

## 가열살균공정에 의한 된장의 변색

복철균

경원대학교 공과대학 생명공학부

### Color Changes of Soybean Paste(*Doenjang*) by Heat Sterilization Process

Chulkyoon Mok

Division of Biotechnology, College of Engineering, Kyungwon University

#### Abstract

Soybean paste (*Doenjang*) was heat-sterilized at 70~120°C for 5~40 min and the sterilization rate of bacteria and the change in color were determined. The sterilization rate increased with sterilization temperature and time. The sterilization rates were not greatly raised with the time at the temperatures below 90°C, but increased remarkably at the temperatures over 100°C. High temperatures over 110°C were required for the sterilization *Doenjang*, and the minimum Fo-value was 0.39 min. The lightness and the yellowness of *Doenjang* decreased while the redness increased during its heat sterilization. The color changes became remarkable showing  $\Delta E$  over 3.0 when the *Doenjang* was treated either for more than 10 min at 70°C or for more than 5 min at the temperatures over 80°C. The optimum heat sterilization conditions of *Doenjang* destroying almost all bacteria with the minimum color change were for 5 min at 110°C. The heat sterilization process resulted in the noticeable color change ( $\Delta E$ ) regardless the heating conditions. The response surface models were also developed for the color values and the color change of the heat-treated *Doenjang*.

**Key words:** soybean paste(*Doenjang*), heat sterilization, bacteria, color change

## 서 론

된장은 메주 또는 고오지(koji)에서 유래하는 미생물이 생산하는 효소에 의해 원료인 콩의 단백질과 보리, 밀 등 곡류의 탄수화물을 분해하여 이용하는 발효식품으로 단백질과 아미노산 함량이 높으며(박정숙 등, 1994), 곡류위주의 식생활에서 결핍되기 쉬운 필수 아미노산 및 지방산, 유기산, 미네랄, 비타민류 등의 영양소를 보충해주는 중요한 식품이다(유승구 등, 1999). 최근에는 된장의 항암 효과(임선영 등, 1999; 최신양 등, 1999; 임선영 등, 2004a), 항돌연변이 효과(임선영 등, 2004b), 면역기

능 강화 효과(이봉기 등, 1997), 항고혈압 효과(신재익 등, 1995; 김승호 등, 1999; 김용석 등, 2001), 혈전용해 효과(이시경 등, 1999), 콜레스테롤 저하 효과(이인규와 김종규, 2002), 항산화 효과(김현정 등, 2002) 등 다양한 생리기능성이 밝혀지면서 된장은 건강식품으로 새롭게 인식되고 있다.

된장은 제조방식에 따라 약간의 차이는 있으나, 메주를 소금물에 담근 후 일정기간 동안 발효 숙성시켜 가정에서 제조하는 재래식 된장과 대두와 밀가루 등에 *Aspergillus oryzae*를 접종, 배양하여 고오지를 만들어 제조하는 개량식 된장이 있다(이서래, 1986). 재래식 된장은 주로 일반가정에서 제조되며, 개량식 된장은 주로 공장에서 제조되어 공급되고 있다.

종래에는 가정에서 된장을 제조하여 소비하는 경우가 주류를 이루었으나, 근래에는 핵가족화, 주거환경의 변화, 여성의 사회참여 증가 등에 따라 많

Corresponding author: Chulkyoon Mok, Division of Biotechnology, Kyungwon University, San 65, Bokjeong-dong Sujeong-gu, Seongnam, Gyeonggi-do, 461-701, Korea.  
Phone: +82-31-750-5403, Fax: +82-31-750-5273  
E-mail: mokck@kyungwon.ac.kr

은 가정, 특히 도시지역에서는 공장에서 제조한 개량식 된장의 소비가 급속히 늘고 있다. 2003년 기준으로 국내 장류 시장 규모는 5600억원 정도이고, 그 중 된장 시장의 규모는 약 800억원 정도이다. 2003년 현재 공장산 된장은 전체 소비량의 27.1%를 차지하고 있으며, 해마다 꾸준히 증가하는 추세이다(김동현, 2004).

된장에는 세균, 효모, 곰팡이 등 다양한 미생물이 존재하므로 제품의 저장성이 영향을 받는다. 된장 숙성 후 잔존하는 미생물 중 일부는 가스를 생성하여 포장 제품의 용기를 팽창시키고, 플라스틱 등의 유연성 있는 포장재로 포장한 제품을 부풀게 함으로써 유통 상 문제점을 야기하며, 곰팡이가 번식하여 외관을 해치거나 상품가치를 저하시킨다(김종생, 1999).

된장의 저장성 향상을 위하여 보존제로 소르빈산 또는 소르빈산칼륨이 0.1% 이하로 허용되고 있으나(식품의약품안전청, 2000a) 합성보존료에 대한 거부감 때문에 소비자들이 기피하고 있는 실정이다(유승곤 등, 1998). 이러한 문제점을 해결하기 위하여 에탄올(이순원 등, 1985), 천연보존료(유진영, 1992), 가열살균(유승곤 등, 1998; 김종생 등, 1999), nisin 생성 유산균(이정옥과 류충호, 2002) 및 방사선 조사(박병준 등, 2002) 등이 시도되었다.

이 중 산업적 적용이 가장 용이한 기술은 가열살균이지만 가열살균은 살균과 함께 열에 의한 영양 성분 변화, 향미 변화, 조직감 열화 등을 수반하여 품질을 떨어뜨린다. 특히 가열에 의한 변색은 된장의 외관과 기호성을 크게 저하시켜 상품성을 낮추는 것으로 알려져 있다(Joo and Kim, 1996; 유승곤 등, 1998; 김종생, 1999).

그러나 가열살균, 특히 고온살균 조건에 따른 된장 색의 정량적 변화는 아직까지 보고되지 않고 있어 산업계에서 활용할 수 있는 최적 가열살균 조건을 확립하기 위한 자료가 부족한 실정이다. 본 연구에서는 가열살균 온도와 시간의 함수로 살균 후 된장의 색을 표시함으로써 가열살균 된장의 색을 예측할 수 있는 자료를 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

대두는 국내산 대두를 시중에서 구입하여 사용하였고, 고오지는 *Aspergillus oryzae*를 배양한 (주)신

송식품의 소맥분 고오지를 사용하였다. 식염은 정제염(염도 99%, 한주소금, (주) 한주)을 사용하였다.

### 된장 제조

대두를 12시간 동안 수침한 후 121°C에서 40분간 증자시킨 증자대두, 고오지, 식염과 물을 각각 30, 20, 12, 38% 비율로 혼합한 다음 chopper(Pasta Maker, KitchenAid Inc., St. Joseph, MI, U.S.A.)로 갈아 용기에 담아 20°C에서 16주 동안 숙성시켰다.

### 가열 살균

된장 10 g을 나일론/CPP로 구성된 투명한 레토르트 파우치(10 cm × 15 cm × 0.1 mm, 팩플러스, 용인, 경기도)에 넣고 얇게 편 다음 진공포장기(동방기계, 한국)를 사용하여 진공포장한 후 70~120°C에서 5~40분간 가열살균하였다. 살균온도 70, 80, 90°C의 경우는 순환 항온수조를 사용하였으며, 100, 110, 120°C는 고압살균기(Automatic High Pressure Sterilizer, HA-240MIII, Hirayama Manufacturing Corp., Tokyo, Japan)를 사용하여 살균하였다. 일정 시간동안 살균한 후 신속히 시료를 얼음물에 담가 냉각하였다.

### pH

된장을 사용하기 직전에 끓인 후 실온으로 냉각함으로써 이산화탄소를 제거한 증류수(CO<sub>2</sub> free water)와 1:1로 혼합한 다음 혼합액의 pH를 pH meter(Model 340, Corning Inc., Corning, NY, U.S.A.)로 측정하였다.

### 총균수

된장의 총균수는 일정량의 된장과 된장 중량의 9배가 되는 멸균수를 stomacher bag에 넣고 stomacher(Nr 211/420, IUL Instruments Ltd., Spain)를 사용하여 60초간 혼합한 후 배율별로 희석하여 표준평판법(식품의약품안전청, 2000b)으로 측정하였다. 희석액 0.1 mL를 plate count agar(Difco, Becton Dickinson Microbiology Systems, Sparks, MD, U.S.A.)에 도말하여 35°C에서 48시간 배양한 후 30~300개의 집락을 형성한 페트리접시를 선택하여 계수 하였으며 2회 반복 측정하였다.

### 살균율 및 F<sub>0</sub>값

된장의 살균조건 별 살균율은 살균 전과 살균 후의 총균수로부터 식(1)을 사용하여 계산하였다.

$$\text{살균율(\%)} = \frac{\text{초기 균수} - \text{살균 후 균수}}{\text{초기 균수}} \times 100 \quad (1)$$

또한 살균율을 기초로 결정된 된장의 살균에 필요한 살균온도와 시간으로부터 식(2)에 의해  $F_0$ 값을 산출하였다(전재근 등, 2002).

$$F_0 = \int_0^t L dt = \int_0^t 10^{-(121.1 - T)/z} dt \quad (2)$$

여기서, L = 치사율

T = 살균온도

t = 살균시간

z = z value (통상 10°C)

### 색도 측정

가열 살균한 된장의 색은 색차계 (Chroma meter CR-200, Minolta, Japan)를 사용하여 밝기 (L값), 적색도 (a값), 황색도 (b값)를 측정하였고 가열살균 전의 된장 색을 기준으로 하여 가열살균에 의한 색차 ( $\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$ )를 계산하였다(Francis and Clydesdale, 1975).

### 통계처리 및 반응표면 분석

살균온도와 살균시간을 반응변수로 하여 가열살균한 된장의 색도에 대하여 SAS(SAS Institute, 1990)를 이용하여 반응표면분석을 실시하였다(Montgomery, 1984). 색도 분석결과는 다중회귀분석을 실시하고, 반응변수에 대한 모델을 다항회귀식으로 추정하였으며(성내경, 1996), SAS/GRAPH를 이용하여 3차원도(3-dimensional plot)를 작성하였다(성내경, 1995).

## 결과 및 고찰

### 총균수 변화

된장을 제조하여 20°C에서 16주간 숙성시켜 본 실험에 사용한 된장의 총균수는  $1.1 \times 10^6$  CFU/g 이었다. 된장을 살균온도 70~120°C에서 5~40분간 가열살균한 후 살균온도 및 시간에 따른 살균율을 측정된 결과 Fig. 1과 같이 살균온도와 살균시간이 증가할수록 살균율이 높아지는 경향을 보였다. 그러나 90°C 이하에서의 살균시간을 40분까지 증가시키더라도 충분하지 않은 살균율을 나타내었다. 특히 70°C와 80°C에서의 살균율 차이는 거의 없었으며,

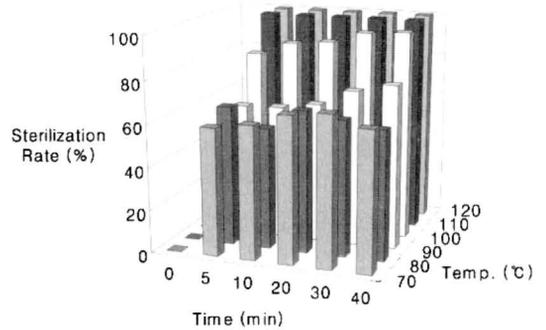


Fig. 1. Sterilization rate of bacteria in Doenjang during heat treatment.

90°C의 경우에도 살균시간이 30분 이상 되어야 살균율의 차이를 나타내었다. 반면에 온도를 100°C 이상으로 높였을 때 살균율은 급격하게 상승하는 경향을 보였으며, 110°C와 120°C 간에는 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 한편 된장을 100°C에서 40분간 열처리하여도 95% 내외의 살균율을 보여 충분한 살균이 이루어지지 않음을 알 수 있었다. 이에 반하여 온도를 110°C 이상으로 올려 처리한 경우는 5분간 열처리에 의해 100%에 가까운 살균율을 나타내었다. 이러한 결과는 된장의 경우 110°C 이상의 온도에서 고온살균이 필요함을 의미한다.

본 실험에 사용한 된장의 pH는 5.07로서 저산성 식품에 속하였다. 통상 식품은 pH 4.5를 기준으로 저산성 식품과 산성 식품으로 구별한다. pH가 4.5보다 높은 저산성 식품에는 *Cl. botulinum* 등 내열성 식중독균과 혐기성 중온균, *Bac. stearothermophilus*, *Bac. coagulans* 등 고온성균 등이 주로 발현하므로 통상 100°C 이상의 온도에서 고온살균이 요구된다(Jay, 2000). 특히 된장을 플라스틱 백이나 용기에 포장하여 유통하는데 이러한 포장방식은 혐기적 환경을 조성하여 *Cl. botulinum* 등과 같은 내열성 식중독균의 생육을 가능하게 하므로 반드시 고온살균이 필요하다.

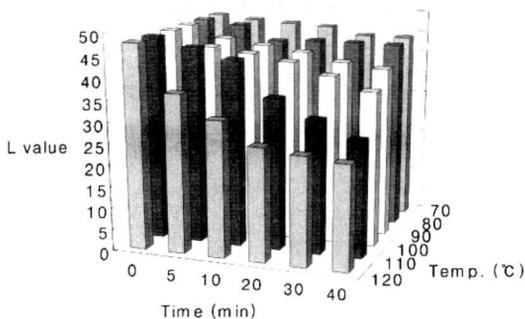
본 실험 결과 된장의 살균은 온도 110°C 이상, 살균시간 5분 이상이 요구되었다. 본 실험에서는 레토르트 파우치에 된장을 얇게 퍼서 진공포장하여 살균하였으므로 열침투 시간을 최소로 한 조건에 해당되며, 된장의 포장 형태와 용기의 제원에 따라 살균시간은 조절되어야 한다. 된장을 포장한 후 냉점을 기준으로 살균에 필요한 121.1°C에서의 최소 살균시간인  $F_0$ 값을 열침투곡선 자료로부터 식(2)에 의거하여 계산한 결과 0.39분으로 산출되었다.

통상 장류공장에서 시행하는 된장의 열처리는 75°C에서 30분간 행하는 것으로 알려져 있다. 그러나 이 조건은 된장에 존재하는 미생물 중 젖산균만을 사멸시킬 수 있고, 효모수와 곰팡이수를 부분적으로 낮출 뿐 일반세균을 사멸시킬 수는 없는 것으로 확인된 바 있으며, 된장의 일반세균은 100°C에서 사멸되기 시작하여 100°C, 40분 열처리로 1/100 정도로 감소하였다는 유승곤 등(1998)의 결과는 본 연구 결과와 일치하였다.

**색도 변화**

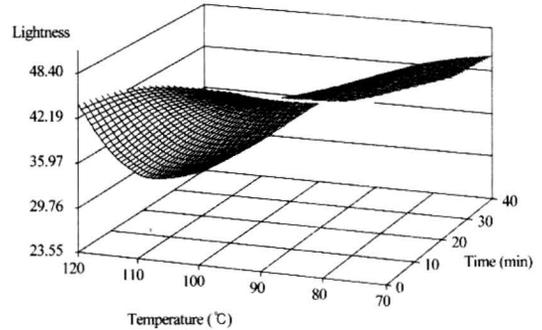
가열 처리한 된장의 색도를 살펴본 결과 밝기를 나타내는 L값의 경우 Fig. 2에서 보는 바와 같이 열처리 전 된장의 L값은 47.68이었으며, 살균 온도와 시간이 증가할수록 L값은 감소하였다. 특히 110°C 이상의 온도에서 살균했을 때에는 L값의 감소가 뚜렷하게 나타났다. 이러한 결과는 가열처리에 의해 갈변 반응이 심하게 일어나 된장의 색이 진해지며, 이에 따라 된장의 품질이 저하됨을 보여주고 있다. 가열살균 중 온도와 시간에 따른 L값의 변화 모델을 제시하기 위하여 반응표면 분석을 시행한 결과 Fig. 3과 같이 가열 시간과 온도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다.

적색도를 나타내는 a값의 반응표면분석 결과는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 가열온도와 가열시간에 증가함에 따라 대체로 적색도가 증가하는 경향을 보였으며, 가열시간 보다는 가열온도가 적색도의 증가에 영향을 크게 미치는 것으로 나타났다. 특이할 사항은 120°C에서 20분 이상 살균할 경우 a값은 오히려 낮아지는 경향을 보였으며, 전반적으로 가열살균 중 a값의 변화는 L값(Fig. 3) 또는 b값(Fig. 5)

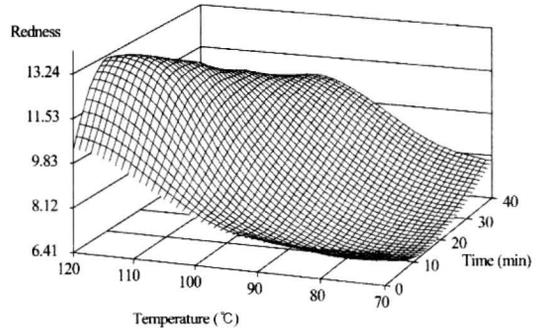


**Fig. 2.** Effect of heat sterilization on lightness of Doenjang.

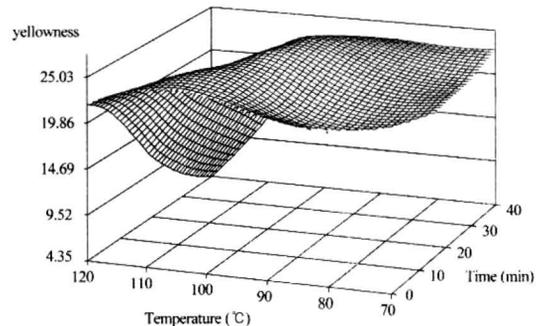
에 비하여 그 변화량이 적은 것으로 나타났다. 특히 높은 온도에서 장시간 가열할 경우 된장 색의 변화는 a값의 변화 보다는 각각 Fig. 3과 5에서 보는 바와 같이 L값과 b값의 급격한 감소에 기인하는 것으로 확인되었다.



**Fig. 3.** Response surface of lightness of Doenjang to heat sterilization conditions.



**Fig. 4.** Response surface of redness of Doenjang to heat sterilization conditions.



**Fig. 5.** Response surface of yellowness of Doenjang to heat sterilization conditions.

가열살균 된장의 황색도(b값)에 대한 반응표면 분석결과를 Fig. 5에서 보는 바와 같이 100°C이하의 살균에서는 그 변화가 미미하다가, 110°C이상에서는 급격하게 감소하는 경향을 보였다. 이러한 변화 양상은 Fig. 3에 나타난 L값의 변화 양상과 아주 유사한 것으로 가열살균에 의한 된장의 변색은 주로 L값과 b값의 변화에 기인함을 의미하고 있다. 한편 가열온도 및 시간에 따른 색택의 반응표면 모형은 Table 1과 같다.

된장의 갈변은 Maillard 반응, 효소적 갈변반응 및 ferrychrichin 생성에 기인하는 것으로 알려져 있고, 저장 중 일어나는 효소적 갈변반응은 주로 tyrosinase의 작용에 의한 melanin 생성에 기인하는 것으로 알려져 있다(김상순 등, 1983; 김종생 등, 1999). 그러나 본 연구에서 조사한 된장의 가열살균 중 일어나는 갈변은 효소적 갈변반응 보다는 주로 비효소적 갈변반응인 Maillard 반응에 의한 melanoidin의 생성에 의한 것으로 생각된다(김광수 등, 2000).

가열살균 처리한 된장과 가열처리 전 된장의 색차(ΔE)는 Table 2에 나타난 바와 같이 살균온도 및 살균시간에 따라 뚜렷하게 증가하는 경향을 보였다. 일반적으로 식품의 경우 ΔE값이 1 이하이면 같은 색으로 인식하고, 2 정도이면 뚜렷한 차이를 느끼며, 3 이상이면 수용할 수 없는 것으로 알려져 있다(Francis and Clydesdale, 1975). 된장을 70°C에서 10분 이상, 80°C이상의 온도에서 5분 이상 처리하면 소비자가 수용할 수 없는 3.0 이상의 ΔE값을 보

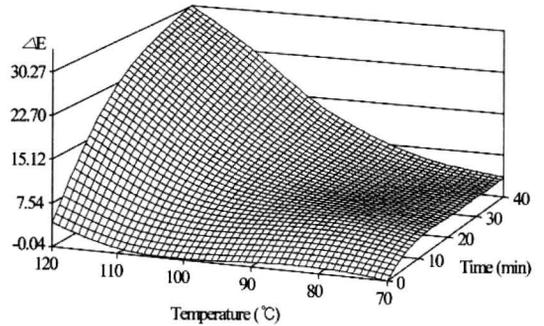


Fig. 6. Response surface of difference in color (ΔE) of Doenjang to heat sterilization conditions.

여 가열살균은 된장의 색을 크게 저하하는 것으로 확인되었다. 색차의 반응표면 분석결과는 Fig. 6과 같으며, 반응표면 모형은 Table 1에 나타나 있다.

색차에 대한 반응표면 분석 결과 살균온도와 살균시간 모두 색차에 영향을 크게 미치는 것으로 나타났다으며, 특히 살균온도가 110°C 이상이거나 살균시간이 10분 이상이면 색차가 급격하게 증가하여 변색이 아주 심해지는 것으로 확인되었다. 색차의 변화량(Table 2)과 살균 결과(Fig. 1)를 토대로 결정된 된장의 적정 가열살균 조건은 110°C에서 5분간 처리하는 것으로 결정되었다. 그러나 이 조건에서 처리한 된장도 무처리구에 비하여 3.0 이상의 ΔE값을 보여 확연한 변색이 있음을 알 수 있었으며, Maillard 반응을 위시한 비효소적 갈변 반응은 변색

Table 1. Response surface model for color of heat sterilized Doenjang as functions of sterilization temperature and time

Color	Regression equation
L value (Lightness)	$L=0.2483+1.1069(\text{Temp.})+0.4258(\text{Time})-0.0063(\text{Temp.})^2-0.0101(\text{Time})(\text{Temp.})+0.0064(\text{Time})^2$
a value (Redness)	$a=-7.8489+0.2231(\text{Temp.})+0.2886(\text{Time})-0.0005(\text{Temp.})^2-0.0023(\text{Time})(\text{Temp.})-0.0015(\text{Time})^2$
b value (Yellowness)	$b=-70.6760+1.9466(\text{Temp.})+0.9019(\text{Time})-0.0098(\text{Temp.})^2-0.0111(\text{Time})(\text{Temp.})+0.0009(\text{Time})^2$
ΔE* (Color Difference)	$\Delta E=66.8308-1.4902(\text{Temp.})-0.6584(\text{Time})+0.0082(\text{Temp.})^2+0.0139(\text{Time})(\text{Temp.})-0.0090(\text{Time})^2$

\* $\Delta E=(\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2)^{1/2}$

Table 2. Difference in color (ΔE\*) of Doenjang induced by heat sterilization

Time (min)	Temperature (°C)					
	70	80	90	100	110	120
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2.90	5.43	5.32	4.35	3.98	12.58
10	3.51	6.00	5.23	5.01	8.51	18.31
20	2.50	5.20	5.45	8.19	14.41	25.86
30	4.62	4.29	7.02	11.07	19.14	28.32
40	3.54	3.96	8.24	12.37	25.28	29.73

\* $\Delta E=(\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2)^{1/2}$

뿐만 아니라 off-flavors, off-colors, 조직감 변화, 용해도 감소, 영양가 손실 등도 초래하므로(Labuza and Baisier, 1992) 된장의 가열살균을 대체할 수 있는 비가열살균 기술에 대한 검토가 필요할 것으로 생각된다.

## 요 약

된장을 70~120°C에서 5~40분간 가열살균한 결과 살균온도와 살균시간에 따라 살균율은 높아졌으나, 온도 90°C 이하에서는 살균시간의 연장에 따른 살균율의 증가가 크지 않았다. 된장의 가열살균은 110°C 이상의 온도에서 고온살균이 필요한 것으로 확인되었으며, 살균에 필요한 최소 Fo값은 0.39분 이었다. 가열 처리한 된장의 밝기와 황색도는 살균온도와 살균시간이 증가할수록 뚜렷이 감소하였으나, 적색도는 가열온도와 가열시간에 증가함에 따라 완만하게 증가하는 경향을 보였다. 가열살균에 의한 된장의 변색은 주로 밝기와 황색도의 변화에 기인하였다. 가열살균에 의한 된장의 색차는 살균온도 및 살균시간에 따라 증가하였으며, 70°C에서 10분 이상, 80°C이상의 온도에서 5분 이상 처리하면 확인한 색차가 유발되었다. 살균 목적을 달성하면서 색차의 변화량을 최소로 하는 된장의 적정 가열살균 조건은 110°C에서 5분간 처리하는 것이었으며, 이 경우도 확인한 변색은 피할 수 없었다. 살균온도와 살균시간을 변수로 한 살균 된장의 밝기, 적색도, 황색도 및 색차에 대한 반응표면 모형을 제시하였다.

## 참고문헌

- 김광수, 김순동, 서권일, 신승렬, 윤광섭, 조영수. 2000. 식품화학. 학문사, 서울, 대한민국. pp. 282-289
- 김동현. 2004. 한국장류산업 현황과 활성화 방안. 식품음료신문 2004. 6. 1. 식품음료신문사, 서울, 대한민국
- 김상순, 김순경, 유명기, 최홍식. 1983. *Aspergillus oryzae* 를 이용한 대두발효식품이 색상개량에 관한 연구. 산업미생물학회지 **11(1)**: 67-74
- 김승호, 이윤진, 권대영. 1999. 전통된장으로부터 angiotensin converting enzyme 저해물질의 분리. 한국식품과학회지 **31(3)**: 848-854
- 김용석, 이창호, 박희동. 2001. 된장으로부터 Angiotensin 전환효소 저해제 생산 세균의 분리 및 특성. 한국식품과학회지 **33(1)**: 84-88
- 김중생, 최성현, 이상덕, 이규희, 오만진. 1999. 살균 된장의 저장과정 중 품질변화. 한국식품영양과학회지 **28(5)**: 1069-1075
- 김현정, 손경희, 채선희, 광동경, 임성경. 2002. 된장의 지용성, 수용성 추출물에 대한 갈색 특성 및 항산화 효과. 한국조리과학회지 **18(6)**: 644-654
- 박병준, 장규섭, 김동호, 육홍선, 변명우. 2002. 감마선 조사와 저염함량으로 제조한 된장의 미생물 및 품질 특성 변화. 한국식품과학회지 **34(1)**: 79-84
- 박정숙, 이명렬, 김경수, 이택수. 1994. 균주를 달리한 된장의 향기 성분. 한국식품과학회지 **26(3)**: 255-260
- 성내경. 1995. SAS/GRAPH - 통계그래픽스. 자유아카데미, 서울, 대한민국. pp. 219-249
- 성내경. 1996. SAS/STAT - 회귀분석. 자유아카데미, 서울, 대한민국. pp. 201-217
- 식품의약품안전청. 2000a. 식품공전. 식품의약품안전청. 서울, 대한민국. p. 372.
- 식품의약품안전청. 2000b. 식품공전. 별책. 식품의약품안전청. 서울, 대한민국. pp. 78-112
- 신재의, 안창원, 남희섭, 이형재, 이형주, 문태화. 1995. 된장으로부터 angiotensin converting enzyme (ACE) 저해 peptide의 분획. 한국식품과학회지 **27(2)**: 230-234
- 유승곤, 김인호, 김중생, 최성현, 오만진, 김용국, 이인기. 1998. 향류식 열교환기에 의하여 멸균된 된장의 미생물군 및 색도. 한국생물공학회지 **13(5)**: 724-729
- 유승구, 조원희, 강수민, 이선희. 1999. 전통 된장 및 간장의 숙성기간별 생육 미생물의 분리 및 동정. 한국산업미생물학회지 **27(2)**: 113-117
- 유진영. 1992. 된장의 보존기간 연장을 위한 천연보존료의 검색. 한국산업미생물학회 추계학술대회. 10- 30
- 이봉기, 장윤수, 이숙이, 정건섭, 최신양. 1997. 된장 추출물의 면역조절 기능과 그 작용기전. 대한면역학회지 **19(4)**: 559-569
- 이서래. 1986. 한국의 발효식품. 이화여자대학교 출판부. 서울, 대한민국
- 이순원, 신순영, 유태종. 1985. 저염된장 제조시 에탄올 첨가효과. 한국식품과학회지 **17(5)**: 336-339
- 이시경, 허석, 주현규, 송기방. 1999. 된장으로부터 fibrin 용해 세균의 분리에 관한 연구. 한국농화학회지 **42(1)**: 6-11
- 이인규, 김종규. 2002. 된장이 고지방 및 고콜레스테롤 식이를 급여한 흰쥐의 지질 대사에 미치는 영향. 대한보건협회학술지 **28(3)**: 282-305
- 이정옥, 류충호. 2002. Nisin 생성 유산균을 이용한 저염 된장의 제조. 한국식품영양과학회지 **31(1)**: 75-80
- 임선영, 박건영, 이숙희. 1999. 된장의 in vitro sulforhodamine B(SRB) assay에 의한 암세포 증식 억제 효과. 한국식품영양과학회지 **28(1)**: 240-245
- 임선영, 이숙희, 박건영. 2004a. 된장 메탄올 추출물의 인체 암세포 성장 억제 효과 및 DNA 합성 저해 효과. 한국식품영양과학회지 **33(6)**: 936-940
- 임선영, 이숙희, 박건영, 윤희선, 이원호. 2004b. 된장 메탄올 추출물 및 분획물에 의한 in vitro SOS chromotest 실험계와 in vivo 초파리 돌연변이 검출계에서의 항돌연변이 효과. 한국식품영양과학회지 **33(9)**: 1432-1438
- 전제근, 김공환, 목철균, 이승주, 권영안. 2002. 식품공학. 한국맥그로힐, 서울, 대한민국. pp. 111-152

- 최신양, 최미정, 이정진, 김현정, 홍석산, 정건섭, 이봉기. 1999. 순창 재래식 된장의 압세포 성장억제 효과. 한국식품영양과학회지 **28**(2): 458-463
- Francis, F.J. and Clydesdale, F.M. 1975. *Food Colorimetry: Theory and Applications*. The AVI Publishing Co., Inc. Westport, CT, U.S.A. pp. 152-159
- Joo, H.K. and N.D. Kim. 1996. Study on the browning inhibition in soybean paste(doenjang). *J. Food Sci. Technol.* **1**: 29-40
- Jay, J.M. 2000. *Modern Food Microbiology*. 6th ed. Apac Publishers, Singapore. pp. 341-362
- Labuza, T.P. and W.M. Baisier. 1992. The kinetics of non-enzymatic browning. In: *Physical Chemistry of Foods*. H.G. Schwartzberg and R.W. Hartel (ed.). Marcel Dekker, Inc., New York, NY, U.S.A. pp. 595-649
- Montgomery, D.C. 1984. *Design and Analysis of Experiments*. 2nd ed. John Wiley & Sons. New York, NY, U.S.A. pp. 445-474
- SAS Institute, Inc. 1990. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC. U.S.A.