

## 첨가물에 따른 된장의 건강 기능성 변화

배영우<sup>1</sup>, 김혜진<sup>2</sup>, 김은정<sup>3</sup>, 박은희<sup>4</sup>, 김명동<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>강원대학교 식품생명공학과 석사과정, <sup>2</sup>강원대학교 식품생명공학과 학사, <sup>3</sup>강원대학교 식품생명공학과 박사과정, (주)메타스크린 팀장, <sup>4</sup>강원대학교 식품생명공학과 박사과정, (주)메타스크린 대표, <sup>5</sup>강원대학교 식품생명공학과 교수

## Changes in Health Functional Properties of *Doenjang* According to Additives

Bea, Y. W.<sup>1</sup>, H. J. Kim<sup>2</sup>, E. J. Kim<sup>3</sup>, E. H. Park<sup>4</sup> and M. D. Kim<sup>5\*</sup>

<sup>1</sup>Master's Course, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

<sup>2</sup>Bachelor, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

<sup>3</sup>Ph.D. Candidate, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

Team Manager, Research and Development Institute, Metascreen Inc., Chuncheon 24341, Korea

<sup>4</sup>Ph.D. Candidate, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

CEO, Research and Development Institute, Metascreen Inc., Chuncheon 24341, Korea

<sup>5</sup>Professor, Division of Food Biotechnology and Biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

\*Corresponding author: Kim, M. D. (E-mail: mdkim@kangwon.ac.kr)

### ABSTRACT

Received: 26 July 2018

Revised: 16 November 2018

Accepted: 16 November 2018

In this study, the physicochemical changes and fermentation characteristics of *doenjang* supplemented with additives including sweet tangle, sea mustard, anchovy powder, squid internal organs, licorice, mustard, chitosan, yam (*Dioscorea batatas*), sweet potato, bitter melon, shiitake (*Lentinus edodes*), and fermented *hwangchil* (*Dendropanax moribifera*) extract were compared and analyzed. We analyzed the levels of reducing sugars, amino acids, and nitrogen compounds, as well as changes in sensory, functional, and fermentative characteristics. The reducing sugar content increased when *doenjang* was mixed with sea mustard, anchovy, and shiitake mushroom, and decreased when mixed with garlic powder. The content of sweetness components like serine increased in *doenjang* with most of the additives. *Doenjang* mixed with fermented *hwangchil* extract and oyster powder had many delicate flavor components like glutamic acid. The content of bitter flavor components like leucine, isoleucine, and valine increased in *doenjang* with added *Rhus verniciflua*. The content of nitrogen compounds in *doenjang* increased with added garlic, anchovy, and shiitake mushroom powder, and decreased with *yuza* juice and oat powder. A low preference was observed for *doenjang* with additives that affected color and flavor, such as sea mustard powder and squid internal organs, whereas *doenjang* with licorice, mustard, chitosan, and



lotus root powder showed a high preference in flavor. The total microbe of *doenjang* with sweet potato and bitter melon powder increased, and with addition of shiitake mushroom powder and decreased with added ginseng extract. As the additives were mixed with *doenjang*, most showed anticancer effects. *Doenjang* with shiitake mushroom powder elicited positive effects in people with diabetes and hypertension. The results indicate that additives help to improve the physicochemical, functional, and sensory characteristics of *doenjang* compared to *doenjang* without additives.

**Keywords:** Additives, *Doenjang*, Fermentation, Physicochemical properties

## 서론

된장은 콩을 주원료로 사용하여 제조되는 전통 발효식품으로 우리 식생활에서 단백질과 아미노산 공급원으로서 중요한 식품이다(Joo et al., 1992). 대표적인 전통 조미 식품인 된장에 대한 면역증강 효과(Lee et al., 2011), 무염 된장의 항비만 효과(Bae et al., 2013), 당뇨유발 쥐로의 혈당강하 효과(Yang et al., 2000), 된장 유래 미생물의 특성과 첨가물에 따른 효능 변화(Kim et al., 2006) 등의 연구결과가 보고되었다. 된장 유래의 다양한 미생물에 대한 연구가 지속되고 있으며, *Bacillus* sp. BCNU 9171 균주는 바이오제닉 아민의 생산을 저해하고(Park and Joo, 2017), *Bacillus* sp. YB-1401 균주는 mannanase 효소의 활성이 우수하며(Joen and Yoon, 2014), *B. atrophaeus* KDO-13 균주는 fibrin 용해 활성이 우수한 것으로(Lee et al., 1999) 보고되었다. 된장에서 분리된 효모균주인 *Pichia farinose* NASS-2 균주는 돈분의 악취를 저감하는 효과를 나타냈으며(Yoo et al., 2012), 혈전용해 활성이 우수한 *Saccharomycetales* sp. 균주가 보고된 바 있다(Yi et al., 2014).

된장을 제조하는 과정에서 첨가되는 재료에 따른 된장의 이화학적 특성과 기능성의 변화에 대한 연구결과가 보고되고 있다. 고사리와 취나물이 첨가된 된장은 사이토카인 IL-2와 IFN- $\gamma$ 의 분비능을 유의적으로 증가시켜 면역활성을 향상시키는 것으로 보고되었으며(Sung et al., 2016), 초피가 첨가된 장류의 항균 및 항암활성이 보고되었다(Kim et al., 2007). 다시마 분말을 첨가한 된장의 에탄올 추출물은 암세포의 생육을 억제하였으며(Cui et al., 2002), 검정콩 된장의 추출물도 세포사멸(apoptosis)과 관련된 유전자인 Bcl-2의 발현을 억제하여 항암효과를 나타냈다(Park et al., 2015). 죽염이 첨가된 된장 추출물은 인체 대장암세포인 HT-29세포의 성장을 억제하였으며(Shim et al., 2015), 매실, 마늘 및 생강을 첨가한 된장은 sarcoma-180 종양세포를 이식한 쥐에 투여하였을 때, 종양세포의 성장을 억제하고 NK 세포의 활성을 증진시켰다(Park et al., 2005).

산업적으로 식염 12%를 기준으로 된장을 제조하지만, 전통 된장의 경우 공장에서 제조할 때와 달리 보존제가 첨가되지 않으므로 15-20%의 고염 조건으로 제조되는 경우가 많다(Han et al., 2014; Jeon et al., 2016; Mok et al., 2005). 그러나 과도한 식염의 섭취는 고혈압, 위암, 간경변, 신장병 등 성인병을 유발시킬 가능성이 있으므로(Choe et al., 1996; Lee and Mok, 2010; Park et al., 1992), 최근 장류의 식염 함량을 낮추기 위한 연구가 수행되고 있다(Lee and Mok, 2010; Youn and Kim, 2012). 식물성 염미 상승 소재, 감마선 조사, 다시마 추출물, 감초, 겨자 첨가물을 사용하는 방법과 효모균주 첨가, 수분저감, 효소분해, 고온숙성 등을 이용한 저염 된장 제조방법이 보고되었다(Kim et al., 2015; Lim and Song, 2010; Park et al., 2002).

본 문헌 연구에서는 국내외 학술지에 최근 보고된 연구결과를 통하여 첨가물이 된장의 이화학적 특성과 발효 특성에 미치는 영향에 대해 조사하였다.

## 본론

### 전통 된장과 개량 된장의 제조과정

전통 된장은 메주, 물, 소금만을 사용하여 제조하며, 자연에서 유래한 다양한 곰팡이와 세균, 효모 등의 미생물이 메주 제조과정 중에 자연적으로 접종된다(Fig. 1) (Park et al., 2016). 메주의 제조 및 발효·숙성과정에서 미생물에 의한 대사 작용으로 된장 특유의 맛과 향이 형성되므로, 된장을 제조하는 장소나 시기, 숙성 온도 등에 따라 다양한 품질의 제품을 생산할 수 있는 반면, 품질이 균일하지 못하다는 근본적인 문제점을 가지고 있다(Kwon, 2002).

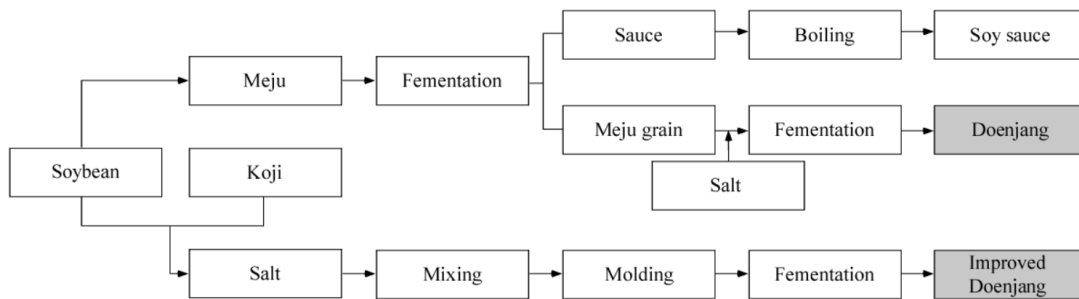


Fig. 1. Manufacturing process of *doenjang* and improved *doenjang* (Sim et al., 2004).

개량 된장의 경우, 코지(Koji)를 사용하고 미생물을 인위적으로 접종하므로 전통 된장에 비하여 단시간에 발효가 가능하고, 상대적으로 숙성기간이 짧고 단맛이 강한 편이다(Lee and Kim, 2012). 또한 곰팡이 코지의 발육에 유용한 전분 물질을 첨가하여 사용하기 때문에 콩 된장의 독특한 풍미가 부족할 수 있고 기능성 측면에서도 전통 된장과 다소 차이가 있는 것으로 보고되었다(Kim et al., 1997). 개량 된장과 전통 된장을 수집하여 식염함량을 비교한 연구결과에 의하면, 개량 된장은 10.80 - 11.40%, 전통 된장은 11.77 - 14.22%의 식염을 함유하는 것으로 나타났다(Jeon et al., 2016).

### 첨가물에 따른 된장의 이화학적 특성 변화

#### 환원당 함량 변화

된장의 발효과정에서 환원당의 함량은 발효에 관여하는 미생물의 생육과 밀접한 연관이 있으며, 첨가물의 종류와 양에 따라서 다양한 환원당 함량을 나타냈다(Table 1).

Table 1. Reducing sugar contents (% w/v) of *doenjang* containing various additives

	Additives				
	Garlic powder	Anchovy powder	Sweet tangle powder	Sea mustard powder	Shiitake mushroom
Control	12.1	6.0	6.0	6.0	2.9
Experiment	11.8	6.5	7.9	7.9	6.0
Reference	(Kang et al., 2014)		(Kim et al., 2004)		(Rhee et al., 2000)

다시마, 미역, 멸치 분말을 첨가한 된장의 경우(Kim et al., 2004), 대조구(무첨가) 된장보다 상대적으로 높은 환원당 함량을 나타냈으며, 멸치 분말을 첨가한 된장은 대조구와 비교하여 약 8% (w/w, 포도당 기준) 높은 환원당 함량을 나타냈다. 미역, 다시마와 같은 해조류 분말을 첨가한 된장의 경우, 무첨가 된장과 비교하여 환원당 함량이 약 31% 높게 나타났으며, 이는 해조류에 존재하는 다당류로 인해 발효 미생물의 생육 속도가 촉진되어 된장의 발효 속도가 증가한 것으로 사료된다. 마늘을 30% (w/w) 첨가한 된장을 6주 동안 발효한 경우, 대조구와 비교하여 환원당 함량이 2% 가량 감소하였다(Kang et al., 2014). 표고버섯을 첨가한 된장은 대조구와 비교하여, 약 2.1배 높은 환원당 함량의 증가를 나타냈으며(Rhee et al., 2000), 담근 직후 2.9% 수준이었던 환원당 함량이 발효 개시 45일 후 6.2%까지 증가하였으나, 발효가 종료된 60일에는 6.0%로 감소하였다. 이는 담근 초기에는 발효 미생물의 당화 작용이 미약하여 환원당의 생성이 적었으나, 30-45일 후 미생물에 의한 환원당 생성이 증가하여 알코올, 유기산 발효 등의 기질로 사용되며 감소하는 것으로 판단된다.

이처럼 다양한 첨가물을 사용하여 제조한 된장의 환원당은 발효 초기 빠른 속도로 증가하지만 20일 내외에서 증가세가 둔화되고, 약 45-50일 이후에는 점차 감소하는 특징을 나타냈다. 된장의 환원당 함량은 재료의 종류와 배합량 및 제조 환경 등에 따라서 정량적인 비교는 어렵지만, 발효과정 동안 환원당의 증감 경향은 대체로 유사한 것으로 나타났다.

#### 아미노산 함량 변화

된장의 맛을 좌우하는 유리아미노산 함량은 원료, 발효 온도 및 숙성 기간에 따라 차이가 있으며, 메주나 코지 및 이들의 효소활성이 유리아미노산 함량과 된장의 풍미에 영향을 주는 것으로 보고되었다(Park et al., 1994). 된장의 맛은 leucine, isoleucine과 같은 쓴맛 성분과 cysteine, glutamic acid, aspartic acid와 같은 구수한 맛을 나타내는 아미노산으로 구성된다(Choi et al., 2006; Yang et al., 1992). 유리아미노산은 된장의 숙성 기간, 온도, 원료, 종균 사용여부 등에 따라 다르며(Jung et al., 1994), 된장의 풍미에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 문헌에 보고된 첨가물의 종류에 따른 된장의 유리아미노산 함량을 제시하였다(Table 2).

굴 분말이 첨가된 된장의 유리아미노산 함량을 살펴보면 glutamic acid (15.6%), proline (9%), arginine (7.5%) 순으로 높은 함량을 나타냈는데, glutamic acid 함량이 가장 높은 것은 굴에 함유되어 있는 유기산 중 약 40% 이상을 차지하는 pyroglutamic acid가 5-oxoprolinase에 의해 glutamic acid로 전환된 것으로 사료된다(Garattini, 2000). 황칠 발효액이 첨가된 된장에서는 glutamic acid가 약 20%로 다른 첨가물 된장과 비교하여 가장 많은 비율을 나타냈으며, 오징어 내장이 첨가된 된장보다 약 8배 높은 것으로 나타났다(Park et al., 2016). 율나무 추출물이 첨가된 된장의 경우 대조구(무첨가 된장)와 비교하였을 때 쓴맛을 나타내는 leucine, isoleucine 이 숙성기간 동안 약 1.9-2.2배 증가하였고, 단맛을 가지고 있는 proline, serine 등도 약 1.8-5.8배 증가하여 114.2 mg/100 g, 159.7 mg/100 g의 함량을 나타냈다(Choi et al., 2015). 표고버섯을 첨가한 된장의 경우, 구수한 맛을 부여하는 아미노산인 aspartic acid, glutamic acid가 쓴맛을 나타내는 leucine, isoleucine의 함량보다 높아 된장의 풍미에 부정적인 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다(Choi et al., 2006). 유자즙이 1-5% (w/w)로 첨가된 된장 중에서 3% (w/w) 유자즙이 첨가된 된장이 3,778 mg/100 g으로 가장 많은 유리아미노산 함량을 나타내었으며, 주요한 맛 성분인 glutamic acid, aspartic acid는 5% (w/w) 유자즙 첨가구에서 각각 221.1 mg/100 g과 487.4 mg/100 g의 함량을 나타냈다(Shin et al., 2008). 또한 오징어 내장이 첨가된 된장에서는 쓴맛을 부여하는 isoleucine과 leucine이 17.4%로 가장 많은 함량을 나타냈으며, 구수한

맛 성분인 glutamic acid는 52.22 mg/100 g으로 전체에서 2.5%의 비율로 함유하고, aspartic acid 1.5%, cysteine 0.4% 순으로 높은 함량을 나타냈다(Seo and Jeong, 2001). 된장의 단맛 성분인 proline, serine, threonine은 첨가물이 들어간 대부분의 된장에서 10% 이상(굴 분말; 17.2%, 표고버섯; 13.5%, 황칠 발효액; 11.4%, 유자즙; 16.4%, 발효 옷 추출물; 16.2%, 오징어 내장; 12%)의 비율을 나타냈다.

**Table 2.** Free amino acid contents (mg/100 g) in *doenjang* containing various additives

Amino acid	Additives						
	Control	Oyster powder	Shiitake mushroom	Hwangchil extract	Yuza juice	Fermented- <i>Rhus verniciflua</i> extract	Squid internal organs
Alanine	101.1	211.5	170.9	1146.6	193.4	210.8	342.2
Aspartic acid	119.7	341.5	202.1	908.3	221.1	195.0	32.0
Arginine	32.8	385.7	61.5	ND	296.5	5.4	18.8
Glutamic acid	119.0	800.4	210.2	4959.5	487.4	452.1	52.2
Isoleucine	72.5	346.9	133.8	4482.9	171.7	161.6	190.0
Leucine	120.1	239.5	210.2	2766.1	312.8	232.0	303.0
Methionine	16.2	215.4	18.0	1451.2	52.7	47.3	63.3
Phenylalanine	69.2	329.4	97.6	2074.5	256.4	147.8	156.8
Proline	60.5	462.9	112.5	1858.9	243.7	114.2	185.7
Serine	27.2	229.6	49.4	483.2	168.8	159.7	15.1
Threonine	45.3	189.5	98.0	481.1	192.2	122.5	40.8
Tyrosine	47.6	278.3	94.0	1349.9	154.5	83.6	40.6
Valine	81.1	307.9	140.1	2851.1	197.7	163.4	216.8
Glycine	53.3	163.4	110.9	ND	357.6	98.6	106.0
Histidine	30.0	122.9	58.0	ND	55.3	36.0	ND
Cysteine	22.1	157.2	19.4	ND	45.1	20.2	9.0
Lysine	91.2	336.4	146.0	ND	285.9	185.3	325.3
Total	1,108.9	5,118.4	1,932.6	24,813.3	3,692.8	2,435.5	2,097.6
Reference	(Choi et al., 2006)	(Kim and Heu, 2004)	(Choi et al., 2006)	(Park et al., 2016)	(Shin et al., 2008)	(Choi et al., 2015)	(Seo and Jeong, 2001)

ND: not detected.

장류 등의 발효 제품은 콩의 단백질 함량, 아미노산 구성 비율보다 발효 시 미생물이나 숙성온도, 기간, 발효조건 등에 많은 영향을 받는 것으로 보고되었다(Son et al., 1997). 첨가물에 따른 된장의 유리아미노산 함량을 살펴보면 대체로 glutamic acid의 함량이 다른 성분들에 비해 높은 비율을 차지하고 있어 된장 고유의 맛에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다(Choi et al., 2006).

#### 아미노태 질소 함량 변화

아미노태 질소 함량은 된장의 품질 지표 중의 하나로 사용되며, 색도 및 다른 성분과 함께 기호성과 밀접한 상관관계를 갖는다(Kim et al., 1999). 된장의 제조 과정에서 콩 유래 단백질의 변성도, 발효 미생물의 생육 조건, 숙성기간

등이 아미노태 질소의 함량에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2006). 아미노태 질소 함량은 된장의 발효, 숙성과 함께 증가하며, 발효 미생물이 생산하는 protease 효소활성으로 인하여 원료 중의 단백질이 아미노산으로 분해되는 것으로 보고되었다(Park et al., 1994). 아미노태 질소의 전통식품 기준 규격은 300 mg%이며, 국내 산업체에서 생산되는 된장의 아미노태 질소 함량은 대략 250 - 430 mg%로 알려져 있다(Lee et al., 2009).

유자즙과 귀리 분말을 첨가한 된장의 경우, 발효 후 아미노태 질소 함량이 감소하는 경향을 나타냈다(Table 3). 이는 유자즙과 귀리 분말에 함유된 성분이 미생물의 protease 활성 등 숙성과 관련된 인자들에 영향을 미친 결과로 추정되며, 아미노태 질소 함량의 감소에 따라서 된장 고유의 맛과 향이 약해질 수도 있을 것으로 우려된다(Kim et al., 2016; Shin et al., 2008). 반면 마늘, 멸치, 마, 표고버섯 분말을 첨가한 된장에서는 발효 후 아미노태 질소 함량이 증가하였으며, 마 분말을 첨가한 된장이 577.0 ± 14.1 mg%로 가장 높은 함량을 나타냈다(Jun and Song, 2012). 마늘 분말의 첨가량에 따라 아미노태 질소 함량의 차이가 나타났으며, 마늘 분말을 30% 수준으로 첨가하였을 때 아미노태 질소 함량이 약 2.6배 증가하였다(Kang et al., 2014). 표고버섯을 첨가한 된장은 첨가량이 증가할수록 높은 아미노태 질소 함량을 나타냈으며, 표고버섯을 10% 첨가하였을 때, 401.4 ± 0.2 mg%로 발효 전보다 약 2배 높은 함량을 나타냈다(Choi et al., 2006). 그러나 아미노태 질소의 함량이 과도하게 높을 경우, 된장의 불쾌한 향과 품질 저하 등의 문제를 일으키므로(Yang et al., 1997), 적절한 수준으로 유지하는 것이 된장의 품질에 중요할 것으로 사료된다(Han et al., 2014). 멸치, 다시마, 미역 등 해조류 분말을 첨가한 김치의 경우 아미노태 질소 함량이 600 mg% 내외로 채소나 과실을 첨가하였을 때 다소 높은 경향을 나타냈다(Kim et al., 2004).

**Table 3.** Amino nitrogen contents (Formol-N mg/100 g) in *doenjang* containing various additives

	Additives					
	Yuza juice	Garlic powder	Anchovy powder	Oat powder	Yam powder	Shiitake mushroom
Before fermentation	545.5 ± 0.7	206.1 ± 5.5	531.1 ± 20.4	483.7 ± 4.5	358.0 ± 25.5	213.6 ± 0.3
After fermentation	516.5 ± 0.9	553.1 ± 21.5	618.7 ± 12.1	456.4 ± 13.4	577.0 ± 14.1	401.4 ± 0.2
Reference	(Shin et al., 2008)	(Kang et al., 2014)	(Kim et al., 2004)	(Kim et al., 2016)	(Jun and Song, 2012)	(Choi et al., 2006)

첨가물에 의한 된장의 아미노태 질소 함량은 매우 다양하게 나타났으며, 이는 첨가물 유래의 아미노태 질소들이 된장의 품질에 매우 큰 영향을 미치는 것을 의미한다. 과도한 아미노태 질소의 함량은 오히려 된장의 품질을 저하시키므로, 첨가되는 원료의 종류, 배합량 등에 대한 검토가 필요할 것으로 사료된다.

### 관능적 특성 변화

된장은 특유의 냄새로 인하여 개인마다 기호도 차이가 크게 나타나는 식품으로, 색, 맛, 향 등의 관능적 요소들을 고려하여 제품을 개발해야 한다(Ahn and Bog, 2007). 된장 제조 시 첨가물에 따라서 된장의 관능적인 특징들이 어떻게 변화하는지 살펴보았다.

황칠 발효액을 첨가하고 염도별로 된장을 제조하여 색, 향, 맛, 기호도에 대하여 조사한 결과(Park et al., 2016), 가장 높은 염(12%)에 함유한 된장의 대하여 기호도가 높았다. 이는 기존에 섭취하던 된장의 염농도에 소비자들이 익숙하기 때문인 것으로 사료되며, 황칠 발효액이 첨가된 된장이 무첨가 된장에 비하여 향에 대한 기호도가 낮게 나타났

다. 오징어 내장, 다시마, 미역, 멸치분말을 첨가한 된장은 맛에 대한 기호도가 증진되는 특징을 나타냈으며, 이는 첨가된 원료에 함유된 지미 성분의 영향으로 판단된다(Kim et al., 2004; Seo and Jeong, 2001). 미역 분말을 첨가한 된장은 향과 색에 대한 관능평가 점수가 낮게 나타났으며, 미역 고유의 색과 해초취에 의한 영향인 것으로 사료된다(Kim et al., 2004). 오징어 내장을 첨가한 된장은 색이나 향에 대한 기호도가 무첨가 된장에 비하여 낮게 나타났으며, 그 중에서는 7-10%의 오징어 내장을 첨가한 된장이 가장 기호도가 우수한 것으로 보고되었다(Seo and Jeong, 2001).

된장은 콩단백질을 분해하는 과정에서 발효취가 발생하는데 이러한 현상은 이상발효 과정에서 기인되는 것으로 보고되었다(Rhee et al., 2008). 감초, 겨자, 키토산을 첨가하여 제조한 된장은 발효과정에서 이상발효 현상을 억제하여 발효취가 감소하고, 향에 대한 기호도가 증가하는 것으로 나타났다(Lim and Song, 2010). 연근 분말을 첨가하여 제조한 된장은 대조구(무첨가 된장)와 비교하여 단맛이 우수한 것으로 나타났으며, 생된장에서는 기호성이 우수한 특징을 나타냈으나, 끓였을 때는 단맛이 지나치게 강하여 기호도가 감소하였다(Park et al., 2005). 귀리분말을 첨가한 된장은 색에 대한 기호도는 우수하게 나타났으나, 맛과 향에서는 대조구와 유의적인 차이가 나타나지 않았다(Kim et al., 2016).

된장 제조 시 사용하는 첨가물의 종류에 따라서 맛, 향, 색 등 소비자의 기호도가 변화하는 것으로 보고되었으며, 된장 고유의 색에 영향을 주는 첨가물 또한 관능평가에서 매우 낮은 기호도를 나타냈다. 된장은 장기간의 숙성 기간을 요하며 개방 상태로 숙성되므로 공기 중에서 다양한 미생물이 유입되고, 이때 부패균의 유입에 의하여 품질이 저하될 수 있다(Ryu, 2003). 또한, 된장은 저장 기간에 따라서 색이 진해져 과도한 착색 현상이 나타나면 갈변 또는 흑변되어 품질이 저하될 수 있다. 따라서, 첨가물의 종류와 첨가량, 발효 기간 등 다양한 요인을 고려하여 결정해야 할 것으로 판단되며, 단일 첨가물의 효능보다는 복합적인 첨가물을 사용하는 방안에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다.

### 첨가물에 따른 된장의 발효 특성

발효 과정에서 미생물의 증식에 따른 원료성분의 분해와 그로 인해 생성된 대사 산물은 된장의 맛과 향기 등의 기호성이나 영양학적인 측면에서 된장의 품질에 중요한 영향을 미친다. 발효 과정 중 미생물의 증식에 의해 된장의 pH가 변하게 되며, 이는 발효에 관여하는 미생물의 대사에 영향을 미치게 된다. 따라서 첨가물에 따른 된장 발효 전후의 총균수를 비교하여 발효 특성을 살펴보았다(Table 4).

**Table 4.** Total microbes (Log CFU/g) in *doenjang* containing various additives

Fermentation time	Microbe	Additives							
		Sweet potato		Shiitake mushroom		Ginseng extract		Bitter melon powder	
		0%	4%	0%	5%	0%	5%	0%	5%
		(w/v)		(w/v)		(w/v)		(w/v)	
-	Yeast	4.71	4.92	0.00	-	0.00	-	6.39	6.39
	Bacterial	8.79	8.84	6.54	-	6.54	-	9.11	9.11
4 weeks	Yeast	4.90	4.97	3.98	3.90	3.98	3.87	-	-
	Bacterial	7.80	7.70	7.84	7.12	7.84	7.11	-	-
8 weeks	Yeast	4.25	4.21	3.40	3.29	3.40	3.20	7.02	6.86
	Bacterial	7.53	8.03	7.46	7.36	7.46	7.11	10.70	11.46
Reference		(Cha et al., 2017)		(Rhee et al., 2000)		(Jang et al., 2000)		(Hwang et al., 2017)	

표고버섯과 인삼 농축액을 각각 첨가한 된장은 숙성과정에서 대조구와 비교하여 생균수가 감소하였으며(Jang et al., 2000; Rhee et al., 2000), 첨가물의 항균활성 효능에 의한 영향으로 사료된다(Han et al., 2015; Kim and Lee, 2011). 고구마를 첨가한 된장은 발효 8주 후에 발효 4주 보다 생균수가 약 2.13배 증가하였으나, 대조구는 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 발효대사 중 된장의 숙성에 관여하는 호기성 미생물이 증식하여 증가된 것으로 판단된다(Cha et al., 2017). 여주 분말을 첨가한 된장은 대조구와 비교하였을 때 생균수 변화 양상이 유사하였으며, 대조구에 비해 원료를 첨가한 된장에서 발효 후의 생균수가 약 5.75배 높은 것으로 나타났다(Hwang et al., 2017). 이는 여주 분말을 첨가함으로써 미생물의 생육과 대사에 필요한 영양성분 및 함량이 대조구에 비해 상대적으로 증가되었기 때문이라 사료된다(Hwang et al., 2017).

첨가물에 의한 된장의 발효 특성을 생균수의 변화를 통해 관찰한 결과, 원료를 첨가하지 않은 대조구와 비슷한 양상을 보이거나, 대조구보다 낮은 생균수를 나타냈다. 전통적인 방법으로 제조된 된장이나 저염 된장의 경우, 독소를 생성하는 미생물의 증식으로 인한 된장의 품질 저하와 안전성의 문제가 제기된 바 있다(Lee et al., 2016). 이러한 문제를 해결하기 위하여 항균 활성을 지닌 첨가물이나 균주를 혼합한 발효액을 첨가하여 독소 생성 미생물로부터 된장의 안전성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

### 첨가물에 따른 된장의 기능성 변화

전통 된장은 콩으로부터 유래된 다양한 생리활성 물질과 소금, 미생물 발효를 통한 아미노산 등 다양한 성분을 함유하고 있는 식품이다(Lee et al., 2011). 다양한 원료의 첨가를 통한 된장의 기능성 증진에 대하여 살펴보았다.

버섯 된장 추출물을 당뇨가 유발된 쥐에게 경구 투여하여 혈당을 조사한 결과, 섭취 일주일 후 혈당치가 45%까지 감소하는 것을 확인했다(Yang et al., 2000). 표고버섯을 첨가하여 전통방식으로 제조한 된장을 이용하여 혈압을 상승시키는 안지오텐신 전환효소(Angiotensin converting enzyme; ACE)에 대한 저해 효과를 확인한 결과, 표고버섯의 첨가 농도가 높을수록 증가하는 경향을 나타냈다(Rhee et al., 2000). 이러한 결과는 ACE 저해 활성 물질이 표고버섯에서 유래하여 된장의 기능성을 증진시킨 것으로 판단된다. 고사리, 취나물 등의 산채 추출물을 첨가한 된장을 실험용 쥐의 비장세포에 처리하였을 때 사이토카인 IL-2와 IFN- $\gamma$ 의 분비능을 유의적으로 증가시켜, 면역 활성을 증가시키는 것으로 보고된 바 있다(Sung et al., 2016). 다시마 분말을 첨가한 된장의 에탄올 추출물은 농도의 증가에 따라서 각 변이원에 대한 돌연변이 억제효과가 증가하였으며(Cui et al., 2002), 표고버섯을 첨가한 된장도 표고버섯의 함량과 발효기간이 길어질수록 돌연변이 억제효과가 증가하는 것으로 보고되었다(Rhee et al., 2000). 매실, 마늘, 생강을 첨가한 된장추출물을 실험용 쥐에게 식이한 후, NK 세포의 활성을 분석한 결과 생강을 첨가한 된장 투여 시 82.9%의 높은 활성을 나타냈다(Park et al., 2005). 죽염을 첨가한 된장은 대장암 세포인 HT-29에 대하여 65.9%의 성장 억제율을 보였고(Shim et al., 2015), 검정콩을 함유한 된장은 대조구와 비교하여 높은 폴리페놀 농도, 항산화 효과를 나타내었으며, 대장암 세포에서 사이토카인과 세포 증식에 관여하는 유전자를 조절하는 것으로 보고되었다(Shim et al., 2015).

이처럼 된장 제조 시 첨가되는 원료에 따라서 다양한 기능성이 증진된 된장을 생산할 수 있는 가능성을 확인했으며, 항암, 항돌연변이, 항산화 등 된장의 다양한 건강 기능성에 대한 후속 연구가 필요하다.



## 결론

콩을 주원료로 사용하는 된장은 우리나라 고유의 전통식품으로 특유의 맛과 향이 있으며, 우리 식생활에서 단백질과 아미노산의 공급원으로서 매우 중요한 식품이다.

된장의 기능성, 제조법 등에 대한 연구결과는 최근 지속적으로 보고되고 있으며, 본 총설논문에서는 다양한 원료를 첨가한 된장의 이화학적 특성과 발효 특성에 대한 최근 연구결과에 대하여 살펴보았다. 발효 과정 중 된장의 환원당 함량은 초기에 빠른 속도로 증가하지만 발효 말기에 감소하는 경향을 나타냈으며, 아미노산과 아미노태 질소의 함량은 첨가물의 종류와 밀접한 연관을 나타냈다. 된장은 우수한 생리활성 기능을 가지고 있지만, 첨가물의 종류에 따라서 여러가지 기능성이 추가될 수 있다는 것을 문헌에 보고된 다양한 연구결과로부터 확인하였으며, 혈당강하, 지질산화 저해, 항산화, 항암 등이 강화된 된장에 대한 연구결과도 보고되고 있다.

된장 제조 시 단일 첨가물에 대한 기능성, 품질 특성에 대한 연구를 기반으로 다양한 첨가물을 첨가한 된장의 제조에 대한 체계적이고도 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 사사

본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 “지역특화산업육성사업” (과제번호 P0002815)으로 수행된 연구결과입니다.

## 인용문헌(References)

- Ahn, S. C., Bog, H. J. (2007) Consumption pattern and sensory evaluation of traditional Doenjang and commercial Doenjang. *Korean J Food Culture* 22:633-644.
- Bae, C. R., Kwon, D. Y., Cha, Y. S. (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.
- Cha, S. J., Park, S. R., Kim, D. H. (2017) Quality characteristics of *Doenjang* prepared with sweet potato. *Korean J Food Preserv* 24:221-229.
- Choe, M., Kim, J. D., Kim, S. S. (1996) A study on correlation between blood pressure and Na, K intakes pattern in the family members of normal and hypertension patients. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25:1045-1049.
- Choi, H. S., Kang, J. E., Jeong, S. T., Kim, C. W., Kim, M. K. (2015) Changes observed in *Doenjang* (soybean paste) containing fermented-*Rhus verniciflua* extract during aging. *Korean J Food Sci Technol* 47:599-607.
- Choi, S. Y., Sung, N. J., Kim, H. J. (2006) Physicochemical characteristics of traditional Doenjang with added *Lentinus edodes*. *Korean J Food Cook Sci* 22:69-79.
- Cui, C. B., Lee, E. Y., Lee, D. S., Ham, S. S. (2002) Antimutagenic acid anticancer effects of ethanol extract from Korean traditional *Doenjang* added sea tangle. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31:322-328.
- Garattini, S. (2000) Glutamic acid, twenty years later. *J Nutr* 130:901S-909S.
- Han, D. H., Park, J. M., Bai, D. H. (2014) Analysis of changes in microflora and flavor of low and high salt content soybean paste (*Doenjang*). *Food Eng Prog* 18:300-306.
- Han, S. R., Kim, M. J., Oh, T. J. (2015) Antioxidant activities and antimicrobial effect of solvent extracts from *Lentinus edodes* *J Korean Soc Food Nutr* 44:1144-1149.
- Hwang, C. E., Joo, O. S., LEE, J. H., Song, Y. H., Hwang, I. G., Cho, K. M. (2017) Change of physicochemical

- properties and biological activity during the fermentation of *Doenjang* with bitter melon (*Momordica charantia* L.). Korean J Food Preserv 24:134-144.
- Jang, S. M., Lee, J. B., An, H., Rhee, C. H., Park, H. D. (2000) Change of microorganisms, enzyme activity and physiological functionality in the Korean soybean paste with various concentration of *Ginseng* extract during fermentation. Korean J Food Preserv 7:313-320.
- Jeon, H. J., Lee, S. H., Kim, S. S., Kim, Y. S. (2016) Quality characteristics of modified Doenjang and traditional Doenjang. J Korea Soc Food Sci Nutr 45:1001-1009.
- Joen, H. J., Yoon, K. H. (2014) Production and characterization of mannanase from a *Bacillus* sp. YB-1401 isolated from fermented soybean paste. Korean J Microbiol Biotechnol 42: 99-105.
- Joo, H. K., Kim, D. H., Oh, K. T. (1992) Chemical composition changes in fermented Doenjang depend on Doenjang koji and its mixture. J Korean Agric Chem Soc 35:351-360.
- Jun, H. I., Song, G. S. (2012) Quality characteristics of *Doenjang* added with yam (*Dioscorea batatas*). J Agric Life Sci 43:54-58.
- Jung, S. W., Kwon, D. J., Koo, M. S., Kim, Y. S. (1994) Quality characteristics and acceptance for Doenjang prepared with rice. J Korean Soc Appl Biol Chem 37:266-271.
- Kang, J. R., Kim, G. M., Hwang, C. R., Cho, K. M., Hwang, C. E., Kim, J. H., Kim, J. S., Shin, J. H. (2014) Changes in quality characteristics of soybean paste *Doenjang* with addition of garlic during fermentation. Korean J Food Cook Sci 30:435-443.
- Kim, A. R., Lee, M., S. (2011) Screening of antimicrobial activity compounds from Korea ginseng fine root. J Life Sci 21:1244-1250.
- Kim, D. H., Lim, D. W., Bai, S., Chun, S. B. (1997) Fermentation characteristics of whole soybean meju model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. Korean J Food Sci Technol 29:1006-1015.
- Kim, H. E., Kim, M. H., Kim, Y. S. (2016) Taste compounds and quality characteristics of *Doenjang* (soybean paste) added with oat powder. J Agric Life Sci 47:24-31.
- Kim, J. H., Yoo, J. S., Lee, C. H., Kim, S. Y., Lee, S. K. (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, J. S., Choi, S. H., Lee, S. D., Lee, G. H., Oh, M. J. (1999) Quality changes of sterilized soybean paste during its storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 28:1069-1075.
- Kim, J. S., Heu, M. S. (2004) Effects of cultured oyster powder on food quality of soybean pastes. J Korean Soc Appl Biol Chem 47:208-215.
- Kim, K. K., Park, H. C., Son, H. J., Kim, Y. G., Lee, S. M., Choi, I. S., Choi, Y. W., Shin, T. C. (2007) Antimicrobial and anticancer activity of Korean traditional soy sauce and paste with Chopi. J Life Sci 17:1121-1128.
- Kim, M. Y., Kim, S. H., Kwon, J. H. (2015) Development of low sodium Doenjang using saltiness boosting ingredient. Food Indust Nutr 20:13-17.
- Kim, S. J., Moon, J. S., Park, J. W., Park, I. B., Kim, J. M., Rhim, J. W., Jung, S. T., Kang, S. G. (2004) Quality of soybean paste (*Doenjang*) prepared with sweet tangle, sea mustard and anchovy powder. J Korean Soc Food Sci Nutr 33:875-879.
- Kwon, D. J. (2002) Comparison of characteristics of *koji* manufactured with *Bacillus subtilis* B-4 and *Aspergillus oryzae* F-5. Korean J Food Sci Technol 34:873-878.
- Lee, C. H., Youn, Y., song, G. S., Kim, Y. S. (2011) Immunostimulatory effects of traditional doenjang. J Korean Soc Food Sci Nutr 40:1227-1234.
- Lee, H. T., Lee, M. J., Lee, S. S. (2009) Physicochemical characteristics of soybean pastes containing sword bean. Food Eng Prog 13:176-182.
- Lee, J. Y., Mok, C. K. (2010) Changes in physicochemical properties of low salt soybean paste (*Doenjang*) during

- fermentation. *Food Eng Prog* 14:153-158.
- Lee, J. Y., Shim, J. M., Lee, K. W., Cho, K. M., Kim, G. M., Shin, J. H., Kim, J. S., Kim, J. H. (2016) Inhibition of *Bacillus cereus* in Doenjang fermented with multiple starters showing inhibitory activity against pathogens. *Microbiol Biotechnol Lett* 44:254-260.
- Lee, S. K., Heo, S., Joo, H. K., Song, K. B. (1999) The study on isolation of fibrinolytic bacteria from soybean paste. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 42:6-11.
- Lee, S., Kim, D. H. (2012) Changes in physicochemical properties of low-salt *Doenjang* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 44:592-599.
- Lim, S. I., Song, S. M. (2010) Fermentation properties of low-salted *Doenjang* supplemented with licorice, mustard, and chitosan. *Korean J Food Sci Technol* 42:323-328.
- Mok, C. K., Song, K. T., Lee, J. Y., Park, Y. S., Lim, S. B. (2005) Changes in microorganisms and enzyme activity of low salt soybean paste (*Doenjang*) during fermentation. *Food Eng Prog* 9:112-117.
- Park, B. J., Jang, K. S., Kim, D. H., Yook, H. S., Byun, M. W. (2002) Changes of microbiological and physicochemical characteristics of *Doenjang* prepared with low salt content and gamma irradiation. *Korean J Food Sci Technol* 34:79-84.
- Park, C. K., Choe, M., Ju, J. S. (1992) Comparison of sodium intakes pattern in the family members of normal and stomach cancer patients. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21:648-654.
- Park, E. S., Lee, J. Y., Park, K. Y. (2015) Anticancer effects of black soybean doenjang in HT-29 human colon cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:1270-1278.
- Park, I. B., Park, J. W., Kim, J. M., Jung, S. T., Kang, S. G. (2005) Quality of soybean paste (*Doenjang*) prepared with lotus root powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34:519-523.
- Park, J. S., Lee, M. Y., Kim, J. S., Lee, T. S. (1994) Compositions of nitrogen compound and amino acid in soybean paste (*Doenjang*) prepared with different microbial sources. *Korean J Food Sci Technol* 26:609-615.
- Park, K. Y., Lee, S. J., Lee, K. I., Rhee, S. H. (2005) The antitumor effect in Sarcoma-180 tumor cell of mice administered with Japanese apricot, garlic or ginger *Doenjang*. *Korean J Food Cook Sci* 21:599-606.
- Park, S. E., Seo, S. H., Yoo, S. A., Na, C. S., Son, H. S. (2016) Quality characteristics of Doenjang prepared with fermented Hwangchil (*Dendropanax morbifera*) extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:372-379.
- Park, S. Y., Kim, S. K., Hong, S. P., Lim, S. D. (2016) Analysis of quality characteristics of regional traditional and commercial soybean paste (*Doenjang*). *Korean J Food Cook Sci* 32:686-695.
- Park, Y. J., Joo, W. H. (2017) Inhibition of biogenic amine production by *Bacillus* sp. BCNU 9171 isolated from Doenjang. *Microbiol Biotechnol Lett* 45:299-304.
- Rhee, C. H., Kim, W. C., Rhee, I. K., Park, H. D. (2008) Effects of inoculation of *Bacillus subtilis* cells on the fermentation of Korean traditional soy paste (*Doenjang*). *Korean J Food Preserv* 15:598-605.
- Rhee, C. H., Lee, J. B., Jang, S. M. (2000) Changes of microorganisms, enzyme activity and physiological functionality in the traditional *Doenjang* with various concentrations of *Lentinus edodes* during fermentation. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 43:277-284.
- Ryu, B. H. (2003) Development of functional Doenjang for antioxidative and fibrinolytic activity. *Korean J Life Sci* 13:559-568.
- Seo, J. H., Jeong, Y. J. (2001) Quality characteristics for *Doenjang* using squid internal organs. *Korean J Food Sci Technol* 33:89-93.
- Shim, J. H., Park, E. S., Kim, I. S., Park, K. Y. (2015) Antioxidative and anticancer effects of Doenjang prepared with bamboo salt in HT-29 human colon cancer cells. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 44:524-531.
- Shin, J. H., Choi, D. J., Kwen, O. C. (2008) Quality characteristics of *Doenjang* prepared with Yuza juice. *Korean J Food Cook Sci* 24:198-205.

- Sim, S. K., Shon, H. S., Sim, C. H., Yun, W. H., Hwang, J. H. (2004) Fermented foods. Jinro.
- Son, Y. K., Hwang, J. J., Kim, S. L., Ryu, Y. H., Shin, D. C., Yoo, J. Y. (1997) Effect of soybean cultivars on the Korean traditional Doenjang (soybean paste) processing. *Korea Soybean Digest* 14:27-36.
- Sung, N. Y., An, E. J., Park, W. J., Park, W. Y., Byun, E. H. (2016) Enhancing effect of *Pteridium aquilinum* and *Aster scaber* added Doenjang on immunomodulatory activity. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:445-451.
- Yang, B. K., Jeong, S. C., Hur, N. J., Ha, S. O., Kim, K. Y., Kym, K. H., Yun, J. W., Song, C. H. (2000) Hypoglycemic effect of extracts of soybean paste containing mycelia of mushrooms in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J Mycol* 28:126-129.
- Yang, S. H., Choi, M. R., Kim, J. K., Chung, Y. G. (1992) Characteristics of the taste in traditional Korean soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21:443-448.
- Yang, S. H., Son, D. H., Ji, W. D. (1997) The quality of traditional Korean Chunggukjang. *Korean Soc. Ind. Food Technol* 1:32-36.
- Yi, J. H., Heo, N. K., Choi, B. G., Park, E. H., Kwun, S. Y., Kim, M. D., Hong, W. P., Yeo, S. H., Baek, S. Y. (2014) Isolation of fibrinolytic yeasts from Korean traditional fermented soybean. *Microbiol Biotechnol Lett* 42:184-189.
- Yoo, J. H., Park, I. C., Kim, W. G. (2012) Decrease efficiency of offensive odor from pig excreta by yeast strain, *Pichia farinosa* NASS-2 isolated from soy bean paste. *Kor J Mycol* 40:254-257.
- Youn, Y., Kim, Y. S. (2012) Physiological properties of traditional *Doenjang*. *J Agric Life Sci* 43:20-24.