

Nr. 156	Örveru- og efnabreytingar við verkun hákarls.
10. júlí 1984	Skýrsluna í heild má panta í síma 20240.

ÖRVERU- OG EFNABREYTINGAR VIÐ VERKUN HÁKARLS

Hannes Magnússon
Birna Guðbjörnsdóttir

ÁGRIP

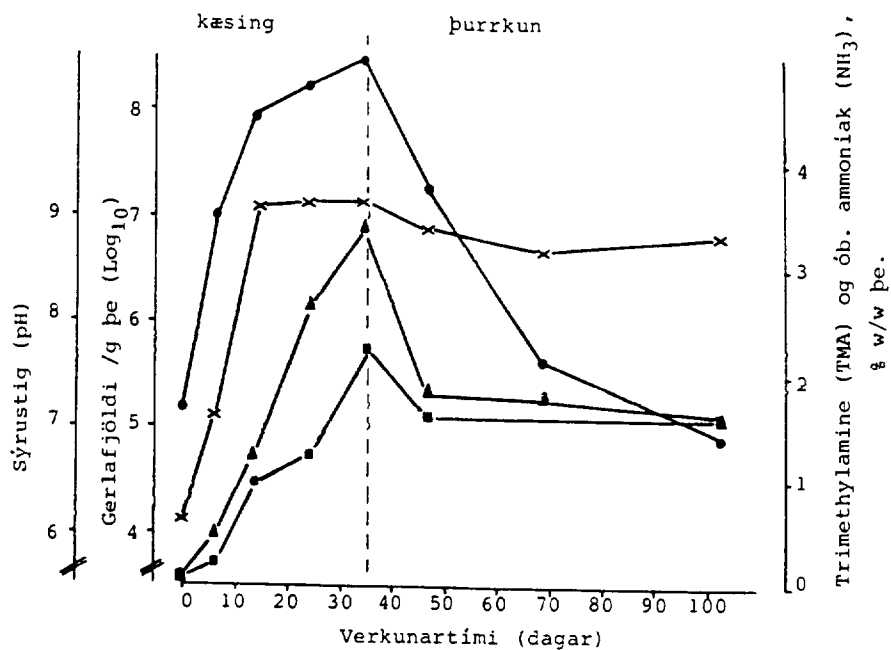
Gerð var athugun á örveru- og efnabreytingum, sem verða við kæsingingu og þurrkun á hákarli. Auk heildargerlatalninga og talninga á ákveðnum örveruhópum voru gerðar örverugreiningar yfir geymslutímann. Var m.a. fylgst sérstaklega með þvagefnissundrandi örverum. Þá voru og gerðar mælingar á þurrefni, óbundnu ammoníaki, fitu, trimethylamíni og sýrustigi.

Mjög örur breytingar áttu sér stað á örveru- og efnainnihaldi við kæsingingu sem stóð í 5 vikur. Gerlafjöldi í upphafi var 145.000/g þ.e., en í lok kæsingar 274.000.000/g þ.e.. Á sama tíma jókst óbundið ammoníak úr 0.29 í 3.40% þ.e., trimethylamín úr 0.005 í 2.23% þ.e. og sýrustig úr pH 6.0 í 9.1. Á þurrktímanum varð veruleg fækkun á örverufjölda. Fyrstu dagana eftir upphengingu minnkaði magn efnanna trimethylamíns og óbundins ammoníaks en eftir því sem leið á þurrktímenn urðu breytingar hægari.

Niðurstöður örverugreininga sýndu, að hóparnir Moraxella/ Acinetobacter og Lactobacillus voru ríkjandi. Stór hluti Moraxella/Acinetobacter hópsins myndaði ensímið ureasa sem hvatar umbreytingar þvagefnis (urea) í ammoníak. Þessi hópur virðist því ábyrgur fyrir myndun ammoníaks í kæstum hákarli.

EFNISYFIRLIT

	<u>BLS.</u>
1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD	2
2.1. Verkunaraðferð og tilhögun	2
2.2. Örverutalningar	2
2.3. Örverugreiningar	3
2.4. Efnamælingar	4
3. NIÐURSTÖÐUR	5
3.1. Örverutalningar	5
3.2. Örverugreiningar	5
3.3. Efnamælingar	6
4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR	12
ÞAKKARORÐ	14
HEIMILDASKRÁ	15



Samantekt á örveru- og efnabreytingum við verkun hákarls. ●—● : heildargerlafjöldi á járnagar, x—x: sýrustig (pH), ▲—▲ : óbundið ammoníak (NH₃), ■—■ : trimethylamine (TMA).

1. INNGANGUR

Hákarlsverkun hefur verið stunduð á Íslandi einni þjóða í alda-raðir. Fyrr á tímum hefur þessi verkunarmáti vafalítið drýgt matarforða alþýðunnar, sem iðulega bjó við þröngan kost. Neysla á verkuðum hákarli er enn algeng meðal þjóðarinnar þótt neyslu-venjur séu allt aðrar en áður var.

Í holdi brjóskfiska er mikið magn þvagefnis (urea) en í bein-fiskum er lítið sem ekkert af þessu efni. Ekki er vitað til þess að þvagefni hafi verið mælt í hákarli sem hér er verkaður (Somn-
iosus microcephalus) en samkvæmt japönskum heimildum (Simidu, 1961) er magn þvagefnis í háfiskum þar um slóðir á bilinu 1.3-2.1%.

Meira magn er yfirleitt af trimethylamine oxide (TMAO) í holdi brjóskfiska en beinfiska. Þannig sýndu mælingar Dyers (1952) eftirtaldar meðaltalsniðurstöður, (mg N/100g): Lamna nasus (hámeri): 200, Squalus acanthias (háfur): 190 og Gadus morhua (þorskur): 95.

Verkun hákarls byggir á tveimur þrepum: Kæsingu og þurrkun. Við kæsinguna myndast úr þvagefni ammoníak (NH_3) og úr TMAO myndast trimethylamine (TMA).

Fáar rannsóknir hafa verið gerðar á hákarlsverkun. Fyrir rúmum áratug var á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins athuguð efnasamsetning verkaðs hákarls úr öllum landsfjórðungum (Kristinsson 1973a). Í skýrslunni er einnig getið um eldri mælingar, gerðar af Júlíusi Guðmundssyni 1968 og Ásgeiri Torfasyni, 1915. Í ársskýrslu R.f. frá 1973 (Kristinsson, 1973b) er greint frá efnabreytingum í háfi við kæringu. Hins vegar fundust engar heimildir um efna-breytingar við verkun (kæringu og þurrkun) hákarls. Engar rann-sóknir virðast hafa verið gerðar á örverufræði hákarlsverkunar utan einnar athugunar (ónafngreint, 1968) en þar kom fram að gerlafjöldi minnkaði stöðugt í verkuðum hákarli sem geymdur var í loftdregnum plastpokum við 22 og 4°C.

Til þess að bæta nokkuð úr þessum þekkingarskortum á okkar vinsæla "þjóðarrétti" var ákveðið að kanna helstu örveru- og efnabreytingar sem eiga sér stað við verkun hákarls.

2. FRAMKVÆMD

2.1. Verkunaraðferð og tilhögun

Hákarlssýni voru fengin hjá Bæjarútgerð Reykjavíkur (B.Ú.R.) 8. apríl 1983 og var hákarlinn verkaður þar. Hákarlinn var glænýr og mældist u.þ.b. 3 m langur. Starfsmenn skáru hákarlinn í bita og voru tilraunabitararnir úr þykku hnakkastykki. Reynt var að miða við eftirfarandi stærð: 20x15x10cm (lengdx breidd x dýpt). Tekið skal fram að töluvert stærri bitar voru notaðir til hefðbundinnar verkunar hjá B.Ú.R.. Samkvæmt upplýsingum starfsmanna B.Ú.R. eru bitar úr hnakkastykki og bol notaðir til framleiðslu á skyrhákarli en síðubitar til glerhákarlverkunar. Fyrirnefndu bitarnir eru mun þykkari og þorna því hægar. Tilraunabitar voru settir í plastílát til kæsingar. Í botn ílátsins voru lagðir trébitar til þess að varna því að bitarnir lægju þétt við botninn. Ílátið var gatað bæði á hliðum og í botni svo safi úr holdinu safnaðist ekki saman. Ennfremur var bitunum umstaflað á viku fresti meðan á kæsingu stóð. Samkvæmt upplýsingum verkstjóra voru þessar aðgerðir nauðsynlegar svo nægilegt loft gæti leikið um bitana meðan á kæsingu stóð því annars væri töluverð hætta á "súr". Kæsingin stóð í alls 5 vikur í ókældu húsi B.Ú.R. Að lokinni kæsingu voru bitarnir skolaðir í köldu rennandi vatni til þess að fjarlægja óhreinindi af yfirborði. Þeir voru síðan hengdir upp á tréspírur til þurrkunar. Þurrkhúsið var með þaki en vírneti á hliðum. Þannig fékkst góð loftræsting í þurrkhúsinu. Bitarnir voru hafðir við þessar aðstæður í 10 vikur en þá var hákarlinn orðinn ágætis neysluvara.

Sýni voru tekin reglulega yfir verkunartímann og voru 2 bitar teknir af handahófi á hverjum sýnatökudegi. Alls voru 5 sýni tekin meðan á kæsingu stóð en 3 sýni á þurrktímanum. Á rannsóknastofu voru sýnin skorin í þunnar sneiðar og þær hakkaðar. Hakkið var síðan notað til örveru- og efnarannsókna.

2.2. Örverutalningar

Af hakki voru 25 g vigtuð í blöndunarpoka og 225 ml af Butterfield's-buffer þynningarvatni blandað saman við. Blöndun var gerð í "maga" (stomacher) í 1 mín., þannig fékkst 1/10 þynning, sem síðan var sáð á skálar og glös í viðeigandi þynningum.

Heildargerlafjöldi. Talningar voru gerðar á járnagar (Jensen & Schulz, 1980) við loftháðar og loftfirrðar aðstæður (áhellingaraðferð með "overlay") og á Marine Agar-Milk Agar (MM-Agar, yfirborðssáning) við loftháðar aðstæður (Sizemore & Stevenson, 1970). Ræktað var við 22°C í 5 daga.

H₂S-myndandi gerlar. Talningar voru gerðar á áður nefndum járnagar við sömu aðstæður.

Próteinsundrandi örverur. Næringarætið MM agar var notað. Ræktað var við 22°C í 5 daga.

Fitusundrandi örverur. Notaður var Tween agar með eftirfarandi samsetningu (g/l): pepton: 10, NaCl: 5, calsíum chloride: 0.1 og Bacto-Agar: 15 (pH 7.0). Eftir gerileyðingu var 10 ml af sterílu Tween 80 bætt saman við og blöndunni hellt á skálar. Notuð var yfirborðssáning og ræktað var við 22°C í 5 daga.

Bacillus gró og sulfít-afoxandi clostridia. Ræktunaraðferðum hefur verið lýst áður í Tæknitíðindum nr. 150, bls. 3.

2.3. Örverugreiningar

Tuttugu og fimm (25) kólóniur voru valdar af handahófi af járnagar við loftháðar aðstæður eftir hverja sýnatöku. Í upphafi voru H₂S-myndandi stofnar skráðir. Stofnum var strikað á Plate Count Agar (PCA) og eftir 2ja daga ræktun við 22°C var gerð Gram-litun og smásjárskoðun. Gram-jákvæðir stofnar voru prófaðir fyrir catalasa en Gram-neikvæðir gengust undir oxidasa prófun og oxunar-gerjunarpróf í MOF æti (Difco). Ennfremur var öllum stofnum sáð í eftirtalin æti: Nutrient broth fyrir kvikleikaprófun og Christensen's Urea Agar til prófunar á niðurbroti þvagefnis (Speck, 1976). Síðarnefnda ætið var útbúið sem skáagar. Ræktað var við 22°C og lesið af eftir 4 og 24 klst. Jákvæð svörun veldur litarbreytingu úr litlausu yfir í rautt. Ef engin svörun kom fram eftir 24 klst. var litið á að stofninn væri urease-neikvæður (gæti ekki sundrað þvagefni). Í Tæknitíðindum nr. 150 (bls. 4) er að finna lýsingar á flestum áður nefndum prófunum. Við flokkun í ættkvíslir var notast við greiningarlykla sem birtust í Tæknitíðindum nr. 119.

2.4. Efnamælingar

Efnamælingar voru gerðar samhliða örverurannsóknunum yfir verkunartímann. Eftirfarandi var mælt: Trimethylamine (TMA), óbundið ammoníak (NH_3), fita, þurrefni og sýrustig (pH). Í 5. RITI R.f. (bls. 9-10) er að finna aðferðalýsingar á TMA-, NH_3 - og þurrefnismælingum. Fita var mæld með Soxhlet aðferð (leysir: ethyl ether). Fyrir sýrustigsmælingu var hákarls-hakk þynnt til helminga með eimuðu vatni.

3. NIÐURSTÖÐUR

3.1. Örverutalningar

Allar niðurstöður eru birtar sem fjöldi í 1 g þurrefnis. Breytingar á heildargerlafjölda og fjölda H₂S-myndandi gerla við loftháðar aðstæður yfir verkunartíma hákarls eru sýndar á mynd 1. Hærri talningar voru ætíð á járnagar en MM-agar. Við túlkun á niðurstöðum verður því notast við talningar á járnagar. Fyrstu 14 daga verkunartímans var gerlafjölgunin mjög hröð. Heldur dró úr vaxtarhraðanum á næstu dögum en þó var gerlafjöldinn í hámarki þegar kæsingu lauk eða eftir 35 daga. Þá var fjöldinn 274.000.000 í 1 g þurrefnis. Eftir upphengingu fór gerlum fækkandi og þegar tilrauninni var hætt (eftir 103 daga) var gerlafjöldinn orðinn svipaður og í upphafi. Fjölgun H₂S-myndandi gerla var mjög hröð fyrstu 14 dagana en eftir þann tíma fór þeim fækkandi. Heildargerlatalningar við loftfirrðar aðstæður voru í öllum tilvikum lægri en sambærilegar talningar við loftháðar aðstæður (mynd 2). Hins vegar var fjöldi H₂S-sundrandi gerla svipaður yfir verkunartímann við báðar súrefnisaðstæður. Niðurstöður talninga á fjölda ákveðinna gerlahópa yfir verkunartímann eru sýndar í töflu 1. Tiltölulega lítill hluti flórunnar var fær um að brjóta niður fitu eða prótein. Þó var fjöldi fitusundrandi örvera nokkuð mikill eftir 14-24 daga geymslu. Grómyndandi gerlar voru í lágmarki allan geymslutímann.

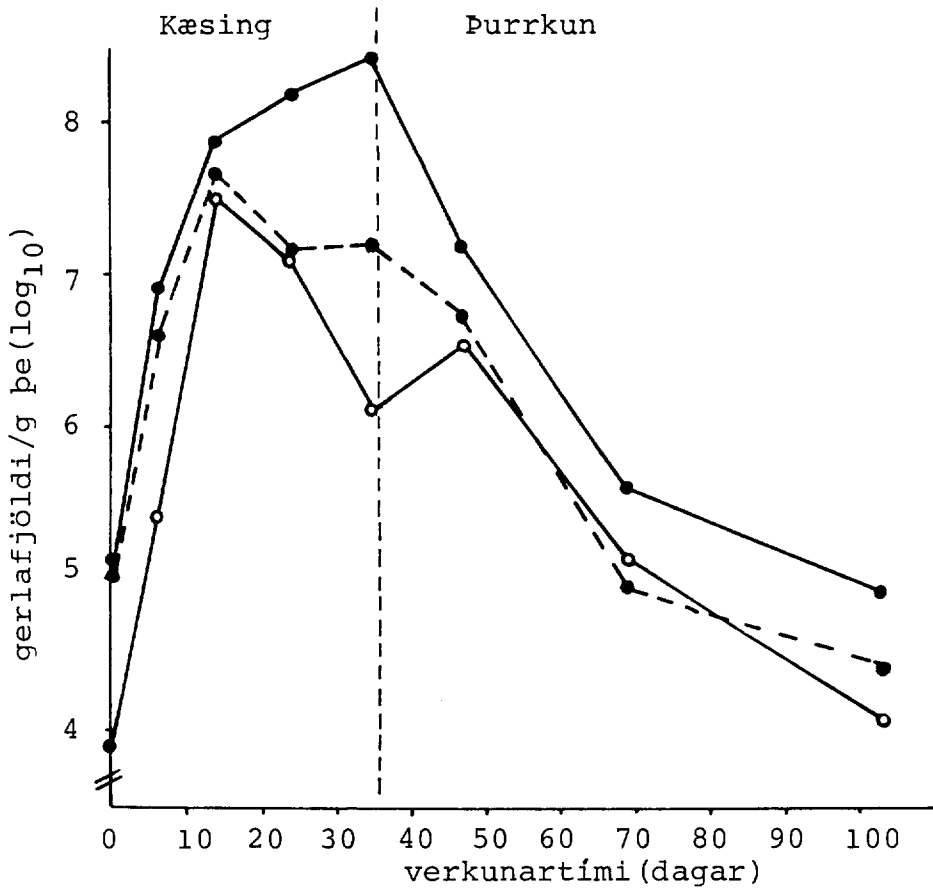
3.2. Örverugreiningar

Niðurstöður örverugreininga eru sýndar í töflu 2. Meginuppi- staða örveruflórunnar samanstóð af tveimur hópum allan verkunartímann; Lactobacillus og Moraxella/Acinetobacter. Mynd 3 sýnir hlutfallslegan fjölda hópanna tveggja af heildarfjölda á járnagar í 1 g þurrefnis. Fyrstu 14 dagana virtist sem Lactobacillus gerlarnir væru í sókn. Á síðari hluta kæsingartímans var hlutfall þessara gerla hins vegar lágt. Moraxella/Acinetobacter hópurinn var í hámarki á þeim tíma. Á þurrktímanum reyndust Lactobacillus gerlarnir hins vegar þolnari. Í töflu 3 eru sýndar niðurstöður greininga á þvagefnissundrandi (ureasa+) og H₂S-myndandi örverum. Í ljós kom að þvagefnissundrandi

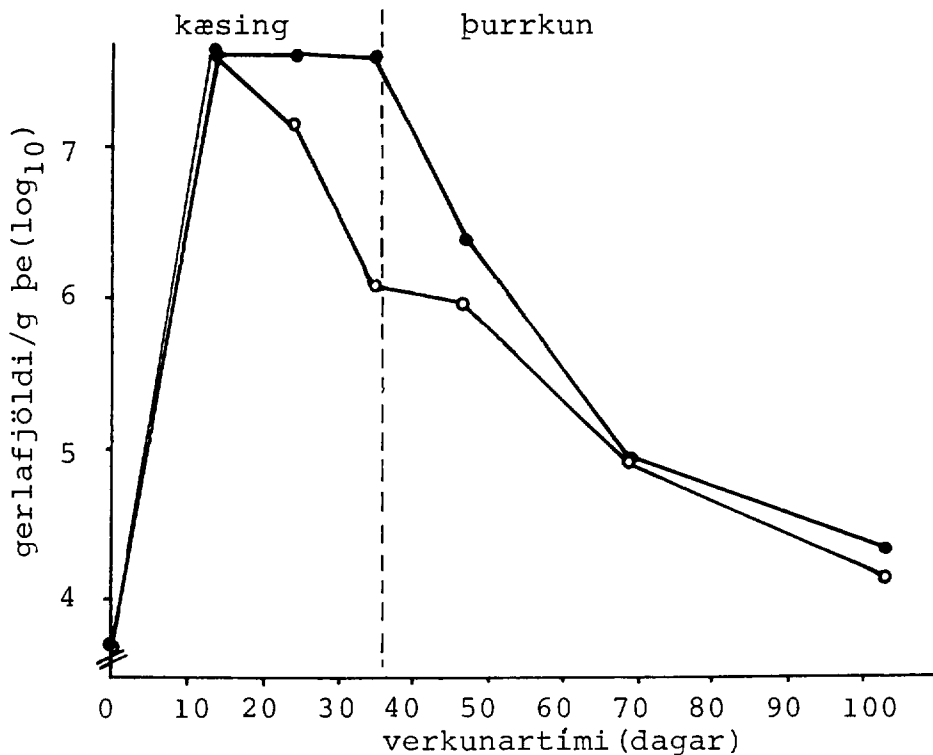
örverur fundust svo til eingöngu innan Moraxella/Acinetobacter hópsins. Langflestar H₂S-myndandi örverur flokkuðust sem Lactobacillus.

3.3. Efnamælingar

Niðurstöður efnamælinga eru sýndar í töflu 4. Geysilegt magn ammoníaks og trimethylamíns myndaðist meðan á kæsingu stóð. Sýrustig (pH) hækkaði á sama tíma úr 6.0 í 9.1. Veruleg lækkun varð á þessum efnum fyrstu dagana eftir upphengingu en eftir þann tíma voru breytingar hægbara. Litlar sem engar breytingar voru á fituinnihaldi yfir verkunartímann. Bent skal á að niðurstöður efnamælinga eru birtar sem magn í þurrefni. Mynd 4 sýnir breytingar á vatnsinnihaldi yfir verkunartímann. Í óverk-uðum hákarli mældist vatn 74.5%. Nokkurt vatnstap varð fyrstu dagana en síðan var vatnsinnihald stöðugt fram að þurrkun. Eftir 68 daga þurrktíma var vatnið komið niður í 35.5% sem svarar til rúmlega 60% rýrnunar yfir allan verkunartímann.



Mynd 1. Gerlafjöldi á járnagar og marine-milk agar við loftháðar aðstæður. ●—● heildarfjöldi (járnagar), ●---● heildarfjöldi (MM-agar), ○—○ H₂S-myndandi gerlar.



Mynd 2. Gerlafjöldi á járnagar við loftfirrðar aðstæður, ●—● heildarfjöldi, ○—○ H₂S-myndandi gerlar

Tafla 1. Breytingar á fjölda ákveðinna örveru-
hópa yfir verkunartíma hákarls.

Verkunar- tími (dagar)	Log fjöldi pr g þurrefnis			
	Prótein sundrandi örverur	Fitu- sundrandi örverur	<u>Bacillus</u> gró	Súlfít-afoxandi clostridia (MPN)
0	3.67	-	1.60	0
6	5.32	4.47	1.78	0
14	4.52	6.11	1.81	0
24	2.51	5.81	1.81	0.98
35	3.52	<1.00	2.52	0
47	2.85	3.90	1.38	0
69	2.22	2.25	2.09	0.72
103	2.19	1.26	-	-

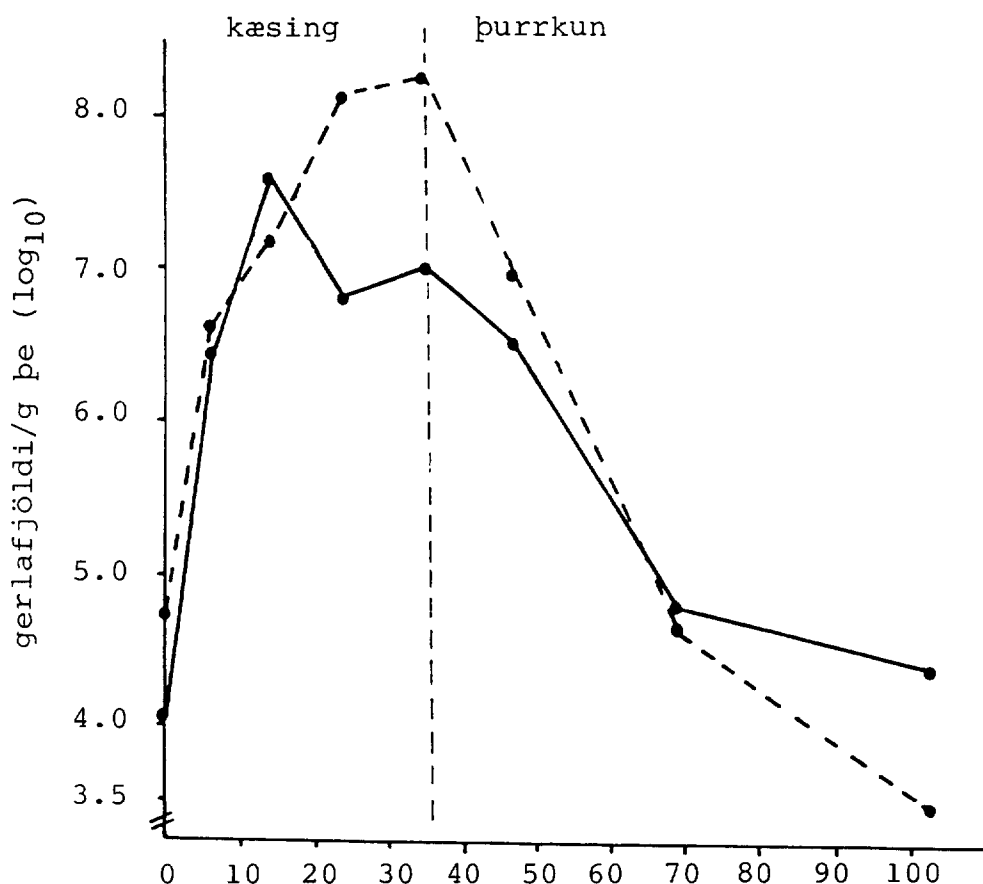
Tafla 2. Niðurstöður örverugreininga í hákarli.

Dagar	% hlutfall einangraðra stofna								
	Hópur	0	6	14	24	35	47	69	103
<u>Lactobacillus</u>		8	32	48	4	4	20	16	32
<u>Moraxella/ Acinetobacter</u>		36	44	20	88	72	60	12	4
Coryneforms		20	4	0	0	0	0	0	0
Gersveppir		4	8	0	0	0	4	4	0
Annað*		16	0	4	0	0	0	4	0
Dauðir		16	12	28	8	24	16	64	64

* 0 dagar: Cytophaga/Flavobacterium 12%, Micrococcus/Staphylococcus 4%.

14 dagar: Pseudomonas III/IV/Alcaligenes 4%,

69 dagar: Micrococcus/Staphylococcus 4%.



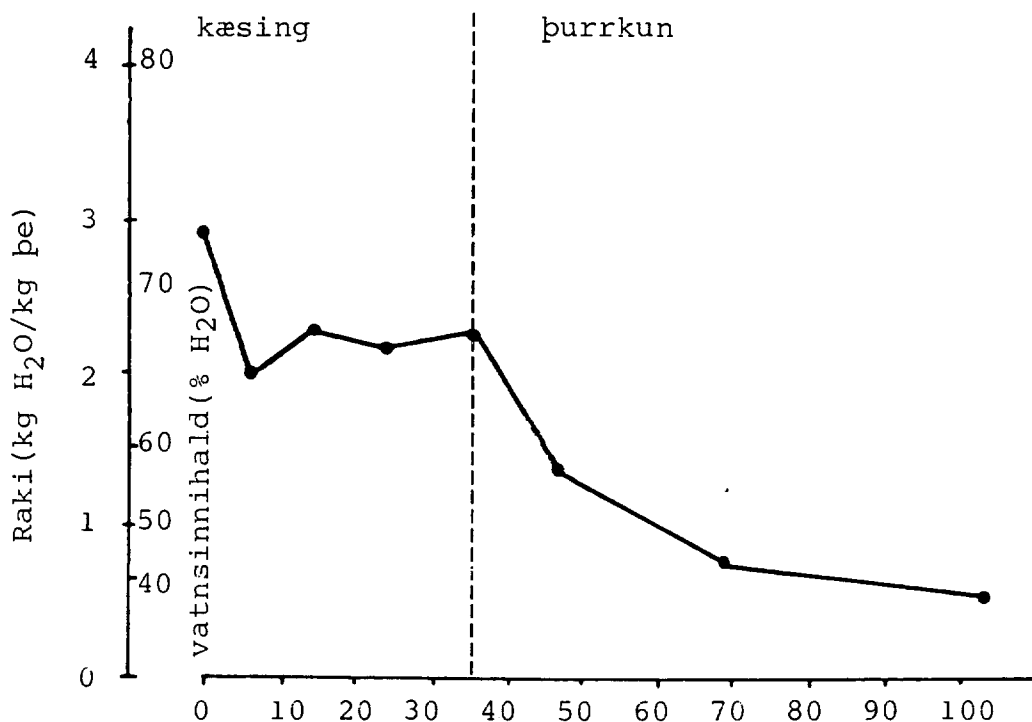
Mynd 3. Hlutfallsfjöldi Moraxella/Acinetobacter og Lactobacillus af heildarfjölda á járnagar, ●—● Lactobacillus, ●---● Moraxella/Acinetobacter.

Tafla 3. Niðurstöður greininga á ureasa + og H₂S-myndandi örverum.

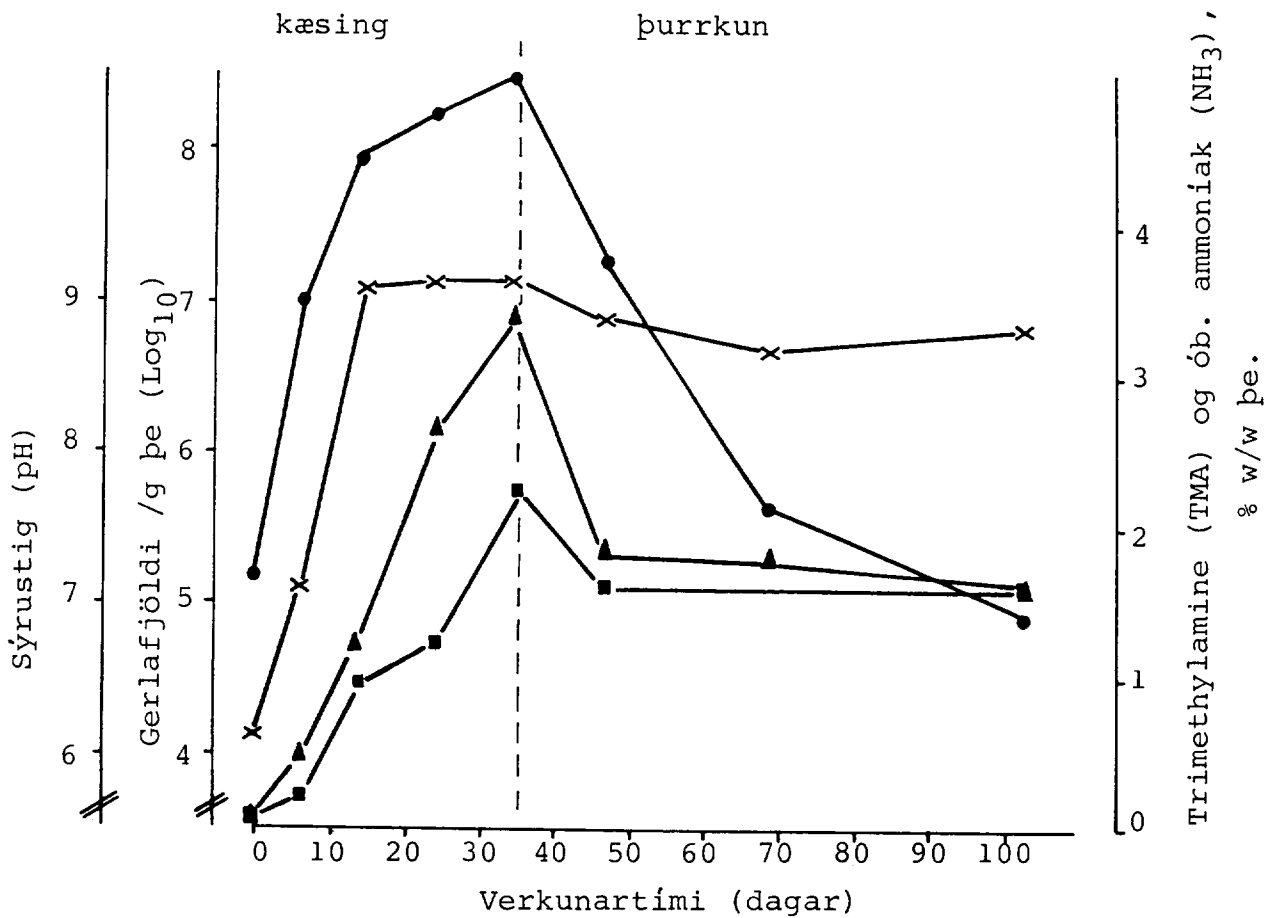
dagar	% hlutfall ureasa+ og H ₂ S-myndandi örvera							
	0	6	14	24	35	47	69	103
<u>Þvagefnissundrandi örverur (ureasa +)</u>								
<u>Moraxella/Acinetobacter</u>	16	8	8	64	32	32	12	4
<u>Micrococcus/Staphylococcus</u>	4	0	0	0	0	0	4	0
<u>H₂S-myndandi örverur</u>								
<u>Lactobacillus</u>	4	16	32	4	0	20	12	24
Gersveppir	4	0	0	0	0	0	0	0
Coryneforms	0	4	0	0	0	0	0	0

Tafla 4. Niðurstöður efnamælinga yfir verkunartíma hákarls.

Verkunar- tími (dagar)	Óbundið ammoníak (% w/w þe)	Trimethyl- amín (mgN/100g þe)	Fita (% w/w þe)	Þurrefni (þe) (%)	Sýru- stig (pH)
0	0.29	1.2	-	25.5	6.0
kæsing	6	49.1	61.6	33.6	7.1
	14	115.1	66.4	30.4	9.0
	24	289.4	61.1	31.3	9.1
	35	528.1	64.0	30.3	9.1
	þurrkun	47	377.4	64.2	42.4
69		-	63.9	56.5	8.7
103		376.1	63.9	64.5	8.8



Mynd 4. Breytingar á vatnsinnihaldi við verkun hákarls.



Mynd 5. Samantekt á örveru- og efnabreytingum við verkun hákarls. ●—● : heildargerlafjöldi á járnagar, x—x: sýrustig (pH), ▲—▲ : óbundið ammoníak (NH₃), ■—■ : trimethylamine (TMA).

4. UMRÆÐA OG ÁLYKTANIR

Til þess að fá gleggri heildarmynd af helstu örveru- og efna-
breytingum sem verða við verkun hákarls voru niðurstöður tri-
methylamins (TMA)-, ammoníaks (NH_3)-, og sýrustigs (pH)-mælinga
ásamt gerlatalningum á járnagar sameinaðar á eitt línurit
(mynd 5). Niðurstöður TMA-mælinga voru umreiknaðar úr mgN/100g
þurrefni í % TMA í þurrefni til samræmingar við NH_3 -mælingar.
Sterk fylgni var á milli gerlatalninga annars vegar og efna-
mælinga hins vegar. Geysileg aukning varð á gerlafjölda meðan
á kæsingu stóð (5 vikur). Á þeim tíma myndaðist mikið magn
 NH_3 úr þvagefni og TMA úr TMAO. Þessi myndefni eru basísk enda
hækkaði sýrustig úr pH 6.0 í 9.1.

Niðurstöður örverugreininga sýndu, að tveir hópar voru ríkjandi
á verkunartímanum: Moraxella/Acinetobacter (algengar ættkvíslir í
fiski) og Lactobacillus (ein ættkvísl mjólkursýrugerla). Mikil
aukning varð á fjölda Moraxella/Acinetobacter gerla mestan
hluta kæsingartímans en síðustu dagana fyrir upphengingu dró
nokkuð úr vaxtarhraðanum. Í ljós kom að stór hluti þessara
gerla myndaði ensímið ureasa, sem hvatar umbreytingu þvagefnis
í NH_3 . Japanskar rannsóknir hafa sýnt að lítið sem ekkert
fyrirfinnst af ureasa í holdi hákarla (Simidu, 1961). Ef sama
gildir um þá hákarlstegund sem hér er verkuð telst Moraxella/
Acinetobacter hópurinn ábyrgur fyrir myndun NH_3 í kæstum hákarli.

Langt er síðan sýnt var fram á að niðurbrot á TMAO \longrightarrow TMA í
fiski verður vegna gerlastarfsemi (Shewan & Jones, 1957).
Nokkuð víst er að Moraxella/Acinetobacter hópurinn sé ábyrgur
fyrir myndun TMA í kæstum hákarli.

Fyrstu 14 daga kæsingartímans varð töluverð aukning á fjölda
mjólkursýrugerla. Eftir þann tíma fór þeim fækkandi en þá
var sýrustig komið í pH 9.0. Vafalítið hefur svo basískt
umhverfi virkað hemjandi á vöxt mjólkursýrugerlanna. Athygli
vakti að hluti stofnanna var H_2S -myndandi á járnagar. Samkvæmt
Bergey's Manual (1974) mynda tegundir innan ættkvíslarinnar
Lactobacillus ekki H_2S . Nánari rannsókna er þörf á þessu sviði.
Búast má við að þetta brennisteinsefni hafi einhver áhrif á
bragð- og lyktargæði verkaðs hákarls.

Á þurrktímanum fækkaði gerlum stöðugt. Lactobacillus gerlarnir voru þólnari gagnvart þurrki en Moraxella/Acinetobacter hópurinn. Þessar niðurstöður komu ekki á óvart þar sem sýnt hefur verið fram á að í skreiðarverkun ná Lactobacillus gerlar yfirhöndinni eftir 15-20 daga þurrktíma á kostnað Moraxella/Acinetobacter hópsins (Valdimarsson & Guðbjörnsdóttir, 1982). Veruleg lækun varð á TMA og NH₃ fyrstu dagana eftir upphengingu en eftir því sem leið á þurrktímann urðu breytingar hægari. Þessi efni eru rokgjörn og gufa því upp meðan á þurrkun stendur.

Verkun á hákarli er óstöðluð vinnsluaðferð. Tilgangur tilraunanna var einungis sá að kanna helstu örveru- og efnabreytingar sem eiga sér stað við verkunina en ekki að bera á borð staðlaða forskrift að hákarlsverkun. Þessar breytingar ættu í megindráttum að fylgja sama ferli þótt einhver munur sé á verkunarmáta.

ÞAKKARORÐ

Kærar þakkir til Matthíasar Guðmundssonar verkstjóra B.Ú.R. Grandavegi fyrir ómetanlega aðstoð við framkvæmd tilraunanna. Júlíus Guðmundsson efnafræðingur hjá R.f. sá um mælingar á þurrefni, óbundnu ammoníaki og fitu og Guðmundur Guðmundsson matvælafræðingur um mælingar á trimethylamine.

HEIMILDASKRÁ

Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 8. útg. 1974.

Útg.: R.E. Buchanan & N.E. Gibbons, Baltimore: Williams & Wilkins Co.

Dyer, W.J. 1952. Amines in fish muscle VI. Trimethylamine oxide content of fish and marine invertebrates. J. Fish. Res. Bd. Can., 8(5), bls. 314.

Jensen, H.M. & Schulz, E. 1980. Jernagars anvendelse til friskhedsbestemmelse af fersk fisk. Dansk Veterinærtidsskrift.

Kristinsson, Ö. 1973a. Efnagreining á verkuðum hákarli. Tæknitíðindi nr. 34.

Kristinsson, Ö. 1973b. Efnabreytingar við kæsingu brjóskfiska. Ársskýrsla R.f. 1973, bls. 26.

Magnússon H. & Traustadóttir K. 1980. Geymsluþol reykrar síldar í loftdregnum plastumbúðum. Tæknitíðindi nr. 119.

Magnússon, H. & Traustadóttir, K. 1983. Geymsluþol niðurlagðrar tómatsíldar. Tæknitíðindi nr. 150.

Ónafngreint, 1968. Rannsóknir á hákarli. Skýrsla um starfsemi R.f. 1968, bls. 8.

Shewan, J.M. & Jones, N.R. 1957. Chemical changes occurring in cod muscle during chill storage and their possible use as objective indices of quality. J. Sci. Fd. Agric. 8, bls. 491.

Simidu, W. 1961. Nonprotein nitrogenous compounds. Í: Fish as Food, 1. bindi bls. 353. Útg.: G. Borgström London. A.P.

Sizemore, R.K. & Stevenson, L.H. 1970. Method for the isolation of proteolytic marine bacteria. Appl. Microbiol. 20(6).

Speck, M.L. (útg.) 1976. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Washington, D.C.: APHA.

Valdimarsson, G. & Guðbjörnsdóttir, B. 1982. Örverugróður í skreið. 5. RIT R.f..