J Korean Soc Food Sci Nutr
36(4), 395~399(2007)

함초 추출물 발효액의 기능성

송태철[1] · 이창호[1†] · 김영언[1] · 김인호[1] · 한대석[1] · 양동흠[2]
[1]한국식품연구원 식품자원이용연구본부
[2](주)다사랑

The Functionality of the Saltwort (*Salicornia herbacea* L.) Extract Fermented Juice

Tae-Cheol Song[1], Chang-Ho Lee[1†], Young-Eon Kim[1], In-ho Kim[1], Daeseok Han[1] and Dong-Heum Yang[2]
[1]*Food Material Processing Technology Division, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea*
[2]*Teasarang Co., Seoul 136-140, Korea*

Abstract

The purpose of this study was to investigate the antioxidant and fibrinolytic activities of saltwort fermented juice. Saltwort extract was fermented using lactic acid bacteria at 30°C for 3 days and the fermented juice was analyzed for its functionality as a potential functional food source. The addition of sugar improved the cell viability during fermentation of saltwort. At the concentration of 50%, lyophilized fermented juice showed DPPH-radical scavenging activities of 23.7% and SOD-likely activity of 34.5%. Fibrinolytic activity of fermented juice was also observed at a concentration of 25%. In conclusion, saltwort fermented juice appears to have not only anti-oxidant effect but also cardiovascular protection.

Key words: saltwort, *Lactobacillus*, *Salicornia herbacea* L., fermented juice, anti-oxidant activity, fibrinolytic activity

서 론

삶의 질 향상으로 건강에 대한 관심이 높아졌으나, 지나치게 서구화된 식문화 및 식습관으로 인하여 비만인구 증가 및 심혈관계 질환 등의 만성질환이 증가하고 있는 추세이다. 현재 수많은 식품소재들의 건강증진효능 및 질병예방효과가 밝혀지면서 소비자들은 과거 식품이 갖는 영양소 공급을 위한 1차적 기능을 넘어 식품의 생리활성 측면에 대한 관심이 증대되고 있으며(1) 밤, 당근 및 쌀 등과 같은 식물성 소재를 이용하거나(2-4), 홍화, 홍삼 및 동충하초 등의 약용식물을 이용한 다양한 기능성 음료가 출시 또는 연구되고 있다(5-7).

함초(*Salicornia herbacea* L.)는 염전 주변이나 갯벌에서 자라는 염생식물로 명아주과(*Chenopodiaceae*)에 속하며 마디가 퉁퉁하게 튀어나온 풀이라 하여 퉁퉁마디라고도 한다. 갯벌식물인 함초는 다량의 염분을 체내에 축적하고 있을 뿐만 아니라 마그네슘, 칼슘, 철분, 그리고 칼륨 등의 천연 미네랄을 다량 함유하는 식물로, 고염분 지역에서 생육이 가능하고 염류를 흡수하여 체내에 저장하는 능력을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(8).

기존의 연구를 통한 함초의 이용가치 보고는 혈중 콜레스테롤과 지질 감소(9), 유지 산화 억제(10), 간독성 저하 및 손상된 간세포 개선(11) 등이며 betaine에 기인하여 동맥경화 등의 심혈관계질환 예방효능이 예상된 바 있다(12).

함초는 칼륨, 마그네슘, 칼슘 등의 미네랄이 다른 식물에 비하여 풍부하고, 필수 지방산인 리놀렌산도 전체 지방산 중 약 50% 함유되어 건강 기능성 식품소재로의 이용가치가 충분하다고 판단되었으나 관능적인 측면에서 짠맛과 단맛을 동시에 보유하는 고유의 특성으로 인하여 실질적인 음용에 문제가 있어왔다. 따라서 본 연구는 음용을 목적으로 함초착즙액을 희석하여 유산균 접종을 통해 발효를 유도하였으며 제조 후에도 높은 항산화능의 보유 유무와 발효 후의 기타 유용한 기능성을 보유할 수 있는가에 대하여 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 발효균주

본 연구에 사용한 함초(*Salicornia herbacea* L.)는 전남 해남 지역에서 채취하였으며, (주)다사랑으로부터 제공받아 수세 후 분쇄기를 이용하여 파쇄하였으며 착즙 후 Whatman

†Corresponding author. E-mail: chang@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9226, Fax: 82-31-780-9226

No. 1 여과지를 이용하여 여과하였고 이를 5배 희석하여 실험 종료 시까지 -20°C에서 동결 보관하였다. 또한, 함초 착즙액 발효에 이용한 균주는 *Lactobacillus acidophilus*(KFRI 342)이며, 이는 한국식품연구원에서 분양받아 사용하였다.

함초 발효액의 제조

함초 발효액의 제조를 위하여 5배 희석한 함초 착즙액에 포도당((주)대흥약품, Korea) 10%와 정백당((주)삼양사, Korea) 5% 첨가 후 살균하였다. 살균 처리된 시료액에 균체 4%(w/w)를 접종하여 30°C에서 3일간 발효시켰다.

균주접종 및 유산균 측정

접종 균주는 MRS broth를 이용하여 37°C에서 24~36시간 정치 배양 후 8,000 rpm에서 20분간 원심분리하였으며 (Sorvall RC 5C, USA) 상등액을 제거 후 멸균 생리식염수로 균체를 3회 세척하여 원심분리 후 얻은 균체를 함초 착즙액에 접종하였다. 유산균수 측정은 식품공전에 제시된 바와 같이 BCP plate count agar(EIKEN CHEMICAL, Co., Ltd., Japan)를 이용하여 시간대 별 균수의 변화를 관찰하였으며, 발효 후 유산균수를 측정하였다(13).

pH 및 산도 측정

pH의 측정은 pH meter(Horiba F-51, Japan)를 이용하여 발효액 20 mL를 취하여 측정하였다. 또한 총 산도는 발효액 10 mL를 취하여 증류수 10 mL로 희석한 후 0.1% phenolphthalein 용액 2~3방울을 가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정하였으며, 적정에 소비한 0.1 N NaOH로부터 젖산의 함량(%)을 계산하였다.

SOD 유사활성(superoxide dismutase-likely activity) 측정

시료의 SOD-유사활성은 Marklund와 Marklund(14)의 방법에 따라 과산화수소(H_2O_2)로 전환시키는 반응을 촉매하는 pyrogallol의 생성량을 측정하여 SOD 유사활성으로 나타내었다. 동결건조 시료를 1%, 5%, 10%, 25% 그리고 50%의 시료용액으로 만든 후 각 시료용액 0.2 mL에 Tris-HCl의 완충용액(50 mM Tris+10 mM EDTA, pH 8.5) 3.0 mL와 7.2 mM pyrogallol 0.2 mL를 가하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후 1 N HCl 0.1 mL를 가하여 반응을 정지시키고 반응액 중 산화된 pyrogallol의 양을 420 nm에서 측정하였다. SOD 유사활성은 시료용액의 첨가구와 무첨가구의 흡광도 감소율로 나타내었으며 0.1% ascorbic acid를 positive control로 하여 각각의 활성을 %로 나타내었다.

전자공여능(electron donating ability: EDA) 측정

시료의 전자공여능 측정은 Blois(15)와 Lee 등(16)의 방법에 준하여 시료의 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 대한 수소공여 효과로 측정하였다. 즉, 시료를 각각 1%, 5%, 10%, 25% 그리고 50%의 시료용액으로 만든 후 측정 시료로 사용하였다. 시료 100 μL에 4 mM DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 10분간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정하여 시료 무첨가 대조구의 흡광도와의 백분율로 나타내었고 0.1% ascorbic acid를 positive control로 하여 각각의 활성을 %로 나타내었다.

혈전용해능(fibrinolytic activity) 측정

혈전용해 활성은 Astrup과 Mullertz(17)의 방법을 수정하여 측정하였다. 즉 20 mM sodium phosphate buffer(pH 7.0, 0.15 M NaCl 포함)에 fibrinogen을 0.6%가 되도록 완전히 용해시켜 이를 thrombin(100 NIH unit/mL) 0.1 mL와 반응시켜 plate를 제조하였으며 동결건조 시료를 각각 1%, 5%, 10% 그리고 25%로 제조 후 50 μL를 paper disk에 흡수시켜 37°C에서 6시간 반응시켰다. 반응 후 생성된 용해 환의 면적과 positive control로 사용한 혈전용해 효소인 plasmin을 연속적으로 희석하여 얻은 표준곡선으로부터 얻어진 면적의 평균값을 비교하여 산출하였다.

결과 및 고찰

유산균, pH 및 산도변화

3일간의 발효 후 유산균수와 pH 그리고 산도의 변화는 Fig. 1과 Table 1에 제시한 바와 같다. 4%의 균체 접종과 당을 첨가한 처리구의 초기 유산균수는 1.2×10^{11}(CFU/mL)이었으며 6시간 후 1.1×10^{11}(CFU/mL), 12시간 후 2.8×10^{10}(CFU/mL) 그리고 72시간 후에는 1.4×10^{13}이었다. 또한, 당을 첨가하지 않은 처리구는 당 첨가구에 비하여 생육 양상은 비슷한 경향을 보였으나 더딘 생육 형태를 보였으며 생리식염수에 접종한 처리구의 경우 초기 6시간을 기해 급격한 생균수의 감소를 보였다. 이와 같은 결과는 생균체가 접종 시 멸균된 착즙액에 적응하는 동안 일부 사멸된 것으로

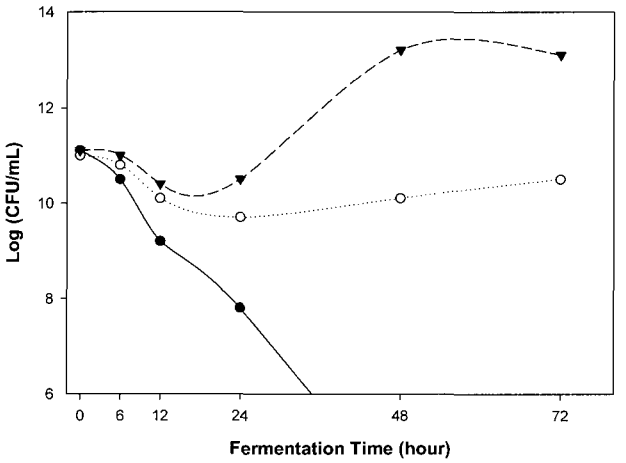

Fig. 1. Growth pattern of *Lactobacillus acidophilus* by treatment.
●-● cultivation in 0.9% saline, ○-○ cultivation in *Salicornia herbacea* L. extract with non-sugar, ▼-▼ cultivation in *Salicornia herbacea* L. extract with sugar.

Table 1. Changes of acidity and pH in fermented juice using *Salicornia herbacea* L.

Time (hour)	Acidity	pH
0	0.29±0.02	4.50±0.22
6	0.37±0.01	3.02±0.13
12	0.39±0.03	2.95±0.03
24	0.45±0.02	2.92±0.11
48	0.48±0.01	2.87±0.13
72	0.55±0.03	2.84±0.11

생각되어지며 시간의 경과에 따라 적응하여 생균수의 증가를 보인 것으로 여겨진다. 함초는 각종 미네랄 함량이 매우 높으며 그 중 칼슘의 함량이 매우 높은 것으로 알려져 있다. 배지 중의 충분한 양의 칼슘 농도는 균주의 생존율을 월등히 증가시킨다는 Kim과 Yoon(18)의 연구결과를 토대로 살펴보면 함초 착즙액 내의 풍부한 무기질과 첨가한 당은 균체 접종 후 발효기간 동안 균체의 생존율에 긍정적인 영향을 미친 것으로 여겨진다. 또한 당 첨가로 인한 발효액의 pH는 초기에는 4.50이었으나 72시간 후 2.84로 낮아졌으며 산도는 초기 0.29에서 72시간 후 0.55로 증가하였으며 발효 6시간 전후로 급격한 pH의 감소와 산도 증가를 보임을 알 수 있었다(Table 1).

SOD 유사활성

Superoxide dismutase(SOD)는 생체에 매우 유해한 superoxide anion radical과 반응하여 과산화수소를 생성하는 효소로 알려져 있으며 산소를 소비하는 모든 생물 종에 존재하여 생체 내에서 활성산소 장해에 대한 방어 작용을 하는 대표적인 활성산소 저해제로 보고되고 있다(19). 함초 발효액에 대한 SOD-유사활성에 대한 결과는 Fig. 2에 제시한 바와 같으며 0.1%의 ascorbic acid가 87.5%의 활성을 보였으며 1%, 10% 그리고 50%의 시료농도에서 각각 12.2%, 18.9% 그리고 34.5%의 농도 의존적인 활성증가를 나타내었다.

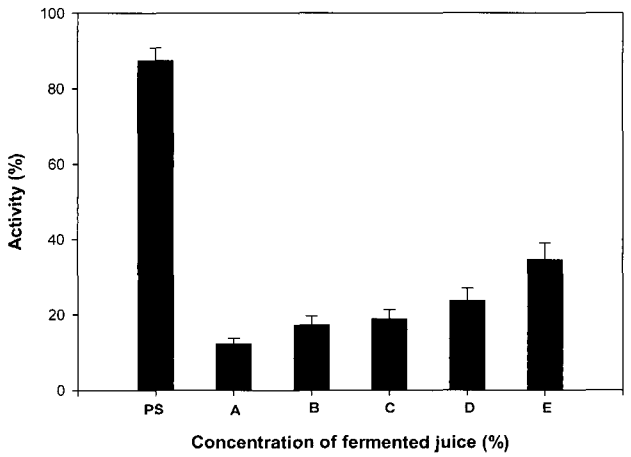

Fig. 2. SOD-likely activity in fermented juice using *Salicornia herbacea* L.
PS: positive control (ascorbic acid 0.1%), A: 1%, B: 5%, C: 10%, D: 25%, E: 50%.

Lee와 An(20)의 함초 열수 추출물과 에탄올 추출물에 대한 전자공여능과 SOD 유사활성 등에 대한 연구에서 함초 열수 추출물의 경우 5%의 시료농도에서 50% 이상의 SOD 유사활성을 보인바 있으며, Niwa와 Miyachi(21)는 발효를 통해 저분자량의 polyphenol성 물질이 증가하게 되고 이로 인해 항산화력이 증가하였다고 보고한바 있다. 이처럼 함초 추출물이 높은 항산화능을 보이는 것은 사실이나 함초의 고유 특성 중 하나인 짠맛으로 인하여 일반인으로 하여금 섭취의 어려움이 있어 본 연구에서는 음용을 목적으로 발효액을 제조하였고, 사과, 케일, 키위, 무착즙액이 24.1~27.6%의 SOD 유사활성도를 나타낸다는 보고(22)와 비교하면 유산균을 통한 함초 발효액은 여러 종류의 천연산물에 뒤지지 않는 항산화력을 보유하였다고 생각된다.

따라서 희석 후에도 일정 농도 범위에서 항산화활성을 보이는 이와 같은 결과는 함초 고유의 높은 항산화활성과 발효과정으로부터 얻어진 polyphenol 성분에 기인하는 것으로 여겨지며 함초가 차후 기능성 식품소재로서의 이용가치가 충분하다고 생각된다.

전자공여능

활성산소는 생체막의 구성성분인 불포화 지방산을 공격하여 지질과산화로 축적된 과산화지질이 생체 기능의 저하 또는 노화 및 성인병 유발 요인으로 알려져 있고, 전자공여작용은 이러한 산화성 free radical에 전자를 제공하여 산화를 억제하게 된다고 보고되어진다(15). 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼을 이용한 항산화능 측정법은 주로 phenolic 구조와 aromatic amine 화합물에서 많이 사용되는 방법으로 DPPH는 dioxane이나 carbon tetrachloride (CCl_4)와 같은 비극성 용매 내에서는 2, 3차 산화 반응이 일어나기도 하나 alcohol 용액 내에서는 DPPH의 질소원자와 alcohol 간에 수소결합의 형성으로 비교적 안정하다고 보고되어진다(23). 수종의 염생식물에 대한 메탄올 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 dichloromethane(CH_2Cl_2)에 대한 추출물에 비하여 월등히 높은 활성을 보였으며(24) 이는 메탄올 추출물이 비교적 극성이 큰 화합물들을 많이 포함할 수 있을 뿐만 아니라 염생식물 내 phenol성 구조의 화합물들에 의해 안정한 구조를 유지할 수 있기 때문이라고 보고하였다(24). 따라서 주정 등을 이용한 주류로의 함초와 같은 염생식물을 이용하였을 때 더욱 높은 항산화활성이 기대된다고 하겠다. 본 연구에서 함초 발효액에 대한 DPPH-라디칼 소거능을 분석한 결과는 Fig. 3에 제시한 바와 같으며 0.1% ascorbic acid가 89.6%의 활성을 보였으며 1%, 10% 그리고 50%의 시료농도에서 각각 3.9%, 11.2% 그리고 23.7%의 농도 의존적인 경향을 보이며 페놀화합물의 전자공여능은 전반적으로 농도가 상승할수록 증가한다는 Kang 등(25)과 Kim 등(26)의 보고와 일치함을 알 수 있었다.

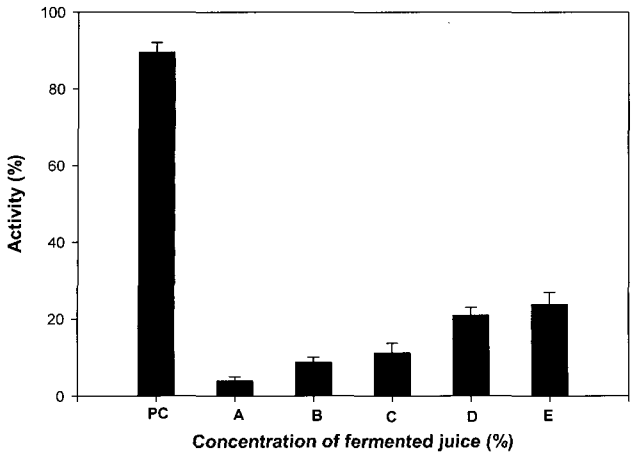

Fig. 3. DPPH radical scavenging activity in fermented juice using *Salicornia herbacea* L.
PS: positive control (ascorbic acid 0.1%), A: 1%, B: 5%, C: 10%, D: 25%, E: 50%.

혈전용해능

혈액순환계 질환의 많은 원인 중 대표적인 것으로 혈전을 들 수 있는데 이는 혈류중의 fibrinogen이 활성화된 thrombin에 의해서 fibrin으로 전환되어 불용성의 중합체를 형성함으로써 생성되며, 상처복구 시 지혈과정 중에 중요한 역할을 담당할 뿐만 아니라 혈관 내에 생성된 혈전은 혈관벽에 점착하거나 미세혈관을 막아 정상적인 혈류를 방해하게 되어 혈액 순환계 질환을 초래하게 된다(27). 함초 발효액의 혈전 분해능 측정 결과는 Fig. 4와 Table 2에 제시한 바와 같으며 100 mg/mL의 시료 농도에서 positive control로 사용한 혈전용해효소인 plasmin 15 μg/mL의 농도와 유사한 수준의 혈전용해능을 보였다(Fig. 4). 본 실험에 앞서 본 연구팀은 함초 열수 추출물과 70% 에탄올 추출물에 대한 혈전용해능을 측정해 본 바 있으며 추출물 25%의 농도에서조차 혈전용해능이 미비했던 결과를 얻은 바 있다(Fig. 4). 따라서 함초 자체의 추출물의 높은 항산화능, 혈중 지질 개선효과 및 체중 증가 억제효과 등은 본 연구팀과 선행연구로부터

Table 2. Fibrinolytic activity in fermented juice using *Salicornia herbacea* L. and plasmin

Plasmin (μg/mL)	Area (cm^2)	Fermented juice freeze drying powder (mg/mL)	Area (cm^2)
8	2.27±0.01	10	-
10	2.83±0.02	50	2.54±0.01
15	3.87±0.01	100	3.79±0.02
20	4.52±0.02	250	6.51±0.02

알 수 있었으나(20,24,28), 본 연구를 통해 얻어진 함초 발효액의 혈전용해능은 유산균을 통한 발효과정 중에 얻어진 발효산물로부터의 효과로 여겨진다. 따라서 이러한 식물체추출물 발효음료의 발효 후 기능성 확인에 관한 연구는 소비자에게 과학적 근거를 제시함으로써 국민건강 증진에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

요 약

각종 미네랄과 무기염류의 함량이 풍부한 것으로 알려진 함초를 이용하여 발효 후 그에 따른 기능성을 검토해 보고자 하였다. 유산균 접종 후 pH는 초기 4.50에서 발효 후 2.84로 변했으며, 산도는 초기 0.29에서 발효 후 0.55로 증가하였다. 한편 생균수를 측정한 결과 초기 1.2×10^{11} CFU/mL이었던 생균수는 발효 72시간 후 1.4×10^{13} CFU/mL를 보였다. 함초 추출물 발효액을 동결건조시킨 후 그에 따른 기능성을 검토하였으며 SOD-유사활성과 DPPH-라디칼 소거능 측정결과, 농도 의존적인 경향을 보였으며 혈전분해능 측정결과 발효 전의 함초 추출물에서는 나타나지 않았던 혈전분해능을 발효 후 동결건조분말 25%의 시료 농도에서 plasmin 3.84 μg/mL의 농도와 동일한 수준의 혈전용해능을 보였다.

감사의 글

본 연구는 2005년 중소기업청 산학연 컨소시엄 사업의 수

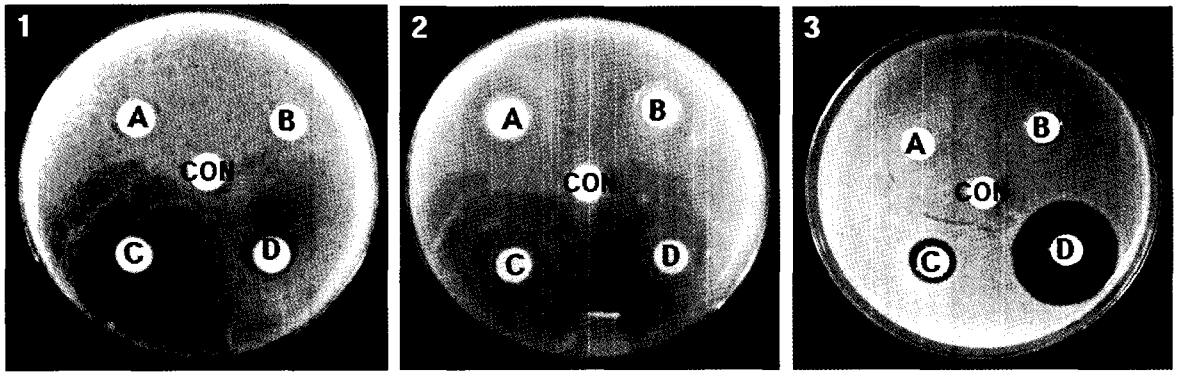

Fig. 4. Fibrinolytic activity of *Salicornia herbacea* L. by treatment.
1: fibrinolytic activity of water extract of *Salicornia herbacea* L., 2: fibrinolytic activity of ethanol extract of *Salicornia herbacea* L., 3: fibrinolytic activity of fermented juice using *Salicornia herbacea* L.
A: 1%, B: 5%, C: 10%, D: 25%, Con: negative control (water or ethanol).

행 결과의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

문 헌

1. Park SH, Hwang HS, Han JH. 2004. Development of drink from composition with medicinal plants and evaluation of its physiological function. *Korean J Nutr* 37: 364-372.
2. Jin HS, Choi YS, Lee KJ. 2001. Development of a fermented food product using chestnut broth and mixed cultures of lactic acid bacteria. *Korean J Food & Nutr* 14: 217-221.
3. Park SY, Ko YT, Lee JY, Mok CK, Park JH, Ji GE. 1997. Fermentation of carrot juice by *bifidobacterium*. *Korean J Food Sci Technol* 39: 571-575.
4. Cha SK, Hong SS, Ji GE, Mok CK, Park JH. 1999. Isolation of macrophage-activation bifidobacterium for the manufacture of fermented rice products. *Kor J Appl Microbiol Biotechnol* 27: 509-514.
5. Kim JH, Kim JK, Kang WW, Kim GY, Choi MS, Moon KD. 2003. Preparation of functional healthy drinks by ethanol extracts from defatted safflower seed cake. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1039-1045.
6. Lee MC, Kim YS, Park H, Eom HJ, Youn SW, Lee JG, Chung DS, Han JW. 1997. The effect of sports drink including red ginseng and electrolyties on the performance related physiological factors in elite hockey players. *Korean J Exer Nutr* 1: 77-96.
7. Kim WW. 2000. The effect of beverage ingestion of Paedomyceps-japonica militaris on cardiorespiratory responses and the change of blood components. *Korean J Exerc Nutr* 4: 13-25.
8. Min JG, Lee DS, Kim TJ, Park JH, Cho TY, Park DI. 2002. Chemical composition of *Salicornia herbacea* L. *J Food Sci Nutr* 7: 105-107.
9. Jo YC, Ahn JH, Chon SM, Lee KS, Bae TJ, Kang DS. 2002. Studies on pharmacological effects of glasswort (*Salicornia herbacea* L.) *Korean J Med Crop Sci* 10: 93-99.
10. Han SK, Kim SM. 2003. Antioxidative effect of *Salicornia herbacea* L. grown in closed sea beach. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 207-210.
11. Kim SK, Kim YC. 1996. The effect of repeated betaine treatment on hepatotoxicity and cytochrome P-450 dependent drug metabolizing enzyme system. *Yakhak Hoeji* 40: 440-450.
12. Lee CH, Kim IH, Kim YE, Oh SW, Lee HJ. 2004. Determination of betaine from *Salicornia herbacea* L. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1584-1587.
13. KFDA. 2004. *Food Code*. Korea Foods Industry Association. Moonyongsa Co., Seoul, Korea. p 348-349, 858.
14. Marklund S, Marklund G. 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. *Eur J Biochem* 47: 469-474.
15. Blois MS. 1985. Antioxidant determination by use of stable free radical. *Nature* 191: 1199-1203.
16. Lee JS, Lee SH, Kwon SJ, Ahn C, Yoo JY. 1997. Enzyme activities and physiological functionality of yeasts from traditional meju. *Korean J Food Sci Technol* 25: 448-453.
17. Astrup T, Mullertz S. 1952. The fibrin plate method for estimating fibrinolytic activity. *Arch Biochem Biophys* 40: 346-351.
18. Kim KI, Yoon YH. 1995. A study on the preparation of direct in vat lactic acid bacterial starter. *Korean J Dairy Sci* 17: 129-135.
19. Baehner RL, Murrmann SK, Davis J, Johnston RB Jr. 1975. The role of superoxide anion and hydrogen peroxide in phagocytosis-associated oxidative metabolic reactions. *J Clin Invest* 56: 571-576.
20. Lee JT, An BJ. 2002. Detection of physical activity of *Salicornia herbacea* L. *Kor J Herbology* 17: 61-69.
21. Niwa Y, Miyachi Y. 1986. Antioxidant action of natural health products and Chinese herbs. *Inflammation* 10: 79-91.
22. Hong HD, Kang NK, Kim SS. 1998. Superoxide dismutase-like activity of apple juice mixed with some fruits and vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1484-1487.
23. Ancerewicz J, Migliavacca E, Carrupt PA, Testa B, Bree F, Zini R, Tillement JP, Labidalle S, Guyot D, Chauvet-Monges AM, Crevat A, Le Ridant A. 1998. Structure-property relationships of trimetazidine derivatives and model compounds as potential antioxidants. *Free Radic Biol Med* 25: 113-120.
24. Lee HJ, Kim YA, Ahn JW, Lee BJ, Moon SG, Seo YW. 2004. Screening of peroxynitrite and DPPH radical scavenging activities from salt march plants. *Korean J Biotechnol Bioeng* 19: 57-61.
25. Kang YH, Park YK, Lee GD. 1996. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenol compounds. *Korean J Food Sci Technol* 28: 232-239.
26. Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, Lee SH, Kim DG. 2002. Antioxidative and nitrite scavenging activity of pine needle and green tea extracts. *Korean J Food Sci An Resour* 22: 13-19.
27. Yoo CK, Seo WS, Lee CS, Kang SM. 1998. Purification and charaterization of fibrinolytic enzyme excreted by *Bacillus subtilis* K-54 isolated from *Chunggukjang*. *Korean J Appl Micrbiol Biotechnol* 26: 507-514.
28. Han SK. 2004. Antioxidant effect of fermented *Salicornia herbacea* L. liquid with EM (effective microorganism) on pork. *Korean J Food Sci Anim Resour* 24: 298-302.

(2007년 1월 15일 접수; 2007년 3월 27일 채택)