

숙성온도가 된장의 품질에 미치는 영향

김문석¹ · 김은미² · 장규섭^{3*}

Effect of Fermentation Temperature on Quality of Doenjang

Moon-Seok Kim¹ · Eun-Mi Kim² · Kyu-Seob Chang^{3*}

ABSTRACT

There were four types of Doenjang fermentation as following conditions for investigation : 1) low temperature fermentation at 13°C for 180 days, 2) low temperature at 13°C for 7 days to room temperature at 30°C for 10 days, to low temperature at 13°C for 163 days, and for 173 days, 3) low temperature at 13°C 7 days to room temperature at 30°C, 4) room temperature at 30°C for 180 days. There were no changes of moisture, NaCl and total nitrogen content during fermentation period of four types conditions, but pH and amino type nitrogen decreased in room temperature at 30°C for 180 days. It required 3 times more fermentation period until same quantity of the amino type nitrogen. The low temperature fermentation sample was lower than room temperature fermentation sample in pH and amino type nitrogen. The yeast decreased in low temperature fermentation sample taken 15 to 30 days longer than room temperature sample. The yeast is increased up to 30 days, and decreased little by little. After 60 days, it remained a few without effectiveness on the Doenjang quality. The low temperature fermentation sample showed brighter than room temperature fermentation sample. Different fermentation condition

¹ (주)샘표(Sempio Food Co. Ltd, Yeongdonggun, Chungbuk, Korea)

² (주)훼미리 F & B(Family F & B Co. Ltd., Cheonbuk, Korea)

³ 충남대학교 농업생명과학대학 식품공학과(Dept. of Food Science and Technology, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea)

* 교신저자 : 장규섭(E-mail: changks@cnu.ac.kr, Tel: 042-821-6727)

affected Doenjang quality, especially, low temperature fermentation sample showed bright color in Doenjang. So low temperature fermentation must be expected as good method for getting high quality Doenjang.

Key words : Doenjang, Moisture, NaCl, Total nitrogen, pH

1. 서 언

된장은 풍미와 영양이 우수하며 최근에는 혈전 용해능, 면역기능의 강화, 항산화성, 항암효과 등과 같은 기능성(Choi, 1999; Lee, 1999)도 우수하다고 밝혀지고 있어 식문화적 관점뿐만 아니라 영양학적으로도 뛰어난 식품으로 평가되어 지속적으로 소비가 증가하고 있는 우리나라의 전통발효식품이다. 재래식 된장은 대두를 삶아 한식메주를 만들고 이것을 소금물에 담궈 발효가 끝나면 고형물인 메주덩어리를 걸러내어 액체부분은 간장으로 만들고 메주덩어리에 소금을 더 첨가하여 다른 항아리에 채워서 재래식 된장을 만든다. 개량식 된장은 쌀, 보리쌀 또는 소맥분 등과 같은 전분질 원료에 *Aspergillus oryzae* 등의 황국균을 인위적으로 접종, 배양하여 koji를 만들고 여기에 증자대두와 소금을 혼합하여 숙성시킨 다음 파쇄(chopping)하여 제품으로 한다(Chung, 1994; Korea Food Industry Association, 1999). 된장은 증자대두에 균을 접종하여 수개월간 발효, 숙성시켜 이용하게 되는데, 이 과정에서 미생물은 많은 종류의 효소를 생성하고 이에 따라 대두단백질과 전분 등은 각각 아미노산, 펩타이드, 유리당 등으로 분해되어 구수한 맛과 감칠맛을 생성하는 조미료로 사용하게 된다(Kim, 1990;

Park, 1994; Kim, 1985; Kim, 2003). 일반적으로 재래식 된장(Park, 2000; Yang, 1992)은 메주 제조 시 공기 중의 여러 미생물들이 접종되어 메주균에 대한 관리가 어려우며 숙성기간이 짧게는 3개월에서 길게는 1년 이상이며 숙성기간 중 공기에 노출된 상태에서 숙성온도를 일정하게 관리할 수 없어 숙성기간 중 숙성물의 품질관리를 하기가 어려운 상황이다. 그러나 개량식 된장의 경우 사용균주의 순수배양, 제조설비의 위생 및 청결 관리, 담금 수분/염분의 기준 관리, 숙성온도 및 숙성기간 관리 등으로 일정한 품질관리가 가능하다. 된장의 맛 성분은 숙성조건에 따라 달라지는데 담금 수분과 염분 함량, 숙성온도 및 숙성기간 등의 영향을 받아 숙성물의 품질 특성이 결정되어지는 중요한 공정임에도 불구하고 다른 공정에 비해 많은 시간과 노력을 들여야만 하기 때문에 그 연구 내용이 그리 많지 않은 게 현실이다.

따라서 본 연구에서는 개량식 된장의 숙성과정 중 숙성온도가 된장 숙성물의 품질 특성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 상온숙성, 저온숙성, 그리고 상온 및 저온숙성 시켰을 때의 된장 숙성물의 이화학적 성분 분석과 관능평가를 실시하여 그 결과를 비교, 조사하여 몇 가지 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

1) 원료

본 실험에서 사용된 원료인 대두는 2004년에 수입한 미국산(황태, Non-GMO)을 사용하였고, 소금은 2004년산 한주소금(정제염, 순도 98%)을 사용하였다.

2) 종국

된장제조에 사용한 중국균은 생표식품(주) 기술연구소에서 보관중인 *Bacillus licheniformis* G-11과 *Aspergillus oryzae*를 사용하였다.

3) 된장의 제조

(1) 대두 전처리

대두를 이물 및 반쪽 콩을 선별, 세척한 후 지하수로 2시간 침지 하고 25분 증자 후 상온으로 냉각하여 사용하였다.

(2) Koji 제조

냉각한 대두에 각각의 *Bacillus licheniformis* G-11과 *Aspergillus oryzae*를 접종하여 *Bacillus licheniformis* G-11는 40~45℃로 온도를 관리하면서 40시간을 배양하였으며, *Aspergillus oryzae* 는 26~30℃에서 44시간 배양하여 koji를 제조하였다.

(3) 발효숙성

각 실험구 된장 표면에 삼베포를 덮고 혐기성 상태유지 및 성분의 균일화를 위해, 담금 총중량의 약 20%정도 중량인 누름돌로 누른 후⁽⁵⁾, 다음과 같이 숙성온도를 달리하여 180일간 발효숙성 시켰다.

① 저온(13℃)숙성

② 저온(13℃)숙성 7일후, 상온(30℃)숙성 10일후, 저온(13℃)숙성

③ 저온(13℃)숙성 7일후, 상온(30℃)숙성

④ 상온(30℃)숙성

2. 실험방법

1) 일반성분 분석

① 수분

상압가열 건조법을 이용 105℃에서 건조하여 측정하였다.

② NaCl (AgNO₃ 적정법)

시료 5g 칭량하여 500 ml 메스플라스크에 정용하여 여과 후, 여과액을 5 ml 취하여 0.05N AgNO₃로 적정한다.

$$\text{NaCl} = \frac{\text{소비 AgNO}_3 \text{ ml} \times 0.05 \times 0.05846 \times \text{희석배수} \times \text{AgNO}_3 \text{ F}}{\text{시료량(g)}} \times 100$$

③ pH

시료 5g을 채취하여 증류수 20ml을 첨가하여 현탁액의 pH를 Horiba F-11로 측정하였다.

④ 아미노산성 질소(포르몰적정법)

시료 5g을 칭량하여 250ml 메스플라스크에 정용하여 여과하고 여액 25ml을 취하여 0.1N NaOH를 첨가하여 pH 8.4가 되도록 조정한 후, 미리 제조해둔 pH 8.4 포르말린 20ml을 첨가 후, 0.1N NaOH로 pH 8.4가 될 때 까지 소모된 NaOH량을 측정하여 아미노산성 질소량을 계산하였다.

아미노산성
질소(mg%) =

$$\frac{\text{소비}0.1\text{N NaOH ml수} \times \text{NaOH F} \times \text{희석배수} \times 1000 \times 0.0014}{\text{취한 시료량}} \times 100$$

⑤ 조단백질

시료 1g을 유산지에 잘 싸서 분해관에 넣고 분해촉진제(K₂SO₄) 7g(2~3정)을 넣은 후 진한 황산 10ml과 함께 분해시킨 후 분해가 끝나면 방냉 후 단백질 자동 분석 장치(Kjeltec Auto 2300 System)로 정량하였다.

⑥ acidity(I, II)

시료 10g을 100ml 비이커에 취한 후 증류수 40ml를 넣고 잘 교반한다. pH meter를 사용하여 pH 7.0에 도달할 때까지의 NaOH 소비량과 pH 7.0에서 8.3까지의 소비량을 측정하였다.

acidity I : pH 7.0까지의 0.1N NaOH 소비량

acidity II : pH 7.0에서 pH 8.3까지의 0.1N NaOH 소비량

⑦ 색도 측정

숙성온도별 저장기간에 따른 갈변 진행 정도를 파악하고자 색도 색차계(Minolta CR-300(Japan))를 이용한 색도 측정을 실시하였으며 을 사용하여 색도를 측정하였다. Minolta CR-300의 표준 Y, x, y 값은 각각 92.1, 0.3137, 0.3195이었다.

2) 효모 균수 측정

시료를 단계적으로 희석한 후 PDA(Potato dextrose agar)평판배지에 도말하여 30℃에서 2~3일 배양 후, 나타나는 colony의 수를 count하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

1) 수분

숙성온도를 달리하면서 실험한 4개의 실험구를 180일간 저장시키면서 저장기간에 따른 수분 측정을 실시한 결과 저장기간이 지날수록 크게 수분함량의 변화가 없었으나 수분이 약간씩 감소되는 경향이 나타났는데 이는 각 실험구의 숙성기간 중 누름돌에 의해 다마리액(간장)이 올라와 공기 중에 증발되어 약간씩 감소되는 것으로 분석된다(Table 1).

2) NaCl

4가지 된장 샘플에 대한 염분 함량 변화는 저장기간에 따라 염도의 증가 또는 감소 등 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되었다(Table 2). 이와 같이 4종류 된장이 저장 기간에 따라 염도 변화를 보이지 않은 이유로는 된장 제조 시 정수를 투입할 때 담금 염분을 계산하여 식염수로 만들어 정량적으로 첨가하였기 때문이며, 또한 누름돌로 눌러 성분의 균일화가 이루어진 것으로 판단된다.

3) pH

4가지 된장에 대한 저장기간별 pH 측정결과와 기간이 지나감에 따라 pH가 떨어지는 것으로 나타났다(Fig. 1). 특히, 13℃ 저온에서 숙성한 시료보다 30℃ 상온에서 숙성한 시료의 pH 저하속도와 저하 폭이 큰 것을 알 수 있었다. 이는 된장을 포함한 장류 제품의 경우 숙성기간 중 pH가 낮아지는 일반적인 원인이 숙성 중 미생물의 작용으로 lactic acid, acetic acid, oxalic acid 등의 유기산이 생성되기 때문이며, 이 같은 변화는

숙성온도가 된장의 품질에 미치는 영향

Table 1. Changes of moisture content during fermentation of Doenjang (%)

Sample	Fermentation period(day)							
	1	7	17	30	45	60	120	180
A	52.06	53.20	53.63	53.0	52.05	51.95	51.14	52.34
B	52.33	52.30	51.40	52.11	52.21	51.29	51.66	50.84
C	52.62	51.91	52.38	51.30	50.60	51.65	52.29	50.72
D	52.40	52.55	51.39	50.84	50.11	51.33	52.36	51.08

A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days

B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days

C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days

D: room temperature at 30°C for 180 days

Table 2. Changes of NaCl content during fermentation of Doenjang (%)

Sample	Fermentation period(day)							
	1	7	17	30	45	60	120	180
A	11.56	11.44	12.39	11.55	12.10	11.70	11.31	11.33
B	11.68	11.61	12.35	12.57	12.22	11.78	11.59	11.50
C	11.77	11.55	12.65	12.93	11.65	11.50	11.95	11.87
D	11.83	11.21	11.53	11.11	11.47	11.55	12.05	11.53

A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days

B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days

C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days

D: room temperature at 30°C for 180 days

Table 3. Changes of crude protein content during fermentation of Doenjang (%)

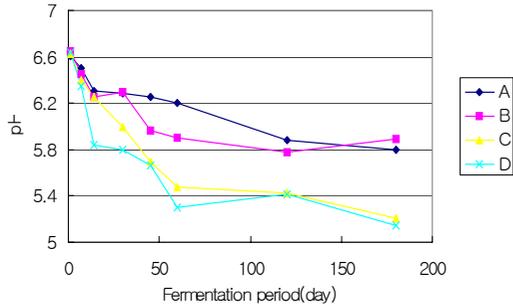
Sample	Fermentation period(day)							
	1	7	17	30	45	60	120	180
A	12.91	12.95	13.10	12.89	12.97	12.83	12.85	12.79
B	12.80	13.00	12.83	12.67	12.93	12.91	12.83	12.80
C	13.01	13.05	13.07	13.10	13.21	13.02	13.17	13.25
D	12.75	12.71	12.83	12.90	12.73	12.66	12.75	12.73

A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days

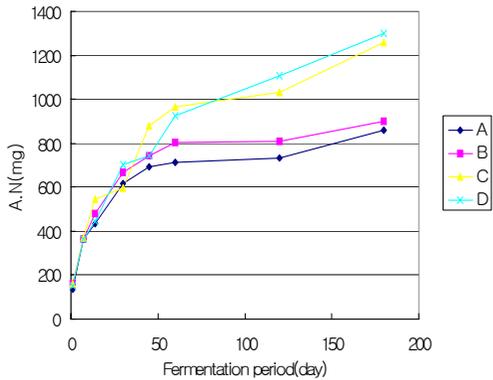
B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days

C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days

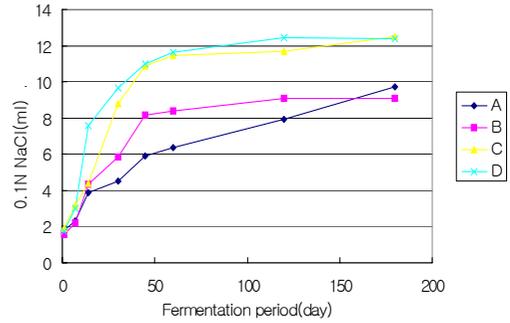
D: room temperature at 30°C for 180 days



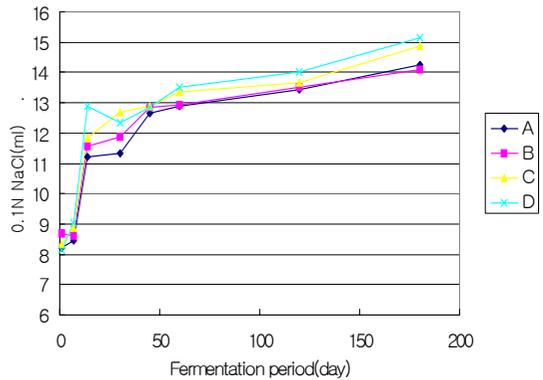
A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days
 B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days
 C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days
 D: room temperature at 30°C for 180 days
Fig. 1. Changes of pH during fermentation of Doenjang



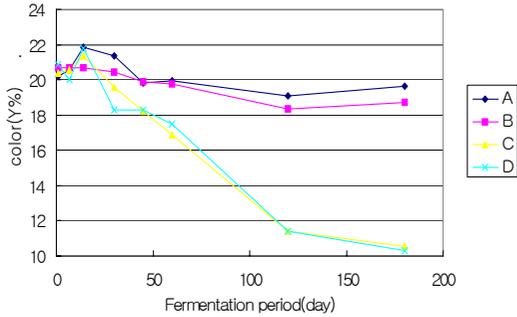
A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days
 B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days
 C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days
 D: room temperature at 30°C for 180 days
Fig. 2. Changes of amino type nitrogen during fermentation of Doenjang



A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days
 B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days
 C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days
 D: room temperature at 30°C for 180 days
Fig. 3. Changes of acidity I during fermentation of Doenjang



A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days
 B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days
 C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days
 D: room temperature at 30°C for 180 days
Fig. 4. Changes of acidity II during fermentation of Doenjang



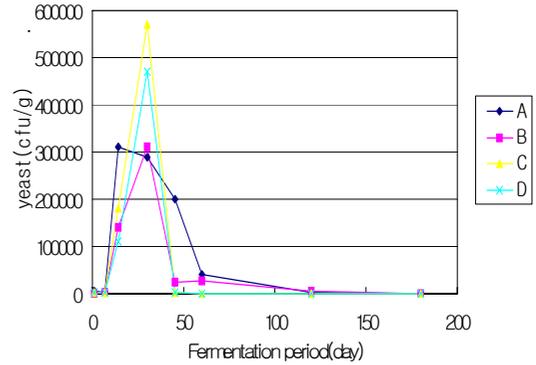
- A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days
- B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days
- C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days
- D: room temperature at 30°C for 180 days

Fig. 5. Changes of color during fermentation of Doenjang

된장의 숙성온도의 영향이 크며 상온보다 저온에서 저장 시 pH가 낮아지는 현상이 천천히 일어나는 것으로 판단된다. pH의 경우 된장의 산도와도 연관성이 있으며, pH 저하로 인한 산도 증가는 된장국을 끓였을 때 맛에서도 영향을 주기 때문에 된장의 pH 변화는 된장의 품질 특성을 판단하는 중요한 인자라고 볼 수 있다.

4) 아미노산성 질소

4가지 된장 샘플에 대한 저장기간에 따른 아미노산성 질소(mg%) 변화에 대한 결과는 4 종류 된장 모두 처음보다 저장기간이 길어짐에 따라 아미노산성 질소(mg%)가 증가되는 결과를 보이는 것으로 분석 되었다(Fig. 2). 저온(13°C)보다 상온(30°C)에서의 아미노산성 질소 증가 속도가 빠르며 상온 숙성 시험구중 숙성 초기에 저온 보관한 경우 그렇지 않은 시험구보다 아미노산성



- A: low temperature fermentation during at 13°C for 180 days
- B: low temperature at 13°C for 7 days → room temperature at 30°C for 10 days → low temperature at 13°C for 163 days
- C: low temperature at 13°C 7 days → room temperature at 30°C for 173 days
- D: room temperature at 30°C for 180 days

Fig. 6. Changes of yeast during fermentation of Doenjang

질소 증가속도가 낮았는데, 이는 koji 제조 시 생성된 분해효소가 숙성 중 낮은 온도로 인해 그 활성이 낮게 나타남에 따라 숙성이 느리게 진행되는 것으로 판단된다. 또한 저온숙성 시 상온숙성의 동일한 아미노산성 질소 함량에 도달하기 위해서는 숙성기간이 2~3배 정도가 필요한 것으로 분석되었다.

5) 조단백질

crude protein에 대한 변화는 각 시험구별로 저장기간에 따른 함량 변화는 크게 없는 것으로 분석되었다(Table 3)(Kim, 1989; Kim, 1990). 닭금 시 조단백질 함량은 12.75~13.01%로 비슷하였고 각 시험구별 180일 숙성 후 12.73~13.25%로 숙성기간별 조단백질 함량 변화는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다.

6) acidity (I, II)

acidity I은 된장의 산미와 관계가 있으며 유산, 인산 등의 유기산에 많은 영향을 받으며(Fig. 3) acidity II는 아미노산, 펩타이드 등 된장의 감칠맛에 관여하는 factor들에 많은 영향을 받는 항목이라 할 수 있다(Fig. 4). 숙성기간 중 저온 숙성 시험구가 상온숙성 시험구보다 acidity I, II가 적었다.

7) 색도

된장의 색도는 제품의 기호도에 큰 영향을 미치는 중요한 품질관리 항목으로 4가지 된장 샘플에 대한 숙성기간 중 색도 변화 결과는 저온숙성 시험구가 상온숙성 시험구보다 색도 저하 속도가 낮았다(Fig. 5). 또한 180일 숙성 완료 후의 색도는 저온숙성 실험구 색도가 상온숙성 시험구보다 약 2배 정도 밝은 결과를 보였다.

2. 효모 균수

4가지 된장 샘플의 효모 균수 분석 결과는 효모가 감소하는 시점에 도달하는 기간이 상온숙성보다 저온 숙성 시험구가 길었다(Fig. 6). 상온숙성의 경우 약 30일까지는 효모수가 증가 하다가 그 이후부터는 감소하는 경향을 나타내며 60일 이후부터는 된장 보존성에 영향을 미치지 않는 범위에서의 소량 잔존하는 것으로 분석되었다.

IV. 적 요

메주를 만들 때 저온숙성의 경우 상온숙성보다 발효 특성과 관련이 있는 pH, 아미노산성 질소 등의 양이 낮았으며 동일한 아미노태 질소 함량에 도달하기까지 숙성기간이 약 2~3배정도 필요

한 것으로 나타났고, 된장의 색상이 약 2배정도 밝은 것으로 나타났다. 그리고 숙성초기 낮은 온도로 인해 산성생균의 활동성이 낮아지고 이로 인한 유기산 생성량이 낮아져 상온숙성 된장에 비해 pH가 높고, acidity I이 낮으며, 저온숙성 된장은 가수분해 효소에 의한 분해속도의 저하로 낮은 아미노산성 질소 함량을 보였다.

참고문헌

1. Choi, S.Y., Choi, M.J., Lee, J.J., Kim, H.J., Hong, S.S., Chung, K.S., and Lee, B.K. 1999. Growth suppression effect of traditional fermented soybean paste(Doenjang) on the various tumor cells. J. Korean Soc. Food Sci Nutr., 28: 458-463.
2. Lee, B.K. 1999. Immunomodulation materials of fermented soybean products. Lecture 3, 2nd Symposium for Soybean Fermentation Foods, The Reserch Institute of Soybean Fermentation Foods, Yeungnam Univ. Korea.
3. 김재욱, 최준봉, 방찬식. 1989. 두유박을 이용한 찐된장 제조. 한국농화학회지, 32:98.
4. 정동효, 심상국. 1994. 대두발효식품. p.559. 지성의 샘.
5. Korea Food Industry Association. 1999. Food Codex, p.705-706. Hanil printing, Seoul.
6. Korea Food Industry Association. 1999. Food Codex, p.968-969. Hanil printing, Seoul.
7. Korea Food Industry Association. 1999. Food Codex, p.715-717. Hanil printing, Seoul.
8. Kim, M.J., Rhee, H.S. 1990. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation. Korean J. Soc. Food Sic., 6:1-8.
9. Park, J.S., Lee, M.Y., Kim, J.S., and Lee, T.S. 1994. Compositions of nitogen compound and amino acid in soybean paste(Doenjang) prepared

- with different microbial sources. Korean J. Food Sci. Technol., 26:609-615.
10. 김수호, 이형주. 1985. 치즈 및 된장에서의 쓴맛 펩타이드 특성. KOREA J. FOOD SCI. TECJNOL. vol. 17, NO.4.
 11. Kim, Seung-Ho, Kyung-Ae Lee. 2003. Evaluation of taste compounds in water-soluble extract of a doenjang (soybean paste). Food Chemistry, 83:339-342.
 12. 박석규, 서권일, 손미예, 문주석, 이영환. April, 2000. 가정에서 제조된 전통된장의 품질 특성. KOREA J. SOC. FOOD SCI. vol. 16, No. 2.
 13. 양성호, 최명락, 김종규, 정영건. 1992. 한국 재래식 된장 맛의 특징. J. KOREAN SOC. FOOD Nutr., 21(4):443-448.