

젖산균 및 효모를 이용한 전통 안동식혜의 성분 변화

김 성 · 이선호 · 최희진 · 조국영 · 최 청
영남대학교 식품가공학과

Changes of Ingredient in Traditional Andong *Sikhe* using Lactic Acid Bacteria and Yeast

Sung Kim, Son-ho Lee, Hee-Jin Choi, Jo-Guk Young and Cheong Choi
Department of Food Science and Technology, Yeung-nam University

Abstract

Traditional Andong *sikhe* was produced by fermenting *L. bulgaricus* LBS 47 and *S. cerevisiae* SCS 5. The changes of nitrogen compound and amino acid during fermentation and storage were investigated. Crude protein was increased until 4days, the main fermentation period. Amino form nitrogen increased up to 37.50 mg% at the 2nd day of fermentation and the product tasted best at this time. 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 amino acids of water soluble protein and salt soluble protin were totally 17 kinds. 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.

Key words: andong *sikhe*, *L. bulgaricus*, *S. cereviciae*

서 론

전통안동식혜는 보리를 발아시켜 만든 엿기름에서 추출되어 나오는 amylase에 의한 당화과정에서 생성된 maltose 및 glucose 등의 감미와 무우, 생강 및 고춧가루를 채소와 향신료를 혼합하여 발효하는 동안에 생성된 젖산과 잘 조화된 기호음료이다. 식혜는 우리나라 고유한 전통음료로서 이에 관한 주된 연구는 식혜 제조시 쌀의 품종⁽¹⁾ 엿기름 제조^(2,4) 제조방법^(5,6) 기능성⁽⁷⁾에 관한 연구 등은 있으나 안동식혜에 관한 연구는 조리법유래에 따른 역사적고찰^(8,13)에 관하여 보고되었을 뿐, 젖산균과 효모를 이용한 생화학적 특성 연구에 관한 보고는 없는 실정이다.

이에 본 연구는 안동식혜의 제품 표준화를 목적으로 안동식혜로부터 순수분리한 젖산균 및 효모를 이용하여 안동식혜를 제조하여 발효, 저장 중 질소화합물, 알코올, 유기산, 유리당 및 아미노산 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료

1996년 2월에 대구시 농협공판장에서 구입한 찹쌀 (*Japonica* type), 무(*Raphanus sativus* L. *radish*), 생강 (*Zingiber officinale* *Ginger*), 고춧가루(*Capsicum annum* L.)를 사용하였다.

사용균주 및 배지

본 실험에 사용한 starter 균주는 전통식혜로 부터 분리된⁽¹⁴⁾ 젖산균 *L. bulgaricus* LBS 47과 효모 *S. cerevisiae* SCS 5를 사용하였다. 젖산균은 MRS broth (Difco)와 Elliker broth (Difco)에, 효모는 malt extract broth (pH 5.4)⁽¹⁵⁾에 배양하여 사용하였다.

젖산균 및 효모를 이용한 전통식혜의 제조

전통식혜의 제조시 재료의 조성은 증자된 쌀 1.6 kg, 맥아 1.0 kg, 무 2.0 kg, 생강 0.16 kg, 고춧가루 0.08 kg, 물 10 L를 사용하였으며, 제조방법은 최 등⁽¹⁶⁾의 방법에 따랐다. 쌀을 찹기, 물빼기 및 증자하여 식혜밥을 만들었고, 맥아는 15°C에서 7일간 발아시켜 분쇄한 다

Corresponding author: Choi Cheong, Department of Food Science and Technology, Yeung-nam University, Kyeongsan 214-1, Korea

음 당화 후 5°C에서 냉각 후 cheese cloth로 여과하여 옛기름 추출물을 얻었으며 고추가루는 옛기름 추출액으로 추출하였다. 이상과 같이 준비된 식혜밥, 3 mm³로 잘게 썬 무우, 생강즙과 고추가루 추출물을 혼합하여 옛기름물을 넣어 40°C에서 4시간 당화한 후 공시균주를 식혜에 0.5% 접종한 후 5°C에서 2일동안 저온발효시켜 4°C 냉장고에 보관하면서 실험에 사용하였다.

질소화합물 분석

안동식혜의 아미노태 질소 및 암모니아태질소는 AOAC법⁽¹⁷⁾에 따라 측정하였다.

알코올 및 유리당분석

알코올의 정량은 Bassette와 Ward⁽¹⁸⁾의 방법에 따라 실시하였으며 유리당 분석은 시료 200 g을 5°C에서 30분간 homogenizer로 마쇄, 여과한 후 여액 250 mL를 취하여 Damon 등⁽¹⁹⁾의 방법에 준하여 분석하였다. 즉 Sep-pak-C₁₈과 Sep-pak silica를 이용하여 정제한 후 0.45 µm membrane filter로 여과하여 여액 10 µL를 Beckman gradient liquid chromatography (model 334, England)에 주입하여 분석하였다. Column은 Hibar pre-packed column 250-4, Lichrosorb NH₂ 10 µm 250 mm × ID 4 mm (E. Merk)를 사용하였다.

비휘발성 유기산

Turkelson과 Richard 등⁽²⁰⁾과 Buslig 등⁽²¹⁾의 방법에 따라 일정량의 시료를 Waring blender로 마쇄하고 10,000 g에서 10분간 원심분리한 후 그 상정액 10 mL를 Amberite IRA-900 (Sigma)에 흡착한 다음 증류수로 수회 세척하여 당류를 제거하였다. Column (300 × 15 mm)에 남아 있는 유기산은 6 N formic acid로 용출하여 감압 농축기로 건조시킨 후 인산용액 5 mL로 정용하고 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC로 분석하였다.

단백질 분리 및 정량

안동식혜를 균질기로 균질화시킨 다음 Wang 분류법⁽²²⁾에 따라 Fig. 1에서와 같이 수용성 및 염용성 단백질을 분리하였다. 단백질 정량은 Lowry 등⁽²³⁾의 방법에 의하여 측정하였으며 단백질 함량은 bovine serum albumin을 사용한 표준곡선에 의하여 환산하였다.

유리아미노산의 추출은 허 등⁽²⁴⁾의 방법에 따라 시료 5 mL에 탈이온 증류수 100 mL를 가하고 마쇄한 후 여과하고 그 여액에 20% trichloroacetic acid (TCA)를

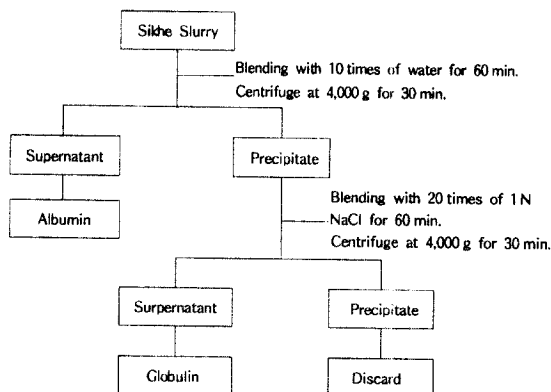


Fig. 1. Flow chart for the fractionation of soluble protein from Andong sikhe.

15 mL 가한 다음 하룻밤 냉장고에서 방치시켜 단백질을 침전제거 하였다. 상정액에 diethyl ether를 가하여 TCA, 지용성 방해물질 등을 제거한 후 수용액층을 40 °C이하에서 감압 농축시키고 0.2 M sodium citrate buffer (pH 2.2)를 가하여 용해시켰다. 그리고 0.45 µm membrane filter로 여과한 다음 아미노산 자동분석기 (LKB 4151 Alpha plus amino acid analyzer, England)로 분석하였다.

수용성 및 염용해성 단백질의 아미노산

수용성 및 염용해성 단백질의 아미노산 분석은 5 mL 크기의 유리관에 20 mg의 각각의 단백질을 넣은 후 6 N HCl로 24시간 110°C에서 가수분해하여 실온에서 rotary evaporator로 염산을 완전히 제거한 후 citrate buffer (pH 2.2) 8 mL로 용해하여 아미노산 자동분석기(LKB 4151 Alpha plus amino acid analyzer, England)로 분석하였다.

결과 및 고찰

질소화합물

안동식혜의 숙성 및 저장과정 중 질소화합물의 변화는 Table 1과 같다. 아미노태질소는 시간이 경과할 수록 증가하였으며 15일째 42.68 mg%였다. 암모니아태질소, 수용성 단백질과 염용성 단백질의 함량은 시간이 경과함에 따라 차차 감소하였다. 조단백질의 함량의 변화는 숙성과정 4일째 1.27%로 그 함량이 가장 많았으나 그후 차차 감소하였다. 이는 최 등⁽¹⁶⁾의 숙성 4일째 안동식혜의 조단백질함량 1.67%보다 적으며 문 등⁽²⁵⁾이 보고한 식혜제조에 관한 연구에서 조단백질 함량이 1.85%보다 본 실험결과가 대체로 낮았다. 안

Table 4. Contents of organic acid in Andong sikhe during fermentation and storage at 4°C (mg/100 g)

	Fermentation and storage (days)			
	0	1	3	6
Lactic acid	0.49	6.25	18.10	19.37
Oxalic acid	1.24	1.18	1.04	0.99
Succinic acid	0.41	0.51	0.72	0.88
Citric acid	1.27	1.32	1.37	1.50
Malic acid	0.17	0.15	0.12	0.13
Fumaric acid	0.03	0.17	0.26	0.45
Malonic acid	1.35	1.03	0.70	0.65

해되어 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 대체로 증가하였다.

수용성 및 염용성 단백질의 아미노산

안동식혜의 숙성 및 숙성과정 중 수용성 및 염용성 단백질의 아미노산 함량의 변화는 Table 6, 7과 같다. 수용성 단백질의 아미노산 함량은 glutamic acid와

Table 5. Free amino acids of Andong sikhe with mixed cultures during fermentation and storage at 5°C (mg/100 mL)

Amino acid	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	
Aspartic acid	25.8	26.1	26.3	27.2	27.7	27.9	28.1	28.2	28.3	
Threonine	21.1	21.5	21.5	21.6	21.7	21.7	21.6	21.5	22.5	
Serine	10.8	11.1	14.7	15.0	16.6	16.5	16.5	15.2	13.6	
Glutamic acid	10.7	10.0	10.9	10.9	11.0	11.2	11.3	11.6	11.8	
Proline	64.5	95.3	97.2	114.0	105.2	105.9	106.7	104.1	97.6	
Glycine	8.2	11.0	11.2	11.2	11.3	11.8	11.9	12.1	12.3	
Alanine	14.0	15.1	15.3	15.5	15.6	17.5	15.7	15.2	14.9	
Cysteine	tr ¹⁾	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	
Valine	10.9	11.0	12.0	11.1	11.3	11.5	12.1	10.3	10.0	
Methionine	1.7	2.1	2.4	2.4	2.4	2.8	3.0	3.2	3.4	
Isoleucine	7.9	9.0	10.0	10.1	10.3	10.5	10.7	9.0	7.3	
Leucine	13.6	13.6	13.7	13.6	13.8	13.7	13.7	13.6	13.5	
Tyrosine	9.2	11.2	11.5	11.8	11.4	11.2	9.5	8.0	7.7	
Phenylalanine	12.0	14.4	13.6	14.7	15.0	15.0	15.0	15.1	14.9	
Histidine	14.1	16.3	16.9	17.2	17.5	17.5	17.7	18.0	19.1	
Lysine	6.7	6.7	5.4	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.0	
Arginine	13.9	16.2	19.1	24.2	20.3	20.5	20.3	20.2	12.7	

¹⁾trace.

Table 6. Amino acids from water soluble protein in Andong sikhe with mixed cultures during fermentation and storage at 5°C (mg/g)

Amino acid	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	
Aspartic acid	105.4	100.6	96.7	94.6	92.3	87.1	83.1	78.5	77.8	
Threonine	54.3	51.0	48.2	46.1	44.3	44.3	39.9	37.7	37.2	
Serine	46.0	46.0	45.2	44.9	44.1	41.2	34.7	33.9	30.5	
Glutamic acid	119.2	111.2	108.7	108.2	107.1	104.3	102.1	96.7	92.1	
Proline	83.7	84.8	89.2	93.8	99.5	97.3	89.9	82.3	70.7	
Glycine	54.6	49.5	47.2	45.1	44.7	43.9	43.4	41.0	39.2	
Alanine	53.1	51.9	50.6	49.6	49.2	49.6	48.2	42.0	40.9	
Cysteine	tr ¹⁾	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	
Valine	45.2	45.9	45.9	46.9	47.6	48.7	47.2	45.5	43.2	
Methionine	2.5	2.6	2.4	2.4	2.5	2.5	2.4	2.4	2.8	
Isoleucine	50.2	49.8	46.1	44.3	43.4	42.0	38.4	34.3	32.9	
Leucine	73.6	72.6	69.2	68.7	67.5	66.9	61.3	55.4	54.9	
Tyrosine	36.7	31.0	21.9	17.3	14.9	13.1	15.5	21.3	26.6	
Phenylalanine	84.2	83.1	67.5	66.0	61.7	58.3	55.4	46.0	39.9	
Histidine	47.8	48.0	48.1	48.0	48.2	48.2	48.0	47.9	47.8	
Lysine	52.2	52.6	52.9	53.0	56.0	59.0	48.7	47.7	47.0	
Arginine	79.1	70.5	66.2	64.2	63.9	61.9	57.9	52.0	49.2	

¹⁾trace.

Table 7. Amino acids from salt soluble protein in Andong sikhe with mixed cultures during fermentation and storage at 5°C (mg/g)

Amino acid	Days									
	0	1	2	3	4	6	8	10	15	
Aspartic acid	102.6	100.4	98.5	93.1	93.2	91.9	91.7	91.4	91.3	
Threonine	40.3	41.6	41.9	36.5	35.4	31.7	33.1	33.1	33.1	
Serine	45.9	45.7	50.5	48.4	47.3	46.2	45.3	44.3	41.9	
Glutamic acid	142.7	136.9	134.9	117.9	109.9	105.2	104.8	104.7	104.5	
Proline	76.1	70.6	67.2	64.3	62.9	60.0	58.0	54.9	52.2	
Glycine	62.2	59.2	57.9	55.4	54.9	53.6	50.0	46.2	44.1	
Alanine	57.2	55.9	54.3	52.0	50.2	47.9	47.6	41.1	41.8	
Cysteine	tr ¹⁾	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	tr	
Valine	69.7	66.0	58.4	53.3	52.2	51.9	51.5	51.0	50.7	
Methionine	4.9	5.1	5.2	6.0	6.2	6.4	6.0	5.7	5.4	
Isoleucine	46.0	45.2	44.4	41.9	39.2	37.2	34.6	32.1	31.9	
Leucine	71.5	66.6	57.9	56.2	49.3	45.9	55.9	57.9	63.2	
Tyrosine	34.5	34.4	34.5	34.4	34.4	34.5	34.4	34.3	34.1	
Phenylalanine	42.3	42.2	42.2	42.3	42.2	42.2	42.3	42.2	42.2	
Histidine	64.1	61.3	59.8	57.7	54.4	52.2	49.9	46.2	44.2	
Lysine	68.8	66.2	65.2	63.9	61.5	59.5	56.6	54.6	52.9	

¹⁾trace.

aspartic acid가 각각 119.2, 105.4 mg/g로 가장 많았으며 methionine과 histidine은 저장 및 숙성기간 중 거의 일정하였으며 대부분의 아미노산들의 함량은 숙성 및 저장기간동안 차차 감소하는 경향을 나타내었다. 염용해성 단백질의 아미노산 함량은 glutamic acid, aspartic acid 및 proline의 함량이 각각 142.7, 102.6 및 76.1 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 등⁽⁹⁾의 결과와는 상이하였으며 그의 대부분의 아미노산의 함량은 숙성과정 중 감소하였다.

요 약

젖산균 및 효모를 이용하여 전통안동식혜를 제조하여 저장하는 동안 질소화합물 및 아미노산의 변화를 조사하였다. 숙성기간동안 조단백질의 함량은 주발효기간인 4일까지는 증가하였으며, 아미노태질소는 시간이 경과할수록 증가하였으며 2일째 37.50 mg였으며 이때 식혜의 맛이 가장 좋았다. 수용성 및 염용성 단백질은 시간이 경과함에 따라 점차 감소하였고 주요 아미노산은 proline 및 aspartic acid였으며 methionine은 시간이 경과함에 따라 점차 증가하였으나 lysine은 감소하였다. 수용성 및 염용성 단백질의 아미노산 조성은 총 17종이었고, 이 중 glutamine acid 및 aspartic acid의

함량이 가장 많았다. 염용해성 단백질의 경우 arginine은 시간이 경과함에 따라 점차 증가하였다.

문 헌

1. Lee, S.K., Joo, H.K. and Ahn, J.K.: Effects of rice varieties on saccharification in producing *sikhe* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 470-475 (1997)
2. Kim, S.S. and Lee, W.J.: Characteristics of germinated rice as a potential raw material for *sikhe* production (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 101-106 (1997)
3. Suh, H.J., Chung, S.H. and Whang, J.H.: Characteristics of *sikhe* produced with malt of naked barley, covered barley and wheat (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 716-720 (1997)
4. Park, I.S., Kim, J.H. and Noh, B.S.: Simultaneous determination of glucose and maltose in *sikhe* using oxygen electrode with dual cathode system. *Foods and biotechnol.*, **6**, 209-214 (1997)
5. Yook, C. and Cho, S.C.: Application of heat/moisture-treated rices for *sikhe* preparation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1119-1125 (1996)
6. Lee, W.J. and Kim, S.S.: Preparation of *sikhe* with brown rice (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 146-150 (1998)
7. Park, E.J., Kim, H.J., Kim, J.M. and Chun, H.S.: Antiulcerative effect *sikhe* on stomach ulcer induced by ethanol (in Korean). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **26**, 98-101 (1997)
8. Lee, S.W.: The historical review of traditional Korean fermented foods (in Korean). *Korean J. Dietary Culture*, **3**, 4-7 (1998)
9. Lee, M.Y. and Lee, H.G.: A bibliographical study on

- the *sikhe* (in Korean). *Korean J. Dietary Culture.*, **4**, 1-2 (1989)
10. Lim, B.S.: R & D trend of the traditional fermented foods in Korea (in Korean). *Korean J. Dietary Culture.*, **4**, 3-5 (1989)
 11. Lee, C.H. and Kim, S.Y.: Literature review on the koeran traditional non-alcoholic beverages I. types and processing methods (in Korean). *Korean J. Dietary Culture.*, **6**, 1-2 (1991)
 12. Sohn, J.W.: Literature review on *sikhe* (rice beverage). *Korean J. Dietary Culture*, **9**, 3-5 (1994)
 13. Kyung, Y.S.: A study on the cookery of Andong *sikhe* (I) I, a historical study on the origin of the cookery of Andong *sikhe* (in Korean). *Korean J. Dietary Culture*, **3**, 1-3 (1998)
 14. Kim, S., Son, J.H., Woo, H.S., Seung, T.S. and Choi, C.: Isolation and characterization of lactic acid bacteria and yeast from traditional Andong *sikhe* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **30**, 941-947 (1998)
 15. Harrigan, W.F. and McCane, M.E.: *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic press, p.213 (1976)
 16. Choi, C., Seog, H.M., Cho, Y.J., Lim, S.I. and Lee, W. J.: A study on establishment of the fermentation process for traditional Andong *sikhe* (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 724-728 (1990)
 17. AOAC: Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of official Analysis chemistry, washington, D.C. (1984)
 18. Bassette, R. and Ward, G.: Measuring parts per billion of volatile materials in milk. *J. Dairy Sci.*, **58**, 428-431 (1975)
 19. Damon and Perfitt: HPLC determination of fructose, glucose and sucrose in molasses. *J. Assoc. Chem.*, **63**, 476-479 (1980)
 20. Turkelson, V.T. and Richards, M.: Separation of the citric acid cycle acids by liquid chromatography, *Anal. chem.*, **50**, 1420-1429 (1978)
 21. Buslig, B.S., Wilson, C.W. and Shaw, P.E.: High-performance liquid chromatographic separation of carboxylic acids with anion-exchange and reverse-phase columns, *J. Agric. Food Chem.*, **30**, 342-345 (1982)
 22. Wang, H.L., Swain, E.W., Hesseltine, C.W. and Gumbmann, M.R.: Protein quality of wild rice. *J. Agric. Food Chem.*, **26**, 309-314 (1987)
 23. Lowry, C.H. and Rosebrongh, N.J.: Protein mersurement with the folin phenol reagent, *J. Biol.Chem.*, **193**, 265-268 (1951)
 24. Hawer, W.D., Ha, J.H., Seog, H.M., Nam, Y.J. and Shin, D.W.: Changesin the taste and flavour compounds of Kimchi during fermentatation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **20**, 511-516 (1988)
 25. Moon, S.J. and Jo, H.J.: A scientific srudies on *sikhe* (in Korean). *Korean J. Home Eeonmics.*, **16**, 43-47 (1978)
 26. Yook, C., Whang, Y.H., Pek, U.H. and Park, K.H.: Preparation of *shikhae* with starch hydrolysing enzymes/ malt mixture in tea-bag (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **22**, 296-299 (1990)
 27. Yook, C. and Cho, S.C.: Application of heat/moisture-treated rices for *sikhe* preparation (in Korean). *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 1119-1125 (1996)
 28. Chen, K.H., Mcfeters, R.F. and Fleming, H.P.: Complete heterolactic acid fermentation of green beans by *Lactobacillus cellobiosis*. *J. of Food Sci.*, **48**, 967-972 (1983)

(1998년 9월 10일 접수)