

여주 피클 숙성 중 품질 특성 및 항산화 활성 변화

이희율¹ · 박경숙¹ · 주옥수¹ · 황정은¹ · 안민주¹ · 정영심¹ · 홍수영² · 권오경²
강상수³ · 육흥주⁴ · 김행란⁴ · 박동식⁴ · 조계만¹

¹경남과학기술대학교 식품과학부, ²콜마비엔에이치(주) 신소재식품연구소
³경상대학교 해부학 교실, ⁴농촌진흥청 기능성식품과

Changes in Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Bitter Melon (*Momordica charantia* L.) Pickle during Ageing

Hee Yul Lee¹, Kyung Sook Park¹, Ok Soo Joo¹, Chung Eun Hwang¹, Min Ju Ahn¹, Young Sim Jeong¹,
Su Young Hong², Oh Kyung Kwon², Sang Soo Kang³, Heung Joo Yuk⁴, Haeng-Ran Kim⁴,
Dong-Sik Park⁴, and Kye Man Cho¹

¹Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology

²Advanced Food Materials Research Institute, Kolmar BNH Inc.

³Department of Anatomy, Gyeongsang National University

⁴Functional Food & Nutrition Division, RDA

ABSTRACT Bitter melon (*Momordica charantia* L.) has various biological functions, including anti-diabetic, anti-cancer, anti-inflammatory, anti-viral, and antioxidant activities. However, the development of foods using bitter melon (BM) is unexplored due to its bitter taste. In this study, BM pickle was prepared, and changes in quality characteristics and antioxidant activity during ageing were determined. After 4 weeks of ageing, pH levels, salinities, soluble solids, and reducing sugars of BM pickle decreased, whereas acidities increased. In addition, total viable, lactic acid bacteria, and yeast viable cell numbers greatly increased until 1 week, after which they slightly decreased. Levels of soluble phenolics increased during ageing, antioxidant activity increased accordingly. Crude protein, K, and P contents of pickles were lower than in raw material of BM, whereas crude fat and Na contents increased. Corn silk extracts were added to BM pickle during ageing in order to improve the bitter taste and flavor. The best sensory quality was obtained by adding 0.25% corn silk extracts.

Key words: bitter melon, pickle, ageing, antioxidant, phenolics

서 론

여주(*Momordica charantia* L.)는 박과의 덩굴성 한해살이풀로 bitter melon, bitter gourd, wild cucumber, karela 그리고 ampalaya 등 다양한 이름으로 불리고 있다(1,2). 중국과 일본에서는 영양가가 높은 기호성 음료 또는 약용식물로서 외상 치료 및 궤양의 치료에 사용되고 있으며, 인도네시아, 인도 및 동남아시아의 말레이시아, 필리핀, 대만 등지에서는 기능성 채소로 사용되고 있다(2,3). 한편 우리나라는 예로부터 관상용으로 사용하였으나 농촌진흥청 국립원예특작과학원에서 2008년부터 기후변화 대응 10대 아열대 도입 작물로 선정하여 현재 지속적인 연구를 진행하고 있다.

2012년 전라북도 농업기술원에서는 21.79 ha에 75 농가가 재배하는 것으로 보고하였고, 그중 경상남도 함양군이 최대 재배지역으로 10 ha에 40 농가로 집계하였으나 2013년 73 농가에서 약 254톤 생산하였으며 지속적인 증가 추세에 있다. 여주는 glucoside, saponin, alkaloid, oil, terpenoid, protein, 스테로이드계, 비타민 C, β -carotene, Fe, K 등을 함유한다. 여주의 쓴맛에는 혈당 강하에 기능이 탁월한 식물 스테롤 배당체들과 많은 종류의 amino acid, galacturonic acid, citrulline, pectin 등의 성분이 있으며, 특히 여주의 열매와 종자에는 당뇨에 효능이 있는 식물성 인슐린인 char-antin이 많이 함유되어 있다(1,3-7). 국외에서 여주의 다양한 생리활성으로 항암 작용, 항피사 작용, 항고혈당 작용, 당뇨합병증 예방과 항균 작용뿐 아니라, 특히 항당뇨 효능에 관한 연구들이 많이 보고되고 있다(5,8-11). 그러나 국내에서는 여주에 대한 기초적인 연구가 미비한 실정이고 대부분 생과 형태로 판매되고 있으나 여주의 쓴맛으로 인해 소비 역시 제한적이며, 일부 환, 차 및 즙 형태로 가공되어 판매되

Received 13 November 2014; Accepted 30 January 2015

Corresponding author: Kye Man Cho, Department of Food Science, College of Life Science, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, Gyeongnam 660-758, Korea
E-mail: kmcho@gntech.ac.kr, Phone: +82-55-751-3272

고 있다. 이에 기능성 식물로서의 활용가치 증대를 위해 쓴맛 저감 등과 기능성에 대한 연구가 다양하게 이루어질 필요가 있다.

피클(pickle)은 우리나라 전통식품인 장아찌와 제조 방법이 비슷한 서양요리로서 계절 및 지역별로 생산량이 많은 채소류를 이용하여 만드는 것으로 장기간 보존할 수 있는 장점이 있고 사용하는 향신료에 따라 강한 방향과 독특한 맛이 생겨 식욕을 증대시키는 역할을 한다(12). 피클은 원료를 소금으로 절임하여 젖산발효를 일으킨 발효 피클과 발효시키지 않고 식초에 담근 간이 피클로 나눌 수 있다. 우리나라에서 많이 이용되는 방법은 초산이나 식초를 첨가한 스위트 피클이다(13). 이러한 피클의 제조에서 일어나는 발효과정은 저장온도 및 기간 그리고 소금물의 농도에 크게 의존한다. 발효 초기에는 호기성 잡균이 주로 번식하여 약간의 산을 생산하고 그다음은 이상젖산발효균이 번식하여 탄산가스를 발생하게 되면 혐기성 조건이 속히 형성되므로 젖산균의 번식이 왕성해진다(14). 피클에 대한 연구로는 오이 피클(14), 연근 피클(15), 마늘 피클(16), 자연 송이버섯 피클(17), 인삼 피클(18), 더덕 피클과 도라지 피클(19), 땅두릅 피클(12), 콜리플라워 피클(20), 순무 피클(21), 키토산 첨가 순무피클(22), 버섯 피클(23) 및 당근 피클(24) 등의 저장기간 중의 이화학적 특성, 기호도 변화, 품질 특성 변화 및 성분 변화에 관한 연구가 이루어졌다. 한편 여주의 쓴맛 저감에 대한 연구로 옥수수수염 및 볶음 등굴레차 추출물을 첨가하여 쓴맛 저감 기능성 음료 제조에 대한 보고가 되어 있으나(25), 여주 피클 제조 및 숙성 기간 중 품질 특성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 여주의 이용을 증대시키기 위한 일환으로 여주를 이용하여 피클을 제조하고 저장기간 동안 품질 특성 변화를 조사하여 여주를 활용한 식품 제조의 기초 자료로 제공하고자 하였다. 또한 여주의 쓴맛으로 우수한 영양학적 및 기능적인 측면에 생과로서의 섭취가 어려워 여주의 쓴맛을 저감시키기 위해 옥수수수염 추출물을 사용하여 피클을 제조하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

여주 피클 제조를 위한 주요 재료인 여주는 2013년 7월에 함양군 수동면 일대에서 생산된 것을 함양영농조합법인을 통하여 구입하였다. 설탕, 식초, 생강, 홍고추, 소금, 마늘, 월계수 잎, 레몬 및 통후추는 진주시 소재 대형마트에서 구입하였다. 한편 옥수수수염은 2011년 하동군에서 구입하여 세척하고 건조하여 사용하였다. 본 실험에서 미생물 배양용 배지 PCA(Plate Count Agar), MRSA(*Lactobacilli* MRS Agar) 및 PDA(Potato Dextrose Agar)는 Difco사(Detroit, MI, USA) 제품을 구입하여 사용하였다. 기타 시약은 필요에 따라 분석용 1급 또는 특급시약을 Sigma-Aldrich사(St.

Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

여주 피클 제조

여주 쓴맛 저감을 위해 Cho 등(25)의 연구에 따라 항산화 활성과 쓴맛 저감이 뛰어난 옥수수수염 추출액을 이용하여 피클 제조용 절임액을 제조하였다. 옥수수수염 추출액 제조는 옥수수수염 10 g 혹은 20 g을 정제수 4 L에 가하고 100 °C에서 30분간 추출하여 냉각한 후 치즈크로스로 여과하여 여주 추출액 제조에 사용하였다.

여주 피클 제조를 위한 절임용액에 사용된 재료 배합비율은 Table 1과 같았다. 대조구(Control)는 설탕 180 g, 식초 180 mL, 생강 60 g, 홍고추 120 g, 소금 60 g, 마늘 80 g, 월계수 잎 20 g, 레몬 120 g 및 통후추 40 g을 정제수 2,400 mL에 첨가해서 100°C에서 10분간 가열한 후 70~75°C까지 냉각하고 여과하여 절임용액을 제조하였다. 한편 실험구-1(Exp-1)은 절임용액의 재료 배합비율을 동일하게 하여 정제수 대신에 0.25% 옥수수수염 추출액을, 실험구-2(Exp-2)는 0.5% 옥수수수염 추출액을 사용하였다. 여주는 반으로 갈라 속을 파내고 0.5 cm 두께의 눈썹 모양으로 썰어 3% 소금물에 30분간 절인 다음 깨끗이 씻어 준비하였다. 절인 여주를 10 L 유리용기에 3,000 g씩 넣고 절임용액을 동량(3,000 mL) 첨가하여 여주 피클을 제조한 후 25°C 항온기에서 4주간 숙성시켰다. 이를 1주일마다 고형분과 액상 부분을 1:1 비율로 채취하여 믹서기로 분쇄 후 10분간 13,000 rpm으로 원심분리 한 다음 상등액을 0.45 µm 여과 필터로 여과한 후 이화학적 특성, 수용성 phenolics 및 항산화 활성 측정 시료로 사용하였고, 또한 고형분만을 따로 채취하여 색도 및 일반성분, 무기질 분석에 사용하였다.

pH, 산도 및 염도

여주 피클 숙성 중 pH 변화는 여과한 시료 그대로 pH me-

Table 1. Formula of pickle seasoning prepared with different conditions

| Index | Samples | | |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|
| | Control | Exp-1 | Exp-2 |
| Tap water | 2,400 mL | - | - |
| 0.25% corn silk extract ¹⁾ | - | 2,400 mL | - |
| 0.50% corn silk extract ²⁾ | - | - | 2,400 mL |
| Sugar | 180 g | 180 g | 180 g |
| Vinegar | 180 mL | 180 mL | 180 mL |
| Ginger | 60 g | 60 g | 60 g |
| Red pepper | 120 g | 120 g | 120 g |
| Salt | 60 g | 60 g | 60 g |
| Garlic | 80 g | 80 g | 80 g |
| Laurel tree leaf | 20 g | 20 g | 20 g |
| Lemon | 120 g | 120 g | 120 g |
| Whole peppercorn | 40 g | 40 g | 40 g |

¹⁾Extract was prepared by boiling the corn silks of 10 grams in a 4 L tap water at 100°C for 30 min.

²⁾Extract was prepared by boiling the corn silks of 20 grams in a 4 L tap water at 100°C for 30 min.

ter(model 3510, Jenway, London, UK)를 사용하여 측정하였고 산도 변화는 여과한 시료 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2±0.1까지 중화시키는 데 소요된 0.1 N NaOH의 소비 mL 수를 구하고 젖산(lactic acid) 양으로 환산하여 총 산도로 표시하였다(26). 한편 염도 변화는 여과한 시료를 원심분리기(Hanil micro-12, Daejeon, Korea)로 13,000×g에서 5분간 원심분리 한 후 상등액을 취하여 염도계(PAL-03S, Atago Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 염도를 측정하였다.

가용성 고형분(Brix) 및 환원당

여주 피클 숙성 중 가용성 고형분량 변화는 여과한 시료를 굴절당도계(N-1a, Atago Co.)를 이용하여 가용성 고형분(Brix)을 측정하였다(26). 환원당 변화는 Miller(27)의 DNS 법을 사용하여 분석하였다. 즉 여과한 시료를 적당히 희석하여 당 농도가 1.0 g/L 이하가 되게 하였다. 이를 1 mL 취한 후 여기에 DNS 시약을 1 mL 첨가하여 100°C의 끓는 물에서 10분 동안 발색시킨 후 냉각하였다. 반응액을 분광광도계(Spectronic 2D, Thermo Electron Co., Marietta, OH, USA)로 570 nm에서 흡광도를 측정하여 검량선과 비교하였다. 검량선 작성을 위한 표준물질로는 glucose를 사용하였다.

색도

여주 피클 숙성 중 색도 변화는 색차계(MINOLTA Spectrophotometer CM-3500d, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 대조구로는 백색판을 사용하였다.

생균수

여주 피클 숙성 중 총 균수 및 젖산균수, 효모균수의 변화는 채취한 시료를 멸균생리수로 적당히 희석하여 총 균수는 PCA 배지에서 측정하였고, 젖산균수는 bromocresol purple(BCP) 0.02%를 함유한 MRSA 배지에 도말하고 배양기에 30°C에서 48시간 동안 배양 후 황색 집락을 계수하여 총 젖산균으로 계산하였으며, 효모균수는 chloramphenicol (1.5 mg/mL) 함유된 PDA 배지에 도말한 다음 30°C에서 48시간 배양 후 생성된 집락을 계측하였으며 시료 mL당 log colony forming unit(log CFU/mL)으로 표시하였다(26).

수용성 phenolics

여주 피클 숙성 과정 동안 수용성 phenolics 변화는 Folin-Denis법(28)을 변형하여 측정하였다. 채취한 시료를 원심분리 하고 상등액을 10배 희석하여 0.5 mL를 시험관에 분주한 다음 25% Na₂CO₃ 용액 0.5 mL를 첨가하여 3분간 정치시켰다. 다시 2 N Folin-Ciocalteu phenol 시약 0.25 mL를 첨가하여 혼합한 다음 상온에서 1시간 동안 정치시켜 발색시켰다. 발색된 청색을 분광광도계(Spectronic 2D, Thermo Electron Co.)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를

측정하였다. 이때 수용성 phenolics 함량은 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성

1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거 활성은 여과한 시료 0.2 mL에 1.5×10⁻⁴ M DPPH 에탄올 용액 0.8 mL를 가하고 vortex로 균일하게 혼합한 다음 실온에서 30분간 방치한 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다(26). 음성 대조구 실험은 시료 대신에 증류수를 0.2 mL를 취하여 사용하였다. DPPH 라디칼 소거 활성은 다음 식에서와 같이 실험구와 음성 대조구의 흡광도를 구하여 백분율(%)로 표시하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성(%)

$$=[1-(\text{실험구의 흡광도} \div \text{음성 대조구의 흡광도})] \times 100$$

ABTS 라디칼 소거 활성

7 mM 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 라디칼 5 mL와 280 mM K₂S₂O₈ 88 μL를 섞어 어두운 곳에 14~16시간 방치시킨 후, 이를 무수 에탄올과 약 1:88 비율로 섞어 734 nm에서 대조구의 흡광도 값이 0.7±0.02가 되도록 조절한 ABTS 라디칼 용액을 사용하였다. 여과한 시료 20 μL와 ABTS 라디칼 용액 0.98 mL를 혼합하여 30초간 진탕한 후 2.5분간 반응시키고 734 nm에서 흡광도를 측정하였다(26). ABTS cation(ABTS⁺·) 라디칼 소거 활성은 실험구와 음성 대조구의 흡광도를 구하여 아래 식에서와 같이 백분율(%)로 표시하였다.

ABTS 라디칼 소거 활성(%)

$$=[1-(\text{실험구의 흡광도} \div \text{음성 대조구의 흡광도})] \times 100$$

FRAP(ferric reducing/antioxidant power)

FRAP 분석은 Cho 등(26)의 방법을 사용하여 발효액의 항산화력을 측정하였다. FRAP 시약은 acetate buffer(30 mM, pH 3.6), 2,4,6-tripyridyl-s-triazine(TPTZ) 시약(10 mM in 40 mM HCl) 및 FeCl₃ 용액(20 mM in DW)을 10:1:1의 부피 비율로 혼합하여 조제하였으며, 37°C에서 15분간 반응시켰다. 시료 50 μL와 FRAP 시약 950 μL를 시험관에 분주한 후 37°C에서 15분간 반응시키고 분광광도계(Spectronic 2D, Thermo Electron Co.)를 사용하여 590 nm에서 흡광도를 측정하였다.

일반성분

여주 원료 및 피클의 수분, 회분, 조지방과 조단백 등 일반성분 함량은 식품공전의 일반시험법(29)에 따라 분석하였다. 수분 함량은 상압가열건조법으로 측정하였고, 회분은 550°C에서 회화로를 사용한 건열회화법으로 회분 함량을 분석하였다. 조지방 함량은 시료를 분쇄한 후 diethyl ether를 이용하여 Soxhlet법으로 측정하였고, 조단백질의 함량

은 Kjeldahl법으로 측정하였다. 탄수화물의 양은 전체 100%에서 상기 각 성분의 합을 뺀 값을 산술적으로 계산하였다.

무기질 분석

여주 원료 및 피클의 무기질은 나트륨(Na), 칼슘(Ca), 칼륨(K), 인(P) 및 철(Fe)을 대상으로 식품공전법에 준하여 분석하였다(29). 시료를 도가니에 넣고 탄화기로 예비탄화를 한 후 회화로에 옮겨서 550°C에서 흰색이나 회색의 회분이 생길 때까지 회화를 하였다. 회화가 끝난 회분을 방냉한 다음 주의하여 증류수로 적신 후 염산 10 mL를 가해 수용상에서 완전히 증발·건조하였다. 이 건조물에 염산 10 mL를 가해 수분 가열 후 50 mL 메스플라스크에 여과하였다. 불용물은 여과지와 함께 사용했던 회화용기에 넣은 후 건조하여 다시 회화하였다. 이 회분을 증류수로 적시고 염산 2 mL를 가해 증류수 약 5 mL로 희석한 후 수용상에서 가온하고 앞의 50 mL 메스플라스크에 여과한 후 증류수로 50 mL를 채운다. 이를 시험용액으로 하여 ICP(iCAP6300 Duo ICP spectrometer, Thermo Scientific, London, UK)로 분석하였다.

관능 평가

숙성이 완료된 여주 피클에 대해서 관능 평가를 실시하였다. 관능검사를 실시하기 위하여 여주 제품을 생산하고 있는 함양영농조합법인 직원, 뉴영남요리학원 수강생, 경남과학기술대학교 학부생(3, 4학년)과 대학원생에게 관능 평가 전 시료, 목적, 평가 시 유의 사항 등을 설명하고 1차적인 시험을 통해 맛, 향 및 색깔에 대해 분별력이 우수한 지원자 중에 최종 20명을 패널로 선발하였다. 패널이 색, 맛, 향 및 기호

도를 1(very bad)에서 5(very good)까지의 점수로 평가하여 평균값으로 나타냈었다.

통계분석

각 실험 결과는 SPSS 12.0 package(IBM, Armonk, NY, USA)를 사용하여 분산분석을 수행하였고 평균±표준편차로 나타내었다. 각 실험 분석 결과에 대한 유의성 검정은 분산분석 후 $P < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

여주 피클 숙성 중 이화학적 특성 변화

여주 피클 숙성 중 pH, 산도, 염도, 가용성 고형분 및 환원당의 이화학적 특성 변화는 Table 2와 같았다.

여주 피클 담금 직후 각각의 pH는 4.02(Control) 및 3.96(Exp-1), 3.94(Exp-2)로 옥수수수염 추출 농도가 높을수록 낮은 pH를 나타냈다. Control과 Exp-1의 경우 숙성 2주까지 pH는 급속히 감소하였고 이후에는 서서히 증가하여 숙성 4주차에 각각의 pH는 3.24(Control) 및 3.23(Exp-1)이었으나, Exp-2의 경우에는 숙성 2주까지 pH는 급속히 감소하였고 이후에는 변화가 없어 최종 pH 3.19를 나타냈다. 즉 숙성 2주까지 Control과 Exp-1은 비슷한 경향성을 보였고, Exp-2는 Control 및 Exp-1과 비교할 때 숙성이 다소 지연되는 것을 확인할 수 있었다(Table 2). 이는 숙성 초기에 옥수수수염 추출물의 작용에 의한 미생물의 생육이 저해된 것으로 판단되었다. Oh 등(21)은 순무 피클을 20°C에서 35일간 숙성했을 때 숙성 기간이 길어질수록 pH는 감

Table 2. Changes of pH, acidity, salinity, Brix, and reducing sugar during ageing of bitter melon pickle

| Samples ¹⁾ | Contents ²⁾ | Ageing time (week) | | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Control | pH | 4.02±0.20 ^{a3)} | 3.29±0.12 ^b | 3.12±0.12 ^c | 3.20±0.16 ^{bc} | 3.24±0.16 ^{bc} |
| | Acidity (%) | 0.06±0.01 ^b | 0.24±0.01 ^a | 0.24±0.01 ^a | 0.21±0.01 ^a | 0.22±0.01 ^a |
| | Salinity (%) | 6.00±0.30 ^a | 3.50±0.14 ^b | 3.50±0.14 ^b | 3.40±0.14 ^b | 3.40±0.14 ^b |
| | Brix (°) | 6.80±0.34 ^a | 4.80±0.16 ^b | 4.00±0.16 ^c | 4.00±0.20 ^c | 4.20±0.17 ^{bc} |
| | Reducing sugar (g/kg) | 41.65±2.08 ^a | 6.72±0.03 ^b | 0.70±0.03 ^c | 0.70±0.04 ^c | 0.69±0.03 ^c |
| EXP-1 | pH | 3.96±0.20 ^a | 3.27±0.16 ^b | 3.10±0.12 ^c | 3.19±0.16 ^{bc} | 3.23±0.13 ^{bc} |
| | Acidity (%) | 0.07±0.01 ^b | 0.23±0.01 ^a | 0.25±0.01 ^a | 0.22±0.01 ^a | 0.23±0.01 ^a |
| | Salinity (%) | 6.20±0.31 ^a | 3.80±0.19 ^b | 3.60±0.18 ^b | 3.50±0.14 ^b | 3.50±0.14 ^b |
| | Brix (°) | 6.80±0.34 ^a | 4.60±0.23 ^b | 4.00±0.16 ^b | 4.00±0.20 ^b | 4.00±0.20 ^b |
| | Reducing sugar (g/kg) | 40.42±2.02 ^a | 5.49±0.27 ^b | 0.70±0.03 ^c | 0.70±0.03 ^c | 0.68±0.03 ^c |
| EXP-2 | pH | 3.94±0.20 ^a | 3.28±0.13 ^b | 3.19±0.13 ^{bc} | 3.20±0.16 ^{bc} | 3.19±0.16 ^{bc} |
| | Acidity (%) | 0.07±0.01 ^b | 0.23±0.01 ^a | 0.23±0.01 ^a | 0.21±0.01 ^a | 0.22±0.01 ^a |
| | Salinity (%) | 5.70±0.29 ^a | 3.40±0.17 ^b | 3.80±0.15 ^b | 3.60±0.14 ^b | 3.50±0.14 ^b |
| | Brix (°) | 6.80±0.34 ^a | 4.60±0.23 ^b | 4.00±0.16 ^c | 4.20±0.17 ^{bc} | 4.00±0.16 ^c |
| | Reducing sugar (g/kg) | 42.25±2.11 ^a | 6.73±0.27 ^b | 0.71±0.04 ^c | 0.70±0.03 ^c | 0.69±0.03 ^c |

¹⁾Control, general bitter melon pickle; Exp-1, bitter melon pickle supplemented with 0.25% corn silk extract; Exp-2, bitter melon pickle supplemented with 0.5% corn silk extract.

²⁾Acidity: %, as lactic acid; salinity: %, as NaCl.

³⁾Values are the mean±SD of three replications (n=3). Means with different letters (a-c) within a row are significant differences by Tukey's multiple range test ($P < 0.05$).

소하였고 숙성 35일에는 3.0~3.2를 나타냈다고 보고하였으며, Fleming 등(30)은 25°C에서 30일간 저장한 오이 피클의 pH는 3.0~3.2이었다고 보고하여 본 결과와 유사하였다. 한편 Park 등(15)은 연근 피클의 pH는 3.5~3.51이었는데 숙성 기간이 경과함에 따라 pH가 감소하여 3.45~3.48로 보고하였으며, Han 등(12)은 땅두릅 피클의 저장 1개월까지 pH가 빠르게 감소하여 3.50~3.85로 본 연구 결과보다는 높게 나타났다. 최근에 Lee 등(31)은 콜라비 피클의 담금 직후 3.98~4.08이었으며 숙성이 28일째 3.79~3.86으로 감소하여 역시 본 연구 결과보다는 높게 나타났다.

여주 피클의 담금 직후 산도는 각각 0.06%(Control) 및 0.07%(Exp-1 및 Exp-2)로 큰 차이를 보이지 않았으나 숙성이 진행이 되면서 모든 실험군에서 산도가 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. 여주 피클의 숙성 1주 후 산도는 각각 0.24%(Control) 및 0.23%(Exp-1 및 Exp-2)로 크게 증가하였고 이후 숙성 2주까지 완만하게 증가하는 것을 볼 수 있었다. 하지만 숙성 3주부터 pH의 증가와 더불어 다소 감소하는 것을 볼 수 있었다(Table 2). pH가 낮아짐에 따라 산도는 증가하였는데 이는 숙성이 진행되면서 미생물에 의해 생성된 젖산 등의 다양한 유기산 생성에 의해 기인한 것으로 판단되었다. 버섯 피클 및 땅두릅 피클의 저장 중 pH는 감소하고 산도는 증가하였다고 보고한 바 있으며(12,23), Park 등(32)은 담금 방법을 달리한 오이지의 숙성 중 pH는 감소하고 산도는 증가하였다고 보고하였다. 또한 Kim 등(33)은 오이지 발효 중의 pH와 산도 변화를 측정할 결과 pH는 빠른 속도로 감소하였고 숙성과정 동안 pH가 감소됨에 따라 산도의 증가가 일어났다고 보고하였고, Park 등(15)은 비트 추출물 첨가 연근 피클의 저장 중 pH가 감소함에 따라 산도가 증가한다고 보고하여 본 결과와 유사하였다. Lee 등(31)은 콜라비 피클의 담금 직후 산도가 0.83~0.85%였으며 숙성 28일째 0.94~1.03%로 증가하여 본 연구 결과보다는 높게 나타났다.

한편 담금 직후의 염도는 각각 6.0%(Control), 6.2%(Exp-1) 및 5.7%(Exp-2)로 약간의 차이를 보였다. 전체적으로 숙성 2주까지 염도가 3.5%(Control), 3.6%(Exp-1) 및 3.8%(Exp-2)로 감소하였으나 이후에는 큰 변화가 일어나지 않았다. 이후 4주까지 Control과 Exp 간에 큰 차이는 보이지 않았다. Park 등(15)은 비트 추출물 첨가 연근 피클의 저장 중 염도는 약간 낮아졌다고 하였으며, Lee 등(31)은 콜라비 피클 숙성 중 염도의 변화가 없었다고 보고하여 본 연구 결과와 상이하였다. 한편 순무 피클 제조 직후 염도는 조미액이 0%, 고형물이 0.6%였으며 35일간 저장하는 동안 조미액의 염도는 증가하여 저장 14일에 0.3~0.4%, 저장 35일째에 0.7~0.8%를 나타내었으나 고형물은 점차 감소하여 저장 14일에 조미액과 같은 0.3~0.4%, 저장 35일에는 0.1~0.2%를 나타내어 고형물 경우에는 본 연구와 유사하였다(21).

여주 피클 숙성 중 가용성 고형분(Brix)의 변화를 살펴본

결과 Table 2와 같았다. 담금 직후 여주 피클의 가용성 고형분은 각각 6.8°(Control) 및 6.8°(Exp-1 및 Exp-2)로 각 실험군의 가용성 고형분량은 차이를 보이지 않았다. 여주 피클의 가용성 고형분의 변화는 숙성 1주에 각각 4.8°(Control) 및 4.6°(Exp-1 및 Exp-2)로 큰 감소 변화를 보이다가 2주 후부터 일정하게 유지되어 숙성 4주째 4.2°(Control) 및 4.0°(Exp-1 및 Exp-2) 있었다(Table 2). Oh 등(21)은 순무 피클의 제조 직후 가용성 고형분 함량은 조미액이 28.0~28.4°, 고형물이 25.2~28.4°이었으며, 35일간 저장하는 동안 조미액의 가용성 고형분 함량이 약간 감소하여 저장 14일에 27.3~28.0°, 저장 35일에 27.0~27.6°로 나타내었으나 고형물은 점차 증가하여 저장 14일에 조미액과 같은 27.3~28.0°, 저장 35일에 27.0~27.6°를 나타냈다. 고형물은 점차 증가하여 저장 14일에 조미액과 같은 25.9~28.5°, 저장 35일째 27.7~30.4°로 나타나 본 연구 결과보다 높은 가용성 고형분 함량을 보였다.

한편 담금 직후의 환원당은 각각 41.65 g/kg(Control) 및 40.42 g/kg(Exp-1), 42.25 g/kg(Exp-2)으로 큰 차이를 보이지 않았다. 총 당의 감소와 동일하게 모든 실험군에서 숙성 2주까지 급격하게 환원당이 0.70~0.71 g/kg 수준으로 감소하였고 이후 일정하게 유지되었다(Table 2). 이는 미생물 생육을 위해 소비된 것으로 판단된다. 전형적인 발효 피클인 경우에는 저장기간이 경과됨에 따라 당 함량이 급격하게 감소된다고 보고하였다(30,34,35). Lee 등(31)은 콜라비 피클 숙성 중 환원당은 담금 직후 37.45~39.43 g/kg에서 숙성 중 감소하여 숙성 28일째 7.79~17.07 g/kg으로 나타나 숙성 중 환원당이 서서히 감소하여 본 연구 결과와는 약간 상이하였다. 냉동 송이버섯 피클의 저장 중 환원당은 감소하였다고 보고한 바 있다(17). 한편 순무 피클 및 버섯 피클의 경우 피클 저장 중 환원당의 변화는 거의 없다고 보고하여 본 연구 결과와는 상이하였다(21,23).

여주 피클 숙성 중 색도 변화

여주 피클 숙성 경과 중 색도 변화를 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도) 값을 구분하여 기계적으로 측정된 결과는 Table 3과 같았다. 숙성 초기 L 값은 23.65로 Control이 가장 높았고, 다음으로 22.61(Exp-2), 20.69(Exp-1)로 나타났다. 이는 조미액 중에 분산된 옥수수수염 추출물이 빛의 투과를 방해함으로써 명도 값이 낮아지는 데 기인된 것으로 생각된다. 여주 피클 숙성이 진행됨에 따라 명도 값이 점차 증가하다가 숙성 4주차에 Control은 29.61, Exp-1은 30.17 및 Exp-2는 30.61이었다(Table 3).

Park 등(15) 및 Song 등(16)은 연근 피클 및 마늘 피클 숙성 중 명도 값은 증가한다고 하였으며, Han 등(12) 역시 땅두릅 피클과 마늘 피클 저장 중 3개월까지 명도 값은 증가한다고 하여 본 연구 결과와 유사하였다. a 값은 옥수수수염 추출물에 따른 유의적 차이는 거의 없었으며 모든 시료에서 음의 값을 나타내어 녹색의 경향을 나타냈었다. 숙성 기간

Table 3. Changes of color value during ageing of bitter melon pickle

| Samples ¹⁾ | Contents | Ageing time (week) | | | | |
|-----------------------|----------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Control | L | 23.65±1.18 ^{b2)} | 23.78±0.95 ^b | 27.37±1.09 ^{ab} | 27.11±1.36 ^{ab} | 29.61±1.48 ^a |
| | a | -3.69±0.18 ^b | -0.67±0.03 ^a | -0.61±0.03 ^a | -0.55±0.03 ^a | -0.58±0.03 ^a |
| | b | 10.86±0.65 ^a | 11.17±0.56 ^a | 10.40±0.52 ^{ab} | 10.14±0.61 ^b | 10.03±0.60 ^b |
| EXP-1 | L | 20.69±1.03 ^b | 27.41±1.37 ^{ab} | 27.69±1.38 ^{ab} | 30.90±1.55 ^a | 30.17±1.81 ^a |
| | a | -3.63±0.18 ^b | -0.63±0.03 ^a | -0.59±0.02 ^a | -0.62±0.04 ^a | -0.61±0.04 ^a |
| | b | 10.26±1.36 ^a | 11.13±0.56 ^a | 11.03±0.44 ^a | 10.96±0.66 ^a | 9.86±0.49 ^a |
| EXP-2 | L | 22.61±1.13 ^b | 28.72±1.15 ^{ab} | 28.84±1.44 ^{ab} | 31.69±1.90 ^a | 30.61±1.53 ^a |
| | a | -3.73±0.22 ^b | -0.65±0.03 ^a | -0.62±0.03 ^a | -0.69±0.04 ^a | -0.59±0.03 ^a |
| | b | 10.78±0.65 ^a | 10.88±0.54 ^a | 10.33±0.52 ^a | 10.73±0.64 ^a | 10.18±0.61 ^a |

¹⁾Samples are the same as Table 2.

²⁾Values are the mean±SD of five replications (n=5). Means with different letters (a,b) within a row are significant differences by Tukey's multiple range test ($P<0.05$).

동안 적색도는 모두 시료에서 증가하는 경향을 보였고, 특히 숙성 4주차에 Control은 -0.58 및 Exp-1은 -0.61, Exp-2는 -0.59이었다. Han 등(12) 및 Park(17)은 땅두릅 피클 및 냉동 송이버섯 피클 저장 중 적색도 값이 증가한다고 하여 본 연구 결과와 유사하였다. 최근에 Lee 등(31)은 콜라비(Kohlrabi) 피클 숙성 중 적색도는 담금 직후 -3.67~ -2.18에서 숙성 중 증가하여 숙성 28일째 1.03~0.37로 나타나 숙성 중 적색도가 서서히 증가하여 본 연구 결과와 유사하였다. 이처럼 적색도가 높아지는 것은 시간이 지남에 따라 변색되기 때문인 것으로 판단된다. b 값은 숙성 기간 일정하게 유지되어 숙성 중기 Control은 10.03 및 Exp-1은 9.86, Exp-2는 10.18이었다.

여주 피클 숙성 중 미생물상 변화

여주 피클의 숙성 중 미생물상의 변화를 살펴본 결과 Table 4와 같았다. 담금 직후 각각의 총 균수는 3.11 log CFU/mL(Control) 및 3.08 log CFU/mL(Exp-1), 2.41 log CFU/mL(Exp-2)이었고, 젖산균수는 2.72 log CFU/mL(Control) 및 2.76 log CFU/mL(Exp-1), 2.66 log CFU/

mL(Exp-2)이었으며, 효모균수는 각각 2.56 log CFU/mL(Control) 및 2.49 log CFU/mL(Exp-1), 2.30 log CFU/mL(Exp-2)이었다. 숙성이 진행됨에 따라 증가하여 숙성 1주째 최대 균수를 나타낸 후 숙성 중기부터 감소하여 숙성 4주째 총 균수는 4.87 log CFU/mL(Exp-2)에서 5.08 log CFU/mL(Exp-1) 수준이었고, 젖산균수는 4.34 log CFU/mL(Exp-1)에서 4.75 log CFU/mL(Control)이었으며, 효모균수는 3.34 log CFU/mL(Control)에서 3.70 log CFU/mL(Exp-1) 수준이었다(Table 4). 숙성이 진행됨에 따라 총 균수 및 젖산균수, 효모균수는 증가하여 최고치에 달한 후 서서히 감소하는 회분배양에서와 같은 일반적인 증식 양상을 나타내고 있었다(36). 숙성 1주까지 총 균수, 젖산균수 및 효모균수는 급격하게 증가하였고 이에 따라 환원당의 소비가 급증하였으며, pH는 감소하고 산도는 증가하였다. 순무 피클 숙성 기간이 지남에 따라 환원당 함량의 변화가 거의 없었으므로 젖산균에 의한 당 소모는 일어나지 않은 것으로 판단된다(21). 이에 본 연구에서는 젖산균수의 증가보다는 효모균수의 증가에 따른 당의 소비에 의해 환원당이 감소한 것으로 판단된다. 한편 땅두릅 피클 저장 중 총 균수는

Table 4. Changes of microbe during ageing of bitter melon pickle

(unit: log CFU/mL)

| Samples ¹⁾ | Contents ²⁾ | Ageing time (week) | | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Control | Total | 3.11±0.12 ^{c3)} | 7.56±0.30 ^a | 5.63±0.28 ^b | 5.08±0.20 ^b | 4.59±0.23 ^{bc} |
| | LAB | 2.72±0.14 ^c | 7.52±0.38 ^a | 5.58±0.33 ^b | 5.08±0.25 ^b | 4.75±0.24 ^b |
| | Yeast | 2.56±0.10 ^c | 6.08±0.30 ^a | 5.73±0.34 ^b | 4.82±0.24 ^b | 3.34±0.20 ^{bc} |
| EXP-1 | Total | 3.08±0.12 ^c | 7.32±0.37 ^a | 5.69±0.34 ^b | 5.11±0.26 ^b | 5.08±0.30 ^b |
| | LAB | 2.76±0.12 ^c | 7.34±0.26 ^a | 5.61±0.28 ^b | 5.00±0.20 ^b | 4.34±0.26 ^{bc} |
| | Yeast | 2.49±0.12 ^c | 6.40±0.32 ^a | 5.60±0.34 ^b | 4.59±0.18 ^{bc} | 3.70±0.22 ^{bc} |
| EXP-2 | Total | 2.41±0.10 ^c | 7.00±0.28 ^a | 5.30±0.32 ^b | 5.18±0.21 ^b | 4.87±0.29 ^b |
| | LAB | 2.66±0.11 ^c | 7.30±0.35 ^a | 5.34±0.27 ^b | 5.15±0.26 ^b | 4.56±0.27 ^{bc} |
| | Yeast | 2.30±0.12 ^c | 6.32±0.37 ^a | 5.74±0.34 ^b | 4.86±0.24 ^b | 3.48±0.17 ^{bc} |

¹⁾Samples are the same as Table 2.

²⁾Total: total viable cell numbers, LAB: lactic acid bacteria viable cell number, yeast: yeast viable cell number.

³⁾Values are the mean±SD of three replications (n=3). Means with different letters (a-c) within a row are significant differences by Tukey's multiple range test ($P<0.05$).

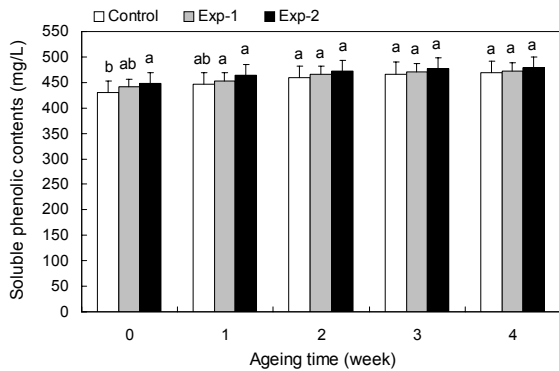


Fig. 1. Soluble phenolic contents during ageing of bitter melon pickles. Samples are the same as Table 2. Values are the mean±SD of three replications (n=3). Means with different letters (a,b) above the bars are significant differences in the same ageing time by Tukey's multiple range test ($P<0.05$).

서서히 증가한 후 저장 중기에 약간 감소하였고 유산균수는 초기에는 거의 측정이 되지 않았으나 저장 중기에 나타난 후 후기에 역시 거의 측정되지 않았다고 보고하여 본 연구 결과와는 상이하였다(12).

여주 피클 숙성 중 수용성 phenolics 함량 변화

여주 피클 숙성 중 수용성 phenolics 함량의 변화를 살펴본 결과 Fig. 1과 같았다. 수용성 phenolics 함량은 Exp-2가 가장 높았고 Control이 가장 낮게 나타났으며, 숙성 기간 동안 수용성 phenolics 함량은 약간 증가하였다. Control의 경우 담금 직후 430.99 mg/L에서 숙성 중기 468.51 mg/L 수준이었고 Exp-1의 경우에는 441.09 mg/L에서 472.68 mg/L 수준이었으며, Exp-2는 448.28 mg/L에서 478.78 mg/L 수준이었다.

폴리페놀성 화합물은 식물계에 널리 분포하며 식물자원에 함유되어 있는 천연물질로서 다양한 구조와 생리활성이 보고되고 있다. 특히 폴리페놀성 화합물들은 생체 내에서 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 알려지면서 천연물로부터 항산화 물질을 추출하려는 연구가 다양한 각도에서 이루어지고 있다. 항산화 효과적인 측면에서 볼 때 총 폴리페놀성 화합물의 함량이 높은 품종일수록 항산화 효과 또한 우수하다고 보고되고 있다(18,37,38). Boo 등(39)은 여주 품종별 폴리페놀의 함량을 살펴본 결과 12.82 µg/mL(Verde Beuhas, 필리핀 품종)에서 16.82 µg/mL(한국 재래 품종, 필리핀 품종) 수준인 것으로 보고하였다.

여주 피클 숙성 중 항산화 활성 변화

여주 피클 숙성 중 항산화 활성은 Fig. 2와 같았다. 여주 피클 숙성 중 DPPH 라디칼 소거 활성은 Fig. 2A와 같았다. 담금 직후부터 숙성 1주까지 소거 활성은 Control이 28.21%에서 44.01%로, Exp-1은 34.08%에서 48.94%로, Exp-2가 37.26%에서 50.15%로 전체적으로 큰 폭으로 활성의 변화가 있었으나 이후 숙성 기간 동안 서서히 활성이 증가하였

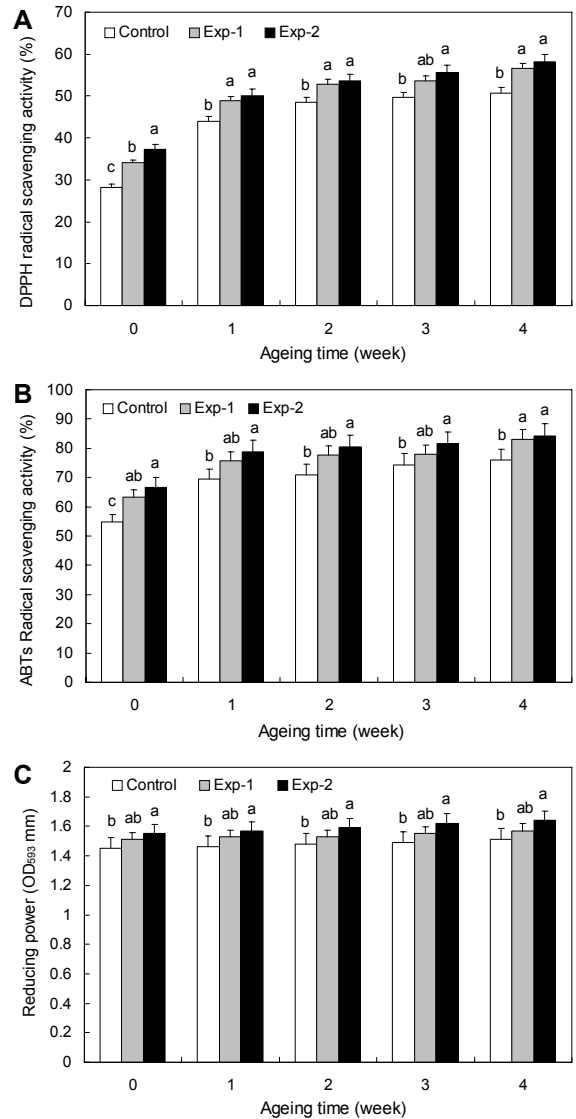


Fig. 2. DPPH (A) and ABTS (B) radical scavenging activities and FRAP (C) assay during ageing of bitter melon pickles. Samples are the same as Table 2. Values are the mean±SD of three replications (n=3). Means with different letters (a-e) above the bars are significant differences in the same ageing time by Tukey's multiple range test ($P<0.05$).

다. 숙성이 진행되는 동안 Exp-1 및 Exp-2가 Control보다 높은 활성을 나타내고 있는데 이는 숙성 중 생성된 유기산과 옥수수수염 추출물에 함유된 폴리페놀 화합물에 기인한 것으로 판단되었다. Blois(40) 및 Joung 등(41)의 보고에 따르면 수소전자 공여능력은 인체 내에서 지질, 단백질과 결합하여 각종 질병 및 노화를 일으키는 산화성 자유 라디칼의 반응을 정지시키는 것으로 알려져 있으며, 일반적으로 폴리페놀 함량과 항산화 활성 간에 상관관계가 있는 것으로 널리 알려져 있는데 본 실험에서도 이러한 경향과 동일한 결과를 보였다. Boo 등(39)은 여주 품종별 DPPH 라디칼 소거 활성을 살펴본 결과 여주 품종의 폴리페놀 함량과 정의 상관관계가 있음을 보고하였으며, Kubola와 Siriamornpun(42)은 여

주에서 폴리페놀 함량이 높은 부위 추출물이 DPPH 라디칼 소거 활성이 높은 것으로 보고하였다. Song 등(16)은 마늘 피클 저장 중 항산화 활성이 증가한다고 하였으며 이는 마늘 피클의 저장 중 여러 가지 함황 분해물질과 플라보노이드 등 항산화 물질이 생성된 것으로 판단하였다. 본 연구에서도 대조구보다 모든 실험구에서 DPPH 라디칼 소거 활성이 높은 이유는 옥수수수염 추출물의 수용성 phenolics에 기인한 것으로 추정할 수 있고 숙성 기간 중 DPPH 라디칼 소거 활성의 증가도 수용성 phenolics 함량의 증가로 판단되었다.

여주 피클 숙성 중 ABTS 라디칼 소거 활성 변화는 Fig. 2B와 같았다. 전반적으로 50% 이상의 소거 활성을 보였으며 담금 직후부터 숙성 1주까지 소거 활성은 Control이 54.71%에서 75.94%로, Exp-1이 63.26%에서 75.72%로, Exp-2가 66.69%에서 78.70%로 활성이 크게 증가하였고, 이후 서서히 증가하여 숙성 4주째에는 Control은 75.94%, Exp-1은 83.09%, Exp-2는 84.10%였다. 숙성이 진행되는 동안 Exp-1 및 Exp-2가 Control보다 높은 활성을 나타내고 있는데 이는 숙성 중 생성된 유기산과 옥수수수염 추출물에 함유된 폴리페놀 화합물에 기인한 것으로 판단되었다. ABTS 라디칼 소거 활성이 DPPH 라디칼 소거 활성보다 더 높게 나타나는 이유는 ABTS 방법은 DPPH 방법과 비교하여 수소공여 항산화제(hydrogen-donating antioxidant)로서의 능력과 연쇄절단형 항산화제(chain-breaking antioxidant)로서의 능력 모두를 측정할 수 있고 수용성 물질(수용상) 및 지용성 물질(유기상) 모두에 적용이 가능한 장점이 있기 때문에(43) ABTS 라디칼 소거 활성이 더 높게 나타난 것으로 판단되었다. Boo 등(39)은 총 폴리페놀과 총 플라보노이드 함량이 높은 품종일수록 ABTS 라디칼 소거 활성이 높은 것으로 보고하였다. 이러한 결과는 폴리페놀 혹은 플라보노이드 함량이 높을수록 ABTS 라디칼 소거 활성도 높게 나타나는 것을 의미하며, 이는 본 실험의 결과와도 유사한 경향을 보였다. 본 연구에서 대조구보다 모든 실험구에서 ABTS 라디칼 소거 활성이 높은 이유는 DPPH 라디칼 소거 활성처럼 옥수수수염 추출물의 수용성 phenolics에 기인한 것으로 추정할 수 있고 숙성 기간 중 ABTS 라디칼 소거 활성의 증가도 수용성 페놀화합물 함량의 증가로 판단되었다.

여주 피클 숙성 중 FRAP를 살펴본 결과는 Fig. 2C와 같았다. 숙성 전 기간 동안 활성의 변화는 거의 없었다. FRAP 활성은 Exp-2가 가장 높았고 Control이 가장 낮게 나타났

으며, 숙성 기간 동안 FRAP 활성은 약간 증가하였다. Control의 경우 담금 직후 1.45에서 숙성 중기 1.51 수준이었고 Exp-1의 경우에는 1.51에서 1.57 수준이었으며, Exp-2는 1.55에서 1.64 수준이었다. 숙성이 진행되는 동안 Exp-1 및 Exp-2가 Control보다 높은 활성을 나타내고 있는데 이는 숙성 중 생성된 유기산과 옥수수수염 추출물에 함유된 폴리페놀 화합물에 기인한 것으로 판단되었다. Kubola와 Siriamornpun(42)은 여주 부위별 FRAP가 폴리페놀 함량과 관계가 높음을 보고하였다. 역시 본 연구에서 대조구보다 실험구에서 FRAP가 높은 것은 옥수수수염 추출물 유래 phenolics에 의한 것으로 추정할 수 있고 숙성 기간 중 활성의 증가도 수용성 phenolics 함량의 증가로 판단된다.

여주 원료 및 피클의 일반성분 및 무기질 함량

여주 원료 및 피클의 일반성분을 분석한 결과는 Table 5와 같았다. 여주 원료의 수분 함량은 93.76 g/100 g, 회분 함량은 0.52 g/100 g, 조단백질은 0.97 g/100 g, 조지방은 0.16 g/100 g 및 탄수화물은 4.59 g/100 g이었다. 일반적인 여주 피클(Control)의 수분 함량은 93.69 g/100 g, 회분 함량은 1.28 g/100 g, 조단백질은 0.69 g/100 g, 조지방은 0.28 g/100 g 및 탄수화물은 4.06 g/100 g이었으며, 0.25% 옥수수수염 추출물을 첨가한 여주 피클(Exp-1)은 수분 함량이 93.87 g/100 g, 회분 함량은 1.27 g/100 g, 조단백질은 0.62 g/100 g, 조지방은 0.21 g/100 g, 탄수화물은 4.03 g/100 g이었다. 0.5% 옥수수수염 추출물을 첨가한 여주 피클(Exp-2)의 수분 함량은 93.38 g/100 g, 회분 함량은 1.31 g/100 g, 조단백질은 0.64 g/100 g, 조지방은 0.18 g/100 g 및 탄수화물은 4.49 g/100 g이었다. 여주 피클의 수분 및 탄수화물 함량은 여주 원료와 거의 차이가 없으며, 조단백질 함량은 약간 낮게 나타났다. 한편 회분과 조지방의 경우에는 원료보다 높게 나타났다. 이는 절임용액과 숙성 중 미생물에 생육에 의한 것으로 판단되었다.

여주 원료 및 여주 피클의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같았다. 나트륨 함량은 여주 원료가 9.79 mg/100 g이었고 여주 피클은 각각 247.13 mg/100 g(Control), 247.81 mg/100 g(Exp-1) 및 247.76 mg/100 g(Exp-2)으로 나타났다. 칼륨은 여주 원료가 195.46 mg/100 g이었고 여주 피클은 각각 129.62 mg/100 g(Control), 133.15 mg/100 g(Exp-1) 및 139.56 mg/100 g(Exp-2)으로 낮게 나

Table 5. Comparison of proximate composition of bitter melon raw material and pickles

| Samples ¹⁾ | Contents (g/100 g) | | | | |
|-----------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | Moisture | Ash | Crude protein | Crude fat | Carbohydrate |
| Raw material | 93.76±4.69 ^{a2)} | 0.52±0.03 ^b | 0.97±0.04 ^a | 0.16±0.01 ^a | 4.59±0.18 ^a |
| Control | 93.69±4.68 ^a | 1.28±0.08 ^a | 0.69±0.03 ^a | 0.28±0.01 ^a | 4.06±0.20 ^a |
| Exp-1 | 93.87±5.63 ^a | 1.27±0.08 ^a | 0.62±0.04 ^a | 0.21±0.01 ^a | 4.03±0.20 ^a |
| Exp-2 | 93.38±5.60 ^a | 1.31±0.07 ^a | 0.64±0.04 ^a | 0.18±0.01 ^a | 4.49±0.22 ^a |

¹⁾Samples are the same as Table 2. Raw material: fresh bitter melon.

²⁾Values are the mean±SD of three replications (n=3). Means with different letters (a,b) within a column are significant differences by Tukey's multiple range test ($P<0.05$).

Table 6. Comparison of mineral contents of bitter melon raw material and pickles

| Samples ¹⁾ | Contents (mg/100 g) | | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| | Na | K | P | Fe | Ca |
| Raw material | 9.79±0.49 ^{b2)} | 195.46±7.82 ^a | 59.43±2.38 ^a | 0.48±0.02 ^a | 13.30±0.53 ^b |
| Control | 247.13±12.36 ^a | 129.62±5.18 ^b | 23.90±0.96 ^b | 0.56±0.02 ^a | 14.73±0.74 ^a |
| Exp-1 | 247.81±14.87 ^a | 133.15±6.66 ^b | 25.29±1.26 ^b | 0.50±0.03 ^a | 14.77±0.74 ^a |
| Exp-2 | 247.76±14.87 ^a | 139.56±6.98 ^b | 27.77±1.39 ^b | 0.50±0.03 ^a | 15.17±0.76 ^a |

¹⁾Samples are the same as Table 2. Raw material: fresh bitter melon.

²⁾Values are the mean±SD of three replications (n=3). Means with different letters (a,b) within a column are significant differences by Tukey's multiple range test ($P<0.05$).

타났다. 인 함량은 여주 원료가 59.43 mg/100 g이었으며 여주 피클은 각각 23.90 mg/100 g(Control), 25.29 mg/100 g(Exp-1) 및 27.77 mg/100 g(Exp-2)으로 역시 낮게 나타났다. 철은 여주 원료가 0.48 mg/100 g이었으며 여주 피클은 각각 0.56 mg/100 g(Control), 0.50 mg/100 g(Exp-1) 및 0.50 mg/100 g(Exp-2)으로 분석되어 거의 차이가 없었다. 칼슘 함량은 여주 원료가 13.30 mg/100 g이고 여주 피클은 각각 14.73 mg/100 g(Control), 14.77 mg/100 g(Exp-1) 및 15.17 mg/100 g(Exp-2)으로 약간 높게 나타났다. 나트륨 함량의 증가는 여주 절임 및 피클 제조 시 첨가된 나트륨의 양에 기인한 것으로 사료된다. 한편 알코올 불용성 고형물의 무기질 중 칼슘은 피클의 숙성 중 조직 변화와 관련이 깊다(32). 즉 피클 숙성 중 pectin enzyme는 펙틴의 methoxyl기를 떼어내고 유리카르복실기를 만들어 펙틴물질들 사이에 Ca²⁺를 통한 가교결합으로 식물조직의 경도를 증가시켜 조직감에 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. Park 등(32)은 오이지 숙성 중 칼슘 함량이 증가한다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다.

여주 피클의 관능 평가

여주 피클 숙성 마지막 4주차에 색(color), 풍미(flavor), 맛(taste) 및 전반적인 기호도(acceptable)에 대해 5점 기호 척도법으로 실시한 관능검사 결과는 Table 7과 같았다. 전반적으로 실험구(Exp-1과 Exp-2)에서 비슷한 경향으로 유의적인 차이를 보이지 않았으나 맛에서 Exp-1이 3.6으로 Exp-2의 3.1에 비해 기호도가 높았다. 반면 Control은 2.2로 숙성 기간 동안 여주의 쓴맛이 많이 숙성되지 않은 것으로 판단되며 옥수수수염 추출물이 여주 피클의 숙성 동안

쓴맛에 대한 대비로 작용하고 풍미를 더한 것으로 사료되었다. 색은 전반적으로 비슷한 평가를 보였으나 Control이 Exp-1과 Exp-2에 비해 다소 높았다. 풍미는 숙성과 옥수수수염 추출물 첨가로 Exp-1과 Exp-2가 약간 높은 기호도를 나타냈다. 한편 전체적인 기호도는 Exp-1과 Exp-2> Control로 기호도의 차이를 보였다.

본 연구는 항당뇨, 항암, 항염증, 항바이러스 및 항산화 활성 등의 생리적 효능은 뛰어나나 쓴맛으로 극히 일부만 식품 가공에 이용되고 있어 쓴맛을 저감시켜 이용성 증대를 위한 일환으로 여주 피클을 제조하였다. 여주의 쓴맛 저감을 위해 옥수수수염 추출물 첨가에 따른 여주 피클의 숙성 기간 중 수용성 phenolics 함량 및 DPPH와 ABTS 라디칼 소거 활성 및 FRAP의 변화를 측정하였으며, 그 외 부가적으로 일반성분, 무기질 함량 및 관능 평가를 측정하였다. 여주 피클의 숙성 기간 중 수용성 phenolics 함량 및 항산화 활성은 숙성 기간 동안 증가하였으며, 옥수수수염 추출물 첨가에 따라 여주의 쓴맛이 저감됨을 확인하였다. 이러한 결과로부터 본 연구의 옥수수수염 추출물을 첨가한 여주 피클은 쓴맛을 저감되어 다양한 여주의 이용성 증진을 위한 기초자료로서 제공이 가능할 것으로 판단되었다.

요 약

여주는 항당뇨, 항암, 항염증, 항바이러스 및 항산화 활성의 다양한 생리적 효능을 지니고 있다. 그러나 쓴맛으로 인해 여주를 이용한 식품 개발은 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 여주를 이용하여 피클을 제조하고 숙성 기간 중 품질 특성과 항산화 활성을 살펴보았다. 숙성 4주 후에 피클의 pH, 염도, 가형성 고형분 및 환원당은 감소하였고 산도는 증가하였다. 한편 총 균수, 젖산균수 및 효모균수는 1주까지 빠르게 증가하다가 이후에는 약간 감소하였다. 여주 피클 숙성 중 수용성 phenolics는 증가하였고 이에 상응하여 항산화 활성도 증가하였다. 또한 여주 피클의 조단백질, 칼륨 및 인 함량은 여주 원료보다는 낮았으나 조지방 및 소금 함량은 높았다. 여주 피클 숙성 중 쓴맛과 향의 개선을 위하여 옥수수수염 추출물을 첨가하였는데 0.25% 옥수수수염 추출물 여주 피클이 관능적으로 가장 우수하였다.

Table 7. Sensory evaluation of bitter melon pickles

| Index | Samples ¹⁾ | | |
|------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|
| | Control | Exp-1 | Exp-2 |
| Color | 3.6±0.14 ^{a2)} | 3.1±0.16 ^b | 3.2±0.19 ^b |
| Flavor | 3.0±0.15 ^a | 3.2±0.13 ^a | 3.2±0.16 ^a |
| Taste | 2.2±0.11 ^b | 3.6±0.18 ^a | 3.1±0.12 ^{ab} |
| Acceptable | 2.7±0.16 ^b | 3.4±0.20 ^a | 3.4±0.20 ^a |

¹⁾Samples are the same as Table 2.

²⁾Values are the mean±SD of 20 replications (n=20). Means with different letters (a,b) within a row are significant differences by Tukey's multiple range test ($P<0.05$).

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ010003012014)의 지원에 의하여 연구되었습니다.

REFERENCES

- Park Y, Boo HO, Park YL, Cho DH, Lee HH. 2007. Antioxidant activity of *Momordica charantia* L. extracts. *Korean J Medicinal Crop Sci* 15: 56-61.
- Beloin N, Gbeassor M, Akpagana K, Hudson J, de Soussa K, Koumaglo K, Arnason JT. 2005. Ethnomedicinal uses of *Momordica charantia* (Cucurbitaceae) in Togo and relation to its phytochemistry and biological activity. *J Ethnopharmacol* 96: 49-55.
- Virdi J, Sivakami S, Shahani S, Suthar AC, Banavalikar MM, Biyani MK. 2003. Antihyperglycemic effects of three extracts from *Momordica charantia*. *J Ethnopharmacol* 88: 107-111.
- Parkash A, Ng TB, Tso WW. 2002. Purification and characterization of charantin, a napin-like ribosome-inactivating peptide from bitter melon (*Momordica charantia*) seeds. *J Pept Res* 59: 197-202.
- Rathi SS, Grover JK, Vats V. 2002. The effect of *Momordica charantia* and *Mucuna pruriens* in experimental diabetes and their effect on key metabolic enzymes involved in carbohydrate metabolism. *Phytotherapy Res* 16: 236-243.
- Grover JK, Yadav SP. 2004. Pharmacological actions and potential uses of *Momordica charantia*: a review. *J Ethnopharmacol* 93: 123-132.
- Schmourlo G, Mendonça-Filho RR, Alviano CS, Costa SS. 2005. Screening of antifungal agents using ethanol precipitation and bioautography of medicinal and food plants. *J Ethnopharmacol* 96: 563-568.
- Ali L, Khan AK, Mamun MI, Mosihuzzaman M, Nahar N, Nur-e-Alam M, Rokeya B. 1993. Studies on hypoglycemic effects of fruit pulp, seed, and whole plant of *Momordica charantia* on normal and diabetic model rats. *Planta Med* 59: 408-412.
- Raman A, Lau C. 1996. Anti-diabetic properties and phytochemistry of *Momordica charantia* L. (Cucurbitaceae). *Phytomedicine* 2: 349-362.
- Sarkar S, Pranava M, Marita R. 1996. Demonstration of the hypoglycemic action of *Momordica charantia* in a validated animal model of diabetes. *Pharmacol Res* 33: 1-4.
- Welihinda J, Karunanayake EH, Sheriff MH, Jayasinghe KS. 1986. Effect of *Momordica charantia* on the glucose tolerance in maturity onset diabetes. *J Ethnopharmacol* 17: 277-282.
- Han GJ, Jang MS, Shin DS. 2007. Changes in the quality characteristics of *Aralia continentalis* Kitagawa pickle during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 3: 294-301.
- Woo NRY, Chung HK, Kang MH. 2005. Properties of Korean traditional pepper pickle made by different preheating temperature treatments. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1219-1225.
- Jeong JE, Shin JE, Hwang KJ, Lee JW, Kim SI. 2009. Changes in the components and acceptability of cucumber-hot pepper pickles during storage. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 345-349.
- Park BH, Jeon ER, Kim SD, Cho HS. 2009. Changes in the quality characteristics of lotus root pickle with beet extract during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 1124-1129.
- Song MR, Kim MJ, Kwon OY, Kim HR, Kim MR. 2009. Quality characteristics and antioxidative activity of garlic pickles prepared with persimmon vinegar and Maesil (Japanese apricot) juice. *J East Asian Soc Dietary Life* 19: 981-986.
- Park ML. 2008. A study on the characteristics of pine-tree mushroom (*Tricholoma matsutake* Sing.) pickle for the standard recipe. *Korean J Culinary Res* 14: 55-66.
- Kim AJ, Han MR, Woo N, Kang SJ, Lee GS, Kim MH. 2008. Physicochemical properties of Korean *Ginseng* pickles with *Chija* and *Omija*. *Korean J Food & Nutr* 21: 524-529.
- Kim AJ, Han MR, Joung KH, Cho JC, Park WJ, Han CW, Chang KH. 2008. Physiological evaluation of Korea *Ginseng*, *Deoduk*, and *Doragi* pickles. *Korean J Food & Nutr* 21: 443-447.
- Jung HA, Yoon JY, Hwang JS, Joo NM. 2004. Optimization on organoleptic characteristics of cauliflower pickles. *Korean J Food Culture* 19: 193-199.
- Oh SH, Oh YK, Park HY, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of turnip pickle prepared with different pickling spices during storage. *Korean J Food Preserv* 10: 347-353.
- Son EJ, Oh SH, Heo OS, Kim MR. 2003. Physicochemical and sensory characteristics of turnip pickle added with chitosan during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 1302-1309.
- Kim SC, Kim SY, Ha HC, Park KS, Lee JS. 2001. The preparation of mushroom pickles and change in quality during storage. *J East Asian Soc Dietary Life* 11: 400-408.
- Lee HJ, Kim JG. 2000. The changes of components and texture out of carrot and radish pickles during the storage. *Korean J Food & Nutr* 13: 563-569.
- Cho KM, Seo WT, Choi JS, Kim HY. 2013. Manufacturing method for the beverage of *Momordica charantia* having high antioxidant activity. *Korea Patent* 10-1337074.
- Cho HK, Lee JY, Seo WT, Kim MK, Cho KM. 2012. Quality characteristics and antioxidant effects during *makgeolli* fermentation by purple sweet potato-rice *nuruk*. *Korean J Food Sci Technol* 44: 728-735.
- Miller GL. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for the determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31: 426-428.
- Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12: 239-243.
- KFDA. 2011. General test methods. In *Korean Food Standard Codex*. Korea Food Drug Administration, Seoul, Korea. p 10-1-1-10-1-94.
- Fleming HP, McFeeter RF, Daeschel MA, Humphries EG, Thompson RL. 1988. Fermentation of cucumbers in anaerobic tanks. *J Food Sci* 53: 127-133.
- Lee MK, Yang HJ, Kim SK, Park SH, Moon SW. 2010. Determination of suitable kohlrabi (*Brassica oleracea* var. *gongyloides*) cultivars for pickle preparation. *J Food Sci Nutr* 15: 152-158.
- Park MW, Park YK, Jang MS. 1995. Changes in pectic substances of Korean pickled cucumbers with different preparation methods. *J Korean Soc Food Nutr* 24: 133-140.
- Kim JG, Choi HS, Kim SS, Kim WJ. 1989. Changes in physicochemical and sensory qualities of Korean pickled cucumbers during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 838-844.
- Fleming HP, Etchells JL, Thompson RL, Bell TA. 1975.

- Purging of CO₂ from cucumber brines to reduce bloater damage. *J Food Sci* 40: 1304-1310.
35. Pan WD, Chiang BH, Ching PC. 1988. Desalination of the spent brine from pickled prunes processing by electro dialysis. *J Food Sci* 53: 134-137.
36. Seo WT, Kim HG, Lee JS, Cho KM. 2011. Making of *dong-chimi naengmyeun* broth which has enhanced antioxidant activity using purple sweet potato. *Korean J Microbiol* 47: 143-150.
37. Salah N, Miller NJ, Paganga G, Tijburg L, Bolwell GP, Rice-Evans C. 1995. Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and as chain-breaking antioxidants. *Arch Biochem Biophys* 322: 339-346.
38. Lee JH, Seo WT, Lim WJ, Cho KM. 2011. Phenolic contents and antioxidant activities from different tissues of *baekseohyang* (*Daphne kiusiana*). *Food Sci Biotechnol* 20: 695-702.
39. Boo HO, Lee HH, Lee JW, Hwang SJ, Park SU. 2009. 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: 15-29.
40. Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181: 1199-1200.
41. Joung YM, Park SJ, Lee KY, Lee JY, Sunh JK, Hwang SY, Park KE, Kim MH. 2007. Antioxidative and antimicrobial activities of *Lilium* species extracts prepared from different aerial part. *Korean J Food Sci Technol* 39: 452-457.
42. Kubola J, Siriamornpun S. 2008. Phenolic contents and antioxidant activities of bitter melon (*Momordica charantia* L.) leaf, stem and fruit fraction extracts *in vitro*. *Food Chem* 110: 881-890.
43. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26: 1231-1237.