

## 전통 발효음청류 계장의 기호도 우수 발효조건

정진경<sup>1</sup> · 송경모<sup>1</sup> · 이성훈<sup>1</sup> · 김호진<sup>1</sup> · 한영숙<sup>2</sup> · 이명기<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국식품연구원 발효식품연구센터

<sup>2</sup>성신여자대학교 식품영양학과

### Fermentation Conditions for High Acceptability of Korean Traditional Fermented Beverage *Kyejang*

Jin-Kyoung Jung<sup>1</sup>, Kyung-Mo Song<sup>1</sup>, Sung-Hoon Yi<sup>1</sup>, Hyo-Jin Kim<sup>1</sup>,  
Young-Sook Han<sup>2</sup>, and Myung-Ki Lee<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fermentation Research Center, Korea Food Research Institute

<sup>2</sup>Department of Food and Nutrition, Sungshin Women's University

**ABSTRACT** *Kyejang* is a Korean traditional beverage manufactured from medicinal plants and fruits using honey, sugar, or starch in cold water. In this study, cinnamon-containing *kyejang*, which is a type of beverage *Jang*, was reproduced based on *Imwonsibyukji*'s method published in 1827 in the Korean literature. *Kyejang* made by *nuruk*, cinnamon, and medicinal plants was prepared at various temperatures and periods. *Kyejang* was assayed for physicochemical properties (pH and acidity), contents of metabolites (organic acids, sugars, and amino acids), and sensory characteristics (aroma and taste). During fermentation, content of organic acids (e.g. lactic acid, acetic acid, and shikimic acid) increased, which lowered pH, increased acidity, and increased intensity of sour taste. In the case of free sugars, fructose and maltose levels decreased while glucose and mannitol levels increased during fermentation periods, and sweetness decreased. The main amino acid in *kyejang* was tryptophan, followed by asparagine, proline, and arginine. The sensory evaluation score of overall preference was highest for *kyejang* which was fermented at 20°C for 3 days. The results will be provide the basic data of fermentation conditions for standardized manufacturing process of *kyejang*.

**Key words:** *kyejang*, Korean traditional fermented beverage, fermentation metabolite, sensory characterization

## 서 론

음청류란 술 이외의 기호성 음료를 총칭하는 것으로 삼국 시대 이후부터 전해 내려오는 전통 음청류로는 차, 탕, 장, 화채, 식혜, 수정과, 갈수, 숙수, 화채 등으로 구분되는 153 가지 종류가 알려져 있다(1). 이처럼 여러 종류의 전통 음청류가 존재하나 식혜와 수정과에 관해서만 제조 방법, 연관된 품질 특성, 기호도 등 다양한 연구가 수행되었을 뿐(2-4) 이외의 기타 전통 음청류에 대해서는 인지도와 기호도에 관한 연구만이 일부 보고되어 있다(5,6). 이에 본 연구에서는 고문헌에 나타난 제조법을 바탕으로 전통 음청류 중 하나인 장(漿)을 재현하고 품질 및 기호도를 조사하고자 하였다.

장(漿)은 한약, 과일, 외무리 등을 꿀, 설탕, 녹말을 푼 물에 침지하여 숙성시켜서 약간 시게 하여 마시는 음료를 말하며 쿵을 발효시킨 장(醬)류와는 다르다(7). 장(漿)이 문헌에

가장 먼저 나타난 것은 조선중기 숙종 때 실학자인 홍만선(1643~1715)이 쓴 『산림경제(1715)』에 모과장의 조리법이 기록된 것이다. 이후 여러 문헌에서 모과장, 여지장, 계장, 유자장 등의 기록이 발견되었으나 조선말기부터의 문헌에서는 장에 대한 기록을 발견할 수 없고 현재 그 조리법이 널리 전수되지 못하고 있다. 문헌에 나타나는 대다수의 장(漿)은 향약재와 과일을 이용한 비발효음청류인 반면 계장은 한약재에 누룩을 첨가하여 발효시켜 시게 만들어 음용하였던 유일한 발효음청류이다. 계장의 조리법은 서유구(1764~1845)에 의해 발간된 농업위주의 백과사전인 『임원십육지(1827)』에 처음 등장하였으며 제조에 사용되는 재료와 저장방법까지 다음과 같이 상세히 서술되어 있다(8). ‘관계 3냥, 껍질을 벗긴 적복령, 보리엿기름 반냥을 가루로 하여 누룩가루 반근과 혼합한다. 여기에 물에 담가 껍질을 벗긴 행인 100알을 곱게 갈아 넣고 꿀 3근, 끓인 물 1말을 넣고 잘 저어서 식힌 후 자기에 넣고 300~500번 저어준다. 마지막으로 기름종이로 주둥이를 봉한 후 움에 넣어 5일 동안 숙성시킨다.’ 또한 ‘술과 함께 마시지는 말아야 하며, 여름철에 마시면 갈증을 해소시켜 주고 기운을 돋우며 염증을 없애준다.’라고 나와 민간에서는 계장을 약리적으로도 사용하였음

Received 18 September 2014; Accepted 4 December 2014

Corresponding author: Myung-Ki Lee, Fermentation Research Center, Division of Strategic Food Research, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea  
E-mail address: lmk123@kfri.re.kr, Phone: +82-31-780-9047

을 알 수 있다.

계장에 사용되는 계피는(*Cinnamomum cassia* B.) 녹나무과(Lauraceae)에 속하는 *Cinnamomum*속인 열대성 상록수의 껍질을 그대로 또는 외피를 제거하고 건조시킨 것으로 육계라고 불리기도 한다(9). 계피의 주요 성분은 방향족 화합물인 cinamonaldehyde로 약 80%를 차지하는 것으로 알려져 있다(10). 이외에 cinnamyl acetate, cinnamyl alcohol, eugenol, carvacrol 등의 생리활성 물질이 함유되어 있고(11), 항산화(12), 항균작용(13), 항알레르기(14,15) 효과 등이 보고되어 있다.

누룩은 곡류를 살균하지 않고 성형하여 자연 상태의 미생물을 번식시킨 것으로 공기 중에 존재하는 다양한 미생물의 조성으로 이루어져 있어 젖산균, 고초균, 효모 등 다양한 균종이 생육하는 것으로 알려져 있다(16,17). 누룩을 이용하여 제조되는 막걸리는 누룩미생물의 효소작용에 의해서 원료 성분이 분해되어 유기산, 유리당, 아미노산의 변화와 함께 풍미가 상승하여 조화를 이루게 되는데(18) 계장에서도 누룩은 이와 같은 발효원으로 작용할 것이라 여겨진다.

계장은 우리나라의 전통 발효음청류로 약재를 발효시켜 다양한 대사물이 생성된다는 점에서 가치가 큰 식품이나 거의 알려져 있지 않으며 이를 발굴하려는 연구도 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 『임원십육지』에 기술된 조리법을 바탕으로 계장을 재현하였으며 다양한 온도에서 발효시킨 계장의 맛과 관련된 대사물을 분석하고 관능평가를 수행하였다. 본 연구를 통하여 현대인의 기호에 맞는 전통 발효음료 제조에 활용 가능한 기초 자료를 제공하고자 하였으며 이후 전통 음청류의 다양화와 활성화를 위한 많은 연구가 이루어져야 할 것이라 여겨진다.

## 재료 및 방법

### 계장의 제조

계장은 조선시대의 조리서인 임원십육지에 기술된 제조법을 바탕으로 문헌에 나타난 단위를 현대적인 단위로 변환하여 제조하였으며 그 첨가량은 Table 1과 같다. 계피(Vietnam), 적복령(China), 행인(China) 등의 한약재는 분말의 형태로 서울 경동시장에서 구입하였다. 한약재인 계피 분말 5.63 g, 적복령분말 1.88 g, 행인분말 1.50 g과 재래누룩(Kyungdong market, Seoul, Korea) 15 g, 보리엿기름

(Tureban, Gyeonggi-do, Korea) 0.94 g은 꿀(Dongsuh food, Seoul, Korea) 90 g과 함께 잘 섞은 후 90°C 이상에서 10분간 끓인 물 900 mL를 40°C까지 식힌 후 첨가하였다. 혼합된 재료들은 10분간 일정한 속도로 저어 계장을 제조하였다. 제조한 계장은 121°C에서 15분간 멸균한 병에 보관하였으며 입구는 기름종이로 봉해주었다. 이를 각각 10°C, 20°C, 30°C에서 7일 동안 저장하였으며 0, 1, 3, 5, 7일에 일정량의 시료를 채취하여 분석에 사용하였다.

### pH 및 산도 측정

발효 온도 및 시간에 따른 계장의 pH와 산도의 변화를 측정하였다. 발효 시간에 따른 계장의 시료는 10 mL씩 3회 채취하였으며 상온에서 pH meter(Sevencompact, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 또한 10 mL씩 채취한 시료를 0.1 N NaOH 수용액을 이용하여 pH 8.3이 될 때까지 적정하고, 이때 소비된 NaOH 용액의 양을 lactic acid 함량(%)으로 환산하여 산도를 측정하였다. 모든 값은 3회 측정하였으며 그 평균값을 취하였다.

### 유기산 분석

유기산 분석을 위하여 시료는 10배의 증류수에 추출하여 2,800×g에서 10분간 원심분리한 후 0.22 µm membrane filter를 이용하여 여과한 후 HPLC(Ultimate3000, Dionex, Sunnyvale, CA, USA)로 분석하였다. HPLC의 칼럼은 Aminex 87H column(300×7.8 mm, Bio-Rad, Hercules, CA, USA)을 사용하였으며 칼럼 온도는 40°C로 유지하였다. 이동상은 0.01 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>를 0.5 mL/min으로 흘려보냈다. 시료의 1회 주입량은 10 µL였으며 detector는 RI(RI-101, Shodex, Kanagawa, Japan), UV(210 nm)를 사용하여 30분간 분석하였다. 표준품으로는 acetic acid(99.7%, Junsei Chem, Kyoto, Japan), formic acid(98%, Fluka, Neu-Ulm, Germany), lactic acid sodium salt(99%, Fluka), citric acid(99.5%, Showa Chem, Tokyo, Japan), malic acid(99%, Kanto Chem, Tokyo, Japan), succinic acid(99%, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA), oxalic acid(99.5%, Showa Chem)를 사용하였다.

### 유리당 분석

유리당 분석을 위하여 시료는 10배의 증류수에 추출하여

**Table 1.** Ingredient compositions of kyejang produced in this study

	Ingredients	Literature	Unit conversion	Product composition (1/20)
1	Cinnamon	3 nyang <sup>1)</sup>	112.50 g	5.63 g
2	<i>Hoelen rubra</i>	1 nyang	37.50 g	1.88 g
3	<i>Nuruk</i>	1/2 geun <sup>2)</sup>	300.00 g	15.00 g
4	Barley malt	1/2 nyang	18.75 g	0.94 g
5	Apricot kernel	100 units <sup>3)</sup>	30.00 g	1.50 g
6	Honey	3 guen	1,800.00 g	90.00 g
7	Boiled water	1 mal <sup>4)</sup>	18,000.00 mL	900.00 mL

<sup>1)</sup>1 nyang=37.5 g. <sup>2)</sup>1 geun=600 g. <sup>3)</sup>100 units=30 g. <sup>4)</sup>1 mal=18,000 mL.

2,800×g에서 10분간 원심분리한 후 0.22 µm membrane filter를 이용하여 여과한 후 HPLC(Ultimate3000, Dionex)로 분석하였다. 칼럼은 Sugar-pack(300 mm×6.5 mm, 10 µm, Waters, Milford, MA, USA)을 사용하였으며 칼럼 온도는 80°C로 유지하였다. 이동상은 3차 증류수를 0.5 mL/min으로 흘려보냈다. Detector는 RI(RI-101, Shodex)를 사용하여 분석하였다. 표준품으로는 glucose(98%, Junsei Chem), galactose(99%, Sigma-Aldrich), arabinose(99%, Sigma-Aldrich), xylose(99%, Sigma-Aldrich), fructose(99%, Sigma-Aldrich), mannose(99%, Sigma-Aldrich), sucrose(99.5%, Sigma-Aldrich), maltose monohydrate(99%, Junsei Chem), lactose monohydrate(99%, Junsei Chem), raffinose(99%, Sigma-Aldrich), stachyose(99%, Sigma-Aldrich)를 사용하였다.

### 아미노산 분석

아미노산 분석을 위하여 시료는 10배의 증류수에 추출하여 2,800×g에서 10분간 원심분리한 후 0.22 µm membrane filter를 이용하여 여과한 후 HPLC(Ultimate3000, Dionex)로 분석하였다. FL detector는 emission 450 nm, excitation 340 nm(OPA), emission 305 nm, excitation 266 nm(FMOC)를 사용하였으며 UV detector는 338 nm 파장을 이용하였다. 표준물질은 0.1 N HCl에 용해한 1 nmol/µL aspartate, glutamate, asparagine, serine, glutamine, histidine, glycine, threonine, arginine, alanine, taurine, GABA, tyrosine, valine, methionine, norvaline, tryptophan, phenylalanine, isoleucine, leucine, lysine, hydro proline, sarcosine, proline(Agilent, Santa Clara, CA, USA)을 사용하였다. HPLC 분석 칼럼은 C18 column (4.6 mm×150 mm, 5 µm, Youngjin Biochrom, Gyeonggi-do, Korea)을 사용하였으며, 칼럼 온도는 40°C, 샘플 온도는 20°C로 유지하였다. 이동상 A(20 mM sodium phosphate monobasic, pH 7.8)와 B[distilled water/ acetonitrile/ methanol(10/45/45, v/v%)]를 Table 2의 비율로 유속은 1.5 mL/min으로 흘려주었으며 1회 시료 주입량은 0.5 µL였다.

### 관능특성 분석

발효 온도와 기간을 달리하여 제조된 7종류의 계장에 대한 관능검사를 20대 여성 20명을 대상으로 진행하였다. 제조한 계장은 1차 묘사분석을 통하여 계피향(cinnamon aroma), 단향(sweet aroma), 상큼한향(sour aroma), 시큼한향(tart aroma), 알코올향(alcohol aroma), 계피맛(cinnamon flavor), 단맛(sweet flavor), 상큼한맛(sour flavor), 시큼한맛(tart flavor), 알코올맛(alcohol flavor), 뽀은맛(acerbity flavor)으로 총 11가지 항목의 관능용어를 도출하였다. 이후 2차 기호도 조사를 통하여 나열한 11가지 항목에 대한 기호도 및 전체적인 기호도(overall preference)를

**Table 2.** Adjusting gradient condition of HPLC for amino acid analysis in *kyejang*

Time (min)	Flow rate (mL/min)	Mobile phase A <sup>1)</sup>	Mobile phase B <sup>2)</sup>
0	1.5	100	0
24	1.5	43	57
24.5	1.5	0	100
26	1.5	0	100
26.5	1.5	100	0
30	1.5	100	0

<sup>1)</sup>Mobile phase A: 20 mM sodium phosphate monobasic, pH 7.8.

<sup>2)</sup>Mobile phase B: distilled water/ acetonitrile/ methanol [10/45/45 (v/v%)].

조사하였다. 7종류의 계장은 난수표를 이용하여 평가자들이 알 수 없도록 하였으며 3종류, 4종류로 나누어 2회에 걸쳐 관능평가를 진행하였다. 각각의 시료는 무취의 일회용 컵(50 mL)에 20 mL씩 담아 제공하였으며, 입을 헹구기 위한 정수도 함께 제공하였다. 평가에는 9점 척도법을 사용하여 1점(매우 약함)~9점(매우 강함)으로 나타냈으며 평가된 항목은 평균값 및 표준편차를 구하여 그 값을 나타내었다.

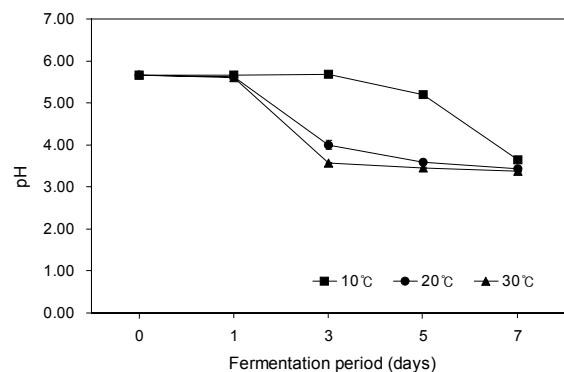
### 통계 처리

각 항목에 따른 자료 분석은 SPSS program(ver. 20, IBM Company, Armonk, NY, USA)을 이용하였다. 각 항목별 분산분석(ANOVA)을 실시하여 처리물질의 유의성을 검토하였다. 이후 유의성이 있는 경우 차이검증을 위해 Duncan's multiple range test로 각 시료 간의 사후검증을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 발효기간 중 계장의 pH 및 산도 변화

발효온도와 기간별 계장의 pH 변화는 Fig. 1과 같다. 제조 직후의 pH는 5.66±0.04로 나타났고 이후 모든 온도에서 발효기간이 길어질수록 낮아지는 경향을 보여 발효 7일째의 pH는 3.37±0.01~3.64±0.03을 나타냈다. 발효온도에 따



**Fig. 1.** Changes of pH of *kyejang* during fermentation at 10°C, 20°C, and 30°C.

라서는 발효온도가 높아질수록 pH가 낮아지는 폭이 더 커짐을 알 수 있었다. 10°C에서 발효 시 발효 3일 소폭 낮아지기 시작하여 발효 5일째는 pH 5.20±0.03, 발효 7일째는 pH 3.64±0.03을 나타냈다. 반면 20°C에 발효했을 경우 발효 1일부터 낮아져 발효 3일째에는 pH 4.00을 나타냈으며 7일째에는 pH 3.44±0.02였다. 30°C 발효한 계장의 경우도 저장 1일째 낮아지기 시작하여 발효 3일째 pH 3.57±0.01을 나타냈으며 발효 7일에는 pH 3.37±0.01을 나타냈다. 결과적으로 30°C 발효 계장에서의 pH 변화의 폭이 가장 큰 것을 알 수 있었다. 김치와 탁주에서 분리한 종균을 이용하여 식혜 발효음료에 관한 선행연구에서도(19) 접종 초기 pH 5.91일 때 발효기간이 증가함에 따라 꾸준히 pH가 낮아져 발효 72시간 후 최종 pH 3.2로 나타남을 확인하였다. *Leuconostoc mesenteroides*를 이용하여 쌀 발효음료를 제조하여 그 특성을 본 균주를 이용한 Kim 등(20)의 연구에서도 발효 기간에 따라 pH가 감소하는 것을 알 수 있었으며 본 연구에서는 초기 pH 5.66에서 발효 7일 후 pH 3.44~3.64를 나타내 선행연구와 유사한 추세를 나타냈다. 종균을 접종한 선행 논문들과 달리 본 연구에서는 각종 미생물을 함유하고 있는 누룩이 스타터 역할을 하여 발효를 주도한 것으로 예상되었다.

발효온도와 기간별 계장의 산도 변화는 Fig. 2와 같이 측정되었다. 제조 직후의 산도는 0.02±0.004%였으며 10°C에서 발효 3일까지는 0.02±0.004%로 일정한 산도를 나타내다가 발효 3일부터 증가하기 시작하여 발효 7일에는 0.24±0.007%로 급격한 증가를 나타내었다. 20°C에서는 발효 1일부터 산도가 급격하게 증가하기 시작하여 최종 산도는 0.30±0.009%로 나타났으며 30°C에서도 발효 1일부터 급격히 증가하여 최종 산도는 0.42±0.009%로 가장 높은 산도를 나타냈다. 빵잎 추출액을 첨가한 발효유의 이화학적 특성에 관한 Ahn과 Bang(21)의 연구에서도 발효기간 동안 pH가 감소하고 산도가 증가하여 본 실험과 같은 추세를 나타냄을 알 수 있었다. 또한 발효기간 중의 이러한 변화는 젖산균의 대사활동으로 인한 유기산 증가에 기인하는 것으로 보았는데 본 연구에서도 발효기간 동안 lactic acid, ace-

tic acid 등 다양한 유기산이 증가되었음을 알 수 있었다 (Table 3). 이를 통하여 발효기간 중 계장에서도 누룩에 의한 젖산발효가 일어나며 젖산균의 대사로 인하여 유기산이 증가하고 이로 인해 pH의 감소와 산도의 증가가 일어난 것으로 여겨졌다.

### 계장의 유기산 분석

발효온도별 계장의 유기산 함량은 Table 3과 같다. 발효기간 중 가장 많이 증가한 유기산은 lactic acid로 제조 초기에는 0.0205 mg/mL로 나타났지만 모든 온도에서 발효 3일 이후 급격하게 증가하여 10°C에서 7일간 발효한 시료의 경우 1.3186 mg/mL, 20°C에서 7일간 발효한 경우 1.7814 mg/mL, 30°C에서 7일간 발효한 시료는 2.6293 mg/mL로 나타났다. 이를 통하여 lactic acid의 함량은 발효온도가 높을수록 높게 나타나 30°C에서 발효한 시료의 경우 10°C에서 발효한 시료의 함량보다 약 2배가량 높은 함량을 나타냄을 알 수 있었다. Lactic acid는 젖산균의 발효 시에 주로 생성되는 유기산으로 발효식품의 발효과정 중 산도 변화에 가장 큰 영향을 주는 물질로 알려져 있다(22). 따라서 계장 발효 중 가장 많이 생성된 lactic acid는 계장의 향미에 영향을 주는 중요한 요인으로 작용한 것으로 예상되었다. 또한 acetic acid는 계장의 제조 초기인 발효 0일에는 검출되지 않았지만 이후 발효시간이 길수록, 발효온도가 높을수록 더 많이 생성되는 경향을 나타내었다. 이외에 발효 0시간 소폭의 shikimic acid도 검출되었으나 발효기간 동안의 변화는 크지 않았다. Formic acid, citric acid, malic acid, succinic acid, oxalic acid 등은 검출되지 않았다. Jeong 등(23)의 감귤과즙을 이용한 산형음료 발효에 관한 연구에서도 발효기간에 따라 유기산의 양은 증가하는 추세를 보였으며 주로 생성된 유기산은 acetic acid로 나타났다. 반면 Cho 등(24)의 약초 추출액에 종균을 접종해 제조한 감주의 젖산 발효에 관한 연구에서는 발효기간 동안 유기산 생성량이 증가하며 주로 생성되는 유기산이 lactic acid로 나타나 계장의 결과와 일치하였다. 이로부터 발효원료가 생성되는 유기산의 종류에 영향을 주었을 것으로 추측하였다.

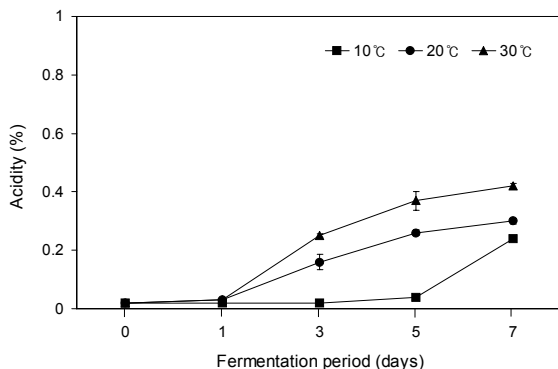


Fig. 2. Changes of acidity of kyejang during fermentation at 10°C, 20°C, and 30°C.

Table 3. Changes of organic acid in kyejang during fermentation at 10°C, 20°C, and 30°C

Fermentation conditions		Content (mg/mL)		
Temperature (°C)	Period (days)	Shikimic acid	Lactic acid	Acetic acid
—	0	0.0017	0.0205	ND <sup>1)</sup>
10	3	0.0016	0.0297	ND
	7	0.0015	1.3186	1.0315
20	3	0.0016	0.5387	0.3810
	7	0.0012	1.7814	1.5266
30	3	0.0016	1.4339	0.8567
	7	0.0016	2.6293	1.6435

<sup>1)</sup>ND: not detected.

**Table 4.** Changes of free sugar in *kyejang* during fermentation at 10°C, 20°C, and 30°C

Fermentation conditions		Content (mg/mL)			
Temperature (°C)	Period (days)	Maltose	Glucose	Fructose	Mannitol
–	0	7.93	38.18	53.63	ND <sup>1)</sup>
10	3	8.35	37.76	53.40	ND
	7	7.85	39.51	50.37	5.85
20	3	7.99	38.18	52.88	1.64
	7	7.03	37.41	47.50	8.43
30	3	7.45	38.52	50.83	4.83
	7	6.84	40.54	50.86	8.99

<sup>1)</sup>ND: not detected.

### 계장의 유리당 분석

발효온도에 따른 계장의 유리당 함량은 Table 4와 같다. 제조 직후인 발효 0시간에는 주로 이당류와 단당류인 maltose, glucose, fructose가 각각 7.93, 38.18, 53.63 mg/mL 함유되어 주를 이루었으며 그중 fructose의 함량이 가장 많았다. Galactose, arabinose, xylose, mannose, sucrose, lactose, raffinose, stachyose 등은 검출되지 않았다. 계장의 주재료로 이용되는 꿀의 주된 당류가 glucose, fructose이므로 제조 직후 계장의 유리당 성분은 꿀에서 유래된 것으로 보였다. 이후 발효가 진행되면서 모든 온도에서 fructose와 maltose는 점차 감소하는 경향을 보였는데 fructose는 20°C에서 7일 발효한 시료에서 47.50 mg/mL로, maltose는 30°C에서 7일 발효한 시료에서 6.84 mg/mL로 함량이 가장 낮게 나타났다. Glucose는 큰 차이는 없었으나 소폭 증가하는 추세를 보였으며 이는 maltose 분해에

의한 것으로 추정되었다. 또한 당알코올의 한 종류인 mannitol이 생성되어 발효 7일째 10°C, 20°C, 30°C에서 발효시킨 계장에서 각각 5.85, 8.43, 8.99 mg/mL 검출되었으며 30°C에서 발효한 시료에서 그 함량이 가장 높았다. Mannitol은 효모, 곰팡이에 의해 glucose, sucrose로부터 생성될 수 있으며 fructose의 접촉 환원에 의해서도 생성될 수 있는 것으로 알려져 있다(25). 따라서 계장 제조 시 발효원으로 사용된 누룩에서 유래된 미생물의 대사 작용으로 인해 fructose 및 당류가 mannitol로 전환되었을 것이라 예상되었다. 이는 김치의 주요 유리당인 mannose, fructose, glucose, galactose 등이 발효가 진행됨에 따라 감소하였고 여러 종류의 미생물군에 의해 mannitol이 생성된다고 밝힌 Ha 등(26)의 결과와 일치하여 계장의 발효 과정이 김치의 발효 과정과 일부 유사함을 알 수 있었다. 이는 Ryu 등(27)의 연구에서 김치로부터 유래된 젖산균인 *Leuconostoc* sp. KY-002가 sucrose, fructose를 기질로 이용하여 mannitol을 생성하였다고 보고한 연구 결과와도 유사하였다. 또한 감미도가 높은 fructose와 maltose가 감소하고 감미도가 낮은 glucose와 mannitol이 증가하면서 계장의 단맛에 영향을 주어 단맛이 소폭 감소될 것이라 예상되었다.

### 계장의 유리 아미노산 분석

발효온도에 따라 계장에 함유된 유리 아미노산 함량은 Table 5와 같다. 비교 표준품으로 사용된 총 24개의 아미노산 중 sarcosine, hydro proline, norvaline, taurine을 제외한 20종의 아미노산이 검출되었다. 아미노산 중 glycine, hydro proline, lysine, proline, threonine은 단맛을 내는 것으로 알려져 있고 methionine, valine, isoleucine, phe-

**Table 5.** Changes of amino acid in *kyejang* during fermentation at 10°C, 20°C, and 30°C

Temperature (°C)	Period (days)	–		10		20		30	
		0	3	7	3	7	3	7	
Contents (mg/L)	Aspartate	10.11	11.92	17.34	10.17	14.27	14.61	26.18	
	Glutamate	8.76	12.21	14.21	5.48	2.85	3.91	23.63	
	Asparagine	22.58	19.18	12.43	14.67	10.18	10.83	23.18	
	Serine	5.32	6.69	13.04	6.48	7.76	10.51	21.99	
	Glutamine	8.70	12.13	14.12	5.44	2.83	3.88	23.48	
	Histidine	2.65	2.69	4.72	2.91	3.50	3.95	8.15	
	Glycine	1.95	2.27	2.54	1.76	1.62	4.62	8.86	
	Threonine	3.49	4.29	8.38	4.22	5.26	8.66	16.19	
	Arginine	19.11	21.22	38.64	20.81	43.71	45.94	78.29	
	Alanine	5.15	5.49	10.81	6.02	10.60	9.15	24.32	
	GABA	5.32	5.32	6.21	5.13	5.86	5.59	6.78	
	Tyrosine	5.21	5.94	10.42	6.12	6.43	10.09	23.09	
	Valine	5.65	7.07	10.17	6.13	4.36	13.24	26.28	
	Methionine	1.29	1.93	3.06	1.16	1.59	2.22	7.40	
	Tryptophan	33.46	40.71	62.18	36.70	49.33	58.41	103.56	
	Phenylalanine	5.57	6.97	13.09	6.52	6.17	11.63	28.99	
	Isoleucine	3.83	4.89	5.05	3.22	1.18	8.37	18.29	
	Leucine	6.59	9.09	18.10	7.77	6.09	17.81	43.93	
	Lysine	2.00	2.56	2.27	1.63	1.15	2.13	4.41	
	Proline	18.67	22.98	20.84	23.61	15.32	19.09	17.00	

**Table 6.** Sensory evaluation (preference) of *kyejang* fermented at 10°C, 20°C, and 30°C

Temperature (°C)	10			20		30	
	0	3	7	3	7	3	7
Cinnamon aroma	6.64±1.21 <sup>a1)</sup>	6.00±1.26 <sup>ab</sup>	5.00±1.41 <sup>bc</sup>	6.00±1.18 <sup>ab</sup>	4.09±1.76 <sup>c</sup>	3.73±2.28 <sup>c</sup>	3.73±1.74 <sup>c</sup>
Sweet aroma	5.82±1.25 <sup>a</sup>	6.36±0.81 <sup>a</sup>	5.36±1.29 <sup>a</sup>	6.09±0.94 <sup>a</sup>	4.09±1.45 <sup>b</sup>	3.55±1.69 <sup>b</sup>	3.55±1.86 <sup>b</sup>
Sour aroma	5.18±1.08 <sup>a</sup>	5.27±0.90 <sup>a</sup>	4.09±1.22 <sup>ab</sup>	5.09±1.22 <sup>a</sup>	4.00±1.41 <sup>ab</sup>	3.64±1.69 <sup>ab</sup>	3.91±2.07 <sup>ab</sup>
Tart aroma	5.09±1.22 <sup>ab</sup>	5.91±1.38 <sup>a</sup>	4.27±1.27 <sup>bc</sup>	5.64±1.43 <sup>a</sup>	2.91±1.38 <sup>d</sup>	2.82±1.54 <sup>d</sup>	3.18±1.66 <sup>cd</sup>
Alcohol aroma	5.27±1.27 <sup>a</sup>	5.64±0.92 <sup>a</sup>	4.73±1.42 <sup>ab</sup>	5.73±1.35 <sup>a</sup>	3.91±1.30 <sup>bc</sup>	3.18±1.33 <sup>c</sup>	3.18±1.40 <sup>c</sup>
Cinnamon flavor	5.73±1.35 <sup>abc</sup>	5.91±1.76 <sup>ab</sup>	5.55±1.57 <sup>abcd</sup>	6.55±1.13 <sup>a</sup>	4.36±1.91 <sup>bcd</sup>	4.18±2.32 <sup>cd</sup>	3.91±2.07 <sup>d</sup>
Sweet flavor	5.45±1.94 <sup>ab</sup>	6.00±1.34 <sup>a</sup>	5.64±1.69 <sup>ab</sup>	5.45±1.75 <sup>ab</sup>	4.55±1.44 <sup>ab</sup>	5.00±2.05 <sup>ab</sup>	4.00±1.61 <sup>b</sup>
Sour flavor	4.81±1.17 <sup>ab</sup>	5.55±0.93 <sup>a</sup>	5.64±1.12 <sup>a</sup>	5.39±1.43 <sup>a</sup>	3.91±1.64 <sup>b</sup>	4.64±1.86 <sup>ab</sup>	4.27±1.56 <sup>ab</sup>
Tart flavor	5.27±1.10 <sup>ab</sup>	5.55±1.44 <sup>a</sup>	5.27±1.56 <sup>ab</sup>	5.82±1.40 <sup>a</sup>	3.00±1.34 <sup>c</sup>	3.18±1.17 <sup>c</sup>	4.00±1.84 <sup>bc</sup>
Alcohol flavor	5.82±1.17 <sup>a</sup>	5.55±1.04 <sup>a</sup>	5.18±1.40 <sup>ab</sup>	6.27±1.10 <sup>a</sup>	4.18±1.60 <sup>bc</sup>	3.91±1.64 <sup>c</sup>	3.73±1.35 <sup>c</sup>
Acerbity flavor	5.73±1.19 <sup>a</sup>	5.64±0.81 <sup>a</sup>	5.27±1.27 <sup>a</sup>	6.00±1.34 <sup>a</sup>	3.73±1.42 <sup>b</sup>	4.00±1.79 <sup>b</sup>	3.73±1.90 <sup>b</sup>
Overall preference	5.64±0.81 <sup>a</sup>	5.73±1.10 <sup>a</sup>	5.55±1.51 <sup>a</sup>	6.45±1.13 <sup>a</sup>	3.73±1.68 <sup>b</sup>	3.55±1.57 <sup>b</sup>	3.09±1.30 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Mean±SD (standard deviation).

<sup>2)</sup>Different letters (a-d) within the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

nylalanine, tryptophan, leucine은 쓴맛을 내는 것으로 알려져 있다(28,29). 또한 Yang 등(30)의 연구에 따르면 aspartic acid, glutamic acid, cysteine은 구수한 맛을 내서 기호도를 높이고, isoleucine, leucine은 쓴맛을 내서 기호도를 감소시킨다고 보고하였다. 제조 직후의 계장은 tryptophan의 함량이 33.46 mg/L로 가장 높았는데, 모든 발효 온도와 발효기간의 경과에 따라 증가하여 30°C에서 발효 시 7일째에 103.56 mg/L로 가장 높아 주된 아미노산 성분으로 나타났으며 이로 인하여 쓴맛에 영향을 주었을 것이라 예상되었다. Tryptophan은 필수 아미노산의 하나로 발육, 성장과 같은 생명유지에 반드시 필요한 아미노산이며 의약품 및 식품첨가제로도 이용되고 있다(31). 다음으로 많이 검출된 asparagine은 제조 직후 22.58 mg/L 검출되었지만 10°C와 20°C 시료에서는 발효기간에 따라 감소하여 발효 7일에는 각각 12.43 mg/L, 10.18 mg/L를 나타냈고, 30°C에서는 발효 3일에는 감소하였지만 7일에는 23.18 mg/L로 초기보다 소폭 증가하였다. Asparagine은 계장에서 우세한 아미노산 중 하나로 감칠맛을 내는 것으로 알려져 있다. Proline은 단맛을 내는 성분으로 모든 온도에서 발효 3일에는 증가하였다가 7일에는 감소하였다. Glutamine의 경우 구수한맛에 영향을 주는데 제조 직후에는 8.70 mg/L였으며 10°C에서 발효한 계장의 경우 발효 7일째에 14.21 mg/L로 소폭 증가하였으며 20°C에서는 소폭 감소하였지만 30°C에서 발효한 경우 발효 7일째에 23.63 mg/L로 가장 많이 증가함을 알 수 있었다. 이외에 생리활성 물질인 GABA(gamma-amino butyric acid)도 검출되었는데 이는 자연계에 분포하는 비단백질 아미노산의 일종이다. 전구물질인 glutamic acid로부터 생성되고 뇌 또는 척수에 신경 전달 작용물질로서 작용하며 고혈압 저하 및 이노 효과 등 여러 생리작용이 보고되고 있다(32). 계장에서의 GABA 함량은 발효기간에 따라 그 함량이 30°C>10°C>20°C 순으로 증가하였다. Tyrosine과 phenylalanine 또한 온도가 높을수록, 발효시간이 경과할수록 증가하는 모습을 보였다.

### 계장의 관능특성 분석

발효온도 및 발효기간에 따른 계장의 맛과 향에 대한 관능 특성은 11가지 항목에 대한 기호도 및 전체적인 기호도로 평가하였으며 그 결과는 Table 6과 같다. 계피향의 기호도는 제조 직후인 대조구에서 6.64±1.21로 가장 높게 나타났으며 30°C 발효 3일에 3.73±2.28, 30°C 발효 7일에 3.73±1.74를 나타내어 발효온도가 높아질수록 기호도가 감소함을 알 수 있었다. 단향의 경우 제조 직후 시료에서 5.82±1.25, 10°C 3일에서 6.36±0.81로 높게 나타나 발효초기에 단향의 기호도가 높은 것을 알 수 있었다. 상큼한 향 기호도의 경우에도 10°C 3일에서 가장 높게 나타나 계피향과 알코올향을 제외한 향은 모두 10°C에서 3일간 발효시킨 계장에서 가장 우수하게 나타남을 알 수 있었다. 맛 기호도의 경우 계피맛은 20°C 3일에서 6.55±1.13으로 가장 높았으며 단맛은 10°C 3일에서 6.00±1.34로 가장 높았다. 상큼한맛은 5.64±1.12로 10°C 7일에서 가장 높았으며 시큼한맛은 20°C 3일에서 5.39±1.43으로 가장 높게 나타났다. 알코올 맛, 뚝은맛의 경우도 모두 20°C 3일에서 가장 높게 나타났다. 이처럼 계장의 맛 기호도의 경우 단맛과 상큼한맛을 제외한 모든 항목에서 20°C 3일에서 가장 우수하게 나타나 전체적인 기호도에서도 맛 기호도가 가장 높은 20°C에서 3일 발효한 계장이 6.45±1.13으로 가장 우수하게 나타났다. 이상의 결과를 통하여 임원십육지에 나타난 조리법을 바탕으로 계장의 제조 시에 10°C에서 7일간이나 20°C에서 3일간 발효하는 것이 가장 우수할 것으로 판단되었다. 이외에 30°C 7일 발효한 시료가 가장 낮은 기호도를 나타내 높은 온도에서 오래 발효를 할수록 기호도가 감소함을 알 수 있었다.

### 요 약

본 연구에서는 고문헌인 임원십육지의 제조법을 바탕으로 이용하여 계피 및 한약재에 누룩을 발효원으로 넣어 발효시킨

음청류인 계장을 제조하였다. 계장은 10°C, 20°C, 30°C에서 7일간 발효한 후 경시적으로 시료를 채취하여 이화학적 품질특성 및 유기산, 유리당, 유리아미노산 함량을 조사하고 관능평가를 실시하였다. 그 결과 lactic acid, acetic acid, shikimic acid 등의 유기산의 생성으로 인해 pH는 낮아지고 산도는 증가하여 계장의 상큼한 맛과 시큼한 맛이 증가하였다. 전체적인 기호도가 가장 우수한 20°C에서 3일 발효한 시료는 0.5387 mg/mL lactic acid, 0.3810 mg/mL acetic acid, 0.0016 mg/mL shikimic acid를 함유하였으며, 38.18 mg/mL glucose, 7.99 mg/mL maltose, 52.88 mg/mL fructose, 1.64 mg/mL mannitol을 함유하였다. 아미노산 중에서는 계장의 쓴맛에 영향을 주었을 것이라 여겨지는 tryptophan이 가장 많이 함유되어 있었고 이외에도 asparagines, proline, arginine, aspartate 등의 함량이 높게 나타났다. 20°C에서 3일간 발효한 계장은 36.70 mg/L tryptophan을 함유하고 있었다. 전체적인 유기산, 유리당, 아미노산의 함량은 30°C>20°C>10°C 순으로 나타났다. 관능평가 결과 10°C에서 3일간 발효한 계장의 향의 기호도가 가장 높게 나타났으며 20°C에서 3일간 발효한 계장의 맛 기호도와 종합적 기호도가 가장 높은 것으로 나타나 전통 음청류 계장의 재현을 위해서는 제조 후 20°C에서 3일간 발효하는 것이 가장 우수할 것으로 판단되었다. 따라서 계장의 맛과 관련된 발효 대사물에 관한 본 연구를 바탕으로 계장의 맛과 향을 살리면서 현대인의 입맛에 맞는 다양한 발효 조건과 활용방안을 탐색한다면 전통 발효음청류 계장의 대중화가 실현될 것이라 사료된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국식품연구원 과제(E0143023839)로 수행되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Lee HJ. 1994. Korean beverage culture. *Korean J Dietary Culture* 9: 421-429.
- Kim MR, Seo JH, Heo OS, Oh SH, Lee KS. 2002. Physicochemical and sensory qualities of commercial sikhes. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 728-732.
- Jeong SI, Yu HH. 2013. Quality characteristics of sikhe prepared with the roots powder of doraji (*Platycodon grandiflorum* A. DE. Candolle). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42: 759-765.
- Seo JH, Sung TH, Kim MR. 2002. Quality characteristics of sujongkwa. *J East Asian Soc Dietary Life* 12: 370-378.
- Park GS, Kim GS. 2012. Originals: Investigation into the preference and demand for functional drinks (Korean traditional drinks). *Korean J Food Cookery* 28: 413-421.
- Park EY, Han YS. 2007. A survey on the plans to market traditional Korean beverages as take-out products. *Korean J Food Culture* 20: 501-508.
- Kim HY. 2001. *Beverage in Korea*. Hyoil, Seoul, Korea. p 135-136.
- Seo YG. 2007. *Imwonsibyukji: jeonggoji*. Jeong NW, Jo SH, eds. Kyomunsa, Gyeonggi-do, Korea. p 253.
- Kim NM, Jeon BS, Park CK, Kim WJ. 1993. Effect of extraction conditions on mineral components and physical properties in cinnamon extracts. *J Korean Agric Chem Soc* 36: 249-254.
- Chung HR, Lee JY, Kim DC, Hwang WI. 1999. Synergistic effect of *Panax ginseng* and *Cinnamomum Blume* mixture on the inhibition of cancer cell growth *in vitro*. *J Ginseng Res* 23: 99-104.
- Tabak M, Armon R, Neeman I. 1999. Cinnamon extracts inhibitory effect on *Helicobacter pylori*. *J Ethnopharmacol* 67: 269-277.
- Baker I, Chohan M, Opara EI. 2013. Impact of cooking and digestion, *in vitro*, on the antioxidant capacity and anti-inflammatory activity of cinnamon, clove and nutmeg. *Plant Foods Hum Nutr* 68: 364-369.
- Jeong ET, Park MY, Lee JG, Chang DS. 1998. Antimicrobial activity and antimutagenesis of cinnamon (*Cinnamomum cassia* Blume) bark extract. *J Fd Hyg Safety* 13: 337-343.
- Kim RM, Kim YH, Lee EB. 2000. Anti-allergy activity of cinnamomi cortex. *Natural Product Sciences* 6: 49-51.
- Park KH, Kim DS, Lim YH. 2001. Anti-allergic compound isolated from *Cinnamomum cassia*. *J Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 44: 40-42.
- Jeong ST, Kwak HJ, Kim SM. 2013. Quality characteristics and biogenic amine production of makgeolli brewed with commercial nuruks. *Korean J Food Sci Technol* 45: 727-734.
- Yu TS, Kim HS, Hong J, Ha HP, Kim TY, Yoon IH. 1996. Bibliographical study on microorganisms of nuruk (until 1945). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 170-179.
- Lee JS, Lee TS, Park SO, Noh BS. 1996. Flavor components in mash of takju prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28: 316-323.
- Hwang SH, Chung CH. 2011. Production of sikhae fermented beverage using a dextran producing isolate from kimchi and takju yeast. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 82-87.
- Kim DC, Choi JW, In MJ. 2007. Acidic beverage fermentation using citrus juice and antimicrobial activity of the fermented beverage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1037-1043.
- Ahn CS, Yuh CS, Bang IS. 2009. Physicochemical characteristics of fermented milk containing mulberry leaf extract. *Korean J Food & Nutr* 22: 272-278.
- No JS, Seo HJ, Oh MJ, Kim MH, Cheigh HS, Song YO. 2007. Development of auto-aging system built in kimchi refrigerator for optimal fermentation and storage of Korean cabbage kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 39: 432-437.
- Jeong JS, Kim SH, Kim ML, Choi KH. 2007. Acidic beverage fermentation using citrus juice and antimicrobial activity of the fermented beverage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 1037-1043.
- Cho KM, Ahn BY, Seo WT. 2008. Lactic acid fermentation of *gamju* manufactured using medicinal herb decoction. *Korean J Food Sci Technol* 40: 649-655.
- Korea Society of Food Science and Technology. 2008. *Dictionary of food science and technology*. Gwangilmunhuasa, Seoul, Korea. p286.
- Ha JH, Hawer WD, Kim YJ. 1998. Changes of free sugars in kimchi during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 21: 633-638.

27. Ryu BH, Kim DH, Yun WJ. 1996. Characteristics of mannitol production by *Leuconostoc* sp. KY-002. *Korean J Biotech Bioeng* 11: 636-641.
28. Park HK, Sohn KH. 1997. Analysis of significant factor in the flavor of traditional Korean soy sauce (Ⅱ)—analysis of nitrogen compounds, free amino acids and nucleotides and their related compounds—. *Korean J Dietary Culture* 12: 63-69.
29. Cha WS, Cho Mj, Ding JL, Shin HJ. 2008. Nutritional component analysis of green tea tree's root and seed. *Korean J Biotech Bioeng* 23: 387-391.
30. Yang SH, Choi MR, Kim JK, Chung YG. 1992. Characteristics of the taste in traditional Korean soybean paste. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 21: 443-448.
31. Hong BP, Byun HS. 2008. Adsorption characteristic of L-tryptophan of affinity membrane. *Membrane Journal* 18: 214-218.
32. Lim SD, Kim KS. 2009. Effects and utilization of GABA. *Korean J Dairy Sci Technol* 27: 45-51.