J. East Asian Soc. Dietary Life
Vol. 13, No. 5(2003)

물김치 서식 미생물, *Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, Kluyveromyces marxianus* 생육에 Ethanol과 유기산이 미치는 영향

한 영 숙

성신여자대학교 식품영양학과

Effect of Ethanol and/or Organic Acids on the Growth of *Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, Kluyveromyces marxianus* Identified from *Mul-kimchi*

Young-Sook Hahn

Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

Abstract

Effects of ethanol and/or some organic acid on the growth of some microorganism grown in Kimchi, *Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, Kluyveromyces marxianus*, were identified and the cell injury was observed by measuring optical density at 260nm. When 0.0~5.0% ethanol was added in the growth medium, the cell growth was inhibited depending on the concentration. Organic acids involving acetic, adipic and citric acid inhibited the growth of *L. plantarum* and *Leu. mesenteroides*, but *K. marxianus*, the yeast, was not at 0.1% of organic acid. When 2.0% of ethanol and 0.1% of organic acid were used, adipic acid was more effective on the growth inhibition. This inhibition of microbial growth seemed to be caused by the leakage of internal contents from microbes which were observed by the optical density at 260nm in the buffer supernatant. 5.0% of ethanol accelerated the optical density increase at 260nm in *L. plantarum, Leu. mesenteroides* and *K. marxianus*, but 2.0% of ethanol did not. 0.1% organic acid increased the absorbance of the supernatant in lactic bacteria, but not in yeast, *K. marxianus*. The measurement of absorbance at 260nm revealed that the cell injury increased when 2.0% of ethanol and/or 0.1% of organic acid. especially adipic acid were added.

Key words: *Mul-kimchi*, microbes, ethanol, organic acid, adipic acid.

Ⅰ. 서 론

김치는 미생물이 증식하여 발효된 식품으로 Lee 등 (1992)은 김치에서 젖산균 *Leuconostoc mesenteroides* supsp. *mesenteroides, Sereptococcus faecalis, Pediococcus pentosaceus, Lactobacillus plantarum* 등을 분리, 동정하였고 Hahn 등(2001)은 효모 *Saccharomyces cerevisiae, Sporobolomyces albo-rubescens, Kluyveromyces marxianus, Candida humilis, Pichia onychis* 등을 분리 동정하였다. 김치의 발효 초기에는 gram 음성균인 *Aeromonas, Pseudomonas* 속 등이 출현하고 이어서 gram 양성균인 *Leuconostoc mesenteroides, Lactobacillus plantarum, Lactobacillus brevis* 등의 젖산균이 출현하면서 산도가 증가되고 이들 젖산균들이 김치의 주 발효균으로 평가되고 있다(Hahn *et al.* 1990). 또한 김치에서 효모는 주로 산막효모로써 초기에는 소수 존재하다가 중기 이후 산이 형성된 후에 증식되기 시작하여 김치의 외관을 손상시키며 젖산을 분해하여 맛을 저하시키고 김치 조직의 연부현상을 가져오는 것으로 알려져 왔다(Kim & Jeong 1962, Shin *et al.* 1996). 따라서 미생물의 생육에 의한 김치의 품질 저하를 막기 위한 방법이 연구되어져야 한다.

†**Corresponding author** : Young-Sook Hahn,
Tel: 02-920-7210, E-mail : yshan@sungshin.ac.kr

식품보존료로서 ethanol을 다양한 식품에 첨가했을 때 여러 세균, 효모, 곰팡이 등 대부분 미생물에 대하여 억제 효과가 현저하게 나타난 것으로 보고되었다(Shapero *et al.* 1978, Shibassaki 1982, Seiler and Russell 1991, Sonia 1992). 이 같은 현상은 ethanol에 의해 미생물의 세포벽 및 세포막의 기능이 파괴되고 용균이나 균체성분의 누출을 증대시키는 원인이 될 것이라고 보고되고 있다(Lee & Shin 1991, Kang *et al.*. 1994, Kim *et al.* 1998).

또한 유기산은 식염과 같이 미생물에 작용하여 그 번식을 억제하고 사멸시키는 작용을 갖는데 이는 주로 pH 저하 작용에 의하고 여기에 유기산 자체가 갖는 항균작용과 수분 활성 저하 작용이 더해져서 항균력이 상승된다고 보고되었다(Park & Hackney 1995). 유기산의 이러한 항균작용은 산의 수소 이온의 작용으로서 미생물의 세포단백을 응고하기 때문에 미생물이 생존할 수 없게 된다는 것과 생육조건이 억제되는 것으로 살균은 불가능하더라도 생육활동을 정지시키는 정균작용이 있다(宮尾 蔵雄 1987, Koo 1990, Doores 1993). 이러한 유기산의 방부작용을 이용해 식품 미생물을 억제하고 보존성을 높이거나 식중독 방지에 초산이나 젖산같은 유기산의 제균, 살균 작용에 의해서 식품을 보전하는 기술은 과거부터 현재까지 사용되어오고 있으며 보존 방법으로 면류, 침채류 등 많은 식품에 응용되고 있다(宮尾 蔵雄 1987, 山本 泰1989, 松田 敏生 1997).

이에 본 연구에서는 물김치 서식 미생물 중 젖산균인 *L. plantanum*과 *Leu. mesenteroides*, 효모인 *K. maxianus*에 ethanol 및 유기산을 단독 또는 병용 처리하여 생육 및 균체 내 누설에 미치는 영향을 검토하였다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 실험 재료

1) 물김치 재료

본 실험에 사용된 김치 재료인 배추, 파, 홍고추 및 마늘은 압구정동 소재 현대백화점과 성북구 동선동 소재 코렉스 마트에서 실험 당일 신선한 것을 구입하여 사용하였다.

2) 시 약

본 실험의 김치 제조에 사용된 ethanol은 Duksan사의 제품을, 유기산인 adipic acid, acetic acid, citric acid은 Junsei사의 제품을 사용하였다. 일반분석용 시약은 Junsei사의 특급품을, 배지는 Difco사의 제품을 사용하였다.

3) 사용 균주

균종은 생명공학연구소 유전자은행에서 분양받은 효모(*Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* KCTC7118), 젖산균 2종(*Lactobacillus plantarum* KCTC 3104, *Leuconostoc mesenteroids* KCTC 3505)을 사용하였다.

4) 배 지

효모는 peptone 0.5%, yeast extract 0.5%, glucose 2.0%, 젖산균은 peptone 0.5%, yeast extract 0.3%, malt extract 0.3%, glucose 0.5%의 액체배지를 사용하였다.

2. 물김치 제조

배추는 4등분으로 나누어 깨끗이 씻어 머리, 몸통, 꼬리부분으로 구분하여 3~4cm 정도로 자른 후 1L들이 유리병에 200g(25.0%)씩 담았다. 전체 무게의 2.0%에 해당하는 소금으로 1시간 절인 후, 파(20g), 홍고추(15g) 및 마늘(15g)을 넣고 증류수(550mL)를 부어 전체를 800mL로 하였다. 이 때 파와 홍고추는 2~3 cm 정도로 썰었고 마늘은 얇게 저며서 사용하였으며, 담금 직후 20℃에서 숙성시키면서 실험에 사용하였다.

이 때 ethanol은 1.0%, 2.0%, 3.0%, 5.0%의 농도로 첨가하였고, acetic, adipic, citric acid 등의 유기산은 0.1%의 농도로 첨가하였으며 아무것도 첨가하지 않은 물김치를 대조군으로 하였다. Ethanol과 유기산을 병용하여 첨가한 경우 Kim & Hahn(2003)의 연구에서 물김치 저장성이 가장 우수하게 나타난 ethanol 2.0%를 대조군으로 하고 각각의 유기산을 0.1%로 첨가하여 그 효과를 관찰하였다.

3. 첨가물 농도에 따른 미생물의 성장억제효과 측정

1) 증식 곡선

각 균을 접종한 액체 배지를 30℃에서 진탕 배양을 하여 UV/VIS spectrophotometer(Jasco V-530)를 사용하여 시간별로 660nm에서 증식도를 측정하였다.

2) 260nm에서의 흡광도 측정

젖산균 *L. plantarum, Leu. mesenteroides*와 효모 *K. marxianus*를 증식배지에서 24시간 증식시킨 후 배양액을 원심 분리하여 상등액은 버리고 잔사를 0.25M acetate buffer(pH 4.3)에 용해시켰다. 그 액에 alcohol과 유기산을 넣어 시간별(0, 2, 4, 6, 8, 24h)로 시료를 채취하여 원심분리 후 얻어진 상등액을 spectrophotometer를 이용해 260nm에서 흡광도를 측정

하였다(Michiko 1978).

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 미생물 생육에 미치는 영향

0.25M acetate buffer(pH4.3)에 ethanol 및 유기산을 첨가하였을 때 젖산균 *L. plantarum, Leu. mensenteroides*, 효모 *K. marxianus*에 어떤 영향을 미치는지 660nm의 탁도로 그 생육을 관찰하였다.

1) Ethanol 첨가의 효과

Ethanol 농도를 1.0~5.0%로 달리하여 젖산균 *L. plantarum, Leu. mensenteroids*, 효모 *K. marxianus*에 첨가하여 성장 억제 효과를 본 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 전반적인 경향은 ethanol농도가 높아질수록 미생물에 대해 생육 억제 효과를 보였고 ethanol 5.0% 첨가시 *L. plantarum, Leu. mesenteroides, K. marxianus*의 생육에 가장 큰 억제 효과를 보였다. 본 실험에서 ethanol이 *Leu. mesenteroides*보다 *L. plantarum*에서 더 큰 억제 효과가 있어 *Leu. mesenteroides*의 경우 ethanol 2.0%에서는 0.454, ethanol 5.0%에서는 0.384였지만 *L. plantarum*의 경우 ethanol 2.0%에서는 0.394, ethanol 5.0%에서는 0.271을 나타냈다. 따라서 Fig. 1에서와 같이 ethanol이 김치 산패억제 효과를 보였던 것은 김치 산패를 주도하는 것으로 알려진 *Lactobacillus*속 젖산균(Min 1988)에 주로 영향을 주었던 것으로 생각되었다. *K. marxianus*의 경우 48시간까지 증가하였다가 그 이후에 억제되었고 농도가 높을수록 억제 효과가 더 있는 것을 볼 수 있었다.

2) 유기산 첨가의 효과

유기산(adipic acid, acetic acid, citric acid) 0.1%를 젖산균 *L. plantarum, Leu. mensenteroides*, 효모 *K. marxianus*에 첨가하여 성장 억제 효과를 본 결과를 Fig. 2에 나타내었다.

전반적으로 adipic acid를 첨가한 미생물들이 가장 성장이 억제되었다. *L. plantarum*에서는 유기산 첨가가 유기산을 첨가하지 않은 대조군보다 미생물의 성장을 억제시키지만 유기산 종류에 따라서는 차이가 보이지 않았다. 그러나 유기산 첨가 후 72시간에서 adipic acid가 0.206으로 citric acid와 acetic acid가 0.295, 0.300인 것보다 성장 억제에 효과가 있어 *L. plantarum*에 adipic acid가 acetic acid보다 더 항균력이 있다는 보고(宮尾 蔵雄 1987)와 같은 경향을 나타내었다. *Leu. mesenteroides* 경우에는 adipic acid가 0.165로 가장 억제 효과가 있었고 그 다음으로 citric acid의 0.264, acetic acid의 0.391, 대조군의 0.461순이었다. 松田 敏生(1997)은 adipic acid가 acetic acid에 비해 적은 양에서도 *Leu. mesenteroides*에 억제 효과가 있고 *E. coli*에서도 효과가 좋지만 효모나 곰팡이 같은 진균류에서는 거의 효과를 보이지 않는다고 보고하였다. 유기산이 *Leu. mesenteroides*보다 *L. plantarum*에 대해 대체적으로 억제 효과가 있었으며 이것은 ethanol에서와 같은 경향을 나타내었다. *K. marxianus*의 경우에서는 거의 시료간의 차이가 나타나지 않았지만 acetic acid를 첨가하고

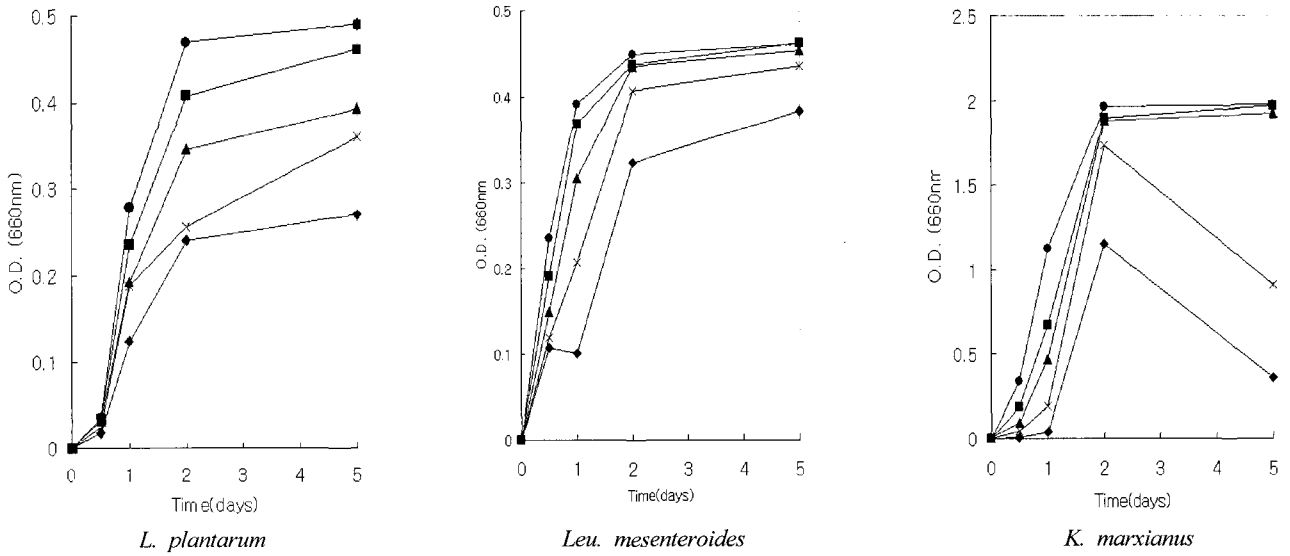

Fig. 1. Effect of ethanol concentration on microbial growth at 660nm.
●; control, ■; ethanol 1.0%, ▲; ethanol 2.0%, ×; ethanol 3.0%, ◆; ethanol 5.0%

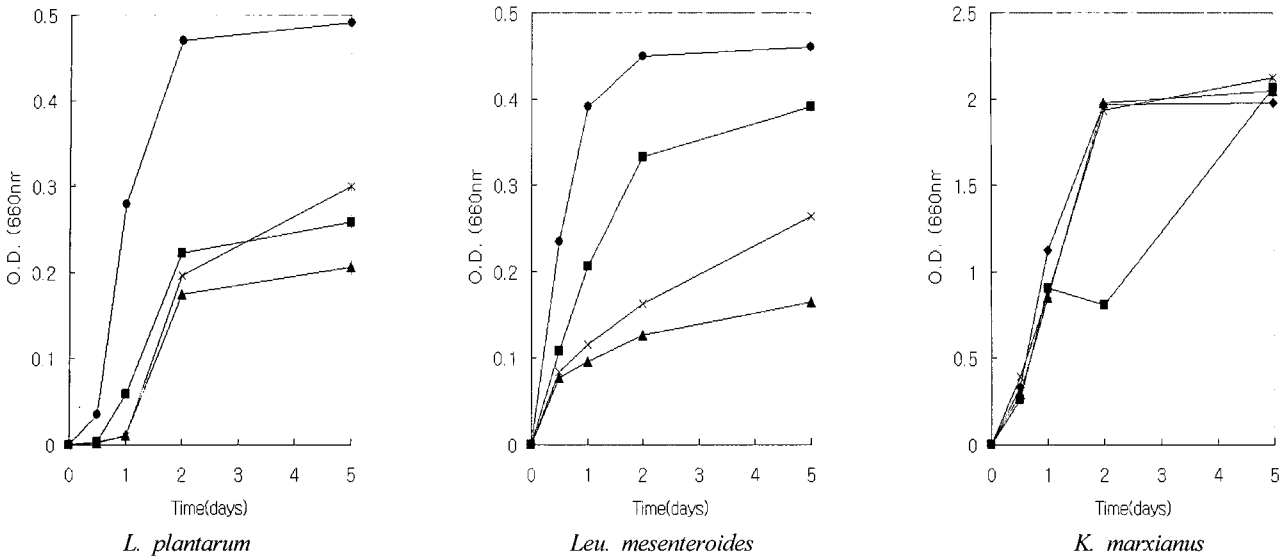

Fig. 2. Effect of organic acids concentration on microbial growth at 660nm.
●; control, ■; acetic acid 0.1%, ▲; adipic acid 0.1%, ×; citric acid 0.1%

24시간이 경과한 뒤에는 크게 감소하였다. 이것은 宮尾 戚雄 (1987)의 보고와 같이 *K. marxianus*에 대해 adipic acid와 citric acid에는 농도간의 차이가 거의 보이지 않았지만 acetic acid에서는 농도가 높을수록 감소 효과가 컸다는 연구 결과와 비슷한 경향을 보였다.

3) Ethanol과 유기산의 병용의 효과

Kim & Hahn(2003)의 연구에서 물김치의 저장성과 품질 특성이 가장 우수하게 나타난 ethanol 2.0%를 대조군으로 하고 각각의 유기산 0.1%를 *L. plantarum, Leu. mensenteroides, K. marxianus*에 첨가하였을 때 성장 억제 효과를 본 결과는 Fig. 3에 나타내었다. *L. plantarum*의 경우에서 유기산 중 adipic acid가 첨가 5일 후 0.158로 가장 억제 효과가 좋게 나타났고 citric acid와 acetic acid간에는 0.281, 0.266으로 유의적 차이를 보이지 않았다. *Leu. mesenteroides*에서는 ethanol과 adipic acid를 병용 첨가한 경우가 0.107로 가장 성장 억제 효과가 있었다. 그 다음으로 citric acid가 0.159, acetic acid가 0.390으로 나타났다. *K. marxianus*의 경우에서는 유기산만을 첨가한 *K. marxianus*의 결과와 마찬가지로 시료간의 차이가 나타나지 않았다.

이상과 같은 결과에서 ethanol과 adipic acid를 병용 첨가한 경우가 본 실험에서 사용된 균주인 *L. plantarum, Leu. mensenteroides, K. marxianus*에서 가장 큰 생육 억제 효과를 보였다. 그러나 물김치 발효에서 유기산과 ethanol을 병용하여 첨가한 경우, Michiko (1978)의 연구 결과와 같이 유기산 첨가와 비슷한 수준의 생육 억제 효과를 보여 물김치 중에는 ethanol에 대한 미생물 보호 효과 내지는 저 농도의 ethanol을 탄소원으로 하여 미생물이 생육하는 것으로 생각되어지며 이에 대해서는 추후 더 검토되어져야 할 것이다.

2. 균체 내 물질의 누설에 미치는 영향

Ethanol과 유기산이 미생물 생육에 영향을 주는 것으로 생각되어 ethanol과 유기산을 buffer에 함께 또는 따로 첨가하였을 때 260nm에서 흡광도를 측정하여 핵산을 비롯한 균체 내 물질의 누출 여부를 살펴보았다.

1) Ethanol 첨가의 효과

Ethanol 농도를 1.0~5.0%로 달리하여 각 균에 첨가하여 260nm에서의 흡광도를 관찰하였으며 그 중 현저한 차이를 보이는 2.0%와 5.0%의 결과만을 Fig. 4에 나타내었다. *L. plantarum*에서는 무첨가군보다 ethanol을 첨가한 군에서 흡광도가 증가되었고 ethanol 2.0%를 첨가한 군에서 흡광도가 8시간까지는 0.3457로 가장 많이 증가되었지만 24시간에서는 ethanol 2.0%에서 0.3707와 ethanol 5.0%에서 0.3564로 차이가 거의 나타나지 않았다. *Leu. mesenteroides*에서 ethanol 2.0%와 ethanol 5.0%가 무첨가군보다 흡광도가 증가되었지만 시료간의 차이는 보이지 않았다. *K. marxianus*에서는 8시간까지는 거의 차이가 나타나지 않다가 24시간에서 ethanol 5.0%가 균체 내 액의 누출량이 가장 많이 증가되었고, ethanol 2.0%가 그 다음으로 나타났다.

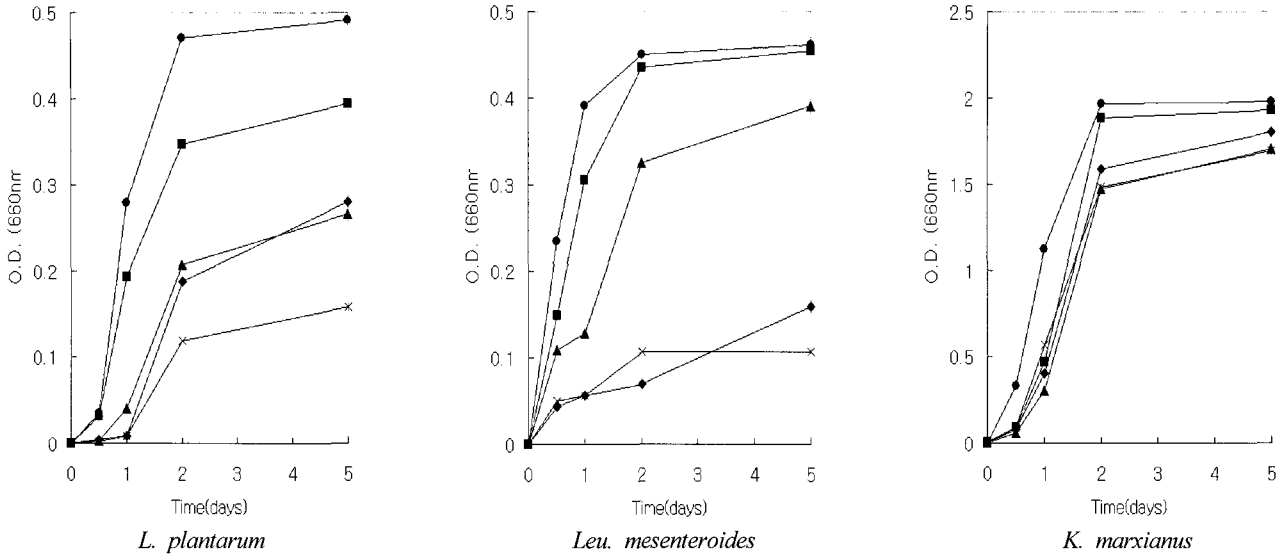

Fig. 3. Effect of ethanol and organic acids concentration on microbial growth at 660nm.
●; control, ■; ethanol 2.0%, ▲; ethanol 2.0% + acetic acid 0.1%, ×; ethanol 2.0% + adipic acid 0.1%, ◆; ethanol 2.0% + citric acid 0.1%

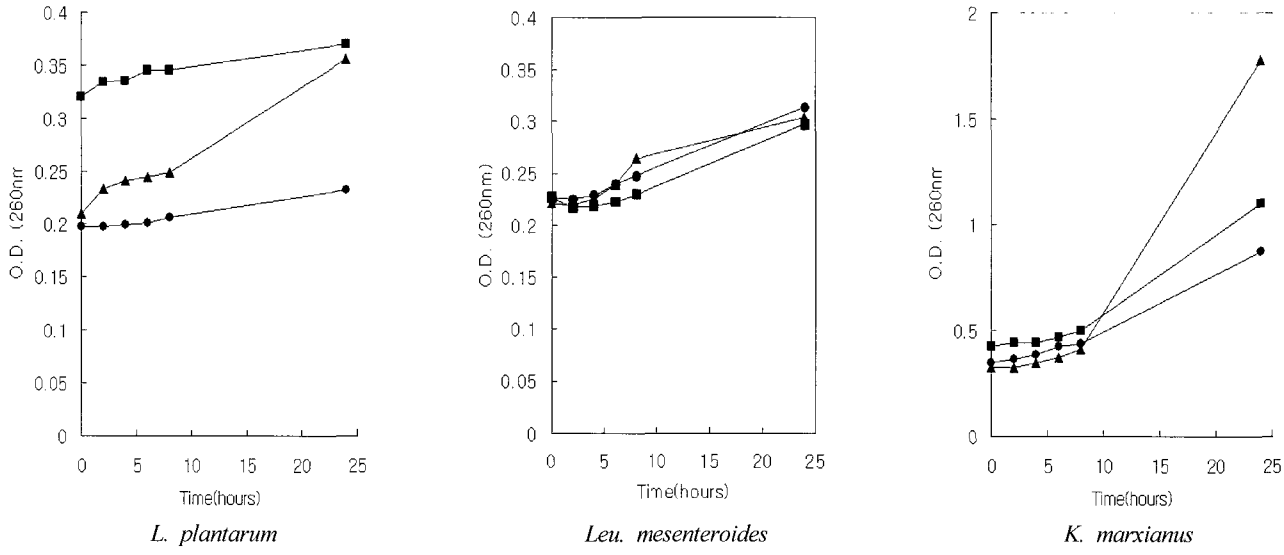

Fig. 4. Effect of ethanol concentration on absorbancy at 260nm
●; control, ■; ethanol 2.0%, ▲; ethanol 5.0%

2) 유기산 첨가의 효과

유기산 종류를 달리하여 젖산균, 효모에 첨가하여 260nm에서의 흡광도를 관찰한 결과는 Fig. 5에 나타났다. *L. plantarum*에서는 무첨가군보다 유기산이 첨가된 군에서 흡광도가 증가되었고 adipic acid를 첨가한 군이 0.39으로 가장 많이 증가하였다. 발효 4시간까지는 acetic acid에서 흡광도가 0.32로 adipic acid의 0.28보다 많이 증가되었으나 그 이후부터는 adipic acid가 더 증가하였다. *Leu. mesenteroides*에서는 acetic acid가 8시간까지는 흡광도가 0.30으로 더 증가되었으나 24시간에서는 adipic acid가 0.36으로 acetic acid의 0.35보다 증가되었다. *K. marxianus*의 경우 시료간의 현저한 차이는 보이지 않지만 24시간에서는 citric acid가 흡광도가 가장 증가되었고, 그 다음으로 acetic acid, adipic acid, 무첨가군 순이었다.

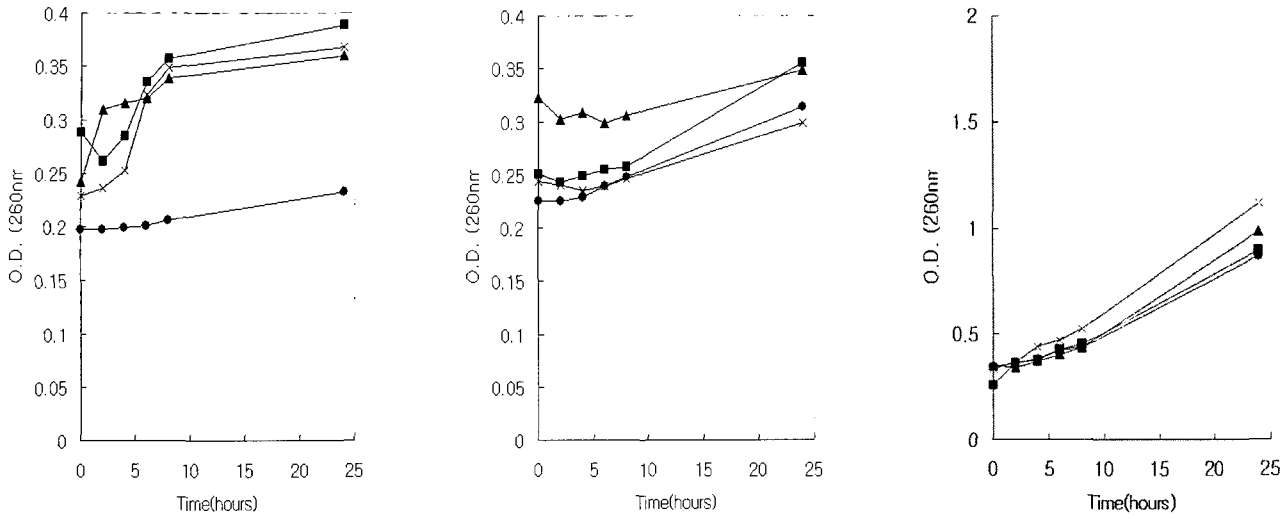

Fig. 5. Effect of organic acids concentration on absorbancy at 260nm.
●; control, ■; acetic acid 0.1%, ▲; adipic acid 0.1%, ×; citric acid 0.1%

3) Ethanol과 유기산 병용의 효과

Ethanol 2.0%와 adipic acid, citric acid, acetic acid 0.1%을 젖산균, 효모에 첨가하여 260nm에서 흡광도를 관찰한 결과는 Fig. 6에 나타내었다. *L. plantarum*에서 ethanol 2.0%와 adipic acid 0.1%을 병용 첨가한 경우 24시간째 흡광도가 0.3824로 가장 많이 증가되었다. 그 다음으로 citric acid 0.37, acetic acid 0.34, 무첨가군 0.23 순이었다. *Leu. mesenteroides*에서는 adipic acid 첨가 시료가 무첨가군보다 흡광도가 감소했고 24시간째 acetic acid에서 0.3123으로 가장 많이 증가하였다. 이와 같은 결과는 Fig. 5, 6에서와 같은 경향으로 ethanol 또는 유기산이 미생물 생육을 억제하는 것이 균체내부 물질의 누출을 초래하는 것이며 실험에 사용된 균 중 *L. plantarum*이 특히 영향을 많이 받은 것으로 생각되어진다. *K. marxianus*에서 8시간까지는 거의 시료간의 유의적 차이

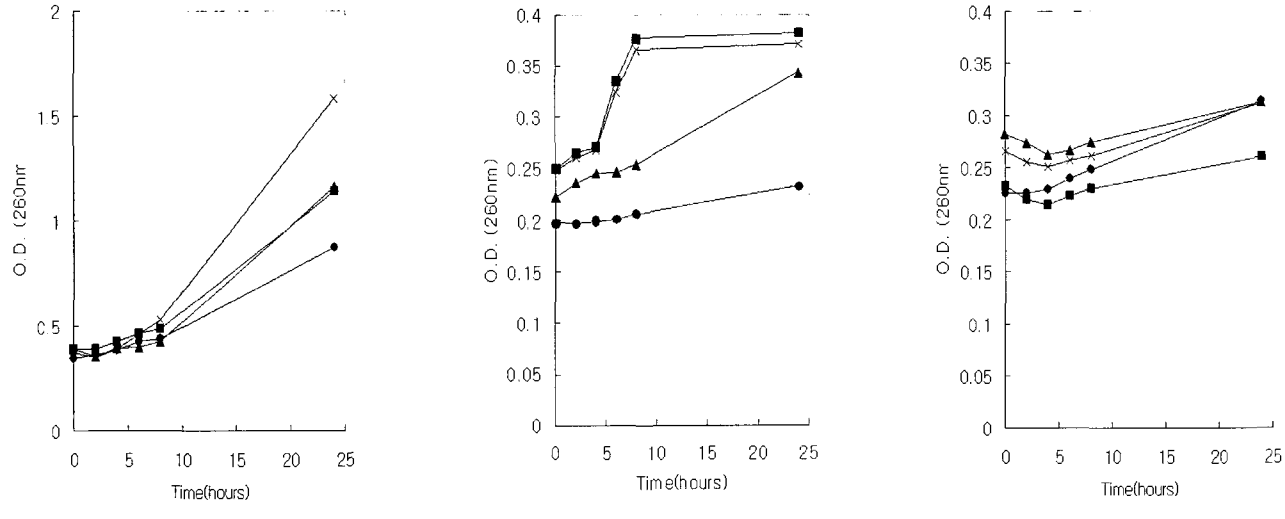

Fig. 6. Effect of ethanol and organic acids concentration on absorbancy at 260nm.
●; ethanol 2.0% (control), ■; ethanol 2.0% + acetic acid 0.1%, ▲; ethanol 2.0% + adipic acid 0.1%, ×; ethanol 2.0% + citric acid 0.1%

를 나타내지 않았지만 24시간에서는 citric acid 첨가 시료에서 흡광도가 많이 증가되었다. Acetic acid와 adipic acid첨가 시료 간에는 차이가 없었으나 무첨가군보다는 흡광도가 많이 증가되었다. 위와 같은 결과에서 유기산 종류에 따라 경향을 나타내는 것은 미생물 세포벽의 구조 차이에 의해서 ethanol 또는 유기산에 의해 작용을 받아 핵산을 비롯한 균체 내 물질이 세포 밖으로 누출 되므로 그 유기산의 항균 효과가 달라지기 때문으로 생각되어진다(宮尾 蔵雄 1987, Young & Foegeding 1993).

Ethanol을 비롯한 solvent로 인하여 세포벽 또는 세포막의 인지질 분해 효소의 작용을 촉진시킨다는 보고(Michiko 1978)가 있어 본 실험도 이 같은 작용에 의한 것으로 생각되었다.

Ⅳ. 요 약

본 연구에서는 ethanol과 일부 유기산(adipic acid, citric acid, acetic acid)을 첨가하였을 때 물김치 발효에 관여하는 미생물 생육의 변화를 측정하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

Ethanol 및 유기산의 첨가가 물김치 서식 미생물에 미치는 영향을 직접적으로 살펴보기 위하여 pH 4.3의 buffer 용액에 ethanol과 유기산을 농도별로 첨가하고 *Lactobacillus plantarum, Leuconostoc mesenteroides, Kluyveromyces marxianus*을 접종하여 균의 생육에 미치는 영향을 살펴 본 결과 *L. plantarum*와 *Leu. mesenteroides*에서는 ethanol 농도가 높을수록 그리고 유기산 종류에서는 adipic acid를 첨가했을 때 성장 억제 효과가 가장 크게 나타났다. 비교 균주에서는 *L. plantarum*이 *Leu. mesenteroides*보다 유기산과 에탄올에 영향을 받아 생육이 더욱 억제되었다. Ethanol에 대해서는 *L. plantarum*이 *Leu. mesenteroides*보다 숙성 72시간째에 40.0% 정도 생육이 억제되었으나 유기산의 경우에는 종류에 따라 생육억제 정도가 달랐다. Acetic acid의 경우 *L. plantarum*이 약 40.0% 정도, citric acid의 경우는 *L. plantarum*이 약 15.0% 정도 생육이 억제되었지만 adipic acid의 경우는 *L. plantarum*와 *Leu. mesenteroides* 모두에게 억제 효과가 있어 무첨가군에 비해 50.0~60.0% 정도 생육이 감소되었다. *K. marxianus*에서도 ethanol 농도가 높을수록 성장 억제에 효과적이나 유기산에 대해서는 차이를 보이지 않았다.

Ethanol 및 유기산이 각 균에 어떠한 영향을 주었는가을 알기 위해 균체내 물질의 누출을 260nm에서의 흡광도를 측정하여 관찰한 결과 *L. plantarum*에서는 ethanol 2.0% 첨가군에서와 adipic acid 0.1%를 첨가한 실험군에서 24시간 후의 흡광도가 가장 많이 증가되었다. *Leu. mesenteroides*에서는 ethanol 첨가시 유의적인 차이가 보이지 않았고 유기산 중 adipic acid 첨가시 흡광도가 많이 증가되었다. *K. marxianus*에서는 ethanol 농도가 높을수록 흡광도가 증가되었고 유기산 중 citric acid에서 많이 증가되었다.

Ⅴ. 문 헌

Difco Laboratories(1984) : Difco Manual, 10th edition, U.S.A.

Doores S(1993) : Antimicrobials in Foods Second Edition(Organic acid) p95.

Ha JH, Hawer WD, Kim YJ, Nam YJ(1989) : Change of Free sugars in Kimchi during Fermentation. Korean J Food Sci Technol 21(5):633-638.

Hahn HK, Lim CR, Park HK(1990) : Determination of microbial community as an indicator of Kimchi fermentation. Korean J Food Sci Technol 22(1):26-32.

Hahn YS, Kwon MK, Hyun YH, Song JE, Oh JY(2001) : Effects of Kinds and concentration of Salts on the Growth of Yeasts isolated from Kimchi. J East Asian Soc Dietary Life 11(5):393-399.

Kang SK, Sung NK, Kim YD, Lee JK, Song BH, Kim YW, Park SK(1994) : Effect of Ethanol Extract of Leaf Mustard(*Brassia juncea*) on the Growth of Microorganisms. J Korean Soc Food Nutr 23(6):1014-1019.

Kim OM, Kim MK, Lee SO, Lee KR, Kim SD(1998) : Antimicrobial Effect of Ethanol Extracts from Spices against *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc mesenteroides* Isolated from Kimchi. J Korean Soc Food Nutr 27(3):456-460.

Kim HS, Jeong YS(1962) : Identification of the aerobic bacteria isolated from Kimchi and laver. J Korean Agric Chem Soc 3:19-24.

Koo YJ(1990) : Science and Technology of Kimchi. Korea Food Research Institute.

Lee BW, Shin DH(1991) : Screening of Natural Antimicrobial Plant Extract of Food Spoilage Microorganisms. Korean J Food Sci Technol 23(2):200-204.

Lee CW, Ko CY, Ha DM(1992) : Microfloral changes of the Lactic acid bacteria during Kimchi fermentation and identification of the isolates, Kor J Appl Microbiol Biotechnol 20(1):102-109.

Michiko I l(1978) : Degradation of Lipids in Yeast(*Sacchro-*

myces cerevisiae) at the Early Phase of Organic Solvent-induced Autolysis. Agric Biol Chem 42(2):247-251.

Min TI(1988) : Fermentation of Kimchi and Microorganisms. Korean Soc Food Sci 4(1):96.

Park CS, Hackney CR(1995) : Effect of Low Ethanol Concentrations on Growth and Survival of *Vibrio parahaemolyticus*. Korean Soc Food Sci 11(2):153-157.

Seiler DAL, Russell NJ(1991) : Ethanol as a food preservative. Food Preservatives 153-171.

Shapero M, Nelson DA, Labuza TP(1978) : Ethanol inhibition of *Staphylococcus aureus* at limited water activity. Journal of Food Science 43:1467-1469.

Shibassaki I(1982) : Food preservation with nontraditional antimicrobial gents. Journal of Food Safety 4:35-58.

Shin DH, Kim MS, Han JS, Lim DW, Bak WS(1996) : Changes of chemical composition and microflora in commercial Kimchi. Korean J Food Sci Technol 28(1): 137-145.

Sonia AB(1992) : Antibacterial Effects and Cell Morphological Changes in *Staphylococcus aureus* subjected to Low Ethanol Concentrations, Journal of Food Science 58(2).

Young KM, Foegeding PM(1993) : Acetic, lactic, citric acids and pH inhibition of *Listeria monocytogenes* Scott A and the effect on intracellular pH. J Appl Bacteriol 74:515-520.

宮尾 蔗雄(1987) : 有機酸類の抗菌作用と應用, 月刊フ-ドケミカル 2 p35.

松田 敏生(1997) : 有機酸の 抗菌作用の 再檢査, New Food Industry 39(2).

山本 泰(1989) : ァジピン酸利用による澱粉性食品の保存, Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi 36(1):62-66.

(접수일: 2003년 6월 12일, 채택일: 2003년 6월 25일)