

된장과 고추장 키위장아씨의 기능성 및 관능 특성

이봉한¹ · 남태규² · 조치흥³ · 조운섭⁴ · 김대옥^{5,*}

¹그린식생활연구소, ²한국식품연구원, ³세계김치연구소, ⁴전라남도 농업기술원, ⁵경희대학교 식품생명공학과

Functional and sensory characteristics of kiwifruit *jangachi* cured with traditional Korean sauces, *doenjang* and *kochujang*

Bong Han Lee¹, Tae Gyu Nam², Chi Heung Cho³, Youn-Sup Cho⁴, and Dae-Ok Kim^{5,*}

¹Green Food and Life Research Institute

²Korea Food Research Institute

³World Institute of Kimchi

⁴Jeollanam-do Agricultural Research and Extension Services

⁵Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University

Abstract This study aimed to compare total phenolic, total flavonoid, and vitamin C contents, antioxidant capacities, and sensory characteristics of *jangachi* made from green kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv. Hayward) and golden kiwifruit (*A. chinensis* cv. Hort16A), which were cured with *doenjang* and *kochujang*. Golden kiwifruit had higher total phenolic, total flavonoid, and vitamin C contents, and antioxidant capacities than green kiwifruit. *Jangachi* of both cultivars of kiwifruit had generally higher total phenolic and flavonoid contents, and antioxidant capacities than fresh kiwifruit. *Doenjang jangachi* of kiwifruit had higher total phenolic contents and antioxidant capacities than *kochujang jangachi*. *Jangachi* made from golden kiwifruit cured with *kochujang*, following pretreatment with sugar solution, had the highest overall quality on sensory evaluation among *jangachies* tested herein. Together, our findings suggest that kiwifruit *jangachi* may serve as a good dietary source of phenolics and antioxidants.

Keywords: flavonoids, golden kiwifruit, green kiwifruit, phenolics, sensory evaluation

서 론

키위(kiwifruit)는 다래나뭇과의 낙엽 덩굴식물이며, 우리나라에서는 1977년 처음으로 도입되어 재배되기 시작했다(Jung 등, 2005). 중국을 비롯한 이탈리아, 뉴질랜드 등 10개국의 키위 생산량은 전세계의 약 90% 이상을 차지한다(Ward와 Courtney, 2013). 우리나라에서 생산되는 다래를 토종다래라고 부르며, 참다래는 일반적으로 키위를 이르는 말이다. 키위란 이름은 생긴 모양이 뉴질랜드의 나라새인 키위(kiwi)를 닮았다고 하여 붙여졌다(Kang 등, 2006). 과육이 노란색인 골드키위(golden kiwifruit)와 녹색인 그린키위(green kiwifruit)가 국내에서 많이 소비되고 있다. 국내에서 독자적인 키위 품종을 개발하려는 끊임없는 연구로 인해, 골드키위 품종인 해금, 제시골드, 한라골드, 해향 등 다양한 국내 품종들이 육성되었으며, 제시골드는 로열티를 지불하지 않는 국산 골드키위 신품종으로 농가 소득의 증가를 가져왔다. 국내 키위 생산액도 1989년 36억원에서 2010년 462억원으로 지난 10여 년 동

안 꾸준히 증가해 왔다(Lee 등, 2015b; RDA, 2012).

키위는 바이타민 C의 함량이 높은 대표적인 과일이다. 단백질 분해효소인 액티니딘(actinidin)이 함유되어 있어 소화를 도울 뿐만 아니라(Morimoto 등, 2006), 만성질환의 예방과 건강 증진에 기여할 수 있는 플라보노이드(flavonoid) 같은 페놀화합물(phenolic compound)류의 기능성 성분을 많이 함유하고 있다(Lim 등, 2014). 다양한 기능성 성분을 함유한 웰빙 과일인 키위는 국내 소비량의 증가와 함께 수입 물량도 꾸준히 증가해 왔다. 그러나 키위는 쉽게 물러지는 성질 때문에 저장성이 낮고, 일정 기간이 지나면 기호도가 떨어지는 단점이 있어(Harvey와 Harris, 1986), 키위를 이용한 적절한 가공식품의 개발이 요구되고 있으나, 키위의 가공식품은 미미한 실정이다.

장아찌(*jangachi*)는 채소를 간장, 된장, 고추장 등의 장류, 식초 또는 소금물에 담가 발효시켜 오래 두고 먹을 수 있도록 만든 우리나라의 대표적인 저장음식 중 하나이다. 또한 장아찌를 담글 때 설탕물이나 소금물에 침지하면 삼투현상으로 인한 재료 속 수분의 탈수로 저장성 증가와 연부현상 감소라는 장점이 있다. 된장과 고추장은 전통 발효식품으로 한국인의 식생활에서 빼놓을 수 없는 조미식품이다. 발효과정을 거친 된장은 생리활성성분인 제니스테인(genistein), 다이드제인(daidzein) 같은 다양한 아이소플라본(isoflavone)을 함유한다고 알려져 있다(Pratt과 Birac, 1979). 된장이 고지방식이 비만 쥐에서 항염증 효과(Nam 등, 2015)를 보이고, 청국장이나 산화방지작용(Shon 등, 2007)을 한다고 보고되었다. 또한 된장, 메주와 대두의 메탄올 추출물의 산화방지능을 비

*Corresponding author: Dae-Ok Kim, Department of Food Science and Biotechnology, Kyung Hee University, Yongin, Gyeonggi 17104, Korea
Tel: +82-31-201-3796
Fax: +82-31-204-8116
E-mail: DOKIM05@khu.ac.kr
Received January 11, 2018; revised March 10, 2018; accepted March 12, 2018

교한 연구에서 원료인 대두보다 발효과정을 거친 된장의 산화방지능이 더 높았다고 보고되었다(Park 등, 2007). 고추장의 원료인 고추에는 아스코브산(ascorbic acid), 베타카로틴(β -carotene), 폴리페놀(polyphenol) 등의 생리활성물질이 풍부하며(Campos 등, 2013), 항균작용과 식욕증진 효과를 나타내는 캡사이시노이드(capsaicinoids)를 함유하고 있다(Sheo, 1999). 그러나 생리활성성분을 풍부하게 함유한 된장 및 고추장을 담금원으로 한 장아찌 제품의 총페놀, 총플라보노이드, 바이타민 C 함량과 산화방지능에 대한 연구는 여전히 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 키위의 가공방안의 하나로 된장과 고추장을 담금원으로 한 장아찌를 제조하여 부식의 역할로 가능성을 제시하고자 하고, 키위와 키위장아찌의 총페놀, 총플라보노이드, 바이타민 C 함량과 산화방지능을 비교 분석하고, 관능 특성을 평가하여 기능성 키위 가공품을 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용된 키위는 골드키위(*Actinidia chinensis* cv. Hort16A)와 그린키위(*A. deliciosa* cv. Hayward) 두 종류이며, 전라남도농업기술원에서 재배하여 2015년 10월에 수확한 것을 사용하였다. 된장(Jinmifoods Co., Ltd., Daejeon, Korea), 고추장(Daesang Co., Seoul, Korea), 설탕(Samyang Co., Seoul, Korea), 천일염(CJ Cheiljedang Co., Seoul, Korea)과 식초(Ottogi Co., Seoul, Korea)는 시중에서 판매되는 제품으로 대형마트에서 구매 후 사용하였다.

시약

폴린-시오칼도 페놀 시약(Folin & Ciocalteu's phenol reagent), 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt (ABTS), 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 인산완충식염수(phosphate buffered saline), 바이타민 C, 갈산(gallic acid), 카테킨(catechin)은 Sigma-Aldrich Co., Ltd. (St. Louis, MO, USA)에서, 인산이수소암모늄(ammonium dihydrogen phosphate)은 Junsei Chemical Co., Ltd. (Tokyo, Japan)에서, 2,2'-azobis-(2-amidinopropane) dihydrochloride (AAPH)와 메타인산용액(*meta*-phosphoric acid)은 Wako Pure Chemicals Industries, Ltd. (Osaka, Japan)에서 구입하여 사용하였다.

키위장아찌의 제조와 숙성

골드키위와 그린키위를 깨끗이 세척 후 껍질을 제거하고 4등분하여 잘랐다. 두 종류의 키위를 10% (w/v)의 소금물과 설탕물 각각에 10% (v/v)의 식초(미생물 생성 방지)를 첨가한 후 48시간 동안 침지하여 전처리하였다. 전처리 과정이 끝난 키위는 건져낸 후 각각 약 2배 정도되는 양의 된장 또는 고추장으로 잘 버무린 후 살균 처리한 용기에 담아 7일간 서늘하고 빛이 차단된 실내에서 숙성시켰다. 키위장아찌는 총 여덟 종류(A-H)를 제조하여 실험에 이용하였다(Table 1).

총페놀 함량 측정

총페놀 함량은 폴린-시오칼도 페놀 시약을 이용한 발색법(Singleton과 Rossi, 1965)을 변형하여 이용하였다. 추출물 200 μ L에 증류수 2.5 mL과 200 μ L의 폴린-시오칼도 페놀 시약을 혼합 후 6분간 상온에서 반응시켰다. 혼합한 용액에 7% (w/v) 탄산소듐(Na_2CO_3) 용액 2 mL를 첨가하였다. 총 90분 동안 반응시킨 후

Table 1. Kiwifruit *jangachies* made by using two dipping solution of salt and sugar followed by curing with traditional Korean sauces, *doenjang* and *kochujang*

Kiwifruit	Dipping solution	Curing sauce	<i>Jangachi</i>
Golden ¹⁾	Salt	<i>Doenjang</i>	A
Golden	Salt	<i>Kochujang</i>	B
Golden	Sugar	<i>Doenjang</i>	C
Golden	Sugar	<i>Kochujang</i>	D
Green ²⁾	Salt	<i>Doenjang</i>	E
Green	Salt	<i>Kochujang</i>	F
Green	Sugar	<i>Doenjang</i>	G
Green	Sugar	<i>Kochujang</i>	H

¹⁾*Actinidia chinensis* cv. Hort16A

²⁾*A. deliciosa* cv. Hayward

750 nm에서 흡광도를 측정하고, 갈산을 이용하여 표준곡선(standard curve)을 만들었다. 총페놀 함량은 mg 갈산 당량(gallic acid equivalents, GAE)/100 g fresh weight (FW)로 나타내었다.

총플라보노이드 함량 측정

총플라보노이드 함량의 측정은 염화알루미늄(AlCl_3) 용액을 이용한 발색법(Jia 등, 1999)을 이용하였다. 추출물 0.5 mL에 증류수 3.2 mL를 첨가한 후, 5% (w/v) 아질산소듐(NaNO_2) 용액 0.15 mL를 더하여 5분간 반응시켰다. 10% (w/v) 염화알루미늄 용액 0.15 mL를 첨가하여 다시 1분간 반응시킨 후 1 M 수산화소듐(NaOH)을 넣고 혼합하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총플라보노이드 함량은 mg 카테킨 당량(catechin equivalents, CE)/100 g FW로 나타내었다.

산화방지능 측정

산화방지능 측정은 라디칼 제거능에 기반한 ABTS법과 DPPH법을 이용하였다.

ABTS 라디칼을 이용한 산화방지능 측정은 다음과 같다(Kim과 Lee, 2004). 1.0 mM AAPH에 2.5 mM ABTS와 인산완충식염수 100 mL를 섞어서 70°C 항온수조에서 ABTS 라디칼 용액을 만든 후, 인산완충식염수를 이용하여 734 nm에서 0.650±0.020의 흡광도로 ABTS 라디칼 용액을 희석하였다. ABTS 라디칼 용액 980 μ L와 시료 20 μ L를 10분간 반응 후 37°C에서 734 nm에서 흡광도 감소를 측정하였다. 산화방지능은 mg 바이타민 C 당량(vitamin C equivalents, VCE)/100 g FW로 나타내었다.

DPPH 라디칼을 활용한 산화방지능 측정은 Brand-Williams 등(1995)의 방법을 변형하여 사용하였다. 80% (v/v) 메탄올을 사용하여 100 μ M의 DPPH 라디칼 용액을 제조 한 후에, 80% (v/v) 메탄올을 이용하여 517 nm에서 0.650±0.020의 흡광도로 희석하였다. 각 시료 50 μ L와 DPPH 라디칼 용액 2.95 mL를 첨가하여 23°C에서 30분간 반응시킨 후 흡광도 감소량을 517 nm에서 측정하였다. 산화방지능은 mg VCE/100 g FW로 나타내었다.

바이타민 C 추출과 함량 측정

바이타민 C 추출은 2015년 식품공전에 고시된 일반실험법의 바이타민 C 분석법을 이용하여 분석하였다(KFDA, 2011). 각각의 시료 10 g을 10% 메타인산용액 10 mL에 10분간 현탁시킨 후 5% 메타인산용액 80 mL를 넣어 균질기(PT 10/35, Kinematica, Kriens-Luzern, Switzerland)를 이용하여 15,000 rpm에서 2분 동안 균질화하였다. 균질화 후 5% 메타인산용액을 이용하여 100 mL로 한 후

4°C에 보관하여 실험에 사용하였다.

바이타민 C 함량 측정은 HPLC (Agilent 1200 series, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 분석에 사용한 컬럼은 YMC-pack polyamine II column (250×4.6 mm, 5 µm, YMC, Kyoto, Japan)이었고, 분석용매는 50 mM 인산이수소암모늄(NH₄H₂PO₄)과 아세토나이트릴(acetonitrile)을 3:7 비율로 섞어 사용하였다. 분석은 등용매이동상법(isocratic mode)으로, 유속은 1.0 mL/min, 컬럼온도는 30°C에서 진행하였다. 바이타민 C 검출 파장은 자외선 검출기를 이용하여 250 nm에서 측정하고 표준곡선을 만들어 정량하였다.

관능 평가

키위 원과와 키위장아찌의 관능적 품질 평가는 기호도 검사로 진행하였다. 식품공학을 전공하는 패널 요원 31명을 대상으로 시험의 목적과 평가 방법을 주시시킨 뒤 실시하였다. 연령대는 20-40대로 평균 나이는 약 27세였다. 전체적인 맛(taste), 외관(appearance), 텍스처(texture), 향(flavor), 기호도(overall quality) 항목에 대하여 9점 척도(9: very much like, 1: very much dislike)를 이용하여 평가하였다.

통계처리

모든 실험은 3반복한 결과를 평균±표준편차로 나타내었다. 통계학적 분석은 IBM SPSS 프로그램(version 22, IBM SPSS Statistics Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하였다. 각 평균값의 유의적 차이는 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)에 의해 95%의 신뢰구간에서 사후 검정하였다.

결과 및 고찰

총페놀 함량

키위와 키위장아찌와 담금원으로 사용된 된장과 고추장의 총페놀 함량은 Table 2에 나타났다. 골드키위(cv. Hort16A)와 그린키위(cv. Hayward)의 총페놀 함량은 각각 113.9 mg GAE/100 g과 82.3 mg GAE/100 g으로 골드키위가 그린키위에 비해 유의적으로 더 높은 총페놀 함량을 나타냈다. 본 연구의 결과와 유사하게, 7 가지 키위 품종의 총페놀 함량을 비교 분석한 연구에서도 골드키위의 총페놀 함량이 그린키위보다 더 높게 나타났다고 보고되었다(Park 등, 2014). 된장과 고추장의 총페놀 함량은 301.0 mg GAE/100 g과 120.5 mg GAE/100 g으로 두 품종의 키위보다 더 높은 수치를 보였으며, 된장이 고추장보다 약 2.5배 더 높게 나타났다. 제조한 키위장아찌 중에서 총페놀 함량은 된장을 담금원으로 사용한 골드키위장아찌 C가 195.6 mg GAE/100 g으로 유의적으로($p<0.05$) 가장 높았고, 고추장을 담금원으로 사용한 장아찌 B, F, H가 유의적으로($p<0.05$) 낮은 총페놀 함량을 나타냈다(Table 2). 골드키위와 그린키위 모두 담금원을 고추장보다는 된장으로 사용한 장아찌에서 더 높은 총페놀 함량을 나타냈으며, 된장장아찌(A, C, E, G)의 경우 원과보다 더 높은 총페놀 함량을 나타냈다.

된장과 같은 발효 콩 제품의 주요 생리활성물질은 폴리페놀(polyphenol), 페놀산(phenolic acid), 사포닌(saponin) 등으로 알려져 있다(Shukla 등, 2016). 페놀화합물은 식물의 이차대사산물로서 벤젠고리 구조에 최소 1개의 수산기(hydroxyl group)를 갖는 페놀 구조를 가지고 있으며, 두 개 이상의 페놀기를 갖는 화합물을 폴리페놀이라 한다(Bravo, 1998). 따라서, 담금원으로 사용된 된장에 함유되어 있는 페놀산, 아이소플라본 같은 페놀화합물의 기여로 원과보다 된장장아찌가 더 높은 총페놀 함량을 나

타낸 것으로 생각된다. 골드키위와 고추장의 총페놀 함량은 유의적 차이($p<0.05$)를 보이지 않았으며, 고추장을 담금원으로 사용한 골드키위장아찌 B와 D의 총페놀 함량은 원과(골드키위)의 총페놀 함량과 유의적 차이를 보이지 않았다. 반면, 고추장을 담금원으로 사용한 그린키위장아찌 F와 H는 원과(그린키위)와 비교하여 유의적으로 높은 총페놀 함량을 나타냈다. 이는 원과와 비교하여 상대적으로 높은 고추장의 총페놀 함량에서 기인한 결과라고 생각된다.

총플라보노이드 함량

골드키위와 그린키위의 총플라보노이드 함량은 각각 14.1 mg CE/100 g과 6.9 mg CE/100 g으로 나타났으며, 총페놀 함량과 마찬가지로 골드키위의 총플라보노이드 함량이 그린키위에 비해 유의적으로($p<0.05$) 높게 나타났다(Table 2). 고추장의 총플라보노이드 함량은 27.5 mg CE/100 g으로 된장의 총플라보노이드 함량(14.7 mg CE/100 g)보다 높게 나타나 총페놀 함량과 반대의 결과를 나타냈다(Table 2). 장아찌의 총플라보노이드 함량은 고추장을 담금원으로 한 골드키위장아찌 B와 그린키위장아찌 F에서 유의적으로($p<0.05$) 가장 높게 나타났고, 된장을 담금원으로 한 그린키위장아찌 G에서 유의적으로 가장 낮은 총플라보노이드 함량을 나타냈다. 특히 같은 종류의 원과와 담금원을 이용한 장아찌를 비교 시, 소금물로 전처리한 장아찌가 설탕물로 전처리한 장아찌보다 높은 총플라보노이드 함량을 나타냈다.

플라보노이드의 일종인 아이소플라본은 콩의 대표적인 생리활성물질로서, 주로 제니스테인, 다이드제인, 글리시테인(glycitein)의 글리코사이드(glycoside) 형태로 존재한다(Kwak 등, 2015). 콩이 발효되는 과정 중 베타글루코시다스(β -glucosidase)의 활성화로 글리코사이드인 제니스틴(genistin), 다이드진(daidzin), 글리시틴(glycitin)은 감소하는 반면, 이들의 아글리콘(aglycone) 아이소플라본은 증가하였다(Xiao 등, 2016). 또한, 베타글루코시다스 가수분해효소에 의해 유리된 아글리콘의 형태로 장에서 흡수되며, 글리코사이드보다 더 강한 산화방지능을 보였다(Xiao 등, 2016). 된장과 같이 발효과정을 거친 경우 원료 콩보다 더 높은 총페놀 함량, 총플라보노이드 함량과 산화방지능을 나타낸 연구들이 보고되었다(Park 등, 2007; Xiao 등, 2016). 고추는 퀘세틴(queretin), 루테올린(luteolin)과 같은 플라보노이드 뿐만 아니라 높은 함량의 카로테노이드(carotenoid)를 포함하고 있다(Sim과 Sil, 2008). 붉은 고추는 13.7 mg CE/100 g, 푸른 고추는 27.4 mg CE/100 g의 총플라보노이드 함량을 갖는다는 보고(Marinova, 2005)와 비교하여, 본 연구에서 고추장(담금원)은 푸른 고추의 총플라보노이드 함량과 비슷한 수준이었다.

키위장아찌 제조 과정 중 전처리 과정에서 절임원으로 설탕과 소금을 이용하였다. 소금의 침투력은 당보다 높아 삼투압에 의한 수분 감소가 더 빠르게 진행이 된다(Sereno 등, 2001). 수분 제거로 인한 농축 현상이 발생하여 같은 종류의 원과와 장아찌를 비교 시 소금물로 전처리한 장아찌에서 더 높은 총플라보노이드 함량이 나타났을 것이라 생각한다. 장아찌 제조에서 된장보다는 고추장을 담금원으로 사용했을 때 총플라보노이드 함량이 더 높아지는 것을 확인하였다(Table 2). 또한 설탕물보다는 소금물 전처리가 더 유의적으로 총플라보노이드 함량을 높였기 때문에 장아찌 B, F에서 가장 높은 총플라보노이드 함량을 나타냈을 것이라 생각한다.

바이타민 C 함량

과일과 채소에 함유된 바이타민 C는 대표적인 수용성 산화방

Table 2. Total phenolic, total flavonoid, and vitamin C contents, and antioxidant capacities of golden and green kiwifruits and their jangachies

Sample	Total phenolics (mg GAE ¹⁾ /100 g FW ²⁾)	Total flavonoids (mg CE ³⁾ /100 g FW)	Vitamin C (mg/100 g FW)	Antioxidant capacity (mg VCE ⁴⁾ /100 g FW)	
				ABTS ⁵⁾	DPPH ⁶⁾
Golden kiwifruit	113.9±13.2 ^{7)(d,e,g)}	14.1±7.8 ^{e,f)}	66.5±0.1 ^{a)}	126.8±28.8 ^{d)}	52.5±14.8 ^{a)}
Green kiwifruit	82.3±2.1 ^{g)}	6.9±0.7 ^{g)}	57.3±0.2 ^{b)}	102.3±6.7 ^{e)}	22.9±4.2 ^{g)}
Doenjang	301.0±3.1 ^{a)}	14.7±0.8 ^{e,f)}	-	350.5±17.3 ^{a)}	51.9±1.7 ^{f)}
Kochujang	120.5±3.6 ^{d)}	27.5±0.5 ^{c)}	-	133.9±4.8 ^{d)}	28.1±3.7 ^{f,g)}
A	182.1±8.5 ^{c)}	32.9±0.8 ^{b)}	4.7±0.0 ^{h)}	197.1±4.2 ^{c)}	50.9±1.2 ^{a,b)}
B	104.5±1.4 ^{e,f)}	46.8±1.3 ^{a)}	8.2±0.0 ^{g)}	100.5±1.0 ^{e)}	41.2±0.6 ^{c,d)}
C	195.6±5.2 ^{b)}	18.4±0.7 ^{e)}	12.9±0.1 ^{e)}	221.8±3.0 ^{b)}	42.9±2.7 ^{b,c)}
D	112.2±6.6 ^{d,e)}	23.0±0.5 ^{d)}	10.0±0.0 ^{f)}	98.7±4.4 ^{e)}	33.3±1.2 ^{d,e,f)}
E	172.1±2.9 ^{c)}	24.4±0.5 ^{c,d)}	-	181.3±3.7 ^{c)}	35.2±2.0 ^{c,d,e,f)}
F	106.8±4.9 ^{e,f)}	43.1±0.6 ^{a)}	4.1±0.0 ⁱ⁾	84.0±3.7 ^{e)}	30.4±1.3 ^{e,f,g)}
G	179.3±1.0 ^{c)}	13.8±0.5 ^{f)}	14.6±0.1 ^{d)}	189.6±3.5 ^{c)}	38.1±1.0 ^{f,d,e)}
H	98.1±1.5 ^{f)}	16.2±1.1 ^{e,f)}	16.9±0.0 ^{c)}	87.7±3.5 ^{e)}	36.9±3.6 ^{c,d,e,f)}

¹⁾Gallic acid equivalents

²⁾Fresh weight

³⁾Catechin equivalents

⁴⁾Vitamin C equivalents

⁵⁾ABTS radical scavenging assay

⁶⁾DPPH radical scavenging assay

⁷⁾Data are expressed as mean±standard deviation (n=3).

⁸⁾The different superscripts in the same column indicate the significant difference by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

지제로 알려져 있다. 키위는 바이타민 C의 함량이 높은 과일 중 하나이다. 다양한 과일과 채소의 바이타민 C 함량을 조사한 연구에서 오렌지(54.7 mg/100 g)와 레몬(50.4 mg/100 g)보다 키위(59.6 mg/100 g)의 바이타민 C 함량이 더 높게 나타났으며, 채소류에서는 시금치(62.0 mg/100 g)와 비슷한 수준의 함량을 나타냈다(Lee와 Kader, 2000). 키위, 키위장아찌와 담금원으로 사용된 된장과 고추장의 바이타민 C 함량은 Table 2에 나타났다. 골드키위의 바이타민 C 함량은 66.5 mg/100 g으로 가장 높게 나타났고, 그린키위의 바이타민 C 함량은 57.3 mg/100 g으로 나타났다. Nishiyama 등(2004)의 연구에서 그린키위(cv. Hayward)와 골드키위(cv. Hort16A)의 바이타민 C 함량은 각각 55.0, 75.1 mg/100 g으로 본 연구 결과와 비교하여 그린키위는 비슷한 수준으로, 골드키위는 약간 높은 수준으로 나타났다. 담금원으로 사용한 된장과 고추장의 바이타민 C 함량은 검출되지 않았다. 여덟 가지 다양한 키위장아찌는 원과보다 바이타민 C 함량이 유의적으로($p<0.05$) 감소하였으며, 소금물(전처리)과 된장(담금원)을 이용하여 제조한 그린키위장아찌 E의 바이타민 C 함량은 담금원과 마찬가지로 검출되지 않았고, 설탕물(전처리)과 고추장(담금원)을 이용한 그린키위장아찌 H가 16.9 mg/100 g으로 가장 높은 바이타민 C 함량을 나타냈다. 키위장아찌의 바이타민 C 함량 비교 시, 설탕물보다는 소금물로 전처리한 장아찌의 바이타민 C 손실이 컸다는 것을 알 수 있었다. 일반적으로 삼투압에 쓰이는 물질은 소금, 설탕, 알코올이다(Islam과 Flink, 1982). 담금 용액의 삼투압에 의해 키위로부터 수분이 빠져 나오고, 바이타민, 유기산 등의 구성 성분이 침출된다. 설탕의 경우 시료 주변에 설탕 농축층을 형성하고, 이 층은 바이타민 C 침출의 방해 장벽으로 작용하여 바이타민 C 손실의 감소를 줄여주는 효과를 갖는다(Santos와 Silva, 2008). 소금은 삼투압 작용을 가속화하여 수분을 빠르게 제거하며, 이때 수용성 바이타민의 용출로 인한 바이타민 손실이 야기되었을 수 있다. 또한 장류의 염도는 된장이 고추장보다 높은 것으로 보고되었다(Lee 등, 2013). 이러한 이유로 설탕물(전처리)과 고추장(담금

원)으로 제조한 장아찌 H에서 가장 높은 바이타민 C의 함량이 검출된 것이라 생각한다.

산화방지능

키위, 키위장아찌와 담금원의 산화방지능은 Table 2에 나타났다. 담금원인 된장의 산화방지능은 ABTS와 DPPH 라디칼을 이용한 두 가지 방법에서 모두 가장 높게 나타났다. ABTS 라디칼을 이용하여 측정된 산화방지능은 된장이 고추장보다 더 높은 산화방지능을 보였으며, 골드키위가 그린키위보다 더 높은 산화방지능을 보였다. 된장을 담금원으로 이용한 골드키위장아찌 C (221.8 mg VCE/100 g)의 산화방지능은 유의적으로($p<0.05$) 가장 높았으며, 고추장을 담금원으로 이용한 장아찌 B, D, F, H에서 가장 낮은 ABTS 라디칼 제거능을 보였다. ABTS 라디칼을 이용한 산화방지능의 결과는 총페놀 함량과 유사한 경향을 나타냈다. 수확시기를 달리한 키위의 총페놀 함량과 ABTS 라디칼을 이용한 산화방지능을 측정된 연구에서 총페놀 함량이 높을수록 산화방지능이 높아지는 서로 양의 상관관계를 보였으나, 총플라보노이드 함량과 산화방지능은 상관관계가 없었다고 보고되었다(Lee 등, 2015a). 키위장아찌의 ABTS 라디칼 제거능은 플라보노이드나 바이타민 C 함량보다는 플라보노이드 이외의 페놀화합물에서 더 기인했다고 생각한다.

DPPH 라디칼을 이용한 산화방지능은 ABTS 라디칼을 이용한 산화방지능과 마찬가지로 골드키위가 그린키위보다 유의적으로($p<0.05$) 높게 나타났으며, 이러한 경향은 담금원에서도 나타났다. 된장을 담금원으로 한 골드키위장아찌 A에서 가장 높은 산화방지능을 보였다. 페놀화합물에 존재하는 수산기는 전자공여능이 있어 라디칼에 수소원자를 줌으로서, 지방질의 과산화반응 억제와 산화방지능을 나타낸다(Shon 등, 2007). 페놀화합물의 수산기 위치와 개수 등의 구조적 특징은 산화방지능에 큰 영향을 준다(Kim과 Lee, 2004). 콩 발효 제품에는 아이소플라본 이외에도 갈산, 바닐산(vanillic acid), 파라-쿠마르산(*p*-coumaric acid), 카페산

Table 3. Sensory test of golden and green kiwifruits and their jangachies

Sample	Taste	Appearance	Texture	Flavor	Overall quality
Golden kiwifruit	6.1±1.6 ^{1)bc2)}	7.0±1.5 ^a	6.3±1.5 ^a	6.3±1.5 ^{a,b}	6.2±1.5 ^{b,c}
Green kiwifruit	7.1±1.3 ^a	6.7±1.3 ^{a,b}	6.2±1.7 ^a	6.7±1.2 ^a	7.0±1.2 ^a
A	3.1±1.8 ^e	3.5±1.5 ^{d,e}	4.6±1.9 ^d	4.2±1.7 ^d	3.3±1.4 ^f
B	3.6±1.8 ^e	6.0±1.9 ^b	5.0±1.9 ^d	5.7±1.9 ^b	4.2±1.8 ^{d,e}
C	5.3±2.1 ^{c,d}	4.3±1.8 ^d	4.8±1.6 ^{c,d}	4.7±2.2 ^{c,d}	4.9±1.9 ^d
D	6.9±1.6 ^{a,b}	6.3±1.4 ^{a,b}	6.0±1.5 ^{a,b}	5.9±2.2 ^{a,b}	6.9±1.5 ^{a,b}
E	3.3±1.8 ^e	3.5±1.5 ^{d,e}	4.3±1.6 ^d	4.5±1.9 ^d	3.5±1.7 ^{e,f}
F	3.0±1.6 ^e	4.8±1.5 ^c	4.6±1.5 ^{c,d}	4.7±1.7 ^{c,d}	3.6±1.5 ^{e,f}
G	4.7±1.8 ^d	2.8±1.2 ^e	4.5±1.4 ^{c,d}	4.3±2.1 ^d	4.2±1.5 ^{d,e}
H	6.3±1.7 ^{a,b}	4.5±2.0 ^c	5.2±1.6 ^{b,c}	5.5±1.8 ^{b,c}	6.0±1.7 ^c

¹⁾Data are expressed as mean±standard deviation (n=3).

²⁾The different superscripts in the same column indicate the significant difference by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

(caffeic acid) 등 다양한 페놀산이 존재한다(Cho 등, 2011). 페놀산들은 다이드제인, 제니스틴, 제니스테인과 같은 아이소플라본처럼 ABTS 라디칼 제거능을 보여준다(Kim과 Lee, 2004). 된장을 담금원으로 사용한 골드키위장아찌 C와 A에서 각각 가장 높은 ABTS와 DPPH 라디칼 제거능을 보였으며, 이는 높은 총페놀 함량에서 기인한 결과라 생각한다. ABTS 라디칼 제거능의 경우 총페놀 함량을 고려하여 시료간 유의차가 보였지만, DPPH에서는 유의차가 나타나지 않았다. 이는 서로 다른 극성과 구조를 가지는 산화방지제가 ABTS와 DPPH 라디칼에 대해 다르게 반응하기 때문인 것으로 생각된다. Wang 등(1998)은 강한 ABTS 라디칼 제거능을 보인 페놀화합물이 DPPH 라디칼 제거능을 보여주지 못했다고 보고하였다. Nam 등(2018)도 페놀화합물은 구조에 따라 비슷한 ABTS와 DPPH 라디칼 제거능을 보이는 반면, ABTS 라디칼 제거능에 비하여 낮은 DPPH 라디칼 제거능을 보인다고 보고하였다. 이러한 결과는 서로 다른 측정법에 따른 라디칼의 입체선택성(stereoselectivity)과 분석 조건에 따른 화합물의 용해도 등에 기인한다고 생각한다.

관능 특성

키위 및 키위장아찌의 맛, 외관, 텍스처, 향, 전반적 기호도에 대한 관능 특성은 Table 3과 같다. 맛에 대한 항목에서 골드키위(6.1), 그린키위(7.1)에 비해 소금으로 전처리하여 가공한 장아찌는 절반 가량 하락한 기호도인 3점대로 나타났으며, 설탕으로 전처리를 한 장아찌 C(5.3), D(6.9), H(6.3)가 맛에 대한 높은 기호도 점수를 보였다. 이는 전처리 과정이 최종 가공 제품의 맛에 영향을 미쳤다는 것을 의미한다. 또한 된장보다는 고추장을 담금원으로 한 장아찌를 외관적으로 더 선호하는 것으로 나타났다. 텍스처에 대한 항목에서는 품종에 의한 차이는 없었으며, 설탕과 고추장을 이용한 키위에서 높게 평가되었다. 키위는 수분으로 인해 쉽게 물러지는 특성을 지녀 저장성이 낮은 과일로 알려졌지만(Harvey와 Harris, 1986), 골드키위장아찌 D는 대조군과 비슷한 수준의 텍스처를 보였고, 장아찌로 가공했을 시 텍스처를 유지하여 키위의 낮은 저장성의 단점을 극복할 수 있는 가능성을 나타냈다. 향에 대한 기호도는 외관에 대한 기호도 결과와 비슷하게 나타났다. 된장을 사용한 장아찌보다 고추장을 사용한 장아찌의 기호도가 더 높은 수준으로 나타났다. 전반적 기호도는 설탕과 고추장을 이용한 골드키위장아찌 D와 그린키위장아찌 H에서 유의적으로($p<0.05$) 높게 평가되었으며, 그 외 된장과 설탕을 이용

한 골드키위장아찌 C가 4.9점의 선호도를 나타냈다. 맛의 평가에서 설탕으로 전처리한 장아찌가 더 높은 수준으로 나타났고, 고추장을 담금원으로 이용한 장아찌가 외관과 향의 기호도가 높게 나타났다. 키위장아찌 D는 텍스처에서 가장 높은 기호도를 나타냈을 뿐만 아니라 맛, 외관, 향 등의 관능 특성에서도 가장 높은 기호도를 나타냈다. 이러한 결과를 뒷받침하듯이 전반적 기호도 역시 골드키위장아찌 D가 가장 높은 기호도인 6.9로 나타났다. 높은 산화방지능을 보인 골드키위장아찌 A는 소금과 된장의 사용으로 전반적으로 낮은 기호도를 나타냈다. 반면에 골드키위장아찌 C는 담금원으로 된장을 사용하였지만, 설탕으로 전처리하여 맛, 외관 등에서 발생할 수 있는 단점을 보완하였으며, 골드키위장아찌 A와 비교하여 유의적으로 높은 전반적 기호도 평가를 보였다.

요 약

본 연구는 키위 가공 방안의 하나로 소금물 또는 설탕물로 전처리한 후 된장과 고추장을 담금원으로 하여 장아찌를 제조하였다. 기능성 키위장아찌의 활용 가능성을 제시하고자, 키위장아찌의 총페놀, 총플라보노이드, 바이타민 C 함량과 산화방지능을 비교 분석한 후 관능 평가를 실시하였다. 골드키위는 그린키위보다 더 높은 총페놀, 총플라보노이드, 바이타민 C 함량을 보였으며, 장아찌 제조 시 원과보다 높은 총페놀 함량과 산화방지능을 나타냈다. 전처리로 설탕을 이용할 경우 소금과 비교하여 총플라보노이드 함량은 감소하였지만 높은 바이타민 C 함량을 보였다. 또한 담금원으로 된장을 이용 시 고추장과 비교하여 높은 총페놀 함량과 산화방지능을 나타냈다. 관능 특성에서는 설탕과 고추장을 이용한 장아찌에서 높은 기호도 평가를 보였으나, 된장으로 만든 장아찌와 비교하여 낮은 산화방지능을 보였다. 된장 처리 시 발생하는 맛, 향미 등의 낮은 기호도는 설탕을 이용한 전처리 과정으로 보완하였다. 결론적으로 설탕과 된장을 이용한 키위장아찌 제조는 키위의 낮은 저장성과 기호도에서 발생하는 단점을 극복하며 산화방지능을 높일 수 있는 방법이라고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농립수산식품부 농생명산업기술개발사업(과제번호: 114076-3)에 의해 수행된 것입니다.

References

- Brand-Williams W, Cuvelier M, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28: 25-30 (1995)
- Bravo L. Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutr. Rev.* 56: 317-333 (1998)
- Campos MRS, Gómez KR, Ordoñez YM, Ancona DB. Polyphenols, ascorbic acid and carotenoids contents and antioxidant properties of habanero pepper (*Capsicum chinense*) fruit. *Food Nutr. Sci.* 4: 47-54 (2013)
- Cho KM, Lee JH, Yun HD, Ahn BY, Kim H, Seo WT. Changes of phytochemical constituents (isoflavones, flavanols, and phenolic acids) during *cheonggukjang* soybeans fermentation using potential probiotics *Bacillus subtilis* CS90. *J. Food Compos. Anal.* 24: 402-410 (2011)
- Harvey JM, Harris CM. In-storage softening of kiwi fruit: effects of delayed cooling. *Int. J. Refrig.* 9: 352-356 (1986)
- Islam MN, Flink N. Dehydration of potato. *Int. J. Food Sci. Technol.* 17: 387-403 (1982)
- Jia Z, Tang M, Wu J. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem.* 64: 555-559 (1999)
- Jung KA, Song TC, Han D, Kim IH, Kim YE, Lee CH. Cardiovascular protective properties of kiwifruit extracts *in vitro*. *Biol. Pharm. Bull.* 28: 1782-1785 (2005)
- Kang JH, Jo YS, Cheon IK, Lee SJ. Evaluation of shelter effect of porous wind fences for protecting kiwifruit plants. *Korean Soc. Mech. Eng.* 11: 5-8 (2006)
- KFDA. Food code. Seoul, Korea. pp. 78-80 (2011)
- Kim DO, Lee CY. Comprehensive study on vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of various polyphenolics in scavenging a free radical and its structural relationship. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 44: 253-273 (2004)
- Kwak CS, Son D, Chung YS, Kwon YH. Antioxidant activity and anti-inflammatory activity of ethanol extract and fractions of *Doenjang* in LPS-stimulated RAW 264.7 macrophages. *Nutr. Res. Pract.* 9: 569-578 (2015)
- Lee SY, Baik SH, Ahn YJ, Song J, Kim JH, Choi HS. Quality characteristics of commercial Korean types of fermented soybean sauces in China. *Korean J. Food Sci. Technol.* 45: 796-800 (2013)
- Lee I, Im S, Jin CR, Heo HJ, Cho YS, Baik MY, Kim DO. Effect of maturity stage at harvest on antioxidant capacity and total phenolics in kiwifruits (*Actinidia spp.*) grown in Korea. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 56: 841-848 (2015a)
- Lee I, Lee BH, Eom SH, Oh CS, Kang H, Cho YS, Kim DO. Antioxidant capacity and protective effects on neuronal PC-12 cells of domestic bred kiwifruit. *Korean Soc. Hortic. Sci.* 33: 259-267 (2015b)
- Lee SK, Kader AA. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Posthar. Biol. Technol.* 20: 207-220 (2000)
- Lim YJ, Oh CS, Park YD, Kim DO, Kim UJ, Cho YS, Eom SH. Physiological components of kiwifruits with *in vitro* antioxidant and acetylcholinesterase inhibitory activities. *Food Sci. Biotechnol.* 23: 943-949 (2014)
- Marinova D, Ribarova F, Atanassova M. Total phenolics and total flavonoids in Bulgarian fruits and vegetables. *J. Univ. Chem. Tech. Metall.* 40: 255-260 (2005)
- Morimoto K, Furuta E, Hashimoto H, Inouye K. Effects of high concentration of salts on the esterase activity and structure of a kiwifruit peptidase, actinidain. *J. Biochem.* 139: 1065-1071 (2006)
- Nam TG, Kim DO, Eom SH. Effects of light sources on major flavonoids and antioxidant activity in common buckwheat sprouts. *Food Sci. Biotechnol.* 27: 169-176 (2018)
- Nam YR, Won SB, Chung YS, Kwak CS, YH Kwon. Inhibitory effects of *Doenjang*, Korean traditional fermented soybean paste, on oxidative stress and inflammation in adipose tissue of mice fed a high-fat diet. *Nutr. Res. Pract.* 9: 235-241 (2015)
- Nishiyama I, Yamashita Y, Yamanaka M, Shimohashi A, Fukuda T, Oota T. Varietal difference in vitamin C content in the fruit of kiwifruit and other *Actinidia* species. *J. Agric. Food Chem.* 52: 5472-5475 (2004)
- Park JW, Lee YJ, Yoon S. Total flavonoids and phenolics in fermented soy products and their effects on antioxidant activities determined by different assays. *J. Korean Soc. Food Cult.* 22: 353-358 (2007)
- Park YS, Namiesnik J, Vearasilp K, Leontowicz H, Leontowicz M, Barasch D, Nemirovski A, Trakhtenberg S, Gorinstein S. Bioactive compounds and the antioxidant capacity in new kiwi fruit cultivars. *Food Chem.* 165: 354-361 (2014)
- Pratt DE, Birac PM. Source of antioxidant activity soybeans and soy products. *J. Food Sci.* 44: 1720-1722 (1979)
- RDA. FTA corresponding measures by item competitiveness (kiwi fruits). Jeonju, Korea. 16: 1-60 (2012)
- Santos PHS, Silva MA. Retention of vitamin C in drying processes of fruits and vegetables-A review. *Dry. Technol.* 26: 1421-1437 (2008)
- Sereno AM, Moreira R, Martinez E. Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple in single and combined aqueous solutions of sugar and salt. *J. Food Eng.* 47: 43-49 (2001)
- Sheo HJ. The antibacterial action of garlic, onion, ginger and red pepper juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 28: 94-99 (1999)
- Shon MY, Lee J, Choi JH, Choi SY, Nam SH, Seo KI, Lee SW, Sung NJ, Park SK. Antioxidant and free radical scavenging activity of methanol extract of *chungkukjang*. *J. Food Compos. Anal.* 20: 113-118 (2007)
- Shukla S, Park J, Kim DH, Hong SY, Lee JS, Kim M. Total phenolic content, antioxidant, tyrosinase and α -glucosidase inhibitory activities of water soluble extracts of noble starter culture *Doenjang*, a Korean fermented soybean sauce variety. *Food Control* 59: 854-861 (2016)
- Sim KH, Sil HY. Antioxidant activities of red pepper (*Capsicum annum*) pericarp and seed extracts. *Int. J. Food Sci. Technol.* 43: 1813-1823 (2008)
- Singleton VL, Rossi JA, Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 16: 144-158 (1965)
- Wang M, Li J, Rangarajan M, Shao Y, LaVoie EJ, Huang T-C, Ho C-T. Antioxidative phenolic compounds from Sage (*Salvia officinalis*). *J. Agric. Food Chem.* 46: 4869-4873 (1998)
- Ward C, Courtney D. Kiwifruit: taking its place in the global fruit bowl. pp 1-14. In: *Advances in Food and Nutrition Research*. Boland M and Moughan PJ (eds.). Elsevier, Amsterdam, Netherlands (2013)
- Xiao Y, Fan J, Chen Y, Rui X, Zhang Q, Dong M. Enhanced total phenolic and isoflavone aglycone content, antioxidant activity and DNA damage protection of soybeans processed by solid state fermentation with *Rhizopus oligosporus* RT-3. *R. Soc. Chem.* 6: 29741-29756 (2016)