

발효 현미식초의 발효방법 및 원료함량에 따른 품질변화

주경호 · 조명휘 · 박기재¹ · 정승원¹ · 임정호^{1†}
(주)오뚜기 중앙연구소, ¹한국식품연구원

Effects of Fermentation Method and Brown Rice Content on Quality Characteristics of Brown Rice Vinegar

Kyung-Ho Joo, Myung-Hui Cho, Kee-Jai Park¹, Seong-Weon Jeong¹
and Jeong-Ho Lim^{1†}

Ottogi Food Research Center, Anyang 430-749, Korea
¹Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

Abstract

To evaluate the quality of brown rice vinegar made by traditional fermentation in terms of Zymotechnic data and material content, vinegars prepared using a traditional leavening agent and yeast were compared. Amino acid, total nitrogen, free sugar, organic acid, and mineral levels were assessed, with vinegars made with initial brown rice contents of 12 - 36% (w/v). Vinegar made using *Nuruk* as fermenting agent (traditional fermentation, TF), with a brown rice content of 20% (w/v), and vinegar prepared using yeast for fermentation (control fermentation, CF), with a brown rice content of 12% (w/v) were compared. TF vinegar had a total nitrogen content about 2.0 - 4.6-fold that of CF vinegar. Total nitrogen in TF vinegar was 350 - 460 mg/100g, and in CF vinegar the level was 100 - 140 mg/100g. TF vinegar had more minerals, free sugars, and amino acids compared with CF vinegar. When free sugar was assessed, TF vinegar had a glucose level of 3.45 g/100g, double that of CF vinegar. Amino acid levels were five-fold higher in TF vinegar than in CF vinegar. When brown rice content was 36% (w/v), the amino acid level was 6088.22 µg/mL in TF vinegar and 1194.05 µg/mL in CF vinegar.

Key words : brown rice, *Nuruk*, vinegar, yeast, fermentation

서 론

식초는 동서양을 막론하고 오랫동안 이용되어 온 발효식품으로 당류나 전분질을 함유하고 있는데, 여러 원료를 효모에 의해 알코올 발효시킨 다음, 초산균으로 초산발효시켜 제조한 것으로 우리의 식생활과 밀접한 관계를 가지면서 산미료 이외에도 식품 보존효과와 의약품으로 이용되어 왔다(1,2). 이러한 식초는 대표적인 알칼리성 식품으로 동맥경화증이나 혈전증을 일으키는 과산화지질을 분해해 동맥경화 예방과 부신피질 호르몬의 분비, 소화 및 식욕촉진에 효능, 당뇨병과 비만, 혈압 상승, 노화방지와 항종양 효과

등 그 기능성이 주목을 받고 있다(3,4)

식초는 소량의 휘발성 및 비휘발성의 유기산, 당류, 아미노산, ester 등을 함유한 독특한 방향과 신맛을 가진 대표적인 발효식품이다. 또한, 식초는 음식을 조리할 때 신맛을 내게 하는 조미료로 쓰이는 것은 물론 짠맛, 단맛 등의 음식 맛을 부드럽게하고 특유의 향미를 더해 줄 뿐만아니라, 생선의 비린내를 감소시키고, 육류를 연하게 하는 등 조리에서 다양하게 이용되고 있으며, 소스, 마요네즈, 드레싱, 케찹의 원료, 향미재료도 이용되고 있다(5)

국내에서는 곡물식초를 총산 4~29%로 규정하고 있으며, 식초를 발효식초, 합성식초, 기타식초로 유형을 분류하고 있어서 시판되는 식초의 경우 다양한 원료사용량과 제조방법에 따라 최종 제품의 품질에 큰 차이가 있다(6). 일본의 경우 JAS 기준에서 곡물식초와 쌀식초 및 쌀흑초를 구분하

[†]Corresponding author. E-mail : jhlim@kfri.re.kr
Phone : 82-31-780-9331, Fax : 82-31-780-9333

고 그 품질기준 또한 달리 두고 있으며, 쌀혹초의 경우 다양한 개발과 함께 기능성에 대한 보고도 다수 이루어지고 있다(7). 국내 식초의 용도별 생산 비율은 조미식초가 60%, 음료용 식초가 40%를 차지하고 있으며, 종류별 생산 비율은 양조식초 19%, 사과식초 39%, 현미식초 14%, 기타 6%로 양조식초의 소비가 매년 감소하고 있으며, 현미식초, 감식초 등의 천연발효식초에 대한 소비가 증가하는 추세에 있다. 과즙이나 곡물당화액을 이용한 식초의 제조방법으로는 알코올 발효와 초산 발효를 연속적으로 실시하는 경우와 단순히 초산 발효만 실시하는 경우로 구분할 수 있다. 알코올 발효 실시 여부에 따라 식초의 화학성분에 차이가 있을 수 있으며 결국 원료의 종류, 사용균주, 제조방법, 발효조건, 숙성정도에 따라 spirit vinegar와 과즙 및 곡물식초는 함유 성분들의 종류 및 함량에 있어서 차이를 나타내게 된다(8).

식초의 제조공정과 관련하여 비휘발성유기성분의 변화(9)와 발효과정에서의 아미노산의 변화(10) 및 식초의 발효 방식에 따른 향기성분의 변화 등에 대한 연구(11,12)가 보고된 바 있으며, 1단계 발효 또는 2단계 발효 등에 따른 식초의 변화(13, 14), 고산도 식초의 제조에 따른 성분변화(15), 연속발효방법에 따른 식초의 변화 등에 대한 연구가 보고된 바 있으나(16), 식초의 제조 방식 및 원료함량에 따른 성분 변화에 대한 연구는 매우 미미한 실정이다.

국내에서 사용되는 식초들은 감식초를 제외하고 대부분 주정을 발효시켜 직접 제조된 것으로 화학성분에 있어서 같은 원료를 사용하면서 알코올 발효를 거쳐 제조된 식초들의 화학성분과는 분명히 차이가 있을 것이다. 또한 같은 원료를 사용하여 알코올발효를 거쳐 제조된 식초에 있어서도 효모를 이용한 상업적인 방식의 식초와 누룩을 이용하여 제조된 전통적인 발효식초와의 화학성분과도 분명히 차이가 있을 것이다.

따라서, 본 연구에서는 국내에서 가장 대표적인 곡물식초인 현미식초에 있어서 정제된 효모와 초산균을 이용한 상업적 방식과 누룩을 이용한 전통적인 방법을 이용하여 제조한 현미식초의 산도변화, 유리당, 유기산, 무기질, 총질소, 유리아미노산 성분 관점에서 분석하여 발효방법에 따른 품질특성의 차이를 비교하고자 한다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 현미는 2007년 10월경에 경기도 이천 일대에서 생산된 쌀을 사용하였으며 현미의 분해 및 알코올 발효를 위한 원료로 누룩과 엿기름은 ㈜상주곡자(상주, 한국)에서 판매하는 제품을 사용하였고 효모는 막걸리에서 분리한 *Saccharomyces cerevisiae*, 당화효소제로는 Novozymes의 AMG300L glucoamylase와 Teramamyl 120L LS Type을

사용 하였다. 이 밖에 초산균은 전통발효식초로부터 분리된 *Acetobacter pasteurianus*(17)를 이용하였으며, (주)오뚜기에서 보관중인 동결건조 균을 사용하였다. 초기 발효배지의 잡균 오염을 방지하기 위한 산도 조절제로 (주)오뚜기에서 판매하는 화이트식초(산도 10%, 초산기준)를 사용하였다.

식초의 제조

누룩을 이용한 전통발효 방식의 식초(TV)는 수돗물로 3번 씻은 현미에 수돗물을 가하고 30분간 가열하여 밥을 만들어 식힌 후, 효모와 엿기름, 수돗물을 가하여 30℃ 항온실에서 3일간 알코올 발효를 진행하였다. 알코올 발효가 완료된 발효액에 초산균을 접종하여 30℃ 항온실에서 초산 발효를 진행한 뒤 산도가 4% 이상이 되면 발효액을 규조토로 여과하여 70℃까지 가열, 살균하여 시료를 제조하였다.

비교시료인 상업적인 발효 방법으로서 효모를 이용한 식초(CV)는 수돗물로 3번 씻은 현미에 수돗물을 가하고 액화효소를 넣어 100℃에서 30분간 가열한 후 55℃로 냉각하여 당화효소를 투입하고 50℃에서 24시간 당화를 진행하였다. 당화가 완료된 당화액에 건조효모를 첨가하여 30℃ 항온실에서 48시간 이상 알코올 발효하여 알코올 함량이 6%가 되면 발효를 중지하고 위의 전통발효 방식과 동일한 공정의 초산발효, 여과 및 살균 공정을 거쳐 시료를 제조하였다. 각각의 시료는 현미원료 함량(12%, 20%, 28%, 36%)에 따라 4가지로 구분한 후 식초를 제조하였으며, 각 시료별 원료 사용량은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Standard formula for brown rice vinegars

(Unit: %)								
Samples	TV ¹ 12%	TV20%	TV28%	TV36%	CV ² 12%	CV20%	CV28%	CV36%
Brown rice	12.000	20.000	28.000	36.000	12.000	20.000	28.000	36.000
Nuruk (Leaven)	4.800	8.000	11.200	14.400	-	-	-	-
Teramamyl	-	-	-	-	0.009	0.014	0.020	0.026
Glucoamylase	-	-	-	-	-	0.001	0.001	0.001
Malt	0.600	1.000	1.400	1.800	-	-	-	-
Dry yeast	-	-	-	-	0.120	0.200	0.280	0.360
Vinegar	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000
Water	72.600	61.000	49.400	37.800	77.871	69.786	61.699	53.613
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

¹TV:represents the brown rice vinegar by traditional fermentation from Nuruk (leaven) method.

²CV:represents the brown rice vinegar by commercial fermentation from yeast method.

실험방법

총산

총산은 시료 10 mL를 취하여 bromothymol blue와 neutral

red 혼합 지색약을 첨가하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정하고 acetic acid로 환산하여 총산함량(%)으로 계산하였다.

유리당 및 유기산 함량

유리당 및 유기산의 측정은 시료를 Sep-pak C₁₈ cartridge에 통과시키고 0.45 μm membrane filter로 여과하여 HPLC(Jasco HPLC system, Jasco Co., Japan)로 분석하였다. 이때 유리당 분석용 column은 carbohydrate analysis column (3.9 × 300 mm, 10 μm, Waters Co, USA)이었으며 detector는 RI(FP-920, Jasco Co., Japan) detector를 사용하였다. 이동상은 acetonitrile과 water를 87:13(v/v) 비율로 혼합하여 사용하였으며 flow rate는 1.2 mL/min이었다. 표준물질은 fructose 와 glucose(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다. 유기산분석용 column은 Aminex HPX-87H(300 × 7.8 mm, Hercules, CA)를 사용하였으며 detector는 UV(UV-975, Jasco Co., Japan) detector를 이용하여 210 nm에서 검출하였다. 이동상은 5 mM H₂SO₄을 사용하였으며 flow rate는 0.6 mL/min이었다. 시료의 일회 주입량은 20 μL이었으며, 유기산 표준품은 acetic acid, malic acid, succinic acid, lactic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하였다.

무기질 함량

무기질 함량은 습식 분해법에 의해서, 시료 10 mL를 건조하여 65% HNO₃ 6 mL와 30% H₂O₂ 1 mL를 가한 다음 microwave digestion system(Ethos-1600, Milestone, Italy)을 사용하여 시료를 전처리 및 분해하여 0.45 μm filter로 여과하였다. 이를 시료용액으로 하여 inductively coupled plasma (ICP) optical emission spectrometers(IRIS Interpid XSP, Thermo, USA)를 이용하여 argon nebulizer gas flow rate 0.5 L/min (20.1 psi), auxiliary gas flow 0.5 L/min, sample uptake 1.8 mL/min의 조건으로 분석하였다.

총질소 및 유리아미노산 함량

총 질소는 Micro-Kjeldhal법을 이용하여 측정하였으며, 유리아미노산은 시료를 10 mL methanol로 활성화시킨 Sep-pak C₁₈(Waters Co., MA, USA)에 통과시켜 처음 2 mL를 버리고 받은 액을 membrane filter(Millex GV 0.22 μm, Waters Co., MA, USA)로 여과한 다음 HPLC(HP 1100, Hewlett Packard Co., FL, USA)로 분석하였다. Column은 Water Nova-Pak C₁₈ (3.9 × 300 mm, 4 μm, Water Co., MA, USA)을 사용하였으며, detector는 Variable wavelength detector(HP 1100 Sries, Hewlett Packard Co., FL, USA)를 이용하여 254 nm에서 검출하였다. 이동상은 60% CH₃CN을 50분동안 0%에서 100%까지 증가시켰으며, flow rate는 1.0 mL/min이었다. 시료의 일회 주입량은 50 μL이었다.

결과 및 고찰

식초의 제조 및 산도변화

발효 방법 및 원료함량별 식초를 제조한 결과, 모든 시료 구에서 알코올발효는 진행되었으나, 전통발효방법 중 원료함량 12%구와 20%구의 경우 초산발효가 진행되지 않았으며, 상업적인 효모 발효에서도 원료함량 12%구에서는 발효 식초의 식품공전 기준인 4%(v/v, 초산기준)까지 발효가 진행되지 않았다(Fig. 1). 초산발효과정 중 산도변화는 Fig. 1에 나타난 것과 같이 8종의 시료 중 5종만이 발효식초로서 제조되었으며, 이 후 실험은 5종에 대상으로 진행하였다.

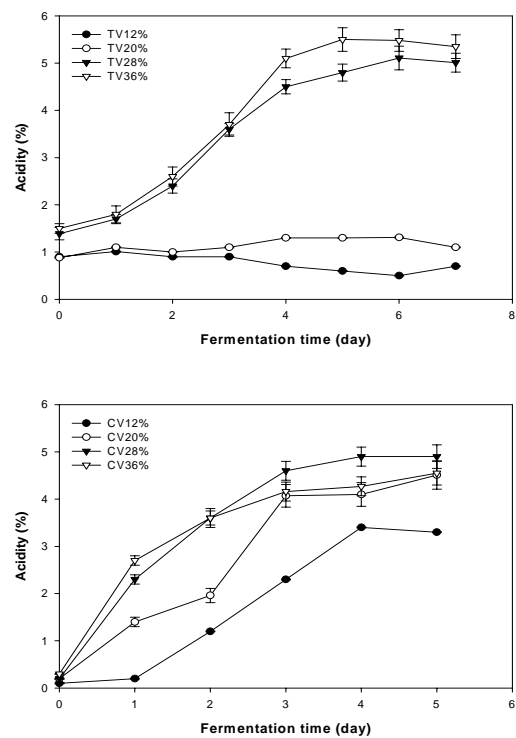


Fig. 1. Changes of acidity (%) during acetic acid fermentation progress of brown rice vinegars by different fermentation method and brown rice content.

For abbreviations, see Table 1.

초산발효 중 산도는 발효 초기 전통발효 방법(TV)과 상업적 발효방법(CV)에서 각각 0.1~0.3%와 0.8~1.2% 범위에서 발효가 진행됨에 따라 전통발효 방식은 곡물함량 28%이상에서 산도가 증가하여, 36%에서 6일째 5.5%(v/v), 곡물함량 28%에서 7일째 4.9%로 최고치를 나타내었다. 반면, 상업적 발효방법의 경우 모든 처리구에서 산도가 서서히 증가하였으며, 원료함량 28%이상에서 발효 4일째 산도 4.0(v/v) 이상을 나타내었으나, 곡물함량 12%에서는 발효 5일에 3.3으로 발효식초 기준인 4.0을 넘지 못하였다. Shin 등(18)은 식초 제조 시 산도의 증가는 초기 알코올농도 및 초기산도에 따라 달라질 수 있다고 하였으며, Jeong 등(19)은 초기

알코올농도의 조절로 총산을 높일 수 있다고 하였으나, 본 실험에서는 초기 알코올농도가 초산발효에 충분한 수준이었음에도 불구하고, 초산발효가 발생하지 않은 것은 초산균의 증식보다 누룩에 존재하는 산막효모의 증식이 더 빨리 진행되어 초산발효를 방해하였기 때문으로 판단된다(3).

유리당 및 유기산

발효방법 및 원료 함량을 달리하여 제조한 식초의 유리당 함량은 Table 2에 나타내었다. 식초의 유리당 함량은 전통발효 방식으로 발효한 식초가 상업적발효법에 의해 발효된 식초보다 높은 유리당함량을 나타내었고, 특히 곡물함량 36%(TV36%, CV36%)구에서 누룩을 이용한 전통발효 식초의 glucose 함량이 3.45 g/100 g으로서 효모를 이용한 발효 식초에 비하여 1.84배 높은 값을 나타낸 것으로 나타났다. 이는 Shin 등이 알코올발효 중 유리당 함량은 감소하며 glucose가 fructose 보다 더 빨리 소모된다고 보고하였다. 본 실험에서는 누룩이 식초제조과정에서 다양한 amylase와 protease를 생성하여(17) 발효과정 중 지속적으로 전분질을 분해하기 때문에 유리당 함량이 높으며, 알코올 발효 과정 중 유리당의 완전한 소모가 이루어지지 않았기 때문으로 판단된다.

Table 2. Contents of free sugars in brown rice vinegars by different fermentation method and brown rice content

Sample	(Unit: %)							
	TV12% ¹⁾	CV12% ¹⁾	TV20% ¹⁾	CV20%	TV28%	CV28%	TV36%	CV36%
Fructose	-	-	-	0.032	0.069	trace	0.093	trace
Glucose	-	-	-	1.162	1.821	1.617	3.450	1.873

¹⁾This samples have not been progress of acetic acid fermentation.
For abbreviations, see Table 1.

발효방법 및 원료함량을 달리하여 제조한 식초의 유기산 함량은 Table 3에 나타내었다. 제조된 식초의 유기산 함량은 3.57~4.34%의 범위를 나타내었으며, 주성분으로서 acetic acid가 2.5~3.7%를 나타내어, Jeong 등(19)이 현미식초의 acetic acid 함량이 3.33~4.55%로 나타난다고 보고한 것과 유사한 경향을 나타내었다. 유기산은 식초의 산미와 지미에 영향을 주어 식초 품질에 중요한 영향을 미치며, fumaric, 2-kotoglutaric, lactic, succinic, malic, citric, tartaric acid 등 다양한 유기산이 존재하는 것으로 알려지고 있다(9). 또한 본 실험에서는 acetic acid 외에 oxalic acid, citric acid, tartaric acid, malic acid, lactic acid 등이 나타났으나, 발효방법에 따라 다소 차이를 나타내어, tartaric acid와 malic acid가 전통발효 방식의 식초에서 93.8~120.2 mg%, 142.5~174.8 mg% 범위를 나타내었고, 상업적인 방법은 trace만 되는 수준이었다. 이러한 malic acid 등의 유기산은 풍미를 향상시키는 역할을 하는 것으로서 Jeong 등(19)은

현미식초의 malic acid 함량이 103.9 mg%로 나타난다고 보고하였고, 감식초의 경우 malic acid가 34.6~38.2 mg%, 사과식초에서는 malic acid가 12.3~427.1 mg%를 나타내었고, Shin 등(18)은 보당시커 제조한 양파식초에서 malic acid가 76.78~189.78 mg% 범위를 나타낸 결과와 비교하여 볼 때 누룩을 이용하여 제조한 식초의 유기산 함량이 풍부할 것으로 판단된다.

Table 3. Contents of organic acids in brown rice vinegars by different fermentation method and brown rice content

Sample	(Unit: mg%)							
	TV12% ¹⁾	CV12% ¹⁾	TV20% ¹⁾	CV20%	TV28%	CV28%	TV36%	CV36%
Oxalic acid	-	-	-	35.2	38.3	46.0	247.6	58.7
Citric acid	-	-	-	62.8	75.5	75.7	64.8	99.3
Tartaric acid	-	-	-	trace	93.8	trace	120.2	trace
Malic acid	-	-	-	trace	142.5	trace	174.8	trace
Lactic acid	-	-	-	163.4	254.4	163.9	456.8	501.5
Acetic acid	-	-	-	3657.0	3741.4	3449.0	2507.0	2918.6
Total	-	-	-	3918.4	4345.9	3734.6	3571.2	3578.1

¹⁾This samples have not been progress of acetic acid fermentation.
For abbreviations, see Table 1.

무기질

누룩을 이용한 발효식초와 효모를 이용한 발효식초의 무기성분을 분석결과는 Table 4에 나타내었다. 미량성분은 전통발효 방식으로 누룩을 이용하여 제조한 식초와 상업적인 발효식초는 원료함량의 증가에 따라서 무기질의 함량도 증가하는 것으로 나타내어, 원료함량 36%구에서 전통발효 방식의 누룩을 이용하여 제조한 식초(TV36%)의 무기질 총량이 609.584 ppm으로 상업적 발효방법으로 효모를 이용하여 제조한 식초의 411.937 ppm 보다 약 1.5배 많은 것으로 분석되었으나 원료함량이 28%인 시료에서는 누룩과 효모

Table 4. Contents of minerals in brown rice vinegars by different fermentation method and brown rice content

Sample	(Unit: ppm)							
	TV12% ¹⁾	CV12% ¹⁾	TV20% ¹⁾	CV20%	TV28%	CV28%	TV36%	CV36%
Ca	-	-	-	9.114	7.638	8.412	10.330	9.445
Cu	-	-	-	0.288	0.231	0.204	0.190	0.308
Fe	-	-	-	0.738	1.139	1.307	1.924	1.354
Na	-	-	-	34.820	21.310	46.970	49.540	72.530
K	-	-	-	97.220	123.500	118.100	279.600	158.200
P	-	-	-	101.700	115.800	125.900	268.000	170.100
Total	-	-	-	243.880	269.618	300.893	609.584	411.937

¹⁾This samples have not been progress of acetic acid fermentation.
For abbreviations, see Table 1.

를 이용한 식초간의 차이를 나타내지 않았다. 현미식초의 미량성분 중 K와 P의 함량이 높게 나타났으며, Ca, Cu 및 Fe 함량은 발효방법에 따른 차이를 나타내지 않았으나, Na 함량은 상업적인 발효방법을 이용한 식초에서 약 1.46~2.20 배 높은 값을 나타내었다. Jeong 등(11)에 따르면 현미식초의 미량성분 중 K 함량이 상대적으로 높게 나타나는 것으로 보고되었으며, 사과식초나 포도식초 등의 Na 함량이 4.14~49.33 ppm으로 본 실험과 유사한 결과를 나타내었다 (20,21).

총질소 및 유리아미노산

발효방법 및 원료함량에 따른 각 식초의 총질소 함량을 측정 한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 누룩을 이용한 전통발효 현미식초의 총질소 함량이 350~460 mg/100 g의 범위를 나타낸 반면, 효모를 이용하여 제조한 현미식초의 경우, 100~140 mg/100 g의 범위를 나타내어 누룩을 이용한 전통발효 현미식초가 2.0~4.6배 이상의 높은 값을 나타내었다. 전통발효 현미식초는 원료함량과 비례하여 높은 총질소 함량을 나타내었으나, 효모를 이용한 상업적 발효에서는 모두 비슷한 수준의 총질소 함량을 나타내었다. 이는 누룩에 포함되어 있는 다양한 효소들 중 원료의 단백질을 분해하는 효소가 있기 때문이며(16), 효모를 이용한 발효에서는 특정 당 분해효소만을 사용함에 따라 원료중의 질소 성분을 분해하지 못하고 여과 공장에서 현미박과 함께 걸러져 나가기 때문에 총질소 함량이 낮은 것으로 판단된다. 따라서, 이는 누룩을 이용한 전통발효 방식과 특성 효모를 이용한 상업적 이용방식의 식초를 구분하는 중요한 요소로서 판단된다.

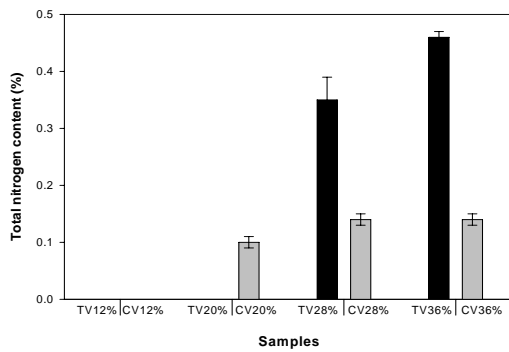


Fig. 2. Changes of total nitrogen content(%) in brown rice vinegars by different fermentation method and brown rice content.

For abbreviations, see Table 1.

누룩을 이용한 발효식초와 효모를 이용한 발효식초의 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 5에 나타내었다. 유리아미노산 함량은 851~6,088 µg/mL로 TV36%가 가장 높았으며, 누룩을 첨가해서 발효를 통해 제조한 TV28%와 TV36%가 6,608 및 6,088 µg/mL로 효모를 이용하여 제조한 식초인 CV20%, CV28% 및 CV36%의 851, 829 및 1,194

µg/mL에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 식초의 아미노산 함량의 차이는 식초제조에 이용한 초산균의 종류, 원료의 종류, 도정, 알코올발효 조건 등이 다르기 때문이라고 알려져 있어(22), 본 실험의 경우 누룩과 효모의 발효 차이에서 발생하는 것으로 판단된다. 또한, 효모를 이용한 상업적 발효식초는 glycine, alanine이 주된 아미노산으로 나타났으며, 누룩을 이용하여 발효한 현미식초는 glutamic acid, glycine, arginine, alanine, proline, tyrosine, valine, leucine 및 tryptopan 등이 높은 함량을 나타내었고, 그 중 tryptopan 과 alanine 함량이 원료함량 36%(TV36%)에서 각각 744.76 µg/mL와 612.27 µg/mL로서 효모를 이용한 상업적 식초에 비하여 각각 5.92배와 2.84배 높은 함량을 나타내었다. 식초의 초산발효 중 glutamic acid, aspartic acid, proline이 효모를 이용한 상업적 식초에서 약 6~50% 감소하였으며, 누룩을 이용한 전통발효 식초에서 약 4~30%의 감소를 나타내어, 식초의 아미노산은 초산발효 중 자화되어 38~60%가 감소하고 특히, glutamic acid, aspartic acid, proline의 감소가

Table 5. Contents of amino acids in brown rice vinegars by different fermentation method and brown rice content

(Unit: µg/mL)								
Sample	TV12% ¹⁾	CV12% ¹⁾	TV20% ¹⁾	CV20%	TV28%	CV28%	TV36%	CV36%
CYS	-	-	-	0.00	2.92	0.00	2.06	0.00
ASP	-	-	-	5.74	77.64	9.59	116.11	23.26
GLU	-	-	-	59.04	456.69	46.44	495.97	113.49
ASN	-	-	-	0.59	7.76	0.63	18.79	0.96
SER	-	-	-	3.00	115.47	3.31	124.78	6.15
GLN	-	-	-	1.18	75.78	1.49	74.21	4.55
GLY	-	-	-	285.99	500.61	245.33	426.18	247.78
HIS	-	-	-	9.31	179.26	6.89	158.26	11.96
ARG	-	-	-	3.57	207.70	6.50	238.32	15.53
THR	-	-	-	7.87	83.57	3.86	81.58	3.88
ALA	-	-	-	136.06	810.24	151.90	612.27	215.00
PRO	-	-	-	3.72	511.34	5.23	554.60	23.21
TYR	-	-	-	31.67	310.35	27.51	285.38	41.49
VAL	-	-	-	49.21	409.71	46.83	392.37	81.90
MET	-	-	-	4.98	163.01	9.12	160.92	17.95
CYS2	-	-	-	4.93	48.86	4.29	39.50	6.19
ILE	-	-	-	20.85	253.12	19.40	251.10	42.61
LEU	-	-	-	31.38	639.95	37.43	633.42	77.61
PHE	-	-	-	28.91	332.12	30.85	312.33	45.13
TRP	-	-	-	82.94	1011.81	87.29	744.76	125.79
LYS	-	-	-	80.15	410.70	85.60	365.30	89.63
Total	-	-	-	851.10	6608.60	829.50	6088.22	1194.05

¹⁾This samples have not been progress of acetic acid fermentation. For abbreviations, see Table 1.

크다고 보고된 결과와 유사한 경향을 나타내었다(19-21).

요 약

누룩을 이용한 전통발효 현미식초와 효모를 이용한 상업적인 현미식초의 원료 함량에 따른 품질변화를 조사하기 위하여, 120~360 g/kg의 원료함량 조건에서 현미식초를 제조하였고, 총질소, 유리당, 유기산, 무기질 및 아미노산 함량을 비교하였다. 누룩을 이용하여 제조한 현미식초는 원료함량 200 g/kg이하에서 초산발효가 이루어 지지 않은 반면, 효모를 이용하여 제조한 현미식초의 경우 원료함량 120 g/kg 이하에서 초산발효가 이루어지지 않았다. 총질소 함량의 경우, 누룩을 이용하여 제조한 현미식초가 350~460 mg/100 g의 범위를 나타내어, 효모를 이용하여 제조한 현미식초의 100~140 mg/100 g의 범위보다 2.0~4.6배 이상의 높은 값을 나타내었다. 유리당, 유기산, 무기질 및 아미노산 함량의 경우에서도 총질소와 유사한 경향을 나타내어, 누룩을 이용하여 제조한 전통발효 현미식초가 효모를 이용하여 제조한 현미식초보다 높은 함량을 나타내었으며, 원료함량이 증가할수록 그 함량은 더욱 증가하는 것으로 나타났다. 유리당의 경우, 원료 함량 36%인 전통 발효 현미식초의 glucose 함량이 3.45 g/100 g으로 효모를 이용한 발효 식초에 비하여 2배 이상 높은 값을 나타내었으며, 유기산에서도 2.5배 이상 높은 값을 나타내었다. 또한, 아미노산 함량의 경우, 원료함량 36%인 전통 발효 현미식초의 총 아미노산 함량이 6088.22 µg/mL로서 효모를 이용한 현미 식초의 1194.05 µg/mL보다 5배 이상 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

- Ha, Y.D. and Kim, K.S. (2000) Civilization history of vinegar. *Food Ind. Nutr.*, 5, 1-6
- Jeong, Y.J. and Lee, M.H. (2000) A view and prospect of vinegar industry. *Food Ind. Nutr.*, 5, 7-12
- Kim, D.H. (1999) Studies on the production of vinegar from fig. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 28, 53-60
- Lee, W.J. and Kim, S.S. (1998) Preparaton of *Sikhe* with brown rice. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 30, 146-150
- Jeong, Y.J. and Lee, M.H. (2000) A view and prospect of vinegar using kyungpook special products (persimmom, apple and grape). *Food Ind. Nutr.*, 5, 53-59
- Fujiharu, Y. (1987) The general composition inorganic cations free amino acid and organic acid of special vinegar. *J. Food Sci. Technol.*, 34, 592-596
- Lee, Y.C., Lee, G.Y., Kim, H.C., Park, K.B., Yoo, Y.J., Ahn, P.U., Choi, C.U. and Son, S.H. (1992) Production of high acetic acid vinegar using two stage fermentation. *Korean J. App. Microbiol. Biotechnol.*, 20, 663-667
- Yoon, H.N. (1999) Chemical characterization of commercial vinegars. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 31, 1440-1446
- Furukawa, S. and Ueda, R. (1963) Studies on non-volatile organic acids in vinegars, Contents of non-volatile organic acid in commercial vinegars. *J. Ferment. Technol.*, 41, 14-19
- Masai, H. (1980) Taste of the fermented beverage and foods. Taste of vinegars. *J. Brew. Soc. JPN.*, 75, 888-891
- Jones, D.D. and Greenshields, R.N. (1969) Volatile constituents of vinegar. A survey of some commercially available malt vinegars. *J. I. Brewing*, 75, 457-463
- Kahn, J.H., Nickol, G.B. and Conner, H.A. (1966) Vinegar compounds: Analysis of vinegar by gas-liquid chromatography. *J. Agri. Food Chem.*, 14, 460-465
- Lee, Y.C., Lee, G.Y., Kim, H.C., Park, K.B., Yoo, Y.J., Ahn, P.U., Choi, C.U. and Son, S.H. (1992) Production of high acetic acid vinegar using two stage fermentation. *Korean J. App. Microbiol. Biotechnol.*, 20, 663-667
- Lee, Y.C., Park, M.S., Kim, H.C., Park, K.B., Yoo, Y.J., Ahn, I.K. and Son, S.H. (1993) Production of high acetic acid vinegar by single stage fed-batch culture. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 21, 511-512
- Saeki, A. (1991) Continuous vinegar production using twin bioreactors made from ethanol fermentor and acetic acid fermentor. *J. Food Sci. Technol.*, 38, 891-896
- Park, J.P., Kim, S.J., Ryu, J.C., Pyo, B.S. and Kim, S.W. (1993) Some properties of *Acetobactor* sp. isolated form traditional fermented vinegar. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.*, 8, 397-404
- So, M.H., Park, S.Y., Kim, S.H. and Oh, H.J. (1994) Conditions for the production of amylase and protease in marking wheat flour *Nuluk* by *Aspergillus usamii* mut. *Shirousamii* S1. *Koeran J. Food Nutr.*, 7, 51-57
- Shin, J.S., Lee, O.S. and Jeong, Y.J. (2002) Changes in the components of onion vinegars by two stages ferentaion. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 34, 1079-1084
- Jeong, Y.J., Seo, J.H., Jung, S.H., Shin, S.R. and Kim, K.S. (1998) The quality comparison of uncleaned rice vinegar by two stages fermentation with commercial uncleaned rice vinegar. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.*, 5, 374-379
- Jeong, Y.J., Seo, J.H., Lee, G.D., Park, N.Y. and Choi, T.H. (1999) The quality comparison of apple vinegar

- by two stages fermentation with commercial apple vinegar. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 353-358
21. Jeong, Y.J., Lee, M.H., Seo, K.I., Kim, J.N. and Lee, Y.S. (1998) The quality comparison of grape vinegar by two stages fermentation with traditional grape vinegar. J. East Asian Soc. Dietary Life, 8, 462-468
22. Shin, J.S. and Jeong, Y.J. (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
-
- (접수 2008년 08월 20일, 채택 2008년 12월 19일)