón Arason, yfirverkfræðingur, voru með í skipulagningu og yfirllestri efnisins.

Matís fjármagnaði gerð þessarar handbókar með stuðningi Rannsóknasjóðs síldarútvegsins.



Páll Gunnar Pálsson



Sigurjón Arason



Margeir Gissurarson

Stutt saga frystingar

Upphaf frystingar á fiski má rekja til ársins 1861, en þá fékk Enok Piper einkaleyfi á aðferð sem byggðist á því að blanda saman ís og salti. Sex árum síðar fann maður að nafni Reece upp aðferð sem byggðist á því að nota ammóníak sem kælimiðil.

Með ammoníaksfrystikerfinu var lagður grundvöllur að hraðfrystingu og jókst frysting matvæla jafnt og þétt upp frá því.

Árið 1929 fékk Bandaríkjamaðurinn Clarence Birdseye einkaleyfi á fyrsta plötufrystinum og með því má segja að saga frystingarinnar, eins og við þekkjum hana í dag, hafi hafist fyrir alvöru. Árið 1930 hóf fyrirtæki Birdseye, sem fékk heitið Birds Eye, framleiðslu á frystum smásölupakkningum og hann skipulagði allt dreifikerfið, t.d. með því að leigja út frysta til verslana. Birds Eye er ennþá eitt af stóru vörumerkjum á

markaði frystra smápakkninga.

Um svipað leyti var fyrsta frystihúsið, sem nýtti sér þessa tækni, byggt hér á landi, það gekk undir nafninu Sænska frystihúsið og stóð við Kalkofnsveg í Reykjavík, nokkurn veginn þar sem Seðlabankinn stendur í dag. Upp frá þessu hófst hröð uppbygging frystihúsa um allt land og á árinu 1939 voru þau orðin liðlega tuttugu talsins.

Það er mjög forvitnilegt að líta til þess sem var skrifað um sjávarútveg fyrr á tímum og í 31. árgangi Ægis frá 1938, 11. tölublaði ritaði Axel Kristjánsson, verkfræðingur, mikla grein um





„Frystitækni og frystihús“. Í greininni er að finna ýmsa punkta sem enn eru í fullu gildi og eiga því alveg erindi til þeirra sem vinna í sjávarútvegi í dag.

Bein tilvísun í greinina:

Frysting fisksins er aðeins einn liður í þeirri keðju, sem framleiðsla góðrar vöru byggist á. Það verður ekki komist hjá því, þegar talað er um frystingu fisks, að minnast á alla liði þessarar keðju samtímis, en þeir eru:

1. Hráefnið og meðferð þess
2. Frystingin og frystiaðferðir
3. Innþökkun
4. Geymslan
5. Flutningur á landi og milli landa

Þegar Axel skrifar 1938 um hráefnið og skemmdarferla þá er frásögnin í meginatriðum sú sama og verið er að fjalla um í nýjustu fræðsluritum um meðferð á fiski.

Hann nefnir mikilvægi þess að hægja á dauðastirðnun, hægja á örveruvexti og að geyma kældan fisk á ís.

Vísað er í tilraunir frá Ameríku þar sem því er haldið fram að fiskur sem er geymdur við -1°C geymist í allt að sex dögum lengur en fiskur sem geymdur er við $+2^{\circ}\text{C}$.

Hver kannast ekki við eftirfarandi samantekt sem tekin er orðrétt úr greininni:

1. Látið blóðið renna vel úr fiskinum
2. Þvoið fiskinn vel áður en hann er látinn í lestarnar
3. Ísíð fiskinn vel, þannig að hitastig hans sé sem næst 0°C til -1°C
4. Látið ekki of mörg lög af fiski, hvert ofan á annað, þannig að þau neðstu merjist, það styttir dauðastirðnunartímabilið
5. Haldið lestunum vel hreinum
6. Málið lestarnar, það léttir viðhaldið
7. Gætið þess, að ísinn sé vel hreinn og að ísmolarnir séu ekki of stórir
8. Geymið fiskinn á þennan hátt eins skamman tíma og frekast er unnt

Þetta hljómar allt mjög kunnuglega, en síðan fer Axel aðeins í gegnum nokkrar gamaldags frystiaðferðir og umbúðir sem eiga síður við í dag.

En þegar kemur að geymslunni þá eru áherslupunktarnir mjög líkir þeim sem notaðir eru í dag. Lengi framan af öldinni var miðað við að geymslur ættu að vera -9°C til -10°C , en Axel dregur fram tilraunir frá Noregi sem sýndu að ef fiskur væri geymdur við -20°C væri hann eftir 5 mánuði „tæplega þekkjanlegur frá nýjum fiski, en aftur á móti var fiskur frystur á sama hátt, en geymdur við -9°C ,



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Plötufrystar hafa gengt lykilhlutverki í framleiðslu frystra sjávarafurða frá því um 1930.

tæplega nothæfur eftir þriggja mánaða geymslu“.

Svo bendir hann líka á að í Englandi voru gerðar tilraunir sem sýndu að fiskur geymdur við -28°C geymdist mun betur en fiskur geymdur við -20°C .

Hitastigssveiflur í geymslu eru afleitar að hans mati og rýra gæði afurða og leggur hann til að hitinn megi ekki sveiflast meira en nemur 2°C og að nauðsynlegt sé að hafa eftirlit með hitastiginu og þá helst með „sjálfskrifandi hitamælum“.

Þó flest sé rétt og satt í þessari grein þá er það nú svo að tækninni og þekkingunni hefur fleygt mikið fram síðan Axel tók saman þennan fróðleik um frystingu og því er nauðsynlegt að endurtaka reglulega miðlun þekkingarinnar í takt við nýja tíma og tækni.

Ferskur - kældur - frystur

Það hefur lengi verið lenska að stilla kældum (ferskum) fiski og frystum fiski upp sem andstæðum. Kældur fiskur er yfirleitt ekki ferskur eða glænýr mjög lengi, meðan frystur fiskur getur haldið gæðum og verið sem „glænýr“ mun lengur ef rétt er að verki staðið í öllu ferlinu, frá veiðum og á borð neytenda. Eins og mætur maður úr bransanum sagði fyrir margt löngu: „The opposite of fresh fish is not frozen it is rotten“.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Óísað og slakur þvottur á óslægðu hráefni. Slakt hráefni fyrir frystingu þýðir bara eitt: Slök vara úr frysti.

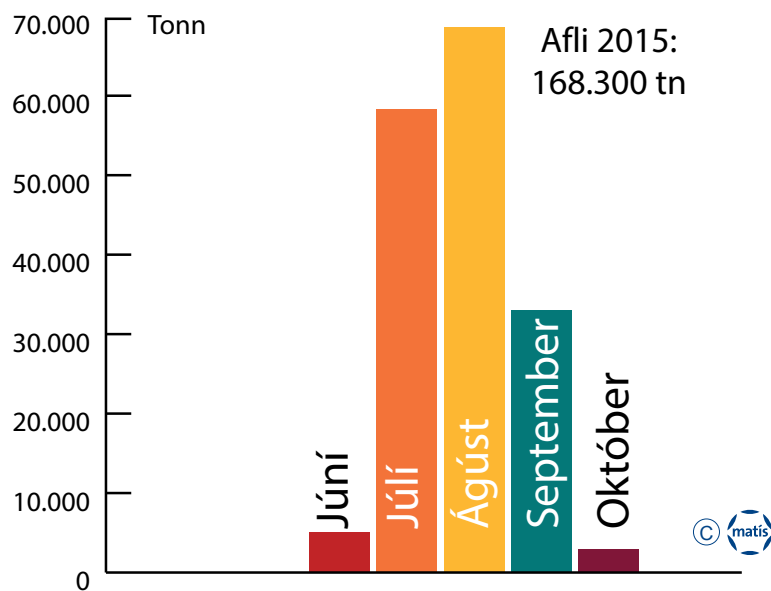
Það þarf að vanda til verka við meðhöndlun á hráefni sem er á leið til matvælavinnslu, því það er ekki til nein aðferð sem getur endurheimt glötuð gæði. Frysting bætir ekki gæði matvæla frekar en aðrar varðveisluaðferðir – léleg vara inn í frostgeymslu þýðir léleg vara út úr geymslu.

Um miðja síðustu öld var frystivara víða á boðstólum fyrir almenna neytendur, en gæði þessara vara var oft á tíðum afburða léleg og kom óorði á frystingu sem geysluaðferð, bæði var notað lélegt hráefni og vinnubrögð við



Ljósmynd: Ragnheiður Sveinþórsdóttir

Það væri ekki hægt að bjóða upp á ferskfrystan makríl frá Íslandi út um allan heim allt árið ef þessi varðveisluaðferð sem frystingin er væri ekki fyrir hendi.



95% af makrílaflanum 2015 kom að landi á þremur mánuðum.

frystingu voru afleit. Oft var notað hráefni sem ekki náðist að selja sem „ferskt“ og svo var frystihraðinn og hitastig frystingar með slíkum hætti að það tók langan tíma fyrir vöruna að ná æskilegu hitastigi.

Til að koma einhverju skikki á þetta var brugðið á það ráð að skilgreina hvað væri átt við með hraðfrystingu (quick freezing). Sú skilgreining hljómar á þann veg að ekki má taka lengri tíma en tvær klukkustundir að lækka hitastigið úr 0°C niður fyrir -5°C. Síðan skal kæla vöruna

áfram niður í a.m.k. -18°C, en reyndar er æskilegt að koma hitastiginu enn neðar eða í -24 til -30°C eins og viðmiðin fyrir gæðavöru eru í dag.

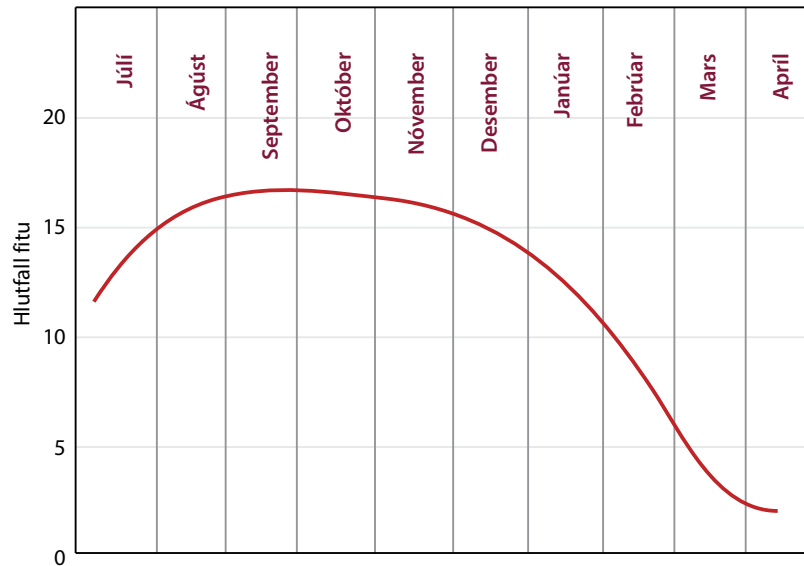
Frysting er mjög góð leið til þess að varðveita ferskleika og næringargildi matvæla og um leið opna fyrir þann möguleika að milljónir manna hafi aðgang að næringarríkum og öruggum mat á sanngjörnu verði.

Frysting matvæla minnkar þörf fyrir notkun íblöndunarefna svo sem rotvarnarefna, dregur úr matarsóun þar sem líftími vörunnar skapar aukið svigrúm til að stýra birgðahaldi m.a. og frysting tryggir auk þess að staðbundnar vertíðarafurðir geta verið á boðstólum allt árið út um allan heim.

Frysting gerir það mögulegt að nálgast má fjarlæga og verðmæta markaði með frystar sjávarafurðir unnar á Íslandi, úr fersku hráefni, og flytja þær um langan veg með hagkvæmari og umhverfisvænni hætti en ef um kæld matvæli væri að ræða.

Frysting sjávarafurða

Frystingin er sérstaklega mikilvæg varðveisluaðferð fyrir sjávarfang þar sem hráefnið úr hafinu skemmist mun hraðar en kjöt og ýmsar aðrar próteinríkar afurðir, jafnvel þó kæling sé góð. Frystingin gerir það að verkum að hægt er að koma gæðavörum til neytenda í fjarlægum löndum.



Það er ekki bara að fituinnihald fiska sé breytilegt milli tegunda, heldur getur fituinnihald einstakra tegunda sveiflast mikið eftir árstíma, hér fyrir ofan má sjá hvernig fituinnihald loðnu breytist. (Mynd unnin upp úr: Hjálmar Vilhjálmsson. 1994. The Icelandic capelin stock. Rit Fiskideildar 8 (1), 127).

Mikill afli er oftast en ekki fenginn á tiltölulega stuttum vertíðum og þess vegna tryggir frystingin framhaldsvinnslum og neytendum hráefni og afurðir jafnt allt árið.

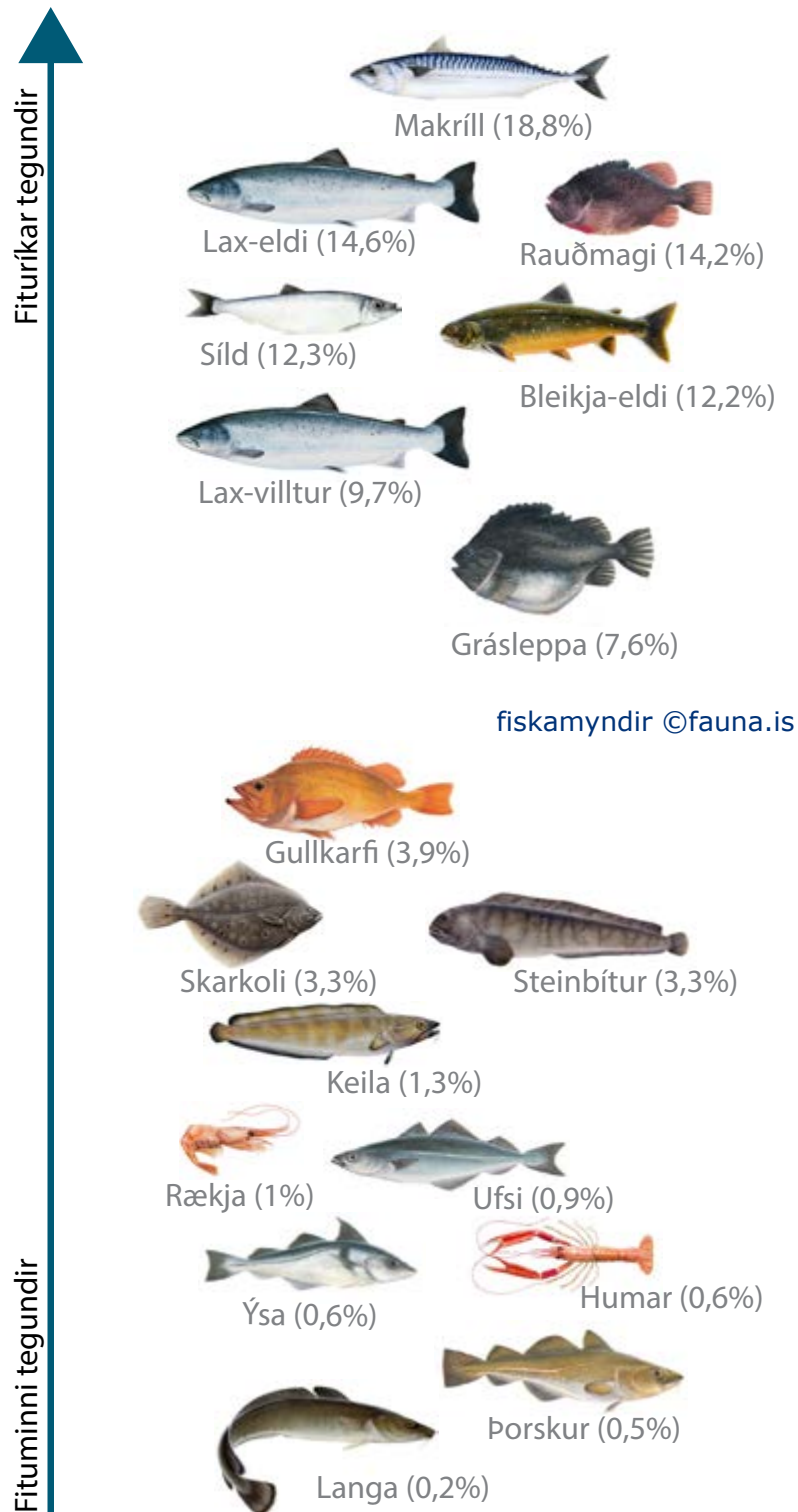
Það eru fjölmargir þættir sem hafa áhrif á gæði og geymslupól frystra sjávarafurða. Þó hér sé talað um sjávarafurðir eins og það sé einsleitt hráefni þá verður að hafa það í huga að töluverður munur er á meðhöndlun ólíkra tegunda fyrir frystingu.

Efnasamsetning fisktegunda og hráefnis eftir árstíma getur verið mjög mismunandi. Fiskur er að stórum hluta

veiddur úr villtum stofnum þar sem breytileikinn er mikill, en hlutur einsleits hráefnis úr fiskeldi er þó sífellt að aukast.

Eiginleikar hvernar tegundar skipta máli þegar kemur að frystingu og geymslu. Í grófum dráttum má skipta fisktegundum í tvo meginflokkka það er fituríkar tegundir t.d. uppsjávarfiska, sem safna fitu í hold og svo fituminni tegundir svo sem botnfiska, sem safna fitu í lifur.

Fitan í vöðvum feitra fiska er fjölómettuð og því viðkvæm fyrir þránun í geymslu. Fjölómettaðar fitusýrur eru mjög viðkvæmar og geta þránað hratt ef ekki



Dæmi um fituinnihald mismunandi tegunda, en hafa verið í huga að fituinnihald getur verið mjög breytilegt eftir árstíma. (Heimild: ÍSGEM; www.matis.is).

er passað vel upp á þökkun og geymslu afurðanna. Þránun verður oft sýnileg þar sem litabreytingar geta einnig átt sér stað samhliða þránun.

Fituinnihald feittra fiska er mjög breytilegt milli tegunda og jafnvel innan sömu tegundar, árstíminn ræður miklu um fituinnihald en einnig getur aldur, stærð og veiðisvæði skipt máli. Nefna má síld, loðnu og makkuril í þessu samhengi en hjá þessum tegundum getur fituinnihald verið frá 1% og upp í 30%.

Minnst er fitan eftir langan og fæðulítinn vetur en að honum loknum eykst fæðuframboðið og fiskarnir ná að éta mikið og auka fituinnihaldið margfalt.

Það dregur úr hraða þránunar eftir frystingu og það skiptir miklu máli að hafa lágt og stöðugt hitastig í góðri frostgeymslu, velja góðar pakkningar og íshúðun til að hindra aðgengi súrefnis að vörunni.

Í sumum tilvikum hefur hráefnið verið



Góðar umbúðir sem liggja þétt að vörunni hindra þránun og þar má fyrst nefna íshúð, sem virkar mjög vel til að koma í veg fyrir þránun og þornun.

baðað með andoxunarefnum til að hindra þránun og litabreytingar af völdum súrefnis.

Vöðvar fituminni fiska innihalda mun minna af fitu en feittra fiska, auk þess er fitan töluvert frábrugðin og inniheldur hlutfallslega meira af fjölómettuðum fitusýrum.

Þránun og ensímvirkni geta valdið breytingum sem sumir kalla



Ljósmynd: Gústi Production ehf

Ef flakað er fyrir dauðastirðnun (rigor mortis) þá heldur hryggurinn ekki lengur á móti stirðnuninni og flakið getur stytst um allt að 20-25%.



Ljósmynd: Gústi Production ehf

Af sama fiski, flakað fyrir og eftir dauðastirðnun.

„frostgeymslubragð“ og rýrir gæði vörunnar umtalsvert.

Algengt er að magrir fiskar verði seigari með tíð og tíma í frystigeyslu, en seigjunni valda ákveðin efnahvörf sem ekki eru öll að fullu skýrð, vatnsheldi fisksins minnkar og soðinn fiskurinn verður seigur, trefjakenndur og þurr.

Fisktegundir hegða sér með ólíkum hætti í geymslu en megináhrifaþættirnir eru geymslutími og hitastig í frystigeyslum og helsta aðferðin til að seinka seigjumyndun er að geyma vöruna við mjög lágt og stöðugt hitastig helst við -25°C eða neðar.

Áhrif dauðastirðnunar (rigor mortis) geta verið töluverð ef ekki er tekið tillit til þeirra óumflýjanlegu breytinga sem eiga sér stað stuttu eftir dauða fisksins. Dauðastirðnunin getur gengið yfir á mjög mismunandi löngum tíma allt frá nokkrum klukkustundum yfir í daga. Í þessu ferli skiptir tegund máli, næringarástand, veiðarfæri, kæling og meðferð.

Ef frysta á t.d. heilan fisk þá skiptir ekki öllu máli hvar í dauðastirðunarferlinu hráefnið er, það er fyrir eða eftir dauðastirðnun. Mikilvægt er að meðhöndla fisk sem er stífur í dauðastirðnun varlega, sérstaklega ef hann er boginn og ætlunin er að þvinga hann í beina stöðu.

Dauðastirðnunin getur gengið yfir í frystigeyslu eða við þíðingu.

Ef fiskur fer hratt í gegnum dauðastirðnun við hátt hitastig þá er það uppskrift að losi í flökum og lökum gæðum. Sérstaklega þarf að huga að vinnslu fyrir dauðastirðnun, ef fiskur



Ljósmynd: Sæmundur Elíasson

Það er engin skynsemi í því að troða fiski í dauðastirðnun í gegnum flökunarvél, nauðsynlegt er að leyfa fiskinum að klára dauðastirðnunarferlið að fullu.

er flakaður fyrir stirðnun og flökin ekki fryst strax þá er næsta víst að þau styttist umtalsvert þar sem hryggurinn er ekki lengur til staðar til að halda á móti samdrættinum, flökin verða því seig eftir þíðingu og eldun.

En það má minnka þetta með því að geyma flökin vel kæld meðan dauðastirðnunin gengur yfir því kæling minnkar verulega kraft stirðnunarinnar.

Það er í góðu lagi að flaka fiskinn fyrir dauðastirðnun og frysta síðan flökin áður en stirðnun hefst, enda er þetta leiðin sem algengust er á sjófrystiskipum. Í landvinnslunni er aftur á móti algengast að bíða með flökun þar til stirðnun er gengin yfir því það er alls ekki skynsamlegt að troða stífum fiski í gegnum vélarnar, nýtingin verður léleg og slíkar aðfarir bjóða upp á aukið los.

Skeldýr tilheyra hryggleysingjum og má skipta skeldýrahópnum í tvo flokka það er krabbadýr (Crustaceans) og lindýr (Mollusca). Hér á landi er það humar og rækja sem mest eru þekkt meðal krabbadýra, en meðal lindýra er oftast talað um skeljar eins og krækling, hörpuskel og svo tilheyrir smokkfiskurinn þessum hópi líka.

Ætur hluti krabbadýra er vöðvinn eins og hjá fiskum, þessi vöðvi getur líka orðið seigari við geymslu en dauðastirðnun skiptir minna máli hjá krabbadýrum en fiskum. Aðrir hlutar krabbadýra eru stundum borðaðir eins og t.d. svokallað



Ljósmynd: Lárus Karl Ingason

Ferskur frystur fiskur heldur gæðum sínum í marga mánuði í frystigeymslu, það sama verður ekki sagt um ferskan kældan fisk.

brúna kjöt krabba sem samanstendur m.a. af meltingar- og kynkirtlum. Þessir hlutar innihalda fitu sem getur þránað og valdið hvimleiðum bragðbreytingum í frystigeymslu eins hjá fituríkum fiskum.

Ætur hluti lindýra er venjulega allir hlutar dýrsins og hér er það fitan sem er til staðar í ýmsum líffærum sem getur haft neikvæð áhrif á bragðgæði eftir því sem líður á geymslutímann.

Það er hægt að vinna, pakka og frysta ferskan fisk án þess að nokkur gæðarýrnun eigi sér stað, en það má þá heldur ekki slaka neitt á helstu kröfum um meðferð hráefnis. Kæla þarf hráefnið sem fyrst niður í -1°C til 0°C og halda kælingunni á því bili fram að frystingu. Þrátt fyrir bestu meðhöndlun og kælingu þá helst ferskleiki hráefnisins ekki ýkja lengi, tegund og náttúrulegt ástand vegur þungt.

Hægt er að tala um að geyma megi bolfisk í nokkra sólarhringa meðan feitur uppsjávarfiskur heldur ferskleika sínum mun skemur og mælist geymsluþolið

þá í klukkustundum frekar en dögum.

Ef velmeðfarið ferskt hráefni er fryst þá getur það alveg verið sambærilegt að gæðum og nýveiddur fiskur, svo framarlega sem hvergi sé slakað á góðum vinnubrögðum.

Það er ekki hægt að bæta eða endurheimta hráefnisgæði með frystingu. Frysting breytir ekki lélegu hráefni í lúxusvöru.

Það sama á við að öllu leyti með skelfisk, kæling og hreinlæti er það sem skiptir máli.

Rækja er t.d. oft soðin og pilluð fyrir frystingu og langalgengast er að rækja sé borðuð uppþídd án frekari eldunar og þá skiptir nú máli að hreinlæti og vönduð vinnubrögð séu í heiðri höfð.

Örverur

Ferskur fiskur geymist í mjög takmarkaðan tíma vegna þess að örverur og ýmsar efnabreytingar fara í gang þegar náttúrlegar varnir lifandi fisks eru ekki lengur til staðar.

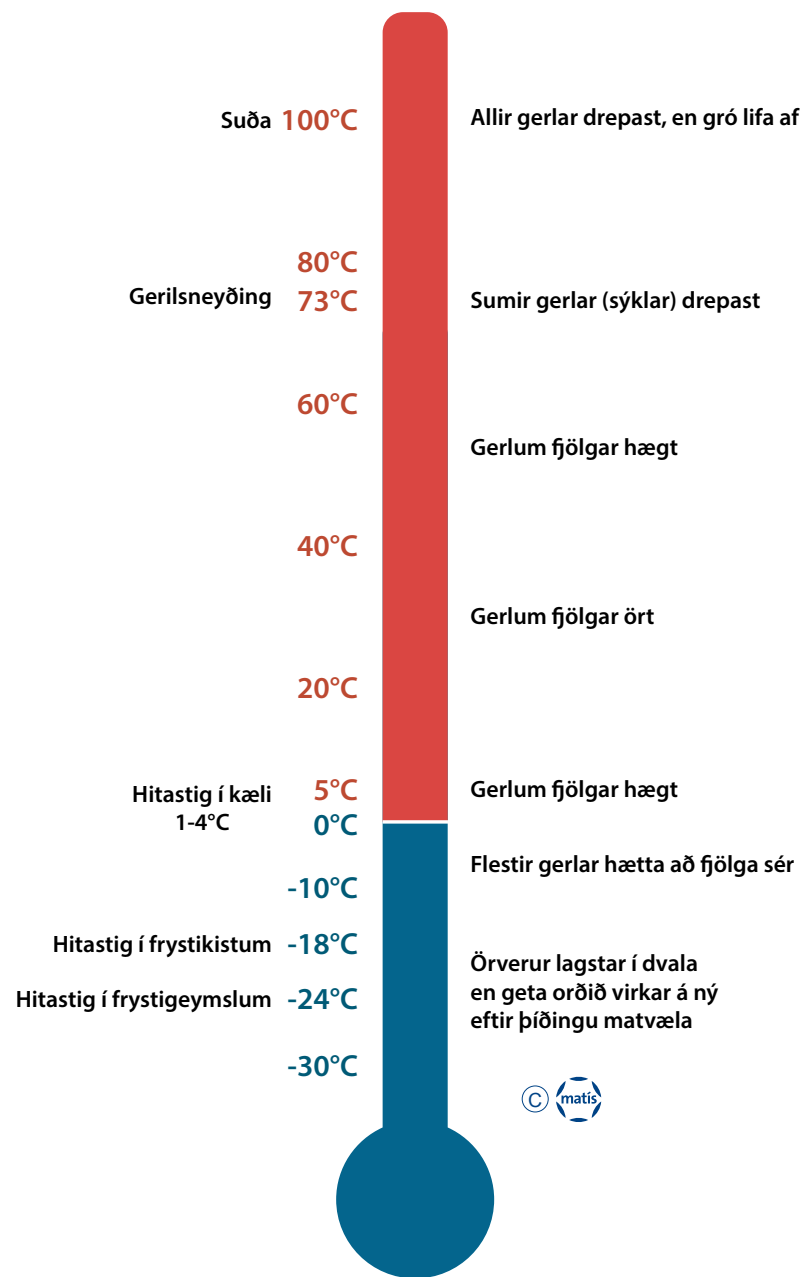
Fiskhold í lifandi fiski er alveg laust við gerla, en það er allt fullt af örverum í meltingarvegi, á tálknum og töluvert magn er utan á roði. Í fiskholdi, kviðarholi og líffærum er fjöldinn allur af efnasamböndum sem geta tekið breytingum með hjálp ensíma (meltingarensíma) eða súrefnis.

Um leið og fiskur er drepinn hefjast skemmdarferlin, örverur brjóta sér leið í gegnum himnur í kviðarholi og í gegnum roð. Ensím sem eru virk eftir dauða fisksins brjóta niður ýmsa vefi og himnur og auðvelda aðgengi örvera. Ensím og örverur valda einnig ýmsum efnabreytingum sem mynda óæskilega lykt og bragð.

Ef fiskur er í miklu æti og meltingarfærin full af næringu getur hráefnið skemmst mjög hratt þar sem mikið magn meltingarensíma er þá eðlilega til staðar og þau taka til við að brjóta niður frumuveggi og himnur stuttu eftir að fiskurinn er kominn um borð.

Allt þetta gerist tiltölulega hratt ef ekki er hugað að hreinlæti og kælingu. Frysting vindur ekki ofan af skemmdarferli sem komið er af stað, frystingin bætir ekki gæði eða felur slæleg vinnubrögð.

Frysting varðveitir vöruna eins og hún er á þeim tíma sem hún er fryst og kemur í veg fyrir að örverurnar haldi áfram að rýra gæðin. Það má ekki líta á frystingu



sem aðferð til að fækka örverum, því hún gerir það ekki nema að litlu leyti.

Örverur svo sem bakteríur, gersveppir, mygla og vírusar eru út um allt í umhverfi okkar, sumar örverur eru að gagnast í framleiðslu matvæla meðan aðrar valda skemmdum og geta sumar hverjar skapað hættur fyrir neytendur.

Það er líka mikilvægt að þrifa vel úti á sjó, blóð er t.d. frábært næringarefni fyrir örverur.



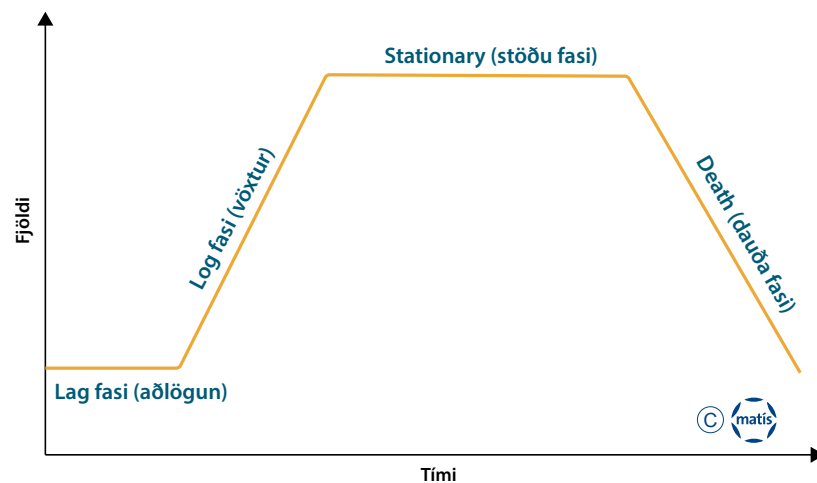
Ljósmynd: Magnús B. Óskarsson

Til þess að geta haft áhrif á örverur og tilveru þeirra þá þarf að hafa skilning á hvernig þær berast í matvælin, hvernig þær fjölga sé og vaxa og síðast en ekki síst að hafa þekkingu á þeim þáttum sem geta komið í veg fyrir tilvist þeirra.

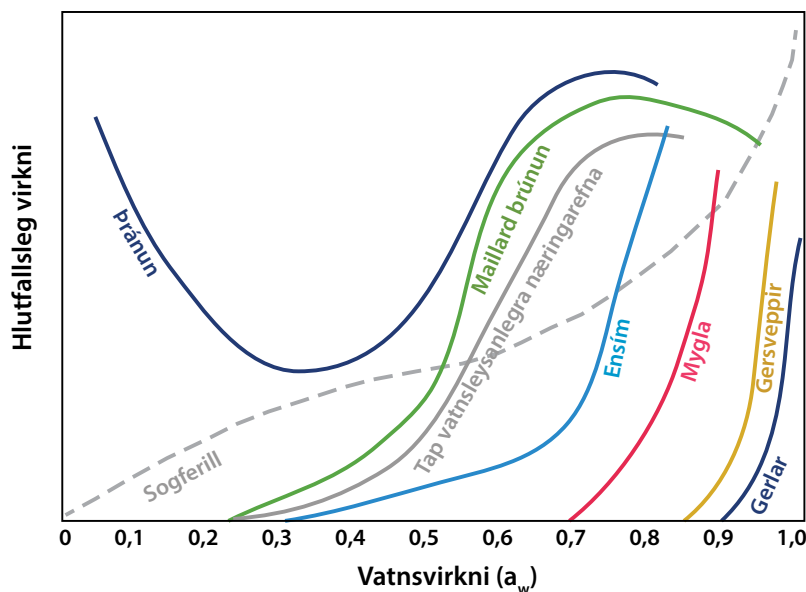
Það eru fyrst og fremst bakteríur eða gerlar sem skemma matvæli og þau matvæli sem hafa hátt hlutfall af óbundnu vatni (háa vatnsvirkni) eru sérstaklega viðkvæm fyrir skemmdum. Þurr og súr matvæli eru aftur á móti erfitt umhverfi fyrir gerla meðan gersveppir og mygla eiga auðveldar með að athafna sig í slíku umhverfi.

Ákveðnir vírusar finnast í sumum dýrum og mönnum og geta borist í matvæli ef ekki er gætt ýtrasta hreinlætis, vírusar fjölga sér aftur á móti eingöngu með aðkomu lifandi fruma, en geta verið virkir og valdið neytendum skaða ef þeir eru til staðar í matnum.

Ef örverur komast í matvæli, þá þurfa þær smá tíma til að aðlagast umhverfinu áður en vaxtartímabilið hefst, þessi



Lífshlaup örvera hefst með aðlögun að umhverfinu áður en vöxtur og hröð fjölgun hefst. Fjölgun örvera stöðvast þegar næringarefnin eru uppurin eða uppsöfnuð eitur- eða úrgangsefni farin að hemja vöxt. Að lokum fara örverurnar að týna tölunni, eða kannski nýjar tegundir sátta við stöðuna og nýtt lífshlaup annarra örvera tekur við.



Vatnsvirkni eða tiltækt vatn hefur mikil áhrif á geymslu matvæla. Það fer eftir vatnsvirkninni hvaða ferlar eru mest áberandi.

byrjun er kölluð aðlögun („lag phase“) og lengd þessa tímabils er í beinu samhengi við geymsluþol matvæla.

Þegar örverurnar hafa náð áttum hefst stigvaxandi fjölgun örveranna þar sem fjöldinn getur tvöfaldast eða rúmlega það á hverri klukkustund.

Eftir ákveðinn vaxtartíma er fjöldinn kominn í hámark þar sem næringarefnin fyrir örverurnar eru uppurin og uppsöfnuð eitur- eða úrgangsefni eru farin að hemja vöxt. Þá hefst lokatímabili vaxtarkúrfunnar og örverum fer fækkandi, en þá er maturinn sennilega búinn að vera skemmdur og óætur í nokkurn tíma.

Vaxtarhraði örvera í matvælum er háður matnum sem um ræðir, svo sem efnasamsetningu, sýrustigi (pH), tilvist vaxtarhemjandi efna, annarra örvera sem berjast um næringarefnin og vatnsvirkni, ásamt umhverfisáðstæðum svo sem hitastigi og raka.

Allar lífverur þurfa vatn til þess að vaxa

og dafna og örverur geta ekki fjölgað sér í matvælum nema að til staðar sé aðgengilegur raki, hversu mikill raki er nægjanlegur veltur á tegundum örvera.

Vatnsvirkni (a_w) er oft í lykilhlutverki þegar fjallað er um geymslu og varðveislu matvæla. Vatnsvirkni (a_w) er mælikvarði á tiltækt vatn, og getur haft gildi á bilinu 0-1. Þannig hafa fullþurrkuð matvæli vatnsvirknina 0 en hreint vatn hefur gildið 1. Í ferskum sjávarafurðum er a_w á bilinu 0,98-0,99.

Við frystingu hefur stór hluti vatnsinnihalds vöðvans breyst í ís og er ekki lengur tiltækt fyrir örverur, ensímvirkni og efnahvörf. Ef matvæli eru geymd í frosti við -24°C þá er vatnsvirkni þeirra um 0,78, sem þýðir að þau eru í raka- jafnvægi við 78% loftraka umhverfisins.

Örverur og ýmsar efnabreytingar eru háðar vatnsvirkni á mismunandi hátt, t.d. er talið útilokað að örverur vaxi ef vatnsvirknin er komin niður fyrir 0,6 og við sama gildi er talið að hægt hafi á flestum efna- og eðlisbreytingum.



Ljósmynd: Lilja Magnúsdóttir

Kæling og aftur kæling er sú leið sem þarf að fara til að framleiða gæðavöru.

Ýmsar aðrar geymsluaðferðir eru notaðar til þess að lækka vatnsvirkni og má þar helst nefna þurrkun og söltun.

Það er ekki hægt að breyta svo miklu hvað varðar einkenni matvælnanna, en það er hægt að hafa töluverð áhrif á ýmsa umhverfispætti með hitun, kælingu, raka, þurrkun og styrk súrefnis. Hitastig er sá þáttur sem er áhrifamestur þegar hafa skal áhrif á vaxtarhraða örvera.

Örverur vaxa best á bilinu 10-60°C, og það dregur úr vaxtarhraða við hærra hitastig og um og yfir 70°C drepast flestar örverur. Kæling virkar mjög vel til að draga úr vexti örvera og þar með einnig til að lengja geymsluþol matvæla. Almennt er miðað við að kæling undir 4°C sé fullnægjandi fyrir kæld matvæli, en ef hitastig fer upp um t.d. 3°C þá getur vaxtarhraði sumra örvera tvöfaldast.

Mismunandi örverur bregðast á ólíkan hátt við tilvist súrefnis í umhverfinu, mygla þrífst t.d. ekki án súrefnis meðan aðrar örverur lifa ekki ef súrefni er til

staðar, enn aðrar vilja hafa tiltölulega lítið súrefni og svo eru dæmi um örverur sem vaxa og dafna hvort sem súrefni er mikið eða lítið. Þess vegna er hægt að hafa áhrif á vöxt vissra örvera með því að stjórna súrefninu umhverfis matvælin.

Matur í lofttæmdum umbúðum skemmist ekki af völdum örvera sem þurfa súrefni, en eins og áður sagði þá eru til örverur sem vilja ekki hafa súrefni til staðar svo þær taka þá bara völdin í staðinn.

Mikilvægast af öllu í baráttunni við örverur er hreinlæti svo sem að koma í veg fyrir að maturinn komist í snertingu við mengað umhverfi. Þegar þrif og hreinlæti er í lagi þá má ná miklum árangri með því að stýra hitastigi t.d. að kæla vöruna og þar með hægja á eða hindra vöxt örvera.

Þó kæling eða frysting sé góð leið til að hægja á eða stöðva vöxt örvera þá er þessi aðferð ekki áhrifamikil til að drepa eða fækka örverum. Við lágt hitastig eða frystingu stöðvast kannski vöxtur



Ljósmynd: Úr myndasafni Fisktækniskóla Íslands

Það er ekki nóg að þvo blokkarramma endrum og eins, það þarf að þvo þá eftir hverja notkun. Það er í raun með ólíkindum að þetta skuli vera nýleg mynd úr starfandi fiskvinnslufyrirtæki. Örverurnar sem þarna eru að „sprikla“ taka sér bara smá pásu meðan frystingin gengur yfir, svo hefja þær sína eyðileggingu þegar varan er þídd.

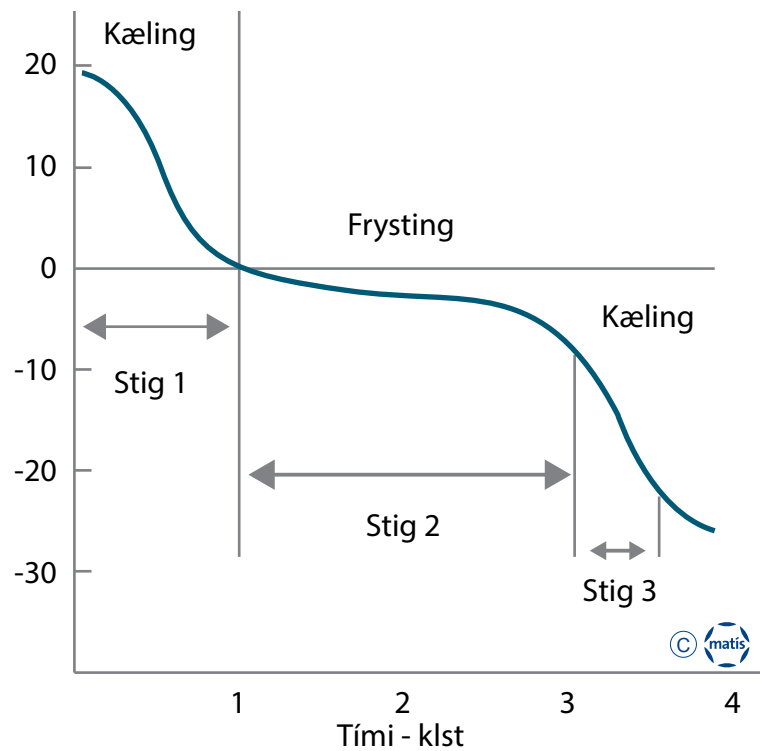
örvera, en hann fer á fulla ferð skömmu eftir að búið er að þíða vöruna, þar sem margar örverur geta hæglega lifað af kælingu og frystingu.

Örverur eyðileggja matvæli með myndun óæskilegra bragðefna og daunillra lyktarefna, en ensím breyta eiginleikum matvæla, t.d. með því að brjóta niður prótein og breyta áferðareinkennum. Við hraðfrystingu stöðvast allur örveruvöxtur en rannsóknir á Matís, áður Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, hafa sýnt að lítið sem ekkert drepst af örverum við frystinguna sjálfa og að örverudauði er mjög lítil fyrstu vikur í frystigeyslu.

Eftir um 18 vikur í frystigeyslu við -25°C hefur örverum hins vegar fækkað um þriðjung. Við þíðingu vakna þær síðan til lífsins að nýju og skemmdarferlið hefst þar sem frá var horfið.

Frystiferillinn

Við frystingu fara mismunandi hlutar vörunnar í gegnum mismunandi stig kælingar/frystingar á mismunandi tímum. Varan er misþykk, misjöfn að lögun og efnasamsetningu svo hitastigsbreytingar geta verið mjög mismunandi eftir því hvar mælt er í vörunni.



Myndin hér fyrir ofan sýnir í grófum dráttum hvernig hitastig breytist þegar fiskur er frystur. (Heimild: FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER – 340, 1994; Freezing and refrigerated storage in fisheries).

Fiskur er að mestu leyti vatn, venjulega á bilinu 60-85%, vatnsinnihaldið getur verið breytilegt eftir tegundum og árstíma. Frystingin snýst fyrst og fremst um það að breyta þessu vatni í ís.

Með frystingu er verið að fjarlægja varma og hitinn fellur með svipuðum hætti og sýnt er á myndinni hér til hliðar.

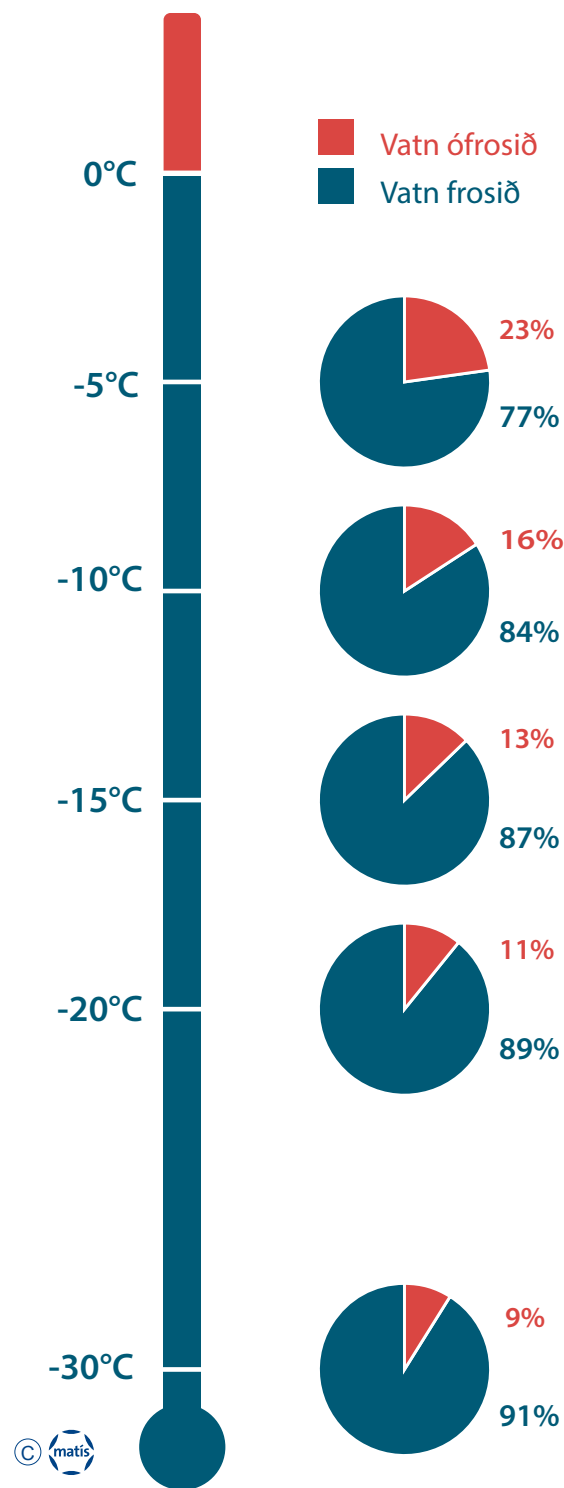
Ef hitamæli er komið fyrir á ákveðnum stað í fiskafurð sem á að frysta má skipta hitastigsferlinu í þrjú mismunandi stig.

Kæling (prefreezing stage) er sá tími sem líður frá því að byrjað er að kæla vöruna þar til frostmarki er náð, það er

þegar ískristallar byrja að myndast, rétt fyrir neðan 0°C. Það tekur hlutfallslega stutta stund að ná þessu marki.

En það þarf að fjarlægja meiri varma þegar aðalfasabreytingin á sér stað og á meðan það gerist lækkar hitastigið lítið, aðeins um örfáar gráður. Þetta stig er kallað á ensku „freezing stage“ eða „thermal arrest“.

Þegar aðalfasabreytingu vatnsins sem frýs, er lokið þá lækkar hitastigið hratt og hluti af því vatni sem er ófrosið frýs. Hitastigið lækkar hratt vegna þessa að frosið vatn er fjórum sinnum betri varmaleiðari en ófrosið.



Hlutfall frosins vatns í þorski við mismunandi hitastig, jafnvel við -30°C eru 9% vatnsins ófrosin. Heimild: Recommendations for the processing and handling of frozen foods, 3rd edition; 1986.

Kæling niður í geymsluhitastig (reduction to storage temperature) er sá tími sem þarf til að koma hitastiginu í vörinni sem næst eða niður fyrir geymsluhitastig.

Vatnið sem frýs myndar hreina ískristalla og því hækkar styrkur uppleystra efna í vökvanum sem er ófrosinn og frostmark vatns lækkar eftir því sem styrkur salta í vökvanum hækkar, þannig er ekki hægt að tala um frostmark fyrir fisk heldur frekar hversu stór hluti vatns í fiskholdi er frosið við ákveðið geymsluhitastig.

Við -5°C eru um 80% af vatni þorsks (með vatnsinnihaldi 81%) frosið og þegar -30°C markinu er náð þá eru um 91% af vatninu frosið, þannig að við bestu skilyrði er ennþá hluti vatnsins ófrosinn. Hjá makríl með fituinnihald 25% er einungis um 67% vatnsins frosið við -30°C.

Hitastigið þar sem ískristalsmyndun hefst í matvælum er breytilegt og háð styrk og gerð efna sem eru uppleyst í vatni matvælanna og fitu- og

vatnsinnihaldi matvælanna. Magur fiskur inniheldur mikið vatn og fyrstu ískristallar myndast við -0,9°C í þorski með vatnsinnihald um 81% en hjá makríl með 55% vatnsinnihald er þetta hitastig lægra en -2°C.

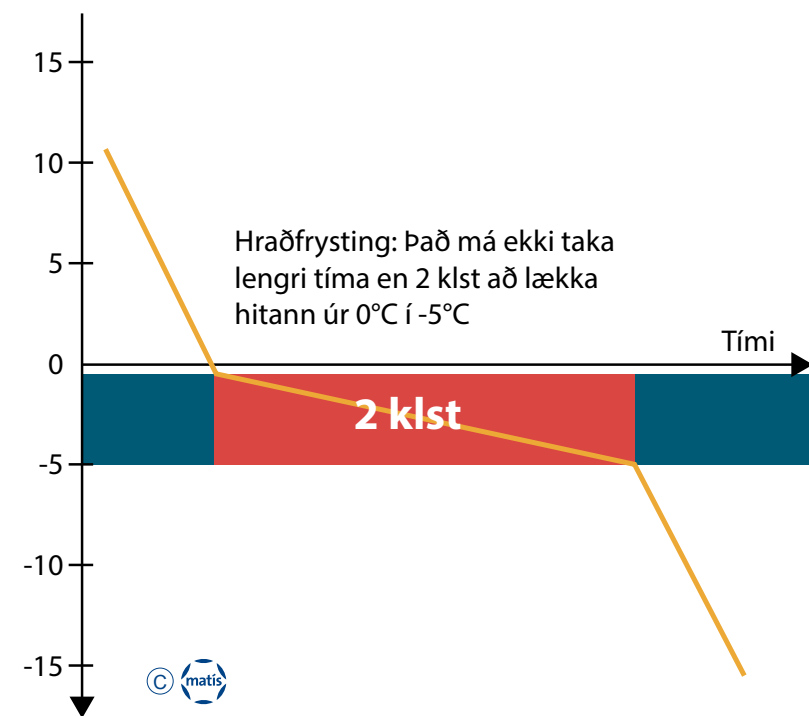
Ávextir innihalda t.d. mikið vatn og frjósa við -2°C til -3°C og stafar þetta af því að mikið er af uppleystum efnum í vatninu eins og sykrum og sýru meðan mun minna er um uppleyst efni í fiski.

Eftir því sem vara er kæld meira undir upphaflegt frostmark þá eykst hlutfall þess vatns sem breyst hefur í ís, og styrkur uppleystra efna í ófrosna vatninu eykst að sama skapi.

Það er mjög mikilvægt að í frystitækjum sé hitastigið komið sem næst því hitastigi sem miðað er við í geymslu, því frystigeymslur eru ekki til þess hannaðar að ná niður hitastigi í fullþökkuðum afurðum, heldur eru þær til þess að viðhalda stöðugu geymsluhitastigi.

Frystitími og frystihraði

Frystitími er sá tími (klst), sem það tekur að koma upphafshitastigi vöru niður í geymsluhita. Frystihraði er aftur á móti mældur í °C á klst eða mm á klst.



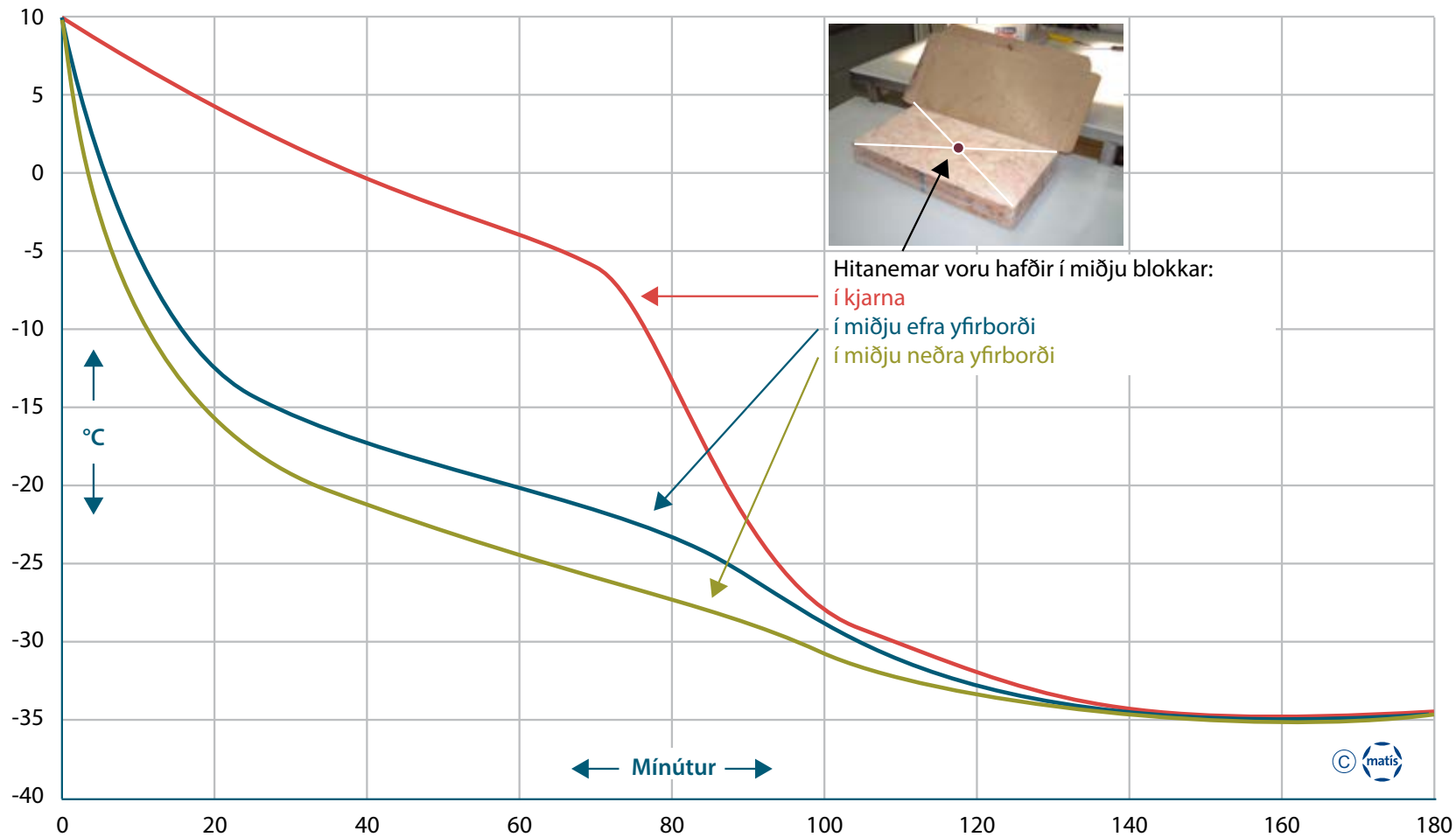
Skilgreining á hraðfyrstingu.

Frystitíminn er ekki bara háður upphafshitastiginu og þeim varma sem þarf að fjarlægja heldur hafa ytri mál vörunnar töluvert mikið um þennan tíma að segja og þá sérstaklega þykkt og lögun. Þökkunarmáti og umbúðir geta líka haft mikil áhrif á frystihraðann og ef þannig er pakkað að loft er inni í umbúðunum þá hefur loftið einangrunargildi og tefur frystingu umtalsvert.

Það gengur hraðar fyrir sig að frysta pakkaða vöru í snerti- eða plötufrysti en blástursfrysti, en eftir því sem hlutur umbúða minnkar þá minnkar þessi

munur á hraða frystingar. Blástursfrystar henta vel fyrir fisk og fiskstykki án umbúða og þegar pakkaðar vörur hafa óreglulega lögun og umbúðirnar liggja þétt að vörunni.

Sá tími sem það tekur að frysta matvæli er undir allnokkrum þáttum kominn, sumt tengist vörunni, svo sem efnasamsetningu, meðan annað tengist umbúðum eða frystibúnaðinum. Ytri mál og lögun vörunnar og þá sérstaklega þykkt skipta miklu máli, það er betra að byrja frystingu á vel kældri vöru og svo skiptir að sjálfsögðu máli hitastig kælismiðilsins og varmaleiðni vörunnar.



Þessi mynd sýnir eina tilraunamælingu á 16,5 lb blokk, þar sem hitanemar voru hafðir í miðju blokkarinnar, þ.e. í kjarna, í miðju efra yfirborði og í miðju neðra yfirborði. Þessi mæling sýnir að efra yfirborðið frýs hraðar en það neðra og skýringin er sú að í neðri hluta pönnunnar í frystitækinu er kælimiðillinn fljótandi meðan í efri hlutanum er hann kominn í gasfasa og því nokkur hitastigsmunur á efra og neðra borði.

Í þessu tilviki var um tilraun að ræða og blokkin látin vera í frystitækinu mun lengur en þörf var á, eða þar til varan var komin í sama hitastig og kælimiðillinn eða -35°C . Frystingu er í raun lokið við ca. 90 mín.

Frystingu er lokið þegar frystanlegu vatni alveg inn að miðju vörunnar hefur verið breytt í ís, sem gerist um svipað leyti og hitastigið í miðjunni hefur náð réttum geymsluhita. Ef varan er tekin úr frystitækinu áður en geymsluhita er náð getur það leitt til hægfrystingar í kjarna og þar með gæðarýrnunar.

Því má heldur ekki gleyma að með því að

setja of heita vöru inn í frystiklefa eykur það álag á frystigeysluna og getur jafnvel skaðað þær vörur sem fyrir eru í klefanum. Frystitækin á að nýta til að klára frystinguna og koma hitastiginu niður í geymsluhitastigið eða neðar, frystigeyslurnar eru eingöngu til þess hannaðar að viðhalda geymsluhitnum.

Frystihraði er fundinn þannig að tekinn er mismunur á upphafshitastigi vörunnar og því hitastigi sem að er stefnt á tilteknum stað í vörunni deilt með tímanum (klst.) sem það tók að ná settu marki, mælieiningin er $^{\circ}\text{C}/\text{klst}$.

Einnig má líta á frystihraða sem mælingu á hraða ísmyndunar t.d. frá yfirborði að kjarna vörunnar mælt í mm/klst , þessi hraði er meiri næst yfirborði og minnkar eftir því sem nær miðju kemur.

Það hefur sýnt sig að frysta má sjávarfang mishratt án þess að það geri útslagið um gæði vörunnar. Það sem skiptir miklu máli eru eðliseiginleikar og gæði hráefnisins. Mjög mikill frystihraði þarf ekkert endilega að tryggja bestu gæðin.



Mikilvægt er að ljúka við frystingu áður en vara fer inn í frystigeymslu, lausfrystir sporðar eins og eru á myndinni eru fljótir að slakna eftir íshúðun ef þeir fá ekki eftirfrystingu, langur biðtími utan frystiklefa gerir bara illt verra.

Það hefur verið vinnulag margra framleiðanda að láta „tröllakassa“ standa úti á gólfi í 15-20°C hita meðan réttir þyngd er náð, í sumum tilvikum getur slíkt tekið langan tíma þannig að hitastig í vöru er komið langt upp fyrir hitastig í geymslu. Þessum vinnubrögðum þarf að breyta, því ef mikið af of heitri vöru er sett inn í frystigeymslu þá hefur það skaðleg áhrif á allar vörur sem í kleanum eru.

Ólíklegt er að hægt sé að greina gæðamun á fiski sem frystur er á einni klst. eða átta klst. jafnvel þó þjálfður skynmatshópur sé fenginn til að meta afurðirnar, en ef frystitíminn er um og yfir 12 klst. er viðbúið að greinanlegur munur komi fram.

Forðast skal of mikla hægfrystingu því það getur haft skaðleg áhrif á gæði

vörunnar, því það getur tekið of langan tíma að ná að frysta kjarna vöru ef frystihraðinn er of lítill. Ef það tekur t.d. upp undir heilan sólarhring að frysta kjarna vöru þá geta örverur náð að valda skaða á vörunni, svo það eru takmörk fyrir því hvað ganga má langt í hægfrystingu.

Í árdaga frystingar áttu sér stað allskonar vinnubrögð og mikið var um að fiskur hreinlega skemmdist vegna hægrar frystingar. Til að koma í veg fyrir skemmdan frystan fisk á markaði voru sett viðmið sem þurfti að standast til að kalla mætti vöruna hraðfrysta.

Reglan var sú að það mátti ekki taka lengri tíma en tvær klst. að koma hitastigi vörunnar úr 0°C niður fyrir -5°C. Síðan átti að kæla fiskinn niður þar til meðalhitinn væri það geymsluhitastig sem mælt er með eða -30°C til að ljúka frystingu. Við eðlilegar kringumstæður er talað um að heitasti punkturinn væri -20°C þegar frystingu er lokið því þá er hluti vörunar búinn að ná sama hitastigi



Ljósmynd: Skaginn hf

Heilfrystur makrill, hér er ferskum makríl pakkað í kassa og frystur án pressu, þ.e. kassinn er frystur í nýjum kassafrysti, sem er í raun plötufrystir án pressu.

og kælimiðillinn u.þ.b. -35°C og þar með væri meðalhiti vörunnar nærri -30°C .

Þetta þykir kannski helst til of nákvæm regla en vert er að benda á að ljúka verður frystingu í frystitækinu og koma vörunni í sama hitastig og varan á að geymast við, því geymslur eru ekki nýtilegar til að frysta afurðir.

Frystihraði mismunandi frystitækja er einungis meðaltalsgildi þar sem

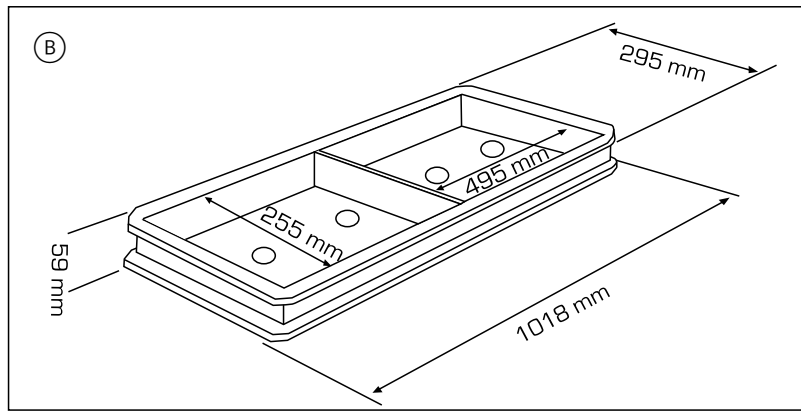
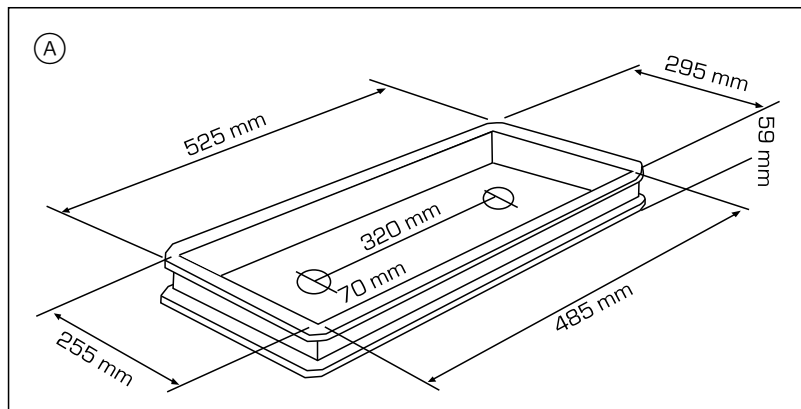
frystihraðinn er mestur næst yfirborði vörunnar sem er í snertingu við kælimiðilinn og hraðinn er minnstur næst kjarnanum.

Meðalfrystihraði getur sveiflast frá 2 mm uppí 1.000 mm/klst.

Talað er um að frystihraði fyrir stórar einingar inn í frystiklefa með loftblæstri sé aðeins um 2 mm/klst, meðan frystihraði í plötufrysti getir verið á bilinu 5-30 mm/klst.

Í hefðbundnum blásturs/lausfrysti með færiband, getur hraðinn verið 50 – 100 mm/klst. Frystihraðametið eiga svo frystar með fljótandi gasi (köfnunarefni) þar sem frystihraðinn getur verið á bilinu 100 – 1.000 mm/klst.

Það er ekki verið að fylgjast með frystihraðanum frá degi til dags í framleiðslufyrirtækjum, heldur er fylgst náið með tímanum og reglulega mældur kjarnhiti framleiðsluvöru til að tryggja að varan nái örugglega geymsluhitastigi áður en frystingu lýkur.



Hér fyrir ofan eru teikningar af blokkarrömmum frá [Beck Pack System A/S](#), fyrir 16,5 lb blokkir. Lögun afurðanna úr þessum römmum skipta miklu máli og því er mikilvægt að öll mál standist.

Nákvæm ytri mál 16,5 lb blokkar eftir frystingu eiga að vera 482 mm x 254 mm x 62,7 mm, en ramminn hefur aðeins önnur mál eins og sjá má á myndinni en þar er búið er að taka tillit til umbúða. Hæð rammans er aðeins 59 mm en frosin blokk á að vera 62,7 mm, hæð rammans er höfð þetta lægri til að tryggja slétt yfirborð og góða snertingu við plötufrystinn.

Í Bretlandi er mælt með, ef geyma á fisk í eitt ár, að hitastigið sé -30°C og til þess að ná þessu hitastigi þá þarf kælimiðillinn og frystitækið að vera kaldara en svo. Í frystitækjum hvort sem um er að ræða plötufrysti eða lausfrysti þá verður hitastigið að vera á bilinu -35°C til -40°C .

Yfirborð vöru nær fljótt sama hitastigi og kælimiðillinn eða -35°C til -40°C og almennt er miðað við að frystingu sé lokið þegar kjarnhiti eða þar sem hiti er hæstur er kominn niður í -20°C því þá megi segja að fiskurinn sé kominn að meðaltali í viðmiðað geymsluhitastig -30°C .

Ýmsir þættir hafa áhrif á frystitímann og má þar nefna:

- Gerð frystitækis
- Kæligeta frystitækis
- Kæling og umhverfi
- Lofthraði í blástursfrystum
- Hitastig vöru
- Þykkt vöru

- Lögun vöru
- Snertiflötur og þéttleiki vöru
- Umbúðir vöru
- Fisktegund

Gerð frystitækis hefur mikil áhrif á frystitímann, t.d. frýs vara hraðar ef henni er dýft í kælimiðil heldur en ef varan er í loftblæstri við sama hitastig.

Þeim mun lægra sem hitastig frystitækisins er þeim mun hraðar frýs fiskurinn, en það verður að veða og meta kostnað í þessu samhengi þar sem framleiðslukostnaður eykst með lægra hitastigi. Almennt er miðað við að plötufrystar séu að vinna við -40°C og blástursfrystar við -35°C .

Í blástursfrystum stýttist frystitíminn ef lofthraðinn er aukinn, en þetta samband er ekki alveg svona einfalt og eru ýmsir aðrir þættir sem geta haft áhrif. Hitastig loftsins, rakastig, dreifing og ýmislegt annað getur haft umtalsverð áhrif.

Hitastig vöru fyrir frystingu skiptir máli



Stutt myndband frá Skaganum hf., sem sýnir virkni sjálfvirkra plötufrysta fyrirtækisins.

og því er mikilvægt að viðhalda kælingu allan tímann í gegnum vinnsluna.

Þykkt vörunnar skiptir verulegu máli varðandi frystitíma, þeim mun þykkari sem varan er þeim mun lengri tíma tekur að frysta hana, að tvöfalda þykkt vöru getur þýtt meira en helmingi lengri frystitíma.

Lögun vöru getur haft umtalsverð áhrif á frystitíma og þar skiptir máli hlutfall yfirborðs og rúmmál vörunnar.

Snerting vöru við kælimiðilinn skiptir verulegu máli t.d. ef varan snerti illa plöturnar í plötufrysti þá lengist frystitíminn umtalsvert. Þetta vandmál getur átt sér stað vegna ísmyndunar á plötunum, eða vegna þess að pakningar eru af mismunandi þykkum. Það hefur líka mikil áhrif ef eitthvað vantar uppá þéttleika vörunnar þ.e. ef verið er að frysta heilan fisk í plötufrystum þá er oft loftrými milli fiska sem dregur töluvert úr frystihraðanum.

Umbúðir og pökkun geta haft mikil áhrif,

sérstaklega ef mikið er um loftholur þá getur það haft meiri áhrif til seinkunar en umbúðirnar sjálfar.

Eiginleikar mismunandi fisktegunda hafa áhrif á frystitíma, feitari fiskar innihalda minna vatn til að frysta og þar af leiðandi þarf að fjarlægja minni varma til að frysta feitan fisk.

Fita leiðir ver varma en vatn og þess vegna tekur það oftast lengri tíma að frysta feitan fisk en magran, þ.e. frystihraðinn er minni hjá feittum fiskum en þeim fituminni.

Það er hægt að reikna frystitíma, en það eru mjög margar breytur sem þarf að þekkja svo erfitt getur verið að fá nákvæma niðurstöðu. Það er aftur á móti auðveldara að ná fram nokkuð nákvæmri niðurstöðu ef um einsleita vöru er að ræða eins og t.d. blokk, meðan fiskstykki með óreglulega lögun eru erfiðari við að eiga varðandi útreikninga.

Hæg- eða hraðfrysting

Í heimildum um frystingu fisks má finna ruglingslegar og mótsagnakenndar fullyrðingar um það sem gerist þegar fiskur frýs, sérstaklega á þetta við þegar verið er að greina á milli hæg- og hraðfrystingar.



Ljósmynd: Myndasafn Matís

Frystihraði skiptir minna máli þegar við taka miklar hitasveiflur í geymslu. Miklar hitasveiflur valda stækkun kristalla í vörunni.

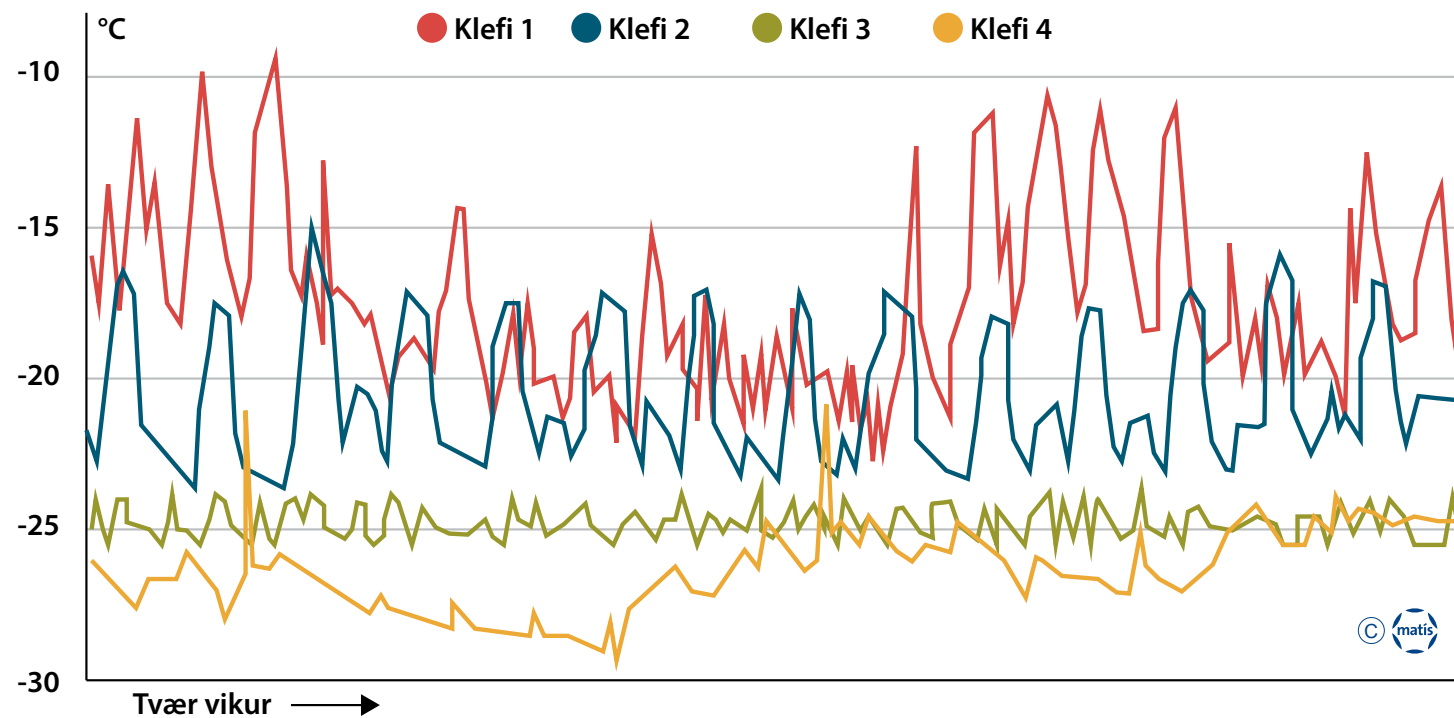
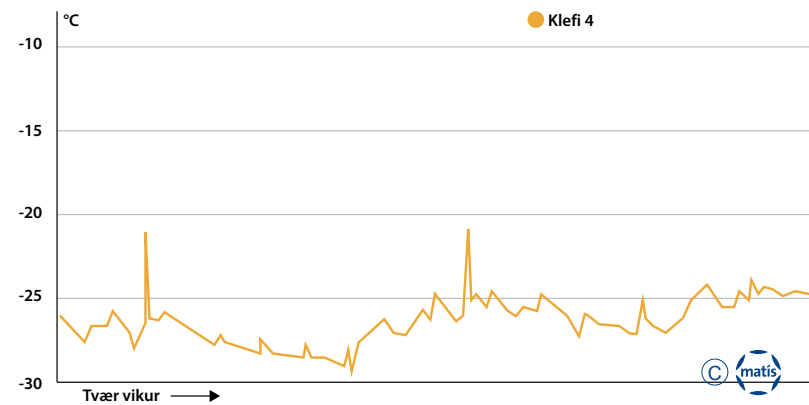
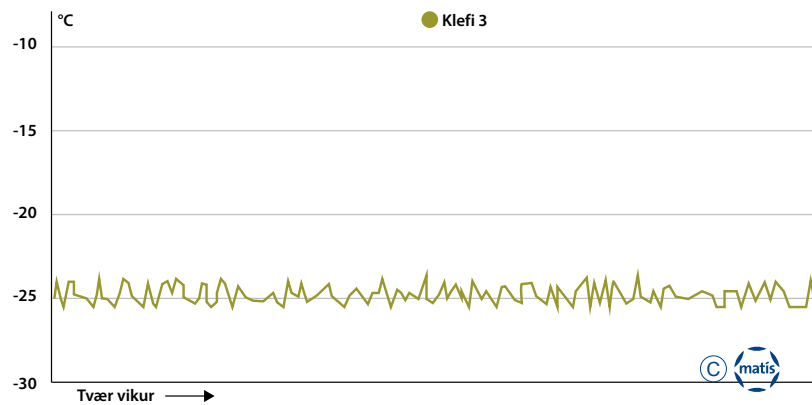
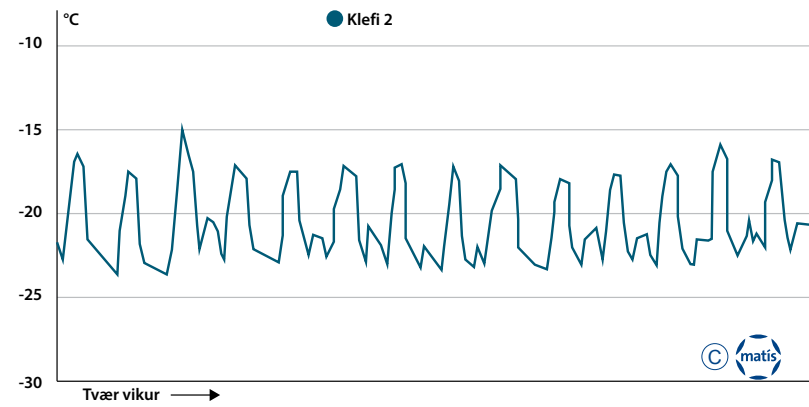
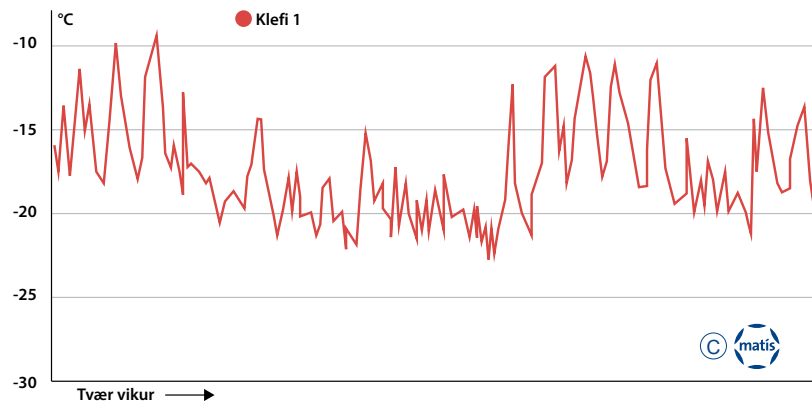
Á síðustu árum hefur þekking á frystiferlinu aukist umtalsvert og því hægt að skýra mun betur hvað gerist við hægfrystingu annars vegar og hraðfrystingu hins vegar. Mikið af eldri heimildum sem enn eru í dreifingu og notkun eru því úreltar.

Á fyrstu árum frystingar var því haldið fram að hraðfrysting og mjög snögg kæling gæti valdið því að vöðvavefir rifnuðu. Einnig var talað um að þar sem vatn þenst við frystingu myndu frumuveggir bresta við aukinn þrýsting.

Þessar fullyrðingar eru ekki alrangar en þetta skýrir ekki að fullu muninn á hæg- og hraðfrystingu.

Um langt árabil hefur því verið haldið fram að hægfrysting ylli því að stórir ískristallar mynduðust og skemmdu frumuveggina þannig að vatn innan frumanna læki út. Þetta væri vatnið sem tapaðist þegar fiskurinn væri þíddur, þar sem skemmdar frumur gætu ekki lengur haldið vatninu innan sinna veggja.

Og þegar fiskur er hraðfrystur og minni ískristallar myndast þá var talið að þeir



Hér til hliðar eru mæliniðurstöður úr fjórum ólíkum frystigeymslum. Klefi 1 sýnir margar og tíðar hitasveiflur þar sem hitastigið er mest fyrir ofan -20°C og nær jafnvel í -10°C . Í svona klefa skiptir litlu máli hvort afurðin hafi verið hraðfryst eða ekki því svona sveiflur gera það m.a. að verkum að ískristallar stækka og rýra gæði vörunnar.

Í klefa 2 er ástandið lítið skárra, mælingarnar ná yfir 14 daga og það myndast háir hitatoppar á hverjum degi.

Klefi 3 er að skila sínu og halda hitastiginu í -24°C til -26°C allan tímann. Þessi mæling sýnir að það er hægt að hafa sjórn á hitastiginu með réttri hönnun.

Klefi 4 er gamall spíralklefi sem er sjaldan opnaður og nær því að halda sér undir -24°C mestallan tímann.

skemmdu síður frumuveggina og að minna vökvatap yrði þar af leiðandi við þíðingu.

Mismunur á stærð ískristalla skýrir að hluta til muninn á hæg- og hrað-frysting, en það þarf meira til. Frumuveggirnir í vöðvum fiska eru mjög teygjanlegir og ráða vel við stóra kristalla án þess að skemmast verulega.

Megnið af vatninu í vöðvum fiska er bundið próteinum og því aðeins lítil hluti vatnsins, sem mundi losna ef frumuveggir skemmdust.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Lausfrystur steinbítur, greinilega eitthvað mikið að hér, því þessi mynd er tekin átta vikum eftir framleiðslu og hrímmyndun strax orðin mjög áberandi.

Hægfrysting veldur því engu að síður að gæði rýrna, en nú er talið að það sé mikið til vegna afmyndunar (denaturation) próteina. Breytingar eiga sér stað í hluta próteinanna af völdum frystingarinnar og þau missa sitt eðlilega form og afmyndast, vatnið losnar og er ekki lengur bundið próteinunum.

Það sem gerist er að þegar vatnið breytist í ískristalla þá eykst styrkur próteina og annarra uppleystra efna, svo sem ensíma, í ófrosnum hluta vatnsins og með auknum styrk eykst hraði afmyndunar próteinanna. En þegar hitastigið í fisknum lækkar þá hægir á þessu afmyndunarferli þannig að þessir tveir þættir vinna á móti hvor öðrum. Það er hærri styrkur meiri afmyndun, lægra hitastig minni afmyndun.

Sýnt hefur verið fram á að mesta virkni afmyndunar próteina hjá þorski er á bilinu -1 til -2°C .

Við hægfrystingu er fiskurinn í lengri tíma á þessu hitabili þar sem hraði afmyndunar próteina er mestur og nú

er talið að þetta sé ein meginskýringin á gæðamismun hæg- og hraðfrystingar.

En nú verður að hafa í huga að þykkur fiskur eða þykkar blokkir frjósa ekki jafn hratt í gegn.

Á yfirborðinu myndast smærri kristallar og tíminn til afmyndunar próteina er styttri en þegar nær dregur kjarna vörunnar. Þannig að þættirnir sem taldir eru hafa mest áhrif á gæði við frystingu eru síður en svo einsleitir frá yfirborði að kjarna vörunnar.

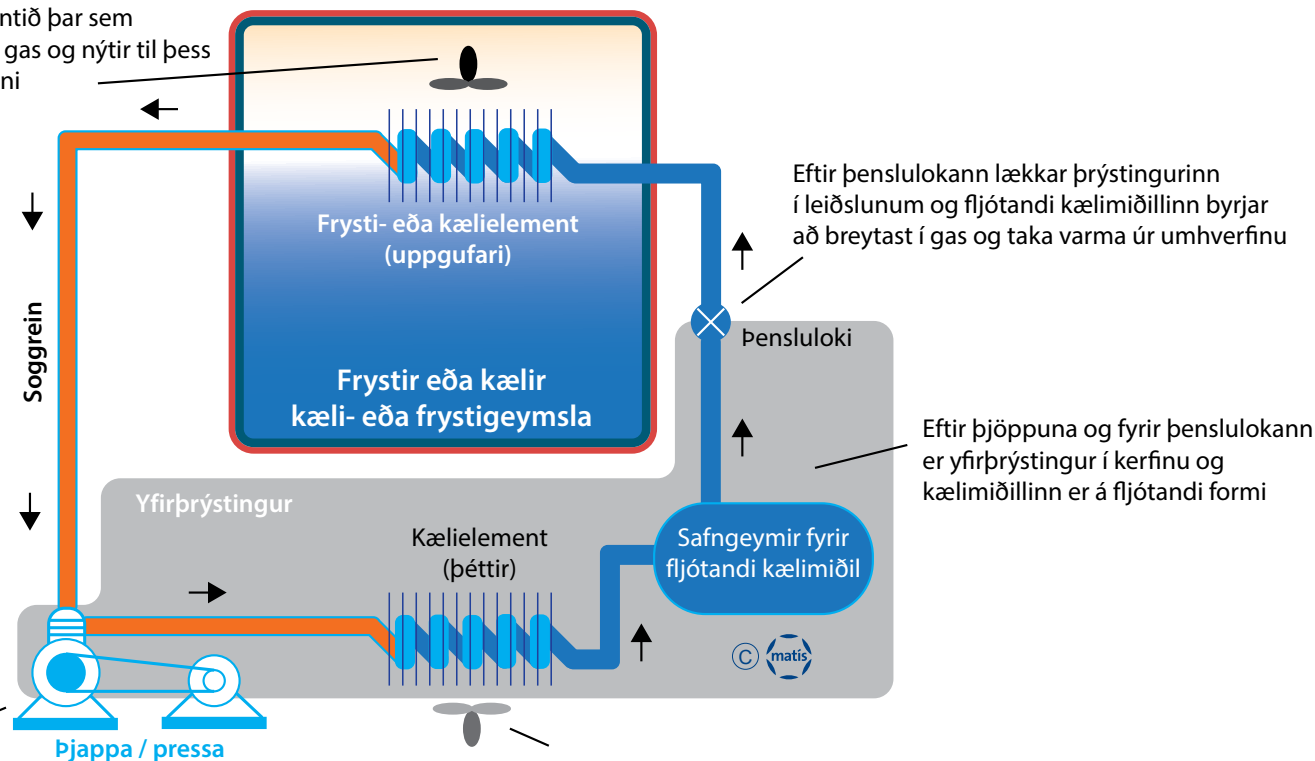
En aftur á móti tekur rétt um 1,5 klst í plötufrysti sem er með hitastig kæli-miðils um -35°C , að ná -20°C í miðju hefðbundinnar blokkar sem er $482 \times 254 \times 62,7$ mm (l x b x h), þannig að tími til gæðarýrnunar er afskaplega stuttur og áhrifin tæplega merkjanleg.

Heimild: Freezing and refrigerated storage in fisheries. FAO Fisheries Technical Paper. No. 340. Rome, FAO. 1994

Frystar og frystiaðferðir

Frystar verða að vera hannaðir til þess að koma vörunni í gegnum þessi þrjú stig: Kælingu niður að frostmarki - Frystingu - Lækkun hitastigs niður í geymsluhita eða neðar.

Viftan blæs lofti yfir frystielementið þar sem fljótandi kælimiðillinn breytist í gas og nýtir til þess varmann úr rýminu eða afurðinni



Kælimiðill streymir að pressunni þar sem þrýstingur er aukinn að nýju áður en gasið verður að fljótandi kælimiðli

Viftan blæs köldu lofti (hægt að nota sjó/vatn í stað lofts) yfir kælielementið (þéttinn) og kælimiðillinn þéttist og verður fljótandi vökvi og skilar varma út í umhverfið, áður en honum er safnað í safngeymi

Hér til hliðar er einföld skýringarmynd af nútíma frystikerfi, sem byggir á því að fljótandi kælimiðill er látinn gufa upp við lágan þrýsting í frystitæki (frystielement eða plötufrystir). Þegar kælimiðillinn breytist úr fljótandi fasa yfir í gasfasa þá flyst varmi úr afurðinni yfir í kælimiðilinn. Gasið er síðan þétt að nýju með því að auka þrýsting og kæla með lofti, vatni eða sjó. Þetta gerist allt í lokuðu kerfi.

Það eru til ýmsar útfærslur á frystitækjum og margar þeirra eru sérhannaðar fyrir ákveðnar vinnslur en í grunninn er virkni þeirra samkvæmt myndinni hér til hliðar.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Láréttur plötufrystir, hér er verið að slá frystar öskjur úr pönnu. Varan sem um ræðir á myndinni eru millilögð karfaflök.

Lengi vel voru einu frystitækin í íslenskum fiskvinnslufyrirtækjum láréttir plötufrystar enda hentuðu þeir einkar vel fyrir þær vörur sem mest var framleitt af, það er vörur frystar í pönnum af ýmsum stærðum og gerðum.

Lóðréttir plötufrystar eru ekki eins algengir en þá er einkum að finna um borð í frystiskipum til að frysta afskurð og

uppsjávartegundir, slíkir frystar finnast svo sem einnig í landi þar sem verið er t.d. að frysta afskurð eða dýrafóður.

En á níunda áratug síðustu aldar fóru að sjást lausfrystar í nokkrum frystihúsum og þá fóru framleiðendur aðeins að reyna fyrir sér með ýmsar lausfrystar afurðir. Formkökur mótaðar í „hamborgaravélum“ voru vinsælar til að byrja með, ýmis lausfryst flök og svo komu flakabitar af ýmsum stærðum og gerðum þegar framleiðendur náðu tökum á niðurskurði flaka.

Nokkuð var um að framleiðendur frystu afurðir í sérstökum frystiskápum með kröftugum blæstri, þessir skápar voru með ýmsum útfærslum og oftast en ekki heimasmiðaðir. Framleiðendur voru t.d. að frysta heilan humar, heila síld og ýmsar sérvörur í slíkum skápum.

Það hafa einnig verið til frystar hér á landi sem nýta fljótandi gastegundir svo sem köfnunarefni eða koltvísýring.

Algengt er að flokka frystitækin



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Lausfrystir með tveimur færíböndum, ófrosin varan fer inn á efrabandið og kemur síðan út á neðra bandinu sömu megin.

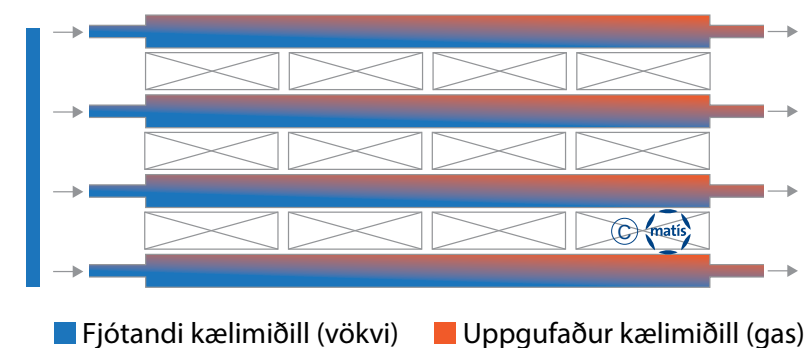
í snertifrysta, blástursfrysta og uppgufunarfrysta. Síðan eru til fjölbreyttar útfærslur innan hvers flokks.

- Snertifrystar eru hefðbundnir plötufrystar láréttir eða lóðréttir, færibandafrystar með böndum úr málm sem og tromlufrystar.
- Loft- eða blástursfrystar, með færíböndum eða hillukerfum.
- Uppgufunarfrystar þar sem varan fer í gegnum fljótandi gastegundir eins köfnunarefni eða koltvísýring.

Snertifrystar

Snertifrystar eru yfirleitt þannig byggðir að vörinni er komið fyrir á milli tveggja holra málmplatna sem eru fylltar með kælimiðli, einnig eru til snertifrystar þar sem varan er á kældu málmfæribaldi og stundum eru færíböndin tvö annað undir og hitt fyrir ofan.

Snerting við vöruna með þessum hætti tryggir góðan frystihraða og þá skiptir máli að vel sé pakkað og að ekki sé mikið loft í pakkningunum sem getur dregið verulega úr frystihraðanum. Hraði frystingar í þessum tækjum er einnig



Plötufrystir, þar sem fljótandi kælimiðillinn fjarlægir varma úr vörinni um leið og hann breytist í gas.

mjög undir þykkt pakkninga kominn og almennt er ekki farið mikið upp fyrir 60 mm í þykkt þó allt að 70 mm pakkningar þekkist.

Langoftast er vörinni komið fyrir í bökkum eða frystipönnum til að tryggja jafna lögun og þykkt, en ákveðnum þrýstingi er haldið á vörinni meðan á frystingu stendur til að koma í veg fyrir „koddalaga“ vöru sem staflast þá illa í geymslu og getur verið til vandræða við framhaldsvinnslu.

Þegar vatn frýs þá eykst rúmmálið um 9%, en þegar fiskur er frystur eykst rúmmálið aðeins minna eða um 6-7% og er það vegna þess að allt vatnið í



Ljósmynd: Skaginn hf

Röð af sjálfvirkum plötufrystum frá Skaganum hf.

matvælum nær ekki að breytast í ís og að í vörunni er oft loft í frumum eða inn á milli þeirra. Þessa breytingu á rúmmáli við frystingu þarf að hafa í huga þegar fryst er undir þrýstingi í plötufrystum.

Í snertifrystum er hægt að hafa stjórn á hitastigi kælimiðilsins en algengast er að miða við -40°C .

Í áratugi voru plötufrystar svo gott sem einu frystitækin í fiskvinnslufyrirtækjum á Íslandi. Það var fyrst á níunda ártug síðustu aldar sem lausfrystar fóru að sjást í frystihúsum landsins. Fram að þeim tíma voru nánast allar afurðirnar pönnufrystar og þar má fyrst nefna eina algengustu framleiðslusamsetningu síðustu aldar sem var 5 lb og blokk unnin úr helstu tegundum bolfiska. Einnig má nefna 7 lb flakablokkir í pergamentpappír fyrir USSR og ýmsar aðrar flakaafurðir millilagðar eða blokkfrystar.

Plötufrystar í sinni einföldustu mynd eru úr tveimur holum álplötum, sem kælivökvinn streymir um og breytist úr vökva í gufu um leið og varan á milli platnanna kólnar og frýs.

Vörunni sem frysta á er komið fyrir á málm- eða plastbakka (frystipönnu) á milli þeirra. Plötunum er þrýst saman með vökvabúnaði og haldið saman á meðan frysting fer fram til að fá sem nánasta snertingu kæliflatanna við vöruna.



Ljósmyndir: Ragnheiður Sveinþórsdóttir

Hausaður og slægður makrill frystur í lóðréttum plötufrysti.



Huga þarf vel að stærð að pakkninga, það er rúmmáli og þyngd og síðan í framhaldi af því hvert rúmmálið á pönnunni er því það má ekki reyna að troða meiru í pönnuna en pláss er fyrir. Mikilvægt er að stilla þrýstinginn rétt í tækjunum því ef þrýstingurinn verður of mikill þá geta flök skemmst, heilfrystur fiskur rifnað eins og t.d. viðkvæm hrognafull loðna og pönnur jafnvel bognað og brotnað þar sem fiskurinn þenst út við frýstingu og tekur meira pláss frosinn en ófrosinn.

Frystipönnurnar gegna því hlutverki að lögun vörunnar verður einsleit og stenst þau ytri mál (lengd x breidd x hæð) sem stefnt er að, auk þess að koma vörunni í og úr frystitækjunum.

Við notkun plötufrysta er mikilvægt að halda snertiflötum hreinum og fjarlægja klaka, hrím og óhreinindi því slíkt dregur úr afköstum tækjanna og getur valdið útlitsgalla á frystum afurðum. Nauðsynlegt er að þrifa pönnur eftir hverja notkun og gæta þess að pönnurnar beyglist ekki eða aflagist því varan fær sömu lögun og pannan, þetta er sérstaklega mikilvægt við blokkfrýstingu þar sem góð lögun skiptir notendur slíkra afurða mjög miklu máli.

Lóðréttir plötufrystar eru opnir að ofan og eru þeir eingöngu notaðir til frýstingar á vörum þar sem röðun skiptir litlu eða engu máli svo sem við heilfrýstingu á fiski, afskurði og fóðri.

Til eru nokkrar gerðir sjálfvirkra plötufrysta, þar sem sjálfvirkur búnaður



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Þorsporðar lagðir á lausfrystifæriband, í þessu tilviki er lagt á færiband úr plasti, en síðan tekur við færiband úr áli inn í frystinum.

flytur afurðirnar inn í frystana og losar þær síðan út að ákveðnum tíma liðnum.

Snertifæribandafrystar eru með færíbönd úr málm, stundum er þetta bara eitt band sem er nokkuð algengt í fiskiðnaði. Algengastir voru svokallaðir Torry – frystar og voru þeir með sléttu og nokkuð breiðu stálbandi, síðan byggði Skaginn hf á Akranesi frysta með sérhönnuðu álfæribaldi. Þessir frystar hafa verið mikið notaðir til að lausfrysta ýmsar sjávarafurðir. Þessir frystar eru í raun blanda af snertifrysti og blástursfrysti, því í báðum tilvikum er blásið köldu lofti yfir vöruna á ferð hennar í gegnum tækið.

Tromlufrystar taka lítið pláss og eru algengir til að frysta þunnt lag af vökva eða einhverju sem auðvelt er að smyrja á kalda tromlu og sömuleiðis að skafa af að frystingu lokinni. Frystir af þessum toga var reyndur um tíma hér á landi og víðar til að frysta þunn kolaflok, einnig var frystitromla höfð á undan sérhannaðri roðskurðarvél sem gat skorið roðið af

hálfrystum flökum. Þetta þótti gefa möguleika á að „djúproðfletta“ ufsa, það er að ná burtu dökka holdinu undir roðinu.

Loft- eða blástursfrystar

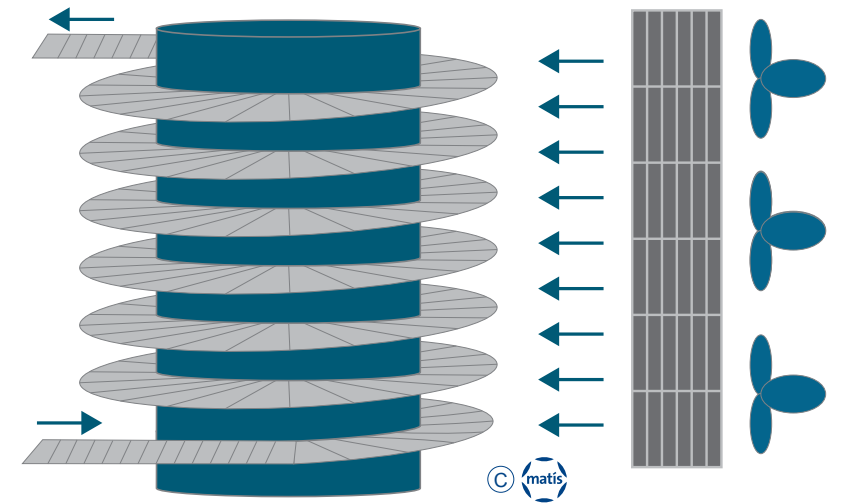
Helstu kostir blástursfrysta er að í mörgum þeirra er hægt að frysta mjög ólíkar afurðir, afurðir sem eru af mismunandi stærð og lögun og þess vegna henta margir blástursfrystar vel þar sem fjölbreytileiki afurða er mikill.

Mikilvægt er að hafa góða stjórn á blæstrinum því kyrrt loft er ekki sérlega afkastamikið þegar kemur að því að fjarlægja varma úr afurðunum. Einnig þarf að stýra loftblæstrinum þannig að jafnt sé blásið yfir vörunar og að frystihraðinn sé jafn alls staðar í tækinu, hvort sem um er að ræða frystiskápa eða færibandafrysta.

Oftast er miðað við að hitastig lofts í blástursfrystum sé á bilinu -35°C til -40°C .

Smíðaðir hafa verið ýmsar útfærslur af gangafrystum eða klefafrystum þar

sem vörum er rennt inn á vögnum eða rekkum. Slíkir frystar þurfa að sjálfsgöðu að vera afkastameiri en hefðbundnar frystigeyslur, enda má undir engum kringumstæðum hrúga ófrosinni vöru inn í frystigeyslur, slíkt veldur hægfrystingu í vörunni sem sett er inn og hitastigshækkun í vörunum sem fyrir eru í klefanum.



Lausfrystir þar sem frystibandið fer í spirál oft nefndir „gíro“frystar.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Lausfryst steinbítsflök, svona löng flök eiga það til að bogna í gírófrysti.

Blástursfrystar með rekkum eða hillum geta hentað vel fyrir stærri einingar sem þarf að frysta, lausfrystingu á heilum fiski eða afurðir sem búið er að setja í kassa eða öskjur og henta ekki til plötufrystingar.

Það eru til margar útfærslur af færibandafrystum sem oftast ganga undir nafninu lausfrystar hér á landi. Þetta geta verið frystar sem eru með láréttu bandi, einu eða fleirum, úr plasti eða málmneti. Varan getur farið fram og aftur í gegnum frystinn þar sem er öflugur blástur.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Þurrís er fast form koltvísýrings og er oft notaður til að viðhalda kælingu í lokuðum umbúðum. Yfirborðhitastig þurrís er -79°C , þurrísinn breytist beint úr föstu efni yfir í gas þannig að enginn vökvi myndast í umbúðunum, en það þarf að hafa það í huga að þurrísinn getur hæglega fryst yfirborðið.

Einnig eru til frystar þar sem sérstök færibönd fara í hring (spíral) í gegnum frysti með öflugum blæstri, þessháttar frystar geta verið mjög hentugir þar sem gólfpláss er takmarkað.

Þessi tæki eru að mestu hugsuð til að lausfrysta afurðir, spíralfrystar eru hentugir fyrir styttri flök og flakabita, en geta verið óhentugri fyrir lengri flök þar sem þau verða bogin, fyrir slíkar afurðir henta þeir frystar sem eru með bein færibönd mun betur.

Það þarf líka að hafa í huga netin sem eru í böndum þessara frysta því þau setja ákveðið mark á stykkinn eða flökin og það er ekki alltaf ásættanlegt fyrir kaupendur. Þunnkolaflokeðaformkökur fá stundum óásættanlegt útlit í frystum þar sem færiböndin eru mjög gróf.

Uppgufunarfrystar

Hér er um að ræða frysta þar sem notaðar eru gastegundir eins og köfnunarefni (N₂) og koltvísýringur (CO₂).

Algengasta útfærslan er að úða fljótandi

köfnunarefni (-196°C) yfir vöruna sem er á færiband, köfnunarefnið gufar upp og er sleppt út í andrúmsloftið, varan snöggkólnar og að þessari forkælingu lokinni er vörunni dýpt í fljótandi köfnunarefni á svipaðan hátt og gert er í vökvafrystum.

Þessi aðferð við frystingu getur hentað fyrir sérstakar og verðmætar vörur sem réttlæta kostnaðinn sem fylgir þessari frystiaðferð. Ef þessi aðferð er notuð til að fullfrysta vöruna þá þarf um 1-1,5 kg af köfnunarefni fyrir hvert kg af afurð.

Koltvísýringur er mun varasamara efni en köfnunarefni, og búnaður fyrir koltvísýringsfrysti er umtalsvert stærri og flóknari þannig að slík tæki nýtast því í raun ekki til framleiðslu frystra sjávarafurða, en aftur á móti þekkist það að setja þurrís sem er fast form koltvísýrings með sýnum sem ekki eru í frysti milli staða eða sem viðbótarkælimiðill í ferskfiskkassa.

Pökkun og íshúðun

Koma þarf í veg fyrir að varan verði fyrir hnjaski eða óhreinindum sem og skemmdum vegna þráa og þornunar. Umbúðir og pökkunaraðferðir gegna mikilvægu hlutverki hvað þetta varðar svo og meðferð og geymsla.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Hér eru myndir af þekktustu pakkningum í sögu frystra afurða á Íslandi „fimm pund & blokk“. Oft voru sagðar fréttir af stórum sölusigrum á Bandaríkjamarkaði eða afleitum verðum og vaxandi birgðasöfnun. Þá var gott til þess að vita að umbúðir og pökkun þessara afurða vörðu afurðirnar einstaklega vel.

Umbúðir skipta líka miklu máli þegar kemur að því að miðla upplýsingum um vörurnar og gera þær aðlaðandi fyrir neytendur. Aðferðir, efnisval og vélbúnaður til pökkunar er mjög fjölbreyttur og ekki möguleiki að taka það allt fyrir hér.

Frysting á pökkuðum afurðum getur tekið lengri tíma og er því ekki skynsamleg nema t.d. í láréttum plötufrystum þar sem varan þarf að standast ákveðin ytri mál.

Þekktasta varan sem þarf að standast stíft ytrimál er 16,5 lb blokkir, innihaldið getur



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Millilögð hauslaus og sporðskorin grálúða, mikilvægt er að plastarkirnar nái að hindra aðkomu súrefnis sem mest, því grálúðan er í hópi feitra fiska með um 13% fitu.

verið af ýmsum toga allt frá marningi og afskurði upp í flök af bestu gerð. Þessar blokkir eru frystar í sérstökum vax- eða plasthúðuðum öskjum sem eru settar í svokallaða blokkarramma og það er mikilvægt að þessar rammar séu í lagi því ef þeir eru skemmdir þá kemur sá útlitsgalli fram í vörunni. Það er trúlega engin vara sem er jafn stöðluð um allan

heim hvað varðar þyngd og ytri mál.

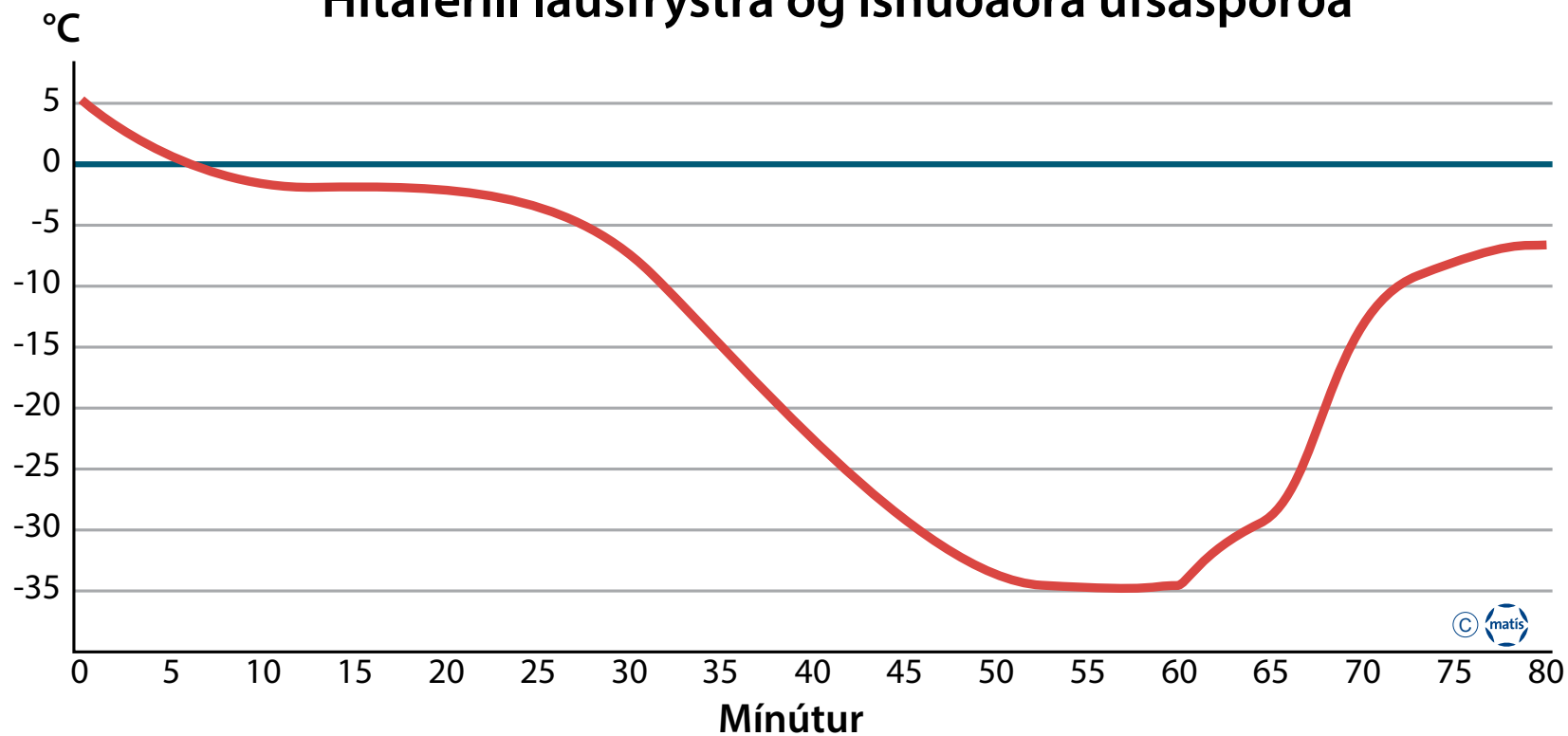
Sem dæmi má nefna millilögð flök í öskjum sem geta verið af mismunandi stærðum eftir því hver markaðurinn er, stundum er flökum og flakabitum vafið í svokölluð umslög sem aftur er raðað í öskju samanber 5 lb fyrir USA markaðinn eða 2 kg fyrir Evrópu.

Þrátt fyrir þökkun í öskjur getur átt sé stað þornun ef hitastig í frystigeyslum fær að sveiflast um of, því er góð hitastýring í frystiklefum ekki síður mikilvæg en góðar umbúðir.

Til að koma í veg fyrir þránun í geymslu þá þurfa umbúðirnar að vera ógegn-dræpar fyrir súrefni og liggja þétt að fiskinum þannig að engir loftpollar séu til staðar. Vörum sem eru viðkvæmar fyrir þranum gæti verið skynsamlegt að pakka í lofttæmdar umbúðir fyrir frystingu.

Það finnst varla betri umbúðir til að vernda frystar sjávarafurðir en frosið vatn eða íshúð og ef vel er staðið að verki

Hitaferill lausfrystra og íshúðaðra ufsasporða



Myndin hér fyrir ofan sýnir hvernig hitastigið breytist í ufsasporðum, það tekur um 5-10 mínútur að koma þeim í gegnum kælingu áður en myndun ískristalla hefst.

Samkvæmt þessari mynd þá tekur það 10-20 mínútur að fara í gegnum frystinguna þar sem megnið af vatninu breytist í ískristalla.

Það tekur síðan um 20 mínútur að ná hitastigi frystitækisins það er -35°C .

Við íshúðun hækkar hitastigið strax um nokkrar gráður og 10-15 mínútum síðar áður en pakkningin fer í frystigeyslu er hitastigið komið í -7°C .

Það skal engan undra að mælingar í frystigeyslunni sýndu miklar sveiflur og alltof hátt hitastig á meðan á vinnslu stóð. (myndin er unnin upp úr nokkrum mælingum).

Þá má alveg halda því fram að íshúð sé hagkvæmasta og besta leiðin til að koma í veg fyrir þornun og skemmdir í geymslu.

Eins og áður nefndi þá kemur góð íshúð í veg fyrir þornun og aðgengi súrefnis að vörunni og þar með þránun. Íshúðun er ekki bara fyrir lausfrystar afurðir, lengi vel hefur það verið í vinnsluleiðbeiningum fyrir heilfrystan hausaðan karfa og fleiri

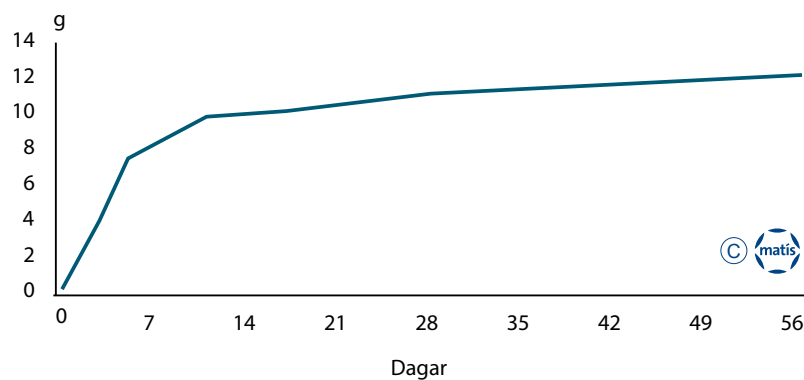


Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Glansandi fínir nýishúðaðir ufsasporðar.

tegundir að opna öskjuna eftir frystingu og hella vatni yfir, þessi aðferð verndar fiskinn fyrir þornun og þránun.

Það þekkist tæplega að nokkur framleiði lausfryst flök eða fiskbita án þess að íshúða þá fyrir þökkun hvort sem um er að ræða neytendavöru eða stórpakkningar. Það getur þó verið nauðsynlegt að sleppa íshúð ef t.d. á að setja deig og brauðrasp utan á



Dæmi um hvernig íshúð rýrnar, en hér var um að ræða lausfrysta og íshúðaða flakabita, í lokuðum plastpoka ofan í lokuðum pappakassa. Hitastig geymslunnar sveiflaðist frá -24°C og upp í -15°C nánast hvern dag. Slíkar sveiflur valda því að íshúðin hverfur hratt og örugglega sem sést á snjó eða hrími í umbúðum. Þegar íshúðin er uppurin þá myndast frostbruni á yfirborði flakabitanna.



Ljósmynd: Myndasafn Mátís

Hrím myndast ótrúlega hratt ef hitasveiflur eru tíðar í geymslu.

fiskstykkin, íshúð undir deiginu veldur því að deigið springur frá þegar varan fer ofan í heita djúpsteikingarolíu. Ef ekki er íshúðað er geymslutími vörunnar verulega takmarkaður.

Íshúð er komið á vöruna með því að úða eða dýfa frosnum fiskinum í vatn og algengast er að gera þetta á færibandi þar sem hægt er að stýra tíma og vatnshita, en þau atriði ásamt kjarnhita vörunnar, stærð hennar og lögun eru þeir þættir sem skipta mestu máli.

Mikilvægt er að fylgjast vel með hversu mikil íshúð myndast utan á fiskinum því taka verður tillit til hennar þegar vigtað er í pakkningar. Íshúðin er og verður ekki hluti af vörunni, ef markmiðið er að framleiða góða vöru þá er betra að íshúða meira frekar en minna og taka fullt tillit til þess við pökkun.

Við íshúðun hækkar kjarnhiti

fiskbitanna umtalsvert og því er í raun nauðsynlegt að hafa eftirfrysti til að skerpa á frostinu áður en varan er sett í stóru magni inn í frystigeymslu. Þetta er gert í lausfrystingu á skelfiski svo sem rækju þar sem skerpt er á frostinu með eftirfrysti að lokinni íshúðun.

Ending íshúðar á vörunni er mjög háð geymsluskilyrðum og er fljót að tapast ef hitastig sveiflast mjög mikið, því getur reynst skynsamlegt að fylgjast vel með slíkum afurðum og enduríshúða ef kostur er á slíku.

Geymsla og flutningur

Þó vænta megi að lækkað hitastig og frysting varðveiti gæði afurða árum saman, þá er það ekki svo því skemmdarferlar stöðvast ekki þó hægi verulega á þeim. Mjög mikilvægt er að þekkja og skilja ferla sem rýra gæði frystra afurða í frystigeymslu.



Í fyrsta lagi verður að hafa í huga að frysting bætir ekki gæði nokkurrar vöru, frystingin getur í mesta lagi varðveitt gæðin í töluverðan tíma.

Það er engin ein regla sem segir til um geymsluþol frystra afurða, frystihraði hefur áhrif, tegund hráefnis, gerð afurðar, pökkun og síðast en ekki síst hitastig í geymslu og flutningi.

Það hægir verulega á flestum eðlis- og efnabreytingum þegar hitastig er lækkað, en þessar breytingar stöðvast ekki við þau hitastig sem notast er við í hefðbundinni frystikeðju. Gæðarýrnun í frystigeymslu er hægur, samfelldur,

uppsafnaður og óafturkræfur ferill.

Hitastig í frystigeymslu skiptir miklu máli þegar stöðugleiki vöru er annars vegar og það er nauðsynlegt að vera á skynsamlegu nótunum hvað það varðar. Vara sem getur geymst í marga mánuði við -25°C getur glatað gæðum sínum á örfáum dögum við -10°C .

Mikilvægteraðhafa í huga að hitasveiflur í frystigeymslum eru einn verstí óvinur gæðavöru.

Veikasti hlekkurinn í keðju frystra afurða er öll meðhöndlun, skammtímageymslur, flutningar og síðan má búast við ýmsu í smásöluverslunum.

Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Frystivara geymist ekki endalaust, þó vandað sé til verka á öllum stigum. En vönduð vinnubrögð og góðar geymslur geta skilað góðri vöru á borð neytenda mörgum mánuðum eftir vinnslu.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Löndun á sjófrystum afurðum í sól og blíðu.

Það sést oft í framleiðslufyrirtækjum að verið er að safna vörum í langan tíma á bretti fyrir utan frystiklefana áður en gengið er frá brettunum og þeim komið í frystigeymslu. Slíkar aðfarir auka mjög á hitasveiflur í vörunni sem er verið að koma fyrir á brettum og í frystiklefanum þegar þær komast loksins á sinn stað.

En þar með er áhrifum þessara vinnubragða ekki lokið því of heitar vörur sem koma inn í klefann hafa áhrif á hitastigið í klfanum öllum og þar með á allar vöurnar sem voru þar fyrir. Þegar þetta gerist mörgum sinnum á dag alla daga vikunnar þá eru hitasveiflurnar í klfunum orðnar æði margar og gæðarárnunin í geymslunni orðin töluverð strax hjá framleiðanda vegna lélegrar skipulagningar og hönnunar vinnsluferla.

Það má ekki gleymast að vara sem er illa fryst þegar hún fer inn í klefa getur hæglega skapað mikla hættu. Þetta á sérstaklega við um pönnufrysta eða blokkfrysta vöru sem á að bera uppi töluverðan þunga þegar henni er staflað upp. Ef varan er ekki nægjanlega frosin þá geta blokkirnar aflagast og heilu brettastæðurnar hrunið með alvarlegum afleiðingum.

Til þess að tryggja gæði þá er nauðsynlegt að fylgjast með hitastigi í allri keðjunni frá framleiðanda til neytenda.

Evrópskar og alþjóðlegar reglur setja -18°C sem hæsta hitastig í geymslu og dreifingu, jafnvel þó margar rannsóknir hafi sýnt fram á að gæðarárnun eigi sér stað við þetta hitastig. Þetta viðmiðunarhitastig verður að vera stöðugt alls staðar í vörunni og líka á yfirborði hennar.

Venjulega er þó miðað við lægra hitastig í frystigeymslum og flestir hafa a.m.k. -25°C sem viðmið og jafnvel -30°C , en þegar miðað er við -18°C þá er verið að veiga og meta hagkvæmni (kostnað) og geymsluþol saman. Þó miðað sé við eitt ákveðið hitastig þá getur geymsluþol frystra afurða verið mjög breytilegt eftir því hvaða vara á í hlut.

Gæðabreytingar í geymslu verða fyrst og fremst vegna efnahvarfa sem hafa áhrif á bragð, áferð, útlit, lit og næringarefni. Síðan eru það ýmsir þættir sem tengjast vatninu í vörunni, það er



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Millilögð ufsaflök, þessi frágangur í öskjunni býður upp á tjón og kvartanir kaupenda, enda er frostbruni greinilega kominn fram. Þessi mynd er tekin aðeins um mánuði eftir að varan var fryst, svo gallinn er fljótur að koma fram ef ekki eru stunduð vönduð vinnubrögð og þess gætt að plastfilman umlyki fiskinn.

alltaf einhver tilfærsla á vatninu vegna þess að gufuþrýstingur er breytilegur. Vatnið gufar upp og vatnsinnihald vöru minnkar eða það eiga sér stað breytingar á ískristöllum. Þessi tilfærsla á vatninu er mjög háð hitastigi og á sér reyndar stað við hvaða geymsluhitastig sem er,

en lægra hitastig og litlar sem engar hitasveiflur tryggja betri gæði.

Í frystigeymslu þornar yfirborð vöru ef ekki er gætt að umbúðum og komið er í veg fyrir síendurteknar hitasveiflur. Mjög algengt er að vara þorni þrátt fyrir að vera innilokuð í plastpokum, rakinn sem varan missir sést greinilega sem hrím í pokunum og þessi raki á sér enga endurkomuleið inn í vöruna, þannig að innihaldið getur verið orðið léttara en merkt er á umbúðirnar eftir nokkurn tíma frá framleiðslu.

Yfirborðspornun fisks í geymslu getur verið mjög greinileg og gengur þá undir nafninu frostbruni, samfara þornuninni er hætta á aukinni þránun og litabreytingum.

Mikilvægt er að huga vel að umbúðavali og pökkunaraðferðum þegar verið er að framleiða sjávarafurðir sem eiga að geymast lengi og ferðast um langan veg á markað. Nauðsynlegt er að plastfilmurnar liggi sem þéttast að vörunni og sem minnst loft komist að



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Lausfrost karfaflök í „tröllakassa“, þessi mynd er tekin u.þ.b. átta vikum eftir framleiðslu, og greinilegt að hér hefur ýmislegt farið úrskeiðið, í fyrsta lagi eru flökin meira og minna frosin saman, sem þýðir væntanlega að flökin hafa tæplega getað talist frosin þegar þeim var pakkað. Í öðru lagi er hrímmyndun mikil sem bendir til mikilla og tíðra hitasveiflna í geymslu.

vörunni, það hefur reynst vel að íshúða afurðir með 5-10% íshúð, það eru góðar og ódýrar umbúðir ef vel er að verki staðið.

Þó mikil áhersla sé lögð á hraðfyrstingu til þessað hafa ískristallana sem minnsta, er hætta á að sú viðleitni dugi skammt ef ekki er hugað að því að geyma frysta

vöru við bestu aðstæður. Ískristallarnir inni í vörunni geta tekið breytingum í geymslunni og þeir stækka t.d. ef hitasveiflur eru miklar og eftir því sem hærra hitastig er í geymslum þeim mun stærri verða kristallarnir.

Ef kristallarnir ná að verða það stórir að þeir skemmi frumuveggi þá eru meiri líkur á efnabreytingum eins og þránun og afmyndun próteina. Afmyndun próteina veldur því að varan tapar vatni við þíðingu (drip).

Mjög margar efnafræðilegar breytingar geta átt sé stað í vefjum dýra, jafnvel í dauðum frumum. Við frystingu stöðvast flest þessi efnahvörf en sum halda áfram á minni hraða þó.

Það getur verið erfitt að henda reiður á hvað gerist nákvæmlega við hitastig undir -18°C og á geymslutíma sem getur varað í allt að tvö ár. Það er því erfitt að setja upp tilraunir og mælingar á því sem gerist því áhrifabreytur geta verið óhemjumargar.

Ýmsar efnabreytingar eru sérstaklega erfiðar varðandi gæði vöru í frysti, fitan í matnum getur þránað, próteinin afmyndast, næringarefni glatast, sem sagt áhrifin geta verið mikil og óafturkræf á gæðum og næringarefnum vörunnar.

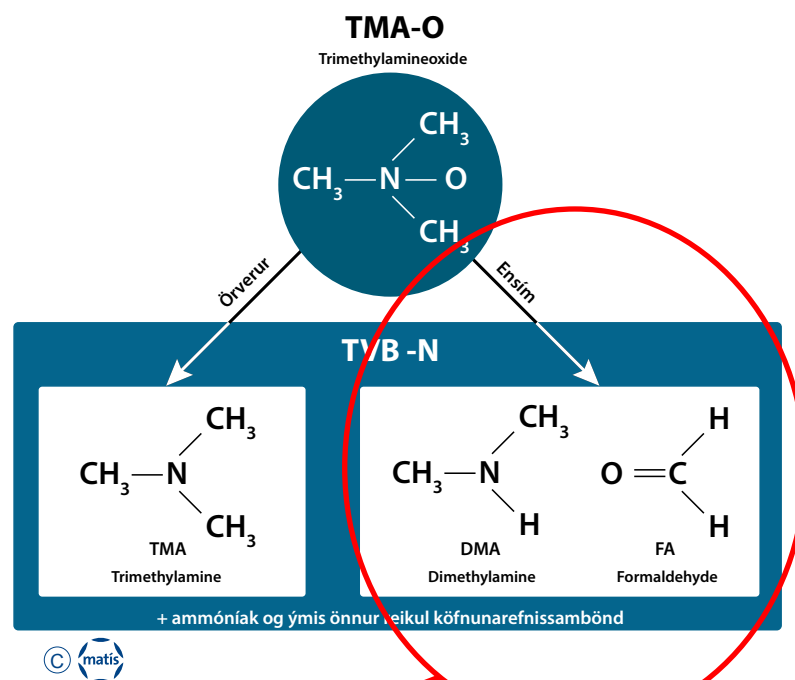
Þránun fitu er sennilega áhrifamesta efnahvarfið varðandi gæðarýrnun í frystigeymslu, bæði getur aðgengi súrefnis verið meginorsökin en einnig virkni ensíma. Sjávarfang inniheldur fjölómattaðar fitusýrur sem eru sérstaklega viðkvæmar fyrir þránun, það er t.d. talað um að feitir fiskar geti einungis geymst í 4-6 mánuði við -18°C og í 10-16 mánuði við -24°C meðan fituminni fiskar geti hæglega geymst í 7-12 mánuði við -18°C og í 16 - 24 mánuði við -24°C.

Afmyndun próteina er eitt af vandamálum við geymslu sjávarafurða, því þegar próteinin afmyndast missa þau vatnsbindieiginleika sem leiðir til þess að meira drip myndast við þíðingu.

Efnið TMA-O (trímetylamínoxíð) finnst í holdi sjávarfiska og í kældum fiski brotnar það niður af völdum örvera með myndun TMA (trímetylamín) og er efnið áberandi þáttur í skemmdarferli fisks við geymslu. Þegar fiskur er geymdur frosinn verður engin eða mjög lítil uppsöfnun á TMA vegna niðurbrots TMA-O. Í frosti er TMA-O hins vegar brotið niður í DMA (dimethylamine) og FA (formaldehyd).

Formaldehyð (FA) getur auðveldlega bundist við mörg próteinsambönd í fiskvöðvanum. Þannig orsakar formaldehyð krosstengingu milli próteinsambanda og dregur úr vatnsheldni próteinanna. Þessi áhrif formaldehyðs á próteinin er ein ástæða þess að fiskvöðvi, sem hefur verið frystur, er stífari og þurrari heldur en ófrosinn vöðvi.

Örverur geta verið til staðar í frystum sjávarafurðum og það má ekki líta á frystingu sem leið til að eyða örverum þar sem margar þeirra lifa af frystinguna



Þetta er m.a. það sem gerist í frystigeymslunni.



Ljósmynd: Sigurjón Arason

Þó þetta sé mynd úr erlendum klefa þá er það ekki þar með sagt að svona hafi aldrei sést hér á landi í gegnum árin, en gera má ráð fyrir að svona ástand í frystiklefa hér á landi sé liðin tíð - eða hvað?

þó starfsemi og fjölgun þeirra stöðvist. Við -18°C vaxa engar örverur og þeim getur fækkað við ákveðin geymsluskilyrði, miklar hitastigssveiflur stækka ískristalla og geta rifið frumuhimnur, en það sem skiptir máli er að stunda þannig framleiðsluhætti að sem færstar örverur séu til staðar í afurðunum.

Erfitt hefur reynst að segja nákvæmlega til um hvert geymsluþol tiltekinna sjávarafurða er, það eru svo margar breytur sem geta haft áhrif eins og hitastig í geymslu, tegund og gæði hráefnisins þegar fryst var, vinnsluferli hráefnisins og umbúðir.

Það er samt nauðsynlegt að hafa einhver viðmið og hafa verið gerðar ýmsar tilraunir í þá veru þó enginn alsannleikur hafi komið fram um hversu lengi einstakar vörur geta geymst í frysti.

Venjulega eru notuð við viðmið sem byggja á reynslu þar sem komist hefur verið að því að tiltekin vara sé af ásættanlegum gæðum eftir tiltekinn



Ljósmynd: Þorgrímur Kjartansson

Það þarf litlu að bæta við þessa mynd úr nýjum frystiklefa HB-Granda hf, öðru en að segja: „Svona á að gera þetta“.

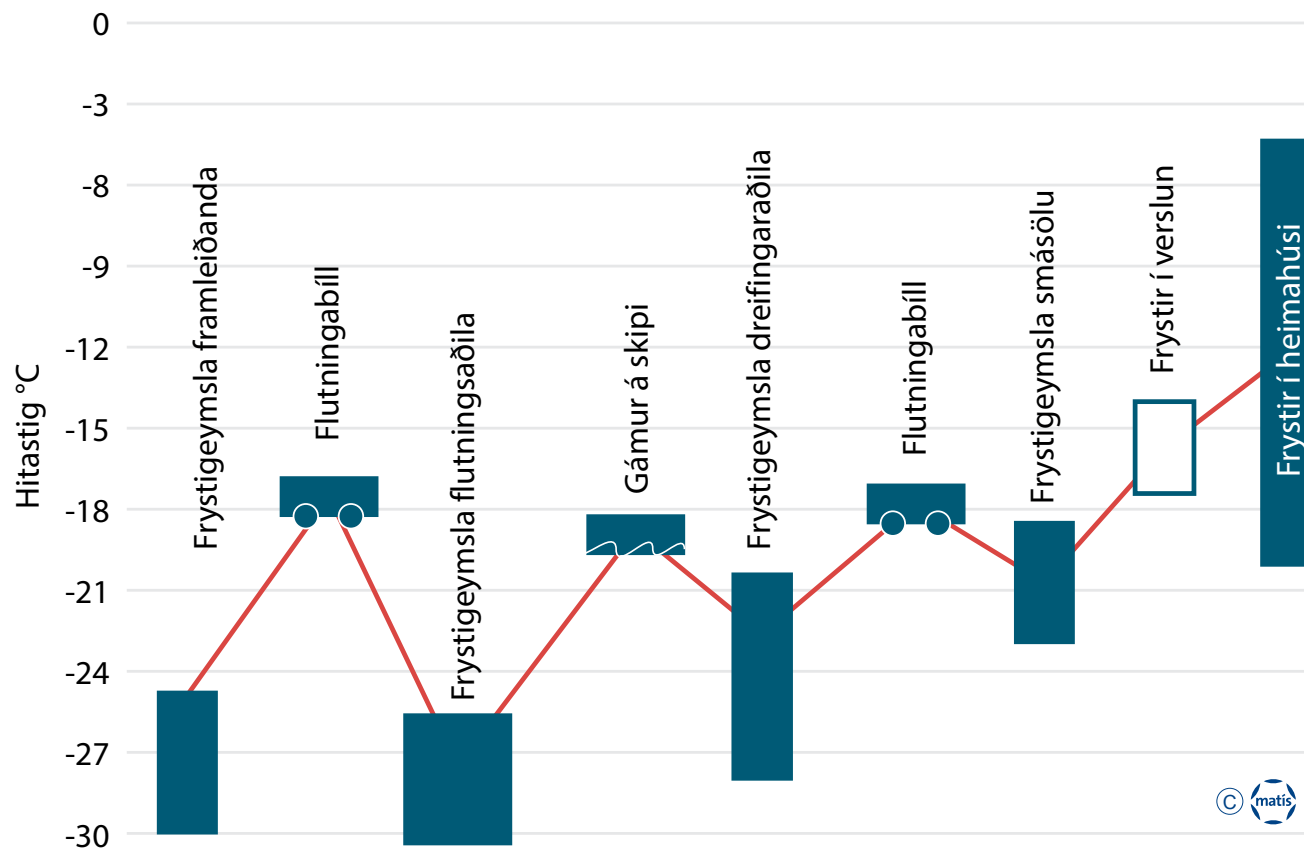
tíma við tiltekið geymsluhitastig.

Feitir fiskar, síld eða lax geymast ekki eins vel og magrari tegundir eins og þorskur. Reyktur fiskur geymist t.d. ekki eins vel og óreyktur við sambærilegar aðstæður. Sumar flatfisktegundir geymast tiltölulega lengi. Heill fiskur geymist betur en flök og flök geymast lengur en marningur. Almenn geymist skelfiskur skemur en heill fiskur.

Það er útilokað að gefa út algilda töflu um geymsluþol allra tegunda og mismunandi afurða, en það eru samt til ýmsar leiðbeinandi upplýsingar sem gott getur verið að styðjast við ef engar áreiðanlegri upplýsingar eru til staðar.

Val á geymsluhitastigi er háð afurðinni og á að taka mið af hámarksgeymslu-tíma, reglugerðum og almennum vinnureglum.

Geymslur geyma sjaldan eina tegund afurðar og því þarf að miða geymslu-aðstæður við viðkvæmustu afurðina í geymslunni. T.d. þarf oft að geyma



Þessi mynd sýnir ímyndaða leið vöru á markað, það geta verið færri eða fleiri milliliðir í keðjunni, en það sem þarf að hafa í huga er að það eru ekki allir að vinna með sama hitastig. Á umbúðum stendur yfirleitt að hámarkshiti sé -18°C og það er það hitastig sem ýmsir hlekkir í keðjunni miða við. Umhverfishiti frystivöru getur verið að sveiflast frá -30°C og upp í lélegan frysti í heimahúsi sem nær kannski að halda -8 til -10°C.

Það gefur auga leið að fyrsta flokks vara nær ekki að vera fyrsta flokks vara alla leið á diskinn ef ekki er vandað til verka á öllum stigum og bestu hugsanlegu aðstæður séu tryggðar hjá öllum hlekkjum keðjunnar. Glötuð gæði frystivöru er ekki hægt að endurheimta.

vertíðarafurð í allt að 12 mánuði og feitur fiskur þarf að geymast við -30°C og þá er nauðsynlegt að miða við það hitastig.

Fiskur er yfirleitt ekki geymdur í einni geymslu allan tímann, hann er fluttur frá einum stað á annan. Gæðabreytingar sem verða á líftímanum safnast saman, þannig að ef vara verður fyrir gæðarýrnun á einu stigi þá verður það ekki lagað á því næsta. Þess vegna er

svo mikilvægt að þekkja alla geymslu- og flutningssögu vörunnar frekar en ástand einstakra geymslna á líftíma afurðarinnar.

Allnokkrar mælingar hafa verið gerðar á hitastigi vöru í gegnum flutningskeðjuna og þar hafa komið í ljós miklar sveiflur á hita þó vara sé aðeins skamma stund utan frystigeymslna. Reynt hefur verið að þróa kerfi sem getur tryggt raunupplýsingar um hitastig vöru í gegnum alla keðjuna, en ekki hefur tekist að búa til nægjanlega áreiðanlegt eða ódýrt kerfi.

Besta og ódýrasta leiðin í framleiðslu gæðaaafurða er að tryggja fræðslu og menntun þeirra sem starfa við framleiðslu, meðferð og flutning matvæla, þannig má örugglega koma í veg fyrir mörg kostnaðarsöm mistök.

Þíðing

Eins og komið hefur fram þá er frystingin afbragðs góð aðferð til að varðveita gæði afurða í marga mánuði, jafnvel örfá ár ef öllum þáttum keðjunnar er stjórnað eins og best verður á kosið. En eftir frystingu og frystigeyslu kemur þíðingin og hún er ekki síður mikilvæg.



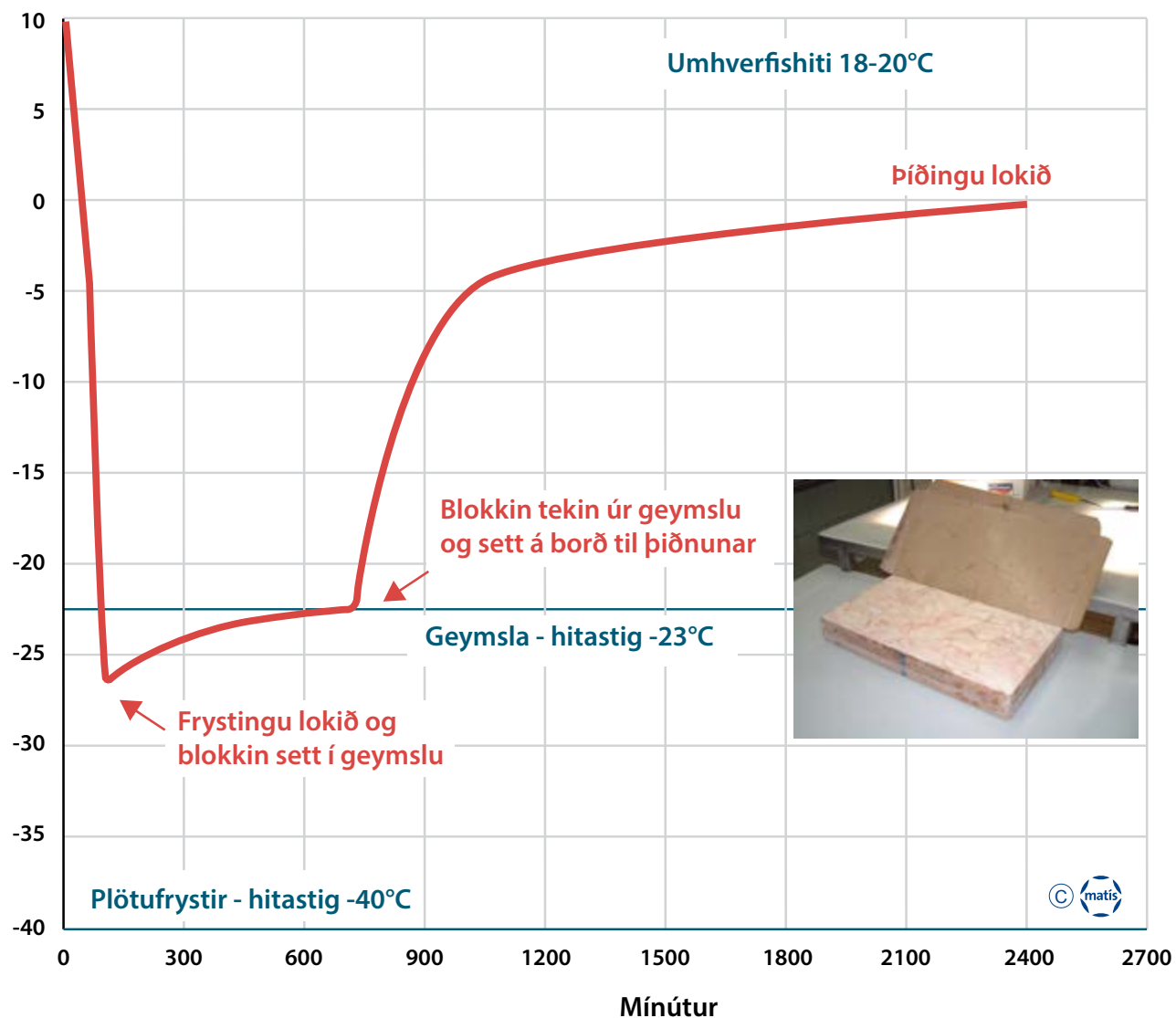
Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Þíðing á sjófrystum millilögðum ufsaflökum, hér er þítt upp í rennandi vatni sem haldið er við um 18°C.

Það hefur verið sýnt fram á að þíðingin sem slík þarf ekki að valda gæðarýrnun heldur skiptir ástand fisksins við veiði og meðferð hans fyrir frystingu mun meira máli.

Í smærri vinnslum, veitingahúsum eða heimilum er í sjálfu sér ekki flókið að þíða frystar afurðir, en þegar kemur að því að þíða frystar afurðir í tonnávís á stuttum tíma flækist málið og nauðsynlegt er að velja hentuga aðferð, sem hægt er að hafa örugga stjórn á.

Þíðing er andhverfa frystingar en er mun viðkvæmara ferli og tekur lengri tíma.



Myndin hér fyrir ofan sýnir fyrst og fremst hvað það tekur stuttan tíma að frysta annars vegar og langan tíma að þíða hins vegar. Frysting á 16,5 lb blokk tekur um 100 mín. meðan það tekur rúman sólarhring að þíða blokkina á borði við 18-20°C umhverfishita, þessi mikli tímamunur á sér þá skýringu að varmaleiðni frosins fiskes er 3-4 sinnum meiri en fersks fiskholds.

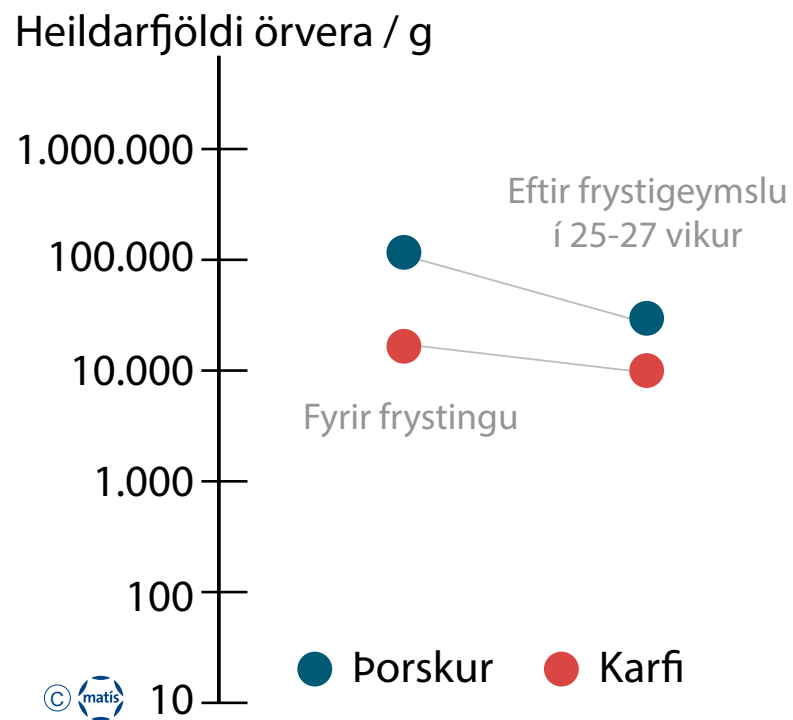
Ástæðan er sú að varmaleiðni ófrosins fiskholds er 25-35% af varmaleiðni frosins fiskholds eða með öðrum orðum að þegar yfirborðið þiðnar þá er orkuflutningur hægari inn í fiskinn en þegar fiskur er frystur, sem gerir það að verkum að þiðing krefst lengri tíma en frysting.

Það má ekki reyna að hraða þiðnuninni með því að hækka hitastig vatns eða lofts um of því þá er hættu á að ysti hluti vörunnar ofhitni og soðni. Eins og áður hefur komið fram þá eru þær örverur sem voru til staðar þegar fryst var flestar þar enn og tilbúnar til að taka upp skemmdarþráðinn þar sem frá var horfið um leið og hitastigið í vörunni hækkar.

Þiðnun má í raun skipta í tvö jafnvel þrjú skref svipað og frystingu, en þiðnun er nánast eins og öfugur frystiferill nema hvað þiðnunin tekur umtalsvert lengri tíma.

Þiðnunin hefst með því að hækka hitastigið upp að því hitastigi sem losar um frostið í vörunni það er á bilinu -7°C til -2°C, þegar þessu marki er ná er talað um hálfþiðnun eða „temprun“.

Það tekur dágóða stund að komast í gegnum þetta hitastigsbil þar sem öllum ískristöllum er breytt í vökva að nýju og þegar um það bil -1°C er náð má segja að þiðingu sé lokið. Ef uppþiðingin er



Í tilraun sem framkvæmd var hjá Rannsóknastofnun fiskiðnaðrins 1991, (30. Rit), kom fram að ekki er marktækur munur á heildarfjölda örvera í ferskum ófrystum flökum og flökum sem fryst voru og geymd í frysti í 25-27 vikur áður en þau voru þídd upp.

ekki stöðvuð á þessum tímapunkti þá heldur fiskurinn áfram að hitna, sem er alls ekki skynsamlegt að láta gerast, því þá geta ýmsir skemmdarferlar farið á fulla ferð svo sem efnabreytingar og örveruvöxtur.

Ef þítt er við hátt hitastig (18-20°C) þá er hættu á að efnahvörf og örveruvöxtur nái sér á strik, en ef þítt er upp við mjög lágt hitastig (0-4°C) þá tekur það langan tíma og einhver stækkun ískristalla getur átt sér stað og valdið því að frumhimnur rofni og drip aukist í kjölfarið.

Það getur skipt mál hvort fryst er fyrir eða eftir dauðastirðnun, ef fryst er fyrir dauðastirðnun þá skiptir aftur máli hversu langt er um liðið síðan varan var fryst.

Flök fryst fyrir dauðastirðnun eru um 8-10 vikur að fara í gegnum það ferli í frystigeymslu og ef ætlunin er að þíða fiskinn upp áður en sá tími er liðinn þá er betra að þíða hægt og rólega upp í kæli, meðan dauðastirðnunarferlið gengur yfir.

Ef dauðastirðnunin er að baki þá er mælt með því að koma vörunni hratt og örugglega í gegnum þiðnun við hitastig á bilinu 15-20°C.

Hér á landi er algengast að þíða upp í rennandi vatni ef um eitthvað magn er að ræða, enda tiltölulega auðvelt að koma hentugum búnaði fyrir sem nokkuð auðvelt er að stýra.

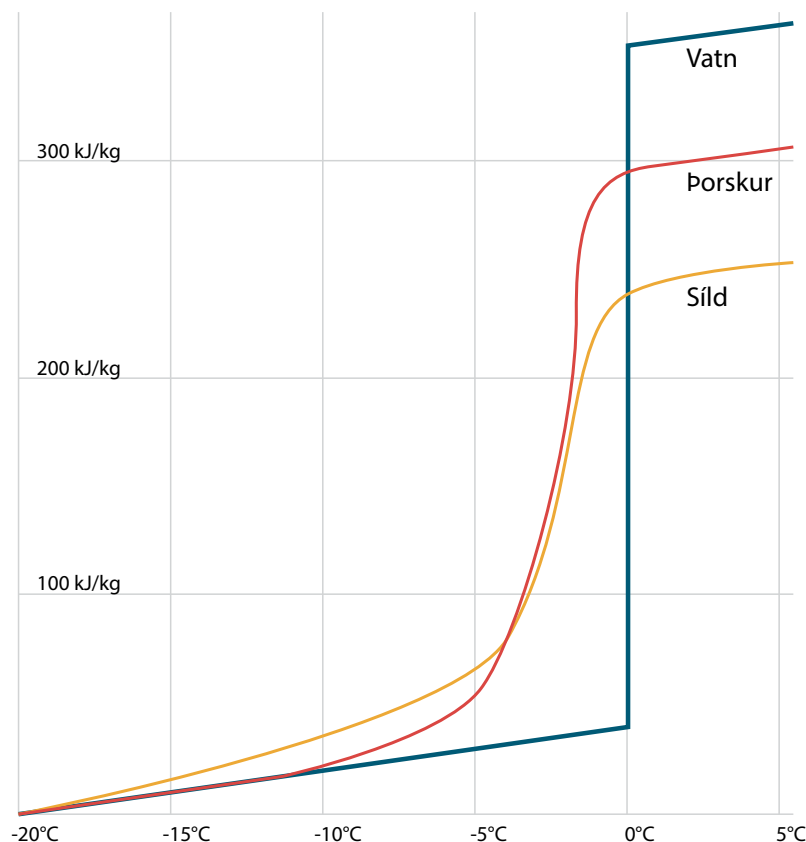


Ljósmynd: Gústi Production ehf

Myndin hér fyrir ofan sýnar hvað flak getur styttst mikið þegar hryggurinn heldur ekki lengur við. Ef flakað er fyrir dauðastirðnun og flakið fryst strax þá kemur frostið í veg fyrir að flakið styttist, en ef það er þítt upp strax aftur fer dauðastirðnunin af stað að nýju og flakið dregist saman og áferðin verður þétt og gúmmíkennd.

En ef beðið er með upppíðingu í 8-10 vikur eftir frystingu þá hefur dauðastirðnunin gengið yfir án þess að flakið hafi styttst eða það styttist við upppíðingu.

Aftur á móti ef þörf er á að þíða upp flak sem á eftir að ljúka við dauðastirðnun þá hefur reynst best að þíða þau hægt upp í kæli (2-4°C).



Til þess að þíða tiltekið magn af fiski þarf að koma ákveðnu magni af orku inn í kerfið óháð þeirri aðferð sem notuð er. Til dæmis þarf um það bil 300 kJ af varma til að þíða að fullu 1 kg af þorski sem var geymdur í -20°C frosti. Fitumeiri fiskur eins og t.d. síld þarf minni varma eða um 240 kJ til að þíða 15% feita síld sem var í -20°C geymslu.

En það eru ýmsar aðrar útfærslur til sem allar hafa sína kosti og galla. Nefna má þiðnun í kyrru lofti, með loftblæstri, í vatni, við undirþrýsting og raka, með rafmagni og með örbylgjum.

Síðustu þrjár aðferðirnar eru flóknar og dýrar og ekki vitað til þess að þær hafi nokkuð verið reyndar í framleiðslu hér á landi.

Þegar velja skal aðferð þá þarf að hafa nokkur atriði í huga og má þar t.d. nefna:

- Afköst
- Hvort ferillinn á að vera í lotum eða samfelldur
- Gerð vöru, feitur fiskur eða magur fiskur, heill fiskur eða flök
- Er verið að tempra eða þíða að fullu
- Pláss, fjárfesting, vinnuafloppur, orka, rekstrarkostnaður
- Þrif
- Möguleikar fyrir ólíkar vörur

Þegar þiðing er framkvæmd í kyrru lofti þá þarf mikið rými og hætta er

á að yfirborð vöru þorni. Hitastig í umhverfinu þarf að vera á bilinu 15-20°C. Þessi aðferð er ekki bara plássfrek og vinnuafloppur heldur tekur hún langan tíma. Aðferðin getur hentað fyrir heimili, veitingahús og smærri vinnslur, sem dæmi þá tekur það 10 cm þykka pakkningu af heilum þorski um 20 klst að þiðna við þessar aðstæður.

Þiðing með loftblæstri er aðferð sem gæti verið heppileg fyrir fiskverkendur, kerfið þarf lítið pláss, er hagkvæmt í rekstri og hentar sérstaklega vel fyrir verkendur sem vinna frosin flök. Nauðsynlegt er að hita loftið, þó ekki upp fyrir 20°C, áður en því er blásið yfir kalt yfirborð fisksins. Mikilvægt er að hafa loftið rakametnað til að flýta fyrir þiðnun og koma í veg fyrir þornun. Lofthraði þarf að vera á bilinu 2-8 m/s. Það tekur t.d. um 4-5 klst að þíða 10 cm þykkar pakkningar af heilfrystum þorski í rakamettuðu lofti við 20°C þar sem lofthraðinn er um 8 m/s.

Vatnsþiðing er mikið notuð og ein



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Fryst millilögð hauslaus grálúða.



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

Sama grálúðan uppbídd.

útgáfan er sú að setja rétt hlutfall af vatni og fiski í ker, þannig að vatnið hiti fiskinn það mikið að lokahiti sé nálægt 0°C. Kosturinn við þessa aðferð er sá að auðvelt er að stjórna hitanum í fiskinum og blóð skolast úr fiskholdinu sem verður ljósara fyrir vikið. Hægt er að þíða heilan fisk eða flakapakkningar með þessari aðferð, þó má búast við að fiskur og flök taki upp einhvern raka við þessa aðferð.

Í stað þess að dýfa fiski í vatn við þíðingu er einnig hægt að úða hann með volgu vatni. Þessi aðferð er ódýr og auðveld ef vatn er ekki takmörkunum háð. Þessi aðferð hefur verið mikið notuð við þíðingu á sjófrystri skelrækju, þar sem pakkningar eru settar á færiband sem flytur þær í gegnum vatnsúða. Þegar blokkirnar byrja að þiðna falla rækjurnar niður á annað færiband sem flytur þær úr tækinu.

Afmyndun próteina við frystingu leiðir til vökvataps (drips) við þíðingu, þ.e. vatn lekur úr vöðvanum. Um leið

hækkar styrkur uppleystra efna (salta) í því vatni sem eftir er lítillega. Drip getur haft veruleg áhrif á nýtinguna og því mikilvægt að þekkja vel hráefnið sem unnið er með og huga vel að öllum stýringum á þíðingarferlinu.

Stærð ískristalla er mikilvæg m.t.t. drips, eins og komið er inn á í umfjöllun um frystingu. Stórir kristallar geta valdið skemmdum á frumum og auknu vatnstapi við þíðingu. Þættir sem hafa mikil áhrif á stærð ískristalla eru frystihraði og geymsluhitastig.

Stórir kristallar, sem myndast við frystingu, valda meiri skemmdum í vöðvanum og þar með meira dripi og sveiflur í geymsluhitastigi stækka kristalla.

Óafturkræft vatnstap úr frumum orsakast af breytingum í vöðvanum, s.s. afmyndun próteina, sem leiðir til þess að vatnsbindigeta þeirra minnkar.

Notaðar voru við eftirfarandi leiðbeiningar við vinnslu á svokölluðum



Ljósmynd: Ásbjörn Jónsson

Sjófrystur, slægður þorskur, hauslaus án klumbu.



Ljósmynd: Ásbjörn Jónsson

Slægður uppþíddur þorskur, hauslaus án klumbu.

„Rússafiski“, sem var heill og hausaður þorskur úr Barentshafinu, frystur óraðaður í plötufrystum.

Skynsamlegt er að taka vöru sem á að þíða út úr frysti nokkru áður en hin eiginlega þíðing hefst, jafnvel einum sólarhring eða svo og hafa vöruna á brettum í kæligeymslu. Þessi undirbúningur er ekki nauðsynlegur en getur stýtt tíma þíðingar nokkuð.

Flestir mæla með að nota grindur í kerum til að halda blokkunum aðskildum, því ef þær liggja þétt saman, hlið í hlið, er hættu á samfrosti og tími þíðingar lengist umtalsvert.

Það er auðveldlega hægt að komast hjá þessu umstangi með grindurnar með því að láta blokkirnar liggja óreglulega í kerinu án þess að hliðar liggja saman.

Það má alls ekki setja of mikið af frystri vöru í kerin og reynst hefur ágætlega að setja um 1/3 fisk á mót 2/3 af vatni eða sem svarar 360 kg af heilfrystum þorski í 1.000 lítra ker.

Það eru til ýmsar útfærslur á blöndunartækjum til að tryggja jafnt rennsli og jafnan hita, en það er mjög mikilvægt að þessi tæki séu áreiðanleg, því ef hitinn verður of mikill þá er varan ónýtt og ef hitastigið er of lágt þá tekur þíðingin of langan tíma.

Mælt er með að halda hitastiginu sem næst 18°C og fara alls ekki upp fyrir 20°C, fullnægjandi rennsli er um 10



Ljósmynd: Páll Gunnar Pálsson

lítrar á mínútu, og best er að láta renna í kerid við botn.

Við þessa uppsetningu tekur uppþíðing um 4-5 klst, getur verið breytilegt eftir fiskstærð. Þegar uppþíðing hefur staðið yfir í u.þ.b. 2 klst þá er tiltölulega auðvelt að losa fiskinn í sundur, en það er mjög mikilvægt að beygja ekki fiskinn mikið á þessu stigi þar sem hluti holdsins er enn frosinn og getur sprungið og valdið losi ef harkalega er unnið með hráefnið.

Nauðsynlegt er að hreyfa hráefnið endrum og eins þar til hitastig við hrygg er komið í um -2°C , eða yfirborð fisksins er komið í $5-6^{\circ}\text{C}$. Á þessum tímamarki er nauðsynlegt að stöðva hækkun hitastigsins með því að loka fyrir vatn og moka ís í kerin til að kæla hráefnið sem næst 0°C . Tilvalið er að gefa hráefni nokkurn tíma til að ná hitajafnvægi.

Ef geyma á heilan þíddan fisk einhvern tíma fyrir vinnslu þá er nauðsynlegt að kæla hráefnið vel, því það þarf að hægja á skemmdarferlum sem þekkjast í fersku hráefni.

Heimildir

Víða var leitað fanga eftir fróðleik um frystingu og þíðingu, einkum var stuðst við eftirfarandi ritaðar heimildir:

Recommendations for the processing and handling of frozen foods - 3rd edition, (1986)

Rf pistlar – Frysting og geymsla frystra sjávarafurða - Sigurjón Arason, Guðmundur Stefánsson (1999)

FAO FISHERIES TECHNICAL PAPER – 340 – FAO - W.A. Johnston, F.J. Nicholson, A. Roger and G.D. Stroud CSL Food Science Laboratory Torry, Aberdeen, Scotland, UK (1994)

Planning for Seafood Freezing - Edward KOLBE; Donald KRAMER, Alaska Sea Grant College Program (2007)

Guide to the Storage & Handling of Frozen Foods - Published by The British Frozen Food Federation, (2012)

Fræðsluvefur Matís; <http://www.alltummat.is/>



Hjá Matís er mikil þekking á vinnslu sjávarafurða og hægt er að óska eftir námskeiðum eða að fá rágjöf um flest það sem viðkemur framleiðslu matvæla. Á heimasíðu Matís (www.matis.is) má nálgast ýmsan fróðleik, en einnig má slá á þráðinn í síma 422 5000 eða senda einfaldlega póst á matís@matís.is.

