

## 전통 된장의 숙성 기간에 따른 감각·화학적 품질특성

구경형 · 박경민 · 김현정 · 김윤숙 · 구민선<sup>†</sup>

한국식품연구원

### Quality Characteristics of *Doenjang* by Aging Period

Kyung-Hyung Ku, Kyungmin Park, Hyun Jung Kim, Yoonsook Kim, and Minseon Koo<sup>†</sup>

Div. of Convergence Technology, Korea Food Research Institute, Gyeonggi 463-746, Korea

**ABSTRACT** In order to characterize the quality of *Doenjang*, fermented Korean soybean paste, subjected to long-term aging, this study performed physico-chemical analyses and sensory evaluation according to aging period (from 1 to 9 years). Regarding the proximate composition of *Doenjang* according to aging period, moisture, crude protein, crude lipid, crude ash, and salt contents showed little differences among *Doenjang* samples. Amino-type nitrogen content was 1,046.7 mg% in the 1 year-aged sample, 990.9~996.9 mg% in the 2~5 year-aged samples, and 1,214.1~1,304.8 mg% in the samples fermented more than 5 years.  $\Delta E$  value, reflecting total color differences between the samples, increased according to aging period. Ratios of linoleic and linolenic acids, which are essential fatty acids in soybeans, constituted 55% of total fatty acids, which was the most abundant among all fatty acids. The major free sugar in *Doenjang* was fructose at a content of 1.6~2.2% in 1~9 year-aged *Doenjang*. Glycoside form of isoflavones in *Meju* constituted 77.1%, and the aglycon form constituted 22.9%. However, the glycoside type of isoflavones in soybeans was converted to aglycon type in *Doenjang* through fermentation and aging. In the sensory evaluation of *Doenjang* samples, brown color, salt smell, soy sauce flavor, and viscosity all increased according to aging period, whereas sweet flavor, roast smell, beany flavor, salty taste, and acrid taste showed no significant differences. In cluster analysis of the sensory attributes of *Doenjang* according to aging period, 1 year-aged *Doenjang* was significantly different between 2 year- and 3~5 year-aged *Doenjang*.

**Key words:** *Doenjang*, fermented soybean paste, organoleptic, quality characteristics

## 서 론

된장은 청국장, 짬장, 고추장 등과 더불어 콩을 발효시켜 만든 한국의 전통 발효식품으로, 곡류 단백질에서 부족하기 쉬운 필수아미노산, 지방산, 유기산, 미네랄, 비타민 등을 보충해 주는 영양학적 우수성을 가지고 있다. 또한 된장은 저온에서 제조되어 장기간의 발효 숙성 기간을 가지며 주로 세균 주도형으로 발효 숙성이 이루어져, 다른 나라의 콩 발효식품과는 발효 및 숙성 기간, 발효미생물 종류 등에서 차이를 보인다(1-3). 최근 우리나라의 주거 형태와 사회 구조의 변화로 인해 가정에서 제조·섭취하였던 된장보다 공장에서 제조된 된장의 사용이 증가하고 있다. 그러나 공장에서 제조 시판되는 된장은 대부분 일본에서 개발된 코지를 사용하여 제조하고 있기 때문에 고유 된장과 맛에서 차이가 있다. 이에 메주를 이용하여 제조한 한식 된장도 일부 유통되고 있으나 대부분이 숙성 기간이 1년 미만인 제품들이다(4). 또한 된장의 연구도 주로 숙성 기간이 1년 미만인 된장의

발효미생물(5), 생리활성(6-9), 향기성분(10,11) 등에 집중되어 있어, 1년 이상 숙성된 된장의 이화학적, 감각적 품질 특성에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 하지만 최근 된장의 생리활성은 숙성 기간과 밀접한 관계가 있다는 연구 결과가 발표되고 있다. Jung 등(12)은 된장 숙성 2년 동안의 항암활성을 평가하여 2년 숙성된 된장이 1년 숙성된 된장보다 암세포 억제 활성이 우수하다고 보고하였으며, Park 등(13,14)도 5년 숙성된 된장에서 melanin 형성 조절에 중요한 역할을 하는 새로운 ortho-dihydroxyisoflavone 유도체를 발견하였으며 높은 항산화 활성도 확인하였다.

따라서 본 연구는 1년 이상 숙성된 된장의 숙성 기간에 따른 이화학적 품질특성과 관능적 품질특성의 차이를 규명하여 고유 된장의 품질 향상 및 맛을 계승 발전시키는 기반을 확보하기 위해 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 시료

본 연구에 사용한 된장은 강원도 소재 전통 된장 인증 업체인 M사에서 강원도에서 생산한 황태로 만든 메주를 이용

Received 23 May 2013; Accepted 28 March 2014

<sup>†</sup>Corresponding author.

E-mail: minsk@kfri.re.kr, Phone: +82-31-780-9161

하여 제조한 것으로, 항아리에서 1~9년 동안 발효 숙성시킨 것이다. 이때 메주와 된장 제조는 M사에서 전통적인 방법으로 제조하였다. 즉 국내산 메주콩을 선별 후 가마솥에서 삶아 찢어서 사각형으로 만든 후 걸 말림을 한 다음 벚짚으로 엮어서 발효 숙성시킨 것을 사용하였으며, 충분히 숙성되어 건조된 메주를 물로 세척 후 하루를 말려 항아리에 넣고 배포에 여과한 소금물(천일염 : 생수=1:4)을 부어 150일 정도 1차 발효를 한 다음 간장을 분리하고 고형분을 치대어 전통 항아리에 담아 된장으로 제조한 것이다. 확보된 시료는 -4°C에서 보관하면서 본 실험에 사용하였다.

### 일반성분

된장의 일반성분은 AOAC(15)에 따라서 분석하였다. 수분은 105°C 건조법, 조단백질은 켈달법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 550°C 회화법으로, 염분은 균질화된 된장 5 g을 도가니에 넣고 500°C에서 5시간 회화한 후 소량의 증류수를 가하여 녹여 여과지(Whatman No. 1, Whatman Int. Ltd., Maidstone, UK)로 여과하여 Mohr법으로 측정하였다. 총 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조단백질, 조지방, 회분 함량을 제한 값으로 하였으며, 무염성 회분 함량은 회분의 양에서 염분의 양을 제한 값으로 하였다. 아미노산 질소는 한국산업규격 KS H 2119(16)에 따라 시험하였다.

### pH, 적정 산도와 색도

균질화된 된장 2 g에 증류수 30 mL를 넣고 혼합 후 pH를 측정하고 0.1 N NaOH 용액으로 pH 8.4가 되도록 적정하여 소비된 0.1 N NaOH 용액의 mL를 적정 산도로 하였다. 색도는 균질화된 된장을 직경 5 cm, 높이 5 mm의 원형플라스틱틀에 넣고 색도계(CE-310, Macbeth, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 Hunter value인 L, a, b 값과  $\Delta E$  값을 구하였다(17).

### 유리당

균질화된 된장 20 g에 증류수 80 g을 넣고 2시간 진탕하면서 추출한 후 pore 크기가 0.2  $\mu\text{m}$ 인 필터를 통과한 여액을 액체크로마토그래프(HPLC)로 분석하였다. 유리당 정량을 위한 표준품(fructose, glucose, sucrose, maltose 등)은 Sigma-Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다. 유리당 분석은 RI 검출기가 부착된 Jasco HPLC system(Tokyo, Japan)을 사용하였으며, 사용한 칼럼은 Carbohydrate analysis column(3.9×300 mm, Waters, Milford, MA, USA)이었고, 칼럼 오븐 온도는 40°C였다. 이동상은 acetonitrile : water=80:20이었으며, 속도는 1.2 mL/min이었다.

### 지방산

지방산 분석을 위해 먼저 클로로포름-메탄올 혼합용매 추출법으로 된장에서 지방질을 추출한 다음 추출한 지방질

200 mg에 0.5 N NaOH/methanol 5 mL와 비등석을 넣고 환류냉각기를 부착하여 가열된 모래상자에서 약 5~10분간 가수분해하였다. 가수분해물에 10%  $\text{BF}_3$ /methanol 5 mL를 환류냉각기 위로 천천히 넣고 2분간 반응시키고, 헥산 5 mL를 환류냉각기 위로 넣고 1분간 반응시켜 지방산 메틸 에스테르 유도체를 만들었다. 반응 후 포화식염수를 넣어 헥산층을 분리한 후 무수황산나트륨으로 수분을 제거시킨 지방산 메틸 에스테르 시험액을 가스크로마토그래피(GC)로 분석하였다. 지방산 분석을 위한 GC system은 HP-6890GC/FID였으며, 칼럼은 HP-FFAP(30 m×0.25  $\mu\text{m}$ )였다. 주입부의 온도는 230°C, 검출기는 250°C였고, 오븐은 120°C(2 min)-4/min-230°C(20 min)의 조건으로 분석하였다. 이동상은 helium이었으며, 속도는 1.5 mL/min이었다. 지방산 함량은 Supelco Co.(St. Louis, MO, USA)의 FAME Mix를 사용하여 규정화된 면적보정백분법(normalized area %)으로 계산하였다.

### 이소플라본(isoflavone)

동결 건조한 된장 시료 1 g에 20 mL의 70% 메탄올(methanol in 0.1% acetic acid)을 넣고 진탕시키면서 6~8 시간 추출한 후 pore 크기가 0.2  $\mu\text{m}$ 인 필터를 통과한 여액을 액체크로마토그래프(HPLC)로 분석하였다. 이소플라본은 UV 검출기가 부착된 Jasco HPLC system(Tokyo, Japan)으로 분석하였으며, 칼럼은 YMC Pack ODS 4.6×250 mm였다. 칼럼 오븐 온도는 35°C, 분석 파장은 254 nm였고, 이동상 A(0.1% acetic acid/water)와 B(0.1% acetic acid/acetonitrile)를 85% A(0 min)-65% A(50 min)-0% A(63 min)의 혼합조건으로 1.0 mL/min 속도로 분석하였다. 이소플라본 함량은 Wako(Osaka, Japan)에서 구입한 표준물질(daidzin, daidzein, glycitein, malonyl genistin, genistein, malonyl daidzin, glycitin)을 사용하여 계산하였다.

### 항산화 활성

항산화 활성은 된장에서 수용성 물질을 추출하여 평가하였다. 균질화된 된장에 5배의 증류수를 가하고, 1분간 균질화시킨 후 4°C에서 12,000×g로 10분간 원심분리 하여, 상등액을 pore 크기가 0.2  $\mu\text{m}$ 인 필터를 통과한 여액을 시험액으로 사용하였다.

**총 polyphenol:** 총 polyphenol은 Folin-Ciocalteu reagent법을 이용하여 측정하였다. 시험액을 0.125 mL에 0.5 mL 증류수와 0.125 mL의 Folin-Ciocalteu reagent를 가하여 6분간 반응시킨 후 1.25 mL의 7% sodium carbonate 용액과 3 mL의 증류수를 가하여 희석한 후 90분간 발색시켜 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정치는 농도별 catechin을 이용한 standard curve와 비교하여 mg catechin equiv./100 mL로 표시하였다.

**총 flavonoid:** 총 flavonoid 함량은 Jia 등(18)의 방법으

로 측정하였다. 시험액 0.25 mL와 1.25 mL의 증류수를 시험관에 넣고 5% sodium nitrite 0.075 mL를 첨가한 후 5분간 정치 후 0.15 mL의 10% aluminum chloride를 첨가하여 6분간 반응시킨 후 1 N NaOH 0.5 mL와 증류수 0.275 mL를 넣고 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정치는 농도별 (-)-catechin을 이용한 standard curve와 비교하여 mg catechin equiv./g으로서 표시하였다.

**DPPH radical 소거능:** DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical 소거능은 Bland-Williams 등(19)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시험액 1.0 mL에 0.1 mM DPPH solution(in EtOH) 0.2 mL를 넣고 10초간 vortexing한 후 20분간 반응시킨 후 525 nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 식에 따라 계산하였다.

$$\text{DPPH radical scavenging activity (\%)} = \frac{A_0 - A_1}{A_0} \times 100$$

A<sub>0</sub>: absorbance of control, A<sub>1</sub>: absorbance of sample

**ABTS radical 소거능:** ABTS radical 소거능은 Vander Berg 등(20)의 방법으로 측정하였다. 실험 12~16시간 전에 제조한 7 mM ABTS solution은 734 nm에서 0.7±0.02의 흡광도를 나타내도록 5 mM PBS에 희석한 ABTS 용액 990 µL와 시료액 10 µL를 혼합한 후 10분간 반응 후에 흡광도를 측정하였다. 측정치는 농도별 vitamin C를 이용한 표준곡선과 비교하여 mg Vit. C equiv./100 mL로 표시하였다.

### 미생물학적 품질평가

된장의 미생물학적 품질평가를 위해 일반 세균수와 주요 식중독 미생물의 오염도를 평가하였다. 일반 세균수는 표준 평판법으로, 곰팡이수는 10% tartaric acid를 첨가하여 pH를 3.5로 조정된 potato dextrose agar(Merck, Darmstadt, Germany)에 시험액 0.2 mL를 넣고 도말하여 25°C에서 7~10일 배양 후 성장한 진균류와 효모수를 측정하였다

(21). 또한 된장의 염도가 10% 정도인 것을 고려하여 일반 세균수 측정 시 소금 농도를 달리한 표준평판배지(0.85%, 5%, 10%)를 사용하였다. 오염지표미생물로는 *E. coli*를, 위해미생물로는 *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Bacillus cereus* 등을 식품공전(21)에 따라 분석하였으며, 아플라톡신 생성 균주는 chloramphenicol selective supplement를 첨가한 AFPA(Oxoid, Basingstoke, UK) 배지를 이용하여 확인하였다.

### 관능검사

숙성 기간별 된장의 관능적 품질평가는 미리 선발하여 훈련된 패널원 8~10명을 대상으로 된장의 감각적 평가를 위한 기준 용어 선정 및 정량적 묘사 분석을 실시하였다. 정량적 묘사 분석은 냄새가 배지 않은 용기에 균질화된 된장 5g씩을 넣어 뚜껑을 덮은 후 증류수와 함께 시료로 제공하여, category scale법으로 선발된 항목을 9점법으로 평가하였다(22). 관능검사 항목의 강도는 점수가 클수록 높은 것으로 평가하였다.

### 통계처리

이화학적 분석 결과와 관능검사 결과는 SAS(23) program과 SPSS program(SPSS 12.0 for windows, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA)과 Duncan's multiple range test로 유의성 검증 및 군집분석을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분 특성

본 연구에서 사용한 숙성 기간별 된장의 일반성분 결과는 Table 1과 같다. 숙성 기간별 된장의 수분 함량의 변화는

**Table 1.** Chemical composition in *Doenjang* by aging periods

|                            | Aging period (year)       |                         |                        |                        |                          |                           |                            |                           |  |
|----------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--|
|                            | 1                         | 2                       | 3                      | 5                      | 6                        | 7                         | 8                          | 9                         |  |
| Proximate composition      |                           |                         |                        |                        |                          |                           |                            |                           |  |
| Moisture (%)               | 55.1±1.6 <sup>e1)</sup>   | 54.1±0.6 <sup>c</sup>   | 52.2±0.0 <sup>d</sup>  | 48.3±0.8 <sup>c</sup>  | 40.1±0.2 <sup>a</sup>    | 47.9±0.2 <sup>c</sup>     | 45.0±0.3 <sup>b</sup>      | 46.7±0.1 <sup>c</sup>     |  |
| Crude protein (%)          | 13.7±0.1 <sup>a</sup>     | 14.5±0.5 <sup>b</sup>   | 15.1±0.1 <sup>bc</sup> | 15.2±0.2 <sup>c</sup>  | 18.9±0.1 <sup>e</sup>    | 18.3±0.0 <sup>d</sup>     | 20.3±0.4 <sup>f</sup>      | 17.8±0.0 <sup>d</sup>     |  |
| Crude lipid                | 8.9±0.1 <sup>a</sup>      | 9.0±0.2 <sup>a</sup>    | 8.8±0.3 <sup>a</sup>   | 9.7±0.1 <sup>b</sup>   | 12.2±0.3 <sup>d</sup>    | 9.0±0.1 <sup>a</sup>      | 10.9±0.2 <sup>c</sup>      | 10.0±0.4 <sup>b</sup>     |  |
| Carbohydrate               | 10.4±1.6 <sup>ab</sup>    | 8.8±0.7 <sup>a</sup>    | 10.7±0.3 <sup>b</sup>  | 11.3±0.5 <sup>b</sup>  | 13.8±0.3 <sup>c</sup>    | 11.0±0.3 <sup>b</sup>     | 9.7±0.2 <sup>ab</sup>      | 11.1±0.4 <sup>b</sup>     |  |
| Crude ash (A)              | 11.8±0.0 <sup>a</sup>     | 13.6±0.7 <sup>bc</sup>  | 13.1±0.0 <sup>b</sup>  | 15.5±0.1 <sup>c</sup>  | 15.1±0.1 <sup>c</sup>    | 13.8±0.1 <sup>cd</sup>    | 14.1±0.1 <sup>cd</sup>     | 14.4±0.0 <sup>d</sup>     |  |
| Salt (B)                   | 9.7±0.00 <sup>a</sup>     | 12.2±0.1 <sup>f</sup>   | 11.1±0.1 <sup>c</sup>  | 13.3±0.0 <sup>h</sup>  | 12.7±0.0 <sup>g</sup>    | 11.4±0.1 <sup>d</sup>     | 11.7±0.0 <sup>c</sup>      | 10.2±0.1 <sup>b</sup>     |  |
| Ash w/o salt (A-B)         | 2.2±0.0 <sup>b</sup>      | 1.4±0.7 <sup>a</sup>    | 2.0±0.1 <sup>ab</sup>  | 2.2±0.1 <sup>b</sup>   | 2.3±0.0 <sup>b</sup>     | 2.5±0.2 <sup>b</sup>      | 2.4±0.1 <sup>b</sup>       | 4.2±0.1 <sup>c</sup>      |  |
| pH                         | 6.1±0.1 <sup>f</sup>      | 5.6±0.0 <sup>cd</sup>   | 5.3±0.1 <sup>b</sup>   | 5.2±0.0 <sup>a</sup>   | 5.3±0.1 <sup>b</sup>     | 5.5±0.1 <sup>c</sup>      | 5.9±0.0 <sup>e</sup>       | 5.7±0.0 <sup>d</sup>      |  |
| Titrateable acidity (mL/g) | 1.2±0.1 <sup>a</sup>      | 1.8±0.0 <sup>b</sup>    | 2.6±0.1 <sup>c</sup>   | 2.7±0.1 <sup>cd</sup>  | 3.7±0.3 <sup>e</sup>     | 2.8±0.1 <sup>cd</sup>     | 2.6±0.1 <sup>c</sup>       | 2.9±0.0 <sup>d</sup>      |  |
| Amino form nitrogen (mg%)  | 1,052.5±16.3 <sup>b</sup> | 923.0±24.0 <sup>a</sup> | 904.0±9.9 <sup>a</sup> | 997.0±1.4 <sup>b</sup> | 1,307.0±7.1 <sup>d</sup> | 1,219.5±16.3 <sup>c</sup> | 1,250.5±24.7 <sup>cd</sup> | 1,285.0±55.2 <sup>d</sup> |  |
| Free sugars (%)            |                           |                         |                        |                        |                          |                           |                            |                           |  |
| Fructose                   | 1.7±0.07 <sup>a</sup>     | 1.7±0.04 <sup>a</sup>   | 1.6±0.02 <sup>a</sup>  | 2.0±0.01 <sup>c</sup>  | 2.2±0.02 <sup>d</sup>    | 1.8±0.02 <sup>b</sup>     | 2.0±0.01 <sup>c</sup>      | 1.6±0.03 <sup>a</sup>     |  |

<sup>1)</sup> Values are mean±SD. <sup>a-f</sup> Mean values with different superscripts within the same row are significantly different at *P*<0.05.

55.1~40.1% 범위였고, 1~3년 숙성 된장에서의 수분 함량은 55.1~52.2%를 나타내었으나, 숙성 기간이 5년 이상인 된장에서는 약간 감소하였다. 조단백질은 1년 숙성 된장이 13.7%였으며, 5년 숙성 이후 증가하여 숙성 8년에서 20.3%로 최대치를 나타냈었다. 조지방과 총 탄수화물 함량은 숙성 1년에는 각각 8.9%, 10.4%를 보였고, 숙성 6년째에 각각 12.2%, 13.8%로 가장 높았다. 조회분은 11.8~15.5%의 분포를 나타냈다. 수분을 제외한 건물량으로 환산 시 조단백질은 29.4~36.9%, 조지방은 18.4~20.4%, 조회분은 21.4~37.7%였다. 각 된장의 염도는 9.7~13.3%, 무염성 회분 함량은 1.4~4.2%였다. Park 등(24)이 우리나라 전국에 걸쳐 시판 중인 전통 된장 15점을 수집하여 분석한 결과 수분 함량은 평균 54.7%로서 49.5~58.9%의 범위였으며, 조단백질은 평균 13.8%로서 11.8~16.8% 범위였고 조지방은 평균 8.0%로서 7.1~8.6%라고 보고하였다. 이 결과는 본 실험에 사용된 숙성 1년 된장과 비슷한 함량을 보여주어, 시판 중인 된장이 숙성 1년 된장과 비슷한 품질특성을 가지고 있는 것으로 평가되었다. 본 실험에 사용한 된장은 여러 지역의 된장을 숙성 기간별로 수집하여 분석한 것이 아니고 한 개 지역의 된장을 분석한 결과로, Table 1에서 보는 바와 같이 결과의 유의성은 확인하였으나, 숙성 기간에 따른 일반성분의 변화 경향은 보이지 않았다. Jo 등(25)이 1년에서 10년까지 숙성 기간별 일반성분을 분석한 결과 숙성 5년 된장부터 수분 함량이 감소하며 다른 일반성분은 숙성 기간별로 큰 차이를 보이지 않았다고 보고한 결과와 일치하였다.

### pH와 적정 산도

된장의 발효 및 숙성에 따라 발효미생물의 대사로 인해 생성되는 유기산 함량의 변화를 보여주는 pH 및 적정 산도의 변화는 Table 1과 같다. 적정 산도는 숙성 1년에는 1.2 mL/g이었으나, 6년 숙성 된장의 경우 평균 3.7 mL/g으로 숙성 기간이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였고, 이후 숙성 9년까지 비슷한 수준을 유지하였다. pH는 숙성 1년에서 9년 동안 숙성 기간이 경과함에 따라 큰 변화가 나타나지 않았다.

적정 산도의 증가는 숙성 3년까지는 된장의 발효미생물의 왕성한 활동으로 인해 생성된 유기산의 증가로 인해 증가하는 것으로 예상되며, 3년 이후에는 된장에서 증가하는 효모의 작용으로 인해 생성된 유기산이 알코올 등의 화합물로 변환되어 큰 변화가 없는 것으로 사료된다. 미생물군의 변화와 유기산 profile에 미치는 영향에 대한 추가적인 연구가 수행된다면, 향미가 개선된 된장 개발도 가능하리라고 판단된다.

### 아미노태 질소 및 색도

아미노태 질소는 된장, 간장 등 발효식품의 숙성도를 판단하는 성분으로 된장 숙성 및 품질 변화 정도는 유리 아미노산 함량의 변화로 예측할 수 있는데, 유리 아미노산 함량

변화는 직접 아미노산 함량을 측정하거나 아미노태 질소 함량을 측정하여 예측한다. 아미노태 질소는 유리 아미노산의 아미노기의 질소나 carboxyl group을 측정하는 것으로 유리되는 아미노산이 많으면 증가한다. Table 1의 숙성 기간별 된장의 아미노태 질소의 함량 변화를 보면, 아미노태 질소 함량은 숙성 1년 된장은 1,052.5 mg%, 숙성 2~5년 된장은 904.0~997.0 mg%, 숙성 5년 이후 된장은 1,219.5~1,307.0 mg%였다. Kim(26)이 황금콩을 이용하여 전통적인 방법으로 된장을 제조 시 숙성 1년까지는 아미노태 질소가 증가한다고 보고하였다. 하지만 숙성 1년 이후 아미노태 질소의 함량 변화에 대한 보고는 거의 없다. 본 결과에서는 2~3년 숙성된 된장에서는 숙성 1년 된장보다 약간 감소하였으며, 숙성 6년에 증가하여 숙성 9년까지 비슷한 값을 보여주었다. 따라서 된장이 숙성 1년까지는 아미노태 질소 함량이 증가하지만, 1년 이상 숙성된 고유 된장의 경우 숙성 기간의 증가에 따른 아미노태 질소가 지속적인 증가를 하지 않는다는 것은 확인할 수 있었다. Jo 등(25)은 숙성 기간별로 아미노산 함량을 분석한 결과 숙성 기간이 증가함에 따라 총 아미노산 함량이 약간 감소하였는데, 그 이유를 된장의 맛과 향미 발생에 아미노산이 사용되어 감소하는 것으로 예측하였다.

한편 숙성 기간에 따른 된장의 색도 변화는 Fig. 1과 같다. 숙성 기간에 증가함에 따라 밝기를 나타내는 L값, 적색도 a값은 완만하게 감소한 반면 황색도 b값이 급격하게 감소하였다. 숙성 1년 된 된장을 대조구로 하여 숙성 기간별 전체적인 색의 차이를 나타내는  $\Delta E$ 값의 경우 숙성 기간에 따라 계속 증가하여 색의 변화가 있음을 확인하였다. 숙성 9년 된장은 거의 자장에 가까운 색을 가지고 있었다. Kim(26)과 Kwon 등(27)은 된장 제조 후 1년 숙성 동안 색도를 측정하여, 숙성 기간에 따라 L값과 b값은 감소하였으나 a값은 거의 변화가 없다고 보고하였다. Jo 등(25)도 장기간 숙성한 된장의 색도를 분석하여 숙성 기간이 증가함에 따라 L, a, b 값이 모두 감소한다고 보고하였다. 본 연구 결과에서도 밝기와 황색도가 숙성 기간과 비교적 높은 상관관계가 있음을 보여주었다.

### 지방산과 유리당

된장의 주원료인 콩은 좋은 단백질의 급원이기도 하지만 약 18~19% 이상의 지방질을 함유하고 있다. 지방질의 지방산 조성은 기름의 종류에 따라 많은 차이를 보인다. 콩을 이루고 있는 지방질의 특징은 불포화지방산 함량이 매우 높으며, 특히 필수지방산인 리놀레익산(linoleic acid)과 리놀레닉산(linolenic acid)의 함량이 전체 지방산의 60% 이상을 차지하고 있다. 메주 및 모든 숙성 기간별 된장에서 기름을 추출하여 지방산 조성을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 메주와 숙성 기간별 된장들의 불포화지방산은 전체 지방산의 57.8~66.2%로 높은 비중을 차지하였다. 특히 필수지방산인 리놀레익산은 실험한 모든 된장의 지방산 조성의 50%

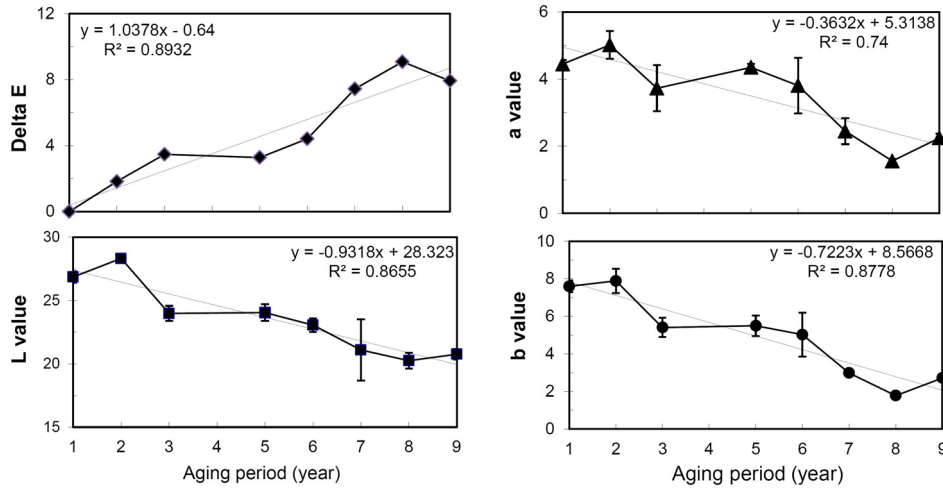


Fig. 1. Changes of color value in Doenjang by aging periods.

Table 2. Fatty acid profile of Doenjang by aging periods

(unit: %/oil)

| Fatty acid           | Meju | Aging period (year) |      |      |      |      |      |      |      |  |
|----------------------|------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                      |      | 1                   | 2    | 3    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |  |
| Palmitic C16:0       | 9.9  | 11.5                | 11.1 | 11.1 | 10.6 | 11.0 | 11.4 | 10.9 | 11.1 |  |
| Stearic C18:0        | 3.4  | 3.5                 | 3.1  | 3.8  | 3.7  | 3.6  | 3.3  | 3.8  | 3.5  |  |
| Oleic C18:1          | 19.2 | 24.2                | 23.7 | 23.4 | 19.1 | 22.3 | 19.6 | 20.6 | 25.2 |  |
| Linoleic C18:2       | 56.4 | 50.0                | 50.0 | 50.5 | 53.9 | 52.3 | 53.9 | 52.7 | 50.0 |  |
| Linolenic C18:3      | 9.8  | 8.3                 | 8.9  | 9.0  | 10.6 | 8.5  | 9.9  | 9.0  | 7.8  |  |
| Arachidonic C20:0    | 0.3  | 0.3                 | 0.3  | 0.4  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.4  |  |
| Gadoleic C20:1       | 0.2  | 0.2                 | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2  |  |
| Behenic C22:0        | 0.5  | 0.6                 | 0.5  | 0.6  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.5  | 0.6  |  |
| Lignoceric C24:0     | 0.2  | 0.6                 | 0.7  | 0.4  | 0.3  | 0.4  | 0.4  | 0.5  | 0.5  |  |
| Nervonic C24:1       | 0    | 0.6                 | 1.2  | 0.4  | 0.6  | 0.8  | 0.5  | 1.3  | 0.6  |  |
| Unknown              | 0.1  | 0.2                 | 0.3  | 0.2  | 0.2  | 0.1  | 0    | 0.2  | 0.1  |  |
| Saturated fatty acid | 14.3 | 16.5                | 15.7 | 16.3 | 15.4 | 15.8 | 15.9 | 16.0 | 16.1 |  |
| MUFA <sup>1)</sup>   | 19.4 | 25.0                | 25.1 | 24.0 | 19.9 | 23.3 | 20.3 | 22.1 | 26.0 |  |
| PUFA <sup>2)</sup>   | 66.2 | 58.3                | 58.9 | 59.5 | 64.5 | 60.8 | 63.8 | 61.7 | 57.8 |  |

<sup>1)</sup>MUFA, monounsaturated fatty acid. <sup>2)</sup>PUFA, polyunsaturated fatty acid.

를 차지하여 가장 높은 비중을 차지하였다. 그 다음이 올레인산으로 19.2~25.2%를 차지하였으며, 필수지방산인 리놀레닉산도 7.8~10.6%를 차지하였다. 필수지방산을 포함한 불포화지방산의 구성비는 숙성 기간과 상관없이 55% 이상을 유지하였다. 숙성 10년까지의 된장의 지방산 함량을 보고한 Jo 등(25)도 모든 숙성 기간별 된장에서 불포화지방산인 리놀레익산이 가장 높은 비율을 차지한다고 보고하여 본 연구와 같은 결과를 보여주었다. 따라서 우리나라 고유 된장은 숙성 9년이 되어도 지방산의 산패는 거의 일어나지 않는다는 것을 확인할 수 있었으며 이는 고유 된장의 높은 항산화 활성과도 관련이 있을 것으로 예측되었다.

된장의 유리당을 분석한 결과 fructose 함량이 가장 높은 것으로 분석되었으며, glucose, sucrose, maltose는 검출한계 이하였다. Fructose 함량은 1.6~2.2%의 범위로 숙성 기간에 따른 변화는 관찰되지 않았다(Table 1). 콩의 주요 유리당은 sucrose이고 이외 올리고당인 starchyose가 함유되어 있다고 알려져 있으나(28), 본 연구에서 유리당 중 단당류인 fructose는 검출되었고, 다른 단당류와 이당류인

sucrose는 정량한계 이하였다. 이는 본 연구에서 분석한 된장이 1년 이상 숙성된 것으로 발효 숙성 과정에서 대부분의 당류는 분해되고 미생물에 의해 소비된 결과로 예측된다.

**이소플라본과 항산화 활성**

메주와 숙성 기간별 된장의 isoflavone 조성의 변화는 Table 3과 같다. Table 3에서 보는 바와 같이 메주의 isoflavone은 daidzin과 genistin 같은 배당체(glycosides) 형태가 77.1%이고, 생체 내 흡수율이 높은 것으로 알려진 비배당체(aglycon) 형태가 22.9%로 배당체 형태의 isoflavone의 비율이 높았다. 그러나 메주에서 확인된 배당체 형태의 isoflavone은 숙성 1년 이상된 된장에서는 검출되지 않았으며, 비배당체 형태의 isoflavone만 검출되었다. 가장 많이 검출된 isoflavone은 genistein으로 모든 시료에서 60% 이상을 차지하였으며, 다음으로는 daidzein이 25% 이상을 차지하였고 glycitein은 가장 낮았다. 또한 숙성 기간이 증가하여도 함량비의 변화는 거의 없었다. Jo 등(25)도 1년 이상 숙성된 된장의 genistein과 daidzein 함량은 숙성 기간

**Table 3.** Isoflavone profile in *Doenjang* by aging periods (unit: %/total isoflavone)

|                                  | Meju | Aging period (year) |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|------|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                  |      | 1                   | 2    | 3    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| Glycosides                       |      |                     |      |      |      |      |      |      |      |
| Daidzin                          | 14.0 | ND <sup>1)</sup>    | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   |
| Malonyl daidzin+malonyl-glycitin | 62.8 | ND                  | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   |
| Malonyl genistin                 | 0.3  | ND                  | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   |
| Aglycon                          |      |                     |      |      |      |      |      |      |      |
| Daidzein                         | 5.4  | 29.1                | 29.5 | 28.0 | 27.7 | 26.6 | 37.6 | 36.0 | 33.1 |
| Glycitein                        | 0    | 1.1                 | 1.4  | 0.8  | 0.2  | 0.6  | 0.1  | 0.4  | 0.5  |
| Genistein                        | 17.5 | 69.8                | 69.1 | 71.2 | 72.0 | 72.8 | 62.3 | 63.6 | 66.4 |
| Glycoside                        | 77.1 | ND                  | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   | ND   |
| Aglycon                          | 22.9 | 100                 | 100  | 100  | 99.9 | 100  | 100  | 100  | 100  |

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

이 증가하여도 함량 변화가 없다고 보고하여 본 연구 결과와 같은 경향을 보여주었다.

된장의 항산화 활성은 총 폴리페놀 함량, DPPH radical, ABTS radical 소거능 활성을 평가하였다(Table 4). 총 폴리페놀 함량은 86.8~136.3 mg catechin equiv./100 mL 범위로 숙성 3년까지 큰 변화가 없었으나, 5년 이후 숙성 기간이 경과에 따라 증가하는 경향을 보였다. 콩 등 식물체에 포함된 페놀성 화합물은 대사산물의 하나로 특히 phenolic hydroxyl기가 항산화 생리활성을 가진다고 알려져 있다(29). 된장은 발효 숙성 과정이 진행되면서 페놀성 물질인 이소플라본 배당체가 glycon 형태인 genistein과 daidzein 등으로 변환되어 발효되지 않은 콩보다 높은 항산화 활성을 가지는 것으로 예측된다.

ABTS radical 소거능은 숙성 1년 된장은 167.6 mg Vit. C equiv./100 mL, 3년 숙성 된장은 174.6 mg Vit. C equiv./100 mL, 5년 숙성 된장은 202.8 mg Vit. C equiv./100 mL, 7년 숙성 된장은 226.2 mg Vit. C equiv./100 mL로 증가하는 경향이 나타났으나 소거능으로 환산 시 42.4~57.9% 정도로 숙성 기간별로 큰 차이는 없었다. DPPH 소거능 활성은 숙성 1년과 2년 된장이 평균 10.0%였고 숙성 3년이 26.8%로 20배 이상 증가하는 결과를 보였으며 그 후 지속적으로 증가하는 경향을 나타냈다.

본 연구를 통하여 숙성 기간이 증가함에 따라 항산화 물질인 폴리페놀류 함량이 증가하고 DPPH에 의한 free radical

소거능도 유의적으로 증가하는 것을 확인하였다. 따라서 된장의 숙성 기간에 따른 다양한 생리활성 변화에 대한 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.

#### 미생물학적 품질평가

우리나라 된장은 1년 이상 숙성되면서 오랜 시간 공기 중에 노출되기도 하고 환경으로부터 위해미생물에 오염될 수도 있어서 식품 위생상의 분변오염지표세균인 *E. coli*, 대장균군 특히 사람에서 많이 오염되는 독소형 식중독 원인균인 *Staphylococcus aureus*, 토양, 물, 대기 중에 널리 분포되어 있는 *Bacillus cereus* 등과 식품공전에서 정성적으로 규제하고 있는 *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes*, *Vibrio parahaemolyticus* 등에 대해 평가한 결과 모든 된장 시료에서 대장균을 포함한 위해미생물은 검출되지 않았다. 또한 아플라톡신 생산 균주인 *Aspergillus flavus*와 *Aspergillus parasiticus*도 검출되지 않았다. 따라서 항아리에서 긴 숙성 기간 동안에도 위해미생물에 의한 오염은 확인되지 않았다. 된장의 9%가 넘는 높은 염도 등 환경적인 인자가 위해미생물 번식 및 성장에 영향을 준 것으로 판단된다.

된장 발효미생물의 염에 대한 적응성을 확인하기 위하여 NaCl 농도를 각각 0.85%, 5%, 10%씩을 분리배지에 첨가하여 일반 세균수를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 분리배지에 소금을 첨가하여 일반 세균수를 비교한 결과 5% 소금을 첨가한 배지에서는 0.85% 소금을 첨가한 배지와 큰 차이가

**Table 4.** Changes of anti-oxidative activities in *Doenjang* by aging periods

|  | Aging period (year)     |                         |                         |                        |                        |                         |                        |                         |  |
|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--|
|  | 1                       | 2                       | 3                       | 5                      | 6                      | 7                       | 8                      | 9                       |  |
| Total polyphenol CE (mg catechin equivalent/100 mL)            | 93.4±0.4 <sup>b1)</sup> | 86.8±0.4 <sup>a</sup>   | 99.5±0.1 <sup>c</sup>   | 114.2±2.3 <sup>d</sup> | 123.4±0.1 <sup>e</sup> | 132.5±0.1 <sup>f</sup>  | 136.3±0.3 <sup>g</sup> | 131.6±0.8 <sup>f</sup>  |  |
| DPPH radical scavenging activity (%)                           | 10.1±0.2 <sup>a</sup>   | 10.0±0.0 <sup>a</sup>   | 26.8±2.3 <sup>b</sup>   | 37.3±1.1 <sup>d</sup>  | 37.1±0.3 <sup>d</sup>  | 37.0±1.1 <sup>d</sup>   | 41.7±0.1 <sup>e</sup>  | 31.1±0.7 <sup>c</sup>   |  |
| ABTS radical scavenging activity (mg Vit. C equivalent/100 mL) | 167.6±5.8 <sup>a</sup>  | 179.3±2.8 <sup>ab</sup> | 174.6±2.2 <sup>ab</sup> | 202.8±6.7 <sup>c</sup> | 196.6±3.7 <sup>c</sup> | 226.2±10.4 <sup>d</sup> | 228.3±4.2 <sup>d</sup> | 188.9±8.0 <sup>bc</sup> |  |

<sup>1)</sup>Values are mean±SD. <sup>a-g</sup>Mean values with different superscripts within the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

**Table 5.** Changes of viable cell count in *Doenjang* by aging periods

| NaCl conc.<br>(%) | Meju                    | Aging period (year)    |                       |                        |                       |                        |                       |                       |                       |  |
|-------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--|
|                   |                         | 1                      | 2                     | 3                      | 5                     | 6                      | 7                     | 8                     | 9                     |  |
| 0.85              | 9.9±0.07 <sup>f1)</sup> | 9.0±0.00 <sup>e</sup>  | 8.3±0.14 <sup>b</sup> | 8.8±0.14 <sup>d</sup>  | 9.2±0.07 <sup>c</sup> | 8.4±0.07 <sup>bc</sup> | 7.8±0.07 <sup>a</sup> | 7.9±0.00 <sup>a</sup> | 8.5±0.00 <sup>c</sup> |  |
| 5                 | 9.6±0.07 <sup>f</sup>   | 8.8±0.00 <sup>d</sup>  | 8.2±0.21 <sup>b</sup> | 8.6±0.21 <sup>cd</sup> | 9.1±0.00 <sup>c</sup> | 8.3±0.00 <sup>bc</sup> | 7.7±0.07 <sup>a</sup> | 7.9±0.07 <sup>a</sup> | 8.5±0.14 <sup>c</sup> |  |
| 10                | 8.4±0.07 <sup>e</sup>   | 7.7±0.21 <sup>ab</sup> | 7.9±0.00 <sup>b</sup> | 7.6±0.28 <sup>ab</sup> | 9.0±0.07 <sup>d</sup> | 7.8±0.07 <sup>ab</sup> | 7.5±0.07 <sup>a</sup> | 7.6±0.07 <sup>a</sup> | 8.4±0.07 <sup>c</sup> |  |

<sup>1)</sup>Values are mean±SD. <sup>a-f</sup>Mean values with different superscripts within the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

없었으나, 10% 소금을 첨가한 배지에서는 1 log CFU/g 정도 낮은 값을 보여주었다. 하지만 5년 이상 숙성된 된장의 일반 세균수는 NaCl 농도에 따른 변화가 거의 없었다. 따라서 된장에서 검출되는 세균은 대부분 염에 대한 저항성을 가지고 있으며 특히 장기 숙성된 된장에서 분리된 균은 강한 내염성을 가지고 있는 것으로 예측된다. Mould는 숙성 3년까지는 3 log CFU/g 수준으로 분리되었으나 그 이후에는 검출되지 않았다. 분리배지에 첨가한 소금 농도에 의해 균수의 변화는 없었으나 mould의 형태는 균사의 성장이 제한되어 성장하였다. 효모는 메주 및 숙성 초기에는 관찰되지 않았으며 숙성 3년 된 된장부터 NaCl 5%와 10%를 첨가한 분리배지에서 2~3 log CFU/g 범위로 검출되어 소금에 대해 내염성이 있음을 확인하였다.

#### 관능적 품질특성

숙성 기간별 된장의 정량적 묘사분석을 위해 냄새, 맛, 조직감 등에 대해 묘사분석을 위한 용어를 선정하였다. 냄새 표현을 위해서 짠 냄새, 간장 냄새, 단 냄새, 구수한 냄새, 콩비린 냄새, 메주 냄새, 곰팡이 냄새, 이취 등 8종을, 맛은 짠맛, 간장 맛, 단맛, 쓴맛, 뽕은맛, 구수한맛, 이미 등 7종을,

조직감은 이물감, 갈변도, 입자의 균일성, 점도 등 4종이 선정되었다. 선정된 용어를 이용하여 숙성 기간별로 된장의 관능적 품질특성을 9점법으로 평가한 결과는 Table 6과 같다. 짠 냄새는 숙성 1년 시료가 가장 낮아 5.27이었고 그 이상 숙성된 시료는 약간 짠맛 강도를 높게 평가하였으며, 간장 냄새는 숙성 기간이 증가함에 따라 강도가 증가하였다. 단 냄새, 구수한 냄새, 콩비린 냄새, 짠맛, 단맛, 쓴맛, 뽕은맛 항목은 숙성 기간에 따라 유의적인 차이가 없었으나, 메주 맛은 숙성 기간이 증가함에 따라 강도가 감소한 반면 간장 맛과 점도는 증가하였다. 또 이취, 이물감, 입자의 균일성은 숙성 기간에 따른 경향을 보이는 않았다. 갈색 정도는 숙성 기간이 증가할수록 숙성 1년의 4.80에서 점차 증가하여 숙성 6년에는 7.07, 숙성 7년에는 7.53, 숙성 8년에는 7.60, 숙성 9년에는 7.13으로 숙성 5년을 기준으로 유의적으로 구분되었다. Fig. 2는 Table 6에서 숙성 1, 3, 6, 9년 된장의 정량적 묘사 분석 결과를 그림으로 나타낸 것으로, 색도, 점도, 간장 냄새, 비린 냄새, 메주 냄새, 간장 맛 등의 항목이 숙성 기간에 따라 차이를 있음을 보여주고 있다. 특히 된장의 숙성 기간이 증가함에 따라 메주에서 오는 맛과 향은 감소하지만 간장 맛과 향은 증가하는 경향을 보여주었다.

**Table 6.** Sensory evaluation in *Doenjang* by aging periods

| Sensory attribute      | Aging period (year)     |                          |                         |                         |                          |                          |                         |                          |                         |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                        | 1                       | 2                        | 3                       | 5                       | 6                        | 7                        | 8                       | 9                        |                         |
| Smell                  | Salty                   | 5.27±2.60 <sup>b1)</sup> | 6.47±1.36 <sup>ab</sup> | 5.87±2.03 <sup>ab</sup> | 6.20±1.86 <sup>ab</sup>  | 5.93±2.09 <sup>ab</sup>  | 7.33±1.59 <sup>a</sup>  | 5.87±2.42 <sup>ab</sup>  | 6.93±1.58 <sup>a</sup>  |
|                        | Soy sauce               | 4.80±2.27 <sup>c</sup>   | 5.67±1.45 <sup>bc</sup> | 6.13±1.92 <sup>ab</sup> | 5.87±2.13 <sup>bc</sup>  | 6.93±1.79 <sup>ab</sup>  | 7.53±1.06 <sup>a</sup>  | 6.00±2.42 <sup>b</sup>   | 6.47±1.51 <sup>ab</sup> |
|                        | Sweet                   | 4.60±1.55 <sup>a</sup>   | 4.87±1.36 <sup>a</sup>  | 5.33±1.72 <sup>a</sup>  | 4.33±1.99 <sup>a</sup>   | 4.33±2.29 <sup>a</sup>   | 4.87±1.96 <sup>a</sup>  | 4.53±2.56 <sup>a</sup>   | 5.13±1.55 <sup>a</sup>  |
|                        | Roast                   | 5.53±2.20 <sup>a</sup>   | 5.00±1.73 <sup>a</sup>  | 5.07±2.19 <sup>a</sup>  | 4.80±1.86 <sup>a</sup>   | 3.07±1.28 <sup>b</sup>   | 5.07±1.71 <sup>a</sup>  | 2.93±1.44 <sup>b</sup>   | 5.07±1.91 <sup>a</sup>  |
|                        | Beany                   | 4.27±1.79 <sup>a</sup>   | 3.47±1.51 <sup>a</sup>  | 3.40±1.72 <sup>a</sup>  | 2.87±1.55 <sup>a</sup>   | 2.80±2.14 <sup>a</sup>   | 2.73±1.87 <sup>a</sup>  | 2.80±2.27 <sup>a</sup>   | 2.73±1.98 <sup>a</sup>  |
|                        | Meju                    | 6.53±1.64 <sup>a</sup>   | 4.93±1.94 <sup>ab</sup> | 5.13±2.23 <sup>ab</sup> | 4.67±2.16 <sup>b</sup>   | 3.53±2.17 <sup>b</sup>   | 4.27±2.43 <sup>b</sup>  | 3.60±2.56 <sup>b</sup>   | 4.40±2.38 <sup>b</sup>  |
|                        | Moldy                   | 4.07±2.60 <sup>ab</sup>  | 3.60±1.96 <sup>ab</sup> | 2.73±1.79 <sup>b</sup>  | 2.67±1.50 <sup>b</sup>   | 4.07±1.91 <sup>ab</sup>  | 3.80±1.61 <sup>ab</sup> | 4.80±2.46 <sup>a</sup>   | 4.00±2.04 <sup>ab</sup> |
|                        | Off odor                | 5.87±1.85 <sup>ab</sup>  | 3.87±1.96 <sup>c</sup>  | 3.93±1.67 <sup>c</sup>  | 4.00±1.77 <sup>c</sup>   | 5.33±1.95 <sup>abc</sup> | 4.47±1.77 <sup>bc</sup> | 6.27±1.58 <sup>a</sup>   | 4.80±1.90 <sup>bc</sup> |
| Taste                  | Salt                    | 7.27±1.53 <sup>a</sup>   | 7.33±1.18 <sup>a</sup>  | 6.60±1.59 <sup>a</sup>  | 6.60±1.45 <sup>a</sup>   | 7.00±1.51 <sup>a</sup>   | 7.60±0.74 <sup>a</sup>  | 7.53±1.41 <sup>a</sup>   | 7.60±1.50 <sup>a</sup>  |
|                        | Soy sauce               | 4.87±2.42 <sup>c</sup>   | 4.60±2.41 <sup>c</sup>  | 5.07±2.05 <sup>bc</sup> | 5.13±1.88 <sup>bc</sup>  | 6.53±1.73 <sup>a</sup>   | 6.60±1.92 <sup>a</sup>  | 6.87±1.73 <sup>a</sup>   | 6.47±1.92 <sup>ab</sup> |
|                        | Sweet                   | 4.07±1.67 <sup>a</sup>   | 3.60±1.59 <sup>a</sup>  | 4.93±1.53 <sup>a</sup>  | 4.53±1.30 <sup>a</sup>   | 4.73±1.67 <sup>a</sup>   | 4.13±1.64 <sup>a</sup>  | 3.93±2.02 <sup>a</sup>   | 4.80±1.86 <sup>a</sup>  |
|                        | Bitter                  | 3.80±1.70 <sup>a</sup>   | 3.47±2.00 <sup>a</sup>  | 2.73±1.58 <sup>a</sup>  | 3.53±2.03 <sup>a</sup>   | 3.60±1.80 <sup>a</sup>   | 3.67±1.72 <sup>a</sup>  | 4.00±2.14 <sup>a</sup>   | 3.27±1.58 <sup>a</sup>  |
|                        | Acrid                   | 3.40±1.83 <sup>a</sup>   | 3.40±1.84 <sup>a</sup>  | 2.80±1.66 <sup>a</sup>  | 2.60±1.18 <sup>a</sup>   | 3.67±2.06 <sup>a</sup>   | 3.53±1.64 <sup>a</sup>  | 3.67±2.41 <sup>a</sup>   | 3.53±1.88 <sup>a</sup>  |
|                        | Roast                   | 4.80±1.70 <sup>ab</sup>  | 5.13±2.13 <sup>ab</sup> | 5.53±1.19 <sup>a</sup>  | 5.80±1.66 <sup>a</sup>   | 4.33±1.76 <sup>ab</sup>  | 4.93±2.12 <sup>ab</sup> | 3.87±2.03 <sup>b</sup>   | 5.60±2.38 <sup>a</sup>  |
|                        | Off flavor              | 4.73±1.98 <sup>a</sup>   | 4.00±2.42 <sup>ab</sup> | 2.13±0.74 <sup>c</sup>  | 2.93±1.71 <sup>bc</sup>  | 3.47±1.77 <sup>abc</sup> | 3.60±1.72 <sup>ab</sup> | 4.27±2.22 <sup>ab</sup>  | 3.87±1.51 <sup>ab</sup> |
|                        | Brown color             | 4.80±1.70 <sup>b</sup>   | 4.67±1.72 <sup>b</sup>  | 5.67±1.35 <sup>b</sup>  | 5.80±0.94 <sup>b</sup>   | 7.07±1.28 <sup>a</sup>   | 7.53±1.92 <sup>a</sup>  | 7.60±2.13 <sup>a</sup>   | 7.13±1.64 <sup>a</sup>  |
| Foreign matter         | 5.07±2.19 <sup>a</sup>  | 3.93±1.83 <sup>ab</sup>  | 2.67±1.72 <sup>b</sup>  | 2.93±1.87 <sup>b</sup>  | 3.33±2.23 <sup>b</sup>   | 2.93±1.49 <sup>b</sup>   | 3.40±2.03 <sup>b</sup>  | 3.67±2.06 <sup>ab</sup>  |                         |
| Uniformity of particle | 5.60±1.96 <sup>ab</sup> | 4.20±1.93 <sup>c</sup>   | 4.67±1.91 <sup>bc</sup> | 5.73±1.49 <sup>ab</sup> | 5.53±1.92 <sup>abc</sup> | 6.53±1.60 <sup>a</sup>   | 6.67±1.80 <sup>a</sup>  | 5.27±0.88 <sup>abc</sup> |                         |
| Viscosity              | 3.33±1.95 <sup>c</sup>  | 3.80±1.37 <sup>bc</sup>  | 4.73±1.10 <sup>b</sup>  | 4.67±0.90 <sup>b</sup>  | 7.33±2.29 <sup>a</sup>   | 7.20±1.15 <sup>a</sup>   | 7.33±1.72 <sup>a</sup>  | 6.67±1.40 <sup>a</sup>   |                         |

<sup>1)</sup>Mean values±SD. <sup>a-c</sup>Mean values with different superscripts within the same row are significantly different at  $P<0.05$ .

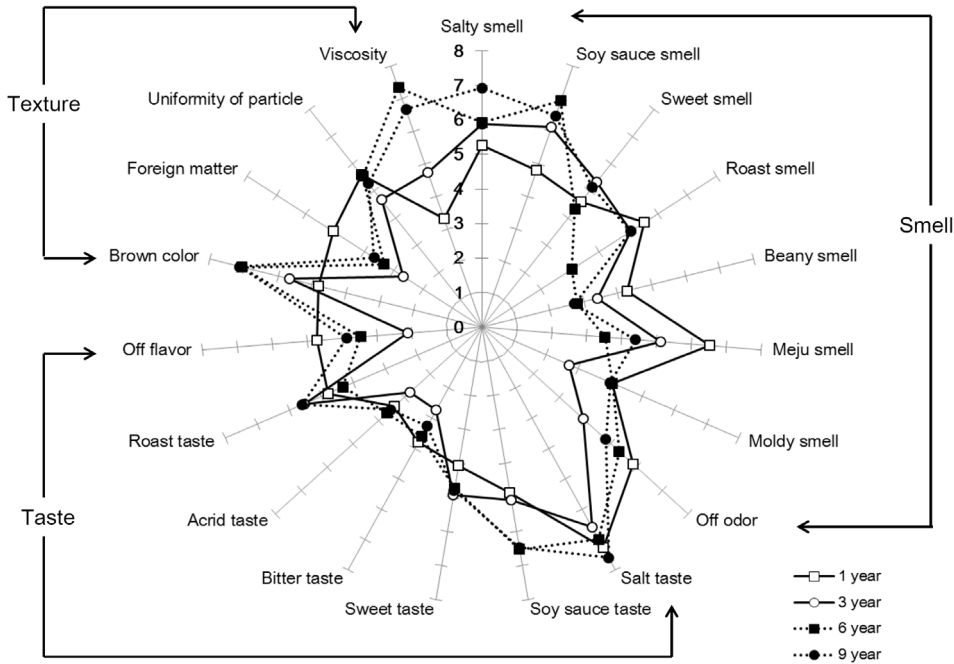


Fig. 2. Qualitative descriptive analysis of *Doenjang* by aging periods.

숙성 기간별 된장의 관능적 특성의 유사성을 알아보기 위하여 계층적 군집분석을 실시한 결과는 Fig. 3과 같다. 평형 결합방식으로 결합된 덴드로그램으로 분석한 결과, 크게 두 개의 그룹으로 나뉘어 숙성 1~5년과 6~9년 된장으로 분류되었다. 숙성 5년 이하 된장의 경우 숙성 1년, 2년, 3~5년의 된장으로 그룹이 나뉘어져 숙성 기간별 관능적 품질특성에 차이가 있음을 확인하였다. 특히 숙성 1년 된장은 숙성 2~3년 된장에 비해 메주 맛과 이취가 강하고 간장 맛은 약하며, 이물감은 높은 것으로 분석되어 숙성 기간이 1년 이하인 된장과 그 이상 숙성된 된장의 감각적 품질특성과 이화학적 품질특성 간의 상관성 등에 대한 추가적인 연구가 필요하다고 판단된다.

요 약

본 연구는 장기 숙성된 우리 된장의 품질특성을 확인하기 위하여 숙성 기간이 다양한 된장을 수집하여 숙성 기간에 따른 이화학적, 미생물학적 품질특성과 감각적 특성 평가를 수행하였다. 1년 숙성부터 9년 숙성 된장의 수분, 조단백질, 조지방 등의 일반성분과 염도는 숙성 기간에 따른 차이가 거의 없었으며 숙성 기간에 따른 경향도 없었다. 또한 아플라톡신 생성 곰팡이 등 위해미생물도 모든 시료에서 검출되지 않아서 미생물학적 안정성을 확인할 수 있었다. 아미노태질소 함량은 1년 숙성 된장이 1,052.5 mg%였으며, 2~5년 숙성 된장은 904.0~997.0 mg%였고 5년 이후 숙성된 된장은 1,219.5~1,307.0 mg%였다. 숙성 기간 동안 가장 큰 변화를 보인 것은 표면 색도였으며, 숙성 기간에 따라 밝기와 황색도가 감소하는 경향을 보여주었다. 콩에 포함된 필수지방산인 linoleic acid와 linolenic acid 함량비는 9년 숙성된 된장에서도 유지되어 전체 지방산의 55% 이상을 차지하였고, 된장의 주요 유리당인 fructose는 1.6~2.2% 범위였다. 이소플라본 조성은 메주에서는 glycoside 형태가 77.1%를 차지하였으나, 숙성 1년 된장부터는 aglycon 형태의 이소플라본만 검출되었고 genistein이 가장 높은 비율을 차지하였다. 숙성 기간별 된장의 정량적 묘사분석 결과, 숙성 기간에 따라 색도, 점도, 간장 냄새, 비린 냄새, 메주 냄새, 간장 맛 등의 변화가 있어서, 메주에서 오는 맛과 향은 숙성 기간의 증가에 따라 감소하지만 간장 맛과 향은 증가하는 경향을 보여주었다. 또한 숙성 기간별로 된장의 관능적 특징 유사성을 계층적 군집분석 실시한 결과, 숙성 기간에 따라 1~5년 그룹과 6~9년 된장으로 분류하였으며 5년 이하 숙성된 된장은 1년, 2년, 3~5년 숙성된 된장 그룹으로 나뉘어져 숙성

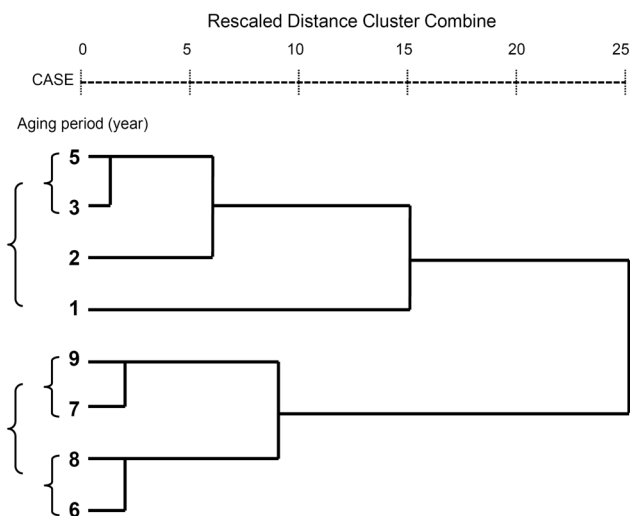


Fig. 3. Dendrogram of cluster analysis on the sensory attributes of *Doenjang* by aging periods.



기간별 관능적 품질특성에 차이가 있음을 확인하였다.

## 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부 농림수산식품기술기획평가원 첨단생산기술개발사업과 국립중앙과학관 거래과학기술응용개발사업의 과제의 일환으로 수행된 결과로 지원에 감사드립니다.

## REFERENCES

- Kim MJ, Rhee HS. 1990. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. *Korean J Soc Food Sci* 6: 1-8.
- Park JS, Lee MY, Kim JS, Lee TS. 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 SK, Seo KI, Shon MY, Moon JS, Lee YH. 2000. Quality characteristics of home-made doenjang, a traditional Korean soybean paste. *Korean J Soc Food Sci* 16: 121-127.
- Ahn SC, Bog HJ. 2007. Consumption pattern and sensory evaluation of traditional Doenjang and commercial Doenjang. *Korean J Food Culture* 22: 633-644.
- Lee WJ, Cho DH. 1970. Microbiological studies of Korean native soy sauce fermentation. A study on the microflora changes during Korean native soy-sauce fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 13: 35-42.
- Kim MH, Im SS, Yoo YB, Kim GE, Lee JH. 1994. Antioxidative materials in domestic Meju and Doenjang; 4. Separation of phenolic compounds and their antioxidative activity. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 792-798.
- Hong SS, Chung KS, Yoon KD, Cho YJ. 1996. Antimutagenic effect of solvent extracts of Korean fermented soybean products. *Food Biotechnol* 5: 263-267.
- Shin ZI, Ahn CW, Nam HS, Lee HJ, Lee HJ, Moon TH. 1995. Fractionation of angiotensin converting enzyme (ACE) inhibitory peptides from soybean paste. *Korean J Food Sci Technol* 27: 230-234.
- Kim YT, Kim WK, Oh HI. 1995. Screening and identification of the fibrolytic bacterial strain from Chungkookjang. *Korean J Appl Microbiol Biotechnol* 23: 1-5.
- Park JS, Lee MY, Kim KS, Lee TS. 1994. Volatile flavor components of soybean paste (*Doenjang*) prepared from different types of strains. *Korean J Food Sci Technol* 26: 255-260.
- Lee SJ, Ahn B. 2008. Thermal changes of aroma components in soybean paste (*Doenjang*). *Korean J Food Sci Technol* 40: 271-276.
- Jung KO, Park SY, Park KY. 2006. Longer aging time increase the anticancer and antimetastatic properties of *Doenjang*. *Nutrition* 22: 539-545.
- Park JS, Kim DH, Lee JK, Lee JY, Kim DH, Kim HK, Lee HJ, Kim HC. 2010. Natural ortho-dihydroxyisoflavone derivatives from aged Korean fermented soybean paste as potent tyrosinase and melanin formation inhibitors. *Bioorg Med Chem Lett* 20: 1162-1164.
- Park JS, Park HY, Kim DH, Kim DH, Kim HK. 2008. *ortho*-Dihydroxyisoflavone derivatives from aged Doenjang (Korean fermented soybean paste) and its radical scavenging activity. *Bioorg Med Chem Lett* 18: 5006-5009.
- AOAC. 1990. *Official method of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- Korean Agency for Technology and Standards. 2009. KS H 2119: *Doenjang*. Korean Industrial Standard, Gwacheon, Korea.
- Hutchings JS. 1994. Instrumental specification. In *Food Colour and Appearance*. Blackie Academic & Professional, Bedford, UK. p 217-223.
- Jia Z, Tang M, Wu J. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. *Food Chem* 64: 555-599.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Sci Technol* 28: 25-30.
- Van den Berg B, Haenen GRMM, Van den Berg H, Bast A. 1999. Applicability of an improved Trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) assay for evaluation of antioxidant capacity measurements of mixtures. *Food Chem* 66: 511-517.
- KFDA. 2009. *Food Code*. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea. p 10-3-1-43.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1991. *Sensory evaluation techniques*. 2nd ed. CRC press, Boston, MA, USA. p 53-54.
- SAS. 1988. *SAS/STAT User's Guide*. Version 6.2th ed. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Park SK, Seo KI, Choi SH, Moon JS, Lee YH. 2000. Quality assessment of commercial *Doenjang* prepared by traditional method. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 211-217.
- Jo SJ, Hong CO, Yang SY, Choi KK, Kim HK, Yang H, Lee KW. 2011. Changes in contents of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) and isoflavones in traditional Korean *Doenjang* by ripening periods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 557-564.
- Kim JG. 2004. Changes of compounds affecting organoleptic quality during the ripening of traditional Korean soybean paste - amino nitrogen, amino acids and color. *J Food Hyg Safety* 19: 31-37.
- Kwon DJ, Kim YJ, Kim HJ, Hong SS, Kim HK. 1998. Changes of color in *Doenjang* by different browning factors. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1000-1005.
- Lee KS, Lee JC, Lee JK, Hwang ES, Lee S, Oh MJ. 2002. Quality of 4-recommended soybean cultivars for *Meju* and *Doenjang*. *Korean J Food Preserv* 9: 205-211.
- Anna G, Santosh K, Shihikura Y, Anna GS, Marzanna H, Jozef K. 2006. Antioxidant activity of tea extracts in lipids and correlation with polyphenol content. *Eur J Lipid Sci Technol* 108: 351-362.