

수산물 가공부산물의 이용에 관한 연구

I - 가다랭이 내장 발효 silage 제조를 위한 유산균주의 배양특성

윤호동 · 이두석 · 지청일* · 서상복

국립수산진흥원 위생가공연구실 · *동원수산식품연구소

Studies on the Utilization of Wastes from Fish Processing

I - Characteristics of Lactic Acid Bacteria for Preparing Skipjack Tuna Viscera Silage

Ho-Dong YOON, Doo-Seog LEE, Cheong-Il Ji* and Sang-Bok SUH

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

*Development Institute of Dong Won Industrial Company, 135-270 Seoul, Korea

In order to utilize fish by-products from the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) canning manufactures, *Lactobacillus bulgaricus* KCTC 3188 and *L. plantarum* KCTC 1048 were used as a starter culture for the preparation of fermented fish silage with skipjack tuna viscera. The optimum temperature and pH on bacterial growth and lactic acid production of *L. bulgaricus* and *L. plantarum* in MRS broth were 35°C and around pH 6.0, respectively. And the optimum concentrations of the carbohydrate sources added to the broths were 7% for dextrose and 10% for molasses on the basis of total weights of skipjack tuna viscera. The pH of acid treated skipjack tuna viscera silage (ASS) slightly increased from 4.0 to 4.5, while that of fermented skipjack tuna viscera silages by the use of lactic acid bacteria (FSS) was significantly declined from 5.9 to about 4.0 after 42 days of storage at 35°C. Though the content of volatile basic nitrogen (VBN) in ASS was lower than those of FSS after 42 days of storage at 35°C, VBN content in silages slightly increased from an initial value of 62~65 mg/100 g to final value of 113~155 mg/100 g over 42 days. The fermented silage by *L. plantarum* reached a maximum concentration of amino nitrogen and showed 81% of hydrolysis degree after 4 days of storage at 35°C.

Key words : fermented silage, acid treated silage, *Lactobacillus bulgaricus*, *L. plantarum*, skipjack tuna viscera

서 론

수산물의 가공처리시 생산되는 頭部, 껍질, 뼈, 내장 등의 부산물은 일부를 제외하고 폐기물로 처리되고 있어 수산물 가공회사에서는 환경문제 뿐만 아니라 처리비용까지 부담해야 하는 어려운 문제에 직면하고 있다. 특히 어류 內臟物은 自家分解酵素 및 高度不飽和脂肪酸을 다량 함유하고 있으므로 부패 및 酸化되기 쉽고, 또한 부패시 심한 악취를 풍기기 때문에 처리상 많은 문제점을 지니고 있다. 따라서 어류 內臟物의 효율적인 이용방법의 하나로서 Lee and Woo (1992)는 가다랭이 內臟을 酸加水分解하여 단백질 代替源 및 粉末 사료로 이용하려고 시도하였다. 일반적으로 酸加水分解物은 영양성분의 파괴로 손실이 크고, 제품의 보존성이 떨어지는 결점이 있는데, 이에 비하여 식품의 소재나 醱酵에 이용되는 *Lactobacilli*를 사용하여 제조한 silage는 보존효과를 가지면

서 불쾌한 냄새가 없고, 유당이나 단백질, 지방성분 등이 감소하며, 乳酸, peptide, 유리아미노산, 유리지방산, 비타민 등이 많이 생성되는 등 영양적으로 우수한 醱酵제품을 생산할 수 있을 뿐만 아니라, 유산균에 의한 여러가지 생리적 효과를 가진다고 하였다 (Shahani and Vakil, 1962). 한편 유산균을 이용한 醱酵 fish silage는 유산균이 생성하는 lactate로 인하여 pH를 미생물의 발육저지 한계치인 4.0 이하로 유지시킬 수 있으며, 이러한 pH의 유지가 *Staphylococcus* sp., *Escherichia coli*, *Serratia* sp., *Enterobacter* sp., *Achromobacter* sp., *Pseudomonas* sp. 등과 같은 박테리아의 증식을 억제한다고 하였다 (Bartholomew and Blumer, 1980; Dubois et al., 1979; Tramer, 1966). 더우기 어떤 유산균은 항균성물질인 bacteriocin을 생성하고 이러한 물질들은 식품의 부패 및 병원성 gram positive bacteria를 억제하는 효과가 있다고 보고되고 있다 (Mary et al., 1993).

따라서 본 연구에서는 가다랭이 통조림을 제조할 때 대량 폐기되는 内臟을 유효하게 이용할 목적으로 어류 内臟 silage 제조를 위한 유산균주의 배양특성 및 저장기간에 따른 원료의 성상변화를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

가다랭이 (*Katsuwonus pelamis*) 内臟은 동원산업(주) 창원공장에서 자숙전 開腹할 때 폐기되는 것을 사용하였고, 균주는 한국과학기술원 유전자은행으로부터 분양받은 *L. bulgaricus* KCTC 3188와 *L. plantarum* KCTC 1048을 사용하였다.

2. 유산균주의 배양특성

L. bulgaricus 및 *L. plantarum*의 증식과 酸生成에 미치는 배양온도와 pH의 영향을 알아보기 위하여 MRS broth (Difco 社)에 두 균주를 각각 약 10^2 /ml 되게 접종하여 25, 35 및 45°C에 배양하였고, pH의 영향은 MRS broth의 pH를 4.5, 5.5 및 6.5로 조정하여 두 균주를 접종하여 35°C에 배양하면서 배양시간에 따른 균의 증식과 pH의 변화를 측정하였다. 이 때 균의 증식은 spectrophotometer (Varian, DMS-70)로 660 nm에서 흡광도로 나타내었다. 糖의 종류 및 농도에 따른 유산균의 배양특성을 알아보기 위하여 마쇄한 가다랭이 내장에 증류수를 3배량(w/w) 첨가하고 100°C에서 30분간 가열한 다음 Toyo No. 5A로 여과한 상징액에 dextrose 및 糖蜜을 3~10% 첨가하고 121°C에서 15분간 멸균한 후 균주를 10^2 /ml 되게 접종하여 35°C에서 배양하면서 배양시간에 따른 pH의 변화를 측정하였다.

3. 유산균 醱酵 및 酸添加 silage 제조

유산균 醱酵 silage는 가다랭이 내장 자숙액에 유산균의 성장에 필요한 糖蜜을 1% 넣고, 121°C에서 15분간 멸균한 후, 繼代培養한 유산균 (*L. bulgaricus*, *L. plantarum*)을 각각 접종하여 35°C에서 하룻밤 배양한 starter와 糖蜜을 가다랭이 마쇄액에 대하여 각각 10%씩 첨가하였으며, 酸添加 silage는 포름산을 시료 중량의 1%를 가하고 황산으로 pH 4로 조정한 다음 35°C에 저장하였다.

4. pH 및 滴定酸度

pH 및 적정산도의 측정은 시료 10 ml를 취하여 먼저 pH를 측정한 다음, pH 8.3까지 0.1 N NaOH 용액으로 중화시켜 이때 소요된 0.1 N NaOH 용액의 ml를 환산하여

滴定酸도로 표시하였다.

$$\text{滴定酸度 (\%)} = 0.1 \text{ N NaOH 적정량 (ml)} \times 0.0090 \times 100 / \text{시료무게 (g)}$$

$$(1 \text{ ml } 0.1 \text{ N NaOH} = 0.0090 \text{ g lactic acid})$$

5. 휘발성염기질소(VBN) 및 아미노 질소

VBN은 Conway 미량확산법(日本厚生省, 1960)으로, 아미노 질소는 Spies and Chambers (1951)의 銅鹽法으로 정량하였다.

6. 생균수 측정

시료의 생균수 측정은 Bacteriological Analytical Manual 5th ed. (1978)에 따랐다. 즉, 시료를 단계별로 10배수 희석하고 희석된 시료 1 ml 씩을 각 단계별로 2매의 petri dish에 취하여 표준한천평판 培地 (Standard plate count agar, Difco社)를 사용하여 35°C에서 48 ± 2 시간 배양하여 균수를 계측한 후 시료중량(g)으로 환산하여 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 온도, pH 및 糖濃도에 의한 유산균주의 배양특성

MRS broth의 pH를 4.5, 5.5 및 6.5로 조절하여 *Lactobacillus*속의 菌株 2종 (*L. bulgaricus*, *L. plantarum*)을 접종하여 35°C에서 배양하면서 균 증식에 의한 pH 변화를 Fig. 1 및 Fig. 2에 각각 나타내었다. 2종의 유산균주 모두 초기 pH에 따라서 다소 증식차이가 있었지만, 培地의 pH가 4.5에 비해 pH 5.5와 pH 6.5일때 증식 및 酸生成

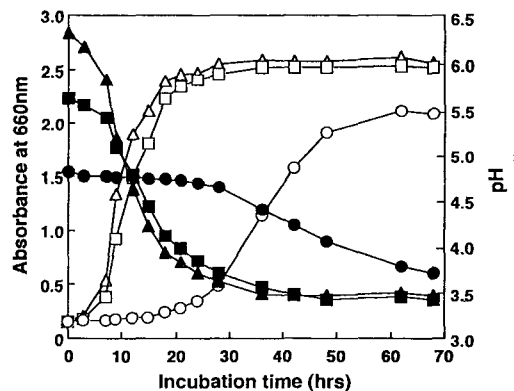


Fig. 1. Effect of pH on growth (Δ , pH 6.5; \square , pH 5.5; \circ , pH 4.5) and acid production (\blacktriangle , pH 6.5; \blacksquare , pH 5.5; \bullet , pH 4.5) of *L. bulgaricus* at 35°C.

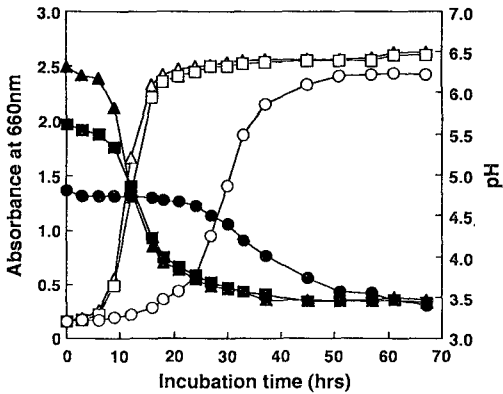


Fig. 2. Effect of pH on growth (Δ , pH 6.5; \square , pH 5.5; \circ , pH 4.5) and acid production (\blacktriangle , pH 6.5; \blacksquare , pH 5.5; \bullet , pH 4.5) of *L. plantarum* at 35°C.

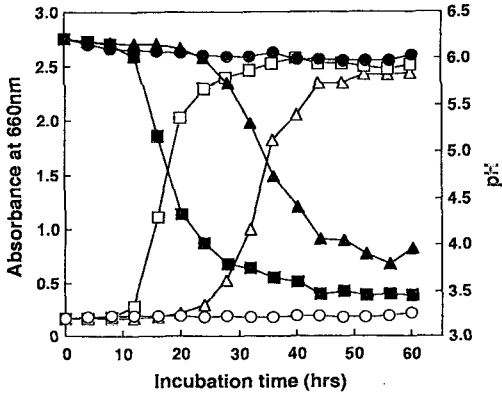


Fig. 3. Effect of incubation temperature on growth (Δ , 25°C; \square , 35°C; \circ , 45°C) and acid production (\blacktriangle , 25°C; \blacksquare , 35°C; \bullet , 45°C) of *L. bulgaricus*.

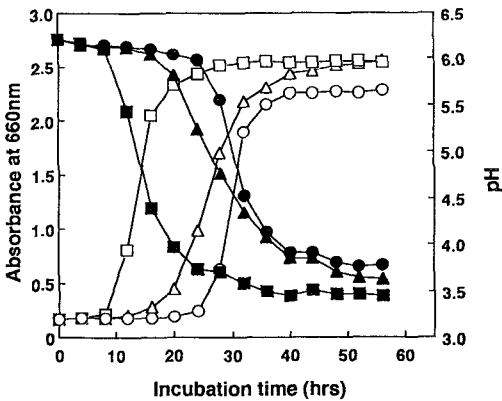


Fig. 4. Effect of incubation temperature on growth (Δ , 25°C; \square , 35°C; \circ , 45°C) and acid production (\blacktriangle , 25°C; \blacksquare , 35°C; \bullet , 45°C) of *L. plantarum*.

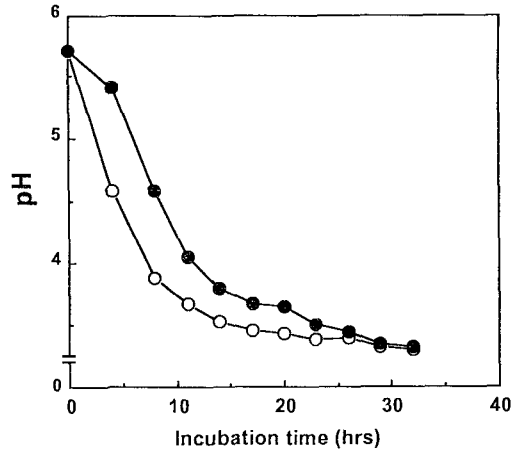


Fig. 5. Effect of growth and acid production by fish extract media culture of *L. plantarum* (\circ) and *L. bulgaricus* (\bullet) at 35°C.

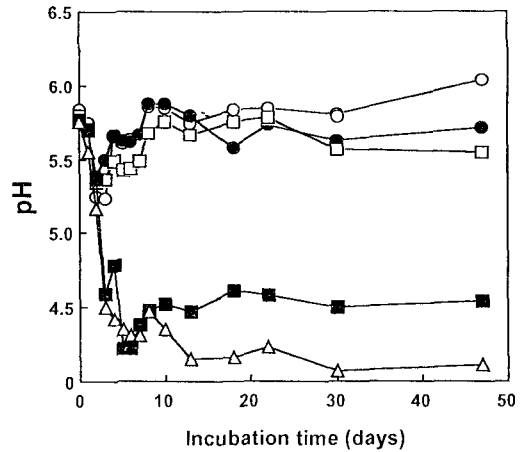


Fig. 6. Effect of concentration of molasses (\circ , 3%; \bullet , 5%; \square , 7%; \blacksquare , 10%; Δ , 15%) on the acid production in the extracts of skipjack tuna viscera cultured by *L. plantarum* at 35°C.

이 우수하였다. 배양 6시간부터 代數增殖期에 접어들어 20시간 후에 최대 증식을 나타내었으며, 이 때 pH는 酸의 생성으로 모두 pH 4.0 이하로 저하되었다. 그리고 배양 온도를 25°C, 35°C 및 45°C로 조절하여 균의 증식에 미치는 온도의 영향을 Fig. 3 및 Fig. 4에 각각 나타내었다. 35°C에서 배양한 것이 pH의 저하 및 증식이 가장 양호하였으며, 다음은 25°C, 45°C의 순이었다. Fig. 5는 菌株의 적용시험으로서 가다랭이 内臟에 유산균을 직접 접종하기 전에 가다랭이 内臟 자숙액에 2종의 유산균주를 각각 접종하여 경시별 pH 변화를 나타낸 것이다. 2종의 유산균주는 가다랭이 内臟 자숙액 중에서도 배양 초기에 모두 pH가 4.0 이하로 떨어져 유산균에 의한 酸의 생성이

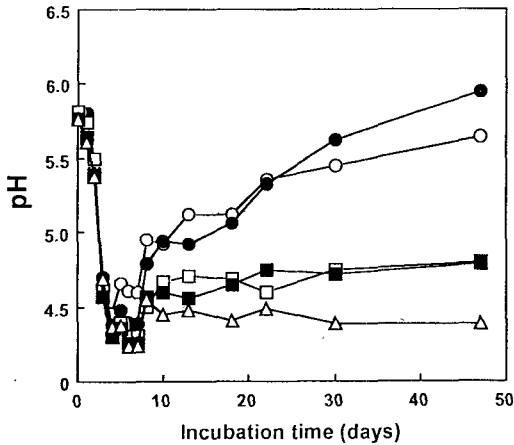


Fig. 7. Effect of concentration of dextrose (○, 3%; ●, 5%; □, 7%; ■, 10%; △, 15%) on the acid production in the extracts of skipjack tuna viscera cultured by *L. plantarum* at 35°C.

순조롭게 진행되는 것으로 나타났으며 유산균을 가다랭이 내장에 직접 접종하여도 충분히 醱酵시킬 수 있는 가능성이 엿보였다. Fig. 6 및 Fig. 7은 內臟煮熟液 調製培地에서 유산균의 영양 요구원인 당질원의 濃度 및 종류에 따른 *L. plantarum* 菌株의 경시별 酸生成 효과를 나타낸 것이다. 糖蜜을 7% 이하로 첨가하였을 때에는 저장 약 4일만에 부패취가 발생하여 저장성이 없었으며, 10% 이상 첨가 하였을 때에는 pH가 4.5이하까지 저하되면서 저장성이 있는 제품을 얻을 수 있어 당질의 적정 첨가농도는 10%로 나타났다 (Fig. 6). 또한, Fig. 7에서와 같이 dextrose를 5% 이하로 첨가하였을 때는 10일 정도 저장성이 있었으나, 7% 이상 첨가하였을 때는 저장 48일

이후에도 악취가 없었으며, 酸生成에 의해서 시큼한 냄새를 느낄 수 있어 dextrose의 적정 첨가농도는 7%인 것으로 사료되었다. 이러한 결과는 Van Wyk and Heydenrych (1985)가 유산균을 이용한 fish silage를 제조할 때 당질원으로서 whey powder보다 糖蜜이 효과적이었으며, 당질원을 10% 첨가할 때 silage의 보존성이 있다는 보고와 일치하였다. 또한, *L. plantarum*은 糖을 乳酸으로 발효하는 homo 乳酸 醱酵菌으로서 green bean을 醱酵할 때, 糖 함량의 약 70%를 분해하며, pH 조절에 의하여 원료에 함유된 모든 糖을 분해시킬 수 있다고 하였다 (Fleming et al., 1983).

2. 酸添加 및 유산균 醱酵 silage의 pH 및 滴定酸度の 변화

Table 1은 酸添加 silage 및 유산균 醱酵 silage를 35°C에 저장하면서 pH 및 滴定酸度の 변화를 나타낸 것이다. 대부분 부패세균의 발육지 한계치인 pH 4.0으로 조절된 酸添加 silage의 pH는 저장기간에 따라 약간 증가하여 저장 42일째 pH 4.54를 나타내었으며, 이는 저장기간 중 어류근육 단백질의 가수분해에 의한 휘발성 염기, 알데하이드, 케톤 및 휘발성 산화환원물질 등의 생성으로 다소 증가한 것으로 사료된다. 滴定酸度は 초기 4.9%에서 저장 42일째는 점차 저하되어 4.1%를 나타내었다. 酸添加 silage의 pH는 Johnsen and Skrede (1981)의 酸添加에 의한 fish viscerasilage의 평균 pH 4.7과 거의 유사한 결과를 보였다. *L. bulgaricus* 및 *L. plantarum* 醱酵 silage에서는 초기 pH 5.90에서 저장 중 유산균에 의한 酸의 생성으로 인하여 저장 42일째 각각 pH 3.90, pH 4.00까지 저하되었다. 滴定酸度は 유산균 醱酵 silage 모두 초기

Table 1. Changes of pH and titratable acidity in skipjack tuna viscera silage during storage

| Storage time (days) | Acid treated | | <i>L. bulgaricus</i> fermented | | <i>L. plantarum</i> fermented | |
|---------------------|--------------|--------|--------------------------------|-------|-------------------------------|-------|
| | pH | TA*(%) | pH | TA(%) | pH | TA(%) |
| 0 | 4.00 | 4.9 | 5.90 | 1.8 | 5.90 | 1.8 |
| 1 | 4.19 | 5.7 | 5.76 | 2.3 | 5.82 | 2.0 |
| 3 | 4.25 | 5.6 | 4.83 | 3.3 | 5.41 | 2.4 |
| 5 | 4.31 | 5.2 | 4.52 | 4.1 | 4.46 | 3.9 |
| 7 | 4.40 | 4.7 | 4.41 | 4.3 | 4.52 | 4.0 |
| 10 | 4.29 | 4.4 | 4.13 | 4.6 | 4.39 | 4.0 |
| 14 | 4.28 | 4.4 | 4.00 | 5.3 | 4.38 | 4.1 |
| 21 | 4.42 | 4.1 | 4.02 | 5.5 | 4.38 | 4.2 |
| 28 | 4.43 | 4.1 | 3.96 | 5.5 | 4.20 | 4.8 |
| 35 | 4.44 | 4.0 | 3.90 | 5.6 | 4.03 | 5.3 |
| 42 | 4.54 | 4.1 | 3.91 | 5.8 | 4.00 | 5.7 |

TA*: titratable acidity

Table 2. Changes of volatile basic nitrogen content in skipjack tuna viscera silage during storage

| Storage time (days) | Acid treated | <i>L. bulgaricus</i> fermented | <i>L. plantarum</i> fermented |
|---------------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 0 | 61.9* | 64.7 | 61.9 |
| 1 | 61.9 | 73.5 | 70.4 |
| 3 | 78.8 | 85.3 | 76.0 |
| 5 | 80.4 | 95.7 | 126.6 |
| 7 | 94.4 | 106.9 | 143.5 |
| 10 | 95.7 | 120.5 | 146.3 |
| 14 | 101.3 | 123.5 | 146.3 |
| 21 | 112.6 | 126.6 | 149.1 |
| 28 | 112.6 | 129.0 | 154.9 |
| 35 | 113.8 | 137.9 | 152.0 |
| 42 | 112.6 | 139.9 | 155.0 |

* VBN (mg/100g)

Table 3. Changes of amino nitrogen and degree of hydrolysis in skipjack tuna viscera silage inoculated with *L. plantarum* at 35°C

| Storage time (days) | Amino nitrogen (mg/100g) | Degree of hydrolysis (%) |
|---------------------|--------------------------|--------------------------|
| 0 | 496.3 | 45.0 |
| 2 | 1361.3 | 78.4 |
| 4 | 1391.3 | 81.1 |
| 7 | 1170.7 | 61.1 |
| 14 | 1200.4 | 63.8 |
| 21 | 1236.4 | 67.0 |
| 28 | 1179.6 | 61.9 |
| 35 | 1185.3 | 62.4 |

1.80%에서 점차 증가하여 저장 42일째에는 *L. bulgaricus* 醱酵 silage가 5.80%, *L. plantarum* 醱酵 silage가 5.70%를 나타내어 醱酵과정에서 많은 양의 酸이 생성되었다. 이와 같이 유산균에 의한 배양특성은 혐기적 또는 호기적 배양조건하에서 배지의 pH가 변화되거나 (Oberlender et al., 1983), 또는 당질원에 의해서도 영향을 받는데 *L. plantarum*을 사용한 fish silage의 pH가 4.0 이하로 저하되는데 걸리는 기간이 糖蜜 및 whey powder를 사용했을 때 각각 48시간 및 1주일이었다고 (Van Wyk and Heydenrych, 1985) 함으로 유산균이 이용하는 균주 및 당질원의 종류, 생육조건에 따라 증식 차이가 다소 있는 것으로 사료된다.

3. 酸添加 및 유산균 醱酵 silage의 휘발성염기질소 (VBN) 및 아미노 질소 함량변화

酸添加 silage 및 유산균 醱酵 silage의 저장기간 중 휘발성염기질소 함량을 Table 2에 나타내었다. 酸添加 silage의 휘발성염기질소의 함량은 초기 61.9 mg/100 g에서 저장기간의 경과에 따라 점차로 증가하여 42일 제에는

112.6 mg/100 g이었으나, 유산균 발효 silage의 139.9~155.0 mg/100 g에 비하여 휘발성 염기질소의 함량이 낮았다. 이는 silage를 제조할 때 인위적으로 酸을 첨가하여 초기에 pH를 4.0까지 저하시켜 부패 세균의 생육을 억제시켰기 때문으로 생각된다. *L. bulgaricus* 醱酵 silage는 초기 64.7 mg/100 g에서 저장 42일째에는 139.9 mg/100 g이었고, *L. plantarum* 醱酵 silage는 초기 61.9 mg/100 g에서 저장 42일째는 155.0 mg/100 g를 나타내어 *L. bulgaricus* 醱酵 silage가 *L. plantarum* 醱酵 silage에 비하여 휘발성 염기질소의 함량이 다소 낮았다. 이는 pH 및 滴定酸도의 결과 (Table 1)에서와 같이 *L. bulgaricus* 醱酵 silage의 pH 저하속도가 *L. plantarum* 醱酵 silage 비하여 빨랐고, 또한 滴定酸도도 다소 높았던 것으로 미루어 보아 酸의 생성으로 저장초기에 부패 세균의 생육이 다소 억제되었기 때문으로 생각된다. 酸添加 silage의 VBN 함량은 2주 후 101.3 mg/100 g, *L. bulgaricus* 醱酵 silage는 10일 후 120.5 mg/100 g, *L. plantarum* 醱酵 silage는 7일 후 143.5 mg/100 g에서 VBN 함량이 안정한 값을 유지하여 Van Wyk and Heydenrych (1985)가 whey powder 5%,

Table 4. Changes of bacterial counts, pH and titratable acidity in skipjack tuna viscera silage inoculated with *L. plantarum* at 35°C

| Storage time (days) | Viable cell counts (CFU*/g) | pH | Titratable acidity (%) |
|------------------------|--------------------------------|------|---------------------------|
| 0 | 2.7×10^8 | 5.90 | 1.52 |
| 2 | 1.7×10^9 | 4.10 | 3.94 |
| 4 | 8.4×10^8 | 3.96 | 4.10 |
| 7 | 7.2×10^8 | 3.91 | 4.15 |
| 14 | 4.7×10^8 | 3.90 | 4.50 |
| 21 | 2.7×10^8 | 3.88 | 4.87 |
| 28 | 2.9×10^8 | 3.87 | 5.14 |
| 35 | 2.3×10^7 | 3.87 | 5.34 |

*CFU, colony forming unit

sugar 5%를 첨가한 fish silage의 총 VBN 함량이 2주 후 82.3 mg/100g로서 그 후 안정한 상태를 유지하였다고 보고한 것에 비하여 다소 높게 나타난 것은 사용한 원료의 어종, 선도 및 사용균주의 증식상태 등과 밀접한 관계가 있다고 생각된다. Table 3은 *L. plantarum*을 이용한 가다랭이 내장 醱酵 silage의 저장 중 아미노질소 함량을 나타낸 것으로 초기 496.3 mg/100g에서 저장 4일째 1391.3 mg/100g으로 가장 높게 나타났으며 이때 약 81.1%의 가수분해율을 나타내었다. 이러한 결과는 Freeman and Hoogland (1956)가 fish silage의 전체 고형분의 80~90%가 저장 3일 후에 용해되었다고 하였으며, Raa and Gildberg (1976)가 acid silage를 35°C에서 저장 41시간 후 가용성 물질의 상대 회수율은 80%에 달한다고 한 보고와 거의 일치하였으나, Tarrerson and Windsor (1974)가 酸 가수분해에 의해 sprat silage를 제조하여 23°C에서 저장한 경우 가용성 질소 함량은 저장 10일 후 75%인 것 보다는 다소 높게 나타났다. 이는 저장온도 등의 조건이 가수분해율이나 발효 및 액화진행기간에 많은 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

4. 生菌數의 변화

L. plantarum 첨가 silage를 35°C에 저장하면서 저장기간에 따른 생균수, pH 및 滴定酸度의 변화를 측정된 결과를 Table 4에 나타내었다. 저장 2일째 生菌數는 1.7×10^9 /g에서 저장 35일째 2.3×10^7 /g으로 나타나 저장 초기에 다소 부패성 세균 및 유산균이 증식하였으나 저장 후기에는 1log cycle 정도 감소되었다. 한편, 저장기간에 따른 pH 및 滴定酸度의 변화를 살펴보면 초기 pH 5.90에서 저장 2일째부터 pH 4.10로 저하되어 거의 세균의 발육저지 한계치까지 떨어졌으며, 아울러 滴定酸度も 초기 1.52%에서 저장 중 乳酸의 생성으로 증가하는 경향을 나타내어 저장 35일째에는 5.34%를 나타내었다. 유산균

발효가공제품의 저장 중 생균수의 감소는 酸生成으로 인한 pH의 저하 및 유산균이 생성하는 bacteriocin의 항균 효과에 起因된다 (Mary et al., 1993)고 사료된다.

요 약

가다랭이 통조림을 제조할 때 대량 폐기되는 内臟을 유효하게 이용할 목적으로 어류 内臟 silage 제조를 위한 유산균주의 배양특성 및 저장기간에 따른 원료의 성상변화를 조사한 결과, MRS 배지에서 배양한 *L. bulgaricus* 및 *L. plantarum* 균주는 pH 5.5~6.5, 배양온도 35°C 부근에서 酸生成 및 증식이 양호하였으며, 가다랭이 내장 자숙액에 사용된 당질원인 糖蜜과 dextrose의 적정 첨가농도는 가다랭이 내장 중량 당 각각 10%와 7% 정도인 것으로 나타났다. 저장기간에 따라 酸添加 silage의 pH는 초기 4.0에서 저장 42일째 pH 4.5로 다소 증가하였으며, 유산균 醱酵 silage는 초기 pH 5.9에서 점차 감소하여 pH 약 4.0까지 저하되었다. silage의 초기 VBN 함량은 약 62~65 mg/100g에서 저장기간에 따라 점차 증가하여 저장 42일후 酸添加 silage는 112.6 mg/100g이었고, *L. bulgaricus* 및 *L. plantarum* 醱酵 silage는 각각 139.9 mg/100g와 155.0 mg/100g 이었다. *L. plantarum* 醱酵 silage의 저장중 경시별 아미노질소 함량은 저장 4일째 1391.3 mg/100g으로서 약 81%의 가수분해율을 나타내었다. 또한 *L. plantarum*을 이용하여 제조한 醱酵 silage의 초기 생균수는 2.7×10^9 /g에서 저장 35일째는 2.3×10^7 /g으로 나타났다.

참 고 문 헌

Bartholomew, D. T. and T. N. Blumer. 1980. Inhibition

- of *Staphylococcus* by lactic acid bacteria in country-style hams. J. Food Sci., 45, 420~425.
- Dubois, G., H. Beaumier and R. Charbonneau. 1979. Inhibition of Bacteria isolated from ground meat by *Streptococcaceae* and *Lactobacillaceae*. J. Food Sci., 44, 1649~1652.
- F. D. A. 1978. Bacteriological Analytical Manual 5th ed., pp. IV-1-IV-10.
- Fleming, H. P., R. F. McFeeters, R. L. Thompson and D. C. Sanders. 1983. Storage stability of vegetables fermented with pH control. J. Food Sci., 48, 975~981.
- Freeman, H. C. and P. L. Hoogland. 1956. Processing of cod and haddock viscera: 1. Laboratory experiments. J. Fish. Bd. Can., 13, 869~877.
- Johnsen, F. and A. Skrede. 1981. Evaluation of fish viscera silage as feed resource. Acta Agricultura Scandinavica, 31, 21~28.
- 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).
- Mary, B. H., K. Norasak, R. Purbita and R. Bibek. 1993. Bacterocins of lactic acid bacteria in combination have greater antibacterial activity. J. Food Port., 45, 420~425.
- Oberlender, V., M. O. Hanna, R. Miget, C. Vanderzant and G. Finne. 1983. Storage characteristics of fresh sword fish steaks stored carbon dioxide-enriched controlled (flow-through) atmospheres. J. Food Protect., 46, 434~440.
- Raa, J. and A. Gildberg. 1976. Autolysis and proteolytic activity of cod viscera. J. Food Technol., 11, 619~628.
- Shahani, K. M. and J. R. Vakil. 1962. Carbohydrate metabolism of lactic acid culture. 1. Effects of antibiotics on the glucose, galactose and lactose metabolism of *Streptococcus lactis*. J. Dairy Sci., 45, 1057~1063.
- Spies, J. R. and D. C. Chambers. 1951. Spectrophotometric analysis of amino acid and peptides with their copper salt. J. Biol. Chem., 191, 787~797.
- Tatterson, I. N. and M. L. Windsor. 1970. Fish silage. J. Sci. Food Agric., 369~379.
- Tramer, J. 1966. Inhibiting effect of *Lactobacillus acidophilus*. Nature (London), 211, 204~205.
- 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.
- 日本厚生省 編. 1960. 食品衛生検査指針 I. 揮發性鹽基窒素, pp. 30~32.

1995년 11월 7일 접수

1996년 12월 14일 수리