

무의 젖산균 증식촉진물질과 촉진작용

박경숙 · 경규항
세종대학교 식품공학과

Growth Stimulation of Lactic Acid Bacteria by a Radish Component

Kyung-Suk Park and Kyu-Hang Kyung
Department of Food Science, Sejong University

Abstract

Growth stimulatory material for lactic acid bacteria was extracted from radish and radish green juice and its growth stimulatory effect was tested. Dried methanol-precipitated growth stimulatory material was lightly grayish white powder. Its ash content is 44% and approximately 50% of the ash is sulfur. It has reddish brown color upon solubilization in water. The material had unchanged stimulatory effect when it was treated with proteinase or pectinase, or ashed. The growth stimulatory activity was dialyzable. The material was able to counteract the growth inhibitory effect of EDTA. When selected lactic acid bacteria were grown at 30°C for 24 hours in peptone(0.5%)-yeast extract(0.5%)-glucose(2%) broth with and without 0.5% growth stimulatory material, the material stimulated the growth of *Lactobacillus plantarum*, *L. fermentum*, *L. leichmanii*, *L. sake*, *L. brevis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecalis*, *S. lactis*, *S. cremoris* and *S. thermophilus* by 19, 1833, 133, 444, 840, 32, 14, 18, 6, 17, 4, 5 and 4 times, respectively.

Key words: growth stimulation, lactic acid bacteria, radish

서 론

김치, 깍두기, 오이 pickle이나 sauerkraut 등의 채소 발효식품은 배추, 무, 오이나 양배추와 같은 채소들에 소금을 첨가하여 적절한 온도조건에서 저장함으로써 만들어진다. 소금을 첨가한 채소류가 부패되지 않고 젖산 발효가 일어나는 것은 첨가한 소금이 다른 물리화학적 요인들과 함께 작용하여 젖산균의 번식을 돕고 젖산균과 경쟁관계에 있는 다른 미생물들의 증식을 저해함으로써 젖산발효가 잘 일어나는 것으로 알려져 있다¹⁻⁶⁾. 한편 젖산균은 diacetyl, 과산화수소나 젖산과 같은 향미생물성 물질을 생산하기 때문에 다른 미생물에 대해 우세할 수 있다고도 하였다⁷⁾.

채소들이 젖산발효가 잘 일어날 수 있다는 위의 여러 가지 설명들은 원료자체의 요인은 고려되지 않은 원료 외적인 요인들 뿐이다. 이 요인들이 채소의 젖산발효식품을 만드는 데 쓰이는 주원료인 채소자체의 요인 또한 고려되어야 한다고 생각된다.

식물 특히 채소나 향신료의 즙액이나 추출물을 인공 배지에 첨가하면 젖산균의 생육이 촉진된다는 보고는

많다⁸⁻¹²⁾. 이들 식물의 젖산균 증식촉진물질은 Mn^{2+} 이라는 보고가 있는가 하면^{13,14)}, thiamine, vitamin B₆와 B₁₂ 등의 비타민¹⁵⁾, thymine, deoxyribose, purine, pyrimidine 등을 포함하는 핵산관련물질^{16,17)}, 또 phenylalanine과 같은 아미노산¹⁸⁾이라고 알려져 있다. 이와 같이 식물의 즙액이나 추출물이 인공배지에서 젖산균의 번식을 촉진시키는 것은 젖산균은 생합성능력이 대단히 제한되어 있는데 인공배지에는 이상에서 언급한 물질들이 들어있지 않거나 또는 들어있다 하더라도 부족한 양이 있기 때문으로 설명되었다¹⁹⁾.

양배추는 품종에 따라서 젖산발효가 잘 일어나서 좋은 품질의 sauerkraut가 생산되는 것이 있는가 하면 그렇지 않은 것이 있고²⁰⁾ 좋은 발효가 일어나지 않는 품종은 아마도 젖산균 번식저해물질을 많이 함유하던가 또는 젖산균의 번식을 촉진시키는 물질이 부족할 것으로 추측되었다²¹⁾.

본 연구에서는 한국의 전통적인 채소발효식품의 중요한 원료인 무나 배추에서 젖산발효가 잘 일어난다는 사실에 근거를 두어 이러한 채소들에는 젖산균의 번식을 촉진시키는 물질이 들어 있을 것이라는 가정하에 무의 뿌리 및 잎으로부터 얻은 즙액으로부터 젖산균의 증식을 촉진시키는 분획을 분리하여 젖산균에 대한 생육촉진작용을 시험하였다.

Corresponding author: Kyu-Hang Kyung, Department of Food Science, Sejong University, Kunja-dong, Sungdong-ku, Seoul 133-747, Korea

재료 및 방법

재료

무와 무청은 1991년 7월과 9월 사이에 서울 가락동 농수산물시장과 서울 성동구 화양시장에서 수집하여 사용하였다. 단백질분해효소는 (주)Novo의 Alcalase 0.6 l 을 펙틴분해효소로는 (주)Novo의 Pectinex AP-18을 사용하였다. 망간을 함유한 시약으로는 $MnSO_4 \cdot H_2O$ (순정 화학주식회사)를 사용하였다.

균주

본 실험에 사용한 젖산균은 세종대학교 식품공학과에 보관 중인 것으로 김치에서 분리한 *Lactobacillus plantarum*, *L. fermentum*, *L. leichmanii*, *L. brevis*, *L. casei*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus pentosaceus*, *Streptococcus faecalis*와 낙농젖산균인 *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus lactis*, *S. cremoris* 및 *S. thermophilus*이었다.

무로부터 젖산균 증식촉진물질의 분리

무와 무청을 수돗물로 씻은 다음 2 cm 정도의 크기로 잘라 blender로 간 후 linen천으로 착즙하였다. 이 즙액을 100°C 에서 10분간 가열한 후 상온에서 냉각시켜 1100 ×g에서 20분간 원심분리(한일원심분리기)해서 얇은 밀 질색깔의 맑은 즙액을 얻었다. 이 즙액을 농축(진공회전농축기, 동경이화기기주식회사)시킨 다음, 액량의 3배 량이 되는 메탄올과 혼합했을 때 생기는 침전 중에서 다시 물에 녹는 부분을 재차 메탄올로 침전시켜 원심 분리한 후 60°C 에서 건조시켰다(Fig. 1).

시험배지와 젖산균의 배양

Peptone(0.5%)-yeast extract(0.5%)-glucose(2.0%)-agar(PYG agar) 배지에 젖산균을 접종하여 30°C 에서 48 시간 배양한 뒤 여기에 자란 세균을 다시 PYG액체배지에 접종하여 30°C 에서 24시간 동안 정지배양한 것을 종균으로 사용하였다. 젖산균의 번식촉진작용을 시험할 때는 100 ml 삼각플라스크에 PYG 100 ml와 함께 필요한 만큼 (0.1, 0.2, 0.5, 2.0%)의 번식촉진물질을 첨가하고 살균하여 여기에 위의 종균 1ml를 접종한 후 30°C 에서 24 시간 동안 120 rpm으로 진탕배양하였다. 무의 번식촉진물질의 촉진작용과 비교할 목적으로 lactobacilli MRS (Difco Laboratories, Detroit, MI) 액체배지에도 동시에 배양하였다.

Mn^{140} 의 생육촉진작용을 무청의 촉진작용과 비교하기 위하여 $MnSO_4 \cdot H_2O$ 를 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} 및 10^{-1} M을 무의 촉진물질과 같은 방법으로 첨가하여 시험하였다. $MnSO_4$ 를 첨가할 때는 pH가 낮아지기 때문에 pH를 6.0으로 조정하였다.

EDTA 0.01, 0.05, 0.1, 0.5 및 1.0 mM을 PYG 배지에 첨가하여 젖산균의 생육이 저해되는 농도를 알아보고,

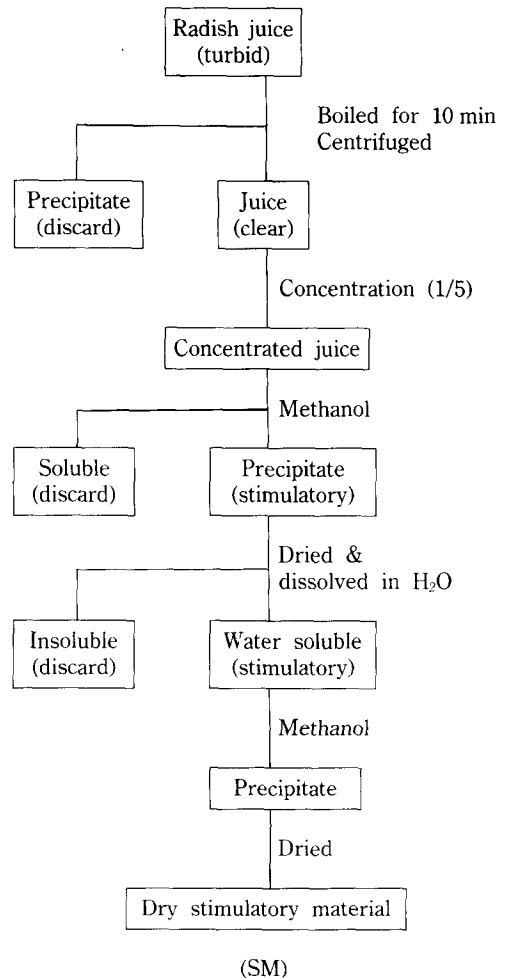


Fig. 1. Flow diagram for the extraction of growth stimulatory material from radish

생육이 저해되는 EDTA의 농도에서 저해를 극복하여 젖산균이 잘 번식하는 무의 촉진물질과 Mn의 농도를 찾기 위해 촉진물질은 0.005, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, 0.05, 0.1, 0.2, 0.5%를, 그리고 $MnSO_4$ 는 10^{-6} , 10^{-5} , 10^{-4} , 10^{-3} , 10^{-2} M을 첨가하였다.

젖산균 번식촉진물질의 전처리

촉진물질 0.5g을 600°C 에서 6시간 회화한 후 PYG배지에 첨가하여 증식촉진작용을 시험하였다. 또한 촉진물질을 단백질분해효소 및 펙틴분해효소로도 처리하였다. 단백질분해효소 처리시 촉진물질 0.5g을 5ml의 증류수에 넣고 효소를 0.2 ml 첨가한 후 pH를 7.5로 조절하고 55°C 에서 30분간 처리하였다. 펙틴분해효소 처리시 역시 촉진물질 0.5g을 5ml의 증류수에 넣고 펙틴분해효소 0.2 ml를 첨가한 후 pH를 5.0으로 조절한 다음 55°C 에서 100분간 처리하였다. 효소처리가 끝났을 때 반

용액을 100°C에서 5분간 가열하여 효소를 불활성화시켰다. 또한 효소액 자체에 의한 영향을 알기 위해 증류수 5 ml에 효소를 첨가하고 pH를 조절하여 불활성화시킨 액을 위의 처리된 촉진물질의 경우와 같이 사용하였다. 촉진물질 0.5g을 투석용 튜브에 넣고 4°C에서 24시간 동안 증류수로 투석시킨 후 잔류물과 투석액을 농축시켜 PYG에 첨가하여 증식촉진여부를 시험하였다.

촉진물질의 무기질 함량측정

젖산균 번식촉진물질 3g을 취하여 600°C에서 24시간 회화시킨 후 잔류물의 무게를 달아 회분의 양으로 하였고 이 재를 2% HNO₃에 녹인 다음 여과하여 inductively coupled plasma(Jobin Yvon, JY 38 Plus)로 주요 원소의 함량을 분석하였다.

생균수, pH 및 적정산도의 측정

생균수, pH 및 적정산도는 매 3시간 간격으로 측정하였다. 생균수 측정시에는 배양액 1 ml를 취하여 적절히 희석한 후 plate count agar(Difco Laboratories, Detroit, MI)에 평판주거법으로 접종하고 30°C에서 24~48시간 배양한 후에 나타난 집락수를 colony-forming unit로 표시하였다. 배양액의 pH는 pH meter(Dong-Woo Medical System, Model DP-215M)로 측정하였고, 적정산도의 측정에는 배양액 10 ml를 취하여 phenolphthalein을 지시약으로 해서 0.1 N-NaOH로 중화적정하여 소비된 알칼리의 양을 젖산의 양으로 환산하였다.

결과 및 고찰

젖산균 증식촉진물질의 추출 및 성질

농축된 무와 무청의 농축액에 3배량의 메탄올을 혼합하였을 때 침전되는 부분(Fig. 1)에서 젖산균의 증식 촉진작용이 두드러지게 나타났다. 메탄올로 침전시킨 번식촉진물질은 건조되었을 때 회색을 약간 띠는 백색 분말이었고 물에 잘 녹으며 물에 녹았을 때 농도에 따라 다르지만 갈색을 띤다. 0.5% 이상도 물에 잘 녹으나 PYG에 0.5%를 첨가하여 살균하면 침전이 생겼으나 그 이하에서는 침전이 생기지 않았다.

*L. plantarum*을 시험균으로 하여 촉진물질을 단백질 분해효소 및 펙틴분해효소로 처리한 것과, 회화한 것 그리고 투석한 것을 각각 PYG배지에 첨가하여 이 젖산균의 증식에 미치는 영향을 Table 1에 나타내었다.

촉진물질의 촉진기능이 단백질이나 펙틴이었던지를 평가해보기 위해 단백질분해효소와 펙틴분해효소로 각각 처리하였을 때 활성의 변화가 없었다. 촉진물질을 투석하였을 때는 대부분의 활성부분이 투석되었고 이로서 활성을 가지는 성분은 저분자량의 물질임을 알았다. 한편, 회화된 촉진물질을 첨가하였을 때에 원래의 촉진물질의 활성이 회분에 잔존하였던 것으로 보아 무로부터 추출한 젖산균 증식촉진물질의 본질은 무기질인 것으로

Table 1. The effect of different treatments of stimulatory material(SM) on the growth of *Lactobacillus plantarum*

Treatment of SM (0.5%) in PYG	Viable count (CFU/ml)
No SM	4.8×10^7
Untreated SM	9.2×10^8
Ashed SM	1.6×10^9
Dialyzed SM	9.4×10^7
Dialyzed of SM	5.6×10^8
Pectinase solution only	8.3×10^7
Pectinase treated SM	5.0×10^8
Proteinase solution only	5.8×10^7
Proteinase treated SM	7.8×10^8

Table 2. The mineral composition of growth stimulatory material

Total ash	Mn	Na	Ca	Mg	S
44%	0.59%	0.09%	2.54%	0.76%	24%

생각된다. 실제로 식물의 조직에는 Mn의 함유량이 많고 Mn의 함유량이 적은 육류 등의 발효시에 향신료 또는 Mn을 첨가하거나^(11,12) 실험실용 인공배지에 젖산균을 배양할 때 Mn을 첨가하면^(13,14,21,22) 발효가 잘되고 젖산균의 증식이 촉진된다는 보고가 있다. 회화된 부분에 증식촉진효과가 잔존하였기 때문에 촉진물질의 무기질 부분이 중요하므로 회분분석을 하여본 결과 회분함량은 약 44%이었고 이 중에서 대표적인 무기물을 분석한 결과 (Table 2) Mn의 함량은 0.59%로서 무기물의 주성분은 아니었다. 현재로서는 회분의 주성분이 밝혀지지 않았고 SO₄²⁻ (약 24% w/w) 이온이 특이하게 많이 함유되어 있으나 계속적인 분석이 필요하다.

젖산균 증식촉진물질의 효과

김치로부터 분리한 젖산균과 일부 낙농젖산균을 PYG배지와 PYG에 0.5%의 젖산균 증식촉진물질을 첨가하여 일괄적으로 30°C에서 24시간 배양하였을 때의 결과는 Table 3과 같은데 *Lactobacillus plantarum*, *L. fermentum*, *L. leichmanii*, *L. sake*, *L. brevis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecalis*, *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. thermophilus*에 대해 각각 19, 1833, 133, 444, 840, 32, 14, 18, 6, 17, 4, 5 및 4배의 증식촉진효과가 있었다. 이 결과에서 볼때 무의 촉진물질은 *L. fermentum*, *L. leichmanii*, *L. sake* 및 *L. brevis*와 같은 젖산균에 대한 증식촉진효과가 대단히 강하였다. 그러나 젖산균에 대해서는 대체적으로 30배 이내의 비교적 낮은 촉진효과가 관찰되었다. *L. sake*와 *L. brevis*에 대해서는 MRS

Table 3. Growth of selected lactic acid bacteria on PYG, PYG+SM and MRS broth

Lactic acid bacteria	Viable count (CFU/ml)		
	PYG	PYG+ SM (0.5%)	MRS
<i>Lactobacillus plantarum</i>	4.8×10^7	9.2×10^8	2.3×10^9
<i>fermentum</i>	1.2×10^5	2.2×10^8	4.0×10^8
<i>leichmanii</i>	9.0×10^6	1.2×10^9	6.5×10^8
<i>acidophilus</i>	2.8×10^7	9.0×10^8	2.0×10^9
<i>sake</i>	1.8×10^6	8.0×10^8	6.4×10^8
<i>brevis</i>	2.5×10^6	2.1×10^9	5.6×10^8
<i>casei</i>	3.0×10^7	4.3×10^8	2.7×10^9
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	2.5×10^8	1.5×10^9	1.3×10^9
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	6.5×10^7	1.2×10^9	1.9×10^9
<i>Streptococcus lactis</i>	1.8×10^8	7.2×10^8	6.0×10^8
<i>cremoris</i>	4.2×10^7	2.1×10^8	1.6×10^9
<i>thermophilus</i>	1.3×10^8	4.9×10^8	1.2×10^9
<i>faecalis</i>	5.7×10^7	9.8×10^8	2.1×10^9

배지에 배양하였을 때보다 24시간 배양 후의 세균생균 수가 많았음은 특기할 만한 사항이었다. 기타 젖산균들의 경우 MRS배지와 비슷하거나 다소 낮은 증식 결과를 보이기도 하였다.

PYG에 촉진물질을 0.1, 0.2와 0.5%를 첨가하여 김치류의 대표적인 젖산균 3가지(*L. plantarum*, *L. mesenteroides*, *P. pentosaceus*)와 낙농젖산균 1가지(*L. acidophilus*)를 배양하면서 시간의 경과에 따른 젖산균 생균수, pH 및 적정산도의 변화를 관찰하였는데 Fig. 2에 *L. plantarum*의 결과만을 나타내었다. *L. plantarum* 배양시 control배지(PYG)에서는 9시간만에 대수증식기가 끝나고 정상기에 진입하였다. 그러나 증식촉진물질이 첨가되었을 때는 대수증식기가 연장되었고 그 연장의 정도는 첨가한 촉진물질의 양이 많을 수록 길었다. 적정산도도 첨가한 촉진물질의 양에 따라 달라졌으며 그 양이 많았을 때 적정산도도 더 높게 나타났다. Control배지에 *L. plantarum*을 배양하였을 때는 배양 9시간째에 젖산균의 증식이 멈추어졌는데 이 때의 배양액의 적정산도(0시간에 0.12에서 9시간째에 0.14)나 pH(0시간에 5.92에서 9시간째에 5.46)의 변화는 거의 없었던 때이었다(Fig. 2). 그러나 촉진물질을 0.5% 첨가하였을 때는 번식이 정지되었던 15시간째의 적정산도가 0.44%이었고 pH는 3.94이었다. 위와 같은 현상은 시험한 다른 세가지 젖산균에서도 모두 유사하게 나타났다(data not shown). 촉진물질을 첨가했을 때에 pH는 control배지에 배양했을 때보다 낮았음에도 불구하고 세균의 증식은 계속되었던 점으로 미루어 보아 촉진작용은 이 물질이 갖는 완충작용(Fig. 2의 산도 변화곡선을 보면 촉진물질 0.5%를 첨가하였을 때는 0.1%를 첨가하였을 때보다 산생성이 훨씬 많은데 pH는 같은 점으로 보아 어느 정도의 완충능력을

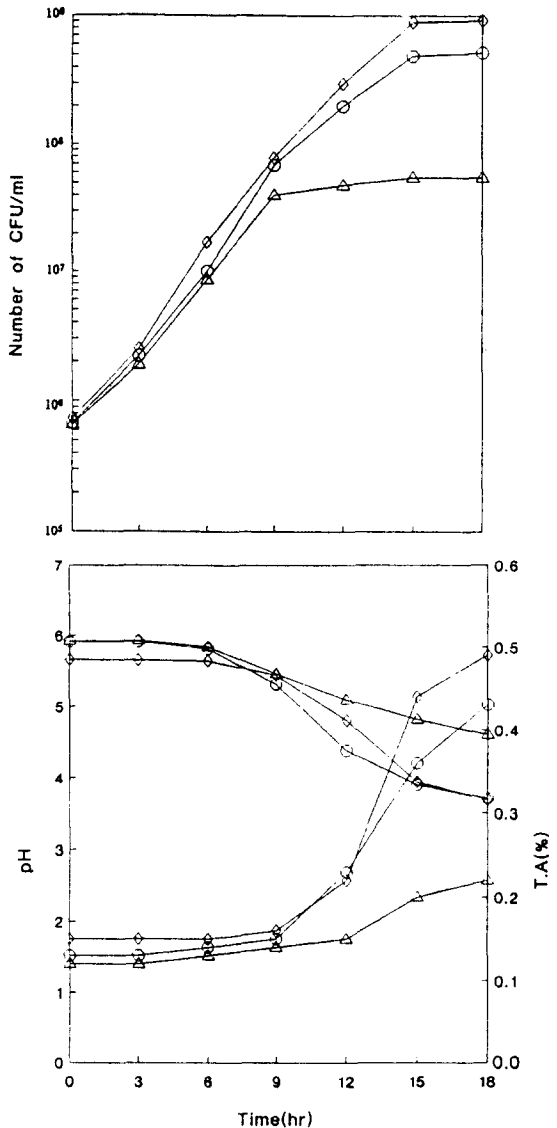


Fig. 2. Time course of changes in growth, pH and titratable acidity when *L. plantarum* was grown in PYG with different amounts of stimulatory material (SM)
 △-△: PYG, ○-○: PYG+SM(0.1%), ◇-◇: PYG+SM(0.5%)

가진 듯함) 때문만은 아닌 것 같다.

Mn의 젖산균 증식촉진효과

Mn을 $MnSO_4$ 로서 또한 여러가지 향신료에서 추출하여 첨가하였을 때⁽¹⁴⁾ 젖산균의 증식을 촉진하였다는 보고가 있었기 때문에 무로부터 추출한 젖산균 촉진물질의 활성성분과의 관계를 알아보기 위하여 $MnSO_4$ 와 무의 촉진물질을 따로 첨가하고 *L. plantarum*의 증식, pH 및 적정산도의 변화를 비교하여 보았다. $MnSO_4$ 는 10^{-2} M을

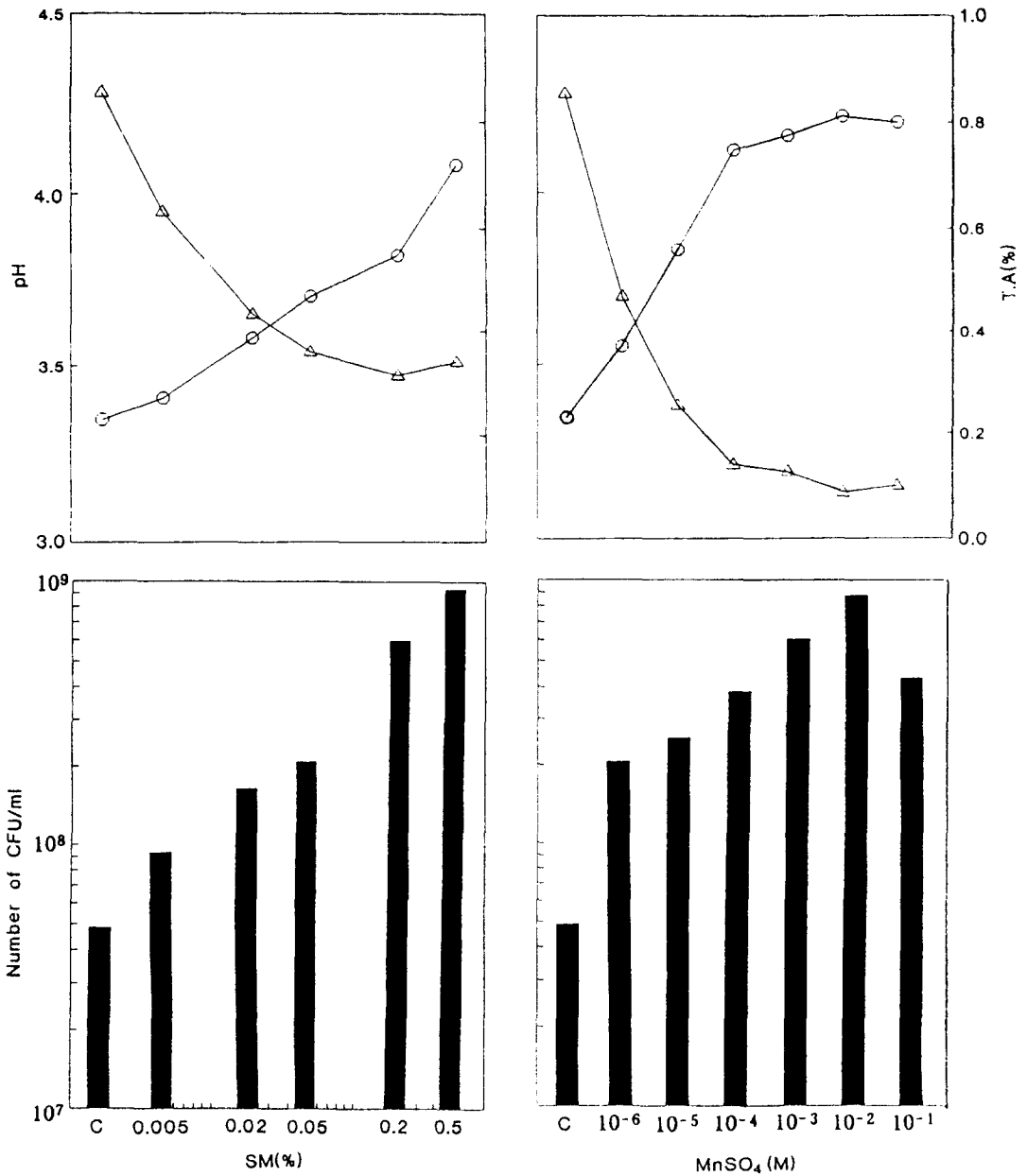


Fig. 3. Time course of changes in growth, pH and titratable acidity when *L. plantarum* was grown at 30°C for 24 hr with different amounts of MnSO₄ and stimulatory material from radish in PYG
 △-△; pH, ○-○; titratable acidity(%). C; PYG

첨가하였을 때에 최대 생균수(8.4×10⁸ cells/ml)를 나타내다가 10⁻¹M에서는 오히려 약간 감소하였다. 무의 축진물질을 0.5% 첨가하였을 때는 MnSO₄ 10⁻²M을 첨가하였을 때와 비슷한 정도의 생균수를 나타내었으나 그 첨가량을 2.0% 정도로 높여 첨가하여도 젖산균의 증식 촉진 정도가 낮아지지는 않았다(Fig. 3). MnSO₄를 첨가

하여 *L. plantarum*을 배양하였을 때와 무의 축진물질을 첨가하여 배양했을 때를 비교하여 보았을 때, 비슷한 산도에서도 축진물질을 첨가하였을 때의 pH가 상대적으로 낮았던 것은 Fig. 2에서와 같이 무의 축진물질은 pH에 대한 완충작용이 있는 것으로 생각된다.

Fig. 4는 MnSO₄와 무의 축진물질에 들어 있는 Mn이

같은 농도에서 *L. plantarum*의 증식에 미치는 연구를 한 것으로서 $MnSO_4$ 의 Mn은 무의 촉진물질의 Mn에 비해 낮은 농도에서는 젖산균의 생균수 증가효과가 높았으나 그 첨가농도가 증가되었을 때 젖산균 생균수의 증가효과는 대단히 미비하였다. 그에 비해 무의 촉진물질의 Mn은 그 양이 증가함에 따라 생균수 증가효과가 월등히 높았다. 따라서 촉진물질의 젖산균 증식촉진작

용을 갖는 성분은 Mn이외의 다른 물질일 수 있다고 추측되어지나 아직 밝혀지지는 않았다.

EDTA의 젖산균 증식저해에 대한 $MnSO_4$ 와 촉진물질의 반전효과

무의 젖산균 증식촉진작용을 갖는 성분이 무기물이기는 하지만 촉진양상을 비교하여 본 결과 Mn과는 다른 무기물이라고 생각되었다. Mn이나 기타의 무기물이 젖산균의 증식촉진작용을 갖는다면 이 물질들은 EDTA에 의한 미생물의 생육저해를 극복시킬 수 있으므로 우선 PYG에 *L. plantarum*을 배양할 때 젖산균의 증식을 저해하는 EDTA의 농도를 실험으로 찾아내었다(Fig. 5). PYG액배지에 EDTA가 0.1 mM 이하일 때는 거의 정상적인 증식을 하였으나 0.5 mM 이상 들어 있을 때는 증식을 하지 못하였다. 그러나 Fig. 5에서 볼 수 있듯이 약 1.0×10^6 cells/m/ 정도의 세균이 관찰되는 것은 EDTA가 젖산균의 증식을 저해하더라도 사멸시키지는 않음을 알 수 있었다.

EDTA에 의한 젖산균의 생육저해를 반전시킬 수 있는 Mn과 생육촉진물질의 농도를 알기 위해 EDTA를 1 mM씩 첨가하고 $MnSO_4$ 와 무의 촉진물질에 의한 저해반전을 시험하였다. $MnSO_4$ (Fig. 5) 10^{-5} M에서는 EDTA의 생육저해 때문에 젖산균이 증식하지 못하였으나 10^{-4} M의 농도에서는 저해를 극복하기 시작하여 약간의 번식이 나타났고 10^{-3} M이 첨가되었을 때에 EDTA가 첨가되지 않았을 때와 마찬가지로 잘 증식하였다. 한편 무의 촉진물질(Fig. 5) 0.01%(Mn 10^{-5} M에 해당됨) 이하를 첨가하였을 때는 젖산균이 EDTA의 저해를 극복하지 못하였으나 0.02%(Mn 2×10^{-5} M에 해당됨)에서부터는 정상적인 증식을 하여 촉진물질의 중요한 성분은 무기질이라는 것을 알 수 있었으나 Mn에 비해 훨씬 강력한 효과를 나타내는 것으로 보아 촉진물질의 본질은

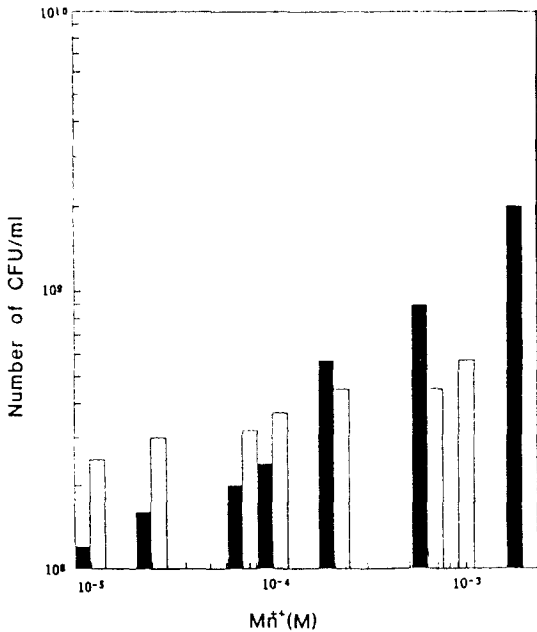


Fig. 4. Comparison of growth stimulatory effect on *L. plantarum* of $MnSO_4$ and stimulatory material from radish at the same mole concentration of Mn^{2+}
 □; $MnSO_4$, ■; radish stimulatory material

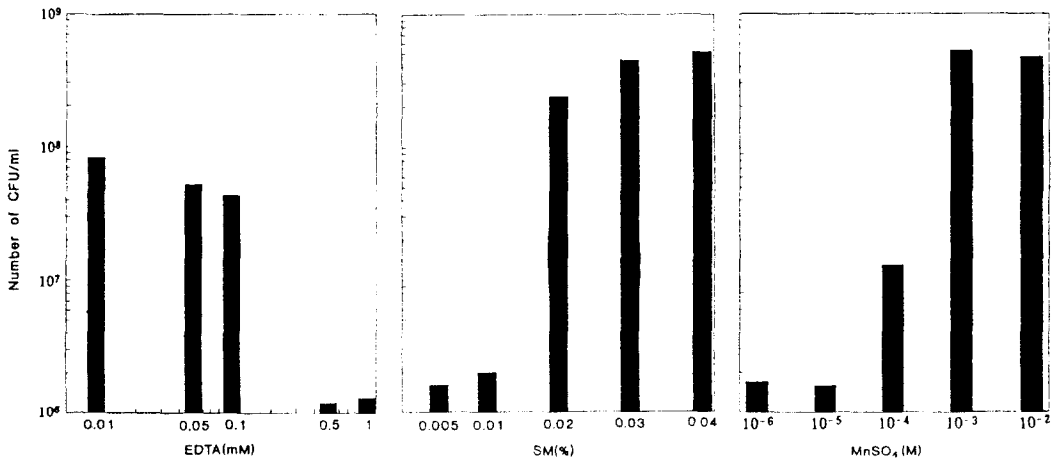


Fig. 5. Inhibitory effect of EDTA on the growth of *L. plantarum* and the counteracting effect of $MnSO_4$ and stimulatory material (SM) from radish against the growth inhibitory effect of EDTA (1 mM)

Mn이 아닌 듯하다. 즉 무의 축진물질은 $MnSO_4$ 의 Mn보다 50분의 1 정도의 Mn 양으로도 1 mM의 EDTA의 생육저해작용을 상쇄하였다. 또한 $MnSO_4$ 의 Mn은 EDTA의 생육저해를 극복하지 못하는 농도와 이를 확실히 극복할 수 있는 농도의 범위가 대단히 광범위하였던 데 비해 무의 축진물질의 Mn은 그 범위가 대단히 좁았다.

요 약

무에서 젖산균의 증식축진물질을 분리하여 이 물질의 물리화학적 성질과 함께 젖산균의 증식에 미치는 축진작용을 연구하였다. 무의 젖산균 증식축진물질은 메탄올에 침전되며 메탄올을 증발시켰을 때는 회색을 띠는 흰색가루상의 물질로서 수용액에서 적갈색을 띠었고 회분의 함량은 약 44%이었다. 이 축진물질은 단백질분해효소나 펙틴분해효소로 처리하였을 때 활성의 변화가 없었다. 회화하여도 활성의 변화가 없었던 것으로 보아 무기질이 활성성분으로 중요하였다. 축진물질은 0.02% ($Mn \times 10^{-5}$ M에 해당됨)의 농도에서 EDTA(1 mM)에 의한 젖산균 증식저해를 정상적으로 회복시켰다. 그러나 이 활성물질의 본질은 아직 규명되지 않았으나 황의 함유량이 특히 높게 분석되었다. 젖산균 증식축진물질 0.5%를 peptone-yeast extract-glucose(PYG) 액체배지에 첨가하여 *Lactobacillus plantarum*, *L. fermentum*, *L. leichmanii*, *L. sake*, *L. brevis*, *L. acidophilus*, *L. casei*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Streptococcus faecalis*, *S. lactis*, *S. cremoris*, *S. thermophilus*를 배양하였을 때, PYG에 축진물질의 첨가없이 배양하였을 때에 비해 각각 19, 1833, 133, 444, 840, 32, 14, 18, 6, 17, 4, 5 및 4배의 증식축진효과가 있었다. 따라서 무와 같은 채소류에는 젖산균의 증식을 촉진하여 젖산발효를 잘 일어나게 하는 물질이 함유되어 있음이 확인되었다.

문 헌

- Margalith, P.Z.: *Flavor Microbiology*. C.C. Thomas Publ., Springfield, IL., p.140(1981)
- Fleming, H.P., McFeeters, R.F. and Daeschel, M.A.: The Latobacilli, Pediococci and Leuconostocs: Vegetable products. In *Bacterial starter cultures for foods*. Gilliland, S.E.(ed.), CRC Press. Inc. p.111(1988)
- 최신양, 구영조 : 김치의 과학기술(제 2보). 한국식품개발연구원, p.53(1990)
- Frazier, W.C. and Westhoff, D.C.: *Food Microbiology*. 3rd edition, McGraw-Hill Book Co., p.368(1978)
- Stamer, J.R.: Fermented Vegetables. New York State Agricultural Experiment Special Resport. 16, 20(1974)
- Stamer, J.R.: Lactic acid fermentation of cabbage and cucumber. In *Biotechnology*, vol. 5, Reed, G.(ed.), Verlag Chemie, p.369(1983)
- Lewus, C.B., Sun, S. and Montville, T.J.: Production of an amylase-sensitive bacteriocin by an typical *Leuconostoc paramesenteroides* strain. *Appl. Environ. Microbiol.*, 58, 143(1992)
- Metcalf, D.G., Hucker, J. and Carpenter, D.C.: A growth factor in certain vegetable juices. *J. Bacteriol.*, 51, 381(1946)
- Yoo, J.Y., Min, B.Y., Suh, K.B. and Hah, D.M.: Effect of spices on the growth of lactic acid bacteria. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 10, 124(1978)
- 김호식, 전재근 : 오이에 대한 유산균 생육촉진 인자에 관하여. 한국농화학회지, 9, 35(1968)
- Zaika, L.L., Zell, T.E., Palumbo, S.A. and Smith, J.L.: Effect of spices and salt on fermentation of lebanon bologna-type sausage. *J. Food Sci.*, 43, 186(1978)
- Nes, I.F. and Skjelkvale, R.: Effect of natural spices and oleoresins on *Lactobacillus plantarum* in the fermentation of dry sausage. *J. Food Sci.*, 47, 1618(1982)
- Stamer, J.R., Albury, M.N. and Pederson, C.S.: Substitution of manganese for tomato juice in the cultivation of lactic acid bacteria. *Appl. Microbiol.*, 12, 165(1964)
- Zaika, L.L. and Kissinger, J.C.: Fermentation enhancement by spices: identification of active component. *J. Food Sci.*, 49, 5(1984)
- Shorb, M.S.: Activity of vitamin B₁₂ the growth of *Lactobacillus lactis*. *Science*, 107, 397(1948)
- Heimbuch, A.H., Aurand, L.W. and Speck, M.L.: Some characteristics of a growth stimulant in corn steep liquor for *Lactobacillus casei*. *J. Bacteriol.*, 72, 543(1956)
- Cogan, T.M., Gilliland, S.E. and Speck, M.L.: Identification of stimulants for *Lactobacillus bulgaricus* in tomato juice. *Appl. Microbiol.*, 16, 1215(1968)
- Zuraw, E.A., Speck, M.L., Aurand, L.W. and Tove, S. G.: Purification of stimulants from condensed corn-fermentation solubles active for *Lactobacillus casei* in milk. *J. Bacteriol.*, 80, 457(1960)
- Thornhill, P. and Cogan, T.M.: Effect of fruit on growth of *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus*. *J. Dairy Res.*, 44, 155(1977)
- Stamer, J.R., Dickson, M.H., Bourke, J.B. and Stoyla, B.O.: Fermentation patterns of poorly fermenting cabbage hybrids. *Appl. Microbiol.*, 18, 323(1969)
- Raccach, M. and Marshall, P.S.: Effect of manganese ions on the fermentative activity of frozen-thawed *Lactobacilli*. *J. Food Sci.*, 50, 665(1985)
- Raccach, M.: Manganese and lactic acid bacteria. *J. Food Prot.*, 48, 895(1985)
- Zaika, L.L. and Kissinger, J.C.: Inhibitory and stimulatory effects of oregano on *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus cerevisiae*. *J. Food Sci.*, 46, 1205(1981)

(1992년 7월 11일 접수)