



Research Article

Changes in quality characteristics during storage of Korean soy sauce added with onion juice according to heat sterilization conditions

가열살균조건에 따른 양파 착즙액 첨가 한식간장의 저장 중 품질 특성 변화

Eun-Hye Kim^{1†}, Su-Hawn Kim^{2†}, Hyeong-Woo Jo¹, Won-Hee Lee¹, Jun-Seo Jang¹, Chang-Ki Huh^{1,2*}
김은혜^{1†} · 김수환^{2†} · 조형우¹ · 이원희¹ · 장준서¹ · 허창기^{1,2*}

¹Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea
²Research Institute of Food Industry, Suncheon National University, Suncheon 57922, Korea

¹순천대학교 식품공학과, ²순천대학교 식품산업연구소

Abstract The objective of this study was to integrate onion juice into traditional Korean soy sauce and to evaluate the sterilization conditions necessary for commercialization. As the sterilization temperature increased, pH decreased and titratable acidity increased. A reduction in °Brix was observed post-sterilization, from 37.37 °Brix in untreated soy sauce to 36.67-36.77 °Brix. In terms of chromaticity, the L value declined over the storage period while the a and b values increased. The quercetin component exhibited light sensitivity, with no significant difference observed in the sample on the 60th day. Neither *Bacillus cereus* nor *Clostridium perfringens* were detected, and the total bacterial count was comparable to that of commercially available soy sauce. This indicates that samples sterilized at 85°C for 30 minutes fall within a safe quality range. Sensory evaluation revealed that samples sterilized at 85°C for 30 minutes exhibited consistently high ratings.

Keywords onion juice, Korean soy sauce, heat sterilization, storage period, quality characteristics



Citation: Kim EH, Kim SH, Jo HW, Lee WH, Jang JS, Huh CK. Changes in quality characteristics during storage of Korean soy sauce added with onion juice according to heat sterilization conditions. Food Sci. Preserv., 31(4), 601-611 (2024)

Received: May 23, 2024
Revised: June 27, 2024
Accepted: July 01, 2024

[†]These authors contributed equally to this study.

***Corresponding author**
Chang-Ki Huh
Tel: +82-61-750-3251
E-mail: hck1008@scnu.ac.kr

Copyright © 2024 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

간장은 한국의 전통 발효 식품 중 하나로, 국이나 무침 등에 짠맛과 감칠맛을 부여하기 위해 주로 사용하는 천연조미료이다(Choi 등, 2013a; Jang 등, 2014). 식품공전에 따르면 한식간장은 ‘메주를 주원료로 하여 식염수 등을 섞어 발효·숙성시킨 후 그 여액을 가공한 것’으로 명시되어 있다(MFDS, 2024d). 콩을 주원료로 제조하여 다양한 생리활성과 약리작용이 확인된 바 있으나, 장류 제품은 제조 특성상 다량의 나트륨으로 인해 건강문제를 유발시킬 수 있는 것으로 보고되어 고유 한식 문화에 부정적인 영향을 미치고 있다(Kwon 등, 2014). 식품 산업에 있어서 가장 중요한 과제는 제품 유통기간 중의 안정성을 확보하는 것과 식품 본연의 품질을 유지한 상태로 유통기한을 연장하는 것이다(Park 등, 2010). 장류는 식염이 함유되어 있어 저장성이 우수하지만(Gil 등, 2016), 저장 및 유통이 대개 실온에서 이루어지므로 변질 방지를 위해 보존료를 첨가하고 있으며, 화학적 첨가물 사용에 대한 소비자들의 거부반응으로 인하여 가열살균 방법을 선호하고 있다(Hwang 등, 2015; Song 등 2001).

양파(Onion, *Allium cepa* L.)는 백합과에 속하는 다년초로 조미 채소 중 하나이며, 전 세계적으로 널리 재배되어 이용되고 있다(Park 등, 2009). 한약재로서 옥충(玉葱), 양충(洋葱)이라고도 하며(Lee 등, 2014), flavonoid와 황 화합물이 함유되어 있어(Kim 등, 2005a; Ra 등, 1997) 항암(Rho와 Han, 2000) 등의 생리활성과 약리작용이 확인된 바 있다. 양파의 연중공급을 위해서는 장기저장이 필수적이지만(Cho 등, 2010), 저장 중 부패 및 생리장해로 인한 손실이 매우 높은 작물이다(Wright와

Triggs, 2005). 또한, 양파의 대표적인 기능성 성분으로 알려진 quercetin은 기존 가식부위에 비해 껍질 부위에 다량 함유되어 있으나(Kang 등, 1998; Mican과 Mohamed, 2001), 생리활성이 우수함에도 비가식부위로 인식되어 대량의 부산물을 발생시키고 있다(Jeon 등, 2012; Jeong 등, 2015). 본 연구의 대상 지역인 전라남도에서는 양파 국내 생산량 중 33% 이상이 수확되고 있으나, 매년 감소하는 농가와 농업인구 수로 인해 농업기반이 약화되고 있는 실정이다(KOSIS, 2023).

본 연구진은 양파 과육과 껍질을 통째로 착즙하여 품질과 기능성 향상을 위해 착즙액 발효에 적합한 유산균을 선정하고자 균주별 발효에 따른 품질특성 및 항산화 활성을 보고한 바 있으며(Kim 등, 2022), 이를 한식 간장에 적용하기 위해 한식 간장 제조 공정 중 염수 제조에 첨가되는 물의 총량을 기준으로 물과 양파 착즙액의 혼합 비율을 달리하여 제조한 간장의 이화학적 품질과 기능성 평가를 보고하였다(Lee 등, 2022). 또한, 양파 유산균 발효물을 이용하여 한식 간장의 품질 개선 및 기능성을 향상시키기 위해 일반 한식간장과 양파 착즙액 첨가 한식간장, 양파 유산균 발효물 첨가 한식간장을 발효하며 품질 특성 및 항산화 활성을 비교 평가하여 보고하였으며(Jeong 등, 2023), 양파 간장을 동결 건조 방법으로 분말화하고 시즈닝 배합비율에 양파 간장 분말을 비율별로 첨가하여 분말형의 복합 조미료를 개발하여 품질특성과 항산화 활성을 보고한 바 있다(Lee 등, 2023).

이의 일환으로 진행된 본 연구에서는 선행 연구에서 제조한 한식간장 제품화를 위해 유통 중 품질변화를 최소화할 수 있는 살균조건의 탐색을 목표로 선정하였다. 따라서 한식간장 제조 공정에서 첨가되는 물 대신 양파 착즙액만을 첨가하여 3개월간 35°C에서 숙성 발효시켰으며, 발효가 완료된 간장을 65°C에서 30분, 85°C에서 30분, 90°C에서 20분, 98°C에서 10분간 살균하여 60일 동안의 pH, 적정산도, °Brix, 색도, quercetin 함량, 총균수, *B. cereus* 및 *C. perfringens* 검출여부, 관능평가를 진행하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험재료

본 실험에 사용된 양파 간장의 주재료인 양파는 전라남도 무안군 농가에서 재배된 2022년산 양파를 구입하여 사용하였다. 메주는 전라남도 무안군에서 재배한 콩 품종을 전통방식으로 제조한 콩알형 한식메주(Chaghanjangin, Muan, Korea)를 구입하여 사용하였다. 소금은 마트에서 판매하는 천일염(CJ, Shinan, Korea)을 구입하여 사용하였다.

2.2. 양파 착즙액 첨가 한식간장 제조 및 살균

양파 착즙액 첨가 한식간장의 제조는 양파를 세척하여 껍질

까지 모두 착즙기(H-AA-DBF17B, Hurom Co. Ltd., Gimhae, Korea)를 이용하여 착즙하여 사용하였다. 양파 착즙액의 착즙 수율은 양파 10 kg당 8.3 kg으로 83%의 수율을 나타내었다. 콩알메주 250 g과 소금 200 g 및 양파 착즙액 800 g을 첨가하여 담금 후, 3개월간 35°C에서 숙성 발효시켜 간장을 제조하였다. 200 mesh로 여과하여 청징 간장을 제조하였다. 제조된 양파 착즙액 첨가 한식간장은 상업적으로 쓰이는 살균조건을 참고하여 중심온도를 기준으로 65°C에서 30분, 85°C에서 30분, 90°C에서 20분, 98°C에서 10분이 되도록 가열살균하였고, 상온에서 2개월간 저장하며 시료군으로 사용하였다. 간장의 제조 공정도는 Fig. 1과 같으며, 제조된 양파 착즙액 첨가 한식간장의 살균전 기초 조성은 수분 함량 69.27%, 총질소 함량 1.24%, 식염 함량 20.63%이다(data not shown).

2.3. 양파 한식간장의 이화학적 특성 변화 측정

2.3.1. pH, 적정산도 및 당도 측정

pH는 시료 10 mL을 취하여 pH meter(HM-40X, Toadkk Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고(Lee 등, 2022), 적정산도는 시료를 일정량 취한 후 1% phenolphthalein 지시약(Daejung Chemicals & Metals Co. Ltd., Siheung, Korea)을 첨가하고 0.1 N NaOH 용액(Daejung Chemicals & Metals Co. Ltd.)으로 적정한 후 lactic acid(%)로 환산하였으며(Lee 등, 2022), 계산식은 아래와 같다. 당도 측정은 당도계(PAL-3, Atago Co. Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었다(Kim 등, 2013).

Lactic acid (%) =

$$\frac{0.009 \times 0.1 \text{ N NaOH 소비량(mL)} \times \text{NaOH 역가}}{\text{시료의 부피(mL)}} \times 100$$

2.3.2. 색도 측정

색도는 시료의 일정량을 취해 10배 희석한 후, 색차계(Super color sp-80, Denshoku Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용해 X=80.84, Y=82.22, Z=92.98인 표준 백색판(standard white plate)으로 보정하여 사용하였다(Lee 등, 2022). 측정값 표시는 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 나타내었다.

2.3.3. Quercetin 함량 분석

Quercetin은 Jang 등(2018)의 방법에 따라 분석하였다. 시료를 0.45 μm membrane filter(Whatman syringe filter, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 여액 1 mL를 취하여 HPLC(Waters 1525 and 717, Waters Co., Milford, MA, USA)를 이용하여 분석하였으며, column은 YMC-Triart C18

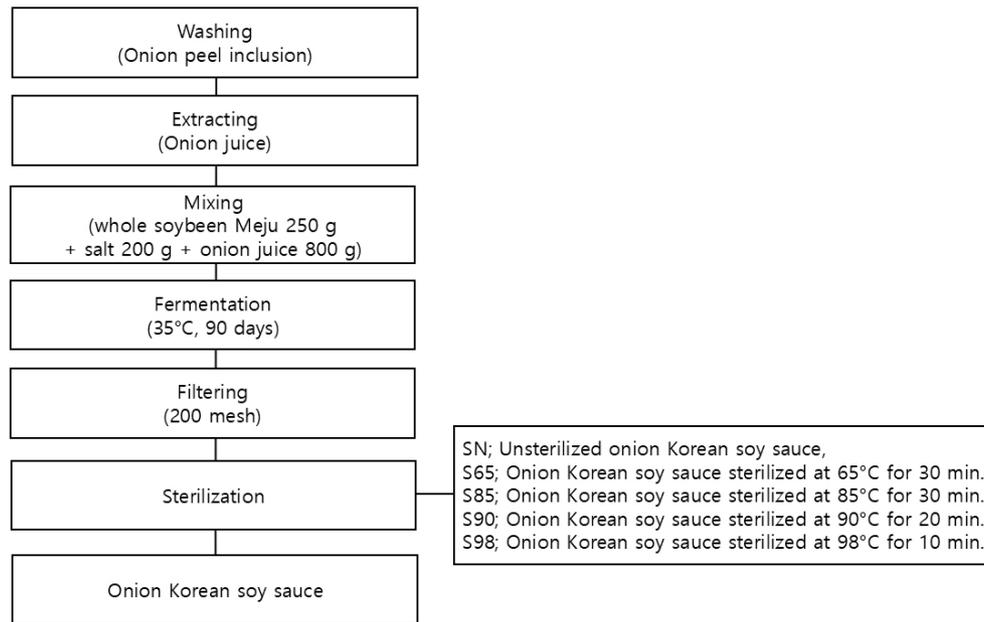


Fig. 1. Manufacturing process and sterilization conditions of Korean soy sauce containing onion juice.

column(ID 5 μm 4.6 \times 250 mm, YMC Co., Kyoto, Japan)을 사용하였다. Mobile phase는 solvent A는 acetonitrile(J.T.Baker, Radnor, PA, USA), solvent B는 0.1% phosphoric acid를 사용하였다. 용매조건은 solvent B를 0 min-95%, 5 min-75%, 15 min-75%, 25 min-50%, 28 min-40%, 33 min-30%, 40 min-95%의 기울기 용리조건(gradient system)하에서 flow rate는 1.0 mL/min, detector는 waters 996(Waters Co.)을 사용하여 UV 370 nm에서 측정하였고, 함량은 외부표준법으로 나타내었다. 표준물질은 quercetin(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

2.3.4. 미생물 평가

총균수는 시료 1 mL를 취하여 멸균수에 십진 희석하며 균수 측정 배지 PCA(plate count agar, Difco, Sparks, MD, USA)에 접종한 후 standard plate count법으로 37°C에서 48시간 배양 후 형성된 colony 수를 측정하였다(MFDS, 2024c). 집락(colony)의 계수는 3회의 독립적인 실험결과에서 평균값을 구해 log CFU(colony forming units)/mL로 표시하였다. *Bacillus cereus*는 시료 1 mL를 취하여 멸균수에 십진 희석하여 MYP(mannitol-egg yolk polymyxin agar, Difco)에 도말한 후 30°C, 24시간 배양하여 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하였다(MFDS, 2024a). *Clostridium perfringens*는 시료 1 mL를 취하여 멸균수에 십진 희석하며 Cooked Meat Broth(MB cell, Seoul, Korea)에 접종하여 37°C에서 20시간 혐기배양 후, 증균배양액을 난황첨가 TSC(MEDION Trytose-Sulfite-Cycloserine Agar

w/Egg yolk, Microgiene Co. Ltd., Suwon, Korea)에 도말하여 37°C에서 20시간 혐기배양하여 불투명한 환을 가지는 황회색 집락을 선별하였다(MFDS, 2024b).

2.3.5. 관능평가

관능평가는 순천대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 10명의 패널을 선정하였으며, 평가항목과 방법은 색(color), 향(flavor), 단맛(sweetness), 짠맛(salty taste), 구수한 맛(savory taste), 전체적 기호도(overall preference)를 7단계 평가법으로 실시하였다. 채점 기준은 아주 좋다; 7점, 좋지도 싫지도 않다; 4점, 아주 싫다; 1점으로 하였고, 순천대학교 생명윤리심의위원회 심의 승인(1040173-202307-HR-023-02)을 받은 후 시행하였다.

2.4. 통계처리

통계처리는 실험결과를 3회 이상 반복 실시하여 SPSS 통계 분석 프로그램(27, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, mean \pm SD를 구하였으며, Duncan's multiple range test에 의해 평균치 간의 유의성($p < 0.05$)을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 양파 간장의 품질 변화

3.1.1. pH, 적정산도 및 당도

살균조건에 따른 저장기간 동안 양파 착즙액 첨가 한식간장

의 pH, 적정산도 및 당도 측정 결과는 Table 1과 같다. 일반적으로 pH는 미생물의 생육 및 효소 생성량에 영향을 미치므로, 미생물이 분비하는 효소에 의해 숙성하여 식용하는 간장의 pH 변화는 장류의 숙성상태를 간접적으로 알 수 있는 지표이다 (Jin 등, 2006). 양파 착즙액 첨가 한식 간장의 pH는 전반적으로 4.67-4.89의 값을 보였다. Shin 등(2010)은 전통간장의 pH는 5.02, 마늘을 첨가해 제조한 간장의 pH는 4.91로 보고하였으며, 마늘을 첨가함으로써 낮은 값을 보였다. 본 실험에서도 양파를 첨가함으로써 전통간장보다 낮은 pH 값을 보였고, 위의 결과는 다른 연구의 결과와도 비슷한 경향을 나타내었다(Choi 등, 2013a). 살균 직후의 pH는 살균온도가 높을수록 유의적 ($p<0.05$)으로 값이 낮아지는 경향을 보였다. Han 등(2009)의 열처리 온도에 따른 수삼 물 추출액의 pH를 측정한 결과, 열처리

온도가 높을수록 pH값이 감소하였다는 보고와 유사한 경향을 보였다. 저장기간에 따른 pH의 변화는 살균직후 4.73-4.83이었고, 저장 30일 차까지 증가하다 이후부터 감소하는 경향을 보였다. Lim 등(2001)의 연구와도 비슷한 경향이 나타났으며, 살균온도에 따른 저장기간 중 pH 변화는 모든 시료구가 비슷한 패턴으로 진행되었다. 살균온도에 따른 적정산도는 살균하지 않은 SN 시료구에서 살균직후 2.62%였고, 살균한 시료구는 2.29-2.53%로 약간 감소하였으나, 살균유무에 따른 일관성은 보이지 않았다. 저장기간에 따른 적정산도 값은 살균하지 않은 SN 시료구는 살균한 시료구와는 다른 양상이 나타났으며, 변화 폭이 크게 나타났다. 살균한 시료구는 살균온도의 증가에 따라 적정산도 값이 증가하였으나, S65 시료구는 저장기간에 따라 변화 폭이 크게 나타났으며, 85°C 이상 온도에서 살균한 S85,

Table 1. Changes in pH, titratable acidity and °Brix of onion-added Korean soy sauce during storage according to sterilization temperature

Sample ¹⁾	pH				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	4.83±0.01 ^{2)ac3)}	4.86±0.00 ^{ab}	4.89±0.00 ^{aA}	4.80±0.01 ^{ad}	4.80±0.00 ^{ad}
S65	4.78±0.01 ^{bB}	4.79±0.01 ^{cB}	4.83±0.00 ^{bA}	4.76±0.00 ^{bC}	4.76±0.00 ^{bC}
S85	4.77±0.01 ^{cB}	4.77±0.01 ^{cB}	4.82±0.00 ^{cA}	4.74±0.00 ^{cC}	4.75±0.01 ^{cC}
S90	4.76±0.01 ^{dB}	4.80±0.00 ^{bA}	4.80±0.00 ^{dA}	4.72±0.00 ^{dC}	4.73±0.01 ^{dC}
S98	4.73±0.01 ^{cB}	4.77±0.00 ^{cA}	4.77±0.01 ^{cA}	4.67±0.01 ^{cD}	4.69±0.00 ^{cC}
Sample	Titratable acidity (%)				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	2.62±0.12 ^{aA}	2.57±0.01 ^{cA}	2.21±0.19 ^{bC}	2.27±0.02 ^{dB}	2.39±0.04 ^{bB}
S65	2.29±0.04 ^{dD}	2.60±0.02 ^{cA}	2.47±0.08 ^{ab}	2.34±0.01 ^{cdCD}	2.42±0.09 ^{bBC}
S85	2.46±0.05 ^{bBC}	2.79±0.04 ^{bA}	2.54±0.11 ^{ab}	2.38±0.02 ^{bC}	2.43±0.01 ^{bC}
S90	2.47±0.01 ^{bBC}	2.85±0.05 ^{abA}	2.56±0.10 ^{ab}	2.43±0.03 ^{abC}	2.47±0.04 ^{bBC}
S98	2.53±0.08 ^{abbB}	2.88±0.06 ^{aA}	2.58±0.07 ^{ab}	2.50±0.09 ^{ab}	2.58±0.02 ^{ab}
Sample	°Brix				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	37.37±0.06 ^{ab}	37.50±0.00 ^{aA}	37.50±0.00 ^{aA}	37.47±0.06 ^{aA}	37.43±0.06 ^{aAB}
S65	36.77±0.06 ^{bNS4)}	36.80±0.00 ^b	36.80±0.00 ^b	36.80±0.00 ^b	36.77±0.06 ^b
S85	36.67±0.06 ^b	36.77±0.06 ^b	36.77±0.06 ^b	36.77±0.06 ^b	36.77±0.06 ^b
S90	36.67±0.06 ^{bB}	36.77±0.06 ^{bA}	36.80±0.00 ^{bA}	36.80±0.00 ^{bA}	36.80±0.00 ^{bA}
S98	36.67±0.06 ^{bB}	36.77±0.06 ^{bA}	36.77±0.06 ^{bA}	36.80±0.00 ^{bA}	36.83±0.06 ^{bA}

¹⁾SN, unsterilized onion-added Korean soy sauce; S65, onion-added Korean soy sauce sterilized at 65°C for 30 min; S85, onion-added Korean soy sauce sterilized at 85°C for 30 min; S90, onion-added Korean soy sauce sterilized at 90°C for 20 min; S98, onion-added Korean soy sauce sterilized at 98°C for 10 min.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾Means followed by the different lowercase letters in same column are significantly different ($p<0.05$).

Means followed by the different uppercase letters in same row are significantly different ($p<0.05$).

⁴⁾NS, not significant.

S90, S98 시료구는 살균직후와 저장 60일 차에 비슷한 값을 보였다. Choi 등(2013a)은 시판 대기업 한식 간장 3종의 적정산도를 1.15-3.30%로 보고하였으며, 위의 결과는 모두 범위에 속하는 수치이다. 당도는 살균하지 않은 시료구는 37.37 °Brix, 살균한 시료구는 36.67-36.77 °Brix로 열처리 후 감소하는 경향을 보였으나, 살균온도의 증감에 따른 일관성 있는 유의적인 차이($p<0.05$)는 보이지 않았다. 저장기간에 따른 당도의 변화는 살균 직후의 당도와 큰 차이를 보이지 않았다.

3.1.2. 색도

살균조건에 따른 저장기간 동안 양파 착즙액 첨가 한식간장의 색도 측정 결과는 Table 2와 같다. 간장의 색은 비효소적인 maillard 반응이 주를 이루는 갈변반응에 의해 형성되며, 당, 아미노산, 온도 및 pH가 갈변반응에 큰 영향을 미치는 것으로 알려

져 있다(Shin 등, 2010). 양파는 시간이 지남에 따라 polyphenol oxidase의 활성으로 비효소적 갈변과 효소적 갈변을 동반한 품질 저하를 일으킨다(Choi 등, 2013b). 열처리는 효소의 활성을 저해할 수 있으나(Chow 등, 2011), 온도조건에 따라 변화를 가져올 수 있기 때문에(Choi 등, 2013b) 간장의 품질 저하를 최소화하기 위해 적절한 살균조건을 탐색하였다. 살균온도에 따른 색도 측정 결과 명도를 나타내는 L값은 살균하지 않은 SN 시료구가 77.79로 가장 높은 값을 보였고, 살균한 시료구는 살균 온도가 높아질수록 낮은 값을 나타냈다. 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값의 경우 살균한 시료구가 살균하지 않은 시료구에 비해 높은 값을 나타냈고, 살균온도가 증가함에 따라 값이 의존적으로 증가하였다. Shim 등(2008)은 간장의 가열처리에 의한 갈변 반응은 열에 의한 pyrazine류의 생성이며, 열처리 온도가 높아질수록 생성량이 많아진다고 보고하였다.

Table 2. Changes in Hunter color of onion-added Korean soy sauce during storage according to sterilization temperature

Sample ¹⁾	L value				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	77.79±0.09 ^{2)ab3)}	78.53±0.01 ^{aA}	76.22±0.02 ^{aC}	73.85±0.01 ^{aD}	70.79±0.02 ^{aE}
S65	74.13±0.03 ^{bB}	76.35±0.00 ^{bA}	71.27±0.02 ^{bC}	68.64±0.01 ^{bD}	65.85±0.00 ^{bE}
S85	71.95±0.03 ^{cB}	73.64±0.00 ^{cA}	69.35±0.00 ^{cC}	66.61±0.00 ^{cD}	64.10±0.00 ^{cE}
S90	68.80±0.06 ^{dB}	71.62±0.00 ^{dA}	68.68±0.01 ^{dC}	66.00±0.00 ^{dD}	62.84±0.00 ^{dE}
S98	63.47±0.03 ^{cC}	68.78±0.00 ^{cA}	65.60±0.01 ^{cB}	62.08±0.03 ^{cD}	59.04±0.00 ^{cE}
Sample	a value				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	7.52±0.05 ^{eE}	8.63±0.05 ^{eD}	10.22±0.07 ^{eC}	12.04±0.01 ^{eB}	14.55±0.10 ^{eA}
S65	12.12±0.09 ^{dD}	10.58±0.01 ^{dE}	14.49±0.01 ^{dC}	16.62±0.03 ^{dB}	18.90±0.03 ^{dA}
S85	12.23±0.09 ^{bceE}	13.93±0.01 ^{cd}	16.33±0.03 ^{cC}	18.66±0.00 ^{dB}	20.50±0.00 ^{cA}
S90	12.32±0.04 ^{bE}	14.95±0.00 ^{bd}	17.08±0.02 ^{bc}	19.25±0.06 ^{dB}	21.73±0.00 ^{bA}
S98	15.47±0.05 ^{aE}	17.91±0.00 ^{ad}	20.58±0.06 ^{aC}	23.27±0.09 ^{aB}	25.62±0.00 ^{aA}
Sample	b value				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	57.54±0.07 ^{eE}	64.21±0.01 ^{cd}	68.85±0.09 ^{cC}	74.00±0.00 ^{dB}	79.97±0.04 ^{cA}
S65	74.42±0.08 ^{dD}	73.17±0.06 ^{dE}	86.77±0.04 ^{dC}	95.72±0.01 ^{dB}	110.06±0.14 ^{dA}
S85	78.12±0.05 ^{cE}	85.80±0.00 ^{cd}	98.62±0.00 ^{cC}	126.72±0.54 ^{cB}	137.72±0.00 ^{aA}
S90	81.26±0.06 ^{bE}	91.59±0.00 ^{bd}	107.19±0.09 ^{bc}	141.06±0.00 ^{aA}	135.53±0.00 ^{bB}
S98	99.23±0.05 ^{aE}	145.78±0.00 ^{aA}	140.28±0.02 ^{aB}	134.23±0.06 ^{bc}	128.98±0.00 ^{cd}

¹⁾SN, unsterilized onion-added Korean soy sauce; S65, onion-added Korean soy sauce sterilized at 65°C for 30 min; S85, onion-added Korean soy sauce sterilized at 85°C for 30 min; S90, onion-added Korean soy sauce sterilized at 90°C for 20 min; S98, onion-added Korean soy sauce sterilized at 98°C for 10 min.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾Means followed by the different lowercase letters in same column are significantly different ($p<0.05$).

Means followed by the different uppercase letters in same row are significantly different ($p<0.05$).

저장기간에 따른 색도 변화는 L값은 감소하였고, a값과 b값은 증가하여 간장의 색이 진해지는 경향을 보였다. 살균조건과 저장기간에 따라 Choi 등(2013b)의 보고와 비슷한 양상이 나타났다. 살균조건에 따른 저장기간 동안의 변화가 시료구별로 비슷하게 나타났으며, 갈변반응이 많이 일어난 것으로 보여진다. Hashiba(1976)는 호기적 상태보다 혐기적 상태에서 당-아미노산 혼합액의 갈변이 더 많이 일어난다고 보고하였으며, polyphenol oxidase를 포함한 효소적 활성과 maillard 반응을 포함한 비효소적 반응에 의해 종합적으로 갈변 현상이 일어난 것으로 사료된다.

3.1.3. Quercetin 함량

살균조건에 따른 저장기간 동안 양파 착즙액 첨가 한식간장의 quercetin 함량 측정 결과는 Table 3과 같다. 양파착즙액을 첨가하여 기존 한식간장보다는 영양원으로 활용되는 성분이 다량 포함되어 있을 것으로 사료되나, Price 등(1997)은 양파를 80°C로 열처리하여 플라보노이드 성분 변화를 조사한 결과 quercetin monoglucoside, quercetin diglucoside 등의 배당체가 약 25% 감소함을 보고하였다. 본 연구에서도 살균 직후, 살균하지 않은 SN 시료구는 11.66 mg/kg, 살균한 시료구는 6.68-7.48 mg/kg로 살균을 함으로써 quercetin 함량이 낮아졌으며, 살균하지 않은 시료구와 살균한 시료구 간의 유의적인 차이 ($p<0.05$)가 나타났다. 저장기간에 따라서는 살균하지 않은 시료구는 60일 차 3.17 mg/kg으로 0일 차 대비 약 72.81% 감소하였으며, 살균한 시료구는 60일 차 2.41-3.19 mg/kg로 0일 차 대비 57.35-65.96% 감소하였다. Kang 등(1998)은 quercetin 성분이 빛에 불안정하여 시간이 경과함에 따라 감소함을 보고하였으며, 이러한 이유로 저장기간이 경과할수록 함량이 비슷해져 60일 차에는 살균유무에 따른 유의적인 차이($p<0.05$)가

나타나지 않은 것으로 사료된다.

3.1.4. 미생물 평가

살균조건에 따른 저장기간 동안 양파 착즙액 첨가 한식간장의 총균수, *B. cereus* 및 *C. perfringens* 측정 결과는 Table 4와 같다. 양념을 제조하여 숙성하는 동안 생육하는 미생물은 양념의 품질에 중요한 영향을 주며 특히, 맛과 향기 생성에 크게 기여하게 된다(Kim과 Kang, 2007). 실험기간 동안 총균수는 살균하지 않은 시료구에서 가장 높게 나타났으며, 살균온도가 증가함에 따라 감소하였다. 우리나라의 경우 간장에 대한 균수에 대한 규제는 없는 실정이며, Kim 등(2017)은 시판 한식 간장 3종의 총균수를 2.00-5.50 log CFU/mL로 보고하였다. 본 실험에서는 S85, S90, S98 시료구가 시판 간장의 총균수 범위에 속하는 값을 보였다. SN과 S65 시료구는 위의 범위를 초과하였으며, 60일 차 SN과 S65의 총균수는 유의적인 차이($p<0.05$)가 나타나지 않았다. 장류에서 식중독을 일으킬 수 있는 균주의 검출 여부를 확인하였다. *B. cereus*는 호기성 그람 양성균으로 자연계에 널리 분포하며, 식품에 오염되어 부패나 식중독을 일으키는 균으로 알려져 있으며(Kim 등, 2005b), *C. perfringens*는 혐기성 그람 양성균으로 자연계에 널리 분포하며 식중독을 일으키는 균으로 알려져 있다(Ohtani와 Shimizu, 2016). 식품공전에 장류의 식중독균에 관한 기준 및 규격(*B. cereus* 10,000 CFU/g 이하 및 *C. perfringens* n=5, c=2, m=100, M=1,000)이 설정되어 있다(MFDS, 2024). 국내에서는 지난 10년간 *C. perfringens*와 *B. cereus*에 의한 식중독 발생건수가 각각 143건, 76건, 환자 수는 4,875명, 1,268명 발생하였다(MFDS, 2019; MFDS, 2022). 실험결과 *B. cereus*와 *C. perfringens*는 살균여부와 저장기간에 관계없이 모든 시료구에서 검출되지 않았다.

위 결과를 종합하여 요약하면, 식중독에 관한 위생 지표로

Table 3. Changes in quercetin content of onion-added Korean soy sauce during storage according to sterilization temperature

Sample ¹⁾	Quercetin (mg/kg)				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	11.66±1.33 ^{2)aA3)}	5.46±0.68 ^{abB}	2.81±0.85 ^{NS4)CD}	1.57±0.09 ^{cD}	3.17±0.27 ^{aC}
S65	7.41±0.27 ^{bA}	6.23±0.87 ^{ab}	2.58±0.75 ^C	2.06±0.43 ^{abC}	2.91±0.71 ^{abC}
S85	7.48±0.39 ^{bA}	5.05±0.33 ^{abB}	2.33±0.60 ^D	1.88±0.03 ^{bcD}	3.19±0.21 ^{aC}
S90	7.08±0.74 ^{bA}	4.80±0.29 ^{abB}	1.84±0.14 ^C	2.20±0.18 ^{abC}	2.41±0.10 ^{bc}
S98	6.68±0.35 ^{bA}	4.40±1.31 ^{bb}	1.94±0.31 ^C	2.33±0.03 ^{aC}	2.52±0.05 ^{abC}

¹⁾SN, unsterilized onion-added Korean soy sauce; S65, onion-added Korean soy sauce sterilized at 65°C for 30 min; S85, onion-added Korean soy sauce sterilized at 85°C for 30 min; S90, onion-added Korean soy sauce sterilized at 90°C for 20 min; S98, onion-added Korean soy sauce sterilized at 98°C for 10 min.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾Means followed by the different lowercase letters in same column are significantly different ($p<0.05$).

Means followed by the different uppercase letters in same row are significantly different ($p<0.05$).

⁴⁾NS, not significant.

Table 4. Changes in total plate count, *Bacillus cereus* and *Clostridium perfringens* of onion-added Korean soy sauce during storage according to sterilization temperature

Sample ¹⁾	Total plate count (log CFU/mL)				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	6.10±0.08 ^{2)aB3)}	6.44±0.06 ^{aA}	6.59±0.20 ^{aA}	6.47±0.06 ^{aA}	6.53±0.05 ^{aA}
S65	5.50±0.09 ^{bC}	6.14±0.06 ^{bB}	6.09±0.01 ^{bB}	6.18±0.11 ^{bB}	6.36±0.07 ^{aA}
S85	4.65±0.17 ^{cC}	5.67±0.14 ^{cA}	5.32±0.03 ^{cB}	5.23±0.02 ^{cB}	5.20±0.12 ^{bB}
S90	3.80±0.12 ^{dC}	3.94±0.07 ^{dBC}	4.16±0.03 ^{dB}	4.80±0.14 ^{dA}	4.75±0.25 ^{cA}
S98	2.13±0.32 ^{eB}	2.49±0.21 ^{eAB}	2.20±0.15 ^{eAB}	2.52±0.20 ^{eAB}	2.60±0.26 ^{dA}

Sample	<i>Bacillus cereus</i> (log CFU/mL)				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	ND ⁴⁾	ND	ND	ND	ND
S65	ND	ND	ND	ND	ND
S85	ND	ND	ND	ND	ND
S90	ND	ND	ND	ND	ND
S98	ND	ND	ND	ND	ND

Sample	<i>Clostridium perfringens</i> (log CFU/mL)				
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day
SN	ND	ND	ND	ND	ND
S65	ND	ND	ND	ND	ND
S85	ND	ND	ND	ND	ND
S90	ND	ND	ND	ND	ND
S98	ND	ND	ND	ND	ND

¹⁾SN, unsterilized onion-added Korean soy sauce; S65, onion-added Korean soy sauce sterilized at 65°C for 30 min; S85, onion-added Korean soy sauce sterilized at 85°C for 30 min; S90, onion-added Korean soy sauce sterilized at 90°C for 20 min; S98, onion-added Korean soy sauce sterilized at 98°C for 10 min.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾Means followed by the different lowercase letters in same column are significantly different (p<0.05). Means followed by the different uppercase letters in same row are significantly different (p<0.05).

⁴⁾ND, not detected.

설정된 *B. cereus* 및 *C. perfringens* 검출여부를 확인한 결과 모든 시료구에서 검출이 되지 않아 규격에 충족하였으나, 총균수의 경우 시판 한식 간장이 2.00-5.50 log CFU/mL로 보고되어 있어(Kim 등, 2017), 6.53 log CFU/mL와 6.36 log CFU/mL의 균수를 보인 SN 시료구와 S65 시료구는 그 범위를 초과해 부적합하며, 85°C 이상의 온도에서 살균한 S85, S90 및 S98 시료구는 시판간장의 총균수에 포함되어 살균조건이 적절하다고 판단된다. 하지만 과도한 열처리하는 제품의 영양적 및 기호적 품질을 떨어뜨리며 제품의 생산 단가를 상승시키는 요인이 되므로(Park 등, 2010; Park 등, 2015), 제품의 품질 저하를 최소화하고 안전한 범위의 품질을 가진 것으로 판단되는 S85가 살균조건으로 적당할 것으로 사료된다.

3.1.5. 관능평가

살균조건에 따른 저장기간 동안 양파 착즙액 첨가 한식 간장의 관능평가 결과는 Table 5와 같다. Bansal 등(2022)은 quercetin을 60 mg 이하로 단백질바에 추가시 감각품질이 향상됨을 보고하였으며, 본 연구에서도 시료구의 quercetin은 소량 함유되어 있으므로 기존 한식간장보다 감각품질이 향상이 되었을 것으로 사료된다. 살균여부와 살균온도에 따른 색과 향의 기호도는 유의적인 차이(p<0.05)가 나타나지 않았다. 단맛의 기호도는 SN과 S85에서 4.20으로 가장 높은 값을 보였고, S90에서 3.10으로 가장 낮은 값을 보였다. 짠맛, 구수한 향, 전체적 기호도에서도 유의적인 차이(p<0.05)는 나타나지 않았으나, S85에서 상대적으로 높은 값을 보였다. 열처리 살균은 외관상, 풍미, 짠맛,

Table 5. Sensory evaluation of onion-added Korean soy sauce according to sterilization temperature

Sample ¹⁾	Sensory evaluation					
	Color	Flavor	Sweet taste	Salty taste	Savory taste	Overall acceptance
SN	4.60±0.84 ^{2)NS3)}	4.80±1.03 ^{NS}	4.20±1.03 ³⁴⁾	4.20±1.23 ^{NS}	4.10±1.45	5.00±1.15 ^{NS}
S65	5.00±1.15	4.30±1.16	3.60±1.43 ^{ab}	3.50±1.90	4.10±1.60	4.70±1.49
S85	5.00±1.25	4.20±1.32	4.20±1.14 ^a	3.40±1.65	4.40±1.51	5.10±1.20
S90	5.00±1.25	4.20±1.62	3.10±0.88 ^b	3.20±1.75	3.10±1.73	3.90±1.66
S98	5.20±1.03	4.20±1.40	4.10±0.88 ^{ab}	3.80±1.23	3.60±1.35	4.80±1.03

¹⁾SN, unsterilized onion-added Korean soy sauce; S65, onion-added Korean soy sauce sterilized at 65°C for 30 min; S85, onion-added Korean soy sauce sterilized at 85°C for 30 min; S90, onion-added Korean soy sauce sterilized at 90°C for 20 min; S98, onion-added Korean soy sauce sterilized at 98°C for 10 min.

²⁾All values are mean±SD (n=3).

³⁾NS, not significant.

⁴⁾Means followed by the different lowercase letters in same column are significantly different (p<0.05).

구수한 향, 전체적 기호도에 큰 변화를 주지 않았고, 단맛의 기호도에서 약간 차이가 나타나 유의적인 차이(p<0.05)를 보였다. 일반적으로 식재료의 색도 변화는 소비자에게 있어 구매의 지표로서 여겨지는 중요한 요인 중 하나이며(Seo 등, 2015), 간장의 색도는 제품의 관능적 품질에 미치는 영향이 큰 것으로 알려져있다(Cho 등, 2007). 색도 실험 결과, 살균하지 않은 시료구에 비해 살균한 시료구에서 L값은 감소하였고, a값과 b값은 증가해 유의적인 차이(p<0.05)를 보였으나, 본 실험의 관능평가에서는 시료구별 색의 기호도에서 유의적인 차이(p<0.05)를 보이지 않아 색도차에 의한 기호도는 크게 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

4. 요약

본 연구에서는 양파의 소비촉진 및 가치 향상과 간장의 기능성을 고려하여 한식간장 제조시 물 첨가 대신 양파 착즙액을 첨가하여 발효하였고, 이를 제품화하기 위해 유통 중 품질변화를 최소화할 수 있는 살균조건을 비교 분석함으로써 상품성을 높이기 위한 연구를 진행하였다. 본 실험에서는 양파를 세척하여 껍질까지 모두 착즙하였고, 양파 800 g에 메주 250 g, 소금 200 g을 함께 담금 후, 3개월간 35°C에서 숙성 발효시켰으며, 200 mesh로 여과하여 청징 간장을 제조하여 65°C-30분, 85°C-30분, 90°C-20분, 98°C-10분간 살균하였다. 살균온도가 증가함에 따라 pH는 감소하였고, 적정산도는 증가하였다. 당도는 살균 후에 감소하였으나, 살균온도에 따른 유의적인 차이(p<0.05)는 나타나지 않았다. 색도 측정 결과 저장기간이 지남에 따라 L값은 감소하였고, a값과 b값은 증가하여 간장의 색이 진해지는 경향을 보였다. Quercetin 함량은 저장기간이 경과할수록 감소하였고, 60일 차에는 비슷한 값이 나타났다. 미생물

실험결과, *B. cereus*와 *C. perfringens*는 검출되지 않았으나, 총균수에서 SN과 S65 시료구의 경우 보고된 시판 간장보다 높은 값을 보여 안전한 범위의 품질을 가진 것으로 판단할 수 없다. 관능평가 결과에서는 색, 향, 짠맛, 구수한 향 및 전체적 기호도에서는 유의적인 차이(p<0.05)를 보이지 않았고, 단맛의 기호도는 살균하지 않은 SN과 85°C에서 30분간 살균한 S85 시료구에서 4.20으로 유의적(p<0.05)으로 가장 높은 값을 보였다. 이러한 결과를 종합해 볼 때 제품의 품질저하와 미생물학적 안전한 범위의 품질을 가진 것으로 판단되는 85°C에서 30분간 살균하는 조건이 적절하다고 판단된다.

Funding

This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. RS-2021-RD009901)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

Acknowledgements

None.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Huh CK. Methodology: Huh CK. Formal analysis: Kim EH, Kim SH, Jo HW, Lee WH, Jang JS. Validation: Kim SH, Huh CK. Writing - original draft: Kim EH, Kim SH. Writing - review & editing: Kim EH, Kim SH, Huh CK.

Ethics approval

This research was approved by IRB from the Suncheon National University (1040173-202307-HR-023-02).

ORCID

Eun-Hye Kim (First author)

<https://orcid.org/0009-0005-8199-9091>

Su-Hawn Kim (First author)

<https://orcid.org/0000-0002-5163-9061>

Hyeong-Woo Jo

<https://orcid.org/0009-0004-8780-5879>

Won-Hee Lee

<https://orcid.org/0009-0005-8134-2743>

Jun-Seo Jang

<https://orcid.org/0009-0002-9440-2547>

Chang-Ki Huh (Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0003-4456-8477>

References

- Bansal U, Bhardwaj A, Singh SN, Khubber S, Sharma N, Bansal V. Effect of incorporating plant-based quercetin on physicochemical properties, consumer acceptability and sensory profiling of nutrition bars. *Funct Foods Health Dis*, 12, 116-127 (2022)
- Cho JE, Bae RN, Lee SK. Current research status of postharvest technology of onion (*Allium cepa* L.). *Kor J Hort Sci Technol*, 28, 522-527 (2010)
- Cho SH, Choi YJ, Oh JY, Kim NG, Rho CW, Choi CY, Cho SH. Quality characteristics of *Kanjang* (soy sauce) fermentation with bamboo sap, xylem sap and *Gorosoe*. *Korean J Food Preserv*, 14, 294-300 (2007)
- Choi NS, Chung SJ, Choi JY, Kim HW, Cho JJ. Physicochemical and sensory properties of commercial Korean traditional soy sauce of mass produced vs. small scale farm produced in the Gyeonggi area. *Korean J Food Nutr*, 26, 553-564 (2013a)
- Choi Y, Oh JH, Bae IY, Cho EK, Kwon DJ, Park HW, Yoon S. Changes in quality characteristics of seasoned soy sauce treated with superheated steam and high hydrostatic pressure during cold storage. *Korean J Food Cookery Sci*, 29, 387-398 (2013b)
- Chow YN, Louarme L, Bonazzi C, Nicolas J, Billaud C. Apple polyphenoloxidase inactivation during heating in the presence of ascorbic acid and chlorogenic acid. *Food Chem*, 129, 761-767 (2011)
- Gil NY, Kim SY, Choi HS, Park SY, Kim JH. Investigation of quality characteristics and alcohol content in commercial Korean fermented sources. *Korean J Food Preserv*, 23, 341-346 (2016)
- Han JS, Li X, Park YJ, Kang SJ, Nam KY, Choi JE. Effects of extraction temperature and time on saponin content and quality in raw ginseng (*Panax ginseng*) water extract. *Korean J Medicinal Crop Sci*, 17, 352-356 (2009)
- Hashiba H. Participation of Amadori rearrangement products and carbonyl compounds in oxygen-dependent browning of soy sauce. *J Agric Food Chem*, 24, 70-73 (1976)
- Hwang HS, Lim SJ, Shin KS, Han JY, Lee SB, Shin YJ. Effect of sterilization conditions on physicochemical and sensory properties of three Korean fried rice sauces. *J East Asian Soc Dietary Life*, 25, 860-866 (2015)
- Jang GW, Park EY, Choi SH, Choi SI, Cho BY, Sim WS, Han X, Cho HD, Lee OH. Development and validation of analytical method for wogonin, quercetin and quercetin-3-O-glucuronide in extracts of *Nelumbo nucifera*, *Morus alba* L., and *Raphanus sativus* mixture. *J Food Hyg Saf*, 33, 289-295 (2018)
- Jang YJ, Kim EJ, Choi YH, Choi HS, Song J, Choi JH, Park SY. Quality characteristics of Korean traditional *Kanjang* containing *Astragalus memvranaceus*. *Korean J Food Preserv*, 21, 885-891 (2014)
- Jeon SY, Baek JH, Jeong EJ, Cha YJ. Potential of onion peel extract as a functional ingredient for functional foods. *J Life Sci*, 22, 1207-1213 (2012)
- Jeong DS, Back DA, Kwon YR, Kwon GM, Youn KS. Quality characteristics and antioxidant activity of onion peel extracts by extraction methods. *Korean J Food Preserv*, 22, 267-274 (2015)
- Jeong JH, Lee CM, Kim SH, Choi YR, Lee DH, Lee CY, Choi BK, Huh CK. Enhancing the quality, characteristics, and antioxidant activity of Korean soy sauce made using lactic acid bacteria fermentation-based onion extract. *Korea J Food Sci Technol*, 55, 258-265 (2023)
- 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. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 26, 159-165 (2006)
- Kang SK, Kim YD, Hyun KH, Kim YW, Song BH, Shin SC, Park YK. Development of separating techniques on quercetin-related substances in onion (*Allium cepa* L.): 1. Contents and stability of quercetin-related substances in onion. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 27, 682-686 (1998)
- Kim EL, Kang SC. Quality evaluation by the addition of pine needle and *Artemisia princeps* extracts in vinegared *Kochujang*. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 50, 167-177 (2007)
- Kim JH, Seo HY, No KM, Han BJ, Lee SJ, Seo YS, Kim

- KS. Changes of volatile odor components in onion by freeze-drying. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 34, 230-235 (2005a)
- Kim JY, Kwon SJ, Kang HI, Lee JH, Kang JS, Seo KI. Quality characteristics and antioxidant effects of peanut sprout soybean yogurt. *Korean J Food Preserv*, 20, 199-206 (2013)
- Kim MJ, Chang BH, Kim IC, Lee DW, Ahn M. Posttraumatic *Bacillus cereus* endophthalmitis. *J Korean Ophthalmol Soc*, 46, 1597-1604 (2005b)
- Kim SH, Lee CM, Jeong JH, Choi YR, Lee DH, Lee CY, Huh CK. Fermentation of onion extract by lactic acid bacteria enhances its physicochemical properties. *Korea J Food Sci Technol*, 54, 445-454 (2022)
- Kim SK, Park SY, Hong SP, Lim SD. Quality characteristics of regional traditional and commercial soy sauce (*Ganjang*). *Korean J Food Cook Sci*, 33, 45-53 (2017)
- KOSIS. Barley, Garlic, Onion Production Survey Results 2023. Available from: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=228&act=view&list_no=426363. Accessed Jul. 19, 2023.
- Lee CM, Kim SH, Jeong JH, Choi YR, Lee DH, Lee CY, Choi BK, Huh CK. Quality characteristics and antioxidant activity of traditional Korean soy sauce based on the proportion of onion juice. *Korean J Food Preserv*, 29, 976-988 (2022)
- Lee CY, Jeong JH, Lee DH, Jo HW, Lee WH, Kim EH, Jang JS, Kim SH, Huh CK. Quality characteristics and antioxidant activity of seasoning according to the addition ratio of onion soy sauce powder. *Korean J Food Sci Technol*, 55, 485-493 (2023)
- Lee HA, Han SJ, Hong SH, Lee YS, Kim DO, Kim OJ. Effects of onion peel water extract on the blood lipid profiles and glucose. *Kor J Herbology*, 29, 141-148 (2014)
- Lim SB, Kim BO, Kim SH, Mok CK, Park YS. Quality changes during storage of Kochujang Treated with heat and high hydrostatic pressure. *Korean Soc Food Sci Nutr*, 30, 611-616 (2001)
- MFDS. Food code. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=Bacillus%20cereus&itemCode=FC0A065002003A234>. Accessed May. 17, 2024a.
- MFDS. Food code. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=Clostridium%20perfringens&itemCode=FC0A065002003A228>. Accessed May. 17, 2024b.
- MFDS. Food code. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%EA%B7%A0%EC%88%98&itemCode=FC0A065002003A209>. Accessed May. 17, 2024c.
- MFDS. Food code. Available from: <https://various.foodsafetykorea.go.kr/fsd/#/ext/Document/FC?searchNm=%ED%95%9C%EC%8B%9D%EA%B0%84%EC%9E%A5&itemCode=FC0A006001002A037>. Accessed May. 17, 2024d.
- MFDS. Number of food poisoning cases caused by *Bacillus cereus*. Available from: https://www.nifds.go.kr/brd/m_271/view.do?seq=12542. Accessed Nov. 29, 2019.
- MFDS. Number of food poisoning cases caused by *Clostridium perfringens*. Available from: https://www.nifds.go.kr/brd/m_271/view.do?seq=12567. Accessed May. 12, 2022.
- Miean KH, Mohamed S. Flavonoid (myricetin, quercetin, kaempferol, luteolin, and apigenin) content of edible tropical plants. *J Agric Food Chem*, 49, 3106-3112 (2001)
- Ohtani K, Shimizu T. Regulation of toxin production in *Clostridium perfringens*. *Toxins*, 8, 207 (2016)
- Park H, Suh SW, Park YS, Jang JK, Chung MS, Choi YJ, Sim KS, Oyunzul G. Investigation of functional ingredients from onion according to the extraction methods, heat treatment, and storage period. *Food Eng Prog*, 13, 92-98 (2009)
- Park JY, Na SY, Lee YJ. Present and future of non-thermal food processing technology. *Food Sci Ind*, 43, 2-20 (2010)
- Park SB, Chung HY, Koo BY. Quality changes of retort pouched curry sauce by various sterilization and storage conditions. *Food Eng Prog*, 19, 353-359 (2015)
- Price KR, Bacon JR, Rhodes MJ. Effect of storage and domestic processing on the content and composition of flavonol glucosides in onion (*Allium cepa*). *J Agric Food Chem*, 45, 938-942 (1997)
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. Antioxidant activity of solvent extract from onion skin. *Korean J Food Sci Technol*, 29, 595-600 (1997)
- Rho SN, Han JH. Cytotoxicity of garlic and onion methanol extract on human lung cancer cell lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 29, 870-874 (2000)
- Seo JH, Kim KI, Hwang IG, Yoo SM, Jo YJ, Min SG, Choi MJ. Effects of thermal treatment and freezing storage period on physicochemical and nutritional characteristics of shiitake mushrooms. *Korean J Food Sci Technol*, 47, 350-358 (2015)
- Shim SL, Ryu KY, Kim W, Jun SN, Seo HY, Han KJ, Kim JH, Song HP, Cho NC, Kim KS. Physicochemical characteristics of medicinal herbs *Ganjang*. *Korean J Food Preserv*, 15, 243-252 (2008)
- Shin JH, Kang MJ, Yang SM, Lee SJ, Ryu JH, Kim RJ, Sung NJ. Comparison of physicochemical properties and antioxidant activities of Korean traditional *Kanjang* and garlic added *Kanjang*. *J Agric Life Sci*, 44, 39-48 (2010)
- Song TH, Kim DH, Park BJ, Shin MG, Byun MW. Changes in microbiological and general quality characteristics of gamma irradiated *Kanjang* and *shoyu*. *Korean J Food*

Sci Technol, 33, 338-344 (2001)

Wright PJ, Triggs CM. Effects of curing, moisture, leaf removal, and artificial inoculation with soft-rotting

bacteria on the incidence of bacterial soft rot of onion (*Allium cepa*) bulbs in storage. Australas Plant Pathol, 34, 355-359 (2005)