

된장의 지용성·수용성추출물에 대한 갈색 특성 및 항산화 효과

김현정* · 손경희 · 채선희 ·곽동경 · 임성경
연세대학교 식품영양학과

Brown Color Characteristics and Antioxidizing Activity of *Doenjang* Extracts

Hyun Jung Kim*, Kyung Hee Sohn, Sun Hee Chae, Tong Kyung Kwak, Sung Kyoung Yim
Department of Food & Nutrition, Yonsei University

Abstract

Brown color characteristics and antioxidizing activities were investigated for *Doenjang* under different processing conditions. *Doenjang* A was prepared directly from *Meju* and saline solution whereas *Doenjang* B was prepared after separating soy sauce by soaking for 45 days. Both *Doenjangs* were aged for up to 180 days. Antioxidizing activity was studied in relation to the brown color characteristics using fat-soluble extract and water-soluble extract of *Doenjang*. The intensity of brown color was higher in the water-soluble *Doenjang* extract than the fat-soluble *Doenjang* extract. In the UV-VIS scanning spectra, water-soluble *Doenjang* extracts showed significant changes as the aging proceeded, but fat-soluble *Doenjang* extract did not. Antioxidizing activity of fat-soluble *Doenjang* extract increased as the aging period extended; however, no significant difference was detected in the water-soluble extract. Overall, *Doenjang* A showed higher contents of amino acids, reducing sugar, brown color, and antioxidizing activity, and the antioxidizing ability was higher in water-soluble *Doenjang* extract rather than in the fat-soluble *Doenjang* extract.

Key words : *Doenjang*, aging period, brown color intensity, antioxidizing activity, water-soluble extract, fat-soluble extract

1. 서 론

장류는 대두를 주원료로 하여 가공한 저장성이 있는 조미식품으로서 우리의 식생활에 중요한 부식으로 자리매김되어 있다. 특히 된장은 삼국시대 이전으로 추정되는 긴 역사를 가지고 있어 식문화적 관점에서 중요하지만, 전통적으로 곡류위주의 식생활을 영위해 온 우리민족에게는 아미노산, 유기산, 미네랄 및 비타민류 등의 영양원으로서도 매우 중요하다¹⁾. 전통 된장은 대두를 물에 불려 삶아 파쇄한 후 메주를 제조한 뒤, 제조한 메주에 염수를 가해 일차 발효를 시킨 후 액체부분과 고체부분으로 나누어 이차 발효를 시키면 액체부분은 간장이 되고 고체 부분은 된장이 된다²⁾.

된장의 색깔은 된장 품질을 나타내는 하나의 중

요한 지표가 될 수 있다³⁾. 된장의 갈변은 효소적 갈변과 비효소적 갈변으로 구분할 수 있는데 효소적 갈변으로는 tyrosinase에 의해 된장 내 tyrosine이 갈색물질인 melanoids를 형성하는 것과 국균이 생성한 효소와 금속이온 및 산소가 관여하여 적갈색 철 모양의 결정체인 ferrychrichin생성에 의한 갈변이 있다⁴⁾. 비효소적 갈변으로는 대부분이 Maillard 반응에 의해 형성되는 것으로 알려져 있다. Maillard reaction products(MRPs)는 Franzke 등⁵⁾에 의해 처음 항산화능을 가지고 있음이 보고된 후 이에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. MRPs의 항산화능은 amino compounds와 당의 종류, 온도, pH, water activity에 의해서 영향을 받는 것으로 알려져 있으며, MRPs의 어떤 fraction은 일반적으로 식품의 항산화제로 사용되는 것보다 훨씬 강한 항산화능을 가지고 있는 것으로 보고되었다⁶⁾. 또한 페놀물질이 MRPs와 같이 존재할 경우, 페놀물질은 synergist로 작용하여 강한 항산화 효과를 나타내는 것으로 보고된 바 있다⁷⁾.

최근 대두 및 대두 제품의 기능적 특성들이 알려지면서 대두발효 식품인 우리 전통 된장의 생리기

Corresponding author: Kyung-Hee Sohn, Department of Food & Nutrition, Yonsei University, Shinchon-dong, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Korea
Tel: 82-2-2123-4729
Fax: 82-2-312-5229
E-mail: khjyedi@hanmail.net

능성에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 된장은 지방질 산화에 강한 항산화 특성을 가지고 있음이 알려져 있으며⁸⁾, Lee 등⁹⁾은 된장내 갈변물질이 된장의 항산화효과에 크게 기여함을 보고하였다.

또한 된장 발효는 공기중의 미생물에 의해 복합적으로 일어나며 기온, 습도 등의 환경적 조건에 의해서도 다양하게 영향을 받는다. 우리나라는 전통적으로 장류의 담금용기로 오지항아리를 사용하여 왔으나 주거형태의 변화로 항아리보다 편리하게 사용할 수 있는 유리병을 이용 할 수 있다면 장 담그는 일이 좀 더 수월해 질 것이며 전통 된장의 소비를 증가시킬 수 있을 것이다¹⁰⁾.

따라서 본 연구에서는 간장을 걸러내고 담은 된장과 간장을 걸러내지 않고 담은 된장을 각각 오지항아리와 투명유리병에 숙성시키면서 갈색 특성과 항산화 효과를 조사하고자 하였으며, 메주의 원료인 콩(Glycine max)의 지질함량이 18%이상임을 고려할 때 된장에는 간장과 달리 지용성 성분들이 많이 남아있을 것이므로 지용성추출물과 수용성추출물로 나누어 그 특성을 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 된장의 제조

전라북도 정읍군 태인면 가정에서 재래식 방법으로 만든 메주를 사용하여 3월 서울에서 된장을 제조하였다. 꽃소금(ShinDongBang, Incheon)으로 식염농도 20%인 염수를 만든 후, 이 염수를 메주가 잠길 정도로 부어 메주와 염수의 비율을 1:0.5로 하여 간장을 걸러내지 않고 담은 된장 A와 메주와 염수의 비율은 1:4로 하여 45일 침지 후 간장을 걸러내고 담은 된장 B를 준비하였다. 용기는 3L 오지항아리와 3.5L 투명유리병으로 달리하여 각각의 용기에 2.5 kg 된장을 담아 햇빛이 잘 드는 옥상에서 숙성시켰다. 이후 숙성 60일, 120일, 180일에 된장을 채취하여 멸균한 병에 넣고 4-6°C에 보관하며 시료로 사용하였다.

2. 된장의 일반성분 분석

A.O.A.C 방법¹¹⁾에 준하여 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 회분은 550°C 회화법, 총질소 함량은 Micro kjeldahl 법을 이용하여 분석하였다.

3. 유리아미노산 측정

된장 시료 5g을 증류수 1L에 희석하여 잘 교반한

다음 비등 수용상에서 30분간 가열하여 단백질을 침전시킨다. 윗층 10mL을 취하여 0.22 μ m membrane filter를 통과시켜 아미노산 자동분석기(Biochrome 20, Pharmacia Biotech Biochrome LTD., England)로 분석하였다.

3. 환원당 측정

된장의 환원당 함량은 Somogyi 변법¹²⁾에 준하여 측정하였다.

4. 색도측정

된장 표면 색도는 Color difference meter(CR-210, Minolta Co., LTD., Japan)를 이용하여 L(lightness), a(redness), b(yellowness), ΔE 값을 측정하였다. ΔE 값은 $(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2$ 의 1/2로 산출하였고, 표준편은 L = 97.23, a = -1.02, b = 2.16의 값을 가진 백색판을 이용하였다.

5. 된장 추출물의 제조

동결 건조한 된장 10g에 n-hexane 50mL씩 가하여 3회 탈지시킨 후 여과하여, 잔사에 Chloroform : Methanol(2 : 1, v/v) 혼합액 100mL를 가하여 5°C에서 4시간 동안 교반 추출한 후 이 과정을 1회 더 반복하였다. 추출물은 filter paper No.42(Whatman, England)에 여과한 다음 감압농축하여 최종 volume을 100mL하고 이것을 지용성 추출물(Fig. 1)로 하였다. 그리고 지용성 추출물 잔사에 Methanol : Water (1 : 1, v/v) 혼합액 200mL를 가하여 5°C에서 48시간 동안 교반 추출한 다음, filter paper No.42에 여과, 감압농축하여 최종 volume을 100mL로 하고 이것을 수용성 추출물(Fig. 1)이라 하였다. 이 두 추출물은 소분하여 -21°C에서 저장하면서 이 후 실험의 시료로 사용하였다¹³⁾.

6. 광학적 특성

갈색도 측정 된장 추출물의 갈색도는 Spectrophotometer (DU 650, Beckman, U.S.A.)을 이용하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다¹³⁾.

UV-VIS scanning spectra 측정 Spectrophotometer (DU 650, Beckman, U.S.A.)을 이용하여 된장 추출물들의 200~550nm까지의 Spectra를 측정하였다¹⁴⁾.

7. 항산화 효과

Antioxidant activity(AOA)측정 Linoleic acid 0.2804g, Tween 20 0.2804g을 0.2M Sodium phosphate

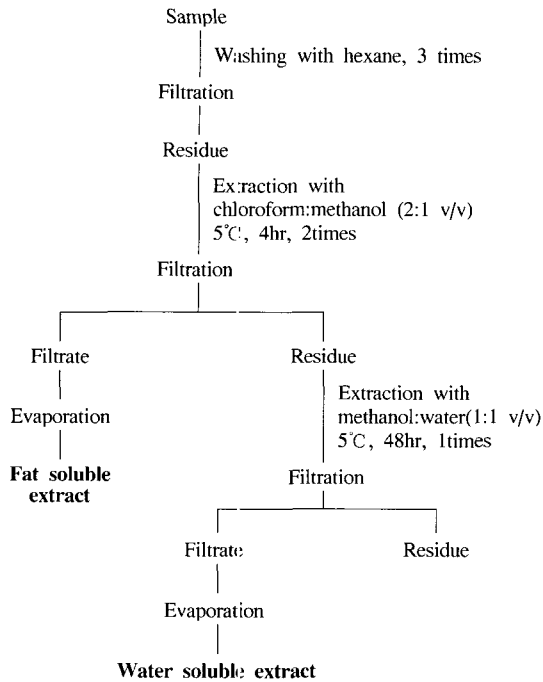


Fig. 1. Preparation of fat, water soluble extracts from *Doenjang* by different solvents.

buffer(pH 6.5) 50mL에 넣고 Homogenizer(AM-7, Nihonseiki Kaisha LTD., Japan)로 균질화시켜 linoleic acid emulsion을 만들었다. Linoleic acid emulsion 2mL에 된장 지용성 및 수용성 추출액 1mL 넣고 37 °C에서 15시간 보관 전과 후, 60% 메탄올 6mL을 넣고 234nm에서 흡광도를 측정하여 아래의 계산식에 따라 AOA를 나타내었다¹⁵⁾. 대조군은 linoleic acid emulsion에 추출용매만을 넣은 것이다.

$$AOA = 1 - (\Delta A_{234} \text{ of sample} / \Delta A_{234} \text{ of control})$$

8. 환원력 측정

된장 추출액 2.5mL에 0.2M sodium phosphate buffer(pH 6.6) 2.5mL, 1% potassium ferricyanide 2.5 mL을 넣고 50°C에서 20분간 incubate시킨 후 10% TCA 2.5mL 넣고 잘 섞는다. 이 중 5mL만 취하여 메탄올 5mL을 넣고 0.1% ferric chloride 1mL를 섞은 후 700nm 흡광도를 측정했다¹⁶⁾.

9. 전자공여능 측정

4 × 10⁻⁴M DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 0.8mL에 된장 추출액 0.2mL을 넣어 10초간 강하게 진탕하였다. 실온에서 10분간 방치한 다음 525nm에서 흡광도를 측정하였다¹⁷⁾. 수용성 추출물의 경우 메탄올로 10배 희석하였다. 대조군은 된장 추출물 대신 추출용매만을 넣어 측정하였다.

$$\text{Electron Donating Ability}(\%) = (1 - \frac{A}{B}) \times 100$$

A : 시료군의 흡광도
B : 대조군의 흡광도

III. 결과 및 고찰

1. 된장의 일반성분

된장의 수분 및 조지방, 조회분, 총질소 함량을 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 숙성기간이 길어 질수록 감소하는 경향을 나타내었으며 된장 A의 수분함량은 49.06 ~ 57.65%, 간장을 우려낸 된장 B는 45.56 ~ 49.61%의 범위를 가졌다. 조지방 함량은 숙성기간이 길어짐에 따라 증가추세를 보였는데, 이는

Table 1. Contents of moisture, crude fat, crude ash, total nitrogen in *Doenjang* prepared with/without extraction of soysauce (%)

| Sample | Container | Fermentation days | Moisture | Crude fat | Crude ash | Total nitrogen |
|---------------------------------|-----------|-------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| <i>Doenjang</i> A ¹⁾ | Clay jar | 60 | 57.49 ± 1.89 | 7.56 ± 2.00 | 14.05 ± 0.12 | 2.83 ± 0.02 |
| | | 120 | 54.70 ± 0.77 | 9.95 ± 0.18 | 18.00 ± 0.60 | 3.17 ± 0.03 |
| | | 180 | 50.96 ± 0.45 | 10.00 ± 0.87 | 18.26 ± 1.07 | 3.95 ± 0.05 |
| | Glass jar | 60 | 57.65 ± 0.54 | 8.8 ± 1.39 | 15.90 ± 0.16 | 3.25 ± 0.01 |
| | | 120 | 49.06 ± 0.94 | 10.48 ± 0.40 | 17.54 ± 2.89 | 3.55 ± 0.09 |
| | | 180 | 50.60 ± 0.64 | 9.23 ± 0.18 | 19.99 ± 2.73 | 4.12 ± 0.03 |
| <i>Doenjang</i> B ²⁾ | Clay jar | 60 | 49.24 ± 0.39 | 7.16 ± 0.39 | 17.48 ± 0.05 | 2.24 ± 0.28 |
| | | 120 | 48.95 ± 1.45 | 8.90 ± 1.53 | 19.42 ± 0.79 | 2.72 ± 0.10 |
| | | 180 | 46.58 ± 3.12 | 10.11 ± 0.13 | 19.62 ± 3.90 | 2.95 ± 0.11 |
| | Glass jar | 60 | 49.61 ± 3.75 | 7.65 ± 0.52 | 15.83 ± 0.10 | 2.11 ± 0.03 |
| | | 120 | 47.03 ± 0.45 | 8.62 ± 0.41 | 18.08 ± 0.03 | 2.56 ± 0.12 |
| | | 180 | 45.56 ± 0.08 | 8.91 ± 0.09 | 18.13 ± 0.12 | 2.85 ± 0.20 |

1) *Doenjang* A was prepared without extraction of soysauce.

2) *Doenjang* B was prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju.

숙성 중 된장의 수분함량이 감소하면서 계산상 상대적으로 조지방 함량이 증가되었던 것으로 추측된다. Park 등¹⁸⁾은 재래식메주로 담근 된장의 조지방 함량이 담금 직후 7.3%였으나 숙성 90일에는 8.5%로 다소 증가한다고 보고하여 본 연구결과와 일치하였다. 총질소함량은 된장 A(2.83~4.12%)가 된장 B(2.11~2.95%)보다 높았으며 이는 침지기간 중 질소화합물이 간장으로 용출되었기 때문이라 생각된다. 숙성기간이 길어질수록 총 질소함량은 다소 증가하는 경향을 보였는데 이는 Kang 등¹⁹⁾의 연구결과와 일치하였다. Park 등¹⁸⁾은 총질소함량이 숙성 90일까지 큰 변화가 없었다고 보고하여 본 연구결과와 다소 달랐는데 이는 본 실험의 경우 숙성기간이 길고 숙성기간 중 된장의 수분함량이 감소되었기 때문인 것으로 사료된다.

2. 유리아미노산 함량

총 유리아미노산 함량(Table 2-1, 2-2)은 된장 A가 간장을 우려낸 된장 B보다 높았다. 항아리에 담근 된장은 숙성기간이 길어짐에 따라 총 유리아미노산 함량이 지속적으로 증가하여 protease에 의한 단백질 분해작용이 원활히 이루어졌던 것으로 생각되나 유리병에 담근 된장은 오히려 감소하거나 큰 차이를 보이지 않았다. 전체적으로 된장의 구수한 맛과 관련이 있는 glutamic acid가 가장 많았으며, 항아리에

담근 된장은 474.20~915.77mg%, 유리병에 담근 된장은 588.63~792.70mg%를 나타내어 항아리에 담근 된장 맛이 더 우수할 것으로 생각되었다. 항아리에 담근 된장은 glutamic acid, leucine의 함량이 높았으며 methionine, cystine의 함량은 낮았다. An 등²⁰⁾은 90일 숙성시킨 재래 된장의 유리아미노산을 분석한 결과 glutamic acid가 많고 methionine이 적은 것으로 보고한 바 있다. 된장내의 유리아미노산은 메주에서 용출되거나 숙성기간중 미생물의 효소에 의하여 메주에서 용출된 단백질이나 peptide로부터 생성되는 동시에 된장의 색을 형성하는 갈색반응의 기질로 사용된다.

3. 환원당 함량

된장의 환원당 함량(Table 3)은 된장 A의 경우 2.94~3.97%, 된장 B의 경우 2.09~2.88%를 나타내어 된장 A의 환원당 함량이 높았다. 이는 침지기간 중 당성분이 간장으로 많이 유출되었기 때문으로 생각된다. 환원당 함량은 담금용기에 따른 차이보다 된장 A, B 간의 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었다. 된장 A는 숙성 60일째 3.91~3.97%를, 숙성 180일째는 2.94~3.09%를 나타내어 숙성기간이 증가할수록 환원당 함량은 감소하는 경향을 나타내었으며, 된장 B의 경우 숙성기간에 따른 차이가 거의 없었다. 이는 당질함량이 높은 된장 A에서 당의 일부가 알코

Table 2-1. Free amino acid contents of Doenjang prepared with/without extraction of soysauce in clay jar (mg%)

| Free amino acid | Sample | | | | | |
|-----------------|--------------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
| | Doenjang A ¹⁾ | | | Doenjang B ²⁾ | | |
| | Fermentation days | | | Fermentation days | | |
| | 60 | 120 | 180 | 60 | 120 | 180 |
| Aspartic acid | 108.77 | 141.93 | 174.91 | 96.14 | 153.74 | 196.48 |
| Threonin | 208.43 | 209.05 | 125.36 | 69.45 | 109.86 | 138.86 |
| Serine | 114.67 | 152.68 | 178.78 | 96.61 | 148.06 | 176.97 |
| Glutamic acid | 595.45 | 804.07 | 915.77 | 474.20 | 756.83 | 912.69 |
| Glycine | 56.75 | 72.22 | 77.87 | 50.57 | 71.59 | 91.64 |
| Alanine | 63.42 | 124.97 | 230.30 | 98.50 | 163.90 | 223.61 |
| Valine | 147.97 | 167.61 | 205.21 | 104.61 | 175.67 | 230.81 |
| Cyctine | 7.76 | 14.40 | 24.44 | 6.04 | 16.88 | 21.88 |
| Methionine | 14.26 | 4.25 | 8.03 | 34.96 | 32.18 | 21.61 |
| Isoleucine | 451.47 | 136.26 | 151.27 | 360.90 | 241.31 | 175.54 |
| Leucine | 137.31 | 254.35 | 302.22 | 58.51 | 81.04 | 323.96 |
| Tyrosine | 79.62 | 117.56 | 143.77 | 66.94 | 70.54 | 99.31 |
| Phenylalanine | 211.82 | 201.78 | 226.20 | 153.53 | 165.74 | 180.10 |
| Lysine | 250.61 | 265.24 | 309.65 | 211.19 | 225.91 | 268.16 |
| Histidine | 109.15 | 116.90 | 111.49 | 73.72 | 111.19 | 156.85 |
| Arginine | 26.95 | 47.57 | 78.82 | 22.98 | 40.39 | 81.57 |
| Total | 2584.38 | 2830.84 | 3264.09 | 1978.85 | 2564.82 | 3300.05 |

1) Doenjang A was prepared without extraction of soysauce.

2) Doenjang B was prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju.

Table 2-2. Free amino acid contents of Doenjang prepared with/without extraction of soy sauce in glass jar (mg%)

| Free amino acid | Sample | | | | | |
|-----------------|--------------------------|---------|---------|--------------------------|---------|---------|
| | Doenjang A ¹⁾ | | | Doenjang B ²⁾ | | |
| | Fermentation days | | | Fermentation days | | |
| | 60 | 120 | 180 | 60 | 120 | 180 |
| Aspartic acid | 157.44 | 183.80 | 175.24 | 117.88 | 107.59 | 151.36 |
| Threonin | 111.10 | 125.15 | 117.36 | 82.06 | 88.94 | 94.00 |
| Serine | 160.84 | 182.71 | 147.48 | 122.18 | 128.65 | 128.91 |
| Glutamic acid | 777.30 | 792.70 | 741.94 | 593.39 | 588.63 | 644.62 |
| Glycine | 77.94 | 93.50 | 87.61 | 52.96 | 98.32 | 77.72 |
| Alanine | 191.67 | 216.23 | 208.49 | 121.65 | 129.38 | 130.57 |
| Valine | 202.51 | 219.31 | 230.08 | 142.51 | 155.34 | 178.49 |
| Cytine | 19.90 | 23.32 | 25.09 | 17.03 | 15.52 | 18.94 |
| Methionine | 52.38 | 31.38 | 19.72 | 54.12 | 11.84 | 6.90 |
| Isoleucine | 155.55 | 142.82 | 128.78 | 135.47 | 119.88 | 109.70 |
| Leucine | 326.44 | 117.77 | 104.91 | 72.16 | 71.04 | 71.26 |
| Tyrosine | 88.28 | 107.22 | 118.11 | 55.27 | 69.38 | 88.90 |
| Phenylalanine | 263.46 | 229.68 | 217.57 | 126.25 | 134.08 | 151.79 |
| Lysine | 316.53 | 225.45 | 159.31 | 199.35 | 148.50 | 73.24 |
| Histidine | 171.18 | 95.90 | 58.15 | 86.96 | 83.51 | 87.27 |
| Arginine | 18.33 | 31.28 | 28.35 | 15.18 | 35.64 | 54.30 |
| Total | 3090.83 | 2818.21 | 2568.18 | 1994.44 | 1986.24 | 2067.95 |

1) Doenjang A was prepared without extraction of soysauce.

2) Doenjang B was prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju.

Table 3. Reducing sugar contents of Doenjang prepared with/without extraction of soysauce (%)

| Fermentation days | Sample | | | |
|-------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | Doenjang A ¹⁾ | | Doenjang B ²⁾ | |
| | Clay jar | Glass jar | Clay jar | Glass jar |
| 60 | 3.97±0.01 | 3.91±0.26 | 2.86±0.00 | 2.82±0.55 |
| 120 | 3.19±0.33 | 3.23±0.07 | 2.87±0.13 | 2.09±0.01 |
| 180 | 3.09±0.06 | 2.94±0.03 | 2.88±0.16 | 2.82±0.23 |

1) Doenjang A was prepared without extraction of soysauce.

2) Doenjang B was prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju.

올발효 및 유기산 발효의 기질 또는 갈변반응의 기질로 활발히 이용되었기 때문으로 생각된다. Park 등¹⁸⁾은 간장을 우려내지 않고 담근 재래된장을 90일 까지 숙성시키면서 환원당 함량을 보고한 바 있으나 전체적으로 본 실험결과보다 낮은 편이었다.

4. 색도분석

된장시료의 색도 측정결과(Table 4) 명도를 나타내는 L 값은 된장 B에서 높은 경향을 나타내어 침지기간동안 상당량의 갈색성분이 간장으로 용출되었음을 짐작할 수 있었다. 유리병에 담근 된장 A를 제외하고는 숙성기간이 지날수록 명도가 감소하는 추세였다. 담금 용기별로 보면 큰 차이는 없었으나 향아리에 담근 된장의 명도가 약간 높았다. 적색도를 나타내는 a값은 숙성 60일, 된장 A에서 높은 경향을 나타내었으며, 된장 A는 숙성기간이 지날수록

감소하는 반면 된장 B는 숙성기간이 지날수록 약간 증가하는 경향을 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 숙성 초 된장 A에서 높았으며, 숙성기간이 길어질수록 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 전반적으로 향아리에 담근 된장이 유리병에 담근 된장보다 황색도가 높았다. 된장 색도의 숙성 중 변화는 maillard reaction, enzymatic browning reaction에 기인하는 것으로 알려져 있다²¹⁾. Jeong 등²²⁾은 시판되고 있는 재래된장의 색도를 실험한 결과 L, a, b값이 28.2, +4.7, +7.1라고 보고한 바 있는데 L값은 본 실험결과보다 낮은 편이나 a, b값은 비슷한 경향을 나타내었다.

5. 된장 지용성 추출물의 갈색 특성 및 항산화 효과

1) 갈색도

된장 지용성 추출물의 갈색도(Fig. 2)를 파장 420

Table 4. Color parameters of Doenjang prepared with/without extraction of soysauce

| Sample | Container | Fermentation days | L | a | b | ΔE^{**} |
|--------------------------|-----------|-------------------|------------|------------|-------------|-----------------|
| Doenjang A ¹⁾ | Clay jar | 60 | 43.39±1.46 | +5.86±0.27 | +15.09±0.95 | 46.31 |
| | | 120 | 37.51±1.25 | +4.67±0.20 | +9.51±0.30 | 38.98 |
| | | 180 | 39.12±0.46 | +3.20±0.08 | +5.85±0.27 | 39.68 |
| | Glass jar | 60 | 39.47±0.59 | +5.25±0.04 | +12.09±0.15 | 41.61 |
| | | 120 | 37.36±0.17 | +2.28±0.22 | +4.52±0.21 | 37.70 |
| | | 180 | 40.09±0.45 | +3.34±0.41 | +6.66±0.66 | 40.78 |
| Doenjang B ²⁾ | Clay jar | 60 | 49.53±0.52 | +4.66±0.34 | +11.19±0.73 | 50.99 |
| | | 120 | 48.44±0.19 | +4.30±0.19 | +7.45±0.40 | 49.20 |
| | | 180 | 46.43±0.79 | +5.52±0.26 | +8.66±0.53 | 47.55 |
| | Glass jar | 60 | 48.49±0.08 | +5.11±0.39 | +9.42±0.86 | 49.66 |
| | | 120 | 46.16±1.22 | +4.50±0.26 | +6.66±0.47 | 46.85 |
| | | 180 | 44.25±0.72 | +5.21±0.03 | +7.68±0.40 | 45.21 |

1) Doenjang A was prepared without extraction of soysauce.

2) Doenjang B was prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju.

3) $\Delta E = \{(L-L')^2 + (a-a')^2 + (b-b')^2\}^{1/2}$.

nm에서 O.D로 표시한 결과, 숙성기간이 길어짐에 따라 흡광도는 큰 변화없이 조금씩 증가하는 경향을 나타내었으며, 전체적으로 간장을 우려내고 담근 된장 B의 값이 약간 높았다. 담금용기에 따른 차이를 보면 항아리보다 유리병에 담근 된장에서 갈색도가 더 높은 값을 나타내었는데 이는 빛의 투과량이 많은 유리병이 낮 동안 높은 온도를 유지함으로써 갈변이 촉진되었던 것으로 생각된다³⁾.

2) UV-VIS scanning spectra

된장 지용성 추출물의 UV-VIS spectra를 측정 한 결과(Fig. 4-1, 4-2, 4-3, 4-4), 항아리에 담근 된장 A,

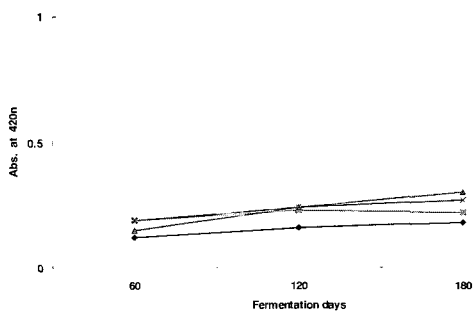


Fig. 2. Brown color intensity of fat soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

B는 235nm 부근에서 최대 흡광도를 보이며 숙성기간에 따른 차이를 나타내지 않았다. 유리병에 담근 된장 A, B도 235nm 부근에서 최대 흡광도를 보이며 숙성기간에 따라서는 미미한 변화만 있었을 뿐이다. 본 실험결과 된장 지용성 추출물의 패턴은 담금용기, 숙성기간에 따른 큰 변화 없이 비슷한 양상을 나타내었다.

3) Antioxidant activity(AOA)

된장 지용성 추출물의 Antioxidant activity(Fig. 5) 결과, 모두 0이상의 값을 가지면서 지용성 추출물의 항산화력을 확인할 수 있었다. 항아리에 담근 된장

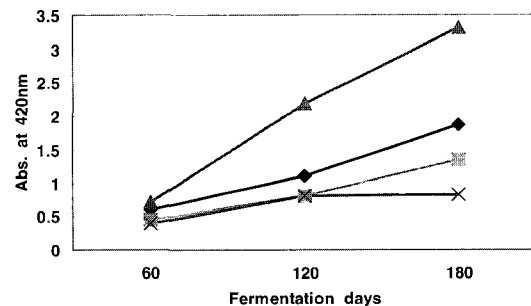


Fig 3. Brown color intensity of water soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

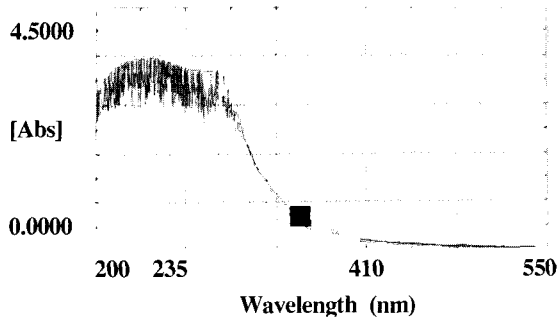


Fig. 4-1. UV-VIS Spectrum of fat soluble extracts of Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.

(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days. ○: fermented for 180 days.)

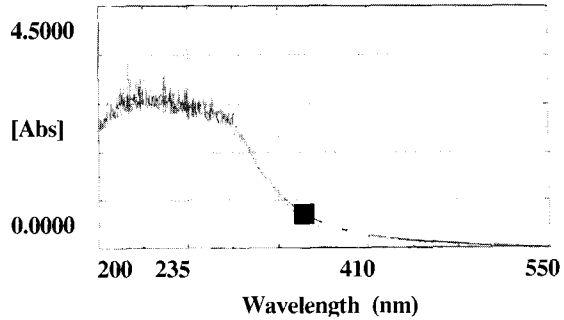


Fig 4-2. UV-VIS Spectrum of fat soluble extracts of Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.

(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days. ○: fermented for 180 days.)

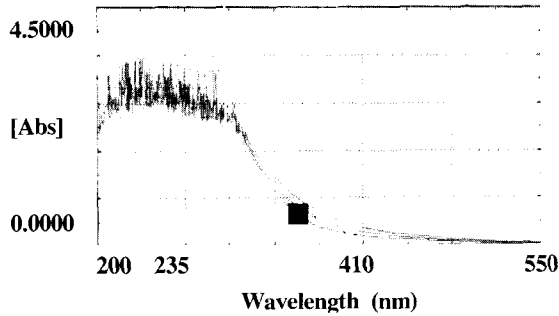


Fig 4-3. UV-VIS Spectrum of fat soluble extracts of Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.

(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days. ○: fermented for 180 days.)

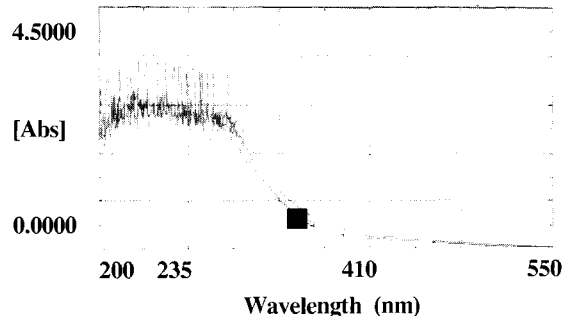


Fig 4-4. UV-VIS Spectrum of fat soluble extracts of Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days. ○: fermented for 180 days.)

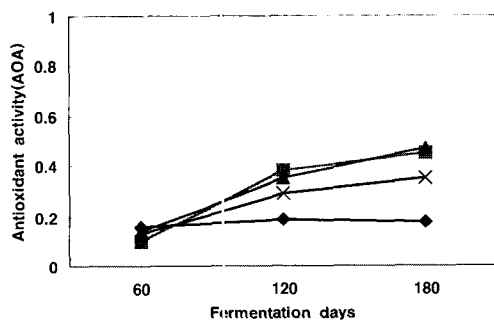


Fig. 5. Antioxidant activity of fat soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

A를 제외하고는 숙성기간이 길어짐에 따라 AOA는 조금씩 높아지는 경향을 나타내었다.

4) 환원력

된장 지용성 추출물의 환원력을 O.D로 표시한 결과(Fig. 6), 숙성 60일에는 된장 A(1.21~1.39)가 간장을 우려낸 된장 B(0.91~1.09)보다 더 높은 것으로 나타났다. 숙성 180일에는 된장 A, B간에 큰 차이를 보이지 않으며 항아리에서 숙성시킨 된장은 1.39~1.45, 유리병에서 숙성시킨 된장은 0.88~0.96의 값을 가지며 항아리에서 숙성시킨 된장의 환원력이 더 우수한 것으로 나타났다. 전반적으로 숙성기간에 따른 큰 변화는 보이지 않았다.

5) 전자공여능

된장 지용성 추출물의 전자공여능을 측정된 결과(Fig. 7), 숙성 60일 11.62~14.14% 숙성 180일에는 14.28~20.98%를 나타내며 조금 증가하는 경향을 나

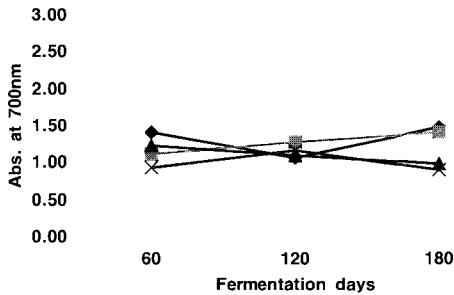


Fig. 6. Reducing power of fat soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

타내었으나 그리 큰 변화는 보이지 않았다.

6. 된장 수용성 추출물의 갈색 특성 및 항산화 효과

갈색도 된장은 숙성 중 아미노화합물과 당의 작용에 의한 maillard반응에 의해 쉽게 갈변을 일으킨다⁸⁾. 된장 수용성 추출물의 갈색도를 420nm에서 O.D로 표시한 결과(Fig. 3) 숙성기간이 길어짐에 따라 갈색도가 증가하는 경향을 나타내었으며, 된장 B 보다 된장 A에서 갈색도가 더 높았다. 그 이유는 된장 A가 된장 B에 비해 환원당과 아미노산 함량이 높아 숙성기간동안 maillard 반응이 많이 일어난 것으로 생각된다. 된장 추출물의 갈색도 측정 결과, 숙성기간에 따라 지용성 추출물은 큰 변화를 보이지 않은 반면 수용성 추출물은 뚜렷이 증가하는 경향을 나타내어 숙성 중 된장의 갈변현상은 수용성 추출물에 의한 영향이 더 크다는 것을 알 수 있었다. Lee 등⁹⁾은 420nm에서 간장을 우려낸 재래된장 추출물의 갈색도를 측정한 결과 숙성기간에 따라 증가하였으며 지용성 추출물보다 수용성 추출물의 갈색도가 더 높음을 보고한 바 있다.

1) UV-VIS scanning spectra

된장 수용성 추출물의 UV-VIS scanning spectra (Fig. 8-1, 8-2, 8-3, 8-4) 결과, 항아리에 담긴 된장 A는 숙성 60일 235nm, 340nm 부근에서 높은 흡광도를 보였으며 숙성 120, 180일에는 235nm, 375nm 부

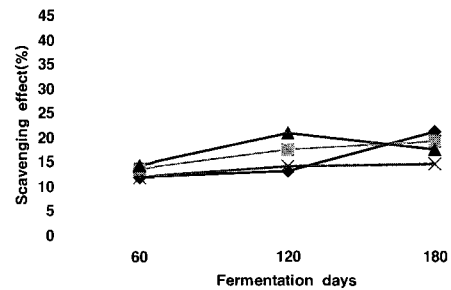


Fig 7. Electron donating ability of fat soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

근에서 높은 흡광도를 나타내었다. 항아리에 담긴 된장 B는 숙성 60일 235nm, 320nm 부근에서 높은 흡광도를, 숙성 180일에는 235nm, 375nm 부근에서 높은 흡광도를 나타내었다. 전반적으로 항아리에 담긴 된장은 숙성기간에 따라 일정하게 변하는 패턴을 보여주었다. 유리병에 담긴 된장 A는 숙성 60일 235nm, 340nm 부근에서 높은 흡광도를 보였으며 숙성 120, 180일에는 235nm, 410nm 부근에서 높은 흡광도를 나타내었다. 유리병에 담긴 된장 B의 경우 235nm에서 최대 흡광도를 보였다. 유리병에 담긴 된장의 경우 전체적으로 숙성기간에 따른 변화의 양상은 있었으나 그 패턴은 일정하지 못했다.

2) Antioxidant activity (AOA)

된장 수용성 추출물의 AOA 결과(Fig. 9) 숙성 60일째는 0.11~0.15, 숙성 180일째는 0.57~0.74로 숙성기간이 길어짐에 따라 크게 증가함을 보여주었다. 유리병에 담긴 된장 A의 경우 아미노산 함량 및 갈색도가 높은 값을 가지면서 항산화 효과도 가장 크게 나타났다. 숙성 120일째, 유리병에 담긴 된장은 0.47~0.58, 항아리에서 담긴 된장은 0.23~0.38을 나타내어 유리병에서 AOA가 높은 값을 가졌다. 된장 수용성 추출물의 항산화 효과는 숙성기간이 길어질수록 높아지는 경향을 나타내었으며 이는 숙성기간에 따라 증가현상을 보이는 갈색도와도 밀접한 관계가 있음을 추측할 수 있었다.

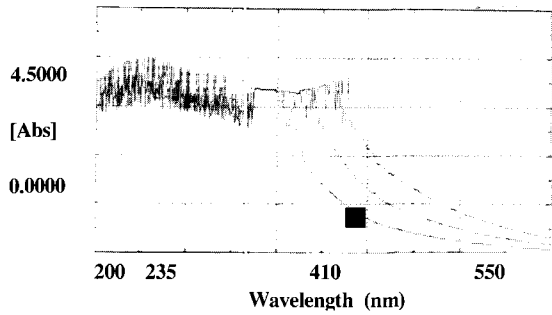


Fig 8-1. UV-VIS Spectrum of water soluble extracts of Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days.
○: fermented for 180 days.)

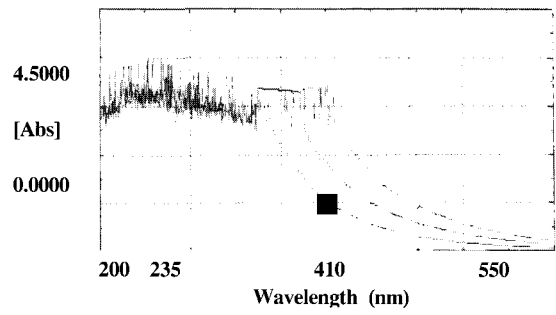


Fig 8-2. UV-VIS Spectrum of water soluble extracts of Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days.
○: fermented for 180 days.)

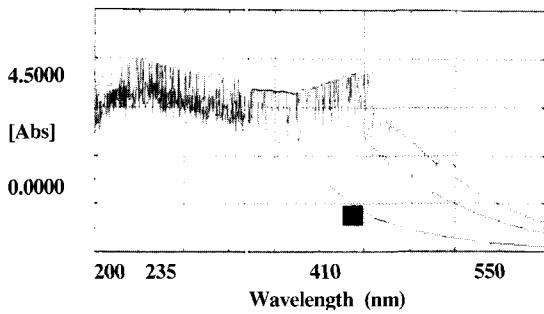


Fig. 8-3. UV-VIS Spectrum of water soluble extracts of Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days.
○: fermented for 180 days.)

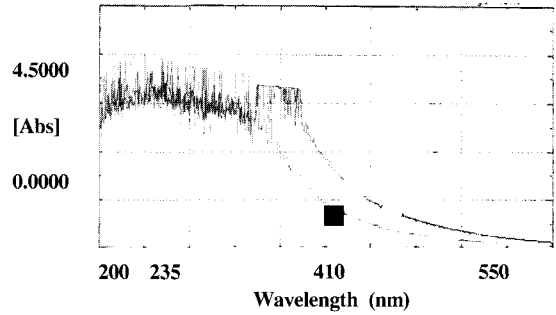


Fig. 8-4. UV-VIS Spectrum of water soluble extracts of Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.
(■: fermented for 60 days. □: fermented for 120 days.
○: fermented for 180 days.)

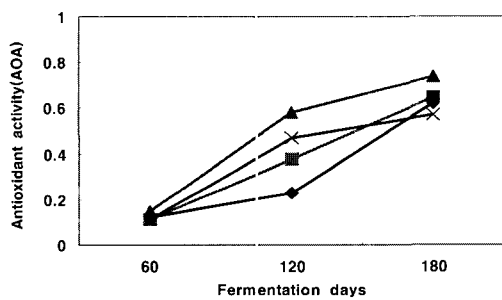


Fig. 9. Antioxidant activity of water soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

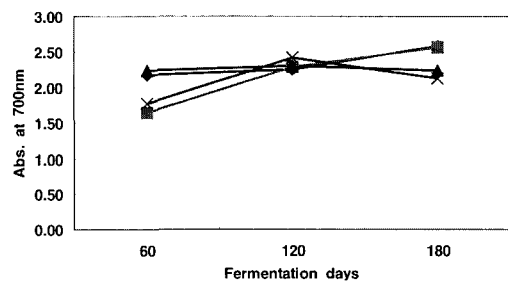


Fig. 10. Reducing power of water soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

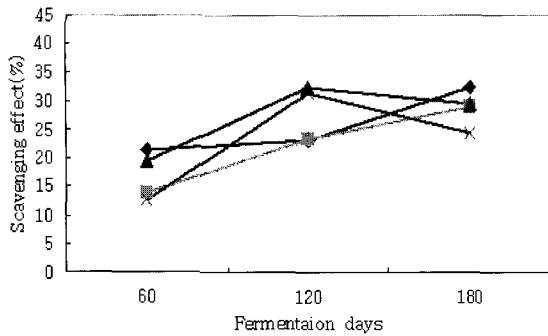


Fig. 11. Electron donating ability of water soluble extracts from Doenjang.

- ◆-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in clay jar.
- Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in clay jar.
- ▲-Doenjang A prepared without extraction of soysauce, in glass jar.
- ×-Doenjang B prepared with extraction of soysauce after 45 day-soaking of Meju, in glass jar.

환원력 된장 수용성 추출물의 환원력을 O.D로 표시한 결과(Fig. 10), 수용성 추출물의 환원력은 1.64~2.58의 범위를 나타내며 지용성 추출물에 비해 2배 이상의 높은 값을 보여주었다. Park²³⁾은 된장 유용성, 수용성 추출물의 과산화물가를 측정된 결과 수용성 추출물에서 더 낮은 값을 나타내어 수용성 추출물의 항산화력이 높음을 보고한 바 있다. 숙성 60일 된장 A는 2.18~2.24, 된장 B는 1.64~1.78을 보이며 간장을 우려내지 않고 담은 된장 A가 높은 환원력을 가지고 있는 것으로 나타났다. 항아리에서 담긴 된장은 숙성 기간에 따라 지속적인 증가를 보여준 반면 유리병에 담긴 된장은 숙성 120일째 최고값을 가지며 숙성 180일에는 약간 감소하는 경향을 나타내었다.

3) 전자공여능

된장 수용성 추출물의 전자공여능(Fig. 11) 결과, 12.81~32.29%를 나타내며 지용성 추출물에 비해 높은 값을 가지고 있었다. 이는 AOA와 환원력에서 보여준 결과와 일치하는 것으로 수용성 추출물의 항산화 효과가 크다는 것을 알 수 있었다. 된장 A는 19.58~32.29%, 된장 B는 12.81~31.36%를 보이며 간장을 우려내지 않고 담은 된장 A에서 높은 전자공여능을 나타내었다. 항아리에 담긴 된장A, B는 각각 32.23%, 28.97%로 숙성 180일에 최고값을 나타낸 반면 유리병에 담긴 된장A, B는 각각 32.29%,

31.36%로 숙성 120일에 최고값을 나타내었다.

IV. 요약

본 연구는 간장을 걸러내지 않고 담은 된장과 메주를 45일 침지 후 간장을 걸러내고 담은 된장을 각각 오지항아리와 투명유리병에서 60, 120, 180일 숙성시키면서, 된장 지용성 및 수용성추출물의 갈색 특성 및 항산화 효과를 알아보았다. 된장 지용성 추출물과 수용성 추출물을 각각 제조하여 420 nm에서 갈색도를 측정된 결과, 수용성 추출물이 지용성 추출물보다 갈색도가 높은 것으로 나타났으며 전체적으로 간장을 걸러내지 않고 유리병에 담긴 된장이 가장 높은 값을 가졌다. 또한 수용성 추출물의 경우는 숙성기간에 따라 갈색도가 뚜렷이 증가하는 경향을 보였으나 지용성 추출물은 그렇지 못했다. UV-VIS scanning spectra를 측정된 결과, 지용성 추출물은 235nm 부근에서 최대 파장을 보이며 숙성기간에 따른 변화는 거의 없는 것으로 나타났다. 수용성 추출물은 235nm, 340~410nm 부근에서 높은 파장을 나타내었고 숙성기간에 따른 변화를 뚜렷이 보여주었다. Antioxidant activity 실험결과, 지용성 추출물은 숙성기간이 길어짐에 따라 약간 증가하였으나 수용성 추출물은 크게 증가하였다. 환원력과 전자공여능 실험결과 또한 수용성 추출물이 지용성 추출물보다 높은 값을 나타내었으며, 숙성기간이 길어질수록 유리병보다 항아리에 담긴 된장이 높은 항산화 효과를 가진 것으로 나타났다. 본 실험결과 전체적으로 숙성 60일에는 간장을 우려낸 된장보다 우려내지 않고 담은 된장에서 아미노산, 환원당, 갈색도, 항산화 효과가 높은 것으로 나타났으나, 숙성기간이 길어질수록 담금용기에 따른 영향을 많이 받아 유리병에 담긴 된장보다 항아리에 담긴 된장이 아미노산함량과 항산화 효과가 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Ghang, JH : A history of the manufacturing technology of Korean native 'changes'(fermented soy sauce, soy bean mash and other related soy foods). Institute of Korean Culture, 3:97, 1969
2. Kang, IH : The taste of Korea. P.31, Daehan textbook, Seoul, Korea, 1999
3. Hondo, S : Browning and color of Miso, brightness and darkness. J. Brew. Soc. Japan, 88:41, 1993
4. Himenokunio, Kodegen and Hubetadaba : Browning and

- reducing material of the grain for processing Miso. The science and technique of Miso, 227:28, 1973
5. Franzke, C and Iwainky, H : Zur antioxydantiven Wirksamkeit der Melaroidine. Deutche Lebensmittel-Runschau, 50:251, 1954
 6. Lingnert, H and Hall, G : Formation of antioxidative maillard reaction products during food processing. M. Fujimaki, M. Namiki, E. Kato, P.273, Amino-carbonyl reactions in food and biological system, Tokyo Elsevier, 1986
 7. Pokorny, J : Natural anticxidants for food use. Trends in food science and technology, 9:223, 1991
 8. Cheigh, HS, Park, KS, Moon, GS and Park, KY : Antioxidative characteristics of fermented soybean paste and its extracts on the lipid oxidation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 19(2):162, 1990
 9. Lee, JH, Kim, MH and Im, SS : Lipid oxidation and browning during fermentation of Meju and Doenjang. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 20(2):148, 1991
 10. Lee, YS : Studies on the taste components and microorganisms in traditional Korean soy sauces by different fermentation jars. M.S. thesis, Yonsei university, Seoul, Korea, 1994
 11. AOAC : Official methods of analysis. 14th ed., Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA, 1984
 12. 한국식품영양과학회 : 식품영양실험핸드북 식품편. p.397, 효일문화사, 서울, 2000
 13. Chung, CY and Toyomizu, M : Studies on discoloration of fish products. V. Mechanism of rusting in amino acid reducing sugar-lipid system. Bull. Japan. Soc. Fish, 34:857, 1968
 14. Kwon, H : Antioxidative characteristics of soybean sauce in amino acid Kanjar.g. M.S. thesis, Kyungbook University, Daegu, Korea, 1992
 15. Lingnert, H and Vallentin K : Measurement of antioxidative effect in model system. J. Food processing and preservation, 3:87, 1979
 16. Yang, JH and Mau, JL : Antioxidant properties of fermented soybean broth. Food chemistry, 71:249, 2000
 17. Blois, MS : Antioxidant determinations by the use of stable free radical. Nature, 181:1199, 1958
 18. Park, JS, Lee, MR and Lee, TS : Compositions of sugars and fatty acids in Doenjang Prepared with Different Microbial Sources. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 24(6):917, 1995
 19. Kang, JH and Lee, HS : Changes in lipid component and quantitative measurement of carbonyl compound during Doenjang fermentation. J. Korean Soc. Food Sci., 10(1):51, 1994
 20. An, HS, Bae, JS and Lee, TS : Comparison of free amino acids, sugars and organic acids in soy bean paste prepared with various organisms. Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology, 30(4):345, 1987
 21. Kim, SS, Kim, SK and Cheigh, HS : Studies on the color improvement of Doenjang using various *Aspergillus oryzae* strains. Journal of the Korean Society for Microbiology and Biotechnology, 11(1):67, 1983
 22. Jeong, JH, Kim, JS, Lee, SD, Choi, SH and Oh, MJ : Studies on the contents of free amino acids, organic acids and isoflavones in commercial soybean paste. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 27(1):10, 1998
 23. Park, KS : Antioxidative characteristics of fermented soybean paste and its extracts on the lipid oxidation. M.S. thesis, Busan University, Busan, Korea, 1991

(2002년 8월 22일 접수, 2002년 11월 29일 채택)