

Nr. 12 1972

27.nóvember 1972

PRÓTEINRANNSÓKNIR

ÁKVARÐANIR Á AMINOSÝRUINNIHALDI OG NÝTANLEIKA PRÓTEINA  
Í ÍSLENZKU ÞORSK- OG LOÐNUMJÖLIInngangur

Stöðugt er unnið að upplýsingasöfnun í mörgum löndum um efnainnihald hinna ýmsu fiskmjölstegunda, sem til sölu eru á heimsmarkaði. Stórir fóðurframleiðendur beita nú almennt tölvum til þess að reikna út ódýrustu og hagkvæmustu fóðursamsetningu. Þáttur fiskmjöls í fóðurblöndun er því almennt metinn eins og aðrar fóðurtegundir á grundvelli efnainnihalds eingöngu. Þar sem fiskmjöl er aðallega selt sem proteingjafi fyrir fóðurblöndur, eru upplýsingar um bæði magn proteina og gæði mjög mikilvægar. Tíðkæpt hefur í langan tíma að selja fiskmjöl á grundvelli proteininnihalds. Í seinni tíð hefur mjög færzt í vöxt að meta einnig gæði proteina, því að í ljós hefur komið, að tvær fiskmjölstegundir, sem hafa sama proteininnihald (crude protein), geta verið mjög mismunandi að gæðum.

Ýmsum aðferðum hefur verið beitt við að mæla gæði proteina, en flestar þeirra eru mjög umdeildar. Þó hefur ákvörðun á nýtanlegu lysine náð mestri útbreiðslu, og má segja, að sú aðferð sé viðurkennd af flestum fóðurblöndunarfyritækjum sem áreiðanlegasta aðferðin til ákvörðunar proteingæða, þótt hún sé ekki gallalaus. Einnig eru upplýsingar um allar aðrar aminosýrur fiskmjöls nauðsynlegar, og eru þær einnig notaðar við tölvuútreikninga á verðgildi fiskmjöls hverju sinni með hliðsjón af öðrum proteingjöfum á mörkuðunum.

Upplýsingar um aminosýruinnihald og nýtanleika íslenzks fiskmjöls hafa verið af skörnum skammti á erlendum vettvangi fram til þessa og hafa því gefið ónákvæma mynd af proteinsamsetningu þess. Slíkt ástand gæti haft neikvæð áhrif á solumál íslenzks fiskmjöls erlendis.

Sá orðrómur er á öllu fiskmjöli, að gæði þess séu mjög mismunandi. Hefur það leitt til þess, að verðmætamat á fiskmjöli almennt hefur verið tiltölulega óhagstæðara en á ýmsum öðrum proteingjöfum, sem ekki hafa eins breytilega samsetningu

og gæði. Almennar upplýsingar um, hversu breytilegt íslenskt fiskmjöl í raun og veru er, hafa því töluverða þýðingu og ekki eingöngu fyrir kaupendur heldur einnig framleiðendur, ef upplýsingarnar mættu verða til þess, að framleiðsluaðferðum einstakra verksmiðja yrði breytt til betra horfs.

Þetta verk, sem hér liggur fyrir, var unnið til þess að reyna að bæta úr þeim upplýsingaskorti um íslenskt fiskmjöl, sem að framan greinir.

#### Val sýnishorna af þorsk- og loðnustofni

Sýnishornin voru valin úr útflutningssýnishornum af þorsk- og loðnumjöli, sem Rannsóknastofnun fiskiðnaðarins bærust fyrstu fimm mánuði ársins 1971. Segja má, að svo til öll sýnishorn, sem stofnuninni bærust þennan tíma, hafi verið tekin til ákvarðana. Var þar um að ræða sýnishorn af samtals 9.356 tonnum af þorskmjöli og 20.650 tonnum af loðnumjöli. Heildarframleiðsla ársins 1971 var 30.286 tonn af þorskmjöli og 27.723 tonn af loðnumjöli. Má því segja, að þorskmjölssýnin hafi náð til 30,8% og loðnumjölssýnin til 74,5% af framleiðslu ársins 1971.

Meðaltalssýni voru útbúin þannig, að útskipunarsýnum einstakra sendinga var blandað saman í hlutföllum stærða sendinganna. Hvert meðaltalssýni var yfirleitt sýni af nokkur hundruð tonnum af fiskmjöli. Tvö meðaltalssýni voru tekin af framleiðslu þeirra verksmiðja, sem mesta framleiðslu höfðu, en yfirleitt var eitt meðaltalssýni frá verksmiðju. Þó var einnig sýnum frá þeim verksmiðjum, sem minnsta framleiðslu höfðu, blandað saman þannig að eitt meðaltalssýni var sýni af framleiðslu fleiri en einnar verksmiðju.

Einstök útskipunarsýni voru valin sem mest af handahófi og þannig, að sýni væru frá sem flestum verksmiðjum. Meðaltal einstakra útskipunarsýna þarf því ekki að vera nákvæmlega sama og meðaltal meðaltalssýna.

Mælinganiðurstöður eru sýndar í töflu 1, 2 og 3.

Tafla 1 Meðaltal aminosýrudreifinga og nýtanleika ásamt stöðluðu frávik (standard deviation) í 15 meðaltals-sýnum af íslenzku þorskmjöli og 18 meðaltalssýnum af loðnumjöli frá 1971.

	<u>Þorskmjöl</u>	<u>Loðnumjöl</u>
Protein (%)	66.8±1.8	67.6±1.6
Lysin *	5.91±0.29	6.81±0.37
Histidin	1.72±0.08	1.88±0.12
Arginin	6.27±0.19	5.15±0.31
Asparaginsýra	7.75±0.37	8.69±0.23
Threonin	3.54±0.21	4.35±0.17
Serin	4.50±0.21	4.29±0.26
Glútamínsýra	12.83±0.62	14.29±0.50
Prolin	5.60±0.41	3.99±0.15
Glycin	10.97±0.68	5.51±0.37
Alanin	6.31±0.41	6.16±0.20
Cystin	0.77±0.09	0.96±0.08
Valin	3.51±0.38	4.85±0.26
Methionin	2.43±0.39	2.67±0.21
Isoleucin	3.07±0.17	4.15±0.25
Leucin	5.82±0.28	7.73±0.26
Tyrosin	2.11±0.40	2.58±0.63
Phenylalanin	3.12±0.18	3.74±0.19
Nýtanlegt lysin	5.40±0.38	6.29±0.36
Nýtanleiki (%)	91.3±3.4	92.4±1.3
Hitaskemmdir (%)	11	10

\* Allar aminosýrur og nýtanlegt lysin eru mældar í g/16 g N.

Tafla 2 Nýtanleikamælingar á 34 útskipunarsýnum af þorskmjöli frá einstökum verksmiðjum.

Sýni	Magn (tonn)	Protein (%)	Vatn (%)	Lysin	Bundið lysin	Nýtanlegt lysin	Nýtanleiki (%)	Hitaskemmdir (%)
4	84	70.0	7.5	5.90	0.46	5.44	92.2	10
10	45	66.2	7.2	6.37	0.46	5.91	92.8	9
11	26	67.2	7.9	6.16	0.65	5.51	89.4	14
12	83	66.9	8.4	6.49	0.48	6.01	92.6	10
14	74	67.2	7.1	6.32	0.47	5.85	92.6	10
16	109	66.8	8.1	4.82	0.56	4.26	88.4	15
18	60	67.5	6.0	5.94	0.58	5.36	90.2	13
19	95	71.1	7.0	6.43	0.89	5.54	86.2	18
24	201	67.9	8.4	5.87	1.22	4.65	79.2	27
26	100	65.9	8.9	6.56	0.68	5.88	89.6	14
28	64	70.2	8.2	6.79	0.52	6.27	92.3	10
31	59	70.7	7.7	6.56	0.43	6.13	93.4	9
32	21	66.7	5.3	6.00	0.87	5.13	85.5	19
33	250	64.2	9.0	6.39	0.55	5.84	91.4	11
34	100	58.6	8.8	5.95	0.55	5.40	90.8	12
44	128	63.9	10.1	6.03	0.43	5.60	92.9	9
57	81	65.7	8.0	5.93	0.45	5.48	92.4	10
62	99	68.2	5.5	6.46	0.63	5.83	90.2	13
81	61	61.7	11.2	5.63	0.38	5.25	93.3	9
86	100	69.5	8.1	6.12	0.73	5.39	88.1	15
104	244	64.2	7.6	5.93	0.82	5.11	86.2	18
106	100	64.3	6.6	5.99	0.45	5.54	92.5	10
107	50	65.6	6.7	5.99	0.47	5.52	92.2	10
108	192	68.6	6.0	5.97	0.47	5.50	92.1	10
135	175	69.1	7.7	6.33	0.62	5.71	90.2	13
148	200	65.9	4.8	5.56	0.60	4.96	89.2	14
164	105	64.2	8.6	6.05	0.77	5.28	87.3	17
174	205	64.3	9.1	5.84	0.33	5.51	94.3	7
177	106	63.5	6.1	5.91	0.78	5.13	86.8	17
178	200	70.9	6.6	6.02	0.65	5.37	89.2	14
182	369	66.6	8.1	7.02	0.61	6.41	91.3	11
188	647	63.3	7.6	6.12	0.61	5.51	90.0	13
191	50	62.1	9.8	6.31	0.63	5.68	90.0	13
196	100	65.0	5.3	6.15	0.73	5.42	88.1	15
Meðal- tal	135	66.3	7.6	6.12	0.60	5.51	90.1	13

Tafla 3 Nýtanleikamælingar á 22 útskipunarsýnum af loðnumjöli frá einstökum verksmiðjum.

Sýni	Magn (tonn)	Protein (%)	Vatn (%)	Lysin	Bundið lysin	Nýtanlegt lysin	Nýtanleiki (%)	Hitaskemmdir (%)
46	260	67.6	9.1	7.22	0.62	6.60	91.4	11
51	298	65.8	10.3	6.96	0.54	6.42	92.2	10
52	100	64.4	10.4	6.80	0.51	6.29	92.5	10
58	505	67.0	7.4	7.00	0.69	6.30	90.1	13
63	55	68.3	7.8	6.86	0.41	6.45	94.0	8
66	292	66.7	11.6	7.05	0.64	6.41	90.9	12
68	487	66.2	10.6	7.28	0.49	6.79	93.3	9
69	300	67.4	7.7	7.40	0.39	7.01	94.7	7
73	481	66.7	9.1	7.35	0.59	6.76	92.0	10
79	270	66.7	7.9	7.08	0.43	6.65	93.9	8
82	301	65.4	8.4	7.41	0.56	6.85	92.4	10
88	40	64.2	7.2	6.41	0.51	5.90	92.0	10
95	246	66.0	10.0	6.78	0.57	6.21	91.6	11
99	300	67.8	8.2	7.06	0.56	6.50	92.1	10
103	599	66.3	8.1	7.36	0.44	6.92	94.0	8
127	100	68.0	7.0	7.34	0.57	6.77	92.2	11
130	100	66.2	10.0	7.38	0.54	6.84	92.7	10
156	750	68.0	7.5	6.85	0.49	6.36	92.8	9
157	808	65.3	9.3	7.07	0.54	6.53	92.4	10
161	53	63.7	5.2	6.34	0.67	5.67	89.4	14
171	72	67.5	6.6	6.60	0.54	6.06	91.8	11
172	205	69.8	6.7	7.04	0.48	6.56	93.2	9
Meðal-tal	301	66.6	8.46	7.03	0.54	6.49	92.3	10

Tafla 4 Samanburður á meðaltalsamínósýruinnihaldi nokkurra erlendra fiskmjölstegunda og íslenzks þorsk- og loðnumjöls 1971.

	Erlendar niðurstöður (meðaltöl)						Ísl. niðurstöður		
	Síldar- mjöl	Ansjósu- mjöl	Pilchard og maas- bankermj.	Túnfisk-, makríl- og sardínnumj.	Men- hadenmj öl	"white fish" mjöl	Þorsk- úrgangs mjöl	Íslenzkt þorskmj. 1971	Íslenzkt loðnumj. 1971
Lysin	7.73	7.75	7.96	7.30	7.56	6.90	6.35	5.91	6.81
Methionin	2.86	2.95	2.53	2.75	2.82	2.60	2.85	2.43	2.67
Cystin	0.97	0.94	-	0.79	0.90	0.93	1.25	0.77	0.96
Tryptophan	1.15	1.20	0.85	1.05	1.07	0.94	0.90	-	-
Histidin	2.41	2.43	2.90	3.41	2.32	2.01	1.65	1.72	1.88
Arginin	5.84	5.82	6.11	6.43	6.04	6.37	6.00	6.27	5.15
Threonin	4.26	4.31	4.28	4.34	3.79	3.85	4.10	3.54	4.35
Valin	5.41	5.29	5.29	5.31	5.10	4.47	4.35	3.51	4.85
Lsoleucin	4.49	4.68	4.46	4.46	4.40	3.70	3.60	3.07	4.15
Leucin	7.50	7.62	7.25	7.20	7.14	6.48	6.45	5.82	7.73
Phenylalanin	3.91	4.21	3.85	4.10	3.95	3.29	3.10	3.12	3.74
Tyrosin	3.13	3.40	3.21	3.28	3.22	2.60	2.45	2.11	2.58
Asparaginsýra	9.10	9.49	9.50	9.30	9.07	8.54	8.95	7.75	8.69
Serin	3.82	3.84	4.03	4.18	3.61	4.75	5.7	4.50	4.30
Glutaminsýra	12.77	12.96	12.79	11.93	12.70	12.79	13.15	12.83	14.29
Prolin	4.15	4.17	4.85	5.43	4.58	5.34	7.45	5.61	3.99
Glycin	5.97	5.62	7.21	8.15	6.78	9.92	13.00	10.97	5.51
Alanin	6.25	6.31	6.03	6.76	5.94	6.31	7.70	6.31	6.16
Protein	73.6	65.4	64.3	53.24	62.01	65.01	62.00	66.9	67.6
Vatn	6.93	8.01	5.8	6.20	8.25	8.49	8.00		

Tafla 5 Samanburður á stöðluðu frávikum (standard deviation) aminosýrudreifinga íslenskra og nokkurra útlendra fiskmjölstegunda.

	Síldarmjöl (Noregur)	Ansjósumj. (Perú)	Pilchard- & maasbankmj.	túnfisk-, makríl- og sardínnumjöl	"Whitefish" mjöl <sup>*</sup>	Íslenskt fiskmjöl þorskmjöl	loðnumjöl
Prótein	1.87 (23) <sup>+</sup>	2.49 (25)	3.46 (8)	3.62 (11)	2.94 (7)	1.76 (15)	1.55 (18)
Lysin	0.45 (12)	0.45 (19)	0.35 (8)	0.49 (11)	0.96 (9)	0.29 (15)	0.37 (18)
Histidin	0.35 (12)	0.24 (19)	0.34 (8)	0.28 (11)	0.44 (9)	0.08 (15)	0.12 (18)
Arginin	0.44 (12)	0.27 (19)	0.39 (8)	0.28 (11)	0.52 (9)	0.19 (15)	0.31 (18)
Asparaginsýra	0.54 (12)	0.78 (19)	0.52 (8)	0.53 (11)	0.64 (9)	0.37 (15)	0.23 (18)
Threonin	0.24 (12)	0.21 (19)	0.35 (8)	0.24 (11)	0.35 (9)	0.21 (15)	0.17 (18)
Serin	0.24 (12)	0.19 (19)	0.14 (8)	0.85 (11)	0.60 (9)	0.21 (15)	0.26 (18)
Glutamínsýra	0.72 (12)	0.61 (19)	0.67 (8)	0.38 (11)	1.00 (9)	0.62 (15)	0.50 (18)
Prolin	0.22 (12)	0.16 (19)	0.67 (8)	0.39 (11)	0.94 (8)	0.41 (15)	0.15 (18)
Glycin	0.43 (12)	0.32 (19)	1.11 (8)	0.78 (11)	1.83 (9)	0.68 (15)	0.37 (18)
Alanin	0.25 (12)	0.30 (19)	0.50 (8)	0.26 (11)	0.72 (8)	0.41 (15)	0.70 (18)
Cystin	0.10 (12)	0.10 (14)	-	0.12 (11)	0.31 (8)	0.09 (15)	0.08 (18)
Valin	0.33 (12)	0.27 (19)	0.55 (8)	0.44 (11)	0.64 (9)	0.38 (15)	0.26 (18)
Methionin	0.12 (12)	0.15 (19)	0.31 (8)	0.11 (11)	0.32 (9)	0.39 (15)	0.21 (18)
Isoleucin	0.24 (12)	0.18 (19)	0.47 (8)	0.23 (11)	0.51 (9)	0.17 (15)	0.25 (18)
Leucin	0.30 (12)	0.35 (19)	0.36 (8)	0.34 (11)	0.67 (9)	0.29 (15)	0.26 (18)
Tyrosin	0.19 (12)	0.73 (19)	0.59 (8)	0.17 (11)	0.57 (9)	0.40 (15)	0.63 (18)
Phenylalanin	0.16 (12)	0.20 (19)	0.51 (8)	0.19 (11)	0.61 (9)	0.18 (15)	0.19 (18)

\* : Ákvörðun á aminosýrudreifingum allra þessara fiskmjölstegunda voru framkvæmdar á einni rannsóknastofu hver fyrir sig nema "white fish meal", sem var ákvarðað á fleiri rannsóknastofum.

+ : Innan sviga er fjöldi sýna.

Tafla 6 Samanburður á meðaltali nýtanlegs lysins í íslenzku fiskmjöli og nokkrum erlondum fiskmjölstegundum ásamt stöðluðu frávikki (standard deviation).

	Íslenzkt þorskmjöl	Íslenzkt loðnumjöl	Norskt* síldarmjöl	Norskt* síldarmjöl	Kanadískt* síldarmjöl	Perú* ansjósumjöl	U.S.A* menhadenmjöl
Fjöldi sýna	15	18	12	9	21	9	19
Nýtanlegt lysin	5,40±0,38 (5,51±0,43) <sup>+</sup>	6,29±0,36 (6,49±0,33)	6,8±0,49	6,3±0,42	6,4±0,37	6,2±0,26	6,4±0,49
Nýtanleiki %	91,3±3,4 (90,1±3,0)	92,4±1,3 (92,3±1,3)	-	-	-	-	-

\* : 6) Miller, E.L. (1970).

+ : innan sviga eru einstök sýni. (þorskmjöl: 34 sýni, loðnumjöl: 22 sýni).



Tafla 4 sýnir meðaltöl amínósýra í íslenzku þorsk- og loðnumjöli borið saman við meðaltöl amínósýra í flestum af aðalfiskmjölstegundunum, sem eru á heimsmarkaði frá Noregi, Kanada, Bandaríkjunum, Perú, Chile, S-Afríku, Frakklandi, Bretlandi, Danmörku, Suðvestur-Afríku og Íslandi, en allar tölur eru meðaltalsgildi af öllum fáanlegum og áreiðanlegum upplýsingum, sem birtar hafa verið. Sjá má af þessum samanburði, að íslenska þorskmjölið (þorskúrgangsmjöl) hefur lægra meðaltalsinnihald af lysin, methionin, cystin, threonin, valin, isoleucin, leucin, phenylalanin, tyrosin (lífsnauðsynlegar amínósýrur) en erlendu fiskmjölstegundirnar í töflu 4. Loðnumjölið aftur á móti hefur svipað innihald af lífsnauðsynlegum amínósýrum og aðrar heilfisk-fiskmjölstegundir nema hvað lysin er nokkuð lægra að meðaltali.

Tafla 5 sýnir útreikninga á stöðluðu fráviki í amínósýrudreifingum íslenzks þorsk- og loðnumjöls borna saman við sams konar útreikninga á nokkrum erlendum fiskmjölstegundum. Almennt má segja, að sveiflur í innihaldi amínósýra séu nokkru minni í íslenzku fiskmjölstegundunum en þeim erlendu fiskmjölstegundum, sem hér eru uppfærðar til viðmiðunar, nema hvað snertir methionin og tyrosin. Sveiflur í þorskmjölinu eru svipaðar sveiflunum í loðnumjölinu.

#### Nýtanleikamælingar

Af töflu 1 má sjá, að nýtanlegt lysin er verulega hærra í loðnumjölin en þorskmjölinu, en það á rætur sínar að rekja til þess, að loðnumjölið er heilfisk-fiskmjöl. Þorskmjölið er að verulegu leyti þorskúrgangsmjöl, en það er unnið úr hráefni, sem inniheldur ekki bezta hluta proteinanna, þ.e. flökin. Í öðru lagi sést af nýtanleikamælingunum (tafla 1, 2 og 3), að þorskmjölið hefur fengið að meðaltali verri meðferð í framleiðslu en loðnumjölið. Töluvert meiri sveiflur eru í nýtanleika og hitaskemmdum í þorskmjölinu en loðnumjölinu, en eins og sjá má í töflu 6, er nýtanleiki þorskmjölsins  $91,3 \pm 3,4\%$  en nýtanleiki loðnumjölsins  $92,4 \pm 1,3\%$  í meðaltalssýnunum, en  $90,1 \pm 3,0\%$  borið saman við  $92,3 \pm 1,3\%$  í einstökum sýnum.

Nýtanlegt lysin er lægra í íslenzku þorskmjöli en í flestum öðrum fiskmjölstegundum á heimsmarkaði samkvæmt birtum niðurstöðum (tafla 6), en í loðnumjöli er það nálægt meðaltali.

Sveiflur á nýtanlegu lysin bæði í íslenzku þorskmjöli og loðnumjöli eru svipaðar og sveiflur í nokkrum erlendum fiskmjölstegundum skv. töflu 6, en þær erlendu niðurstöður, sem þar eru uppfærðar til viðmiðunar, eru valdar úr töluverðum fjölda af greinum með hliðsjón af sem mestum fjölda sýna og um leið mestum áreiðanleika.

Hitaskemmdir (tafla 1, 2 og 3) gefa góða hugmynd um meðferð hráefnis í vinnslu. Sú prósenttala, sem ákveðið sýni sýnir í hitaskemmdum, er útreiknuð með það fyrir augum, að hún gefi sem bezta hugmynd um næringarfræðilega rýrnun próteina við vinnslu eða aðra hitnun (sjálfhitnun).

#### Niðurstöður

Íslenzka þorskmjölið 1971 hafði að meðaltali lægra innihald af lífsnauðsynlegum amínosýrum en flestar erlendar fiskmjölstegundir miðað við sama próteinmagn. Það sama gildir einnig um nýtanlegt lysin. Loðnumjölið er nálægt meðaltali. Sveiflur í innihaldi amínosýra og nýtanlegs lysins eru yfirleitt aftur á móti minni eða svipaðar og í ákveðnum fiskmjölstegundum frá einstökum löndum. Sveiflur í hitaskemmdum og nýtanleika eru verulega meiri í þorskmjölinu en loðnumjölinu. Hluti af þorskmjölinu hefur fengið mjög slæma meðferð við vinnslu.

Jónas Bjarnason