

경기지역 전통 된장의 발효 기간 중 온도와 품질 변화

†이용선 · 조창휘 · 서재순* · 이대형* · 강희윤**

경기도농업기술원 지방농업연구관, *경기도농업기술원 지방농업연구사, **국립농업과학원 농식품자원부 농업연구사

Changes in Temperature and Quality during Fermentation Period of Traditional *Doenjang* in Gyeonggi Province

†Yong-Seon Lee, Chang-Hui Cho, Jae-Soon Seo*, Dae-Hyoung Lee* and Heui-Yun Kang**

Senior Researcher, Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 18388, Korea

*Researcher, Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 18388, Korea

**Researcher, Dept. of Agro-Food Resources, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the temperatures inside and outside the pot as well as the quality characteristics of traditional *Doenjang* made by seven different farmers, in the Gyeonggi province during fermentation. The outside temperature of each region in the province was 5 to 10°C higher in one place, in which fermentation took place inside the glass greenhouse, compared to other regions, while six other places showed similar changes in temperature. The moisture contents of the samples decreased according to the progress of the fermentation period from 53.6~62.3% to 51.0~58.5%. The salinity generally increased from 9.7~14.2% to 10.6~16.3% except for samples B and D, which declined from 17.0~17.2% to 16.6~16.9%. The amino-type nitrogen contents increased from 180.3~557.8 mg% to 437.3~840.7 mg%. The ammonia-type nitrogen contents decreased from 116.3~561.9 mg% to 70.7~149.2 mg%. Overall, the color of *Doenjang* was similar, but sample E had higher a and b values than the other regions, and the total bacterial count in the entire region was similar.

Key words: *Doenjang*, temperature, quality, Gyeonggi

서 론

된장은 우리나라 고유의 콩 발효식품으로 특유의 맛과 풍미를 갖고 있어 우리 식생활의 기본적인 조미료로 활용되는 중요한 위치의 식품이다. 된장은 단백질과 지방 함량이 높아 영양학적으로 매우 훌륭한 식품으로, 과거부터 채식 위주 식생활을 해 온 우리 민족에게 양질의 단백질과 필수 지방산의 급원이 되어 왔다(Jeong 등 2013).

한국의 된장은 제조방식에 따라 가정에서 주로 제조하는 재래식 된장과 업체에서 생산하는 개량식 된장으로 분류하고, 원료의 종류에 따라 쌀된장, 보리된장, 콩된장으로 분류한다(Park 등 2002; Ahn & Bog 2007). 개량된장은 주로 Koji

를 이용하여 발효시키므로 숙성기간이 짧고 단맛이 강한 편이고, 전통된장은 세균 및 곰팡이가 메주 발효과정에 관여하여 두 된장 간의 맛과 품질에 상당한 차이가 있으며(Lee & Kim 2012), soybean의 발효로부터 오는 독특한 맛과 향이 있다.

된장에 관한 연구논문으로는 항돌연변이(Park 등 1994), 항암(Lee 등 2011a), 혈전 용해능(Yi 등 2014), 면역증진(Lee 등 2011b), 혈압강하(No 등 2006), 고지혈증과 당뇨개선(Kim 등 2012), 아질산염 소거능 및 항산화능(Oh & Kim 2007) 등 여러 기능적 효과가 보고되어 된장에 대한 관심도가 높아지고 있다. 또한 최근에 진행된 된장의 품질인자에 관한 연구는 맛과 향기성분(Ji 등 1992; Kim JG 2004; Yoon 등 2019), 일반성분(Park 등 1989; Choi 등 2016; Choi 등 2017; Song 등

† Corresponding author: Yong-Seon Lee, Senior Researcher, Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 18388, Korea. Tel: +82-31-229-5781, Fax: +82-31-229-5962, E-mail: lyongsun@gg.go.kr

2019)에 대해 주로 조사하였으며, 시판된장과 가정에서 제조된 된장의 품질평가(Ji 등 1992) 또한 진행되었다. 된장의 맛에 관한 연구는 아미노산, 아미노산성 질소(Kim JG 2004) 및 관능평가(Byun 등 2014)에 대해 주로 이루어지고 있다. 그러나 전통된장의 품질에 미치는 환경적 요인이 숙성 중 된장의 품질변화에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다.

본 연구에서는 경기 7개 지역에서 생산되는 전통 된장의 이화학적 특성을 비롯하여 맛과 관련된 아미노태질소와 암모니아태 질소의 변화, 된장 내 세균의 변화와 발효기간 중 된장 항아리 내 · 외부의 온도와 습도의 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

1. 시험재료 및 수집시기

경기도내 안성(A), 이천(B), 남양주(C), 파주(D), 연천(E), 용인(F), 여주(G) 등 7개 지역의 전통 된장을 2019년 장가르기 직후(4월), 발효 3개월(7월), 6개월(10월), 9개월(2020년 1월)에 농가에서 직접 된장 시료를 수집하여 품질분석에 사용하였다.

2. 된장 항아리 내 · 외부 환경 조사

전통 된장을 생산하는 7개 지역의 2019년 항아리 내부온도와 항아리 설치 장소의 외부 온도와 습도를 조사하기 위해 HOBO 온습도 센서(HOBOware Pro. U23, Onset Computer Co., Bourne, MA, USA)를 통한 온도와 습도 데이터를 수집하였다. 측정데이터는 장가르기 직후(4월)부터 12월말까지 1시간 간격으로 수집하였다.

3. 품질 분석

수분은 AOAC법(AOAC 2005)에 따라 105°C 상압건조법에 의해 된장 2 g을 105°C Dry oven(Heratherm OGS 180, Thermo Sci, Germany)에서 항량이 될 때까지 건조시켜 백분율(%)로 계산하였다. 염도는 AgNO₃ 적정법(Ministry of Food and Drug Safety 2019)을 변형하여 측정하였는데, 된장 시료에 증류수로 20배 희석하여 1시간 진탕한 후 여과하여 이 여액 10 mL를 취하여 0.1N AgNO₃로 적정하여 분석하였다.

발효기간 중 된장의 pH, 환원당, 산도, 아미노태질소와 암모니아태질소 측정을 위한 시료액은 된장 일정량을 취해 증류수로 5배 희석한 후 Homogenizer(MS-H320, Heidolph, Germany)로 균질화하여 액을 8,000 rpm에서 10분간 원심분리(Allegra X-12R, Beckman Coulter, USA)한 후 상층액을 여과하여 사용하였다. pH는 AOAC법(AOAC 2005)에 따라 제조한 시료액을 pH meter(G20 compact titrator, Mettler Toledo, Switzerland)로 측정하였으며, 환원당은 DNS법(Ministry of Food and Drug

Safety 2019)에 따라 분석하였다. 시료액을 10배 희석한 후 희석액 1 mL에 DNS 시약 3 mL를 혼합하여 끓는 물에 증탕한 후 식혀 spectrophotometer(Infinite 200 Pro, Tecan, Austria)를 이용하여 550 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 포도당을 표준물질로 하여 환원당 함량(%)을 계산하였다. 산도는 Shin 등(2010)이 제시한 방법에 따라 시료액에 0.5% phenolphthalein 지시약을 첨가하여 시료의 pH가 8.3이 될 때까지 소비된 0.1 N NaOH의 양을 측정하였다. 아미노태질소(NO₃-N)는 Formol 법(AOAC 2005)을 변형하여 측정하였는데, 시료액에 중성 formalin(pH 8.3)과 증류수를 넣어 0.1 N NaOH로 pH 8.3이 될 때까지 적정하여 소모된 0.1 N NaOH mL양을 아미노태 질소 함량으로 산출하였다. 암모니아태 질소(NH₄-N)는 indophenol-blue법(Lee 등 2012)을 참고하여 시료액에 A용액(phenol 10 g+sodium nitroprusside dehydrate 0.05 g in distilled water 1,000 mL)과 B용액(Na₂HPO₄ · 12H₂O 9 g+NaOH 6 g+NaOCl 10 mL in distilled water 1,000 mL)을 차례로 넣고 37°C에서 20분간 반응시켜 spectrophotometer(Infinite 200 Pro, Tecan, Austria)를 이용하여 630 nm에서 흡광도를 측정하였다. 황산암모늄((NH₄)₂SO₄)을 표준물질로 하여 암모니아태 질소 함량(mg%)을 계산하였다. 색도는 색도계(CR-410, Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness), 황색도는 b값(yellowness)으로 나타내었다. 그리고 모든 시료에 대하여 3회 반복 측정하였고, 사용한 표준 색판은 백색판(Y=94.6, x=0.3157, y=0.3321) 이었다.

4. 미생물수

된장의 발효기간 중 미생물변화를 관찰하기 위해 총균수를 측정하였는데, 시료를 0.85% 멸균 생리식염수에 단계적으로 희석하여 건조필름배지에 도말하여 배양(35°C, 48시간)한 후 결과를 계수하여 측정하였다.

5. 통계분석

경기 7개소 전통 된장의 품질분석 및 미생물 조사결과에 대한 통계적 유의성을 검정하였다. 처리구는 3반복으로 수행하여 평균과 표준편차로 표현하였으며, 품질분석 및 미생물 조사결과에 대한 통계처리는 SAS 프로그램(Statistical Analysis System, version 9.1, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 각각의 변수에 대한 결과를 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 항아리 내 · 외부의 온도 및 습도 변화

경기도 7개 지역의 전통 된장(농가형 된장)에 대해 4월부

터 12월까지 발효기간 중 된장 항아리 주변 온도변화를 측정 한 결과는 Fig. 1과 같다. 지역별 외부 온도는 유리온실 내부에서 장을 발효시키는 B 지역은 다른 지역에 비해 5~10℃ 높게 나타났고, 그 외 6개소의 온도 변화는 비슷하게 나타났다. 습도의 경우 Fig. 2와 같이 B 지역은 다른 지역에 비해 습도가 상대적으로 낮았으며, 전체적으로 6월까지 습도가 낮게 유지되다가 7월 이후 높은 습도를 나타내었다.

된장 항아리 내부 온도의 변화는 Fig. 3과 같이 8월까지 상승하다가 8월 중순 이후에 낮아졌다. 항아리 속 장류의 온도는 8월 6일경 G 된장에서 43.1℃로 가장 높았으며, 동일한 날짜에 온도가 낮았던 F 된장은 35.7℃로 7.4℃의 온도 차이가 났다. 된장 속 온도가 가장 낮았던 시기는 12월 10일경으로 영하 5~7℃로 낮아졌다. 발효기간 중 항아리 속 된장의 온도는 B와 G 된장에서 높았는데 B 된장은 유리온실에서 발효되는 환경때문에 외부온도가 높아 된장의 온도도 높았던 것으로 사료되며, G 된장의 경우 외부온도는 다른 지역과 큰 차이가 없었으나 장류의 온도가 높았던 것은 된장에 햇빛이 잘 도달한 것으로 판단된다.

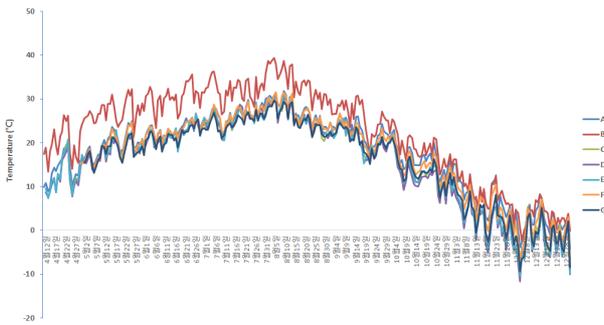


Fig. 1. Changes of temperature in the outside traditional *Doenjang* pot in Gyeonggi province during fermentation period. A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

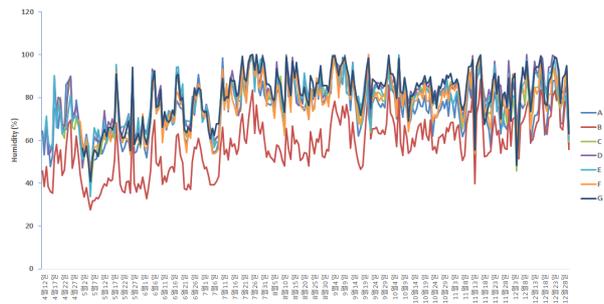


Fig. 2. Changes of humidity in the outside traditional *Doenjang* pot in Gyeonggi province during fermentation period. A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

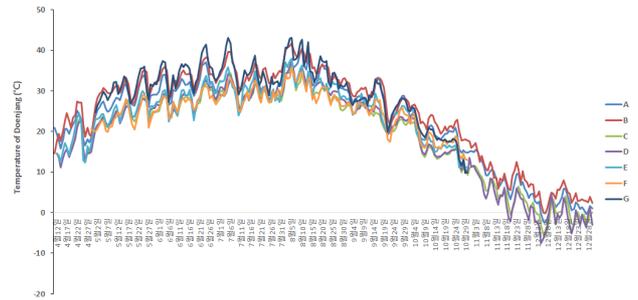


Fig. 3. Changes of temperature in the inside traditional *Doenjang* pot in Gyeonggi province during fermentation period. A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

2. 수분 및 염도의 변화

농가 된장의 품질조사 결과 Table 1과 같이 수분함량은 대체로 담금 직후에 가장 높아 53.6~68.1%이었으나 발효가 진행되면서 3개월 후 조사한 결과 51.5~58.6%로 수분함량이 많이 감소하였다. 특히 E와 G 된장은 다른 지역보다 수분 감소가 많이 되었는데 다른 지역의 담금 직후 수분함량이 53.6~62.3%인데 비해 2개 된장은 66.6~68.1%로 높아 Yoon 등 (2019)의 보고와 같이 제조원별 수분 감소율이 다른 것은 항아리의 크기 및 품질, 그리고 장을 관리하는 방법에 의한 차이이거나 수분활성도의 차이 때문이라고 사료된다. 발효가 진행되어 9개월 후 조사된 된장의 수분함량은 51.0~58.5%로 3개월 후에 조사한 수분함량과 큰 차이가 없었던 것으로 나타났다. National Agricultural Products Quality Management Service(2012)에 따르면 된장의 수분함량이 60% 이하로 규정되어 있어 3개월 후 농가 된장의 수분함량은 규격기준 범위 내 포함되었다.

염도는 수분함량이 높을수록 대체로 낮았는데 수분함량이 높았던 E와 G 된장에서 담금 직후 9.7~11.0%로 다른 지역의 13.2~17.2% 보다 낮은 값을 나타내었다. 염도는 수분함량과 비슷하게 3개월까지는 염도가 다소 높아지는 경향이었으나 3개월부터 9개월까지 발효기간 내 유의적 차이가 없었던 것으로 나타났다($p < 0.05$). 수분함량이 염도와 비슷한 경향으로 변화한 것은 Choi 등(2017)의 보고와 같이 염도를 달리하여 제조한 된장에서 담금 직후에 염도에 따라 수분함량 차이를 나타낼 뿐 발효기간 12개월 동안 큰 변화를 보이지 않았다는 결과와 비슷하였다.

3. pH, 산도 및 환원당의 변화

발효기간 중 된장의 pH, 산도 및 환원당의 변화는 Table 2와 같다. 담금 직후 농가된장의 pH는 E 된장의 경우 4.3, G 된장에서 4.6을 제외하고는 5.8~6.3으로 상대적으로 높았다.

Table 1. Change on moisture and salinity of traditional *Doenjang* in Gyeonggi province during fermentation period

Contents	Fermentation period (months)	Samples ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	G
Moisture (%)	0	62.3±0.3 ^{cA2)}	57.8±0.1 ^{cA}	59.4±0.1 ^{dA}	53.6±0.0 ^{fA}	68.1±0.2 ^{aA}	59.3±0.1 ^{dA}	66.6±0.3 ^{bA}
	3	58.1±0.3 ^{abC}	55.2±0.2 ^{cB}	53.5±0.5 ^{dB}	51.5±0.4 ^{eB}	57.7±0.5 ^{bbB}	54.1±0.6 ^{dB}	58.6±0.3 ^{aB}
	6	58.8±0.5 ^{aB}	54.6±0.1 ^{dB}	53.4±0.1 ^{eB}	43.7±0.3 ^{fC}	55.2±0.1 ^{cC}	54.3±0.3 ^{dB}	57.5±0.4 ^{bD}
	9	58.5±0.1 ^{aBC}	54.0±0.5 ^{dC}	52.2±0.3 ^{eC}	51.0±0.2 ^{fB}	57.6±0.3 ^{bbB}	54.6±0.1 ^{cB}	57.9±0.4 ^{abC}
Salinity (%)	0	13.2±0.1 ^{eA}	17.2±0.1 ^{aA}	14.7±0.0 ^{bB}	17.0±0.1 ^{bbB}	9.7±0.0 ^{gC}	14.2±0.0 ^{dC}	11.0±0.0 ^{fD}
	3	12.4±0.0 ^{fB}	16.9±0.0 ^{aB}	15.7±0.0 ^{eA}	16.8±0.0 ^{baA}	10.6±0.0 ^{gB}	15.3±0.0 ^{dB}	13.8±0.1 ^{cC}
	6	12.1±0.0 ^{cC}	16.9±0.1 ^{aB}	15.7±0.0 ^{baA}	16.8±0.0 ^{aA}	11.5±0.1 ^{dA}	15.7±0.0 ^{baA}	15.7±0.0 ^{bbB}
	9	12.4±0.1 ^{fB}	16.9±0.2 ^{aB}	15.7±0.1 ^{dA}	16.6±0.0 ^{bcC}	10.6±0.0 ^{gB}	15.3±0.0 ^{dB}	16.3±0.1 ^{eA}

¹⁾ A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

²⁾ Each value represents means±S.D. (n=3).

^{a-g}Means with different in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-D}Means with different in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 2. Change on pH, titratable acidity and reducing sugar of traditional *Doenjang* in Gyeonggi province during fermentation period

Contents	Fermentation period (months)	Samples ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	G
pH	0	6.0±0.0 ^{eA2)}	5.8±0.0 ^{eB}	6.2±0.0 ^{bbB}	6.0±0.0 ^{dB}	4.3±0.0 ^{gD}	6.3±0.0 ^{aA}	4.6±0.0 ^{fC}
	3	5.5±0.0 ^{eB}	6.0±0.0 ^{eA}	6.6±0.0 ^{aA}	6.3±0.0 ^{baA}	5.8±0.0 ^{dA}	5.8±0.0 ^{dB}	5.3±0.0 ^{fB}
	6	5.1±0.0 ^{cC}	5.3±0.0 ^{dD}	6.0±0.0 ^{bcC}	5.6±0.0 ^{eD}	5.7±0.0 ^{eB}	5.4±0.0 ^{dC}	6.2±1.8 ^{aA}
	9	5.2±0.1 ^{dC}	5.5±0.0 ^{bcC}	5.3±0.0 ^{dD}	5.8±0.1 ^{cC}	5.5±0.1 ^{bcC}	5.4±0.0 ^{cC}	5.4±0.0 ^{bbB}
Titratable acidity (%)	0	0.9±0.0 ^{eD}	0.9±0.0 ^{cC}	0.7±0.0 ^{dD}	0.6±0.0 ^{cC}	3.0±0.0 ^{aA}	0.6±0.0 ^{cC}	1.2±0.0 ^{bcC}
	3	1.4±0.0 ^{aC}	1.1±0.0 ^{eB}	0.9±0.0 ^{fC}	0.8±0.0 ^{gB}	1.1±0.0 ^{dC}	1.4±0.0 ^{bbB}	1.3±0.0 ^{eB}
	6	1.8±0.0 ^{aB}	1.6±0.0 ^{baA}	1.4±0.0 ^{eB}	1.1±0.0 ^{dA}	1.5±0.0 ^{bbB}	1.8±0.0 ^{aA}	1.8±0.0 ^{aA}
	9	2.1±0.1 ^{baA}	1.6±0.1 ^{dA}	2.9±0.0 ^{aA}	1.2±0.0 ^{fA}	1.5±0.0 ^{dB}	1.8±0.0 ^{cA}	1.3±0.0 ^{eBC}
Reducing sugar (%)	0	1.4±0.0 ^{cA}	1.4±0.0 ^{eB}	3.3±0.0 ^{aD}	2.3±0.0 ^{bD}	1.4±0.0 ^{aA}	1.3±0.0 ^{dC}	0.9±0.0 ^{eD}
	3	1.3±0.0 ^{eB}	1.5±0.0 ^{dA}	6.2±0.0 ^{bbB}	9.2±0.0 ^{abB}	1.2±0.0 ^{BB}	1.8±0.0 ^{cA}	1.2±0.0 ^{fA}
	6	1.2±0.0 ^{deC}	1.2±0.0 ^{dC}	6.9±0.0 ^{baA}	13.4±0.0 ^{aA}	1.1±0.0 ^{cC}	1.4±0.0 ^{eB}	1.1±0.0 ^{eB}
	9	1.0±0.0 ^{eD}	1.1±0.0 ^{dD}	4.8±0.0 ^{bcC}	8.6±0.0 ^{acC}	1.0±0.0 ^{eD}	1.2±0.0 ^{eD}	1.0±0.0 ^{eC}

¹⁾ A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

²⁾ Each value represents means±S.D. (n=3).

^{a-g}Means with different in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-D}Means with different in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

앞서 수분과 염도에서 언급한 것과 같이 E와 G 된장의 경우 다른 된장보다 담금 직후 수분함량이 상대적으로 높고, 염도는 낮았는데 pH도 수분, 염도와 관련이 있을 것으로 판단된다. 발효가 진행되면서 E와 G 된장을 제외하고는 대체로 pH는 약간 낮아졌으며, E와 G 된장은 담금 직후보다 높아져서 9개월 후 다른 된장의 pH와 비슷한 수준인 5.2~5.8 범위에 유지되었다. 이는 Bang & Seo(2002)가 저염 된장에서 pH가

약간 증가한 것은 유기산 감소로 인한 것으로 다른 미생물들이 생육을 위해 젖산 등 유기산을 영양원으로 이용하여 소실된 것으로 언급하고 있다. 또한 Jung WY(2016)이 제시한 된장이 후발효가 진행되는 약 180일 이후부터 pH가 급격히 증가하였다는 보고와는 다소 상이한 결과로 E와 G 된장은 pH가 다소 증가하였으나, 그 외 지역의 된장들은 발효가 진행되면서 오히려 감소하였다.

산도의 경우, pH와 마찬가지로 E와 G의 된장은 담금 직후 다른 지역의 0.4-0.9%보다 높은 값을 나타내어 E 된장은 3.0%로 상대적으로 높았고, G 된장도 1.2%로 높게 나타났다. 발효기간 중 산도는 유의적으로 증가하여($p<0.05$) 발효 후기인 9개월 때 1.2~2.9%를 나타내었다. 이런 산도변화는 미생물의 대사 작용으로 인해 생성되는 lactic acid 및 acetic acid 등 유기산의 축적으로 인해 산도가 발효 초기 높아졌다가 이후 이들 유기산이 미생물에 의해 대사되어 낮아졌다는 Choi 등(2016)의 보고와는 상이한 결과를 보인다.

된장의 발효 중 환원당은 담금 직후보다 3개월까지 0.1~6.9%까지 증가하다가 그 이후 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 이는 장 담금 후에는 미생물에 의해 생성된 amylase의 높은 활성에 의해 탄수화물이 분해되어 환원당 함량이 높았지만, 발효기간이 진행될수록 미생물 영양원 또는 유기산 발효의 기질로 유리당이 소모되어 감소된 것으로 판단한 보고들(Lee & Mok 2010; Byun 등 2014; Choi 등 2016; Song 등 2019)과 일치한다.

4. 색도의 변화

지역별 및 발효 중 된장의 색도 변화는 Table 3에 제시하였다. 된장의 색은 맛과 함께 소비자 기호도에 큰 영향을 줄 수 있는데, 담금 직후의 명도 L값은 대체로 41.1~50.1 범위에서 발효가 진행되면서 대체로 낮아져 9개월 후 된장의 명도는 34.7~44.9로 어두운 색을 나타냈다. 또한 적색도 a값은 담

금 직후 5.7~10.4로 시작하여 9개월까지 꾸준히 증가하여 6.7~9.3의 값을 나타내었다. 예외적으로 E 된장의 경우 담금 직후 a값이 10.4로 다른 된장보다 높은 적색을 나타냈으나 발효가 진행되면서 낮아져 다른 지역의 된장과 비슷한 값을 나타내었다. 된장의 황색도 b값은 담금 직후 9.7~14.5로 시작하여 A와 G 된장은 9개월 후 경미하게 증가하였으나, 나머지 된장들은 발효가 진행되면서 대체로 감소되어 9개월 후 된장의 b값은 7.0~11.1을 나타내었다.

이와 같이 된장은 발효가 진행되면서 갈변 현상을 보이며 색 변화가 이루어지는데 이와 같은 현상을 Chang 등(2010)은 콩의 단백질과 전분이 분해되어 생성된 당과 아미노산의 화학반응인 maillard 반응에 의한 효소적 갈색화로 보고하고 있다.

5. 아미노태 및 암모니아태 질소의 변화

지역별 된장의 발효 중 아미노태질소와 암모니아태 질소 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 담금 직후 된장의 아미노태질소 함량은 180.3~557.8 mg% 범위로 Song 등(2019)의 전북 지역별 된장의 담금 직후의 아미노태질소 함량과 비슷한 값을 나타내었다. 발효가 진행됨에 따라 아미노태질소 함량은 유의적으로 계속 증가하여($p<0.05$), 9개월 후 437.3~840.7 mg%을 나타내었다. 전통된장의 아미노태질소 함량은 전통식품 기준규격에서 300 mg% 이상으로 규정하고 있는데, 경기지역의 9개월 후 전통된장들은 이 기준내에 포함되

Table 3. Change on color of traditional *Doenjang* in Gyeonggi province during fermentation period

Contents	Fermentation period (months)	Samples ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	G
L value	0	45.2±0.1 ^{cb2)}	42.8±0.0 ^{ca}	41.1±0.0 ^{fa}	47.5±0.0 ^{ba}	43.9±0.1 ^{da}	45.4±0.0 ^{ca}	50.1±0.0 ^{aa}
	3	46.8±0.1 ^{aa}	39.1±0.0 ^{gb}	41.5±0.1 ^{ea}	39.8±0.0 ^{fc}	42.1±0.0 ^{db}	44.5±0.0 ^{cb}	45.7±0.1 ^{bc}
	6	43.3±0.6 ^{bc}	35.5±0.0 ^{fd}	36.2±0.5 ^{eb}	41.2±0.0 ^{cb}	41.7±0.0 ^{cc}	39.2±0.0 ^{dd}	46.8±0.0 ^{ab}
	9	44.9±0.1 ^{ab}	36.3±0.0 ^{fc}	34.7±0.1 ^{gc}	38.3±0.1 ^{ed}	43.9±0.1 ^{ba}	39.8±0.0 ^{dc}	43.5±0.0 ^{cd}
a value	0	6.7±0.0 ^{cc}	5.8±0.1 ^{fc}	5.7±0.0 ^{fd}	6.0±0.1 ^{ed}	10.4±0.0 ^{aa}	7.6±0.0 ^{bc}	6.3±0.0 ^{dd}
	3	6.5±0.1 ^{cdD}	6.2±0.0 ^{eb}	6.5±0.1 ^{dc}	6.6±0.0 ^{cb}	7.0±0.0 ^{bc}	7.6±0.0 ^{ac}	6.5±0.0 ^{dc}
	6	7.7±0.0 ^{bb}	7.0±0.0 ^{ea}	7.6±0.0 ^{ca}	6.4±0.0 ^{fc}	5.5±0.0 ^{bd}	8.4±0.0 ^{ab}	7.3±0.0 ^{db}
	9	9.3±0.0 ^{aa}	7.2±0.0 ^{fa}	6.7±0.1 ^{eb}	7.3±0.0 ^{ea}	7.8±0.1 ^{db}	8.9±0.0 ^{ba}	7.9±0.0 ^{ea}
b value	0	12.0±0.1 ^{bc}	10.9±0.3 ^{da}	9.7±0.0 ^{fa}	10.7±0.1 ^{ea}	14.5±0.0 ^{aa}	12.0±0.0 ^{ba}	11.2±0.1 ^{cc}
	3	10.3±0.0 ^{dd}	9.6±0.0 ^{eb}	8.2±0.0 ^{fb}	9.2±0.0 ^{fb}	10.7±0.0 ^{bc}	10.4±0.0 ^{cd}	11.1±0.0 ^{cc}
	6	13.0±0.0 ^{bb}	9.1±0.0 ^{ec}	9.6±0.0 ^{da}	7.1±0.0 ^{fd}	5.7±0.0 ^{bd}	10.7±0.0 ^{cb}	13.1±0.0 ^{aa}
	9	13.7±0.0 ^{aa}	7.8±0.0 ^{fd}	7.0±0.0 ^{ec}	8.7±0.0 ^{ec}	11.1±0.0 ^{cb}	10.6±0.0 ^{dc}	12.1±0.0 ^{bb}

¹⁾ A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

²⁾ Each value represents means±S.D. (n=3).

^{a-g}Means with different in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-D}Means with different in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 4. Change on amino- and ammonia-type nitrogen contents of traditional *Doenjang* in Gyeonggi province during fermentation period

Contents	Fermentation period (months)	Samples ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	G
Amino-type nitrogen (mg%)	0	308.7±13.3 ^{cC2)}	247.5±4.8 ^{dC}	557.8±19.1 ^{aD}	180.3±2.5 ^{dD}	460.9±20.4 ^{bD}	210.3±2.6 ^{eC}	252.6±10.6 ^{dD}
	3	648.4±5.3 ^{cA}	664.8±2.6 ^{bB}	1,496.5±14.1 ^{aA}	468.2±3.4 ^{eA}	675.9±8.4 ^{bC}	510.9±8.6 ^{dB}	456.1±7.8 ^{bB}
	6	587.0±11.8 ^{dB}	669.3±2.7 ^{cB}	772.2±5.1 ^{bB}	452.7±3.2 ^{fB}	882.7±25.6 ^{aA}	535.8±14.6 ^{eA}	377.4±11.9 ^{gC}
	9	652.2±6.6 ^{cA}	714.1±6.4 ^{bA}	620.6±7.4 ^{dC}	437.3±8.8 ^{gC}	840.7±3.3 ^{bB}	526.2±6.7 ^{eAB}	479.5±5.1 ^{fA}
Ammonia-type nitrogen (mg%)	0	199.4±0.4 ^{eA}	178.0±0.3 ^{fA}	209.5±0.1 ^{dA}	116.3±0.2 ^{gA}	561.9±0.2 ^{aA}	236.1±0.7 ^{cA}	470.1±0.4 ^{bA}
	3	123.4±0.5 ^{dC}	109.5±0.5 ^{eB}	75.4±0.2 ^{fC}	62.9±0.6 ^{gC}	152.5±0.4 ^{bB}	165.2±0.2 ^{bB}	206.4±0.2 ^{bB}
	6	142.6±0.4 ^{bB}	100.5±0.2 ^{dC}	104.8±0.5 ^{eB}	62.7±0.7 ^{eC}	143.0±0.8 ^{bD}	142.7±0.1 ^{bC}	151.9±0.2 ^{cC}
	9	111.0±0.1 ^{dD}	91.1±0.5 ^{eD}	74.9±0.6 ^{fC}	70.7±0.7 ^{gB}	145.2±0.4 ^{bC}	112.6±0.2 ^{eD}	149.2±0.4 ^{dD}

¹⁾ A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

²⁾ Each value represents means±S.D. (n=3).

^{a-g}Means with different in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-D}Means with different in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

었다. 아미노태질소는 된장의 정미성분으로 발효기간이 경과함에 따라 지속적으로 증가하며 된장의 숙성도를 평가하는 척도로 이용된다. 또한 발효가 진행됨에 따라 아미노태질소 함량이 증가한 결과는 Lee & Mok(2010)의 발효와 숙성이 진행됨에 따라 단백질 분해에 관여하는 protease 등 효소 활성이 높아져 아미노태질소 함량이 증가했다는 보고와도 일치하였다.

암모니아태 질소는 발효식품에서 이상 발효의 지표로 사용되어 된장에서 아미노태질소 함량은 높고, 암모니아태 질소 함량은 낮을수록 우수한 품질을 나타내는 것으로 알려져 있다. 경기지역 된장의 암모니아태 질소 함량은 담금 직후 116.3~561.9 mg% 이었으며, 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 감소하여($p<0.05$), 9개월 후 된장에서는 70.7~149.2 mg%

로 이상발효없이 발효가 잘 진행된 것으로 판단된다.

6. 미생물의 변화

된장은 발효하는 동안 미생물 생육으로 인해 생성된 효소 작용으로 맛과 향에 관련된 성분들이 생성되어 품질에 영향을 준다. 이에 지역별 된장의 발효 중 총균수 변화를 조사하여 Table 5에 제시하였다. 담금 직후 총균수는 6.5~9.2 log CFU/g로 B 된장에서 다소 낮은 값을 나타내었으나 발효가 진행되면서 다른 지역의 된장과 비슷한 수준으로 생육되어 9개월 후 8.3~9.3 log CFU/g 범위로 나타났다. 총균수는 발효 중 큰 편차없이 비슷한 생육을 보였으며 Choi 등(2016)의 다양한 염도에서 발효시킨 된장의 12개월 후의 총균수인 8.1~8.6 log CFU/g와 비슷한 수준이었다.

Table 5. Change on aerobic bacteria cell numbers of traditional *Doenjang* in Gyeonggi province during fermentation period

Contents	Fermentation period (months)	Samples ¹⁾						
		A	B	C	D	E	F	G
Aerobic bacteria cell count (log CFU/g)	0	9.0±0.0 ^{aAB2)}	6.5±0.0 ^{dB}	8.5±0.2 ^{bA}	8.5±0.2 ^{bB}	8.0±0.0 ^{cBC}	8.5±0.1 ^{bB}	9.2±0.1 ^{aB}
	3	9.1±0.1 ^{bA}	8.5±0.1 ^{cA}	8.5±0.0 ^{cA}	8.9±0.0 ^{bA}	7.7±0.2 ^{dC}	8.9±0.0 ^{bA}	9.3±0.1 ^{aAB}
	6	8.8±0.0 ^{bC}	8.2±0.2 ^{dA}	8.4±0.1 ^{cdA}	8.8±0.1 ^{bAB}	8.1±0.1 ^{eAB}	8.7±0.0 ^{bcB}	9.4±0.1 ^{aA}
	9	8.9±0.0 ^{bB}	8.3±0.3 ^{dA}	8.3±0.2 ^{dA}	8.8±0.0 ^{bcAB}	8.5±0.3 ^{cdA}	8.5±1.9 ^{cdB}	9.3±0.2 ^{aAB}

¹⁾ A: Anseong, B: Icheon, C: Namyangju, D: Paju, E: Yeoncheon, F: Yongin, G: Yeosu.

²⁾ Each value represents means±S.D. (n=3).

^{a-g}Means with different in the same row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

^{A-D}Means with different in the same column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

요약 및 결론

경기지역 전통 된장의 품질변화에 미치는 요인을 구명하고자 남양주, 연천 등 7개 지역의 농가 된장의 품질과 향아리 내외부의 온습도 변화를 장가르기 이후(4월)부터 이듬해 1월까지 조사하였다. 지역별 외부 온도는 유리온실 내부에서 장을 발효시키는 B 지역은 다른 지역에 비해 5~10℃ 높게 나타났고, 그 외 6개소의 온도 변화는 비슷하게 나타났다. 습도의 경우 B 지역은 다른 지역에 비해 습도가 상대적으로 낮았으며, 전체적으로 6월까지의 습도가 낮게 유지되다가 7월 이후 높은 습도를 나타내었다. 발효가 진행되어 9개월 후 조사된 된장의 수분함량은 51.0~58.5%로 3개월 후에 조사한 수분함량과 큰 차이가 없었던 것으로 나타났다. 염도는 3개월부터 9개월까지 발효기간 내 유의적 차이가 없었던 것으로 나타났다($p<0.05$). 발효가 진행되면서 대체로 pH는 약간 낮아졌으며, 9개월 후 5.2~5.8의 값을 나타냈다. 발효기간 중 산도는 유의적으로 증가하여($p<0.05$) 발효 후기인 9개월 때 1.2~2.9%를 나타내었다. 된장의 발효 중 환원당은 담금 직후보다 3개월까지 0.1~6.9%까지 증가하다가 그 이후 유의적으로 감소하였다($p<0.05$). 발효가 진행됨에 따라 아미노태질소 함량은 유의적으로 계속 증가하여($p<0.05$), 9개월 후 437.3~840.7 mg%을 나타내었다. 경기지역 된장의 암모니아태 질소 함량은 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 감소하여($p<0.05$), 9개월 후 된장에서는 70.7~149.2 mg%으로 이상발효없이 발효가 잘 진행된 것으로 판단된다. 담금 직후 총균수는 6.5~9.2 log CFU/g로 9개월 후 8.3~9.3 log CFU/g 범위로 나타났으며, 발효 중 큰 편차없이 비슷한 생육을 보였다. 된장이 발효되는 동안 장류 내·외부의 온도와 습도가 품질에 미치는 영향은 거의 없었으며, E와 G 된장은 다른 된장들보다 담금 직후 수분함량과 산도는 상대적으로 높고, 염도와 pH는 낮아 발효 중 다른 된장들과는 다른 발효양상을 나타내었다. 따라서 장가르기할 때 수분 조절이 된장의 품질유지와 관련이 깊을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 어젠다 연구과제(PJ01345602)의 연구비 지원에 의해 이루어진 것이다.

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 AOAC International. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists
- Bang BH, Seo JS. 2002. Characteristics of salt adsorption by calcium alginate beads. *Korean J Food Nutr* 15:89-96
- 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
- Chang M, Kim IC, Chang HC. 2010. Effect of solar salt on the quality characteristics of *Doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:116-124
- 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
- Choi BY, Gil NY, Park SY, Kim SY. 2016. Quality characteristics of *Doenjang* depending on various salt concentration during long-term fermentation period. *Korean J Food Preserv* 23:788-796
- 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
- Ji WD, Lee EJ, Kim JG. 1992. Volatile flavor components of soybean pastes manufactured with traditional *Meju* and improved *Meju*. *J Korean Agric Chem Soc* 35:248-253
- Jung WY. 2016. Characterization of microbial succession and metabolite change during fermentation of *Doenjang*, a traditional Korean fermented soybean paste. Master's Thesis, Chungang Univ. Daejeon. Korea
- Kim AR, Lee JJ, Cha SS, Chang HC, Lee MY. 2012. Effect of soybeans, *Chungkukjang* and *Doenjang* on blood glucose and serum lipid profile in streptozotocin induced diabetic rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:621-629
- Kim JG. 2004. Changes of components affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste: Amino nitrogen, amino acids, and color. *J Food Hyg Saf* 19:31-37
- Lee CH, Youn Y, Song GS, Kim YS. 2011b. Immunostimulatory effects of traditional *Doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1227-1234
- Lee JY, Mok CK. 2010. Changes in physicochemical properties of low salt soybean paste (*Doenjang*) during fermentation. *Food Eng Prog* 14:153-158
- Lee KI, Park KY, Ahn HK. 2011a. The anticancer effects of *Doenjang* made with various kinds of salt. *Korean J Culin*

- Res 17:241-252
- Lee S, Kim DH. 2012. Changes in physicochemical properties of low-salt *doenjang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 44:592-599
- Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of rice-*Doenjang* during fermentation by differently shaped *Meju* and adding starter. *Korean J Food Nutr* 25: 505-512
- Ministry of Food and Drug Safety. 2019. Korea Food Standards Codex. Available from <https://www.foodsafetykorea.go.kr> [cited 19 March 2019]
- National Agricultural Products Quality Management Service. 2012. Traditional Food Quality Certification System. p.88 National Agricultural Products Quality Management Service
- No JD, Lee DH, Lee DH, Choi SY, Kim NM, Lee JS. 2006. Changes of quality and physiological functionality during the fermentation of *Doenjangs* made by isolated *Nuruk* mold and commercial *Nuruk* mold. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35:1025-1030
- Oh HJ, Kim CS. 2007. Antioxidant and nitrite scavenging ability of fermented soybean foods (*Chungkukjang*, *Doenjang*). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36:1503-1510
- Park KY, Hwang KM, Jung KO, Lee KB. 2002. Studies on the standardization of *Doenjang* (Korean soybean paste) 1. Standardization of manufacturing method of *Doenjang* by literatures. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:343-350
- Park KY, Moon SH, Rhee SH. 1994. Antimutagenic effect of *Doenjang* (Korean soy paste): Inhibitory effect of *Doenjang* stew and soup on the mutagenicity induced by aflatoxin B₁. *Environ Mutagens Carcinog* 14:145-152
- Park SH, Kim K, Kim SK, Park YK. 1989. Proximate composition and mineral content of naked barley differing in pearling degrees. *J Korean Soc Food Nutr* 18:328-332
- 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 pastes (*Deonjang*) in Jeonbuk province. *Korean J Food Nutr* 32:598-610
- Yi JH, Heo NK, Choi BG, Park EH, Kwun SY, Kim MD, Hong WP, Yeo SH, Baek SY. 2014. Isolation of fibrinolytic yeasts from Korean traditional fermented soybean. *Korean J Microbiol Biotechnol* 42:184-189
- Yoon HS, Lee SH, Kang HJ, Eom HJ, Kim Y. 2019. Physicochemical and flavor characteristics of *Doenjang* in Chungbuk provinces during fermentation. *Korean J Food Nutr* 32:687-695

Received 29 October, 2020
Revised 04 November, 2020
Accepted 16 November, 2020