

갈대 발효추출물의 이화학적 특성 및 생리활성 연구

강창희 · 김상철 · 정상철 · 한 응 · 이승영 · 유상미 · 진현미 · 김영수*

국립낙동강생물자원관 담수생물특성연구실

Physicochemical Characteristics of Fermented *Phragmites communis* Extract and Its Biological Activity

Chang-Hee Kang, Sang-Cheol Kim, Sang-Chul Jeong, Woong Han, Seung-Young Lee,
Sang-Mi Yu, Hyun-Mi Jin and Yeong-Su Kim*

Freshwater Bioresources Utilization Bureau, Nakdonggang National Institute of Biological Resources, Sangju 37242, Korea

Abstract – This study evaluates the tyrosinase, elastase inhibitory and antioxidant activities of isolated *Lactobacillus rhamnosus* fermented extracts of *Phragmites communis* Trinius. After culture for 4 days at 30°C using 1% *P. communis* extract, the cell mass of *L. rhamnosus* reached 1.4×10^{10} CFU/mL. The number of cells on *P. communis* extract and MRS medium was similar. This results indicated that *P. communis* extract can be used as an economical medium for industrial lactic acid bacteria production. The fermented *P. communis* extract exhibited 4 fold higher tyrosinase inhibitory effect than non fermented *P. communis* extract. The non fermented *P. communis* extract has no inhibitory effect on elastase. However the fermented *P. communis* extract show high inhibitory effect on elastase (IC₅₀; 249 µg/mL). These results indicated that the fermented *P. communis* extract can potentially be used for developing new cosmetic or health food ingredients.

Key words – *Phragmites communis*, *Lactobacillus rhamnosus*, Fermentation, Antioxidant, Elastase inhibition.

갈대(*Phragmites communis* Trinius)는 중국, 한국, 일본 등 온대와 한 대 지역의 바다 근처나 강가 습지에서 자생하는 외떡잎 다년초 식물로 화본목 화본과로 분류된다.^{1,2)} 예로부터 갈대 근경을 노근이라 하여 성질이 차고 맛은 달며 향이 좋으며 독이 없다고 나와 있고 열을 내리고 그 효능으로는 이뇨작용, 지혈작용, 해독 당뇨병의 소갈등이 알려져 있다. 또한 갈대 추출물의 항산화 활성, 고지방식이를 급여한 마우스의 혈장지질, 적혈구의 항산화 활성 및 지질과산화물 함량을 개선에 대한 효능이 보고되어져 있다.³⁾ 노근 추출물의 피부 개선 효과는 갈대 뿌리의 coixol, vitamin C에 의한 자외선 차단 작용 및 멜라닌 세포 증식 촉진, 폐놀성 화합물에 의한 피부미백 효과등이 보고되어져 있으나⁴⁻⁶⁾ 발효 등 생명공학 기법을 활용한 기능성 소재 개발에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

발효는 미생물의 대사작용에 의한 유용 물질을 생산하는 방법으로 식품, 화장품, 의약품 등 다양한 분야에 활용되어

지고 있다. 최근 천연물의 발효를 통한 생리활성 작용이 알려지면서 그 기능성 및 유용성에 대한 관심이 높아지고 있다.^{7,8)} 특히 유산균(Lactic acid bacteria)은 대사과정을 통해 젖산 및 여러 가지 대사산물을 생산하는 중요한 미생물로 발효식품, 건강기능식품, 의약품, 사료 등에 널리 사용되고 있다. 유산균은 장내 부패 억제, 장의 운동을 촉진, 면역력 증가, 항암 등의 여러 가지 생리적 기능을 가지는 것으로 밝혀지고 있다. 또한 아세트산 및 젖산과 같은 유기산 그리고 박테리오신 같은 항균 물질 등 다양한 대사산물을 생산하여 장내 부패균 및 유해한 병원성 세균의 생육을 저해하고 있는 것으로 알려져 있어 다양한 방면에서 연구가 진행 중이다.⁹⁻¹¹⁾ 또한 유산균은 프로바이오틱스로의 역할 뿐 아니라 항산화, 항염, 항암, 항균, 미백 및 면역작용 등의 효과가 큰 것으로 알려져 있어 유산균을 이용한 천연물 발효에 대한 연구가 다양하게 이루어 지고 있다.¹²⁻¹⁴⁾

따라서 본 연구에서는 대표적인 수변 식물인 갈대 추출물과 유산균을 이용하여 갈대 발효 추출물을 제조하고 그 발효물의 이화학적 특성 및 항산화, 미백, 주름개선 등의 생리활성 증진 효과를 확인하고자 하였다.

*교신저자(E-mail): yskim@nnibr.re.kr
(Tel): +82-54-530-0951

재료 및 방법

기기 및 시약 - 본 연구에서 사용된 microplate reader는 미국 Versa Max사의 제품을 rotary evaporate는 일본 Eyela사의 제품을 사용하여 연구를 진행하였다. 또한 일반성분 분석 및 생리활성 분석을 위해 사용한 Folin-Ciocalteu reagent, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH), 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothianoline-6-sulfonic acid(ABTS), elastase, tyrosinase 및 기타 시약류는 sigma에서 구입하여 사용하였다.

시료 제조 - 갈대는 2016년 2월 경북 상주시 낙동보 주변에서 채취하여 사용하였으며 발효에 사용한 유산균은 김치에서 분리한 *Lactobacillus rhamnosus*를 사용하여 실험을 진행 하였다. 채취한 갈대는 건조 후 근경을 1-3 cm로 잘게 분쇄 후 100 g의 갈대 근경을 70°C에서 물을 사용하여 24 시간 추출하여 추출물을 제조 하였다. 추출물의 농도를 고형분 함량 1%가 되게 희석 후 멸균하여 다른 성분은 첨가하지 않고 *L. rhamnosus*를 1%가 되게 접종 하여 4일간 150 rpm으로 진탕배양 하였다. 배양 후 원심분리 및 감압 여과기를 사용하여 여과하여 균체를 제거한 후 rotary evaporate로 농축 후 동결건조하여 시료로 사용 하였다. 유산균 균수의 측정은 채취된 시료를 멸균 생리식염수(0.9% NaCl)을 사용하여 10진 희석법에 따라 희석한 후 BCP첨가 평판 측정용 한천배지(0.5% peptone, 0.25% yeast extract, 0.1% dextrose, 0.1% polyoxyethylene sorbitan monooleate, 0.01% cysteine, 0.04% bromocresol purple, 1.5% agar)를 사용하여 37°C에서 배양한 후 생성된 집락을 3회 반복하여 측정하였다.

일반성분 측정 - 시료의 총 페놀 함량은 Singleton and Rossi method을 이용하여 Folin-Ciocalteu 시약이 페놀성 화합물에 의해 환원되어 몰리브덴 청색으로 발색되는 원리를 이용하여 분석하였다. 96-microwell plate에 시료 20 µL씩 분주하고 20% sodium carbonate 100 µL를 혼합한 후, 상온에서 5분간 방치하였다. 1.0 N Folin-Ciocalteu reagent 100 µL 첨가하여 상온에서 1시간 동안 반응한 후, microplate reader를 이용하여 720 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 곡선은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로 총 페놀 함량을 계산하였다.

항산화 활성 측정 - DPPH radical 소거능은 Blois¹⁵⁾의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 0.2 mL에 에탄올에 녹인 0.5 mM 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 용액 0.8 mL를 가하고 vortexing한 후, 상온의 암실에서 30분간 반응시키고, 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. Reference는 시료 대신 D.W.를 사용하였으며, DPPH radical 소거능은 시료 첨가구와 비첨가구(reference)의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하였다. ABTS radical 소거능은 Pellegrin¹⁶⁾의 ABTS⁺ cation decolorization assay 방법에 따라 측정하였다. D.W.에 녹인 7.4 mM 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothianoline-6-

sulfonic acid(ABTS)와 2.6 mM potassium persulphate을 실온의 암소에서 하루동안 방치하여 ABTS⁺ radical를 형성시켰으며, 실험 직전에 ABTS⁺ 용액을 여러 단계로 희석시켜 O.D. 값을 0.8~0.9 사이로 조절하였다. 시료 50 µL에 희석된 ABTS⁺ 용액 1 mL를 가하여 상온의 암소에서 10분간 반응시킨 후, 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. Reference는 시료 대신 D.W.를 사용하였으며, ABTS radical 소거능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하였다. 양성 대조군으로는 10 µg/mL 농도의 ascorbic acid를 사용하여 시험을 진행 하였다.

Tyrosinase 저해활성 측정 - Tyrosinase 저해 활성은 Jung 등¹⁷⁾의 방법에 따라 0.1 M phosphate buffer(pH 6.9) 100 µL에 시료 20 µL를 혼합하여 5분간 상온에서 방치 후 100 unit/mL의 mushroom tyrosinase 30 µL와 1.5 mM tyrosine 30 µL를 혼합하여 37°C에서 10분간 반응시킨 후 490 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 시료액 대신 phosphate buffer를 넣은 반응액을 blank로 사용하였다. Tyrosinase저해 활성은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하였고 양성 대조군으로는 기능성 미백 원료인 100 µg/mL농도의 arbutin을 사용하여 시험을 진행 하였다.

Elastase 저해활성 측정 - Elastase 저해 활성은 James¹⁸⁾의 방법에 따라 0.1 M Tris-HCl buffer (pH 7.0)에 1.0 mM N-succinyl-Ala-Ala-Ala-p-nitroanilide를 용해시킨 용액 180 µL에 시료 20 µL를 첨가하여 5분간 상온에서 방치 후 2.5 unit/mL의 elastase 10 µL를 첨가하여 25°C에서 10분간 반응시킨 후 410 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 시료액 대신 buffer를 넣은 반응액을 blank로 사용하였다. Elastase 저해 활성은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 표시하였고 양성 대조군으로는 100 µg/mL농도의 ursolic acid를 사용하여 시험을 진행하였다.

통계 처리 - 실험결과는 SPSS(version 19.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 분산분석(ANOVA)을 실시하였고 각 측정 평균값의 유의성(p<0.05)은 Duncan's multiple range test를 실시하여 검정하였다.

결과 및 고찰

유산균 배양 - 갈대 추출물의 유산균 배양에 의한 영향을 알아보기 위하여 고형분 함량 1%로 정량된 추출물에 유산균 *L. rhamnosus*를 1%가 되게 접종한 후 37°C에서 배양하면서 pH, 생균수, 총당 및 총페놀함량을 측정하였다(Fig. 1, Table I). 그 결과 총 균수는 배양 3일째 1.4×10^{10} CFU/mL로 가장 높았다. 일반적인 유산균 배지인 MRS 배지를 사용하여 *L. rhamnosus*를 배양 하였을 경우 약 1.0×10^{10} CFU/mL정도의 총 균수를 확인할 수 있어 갈대 뿌리 추출물이

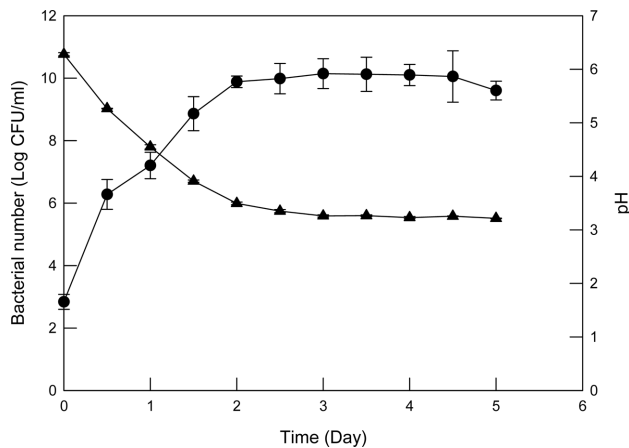


Fig. 1. Cell growth(●) and pH change(▲) during fermentation of *Lactobacillus rhamnosus* on *Phragmites communis* extract. All value are expressed as means±SD of triplicate determinations.

Table I. Change of total sugar and total phenolic compound content during fermentation

| Time (day) | Total sugars (%) | Total phenolic compounds (mg/g) |
|------------|-------------------------|---------------------------------|
| 0 | 84.6±0.1 ^{a1)} | 12.43±0.10 ^h |
| 0.5 | 75.1±0.3 ^b | 14.65±0.40 ^g |
| 1 | 64.8±0.6 ^c | 15.51±0.09 ^e |
| 1.5 | 54.0±1.8 ^d | 17.37±0.22 ^f |
| 2 | 45.4±1.9 ^e | 19.26±0.34 ^e |
| 2.5 | 43.5±1.9 ^e | 20.74±0.66 ^d |
| 3 | 42.5±0.7 ^e | 22.40±0.81 ^c |
| 3.5 | 41.8±2.3 ^e | 24.16±0.65 ^b |
| 4 | 42.5±1.3 ^e | 25.52±0.11 ^a |
| 4.5 | 41.7±1.3 ^e | 23.91±0.11 ^b |
| 5 | 41.8±0.3 ^e | 22.62±0.52 ^c |

¹⁾All value are expressed as means±SD of triplicate determinations. Different superscripts with the column are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

경제적인 산업적 유산균의 배양에도 적합한 것으로 생각 된다. 배양 초기 pH는 6.3이었고 배양 시간이 증가할수록 pH는 감소하여 배양액이 산성화가 되었지만 산성화에 따른 유산균의 증식에는 영향을 미치지 않았다. 다만 배양액내 총당의 경우 배양 전 시료의 고형분중 총당 함량은 84.6%였으나 배양 시간이 증가할수록 감소하여 배양 3일째 42%로 줄었다. 이는 유산균이 성장 하면서 갈대 추출물의 유리당 및 cellulose등의 고분자 탄수화물이 가수분해 되어 유산균 증식의 탄소원으로 사용되어 그 양이 줄어든 것으로 생각

되어 진다. 반면 총페놀 함량은 배양 시간이 증가할수록 그 함량이 증가 하여 배양 전 12.4 GAE mg/g에서 배양 4일째 25.5 GAE mg/g으로 약 2배 증가 한 것으로 확인 되었다. 식물 추출물 내의 페놀성 화합물은 당 또는 배당체등과의 화합물 형태의 물질이 다량 존재하고 있어 발효 과정중 미생물의 glycosidase의 가수분해에 의해 페놀성 화합물의 총양이 증가한 것으로 생각 되어 진다. 또한 발효 과정중 유산균 균체량이 늘어남에 따라 유산균 유래의 총페놀 함량이 증가 했을 것으로 사료 된다. 또한 발효 4일차 이후 총페놀 함량이 일부 감소하는 경향을 나타 내는데 이는 생성된 페놀성 화합물이 시간이 경과됨에 따라 산화 및 중합반응등에 의해 일부 소실되는 현상이라 생각 되어 진다. 홍삼 가공 부산물인 홍삼진분을 이용한 유산균 배양 연구에서는 *Lactobacillus plantarum*과 *Leuconostoc mesenteroides*를 1×10¹⁰ CFU/mL 이상 고농도로 배양하는 연구가 이루어 졌으며¹⁹⁾ 김치로부터 분리한 유산균 *Lactobacillus* sp. KYH는 진생베리 추출물을 이용하여 1×10⁸ CFU/mL 이상의 유산균을 배양한 것으로 알려져 있다.²⁰⁾ 최근 유산균은 프로바이오틱스로의 역할 뿐 아니라 생리활성 물질 생산균으로 새롭게 주목받고 있으며 각종 다당류등 기능성 소재 생산에 관한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 발효에 의한 페놀화합물의 증가는 다양한 연구를 통해 알려져 왔다.²¹⁾ *Bacillus* sp.를 이용하여 구찌빵(*Cudrania tricuspidata*)을 발효했을 때 총페놀 함량이 약 45% 증가 한다고 보고되어져 있고,²²⁾ *Bacillus subtilis*를 이용하여 탈지대두를 발효했을 경우는 총페놀 함량이 발효전 보다 약 4.8배 증가 하는 것으로 보고되어져 있다.²³⁾ 또한 유산균 *Lactobacillus* sp. KYH를 이용하여 발효한 진생베리 추출물의 총페놀 함량은 43.8% 증가 하였고,²⁰⁾ *L. plantarum*을 이용하여 금은화 추출물을 발효했을 경우 총페놀 함량이 30% 이상 증가 한 것으로 조사 되어²³⁾ 발효 갈대 추출물과 유사한 결과를 나타 내었다.

발효 조건 설정 - 발효 최적 조건을 설정하기 위하여 발효 시간별 시료를 이용하여 DPPH radical 소거능, tyrosinase 저해활성 및 elastase저해 활성을 측정 하였다(Fig. 2). 유산균 발효가 갈대 뿌리 추출물의 DPPH radical 소거능에 미치는 영향을 알아보기 위해 200 µg/mL의 시료 농도로 시험한 결과 발효전 시료의 DPPH radical 소거능은 29.5%였으나 발효 4일후 42.0%로 약 1.4배 증가한 것을 확인할 수 있었다. 또한 tyrosinase와 elastase 저해 활성을 알아보기 위해 500 µg/mL의 시료 농도로 시험한 결과 발효전 시료의 tyrosinase와 elastase 저해활성이 각각 11.8, 1.2%에서 발효 2일차부터 저해 활성이 증가하기 시작하여 발효 4일차에 47.6, 83.3%로 증가 하는 것을 확인할 수 있었다. 유산균 성장, 총페놀 함량, 항산화 활성 및 tyrosinase, elastase 저해활성을 감안하여 배양 일수를 4일로 선정하고 실험을 진행 하였다. *Lactobacillus* sp.를 이용하여 발효한 금은화, 배초향,

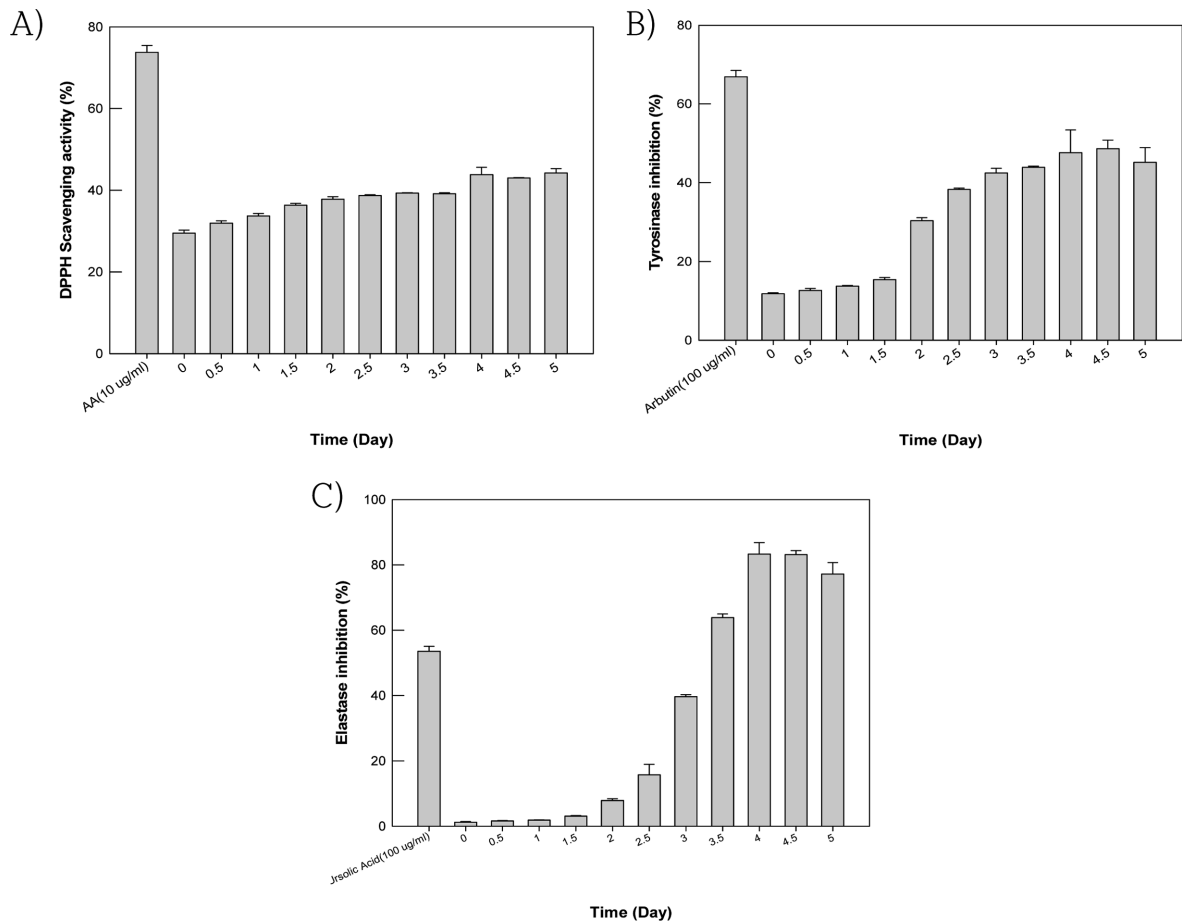


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity(A), tyrosinase inhibition(B) and elastase inhibition(C) of fermented *P. communis* extract during fermentation. The amount of used fermented *P. communis* extract on DPPH radical scavenging activity, tyrosinase inhibition and elastase inhibition were 200, 500, and 500 $\mu\text{g/mL}$, respectively. All value are expressed as means \pm SD of triplicate determinations.

율피 및 도꼬마리 추출물등에서도 유의적으로 DPPH radical 소거능등 생리활성이 증가한다고 보고되어져 있어 유산균 발효를 통한 기능성 소재 개발이 가능 할 것으로 생각 되어 진다.²⁴⁻²⁶⁾

DPPH 및 ABTS radical 소거능 - 갈대 발효 시료의 항산화 활성을 알아보기 위해 발효 4일차 시료를 이용하여 DPPH 및 ABTS radical 소거능확인 하였다(Fig. 3). 그 결과 DPPH 및 ABTS radical 소거능은 농도 의존적으로 증가 하는 것으로 확인 되었고 발효전 DPPH 및 ABTS radical 소거능에 대한 IC₅₀값은 각각 413.8, 413.6 $\mu\text{g/mL}$ 이었고 발효 후 시료의 IC₅₀ 값은 각각 303.3, 326.5 $\mu\text{g/mL}$ 로 확인되어 유산균 발효를 통한 radical 소거능이 유의적으로 증가 했음을 확인할 수 있었다. 양성 대조군으로 사용된 ascorbic acid와 비교하였을 때 높은 IC₅₀ 값을 나타 내지만 단일 물질이 아닌 추출물의 기준으로 보았을 때 높은 수준의 항산화 활성을 나타 낸다고 보여 진다. 페놀성 화합물은 식물에서 발견되는 물질로 한 개 또는 두 개 이상의 hydroxyl기를

가지고 있어 강력한 항산화 작용을 하는 것으로 알려져 있고 항산화 작용에 의한 노화방지, 미백 및 주름 개선등의 안티에이징의 효과도 알려져 있다. 갈대 뿌리의 유산균 발효를 통해 총페놀 함량이 약 2배 증가 한 것은 DPPH 및 ABTS radical 소거능 증가에 어느 정도 영향을 미친 것으로 생각 되어 진다.

유산균을 이용하여 배초향, 율피, 꾸지뽕, 진생베리등을 발효시켰을 경우 DPPH radical 소거능이 유의적으로 증가 한다는 보고가 있고^{20,22,25,26)} *L. plantarum*을 이용하여 금은화 추출물을 발효했을 경우 DPPH 및 ABTS radical 소거능에는 영향을 주지 않는다는 보고도 되어져 있다.²⁴⁾ 이는 발효 과정을 통해 추출물 성분의 생물 전환과 미생물의 2차 대사산물의 복합적인 영향을 받기 때문에 발효 소재 및 사용 균주에 따른 차이로 해석될 수 있을 것이다.

Tyrosinase 및 elastase 저해 활성 - Tyrosinase는 melanin 생합성 과정의 주요 효소로 tyrosine을 산화 시켜 L-3,4-dehydroxyl-L-phenylalanine(L-DOPA) 거쳐 멜라닌을

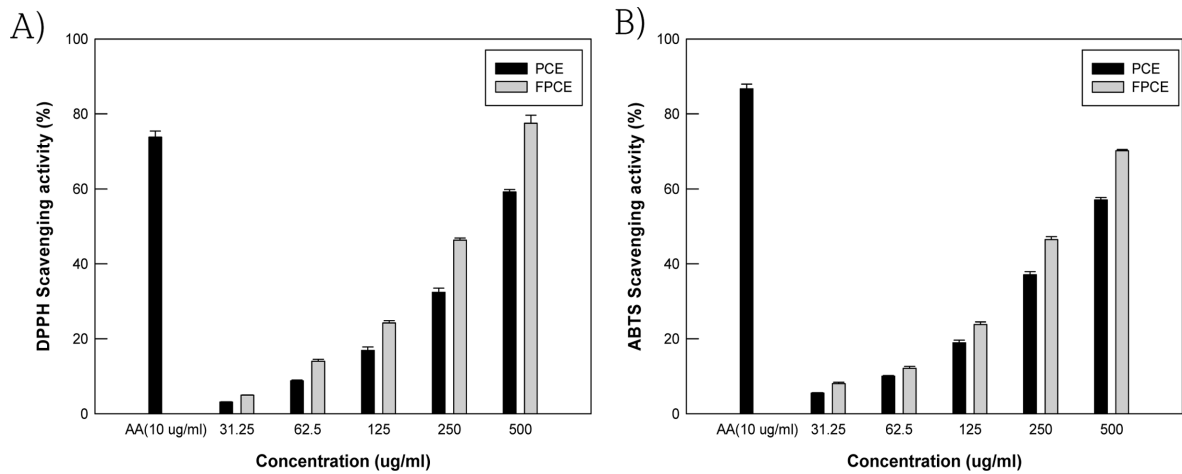


Fig. 3. DPPH(A) and ABTS(B) radical scavenging activity of fermented *P. communis* extract. The fermented *P. communis* extract was prepared with *L. rhamnosus* for 4 days at 37°C. All value are expressed as means±SD of triplicate determinations. *PCE: *Phragmites communis* extract, FPCE: fermented *Phragmites communis* extract.

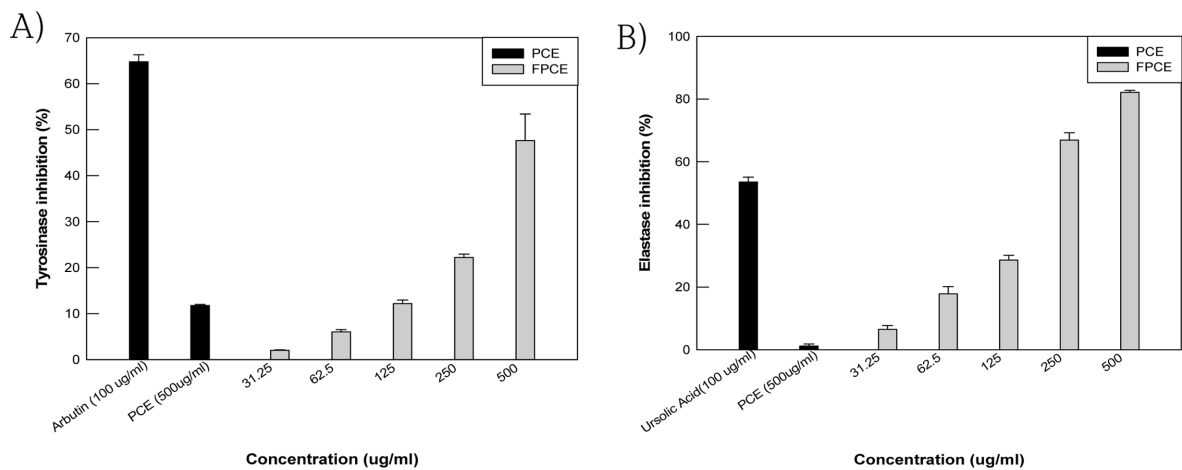


Fig. 4. Inhibitory effects of tyrosinase(A) and elastase(B) of fermented *P. communis* extract. The fermented *P. communis* extract was prepared with *L. rhamnosus* for 4 days at 37°C. All value are expressed as means±SD of triplicate determinations. *PCE: *Phragmites communis* extract, FPCE: fermented *Phragmites communis* extract.

생성시키는데 있어 중요한 작용을 하는 효소로 알려져 있다.²⁷⁾ 또한 elastase는 피부 조직에 탄력을 유지해주는 elastin을 분해하여 피부 주름 생성의 하나의 원인으로 알려져 있어 이 두가지 효소의 저해 활성 연구는 피부 개선에 유용한 평가법으로 알려져 있다.²⁸⁾ 갈대 발효 시료의 tyrosinase 및 elastase 저해 활성을 알아보기 위하여 갈대 뿌리 발효 시료에 대해 농도별로 시료를 제조하여 시험을 실시 하였다(Fig. 4). 발효전 갈대 추출물의 tyrosinase 저해 활성은 500 µg/mL의 시료 농도에서 11.8%의 저해 활성을 나타 내었으나 갈대 발효 시료 500 µg/mL의 시료 농도에서는 47.6%로 약 4배 증가 하였고 발효 시료의 IC₅₀ 값은 528.7 µg/mL로 확인 되었다. 양성 대조군인 arbutin과 비교시 낮은 활성을 보이고 있지만 발효 과정을 통해 tyrosinase 저해 활성이 크게

증가 하였고 단일 물질이 아닌 추출물의 활성으로는 높은 저해 활성을 보인다고 사료 된다. 발효전 갈대 추출물의 elastase 저해 활성은 500 µg/mL의 시료 농도에서 1.2%의 저해 활성을 나타 내어 발효 하기전의 갈대 추출물은 elastase 저해 활성이 없는 것으로 생각 되어 지나 발효 시료 500 µg/mL의 시료 농도에서는 83.3%의 높은 elastase저해 활성을 나타내었고 이때 발효 시료의 IC₅₀값은 249.4 µg/mL로 확인 되었다. 양성대조군으로 사용한 ursolic acid는 100 µg/mL농도에서 약 53%의 저해 활성을 나타내어 발효 시료보다 높은 활성을 보이지만 갈대 추출물의 발효 과정을 통해 elastase 저해 활성이 새롭게 나타 났고 단일 물질이 아닌 추출물의 활성으로는 높은 저해 활성을 보이기 때문에 향후 향장 소재로의 가능성이 높다고 할 수 있을 것이다. 유산균

은 피부 개선과 관련하여 미백, 보습 효과가 뛰어나다는 연구 결과가 보고되어져 있고²⁹⁾ 특히 *L. rhamnosus*는 유산균 자체만으로 항산화 활성 및 tyrosinase 저해 활성등을 나타낸다는 연구가 보고 되어져 있다.³⁰⁾ 갈대 추출물을 이용한 유산균 배양에서 *L. rhamnosus*는 발효 3일만에 1.4×10^{10} CFU/mL의 총 균수를 나타내어 고농도로 유산균이 배양되고 이는 갈대 발효 추출물의 총페놀 함량도 증가와 더불어 유산균 균체 및 유산균 대사산물의 영향으로 tyrosinase와 elastase 저해 활성이 크게 증가한 것으로 사료 된다. 다만 갈대 추출물 및 발효 시료의 생리활성에 관여하는 유효 물질, 지표 물질에 대한 분리·정제, 구조 동정등에 대한 연구가 추가적으로 필요할 것으로 생각되어 진다.

결 론

본 연구는 대표적인 수변식물인 갈대(*Phragmites communis* Trinius) 뿌리 추출물을 발효 식품으로부터 분리한 유산균(*L. rhamnosus*)을 이용하여 발효를 진행하고 발효물의 피부 개선 관련 활성을 조사 하였다. 고형분 함량 1%의 갈대 뿌리 추출물만을 이용하여 4일간 배양 하였을 때 1.0×10^{10} CFU/mL 이상의 높은 농도의 유산균이 배양 되었고 총페놀 함량은 발효전 12.4 GAE mg/g에서 발효 후 25.5 GAE mg/g으로 약 2배 증가 한 것으로 확인 되었다. 또한 DPPH, ABTS radical 소거능과 tyrosinase, elastase 저해활성 역시 발효전과 비교하여 높게 나타났다. 이는 갈대 뿌리와 유산균 발효를 통해 천연 유래의 항산화 활성 및 피부개선 효능이 증가한 새로운 천연 발효 소재로의 활용 가능성이 높을 것으로 사료 된다. 다만 발효에 의한 유효성분 변화, 성분 분석 및 피부 미백 관련 작용 기전에 대한 별도의 연구가 필요할 것으로 생각 된다.

사 사

본 연구는 2016년 국립낙동강생물자원관의 담수생물활용 기반구축사업의 일환으로 수행 하였음.

인용문헌

- Kohl, J. G., Woitke, P., Kuhl, H., Dewender, M. and Konig, G. (1998) Seasonal changes in dissolved amino acids and sugars in basal culm internodes as physiological indicators of the C/N-balance of *Phragmites australis* at littoral sites of different trophic status. *Aquat. Bot.* **60**: 221-240.
- Chen, K.M., Gong, H. J., Wang, S. M. and Zhang, C. L. (2007) Antioxidant defense system in *Phragmites communis* Trin. ecotypes. *Bio. Plant* **51**: 754-758.
- Lee, J., Jeong, J. Y., Cho, Y. S., Park, S. K. and Kim, K. J. (2010) Effect of young *Phragmites communis* leaves powder on lipid metabolism and erythrocyte antioxidant enzyme activities in high-fat diet fed mice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **39**: 677-683.
- Mo, J. H., Oh, S. J. and Kim, K. R. (2013) Comparison on the antioxidative activity of ethanol and hot water extracts of *Phragmites rhizoma*. *J. Korean Soc. Cosmetology* **19**: 809-814.
- Oh, S. J. (2011) Physiological activating material searching and skin whitening improvement effect of the extracts from *Phragmites rhizoma*. *PhD Dissertation, Kwangju Women's Univ.* Gwangju, Korea.
- Yoon, H. J. (2006) Whitening activity of phenolic compounds from *Phragmites rhizoma*. *MS Thesis, Chungang Univ.* Seoul, Korea.
- Park, Y. S. and Jang, H. G. (2003) Evaluation of physiological activity and lactic acid fermentation of *Rubus Coreanus* Miq. *J. Kor. Soc. Agric. Chem.* **46**: 367-375.
- Rajan, K. N. and Rajendan A. D. (2009) Effect of fermentation parameters on extra cellular tannase production by *Lactobacillus plantarum* MTCC 1407. *E. J. Chemistry* **6**: 979-984.
- Diep, D. B., Godager, L., Brede, D. and Nes, I. F. (2006) Datamining and characterization of a novel pediocin-like bacteriocin system from the genome of *Pediococcus pentosaceus* ATCC 25745. *Microbiology* **152**: 1649-1659.
- Mathara, J. M., Schillinger, U., Guigas, C., Franz, C. M. A. P., Kutima, P.M., Mbugua, S., Shin, H. K. and Holzapfel, W. H. (2008) Functional characteristics of *Lactobacillus* sp. from traditional maassai fermented milk products in Kenya. *Int. J. Food Microbiol.* **126**: 57-64.
- Park, S. H., Yang, S., Lee, J. H. and Kang, M. (2013) Selection of phytate-degrading lactic acid bacteria from *Kimchi* and reaction properties in brown rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **42**: 627-632.
- Ji, G. E. (1994) Composition and distribution of intestinal microbial flora in Korean. *Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* **22**: 453-458.
- Doron, S., Snyderman, D. R. and Gorbach, S.L. (2005) *Lactobacillus* GG: Bacteriology and clinical applications. *Gastroenterol Clin. N. Am.* **34**: 483-498.
- Muller, D. M., Carrasco, M. S., Tonarelli, G. G. and Simonetta, A. C. (2009) Characterization and purification of a new bacteriocin with a broad inhibitory spectrum produced by *Lactobacillus plantarum* Ip 31 strain isolated from dry-fermented sausage. *J. Appl. Microbiol.* **106**: 2031-2040.
- Blois, M.S. (1958) Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**: 1199-1203.
- Pellegrini, N., Re, R., Yang, M. and Rice-Evans, V. (1998) Screening of dietary carotenoids and carotenoid-rich fruit extracts for antioxidant activities applying 2,2'-azinobis (3-ethylenebenzothiazoline-6-sulfonic acid) radical cationdecolor-

- orization assay. *Methods Enzymol.* **299**: 379-389.
17. James, A. E. K., Timothy, D. W. and Gorden, L. (1996) Inhibition of human leukocyte and porcine pancreatic elastase by homologues of bovine pancreatic tyrosinase inhibitors. *Biochem.* **35**: 9090-9096.
 18. Jung, S. W., Lee, N. K., Kim, S. J. and Han, D. S. (1995) Screening of tyrosinase inhibitor from plants. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27**: 891-896.
 19. Kim, Y. S., Lee, H., Kim, D. Y., Kim, S. Y., Lee, W. K., Lee, S. M., Park, J. D. and Shon, M. Y. (2013) Cultivation of Lactic Acid Bacteria for the Development of Probiotic Products using Red Ginseng Starch. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **23**: 818-826.
 20. Ha, Y. J., Yoo, S. K. and Kim, M. R. (2016) Process optimization of ginseng berry extract fermentation by *Lactobacillus* sp. strain KYH isolated from fermented *Kimchi* and product analysis. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **26**: 88-98.
 21. Robbins, R. J. (2003) Phenolic acid in foods: An overview of analytical methodology. *J. Agric. Food Chem.* **51**: 2866-2887.
 22. Kang, D. H., Kim J. W. and Youn K. S. (2011) Antioxidant activities of extract from fermented mulberry (*Cudrania tricuspidata*) fruit and inhibitory action on elastase and tyrosinase. *Korean J. Food Preserv.* **18**: 236-243.
 23. Lee, S. G., Kim, H. J., Lee, S. P. and Lee, I. S. (2009) Antioxidant and anti cancer activities of defatted soybean grits fermented by *Bacillus subtilis* NBUC1. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **38**: 657-662.
 24. Shin, J. H. and Yoo, S. K. (2012) Antioxidant properties in microbial fermentation products of *Lonicera japonica* Thunb. Extract. *J. East Asian Soc. Dietary Life* **22**: 95-102.
 25. Kim, N. Y., Park, D. S. and Lee, H. Y. (2015) Effect of anti-skin wrinkle and antioxidant of *Agastache rugosa* Kentz through fermentation process of the lactic acid. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* **23**: 37-42.
 26. Choi, M. O., Kim, B. J., Jo, S. K., Jung, H. K., Lee, J. T., Kim, H. Y. and Kweon, D. J. (2013) Anti-allergic activities of *Castanea crenata* inner shell extracts fermented by *Lactobacillus bifementans*. *Korean J. Food Preserv.* **20**: 583-591.
 27. Jimenez, M., Kameyama, K., Maloy, W. L. and Tomita, Y. (1988) Mammalian tyrosinase: biosynthesis, processing, and modulation by melanocyte-stimulating hormone. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*, **85**: 3830-3834.
 28. DeWitt, D. L., Rollins, T. E., Day J. S., Gaugar, J. A. and Smith W. L. (1981) Orientation of the active site, and antigenic determinants of prostaglandin endoperoxide synthase in the endoplasmic reticulum. *J. Biol. Chem.* **256**: 10375-10382.
 29. Prince, T., McBain, A. J. and O'Neill, C. A. (2012) *Lactobacillus reuteri* protects epidermal keratinocytes from *Staphylococcus aureus*-induced cell death by competitive exclusion. *Appl. Environ. Microbiol.* **78**: 5119-5126.
 30. Choi, W. S., Kwon, H. S., Lim, H. W., No, R. W. and Lee, H. Y. (2013) Whitening effects of *Lactobacillus rhamnosus* associated with its antioxidative activities. *Korean J. Microbiol. Biotechnol.* **41**: 183-189.
- (2016. 7. 4 접수; 2016. 7. 27 심사; 2016. 8. 26 게재확정)