

전통 안동식혜의 숙성과정중 성분변화

최 청[†] · 임성일 · 석호문*

영남대학교 식품가공학과

*한국식품개발연구원

Changes in Composition during Aging of Traditional Andong Sickhae

Cheong Choi[†], Seong-Il Lim and Ho-Moon Seog*

Dept. of Food Science and Technology, Yeungnam University, Gyeongsan 712-749, Korea

*Korea Food Research Institute, Banwol, Kyungki-do 445-820, Korea

Abstract

Andong Sickhae is a traditional Korean fermented rice product which is made from glutinous rice, malt, radish, ginger and red pepper. The changes in chemical composition, pH, amino nitrogen, amino acid, enzyme activity and free sugar of a traditional Andong Sickhae were monitored during the fermentation and storage at 4°C. The changes in ash, crude fat and moisture the contents during Andong Sickhae fermentation and storage were negligible. The pH of the product tended to decrease in the course of fermentation and storage and it showed the minimum value of 3.90 after 20th day of storage. On the other hand the maltose continued to increase up from 6.35g to 9.85g/100ml by 15th day of storage. The content of amino nitrogen in Andong Sickhae gradually increase up to 22.40mg% by 3th day of fermentation. Glutamic acid and aspartic acid were the major amino acid in water and salt soluble protein in Andong Sickhae.

Key words : Sickhae, Korean traditional food

서 론

전통안동식혜는 옛기름으로부터 추출되어 나온 맥아효소에 의하여 쌀전분이 분해되어 나온 단맛과 숙성과정 중에 생성되는 유산균에 의한 산미에다 맥아향, 무우, 향신료인 고추가루 및 생강의 맛과 향이 잘 조화된 음료로서 예로부터 널리 애용되어 왔다¹⁾. 우리나라에서 식혜의 기원은 정확히 알 길이 없지만 문헌상으로 삼국사기 권8 신문왕 3년(683)에 왕비를

맞이할 때 폐백품목에 鹽가 기록되어 있는 것이 처음이다²⁾. 酒方文³⁾ 是議全書⁴⁾에서 식혜와 식혜가 구분되어야 하는데 식혜의 鹽는 생선+소금이고 여기에 밥을 섞어서 이를 결합한 것을 식혜(食醢)라 한 것이다. 생선, 소금, 곡물, 옛기름에 물을 많이 써서 만든 식혜에서 생선과 소금을 빼고 곡물, 옛기름에 물을 많이 써서 만든 것이 감주이고 여기에 유자나 석류알을 넣어 산미를 감돌게 한 것을 식혜(食醢)라 한다⁵⁾.

식혜와 관련된 연구로는 조⁶⁾는 당화력이 강한 맥아제조 및 맥아 침수시간, 쌀의 종류와 취반방법에 따

*To whom all correspondence should be addressed

른 식혜의 특성을 조사하였으며 남과 김¹⁷은 고두밥과 옛기름가루의 양을 달리한 식혜와 여러가지 대체 감미료를 사용한 식혜의 관능적 특성을 보고하였다. 유⁸는 곰팡이를 증자된 쌀에 배양하여 코오리를 만들어 감주제조에 이용하는 세반조건을 검토하였고 김 등⁹은 식혜의 당화과정 중 성분변화를 보고하였다. 문과 조¹⁰는 식혜에 대한 조리과학적 검토를 하였으며 이와 전¹¹은 쌀, 물 그리고 맥아의 사용비율 및 당화온도에 따른 식혜의 특성을 보고한 바 있다. 그러나 우리나라 음식문화는 오랜 세월에 걸친 우리조상들의 지혜와 습기로 전승, 발전해 왔으며 우리의 귀중한 전통식품의 하나인 안동식혜는 한국문화사적인 측면에서 향토음식 속의 식혜의 종류 등이 설명되었고^{12~16} 윤¹⁷은 안동식혜의 조리법의 유래에 따른 사적 고찰을 하였다.

본 연구에서는 안동식혜의 전통적인 제조법을 계승, 보존하고 그 품질향상을 도모하기 위한 연구의 일환으로 전통안동식혜의 숙성과정 중에 있어서 성분변화에 관한 연구결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료 및 포장

최 등¹⁸의 전통안동식혜의 제조공정 확립에 관한 연구에서 제일 이상적인 식혜를 공시재료로 사용하였고 포장은 polyethylene film(PE : 0.06m/m), Tetra Pak(한국태트라 팩 Co.)을 매일우유(경산공장)에서 제공 받아 실험하였다.

일반성분

식혜의 수분, 조단백, 조지방, 조섬유, pH, 적정 산도, 총당, 환원당 및 회분 함량은 AOAC법¹⁹에 의하여 측정하였으며 아미노테질소는 Formol 적정법²⁰, 암모니아테질소는 Folin법²¹으로 측정하였다.

유리당

유리당의 정량은 Michael 등²²의 방법에 따라 분쇄한 시료 5g을 평량하여 둥근 플라스코에 넣고 80% ethanol 100ml를 가한 후 reflex condenser를 부착하여 80°C water bath 상에서 2시간 추출하고 Whatman No. 54 여과지로 여과하였으며 여액은 rotary evaporator로

ethanol 향기가 없어질 때까지 농축하였다. 여기에 종류수 25ml를 가해서 용해 시킨 후 Whatman No. 42여과지로 여과하고 여액을 Sep-pak C₁₈ cartridges와 0.45μm millipore filter에 통과 시킨 후 10μl를 high performance liquid chromatography(HPLC)에 주입하여 분석하였다. 이때 HPLC(Water Associates Inc. ALC-244, USA) 분석조건은 최 등¹⁸의 조건과 같이 하였다.

단백질 분리 및 정량

안동식혜를 균일화 시킨 다음 Wang 분류법²³에 따라 수용성과 염용해성 단백질을 분리하였고 단백질의 정량은 Lowry 등²⁴의 방법에 의하여 측정하였다.

유리아미노산 및 아미노산 분석

유리아미노산의 추출방법^{24,25}은 시료 10ml를 Amberlite IR-120에 충진시킨 후 흡착된 아미노산을 2N-NH₄OH로 용출시켜 그 액을 40°C 이하에서 rotary evaporator로 농축하여 sodium citrate buffer 1ml를 가한 후 아미노산 자동분석기로 분석하였으며 수용성 및 염용해성 단백질의 아미노산 분석은 5ml 크기의 유리관에 20mg의 각각의 단백질을 넣은 후 6N 염산으로 24시간 가수분해하여 여과한 후 그 여액을 상기의 방법으로 분석하였다.

효소력 측정

Protease activity

Anson²⁶ 및 萩源의 방법²⁷에 따라 0.6% casein을 기질로 30°C에서 10분간의 반응조건으로 pH 3.0에서 산성 protease 활성을 측정하였다. 상기 반응조건에서 효소액 1 ml가 나타내는 660nm의 흡광도 값을 protease 역기단위로 표시하였다.

Liquefying amylase activity

액화효소의 활성도²⁸는 1% 가용성 전분액을 기질로 하여 pH 5.0으로 40°C에서 30분간 반응시킨 뒤 I₂로써 발색시켜 효소활성을 측정하였으며 이때 효소활성은 효소액 1ml가 30분 동안 분해하는 1% 가용성 전분액의 ml수로서 액화형 amylase의 작용력을 D₅₀²⁹로 표시하였다.

Saccharogenic amylase activity

당화효소의 활성도는 芳賀 등³⁰의 방법에 준하여 2.0% 가용성 전분액을 기질로 pH 4.4에서 30°C, 60

분간 반응시켜 당화효소 활성을 측정하였으며 이때 효소단위는 효소액 1ml가 1분간에 1 μ g의 환원당을 생성하는 것을 1 unit로 정하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 pH의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중 일반성분 및 pH의 변화는 Table 1에서 보는 바와 같이 조지방, 조섬유 및 조회분의 함량은 거의 비슷하였다. pH는 주발효가 끝난 3일째 4.36이였으며 저장기간 중 차차 감소하였다. 이³⁰는 가자미 식혜의 경우 숙성적기의 pH가 5.5인 것과 비교해 볼 때 낮은 수치인데 이러한 현상은 안동식혜의 숙성과정에 있어 젖산의 생성이

보다 왕성하게 이루어진 영향이라 생각된다. 또한 김치의 맛이 가장 좋을 때가 pH 4.3 정도라는 점³¹으로 미루어 보아 안동식혜와 김치의 숙성적기의 pH가 거의 일치함을 보여 주고 있다. 신³²은 *L. plantarum* 단독균주를 이용하여 쌀을 기질로 한 유산 발효과정의 숙성적기가 2일째에 pH가 3.45로서 안동식혜의 숙성적기의 pH보다 훨씬 낮았다.

환원당 및 유리당의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중 총당 및 환원당과 유리당의 변화를 분석한 결과는 Table 2와 3과 같다. 총당은 시간이 증가 할 수록 증가 하였고 환원당은 4일째 10.8%였으며 차차 증가하여 20일째 13.2%였다.

Table 1. Contents of general composition during the fermentation and storage at 4°C of traditional Andong Sickhae (%)

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Moisture	86.02	86.30	86.45	87.16	87.48	87.19	87.67	87.79	87.87	87.92
Crude fat	0.14	0.13	0.11	0.10	0.11	0.10	0.11	0.20	0.20	0.14
Crude protein	1.36	1.39	1.55	1.55	1.67	1.47	1.45	1.45	1.45	1.26
Crude fiber	0.18	0.17	0.18	0.19	0.17	0.18	0.16	0.17	0.18	0.17
N.F. extraction	11.99	11.81	11.51	10.08	10.36	10.86	10.41	10.19	10.10	10.31
Ash	0.21	0.20	0.20	0.20	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20
pH	5.96	5.81	4.79	4.36	4.31	4.20	4.20	4.08	3.98	3.90
Total acidity	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.24	0.26	0.27	0.27	0.28

N.F. extraction : Nitrogen free extraction

Table 2. Changes of the total sugar and reducing sugar of contents during fermentation and storage at 4°C of traditional Andong Sickhae

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Total sugar(%)	9.2	12.0	12.8	13.3	13.4	13.4	13.6	13.6	13.8	13.9
Reducing sugar(%)	8.3	8.9	9.6	10.7	10.8	11.0	12.1	12.7	12.9	13.2

Table 3. The free sugar of traditional Andong Sickhae during fermentation and storage at 4°C by HPLC

(g/100ml)

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Fructose	0.50	0.55	0.60	0.65	0.65	0.70	0.80	0.80	0.70	0.70
Glucose	1.10	1.20	1.25	1.95	1.95	2.00	2.05	2.20	2.35	2.65
Maltose	6.35	6.50	6.80	6.85	6.90	7.50	9.15	9.75	9.85	9.85
Maltotriose	0.50	0.68	1.00	1.32	1.32	0.82	0.20	—	—	—

안동식혜의 숙성과정 중 유리당은 glucose를 포함하여 4종류의 당이 검출되었고 그 함량은 maltose가 가장 많았으며 저장기간 중 차차 증가하였다. maltotriose의 함량은 8일부터는 검출되지 않았다. 이러한 결과들은 육 등²³이 새로운 식혜의 제조방법에 있어서 숙성과정 중 maltose 함량과 거의 비슷한 결과를 얻었다.

질소화합물의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장기간 중 질소화합물의 변화는 Table 4에서 보는 바와 같다. 아미노태일소는 시간이 증가 할 수록 그 함량은 단백질 분해효소에 의하여 분해되어 증가하였으나 암모니아테일소, 수용성 단백질과 염용해성 단백질의 함량은 시간이 증가함에 따라 차차 감소하였다.

조단백질의 함량의 변화는 숙성 4일째 1.67%로 그

함량이 제일 높았으며 그 후 차차 분해되어 감소하였고 수용성 및 염용해성 단백질의 함량은 저장기간 중 감소하였다. 문 등²⁴이 보고 한 식혜제조의 과학적 연구에서 조단백질 함량의 1.85% 보다 본 실험 결과가 대체로 낮았다. 이는 안동식혜의 조단백질의 함량이 원료배합비 등에 의하여 상이한 결과를 얻었다고 생각된다.

유리아미노산 및 아미노산의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장기간 중 유리아미노산, 수용성 단백질의 아미노산 및 염용해성 단백질의 아미노산 함량의 변화는 Table 5, 6, 7과 같다.

유리아미노산의 함량은 proline과 aspartic acid가 100ml당 각각 59.5, 27.0mg으로 가장 많았으며 cystine은 trace로 나타났다. Proline 함량은 3일째 115.2mg으로서 약 2배가량 증가되었으며 이것은 염용해성 단백

Table 4. Changes of nitrogen compounds during fermentation and storage at 4°C of traditional Andong Sickhae

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Crude protein (%)	1.36	1.39	1.55	1.55	1.67	1.47	1.45	1.45	1.45	1.26
Amino nitrogen (mg%)	15.40	18.48	21.70	22.40	23.10	23.80	24.50	25.90	26.74	30.80
Ammonia nitrogen (%)	0.20	0.18	0.17	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13
Water soluble protein (mg/ml)	1.20	1.10	1.00	0.90	0.90	0.90	0.80	0.80	0.80	0.80
Salt soluble protein (mg/ml)	3.40	3.00	2.60	2.70	2.60	2.40	2.40	2.30	2.30	2.30

Table 5. Composition of free amino acid traditional Andong Sickhae during fermentation and storage at 4°C (mg/100ml)

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Aspartic acid	27.0	27.4	27.4	28.9	28.7	28.8	29.0	29.2	29.3	29.4
Threonine	22.1	22.5	11.6	18.7	22.7	22.7	22.4	22.5	23.0	20.7
Serine	10.9	12.1	15.7	16.0	17.6	14.6	17.5	16.2	14.6	13.4
Glutamic acid	10.9	23.0	10.7	7.6	22.8	12.9	21.9	17.9	15.3	13.1
Proline	59.5	96.3	90.2	115.2	105.3	97.5	107.7	105.1	98.6	88.2
Glycine	7.0	12.4	12.2	12.2	12.3	12.8	12.7	13.1	13.3	14.7
Alanine	16.0	16.1	19.1	16.5	16.6	18.5	15.1	34.8	23.5	15.6
Cystine	1.0	trace								
Valine	11.9	12.0	13.2	12.1	12.3	12.5	13.1	11.3	11.0	10.9
Methionine	1.7	22.3	2.4	1.8	2.4	2.0	3.0	2.6	3.4	3.5
Isoleucine	8.9	10.0	10.0	6.1	10.3	6.6	10.7	9.0	7.3	6.4
Leucine	14.6	14.4	14.7	14.6	14.8	14.3	14.7	14.1	11.9	9.0
Tyrosine	9.2	11.2	11.5	11.8	11.4	16.3	10.5	8.6	8.7	8.5
Phenylalanine	12.3	15.4	14.6	15.7	16.0	16.0	16.0	16.1	15.9	15.7
Histidine	15.1	17.3	16.9	16.9	18.5	16.4	18.3	19.0	26.5	27.8
Lysine	6.9	6.9	5.4	3.1	5.2	3.3	6.9	5.1	3.0	1.8
Arginine	11.9	17.2	20.1	25.7	20.2	21.5	23.3	21.2	18.7	7.5

질에 함유된 많은 proline이 단백질 분해효소의 작용으로 분해되어 생성된 것으로 생각된다. 대부분의 유리아미노산의 함량은 숙성 및 저장기간 동안 대체로 증가하였다.

수용성 단백질의 아미노산 함량은 glutamic acid와 aspartic acid가 각각 120.2, 106.4 mg/g로 가장 높았고 대부분의 아미노산들의 함량은 숙성 및 저장기간 동안 차차 감소하는 경향을 나타내었다. 염용해성 단

백질의 아미노산 함량은 glutamic acid, proline 및 aspartic acid의 함량이 각각 143.7, 77.1 및 103.6mg/g으로서 대체로 많았다. 대부분의 아미노산 함량은 숙성과정 중 감소하였고 cystine과 methionine의 함량이 낮은 것은 산 분해과정에 있어서 분해된 것으로 생각된다.

효소활성의 변화

Table 6. Composition of amino acid in water soluble protein of traditional Andong Sickhae during fermentation and storage at 4°C (mg/g)

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Aspartic acid	106.4	101.6	86.9	90.5	93.3	79.3	84.1	79.5	68.5	7.86
Threonine	55.3	52.0	42.0	44.0	45.3	45.3	40.9	36.8	32.1	37.1
Serine	47.0	47.2	39.2	40.1	45.1	42.2	35.7	34.9	31.5	40.7
Glutamic acid	120.2	112.2	109.7	116.7	108.1	111.9	103.1	88.1	93.1	102.5
Proline	84.2	85.8	76.5	94.8	100.5	98.3	90.9	83.3	71.7	102.1
Glycine	55.6	50.0	43.1	46.1	46.5	47.1	44.4	42.0	38.6	44.6
Alanine	54.1	56.8	48.8	50.6	50.2	50.6	46.5	43.0	35.4	40.8
Cystine	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Valine	55.8	51.5	46.9	47.9	48.6	49.7	45.6	42.5	37.7	43.1
Methionine	2.5	2.6	2.0	2.2	3.9	2.2	1.9	1.2	10.6	11.0
Isoleucine	51.2	50.8	43.4	45.3	44.4	43.0	39.4	35.3	27.2	32.0
Leucine	72.7	73.6	67.1	69.7	66.8	67.9	62.3	56.4	47.7	54.9
Tyrosine	37.7	42.4	18.0	18.3	4.5	14.1	3.7	5.2	27.6	35.1
Phenylalanine	79.5	84.1	68.5	69.2	62.7	68.5	56.4	47.0	30.7	37.4
Histidine	48.1	49.0	40.7	54.0	55.6	68.8	55.5	48.6	25.3	34.9
Lysine	53.2	58.4	52.2	54.4	53.0	60.0	49.7	46.0	38.3	47.1
Arginine	80.1	71.5	60.2	60.4	62.7	67.1	51.8	53.0	34.8	44.7

Table 7. Composition of amino acid in salt soluble protein of traditional Andong Sickhae during fermentation and storage at 4°C (mg/g)

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Aspartic acid	103.6	101.4	99.5	94.1	94.2	92.9	92.7	92.8	92.3	91.0
Threonine	41.3	42.6	42.9	37.5	36.4	32.7	34.1	34.1	34.1	34.0
Serine	46.9	46.7	51.5	49.4	48.3	45.5	46.3	45.3	39.2	41.9
Glutamic acid	143.7	137.9	135.9	118.9	126.3	106.2	105.8	109.9	105.5	104.7
Proline	77.1	71.6	56.7	53.6	69.9	72.1	51.1	44.9	39.1	50.9
Glycine	63.2	52.0	55.2	49.5	58.8	54.6	51.0	45.7	47.1	44.1
Alanine	59.6	53.1	55.3	50.1	51.2	48.9	48.6	42.1	42.8	41.9
Cystine	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Valine	70.7	67.0	59.4	54.3	51.5	45.5	47.2	53.8	59.1	52.9
Methionine	6.9	5.1	5.2	8.9	8.2	6.4	6.5	4.3	5.4	5.0
Isoleucine	47.8	47.1	44.4	34.8	40.2	41.9	35.6	33.1	38.7	32.7
Leucine	72.5	67.6	74.7	57.2	50.3	46.9	56.9	58.9	64.2	60.2
Tyrosine	35.5	32.6	43.3	28.6	28.6	31.7	31.9	33.9	35.1	33.3
Phenylalanine	43.3	41.7	47.9	36.8	39.9	47.3	36.8	35.9	40.3	37.8
Histidine	69.1	60.9	41.1	50.4	48.6	45.4	46.2	45.1	43.5	41.8
Lysine	69.8	65.1	66.2	49.1	50.7	67.0	57.6	26.6	46.6	47.1
Arginine	39.1	37.8	55.6	31.5	33.2	37.5	46.9	50.6	53.1	57.0

Table 8. The activities of protease and amylase of traditional Andong Sickhae during fermentation and storage at 4°C

	Storage time (day)									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Acid protease (unit/ml)	0.67	1.80	1.85	1.97	1.95	1.92	1.92	1.90	1.73	1.67
Liquefying amylase (D ₅₀)	0.76	12.00	12.42	12.50	14.68	12.38	10.81	10.13	9.82	9.00
Saccharogenic amylase (unit/ml)	0.80	1.86	2.82	3.44	3.27	3.27	2.95	2.83	2.44	2.28

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중에 있어서 산성 protease, 전분액화 및 당화 효소력을 측정한 결과는 Table 8과 같다. 식혜의 protease의 주체인 산성 protease는 3일째 1.97unit/ml로서 식혜의 아미노테질 소의 함량이 대체로 낮은 사실로 보아 본 실험에 사용한 식혜의 산성 protease의 활성이 낮은 것으로 추측된다. Liquefying amylase의 활성은 발효 4일째 14.68D₅₀으로서 최고치를 나타내었으며 그 후부터 차차 감소하는 경향이었다. Saccharogenic amylase의 활성은 3일째 3.44unit/ml로서 최대의 활성을 나타내었으며 그 후부터는 차차 감소하였다. 본 실험의 결과에서 안동식혜의 amylase역가는 이 등¹¹이 서울식혜에 있어서 당화력을 측정한 보고의 결과보다 훨씬 높았다. 따라서 식혜의 품질을 개선하기 위하여 안동식혜의 제법의 개선이나 유산균의 순수배양에 의한 유산균을 단독 혹은 혼합하여 도입할 필요가 있다고 본다.

요 약

전통안동식혜를 제조하여 20일 동안 저장하여 그 숙성 및 저장기간 동안 여러가지 화학적 변화에 관하여 실험하였다. 숙성기간 동안 조지방 및 수분의 함량변화는 거의 없었으나 조단백질의 함량은 차차 감소하였다. pH는 숙성 3일경에 4.36이었으며 그 후 차차 감소하여 저장 20일에는 3.90이었다. 유리당의 조성은 maltose를 포함하여 4종류가 검출되었으며 maltose의 함량은 차차 증가하여 저장 15일에는 유리당 가운데 76%를 차지하였다. 아미노테질소는 숙성 3일에 22.40mg% 차지하였으며 이때가 식혜의 맛이 가장 좋았다. 유리아미노산에 있어서는 proline 및 aspartic acid의 함량이 숙성 3일째에 각각 115.2, 28.9mg으로 가장 많았고 수용성 및 염용해성 단백질

의 아미노산 조성은 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 가장 많았다.

감사의 글

이 연구는 한국식품개발연구원의 지방명품개발 협동사업의 일환으로 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

문 헌

1. 이성우 : 한국식생활연구, p. 193, 향문사(1978)
2. 윤서석 : 한국식품사 연구, p. 59, 신광출판사(1974)
3. 저자미상 : 주방문(영인본) 1600년대
4. 저자미상 : 시의전서(영인본) 1800년대 말
5. 이미영, 이효자 : 문헌에 기록된 식혜의 분석적 고찰, 한국식문화학회지, 4, 39(1989)
6. 조순숙 : 당화력이 강한 맥아 침수시간, 쌀의 종류와 취반방법에 따른 식혜의 비교 연구, 대한가정학회지, 21, 79(1983)
7. 남상주, 김광옥 : 재료의 양과 감미료를 달리한 식혜의 관능적 특성, 한국식품과학회지, 21, 197(1989)
8. 유영기 : 고체배양에 의한 감주제조에 관한 연구, 중앙대학교 석사학위 논문(1985)
9. 김복선, 이택수, 이명환 : 식혜의 당화과정 중 성분변화, 산업미생물학회지, 12, 125(1984)
10. 문수재, 조혜정 : 식혜에 대한 조리과학적 연구, 대한가정학회지, 16, 43(1978)
11. 이효자, 전희정 : 식혜제조의 과학적 연구, 대한가정학회지, 14, 195(1975)
12. 이성우 : 한국식품문화사, p. 136, 향문사(1984)
13. 이성우 : 조선왕조 궁중식에 관한 문헌학적 연구, 한국식문화학회지, 1, 7(1986)
14. 이성우, 조준하 : 요록해설편, 한국생활 과학연구소, 한양대학교, 1, 35(1983)
15. 이효자 : 요록의 조리학적 고찰, 한국생활과학연구소, 한양대학교, 2, 73(1984)
16. 이효자, 윤서석 : 조선시대 궁중연회음식 중 병이

- 류의 분석적 연구. 한국식문화학회지, 1, 321 (1986)
17. 윤숙경: 안동식혜의 조리법에 관한 연구. 한국식문화학회지, 3, 101(1988)
18. 최청, 석호문, 조영제, 임성일, 이우제: 전통안동식혜의 제조공정 확립에 관한 연구. 한국식품과학회지, 22, 724(1990)
19. A.O.A.C.: *Official methods of analysis.*, 13th ed., Association of official analysis chemists, Washington, D.C., p. 211(1980)
20. 유주현, 양한철, 정동효, 양룡: 식품공학실험, p. 728, 탐구당(1984)
21. Michael, L. R., Sebastiao, C. C., Brando, J. and Charles, M. S.: Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by high performance liquid chromatography. *J. Agric. Food Chem.*, 29, 4 (1981)
22. Wang, H. L., Swain, E. W., Hesseltine, C. W. and Gumbman, M. R.: Protein quality of wild rice. *J. Agric. Food Chem.*, 26, 309(1978)
23. Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L. and Randall, R. J.: Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biol. Chem.*, 193, 265 (1951)
24. 實驗農芸化學 第3版: 東京大學農芸化學室, 朝倉書店, 日本(1978)
25. 泰忠夫, 林力丸: フィノ酸, タンパク質の分析, 講談社, 東京(1971)
26. Anson, M. L.: The estimation of pepsin, papain and cathepsin with hemoglobin. *J. Physio.*, 22, 79(1938)
27. 萩源文二: 赤堀編, 酶素研究法, 第二卷, 朝倉書店, 日本, p. 240(1956)
28. 萩源文二: 江上編, 標準生化學實驗書, 文光堂, 日本, p. 207(1953)
29. 芳賀宏, 伊藤美智子, 管原孝志, 佐本重夫: 日調味科學, 11, 10(1964)
30. 이철호, 조택숙, 임무현, 강주희, 양한철: 가자미식혜에 관한 연구. 산업미생물학회지, 11, 53 (1983)
31. 이양희, 양익환: 우리나라 김치의 포장과 저장방법에 관한 연구. 한국농화학회지, 13, 207(1970)
32. 신동화: 쌀을 이용한 젓산발효음료 개발. 한국식품과학회지, 21, 686(1989)
33. 육철, 황숙희, 백운화, 박관하: 전분분해효소 첨가와 종이봉지를 이용한 식혜의 제조방법. 한국식품과학회지, 22, 94(1989)

(1991년 2월 2일 접수)