

유산균을 이용한 전통안동식혜의 제조방법에 관한 연구

최 청 · 손규목*

영남대학교 식품가공학과

*창원전문대학 식품영양과

(1992년 9월 9일 접수)

A Study on the Preparation of Traditional Andong *sikhe* with Lactic Acid Bacteria

Cheong Choi and Gyu-Mok, Son*

Department of Food Science and Technology, Yeungnam University

*Department of Food and Nutrient, Changwon Junior College

(Received September 9, 1992)

Abstract

The changes in life style today appear many ways. Many housewives turn away from home preparation of the time consuming traditional foods, such as "Andong *sikhe*". The importance, however, of succeeding the traditional cuisines is getting appreciated widely nowadays. This study aimed to investigate the preparation of Andong *sikhe* by use of pure culture inoculation and the improvement of storage stability by the addition of stabilizers to the product. *Lactobacillus delbreuckii* was selected for the pure culture inoculation in the fermentation. The changes in chemical composition such as total acidity, sugar content, amino acid and various forms of nitrogen during fermentation were determined. The changes in pH of the product, the enzyme activities and the population of lactic acid bacteria were also followed in the process of fermentation. The *Lactobacillus* dominated in the beginning of the fermentation but the *Streptococcus* outnumbered the former as the fermentation proceeded. The crude protein content increased up to the 4th day of fermentation but slowly decreased thereafter. The pH of the product rapidly decreased to 4.2 by the 2nd day of fermentation. The total acidity reached to the 0.38% by the 2nd day of fermentation and kept on increasing slowly during the fermentation. The free sugar consisted of 6 kinds including maltose and one unknown sugar. The amino form nitrogen increased up to 38.5mg% at the 2nd day of fermentation and the product tasted best at this time. The ammonia form nitrogen, water soluble and salt soluble protein decreased during fermentation. Proline and aspartic acid were the two major free amino acids. The free methionine increased while the free lysine decreased in the process of fermentation. The major amino acids of water soluble and salt soluble protein were glutamic acid and aspartic acid. The arginine content of salt soluble protein increased as the fermentation proceeded. Linoleic, palmitic and oleic acid were the three major fatty acids and occupy 90% or more of the total fatty acids. The activities of acid protease and liquefying amylase reached to the maximum at the 4th day of fermentation while those of saccharogenic amylase and lipase reached to the peak at the 2nd day of fermentation.

I. 서 론

옛기름의 맥아효소에 의하여 쌀전분이 분해되어 나온 단맛과 숙성과정에 생성되는 유산균에 의한 산미, 그리고

맥아향, 무우, 고추가루 및 생강의 맛과 향이 잘 조화된 전통안동식혜는 안동을 중심으로 경북 북부 지방에서 예로부터 널리 애용되고 있다. 우리조상들의 지혜와 슬기로 전승, 발전해온 우리의 귀중한 전통식품의 하나인

안동식혜는 이^{1,3)}에 의하여 한국식품문화사적인 측면에서 관찰된 바 있다. 윤³⁾은 안동식혜의 조리법의 유래에 따른 사적고찰에 관하여 그리고 이 등^{4,5)}은 문헌에 기록된 식혜의 분석적 고찰을 하였다.

오늘날 우리 식품공업은 주로 외국에서 연구개발되어 양산되고 있는 가공식품을 우리나라로 이전 해와서 그것을 모방하기에 바빴을 뿐 유감스럽게도 그 동안 전통식품에 관한 많은 연구를 할 여유를 갖지 못하였다. 우리 전통 식품에 대한 연구가 부분적으로 시도되었으나 산업화를 위한 체계적인 연구는 아직도 미흡한 실정이다. 농수산물을 소재로 한 우리들의 전통식품이 상업적으로 생산되기 위해서 그 소재에 대해서 뿐 아니라 그 음식이 만들어지기까지 과정에 대한 화학적, 물리적 및 생물학적 연구를 통하여 제품에 대한 안정성과 영양에 대해 과학적으로 설명할 수 있어야 한다. 최 등^{6,8)}은 전통안동식혜의 제법과정을 안동시 문화재 관리국의 도움으로 경상북도 무형문화재 보유자 조옥화 등 10개소를 선정하여 현지에서 직접 식혜제조에 참여하여 관능검사를 통해 제일 이상적인 전통안동식혜 제조공정을 확립한 바 있다.

본 연구는 식생활 양식의 변화에 수반되어 가정에서의 식혜제조가 점차 감소되어 사라져 가고 있는 실정을 감안하여 경상도의 전통안동식혜의 제조법을 계승 보존하고 나아가 품질향상을 목표로 하였다. 안동식혜의 제조공정을 단축하고 우수한 가공식품으로 개발할 목적으로 안동식혜로부터 분리선발한 유산생성균주와 한국종균협회로부터 분양받은 유산균들을 첨가하여 안동식혜를 제조, 숙성시킨 다음 관능시험에서 제일 우수한 균주 *Lactobacillus delbreuckii*를 선발하였다. *L. delbreuckii*를 이용하여 순수배양에 의한 안동식혜의 숙성과정중 성분변화를 비교연구함으로써 제조공정을 단축시킬 수 있을 뿐만 아니라 상품성이 높은 가공식품으로 개발하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료 및 포장

최 등⁶⁾이 보고한 전통안동식혜의 가장 이상적인 제조방법에 따라 참쌀(*Japonica type*), 무우(*Raphani semen*), 생강(*Zingiberis rhizoma*), 고추가루(*Capsicum annum L.*) 등을 1990년 10월에 대구시 농협공판장에서 구입한 것을 공시재료로 사용하였다. 포장재료는 polyethyl polyethylene(PE : 0.06 m/m)를 사용하였다.

2. 공시균

공시균은 안동식혜로부터 순수분리 동정한 유산균 *Streptococcus CS-114*(이하 SC), *Lactobacillus MC-115*

(이하 LM)과 한국종균협회로부터 분양받은 *S. thermophilus*(이하 ST), *L. bulgaricus*(이하 LB), *L. casei*(이하 LC), *L. acidophilus*(이하 LA), *L. helveticus*(이하 LH) 및 *L. delbreuckii subsp.*(이하 LD) 등의 균주를 이용하였다.

3. 유산균의 순수분리 및 동정

안동식혜의 제조공정에서 담금 3일째의 시료즙액을 plate count agar, sodium azide-glucose 고체배지에 평판배양하여 48-72 시간 배양 후 나타난 colony 형태에 따라, colony 형태에 특징이 없는 경우에는 무작위로 채취하여 현미경관찰을 한 후 선발된 각각의 미생물을 Deman Rose Sharpe(이하 MRS)고체배지에 평면도 말법으로 접종후 30°C에서 72 시간 배양하는 과정을 순수분리 될 때까지 반복하였다.⁹⁾ 순수분리된 각각의 유산균은 다시 MRS사면배지에 접종배양한 후 4°C에 보관하면서 발효실험 및 동정에 사용하였다. 분리된 유산균의 동정은 Bergey's manual of determinative bacteriology¹⁰⁾에 따랐다.

4. 유산균을 이용한 전통안동식혜의 제조

안동식혜의 제조시 조성은 참쌀(1.6 kg), 엿기름가루(1 kg), 물(10), 무우(2 kg), 생강(160g) 및 고추가루(80g)로 하였다. 참쌀은 12 시간 침지하여 물빼기를 한 다음 증자하여 식혜밥을 만든다. 미지근한 물에 엿기름가루를 넣어 3 시간 정치한 다음 체에 걸러서 찌꺼기는 버리고 침전된 옷물을 사용한다. 고추가루는 면주머니에 넣어 엿기름물과 함께 끓여서 고추물을 추출하였다. 이상과 같이 준비된 따뜻한 식혜밥과 잘게 썰은 무우 깎두기를 섞은 다음 항아리에 담고 생강즙과 고추가루 추출물을 넣은 다음 엿기름 물을 넣었다. 안동식혜에서 순수분리한 균주 SC와 LM, 종균협회에서 분양받은 ST, LB, LC, LA, LH 및 LD 등의 균주를 10% skim milk 배지에 3번 계대배양한 배양액 20 ml(생균수 10⁷-10⁸/ml)을 접종하여 발효시키며 겨울철에는 따뜻한방에서 담요를 싸서 4시간 보온하였다가 서늘한 곳에서 숙성시킨다(Fig.1).

5. 균주의 선발 및 관능검사

안동식혜에서 분리동정한 SC, LM 균주와 ST, LD, LC, LA, LH 및 LB의 균주를 식혜에 첨가하여 숙성 2일째 관능검사를 실시하였다. 관능검사원은 안동지역에서 매년 구정에 일반 가정마다 안동식혜를 만들어 먹어본 경험이 있는 안동지역 학생 10명을 3개월 훈련시켜 전통안동식혜의 맛을 익힌 후 평가에 임하도록 하였다. 관능검사 방법은 식혜를 검사실시 30분전에 냉장고에서 꺼내어 충분히 혼든 후 50ml 씩 유리잔에

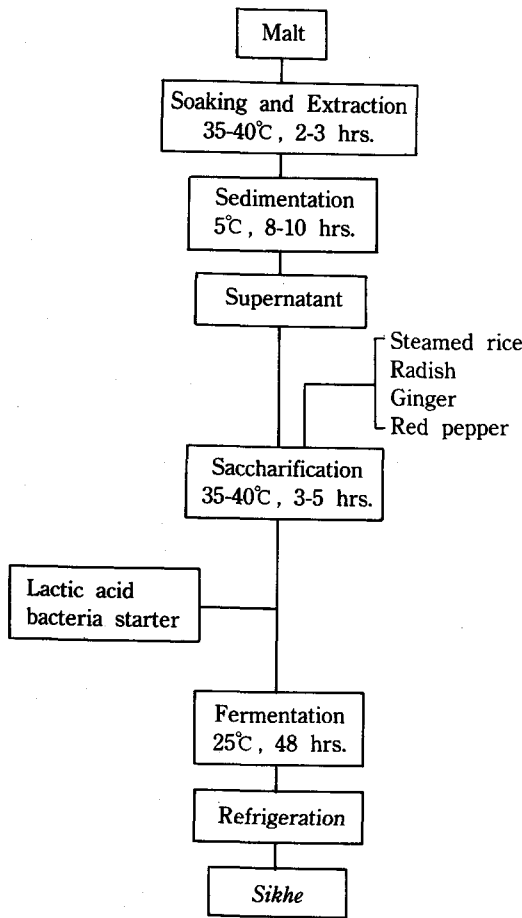


Fig. 1. The preparation of traditional Andong sikhe by, lactic acid bacteria

답아 검사원에게 제공하였다. 관능검사는 오전 11시에 진행하였으며 시료는 무작위로 검사원에게 제공순서를 다르게 제시하였다. 안동식혜의 맛에 대한 관능검사의 종합적인 평가를 위하여 검사방법은 Civille 방법¹¹⁾에 의해 각 변수에 대해 최저 1점, 최고 10점을 기준으로 10명의 관능검사요원에 의해 소수점 1자리까지 평가하였다. 관능검사 실험설계는 완전 임의 배치법¹²⁾으로 4회 반복 실시하였고 그 결과를 이원배치 분산분석 및 최소 유의차 검정¹³⁾을 실시하였다.

6. 성분분석

1) 일반성분

식혜의 수분, 조단백, 조지방, 조섬유, pH, 적정산도, 총당, 환원당 및 회분함량을 AOAC법¹⁴⁾에 의하여 측정하였으며, 아미노태 질소는 Formol적정법, 암모니아 태 질소는 Folin법¹⁵⁾으로 측정하였다.

2) 유리당 분석

유리당의 정량은 Michael 등¹⁶⁾의 방법에 따라 분쇄한 시료 5g을 평량하여 등근플라스크에 넣고 80% ethanol 100 ml를 가한 후 reflex condenser를 부착하여 80°C water bath상에서 2시간 추출하고 Whatman NO.54 여과지로 여과하였으며 여액은 rotary evaporator로 ethanol 향기가 없어질 때까지 농축하였다. 여기에 증류수 25 ml를 가해서 용해시킨 후 Whatman NO.42 여과지로 여과하고 여액을 Sep-Pak C₁₈ cartridges와 0.45 µm millipore filter에 통과시킨 후 10 µl를 high performance liquid chromatography (HPLC)에 주입하여 분석하였다. 이때 HPLC(Water Associates Inc. ALC-244. USA) 분석조건은 column ; carbohydrate analysis, column temperature ; 40°C, solvent ; water : acetonitrile = 20 : 80(V/V), flow rate ; 1.8 ml/min, detector ; RI(x16) detector, chart speed ; 0.5 cm/min 이었다.

3) 지방산 분석

조지방의 추출은 안동식혜를 동결건조한 후 Folch법¹⁷⁾에 따라 분쇄한 시료에 20배의 chloroform : methanol (2 : 1, V/V)용매를 가하여 균질화 한 것을 여과하여 잔사를 분리하고 이 잔사를 같은 용매로 한번 더 추출하여 여액을 합한다. 여기에 증류수를 가한 다음 분리되는 chloroform층을 취하여 여과한 다음 40°C 이하에서 rotary evaporator로 농축한 것을 조지질로 하였다. 추출한 조지질은 Sephadex G-25에 의하여 비지방질 성분을 제거한 후 지방질의 분석시료로 사용하였다. 추출정제한 지질의 지방산 조성은 이 등¹⁸⁾의 방법에 따라 Gas chromatography(GC)로 분석하였다. 일정량의 시료를 ester화 시험관에 취하고 H₂SO₄ : C₆H₆ : CH₃OH (1 : 30 : 90, V/V/V)용액을 가하여 용해 시켰다. 시험관을 밀봉하고 2 시간 30 분 동안 methyl ester화시킨 다음 냉각하여 증류수를 가하고 석유 ether층을 분리하여 Na₂SO₄로 탈수 시켰다. Rotary evaporator로 용매를 제거한 후 소량의 chloroform에 녹여 GC 분석시료로 사용하였다. 이때 사용한 GC의 조건은 column support ; chromosorb WAW, substrate ; 10% sp-2330, injection temperature ; 150°C, column temperature ; 185°C, detector temperature ; 275°C, carrier gas ; N₂이었다. GC 결과에서 얻은 각 peak는 같은 조건의 표준지방산 peak의 retention time과 비교하여 동정하고 면적을 구하였으며 그 합계량에 대한 각 peak의 면적비는 백분율로 나타내었다.

4) 유리아미노산 분석

유리아미노산의 추출은 허 등¹⁹⁾의 방법에 따라 시료 5 ml에 탈이온 증류수 100 ml를 가하고 마쇄한 후 여과하고 그 여액에 20% trichloroacetic acid(TCA)를

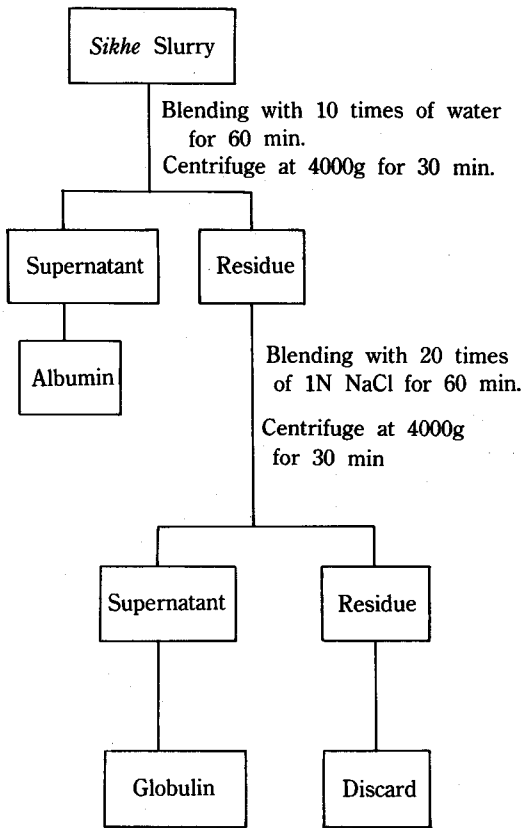


Fig. 2. Flow chart for the fractionation of soluble protein in traditional Andong sikhe by *L. delbroeckii*

15 ml 가한 다음 하룻밤 냉장고에서 방치시켜 단백질을 침전제거하였다. 상정액에 diethyl ether를 가하여 TCA, 지용성 방해물질 등을 제거한 후 수용액층을 40℃ 이하에서 감압 농축시키고 0.2 M-sodium citrate buffer (pH 2.2)를 가하여 용해시켰다. 그리고 0.45 μm millipore filter로 여과한 다음 아미노산 자동분석기 (LKB 4151 Alpha plus amino acid analyzer, England)에 주입하였다.

5) 단백질 분리 및 정량

안동식혜를 균질기로 균질화시킨 다음 Wang 분류법²⁰⁾에 따라 Fig.2에서와 같이 수용성 및 염용해성 단백질을 분리하였다. 단백질의 정량은 Lowry 등²¹⁾의 방법에 의하여 측정하였으며 단백질 값은 bovine serum albumin을 사용한 표준곡선에 의하여 환산하였다.

6) 수용성 및 염용해성 단백질의 아미노산 분석

수용성 및 염용해성 단백질의 아미노산 분석은 5 ml크기의 유리관에 20 mg의 각각의 단백질을 넣은 후 6N 염산으로 24 시간 동안 가수분해하였다. 가수분해한

분해액을 여과하여 40℃ 이하에서 rotary evaporator를 사용하여 염산을 완전히 증발시킨 다음 10 ml sodium citrate buffer에 용해시킨 것을 아미노산 자동분석기로 분석하였다.

7. 효소활성 측정

1) Protease activity

Anson²²⁾ 및 萩源²³⁾의 방법에 따라 0.6% casein을 기질로 30℃ 에서 10 분간의 반응조건으로 pH 3.0에서 산성 protease 활성을 측정하였다. 상기 반응조건에서 효소액 1 ml가 나타내는 660 nm의 흡광도 값을 protease 역가단위로 표시하였다.

2) Liquefying amylase activity

액화효소의 활성도는 1% 가용성 전분액을 기질로 하여 pH 5.0, 40℃ 에서 30 분간 반응시킨 뒤 I₂로써 발색시켜 효소활성을 측정하였으며 이때 효소활성은 효소액 1 ml가 30 분 동안 분해하는 1% 가용성 전분액의 ml수로서 액화형 amylase의 작용력을 D₃₀로서 표시하였다.²⁴⁾

3) Saccharogenic amylase activity

당화효소의 활성도는 芳賀 등²⁵⁾의 방법에 준하여 2.0 % 가용성 전분액을 기질로 pH4.4에서 30℃, 60 분간 반응시켜 당화효소의 활성을 측정하였으며 이때 효소단위는 효소액 1 ml가 1 분간에 1 μg의 환원당을 생성하는 것을 1 unit로 정하였다.

4) Lipase activity

Funatsu 등²⁶⁾의 방법에 의하여 실시하였다. 즉 0.5M KCl 1.0 ml, 5×10⁻³ M CaCl₂ 1.0 ml, 효소용액 0.5 ml, H₂O 7.3 ml의 혼합액을 35℃ 에서 10분간 가온 한 후 tributyrin 0.2 ml를 넣어 다시 15 분간 반응시킨 다음 100℃ 에서 2 분간 끓여 효소작용을 정지시키고 생성된 지방산을 0.05 N NaOH로 phenolphthalein을 지시약으로 하여 적정함으로써 효소활성을 측정하였다. 효소역가는 매 분당 기질중의 ester결합 1 micromole을 가수분해하는 효소의 양을 1 unit로 하였다.

II. 결과 및 고찰

1. 유산균의 순수분리 및 동정

안동식혜로부터 산생성이 강한 균주 SC-114와 LM-115를 분리 선발하였다. SC-114균주의 형태, 배양 및 생리적 특성은 Table 1,2와 같다. 즉 Gram양성의 쌍구균으로 운동성이 없고 denitrification 능력이 있고 전분과 젤라틴의 분해력이 없으며 arginine을 가수분해시켜 ammonia gas는 발생하나 arginine을 유일한 탄소원으로 생육하지는 않는다. Citrate, malate도 유일한 탄소원으로 생육할수는 없으며 50℃ 에서 생육하

Table 1. Morphological and cultural characteristics of SC-114 isolated from traditional Andong *sikhe*

A. Morphological characters	
1. Gram stain	: Positive
2. Shape and size	: Ovoid in pairs, 0.9 μ m in diameter
3. Motility	: Non-motile
4. Growth	: Indifferent
B. Cultural characters	
1. Agar plate	
A) Form	: Circular
B) Elevation	: Raised
C) Margin	: Entire and smooth
D) Pigment	: Light yellow
2. Agar deeps colony: Echinulate	
2. Nutrient broth : Sediment	

Table 2. Physiological characteristics of SC-114 isolated from traditional Andong *sikhe*

1. Catalase	: Not liquified	
2. Gelatin	: Not produced	
3. Growth at 50°C	: Grown	
4. Growth at 10°C	: Grown	
5. Growth at pH 9.5	: Growth occurred	
6. Growth in the medium containing 6.5% NaCl	: Growth	
7. Starch	: Not hydrolyzed	
8. Carbon sources for growth		
D-glucose	: +	Sorbitol : +
Sucrose	: +	Mannitol : +
Fructose	: +	Inulin : -
Maltose		Inositol : -
Cellobiose	: +	Citrate : -
Lactose	: +	Malate : -
Galactose	: +	L-Arginine : -

+: 90% or more of strains are positive

-: 10% or less of strains are positive

며 6.5% NaCl 함유배지에서도 생육이 진행되었다. 이러한 점 등을 고려하여 *Streptococcus*균으로 동정되어 *Streptococcus* CS-114(SC)로 명명하였다.

LM-115균주의 형태, 배양 및 생리적 특성은 Table 3,4에서 보는 바와 같이 Gram양성, 단간균으로 운동성이 있었으며 젤라틴은 액화하지 못하였다. 6.5% NaCl 함유배지에서 자랐으나 45°C에서는 자라지 못하였고 catalase 음성이었다. Mannitol을 제외한 모든 당에서

Table 3. Morphological and cultural characteristics of LM-115 isolated from traditional Andong *sikhe*

A. Morphological characters	
1. Gram stain	: Positive
2. Shape and size	: Short chain, 0.6 \times 5 μ m
3. Motility	: Motile
4. Growth	: Indifferent
B. Cultural characters	
1. Agar plate	
A) Form	: smooth
B) Elevation	: Raised
C) Margin	: Convex and smooth
D) Pigment	: White or yellow
2. Agar deeps colony: Diamond-shaped	
2. Nutrient broth : Turbidity	

Table 4. Physiological characteristics of LM-115 isolated from traditional Andong *sikhe*

1. Catalase	: Not liquified	
2. Gelatin	: Not produced	
3. Growth at 45°C	: -	
4. Growth at 15°C	: +	
5. Growth at pH 9.5	: Growth occurred	
6. Growth in the medium containing 6.5% NaCl	: Growth	
7. Starch	: V	
8. Carbon sources for growth		
D-glucose	: +	Sorbitol : +
Sucrose	: +	Mannitol : -
Fructose	: +	Inulin : d
Maltose		Inositol : d
Cellobiose	: +	Citrate : -
Lactose	: +	Malate : -
Galactose	: +	L-Arginine : -

성장하였고 citrate, malate 및 L-arginine은 이용하지 못하였다. 흰색에서 노란색의 colony가 생성되었으며 균성장이 짧고 천자배양시 diamond형으로 자랐다. 그 외 형태, 배양 및 기타 생리학적 특징도 Bergey's manual systematic bacteriology¹⁰⁾의 *Lactobacillus*속으로 동정되어 *Lactobacillus* MC-115(LM)으로 명명하였다. 숙성초기에는 *Lactobacillus*속의 간균이 많이 번식하여 젖산과 탄산가스를 생성하여 산성화하였으나 시간이 지남에 따라서 *Streptococcus*속의 구균이 활발히 번식하여 주요세균으로서 숙성과 밀접한 관계가 있었다.

Table 5. General composition of traditional Andong *sikhe* fermented with lactic acid bacteria at the 2nd day of fermentation

Strains	Moisture	Crude fat	Crude protein	Crude fiber	NFE	Ash	pH	Total acidity	B _x ^o
Control	88.14	0.50	1.17	0.08	9.91	0.20	4.19	0.33	12.2
SC	89.00	0.49	1.18	0.09	9.05	0.19	4.23	0.30	11.7
LM	88.97	0.48	1.16	0.08	9.11	0.20	4.20	0.33	12.2
LD	89.02	0.42	1.18	0.08	9.10	0.20	4.20	0.38	12.8
LH	89.05	0.39	1.17	0.09	9.10	0.20	4.22	0.31	12.2
LB	89.07	0.43	1.18	0.09	9.03	0.20	4.18	0.36	10.9
LC	89.01	0.38	1.16	0.09	9.17	0.19	4.19	0.35	11.5
LA	89.06	0.49	1.20	0.09	8.96	0.20	4.22	0.31	12.3
ST	89.10	0.37	1.17	0.08	9.08	0.20	4.21	0.31	12.3
LM+LD	89.10	0.44	1.19	0.09	9.08	0.19	4.22	0.31	11.6
LM+LH	89.03	0.49	1.18	0.08	9.02	0.20	4.21	0.32	12.1
LM+LB	89.02	0.37	1.19	0.09	9.14	0.19	4.20	0.33	11.7
LM+LC	89.01	0.39	1.18	0.08	9.14	0.20	4.19	0.35	11.8
LM+LA	89.05	0.45	1.18	0.09	9.04	0.19	4.22	0.31	11.6
LM+ST	89.04	0.42	1.17	0.09	9.08	0.20	4.20	0.33	11.8
SC+LD	89.03	0.40	1.17	0.08	9.13	0.19	4.22	0.31	12.4
SC+LH	89.00	0.43	1.17	0.09	9.12	0.19	4.19	0.35	12.1
SC+LB	89.00	0.49	1.18	0.08	9.06	0.19	4.19	0.35	11.6
SC+LC	89.01	0.43	1.19	0.08	9.09	0.20	4.20	0.33	10.8
SC+LA	89.04	0.39	1.16	0.08	9.13	0.20	4.22	0.31	11.5
SC+ST	89.02	0.40	1.17	0.09	9.12	0.20	4.20	0.33	11.7

NFE: Nitrogen free extraction B_x^o: Brix of sugar

Table 6. Sensory evaluation for taste of traditional Andong *sikhe* fermented with gure culture of lactic acid bacteria

Amount (ml)	SC	LM	LD	LH	LB	LC	LA	ST	SC+LD	SC+LH
0.5	6.55	6.40	7.50	6.80	6.50	7.55	6.15	5.30	7.20	7.05
1.0	6.90	6.75	7.95	7.50	6.90	7.85	6.90	5.85	7.45	7.40
2.0	7.00	7.20	8.45	7.55	7.15	8.20	7.20	6.40	7.90	7.80
Amount (ml)	SC+LB	SC+LC	SC+LA	SC+ST	LM+LD	LM+LH	LM+LB	LM+LC	LM+LA	LM+ST
0.5	6.55	6.60	6.45	6.25	6.80	6.85	6.60	5.80	6.40	6.30
1.0	6.90	6.90	6.90	6.90	7.00	7.10	6.95	6.65	7.00	6.70
2.0	7.45	7.05	7.35	7.05	7.15	7.35	7.25	7.15	7.35	7.10

2. 정미성이 우수한 유산균의 선발

유산균을 이용하여 맛이 우수한 안동식혜를 제조하기 위한 기초자료를 얻기 위하여 안동식혜에서 분리한 유산균 SC, LM과 LD, LH, LB, LC, LA, ST에 의한 숙성 2일째의 일반성분은 Table 5와 같다. 조지질의 함량은 유산균을 첨가하지 않은 대조군에 비해서 유산균을 첨가한 군은 약간 낮았으며 조단백질의 함량은 대조군보다 유산균을 첨가한 군이 대체로 높았다. 당

도는 대조군이 12.2%인데 비하여 LD첨가군은 12.8로 가장 높았다. 총산도는 0.30에서 0.38로 대조군에 비해 LD첨가군이 0.38로 가장 높았다.

안동식혜의 맛에 대한 관능검사를 실시한 결과 Table 6에서 보는 바와 같이 식혜 100 ml에 대해 유산균 배양액을 0.5 ml을 넣었을 때 LD첨가군이 1.0 ml을 첨가했을 때 LC 및 LD첨가군 모두 2.0 ml첨가 했을 때는 LD첨가군이 가장 좋은 성적을 얻었다. Table 7은 맛의

차이를 분산분석을 통해 검정한 결과로 균주간과 배양액의 첨가간에는 각각의 현저한 유의성을 보이고 있다($F=32.095, P=0.000, F=148.992, P=0.000$). 따라서 당의 생성과 맛에 대한 차이는 현저한 유의성을 보이고 있다. 이상의 균주를 이용하여 안동식혜를 제조한후 관능검사를 실시한 결과 조단백질, 당도 및 산도가 잘 조화된 *L. delbreuckii* 균주가 가장 좋은 성적을 나타내었으므로 이 균주를 택하여 실험하였다.

3. 성분변화

1) 일반성분 및 pH의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중 일반성분 과 pH 변화는 Table 8와 같다. 조지방의 함량은 시간이 경과할수록 증가하였으나 조단백질의 함량은 주발효 기간인 4일까지는 함량이 많으나 그 이후로는 차차 감소하였다. pH는 2일째 4.20으로 최 등²⁶⁾의 안동식혜의 2일째 pH 4.79보다 낮았으며 숙성 및 저장기간이 증가함에 따라 낮아졌다. 총산은 2일째까지는 급격히 증가하였으나 그 후로는 완만히 증가하였다. 이 등²⁷⁾의 가자미

식혜의 숙성적기에 pH가 5.5인 것과 비교해 볼때 낮은 수치인데 이러한 현상은 안동식혜 숙성과정에 있어 젖산의 생성이 보다 왕성하게 생성된 영향이라 생각된다. 이 등²⁸⁾은 김치의 맛이 가장 좋을 때가 pH 4.3 정도라는 점으로 미루어 보아 안동식혜와 김치의 성숙적기의 pH가 거의 일치함을 보여 주고 있다. Shin 등²⁹⁾은 *L. plantarum* 단독균주를 이용하여 쌀을 기질로 한 젖산발효과정의 숙성적기가 2일째에 pH가 3.45로써 안동식혜의 숙성적기의 pH보다 훨씬 낮았다.

2) 총당 및 환원당의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정중 총당 및 환원당의 변화를 분석한 결과는 Table 9와 같다. 총당은 당분해효소에 의하여 시간이 경과함에 따라서 점차 증가하여 20일째는 13.2%였다. 환원당은 점차 감소하여 4일째 4.9%였으며 이후 점차 증가하여 20일째 5.9%로 나타났다. 이는 최 등⁷⁾의 시간이 경과함에 따라 환원당의 양이 증가하는 경향과는 다소 다르게 나타났다.

3) 유리당의 변화

안동식혜의 숙성과정중 유리당의 변화를 분석한 결

Table 7. Analysis of variance for the scores of sensory evaluation of Andong sikhe fermented with pure culture of lactic acid bacteria

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Squares	F	Signif of F
Main effects	184.204	21	8.772	43.228	.000
TREAT	123.838	19	6.513	32.095	.000
CSTB	60.466	2	30.233	148.992	.000
2-way Interactions	7.351	38	.193	.953	.552
TREAT CSTB	7.351	38	.193	.953	.552
Explained	191.555	59	3.247	16.000	.000
Residual	109.575	540	.203		
Total	301.130	599	.503		

Table 8. Contentes of general composition during the fermentation and storage 4°C of sikhe by *L. delbreuckii*

	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Moisture	88.87	88.90	89.02	89.13	89.24	89.61	89.74	89.87	89.93	90.00
Crude fat	0.24	0.28	0.42	0.46	0.49	0.52	0.50	0.51	0.53	0.55
Crude protein	1.12	1.12	1.18	1.21	1.29	1.19	1.12	1.06	1.05	1.05
Crude fiber	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
NFE	9.50	9.42	9.10	8.92	8.71	8.39	8.36	8.28	8.21	8.12
Ash	0.19	0.20	0.20	0.20	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
PH	5.10	4.23	4.20	4.17	4.15	4.10	4.08	4.07	4.03	4.00
Total acidity	0.27	0.31	0.38	0.38	0.40	0.40	0.41	0.42	0.44	0.46

NFE: Nitrogen free extraction

과는 Table 10과 같다. Glucose를 포함하여 6 종류였으며 그의 maltotriose이상의 분자량이 큰 물질로 추정되는 미확인 물질도 1개 검출되었다. 환원당의 함량은 maltose가 가장 많았으며 점차 증가하여 4 일째 가장 많았으며 그후 점차 감소하였다. 이러한 결과들은 육등³⁰⁾이 새로운 식혜의 제조법에 있어서 숙성과정중 maltose의 함량 49.5%보다는 많았고 최 등⁷⁾의 식혜중 maltose의 함량과 비슷하였다.

4) 질소화합물의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중 질소화합물의 변화는 Table 11와 같다. 아미노태질소는 시간이 경과할수록 증가하였으며 20일째 47.6mg% 였다. 암모니아태질소, 수용성단백질과 염용성 단백질의 함량은 시간이 경과함에 따라 차차 감소하였다. 조단백질의 함량의 변화 숙성과정 4일째 1.29%로 그 함량이 가장 많았으나 그 후 차차 감소하였다. 이는 최 등⁷⁾의 숙성 4일째 안동식혜의 조단백질함량 1.67%보다 적으며 문과 조³¹⁾

가 보고한 식혜제조의 과학적 연구에서 조단백질 함량의 1.85%보다 본 실험결과가 대체로 낮았다. 안동식혜의 조단백질의 함량이 원료배합비 등에 의하여 상이된 결과를 얻었다고 생각된다.

5) 유리아미노산조성의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정중 유리아미노산의 함량 변화는 Table 12와 같다. 유리아미노산의 함량은 proline, aspartic acid가 100ml당 각각 65.5, 26.8 mg으로 가장 많았으며 cystine은 trace로 나타났다. Proline함량은 3일째 115.0 mg으로써 약 2배가량 증가되었으며 그후 시간이 지남에따라 차차 감소하였다. 이것은 염용해성 단백질에 함유된 많은 proline이 단백질 분해 효소 작용으로 분해되어 생성된 것으로 생각된다. Methionine은 시간이 경과함에 따라 점차 증가하였으나 lysine은 오히려 감소하였다. Threonine, leucine 및 alanine의 함량은 거의 일정하였으며 그의 대부분의 유리아미노산들의 함량은 숙성 및 저장기간 동안 대

Table 9. Changes of the total sugar and reducing sugar of contents during fermentation and storage at 4°C of traditional Andong sikhe by *L. delbreuckii*

Sugar	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Total sugar(%)	10.54	12.06	12.24	12.30	12.35	12.64	12.84	12.92	13.01	13.21
Reducing sugar(%)	6.60	5.80	5.24	5.12	4.02	5.16	5.42	5.55	5.80	5.92

Table 10. The free sugar of traditional Andong sikhe by *L. delbreuckii* during fermentation and storage at 4°C

Free sugar	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Fructose	5.41	4.44	3.87	3.65	3.55	3.50	3.46	3.12	3.42	3.52
Glucose	10.18	9.28	8.85	8.72	8.62	8.71	8.84	8.57	10.53	10.30
Sucrose	0.67	1.10	0.74	0.30	0.26	0.20	0.16	0.15	0.15	0.15
Maltose	71.54	71.96	74.75	75.79	76.36	75.26	74.64	74.24	73.96	73.52
Lactose	3.47	3.03	2.29	1.69	1.03	0.82	0.88	1.12	1.34	1.45
Maltotriose	8.70	10.16	10.22	10.83	10.92	11.02	11.08	11.62	11.83	11.80
Unknown	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace

Table 11. Changes of nitrogen compounds during fermentation and storage at 4°C of traditional Andong sikhe by *L. delbreuckii*

Nitrogen compound	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Crude protein(%)	1.12	1.12	1.18	1.12	1.29	1.19	1.12	1.06	1.05	1.05
Amino nitrogen(mg%)	37.50	37.80	38.50	40.88	41.02	41.02	42.28	43.40	43.68	47.06
Ammonia nitrogen(%)	0.22	0.21	0.20	0.06	0.06	0.05	0.05	0.05	0.03	0.03
Water soluble protein(mg/ml)	1.85	1.45	1.26	1.10	1.03	0.99	0.97	0.96	0.95	0.94
Salt soluble protein(mg/ml)	3.21	3.21	2.96	2.81	2.69	2.62	2.55	2.50	2.42	2.38

Table 12. Free amino acids of traditional Andong *sikhe* with *L. delbreuckii* during fermentation and storage at 4°C (mg/100 ml)

Amino acid	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Aspartic acid	26.8	27.1	27.3	28.2	28.7	28.9	29.1	29.2	29.3	29.4
Threonine	22.1	22.5	22.5	22.6	22.7	22.7	22.6	22.5	23.5	22.5
Serine	10.9	12.1	15.7	16.0	17.6	17.5	17.5	16.2	14.6	13.4
Glutamic acid	10.9	11.0	11.9	11.9	12.0	12.2	12.3	12.6	12.8	13.1
Proline	65.5	96.3	98.2	115.0	106.2	106.9	107.7	105.1	98.6	88.2
Glycine	9.2	12.0	12.2	12.2	12.3	12.3	12.9	13.1	13.3	14.7
Alanine	16.0	16.1	16.3	16.5	16.6	18.5	16.7	16.2	15.9	15.6
Cystine	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Valine	11.9	12.0	13.0	12.1	12.3	12.5	13.1	11.3	11.0	10.9
Methionine	1.9	2.1	2.4	2.4	2.4	2.8	3.0	3.2	3.4	3.5
Isoleucine	8.9	10.0	10.0	10.1	10.3	10.5	10.7	9.0	7.3	6.4
Leucine	14.6	14.6	14.7	14.6	14.8	14.7	14.7	14.6	14.5	14.5
Tyrosine	9.2	11.2	11.5	11.8	11.4	11.2	10.5	9.0	8.7	8.5
Phenylalanine	13.0	15.4	14.6	15.7	16.0	16.0	16.0	16.1	15.9	15.7
Histidine	15.1	17.3	17.9	18.2	18.5	18.5	18.7	19.0	20.1	21.1
Lysine	6.9	6.9	5.4	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	3.9
Arginine	14.9	17.2	20.1	25.2	21.3	21.5	21.3	21.2	13.7	7.5

Table 13. Amino acids of water soluble protein from traditional Andong *sikhe* with *L. delbreuckii* during fermentation and storage at 4°C (mg/g)

Amino acid	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Aspartic acid	106.4	101.6	97.7	95.6	93.3	88.1	84.1	79.5	78.8	78.6
Threonine	55.3	52.0	49.2	47.1	45.3	45.3	40.9	38.7	38.2	37.1
Serine	47.0	47.0	46.2	45.9	45.1	42.2	35.7	34.9	31.5	30.9
Glutamic acid	120.2	112.2	109.7	109.2	108.1	105.3	103.1	97.7	93.1	92.8
Proline	84.7	85.8	90.2	94.8	100.5	98.3	90.9	83.3	71.7	71.5
Glycine	55.6	50.5	48.2	46.1	45.7	44.9	44.4	42.0	40.2	39.6
Alanine	54.1	52.9	51.6	50.6	50.2	50.6	49.2	43.0	41.9	40.8
Cystine	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Valine	46.2	46.9	46.9	47.9	48.6	49.7	48.2	46.5	44.2	43.1
Methionine	2.5	2.6	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.3	3.0
Isoleucine	51.2	50.8	47.1	45.3	44.4	43.0	39.4	35.3	33.9	32.0
Leucine	74.6	73.6	70.2	69.7	68.5	67.9	62.3	56.4	55.9	55.0
Tyrosine	37.7	32.0	22.9	18.3	15.9	14.1	16.5	22.3	27.6	35.1
Phenylalanine	85.2	84.1	68.5	67.0	62.7	59.3	56.4	47.0	40.9	37.4
Histidine	48.8	49.0	49.1	49.0	49.2	49.2	49.0	48.9	48.3	48.8
Lysine	53.2	53.6	53.9	54.0	57.0	60.0	49.7	48.7	48.0	47.1
Arginine	80.1	71.5	67.2	65.2	64.9	62.9	53.9	53.0	50.2	44.7

체로 증가하였다.

6) 수용성 및 염용해성 단백질의 아미노산 조성 변

화

안동식혜의 숙성 및 저장과정중 수용성 및 염용해성

Table 14. Amino acids of salt soluble protein from traditional Andong *sikhe* with *L. delbreuckii* during fermentation and storage at 4°C

Amino acid	Days									
	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	92.4	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	47.2	46.3	45.3	42.9	41.9
Glutamic acid	143.7	137.9	135.9	118.0	110.9	106.2	105.8	105.7	105.5	104.7
Proline	77.1	71.6	68.2	65.3	63.9	61.0	59.0	55.9	53.2	50.9
Glycine	63.2	60.2	58.9	56.4	55.9	54.6	51.0	47.2	45.1	44.1
Alanine	58.2	56.9	55.3	53.0	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	53.2	52.9	52.5	52.0	51.7	51.2
Methionine	5.0	5.1	5.2	6.0	6.2	6.4	6.0	5.7	5.4	5.0
Isoleucine	47.0	46.2	44.4	42.9	40.2	38.2	35.6	33.1	32.9	32.7
Leucine	72.5	67.6	58.9	57.2	50.3	46.9	56.9	58.9	64.2	65.2
Tyrosine	35.5	35.4	35.5	35.4	35.4	35.5	35.4	35.3	35.1	35.2
Phenylalanine	43.3	43.2	43.2	43.3	43.2	43.2	43.3	43.2	43.2	43.2
Histidine	65.1	62.3	60.8	58.7	55.4	53.2	50.9	47.2	45.2	42.0
Lysine	69.8	67.2	66.2	64.9	62.5	60.5	57.6	55.6	53.9	50.2
Arginine	40.9	41.0	42.5	43.1	44.9	45.2	46.9	50.6	53.1	57.0

Table 15. Composition of fatty acid of traditional Andong *sikhe* by *L. delbreuckii* during fermentation and storage at 4°C

Fatty acid	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
12 : 00	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
14 : 00	1.43	1.49	1.53	1.52	1.52	1.51	1.59	1.48	1.50	1.56
16 : 00	26.73	28.40	30.28	30.53	30.62	30.56	31.36	31.42	31.58	30.98
18 : 00	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
18 : 01	24.58	23.56	22.22	21.94	21.67	21.49	19.07	19.67	19.70	20.15
18 : 02	44.87	44.26	43.79	43.35	44.01	44.07	44.35	44.58	44.36	44.37
18 : 03	2.39	2.29	2.18	2.66	2.20	2.34	3.00	2.85	2.86	2.94

단백질의 아미노산 함량의 변화는 Table 13, 14와 같다. 수용성 단백질의 아미노산 함량은 glutamic acid와 aspartic acid가 각각 120.2, 106.4 mg/g로 가장 많았으며 methionine과 histidine은 저장 및 숙성기간중 거의 일정하였으며 대부분의 아미노산들의 함량은 숙성 및 저장기간동안 차차 감소하는 경향을 나타내었다. 염용해성 단백질의 아미노산 함량은 glutamic acid, aspartic acid 및 proline의 함량이 각각 143.7, 103.6 및 77.1 mg/g으로서 가장 많았다. Cystine과 methionine의 함량이 낮은 것은 산분해 과정에 있어서 분해된 것으로 생각되며 methionine, tyrosine 및 phenylalanine의 함량은 거의 일정하였으며 arginine은 시간이 경과함에

따라 점차 증가하여 최 등⁷⁾의 결과와는 상이하였으며 그의 대부분의 아미노산의 함량은 숙성과정중 감소하였다.

7) 지방산의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정중 지방산의 함량변화는 Table 15와 같이 linoleic acid, palmitic acid, oleic acid가 주요 지방산으로서 각 43.3-44.8%, 26.7-31.5% 및 19.6-24.5%를 차지하여 총지방산의 90% 이상을 차지하였다. Oleic acid는 시간이 경과함에 따라서 점차 감소하였고 palmitic acid는 시간이 지남에 따라서 점차 증가하여 대조를 이루었으며 다른 지방산들은 숙성 및 저장중 함량의 변화는 거의 없었다.

Table 16. The activity of protease, amylase and lipase of traditional Andong sikhe by *L. delbreuckii* during fermentation and storage at 4°C

Enzyme activity	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	20
Acid protease(unit/ml)	0.69	1.79	1.83	1.92	1.94	1.89	1.88	1.84	1.71	1.69
Liquefying amylase(D ₅₀)	6.67	12.00	12.24	12.79	14.68	12.57	10.91	9.86	9.43	9.00
Saccharogenic amylase (unit/ml)	0.96	2.43	3.56	3.17	3.05	2.94	2.76	2.33	2.25	2.01
Lipase(unit/ml)	0.07	0.08	0.10	0.10	0.09	0.09	0.08	0.07	0.06	0.05

4. 효소활성의 변화

안동식혜의 숙성 및 저장과정중에 있어서 산성 protease 활성, 전분액화 및 당화 효소력 그리고 lipase의 활성을 측정한 결과는 Table 16과 같다. 식혜의 protease 주체인 산성 protease는 2일째 1.83 unit/ml였으며 4일째는 1.94 unit/ml로써 식혜의 아미노태질소의 함량이 대체로 낮은 사실로 보아 본실험의 식혜들의 산성 protease의 활성이 낮은 것으로 추측된다. Liquefying amylase의 활성은 숙성 2일째 12.24 D₅₀였으며 숙성 4일째 14.68 D₅₀로서 최고치를 나타내었으며 그 후부터 차차 감소하는 경향을 나타내었다. Saccharogenic amylase의 활성은 2일째 3.56 unit/ml 로써 최대의 활성을 나타내었으며 그 후부터는 차차 감소하였다. Lipase의 활성은 전발효과정을 통하여 미약하였다.

IV. 요약

국민소득과 문화수준의 향상에 따라 식생활 양식이 변화되어 가정에서의 안동식혜제조는 점차 사라져 가고 있다. 그러므로 전통안동식혜의 제조법을 계승보존하고 제조공정 및 상품성을 높여 보다 우수한 가공식품으로 개발할 목적으로 안동식혜로부터 분리 선발한 균주와 종균협회에서 분양받은 젖산균들을 첨가하여 안동식혜를 제조하였다. 안동식혜의 숙성과정중 성분분석 및 관능검사를 실시하여 가장 우수한 *L. delbreuckii*를 선발하였다. 안동식혜에서 분리한 균은 초기에는 *Lactobacillus*의 간균이 많았으나 시간이 지남에 따라서 *Streptococcus*의 균균이 많았다. 숙성기간동안 일반성분의 변화는 조단백질의 함량은 주발효 기간인 4일까지는 증가 하였으나 그 이후로는 차차 감소하였고 pH는 급격히 감소하여 2일째 4.20이었으며 총산은 2일째 0.38이었으며 그후 조금씩 증가하였다. 총당은 시간이 경과함에 따라 점차 증가하였다. 유리당의 조성은 maltose를 포함하여 6종류였으며 또한 미확인 물질도 1개 검출되었다. Maltose의 함량은 4일까지 증가하여 76.4%였으나 그후로는 감소하였다.

아미노태질소는 시간이 경과할수록 증가하였으며 2일째 38.5mg%였으며 이때 식혜의 맛이 가장 좋았다. 암모니아태질소와 수용성 및 염용성 단백질은 시간이 경과함에 따라 점차 감소하였다. 주요 유리아미노산은 proline 및 aspartic acid였으며 methionine은 시간이 경과함에 따라 점차 증가하였으나 lysine은 오히려 감소하였다. 수용성 및 염용해성 단백질의 아미노산 조성은 glutamic acid 및 aspartic acid의 함량이 가장 많았다. 염용해성 단백질의 경우 arginine은 시간이 경과함에 따라 점차 증가하였다. 지방산의 조성은 linoleic acid 및 oleic acid 가 주요지방산으로 총지방산의 90%이상을 차지하였으며 palmitic acid는 시간이 지남에 따라 점차 증가하였다. 효소의 활성은 acid protease와 liquefying amylase는 숙성 4일째, saccharogenic amylase와 lipase는 숙성 2일째 가장 높았다.

감사의 글

이 논문은 1991년도 문교부 지원 한국학술진흥재단의 지방대학 육성의 지원 학술 연구조성비에 의한 연구의 일부이며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 이성우 : 한국식품문화사, p.136, 향문사(1978).
2. 이성우 : 조선왕조 궁중식의 문헌학적 연구, 한국식문화학회지, 1: 7(1986).
3. 윤숙경 : 안동식혜의 조리법에 관한 연구, 한국식문화학회지, 3: 101(1988).
4. 이효지 : 요록의 조리학적 고찰, 한국과학연구소, 한양대학교, 2: 73(1984).
5. 이효지, 윤서석 : 조선시대 궁중연회음식종 餅餌類의 분석적 연구, 한국식문화학회지, 1: 321(1986).
6. 최청, 석호문, 조영제, 임성일, 이우제 : 전통안동식혜의 제조공정 확립에 관한연구, 한국식품과학회지, 22: 724(1990).
7. 최청, 임성일, 석호문 : 전통안동식혜의 숙성과정중 성분변화, 한국영양식량학회지, 20: 381(1991).

8. 최청, 석호문, 임성일, 이우재, 조영제 : 전통안동식혜의 저장안정성에 관한 연구, *한국식품과학회지*, **23**: 546 (1991).
9. Deman, J.C., Rogosa, M. and Shape, M.E.: A medium for the cultivation of lactobacilli, *J. Appl. Bacteriol.*, **23**: 130(1960).
10. Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E.: *Bergey's manual of determinative Bacteriology* Williams and Wilkins Co., Baltimore, MD(1974).
11. Civille, G.V.: *Sensory Evaluation Methods for the Practicing Food Technologist*, LFT Short Course Johnston, M.R., (ed), Institute of Food Technologists, Chicago, P.4(1979).
12. Cochran, W.G. and Cox, G.M.: *Experimental Designs*, 2nd ed., John Wiley and Sons, Inc., New York, p.95 (1957).
13. Sendecor, G.W. and Cochran, W.G.: *Statistical Methods*, 6th ed., Iowa State Univ. Press Ames, IA, p.255(1977).
14. William, H.: AOAC, Geory Banta Co. Inc., Menasha, Wisconsin(1980).
15. 유주현, 양한철, 정동효, 양 용 : 식품공학실험, p.728, 탐구당(1984).
16. Michael L. Richmond, Sebastiao C.C.Brando, J.Ian Gray, Pericles Markakis and Charles M.Stine: Analysis of Simple Sugars and Sorbitol in Fruit by High Performance Liquid Chromatography, *J. Agric. Food Chem.*, **29**: 4(1981).
17. Folch, J., Lee, M. and Sloanestanley, G.H.: A Simple Method for the Isolation and Purification of total lipides from animal tissues, *J. Biol. Chem.*, **226**: 497 (1958).
18. 이상영, 신호선 : 감자의 지방질 성분에 관한 연구, 제 1보 유리및 결합지질중의 지방질 조성에 관하여, **11**: 291(1979).
19. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화 : 전통고유식품의 향과 맛 성분의 규명 및 개선시험, *농개공 식품연구 사업보고서*, **14**(1987).
20. Wang, H.L., Swain, E.W., Hesseltine, C.W. and Gumbmann, M.R.: Protein quality of wild rice, *J. Agric. Food Chem.*, **26**: 309(1987).
21. Lowry, C.H. and Rosebrongh, N.J.: Protein mersurement with the folin phenol reagent, *J. Biol. Chem.*, **193**: 265(1951).
22. Anson, M.L.: The estimation of pepsin, papain and cathepsin with hemoglobin, *J. Physiol.*, **22**: 79(1938).
23. 秋源文二 : 赤堀編, 酵素研究法, 第二卷, p.240, 朝倉書店, 日本(1956).
24. 秋源文二 : 江上編, 標準生化學實驗書, p.207, 文光堂, 日本(1953).
25. 芳賀宏, 伊藤美智子, 菅原孝志, 佐佐本重夫 : 放線菌酵素를 利用した 醬油釀造試驗, *日調味科學*, **11**: 10 (1964).
26. Funatsu, M., Aizono, Y., Hayashi, K., Watanabe, M. and Et, M.: Biochemical Studies on rice bran lipase. Part I. Purification and physical properties, *Agr. Biol. Chem.*, **35**: 735(1974).
27. 이철호, 조택숙, 임무현, 강주희, 양한철 : 가자미 식혜에 관한 연구, *한국산업미 생물학회지*, **11**: 53(1983).
28. 이양희, 양익환 : 우리나라 김치의 포장과 저장법에 관한연구, *한국농화학회지*, **13**: 207(1970).
29. Shin, D. H.: A Yogurt Like Product Development from Rice by Lactic Acid Bacteria, *K. J. Food Sci. Technol.*, **21**: 686(1989).
30. 육 철, 황윤희, 백운화, 박관화 : 전분분해효소 첨가와 종이 봉지를 이용한 식혜의 제조방법, *한국식품과학회지*, **22**: 296(1990).
31. 문수재, 조혜정 : 식혜에 대한 조리과학적 연구, *대한 가정학회지*, **16**: 43(1978).