

고등어, 칼치, 명태의 선도변화에 관한 연구

Study on the freshness change of Pacific Mackerel, Hair Tail,
and Alaska Pollack by the various storage conditions

동남보건전문대학 식품영양과

전임강사 金英姬·李英根

대전실업전문대학 식품영양과

전임강사 金福子

Dongnam Health Junior College Dept. of Food and Nutrition

Yeong Hee Kim, Young Keun Lee

Dae Jeon Vocational Junior College Dept. of Food and Nutrition

Bok Ja Kim

<목 차>

I. 서론

II. 실험재료 및 방법

1. 재료 및 처리방법

2. 실험방법

III. 실험결과 및 고찰

IV. 결론

참고문헌

<Abstract>

The fishes that are mostly used in our homes such as Pacific Mackerel, Hair Tail and Alaska Pollack were divided into Freezing group, Refrigerating group and Room temperature group according to storage temperature. TVB-N, TMA-N, TMA-O and P.H. were measured in natural state, after water washing and 3% NaCl-water washing. The results are as follows:

1. Regardless of the kinds of fishes, TVB-N in room temperature showed that rottenness first appeared after 5~8 hours in raw state, 6~12 hours in water washing, and 8~12 hours in 3% NaCl-water washing.
2. Regardless of freezing and refrigerating, Pacific Mackerel became rotten after 14 days in raw state, 14~17 days in water washing and 17 days in 3% NaCl water washing. Alaska Pollack and Hair Tail showed rottenness after 8 days in raw state, 11 days in water and 3% NaCl water washing.
3. Even in hot summer days, freshness could be preserved for 10 days if fishes were frozen (-20°C) or refrigerated ($4\sim 8^{\circ}\text{C}$) after bowel excluded, washed in NaCl water and enveloped in poly-ethylene bag.

I. 서론

어류는 어획후 생명을 잃게 되면 사후경직 및 자

가소화 과정을 거쳐 최종적으로 부패하게 된다. 이러한 어류의 선도 변화는 계절, 크기, 어종 어획법 및 취급방법등에 따라서 차이가 있으며, 그 신선도의 판정법 역시 다양하다. 清水^{1,2)} 등은 수중

의 어류부패 현상을 비교한 결과 어종에 따라서 육질의 물리적 화학적 성질에 차이가 있다고 하였고 정등³⁾ 박등⁴⁾ 徳永復夫^{5,6)}은 어류의 부패현상을 TVB-N과 TMA-N의 실험치로서 부패의 초기임을 판능검사와 연결시키므로써 부패정도와 TVB-N 및 TMA-N와의 상관관계를 연구보고 하였다.

신등⁷⁾은 지역별로 어종의 선도변화에 커다란 차이가 있음을 보고하였고 최등⁸⁾ 장등⁹⁾은 보존법과 chlortetracycline 첨가에 따른 저장효과를 보고하였으며, 이¹⁰⁾등은 향신료가 생선비린내를 감소시키는 효과에 대한 보고가 있었다.

본 실험에서는 삼복덕위에 일반 가정에서 흔히 식용하고 있는 고등어, 칼치 및 명태를 선정하여서 저장온도 및 세척법에 따라서 특히 가정에서 신선하게 저장할 수 있는 방법을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 재료 및 처리방법

1980년 7월 23일 서울 수산시장에서 鮮度良好한 고등어(Pacific mackerel), 칼치(Hair tail) 및 명태(Alaska pollach)를 각각 114마리를 구입하였다.

처리방법은 Table 1과 같은 3가지 조건으로 하였다.

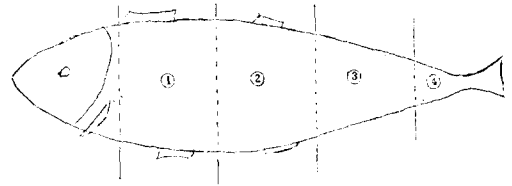


Fig. 1. Sampling method.

- ① 원상태 (시중에서 판매되는 상태)
- ② 물세척 (내장 제거 후 흐르는 수도물로 씻은 상태)
- ③ 3% 식염수 세척 (내장 제거 후 3% 식염수 2l 당 1마리씩 씻은 상태)

이상의 처리후 거즈로 물기를 닦아 Fig.1에서 ①, ③ 부분의 토막을 취하여 냉동군(Freezing group -20°C), 냉장군(Refrigerator group $4\sim 8^{\circ}\text{C}$), 실온군(Room temperature group $29\sim 30^{\circ}\text{C}$)으로 나누어 비닐봉로 밀봉 후 17일간 저장하였다.

2. 실험방법

- ① 수분함량 : 상압가열 건조방법¹¹⁾으로 실시하였다.
- ② TVB-N(Total Volatile Basic Nitrogen)정량 : E.J conway unit 미량 확산법 개조법¹²⁾으로 실시하였다.

Table 1. Designation of the experimental groups

Experimental Group	The Experimental Method	Group Name
Stored Group	Natural State	A-1
	State that was washed by water	A-2
	State that was washed by 3% NaCl Water	A-3
Freezing Group (-20°C)	Natural State	B-1
	State that was washed by water	B-2
	State that was washed by 3% NaCl water	B-3
Refrigerator Group ($4^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$)	Natural State	C-1
	State that was washed by water	C-2
	State that was washed by 3% NaCl water	C-3
Room Temperature Group ($29^{\circ}\text{C}\sim 32^{\circ}\text{C}$)	Natural State	C-1
	State that was washed by water	C-2
	State that was washed by 3% NaCl water	C-3

③ TMA-N(Trimethylamine Nitrogen) 및 TMA-O(Trimethylamine oxide) 정량 : conway unit 미량확산법 개조법¹²⁾으로 실시하였다.

④ P.H. 측정 : Bechman 製 P.H. meter 로 측정하였다.

Ⅲ. 실험결과 및 고찰

1. 냉동저장에서의 원상태 (A-1) 물세척 (A-2) 및 식염수 세척 (A-3)

Table 2를 보면 다른 여러 보고와 같이 어중에 관계없이 TVB-N, TMA-N 및 P.H.가 높아지며, TMA-O는 점점 줄어졌다. 17일간 저장한 결과 고등어의 경우 TVB-N치가 처음에 6.0mg% 인 것이 35.1mg%, 칼치의 경우 7.8mg% 인 것이 44.0mg% 명태의 경우 8.4mg% 인 것이 51.3mg%로 나타났고 TMA-N에서는 처음에 Trace로 나타났던 것이 17일 경과 후 고등어의 경우 4.9mg% 칼치는 6.2mg% 명태는 7.8mg%로 나타났으며, P.H.에서는 고등어의 경우 5.97에서 6.75로 칼치는 6.90에서 7.42로 명태는 6.92에서 7.56으로 나타났다. 이 결과로 보아 TVB-N, TMA-N, P.H. 모두 저장기간 및 어중에 관계없이 실험치가 점점 높아졌고, TMA-O는 반대현상이

다. 특히 선도 양호한 생선을 구입하였으나 생선 종류에 따라서 TVB-N, TMA-O, P.H. 정도가 다르며 이러한 차이는 시간이 경과하여도 어종별로 순위가 바뀌지 않았다.

정등³⁾의 실험결과에 의하면 부패초기를 TMA-N는 3mg% 내외 TVB-N는 20mg% 내외라고 했을 경우에 본실험에서는 고등어와 칼치는 14일 명태는 11일만에 이 수준을 넘고 있다. 특히 고등어가 부패하기 쉬운 것으로 알고 있으나 TVB-N, TMA-N 수치로 보아 더 빨리 부패한다는 사실을 알 수 없었다.

냉동저장시 물세척의 경우(A-2)는 Table 3에서 TVB-N, TMA-N, TMA-O 및 P.H.는 저장기간 및 어중에 관계없이 변화하는 양상은 원상태의 경우와 동일하다. TVB-N이 20mg% 이상된 때는 고등어의 경우 17일째(26.9mg%) 칼치와 명태는 11일째(20.7mg%, 21.2mg%)이므로 저장기간이 원상태보다 3일 더 연장되었다. TMA-N의 경우는 고등어가 17일째(3.7mg%), 칼치 및 명태는 14일째(3.3mg%, 3.4mg%)가 되므로 이것도 역시 원상태보다 저장기간이 2~3일 더 연장되었다.

Table 4에 의하면 냉동처리 및 3% 식염수 처리군(A-3)의 경우 TVB-N의 부패초기는 고등어가 17일째(21.3mg%), 칼치 및 명태는 11일째(18.0mg%, 20.3mg%)이고 TMA-N는 고등어는 17

Table 2. Variation of TVB-N, TMA-N, TMA-O and P.H. during frozen storage at-20°C(Natural State)

Storage days	TVBN(mg%)			TMAN(mg%)			TMAO(mg%)			P.H.		
	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.
0	6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
2	6.4	11.3	9.3	0.1	0.1	0.15	16.1	45.2	78.0	5.98	7.04	6.95
4	9.0	13.2	11.0	0.2	0.5	0.7	11.8	36.3	61.6	6.04	7.09	7.06
6	12.5	15.7	12.1	0.4	1.3	0.9	9.7	30.1	56.8	6.11	7.13	7.18
8	13.7	21.0	21.7	0.8	2.2	2.3	6.4	26.5	50.1	6.25	7.19	7.32
11	15.2	27.8	26.8	1.3	2.7	3.1	4.5	22.2	44.0	6.27	7.24	7.36
14	22.5	31.9	30.4	2.7	4.1	5.2	3.7	20.0	40.3	6.31	7.31	7.41
17	35.1	44.0	51.3	4.9	6.2	7.8	2.6	13.8	35.3	6.75	7.42	7.56

* P.M.: Pacific Mackerel
H.T.; Hair Tail
A.P.; Alaska Pollack

Table 3. Variation of TVB-N, TMA-N, TMA-O and P.H. during forzen Storage at -20°C
(State that was washed by water)

Storage days	TVBN(mg%)			TMAN(mg%)			TMAO(mg%)			P.H.		
	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.
0	6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
2	6.5	9.7	8.7	0.1	0.1	0.1	19.2	51.3	92.2	6.01	6.99	6.95
4	7.6	10.9	13.2	0.15	0.5	0.5	14.6	39.8	66.1	6.02	7.05	7.02
6	9.2	12.0	14.0	0.3	1.0	1.3	11.5	36.7	64.2	6.05	7.08	7.11
8	11.3	18.1	16.7	0.6	1.5	1.7	9.4	28.1	54.4	6.15	7.12	7.18
11	12.0	20.7	21.2	1.1	2.1	2.5	5.1	25.2	49.8	6.18	7.21	7.27
14	18.4	27.0	27.2	2.1	3.3	3.4	4.9	22.1	43.9	6.20	7.27	7.33
17	26.9	38.1	39.6	3.7	4.5	4.8	3.7	17.7	41.4	6.57	7.35	7.47

* P.M.: Pacific Mackerel
H.T.; Hair Tail
A.P.; Alaska Pollack

Table 4. Variation of TVB-N, TMA-N, TMA-O and P.H. during frozen Storage at -20°C
(State that was washed by 3% NaCl-water)

Storage days	TVBN(mg%)			TMAN(mg%)			TMAO(mg%)			P.H.		
	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.
0	6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
2	5.4	8.3	8.8	1.0	0.1	0.1	18.6	60.0	96.7	5.95	6.98	6.93
4	7.5	12.1	9.1	0.1	0.4	0.5	14.7	51.2	84.4	5.99	7.06	7.02
6	8.0	12.0	10.9	0.3	0.8	0.7	13.9	41.4	68.2	6.02	7.07	7.09
8	9.2	15.6	13.5	0.5	1.4	1.2	9.2	30.9	59.6	6.06	7.11	7.14
11	12.8	18.0	20.3	1.0	2.0	2.0	6.5	27.5	51.3	6.11	7.19	7.22
14	16.9	25.8	22.4	1.7	2.5	3.0	6.2	25.8	49.3	6.18	7.23	7.30
17	21.3	34.2	34.4	3.1	4.6	4.4	4.0	19.6	43.9	6.37	7.32	7.38

* P.M.; Pacific Mackerel
H.T.; Hair Tail
A.P.; Alaska Pollack

日째(3.1 mg%), 칼치는 14~17日 사이에 (3~4 mg%)인 것으로 보아 14~17日쯤으로 사려되며, 명태는 14日째(3.0 mg%)로 나타났다. P.H.와 TMA-N의 수치는 모두 같은 경향을 나타냈다. 이상으로 보아 동일온도를 저장했을 경우 물세척보다 3% 식염수로 세척한 것이 TMA-O, TVB-N치가 더 낮으므로 가정에서 소금물로 세척하여 저장하므로써 더 오랜기간 저장할 수 있음을 나타냈다.

2. 냉장저장에서의 원상태(B-1), 물세척(B-2) 및 3% 식염수 세척(B-3)

Table 5에서는 4~8°C 정도로 저장하였을 때 원상태의 부패초기는 TVB-N의 경우 고등어는 14日(22.5 mg%), 칼치는 8日(20.4 mg%), 명태는 6日(22.4 mg%)로 나타났고, Table 6에서는 물세척의 경우 TVB-N함량으로 보아 고등어는 17日(27.8 mg%), 칼치는 11日(23.7 mg%), 명태는 8

Table 5. Variation of TVB-N, TMA-N, TMAO and P.H. during refrigerated Storage at 4~8°C (Natural State)

Storage days	TVBN(mg%)			TMAN(mg%)			TMAO(mg%)			P.H.		
	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.
0	6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
2	7.5	10.3	13.2	0.1	0.2	0.3	16.1	45.8	78.2	6.03	7.02	7.05
4	10.8	14.2	16.8	0.4	0.7	0.8	13.8	37.7	68.3	6.08	7.10	7.10
6	15.2	16.7	22.4	0.6	1.5	1.6	10.5	31.4	50.6	6.22	7.16	7.23
8	19.1	20.4	35.4	1.7	2.1	3.2	3.8	26.3	42.3	6.24	7.21	7.37
11	17.3	23.8	41.1	1.6	2.8	3.6	2.7	21.3	39.9	6.30	7.26	7.61
14	22.5	35.1	53.6	3.1	4.6	4.5	1.8	17.9	32.7	6.55	7.39	7.66
17	39.4	47.9	86.2	5.6	7.1	7.5	1.3	15.0	27.8	6.78	7.54	7.95

* P.M.; Pacific Mackerel
H.T.; Hair Tail
A.P.; Alaska Pollack

Table 6. Variation of TVB-N, TMA-N, TMAO and P.H. during refrigerated Storage at 4~8°C (State that was washed by water)

Storage days	TVBN(mg%)			TMAN(mg%)			TMAO(mg%)			P.H.		
	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.
0	6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
2	8.6	10.1	9.2	1.0	0.2	0.3	18.2	52.1	92.4	6.03	7.01	7.01
4	10.2	11.4	13.2	0.3	0.6	0.5	15.1	43.0	70.9	6.06	7.08	7.04
6	12.6	15.8	16.5	0.5	1.3	1.2	10.0	37.1	64.2	6.12	7.13	7.17
8	15.1	18.2	24.0	1.2	1.6	2.0	6.9	31.2	48.2	6.14	7.15	7.30
11	16.5	23.7	26.3	1.4	2.5	2.6	4.7	24.6	42.8	6.19	7.18	7.42
14	19.7	28.4	48.2	2.7	4.0	4.1	3.1	19.7	38.3	6.44	7.30	7.57
17	27.8	38.2	65.4	4.3	5.2	5.5	2.7	17.2	35.7	6.66	7.36	7.78

* P.M.; Pacific Mackerel
H.T.; Hair Tail
A.P.; Alaska Pollack

日(24.0 mg%) 째 나타났고 TMA-N의 함량은 고등어는 17日(4.3 mg%), 칼치와 명태는 14日(4.0 mg%, 4.1 mg%) 째에 부패초기 현상이 나타났다.

Table 7에서 3% 식염수로 세척한 경우는 TVB-N치에서 부패초기가 고등어는 17日(23.7 mg%), 칼치는 14日(26.5 mg%), 명태는 11日(26.0 mg%) 이었고, TMA-N에서는 고등어는 17日에 (3.9 mg%), 칼치와 명태는 14일에 (3.7 mg%, 3.8 mg%) 인 점으로 보아 부패양상은 P.H. TMA-O 실험치

에서도 모두 냉동저장시와 동일한 현상이나 저장 기간이 연장된 것만 다르다.

3. 실온저장에서의 원상태(C-1), 물세척(C-2), 3% 식염수 세척(C-3)

Table 8을 보면 TVB-N치가 고등어는 6.0 mg%이던 것이 24시간 후 75.4 mg%, 칼치는 7.8 mg%이던 것이 118.1 mg%, 명태는 8.4 mg%이던 것이 180.7 mg%로 나타났고 부패초기로 결정할

Table 7. Variation of TVB-N, TMA-N, TMAO and P.H. during refrigerated Storage at 4~8°C
(State that was washed by 3% NaCl-water)

Storage days	Components			TVBN(mg%)			TMAN(mg%)			TMAO(mg%)			P.H.		
	Sample			P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.
0				6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
2				8.1	8.5	10.6	0.1	0.2	0.2	19.1	54.2	102.9	5.98	7.01	7.01
4				9.0	10.2	11.1	0.3	0.6	0.5	16.0	48.3	80.8	6.02	7.03	7.02
6				11.2	13.1	12.4	0.5	1.2	0.8	13.4	41.6	73.7	6.04	7.10	7.16
8				13.8	15.9	17.2	0.9	1.2	1.3	11.3	37.0	62.4	6.05	7.14	7.22
11				13.7	21.4	26.0	1.4	1.9	2.1	6.8	29.1	52.3	6.12	7.18	7.36
14				19.2	26.5	40.3	2.4	3.7	3.8	4.3	24.2	39.6	6.31	7.27	7.52
17				23.7	41.1	58.1	3.9	4.7	5.2	3.9	21.4	37.1	6.44	7.38	7.64

* P.M.; Pacific Mackerel

H.T.; Hair Tail

A.P.; Alaska Pollack

Table 8. Variation of TVB-N, TMA-N, TMAO and P.H. during Stored at 29~32°C (Natural State, State that was washed by water and State that was washed by 3% NaCl-water)

Storage hours	Components			TVBN(mg%)			TMAN(mg%)			TMAO(mg%)			P.H.		
	Experimental method			P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.	P.M.	H.T.	A.P.
Natural State		0		6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
		6		14.6	17.6	26.8	2.6	2.2	2.7	8.7	23.6	50.2	6.10	7.01	7.08
		12		28.8	35.4	52.4	4.3	4.3	5.6	4.1	14.3	24.7	6.47	7.25	7.38
		18		52.1	57.2	94.2	6.9	8.5	11.4	2.0	8.5	10.3	6.76	7.48	7.62
		24		75.4	118.1	180.7	12.8	19.4	25.7	0	5.8	2.6	6.83	7.72	7.95
State that was washed by water		0		6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
		6		13.2	16.1	20.6	2.1	1.9	2.4	10.1	33.8	59.4	6.05	6.95	7.05
		12		26.1	32.5	45.5	3.7	3.2	4.2	5.2	20.7	35.3	6.41	7.27	7.31
		18		41.8	46.6	79.6	5.4	6.8	8.6	4.3	13.3	16.6	6.59	7.35	7.53
		24		61.3	88.4	129.5	9.6	15.2	17.2	1.4	7.5	7.8	6.71	7.46	7.75
State that was washed by 3% NaCl-water		0		6.0	7.8	8.4	±	±	±	23.4	67.1	116.7	5.97	6.90	6.92
		6		12.5	14.3	19.4	2.2	1.5	2.2	11.7	38.6	63.9	6.08	7.04	6.98
		12		23.9	27.8	40.1	2.6	2.6	4.0	7.7	25.2	39.2	6.34	7.18	7.19
		18		36.8	44.1	66.2	4.7	6.1	7.7	5.4	16.4	19.7	6.51	7.22	7.41
		24		53.7	77.2	105.4	8.2	12.9	15.1	3.6	9.9	9.3	6.66	7.39	7.57

* P.M.; Pacific Mackerel

H.T.; Hair Tail

A.P.; Alaska Pollack

수 있는 저장시간은 고등어와 칼치는 12시간, 명태는 6시간 경과 후로 나타났다. TMA-N은 모두 6

시간 경과 후에 3.0 mg% 넘었고, P.H.도 시간이 경과함에 따라 높아졌다.

물세척(C-2)이나 3% 식염수세척(C-3) 모두 TVB-N, TMA-N 및 P.H.가 점점 높아지는 경향은 같았고, 세척방법에 관계없이 6시간을 경과하면 모두 부패초기 현상이 나타났다.

본 실험에서는 구입 당시 고등어, 칼치 및 명태의 TVB-N, TMA-N, TMA-O, P.H.가 서로 상이하고 이들 수치의 순위는 저장기간이 길어지거나 혹은 저장조건에 관계없이 처음과 같은 순서를 나타내고 있었으므로 17일간의 실험으로서는 어떤 어종이 빨리 부패한다고 볼 수 없었다. 특히 고등어의 경우는 부패가 잘 되는 것으로 알고 있으나 칼치보다 더 빠르다고 볼 수 없으며, 3% 식염수 세척(C-3)군이 TVB-N, TMA-N 및 P.H 모두 낮았으므로 신선한 정도의 연장에 도움이 되며, 이 실험 결과 세척방법, 즉 물세척과 3% 식염수 세척의 조건보다 저장온도에 더 큰 영향을 받으므로 가정에서 생선을 저장할 경우 냉동시키는 것이 중요하며, 물세척 보다 3% 식염수로 세척하여 보관함이 약간 효과적이기는 하였으나 3% 식염수에 담겨서 생선에 침투할 정도의 시간이 경과된 후 실험을 실시했으면 더욱 큰 효과가 나타났으리라 생각된다.

IV. 결 론

일반가정에서 흔히 식용하고 있는 고등어, 칼치 및 명태를 저장온도에 따른 냉동군, 냉장군 및 실온군으로 나누고 각군마다 원상태 물세척 및 3% 식염수 세척을 하여 TVB-N, TMA-N, TMA-O 및 P.H.를 측정할 결과는 다음과 같다.

① 어중에 관계없이 실온군에서 TVB-N 함량으로 보아 원상태, 물세척, 3% 식염수 세척군의 경우 각각 5~8시간, 6~12시간 및 8~12 시간 후부터 초기부패 현상이 나타났다.

② 냉동과 냉장에 관계없이 고등어에서는 원상태, 물세척 및 3% 식염수 세척군에서 각각 14일, 14~17일 및 17일째 초기부패 현상이 나타났으며, 명태와 칼치에서는 원상태의 경우 8일, 물세척과 3% 식염수 세척의 경우 11일 정도에서 초기부패 현상이 나타났다.

③ 삼복 중일지라도 생선을 저장할 경우는 생선

의 내장을 제거 한후 식염수에 세척하여 비닐주머니로 봉한 후 냉동(-20°C), 냉장(4~8°C) 저장 시약 10일간은 신선한 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 清水亘, 日引重幸: 水産物の 腐敗に關する研究 XIII, 數種 魚類の 腐敗の比較(I) 日水會誌, 20, 1954. 302.
2. 清水亘, 日引重幸: 魚類にする 腐敗の 相違(2), 日水會誌, 20, 1954. 392.
3. 정형규, 이상환, 장동석, 박홍조: 어류의 선도변화에 관하여, 국립수산진흥원연구보고, 9, 1972, 85.
4. 박동근, 김성복, 최우현: 선도판정에 관한 연구(I), 전갱이의 선도판정에 관하여, 국립수산진흥원연구보고, 1965.
5. 徳永俊夫, 魚類血合肉中の トリメチルアミン オキシド ならびにその分解(I), 普通肉と血合肉における TMA-O, TMA, DMA의 含量, 日水會誌, 36, 1970. 502.
6. 徳永俊夫: 魚類血合肉中の トリメチルアミン オキシド ならびにその 分解(II) 貯藏中における DMA, TMA の 生成, 日水會誌, 36, 1970. 510.
7. 신상호, 최우현, 장동석: 고등어, 전갱이 및 조기의 선도 변화에 관하여, 국립수산진흥원연구보고, 1965.
8. 최위경, 박영호, 이강호, 장동석, 김무남: 명태 Fillet 제조를 위한 냉동원료의 해동방법과 가공품의 재동결 방법에 관한 연구, 韓水誌, 8, 1975. 107.
9. 장동석: Chlortetracycline(CTC)의 선도보존 효과에 관하여, 국립수산진흥원연구보고, 15, 1976. 139.
10. 李淑永, 李惠秀: 향신료에 의한 생선 비린내 억제효과에 관한 연구, 식초 및 생강의 효과에 관하여, 식품과학회지, 11, 1979. 126.
11. 劉太鍾, 李東碩, 金榮洙, 權憐仁: 수분측정법 食品學實驗, 1973. 60.
12. 石坂音治: 微量互斯擴散分析提要, 柴田化學, K.K. 1961.