

수산물 가공부산물의 이용에 관한 연구 II - 가공방법에 따른 가다랭이 내장 silage의 저장 중 성분변화

윤호동 · 이두석 · 서상복
국립수산진흥원 위생가공연구실

Studies on the Utilization of Wastes from Fish Processing

II - Changes of Chemical Properties of Skipjack Tuna Viscera Silage during Storage by the Processing Method

Ho-Dong YOON, Doo-Seog LEE and Sang-Bok SUH

Sanitation & Processing Research Division, National Fisheries Research and Development Agency,
Pusan 619-900, Korea

For an effective use of fish by-products from the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) canning manufactures, the changes of chemical properties of skipjack tuna viscera silage by the processing method during storage were investigated. The acid treated skipjack tuna viscera silage (ASS) were higher in the contents of moisture, lipid, protein and mineral but lower in the contents of carbohydrate and polyunsaturated fatty acids than those of fermented skipjack tuna viscera silage (FSS) by *L. bulgaricus*, KCTC 3188 and *L. plantarum*, KCTC 1048. Especially, the contents of total n-3 fatty acids in FSS increased remarkably during storage. The dominant amino acids in ASS and FSS were glutamic acid (Glu), aspartic acid (Asp), leucine (Leu), glycine (Gly), and alanine (Ala). And the contents of tryptophan (Trp) decreased by 30% in ASS and 5% in FSS in comparison with that of raw skipjack tuna viscera after 42 days of storage. The concentration of vitamin B₁ and B₂ in FSS increased gradually during storage but the concentration of vitamin B₂ in ASS decreased. In the organoleptic evaluation, ASS gave a grayish brown color and a fishy odor. On the other hand, FSS had reddish brown color and sour taste by the production of lactic acid during storage.

Key words : skipjack tuna viscera silage, fish by-product

서 론

어류를 가공할 때 대량으로 발생하고 있는 부산물은 여러 단계의 가공공정을 거쳐 魚粉, 魚粕의 제조 또는 비료 등으로 일부 이용되고, 나머지는 산업폐기물로서 폐기되고 있는 실정이라서 폐기로 인한 영양적 손실을 고려할 때 이의 효과적인 이용이 기대되고 있는 실정이다. 일반적으로 어류 부산물의 이용 방법으로는 크게 나누어 魚粉類의 생산과 효소소화 등에 의한 가수분해물의 생산 등이 있다. 魚粉類의 생산에 있어서 붉은살 어류는 지방함량이 비교적 높을 뿐 아니라, 自家消化가 빠르므로 흰살어류에 비하여 품질이 떨어지므로 共沸溶劑를 사용하여 탈수, 탈지를 수행하는 등의 방법이 필요하다 (Olley et al., 1968). 효소소화에 의한 가수분해물의 생산은 내장 혹은 그 외의 폐기부에 존재하는 자가효소의 활동에 의한 방법 (Yanase, 1982, 1983), 미생물 및 효소제를 첨가하는 방법 (Hossain et al., 1987, 1988; Kato et al., 1986; Lee and Woo, 1992), 원료를 산성으로 하여 효소분해하

는 방법 (Strom and Eggum, 1981), 고압산분해에 의한 방법 (Ryan and Wilson, 1952) 등이 있으며, 특정 어종의 폐기부를 이용하여 온도, 시간, pH 등 소화조건에 따른 가수분해물의 收率, 성분변화 등이 실험실적 혹은 중간 시험적 규모로 조사되었다. 어류의 내장을 효율적으로 이용하기 위하여 가공처리하지 않고 간단하게 동결하는 방법이 있지만 많은 자본의 투자와 저장기간 동안의 높은 운영경비가 필요할 뿐만 아니라, 내장부위에 고도불포화지방산을 다량 함유하고 있기 때문에 산패문제로 오래 저장하는 것이 불가능하다고 하였으며 (Johnsen and Skrede, 1981), 또한 내장의 부피를 줄여서 어분을 제조하는 방법은 취급 및 건조에 있어서 기술적인 어려움이 따른다 (Olley et al., 1968). 따라서 본 연구에서는 가다랭이 통조림 제조시 부산물로 대량 생산되는 내장을 유효하게 이용할 목적으로 유산균을 이용한 방법과 산침가 방법에 따라 silage를 제조하고, 저장기간 중 성분변화를 검토하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 유산균 발효 및 酸添加 silage의 제조

유산균 발효 silage는 마쇄한 가다랭이 내장에 증류수를 3배량 (w/w) 가하여 가열한 다음, 원심분리하여 여과한 上澄液에 유산균의 성장에 필요한 糖蜜을 1% 넣고, 121°C에서 15분간 멸균한 내장 자숙액에 繼代培養한 유산균 (*L. bulgaricus*, *L. plantarum*)을 각각 10²/ml씩 접종하여 35°C에서 배양한 starter 및 糖蜜을 마쇄한 가다랭이 내장에 대하여 각각 10%씩 첨가하였다. 酸添加 silage는 포름산을 1% (w/w) 넣고, 황산으로 pH 4로 조정하여 제조하였다. 그리고 시료를 채취한 후에는 외부로부터 이입되는 곰팡이의 번식을 방지하기 위하여 1% sodium benzoate 용액을 시료의 표면에 분무하였다.

2. 실험 방법

1) 일반성분

방법에 따라 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet추출법 그리고 조회분은 건식회화법으로 분석하였다.

2) 무기질

무기질 중 K, Na, Ca, Mg, Fe의 정량은 원자흡광 분광광도계 (Atomic Absorption Spectrophotometer, IL Video 12)로써 Graham et al. (1982)의 방법에 준하여 측정하였으며, P의 정량은 몰리브덴 블루 비색법에 의하여 650 nm에서 비색 정량하였다 (Fiske and Subbarow, 1925)

3) 지방산

Folch et al. (1957)의 방법에 의하여 시료의 5배량의 클로로폼-메탄올 (2:1, v/v) 용액으로 지질을 추출한 다음 황산-톨루엔을 사용하여 지방산 유도체를 조제하여 0.25 μ m DB-FFAP capillary column (30 m \times 0.25 mm I. D.)을 장착한 Varian 3400 Gas Chromatography로 주입부 온도 220°C, 검출부 온도 250°C에서 승온조작 (170 \rightarrow 200°C, 2°C/min)하여 분석하였다.

4) 총 아미노산 및 유리아미노산의 정량

총아미노산은 단백질량으로 30 mg 정도의 시료를 캡 시험관에 취하여 6N 염산으로 가수분해하였고, 유리아미노산은 시료 1g에 1% 피크린산 용액으로 용출시켜 구연산나트륨 완충액 (0.2N, pH 2.2)으로써 정용하여 Hitachi 835 아미노산 자동분석기로 분석하였다. 트립토판은 Huggli and Moore (1972)의 방법에 의하여 알칼리 가수분해법으로 분해시킨 다음, 550 nm에서 비색 정량하였다.

5) 아미노산 스코어의 산정

아미노산 스코어 (score)는 식품 중의 각 필수아미노산 함량 (mg/gN)을 1985년 FAO, WHO 및 UNU (日本, 國聯大學)에서 제정한 학령기 전 2~5세 아동을 위한 아미노산 평가패턴의 해당 아미노산량 (mg/gN)으로 나누어 퍼센트 (%)로 표시하고, 그 중 최저치를 아미노산 스코어로 하였으며 그 평가패턴은 Table 1과 같다. 이때 최저치가 100을 상회하는 경우 아미노산 스코어는 100으로 하였다 (山口, 1987).

6) 비타민 B₁, B₂의 정량

비타민 B₁ (thiamine)은 Thiochrome 형광법, 비타민 B₂ (riboflavin)는 Lumiflavin 형광법으로 분석 하였다.

7) 색도의 측정

색차계 (Pacific Scientific Spectrogard System, Model 96)를 이용하여 Hunter scale에 의한 L, a, b 및 ΔE 값으로 표시하였다.

Table 1. Amino acid evaluation pattern recommended by FAO/WHO/UNU in 1985

Amino acids	Contents(mg/g-N)
Ile	180
Leu	410
Lys	360
SAA ¹	160
AAA ²	390
Thr	210
Trp	70
Val	220
His	120

¹ SAA, sulfur containing amino acid: Met+Cys

² AAA, aromatic amino acid: Phe+Tyr

결과 및 고찰

1. 일반성분의 변화

酸添加 및 2종의 유산균 발효 silage의 저장기간 중 일반성분 조성은 Table 2에 나타난 바와 같이 酸添加 silage가 *L. bulgaricus*, *L. plantarum* 등의 유산균 발효 silage에 비하여 수분, 조단백질, 조지방의 함량이 높았고 탄수화물 함량이 낮았는데, 이는 유산균 발효 silage 제조시 영양 요구성 당질원인 糖蜜 및 starter를 각각 10% 첨가하여 제조하였기 때문에 내장부산물의 절대량의 차이에서 기인된다고 사료된다. 한편 액화가 진행됨에 따른 저장기간 중 일반성분 변화를 살펴보면, 酸添加 silage는 거의 변화가 없었으나, *L. bulgaricus*와 *L. plantarum*에 의한 유산균 발효 silage는 탄수화물 함량이 초기 9.5%에서 액화가 진행됨에 따라 저장 42일째에는 8.2% 및 7.4%로

Table 2. Changes of proximate compositions in skipjack tuna viscera silage during storage

Constituents (%)	Skipjack tuna viscera	Acid treated				<i>L. bulgaricus</i> fermented				<i>L. plantarum</i> fermented			
		0*	5	14	42	0	5	14	42	0	5	14	42
Moisture	73.6	76.2	76.0	76.1	76.2	70.4	69.9	69.3	70.9	69.4	69.0	69.7	71.4
Protein	18.0	17.1	17.3	17.2	17.2	14.6	15.1	15.5	15.4	15.2	15.3	14.8	15.4
Fat	4.7	3.5	3.5	3.5	3.5	2.3	2.3	2.4	2.3	2.6	2.6	2.6	2.6
Ash	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2
Carbohydrate	0.7	0.2	0.2	0.2	0.2	9.5	9.5	9.6	8.2	9.5	9.9	9.7	7.4

* storage time(days)

Table 3. Changes of mineral content in skipjack tuna viscera silage during storage

	Storage time (days)	Mineral contents, mg/100g					
		Ca	Fe	P	Na	K	Mg
Skipjack tuna viscera		53.9	4.9	492.9	512.4	496.8	67.2
Acid treated	0	50.3	4.9	424.5	513.4	447.2	69.1
	5	53.3	4.9	482.4	543.3	479.8	73.6
	14	51.3	4.6	489.1	530.0	442.6	71.9
	42	49.2	4.6	475.8	513.2	440.5	69.6
Mean		50.8	4.8	468.0	525.0	452.5	71.1
<i>L. bulgaricus</i> fermented	0	51.8	5.3	424.9	479.6	619.5	94.9
	5	54.0	5.4	416.6	441.3	583.7	89.7
	14	53.0	5.4	418.5	469.5	644.5	91.6
	42	53.4	5.4	423.1	487.8	605.1	91.8
Mean		53.8	5.4	420.8	469.6	613.2	92.0
<i>L. plantarum</i> fermented	0	53.9	5.4	417.3	439.1	615.4	86.4
	5	53.0	5.4	421.9	430.2	630.2	85.7
	14	54.6	5.6	424.8	441.8	630.1	88.0
	42	53.7	5.4	418.1	515.8	589.7	93.2
Mean		53.8	5.4	420.5	469.2	616.4	88.3

감소하는 경향을 보였다. 균주에 따라서 탄수화물의 소비량이 다소 차이가 있는 것은 각 유산균주의 당질대사 기능의 차이 때문에 생긴 현상으로서, 시료 중에 여러가지 당질원이 혼합되어 있을 때 자기 자신에게 가장 유익한 기질만을 이용하게 되는 catabolite inhibition 현상에 기인하는 것으로 사료된다. 이러한 결과는 Mital and Steinkraus (1975)가 *L. plantarum*을 soy milk에 첨가하여 발효시킬 때, sucrose는 발효 30시간 만에 소비되었으며, 그의 stachyose, raffinose 등도 점차 감소한다는 보고와 유사하다. 또한 *L. bulgaricus* 및 *L. plantarum*에 의한 유산균 발효 silage의 단백질 함량은 다소 증가하는 경향인데, 이는 Van Wyk and Heydenrych (1985)가 fish silage의 저장 중 건조 중량 당 단백질의 증가는 유산균 발효에 의하여 이산화탄소 및 알콜로 전환되는 물질의 손실에 기인한다고 한 보고와 상관성이 있는 것으로 사료된다.

2. 무기질 함량변화

酸添加 및 유산균 발효 silage의 저장기간 중의 무기질 함량은 Table 3에 나타난 바와 같이 3종의 silage 모두 저장기간에 따른 무기질의 함량변화는 없었으며, 또한 *L. bulgaricus*와 *L. plantarum* 발효 silage 사이에서도 뚜렷한 차이가 없었다. *L. bulgaricus* 발효 silage의 Ca, Fe, P 및 Na의 평균함량은 각각 53.8, 5.4, 420.8 및 469.6 mg/100 g이었으며, *L. plantarum* 발효 silage의 Ca, Fe, P 및 Na 함량은 각각 53.8, 5.4, 420.5 및 469.2 mg/100 g이었다. 酸添加 silage의 Ca, Fe, P 및 Na의 함량은 각각 50.8, 4.8, 468.0 및 525.0 mg/100 g이었다.

3. 지방산 조성의 변화

酸添加 및 유산균 발효 silage의 저장기간 중의 지방산 조성변화는 Table 4에 나타난 바와 같이 포화지방산의 함량은 39.9~49.1%, 다가불포화지방산은 30.4~41.1% 및 1가 불포화지방산은 12.7~25.7%이었다. 포화지방산

Table 4. Changes of fatty acid compositions in skipjack tuna viscera silage during storage. (area %)

Fatty acids	Raw Skipjack tuna viscera	Acid treated				<i>L. bulgaricus</i> fermented				<i>L. plantarum</i> fermented			
		0*	5	14	42	0	5	14	42	0	5	14	42
14 : 0	1.6	1.6	1.3	1.2	2.1	1.4	1.5	1.6	1.3	1.4	1.5	1.5	1.1
15 : 0	0.8	0.7	0.7	0.6	1.3	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
16 : 0	33.1	33.0	32.6	34.9	35.4	30.4	32.2	33.5	32.5	29.2	29.7	30.3	33.6
17 : 0	0.9	0.8	0.6	0.6	1.0	0.9	0.6	0.6	0.7	0.5	0.5	0.8	0.5
18 : 0	9.2	7.8	9.2	8.8	9.3	10.6	9.0	9.9	13.0	8.1	9.0	9.8	10.1
Saturates	45.6	43.9	44.4	46.1	49.1	44.0	44.1	45.8	48.2	39.9	41.4	43.2	46.0
16 : 1	4.2	4.9	4.4	4.2	2.7	3.4	3.9	3.6	3.3	5.1	3.8	4.2	2.3
18 : 1	18.3	20.2	19.8	18.0	17.4	16.7	15.3	11.4	7.2	18.0	14.1	10.7	9.3
20 : 1	0.6	0.5	0.3	0.5	0	0.6	0.2	1.2	1.9	0.2	0.4	0.9	0.9
22 : 1	0.3	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0	0.3	0.3	0.2	0.4	0.6	0.4
Monoenes	23.4	25.7	24.8	23.0	20.4	21.0	19.4	16.2	12.7	23.5	18.7	16.4	12.9
18 : 2	0.3	0.5	0.8	0.7	1.0	0.8	0.5	0.7	1.8	0.6	0.6	0.3	1.4
18 : 3	0.3	0.2	0.3	0	0.5	0.4	0.8	0.2	0.2	0.6	0.3	0.3	0.2
20 : 4	2.9	2.5	2.5	2.5	2.0	3.0	3.0	2.7	2.7	3.0	3.2	2.4	3.2
20 : 5	0	2.8	2.7	3.0	2.1	3.2	4.2	3.1	2.8	3.9	3.9	2.8	3.8
22 : 5	0.7	1.5	0.7	1.5	0.6	2.1	2.2	2.1	2.6	2.2	2.3	2.2	2.5
22 : 6	24.2	22.9	23.8	23.2	24.3	23.3	25.0	25.6	26.2	26.3	29.6	32.4	30.0
Polyenes	28.4	30.4	30.8	30.9	30.5	35.0	36.5	38.0	39.1	36.6	39.9	40.4	41.1

* storage time(days)

Table 5. Changes of amino acid compositions in skipjack tuna viscera silage during storage (mg/100g)

Amino acids	Skipjack tuna viscera	Acid treated				<i>L. bulgaricus</i> fermented				<i>L. plantarum</i> fermented			
		0	5	14	42 ¹	0	5	14	42	0	5	14	42
Tau	482	478	487	463	470	636	644	625	655	687	616	643	633
Asp	1,403	1,429	1,436	1,403	1,406	1,311	1,306	1,249	1,235	1,414	1,262	1,309	1,226
Thr	681	652	658	653	649	578	600	580	592	672	581	609	581
Ser	537	484	489	494	488	430	381	331	343	554	429	456	425
Glu	2,166	2,175	2,179	2,123	2,123	1,909	1,932	1,810	1,830	2,055	1,846	1,902	1,816
Gly	982	1,058	1,010	966	1,008	893	891	897	932	931	858	890	862
Ala	1,008	1,022	1,010	982	992	899	935	931	995	959	877	914	916
Cys	109	93	93	99	72	79	92	90	84	62	60	68	86
Val	892	893	903	882	880	781	808	787	781	839	766	795	742
Met	432	427	421	405	402	344	347	322	341	353	326	338	332
Ile	786	775	788	769	770	678	708	688	677	736	667	699	652
Leu	1,266	1,256	1,265	1,229	1,195	1,095	1,130	1,096	1,064	1,176	1,060	1,107	1,023
Tyr	490	488	511	474	458	393	103	73	107	452	249	105	93
Phe	700	698	705	677	668	60	607	572	571	647	580	598	558
Lys	938	978	985	957	939	823	799	778	804	886	786	807	781
NH ₃	179	190	200	200	204	182	215	227	260	183	182	208	238
His	367	382	404	393	388	334	337	340	380	361	332	343	345
Arg	779	915	888	852	853	679	237	165	24	742	595	380	204
Pro	715	731	722	696	717	635	661	639	609	671	608	628	565
Trp	196	190	184	177	170	189	185	182	184	189	190	188	186
Total	15,108	15,314	15,338	14,894	14,852	13,468	12,918	12,382	12,468	14,569	12,870	12,987	12,264
TEAA ² TAA ³	0.39	0.38	0.39	0.39	0.38	0.38	0.40	0.40	0.40	0.38	0.39	0.40	0.40
AA ⁴ score	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹ storage time(days)

² TEAA, total essential amino acid

³ TAA, total amino acid

⁴ AA, amino acid

Table 6. Changes of free amino acid compositions in skipjack tuna viscera silage during storage (mg/100g)

Amino acids	Skipjack tuna viscera	Acid treated				<i>L. bulgaricus</i> fermented				<i>L. plantarum</i> fermented			
		0	5	14	42 ¹	0	5	14	42	0	5	14	42
Tau	482	478	487	463	470	636	644	625	655	687	616	643	633
Asp	1,403	1,429	1,436	1,403	1,406	1,311	1,306	1,249	1,235	1,414	1,262	1,309	1,226
Thr	681	652	658	653	649	578	600	580	592	672	581	609	581
Ser	537	484	489	494	488	430	381	331	343	554	429	456	425
Glu	2,166	2,175	2,179	2,123	2,123	1,909	1,932	1,810	1,830	2,055	1,846	1,902	1,816
Gly	982	1,058	1,010	966	1,008	893	891	897	932	931	858	890	862
Ala	1,008	1,022	1,010	982	992	899	935	931	995	959	877	914	916
Cys	109	93	93	99	72	79	92	90	84	62	60	68	86
Val	892	893	903	882	880	781	808	787	781	839	766	795	742
Met	432	427	421	405	402	344	347	322	341	353	326	338	332
Ile	786	775	788	769	770	678	708	688	677	736	667	699	652
Leu	1,266	1,256	1,265	1,229	1,195	1,095	1,130	1,096	1,064	1,176	1,060	1,107	1,023
Tyr	490	488	511	474	458	393	103	73	107	452	249	105	93
Phe	700	698	705	677	668	60	607	572	571	647	580	598	558
Lys	938	978	985	957	939	823	799	778	804	886	786	807	781
NH ₃	179	190	200	200	204	182	215	227	260	183	182	208	238
His	367	382	404	393	388	334	337	340	380	361	332	343	345
Arg	779	915	888	852	853	679	237	165	24	742	595	380	204
Pro	715	731	722	696	717	635	661	639	609	671	608	628	565
Trp	196	190	184	177	170	189	185	182	184	189	190	188	186
Total	15,108	15,314	15,338	14,894	14,852	13,468	12,918	12,382	12,468	14,569	12,870	12,987	12,264
TEAA ² TAA ³	0.39	0.38	0.39	0.39	0.38	0.38	0.40	0.40	0.40	0.38	0.39	0.40	0.40
AA ⁴ score	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

¹ storage time(days)

² TEAA, total essential amino acid

³ TAA, total amino acid

⁴ AA, amino acid

중에서는 팔미트산 (C_{16:0}), 1가 불포화지방산 중에서는 올레산 (C_{18:1}), 다가 불포화지방산 중에서는 도코사헥사엔산 (C_{22:6}) 등이 주요 지방산으로써 대부분을 차지하고 있었다. 저장 기간에 따라 酸添加 silage의 포화지방산은 증가하는 경향을 나타내었고, 1가 불포화지방산은 감소하는 경향을 보였으며, 다가불포화지방산은 뚜렷한 조성 변화를 보이지 않았으나, 유산균 발효 silage의 포화지방산 및 다가불포화지방산은 증가하는 경향을 보였으며, 1가 불포화지방산은 감소하였다. 또한 이러한 결과 외에도 fish silage는 어류의 성장에 필요한 C_{22:ω-3}, C_{24:ω-3}과 같은 장쇄 지방산조성이 다량 분포되어 있고 (Lee and Sinnhuber, 1972), 그리고 어육 殘渣를 발효시킴으로써 과산화지질 함량이 낮은 어분을 제조할 수 있다고 하였으므로 (Kato et al., 1986), 본 실험에서와 같이 유산균 발효 silage 및 酸添加 silage의 다가불포화지방산 및 장쇄지방산의 함량이 높게 나타난 결과와 유사한 경향을 나타낸 것으로 보아 어류의 사료로서 이용가치가 있다

고 판단된다.

4. 아미노산 함량의 변화

酸添加 silage 및 유산균 발효 silage의 저장기간 중 총 아미노산, 유리아미노산의 조성과 필수아미노산의 비율 및 아미노산 스코어를 Table 5와 Table 6에 나타내었다. 酸添加 silage에서 단백질의 자가분해는 원료 단백질의 거의 반 정도를 polypeptide로 가수분해하는 endogenous pepsin에 의존하는데, Johnsen and Skrede (1981)는 酸添加 어류 내장 silage의 가용성 확보에 용해성이 높은 proline (Pro)이 다량 분포하고 있으며, 가용성 질소(N)는 주로 분자량이 1500 이하인 peptide와 유리아미노산 및 저분자 화합물에 존재한다고 하였는 바, 본 실험에서는 酸添加 silage의 주요 아미노산으로는 Glu이었고, 다음이 Asp, Leu, Gly 및 Ala의 순이었으며, 유산균 발효 silage의 주요 아미노산은 Glu이었고, 다음이 Asp, Leu, Ala 및 Gly의 순이었다. 酸添加 silage에 비하여 유산균 발효

Table 7. Changes of vitamin B₁ and B₂ content in skipjack tuna viscera silage during storage

Storage time (days)	Acid treated		<i>L. bulgaricus</i> fermented		<i>L. plantarum</i> fermented	
	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂
0	0.09*	0.51	0.16	0.45	0.16	0.45
5	0.09	0.49	0.17	0.46	0.19	0.45
14	0.09	0.49	0.18	0.49	0.19	0.46
42	0.12	0.47	0.20	0.52	0.21	0.48

* mg/100 g

silage에서 함량이 높은 아미노산은 taurine 및 Ala이었고, 낮은 것은 Arg 이었다. 특히 taurine 함량은 Lee et al. (1993)이 보고한 해산 적색육어류의 105~222 mg/100 g (평균치 165 mg/100 g)보다도 높은 부분도 있었다. 그리고 酸添加 silage는 저장기간의 경과에 따라 Trp이 초기 190 mg/100 g에서 저장 42일째 137 mg/100 g으로 원료 가다랭이 내장에 비하여 약 30% 감소하였으나 유산균 발효 silage는 이보다 낮은 5%의 감소비율만 보였다. 이는 Van Wyk and Heydenrych (1985)가 유산균주를 첨가하여 자연발효 액화시킨 silage는 酸添加 silage에 비하여 영양적인 이점으로서 Trp 함량이 높다고 하였으며, 酸添加 silage는 저장 및 액화기간 중에 Trp 함량이 원료 내장에 비하여 상당량 파괴되며 유효 lysine (Lys) 함량은 원료와 비슷한 수준을 나타내었다고 보고한 결과 (Backhoff, 1976; Johnsen and Skrede, 1981)와 일치하는 것으로 나타났다. 그리고 Stone and Hardy (1986)는 어류의 액화단백질이 저장 40일 후 자가분해가 서서히 진행되며, 제한 아미노산은 Arg이라고 하였으며, Backhoff (1976)는 Trp이, Johnsen and Skrede (1981)는 Tyr 및 Trp이라고 하였다. 본 실험에서는 유리아미노산 중에서 Cys, Trp 함량이 특이하게 낮게 분포되어 저장 중 거의 변동이 없었으나 Arg, Tyr은 저장 기간에 따라 다소 감소하는 경향이였다. 총아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 아미노산 패턴 및 개개의 아미노산 함량 등과 함께 단백질 및 아미노산의 영양학적 평가에 중요한 의미를 갖는다고 하였으므로 (Matsumo et al., 1978) 총아미노산에 대한 필수아미노산의 비율은 酸添加 silage의 경우 저장 초기 0.38에서 5일 이후에는 0.39로 미미하게 증가하였으며, *L. bulgaricus* 및 *L. plantarum* 발효 silage의 경우는 저장초기 0.38에서 저장 42일째는 0.40까지 증가하여 Lee et al. (1993)이 보고한 일반 어류의 0.39~0.44의 범위와 근접한 결과를 나타내었다. 그리고 아미노산 스코어는 酸添加 silage와 유산균 발효 silage 공히 100을 상회하였으므로 일반어류에서 나타나기 쉬운 Trp 등의 제한아미노산은 나타나지 않아 영양적으로 우수한 것으로 나타났다.

5. 비타민 B₁ 및 B₂ 함량의 변화

酸添加 및 유산균 발효 silage의 저장기간 중의 비타민 함량을 Table 7에 나타내었다. 酸添加 silage의 저장 초기의 비타민 B₁ 함량은 0.09 mg/100 g으로서 저장기간의 경과에 따른 함량 변화는 14일째까지는 나타나지 않았으나 42일째에는 0.12 mg/100 g으로 미미하게 증가하였다. 반면에 *L. bulgaricus* 및 *L. plantarum* 발효 silage의 초기 비타민 B₁ 함량은 0.16 mg/100 g에서 저장기간의 경과에 따라 다소 증가하는 경향을 보여 저장 42일째는 각각 0.20, 0.21 mg/100 g까지 증가하였다. 한편, 酸添加 silage의 비타민 B₂ 함량은 저장초기 0.51 mg/100 g에서 저장기간의 경과에 따라 감소하는 경향을 보여 저장 42일째에는 0.47 mg/100 g까지 감소하였으나, 유산균 발효 silage의 초기 비타민 B₂ 함량은 0.45 mg/100 g에서 저장기간 중에 증가하는 경향을 보였다. 이와같이 유산균 발효 silage가 저장 중 비타민 B₂ 함량이 증가하는 것은 *Aspergillus oryzae*를 이용한 가다랭이 내장 발효어분의 비타민 B₁, B₂ 및 C의 함량이 증가되었다는 보고 (Kato et al., 1986; Lee and Woo, 1992)와 유사한 결과를 얻었다. 이상의 결과로서 유산균 발효 silage는 저장기간 중 발효가 진행됨에 따라 비타민 B₁ 및 B₂가 생성되는 것으로 생각되어지며, 酸添加 시험구는 파괴되는 경향을 보여 유산균 발효 silage가 영양적으로 다소 우수한 것으로 판단되었다.

6. 색도 및 관능평가

Table 8은 酸添加 silage 및 유산균 발효 silage에 대한 저장기간 중의 색도의 변화를 명도 (L), 적색도 (a), 황색도 (b) 및 갈변도 (ΔE)로서 나타낸 결과이다. 酸添加 silage의 명도는 저장 기간의 경과에 따라 초기 41.5에서 점차 감소하여 저장 42일째에는 38.9를 나타내었고, *L. bulgaricus* 및 *L. plantarum* 발효 silage는 저장 초기 각각 38.2 및 37.0에서 점차 감소하여 저장 42일째에는 각각 37.0 및 36.4를 나타내었으며 저장기간에 따라 silage의 명도는 모두 감소하였다. 적색도 및 갈변도는 酸添加 silage, 유산균 발효 silage 모두 저장기간에 따른 뚜렷한

Table 8. Changes of color values¹ in skipjack tuna viscera silage during storage

Items ²	Acid treated				<i>L. bulgaricus</i> fermented				<i>L. plantarum</i> fermented			
	0	5	14	42 ³	0	5	14	42	0	5	14	42
L	41.5	41.2	40.5	38.9	38.2	39.5	37.4	37.0	37.0	35.5	36.1	36.4
a	2.6	2.5	2.5	2.7	3.6	3.7	3.8	3.7	3.8	4.1	3.9	4.3
b	0.2	-0.6	-0.8	-1.1	0	1.2	-0.5	-1.0	0	-1.4	-1.3	-0.6
ΔE	57.4	57.7	58.4	60.0	60.7	59.4	61.5	61.9	62.0	63.5	62.9	62.6

¹ color expressed in Hunter color values

² L, lightness; a, redness; b, yellowness; ΔE, brownness

³ storage time(days)

변화는 나타나지 않았으나, 유산균 발효 silage가 酸添加 silage에 비하여 전체적으로 적색도 및 갈변도가 다소 높게 나타났다. 각각의 silage에 대한 관능평가를 한 결과, 酸添加 silage는 회갈색을 띄고 비린내 및 젓갈냄새가 낮으며, 액즙은 많이 생성되지 않았고 페이스트상으로 되었다. 유산균 발효 silage는 적갈색을 띄었고, 발효과정에 생성된 유기산에 의하여 酸味를 나타내었다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 Hardy et al. (1984)이 酸添加 silage가 영양적인 품질이 어분과 거의 같은 수준이라고 한 결과에 비추어 보아 상기의 결과로부터 참치 내장을 이용한 酸添加 silage에 비하여 유산균 발효 silage가 풍미, 색택 및 영양 등의 품질면에서 다소 우수한 것으로 사료된다.

요 약

가다랭이 통조림 제조시 부산물로 대량 생산되는 내장을 유효하게 이용할 목적으로 유산균을 이용한 방법과 산첨가 방법에 따라 silage를 제조하고, 저장기간 중 성분변화를 검토한 결과, 酸添加 silage는 수분, 조지방, 조단백질 및 무기질의 함량이 유산균 발효 silage보다 높은 반면에, 탄수화물 및 다가불포화지방산 함량은 낮았다. 특히 저장기간의 경과에 따라 유산균 발효 silage의 n-3 지방산 함량의 증가가 두드러졌다. 酸添加 및 유산균 발효 silage의 주요 아미노산은 Glu, Asp, Leu, Gly 및 Ala 이었다. 酸添加 silage는 필수아미노산인 트립토판의 함량이 원료 내장에 비하여 30% 감소하였으나, 유산균 발효 silage는 5% 감소하였다. 또한 저장 기간의 경과에 따라 유산균 발효 silage의 비타민 B₁ 및 B₂의 함량은 증가하였으나, 酸添加 silage는 B₁ 함량만 미미하게 증가하였고, B₂는 감소하는 경향을 나타내었다. 酸添加 silage는 회갈색을 띄고 비린내 및 젓갈냄새가 낮으나, 유산균 발효 silage는 다갈색을 띄고 생성된 유기산에 의하여 산미를 나타내었다.

참 고 문 헌

- Backhoff, H. P. 1976. Some chemical changes in fish silage. J. Food Technology, 11, 353~363.
- Fiske, C. K. and Y. Subbarow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. J. Biol. Chem., 66, 375~379.
- Folch, J., M. Lees and G. H. Sloane Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226, 497~509.
- Graham, P. P., R. J. Bittel, K. P. Board, A. Lope and H. L. Williams. 1982. Mineral element composition of bovine spleen and separated spleen compounds. J. Food Sci., 47, 720~722.
- Hardy, R. W., K. D. Shearer and J. Spinelli. 1984. The nutritional properties of co-dried fish silage in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) dry diets. Aquaculture, 38, 35~44.
- Hossain, M. A., M. Furichi and Y. Yone. 1987. Effect of scrap meals fermented with fungi on growth of red sea bream and feed efficiency. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 53 (9), 1669~1671.
- Hossain, M. A., M. Furichi and Y. Yone. 1988. Proximate and fatty acid composition of liver, hematological characteristics and chemical components in plasma of red sea bream fed on scrap meals fermented with molds. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 54 (8), 1385~1389.
- Hugli, T. E. and S. Moore. 1972. Determination of the tryptophan content of proteins by ion exchange chromatography of alkaline hydrolysates. J. Biol. Chem., 247, 2828~2832.
- Johnsen, F. and A. Skrede. 1981. Evaluation of fish viscera silage as feed resource. Acta Agricultura Scandinavica, 31, 21~28.
- Kato, F., I. Nakazato, A. Murata, S. Okamoto and Y. Yone. 1986. Use of waste fish for large scale production of fermented fish meal and its feed efficiency. Nippon Nogeikagaku Kaishi, 60 (4), 287~293.
- Lee, D. J. and R. O. Sinnhuber. 1972. Fish Nutrition. Academic Press, New York, NY, PP. 145~180.

- Lee, S. C. and K. L. Woo. 1992. A study on development of effective utilization method of skipjack tuna viscera. Korean J. Food Sci. Technol., 24, 86~91 (in Korean).
- Lee, C. K., D. S. Lee, H. Y. Yun, Y. S. Jang and S. J. Kim. 1993. Amino acid composition of selected sea foods. NFRDA No. 47, 251~261 (in Korean).
- Matsuno, N., M. Nomura and M. Yamaguchi. 1978. Correlation between contents of essential amino acids in food proteins. The Japanese journal of nutrition, 36 (5), 225~230.
- Mital, B. K. and K. M. Steinkraus. 1975. Utilization of oligosaccharides by Lactic acid bacteria during fermentation of soy milk, J. Food Sci., (40), 114~118.
- Olley, J., J. E. Ford and A. P. Williams. 1968. Nutritional value of fish viscera meal, J. Sci. Food Agric., 19, 282~285.
- Ryan, J. and W. C. Wilson. 1952. Method of treating fish and resulting product. U. S. Patent 2, 589, 287 pp
- Stone, F. E. and R. W. Hardy. 1986. Nutritional value of acid stabilised and liquefied fish protein. J. Sci. Food Agric., 37, 797~803.
- Strom, T. and B. O. Eggum. 1981. Nutritional value of fish viscera silage. J. Sci. Food Agric., 32, 115~120.
- Van Wyk, H. J. and C. M. S. Heydenrych. 1985. The production of naturally fermented fish silage using various Lactobacilli and different carbohydrate source. J. Sci. Food Agric., 36, 1093~1103.
- Yanase, M. 1982. Fish waste utilization using its autolysis. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 108, 1~7.
- Yanase, M. 1983. Fish waste utilization using its autolysis.-Centrifugal separation of lipid. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 112, 111~116.
- 山口迪夫. 1987. 新しいアミノ酸スコアをめぐる問題. 營養學雜誌, 45 (2), 85~86.

1995년 11월 7일 접수

1996년 12월 14일 수리