



# Frysting fyrir og eftir dauðastirðnun - Geymslupól í frosti.

Sigurjón Arason,  
Yfirverkfræðingur, Matís,  
Prófessor Emeritus, Háskóli Íslands.

**Við frystingu sjávarafurða þarf að huga að:**

- Ástandi hráefnis – árstími, meðhöndlun, dauðastirðnun,
- Frystitækni – aðferð,
- Frostgeymsla og flutningar – stöðugleiki í ferlinu.

# Gæði fersk fisks eru mikilvæg við langvarandi geymslu í frosti

Frysting hægir á skemmdum efna- og eðlisfræðilegum eiginleikum matvæla. Skemmdarferlarnir hafa áhrif á áferð, lit, fitu (þránun), ensímvirkni, o.fl.

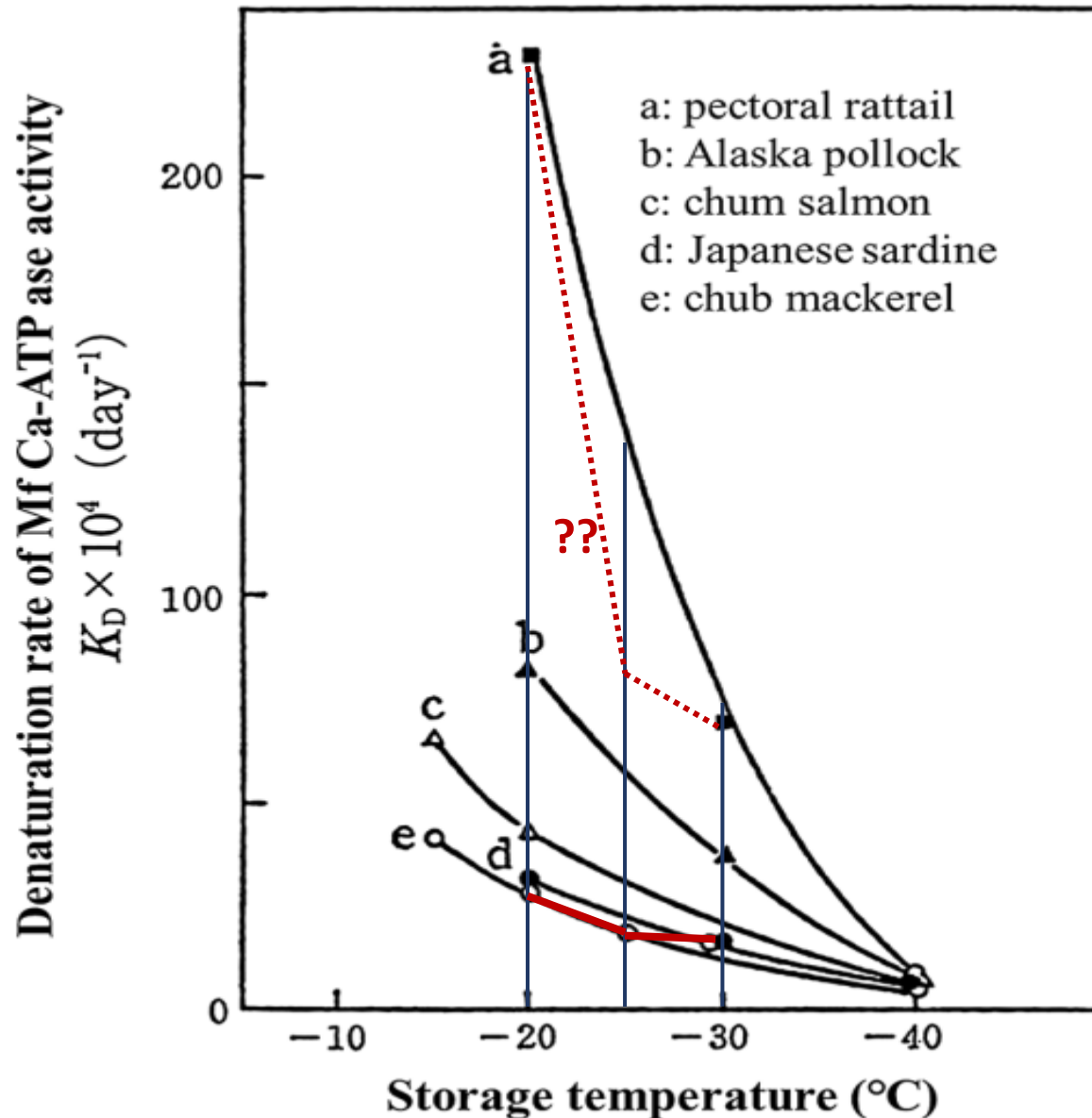
**Hitastigssveiflur valda því að hluti frosna vatnsins þiðnar og frýs hægt aftur við það stækka ískristallarnir og það er ein helsta orsök þess að gæði frosinna matvæla skerðast við geymslu.**

**Tafla 1. Dauðastirðnun nokkurra fisktegunda (Huss 1983 og Stroud 1969)**

| Fisktegundir               | Geymsluhiti<br>(°C) | Fyrir dauða-<br>stirðnun* (klst.) | Dauðastirðnun**<br>(klst.) |
|----------------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Þorskur<br>veiddur í troll | 0                   | 2-8                               | 20-65                      |
|                            | 10-12               | 1                                 | 20-30                      |
| <b>Lax</b>                 | <b>0</b>            | <b>20</b>                         | <b>55</b>                  |
| Þorskur (hvíldur)          | 0                   | 14-15                             | 75-96                      |
| Karfi (troll)              | 0                   | 22                                | 120                        |
| Lýsa (troll)               | 0                   | 1                                 | 20                         |
| Rauðspretta (troll)        | 0                   | 7-11                              | 55                         |
| Ufsi (troll)               | 0                   | 18                                | 110                        |
| Ýsa (troll)                | 0                   | 2-4                               | 37                         |

*\*Tíminn frá dauða þar til stirðnun hefst. \*\*Tíminn frá dauða þar til stirðnunin er yfirstaðin.*

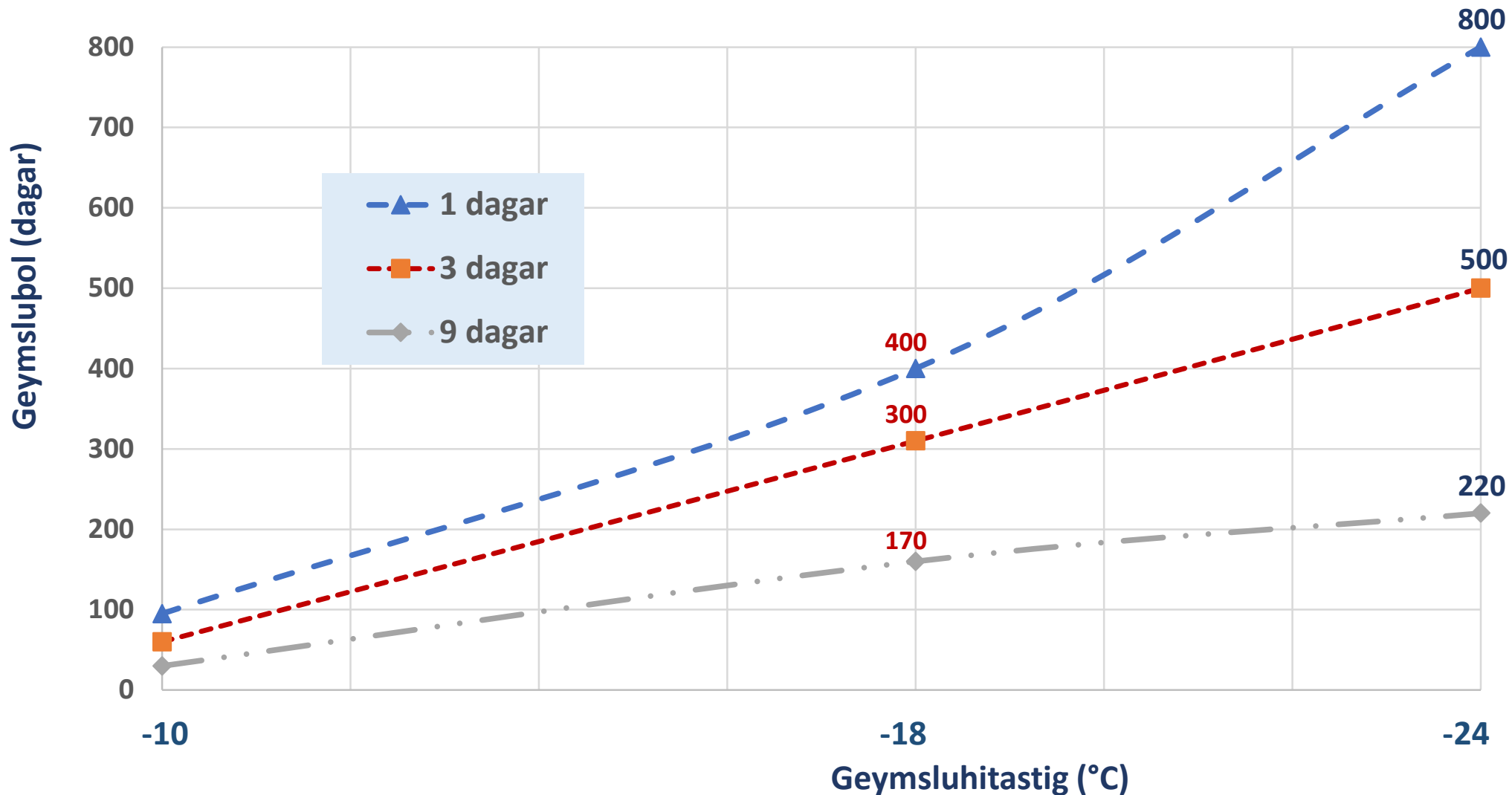
## Samanburður á virkni vöðvaensíma (Ca-ATPase) fimm fisktegunda sem eru geymdar við mismunandi hitastig. (Langhali, Alaska ufsi, lax, sardína, makrill)



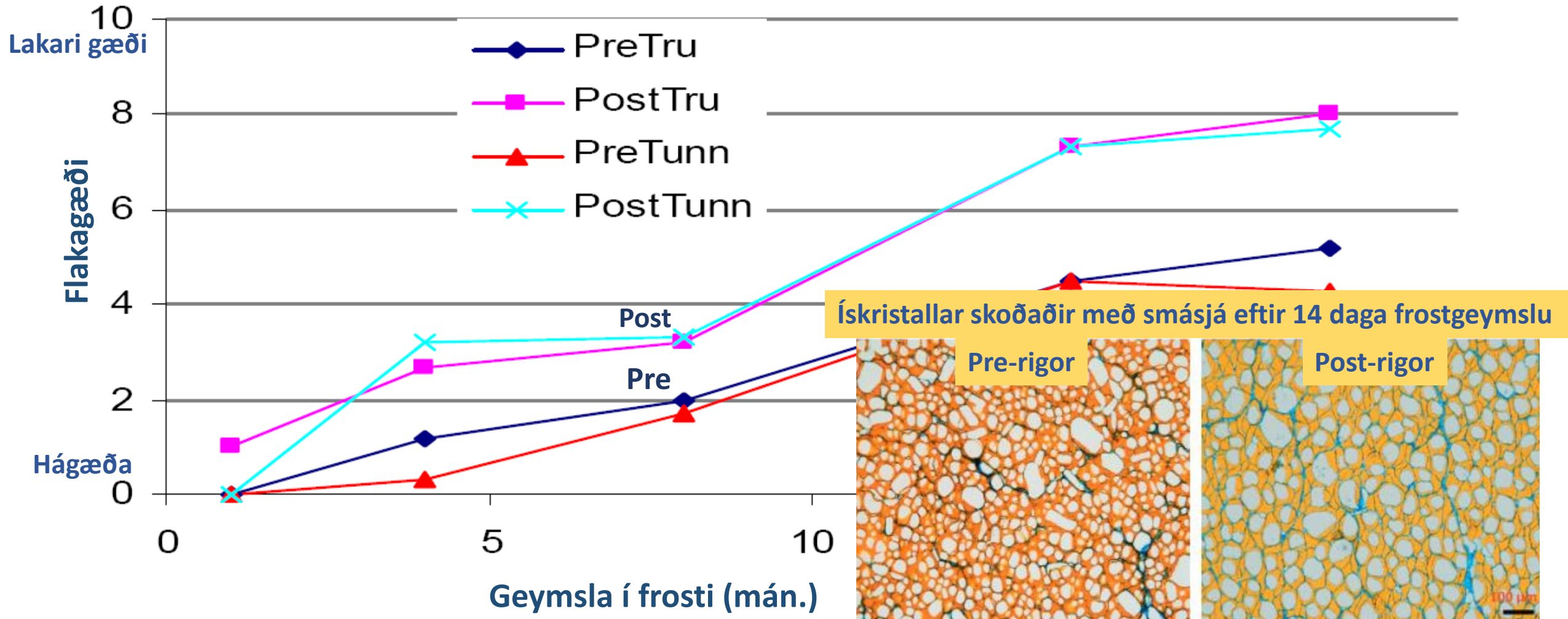
(<https://doi.org/10.1007/s12562-020-01402-8>, 2020 )

# Geymslupól ýsu í frostgeymslu við mismunandi hitastig.

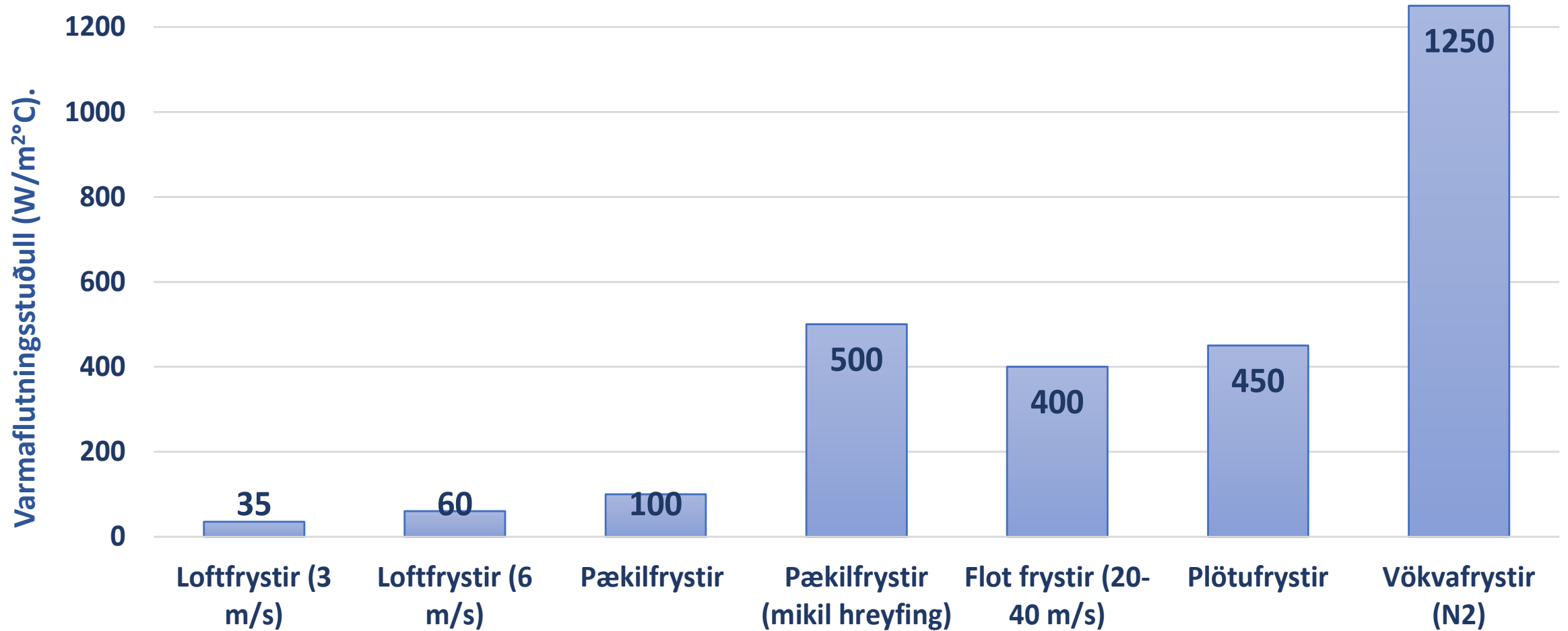
Ýsan var geymd á ís í 1, 3 og 9 daga áður en hún var flökuð og fryst í blokk



Flakagæði laxa eru metin eftir þíðingu. Laxinn er bæði í pre-rigor (fryst strax eftir slátrun) og post-rigor (fryst eftir kæligeymslu í 4 daga). Mismunandi IQF frystiaðferðir - loftfrystir ("tunn") og TRUFRESH® sem er pækil-frystir ("Tru")



# Dæmigert gildi fyrir varmaflutningsstuðul ( $\text{W/m}^2\text{°C}$ ).

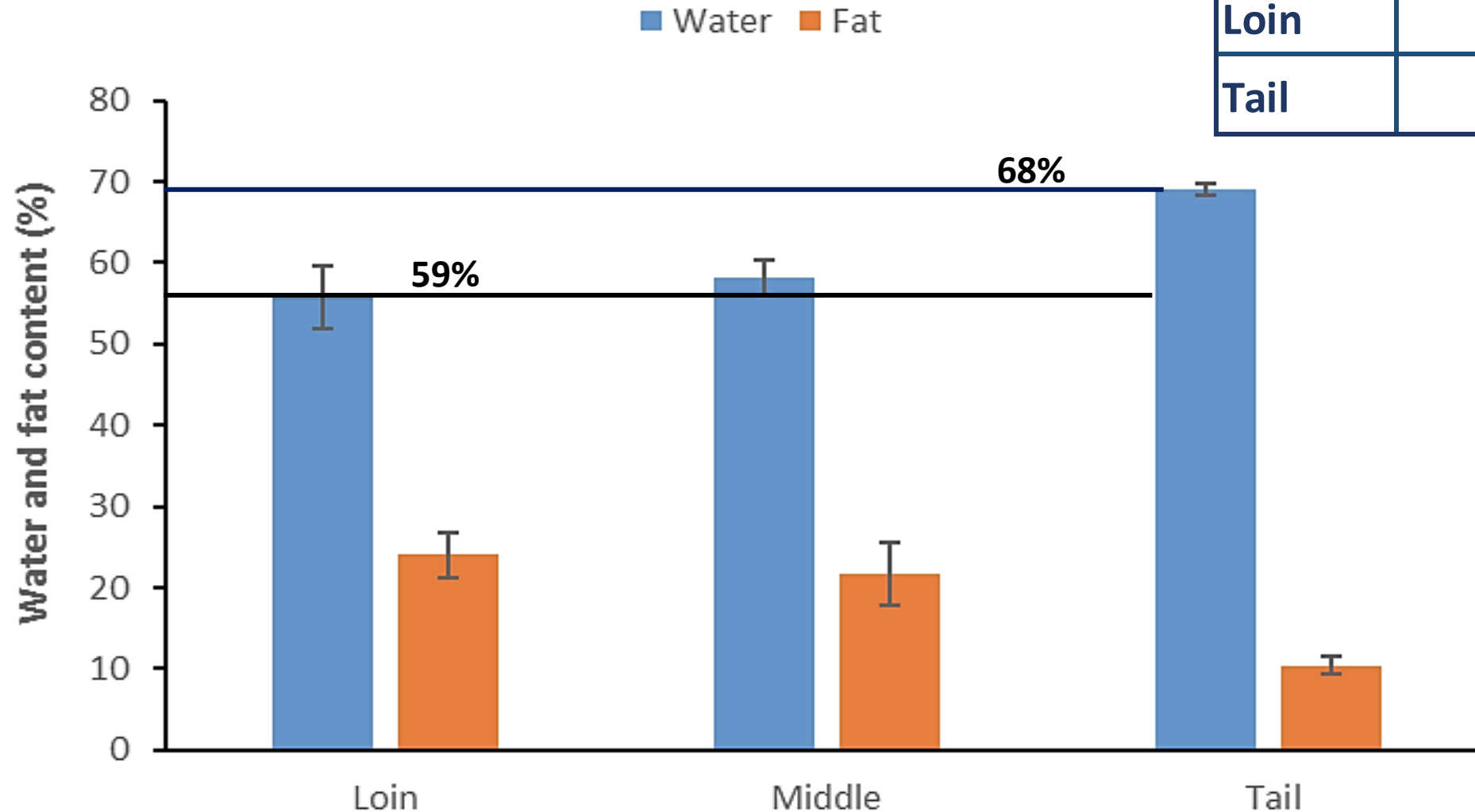


**Lax frystur við mismunandi hitastig (frá vinstri -15, -20, -40, -80°C og fljótandi köfnunarefni), neðri hlutinn sýnir laxinn eftir þíðingu**



# Fitu- og vatnsinnihald í mismunandi hlutum laxaflaka – hnakki, miðstykkki, stirtla.

|      | Water (%) | Fat (%) |
|------|-----------|---------|
| Loin | 59        | 19      |
| Tail | 68        | 11      |

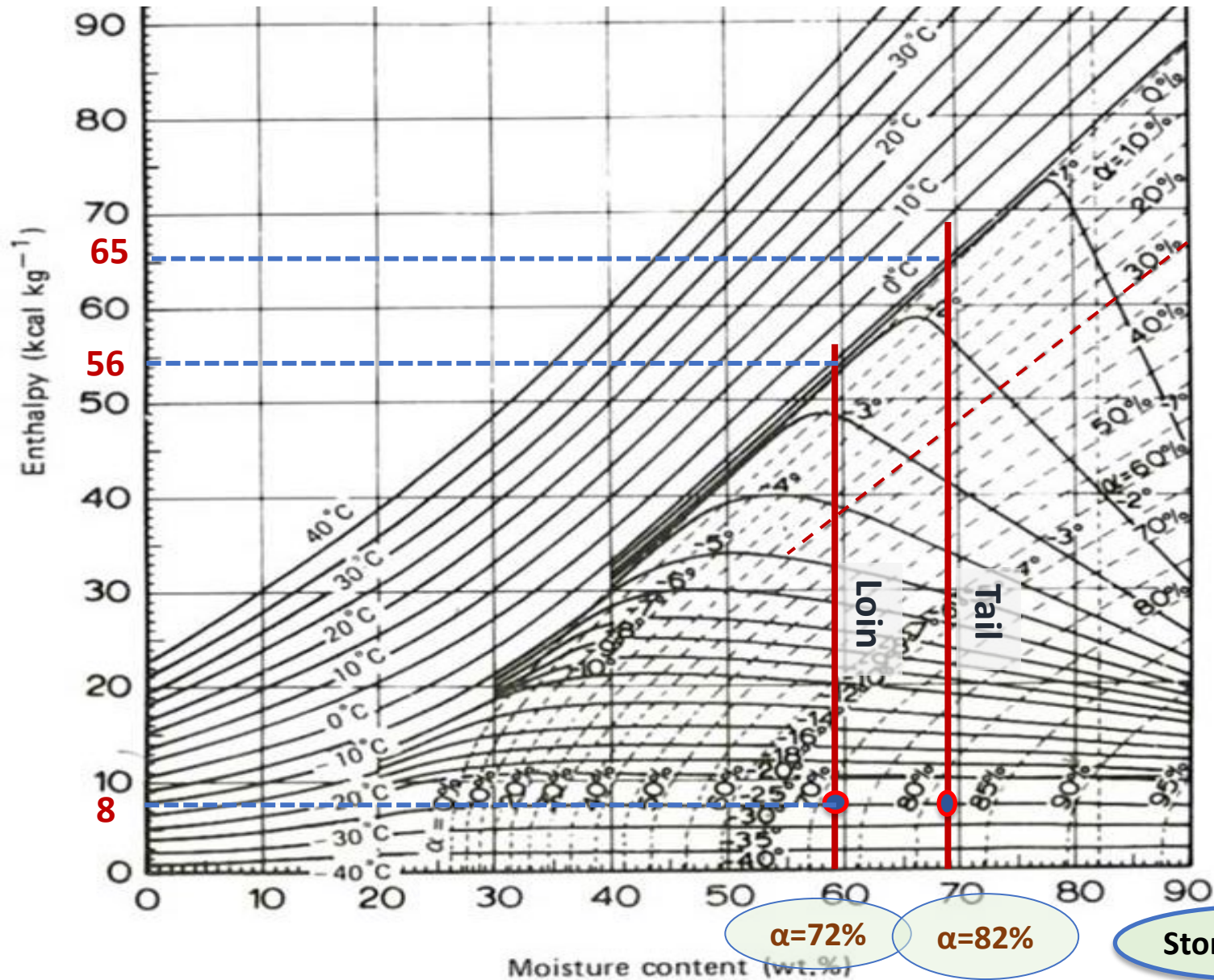


(G. Þórðarson et al., 2017)



SJÁVARÚTVEGS  
RÁÐSTEFNAN  
2023

# Enthalpy-mynd fyrir laxavöðva. ( $\alpha$ er hlutfall frosins vatns í fiskflakinu)



Lækka hitastigið  
frá 0°C í -25°C

**Fjarlægja varma:**

Fyrir stirtlu

$$\Delta H_{\text{Tail}} = 65 - 8 = 57$$

**Við -25°C er 82%  
af vatni frosið**

Fyrir hnakka

$$\Delta H_{\text{Loin}} = 56 - 8 = 48$$

**Við -25°C er 72%  
af vatni frosið**

Store at -25°C

SJÁVARÚTVEGS  
ÁÐSTEFNAN

2023 (Rha 1975)

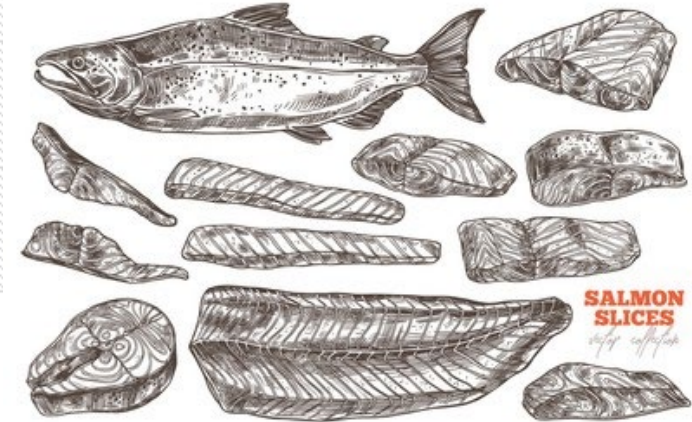
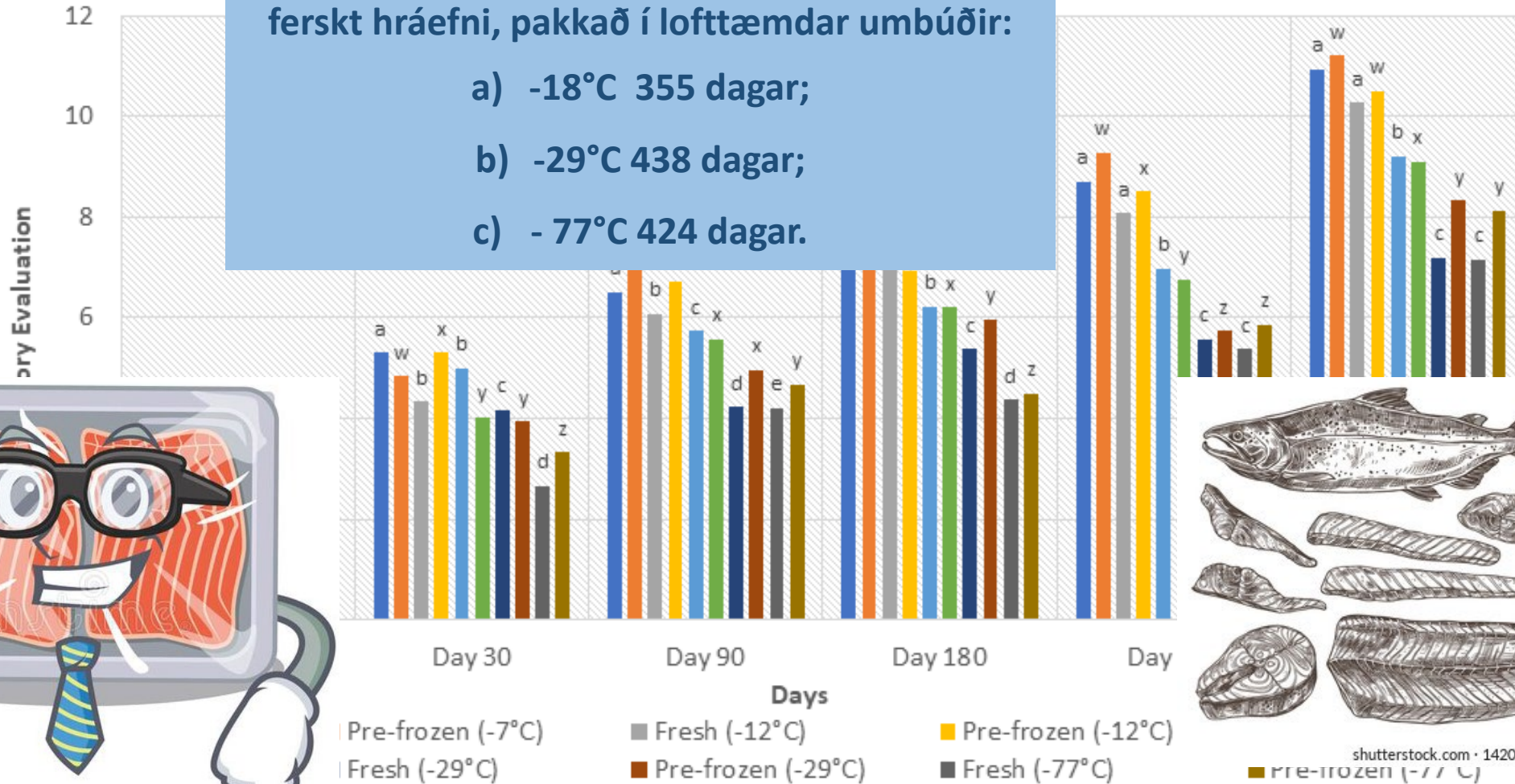
# Gæðamat á frystum laxi geymdum við mismunandi hitastig. n=9. (Higher score = lower quality)

Geymslupól Atlantshafs lax byggt á skynmati –  
ferskt hráefni, pakkað í lofttæmdar umbúðir:

a)  $-18^{\circ}\text{C}$  355 dagar;

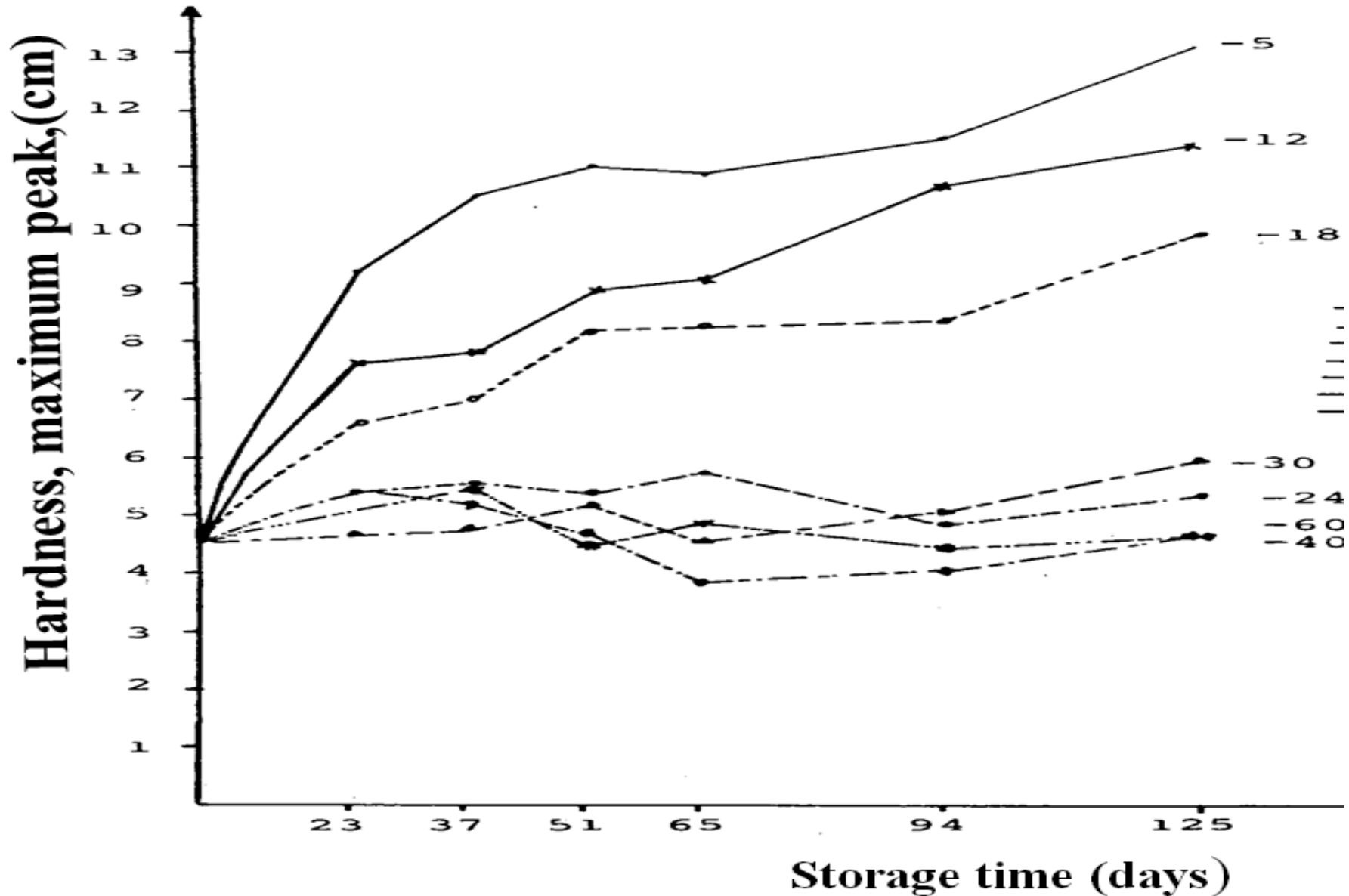
b)  $-29^{\circ}\text{C}$  438 dagar;

c)  $-77^{\circ}\text{C}$  424 dagar.

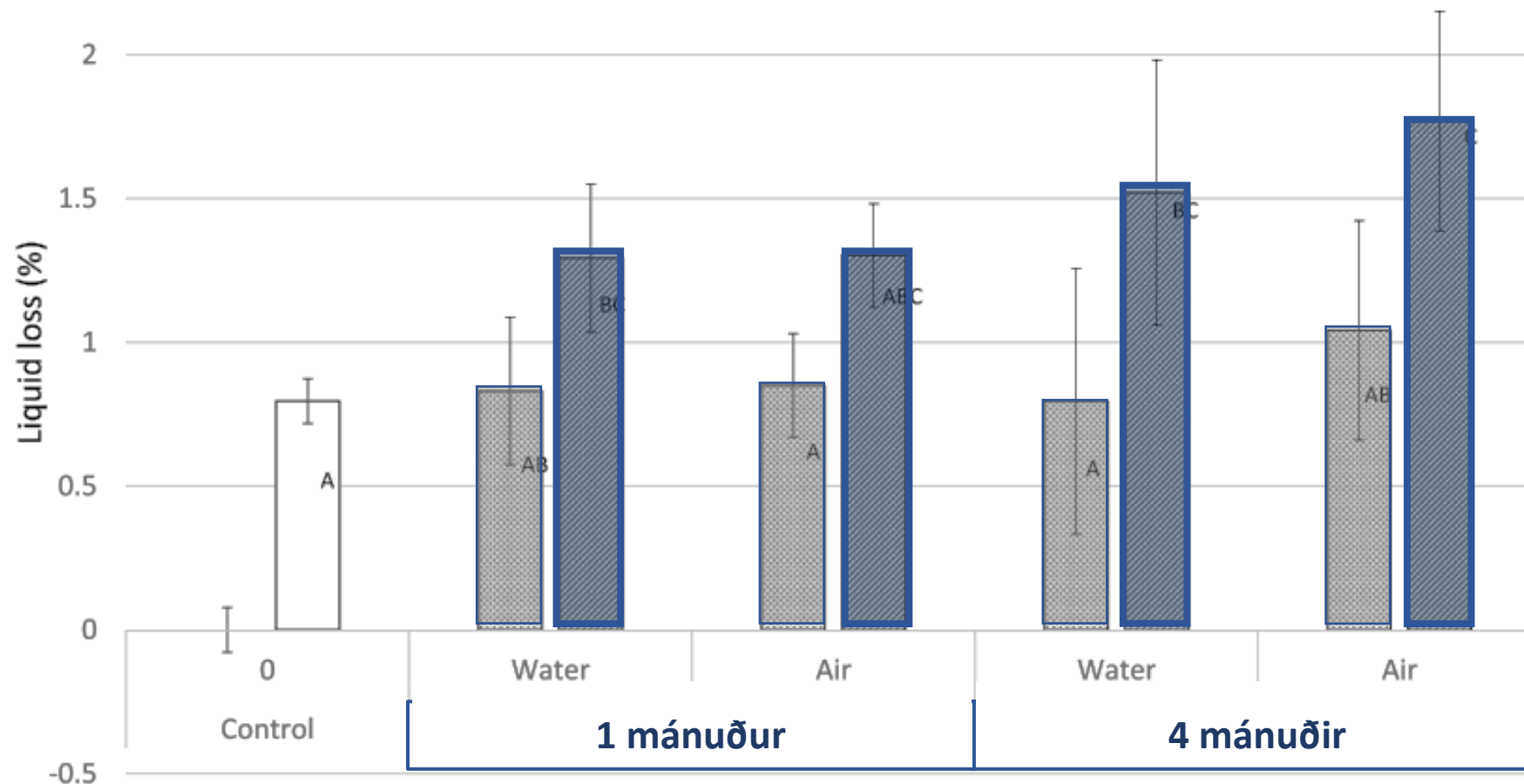


shutterstock.com · 1420167524

# Seigjumyndun (toughness) í frystu þorskhakki – við mismunandi hitastig



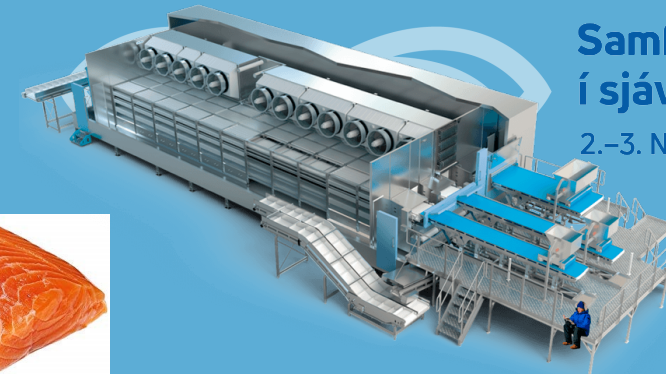
## Vökvatap laxaflaka ( $\pm$ st.dev), geymd frosin í 1 eða 4 mánuði við $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ , og þídd hratt í vatni ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 4 klst.) eða hægt í lofti ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 12 klst.)



Ljósgráar súlur tákna vökvatap beint eftir þíðingu en dökkbláar súlur tákna vökvatap eftir 7 daga kæligeymslu við  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Hvíta súlan er vökvatap eftir 7 daga kæligeymslu. ( $n \geq 8$ ).



# Þakka



Samfélagsleg ábyrgð  
í sjávarútvegi  
2.-3. NÓVEMBER Í HÖRPU



SJÁVARÚTVEGS  
RÁÐSTEFNAN  
2023