

바실러스 수브틸리스 종균 접종 메주의 원료 대두 전처리와 메주 제조조건이 간장덧 단기숙성에 미치는 영향

최광수* · 최 청 · 최중동 · 임무혁 · 정현채 · 이춘우**

*영남대학교 식품가공학과, **경상북도 보건환경연구원

Effects of Soybean Pretreatments and Preparation Conditions of Soybean Meju Inoculated with *Bacillus subtilis* starter culture on the Short-term Maturing of Korean Kanjang (SoySauce) Mash

K.S. Choi*, C. Choi, J.D. Choi, M.H. Im, H.C. Chung, and C.W. Lee**

*Department of Food Science and Technology, Yeungnam University

**Kyungsangbukdo Health and Environment Research Institute

Abstract

This study was carried out to investigate the optimum conditions of Korean traditional *Kanjang* (soy sauce) fermentation and to reduce the fermentation period. The effects of moisture content of steamed soybean, cooking time of soybean, culturing time of *Meju*, shape and size of *Meju*, depth of grain type *Meju* layer were examined. The optimum moisture content for the cultivation of G8 and C1 starter culture strains in *Meju* preparation was 60% respectively in terms of the highest TCA-soluble nitrogen content and color formation of *Kanjang*. The optimum cooking time of soybean for the preparation of *Meju* was more than 60 minutes at 121°C. The percentage of the total nitrogen in *Kanjang* over that in soybean raw material was 73.4% and 88.8% in the G8 and C1 *Kanjang* respectively. The optimum cultivation period of grain type soybean *Meju* for the protein digestion and color formation of *Kanjang* mash was 10~15 days at 30°C. Grain type *Meju* was superior to ball type *Meju* in protein digestion and color formation, and 3~4 cm depth of cooked soybean layer in containers during cultivation of grain type *Meju* gave the highest proteolytic activity and color formation in G8 *Meju*.

Key words: Korean *Kanjang* (soy sauce), *Meju*, TCA-soluble nitrogen, *Bacillus subtilis*

서 론

간장은 콩을 주원료로 하는 우리 나라의 대표적인 발효식품으로서, 이조시대 이전부터 전통적으로 각 가정에서 기본조미료와 단백질 공급원으로서 중요한 역할을 하여 왔다. 신라시대(1145)에는 메주가 산국(散麴)인 시(豆: 알알이 메주형태)의 형태이었으나, 이조 중엽 홍만선(洪萬選: 1715)의 산림경제(山林經濟)에서는 메주가 모두 산국(散麴)이 아닌 병국(餅麴) 형태, 즉 콩을 삶아서 으갠 후 덩어리 모양을 한 말장(末醬: 오늘날의 메주와 같은 모양) 형태로 변하여 있었고, 이조말엽 빙허각이씨(憑虛閣李氏) 저서인 규합총서(閩閩叢書: 1869)에서도 장담그는 법에서 말장(末醬)

을 사용하고 있다.

한국전통 간장 발효에 관여하는 미생물에 대하여 현대적으로 연구된 것은 김과 허(1954)가 재래식 메주에서 여러 가지 곰팡이와 *Saccharomyces*속 효모를 분리한 것을 효시로 하여 한과 박(1957), 한과 김(1962)도 재래식 메주로부터 3 속의 곰팡이를 분리하고 그 형태적 특성을 보고하였다. 재래식 간장에서 세균을 분리하기는 정(1963)이 최초이며 *Bacillus*속 4종, *Sarcina*속과 *Pediococcus*속 각 1종씩 분리 동정하였다. 그 후 조와 이(1970)는 우리 나라 5개 도시에서 수집한 메주의 표면과 내부에서 각각 세균, 곰팡이, 효모를 분리, 동정하고 세균이 메주 전체에 골고루 분포되었으며, *Bacillus subtilis*와 *Bacillus pumilus*가 한국메주의 거의 전 세균군을 이루며 한국메주의 발효숙성은 세균군의 발효에 의한 것이 특색인 것 같다고 추정한다. 박과 김(1970)도 전국 여러 도시에서 채취한

Corresponding author: Choi, K.S. Department of Food Science and Technology, College of Natural Resources, Yeungnam University, Kyongsan 712-749, Korea

메주를 표면, 표면 안쪽 및 중심부로 나누어 미생물 분포상황을 조사한 결과 총균수의 99% 이상이 세균이고 곰팡이는 1% 이하이었고 효모는 일부 시료에서만 검출되었다고 보고하였다. 박과 경(1986), 경 등(1987)은 재래식 된장으로부터 tyrosine 존재 하에서 26종의 갈색색소 생성균을 분리하고 이들이 장류 제품을 주로 갈변시킬 것이란 가설을 제안하였다.

김(1992)은 간장에서 분리한 색소생성세균 *Bacillus licheniformis* SSA₃로 부터 돌연변이시킨 SSA₃-2M1 균주만으로 한국재래 간장제조에 대한 특허를 얻은바 있으며, 최 등(1995)도 재래식 간장에서 64종의 세균을 분리하고 그 중 protease활성과 간장 색소 생성능이 우수한 10종 중, 9종은 *Bacillus subtilis*이고 1종은 *Bacillus*속 세균임을 밝혔다.

따라서 본 연구에서는 우리 나라 전통 간장의 단백질 분해(소화)와 색소생성에 주로 관여하는 미생물이 *Bacillus subtilis*이라고 간주하고, 최 등(1996)이 한국재래 간장으로 부터 분리하여 단백질 분해력과 간장색소 생성능이 우수한 균주로 조사 보고한 *Bacillus subtilis* var. *globigii* G8(이하 G8균주라 함)과 *Bacillus subtilis* C1(이하 C1균주라 함)을 공시 균주로 하여 시(豆) 형태인 알알이 메주제조시 접종균으로 사용하였고, 메주제조조건등이 간장덧의 소화에 미치는 영향을 조사함으로써 전통간장의 산업화를 위한 기초자료를 얻기 위해서 연구, 조사한 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

사용균주

본 연구실에서 한국 재래 간장으로부터 분리하여 단백질 분해력과 간장 색소 생성능이 우수한 균주로 판명된 *Bacillus subtilis* var. *globigii* G8과 *Bacillus subtilis* C1 (Vitek system으로 동정)을 사용하였다.

간장 제조 방법

메주 수분 함량의 영향

간장의 제조에 있어서 메주의 수분함량이 메주배양시 공시 균의 단백질 분해력과 색소 생성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 실온에서 12시간동안 흐르는 물로 수침한후 1시간동안 물을 빼고 200 g의 수침한 콩을 11 삼각 flask에 넣고 면전(tampon)을 하였으며 121°C에서 60분간 증자(멸균)하였다. 멸균된 flask는 면전(tampon) 한 상태로 60°C의 송풍 건조기(Dry Oven)에서 수분을 60%와 40%로 조절한 후 1%의 공

시 종균 배양액(10⁸/ml)을 각각 접종하고 알알이 메주 형태로 30°C 항온기에서 5일간 배양하였다. 20% 소금물과 배양된 알알이 메주를 4:1(소금물:수침전 콩무게 비율)로 사입한 후 30°C에서 5일간 숙성시켜서 원심분리(3000 rpm, 1시간) 여과한 것을 공시 간장으로 하였다.

콩 증자시간의 영향

실험 "가"의 조건으로 수침한 콩 200 g을 11 삼각 flask에 넣고 면전(tampon)을 하였다. 10분 이내에 증기압이 완전히 올라가도록 autoclave를 예열한 후 공기와 섞인 수증기를 빼고(air pocket 제거) 121°C, 15 lbs에서 60분, 80분, 120분의 시간대별로 각각 콩을 증자한 후 G8과 C1 배양액을 1%씩 접종하여 30°C 항온기에서 5일간 배양한 알알이 메주를 실험 "가"와 같은 조건으로 숙성시킨 후 원심분리 여과하여 공시간장으로 사용하였다.

알알이 메주 배양기간의 영향

공시 균주 G8, C1(*Bacillus subtilis*) 세균에 의한 단백질 분해도를 알아보기 위해서 알알이 메주 배양기간별로 간장을 제조하였다. 원료처리, 간장숙성 방법 및 여과 방법은 "가" 실험과 같이 행하고 메주제조시 1%의 공시균주를 접종하여 30°C 항온기에서 배양기간을 5일, 10일, 15일, 20일로 다르게 하여 공시간장을 제조하였다.

메주형태와 크기의 영향

실험 "가"와 같이 수침, 증자한 콩에 공시균 G8을 접종하고, 무균상에서 접종된 콩을 으깨어서 직경 5 cm 구형, 직경 7 cm 구형, 직경 10 cm 구형 메주 및 알알이 메주를 30°C 항온기에서 5일간 배양후 메주에 대한 소금물의 비를 1:4로 하고 30°C 항온기에서 5일간 숙성, 여과하여 간장을 제조하였다.

알알이 메주 배양층두께의 영향

흐르는 물에 12시간 수침한 콩을 원통형 용기(직경 6 cm, 높이 32 cm)에 그 두께를 2 cm, 3 cm, 4 cm, 7 cm로 달리하여 넣고 121°C 60분 증자, 30°C 5일간 배양, 30°C 5일간 숙성, 여과하여 간장을 제조하였다.

실험방법

간장의 총질소: 간장의 총질소 함량은 kjeldhal법으로 실시하였다. 분해장치(Digestion System 1007 Digester, Tecator, Sweden)로 시료(간장) 약 5 g를 취하여

conc-H₂SO₄, 25 ml를 넣어 분해시키고, 증류장치(Kjeltec System 1026 Distilling Unit, Tecator, Sweden)를 사용하여 증류한 후 적정하여 총질소의 양을 측정하였다.

간장의 TCA 가용성 질소: Kim과 Olson(1994)의 방법에 따라 24% TCA 10 ml와 시료(간장) 10 ml를 혼합한 후 실온에서 30분간 방치후 원심분리기(VS-6000CF, Vision Scientific Co. Korea)로 3000 rpm에서 1시간동안 원심 분리하여 상정액을 얻었다. 이 상정액을 Total nitrogen 실험방법과 동일한 방법으로 실험하여 질소량을 측정하였다.

간장의 갈색도: 박 등(1990)의 방법에 따라 간장시료를 증류수로 정량적으로 희석시킨 후 membrane filter (0.2 µm)로 여과하여 Spectrophotometer (Ultrospec Plus, Pharmacia, Sweden)를 사용하여 500 nm의 파장에서 흡광도를 측정하고 희석배수를 곱하여 갈색도로 나타내었다.

간장의 pH: pH meter(Hanna instruments 8519, Hanna, USA)를 사용하여 각각의 간장시료의 pH를 측정하였다.

결과 및 고찰

메주 수분 함량이 간장 숙성에 미치는 영향

Table 1에서 보는 바와 같이 40%보다 60%의 수분 함량에서 제조한 메주로 만든 간장의 단백질 분해도가 훨씬 높았으며, 60%의 수분함량에서 G8간장은 총질소 함량이 0.94% 이고 C1간장은 0.95% 이었다. 조 등(1970)과 박 등(1970)은 일반적으로 메주에서 곰팡이는 메주의 표면 안에 잘 증식하며 세균은 메주 덩어리의 표면 및 내부에 골고루 분포한다고 하였으며 메주의 표면 안에 중심부보다 세균수가 많다고 했는데 이것은 벽돌형 메주의 내부는 산소가 적어서 세균의

Table 1. Effects of moisture content of steamed soybean on the proteolytic activity and color formation of *Bacillus subtilis* G8 and C1 Meju during five day-mashing of Kanjang (soy sauce)

Strains	Moisture (%)	TN ¹⁾ (%)	TCA-N ²⁾ (%)	pH	Color ³⁾
G8	40	0.56±0.01	0.54±0.01	7.51	1.54
	60	0.94±0.00	0.92±0.00	8.43	2.87
C1	40	0.46±0.00	0.45±0.00	6.92	0.82
	60	0.95±0.00	0.92±0.00	8.40	3.25

¹⁾TN: Total Nitrogen (%) in Kanjang

²⁾TCA-N: TCA soluble Nitrogen (%) in Kanjang

³⁾Color: Browning, OD at 500 nm

G8: *Bacillus subtilis* var. *globigii*,

C1: *Bacillus subtilis*

증식이 억제된 것으로 생각되며 본 실험에서는 알알이 형의 메주를 제조했으므로 60%의 수분함량에서 공기의 공급도 원활하고 수분함량도 적당하여 공시세균의 증식속도가 높고 단백질 분해효소도 많이 생성되었음을 알 수 있었다.

pH의 변화와 색도는 단백질 분해도와 비례해서 증가하였으며, 특히 색도는 40% 수분함량 실험구 보다 60% 실험구에서 월등히 높았다. 이것은 *Bacillus subtilis*가 왕성하게 증식하면서 생성된 protease의 작용에 의하여 생성된 tyrosine과 알알이 메주에서의 많은 산소접촉에 의한 갈색색소 생성성이 왕성하게 이루어졌기 때문이라고 추측된다.

콩 증자시간이 간장의 단백질 함량과 색도에 미치는 영향

전통 간장의 제조에 있어서 일반적으로 콩의 증자는 상압 하에서 4-5시간 증자하나 Yokotsuka 등(1986)의 보고에 의하면 0.9 kg/cm²의 압력 하에서 45분 증자로 단백질을 86%까지 분해할 수 있으며 압력을 높일수록 그 증자시간은 단축되며 단백질 소화율은 높아진다고 하였다.

가압하에서 콩의 증자 시간이 간장 소화에 미치는 영향을 조사하기 위하여 121°C (15 lbs, 1.05 kg/cm²)의 autoclave에서 60분, 80분, 120분 증자하여 세균 G8과 C1을 접종하여 만든 메주로 간장사입하여 단기 숙성시킨(5일) 간장의 단백질 분해도는 Table 2에서 보는 바와 같이 증자시간을 길게 할수록 조금씩 증가하였으나 식품공전의 한식간장 총질소 함량기준인 0.7%보다는 모든 구에서 높게 나타났다. 색도는 121°C에서 증자시간이 길어질수록 약간씩 증가(실험범위내에서) 하는 경향을 보여주었다.

121°C에서 60분간 증자한 콩에 G8과 C1종균을 접

Table 2. Effects of steaming time of soybean for Meju preparation on the proteolytic activity and color formation during five day-mashing of Kanjang

Strains	Time	TCA-N/TN ¹⁾ (%)	TCA-N ²⁾ (%)	pH	Color ³⁾
G8	60	73.4	0.73±0.02	8.21	2.69
	80	85.7	0.86±0.00	8.31	2.25
	120	86.5	0.87±0.01	8.34	2.76
C1	60	88.8	0.89±0.00	8.42	1.65
	80	85.1	0.85±0.00	8.43	1.48
	120	86.8	0.87±0.01	8.49	2.26

¹⁾TCA-N/TN (%): Percentage of total nitrogen of Kanjang to that of soybean

²⁾TCA-N: TCA soluble Nitrogen (%) in Kanjang

³⁾Color: Browning, OD at 500 nm

중하여 30°C에서 5일간 배양하여 만든 메주(원석으로)를 20% 소금물과 1:4의 비율로 사입한 후 5일간 단기숙성시켜 만든 간장의 총 TCA-N/콩의 총N의 비율은 각각 73.4~88.8%이었다. 이것은 5일간의 단기숙성시킨 간장이기 때문에 분해율이 낮았던 것으로 보인다. Autoclave로 콩을 증자할 경우 121°C에서 60분간 증자하면 단백질 분해도와 색형성이 적당할 것으로 생각되었다.

메주 배양기간이 간장 숙성에 미치는 영향

메주의 배양일수가 간장덧의 단백질 분해도 및 색도생성 등에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같았다. G8메주는 15일 배양으로 0.87%의 간장총질소 함량을 보여주었고, C1메주는 10일간 배양으로 간장총질소 함량이 0.90%로서 각각 가장 높은 단백질 분해력을 보여주었으며 그 이상 15일, 20일 배양하여도 단백질 분해력의 증가는 보이지 않았다. 간장의 색도도 G8세균 접종메주는 30°C에서 10일 배양에서, C1접종 메주는 15일 배양에서 색도가 각각 2.71과 2.50으로 최고치를 나타내었고 그 이상 메주배양일수가 길어져도 간장색도가 증가하지 않았다.

메주형태와 크기의 영향

메주의 형태와 크기가 간장숙성에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4와 같았다. 알알이 메주로 만든 간장에서만 총질소 0.85%로 식품공전 규격(0.7%이상)을 만족했을 뿐 구형메주로 만든 간장에서는 단백질 분해가 충분하지 못하였으며, 5일간의 단기 숙성이므로 분해가 덜된 것으로 생각된다. 벽돌형의 메

주가 콩알형(알알이형)의 메주보다 총질소 함량이 높다고 보고한 서 등(1992)의 결과와는 반대 현상을 보였으나, 알알이 형태의 메주가 벽돌형의 메주보다 총질소 함량이 우수하다는 김(1978)의 보고와는 일치하였다.

간장 색생성에 있어서도 알알이 형태의 메주가 유리하다는 김(1978)의 보고와 일치하였으며, 산소가 간장의 색형성을 촉진한다는 김(1992)과 박 등(1991)의 보고와 비교해보면 콩알형(알알이형) 메주는 구형의 메주보다 산소와 접촉하는 기회가 많은 것을 알 수 있다. 구형메주구에서 간장의 pH가 낮은 것도 김(1978)의 보고와 일치하였다.

산소공급이 충분한 알알이 형태의 메주에서는 단백질 분해도 및 색도가 높은 반면에 구형의 메주에서는 산소공급의 부족으로 인해서 메주의 내부까지 균이 자라지 못한 것으로 생각된다. 실제 구형메주의 내부는 균이 자라지 못하였으며 메주의 색깔도 삶은 콩의 누른색 그대로였다. 구형메주구에서는 직경 7 cm의 메주로 만든 간장이 5 cm나 10 cm 직경의 메주로 만든 간장보다 TCA-N 함량과 색소함량이 높았는데 이것은 5 cm메주는 너무 속히 말라서 수분함량이 종균 증식에 부적당하고 10 cm메주는 산소공급 부족 때문 일 것으로 보였다.

한국 전통 간장의 제조시 문제가 되는 것은 메주 만드는 기간이다. 메주 만드는데 많은 시간을 필요로 하는 이유는 벽돌형 또는 구형의 메주 중심부가 혐기적 상태이므로 호기성 균이 자라는데 긴 시간이 필요하기 때문이라고 생각되어진다. 그러나 알알이(콩알)형태의 메주를 제조한다면 산소공급이 원활하여 메주제조기간을 많이 단축하여 간장제조기간을 단축시킬 수 있을 것으로 생각된다.

Table 3. Effects of culturing time of Meju on the proteolytic activity and color formation during five day-mashing of Kanjang

Strains	Time (Days)	TN ¹⁾ (%)	TCA-N ²⁾ (%)	pH	Color ³⁾
G8	5	0.81±0.00	0.80±0.00	8.25	2.05
	10	0.86±0.01	0.82±0.02	8.35	2.71
	15	0.87±0.00	0.85±0.00	8.35	2.60
	20	0.86±0.00	0.85±0.00	8.29	2.52
C1	5	0.84±0.00	0.82±0.02	8.14	2.14
	10	0.90±0.01	0.87±0.01	8.56	2.42
	15	0.88±0.01	0.85±0.01	8.58	2.50
	20	0.88±0.00	0.86±0.00	8.20	2.47

¹⁾TN: Total Nitrogen (%) in Kanjang

²⁾TCA-N: TCA soluble Nitrogen (%) in Kanjang

³⁾Color: Browning, OD at 500 nm

G8: *Bacillus subtilis* var. globigii

C1: *Bacillus subtilis*

Table 4. Effects of shape and size of Meju[†] on the proteolytic activity and color formation of Kanjang

Shape and size of Meju	TN ¹⁾ (%)	TCA-N ²⁾ (%)	pH	Color ³⁾
Grains	0.85±0.00	0.85±0.00	7.17	1.68
A	0.55±0.00	0.54±0.00	6.88	0.83
B	0.68±0.00	0.66±0.00	6.83	1.04
C	0.49±0.01	0.48±0.01	6.60	0.68

¹⁾TN: Total Nitrogen (%) in Kanjang

²⁾TCA-N: TCA soluble Nitrogen (%) in Kanjang

³⁾Color: Browning, OD at 500 nm

[†]The inoculated microorganisms is G8 (*Bacillus subtilis* var. globigii).

A: Ball shape Meju, Diameter-5 cm

B: Ball shape Meju, Diameter-7 cm

C: Ball shape Meju, Diameter-10 cm

Table 5. Effects of depth of grain type Meju layer in the culturing container during cultivation on proteolytic activity and color formation

Depth (cm) of culture layer of grain type Meju	TN ¹⁾ (%)	TCA-N ²⁾ (%)	pH	Color ³⁾
2	0.72±0.00	0.70±0.00	8.20	1.58
3	0.88±0.00	0.86±0.00	8.27	2.04
4	0.83±0.03	0.81±0.02	8.27	1.85
7	0.73±0.01	0.72±0.016	7.92	0.84

¹⁾TN: Total Nitrogen (%) in Kanjang

²⁾TCA-N: TCA soluble Nitrogen (%) in Kanjang

³⁾Color: Browning, OD at 500 nm

[†]The inoculated microorganisms is G8 (*Bacillus subtilis* var.

알알이 메주 배양층두께의 영향

메주의 형태별 실험에서 콩알형(알알이형) 메주가 단백질 분해력이 월등히 뛰어나다는 결과를 바탕으로, 콩알형(알알이형) 메주 배양층두께에 대한 단백질 분해도를 실험한 결과는 Table 5에서 보는 바와 같았다. Table 5에서 보는 바와 같이 배양층두께가 3~4 cm의 경우는 단백질 분해도가 우수하였으나 2 cm, 7 cm 배양층두께에서는 단백질 분해도가 약간 낮았다. 2 cm의 배양층두께에서는 증자한 콩의 수분 증발이 너무 빨라서 균의 생육이 좋지 않은 것으로 생각되고, 7 cm의 배양층두께에서는 단백질 분해도는 좋으나 색도는 훨씬 낮았다. 이러한 결과는 배양 중심부까지 산소의 공급이 충분하지 않아서 호기성 세균의 생육이 좋지 않은 것으로 생각되며, 간장의 색생성에 있어서 산소의 공급이 갈색화를 촉진한다는 박 등(1991)과 김(1992)이 보고한 내용과 일치한다.

알알이 형태 메주제조시 그 배양층두께가 너무 두껍거나 얇아서는 안되며 3~4 cm가 적당한 것으로 생각된다. 그렇지 않으면 배양층으로의 통기가 바람직할 것으로 생각되었다.

요 약

알알이 메주의 수분함량은 60%에서 세균이 잘 번식해서 높은 단백질 분해도를 보여주었으며, 40%의 수분에서는 그 생육과 색소생성이 좋지 못하였다. 수침한 콩의 증자시간은 121°C의 고압솥내에서 60분 이상의 모든 구에서 높은 단백질 분해력과 색생성을 나타내었다. G8과 C1메주의 배양기간은 30°C에서 10~15일 배양으로 가장 높은 단백질 분해도와 색도 생성도를 보여주었으며 색도와 단백질 분해도는 그 이상 메주 배양기간을 연장하여도 크게 증가하지 않았다.

메주는 알알이 형태가 병국(甁)형태인 구형보다 간

장색 생성과 단백질 분해에 유리하였으며, 알알이 메주의 배양층 두께는 3 cm, 4 cm가 적당하였다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 과학기술처 선도기술과제 연구비에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 이에 깊이 감사드립니다.

참고문헌

김부식, 1145, 삼국사기, cf. 이성우(1988) 역사적 고찰, 심포지움:한국전통 발효식품 연구의 현황과 전망 논문집, 1-22.
 김상순, 1978, *Aspergillus oryzae* 및 *Aspergillus sojae*를 이용한 改良메주의 형상에 의한 醬類의 품질비교, 한국식품과학회지, 10(1), 63-72.
 金順燾, 許東俊, 1954, 在來式 調味料 개량연구. 국방과학연구소 연구보고서 No. 56, 9277.
 金鍾奎, 1992, 색소를 생성하는 미생물 및 그의 한국재래식 간장의 제조에의 응용, (한국)특허공보(B1) 제2855호(공고번호92-5752) 공고일자 (1992.7.18).
 김행자, 1992, *Bacillus licheniformis*를 이용한 한국 재래식 간장의 주요 맛 성분, 한국조리과학회지, 8(2), 73-82.
 박계인, 김기주, 1970, 한국간장 제조에 관한 연구(제1보), 국립공업연구소보고, 20, 89.
 박승규, 한창근, 경규향, 유양자, 1990, 간장의 저장 중 갈색화 반응에 대한 산소의 영향, 한국식품과학회지, 22(3), 307-311.
 박승규, 경규향, 1991, 간장 Model System에서 산소의 갈변 촉진효과, 한국식품과학회지, 23(4), 523-525.
 병허각이씨, 1869, 규합총서. 同治己巳孟春新刊(1869, 고종 6년) 친화실장판의 번역본 李慶善校註(1974) 한역 규합총서, 19-21, 신구문화사간(서울).
 鄭允秀, 1963, 간장의 微生物學的 研究-在來式 간장에서 細菌의 分離 및 同定. 한국미생물학회지, 1(1), 30.
 조덕현, 이우진, 1970, 한국 재래식 간장의 발효미생물에 관한 연구(제1보) 한국재래식 메주의 발효미생물에 대하여, 한국농화학회지, 13(1), 35-42.
 최광수, 최청, 김종규, 임무혁, 정현재, 최중동, 1995, 전통 발효식품의 과학화연구-전통간장의 대량 생산을 위한 기반연구-(1단계 최종보고서), 영남대학교-주관연구기관, 과학기술처.
 최광수, 최청, 임무혁, 정현재, 최중동, 이선호, 손준호, 1996, 생물공학적 기법에 의한 전통 장류의 제품화 연구, (제1공통 연구과제) 전통간장의 산업화에 관한 연구(제2단계 1년차 연차실적계획서), 과학기술처.
 韓容錫, 金奇珠, 1962, 간장제조에 관한 연구(제5보) 재래식 메주중의 *Rhizopus* 속 및 *Mucor*속에 대하여. 공업연구소 연구보고, 11(1), 141.
 韓容錫, 朴秉得, 1957, 간장제조에 관한 연구(제1보) 재래메주 및 곡자 중의 *Aspergillus oryzae*에 대하여, (공업연구소 연구보고) 7, 51.
 홍만선, 1715, 산림경제. cf. 민족문화추진회역서 한역판 산림경제, I, p.236.
 Chichester, C.O., 1986, *Advances in Food Research*, A-

- ademic Press, INC., p.214.
- Kim, M.S. and N.F. Olson, 1994, Determination of Milk Protein Hydrolysis in Cheese by Trichloroacetic acid, *Foods and Biotechnology*, **3**, 244-248.
- Kyunag, K.H., S.K.Park and Y.J.Yoo, 1987, A new evaluation of browning reactions of Korean traditional soy sauce mash during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **19**(5), 446-450.
- Park, S.K. and K. H. Kyung, 1986, Pigment-forming bacteria in the presence of L-tyrosine and their possible role in the browning of fermented soybean products. *Korean J. Food Sci. Technol.* **18**(5), 376-381.