

무 추출물이 식품관련 미생물의 증식에 미치는 영향

곽희진 · 계수경* · 곽희선** · 이경혜***

동해대학교 관광외식산업학과, 경민대학 식품영양과*,
중앙대학교 가정교육학과**, 동남보건대학 식품가공과***

Effect of Radish Extract on the Growth of Food-born Microorganisms

Hee-Jin Kwak, Soo-Kyung Kye*, Hee-Sun Kwak** and Kyung-Hae Lee***

Dept. of Tourism and Food Service Industry, Tonghae University

Dept. of Food and Nutrition, Kyungmin College*

Dept. of Home Economics Education, Chungang University**

Dept. of Food Science and Technology, Dongnam Health College***

Abstract

To understand the effect of radish on growth of food born microorganisms, mashedflesh radishes were extracted by using acetone and distilled water. Their effect was assayed by measuring the optical density of cultural broth of food born microorganisms. In the experiment, seven strains of food born bacteria and one strain of yeast were used as the test organism.

Acetone extract inhibited growth of the cells of *L. plantarum*, *L. sake* and Danmuji film yeast. Growth of the film yeast was drastically inhibited in the concomitant presence of 0.03% extract, while other microbes such as *L. faecalis*, *P. pentosaceus*, *B. subtilis* and *E. coli* grew by succeeding cultivation for 4 to 8 hours after addition of the extract.

Water extract, on contrast to acetone extract, at the concentrations of 0.1~1.5% stimulated the growth of lactic acid bacteria. Culture of *L. faecalis* and *L. sake* showed an optical dencity higher than that of control by 40~50 times. The effect was not so apparent against *E. coli*, *S. aureus* and Danmuji film yeast.

Key words: radish extract, inhibitory effect, stimulatory effect, microorganism.

I. 서 론

식품 중에는 천연적으로 많은 항균 물질들이 존재하는데 이를 식품 보존에 이용하고자 하는 노력은

오래 전부터 이루어져 왔고¹⁾. 현재도 천연 항균성 물질의 식품 이용에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다^{2,3)}. 이미 알려진 천연 항균성 물질로는 계란에 함유된 conalbumin, avidin, lysozyme과 같은 단백질 성분과 우유 단백질 성분인 lactoferrin 등이 있다^{4~6)}.

미생물 증식 저해에 관한 연구는 향신료와 정유 성분에 대한 연구가 주류를 이루는데 박 등⁷⁾은 한국에서 많이 사용되는 향신료인 마늘, 생강, 파, 고추 등이 요구르트(*Lactobacillus casei* YIT 9018)의 성장에 미치는 영향을 보고하였고, Corner와 Beuchat⁸⁾은 마늘, 양파, 오렌지, thyme 등의 식물체에서 추출한 정유 성분(essential oil)이 13종의 효모 성장에 미치는 영향을 실험한 결과, 마늘에서 추출한 정유 성분이 25ppm의 적은 농도로 효모 성장을 억제함으로써 가장 강한 항균 효과를 나타냈고 양파, orange, thyme 등도 역시 강한 생장 억제 작용이 있음을 밝혔다.

한편, 미생물의 성장 증식과 발효 촉진에 관한 연구는 그 대부분이 향신료와 Mn²⁺, Mg²⁺ 등과 같은 무기 이온과 오이, 토마토주스 등 채소류에 관한 연구가 주로 이루어졌는데, 유 등⁹⁾은 *L. plantarum*과 *L. fermenti*에 김치 재료로써 사용되는 생강 0.364%, 마늘 3.17%, 고추 1.45%의 추출물을 첨가했을 때 그 성장이 억제됨을 보고하였다. Zaika와 Kissinger¹⁰⁾는 Mn을 함유한 clove, cardamon, ginger, celery seed, cinnamon 등은 모두 촉진 활성을 가지고 있으며 그 중 clove가 가장 촉진 효과가 크다는 것을 알아내어 이를 향신료의 촉진 활성은 Mn 농도의 증가에 비례함을 밝혔다. 또, 천연 향신료가 Dry-sausage¹¹⁾와 Lebanon Blongna-type 소시지¹²⁾의 발효를 촉진시킨다는 보고가 있다.

식품의 품질수명 연장과 발효 촉진의 문제는 모두 현대의 식품 산업에 있어 관심의 대상이 되고 연구 개발되어야 할 과제로서 본 연구에서는 무가 국내 과채류 생산에 있어서, 배추와 함께 총 생산량의 60% 이상을 점유하며, 또한 김치 제조를 비롯한 전통 음식에서 중요하게 사용되므로, 이를 대상으로 미생물 증식 억제 및 촉진 성분을 추출해 냄으로서, 천연보존료와 유용 미생물 생육 촉진제로서의 소재 개발 가능성을 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

본 실험에 사용된 무(Chinese radish)는 실험 전

날 서울 가락동 농수산물 시장에서 구입하여 사용하였다.

2. 추출물 제조

무를 수돗물로 세척하여 적당한 크기로 절단하고 녹즙기로 착즙한 후 즙액의 청정을 위하여 10분간 끓인 후, 냉각시켜 농축기를 사용하여 약 12배 정도로 농축하였다. 이 농축액을 Fig. 1과 같이 methanol로 처리하여 가용성 분획은 acetone으로 재추출한 후 완전히 증발시키고, 불용성 분획은 물로 재추출하여 견조하였다.

3. 사용균주 및 배양

1) 균주

본 실험에서는 세균으로서 Gram 양성 젖산간균인 *Lactobacillus plantarum*(KCTC 3099), *Lactobacillus sake*(KCTC 5598), *Lactobacillus faecalis*와 Gram 양성 젖산구균인 *Pediococcus pentosaceus*(KCTC 3507) 등 4종과 Gram 양성 간균인 *Bacillus subtilis*(KCTC 1021), Gram 음성 간균인 *Escherichia coli*(KCTC 1041), Gram양성 구균인 *Staphylococcus aureus*(KCTC 1916)를 사용하였고 효모로는

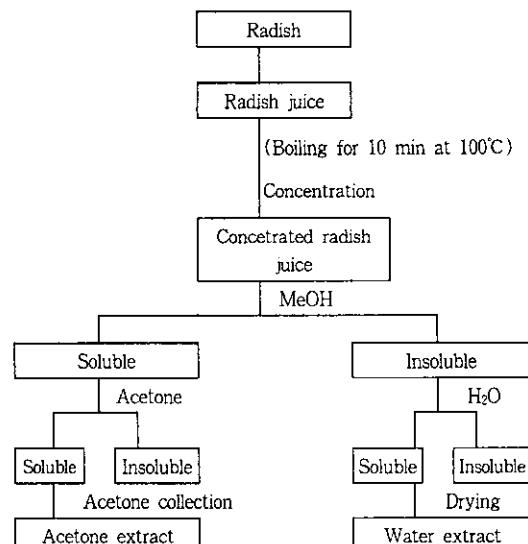


Fig. 1. Procedure for extraction of active substances on food-borne bacteria.

단무지 산막효모를 사용하였다. 공시균은 세종대학교 식품공학과 미생물부 연구실에 보관 중인 것을 사용하였다.

2) 배지 및 배양

실험에 사용한 배지는 미생물의 종류에 관계없이 nutrient broth에 2%의 glucose를 첨가하여 사용하였으며, 30°C에서 20~30시간 동안 진탕배양(2cm stroke, 200rpm)시켰다. 항균 실험의 젖산균 배지에는 균을 잘 자라게 하기 위하여 0.01 M의 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 을 첨가하였다.

4. 미생물 증식도 측정

증식도는 공시균의 배양액 일정량을 4시간 간격으로 취하여 620nm에서 흡광도를 측정한 후 세미로그라프로 비교하였고 측정에는 spectrometer(Spectronic 200, Milton Roy Co.)를 사용하였다.

5. 추출물 첨가

배지에 acetone 추출물을 0, 0.01, 0.02 및 0.03%의 농도로 첨가하고 이때 낮아진 pH를 대조구와 같게 0.1N NaOH용액으로 조절하였다. 또한 생육 촉진 효과 실험을 위해서는 즉, 물추출물을 종류수에 용해하여 10%용액을 만든 후 membrane filter(0.45 μm)로 제균시켜 대조구 배지에 0, 0.1 및 0.5% 농도로 첨가하였다. 이와 같이 준비된 각 배지에 24시간 활성화 시킨 종균 1mL씩을 접종하여 30°C에서 24~30시간 동안 진탕 배양(200rpm)하였다.

III. 결과 및 고찰

1. Acetone 추출물이 미생물 증식에 미치는 영향

Acetone 추출물이 시험균의 증식에 미치는 영향을 측정한 결과는 다음과 같다. 모든 시험균에서 배양 초기 즉, 4시간 배양까지는 대조구에 비해 acetone 추출물의 첨가구와 농도의 증가와 함께 높은 흡광도 수치를 보였는데, 이는 무추출물의 농도 증가가 그 원인으로 생각되었다.

4시간 배양 이후부터 먼저 Fig. 2-1를 보면 Gram 양성 젖산균 중 *L. plantarum*에서 대조구는 4시간

배양 이후부터 급격한 증식을 보였고, 0.01%의 낮은 농도 첨가구는 배양 8시간 이후부터 대조구와 동일한 경향으로 흡광도의 직선적 증가를 보여 증식 억제 효과가 미약했으며, 0.02% 이상 첨가구에서는 배양 32시간까지도 완전한 증식 억제 효과를 나타냈다.

*L. sake*에서는 앞의 *L. plantarum*보다 전반적인 증식 억제 경향을 보였는데, 이는 *L. sake*가 본 실험에서 사용한 배지에 잘 적응하지 못함이 그 원인으로 생각되며, 0.01%의 낮은 농도 첨가로 인해 오히려 더 잘 생육하는 것을 볼 수 있었고, 0.02% 이상 첨가에서는 거의 증식하지 못하였다. *L. faecalis*의 경우, 0.02% 이상 첨가구에서는 단지 유도 기간이 약 4시간 정도 연장되는 효과를 보였을 뿐 기타의 다른 젖산균과는 달리 증식 저해 효과가 확인되지 않았다.

한편, Gram양성 젖산균인 *P. pentasaceus*에 대해서는 거의 저해 효과가 없었다. 또한 Fig. 2-2의 Gram양성 간균인 *B. subtilis*의 경우 0.03% 첨가시 약 4시간의 유도 기간 연장과 다소의 증식 억제 효과를 보였으나 12시간 배양 이후부터는 대조구와 차이가 없는 것으로 나타나 유도 기간 이후에는 증식 저해 물질에 잘 적응하는 것으로 보였다.

양 등¹³⁾도 국내 자생식물 중 쑥, 지청개, 향나무 등의 메탄을 추출물이 *B. subtilis*, *S. aureus* 및 *E. coli*에 모두 뚜렷한 항균성을 보였다고 보고하였고, Ueda 등¹⁴⁾도 향신료의 ethanol추출물과 여러 종류의 방향성 물질로 미생물 증식 억제 효과를 실험한 결과 clove가 Gram양성 세균에 대해 가장 강한 억제 효과가 있다고 보고한 바 있어 위의 결과와 비슷하였다. 한편, Gram음성 간균으로 식품의 위생 지표 세균인 *E. coli*에 대해서는 항균 효과를 보이지 않았다.

또한 Gram양성 구균인 *S. aureus*는 대조구가 유도 기간 없이 0 시간부터 급성장한데 반해, 0.02% 이상 첨가구에서는 약 4시간 정도의 유도 기간 소요되었으며, 그 이후부터는 항균 효과가 없는 한편 단무지 산막효모의 경우에는 0.01% 첨가로 12시간 정도의 유도 기간 연장을 가져왔고 그 이후부터는 대조구와 동일한 높은 증식을 보였으며, 0.02%의 첨가시 20시간까지는 성장이 억제되나 그 이후부터는 저해 효과를 나타내지 못하였고, 0.03%첨가로 배양 말기까지 완전한 증식 억제를 보였다. 이와 같은 효모

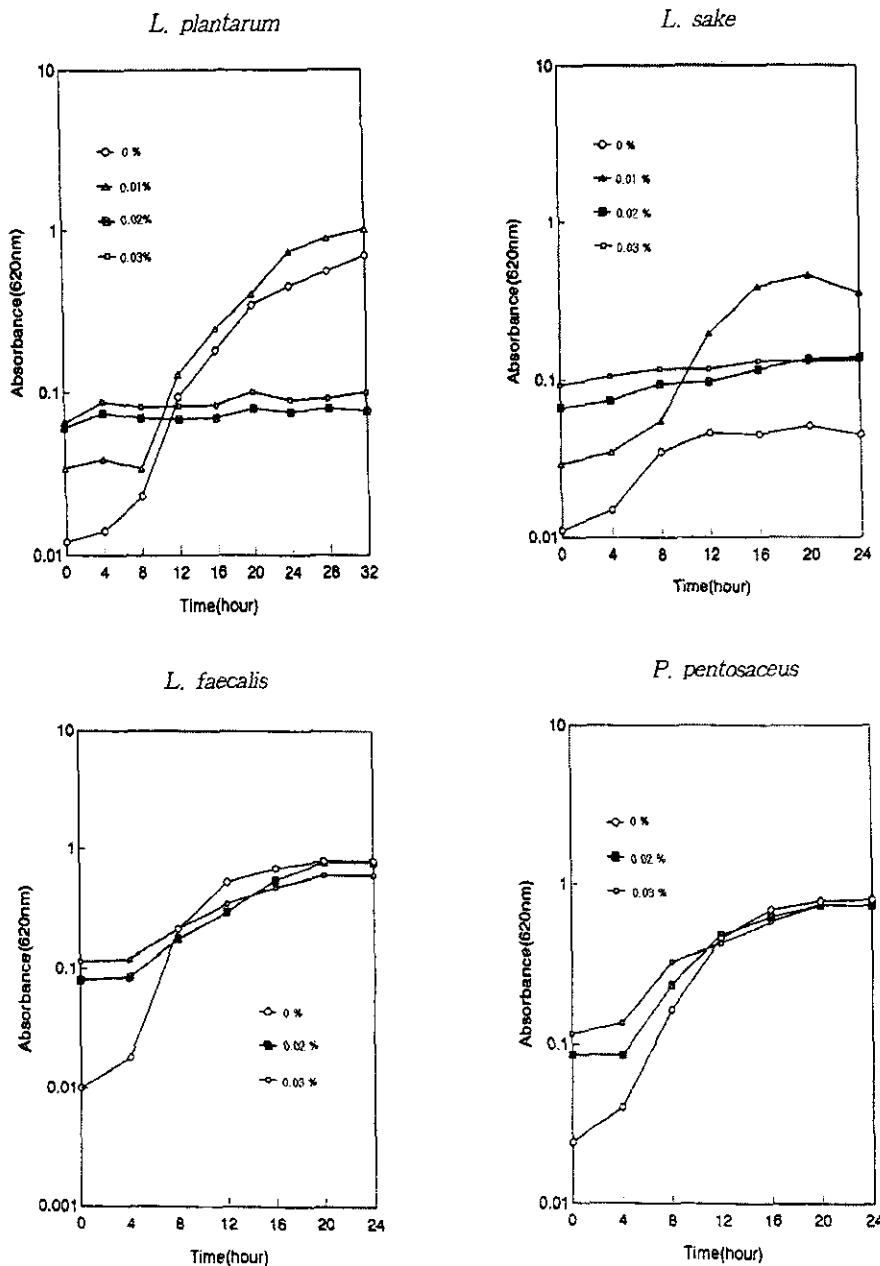


Fig. 2-1. Inhibitory effect of acetone extract of radish on the growth of lactic acid bacteria.

에 대한 연구로는 마늘 추출물이 *C. albicans*의 성장을 저해한다고 하는 유사한 결과가 있으며¹⁵⁾. 그 밖에도 *E. coli*, *S. lactis*, *L. citrovorum*과 *S. thermophilus* 등도 마늘의 비 정유 성분과 정유 성분에

의해 그 성장이 억제된다고 하는 보고들이 있다^{16~18)}. 한편, 이 등^{19,20)}도 황백, 목향, 민들레, 느릅, 오배자 등과 같은 식물이나 생약재를 대상으로 식품 부패 미생물에 대한 항균성을 실험한 결과 *B. subtilis*,

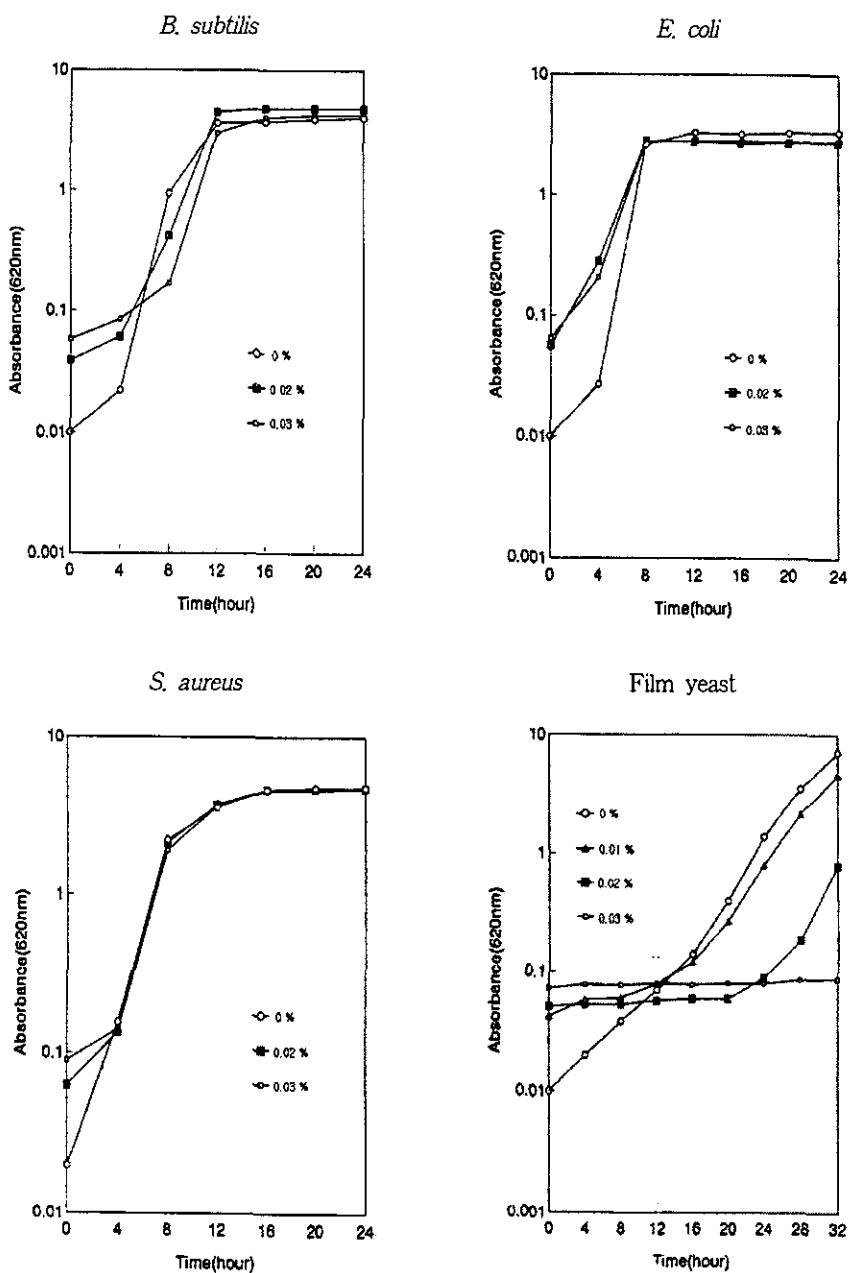


Fig. 2-2. Inhibitory effect of acetone extract of radish on the growth of food-born bacteria.

L. plantarum, *L. mesenteroides*에는 황백이, *P. fluorescens*에는 황백과 오배자가 가장 높은 항균성을 보였으며, 75% 에탄올로 추출한 것이 물로 추출한 것보다 clear-zone이 훨씬 크게 나타나 에탄올이 추

출을 위해 더 적합한 용매임을 보고하였다. 김 등²¹⁾도 김치의 부재료로 이용되는 부추의 항미생물 활성을 검색한 결과 Gram양성의 세균, Gram 음성의 세균 그리고 효모에 대해 광범위한 미생물 증식 억제

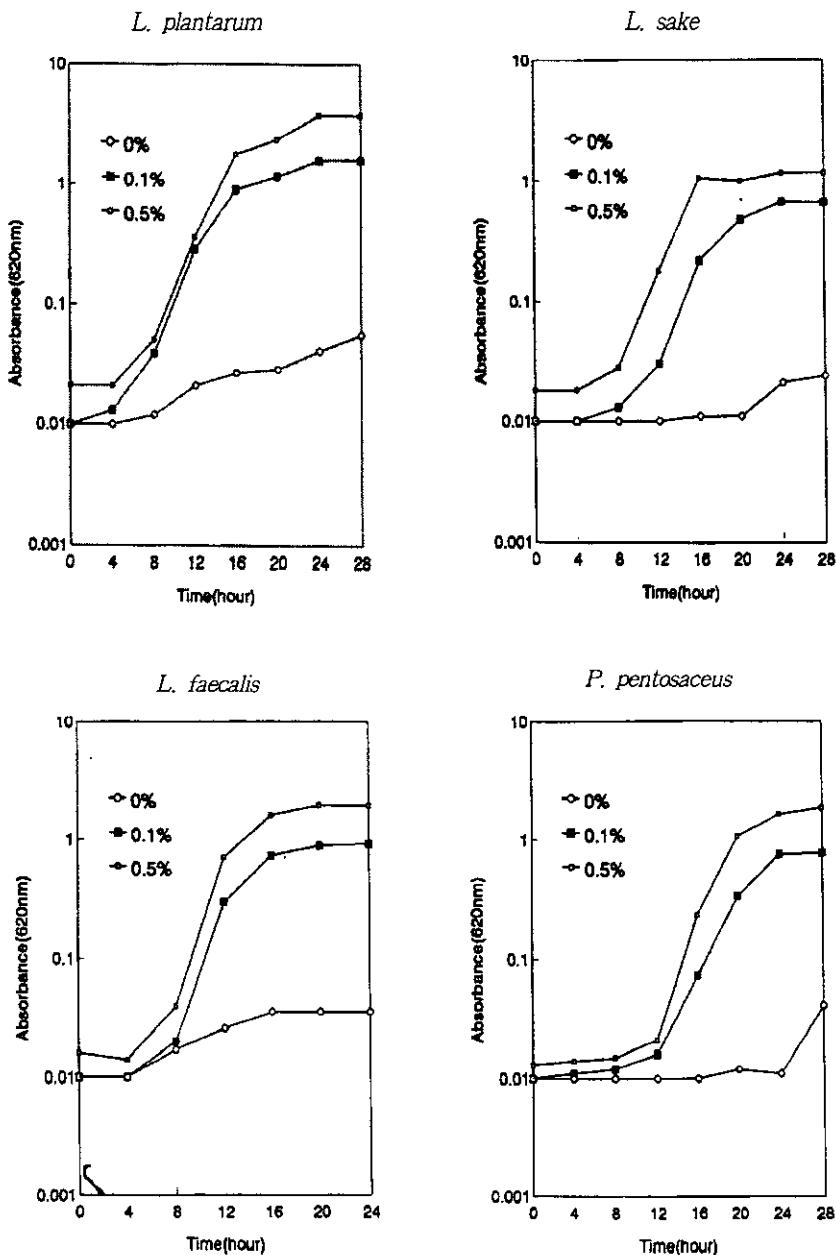


Fig. 3-1. Stimulatory effect of water extract of radish on the growth of lactic acid bacteria.

능을 나타냈다고 보고하였다.

이상의 결과에서 무에서 추출한 항균 물질은 *L. faecalis*를 제외한 *L. plantarum*, *L. sake*등의 Gram 양성 젖산균과 단무지산막효모에서 강한 성장 억

제 효과를 나타내었고 기타의 Gram양성 젖산구균인 *P. pentosaceus*, Gram양성 간균인 *B. subtilis*, Gram 음성 간균 *E. coli*, Gram양성 구균 *S. aureus* 등에는 효과가 미약하여 단지 몇 시간의 유도 기간을 연장

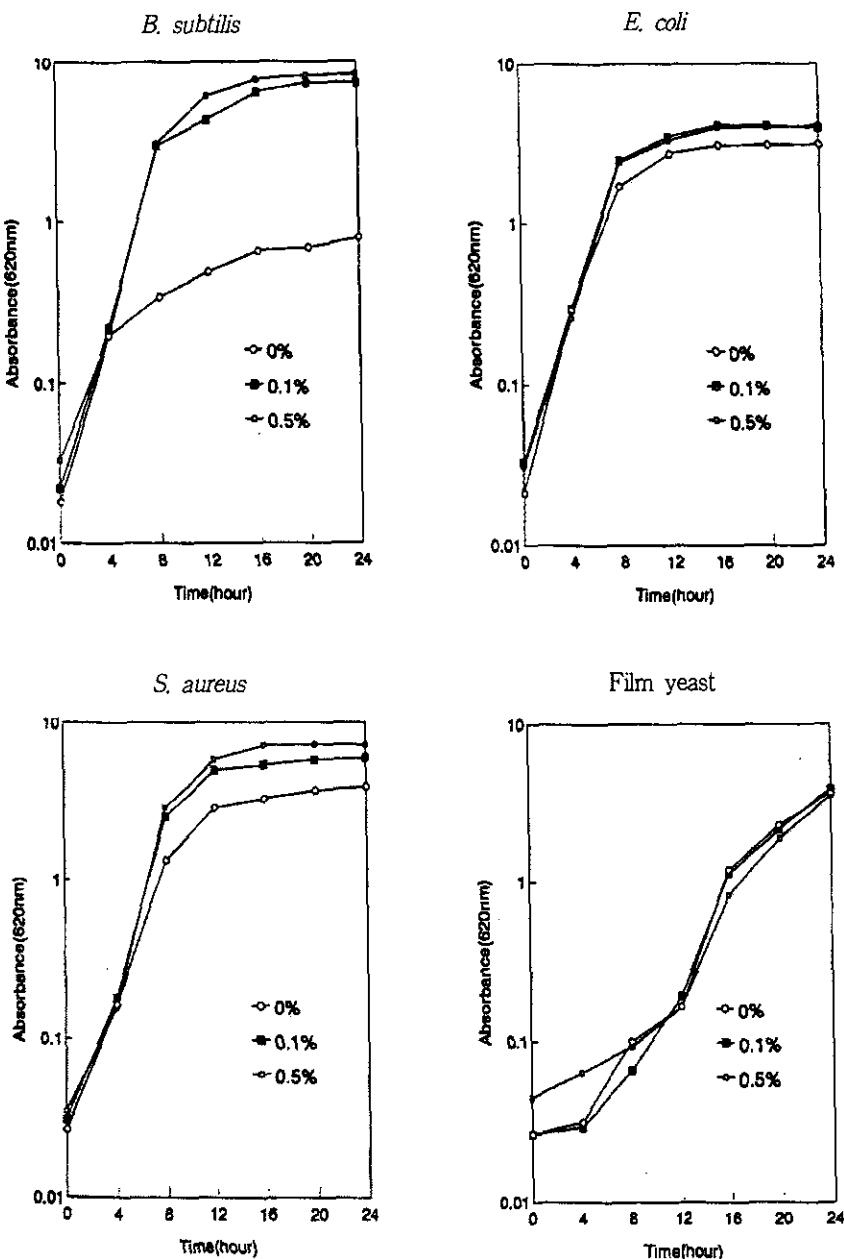


Fig. 3-2. Stimulatory effect of water extract of radish on the growth of food-born bacteria.

하거나 억제 효과를 나타내지 않았다.

2. 물 추출물이 미생물 증식에 미치는 영향
미생물의 증식에 대한 물추출물의 농도별 영향을

측정한 결과, 먼저 Gram양성 젖산균에 있어서 *L. plantarum*은 0.1%의 첨가로도 그 성장이 매우 촉진 되며 대수기 이후 성장이 끝난 정상기에서의 증식은 농도에 비례하여 뚜렷한 차이를 보였다(Fig. 3-1).

*L. sake*의 경우에는 대조구가 20시간 이후부터 다소의 성장을 시작하는데 비해 0.1% 이상 첨가로 4시간 이후부터 흡광도가 증가하게 시작하며 약 12시간 정도의 유도 기간이 단축되었음을 보였다. 또한 대조구의 낮은 증식은 앞의 증식 억제 물질의 첨가 시험에서와 동일한 경향으로 나타났으며, 특히 앞의 0.01%의 acetone 추출물의 첨가로 오히려 대조구에 비해 높은 증식 촉진 효과의 결과를 보인 것은 촉진 물질과 억제 물질의 추출시 두 가지 물질의 완전한 순수 분리가 되지 못하여 다소 혼합되어 존재하나 낮은 농도의 추출물질의 첨가 시에는 억제 물질에 비해 촉진 물질이 세균에서 우성으로 나타났기 때문으로 생각된다. 또한 *L. faecalis*에 대해서도 그 효과가 대단히 우수하여 0.5%를 첨가할 때 대조구와 비교하여 정상기에의 흡광도는 약 54배의 증가 효과를 보였는데 이러한 결과는 우리의 식생활에 많이 이용되는 채소 중의 하나인 토마토 주스 속에 젖산균의 생육 촉진 인자가 존재하며 이를 adenine과 adenosine이라고 규명한 보고와 일치하는 경향이며²²⁾, 이러한 젖산균들에 대해 토마토 주스가 Mg^{2+} , Mg^{2+} 등의 무기 이온과 대등한 증식촉진 효력을 갖는다는 보고도 있다²³⁾. 한편, *P. pentosaceus*의 경우에도 대조구가 24시간 이후부터 성장을 시작하는데 반해, 물 추출물의 첨가로 약 8시간 이후부터 성장을 시작함으로써 유도 기간을 크게 단축시켰으며 24시간에는 거의 정상기에 도달하였다(Fig. 3-1).

Gram양성 간균인 *B. subtilis*에 대해서는 빠르게 정상기에 도달했으며 약 10배 이상의 증식 촉진 효과를 나타냈고 Gram음성 간균인 *E. coli*의 경우에는 촉진 효과가 대단히 미약하였다(Fig. 3-2). 또한 Gram양성 구균인 *S. aureus*에 대해서도 역시 효과가 미비하나 정상기에서 약 2배 정도 증식 촉진 효과를 보이는 한편, 단무지 산막효모에 대해서는 촉진 효과가 없음은 물론 오히려 증식 저해 작용이 있는 듯하였다.

이상의 결과 무에서 추출된 미생물 증식 촉진 성분은 Gram양성 젖산간균, Gram양성 젖산구균 등 젖산균 모두에 증식 촉진 효과가 확인되었으며, 그 중 Gram양성 젖산간균 *L. faecalis*, *L. sake* 등은 촉진 물질을 첨가할 때 대조구와 비교하여 정상에서의

흡광도의 차이가 약 40~50배로 그 효과가 대단히 높았으며, 단무지 산막효모에는 미약한 증식 저해 효과가 관찰되었다. 그 밖에 식품 관련 미생물 중 *B. subtilis*에 약 10배의 증식 촉진이 있었으며 *S. aureus*에도 촉진 효과를 나타냈고, *E. coli*에는 매우 미약한 증식 촉진 효과가 있었다. 이와 같은 결과는 김치 재료로 생강 0.364%, 마늘 3.17%, 고추 1.45%의 추출물을 첨가시 *L. plantarum*, *L. fermentum*의 생육 촉진 효과를 나타낸다는 보고⁹⁾와 김치 재료로 오이 1%를 첨가할 때 발효가 촉진된다는 연구²²⁾와 비교하여 특히 김치 담금시 무를 속으로 사용함은 김치 발효에 관련된 유용 젖산 세균들의 증식 촉진 효과를 크게 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 근래 편의 식품 선호 증가로 식품 산업에서의 빠른 생산속도와 대량생산이 요구되고 있는 바, 무로부터 화학적 첨가물이 아닌 자연 발효 촉진 물질을 추출해 냅은 현재 소비자들의 자연 식품의 요구 증가와 더불어 자연 발효 증진제 개발의 좋은 소재가 될 뿐만 아니라 식품공업의 시간과 노동력 절감의 차원으로도 의미가 있으리라 생각된다. 또한 인공 보존제의 안전성 문제로 인한 회피와 천연보존제에 대한 선호가 높아지고 있는 시점에서 앞의 3종의 미생물에 대한 뚜렷한 항균 실험 결과는 우리 주변에서 흔히 쉽게 구할 수 있는 무로부터 증식 억제 물질을 추출함이 천연보존료로써의 이용 가능성에 대한 좋은 계기가 될 수 있을 것이라 생각되며, 식품에 실용적인 이용을 위해서는 항미생물 효과를 높일 수 있는 조건이나 추출, 검색 방법 등에 대한 차후의 많은 연구가 요구된다.

IV. 요 약

무의 acetone 추출물은 *L. plantarum*, *L. sake*와 단무지 산막효모 등 3종의 미생물에 대하여 강한 성장 억제 효과를 나타냈으며, 모두 0.02% 이상의 첨가로 성장이 억제되었다. 단무지 산막효모의 경우, 0.02% 첨가시 20시간까지는 성장이 억제되었으나 그 이후부터는 정상 회복되었고, 0.03%의 첨가로 완전히 성장이 억제되었다. 한편 그 외의 *L. faecalis*, *P. pentosaceus*, *B. subtilis*, *E. coli* 및 *S. aureus* 등에 대해서는 그 효과가 미약하여 단지 몇 시간의 유도

기간 연장 효과를 보였다.

무의 물 추출물은 젖산균의 증식을 촉진하였다. 특히 *L. faecalis*, *L. sake* 등은 정상기에서의 흡광도 차이가 대조구와 비교하여 40~50배의 매우 큰 촉진 효과를 나타냈으며, 유도 기간의 단축과 급성장으로 정상기의 도달 시간이 크게 단축되었다. 단무지 산막 효모의 경우에는 오히려 미약한 증식 저해 효과가 관찰되었고 그 외의 *E. coli*, *S. aureus* 등에는 촉진 효과가 미비한 반면, *B. subtilis*의 경우에는 약 10배의 증식 촉진 효과를 보였다.

V. 참고문헌

1. Bass, G. K.: Methods of testing disinfectants. In Disinfection, Sterilization 2nd ed., S.S. Block(ed), p. 49, Lea and Febiger, Philadelphia, 1977.
2. Beuchat, L. R. and Golden, D. A.: Antimicrobials occurring naturally in foods. J. Food Technol., 43, 134, 1989.
3. Davidson, P. M. and Post, L. S.: Naturally occurring and miscellaneous food antimicrobials. In antimicrobials in food, Branen, A. L. and Davidson, P. M.(ed)., Marcel Dekker, Inc. New York p. 371, 1983.
4. Board, R. G.: The microbiology of Hen'egg. Advances in applied microbiology, Vol II, Perlman, D.(ed), AP, New York, 1969.
5. Orman, J. D. and Reiter, B.: Inhibition of bacteria by lactoferrin and other iron chelating agents. Biochem. Biophys. Acta, 170, 351, 1968.
6. Ashton, D. H. and Busta, F. F.: Milk components inhibitory to *Bacillus stearothermophilus* by iron, calcium and magnesium. Appl. Microbiol., 15, 628, 1968.
7. Park, S. Y., Yun, Y. H. and Kim, H. U.: Studies on the effects of several spices on the growth of *Lactobacillus casei* YIT9018, Korean J. Anim. Sci., 22(4), 301, 1980.
8. Corner, D. E. and Beuchat, L. R.: Effect of essential oils from plants on growth of spoilage yeast. J. Food Sci., 49, 429, 1984.
9. Yoo, J. Y., Min, B. Y., Suh, K. B. and Hah, D. M.: Effects of spices on the growth of lactic acid bacteria. Korean J. Food Sci. Technol., 10, 124, 1978.
10. Zaika, L. L. and Kissinger, J. C.: Fermentation enhancement by spices: identification of active component. J. Food Sci., 49, 5, 1984.
11. Nes, L. H. and Shjelkuels, R.: Effect of natural spices and oleosins on *Lactobacillus plantarum* in the fermentation of dry sausage. J. Food Sci., 47, 1618, 1984.
12. Zaika, L., Zell, T. E., Palumbo, S. A. and Smith, J. L.: Effect of spices and salt fermentation of lebanon bologna-type sausage . J. Food Sci., 43, 186, 1978.
13. Yang, M. S., Ha, Y. L., Nam, S. H., Choi, S. U. and Jang, D. S.: Screening of domestic plants with antibacterial activity. Agricultural Chemistry and Biotechnology., 38(6), 584, 1995.
14. Ueda, S., Yamashita, H., Nakajima, M. and Kuwabara, Y.: Antimicrobial activity of clove oil dispersed in a concentrated sugar solution. J. Food Science and Technology., 29(2), 111, 1982.
15. Kulshresta, D. C. and Marth, E. H.: Inhibition of bacteria by some volatile and non-volatile compounds associated with milk. J. Milk. Food Technol., 37, 510, 1974.
16. Kulshresta, D. C. and Marth, E. H.: Inhibition of bacteria by some volatile and non-volatile compounds associated with milk. J. Milk. Food Technol., 37, 593, 1974.
17. Kulshresta, D. C. and Marth, E. H.: Inhibition of bacteria by some volatile and non-volatile compounds associated with milk. J. Milk. Food Technol., 37, 600, 1974.
18. Kulshresta, D. C. and Marth, E. H.: Inhibition of bacteria by some volatile and non-volatile

- compounds associated with milk. J. Milk. Food Technol., 37, 606, 1974.
19. Lee, B. W. and S. D.H.: Screening of natural antimicrobial plant extract on food spoilage microorganisms. Korean J. Food Sci. Technol., 23, 200, 1991.
20. Lee, B. W. and S. D.H.: Antimicrobial effect of some plant extracts and their fractionates for food spoilage microorganism. Korean J. Food Sci. Technol., 23, 205, 1991.
21. Kim, S. J. and Park, K .H.: Antimicrobial substances in leek(*Allium tuberosum*). Korean J. Food Sci. Technol., 28(3), 604, 1996.
22. Cogan, T. M., Gilliland, S. E. and Speck, M. L.: Identification of stimulants for *Lactobacillus bulgaricus* in tomato juice. Applied Microbiology., 16, 1215, 1968.
23. Stamer, J. R., Albery, M. N. and Pederson, C. S.: Substitution of manganese for tomato juice in the cultivation of lactic acid bacteria. Applied Microbiology., 12, 165, 1964.