

전처리 조건에 따른 여주(*Momordica charantia* L.) 초절임의 쓴맛 감소와 품질평가

박효순 · 문보경¹ · 김선아*

한국방송통신대학교 생활과학과 식품영양전공, ¹중앙대학교 식품영양학과

Reduction in bitter taste and quality characteristics in pickled bitter melon (*Momordica charantia* L.) by different pretreatment conditions

HyoSun Park, BoKyung Moon¹, and Suna Kim*

Food and Nutrition in Department of Human Ecology, College of Natural Science, Korea National Open University

¹Department of Food and Nutrition, Chung-Ang University

Abstract This study was performed to investigate the reduction in bitter taste and quality characteristics by pretreatments (brining; 1, 5% and blanching; 1, 3 min) in pickled bitter melon, respectively. We prepared pickled bitter melon samples at 1%-1 min, 1%-3 min, 5%-1 min, 5%-3 min. Total polyphenol and total flavonoid contents were found to be the highest in 5%-1 min at 14.23±0.40 mg CE/g (dry) and 4.46±0.10 mg RE/g (dry), respectively. L-ascorbic acid level was the highest in control samples. Arginine and glutamic acid were increased by brining and blanching. ABTS and DPPH radical scavenging activity were found to be the highest at 43.60±0.40 and 44.88±0.20% at 5%-1 min, respectively. α -glucosidase inhibitory activity was the highest at 5%-1 min. The a value was statistically different, whereas L and b values were similar among different pretreatments. Hardness in pretreated samples was decreased as compared to that in the control. Among sensory evaluations, 'color' did not indicate any statistical difference, while 'texture', 'bitterness preference' and 'overall preference' increased with pretreatments, and 'bitter intensity' decreased.

Keywords: pickled bitter melon, brining, blanching, α -glucosidase inhibitory activity, bitterness

서 론

여주(*Momordica charantia* L.)는 박과(Cucurbitaceae)의 덩굴성 한해살이 식물로서 쓴맛이 강하여 bitter melon, bitter gourd, wild cucumber, ampalaya, karela, goya 등의 이명으로 불리며, 서식지도 아시아, 남미, 동아프리카, 카리브 지역의 열대였으나 현재는 전 세계적으로 식용 및 약용으로 재배되고 있다(1,2).

여주의 대표적인 기능성분은 차란틴(charantin, triterpene glycoside)과 폴리펩타이드-p라는 식물성 인슐린(a 166-residue insulin mimic peptide)이며(3), 그 외에 사포닌, 트라이테펜, 프로테이드(proteid), 스테로이드, 알칼로이드, 페놀 화합물 등 다양한 성분이 보고되고 있다(4-6). 여주 특유의 쓴맛은 식물성 스테롤 글리코사이드와 다양한 아미노산, 갈락투론산, 시트룰린, 펙틴 등의 성분에 기인한다(7,8). 여주의 효능은 항암효과, 항피사작용, 항고혈당작용, 당뇨합병증과 통풍 예방효과 등이 보고되고 있다(4,9). 차란틴은 췌장의 베타세포에 작용하여 인슐린 분비를 촉진하고, 식

물성 인슐린도 혈당강하에 효과적이다(6). Kim(10)은 당뇨유발 흰쥐동물모델에서 여주 열매 첨가 식이에 의한 혈당 조절 효과 연구로 당뇨 식이요법 시 여주의 식용채소 활용은 혈당을 낮출 가능성이 있는 식품으로 보고하였다. 특히 경구용 혈당강하제 중에서 아카보스(acarbose)는 소화기계에 부작용을 유발하는 등 장기투여 시 문제가 되어(9) 이를 대체할 천연 유래 알파글루코사이드 억제제에 대한 관심이 높으며 여주추출물의 연구에서는 알파글루코사이드 억제 효과가 있는 것으로 보고하였다(11).

그러나 여주는 쓴맛이 강해 생과로 이용하기에는 기호성이 떨어지고 수분이 많아 장기보관이 힘들어 널리 상용되기에는 제한적이다. 당뇨예방효과에 대한 기대가 증가하면서 차나 즙, 환의 형태로 상업적으로 활용되고 있으며, 여주침출차(12-16), 여주분말을 첨가한 양갱의 품질특성(17), 여주분말을 첨가한 머핀의 품질특성(18) 등 여주를 건조하여 이용한 특허와 연구가 일부 보고되고 있다. 생과를 활용한 연구로 Lee 등(8)은 여주피클을 4주간 숙성시켜 화학적, 미생물학적 품질을 평가하였고, 여주의 쓴맛 저감 방법(19)에서는 여주 가공 전에 소금물 침지에 의한 쓴맛 감소효과를 보고하였으나 아직까지 생과를 이용한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 생여주의 소비를 촉진하기 위해 생여주의 전처리 조건을 달리하여 초절임을 제조하였으며, 유효성분과 산화방지 활성, 기구적, 관능적 특성을 평가하고 알파글루코사이드 억제활성과 쓴맛 아미노산의 함량의 변화를 측정함으로써 여주의 쓴맛 저감 효과와 품질이 우수한 여주초절임의 제조 조건을 확립하고자 하였다.

*Corresponding author: Suna Kim, Food and Nutrition in Department of Human Ecology, College of Natural Science, Korea National Open University, Seoul, 03087, Korea

Tel: 82-2-3668-4771

Fax: 82-2-3668-4188

E-mail: ksuna7@knu.ac.kr

Received May 27, 2016; revised July 22, 2016;

accepted August 3, 2016

재료 및 방법

실험재료와 시약

본 실험에 사용된 여주는 2015년 9월에 수확한 미성숙 생여주를 전라남도 해남의 땅끝제일영농조합(Haenam, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 아세트나이트릴(Tedia, Fairfield, OH, USA), 수산화소듐(Duksan pure chemicals, Ansanshi, Korea), 메탄올, 핵세인은 Junsei chemical Co. Ltd. (Saitama, Japan)에서 구입하였고, 이외의 모든 시약은 Sigma chemical Co. (St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였다. 전처리와 초절입 액에 사용된 식초(Ottogi Co., Seoul, Korea), 백설탕(CJ CheilJedang Co., Seoul, Korea), 소금(CJ CheilJedang Co.)은 롯데마트(Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다.

여주 초절입 제조와 시료추출

소금물 침지(brining)와 데치기(blanching)에 의한 쓴맛 감소 효과를 비교하기 위해 여주의 쓴맛 저감 방법(19)을 변형하여 소금물침지(소금물 농도; 1, 3, 5%, 침지 시간; 10, 20, 30분)와 데치기(30초, 1, 3, 5분) 조건에서 예비실험을 수행하였다. 초절입 액 조성은 Kim and Yoo(20), Moon 등(21)의 연구결과를 변형한 조건으로 예비실험을 실시하여 물 48.78%, 식초 24.39%, 설탕 24.39%, 소금 2.44%의 비율로 설정하였다. 최종 전처리 조건은 소금물(1, 5%)에서 20분 동안 침지 후 데치기(1, 3분)를 시행한 군을 1%-1분, 1%-3분, 5%-1분, 5%-3분로 하고, 전처리를 시행하지 않은 대조군(control)과 비교하였다.

여주 초절입은 신선한 생여주를 3번 수세하여 세로로 잘라 씨를 제거한 후 5 mm 크기의 눈썹모양 채로 자르고, 1%, 5% 소금물에 20분 동안 침지한 후 증류수로 두 번 행구어 소금물을 제거하였다. 데치기는 각각 1분, 3분 동안 실시하였고 체에 펼쳐서 15분간 실온에서 식혔다. 여주 채 100 g당 초절입액 200 mL의 비율로 첨가하여 조건별로 각각 여주초절입 1 kg을 제조하였으며 모든 초절입시료는 4°C에서 2일 동안 저장하였다. 조건별로 제조된 여주초절입 1 kg 중 500 g은 관능평가와 기기분석에 사용하였고, 500 g은 냉동 건조 후 분말화하여 -70°C 냉동고에 보관하였다. 분석에 사용한 메탄올 추출물은 시료 1 g당 100% 메탄올 10 mL를 첨가하여 sonicator (8510, Branson, Danbury, CT, USA)로 1시간 추출 후 거름종이(Advantec No.2 Tokyo, Japan)로 거르고, 다시 0.45 µm syringe filter로 여과하여 준비하였고, L-아스코브산과 유리아미노산의 함량 측정은 분석방법에 따라 추출하였다.

총폴리페놀과 총플라보노이드 함량

총폴리페놀 함량 측정은 Folin-Denis 방법(22)에 따라 시행하였으며, 메탄올추출물 0.1 mL에 폴린 시약 0.1 mL와 2% 탄산소듐 2 mL를 가하여 혼합, 발색시키고 30분간 정치 후 분광광도계(OPTIZEN α, Mecasys, Daejeon, CT, Korea)를 이용하여 750 nm에서 흡광도 측정하였다. 표준곡선은 카테킨을 기준으로 환산하였으며 최종농도가 0, 12.5, 25, 50, 100, 200 µg/mL이 되도록 하여 측정하였다.

총플라보노이드의 함량 측정은 Boo 등(2)의 방법에 따라 시행하였으며, 메탄올추출물 0.5 mL에 다이에틸렌글리콜 1 mL, 1 N-NaOH 0.01 mL를 가한 다음 37°C 항온수조(BS-11, Jeitech, Daejeon, Korea)에서 1시간 동안 방치한 후 분광광도계로 420 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 루틴(rutin)을 기준으로 환산하였으며 최종농도가 0, 12.5, 25, 50, 100, 200 µg/mL이 되도록 하여 측정하였다.

L-아스코브산 함량

L-아스코브산 함량 측정은 식품공전(23)의 방법에 따라 시행하였다. 냉동 건조한 여주초절입 시료 0.5 g에 5% 메타인산 7.5 mL를 첨가하고 vortex로 10분간 교반 후 원심분리기로 4°C, 4000 rpm에서 10분 동안 원심분리 하였다. 원심분리 후 상층액을 0.45 µm syringe filter로 여과 한 후 10 µL씩 주입하여 HPLC (Waters Co., Milford, MA, USA)로 분석하였으며 분석조건은 이동상은 0.05 M 인산이수소포타슘, 아세트나이트릴(60:40), 컬럼은 Capcell Pak C18 MG (Shiseido, Tokyo, Japan), 파장 UV 254 nm, 유속은 1.0 mL/min로 하였다.

유리아미노산 함량

냉동 건조한 여주초절입 시료 0.5 g에 75% 에탄올 15 mL를 가하여 1시간 초음파 추출 후 24시간 동안 상온에서 방치하여 추출하였다. 추출한 시료는 0.2 µm syringe filter로 여과한 다음 HPLC (Dionex Ultimate 3000, Thermo scientific, Sunnyvale, CA, USA)와 VDSpher 100 C18-E column (4.6×150 mm, 3.5 µm/VDS Optilab, Berlin, Germany)을 이용하여 형광검출기 1차(Emission: 450 nm, Excitation: 340 nm)와 2차(Emission: 305 nm, Excitation: 266 nm)로 분석하였다. 유리아미노산 정량을 위해 20종의 아미노산 표준품은 0.1 N 염산에 용해하여 1.0 nmol/µL 농도의 표준보존액을 만들어 사용하였다. 분석 이동상은 A용매가 40 mM 인산수소소듐(pH 7), B용매가 물:아세트나이트릴:메탄올(10:45:45, v/v/v)이며, 기울기조건은 0-3분: 95% A용매, 24분: 45% A용매, 25분: 20% A용매, 25-31분: 20% A용매, 34.5-35분: 95%, A용매로 하여 분석하였다. 시료 주입량은 0.5 µL, 유속은 1.5 mL/min, 컬럼 온도는 40°C, 샘플 온도는 20°C로 분석하였다.

산화방지와 알파글루코시데이스 억제 활성

ABTS 라디칼 소거능 측정은 Re 등(24)의 방법을 변형하여 이용하였으며 7 mM ABTS와 2.6 mM 과황산포타슘을 혼합하고 실온 암소에서 24시간 방치하여 양이온(ABTS⁺)을 형성시킨 후, 분광광도계를 이용하여 흡광도가 0.7±0.02가 되도록 증류수로 희석하여 사용하였다. 희석된 ABTS⁺용액 1960 µL와 여주초절입 메탄올 추출물 40 µL를 실온 암소에서 5분간 반응시키고 흡광도 734 nm 측정하였다. 소거활성은 계산식, ABTS 라디칼 소거 활성(%)=[1-(실험구 흡광도/대조구 흡광도)]×100에 의해 산출하였다.

DPPH 라디칼 소거능은 Blois의 방법(25)을 이용하여 측정하였으며 메탄올추출물 0.2 mL에 4×10⁻⁴ M DPPH 용액 0.8 mL를 첨가하여 10초간 진탕하여 혼합 후 실온의 암소에 15분간 방치 후 분광광도계를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 소거활성은 계산식, DPPH 라디칼 소거 활성(%)=[1-(실험구 흡광도/대조구 흡광도)]×100에 의해 산출하였다.

알파글루코시데이스 억제 활성 측정은 Cha 등(26)의 방법에 따라 측정하였다. 0.1 M 인산소듐 완충용액(pH 7) 250 µL, 20 mM pNPG 250 µL를 넣고, 실험구에는 시료 추출물 250 µL, 대조구에는 100% 메탄올 250 µL를 첨가한 후 배양기(JSBI-250C, JS Research Inc., Gongju, Korea)를 이용하여 37°C에서 5분간 반응시킨 후 분광광도계를 이용하여 405 nm에서 흡광도(A)를 측정하였다. 그 후, 알파글루코시데이스(*Saccharomyces cerevisiae* 0.075 U/mL) 250 µL를 첨가하여 37°C에서 15분간 반응시킨 다음 0.1 M 탄산소듐 완충용액(pH 10.8) 2 mL를 첨가하여 반응을 정지시키고 405 nm에서 흡광도(B)를 측정하였으며 계산식은 아래와 같다.

$$\text{억제율(\%)} = [1 - (\text{실험구 OD} / \text{대조구 OD})] \times 100$$

실험구 OD: 시료의 흡광도(B-A)

대조구 OD: 대조구의 흡광도(B-A)

색, 경도, 관능검사

색도는 색차계(CM-5, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 Hunter's color value로 나타냈다. 측정방법은 여주 초절임 시료를 믹서기에 건더기만 분쇄 후 페트리접시에 빈 공간 없이 눌러 담아 측정하였다.

경도는 텍스처분석기(TA-XTplus, stable micro systems Ltd., Godalming, England)를 이용하여 절단력 시험을 실시하였으며, 얻어진 힘-시간 곡선으로부터 경도 값을 측정하였다. 측정조건은 probe knife blade type, pre-test speed와 test speed는 각각 1.0 mm/sec, post-test speed 10.0 mm/sec, distance 15 mm, trigger force 5.0 g이며, 6회 반복하여 평균값을 나타내었다.

관능검사는 경험 있는 20-40대 패널 33명을 대상으로 시료, 평가의 목적, 평가기준, 평가 시 유의사항 등을 설명하고 색상선호도, 텍스처 선호도, 쓴맛강도, 쓴맛선호도, 전반적인 기호도 등 5가지 항목을 15 cm 선척도법으로 실시하였다. 색상, 텍스처, 쓴맛선호도, 전반적인 기호도에서는 선의 양극 끝지점에 양극의 선호도(매우 싫다 0, 매우 좋다 15)를 표시하였으며, 쓴맛강도 부분은 양극의 강도(매우 약하다 0, 매우 강하다 15)를 표시하였다. 관능평가의 평가방법은 선의 왼쪽에서 평가자가 표시한 부분까지의 길이를 측정하여 평가하였다.

통계분석

모든 분석실험은 3회 이상 반복 수행하여 건조중량을 기준으로 평균과 표준편차를 구하였으며 SAS 프로그램(Window Version 8.0; SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 분석하였고 유리아미노산은 t-test를 실시하였다. 분석항목간의 상관성은 Pearson correlation coefficient를 이용하였다.

결과 및 고찰

여주초절임의 유효성분 변화

총폴리페놀과 총플라보노이드, L-아스코브산 함량 분석 결과는 Table 1과 같다. 총폴리페놀 함량은 1%-1분 11.98±0.12 mg 카테킨 당량(CE)/g, 1%-3분 11.66±0.13 mg CE/g, 5%-1분 14.23±0.40 mg CE/g, 5%-3분 13.45±0.24 mg CE/g으로 대조군 13.59±0.21 mg CE/g과 비교하여 소금물 1% 침지군은 총폴리페놀 함량이 감소한 반면, 5% 침지군에서는 유사하거나 높은 함량으로 나타났다($p < 0.05$). 총플라보노이드 함량은 1%-1분 3.60±0.07 mg 루틴 당량(RE)/g, 1%-3분 3.62±0.06 mg RE/g, 5%-1분 4.46±0.10 mg RE/g, 5%-3분 4.29±0.12 mg RE/g으로 대조군(3.00±0.06 mg RE/g)과 비교하여 총플라보노이드 함량이 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Choi 등(27)은 데침조건에 따른 참취의 생리활성성분 변화 연구에서 총플라보노이드와 총폴리페놀의 함량이 소금과 데침시간, 두 요인의 상호 작용에 따른 영향을 모두 받으며, 데침시간이 증가함에 따라 총폴리페놀과 총플라보노이드의 함량은 유의적 감소를 보였으나 동일한 데침시간에서는 소금첨가량이 증가함에 따라 총플라보노이드와 총폴리페놀의 잔류가 높아졌으며, 이는 소금이 유효성분의 잔류를 높이는 역할을 하는 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 소금물의 농도가 총폴리페놀과 총플라보노이드 함

Table 1. Total polyphenol, total flavonoid and L-ascorbic acid contents of pickled bitter melon pretreated by brining and blanching

	Total polyphenol mg CE/g dw ¹⁾	Total flavonoid mg RE/g dw ²⁾	L-ascorbic acid mg/100 g dw
Control	13.59±0.21 ^b	3.00±0.06 ^d	18.19±0.76 ^a
1%-1min	11.98±0.12 ^c	3.60±0.07 ^c	10.85±0.06 ^d
1%-3min	11.66±0.13 ^c	3.62±0.06 ^c	10.27±0.14 ^d
5%-1min	14.23±0.40 ^a	4.46±0.10 ^a	14.40±0.37 ^b
5%-3min	13.45±0.24 ^b	4.29±0.12 ^b	12.75±0.30 ^c

¹⁾All results are milligrams of catechin equivalents per gram of dry weight.

²⁾All results are milligrams of rutin equivalents per gram of dry weight.

Each value presents the mean±standard deviation (SD) of three independent replicates.

Each value with different superscript within a same row is significantly different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple test.

량 변화에 유의적으로 영향을 미친 것으로 나타났으며 총폴리페놀과 총플라보노이드 함량은 실험군 중에서도 5% 소금물에서 20분 동안 침지하고 1분 동안 데친 후 초절임을 만들었을 때 가장 높게 나타났다.

L-아스코브산 함량은 1%-1분 10.85±0.06 mg/100 g, 1%-3분 10.27±0.14 mg/100 g, 5%-1분 14.40±0.37 mg/100 g, 5%-3분 12.75±0.30 mg/100 g으로 대조군 18.19±0.76 mg/100 g과 비교하여 실험군이 대조군보다 낮은 함량으로 나타났다. 전처리 중 소금물 1% 침지군 보다는 5% 침지군이 높게 나타났고, 데치기 시행 1분군 보다는 3분군이 낮은 함량으로 나타나 소금물의 침지보다는 데치는 시간이 늘어날수록 L-아스코브산 함량의 손실이 증가하는 것으로 나타났다. Choi 등(27)의 데침조건에 따른 참취의 생리활성 변화 연구에서도 참취의 바이타민 C 함량은 데침시간과 소금의 첨가농도에 따라 유의적 차이는 나타나지 않았으나 데침시간이 증가함에 따라 감소하였고 소금첨가량이 증가할수록 바이타민 C의 보유량이 증가하였다. 이는 데치는 시간이 증가할수록 데침액에 바이타민 C가 용출되어 나오기 때문이며, 열에 의한 파괴, 효소에 의한 산화과정을 거쳐 손실된다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

유리아미노산은 단백질이나 펩타이드와 같은 결합형 아미노산과 달리 맛과 영양적 가치를 결정하는 성분으로 몇몇 아미노산은 면역계를 강화하는 역할을 하는 것으로 보고되고 있다(28). 유리아미노산은 관능검사 결과(Table 4) 가장 쓰다고 했던 대조군과 가장 덜 쓰다고 응답한 5%-3분군의 시료로부터 함량을 분석하였으며, 총 20종의 유리아미노산 함량을 분석하였다(Table 2). 그 결과, 총 유리아미노산의 함량이 5%-3분군 183.92 mg/100 g, 대조군 178.31 mg/100 g으로 초절임 전에 전처리를 할 경우 총 유리아미노산의 함량이 증가하는 경향을 보였다. 개별 유리아미노산을 비교해보면, 5%-3분군에서 가장 많은 유리아미노산은 아르지닌 > 글루타민 > 아스파라진, 대조군에서 글루타민 > 아르지닌 > 아스파라진 순으로 나타나 전처리에 의해 아르지닌은 증가하고 글루타민은 감소하는 경향을 보였으며, 아르지닌 함량이 5%-3분군에서 35.26±0.13 mg/100 g, 대조군에서 26.13±0.14 mg/100 g로 초절임 전에 전처리를 함으로서 아르지닌의 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 반면, 글루타민은 대조군에서 30.21±0.33 mg/100 g, 5%-3분군에서 28.22±0.12 mg/100 g으로 전처리에 의해 오히려 함량이 감소하는 경향을 보였다. 글루타민은 대조군에서 5.37±0.02

Table 2. Free amino acid contents of pickled bitter melon pretreated by brining and blanching

(unit: mg/100 g of dw)

Free amino acid	Control		5%-3 min		t-value
	mg/100 g dw	% ¹⁾	mg/100 g dw	%	
Histidine	4.97±0.17	2.79±0.11	6.18±0.18	3.36±0.06	6.92*
Threonine	12.10±0.17	6.79±0.06	12.93±0.35	7.03±0.13	2.99
Valine	8.67±0.01	4.87±0.02	8.28±0.13	4.50±0.03	-4.24
Methionine	1.12±0.07	0.63±0.04	0.49±0.13	0.27±0.07	-6.08*
Tryptophane	2.66±0.02	1.50±0.01	2.83±0.05	1.54±0.01	4.40*
Phenylalanine	8.42±0.16	4.72±0.07	7.13±0.13	3.88±0.11	-8.75*
Isoleucine	4.57±0.06	2.57±0.02	4.41±0.10	2.40±0.03	-2.09
Leucine	6.42±0.08	3.61±0.06	3.79±0.13	2.06±0.08	-24.53**
Lysine	6.45±0.13	3.62±0.09	7.06±0.41	3.84±0.19	1.98
Aspartic acid	12.09±0.00	6.78±0.03	12.58±0.29	6.84±0.09	2.39
Glutamic acid	5.37±0.02	3.01±0.00	10.74±0.18	5.84±0.04	41.23***
Asparagine	19.13±0.04	10.73±0.07	19.37±0.33	10.54±0.08	1.05
Serine	4.91±0.19	2.75±0.10	5.24±0.05	2.85±0.00	2.34
Glutamine	30.21±0.33	16.95±0.11	28.22±0.12	15.34±0.08	-8.03*
Glycine	1.29±0.05	0.73±0.04	1.09±0.04	0.59±0.03	-3.99
Arginine	26.13±0.14	14.66±0.15	35.26±0.13	19.17±0.11	67.69***
Alanine	4.52±0.05	2.54±0.01	3.34±0.10	1.82±0.04	-15.28**
GABA	6.60±0.01	3.70±0.01	2.53±0.07	1.38±0.03	-76.72***
Tyrosine	4.71±0.08	2.65±0.06	4.50±0.04	2.45±0.01	-3.31
Proline	7.96±0.45	4.46±0.23	7.97±0.58	4.34±0.36	0.023
Total amino acid	178.31	100.00	183.92	100.00	

¹⁾Proportion (%).

Mean±SD (n=3), *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001 by t-test.

Table 3. Hunter's color value and texture measurement of pickled bitter melon pretreated by brining and blanching

	Hunter's color value			Hardness (g force)
	L	a	b	
Control	25.83±0.76 ^a	-0.80±0.02 ^c	14.68±0.95 ^{ab}	2880.86±264.11 ^a
1%-1min	21.03±0.86 ^b	0.62±0.07 ^d	14.04±0.55 ^{ab}	2887.23±305.21 ^a
1%-3min	21.13±0.89 ^b	1.54±0.13 ^b	14.86±0.54 ^c	2316.23±370.09 ^b
5%-1min	20.26±2.53 ^b	1.30±0.03 ^c	13.70±0.16 ^b	2342.73±174.21 ^b
5%-3min	20.04±1.08 ^b	1.73±0.10 ^a	13.88±0.12 ^{ab}	2167.70±283.58 ^b

Each value presents the mean±standard deviation (SD).

Each value with different superscript within a same row is significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple test.

mg/100 g, 5%-3분군에서 10.74±0.18 mg/100 g으로 함량이 많은 편은 아니지만 전처리에 의해 약 2배 증가하는 경향을 보였다. 도라지 피클 제조 방법(29)에서 생도라지와 도라지피클의 유리아미노산 함량 분석 결과, 도라지피클의 아르지닌과 글루탐산의 함량이 생도라지보다 높게 나타났으며 총 유리아미노산의 함량도 증가하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다. Kim 등(30)의 데치기에 의한 햇순나물의 이화학적 특성 연구에서 엽나무, 참죽, 오가피, 두릅의 대조군인 생시료와 데침을 시행한 실험군의 유리아미노산 비교에서 데침을 시행한 실험군이 데침에 의해 43-80% 가량 감소하였으며 이는 데침 후 수분 함량의 증가로 상대적으로 그 함량이 낮게 나타났고, 데침 과정 중 조리수에 의해 다량의 유리아미노산이 용출된 것으로 보고하였다. 그러나 Kim 등(31)의 소금의 첨가량을 달리한 닭 육수 연구에서 소금의 첨가량에 따라 유리아미노산의 총량이 증가하다 일정농도에서 감소하였으며, Kim 등(32) 소금 첨가량에 따른 아메리칸 소스의 연구에서도 소금 첨가량에 따라 유리아미노산의 종류와 총량의 증가와 일

정 농도의 감소가 나타났다. Hong 등(33)의 소금첨가량을 달리한 양(lamb) 육수의 유리아미노산 분석 결과에서 소금첨가군이 소금을 첨가하지 않은 대조군에 비해 총 유리아미노산 함량의 증가를 보고하였다. 따라서 여주 초절임의 전처리 시행 중 소금물의 침지가 용출 특성에 영향을 받은 것으로 사료된다.

아미노산 중에서 쓴맛을 주는 것으로 알려진 발린, 메싸이오닌, 아이소루신, 루신, 티로신, 페닐알라닌, 히스티딘, 아르지닌의 총 함량은 5%-3분군이 70.02 mg/100 g, 대조군이 65.03 mg/100 g으로 대조군보다 5%-3분군에서 높게 나타나 쓴맛을 내는 아미노산도 증가한 것으로 나타났다. Kim 등(34)은 같은 농도의 염화소듐 용액에 L-아르지닌과 L-아스파르트산 혼합이 짠맛은 향상시키고 쓴맛이 억제되는 것을 전자혀 시스템과 관능평가를 통해 확인하였다. 관능검사(Table 4)의 결과와 비교할 때 쓴맛 아미노산 함량이 더 높았던 5%-3분군의 쓴맛 강도를 약하게 느낀 이유는 전처리 후 초절임을 함으로서 유리아미노산의 변화가 관능적으로 쓴맛억제효과를 가져온 요인 중에 하나로 사료된다.

Table 4. Sensory attributes of pickled bitter melon¹⁾

	Color	Texture	Bitterness intensity	Bitterness preference	Overall preference
Control	7.67±3.56 ^a	6.85±3.49 ^b	9.12±3.09 ^a	5.98±2.97 ^b	5.77±3.34 ^b
1%-1min	7.19±3.65 ^a	8.16±3.42 ^{ab}	6.84±3.87 ^b	8.92±3.65 ^a	7.63±4.07 ^a
1%-3min	7.76±3.50 ^a	8.87±3.56 ^a	6.34±3.42 ^b	9.26±3.65 ^a	8.25±3.72 ^a
5%-1min	7.92±3.05 ^a	9.06±3.04 ^a	6.65±4.01 ^b	9.09±3.36 ^a	7.69±3.32 ^a
5%-3min	7.93±3.25 ^a	9.39±3.08 ^a	5.34±2.88 ^b	9.10±3.18 ^a	8.42±3.27 ^a

¹⁾Pickled bitter melon were evaluated on 15 cm line scale (1 extremely dislike; 15 extremely like).

Each value presents the mean±standard deviation (SD).

Each values with different superscript within a same row is significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple test.

여주초절임의 산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성

여주초절임의 산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성은 Fig. 1과 같다. 여주초절임 시료 1g 추출물의 ABTS 라디칼 소거능의 결과는 Fig. 1A와 같다. ABTS 라디칼 소거능이 가장 높게 나타난 군은 5%-1분(43.60±0.40%), 가장 낮게 나타난 군은 1%-3분(33.66±0.29%)으로 나타났으며, 5% 소금물 침지군이 1% 소금물 침지군보다 높게 나타났다($p<0.05$).

여주초절임 시료 1g의 DPPH 라디칼 소거능의 결과는 Fig. 1B와 같다. ABTS 라디칼 소거능과 마찬가지로 소금물 5% 침지군이 1% 침지군보다 높은 값을 나타내었으며 가장 높은 산화방지 활성은 5%-1분군의 44.88±0.20%, 가장 낮은 산화방지 활성은 1%-3분군의 34.79±0.89%이며 유의적 차이를 보였다($p<0.05$). Hwang과 Kim(35)은 배추의 조리방법 연구에서 대조군인 신선한 배추와 1분, 5분, 10분의 데치기 조리 시 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능은 신선한 배추보다 1분과 5분 데치는 동안은 유의적 증가를 보였으나 10분 데치기에서는 감소한다는 결과를 보고하였다. Chae 등(36)의 참나물의 처리방법 연구에서 무처리 생시료, 흐르는 물 4-5회 씻기, 3% 소금물에 1.5분 데치기, 100°C 수증기로 20분 동안 찜의 조리 조건을 비교한 결과에서 3% 소금물에 1.5분 데친 시료에서 DPPH 라디칼 소거능이 높게 나타났으며 이는 참나물에 함유하고 있는 생리활성성분이 끓는 3% 소금물에 잘 용해되는 것으로 보았다. Turkmen 등(37)은 녹색채소 조리방법 연구에서 식물의 종류에 따라 차이는 있지만 열을 가하는 조리법의 산화방지 활성 증가를 보고하였고, Choi 등(38)과 Hwang 등(39)은 식물체를 열처리할 경우 결합형 폴리페놀 성분이 유리형 폴리페놀로 전환되어 산화방지 활성이 증가한다고 보고하였다. 본 연구에서도 여주초절임의 전처리 조건을 5% 소금물에서 20분 동안 침지 후 1분간 데친 경우 산화방지 활성이 가장 높은 것으로 나타나 소금물 침지 후 데치기가 산화방지 활성을 높이는 것으로 사료된다.

여주초절임 시료의 알파글루코시데이스 억제 활성 측정 결과는 Fig. 1C와 같다. 여주초절임의 α -알파글루코시데이스 억제 활성은 5%-1분 110.66±2.69%, 1%-3 98.05±2.26%, 5%-3분 96.89±0.58%, 1%-1분 86.86±2.72%로 대조군 70.65±4.32%보다 모든 군에서 유의적으로 높게 나타났으며($p<0.05$), 특히 5%-1분군에서 가장 높은 억제 활성을 보였다. Qin 등(40)은 타타리메밀차의 연구에서 타타리메밀의 침지와 찜의 과정에서 총폴리페놀화합물과 알파글루코시데이스 억제 활성이 증가하였고 이들의 상관성을 보고 하였다. 본 연구에서도 총폴리페놀이나 총플라보노이드와 산화방지 활성이 전처리 과정을 통한 증가와 상관성 있으며 이는 소금물 침지 및 데치기의 복합 전처리를 통해 여주초절임의 알파글루코시데이스 억제 활성이 증가한 것으로 사료된다.

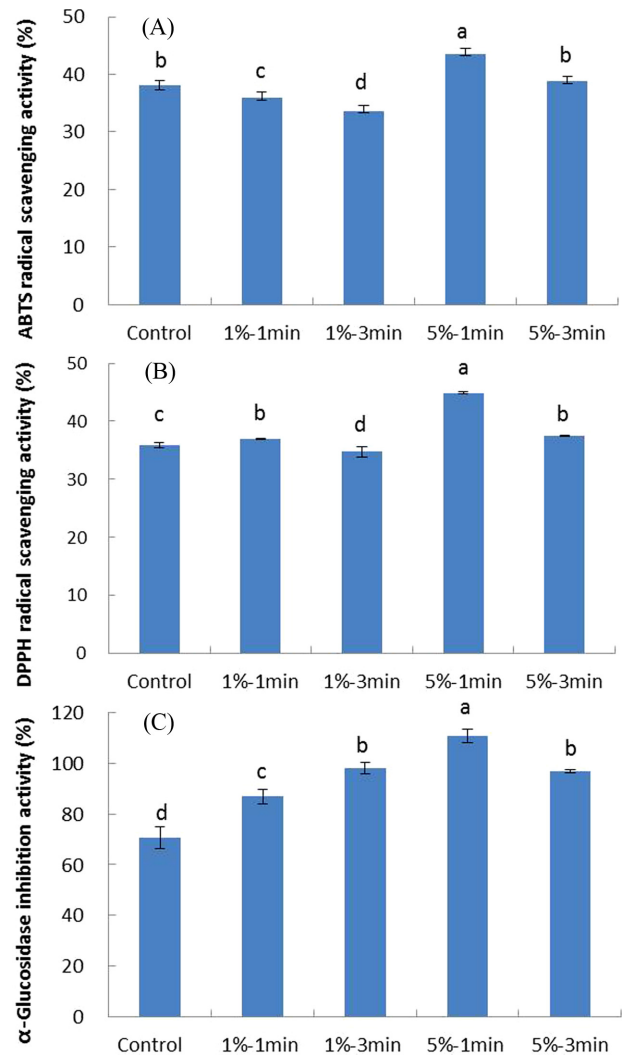


Fig 1. ABTS (A) and DPPH (B) radical scavenging activity, and α -glucosidase inhibition activity (C) of pickled bitter melon pretreated by brining and blanching. Each value presents the mean±standard deviation (SD) of three independent replicates. Each values with different superscript within a same row is significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple test.

여주초절임의 색도와 텍스처 및 관능검사

여주초절임의 색도와 텍스처 측정 결과는 Table 3과 같다. L값 (lightness)은 1%-1분 21.03±0.86, 1%-3분 21.13±0.89, 5%-1분

Table 5. Pearson correlation coefficient among quality parameters in pickled bitter melon pretreated by brining and blanching

	Total polyphenol	Total flavonoid	L-ascorbic acid	ABTS	DPPH	α -Glucosidase
Total polyphenol	1	0.388	0.730**	0.909**	0.686**	0.149
Total flavonoid		1	-0.312	0.601*	0.715*	0.882**
L-ascorbic acid			1	0.497	0.189	-0.477
ABTS				1	0.911**	0.405
DPPH					1	0.644**
α -Glucosidase						1

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

20.26±2.53, 5%-3분 20.04±1.08, 대조군 25.83±0.76으로 전처리를 시행한 실험군의 명도가 낮아졌으나 실험군간에는 유의적 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). a값은 1%-1분 0.62±0.07, 1%-3분 1.54±0.13, 5%-1분 1.30±0.03, 5%-3분 1.73±0.10, 대조군 -0.80±0.02로 대조군은 음의 값이었으나 전처리를 한 실험군에서는 양의 값으로 나타나 초절임 전 전처리에 의해 여주의 녹색이 퇴색되면서 a값에 변화가 있는 것으로 나타났다. b값은 1%-1분 14.04±0.55, 1%-3분 14.86±0.54, 5%-1분 13.70±0.16, 5%-3분 13.88±0.12, 대조군 14.68±0.95으로 1%-3분과 5%-1분에서만 유의적 차이를 보였다($p < 0.05$). 실험군간에는 L값, b값의 차이는 크지 않으나 a값은 유의적인 차이를 보였으며, Lee 등(8)의 여주피클의 색도값이 L값 23.65±1.18, a값 -3.69±0.18, b값 10.86±0.65으로 본 연구의 대조군과 비교하여 L값, b값은 유사하고 a값에 차이를 보였는데 이는 배합초 조성의 차이로 사료된다.

여주초절임의 텍스처는 텍스처 분석기를 이용하여 경도(hardness)를 측정하였으며, 1%-1분 2887.23±305.21 g force, 1%-3분 2316.23±370.09 g force, 5%-1분 2342.73±174.21 g force, 5%-3분 2167.70±283.58 g force, 대조군 2880.86±264.11 g force로 대조군과 1%-1분군은 유의적인 차이가 없었으나, 다른 실험군은 대조군과 유의적으로 경도 값이 낮게 나타났다($p < 0.05$). 소금물의 농도가 높고 데치기 시간이 가장 길었던 5%-3분군의 경도 값이 가장 낮아 조직이 연화되었으나 1%-3분, 5%-1분군과 유의적인 차이는 없었다. 도라지 피클의 제조 방법(29)의 텍스처 측정 결과에서도 1-20% 소금물에 1-3시간 침지 후 80-100°C에서 10-60초 데치기를 시행한 도라지 피클이 생도라지보다 경도가 낮게 나타나 본 실험의 결과와 일치하였다. 여주초절임의 경도 측정 시 1차 절단력과 2차 절단력이 모두 나타났는데 이는 여주의 외피와 내피의 경도 차이에 의한 것으로 사료되며, Lee 등(41)이 절인 배추의 경도 측정 시 1차 절단력과 2차 절단력 모두 나타난 결과와 유사한 경향을 보였다.

여주초절임의 관능검사 결과는 Table 4과 같다. 색상선호도는 대조군과 실험군 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 색차계를 이용한 색상값(Table 3) 측정 결과에서는 a값이 유의적 차이를 보여 여주의 녹색이 퇴색된 것으로 보였으나 관능검사에서는 색상의 변화를 크게 감지하지 못하는 것으로 사료된다. 조직감선호도는 실험군과 대조군이 유의적으로 차이가 있어서 전처리를 한 초절임의 텍스처를 더 좋게 평가하였으나 실험군간에는 유의적인 차이가 없었다. 이는 소금물침지와 데치기를 한 초절임의 조직감이 전처리를 하지 않은 초절임보다 텍스처가 좋아진 것으로 사료된다. 쓴맛 강도는 전처리를 한 실험군이 대조군과 비교하여 현저하게 감소하는 경향을 보였으며 쓴맛에 대한 선호도는 실험군 모두 대조군보다 높게 평가되었으며, 실험군 간에는 쓴맛강도와 쓴맛선호도 모두 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 소금물 침지와 데치기의 전처리에 의해 쓴맛이 감소하여 그에 따라

쓴맛에 대한 선호도가 크게 향상된 것으로 사료된다. 전체적인 기호도는 실험군과 대조군간에는 유의적인 차이($p < 0.05$)를 보여 전처리에 의해 전체적인 기호도가 향상된 것으로 나타났고, 실험군에서는 3분 데치기를 수행한 군의 전체적인 기호도가 다소 높게 나타났으나 유의적인 차이를 보이지는 않았다. 이는 여주를 초절임하기 전에 소금물에 침지하고 끓는 물에 데치는 조작이 초절임의 관능적 품질 향상에 기여하는 중요한 단계임을 의미한다.

유효성분과 산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성의 상관성

여주초절임의 유효성분과 산화 방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 총폴리페놀은 L-아스코브산의 함량, ABTS 라디칼소거능, DPPH 라디칼 소거능에서 양의 상관관계를 보였고, 총플라보노이드와 ABTS 라디칼 소거능, DPPH 라디칼 소거능, 알파글루코시데이스 억제 활성에서, ABTS 라디칼 소거능과 DPPH 라디칼 소거능에서, DPPH 라디칼 소거능과 알파글루코시데이스 억제 활성에서 양의 상관관계를 보여($p < 0.05$), 페놀성 물질 함량이 높을수록 산화방지 활성이 증가하는 것으로 나타났다. L-아스코브산은 대조군에서 가장 높은 함량이었고 전처리에 의해 그 함량이 감소한 반면, 실험군에서는 전처리에 의해 산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성이 증가하는 경향을 보여 통계적으로 상관성을 보이지 않았다. 알파글루코시데이스 억제 활성은 총플라보노이드 함량과 DPPH 라디칼 소거능과 양의 상관성을 보였다. Lee 등(42)은 무염청국장과 3% 천일염 첨가 청국장의 산화방지 비교에서 3% 천일염 첨가 청국장이 산화방지 지수가 증가하였고 이를 천일염으로 인한 산화방지 활성 증가로 보았으며, Chae 등(36)의 참나물의 처리방법에서 씻기만 한 대조군보다 3% 소금물에 데치기 한 실험군에서 총폴리페놀 함량, 총플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거능 모두 높은 결과를 보고하였다. 본 실험에서는 20분간 5% 소금물침지군이 1% 소금물침지군보다 산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성, 총폴리페놀 함량, 총플라보노이드 함량이 모두 높게 나타나 5% 소금물침지가 효과적이었으며 5% 소금물 침지군간에는 3분보다는 1분 데치기를 한 경우 효과적이었다.

요 약

본 연구는 여주(*Momordica charantia* L.)의 강한 쓴맛으로 인해 음식재료로서의 활용이 제한적인 어려움이 있는 점을 개선하기 위해 전처리 조건을 달리하여 여주초절임을 제조한 후 총폴리페놀, 총플라보노이드, L-아스코브산, 유리아미노산 등의 함량을 분석하고, 산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성을 측정하고, 색도, 텍스처, 관능검사를 수행하여 여주초절임의 쓴맛 저감효과와 품질 평가를 수행하였다.

여주 초절임의 유효성분 변화 중 총폴리페놀과 총플라보노이드는 5%-1분군이 가장 높은 함량으로 나타났으며, L-아스코브산 함량은 대조군이 높아 전처리 시행 시 L-아스코브산 손실이 있었다. 대조군과 5%-3분군의 총 유리아미노산의 함량 분석은 대조군에 비해 5%-3분군이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 아르 지닌과 글루탐산은 다른 유리아미노산들에 비해 높은 증가를 나타냈다.

산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성에서 ABTS 라디칼 소거능과 DPPH 라디칼 소거능, 알파글루코시데이스 억제 활성 모두 5%-1분군이 가장 높은 결과를 얻었으며, 이는 소금물 침지 및 데치기의 복합 전처리가 초절임 제조 후 산화방지 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성을 높이는 효과적인 방법으로 사료된다.

색도 측정 결과 L값(lightness)은 실험군이 대조군보다 명도가 낮아지는 경향을 보였으며, a값은 전처리를 시행할수록 또 데치는 시간이 길수록 a값이 높아져 여주의 녹색이 퇴색되는 것으로 나타났고, b값은 황색이 낮게 나타났다. 경도 측정 결과 침지를 시행한 소금물의 농도와 데치는 시간 모두 경도에 영향을 주는 것으로 나타났다. 관능검사에서 5%-3분군의 선호도가 높게 나타났으며, 색상을 제외한 조직감, 쓴맛 강도, 쓴맛 선호도, 전체적인 기호도에서 대조군과 실험군에서는 유의성이 있었으나 실험군 간 유의성은 없었다. 이는 초절임제조 전 소금물의 농도(1%, 5%)와 상관없이 20분간 침지한 후 데치기를 시행한 전처리 과정이 대조군보다 쓴맛은 감소하고 선호도가 증가함을 의미한다.

관능검사와 색도와 텍스처 측정을 통해 소금물의 농도와 상관없이 20분 침지 후 데치기를 시행하는 것이 쓴맛 저감 효과가 있는 결과를 얻었다. 그러나 여주초절임의 총폴리페놀, 총플라보노이드, ABTS와 DPPH 라디칼 소거 활성, 알파글루코시데이스 억제 활성의 결과가 5%-1분이 가장 높은 결과로 나타났다. 따라서 모든 연구 결과를 종합해 볼 때 관능검사에서 쓴맛 저감 효과가 있고 여주초절임의 유효성분과 산화방지 활성, 알파글루코시데이스 억제 활성 결과가 높은 5%-1분 조건이 가장 적합한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 지금까지 여주의 쓴맛으로 인해 음식재료로서의 사용에 한계가 있었으나 위와 같이 쓴맛을 낮추는 전처리 조리조건을 제시함으로써 음식재료로서의 활용성을 증대할 수 있을 것이며, 나아가 쓴맛의 감소뿐만 아니라 유효성분의 파괴가 적은 여주 초절임 제품의 개발 가능성을 제시함으로써 다양한 가공식품으로의 개발 역시 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2015년도 한국방송통신대학교 학술연구비 지원에 의해 이루어진 것으로 이에 감사드립니다.

References

- Grover JK, Yadav SP. Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. *J. Ethnopharmacol.* 93: 123-132 (2004)
- Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU. Different of total phenolics and flavonoids, radical scavenging activities and nitrite scavenging effects of *Momordica charantia* L. according to cultivars. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 17: 15-20 (2009)
- Kim BK, Hong JS, Yoon HJ, Hong SD, Hong SP, Lee JI. Influence of bitter melon extraction on oral squamous cell carcinoma. *Korean J. Oral Maxillofac Pathol.* 37: 59-65 (2013)
- Lee HH, Cheong MJ, Huh J, Song SY, Boo HO. Effects of *Momordica Charantia* L. water extracts on the rat liver and kidney with acute toxicated by lead. *Korean J. Microscopy* 39: 355-363 (2009)
- Paul A, Raychaudhuri SS. Medicinal uses and molecular identification of Two *Momordica charantia* varieties-a review. *Eur. J. Bio.* 6: 43-51 (2010)
- Yuk HJ, Noh GM, Choe JS, Kwon OK, Hong SY, Kang SS, Cho KM, Park DS. α -Glucosidase inhibitory effect of vicine and α -eleostearic acid from the seeds of *Momordica charantia*. *Korean J. Environ Agric.* 34: 57-63 (2015)
- Park Y, Boo HO, Park YL, Cho DH, Lee HH. Antioxidant activity of *Momordica charantia* L. extracts. *Korean J. Medicinal Crop Sci.* 15: 56-61 (2007)
- Lee HY, Park KS, Joo OS, Hwang CE, Ahn MJ, Jeong YS, Hong SY, Kwon OK, Kang SS, Yuk HJ, Kim HR, Park DS, Cho KM. Changes in quality characteristics and antioxidant activity of bitter melon (*Momordica charantia* L.) pickle during ageing. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 401-411 (2015)
- Jeong JH, Lee SH, Hue JJ, Lee KN, Nam SY, Yun YW, Jeong SW, Lee YH, Lee BJ. Effect of bitter melon (*Momordica charantia* L.) on anti-diabetic activity in C57BL/6J *db/db* mice. *Korean J. Vet. Res.* 48: 327-336 (2008)
- Kim MW. Effect of bitter melon on plasma blood glucose and cholesterol levels in streptozotocin induced diabetic rats. *J. East Asian Soc. Dietary Life* 23: 704-712 (2013)
- Nguyen XN, Phan VK, Chau VM, Ninh KB, Nguyen XC, Nguyen HT, Le MH, Ha DT, Bui HT, Tran HQ, Tran MN, Kwon YI, Jang HD, Kim YH. α -Glucosidase inhibition properties of cucurbitane-type triterpene glycosides from the fruits of *Momordica charantia*. *Chem. Pharm. Bull.* 58: 720-724 (2010)
- Joo DG. The manufacturing process of *Momordica charantia* tea. *Korea Patent* 10,1130635 (2012)
- Son SH. Manufacturing method of balsam pear tea and balsam pear tea thereof. *Korea Patent* 10,1370599 (2014)
- Shin PS, Kim HJ, Cho KM, Choi JS, Kim HY, Seo WT, Shin WJ. Manufacturing method for tea of *Momordica charantia* having improved palatability and antioxidant activity. *Korea Patent* 10,1400103 (2014)
- Cho KM, Chio JS, Kim, HY, Seo WT, Lee, JH. Manufacturing method for tea using the fruit, leaf, stem, and root of *Momordica charantia* having high antioxidant activity and high contents of phytochemical. *Korea Patent* 10,1300386 (2013)
- Boo HO, Lee HH, Kim YH, Park SU, Song WS. Manufacturing method of functional *Momordica charantia* beverage for lowering blood glucose. *Korea Patent* 10,1200344 (2012)
- Lee SH, Hong EJ, Cho YJ. Quality characteristics of yanggaeng with *Momordica charantia* powder. *Korean J. Food Preserv.* 22: 335-344 (2015)
- An SH. Quality characteristics of muffin added with bitter melon (*Momordica charantia* L.) powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 30: 499-508 (2014)
- Nakaoka M, Nakatsubo S. Method for reducing bitter taste of bitter melon. *Japan Patent* 05600406 (2014)
- Kim NG, Yoo SS. Preference and Quality characteristics of pickled cucumber depending on pickling temperature. *Korean J. of Culinary Res.* 21: 281-296 (2015)
- Moon MJ, Yoo KM, Kang HJ, Hwang IK, Moon BK. Antioxidative activity of yacon and changes in the quality characteristics of yacon pickles during storage. *Korean J. Food Cook Sci.* 26: 263-271 (2010)
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* 12: 239-243 (1912)
- Ministry of Food and Drug Safety. Korean food standards codex. Available from: http://fse.foodnara.go.kr/residue/RS/jsp/menu_02_01_03.jsp?idx=317. Accessed Oct. 2, 2015
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Bio. Med.* 26: 1231-1237 (1999)
- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200 (1958)

26. Cha JY, Jin JS, Cho YS. Biological activity of methanolic extract from *Ganoderma lucidum*, *Momordica charantia*, *Fagopyrum tataricum*, and their mixtures. Korean J. Life Sci. 21: 1016-1024 (2011)
27. Choi NS, Oh SS, Lee JM. Changes of biologically functional compounds and quality properties of *Aster scaber* (*Chamchwi*) by blanching conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 745-752 (2001)
28. Kim JT, Kim MJ, Jhune CS, Shin PG, Oh YL, Yoo YB, Suh JS, Kong WS. Comparison of amino acid and free amino acid contents between cap and stipe in *Flammulina velutipes* and *Pleurotus ostreatus*. Korean J. Mushrooms 12: 341-349 (2014)
29. Lee JY, Yoon GS, Cho KS, Kim MH, Park WJ, Kang CS, Lee HK. Manufacturing method for platycodon pickles sauce, composition of platycodon pickles sauce, and manufacturing method for platycodon pickles. Korea Patent 10,1314171 (2013)
30. Kim MH, Jang HL, Yoon KY. Changes in physicochemical properties of Haetsun vegetables by blanching. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 41: 647-654 (2012)
31. Kim DS, Kim JS, Seoung TJ. Amino acid properties and sensory characteristics of chicken stock by different salt contents. Korean J. Culinary Res. 16: 274-285 (2010)
32. Kim DS, Lee SH, Seoung TJ. The quality characteristics of American sauce prepared with different amounts of salt. Korean J. Culinary Res. 18: 163-179 (2012)
33. Hong WP, Kim DS, Choi SK. Quality characteristics of lamb stock according to salt contents-using a high pressure extraction cooking method. Korean J. Culinary Res. 18: 149-161 (2012)
34. Kim YD, Park JH, Park BJ, In MJ, Park DC, Oh NS. Combination effect of L-Arginine and L-Aspartic acid on saltiness enhancement of NaCl solution. Korean J. Appl. Biol. Chem. 57: 251-254 (2014)
35. Hwang ES, Kim GH. Different cooking methods for Korean cabbage and their effect on antioxidant activity and carotenoid and tocopherol contents. Korean J. Food Cook Sci. 27: 713-721 (2011)
36. Chae HS, Lee SH, Jeong HS, Kim WJ. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of *Pimpinella brachycarpa* Nakai with treatments methods. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 121-131 (2013)
37. Turkmen N, Sari F, Velioglu SY. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chem. 93: 713-718 (2005)
38. Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. Food Chem. 99: 381-387 (2006)
39. Hwang IG, Kim HY, Park BR, Han HM, Yoo SM. Effect of heat treatment on the Antioxidant Properties of Yacon (*Smalanthus sonchifolius*). J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 857-864 (2013)
40. Qin P, Wu L, Yao Y, Ren G. Changes in phytochemical compositions, antioxidant and α -glucosidase inhibitory activities during the processing of tartary buckwheat tea. Food Res. Int. 50: 562-567 (2013)
41. Lee CH, Hwang IJ, Kim JK. Macro-and microstructure of chinese cabbage leaves and their texture measurements. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 742-748 (1988)
42. Lee JJ, Kim AR, Chang HC, Lee MY. Antioxidative effects of *chungkukjang* preparation by adding solar salt. Korean J. Food Preserv. 16: 238-245 (2009)