pISSN 1225-4339 eISSN 2287-4992
Korean J. Food Nutr. Vol. 34. No. 1, 058~068 (2021)
https://doi.org/10.9799/ksfan.2021.34.1.058

THE KOREAN JOURNAL OF
한국식품영양학회지
FOOD AND NUTRITION

경남지역 전통 된장의 숙성기간에 따른 품질 특성 및 미생물 군집 비교

김현영 · 김봉신 · 고희숙* · 김소영** · †하기정
경상남도농업기술원 지방농업연구사, *경상남도농업기술원 지방농촌지도관, **국립농업과학원 지방농업연구사

Quality Characteristics and Comparison of Microbial Community in Traditional *Doenjang* by Aging Period in Gyeongnam Province

Hyeon-Young Kim, Bong Sin Kim, *Hee-Suk Ko, **So-young Kim and †Gi-Jeong Ha
Researcher, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 52733, Korea
**Senior Researcher, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 52733, Korea*
***Researcher, Fermented Food Science Division, National Institute of Agricultural Science, RDA, Wanju 55365, Korea*

Abstract

This study investigated the microbial community and quality characteristics of traditional soybean pastes (*doenjang*) based on the aging period in Gyeongnam province. The samples were collected from seven regions in Gyeongnam Province (Goseong, Hadong, Haman, Hamyang, Sacheon, Sancheong and Uiryeong). Contents of moisture, salinity, pH, and acidity of *doenjang* after 210 days aging were 56.40~65.21%, 9.05~16.08%, 4.88~6.86 and 0.64~2.14%, respectively. Lightness significantly decreased over the aging period, while the redness tended to increase over the aging period. Yellowness was from 21.39~26.81 to 21.10~28.36. Reducing sugar content was from 0.31~1.45% to 0.11~3.13%. The amino-type content increased from 141.87~495.13 mg/100 g to 328.53~823.67 mg/100 g. In contrast, the ammonia-type content declined from 136.74~364.70 mg/ 100 g to 128.62~331.00 mg/100 g. The overall total microbial count did not significantly differ, but it tended to decrease in sample GD4. Fungus declined overall or was not detected. Coliform groups were not detected in all samples. *Lactobacillus* and *Bacillus cereus* tended to decrease over the aging period. The common fungus and bacterium were *Aspergillus oryzae* and *Tetragenococcus halophilus,* respectively. After the aging period, the predominant fungi were *Candida versatilis*, *Candida apicola*, and *Debaryomyces hansenii*. The predominant bacteria were *Tetragenococcus halophilus* and *Cronobacter sakazakii*.

Key words: traditional *doenjang*, aging period, quality, microbial community

서 론

된장은 콩을 주원료로 하여 발효, 숙성시킨 단백질 공급 식품으로 우리나라의 대표적인 대두 발효식품이다(Kim 등 2006). 이와 같은 된장은 발효과정 중 곰팡이와 세균이 생성한 amylase, protease 등의 효소 작용으로 아미노산, 당분 등이 생성되어 식염의 짠맛과 조화를 이루고 향미성분이 생성되어 된장의 고유한 맛인 구수한 맛, 감칠맛을 만들어낸다(Seo 등 1986).

된장은 기능적 · 영양학적으로도 우수하여 필수 아미노산, 유기산, 지방산 및 비타민 등을 보충해줄 수 있어 영양원으로서 매우 중요하다(Kim 등 2006). 또한 된장의 항산화(Hwang 등 2017; Song 등 2019), 콜레스테롤 저하(Lee 등 2011), 항암(Park 등 1999; Lee & Chang 2009), 항비만(Bae 등 2013), 및 항당뇨 효과(Yang 등 2019) 등의 기능성에 대한 효능도 입증되고 있다.

된장은 제조방법에 따라 재래식 된장과 개량식 된장으로 분류한다. 재래식 된장은 대두를 삶아 한식메주를 만들고 이것을 소금물에 침지시켜 발효 시킨 후 된장과 간장을 분리하여 장을 가른 후 항아리에 숙성시켜 만든 것이다. 개량식 된

† Corresponding author: Gi-Jeong Ha, Researcher, Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju 52733, Korea. Tel: +82-55-254-1872, Fax: +82-55-254-1859, E-mail: hkjone@korea.kr

장은 쌀, 보리 또는 밀 등과 같은 전분질 원료에 *Aspergillus oryzae* 등의 황국균을 인위적으로 접종, 배양하여 코지를 만들고 여기에 증자대두와 소금을 혼합하여 숙성시켜 만든 것이다(Kim 등 2008).

전통 된장의 품질은 지역별, 제조 방법, 담금 시기, 발효 용기, 지역의 기후 및 풍토에 따라 각기 다른 특성을 나타낸다(Park 등 2017). 따라서 전통 된장의 품질 특성에 대한 많은 연구가 되고 있는데, 전통 된장의 숙성 중 이화학성분, 미생물 및 효소활성 변화(Lee 등 1996), 인삼 농축액 첨가에 따른 재래식 된장 발효 과정중의 미생물 및 기능성의 변화(Jang 등 2000), 전통 된장의 숙성 중 관능적 품질에 미치는 성분의 변화(Kim JG 2004), 황기 추출액이 함유된 된장의 품질 특성 조사(Min SH 2006), 재래된장의 미생물 오염 및 바이오제닉 아민 함량 분석 조사(Lee 등 2009), 혼합콩이 전통된장의 숙성 중 품질에 미치는 영향(Kim 등 2010), 전통된장 제조 과정 중 세균군집구조 분석(Kim 등 2011a), 재래된장의 품질 및 항산화 특성(Ahn 등 2012), 죽염 된장의 발효 특성 및 기능성 증진 효과(Jeong 등 2013), 마늘 첨가 된장의 숙성 중 품질 특성 변화(Kang 등 2014), 장 담금법에 따른 품질 특성 변화(Choi 등 2017), 염생식물을 첨가한 저염된장의 이화학적 특성 변화(Choi 등 2018), 뿌리채소 분말을 첨가한 된장의 품질 특성 조사(Paek 등 2019) 등의 연구로 활발히 진행 되고 있다. 하지만 지역별로 분류하여 전통된장이 숙성기간에 따른 품질 및 미생물 군집에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 경남지역의 전통 장류 제조업체를 지역별로 7개소를 선정하여 재래식으로 제조한 전통 된장을 수집한 후 숙성 기간에 따른 품질 특성 및 미생물 변화를 측정하고, 숙성 전·후로 미생물 군집을 비교 분석 함으로써 경남 지역별 장류의 특성을 파악하고, 경남지역의 microbial community 확보 및 품질관리 지표에 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재료

경남지역에서 각 지역별로 전통 장류 7업체(고성, 사천, 산청, 의령, 하동, 함안, 함양)를 선정하여 각 업체에서 만든 전통 메주를 이용하여 전통 재래식 된장으로 제조하였다. 메주는 2018년도 12월에 생산하여 15~20일간 발효 후 30~60일간 숙성시킨 메주를 사용하였고, 업체 선정 기준은 전통식품인증업체, 지역농산물 활용, 부원료 미사용 업체를 고려하여 선정하였다. 2019년 3월 중순에 장을 담근 후 노지에서 90일간 발효 후 간장과 분리하여 고형분인 된장을 치대어 항아리에 담아 숙성 시켰다. 숙성 조사 시기는 2019년 6월 중순에 장 가른 직후, 숙성 30일 후, 숙성 90일 후, 숙성 210일 후의 시료를 수집하여 실험의 시료로 사용하였다. 미생물 군집 분석에 사용된 시료는 7업체 중 4업체(고성, 사천, 하동, 함양)를 선정하여 장 가른 직후 및 210일 숙성 후의 시료를 수집하여 분석하였다. 수집한 시료는 −70℃ 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

2. 수분 및 염도 측정

된장의 수분 및 염도는 식품공전(KFDA 2015)에 따라 측정하였다. 수분은 상압가열건조법으로 분석하였고, 염도는 시료 2.5 g에 증류수 47.5 mL를 가해 잘 교반한 뒤 여과지(Whatman No. 2, Whatmnad Int. Ltd., Maidstone, UK)로 여과하였다. 여과된 시료는 10 mL 분주 후 K_2CrO_4 지시약 2~3방울 첨가하였다. 0.1 N 질산은($AgNO_3$)으로 적정하여 색깔이 변하는 시점의 양을 적정 mL로 하여 분석하였다.

3. pH 및 산도

된장의 pH는 시료를 5배 희석하고 균질화한 후 8,000 rpm에서 10분간 원심분리(2236HR high-speed centrifuge, Gyrozen Co., Ltd, Gimpo, Korea)하였다. 이 상층액을 여과지로(Whatman No. 2, Whatmnad Int. Ltd., Maidstone, UK) 여과한 후 pH meter(Titroline Easy, Schott, Mainz, Germany)로 측정하였다. 산도는 시료추출액 5 mL와 증류수 20 mL를 섞고, 0.5% 페놀프탈레인 지시약을 2~3방울 떨어트린 뒤, 0.1 N NaOH 용액으로 미홍색(pH 8.2~8.3)이 지속될 때 까지 적정하였다. 적정에 소비된 0.1 N NaOH 양을 측정하여 젖산 환산계수(0.0090)로 계산하였다.

4. 색도 측정

색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정 후 Hunter value의 명도 값(L, lightness), 적색도 값(a, redness), 황색도(b, yellowness) 값으로 나타내었다. 표준백색 값은 L=96.73, a=−0.15, −0.14이었다.

5. 환원당 측정

된장의 환원당은 DNS법(Yang 등 2000)에 따라 시료를 10배 희석한 뒤 시료추출액 1 mL, DNS(dinitrosalicylic acid)시약 3 mL를 혼합하였다. 끓는 물에 5분간 중탕하고 냉각한 후 550 nm 파장으로 흡광도(infinite M200 PRO, TECAN, Männedorf, Switzerland)를 측정하였다. 포도당을 표준물질로 하여 검량곡선을 나타내어 환원당 함량(%)을 계산하였다.

6. 아미노태 질소 및 암모니아태 질소 측정

아미노태 질소는 시료추출액 5 mL, 중성 formalin 용액(pH 8.3) 10 mL과 증류수 10 mL을 혼합하였다. 이 혼합액에 0.1

N 수산화나트륨 용액으로 미홍색(pH 8.4)이 될 때 까지 적정하였다. 이때 소비된 0.1 N NaOH 양을 적정 mL로 하였다. 바탕시험은 증류수를 이용하여 분석하였다. 암모니아태 질소는 Choi 등(2017)의 방법에 따라 시료 추출액 0.1 mL에 A용액(phenol and sodium nitroprusside dehydrate)과 B용액(Na_2HPO_4 · $12H_2O$, NaOH and NaOCl)을 각각 2 mL씩 차례로 넣고 37℃에서 20분간 반응시켜 630 nm에서 흡광도(infinite M200 PRO, TECAN, Männedorf, Switzerland)를 측정하였다. 황산암모늄을 표준물질로 하여 작성한 검량곡선으로부터 암모니아태 질소 함량(mg/100 g)을 계산하였다.

7. 미생물 분석

된장의 미생물학적 품질평가를 위해 총균수, 곰팡이, *Bacillus cereus*, 대장균군 및 유산균을 분석하였다. 시료 1 g에 0.85% 멸균 생리식염수 9 mL를 넣어 십진희석법에 따라 희석액을 제조하였다. 총균수는 plate count agar(PCA)를 사용하여 건조필름 배지(AC)에 접종하였다. 곰팡이는 YM 배지에 접종하여 계수하였고, 대장균군은 건조필름배지(EC)에 접종하였다. 유산균수는 30℃에서 48~72시간 혐기 배양을 하여 흰색의 집락을 계수하였다. *Bacillus cereus*(BC)는 CHROMagar BC 배지를 이용하여 파란색의 흰 halo가 있는 집락을 계수하였다. 모든 단위는 log CFU/g로 환산하여 나타내었다.

8. 미생물 군집 분석(NGS, next generation sequencing)

미생물 군집 분석은 Baek 등(2019)의 방법과 동일하게 진행하였다. Genomic DNA 추출은 DNeasy PowerSoil Kit(Cat. No.12888, MO BIO, Carlsbad, CA, USA)를 사용하였다. 추출된 DNA에서 세균군집은 16S rRNA 유전자의 16S V3-V4 primer를 이용하였고, 진균군집은 Fungi ITS2 유전자의 ITS3-ITS4 primer를 이용하여 PCR을 수행하였다. 추출된 total genome DNA를 주형(template)으로 16S ribosomal DNA amplicon 및 ITS amplicon을 확보하기 위하여 341F(TCGTCGGCAGCGTCAGATGTGTATAAGAGACAGCCTACGGGNGGCWGCAG), 805R(GTCTCGTGGGCTCGGAGATGTGTATAAGAGACAGGACTACHVGGGTATCTATCC)를 기반으로 하는 bacterial 프라이머와ITS-3F(TCGTCGGCAGCGTCAGATGTGTATAAGAGACAGGCATCGATGAAGAACGCAGC), ITS-4R(GTCTCGTGGGCTCGGAGATGTGTATAAGAGACAGTCCTCCGCTTATTGATATGC)을 기반으로 하는 ITS3-4 프라이머를 사용하여 1차 PCR을 진행하였다. 1차 PCR 반응은 변성부터 DNA합성 과정을 25회 반복하였다. 초기 변성(initial denaturation)은 95℃ 3분, 변성(denaturation)은 95℃ 30초, 프라이머 결합(annealing)은 55℃ 30초, DNA 합성(extension)은 72℃ 30초, 최종 신장(elongation)은 72℃ 5분의 조건에서 수행하였다(Cho 등 2017). Target region을 증폭하는 1차 PCR 진행 후 Nextra XT index kit를 이용하여 Barcode를 붙이는 2차 PCR 방법으로 라이브러리를 제작했다. 정제된 PCR 산물은 동량 모아서 TapeStation DNA screentape D1000(Agilent)으로 증폭산물의 길이와 농도를 측정하였다. 최종 PCR 산물은 차세대 염기서열 분석인 MiSeq™ platform(Illumina, San Diego, USA)를 사용하여 제조사의 매뉴얼에 따라 Macrogen Inc. (Seoul, Korea)에서 수행하였다.

9. 통계처리

본 실험에서 얻어진 결과는 XLSTAT program(Addinsoft, Paris, France)을 이용하여 ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 실험군의 3반복 평균값 간에 유의수준 $p<0.05$에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 수분 및 염도 변화

경남지역의 전통장류 7개 된장의 숙성기간에 따른 된장의 수분 및 염도 변화는 Table 1과 같다. 간장과 분리한 직 후 수분함량은 56.42~63.67%에서 숙성 후 56.40~65.21%로, 시료마다 일정한 경향은 나타나지 않았다. GD1, GD3 시료는 유의적으로 감소하는 경향을 보인 반면, GD5, GD7 시료는 각각 2.4, 2.7% 증가하는 경향을 보였다. Park 등(2016)의 전통된장 수분 함량은 51.9~63.1%로 보고하였는데, 이는 본 실험의 연구와 유사한 값을 보였다. 또한 Yoon 등(2019)의 충북지역 전통 된장의 숙성 초기 및 후기 수분 함량을 비교한 결과, 초기 58.07~68.86%에서 후기 52.32~63.79%로 보고하였고, 숙성 후 본 연구와 비슷한 경향을 보였다. 숙성 후 된장별 수분함량이 다른 경향을 보이는 것은 항아리 내 · 외부 온도, 습도 등 환경 조건이 수분 증발에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

식염은 된장 발효 시 부패를 방지하고, 저장기간을 연장시키는 중요한 역할을 한다(Cho 등 2014). 간장 분리 직후 된장의 염도는 9.24~14.43%로 나타났고, 210일 숙성 후 9.05~16.08%의 값을 나타냈다. GD1 시료는 58.3%로 가장 큰 증가를 보인 반면, GD6 시료는 14.0%의 가장 큰 감소를 보였다. GD2, GD4 및 GD7 시료는 숙성 초기와 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다($p<0.05$). GD3 시료는 4달 숙성 후 16.43%로 가장 높은 값을 보였다. Cho 등(2014)은 마늘을 10% 첨가한 된장에 식염 첨가량을 6~12%로 저염 된장으로 제조하고 숙성기간에 따른 품질 특성을 보았는데, 숙성기간이 경과할수록 염도도 증가하는 경향을 보였다. 숙성 후 된장의 염도가 증가하는 것은 숙성 중 간장이 우러나와 시료의 염분에 영향을 미치는 것으로 생각된다. 그러나 Kim 등(2008)은 숙성 온

Table 1. Changes of quality characteristics of traditional *doenjang* in Gyeongnam province during aging period

Contents	Aging period (day)	Gyeongnam traditional *doenjang*						
		GD1[1)]	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7
Moisture (%)	0	61.71±0.46$^{Ba2)}$	57.11±0.21^{CDa}	57.96±0.64^{Ca}	61.73±0.11^{Ba}	63.67±0.23^{Abc}	57.95±0.80^{Ca}	56.42±0.74^{Db}
	30	61.12±0.30^{Bb}	56.31±0.36^{Db}	56.93±0.11^{Cbc}	61.02±0.19^{Bb}	63.49±0.33^{Ac}	54.97±0.27^{Eb}	56.97±0.47^{Cab}
	90	60.86±0.14^{Cb}	57.15±0.27^{Da}	57.54±0.18^{Dab}	61.76±0.04^{Ba}	64.08±0.13^{Ab}	55.49±0.17^{Eb}	57.31±0.52^{Dab}
	210	59.75±0.09^{Cc}	57.58±0.16^{DEa}	56.40±0.41^{Fc}	61.62±0.18^{Ba}	65.21±0.03^{Aa}	57.50±0.37^{Ea}	57.94±0.21^{Da}
Salt (%)	0	9.53±0.08^{Ed}	13.44±0.02^{Bb}	12.65±0.06^{Dc}	13.17±0.06^{Cab}	9.24±0.06^{Fb}	14.43±0.21^{Aa}	12.62±0.15^{Db}
	30	14.07±0.25^{Bc}	13.93±0.46^{Ba}	16.21±0.15^{Aab}	13.26±0.03^{Cab}	9.39±0.06^{Ea}	13.31±0.05^{Cc}	12.58±0.10^{Db}
	90	14.37±0.16^{Bb}	13.81±0.10^{Cab}	16.43±0.05^{Aa}	13.31±0.08^{Ea}	9.45±0.02^{Ga}	13.60±0.19^{Db}	13.03±0.09^{Fa}
	210	15.09±0.08^{Ba}	13.50±0.03^{Cab}	16.08±0.30^{Ab}	13.13±0.10^{Db}	9.05±0.08^{Gc}	12.41±0.10^{Fd}	12.75±0.01^{Eb}
pH	0	6.15±0.02^{Aa}	5.13±0.02^{Dc}	5.97±0.01^{Ba}	5.16±0.01^{Db}	4.58±0.01^{Fd}	4.64±0.02^{Ed}	5.75±0.03^{Ca}
	30	5.27±0.01^{Bd}	5.13±0.02^{Dc}	5.28±0.02^{Bd}	5.14±0.02^{Db}	5.18±0.02^{Cc}	4.71±0.01^{Ec}	5.42±0.01^{Ac}
	90	5.51±0.01^{Bc}	5.30±0.01^{Db}	5.40±0.02^{Cc}	5.20±0.00^{Ea}	5.76±0.05^{Ab}	4.82±0.04^{Fb}	5.37±0.04^{Cc}
	210	5.73±0.08^{Bb}	5.66±0.03^{Ca}	5.48±0.02^{Db}	5.22±0.02^{Ea}	6.86±0.03^{Aa}	4.88±0.02^{Fa}	5.51±0.03^{Db}
Total acidity (%)	0	0.95±0.02^{Cc}	1.16±0.02^{Bd}	0.85±0.03^{Db}	1.14±0.04^{Bc}	0.95±0.01^{Cc}	1.67±0.04^{Ad}	0.92±0.01^{Cd}
	30	1.05±0.01^{Fb}	1.43±0.01^{Cb}	1.46±0.03^{Ba}	1.28±0.01^{Db}	1.12±0.03^{Ea}	1.94±0.01^{Ac}	1.46±0.01^{Bc}
	90	1.21±0.02^{Ea}	1.67±0.01^{Ba}	1.50±0.01^{Ca}	1.33±0.01^{Da}	1.00±0.01^{Fb}	2.26±0.02^{Aa}	1.66± 0.02^{Ba}
	210	1.23±0.05^{Da}	1.31±0.05^{Cc}	1.49±0.02^{Ba}	1.28±0.01^{CDb}	0.64±0.03^{Ed}	2.14±0.05^{Ab}	1.53±0.03^{Bb}
Reducing sugar (%)	0	0.98±0.03^{Da}	0.45±0.00^{Eb}	1.17±0.01^{Ba}	0.35±0.00^{Fa}	0.31±0.00^{Ga}	1.45±0.01^{Ac}	1.05±0.01^{Ca}
	30	0.78±0.01^{Dc}	0.38±0.00^{Eb}	0.87±0.01^{Bb}	0.19±0.00^{Gb}	0.26±0.02^{Fb}	1.64±0.00^{Ab}	0.80±0.00^{Cb}
	90	0.73±0.01^{Cd}	0.45±0.00^{Eb}	0.75±0.01^{Bd}	0.19±0.00^{Fc}	0.10±0.00^{Gc}	1.46±0.03^{Ac}	0.53±0.00^{Dc}
	210	0.89±0.00^{Cb}	3.13±0.46^{Aa}	0.81±0.00^{CDc}	0.19±0.00^{Eb}	0.11±0.00^{Ec}	1.98±0.00^{Ba}	0.53±0.00^{Dc}
Amino-type nitrogen (mg/100g)	0	328.53±10.13^{Bd}	290.27±6.91^{Cd}	212.80±3.70^{Dd}	495.13±5.30^{Ad}	193.67±2.91^{Ed}	141.87±2.14^{Gc}	182.47±3.23^{Fc}
	30	693.00±15.40^{Ac}	405.07±4.50^{Ec}	274.87±3.23^{Gc}	595.00±8.52^{Bc}	349.53±3.52^{Fc}	533.87±17.11^{Cb}	426.53±4.28^{Db}
	90	787.73±4.28^{Ab}	490.47±7.71^{Fb}	309.40±2.42^{Gb}	647.73±7.71^{Bb}	610.87±6.31^{Cb}	597.80±4.20^{Da}	552.53±9.11^{Ea}
	210	823.67±30.84^{Aa}	546.47±4.92^{Da}	328.53±13.31^{Ea}	671.53±6.31^{Ba}	654.73±4.50^{Ba}	581.93±2.91^{Ca}	561.87±11.32^{CDa}
Amonia-type nitrogen (mg/100g)	0	312.99±4.36^{Ba}	275.87±2.37^{Ca}	136.74±1.04^{Fc}	364.70±3.77^{Aa}	177.86±1.30^{Ed}	178.47±1.42^{Ea}	253.43±1.04^{Da}
	30	285.14±3.42^{Bb}	232.68±0.94^{Dc}	164.01±0.95^{Eb}	340.66±3.33^{Ab}	236.92±0.97^{Cc}	159.18±0.68^{Fb}	159.16±0.39^{Fb}
	90	245.92±0.12^{Cd}	189.79±0.68^{Dd}	165.14±0.76^{Eb}	271.46±0.68^{Ad}	246.95±0.48^{Bb}	127.77±0.48^{Fd}	116.86±0.43^{Gc}
	210	256.56±2.83^{Dc}	267.47±0.81^{Cb}	185.10±0.86^{Ea}	282.25±1.83^{Bc}	331.00±2.68^{Aa}	146.25±0.85^{Fc}	128.62±0.65^{Gd}

[1)] GD1: Goseong, GD2: Sacheon, GD3: Sancheong, GD4: Uiryeong, GD5: Hadong, GD6: Haman and GD7: Hamyang.

[2)] Mean±S.D (n=3), Means with different capital letters in the same row and small letters in the same column are significantly different between groups at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

도를 달리하여 180일간 발효 숙성 후 염도 함량 변화를 보았는데, 저장 기간에 따른 염도의 증감은 큰 차이를 보이지 않았다. 이러한 이유는 된장 제조 시 염분을 계산하여 식염수로 만들어 정량적으로 첨가하였기 때문이라고 보고하였다.

2. pH 및 산도 변화

된장은 숙성 중 발효미생물의 대사로 인해 휘발성 또는 비휘발성의 다양한 유기산이 생성됨에 따라 pH 및 산도의 함량 변화에 영향을 미친다(Ku 등 2014). 숙성 기간에 따른 pH 및 산도의 결과는 Table 1과 같다. 장 담근 직 후 된장의 pH는 4.58~6.15에서 숙성 후 4.88~6.86의 범위를 보였다. GD1, GD3 및 GD7 시료를 제외하고 전반적으로 증가하는 경향을 보였으며, 특히 GD5 시료가 49.8%의 증가로 가장 높은 pH 값을 보였다. Park 등(2016)의 연구에서 지역별 전통 된장의 pH 값을 본 결과, 4.67~6.15의 범위를 나타냈고, 본 연구와 유사한 값을 보였다. 장 담근 직 후 된장의 산도는 0.85~1.67%에서

0.64~2.14%의 범위를 나타냈다. GD5 시료를 제외하고 모든 시료는 산도가 유의적으로 증가하였다(p<0.05). Song 등(2019)은 전북 지역별 전통 된장의 품질 특성을 보았는데, 숙성 후 0.53~1.77%의 범위를 나타냈고, 숙성이 진행됨에 따라 산도도 증가하여 유사한 결과임을 알 수 있었다. Joo 등(1992)의 연구에서 된장의 숙성 중 acetic acid, succinic acid, citric acid 등의 유기산이 검출되었으며, 이러한 유기산의 지속적인 생성이 산도의 증가에 영향을 미치는 것으로 생각된다.

3. 색도 변화

된장의 색은 콩의 단백질과 전분이 분해되어 생성된 당과 아미노산의 화학반응인 Maillard 반응인 비효소적 갈변에 기인한다(Himenokunio 등 1973; Choi 등 2017). 따라서 이러한 비효소적 갈변으로 인해 숙성 기간이 경과함에 따라 갈변 현상을 보이며 색 변화가 나타난다. 숙성기간에 따른 색도 변화는 Hunter's scale의 L, a, b 값으로 나타냈으며, 그 결과는 Fig. 1과 같다. 장 담근 직후 명도(L, lightness)값은 28.35~55.17에서 숙성 후 30.92~44.83의 값을 나타냈다. GD1 및 GD7 시료를 제외하고 나머지 시료는 전반적으로 명도 값이 감소하였으며, 숙성 전 밝은 색을 보였다가 점차 어두워지는 경향을 보였다. Song 등(2019)의 연구에서는 숙성 후 명도 값이 감소하는 경향을 보였고, 갈변이 진행함에 따라 점차 갈색화로 인해 명도 값이 감소하는 것으로 생각된다. 적색도(a, redness)값은 장 담근 직 후 7.97~12.72에서 숙성 후 9.38~12.96의 범위를 나타냈다. GD7 시료를 제외한 모든 시료에서는 유의적으로 증가하였다(p<0.05). Kwak 등(2003)은 갈변억제제 처리 후 된장의 색도를 본 결과, 숙성 기간이 지남에 따라 a 값이 증가하는 경향을 보였다. 이는 갈변이 진행되면서 붉은 색의 값이 증가되는 것으로 보고하였으며, 본 연구 결과와 비슷한 경향을 나타냈다. 황색도(b, yellowness)는 장 담근 직 후 21.39~26.81에서 숙성 후 21.10~28.36의 값을 보였다. GD1 시료는 32.6%의 증가를 보였고, GD7 시료는 11.6%의 감소를 보임에 따라 일정한 경향은 나타나지 않았다. 숙성 후 일정한 경향을 보이지 않는 것은 콩의 품종, 장 숙성 조건 등에 따라 경향이 다르게 나타날 수 있다고 생각된다(Choi 등 2017).

4. 환원당 함량 변화

된장에서의 환원당은 단맛을 나타내는 성분이며, 콩의 전분이 당화 효소인 amylase의 작용으로 분해되어 생성된다(Cho & Yoon 2020). 경남지역 전통 된장의 숙성 기간에 따른 환원당 함량은 Table 1과 같다. 숙성 전 환원당 함량은 0.31~1.45%에서 숙성 후 0.11~3.13%의 범위를 보였다. 숙성 후 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나, GD2 및 GD6 시료는 유의적으로 증가하는 것을 볼 수 있었다(p<0.05). 특히 GD2 시료가 숙성 초기와 비교해 볼 때 가장 큰 폭으로 증가하였다. 환원당과 pH의 상관관계를 분석한 결과, 환원당의 pH와 양의 상관성이 높아 환원당 함량이 높으면 pH 값은 높아지는 것을 나타낸다. 환원당 함량이 높다는 것은 아직 당이 유기산으로 넘어가지 못하였음을 의미한다(Byun 등 2014). GD2, GD6 시료는 숙성 후 pH가 증가함에 따라 환원당의 함량도 증가하는 것으로 생각된다. Kim 등(2011b)은 시중에 판매하는 쌀된장의 환원당 함량을 보았는데, 0.21~0.55%의 범위를 보였고, 본 연구 결과에 비해 낮은 환원당 함량을 보인다. 이는 전분이 당화 효소인 amylase에 의해 모두 이용되어 낮은 함량을 보인다고 보고하였다. Kim 등(2006)의 연구에서는 된장의 숙성기간이 경과함에 따라 환원당 함량이 전반적으로 낮아지는 경향을 보였다. 환원당의 함량이 감소하는 것은 된장 내 미생물의 영양원, 유기산 숙성 기질로 이용되므로 숙성 기간이 경과하면서 함량이 감소하게 된다(Yoo 등 2000).

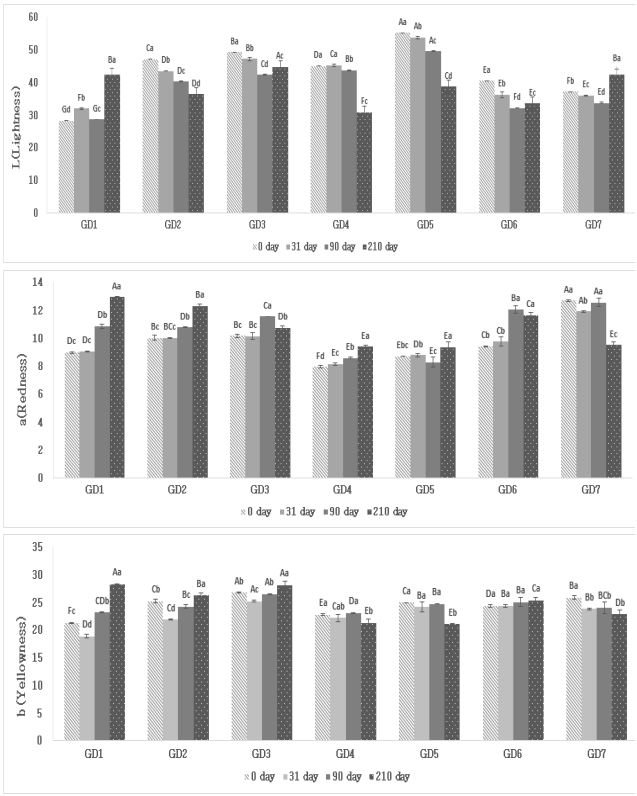

Fig. 1. Changes of color(L, a and b) of traditional *doenjang* in gyeongnam province during aging period. GD1: Goseong, GD2: Sacheon, GD3: Sancheong, GD4: Uiryeong, GD5: Hadong, GD6: Haman GD7: Hamyang. Mean±S.D (n=3), Means with different capital letters (regions) and small letters (aging period) are significantly different between groups at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

5. 아미노태 질소 및 암모니아태 질소 함량 변화

된장의 아미노태 질소 및 암모니아태 질소 함량 측정 결과는 Table 1과 같다. 아미노태 질소는 유리 아미노산의 아미노기의 질소나 carboxyl group을 측정하는 것으로 유리되는 아미노산이 많으면 증가한다(Ku 등 2014). 아미노태 질소는 담금 직 후 141.87~495.13 mg/100 g에서 숙성 후 328.53~823.67 mg/100 g으로 숙성 기간이 경과함에 따라 점차적으로 유의하게 증가하였다(p<0.05). 아미노태 질소 함량은 된장의 숙성도를 판단하는 지표가 되며, 된장의 숙성 중 콩 단백질이 효소작용으로 가수분해되어 아미노산을 생성한다(Kim JG 2004). 또한 아미노태 질소는 된장의 고유한 맛인 구수한 맛 성분과도 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다(Kim 등 2006). 일반적으로 숙성이 진행됨에 따라 아미노태 질소 함량도 증가한다(Kang 등 2013). Kim 등(2000) 및 Song 등(2019)의 연구에서도 숙성기간이 증가함에 따라 아미노태 질소 함량이 증가하였으며, 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 현재 아미노태 질소는 전통식품 표준규격(National Agricultural Products Quality Management Service)에서 300 mg/100 g 이상으로 규정하고 있으며, 7개 시료 모두 규격에 적합하였다.

암모니아태 질소는 단백질이 분해하는 과정에서 탈아미노반응에 의해 생성되며, 함량이 증가할수록 이취를 풍기며 된장의 품질을 저하시키는 요인이다(Lee 등 2016). 경남지역 전통장류 암모니아태 질소 함량은 숙성 초기 136.74~364.70 mg/100 g에서 숙성 후 128.62~331.00 mg/100 g으로 GD3, GD5 시료를 제외하고 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. Choi 등(2017)의 연구에서도 된장 숙성 6개월 후 암모니아태 질소가 전반적으로 감소하는 경향을 보여, 본 연구 결과와 유사하였다. Lee 등(2012)은 메주형태와 starter 첨가에 따른 쌀된장의 암모니아태 질소 함량을 측정했는데, 숙성 초기에는 44.02~208.07 mg/100 g에서 42일 숙성 후 256.33~639.29 mg/100 g으로 숙성기간 동안 크게 증가하는 경향을 나타냈다. Song 등(2019)은 전북 지역의 암모니아태 질소 함량은 숙성 후 평균적으로 177.83 mg/100 g으로, 본 연구의 숙성 후 결과값보다 낮은 함량을 보였고, 숙성 후 모든 시료가 증가하였다는 결과와는 상이하였다. 이렇게 증가하는 이유는 숙성 중 단백질 분해 효소인 protease 등 활성이 활발해져 휘발성 질소인 암모니아태 질소의 함량도 증가하는 것으로 생각된다(Song 등 2019).

6. 미생물 변화

된장은 다양한 미생물의 생육으로 인해 숙성기간 동안 효소작용이 활발히 일어나 맛과 향을 비롯한 품질에 영향을 받는다(Choi 등 2018). 경남지역에서 제조된 전통 된장의 미생물 측정 결과는 Table 2와 같다. 총 균수는 담금 직 후 5.61~9.13 Log CFU/g에서 210일 숙성 후 4.91~9.24 Log CFU/g의 범위를 보였으며, 숙성 후 전반적으로 담금 초기와 유의적 차이가 없거나, 뚜렷한 증가를 나타내지 않았고, GD4 시료만 5.61 Log CFU/g에서 4.91 Log CFU/g로 감소하였다. Choi 등(2017)의 연구에서는 메주 된장에 염 농도별(8, 12%)로 첨가하여 24주 숙성시킨 결과, 생균수는 증가하는 경향을 보였고, 평균값은 7.6 Log CFU/g으로 본 연구의 결과 값에 비해 낮은 값을 보였다. Lee 등(2020)은 재래식 된장을 발효용기별(옹기, 자기, stainless steel 용기, 유리병)로 숙성한 후 미생물 변화를 보았는데, 무유옹기나 시유옹기에 보관된 된장은 총균수가 7.6~8.2 Log CFU/mL을 보였으며, 다른 용기보다는 옹기에서 된장을 숙성시킬 경우 총 균수가 유의적으로 감소하는 결과를 보여, 본 연구결과와 상이한 결과를 보였다. 발효식품을 옹기에 숙성시킬 경우 기공율이 높은 옹기에서 산소투과율이 가장 높아 총 균수 증가율이 줄어든다고 하였다(Chung 등 2004; Lee 등 2020). 이와 같이 총 균수는 숙성 옹기에 따라서도 큰 영향을 미치며, 전통 된장별로도 총 균수의 차이가 나는 이유는 된장의 제조 방법에 따른 차이로 판단된다(Jeon 등 2016). 시료별 담금 초기 균수가 다른 것은 메주의 수분함량과 표면적인 영향으로 생각된다(Lee 등 2012).

경남지역 전통 된장의 곰팡이는 담금 직후 평균적으로 4.49 Log CFU/g의 값을 보였고, 숙성 후 1.35 Log CFU/g의 값으로, 숙성함에 따라 곰팡이 수가 감소되거나 검출되지 않았다. Gil 등(2017)의 연구에서는 *Aspergillus oryzae*를 접종하여 콩알메주 된장을 제조하여 곰팡이를 측정하였는데, 발효 초기 6.45~5.65 Log CFU/g에서 발효 기간 동안 점차적으로 감소하다가, 발효 8주차에는 모든 시료에서 검출되지 않았다고 보고하였고, Jang 등(2000)의 연구에서도 발효가 진행됨에 따라 점차적으로 감소하는 경향을 보여, 본 연구결과와 유사한 결과를 나타내었다. 식중독균으로 알려져 있는 바실러스 세레우스 균은 평균적으로 1.97 Log CFU/g에서 숙성 후 1.72 Log CFU/g으로 감소하였다. GD1, GD3 시료는 모두 불검출이고, GD6 시료는 초기에 검출되었다가 210일 숙성 후 검출되지 않았다. 바실러스 세레우스의 경우 국내 장류식품 기준규격(KFDA 2015)에서 10,000 CFU/g 이하로 규정이 되어 있는데, 7개 시료 모두 낮은 값으로 검출되어 규격에 적합한 안전한 범위의 품질을 보였다. 분변오염의 지표 미생물인 대장균군은 모든 시료에서 검출되지 않았다. Jeon 등(2016)의 연구에서도 전통된장의 대장균군이 검출되지 않았으며, 본 연구결과와 일치하였다. 된장 숙성 시 유산균은 오염균을 방지하는 반면, 과도한 증식은 된장에 강한 신맛을 부여하여 기호도에 영향을 준다(Choi 등 2017). 경남지역 전통 된장의 유산균은 숙성 초기 2.86~7.94 Log CFU/g에서 2.27~6.78 Log CFU/g으로 감소하는 경향을 보였다. Lee 등(2012)의 연구에

Table 2. Changes of microorganism of traditional *doenjang* in Gyeongnam province during aging period

Contents	Aging period (day)	Gyeongnam traditional *doenjang* (Log CFU/g)						
		GD1[1)]	GD2	GD3	GD4	GD5	GD6	GD7
Total microbial count	0	9.13±0.08^{Aa}[2)]	8.89±0.07^{Bb}	8.73±0.05^{Bb}	5.61±0.04^{Db}	8.88±0.18^{Bb}	8.72±0.14^{Ba}	8.38±0.12^{Ca}
	30	9.11±0.06^{Aa}	8.81±0.15^{Bb}	8.76±0.12^{Bb}	5.20± 0.09^{Dc}	8.93±0.18^{ABab}	8.84±0.11^{Ba}	8.23±0.18^{Ca}
	90	9.03±0.10^{Aa}	9.08±0.04^{Aa}	8.96±0.14^{Aa}	5.93±0.03^{Da}	8.96±0.04^{Aab}	8.78±0.15^{Ba}	8.17±0.06^{Ca}
	210	9.04±0.03^{Ba}	9.24±0.06^{Aa}	8.86±0.01^{Cab}	4.91±0.06^{Ed}	9.18±0.10^{Aa}	8.78±0.03^{Ca}	8.25±0.03^{Da}
Fungus	0	4.57±0.08^{Da}	4.96±0.02^{Ba}	4.65±0.08^{CDb}	3.23±0.10^{Fb}	4.71±0.12^{Ca}	5.69±0.02^{Ac}	3.59±0.03^{Ea}
	30	2.43±0.06^{Fb}	4.79±0.02^{Bb}	3.19±0.04^{Ed}	3.76±0.09^{Ca}	3.61±0.06^{Db}	6.05±0.03^{Aa}	3.52±0.07^{Da}
	90	2.37±0.04^{Eb}	4.49±0.04^{Cc}	5.12±0.04^{Aa}	0.00±0.00^{Fc}	2.72±0.05^{Dc}	4.74±0.06^{Bd}	0.00±0.00^{Fb}
	210	0.00±0.00^{Cc}	0.00±0.00^{Cd}	3.62±0.06^{Bc}	0.00±0.00^{Cc}	0.00±0.00^{Cd}	5.82±0.07^{Ab}	0.00±0.00^{Cb}
B. cereus	0	0.00±0.00^{F}	2.84±0.07^{Cc}	3.06±0.04^{Bb}	0.00±0.00^{F}	2.28±0.09^{Db}	2.18±0.06^{Ea}	3.42±0.04^{Aa}
	30	0.00±0.00^{F}	3.00±0.12^{Cb}	3.16±0.11^{Bb}	0.00±0.00^{F}	2.41±0.12^{Dab}	1.92±0.03^{Eb}	3.38±0.09^{Aa}
	90	0.00±0.00^{D}	3.12±0.06^{Aab}	3.14±0.05^{Ab}	0.00±0.00^{D}	2.51±0.05^{Ba}	1.94±0.03^{Cb}	3.18±0.15^{Ab}
	210	0.00±0.00^{D}	3.20±0.02^{Ba}	3.32±0.09^{Aa}	0.00±0.00^{D}	2.37±0.05^{Cab}	0.00±0.00^{Dc}	3.15±0.05^{Bb}
Lactobacillus	0	7.94±0.03^{Ab}	6.71±0.05^{Bb}	6.72±0.01^{Ba}	2.86±0.02^{Eb}	6.71±0.05^{Ba}	5.97±0.05^{Ca}	5.23±0.01^{Db}
	30	3.74±0.04^{Fd}	6.83±0.08^{Aa}	6.59±0.02^{Bb}	5.03±0.02^{Da}	6.54±0.03^{Bb}	5.91±0.04^{Ca}	4.93±0.01^{Ed}
	90	8.18±0.04^{Aa}	6.88±0.03^{Ba}	6.66±0.04^{Dab}	2.28±0.05^{Fc}	6.75±0.03^{Ca}	5.72±0.03^{Eb}	5.71±0.10^{Ea}
	210	4.28±0.02^{Ec}	6.78±0.03^{Aab}	6.73±0.09^{Aa}	2.27±0.08^{Fc}	6.53±0.04^{Bb}	5.74±0.03^{Cb}	5.11±0.01^{Dc}
Coliform	0	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	30	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	90	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00
	210	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00	0.00±0.00

[1)] GD1: Goseong, GD2: Sacheon, GD3: Sancheong, GD4: Uiryeong, GD5: Hadong, GD6: Haman and GD7: Hamyang.

[2)] Mean±S.D. (n=3), Means with different capital letters in the same row and small letters in the same column are significantly different between groups at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

서는 쌀된장의 숙성 초기 균수는 6.86~8.02 Log CFU/g에서 42일에는 2.00~ 4.69 Log CFU/g으로 숙성기간 동안 지속적으로 감소하여, 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 또한 Choi 등(2017)의 연구에서도 전통 된장이 담금 초기에는 유산균이 검출되었으나, 1개월 후 감소하는 경향을 보이다가, 2개월 숙성 후 모든 시료들에서 유산균이 검출되지 않았다.

7. 미생물 군집 조사

경남지역에서 선정된 4개(고성, 사천, 하동, 함양) 지역 전통 된장의 숙성 초기 및 숙성 후의 미생물 군집을 본 결과는 Fig. 2 및 Table 3과 같다. 된장의 진균 분포도는 문(Phylum) 수준에서는 *Ascomycota* 문이 99.16%로 우점균을 형성하고 있었다. 진균은 지역별로 발효 전 · 후 서로 우점균들이 다르게 형성하였고, 숙성 전에는 모든 지역에서 공통적으로 *Aspergillus oryzae* 종이 검출되었다. 숙성 전 *Aspergillus oryzae* 종이 고성(99.98%) 및 함양(47.61%) 지역에서 우점하고 있었으나, 숙성 후에는 고성 지역은 *Candida versatilis* 종(75.73%)으로 우세하였다. 사천 지역은 숙성 전 *Microascus brevicaulis* 종이 41.84%로 우점균을 형성하였는데, 숙성 후에는 *Candida apicola* 종이 99.23%로 우점균을 형성하였다. 하동 지역은 숙성 전 · 후 동일하게 *Debaryomyces hansenii* 종이 80.57~84.15% 수준으로 우점하고 있었다. 함양 지역은 숙성 후에는 *Aspergillus oryzae* 및 *Sterigmatomyces halophilus* 종이 감소하고, *Candida versatilis* 종이 67.70%로 우점하고 있었다. 된장의 세균 분포도는 문(Phylum) 수준에서는 *Firmicutes* 문이 88.32%로 우점균을 형성하고 있었으며, 이 외에도 *Proteobacteria* 문이 11.59%의 비율로 우점하고 있었다. 숙성 전 · 후 모든 지역에서 공통적으로 *Tetragenococcus halophilus* 종이 검출되었다. 고성 지역은 숙성 전 *Enterococcus hirae* 종이 77.40%에서 숙성 후에는 *Tetragenococcus halophilus* 종이 34.74%로 우점균을 형성하였다. 사천 및 하동 지역은 숙성 전 · 후는 동일하게 *Tetragenococcus halophilus* 종이 우세하였고, 이 외에도

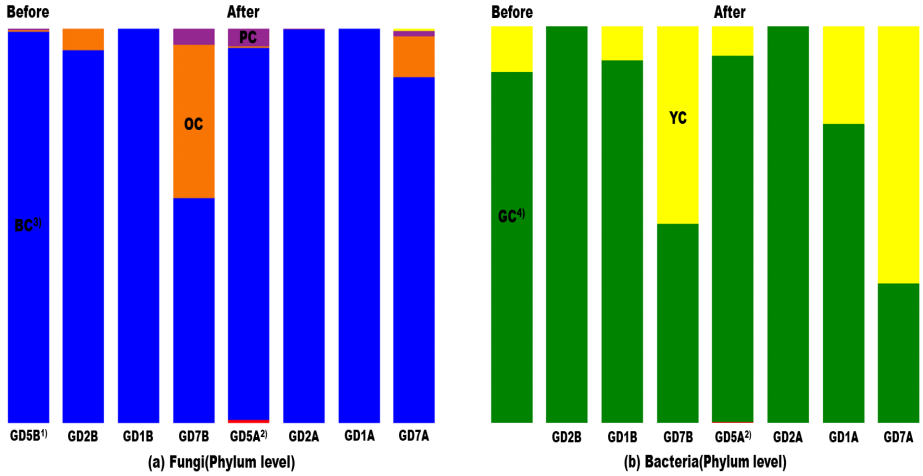

Fig. 2. Comparison of microbial community of traditional *doenjang* in Gyeongnam province by aging period. [1] GD5B, GD2B, GD1B and GD7B: Hadong, Sacheon, Goseong and Hamyang before aging, respectively. [2] GD5A, GD2A, GD1A, GD7A: Hadong, Sacheon, Goseong and Hamyang after aging, respectively. [3] BC(Blue color): Ascomycota(91.6%), OC(Orange color): Basidiomycota(6.9%), PC(purple color): Mucoromycota(1.3%). [4] GC(Green color): Firmicutes(79.1%), YC(Yellow color): Proteobacteria(20.9%).

Table 3. Comparison of microbial community of traditional *doenjang* in Gyeongnam province by aging period

Microorganism	Phylum	Species	Before (%)				After (%)			
			GD1B[1)]	GD2B	GD5B	GD7B	GD1A	GD2A	GD5A	GD7A
Fungi	Ascomycota	Other	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	6.31	0.00
	Ascomycota	*Aspergillus amstelodami*	0.00	5.33	0.73	0.00	0.03	0.07	0.00	0.00
	Ascomycota	*Aspergillus oryzae*	99.98	33.83	17.10	47.61	24.17	0.09	0.09	18.41
	Ascomycota	*Penicillium commune*	0.00	10.60	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
	Ascomycota	*Debaryomyces hansenii*	0.00	0.00	80.57	0.29	0.00	0.00	84.15	0.25
	Ascomycota	*Candida apicola*	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.23	0.00	0.00
	Ascomycota	*Candida versatilis*	0.00	0.00	0.00	8.56	75.73	0.00	0.00	67.70
	Ascomycota	*Microascus brevicaulis*	0.00	41.84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Basidiomycota	*Sterigmatomyces halophilus*	0.00	5.44	0.43	38.80	0.02	0.01	0.05	10.34
Bacteria	Firmicutes	*Bacillus coagulans*	0.00	0.00	8.81	0.00	0.00	0.05	3.37	0.03
	Firmicutes	*Bacillus velezensis*	0.94	6.04	6.20	1.56	9.51	6.81	9.94	2.35
	Firmicutes	*Lentibacillus kimchii*	0.01	0.00	0.00	11.93	0.00	5.30	0.00	0.58
	Firmicutes	*Staphylococcus cohnii*	0.12	1.23	1.00	1.34	0.24	26.17	0.65	0.26
	Firmicutes	*Pediococcus stilesii*	1.89	0.00	5.90	0.01	2.56	0.00	11.56	0.11
	Firmicutes	*Clostridium arbusti*	0.02	17.09	0.18	0.46	0.20	4.62	0.16	0.79
	Proteobacteria	*Cronobacter sakazakii*	8.66	0.00	0.14	47.85	24.55	0.00	0.39	63.51

[1)] GD1: Goseong, GD2: Sacheon, GD5: Hadong and GD7: Hamyang.

Enterococcus hirae 종이 우점균 다음으로 미생물 군집을 형성하였다. 함양 지역은 숙성 후에는 *Cronobacter sakazakii* 종이 63.51%로 우점균을 형성하였다. Cho 등(2017)의 연구에서는 권역별(제주 및 호남권)로 전통된장을 1년간 숙성 후 미생물 군집을 보았는데, 제주 지역에서 진균 및 세균 모두 본 연구의 고성 지역과 동일한 종이 우점하고 있는 결과를 보였다. 이 외에는 숙성 후 지역별로 서로 다른 우점균을 형성하였으며, 이는 메주 숙성 조건에 따라 표면에 자라는 미생물,

된장 숙성 조건, 장독 내부 환경 등에 따라 다르게 미생물 군집을 형성하는 것으로 판단된다.

요약 및 결론

본 연구는 경남지역의 전통 장류 제조업체를 지역별로 7개소(고성, 사천, 산청, 의령, 하동, 함안, 함양)를 선정하여 전통 재래식 된장으로 제조하여 숙성 기간에 따른 품질 특성 및 미생물 변화를 비교 분석하였다. 수분함량 및 염도는 숙성 후 지역별로 각각 다른 경향을 보였다. 수분함량은 담금 직후 56.42~63.67%에서 숙성 후 56.40~65.21%의 함량을 나타냈고, 염도는 담금 직후 9.24~26.81%에서 210일 숙성 후 9.05~16.08%의 값을 나타냈다. 명도는 숙성 기간이 경과함에 따라 유의적으로 감소하는 경향을 보였고, 적색도는 증가하였다(p<0.05). 황색도는 지역별로 일정한 경향은 없었고, 21.39~26.81에서 숙성 후 21.10~28.36의 값을 보였다. pH는 숙성 후 4.88~6.86의 범위를 나타냈다. 산도는 0.85~1.67%에서 0.64~2.14%로 숙성 후 유의적으로 증가하였다(p<0.05). 환원당은 숙성 후 0.11~3.13%의 범위를 보였으며, 두 지역을 제외하고 전반적으로 감소하였다. 아미노태 질소는 담금 직 후 141.87~495.13 mg/100 g에서 숙성 후 328.53~823.67 mg/100 g으로 점차적으로 증가하였고, 전통식품 표준규격에 따라 7개 지역 모두 적합하였다(p<0.05). 암모니아태 질소 함량은 숙성 후 128.62~331.00 mg/100 g으로 전반적으로 감소하는 경향을 보였다. 총 균수는 숙성 후 전반적으로 유의적 차이가 없었으나, GD4 시료만 감소하는 경향을 보였다. 곰팡이는 숙성함에 따라 전반적으로 감소하거나 검출되지 않았다. 식중독균으로 알려져 있는 바실러스 세레우스 균은 평균적으로 감소하였고, GD1, GD7 시료에서는 모두 검출되지 않았다. 분변오염의 지표인 대장균군은 모든 지역에서 검출되지 않았다. 유산균은 숙성 초기 숙성 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 미생물 군집 결과 숙성 전 진균 분포도는 모든 지역에서 공통적으로 *Aspergillus oryzae* 종이 검출되었고, 숙성 후에는 지역 구분 없이 *Candida versatilis* 종(75.73%), *Candida apicola* 종(99.23%), *Debaryomyces hansenii* 종(84.15%) 및 *Candida versatilis* 종(67.70%)이 우세하였다. 세균 분포도는 숙성 전 · 후 모든 지역에서 공통적으로 *Tetragenococcus halophilus* 종이 검출되었고, 숙성 후에는 *Tetragenococcus halophilus* 종 및 *Cronobacter sakazakii* 종이 우세하였다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구과제사업(PJ01345609)의 지원에 의해 이루어진 것입니다.

References

Ahn JB, Park JA, Jo HJ, Woo IH, Lee SH, Jang KI. 2012. Quality characteristics and antioxidant activity of commercial Doenjang and traditional Doenjang in Korea. *Korean J Food Nutr* 25:142-148

Bae CR, Kwon DY, Cha YS. 2013. Anti-obesity effects of salted and unsalted Doenjang supplementation in C57BL/6J mice fed with high fat diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 1036-1042

Baek SY, Gil NY, Han MH, Kang HY, Lee HY, Yoon HS, Lee J, Song YE, Lee SK, Ryu JA, Kim HY, Yeo SH, Kim SY. 2019. Relationship between exterior environment and quality characteristics of the traditional Gochujang produced in 2018 by eight regions in Korea. *Korean J Food Preserv* 26:745-755

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 EY, Yoon HH. 2020. Quality characteristics of Cheongkookjang made with lentils according to fermentation time. *Culi Sci Hosp Res* 26:203-213

Cho KM, Kang JR, Kim GM, Kang MJ, Hwang CE, Jeong YS, Kim JH, Lee CK, Shin JH. 2014. Quality characteristics of low salted garlic Doenjang during fermentation. *Korean J Food Preserv* 21:627-635

Cho SH, Park HS, Jo SW, Yim EJ, Yang HY, Ha GS, Kim EJ, Yang SJ, Jeong DY. 2017. Comparison of microbial community profiling on traditional fermented soybean products (Deonjang, Gochujang) produced in Jeonbuk, Jeonnam, and Jeju province area. *Korean J Microbiol* 53:39-48

Choi BY, Gil NY, Mun JY, Yeo SH, Kim SY. 2018. Changes in the physicochemical characteristics of low-salt Doenjang by addition of halophytes. *Korean J Food Preserv* 25: 819-829

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

Chung SK, Lee KS, Cho SH. 2004. Effect of fermentation vessel on quality of anchovy soy sauce. *Korean J Food Preserv* 11:233-239

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

Himenokunio M, Kodegen K, Hubetadaba L. 1973. Browning and reducing material of the grain for processing Miso. S*ci Tech Miso* 277:28-34

Hwang CE, Joo OS, Lee JH, Song YH, Hwang IG, Cho KM. 2017. Changes of physiochemical properties and biological activity during the fermentation of Doenjnag with bitter melon (*Momordica charantia* L.). *Korean J Food Preserv* 24:134-144

Jang SM, Lee JB, An H, Rhee CH, Park HD. 2000. Changes of microorganisms, enzyme activity and physiological functionality in the Korean soybean paste with various concentrations of Ginseng extract during fermentation. *Korean J Food Preserv* 7:313-320

Jeon DY, Yoon GB, Yoon YH, Yang SI, Kim JB. 2016. Bacterial community of traditional Doenjang in longevity area and antagonistic effect against *Bacillus cereus*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1035-1040

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

Joo HK, Kim DH, Oh KT. 1992. Chemical composition changes in fermented Doenjang depend on Doenjang koji and its mixture. *J Korean Agric Chem Soc* 35:351-360

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

Kang JR, Kim GM, Hwang CR, Cho KM, Hwang CE, Kim JH, Shin JH. 2014. Changes in quality characteristics of soybean paste Doenjang with addition of garlic during fermentation. *Korean J Food Cookery Sci* 30:435-443

Kim GY, Moon HK, Lee SW, Moon JN, Yoon WJ. 2010. Effect of mixed soybeans materials on qulity characteristics of traditional soybean paste (Doenjang) during aging. *Korean J Food Cookery Sci* 26:314-322

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

Kim JH, Yoo JS, Lee CH, Kim SY, Lee SK. 2006. Quality properties of soybean pastes made from meju with mold producing protease isolated from traditional meju. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49:7-14

Kim MS, Kim EM, Chang KS. 2008. Effect of fermentation temperature on quality of Doenjang. *J Agric Sci Chungnam Natl Univ* 35:1-9

Kim SH, Kim SJ, Kim BH, Kang SG, Jung ST. 2000. Fermentation of doenjang prepared with sea salts. *Korean J Food Sci Technol* 32:1365-1370

Kim YS, Jeong DY, Hwang YT, Uhm TB. 2011a. Bacterial community profiling during the manufacturing process of traditional soybean paste by pyrosequencing method. *Korean J Microbiol* 47:275-280

Kim YS, Kim JY, Choi HS. 2011b. Quality characteristics of commercial rice soybean paste. *Korean J Food Preserv* 18: 853-858

Korean Food and Drug Administration [KFDA]. 2015. Korean Food Standards Codex. Korean Food and Drug Administration

Ku KH, Park K, Kim HJ, Kim Y, Koo M. 2014. Quality characteristics of Doenjang by aging period. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 43:720-728

Kwak EJ, Park WS, Lim SI. 2003. Color and quality properties of doenjang added with citric acid and phytic acid. *Korean J Food Sci Technol* 35:455-460

Lee HT, Kim JH, Lee SS. 2009. Analysis of microbiological contamination and biogenic amines content in traditional and commercial Doenjang. *J Food Hyg Saf* 24:102-109

Lee JH, Lim YI, Lee SY, Kim JH, Park KY. 2020. Increased qualities and *in vitro* anticancer effects of 'Doenjang' fermented in 'Onggi'. *Korean J Food Preserv* 27:346-355

Lee JJ, Kim AR, Lee H, Kim CH, Chang HC, Lee MY. 2011. Effects of soybean, Cheonggukjang and Doenjang on serum cholesterol level and weight reduction in rats fed a high-fat/high cholesterol diet. *Korean J Food Preserv* 18:226-235

Lee JS, Kwon SJ, Chung SW, Choi YJ, Yoo JY, Chung DH. 1996. Changes of microorganisms, enzyme activitis and major components during the fermentation of Korean traditional Doenjang and Kochujang. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 24:247-253

Lee KH, Choi HS, Hwang KA, Song J. 2016. Quality changes in doenjang upon fermentation with two different *Bacillus subtilis* strains. *J East Asian Soc Diet Life* 26:163-170

Lee SM, Chang HC. 2009. Growth-inhibitory effect of the solar salt-Doenjang on cancer cells, AGS and HT-29. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38:1664-1671

Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. 2012. Quality charac-

teristics of rice-doenjang during fermentation by differently shaped meju and adding starter. *Korean J Food Nutr* 25: 505-512

Min SH. 2006. Quality characteristics of Doenjang containing *Astragalus membranaceus* water extracts. *Korean J Food Cookery Sci* 22:514-520

Paek HY, Kim JH, Kwak EJ. 2019. Quality characteristics of Doenjang added with root vegetables powder. *J East Asian Soc Diet Life* 29:326-335

Park KY, Son MH, Moon SH, Kim KH. 1999. Cancer preventive effects of Doenjang *in vitro* and *in vivo*. *J Korean Assoc Cancer Prev* 4:68-78

Park SY, Kim S, Hong SP, Lim SD. 2016. Analysis of quality characteristics of regional traditional and commercial soybean pastes (Doenjang). *Korean J Food Cookery Sci* 32:686-695

Park SY, Kim SK, Hong SP, Lim SD. 2017. Analysis of quality characteristics of traditional and commercial red pepper pastes (Gochujang). *Korean J Food Cookery Sci* 33:137-147

Seo JS, Han EM, Lee TS. 1986. Effect of meju shapes and strains on the chemical composition of soybean paste. *J Korean Soc Food Nutr* 15:1-9

Song YE, Han HA, Lee SI, 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

Yang BK, Park JB, Ha SO, Kim KY, Kym KH, Park KY, Yun JW, Song CH. 2000. Hypolipidemic effect of extracts of soybean paste containing mycelia of mushrooms in hyperlipidemic rats. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 28:228-232

Yang HJ, Kim MJ, Hong SP. 2019. Anti-diabetic effect of Ganjang and Doenjang in different aging periods. *Korean J Food Preserv* 26:300-307

Yoo SK, Kang SM, Noh YS. 2000. Quality properties on soy bean pastes made with microorganisms isolated from traditional soy bean pastes. *Korean J Food Sci Technol* 32:1266-1270

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 25 November, 2020
Revised 04 January, 2021
Accepted 13 January, 2021