

박테리오신 생성 젖산균을 이용한 항충치 활성을 지닌 발효이온음료 개발

정동선[†] · 이영경

서울여자대학교 식품과학부

Development of Fermented Isotonic Beverage with Anticariogenic Activity using Bacteriocin-Producing Lactic Acid Bacteria

Dong-Sun Jung[†] and Young-Kyung Lee

Division of Food Science, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

Abstract

The fermented fruit and vegetable mixed broth was prepared by using bacteriocin-producing lactic acid bacteria to evaluate the possibility of developing isotonic beverage with anticariogenic activity. Optimum conditions were also established to produce bacteriocin by a mixed culture system consisting of *Lc. lactis* and *Leu. mesenteroides* in a fruit and vegetable mixture. Production of bacteriocin was not observed when both strains were simultaneously inoculated, but pH adjustment of the broth fermented by *Leu. mesenteroides* to near-neutral pH stimulated the production of bacteriocin by *Lc. lactis*. The concentration of sodium of the fermented broth was higher than those of commercial products. Color change of the fermented broth was not observed during storage. The fermented broth showed strong inhibitory effect against *Streptococcus mutans* which is an oral inhabitant with a cariogenic activity. Bacteriocin activity in the fermented broth was retained very stable for 4 weeks at 4°C. The results indicated that bacteriocin-producing lactic acid bacteria can be used for the preparation of a Korean style thirst-quenching beverage containing bacteriocin.

Key words: fruit and vegetable fermentation, isotonic beverage, *Lactococcus lactis*, bacteriocin, *Streptococcus mutans*

서 론

스포츠음료 또는 이온음료는 원래 격렬한 운동이나 더위
로 인해 땀으로 배출된 전해질 농도를 보충해주기 위해 고안
된 음료이나, 최근에는 이온음료의 소비계층이 다양해져 운
동선수 뿐만 아니라 학생층, 사무직, 그리고 일반인 등에게도
갈증해소용으로 대중화되어(1) 포카리스웨트, 게토레이, 파
워에이드, 네버스탑 등의 다양한 외국산 수입음료가 널리 보급
되고 있다. 국내 음료 시장의 소비패턴도 변화되어, 탄산음
료의 소비는 감소하는 반면 과채주스와 같은 건강음료 및
식이섬유음료 등 기능성을 포함한 새로운 유형의 음료제품
들의 소비가 증가하고 있으며, 스포츠 및 레저 활동의 증가
추세에 따라 이온음료의 소비가 급격히 증가되고 있다. 그러
나 최근에는 청소년이 즐겨 마시는 탄산음료나 과일주스 이
온음료 등은 당함량과 산도가 높기 때문에 이들 음료에 의한
치아 부식 우려가 제기되고 있으며(2), 특히 sucrose 함유 음
료는 구강내 상주균이며 충치 원인균인 *Streptococcus mutans*의
생육을 촉진시켜 치아 건강을 해칠 수 있다(3).

우리나라의 전통 발효식품인 동치미와 각종 물김치류는
젖산균에 의한 채소류의 발효 결과 생성된 젖산발효액을 이

용하는 것으로서, 숙취 후 갈증해소용으로 음용되기도 하였
다. 또한 무를 주재료로 발효시킨 동치미는 다양한 무기질과
유기산을 함유하고 있어 동치미를 이용한 이온음료 제조 가
능성을 고찰한 연구도 있었으나(4,5), 이를 응용한 새로운 형태
의 음료 개발에 관한 연구보고는 거의 없다. 따라서 값이 저렴한
농산물을 이용하여 발효음료를 생산하고자, 박테리오신
을 생성하는 젖산균으로 젖산발효를 수행한다면, 젖산 생성
과 동시에 생산되는 박테리오신은 유해균에 대한 항균활성,
특히 충치균에 대한 항균효과가 있어 충치예방 효과를 지닌
기능성 발효음료가 될 수 있을 것으로 본다.

박테리오신은 미생물에 의해 생산되는 항균성 peptide로
서, 각종 식중독균과 유해세균에 대한 뛰어난 항균효과를 지니
고 있어 식품업계에 막대한 시장 잠재력을 지닌 천연신소재
로 부각되고 있다(6). 특히 *Lactococcus lactis*가 생성하는 박
테리오신인 nisin은 산성조건에서 항균활성이 높은 것이 특
징이며, 식품 내에서 매우 안정하여 가열이나 동결건조 후에
도 항균활성이 유지되고, 특히 체내 소화효소에 의해 분해되
어 장내세균에는 영향을 끼치지 않는 박테리오신으로서, 미
국의 FDA에서도 GRAS 품목으로 인정하여 일부 식품에 허
용되고 있다(7,8).

[†]Corresponding author. E-mail: dsjung@swu.ac.kr
Phone: 82-2-970-5637, Fax: 82-2-970-5639

따라서 본 연구에서는 다양한 유기산과 무기질을 함유하고 있을 뿐만 아니라, 충치 원인균을 비롯한 유해균에 대한 항균효과를 지닌 기능성 과실채소 혼합발효액을 제조하기 위하여, 박테리오신 생성균주인 *Lc. lactis*를 이용하여 과실과 채소류 혼합물을 발효시킨 후, 발효액의 성분분석과 충치 원인균인 *S. mutans*에 대한 항균활성을 측정하여 기능성 이온음료로서의 가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

사용 균주

본 실험에 사용한 균주는 과실채소 혼합발효 젖산균으로 *Leuconostoc mesenteroides*와 박테리오신 생성균인 *Lactococcus lactis* ATCC 11454를 사용하였다. 박테리오신 역가 확인용 test 균주는 *Pediococcus pentosaceus* FBB-61-2와 충치 유발균인 *Streptococcus mutans*를 사용하였다. 젖산균과 *S. mutans*의 보존 및 계대배양은 각각 MRS배지와 BHI배지(Difco, USA)를 사용하여 35°C에서 배양하였다. 원료 중의 총균수와 대장균수는 각각 plate count agar(Difco, USA)와 MacConkey agar(Difco, USA)를 사용하여 37°C에서 24시간 배양하였으며, 효모는 potato dextrose agar(Difco, USA) 배지를 사용하여 35°C에서 48~72시간 배양한 후 형성된 집락을 계수하였다.

과실채소 혼합발효액의 제조

본 실험에 사용된 재료인 무, 감자, 생강, 사과 및 대추는 서울시내 청과물 소매상에서 구입하였으며, 소금은 제재염(해표)을, 담금액은 정수된 물을 사용하였다.

발효를 위한 재료로 사과, 무, 감자는 3×3×0.5 cm 정도의 크기로 자르고, 생강은 얇게 저민 후, 무, 사과, 감자, 생강을 50:30:19:1(w/w)의 비율로 혼합하고, 끓여서 식힌 대추액(당도 2.0°Brix)을 혼합고형물의 양과 동일한 양(w/w)으로 혼합한 후 염농도를 2%(w/v)로 조정하여 담금액으로 사용하였다. 과실채소 혼합발효액의 제조는 과실채소 담금액에 *Leu. mesenteroides*를 1%(v/v) 접종하여 20°C에서 2일간 발효시키고, 무균적으로 액즙을 분리한 뒤 sodium citrate로 pH를 5.0으로 조절한 다음 *Lc. lactis* ATCC 11454를 1%(v/v) 접종하여 20°C에서 1일간 추가 발효시켰다.

이화학적 성분 분석

pH 및 총산, 당도: 발효액의 pH는 pH meter(Suntex, model sp-5A)로 측정하였으며, 총산 함량은 발효액 10 mL을 1% phenolphthalein용액을 지시약으로 하여 0.1 N-NaOH 용액으로 적정하고, NaOH 소비량을 젖산함량으로 환산하여 총산 함량%(w/v)으로 표시하였다. 대추액의 당도는 굴절당도계(Hand Refractometer, No. 507-1, Japan)를 사용하여 측정하였다.

유리당: 발효액의 당분 함량은 HPLC(LC10-AD, Shimadzu,

Japan)로 분리 정량하였다. 컬럼은 KR 100-10 NH₂를 사용하였으며, 이동상은 acetonitrile-water(80:20, v/v)이었고, 속도는 2.0 mL/min으로 하여 RI detector(RID-6A, Shimadzu, Japan)로 검출하였다. HPLC 분석용 시료는 균체를 제거한 후 0.45 μm membrane filter로 여과하여 사용하였다.

무기성분: 20 g의 시료를 전식법으로 550~600°C의 전기로에서 5~10 시간 동안 회화하고 냉각시킨 후 염산용액(증류수 1 mL과 HCl 1 mL의 혼합액) 약 10 mL를 가하여 재를 적신 뒤 수욕상에서 완전히 증발 건조시켰다. 건조된 시료에 염산용액(증류수 1 mL과 HCl 3 mL의 혼합액) 10 mL를 가하여 녹인 후 여과하고 증류수를 가하여 100 mL로 희석한 후 atomic absorption-flame emission spectrophotometer(AA-680, Shimadzu)를 사용하여 정량 분석하였고, 인은 몰리브덴청(molybden blue) 비색법(9)으로 정량하였다.

색도: 발효액의 색도는 액체용 accessory가 부착된 색도계(Chroma meter CR-200, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다.

박테리오신의 항균역가 측정

발효액에 생성된 박테리오신의 확인은 *Pediococcus pentosaceus* FBB-61-2를 indicator organism으로 사용한 agar well diffusion method로 측정하였다. 박테리오신의 활성은 *P. pentosaceus*을 함유한 MRS agar 배지에 well(직경 6.5 mm)을 만든 후, pH를 중화한 과실채소 혼합발효액을 membrane filter로 여과하여 각 well에 50 μL씩 분주한 후, 냉장온도에서 24시간동안 pre-diffusion시킨 다음, 35°C에서 배양하여 생성된 inhibition zone size를 dial micrometer로 측정하였다.

결과 및 고찰

과실채소 혼합액의 미생물 조성

본 실험에 사용한 재료는 생산량이 풍부하고 값이 저렴하면서 가공성이 높지 않은 농산물인 무, 감자, 생강, 사과 대추를 사용하였다. 원료 과실채소 혼합액의 미생물 조성은 총균수 9.8×10^3 CFU/mL, 젖산균 1.7×10^2 CFU/mL, 대장균 4.4×10^3 CFU/mL, 효모 7.7×10^1 CFU/mL 등으로써, 대장균이 많고 젖산균의 농도가 높지 않기 때문에 혼합물의 자연 발효가 어려울 것으로 판단되었다. 따라서 과실채소 혼합물의 정상적인 발효와 일반세균 및 유해균의 증식 억제를 위해 초기에 젖산균을 접종하여 젖산발효를 촉진시키고 기능성을 부여하기 위하여 박테리오신 생성 젖산균을 이용하기로 하였다.

박테리오신 생성 젖산균의 발효능 및 박테리오신 생성능
과실채소 발효를 위한 중균인 *Lc. lactis* ATCC 11454의 박테리오신 생성능을 조사하기 위하여, 과실채소 혼합액에 단독접종하여 4°C, 10°C, 20°C, 25°C, 30°C에서 발효를 수행

하였다. 각 온도에서 박테리오신의 항균활성을 측정된 결과, 4°C와 10°C의 낮은 온도에서는 *Lc. lactis*의 생육과 박테리오신의 생성이 미약하였으나 20~30°C에서는 박테리오신의 생성이 뚜렷하게 관찰되었으며, 항균활성도 비슷하였다. 따라서 과일채소 혼합액의 발효는 발효액의 풍미를 고려하여 박테리오신의 생성이 가능한 최저온도인 20°C에서 수행하였다(Fig. 1).

그러나 *Lc. lactis* 단독접종에서는 산생성이 미약하였으며, *Lc. lactis*를 *Leu. mesenteroides*와 혼합접종하여 발효를 행한 경우, 총산함량은 증가하였으나 박테리오신 활성은 거의 나타나지 않았다(Fig. 2). 또한 Table 1에 나타난 바와 같이, heterofermentation을 수행하는 *Leu. mesenteroides*를 박테리오신 생성균주보다 먼저 접종하여 pH가 낮은 상태에서 접종하게 되면 박테리오신이 생성되지 않은 점으로 보아 박테리오신의 생성율은 *Lc. lactis*의 접종시기에 따라 다른 것으로 나타났다. 이는 김치와 같은 침채류 발효에서 저온에서의 생육능이 우수하고 초기 생육능이 활발하여 산을 생성하는 특징이 있는 *Leu. mesenteroides*의 증식으로 발효액의 pH가 낮아져 박테리오신이 생성되지 못한 것으로 보인다. 즉 발효액의 pH가 낮아 박테리오신 생성균주의 생육이 이루어지지 않았기 때문이며, 혼합접종시 박테리오신 생성균주의 접종시기와 조건이 중요한 요인 중 하나로 판단된다.

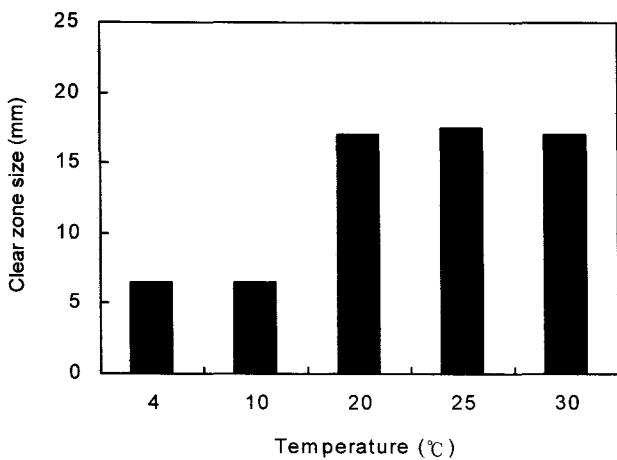


Fig. 1. Effect of fermentation temperature on production of bacteriocin by *Lc. lactis* ATCC 11454 in mixed fruit and vegetable broth.

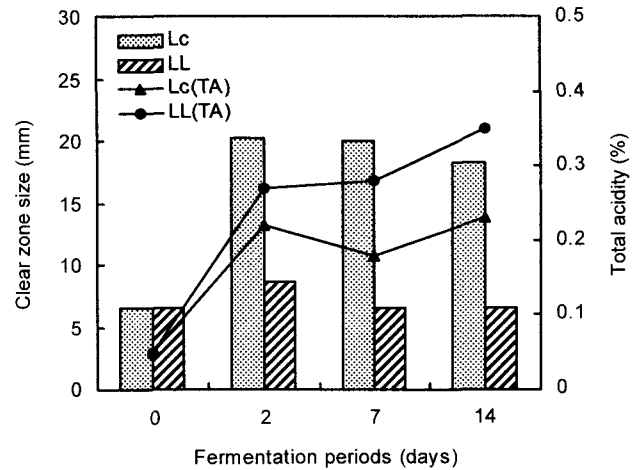


Fig. 2. Total acidity and bacteriocin activity of the mixed fruit and vegetable broth fermented by a single culture of *Lc. lactis* (Lc) and a mixed culture of *Leu. mesenteroides* and *Lc. lactis* (LL, simultaneous inoculation) at 20°C (Clear zone size include well size of 6.5 mm).

박테리오신 생성균주를 이용한 과일채소 혼합발효액의 특성

*Leu. mesenteroides*에 의해 1차 젖산발효를 행하여 얻은 발효액의 pH를 5.0으로 조정하고, 박테리오신 생성균주인 *Lc. lactis*를 추가 접종하여 20°C에서 1일간 2차 발효를 하였을 때 박테리오신을 함유한 발효액을 얻을 수 있었다(Table 1).

발효액의 pH는 발효 직후에 pH 4.3, 산도 0.28%이었으며, 4°C에서 20일 저장 후에는 pH 4.07, 산도 0.36%로 나타났다. 그러나 대부분의 스포츠음료의 pH가 2.38~4.46 정도이므로 (2), 발효액의 산도는 적정 수준인 것으로 나타났다. 시판되고 있는 스포츠음료의 pH는 포카리스웨트가 pH 3.6, 게토레이 pH 3.1, 아쿠아리스 pH 3.1 등으로 비교적 강한 산성이므로 치아의 에나멜층을 부식시켜 충치를 유발시킬 수 있는 가능성이 제기되고 있으므로 음료의 pH가 지나치게 낮은 것은 바람직하지 않다고 본다.

과실채소 혼합발효액에서 검출된 당은 fructose, glucose, sucrose 등으로 3~5% 함유된 것으로 나타났으며, 저장 중에 glucose와 fructose의 농도가 초기 농도에 비해 증가하였다가 감소하는 경향을 띠는 것은 재료인 과일과 채소에서 당이 용출되기 때문인 것으로 보인다(Table 2). 시판되고 있

Table 1. Effect of growth media and pH on production of bacteriocin by *Lactococcus lactis* ATCC 11454

Media (pH)	Incubation time (days)	No. of cells (CFU/mL)				Inhibition zone size (mm) ¹⁾			
		0	1	2	3	0	1	2	3
MRS broth (5.5)		97×10 ⁵	10×10 ⁷	89×10 ⁷	11×10 ⁸	(6.5)	23.8	23.4	23.8
Fermented broth (4.0) ²⁾		71×10 ⁵	26×10 ⁶	11×10 ⁷	13×10 ⁷	(6.5)	8.6	(6.5)	(6.5)
Fermented broth (6.0) ³⁾		77×10 ⁵	97×10 ⁶	13×10 ⁸	96×10 ⁷	(6.5)	20.8	22.8	22.6

¹⁾Included 6.5 mm of well size.

²⁾Fermented by a mixed culture of *Leuconostoc mesenteroides* and *Lc. lactis* ATCC 11454.

³⁾Fermented by *Leuconostoc mesenteroides* and then pH adjusted with sodium citrate to pH 6.0.

Table 2. Sugar content in fermented fruit and vegetable mixed broth during storage at 4°C

Sugar	Storage time (days)			
	0	3	7	21
Fructose	0.34 ¹⁾	0.93	0.87	0.74
Glucose	1.68	3.43	2.89	2.48
Sucrose	0.45	0.47	0.47	0.46

¹⁾g/100 mL.

는 이온음료는 6~8%의 당을 포함하고 있으며, 주로 glucose와 maltodextrins, sucrose 등이 많이 사용되는 당이다(10). 그러나 시판되고 있는 이온음료는 당을 첨가하여 제조한 반면, 발효액의 당은 과일과 채소에서 용출된 당이며, 기호도 향상을 위해서는 sucrose 이외의 non-caloric 대체 감미료를 사용하여 당도를 조절할 수 있으나, 10% 이상의 당은 체내 흡수가 느려 바람직하지 않은 것으로 보고되고 있다(10).

발효액의 무기질 함량

이온음료는 일반적으로 나트륨, 칼륨, 칼슘, 마그네슘, 염소이온, 무기인산염, 시트르산, 시트르산염 등의 전해질과 포도당, 과당, 이성화당, 설탕 등의 당류를 포함한 용액이다. 이와 같이 각종 무기질을 함유한 이온음료는 땀으로 손실된 수분과 무기질을 보충할 수 있는 음료로써, 체내에서의 흡수 속도가 물보다 빨라 조직에 혈류량을 증가시켜 산소공급 및 각종 대사산물을 신속히 제거시키고 발汗을 촉진시켜 체온 상승을 억제하는 작용을 한다(11).

따라서 과일채소 혼합발효액을 이온음료로의 개발 가능성을 검토하기 위하여 이온음료의 주요 성분인 무기 성분을 측정 한 결과, Na이 713 ppm으로 가장 많았고, K 124 ppm, Ca 9.4 ppm, Mg 8.0 ppm, P 263 ppm, Cl 854 ppm 그리고 미량의 Fe, Zn, Cu, Mn 등이 함유되어 있었다. 과일채소 혼합발효액의 무기성분 중 Na과 Cl 함량은 높게 나타났으며 P의 함량도 높은 것으로 나타났다. 그러나 K, Ca, Mg의 농도는 시판되고 있는 유럽산 스포츠음료의 농도와 크게 차이가 나지 않는 것으로 나타났다(Table 3). 스포츠음료의 전해질 농도 특히 Na 이온의 최적농도는 명확하지 않으나 시판되고 있는 대부분의 스포츠음료는 약 10~25 mM/L의 sodium을 함유하고 있으며 설사나 탈수시 사용되는 전해질 용액(commercial oral rehydration fluids)의 Na이온 농도는 스포츠음료보다 많은 양의 sodium을 함유하고 있다(11).

Table 3. Mineral contents of fermented fruit and vegetable mixed broth (LL) prepared by *Lc. lactis* and of European sports drinks¹⁾

Product	Carbohydrate source ²⁾	Mineral content (mg/100 mL)					
		Na	K	Ca	Mg	P	Cl
LL	F, S, G	71.3	12.4	0.94	0.80	26.3	85.4
Gatorade	GS, S	41	11.7	-	7	-	39
Isostar citrus	S, MD	55	12	8	4.5	6	50
Aquarius	S	22	2.2	0.8	-	11	24

¹⁾Data cited from Ford (11).

²⁾F=fructose, S=sucrose, G=glucose, GS=glucose syrup, MD=maltodextrin.

따라서 박테리오신 생성균주를 이용하여 제조한 과일채소 혼합발효액을 갈증해소용 음료로 개발하기 위해서는 발효액의 Na, Cl, P 등의 농도를 낮추기 위한 방안을 모색하고 기타의 무기질 이온 balance와 기호도를 조절한다면 생리적 기능성을 지닌 이온음료로 개발할 수 있을 것으로 판단된다.

과일채소 혼합발효액의 색도 변화

박테리오신 생성균주를 이용하여 발효시킨 과일채소 혼합발효액의 색상은 외관상 동치미 국물과 같이 밝은 색상을 띠는 것으로서, 저장 중에도 갈변화가 나타나지 않았다. 발효액의 저장 중 색도 변화는 Table 4에서 보는 바와 같이, 명도(밝기)를 나타내는 L 값은 87.07~84.46으로 저장 28일까지 거의 변화가 없었다. 적색도(a: red, -a: green)는 저장 중 -0.98~-1.18의 값으로 약간의 변화가 있었으나 갈변현상은 나타나지 않는 것으로 나타났으며, 황색도(b: yellow, -b: blue)를 나타내는 b 값은 저장기간이 길어짐에 따라 약간 감소하였으나 큰 변화는 없는 것으로 나타났다. 따라서 발효액의 색도는 저장 중 비교적 안정한 것으로 보인다.

박테리오신 생성균주를 이용한 과일채소 혼합발효액의 항균특성

*Streptococcus mutans*는 구강내 상주균(normal microflora)으로서 저농도의 sucrose는 당발효를 통하여 젖산을 생성하여 치아의 enamel질을 부식시키고, 고농도의 sucrose로부터는 불용성의 glucan을 합성하여 구강내 미생물들이 치면에 더욱 강하게 부착하게 하며 세균막을 형성하여 dental plaque를 생성하게 된다(12). 따라서 치아 표면으로부터 *S. mutans*를 신속하게 제거하는 것은 충치예방의 기본적인 방법이 될 수 있을 것이다.

박테리오신 생성균주를 이용하여 발효시킨 과일채소 혼합발효액에 의한 *S. mutans*에 대한 생육저해효과를 측정하기 위하여 발효액을 중성 pH로 중화시킨 후 agar well dif-

Table 4. Changes in Hunter's color values of fermented fruit and vegetable mixed broth during storage at 4°C

Hunter's value	Storage time (days)					
	0	2	7	14	21	28
L	87.07	84.62	87.31	87.93	87.84	84.46
a	-0.98	-0.43	-0.7	-0.86	-0.82	-1.18
b	7.73	5.23	4.54	6.55	7.05	4.68

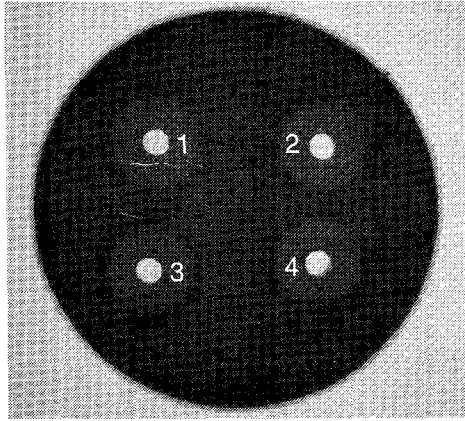


Fig. 3. Antimicrobial effect of fermented broth containing bacteriocin against *Streptococcus mutans* during storage at 4°C (The numbers stand for storage periods of 1, 2, 3 and 4 weeks).

fusion assay로 측정된 결과, Fig. 3에서 보는 바와 같이 발효액에 의해 *S. mutans*의 생육이 억제되었으며 저장 기간 중에도 활성이 유지되는 것으로 나타났다.

일반적으로 pH가 낮은 산성음료를 자주 마시거나 빨대 등으로 음용하여 입안에서의 머무름 시간이 길어지게 되면, 충치 원인균(*S. mutans*)의 증식으로 치아의 enamel질이 부식되어 충치를 유발하게 되며 특히 치아가 성숙되지 못한 어린이는 그 영향이 더욱 심각할 수 있으므로(12) 박테리옌 생성균주를 이용한 발효액에 의한 *S. mutans* 생육 저해효과는 충치 예방의 효과를 지니게 될 것이다.

박테리옌에 의한 충치 예방효과는 Howell 등에 의해서도 보고되었는데, 실험동물인 beagle dogs의 premolar teeth(전구치)에 *Lc. lactis*가 생성한 박테리옌(nisin)을 처리한 결과 plaque와 gingivitis형성이 억제되는 것으로 나타났다(13).

따라서 박테리옌 생성균주를 이용하여 발효시킨 과실채소음료는 천연항균물질을 함유하고 있으므로 식중독균이나 기타 다른 유해균에 대한 저해효과도 보유하여 식중독균에 대한 safe guard로 작용할 수 있을 뿐만 아니라 시판되고 있는 다른 음료에 비해 합성보존료를 사용하지 않고 저장성을 향상시킬 수 있다는 장점을 지니게 될 것이다. 특히 non-carbonated mineral water의 용기내벽에도 부착된 미생물이 존재하고 있음이 보고되어 음용수의 위생에 관심이 제기되고 있으며(14), 이온음료가 대중화되고 있는 상황에서 우리 고유의 이온음료로서 박테리옌을 함유한 과실채소 혼합 발효액을 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

요 약

박테리옌 생성 젖산균을 이용하여 과실채소 혼합발효액을 제조하고, 발효액의 이화학적 특성과 항균특성을 조사하여 항균 이온음료로서의 가능성을 고찰하였다. 박테리옌 생성 젖산균을 이용한 발효시 발효종균으로 *Leu. mes-*

*enteroides*와 *Lc. lactis* ATCC 11454를 동시 접종하였을때는 박테리옌이 생성되지 않았으며, *Leu. mesenteroides*에 의한 젖산발효 후에 pH를 조정하고 박테리옌 생성균을 접종하였을 때 적정량의 산과 항균물질이 생성되었다. 발효액의 당함량과 무기염류를 분석한 결과, 발효액에는 시판되고 있는 이온음료에 비해 Na과 P의 함량은 높은 편이나, K, Ca, Mg 등의 농도 차이는 크지 않은 것으로 나타났으며, 당함량도 약간 낮은 것으로 나타났다. 발효액은 충치 원인균인 *Streptococcus mutans*에 대한 안정된 항균효과를 지니고 있으며, 발효액의 색상은 저장 중에도 안정된 것으로 나타났다. 따라서 과실채소 혼합발효액의 무기질 밸런스와의 호도를 고려한 당농도 조절 등의 보완이 이루어진다면 우리 고유의 이온음료로 개발 가능성이 있다고 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2000학년도 서울여자대학교 자연과학연구소의 연구지원비에 의하여 연구된 결과로서 지원에 감사드립니다.

문 헌

- Hunter BT. 1996. Sports drinks and electrolytes. *Consumer's Research Magazine*. Washington, 79: 8-10.
- Milosevic A. 1997. Sports drinks hazard to teeth. *Br J Sports Med* 31: 28-30.
- Petti S, Pezzi R. 1996. Effect of sucrose consumption on level of *Streptococcus mutans* in saliva. *New Microbiol* 19: 133-140.
- Ko EJ, Hur SS, Choi YH. 1994. Development of ion beverage from Dongchimi product by reverse osmosis concentration. *Korean J Food Sci Technol* 26: 573-578.
- Ko EJ, Hur SS, Park M, Choi YH. 1995. Studies on the optimum fermenting conditions of Dongchimi for production of ion beverage. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 141-146.
- Tagg JR, Dajani AS, Wannamaker LW. 1976. Bacteriocins of gram-positive bacteria. *Bacteriol Rev* 40: 722.
- Daeschel MA. 1992. Food biopreservatives of microbial origin. In *Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria*. Ray B, Daeschel MA, eds. CRC Press Inc, London. p 323-342.
- U.S. Food and Drug Administration. 1999. Nisin preparation, Affirmation of GRAS status as a direct human food ingredient. *Food & Drug Admin Fed Reg* 54: 6120-6123.
- Chae SG. 1998. Analysis of phosphorus. In *Standard Food Analysis*. Jigu Munhwa Publishing Co, Seoul. p 449-452.
- Giese JH. 1992. Hitting the spot: Beverages and beverages technology. *Food Technology* 46: 70-80.
- Ford MA. 1997. The formulation of sports drinks. In *Production and packaging of non-carbonated fruit juices and fruit beverages*. 2nd ed. Ashurst PR, ed. Blackie Academic & Professional Co, London. p 310-330.
- Ruby JD, Goldner M, Hargreaves JA. 1978. *Streptococcus mutans*, an assessment of its physiological potential in relation to dental caries. *Rev Can Biol* 37: 273-289.
- Howell TH, Fiorellini JP, Blackburn P, Projan SJ, de la Harpe J, Williams RC. 1993. The effect of a mouthrinse based

on nisin, a bacteriocin, on developing plaque and gingivitis in beagle dogs. *J Clin Periodontol* 20: 335-339.

14. Jayasekara NY, Heard GM, Cox JM, Fleet GH. 1999. As-

sociation of microorganisms with the inner surface of bottles of non-carbonated mineral waters. *Food Microbiology* 16: 115-128.

(2002년 2월 23일 접수; 2002년 5월 31일 채택)