

충북지역 된장의 발효기간 중 이화학적 품질 및 향기 특성

†윤향식 · 이상희* · 강혜정* · 엄현주 · 김영호**

충청북도농업기술원 지방농업연구사, *충청북도농업기술원 연구원, **충청북도농업기술원 지방농업연구관

Physicochemical and Flavor Characteristics of *Doenjang* in Chungbuk Provinces during Fermentation

†Hyang-Sik Yoon, Sang Hee Lee*, Hye Jeong Kang*, Hyun-Ju Eom and Youngho Kim**

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

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

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

Abstract

The purpose of this study was to investigate the quality characteristics of *Doenjang* made by seven different traditional soybean paste manufacturers, in Chungbuk province during fermentation. The moisture content of *Doenjang* declined in the process of fermentation, from 58.07~68.86% to 52.32~63.79%. The salinity increased from 7.47~14.38% to 10.42~17.73%. Sample B was the lowest, and G was the highest. The pH showed a tendency to decline from 5.36~6.22 to 4.30~5.66 except for sample F, which increased 6.33~7.10. In contrast, the total acidity showed a tendency to increase from 0.56~1.77% to 1.11~1.83% except for sample F, which declined 0.71%~0.54%. The lightness declined from 44.33~55.90 to 26.68~49.66. However, the redness and the yellowness generally increased. The content of amino type nitrogen generally increased with the progress of fermentation from 93.33~408.80 mg/kg to 314.07~1,258.13 mg/kg and sample D, with *Aspergillus oryzae* added, was the highest. The volatile flavor compounds of *Doenjang* had 10~20 types. Sample D had the fewest number of volatile flavor compounds (10 types of compounds), and sample C had the largest number of it (20 types of compounds). Four types of compounds, ethanol, 3-methyl butanal, ethyl acetate, and 3-methyl butanoic acid, were detected from all samples.

Key words: *Doenjang*, fermentation, quality characteristics, flavor characteristics

서론

된장은 우리나라 고유의 콩 발효식품으로 단백질과 아미노산 함량이 우수한 조미 식품이며, 단백질과 지방 함량이 높기 때문에 영양학적으로도 매우 훌륭한 식품이다(Jeong 등 2013). 된장은 식품공전상 제조방법에 따라 한식된장과 된장으로 분류되며, 대두를 주원료로 찌거나 삶아 성형한 후 발효시킨 한식메주(전통된장)로 만든 한식된장과 대두를 주원료로 찌거나 삶은 후 선별된 종균을 넣어 발효시킨 메주로 만든 된장(개량된장)이 있다(Ahn & Bog 2007). 전통된장은 개량된장에 비해 발효기간이 오래 걸리고, 상대적으로 가격이 비싸다는 단점과 자연발효 방식에 의한 잡균의 혼입과 같

은 문제점을 지닐 수 있으나(Ku 등 2014), 발효과정 중에 생긴 펩타이드, 아미노산, 당, 인지질 등의 대사산물이 주는 복합적인 맛을 좋아하는 소비자들은 여전히 전통된장을 선호하는 경향이 있다(Boo 등 2010).

전통 장류업체에서 제조하는 된장의 품질은 다양한 요인에 의해 영향을 받으며, 이와 관련하여 수행된 연구는 다양하다. 전통적인 방법으로 제조한 된장 제품의 이화학적 및 관능적 특성을 분석하였으며(Byun 등 2014), 된장의 맛과 품질에 중요한 영향을 미치는 소금의 함량을 줄이기 위해 염수 농도에 따른 전통된장의 품질 특성(Byun 등 2015)을 조사하였다. 또한 염수 농도 및 장 담금 방식에 따른 된장의 품질에 관한 연구에서는 소금의 농도를 지나치게 낮출 경우, 숙성과

† 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

저장과정에서 미생물의 증식에 의한 이상발효로 가스발생 등 품질 저하의 원인이 될 수 있다고 보고하였다(Mok 등 2005). 된장의 품질특성을 파악하고 관리하기 위해 된장의 향기성분을 조사하였으며, 기존에 분석된 청국장과 된장의 향기성분 데이터베이스를 비교분석하여 된장의 향기성분과 제조공정 또는 품질과의 관계를 파악하고자 하는 등(Lee 등 2015; Baek HH 2017) 다양한 시도를 하였다. 그러나 된장의 이화학적 품질특성과 향기성분을 분석하여 이들의 상관관계에 관한 연구를 수행한 예는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 충청지역에 있는 7개 전통 장류업체에서 업체별 제조하는 방식 그대로 된장을 담근 후 발효기간이 경과함에 따라 된장의 이화학적 특성을 분석하고, 최종 시료의 향기성분을 분석하여 상호간의 상관관계를 분석하였으며, 어떤 요인이 된장의 품질 특성에 영향을 미치는지를 조사함으로써 전통된장의 품질관리 요인의 기초 자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

1. 시료

충청지역 전통 장류업체 7개소에서 2018년 2월 중순 장담금 후 50일 경과 후에 장가르기를 하였다. 장류업체의 메주 및 된장 담금에 대한 정보는 Table 1과 같다. 6개 업체는 전통 메주로 제조하였으며, 1개 업체만 *Aspergillus oryzae*(주)충무발효, Uljugun, Korea)을 접종하여 발효시켜 개량메주로 제조하였고, 메주 모양은 모두 사각으로 만들었다. 된장 분석 시료는 장가르기 직후인 숙성 전, 2.5개월 후, 5.5개월, 8.5개월이 경과한 시료를 수거하여 분석하였다. 충청지역내 제조원의 소재지는 A, B, C는 청주, D는 충주에 위치해 있으며, E는

Table 1. Meju making condition of *Doenjang* samples used in this study

Samples	Area	Meju making condition			
		Koji	Weight(kg)/ Ea	Fermentation temp. (°C)	Fermentation time (days)
A	Cheongju	-	1.8	28~29	15
B	Cheongju	-	1.2	28	30
C	Cheongju	-	3.3	26	30
D	Chungju	<i>Aspergillus oryzae</i>	1.0	28	15
E	Jechun	-	1.1	28~29	7
F	Jeungpyeong	-	2.0	25~30	10
G	Jincheon	-	3.2	28	40

제천, F는 증평, G는 진천에 위치하였다.

2. 추출방법

된장 시료 50 g을 취하여 증류수 200 mL를 넣고 homogenizer (WiseMix HG-15D, Daihan Scientific Co., Korea)로 1분간 균질화한 후 8,000 rpm, 4°C에서 10분간 원심분리(Supra 22K, Hanil Science Industrial Co., Gimpo, Korea) 하였다. 상등액을 취하여 감압 여과한 뒤 pH 및 산도, 환원당, 아미노태질소 함량의 분석 시료로 사용하였다.

3. 수분함량, pH, 총산, 염도, 환원당 측정

된장의 수분, pH, 총산, 그리고 염도는 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 추출시료 10 mL에 1% phenolphthalein 2~3 방울 넣고 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.2~8.3이 될 때까지 적정하였다. 적정에 소비된 0.1 N NaOH 용액의 mL수를 젯산으로 환산하여 나타내었다. 250 mL 비커에 시료 5 g과 증류수 95 mL를 넣고 magnetic stirrer에서 1시간 교반 후 Whatman No.2(Whatman, UK)로 감압 여과하여 염도 분석 시료로 사용하였다.

환원당 측정은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(Luchsinger & Crnesky 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, spectrophotometer(Evolution 220 UV-Visible Spectrophotometer, Thermo Fisher Scientific, USA)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 D-glucose를 사용하여 농도별로 흡광도를 측정하고, 검량선을 작성하여 환원당 함량 계산에 이용하였다.

4. 색도 분석

색도 측정은 색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)으로 비교하였다. 된장 10 g을 petri-dish에 고르게 담고 3회 측정된 값의 평균값으로 나타내었으며, 표준백판의 값은 L=96.89, a=-0.07, b=-0.18이었다(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 mL

를 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 등 2010).

6. 향기성분 분석

된장의 향기성분은 Losada 등(2012)의 방법을 일부 변형하여 사용하였다. 된장을 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 10 분, 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 × 0.32 mm × 0.25 µm, Perkin Elmer)를 사용하였고, 오븐 온도는 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 반복실험 하였다.

7. 통계

모든 분석은 3번 반복 실험하였으며, 실험결과의 통계 분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS INC. Chicago, USA) 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였고, Duncan's multiple range test로 시료간의 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 된장의 수분함량 및 염도, pH 및 총산, 환원당 변화

충북지역 7개 제조업체에서 만든 된장 숙성 중 이화학적 품질 특성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 된장의 수분함량은 초기 58.07~68.86%에서 후기 52.32~63.79%로 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. C된장의 수분은 1.2% 감소하여

61.37%를 나타내었으며, G된장은 숙성기간 중 일정하지는 않았으나 2.0% 증가하였다. 가장 수분 감소가 많이 된 된장은 D된장으로 초기 65.03%에서 52.32%로 감소하였다. C된장은 숙성기간동안 수분함량 변화에 유의차가 없는 것으로 나타났다. Jeon 등(2016)이 보고한 시판되고 있는 개량된장과 전통된장 14종의 수분함량을 조사한 결과에서 49.90~62.26%의 범위라는 보고와 큰 차이는 없었으며, 이와 같이 제조원별 수분 감소율이 다른 것은 항아리의 크기 및 품질, 그리고 장을 관리하는 방법에 의한 차이라고 생각된다. 된장의 염도는 초기 7.47~14.38%에서 10.42~17.73%로 증가하는 경향을 보였으며, B된장이 가장 낮고 G된장이 가장 높은 결과를 보였다. 7개소 된장의 최종 염도 평균값은 14.66%이었으며, 이와 같은 결과는 시판 전통된장의 염도가 13.20%(Kang 등 2016)라는 보고와 11.77~14.22%를 나타내었다는 Jeon 등(2016)의 보고에 비해 약간 높은 것으로 나타났다. 된장의 pH는 발효 초기 5.36~6.22에서 4.30~5.66으로 전반적으로 감소하였으나, F된장은 초기 6.33에서 7.10으로 증가하였다. 수분함량이 가장 높게 유지된 B된장의 pH가 가장 낮은 값을 보였으며, 수분함량과 pH와는 일정한 경향을 보이지 않았다. 전 등(2016)이 시판 전통된장의 pH가 4.86~6.39인 것에 비해서는 F된장 외에는 전반적으로 약간 낮은 값을 보였으며, 이와 같은 결과는 Byun 등(2015)이 된장발효 중 pH 변화를 살펴본 결과, 발효가 진행됨에 따라 약간 감소하였다는 보고와 각 도에서 수집된 된장의 pH가 4.79~5.36이라는 보고(Byun 등 2014)와도 유사하였다. Shin 등(2010)은 정상된장의 pH값이 5.39, 시어진 된장의 pH값이 4.36~4.41이라고 보고하였으며, 이를 볼 때 B된장은 시어진 것으로 판단되며, 이는 초기의 높은 수분함량이 발효기간 중 유지되고 염도가 낮아 효모와 유산균에 의한 발효가 진행되었기 때문이라 생각된다. 된장의 총산함량은 초기 0.56~1.77%에서 1.11~1.83%로 전반적으로 증가하는 경향을 보였으며, F된장만은 0.71%에서 0.54%로 감소하였다. 초기 총산은 G된장이 가장 낮고 D된장이 가장 높았으며, 발효 후에는 F된장이 가장 낮고 B된장이 가장 높은 것으로 나타났다. 또한 pH가 높을수록 낮은 산도를 보였으나, 제조원간 pH와 총산 간에는 일정한 경향을 나타내지 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. 본 연구의 제조원별 된장의 환원당 함량은 발효초기 0.37~1.46%에서 0.35~1.80%로 일정한 경향을 보이지 않았으나, 발효 초기부터 발효 2.5개월까지는 전반적으로 약간 감소한 후 그 이후에는 제조원별로 증가하거나 감소하는 다른 경향을 보였다. 최종 환원당의 함량은 염도가 가장 낮은 B된장이 0.35%로 가장 낮았으며, 염도가 가장 높은 G된장이 1.80%로 가장 높은 값을 나타냈다. F된장은 염도에 비해 환원당 함량

Table 2. Changes in physicochemical characteristics of *Doenjang* in Chungbuk province

	Fermentation period (months)	Samples						
		A	B	C	D	E	F	G
Moisture (%)	0	63.40±0.78 ^{1)Acd}	68.86±0.68 ^{Aa}	62.09±1.63 ^{Ad}	65.03±0.65 ^{Ab}	64.26±0.67 ^{Abc}	64.07±0.34 ^{Abc}	58.07±0.45 ^{Be}
	2.5	57.41±0.38 ^{Bd}	65.29±0.60 ^{Ba}	60.57±0.30 ^{Ac}	57.90±0.27 ^{Bd}	57.96±0.23 ^{Dd}	62.24±0.29 ^{Bb}	57.39±0.16 ^{Bd}
	5.5	52.94±0.21 ^{Dg}	63.18±0.46 ^{Da}	62.02±0.30 ^{Ab}	55.46±1.49 ^{Ce}	57.99±0.25 ^{Cd}	61.26±0.21 ^{Cc}	54.60±0.59 ^{Cf}
	8.5	53.65±0.44 ^{Cd}	63.79±0.68 ^{Ca}	61.37±0.55 ^{Ab}	52.32±0.19 ^{De}	58.94±0.35 ^{Bc}	53.63±1.01 ^{Dd}	59.70±0.89 ^{Ac}
Salt (%)	0	11.80±0.06 ^{Dd}	7.47±0.02 ^{Df}	12.13±0.15 ^{Db}	10.01±0.04 ^{De}	14.34±0.09 ^{Da}	11.92±0.08 ^{Dc}	14.38±0.11 ^{Da}
	2.5	13.93±0.03 ^{Cc}	9.03±0.01 ^{Cg}	13.27±0.03 ^{Cd}	12.13±0.01 ^{Ce}	14.69±0.02 ^{Ca}	12.12±0.06 ^{Cf}	14.49±0.04 ^{Cb}
	5.5	15.76±0.19 ^{Bb}	10.32±0.13 ^{Bg}	13.58±0.24 ^{Be}	14.19±0.33 ^{Bd}	15.31±0.23 ^{Bc}	13.14±0.06 ^{Bf}	16.61±0.25 ^{Ba}
	8.5	15.86±0.33 ^{Ab}	10.42±0.05 ^{Ae}	14.54±0.07 ^{Ac}	14.75±0.33 ^{Ac}	15.85±0.13 ^{Ab}	13.46±0.12 ^{Ad}	17.73±0.15 ^{Aa}
pH	0	6.01±0.01 ^{Ad}	5.36±0.02 ^{Ag}	5.82±0.01 ^{Ae}	5.51±0.00 ^{Cf}	6.22±0.01 ^{Ab}	6.33±0.02 ^{Da}	6.05±0.01 ^{Ac}
	2.5	5.49±0.02 ^{Bc}	4.69±0.00 ^{Be}	5.49±0.01 ^{Cc}	5.60±0.01 ^{Ab}	5.37±0.01 ^{Bd}	6.75±0.01 ^{Ba}	5.37±0.01 ^{Bd}
	5.5	5.19±0.02 ^{Dd}	4.25±0.00 ^{Dg}	5.16±0.01 ^{De}	5.28±0.01 ^{Db}	5.01±0.01 ^{Df}	6.44±0.01 ^{Ca}	5.22±0.00 ^{Dc}
	8.5	5.28±0.01 ^{Ce}	4.30±0.02 ^{Cg}	5.66±0.04 ^{Bb}	5.58±0.00 ^{Bc}	5.21±0.02 ^{Cf}	7.10±0.04 ^{Aa}	5.31±0.02 ^{Cd}
Total acidity (%)	0	0.80±0.01 ^{Dd}	0.94±0.12 ^{Dc}	1.08±0.01 ^{Cb}	1.77±0.06 ^{Aa}	0.94±0.05 ^{Dc}	0.71±0.04 ^{Ad}	0.56±0.01 ^{De}
	2.5	1.47±0.02 ^{Ab}	1.89±0.01 ^{Ba}	1.41±0.09 ^{Ab}	1.27±0.03 ^{Bc}	1.20±0.03 ^{Cc}	0.67±0.03 ^{Be}	0.76±0.04 ^{Cd}
	5.5	1.44±0.00 ^{Cc}	1.92±0.05 ^{Aa}	1.23±0.03 ^{Bd}	1.77±0.05 ^{Ab}	1.79±0.05 ^{Ab}	0.69±0.05 ^{Bf}	1.08±0.00 ^{Be}
	8.5	1.47±0.05 ^{Bc}	1.83±0.05 ^{Ca}	1.11±0.05 ^{Cd}	1.68±0.05 ^{Ab}	1.56±0.05 ^{Bc}	0.54±0.00 ^{Ce}	1.20±0.05 ^{Ad}
Reducing sugar content (%)	0	0.87±0.00 ^{Cd}	0.74±0.01 ^{Af}	1.04±0.01 ^{Ac}	0.78±0.01 ^{Be}	1.46±0.00 ^{Ba}	0.37±0.01 ^{Dg}	1.26±0.01 ^{Cb}
	2.5	0.86±0.01 ^{Db}	0.46±0.00 ^{Bg}	0.72±0.00 ^{Dc}	0.50±0.00 ^{Df}	0.91±0.00 ^{Da}	0.55±0.00 ^{Ae}	0.72±0.00 ^{Dd}
	5.5	2.36±0.02 ^{Aa}	0.16±0.01 ^{Dg}	0.99±0.01 ^{Cd}	0.73±0.01 ^{Ce}	1.70±0.03 ^{Ab}	0.44±0.00 ^{Cf}	1.46±0.04 ^{Bc}
	8.5	1.63±0.04 ^{Bb}	0.35±0.00 ^{Cg}	1.00±0.03 ^{Bd}	0.90±0.02 ^{Ae}	1.39±0.01 ^{Cc}	0.51±0.00 ^{Bf}	1.80±0.02 ^{Aa}

1) Each values mean±S.D

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

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

이 발효기간 중 낮게 나타났다. 이와 같은 결과는 Byun 등 (2015)의 연구에서 염수의 농도가 높을수록 환원당 함량이 높다는 보고와 유사하였으며, 이는 총당이 미생물에 의해 환원당으로 분해되고, 환원당은 유산균 발효원으로 사용되거나 Maillard 반응에 사용되었기 때문이라는 보고와도 일치한다(Lee & Mok 2010).

2. 색도 변화

된장의 색도를 측정된 결과는 Table 3과 같다. 명도(L값)는 초기 44.33~55.90에서 26.68~49.66으로 전반적으로 감소하는 경향을 보였으며, 발효기간 내내 국균을 사용한 D된장의 명도가 가장 낮은 값을 보였고, B된장이 가장 높은 값을 보였다. 발효 초기에는 수분함량과 명도 값의 일정한 경향을 보이지 않았으나, 발효 후기에는 수분함량이 감소함에 따라 명도도 감소하는 경향을 나타내었다. 된장의 적색도(a값), 황색도(b값) 모두 발효기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였

다. D된장의 적색도가 10.67로 가장 낮은 값을 보였으며, E된장이 14.73으로 가장 높은 값을 보였다. 이는 발효가 진행됨에 따라 효소적, 비효소적 갈변반응에 의한 것으로 생각된다. 황색도 또한 모든 된장에서 발효가 진행됨에 따라 값이 증가하는 경향을 보였으며, 국균을 사용한 D된장이 가장 낮고, B된장이 가장 높은 값을 보였다.

3. 아미노태 질소 함량

아미노태 질소는 된장과 같은 발효 식품에 있어서 숙성 및 품질 변화의 정도를 나타내는 품질 지표로 주로 사용되고 있다. 된장의 단백질은 미생물에 의하여 발효되면서 분비되는 효소에 의하여 유리 아미노산으로 분해된다(Seo & Park 2014). 된장의 발효과정 중 아미노태 질소 함량 변화는 Fig. 1과 같다. 아미노태 질소 함량은 초기 93.33~408.80 mg/kg에서 314.07~1,258.13 mg/kg으로 발효기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이 결과는 Choi 등(2017)이 장담금 방법에 따른

Table 3. Changes in Hunter color values of *Doenjang* in Chungbuk provinces

	Fermen- tation period (months)	Samples						
		A	B	C	D	E	F	G
L value	0	48.08±0.35 ^{1)Ad}	55.90±0.56 ^{Aa}	52.01±0.44 ^{Ab}	44.33±0.36 ^{Ac}	44.96±1.15 ^{Ac}	50.50±0.45 ^{Ac}	48.21±0.47 ^{Ad}
	2.5	41.97±1.64 ^{Bc}	52.86±0.71 ^{Ca}	48.58±0.77 ^{Bb}	38.77±0.91 ^{Bf}	43.06±0.30 ^{Bde}	44.51±1.26 ^{Bcd}	45.33±0.60 ^{Bc}
	5.5	35.64±0.03 ^{Cf}	53.16±0.04 ^{Ba}	44.11±0.21 ^{Cb}	31.67±0.48 ^{Cg}	36.54±0.07 ^{De}	40.76±0.94 ^{Cd}	42.75±0.10 ^{Cc}
	8.5	30.86±1.03 ^{Df}	49.66±0.94 ^{Da}	39.48±0.22 ^{Db}	26.68±0.74 ^{Dg}	36.80±0.50 ^{Cc}	34.47±0.14 ^{De}	36.44±0.49 ^{Dd}
a value	0	12.08±0.19 ^{Ca}	10.29±0.17 ^{Cb}	9.29±0.15 ^{De}	9.22±0.38 ^{Cf}	9.96±0.07 ^{Dc}	8.67±0.27 ^{Cg}	9.90±0.14 ^{Dd}
	2.5	13.33±0.50 ^{ABa}	11.44±0.16 ^{Ac}	9.82±0.28 ^{Cc}	10.52±0.27 ^{Bd}	12.14±0.57 ^{Bb}	9.77±0.37 ^{Be}	11.67±0.14 ^{Bbc}
	5.5	12.89±0.05 ^{BCa}	11.06±0.07 ^{Bd}	11.19±0.05 ^{Bc}	8.86±0.21 ^{Cg}	11.98±0.31 ^{Cb}	9.94±0.34 ^{Bf}	10.81±0.01 ^{Cc}
	8.5	14.32±0.56 ^{Aa}	11.35±0.12 ^{Ad}	12.66±0.13 ^{Abc}	12.49±0.23 ^{Ac}	14.73±0.18 ^{Aa}	10.67±0.11 ^{Ac}	12.94±0.35 ^{Ab}
b value	0	22.70±0.75 ^{Ba}	23.30±0.49 ^{Da}	20.39±0.67 ^{Db}	19.92±0.46 ^{Bb}	20.74±0.24 ^{Cb}	20.63±0.26 ^{Bb}	20.80±0.20 ^{Cb}
	2.5	23.56±0.56 ^{Bb}	26.98±0.76 ^{Ba}	21.67±0.80 ^{Ccd}	20.15±0.92 ^{Bd}	22.93±1.10 ^{Bbc}	20.94±0.63 ^{Bd}	24.19±0.42 ^{Bb}
	5.5	17.07±0.09 ^{Cc}	24.91±0.09 ^{Ca}	22.30±0.08 ^{Bb}	12.86±0.50 ^{Cf}	17.86±0.54 ^{Dd}	19.99±0.57 ^{Bc}	20.05±0.14 ^{Dc}
	8.5	25.64±0.66 ^{Ad}	28.44±0.29 ^{Ab}	27.40±0.39 ^{Ac}	22.29±0.67 ^{Ac}	29.63±0.14 ^{Aa}	22.83±0.38 ^{Ac}	27.02±0.76 ^{Ac}

1) Each values mean±S.D

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

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

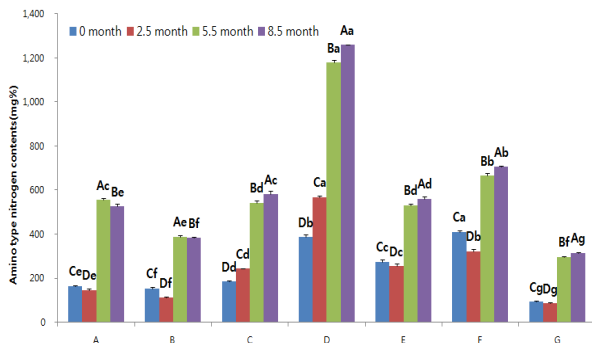


Fig. 1. Changes of amino type nitrogen content of *Doenjang* fermentation. ^{a-g}Values with different small letters within a period are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.001$). ^{A-D}Values with different capital letters within a sample are significantly different by Duncan's multiple range test ($p<0.001$).

아미노태 질소 함량 변화와 유사한 경향이였다. 전반적으로 초기 아미노태질소 함량이 높은 된장이 발효 후기에도 높은 값을 유지하였다. G된장의 초기 아미노태 질소 함량은 93.33 mg/kg으로 가장 낮은 값을 보였으며, 발효 후기에도 314.07 mg/kg으로 가장 낮은 값을 보였고, 이는 메주의 효소활성에 의한 차이라고 생각된다. 된장 중 국균을 첨가한 D된장의 아미노태 질소 함량은 다른 된장에 비해 월등히 높은 값을 보였으며, 이는 접종한 균주가 생산하는 단백질 분해효소의 높

은 활성에 의한 것으로 생각된다. 아미노태 질소 함량은 식품속성도의 지표로 사용될 뿐만 아니라, 향미와 밀접한 연관이 있기 때문에 된장의 중요한 품질 지표로 인식되고 있다 (Kang 등 2013).

4. 향기성분 분석

충북지역 장류업체의 된장 향기성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 검출된 향기성분은 총 31종으로, 알코올류 (alcohols)는 5종, 알데히드류(aldehydes)는 5종, 에스테르류 (esters)는 8종, 케톤류(ketones)는 4종, 산류(acids)는 6종, 기타 화합물(miscellaneous compounds)은 3종으로 검출되었다. 된장을 구성하는 향기화합물의 수는 10~20종이었으며 D된장이 10종으로 가장 적었고, C된장이 20종으로 가장 많은 개수를 나타내었다. 화합물의 기능기별로 살펴본 결과, A된장은 산류(5종)와 알데히드류(4종), B된장은 에스테르류(4종)와 산류(5종)가 가장 많은 화합물수를 나타내었다. C된장은 에스테르류(6종)와 산류(6종)가 가장 많은 화합물수를 나타내었고, D와 E 된장의 경우 화합물의 구성은 다르지만 화합물의 개수와 함량이 다른 된장에 비해 낮은 것으로 나타났다. F된장과 G된장은 알코올류 3종, 산류 4종으로 화합물의 구성은 다르지만 화합물의 개수는 같은 것으로 나타났다. 장류업체 7개소에서 공통적으로 모두 검출된 화합물은 4개의 화합물로 ethanol, 3-methyl butanal, ethyl acetate, 그리고 3-methyl butanoic

Table 4. Volatile flavor compounds of Doenjang samples in Chungbuk province

(unit: mg/kg)

RT	Compounds	Samples						
		A	B	C	D	E	F	G
Alcohols								
7.04	Ethanol	1.54±0.13 ¹⁾	1.71±0.35	1.50±0.07	1.59±0.14	1.76±0.48	2.18±0.29	2.00±0.32
13.533	1-Butanol		4.70±1.33	5.38±0.21				
16.154	3-Methyl-1-butanol	0.90±0.11	0.72±0.21		5.72±0.69	1.82±0.67	1.72±0.10	0.32±0.08
26.693	1-Octen-3-ol	0.28±0.05		0.28±0.01				
31.515	2,3-Butanediol						0.54±0.13	0.74±0.07
	Total alcohols(5)	2.72	7.13	7.16	7.31	3.58	4.44	3.06
Aldehydes								
5.27	2-Methyl propanal	0.21±0.02	0.34±0.15		0.25±0.04		0.49±0.02	0.94±0.23
6.63	2-Methyl butanal	0.50±0.15						
6.705	3-Methyl butanal	1.81±0.49	3.12±1.07	1.50±0.08	2.09±0.25	1.56±0.68	2.55±0.09	8.62±1.70
11.197	Hexanal	0.44±0.03						
29.234	Benzaldehyde			0.27±0.01				0.35±0.06
	Total aldehydes(5)	2.96	3.46	1.77	2.34	1.56	3.04	9.91
Esters								
6.205	Ethyl acetate	3.55±0.52	16.68±4.56	0.55±0.02	1.83±0.38	0.25±0.09	0.78±0.12	16.98±0.66
8.021	Ethenyl acetate			0.36±0.03				0.67±0.13
8.256	Methyl butanoate	0.26±0.08	0.99±0.34					
9.747	Ethyl butanoate	1.32±0.26	3.48±0.58	1.64±0.20				3.83±0.65
10.307	Ethyl 2-methyl butanoate				0.44±0.09			
10.957	Butyl acetate			1.05±0.45				
12.828	Propyl butanoate			0.36±0.03				
16.769	Butyl butanoate		0.91±0.27	1.18±0.04				
	Total esters(8)	5.13	22.06	5.14	2.27	0.25	0.78	21.48
Ketones								
6.39	2-Butanone	0.14±0.03		0.84±0.05			0.44±0.03	
8.006	3-Methyl 2-butanone						0.65±0.04	
8.801	Methyl isobutyl ketone	0.39±0.02			0.34±0.05	0.32±0.08	0.58±0.10	0.75±0.07
14.889	2,6-Dimethyl 4-heptanone	0.82±0.29		0.79±0.03	0.66±0.06	0.75±0.09	1.03±0.36	0.92±0.10
	Total ketones(4)	1.35	0.00	1.63	1.00	1.07	2.70	1.67
Acids								
26.208	Acetic acid	5.79±1.01	7.39±1.77	9.45±0.68		4.53±1.56	3.73±0.73	9.75±1.29
31.1	2-Methyl propanoic acid	3.27±0.62	2.70±0.53	0.50±0.00		0.65±0.23	0.74±0.06	0.65±0.10
33.416	Butanoic acid	6.37±1.13	20.80±4.35	25.22±1.40			0.50±0.04	7.41±0.07
35.092	3-Methyl butanoic acid	7.28±1.27	5.97±1.29	1.40±0.02	1.81±0.70	3.09±1.13	2.25±0.20	1.90±0.30
37.607	Pentanoic acid			0.13±0.00				
41.494	Hexanoic acid	0.22±0.08	0.18±0.05	0.16±0.02				
	Total acids(6)	22.93	37.04	36.8	1.81	8.27	7.22	19.71
Miscellaneous								
19.22	Acetoin			0.50±0.02	0.28	0.36±0.13	0.74±0.06	0.37±0.06
27.794	Tetramethyl-pyrazine	0.71±0.12				6.85±2.29	0.75±0.07	0.55±0.08
41.919	2-Methoxy phenol						0.07±0.01	
	Total miscellaneous(3)	0.71	0.00	0.50	0.28	7.21	1.56	0.92
	31	19	14	20	10	11	17	17
	Total	35.80	69.69	53.06	15.01	21.94	19.74	56.75

¹⁾ Each values mean±S.D

acid가 분석되었다. 이들 화합물 중 ethanol과 butanoic acid는 효모나 낙산균에 의해 생성되며, 된장의 발효 품질을 추정하기에 유용한 물질로 여겨진다(Lee 등 2015). Acetic acid와 3-methyl butanoic acid는 된장의 오랜 숙성과 관련이 있는 화합물로 알려져 있으며, acetic acid는 국균을 첨가한 D된장에서만 검출되지 않았다. 3-methyl butanal은 모든 된장에서 분석되었으며, malty(맥아향) 향의 특성을 지닌다. 된장의 알코올류는 5종으로 ethanol, 1-butanol, 3-methyl-1-butanol, 1-octen-3-ol, 2,3-butanediol이 검출되었고, 이 중 ethanol은 모든 된장에서 검출되었으며, 1.50~2.18 mg/kg의 범위로 F된장의 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 3-methyl-1-butanol은 0.32~5.72 mg/kg의 범위로 C된장을 제외한 모든 된장에서 검출되었으며, 국균을 사용한 D된장의 함량이 가장 높게 나타났고, D된장 향기성분의 38.11%를 차지하는 것으로 나타났다. 이 화합물은 leucine에 의해 생성되고 바나나 향의 특성을 지니며 (Baek HH 2017), Lee 등(2015)이 전통식품 품질인증 된장 24종을 분석한 결과 10종에서 확인되었다. 1-Octen 3-ol은 A와 C된장에서만 검출되었으며, 2,3-butanediol은 F와 G된장에서 검출되었다. 충북지역 된장의 알데히드류는 5종이 검출되었으며, 2-methyl propanal, 2-methyl butanal, 3-methyl butanal, hexanal, benzaldehyde가 분석되었다. 이들 화합물 중 3-methyl butanal은 1.50~8.62 mg/kg의 범위로, 모든 된장에서 검출되었으며, G된장의 함량이 가장 높은 것으로 나타났고 benzaldehyde는 C와 G된장에서만 검출되었다. Lee 등(2015)이 보고한 된장에서는 2개의 알데히드 성분이 모든 된장에서 검출된 것으로 확인되었으며, 이는 추출방법에 의한 것으로 생각된다. 된장의 에스테르류는 8종으로, ethyl acetate, ethenyl acetate, methyl butanoate, ethyl butanoate, ethyl 2-methyl butanoate, butyl acetate, propyl butanoate, butyl butanoate가 검출되었다. 이 중 ethyl acetate 화합물은 모든 된장에서 검출되었으며, 범위는 0.25~16.98 mg/kg으로 편차가 크게 나타났다. E와 F된장에서는 ethyl acetate 1종이 검출되었으며, C된장은 6종의 에스테르 화합물이 검출되어 된장에 따른 구성 성분과 함량비의 편차가 크게 나타났다. Ketone류는 4종으로 2-butanone, 3-methyl 2-butanone, methyl isobutyl ketone, 2,6-dimethyl 4-heptanone이 검출되었다. 이 중 2,6-dimethyl 4-heptanone은 B된장을 제외한 모든 된장에서 검출되었다. 된장에서 산류는 총 6종이 검출되었으며, acetic acid, 2-methyl propanoic acid, butanoic acid, 3-methyl butanoic acid, pentanoic acid, hexanoic acid이다. Acetic acid와 2-methyl propanoic acid는 국균을 사용한 D된장 외 모든 된장에서 검출되었으며, acetic acid는 3.73~9.75 mg/kg 범위로 G된장이 가장 높은 값을 보였다. Butanoic acid는 제조원별 함량의 차이가 크게 나타났으며, B와 C된장이 각각

20.80 mg/kg과 25.22 mg/kg으로 높게 나타났고, D와 E된장에서는 검출되지 않았다. 3-Methyl butanoic acid는 1.81~7.28 mg/kg의 범위로, A된장이 가장 높은 값을 보였다. 된장의 향기성분 중 산류가 정량적으로 차지하는 비율은 국균을 사용한 D된장이 12.06%로 가장 낮은 값을 보였으며, A된장은 63.89%, B된장은 53.15%, C된장은 69.34%를 차지하였고, 나머지 된장도 30%이상을 차지하여 전통적인 방법으로 제조된 된장의 주요 성분임을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 Shukla 등(2010)이 보고한 바와 같이 전통된장의 냄새에 acetic acid, propionic acid, butanoic acid와 3-methyl butanoic acid가 중요한 역할을 한다는 보고와 acetic acid와 3-methyl butanoic acid 화합물이 된장의 오랜 숙성과 관련이 있다는 보고(Namgung 등 2010)와도 관련이 있는 것으로 판단된다. 된장의 향기성분 중 기타 화합물로는 3종이 검출되었으며, acetoin, tetramethyl pyrazine, 2-methoxy phenol이 분석되었다. Tetramethyl pyrazine은 가열한 된장의 향기성분으로 알려져 있으며(Lee & Ahn 2008), 7개 제조원 중 3개소에서 검출되었고, 이 중 E된장이 6.85 mg/kg으로 가장 높은 값을 보였으며, 구성비율도 31.22%를 차지하였다. 제조원이 다른 7개 된장의 향기특성을 분석한 결과, 제조원별로 향기성분을 구성하는 화합물이 다르게 나타났다. A와 B 된장은 에스테르류와 산류의 비중이 가장 컸으며, C된장은 알코올류와 산류, D된장은 알코올류, E된장은 산류와 기타 화합물, F된장은 알코올류와 산류, G된장은 알데히드류와 산류가 높게 나타났다. 제조원에 따라 검출된 향기성분과 함량, 그리고 함량비도 다르게 나타났으며, 특히 황국균을 첨가한 D된장은 다른 전통된장과 확연히 다른 특성을 보였다. 전통 된장 간에도 함량과 함량비는 다르게 나타났으며, 이러한 차이에 의해 된장의 향기특성이 다르게 나타나는 것으로 보인다. 이와 같은 된장의 향기성분은 된장의 이화학적 특성과 밀접한 관련이 있는 것으로 생각된다. 수분함량이 높고 염도가 낮은 B된장은 휘발성 향기성분 중 산류 함량이 다른 된장에 비해 높았는데, 이는 산을 생성하는 유산균 등에 의한 것으로 판단된다. 또한 황국균을 첨가할 경우, 전통된장에 비해 향기성분의 구성이 단순하고, 향의 농도가 낮은 것으로 나타났다. 이와 같은 된장의 이화학적 특성과 향기성분은 된장의 제조과정을 관리할 수 있는 품질관리 지표로 사용할 수 있을 것이다.

요약 및 결론

본 연구에서는 충북지역 내 지역이 다른 7개 전통장류업체에서 만든 된장의 발효 중 품질 특성을 조사하기 위해, 이화학적 품질특성과 발효 후 향기특성을 분석하였다. 된장의

수분함량은 발효 초기 58.07~68.86%에서 발효 종료 후 52.32~63.79%로 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 된장의 염도는 초기 7.47~14.38%에서 10.42~17.73%로 증가하는 경향을 보였으며, B된장이 가장 낮고 G된장이 가장 높은 결과를 보였다. 된장의 pH는 발효 초기 5.36~6.22에서 4.30~5.66으로 전반적으로 감소하였으나, F된장은 초기 6.33에서 7.10으로 증가하였다. 된장의 총산함량은 초기 0.56~1.77%에서 1.11~1.83%로 전반적으로 증가하는 경향을 보였으나, F된장은 0.71%에서 0.54%로 감소하였다. 된장의 환원당 함량은 발효 초기 0.37~1.46%에서 0.35~1.80%을 나타내었으며, 된장의 색도 중 명도(L값)는 초기 44.33~55.90에서 26.68~49.66으로 전반적으로 감소하는 경향을 보였고, 적색도(a값)와 황색도(b값)는 전반적으로 증가하였다. 아미노태질소 함량은 초기 93.33~408.80 mg/kg에서 314.07~1,258.13 mg/kg으로 발효기간이 경과함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 황국균을 첨가한 D된장이 월등히 높은 값을 보였다. 된장에서 검출된 향기 성분은 총 31종이며, 알코올류는 5종, 알데히드류는 5종, 에스테르류는 8종, 케톤류는 4종, 산류는 6종, 기타 화합물은 3종으로 나타났다. 된장을 구성하는 향기화합물 수는 10~20종이었으며, D된장이 10종으로 가장 적었으며, C된장이 20종으로 가장 많은 수를 나타내었다. 장류업체 7개소에서 공통적으로 모두 검출된 화합물은 4개 화합물로 ethanol, 3-methyl butanal, ethyl acetate, 그리고 3-methyl butanoic acid로 나타났다. 이와 같은 제조원별 된장의 이화학적 품질과 향기특성을 분석한 결과, B된장은 수분함량이 높고 염도가 낮았으며, 이로 인해 pH가 낮고 총산과 butanoic acid 함량이 높은 것으로 나타났다. 황국균(*Aspergillus oryzae*)을 접종하여 만든 D된장은 향기성분의 종류가 가장 적고, 향기 패턴이 전통적인 방법으로 만든 다른 된장과 다른 것으로 나타났다. 이와 같은 분석결과는 전통된장의 제조 과정 및 품질을 관리할 수 있는 자료로 활용될 수 있을 것이다.

감사의 글

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

References

- Ahn SC, Bog HJ. 2007. Consumption pattern and sensory evaluation of traditional doenjang and commercial *doenjang*. *Korean J Food Cult* 22:633-644
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists
- Baek HH. 2017. Compilation of volatile flavor compounds in *Cheonggukjang* and *doenjang*. *Food Sci Ind* 50:24-49
- Boo CS, Kim JH, Kim MC, Lim SB. 2010. A study on priorities calculation among the attributes and products of traditional soybean paste. *Korean J Culin Res* 16:322-329
- 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
- Byun MW, Nam TG, Lee GH. 2015. Physicochemical and sensory characteristics of *doenjang* made with various concentrations of salt solution. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1525-1530
- Choi BY, Gil NY, Park SY, Cho YS, Kim SY. 2017. Change of quality properties of *doenjang* according to soaking method in brine. *Korean J Food Preserv* 24:923-933
- Jeon H, 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, Kim JH, Kim RR, Kim KS, Hong SP, Kim MJ, Yang HJ. 2016. Quality characteristics and composition profile of traditional *doenjang* and manufactured *doenjang* during storage time. *Korean J Food Nutr* 29:785-794
- Kang JE, Choi HS, Choi HS, Park SY, Song J, Choi JH, Yeo SH, Jung ST. 2013. The quality characteristics of commercial *deonjang* certified for traditional foods. *Korean J Community Living Sci* 24:537-542
- Ku KH, Park KM, Kim HJ, Kim Y, Koo M. 2014. Quality characteristics of *doenjang* by aging period. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:720-728
- 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 CK. 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

- Losada MM, Lopez JF, Anon A, Andres 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
- Mok CK, Song KT, Lee JY, Park YS, Lim SB. 2005. Changes in microorganisms and enzyme activity of low salt soybean paste (*doenjang*) during fermentation. *Food Engin Prog* 9:112-117
- Namgung HJ, Park HJ, Cho IH, Choi HK, Kwon DY, Shim SM, Kim YS. 2010. Metabolite profiling of *doenjang*, fermented soybean paste, during fermentation. *J Sci Food Agric* 90: 1926-1935
- Seo JS, Park ID. 2014. Quality properties of barley Kochujang added with germinated barley powder. *J Korean Soc Food Cult* 29:187-194
- 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
- Shukla S, Choi TB, Park HK, Kim M, Lee IK, Kim JK. 2010. Determination of non volatile and volatile organic acids in Korean traditional fermented soybean paste (*doenjang*). *Food Chem Toxicol* 48:2005-2010
- 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

Received 27 October, 2019
Revised 05 November, 2019
Accepted 03 December, 2019