



Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins

23. RIT

EFNASAMSETNING TINDASKÖTUSKRÁPS

MAÍ 1990

GUÐMUNDUR STEFÁNSSON

SIGFÚS EINARSSON

E FNISYFIRLIT

1. Inngangur.	2
2. Prófun aðferða.	3
3. Framkvæmd.	4
3.1. Efni.	4
3.2. Mæliaðferðir.	4
3.2.1. Hydroxyprolin.	4
3.2.2. Þvagefni (Urea).	4
3.2.3. Hexósur.	5
3.2.4. Afoxandi sykrur.	5
3.2.5. Ákvörðun á magni glúkósa.	5
3.2.6. Ákvörðun á magni galaktósa.	5
3.2.7. Aðrar mælingar.	6
4. Niðurstöður.	6
4.1. Prófun aðferða.	6
4.2. Efnamælingar á skötuskráp.	7
5. Umræða.	11
5.1. Prófun aðferða.	11
5.2. Efnasamsetning tindaskötuskráps.	12
Heimildir	14
Viðauki 1	16

1. INNGANGUR.

Árin 1986 og 1987 var unnið að því að þróa aðferð er hentaði til skrápflettingar (roðpflettingar) á tindaskötubörðum. Sú vinna leiddi í ljós að hægt er að leysa upp skrápinn með ensímum, en þó einungis þegar væg hitun er notuð sem formeðhöndlun (Stefánsson og Magnúsdóttir, 1986). Auk þess kom í ljós að illmögulegt er að skrápfletta með ensímum tindaskötu sem ekki hafði verið fryst.

Ensím sem reynast nothæf til að leysa upp tindaskötuskráp samanstanda af blöndu af prótein- og sykrusundrandi ensímum, t.d. ensímum á borð við bromelain (próteinsundrandi) og α -amylasa (sykrusundrandi) (Stefánsson og Magnúsdóttir, 1986). Jafnframt hefur komið í ljós að próteinsundrandi ensím ein sér henta illa til að leysa upp skrápinn. Líklegt má því telja, að sykrur skipti umtalsverðu máli í uppbyggingu skrápsins; a.m.k. skipta þær máli ef leysa á upp skrápinn með ensímum. Upplýsingar um efnasamsetningu eða efnainnihald ákveðinna þátta í roði eru víða til (Takahashi & Yokoyama, 1954; Jóakimsson, 1984; Treshcheva & Solomatina, 1978) en hins vegar liggja ekki fyrir upplýsingar um efnasamsetningu skötuskráps eða tindaskötuskráps.

Markmið þessa verkhluta var tvíþætt. Í fyrsta lagi að velja og prófa aðferðir sem henta myndu til efnagreininga á skötuskráp, og í öðru lagi að efnagreina skráp af tindaskötu sem veidd var yfir tímabilið desember 1987 - apríl 1988.

Þetta verkefni "Áhrif ensíma á vefi" er í raun framhald af verkefninu "Ensímvinnsla úr íslensku sjávarfangi", sem Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins var þátttakandi að, en í því verkefni var þáttur stofnunarinnar að rannsaka notagildi ensíma í fiskiðnaði, einkum með áherslu á skrápflettingu tindaskötu.

Verkefninu "Áhrif ensíma á vefi", var skipt í tvo verkhluta, annars vegar "efnasamsetning skötuskráps" og hins vegar "niðurbrot skötuskráps með ensímum". Verkefnið var styrkt af Norræna iðnaðarsjóðnum og Rannsóknasjóði Rannsóknaráðs ríkisins.

2. PRÓFUN AÐFERÐA.

Ýmsar aðferðir voru notaðar við efnagreiningu á skötuskrápnum - margar af þeim eru notaðar við þjónustuefnagreiningar á Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins (R.f.) í Reykjavík og því þegar sannprófaðar. Þær aðferðir, sem ekki eru notaðar dags daglega á stofnuninni voru prófaðar og metnar sérstaklega m.t.t. samsvörunar (precision) og nákvæmni (accuracy). Þessar aðferðir eru:

- I. Hydroxyprolin mæling til ákvörðunar á magni kollagens.
- II. Mæling á þvagefni, en þvagefni er oft í miklu magni í holdi og blóði brjóskfiska.
- III. Mælingar á kolvetnum.
 - i) Hexósur.
 - ii) Afoxandi sykrur.
 - iii) Ákvörðun á magni glúkósa.
 - iv) Ákvörðun á magni galaktósa.

Sérstök áhersla var lögð á hydroxyprolin ákvörðunina og ákvörðun kolvetna, þar sem bæði prótein- og sykruljúfandi ensím virðast nauðsynleg til að leysa upp skráp tindaskötu. Því er líklegt að skrápurinn samanstandi ekki bara af próteinum, heldur jafnframt sykrum eða sykrueiningum.

Þær aðferðir sem voru valdar til kolvetna mælinga gefa annars vegar vísbendingu um heildarmagn kolvetna (hexósamæling og mæling á afoxandi sykrum) og hins vegar, nákvæmt magn tveggja sykra (glúkósu og galaktósu) sem eru bundnar kolvetnamólíkúlinu (Stryer, 1981; Spiro, 1969)

3. FRAMKVÆMD.

3.1. Efni.

Skatan sem notuð var í þennan hluta verkefnisins var veidd á tímabilinu desember 1987 til apríl 1988 við norðurland. Hún var heilfryst og síðan geymd í frystigeymslu R.f. Eftir upppíðingu var skatan börðuð (6-10 skötur alls) og skrápflött. Skrápur af vinstri börðum var notaður við efnagreiningar en skrápur af hægri börðum við tilraunir á niðurbroti skráps.

Allar holdtægjur voru síðan skrapaðar og skomar burt frá skrápnum og hluti (u.þ.b. 40-50 g) var tekinn í vatns- og ammoníaksmælingu.

Afgangurinn af skrápnum var síðan frostþurrkaður í 24 klst. í litlum frostþurrkara (Atlas Autovac, Laboratory Scale) við staðlaðar aðstæður. Að lokinni frostþurrkun var skrápurinn klipptur niður og síðan malaður í kvörn (Mulinette s) í 2 mín., fyrir efnagreiningar.

3.2. Mæliaðferðir

3.2.1. Hydroxyprolin.

Mælingin var framkvæmd eftir endurbættri aðferð Neuman og Logan (Leach, 1960), með þeim breytingum að staðlar, heimtustaðlar og sýni voru látin vera í nákvæmlega 5 mín. í 40°C vatnsbaði áður en H₂O₂ (6%) var bætt út í og síðan í 15 mín. í stað 10 mín., áður en kæling átti sér stað. Staðalkúrfa var útbúin á bilinu 0-30 mg hydroxyprolin/ml.

Vatnsrof skráps var framkvæmt, eftir útvigtun sýna (50-400 mg af þurrkuðum og möluðum skráp) í ampúllum sem í var bætt saltsýru (4 ml af 6 N HCl), við 110°C í 24 klst. Hydroxyprólin heimtustaðlar (á bilinu 250-750 mg) voru meðhöndlaðir á sama hátt og sýnin.

Eftir vatnsrof voru lausnir gerðar hlutlausar (pH 7) með NaOH (4.0 N og 0.01 N) og þynntar að 25 ml.

3.2.2. Þvagefni (Urea).

Fylgt var leiðbeiningum við ensímatiska mælingu á þvagefni (Anon, 1984), en mæliaðferðin byggir á ensímunum ureasa og glutamate dehydrogenasa.

Sýnin voru útbúin á eftirfarandi hátt: Áttfalt til tífalt sýni var útvegið (50-300 mg af þurrkuðum og möluðum skráp) og þvagefni dregið út, með íblöndun við perklórsýru (20 ml af 1 M HClO₄). Sýrustig var stillt með kalfumhydroxíðlausn (0,5 M), og lausnir gerðar að 100 ml.

Heimtustaðlar (á bilinu 2-14 mg af þvagefni) voru meðhöndlaðir á sama hátt og sýnin. Fyrir mælingar voru sýni og heimtustaðlar síaðir í gegnum síupappír (Schleicher & Schüll, Ref. nr. 300110).

3.2.3. Hexósur.

Mælingar á hexósum voru framkvæmdar með "cystein brennisteinssýru" aðferð (Chaplin, 1986).

Aðferðinni var fylgt með þeirri undantekningu að rúmmál sýna, staðla og hvarfefna við mælingar var fimmfaldað. Staðalkúrfa var útbúin á bilinu 0-400 μ M glúkósi.

Fyrir mælingar var fimmfalt til fimmtánfalt sýni (50-400 mg af þurrkuðum og möluðum skötuskráp) og heimtustaðlar (300-1000 μ mol glúkósi) sett í ampúllur, og saltsýru (4 ml af 4 N HCl) bætt saman við og ampúllu síðan lokað. Vatnsrof var framkvæmt við 100°C í 4 klst. (Spiro, 1963; 1970). Eftir vatnsrof voru lausnirnar gerðar hlutlausar (pH 7) með NaOH (4 N og 0.4 N lausnir) og þynntar að 25 ml.

3.2.4. Afoxandi sykrur.

Notuð var svokölluð "neocuprine" aðferð (Chaplin, 1986) við mælingar á afoxandi sykrum. Aðferðinni var fylgt með þeirri undantekningu að rúmmál sýna, staðla og hvarfefna var fimmfaldað við mælingarnar. Staðalkúrfa var útbúin á bilinu 0-200 μ M glúkósi.

Fyrir mælingar var vatnsrof sýna og/eða heimtustaðla framkvæmt eins og lýst er í kafla 3.2.3. (hexósur). Eftir vatnsrof voru sýni hlutleyst og gerð að 250 ml.

3.2.5. Ákvörðun á magni glúkósa.

Magn glúkósa var ákvarðað með ensímunum glúkósu 6-phosphat dehydrogenasa og hexókínasa. Forskriftinni (Anon, 1984) var fylgt með þeim undantekningum að sýnisrúmmál var aukið í 0,2-0,5 ml (í stað 0,1 ml) og beðið var í 25 mín. til að fá stöðugt ljósgleypnigildi áður en hexókínasa var bætt út í. Vatnsrof og meðhöndlun sýna og heimtustaðla fyrir mælingar var framkvæmt eins og lýst er í kafla 3.2.3. (hexósur).

3.2.6. Ákvörðun á magni galaktósa.

Magn galaktósa var ákvarðað með ensíminu β -galaktos dehydrogenasa. Forskriftinni (Anon, 1984) var fylgt með þeirri undantekningu að beðið var í 40 mín. eftir stöðugu ljósgleypnigildi eftir viðbót ensímsins. Sýni

og staðlar voru meðhöndluð fyrir mælingar eins og lýst er í kafla 3.2.3. (hexósur).

3.2.7. Aðrar mælingar.

Magn köfnunarefnis og ammoníaks í sýnum var ákvarðað með aðferð Kjeldahls. TVB-N var ákvarðað samkvæmt aðferð Jensens (1981). Klóríðmagn var ákvarðað með títrun (Volhard aðferð). Fosfat var ákvarðað með vanado-molybdate aðferð (Egan *et al.*, 1981), en kalsíum og magnesíum með atómgleyfni í loga (flame atomic absorption). Fita var ákvörðuð með vigtun, eftir útdrátt með heitum dietyler í 4 klst (Soxhlet).

4. NIÐURSTÖÐUR.

4.1. Prófun aðferða.

Niðurstöður úr prófunum á aðferðum til mælinga á þvagefni, glúkósa, galaktósa, hydroxyprólín, hexósa og afoxandi sykra má sjá í töflu 1. Myndir 1-3 sýna staðalkúrfur fyrir hydroxyprólín, hexósa og afoxandi sykrur.

Tafla 1. Mæligildi, heimtur og breytistuðlar fyrir þvagefni, glúkósa, galaktósu, hydroxyprólín, hexósa og afoxandi sykrur, sem fengust við mælingar á stöðlum, heimtustöðlum og skrápsýnum.

Efni	Staðlar			Heimtustaðlar			Skrápsýni		
	n ^a	x ^b (%)	C.V. ^c (%)	n	x (%)	C.V. (%)	n	x ^d (g/100g)	C.V. (%)
Þvagefni	10	99.0	11.7	10	91.7	9.4	10	4.3	13.0
Glúkósi	10	100.6	2.9	10	75.9	4.5	12	0.10	4.6
Galaktósi	10	99.3	2.5	10	75.2	3.1	12	0.32	2.7

Tafla 1. (framhald)

Efni	Heimtustaðlar			Skrápsýni		
	n	x (%)	C.V. (%)	n	x (g/100)	C.V. (%)
Hydroxyprólín	10	101.7	6.7	10	5.7	10.6
Hexósur	10	82.7	17.4	12	0.5	29.0
Afoxandi sykrur	10	79.5	22.0	12	2.2	17.8

a n = fjöldi mælinga.

b x = meðalheimtur.

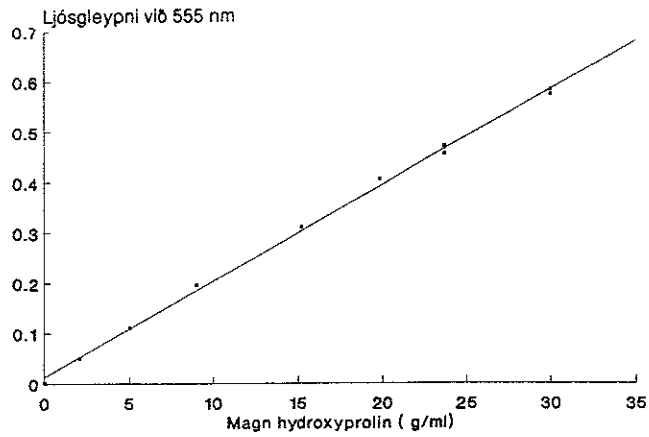
c Breytistuðull = coefficient of variation = $\text{std.dev}/x \cdot 100$.

d Meðaltal mæligilda sem g á 100 g þurrefni í skráp.

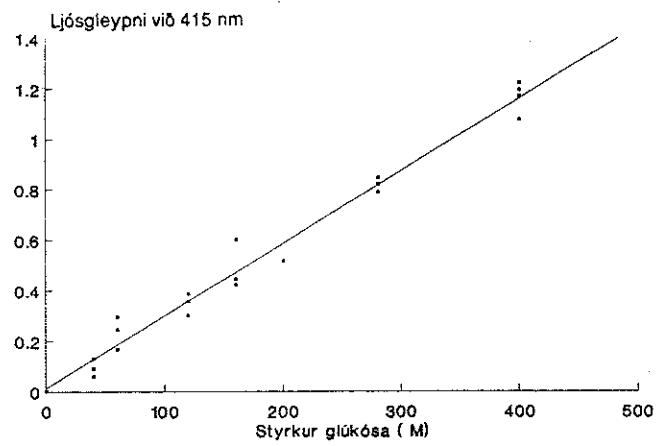
4.2. Efnamælingar á skötuskráp.

Niðurstöður efnamælinga, á annars vegar ljósum tindaskötuskráp og hins vegar dökkum skráp yfir tímabilið desember 1987 - apríl 1988 má sjá í töflum 2 og 3.

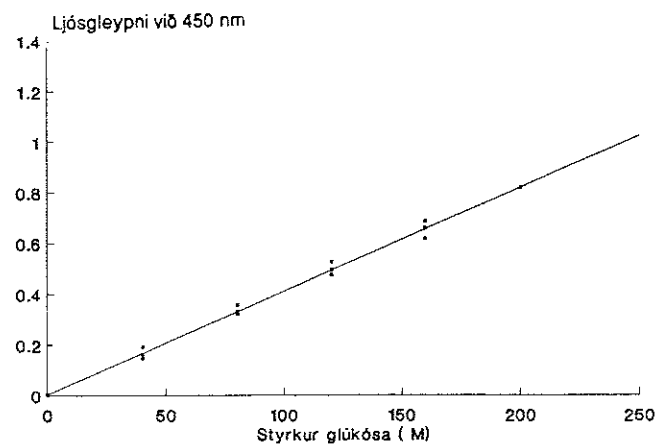
Tafla 4 sýnir meðal efnasamsetningu tindaskötuskráps yfir tímabilið desember 1987 - apríl 1988. Í viðauka 1 eru forsendur fyrir áætlun efnasamsetningarinnar gefnar.



Mynd 1. Staðalkúrfa fyrir hydroxyprolin



Mynd 2. Staðalkúrfa fyrir mælingu á hexósum



Mynd 3. Staðalkúrfa fyrir afoxandi sykrur

Tafla 2. Efnainnihald ljóss tindaskötuskráps yfir tímabilið desember 1987 - apríl 1988.
Taflan sýnir jafnframt breytistuðla (C.V.) fyrir mæligildin.

Efni	Des 1987		Janúar 1988		Febrúar		Mars		Apríl	
	Magn C.V.		Magn C.V.		Magn C.V.		Magn C.V.		Magn C.V.	
	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)
Hydroxyprólín	5.67	5.8	5.74	1.4	5.71	1.3	5.63	5.1	6.08	2.4
Pvagefni	2.70	11.7	2.64	21.0	2.86	11.3	4.37	5.4	3.49	8.6
Ammoníak	0.24	-	0.27	-	0.28	-	0.33	-	0.29	-
Köfnunarefni	18.05	-	17.99	-	18.42	-	18.75	-	18.14	-
TVB-N	-	-	-	-	-	-	-	-	0.09	-
Afoxandi sykrur	1.54	7.8	1.56	6.8	1.54	10.4	1.55	9.7	1.77	6.9
Hexósur	0.45	6.1	0.47	9.0	0.47	3.4	0.44	10.1	0.51	11.2
Glúkósa	0.18	3.9	0.15	12.4	0.16	2.3	0.16	3.3	0.16	5.2
Galaktósi	0.36	4.9	0.34	3.6	0.32	8.7	0.35	3.0	0.38	3.9
Fita	2.21	-	2.13	-	1.73	-	1.65	-	1.14	-
Aska	1.71	-	1.93	-	1.53	-	2.31	-	1.66	-
Kalsíum	0.14	-	0.07	-	-	-	0.07	-	0.04	-
Fosfór	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14	-
Klóríð	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	-
Magnesíum	0.03	-	0.03	-	-	-	0.04	-	0.04	-

Tafla 3. Efnainnihald dökks tindaskötuskráps yfir tímabilið desember 1987 - apríl 1988.
Taflan sýnir jafnframt breytistuðla (C.V.) fyrir mæligildin.

Efni	Des 1987		Janúar 1988		Febrúar		Mars		Apríl	
	Magn C.V.		Magn C.V.		Magn C.V.		Magn C.V.		Magn C.V.	
	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)	(g/100g)	(%)
Hydroxyprolín	4.53	3.8	3.57	6.1	4.07	11.6	4.44	6.2	4.71	4.5
Pvagefni	3.15	19.6	3.29	5.2	3.88	5.6	6.01	6.1	4.31	3.7
Ammoníak	0.27	-	0.26	-	0.33	-	0.54	-	0.37	-
Köfnunarefni	15.61	-	16.78	-	16.57	-	16.84	-	16.33	-
TVB-N	0.05	-	0.05	-	0.08	-	0.08	-	0.09	-
Afoxandi sykrur	1.74	7.9	1.67	6.6	1.71	13.8	2.11	5.1	2.03	7.2
Hexósur	0.62	6.3	0.60	6.9	0.53	4.3	0.58	13.8	0.59	6.1
Glúkósa	0.16	5.8	0.14	9.4	0.15	3.0	0.17	4.4	0.18	3.4
Galaktósi	0.42	2.6	0.40	5.8	0.39	3.9	0.49	3.9	0.47	2.3
Fita	1.82	-	1.57	-	1.62	-	1.67	-	1.43	-
Aska	9.56	-	11.32	-	9.67	-	13.54	-	10.80	-
Kalsíum	2.55	-	2.30	-	2.26	-	3.23	-	2.88	-
Fosfór	1.15	-	0.95	-	1.13	-	1.53	-	2.21	-
Klóríð	0.06	-	0.15	-	0.23	-	0.31	-	0.26	-
Magnesíum	0.10	-	0.10	-	0.09	-	0.15	-	0.16	-

Tafla 4. Meðal efnasamsetning tindaskötuskráps (sem hlutfall af þurrefni) yfir tímabilið desember 1987 - apríl 1988.

	Dökka hlið (%)	Ljósá hlið (%)
Kollagen	46.81	63.41
Prótein (annað en kollagen)	34.25	29.56
Þvagefni	4.13	3.21
Ammoníak	0.35	0.28
Aska	10.98	1.83
Kalsíum	2.64	0.08
Fosfór	1.39	(0.14)
Klóríð	0.20	(0.21)
Magnesíum	0.12	0.04
Fita	1.62	1.77
Glúkósi	0.16	0.16
Galaktósi	0.43	0.35

5. UMRÆÐA.

5.1. Prófun aðferða.

Niðurstöður mælinga á þvagefni virðast benda til þess að ensímatíska aðferðin sé nákvæm, en samsvörun mæliaðferðarinnar er slæm (breytistuðull á bilinu 9-13%; tafla 1). Heimtur þvagefnis voru hins vegar viðunandi (tafla 1).

Nákvæmni og samsvörun mælinga á glúkósa og galaktósa var góð (tafla 1); hins vegar voru heimtur einsykrunganna ekki nema um 75% vegna óstöðugleika þeirra í súrri lausn. Basískt vatnsrof gaf ekki góða niðurstöðu, þannig að vatnsrof í síru var notað við allar mælingarnar. Áhersla var hins vegar lögð á að hlutleysa sýnin sem fyrst eftir vatnsrofið, til að minnka rýrnun einsykrunganna. Á þann hátt fengust heimtur fyrir glúkósustaðal 93.4% (C.V. = 2.2%; n = 9) og galaktósustaðla 90.3% (C.V. = 1.2%; n = 10).

Góð staðalkúrfa fékkst fyrir hydroxyprólin á bilinu 0-30 µg/ml. (mynd 1) Heimtur voru góðar og samsvörun þokkaleg (tafla 1).

Mælingar á hexósum og afoxandi sykrum gáfu hins vegar ekki góða raun. Heimtur (miðað við glúkósa) voru um 80% en samsvörun mælinganna var lítil eins og sjá má á breytistuðlum (17-29%; tafla 1). Aðferðirnar eru báðar reynsluaðferðir (empirical methods) og eru einkum notaðar við sykrumælingar til að fá grófa áætlun um magn kolvetna. Aðferðirnar virðast hins vegar ekki henta til áætlunar um kolvetnamagn í tindaskötuskráp, vegna lélegrar samsvörunar. Almenn má segja að það vanti góðar aðferðir til ákvörðunar á heildarkolvetnismagni.

5.2. Efnasamsetning tindaskötuskráps.

Töflur 2 og 3 sýna að samsvörun milli mæligilda á einstökum þáttum í tindaskötuskráp er yfirleitt góð. Þetta á þó ekki við um mælingar á þvagefni, afoxandi sykrum og hexósum, þar sem breytistuðlar (C.V.) reyndust yfirleitt háir eða um 4-21% fyrir þvagefni, 5-14% fyrir afoxandi sykrur og 3-14% fyrir mælingu á hexósum. Að hluta til má skýra þennan skort á samsvörun milli mæligilda út frá innbyrðis mun í sýnunum sjálfum og skekkju við mælingar, en aðferðirnar sem slíkar hafa jafnframt háa innbyggða skekkju eins og áður var minnst á.

Meðalefnasamsetning tindaskötuskráps sýnir að kollagen er meginpróteinið í skrápnum. Ljósa skráphliðin inniheldur meira kollagenmagn en dökka skráphliðin (63% á móti u.þ.b. 47%) þegar niðurstöður eru bornar saman sem hlutfall af þurrefni. Prótein, annað en kollagen, er til staðar í umtalsverðu magni í skrápnum, svo og önnur köfnunarefnissambönd eins og þvagefni (3-4%). Ekki var gerð tilraun til að skilgreina betur hvaða prótein væru til staðar í skrápnum fyrir utan kollagen.

Öskumagn er mun meira í dökka skrápnum (u.þ.b. 11%) í samanburði við ljósa skráphliðina (u.þ.b. 2%). Kalsíum og fosfór virðast helstu steinefnin í skrápnum. Þessi munur á öskuinnihaldi milli dökka og ljósa skrápsins má eflaust rekja til gaddanna sem þekja dökka skrápinn en finnast ekki á ljósa skrápnum. Gaddarnir, sem tindaskatan dregur nafnið af, voru þó ekki efnagreindir sérstaklega.

Erfiðlega gekk að áætla heildarkolvetnismagn í skrápnum, þar sem aðferðirnar, afoxandi sykrumæling og mæling á hexósum sýndu litla samsvörun milli mæligilda.

Einsykrurnar glúkósi og galaktósi mældust í einhverju magni í skrápnum og saman var hlutdeild þeirra um 0.5-0.6% af þurrefni. Galaktósi reyndist í meira magni í skrápnum en glúkósi og virðast niðurstöður benda til þess að galaktósi sé í hlutfallinu 2-2.5 á móti einum af glúkósa. Niðurstöður segja hins vegar ekkert um þátt annarra einsykrunga í skrápnum.

Í stuttu máli má segja, að kollagen sé megin uppistaðan af fasta efninu í tindaskötuskráp. Ýmis steinefni eru jafnframt til staðar í umtalsverðu magni í dökku skráphliðinni. Magn kolvetna virðist ekki vera umtalsvert í skrápnum, en bæði glúkósi og galaktósi mældust þó í einhverju magni. Líklegt er að kolvetnin gegni hlutverki við uppbyggingu skrápsins, til að mynda bundin stoðpróteinum, en þáttur þeirra og hlutverk í skrápnum er engan vegin ljóst.

Spiro (1969) fann að helstu sykrurnar sem tengdust nautakollageni voru galaktósi og glúkósi; hlutfall galaktósu á móti glúkósu var stærra en 1. Aðrar einsykrur voru til staðar en í mun minna magni. Galaktósi og glúkósi tengjast einkum aminósýrunni hydroxylýsin í kollagenmólikúlum og eru einsykrurnar taldar eiga þátt í krosstengingu kollagenkeðja (Spiro, 1969). Líklegt er að sykrurnar galaktósi og glúkósi gegni svipuðu hlutverki í skötuskráp sem og í öðru kollagenríku efni; þ.e.a.s. sykrurnar eigi þátt í krosstengingu kollagenkeðja í skötuskrápnum.

HEIMILDIR

- Anon (1984)*. Methods of enzymatic analysis. Boehringer Mannheim GmbH, W-Germany.
- Chaplin, M.F. (1986)*. Í "Carbohydrate analysis - a practical approach" (Chaplin, M.F. and Kennedy, J.F., eds). IRL Press Ltd., Oxford, England.
- Egan, H., Kirk, R.S. og Sawyer, R. (1981)*. Pearson's chemical analysis of foods. Áttunda útgáfa, 591 bls., Churchill Livingstone, Edinborg, Bretland.
- Jensen, E.P. (1981)*. Hurtig TVN-analyse ved vanddampdestillation. Bioteknisk Institute, Kolding.
- Jóakimsson, K.G. (1984)*. Enzymatic avskinning av sild (*Clupea harengus*). Institutt for fiskerifag, Universitetet í Tromsø.
- Kubota, M. og Kimura, S. (1967)*. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 33 (4), 338-342.
- Neuman, R.E. og Logan, M.A. (1950)*. Journal of Biological Chemistry 184, 299-306.
- Leach, A.A. (1960)*. Biochem. J. 74, 70-71.
- Spiro, R.G. (1963)*. New England J. Med. 269, 566.
- Sprio, R.G. (1969)*. The Journal of Biological Chemistry 244 (3), 602-612.
- Spiro, R.G. (1970)*. Annual Rev. Biochem. 39, 599.
- Stefánsson, G. og Magnúsdóttir, E. (1986)*. Skrápflétting tindaskötu, áfangaskýrsla, Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins, Reykjavík.
- Stryer, L. (1981)*. Biochemistry. W.H. Freeman & Co., New York, Bandaríkin.

Takahashi, T. og Yokoyama, W. (1954). Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries 20 (16), 252-258.

Trescheva, V.I. og Solomatina, L.F. (1978). Rybn, Khoz II, 67-68.

VIÐAUKI 1

Forsendur fyrir áætlun á efnasamsetningu skötuskráps.

Við áætlun á magni kollagens í skötuskráp út frá hydroxyprólin magni var stuðullinn 10,99 notaður. (Neuman & Logan, 1950). Magn hydroxyprólíns í fiskakollageni getur verið breytilegt eftir tegundum á bilinu 6-11% (Kubota & Kimura, 1967)

Eftirfarandi köfnunarefnisbreytistuðlar voru notaðir við útreikninga á próteini og "non-protein" köfnunarefni:

Ammoníak	1.21
Pvagefni	2.15
Kollagen	5.37
Önnur prótein	6.25

Fjölritunarstofa
Daniels Halldórssonar



Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 1390
Skúlagötu 4
121 Reykjavík
s. 91-20240
Telefax: 91-623790
Kennitala: 530269-3539

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 814
602 Akureyri
s. 96-25725

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 64
Suðurgötu 2
400 Ísafjörður
s. 94-3768

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 151
740 Neskaupstaður
s. 97-71250

Rannsóknastofnun
fiskiðnaðarins
Pósthólf 130
902 Vestmannaeyjar
s. 98-11471