

건조 우엉 첨가 간장의 품질 및 항산화 특성

권 지 은¹ · 곽 은 정^{1,2*}

¹영남대학교 식품과학과 석사졸업, ^{1,2}영남대학교 식품공학과 교수

Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Soy Sauce with the Addition of Dried Burdock Root

Ji-Eun Kwon¹ and Eun Jung Kwak^{1,2*}

¹Master Graduate, Dept. of Food Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Republic of Korea
²Professor, Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Republic of Korea

ABSTRACT

In this study, the quality characteristics and antioxidant activities of soy sauce with the addition of dried burdock root were examined. To make the sauce with dried burdock root, *meju*, salt, and water were mixed at the ratio of 18 : 16 : 66. Fresh burdock was washed, sliced, dried, and then added until it accounted for 0~24% of the weight of *meju*. The mixed ingredients were fermented at 25°C for 100 days. The total acidity and browning intensity of the soy sauce with dried burdock root increased with increasing fermentation time. On the 100th day, the browning intensity and total acidity were highest in the control and decreased in the order of soy sauce with 6% > 12% > 18% > 24% dried burdock root. Amino-type nitrogen of the soy sauce with dried burdock root increased with the fermentation time. On the 100th day, it was highest in the control and decreased in the order of soy sauce with 24% > 18% > 12% > 6% dried burdock root. Reducing sugar increased rapidly until the 20th day, and subsequently decreased, and on the 100th day, it was in the order of soy sauce with 24% > 18% > 12% > 6% dried burdock root > control. Total polyphenol content increased rapidly until the 20th day, then showed a gradual increase. On the 100th day, it was highest in the soy sauce with 24% dried burdock root and lowest in the control. DPPH radical scavenging activity also gradually increased with increasing fermentation time, and on the 100th day, it was highest in the soy sauce with 24% dried burdock root and lowest in the control. It was found that when the content of dry burdock root was 12%~18% of the weight of *meju*, the sweet taste was strong with high reducing sugar content, though the amino-type nitrogen content was somewhat low compared to the control.

Key words: soy sauce, burdock, quality characteristics, total polyphenol, antioxidant activity

서 론

간장은 예로부터 전해 내려오는 대표적인 전통 식품 중 하나로 쌀을 주식으로 하는 우리나라 식생활에 있어서 뿌리 깊게 자리하고 있는 기본 조미료로서 다른 장류와 더불어 우리 민족의 고유한 식문화 형성에 기여해왔다. 전통 간장은 콩을 증자하여 자연계에 존재하는 미생물의 효소작용으로 자연 발효하여 만든 메주를 소금물에 2~3개월 침지시킨 후 그 여액을 발효 숙성시켜 만든다(Lee SK 등 2015).

간장은 소금에 의한 짠맛, 단백질의 가수분해 산물인 아미노산의 구수한 맛, 유리당의 단맛, 탄수화물이 알코올로 발효되면서 나타나는 유기산의 신맛 등이 어우러진 특유의 맛(Hwang CE 등 2017)과 향을 내는 검붉은 액체이다. 간장의

검은색은 발효과정 중 대두로부터 생성된 아미노화합물과 환원당이 Maillard 반응에 의해 형성된 melanoidin에 의한다(Lee SK 등 2015). 또한 간장에는 대두의 isoflavone, flavonol, phenolic acid 등 다양한 phenol성 기능성 물질이 함유되어 있고, 이들 물질은 melanoidin을 포함한 다양한 Maillard 반응산물과 함께 항산화, 항암, 면역증가 등의 건강기능성이 알려져 있다(Lee SJ 등 2003; Jang YJ 등 2014).

우엉(*Arctium lappa*)은 국화과에 속하는 2년생 초본식물로 한의학에서 잎, 뿌리, 종자를 약재로 이용한다(Lee MS 2011). 특히 뿌리는 특유의 향기, 단맛과 씹히는 질감이 있어 한국, 일본, 중국 등의 아시아 지역에서 오래전부터 식재료로 사용되어 왔다(Liu J 등 2012). 우엉의 주요 성분으로는 섬유질, 이눌린, 리그난, 다양한 종류의 phenolic acid 등이 있다(Lee MS 2011; Lee GY 등 2015). 이눌린은 항당뇨와 혈압강화 효과가 있고, 리그난은 항종양 효과가 있으며(Lee GY 등 2015), chlorogenic acid 및 caffeic acid와 같은 phenolic acid 화합물

* Corresponding author : Eun Jung Kwak, Tel: +82-53-810-2983, Fax: +82-53-810-4662, E-mail: kwakej@ynu.ac.kr

은 free radical 소거능(Chen FA 등 2004) 및 항산화 효소들의 활성 증가 효과(Wang BS 등 2006)가 보고되었다. 우영의 이러한 향기, 맛, 건강기능성 성분 때문에 우영분말을 첨가하여 김치(Cheigh MJ 등 1998), 설기떡(Park BK 2009), 조청(Shin SI 2011), 죽(Hong II & Choi SK 2014), 다식(Nam SM 등 2016), 쿠키(Kim HY 등 2017) 및 절단한 우영으로 제조한 차(Kwan YR & Youn KS 2014) 등이 개발되었다.

현대의학 및 생활수준의 향상으로 평균수명이 늘어나는 반면, 만성질환도 증가함에 따라 질병 발생의 원인과 예방에 대한 관심이 높아지면서 노화 및 다양한 질환을 일으키는 주범인 활성산소를 제거하는 능력을 가진 항산화물질 함유량이 높은 식품에 대한 관심이 증가하고 있다. 전통 장류인 간장에도 생리활성물질이 가미된 기능성 식품이나 건강 보조 식품 및 소비자들의 요구에 부합하는 기능성에 관한 연구들이 점차 증가되고 있고, 이에 기능성을 강화하는 간장에 관한 연구로 황기 및 표고버섯(Kim HS 등 2013), 황기(Jang YJ 등 2014), 햇개열매, 줄기 및 가지(Won SB & Song HS 2013), 미더덕 껍질, 뽕잎 및 양파 추출물(Shin YJ 등 2014), 여주분말(Hwang CE 등 2017), 약용식물 추출물(Shim SL 등 2008), 흑마늘(Choi MH 등 2016) 등을 첨가한 간장이 개발되었다. 그러나 특유의 향과 맛 성분 및 다양한 생리활성 성분을 다량 함유하고 있는 우영을 첨가한 간장에 관한 연구가 보고되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 기호성과 기능성을 강화하여 부가가치를 향상시킬 수 있는 간장을 제조하고자 건조 우영을 첨가한 간장을 제조하고, 발효기간 중 이화학적 품질특성 및 항산화 활성에 대해 알아보았다.

연구 방법

1. 실험재료

간장제조에 사용한 메주는 알알이 형태의 개량메주(Munhwa Meju, Seongju, Korea)를 사용하였으며, 소금은 국내산 정제염(Ilcheon Inc., Jeonbuk)을 구입하여 사용하였다. 우영은 대구 소재 농수산물 도매시장에서 국내산으로 구매하여 깨끗이 세척하고 물기를 제거한 후 어슷하게 썰어 24시간 동안 건조기(LD-528ECO, L'EQUIP, Hwaseong, Korea)에서 건조하였고, 물은 시판 생수(Baeksan artesian water, Nongshim, Seoul, Korea)를 구입하여 사용하였다.

2. 간장제조

시료간장은 개량메주:소금:물을 각각 18:16:66의 비율로 혼합하여 Table 1의 배합 비율로 제조하였다. 5종의 시료간장은 건조우영의 중량이 메주의 0%, 6%, 12%, 18%, 24%가 되도록 예비실험을 통해 결정하였다. 미리 18 L 유리 용기를

알코올로 소독하여 건조한 후 물 5,500 g과 소금 1,320 g을 넣어 완전히 용해하였다. 이어서 개량메주와 건조우영의 중량의 합이 1,500 g이 되도록 Table 1의 배합비율로 메주와 건조우영을 망에 넣고 소금물에 완전히 잠기도록 하였다. 다음 25℃의 인큐베이터(HB-103-2, Hanback, Seoul, Korea)에서 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100일간 발효하였고, 발효가 끝난 간장은 휘저어 균일한 상태로 만들고 100 mL씩 채취하였다. 채취한 간장은 냉장고에 넣어 보관하였으며, 실험에는 3,500 rpm에서 원심분리(VS-3000I, Vision Scientific Co., Seoul, Korea)한 후 얻어진 상등액을 다시 여과지(No. 2, Advantec, Tokyo, Japan)로 여과한 후 시료로 사용하였다.

3. 실험방법

1) 총산도 측정

총산도는 간장을 증류수로 10배 희석한 시료액 5 mL를 pH meter(LE438, Mettler-Toled, Switzerland)를 이용하여 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 lactic acid로 환산하여 구하였다(AOAC 1990).

2) 염도 측정

염도는 간장을 증류수로 100배 희석한 시료액 5 mL에 2% K_2CrO_4 지시약을 3~4 방울을 가한 후, 0.02 N $AgNO_3$ 용액으로 적갈색이 될 때까지 적정하여 함량을 계산하였다.

3) 아미노태 질소 함량의 측정

아미노태 질소 함량은 Formal법(Lee KH 등 2016)으로 측정하였다. 즉, 비이커에 간장을 증류수로 10배 희석한 시료액 5 mL, 중성 formalin 용액 10 mL, 증류수 10 mL를 넣고 1% phenolphthalein 용액 3~4방울을 첨가한 후, 0.1 N NaOH 용액을 가해 미홍색이 될 때까지의 적정량(V_1)과 시료 5 mL,

Table 1. The mixing ratio of ingredients for soy sauce (unit:g)

Sample	Ingredient				Total
	Meju	Dried burdock root	Salt	Water	
Control	1,500	-	1,320	5,500	8,320
6%	1,410	90	1,320	5,500	8,320
12%	1,320	180	1,320	5,500	8,320
18%	1,230	270	1,320	5,500	8,320
24%	1,140	360	1,320	5,500	8,320

증류수 20 mL를 넣은 비이커에 1% phenolphthalein 용액을 3~4방울을 가한 후, 0.1 N NaOH 용액으로 미홍색이 될 때까지 적정량(V_0)을 이용하여 아미노태 질소 함량을 구하였다.

아미노태 질소(mg%) = $[(V_1 - V_0) \times 1.4 \times F \times D] / S \times 100$
 V_1 : 0.1 N NaOH 용액의 시료 적정량(mL)
 V_0 : 0.1 N NaOH 용액의 바탕시험 적정량(mL)
 F : 0.1 N NaOH 용액의 역가
 D : 희석배수
 S : 시료 채취량(g)

4) 환원당 측정

환원당은 증류수로 100배 희석한 시료액을 dinitrosalicylic acid(DNS)방법(Chae SK, 1998)에 따라 측정하였다. 시료액 0.5 mL에 DNS 시약 1.5 mL를 혼합한 후 100℃에서 3분 동안 중탕 가열한 후 얼음 수조에 담가 냉각한 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. 환원당 함량은 glucose(Sigma-Aldrich, USA)를 표준물질로 하여 0.2~2 mg/mL의 농도범위에서 작성한 표준 검량선으로 부터 구하여 환원당 함량을 정량하였다.

5) 갈색도 측정

갈색도는 Kang SH 등(2011)의 방법에 따라 분광광도계(UV-1800, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 사용하여 420 nm에서 측정된 흡광도값으로 나타내었다. 이를 위해 간장은 증류수로 10배 희석하여 사용하였다.

6) 총 Polyphenol 측정

총 Polyphenol 함량은 Arnous A 등(2001)의 방법에 의해 측정하였다. 간장은 증류수로 20배 희석한 후 시료액 2.4 mL에 Folin-Ciocalteu 용액(Sigma-Aldrich, USA) 0.15 mL를 가한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 polyphenol 함량은 gallic acid(Sigma-Aldrich, USA)를 표준물질로 하여 검량선을 작성하여 구한 후 mg/mL로 나타내었다.

7) DPPH Free Radical 소거능 측정

DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical 소거능은 Brand-Williams W 등(1995)의 방법에 따라 측정하였다. 간장은 증류수로 10배 희석하여 시료액을 조제한 후, 시료액 0.5 mL에 methanol에 용해한 0.1 mM DPPH 용액 2.5 mL를 혼합하여 암실에서 30분간 반응시킨 후 515 nm에서 흡광도를 측정 후 다음의 식을 사용하여 구하였다.

DPPH radical scavenging activity(%) = $(1 - A/B) \times 100$
 A : 시료 흡광도, B : 대조구 흡광도

8) FRAP 측정

FRAP(Ferric reducing antioxidant power)법에 의한 항산화력은 Benzie IFF & Strain JJ(1996)의 방법에 따라 측정하였다. 간장은 증류수로 10배 희석하여 시료액을 제조한 후, 시료액 90 μ L와 FRAP용액(0.3 M acetate buffer 25 mL, 10 mM tripyridyl triazine 2.5 mL, 20 mM FeCl₃ 2.5 mL, 증류수 3 mL 혼합액) 2.91 mL를 혼합하고 37℃에서 30분간 반응시킨 다음 593 nm에서 흡광도값으로 표시하였다.

9) 통계처리

모든 실험 결과는 각 분석항목에 대하여 3회 반복 측정하여 평균값과 표준편차로 나타내었다. 통계처리는 SPSS 25.0 version을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시한 후 유의적인 차이가 있는 항목에 대해서는 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test로 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 총산도 변화

시료간장의 발효기간에 따른 총산도 결과는 Fig. 1(A)와 같다. 제조당일 우영첨가량에 따른 시료간 유의적인 차이는 없었다. 대조구와 우영첨가구 모든 시료 간장의 산도는 제조일부터 40일까지 급격히 증가하는 경향이였다. 대조구는 40일 이후에도 100일까지 계속해서 증가한 반면, 우영첨가 간장 중 6%, 12%, 18% 첨가구는 완만히 증가하였고, 24% 첨가구는 40일 이후부터 차이가 없었다. 100일째에는 우영을 첨가하지 않은 대조구의 산도가 1.17로 가장 높았고, 우영첨가량이 증가함에 따라 총산도는 유의적으로 감소하여($p < 0.05$) 24% 우영첨가구는 0.71로 가장 낮았다.

황기 및 표고버섯 첨가 간장(Kim HS 등 2013)과 비지 koji를 첨가한 양조간장(Song YC & Lee SP 2013)에서도 간장의 총산도는 발효기간이 증가함에 따라 본 결과와 동일하게 점차적으로 증가하였다. 간장의 총산도가 발효기간이 증가함에 따라 증가하는 것은 발효 중 메주의 당질로부터 생성된 당이 유기산으로 변화되었기 때문으로 알려져 있다(Kim HS 등 2013). 한편, 여주분말 함유 간장(Hwang CE 등 2017)의 총산도는 발효 전보다 90일 발효 후 증가하였으나, 여주분말 10% 첨가구의 총산도는 0.36%, 5% 첨가구는 0.28%로 10% 첨가구가 5% 첨가구보다 높아 우영첨가량이 증가함에 따라 산도가 감소한 본 연구결과와 반대로 나타났다. 이와 같은 결과는 시료간장 중 과당 함량이 많은 건조 우영(Lee GY 등 2015)첨가량이 증가함에 따라 상대적으로 메주함량이 감소하게 되어 발효 중 산생성 원료인 메주의 당질량이 감소하였기 때문인 것으로 사료되었다.

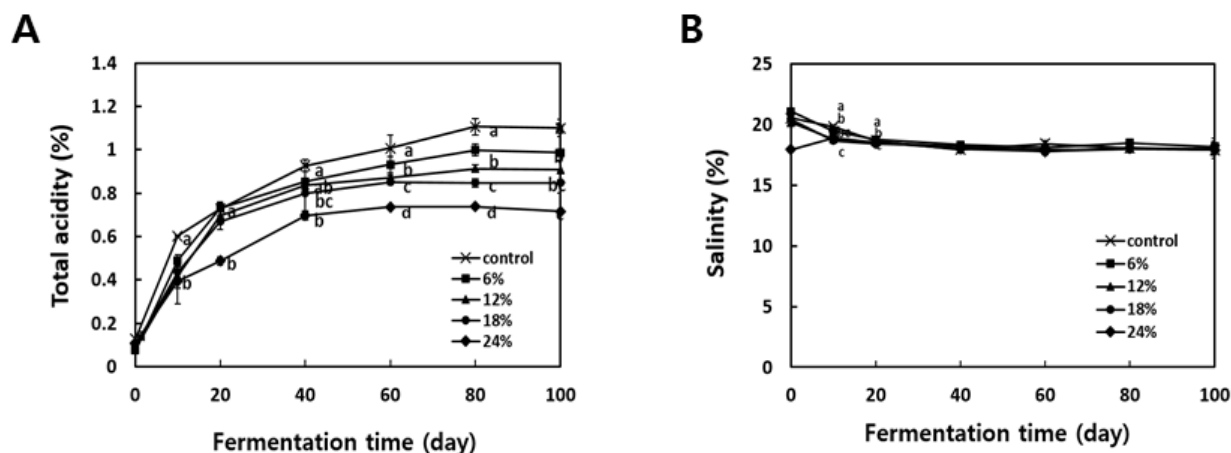


Fig. 1. Changes in total acidity (A) and salinity (B) of soy sauce added with dried burdock root during fermentation at 25°C for 100 days.

0%: soy sauce without dried burdock root, 6%: soy sauce with 6% dried burdock root, 12%: soy sauce with 12% dried burdock root, 18%: soy sauce with 18% dried burdock root, 24%: soy sauce with 24% dried burdock root. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). a~d Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

2. 염도

시료간장의 발효기간에 따른 염도의 결과는 Fig. 1(B)와 같다. 염도는 간장의 짠맛에 영향을 미치며, 단맛, 신맛과 함께 간장의 맛을 구성하는 요소이다(Kang SH 등 2011). 시료간장의 염도는 19.4%로 제조하였으나, 제조 직후부터 20일까지는 발효기간이 증가함에 따라 감소하다가 그 이후에는 발효기간이 증가해도 시료간 유의적 차이가 없었다. 발효 100일째 시료간장의 염도는 17.88~18.17%로 시료간 유의적 차이는 없었다. 간장을 항아리에서 발효, 숙성한 경우 숙성기간이 길어질수록 수분증발로 인해 염도가 증가되었으나(Son KH 등 1998; Kang SH 등 2011), 황기간장의 경우, 5% 첨가구보다 10% 첨가구에서 염도가 다소 낮아지는 경향을 보였지만 유의적인 차이는 없었다. 이는 황기첨가량이 많으면 염을 흡수하기 때문인 것으로 생각되며(Park SY 등 2015), 이상의 결과로부터 간장 염도는 원료, 용기, 숙성기간 등에 의해 영향을 받는 것으로 사료된다.

3. 아미노태 질소 함량 변화

시료간장의 발효기간에 따른 아미노태 질소 함량의 결과는 Fig. 2(A)와 같다. 간장의 아미노태 질소는 발효과정 중 미생물이 분비한 효소의 작용으로 대두가 가수분해되어 생성된다. 아미노태 질소는 아미노산에서 유리아미노기로 존재하는 질소의 화학형태를 의미하며, 발효식품의 숙성도와 보존기간 품질의 지표가 되는 성분으로 아미노태 질소 함량이 높은 간장이 관능적 특성이 좋은 것으로 평가되고 있으며, 대두 발효식품의 품질지표 항목으로 사용되고 있다(Jang

YJ 등 2014). 제조 당일 시료간장의 아미노태 질소 함량은 6.39~7.43 mg%의 범위로 대조구가 7.43 mg%로 가장 높았고, 우엉첨가량이 증가함에 따라 감소하는 경향이었다($p<0.05$). 대조구의 아미노태 질소 함량은 제조 직후부터 60일까지 급격히 증가하였으나, 60일 이후 100일까지는 매우 완만히 증가하였다. 그러나 우엉첨가 간장은 제조일로부터 100일까지 발효기간이 증가함에 따라 지속적으로 증가하여 차이를 보였다. 각 발효일에서 시료 간장의 아미노태 질소 함량은 대조구가 가장 높았고, 우엉첨가량이 증가함에 따라 감소하여 100일째에는 대조구(1,171.99 mg%) > 6%(1,131.55 mg%) > 12%(1,109.04 mg%) > 18%(1,057.09 mg%) > 24% 우엉첨가 간장(963.50 mg%)의 순으로 감소하였다($p<0.05$). 이와 같은 결과는 우엉첨가량이 증가함에 따라 시료간장 중의 메주함량이 적어져 아미노태 질소 화합물의 생성이 감소되었기 때문인 것으로 사료되었다.

Lee SK 등(2015)은 전국 각지의 전통메주로 만든 17종 간장의 아미노태 질소 함량이 28~139 mg%라고 하였고, Kim YA 등(1996)은 시판되는 전통메주로 담근 조선간장과 시판 대기업 양조간장의 아미노태 질소 함량은 각각 75~542 mg%, 730 mg%라고 하여 전통메주로 담근 간장 간에도 차이가 컸다. 이는 메주, 발효용기(Son KH 등 1998), 발효조건 등이 간장의 아미노태 질소 함량에 영향을 미치기 때문인 것으로 생각되었다. 또한 일반적으로 전통메주로 담근 간장보다 대기업에서 생산하는 간장의 아미노태 질소 함량이 높다고 알려져 있는데(Lee SK 등 2015), 본 시료 대조구의 아미노태 질소 함량은 보고된 전통메주로 담근 간장의 아미노태 질소 함

량보다 현저히 높았다.

4. 환원당 함량

시료간장의 발효기간에 따른 환원당 함량의 결과는 Fig. 2(B)와 같다. 환원당은 단맛을 부여하는 물질로 간장의 품질에서 중요한 지표 중 하나이며, 포도당, 과당, 맥아당 등이 간장의 발효과정 중 미생물이 분비한 아밀라아제와 같은 분해효소에 의해 전분질과 같은 다당류를 분해하며 생성된다 (Song YC & Lee SP 2013; Lee SK 등 2015). 제조당일 대조구는 0.45%로 가장 낮았고, 우영첨가량이 증가함에 따라 환원당 함량은 증가하여 24% 우영첨가 간장은 1.69%로 가장 높았다. 모든 시료 간장의 환원당 함량은 제조직후부터 10일까지 급격히 증가하였으나, 10일 이후에는 우영첨가량에 따라 다른 양상으로 변화하였다. 24% 우영첨가 간장의 경우, 환원당 함량은 40일째까지 증가한 후 감소하였고, 18%와 12% 우영첨가 간장은 20일째까지 증가하다가 이후 감소하였으며, 6% 우영첨가 간장과 대조구는 20일째까지 증가하다가 20일에서 40일째에는 변화를 보이지 않다가 40일 이후 감소하였다. 각 발효일에서 시료 간장의 환원당 함량은 대조구가 가장 낮고, 우영첨가량이 증가함에 따라 증가하여 100일째에는 대조구(1.27%) < 6%(1.30%) < 12%(2.74%) < 18%(5.33%) < 24% 우영첨가 간장(6.15%)의 순으로 높았다($p < 0.05$). 이와 같은 결과는 메주에서 유래한 당질 이외에 우영에 함유되어 있는 이눌린으로부터 생성된 과당 함량이 많았기 때문인 것으로 추측되었다. Lee GY 등(2015)은 우영 중 탄수화물의

86%는 이눌린이라고 하였고, 이는 가열건조에 의해 과당으로 분해된다고 하였다.

개량메주로 제조한 간장의 환원당 함량은 Son KH 등 (1998)은 2.8~3.7%라고 보고하였고, Song YC & Lee SP (2013)는 약 2.4%로 본 연구의 대조구 함량인 1.27%보다 높았다. 그러나 발효기간 중 환원당 함량의 변화는 Song YC & Lee SP(2013)와 Kang YM 등(2001)의 양조간장에서와 같이 발효기간이 증가함에 따라 증가한 후 감소하여 본 결과와 유사하였다.

5. 갈색도

시료간장의 발효기간에 따른 갈색도의 결과는 Fig. 3(A)와 같다. 시료간장의 갈색도는 10일까지 급격히 증가하였으나, 이후 대조구와 우영첨가 간장의 양상이 달랐다. 대조구의 갈색도는 10일부터 60일까지 급증한 후 완만히 증가한 반면, 우영첨가 간장의 경우는 10일부터 100일까지 발효기간이 증가함에 따라 정비례로 증가하여 100일째에 대조구의 갈변도 값은 4.42로 가장 높고, 12~18% 우영첨가 간장은 3.88~3.92로 대조구보다 낮았다. 대조구의 갈변도 값이 우영첨가구보다 높은 이유로 갈변색소인 melanoidin 생성에 필요한 당과 아미노산의 함량 중 아미노태 질소를 포함한 아미노화합물의 함량이 대조구가 더 많았기 때문인 것으로 사료된다. Song YC & Lee SP(2013)는 콩알형 개량메주로 90일간 발효한 간장의 갈변도 값은 1.33이라고 하여 메주의 종류, 발효조건 등에 따라 갈변도의 차이가 큰 것으로 나타났다.

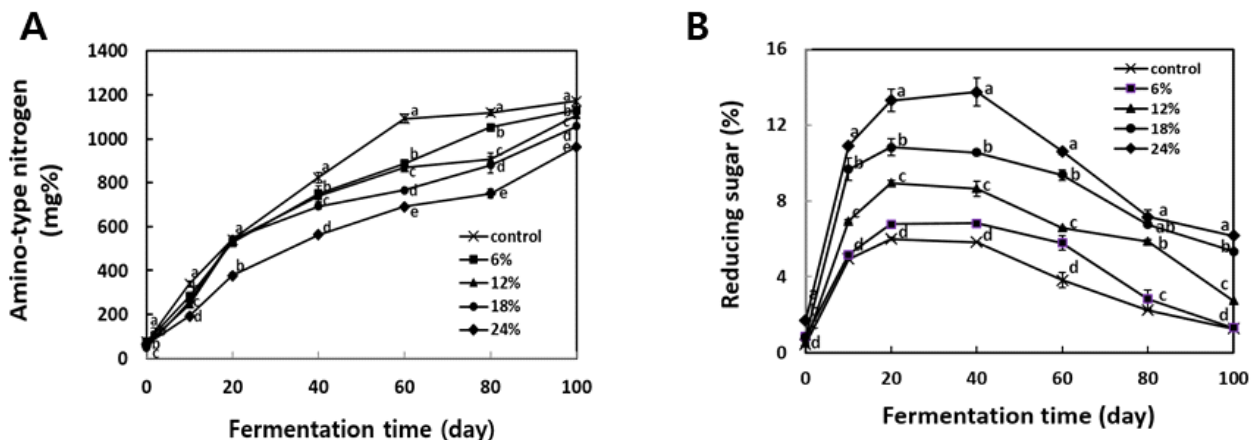


Fig. 2. Changes in amino-type nitrogen (A) and reducing sugar content (B) of soy sauce added with dried burdock root during fermentation at 25°C for 100 days.

0%: soy sauce without dried burdock root, 6%: soy sauce with 6% dried burdock root, 12%: soy sauce with 12% dried burdock root, 18%: soy sauce with 18% dried burdock root, 24%: soy sauce with 24% dried burdock root. Data are expressed as mean±S.D. (n=3).
^{a-c} Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

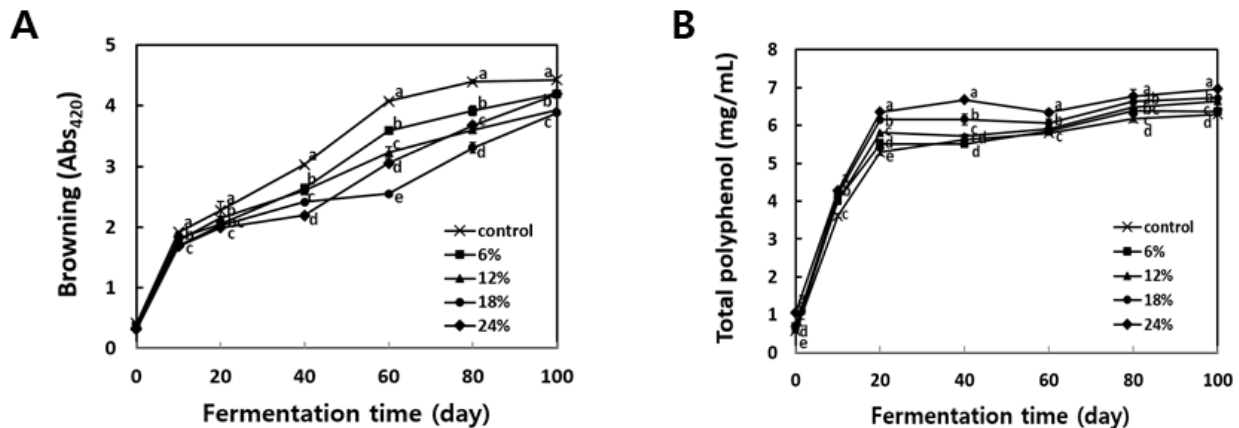


Fig. 3. Changes in browning (A) and total polyphenol content (B) of soy sauce added with dried burdock root during fermentation at 25°C for 100 days.

0%: soy sauce without dried burdock root, 6%: soy sauce with 6% dried burdock root, 12%: soy sauce with 12% dried burdock root, 18%: soy sauce with 18% dried burdock root, 24%: soy sauce with 24% dried burdock root. Data are expressed as mean±S.D. (n=3). ^{a-e} Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

6. 총 Polyphenol 함량

시료간장의 발효기간에 따른 총 polyphenol 함량 측정 결과는 Fig. 3(B)와 같다. Polyphenol 화합물은 식물계에 널리 존재하는 물질로 phenolic acid, 단순 phenol류, flavonoid류가 있다(Lee SK 등 2015). 이들 polyphenol 화합물은 대부분 천연 항산화제로 작용하여 지방의 산화를 억제하고, 활성산소를 제거하는 기능이 있으나, 그밖에 항암, 항산화, 혈압강화 작용과 심장질환 등의 예방에도 관여하는 것으로 알려져 있다(Liu J 등 2012). 제조일의 총 polyphenol 함량은 0.57~1.05 mg/mL로 우엉첨가량이 증가함에 따라 증가하였다. 총 polyphenol 함량은 제조일부터 급격히 증가하여 20일째는 대조구(5.28 mg/mL) < 6%(5.51 mg/mL) < 12%(5.80 mg/mL) < 18%(6.15 mg/mL) < 24% 우엉첨가 간장(6.40 mg/mL)의 순으로 높았다($p<0.05$). 20일 이후 총 polyphenol 함량은 점차적으로 증가하였고, 100일째에는 대조구(6.30 mg/mL) < 6%(6.37 mg/mL) < 12%(6.64 mg/mL) < 18%(6.73 mg/mL) < 24% 우엉첨가 간장(6.96 mg/mL)과 같이 24% 우엉첨가 간장의 함량이 가장 높았다. 이와 같이 우엉첨가량이 증가함에 따라 시료간장의 총 polyphenol이 증가하는 이유는 우엉의 총 polyphenol 함량은 11.12 mg/g(Lee GY 등 2015)이지만, 생 대두의 함량은 1.82 mg/g(Peiretti PG 등 2019)으로 우엉의 총 polyphenol 함량이 대두보다 6배 높기 때문인 것으로 사료되었다.

보고된 간장의 총 polyphenol 함량의 경우, 여주분말 함유 간장은 4.43~4.95 mg/mL이고(Hwang CE 등 2017), 천마분말 첨가 간장은 1.90과 1.97 mg/g(Lee KY 2011)이었으며, 흑

마늘 추출액 간장은 2.36~2.83 mg/mL(Choi MH 등 2016)로 우엉첨가 간장보다 낮았다.

7. 항산화 활성

시료간장의 발효기간에 따른 DPPH free radical 소거능의 결과는 Fig. 4(A)와 같다. DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) free radical 소거능은 항산화 활성물질의 항산화능 측정에 가장 많이 이용되는 방법으로, DPPH의 radical을 소거시켜 탈색되는 성질을 이용해 항산화활성을 측정하는 방법이다(Choi MH 등 2016). 시료간장의 DPPH free radical 소거능은 제조 직후부터 10일까지 급격히 증가하였고, 이후부터 100일까지는 점차적으로 증가하여 100일째 DPPH free radical 소거능은 대조구(53.41%) < 6%(65.09%) < 12%(71.54%) < 18%(82.30%) < 24% 우엉첨가 간장(89.78%)의 순으로 높았다($p<0.05$). 이와 같이 대조구에 비해 우엉첨가량과 비례하여 우엉첨가 간장의 DPPH free radical 소거능이 증가하는 것은 앞에서 설명한 바와 같이 우엉의 총 polyphenol 함량(Lee GY 등 2015)이 대두보다 많고, 우엉에는 항산화능이 높은 caffeoylquinic acid(Liu J 등 2012), chlorogenic acid 및 caffeic acid(Chen FA 등 2004)를 다량 함유하기 때문인 것으로 사료되었다. 한편, 헛개 열매, 줄기, 가지를 첨가한 간장의 DPPH free radical 소거능도 대조구에 비해 크게 증가하였고(Won SB & Song HS 2013), 여주분말을 함유한 간장에서도 여주 분말량이 5%보다 10% 첨가한 경우 DPPH free radical 소거능이 더 높았다(Hwang CE 등 2017). 여주 분말 함유 간장의 경우, 주로 여주에서 유래한 phenolic acid, total phe-

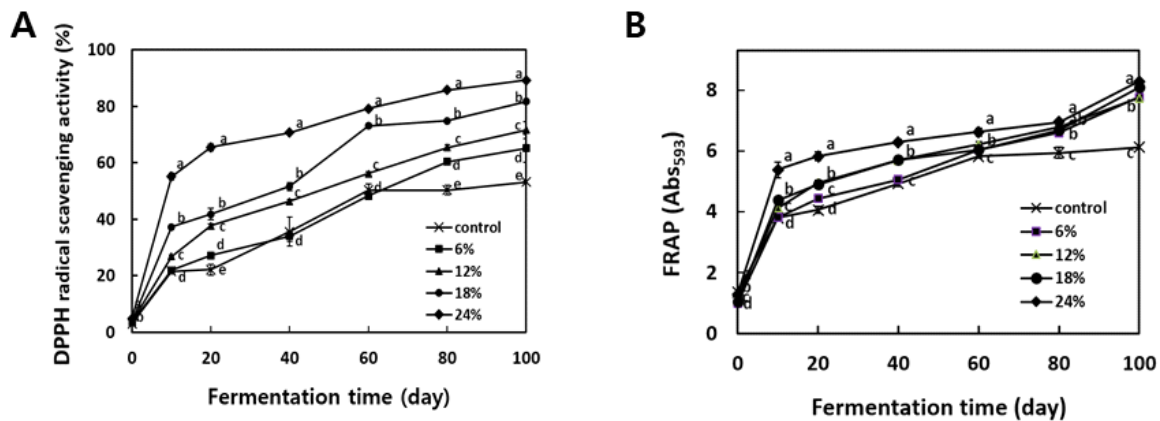


Fig. 4. Changes in DPPH free radical scavenging activity (A) and FRAP (B) of soy sauce added with dried burdock root during fermentation at 25°C for 100 days.

0%: soy sauce without dried burdock root, 6%: soy sauce with 6% dried burdock root, 12%: soy sauce with 12% dried burdock root, 18%: soy sauce with 18% dried burdock root, 24%: soy sauce with 24% dried burdock root. ^{a-e} Means with different superscripts in the same fermentation time are significantly different at the $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

nolics 및 isoflavone과 같은 polyphenol 화합물을 대조구보다 다량 함유하고 있기 때문인 것으로 사료된다(Hwang CE 등 2017).

우엉 간장의 발효기간에 따른 FRAP법의 결과는 Fig. 4(B)와 같다. FRAP법에 의한 환원력 측정법은 우엉 간장의 항산화 물질이 Fe^{3+} 를 Fe^{2+} 로 환원시키는 환원력을 이용하여 우엉간장의 항산화능을 측정하는 방법이다(Lee SK 등 2015). 대조구와 우엉첨가구의 FRAP는 제조 직후부터 10일까지 급격히 증가하여 FRAP는 대조구가 3.79로 가장 낮았고, 다음은 6% 첨가구(3.81) < 12% 첨가구(4.12) < 18% 첨가구(4.38) < 24% 우엉첨가 간장은 5.38로 가장 높았다. 그러나 대조구는 10일부터 60일까지 점차적으로 증가하다 60일째부터 변화가 없었고, 우엉 첨가구는 10일부터 80일까지 점차적으로 증가하다가 80일째부터 100일까지 급격히 증가하여 차이를 보였다. 100일째 FRAP는 대조구(6.11) < 6%(7.70) < 12%(7.76) < 18%(8.08) < 24% 우엉첨가 간장(8.27)의 순으로 높았다($p < 0.05$). 우엉을 첨가한 간장이 대조구보다 FRAP가 현저하게 높은 이유도 DPPH free radical 소거능의 결과와 같이 우엉첨가 간장에는 총 polyphenol 화합물 및 항산화능이 높은 phenolic acid 함량이 높기 때문인 것으로 사료되었다. 10% 여주분말을 함유한 간장의 FRAP는 1.98으로(Hwang CE 등 2017) 여주분말 첨가 간장의 발효기간이 6주이므로 시료간장의 40일째 FRAP와 비교했을 때 우엉간장의 FRAP는 2.5배 이상 높았다.

요약 및 결론

건조우엉을 개량메주와 혼합하여 간장을 제조한 후 25°C

에서 100일간 저장하면서 발효기간 중 산도, 염도, 아미노태 질소, 환원당, 갈색도와 같은 품질특성 및 DPPH free radical 소거능과 FRAP법에 의한 항산화능을 측정하였다. 산도 및 갈색도는 발효기간이 증가함에 따라 점차적으로 증가하여 100일째에는 대조구가 가장 높고 우엉첨가량이 증가함에 따라 감소하여 24% 첨가간장이 가장 낮았다. 염도는 발효초기 약간 감소한 이후 발효기간이 증가해도 차이가 없었다. 아미노태 질소 함량의 경우, 대조구는 제조일로부터 60일까지 급격히 증가한 후 완만하게 증가하였고, 우엉첨가 간장은 100일까지 지속적으로 증가하여 100일째에는 우엉첨가량이 증가함에 따라 아미노태 질소 함량은 감소하여 대조구가 가장 높았다. 환원당은 제조일로부터 20일까지 증가하다가 이후 감소하였으나, 100일째에는 우엉첨가량이 증가함에 따라 환원당 함량이 증가하여 24% 첨가구가 가장 높았다. 총 polyphenol 함량은 20일까지 급격히 증가한 이후 점차적으로 증가하여 100일째에는 24% 우엉첨가 간장이 가장 높았고, 대조구가 가장 낮았다. DPPH free radical 소거능은 발효기간이 증가함에 따라 점차적으로 증가하여 100일째에는 24% 우엉첨가 간장이 가장 높았고, 대조구가 가장 낮았다. FRAP에 의한 항산화능 경우, 10일까지 급격히 증가한 이후 대조구는 10일부터 60일까지 점차적으로 증가한 후 변화가 없었고, 우엉첨가 간장은 10일부터 80일까지 점차적으로 증가하다가 이후 급격히 증가하였다. DPPH free radical 소거능 및 FRAP법에 의한 항산화력은 모두 총 polyphenol 함량과 관련이 있는 것으로 나타났다.

이상의 결과, 우엉을 첨가한 간장 제조 시 우엉은 메주 함량 대비 건조우엉을 12%~18%로 했을 때 대조구에 비해 아미노태 질소 함량은 다소 낮지만, 환원당 함량이 높아 단맛

이 강하고, 우영 특유의 향미가 간장과 어우러지고, 총 폴리페놀 및 항산화 특성이 강화된 간장 제조가 가능한 것으로 여겨진다.

REFERENCES

- AOAC (1990) Official Methods of Analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Maryland. p 746.
- Arnous A, Makris DP, Kefalas P (2001) Effect of principal polyphenolic components in relation to antioxidant characteristics of aged red wines. *J Agric Food Chem* 49(12): 5736-5742.
- Benzie IFF, Strain JJ (1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of antioxidant power: The FRAP assay. *Anal Biochem* 239(1): 70-76.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C (1995) Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT* 28(1): 25-30.
- Chae SK (1998) Food Analysis. Jigu Publishing Co. Korea. p 403.
- Cheigh MJ, Han JS, Rhee SH, Park KY (1998) Standardization of ingredient ratios of *wooung* (Burdock, *Arctium lappa* L.) kimchi. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27(4): 618-624.
- Chen FA, Wu AB, Chen CY (2004) The influence of different treatment on the free radical scavenging activity of burdock and variations of its active components. *Food Chem* 86(4): 195-202.
- Choi MH, Kang JR, Kang MJ, Sim HJ, Lee CK, Kim GM, Kim DG, Shin JH (2016) Quality characteristics and antioxidant activity of soy sauce with added levels of black garlic extrat. *Korean J Food Cook Sci* 32(2): 188-196.
- Hong II, Choi SK (2014) A study on the development of burdock gruel. *Korean J Culinary Res* 20(1): 18-26.
- Hwang CE, Lee DH, Joo OS, Lee HY, Kim SC, Park KS, Um BS, Cho KM (2017) Comparison of physiochemical property, phytochemical contents, and biological activity of soy sauce added with bitter melon powder. *Korean J Food Preserv* 24(8): 1138-1148.
- Jang YJ, Kim EJ, Choi YH, Choi HS, Song J, Choi JH (2014) Quality characteristics of Korean traditional *kanjang* containing *Astragalus memvranaceus*. *Korean J Food Preserv* 21(6): 885-891.
- Kang SH, Lee S, Ko JM, Hwang IK (2011) Comparisons of the physicochemical characteristics of Korean traditional soy sauce with varying soybean seeding periods and regions of production. *Korean J Food & Nutr* 24(4): 761-769.
- Kang YM, Chung SK, Pail HD, Cho SH (2001) Changes in physicochemical components of soy sauce during fermentation from anchovy sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(5): 888-893.
- Kim HS, Lim JM, Kwon HJ, Yoo JY, Park PS, Choi YH, Choi JH, Park SY (2013) 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(4): 467-474.
- Kim HY, Kim KH, Yook HS (2017) Quality characteristics of cookie with burdock (*Arctium lappa* L.) powder. *Korean J Food Cook Sci* 33(3): 325-332.
- Kim YA, Kim HS, Chang MJ (1996) Physicochemical analysis of Korean traditional soy sauce and commercial soy sauce. *Korean J Soc Food Sci* 12(3): 273-280.
- Kwon YR, Youn KS (2014) Physicochemical of burdock (*Arctium lappa* L.) tea depending on steaming and roasting treatment. *Korean J Food Preserv* 21(5): 646-651.
- Lee GY, Son YJ, Jeon YH, Kang HJ, Hwang IK (2015) Changes in the physicochemical properties and sensory characteristics of burdock (*Arctium lappa*) during repeated steaming drying procedures. *Korean J Food Sci Technol* 47(30): 336-344.
- Lee KY (2011) Quality characteristics of traditional soybean sauce (*kanjang*) added *Gastodia elata* Blume. MS Thesis Kyungpook National University, Sangju. p 44.
- Lee MS (2011) Antioxidative and antimutagenic effects of *Arctium lappa* ethanol extract. *Korean J Food & Nutr* 24(4): 713-719.
- Lee SJ, Ryu SH, Lee YS, Song YS, Moon GS (2003) Protective effect of soybean sauce and melanoidin on lipid oxidation in rats fed PUFA oils. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(6): 913-920.
- Lee SK, Jeong YH, Yim SB, Yu SR (2015) Antioxidant activity of Korean traditional soy sauce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44(9): 1399-1406.
- Liu J, Cai YZ, Wong RNS, Lee CKF, Tang SCW, Sze SCW, Tong Y, Zhang Y (2012) Comparative analysis of caffeoyl-quinic acids and lignans in roots and seeds among various burdock (*Arctium lappa*) genotypes with high antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 60(16): 4067-4075.

- Nam SM, Lee IS, Shin MH (2016) Quality characteristics of glutinous rice *dasik* added with burdock (*Arctium lappa*). J East Asian Soc Dietary Life 26(1): 73-79.
- Park BK (2009) Quality characteristics of *sulgidduk* by the addition of burdock. MS Thesis Sejong University, Seoul. pp 1-3.
- Park SY, Lim JM, Choi YH, Choi HS, Kim JH, Kim EJ, Ji SJ, Jang YJ (2015) Quality and sensory characteristics of soy sauces containing *Astragalus membranaceus* by aging period. Korean J Food Preserv 22(5): 636-643.
- Peiretti PG, Karamac M, Janiak M, Longato E, Meineri G, Amarowicz R, Gai F (2019) Phenolic composition and antioxidant activities of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) plant during growth cycle. Agronomy 9(3): 153. <https://doi.org/10.3390/agronomy9030153>
- Shim SL, Ryu KY, Kim W, Jun SN, Seo HY, Cho NC, Kim KS (2008) Physicochemical characteristics of medicinal herbs *Ganjang*. Korean J Food Preserv 15(2): 243-252.
- Shin SI (2011) Quality characteristics of *jochung* added with burdock roots powder. MS Thesis Myungji University, Yongin. pp 40-42.
- Shin YJ, Lee CK, Kim HJ, Kim HS, Seo HG, Lee SC (2014) Preparation and characteristics of low-salt soy sauce with anti-hypertensive activity by addition of miduduk tunic, mulberry, and onion extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 43(6): 854-858.
- Son KH, Lee HJ, Park HK, Park OJ (1998) Studies on taste compound content and research on condition of consumer attitude to traditional Korean soy sauce with varying *meju* type and fermentation jar. Korean J Soc Food Sci 14(5): 463-467.
- Song YC, Lee SP (2013) Evaluation in physicochemical properties of soy sauce fortified with soymilk residue (okra koji). Korean J Food Preserv 20(6): 818-826.
- Wang BS, Yen GC, Chang LW, Yen WJ, Duh PD (2007) Protective effects of burdock (*Arctium lappa* Linne) on oxidation of low-density lipoprotein and oxidative stress in RAW 264.7 macrophages. Food Chem 101(2): 729-738.
- Won SB, Song HS (2013) Antioxidant activity and sensory evaluation in soy sauce with fruit, stem, or twig of *Hovenia dulcis* Thunb. Korean J Food & Nutr 26(2): 258-265.

Date Received	Jun. 28, 2021
Date Revised	Jun. 30, 2021
Date Accepted	Jun. 30, 2021