

## 옥수수과 종균을 달리 첨가한 별미장의 품질 특성

이태훈 · 박혜진\* · 강혜정\*\* · 김소영\*\*\* · 김주형\*\*\*\* · †엄현주\*

괴산군농업기술센터 지방농업연구사, \*충청북도농업기술원 지방농업연구사, \*\*충청북도농업기술원 연구원,  
\*\*\*국립농업과학원 농식품자원부 농업연구사, \*\*\*\*충청북도농업기술원 지방농업연구관

### Quality Characteristics of *Byeolmijang* Prepared with Corn and Starter

Tae Hoon Lee, Hye Jin Park\*, Hye Jeong Kang\*\*, So-Young Kim\*\*\*, Ju-Hyoung Kim\*\*\*\* and †Hyun-Ju Eom\*

Associate Researcher, Goesan Agricultural Technology and Extension Center, Goesan 28027, Korea

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

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

\*\*\*Associate Researcher, Dept. of Agro-food Resources, NAAS, RDA, Wanju 55365, Korea

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

### Abstract

This study investigated the quality characteristics of *byeolmijang* prepared with corn (steamed and roasted corn) with different pretreatments and simultaneously added starter (*Bacillus velezensis* JH1). pH decreased, whereas total acidity showed a tendency to increase. The moisture content decreased slightly according to the fermentation period. In color, the L and b values decreased in all samples, whereas the a value showed a tendency to increase significantly. In microorganisms, sample D had more lactic acid bacteria, whereas the mold content was lower. The total polyphenol content was highest at six weeks in sample E, and other samples showed a tendency to decrease over eight weeks. Antioxidant activity increased significantly. In particular, the content in sample E was significantly higher. Reducing sugar showed a tendency to increase as the fermentation period increased. The highest content was found in sample C containing roasted corn at six weeks of fermentation. Amino nitrogen and ammonia nitrogen content increased in all samples. As a result of electronic tongue, sample E prepared with steamed corn, roasted corn, and lactic acid bacteria showed a low salty taste, sour taste, and high umami taste and was considered a good material for the development of *byeolmijang*.

Key words: *byeolmijang*, corn, starter, electronic tongue

### 서 론

콩은 우리나라 전통 발효음식 장류의 주원료로 단백질과 지방 함량이 높아 필수 아미노산과 필수 지방산의 좋은 공급원으로 이용되는 영양적, 기능적 가치가 높은 식재료이다 (Kim & Kwon 2014). 콩을 이용한 대표적인 발효식품인 된장은 필수아미노산, 유기산, 미네랄 및 비타민류 함량이 높아 영양적으로 우수하고 특유의 맛과 향을 가지며 저장성이 뛰어나 조미식품으로 널리 사용되어 왔으며 (Kim 등 2000), 콜레스테롤 저하효과 (Lee 등 2010), 혈전용해활성 및 ACE 저해

활성 (Youn & Kim 2012), 면역증강 효과 (Lee 등 2011) 등의 다양한 기능성을 가진다. 현재 시중에 판매되는 된장은 자연에서 유래되는 미생물에 의해서 발효한 메주로 만든 전통방식의 한식된장과 koji를 이용하여 제조하는 개량된장으로 나뉘며 개량된장의 경우 잡균의 오염이 적고 발효기간이 짧으며 단맛이 강한 장점은 있으나 낮은 염도로 저장성이 낮은 단점도 있다 (Jeon 등 2016; Eom 등 2022). 최근 한식된장 내 곰팡이 독소나 biogenic amines 등의 유해물질이 검출되어 안전성에 대한 우려가 있어 이의 해결을 위해 장류용 발효종균을 첨가하여 전통된장의 안전성 확보를 위한 연구가 활발하

† Corresponding author: Hyun-Ju Eom, Associate Researcher, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Services, Cheongju 28130, Korea. Tel: +82-43-220-5691, Fax: +82-43-220-5679, E-mail: hyunjueom@korea.kr

계 진행 중에 있다.

속성장 혹은 단기장으로도 표현되는 별미장은 장류 제조 시 사용되는 메주를 전통메주와는 다른 형태로 띄우거나 지역 특산 재료를 부재료를 이용하여 만든 지역, 계절에 따라 별미로 담가 먹는 장으로(Kim 등 2012), 발효기간이 짧고 부재료를 활용할 수 있어 특유의 향, 맛 및 기능성을 증대시킬 수 있다는 장점이 있다(Jeon 등 2016; Eom 등 2022). 이런 별미장에는 서리태와 보릿가루를 사용한 대맥장, 백태와 메밀가루를 혼합한 생황장, 팔메주를 이용한 소두장, 찹쌀을 활용한 찌금장 등이 대표적으로 알려져 있으며(Woo 등 2004), 저장성이 낮다는 우려도 있으나 새로운 식품에 관심이 많은 현대인에게는 장점으로 부각될 부분이 많을 것으로 판단된다.

옥수수는 충북 괴산군의 대표 재배작물 중 하나로 대학찰 옥수수(연농1호)가 대표적으로 알려져 있으며, 최근에는 초당옥수수의 재배면적도 늘어나고 있다. 옥수수 전분의 주요 소재로 전분당 제조원료, 식품 조미료, 과자류 및 주류 등의 식품산업에 널리 사용되고 있으며 tocopherols, carotenoids, quercetin 등의 항산화 물질을 함유하고 있다(Kim 등 1996). 대학찰옥수수에 대한 제면적성(Lee SH 2010), 전분특성(Lee 등 2010) 등에 대한 연구가 보고되어 있으나 다양한 식품에 활용된 연구는 미비하다.

따라서 본 연구는 특색 있고, 맛과 기능성이 우수한 된장에 관심이 높은 소비자들의 요구를 충족시키면서 동시에 충북 대표 작목인 옥수수 활용도를 증대시키기 위해 대학찰옥수수를 별미장 제조에 첨가하였다. 이때 된장의 위해 요소를 줄일 수 있는 발효종균(*B. velezensis* JHI KACC92394P)과 옥수수 전처리를 달리하여 별미장을 제조하였고, 발효과정 중 이화학적, 생리활성 분석을 하여 충북의 새로운 특산품으로의 가능성을 확인해 보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 별미장 및 추출물 제조

별미장 제조 시 사용한 메주가루는 Jeong 등(2018)의 방법에 따라 삶은 대두에 황국균(*Jeil Biotech*, Gyeongju, Korea)을 접종하여 콩알메주 형태로 발효한 뒤 분쇄한 것을 사용하였고, 천일염(*Daesang*, Seoul, Korea)은 마트에서 구매하였다. 옥수수는 충북 괴산에서 2021년 재배되어 건조한 대학찰 옥수수를 구입하였으며, 전처리방법으로 100°C에서 1시간 동안 증자한 찐옥수수와 건조된 옥수수를 방앗간에서 130~140°C의 온도로 볶은 후 분쇄한 분말로 준비하였다. 종균으로 사용한 *B. velezensis* JHI(KACC92394P)은 충북농업기술원에서 분리 및 특허출원한 균주로서, 별미장 첨가 시  $1 \times 10^7$  CFU/g이 되게 준비하였다. 최종적으로 별미장 제조는 Table 1과 같은 배합비로 제조하였는데, 물에 소금을 첨가하고 소금이 다 녹은 뒤 메주가루를 넣고 메주가루가 불기 위해 상온(약 25°C)에서 약 1~2시간 정치하였다. 그 뒤에 시료별로 부재료 또는 종균을 첨가하여 혼합하고, 소독된 항아리에 담아 발효하면서 2주 간격으로 8주까지 샘플링하며 품질조사 하였다. 시료명은 대조구 별미장을 A, 찐 옥수수를 넣은 별미장은 B, 볶은 옥수수 분말을 넣은 별미장은 C, 대조구에 바실러스 종균을 처리한 별미장은 D, 마지막으로 찐 옥수수, 볶은 옥수수 분말 및 종균을 처리한 별미장은 E라 명명하였다. 별미장의 생리활성 측정을 위한 추출물은 시료 100 g에 2배 증류수를 넣고, 진탕 추출과 원심분리 및 감압여과(Adventec No.2, Adventec Tokyo, Japan) 후 측정하였다.

### 2. pH, 총산 및 수분함량 측정

별미장의 pH변화는 추출한 시료 10 mL를 취하여 pH meter(Sartorius, Goettingen, Germany)를 이용하였고, 총산은 추출 시료 10 mL에 2~3방울 1% phenolphthalein 넣고 0.1 N

Table 1. The mixing ratio of raw ingredients for *byeolmijang*

	A <sup>1)</sup> (control)	B (steamed corn)	C (roasted corn)	D (starter)	E (A+B+C+D)
Meju (g)	3,200	3,200	3,200	3,200	3,200
Steamed corn (g)	-	500	-	-	250
Roasted corn (g)	-	-	500	-	250
Starter	-	-	-	$1 \times 10^7$	$1 \times 10^7$
Salt content (g)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Added water (g)	5,100	5,300	5,300	5,100	5,300
Total (g)	9,300	10,000	10,000	9,300	10,000

<sup>1)</sup> A: control, B: added with steamed corn in *byeolmijang*, C: added with roasted corn in *byeolmijang*, D: added with starter in *byeolmijang*, E: added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정하였다. 적정에 소비된 NaOH 소비량은 젖산(lactic acid)에 상당하는 유기산 계수를 이용하여 총산으로 환산하였다(Eom 등 2022). 수분은 AOAC 방법(2005)에 따라 상압가열건조법을 사용하여 측정하였다.

### 3. 색도 측정

색도 측정은 색도색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 별미장 시료 10 g을 petri-dish에 담고 3회 측정된 값의 평균값으로 계산하였으며, 명도는 L값(lightness), 적색도는 a값(redness) 및 황색도는 b값(yellowness)으로 나타내었으며(Eom 등 2022), 표준백판의 값은 L=96.89, a=-0.07, b=-0.18이었다.

### 4. 미생물 분석

별미장 발효 중 미생물 수 중 일반 세균수와 유산균수 측정은 시료를 0.85% 멸균 생리식염수에 단계적으로 희석하여 각각 plate count agar(Difco, Sparks, MD, USA) 및 MRS agar(Difco)에 도말 및 배양(37°C, 24시간) 한 후 생성된 집락수를 계산하였다. 곰팡이수는 시료를 0.85% 멸균 생리식염수에 단계적으로 희석하여 mold 3M petrifilm plate(3M Inc., St. Paul, MN, USA)에 희석액을 1 mL 접종하여 배양(30°C, 48 hr) 한 후 푸른색 집락을 계수하였다(Jeong 등 2018).

### 5. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량(Jeong 등 2018)은 별미장을 추출한 후 희석한 용액 50 µL에 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 1 mL를 혼합하여 3분 방치하고, 1 N Folin-Ciocalteu's phenol reagent(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 50 µL를 혼합하여 30분 반응시킨 후 750 nm에서 흡광도 값을 측정하였으며, 페놀화합물은 표준물질 gallic acid(Sigma-Aldrich Co.)를 사용하여 표준곡선으로 양을 환산하였다.

### 6. 항산화 활성 측정

별미장의 항산화 활성을 측정하기 위하여 ABTS 및 DPPH 라디칼 소거능을 측정하였다. ABTS라디칼 소거능(Re 등 1999)은 7.4 mM ABTS(2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich Co.)와 2.6 mM potassium persulfate을 하룻동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 735 nm에서 흡광도가 1.3~1.5가 되도록 증류수로 희석하고, 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출한 시료 50 µL를 가하여 30분간 반응시킨 후 735 nm에서 흡광도를 측정하였고, 시료 첨가구와 시료를 첨가하지 않은 경우의 흡광도를 백분율로 나타내었다. DPPH라디칼 소거능(Choi 등 2003)은 0.4 mM DPPH(2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich Co.)

용액을 흡광도 값이 1.5~1.7이 되도록 희석한 후 별미장 추출물 0.2 mL에 DPPH 용액 0.8 mL를 가한 후 실온에서 30분간 방치한 후 525 nm에서 흡광도를 측정하였고, 시료 첨가구와 비첨가구의 흡광도 차이를 백분율(%)로 나타내었다.

### 7. 환원당 측정

환원당 측정(Eom 등 2022)은 시료 200 µL에 DNS 시약 400 µL를 넣고 끓는 물에서 5분 증탕 후 1분간 이상 냉각시켰다. 분광광도계(Cary UV-Vis spectrophotometer, Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 흡광도(550 nm)를 측정하였다. 환원당 정량은 glucose(Sigma-Aldrich Co.)를 표준물질로 사용하여 검량선을 작성 후 환산하였다.

### 8. 아미노태 및 암모니아태 질소 측정

옥수수 및 증균을 첨가한 별미장의 아미노태 질소(Lee & Mok 2010)는 추출한 시료 5 mL와 중성 formalin 용액 10 mL 및 증류수 10 mL를 넣은 플라스크에 0.5% phenolphthalein 용액을 몇 방울 가한 후, 0.1 N NaOH로 미홍색이 될 때까지의 적정량과 시료 5 mL, 증류수 20 mL(formalin 용액 10 mL를 넣지 않은)를 넣은 플라스크에 0.5% phenolphthalein 용액을 몇 방울 가한 후, 0.1 N NaOH로 미홍색이 될 때까지 적정량을 아미노태 질소 값으로 산출하였다. 암모니아태 질소(Choi 등 2016)는 추출액 0.1 mL에 A-용액(phenol 10 g and sodium nitroprusside dehydrate 0.05 g in 1,000 mL DW)과 B-용액(Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> · 12H<sub>2</sub>O 9 g, NaOH 6 g and NaOCl 10 mL in 1,000 mL DW)을 각각 2 mL씩 차례로 넣고 37°C에서 20분간 반응시켜 분광광도계를 이용하여 630 nm에서 흡광도를 측정하였다. 황산암모늄((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)을 표준물질로 하여 작성한 검량곡선으로부터 암모니아태 질소 함량(mg%)을 계산하였다.

### 9. 전자혀를 이용한 별미장의 맛성분 분석

별미장의 맛을 객관적으로 살펴보기 위하여 electronic tongue system(Astree 5, Alpha MOS, Toulouse, France) 분석을 수행하였다. 별미장 시료의 전처리에는 각각의 샘플 10 g을 취하여 증류수로 10배 희석한 후 원심분리하여 얻은 상등액을 여과지(No. 2)로 거른 후 희석하여 1 ppm의 농도로 사용하였다. 맛 성분에 관여하는 CTS, NMS, AHS, PKS, ANS 센서와 레퍼런스로서 사용되는 SCS 및 CPS 센서를 사용하였고, 각각의 센서가 나타내는 맛 성분의 강도(intensity)를 확인하였다. 이 중 CTS는 짠맛, NMS 감칠맛, AHS 신맛, PKS 신맛 및 ANS 쓴맛을 나타낸다(Hayashi 등 2008; Park 등 2021; Eom 등 2022).

### 10. 통계처리

모든 시험은 3반복 진행하였으며 결과는 평균±표준편차

(standard deviation, SD)로 나타낸 후 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Science, Ver 12.0 SPSS INC., Chicago, USA)를 이용하였고, 동질성을 비교하기 위해 분산 분석(ANOVA)을 실시한 후 측정값 간의 유의성을 Duncan's multiple range test로  $p < 0.05$  수준에서 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. pH, 총산 및 수분함량 측정

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 발효기간별 pH, 총산 및 수분함량의 변화 결과는 Table 2에 나타내었다. pH의 경우 발효 초기 5.94~6.18로 나타났고, 8주차에는 4.94~5.63을 나타냈다. 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장은 발효 8주 동안 pH 값이 가장 큰 폭으로 감소하였고, 반면에 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장은 그 감소의 폭이 적었으나, 전체 시료에서 발효가 진행됨에 따라 유의적으로 감소하였다( $p < 0.05$ ). 이는 유산균의 생육증가에 따른 젖산발효의 영향으로 판단되며 선행연구(Eom 등 2022)에서 볶은 잡곡 종류를 달리하여 제조한 별미장 또한 발효 초기 6.10~6.12에서 8주차 4.48~4.92로 전체 시료에서 감소 경향을 보인 결과와 일치하였다. 볶

은 옥수수를 첨가한 시료 C 별미장에서 pH의 변화가 적은 것은 볶음 공정에서 수분이 감소하고 노화되면서 미생물이 이용하기 어려운 구조로 변형되고 이에 따라 젖산발효가 더디게 진행된 것으로 판단되며, 찐 옥수수의 경우는 조직이 찌는 과정에서 조직이 파괴되고, 생으로 있을 때 보다 삶을 경우 sucrose 등 미생물이 이용하기가 용이한 당류가 증가하여(RDA 2023) pH의 변화가 컸을 것으로 판단된다.

총산의 경우는 기간에 따라 감소한 pH와 반대로 발효 초기에는 0.25~0.34%를 나타냈으나 발효 8주차에는 1.05~1.48%까지 모든 별미장에서 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 발효과정에서 보았을때 발효 2주차와 4주차 사이에 변화량이 가장 적었으며 앞의 pH 결과와 유사하게 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장이 가장 적은 증가폭을 나타냈고, 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장은 발효 8주 후 가장 높은 총산 값을 나타내었다. 발효 8주차 증가경향은 Lee 등(2020)의 경기지역 전통 된장에서 12주차에 0.8~1.4로 전반적으로 증가하는 경향과 일치하였고, 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장에서 가장 낮은 증가폭을 보인 이유는 앞서 pH 결과에서 언급한 것처럼 미생물의 이용이 어려워 발효가 다소 덜 진행됐을 것으로 판단된다. 8주차 시료 별 총산은 대조구 A와 찐 옥수수를

Table 2. Changes in physicochemical characteristics during *byeolmijang* fermentation

Sample <sup>1)</sup>	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
pH	A	5.95±0.02 <sup>cA2)</sup>	5.91±0.01 <sup>dB</sup>	5.88±0.00 <sup>cC</sup>	5.78±0.01 <sup>BD</sup>	5.26±0.01 <sup>cE</sup>
	B	6.15±0.01 <sup>bA</sup>	6.01±0.00 <sup>bB</sup>	5.97±0.00 <sup>cC</sup>	5.71±0.00 <sup>dD</sup>	4.94±0.00 <sup>eE</sup>
	C	5.94±0.00 <sup>cA</sup>	5.94±0.00 <sup>cA</sup>	5.91±0.00 <sup>dB</sup>	5.76±0.00 <sup>cC</sup>	5.63±0.01 <sup>aD</sup>
	D	6.18±0.01 <sup>aA</sup>	6.04±0.00 <sup>aB</sup>	6.02±0.00 <sup>aC</sup>	5.84±0.01 <sup>aD</sup>	5.39±0.00 <sup>bE</sup>
	E	6.17±0.01 <sup>abA</sup>	6.04±0.00 <sup>aB</sup>	5.99±0.01 <sup>bC</sup>	5.85±0.00 <sup>aD</sup>	5.16±0.00 <sup>dE</sup>
Total acidity (%)	A	0.25±0.01 <sup>BD</sup>	0.81±0.00 <sup>cC</sup>	0.81±0.05 <sup>abC</sup>	1.19±0.00 <sup>AB</sup>	1.45±0.06 <sup>aA</sup>
	B	0.33±0.05 <sup>aD</sup>	0.74±0.00 <sup>cC</sup>	0.79±0.02 <sup>abC</sup>	0.96±0.01 <sup>bcB</sup>	1.48±0.01 <sup>aA</sup>
	C	0.34±0.04 <sup>aD</sup>	0.79±0.01 <sup>bcC</sup>	0.77±0.05 <sup>bcC</sup>	1.18±0.01 <sup>aA</sup>	1.05±0.01 <sup>dB</sup>
	D	0.31±0.02 <sup>aE</sup>	0.76±0.01 <sup>cdD</sup>	0.84±0.01 <sup>aC</sup>	0.98±0.01 <sup>bbB</sup>	1.19±0.01 <sup>cA</sup>
	E	0.30±0.02 <sup>abE</sup>	0.75±0.01 <sup>cdD</sup>	0.84±0.03 <sup>aC</sup>	0.95±0.02 <sup>cbB</sup>	1.35±0.01 <sup>bA</sup>
Moisture (%)	A	56.92±2.25 <sup>abB</sup>	59.66±1.39 <sup>aA</sup>	59.60±0.43 <sup>aA</sup>	58.55±0.74 <sup>abAB</sup>	59.39±0.13 <sup>aA</sup>
	B	57.84±1.46 <sup>aA</sup>	58.44±0.40 <sup>aA</sup>	58.80±0.38 <sup>bcA</sup>	58.05±0.44 <sup>bA</sup>	58.52±0.81 <sup>bA</sup>
	C	57.52±0.88 <sup>abB</sup>	58.84±0.14 <sup>aA</sup>	58.55±0.21 <sup>cA</sup>	58.66±0.13 <sup>abA</sup>	58.56±0.23 <sup>bA</sup>
	D	58.45±0.84 <sup>abB</sup>	58.76±0.52 <sup>aAB</sup>	59.54±0.44 <sup>abA</sup>	59.11±0.49 <sup>abAB</sup>	59.17±0.27 <sup>abAB</sup>
	E	58.32±0.40 <sup>abB</sup>	59.05±0.75 <sup>aAB</sup>	59.36±0.46 <sup>abA</sup>	58.87±0.40 <sup>abAB</sup>	58.85±0.10 <sup>abAB</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

<sup>2)</sup> Each values mean±S.D.

<sup>a-c)</sup> Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-E)</sup> Values with different capital letters small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

첨가한 B 별미장에서 높게 나타났으며 시료간 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ).

수분함량은 발효 초기 56.92~58.45%에서 발효 마지막에 58.52~59.39%로 전체 시료에서 발효기간별 및 시료별 유의적인 차이는 나타내지 않았다. 이는 Yoon 등(2019)의 충북지역의 된장에서 초기 58~69%에서 후기 52~64%로 전반적으로 감소하는 경향을 보인 결과와는 일치하지 않았으나, 발효 중 수분의 증가는 원료성분이 가수분해되었다고 고찰한 고구마를 이용한 된장의 결과와는 일치하여(Cha 등 2017) 외부 발효 온도, 첨가하는 부재료 등의 다양한 원인으로 수분함량은 변화하는 것 판단된다.

## 2. 색도 변화

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 색도변화는 Table 3과 같다. 발효가 진행될수록 명도(L 값)와 황색도(b 값)는 전체 별미장 시료에서 감소하는 경향을 보였고, 적색도(a 값)는 증가하는 경향을 보였다. 명도는 초기 53.19~55.72에서 발효 8주차 47.12~50.11로 유의적으로 감소하여 발효기간이 증가함에 따라 색이 어두워짐을 확인하였으며( $p<0.05$ ), 대조군 별미장이 발효시간 내내 높은 명도값을 나타냈다. 적색도는 초

기 7.78~8.71에서 8주차에는 9.00~10.73으로 전체적으로 증가하는 경향을 보였고 특히, 붉은 옥수수를 첨가한 C 별미장에서 전 발효기간 중 가장 낮은 값을 나타내었다. 황색도의 경우 초기 20.85~21.73에서 발효 6주차 18.20~19.71로 감소하였다가 발효 8주차에 18.28~20.37로 다소 증가하는 경향성을 보였으나 전체 발효기간에 걸쳐 유의적으로 감소하였다( $p<0.05$ ). Cha 등(2017)의 고구마 함량을 달리한 된장의 경우 발효 12주 동안 명도와 황색도는 감소하고, 적색도는 증가하여 본 연구와 일치하였다. 일반적으로 발효가 진행됨에 따라 된장은 갈변이 일어나게 되며 명도는 감소하고 적색도가 증가하게 되는데 Chang 등(2010)은 된장이 갈변되면서 붉은색의 정도가 증가하기 때문이라고 고찰하였고, Kim DW(1990)은 콩의 단백질과 전분이 분해되어 생성된 당과 아미노산의 화학반응인 mallard 반응에 의한 갈변화에 기인한다고 하였는데, 본 연구에는 이런 이유와 더불어 전처리가 다른 옥수수의 첨가 유무로 별미장의 색도 값이 다른 것으로 판단된다.

## 3. 미생물 분석

옥수수 및 종균을 첨가하여 제조한 별미장의 미생물 변화는 Table 4와 같다. 총균수는 제조 후 8.46~9.08 log CFU/g으

Table 3. Changes in color values during *byeolmijang* fermentation

Sample <sup>1)</sup>	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
L value	A	55.72±0.44 <sup>aA2)</sup>	52.44±0.05 <sup>aB</sup>	50.96±0.25 <sup>aC</sup>	50.32±0.48 <sup>aD</sup>	50.11±0.16 <sup>aD</sup>
	B	53.22±0.31 <sup>cA</sup>	50.22±0.72 <sup>cB</sup>	47.97±0.44 <sup>cC</sup>	47.74±0.39 <sup>bc</sup>	48.30±0.21 <sup>bc</sup>
	C	54.57±0.33 <sup>bA</sup>	51.49±0.14 <sup>bb</sup>	49.46±0.28 <sup>bc</sup>	48.37±0.19 <sup>bd</sup>	47.55±0.19 <sup>cdE</sup>
	D	53.19±0.46 <sup>cA</sup>	49.94±0.15 <sup>cB</sup>	48.51±0.48 <sup>cC</sup>	47.82±0.06 <sup>bd</sup>	47.92±0.08 <sup>obcd</sup>
	E	53.24±0.45 <sup>cA</sup>	50.29±0.38 <sup>cB</sup>	47.99±0.42 <sup>cC</sup>	47.69±0.55 <sup>bcD</sup>	47.12±0.44 <sup>dD</sup>
a value	A	8.61±0.18 <sup>abC</sup>	9.37±0.18 <sup>bb</sup>	9.37±0.13 <sup>bb</sup>	9.38±0.23 <sup>aB</sup>	10.38±0.02 <sup>bA</sup>
	B	8.51±0.30 <sup>abC</sup>	9.38±0.09 <sup>bb</sup>	9.22±0.06 <sup>bb</sup>	9.50±0.07 <sup>aB</sup>	10.73±0.17 <sup>aA</sup>
	C	7.78±0.15 <sup>cd</sup>	8.42±0.13 <sup>cC</sup>	8.60±0.06 <sup>cBC</sup>	8.72±0.20 <sup>bb</sup>	9.00±0.17 <sup>cA</sup>
	D	8.71±0.21 <sup>aC</sup>	9.65±0.06 <sup>aB</sup>	9.60±0.11 <sup>aB</sup>	9.51±0.22 <sup>aB</sup>	10.26±0.30 <sup>bA</sup>
	E	8.25±0.16 <sup>bc</sup>	9.32±0.02 <sup>bA</sup>	9.27±0.15 <sup>ba</sup>	8.78±0.21 <sup>bb</sup>	9.28±0.15 <sup>cA</sup>
b value	A	21.73±0.26 <sup>aA</sup>	21.40±0.27 <sup>aA</sup>	20.40±0.10 <sup>aB</sup>	19.71±0.07 <sup>aC</sup>	20.37±0.25 <sup>aB</sup>
	B	21.49±0.52 <sup>aA</sup>	20.44±0.31 <sup>bcB</sup>	18.89±0.41 <sup>bc</sup>	18.52±0.44 <sup>bc</sup>	19.91±0.34 <sup>aB</sup>
	C	20.85±0.62 <sup>aA</sup>	20.09±0.10 <sup>cB</sup>	18.98±0.09 <sup>bc</sup>	18.58±0.32 <sup>bc</sup>	18.37±0.24 <sup>cC</sup>
	D	21.27±0.74 <sup>aA</sup>	20.67±0.26 <sup>ba</sup>	19.34±0.24 <sup>bb</sup>	18.68±0.25 <sup>bb</sup>	19.27±0.43 <sup>bb</sup>
	E	21.47±0.30 <sup>aA</sup>	20.53±0.14 <sup>bb</sup>	18.89±0.42 <sup>bc</sup>	18.20±0.56 <sup>bc</sup>	18.28±0.41 <sup>cC</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

<sup>2)</sup> Each values mean±S.D.

<sup>a-d</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

<sup>A-E</sup>Values with different capital letters small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

**Table 4. Changes of total cell count, lactic acid bacteria and mold during *byeolmijang* fermentation** (log CFU/g)

Sample <sup>1)</sup>	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
Total cell count	A	9.08±0.03 <sup>aA2)</sup>	8.41±0.07 <sup>aD</sup>	8.43±0.03 <sup>aD</sup>	8.72±0.09 <sup>bC</sup>	8.85±0.01 <sup>aB</sup>
	B	8.48±0.03 <sup>aA</sup>	8.22±0.10 <sup>bcB</sup>	7.86±0.04 <sup>cC</sup>	8.12±0.05 <sup>dB</sup>	8.43±0.10 <sup>aA</sup>
	C	8.66±0.04 <sup>ba</sup>	8.12±0.05 <sup>cC</sup>	7.74±0.09 <sup>dD</sup>	8.35±0.08 <sup>cB</sup>	8.68±0.01 <sup>ba</sup>
	D	8.46±0.09 <sup>sb</sup>	8.16±0.03 <sup>cC</sup>	8.10±0.02 <sup>bc</sup>	8.84±0.07 <sup>aA</sup>	8.46±0.10 <sup>sb</sup>
	E	8.68±0.08 <sup>ba</sup>	8.33±0.07 <sup>abB</sup>	7.96±0.00 <sup>cD</sup>	8.37±0.00 <sup>cB</sup>	8.13±0.10 <sup>dC</sup>
Lactic acid bacteria	A	7.06±0.05 <sup>aD</sup>	8.03±0.01 <sup>aA</sup>	7.78±0.07 <sup>ab</sup>	7.82±0.11 <sup>aB</sup>	7.61±0.03 <sup>aC</sup>
	B	5.71±0.00 <sup>dD</sup>	6.43±0.03 <sup>dB</sup>	6.47±0.04 <sup>dB</sup>	6.31±0.03 <sup>bc</sup>	6.78±0.07 <sup>ba</sup>
	C	6.02±0.04 <sup>be</sup>	6.60±0.07 <sup>cA</sup>	6.15±0.02 <sup>dD</sup>	6.42±0.07 <sup>bb</sup>	6.32±0.03 <sup>dC</sup>
	D	5.86±0.05 <sup>dD</sup>	6.81±0.06 <sup>ba</sup>	6.73±0.05 <sup>ba</sup>	5.99±0.04 <sup>cC</sup>	6.40±0.03 <sup>sb</sup>
	E	5.99±0.06 <sup>be</sup>	6.78±0.06 <sup>ba</sup>	6.50±0.04 <sup>cb</sup>	6.33±0.01 <sup>bc</sup>	6.15±0.05 <sup>ed</sup>
Mold	A	5.17±0.03 <sup>aA</sup>	4.74±0.06 <sup>cb</sup>	4.61±0.04 <sup>cC</sup>	4.44±0.06 <sup>bd</sup>	4.29±0.03 <sup>de</sup>
	B	4.98±0.04 <sup>aA</sup>	4.66±0.05 <sup>cb</sup>	4.31±0.07 <sup>bd</sup>	4.44±0.02 <sup>bc</sup>	4.63±0.09 <sup>bb</sup>
	C	5.18±0.04 <sup>aAB</sup>	5.31±0.09 <sup>aA</sup>	4.66±0.03 <sup>cC</sup>	4.65±0.05 <sup>aC</sup>	4.96±0.21 <sup>dB</sup>
	D	4.10±0.02 <sup>dA</sup>	3.78±0.01 <sup>dB</sup>	3.89±0.02 <sup>sb</sup>	3.79±0.03 <sup>cbC</sup>	3.64±0.19 <sup>dC</sup>
	E	5.06±0.02 <sup>ba</sup>	4.89±0.01 <sup>bb</sup>	4.37±0.04 <sup>bc</sup>	4.49±0.11 <sup>bc</sup>	4.37±0.09 <sup>sc</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

<sup>2)</sup> Each values mean±S.D.

<sup>a-c</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

<sup>A-E</sup>Values with different capital letters small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

로 나타났고, 발효 8주차엔 8.13~8.85 log CFU/g으로 유사하거나 다소 감소하는 경향을 보였다. 대조구 A 별미장과 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 E 별미장을 제외하면 전반적으로 변화가 크지 않았는데, *B. subtilis* 균주를 이용하여 팽화미 된장을 연구한 Lee 등(2015)의 연구에서도 발효기간 중 총균수가 유지되었다고 보고하였고, 경기지역 전통된장을 연구한 Lee 등(2020)의 연구와도 유사한 경향을 나타내었다.

유산균수는 발효 초기 5.71~7.06 log CFU/g에서 발효 8주차 6.15~7.61 log CFU/g으로 모든 별미장에서 유의적으로 증가하였다( $p<0.05$ ). 특히 다른 별미장의 변화보다 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장에서 초기보다 발효 8주째 약 10배 이상 유산균 수가 증가한 것은 본 실험 결과 중 pH 및 총산도 연구결과와 연관성이 있으며 다른 부재료 첨가보다 찐 옥수수가 미생물이 이용하기가 용이한 당류가 증가하여 젖산과 구연산 등의 유기산을 생성하는 젖산균이 증가하여 산도와 유산균수가 높게 검출되었다고 판단된다. 하지만 메주 형태와 스타터 첨가에 따른 찐된장의 품질 연구(Lee 등 2012)와 다양한 염도에서 제조한 된장의 장기 숙성 중 품질을 조사한 연구(Choi 등 2016)에서도 발효일수가 증가할수록 유산균수도 감

소하였다고 보고하여 본 연구와 상이한 결과를 나타내고 있어, 장류의 미생물수는 된장 등의 품질에 영향을 주는 주요 지표로서 첨가하는 재료, 종균 및 발효 환경 등 다양한 원인으로 그 결과값이 기존연구와 다를 수 있으므로 꼭 분석해야 하는 중요한 지표라고 생각한다.

마지막으로 곰팡이 수는 초기 4.10~5.17 log CFU/g으로 나타났으며 발효가 진행됨에 따라 발효 6주차에는 3.79~4.65 log CFU/g으로 나타났으나 발효 8주차에 다시 증가하여 3.64~4.96 log CFU/g으로 나타나 전반적으로 발효기간 중 감소하는 경향성을 나타냈다. 특히, 옥수수는 첨가하지 않고, 종균만을 첨가한 D 별미장의 경우는 가장 낮은 곰팡이수를 나타내어 본 종균이 발효과정에 항진균 효과를 나타냈다고 보인다. *Aspergillus*와 *B. subtilis* 발효종균 이용하여 제조한 된장의 곰팡이 수 조사를 하였을 때(Kim 등 2011), 종균 첨가가 하지 않은 된장에 비해 10배 감소된 차이(1 log CFU/g)를 보고한 연구와 일치하였다. 일반적으로 전통된장에서 효모 및 곰팡이 수는 발효 초기보다 발효가 증가할수록 증가하여 발효가 끝났을 때는 5 log CFU/g 수를 유지한다고 보고한 연구(Yoo & Kim 1998)와 일반적으로 발효가 진행됨에 따라 곰팡이의 수는 점차적으로 감소하는 경향을 보인다고 한 연구

(Jang 등 2000)가 서로 상이한 만큼 외부의 환경적 요인과 종균 및 부재료의 첨가로 인해 미생물의 변화는 증가하거나 감소할 수 있다고 생각된다.

#### 4. 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 총 폴리페놀 함량의 변화는 Table 5와 같다. 발효 초기 총 폴리페놀 함량은 220.56~331.18 mg% 범위를 나타내었다. 전체적으로 발효기간이 지남에 따라 증가하였으며 발효 8주차에는 626.33~710.42 mg%의 함량을 나타냈다. 대조구 별미장의 총 폴리페놀 함량이 가장 낮은 값을 보였고 첨가구 중 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장의 경우 발효 초기에는 가장 낮은 함량을 보였으나, 발효 8주에는 710.42 mg%로 가장 높은 값을 나타내었다. 특히, 4주차에 급격히 증가하였으며 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장 또한 두번째로 높은 값을 나타내었다. 이는 별미장에 첨가된 부재료 옥수수와 관련이 있다고 판단되며, 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장에서 가장 높은 함량을 나타낸 것으로 볼 때, 전처리에 사용한 볶음 및 가열 공정에서 옥수수의 세포벽을 파괴하여 물리화학적 변형이 일어나고 유용물질의 추출이 증대된 것으로 판단되며 팽화 귀리의 총 폴리페놀 함

량의 변화에 대해 연구한 보고(Lee 등 2018) 및 팽화 미분을 이용한 막걸리 개발 연구를 진행한 Sung 등(2021)의 총 폴리페놀 함량 고찰에서도 이와 같은 이유를 확인하였다.

옥수수 및 종균 첨가 별미장의 ABTS 라디칼 소거능을 분석하기 위하여 모든 시료를 15배 희석하여 측정된 결과, 발효 초기에는 44.54~63.41%로 나타났으며 발효 6주차 75.58~78.30%으로 가장 높은 값을 보였다가 발효 8주차 57.76~75.03%로 다소 감소하는 경향성을 보였다. 총 폴리페놀 함량과 마찬가지로 대조구를 제외하고 첨가구에서는 볶은 옥수수를 부재료로 첨가한 C 별미장에서 가장 높은 소거능을 가지는 것으로 나타났다. DPPH 라디칼 소거능의 경우, 별미장 시료를 12배 희석하여 측정하였는데, 발효 초기 45.46~64.03% 범위로 나타났으며, 발효가 진행됨에 따라 소거활성이 증가하였고 전체적으로 발효 4주차에 급격히 증가하였으며, 발효 8주차에 78.92~86.68%를 나타내었다. 발효 8주차 대조구를 제외하면 실험구 별미장 사이에는 유의적인 차이를 나타내지 않았다( $p < 0.05$ ). 여주 첨가 된장(Hwang 등 2017), 유산균 발효 다시마 첨가 된장(Seo 등 2018) 및 볶은 잡곡류 첨가 별미장(Eom 등 2022)의 연구에서도 부재료를 된장에 첨가하여 생리활성 측정 시 총 폴리페놀 함량, ABTS 및 DPPH

Table 5. Changes in total polyphenol and antioxidant activities during *byeolmijang* fermentation

Sample <sup>1)</sup>	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
Total polyphenol content (mg%)	A	220.56±18.17 <sup>dD2)</sup>	479.20±7.76 <sup>cC</sup>	577.26±17.54 <sup>bB</sup>	596.99±9.82 <sup>bB</sup>	626.33±17.26 <sup>cA</sup>
	B	317.83±2.81 <sup>abD</sup>	520.83±6.50 <sup>bC</sup>	573.31±11.19 <sup>bB</sup>	660.96±16.93 <sup>aA</sup>	668.51±19.31 <sup>bA</sup>
	C	284.44±3.51 <sup>cE</sup>	491.17±13.83 <sup>cD</sup>	637.07±14.00 <sup>aB</sup>	615.53±10.43 <sup>bC</sup>	710.42±13.15 <sup>aA</sup>
	D	307.86±10.85 <sup>bd</sup>	560.36±11.95 <sup>aC</sup>	642.64±17.07 <sup>aA</sup>	619.76±7.11 <sup>bB</sup>	654.11±7.63 <sup>bcA</sup>
	E	331.18±4.28 <sup>aC</sup>	530.77±13.80 <sup>bB</sup>	616.12±15.92 <sup>aA</sup>	617.05±31.57 <sup>bA</sup>	645.28±19.84 <sup>bcA</sup>
ABTS radical scavenging activity (%)	A	44.54±1.55 <sup>cE</sup>	69.33±1.54 <sup>cC</sup>	72.02±1.22 <sup>bB</sup>	75.58±0.98 <sup>bA</sup>	65.22±1.67 <sup>cD</sup>
	B	59.23±1.96 <sup>aC</sup>	73.91±0.79 <sup>bB</sup>	75.50±1.58 <sup>aAB</sup>	76.50±0.53 <sup>bA</sup>	57.76±0.89 <sup>dC</sup>
	C	51.69±0.94 <sup>bd</sup>	72.10±1.35 <sup>bc</sup>	74.20±0.68 <sup>abB</sup>	76.50±0.12 <sup>bA</sup>	75.03±1.32 <sup>aAB</sup>
	D	60.35±0.61 <sup>ad</sup>	76.76±1.03 <sup>aA</sup>	74.56±0.70 <sup>aB</sup>	78.04±0.20 <sup>aA</sup>	63.49±1.43 <sup>cC</sup>
	E	63.41±4.78 <sup>aD</sup>	73.17±0.73 <sup>bBC</sup>	75.90±1.58 <sup>aAB</sup>	78.30±0.59 <sup>aA</sup>	70.01±1.00 <sup>bc</sup>
DPPH radical scavenging activity (%)	A	45.46±4.23 <sup>cD</sup>	58.12±3.89 <sup>cC</sup>	71.96±3.37 <sup>bB</sup>	71.44±3.33 <sup>bB</sup>	78.92±1.31 <sup>bA</sup>
	B	61.77±6.04 <sup>aC</sup>	71.97±1.15 <sup>abB</sup>	81.98±3.43 <sup>aA</sup>	82.30±3.22 <sup>aA</sup>	86.68±1.46 <sup>aA</sup>
	C	54.05±2.49 <sup>bc</sup>	69.46±1.21 <sup>bB</sup>	82.64±1.15 <sup>aA</sup>	81.01±1.10 <sup>aA</sup>	84.17±3.70 <sup>aA</sup>
	D	63.03±3.18 <sup>aC</sup>	76.00±2.68 <sup>aB</sup>	82.89±0.81 <sup>aA</sup>	83.93±2.74 <sup>aA</sup>	85.22±1.48 <sup>aA</sup>
	E	64.03±3.72 <sup>aB</sup>	68.10±5.51 <sup>bB</sup>	80.45±1.14 <sup>aA</sup>	82.02±0.95 <sup>aA</sup>	85.43±0.57 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

<sup>2)</sup> Each values mean±S.D.

<sup>a-d</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

<sup>A-E</sup>Values with different capital letters small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

자유 라디칼 소거능이 부재료 분말 첨가량에 비례하여 활성이 증가하는 것으로 보고하여, 본 연구에서도 볶음 과정에서 옥수수의 유용성분의 증가하여 별미장의 항산화활성에 영향을 준 것으로 것 판단된다.

### 5. 환원당 함량 분석

옥수수 및 종균을 첨가한 별미장의 환원당 함량은 Table 6에 나타냈었는데, 발효직후에는 0.82~1.05%로 시료간 유의적 차이를 보이지 않았으나( $p<0.05$ ), 발효 8주차에는 1.25~2.76%로 시료간 유의적인 차이를 나타내었다( $p<0.05$ ). 또한 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장을 제외하고 발효 4주차에 가장 높은 값을 보였다가 차츰 감소하는 경향을 보였으며 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장 또한 발효 6주차에 가장 높은 값을 보였다가 8주차엔 다소 감소하는 경향을 보였다. 발효 8주차 환원당 함량은 볶은 옥수수(C) > 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균(E) > 찐 옥수수(B) > 대조구(A) > 종균(D) 순으로 감소하였고, 환원당 함량이 감소하는 것은 미생물의 증식이나 유기산, 알코올 발효의 기질로 유리당이 사용된 것으로 판단한 연구(Cha 등 2017)에서처럼 본 연구에서도 부재료를 첨가하지 않고, 대조구에 발효종균(*B. velezensis*)만 첨가한 D

별미장의 환원당 함량이 가장 낮은 이유와 일치한다.

### 6. 아미노태 및 암모니아태 질소 분석

아미노태 질소는 된장과 같은 발효 식품에 있어 숙성과 품질변화의 지표로 사용된다. 옥수수를 부재료로 첨가한 별미장의 아미노태 질소 함량 변화는 Table 6에 나타냈었는데, 제조직후 시료의 아미노태 질소 함량은 148.89~191.16 mg% 범위로 나타났다. Kim 등(2006)은 국내 업체에서 생산되는 된장의 아미노태 질소 함량은 보통 250~430 mg%로 알려져 있다고 보고하였는데 본 연구 시료의 발효 8주차 함량을 보면 279.15~320.84 mg%를 나타났다. 발효기간별 8주동안 모든 시료에서 지속적으로 값이 증가한 것으로 보아 발효기간이 8주 이상 진행되면 아미노태 질소의 함량은 더 증가할 것으로 예상되며 발효기간 동안 대조구 A의 함량이 가장 높게 나타난 것은 대조구 A에 미생물이 가장 많이 생육함의 결과(Table 4)로 미생물 생육과 효소 생성의 영향을 받았다고 판단된다.

단백질 분해과정에서 deamination에 의해 생성되는 암모니아태 질소는 과량 축적 시 부패취로 작용되며 일반적으로 장류에서는 변패 또는 이상발효의 지표로 사용되었지만(Lee

Table 6. Changes in reducing sugar, amino-and ammonia-type nitrogen during *byeolmijang* fermentation

Sample <sup>1)</sup>	Fermentation period (weeks)					
	0	2	4	6	8	
Reducing sugar (%)	A	0.98±0.05 <sup>abD2)</sup>	2.23±0.05 <sup>cB</sup>	2.53±0.02 <sup>dA</sup>	2.11±0.03 <sup>cC</sup>	2.13±0.06 <sup>dC</sup>
	B	0.92±0.06 <sup>bcE</sup>	2.71±0.03 <sup>aC</sup>	3.35±0.04 <sup>aA</sup>	2.96±0.17 <sup>aB</sup>	2.32±0.03 <sup>cD</sup>
	C	1.05±0.06 <sup>aE</sup>	2.54±0.02 <sup>bD</sup>	2.67±0.07 <sup>cC</sup>	2.87±0.03 <sup>aA</sup>	2.76±0.03 <sup>aB</sup>
	D	0.82±0.08 <sup>cD</sup>	1.73±0.03 <sup>dB</sup>	1.97±0.05 <sup>eA</sup>	1.76±0.04 <sup>dB</sup>	1.25±0.01 <sup>eC</sup>
	E	0.96±0.04 <sup>abE</sup>	2.28±0.01 <sup>cD</sup>	2.82±0.06 <sup>bA</sup>	2.69±0.03 <sup>bb</sup>	2.39±0.03 <sup>bC</sup>
Amino-type nitrogen (mg%)	A	191.16±4.41 <sup>aE</sup>	208.64±0.29 <sup>aD</sup>	264.64±1.42 <sup>aC</sup>	307.20±1.00 <sup>bB</sup>	320.84±6.05 <sup>aA</sup>
	B	169.16±2.02 <sup>bE</sup>	190.96±3.36 <sup>bcD</sup>	228.24±3.05 <sup>cC</sup>	247.06±1.30 <sup>bB</sup>	279.15±3.28 <sup>dA</sup>
	C	190.96±1.74 <sup>aD</sup>	194.23±1.52 <sup>bD</sup>	240.53±1.30 <sup>cC</sup>	263.10±1.50 <sup>bB</sup>	297.49±5.17 <sup>bcA</sup>
	D	151.96±1.87 <sup>eE</sup>	189.14±1.42 <sup>cD</sup>	243.70±0.60 <sup>bcC</sup>	265.99±3.21 <sup>bb</sup>	301.91±3.93 <sup>bA</sup>
	E	148.89±6.00 <sup>eE</sup>	187.31±3.40 <sup>cD</sup>	233.23±0.88 <sup>dC</sup>	248.02±2.20 <sup>cB</sup>	289.04±4.47 <sup>cA</sup>
Ammonia-type nitrogen (mg%)	A	349.44±10.86 <sup>aE</sup>	416.61±14.94 <sup>abD</sup>	517.44±14.12 <sup>aC</sup>	590.41±12.27 <sup>aB</sup>	676.80±24.74 <sup>cA</sup>
	B	346.22±20.95 <sup>aD</sup>	420.60±10.36 <sup>aC</sup>	430.74±12.52 <sup>cC</sup>	514.05±18.41 <sup>cB</sup>	715.64±8.47 <sup>bA</sup>
	C	353.02±13.27 <sup>aE</sup>	395.64±6.29 <sup>bcD</sup>	476.66±1.77 <sup>bcC</sup>	544.90±13.24 <sup>bb</sup>	578.49±16.13 <sup>eA</sup>
	D	345.78±17.19 <sup>aE</sup>	395.12±10.18 <sup>bcD</sup>	458.16±14.42 <sup>bcC</sup>	527.62±2.42 <sup>bcB</sup>	802.25±17.72 <sup>aA</sup>
	E	325.62±21.30 <sup>aE</sup>	390.52±14.82 <sup>cD</sup>	479.55±4.78 <sup>abC</sup>	542.85±10.80 <sup>bb</sup>	625.29±8.32 <sup>dA</sup>

<sup>1)</sup> A: Control, B: Added with steamed corn in *byeolmijang*, C: Added with roasted corn in *byeolmijang*, D: Added with starter in *byeolmijang*, E: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeolmijang*.

<sup>2)</sup> Each values mean±S.D.

<sup>a-c</sup>Values with different small letters within a column are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

<sup>A-E</sup>Values with different capital letters small letters within a row are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).



등 2016), 현재는 식품공전 상 품질지표로 사용되지 않는다. 옥수수를 부재료로 첨가한 별미장의 암모니아태 질소(Table 6) 함량은 발효 초기 325.62~353.02 mg%로 시료간 유의적 차이는 없었으나( $p < 0.05$ ), 발효가 진행됨에 따라 지속적으로 증가하여 발효 8주차엔 578.49~802.25 mg%의 값을 나타내었다. 특히, 발효종균을 접종한 D 별미장이 가장 높은 함량을 나타내었고, 다음으로 찐 옥수수를 첨가한 별미장 B가 높은 함량을 나타낸 이유는 첨가한 미생물(*B. velezensis*)과 옥수수가 찌면서 생성된 유용물질들이 미생물의 생육에 영향을 주었고, 미생물이 생성하는 단백질 분해효소에 의해 콩 단백질이 분해되면서 상대적으로 증가하는 것으로 판단되며 이러한 결과는 Lee 등(2012)의 연구결과와도 일치하였다.

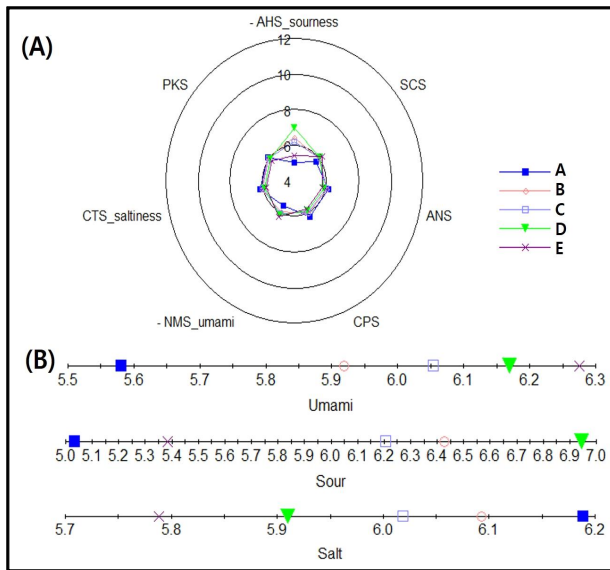
### 7. 전자혀를 이용한 별미장의 맛성분 분석

전자혀를 이용하여 옥수수와 종균을 첨가하여 제조한 별미장의 sensor값을 score로 변환하여 radar(Fig. 1A)와 특히, 짠맛, 신맛 및 감칠맛은 강도도 나타내었다(Fig. 1B). 별미장인 된장의 가장 중요한 맛인 감칠맛(NMS)은 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 별미장(E)이 가장 높은 값인 6.3을 나

타냈고, 대조구(A)가 가장 낮은 값인 5.6을 나타냈으며 차이가 크지는 않았다. 신맛(AHS)의 경우는 종균을 첨가한 D 별미장이 6.9를 나타냈고, 대조구가 가장 낮은 5.0을 나타내 1.9 값의 차이를 보였는데, 척도가 2 정도 차이가 나면 사람이 구분할 수 있을 정도의 유의적인 차이라고 볼 수 있다고 하였다(Hayashi 등 2008; Park 등 2021). 짠맛(CTS)은 감칠맛과 신맛과 달리 다른 경향성을 나타냈는데 대조구가 6.2로 가장 높은 값을 나타냈고, 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 별미장(E)이 5.8로 가장 낮은 값을 나타냈으나, 그 차이가 크지 않았으며, 나머지 두가지 맛인 쓴맛(ANS)과 단맛(PKS)이 차이가 크지 않은 것으로 보인다. 따라서 찐 옥수수와 볶은 옥수수 및 종균을 첨가한 E 별미장이 낮은 짠맛(CTS)과 신맛(AHS) 및 높은 감칠맛(NMS)을 나타냈으며, 발효 중 아미노산의 증가로 감칠맛을 증진시킨 것으로 생각된다.

### 요약 및 결론

본 연구는 전처리를 달리한 옥수수(찐 옥수수 및 볶은 옥수수)와 된장발효용 종균을 첨가한 별미장을 제조하여 충북 괴산의 대표 작물인 대학찰옥수수의 활용 방안과 나아가 충북의 새로운 특산품으로의 가능성을 알아보고자 하였다. 별미장의 pH는 발효가 진행됨에 따라 감소하였고, 총산은 반대로 증가하는 경향을 나타내었으며 수분함량은 발효기간에 따라 다소 증가와 감소를 보였으나 시료별 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 색도의 경우 명도(L값)와 황색도(b값)는 전체 시료에서 유의적으로 감소하였고, 적색도(a값)는 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 발효기간 별 미생물의 변화 중 총균수의 변화는 크지 않았고, 유산균수는 찐 옥수수를 첨가한 B 별미장의 변화 폭이 가장 컸으며, *B. velezensis* JH1 발효종균 처리한 D 별미장의 경우 곰팡이수가 가장 낮게 나타내 발효종균이 항진균효과가 있는것으로 판단된다. 별미장의 총 폴리페놀 함량은 모든 시료가 발효가 경과할수록 증가하였으나, 볶은 옥수수를 첨가한 C 별미장의 경우 발효 8주차때 가장 높은 값을 나타냈고, ABTS 라디칼 소거능 또한 C 별미장이 가장 높게 나타나 부재료로 첨가한 볶은 옥수수가 별미장의 생리활성에 영향을 준 것으로 판단된다. 환원당은 발효기간이 진행될수록 증가하는 경향을 나타내었으나 발효 8주에는 1.25~2.76%로 시료간 유의적인 차이를 나타내었는데, 부재료를 첨가하지 않고 발효종균만 첨가한 D 별미장이 미생물 증식으로 인해 가장 많은 당 소모가 있는 것으로 판단된다. 아미노태 질소 및 암모니아태 질소 함량은 발효가 진행되면서 모든 시료에서 증가하였고 특히, 볶은 옥수수를 첨가한 C처리구가 낮은 암모니아태 질소함량을 보였다. 전자혀를 통한 별미장의 맛 분석 결과 찐 옥수수와 볶은



**Fig. 1.** Changes in organoleptic characteristics during *byeoalmijang* fermentation by electronic tongue. A, Changes in organoleptic characteristics of *byeoalmijang* by electronic tongue; B, Changes of intensity scale in organoleptic characteristics of *byeoalmijang* by electronic tongue. ■: Control, ◇: Added with steamed corn in *byeoalmijang*, □: Added with roasted corn in *byeoalmijang*, ▼: Added with starter in *byeoalmijang*, ×: Added with starter, steamed and roasted corn in *byeoalmijang*.

옥수수 및 종균을 첨가한 E처리구에서 낮은 짠맛과 신맛 및 높은 감칠맛을 나타내, 종합적으로 품질 및 맛을 고려했을 때, 찐 옥수수, 볶은 옥수수 및 종균의 첨가가 별미장 등 장류 개발 시 좋은 소재라고 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ01594605)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis AOAC International. 18<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists
- Cha SJ, Park SR, Kim DH. 2017. Quality characteristics of *doenjang* prepared with sweet potato. *Korean J Food Preserv* 24:221-229
- Chang M, Kim IC, Chang HC. 2010. Effect of solar salt on the quality characteristics of *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:116-124
- Choi BY, Gil NY, Park SY, Kim SY. 2016. Quality characteristics of *doenjang* depending on various salt concentration during long-term fermentation period. *Korean J Food Preserv* 23:788-796
- Choi Y, Kim M, Shin JJ, Park JM, Lee J. 2003. The antioxidant activities of the some commercial teas. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32:723-727
- Eom HJ, Kwon NR, Kang HJ, Park HJ, Kim SY, Kim JH. 2022. Quality characteristics of *byeolmijang* prepared by different variety of roasted grain powders. *Korean J Food Nutr* 35:106-115
- Hayashi N, Chen R, Ikezaki H, Ujihara T. 2008. Evaluation of the umami taste intensity of green tea by a taste sensor. *J Agric Food Chem* 56:7384-7387
- Hwang CE, Joo OS, Lee JH, Song YH, Hwang IG, Cho KM. 2017. Changes of physiochemical properties and biological activity during the fermentation of *Doenjang* 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 Postharvest Sci Technol* 7:313-320
- Jeon H, Lee S, Kim S, Kim Y. 2016. Quality characteristics of modified *doenjang* and traditional *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1001-1009
- Jeong EJ, Yoon HS, Kim IJ, Hong ST, Kim SY, Gil NY, Han NS, Eom HJ. 2018. Quality characteristics of whole soybean *meju doenjang* prepared with addition times and starter contents. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 47:1159-1168
- Kim DY, Kwon DJ. 2014. Quality characteristics of *doenjang* manufactured with soybean *kaji*. *Korean J Food Preserv* 21:434-441
- Kim DW. 1990. Food Chemistry. pp. 401-447. Thamkudang
- 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 JW, Doo HS, Kwon TH, Kim YS, Shin DH. 2011. Quality characteristics of *doenjang meju* fermented with *Aspergillus* species and *Bacillus subtilis* during fermentation. *Korean J Food Preserv* 18:397-406
- Kim JY, Lee SY, Park NY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of black soybean paste (*daemaekjang*) prepared with *Bacillus subtilis* HJ18-4. *Korean J Food Sci Technol* 44:743-749
- Kim SH, Kim SJ, Kim BH. 2000. Fermentation of *doenjang* prepared with sea salt. *Korean J Food Sci Technol* 32:1365-1370
- Kim SL, Choi BH, Park SU, Moon HG. 1996. Functional ingredients of maize and their variation. *Korean J Crop Sci* 41:46-68
- Lee CH, Youn Y, Song GS, Kim YS. 2011. Immunostimulatory effects of traditional *doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:1227-1234
- Lee JH, Son Y, Lee BK, Lee B, Kim HJ, Park JY, Lee HS, Kim JS, Park HH, Han OK, Han S, Lee YY. 2018. Analysis of total polyphenol content and antioxidant activity in puffed oats. *Korean J Food Sci Technol* 50:117-121
- Lee JY, Mok C. 2010. Changes in physicochemical properties of low salt soybean paste (*doenjang*) during fermentation. *Food Eng Prog* 14:153-158
- Lee KH, Choi HS, Hwang KA, Song J. 2016. Changes in biological qualities of soy grits *cheonggukjang* by fermentation with  $\beta$ -glucosidase-producing *Bacillus* strains. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:702-710
- Lee KH, Kim EJ, Choi HS, Park SY, Kim JH, Song J. 2015.

- Quality characteristics of popped rice *doenjang* prepared with *Bacillus subtilis* strains. *Korean J Food Preserv* 22: 545-552
- Lee SH, Hwang IG, Kim HY, Lee HK, Lee SH, Woo SH, Lee JS, Jeong HS. 2010. Starch properties of *daehak* waxy corn with different harvest times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:573-579
- Lee SH. 2010. Physicochemical characteristics and noodle-making properties of *daehak* waxy corn with different harvest periods. Master's Thesis, Chungbuk National Univ. Cheongju. Korea
- Lee SY, Park NY, Kim JY, Choi HS. 2012. Quality characteristics of rice-doenjang during fermentation by differently shaped meju and adding starter. *Korean J Food Nutr* 25:505-512
- Lee YS, Cho CH, Seo JS, Lee DH, Kang HY. 2020. Changes in temperature and quality during fermentation period of traditional *doenjang* in Gyeonggi province. *Korean J Food Nutr* 33:631-638
- Park HJ, Jeon SH, Kim SY, Yeo SH, Gwon HM. 2021. Improvement in the manufacturing process and quality of jujube vinegar in the ancient literature 『*Sangayorok*』. *Korean J Food Preserv* 28:107-116
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26:1231-1237
- Rural Development Administration [RDA]. 2023. Korean National Standard Food Composition table. Available from <http://koreanfood.rda.go.kr/kfi/fct/fctFoodSrch/list?menuId=PS03563> [cited 15 January 2023]
- Seo YR, Kim SH, Song HS. 2018. Change in the quality of *doenjang* with added *Saccharina japonica* powder fermented by lactic acid bacteria. *Korean J Fish Aquat Sci* 51:477-490
- Sung JY, Lee I, Kim MJ, Kim H, Sin J, Lee S. 2021. Antioxidant activity and quality properties of *makgeolli* brewed with various raw material cereals. *J Korea Convergences Soc* 12:197-203
- Woo KS, Yu SM, Im SK, Chun HK, Kwon OC, Lee J. 2004. Changes in aroma compounds of several *byeolmijang* during aging. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33:1689-1697
- Yoo JY, Kim HG. 1998. Changes in microflora and enzyme activities of traditional *meju* during fermentation at Sunchang area. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27:448-454
- 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
- Youn Y, Kim YS. 2012. Physiological properties of traditional *doenjang*. *J Agric Life Sci* 43:20-24

---

Received 18 January, 2023

Revised 6 February, 2023

Accepted 13 February, 2023