



Research Article

Qualitative evaluation of commercial *kimchi* seasoning products

시판 김치 양념 제품의 품질 특성 평가

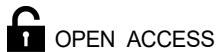
Young-Bae Chung[†], Ye-Sol Kim[†], Seo-Yeong Chon, Yun-Jeong Choi, Sung Gi Min, Hye-Young Seo*
 정영배[†] · 김예솔[†] · 전서영 · 최윤정 · 민승기 · 서혜영*

Kimchi Industry Promotion Division, World Institute of Kimchi, Gwangju 61755, Korea

세계김치연구소 김치산업진흥본부

Abstract This study aimed to evaluate the physicochemical and microbiological quality of kimchi seasoning products purchased from an online shopping mall, using cluster analysis to inform consumers about the quality of commercial kimchi seasoning and enable them to make informed purchasing decisions. The clusters were classified into four groups: CKS02 to 03 (group I), CKS04 to 05 (group II), CKS07 to 09 (group III), and others (CKS01, CKS06, and CKS10) (group IV). Principal component analysis (PCA) validated the cluster characteristics and a strong correlation between the moisture content in group I, salinity in group II, capsaicinoids content in group III, and pH in group IV. Highly significant correlations were observed between the L (lightness) and b (yellowness) values, solid and moisture content, and viscosity and solid content of kimchi seasoning. The findings of this study provide information on the baseline quality of commercially available seasoning products, and it is expected that items with a high correlation among the seasoning qualities can be used as management indicators to ensure consistency.

Keywords *kimchi*, seasoning, quality, correlation, principal component analysis



Citation: Chung YB, Kim YS, Chon SY, Choi YJ, Min SG, Seo HY. Qualitative evaluation of commercial *kimchi* seasoning products. Korean J Food Preserv, 29(6), 895-906 (2022)

Received: July 28, 2022
Revised: October 09, 2022
Accepted: October 09, 2022

[†]These authors contributed equally to this study.

***Corresponding author**
 Hye-Young Seo
 Tel: +82-62-610-1731
 E-mail: hyseo@wikim.re.kr

Copyright © 2022 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

김치는 배추, 무 등의 채소를 소금에 절인 뒤 고춧가루, 마늘, 생강, 파, 부추, 무, 젓갈 등의 부재료를 혼합한 양념을 첨가하여 제조하는 우리나라의 전통발효 식품으로, 한국인의 식생활에서 중심적인 위치를 차지하고 있다. 또한, 비타민, 무기질, 식이섬유 등 다양한 생리활성물질을 함유하며, 발효과정에서 풍부한 맛이 생성되고 젖산균 및 유기산에 의한 변비 예방 효과가 있어 영양공급 및 건강 유지에 중요한 식품이다(Bang, 2008; Yoon과 Hwang, 2005). 건강기능적 측면에서도 김치는 혈중 콜레스테롤 저하(Choi 등, 2002), 장내 병원균의 생육 저해(Kang 등, 2002), 항산화(Cheigh와 Hwang, 2000; Park 등, 2011) 및 항돌연변이·항암(Lee와 Jeong, 1999; Park 등, 1998) 등 생리 활성 효능이 과학적으로 입증되면서 세계적인 건강식품으로의 관심이 높아지고 있다.

김치 시장은 국민 생활수준의 향상, 외식기회의 확대, 핵가족화와 싱글족의 증가 등 생활이

간편화되고 대중화되면서 점차 성장하고 있는 추세이다(Yi 등, 2009). 또한 경제 발전과 함께 소비자들이 편의성 증가와 기호 위주의 식생활을 지향하면서 김치를 가정에서 직접 담가 먹는 비율이 점차 감소하고 있으며, 시판 김치의 수요가 크게 증가하고 있다(Ku 등, 2013; Yoon과 Hwang, 2005). 최근에는, 식품이나 음식도 유통채널의 변화에 따라 인터넷을 통한 판매가 급증하고 있으며, 편의성이 좋은 HMR의 관심이 증대되고 있어(Yang과 Cho, 2015) 김치를 집에서 직접 담가 먹는 가정을 위해 위생적이고 편리하게 김치를 담글 수 있도록 절임 배추와 완성된 양념을 구분하여 구성한 “김치 DIY(do it yourself) 세트”도 상용화되어 시판되고 있다(Kang 등, 2015).

식생활 방식이 간편화되고 유통채널이 변화함에 따라 김치 제조 및 소비 방식은 다변화되고 있으며, 이에 따라 김치의 주재료인 절임 배추와 양념 등에 대한 연구 또한 지속적으로 이루어지고 있다. 절임 배추와 관련된 연구는 전해 산화수 처리, 오존수 처리, 저온 저염 기술, 염수 농도와 침지 시간에 따른 특성 변화, 소금 종류에 따른 품질특성 비교 등 품질 개선과 저장성 연장을 목적으로 다양하게 수행되어 왔다(Choi 등, 2015; Han, 1994; Ku 등, 2013; Lee, 2008; Lee 등, 2009; Park, 2004; Park 등, 2013; Shim 등, 2003). 김치 양념에 관련된 연구는 반건조 고추와 마늘 페이스트 첨가량을 달리한 김치 양념의 최적화, 솔잎, 송화, 녹차 및 고추냉이 분말이 김치 양념 저장성에 미치는 영향, 에탄올 첨가가 김치 양념의 품질에 미치는 영향, 흑마늘을 첨가하여 조제한 김치 양념의 품질특성, starter 및 멸치 액젓 첨가가 김치 양념 및 겉절이 김치의 품질에 미치는 영향, 부재료가 김치의 품질 특성에 미치는 영향, 부재료가 배추김치 숙성에 미치는 영향 등으로 다양하게 이루어졌으나(Choi, 2003; Kang 등, 2015; Ku 등, 2005; Nha와 Park, 2003; No 등, 1995; Sung 등, 2019; Yu 등, 2016) 대부분 부재료가 김치의 품질 특성에 미치는 영향을 조사할 목적으로 수행되어 왔다.

특히 상품화된 김치 양념의 수요가 증가하고 있으나 김치의 맛과 영양에 중요한 요소로 작용하는 김치 양념의 품질 특성에 대해 조사한 연구는 아직까지 미비한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 소비자들이 기호에 맞는 제품을 선택할 수 있도록 시판 김치 양념의 품질에 대한 정보를 제공하

기 위해, 현재 국내 온라인 쇼핑몰에서 다양하게 판매되고 있는 김치 양념 제품을 구매하여 이화학적 및 미생물학적 품질 특성에 대한 기초자료를 확보하고, 균일한 양념제품 생산을 위한 관리지표를 설정하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

실험에 사용한 시판 김치 양념은 2021년 9-10월에 온라인 쇼핑몰을 통해 구입하였으며, 김치 양념 제품은 제조일로부터 1-2일 이상 경과된 제품을 0℃에 저장하면서 24시간 이내 3회 반복 실험을 수행하였다. 이때, 포장지에 표기된 김치 양념의 재료 조성은 Table 1과 같다.

2.2. 외관 측정

김치 양념 제품의 외관 특성을 확인하기 위해 blender(HR1372, Koninklijke Philips N.V., Amsterdam, Netherlands)로 균질화(분쇄)하기 전과 후의 양념 50 g을 petri dish에 담아 사진을 촬영하여 확인하였다.

2.3. 색도 측정

Blender로 마쇄하여 균질화한 시료를 백색지 10매 위의 petri dish에 펼친 다음 색차계(CR-400, Konica Minolta Inc., Osaka, Japan)를 사용하여 명도(lightness, L값), 적색도(+redness/-greenness, a값) 및 황색도(+yellowness/-blueness, b값)를 측정하였다.

2.4. 점도 측정

Blender로 마쇄하여 균질화한 시료를 비커에 300 mL씩 담아 viscometer(DV-2T, Brookfield Engineering Inc., NY, USA)를 이용하여 측정하였다. 20℃에서 spindle NO. 6를 이용하였고 회전속도는 50 rpm으로 상온에서 1분간 교반 후 3회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다.

2.5. 수분 측정

Blender로 마쇄하여 균질화한 시료 3 g을 정확히 취한 후 적외선 수분 측정기(MB 45, Ohaus, Pine Brook, NJ, USA)를 이용하여 측정하였다.

Table 1. Ingredient composition of commercial *kimchi* seasoning

Sample	Sub-ingredient	Spice	Seasoning	Miscellaneous
CKS01 ¹⁾	Radish, mustard leaf	Red pepper powder, onion, welsh onion, garlic, ginger	Salted shrimp sauce, salted anchovy sauce	Glutinous rice paste, sea tangle (<i>Laminaria japonica</i>) stock, <i>Leuconostoc</i> -fermented solution, gelatinized rice flour
CKS02	Radish, mustard leaf	Red pepper powder, onion, welsh onion, garlic, ginger	Salt, sugar, salted shrimp, salted anchovy sauce	Water, grain product
CKS03	Radish, red pepper, mustard leaf	Red pepper powder, onion, welsh onion, garlic, ginger	Salt, sugar, salted shrimp, salted anchovy, salted anchovy sauce, monosodium glutamate	Glutinous rice, pear, corn syrup
CKS04	Radish, Chinese chives	Red pepper powder, onion, welsh onion, garlic, ginger, dried red pepper	Salt, sugar, salted shrimp, salted anchovy, salted anchovy sauce	Glutinous rice paste, sea tangle (<i>Laminaria japonica</i>) stock, green sea fingers (<i>Codium fragile</i>), sesame, shiitake mushroom
CKS05	Radish, Chinese chives	Red pepper powder, onion, welsh onion, garlic, ginger	Salt, sugar, salted shrimp, salted anchovy sauce	Rice paste, water celery, sesame, beet
CKS06	Radish, Chinese chives	Red pepper powder, welsh onion, garlic, ginger	Salt, salted shrimp, salted anchovy sauce	Stock
CKS07	Radish	Red pepper powder, welsh onion, garlic, ginger	Salt, sugar, salted shrimp, salted sandlance sauce, monosodium glutamate	
CKS08	Radish	Red pepper powder, onion, welsh onion, garlic, ginger	Sugar, salted shrimp, salted anchovy, salted anchovy sauce	Apple, pear, glutinous rice paste, sea tangle (<i>Laminaria japonica</i>) stock
CKS09	Radish	Red pepper powder, onion, welsh onion, garlic, ginger	Sugar, salted shrimp sauce, salted anchovy sauce, monosodium glutamate	Water, apple, pear, glutinous rice, dried alaska pollock head, sea tangle (<i>Laminaria japonica</i>), songgo mushroom
CKS10	Radish, Chinese chives	Red pepper powder, welsh onion, garlic, ginger	Sugar, salted shrimp, salted anchovy, salted anchovy sauce	Water, stock, glutinous rice paste, corn syrup, <i>Lactobacillus</i> -fermented solution

¹⁾Commercial *kimchi* seasoning.

2.6. pH 및 산도 측정

시료는 blender로 마쇄하여 균질화된 상태로 준비하였으며, pH는 시료에 pH electrode(Orion 3 STAR, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)를 직접 넣어 측정하였다. 적정산도는 시료 약 1 g을 취하여 증류수를 가하여 100배 희석한 뒤 여과한(HYUNDAI Micro No. 10, HYUNDAI Micro., Ltd., Seoul, Korea) 여액 20 mL에 0.01 N NaOH 용액(Samchun Chemical, Pyeongteak, Korea)으로 pH가 8.3이 될 때까지 적정하였다. 소비된 0.01 N NaOH 용액 소비량은 다음 식에 의해 적정산도를 계산하였다.

$$\text{적정산도} = \frac{(A - B) \times 0.0009 \times f \times D}{S} \times 100$$

A: 본 시험에 소비된 0.01 N NaOH 용액의 mL수
 B: 바탕시험에 소비된 0.01 N NaOH 용액의 mL수
 0.0009: 0.01 N NaOH 1 mL에 상당하는 lactic acid(g)
 f: 0.01 N NaOH 용액의 역가
 D: 희석배수
 S: 시료 채취량(g)

2.7. 염도 및 가용성 고형분 측정

Blender로 마쇄하여 균질화한 시료 약 20 g에 증류수를 가하여 5배 희석한 뒤 여과한 여액을 시험 용액으로 사용하였다. 염도 및 가용성 고형분 함량은 각각 전도도식 염도계(PAL-ES2, Atago Co., Tokyo, Japan) 및 굴절식 당도계(Atago PAL-1, Atago Co., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

2.8. Capsaicinoids 분석

Capsaicinoids 함량은 Lee와 Kim(2013)의 방법을 참고하여 측정하였다. 분석을 위해 균질화한 시료 약 2.5 g을 칭량하여 95% ethanol 약 35 mL를 첨가한 후 60°C에서 30분간 가열 추출을 하였다. 추출이 완료되면 냉각하여 50 mL로 정용하고 0.2 μ m membrane filter로 여과한 뒤 HPLC (1260 infinity, Agilent, Waldbronn, Germany)로 분석하였다. 칼럼은 Lachrom Ultra C18 column(2×50 mm, 2 μ L, Hitachi, Tokyo, Japan)을 이용하였고, fluorescence detector(Agilent, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 capsaicinoids를 검출하였다. 이동상은 0.1% acetic acid와 acetonitrile를 6:4(v/v)로 사용하였으며, flow rate는 0.5 mL/min으로 설정하였고 injection volume은 2 μ L로 분석하였다. 이때 capsaicin과 dihydrocapsaicin은 Sigma Aldrich Co. Ltd.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였으며, 표준곡선을 그린 후 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량을 산출하였다. Capsaicinoids는 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 합으로 정량하였다.

2.9. 미생물학적 특성 분석

미생물 균수 측정은 시료 균별로 양념 시료 10 g을 채취한 후 멸균 필터백(Whirl-pak 1195, Madison, WI, USA)에 넣고 중량의 10배에 해당하는 0.85% NaCl 용액을 가하여, 균질기(Bagmixer R400, Interscience, Saint Nom, France)로 60초간 균질화하였다. 균질화한 시료 액을 1 mL 취하여 0.85% NaCl 용액으로 단계별로 희석한 다음, 3M 건조 필름배지(3MTM Petrifilm, 3M, St. Paul, MN, USA)에 접종하여 35°C에서 배양하였다.

일반세균수(aerobic count plate)는 48시간 배양한 후 염색된 모든 붉은색 균체들을 계수하였다. 유산균수(lactic acid bacteria)의 경우 48시간 배양한 후 염색된 모든 붉은색 균체 및 기포 생성 붉은색 균체들을 계수하였다. 대장균군수(coliform)는 24시간 배양시킨 후 기포를 형성한 붉은 집락 수를 계수하였다. 계수한 균의 집락 수는 colony forming unit(log CFU/g)으로 표시하였다(Lee 등, 2013).

2.10. 통계처리

실험 결과는 3회 반복 측정하여 평균(mean)과 표준편차

(standard deviation)를 구하여 나타내었으며, SPSS Statistics(ver. 26, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 시료에 따른 결과값에 대해 one-way ANOVA 검정을 실시하여 유의적인 경우($p < 0.05$), Tukey's multiple range test로 사후 검정하였다. 시판 양념과 품질지표 간의 상관관계 분석은 Pearson's correlation coefficients를 이용하여 검증하였다. 이들 품질요인 간의 주성분분석(principal component analysis)과 계층적 군집분석(hierarchical cluster analysis)은 MetaboAnalyst 5.0(GNU software, Provo, UT, USA)을 사용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 재료 특성

온라인 쇼핑몰을 통해 구입한 김치 양념 10종 (Commercial Kimchi Seasoning, CKS01-CKS10)의 재료 조성은 Table 1에 나타내었다. 김치 양념 제품은 김치 양념 혹은 김치 소스 등으로 기재되어 온라인 쇼핑몰에서 판매되고 있었고 각각의 재료 조성은 주재료, 향신료, 소스, 기타 등으로 구분하였다. 김치 양념 10종 모두에서 주재료로 무를 사용하고 있었으며 고추, 갓, 부추 등을 사용하고 있었다. 김치 양념에 가장 많이 사용되고 있는 향신료 중 한 가지인 고춧가루는 김치 양념 10종 모두 사용하고 있었으며, 그 외에도 마늘과 생강을 모두 첨가하고 있었다. 김치 양념은 지역, 종류, 계절 등에 따라 다양하지만 주로 고춧가루, 마늘, 생강, 젓갈 등을 첨가하여 제조된다(Song 등, 2016). 양념에 사용하는 젓갈류는 새우젓, 멸치젓 등이며, 소금, 설탕 등을 추가로 사용하고 있고 기타 재료로는 찹쌀풀과 옥수, 물, 미생물 배양액 등을 사용하였다. *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc citreum*, *Lactobacillus plantarum* 등 김치에서 분리한 유산균을 스타터 균주로 적용하여 김치 제품의 차별화 및 안전성을 확보하는 연구가 수행된 바 있으며(Cho 등, 2009), 시판 중인 김치에도 품질 편차를 최소화하기 위해 미생물 조성을 조절할 수 있는 종균 개발과 적용이 대기업 중심으로 일부 진행되고 있어(Chang과 Chang, 2011; Lee와 Lee, 2010), 양념 제품에도 같은 목적으로 종균이 사용된 것으로 생각된다.

3.2. 외관 특성

김치 양념 제품의 균질화 전후 외관 사진 및 겉보기 색도 측정 결과는 Fig. 1 및 Table 2에 나타내었다. 온라인 판매 김치 양념의 외관을 사진을 통해 육안으로 확인한 결과, CKS02 및 CKS03 시료가 균질화 전후에 관계없이 밝은 빛을 나타내는 것을 확인할 수 있었고, CKS04 및 CKS05 시료가 상대적으로 어두운 빛을 나타내는 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1). 김치 양념 제품의 색도를 측정된 결과, 육안으로 확인한 결과와 마찬가지로 명도(lightness)를 나타내는 L값은 CKS02 및 CKS03 시료에서 각각 31.32 및 31.19로 가장 높은 값을 나타내었으며, CKS05에서 27.16으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 적색도(redness)를 나타내는 a값은 CKS02 및 CKS03에서 각각 14.44 및 14.84로 가장 높은 값을 나타내었으며, CKS01에서는 10.45로 가

장 낮은 값을 나타내었다. 황색도(yellowness)를 나타내는 b값 또한 CKS02 및 CKS03에서 각각 10.01 및 10.95로 높게 나타났으며, CKS05에서 6.51로 가장 낮은 값을 나타내어 명도 측정 결과와 일치하였다(Table 2). Yu 등(2016)은 흑마늘 첨가량이 증가할수록 L, a 및 b값이 감소하는 것으로 나타난다고 보고하여, 재료의 구성뿐만 아니라 배합비율에 따라 양념의 명도, 적색도 및 황색도가 다르게 나타나는 것으로 판단된다. 제품의 색상은 외관 기호도의 척도이며 품질을 판단하는 중요한 요소(Kim 등, 2011)가 되므로, 김치 양념 제품의 품질을 향상하기 위한 원료의 배합비율 등을 고려하여야 할 것으로 생각된다.

3.3. 이화학적 품질 특성

김치 양념 제품의 이화학적 품질 특성 분석 결과는 Table

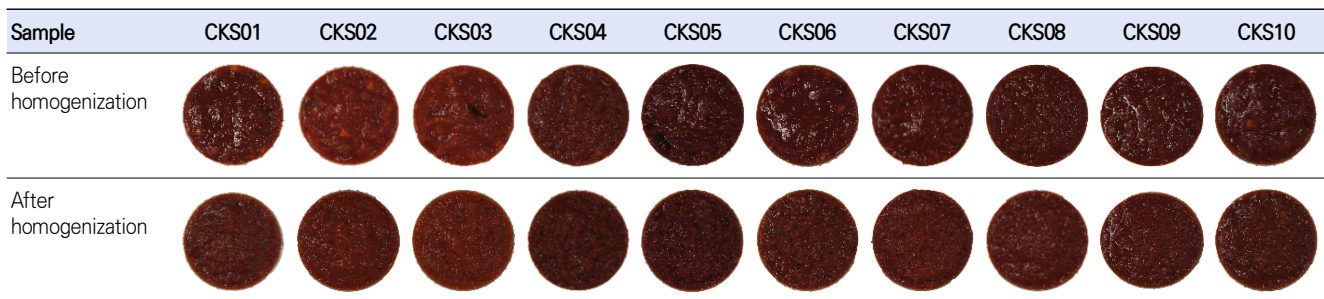


Fig. 1. Appearance of homogenized commercial *kimchi* seasoning (CKS).

Table 2. Hunter color value of commercial *kimchi* seasoning

Sample	Lab (CIE Lab parameters)		
	L	a	b
CKS01 ¹⁾	28.44±0.32 ^{e2)}	10.45±0.34 ^c	7.56±0.35 ^d
CKS02	31.32±0.37 ^a	14.84±0.64 ^a	10.95±0.29 ^a
CKS03	31.19±0.10 ^a	14.44±1.24 ^a	10.01±0.91 ^b
CKS04	28.54±0.14 ^e	12.34±0.50 ^b	7.78±0.35 ^d
CKS05	27.16±0.16 ^f	12.38±0.27 ^b	6.51±0.17 ^e
CKS06	29.27±0.24 ^d	11.96±0.63 ^{bc}	8.38±0.24 ^{cd}
CKS07	30.56±0.19 ^b	15.84±0.93 ^a	9.51±0.50 ^b
CKS08	29.87±0.17 ^c	15.25±0.46 ^a	9.14±0.18 ^{bc}
CKS09	29.19±0.23 ^d	14.50±0.35 ^a	8.14±0.20 ^{cd}
CKS10	29.07±0.20 ^d	11.75±0.44 ^{bc}	8.29±0.23 ^{cd}

¹⁾Commercial *kimchi* seasoning.

²⁾Means followed by different superscripts in each column are significantly different at p<0.05 by Tukey's multiple range test.

3에 나타내었다. 김치 양념의 pH는 5.12-5.96 범위를 나타내었고, 산도는 0.33-0.83 범위로 확인되었다. pH와 산도는 김치 발효 시 숙성도를 나타내는 지표로 사용되며, 일반적으로 발효 시간이 경과함에 따라 유기산이 증가되어 pH는 감소하고 산도는 증가하는 경향을 나타낸다(Jin 등, 2006; Park과 Lee, 2005). Park 등(1994) 연구에서는 화학 조미료를 제외시켜 제조한 초기 김치 양념의 pH가 5.0 이라고 보고하였으며, Nah와 Park(2003) 연구에서는 고춧가루, 생강, 마늘 등 보편적인 비율로 제조한 양념의 제조 직후 pH는 약 5.00-5.19 수준이었고, Kang 등(2015)은 김치 제조 업체에서 구매한 양념의 제조 직후 pH는 5.26-5.33이라고 보고하였다. 이와 같이 본 연구 결과에서도 김치 양념의 pH는 제조사별로 다르게 나타나 사용되는 재료 및 비율이 양념의 초기 pH에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 수집된 김치 양념 제품의 평균 염도는 3.25%였으며, 2.32-4.35% 범위로 최소값(CKS7)과 최대값(CKS5)이 87% 이상 차이를 보이는 것으로 나타났다. Cheon 등(2017)의 연구에서도 김치 양념의 염도는 평균 3.04%로 확인되어 본 연구와 유사하였으나, 제품의 염도 범위는 1.73-5.39%로 본 연구에서의 염도 편차가 더 낮은 것으로 확인되었다. 가용성 고형물 함량(당도)은 평균 16.7 °Brix로 최소값(CKS3, 12.50 °Brix)과 최대값(CKS4, 20.33 °Brix)의 차이는

38.5%로 염도보다 편차가 크지 않은 것으로 나타났다. 염도 및 당도는 제조사별로 사용하는 젓갈, 소금, 설탕 등의 종류, 함량 등이 달라 편차가 발생하는 것으로 사료된다 (Table 1).

일반적으로 김치 양념의 수분 함유 정도는 요리의 맛과 형태를 결정하기 때문에 매우 중요한 품질 지표에 해당한다 (Kim 등, 2009). 수집된 양념의 수분 함량은 평균 75.73%였으며, 69.54-82.51% 범위로 확인되었다. 양념 수분 함량 분석 결과의 변동 계수(coefficient of variation, CV)는 5.3%로 염도(20.6%) 및 당도(16.0%)보다 편차가 크지 않은 것으로 나타났다. Cheon 등(2017)의 연구에서도 시판 김치 양념의 수분은 약 76%(61.60-82.99%)였으며, 본 연구 결과와 일치하였다. 알려진 바와 같이 소스(양념)의 점도는 조리과정 중 주재료와 부재료 간에 서로 결합하는 매개적인 역할을 하고, 소스(양념)를 첨가함에 따라 맛과 형태, 수분의 함유 정도를 조정하기 때문에 매우 중요한 품질 지표에 해당한다(Je 등, 2019). 김치 양념의 점도는 4,760-12,066 cp 범위로 확인되었으며, 평균 8,519 cp였다. 또한, 김치 양념 제품의 점도는 수분 함량이 낮을수록 증가하는 경향을 나타내었으나, 수분 함량이 제품별 편차가 적은 것과 반대로 점도의 변동계수는 27%로 발효지표(pH 및 산도) 이외의 이화학적 품질 특성 중 제품별 편차가 가장 큰

Table 3. Physicochemical properties of commercial *kimchi* seasoning

Sample	pH	Titrateable acidity (% w/w)	Salinity (% w/w)	Total soluble solids (°Brix)	Moisture content (% w/w)	Viscosity (cP)
CKS01 ¹⁾	5.59±0.04 ^{b2)}	0.60±0.05 ^d	2.70±0.00 ^a	18.17±0.29 ^b	73.89±0.35 ^e	9,460±779.49 ^{bc}
CKS02	5.85±0.01 ^a	0.60±0.06 ^d	2.65±0.05 ^a	13.50±0.00 ^d	80.08±0.35 ^b	4,760±91.65 ^f
CKS03	5.96±0.07 ^a	0.33±0.01 ^f	2.97±0.03 ^f	12.50±1.32 ^d	82.51±1.44 ^a	6,933±391.07 ^d
CKS04	5.71±0.06 ^b	0.67±0.00 ^{cd}	3.90±0.00 ^b	20.33±0.76 ^a	69.54±0.18 ^g	12,066±1115.41 ^a
CKS05	5.29±0.01 ^c	0.76±0.01 ^{ab}	4.35±0.00 ^a	20.00±0.00 ^a	71.59±0.60 ^f	10,093±303.53 ^{bc}
CKS06	5.72±0.02 ^b	0.45±0.01 ^e	3.75±0.00 ^c	15.17±0.29 ^c	77.80±0.20 ^c	6,760±413.28 ^d
CKS07	5.66±0.07 ^b	0.70±0.01 ^{bc}	2.32±0.03 ^h	16.50±1.00 ^{bc}	74.76±0.78 ^e	10,300±628.65 ^b
CKS08	5.12±0.04 ^d	0.83±0.01 ^a	3.12±0.06 ^e	17.00±0.50 ^b	75.30±0.05 ^{de}	8,727±231.80 ^c
CKS09	5.34±0.08 ^c	0.79±0.07 ^a	3.52±0.03 ^d	17.33±0.29 ^b	75.35±0.55 ^{de}	6,880±432.67 ^d
CKS10	5.92±0.06 ^a	0.49±0.02 ^e	3.47±0.06 ^d	18.33±1.04 ^b	76.46±0.44 ^{cd}	9,207±362.95 ^{bc}

¹⁾Commercial *kimchi* seasoning.

²⁾Means followed by different superscripts in each column are significantly different at p<0.05 by Tukey's multiple range test.

것으로 나타났다.

3.4. Capsaicinoids 함량

김치 양념의 품질에 가장 중요한 요소 중 한 가지인 매운 맛은 김치 양념에 가장 많이 사용하는 향신료인 고춧가루에서 기인한다. 고춧가루 매운맛의 주성분인 capsaicinoids는 고추 과실의 태좌와 격벽에서 생성되는 무색의 지용성 알칼로이드로, 천연의 capsaicinoids는 capsaicin, dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, hompcapsaicin, homodihydrocapsaicin 등의 성분이 알려져 있으며, 그 중에서 대부분의 매운맛을 차지하고 있는 것은 capsaicin과 dihydrocapsaicin으로 약 80-90%를 차지하는 것으로 알려져 있다(Imm 등, 2003). 온라인 쇼핑몰에서 판매 중인 김치 양념의 매운맛 함량을 측정하기 위해 capsaicin과 dihydrocapsaicin 함량을 HPLC를 이용하여 분석하였다(Table 4). 김치 양념의 capsaicin 함량은 3.74-50.97 mg/kg 범위를 나타내었으며, dihydrocapsaicin 함량은 2.95-28.21 mg/kg 범위를 나타내었다. Capsaicinoids 함량은 6.69-79.18 mg/kg으로 시료 간의 유의적인 차이가 크게 나타났다($p < 0.05$). Cheon 등(2017)은 시판 김치 양념의 매운맛 성분(capsaicinoids) 함량은 20.5-101.0 mg/kg으로 보고하였으며, 본 연구 결과와 비교 시 현재 유통되는 김치 양념의 매운맛 강도가 더 낮아진 것으로 판단

된다.

김치류에 대한 한국산업표준(KS) 및 전통식품 표준규격에서는 김치의 매운맛 정도를 capsaicinoids 함량이 4.0 mg/kg 미만일 경우 1단계(순한맛), 4.0 mg/kg 이상 12.0 mg/kg 미만일 경우 2단계(보통맛), 12.0 mg/kg 이상일 경우 3단계(매운맛)로 구분하고 있다(National Agricultural Products Quality Management Service, 2022). 현재 유통되는 포기김치 원료 배합비를 기준으로 절임배추와 양념의 배합비율(%)을 70:30으로 적용하여 김치를 제조할 경우 김치의 매운맛 등급은 CKS05 사용 시 순한맛, CKS07, CKS08 및 CKS10 사용 시 매운맛에 해당하며 나머지 양념(6종)을 사용할 경우는 보통 매운맛 단계에 해당되어, 김치의 매운맛에 차이를 나타낼 것으로 생각된다.

3.5. 미생물학적 품질 특성

온라인 쇼핑몰에서 판매 중인 김치 양념의 미생물학적 품질 특성을 분석한 결과는 Table 5에 나타내었다. 김치 양념 제품의 일반세균수는 평균 6.32 log CFU/g으로 5.51-6.72 log CFU/g 범위로 나타났으며, 2개(CKS04 및 CKS05) 제품이 5 log 수준이었다. 본 결과는 양념 저장 초기 6.8-7.1 log CFU/g의 총균수를 나타내는 Han 등(2007)의 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 총균수는 사용원료와 제조 여건에 따라 다르지만, 발효 온도가 높고

Table 4. Capsaicinoids contents of commercial *kimchi* seasoning

Sample	Capsaicin (mg/kg)	Dihydrocapsaicin (mg/kg)	Capsaicinoids (mg/kg) ¹⁾
CKS01 ²⁾	11.08±0.40 ³⁾	8.38±0.18 ^{a)}	19.46±0.55 ^{a)}
CKS02	20.10±0.52 ^{d)}	12.67±0.48 ^{e)}	32.77±0.99 ^{e)}
CKS03	8.35±0.18 ^{g)}	5.73±0.04 ^{h)}	14.07±0.22 ^{h)}
CKS04	13.77±0.24 ^{g)}	9.49±0.05 ^{f)}	23.26±0.27 ^{f)}
CKS05	3.74±0.08 ^{h)}	2.95±0.03 ⁱ⁾	6.69±0.07 ⁱ⁾
CKS06	11.58±0.42 ^{f)}	8.29±0.25 ^{g)}	19.87±0.67 ^{g)}
CKS07	50.97±0.42 ^{a)}	28.21±0.37 ^{a)}	79.18±0.76 ^{a)}
CKS08	32.87±0.76 ^{b)}	23.73±0.32 ^{b)}	56.6±0.99 ^{b)}
CKS09	19.28±0.86 ^{d)}	15.77±0.73 ^{d)}	35.05±1.58 ^{d)}
CKS10	29.95±0.16 ^{c)}	21.94±0.30 ^{c)}	51.89±0.43 ^{c)}

¹⁾Capsaicinoids are the sum of capsaicin content and dihydrocapsaicin content.

²⁾Commercial *kimchi* seasoning.

³⁾Means followed by different superscripts in each column are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test.

Table 5. Microbial properties of commercial *kimchi* seasoning

Sample	Total aerobic bacteria (log CFU/g)	Lactic acid bacteria (log CFU/g)	Coliform (log CFU/g)
CKS01 ¹⁾	6.28±0.11 ^{d2)}	6.30±0.08 ^b	2.00±0.00 ^d
CKS02	6.54±0.06 ^{bc}	6.28±0.01 ^b	2.98±0.11 ^b
CKS03	6.45±0.07 ^{bc}	6.40±0.07 ^b	3.17±0.13 ^b
CKS04	5.51±0.02 ^e	3.23±0.09 ^e	ND ³⁾
CKS05	5.51±0.02 ^e	5.38±0.07 ^c	2.43±0.23 ^c
CKS06	6.49±0.05 ^{bc}	4.34±0.13 ^d	3.67±0.05 ^a
CKS07	6.40±0.07 ^{cd}	4.43±0.08 ^d	2.99±0.18 ^b
CKS08	6.72±0.04 ^a	6.63±0.02 ^a	2.48±0.05 ^c
CKS09	6.72±0.09 ^a	6.62±0.04 ^a	3.14±0.12 ^b
CKS10	6.58±0.02 ^{ab}	6.40±0.05 ^b	3.07±0.04 ^b

¹⁾Commercial *kimchi* seasoning.

²⁾Means followed by different superscripts in each column are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test.

³⁾ND, not detected.

저장 기간이 증가할 경우 8.0-10.0 log CFU/g까지 증가하는 것으로 알려져 있다(Park 등, 1994).

김치 양념에서 확인된 유산균수의 경우, 평균 5.60 log CFU/g이었으며, 3.23-6.63 log CFU/g 범위로 CKS04 시료와 CKS09 시료의 유산균수는 3 log 이상 차이가 나는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 김치 양념 초기 유산균수가 5.33-8.25 log CFU/g 범위를 나타낸다는 선행연구(Cheon 등, 2017; Han 등, 2007)와 유사하다. Chang 등(2011)은 대기업의 시판 김치에서 가장 많은 수의 유산균(6.30 log CFU/mL)이 검출되었으며, 대기업 시료가 유산균수가 높은 이유는 김치 유산균을 사용하기 때문인 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 대기업 제품인 CSK01의 유산균수가 6.30 log CFU/g으로 동일하게 확인되었다. 대장균군은 1개 제품(CKS04)을 제외하고 2.00-3.67 log CUF/g으로 확인되었으며, Cheon 등(2017) 연구결과(1.00-4.61 log CFU/g)와 비교 시 최대 검출 시료에서 1 log 수준 감소한 것으로 나타나, 김치 양념 제품 생산을 위한 위생관리 수준이 이전보다 향상된 것으로 생각된다.

3.6. 품질 특성 간의 상관관계

김치 양념 제품의 이화학적 특성 및 미생물학적 특성 간의 상관관계 분석 결과는 Table 6과 같다. Pearson 상관관계 분석 결과, L값과 b값의 상관계수는 0.960으로 높은

상관관계가 있으며, L값이 증가할수록, b값이 증가하는 것으로 나타났다. 점도는 고형물 함량과 양의 상관관계가 있으며, 수분 함량과는 음의 상관관계가 있는 것으로 확인되었다. 특히 고형물 함량은 수분 함량과 강한 음의 상관관계($r = -0.96$)가 있으며, 고형물 함량과 수분 함량의 분석 결과를 회귀식으로 나타내면, $y(\text{수분 함량}) = -1.3255x(\text{고형물 함량}) + 98.106(R^2 = 0.8309)$ 으로 도출되었고, 이를 활용하여 양념의 수분 함량을 당도로부터 추정할 수 있을 것으로 판단된다.

3.7. 주성분 분석과 계층적 군집 분석

김치 양념 제품의 품질 특성 결과에 대한 주성분 분석과 계층적 군집 분석을 수행하였으며, 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 김치 양념 제품의 군집은 크게 CKS04, CKS05와 CKS01-03, CKS06-10으로 나뉘었으며, 이는 동일 계열사 제품과 개별 기업 제품으로 구분되었다. 좀 더 세분하게는 CKS02-03(그룹 I), CKS04-05(그룹 II), CKS07-09(그룹 III) 및 기타(CKS01, CKS06, CKS10)(그룹 IV)로 나뉘며, 주성분 분석을 통해 그룹 I은 수분 함량, 그룹 II는 염도, 그룹 III은 capsaicinoids 함량, 그룹 IV는 pH가 관련성이 높은 것으로 분석되었다. 군집 특성을 통해 유통 중인 김치 양념은 묽은 정도, 염도, 매운 정도, 숙성 정도가 특징인 제품군으로 구분할 수 있을 것

Table 6. Pearson's correlation coefficients between the physicochemical and microbial characteristics in commercial *kimchi* seasoning

Variables	L	a	b	Capsai- cinoids	pH	Acidity	Salinity	Moisture	Soluble solids	Viscosity	Total aerobic bacteria	Lactic acid bacteria	Coliform
L	1	0.684**	0.960**	0.396*	0.439**	-0.358*	-0.732**	0.770**	-0.840**	-0.569**	0.614**	0.240	0.495*
a		1	0.701**	0.534**	-0.176	0.265	-0.431*	0.346*	-0.450*	-0.274	0.386*	0.150	0.302
b			1	0.369*	0.405*	-0.308	-0.690**	0.748**	-0.791**	-0.569**	0.572**	0.236	0.456
Capsaicinoids				1	-0.076	0.314*	-0.550**	-0.007	-0.024	0.141	0.480*	0.033	0.250
pH					1	-0.828**	-0.281	0.493**	-0.445**	-0.230	0.072	-0.146	0.214
Acidity						1	0.136	-0.635**	0.557**	0.314	-0.149	-0.007	-0.355
Salinity							1	-0.458*	0.539**	0.266	-0.558**	-0.295	-0.334
Moisture								1	-0.912**	-0.798**	0.666**	0.505**	0.727**
Soluble solids									1	0.774**	-0.592**	-0.331*	-0.658**
Viscosity										1	-0.652**	-0.533**	-0.697**
Total aerobic bacteria											1	0.626**	0.760**
Lactic acid bacteria												1	0.430*
Coliform													1

*, and ** represent the significance at 0.05, and 0.01 level, respectively.

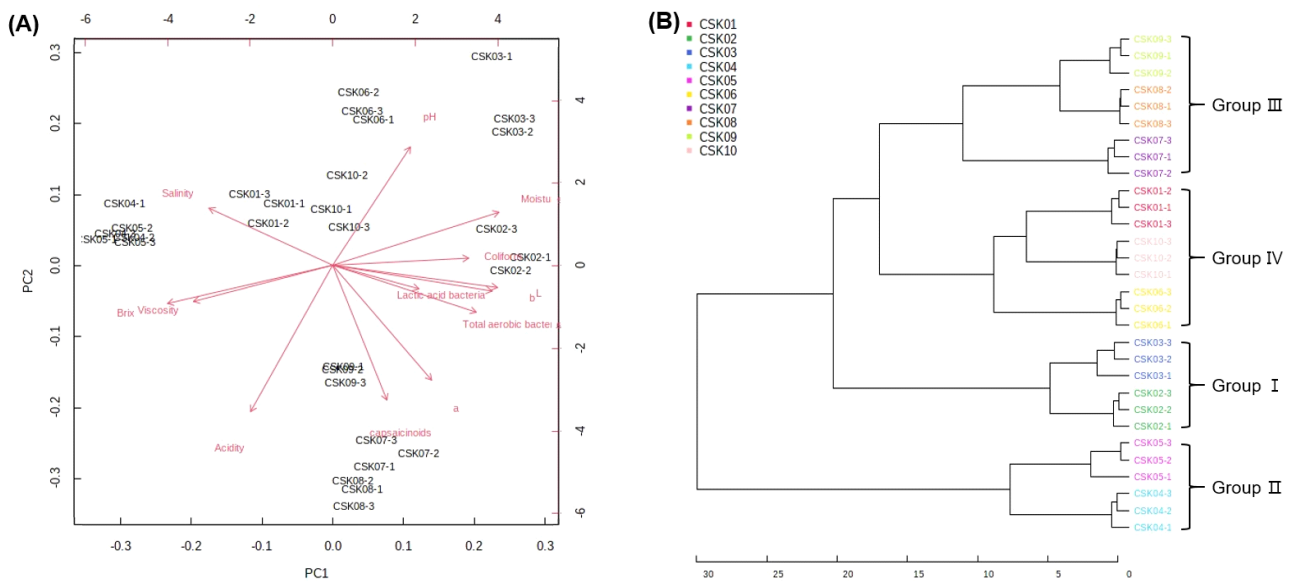


Fig. 2. Principle component analysis (A) and hierarchical cluster analysis (B) of quality characteristics of commercial *kimchi* seasoning.

으로 판단된다. 또한 각 제품군에 맞는 품질 표시는 소비자의 기호에 맞는 제품을 선택하는 데 정보로 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

4. 요약

온라인에서 판매 중인 김치 양념을 수집하여 기본 특성

과 이화학적, 미생물학적 품질 특성을 분석하고 군집분석을 수행하였다. 군집은 CKS02-03(그룹 I), CKS04-05(그룹 II), CKS07-09(그룹 III) 및 기타(CKS01, CKS06, CKS10)(그룹 IV) 총 4그룹으로 분류되었다. 주성분 분석을 통해 군집 특성을 확인한 결과, 그룹 I은 수분 함량, 그룹 II는 염도, 그룹 III은 capsaicinoids 함량, 그룹 IV는 pH가 관련성이 높은 것으로 나타났다. 김치 양념 품질 특성에서 높은 상관관계를 나타내는 항목은 L값과 b값, 고형물 함량과 수분 함량, 점도와 고형물 함량이었다. 본 연구 결과는 상품화된 양념 제품의 기본 품질에 대한 기초자료로 활용될 수 있으며, 양념 품질 중 상관성이 높은 항목은 균일한 품질의 양념 생산을 위한 관리지표로 사용될 수 있을 것으로 생각된다.

Acknowledgements

This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry (IPET) through High Value-Added Food Technology Development Project, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (321051-5 and 321049-5).

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Chung YB, Seo HY. Data curation: Chung YB, Kim YS. Formal Analysis: Chung YB, Kim YS, Chon SY, Choi YJ. Methodology: Chung YB, Min SG, Seo HY. Validation: Min SG, Seo HY. Writing - original draft: Chung YB, Kim YS. Writing - review & editing: Seo HY.

Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

ORCID

Young-Bae Chung (First author)
<https://orcid.org/0000-0001-6558-7402>

Ye-Sol Kim (First author)
<https://orcid.org/0000-0002-0652-9701>

Seo-Yeong Chon
<https://orcid.org/0000-0001-6580-2934>

Yun-Jeong Choi
<https://orcid.org/0000-0002-3104-5194>

Sung Gi Min
<https://orcid.org/0000-0002-6461-0823>

Hye-Young Seo (Corresponding author)
<https://orcid.org/0000-0002-2092-3553>

References

- Bang BH, Seo JS, Jeong EJ. A method for maintaining good kimchi quality during fermentation. *Korean J Food Nutr*, 21, 51-55 (2008)
- Chang JY, Chang HC. Growth inhibition of foodborne pathogens by kimchi prepared with bacteriocin-producing starter culture. *J Food Sci*, 76, 72-78 (2011)
- Chang JY, Choi YR, Chang HC. Change in the microbial profiles of commercial kimchi during fermentation. *Korea J Food Preserv*, 18, 786-794 (2011)
- Cheigh HS, Hwang JH. Antioxidative characteristics of kimchi. *Food Ind Nutr*, 5, 52-56 (2000)
- Cheon SH, Lee SI, Hwang IM, Seo HY. Quality characteristics of commercial kimchi paste. *Korean J Food Cook Sci*, 33, 9-19 (2017)
- Cho KM, Math RK, Islam SMA, Lim WJ, Hong SY, Kim JM, Yun MG, Cho JJ, Yun HD. Novel multiplex PCR for the detection of lactic acid bacteria during kimchi fermentation. *Mol Cell Probes*, 23, 90-94 (2009)
- Choi EJ, Chung YB, Han AR, Chun HH. Combined effects of sanitizer mixture and antimicrobial ice for improving microbial quality of salted Chinese cabbage during low temperature storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 44, 1715-1724 (2015)
- Choi SM, Jeon YS, Rhee SH, Park KY. Red pepper

- powder and kimchi reduce body weight and blood and tissue lipids in rats fed a high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 7, 162-167 (2022)
- Choi TK, Park SH, Yoo JH, Lim HS, Jo JS, Hwang SY. Effect of starter and salt-fermented anchovy extracts on the quality of kimchi sauce and Geotjeori kimchi. *J Korean Soc Food Cult*, 18, 96-104 (2003)
- Han ES. Quality changes of salted Chinese cabbage by packaging methods during storage. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 283-287 (1994)
- Han GJ, Shin DS, Cho YS, Lee SY. Development of a multi-purpose sauce using kimchi. *Korean J Food Cook Sci*, 23, 281-287 (2007)
- Imm BY, Shon SS, Kim KN. Changes in perceived intensities of pungency of ramen soup. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 623-627 (2003)
- Jegal JM, Seo KM, Chung CH. Quality characteristics of spicy chicken sauce added with *Angelica gigas* Nakai extract. *J East Asian Soc Diet Life*, 29, 529-537 (2019)
- Jin SK, Kim IS, Hah KH, Park KH, Kim IJ, Lee JR. Changes of pH, acidity, protease activity and microorganism on sauces using a Korean traditional seasonings during cold storage. *Food Sci Anim Resour*, 26, 159-165 (2006)
- Kang CH, Chung KO, Ha DM. Inhibitory effect on the growth of intestinal pathogenic bacteria by kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 480-486 (2002)
- Kang MR, Jung HM, Seo HY. Effect of addition of ethanol on the quality of kimchi paste. *Korean J Food Cook Sci*, 31, 725-732 (2015)
- Kim HJ, Kim HC, Song BH. Quality characteristics of tomato sauces prepared using different tomato varieties. *J Korean Soc Food Cult*, 24, 433-439 (2009)
- Kim MK, Lee S, Hwang IK. Physicochemical properties of soybean leaf by cultivar and development of soybean curd prepared with soybean leaf powder. *Korean J Food Cookery Sci*, 27, 557-565 (2011)
- Korean Agency for Technology and Standards. Korean Industrial Standards: KS H 2169. Available from: <https://e-ks.kr/streamdocs/view/sd;streamdocsId=72059235208473422>. Accessed Dec. 31, 2021.
- Ku KH, Jeong MC, Chung SK. Industrialization of salted Chinese cabbages and fresh-cut Chinese cabbage. *Food Sci Ind*, 46, 2-11 (2013)
- Ku KH, Sunwoo JY, Park WS. Effects of ingredients on the its quality characteristics during kimchi fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 34, 267-276 (2005)
- Lee JJ. Effect of a kimchi-derived combined starter on the fermentation process of kimchi. *Korean J Food Preserv*, 28, 141-146 (2021)
- Lee JJ, Jeong YK. Cholesterol-lowering effect and anticancer activity of kimchi and kimchi ingredients. *Korean J Life Sci*, 9, 743-752 (1999)
- Lee KE, Lee YH. Effect of *Lactobacillus plantarum* as a starter on the food quality and microbiota of kimchi. *Food Sci Biotechnol*, 19, 641-646 (2010)
- Lee KH. Effect of ozone treatment for sanitation of Chinese cabbage and salted Chinese cabbage. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 90-96 (2008)
- Lee KW, Kim KO. Effects of fat and sucrose in palate cleansers on discrimination of burning sensation of capsaicin samples. *Food Sci Biotechnol*, 22, 691-696 (2013)
- Lee SW, Cho SR, Han SH, Rhee C. Effects of the low temperature and low salt solution on the quality characteristics of salted Chinese cabbage. *Korean J Food Nutr*, 22, 377-386 (2009)
- National Agricultural Products Quality Management Service. Korean traditional food standards T020. Available from: <https://www.naqs.go.kr/contents/contentsTab.do>. Accessed July 12, 2022.
- Nha YA, Park JN. Effect of dried powders of pine needle, pine pollen, green tea and horseradish on preservation of kimchi-yangnyum. *Culi Sci & Hos Res*, 9, 179-190 (2003)
- No HK, Lee SH, Kim SD. Effects of ingredients on

- fermentation of Chinese cabbage kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 24, 642-650 (1995)
- Park JM, Shin JH, Gu JG, Yoon SJ, Song JC, Jeon WM, Suh HJ, Chang UJ, Yang CY. Effect of antioxidant activity in kimchi during a short-term and over-ripening fermentation period. *J Biosci Bioeng*, 112, 356-359 (2011)
- Park KY, Cho EJ, Rhee SH. Increased antimutagenic and anticancer activities of Chinese cabbage kimchi by changing kinds and levels of sub-ingredient. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 27, 625-632 (1998)
- Park SH, Lee JH. The correlation of physicochemical characteristics of kimchi with sourness and overall acceptability. *Korean J Food Cookery Sci*, 21, 103-109 (2005)
- Park SS, Sung JM, Jeong JW, Park KJ, Lim JH. Quality changes of salted Chinese cabbages with electrolyzed water washing and a low storage temperature. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 615-620 (2013)
- Park WP. Quality characteristics of salted Chinese cabbage treated with electrolyzed-acid water during storage. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 365-367 (2004)
- Park WS, Lee IS, Han YS, Koo YJ. Kimchi preparation with brined Chinese cabbage and seasoning mixture stored separately. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 231-238 (1994)
- Shim YH, Ahn GJ, Yoo CH. Characterization of salted Chinese cabbage in relation to salt content, temperature and time. *Korean J Food Cook Sci*, 19, 210-215 (2003)
- Song HY, Cheon SH, You S, Chung YB, Seo HY. Changes in quality characteristics of salted kimchi cabbage and kimchi paste during storage. *Korean J Food Preserv*, 23, 459-470 (2016)
- Sung JM, Ryu HS, Kim OS. Optimization of kimchi seasoning with different amounts of semi-dry pepper and garlic paste. *J East Asian Soc Diet Life*, 29, 253-266 (2019)
- Yang SJ, Cho YB. The effect of online shopping mall featured HMR selection attributes on satisfaction repurchasing intention. *Culi Sci & Hos Res*, 21, 76-90 (2015)
- Yi SH, Park SY, Jeong DH, Kim JY, Lee AJ, Shin HA, Moon JH, Lee JH, Kim SE, Ryou HJ, Om AS. Survey research of homemade and commercial cabbage (Baechu) kimchi on physicochemical quality characteristics. *Korean J Food Cook Sci*, 25, 671-676 (2009)
- Yoon SJ, Hwang SJ. A survey on the level of recognizing kimchi among housewives in Seoul area. *J Korean Soc Food Cult*, 20, 405-415 (2005)
- Yu KW, Hwang JH, Keum JH, Lee KH. Quality characteristics of kimchi seasoning with black garlic. *Korean J Food Nutr*, 29, 677-683 (2016)