

수수 코지 첨가량에 따른 속성장의 이화학적 품질 및 생리활성

†윤향식 · 강혜정* · 엄현주 · 김소영** · 김인재*** · 김영호*** · 송용섭****

충청북도농업기술원 지방농업연구소, *충청북도농업기술원 연구원,

국립농업과학원 농식품자원부 농업연구소, *충청북도농업기술원 지방농업연구소, ****충청북도농업기술원 농촌지도관

The Physicochemical and Biological Characteristics of *Soksungjang* with the Addition of Sorghum Koji

†Hyang-Sik Yoon, Hye Jeong Kang*, Hyun-Ju Eom, So-Young Kim**,

In Jae Kim***, Youngho Kim*** and Yong-sup Song****

Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

*Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

**Associate Researcher, Dept. of Agro-Food Resources, NAAS, RDA, Wanju 55365, Korea

***Senior Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

****Senior Extension Specialist, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea

Abstract

This study analyzed the quality characteristics of *Soksungjang* combined with sorghum koji, according to the amount of sorghum added and the length of the fermentation period. The moisture content of *Soksungjang* was the lowest in the control group when there was no sorghum koji added, but gradually increased as the amount of added sorghum koji increased. The reduction in the sugar content of sorghum *Soksungjang* did not change according to the fermentation period of the control group, but increased alongside the fermentation period when sorghum koji was added to *Soksungjang*. The amino nitrogen content increased from 67.20-80.73 mg% from the beginning of the fermentation period to 173.13-383.60 mg% at the end of the fermentation period, and the total polyphenol content increased from 260.25-351.28 mg% from the beginning of the fermentation period to 567.28 mg%-674.93 mg% to the end of the fermentation period. DPPH radical scavenging activity also increased as the fermentation period elapsed, and ABTS radical scavenging activity increased and then decreased slightly over the fermentation period. The antioxidant activity was the highest in the *Soksungjang* mixture with a 10% concentration of sorghum koji.

Key words: *Soksungjang*, sorghum koji, quality characteristics, biological characteristics

서론

된장은 우리나라 고유의 콩 발효식품으로 단백질과 아미노산 함량이 높고 맛을 내는 아미노산 조성이 우수한 조미 식품이며, 영양학적으로도 매우 훌륭한 식품이다(Jeong 등 2013). 최근 코로나19와 같은 바이러스에 의한 호흡기 질환이 장기화되면서 면역에 대한 관심이 급증하였고, 이로 인해 발효식품인 된장에 대한 관심도 높아지면서 된장을 이용한

다양한 가정간편식의 수요도 증가하고 있다. 속성장은 대두를 주원료로 부재료를 첨가하거나 특별한 재료를 첨가하여 계절에 따라 별미로 담은 단기장을 의미하며, 별미장이라고도 부른다. 이러한 별미장에는 메밀과 대두를 이용한 생황장(Eom 등 2013)과 보리와 검은콩을 사용한 대맥장(Kang 등 2013) 등이 있다. 또한 이러한 속성장이 현장에서 상품화 또는 실용화될 수 있도록 메밀과 대두, 소금의 비율을 달리하여 품질을 분석하고 최적 배합비를 제안하였으며(Eom 등

† Corresponding author: Hyang-Sik Yoon, Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5691, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: aroma67@korea.kr

2013), 메밀 속성장 유래 혈전용해능 및 병원성균에 대한 항균활성이 우수한 *Bacillus subtilis* 균주를 분리하여(Lee 등 2011) 스타터로 대맥장 제조에 적용한 연구도 있다(Kim 등 2012). 그 외에 속성장을 만들기 위한 소재로 굴피를 사용한 연구도 있다(Youn 등 2016).

수수(sorghum, *Sorghum bicolor*(L.) Moench)는 벼목 벧과에 속하는 한해살이 화분과 식물로(Kim 등 2006), 한의약에서는 위장보호와 소화촉진, 해독작용 등 다양한 기능이 보고되고 있다(Ryu 등 2006). 또한 수수에 함유되어 있는 페놀화합물은 강한 항돌연변이원성의 활성(Grimmer 등 1992)이 있는 것으로 보고되고 있으며, 수수 추출물은 강력한 항산화 활성을 나타내는 것으로 알려져 있다(Woo 등 2010). 이와 같은 다양한 기능성을 가진 잡곡인 수수의 충북지역 재배면적은 전국 재배면적의 41%인 641 ha이다. 충북농업기술원에서는 노동력 절감 및 생산성 향상을 위한 수수 품종을 육성하였으며, 그 결과 육종한 청풍수수는 간장의 길이가 89 cm로 기계수확이 용이하고 항산화물질인 총폴리페놀 함량이 높게 나타났다(Yun 등 2019).

본 연구에서는 충북지역의 대표적인 잡곡인 수수의 부가가치 향상과 소비자가 원하는 장르 개발 및 가정간편식 소재로 널리 활용할 수 있도록 수수를 이용한 속성장을 담근 후 발효과정 중 품질특성과 생리활성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 수수 속성장 제조방법

본 실험에 사용한 수수는 충청북도농업기술원에서 품종 육성하여 2019년 품종 등록한 메수수인 청풍수수이며(Yun 등 2019), 도정하지 않은 것을 사용하였다. 메주가루는 농업회사법인 주식회사 행복한농부에서 구입하였으며, 누룩제조는 수원발효식품연구소(Hwaseong, Korea)로부터 황국 조제종국을 구입하여 사용하였다. 소금은 천일염을 사용하였고 끓여서 식힌 물에 잘 녹여서 면포에 걸러 사용하였다.

수수 속성장 제조방법은 청풍수수를 세척한 후 고압멸균기(121°C, 15 min)를 이용하여 증자하고 수수 무게의 3%가 되도록 황국을 첨가하여 35°C, 50% 습도 조건에서 2일간 발효하였다. 발효된 수수는 2일간 걸 말림 후 마쇄하여 수수누

룩을 제조하였다. 수수 속성장의 혼합비율은 Table 1과 같으며, 2020년 7월 27일 항아리에서 숙성을 시작하여 28일 동안(25±2°C) 자연발효 시키면서 일주일 간격으로 시료를 채취하여 분석시료로 사용하였다.

2. 추출방법

속성장 시료 50 g을 취하여 증류수 200 mL를 넣고 진탕배양기(VS-302J, Vision Co., Korea)에서 3시간 추출한 후 8,000 rpm, 4°C에서 10분간 원심분리(Supra R22, Hanil Science Industrial Co., Gimpo, Korea)하였다. 상등액을 취하여 감압 여과한 뒤 pH 및 총산, 환원당, 아미노태질소 함량 및 DPPH·ABTS 라디칼소거능 분석 시료로 사용하였다.

3. 수분함량, pH, 총산, 환원당 측정

수수 속성장의 수분함량 및 pH, 총산은 AOAC법(AOAC 2005)에 따라 측정하였다. 수분은 상압 가열 건조법을 사용하였으며, 발효 과정 중의 pH는 추출시료 10 mL를 취하여 pH meter(Sartorius, Goettingen, Germany)로 측정하였다. 총산은 추출 시료 10 mL에 1% phenolphthalein 2~3방울 가하여, 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2~8.3이 될 때까지 적정하였다. 적정에 소비된 0.1 N NaOH 용액의 mL수를 젯산으로 환산하여 나타내었다.

환원당 측정은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(Luchsinger & Cornesky 1962)을 변형하여 사용하였다. 시료 1 mL에 증류수 9 mL를 가하여 10배 희석한 희석액 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 넣고 끓는 물에서 5분간 증탕 후 1분간 냉각시킨다. UV Semi-micro cuvette(Art.01948-00, Kartell S.p.A., Italy)에 1 mL씩 분주하고 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용하여 검량선을 작성하여 환산하였다.

4. 색도 분석

색도측정은 색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)으로 비교하였다. 속성장 10 g을 petri-

Table 1. The ratio of raw material for sorghum *Soksungjang*

(Unit: g)

Samples	Koji (%)	Sorghum koji	Meju powder	Salt	Water	Total
A	0	0	700	200	1,100	2,000
B	10	70	630	200	1,100	2,000
C	30	210	490	200	1,100	2,000
D	50	350	350	200	1,100	2,000

dish에 고르게 담고 3회 측정된 값의 평균값으로 나타내었으며, 표준백판의 값은 $L=96.89$, $a=-0.07$, $b=-0.18$ 이었다(Yoon 등 2018).

5. 아미노태 질소 측정

아미노태 질소는 추출 시료를 5배 희석하여 실험에 사용하였다. 시료 5 mL, 중성 formalin 용액 10 mL, 증류수 10 mL를 넣은 플라스크에 0.5% phenolphthalein 용액을 2~3 방울 가한 후, 0.05 N NaOH로 미홍색이 될 때까지의 적정량과, 시료 5 mL, 증류수 20 mL를 넣은 플라스크에 0.5% phenolphthalein 용액을 2~3방울 가한 후, 0.05 N NaOH로 미홍색이 될 때까지의 적정량을 이용하여 아미노태 질소 함량을 산출하였다(Lee & Mok 2010).

6. 총폴리페놀 함량

수수 속성장의 총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu's 방법에 따라 Folin-Ciocalteu reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과, 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 측정하였다(Jang 등 2012). 추출물 50 μ L에 2% Na_2CO_3 1 mL를 혼합하여 3분 방치하고 50% Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 μ L를 혼합하여 1시간 반응시킨 후 750 nm에서 흡광도값을 측정하였다. 표준물질은 gallic acid(Sigma-Aldrich, USA)를 사용하여 검량선을 작성하였고, 시료 중의 총폴리페놀 함량은 mg%로 나타내었다.

7. DPPH 라디칼 소거능

전자공여능(electron donating ability: EDA)은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) method로 측정하였다(Choi 등 2003). 0.4 mM DPPH 용액을 흡광도 값이 1.3~1.4가 되도록 희석한 후 추출물 0.2 mL에 DPPH(Sigma-Aldrich, USA) 용액 0.8 mL를 가하여, 실온에서 30분간 방치 후 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 사용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 증류수만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었고, 이때 전자공여능은 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 구하였다.

8. ABTS 라디칼에 대한 전자공여능 측정

수수 속성장의 항산화활성은 2,2'-azino-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거활성을 측정하였다(Jang 등 2012). 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate 혼합액을 24시간 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨

후 이 용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{M}^{-1} \text{cm}^{-1}$)를 이용하여 증류수로 희석하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 시료추출물 50 μ L를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였다. ABTS 라디칼의 소거활성은 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다.

9. 향기성분 분석

수수 속성장의 향기성분은 Losada 등(2012)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 속성장을 분석하기 위하여 20 mL headspace vial에 된장 10 g을 넣고, 내부표준물질로 4-methyl-2-pentanol을 첨가하였다. 향기성분의 추출은 direct headspace trap법으로 수행하였으며, 장비는 Turbomatrix 40 trap(Perkin Elmer, Waltham, MA, USA)을 사용하였다. Vial은 1분간 압력을 가하였으며, 1.5분간 충전하였다. 사용된 온도는 needle 110°C, oven 85°C, transfer line 140°C, trap low 45°C, trap high 290°C, 압력은 vial 20 psi, column 40 psi, desorption 30 psi, 시간은 dry purge 10분, trap hold time 12분, desorb time 10분, thermostatisation 30분이었다. Gas chromatograph/mass spectroscopy (Clarus 680 GC/Clarus SQ8T MSD, Perkin Elmer)로 분석하였으며, 컬럼은 Elite-wax(60 m \times 0.32 mm \times 0.25 μ m, Perkin Elmer)를 사용하였고, 오븐온도는 40°C에서 3분간 유지한 후 3°C/min로 180°C까지 상승시킨 후 10분간 유지하였으며, 다시 5°C/min로 220°C까지 상승시킨 후 30분간 유지하였고, equilibration time을 20분 두었다. 유속은 1 mL/min, split ratio는 1:1, carrier gas는 헬륨(99.9995%)을 사용하였다. 향기성분의 동정은 GC-MS를 이용하여 얻은 mass spectrum을 NIST data base로 검색하여 동정하였다. Mass 범위는 45~450 m/z로 하였다. 정량은 내부표준물질로 4-methyl-2-pentanol을 50 mg/L가 되도록 첨가한 후 이 물질의 면적비를 기준으로 정량하였으며 3번 반복 실험하였다.

10. 통계처리

모든 분석은 습물(wet weight basis) 기준으로 3번 반복 실험하였고, 실험결과와 통계 분석은 SAS(Ver 8.1 SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) 통계프로그램을 이용하였으며, ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 수수 속성장의 수분함량, pH 및 총산, 환원당 변화
수수코지 첨가량 및 발효기간에 따른 수수 속성장의 품질 특성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 속성장의 발효 초기

수분함량은 58.76~60.17%에서 발효 후기 57.41~60.92% 범위로 조금 감소하는 경향을 보였으나, D 속성장의 경우 큰 변화는 없었다. 수수를 첨가하지 않은 대조구가 가장 낮은 수분함량을 보였으며 수수 첨가량이 증가함에 따라 수분함량은 높은 값을 보였다. 이는 수수코지의 수분함량이 메주에 비해 높기 때문으로 생각된다. 이와 같은 결과는 시판되고 있는 개량된장의 수분함량인 50.75~54.97%에 비해서는 약간 높은 값을 보였으며, 전통된장의 수분함량은 49.90~62.26%로 제조원간 차이가 큰 것으로 보고되었다(Jeon 등 2016). 수수속성장의 발효 초기 pH는 5.57~6.09 범위로 수수첨가량이 높을수록 속성장의 pH는 낮은 값을 보였으며, 발효기간이 경과함에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보여 발효 후기 5.60~5.84를 나타내었다. 수수 코지가 50% 첨가된 D 속성장은 pH값이 약간 높아져 다른 처리구와 다른 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 Gil 등(2017)이 황국균으로 발효한 콩알메주와 단백질 가수분해 효소를 첨가하여 만든 된장의 pH와 유사한 값

을 보였으며, Kang 등(2013)이 보고한 검은콩과 보리로 만든 대맥장의 pH 5.1~5.6에 비해서는 약간 높은 값을 보였다. Shin 등(2010)이 보고한 정상 된장의 pH 5.39와는 큰 차이가 없는 것으로 판단된다. 속성장의 총산함량은 초기 0.46~0.67%에서 0.91~1.16%로 전반적으로 증가하는 경향을 보였으며, 초기 총산함량은 수수 첨가량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으나 발효 후에는 D가 가장 낮고 C가 가장 높은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 대맥장(Kang 등 2013)의 총산함량 0.52~0.79%에 비해서는 높고 충북지역의 전통된장이 나타내는 총산함량의 범위에는 속하는 것으로 나타났다(Yoon 등 2019). 또한 전반적으로는 pH가 높을수록 낮은 산도를 보였으나 처리간 일정한 경향을 나타내지는 않았다. 이와 같은 결과는 Byun 등(2014)이 보고한 각 도의 시판 된장의 품질을 분석한 결과 제조원이 다를 경우 pH와 총산간 일정한 경향을 보이지 않은 결과와 일치하였다. 수수 속성장의 환원당 함량은 발효 초기 1.46~2.19%에서 발효 후 3.66~8.44%로

Table 2. Quality characteristics of sorghum *Soksungjang*

	Fermentation period (days)	Samples ¹⁾			
		A	B	C	D
Moisture (%)	0	58.76±0.27 ^{2)Ab}	59.05±0.85 ^{Aab}	60.17±0.69 ^{Aa}	59.90±0.70 ^{Bab}
	7	57.61±0.08 ^{Bb}	58.25±0.20 ^{Ab}	59.86±0.68 ^{Aa}	60.31±0.26 ^{ABa}
	14	57.56±0.53 ^{Bd}	58.41±0.15 ^{Aa}	59.76±0.20 ^{Ab}	60.90±0.32 ^{Aa}
	21	57.48±0.13 ^{Bc}	58.67±0.47 ^{Ab}	59.10±0.69 ^{Aab}	59.94±0.26 ^{Ba}
	28	57.41±0.14 ^{Bd}	58.35±0.14 ^{Ac}	59.46±0.13 ^{Ab}	60.92±0.55 ^{Aa}
pH	0	6.09±0.01 ^{Aa}	6.01±0.00 ^{Ab}	5.81±0.01 ^{Ac}	5.57±0.01 ^{Dd}
	7	5.96±0.01 ^{Ba}	5.91±0.01 ^{Bb}	5.66±0.01 ^{Dd}	5.74±0.01 ^{Ac}
	14	5.95±0.01 ^{Ba}	5.91±0.00 ^{Bc}	5.75±0.01 ^{Bc}	5.74±0.01 ^{Ad}
	21	5.85±0.01 ^{Ca}	5.83±0.01 ^{Db}	5.68±0.01 ^{Cd}	5.70±0.01 ^{Bc}
	28	5.80±0.01 ^{Db}	5.84±0.01 ^{Ca}	5.65±0.00 ^{Dc}	5.60±0.00 ^{Cd}
Total acidity (%)	0	0.46±0.01 ^{Dd}	0.53±0.02 ^{Dc}	0.62±0.02 ^{Db}	0.67±0.03 ^{Da}
	7	0.98±0.01 ^{Ba}	0.91±0.03 ^{Cb}	0.91±0.04 ^{Cb}	0.81±0.03 ^{Cc}
	14	0.94±0.01 ^{Cc}	1.16±0.02 ^{Aa}	1.00±0.01 ^{Bb}	0.95±0.03 ^{Ac}
	21	1.05±0.01 ^{Ab}	1.02±0.01 ^{Bc}	1.14±0.01 ^{Aa}	0.88±0.01 ^{Bd}
	28	1.04±0.00 ^{Ab}	1.00±0.01 ^{Bc}	1.16±0.01 ^{Aa}	0.91±0.01 ^{ABd}
Reducing sugar content (%)	0	1.80±0.08 ^{Eb}	1.46±0.03 ^{Dc}	2.19±0.04 ^{Da}	1.89±0.03 ^{Eb}
	7	2.68±0.05 ^{Dd}	3.49±0.11 ^{Cc}	3.92±0.06 ^{Cb}	5.31±0.05 ^{Da}
	14	2.81±0.04 ^{Cd}	3.82±0.19 ^{Bc}	5.25±0.01 ^{Bb}	5.92±0.02 ^{Ca}
	21	3.83±0.04 ^{Ac}	3.73±0.05 ^{Bc}	7.90±0.17 ^{Ab}	9.32±0.09 ^{Aa}
	28	3.66±0.04 ^{Bd}	4.50±0.03 ^{Ac}	7.77±0.05 ^{Ab}	8.44±0.04 ^{Bc}

¹⁾ A: 100% meju, B: 90% meju and 10% sorghum koji, C: 70% meju and 30% sorghum koji, D: 50% meju and 50% sorghum koji.

²⁾ Each values mean±S.D.

^{A-E}Values with different capital letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.001$).

^{a-d}Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.001$).

증가하였다. 초기에는 수수 첨가에 의한 일정한 경향이 없었으며, 발효 후에는 대조구가 가장 낮고 수수 첨가량이 가장 높은 D 속성장이 가장 높은 값을 보였다. 이는 발효 과정 중에 수수중의 전분이 가수분해되어 환원당 함량이 증가한 것으로 보인다. 이와 같은 결과는 된장의 원료를 대두만 사용한 Jeon 등(2016)이 보고한 전통된장과 Yoon 등(2019)이 보고한 충북지역 전통된장의 환원당 함량이 2% 미만인 것과 유사한 결과이다.

2. 색도 변화

속성장의 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명도(L값)는 초기 46.87~48.94에서 42.07~45.13으로 전반적으로 약간 감소하는 경향을 보였으며, 대조구가 가장 높고 수수 첨가에 의해 약간 낮아지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 Yoon 등(2019)이 보고한 전통된장의 명도인 26.68~39.48에 비해서는 높은 값으로 이는 전통된장의 발효기간이 속성장에 비해 길어 Maillard 반응이 일어나 명도가 낮아진 것으로 생각된다. 속성장의 적색도(a값)는 초기 7.30~8.93에서 후기 7.37~9.33을 보였고, A 속성장(대조구)이 가장 높은 값을 보였으며 발효가 진행됨에 따라 약간 감소하였으나 일정한 경향은 보이지 않았다. 속성장의 황색도(b값)는 초기 14.41~

18.32에서 후기 12.57~16.60으로 A 속성장이 가장 높고 수수 첨가량에 따라 감소하였으며, 발효가 진행됨에 따라 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 수수 속성장의 적색도와 황색도는 충북지역의 전통된장에 비해서는 낮은 값을 보였다(Yoon 등 2019). 이는 원료와 숙성기간에 의한 차이라고 생각된다.

3. 아미노태질소 함량

된장과 같은 발효 식품의 숙성 및 품질 변화의 지표로 주로 사용되고 있는 아미노태질소 함량을 분석한 결과는 Fig. 1과 같다. 속성장의 아미노태질소 함량은 초기 67.20~80.73 mg%에서 발효 후기 173.13~383.60 mg%로 발효기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 발효가 진행됨에 따라 대조구인 A 속성장에 비해 수수 코지를 첨가한 모든 속성장의 아미노태질소 함량이 2배 이상 높게 나타났다. 발효 후에 A 속성장이 가장 낮은 값을 보였으며, B 속성장이 가장 높은 값을 보였다. 이는 수수 코지 첨가가 속성장 제조시 메주의 단백질 가수분해를 촉진시킨 것으로 생각된다. 이 결과는 Eom 등(2013)의 원료 배합비를 달리했을 때 메밀 속성장의 아미노태질소 함량이 최고 213 mg%를 나타내었다는 보고에 비해 높은 값을 보였으며, Choi 등(2011)이 보고한 메밀 첨가량에 의존적으로 속성장의 아미노태질소 함량이 증가하였다

Table 3. Changes in Hunter color values of sorghum *Soksungjang*

	Fermentation period (days)	Samples ¹⁾			
		A	B	C	D
L value	0	48.94±0.11 ^{2)Aa}	48.86±0.08 ^{Aa}	48.29±0.13 ^{Ab}	46.87±0.17 ^{Ac}
	7	46.24±0.36 ^{Ba}	45.93±0.07 ^{Ba}	45.12±0.42 ^{Bb}	43.82±0.47 ^{Bc}
	14	46.21±0.13 ^{Ba}	44.85±0.31 ^{Cb}	44.04±0.24 ^{Cc}	42.98±0.29 ^{Cd}
	21	45.70±0.27 ^{Ca}	44.05±0.12 ^{Db}	42.62±0.37 ^{Dd}	43.47±0.12 ^{Bc}
	28	45.13±0.06 ^{Da}	43.55±0.05 ^{Eb}	42.07±0.14 ^{Dd}	42.40±0.04 ^{Dc}
a value	0	8.93±0.06 ^{Ba}	8.78±0.07 ^{Aa}	7.84±0.07 ^{Ab}	7.30±0.15 ^{Ac}
	7	8.84±0.05 ^{BCa}	8.29±0.03 ^{Bb}	7.04±0.24 ^{Bc}	6.91±0.12 ^{Bc}
	14	8.76±0.06 ^{BCa}	7.94±0.12 ^{Cb}	6.99±0.21 ^{Bc}	6.58±0.25 ^{Cd}
	21	8.70±0.10 ^{Ca}	7.85±0.17 ^{Cb}	6.57±0.09 ^{Cd}	7.27±0.04 ^{Ad}
	28	9.33±0.17 ^{Aa}	8.44±0.03 ^{Bb}	7.37±0.30 ^{Bc}	7.40±0.02 ^{Ac}
b value	0	18.31±0.08 ^{Aa}	18.32±0.12 ^{Aa}	17.11±0.02 ^{Ab}	14.41±0.28 ^{Ac}
	7	16.36±0.18 ^{Ba}	15.84±0.10 ^{Ba}	14.49±0.47 ^{Bb}	12.15±0.45 ^{CDc}
	14	16.31±0.30 ^{BCa}	14.90±0.26 ^{Cb}	14.15±0.45 ^{Bc}	11.90±0.32 ^{Dd}
	21	15.88±0.16 ^{Ca}	14.43±0.19 ^{Db}	12.54±0.41 ^{Cc}	12.94±0.18 ^{Bc}
	28	16.60±0.26 ^{Ba}	15.22±0.03 ^{Cb}	14.22±0.59 ^{Bc}	12.57±0.61 ^{BCd}

¹⁾ A: 100% meju, B: 90% meju and 10% sorghum koji, C: 70% meju and 30% sorghum koji, D: 50% meju and 50% sorghum koji.

²⁾ Each values mean±S.D.

^{A-E}Values with different capital letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.001$).

^{a-d}Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.001$).

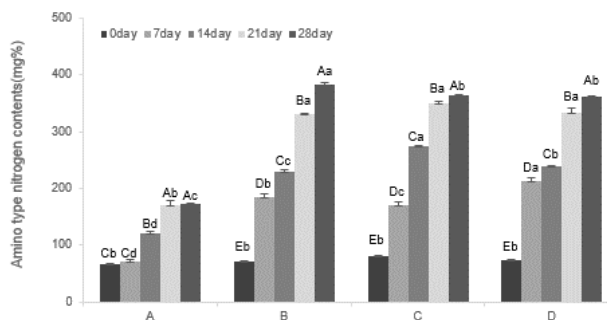


Fig. 1. Changes of amino type nitrogen content of Soksungjang with added sorghum koji according to fermentation period. A: 100% meju, B: 90% meju and 10% sorghum koji, C: 70% meju and 30% sorghum koji, D: 50% meju and 50% sorghum koji. ^{A-E}Values with different capital letters within a period are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.001$). ^{a-d}Values with different small letters within a sample are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.001$).

고 보고와는 다른 경향을 보였다. Kang 등(2013)은 또 다른 속성장인 대맥장의 아미노태질소 함량이 173.78~195.63 mg% 라고 보고하였으며, 대맥장에 비해 수수 속성장의 아미노태

질소 함량이 높게 나타났다. Yoon 등(2019)은 전통된장에 비해 황국균을 접종하여 콩알메주를 만든 후 제조한 된장의 아미노태질소 함량이 월등히 높다고 보고하였으며, 이와 같이 속성장의 원료뿐만 아니라 속성장 제조공정에 의해서도 아미노태질소 함량이 다른 것을 확인할 수 있었다.

4. 총폴리페놀 함량

수수 속성장의 총폴리페놀 함량은 Table 4와 같다. 수수 속성장의 총폴리페놀함량은 초기 260.25~351.28 mg%에서 발효 후기 567.28~674.93 mg%로 증가하는 경향을 보였다. 제조 직후인 발효 초기 속성장의 총폴리페놀 함량은 수수를 첨가하지 않은 대조구인 A 속성장이 가장 높고 수수 코지 첨가 비율이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 속성기간이 경과함에 따라 모든 처리구에서 총폴리페놀 함량은 증가하였으며, 대조구인 A는 1.6배, 수수 첨가 속성장은 초기에 비해 2배 이상 증가하였다. 28일 숙성한 속성장의 총폴리페놀 함량은 대조구가 가장 낮았으며, 수수 코지 10%를 첨가한 B가 가장 높고 C와 D순으로 낮아졌다. 발효기간이 경과함에 따라 된장의 총폴리페놀 함량이 증가하는 것은 속성장인 대맥장과 메밀 속성장(Eom 등 2013; Kang 등 2013)에서도 증가하였으며, 황국균으로 제조한 콩알메주 된장에서도 발효 초기

Table 4. Changes in total polyphenol and biological activities of sorghum Soksungjang

	Fermentation period (days)	Samples ¹⁾			
		A	B	C	D
Total polyphenol (mg%)	0	351.28±10.25 ^{2)Ca}	329.94±8.85 ^{Eb}	316.22±10.24 ^{Ec}	260.25±5.70 ^{Ed}
	7	491.80±15.62 ^{Bb}	496.40±6.32 ^{Db}	539.95±3.85 ^{Da}	406.02±9.34 ^{Dc}
	14	500.95±20.01 ^{Bb}	541.52±12.88 ^{Ca}	559.25±13.87 ^{Ca}	457.41±13.63 ^{Cc}
	21	564.14±7.36 ^{Ac}	708.28±17.31 ^{Aa}	680.36±18.35 ^{Ab}	561.52±11.03 ^{Bc}
	28	567.28±15.21 ^{Ad}	674.93±21.01 ^{Ba}	627.64±14.16 ^{Bb}	582.36±16.21 ^{Ac}
DPPH (%)	0	48.91±1.56 ^{Db}	51.90±1.27 ^{Da}	51.48±1.58 ^{Ca}	38.58±0.84 ^{Dc}
	7	63.15±0.98 ^{Cb}	66.11±0.80 ^{Cb}	68.74±1.88 ^{Ba}	52.41±1.29 ^{Bd}
	14	65.61±1.33 ^{Ab}	68.55±1.04 ^{Bb}	69.54±0.74 ^{Ba}	47.14±1.04 ^{Cd}
	21	65.09±1.53 ^{ABc}	73.81±1.42 ^{Aa}	72.81±1.77 ^{Aa}	51.65±0.96 ^{Bc}
	28	64.17±1.14 ^{BCb}	74.80±1.92 ^{Aa}	73.90±1.90 ^{Aa}	58.88±1.20 ^{Ac}
ABTS (%)	0	53.60±1.15 ^{Da}	53.92±0.08 ^{Ca}	50.13±0.68 ^{Db}	42.95±0.25 ^{Dc}
	7	67.53±0.41 ^{Aa}	64.25±0.35 ^{Bb}	56.86±1.68 ^{Bc}	52.58±0.16 ^{Ad}
	14	65.86±0.49 ^{Ba}	64.43±0.66 ^{Bb}	59.13±0.11 ^{Ac}	46.91±0.76 ^{Cd}
	21	68.11±0.20 ^{Aa}	66.46±0.16 ^{Ab}	57.22±0.41 ^{Bc}	51.93±0.33 ^{Ad}
	28	64.65±0.32 ^{Cb}	66.29±0.04 ^{Aa}	53.34±0.11 ^{Cc}	50.46±0.29 ^{Bd}

¹⁾ A: 100% meju, B: 90% meju and 10% sorghum koji, C: 70% meju and 30% sorghum koji, D: 50% meju and 50% sorghum koji.

²⁾ Each values mean±S.D.

^{A-E}Values with different capital letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.001$).

^{a-d}Values with different small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.001$).

60 mg%에서 8주 후 186 mg%로 증가하였고(Gil 등 2017), 전북지역에서 수집한 된장을 분석한 결과 제조직후 783~1,490 mg%에서 숙성기간이 경과함에 따라 1,199~1,927 mg%로 증가하였다는 보고와도 일치한다(Song 등 2019). Cho 등(2011)은 *Bacillus subtilis* 균주로 청국장 제조 후 발효 60시간 경과 시 gallic acid 함량이 초기보다 3배 이상 현저하게 증가하였으며, Li 등(2020)은 유산균 발효에 의해 콩에 함유된 폴리페놀 성분인 gallic acid, caffeic acid, trans-cinnamic acid와 같은 페놀산이 증가하였는데, 이는 이들 화합물이 불용성 또는 결합 형태로 존재하다가 미생물이 생산하는 효소에 의해 유리된 형태의 페놀산이 되었기 때문이라고 하였다. 또한 수수 코지 10%를 첨가한 B의 총폴리페놀 함량이 가장 높은 것은 수수와 콩에 함유된 폴리페놀 성분과 속성장 발효에 관여하는 미생물 생육에 가장 적합한 배합비 때문이라 생각된다.

5. 항산화성

수수 속성장의 DPPH 라디칼소거능은 Table 4와 같다. 발효초기 38.58~51.90%에서 발효 후기 58.88~74.80%로 발효 기간이 경과함에 따라 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. DPPH 라디칼소거능은 발효 초기 D가 가장 낮은 값을 보였으며, B가 가장 높은 값을 나타내었다. 수수 속성장의 ABTS 라디칼소거능은 발효 초기 42.95~53.92%에서 발효 후기 50.46~66.29%로 발효가 진행되면서 증가한 후 약간 감소하는 경향을 보였으며, 시료 간 일정한 경향을 보이지 않았다. 수수 속성장의 DPPH 라디칼소거능과 ABTS 라디칼소거능은 발효 기간이 경과됨에 따라 증가하였으며, 수수 코지 50%를 첨가한 D가 가장 낮은 값을 보였다. 그러나 속성장의 DPPH 라디칼소거능은 전반적으로 B와 C가 높은 반면, ABTS 라디칼소거능은 A와 B가 높은 값을 나타내었으며, 이는 항산화성을 측정하는 방법에 의한 차이로 생각된다. 수수 속성장의 총폴리페놀 함량이 증가함에 따라 DPPH 라디칼소거능이 증가하는 것으로 나타났으며, 이는 Song 등(2019)이 전북지역에서 수집한 된장을 분석한 결과에서도 된장의 총폴리페놀 함량이 높을수록 DPPH 라디칼소거능이 증가하였다. 속성장의 발효기간 경과에 따른 DPPH 라디칼소거능의 증가는 황국균과 프로테아제를 처리한 된장(Gil 등 2017), 속성장인 대맥장과 메밀 속성장(Eom 등 2013; Kang 등 2013), 전통 된장에서도 유사한 결과를 보였다(Song 등 2019). Cho 등(2011)은 청국장 제조시 발효에 의해 증가한 플라보놀 성분인 catechin과 epicatechin, 페놀산의 일종인 gallic acid가 항산화성에 기여한다고 하였다.

6. 향기성분 분석

수수 속성장의 향기성분을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

검출된 향기성분은 총 13종으로 알코올류(alcohols)는 5종, 피라진류(pyrazines)는 2종, 산류(acids) 3종, 기타화합물(miscellaneous compounds)은 3종으로 나타났다. 속성장을 구성하는 향기화합물의 수는 10~13종이었으며 A 속성장이 10종으로 가장 적었고, D 속성장이 13종으로 가장 높게 나타났다. 수수 속성장에서 검출된 알코올류 5종은 3-methyl-1-butanol, 3,4-dimethyl pentanol, 1-octen-3-ol, 3-methyl-2-butanol, 그리고 2-furanmethanol이었다. 3-methyl-1-butanol은 A 속성장이 11.96 mg/kg으로 가장 높게 나타났으며, 수수 첨가량이 증가함에 따라 4.92~8.55 mg/kg의 범위로 증가하였다. 3-Methyl-2-butanol은 C와 D에서만 검출되었으며, 2-furanmethanol은 모든 처리에서 같은 함량을 나타내었다. 아미노산인 leucine에 의해 생성되고 바나나 향을 내는 화합물인 3-methyl-1-butanol과 버섯향을 내는 1-octen-3-ol은 본 연구의 모든 처리구에서 검출되었으며(Baek HH 2017), 전통 된장(Yoon 등 2019)뿐만 아니라 다양한 koji를 접종하여 만든 된장(Kum 등 2015)과 별미장인 대맥장과 무장에서도 검출되었다(Woo 등 2004). 수수 속성장에서 검출된 2개의 피라진류 화합물은 trimethyl pyrazine과 tetramethyl pyrazine이다. 이들 피라진류 화합물은 B가 가장 함량이 높았으며, A, C, D 순으로 낮아졌다. 이 화합물들은 대부분의 전통 된장에서 동정되는 주요한 휘발성 향기성분이며(Lee 등 2015) 이 중 tetramethyl pyrazine은 가열된 된장의 향기성분으로 알려져 있고(Lee & Ahn 2008), 청국장에서도 동정된 화합물로 된장보다 청국장에서 함량이 높다(Baek HH 2017). 산류는 acetic acid, 2-methyl propanoic acid, 그리고 3-methyl pentanoic acid가 검출되었으며, A가 가장 높았으며, 수수 속성장간에는 일정한 경향을 나타내지 않았다. 기타화합물로 3종이 검출되었으며, 그중 acetoin(buttery), benzeneacetaldehyde(honey-like, flowery)는 일부 된장과 청국장에서도 확인된 화합물이다(Baek HH 2017). 속성장의 휘발성 향기 화합물의 수는 대조구인 A가 가장 적고 D가 가장 많은 것으로 나타났다. 이 결과는 전반적으로 전통 된장이 긴 발효기간에 의해 다양한 에스테르 화합물을 함유하고 있는 것과는 다른 결과로 이는 발효기간이 상대적으로 짧기 때문으로 생각되며(Yoon 등 2019), 본 연구와 유사한 방법으로 분석한 메밀 속성장의 경우도 에스테르 화합물이 검출되지 않았다(Choi 등 2011).

요약 및 결론

본 연구에서는 수수 코지와 메주 혼합비율을 달리하여 속성장을 만든 후 발효기간에 따른 품질특성과 생리활성을 분석하였다. 수수 속성장의 pH는 발효 초기 5.57~6.09에서 5.60~5.84로 약간 감소하였으며 총산은 0.46~0.67%에서 0.91~

Table 5. Volatile flavor compounds of sorghum *Soksungjang*

(단위: mg/kg)

RT	Compounds	A ¹⁾	B	C	D
Alcohols					
13.553	3-Methyl-1-butanol	11.96±1.84 ²⁾	4.92±0.47	6.47±0.99	8.55±7.57
21.731	3,4-Dimethyl pentanol	0.04±0.00	0.04±0.00	0.02±0.00	0.02±0.01
26.468	1-Octen-3-ol	0.07±0.00	0.06±0.00	0.05±0.00	0.21±0.11
31.490	3-Methyl-2-butanol			0.02±0.00	0.04±0.04
34.896	2-Furanmethanol	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.03±0.01
	Total alcohols (5)	12.10 (4)	5.05 (4)	6.59 (5)	8.83 (5)
Pyrazines					
23.804	Trimethyl pyrazine	0.17±0.01	0.16±0.00	0.11±0.01	0.08±0.04
27.173	Tetramethyl pyrazine	0.74±0.06	0.86±0.04	0.60±0.04	0.39±0.18
	Total pyrazine (2)	0.93 (2)	1.05 (2)	0.73 (2)	0.49 (2)
Acids					
25.978	Acetic acid	0.74±0.10	0.19±0.06	0.11±0.01	0.25±0.29
31.190	2-Methyl propanoic acid	0.14±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01	0.10±0.06
35.290	3-Methyl pentanoic acid	0.41±0.00	0.18±0.01	0.13±0.01	0.10±0.07
	Total acids (3)	1.29 (3)	0.48 (3)	0.32 (3)	0.44 (3)
Miscellaneous					
17.455	Acetoin	1.64±0.54	0.86±0.01	1.36±0.07	2.24±1.15
34.036	Benzene acetaldehyde		0.08±0.00	0.05±0.00	0.07±0.01
47.920	4-Methyl-2-methoxy phenol				0.11±0.07
	Total miscellaneous (3)	1.64 (1)	0.94 (2)	1.41 (2)	2.42 (3)
Total	13	15.96 (10)	7.52 (11)	9.05 (12)	12.18 (13)

¹⁾ A: 100% meju, B: 90% meju and 10% sorghum koji, C: 70% meju and 30% sorghum koji, D: 50% meju and 50% sorghum koji.

²⁾ Each values mean±S.D.

1.16%로 증가하는 경향을 보였으나 수수 코지 첨가량에 따른 일정한 경향은 나타나지 않았다. 발효 후에 수수 속성장의 환원당 함량은 수수 첨가량이 증가할수록 3.66~8.44%로 증가하는 경향을 보였다. 수수 속성장의 아미노태질소 함량은 발효 초기 67.20~80.73 mg%에서 발효 후에는 173.13~383.60 mg%로 발효기간이 경과함에 따라 증가하였다. 발효 후 속성장의 아미노태질소 함량은 A(대조구)가 가장 낮고 B가 가장 높은 값을 보였다. 총폴리페놀 함량 또한 아미노태질소 함량과 유사한 경향을 보였다. 수수 속성장의 DPPH 라디칼소거능과 ABTS 라디칼소거능은 발효기간이 경과함에 따라 증가하는 것으로 나타났으며, B가 가장 높은 값을 보였고 D가 가장 낮은 값을 보였다. 이와 같은 결과는 속성장의 원료 및 발효에 의한 대사산물에 의한 것으로 생각된다. 이와 같이 속성장의 품질특성과 생리활성을 고려할 때 수수 코지 10%를 첨가한 B 속성장을 제조하여 실용화하는 것이 좋을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(ATIS 과제번호 PJ01345604)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th ed. Association of Official Analytical Communities
- Baek HH. 2017. Compilation of volatile flavor compounds in cheonggukjang and doenjang. *Food Sci Ind* 50:24-49
- Byun MW, Nam TG, Chun MS, Lee GH. 2014. Physicochemical and sensory characteristics of doenjang made by traditional methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:1543-1548
- Cho KM, Lee JH, Yun HD, Ahn BY, Kim H, Seo WT. 2011.

- Changes of phytochemical constituents (isoflavones, flavanols, and phenolic acids) during cheonggukjang soybeans fermentation using potential probiotics *Bacillus subtilis* CS90. *J Food Compos Anal* 24:402-410
- Choi HS, Lee SY, Baek SY, Koo BS, Yoon HS, Park HY, Yeo SH. 2011. Quality characteristics of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) Soksungjang. *Korean J Food Sci Technol* 43: 77-82
- Choi Y, Kim MH, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- Eom HJ, Kang HJ, Park JM, Kim SH, Song IG, Yoon HS. 2013. Quality characteristics and antioxidant activity of buckwheat Soksungjang prepared with different material formula. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:1236-1241
- Gil NY, Choi BY, Park SY, Cho YS, Kim SY. 2017. Physicochemical properties of doenjang using grain type meju fermented by *Aspergillus oryzae* and protease. *Korean J Food Preserv* 24:697-706
- Grimmer HR, Parbhoo V, McGrath RM. 1992. Antimutagenicity of polyphenol-rich fractions from *Sorghum bicolor* grain. *J Sci Food Agric* 59:251-256
- Jang GY, Kim HY, Lee SH, Kang YR, Hwang IG, Woo KS, Kang TS, Lee JS, Jeong HS. 2012. Effects of heat treatment and extraction method on antioxidant activity of several medicinal plants. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:914-920
- Jeon HJ, Lee S, Kim S, Kim Y. 2016. Quality characteristics of modified doenjang and traditional doenjang. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1001-1009
- Jeong MW, Jeong JK, Kim SJ, Park KY. 2013. Fermentation characteristics and increased functionality of doenjang prepared with bamboo salt. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1915-1923
- Kang HJ, Yoo JA, Park JM, Kim SH, Song IG, Choi HS, Yoon HS. 2013. Quality characteristics of black soybean paste (daemacjang) with mixture ratio of black soybean, barley and salt concentration. *Korean J Food Nutr* 26:266-272
- Kim JY, Lee SY, Park NY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of black soybean paste (daemaekjang) prepared with *Bacillus subtilis* HJ18-4. *Korean J Food Sci Technol* 44: 743-749
- Kim GO, Kim HS, Ryu HS. 2006. Effect of *Sorghum bicolor* L. Moench (*Sorghum, su-su*) water extracts on mouse immune cell activation. *J Korean Diet Assoc* 12:82-88
- Kum SJ, Yang SO, Lee SM, Chang PS, Choi YH, Lee JJ, Hurh BS, Kim YS. 2015. Effects of *Aspergillus* species inoculation and their enzymatic activities on the formation of volatile components in fermented soybean paste (doenjang). *J Agric Food Chem* 63:1401-1418
- Lee JE, Kang SH, Kim HR, Lim SI. 2015. Volatile compounds analysis of certified traditional doenjang. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:944-950
- Lee JY, Mok C. 2010. Changes in physicochemical properties of low salt soybean paste (doenjang) during fermentation. *Food Eng Prog* 14:153-158
- Lee SJ, Ahn B. 2008. Thermal changes of aroma components in soybean paste (doenjang). *Korean J Food Sci Technol* 40:271-276
- Lee SY, Kim JY, Baek SY, Yeo SH, Koo BS, Park HY, Choi HS. 2011. Isolation and characterization of oligotrophic strains with high enzyme activity from buckwheat Sokseongjang. *Korean J Food Sci Technol* 43:735-741
- Li S, Jin Z, Hu D, Yang W, Yan Y, Nie X, Lin J, Zhang Q, Gai D, Ji Y, Chen X. 2020. Effect of solid-state fermentation with *Lactobacillus casei* on the nutritional value, isoflavones, phenolic acids and antioxidant activity of whole soybean flour. *LWT-Food Sci Technol* 125:109264
- Losada MM, López JF, Añón A, Andrés J, Revilla E. 2012. Influence of some oenological practices on the aromatic and sensorial characteristics of white Verdejo wines. *Int J Food Sci Technol* 47:1826-1834
- Luchsinger WW, Cornesky RA. 1962. Reducing power by the dinitrosalicylic acid method. *Anal Biochem* 4:346-347
- Ryu HS, Kim J, Kim HS. 2006. Enhancing effect of *Sorghum bicolor* L. Moench (*Sorghum, su-su*) extracts on mouse spleen and macrophage cell activation. *Korean J Food Nutr* 19:176-182
- Shin DH, Kang KS, Lee JY, Jeong DY, Han GS. 2010. On chemical characteristics of sour doenjang (fermented soybean paste). *J Food Hyg Saf* 25:360-366
- Song YE, Han HA, Lee SY, Shin SH, Choi SR, Kim SY. 2019. Quality characteristics and antioxidant activity of regional traditional soybean paste (Doenjang) in Jeonbuk province. *Korean J Food Nutr* 32:598-610
- Woo KS, Seo MC, Kang JR, Ko JY, Song SB, Lee JS, Oh BG, Park GD, Lee YH, Nam MH, Jeong HS. 2010. Antioxidant compounds and antioxidant activities of the methanolic extracts from milling fractions of sorghum (*Sorghum bicolor*

- L. Moench). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:1695-1699
- Woo KS, Yu SM, Im SK, Chun HK, Kwon OC, Lee J. 2004. Changes in aroma compounds of several Byeolmijang during aging. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1689-1697
- Yoon HS, Jeong EJ, Kwon NR, Kim IJ, Hong ST, Kang HJ, Eom HJ. 2018. Quality characterization of yanggaeng added with jujube extracts. *Korean J Food Nutr* 31:883-889
- Yoon HS, Lee SH, Kang HJ, Eom HJ, Kim Y. 2019. Physico-chemical and flavor characteristics of doenjang in Chungbuk provinces during fermentation. *Korean J Food Nutr* 32: 687-695
- Youn Y, Jeon SH, Yoo JH, Jeong DY, Kim YS. 2016. Quality characteristics of tangerine peel Soksungjang prepared from different koji strains. *Korean J Food Preserv* 23:117-126
- Yun GS, Lee JW, Hwang SG, Kim IJ, Hong ST, Choe ME, Choi GH, Kim YS, Kim HS. 2019. 'Cheongpung' - early maturing sorghum (*Sorghum bicolor* L.) variety with high yield and machine harvesting-adaptability. *Korean J Breed Sci* 51: 434-439
-

Received 05 March, 2021

Revised 04 April, 2021

Accepted 12 April, 2021