

Nr. 97	Guluskemmdir á saltfiski. Samtals 10 bls.
28. nóv. 1977	Skýrsluna í heild má panta í síma 20240.

Guluskemmdir á saltfiski

Geir Arnesen

ÚRDRÁTTUR

Skömmu eftir að Íslendingar hófu aftur saltfiskverkun að lokinni síðari heimsstyrjöld fór í auknum mæli að bera á því að saltfiskur gulnaði á óeðlilegan hátt á verkunartímabilinu.

Við eftirgrennslan erlendis kom í ljós, að bæði Bretar og Kanadamenn voru vandamálinu kunnugir, án þess þó að orsökkin væri kunn. Kanadamenn hölluðust samt helst að þeirri skýringu að skaðvaldurinn væri járnmengað salt.

Á árunum 1949-1951 voru gerðar í Rannsóknastofu Fiskifélags Íslands allmargar ákvarðanir á járnmagni í salti, en án þess að nokkuð samband fyndist milli járninnihaldsins í saltinu og gulumyndunar við söltun á þorski. Þessar niðurstöður voru seinna staðfestar af vísindamönnum hjá Torry-rannsóknastofnuninni í Aberdeen, sem einnig töldu að hér gæti ekki verið um gerlagróður að ræða. Í ársbyrjun 1953 fór SIF þess sérstaklega á leit, að Rannsóknastofa Fiskifélags Íslands tæki að sér að grafast fyrir um eðli og orsakir guluskemmdanna og gera tillögur til úrbóta. Rannsóknir þessar stóðu yfir allt árið 1953 og raunar mestan hluta ársins 1954 líka.

Niðurstaðan varð sú, að skaðvaldurinn væri örlítið magn af kopar, sem stundum fyndist í fisksaltinu. Bæði súrefni loftans og fitan í fiskholdinu taka þátt í gulumynduninni, en koparinn örvar efnabreytinguna.

Það sýndi sig við íblöndun á kopar í hreint, ómengað salt, að sé koparmagníð í saltinu meira en 0.1 mg/kg má búast við guluskemmdum við söltun. Þar sem aldrei hefur verið sýnt fram á að gulur fiskur væri óheilnæmur verður fyrst og fremst að líta á guluskemmdirnar sem útlitsgalla.

Varúðarráðstafanir

Að þessum niðurstöðum fengnum var allt koparkyns bráðlega fjarlæggt úr saltstöðvunum við Miðjarðarhafið, en vandamálið var þó ekki úr sögunni, því að mengun í flutningaskipum var ekki óalgeng fram til ársins 1967, þegar farið var að klæða lestarrúmin innan með plastdúki og ætti það að vera skylda. Opinbert eftirlit með saltinnflutningi hefur aldrei verið lögfest á Íslandi, enda yrði það erfitt í framkvæmd. Það er til nokkurra bóta, ef saltsýni eru tekin við uppskipun og send til efnagreiningar, en þó langt frá því að veita fullkomið öryggi, því að koparinn er alltaf misdreifður um saltið, sé hann til staðar. Mest öryggi fengist ef eftirlitið færi fram við útskipun erlendis. Flutningaskipin skulu valin sérstaklega með tilliti til fyrri farma og þá jafnframt tryggt með efnagreiningu að lestarnar séu ekki koparmengaðar. Auk þess væri það til bóta, ef skoðun færi fram reglulega á hinum erlendu saltstöðvum og þá sérstaklega þeim, sem keypt er frá í fyrsta skipti.

Guluskemmdir hafa við og við, um langt árabíl, valdið umtalsverðu tjóni á íslenskum saltfiski. Ekki er mér kunnugt um, að neinar skráðar heimildir séu til um þetta fyrirbæri frá fyrri hluta 20. aldar, en af viðræðum við eldri menn, má ráða að saltfiskur hafi stundum á þessum árum gulnað á óeðlilegan hátt og fyrirbærið, þá nefnt saltbruni án frekari skýringa.

Skömmu eftir að Íslendingar hófu aftur saltfiskverkun, eftir síðari heimsstyrjöld, fór í vaxandi mæli að bera á guluskemmdum.

Við eftirgrennslan erlendis kom í ljós að bæði Bretar og Kanadamenn voru vandamálinu kunnugir, en hvorki Norðmenn né Spánverjar könnuðust við það á þessum árum.

Engar viðtækar rannsóknir höfðu þá farið fram á eðli og orsökum guluskemmdanna, en líklegasta skýringin var talin vera járnmengun¹⁾.

Tjónið af guluskemmdum á íslenskum saltfiski nam á árunum 1948-1953 10-20 milljónum króna, sem þá var mikið fé.

Það mun hafa verið í febrúar 1953 að Sölusamband íslenskra fiskframleiðenda fór þess á leit, að Rannsóknastofa Fiskifélags Íslands tæki að sér að kanna orsakir og eðli guluskemmdanna og gera tillögur til úrbóta.

Ákveðið var að verða við þessari beiðni, enda lagði SIF fram nokkuð fé til rannsókna.

Frumathuganir í verstöðvunum bentu eindregið til þess að skaðvaldinn væri að finna í saltinu, því að það sýndi sig að fiskur gulnaði úr sumum saltförmum en öðrum ekki, enda þótt söltunaraðstæður væru hinar sömu.

Þær rannsóknir, sem þegar höfðu farið fram hér beindust aðallega að ákvörðunum á járn magni í salti, en eins og fyrr segir töldu Kanadamenn járníð vera skaðvaldinn. Ekki fannst neitt samband milli járn magnsins í saltinu og gulumyndunar við söltun á fiski. Þá var einnig reynt að blanda járn söltum í fiskisaltið í von um að geta þannig komið til leiðar gulumyndun við söltun á fiski, en þetta reyndist árangurslaust.

Að vísu kom fram daufgulur blær, ef járnmagníð í saltinu var yfir 100 mg/kg, en í öllum þeim sýnum, sem rannsökuð voru, reyndist járnmagníð minna en 30 mg/kg og gildi þá einu hvort fiskur gulnaði úr saltinu eða ekki.

Þessar niðurstöður voru raunverulega staðfestar í bréfi frá Torry-rannsóknastofnuninni í Aberdeen²⁾, en þar var því jafnframt haldið fram að gulan ætti ekki rætur að rekja til gerlagróðurs. Hjá Torry-stofnuninni voru gerðar ákvarðanir á magni margra snefilmálma í salti, en án þess að orsök guluskemmdanna fyndist, enda kom seinna á daginn að rannsóknir þessar höfðu ekki verið nægilega ítarlegar, því að t.d. var kopar útilokaður á þeim forsendum, að magníð væri alltaf undir 10 mg/kg.

Rannsóknnum á guluskemmdunum var nú haldið áfram hjá Rannsóknastofnu Fiskifélags Íslands allt árið 1953 og raunar mestan hluta ársins 1954 líka. Það er ekki ætlunin að rekja hér sögu rannsókna í einstökum atriðum, en nokkur atriði skulu þó nefnd hér á eftir.

Páll Ólafsson³⁾ efnaverkfræðingur á Siglufirði, setti fram þá hugmynd síðla árs 1953 að kalsíumklóríð eða önnur auðleyst kalsíumsölt í fisksaltinu gætu valdið gulumynduninni og svo síðar að guluskemmdunum valdi gerlar, sem þurfi kalsíum sér til viðurværis. Ekki voru þessar hugmyndir í samræmi við þær niðurstöður, sem fengust hjá Rannsóknastofnu Fiskifélags Íslands. Dr. Sigurður Pétursson⁶⁾ komst fljótlega að þeirri niðurstöðu að hér væri ekki um gerlagróður að ræða, enda kom það í ljós, að ef salt (franskt), sem tilraunasaltanir sýndu að ætíð olli gulumyndun, var steriliserað áður en saltað var úr því, þá dró það ekkert úr gulumynduninni.

Tilraunasaltanir fóru fram í kjallara nýbyggingarinnar að Skúlagötu 4 á þar til gerðum trébekkjum.

Í venjulegu fisksalti er auk aðalsaltsins, sem er natríumklóríð, alltaf nokkuð magn af aukasöltum, svo sem kalsíumsúlfati magníumsúlfati, magníumklóríði og kalsíumklóríði. Ekkert þessara aukasalta né heldur innbyrðis hlutföll þeirra í fisksaltinu reyndust vera orsök gulumyndunarinnar. Kalsíumsöltin virtust þó frekar skerpa litinn, en magníumsöltin deyfa hann.

Sé hæfilegu magni af kalsíumklóríði blandað í salt, sem eitt sér veldur ekki gulumyndun, verður saltfiskurinn hvítari og stinnari. Viðbót af magníumsöltum virtist frekar draga úr gulumynduninni, en hindraði hana þó ekki. Magníumsöltin gerðu fiskinn líka stinnari.

Í framhaldi af þessu var nú reynt að einangra og greina þann eða þá þætti saltsins, sem gulumynduninni ollu. Þetta tókst að lokum því að eftir að reynt hafði verið að bæta söltum af ýmsum málum í ómengað salt heppnaðist að framkalla gulumyndun á fiski með viðbót af koparsöltun í fisksaltið. Gulan, sem þannig kom fram, var mjög áþekkt því sem þekkt var úr verstöðvunum. Raunar heppnaðist einnig að framkalla gulu á löngum tíma með íblöndun af coboltsöltum í fisksaltið en magnið, sem til þess þurfti var mjög mikið eða a.m.k. 20 mg/kg. Þar sem aldrei hefur fundist meira magn en 0.01 mg/kg í fisksalti og möguleikarnir á mengun óverulegir, þá hefur þetta varla nokkra raunhæfa þýðingu.

Nú var tekið til óspilltra málanna með að ákvarða koparmagn í innfluttu salti og naut ég við það ágættrar aðstoðar Halldórs Grímssonar, efnafræðings að Keldum, sem mikið hafði fengist við ákvarðanir á snefilmálum.

Með íblöndun kopars í hreint ómengað salt, sem síðan var saltað úr, fengust eftirfarandi niðurstöður:

Koparmagn í salti <u>mg/kg</u>	Guluvottur <u>geymslutími, dagar</u>
3.0	3
1.1	10
0.4	14
0.3	14
0.2	35
0.1	90 (vottur)

Snemma árs 1954 lágu því fyrir niðurstöður, sem eindregið bentu til þess að skaðvaldurinn væri kopar. Torry-stofnunin⁴⁾ staðfesti síðar þær niðurstöður, sem hér höfðu fengist og birtar voru í Ægi⁵⁾ í júlí 1954. Hér voru leidd að því rök

að ef salt innihéldi 0.1 mg kopar pr kg eða meira, mætti búast við gulumyndun við söltun á fiski og færi litstyrkurinn vaxandi með auknu koparmagni og yrði þá yfirborð fisksins oft brúnt með tímanum. Þessar rannsóknaniðurstöður, höfðu í för með sér að við Kristján Einarsson, forstjóri SIF tókum okkur ferð til Miðjarðarhafslanda í september 1954. Tilgangur ferðarinnar var bæði sá að kynnast af eigin reynd þeim aðferðum, sem notaðar eru við framleiðslu sjávarsalts og svo einnig að skýra framleiðendum saltsins frá niðurstöðum rannsókna hér á Íslandi í von um að takast mætti að girða fyrir að koparmengað salt yrði eftirleiðis flutt til Íslands. Það skipti auðvitað öllu máli að fá úr því skorið hvar koparinn blandist saltinu og kom þá einkum til greina hráefnið, þ.e.a.s. sjórinn, en auk þess öll þau framleiðslu- og flutningatæki, sem saltið kemst í snertingu við. Í sjónum má finna a.m.k. örlítið magn af flestum frumefnum, þ.á.m. kopar og hefur koparmagnið í Miðjarðarhafinu mælst 0.16-0.19 ug/l. Ef allt vatnið væri látið gufa upp við vinnsluna, færi ekki hjá því að það salt, sem seinast félli út myndi mengast af koparefnum, en þessu er ekki þannig farið. Hvergi er allt vatnið látið gufa upp. Lengst var gengið í saltstöðvunum í Trapani og Cadiz, þar sem vatn var látið gufa upp þangað til eðlisþyngd þækilsins var orðin 32° Bé og eftir því sem okkur var tjáð höfðu framleiðsluhættir verið þarna óbreyttir um langan aldur. Í þessum stöðvum fór heldur enginn þvottur fram á saltinu eftir að það kom upp úr tjörnnum. Í hvorugri þessara stöðva var neitt koparkyns að sjá. Rannsóknir, sem seinna voru gerðar sýndu að engan kopar var að finna í salti frá þessum stöðvum né heldur gulnaði fiskur við söltun úr því. Af þessu var dregin sú ályktun, að ekki kæmu koparefnin úr sjónum. Norðmenn keyptu á þessum árum mest af sínu fisksalti frá Trapani og mun það vera ástæðan til þess að þeir kynntust saltguluvandamálinu seinna en Íslendingar.

Þótt enginn væri koparinn í Cadiz, var víða eitthvað koparkyns að finna í flestum saltstöðvum á Spáni. T.d. var ekki óalgengt að rennibrautir (sliskjur), skúffuelevatorar og

trektar að kvörnum væru klæddar innan með þunnum plötum úr látúni, sem er koparblendingur. Það reyndist ekki auðvelt að sannfæra Spánverjana um skaðsemi koparsins og fengum við þar engu um þokað fyrst í stað. Það varð þó úr, að tekin voru í flestum saltstöðvum stór saltsýni, bæði beint úr tjörnunum og þá brotin með tréhamri fyrir sekkjun og svo önnur sýni, sem farið höfðu venjulega leið gegnum stöðvarnar. Öll sýnin voru síðan send til Íslands, þar sem þau voru efnagreind og saltað úr þeim. Árangurinn varð mjög greinilegur því að í öllum sýnunum, sem komið höfðu í snertingu við látúnsplötturnar fannst kopar og fór magnið allt upp í 2.0 mg/kg.

Fiskur, sem saltaður var úr þessum sýnum gulnaði allur meira og minna. Í hinum sýnunum, sem komu beint úr tjörnunum fannst hvergi meira en 0.04 mg/kg af kopar og enginn fiskur gulnaði við söltun. Að þessum niðurstöðum fengnum létu saltframleiðendur fjarlægja allt koparkyns úr saltverunum.

Enda þótt áhrif koparmengunarinnar séu ótvíræð hefur aldrei tekist nákvæmlega að sýna fram á hvaða efni það eru, sem myndast og gefa fiskholdinu gula eða brúna litinn.

Seinni tíma rannsóknir hafa þó fært okkur nær markinu. Áhrif andrúmsloftsins voru könnuð á þann hátt að fiskbitar, sem saltaðir höfðu verið með salti, sem innihélt ca. 5 mg kopar pr. kg, voru settir í lokuð glös með köfnunarefni í stað andrúmslofts og geymdir þannig í margar vikur án þess að nokkur gulnun ætti sér stað. Væru glösin hins vegar opnuð gulnuðu bitarnir fljótlega og urðu alveg brúnir að nokkrum dögum liðnum. Af þessu var sú ályktun dregin að súrefni andrúmsloftsins tæki þátt í efnabreytingunni, þegar fiskur gulnar.

Í þorskhaldi eru venjulega 0.5-1% af fitu og voru áhrif fitunnar könnuð með því að frostþurrka þorskhald, mala það síðan og fjarlægja fituna með upplausnarefnum. Uppbleytt þurrfiskduft gulnar á venjulegan hátt með koparmenguðu salti, en engin gulnun kemur fram ef fitan hefur verið fjarlægð. Gulan kemur aftur á móti fram ef fitunni er bætt í duftið aftur. Fitan dökknar einnig ein sér á asbestgrunni eftir að hafa verið vatt í þekli úr koparmenguðu salti. Við efnagreiningu reyndist fitan innihalda 1.5-2% köfnunarefni. Sé sykri (ribose) blandað í þurrfiskduftið í stað fitunnar og síðan koparmenguðu salti þá veldur það engum teljandi litarbreytingum við geymslu.

Algengt er að finna 0.5-1 mg af kopar í holdlagi af fullstöðnum saltfiski með eðlilegt útlit. Hafi fiskurinn verið saltaður úr koparmenguðu salti er koparmagníð oftast á bilinu 1.5-10 mg pr. kg, en hefur í einstaka tilfellum reynst miklu meira.

Það hefur lengi verið vitað að kopar hefur örvandi áhrif á þráamyndun (oxun) í fitu, en litarefnið, sem hér er um að ræða inniheldur einnig köfnunarefni.

Kopar er að vísu eittraður, ef magníð er nægilegt, en skaðleysismörkin eru há og dagsþörf fullorðins fólks fyrir kopar 2-3 mg. Sú þekking, sem nú er fyrir hendi, bendir því ekki til þess að gulur saltfiskur sé óheilmæmur, enda mun líka mest af koparefnum losna aftur við útvötnun og suðu, þó að guli liturinn haldist óbreyttur, en hann veldur verulegu verðfalli á saltfiskinum.

Varúðarráðstafanir

Enda þótt koparefnum væru fjarlægð úr saltstöðvunum við Miðjarðarhafið, var vandamálið þó ekki úr sögunni, því að koparmengun í lestum flutningaskipa var algeng a.m.k. fram til þess tíma, að farið var að klæða lestarrúmin innan með plastdúki.

Reynslan sýnir að hafi lestargólf úr tré mengast af koparefnum er varla hægt að þrifa það svo vel, að salt þoli snertingu við það án þess að mengast. Það skeði líka alloft á árunum 1954-1967 að salt mengaðist í flutningaskipum og ylli tjóni á saltfiski, enda þótt innflytjendur reyndu að velja skipin eftir upplýsingum um farma langt aftur í tímann. Stundum var þó tjóni forðað, ef sýni tekin við uppskipun sýndu skaðlegt koparmagn við efnagreiningu.

Nokkur þáttaskil urðu í þessum málum 1967, en þá dvaldi ég fjórar vikur í Almeria á Spáni á vegum íslensks innflutningsfyrirtækis og gerði úttekt á öllum flutningaskipum, sem flytja áttu salt til Íslands frá saltstöðinni í Roquetas de Mar, en Íslendingar keyptu á þessum árum mest af sínu fisksalti þaðan. Úttektin fór þannig fram, að hreinu ómenguðu salti var þrýst léttilega niður á lestargólfið hér og þar, en

síðan safnað á glös og tekið til efnagreiningar. Væri kopar-
 magnið í saltinu meira en 0.1 mg/kg var skipið talið óhæft
 til saltflutninga og sent burt. Samtímis þessu var einnig
 hafist handa með að klæða lestarrúm skipanna innan með plast-
 dúki, sem var festur niður með trélistum, áður en saltinu var
 skipað um borð. Þessar varúðarráðstafanir gáfu góða raun, því
 að ekki einn einasti fiskur gulnaði af saltinu úr þessum skipum.
 Opinbert eftirlit með saltinnflutningi hefur aldrei verið lög-
 fest á Íslandi, enda yrði það líka mjög erfitt í framkvæmd.
 Efnagreining á sýnum, sem tekin eru við uppskipun er til bóta,
 en þó langt því frá að veita öryggi, því að þótt koparefnin séu
 til staðar í saltinu þá eru þau alltaf mjög misdreifð. Þetta
 öryggisleysi er eðlilegt þegar haft er í huga að koparákvarð-
 anir eru gerðar á 12 gr. sýnum. Mest öryggi fæst, ef staðið er
 að eftirlitinu á svipaðan hátt og gert var í Almeria 1967 og
 áður er lýst. Auk þess væri til bóta ef saltstöðvarnar væru
 skoðaðar reglulega og þá sér í lagi þær, sem keypt er frá í
 fyrsta skipti. Plastklæðningin ein sér gerir þó mikið gagn,
 en hafa ber í huga að hún er æfinlega rifin í sundur við upp-
 skipun og verður þá ekki komist hjá nokkurri snertingu salts-
 ins við lestargólfið.

Hafi saltfiskur gulnað af völdum kopars, er ekki hægt
 að þvo gula litinn burtu aftur, en sé gulumyndunin stutt á veg
 komin, má oft stöðva hana með því að burst fiskinn úr vatni.
 Lang mest af koparefnunum eru nefnilega laust bundin í yfirborð-
 inu og skolast burt með þvottavatninu. Þetta var t.d. gert
 með góðum árangri s.l. sumar víða á Austfjörðum. Það er algengt
 að gulur fiskur sé harðþurrkaður, en við það dofna guli litur-
 inn, sem kemur þó að mestu fram aftur um leið og raki úr innri
 hluta fisksins leitar út í yfirborðið.

Heimildir:

1. W.J. Dyer, Yellow stains in saltfish. Fisheries Research Board of Canada, Progress Reports, No. 45, April 1949.
2. G. A. Reay, Torry Research Station, Aberdeen, 24/2 1953.
3. Morgunblaðið, 18. nóvember 1953.
4. J. M. Shewan, The Browning of Salt Cured White Fish, Food Manufacture, May 1955.
5. Geir Arnesen, Kopar í salti veldur guluskemmdum í saltfiski. Ægir, júlí 1954.
6. Dr. Sigurður Pétursson, Orsakast gulan í saltfiskinum af gerlum? Ægir, júlí 1954.