J. Fd Hyg. Safety 12(3), 175 - 180(1997)

발효유제품내에서 *Escherichia coli* O157:H7과 *Salmonella* ser. *typhimurium*의 생존

안영태 · 임정현 · 강호진 · 장영호* · 김현욱†
*서울대학교 동물자원과학과, *안동전문대학*

Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* ser. *typhimurium* in Fermented Milk Products

Young Tae Ahn, Jung Hyun Lim, Ho Jin Kang, Young Ho Jang*, and Hyun Uk Kim†
Department of Animal Science and Technology, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea
**Andong College, Kyungbuk 760-820, Korea*

ABSTRACT — *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* ser. *typhimurium* are pathogens involved in food poisoning in numerous countries. This study aimed to obtain knowleges on the survival of *E. coli* O157:H7 KSC 109 and *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028 in fermented milk products which were on sale in Suwon Yakult supplier. To the final concentration of $10^3 \sim 10^4$ cfu/m*l* of *E. coli* O157:H7 KSC 109 or *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028 in the fermented milks, Metchnikoff, Ace, Yakult, Mastoni and Super100 were inoculated with these pathogens and then were stored at 4°C and viable cells of these pathogens were periodically counted. The results showed that the survival of two pathogens differed in the different types of fermented milks tested. Number of surviving *E. coli* O157:H7 KSC 109 and *S.* ser. *typimurium* ATCC 14028 cells (initial inoculum, $10^3 \sim 10^4$ cfu/m*l*) were decreased to 10^1, 10^2 cfu/m*l* in Ace after 100 hours, and were decreased gradually to 10^1 cfu/m*l* in Yakult after 250 hours. In the other fermented milks, viable cells of *E. coli* O157:H7 KSC 109 was not drastically decreased but those of *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028 was decreased gradually to 10^2 (Mastoni), and to 10^1 cfu/m*l* (Super100) after 250 hours. It appeared that *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028 was more susceptible than *E. coli* O157:H7 KSC 109 at low pH. Vibale cells of *E. coli* O157:H7 KSC 109 was not drastically decreased in most of fermented milks tested except Ace and Yakult, but in general, *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028 was drastically decreased in most of the fermented milks. The major inhibition factor against these pathogens in the fermented milks during storage at 4°C appeared to be the acidity and the metabolites produced by the starters bacteria used in fermented milk products.

Key words □ *Escherichia coli* O157:H7, Fermented Milk, *Salmonella* ser. *typhimurium*, Survival, pH

서 론

Escherichia coli O157:H7과 *S.* ser. *typhimurium*은 식품과 물에 의해 전염되는 식중독 미생물이다. *E. coli* O157:H7은 1982년 미국에서 집단 식중독 발생의 원인균으로 보고되면서 주요한 식중독 병원균으로 주목 받기 시작했다. 그 후 집단적 식중독 발생은 미국뿐만 아니라 캐나다 등 세계 여러 나라에서 보고되고 있으며,[1,2] 1996년에는 일본에서 1만 여명의 환자가 발생하는 대형 식중독이 발생하여 우리 나라에서도 *E. coli* O157:H7에 많은 관심이 집중되고 있다.[1-5]

병원성 *E. coli*는 ETEC(enterotoxigenic *E. coli*), EPEC (enteropathogenic *E. coli*), EHEC(enterohemorrhagic *E. coli*), EIEC(enteroinvasive *E. coli*) 등으로 분류되며 *E. coli* O157:H7은 EHEC에 속하며 verotoxin을 생산하고 용혈성 요독증후군(Hemolytic Uremic Syndrome-HUS), 출혈성 장염

† Author to whom correspondence should be addressed.

(Hemorrhagic colitis) 및 혈소판 감소성 자반증(Thrombotic Thrombocytopenic Purpura-TTP) 등을 유발하며,[1,2,5,6] 병원성 *Salmonella*균은 장염, 식품질환중, 또는 몇몇 장기의 패혈증(septicemia)을 동반한 국소성 병소 등을 일으키는 중요한 장관내 감염 세균이다.[7-9] *E. coli* O157:H7은 다른 식중독 병원균들과 달리 약 10개 또는 그 이하의 세포가 식중독을 일으킬 수 있으며, 내산성(4°C로 저장한 pH 3.7의 사과쥬스에서 20일 동안 생존)이 강하고, 식품보존제에 대한 내성(6.5% sodium chloride에서 생장)을 갖고 있다.[2]

식품에서의 이들 식중독미생물에 대한 생물학적 억제방법으로서 젖산균을 이용한 연구가 많이 보고되고 있다.[4,10-16] 장내에 정착한 젖산균은 유기산 또는 길항물질 등을 생산하여 장내 유해균의 정착 · 증식을 억제하고 장내 유해균의 유독 물질(Endotoxin, Amine, H_2S 등) 생산을 억제하거나 생산된 유독 물질을 분해 또는 불활성화 시킨다.[17] 젖산균 발효유는 이러한 젖산균의 장점을 극대화한 식품으로서 발효유를 섭취한 사람에서 장내 정상균총의 유지, 장내 유해균의 생장억제, 항암성 및 면역증진, 혈중 cholesterol 저하 등의 건강 증진효과를 나타내는 것으로 보고되고 있다.[17-22]

이 연구에서는 시판되고 있는 발효유제품내에서 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028의 생장이 억제되는 효과를 연구하여 이 식중독 미생물의 실용적인 억제방법을 위한 기초 지식을 얻고자 시행되었다.

재료 및 방법

시험균주

시험균주는 경상대학교 수의과대학에서 분양받은 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028을 사용하였으며, Tryptic soy broth(Difco)에 접종하여 37°C에서 2회 계대 배양한 다음 시험에 사용하였다.

시험 발효유제품

시험에 사용한 발효유제품은 한국야쿠르트유업(주)가 제조 시판하고 있는 Metchnikoff(A), Ace(B), Yakult(C), Mastoni(D), 그리고 Super100(E)을 수원시내 보급소에서 구입하여 사용하였으며 비교시험을 위하여 시판되고 있는 우유를 구입하여 시험에 사용하였다.

시험 제품들의 pH는 pH meter(Tokyo, Photoelectronic Co., Ltd, Japan)를 사용하여 측정하였다.

E. coli O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028의 생존 세포측정

시험에 사용한 발효유제품과 시유 100 m*l*에 최종 균체 농도가 10^3~10^4 cfu/m*l* 수준이 되도록 각 시험균주를 접종한 다음 4°C에 저장하면서 시간별로 시험균들의 생존균수를 측정하였다.

E. coli O157:H7 KSC 109는 리터당 0.035 mg의 Methylene blue를 첨가한 Levine EMB agar(Difco)평판에서, *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 Bismuth sulfite agar(Difco) 평판에 적절히 희석된 시료액을 분산 접종하고 37°C에서 48시간 배양한 다음 적정수의 특징적 균락이 형성된 평판을 선택하여 각각 생존균수를 측정하였다.

결 과

각 시험 발효유제품에 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028을 접종한 다음 4°C에 저장하면서 생존하는 시험균주의 균수를 측정한 결과는 Fig. 1~5와 같다.

Metchnikoff, Ace, Yakult, Mastoni 그리고 Super100의 pH는 각각 4.1~4.5, 3.7~3.9, 3.7~3.9, 4.1~4.5 그리고 4.1~4.4 이고 우유의 pH는 6.5~6.7이었다.

Metchnikoff(A)에서 10^4 cfu/m*l* 수준으로 접종한 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 4°C 250시간 저장시 각각 10^3, 10^2 cfu/m*l* 수준으로 감소하여 *E. coli* O157:H7 KSC 109는 감소 규모가 비교적 적었지만 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 현저한 감소가 나타났다.

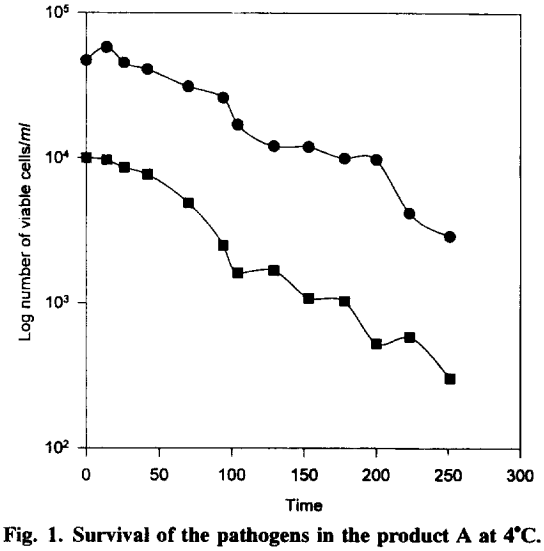

Fig. 1. Survival of the pathogens in the product A at 4°C. —●— *E. coli* O157:H7 KSC 109, —■— *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028

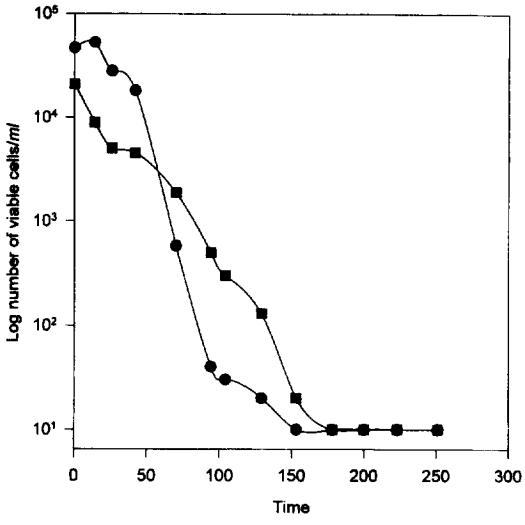

Fig. 2. Survival of the pathogens in the product B at 4°C. —●— *E. coli* O157:H7 KSC 109, —■— *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028

Ace(B)에서 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 4°C 100시간 저장시에 각각 10^1, 10^2 cfu/m*l* 수준으로 감소하였고, *E. coli* O157:H7 KSC 109는 비특이적인 미세균락들을 형성하였다. 또한 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028도 150시간 저장시험에서 10^1 cfu/m*l* 수준으로 감소하였다.

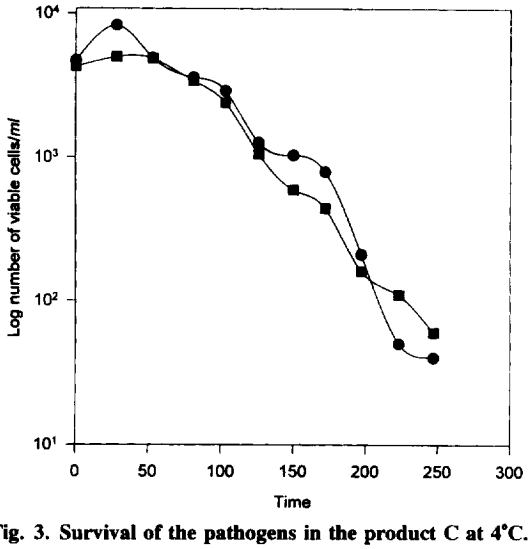

Fig. 3. Survival of the pathogens in the product C at 4°C. —●— *E. coli* O157:H7 KSC 109, —■— *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028

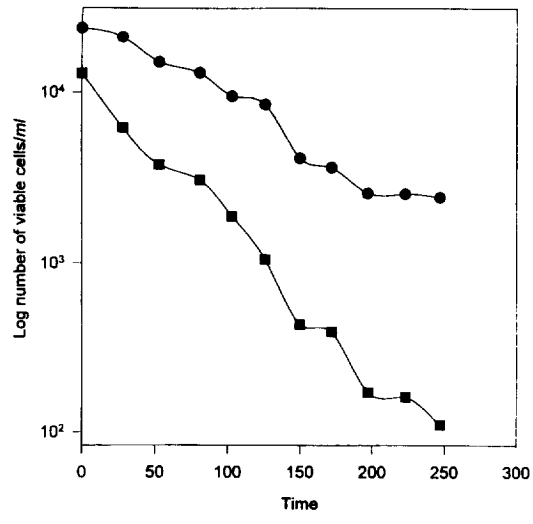

Fig. 4. Survival of the pathogens in the product D at 4°C. —●— *E. coli* O157:H7 KSC 109, —■— *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028

Yakult(C)에서 시험균주들은 저장시간이 경과함에 따라 생존균수가 감소하여 4°C 250시간 저장시에 10^1 cfu/m*l* 수준으로 감소하였으며, *E. coli* O157:H7 KSC 109는 비특이적인 미세균락들을 형성하였다.

Mastoni(D)에서 *E. coli* O157:H7 KSC 109는 현저한 감소가 없었으나 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 저장시

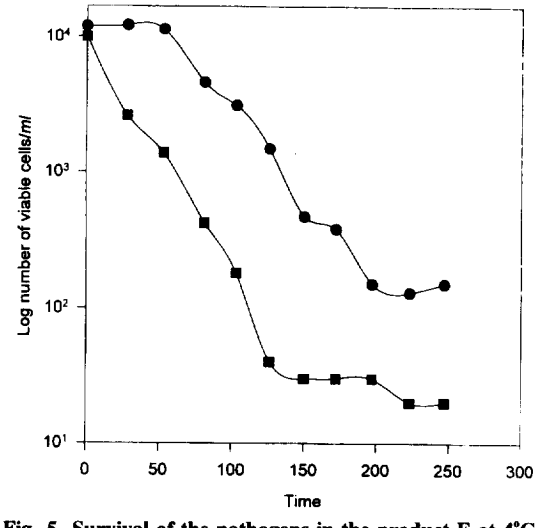

Fig. 5. Survival of the pathogens in the product E at 4°C. —●— *E. coli* O157:H7 KSC 109, —■— *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028

간이 경과함에 따라 감소하여 4°C 250시간 저장시에 10^2 cfu/ml 수준으로 감소하였으며, Super100(E)에서는 저장시간이 경과함에 따라 생존균수가 감소하여 4°C 250시간 저장시에 각각 10^2, 10^1 cfu/ml 수준으로 감소하여 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028의 생존균수 감소가 더 크게 나타났다.

시판되고 있는 우유내에서 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 4°C 250시간 저장 후 각각 10^3 cfu/ml 수준의 생존을 나타내 시험한 발효유 제품들에서 보다 높은 생존을 나타냈다.

고 찰

4°C로 저장된 발효유제품내에서 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 발효유제품의 종류에 따라 각기 다른 생존 특성을 나타냈으며, pH가 낮은 발효유 제품들이 시험균주들의 생존에 더 큰 악영향을 미치는 것으로 나타났다.

시험결과, *E. coli* O157:H7 KSC 109는 Ace와 Yakult를 제외한 다른 시험제품에서 생존균수의 감소가 현저하게 나타나지 않았지만, *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 모든 제품에서 전반적으로 생존균수가 현저하게 감소하였으며, *E. coli* O157:H7 KSC 109는 낮은 pH에 대해 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028보다 내성이 다소 강한 것으로 판단된다. pH 3.7의 apple juice를 실온, 4°C, 그리고 8°C에서 저장하면서 *E. coli* O157:H7의 생존을 시험한 결과, 각각 1주, 20일, 그리고 31일 동안 생존하였고,[23] 5°C에 저장된 mayonnaise에서는 55일 동안 생존하였다[24]는 보고에서와 같이 이 시험에서도 *E. coli* O157:H7은 시험 후반부까지 비특이적인 균락을 형성하면서 생존하였다.

발효유에서 *E. coli* O157:H7과 *S.* ser. *typhimurium*의 생장억제는 주로 발효유 제조에 사용된 젖산균이 생성하는 유기산과 대사산물들에 의한 것으로 알려져 있다.[25-28] 젖산균의 미생물 억제기전 중에서 젖산균의 포도당 대사 과정중에 생산되는 젖산은 해리되지 않은 상태로 미생물의 세포 안으로 들어가 세포내에서 해리되어 세포내 pH를 저하시켜 미생물의 생장에 영향을 미친다.[29,30] 또한 생장환경의 산화환원전위를 낮추어 생장을 억제한다.[14] 즉, *Streptococcus thermophilus*와 *L. bulgaricus*는 42°C에서 18시간 발효된 yogurt의 pH는 3.5, 산화환원전위는 -80 mV이고 젖산과 초산의 농도는 158 mM과 3.7 mM이었다.[14]

E. coli O157:H7이 생장할 수 있는 pH는 4.0~9.0[31] 그리고 *Salmonella*의 최적 pH는 6.5~7.5[7]로 pH가 3.7~4.5인 시험 발효유제품은 이들 병원균의 생장을 억제하는 것으로 판단된다.[32] 이것은 발효유 제조시 젖산균이 생장하면서 생산한 젖산 등의 유기산과 대사산물에 의한 것으로 판단된다. 한편, 시판되고 있는 우유내에서 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 4°C 250시간 저장 후 각각 10^3 cfu/ml 수준의 생존을 나타내 시험한 발효유 제품들에서 보다 높은 생존을 나타냈다. 이러한 젖산균의 병원균 억제에 대한 연구결과들이 많이 보고되고 있다. 젖산균으로 제조된 발효유에 오염된 *B. cereus*의 사멸 현상이 관찰되었으며 이는 젖산균이 생산한 젖산에 의한 낮은 pH (≤4.3)가 크게 작용하였다.[33] 또한 *Listeria monocytogenes*,[34] *Helicobacteria pylori* NCTC 11637,[35] 그리고 Coliform bacteria[36]도 젖산균이 생산하는 젖산과 초산 등의 유기산에 의해 생장이 억제되었다.

이 연구에서 얻어진 결과는 4°C에 보관시 발효유에 오염된 *E. coli* O157:H7 KSC 109나 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 제품과 균종에 차이는 있지만 사멸되었으며 이것은 주로 발효유제품에 생성된 유기산에 의한 것으로 판단되며 또한 발효균주들이 생산한 대사산물들이 이들 식중독 미생물사멸에 참여한 것으로 생각된다.

감사의 말씀

본 연구는 '96년도 (주)한국야쿠르트 중앙연구소의 지원에 의하여 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

국문요약

Escherichia coli O157:H7과 *Salmonella* ser. *typhimurium*은 식품에 의해 전염되는 식품질환성 병원균으로서 세계적으로 알려진 식중독 미생물이다. 이 연구에서는 시판되고 있는 발효유제품에 오염된 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028의 생존에 미치는 영향을 연구하였다. 시험균주의 최종 균체 농도가 10^3~10^4 cfu/ml 수준이 되도록 100 ml Metchnikoff, Ace, Yakult, Mastoni, 그리고 Super100에 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028를 각각 접종하여 4°C에 저장하면서 시간별로 시험균주

들의 생존균수를 측정하였다. 시험결과, 시험에 사용된 발효유제품 내에서 두 시험균주들은 각기 다른 생존특성을 보였다. Ace에서는 10^3~10^4 cfu/ml 수준으로 접종한 *E. coli* O157:H7 KSC 109와 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 4℃ 100시간에는 각각 10^1, 10^2 cfu/ml으로 감소하였고, Yakult에서는 두 균주 모두 점진적으로 생존균수가 감소하여 250시간에는 10^1 cfu/ml 수준으로 감소하였다. 다른 제품들 내에서는 *E. coli* O157:H7 KSC 109의 생존이 다소 지속되었지만, *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 Mastoni와 Super100에서 점진적으로 감소하여 250시간에는 각각 10^2, 10^1 cfu/ml 수준으로 감소하였다. 시험균주별로 발효유제품 내에서의 생존율 시험결과 *E. coli* O157:H7 KSC 109는 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028보다 낮은 pH에 대해 비교적 내성이 있는 것으로 나타났다. *E. coli* O157:H7 KSC 109는 Ace와 Yakult를 제외한 다른 발효유제품 내에서 시험기간중 생존균수가 현저하게 감소하지 않았지만 *S.* ser. *typhimurium* ATCC 14028은 모든 발효유제품 내에서 전반적으로 현저하게 생존균수가 감소하였다.

참고문헌

1. Feng, P.: *Escherichia coli* Serotype O157:H7: Novel Vehicles of Infection and Emergence of Phenotypic Variants. HACCP 적용 병원미생물검출연구동향, 28-38 (1997).
2. Myers, P.A.: *E. coli* O157: An Increasing Threat to Food Safety. KOMED 제10차 User group meeting, pp. 5-19 (1996).
3. 김의종: 식중독 세균 *E. coli* O157의 특성 및 임상적 고찰. 한국축산식품학회 추계심포지움 및 학술발표회, 20-26 (1996).
4. 김지란, 유재현, 이낙형, 이윤호, 이원창: 병원성 대장균 O157:H7에 대한 유산균발효유의 발육억제효과에 관한 실험적 연구. 한국유가공기술과학회지, **15**, 11-20 (1997).
5. 정석찬, 정병열, 조윤상, 윤장원, 김종염, 이재진, 박용호: *E. coli* O157:H7 감염증의 공중보건상의의 및 진단. 대한보건협회 제21회 보건학종합학술대회(초록집), 153-168 (1996).
6. Padhye, N.V. and Doyle, M.P.: *Escherichia coli* O157:H7: Epidemiology, Pathogenesis, and Methods for Detection in Food. *J. Food Protection*, **55**, 555-565 (1992).
7. El-Gazzar, F.E. and Marth, E.H.: Salmonellae, Salmonellosis, and Dairy Foods: A Review. *J. Dairy Sci.*, **75**, 2327-2343 (1992).
8. Jensen, M.M., Wright, D.N. and Robison, R.A.: Enterobacteriaceae. *In Microbiology for the Health Sciences*, 5th Ed. Prentice-Hall International, Inc., New Jersey, pp. 291-304 (1995).
9. 김현욱: 낙농 및 식품미생물학. 선진문화사, 서울, pp, 309-313 (1993).
10. Frank, J.F. and Marth, E.H.: Inhibition of Enteropathogenic *Escherichia coli* by Homofermentative Lactic Acid Bacteria in Skimmilk. *J. Food Protection* **40**, 749-753 (1977).
11. Gilliland, S.E. and Speck, M.L.: Interaction of food starter cultures and food borne pathogens: Lactic streptococci versus staphylococci and salmonellae. *J. Milk Food Technol.*, **35**, 307-310 (1972).
12. Gonzalez, S.N., Apella, M.C., Romero, N.C., Nader de Macias, M.E. and Oliver, G.: Inhibition of Enteropathogens by Lactobacilli Strains Used in Fermented Milk. *J. Food Protection*, **56**, 773-776 (1993).
13. Perdigon, G., Nader de Macias, M.E., Alvarez, S., Oliver, G. and Pesce de Ruiz Holgado, A.A.: Prevention of gastointestinal infection using immunobiological methods with milk fermented with *Lactobacillus casei* and *Lactobacillus acidophilus*. *J. Dairy Res.*, **57**, 255-264 (1990).
14. Rubin, H.E. and Vaughan, F.: Elucidation of the Inhibitory Factors of Yogurt against *Salmonella typhimutium*. *J. Dairy Sci.*, **62**, 1873-1879 (1979).
15. Salminen, S., Deighton, M. and Gorbach, S.: Lactic Acid Bacteria in Health and Disease. *In Lactic Acid Bacteria*, (Salminen, S. and von Wright, A. eds) MARCEL DEKKER, INC., New York, pp. 199-225 (1993).
16. 윤영호, 이용욱, 윤쾌병.: *Lactobacillus spp* MRS 배양액의 Peptide분포 특성과 *Escherichia coli*에 대한 억제작용에 관한 연구. 대한보건협회지, **9**, 61-669 (1983).
17. 光岡知足: Intestinal Flora and Cancer. 제2회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 17-40 (1981).
18. Holzpfel, W.H., and Pool-Zobel, B.L.: Experimental Studies on the Anticarcinogenic Potential of Lactic Acid Bacteria. 제8회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 52-60 (1993).
19. Mitsuoka, T.: Medical Effect of Lactic Acid Bacteria. 제4회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 29-45 (1985).
20. Reddy, B.S.: Health Benefits of Lactic acid Bacteria in Relation to Cancer Prevention. 제8회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 9-20 (1993).
21. Reuter G.: The importance of special lactic acid bacteria in fermented milk products for human health. 제6회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 3-16 (1989).

22. 김현욱: 발효유와 유산균의 혈중cholesterol저하 효과. 제9회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 55-62 (1995).
23. Miller, L.G. and Kaspar, C.W.: *Escherichia coli* O157:H7 Acid Tolerance and Survival in Apple Cider. *J. Food Protection,* **57**, 460-464 (1994).
24. Zaho, T. and Doyle, M.P.: Fate of Enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in Commercial Mayonnaise. *J. Food Protection,* **57**, 780-783(1994).
25. Dahiya, R.S. and Speck, M.L.: Hydrogen peroxide formation by lactobacilli and its effect on *Staphylococcus aureus. J. Dairy Sci.,* **51**, 1568-1572 (1968).
26. De Vuyst, L. and Vandamme, E.J.: Antimicrobial potential of lactic acid bacteria. *In Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria.* Chapman & Hall Inc., New York, pp. 91-142 (1994).
27. Gilliland, S.E. and Speck, M.L.: Antagonistic Action of *Lactobacillus acidophilus* Toward Intestinal and Foodborne Pathogens in Associative Cultures. *J. Food Protection,* **40**, 820-823 (1977).
28. 장우현: Inhibition action of Lactobacillus against some pathogenes. 제2회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 59-75 (1979).
29. Frank, J.F.: Mechanism of Pathogen Inhibition by Lactic Acid Bacteria. 제7회「유산균과 건강」에 관한 국제학술심포지엄, 3-12 (1991).
30. Rubin, H.E., Nerad, T. and Vaughan, F.: Lactate Acid Inhibition of *Salmonella typhimurium* in Yogurt. *J. Dairy Sci.,* **65**, 197-203 (1982).
31. Glass, K.A., Loeffelholz, J.M., Ford, J.P. and Doyle, M. P.: Fate of *Escherichia coli* O157:H7 as Affected by pH or sodium Chloride and in Fermented, Dry Sauasge. *Applied and Environmental Microbiology,* **58**, 2513-2516 (1992).
32. Hinton, A.Jr., Corrier, D.E. and Deloach, J.R.: Inhibition of the growth of *Salmonella typhimurium* and *Escherichia coli* O157:H7 on chicken feed media by bacteria isolated from the intestinal microflora of chickens. *J. Food Protection,* **55**, 419-423 (1992).
33. Driessen, F.M.: Importance of *Bacillus cereus* in fermented milks and processed non fermented dairy foods. *Bulletin of the international Dairy Federation,* **287**, 11-15 (1993).
34. Hicks, S.J. and Lund, B.M.: The survival of *Listeria monocytogenes* in cottage cheese. *J. Applied Bacteriology,* **70**, 308-314 (1991).
35. Midolo, P.D., Lambert, J.R., Hull, R., Luo, F. and Grayson, M.L.: *In vitro* inhibition of *Helicobacter pylori* NCTC 11637 by organic acids and lactic acid bacteria. *J. Applied Bacteriology,* **79**, 475-479 (1995).
36. Reinheimer, J.A., Demkow, M.R. and Candioti, M.C.: Inhitition of coliform bacteria by lactic cultures. *The Australian J. Dairy Technology.* **45**, 5-9 (1990).