

## Quality characteristics of farm-made brown rice vinegar via traditional static fermentation

Chang Ho Baek<sup>1</sup>, Da-Hee Jeong<sup>1</sup>, Seong Yeol Baek<sup>1</sup>, Ji-Ho Choi<sup>1</sup>, Hye-Young Park<sup>1</sup>,  
Han Seok Choi<sup>1</sup>, Seok-Tae Jeong<sup>1</sup>, Jae Hyun Kim<sup>1</sup>, Yong-Jin Jeong<sup>2</sup>,  
Joong-Ho Kwon<sup>3</sup>, Soo-Hwan Yeo<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Fermented Food Science Division, Department of Agro-food Resource, NAAS, RDA, Suwon 441-853, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

### 전통정치배양에 의한 농가형 현미식초의 품질특성

백창호<sup>1</sup> · 정다희<sup>1</sup> · 백성열<sup>1</sup> · 최지호<sup>1</sup> · 박혜영<sup>1</sup> · 최한석<sup>1</sup> · 정석태<sup>1</sup> · 김재현<sup>1</sup> · 정용진<sup>2</sup> · 권중호<sup>3</sup> · 여수환<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부, <sup>2</sup>계명대학교 식품가공학과, <sup>3</sup>경북대학교 식품공학과

#### Abstract

We investigated the quality characteristics of brewing brown rice vinegar through a traditional static fermentation process. Accordingly, we decided to compare the physicochemical characteristics of brewing vinegar at different temperatures and filtration methods. In four to five weeks' time, the acetic acid fermentation exhibited the highest titratable acidity and then it eventually decreased. The titratable acidity was affected by the filtration method. It was revealed that the titratable acidity was higher in the forced filtration than the traditional filtration method. Various organic acids were detected in order to initialize the fermentation stage and as the fermentation progressed, only the acetic acid could be detected. The total free amino acid content was higher at a temperature of 30 °C than at 20 °C. Moreover, the free amino acid content was dependent on the acetate content during the acetic fermentation process. The main bioactive substance of the  $\gamma$ -aminobutyric acid content was more than twice at a fermentation temperature of 30 °C compared to the fermentation temperature of 20 °C. Furthermore, the total amino acid and essential amino acid content at a temperature of 30 °C was excellent. The quality of the brown rice vinegar via forced filtration method at a temperature of 30 °C was the most excellent. Based on these results, the fermentation temperature and the use of nuruks (fermenting agent) affected the quality of the brown rice vinegar, and an appropriate method to consider its purpose is required.

Key words : brown rice vinegar, *Nuruk*, acetic acid, liquid starter, traditional static fermentation

#### 서 론

현미는 백미보다 다량의 식이섬유, 칼슘, 철분 및 비타민(B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) 등이 풍부하여 당뇨병과 성인병을 예방하고 체질을 개선할 수 있어 건강식으로 널리 이용되고 있다(1). 식생활의 변화에 따라 쌀 소비는 감소되고 재고미는 계속 증가하고 있어 남아도는 쌀을 다양한 가공식품 개발로 확대되고 있다. 국내 전체 쌀 생산량의 72.5%가 밥용으로, 11.7% 내

외에서 가공용으로 소비되고 있는 실정이다(2).

식초는 술과 함께 인류의 생활사에서 오랜 역사를 갖는 발효식품으로 동서양의 대표적인 발효음료로도 알려져 왔으며 예부터 우리나라 가정에서는 막걸리를 이용하여 빚은 자가식초(DIY vinegar)로 음식에 맛을 내는 조미료로 이용해왔다(3). 특히, 곡물식초 중의 하나인 현미식초는 발효제인 누룩으로 알코올 및 초산발효를 거쳐 탄생한 대표적인 전통식초이다. 각 가정에서 조미료로 사용한 현미식초는 현미 자체의 영양성분과 발효식품의 특징을 모두 갖춘 건강식품으로서 소비가 증가되고 있다(4). 특히, 국내에서 소비

\*Corresponding author. E-mail : yeobio@korea.kr  
Phone : 82-31-299-0580, Fax : 82-31-299-0554

되는 식초는 주정을 발효시킨 양조식초, 과즙 30% 이상 함유하는 과일식초, 곡물 4% 이상 함유하는 곡물식초가 대부분 차지하고 있다. 최근, 식초시장의 트렌드가 단순 조미료에서 건강용 식초로 소비패턴이 변화하면서 100% 과즙원료 식초 및 곡물 함량이 높고 유기산 및 아미노산이 풍부한 생쌀발효 흑초와 같은 고품질 발효식초가 등장하고 있다(5). 우리나라 현미식초 생산 비율은 전체 식초 생산량의 약 14%를 점유하면서 합성식초와 양조식초의 소비는 계속 감소하는 반면, 천연발효식초에 대한 소비가 증가하는 추세이다(6). 이러한 곡물식초는 곡물 사용량이 4% 이상이고, 총산은 4~29%로 규정하고 있다(7). 일본의 경우, 현미식초에 대한 연구가 오래 전부터 시작하였고, JAS 기준에는 곡물식초와 쌀 식초 및 쌀 흑초를 구분하고 그 품질 기준 또한 달리 두고 있다. 특히, 다양한 쌀 흑초 개발과 더불어, 이들이 가지는 기능성에 대한 보고도 다수 이루어지고 있다(8-10).

현재까지 알려진 식초 제조법은 숙성발효법과 정치배양법으로 구분된다. 오늘날, 대부분의 상업적인 생산은 숙성 제조법으로 단기간에 식초를 대량생산하고 있고, 소규모 정치배양법은 병행발효에 의해, 알코올로부터 식초가 만들어진다. 현재 시판되는 현미식초는 원료 사용량과 제조 방법에 따라 품질에 차이가 있다(11,12). 전통방법인 정치배양법은 자연발효를 통해 원료의 특성이 많이 남아있어 영양성이 우수하지만(13), 장기간의 비위생적인 발효과정을 거침으로 이미·이취가 발생하고 생산 수율이 낮아 품질 관리에 문제점이 생겨 고품질의 상품화 수요에 충족하지 못하는 실정이다(14). 현재까지 국내 식초연구는 주로 발효 미생물인 초산균의 탐색, 발효제 및 제조 방법 등에 국한되어 있고(15-18), 우리나라 고유의 향아리를 이용한 전통 정치배양법으로 제조한 식초의 여과방식에 따른 품질변화 연구는 전무한 상황이다. 따라서 본 연구에서는 전통 양조식초 제조공정과 품질의 단점을 해결하기 위해, 알코올발효와 초산발효를 이원화시킨 방법으로 현미식초 제조법을 체계화하였으며, 여과법을 달리한 이들의 품질특성을 과학적으로 분석하였고 소규모 농가형 양조식초 제조의 롤 모델과 품질지표의 기초자료로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 사용원료 및 균주

본 실험에 사용한 현미는 경기도 이천지역에서 재배된 일반계 현미(2010 생산)를 구입하여 사용하였다. 식초 전용 누룩 제조에 사용한 밀과 밀기울은 전북 익산지역에서 재배(2010 생산)된 것을 사용하였다. 그 외 일반성분 및 유기산 분석에 사용한 시약은 Sigma Co.(USA) 및 시중에 시판되는 특급품을 사용하였다. 알코올 및 초산발효에 사용한 향아

리는 (주)갈산토기(Chungnam Hongseong, Korea)에서 제조한 것을 사용(4 L, 2011 생산)하였다. 본 연구에 사용한 초산균은 *Acetobacter pomorum* KJY8을 고체배지(Yeast extract 0.5%, glucose 3%, CaCO<sub>3</sub> 1%, ethanol 3%, agar 2%, pH 7.0)에 계대배양하여 4°C에서 냉장 보관하면서 사용하였다.

### 종초 및 누룩제조

향아리 정치발효에 사용한 종초는 현미 알코올 발효액을 70°C에서 10초간 살균하고 알코올 함량 6%로 제성한 후, 초산균 *Ace. pomorum* KJY8을 10%(v/w) 접종하여, 30°C에서 2주간 정치 배양한 것을 종초로 사용하였다. 균주별로 각각 분쇄밀과 밀기울을 혼합물에 서로 다른 각각의 사상균(*Aspergillus kawachii* (AK), *Rhizopus japonicus* (RJ))으로 만든 액체종균을 접종하여 2종류의 누룩을 제조하였다. 대조구로 사용한 누룩은 인위적으로 사상균을 접종하지 않은 것(TN=Traditional nuruk)을 사용하였다. 식초 전용누룩제조는 30°C에서 습도 90% 조건에서 30일간 발효시킨 후, 50°C에서 24시간 건조시킨 것을 파쇄하여 서늘한 곳에서 법제하여 사용하였다.

### 향아리를 이용한 초산발효

현미식초를 제조하기 위해, 우선 현미 1 kg을 세미·칩지·중자단계를 거쳐 고두밥을 냉각시킨 후, 향아리에 각각의 발효제(TN, AK, RJ)를 10%(w/w) 첨가하고, 160%(v/w)로 가수를 한 다음, 주모를 5%(v/w) 접종하여 20°C와 30°C에서 각각 9일간 알코올 발효를 하였다. 발효 종료 후 발효 슬릿을 9,000 rpm, 12분간 원심분리(Hitachi, Ltd., GIII series, Tokyo, Japan)한 이용한 강제여과법과 광목 주머니에 슬릿을 넣어 중력을 이용한 전통여과법으로 여과하고, 미리 끓여서 냉각시킨 지하수로 알코올 6%로 제성하고 여기에 10%(v/v) 종초를 넣고 각각의 온도(20°C, 30°C)에서 6주간 정치초산발효를 하였다.

### 초산 발효액의 이화학적 분석

당도는 초산 발효액을 여과한 여액을 디지털 당도계(PR-32a, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 시료 1 mL에 1% phenolphthalein 지시약을 1~2방울 떨어뜨리고 0.1 N NaOH 용액으로 적정한 후, acetic acid(%)로 환산하였으며, pH는 pH meter (520A, Thermo Fisher Scientific Inc., St, Waltham, USA)를 사용하여 측정하였다.

### 유기산 함량 및 유리아미노산 분석

유기산은 발효액을 3차 증류수로 희석하여 HLB Sep-pak C<sub>18</sub> cartridge (Waters Co., Massachusetts, USA)에 통과시켜 HPLC (Sykam, S-series, Gilching, Germany)를 이용하여 분

석하였다. 분석 column은 Aminex HPX-87H (300 mm×7.8 mm, Bio-rad Co., USA), mobile phase는 8 mM sulfuric acid 를 사용하였고, flow rate는 0.6 mL/min, injection volume은 20  $\mu$ L로 하여 UV detector (SPD-10A, 210 nm)에서 검출하였다. 유리 아미노산 정량은 시료 1 mL를 0.02 N HCl 용액에 20배 희석하고, 0.2  $\mu$ M membrane filter (Millipore Co., Ireland)로 여과한 후, amino acid analysis system (Sykam S-4300, Gilching, Germany)을 이용하여 분석하였다(19).

## 결과 및 고찰

### 정치배양에 의한 초산발효 중의 성분 변화

알코올 발효 종료 후, 발효온도 및 여과 방식에 따른 초산 발효액의 성분변화를 조사하기 위해, 전통 항아리에서 초산 발효한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 정치 배양한 항아리의 초산발효 4~5주에서 가장 높은 적정산도를 보인 후, 감소하였다. 20°C에서 강제 여과한 TN(5.04%)과 RJ(5.01%)는 발효 4주에, AK(5.22%)는 발효 5주에 적정산도가 가장 높게 나타났(Fig. 1-A). 이와 반대로 20°C에서 전통방식으로 여과한 현미식초의 적정산도는 TN(4.64%), AK(4.55%), RJ(4.87%)로 강제 여과법보다 상대적으로 낮게 나타났

(Fig. 1-B). 30°C에서 강제 여과한 현미식초는 발효제(TN, AK, RJ)에 따른 적정산도를 살펴보면 모두 발효 4주차(Fig. 1-C)에서 TN(5.29%), AK(4.93%), RJ(5.18%)로, 전통방식으로 여과한 현미식초의 적정산도(Fig. 1-D)는 발효 4주와 5주에 TN(4.29%), AK(4.66%), RJ(4.55%)순으로 나타났다. 이러한 결과는 발효온도와 여과방식에 따라 초산 발효기간에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 본 연구에서도 정치 배양 발효 4주와 5주차에 이르러서야 초산 함량이 가장 높게 나타났다. 또한, 초산발효가 종료된 5~6주에 이르러 적정산도가 급격히 감소하는 것은 초산을 분해하는 과산화 발생한 것이라 생각된다. 초산 발효액의 pH는 발효가 진행됨에 따라 전반적으로 감소하는 경향이 있었으며, 20°C 발효기간은 발효 6주차의 적정산도가 감소함에도 pH는 상승하지 않고 낮은 상태로 유지된 반면에(Fig. 2-A, B), 30°C 발효기간의 TN과 RJ는 적정산도가 감소하면 pH는 상승하는 것으로 나타났다(Fig. 2-C, D). 당도는 각각의 발효액 모두 초산 생성이 원활할 때는 발효 초기와 비슷하게 유지되었지만, 초산 생성이 감소함에 따라 당도도 낮아지는 것으로 나타났다(Fig. 3-A, B, C, D). 이는 초산균이 초산을 생성하는데 필요한 알코올을 모두 소비하여 균체를 유지하기 위해, 당을 소비하는 것으로 여겨진다.

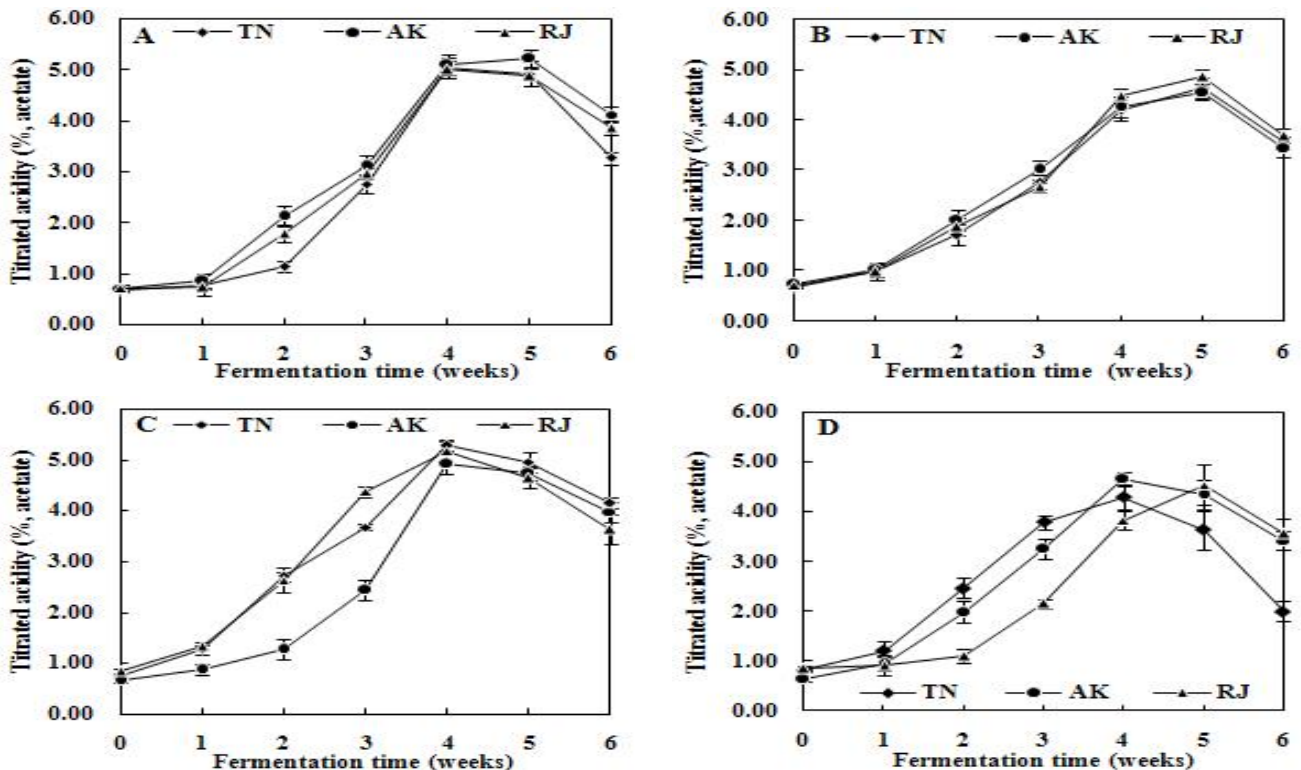


Fig. 1. Change of titratable acidity of brown rice vinegar by traditional static fermentation treated different temperature and filtration method.

A: 20°C, forced filtration B: 20°C, traditional filtration C: 30°C, forced filtration D: 30°C, traditional filtration. Values are mean  $\pm$  SD (n=2).

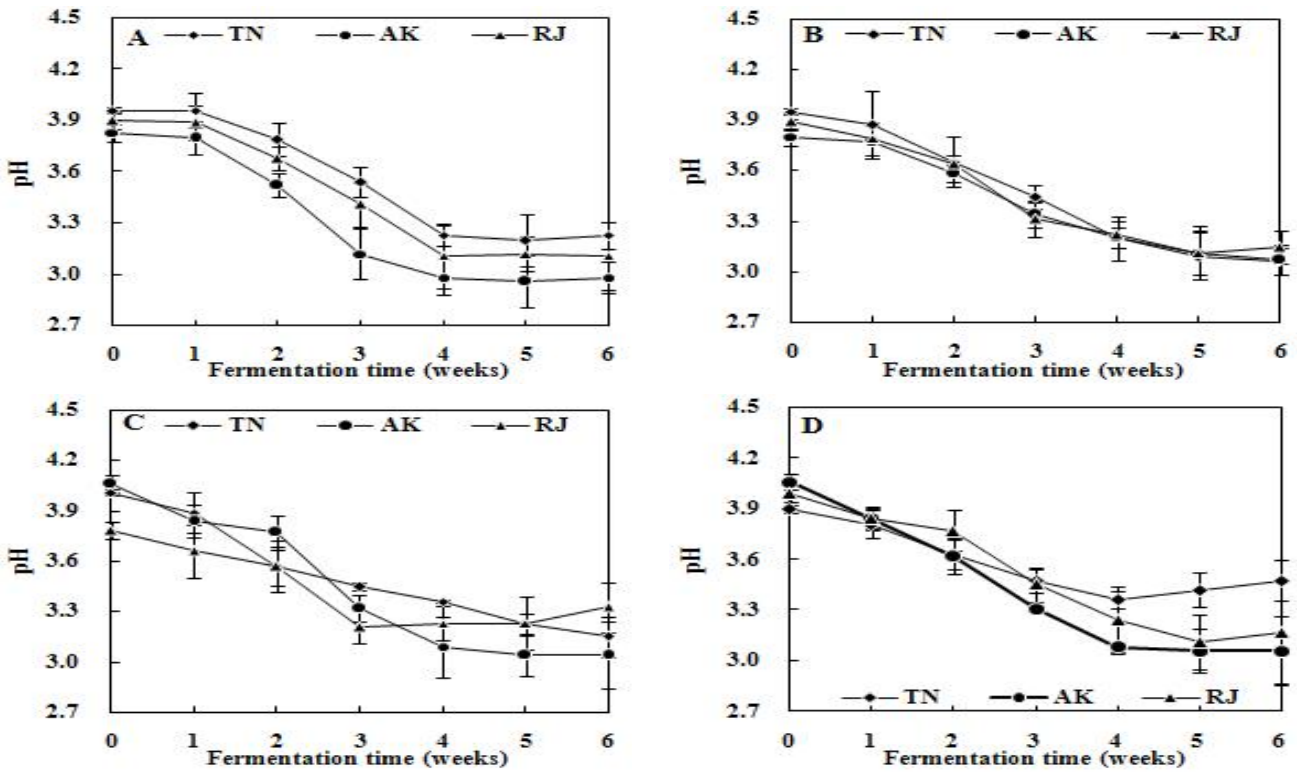


Fig. 2. Change of pH of brown rice vinegar by traditional static fermentation treated different temperature and filtration method.

A-D: Refer to Fig. 1.  
Values are mean  $\pm$  SD (n=2).

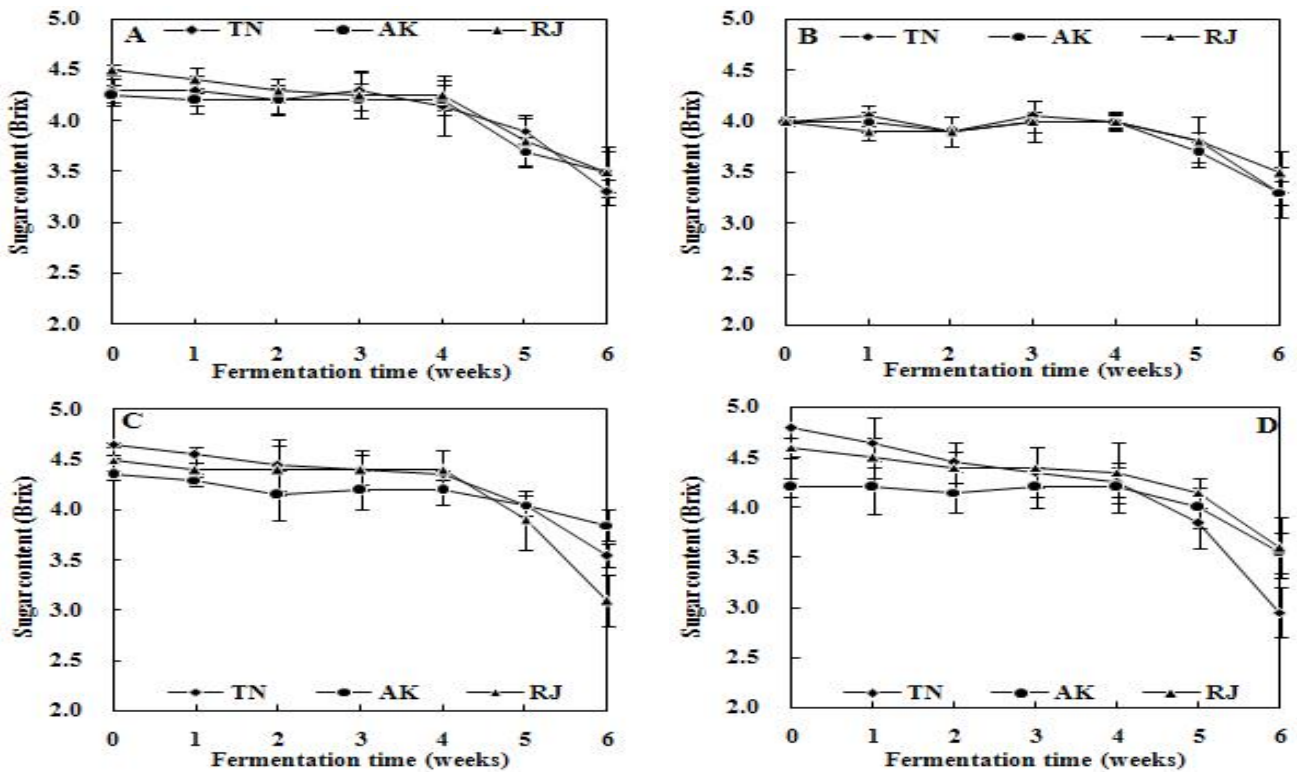


Fig. 3. Change of sugar content of brown rice vinegar by traditional static fermentation treated different temperature and filtration method.

A-D: Refer to Fig. 1.  
Values are mean  $\pm$  SD (n=2).

### 유기산의 변화

정치배양 현미식초의 유기산 함량은 발효온도와 여과방식보다 다양한 발효제 사용에 따라 발효 초기에는 8종 (oxalic, citric, malic, tartaric, succinic, lactic, acetic 및 formic acid 등)이 검출되었고, 발효가 진행됨에 따라 식초의 주요 산인 acetic acid가 많이 생성되었다(Table 1). 30°C의 경우, tartaric 및 malic acid가 알코올 발효 술덧에는 검출되었으나 초산발효가 진행되면서 이들 유기산은 검출되지 않았으며, citric, malic, succinic 및 lactic acid도 발효가 되면서 조금씩 감소하는 경향을 보였고, acetic acid와 oxalic acid는 증가하는 것으로 나타났다(Table 2). 초산 발효액의 유기산은 여과 방식에 따라 큰 차이는 없고, 발효온도에 의해 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 1, 2). 20°C에서 강제 여과한 초산발효액의 lactic acid 함량은 발효가 진행됨에 따라 조금씩 감소 후, 검출되지 않았으며, 나머지 구간은 발효가 진행됨

에 따라 lactic acid의 함량은 2주까지는 증가하였으나, 그 이후에는 검출되지 않는 것으로 나타났고, 발효 초기, lactic acid로 인해 다소 군덕내의 냄새가 나는 것으로 확인되었다 (16). 그러나 Jeong(3) 등이 조사한 시판 현미식초의 유기산 조성과는 상당한 차이를 보였는데 이는 사용하는 발효 미생물의 종류 및 발효방법에 기인된 것으로 여겨진다.

### 유리아미노산의 변화

발효온도 및 여과방식에 따라 제조한 현미식초의 유리아미노산 분석 결과를 Table 3과 4에 나타내었다. 20°C 발효는 여과방식과는 상관없이 발효 초기에는 aspartic acid, glutamic acid, glycine, alanine, valine, isoleucine, leucine, phenylalanine,  $\gamma$ -aminobutyric acid, ornithine, lysine, proline 아미노산이 검출되었으며 이들 함량은 30 ppm 이상으로 높게 나타났다. 발효가 진행됨에 따라 총 아미노산 함량은

**Table 1. Organic acid composition of brown rice vinegar by traditional static fermentation treated filtration condition at 30°C**

Organic acid	Forced filtration by centrifuge (mg%)											
	Fermentation time (weeks)											
	0			2			4			6		
	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ
Oxalic	1.9±0.0 <sup>1)</sup>	1.9±0.0	1.8±0.0	1.3±0.0	0.4±0.0	2.4±0.0	3.6±0.0	1.5±0.0	nd <sup>2)</sup>	4.3±0.0	3.7±0.0	3.5±0.0
Citric	24.9	25.1	25.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Tartaric	4.0±0.0	4.9±0.0	4.7±0.0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Malic	23.0±4.6	22.4±2.3	21.6±1.2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Succinic	104.1±6.8	97.6±6.5	95.1±9.4	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Lactic	114.3±4.9	137.0±10.3	98.5±10.2	293.5±21.6	432.1±28.3	348.4±21.5	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Formic	137.5±8.9	449.3±16.9	484.6±15.9	trace	nd	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Acetic	342.0±11.2	329.7±18.4	331.6±17.3	1794.9±24.8	878.3±17.4	1984.2±22.6	3178.3±31.3	3478.6±30.6	4019.7±35.7	2702.5±21.3	3198.6±18.4	2473.5±13.6
Total	751.7	1067.9	1063.0	2089.7	1310.8	2335.0	3181.9	3480.1	4019.7	2706.8	3202.3	2477.0

Organic acid	Traditional filtration by cotton cloth (mg%)											
	Fermentation time (weeks)											
	0			2			4			6		
	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ
Oxalic	21.3±3.3	2.0±0.0	1.8±0.0	2.3±0.0	0.5±0.0	1.5±0.0	1.9±0.0	1.9±0.0	3.2±0.0	4.5±0.0	3.5±0.0	4.1±0.0
Citric	24.6±1.8	24.7±0.9	24.1±1.1	46.8±3.0	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Tartaric	4.2±0.0	0.5±0.0	4.4±0.0	nd	nd	7.7±0.0	nd	nd	nd	22.8±1.5	nd	21.0±2.3
Malic	23.3±1.3	22.4±2.6	21.6±1.8	33.5±2.1	39.4±2.3	27.6±0.3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Succinic	101.4±4.6	96.6±7.1	98.8±9.2	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Lactic	144.5±11.3	168.4±13.8	134.2±10.4	380.3±18.6	361.0±21.8	115.2±7.3	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Formic	437.2±22.6	446.8±15.1	485.0±9.6	nd	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace	trace
Acetic	330.5±14.3	326.4±18.6	318.8±21.4	1501.8±33.5	796.6±23.9	634.6±33.8	3851.5±29.7	3808.4±16.4	2872.8±26.3	1903.0±28.1	2769.1±19.4	2678.8±24.4
Total	1087.0	1087.8	1088.7	1964.7	1197.5	786.6	3853.4	3810.3	2876.0	1930.3	2772.6	2703.9

<sup>1)</sup>Values are mean ± SD (n=2)

<sup>2)</sup>Not detected

Table 2. Free amino acid composition of brown rice vinegar by traditional static fermentation at 20°C

Free amino acid	Forced filtration						Traditional filtration					
	Fermentation time (weeks)						Fermentation time (weeks)					
	0		6		6		0		6		6	
	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ
Aspartic acid	83.7 <sup>1)</sup>	47.8	78.4	5.1	5.3	3.7	88.1	51.9	84.4	4.4	5.1	6.8
Threonine <sup>3)</sup>	24.2	21.3	30.3	22.4	16.3	13.3	25.2	23.2	31.8	10.7	8.0	16.2
Serine	37.9	30.1	45.9	24.1	13.2	25.3	38.9	33.9	48.4	7.4	4.8	13.7
Glutamic acid	72.5	119.7	167.2	63.9	65.6	59.1	75.6	124.5	176.2	26.0	35.5	70.6
α-Aminoadipic acid	nd <sup>2)</sup>	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Glycine	57.4	58.2	75.6	24.0	11.1	12.7	60.1	61.9	78.3	5.0	3.4	11.4
Alanine	122.8	115.1	148.4	78.1	41.5	64.7	126.7	122.1	154.0	21.7	14.8	43.1
Citrulline	10.0	13.1	15.4	9.3	9.5	130.4	10.2	13.8	14.5	6.4	8.0	9.5
α-Aminobutyric acid	nd	6.7	9.0	nd	nd	7.3	nd	6.4	5.2	nd	nd	nd
Valine <sup>3)</sup>	75.6	65.7	86.6	71.7	57.0	45.7	77.3	68.8	89.3	47.4	35.9	68.4
Cystine	15.5	13.0	19.6	6.4	nd	69.9	14.2	13.1	21.4	nd	6.2	nd
Methionine <sup>3)</sup>	16.8	14.5	20.5	10.2	5.0	7.9	17.5	15.1	21.4	3.1	1.6	12.4
Cystathionine	4.0	3.6	3.6	8.3	7.8	19.8	3.7	3.6	4.1	9.3	8.5	13.1
Isoleucine <sup>3)</sup>	39.5	35.3	50.9	33.2	25.6	21.4	41.3	37.1	54.4	21.1	16.7	33.5
Leucine <sup>3)</sup>	90.3	78.0	114.5	70.4	50.1	65.3	93.9	82.2	121.3	33.7	24.8	54.1
Tyrosine	51.8	54.5	80.0	48.2	54.3	106.7	53.6	62.2	83.8	42.8	49.4	68.8
Phenylalanine <sup>3)</sup>	81.0	64.7	94.2	78.7	69.7	77.1	83.4	66.5	98.7	50.3	38.9	66.7
β-Alanine	nd	nd	7.6	nd	nd	nd	0.4	nd	4.3	nd	nd	nd
β- Aminobutyric acid	2.7	2.5	2.7	2.9	2.5	3.0	3.1	2.6	4.3	3.6	3.6	3.8
γ- Aminobutyric acid	62.2	21.5	23.8	57.3	19.6	23.5	66.2	23.3	25.4	59.9	21.4	23.5
Ethanolamine	4.4	2.6	3.9	2.3	0.0	1.1	4.9	2.2	3.7	1.8	1.9	1.0
Ammonia	50.6	46.0	56.5	45.6	30.5	21.2	51.5	25.0	59.2	11.5	11.1	31.6
Ornithine	118.8	117.0	170.2	106.6	104.8	82.3	121.9	123.7	178.1	111.4	114.9	163.1
Lysine <sup>3)</sup>	58.5	54.6	78.7	54.0	49.1	128.6	61.0	56.9	84.5	54.6	53.4	75.1
1-Methylhistidine	16.1	16.6	28.1	nd	nd	42.8	17.7	10.0	30.0	nd	nd	nd
Histidine <sup>3)</sup>	nd	nd	nd	14.6	13.3	12.5	nd	8.2	nd	14.5	15.9	24.7
Arginine <sup>3)</sup>	11.8	13.5	16.0	14.8	14.6	8.4	12.2	16.1	18.8	11.9	16.1	18.2
Hydroxyproline	7.1	1.4	nd	nd	nd	nd	3.3	nd	nd	nd	nd	nd
Proline	177.1	132.2	173.2	140.9	89.8	67.0	177.4	156.7	185.0	75.4	48.0	87.2
Total	1305.8	1162.4	1613.8	992.8	756.1	1143.7	1342.6	1225.3	1694.5	633.9	547.8	916.4

<sup>1)</sup>Values are mean ± SD (n=2).

<sup>2)</sup>Not detected.

<sup>3)</sup>Essential amino acids.

초산함량이 증가할수록 유지되거나 감소의 폭이 적었지만, 초산 함량이 감소하는 발효 6주차에는 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 강제 여과한 발효액의 alanine과 phenylalanine이, 전통기법으로 여과한 발효액에서 valine만이 크게 증가하였다(Table 3). 30°C 발효액은 aspartic acid, threonine, serine, glutamic acid, glycine, alanine, valine,

isoleucine, leucine, tyrosine, phenylalanine, γ-aminobutyric acid, ornithine, lysine, histidine, proline 아미노산으로 30 ppm 이상 검출되었다(Table 4). 초산 발효기간 중에는 대부분의 아미노산 함량이 조금씩 감소되는 반면, 강제여과법의 valine, ornithine, arginine, 전통여과법의 γ-aminobutyric acid, ornithine, lysine arginine 함량이 증가하였고, 초산발효

Table 3. Free amino acid composition of brown rice vinegar by traditional static fermentation at 30°C

(ppm)

Free amino acid	Forced filtration						Traditional filtration					
	Fermentation time (weeks)						Fermentation time (weeks)					
	0			6			0			6		
	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ	TN	AK	RJ
Aspartic acid	128.3 <sup>1)</sup>	114.5	55.3	8.1	6.1	3.1	123.8	114.0	54.6	6.0	5.8	6.0
Threonine <sup>3)</sup>	47.3	73.0	30.9	54.0	78.0	9.7	44.4	72.6	30.4	24.2	78.0	16.6
Serine	67.5	132.0	46.0	49.6	97.6	7.4	65.2	131.5	45.0	17.1	85.9	13.3
Glutamic acid	77.8	272.5	110.8	69.4	245.7	31.0	72.6	277.4	108.5	46.3	222.3	52.2
α-Aminoadipic acid	3.3	nd <sup>2)</sup>	nd	7.5	nd	nd	2.7	nd	nd	5.5	nd	nd
Glycine	93.6	126.2	71.6	47.5	80.1	4.3	91.6	125.6	70.5	11.4	65.6	8.6
Alanine	188.5	233.3	171.5	169.8	232.7	21.1	183.1	235.3	169.7	51.8	189.6	42.5
Citrulline	4.7	27.0	2.0	5.0	25.9	nd	3.8	13.8	nd	2.8	20.3	0.0
α-Aminobutyric acid	4.3	nd	2.4	nd	10.3	nd	4.5	17.0	4.2	nd	nd	nd
Valine <sup>3)</sup>	107.9	150.7	81.9	115.3	149.7	32.7	100.8	147.9	82.8	61.1	139.2	43.5
Cystine	26.0	37.3	8.8	21.9	nd	nd	10.9	30.2	16.2	26.0	35.9	8.8
Methionine <sup>3)</sup>	39.0	55.1	19.4	44.1	41.8	2.8	31.9	66.0	25.8	14.6	47.4	4.6
Cystathionine	8.0	nd	1.9	43.4	11.3	4.3	2.1	12.7	3.7	15.9	17.4	8.7
Isoleucine <sup>3)</sup>	59.1	81.0	41.8	74.9	75.6	19.9	57.5	80.8	41.3	35.4	75.4	26.3
Leucine <sup>3)</sup>	155.1	187.2	107.6	141.0	155.6	32.8	150.6	186.1	107.4	61.1	149.3	46.4
Tyrosine	100.8	134.3	64.1	132.6	139.0	51.7	98.3	134.2	67.1	94.5	145.2	62.1
Phenylalanine <sup>3)</sup>	137.0	125.6	89.0	141.3	119.3	52.8	135.8	125.8	103.5	86.5	126.9	65.8
β-Alanine	10.2	nd	5.1	6.8	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
β- Aminobutyric acid	6.5	8.1	1.5	5.9	9.3	3.4	nd	4.1	1.3	4.3	12.7	3.3
γ- Aminobutyric acid	146.7	38.1	51.1	164.8	36.5	37.5	116.9	37.3	50.9	105.7	36.5	49.4
Ethanolamine	8.8	6.0	nd	3.8	4.7	1.1	4.1	6.2	1.6	4.2	5.9	1.8
Ammonia	53.2	58.3	47.4	33.7	54.6	nd	64.6	59.8	47.3	nd	40.7	nd
Hydroxylysine	14.1	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Ornithine	198.5	183.3	89.8	260.5	183.7	85.9	190.7	183.9	90.0	206.2	192.4	92.9
Lysine <sup>3)</sup>	132.5	127.3	88.9	187.5	128.8	88.6	127.8	127.3	88.8	141.6	142.2	93.8
1-Methylhistidine	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Histidine <sup>3)</sup>	34.4	41.6	24.9	51.5	42.9	22.6	35.5	42.5	26.3	38.5	47.1	26.2
Arginine <sup>3)</sup>	31.8	35.6	62.3	48.6	40.9	60.1	30.9	35.8	63.2	38.4	56.5	67.1
Hydroxyproline	5.7	1.0	nd	nd	2.3	nd	nd	nd	nd	nd	17.4	nd
Proline	96.3	222.5	121.5	112.6	169.5	15.7	187.2	220.8	116.3	68.7	149.5	52.0
Total	2001.0	2471.6	1410.4	2000.9	2141.7	588.3	1937.2	2488.4	1416.0	1167.6	2105.0	791.6

<sup>1)</sup>Values are mean ± SD (n=2).<sup>2)</sup>Not detected.<sup>3)</sup>Essential amino acids.

가 종료되는 발효 6주차는 유리아미노산의 감소폭이 큰 것으로 나타났다. 식초의 아미노산은 초산 발효 중 자화되어 38~60%가 감소하며 glutamic acid, aspartic acid, proline

감소가 크다고 보고되었으나(3), 본 연구결과와는 다소 차이가 있었다. 또한, Joo 등(6)은 누룩을 사용하여 발효시킨 현미식초는 glutamic acid, glycine, arginine, alanine, proline,

tyrosine, valine, leucine 및 tryptophan 등이 높은 함량을 나타낸 보고와 패턴이 유사하였으며, 발효온도에 따라 이들 아미노산 함량은 10~20%가량 있는 것으로 나타났다. 현미의 주된 생리활성 물질인  $\gamma$ -aminobutyric acid은 20°C보다 30°C 식초에서 2배 이상 많이 생성되었으며, 총 아미노산 및 필수 아미노산 함량 역시 30°C 발효액이 더 우수한 것으로 나타났다.

## 요 약

본 연구에서는 전통 향아리를 이용하여 발효온도 및 여과 방법을 달리한 현미식초를 제조하여 이들의 품질특성을 조사하였다. 초산발효에 사용하는 발효제와 온도에 따라 적정산도는 발효 4~5주에 가장 높았으며, 강제여과가 전통여과방식보다 산도가 더 높게 나타났다. pH는 모든 구간에서 발효가 진행됨에 따라 감소하였고, 당도는 각각의 발효액 모두 초산 생성이 원활할 때는 발효초기와 비슷하게 유지되었지만, 발효액이 과산화 되었을 때는 당도가 낮아졌다. 유기산 함량은 발효온도와 여과방식에는 큰 차이는 없지만 다양한 발효제에 따라 발효 초기에 8종(oxalic, citric, malic, tartaric, succinic, lactic, acetic 및 formic acid 등)이 검출되었고, 발효가 진행되면서 acetic acid가 많이 생성되었다. 총 유리아미노산 함량은 초산 함량이 증가할수록 유지되거나 감소의 폭이 적었으며, 초산함량이 감소하는 발효 6주에 총 아미노산 함량도 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 향아리에서 초산발효가 진행됨에 따라 초산함량이 증가할 때 유리 아미노산 함량은 감소하였다. 따라서 본 연구에서는 발효온도 및 여과방식을 달리함에 따라 유기산 및 유리 아미노산 함량의 차이가 큰 것으로 판단되며, 초산 발효액의 경우, 향후 숙성과정에서 유기산 및 유리 아미노산의 변화가 있을 것으로 예상되므로 장기 숙성에 따른 초산 발효액의 품질변화에 대한 연구가 요구된다.

## 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(PJ008488)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

1. Park CS, Lee TS (2002) Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour Nuruks. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 296-302
2. Status of rice supply and demand (2012) *Food Grain Policy Division, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Seoul, Korea*
3. Jeong YJ, Soe JH, Jung SH, Shin SR, Kim KS (1998) The quality comparison of uncleaned rice vinegar by two stages fermentation with commercial uncleaned rice vinegar. *Korean J Food Preserv*, 5, 374-379
4. So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Improvement in the quality of *Takju* by a modified Nuruk. *Korean J Food Nutr*, 12, 427-432
5. Jeong YJ (2009) Current trends and future prospects in the Korean vinegar industry. *Food Sci Ind*, 42, 52-59
6. Joo KH, Cho MH, Park KJ, Jeong SW, Lim JH (2009) Effects of fermentation method and brown rice content on quality characteristics of brown rice vinegar. *Korean J Food Preserv*, 16, 33-39
7. KFDA (2010) *Korea Food Standard Code*, Korea Food and Drug Administration, p 5-21-1~5-21-2
8. Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of brown rice *Takju* by different Nuruks. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 301-307
9. Okazkiki S, Furukawa S, Ogihara H, Kawarai T, Kitada C, Komenow A, Yamasaki M (2010) Microbiological and biochemical survey on the transition of fermentative processes in Fukuyama pot vinegar brewing. *J Gen Appl Microbiol*, 56, 205-211
10. Fukuyama N, Ito I, Jujo S, Shizuma T, Myojin K, Ishiwata K, Nagano M, Nakazawa H, Mori H (2007) *Kurozu moromimatsu* inhibits tumor growth of Lovo cells in mouse model in vivo. *Nutrition*, 23, 81-86
11. Shin JS, Jeong YJ (2003) Changes in the components of acetic acid fermentation of brown rice using raw starch digesting enzyme. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 32, 381-387
12. Hong SW, Hah YC, Min KH (1970) The biochemical constituents and their changes during the fermentation of *Takju* mashes and *Takju*. *Korean J Microbiol*, 8, 107-115
13. Jang SY, Sin KA, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of apple vinegar by agitated and static cultures. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 308-312
14. Jang SY, Jeong YJ (2005) Effect of lactate and corn steep liquor on the production of bacterial cellulose by *Gluconobacter perimmonis* KJ145T. *Food Sci Biotechnol*, 14, 561-565
15. Lee SW, Kwon JH, Yoon SR, Woo SM, Jang SY, Yeo SH, Choi JH, Jeong YJ (2010) Quality characteristics



- of brown rice vinegar by different yeasts and fermentation condition. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1366-1372
16. Yoon SR, Kim GR, Lee JH, Lee SW, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH (2010) Properties of organic acid and volatile components in brown rice vinegar prepared using different yeasts and fermentation methods. Korean J Food Preserv, 17, 733-740
  17. Lee SW, Kwon JH, Yoon SR, Woo SM, Yeo SW, Jeong YJ (2011) Quality characteristics of brown rice vinegar prepared using varying amounts of nuruk (an amylolytic enzyme preparation) and employing different fermentation conditions. Korean J Food Preserv, 18, 26-32
  18. Lee SW, Yoon SR, Kim GR, Kyung HK, Jeong YJ, Yeo SH, Kwon JH (2011) Effect of nuruks and crude amylolytic enzyme on free amino acid and volatile components of brown rice vinegar prepared by static culture. Korean J Sci Technol, 43, 570-576
  19. Oh YA, Kim SD, Kim KH (1997) Changes of sugars, organic acid and amino acids content during fermentation of pine needle added *Kimchi*. J Food Sci Technol Cuth, 9, 45-50
  20. Kim ML, Choi KH (2005) Sensory characteristics of citrus vinegar fermented by *Gluconacetobacter hansenii* CV1. Sci Industry, 17, 51-59

---

(접수 2012년 10월 15일 수정 2013년 6월 10일 채택 2013년 6월 30일)