



Original research article

국산 아카시아꿀과 수벌번데기를 이용한 고추장의 이화학적 및 관능적 특성 분석

김효영, 우순옥, 김세건, 최홍민, 김선미, 김소영¹, 여수환¹, 문효정, 한상미*

농촌진흥청 국립농업과학원 농업생물부, ¹농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Physicochemical and Sensory Properties of Gochujang Made Using Korean Acacia Honey and Drone Pupae

Hyo Young Kim, Soon Ok Woo, Se-Gun Kim, Hong Min Choi, Seonmi Kim, So Young Kim¹, Soo-Hwan Yeo¹, Hyo-Jung Moon and Sang Mi Han*

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

¹Department of Agrofood Resource, National Institute of Agricultural Science, Rural Development Administration, Wanju 55365, Republic of Korea

Abstract

The present study investigated the physicochemical and electronic tongue characteristics of Gochujang prepared with beekeeping product. Five Gochujang samples were prepared with different ration of domestic acacia honey (AH) and freeze-dried drone pupae powder (DP) (AH 0%, DP 0%; AHDP-1, AH 10%, DP 0%; AHDP-2, AH 10%, DP 1%; AHDP-3, AH 10%, DP 2%; AHDP-4, AH 10%, DP 4%; AHDP-5 to the total materials). The pH of samples were 4.19~4.32, which decreased with increasing aging period. The 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical-scavenging activities of the AHDP3-5 groups were 39.42%~67.58%, which were approximately 1.5~2.6 times higher than that of the AHDP-2 (25.51%). The 2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical cation scavenging activities of the AHDP-5 (31.32%) was the highest, followed by AHDP-4 (24.66%), AHDP-3 (15.99%), AHDP-2 (13.99%) and AHDP-1 (9.66%). In electronic tongue analysis, umami (NMS) was high in the AHDP-5 (6.6), saltiness (CTS) and sourness (AHS) were high in the AHDP-1 (7.4 and 6.9 respectively). These results suggest that the antioxidant activity and sensory properties of Gochujang made with beekeeping products are superior to those of AHDP-1, and thus its will contribute to the development of the beekeeping industry.

Keywords

Acacia honey, Freeze-dried drone pupae powder, Gochujang, Physicochemical characteristics, Electronic tongue

서론

고추장은 된장, 간장과 더불어 우리나라 전통 장류 발효식품으로 세계에서 그 유래를 찾아보기 힘든 복합 발효 조미료이다(Hwang *et al.*, 2011). 고추장은 고추가루, 메주

가루, 전분, 소금 등을 주원료로 하여 발효시킨 것으로 향미와 맛은 숙성 중 미생물 대사에 의해 형성되는 물질과 고춧가루의 매운맛, 메주콩 아미노산의 구수한 맛, 전분이 가수분해되어 생성된 단맛, 소금의 짠맛 등이 조화를 이루어 나타난다(Jin *et al.*, 2007). 고추장의 제조는 원료의

배합 비율이나 지역에 따라 다양한 방법들이 보고되고 있다. 현재 우리나라 식문화는 1인 주거 형태와 맞벌이 가정 증가 등 다양한 사회적 변화를 통해 상품화된 고추장의 수요가 증가하고 있다(Kim and Yoo, 2021). 또한 한식 세계화와 맞물려 전통 고추장에 국한되지 않고 새로운 소재를 활용하여 고추장의 기능성을 향상시키고 부가가치를 높이고 있는 추세이다(Koh *et al.*, 2013). 이에 선행연구로는 더덕 분말(Kim *et al.*, 2012a), 복숭아 페이스트(Jung and Jeong, 2018), 양파껍질(Kim and Yoo, 2021) 등을 이용한 고추장 연구 개발이 있다.

양봉산물은 꿀벌을 사육·관리하여 얻어지는 벌꿀과 로열젤리·화분·봉독·프로폴리스·밀랍 및 수벌의 번데기를 말한다(양봉산업법, 2020). 벌꿀에는 과당과 포도당이 풍부하고 각종 유기산과 플라보노이드 등이 함유되어 있으며(Chang *et al.*, 1988), 항산화, 항균 그리고 간보호 효과 등이 보고된 바 있다(Deng *et al.*, 2018; Zhao *et al.*, 2018; Shen *et al.*, 2019). 수벌번데기는 3대 영양소와 아미노산, 그리고 무기물 등을 함유하고 있으며(Kim *et al.*, 2018), 항산화 및 혈당강화, 탈모개선 효능 등이 보고되었다(Kim *et al.*, 2020a; Kim *et al.*, 2020b).

더불어, 국산 양봉산물의 우수성과 차별성을 위해 국산 양봉산물을 활용한 제품개발 연구도 진행되어야 한다. 특히, 영양학적 및 기능적으로 가치가 높은 벌꿀과 수벌번데기를 이용한 새로운 식품소재로의 개발이 필요한 시점이다.

현재 시중에는 벌꿀을 이용한 고추장 등 다양한 고추장 판매로 소비자의 선택 폭이 넓어졌다. 이에 국산 아카시아꿀과 수벌번데기를 이용한 고추장 연구는 고추장의 기능성과 맛 성분을 과학적으로 분석하여 소비자에게 객관적인 정보를 제공할 수 있어 학문적 의의가 높다고 판단된다.

따라서, 본 연구는 기존 고추장 담금에 많이 사용되는 물엿을 대신하여 국산 아카시아꿀과 새로운 식품원료인 수벌번데기를 첨가해 고추장을 제조하고 이화학적 품질 특성과 맛 성분을 비교하여 국산 양봉산물의 고추장 활용 가능성을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 재료

서양종꿀벌 (*Apis mellifera* L.)을 사육하는 전라북도

완주 양봉농가에서 생산한 17~23일령의 수벌번데기를 채취하여 시료로 사용하였다. 보관 및 운반 공정 모두 -20°C 냉동상태를 유지하였고, 수벌번데기 분말은 Kim *et al.* (2019)에 따라 제조하였다. 고추장 제조에 사용한 찹쌀가루(Jeonwon Food Co., Gimpo, Korea)와 고춧가루, 엿기름가루, 메주가루(Nabigo nonhyup, Hampyeong, Korea), 천일염(Taepyung salt, Shinan, Korea), 물엿(Namyong Co Ltd, Incheon, Korea), 아카시아꿀(Yangbongnh, Anseong, Korea), 매실청(Redmaesil, Gwangyang, Korea) 그리고 주정(16~20%)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

2. 고추장 제조

고추장 제조는 먼저, 엿기름가루 120 g에 물 800 mL를 첨가하여 12시간 이상 침지하였다. 1차 침지물을 표준망체 $600\ \mu\text{m}$ (ChungGyeSangGongSa, Seoul, Korea)에 여과한 후 잔여 엿기름가루를 다시 물 200~300 mL를 첨가하여 2차로 여과하였다. 찹쌀가루 150 g을 1, 2차 합친 엿기름물에 넣고 1시간 동안 침지한 후 열을 가하여 충분한 호화가 일어나도록 하였다. 증자된 찹쌀을 실온($25\pm 3^{\circ}\text{C}$)에서 냉각시킨 후, 천일염 130 g과 메주가루 120 g, 고춧가루 300 g, 매실청 300 mL, 주정 30 mL에 아카시아꿀(0, 10%)과 수벌번데기 분말(0, 1, 2, 4%) 첨가 비율은 고추장 총량 대비 달리하여 첨가한 후 제조하였다(Table 1). 제조한 고추장은 프로폴리스망을 덮개로 사용하여 자연발효시켰고, 실온($25\pm 3^{\circ}\text{C}$)에서 4주간 숙성하였다(Fig. 1).

3. pH 측정

pH는 고추장 10 g에 증류수 90 mL를 가하여 균질화한 후 2,000 rpm에서 10분간 원심분리(Hanil Science Co Ltd, Daejeon, Korea)하여 얻은 상등액을 시험액으로 하였고, pH meter (Seven compact, Mettler toledo, Greifensee, Switzerland)를 이용해 측정하였다.

4. DPPH 라디칼 소거능

2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical 소거활성 측정법은 Brand-Williams *et al.* (1995) 방법을 변형하여 평가하였다. DPPH (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 시약을 에탄올에 녹여 2 mM DPPH 용액으로 만든 후 517

Table 1. The mixing ratio for Gochujang with addition of beekeeping products

(unit: g)

Raw material	Samples				
	AHDP-1 ¹⁾	AHDP-2 ²⁾	AHDP-3 ³⁾	AHDP-4 ⁴⁾	AHDP-5 ⁵⁾
Water	800	800	800	800	800
Malt powder	120	120	120	120	120
Water	300	300	275	250	200
Glutinous rice powder	150	150	150	150	150
Starch syrup	250	—	—	—	—
Korean acacia honey	—	250	250	250	250
Salt	130	130	130	130	130
Meju powder	120	120	120	120	120
Red pepper	300	300	300	300	300
Drone pupae powder	—	—	25	50	100
Maesil cheong	300	300	300	300	300
Ethyl alcohol	30	30	30	30	30
Total	2500	2500	2500	2500	2500

¹⁾AHDP-1: 0% Korean acacia honey, 0% freeze-dried drone pupae powder.
²⁾AHDP-2: 10% Korean acacia honey, 0% freeze-dried drone pupae powder.
³⁾AHDP-3: 10% Korean acacia honey, 1% freeze-dried drone pupae powder.
⁴⁾AHDP-4: 10% Korean acacia honey, 2% freeze-dried drone pupae powder.
⁵⁾AHDP-5: 10% Korean acacia honey, 4% freeze-dried drone pupae powder.

nm에서 흡광도가 1.0 ± 0.02 가 되도록 에탄올로 희석하였다. 시료는 고추장 10 g에 70% 에탄올 100 mL를 첨가하여 초음파세척기(Branson Ultrasonics, 8510, CT, USA)로 추출한 다음 여과지로 불순물을 제거하였다. 96 well plate에 시료 40 μ L와 희석된 2 mM DPPH 용액 160 μ L를 혼합하여 6분간 상온에서 반응시킨 후 microplate reader (BioSurplus, Spectramax M2, CA, USA)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다.

5. ABTS⁺ 라디칼 소거능

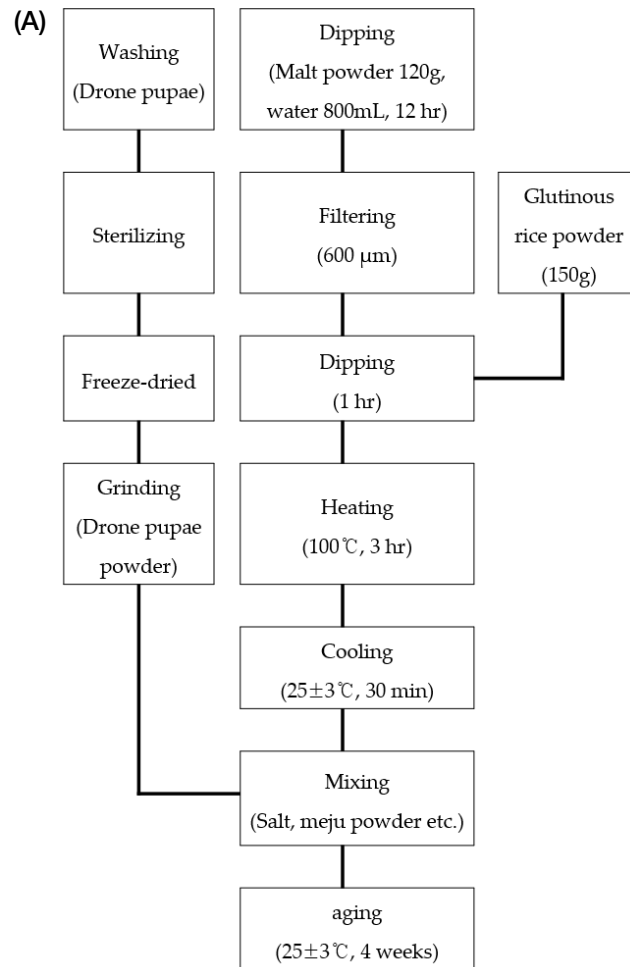
2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) radical 소거활성을 이용한 항산화력 측정은 *Re et al.* (1999) 방법을 변형하여 측정하였다. 7 mM ABTS (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)와 140 mM potassium persulfate를 혼합하여 암실에서 16시간 이상 방치하여 ABTS⁺ radical을 형성하였고 실험 직전에 ABTS⁺ 용액을 734 nm에서 흡광도가 0.7 ± 0.02 가 되도록 에탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS⁺ 용액 190 μ L에 시료 10 μ L를 가하여 암소에서 6분간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. 전자혀를 이용한 맛 성분 분석

고추장의 맛 성분 분석은 전자혀 시스템 (Astree V, Alpha MOS, France)을 이용하여 측정하였다. 먼저, 시료의 전처리에는 각각의 시료 10 g에 HPLC water 90 mL를 혼합하고 시린지 필터(syringe filter, 0.45 μ m)로 여과하였다. 1차 여과액에 HPLC water를 첨가하여 최종농도 1 ppm으로 하였다. 그런 다음, 오토샘플러(autosampler)에 1 ppm 시료를 100 mL씩 넣고 4회 반복하여 측정 후, 1회 분석값은 제외하였다. 각각의 시료 분석 후 센서 세척(cleaning) 과정으로 오염을 방지하였다. 7개의 센서 중 신맛(AHS), 감칠맛(NMS), 짠맛(CTS) 센서를 사용하였고 0 내지 10의 범위에서 그 값을 나타내었다.

7. 통계처리

실험결과는 SPSS 프로그램 (Version 25.0, Chicago, IL, USA)을 이용하여 실험군당 평균값 \pm 표준편차로 나타내었다. 각 군의 통계적 유의성 검정은 one-way analysis of variance (ANOVA)로 분석한 뒤, 실험군 간의 사후 검증은 신뢰구간 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan의 다중 검정법을 이용하였다.



(B)

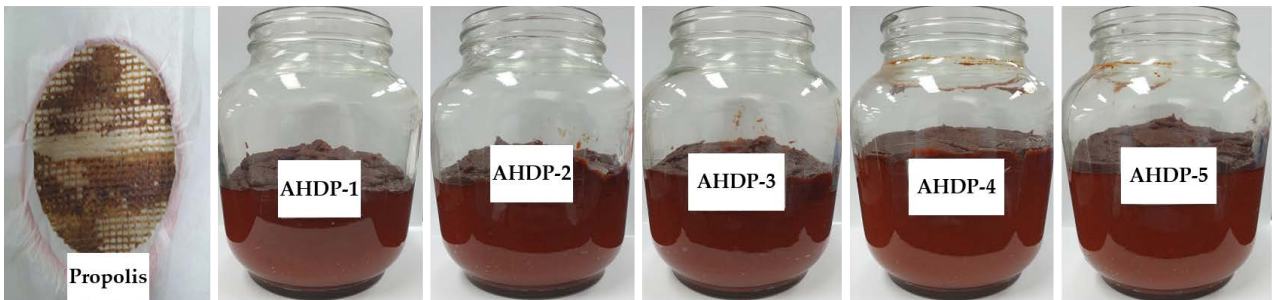


Fig. 1. Process for the preparation of Gochujang (A) and photographs of Gochujang made with beekeeping products (B).

결과 및 고찰

고추장의 pH는 숙성, 온도 등의 저장 환경과 관련이 있고 숙성기간에는 미생물 발효에 영향을 받는다고 알려져 있다(Jung and Song, 2001). 고추장 숙성기간에 따른 pH 측정 결과는 Table 2와 같다. 고추장 제조 직후에는 4.29~4.32이었고 숙성 4주차에는 4.19~4.24로 pH가 유의

적으로 감소하였다. Kim *et al.* (2012b)에 따르면 일반적으로 고추장의 pH는 숙성 동안 미생물에 의한 유기산 생성으로 감소한다고 보고하였다. 본 연구에서 제조한 고추장은 숙성기간 동안 미생물 대사 작용으로 pH가 감소하였고, 이는 일반적인 숙성 고추장의 경향과 유사한 것으로 나타났다.

DPPH 라디칼 소거능은 측정 방법이 비교적 간단하여

Table 2. Changes in pH of Gochujang made with beekeeping product during aging

Samples	Storages time (weeks)				F-value
	0	1	2	4	
AHDP-1	4.31 ± 0.02 ^{a1)2)}	4.28 ± 0.00 ^b	4.27 ± 0.01 ^b	4.24 ± 0.01 ^c	13.101*
AHDP-2	4.30 ± 0.01 ^a	4.28 ± 0.01 ^{a,b}	4.25 ± 0.02 ^{b,c}	4.24 ± 0.02 ^c	7.889*
AHDP-3	4.29 ± 0.00 ^a	4.26 ± 0.02 ^b	4.25 ± 0.00 ^b	4.22 ± 0.01 ^c	18.593*
AHDP-4	4.31 ± 0.02 ^a	4.27 ± 0.03 ^a	4.23 ± 0.01 ^b	4.20 ± 0.02 ^b	15.582*
AHDP-5	4.32 ± 0.01 ^a	4.31 ± 0.01 ^a	4.22 ± 0.02 ^b	4.19 ± 0.01 ^b	66.000**
F-value	1.243 ^{NS}	2.240 ^{NS}	4.486 ^{NS}	7.091 ^{NS}	

¹⁾Values are mean ± SD of triplicate determinations.
^{2)a-d}Duncan multiple range test in fermentation (rows).
^{NS}Not significant, * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

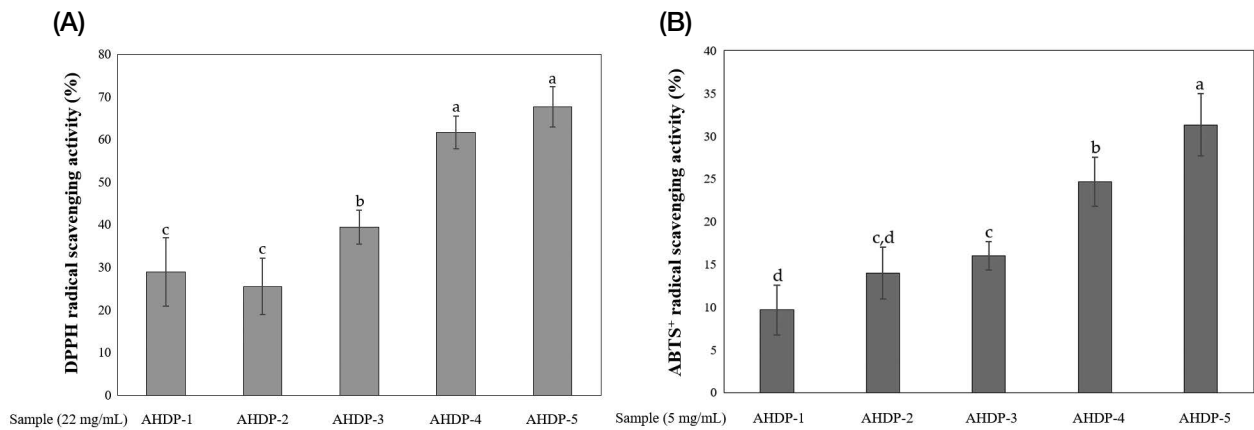


Fig. 2. DPPH radical scavenging activity (A) and ABTS⁺ radical scavenging activity (B) of Gochujang added with beekeeping products. All values are means ± SD (n = 3). Means with different letters above the bars are significantly different at duncan multiple range test ($p < 0.05$).

항산화 활성을 탐색할 때 널리 사용되는 방법으로 알려져 있다(Shi *et al.*, 2009). DPPH는 짙은 보라색을 나타내는 라디칼로 510~530 nm 파장대에서 최대의 흡광도를 보이고, 항산화 물질의 전자공여능에 의하여 노란색으로 변하는 원리를 이용하여 항산화능을 평가한다(Wisanu *et al.*, 2009). 숙성 4주차 시료에 대한 DPPH 라디칼 소거능 결과 Fig. 2A와 같이 AHDP-1군이 28.89%로 나타났고, AHDP-3, 4, 5군은 39.42~67.58%로 AHDP-1군보다 유의적으로 1.5~2.6배 높은 활성을 보였다($p < 0.05$). 한편, 수벌번데기 에탄올 추출물 및 분획물의 항산화 분석 결과 DPPH 라디칼 소거능은 에틸아세테이트 분획에서 우수하였고, ABTS 라디칼 소거능은 부탄올 분획에서 높다고 보고하였다(Kim *et al.*, 2020a). 이는 각 분획물 중에 함유되어 있는 유효성분의 차이라고 판단된다. ABTS 라

디칼 소거능은 DPPH 라디칼 소거능과 더불어 실험 방법이 간단하여 항산화능 측정에 널리 사용되는 방법 중 하나이다(Ronald *et al.*, 2005). ABTS는 potassium persulfate와 반응하여 녹색의 ABTS⁺ 라디칼을 형성하고, 생성된 ABTS⁺ 라디칼은 항산화력을 가진 물질로부터 전자를 받아 무색의 물질로 환원되는 특징을 가진다. 숙성 4주차 시료에 대한 ABTS 라디칼 소거능 결과는 Fig. 2B와 같다. AHDP-1군은 9.66%, AHDP-2군은 13.99%, AHDP-3, 4, 5군은 각각 15.99%, 24.66%, 31.31%로 농도의존적으로 활성이 증가하였다($p < 0.05$). 이러한 결과 차이는 ABTS 라디칼 소거능은 수용상과 유기상 모두에 적용이 가능하기 때문에 DPPH 라디칼 소거능보다 시료의 항산화능을 나타내는데 더 민감하게 반응하는 것으로 판단된다. 또한, Dawidowicz and Olszowy (2013)에 따르면 두 기질과 반

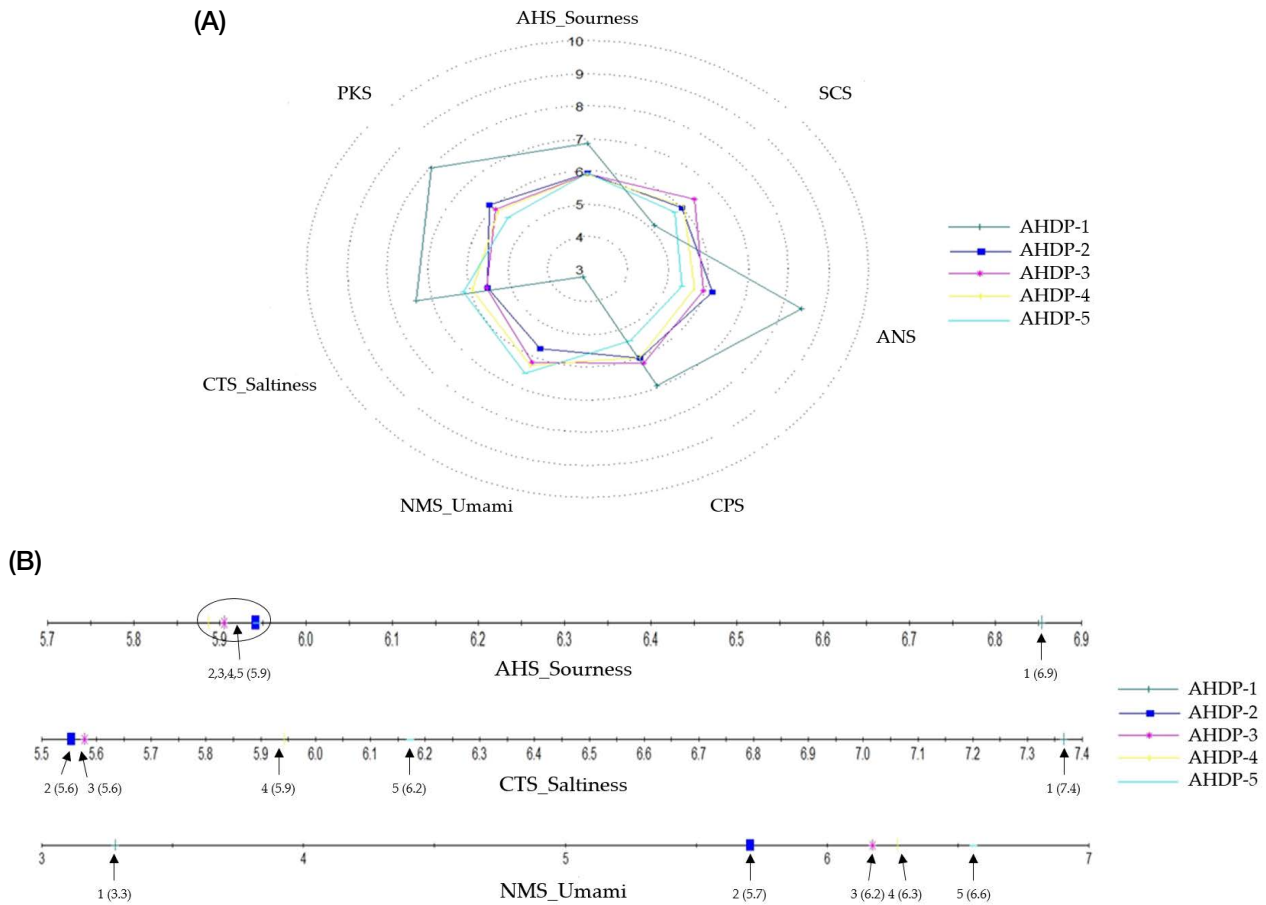


Fig. 3. Taste profile patterns of Gochujang. A: changes in organoleptic characteristics of Gochujang by electronic tongue, B: changes of intensity scale in organoleptic characteristics of Gochujang by electronic tongue.

응물과의 결합 정도에 따라서 라디칼 제거에 대한 활성 능력에 차이를 가진다고 보고하였다.

전자혀 분석은 인간의 혀의 기능을 대신하여 맛과 성분을 분석하고 수치화하는 기기로서 전자혀 분석의 가장 큰 장점은 수많은 시료를 분석하는 경우 객관성과 재현성을 가지는 데이터를 신속하게 얻을 수 있다는 것이다(Kim *et al.*, 2016).

숙성 4주차 시료가 나타내는 맛 성분에 관한 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 신맛에 관여하는 AHS 센서의 경우 AHDP-1군에서 가장 높은 6.9를 나타내었고 나머지 시료는 5.9를 보였다. 짠맛에 관여하는 CTS 센서는 AHDP-1군에서 가장 높은 7.4를 나타내었고, AHDP-2, 3군에서 가장 낮은 5.6을 나타내었다. 감칠맛으로 대표되는 NMS 센서는 AHDP-5, 4, 3 및 2군에서 각각 6.6, 6.3, 6.2 및 5.7을 나타내었고, AHDP-1군에서 가장 낮은 3.3을 나타내었다. 척도가 2 이상 차이되면 사람이 구분할 수 있을 정도의

유의적인 차이라고 볼 수 있다는 제조사의 기준에 따라 (Park *et al.*, 2021) 감칠맛의 경우 AHDP-1군과 나머지 시료의 척도 값이 2.4~3.3 정도 차이가 나 소비자가 섭취하였을 때 그 강도가 확실하게 나타날 수 있을 정도의 맛 차이를 보인다고 할 수 있다.

적 요

본 연구는 우리나라 전통 고추장의 맛과 이화학적 품질 향상의 일환으로 국산 아카시아꿀과 동결건조 수벌 번데기 분말을 활용해 고추장을 제조한 다음 품질특성을 비교 분석하였다. 제조된 고추장의 숙성 기간별 pH 측정 결과 제조 직후에는 4.29~4.32이었고 숙성 4주차에는 4.19~4.24로 유의적으로 감소하였다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 대조군(AHDP-1군)과 비교하여 동결건

조 수벌번데기 분말 첨가군(AHDP-3, 4, 5군)에서 유의적인 차이를 보였고 AHDP-5군에서 가장 높은 소거 활성을 나타내었다. 전자혀 분석을 통해 시료의 맛 성분에 대한 상대적인 센서 강도를 확인하였다. 신맛(AHS)과 짠맛(CTS)의 경우 AHDP-1군에서 각각 6.9, 7.4로 가장 높은 수치를 나타내었다. 감칠맛(NMS)은 AHDP-5군에서 가장 높은 6.6을 확인하였고, AHDP-1군에서 가장 낮은 3.3을 나타내어 뚜렷한 차이가 있음을 확인하였다. 본 연구 결과를 종합해 볼 때 국산 아카시아꿀과 동결건조 수벌번데기 분말의 비율을 달리하여 제조한 고추장이 일반 고추장보다 이화학적 특성과 맛 성분이 뛰어난 것을 보였기에 향후 품질이 우수한 고추장을 개발하는 데 있어 국산 양봉산물이 응용될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 어젠다연구사업(과제번호: PJ01512901)에 의하여 수행된 것으로 이에 감사드립니다.

인용 문헌

- 양봉산업법. 2020. 양봉산업의 육성 및 지원에 관한 법률. 제2조(정의).
- Brand-Williams, W., M. E. Cuvelier and C. Berset. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28: 25-30.
- Chang, H. G., M. K. Han and J. G. Kim. 1988. The chemical composition of Korean honey. *Korean J. Food Sci. Technol.* 20: 631-636.
- Dawidowicz, A. L. and M. Olszowy. 2013. The importance of solvent type in estimating antioxidant properties of phenolic compounds by ABTS assay. *Eur. Food Res. Technol.* 236: 1099-1105.
- Deng, J., R. Liu, Q. Lu, P. Hao, A. Xu, J. Zhang and J. Tan. 2018. Biochemical properties, antibacterial and cellular antioxidant activities of buckwheat honey in comparison to manuka honey. *Food Chem.* 252: 243-249.
- Hwang, S. J., J. E. Kim and J. B. Eun. 2011. Physical characteristics and changes in functional components of gochujang with different amounts of sweet persimmon powder. *J. Food Sci. Nutr.* 40(12): 1668-1674.
- Jin, H. S., J. B. Kim and K. J. Lee. 2007. Major microbial composition and its correlation to the taste of Sun-chang traditional Kochujang. *Korean J. Food Nutr.* 20: 363-368.
- Jung, D. Y. and M. R. Song. 2001. Studies on the physico-chemical characteristics of sunchang traditional kochujang. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35(4): 60-67.
- Jung, K. M. and Y. J. Jeong. 2018. Analysis of the quality characteristics of Kochujang prepared using pastes from different peach varieties. *Korean J. Food Preserv.* 25(1): 19-26.
- Kim, O. S., J. M. Sung and H. S. Ryu. 2012a. Antioxidative activity and quality characteristics of Kochujang amended with different ratios of Deodeok (*Condonopsis lanceolata*) root powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 22: 667-676.
- Kim, H. Y., M. L. Park, D. S. Kim and S. K. Choi. 2012b. Quality characteristics of modified kochujang made with tofu powder instead of meju powder. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 18(5): 293-304.
- Kim, J. S., H. Y. Jung, E. Y. Park and B. S. Noh. 2016. Flavor analysis of commercial Korean distilled spirits using an electronic nose and electronic tongue. *Korean J. Food Sci. Technol.* 48: 117-121.
- Kim, S. G., S. O. Woo, K. W. Bang, H. R. Jang and S. M. Han. 2018. Chemical composition of drone pupa of *Apis mellifera* and its nutritional evaluation. *J. Apic.* 33(1): 17-23.
- Kim, H. Y., S. O. Woo, S. G. Kim, K. W. Bang, H. M. Choi, H. J. Moon and S. M. Han. 2019. Analysis of oxidative stability in drone pupae (*Apis mellifera* L.). *J. Apic.* 34(1): 63-66.
- Kim, H. Y., S. O. Woo, S. G. Kim, H. M. Choi, H. J. Moon and S. M. Han. 2020a. Antioxidant and antihyperglycemic effects of honeybee drone pupae (*Apis mellifera* L.) extracts. *J. Apic.* 35(1): 33-39.
- Kim, J. E., D. I. Kim, H. Y. Koo, H. J. Kim, S. Y. Kim, Y. B. Lee, J. H. Moon and Y. S. Choi. 2020b. Evaluation of honeybee (*Apis mellifera* L.) drone pupa extracts on the improvement of hair loss. *J. Apic.* 35(3): 179-188.
- Kim, J. Y. and S. S. Yoo. 2021. Physicochemical quality characteristics of short-term fermented gochujang using onion peel water-extract. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 27(1): 42-52.
- Koh, J. Y., K. B. Kim and S. K. Choi. 2013. Quality characteristics of gochujang containing various amounts of persimmon syrup. *Culi. Sci. & Hos. Res.* 19(1): 139-150.
- Park, H. J., S. H. Jeon, S. Y. Kim, S. H. Yeo and H. M. Gwon. 2021. Improvement in the manufacturing process and quality of jujube vinegar in the ancient literature Sangyorok. *Korean J. Food Preserv.* 28(1): 107-116.
- Re, R., N. Pellegrini, A. Progettente, A. Pannala, M. Yang and C. Rice-Evans. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free. Radic. Biol. Med.* 26: 1231-1237.
- Ronald, L. P., W. Xianli and S. Karen. 2005. Standardized

- method for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J. Agric. Food. Chem.* 53: 4290-4302.
- Shi, J., J. Gong, J. Liu, X. Wu and Y. Zhang. 2009. Antioxidant capacity of extract from edible flowers of *Prunus mume* in China and its active components. *LWT-Food. Sci. Technol.* 42: 477-482.
- Shen, S., J. Wang, X. Chen, T. Liu, Q. Zhuo and S. Q. Zhang. 2019. Evaluation of cellular antioxidant components of honeys using UPLC-MS/MS and HPLC-FLD based on the quantitative composition-activity relationship. *Food Chem.* 293: 169-177.
- Wisanu, T., L. Boonsom and L. Saisunee. 2009. Flow injection analysis of total curcuminoids in turmeric and antioxidant capacity using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl assay. *Food Chem.* 112: 494-499.
- Zhao, H., N. Cheng, L. He, G. Peng, Q. Liu, T. Ma and W. Cao. 2018. Hepatoprotective effects of the honey of *Apis cerana* Fabricius on bromobenzene-induced liver damage in mice. *J. Food Sci.* 83: 509-516.