

유산균 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 품질 특성 및 항산화 활성

김동호 · 연수지 · 장금일
충북대학교 식품생명·축산과학부

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Espresso Coffee Prepared with Green Bean Fermented by Lactic Acid Bacteria

Dong-Ho Kim, Soo-Ji Yeon, and Keum-II Jang

Division of Food and Animal Sciences, Chungbuk National University

ABSTRACT This study investigated the quality characteristics and antioxidant activities of espresso coffee prepared with green bean fermented by lactic acid bacteria. First, 10, 20, and 30% (w/v) green beans were fermented by *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145 at 37°C for 0, 12, and 24 h, respectively. Cells of *L. acidophilus* gradually increased with increasing green bean content and fermentation time. After drying fermented green beans, coffee powders were prepared by roasting (city level) and grinding (<75 mesh). Then, espresso coffee was extracted using coffee powder. The pH and chromaticity (L*, a*, and b* values) of espresso coffee decreased with fermentation time, whereas total acidity, total soluble solid contents, and brown color intensity increased. The pH level decreased with increasing contents of fermented green bean and total acidity increased. However, chromaticity, total soluble solid contents, and brown color intensity remained within a limited range. The antioxidant activities, including total polyphenol content, and DPPH and ABTS radical scavenging activities increased with increasing green bean content and fermentation time. Finally, sensory evaluation – for taste, color, flavor, and overall preference – revealed espresso coffee prepared with fermentation of 30% (w/v) green bean received the highest scores. Green bean fermented by lactic acid bacteria enhanced quality characteristics and antioxidant activities of espresso coffee, showing that lactic acid bacteria fermentation has potential use in the espresso coffee industry.

Key words: espresso, coffee, lactic acid bacteria, quality, antioxidant

서 론

커피는 꼭두서니과(Rubiaceae) 코페아속(*Coffea*)에 속하는 쌍떡잎식물로 500속과 6,000여 종이 넘는 커피나무에서 수확한 커피 생두를 가공한 다음 추출한 음료로서(1) 현재 가장 많이 음용하고 있는 기호음료로 알려져 있다(2). 커피 생두는 커피나무의 열매의 껍질을 벗겨내면 점액질로 싸여있는 씨앗으로 정제하기 위해 건조 및 탈곡과정을 거치게 되는데, 건식법 및 습식법으로 처리하면 점액질을 제거되면서 커피 생두를 얻을 수 있다(3). 커피 생두에는 생산지, 품종 재배 방법에 따라 약간의 차이가 나타나겠지만, 일반적으로 10~13%의 수분, 37~60%의 탄수화물, 9~18%의 지방질, 11~13%의 단백질, 3.0~4.5%의 무기질과 생리활성물질 등으로 구성되어 있다(4). 커피의 생리활성물질로는 catechins, anthocyanins 등의 flavonoids 성분, caffeic acid

및 ferulic acid 등이 주된 성분으로 알려져 있으며, trigonelline, quinolinic acid, pyrogallol, nicotinic acid, tannic acid 및 caffeine 등의 성분도 함유되어 있다(5). 그리고 이들 성분 중 caffeine, chlorogenic acid, hydroxycinnamic acids 및 melanoidins 등은 대표적 항산화 물질로서(6) 만성질환의 예방이나 억제 또는 수명 연장 효능이 있는 것으로 알려져 있다(7).

이러한 생리활성물질을 함유한 커피의 품질 및 기능성을 향상시키기 위하여 다양한 연구가 진행되었는데, Kim과 Han(4)은 배전시간 및 추출용매에 따라 커피 추출물의 항산화 효과가 변화됨을 보고하였고, Hwang 등(8)은 추출시간 후기에도 더치커피 추출액의 페놀성분과 항산화 효과가 유지되어 추출된다고 보고하였다. 또한, 커피 생두 분말을 첨가한 식빵의 항산화 특성 연구(9) 등 커피의 가공분야를 넓히기 위한 연구가 진행되고 있지만 대부분 커피 원두를 이용한 연구가 대부분을 차지하고 있는 실정이다. 커피 생두를 이용한 연구로는 커피의 재배방법에 따른 커피 생두의 미세구조가 변화(10) 및 커피 생두 품종에 따른 커피의 향미 특성(11) 등 재배 방법 및 품종에 대한 연구가 대부분으로 커피 생두 가공에 대한 연구는 부족한 실정이다.

최근에 발효과정에 의한 생리활성 작용이 알려지면서 발효식품이 세계적으로 건강 기능성 식품으로 인식되고 있고, 특히 유산균은 인간이 이용할 수 있는 매우 유익한 미생물로 알려져 있는데, probiotics로 장내 기능 향상 효과(12,13)가 보고되면서 오래전부터 발효 유제품을 중심으로 각종 장류, 김치, 발효소시지, 의약품 및 가축의 사료 첨가제에 이르기까지 그 특성에 따라 인류의 생활에 직·간접적으로 밀접한 관계를 맺고 있으며, 지금까지 유산균은 300~400여 종이 알려져 있다(14). 또한, 유산균은 발효식품에 특유의 풍미와 우수한 보존성을 부여할 뿐만 아니라 유당불내증의 완화작용, 성장작용, 병원성세균의 생육억제 작용, 콜레스테롤 저하작용, 항암작용, 항바이러스작용, 항스트레스작용 등의 다양한 생리활성기능을 나타내는 것으로도 알려지면서(15-17), 콜레스테롤 저하 유산균을 이용한 요구르트 제조(18), 유산균 발효를 통한 흑대추와 일반 건조대추 추출물의 항산화 효과 향상(19) 및 유산균 발효를 통한 김치의 기능성 증진 효과(20) 등 유산균 발효를 통한 생리활성 증진 가능성에 관한 다양한 연구가 보고되고 있다.

따라서 본 연구에서는 커피 생두를 유산균으로 발효한 다음 건조하여 얻은 유산균 발효 생두를 제조하고, 이를 로스팅 및 분쇄 가공 처리하여 얻은 커피 분말로 추출한 유산균 발효 에스프레소 커피의 품질 및 항산화 효과의 변화를 분석함으로써 유산균 발효를 통한 커피의 품질 및 기능성 효과 향상을 위한 자료를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 유산균주

유산균 발효 에스프레소 커피제조를 위한 커피 생두는 Megacoffee(BNC International, Gyeonggi, Korea)에서 Brazil Santos NY2를 구입하여 통풍이 잘되고 서늘한 곳에 보관하면서 사용하였다. 항산화 활성을 분석하기 위한 시약으로 gallic acid와 potassium persulfate, DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl), Folin-Ciocalteu's phenol reagent 및 ABTS[2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)]는 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MD, USA)에서 구입하여 사용하였다. 그리고 Na₂CO₃(sodium carbonate) 용액은 Samchun Pure Chemical Co.(Seoul, Korea)에서 구입하였으며, L-ascorbic acid는 Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다. *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145는 한국미생물자원센터(Korean Collection for Type Cultures, KCTC, Daejeon, Korea)에서 분양받았으며, 유산균 배양을 위한 배지로는 MRS 배지(*Lactobacilli* MRS broth, Difco Co., Detroit, MI, USA)를 사용하였다.

유산균을 이용한 커피 생두의 발효 및 유산균수

커피 생두를 유산균으로 발효시키기 위한 커피 생두 배지

는 100°C의 증류수에서 3분간 살균시킨 생두를 0.85%(w/v) 생리식염수에 10, 20, 30%(w/v)로 첨가하여 제조하였으며, 커피 생두 발효를 위한 유산균으로는 건강기능식품공전에 제시된 프로바이오틱 유산균(12)으로 잘 알려진 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145를 분양받아 사용하였다. 먼저 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145 유산균을 MRS 배지에 접종하고 37°C에서 24시간 배양시킨 다음 배양액 1 mL를 취하고 원심분리(6,067×g, VS-15000 CFN, Vision, Bucheon, Korea) 하여 MRS 배지 성분을 제거하고, 제조된 각각의 커피 생두 배지액 1 mL로 다시 현탁시켜 준비하였다. 그리고 생두 함량별로 제조한 커피 생두 배지에 준비된 유산균을 최종 1%(v/v)로 접종하고 shaking incubator(SI 600R, JEIO Tech, Daejeon, Korea)에서 100 rpm으로 37°C에서 24시간 동안 커피 생두를 발효시켰다. 그리고 동일한 조건으로 준비한 10, 20, 30%(w/v) 커피 생두 배지에 유산균을 접종하지 않고 0, 12, 24시간 동안 유지한 생두를 비발효 커피(control)로 각각 사용하였다. 발효기간 중 변화되는 유산균수는 0, 12, 24시간마다 각각의 발효액에서 1 mL를 취하여 십진 희석한 다음 MRS 한천배지를 이용하여 pour plate method로 37°C에서 24시간 배양시킨 후 유산균수를 colony forming units(CFU/mL)로 나타내었다. 그리고 커피 생두 함량별 배지에서 비발효 및 발효된 생두를 꺼내어 건조기(MR-CB, Mirae Science, Anyang, Korea)로 옮긴 다음 25°C에서 3시간 동안 풍건시켜 에스프레소 커피 제조에 사용하였다.

유산균 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 제조

유산균 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피를 제조하기 위해서 먼저 커피 생두 함량별로 유산균 발효하고 건조된 각각의 발효 커피 생두를 열풍로스터(CR-100, Imax, Seoul, Korea)를 이용하여 시티(city) 단계로 로스팅한 다음 그라인더(Bistro, Bodum, Pyrmont, Australia)로 분말화시키고 75 mesh 체로 사별하여 유산균 발효 커피 원두 분말을 제조하였다. 그리고 제조된 발효 커피 원두 분말을 에스프레소 추출기(HD8323, Philips & Saeco, Shenzhen, China)로 15초 동안 30 mL씩 각각 추출하여 에스프레소 커피를 제조하였다. 그리고 생두 첨가량별로 제조된 배지에서 유산균을 접종하지 않은 생두로 제조한 에스프레소 커피를 대조구(control)로 사용하였다.

에스프레소 커피의 pH와 가용성 고형분 함량 및 총산도 측정

에스프레소 커피의 pH와 가용성 고형분 함량은 각각 pH meter(DOCU-pH meter, Sartorius, Bohemia, New York, NY, USA)와 굴절당도계(Master-1M, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다. 그리고 에스프레소 커피의 총산도는 커피 10 mL에 증류수를 가하여 100 mL로 정용한 후 0.1 N NaOH를 가하여 pH

8.3이 될 때까지 적정한 후 소요된 NaOH의 mL를 lactic acid로 환산하였다(21).

에스프레소 커피의 갈색도 및 색도 측정

에스프레소 커피의 갈색도는 Bravo 등(22)의 방법을 응용하여 추출된 커피시료를 3차 증류수로 40배 희석하여 420 nm에서 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이용하여 흡광도를 3회 반복 측정하였다. 에스프레소 커피의 색도는 추출된 커피 10 mL를 petri dish에 담아 고정시킨 후 색차계(CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)과 색차값(color difference, ΔE)을 측정하였다(23). 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였으며, 사용된 표준 색판은 백색판(L=93.50, a=0.31, b=0.32)을 사용하였다.

에스프레소 커피의 총폴리페놀 함량

에스프레소 커피의 총폴리페놀 함량은 Dewanto 등(24)의 방법에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 시료의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과, 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 측정하였다. 커피 추출액 100 μ L에 2% Na_2CO_3 용액(w/v) 2 mL를 첨가한 후 3분간 실온에서 방치하였다. 그리고 50% Folin-Ciocalteu reagent를 0.1 mL 가한 후 30분 동안 반응시키고 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였다. 표준물질로 gallic acid를 사용하여 검량선을 작성한 후 총폴리페놀 함량은 시료 1 mL당 mg gallic acid equivalent(GAE)로 나타내었다. 그리고 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였다.

에스프레소 커피의 DPPH 라디칼 소거능

에스프레소 커피의 DPPH 자유 라디칼 소거능은 Blois (25)의 방법을 이용하여 분석하였다. 먼저 DPPH 용액을 0.005 g/100 mL로 99.9% 에탄올에 희석한 후 2시간 이상 암소 방치하고, 520 nm에서 흡광도 값을 1.5~1.7로 보정하여 준비하였다. 에스프레소 커피 시료 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 넣고 30분간 실온에 반응시킨 후 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로 L-ascorbic acid를 동량 첨가하였다. DPPH 라디칼 소거능은 정량적으로 비교 분석하기 위하여 ascorbic acid에 해당하는 항산화력(AEAC, L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity, mg AE/mL)으로 나타내었으며, 모든 시료는 3회 반복 측정하였다.

에스프레소 커피의 ABTS 라디칼 소거능

에스프레소 커피의 ABTS 라디칼 소거능은 Ahn 등(26)의 방법에 의하여 ABTS cation decolorization assay를 수행하였다. 7.4 mM의 ABTS와 2.6 mM의 potassium phosphate를 1:1로 동량 혼합한 후 암실에서 12~16시간 교반하여 반응시키고, 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1}\text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희

석하였다. 각각의 에스프레소 커피 시료 50 μ L를 희석된 ABTS 용액 1 mL에 가하여 60분간 반응시키고 735 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로 L-ascorbic acid를 동량 첨가하였다. ABTS 라디칼 소거능은 ascorbic acid에 해당하는 항산화력(AEAC, L-ascorbic acid equivalent antioxidant capacity, mg AE/mL)으로 나타내었으며, 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였다.

에스프레소 커피의 관능검사

유산균 발효 에스프레소 커피의 관능평가는 충북대학교 식품생명공학과 남녀 대학생 및 대학원생 30명을 대상으로 관능검사의 목적, 방법 및 동일한 커피를 구분하는 등의 기본적인 관능패널 교육을 거친 다음 7점 척도법으로 평가하였다. 먼저 미발효 생두로 제조한 에스프레소 커피(R)와 유산균 발효 에스프레소 커피 30 mL를 에스프레소 잔에 담아 상호 비교 평가하였으며, 평가항목으로는 색(color), 맛(taste), 향(flavor) 및 전체적인 기호도(overall preference)를 측정하였다. 시료의 비교는 미발효 생두로 제조한 에스프레소 커피(R)를 비교 대상으로 하여 R보다 매우 좋다(7점), 약간 좋다(6점), 좋다(5점), R과 같다(4점), R보다 나쁘다(3점), 약간 나쁘다(2점), 매우 나쁘다(1점)으로 구분하여 평가하도록 하였다(27).

통계처리

통계처리는 SAS(Statistical Analysis System, Ver. 8.01, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) program을 이용하여 각 측정군의 평균과 표준편차를 산출하고 처리 간의 차이 유무를 one-way ANOVA(analysis of variation)로 분석한 후 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

유산균 발효를 통한 커피 생두 배지에서 유산균수의 변화

10, 20, 30%(w/v) 커피 생두가 함유된 커피 생두 배지에 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145를 접종한 다음 37 °C에서 24시간 발효시키는 동안 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145의 균수 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 먼저 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145의 균수는 발효시간이 증가할수록 커피 생두 함량에 관계없이 모두 5.82~5.86 log CFU/mL에서 6.42~6.44 log CFU/mL로 완만히 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 유산균 생육 영양원이 적은 자작나무 수액에서 유산균 발효를 유산균의 생육이 완만하게 증가하였다고 보고한 Kim 등(14)의 보고를 미루어 볼 때 커피 생두 배지에 유산균이 생육에 필요한 당이 적기 때문에 발효 중 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145 유산균수가 완만하게 증가한 것으로 생각된다.

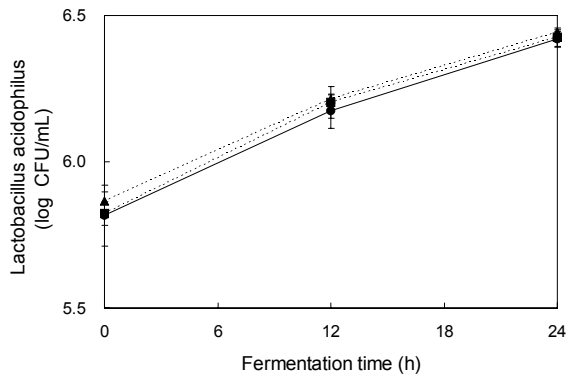


Fig. 1. Cell growth of *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145 on various green bean solutions during fermentation for 24 h at 37°C. —●—, 10% (w/v) green bean. ···■···, 20% (w/v) green bean. ···▲···, 30% (w/v) green bean. Values are mean±SD.

발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 pH, 총산도, 가용성 고형분 함량 및 갈색도

Lactobacillus acidophilus KCTC 3145로 발효시킨 발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피의 pH, 산도, 가용성 고형분 함량 및 갈색도를 비교한 결과를 Table 1에 나타내었다. 먼저 발효시간이 길어질수록 에스프레소 커피의 pH는 모두 0시간 발효 커피(pH 5.63~5.70) 및 24시간 비발효 커피(pH 5.62~5.65)에 비하여 24시간 발효 후 pH 5.16~5.26으로 낮아지는 경향을 나타내었으며($P<0.05$), 특히 30%(w/v) 생두를 발효시킨 에스프레소 커피(EFB30) 및 20%(w/v) 생두를 발효시킨 에스프레소 커피(EFB20)에서는 24시간 동안 발효되면서 각각 pH 5.16 및 5.19를 나타내어 10%(w/v) 생두를 발효시킨 에스프레소 커피(EFB10)보다 낮은 값을 나타내었다. 그리고 발효 생두 에스프레소

Table 1. Changes of pH, total acidity, total soluble solid content, and brown color intensity of espresso coffee prepared with green bean fermented for 24 h at 37°C using *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145

	Samples	Fermentation time (h)			F-value
		0	12	24	
pH	C10	5.70±0.01 ^a	5.64±0.02 ^{Ab}	5.62±0.02 ^{Ab}	9.96*
	C20	5.67±0.01	5.64±0.03 ^A	5.65±0.03 ^A	0.92
	C30	5.67±0.02	5.64±0.02 ^A	5.65±0.02 ^A	3.65
	EFB10	5.65±0.07 ^a	5.40±0.04 ^{Bb}	5.26±0.04 ^{Bc}	42.55***
	EFB20	5.63±0.11 ^a	5.37±0.03 ^{BCb}	5.19±0.02 ^{Cc}	34.90***
	EFB30	5.63±0.12 ^a	5.33±0.03 ^{Cb}	5.16±0.04 ^{Cc}	29.13***
	F-value	0.41	76.62***	195.87***	—
Total acidity (%)	C10	0.23±0.12	0.23±0.06 ^B	0.27±0.12 ^C	0.11
	C20	0.27±0.12	0.20±0.10 ^B	0.27±0.06 ^C	0.50
	C30	0.27±0.21	0.17±0.06 ^B	0.30±0.10 ^C	0.76
	EFB10	0.20±0.10 ^b	0.40±0.10 ^{Ab}	0.87±0.15 ^{Ba}	24.31**
	EFB20	0.19±0.08 ^c	0.45±0.05 ^{Ab}	0.97±0.12 ^{Ba}	63.55***
	EFB30	0.23±0.06 ^c	0.47±0.12 ^{Ab}	1.23±0.15 ^{Aa}	61.58***
	F-value	0.21	7.64***	37.55***	—
Total soluble solid contents (°Brix)	C10	5.7±0.58	5.0±1.00 ^C	5.7±0.58 ^B	0.80
	C20	5.3±0.58	5.2±0.76 ^C	5.7±0.58 ^B	0.47
	C30	5.3±0.58	5.3±0.58 ^{BC}	5.7±0.58 ^B	0.33
	EFB10	5.3±0.58 ^b	6.7±0.58 ^{Aa}	7.3±0.58 ^{Aa}	9.33*
	EFB20	5.8±0.29 ^b	6.5±0.50 ^{ABb}	7.7±0.29 ^{Aa}	18.60**
	EFB30	5.7±0.76 ^b	6.7±0.58 ^{Ab}	7.7±0.58 ^{Aa}	7.20*
	F-value	0.44	4.07*	11.16***	—
Brown color intensity (420 nm)	C10	0.270±0.002	0.273±0.002 ^B	0.274±0.002 ^B	3.23
	C20	0.274±0.004	0.273±0.001 ^B	0.276±0.002 ^B	0.53
	C30	0.273±0.002	0.274±0.004 ^B	0.274±0.005 ^B	0.13
	EFB10	0.273±0.002 ^b	0.285±0.002 ^{Aa}	0.286±0.003 ^{Aa}	23.69**
	EFB20	0.274±0.004 ^b	0.286±0.007 ^{Ab}	0.289±0.007 ^{Aa}	4.99*
	EFB30	0.274±0.005 ^b	0.286±0.003 ^{Aa}	0.290±0.005 ^{Aa}	11.56**
	F-value	0.51	9.28***	8.62**	—

C10: control espresso coffee prepared with 10% (w/v) green bean.

C20: control espresso coffee prepared with 20% (w/v) green bean.

C30: control espresso coffee prepared with 30% (w/v) green bean.

EFB10: espresso coffee prepared with fermentation of 10% (w/v) green bean.

EFB20: espresso coffee prepared with fermentation of 20% (w/v) green bean.

EFB30: espresso coffee prepared with fermentation of 30% (w/v) green bean.

Values are mean±SD.

Different letters in the same column (A,B) and row (a-c) are significantly different at $P<0.05$.

Significant at * $P<0.05$, ** $P<0.01$, and *** $P<0.001$, respectively.

커피의 산도는 0시간 발효 커피의 0.19~0.27%와 24시간 비발효 커피의 0.27~0.30%에서 24시간 동안 발효시킨 생두를 이용한 경우 0.87~1.23%까지 급격히 증가하는 경향을 나타내었으며($P<0.05$), 특히 EFB30은 EFB10 및 EFB20보다 높은 산도를 나타내었다. 일반적으로 유산균이 발효되는 과정에서 pH가 감소하며 산도가 증가하는 것은 유산균에 의해 커피 생두가 일부 발효되면서 생성되는 젖산, 아세트산, 포름산 및 일부 커피 주요 유기산 등 산성 물질들의 증가에 의한 것으로 보고되어 있다(23,28-30). 또한, 커피 생두는 로스팅 공정을 거치면서 citric acid, malic acid는 감소하고 acetic acid는 증가하면서 lactic acid와 formic acid가 생성되었다는 Park 등(31)의 보고와 비교해볼 때 EFB30이 다른 에스프레소 커피보다 유산균 발효 및 로스팅 과정에서 생성된 유기산의 함량이 높아져서 에스프레소 커피의 pH가 낮아지고 총산도가 높아진 것으로 생각된다.

발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피의 가용성 고형분 함량과 갈색도(Table 1)는 발효시간이 길어질수록 각각 5.3~5.8°Brix에서 7.3~7.7°Brix, 0.273~0.274에서 0.286~0.290으로 유의적으로 증가하였으나($P<0.05$), 갈색도는 변화 정도가 미비하게 증가하였다. 이와 같은 결과는 로스팅 공정 중 섬유질은 분해되어 캐러멜 당을 생성하나 미분쇄된 섬유질은 추출콜로이드를 생성하여 추출 커피의 중후함(body)을 증가시킨다는 Yoon과 Choi(32)의 보고와 비교해볼 때 발효 시간이 길어질수록 유산균 발효에 의해 일부 소모된 당에 비해 로스팅 공정 중에 동일 중량의 원두에 상대적으로 남아있는 섬유질 함량 비율의 증가로 가용성 고형분 함량이 증가한 것으로 생각한다. 그리고 커피의 갈색도는 일반적으로 로스팅 과정에서 갈색물질이 생성되기 때문인데, 커피의 갈색물질은 sucrose의 caramelization 반응 및 amino components와 환원당 사이에서의 maillard 반응 과정을 통해 생성되는 물질, chlorogenic acid 및 분해산물 그리고 trigonelline과의 복합적인 반응에 의해 생성된다는 Macrae(33)의 보고를 미루어볼 때, 생두를 유산균 발효시킨 커피의 갈색도 증가는 커피 생두가 유산균 발효를 거치면서 생성되는 커피성분의 분해산물 및 발효산물에 의해 갈색물질의 생성이 유도되었기 때문으로 생각된다.

발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 색도

생두의 함량 및 유산균 발효시간에 따른 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 색도 비교는 Table 2에 나타내었다. 먼저 EFB30의 Hunter L값(명도), a값(적색도) 및 b값(황색도)에서는 0시간 발효 커피의 39.58, 1.24, 1.98과 24시간 비발효 커피의 39.82, 1.21, 1.95에 비하여 24시간 발효시키고 제조한 커피에서는 각각 34.36, 0.95, 1.10을 나타내어 모두 유의적으로 감소하는 경향을 나타내었으나($P<0.05$), 생두 함량별에 따른 차이는 미비하였다. 그리고 색차값은 미국 National Bureau of Standards의 규정(34)에서 제시된 색차값에 따른 색 변화 정도(trace, 0.0~0.5; slight, 0.5

~1.5; noticeable, 1.5~3.0; appreciable, 3.0~6.0; much, 6.0~12.0; very much, >12.0)를 미루어볼 때, EFB30에서 12시간 발효 후 3.69를 나타내었고, 24시간 발효 후에는 5.20을 나타내어 모두 다소의 차이(appreciable) 단계를 보였지만 관능적 구별은 어려울 것으로 판단된다. 이와 같은 결과는 커피 가공 방법의 차이에 따라 커피의 색도가 영향을 받을 수 있다고 보고한 Mendes 등(35)의 보고와 비교해볼 때, 발효 및 로스팅 과정 중 일부 생성된 가용성 고형분 및 갈색물질들의 영향으로 명도(L-value)와 황색도(b-value)가 감소된 것으로 생각된다.

발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 총폴리페놀 함량 및 향산화 활성

생두의 함량 및 유산균 발효시간에 따른 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 총폴리페놀 함량은 0시간 발효 커피의 3.73~3.76과 24시간 비발효 커피의 3.68~3.70에서 24시간 발효 후 6.24~6.30 mg GAE/mL의 범위로 유의적인 증가를 나타내었으며(Table 3), 특히 EFB30에서는 12시간 발효시킨 에스프레소 커피(6.21 mg GAE/mL)의 총폴리페놀 함량이 0시간 발효 커피(3.76 mg GAE/mL)보다 급격하게 증가하였다($P<0.05$). 이는 진균류 균사체로 발효시킨 커피 생두의 총폴리페놀 함량이 증가하였다는 Shin 등(36)의 보고와 대추 추출물과 울피 추출물의 유산균 발효에서 각각 총폴리페놀 함량이 증가하였다는 Jeong 등(37)과 Choi 등(38)의 보고를 미루어 볼 때 생두의 유산균 발효에 의해 총폴리페놀 함량이 증가한 것으로 생각한다.

발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능의 변화를 Table 3에 나타내었다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 모두 발효시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었고($P<0.05$), 발효 생두 함량이 높을수록 ABTS 라디칼 소거능이 증가하였다($P<0.05$). 특히 EFB30에서 ABTS 라디칼 소거능은 25.7 mg AEAC/mL로 가장 높은 값을 나타내었다. 이는 버섯 추출물 및 흑마늘의 유산균 발효과정에서 각각 DPPH 라디칼 소거능이 증가되었고(39,40), 버섯 발효유 제조 시 유산균 발효에 의해 ABTS 라디칼 소거능이 증가하였다고 보고(41)와 유사한 경향을 나타내었다.

배당체 형태의 향산화 활성 성분들은 당쇄 분해효소(glycoside hydrolase)에 의해 당이 제거될 경우 보다 높은 향산화 활성을 나타내며(42), *Leuconostoc* 속 균주로부터 당쇄 분해효소 또는 생물전환계에 의해 베리 또는 과채류 주스의 향산화 활성이 약 16~40% 정도 향상된다고 보고되었다(43). 또한, 발효과정을 통하여 새롭게 생성되는 유효성분과 유산균이 생성하는 2차 대사산물이 향산화 관련 효소에 긍정적으로 작용한다고 보고되었다(19,44,45). 따라서 본 연구에서도 커피 생두에 대한 유산균 발효 특성으로 인하여 향산화 성분과 활성이 증진되었을 것으로 생각된다. 그러나 유산균 발효에 의한 커피 생두의 생리활성 및 향산화 성분

Table 2. Changes of Hunter's color L, a, b, and ΔE value of espresso coffee prepared with green bean fermented for 24 h at 37°C using *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145

Hunter's color value	Samples	Fermentation time (h)			F-value
		0	12	24	
L*	C10	39.87±0.21	39.65±0.09 ^A	39.79±0.17 ^A	11.30
	C20	39.63±0.17	39.79±0.25 ^A	39.76±0.20 ^A	0.45
	C30	39.48±0.21	39.76±0.11 ^A	39.82±0.25 ^A	2.43
	EFB10	39.71±0.84 ^a	36.08±0.68 ^{Bb}	34.65±0.08 ^{Bc}	52.77 ^{***}
	EFB20	39.64±0.36 ^a	36.01±0.69 ^{Bb}	34.56±0.72 ^{Bc}	54.69 ^{***}
	EFB30	39.58±0.29 ^a	35.86±0.80 ^{Bb}	34.36±0.82 ^{Bc}	46.59 ^{***}
	F-value	0.29	45.94 ^{***}	113.05 ^{***}	
a*	C10	1.24±0.04	1.25±0.03 ^A	1.22±0.04 ^A	0.83
	C20	1.25±0.03	1.21±0.06 ^A	1.20±0.07 ^A	0.70
	C30	1.26±0.04	1.20±0.12 ^A	1.21±0.09 ^A	0.44
	EFB10	1.21±0.11 ^a	1.02±0.09 ^{Bb}	1.00±0.04 ^{Bb}	5.65 [*]
	EFB20	1.22±0.08 ^a	1.00±0.02 ^{Bb}	0.97±0.05 ^{Bb}	19.13 ^{**}
	EFB30	1.24±0.08 ^a	0.98±0.03 ^{Bb}	0.95±0.05 ^{Bb}	23.44 ^{**}
	F-value	0.26	9.76 ^{***}	15.63 ^{***}	
b*	C10	1.96±0.11	1.96±0.13 ^A	1.93±0.20 ^A	0.05
	C20	1.97±0.24	1.96±0.04 ^A	1.94±0.18 ^A	0.03
	C30	1.98±0.24	1.98±0.16 ^A	1.95±0.28 ^A	0.02
	EFB10	1.95±0.11 ^a	1.37±0.11 ^{Bb}	1.19±0.03 ^{Bc}	62.94 ^{***}
	EFB20	1.96±0.07 ^a	1.33±0.09 ^{Bb}	1.13±0.11 ^{Bc}	67.29 ^{***}
	EFB30	1.98±0.07 ^a	1.30±0.18 ^{Bb}	1.10±0.12 ^{Bb}	37.91 ^{***}
	F-value	0.02	23.75 ^{***}	19.39 ^{***}	
ΔE	C10	—	0.22	0.09	—
	C20	—	0.17	0.14	—
	C30	—	0.29	0.34	—
	EFB10	0.16	3.84	5.28	—
	EFB20	0.03	3.68	5.15	—
	EFB30	0.10	3.69	5.20	—

Samples are the same as Table 1.

Values are mean±SD.

Different letters in the same column (A,B) and row (a-c) are significantly different at $P<0.05$.

Significant at * $P<0.05$, ** $P<0.01$ and *** $P<0.001$, respectively.

구명을 위해서는 활성성분의 정제 및 구조 등의 추가적인 연구가 필요한 것으로 판단된다.

발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 관능검사

발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피의 관능검사는 미발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피(R)와 비교하여 R보다 매우 나쁘다(1점)부터 R과 같다(4점) 및 R보다 매우 좋다(7점)까지 7점 척도법으로 맛, 색, 향 및 전체적인 선호도 분석을 하여 Table 4에 나타내었다. 먼저 발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피가 모두 R보다 맛에서 기호도가 낮게 나타났는데, 이는 유산균 발효에 의해 생성되는 유기산에 의해 신맛이 조금 증가하였기 때문으로 생각된다. 반면 EFB30의 경우 에스프레소 커피의 색과 향에서 R보다 선호도가 높게 나타났는데, 이는 EFB30에서 유산균 발효에 의해 다른 에스프레소 커피보다 높아진 커피의 갈색도 및 갈색성분의 영향(33) 때문으로 생각된다. 그리고 발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피 간의 맛, 색 및 향의 경우 EFB30이 EFB10 및 EFB20보다 높은 선호

도를 나타내었으며($P<0.01$), 전체적인 기호도는 EFB30> EFB10≥ EFB20 순으로 나타나 종합적으로 EFB30이 미발효 생두로 제조한 에스프레소 커피와 다른 에스프레소 커피 처리구보다 유의적으로 높은 선호도를 나타내었다. 이는 자작나무 수액에 *Lactobacillus* 속 유산균 발효액이 다른 유산균 발효액보다 관능적 기호도가 우수하다는 보고(14)와 유사한 경향을 나타내었다. 따라서 커피의 유산균 발효에 의해 기존 에스프레소 커피보다 색과 향이 향상되면서 향산화 활성이 증가한 에스프레소 커피의 제조가 가능함을 확인할 수 있었다.

결론적으로 유산균 발효를 시킨 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 제조가 가능하였는데, 일반 커피에 비하여 유산균 발효 시간과 발효를 위한 생두 함량이 증가할수록 pH가 낮아지면서 총산도, 가용성 고형분 함량과 갈색도는 증가하였다. 또한, 유산균 발효에 의해 에스프레소 커피의 향산화 효과가 증가하는 경향을 나타내었다. 관능적인 면에서 EFB30이 가장 높은 선호도를 나타내었다. 따라서 본 연구에서는 일반 에스프레소 커피와 유산균 발효 생두를 이용

Table 3. Changes of antioxidant activities of espresso coffee prepared with green bean fermented for 24 h at 37°C using *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145

Samples	Fermentation time (h)			F-value	
	0	12	24		
Total polyphenol content (mg GAE/mL)	C10	3.67±0.15	3.69±0.08 ^B	3.68±0.04 ^B	0.01
	C20	3.64±0.08	3.69±0.07 ^B	3.70±0.04 ^B	0.58
	C30	3.69±0.16	3.68±0.07 ^B	3.68±0.12 ^B	0.01
	EFB10	3.73±0.18 ^b	6.17±0.06 ^{Aa}	6.24±0.05 ^{Aa}	461.54 ^{***}
	EFB20	3.75±0.08 ^b	6.20±0.05 ^{Aa}	6.27±0.05 ^{Aa}	1,805.33 ^{***}
	EFB30	3.76±0.12 ^b	6.21±0.05 ^{Aa}	6.30±0.05 ^{Aa}	1,079.26 ^{***}
F-value	0.36	1,438.40 ^{***}	1,500.61 ^{***}	—	
DPPH radical scavenging activity (mg AE/mL)	C10	34.9±0.7	35.2±1.1 ^C	36.8±0.9 ^B	3.96
	C20	35.2±0.1	34.9±1.6 ^C	36.8±0.9 ^B	3.00
	C30	35.2±0.4 ^b	35.4±0.5 ^{Cb}	36.8±0.9 ^{Ba}	6.55 [*]
	EFB10	35.2±0.1 ^c	40.1±0.6 ^{Bb}	44.6±1.5 ^{Aa}	72.08 ^{***}
	EFB20	35.2±0.6 ^c	40.2±1.9 ^{Bb}	44.5±1.7 ^{Aa}	28.72 ^{***}
	EFB30	35.9±0.8 ^c	42.9±1.4 ^{Ab}	46.3±1.2 ^{Aa}	65.98 ^{***}
F-value	1.07	21.52 ^{***}	42.91 ^{***}	—	
ABTS radical scavenging activity (mg AE/mL)	C10	19.8±0.2 ^B	19.9±0.2 ^C	19.9±0.3 ^C	0.32
	C20	19.8±0.2 ^B	19.9±0.3 ^C	20.0±0.3 ^C	0.54
	C30	20.0±0.6 ^B	19.9±0.4 ^C	20.0±0.5 ^C	0.05
	EFB10	19.8±0.1 ^{Bc}	21.6±1.1 ^{Bb}	23.5±0.4 ^{Ba}	24.07 ^{**}
	EFB20	20.1±0.5 ^{Bc}	22.7±1.4 ^{ABb}	25.1±1.0 ^{Aa}	17.15 ^{**}
	EFB30	20.9±0.4 ^{Ac}	23.7±1.0 ^{Ab}	25.7±0.4 ^{Aa}	41.03 ^{***}
F-value	3.99 [*]	11.15 ^{***}	77.31 ^{***}	—	

Samples are the same as Table 1.

Values are mean±SD.

Different letters in the same column (A,B) and row (a-c) are significantly different at $P<0.05$.

Significant at ^{*} $P<0.05$, ^{**} $P<0.01$, and ^{***} $P<0.001$, respectively.

Table 4. Sensory test profiles for espresso coffee prepared with green bean fermented for 24 h at 37°C using *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145

Samples	Taste	Color	Flavor	Overall preference
EFB10	3.20±1.00 ^b	3.43±2.28 ^b	3.67±2.22 ^b	3.43±0.94 ^b
EFB20	3.27±0.58 ^b	3.30±2.09 ^b	4.10±2.52 ^b	3.37±0.76 ^b
EFB30	3.80±0.81 ^a	5.07±2.29 ^a	5.43±1.79 ^a	4.23±1.17 ^a
F-value	4.91 ^{**}	5.88 ^{**}	5.26 ^{**}	7.43 ^{***}

Samples are the same as Table 1.

Values are mean±SD.

Different letters in the same column (a-c) are significantly different at $P<0.05$.

Significant at ^{**} $P<0.01$ and ^{***} $P<0.001$, respectively.

하여 제조한 에스프레소 커피의 품질 및 항산화 특성을 상호 비교하고 관능적 특성을 확인함으로써 커피 생두의 유산균 발효를 통해 품질 및 생리활성이 향상된 에스프레소 커피 생산을 위한 자료를 제시하였다고 생각된다.

요 약

본 연구에서는 유산균으로 발효시킨 발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피의 품질 및 항산화 효과를 분석하였

다. 먼저 *Lactobacillus acidophilus* KCTC 3145를 이용하여 10, 20, 30%(w/v) 함량의 커피 생두를 37°C에서 0, 12, 24시간 동안 발효시켰다. 그리고 발효된 커피 생두를 건조한 다음 로스팅 및 분쇄하여 얻은 커피 분말로 에스프레소 커피를 제조하여 pH, 산도, 가용성 고형분 함량, 갈색도, 색도, 항산화 활성 및 관능검사를 비교 분석하였다. 발효 중 유산균수의 변화는 발효를 위한 생두의 함량과 유산균 발효 시간이 증가할수록 전체적으로 완만히 증가하는 경향을 나타내었다. 발효시간이 증가할수록 발효 생두를 이용한 에스프레소 커피의 pH 및 색도(L*, a*, b* 값)는 감소했지만, 총산도, 가용성 고형분 함량 및 갈색도는 증가하는 경향을 나타내었다. 발효 생두의 함량이 증가할수록 에스프레소 커피의 pH는 감소한 반면 총산도는 증가하였고, 색도, 가용성 고형분 함량 및 갈색도는 유사하게 나타났다. 그리고 항산화 효과에서는 발효시간 및 발효 생두의 함량이 증가할수록 총 폴리페놀 함량과 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 모두 증가하였으며, 관능특성으로 맛, 색, 향 및 전체적인 기호도에서 EFB30이 가장 높은 선호도를 나타내었다. 따라서 본 연구에서는 유산균 발효 생두를 이용하여 제조한 에스프레소 커피의 품질 및 항산화 특성을 상호 비교하고 관능적 특성을 확인함으로써 유산균 발효를 통한 에스프레소 커피의 품질 및 기능성 효과 향상 가능성에 대한 자료를 제시하였다고

생각된다.

감사의 글

이 논문은 2014년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

REFERENCES

- Seo HS, Kang HJ, Jung EH, Hwang IK. 2006. Application of GC-SAW (surface acoustic wave) electronic nose classification of origins and blended commercial brands in roasted ground coffee beans. *Korean J Food Cook Sci* 22: 299-306.
- Park SS, Lee DH, Kim KI. 2012. A study on the quality of roast coffee bean according to methods of storage. *Journal of the Korea Society for Coffee Industry* 1: 31-36.
- Kim KH, Kim AH, Lee JK, Chun MS, Noh BS. 2014. Analysis of flavor pattern of various coffee beans using electronic nose. *Korean J Food Sci Technol* 46: 1-6.
- Kim JY, Han YS. 2009. Influence of roasting time on antibacterial and antioxidative effects of coffee extract. *Korean J Food Cook Sci* 25: 496-505.
- Minamisawa M, Yoshida S, Takai N. 2004. Determination of biologically active substances in roasted coffees using a diode-array HPLC system. *Anal Sci* 20: 325-328.
- Vignoli JA, Bassoli DG, Benassi MT. 2011. Antioxidant activity, polyphenols, caffeine and melanoidins in soluble coffee: The influence of processing conditions and raw material. *Food Chem* 124: 863-868.
- Nkondjock A, Ghadirian P, Kotsopoulos J, Lubinski J, Lynch H, Kim-Sing C, Horsman D, Rosen B, Isaacs C, Weber B, Foulkes W, Ainsworth P, Tung N, Eisen A, Friedman E, Eng C, Sun P, Narod SA. 2006. Coffee consumption and breast cancer risk among BRCA1 and BRCA2 mutation carriers. *Int J Cancer* 118: 103-107.
- Hwang SH, Kim KS, Kang HJ, Kim MJ. 2013. Phenolic compound contents and antioxidative effects on dutch coffee by extraction time. *Korean Public Health Research* 39: 21-29.
- Park JY. 2013. Antioxidant activities and quality characteristics of pan bread with green coffee bean powder. *MS Thesis*. Sejong University, Seoul, Korea. p 26-42.
- Frisullo P, Laverse J, Barnaba M, Navarini L, Del Nobile MA. 2012. Coffee beans microstructural changes induced by cultivation processing: An X-ray microtomographic investigation. *J Food Eng* 109: 175-181.
- Bhumiratana N, Adhikari K, Chambers E. 2011. Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. *LWT-Food Sci Technol* 44: 2185-2192.
- Ann YG. 2011. [Lactic acid bacteria] Probiotic lactic acid bacteria. *Korean J Food Nutr* 24: 817-832.
- Bang JH, Shin H, Choi HJ, Kim DW, Ahn CS, Jeong YK, Joo WH. 2012. Probiotic potential of *Lactobacillus* isolates. *J Life Sci* 22: 251-258.
- Kim JH, Lee WJ, Cho YW, Kim KY. 2009. Storage-life and palatability extension of *Betula platyphylla* sap using lactic acid bacteria fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 787-794.
- Yeo MH, Kim DM, Kim YH, Kim JH, Baek H, Chung MJ. 2008. Antitumor activity of CBT-AK5 purified from *Lactobacillus casei* against Sarcoma-180 infected ICR mice. *Korean J Dairy Sci Technol* 26: 23-30.
- Kim SJ. 2005. Physicochemical characteristics of yogurt prepared with lactic acid bacteria isolated from Kimchi. *Korean J Food Cult* 20: 337-340.
- Lee Y, Chang HC. 2008. Isolation and characterization of kimchi lactic acid bacteria showing anti-*Helicobacter pylori* activity. *Korean J Microbiol Biotechnol* 36: 106-114.
- Kim JH, Oh MK, Rhee YH, Choi KC, Lee YK, Shin SY. 1999. Selection and physico-chemical characteristics of lactic acid bacteria which had cholesterol lowering activities. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42: 83-90.
- Auh MS, Kim YS, Ahn SJ, Ahn JB, Kim KY. 2012. Comparison of property changes of black jujube and *Zizyphus jujube* extracts during lactic acid fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1346-1355.
- Bong YJ, Jeong JK, Park KY. 2013. Fermentation properties and increased health functionality kimchi by kimchi lactic acid bacteria starters. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1717-1726.
- Lee TJ, Hwang DY, Lee CY, Son HJ. 2009. Changes in yeast cell number, total acid and organic acid during production and distribution processes of *Makgeolli*, traditional alcohol of Korea. *Korean J Microbiol* 45: 391-396.
- Bravo J, Monente C, Juárez I, De Peña MP, Cid C. 2013. Influence of extraction process on antioxidant capacity of spent coffee. *Food Res Int* 50: 610-616.
- Lim YT, Kim DH, Ahn JB, Choi SH, Han GP, Kim GH, Jang KI. 2012. Quality characteristics of madeleine with peach (*Prunus persica* L. Batsch) juice. *Korean J Food Nutr* 25: 664-670.
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. 2002. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 4959-4964.
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
- Ahn JB, Park JA, Jo H, Woo I, Lee SH, Jang KI. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of commercial *Doenjang* and traditional *Doenjang* in Korea. *Korean J Food Nutr* 25: 142-148.
- Chang CI, Lee JK, Ku KH, Kim WJ. 1990. Comparison of soybean varieties for yield, chemical and sensory properties of soybean curds. *Korean J Food Sci Technol* 22: 439-444.
- Hong HD, Sung SK, Rhee YK, Cho CW, Kim YC, Lee OH. 2013. Physicochemical properties and antioxidative activity of fermented *Rhodiola sachalinensis* and Korean red ginseng mixture by *Lactobacillus acidophilus*. *Korean J Food Nutr* 26: 358-365.
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of *takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29: 555-562.
- Kim GH, Bae EK. 1999. Lactic acid bacteria for the preservation of fruit and vegetable. *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 245-254.
- Park JY, Kim GJ, Kim KI. 2012. A study of chemical constituents between (*Coffea arabica* L.) defect beans and green beans. *Journal of The Korea Society for Coffee Industry* 1: 1-9.
- Yoon HH, Choi YM. 2009. Content of defective beans and cup quality in relation to the grade and processing methods of green coffee. *Korean J Food Cook Sci* 25: 703-711.
- Macrae R. 1985. Nitrogenous compounds. In *Coffee Volume 1: Chemistry*. Clarke RJ, Macrae R, eds. Elsevier Applied Science, Essex, UK. p 115-152.
- Wood LA, Shouse PJ. 1972. Standard reference materials: use of standard light-sensitive paper for calibrating carbon

- arcs used in testing textiles for colorfastness to light. National Bureau of Standards Special Publication 260-41, Washington, DC, USA. p 1-24.
35. Mendes LC, Menezes HC, Aparecida M, Silva AP. 2001. Optimization of the roasting of robusta coffee (*C. canephora* conillon) using acceptability tests and RSM. *Food Qual Prefer* 12: 153-162.
 36. Shin JY, Kim H, Kim DG, Baek GH, Jeong HS, Yu KW. 2013. Pharmacological activities of coffee roasted from fermented green coffee beans with fungal mycelia in solid-state culture. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 487-496.
 37. Jeong HM, Kim YS, Ahn SJ, Auh MS, Ahn JB, Kim KY. 2011. Effects of *Zizyphus jujuba* var. *boeunensis* extracts on the growth of intestinal microflora and its antioxidant activities. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 500-508.
 38. Choi MO, Kim BJ, Jo SK, Jung HK, Lee JT, Kim HY, Kweon DJ. 2013. Anti-allergic activities of *Catanea crenata* inner shell extracts fermented by *Lactobacillus bifementans*. *Korean J Food Preserv* 20: 583-591.
 39. Yang HS, Choi YJ, Oh HH, Moon JS, Jung HK, Ki KJ, Choi BS, Lee JW, Huh CK. 2014. Antioxidative activity of mushroom water extracts fermented by lactic acid bacteria. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43: 80-85.
 40. Chae HJ, Park DI, Lee SC, Oh CH, Oh NS, Kim DC, Won SI, In MJ. 2011. Improvement of antioxidative activity by enzyme treatment and lactic acid bacteria cultivation in black garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 660-664.
 41. Choi YJ, Yang HS, Huh CK, Oh HH, Park TY, Kim MK, Jin SW, Seo KS, Jung HK. 2013. Quality characteristics and antioxidant activity of fermented milk containing mushroom extracts. *Korean J Dairy Sci Technol* 31: 187-194.
 42. Lindroth RL. 1988. Hydrolysis of phenolic glycosides by midgut β -glucosidases in *Papilio glaucus* subspecies. *Insect Biochem* 18: 789-792.
 43. Park JB, Sim SH, Ha SJ, Kim M. 2015. Enhancement of antioxidative activities of berry or vegetable juices through fermentation by lactic acid bacteria. *Microbiol Biotechnol Lett* 43: 291-295.
 44. Lee YK, Kim M, Lee YC, Rho J, Ma JY, Cho CW. 2011. Characteristic changes of *Galgeuntang* fermented with lactic acid bacteria. *Korean J Food Sci Technol* 43: 655-658.
 45. Yang MC, Jeong SW, Ma JY. 2011. Analysis of constituents in Sipjundaebo-tangs fermented by lactic acid bacteria. *Korean J Microbiol Biotechnol* 39: 350-356.