

커피박 열수추출물로 제조한 식혜의 품질 특성 및 항산화 활성

박 나 영*

대구가톨릭대학교 식품가공학과

Quality Characteristics and Antioxidant Activity of *Sikhe* prepared using Hot Water Extracts of Roasted Coffee Ground Residue

La-Young Park*

Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu

Abstract This study was performed to evaluate the quality characteristics and antioxidant activity of *sikhe* prepared using various concentrations of hot water extracts roasted coffee ground residue (CR-*sikhe*; 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, and 1.0%). The pH increased with increasing CR concentration. The reducing sugar content after 5 h saccharification was the highest when 0.8% CR extract was used. Total polyphenol and flavonoid contents increased in a concentration-dependent manner reaching maximum levels when 1.0% CR-extract was used. The antioxidant activities of CR-extracts were higher than that of the control and increased dose-dependently. The CR-0.6 showed the best taste (4.28), color (4.56), flavor (4.08), and overall acceptability (4.28). After 10 day of storage at 4°C, the total cell count in CR-*sikhe* was approximately 1-2 log cycle, which was less than that in the control.

Keywords: coffee residue, *sikhe*, quality characteristics, antioxidant activity

서 론

최근 커피의 기능성에 대한 연구가 활발히 진행되어 커피의 항균(1), 항고혈압(2) 및 항산화 활성(3-5) 등이 보고되었다. 커피의 항산화 활성은 커피 원두에 함유된 토크페놀(6), chlorogenic acid(7)나 커피를 볶는 과정에서 Maillard 반응으로 형성된 중합물에 의해 나타나는 것으로 보고되고 있다(8,9). 볶은 커피콩에는 탄수화물(38-42%), melanoidins (23%), 지질(11-17%), 단백질(10%), 미네랄(4.5-4.7%), chlorogenic acid (2.7-3.1%), 지방산(2.4-2.5%), caffeine (1.3-2.4%) 등을 비롯하여 기타 850종 이상의 휘발성 성분들이 포함되어 있는 것으로 밝혀져 있다(10). 커피박(폐원두박)은 커피 열수 추출물의 제조과정에서 생기는 추출 잔사로, 1kg의 커피 열수 추출물 당 약 0.91 kg이 생성된다(11). 커피 열수 추출액의 수율을 증진시키기 위한 기술이 개발되면서 커피박의 생성량이 점차 감소하고 있기는 하지만, 원료의 약 46%를 차지하는 커피박은 여전히 그 처리방법이 문제가 되고 있다(11). 최근, 커피박에는 열수추출과정에서 추출되지 못한 polyphenolic 또는 non-polyphenolic compound와 커피의 볶음 과정에서 생성된 Maillard 반응 중합물이 남아 있어 항산화 활성을 가진다는 연구 결과(12)가 보고되어 커피박의 새로운 천연 항산화제로서의 이용 가능성이 대두되고 있다. 커피박을 이용한 식품학적 연구로는 커피박

추출물을 이용한 간고증의 저장성 연장에 관한 연구(13), 커피박을 이용한 초코릿 제조(14)에 관한 연구가 있을 뿐, 다양한 식품에의 적용연구는 매우 드문 실정이다. 따라서 원두커피나 에스프레소를 추출한 후 발생하는 커피박에 대한 다양한 연구가 필요한 시점이라고 할 수 있다(14).

식혜는 우리나라 전통 음료 중 하나로, 명절, 제례를 비롯하여 대·소연회 및 일상식의 후식으로 이용되고 있으며, 캔 음료 등과 같이 산업적으로 대량 생산되고 있다. 식혜의 조리법은 조리서마다 약간의 차이가 있으나, 기본조건은 엇기름 가루를 우려낸 물에 고두밥을 넣고 따뜻한 온도를 유지하면서 일정 시간을 삭혀서 만든 것이다. 식혜는 보통 단술 또는 감주라고 부르나, 밥알을 띄워서 먹는 것을 식혜라고 하고 다 삭은 것을 끓여서 밥알은 건져 내고 물만 먹는 것을 감주라고 구별하기도 한다(15). 최근 전통음료인 식혜의 보급화, 고급화, 다양화 등을 위해 생리활성 물질이 강화된 식혜 개발의 필요성이 대두되고 있다(16). 기능성 식품을 이용한 식혜에는 가루녹차(16), 헛개나무 열매 추출물(17), 인삼(18), 황기 추출물액(19), 옥수수수염 추출액(20), 오미자 열매 추출액(21), 단호박(22), 오디(23)등을 이용한 식혜가 보고되었다.

이에 본 연구는 폐기물로 간주되고 있는 커피박을 식품 자원으로 활용하여 부가가치를 향상시키고, 전통 음료인 식혜의 기능성을 부여하기 위한 기초 연구로, 커피박 열수추출물(CR)을 첨가한 식혜의 당화 과정 중 품질 특성을 조사하고, 식혜의 항산화 활성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에 사용된 커피 추출 후 커피박은 대구·경북지역의

*Corresponding author: La-Young Park, Department of Food Science and Technology, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea
Tel: 82-53-850-3140
Fax: 82-53-850-3140
E-mail: violet74@cu.ac.kr
Received April 17, 2014; revised May 14, 2014;
accepted May 15, 2014

대형 커피 프랜차이즈 매장에서 커피를 추출하고 남은 잔여물을 당일 수집하여 냉풍건조기로 건조시킨 후 -80°C 심은 냉동고(Nuaire, NU6518G, Minnesota, USA)에서 보관하면서 사용하였다. 커피분말과 물을 1:10의 비율로 혼합한 후 고압증기멸균기를 이용하여 121°C 에서 15분 동안 추출하여 여과한 후 농축하여 최종 고형분 함량 4%의 추출물을 희석하여 사용하였다. 갓 찜은 물레방아미(GunYang RPC, Gyeonggi-do, Korea)와 이마트 국산 엿기름 가루(E-mart Co., Seoul, Korea), 설탕(CJ Inc., Incheon, Korea)은 대형 마트에서 구입하여 사용하였다.

항산화 활성 측정을 위한 sodium nitrite, Folin-Ciocalteu reagent, aluminium chloride, rutinhydrate, α - α -diphenyl- β -picrylhydrazyl, sulfanilic acid, naphthylamine, 3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4'-disulfonic acid 등의 시약은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였다.

식혜의 제조

식혜에 사용한 고두밥은 Hwang과 Chung(24)의 방법에 준하여 제조하였다. 즉, 쌀 250 g을 5회 세척하고 체를 이용하여 물기를 제거한 후 250 mL의 물을 가하고 전기압력밥솥(Cuckoo, CRP-FA0621MR, Yangsan, Korea)으로 고두밥을 지었다. 엿기름 가루 250 g을 40°C 의 물 2,500 mL에 넣고 교반기에서 3시간 동안 500 rpm에서 교반한 후 거즈로 착즙하여 엿기름 추출액과 엿기름 박을 분리하였다. 추출액을 4°C 냉장고에서 약 12시간 동안 냉장고에 방치하여 입자를 가라앉히고 맑은 상등액을 취하여 식혜의 당화에 이용하였다(25). 커피박 열수 추출물을 이용하여 최종농도가 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0% (CR-0.2, CR-0.4, CR-0.6, CR-0.8, CR-1.0)가 되도록 적정 희석한 용액에 엿기름 가루를 첨가한 후 상기의 방법으로 엿기름 즙액 제조하였다. 맑은 상등액 1,600 mL에 고두밥 200 g을 혼합하여 60°C 의 향운수조(Jeio-Tech Co., Ltd., SWB-20, Daejeon, Korea)에서 5시간 동안 당화시키면서 매 시간 시료를 채취하였다. 각각의 시료는 끓는 물에서 5분 동안 증탕한 후 급냉하여 효소를 불활성화시켜 실험을 실시하였다(26).

pH 및 산도 측정

식혜를 각각 10 mL를 채취한 후 pH meter (410-A, Orion Co., Boston, MA, USA)를 이용하여 pH를 측정하였고, 산도는 pH 8.3이 될 때까지 소비된 0.1 N NaOH 소비량을 lactic acid로 환산하였다(27).

환원당 측정

환원당은 dinitrosalicylic acid (DNS)법(28)에 의해 측정하였다. 용액 1 mL를 test tube에 넣고 DNS reagent 1 mL를 혼합한 후 끓는 물에서 15분 동안 증탕시켰다. 상온에서 충분히 냉각한 후 증류수 3 mL를 넣어 희석한 후 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose (Sigma-Aldrich)를 표준물질로 사용하여 상기방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

색도 측정

색도는 색차계(color meter, NE4000, Nippon Denshoku, Toyo, Japan)를 이용하여 Hunter's L (명도), a (적색도), b (황색도) 값을 3회 반복 측정하였다. 표준색은 $Y=86.7$, $x=0.3151$, $y=0.3213$ 으로 하였다.

Total polyphenol 함량 측정

Singleton 등(29)의 방법에 따라 시료 1 mL에 0.2 N Folin-Cio-

calteu reagent 1 mL를 가하여 실온에서 3분간 반응시킨 다음 Na_2CO_3 (75 g/L) 1.0 mL를 가한 후 암소에서 1시간 동안 방치한 후 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 gallic acid (Sigma-Aldrich)를 표준물질로 한 표준곡선에 의하여 산출하였다.

Total flavonoid 함량 측정

Saleh와 Hameed(30)의 방법에 따라 각 시료 0.1 mL에 5% sodium nitrite 0.15 mL를 가한 후 25°C 에서 6분간 방치한 다음 10% aluminium chloride 0.3 mL를 가하여 25°C 에서 5분간 방치하였다. 다음 1 N NaOH 1 mL를 가하여 혼합 후 510 nm에서 흡광도를 측정하였으며 rutinhydrate (Sigma-Aldrich)의 검량선에 의하여 함량을 산출하였다.

DPPH radical 소거능 측정

Blois(31)의 방법을 변형하여 시료 0.4 mL에 0.4 mM DPPH(α - α -diphenyl- β -picrylhydrazyl) 에탄올 용액 0.8 mL를 가하여 진탕 혼합하고 상온에서 10분간 방치 후, 525 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 계산식, DPPH radical scavenging activity (%)= $100 - [(O.D. \text{ of sample} / O.D. \text{ of control}) \times 100]$ 에 의하여 활성을 산출하였다.

아질산염 소거능 측정

Kato 등(32)의 방법에 따라 시료 1 mL에 1 mM NaNO_2 용액 1 mL를 가하고 0.1 N HCl을 가하여 총 부피를 10 mL로 하였다. 이 용액을 37°C 에서 1시간 반응시킨 후 1 mL를 취하여 2% 초산 용액 4 mL와 30% 초산용액으로 용해한 Griess reagent (1% sulfanilic acid:1% naphthylamine=1:1) 0.4 mL를 가한 후 실온에서 15분간 방치하여 520 nm에서 흡광도를 측정하였으며 계산식, nitrite scavenging activity (%)= $100 - [(O.D. \text{ of sample} / O.D. \text{ of control}) \times 100]$ 에 의하여 산출하였다.

Ferrous ion chelating 효과 측정

Yen 등(33)의 방법에 따라 시료 1 mL, 80% ethanol 0.8 mL, 2 mM $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (iron(II) chloride tetrahydrate) 용액 0.1 mL, 5 mM ferrozine (3-(2-pyridyl)-5,6-diphenyl-1,2,4-triazine-4',4'-disulfonic acid) 용액 0.1 mL를 첨가한 다음 혼합하여 실온에서 10분간 반응시킨 후 562 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 계산식, ferrous ion chelating effect (%)= $100 - [(O.D. \text{ of sample} / O.D. \text{ of control}) \times 100]$ 에 의하여 산출하였다.

관능검사

식혜의 관능검사는 제조 당일 대구가톨릭대학교 식품공학과 학부생과 대학원생 30명을 대상으로 각각의 시료 100 mL를 투명한 용기에 담아 제시하였으며 검사방법과 평가특성을 교육시킨 후 실시하였다. 한 개의 시료 평가 후 반드시 생수로 입안을 행구고 다른 시료를 평가하도록 하였다. 검사 항목은 식혜의 맛(taste), 색깔(color), 향기(flavor), 식혜 밥알의 외관(appearance of rice granule), 전체적인 기호도(overall preference)에 대해 5점 척도법으로 평가하였고, 각 기호도 특성은 선호도가 좋을수록 점수를 높게 주었다(33).

저장 기간 중 총균수의 변화

커피박 열수 추출물로 제조한 식혜의 저장기간에 따른 미생물의 변화를 관찰하기 위해 당화가 완료된 식혜(식혜액 1 L에 밥알 100 g의 비율로 혼합)에 10% 설탕을 넣은 후 90°C 에서 10분간

가열하여 냉각시킨 후 4°C에서 20일간 저장하면서 미생물수를 조사하였다(34). 즉, 시료 10 g에 멸균 증류수 90 mL를 첨가하여 homogenizer (Nissei, Nihonseiki Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 10,000 rpm에서 마쇄한 시료 1 mL을 무균적으로 취하여 0.1% peptone수로 적정 희석하고 plate count agar (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 접종하여 37°C에서 24시간 배양한 후 나타나는 colony 수를 계측하였다.

통계처리

통계적 유의성은 SPSS system (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software package (version 12.0)를 이용, $p < 0.05$ 수준으로 Duncan's multiple range test에 의하여 검정하였다. 각각의 분석결과 얻어진 측정값은 평균값 \pm 표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

pH, 산도 및 환원당의 변화

커피박 열수추출물(이후 CR로 표기하겠음) 첨가 식혜의 당화 과정 중 pH, 산도 및 환원당의 변화를 조사한 결과는 Table 1에 나타내었다. 당화 전 식혜의 pH는 CR 첨가 비율이 증가할수록 높았다. 대조구의 경우, 당화 1시간 경과시 6.39에서 6.56으로 유의적으로 증가하였으나, 당화 1시간 이후에는 6.60-6.62로, 당화 시간 경과에 따른 뚜렷한 변화는 나타나지 않았다. CR 첨가구도 당화 시간 경과함에 따라 pH는 서서히 증가하였다. 당화 5시간째 CR 첨가구의 pH는 6.55-6.64의 범위를 나타내어 대조구(pH 6.62)와 유의적 차이는 나타나지 않았다. 산도는 0.06-0.08%의 범위 내에서 변동은 있었으나, CR 첨가 비율 및 당화 시간에 따른

뚜렷한 변화는 나타나지 않았다.

당화 전 시료의 환원당은 14.41-14.91 mg/mL로 처리구별 함량의 차이는 있었으나, 각 처리구별로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 동일 당화 시간에서는 CR 첨가 비율이 높을수록 환원당의 함량은 높았고, 동일 시료에서는 당화 시간이 경과할수록 증가하였다. 당화 5시간에서는 CR-0.8과 CR-1.0의 환원당은 각각 48.66, 47.24 mg/mL를 나타내어 대조구(45.10 mg/mL)에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 당화시간 경과에 따른 환원당 함량의 증가는 식혜의 원료인 쌀 중의 전분질이 amylase의 작용으로 분해되어 생성된 당이 식혜액으로 용출되었기 때문이다. Min(19)은 향기추출액과 물의 비율을 달리하여 제조한 식혜에서 환원당 함량은 당화 시간이 경과함에 따라 증가하였고, 향기 추출물 함량이 증가할수록 환원당 함량이 높았다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

색도의 변화

Table 2는 CR 첨가 식혜의 당화 과정 중 색도의 변화를 나타낸 결과이다. 당화 전 대조구의 L 값은 46.64이었고, CR 첨가 비율이 증가할수록 L 값은 대조구에 비해 유의적으로 낮았으며, 특히 CR-1.0은 39.24로 가장 낮았다. 대조구와 CR-0.2, CR-0.4 및 CR-0.6은 당화 시간이 경과함에 따라 L 값은 증가하는 경향을 나타내었고, CR-0.8과 CR-1.0은 각각 당화 4시간, 당화 3시간까지는 증가하였으나 그 이후부터는 뚜렷한 변화를 나타내지 않았다. 적색도를 나타내는 a 값과 b 값은 CR 첨가구가 대조구보다 높았으며, CR 첨가 비율이 증가할수록 높았다. CR-1.0은 대조구에 비해 a 값은 3배, b 값은 4배 이상 높게 나타났다. 이는 커피 추출물 고유의 색도가 식혜의 색에 영향을 미쳤기 때문인 것으로 사료된다. 당화시간이 경과할수록 모든 처리구의 a 값과 b 값

Table 1. Changes in pH, titratable acidity and reducing sugar contents of *sikhe* containing various concentration of CR¹⁾ during saccharification for 5 h at 60°C

Group ²⁾	Saccharification time (h)						
	0	1	2	3	4	5	
pH	Control	6.39±0.02 ^{Aa3)}	6.56±0.04 ^{ABb}	6.60±0.02 ^{Bbc}	6.62±0.03 ^{BCcd}	6.65±0.01 ^{Cd}	6.62±0.01 ^{Ac}
	CR-0.2	6.43±0.02 ^{Ba}	6.57±0.01 ^{Bb}	6.58±0.01 ^{ABb}	6.63±0.02 ^{Cb}	6.58±0.01 ^{Bb}	6.62±0.13 ^{Ab}
	CR-0.4	6.44±0.02 ^{BCa}	6.55±0.02 ^{ABb}	6.58±0.02 ^{ABbc}	6.59±0.01 ^{Bbc}	6.58±0.01 ^{Bbc}	6.64±0.08 ^{Abc}
	CR-0.6	6.47±0.00 ^{CDa}	6.51±0.00 ^{Ab}	6.56±0.00 ^{Ac}	6.60±0.01 ^{Bd}	6.55±0.02 ^{Ac}	6.55±0.00 ^{Ac}
	CR-0.8	6.46±0.03 ^{BCDa}	6.52±0.03 ^{ABb}	6.59±0.00 ^{Bc}	6.55±0.01 ^{Ab}	6.54±0.01 ^{Ab}	6.55±0.04 ^{Ab}
	CR-1.0	6.48±0.02 ^{Da}	6.55±0.02 ^{ABbc}	6.58±0.00 ^{ABd}	6.54±0.00 ^{Ab}	6.53±0.00 ^{Ab}	6.56±0.01 ^{Ac}
	Titratable acidity (%)	Control	0.06±0.01 ^{Aabc}	0.05±0.01 ^{Aa}	0.06±0.001 ^{Ac}	0.06±0.00 ^{Abc}	0.06±0.00 ^{Ab}
CR-0.2		0.07±0.00 ^{Bc}	0.06±0.00 ^{Ba}	0.06±0.001 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Abc}	0.06±0.00 ^{Ab}	0.06±0.00 ^{Aa}
CR-0.4		0.07±0.00 ^{Bb}	0.06±0.00 ^{Ba}	0.06±0.000 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.06±0.03 ^{Aa}	0.06±0.00 ^{Aa}
CR-0.6		0.07±0.00 ^{Bcd}	0.07±0.00 ^{Cbc}	0.06±0.002 ^{Aab}	0.06±0.00 ^{Aa}	0.07±0.01 ^{Ad}	0.07±0.00 ^{Ac}
CR-0.8		0.07±0.00 ^{Bd}	0.07±0.00 ^{Cb}	0.06±0.001 ^{Aa}	0.07±0.00 ^{Bc}	0.07±0.00 ^{Ac}	0.08±0.00 ^{Ac}
CR-1.0		0.07±0.00 ^{Bc}	0.07±0.00 ^{Cb}	0.06±0.002 ^{Aa}	0.07±0.00 ^{Bc}	0.07±0.00 ^{Ac}	0.07±0.00 ^{Ac}
Reducing sugar contents (mg/mL)		Control	14.86±1.84 ^{Aa}	21.49±0.40 ^{Ab}	31.81±2.36 ^{Ac}	33.64±1.74 ^{Ac}	41.68±1.21 ^{Ad}
	CR-0.2	14.41±0.49 ^{Aa}	22.61±0.79 ^{Ab}	32.64±2.69 ^{Ac}	34.44±0.54 ^{Ac}	41.64±1.56 ^{Ad}	45.78±0.63 ^{ABe}
	CR-0.4	14.85±2.85 ^{Aa}	22.01±0.96 ^{Ab}	32.23±0.70 ^{Ac}	34.35±1.61 ^{Ac}	41.97±0.78 ^{Ad}	45.46±0.70 ^{Ae}
	CR-0.6	14.34±0.69 ^{Aa}	22.18±1.06 ^{Ab}	33.46±1.13 ^{Ac}	35.56±1.64 ^{Ad}	42.26±2.21 ^{Ae}	45.66±0.90 ^{ABf}
	CR-0.8	14.91±1.23 ^{Aa}	22.26±0.32 ^{Ab}	34.04±0.38 ^{Ac}	35.03±0.43 ^{Ad}	43.73±0.61 ^{Ae}	48.66±0.38 ^{Cf}
	CR-1.0	14.87±1.09 ^{Aa}	24.32±0.31 ^{Bb}	33.82±1.58 ^{Ac}	34.83±2.01 ^{Ac}	43.45±0.56 ^{Ad}	47.24±1.82 ^{BCe}

¹⁾CR: Roasted coffee ground residue hot water extract.

²⁾Control, *sikhe* prepared without CR; CR-0.2, *sikhe* prepared with 0.2% CR; CR-0.4, *sikhe* prepared with 0.4% CR; CR-0.6, *sikhe* prepared with 0.6% CR; CR-0.8, *sikhe* prepared with 0.8% CR; CR-1.0, *sikhe* prepared with 1.0% CR.

^{3)a-d)}Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p < 0.05$). ^{A-P)}Mean within each column with no common superscripts are significantly different ($p < 0.05$). All values are Mean \pm SD ($n=3$).

Table 2. Changes in color difference of *sikhe* containing various concentration of CR during saccharification for 5 h at 60°C

Group	Saccharification time (h)	Saccharification time (h)					
		0	1	2	3	4	5
Lightness (L value)	Control	46.64±0.57 ^{Ca1)}	46.68±2.22 ^{Ba}	51.62±2.97 ^{Db}	52.53±0.95 ^{Cbc}	55.95±2.04 ^{Bc}	55.34±1.99 ^{Dc}
	CR-0.2	44.41±0.62 ^{BCa}	49.82±0.46 ^{Cbc}	49.58±1.16 ^{CDb}	49.77±0.61 ^{Bbc}	50.14±0.53 ^{Abc}	51.04±0.58 ^{Cc}
	CR-0.4	43.09±1.62 ^{Ba}	44.58±1.34 ^{Bab}	45.25±1.56 ^{ABab}	46.64±1.93 ^{Ab}	49.70±0.71 ^{Ac}	52.76±1.23 ^{CDd}
	CR-0.6	42.92±1.67 ^{Ba}	44.82±2.30 ^{Bab}	46.66±0.79 ^{BCb}	48.19±0.50 ^{ABbc}	47.76±2.17 ^{Abc}	50.36±2.70 ^{BCc}
	CR-0.8	42.23±1.56 ^{Ba}	44.29±0.64 ^{Bab}	46.33±1.05 ^{BCb}	47.89±0.69 ^{Ac}	47.17±1.76 ^{Ac}	47.45±1.26 ^{ABc}
	CR-1.0	39.24±1.45 ^{Aa}	40.38±2.12 ^{Aa}	42.46±1.66 ^{Aa}	46.62±0.53 ^{Ab}	46.92±2.99 ^{Ab}	46.53±1.22 ^{Ab}
Redness (a value)	Control	1.06±0.02 ^{Aa}	1.60±0.02 ^{Ab}	1.61±0.12 ^{Ab}	1.76±0.05 ^{Ab}	2.18±0.01 ^{Ac}	2.25±0.04 ^{Ac}
	CR-0.2	1.18±0.02 ^{Ba}	1.75±0.03 ^{Bb}	1.79±0.04 ^{Bb}	2.22±0.02 ^{Bc}	2.51±0.04 ^{Be}	2.43±0.02 ^{Bd}
	CR-0.4	1.15±0.02 ^{ABa}	1.83±0.03 ^{Bb}	2.03±0.06 ^{Cc}	2.38±0.01 ^{Bd}	2.53±0.02 ^{Be}	2.59±0.04 ^{Ce}
	CR-0.6	1.95±0.08 ^{Ca}	2.16±0.08 ^{Ca}	2.54±0.01 ^{Dbc}	2.40±0.12 ^{Bb}	2.71±0.20 ^{Cc}	2.99±0.17 ^{Dd}
	CR-0.8	2.30±0.06 ^{Da}	2.71±0.03 ^{Db}	3.05±0.08 ^{Ec}	3.36±0.06 ^{Cc}	3.15±0.18 ^{Dd}	4.05±0.05 ^{Ee}
	CR-1.0	3.26±0.09 ^{Ea}	3.91±0.11 ^{Eb}	4.15±0.12 ^{Fc}	4.43±0.10 ^{Dd}	4.72±0.12 ^{Ec}	4.99±0.07 ^{Ff}
Yellowness (b value)	Control	4.53±0.08 ^{Aa}	6.41±0.07 ^{Ab}	5.06±0.35 ^{Aa}	4.31±0.99 ^{Aa}	6.37±0.33 ^{Ab}	6.81±0.34 ^{Ab}
	CR-0.2	8.47±0.07 ^{Ba}	9.47±0.04 ^{Bb}	8.40±0.09 ^{Ba}	9.52±0.06 ^{Bb}	9.76±0.13 ^{Bc}	10.53±0.06 ^{Bd}
	CR-0.4	9.76±0.03 ^{Ca}	11.12±0.25 ^{Cb}	11.88±0.13 ^{Cd}	10.99±0.14 ^{Cb}	11.53±0.17 ^{Cc}	11.85±0.17 ^{Cd}
	CR-0.6	14.78±0.43 ^{Db}	13.85±0.32 ^{Da}	15.20±0.41 ^{Db}	16.21±0.15 ^{Dc}	16.21±0.23 ^{Dc}	16.99±0.10 ^{Dd}
	CR-0.8	15.65±0.52 ^{Ea}	18.70±0.14 ^{Ec}	17.00±0.18 ^{Eb}	17.62±0.09 ^{Ec}	18.47±0.05 ^{Ede}	18.12±0.08 ^{Ed}
	CR-1.0	17.52±0.65 ^{Fa}	17.82±1.00 ^{Fa}	17.84±1.33 ^{Ea}	18.59±0.52 ^{Fa}	18.66±0.53 ^{Ea}	21.02±0.01 ^{Fa}

*All abbreviations are the same as Table 1.

^{1)a-d}Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$). ^{A-D}Mean within each column with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$). All values are Mean±SD ($n=3$).

Table 3 Total polyphenol contents and flavonoid contents of *sikhe* containing various concentration of CR after saccharification after 5 h at 60°C

Group	Control	CR-0.2	CR-0.4	CR-0.6	CR-0.8	CR-1.0
Total polyphenol contents (µg/mL)	94.67±3.94 ^{a1)}	96.41±3.96 ^{ab}	100.66±1.11 ^{bc}	101.80±3.73 ^{bc}	104.87±1.87 ^c	106.49±3.11 ^c
Total flavonoid contents (µg/mL)	6.02±0.27 ^a	9.19±0.20 ^b	10.59±0.24 ^c	16.67±0.20 ^d	19.29±0.33 ^e	19.90±0.08 ^f

*All abbreviations are the same as Table 1.

^{1)a-f}Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p<0.05$).

은 증가하였다. Lee와 Lee(25)는 팽화 미분을 첨가한 식혜의 당화 시간이 경과할수록 L 값, a 값 및 b 값은 증가하였다고 보고하였고, Min(19)은 황기 추출물을 첨가한 식혜도 당화가 진행될수록 L 값, a 값 및 b 값이 증가하였다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

CR의 첨가 비율을 달리하여 5시간 동안 당화시킨 식혜의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 Table 3에 나타내었다. 대조구의 총 폴리페놀의 함량은 94.67 µg/mL을 나타내었고, CR-0.2, CR-0.4, CR-0.6, CR-0.8 및 CR-1.0 각각의 총 폴리페놀 함량은 96.41, 100.66, 101.80, 104.87 및 106.49 µg/mL로 CR 첨가 비율이 증가할수록 총 폴리페놀의 함량이 증가하였다. 총 플라보노이드 함량도 CR 첨가구가 대조구에 비해 유의적으로 높았으며, CR 첨가 비율이 증가할수록 높았다. 특히, CR-1.0은 대조구에 비해 총 플라보노이드 함량은 약 3배 이상 높았다. 이는 CR에 함유된 총 폴리페놀과 총 플라보노이드가 식혜 성분으로 이행되었기 때문인 것으로 사료된다.

항산화 활성

CR의 첨가 비율을 달리하여 5시간 동안 당화시킨 식혜의 항산화 활성을 측정하기 위해 DPPH 라디칼 소거능과 아질산염 소

거능, ferrous ion chelating 활성을 조사한 결과는 Table 4에 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능은 CR 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 아질산염 소거능도 CR 첨가 비율과 비례하여 유의적으로 증가하였으며, CR-1.0은 대조구에 비해 아질산염 소거능이 약 3.8배 이상 증가하였고, DPPH 라디칼 소거능은 약 3배 이상 증가하였다. CR 첨가구의 ferrous ion chelating 활성도 대조구에 비해 유의적으로 높았으며, CR 첨가 비율이 증가할수록 높았다. Kim(35)은 커피박 열수 추출물의 ferrous ion chelating 활성을 측정한 결과, 4 mg/mL에서 약 27%의 활성이 나타났다고 하였으며, 커피부산물인 커피박에도 ferrous ion chelating 활성이 잔존한다고 보고하였다. 90°C에서 6시간 열수 추출한 커피박의 DPPH라디칼 소거능이 4-10 mg/mL의 농도에서 약 92%의 라디칼 소거능을 유지하였다고 보고한 Song 등(13)의 보고와 비교하였을 때, 본 실험의 CR-1.0의 DPPH 라디칼 소거능은 다소 낮게 나타났다. 이는 추출조건에 따른 함량 변화 및 커피 원두 종류에 따른 함량변화, 식혜 제조 과정 중에 항산화 활성의 일부가 감소되었기 때문인 것으로 판단된다. 본 실험의 결과, CR 열수 추출물에는 항산화 활성이 잔존하여 식혜를 제조하였을 때도 항산화 활성을 나타내어, CR은 폐자원이 아닌 천연항산화제로써 충분한 활용가치가 있을 것으로 판단되며, 본 실험의 결과는 향후 CR을 다양한 식품군에 접목시키는 연구들의 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

Table 4. Antioxidant activity of *sikhe* containing various concentration of CR after saccharification for 5 h at 60°C

Group	Control	CR-0.2	CR-0.4	CR-0.6	CR-0.8	CR-1.0
DPPH radical scavenging activity (%)	28.11±3.03 ¹⁾	39.84±1.23 ^b	45.64±2.86 ^c	76.00±1.43 ^d	81.83±1.49 ^c	86.45±1.07 ^f
Nitrite scavenging activity (%)	12.08±0.17 ^a	18.56±1.08 ^b	21.16±0.46 ^b	38.52±2.58 ^c	41.62±3.89 ^c	46.91±5.27 ^d
Ferrous ion chelating effect (%)	10.07±0.62 ^a	16.97±0.80 ^b	20.87±0.53 ^c	26.82±0.65 ^d	28.99±2.28 ^d	34.63±3.30 ^e

*All abbreviations are the same as Table 1.

¹⁾^{a-d}Mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Sensory evaporation of *sikhe* containing various concentration of CR after saccharification for 5 h at 60°C

Group	Control	CR-0.2	CR-0.4	CR-0.6	CR-0.8	CR-1.0
Taste	3.32±0.99 ^{ab1)}	3.76±0.97 ^{bc}	4.00±0.87 ^c	4.28±0.68 ^c	3.40±1.00 ^{ab}	3.20±0.96 ^a
Color	3.32±0.90 ^a	3.64±0.86 ^{ab}	4.00±0.76 ^b	4.56±0.65 ^c	3.84±0.80 ^b	3.60±0.96 ^{ab}
Flavor	3.08±0.95 ^a	3.44±1.16 ^a	4.08±0.70 ^b	4.08±0.64 ^b	4.00±0.82 ^b	3.44±0.92 ^a
Appearance of rice granule	3.12±0.83 ^a	3.00±0.76 ^a	3.08±0.40 ^a	3.04±1.02 ^a	3.12±0.93 ^a	2.92±0.91 ^a
Overall acceptability	3.32±0.63 ^a	3.52±1.05 ^{ab}	3.96±0.54 ^{bc}	4.28±0.98 ^c	3.56±0.92 ^{ab}	3.04±1.10 ^a

*All abbreviations are the same as Table 1.

¹⁾^{a-d}mean within each row with no common superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

관능검사

CR 열수 추출물의 첨가 농도를 달리하여 5시간 동안 당화시킨 식혜의 관능검사 결과는 Table 5에 나타내었다. 맛은 CR-0.6까지는 CR 첨가량이 증가할수록 높았으나, CR-0.8과 CR-1.0은 3.40 및 3.20으로 다른 CR 첨가구에 비해 낮았다. 색은 대조구가 3.32, CR-0.2, CR-0.4, CR-0.6, CR-0.8 및 CR-1.0은 각각 3.64, 4.00, 4.56, 3.84 및 3.60으로 대조구에 비해 높았으며, 맛과 같이 CR-0.6 첨가구까지는 추출물의 농도가 증가할수록 높았으나, 그 이후부터는 감소하는 경향을 나타내었다. CR이 첨가된 식혜의 향에 대한 평가는 3.44-4.08로 대조구(3.08)에 비해 높았으며, 특히 CR-0.4와 CR-0.6이 4.08로 가장 높게 나타났다. 이러한 결과는 CR에 기인한 커피의 향이 식혜의 맥아향과 잘 어울어져 종합적 식혜의 풍미에 긍정적인 영향을 주었기 때문인 것으로 판단된다. 식혜에 포함된 밥알의 외관에 대한 기호도는 처리구별 유의적 차이는 나타나지 않았으나, CR에 의해 가장 많이 착색된 CR-1.0이 2.92로 가장 낮게 평가되었고, 나머지 식혜는 3.00-3.12의 범위를 나타내었다. 종합적 기호도는 CR-1.0이 3.04로 가장 낮았으며 다음은 대조구(3.32)로 나타났다. CR 첨가구 중 CR-0.6이 4.28로 종합적 기호도가 가장 높았을 뿐 아니라, 맛, 색, 향에서도 가장 높게 나타나, 식혜 제조시 CR을 이용하여 식혜를 제조할 경우, 관능적으로 최적의 첨가농도는 0.6%인 것으로 사료된다.

저장 기간 중 총균수의 변화

CR의 첨가 농도를 달리하여 5시간 동안 당화시킨 식혜를 4°C에서 20일 동안 저장하면서 총균수의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조구와 CR-0.2, CR-0.4는 저장 5일에 약 10¹ CFU/mL을 나타내었으며 CR-0.6은 10¹ CFU/mL 이하의 균수를 나타내었다. 반면에 CR-0.8과 CR-1.0은 저장 5일째까지 미생물이 관찰되지 않았으며, 저장 10일부터 저장 20일째까지 10¹-10² CFU/mL의 균수를 유지하였다. 저장 15일 후 대조구는 10³ CFU/mL이었고, CR을 첨가한 식혜는 10¹-10² CFU/mL로 CR 첨가에 의해 총균수의 증가 속도를 다소 지연시킬 수 있을 것으로 판단되었다. Choi 등(36)이 로스팅한 커피 물 추출물의 항균활성을 조사한 결과, *Bacillus cereus*, *B. Subtilis* 및 *Listeria monocytogenes*에 대해 항균활성을 나타내었으며, 각각의 미생물에 대한 커피 물 추출물의 최소 저해 농도는 각각 0.5, 1.0, 0.5 mg/mL라고 보

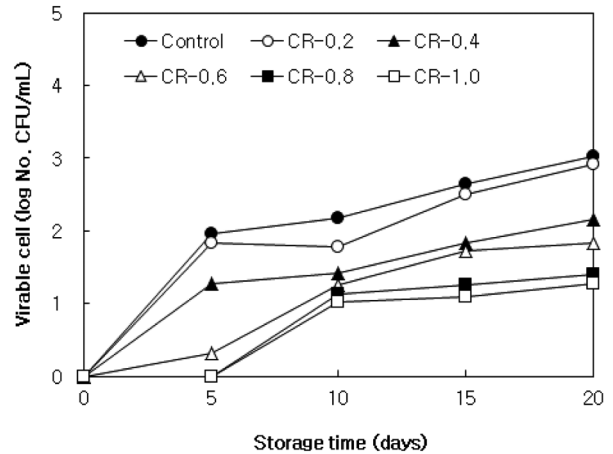


Fig. 1. Changes in viable microbial counts of *sikhe* containing various concentration of CR during storage at 4°C for 20 days.
*All abbreviations are the same as Table 1.

고하였다. 또한, 커피의 성분 중 카페인(37)과 caffeic acid(38-40)가 일부 미생물에 대해서 항균활성을 가진다고 보고되고 있다. CR 첨가 식혜에서 총균수 성장이 억제되는 것은 커피박에 잔존한 일부의 Caffeic acid 및 항균성 물질에 의한 것으로 사료된다.

본 실험에서 제조된 식혜는 CR 첨가에 의해 당화작용에는 영향을 미치지 않으면서, 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드와 같은 생리활성 물질의 함량이 증가하였고, DPPH 라디칼 소거능, 아질산염 소거능 및 ferrous ion chelating 활성도 증가되었다. 또한 관능적으로도 우수하게 평가되어 커피 식혜의 산업화 가능성이 있는 것으로 판단되었으며, 이를 위하여 CR을 이용한 식혜의 대량 생산화 및 산업화를 위한 CR의 대량 추출 방법 등의 다양한 연구가 수행되어야 할 것이다.

요 약

커피 음료 제조시 생성되는 커피박의 식품자원화에 대한 기초 연구로서, 전통 식품인 식혜에 적용하기 위하여, 커피박 열수 추

출물을 첨가한 식혜의 당화 과정 중 품질 변화와 항산화 활성 및 저장 중 미생물 변화를 조사하였다. CR 함유 식혜는 대조구에 비해 pH가 높았으며, 당화 시간이 경과함에 따라 모든 시료의 pH는 증가하였다. 당화 완료 시점인 5시간에는 대조구와 CR 첨가구의 pH는 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 산도는 0.06-0.08%의 범위 내에서 변동은 있었으나, CR 농도별 및 당화 시간에 따른 뚜렷한 변화는 나타나지 않았다. 동일 당화 시간에서는 CR 농도가 높을수록 환원당의 함량은 높았고, 동일 시료에서는 당화 시간이 경과할수록 증가하였다. 당화 5시간에서는 CR-0.8과 CR-1.0의 환원당은 각각 48.66, 47.24 mg/mL를 나타내어 대조구(45.10 mg/mL)에 비해 유의적으로 높았다($p < 0.05$). 당화 시간이 경과할수록, CR 첨가 식혜는 대조구에 비해 어둡고, 적색도 및 황색도가 증가하였으며, CR의 농도가 높을수록 이러한 경향은 뚜렷하였다. 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량은 CR을 함유한 식혜가 대조구에 비해 유의적으로 높았으며, CR 농도 비율이 증가될수록 높았다. 특히, CR-1.0은 대조구에 비해 총 플라보노이드 함량이 약 3배 이상 높았다. DPPH 라디칼 소거능과 아질산염 소거능은 CR 첨가 비율이 증가할수록 유의적으로 증가하였다. CR-1.0은 대조구에 비해 DPPH 라디칼 소거능은 약 3배 이상, 아질산염 소거능은 약 3.8배 이상 증가하였다. CR 첨가 식혜의 종합적 기호도는 CR-1.0(3.04)을 제외한 나머지 CR 첨가구는 모두 대조구(3.32)보다 높았으며 특히, CR-0.6은 종합적 기호도 뿐만 아니라, 맛, 색, 향에서도 가장 높은 평가를 나타내었다. 4°C에서 20일 동안 저장한 식혜의 일반세균수를 조사한 결과, 대조군은 10^3 CFU/mL이었고, CR을 첨가한 식혜는 10^1 - 10^2 CFU/mL를 나타내었다.

감사의 글

이 논문은 2013년도 대구가톨릭대학교 신임교원 정착연구비 지원에 의한 것임.

References

- Almeida AAP, Farah A, Silva DAM, Nunan EA, Gloria MBA. Antibacterial activity of coffee extracts and selected coffee chemical compound against Enterobacteria. *J. Agr. Food Chem.* 54: 8738-8743 (2006)
- Rufian-Henares JA, Morales FJ. Angiotensin-I converting enzyme inhibitory activity of coffee melanoidins. *J. Agr. Food Chem.* 55: 1480-1485 (2007)
- Daglia M, Racchi M, Papetti A, Lanni C, Govoni S, Gazzani G. In vitro and ex vivo antihydroxyl radical activity of green and roasted coffee. *J. Agr. Food Chem.* 52: 1700-1704 (2004)
- Castillo MDD, Ames JM, Gordon MH. Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *J. Agr. Food Chem.* 50: 3698-3703 (2002)
- Anese M, Nicoli MC. Antioxidant properties of ready-to-drink coffee brews. *J. Agr. Food Chem.* 51: 942-946 (2003)
- Rhi JW and Shin HS. Physicochemical properties of antioxidant fractions extracted from freeze-dried coffee by various solvents. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 109-116(1996)
- Moreira DP, Monteiro MC, Ribeiro-Alves M, Donangelo CM, Trugo LC. Contribution of chlorogenic acids to the iron-reducing activity of coffee beverages. *J. Agr. Food Chem.* 53: 1399-1402 (2005)
- Delgado-Andrade C, Rufian-Henares JA, Morales FJ. Assessing the antioxidant activity of melanoidins from coffee brews by different antioxidant methods. *J. Agr. Food Chem.* 53: 7832-7836 (2005)
- Borrelli RC, Visconti A, Mennella C, Anese M, Fogliano V. Chemical characterization and antioxidant properties of coffee melanoidins. *J. Agr. Food Chem.* 5: 6527- 6533 (2002)
- Esquivel, P. and V. M. Jimenez. Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Res. Int.* 46: 488-495 (2012)
- Silva MA, Nebra SA, Machado Silva JM, Sanchez CG. The use of biomass residues in the Brazilian soluble coffee industry. *Bio-mass Bioenerg.* 14: 457-467 (1998)
- Yen WJ, Wang BS, Chang LW, Duh PD. Antioxidant properties of roasted coffee residues. *J. Agr. Food Chem.* 53: 2658-2663(2005)
- Song EJ, Kim JY, Lee SY, Kim KBWR, Kim SJ, Yoon SY, Lee SJ, Lee CJ, Ahn DH. Effect of Roasted ground coffee residue extract on shelf-life and quality of salted mackerel. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 38: 780-786 (2009)
- Yoo KM, Song MR, Jung JE. Preparation and sensory characteristics of chocolate with added coffee waste. *Korean J. Food Nutr.* 24: 111-116 (2011)
- Lee CH, Kim SY. Literature review on the Korean traditional non-alcoholic beverages. I. Types and processing methods. *Korean J. Food Culture* 6: 43-54 (1991)
- Park SI. Application of green tea powder for *sikhe* preparation. *Korean J. Food Nutr.* 19: 227-233 (2006)
- Kim HH, Park GS, Jeon JR. Quality characteristics and storage properties of *sikhe* prepared with extracts from *Hovenia dulcis* THUNB. *Korean J. Food Cook. Sci.* 23: 848-857 (2007)
- Hur SS. Change in the composition of ginseng *sikhye* during the saccharification process. *Korean J. Food Preserv.* 14: 650-654 (2007)
- Min SH. Quality characteristics of *sikhe* prepared with *Astragalus membranaceus* water extracts. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 19: 216-223 (2009)
- Cho KM, Joo OS. Manufacture of *sikhe* (a traditional Korean beverage) using corn silk extracts. *Korean J. Food Preserv.* 17: 644-651 (2010)
- Lee JH. Quality of *sikhe* incorporated with hot water extract of *omija*(*Schisandra chinensis* baillon) fruit. *Food Eng. Prog.* 15: 80-84 (2011)
- An YH, Lee IS, Kim HS. Quality characteristics of *sikhye* with varied levels of sweet pumpkin during storage. *Korean J. Food Cook. Sci.* 27: 803-814 (2011)
- Kim JS. Quality characteristics of *sikhae* with mulberry fruit. *Korean J. Culinary Res.* 18: 206-215 (2012)
- Hwang SH, Chung CH. Production of *sikhae* fermented beverage using a dextran producun isolate from kimchi and takju yeast. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 21: 82-87 (2011)
- Lee MW, Lee YH. Quality characteristics of *sikhye* prepared with puffed rice powder during saccharification. *Korean J. Food Sci. Technol.* 44: 553-558 (2012)
- Lee WJ, Kim SS. Preparation of *sikhe* with brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 146-150 (1998)
- Kim MR, Seo JH, Heo OS, Oh SH, Lee KS. Physicochemical and sensory qualities of commercial *sikhes*. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 31: 728-732 (2002)
- The Korea Society of Food Science and Nutrition. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 151-152 (2000)
- Singleton VL, Joseph A, Rossi J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic-phosphotungsite acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158 (1965)
- Saleh ES, Hameed A. Total phenolic contents and free radical scavenging activity of certain Egyptian *Ficus* species leaf samples. *Food Chem.* 114: 1271-1277 (2008)
- Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)
- Kato H, Lee IE, Chuyen NV, Kim SB, Hayase F. Inhibition of nitrosamine formation by non-dialyzable melanoidins. *Agr. Biol. Chem. Tokyo.* 51: 1333-1338 (1987)
- Yen GC, Duh PD, Tsai HL. Antioxidant and pro-oxidant properties of ascorbic acid and gallic acid. *Food Chem.* 79: 307-313 (2002)
- Jeong SI, Yu HH. Quality characteristics of *sikhe* prepared with the roots powder of doraji (*Platycodon grandiflorum* A. DE. Can-

- dolle). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 42: 759-765 (2013)
35. Kim JY. Food materialization of spent coffee ground extracts and variation of coffee antioxidant ability according to extraction process. MS thesis, Pukyong National University. Daegu, Korea (2008)
36. Choi YH, Kim SE, Huh J, Han YH, Lee MJ. Antibacteria and antioxidative activity of roasted coffee and red ginseng mixture extracts. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 320-326 (2012)
37. Ibrahim SA, Salameh MM, Phetsomphou S, Yang H, Seo CW. Application of caffeine, 1,3,7-trimethylxanthine to control *Escherichia coli* O157:H7. Food Chem. 99: 654-650 (2006)
38. Baranowski JD, Nagel CW. Inhibition of *Pseudomonas fluorescens* by hydroxycinnamic acids and their alkyl esters. J. Food Sci. 47: 1587-1589 (1982)
39. Herald PJ, Davidson PM. Antibacterial activity of selected hydroxycinnamic acids. J. Food Sci. 48: 1378-1379 (1983)
40. Garrote G, Cruz JM, Moure A, Dominguez H, Parajo JC. Antioxidant activity of byproducts from the hydrolytic processing of selected lignocellulosic materials. Trends Food Sci. Tech. 15: 191-200 (2004)