Korean J Food Preserv, 29(6), 976-988 (2022)
https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.976
pISSN: 1738-7248, eISSN: 2287-7428

Korean Journal of Food Preservation
한국식품저장유통학회지

Research Article

Quality characteristics and antioxidant activity of traditional Korean soy sauce based on the proportion of onion juice

양파 착즙액 첨가 비율별 한식 간장의 품질 특성과 항산화 활성

Chae-Mi Lee[1†], Su-Hwan Kim[2†], Jae-Hee Jeong[1], Yu-Ri Choi[1], Dong-Hun Lee[1], Chae-Yun Lee[1], Byung-Kuk Choi[3], Chang-Ki Huh[1,2*]

이채미[1†] · 김수환[2†] · 정재희[1] · 최유리[1] · 이동훈[1] · 이채윤[1] · 최병국[3] · 허창기[1,2*]

[1]*Department of Food Science and Technology, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea*
[2]*Research Institute of Food Industry, Sunchon National University, Suncheon 57922, Korea*
[3]*Fermented Food Industry Center, Suncheon 57908, Korea*

[1]*순천대학교 식품공학과,* [2]*순천대학교 식품산업연구소,* [3]*남해안권발효식품산업지원센터*

Abstract The aim of this study was to improve the quality and functionality of Korean soy sauce made with onion juice. At the end of fermentation, the titratable acidity of the soy sauce containing 100% onion juice was the highest at 2.90%. The salt (NaCl) content was highest and lowest in the samples without and with onion juice supplementation, respectively. The protein content ranged from 11.09-12.50%. The sensory evaluation revealed that the soy sauce sample containing 70% onion juice had the highest scove at 5.0-5.8 levels in terms of sweetness, salty taste, delicate flavor, and overall preference. Quercetin content was 1.73 mg/100 g and 1.68 mg/100 g in soy sauce containing 70% and 100% onion juice, respectively. However, quercetin was not detected in the soy sauce without onion juice supplementation. Total polyphenol and flavonoid contents, as well as antioxidant activity, increased proportionally to the amount of onion juice added. Overall, it was confirmed that the addition of onion juice improved the quality and functionality of Korean soy sauce.

Keywords onion juice, traditional Korean soy sauce, onion soy sauce, quality characteristics, antioxidant activity

OPEN ACCESS

Citation: 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(6), 976-988 (2022)

Received: June 20, 2022
Revised: September 16, 2022
Accepted: September 19, 2022

†These authors contributed equally to this study.

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

간장은 주로 아시아권에서 식품으로 사용되어 왔으며(Lee와 Song, 2018), 한식 간장은 메주에 염수를 넣어 담금하고 메주 중에 생육하는 각종 균류의 효소작용을 이용하여 숙성 발효시킨 후 덧의 건더기와 액을 분리하여 여액을 달인 후 숙성시켜서 제조된다(Lee 등, 2009). 발효와 숙성에 의해 제조된 한식 간장은 소금의 짠맛, 유기산의 신맛, 당의 단맛과 발효에 의해 생성되는 다양한 풍미 그리고 아미노산에 의한 구수한 맛 등의 조화로 풍부한 맛과 향을 나타내어, 감미가 강한 일본식 간장과는 다른 특성을 갖는다(Park 등, 2015; Son 등, 2002). 한식 간장은 일본식 간장과는 달리 오직 콩만으로 만들어 웰빙, 슬로푸드 등 소비자의 니즈에 부합

하지만(Choi 등, 2013), 다양한 미생물에 의한 독특한 향미 등의 문제로 소비자의 기호도가 낮은 실정이다(Lee 등, 2012). 한식 간장의 품질 개선 및 기능성 향상을 위한 연구는 천마 및 표고버섯 첨가 간장(Kwon 등, 2014), 약용식물 추출물을 첨가한 간장(Shim 등, 2008), 마늘 첨가 간장(Shin 등, 2010) 등이 진행된 바 있으나, 대부분 부재료 첨가 수준으로 진행되어 한식 간장의 소비 촉진을 위한 품질 및 기능성 향상에 관련된 연구가 필요한 실정이다.

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과(Lilliaceae)에 속하는 작물로서 오래전부터 우리 식생활에 중요한 조미채소로 이용되어 왔다. 양파는 glucose, fructose 및 sucrose 등의 당분에 의한 단맛이 있으며, 매운맛을 내는 알리신 성분은 비타민 B_1의 흡수를 촉진시킨다고 알려져 있다(Shin 등, 2002). Quercetin 등의 다양한 생리활성 물질을 함유하고 있어 항산화 활성, 중금속 제거, 혈중콜레스테롤 감소, 고혈압 및 당뇨병과 같은 성인병 예방 그리고 알레르기 반응 억제 등의 효과가 보고되어 있다(Lee 등, 2008). 이와 같은 양파의 기능성이 알려지면서 소비와 재배면적의 증가가 이어지고 있으나(Lee 등, 2013), 기후 환경 변화로 인해 매년 양파 수급이 불안정하여 가격의 등락 폭이 크고 농민들의 소득 불안정을 초래하고 있어 소득을 안정시킬 수 있는 다양한 방안 모색이 필요하다. 양파의 특성상 착즙액을 활용한 제품개발이 효율적인 것으로 판단된다. 또한, 양파는 방부 효과와 불쾌한 냄새나 맛 제거에 효과적인 것으로 알려져 있어(Bea 등, 2003), 한식 간장의 기능성 향상과 더불어 품질개선에 도움이 될 것으로 판단된다.

따라서 본 연구는 한식 간장의 품질 개선과 기능성 향상을 목적으로 한식 간장 제조 공정 중 염수 제조에 첨가되는 물을 대신해 양파 착즙액을 활용하였으며, 염수 제조에 첨가되는 물의 총량을 기준으로 물과 양파 착즙액의 혼합 비율을 달리하여 간장을 제조하였다. 이와 같이 제조한 양파 착즙액 첨가 비율에 따른 한식 간장은 90일간 발효·숙성을 진행하여 기간에 따른 이화학적 품질과 기능성을 평가하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 실험 재료

본 실험에 사용된 양파는 전라남도 무안군 농가에서 재배된 2021년산 양파를 구입하여 사용하였고, 메주 또한 전라남도 무안군 콩밭마실(Muan, Korea)에서 제조한 콩알메주를 구입하였으며, 천일염은 마트에서 판매하는 천일염(Shinan, Korea)을 구입하여 사용하였다.

2.2. 양파 간장 제조

양파 간장 제조에 사용할 양파 착즙액 제조는 껍질을 포함하는 통양파를 세척한 후 착즙기(Hurom Alpha Chamber, Seoul, Korea)를 이용하여 착즙하였고, 착즙 수율은 양파 10 kg당 착즙액의 양이 8.3 kg으로 83%의 수율을 나타냈다. 간장 제조에서의 원료 혼합은 대조구의 경우 콩알 메주 250 g, 소금 200 g 및 정제수 800 g을 혼합하였고, 양파 착즙액을 포함하는 시료구의 경우 콩알 메주 250 g과 소금 200 g 그리고 양파 착즙액은 정제수 첨가량인 800 g을 기준으로 하여 양파 착즙액 비율에 따라 정제수를 대신해 첨가하였다. 정제수와 양파 착즙액의 혼합 비율은 정제수 560 g + 양파 착즙액 240 g의 OE30 시료구, 정제수 400 g + 양파 착즙액 400 g의 OE50 시료구, 정제수 240 g + 양파 착즙액 560 g의 OE70 시료구와 양파 착즙액 800 g의 OE100 시료구로 구성하였고, 3개월간 35℃ 발효기(MIR-253, Sanyo Co., Gunma, Japan)에서 발효 및 숙성시켰으며, 3개월 후 200 mesh로 여과하여 청징 간장을 제조하였다(Fig. 1).

2.3. 발효 기간에 따른 양파 한식 간장의 이화학적 특성 변화 측정

2.3.1. pH, 적정산도, 당도, 색도, 환원당 및 식염함량 측정

pH는 시료 10 mL를 취하여 pH meter(TOADKK.HM-40X, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 적정산도는 시료를 1 mL를 취한 후 1% phenolphthalein 지시약을 첨가하고 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후 0.009를 곱하여 환산하였다. 당도 측정은 굴절당도계로 측정하여 °Brix로 나타내었다. 색도는 시료의 일정량을 취해 색차계(Super color sp-80, Denshoku, Tokyo, Japan)를 이용해 X=80.84, Y=82.22, Z=92.98인 표준 백색판(standard white plate)으로 보정하여 사용하였다. 측정값 표시는 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 하였다. 환원당 함량은 Somogyi 변법(Hatakana와 Kobara,

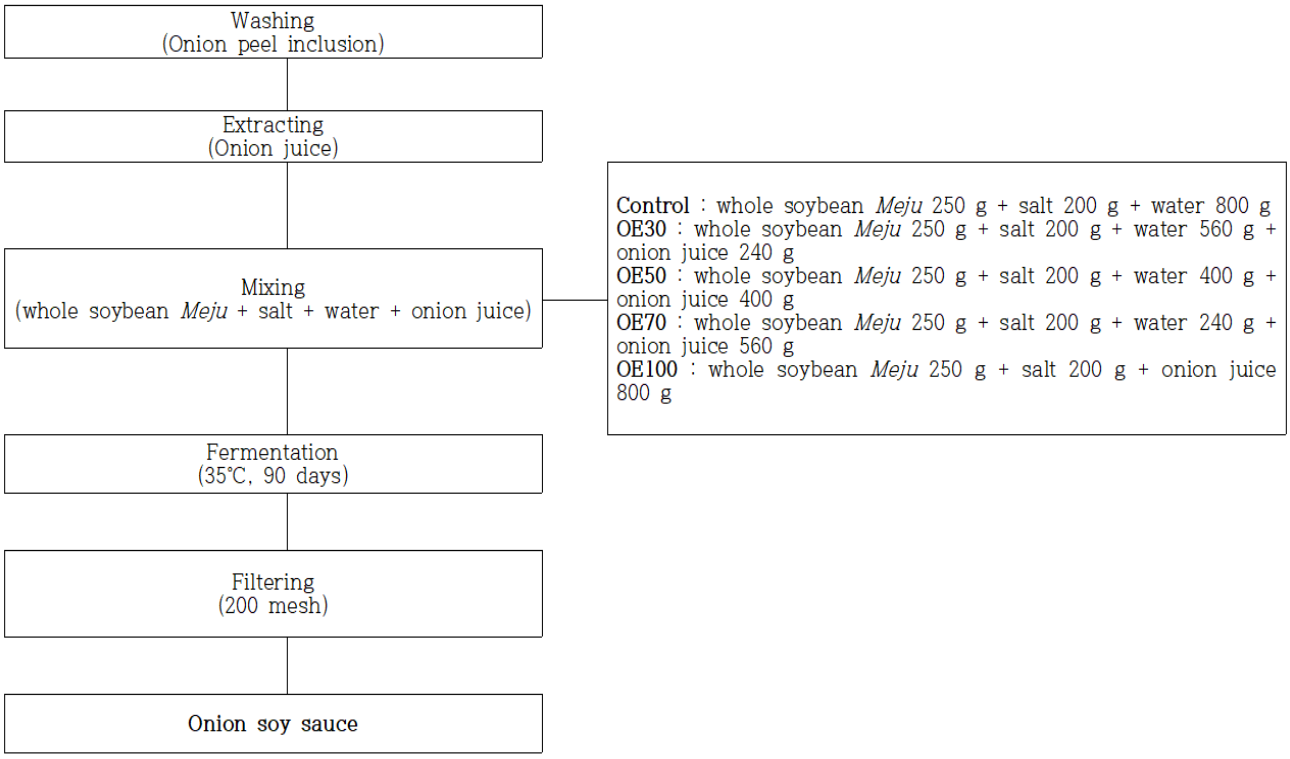

Fig. 1. Manufacturing process of traditional Korean soy sauce depending on the different addition ratios of onion juice.

1980)에 의해 시료 10 mL를 취하여 측정하였고, 측정한 환원당 함량은 glucose로 표시하였다. 식염 함량은 Mohr 법(Oh 등, 2002)에 따라 간장 1 mL를 500 mL로 희석하고, 이 중 25 mL를 삼각플라스크에 취하여 10% $K_2C_rO_4$ 1 mL를 넣고 0.02 N $AgNO_3$(SAMCHUN, Pyeongtaek, Korea)을 가하여, 적갈색이 15초간 사라지지 않을 때까지의 소요된 0.02 N $AgNO_3$ 용액 소비량을 확인해 다음과 같은 계산식으로 산출하였다.

$$\text{식염(\%)} = \frac{V \times F \times 0.00117 \times D}{S} \times 100$$

V: 0.02 N $AgNO_3$ 용액의 적정소비량(mL)
F: 0.02 N $AgNO_3$ 용액의 역가
0.00117: 0.02 N $AgNO_3$ 용액 1 mL에 상당하는 NaCl의 양(g)
D: 희석배수
S: 시료의 채취량(mL)

2.4. 발효 완료 후 양파 한식 간장의 품질 특성 측정

2.4.1. 조단백질 함량 측정

조단백질 함량은 AOAC법(1990)에 따라 micro-Kjeldahl 법을 이용하여 분석하였고, 질소계수 6.25를 곱하여 계산하였다.

2.4.2. 관능평가

관능평가는 순천대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 10명의 패널을 선정하였으며, 시료는 1인당 5 mL씩 제공하였다. 각 시료별 관능평가는 제공된 생수로 입안을 헹군 다음 시료에 대한 평가를 진행하였다. 평가 항목과 방법은 색(color), 향(flavor), 단맛(sweetness), 짠맛(salty taste), 구수한 맛(delicate flavor), 전체적 기호도(overall acceptance)를 7단계 평가법으로 실시하였다. 채점기준은 아주 좋다: 7점, 좋지도 싫지도 않다: 4점, 아주 싫다: 1점으로 하였고, 순천대학교 생명윤리심의위원회 심의 승인(1040173-202111-HR-036-02)을 받은 후 시행하였다.

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.976

2.4.3. Quercetin 함량 분석

Quercetin 함량은 Jang 등(2018)의 방법에 따라 분석하였다. 시료 1 mL를 취하여 여과한 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 여액을 HPLC(Waters 1525 and 717, Waters Co., Milford, MA, USA)를 이용하여 분석하였으며, column은 RP_{18} column(ID 4.6×250 mm, Waters Co., Milford, MA, Ireland)을 사용하였다. Mobile phase는 solvent A는 acetonitrile(J.T.Bakre, Radnor, USA), solvent B는 0.1% phosphoric acid 용액을 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., Milford, MA, USA)을 사용하여 UV 370 nm에서 측정하였고, 함량은 외부표준법으로 나타내었다.

2.4.4. 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 측정

총폴리페놀 함량은 시료 1 mL를 취해 증류수로 50 mL 정용하여 Folin-Denis법(Folin과 Denis, 1992)에 따라 분석하였다. 즉, 시료 0.2 mL에 Phenol reagent(JUNSEI, Tokyo, Japan) 시약 0.2 mL를 첨가하고 3분 후에 10% Na_2CO_3 0.5 mL를 가하여 혼합하여 발색시켰다. 1시간 후에 발색된 색을 Microplate readers(SPECTROstar^{Nano}, BMG Labtech, Ortenberg, Germany)를 이용하여 660 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질은 gallic acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 총플라보노이드 함량은 Davis법(Park 등, 2019)에 따라 측정하였다. 즉, 시료 0.2 mL에 에탄올 0.6 mL, 10% 질산알루미늄 0.04 mL, 1 M 초산칼륨용액 0.04 mL 그리고 증류수 1.12 mL를 혼합한 다음, Microplate readers를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였고, 표준물질은 quercetin(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 사용하였다.

2.4.5. 항산화 활성 측정

1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl(DPPH) 라디칼 소거활성 측정은 Blois (1958)의 방법을 변형하여 측정하였다. 각각의 시료용액 0.15 mL에 0.3 mM DPPH 용액(dissolved in 50% methanol)을 0.15 mL 가하고, 30분간 반응시켰다. 이 반응액을 Microplate readers를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 2,2'-azinobis-(-3ethylbenzothiazoline-6-sulfononic acid) diammonium salt (ABTS) 라디칼 소거 활성 측정은 7 mM ABTS 용액과 2.4 mM 과황산칼륨을 1:1 비율로 혼합하여 암소에서 24시간 동안 반응시킨 후, 732 nm에서 흡광도 값이 0.70±0.02가 되게 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 0.2 mL와 시료 0.05 mL를 혼합하고, 이 반응액을 Microplate readers를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. Superoxide Dismutase(SOD) 유사활성은 Lim(2021)의 방법에 따라 측정하였다. 시료 0.04 mL에 Tris-HCl buffer 0.12 mL과 pyrogallol 0.04 mL를 넣고 10분간 반응시킨 다음, 1 N-HCl 0.02 mL를 넣어 반응 정지시키고 Microplate readers를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.5. 통계처리

통계처리는 실험결과를 3회 이상 반복 실시하여 SPSS 통계분석 프로그램(26, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 이용하였고, mean±standard deviation(SD)를 구하였으며, Duncan's multiple range test에 의해 평균치 간의 유의성($p<0.05$)을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 발효 기간에 따른 양파 한식 간장의 품질 변화

3.1.1. pH, 적정 산도 및 당도의 변화

발효 기간에 따른 양파 한식 간장의 pH, 적정산도 및 당도의 변화는 Fig. 2와 같다. 시료구별 pH는 제조 직후 대조구가 6.22로 가장 높은 값을 보였고, 양파 착즙액이 첨가된 시료구의 경우는 4.61-5.08로, 착즙액의 첨가량이 많아질수록 pH는 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2(A)). 이는 양파 착즙액의 pH에 의한 영향(Table 1)으로 판단된다. 발효 완료 시점인 90일째 pH는 4.80-5.80의 범위를 나타내었다. Kim 등(1996)에 따르면 한식 간장의 pH 확인 결과 5.12-7.12로 나타났음을 보고하여 본 연구와 유사하였으나, 양파 착즙액을 첨가한 시료구의 경우 pH가 다소 낮은 경향을 보였다.

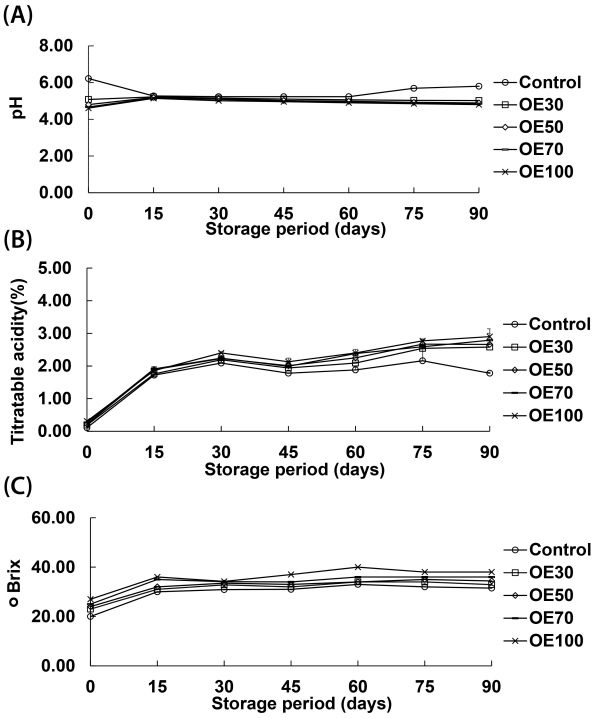

Fig. 2. Change of pH (A), titratable acidity (B) and °Brix (C) of traditional Korean soy sauce by fermentation period according to onion juice addition ratio. Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE30, traditional Korean soy sauce with 30% onion juice added; OE50, traditional Korean soy sauce with 50% onion juice added; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.

적정 산도는 모든 시료구가 30일째까지 상승하였고, 이후 45일째까지는 약간 감소하였으며, 45일째 이후에는 대조구를 제외한 양파 착즙액을 첨가한 모든 시료구는 90일째까지 완만하게 상승하는 경향을 나타내었다(Fig. 2(B)). 시료구별 적정산도는 양파 착즙액 100% 첨가 시료구가 제조 직후에 0.31%로 가장 높은 산도를 나타내었고, 90일째 또한 2.90%로 가장 높은 산도를 나타내었다. Choi 등(2013)은 시판 개량 한식 간장의 산도를 1.85-3.30으로 보고하여 본 연구와 유사하였다.

당도 변화는 제조 직후 20-27 °Brix로 양파 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 당도도 증가하였으며, 90일째 32-38 °Brix로 증가하였다(Fig. 2(C)). 일반적으로 간장 제조 시 당도의 증가는 메주에 포함된 전분이 당분으로 전환이 되어 나타난다(Park 등, 2014). 본 연구 결과 양파 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 pH는 감소하였으며, 적정 산도는 증가하였다. 간장의 발효와 숙성을 통해 메주의 당질이 유기산으로 전환되는 것으로 알려져 있으며(Kwon과 Kwak, 2021; Lee 등, 2021), 더불어 첨가한 양파의 당 성분(Table 1)이 유기산으로 전환되어 나타난 결과로 판단된다.

Table 1. Pre-analysis data of onion juice

Component	Content
Proximate composition (%)	
Moisture	88.64±0.05
Crude protein	1.46±0.07
Crude fat	0.14±0.01
Crude ash	0.19±0.02
pH	5.18±0.00
Titratable acidity	0.39±0.01
°Brix	20.00±0.00
NaCl (%)	0.13±0.02
Compound	
Quercetin (mg/100 g)	1.76±0.30
Total polyphenol (mg/100 g)	1,166.39±4.97
Total flavonoidsl (mg/100 g)	20.27±0.10
Antioxidant activity (%)	
DPPH free radical scavenging activity	15.09±0.00
ABTS radical cation scavenging activity	39.96±0.24

All values are mean±SD (n=3).

3.1.2. 색도, 환원당 및 식염 함량 변화

색은 식품의 2차 기능인 감각기능에 관여해서 품질을 결정하는 중요한 요소가 된다(Choi 등, 2016). 발효 기간에 따른 간장의 색도 변화는 Table 2와 같다. 명도를 나타내는 L값은 발효 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 시료구별 L값은 양파 착즙액 100% 첨가 시료구가 제조 직후에는 48.49로 가장 낮았으나 90일째에 30.67로 가장 높은 값을 나타내었고, 대조구는 제조 직후에는 58.63으로 가장 높았으나 90일째는 24.00으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 적색도를 나타내는 a값은 발효 기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였고, 시료구별 값은 양파 착즙액 첨가량이 증가할수록 낮은 값을 보였다. 황색도를 나타내는 b값

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.976

Table 2. Change of color of traditional Korean soy sauce by fermentation period according to onion juice addition ratio

Sample	Color						
	L value						
	0 day	15 day	30 day	45 day	60 day	75 day	90 day
Control[1)]	58.63±0.03[2)a3)]	57.73±0.07[b]	49.16±0.03[e]	39.05±0.06[e]	38.37±0.00[a]	28.63±0.08[c]	24.00±0.02[d]
OE30	53.17±0.00[b]	57.85±0.00[a]	51.29±0.00[c]	40.90±0.06[c]	35.88±0.04[b]	29.66±0.00[a]	24.14±0.13[d]
OE50	53.06±0.12[b]	55.80±0.00[c]	53.84±0.02[a]	40.80±0.05[d]	34.10±0.00[d]	29.22±0.00[b]	24.55±0.10[c]
OE70	48.68±0.05[c]	51.99±0.00[e]	52.00±0.00[b]	41.08±0.00[b]	35.13±0.05[c]	26.23±0.07[d]	26.75±0.02[b]
OE100	48.49±0.05[d]	55.20±0.04[d]	49.55±0.00[d]	42.39±0.00[a]	32.44±0.01[e]	26.20±0.12[d]	30.67±0.10[a]
	a value						
Control	5.64±0.02[d]	22.76±0.07[a]	34.85±0.12[a]	46.48±0.10[c]	52.87±0.03[c]	59.44±0.25[a]	73.16±0.24[b]
OE30	7.45±0.00[c]	21.99±0.00[d]	26.30±0.00[d]	40.41±0.12[d]	51.64±0.06[d]	57.17±0.03[b]	75.18±0.49[a]
OE50	9.14±0.07[a]	22.57±0.14[b]	23.94±0.01[e]	48.62±0.23[a]	57.02±0.03[b]	56.75±0.00[c]	64.11±0.12[c]
OE70	7.80±0.20[b]	22.77±0.05[a]	33.34±0.00[b]	48.54±0.06[a]	45.09±0.10[e]	56.20±0.29[d]	58.27±0.22[d]
OE100	9.01±0.02[a]	22.14±0.04[c]	32.50±0.05[c]	46.87±0.15[b]	61.28±0.19[a]	57.39±0.28[b]	44.55±0.15[e]
	b value						
Control	20.19±0.06[e]	126.72±0.12[b]	111.94±0.05[e]	94.52±0.10[e]	93.35±0.00[a]	76.55±0.13[b]	68.85±0.15[d]
OE30	28.12±0.00[c]	126.94±0.00[a]	115.58±0.06[b]	97.71±0.10[c]	89.06±0.07[b]	78.33±0.00[a]	68.82±0.23[d]
OE50	29.95±0.11[b]	122.15±0.00[d]	114.94±0.03[c]	97.54±0.09[d]	85.99±0.00[d]	70.33±0.00[d]	70.27±0.16[c]
OE70	27.50±0.05[d]	116.83±0.00[e]	116.85±0.00[a]	98.02±0.00[b]	87.75±0.08[c]	72.41±0.12[c]	73.31±0.03[b]
OE100	30.26±0.12[a]	122.36±0.07[c]	112.63±0.00[d]	100.28±0.00[a]	83.14±0.02[e]	72.32±0.18[c]	80.08±0.17[a]

[1)]Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE30, traditional Korean soy sauce with 30% onion juice added; OE50, traditional Korean soy sauce with 50% onion juice added; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.
[2)]All values are mean±SD (n=3).
[3)]Means followed by the different letters in same column are significantly different ($p<0.05$, a>b>c>d>e).

의 경우 모든 시료구가 15일째 급격하게 증가하였으며 이후 감소하는 경향을 나타내었고, 90일째의 값은 양파 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 높은 값을 보였다. Kang 등(2011)은 간장의 숙성기간별 색도 변화를 측정한 결과 숙성기간이 경과할수록 명도값은 감소하였고, 적색도와 황색도는 증가하는 경향을 보였다고 보고해 본 연구와 일치하였으며, 이는 숙성기간이 증가할수록 Maillard 반응 산물이 생성되어 간장의 색이 진해지는 것으로 보고하였다.

발효 기간에 따른 간장의 환원당 함량 변화는 Fig. 3과 같다. 환원당은 간장의 발효 과정 중 유입된 미생물에 의해 생성된 amylase가 메주의 전분질을 분해하며 생성된다(Kim 등, 2013). 본 연구에서는 발효 30일째까지 모든 시료구의 환원당 함량이 증가하였고, 30일 이후에는 감소하

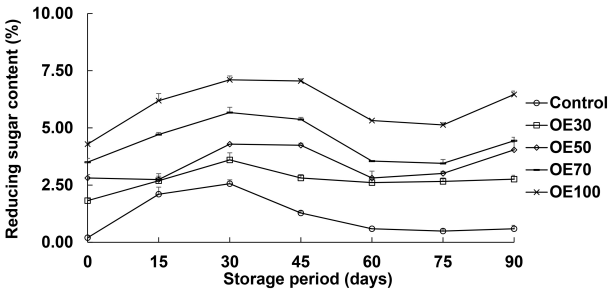

Fig. 3. Change of reducing sugar contents of traditional Korean soy sauce by fermentation period according to onion juice addition ratio. Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE30, traditional Korean soy sauce with 30% onion juice added; OE50, traditional Korean soy sauce with 50% onion juice added; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.

는 경향을 보였으며, 75일째 약간 증가하는 경향을 보였다. 이러한 변화 패턴은 전형적인 간장 발효에서 일어나는 현상(Lee와 Kim, 2002)으로 초기 환원당 증가는 메주에 포함된 전분이 당화가 일어나 나타나는 현상이고, 환원당의 감소는 숙성기간 동안 일어나는 젖산 발효나 알코올 발효에 환원당이 기질로 이용되었기 때문이다(Jeon 등, 2002). 시료구별 환원당 함량은 양파 착즙액 첨가량이 많을수록 함량이 높게 나타났다. Kwon 등(1999)에 따르면 양파의 환원당 함량은 5.39%였다고 보고하였다. 따라서 기존 양파에 포함된 환원당의 영향으로 양파 착즙액 첨가량이 많아질수록 환원당 함량이 높게 나타난 결과로 판단된다.

발효 기간에 따른 간장의 식염 함량 변화는 Fig. 4와 같다. 발효 기간에 따른 식염 함량 변화는 유의적인 패턴은 보이지 않았다. 시료구별 식염 함량은 대조구가 제조 직후와 90일째에서 각각 22.63%와 19.56%로 가장 높은 함량을 보였고, 양파 착즙액 첨가 시료구의 경우 낮게 나타났다. Kim 등(2017)은 간장의 식염 함량은 16.91-29.89%로 보고하였으며, 본 연구 결과 발효 90일째 대조구가 19.56%, 양파 착즙액 첨가 시료구는 15.56-17.91%로 양파 착즙액 첨가 시료구가 더 낮은 함량을 나타내었다. 양파 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 식염 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 양파 착즙액의 첨가는 간장 내 질소원 증가로 이어지며 질소원은 미생물 생육에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Rho, 2011). 따라서 양파 착즙액 첨가로 인해 미생물 생육이 증진될 것으로 판단되며, 그 결과 미생물의 대사과정 중 질소원과 더불어 식염을 비롯한 무기염류를 활용 및 흡착하는 과정(Lee와 Lee, 1971; Priya 등, 2022)으로 인해 대조구 대비 식염 함량이 낮게 나타나는 것으로 사료된다.

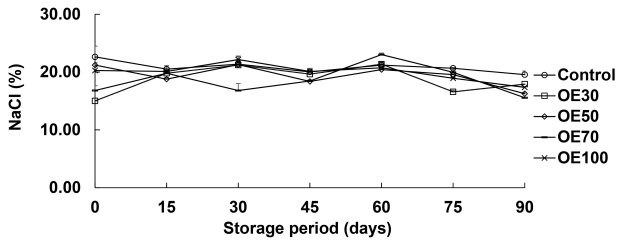

Fig. 4. Change of NaCl contents of traditional Korean soy sauce by fermentation period according to onion juice addition ratio. Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE30, traditional Korean soy sauce with 30% onion juice added; OE50, traditional Korean soy sauce with 50% onion juice added; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.

3.2. 발효 완료 후 양파 한식 간장의 품질 특성

3.2.1. 조단백질 함량

양파 착즙액 첨가량에 따른 한식 간장의 조단백질 함량은 Table 3과 같다. 본 연구에서 제조된 간장 시료구의 단백질 함량은 11.09-12.50%의 함량을 보여, 식품성분표(RDA, 2022)에서 제시된 한식 간장의 조단백질 함량 3.72%, 약용식물 추출물 첨가 간장 8.0-8.4%(Shim 등, 2008), 황기 첨가 전통 간장 10.12%(Jang 등, 2014) 함량보다 높게 나타났다. 시료구별 조단백질 함량은 양파 착즙액 30% 첨가 시료구는 대조구와 유의적 차이를 보이지 않았고, 50% 이상 첨가 시료구의 경우 농도 의존적으로 조단백질 함량이 증가하는 경향을 보였다. Jeong 등(2006)은 황색 양파의 조단백질 함량은 1.09% 정도로 보고하여 본 양파 착즙액의 조단백질 함량(Table 1)과 유사하였다. 따라서 본 연구에서의 양파 착즙액 첨가에 따른 조단백질 함량의 증가는 기존 양파에 포함되어 있는 단백질 성분에 기인한 것으로 판단된다.

Table 3. The crude protein content of traditional Korean soy sauce according to onion juice addition ratio

Component	Control[1)]	OE30	OE50	OE70	OE100
Crude protein (%)	11.16±0.81[2)b3)]	11.07±0.53[b]	11.69±0.21[ab]	11.72±0.24[ab]	12.50±0.48[a]

[1)]Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE30, traditional Korean soy sauce with 30% onion juice added; OE50, traditional Korean soy sauce with 50% onion juice added; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.
[2)]All values are mean±SD (n=3).
[3)]Means followed by the different lowercase letters in same row are significantly different ($p<0.05$, a>b).

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.976

3.2.2. 관능평가

양파 착즙액 첨가 간장의 관능평가 결과는 Table 4와 같다. 시료구별 관능 평가 결과 색과 향의 기호도는 양파 착즙액 30% 첨가 간장 시료구가 5.4와 6.0으로 가장 높은 기호도를 보였고, 단맛, 짠맛, 구수한 맛, 전체적 기호도는 양파 착즙액 70% 첨가 간장 시료구가 5.0-5.8 수준으로 가장 높은 기호도를 보였다. 양파 착즙액 100% 첨가 간장 시료구의 경우 전반적으로 기호도가 낮게 나타났는데 평가 내용을 보면 양파에서 기인한 기호도 요소가 간장의 고유의 맛을 오히려 떨어뜨린다는 의견들이 제시되었다. 짠맛의 기호도를 앞서 언급한 식염 함량 측정 결과와 연계해 살펴보면 식염 함량이 가장 높았던 대조구가 짠맛의 기호도에서는 가장 낮은 기호도를 보였고, 식염 함량이 가장 낮게 나타난 양파 착즙액 70% 첨가 간장 시료구가 짠맛의 기호도에서는 가장 높은 기도호를 보였다. 이러한 결과는 현재 소비 트렌드인 저염식에 대한 인식이 반영되어 나타난 결과로 판단된다. 관능평가 결과를 종합해 보면 양파 착즙액 70% 첨가 간장이 전반적으로 높은 기호도를 보여 상업적으로 활용 가치가 있을 것으로 판단된다.

3.2.3. Quercetin 함량

본 연구에서의 관능평가 이후에 소개될 quercetin 함량, 총폴리페놀 함량, 총플라보노이드 함량 및 항산화 활성 측정 결과에 구성된 시료구는 양파 착즙액이 첨가되지 않은 대조구, 관능평가 결과 기호도가 높았던 양파 착즙액 70% 첨가 시료구와 양파 착즙액 첨가량이 가장 높은 100% 첨가 간장 시료구로 구성하여 실시하였다.

양파 착즙액 첨가량에 따른 한식 간장의 quercetin 함량 측정 결과는 Table 5에서 보는 바와 같다. 그 결과 대조구에서는 검출되지 않았고, 양파 착즙액 70% 첨가 시료구는 1.73 mg/100 g, 100% 첨가 시료구는 1.68 mg/100 g으로 나타났다. 본 실험 결과는 양파 착즙액 첨가에 따른 한식 간장의 품질 향상에 기여할 가능성을 확인한 부분이다. 또한, Kang 등(1998)은 양파의 과육 착즙액의 quercetin 함량을 분석한 결과 1.63 mg%의 함량을 보였다고 보고하였다. 이 두 개의 데이터값으로는 결과가 비슷한 함량으로 보

Table 4. Sensory evaluation of traditional Korean soy sauce according to onion juice addition ratio

Component	Control[1)]	OE30	OE50	OE70	OE100
Color	5.0±1.0[2)ns3)]	5.4±0.5	5.2±1.3	4.8±1.8	5.0±1.0
Flavor	5.0±1.0	6.0±1.2	5.0±1.6	5.0±1.2	4.4±1.1
Sweetness	3.6±1.9	4.0±1.6	4.2±1.3	5.0±1.0	3.4±1.3
Salty taste	3.4±1.1	4.0±1.1	4.2±2.2	5.0±1.0	3.8±2.4
Delicate flavor	4.2±0.8[ab4)]	4.0±0.7[ab]	4.6±1.1[ab]	5.4±0.9[a]	3.6±1.5[ab]
Overall acceptance	4.0±0.0[bc]	4.4±0.9[b]	4.6±1.1[ab]	5.8±1.1[a]	3.0±1.0[c]

[1)]Control, traditional Korean soy sauce without onion juice, OE30, traditional Korean soy sauce with 30% onion juice added; OE50, traditional Korean soy sauce with 50% onion juice added; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.
[2)]All values are mean±SD (n=10).
[3)]ns, not significant.
[4)]Means followed by the different letters in same row are significantly different ($p<0.05$, a>b>c).

Table 5. The quercetin content of traditional Korean soy sauce according to onion juice addition ratio (mg/100 g)

Component	Control[1)]	OE70	OE100
Quercetin	–[2)]	1.73±0.07[3)]	1.68±0.03

[1)]Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.
[2)]Not detected.
[3)]All values are mean±SD (n=3).

이지만 Kang 등(1998)이 보고한 함량은 양파 과육 착즙액 자체의 quercetin 함량이고, 본 연구에서는 간장 제조 시 양파 착즙액 첨가 수준에서의 quercetin의 함량으로 본 연구에서의 양파 착즙액 quercetin 함량이 좀 더 높다고 할 수 있다.

3.2.4. 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량

양파에는 폴리페놀 화합물이 다량 함유되어 있어 기능성 식품 소재로서의 이용 가능성이 높다고 보고되어 있다(Kim 등, 2007). 양파 착즙액 첨가에 따른 간장의 총폴리페놀과 총플라보노이드 함량을 측정한 결과는 Table 6과 같다. 총폴리페놀 함량은 대조구가 470.83 mg/100 g의 함량을 보였고, 양파 착즙액 70% 첨가 간장 시료구는 514.37 mg/100 g, 양파 착즙액 100% 첨가 간장 시료구는 543.39 mg/100 g으로, 양파 착즙액 첨가가 간장의 폴리페놀 함량을 높이는 것을 확인하였다. 플라보노이드 함량 또한, 대조구는 58.70 mg/100 g의 함량을 보였고, 양파 착즙액 70% 첨가 간장은 67.80 mg/100 g, 양파 착즙액 100% 첨가 간장은 69.83 mg/100 g으로, 양파 착즙액 첨가가 간장의 플라보노이드 함량을 높였다. Choi 등(2016)은 간장에 흑마늘 추출액을 3%와 5% 첨가하였을 때 총플라보노이드 함량이 각각 40.43 mg/100 mL와 49.84 mg/100 mL로 증가한다고 보고한 바 있는데, 본 연구에서도 비슷한 결과를 보였다.

3.2.5. 항산화 활성

양파 착즙액 첨가에 따른 간장의 항산화 활성을 측정한 결과는 Table 7과 같다. DPPH 자유라디칼 소거 활성은 대조구가 41.17%의 활성을 보였고, 양파 착즙액 70%와 100% 첨가 간장은 각각 50.26%와 54.58%의 활성을 보여, 양파 착즙액 첨가가 간장의 DPPH 자유라디칼 소거 활성을 높이는 것을 확인하였다. Shin 등(2014)은 천연물 소재를 첨가하지 않은 간장의 DPPH 자유라디칼 소거 활성은 32.39-35.12%였지만, 미더덕 껍질, 뽕잎, 양파추출물을 첨가한 간장은 43.74-45.19%로 활성이 높아졌다고 보고해 본 연구의 결과와 유사하였다.

ABTS 라디칼 소거 활성 또한, 대조구가 75.38%, 양파 착즙액 70%와 100% 첨가 간장은 각각 85.05%와 90.90%로 활성이 높아졌고, SOD 유사활성 측정 결과에서도 활성이 높아지는 것을 확인하였다. 이러한 결과를 볼 때 기존 한식 간장 제조 방법에 양파 착즙액을 첨가하여 제조할 경우 기능성 향상에도 효과가 있을 것으로 판단된다.

Table 6. Total polyphenol content and total flavonoid content of traditional Korean soy sauce according to onion juice addition ratio

Component	Control[1)]	OE70	OE100
Total polyphenols (mg/100 g)	470.83±11.09[2)c3)]	514.37±9.53[b]	543.39±9.74[a]
Total flavonoids (mg/100 g)	58.70±6.80[b]	67.80±3.20[a]	69.83±0.89[a]

[1)]Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.
[2)]All values are mean±SD (n=3).
[3)]Means followed by the different letters in same row are significantly different ($p<0.05$, a>b>c).

Table 7. Antioxidant activity of traditional Korean soy sauce according to onion juice addition ratio

Component	Control[1)]	OE70	OE100
DPPH free radical scavenging activity (%)	41.17±5.46[2)b3)]	50.26±0.55[a]	54.58±3.76[a]
ABTS radical scavenging activity (%)	75.38±3.45[2)c3)]	85.05±0.43[b]	90.90±0.20[a]
SOD-like ability (%)	68.55±0.62[2)c3)]	70.11±0.67[b]	72.82±0.99[a]

[1)]Control, traditional Korean soy sauce without onion juice; OE70, traditional Korean soy sauce with 70% onion juice added; OE100, traditional Korean soy sauce with only onion juice added.
[2)]All values are mean±SD (n=3).
[3)]Means followed by the different letters in same row are significantly different ($p<0.05$, a>b>c).

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.976

4. 요약

본 연구에서는 한식 간장 제조에 양파 착즙액을 활용함으로써 한식 간장의 품질 개선과 기능성 향상을 목적으로 하였다. 간장의 발효 기간 중 pH는 양파 착즙액의 첨가량이 많아질수록 감소하는 경향을 보였고, 적정산도는 양파 착즙액 100% 첨가 시료구가 발효 90일째 2.90%로 가장 높은 산도를 나타내었다. 당도 또한 양파 착즙액의 첨가량이 높을수록 당도도 높아지는 것을 확인할 수 있었다. 색도의 L값과 b값은 양파 착즙액 100% 첨가 간장이 가장 높았고, a값은 가장 낮게 나타났으며, 시료구별 환원당 함량은 양파 착즙액 첨가량이 많을수록 함량이 높게 나타났다. 식염 함량은 대조구가 제조 직후와 90일째에서 각각 22.63%와 19.56%로 가장 높은 함량을 보였고, 양파 착즙액 첨가 시료구의 경우 낮게 나타났다. 단백질 함량은 11.09-12.50%의 함량을 보였고, 관능 평가 결과 단맛, 짠맛, 구수한 맛, 전체적 기호도에서 양파 착즙액 70% 첨가 시료구가 5.0-5.8 수준으로 가장 높은 기호도를 보였다. Quercetin 함량은 대조구에서 검출되지 않았고, 양파 착즙액 70% 첨가 시료구는 1.73 mg/100 g, 100% 첨가 시료구는 1.68 mg/100 g으로 나타났다. 총폴리페놀과 플라보노이드는 양파 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 함량이 증가하였으며, DPPH free radical, ABTS radical 및 SOD 유사활성 또한 양파 착즙액의 첨가량이 높을수록 활성이 높아졌다. 이러한 결과를 볼 때 한식 간장 제조 시 양파 착즙액을 첨가할 경우 품질과 기능성이 향상됨을 확인할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 지역농산물 소비확대를 위한 생산안정화 기반 기술 개발 사업(PJ016020) 연구비 지원을 받아 실험한 결과의 일부로 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Huh CK. Methodology: Huh CK. Formal analysis: Lee CM, Kim SH, Jeong JH, Choi YR, Lee DH, Lee CY, Choi BK. Validation: Kim SH, Huh CK. Writing - original draft: Lee CM, Kim SH. Writing - review & editing: Lee CM, Kim SH, Huh CK.

Ethics approval

This research was approved by IRB from the Sunchon National University (1040173-202111-HR-036-02).

ORCID

Chae-Mi Lee (First author)
https://orcid.org/0000-0001-5203-2993
Su-Hwan Kim (First author)
https://orcid.org/0000-0002-5163-9061
Jae-Hee Jeong
https://orcid.org/0000-0001-5898-8689
Yu-Ri Choi
https://orcid.org/0000-0001-6268-5568
Dong-Hun Lee
https://orcid.org/0000-0003-0127-9691
Chae-Yun Lee
https://orcid.org/0000-0002-2609-6106
Byung-Kuk Choi
https://orcid.org/0000-0003-3292-6046
Chang-Ki Huh (Corresponding author)
https://orcid.org/0000-0003-4456-8477

References

AOAC. Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 5 (1990)

Bea JH, Woo HS, Choi HJ, Choi C. Quality characteristics of the white bread add with onion powder. Korean J Food Sci Technol, 35, 1124-1128 (2003)

Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200 (1958)

Choi JM, Lee CB, Kim HS. Quality characteristics of

soy sauces by various manufacturing methods. Culin Sci Hos Res, 22, 57-65 (2016)
Choi MH, Kang JR, Kang MJ, Sim HJ, Lee CK, Kim GM, Kim DG, Shin JH. Quality characteristics and actioxidant activity of soy sauce with added levels of black garlic extract. Korean J Food Cook Sci, 32, 188-196 (2016)
Choi NS, Chung SJ, Choi JY, Kim HW, Cho JJ. Physico-chemical 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 (2013)
Folin O, Denis W. On phosphotungastic-phosphomo compounds as color reagents. J Biol Chem, 12, 39-243 (1912)
Hatakana C, Kobara Y. Determination of glucose by a modification of Somogyi-Nelson method. Agric Biol Chem, 44, 2943-2949 (1980)
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 MS, Sohn KH, Chae SH, Park HK, Jeon HJ. Color characteristics of Korean traditional soy sauces prepared under different processing conditions. J Korean Soc Food Sci Nutr, 31, 32-38 (2002)
Jeong CH, Kim JH, Shin KH. Chemical components of yellow and red onion. J Korean Soc Food Sci Nutr, 35, 708-712 (2006)
Kang SH, Lee S, Ko JM, Hwang IK. Comparisons of the physicochemical characteristics of Korean traditional soy sauce with varying soybean seeding periods and regions of production. Korean J Food & Nutr, 24, 761-769 (2011)
Kang SK, Kim YD, Hyun KH, Kim YW, Song BH, Shin SC, Park YK. Development of sparating techniques on quercetin-related substances in onion (*Allium cepa* L.) - 1. Contents arid stability of quercetin - related substances in onion. J Korean Soc Food Sci Nutr, 27, 682-686 (1998)
Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 36, 342-347 (2007)
Kim HS. Lim JM, Kwon HJ, Yoo JY, Park PS, Choi YH, Choi JH, Park SY. Antioxidant activity and quality characteristics on the maruration period of the soy sauce containing *Astragalus memvranaceus* and oak mushroom (*Lentinus edodes*). Korean J Food Preserv, 20, 467-474 (2013)
Kim S, Park SY, Hong S, Lim SD. Quality characteristics of regional traditional and commercial soy sauce (ganjang). Korean J Food Cook Sci, 33, 45-53 (2017)
Kim YA, Kim HS, Chung MJ. Physicochemical analysis of Korean traditional soy sauce and commercial soy sauce. Korean J Soc Food Sci, 12, 273-279 (1996)
Kwon HJ, Kim HS, Choi YH, Choi JH, Choi HS, Song J, Park SY. Antioxidant activity and quality characteristics on the maturation period of the soy sauce with *Gastrodia elata* and oak mushroom (*Lentinus edodes*). Korean J Food Preserv, 21, 231-238 (2014)
Kwon JE, Kwak EJ. Quality characteristics and antioxidant activities of soy sauce with the addition of dried burdock root. J East Asian Soc Diet Life, 31, 182-190 (2021)
Kwon JH, Lee GD, Byun MW. Quality changes based on storage temperature and humidity of onion. Korean J Postharvest Sci Technol, 6, 143-147 (1999)
Lee CH, Lee SD, Lee SH, Min YB, Kim HR, Lee YH.

 https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.976

Effect of defective onion extract on the onion productivity by origanic farming. Korean J Soil Sci Fert, 46, 40-48 (2013)

Lee IS, Song HS. Characteristics of seasoning soy sauce with added *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. Korean J Fish Aquat Sci, 51, 613-622 (2018)

Lee JG, Kwon KI, Choung MG, Kwon OJ, Choi JY, Im MH. Quality analysis on the size and the preparation method of *meju* for the preparation of Korean traditional soy sauce (*Kanjang*). J Appl Biol Chem, 52, 205-211 (2009)

Lee JO, Lee SA, Kim KH, Choi JJ, Yook HS. Quality characteristics of cookies added with hot-air dried yellow and red onion powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 342-347 (2008)

Lee MH, Chang YH, Jeong IH. Fermentation characteristics of anchovy *Engraulis japonicus* sauce amended with onion. Korean J Fish Aquat Sci, 54, 714-723 (2021)

Lee NK, Ryu YJ, Yeo IC, Park SJ, Kwon KO, Cha CJ, Hahm YT. Identification of microorganisms, *Cladosporium* sp. and *Sterigmatomyces* sp., proliferated on the surface of traditional soy sauce, and the effect of nacl concentration on their enzymatic activity. Korean J Food Sci Technol, 44, 488-492 (2012)

Lee TS, Kim SJ. The quality characteristics of the lmproved soy sauce prepared by roasted wheat with different particle size. J Natural Sci, 14, 49-60 (2002)

Lee TS, Lee SK. Studies on the yeasts for the brewing of soy sauce(5) nutritional requirements of *Saccharomyces rouxii* t-9(1) influence of addition of nitrogen sources and inorganic salts. J Appl Biol Chem, 14, 99-102 (1971)

Lim HJ. Comparative study of thr antioxidant activity effects of gami-sumiwon extract using water and 80% ethanol. J Korean Appl Sci Technol, 38, 1302-1313 (2021)

Oh JY, Kim YS, Shin DH. Changes in physicochemical characteristics of low-salted Kochujang with natural preservatives during fermentation. Korean J Food Sci Technnol, 34, 835-841 (2002)

Park G, Park JY, Chang YH. Changes in flavonoid aglycone contents and antioxidant activities of citrus peel depending on enzyme treatment times. J Korean Soc Food Sci Nutr, 48, 542-550 (2019)

Park HK, Sohn KH, Park OJ. Analysis of significant factors in the flavor of traditional Korean traditional soy sauce (I). Korean J Dietary Culture, 12, 53-61 (1997)

Park S, Lee S, Park S, Kim I, Jeong Y, Yu S, Shin SC, Kim M. Antioxidant activity of Korean traditional soy sauce fermented in Korean earthenware, *Onggi*, from different regions. J Korean Soc Food Sci Nutr, 44, 847-853 (2015)

Park SY, Jang YJ, Kim EJ, Choi YH, Choi HS, Choi JH, Song J. Quality characteristics of soy sauces containing *Gastrodia elata* during fermentation. J East Asian Soc Dietary Life, 24, 875-882 (2014)

Priya AK, Gnanasekaran L, Dutta K, Rajendran S, Balakrishnan D, Soto-moscoso M. Biosorption of heavy metals by microorganisms: Evaluation of different underlying mechanisms. Chemosphere, 307, 135957 (2022)

RDA. Revision Standard Food Composition Table. 9th revision. Kyomunsa, Jeonju, Korea, p 418 (2022)

Rho YT. Effects of carbon and nitrogen sources on immunosuppressant mycophenolic acid fermentation by *Penicillium brevi*-compactum. Korean J Microbiol, 47, 249-254 (2011)

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)

Shin JS, Lee OS, Jeong YJ. Changes in the components of onion vinegars by two stages fermentation. Korean J Food Sci Technol, 34, 1079-1084 (2002)

Shin YJ, Lee CK, Kim HJ, Kim HS, Seo HG, Lee SC. Preparation and characteristics of low-salt soy sauce with anti-hypertensive activity by addition of diduduk tunic, mulberry, and onion juices. J Korean Soc Food Sci Nutr, 43, 854-858 (2014)

Son DH, Kwon OJ, Choi UK, Kwon OJ, Lee SI, Im MH, Kwon KI, Kim SH, Chung YG. Taste characteristics of kanjang made with barley bran. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol, 45, 18-24 (2002)

https://doi.org/10.11002/kjfp.2022.29.6.976