

숙성 기간에 따른 전통 간장의 맛 특성 변화(I) - 일반 성분과 당류 분석 -

주명숙 · 손경희 · 박현경
연세대학교 식품영양학과
(1997년 4월 7일 접수)

Changes in taste Characteristics of Traditional Korean Soy Sauce with Ripening Period (I) - Analysis of General Compounds and Sugars -

Myoung-sook Joo, Kyung-Hee Sohn and Hyun-kyung Park
Department of Food and Nutrition, Yonsei University
(Received April 7, 1997)

Abstract

This study was carried out in order to analyze the changes in general compounds and sugars of traditional Korean soy sauce with varying Meju concentrations (Meju-water ratios of 1 : 4 and 1.3 : 4) and ripening periods (up to 2 years). Along with ripening period, pH decreased and titratable acidity, total acidity and crude protein contents increased, which were higher in 1.3 : 4 than in 1 : 4. Buffering power increased significantly with increasing ripening period. Crude fat content was higher in 1.3 : 4 than 1 : 4. Moisture content decreased and pure extract content increased significantly with increasing ripening period, which was high in 1.3 : 4. Salt contents increased with increasing ripening period, but decreased in soy sauce ripened for 2 years. As the result of sugar analysis, reducing sugar showed slow increase with increasing ripening period. Among detected free sugars, galactose was present in the highest concentration and the rest were in the sequence of glucose, fructose. Total free sugar content was highest in soy sauce ripened for 150 days in 1 : 4 and 210 days in 1.3 : 4.

I. 서 론

장류는 우리나라 국민의 식생활에 없어서는 아니될 중요한 기본 식품으로 오랜 전통과 역사를 지니며 고래로부터 온 국민이 상용해 오고 있는 전통 대두 발효식품이다¹⁾. 육류자원이 부족한 우리 민족에게 곡류에서 부족되기 쉬운 필수 아미노산과 필수 지방산의 주된 급원이며, 독특한 향미를 제공하여 영양적으로나 식품학적으로 매우 우수한 식품이라 할 수 있다²⁾.

우리나라의 재래식 간장과 일본식 개량간장은 메주 제조시 이용되는 균부터 달라 근본적으로 서로 구별되는 것으로 맛, 향, 색이나 용도에 있어 차이가 있을 수 밖에 없다³⁾. 전통 간장은 콩으로만 담가 구수한 맛을 주성분으로 하며 개량식에 비해 감칠맛이나 단맛이 적고 향미가 떨어지지만, 숙성 후 된장을 분리하여 얻은

간장을 식염수의 첨가나 별도의 가공 처리 없이 달여서 식용함으로써 숙성과정에서 생성된 맛, 향, 색 등의 성분 손상이 적으며, 숙성 후에 분리된 된장도 전량 사용할 수 있어 원료의 이용율이 높은 것이 장점이다⁴⁾.

수천년간 우리 겨레가 지켜온 전통 장류의 보존과 계승을 위해서는 보다 현실적이고 체계적인 연구가 필요하다고 사료된다. 그러나 아직은 기초 연구가 부족하며, 자가 소비를 위한 가정 단위 제조로 인해, 전통 간장 제조 방법의 표준화 및 산업화가 이루어지지 못한 실정이다⁵⁾.

국내에서의 간장에 대한 연구들은 간장 원료, 특히 메주 개선에 대한 연구^{6,7)}, 발효 미생물에 관한 연구^{8,9)}, 간장의 맛성분에 관한 연구^{10,11)}, 간장의 향기 성분에 관한 연구^{12,13)} 등이 있으며 장류중 가장 활발한 연구가 이루어지고 있다.

간장은 일반적으로 오래 숙성될 수록 맛이 좋아지는 것으로 인식되어 있으며, 張¹⁰⁾의 연구에 의하면 오래 숙성된 간장이 높은 선포도를 보인 것으로 나타났다. 그러나 실제로 이 간장은 동일한 발효 조건이 아닐 뿐 아니라 계속 보충한 간장이므로, 실제로 장기 숙성에 의한 맛 성분의 변화나 관능적 특성에 대한 보고는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 상법보다 매주농도를 높게하여 간장을 제조한 후, 2년의 장기 숙성을 거쳐 시료를 제조하고, 매주 농도와 숙성 기간에 따른 맛 특성 변화를 알아보기 위해 간장의 일반 성분 및 당류 등을 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 간장 시료의 준비

전라북도 정읍군 태인면에서 만든 매주를 구입하여 3月醬法²³⁾으로 간장을 제조하였다. 식염농도는 20%로 하고, 매주와 물의 비율은 1:4, 1.3:4 두가지로 하여 농도를 구분하였다. 침지 45일 후 매주를 제거하고, 끓기 시작한 후 15분간 달인 간장을 햇빛이 잘 드는 곳에서 숙성시켰다. 시료는 각각의 매주 농도 두가지에 대해, 달인 직후인 숙성 0일, 그리고 90일, 150일, 210일, 2년째 되는 날에 채취하여 멸균한 병에 넣고 4~6°C에서 보관하였다.

2. 실험내용 및 방법

1) 간장의 일반 성분 분석

(1) pH 측정

Beckman pH meter를 이용하여 간장의 pH를 3회 반복 측정하였다.

(2) 적정산도 측정

간장 5 ml에 증류수 20 ml를 가하여 희석한 다음 교반하면서 0.1 N NaOH용액으로 적정하였다. pH 7.0 일때까지의 NaOH 적정치를 산도 I으로 하고, 적정을 계속하여 pH 8.3까지 소요된 NaOH적정치를 산도 II라고 하여, 양자의 총합을 적정 산도로 하였다²²⁾.

(3) 총산 측정

시료 5 ml에 증류수 20 ml를 첨가하고 pH 8.3이 될 때까지 0.1 N NaOH로 적정하였다. 소요된 NaOH 양에 대해 시료 100 ml에 함유되어 있는 acetic acid의 양으로서 총산량을 표기하였다.

(4) 완충능 측정

간장 5 ml를 취하여 정확히 pH를 측정하고 여기에 0.1 N NaOH 3 ml를 가한 다음 다시 pH를 측정하여 전후의 차를 완충능으로 하였다.

(5) 조단백질 함량 측정

Micro Kjeldahl method²¹⁾에 의해 총질소 함량을 측정하였다.

(6) 조지방 함량 측정

Soxhlet 지방 추출법²¹⁾에 의해 측정하였다. 시료 3 ml를 filter paper에 흡수시켜 105°C에서 30분 동안 건조시킨 후 시료로 하였다.

(7) 수분 함량 측정

해사 5g과 초자봉을 평량병에 넣고 105°C 건조기에서 건조 후 항량을 잰후, 간장 5 ml를 취해 해사와 잘 섞고 무게를 잰 후 Water bath상에서 3시간 동안 증발건조시키고 105~110°C 건조기에서 4시간 건조 후 방냉하여 칭량하였다.

(8) 식염 함량 측정

간장 5 ml를 250 ml로 희석하고 이 중 10 ml를 삼각 플라스크에 취하여 2% K₂Cr₂O₄ 1 ml를 넣고 0.1 N AgNO₃로 적갈색이 될때까지 적정하였다.

(9) 순고형분 함량 측정

전고형물에서 식염함량을 뺀값을 순고형분함량으로 하였다.

2) 당류 분석

(1) 환원당 함량 측정

DNS법^{21,22)} 방법을 변형하여, 간장 5 ml를 50배로 희석한 후, 시료 1 ml과 DNS 시약 1 ml를 가한 후 water bath에서 발색시킨 후 570 nm에서 흡광도를 측정하였다. standard solution은 glucose 0.2~2 mg/ml 범위로 위와 동일한 방법으로 측정하여 standard curve를 작성하였다.

(2) 유리당류 측정

간장 1 ml를 10배 희석하여 0.45 μm Membrane filter로 여과한 뒤 HPLC에 10 μl씩 주입하였다. standard 물질은 glucose, galactose, fructose, maltose였고 HPLC의 분석 조건은 Table 1과 같다.

3) 통계분석

검사결과는 SAS(statistical analysis system)를 사용하여 분산분석과 던컨의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다.

Table 1. Operation Condition of HPLC for Analysis of Free Sugar in Soy sauce

Mobile Phase: Milli-Q-water
Column: Sugar-pack column (6.5×300 mm Waters, U.S.A)
Flow rate: 0.6 ml/min
Detector: RI (×4) (Waters 410, U.S.A)
HPLC system: 600E (Waters, U.S.A)

III. 결과 및 고찰

1. 간장의 일반 성분 변화

1) pH, 적정산도, 완충능, 총산도의 변화

각 시료의 메주농도와 숙성 기간에 따른 pH, 적정산도, 완충능, 총산도의 변화는 Table 2와 같다. 네가지 성분 모두 숙성 기간과 메주 농도에 따른 유의적인 차이를 보였다. 메주 농도에 관계없이 pH는 달인 직후부터 숙성 90일까지 상승하였다가 이 후는 감소하였다. 간장의 pH는 발효 과정중에 미생물의 대사작용으로 생성된 유기산과 관련되어 미생물의 생육에 영향을 주는 특성으로⁷⁾, 달인 후 pH가 상승했다가 감소하는 이유도 미생물의 작용으로 여겨진다. 간장의 일반 성분 규격인 pH 4.5~5.8의 범위에 모두 해당하여 발효상태가 양호하다고 하겠다.

각 시료의 메주농도와 숙성기간에 따른 적정산도의 변화는 숙성 0일보다 90일에 약간 감소 하였다가 이 후는 증가하는데, pH 변화에 비해 산도의 변화량은 더 크게 나타났다. 이는 완충능의 작용때문으로 여겨지며, 메주농도 1.3:4에서 높게 나타났다.

총산도는 간장의 신맛과 향미에 영향을 주는 것으로, 메주 농도 1.3:4 2년 숙성 간장에서 가장 높게 나타났고, 메주 농도에 1.3:4에서 대체로 높게 나타났다.

완충능의 변화를 보면, 수치가 적을수록 완충 작용이 강하다는 것을 의미하는데, 메주농도에 관계없이 숙성 기간에 따라 유의적인 감소($p < 0.05$)를 보였고, 메주농도 1.3:4에서 더 낮은 수치를 보였다. 이는 완충 작용에 관여하는 아미노산이나 젖산의 함량이 높기

Table 2. Changes in pH, Titratable acidity, Buffering power and total acidity of soy sauce

	pH*	Titratable acidity*	Buffering power*	Total acidity* (mg%)
Meju conc. 1:4				
0days	4.5633 ^e	8.00 ^g	2.2167 ^a	586.145 ^g
90days	5.0667 ^a	7.57 ^g	2.2067 ^{ab}	679.928 ^f
150days	4.9433 ^b	9.20 ^e	2.1866 ^{bc}	808.880 ^d
210days	4.8700 ^c	11.07 ^b	2.1767 ^c	996.446 ^a
2years	4.6600 ^d	11.13 ^b	2.1433 ^d	961.278 ^b
Meju conc. 1.3:4				
0days	4.5700 ^e	8.87 ^f	2.2300 ^a	691.651 ^f
90days	5.0300 ^a	8.73 ^f	2.0533 ^e	738.543 ^e
150days	4.9433 ^{bc}	10.47 ^d	1.9133 ^f	879.543 ^{cd}
210days	4.8667 ^c	10.77 ^c	1.8633 ^g	902.663 ^c
2years	4.6400 ^d	12.40 ^a	1.6100 ^b	1008.169 ^a

* $p < 0.001$

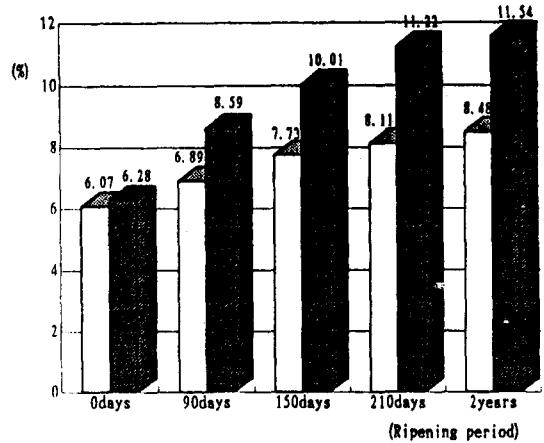


Fig. 1. Changes in crude protein contents of soy sauce.

□ Meju conc. 1:4, ■ Meju conc. 1.3:4

때문으로 보인다. 완충능은 양조간장과 화학간장 판별의 한 지표로서 간장의 중요 규격으로 설정되어 있으며 완충능치가 낮을수록 우량간장으로 평가되는데⁷⁾, 본 실험 결과에서 메주 농도가 높고 숙성 기간이 증가될수록 질이 높은 간장으로 나타났다.

2) 조단백, 조지방 함량의 변화

각 시료의 숙성 기간에 따른 조단백 함량의 변화는 Fig. 1과 같으며, 숙성기간과 메주농도에 따라 유의적인 차이를 보였다($p < 0.01$). 메주 농도 1.3:4에서 더 높게 나타났고, 유의적이지는 않았지만 숙성기간에 따라 증가하는 경향을 보였다.

조지방의 변화는 Fig. 2와 같으며, 메주농도 1:4보다 1.3:4에서 더 높은 함량을 보였고($p < 0.001$), 숙성기간

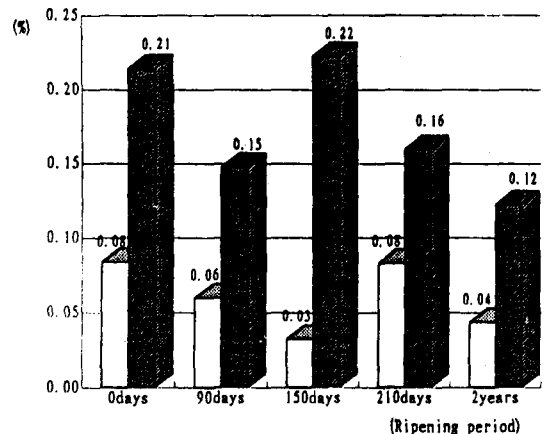


Fig. 2. Changes in crude fat contents of soy sauce

□ Meju conc. 1:4, ■ Meju conc. 1.3:4

Table 3. Contents of moisture, salt and pure extract in Soy sauce (%)

	Moisture	Salt	pure extract*
Meju conc. 1:4			
0days	68.97 ^b	23.29 ^{bc}	7.74 ^b
90days	62.14 ^{cd}	25.76 ^{ab}	12.10 ^{cd}
150days	57.26 ^{ef}	28.67 ^a	14.07 ^{ef}
210days	53.79 ^{gh}	30.33 ^a	15.88 ^{gh}
2years	52.47 ^b	28.72 ^a	18.81 ^h
Meju conc. 1.3:4			
0days	70.77 ^a	20.54 ^c	8.69 ^a
90days	62.30 ^c	24.25 ^{abc}	13.45 ^c
150days	58.27 ^{de}	27.81 ^a	13.92 ^{de}
210days	54.23 ^{fg}	29.20 ^{ab}	16.57 ^{fg}
2years	52.08 ^{gh}	27.97 ^a	19.95 ^{gh}

p < 0.05

에 따른 일정한 경향을 보이지는 않았지만, 숙성 초기에 후기보다 함량이 더 높은 경향을 보였다. 이는 간장의 지방 함량이 주로 메주내에 함유되어 있는 지방에서 유래되며, 미생물의 대사 기질로 이용되기 때문으로 사료된다.

3) 수분, 식염, 순고형분 함량의 변화

수분, 식염, 순고형분 함량의 변화는 Table 3과 같다.

수분 함량은 52.08~70.77% 범위로 두가지 메주 농도에서 모두 숙성기간이 증가함에 따라 감소하였는데, 유의적이지는 않았다.

식염의 변화는, 20.54~30.33% 범위로, 전통 간장의 염도 28.9%~30.96%와 비슷하였고 시판간장 18.17% 보다는 높은 수치를 보이고 있는데, 이는 전통 간장 맛의 특징이라 볼 수 있다. 염도는 메주농도와 관계없이 숙성 210일까지는 증가하다가 숙성 2년에 감소하였는데, 210일까지의 염도 증가는 수분의 증발로 인한 상대적인 증가이며, 숙성 2년째의 감소는 오랜 숙성으로 많은 양의 염분이 담금 용기 아래 부분에 결정으로 침적되기 때문으로 생각된다⁸⁾. 식염은 Aw를 변화시켜 발효에 유용한 균을 선택적으로 자라게 하는데¹⁵⁾, 150일 이후는 식염 농도가 높아 미생물의 생육 억제에 영향을 줄 것으로 사료된다.

순고형분 함량은 두가지 메주농도에서 숙성기간에 따른 유의적인 증가(*p* < 0.05)를 보였다. 순고형분은 장유중 수분, 알코올, 기타 휘발성 물질들을 증발시킨 잔유물량에서 식염량을 감한 것으로 간장의 풍미와 밀접한 관련이 있다¹⁶⁾. 본 연구 결과는 기존의 연구에서 나타난 전통 간장의 순고형분 4.04%²³⁾보다 아주 높은 함량을 보이며, 시판 간장과 비슷한 수준으로 나타났

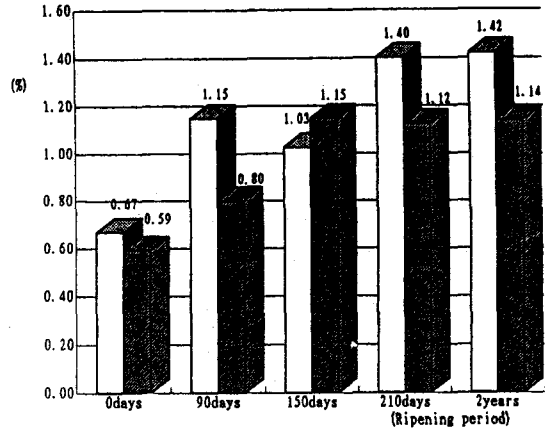


Fig. 3. Changes in reducing sugar contents of soy sauce.

□ Meju conc. 1:4, ■ Meju conc. 1.3:4

는데, 이는 간장의 풍미에 좋은 영향을 줄 것으로 보인다.

2. 당류의 변화

1) 환원당의 변화

각 시료의 환원당 함량은 0.668~1.518% 범위(Fig. 3)로, 숙성 기간과 메주 농도에 따라 유의적인 차이를 보였다(*p* < 0.001). 메주농도 1:4 간장에서는 90일 이후에, 메주농도 1.3:4 간장에서는 210일 이후 감소하였고, 2년째는 완만한 증가를 보였다. 숙성 기간에 따른 환원당의 증가는 미생물이 분비한 amylase가 전분질을 당류로 전환시키는 것과 관련되고, 감소는 생성된 당분이 미생물의 영양원이나 알콜 발효 및 유기산 발효의 기질로 이용되었기 때문이다¹⁷⁾.

다른 연구 결과를 보면 환원당 함량은 0.11~1.38%¹⁷⁾, 0.7~1.35%¹⁸⁾ 범위로 메주의 종류와 원료 배합에 따라 다양한 값을 나타냈고, 시판간장은 9.061%로 전통간장보다 아주 높은 값을 보여 서로 다른 간장의 특징을 나타냈다.

본 연구에서 숙성 말기의 함량 증가 현상은, 숙성 4주, 90일 정도에 환원당 생성이 완성되고 이후에는 감소한다는 보고^{18,19)}와는 다른 결과였다. 이는 본 연구에서 제조한 간장이 이들의 연구보다 장기 숙성이었고, 또 이로 인한 농축 현상으로 생각된다.

2) 유리당류의 변화

각 간장 시료의 유리당 함량 변화는 Table 4와 같다.

전통 간장의 주요 유리당으로 알려져 있는 glucose, galactose, fructose가 검출되었고 maltose는 검출되지 않았다. 총 유리당 함량의 변화를 보면, 메주 농도 1:4

Table 4. Contents of free sugars in soy sauce (mg%)

	Total free sugar	glucose	galactose	fructose
Meju conc. 1 : 4				
0days	763.91	195.99	399.03	168.88
90days	717.79	161.96	471.11	84.73
150days	803.48	139.07	500.95	163.47
210days	554.93	198.98	261.64	94.32
2years	773.31	184.42	493.70	95.19
Meju conc. 1.3 : 4				
0days	777.39	193.25	514.68	69.46
90days	1010.41	243.76	610.32	156.32
150days	900.13	339.91	500.51	59.71
210days	1110.72	331.81	668.61	110.29
2years	865.10	167.43	744.58	53.09

에서는 숙성 90일, 210일에 감소를 보이며 2년째에 증가하여 최고치를 보였고, 메주농도 1.3 : 4에서는 210일에 최고치를 보였다. 숙성 기간에 따른 유리당의 증가는 환원당과 마찬가지로 amylase 활성의 증대에 기인하며, 감소는 알콜 발효나 유기산 발효로 이용되기 때문이다.

숙성기간에 따른 각각의 유리당 함량을 보면, galactose, glucose, fructose 순으로 높게 나타났다. glucose는 1 : 4에서는 210일, 1.3 : 4에서는 150일에 최고치를 보였고, 감미가 높은 fructose 함량은 숙성 2년 간장에서 가장 낮은 함량을 보였다. galactose는 주요 구성당으로 1 : 4에서는 150일에, 1.3 : 4에서는 2년째에 최고치를 보였다.

김¹⁰⁾과 서¹⁷⁾ 등은 전통간장의 유리당으로 이 외에 galactose, arabinose, glucose, xylose, mannose를 분리하였고, 숙성 120일까지는 증가하나 180일에는 감소한다고 보고하였는데, 역시 환원당과 유사하게 다른 현상을 보였다. 유리당 함량에 있어 서¹⁷⁾ 등은 galactose 함량이 4.42~37.04 mg%, glucose가 4.97~91.26 mg%, fructose는 극미량인 것으로 보고하였고, 伸²⁰⁾은 galactose 43.3~50.3 mg%, glucose 69.6~71.3 mg%, fructose 18.5~24.5 mg%, 그리고 시판 간장의 경우 순서대로 64%, 159%, 155%로 나타나 전통 간장과 큰 차이를 보이고 있었다. 전통 간장에서 당은 쿵에서 유래되는 당질이 적어 효소 작용으로 glucose가 생성되어도 함량이 낮을 뿐 아니라 미생물의 영양원이나 발효 기질로 이용되므로 잔존하는 당량은 더욱 적기 때문이다¹⁷⁾.

본 연구의 간장은 다른 연구 결과보다 당함량이 2배

정도 높은 것으로 나타났고, 특히 감미가 가장 높은 fructose의 함량이 높게 나타나 본 연구의 간장 제조 방법이 감미면에서 우수하다고 사료된다.

IV. 요약

본 연구에서는 상법보다 메주농도를 높게하여 간장을 제조한 후, 2년의 장기 숙성을 거쳐 시료를 제조하고, 메주 농도와 숙성 기간에 따른 맛 특성 변화를 알아보기 위해 간장의 일반 성분 및 당류를 분석하였다.

간장의 일반 성분 중 pH는 4.5~5.3 범위로, 숙성 기간에 따라 감소하였고, 적정 산도는 pH와 상대적인 경향을 보이며 숙성기간에 따라 증가하였다. 총산은 586.145~1008.169 mg%로 역시 숙성기간에 따라 증가하였으며, 모두 메주농도 1.3 : 4에서 높게 나타났다. 완충 작용은 숙성 기간에 따라 유의적으로 증가하였다. 조단백은 6.0681~11.5431% 범위로 숙성 기간에 따라 증가하였고, 메주농도 1.3 : 4에서 그 함량이 높았다. 조지방은 0.03~0.2%로 숙성 초기와 1.3 : 4에서 함량이 더 높게 나타났다.

수분은 50~70%로 숙성기간에 따라 감소하였고, 식염은 20.54~30.33%로 숙성 기간에 따라 증가하다 2년째는 감소하였다. 순고형분은 숙성 기간에 따라 증가하였고 메주농도 1.3 : 4에서 더 높았다.

각 시료의 환원당 함량은 숙성기간 동안 완만한 증가를 보였고, 유리당으로는 galactose 261~744 mg%, glucose 139.07~339.91 mg%, fructose 59.71~168.88 mg% 순서로 높은 함량을 나타냈다.

참고문헌

1. 유해열, 장류의 제조 기술, 식품과학산업, 22(4): 8-17, 1989.
2. 권동진, 장류산업의 현황과 연구개발 동향, 식품기술, 7(2): 48-52, 1994.
3. 이한창, 한국 식생활에서의 장류 문화-한국의 장류, 한국 식문화학회 추계 학술대회, 1992.
4. 서정숙, 이택수, 메주의 형상에 따른 재래식 간장의 유리아미노산, 한국식문화학회지, 7(4): 323-329, 1992.
5. 조재선, 장류의 생산 수급 및 연구 현황과 문제점, 식품과학과 산업, 22(4): 28-33, 1989.
6. 김중근, 김제욱, 원료 배합이 간장의 품질과 풍미에 미치는 영향, 한국농화학회지, 8(4): 247, 1976.
7. 이택수, 메주균을 달리한 재래식 간장의 양조에 관한 연구, 서울여자대학논문집 제 14집: 455, 1986. 6.
8. 이영선, 담금용기에 따른 재래식 간장의 미생물과 맛 성분의 변화, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 1995.
9. 이우진, 장지현, 한국 재래식 간장의 발효 미생물에

- 관한 연구(제 1보), 한국농화학학회지, 14(2): 137-148, 1971.
10. 김종규, 한국 재래식 간장의 맛성분에 관한 연구, 동국대학교 대학원 박사학위논문, 1978.
 11. 정혜정, 숙성기간에 따른 간장의 맛성분에 관한 연구, 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1993.
 12. 이택수, 주영하, 신보규, 유주현, 제품간장의 보존에 관한 연구(제1보), 한국식품과학회지, 7(4): 200-206, 1975.
 13. 박옥진, 담금 용기에 따른 한국 전통 간장의 질소화합물 및 향기 성분 연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 1995. 6.
 14. 장재희, 재래식 조선간장의 무기질 및 질소화합물과 관능 특성에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1995.
 15. Mary An Godshall, The role of carbohydrates in flavor development, Food Technol. vol(11): 71, 1988.
 16. 정동효, 장류, 한국문헌 연구 총람, p. 235, 1978.
 17. 서정숙, 이택수, 형상이 다른 메주로 제조한 재래식 간장중의 유리당과 알코올 함량, 한국식품영양학회지, 6(2): 103, 1993.
 18. 장지현, 재래식 한국 간장 중의 유리당류, 한국농화학학회지, 6: 35-42, 1967.
 19. 이종진, 고한수, 한국 간장의 표준화 제 1보, 한국식품과학회지, 8(4): 247, 1976.
 20. 신현주, 재래식 조선간장의 환원당, 유기산 및 소비자의식에 관한 연구, 서울대학교 대학원 석사학위논문, 1995. 10.
 21. 주현규, 조광현등, 식품분석법, 유림출판사, 1992.
 22. 유주현, 식품공학실험(I), 탐구당, 1981.
 23. 이서래, 한국의 발효식품, 이대출판부, 1986.