

Vinnsla og vöruþróun
Processing and Product
Development

Líftækni
Biotechnology



Matvælaöryggi
Food Safety



Vinnsla og vöruþróun

Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks. Áhrif kælingar eftir veiði á vöðvabyggingu þorsks.

Valur N. Gunnlaugsson
Jónína Ragnarsdóttir
Þóra Valsdóttir
Kristín Anna Þórarinsdóttir

Skýrsla Matís 29-07
Ágúst 2007

ISSN 1670-7192



Titill / Title	Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks. Áhrif kælingar eftir veiði á vöðvabyggingu þorsks		
Höfundar / Authors	Valur N. Gunnlaugsson, Jónína Ragnarsdóttir, Þóra Valsdóttir, Kristín Anna Þórarinsdóttir		
Skýrsla / Report no.	29 - 07	Útgáfudagur / Date:	Ágúst 2007
Verknr. / project no.	1653		
Styrktaraðilar / funding:	AVS, Tækniþróunarsjóður Rannís		
Ágrip á íslensku:	<p>Þessi skýrsla lýsir niðurstöðum myndgreiningar á þorski. Metin voru áhrif kæliaðferða eftir veiði á vöðvabyggingu þorsks. Ekki var hægt að greina mun á flökum eftir því hvort fiskurinn hafði verið geymdur í vökvaís eða flöguís í lest eða verið kældur sérstaklega á dekki.</p> <p>Fylgst var með breytingum á vöðvanum við saltfiskverkun og áhrif af sprautun metin. Við söltun drógust frumur saman og millifrumubil jókst. Greinilegur munur var á flökum eftir því hvort þau voru sprautuð eða ekki.</p> <p>Við útvötnun dró aftur úr mun vegna sprautunar.</p>		
Lykilorð á íslensku:	<i>Myndgreining, söltun, útvötnun, þorskur, vökvaís, flöguís</i>		
Summary in English:	<p>Results from image analyses on cod are discussed in this report. The effects of chilling methods after catch on microstructure of cod fillets were also evaluated. No significant effects were observed, neither when extra chilling was added on deck nor with regard to different ice types (liquid ice/flake) used for storage of the fish.</p> <p>Changes in the fish muscle during heavy salting were examined and the effects of injection as the initial step in the process studied. During salting muscle cells shrank and the ratio of extracellular fluid increased.</p> <p>Significant effects of injection were observed after salting but during rehydration the difference decreased again.</p>		
English keywords:	<i>Image analyses, salting, rehydration, cod, liquid ice, flake ice</i>		

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD.....	2
Framkvæmd við vinnslu, verkun og útvötnun.....	3
Sýnataka	3
Aðferð við myndgreiningu.....	4
3. NIÐURSTÖÐUR.....	6
Áhrif kæliaðferða.....	6
Áhrif söltunar.....	7
Áhrif sprautunar	8
4. UMRÆÐUR	10
Heimildir:.....	10

1. INNGANGUR

Þessi skýrsla er hluti af verkþætti 2 í verkefninu *Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks*. Lýsir hún niðurstöðum myndgreiningar við saltfiskverkun þar sem metin voru áhrif af mismunandi kæliaðferðum eftir veiði og söltunaraðferðum (Verkefnaskýrsla Rf 34-06).

Markmið tilraunanna var að rannsaka hvaða áhrif aukin kæling afla með vökvaís hefði á gæði, vatnsheldni og verkunarnýtingu við söltun þorsks. Fyrri athuganir starfsmanna Þorbjarnarins sýndu að hugsanlega hefði mikil og snögg kæling fljótlega eftir blóðgun neikvæð áhrif á blæ fisksins eftir verkun. Tilgátur voru um að kælingin hefði áhrif á ferli dauðastirðunar og vöðvabyggingu sem orsakaði lakari nýtingu og gæði. Niðurstöður tilrauna staðfestu að kæling með vökvaís í lest hefði neikvæð áhrif á gæði verkaðs saltfisks. Áhrif á rýrnun frá veiði til vinnslu voru einnig neikvæð en áhrif á vinnslu- og verkunarnýtingu voru hinsvegar ekki merkjanleg (Þóra Valsdóttir o.fl. 2006). Hér á eftir verður fjallað sérstaklega um myndgreiningu úr sýnum úr sömu tilraunum. Tilgangurinn var að kanna hvort að áhrif ístegundar kæmu fram í vöðvabyggingu þorsks fyrir vinnslu og hvernig vöðvabygging breytist við verkun.

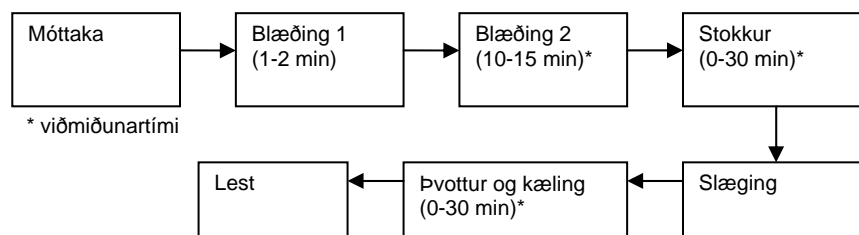
2. FRAMKVÆMD

Tilraunir voru gerðar hjá fyrirtækinu Þorbirni hf í Grindavík, og var markmiðið að meta áhrif mismunandi kælingar um borð, á gæði og nýtingu við saltfisksvinnslu. Starfsmaður Rf (nú Mátis ohf) fór í veiðiferð með skipi Þorbjarnarins, Ágústi GK og sá um að hluti afla væri meðhöndlaður á mismunandi hátt m.t.t. kælingar á dekki og í lest (Tafla 1). Vökvaís var bætt í sjó í blóðgunar- og þvottaker (aukin kæling á dekki), til samanburðar við hefðbundnu aðferðina sem er að nota eingöngu sjó í þessi ker. Samanburður var einnig gerður á því að nota vökvaís og flöguís í fiskikerin í lest og fram að vinnslu.

Tafla 1. Merkingar og kælimeðferðir samanburðarhópa í júní- og ágústtilraunum. Fyrsti bókstafur: E= ekki forkælt, K= forkælt. Annar bókstafur: E= ekki kælt eftir aðgerð, K= kælt með vökvaís eftir aðgerð. Þriðji bókstafur: F= flöguís í lest, V= vökvaís í lest.

Merking	Kælimiðill í seinna blóðgunarkeri	Kælimiðill í kerri eftir aðgerð	Kælimiðill í lest
EEF	Sjór	Sjór	Flöguís
EEV	Sjór	Sjór	Vökvaís (drenaður)
KKF	Sjór og vökvaís (2-4°C)	Sjór og vökvaís (2-4°C)	Flöguís
KKV	Sjór og vökvaís (2-4°C)	Sjór og vökvaís (2-4°C)	Vökvaís (drenaður)

Á flæðiritinu hér á eftir sést vinnsluferillinn sem fiskurinn fór í gegnum á Ágústi GK frá móttöku fisks og allt þar til hann var ísaður í lest (Mynd 1).



Mynd 1. Vinnsluferill fisks um borð í Ágústi GK. Uppgefinn tími var viðmið sem raskaðist að einhverju leyti um borð við framkvæmd.

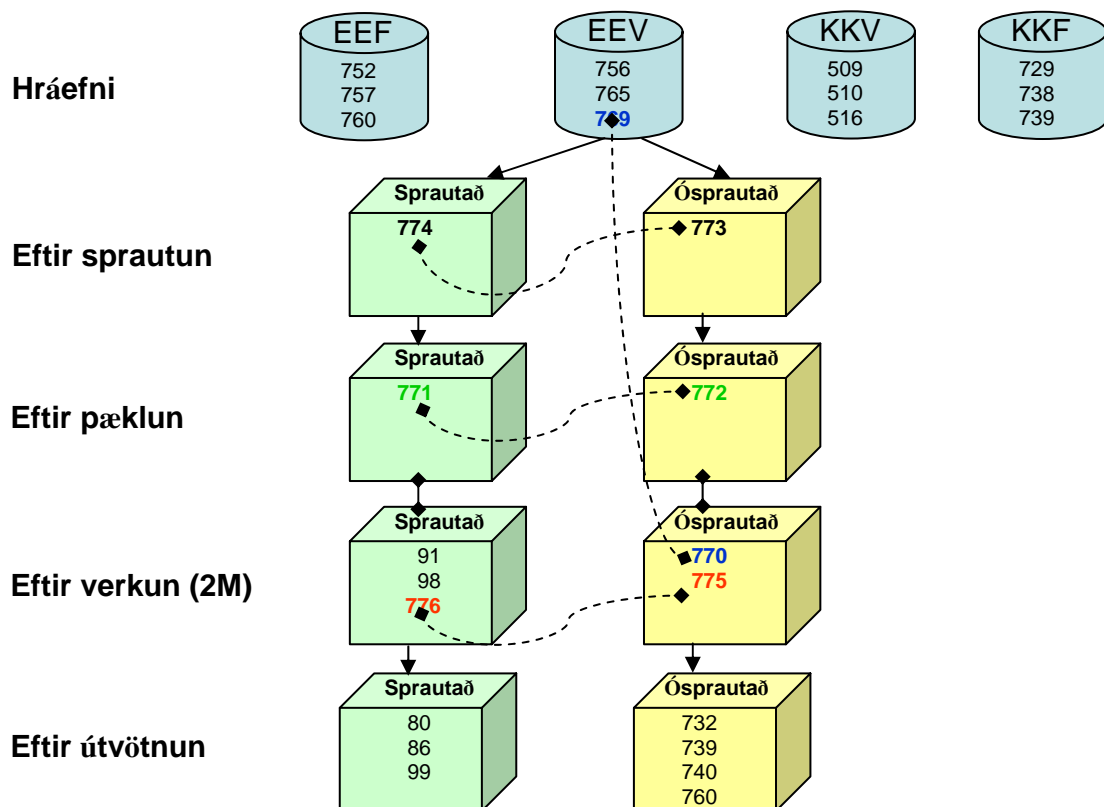
Fyrst fór fiskurinn í gegnum móttöku, þá tvö blóðgunarker (blæðing 1 og 2) og stökk (ókæld renna) þar sem hann beið þar til hann var slægður. Eftir slægingu var fiskurinn þveginn og kældur í sama kerinu og því næst fluttur með færibandi niður í lest þar sem honum var raðað í ker og ísaður. Lagnir fyrir vökvaís lágu í blóðgunarker 2 (blæðing 2) og kæliker eftir slægingu (þvottur og kæling), en aðeins var hægt að veita sjó í blóðgunarker 1. Ákveðinn tími fyrir hvert skref um borð hafði verið settur til viðmiðunar en erfitt var að fylgja tímamörkum nákvæmlega við framkvæmd.

Framkvæmd við vinnslu, verkun og útvötnun

Fiskurinn var unninn 6 dögum eftir veiði (29. ágúst 2005) og skipt í hópa eftir kæliaðferðum. Að auki var fiskinum skipt upp eftir því hvort hann var sprautaður (sprautupækill 22°B salt, 2,5% fosfat) og pæklaður (12-14°B salt, 2% fosfat) eða einungis pæklaður fyrir þurrsöltun. Flökin voru pækluð í tvo daga og síðan þurrsöltuð í 20 daga. Eftir þurrsöltun voru flökin tekin upp og pakkað í hefðbundna saltfiskkassa (25kg). Eftir um tveggja mánaða verkun voru flökin útvötnuð í hlutfallinu 1:5 (fiskur:vatn) fyrstu 24 klst, en þá var skipt um vatn og flökin útvötnuð í þrjá sólarhringa í hlutfallinu 1:4 (fiskur:vatn).

Sýnataka

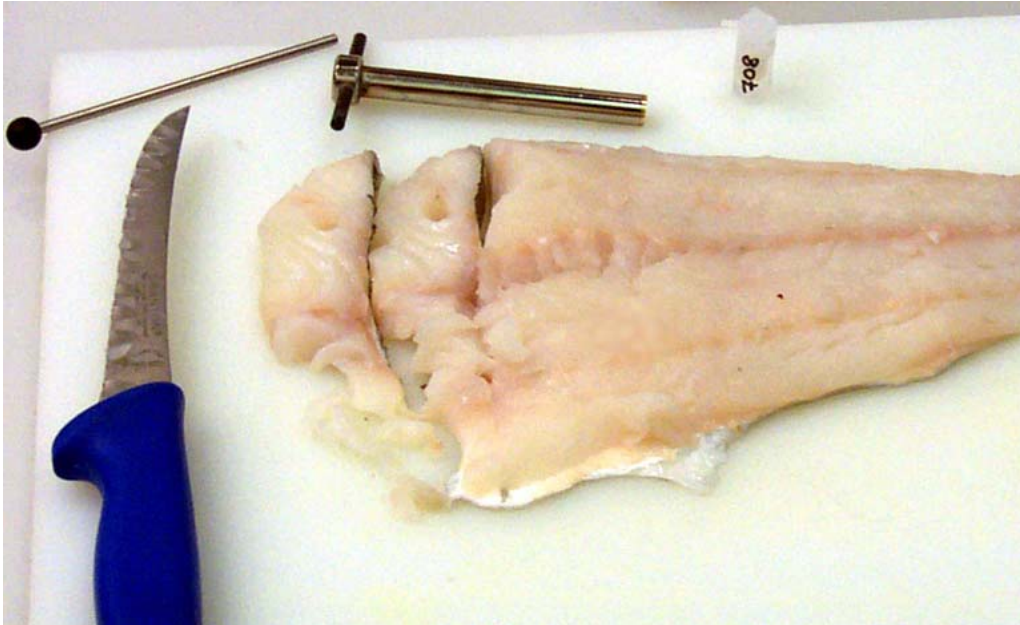
Fyrir vinnslu voru tekin sýni af öllum hópum (n=3) til að meta áhrif mismunandi kæliaðferða um borð á vöðvabyggingu fyrir verkun. Hins vegar var aðeins einn hópur (EEV) notaður til að fylgja fiski eftir við verkun til að halda sýnafjölda og kostnaði innan æskilegra marka. Til að meta áhrif af sprautun í upphafi verkunar, voru tekin samstæð flök (af sama fiski) eftir sprautun (sprautað og ómeðhöndlað), pæklun og þurrsöltun. Eftir þurrsöltun var tekið eitt flak (ósprautað) sem var samstætt flaki sem tekið var sem hráefnissýni til að lágmarka áhrif af náttúrulegum breytileika á milli einstaklinga. Einnig átti að taka flak eftir útvötnun sem samstætt væri hráefnissýni en merking datt úr við verkun þannig að það tókst ekki.



Mynd 2. Skipting sýnatöku eftir kæliaðferðum, söltunarafurðum og verkunarstigum (nr = einstak. merk. flaka, KK=kæling við blóðgun og þvott, gagnstætt við EE, V=vökvaís, F=flöguís). Brotalínur tengja samstæð flök af sama fiski.

Aðferð við myndgreiningu

Sýni voru tekin með korkbor 2,5 cm fyrir neðan fremsta bakugga þannig að sílinder sem skorinn er úr vöðvanum liggur í sömu stefnu og fiskurinn. Sýnin voru sett ásamt frystilími (Tissue-Tek, OCT, Sakura, USA) í sívalningslaga plastglös (15 mm í þvermál og 30 mm á lengd) og fryst í fljótandi köfnunarefni LN₂ (Ísaga, Reykjavík) í 50 sek. Eftir frystingu voru sýnin geymd í frysti við -83°C þar til þau voru skorin í frystiskera (“cryosectioned”).



Mynd 3. Sýnataka fyrir myndgreiningu á þorski. Búið að bora 2 sýni með bor og setja í sýnatökuglas sem inniheldur frystilím.

Sýnin voru skorin í 10 μm þykkar sneiðar í frystiskera (Leica CM 1800) við -27°C eftir að hafa verið lätin jafna sig í frystiskeranum í 20 mín. Skorin sýni voru geymd á sýnaglerjunum (SuperFrost/Plus, 25 x 75 x 1,0 mm frá Menzel-Gläser, Þýskalandi) við -83°C þar til þau voru lituð.

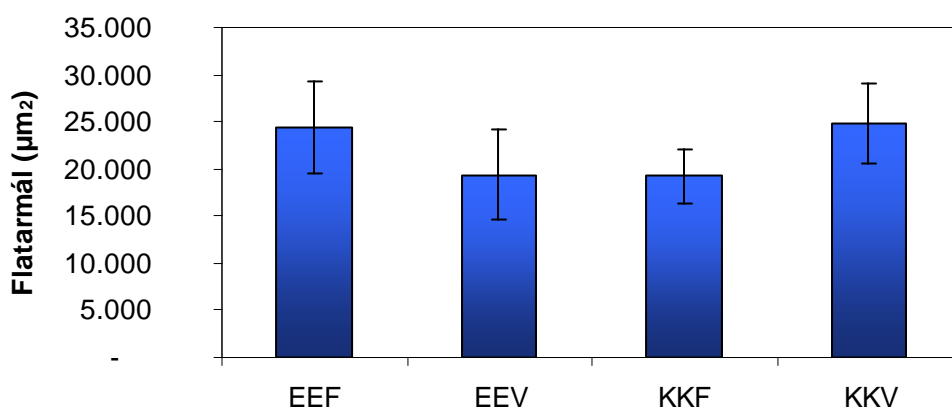
Sýnaglerin voru lituð með Orange G (0,5g CI 16230 (Polysciences Inc., USA), 99,0 mL vatn, 1,0 mL ediksýra) og Methyl Blue (0,07g CI 42780 (Sigma, USA), 99,0 mL vatn, 1,0 mL ediksýra). Eftir að sýnin höfðu þornað við stofuhita var þekjugler fest á sýnaglerið með MOUNTEX (Histolab, Svíþjóð).

Sýnin voru skoðuð í Leica DMRA2 smásjá í 100x, 200x og 400x stækkun, og myndir teknar í gegnum smásjána með Leica DC300F stafrænni myndavél.

3. NIÐURSTÖÐUR

Áhrif kæliaðferða

Á mynd 4 er hægt að sjá þverskurðarflatarmál frumna hráefnis sem kælt hafði verið á mismunandi hátt eftir veiði. Bakvið hvert gildi á myndinni eru meðaltöl fyrir flatarmál 343-387 frumna. Ekki var hægt að tengja mun á gildum við kæliaðferðir, þ.e. hvort sérstök kæling hafði farið fram á dekki eða hvort vökva- eða flöguís hafði verið notaður í lest (Mynd 4). Þar sem ekki var kælt á dekki voru frumur stærri þar sem flöguís var notaður í lest. Hins vegar voru frumur stærri þar sem kælt var við blóðgun og þvott þegar vökvaís var notaður í staðinn fyrir flöguís.

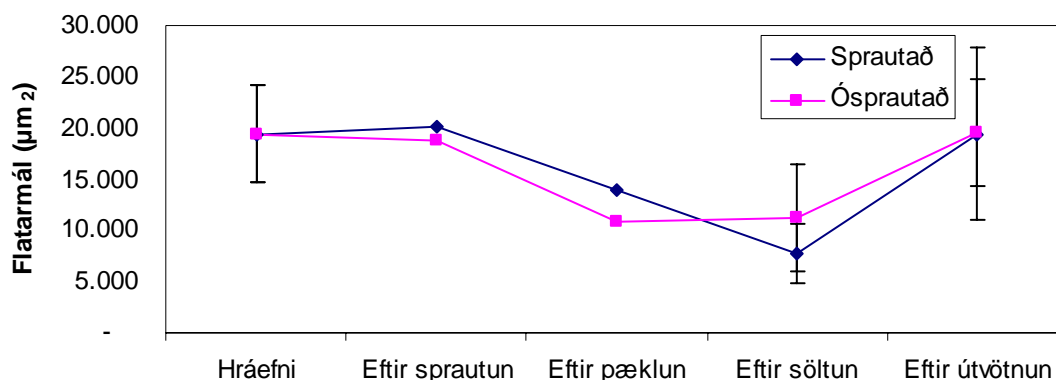


Mynd 4. Þverskurðarflatarmál frumna í þorskflökum sem unnin voru 6 dögum eftir veiði. Mismunandi kæliaðferðir voru notaðar til kælingar og geymslu (EE= ekki kælt á dekki, KK=kælt við blóðgun og þvott, V=vökvaís í lest, F=flöguís í lest) (meðaltal ± staðfrávik, n=3).

Sjónrænt mat á myndum sýndi ekki afgerandi mun á milli hópa (sjá viðauka). Aftur á móti var nokkur munur á milli einstaklinga í hverjum hópi, sem bendir til að náttúrulegur breytileiki á milli einstaklinga hafi vegið þyngra en möguleg áhrif af kæliaðferðum. Þyngdarmælingar gáfu til kynna að rýrnun frá veiðum að vinnslu (þegar myndgreiningarsýni voru tekin) væri meiri þegar vökvaís var notaður í lest, en ekki er hægt að tengja þær niðurstöður við myndgreiningargögn. Sama var að segja með mælda vatnsheldni, en gera mætti ráð fyrir að tengsl væru að milli minni vatnsheldni og meira magns af millifrumuvökva. (Vatnsheldni EEF var 83,9%, EEV 87,2%, KKF 88,5 og KKV 89,7%). Taka skal þó fram að ekki voru tekin sýni úr sömu einstaklingum til vatnsheldnimælinga og fóru í myndgreiningu.

Áhrif söltunar

Við söltun drógust frumur saman við lækkingu vatnsmagns í vöðvanum en eftir útvötnun var þverskurðarflatarmál sambærilegt gildum fyrir hráefni, þ.e. frumur náðu aftur fyrri stærð og voru álíka útpandar eins og um hráefni væri um að ræða (Mynd 5).



Mynd 5. Þverskurðarflatarmál frumna í þorsflökum Eftir vinnslu, við verkun og eftir útvötnun. (EE= ekki kælt á dekki, KK=kælt við blóðgun og þvott, V=vökvaís í lest, F=flöguís í lest) (meðaltal ± staðafrávik, n=1-4).

Þegar rýnt er í myndirnar, sem eru bakvið tölurnar í grafi 5, sést að verkun hafði mikil áhrif á frumur. Frumustrúktúrin breyttist mikið við verkun. Í upphafi (eftir flökun) var frumustrúktúr mjög þéttur og afar lítið millifrumubil, frumur voru kúlulaga og reglulegar að lögun. Eftir þæklun og verkun í 2 mánuði var strúktúrin allt annar og mátti sjá að frumur voru minni, óreglulegri að lögun og meira var um millifrumubil (Mynd 6 og Mynd 7). Eftir útvötnun eru frumur hinsvegar búnar að ná fyrri stærð. Hins vegar virtist hafa orðið varanleg breyting á frumuvegg og hélst millifrumubil meira en í hráefni.

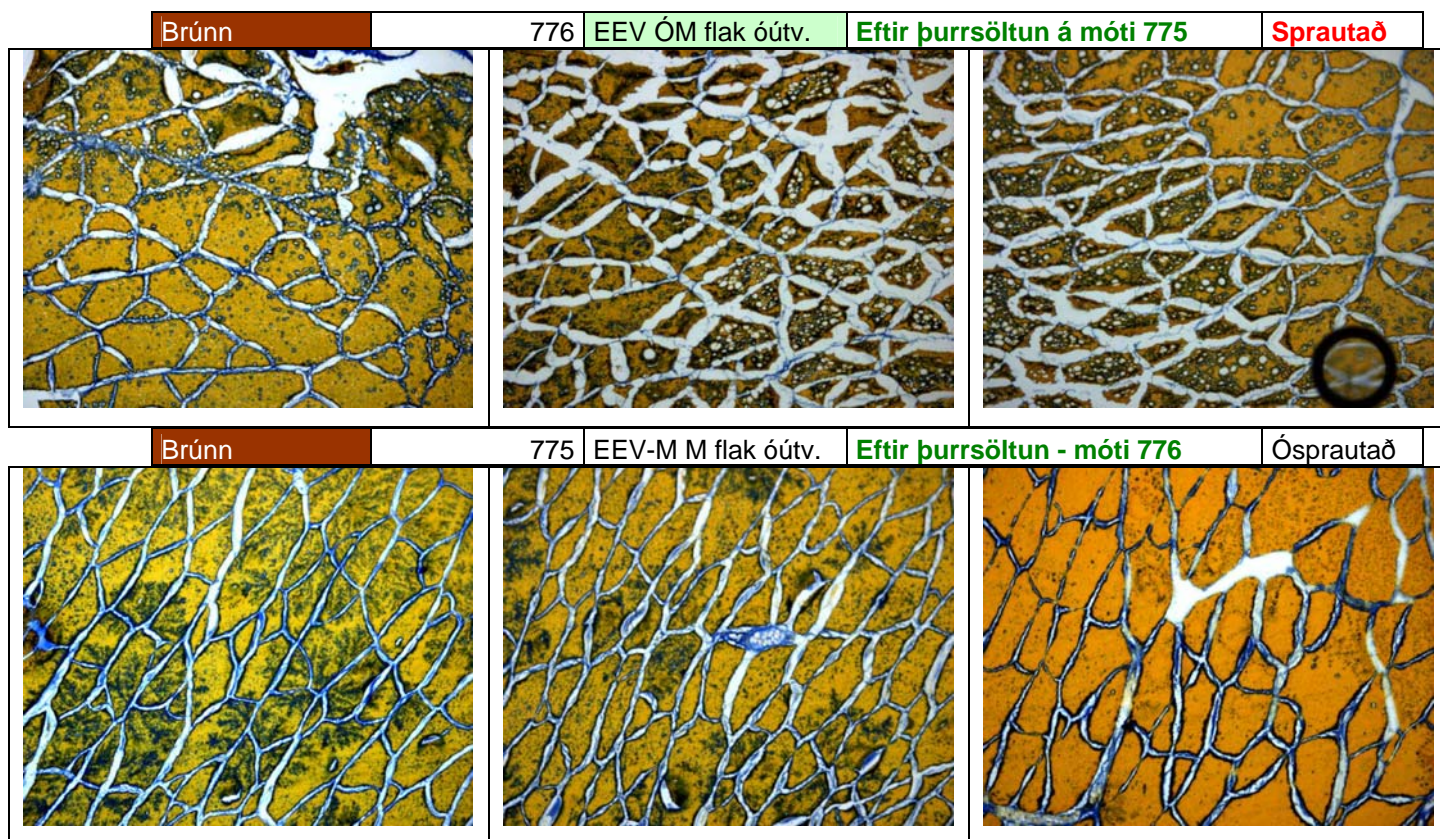


Mynd 6. Lengst til vinstri er mynd af hráefni (769), síðan af söltuðu (ósprautuðu) flaki sem verkað var tvo mánuði (770 (samstætt 769)) og síðast er útvatnað (ósprautað) flak (739).

Áhrif sprautunar

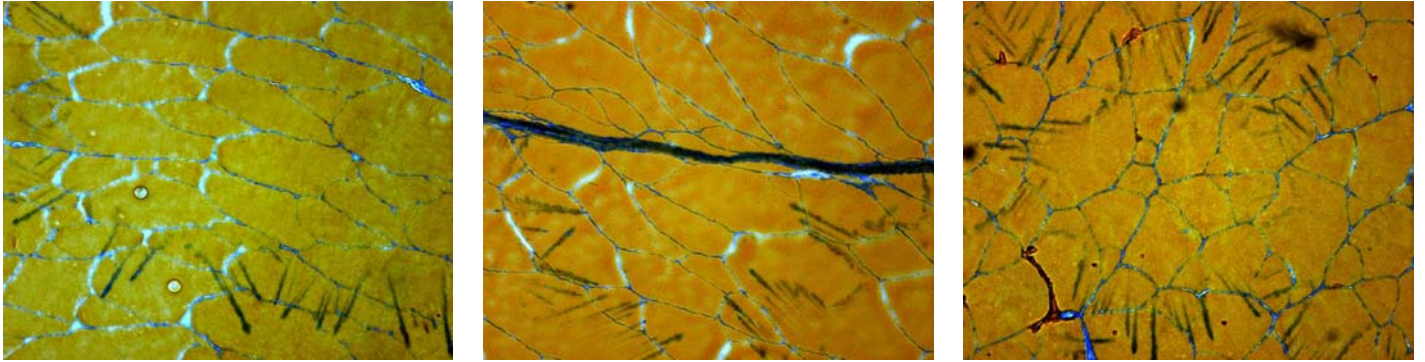
Áhrif af sprautun voru fyrst og fremst merkjanleg eftir verkun þar sem þverskurðarflatarmál og millifrumubil var meira í sprautuðum fiski en ósprautuðum (Mynd 5 og Mynd 7). Við útvötnun dró aftur úr mun.

Nokkuð áhugavert var að skoða samstæð flök þar sem annað var sprautað en hitt var ósprautað. Í sýnum 771 (sprautað) og 772 (ósprautað) var talsverður munur og komu mjög dökkar flygsur í ljós bæði í langskurði og þverskurði. Eftir útvötnun var breytileiki á milli einstaklinga meiri en milli sprautaðra og ósprautaðra flaka (sjá viðauka). Ekki voru tekin samstæð flök á þeim tímapunkti.



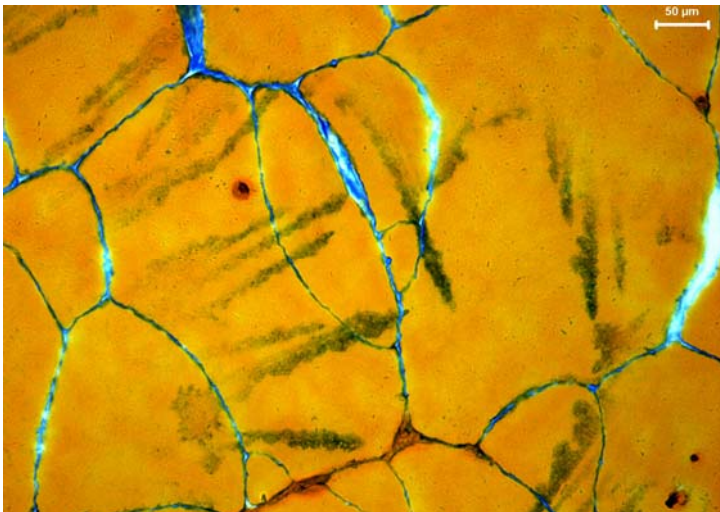
Mynd 7. Efri röð af myndum sýnir sprautað flak eftir tveggja mánaða verkun en neðri röð sýnir myndir af ósprautuðu flaki en samstætt (af sama fiski)

Hjá þeim sýnum sem tekin voru strax eftir sprautun, mátti sjá áberandi bláleit strik á myndunum sem minna óþyrmilega á kristalla (svipar aðeins til frostrósa). Þessi strik sáust ekki í ósprautaða sýninu. Næstum öruggt er að þetta hefur komið fram við litunina á sprautuðum sýnum, hér gæti fosfatið verið að taka lit (Mynd 8). Ekki varð vart við þessi strik í ólituðum vöðva.



Mynd 8. Sýni 774. Myndir sýna dökkar óreglulegar rákir í sýnum.

Ekki varð vart við álíka strik í öðrum sýnum en sýni 774. En hafa ber í huga að sýni 774 er eina sýnið sem er sprautað hráefni sem ekki er búið að vinna frekar. Það er nokkuð áhugavert að strikin eru ekki bundin við frumur og einskorðast ekki við frumuveggi heldur eru þau óbundin frumubyggingu sýnisins. Strikin hverfa því við frekari verkun. Mynd 9 sýnir strikin í enn meiri stækkun.



Mynd 9. Sýni 774 í 200x stækkun .

4. UMRÆÐUR

Niðurstöðum myndgreiningar má tengja þeim miklu breytingum sem eiga sér stað á efnainnihaldi vöðvans við söltun. Eftir verkun er saltstyrkur kominn yfir 20% og því afmyndun próteina orðin veruleg sem leiðir til minni vatnsbindieiginleika. Við verkun lækkaði vatnsheldni úr 87,2% (hráefni) í 70,6-72,2% (eftir tveggja mánaða verkun) sem gefur til kynna að vatn sé lausar bundið í vöðvanum.

Almennt skilar sprautun hærri verkunarnýtingu en þegar fiskurinn er aðeins pæklaður í upphafi verkunar og vatnsmagn er hlutfallslega meira. Ekki var hægt að sýna fram á hærri verkunarnýtingu (meðaltal) sprautaðra flaka en ósprautaðra í þessari tilraun en það er algjör undantekning frá reglunni. Niðurstöður myndgreiningar eru taldar sýna að hærri nýting sprautaðra flaka geti tengst meira magni vatns á milli vöðvafruma. Vatnsheldni þeirra var lægri en ósprautaðra flaka sem má skýra með því að auðveldara hafi verið að fjarlægja meira magn af vatni úr vöðvanum þar sem það var hlutfallslega herra og millifrumuvökvi meiri.

Heimildir:

Þóra Valsdóttir, Kristín Anna Þórarinsdóttir, Lárus Þorvaldsson, Sigurjón Arason. 2006. Ferlastýring við veiði, vinnslu og verkun saltfisks. Áhrif kælingar eftir veiði á nýtingu og gæði – lokuð. Rf skýrsla 34-06, 48 bls.

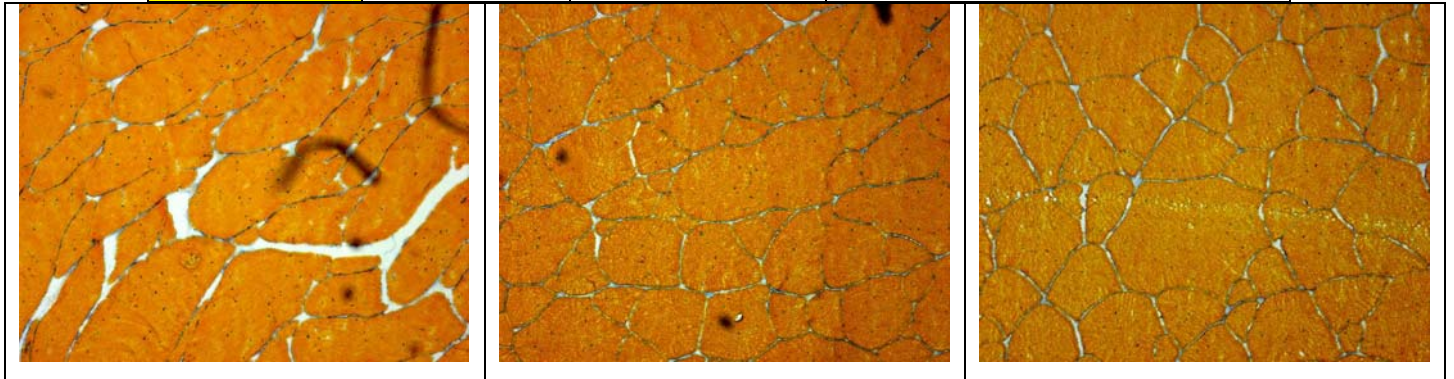
Viðauki I
Myndir af hverju sýni fyrir sig.

Hráefni (KKV) – kælt við blóðgun og þvott, vökvaís í lest

Gulur

516 KKV

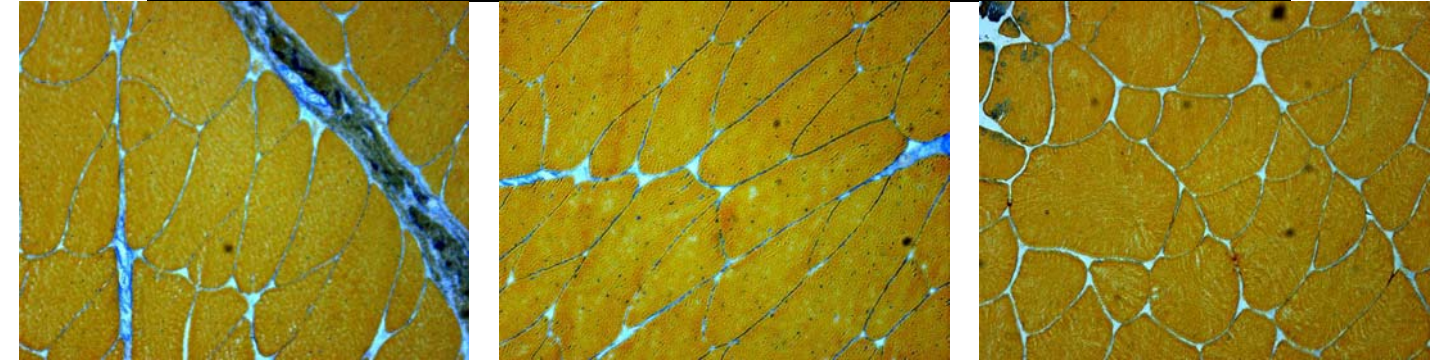
Hráefni



Gulur

509 KKV

Hráefni



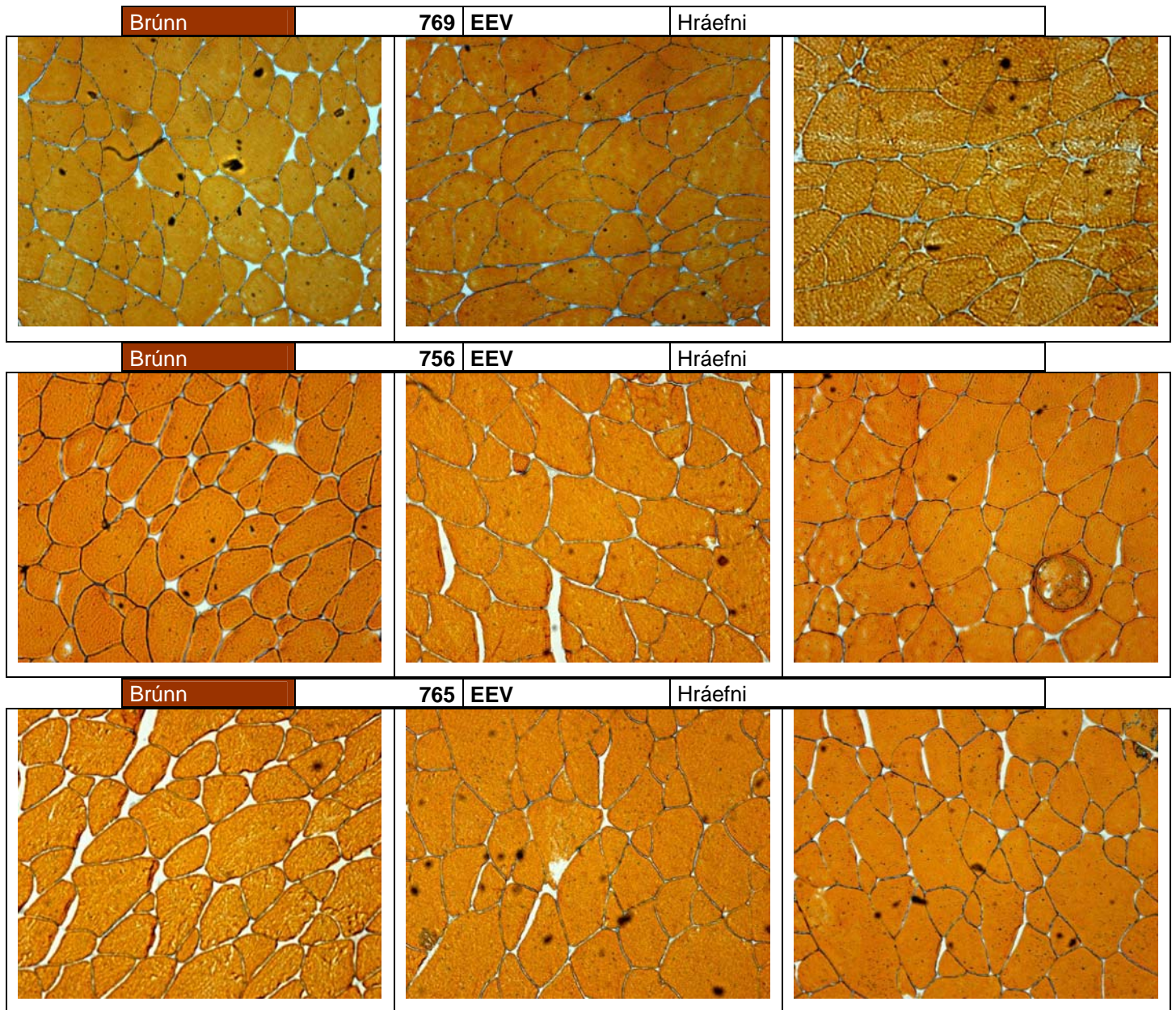
Gulur

510 KKV

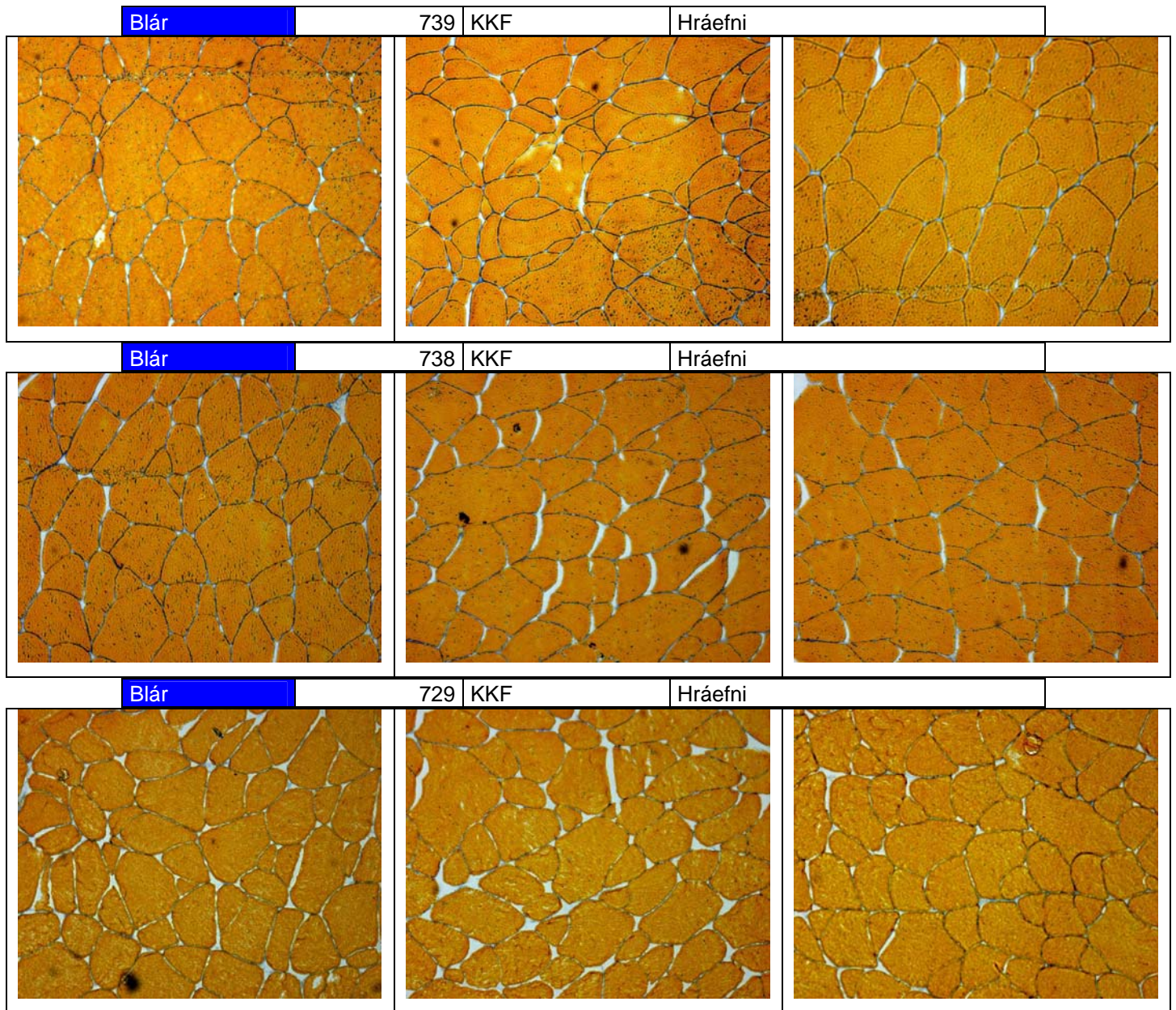
Hráefni



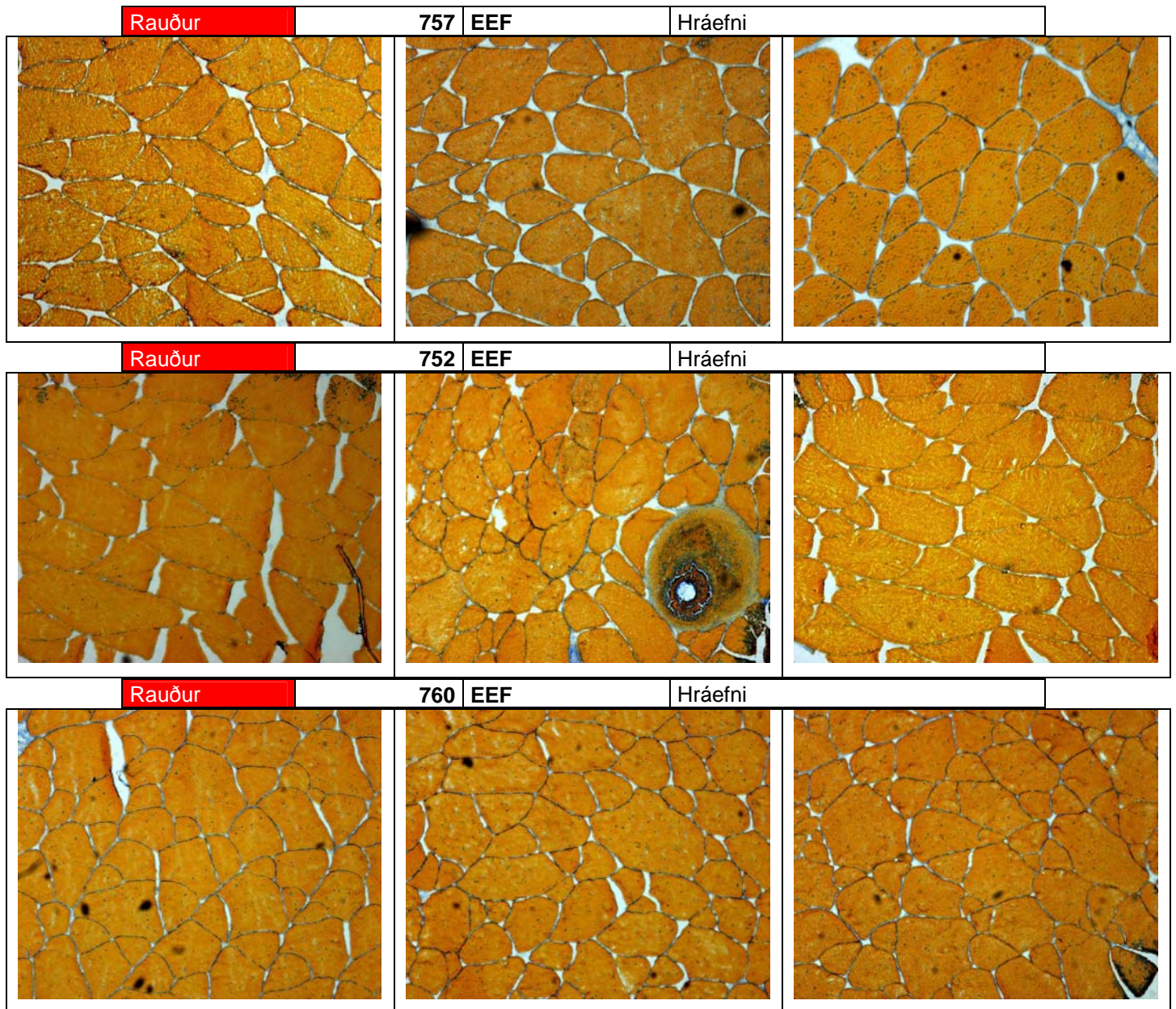
Hráefni (EEV) – ekki kælt við blóðgun og þvott, vökvaís í lest



Hráefni (KKF) – kælt við blóðgun og þvott, flöguís í lest

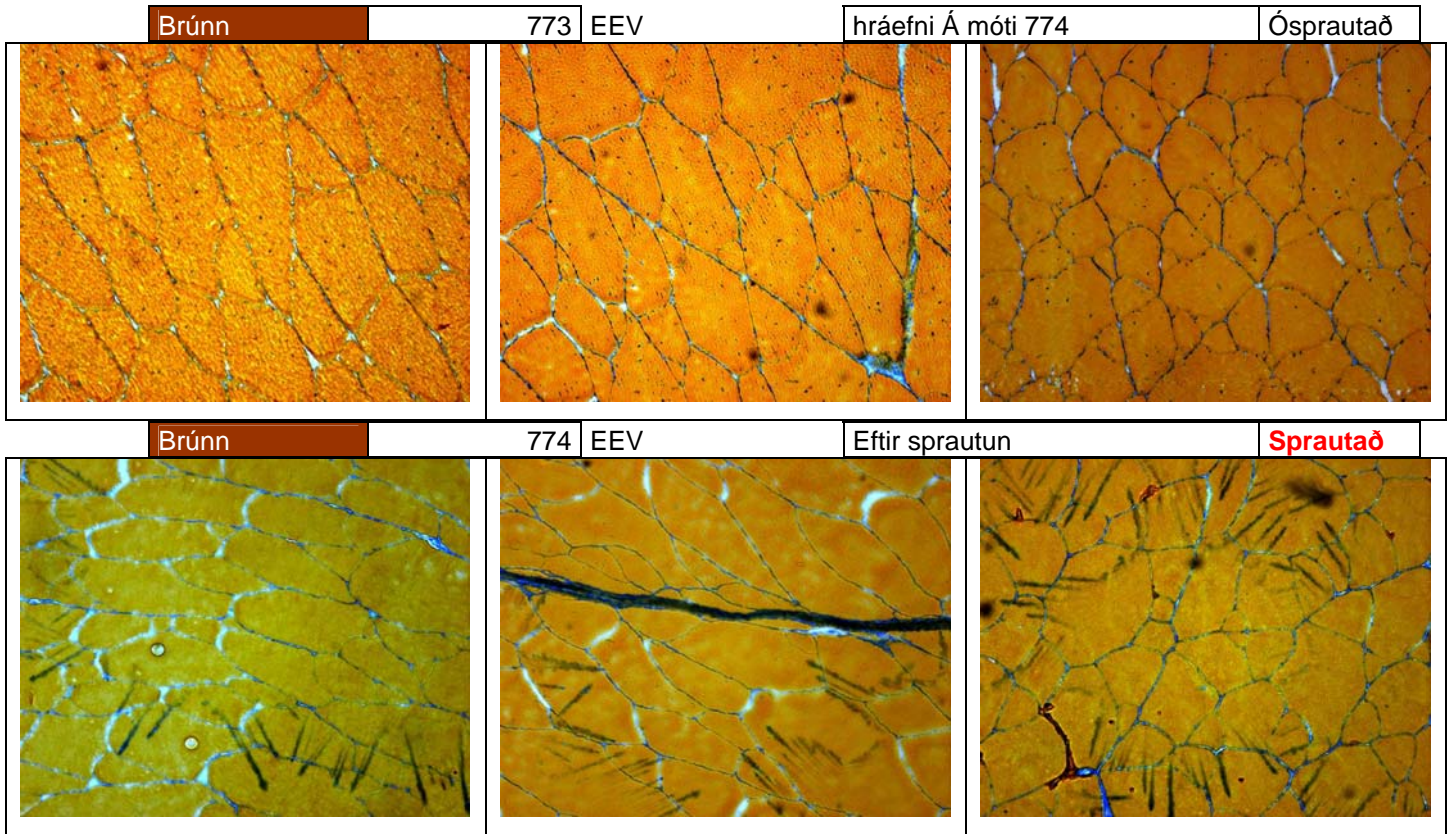


Hráefni (EEF) – ekki kælt við blóðgun og þvott, flöguís í lest

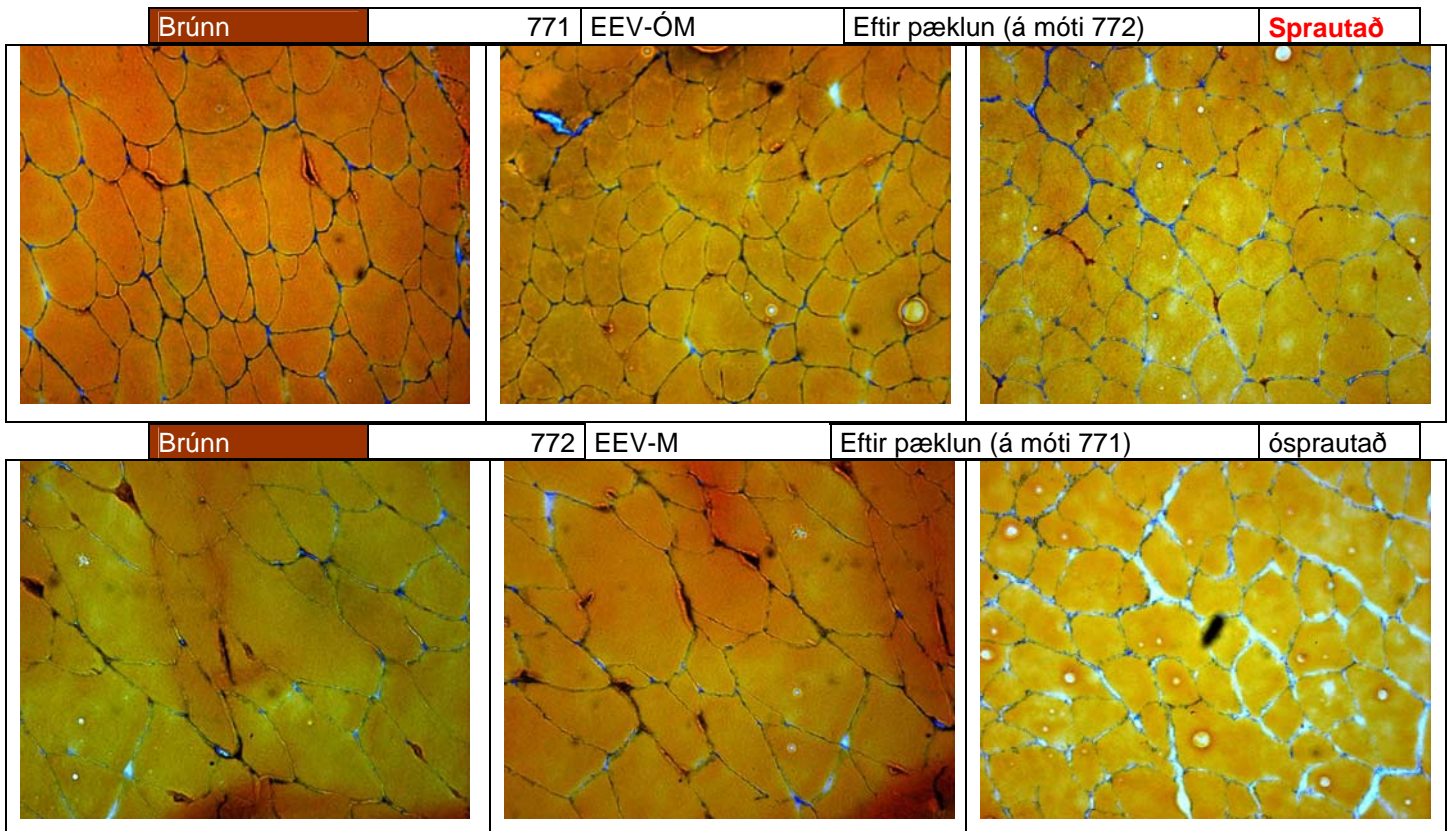


Aðeins var fylgt eftir fiski úr hópi EEV (ekki kælt við blóðgun og þvott, vökvaís í lest) við verkun og útvötnun. Áhrif af sprautun í upphafi verkunar voru metin (sjá myndir hér á eftir).


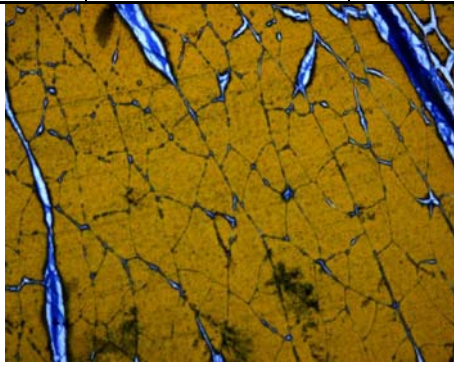
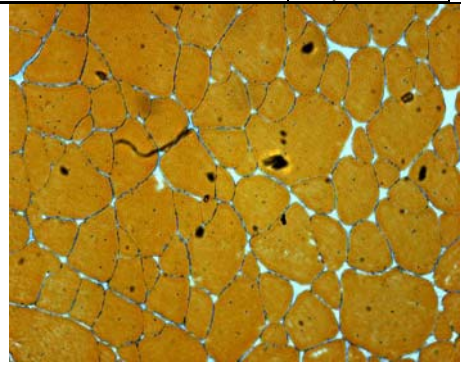



Samanburður á sprautuðum og ósprautuðum fiski í upphafi verkunar



Samanburður á sprautuðum og ósprautuðum fiski eftir þæklun



Ósprautaður fiskur eftir tveggja mánaða verkun

Brúnn	770 EEV-M M flak óútv.	Eftir þurrsöltun-á móti 769	Ósprautað
			
Brúnn	775 EEV-M M flak óútv.	Eftir þurrsöltun - móti 776	Ósprautað
			

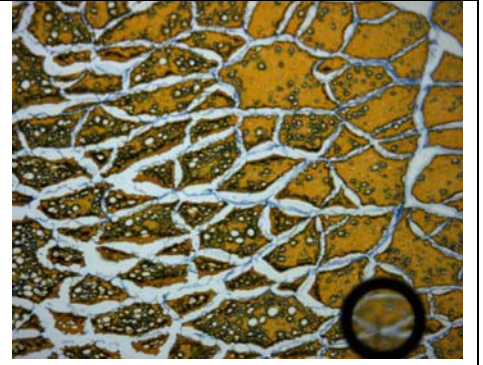
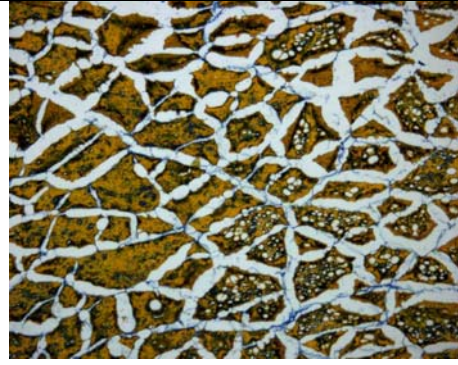
Sprautaður fiskur eftir tveggja mánaða verkun

Brúnn

776 EEV ÓM flak óútv.

Eftir þurrsöltun á mót 775

Sprautað

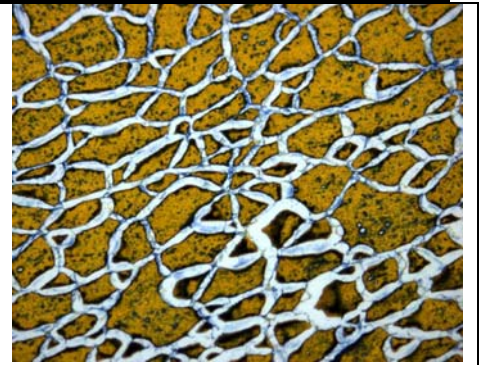


Blár

98 EEV ÓM flak óútv.

Eftir þurrsöltun

Sprautað

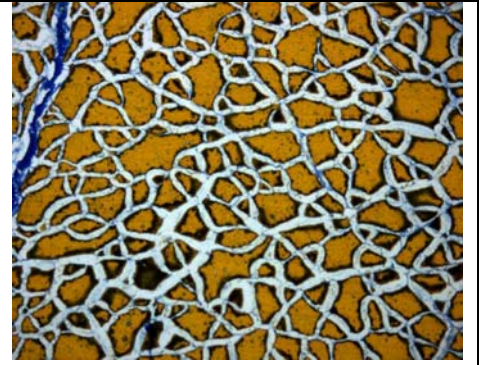
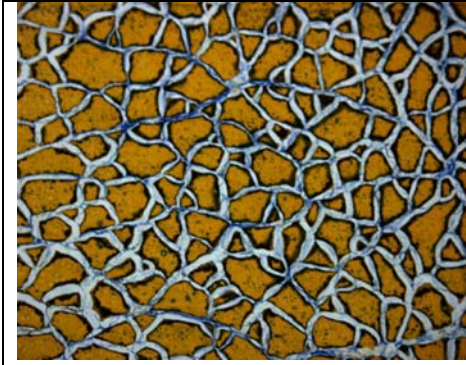


Blár

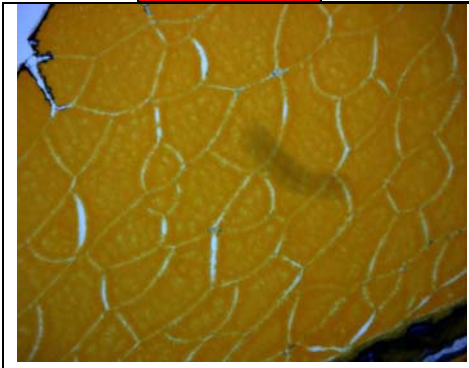


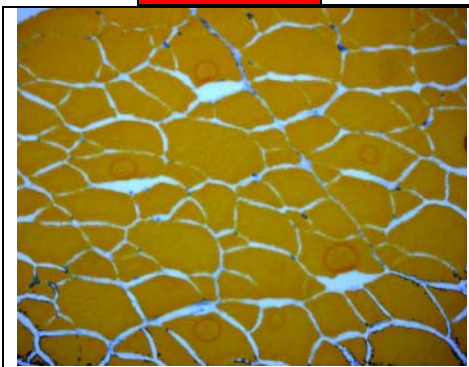

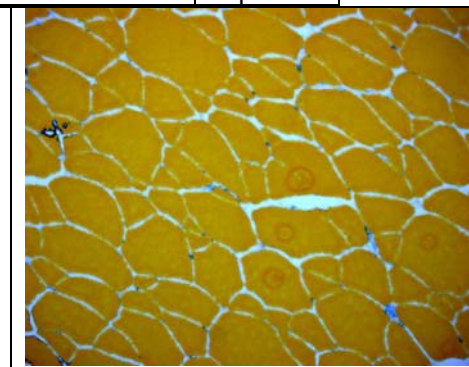
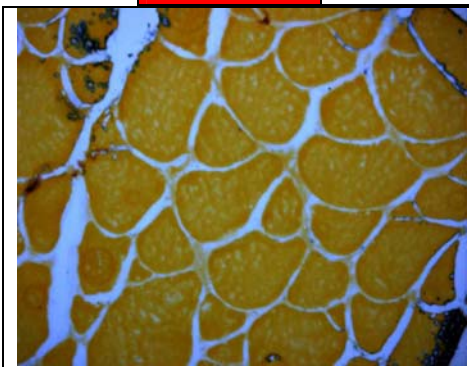
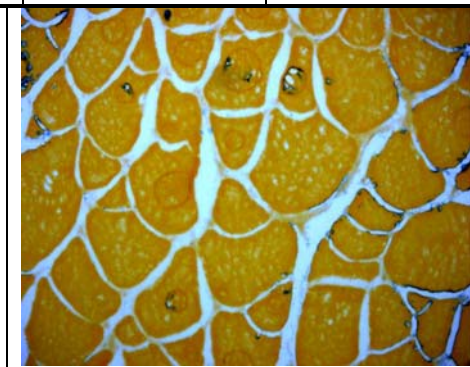
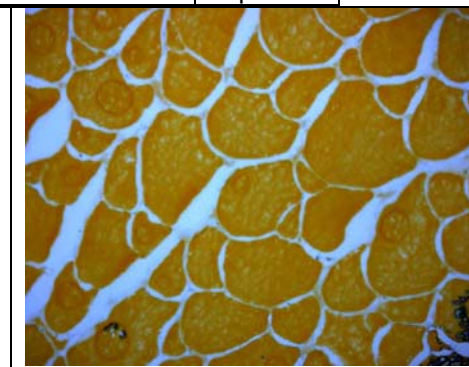
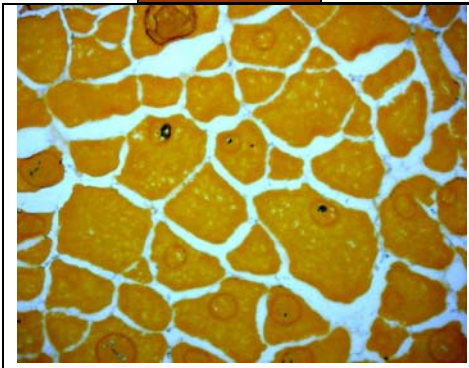
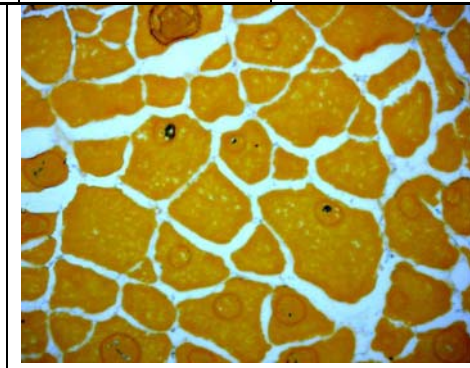
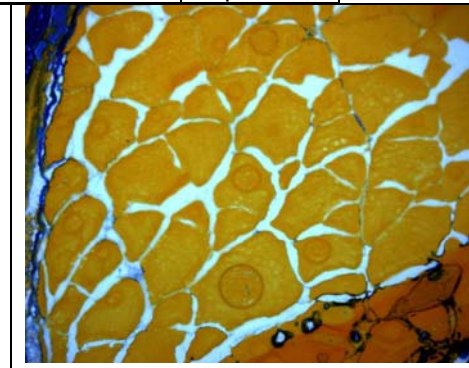
91 EEV ÓM flak óútv.

Eftir þurrsöltun

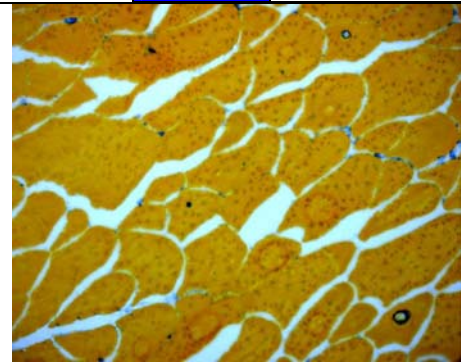
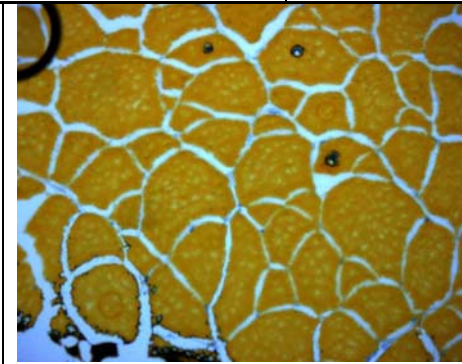




Sprautað



Ósprautaður fiskur eftir útvötnun

Rauður	732	EEV-M e.útv. 1653	Eftir útvötnun	Ósprautað
				
Rauður	740	EEV-M e.útv. 1653	Eftir útvötnun	Ósprautað
				
Rauður	739	EEV-M e.útv. 1653	Eftir útvötnun	Ósprautað
				
Brúnn	766	EEV-M e.útv. 1653	Eftir útvötnun	Ósprautað
				

Sprautaður fiskur eftir útvötnun

Blár	80	EEV-ÓM e.útv. 1653	Eftir útvötnun	Sprautað
				
Blár	86	EEV-ÓM e.útv. 1653	Eftir útvötnun	Sprautað
				
Blár	99	EEV-ÓM e.útv. 1653	Eftir útvötnun	Sprautað
