숙성기간이 다른 강원도 재래식 된장의 품질 특성 및 산화 안정성

류다연 · 서정희

강원대학교 식품영양학과

Quality Characteristics and Oxidative Stability of Gangwon Traditional *Doenjang* Fermented for Different Time

Dayeon Ryu and Jeonghee Surh

Department of Food and Nutrition, Kangwon National University

ABSTRACT Traditional *doenjang* fermented for periods ranging from 4 months to 7.3 years were collected from a local supplier in Gangwon province. *Doenjang* were analyzed for physicochemical properties and oxidative stability depending on the fermentation time, to include them as specialty products. *Doenjang* when fermented for a longer time tended to have higher content of carbohydrates, protein, crude ash, total amino acids and γ -aminobutyric acid. The proportions of free amino acids and soluble solids were also found to be higher, while the dietary fiber content was lower. In addition, particle size distribution turned multimodal from monomodal in the same size range. This could be attributed to the increasing enzymatic breakdown of macromolecules by microorganisms in the *doenjang*. The hardness of *doenjang* appeared to decrease for the same reason. Total phenol content that increased at the beginning of fermentation remained the same after 1 year of fermentation, indicating that most of the isoflavone glycosides had been converted to aglycone. Under an oxidation accelerating system, the traditional *doenjang* generated appreciably higher amounts of malondialdehyde compared with the commercial products, indicating lower oxidative stability. These results could be used as a scientific basis for setting fermentation time and storage conditions for the successful development of specialty *doenjang*.

Key words: traditional *doenjang*, specialty product, fermentation, γ -aminobutyric acid, oxidative stability

서론

콩 발효식품인 된장은 예로부터 다양한 음식에 양념으로 사용되며 한국인의 식생활에 큰 비중을 차지하였다(Shin과 Jeong, 2015). 최근 여성의 사회진출과 1인 가구 증가로 편의성이 식품구매 결정의 한 요인으로 부상하면서(Kim 등, 2019), 가정에서 된장을 직접 담그는 대신 시간과 노력을 줄여주는 상업용 된장 구매가 선호되고 있다. 식품공전 상 된장은 제조법에 따라 ‘한식 된장’과 ‘된장’으로 분류되는데(Ministry of Food and Drug Safety, 2020) 일반 소비자 시각에는 ‘한식 된장’은 전통적으로 가정에서 담가 온 재래식 된장, ‘된장’은 상업용으로 제조된 시판 된장으로 인식되고 있다. 재래식 된장은 대두를 삶아 성형하여 발효시킨 메주에 소금물을 가하여 발효한 후 여액을 분리한 것으로, 자

발적 발효로 다양한 미생물이 증식하여 향미 성분은 풍부하지만 제조환경에 영향을 받기 쉽다(Shin과 Jeong, 2015). 반면, 대부분의 상업용 된장은 선별된 종균을 이용하여 발효 시킴으로써 풍미, 색, 물성에서 균질성을 갖는 것을 특징으로 한다.

전통적인 것이 친환경적이며 건강 지향적인 것으로 인식되면서 식생활에서도 레트로(retro) 현상이 관찰되고 있다(Kim 등, 2019). 이에 따라 소비자들의 전통식품에 대한 관심은 증가하였지만, 재래식 방법으로 조리·가공되는 식품의 상당수는 준비과정에서 시간과 노력이 필요한 경우가 많아 직접 조리하기가 쉽지 않다. 일정 기간의 숙성과정이 필요한 김치, 된장, 간장 등 발효식품이 여기에 해당하는 대표적 식품이다. 본 연구에서는 이러한 상충 현상을 차별화된 제품개발 전략으로 연결하고자 하였다. 즉, 시간 빈곤에 시달리는 현대인의 구체적 니즈를 겨냥한 제품은 소비자가 원하는 가치에 시간과 노력을 덜어주는 편리를 제공하여 소비자의 지불의향을 끌어낼 수 있어 프리미엄 식품으로 개발될 가능성이 있다(Kim 등, 2019; The Food&Beverage News, 2020).

2020 농식품 소비 트렌드에 따르면, 지난 10년(2010~2019년) 농식품 소비 트렌드의 핵심 키워드로 ‘젊은 소비’, ‘건강 중시’, ‘간편 소비’, ‘먹거리 구매장소의 다양화’가 선정

Received 8 Oct 2020; Revised 11 Dec 2020; Accepted 14 Dec 2020
Corresponding author: Jeonghee Surh, Department of Food and Nutrition, College of Health Science, Kangwon National University, 346, Hwangjo-gil, Dogye-eup, Samcheok-si, Gangwon 25949, Korea, E-mail: jsurh@kangwon.ac.kr

Author information: Dayeon Ryu (Graduate student), Jeonghee Surh (Professor)

되었다(Food News, 2020). 이는 강원도 재래식 된장의 프리미엄 전락화에 과학적 연구가 필요한 이유가 되었다. 가정용 재래식 된장에는 전통에 대한 경험이 있는 5060 세대뿐 아니라 옛것에서 신선함을 찾는 뉴트로 1020 세대 모두를 충족시킬 제품화 전략이 필요하였다. 재래식 된장의 영양성과 건강 기능성에 대한 과학적 자료는 ‘건강 중시’ 소비 트렌드를 충족시켜 제품의 가치를 높일 수 있다. 성공할 경우 친환경 식품소재로 만든 지역 기반의 재래식 된장은 일종의 로컬푸드로 급식에 공급되어 지역경제 활성화에도 기여할 수 있다.

본 연구에서는 지역 기반 전통식품의 프리미엄 제품화 전략의 하나로 ‘건강 중시’에 초점을 두고, 콩 유래 유용성분 및 발효에 의한 2차 대사산물을 상당량 보유한 된장을 탐색하고자 하였다(Jung 등, 2016). 이를 위한 구체적 대상 식품으로 강원도 청정지역에서 국내산 콩, 물, 소금만을 원료로 하여 전통적 방식에 따라 소규모로 제조하여 판로를 개척 중인 강원도 재래식 된장을 연구 소재로 선정하였다. 재래식 된장은 메주 발효와 된장 숙성에 다양한 미생물이 관여하고, 이 미생물의 대사로 영양성과 기능성이 부여되므로 된장의 제조환경이 최종 품질 결정에 중요한 것으로 보고되고 있다(Oh 등, 2009; Jung 등, 2016). 된장의 원료와 배합 비율은 지역 및 제조업체에 따라 다르며 제조환경, 발효 및 숙성기간에 의해 된장 속 미생물의 분포와 조성 역시 달라질 수 있다. 따라서 강원도 재래식 된장의 품질 특성에 대한 과학적 근거자료는 기존의 방대한 된장 연구자료와 별개로 시료를 직접 분석하여 독립적으로 확보되어야 한다. 실제로 2000년 이후부터 현재까지 ‘된장과 발효((soybean paste OR doenjang) AND fermentation)’를 주제로 국제저널에 게재된 논문 수(247편)와 이 논문의 인용 횟수 합계(3,693회)는 ‘된장 발효’가 개별성과 특정성으로 인해 지속해서 연구될 필요가 있음을 시사해준다(Google Scholar, 2020).

본 연구에서는 강원도산 콩을 주원료로 사용하고 메주 발효와 된장 숙성이 동일 공간에서 이루어진 강원도 재래식 된장을 동일 시점에 숙성기간에 따라 수집하여 품질 특성과 산화 안정성을 평가하였다. 이를 통해 소규모로 제조되는 강원도 재래식 된장을 프리미엄 제품화하는데 기여할 영양성에 관한 과학적 근거 자료를 확보하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

본 실험에 사용한 4종 재래식 된장은 강원도 삼척 소재의 ‘또마기콩사랑’으로부터 공급받았다. 공급자에 따르면, 4종 된장은 숙성기간이 각각 4개월(0.3yr), 1년 4개월(1.3yr), 2년 4개월(2.3yr), 7년 4개월(7.3yr)로 서로 달랐으나 원료와 제조 방법은 다음과 같이 동일하였다. 원료는 콩(Samcheok, Korea), 소금(Taeon, Korea), 물(업체 소재지 하수)이 전부이며 그 외 다른 원료는 전혀 첨가하지 않았다.

매년 11월 말에 콩을 증자하여 메주를 제조하고 이를 같은 해 12월 말까지 건조하였다. 항아리에 소금물과 함께 건조된 메주를 담고 이듬해 2월 3주째까지 50일가량 발효 숙성시킨 후 간장과 된장을 분리하였다. 이 시점을 기준으로 4개월(0.3년) 경과된 된장을 ‘0.3yr 된장’, 1년 4개월 경과된 된장을 ‘1.3yr 된장’, 2년 4개월 경과된 된장을 ‘2.3yr 된장’, 7년 4개월 경과된 된장을 ‘7.3yr 된장’으로 명명하였으며, 공급자는 2년 3개월~3년 3개월 시점의 된장을 시판하고 있었다. 한편, 본 연구에서는 품질 특성을 비교할 목적으로 2종의 상업용 된장을 대조군으로 사용하였다. 제품에 기재된 식품표시에 따르면, ‘상업용 된장A(Sempio, Yeongdong, Korea)’는 원재료가 대두(국산 100%), 정제수, 정제소금, 주정, 중국으로, 내부온도가 13~15°C인 토굴에서 6개월 동안 저온 자연 숙성시켰으며 별도의 열처리를 하지 않았다. 저온 숙성된 상업용 된장A와 달리 일반 된장 대부분은 상온 숙성하여 시판되고 있다. 따라서 두 번째 대조군인 ‘상업용 된장B(CJ Cheiljedang, Gongju, Korea)’는 상온 숙성 된장으로 국내 판매량이 높은 제품을 사용하였다. 원재료로는 한식 메주 된장(대두, 정제수, 정제소금), 개량 메주 된장(정제수, 대두, 정제소금, 중국), 주정, 알파 대두분, 콩 발효농축액, 향미증진제가 표시되어 있었다. 확보한 모든 된장 시료는 4°C에서 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

분석에 사용된 폴린-시오칼테우 시약(Folin-Ciocalteu's phenol reagent), 갈산(gallic acid), 1,1,3,3,-tetraethoxypropane, ninhydrin, tridecanoic acid, acetyl chloride는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO, USA)로부터 구매하였다. Protease, α -amylase, amyloglucosidase는 Megazyme International Ireland Ltd.(Wicklow, Ireland)에서 구매하였다. Ascorbic acid는 Junsei Chemical Industry Co.(Tokyo, Japan), 2-thiobarbituric acid(TBA, 4,6-dihydroxy-2-mercaptopyrimidine 98%)는 Tokyo Chemical Industry(Tokyo, Japan), trichloroacetic acid(TCA)는 Wako Pure Chemical Industries, Ltd.(Osaka, Japan)에서 각각 구입하였다. 디에틸에테르, 황산, 붕산, sodium hydroxide, KCl, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 는 Showa Chemical Industry Co.(Tokyo, Japan)의 특급시약을 사용하였다. 시약 조제에는 탈염·탈이온수가 사용되었다.

일반성분과 식이섬유 분석

된장의 일반성분과 식이섬유는 AOAC(1990) 방법에 따라 분석하였다. 수분은 105°C 건조기(OF-12, Jeio Tech, Gimpo, Korea)를 이용한 상압가열건조법으로 시료가 항량이 될 때까지 건조시켰다. 조회분은 시료를 600°C 회화로(MF31G, Jeio Tech)에서 회백색의 회분이 얻어질 때까지 완전 회화시키는 직접회화법으로 정량하였다. 조단백질은 킬달분해장치(Digestion unit K-424, Buchi, Flawil, Switzerland), 증류장치(Kjelflex K-360, Buchi), 적정장치(702 SMTitrino Metrohm, Buchi)를 연속적으로 사용하여 마이

크로 켈달법(micro-Kjeldahl)으로 분석하였으며, 질소계수 6.25로 조단백질 함량을 산출하였다. 조지방은 디에틸에테르를 추출용매로 하여 속슬렛 장치(E-816, Buchi)에서 추출한 후 정량하였다. 탄수화물 함량은 100-(수분+조지방+조단백질+조지방) 식으로 산출하였다. 식이섬유는 효소중량법(enzymatic-gravimetric method)으로 분석하였다. 즉, 시료에 α -amylase, protease, amyloglucosidase 효소를 처리하여 분해, 침전시킨 후 여과(Fibertec System E 1023 Filtration Module, Foss, Hillerod, Denmark)하여 건조시켰다. 건조물 속 회분과 잔존하는 단백질 함량을 차감하여 식이섬유 함량을 산출하였다.

아미노산 분석

구성아미노산 분석을 위해 된장을 6 N 염산으로 가수분해한 후 0.45 μ m syringe filter(AD. 13CP045AS, Advantec, Houston, TX, USA)로 여과시켜 아미노산 분석기(L-8900, Hitachi, Tokyo, Japan)에 주입하였다. 유리아미노산 분석을 위해 된장을 70% 에탄올로 3회 반복 추출하여 이를 합하여 농축, 여과(AD. 13CP045AS, Advantec)시킨 후 아미노산 분석기에 주입하였다. 아미노산 분석기에 장착된 이온교환수지 컬럼(Ion Exchange column, lithium form, 4.6 mm $\times$ 60 mm, Hitachi, Tokyo, Japan)에 다양한 pH와 이온강도를 가진 buffer를 흘려 시료 속 아미노산을 분리하였다. 고온(135°C)의 반응코일에서 아미노산은 ninhydrin과 반응하여 발색 화합물을 형성하므로, 570 nm와 440 nm의 파장에서 흡광도를 측정하여 각 아미노산을 정량하였다. 컬럼 오븐 온도는 30~70°C, 유속은 0.35 mL/min, 시료 주입액은 20 μ L이었다. 표준용액 1점을 주입하여 얻어진 크로마토그램으로부터 농도와 면적의 비례식을 이용하여 각 아미노산 함량을 계산하였다.

무기질 분석

동결건조한 된장 0.2 g에 H₂O₂ 2 mL와 HNO₃ 7 mL를 가한 후 마이크로웨이브 시료용해장치(Microwave Digestion System, Ethos Touch Control, Milestone Inc., Sorisole, Italy)로 시료를 분해하였다. 여기에 증류수를 넣어 20배로 희석하고 ICP-AES(Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometer, Vista-Pro, Varian, Belrose, Australia)에 주입하였다. 분석조건은 reflected power 1.2 kW, flow gas는 argon, plasma flow 15 L/min, auxiliary gas flow rate 1.5 L/min, nebulizer gas flow rate 0.7 L/min이었다. Multi-channel detector(Simultaneous polychromators, Echelle polychromator)로 Ca(396.847 nm, 393.366 nm), P(213.618 nm, 177.434 nm), Mg(279.553 nm, 280.270 nm), Na(589.592 nm, 588.996 nm), K(766.491 nm, 769.897 nm), Cu(327.395 nm, 324.754 nm), Zn(213.857 nm, 202.548 nm), Fe(238.204 nm, 259.940 nm)를 분석하였다. 각 원소당

0~10 ppm 범위에서 표준곡선을 작성하여 농도를 계산하였다.

pH, 가용성 고형분, 총 산도, 염도 분석

된장(1 g)을 증류수(25 mL)에 분산시키고 homogenizer(Wise Mix HG-15, Daihan Scientific, Seoul, Korea)로 30초 동안 균질화시켰다. 2,465 $\times$ g에서 10분 동안 원심분리(5810R, Eppendorf, Hamburg, Germany)한 후 상층액을 취해 pH(725P, Istek, Seoul, Korea)와 굴절률(N-1a refractometer, Atago, Tokyo, Japan)을 측정하였다. 용액 속에 녹아 있는 입자 수에 비례하여 굴절률이 증가하므로 가용성 고형분 함량은 °Brix 산출된 굴절률로 비교하였다. 총 산도(titratable acidity)는 상층액을 희석하여 0.01 N NaOH로 중화적정하여 결정하였다. 결과는 된장 발효 중 가장 많이 생성되는 유기산인 젖산(lactic acid, 60.05 g/mol)으로 나타내었다. 염도는 Mohr법으로 분석하였다. 상층액에 지시약으로 10% K₂CrO₄를 가한 후 표준용액 0.01 N AgNO₃를 적갈색의 난용성 침전이 형성될 때까지 적가하여 결정하였다.

총 페놀(total phenols) 함량

된장 속 총 페놀 함량은 폴린-시오칼테우 시약법(Singleton 등, 1999)으로 분석하였다. 위와 동일한 방법으로 준비한 상층액 1 mL에 폴린-시오칼테우 시약과 10% Na₂CO₃를 각각 1 mL씩 넣고 교반한 후 실온(23°C)에서 1시간 동안 정지시켰다. 이후 spectrophotometer(UV-1650, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료로부터 얻은 상층액 대신 증류수를 넣고 반응 시약을 동일하게 첨가한 용액을 blank로 사용하였다. 총 페놀 함량은 갈산당량(gallic acid equivalents)으로 나타내었다.

색도 및 외관 측정

색차계(CR400, Konica Minolta Sensing, Osaka, Japan)를 사용하여 된장의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)를 측정하였다. L값은 0(검정색)에서 100(흰색)까지, a값은 -80(녹색)에서 100(적색)까지, b값은 -70(청색)에서 70(황색)까지의 범위에서 측정하였다.

텍스처 분석(texture profile analysis, TPA)

된장 150 g을 250 mL 용량의 비커에 정확히 3.5 cm 높이까지 채운 후 직경 50 mm의 원형 probe를 장착한 texture analyzer(Instron 5542, Instron, Norwood, MA, USA)로 2회 반복 압착(two-bite compression test)하여 텍스처를 측정하였다. 측정 전 속력 0.83 mm/초, 측정 속력 3.3 mm/초, 측정 후 속력 0.83 mm/초였다. 결과는 힘-시간 곡선으로 나타내었으며 속성에 따른 된장 물성의 비교지표로 경도(hardness)를 사용하였다.

입자 크기 분포

Testing sieve 45(aperture 355 μm , wire diameter 224 μm)를 사용하여 된장 속에 있는 큰 콩 입자를 제거하였다. 그 후, 물에 분산시키고 입도분석기(Analysette22 Nano Tech, Fritsch, Idar-Oberstein, Germany)로 0.1~300 μm 범위에서 된장 속에 존재하는 미세 입자들의 크기 분포를 측정하였다. 결과는 입자 크기 분포도(particle size distribution, PSD)로 나타내었다.

지방산 조성 분석 및 산화가능지수 산출

지방산은 Lepage와 Roy(1986)의 방법에 따라 분석하였다. 된장 시료(0.1 g)에 내부 표준물질로 tridecanoic acid 100 μL 를 포함한 methanol:benzene 4:1(v/v) 혼합용액 2 mL를 넣고 교반하면서 200 μL 의 acetyl chloride를 천천히 첨가하였다. 이를 100°C에서 1시간 동안 열처리하여 methanolysis를 유도하였다. 실온으로 식힌 후 6% K_2CO_3 5 mL를 넣어 반응을 종결시켰다. 10°C, 1,811 $\times g$ 에서 10분 동안 원심분리(5810R, Eppendorf)한 후 상층액을 GC-FID(YL 6100GC, Young Lin Instrument Co., Ltd., Anyang, Korea)에 주입하였다. 컬럼은 Durawax(30.0 m $\times$ 320 μm $\times$ 0.25 μm , J&W Scientific, Folsom, CA, USA)를 사용하였다. Injector와 Detector(FID) 온도는 모두 200°C였고, 시료주입량은 1 μL , 이동상 기체 N_2 의 유속은 1 mL/min이었다. 컬럼 온도는 90°C에서 5분 유지하고 180°C까지 10°C/min씩 상승시켜 3분간 유지하였고, 180°C에서 195°C까지는 3°C/min, 195°C에서 199°C까지 1°C/min, 199°C에서 202°C까지 0.5°C/min으로 단계적으로 상승시켰다. 이후 202°C에서 212°C까지는 4°C/min으로 상승시킨 뒤 5분간 유지하였고, 212°C에서 240°C까지 1°C/min으로 상승시킨 후, 최종온도 240°C에서 20분 동안 유지하는 조건으로 설정하였다. 총 33개의 지방산에 대해 분석하였으며, 개별 지방산 각각에 대해 “농도 vs peak 면적”의 표준정량곡선들을 작성하여 정량하였다. 산화가능지수(peroxidability index, PI)는 지방산(fatty acid, FA) 조성을 기준으로 Cortinas 등(2003)의 식에 따라 다음과 같이 산출하였다. $PI = (\% \text{ monoenoic FA} \times 0.025) + (\% \text{ dienoic FA} \times 1) + (\% \text{ trienoic FA} \times 2) + (\% \text{ tetraenoic FA} \times 4) + (\% \text{ pentaenoic FA} \times 6) + (\% \text{ hexaenoic FA} \times 8)$.

산화 안정성 평가

숙성기간이 다른 된장의 산화 안정성은 Kornbrust와 Mavis(1980)의 방법을 변형하여 평가하였다. 철과 ascorbic acid를 포함한 산화 유도시스템에 된장을 노출시킨 후, 시간이 경과함에 따라 생성된 malondialdehyde(MDA)를 측정하였다. 된장 3 g에 1.15% KCl 21 mL를 첨가하여 homogenizer(Wise Mix HG-15, Daihan Scientific)로 1분 동안 균질화하였다. 여기서 2.5 mL를 취하여 80 mM tris-maleate buffer(pH 7.4) 12.5 mL, 5 mM $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 5

mL, 2 mM ascorbic acid 5 mL를 순서대로 넣고 10초 동안 교반하여 37°C 항온수조(BS-21, Jeio Tech)에 넣었다. 반응액을 항온수조에 넣은 시점(0분)을 시작으로 20, 40, 60, 90, 150, 210, 270, 330분 경과 시점에 반응액 중 2 mL를 취하여 TBA-TCA-HCl 시약(15% TCA+0.37% TBA in 0.25 N HCl) 4 mL를 넣고 잘 섞은 후 100°C에서 15분 동안 반응시켰다. 이후 찬물로 반응을 종결시키고 1,811 $\times g$ 에서 15분 동안 원심분리(5810R, Eppendorf)하였다. 531 nm에서 상층액의 흡광도(UV-1650, Shimadzu)를 측정하여 MDA-TBA 복합체를 정량하였다. 표준곡선 작성에는 MDA 전구체인 1,1,3,3-tetraethoxypropane을 사용하였다.

자료의 통계처리

모든 실험은 3회 반복하였으며, 결과는 SPSS Statistics (ver. 19.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA)로 통계처리하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 시료 사이의 유의적 차이를 알아보기 위해 일원분산분석(One way-ANOVA)으로 분석하여 유의수준 5%에서 Duncan법으로 사후검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

숙성기간이 다른 강원도 재래식 된장의 일반성분 및 식이 섬유 비교

일반성분 분석 결과(Table 1), 동일한 방법으로 제조한 4종 강원도 재래식 된장은 수분함량이 55.8~60.8%로 숙성기간이 길수록 수분함량이 유의적으로($P<0.001$) 낮았으며, 비고목적으로 분석한 상업용 된장(52.7~55.9%)보다 높은 경향을 나타내었다. 조단백질, 조회분, 탄수화물 등 주요 일반성분은 숙성기간이 길수록 유의적으로($P<0.001$) 증가하는 경향을 보였으며, 이는 수분감소로 인한 된장의 농축 효과로 해석하였다(Oh 등, 2014). 식이섬유의 경우, 재래식 된장은 0.3yr 된장이 7.9%, 1.3yr 된장이 7.0%, 2.3yr 된장이 5.4%로 숙성기간이 긴 된장일수록 식이섬유 함량이 유의적으로($P<0.001$) 낮았다. 이는 숙성 중 지속되었던 미생물의 효소작용 결과로 고분자의 식이섬유가 저분자로 분해되었기 때문으로 볼 수 있다. 시판 적기로부터 5년이 더 지난 7.3yr 된장은 식이섬유가 6.2%로 유의적으로($P<0.001$) 높았으며, 이는 긴 숙성기간에 따른 수분감소의 결과로 해석하였다. 동일시점에 숙성기간이 다른 된장을 수거 후 분석하였으므로 된장 제조 시 사용한 원재료의 영향을 배제할 수 없으나 콩 원산지, 메주 제조 및 된장 숙성·발효 환경이 지방면 소재지의 동일한 공간에서 진행되었으므로 이에 대한 영향은 크지 않았을 것으로 판단하였다. 한편 상업용 된장A의 식이섬유는 11.2%로 가장 높았으며, 이 결과는 된장의 원료 조성 차이 또는 ‘6개월 저온숙성’이라는 제조 방법과 연관될 수 있다. 즉, 된장의 주재료인 콩의 식이섬유 함량이 높았거나 상대적으로 짧은 시간, 낮은 온도에서 된장을 숙성시켜

Table 1. Proximate compositions of the traditional *doenjang* fermented for different time compared with commercial *doenjang*¹⁾

Composition (%)	Traditional <i>doenjang</i>				Commercial <i>doenjang</i> ²⁾		Significance
	0.3yr	1.3yr	2.3yr	7.3yr	A	B	
Moisture	60.8±2.6 ^a	60.3±0.4 ^a	58.3±0.4 ^b	55.8±0.3 ^c	52.7±0.2 ^d	55.9±0.1 ^c	***
Crude protein	13.5±0.5 ^c	12.1±0.4 ^d	14.0±0.2 ^{bc}	14.1±0.1 ^{bc}	16.2±0.6 ^a	14.5±0.1 ^b	***
Crude ash	13.4±0.2 ^c	13.7±0.1 ^b	13.6±0.1 ^{bc}	16.0±0.1 ^a	13.0±0.1 ^d	13.6±0.0 ^b	***
Crude fat	4.1±0.2 ^c	5.4±0.2 ^b	5.8±0.3 ^b	3.6±0.4 ^d	2.6±0.1 ^e	7.5±0.1 ^a	***
Total carbohydrate	8.3±2.5 ^{bc}	8.5±0.6 ^{bc}	8.1±0.1 ^c	10.5±0.1 ^b	15.5±0.8 ^a	8.6±0.1 ^{bc}	***
Dietary fiber	7.9±0.2 ^b	7.0±0.1 ^c	5.4±0.1 ^e	6.2±0.2 ^d	11.2±0.5 ^a	7.1±0.2 ^c	***

¹⁾The value was expressed as the mean±standard deviation of triplicate. ***The values are significantly different at $P<0.001$.

²⁾Traditional *doenjang* was named after the time passed since the separation of soy sauce from a *meju*-saline mixture. 0.3yr, 1.3yr, 2.3yr, and 7.3yr mean 4 months, 1 year and 4 months, 2 years and 4 months, and 7 years and 4 months, respectively.

³⁾Commercial *doenjang* were used for comparison.

식이섬유 분해력을 가진 미생물의 효소활성이 상대적으로 낮았을 가능성도 있다.

숙성기간이 다른 재래식 된장의 아미노산 조성 비교

아미노산 조성 분석 결과(Table 2), 총 아미노산 함량은 1.3yr 이상 숙성된 된장들이 상대적으로 숙성기간이 짧았던 0.3yr 된장보다 높았으나($P<0.001$) 3종 된장 사이에는 유의적 차이가 없었다. 숙성기간에 따른 총 아미노산 함량 변화는 숙성초기(0.3yr) 된장에 비해 증가하였으며, 이는 수분 농축으로 단백질 함량이 증가한 결과와 일치하였다(Table 1). 0.3yr 된장과 비교할 때, 숙성기간이 긴 된장들은 유리 아미노산 함량이 유의적으로 높았으며($P<0.001$) 총 아미노산 중 차지하는 비율 역시 0.3yr 된장은 45.9%, 숙성기간이 이보다 긴 된장들은 48.7~52.3%로 상대적으로 높은 경향을 나타냈다. 이는 숙성 중 된장 속 미생물의 단백분해효소(protease) 작용으로 해석할 수 있다(Jeon 등, 2016). 한편, 아미노산의 절대적 함량의 변동에도 불구하고 총 아미노산 함량 중 필수 아미노산이 차지하는 비율은 숙성기간이 증가하여도 유의적으로 달라지지 않았다. 된장 고유의 감칠맛을

내는 글루탐산(glutamic acid, Glu), 아스파르트산(aspartic acid, Asp) 등 산성 아미노산 함량은 숙성기간이 긴 된장에서 유의적으로($P<0.001$) 높았으나, 총 아미노산 중 글루탐산이 차지하는 비율은 17.8~19.0%로 숙성기간에 따라 유의적으로 다르지 않았다. Jo 등(2011)은 전통 된장에서 숙성기간이 증가할수록 글루탐산 함량은 감소하고 이에 역비례하여 혈압강화 기능성을 지닌 신경전달물질인 γ -aminobutyric acid(GABA) 함량은 증가하였다고 보고하였다. 된장 발효 중 유산균(*Lactobacillus*)이 지닌 glutamate decarboxylase에 의해 글루탐산이 탈탄산되어 GABA를 생성하였기 때문으로 해석되고 있다(Jung 등, 2016). 본 연구에서도 초기 된장과 비교해 숙성기간이 긴 된장들에서 유의적으로($P<0.001$) 높은 함량의 GABA(16 mg% vs 19~26 mg%)를 확인하였다. 그러나 이에 상응하는 글루탐산 감소 현상은 관찰되지 않았으며, 오히려 일정 비율(~18%)을 유지하였다. 이는 숙성기간 증가와 함께 일어난 된장의 수분감소(Table 1)가 글루탐산이 GABA로 전환되어 감소한 효과를 상쇄한 것으로 해석하였다.

Table 2. Amino acid (AA) composition of the traditional *doenjang* fermented for different time compared with commercial *doenjang*¹⁾

Composition (mg%)	Traditional <i>doenjang</i>				Commercial <i>doenjang</i>		Significance
	0.3yr	1.3yr	2.3yr	7.3yr	A	B	
Total AA (TAA)	8,423±133 ^b	12,044±1,665 ^a	12,296±614 ^a	13,275±284 ^a	12,361±389 ^a	7,333±276 ^b	***
Bound AA	4,555±58 ^c	5,701±402 ^b	6,314±548 ^a	6,694±188 ^a	6,263±205 ^{ab}	4,018±321 ^c	***
Free AA	3,868±123 ^b	6,343±1,370 ^a	5,981±67 ^a	6,581±394 ^a	6,098±371 ^a	3,315±51 ^b	***
Free AA/TAA (%)	45.9±0.9 ^b	52.3±4.2 ^a	48.7±2.0 ^{ab}	49.6±2.0 ^{ab}	49.3±1.9 ^{ab}	45.3±2.4 ^b	*
Essential AA (EAA)	3,144±17 ^b	4,858±1,515 ^a	4,578±223 ^a	4,700±87 ^a	4,713±104 ^a	2,713±78 ^b	**
EAA/TAA (%)	37.3±0.5	39.7±6.6	37.2±0.1	35.4±0.1	38.1±0.4	37.0±0.5	NS
Non-essential AA (NEAA)	5,280±123 ^d	7,185±155 ^c	7,717±391 ^b	8,575±197 ^a	7,648±287 ^b	4,620±204 ^e	***
NEAA/TAA (%)	62.7±0.5	60.3±6.6	62.8±0.1	64.6±0.1	61.9±0.4	63.0±0.5	NS
Acidic AA (Asp + Glu)	2,103±19 ^d	2,730±72 ^c	2,861±170 ^c	3,848±56 ^a	3,243±119 ^b	1,813±67 ^c	***
Glutamic acid	1,521±11 ^b	2,267±59 ^a	2,225±136 ^a	2,365±27 ^a	2,259±87 ^a	1,276±43 ^c	***
Glutamic acid (%)	18.1±0.2	19.0±2.0	18.1±0.2	17.8±0.2	18.3±0.1	17.4±0.1	NS
γ -aminobutyric acid	16±0 ^d	21±1 ^b	26±0 ^a	19±1 ^c	10±1 ^e	11±0 ^e	***

¹⁾The value was expressed as the mean±standard deviation of triplicate. *, **, and *** mean that the values are significantly different at $P<0.05$, $P<0.01$, and $P<0.001$, respectively.

NS means 'not significant'.

Table 3. Mineral composition of the traditional *doenjang* fermented for different time compared with commercial *doenjang*¹⁾

Composition (mg%)	Traditional <i>doenjang</i>				Commercial <i>doenjang</i>		Significance
	0.3yr	1.3yr	2.3yr	7.3yr	A	B	
Ca	137±5	104±7	284±276	121±2	101±2	98±0	NS
P	230±6 ^{ab}	211±7 ^b	207±28 ^b	202±1 ^{bc}	253±6 ^a	188±2 ^c	*
Mg	182±2 ^{ab}	185±5 ^{ab}	170±22 ^b	195±4 ^a	94±5 ^c	77±1 ^c	***
Na	4,503±67 ^{ab}	4,660±85 ^{ab}	4,260±632 ^b	5,126±139 ^a	4,157±92 ^b	4,660±19 ^{ab}	*
K	374±8 ^c	391±10 ^c	355±47 ^c	489±3 ^b	628±1 ^a	383±2 ^c	***
Cu	0.5±0.1	0.6±0.2	0.4±0.0	0.4±0.0	0.6±0.1	0.5±0.1	NS
Zn	1.5±0.1	1.4±0.1	1.2±0.1	1.5±0.1	1.4±0.2	1.4±0.1	NS
Fe	6.1±0.7	6.4±0.0	5.8±1.1	6.5±0.6	5.9±0.9	5.9±0.2	NS

¹⁾The value was expressed as the mean±standard deviation of triplicate. * and *** mean that the values are significantly different at $P<0.05$ and $P<0.001$, respectively.

NS means 'not significant'.

숙성기간이 다른 재래식 된장의 무기질 조성, 일반 화학적 특성 및 총 페놀 함량 비교

4종 재래식 된장은 숙성기간과 관계없이 제조 시 첨가된 상당량의 염으로 인해 무기질 중 나트륨(Na)이 4,260~5,126 mg%로 가장 많았으며, 그다음은 콩에서 유래한 칼륨(K)으로 355~489 mg%를 차지하였다(Table 3). 이 결과는 대조군으로 사용한 상업용 된장A와 B뿐 아니라, Jeon 등(2016)과 Oh 등(2014)이 전통 된장에서 정량한 무기질 조성 결과와도 유사하였다. NaCl 함량으로 나타난 된장의 염도(Table 4)는 제조 후(0.3yr 된장)부터 시판 시점(2.3yr 된장)까지는 일정하게(12~13%) 유지되었으며, 숙성기간이 5년 더 경과한 7.3yr 된장에서는 유의적으로($P<0.001$) 증가하였다. 이러한 경향은 양적으로 두 번째로 많은 무기질인 칼륨(K)에서도 동일하게 관찰되었다. 그 외 무기질에서는 숙성기간 증가에 따른 뚜렷한 양상이 관찰되지 않았다.

가용성 고형분(soluble solid) 함량은(Table 4) 0.3yr 된장부터 2.3yr 된장까지는 유의적으로 다르지 않았으며 7.3yr 된장에서는 증가하여 염도와 동일한 경향을 나타내었다($P<0.001$). 이는 된장 속 유리당뿐 아니라 염 성분 역시 굴절률 증가에 기여하는 저분자 수용성 물질이기 때문이다. 숙성과 함께 가용성 고형분이 증가한 현상은 메주 발효와 된장 숙성 중 미생물의 가수분해효소 작용으로 유리당과 아미노산 등 수용성 성분이 증가하였기 때문이다(Byun 등, 2014; Jeon 등, 2016). 젖산 함량으로 나타난 적정산도는

0.3yr 된장(1,514 mg%)과 비교할 때 2.3yr 된장(1,908 mg%)까지는 증가하는 경향을, 7.3yr 된장(1,771 mg%)에서는 유의적이지는 않았으나 감소하는 양상이 관찰되었다(Table 4). 이 현상은 (i) 저장 중 미생물의 대사작용으로 증가한 유기산이 유산균 생육을 오히려 feedback 제어하였거나(Jo 등, 2011; Jung 등, 2016) (ii) 주로 숙성기간이 긴 된장에 생육하는 효모가 유기산을 알코올로 전환시켰기 때문으로 해석하였다(Ku 등, 2014). 이에 따라 pH 역시 0.3yr 된장(pH 4.94)에서 2.3yr 된장(pH 4.52)까지 감소하다가 이후 7.3yr 된장(pH 5.09)에서 다시 유의적으로($P<0.001$) 증가하였다. 한편 비교목적으로 사용한 상업용 된장A의 염도는 유의적으로 낮고 pH는 높았으나, 된장B의 일반 화학적 지표는 4종 재래식 된장과 유사한 범위에서 분포하였다.

총 페놀 함량은 0.3yr 된장은 갈산 당량으로 11.4 mg/g이었으며, 이후 1.3yr 된장(13.9 mg/g)에서 유의적으로($P<0.01$) 높았고 7.3yr 된장까지 동일한 수준을 유지하였다(Table 4). 된장 속 페놀 함량은 숙성기간이 증가함에 따라 높아지는 것으로 알려져 있으며, 이는 된장의 주원료인 콩에 존재하는 이소플라본이 발효와 숙성을 거치면서 미생물이 지닌 β -glucosidase 효소작용으로 더 우수한 활성의 비배당체로 전환되었기 때문으로 해석되고 있다(Oh 등, 2014). 특히, 메주에서 관찰되던 배당체가 1년 이상 숙성한 된장에서는 검출되지 않고 비배당체만이 검출되었다는 보고는(Ku 등, 2014), 숙성 초기 이후 된장 속 페놀 물질이 비교적 일정

Table 4. Chemical compositions of the traditional *doenjang* fermented for different time compared with commercial *doenjang*¹⁾

Chemical composition	Traditional <i>doenjang</i>				Commercial <i>doenjang</i>		Significance
	0.3yr	1.3yr	2.3yr	7.3yr	A	B	
Soluble solid (°Brix)	1.3±0.0 ^b	1.3±0.0 ^b	1.4±0.1 ^b	1.5±0.1 ^a	1.5±0.1 ^a	1.3±0.1 ^b	***
Titrateable acidity (mg% as lactic acid)	1,514±80 ^c	1,702±23 ^{abc}	1,908±15 ^a	1,771±3 ^{ab}	1,853±164 ^a	1,630±38 ^{bc}	*
pH	4.94±0.00 ^c	4.57±0.02 ^d	4.52±0.01 ^d	5.09±0.02 ^b	5.49±0.09 ^a	5.11±0.03 ^b	***
Salinity (% as NaCl)	12.3±0.3 ^c	12.7±0.1 ^c	12.4±0.2 ^c	15.0±0.2 ^a	11.7±0.3 ^d	13.4±0.1 ^b	***
Total phenols (mg gallic acid equivalents/g)	11.4±0.1 ^b	13.9±0.1 ^a	13.2±0.6 ^a	13.9±0.5 ^a	14.1±0.8 ^a	11.5±0.1 ^b	**

¹⁾The value was expressed as the mean±standard deviation of triplicate. *, **, and *** mean that the values are significantly different at $P<0.05$, $P<0.01$, and $P<0.001$, respectively.

한 수준을 유지한 본 연구 결과를 일부 설명해줄 수 있다. 즉, 메주에 존재하는 이소플라본 배당체 대부분이 된장 숙성 1년 이내에 비배당체로 전환이 완료되어 추가의 숙성기간에는 페놀 물질에 의한 환원력의 유의적 증가가 관찰되지 않았을 가능성이 있다.

숙성기간이 다른 재래식 된장의 색 특성

숙성기간이 다른 4종 된장은 색 차이가 뚜렷하였다(Fig. 1, Table 5). 된장의 색은 숙성기간이 길어질수록 연한 갈색에서 흑갈색으로 진해졌으며 이는 기계적 측정에서도 동일하게 확인되었다. 명도가 42.67에서 24.27까지 유의적으로 ($P<0.001$) 감소하였으며, 숙성 초기부터 판매 시점까지 적색도와 황색도는 유의적으로($P<0.001$) 증가하였다. 이는 숙성 중 미생물에 의해 단백질과 전분으로부터 아미노산과 유리당이 생성되어 아미노카르보닐 반응이 가속화됨에 따라 멜라노이딘 생성이 증가한 결과로 해석할 수 있다(Sikorski 등, 2008). 한편 판매 시점(2.3yr 된장)의 강원도 재래식 된장은 상업용 된장과 비교해 황색도와 명도가 낮은 상대적으로 어두운색 특성을 보였다.

숙성기간이 다른 재래식 된장의 입자크기와 텍스처 분석

숙성기간이 다른 된장의 입자분포는 Fig. 2와 같았다. 숙성기간이 짧은 0.3yr 된장은 10~100 μm 에서 한 개의 피크가 넓게 분포한 단봉분포(unimodal distribution)를 나타내었다. 숙성기간이 길어질수록 10~100 μm 의 동일한 범위 안에 다양한 입자크기로 폭 좁은 피크들이 분포하는 다봉분포(multimodal distribution)를 나타내었다. 4종 된장이 동

일한 방법(원재료 특성, 제조환경)으로 제조되었다는 점을 고려하면, 이 현상은 숙성과 함께 미생물이 지닌 효소의 대사작용으로 물질이 분해되어 저분자화가 진행된 결과로 해석할 수 있다. 한편 상업용 된장A와 B는 서로 다른 입자분포를 보였으며, 이는 제조사별 된장 제조 시 사용한 원재료 상태(콩 vs 메주 된장), 숙성기간 등이 서로 다르기 때문으로 해석하였다.

일반성분 분석 결과(Table 1)에서 숙성 초기 0.3yr 된장은 수분함량이 높아 상대적으로 부드러운 물성이 예상되었으나 TPA 분석 결과에서 경도가 약 100 N으로 4종 재래식 된장 중 가장 단단하였다(Fig. 3). 숙성 초기에는 된장 숙원료들이 미생물에 의해 충분히 분해되지 않았기 때문에 수분함량보다는 입자크기가(Fig. 2) 경도에 영향을 더 미친 것으로 해석하였다. 숙성기간이 1년 더 길었던 1.3yr 된장에서는 경도가 약 20 N으로 뚜렷하게($P<0.01$) 감소하였고, 이 경도는 2.3yr 된장에서도 동일하였다. 반면 7.3yr 된장에서는 경도가 다시 뚜렷이 증가하였다. 숙성이 진행되면서 미생물에 의해 고분자 물질이 충분히 분해되어 경도가 감소한 것으로 보이며, 숙성 후반부에 이르러서는 수분감소로 경도가 다시 증가한 것으로 해석하였다.

강원도 재래식 된장의 저장 중 산화 안정성

숙성기간이 다른 4종 재래식 된장의 지방 함량은 3.6~5.8%(Table 1)였으며, 지방산 조성은 고도불포화지방산(PUFA)이 42.4~47.1%로 가장 높아 산화가능지수(PI)가 49.1~54.7로 산출되었다(Fig. 4A). 이는 된장 원재료인 콩에 불포화도가 큰 리놀레산이 많은 사실과 관련지을 수 있으

Fig. 1. Appearance of the Ganwon traditional *doenjang* fermented for different time and the commercial *doenjang*.

Table 5. Color properties of the traditional *doenjang* fermented for different time compared with commercial *doenjang*¹⁾

Color property	Traditional <i>doenjang</i>				Commercial <i>doenjang</i>		Significance
	0.3yr	1.3yr	2.3yr	7.3yr	A	B	
Lightness (L)	42.67±0.90 ^a	37.07±0.50 ^c	32.48±1.08 ^d	24.27±1.05 ^e	40.70±0.38 ^b	41.85±0.37 ^{ab}	***
Redness (a)	3.19±0.78 ^c	5.43±0.20 ^d	7.68±0.44 ^b	6.09±0.79 ^{cd}	8.68±0.26 ^a	7.02±0.45 ^{bc}	***
Yellowness (b)	22.80±1.81 ^{ab}	21.46±0.54 ^b	24.08±1.00 ^a	13.24±0.74 ^c	29.19±2.25 ^d	28.66±1.34 ^b	***

¹⁾The value was expressed as the mean±standard deviation of triplicate. ***The values are significantly different at $P<0.001$.

Fig. 2. Particle size distribution of the traditional *doenjang* fermented for different time (A) and the commercial *doenjang* (B).

Fig. 3. Texture profile analysis (TPA) of the traditional *doenjang* fermented for different time (A) and the commercial *doenjang* (B). Hardness is the maximum force of the first peak obtained during two-bite compression test.

Fig. 4. Fatty acid composition and peroxidability index (A), and oxidative stability (B) of the traditional *doenjang* fermented for different time and the commercial *doenjang*. *Doenjang* were subjected to an oxidation accelerating system containing iron and ascorbate, and then induced malondialdehyde was measured. MUFA, PUFA, and PI are significantly different at $P < 0.01$, $P < 0.001$, and $P < 0.001$, respectively.

며(Ku 등, 2014), 실제로 4종 된장의 지방산 분석 결과에서도 리놀레산이 36.4~40.1%를 차지해 주요지방산임이 확인되었다. 강원도 재래식 된장의 경우 숙성기간이 증가할수록 PUFA 함량이 유의적으로($P < 0.001$) 감소하여 불포화도에 근거하여 산출된 PI 값은 낮아졌다. 그러나 PUFA가 감소한 현상은 된장 속 지방이 산화되었을 가능성을 시사하였고, 이는 강원도 재래식 된장의 구매 후 저장조건 설정에 영향을

줄 수 있다. 따라서 상온에서 장기간 숙성하는 재래식 된장의 산화 안정성을 확인하고자 된장을 산화 유도시스템에 노출시켜 지방산화물(MDA)의 생성량을 측정하였다(Fig. 4B). 된장과 산화 촉진물질 사이의 접촉 시간이 길어질수록 4종 재래식 된장의 MDA 생성량은 급격하게 증가하였다. 반면 상업용 된장에서는 MDA 생성량이 거의 일정 수준을 유지하였다. 상업용 된장의 PUFA 함량과 PI가 4종 재래식 된장보

다 높았고(Fig. 4A) 총 페놀 함량은 재래식 된장과 크게 다르지 않았으므로(Table 4), 관찰된 MDA 차이는 재래식 된장과 상업용 된장의 원료 조성 차이로 해석된다. 즉, 콩 이외에도 다양한 원료가 첨가돼 조성이 다양하고 소르빈산 계열의 보존료가 허용되는 상업용 된장과 달리(Korean Society of Food Science and Technology, 2020), 강원도 재래식 된장은 콩, 물, 소금만을 원료로 사용하였으므로 가속화된 산화 시스템에서 지방 산화를 지연할 물질이 상대적으로 적어 낮은 산화 안정성을 보인 것으로 해석하였다.

요 약

본 연구에서는 프리미엄 된장에 대한 소비자 요구를 겨냥하여 전통 방식으로 소규모 제조된 강원도 재래식 된장의 품질 특성을 숙성기간에 따라 평가함으로써 상품화 가능성을 탐색하였다. 숙성기간이 긴 된장일수록 탄수화물, 단백질, 조회분 등 주요 일반성분과 총 아미노산 함량이 높았으며, 글루탐산 함량의 감소 없이 GABA가 유의적으로 증가한 특성을 보였다. 이는 수분감소로 된장이 농축된 결과로 해석되었다. 미생물이 지닌 가수분해효소 작용으로 2년 정도 숙성된 판매 시점의 재래식 된장은 숙성 초기와 비교해 식이섬유는 유의적으로 낮았고 유리아미노산 비율, 가용성 고형분, 적정 산도는 높았다. 특히 7년 정도 숙성된 된장에서는 산도가 다소 감소하는 경향이 관찰되었는데, 이는 축적된 유기산이 유산균 증식을 feedback 제어했거나 알코올 발효의 기질로 사용되었기 때문으로 해석하였다. 된장 숙성 초기에 증가했던 페놀 함량은 1년 이상 숙성기간이 길어지면 일정하게 유지되는 경향을 나타내었다. 이 현상은 된장 속 이소플라본 배당체 대부분이 숙성 1년 이내에 비배당체로 전환되었기 때문으로 해석되었다. 한편 숙성기간이 증가할수록 된장 속 입자들은 동일한 크기 범위 내에서 넓은 단분포에서 좁은 다분포로 변해 숙성과 함께 물질의 저분자화가 일어남을 시사해주었다. 미생물에 의한 물질 분해가 충분치 않았던 숙성 초기 된장은 높은 수분함량에도 경도가 높았으며, 상대적으로 물질 분해가 충분히 진행된 숙성 후기 된장은 수분감소로 단단한 특성을 나타내었다. 이 결과는 숙성시기에 따라 된장 경도에 영향을 미치는 주요인이 다를 수 있음을 시사하였다. 숙성기간이 다른 강원도 재래식 된장의 이화학적 특성들은 상업용 된장의 품질 지표 범위와 대부분 유사하였으나 산화 안정성에서는 유의적으로 뚜렷한 차이를 나타내었다. 산화 유도시스템 하에서 재래식 된장은 숙성기간과 관계없이 상업용 된장보다 많은 양의 지방산화물질(MDA)을 생성함으로써 낮은 산화 안정성을 보여주었다. 이는 재래식 된장의 원료가 콩, 소금, 물로 상업용 된장의 원료조성보다 상대적으로 단순하였기 때문으로 해석하였다. 이 결과는 전통 재래식 된장의 상품화 과정에서 숙성에 따른 된장의 이화학적 특성 및 산화 안정성에 관한 과학적 자료가 반영되어야 할 필요성을 시사해주었다.

REFERENCES

- AOAC. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 1990. Method 984.13.
- Byun MW, Nam TG, Chun MS, Lee GH. Physicochemical and sensory characteristics of doenjang made by traditional methods. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:1543-1548.
- Cortinas L, Galobart J, Barroeta AC, Baucells MD, Grashorn MA. Change in α -tocopherol contents, lipid oxidation and fatty acid profile in eggs enriched with linolenic acid or very long-chain ω 3 polyunsaturated fatty acids after different processing methods. J Sci Food Agric. 2003. 83:820-829.
- Food News. Keyword check: 2020 consumer trends on agricultural products. 2020 Aug 21 [cited 2020 Oct 6]. Available from: <https://www.foodnews.news/mobile/article.html?no=138742>
- Google Scholar. Search: (soybean paste OR *doenjang*) AND fermentation). 2020 [cited 2020 Oct 6]. Available from: https://scholar.google.co.kr/scholar?hl=ko&as_sdt=0%2C5&q=%28soybean+paste+OR+doenjang%29+AND+fermentation&btnG=
- Jeon H, Lee S, Kim S, Kim Y. Quality characteristics of modified doenjang and traditional doenjang. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2016. 45:1001-1009.
- Jo SJ, Hong CO, Yang SY, Choi KK, Kim HK, Yang H, et al. Changes in content of γ -aminobutyric acid (GABA) and isoflavones in traditional Korean *Doenjang* by ripening periods. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2011. 40:557-564.
- Jung WY, Jung JY, Lee HJ, Jeon CO. Functional characterization of bacterial communities responsible for fermentation of *Doenjang*: A traditional Korean fermented soybean paste. Front Microbiol. 2016. 7:827. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.00827>
- Kim ND, Jeon MY, Choi JH, Lee HE, Lee JY, Kim SY, et al. Trend Korea 2020. Miraebok Publishing Co., Seoul, Korea. 2019. p 383-404.
- Korean Society of Food Science and Technology. Processed soybean products. 2020 [cited 2020 Sep 29]. Available from: http://www.soynet.org/BeanInfoIndustry/Jang.aspx?Contents=B_03_3_3.html&Tot=4&Cur=3
- Kornbrust DJ, Mavis RD. Relative susceptibility of microsomes from lung, heart, liver, kidney, brain, and testes to lipid peroxidation: correlation with vitamin E content. Lipids. 1980. 15:315-322.
- Ku KH, Park K, Kim HJ, Kim Y, Koo M. Quality characteristics of *Doenjang* by aging period. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:720-728.
- Lepage G, Roy CC. Direct transesterification of all classes of lipids in a one-step reaction. J Lipid Res. 1986. 27:114-120.
- Ministry of Food and Drug Safety. Food code: Jang. 2020 [cited 2020 Sep 18]. Available from: https://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/03_02.jsp?idx=32
- Oh HJ, Lim JH, Lee JY, Jeon SB, Kang HY, Oh YS, et al. Quality characteristics of Jeju traditional *Doenjang*. Culi Sci & Hos Res. 2009. 15:298-308.
- Oh SJ, Lee HJ, Lee SJ, Chung SH, Sung NJ. Evaluation of quality characteristics and antioxidant activities from *Doenjang* ripened for 30 years. J Agric Life Sci. 2014. 48:253-271.
- Shin D, Jeong D. Korean traditional fermented soybean products: *Jang*. J Ethn Foods. 2015. 2:2-7.
- Sikorski ZE, Pokorny J, Damodaran S. Physical and chemical interactions of components in food systems. In: Damodaran S, Parkin KL, Fennema OR, editors. Fennema's Food Chem-

- istry, 4th ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA. 2008. p 849-883.
- Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Method Enzymol.* 1999. 299:152-178.
- The Food&Beverage News. Story on traditional foods: Doenjang. 2020 Mar 23 [cited 2020 Sep 18]. Available from: <https://www.thinkfood.co.kr/news/articleView.html?idxno=86784>