KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 44, No. 2, pp. 202~206 (2012)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

쌀과 해당화를 이용한 식초제조 및 품질평가

이재철 · 한우철 · 이제혁[1] · 장기효*
강원대학교 식품영양학과, [1]덕성여자대학교 식물자원연구소

Quality Evaluation of Vinegar Manufactured using Rice and *Rosa rugosa* Thunb.

Jae-Cheol Lee, Woo-Cheul Han, Je-Hyuk Lee[1], and Ki-Hyo Jang*
Department of Food and Nutrition, Kangwon National University
[1]Plant Resources Research Institute, Duksung Women's University

Abstract In order to prepare rice vinegar, *takju* fermentation was performed, using two different compositions; cooked rice supplemented with *Rosa rugosa* Thunb. (CR-R) and uncooked rice supplemented with *Rosa rugosa* Thunb. (UR-R). After ethanol fermentation, ethanol contents of *takju* were adjusted to 6.0%, and then acetic acid fermentation was carried out using *Acetobacter aceti* at 30°C with 200 rpm for 9 days. Supplementations of 1% acetic acid to *takju* prior to acetic acid fermentation were a critical step in achieving a successful fermentation; final organic acid contents increased in a dose dependent manner. A higher content of organic acids, 1.6-6.9%, was found in UR-R vinegar. The level of free amino acid and GABA in UR-R vinegar was higher than that of CR-R vinegar, with glutamic acid and arginine, as the major amino acids. This finding demonstrates that heating process of rice prior to ethanol fermentation affects the quality of vinegar significantly.

Keywords: acetic acid fermentation, cooked rice, *Rosa rugosa* Thunb., uncooked rice, vinegar

서 론

식초는 빙초산 또는 acetic acid를 음용수로 희석한 후 조미하여 제조하는 합성식초와, 과즙 30% 이상을 포함하는 과실식초, 곡물함량 4% 이상을 함유하는 곡물식초 등으로 분류된다(1). 식초는 소화작용과 피로회복을 도아주고, 식욕을 돋구어주며, 식품의 저장성을 높여 준다(1,2). 쌀식초(rice vinegar)는 쌀로 발효한 술에 초산균을 사용하여 식초를 만든 것으로, 향기성분으로 propyl acetate, diacetyl, amylacetate, ethyl caproate, isoamyl alcohol, isoamyl acetate, ethyl lactate, 2,3butane-di-ol 등이 특징적으로 나타난다(1). 식초의 제조방법으로는 당분이 충분한 당화액을 단순히 acetic acid 발효만 실시하는 경우와, 원료액에 미생물을 접종하여 ethanol 발효를 유도하고, 생성된 발효액의 알코올 함량과 산도를 조절한 후 초산균을 접종하는 2단 발효과정이 많다(2,3). 무증자방식은 일반적으로 사용되는 쌀을 쪄서 발효시키는 증자방식이 아닌 쌀을 분말화하여 이를 발효에 사용한다(4). 무증자 발효의 수율을 높이기 위하여 주모사용량을 늘리고, 발효온도를 조절하고 당화효소, 액화효소, pectinase 등의 혼합사용과 2단 담금법 등이 알려져 있다(5).

*Corresponding author: Ki-Hyo Jang, Department of Food and Nutrition, Kangwon National University, Samcheok, Gangwon 245-907, Korea
Tel: 82-33-540-3312
Fax: 82-33-540-3319
E-mail: kihyojang@kangwon.ac.kr
Received October 7, 2011; revised January 28, 2012; accepted January 31, 2012

해당화(*Rosa rugosa* Thunb.)는 모래토질의 해안가에서 자라는 장미과의 낙엽관목으로, 5-7월에 붉은 열매가 수확되며 항산화능과 심혈관계 질환예방 효능이 있다(6,7). 해당화는 뛰어난 향 특성을 나타내지만, 이를 식품에 적용한 사례는 매우 제한적이다(8,9). 본 연구는 쌀을 이용한 식초제조에서, 증자공정과 무증자 공정으로 제조된 쌀과 해당화 혼합한 조성물을 사용하여 ethanol 발효와 acetic acid 발효로 구분되는 2단발효를 진행하고 완성된 식초의 이화학적 특성을 분석하여 acetic acid 발효를 위한 최적 조건 규명에 대한 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

해당화(*Rosa rugosa* Thunb.)는 강원도 삼척에서 열매를 수확하여 간단한 수세와 건조 후에 사용하였다. 쌀은 전라북도 김제에서 생산된 쌀을 사용하였다. 무증자 발효를 위하여, 쌀(3 kg)을 20-25°C의 물(3.8 L)에 10-12시간 침지한 후 믹서기(HMF 370, Hanil Electric Co., Seoul, Korea)로 1분간 파쇄하였다. 증자발효를 위하여, 쌀(3 kg)을 20-25°C의 물(3.8 L)에 10-12시간 침지한 후 전기밥솥(Cuckoo Electronics Co, Yangsan, Korea)를 사용하여 증자하였다. 양조에 사용한 미생물은 효모와 누룩이 혼합된 바이오누룩R생쌀발효용 제품을 한국효소(주)(Hwaseong, Korea)에서 구매하여 사용하였다. 초산균은 한국생명공학연구원에서 분양받은 *Acetobacter aceti* KCTC 1010를 사용하였다. 초산균 배양을 위한 배지는 nutrient broth(Difco, St. Louis, MO, USA)를 사용하였으며, 진탕배양(30°C, 200 rpm) 사용하였다. 고체배지 제조를 위하여 nutrition broth에 한천을 1.5% 농도로 첨가하였다.

해당화 당즙제조

4등분한 해당화열매 1 kg에 증류수 1,000 mL를 첨가하여 믹스기로 1분간 처리 후 80°C로 조절된 water bath에서 Termamyl 120L(Novo Nordisk, Copenhagen, Denmark) 4 mL을 첨가한 후 저어주면서 2시간 동안 처리하였다. Water bath의 온도를 65°C로 조절한 후에 당화효소제(AMG300L, Novo Nordisk) 4 mL를 가한 후에 2시간 동안 처리하고 이를 해당화 당즙으로 사용하였다.

발효주 제조

해당화 첨가 무증자 탁주 제조를 위하여, 해당화 당즙액(1.5 L)과 분쇄한 쌀(3 kg)을 첨가하고, 물을 사용하여 전체부피를 9 L로 조정하였다(10). 발효조(20 L) 상단에 에어락을 장치하였으며, 여기에 효모 60 g과 누룩 150 g을 접종하여 발효를 시작하였다. 해당화 첨가 증자 탁주 제조를 위하여 쌀 3 kg을 이용하여 고두밥을 짓고 여기에 해당화 당즙액 1.5 L를 가하고, 물을 첨가하여 최종 부피를 9 L로 조정하였다. 여기에 효모 60 g과 누룩 150 g을 접종하여 발효를 시작하였다. 12일 동안의 발효기간 중에는 처음 7일 동안은 하루 2차례, 나머지 기간에는 하루 1차례 발효액의 위와 아래를 완전하게 혼합하였다. 발효기간중 발효액 온도는 25±1°C 였다.

식초 발효

발효가 끝난 발효주를 여과한 후 ethanol 농도를 살균한 증류수를 사용하여 6%(v/v)로 조절후에, 여기에 0, 0.5, 1%(w/v) acetic acid를 첨가하여 산도를 조절후에 종초를 10%(v/v) 접종하고 30°C, 200 rpm에서 9일 동안 호기적으로 발효시켰다. 발효조는 2 L 용량에 발효액은 500 mL였다. 접종시기의 초산균의 생균수는 1.1×10^7 cfu/mL의 값을 보였다.

pH 측정

발효액의 pH 측정을 위하여, pH meter(Model 725p, Istek, Seoul, Korea)를 사용하였다.

Ethanol 함량 분석

발효액의 ethanol의 정량분석을 위하여 발효액을 0.45 μm의 필터로 여과한 후, 여과액을 gas chromatography(6890, Agilent Technologies Inc., Santa Clara, CA, USA)를 이용하여 정량하였다. HPINNO Wax column(0.25 μm, 30 m×0.25 mm, Agilent Technologies Inc.)을 사용하였으며, 칼럼 온도는 35°C에서 5분, 그리고 150°C까지 5°C/min 속도로 증가시킨 후, 250°C까지 20°C/min 속도로 증가시킨 후, 250°C에서 2분간 유지되도록 프로그래밍 하였다. 분석조건은 Injection volumn: 10 μL, Injection port temperature: 225°C, Detector port temperature: 260°C, Detector: flame ionization detector, Split ratio: 10:1로 하였다.

초산균의 생균수 측정

식초 발효에 접종한 초산균의 생균수 측정을 위하여 nutrient agar(Difco)를 사용하였다. 시료를 적절한 농도로 희석한 후, 고체배지의 표면에 평판배양법으로 도말하였으며, 30°C에서 호기적인 조건으로 2일 배양 후, 집락 수를 측정하였다. 각 수치는 오차를 줄이기 위하여 3회의 독립적인 실험결과에서 평균값을 취하였다.

색도 검사

시료를 spectrophotometer(UV-visible spectrophotometer UV1650 PC, Shimadzu, Japan)로 분석하였다. 흡광도는 파장 280, 320, 420, 520 nm에서 10 mm 석영 cuvette을 사용하였으며, 증류수를 blank로 사용하였다. A_{280}는 총 phenol양을, A_{320}는 hydroxycinnamate량을, A_{420}는 갈색도를, A_{520}는 anthocyanin으로, $A_{420}+A_{520}$은 색도로, A_{420}/A_{520}는 명도로 표시하였다.

유기산 검사

유기산 함량은 발효액을 10,000×*g*에서 10분간 원심분리하고, Seppak C_{18} catridge로 색소 및 단백질 성분을 제거후, 0.45 μm 여과막으로 여과하여 여과액을 C-610 column(30 cm×7.8 mm ID, Sulpeco Co., Bellafonte, PA, USA)을 장착한 HPLC에 주입하였으며, 이동상은 0.1% phosphoric acid를 이동상(flow rate 0.5 mL/min)으로 하여 UV detector(210 nm)에 의해 분석하였다.

유리 아미노산 검사

발효액을 10,000×*g*에서 10분간 원심분리하고, 상층액을 0.45 μm 여과막으로 여과한 다음, 여액 20 μL를 amino acid analyzer (L8800, Hitachi, Tokyo, Japan)에 주입하여 정량하였다.

통계처리

자료는 one-way analysis of variance(ANOVA) 방법으로 통계처리 하였다(11). 분석 결과를 평균값±표준편차로 나타내었다.

결과 및 고찰

발효액의 ethanol 함량

쌀해당화 혼합물에서 쌀의 처리방법을 증자와 무증자로 처리방법을 달리한 2개의 그룹을 12일 동안 ethanol 발효하였다. 증자법으로 발효한 발효주와 비교시, 무증자법으로 발효한 발효주는 발효초기에는 ethanol 생성 속도가 느린 경향을 보였으나 시간이 지나면서 ethanol 생성이 급증하여, 발효 12일에는 ethanol 함량 11.5%를 보였으며, 증자법으로 발효한 발효주는 ethanol 함량 13.5%를 보였다. 재래누룩은 누룩곰팡이를 포함한 다양한 곰팡이를 포함하고 있으며, 다양한 맛과 향을 가지고 있는 반면에 사용한 원료인 쌀을 증자하여야 하는 제한점이 있는 반면, 본 연구에서 사용한 무증자법에는 *Rhizopus*를 스타터로 사용한 바이오누룩을 사용하였다. 공급회사의 설명에 따르면 재래식 누룩과 비교시 맛과 향에서 다양성은 줄어든 반면, 바이오누룩은 쌀을 증자하는 과정이 필요없게 되어 현장적응성이 개선된다.

쌀해당화 알코올 발효액의 식초발효 중 특성변화

증자법 및 무증자법으로 제조한 발효주의 ethanol 함량을 6%로 살균수를 사용하여 조절하고 세 가지 그룹으로 나누어서 acetic acid를 각각 0, 0.5, 1.0% 수준으로 첨가한 후 6개의 그룹을 9일 동안 acetic acid 발효하였다. 발효 기간 중에 생성된 ethanol의 변화는 다음과 같다(Table 1). Ethanol 농도는 발효가 진행되면서 급격하게 감소하여 발효 6일째에 두 그룹 모두 0.2% 이하로 감소하여 ethanol이 초산균의 작용에 의하여 소모되어, acetic acid를 포함한 다른 성분으로 변환하게 된 것을 보여준다.

일반적으로, 식초 발효가 진행되면 ethanol 함량은 감소하는 반면, 유기산 생성으로 pH는 감소한다. 하지만, Table 2에 의하면 인위적으로 acetic acid를 첨가하지 않았거나, 0.5% 수준으로 acetic acid를 첨가한 그룹에서는 잡균의 번식으로 추측되는 이상발효에 의하여 발효가 진행되면서 pH가 상승하였다. 한편, 인위적으로 acetic acid를 1% 첨가한 그룹에서는 pH의 감소가 확인되었다. 무증자법으로 제조한 발효주에 1% 수준의 acetic acid 함량을 첨가

Table 1. Changes in ethanol concentration (%, v/v) during fermentation at 30°C for 9 days

Days	Cooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar			Uncooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar		
	Control	0.5%[1)]	1%	Control	0.5%	1%
0	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0	6.0±0.0
2	1.6±2.0	1.5±2.0	1.7±2.0	2.4±2.1	2.3±1.9	2.2±1.8
4	0.6±0.8	0.9±1.2	0.7±0.9	0.7±1.0	0.7±1.0	0.7±1.0
6	0.1±0.1	0.1±0.1	0.1±0.1	0.2±0.2	0.5±0.8	ND
9	ND	ND	ND	ND	ND	ND

[1)]0.5%, Control supplemented with 0.5% acetic acid; 1%, Control supplemented with 1% acetic acid.

Table 2. Changes in pH during fermentation at 30°C for 9 days

Days	Cooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar			Uncooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar		
	Control	0.5%[1)]	1%	Control	0.5%	1%
2	4.0±0.7	3.7±0.2	3.6±0.1	4.1±0.5	3.7±0.1	3.6±0.0
4	4.3±1.1	3.6±0.4	3.5±0.2	4.6±1.6	3.6±0.3	3.5±0.1
6	4.3±1.1	3.9±0.8	3.4±0.1	4.6±1.3	3.7±0.4	3.5±0.1
9	5.6±1.7	3.3±0.1	3.1±0.4	5.0±2.0	4.1±0.9	3.3±0.1

[1)]0.5%, Control supplemented with 0.5% acetic acid; 1%, Control supplemented with 1% acetic acid.

한 그룹에서는 pH가 9일후에는 pH 3.3으로 감소한 반면, 동일한 발효조건에서 증자법으로 제조한 발효한 경우에는 pH 3.1으로 감소하였다. 따라서, 두 가지 발효주를 이용한 acetic acid 발효에서는 초기산도의 영향이 매우 크게 나타났다. Kim 등(12)은 참외를 첨가한 탁주 술덧 식초발효에 미치는 초기산도의 영향을 조사하기 위하여 술덧을 에탄올 함량 6%, 초기산도 0.5, 1, 1.5%로 조절하여 발효액의 산도를 조사한 결과 발효 4일째 까지는 초기산도 1.5% 첨가군 > 1.0% 첨가군 > 0.5% 첨가군의 순으로 산도가 높게 나타났으나, 발효 5일째에는 1.0% 첨가군 = 1.5% 첨가군 > 0.5% 첨가군의 순으로 산도가 높게 나타나 초기산도의 조절이 중요함을 보였다.

완성된 식초에서는 유기산 성분으로 malic, lactic, formic 및 acetic acid가 검출되었으며, 그 결과는 Table 3과 같다. 유기산 조성차이는 곡물 함량 및 발효방법에 의하여 영향을 받는다(3). Jo (1)는 쌀 식초에서 주요 유기산은 lactic 및 succinic acid라고 하였으며, 특히 lactic acid 함량은 acetic acid 보다 4배 이상 높다고 하였는데, 본 실험에서도 lactic acid 함량이 높게 나타났다 (Table 3). Woo 등(13)은 acetic acid 생성에서 미생물의 생육기간에서 균주의 사멸기 동안 공급되는 영양분이 불충분할 경우 acetic acid 대신 부산물로 lactic acid가 생성되었다고 보고하였다. 따라서, 질소원 등의 영양분 첨가시 lactic acid의 함량을 낮출 수 있을 것으로 예상되나 본 연구에서는 이 부분에 대한 추가 연구를 진행하지 않았다. 무증자법 또는 증자법으로 제조한 식초 모두에서, 전체 유기산 함량은 1% acetic acid 첨가군 > 0.5% 첨가군 > 무첨가군의 순으로 나타났다.

전반적으로, 무증자법으로 제조한 식초에서 유기산 함량이 증자법으로 제조한 식초보다 높게 나타났다. 발효 시작 전에 첨가된 acetic acid의 함량이 높을수록 안정적인 초산발효가 진행되었으며, 인위적으로 acetic acid이 첨가되지 않은 경우 acetic acid 생성능이 저하되었다. 따라서, 효율적인 초산발효를 위해서는 발효전에 인위적으로 acetic acid를 첨가하는 것이 중요한 공정임을 확인하였다. 다른 연구자들의 결과에서도 식초 제조시 초기산도가 낮을 때는 잡균오염의 가능성이 높으므로 초기산도를 1-1.5%로 조절한 사례가 있다(2,12,14). Lee 등(14)은 산딸기식초를 제조하기 위하여, 초기산도가 1.5%, 교반속도 196 rpm에서 176시간 발효함으로써 산도 4% 이상의 식초를 얻었다. 불량단감을 이용한 속성 감식초 제조(2), 참외를 첨가한 탁주 술덧 식초 제조(12) 등에서 초기산도를 각각 1%와 1.5%로 조절하여 산도 5.85%와 산도 6.63% 식초를 제조하였다. 식초 제품의 최종산도는 발효조건(초기산도, 균 배양온도, agitation speed, 배양기간)에 크게 영향을 받게 된다(2). 예를 들면, 참외식초 제조시에는 발효시간 250시간, 교반속도 200 rpm에서 가장 높은 산도의 식초를 제조하였으므로(15), 본 연구에서 적용한 발효조건을 최적화한다면 식초의 품질을 향상시킬 수 있다고 예상된다.

숙성후 식초의 성분분석

9일 동안의 acetic acid 발효후의 식초의 특성은 다음과 같다 (Table 4). 발효음료의 색상과 관련하여 안토시아닌 함량을 반영하는 갈색도(A_{520})와, 색의 강도($A_{420}+A_{520}$), 오렌지색의 경향성을 보여주는 명도(A_{420}/A_{520})등의 정보가 중요하다(16). 이 방법은 보다 정확한 분석을 위해서는 정량분석법이 병행되어야 하지만, 와인 분야에서는 호주 등의 국가에서 공식적인 분석법으로 채택되고 있으므로 편리성을 고려하여 분석에 사용하였다. 특정성분과 관련하여서는, total phenolic 화합물량을 보여주는 280 nm 값, hydroxycinnamate의 농도와 밀접한 관계가 있는 320 nm 값 등이 있다. 무증자법으로 제조한 식초의 total phenolic 화합물량은 상대적으로 높은 수치를 보였다(Table 4).

아미노산 함량변화

식초의 관능적인 맛과 품질에 영향을 주는 아미노산은 발효에 사용된 원료에서 분해되어 생성되기도 하며, 일부 아미노산은 미생물의 발효에 의하여 생합성 될 수 있으며, 또는 원료자체의 아미노산 성분이 최종 제품에 반영될 수 있다(17). 해당화 당즙액의 주요 아미노산은 arginine, glutamic acid, leucine이었다(10). 두 가지 식초에서 모두 glutamic acid, arginine, leucine 등이 주성분으로 분석되었다(Table 5). 쌀식초에서 아미노산은 원료쌀의 종류, 당화공정 등이 반영되는 특성이 있으나, 발효도중 전체적인 함량은 감소하는 경향이 있다(1). 시판되는 현미식초에서는 123-968

Table 3. Changes in organic acid (mg%) content during fermentation at 30°C for 9 days

Days	Cooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar			Uncooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar		
	Control	0.5%[1)]	1%	Control	0.5%	1%
			Malic acid			
Day 2	4	6	6	15	6	7
Day 4	4	7	7	15	8	8
Day 6	4	5	8	24	10	10
Day 9	ND	ND	90	100	11	100
			Lactic acid			
Day 2	286	306	308	499	587	554
Day 4	254	414	397	429	684	690
Day 6	168	400	445	487	794	826
Day 9	67	864	3514	1307	2500	4132
			Formic acid			
Day 2	ND	ND	ND	5	7	8
Day 4	ND	ND	ND	8	8	13
Day 6	ND	ND	8	4	11	17
Day 9	56	19	126	40	20	11
			Acetic acid			
Day 2	169	426	600	143	378	562
Day 4	215	608	845	361	593	783
Day 6	184	598	1064	411	638	942
Day 9	197	495	1032	185	1032	2639
			Total			
Day 2	459	737	914	662	977	1130
Day 4	473	1029	1249	813	1292	1494
Day 6	355	1002	1526	926	1452	1795
Day 9	320	1378	4763	1631	3563	6882

[1)]0.5%, Control supplemented with 0.5% acetic acid; 1%, Control supplemented with 1% acetic acid.

Table 4. Color of vinegar after fermentation at 30°C for 9 days

Absorbances	Cooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar			Uncooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar		
	Control	0.5%[1)]	1%	Control	0.5%	1%
A_{280}	64.6	61.3	45.1	81.0	82.3	113.4
A_{420}	9.48	13.5	4.1	6.5	3.0	14.9
A_{520}	3.0	2.8	1.2	1.8	0.4	2.8
A_{320}	11.1	3.5	0.7	31.7	11.2	2.2
Color intensity	12.5	16.3	5.4	8.3	3.4	17.7
Shade	3.2	5.0	2.8	3.6	22.5	7.4

[1)]0.5%, Control supplemented with 0.5% acetic acid; 1%, Control supplemented with 1% acetic acid.

mg%의 아미노산 함량을 보이는 반면, 생쌀발효 현미식초는 1,121-2,016 mg%로 증자 현미 식초와 비교시, 무증자 현미식초에서 아미노산 함량에서 높은 수치를 보인다(3). Lee 등(18)의 연구에서 누룩 및 조효소제를 이용하여 발효한 현미식초는 threonine, glutamic acid, alanine, valine, leucine, phenylalanine 등이 높은 함량을 나타내었다고 보고하였으며, 본 연구에서는 해당화즙의 첨가에 따라서 유리아미노산 함량이 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 현미식초의 경우에 GABA 함량이 전체 아미노산 함량에서 매우 높게 나타나는데, 본 연구에서도 GABA는 주요 아미노산으로 나타났으며 증자법으로 제조한 식초와 비교시, 무증자법으로 제조한 식초에서 GABA 함량이 3배 정도 높게 나타났다(Table 5). GABA는 비단백태 이미노산으로 동물의 뇌세포의 대사기능 항진, 혈압강화 등에 효능이 있다(3). GABA의 함량은 식물에서는 낮은 수준으로 포함되어 있으나, 일부 발효식품에서 함량이 높게 발견된다(19). 따라서, 본 연구의 결과로부터 해당화 첨가 쌀 식초를 제조시, 첫째, 무증자법으로 쌀을 처리하고, 둘째, 식초발효전에 acetic acid를 1%로 첨가하여 발효하는 것이 GABA 함량과 유기산 성분이 풍부한 식초를 제조하는데 유리하다고 판단된다. 해당화의 주요 성분으로는 β-카로틴, γ-카로틴, 포도당, 과당, 키실로스, 설탕 및 비타민 C 등이 발견되며, 주요 향으로는 geraniol, nerol, cis-3-hexenyl acetate 등이 있다(9). 가장 높은 함량을 보이는 geraniol은 주요 장미향으로 향수의 원료로 사용될 만큼 뛰어난 향 특성을 보인다. 본 연구에서는 해당화 첨가에 따른 일부 맛 성분 차이는 확인하였으나, 향 특성에 대한 연구는 부족하므로 이에 대한 후속연구가 필요하다고 생각된다.

Table 5. Free amino acids (mg/100 g of vinegar) of vinegar after fermentation at 30°C for 9 days

Absorbances	Cooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar			Uncooked rice-*Rosa rugosa* Thunb. vinegar		
	Control	0.5%[1)]	1%	Control	0.5%	1%
Isoleucine	5.4	4.3	50.5	22.7	82.0	62.8
Leucine	7.4	6.6	120	50.7	108.7	127.5
Lysine	5.8	30.9	104.5	93.5	81.7	116.8
Methionine	1.6	2.6	35.4	8.6	26.3	48.2
Cystine	0.0	0.4	3.5	20.2	17.5	21.8
Phenylalanine	3.7	17.1	95.3	67.8	89.0	106.0
Tyrosine	3.4	3.4	90.6	13.4	20.9	124.1
Threonine	2.9	4.8	51.7	4.8	23.7	64.4
Valine	7.8	6.9	54.5	40.8	34.5	51.5
Arginine	2.3	0.3	192.5	0.9	1.6	210.2
Histidine	1.9	0.1	38.1	0.6	49.3	57.2
Alaline	22.0	12.4	42.1	86.9	102.2	85.1
Aspartic acid	3.7	7.0	45.4	30.5	44.7	55.5
Glutamic acid	26.7	39.4	208.0	39.8	97.5	185.5
Glycine	6.2	5.5	45.9	55.1	63.3	49.8
Proline	2.0	1.8	48.4	0.2	72.8	81.0
Serine	4.0	4.6	68.0	1.6	5.8	78.9
GABA[2)]	1.20	1.9	14.6	21.6	46.2	43.2
Total	108.0	150.0	1309.0	559.7	967.7	1569.5

[1)]0.5%, Control supplemented with 0.5% acetic acid; 1%, Control supplemented with 1% acetic acid.
[2)]GABA, γ-amino-*n*-butyric acid

요 약

쌀을 이용한 식초제조에서 증자 공정과 무증자 공정으로 제조된 쌀과 해당화를 혼합한 조성물을 사용하여 식초를 제조하였다. 1단계로 ethanol 발효를 25°C에서 12일 동안 진행하고, ethanol 함량을 6%로 조정한 후 *Acetobacter aceti*균을 접종하여 30°C에서 9일 동안 초산 발효하였다. 식초 발효전에 초산을 첨가하는 공정은 발효의 성공여부를 결정하는 요인으로 나타났으며, 첨가되는 초산의 농도에 의존적으로 최종 식초 제품의 유기산 함량이 증가하였다. 무증자법으로 식초를 제조시 유리 아미노산과 GABA 함량이 높게 나타났으며, 주요 아미노산으로는 glutamic acid, arginine 등으로 나타났다. 본 연구결과는 해당화-쌀 식초 제조시 쌀의 열처리 공정여부가 식초의 품질에 큰 영향을 준다는 것을 보여준다.

문 헌

1. Jo JS. Varities and characterization of vinegar. Food Sci. Ind. 17: 38-60 (1984)
2. Jeong YJ, Shin SR, Kang MJ, Seo CH, Won CY, Kim KS. Preparation and quality evaluation of the quick fermented persimmon vinegar using deteriorated sweet persimmon. J. East Asian Soc. Dietary Life. 6: 221-227 (1996)
3. Jeong YJ. Current trends and future prospects in the Korean vinegar industry. Food Sci. Ind. 42: 52-59 (2009)
4. Song JC, Park HJ. *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 847-854 (2003)
5. Bae JH, Kim KW, Sohn SK, Park SY, Kim KW. Preparing method of unrefined rice wine. Korean Patent 10-0936994 (2010)
6. Lee HJ, Ahn JW, Lee BJ, Moon SG, Seo YW. Antioxidant activity of *Rosa rugosa*. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 19: 67-71 (2004)
7. Hashidoko Y, Itoh E, Yakota K, Yoshida T, Tahara S. Characterization of five phyllosphere bacteria isolated from *Rosa rugosa* leaves, and their phenotypic and of metabolic properties. Biosci. Biotech. Bioch. 66: 2474-2478 (2002)
8. Kong YJ, Hong GP, Kwon HJ, Hong JK. Manufacturing method for tea and beverage using *Rosa rugosa* Thunberg. Korean Patent 10-0414393 (2003)
9. Lee EJ, Seo Hj. Perfume composition for expressing the fragrance of *haedanghwa* (*Rosa rugosa* Thunb. *var. rugosa*). Korean Patent 10-2008103741 (2008)
10. Han WC, Ji SH, Surh JH, Kim MH, Lee JC, Jang KH. Characterization of vinegar using *Rubus crataegifolius* and *Rosa rugosa* Thunb. J. East Asian Soc. Dietary Life. 20: 582-588 (2010)
11. Albright SC, Winston WL, Zappe C. Data analysis and decision making with Microsoft Excel. Calif. Brooks/Cole Publishing Co., Pacific Grove, CA, USA (1999)
12. Kim TY, Kim SB, Jeong YJ, Shin JS, Park NY. Quality properties of *takju* mash vinegar added muskmelon. Korean J. Food Preserv. 10: 522-526 (2003)
13. Woo CH, Park CH, Yoon HH. Production of acetic acid from cellulosic biomass. Korean J. Biotechnol. Bioeng. 15: 458-463 (2000)
14. Lee JM, Kim SK, Lee GD. Monitoring on alcohol fermentation characteristics of strawberry. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 32: 679-683 (2003)
15. Lee GD, Kwon SH, Lee MH, Kim SH, Kwon JH. Monitoring on alcohol and acetic acid fermentation properties of muskmelon. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 30-36 (2002)
16. Kim SK. Deacidification of new wild grape wine. Korean J. Food Nutr. 9: 265-270 (1996)
17. Cho Y, Rhee HS. A study on flavorous taste components in kimchion free amino acids. Korean J. Food Sci. Technol. 11: 26-31 (1979)
18. Lee SW, Yoon SR, Kyung HK, Jeong YJ, Yeo SH, Kwan JH. Effect of *nuruks* and crude amylolytic enzyme on free amino acid and volatile compounds of brown rice vinegar prepared by static culture. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 570-576 (2011)
19. Oh SH, Oh CH. Brown rice extracts with enhanced levels of GABA stimulate immune cells. Food Sci. Biotechnol. 12: 248-252 (2003)