

2단계 발효에 의한 현미식초와 시판현미식초의 품질 비교

정용진 · 서지형 · 정소형 · 신승렬* · 김광수**

경북과학대학 전통발효식품과, *경산대학교 생명자원공학부,

**영남대학교 식품영양학과

The Quality Comparison of Uncleaned Rice Vinegar by Two Stages Fermentation with Commercial Uncleaned Rice Vinegar

Yong-Jin Jeong, Ji-Hyung Seo, So-Hyoung Jung, *Seung-Ryeul Shin, **Kwang-Soo Kim

Department of Traditional Fermented Food, Kyungbuk Science College

**Faculty of Life Resource Engineering, Kyungsan University*

***Department of Food of Nutrition, Yeungnam University*

Abstract

A vinegar was prepared from uncleaned rice by two step fermentation, alcohol fermentation followed by acetic acid fermentation. The contents of alcohol reached to 10.8% during the alcohol fermentation of uncleaned rice with *nuruk*, and acidity reached to 5.78% during the acetic acid fermentation. Acidity and pH of vinegar of two step fermentation were higher than those of commercial vinegars. 'L' value(light) of the vinegar was lower, 'a' and 'b' value were higher than those of commercial vinegars. The contents of acetic acid, malic acid, citric acid and tartaric acid were high in organic acid of vinegars. The content of each organic acid in vinegars was remarkably different. The content of free amino acids was 2199.7 $\mu\text{g}/\text{ml}$ in the vinegar produced by two step fermentation, which is higher than that of others.

Key words : vinegar, fermentation, acetic acid, organic acid

서론

식초는 동서양을 막론하고 오랜 옛날부터 이용되어 온 발효식품으로 제조방법에 따라 빙초산을 회석해서 제조하는 합성식초와 곡류, 과실류, 주류 등을 원료로 발효시켜 제조하는 양조식초로 구분된다(1). 과거에는 저렴한 가격의 합성식초가 주로 소비되었으나, 근래에 합성식초의 유해성에 대해 보고(2)되면서 각종 과실 및 곡류를 이용한 양조식초의 소비가 급증하고 있다. 더우기 최근에는 체내대사 조절기능

을 비롯한 건강증진 효과가 보고되어 식초의 다양화 고급화 추세가 뚜렷하다(3).

현미는 다량의 식이섬유, 칼슘, 철분 및 thiamin과 riboflavin 등 비타민이 풍부하여 동맥경화, 당뇨병 등 성인병 예방차원에서 건강식으로 널리 이용되고 있다(4). 옛부터 우리나라의 각 가정에서는 전통적인 병행 복발효방법으로 다양한 식초를 제조하여 조리에 이용해 왔으며, 현미식초의 경우 누룩을 발효제로 각 가정에서 직접 제조하여 다양하게 이용해 온 대표적인 전통발효식품이다. 현미식초는 사과식초와 함께 국내 주된 식초시장을 형성하고 있으며, 현미자체의 영양성분과 발효식품의 특징을 모두 갖춘 건강식품으로 꾸준한 소비증가 추세를 보이고 있다(5). 일본의

Corresponding author : Yong-Jin Jeong, Department of Traditional Fermented Food, Kyungbuk College of Science, Chilkok, Kyongpook, 718-850, Korea

경우 현미식초에 대한 연구가 오래전부터 진행되었고, 근래에는 현미식초의 기능성에 대한 보고와 함께 다양한 형태의 현미식초가 시판되고 있다(6).

국내에서 현미식초는 곡물식초에 분류되어 곡물 사용량 4% 이상, 총산 4~20%로 규정(7)하고 있어서, 시판되는 현미식초의 경우 다양한 원료사용량과 제조방법에 따라 최종 제품의 품질에 큰 차이가 있다(8). 또한 재래적 병행복발효법에 따라 제조할 경우 장기간의 비위생적인 발효과정을 거침으로 이취(異臭), 이미(異味)의 발생 및 수율이 낮아 대량생산시 많은 문제점이 제기되고 있다. 하지만 현재까지 식초에 대한 연구는 주로 발효균주 및 기존의 제조방법 등에 국한(9,10)되어, 현미식초의 품질향상 및 대량생산에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 전통적인 누룩을 발효제로 알콜 발효 및 초산발효의 2단계 발효방법으로 현미식초를 제조하여, 이를 시판되고 있는 현미식초와 총산, pH, 잔류알콜, 유기산, 미량성분, 유리아미노산 등의 성분을 상호 비교·분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 현미와 누룩은 경북 왜관시장에서 직접 구입하여 사용하였으며, 비교 분석에 사용된 시판 현미식초 5종은 백화점에서 구입하여 각각 시료로 사용하였다.

주모 및 종초

정 등(11)의 방법에 준하여 주모 및 종초를 사용하였다. 즉, 살균된 맥아즙 배지에 경북과학대학 전통식품연구소에 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae* 105를 접종하여 25°C, 150rpm으로 38시간 배양하여 5% (w/v)를 주모로 사용하였다. 맥아즙 배지에서 알콜발효를 행한 다음 알콜함량 6%로 희석하여 살균후 *Acetobacter* sp. PA97을 접종하고 30°C, 200rpm으로 72시간 배양하여 10%(v/v)를 종초로 사용하였다.

현미식초의 제조

현미 5kg을 원료로 알콜 및 초산발효의 2단계로 구분하여 식초를 제조하였다. 즉, 1단계 알콜발효는 현미를 수세하여 증자한 다음 발효제로 분쇄한 누룩 500g, 급수 20ℓ를 가하여 55°C에서 12시간 동안 당화시킨 다음, 주모 250ml를 접종하여 25°C 항온배양기에서 간헐적으로 교반하면서 5일간 알콜발효를 행하였다. 2단계 초산발효는 현미주를 여과하여 알콜함

량을 6%로 희석한 현미주 3ℓ에 종초 300ml를 접종하고 working volume 4ℓ의 발효조(Korea Fermentor Co., Ltd KF-5)에서 25°C에서 초산균의 증식에 따라 통기량을 조절하면서 5일간 초산발효하여 원심분리후 침전물을 제거한 상정액을 분석 시료로 사용하였다.

이화학적 특성 측정

알콜함량은 배양액을 원심분리한 후 상정액을 증류하여 주정계로 측정된 값을 Gay Lussac Table로 환산하여 산출하였으며, 미량알콜분석은 산화법을 사용하여 측정하였다(12). pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1N NaOH용액으로 중화적정하여 초산함량(%)으로 환산하였다(13). 색상은 시료 20ml를 취해 3000rpm에서 15분간 원심분리한 상정액을 색도계(Chromameter, Model CR-300, CT310, Minolta Co., Japan)에 의하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE(색차)로 나타내었다. 탁도는 일정량의 시료를 취하여 660nm에서 흡광도로 나타내었다.

유기산 분석

유기산 분석은 현미식초 원액을 hexane으로 유지성분을 제거한 후 0.45 μm membrane filter와 Sep-pak C₁₈ 여과로 색소 및 단백질성분을 제거한 다음 분석하였다. 사용된 기기는 HPLC(Waters Co.), μ-Bondapak C₁₈ column, column oven 온도 40°C, mobile phase는 distilled water, flow rate 0.6 ml/min., injection volume 5 μl, RI detector를 이용하였다. 또한 동일한 분석조건으로 oxalic, malic, citric, tartaric, succinic, lactic, acetic acid 표준품의 검량곡선을 작성하여 각 유기산을 정량하였다(13).

유리아미노산 분석

유리아미노산의 정량은 시료 10 ml에 ethanol 30 ml를 가한 다음 하룻밤 실온에 방치시켜 단백질을 침전·제거한 다음 상정액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 상정액만 취하여 증탕 가열하여 건조시켰다. 이것을 pH 2.2의 citrate buffer 10 ml를 가하여 희석시킨 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 여액을 amino acid autoanalyzer (LKB 4150, alpha autoanalyzer, Ultrapac 11 cation exchange resin)를 이용해서 분석하였다(13).

무기질 분석

식초용액 100 ml에 분해제(HClO₄: H₂SO₄: H₂O₂ = 9:2:5, v/v) 25 ml를 가하여 낮은 온도에서 서서히 가열하여 완전하게 분해한 후 여과시켜 100 ml로 정용하였다. 이를 시료로 atomic absorption spectrophotometer

(Spectra A-800, Varian Co.)를 사용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

현미식초의 제조

선별 수세후 증자한 현미에 분쇄한 누룩을 첨가하여 얻은 현미당화액(16 °Brix)을 원료로 사용하여 알콜발효 및 초산발효 2단계 과정으로 현미식초를 제조하였으며, 1단계 알콜발효과정의 당도 및 알콜함량의 변화는 Fig. 1과 같다. 5% 주모를 접종한 직후 초기당도는 15.6 °Brix였으며 시간이 경과함에 따라 당도는 급격히 감소하여 발효 2일째 9.8 °Brix, 발효 3일째에 6 °Brix로 감소하였다. 알콜함량은 발효시간이 경과됨에 따라 점차 증가하여 발효 4일째에 10.8%로 가장 높았고 발효 5일째에는 알콜함량이 약간 감소하는 경향을 보였다.

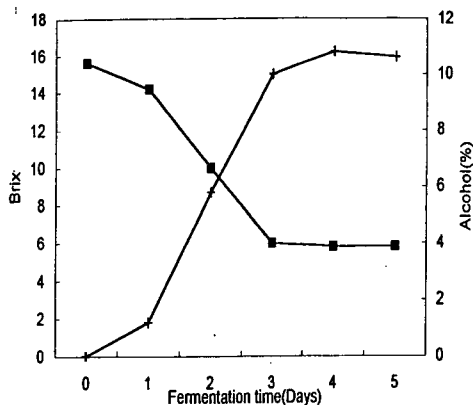


Fig. 1. Changes in Sugar and alcohol contents during alcohol fermentation of uncleaned rice. —■— Brix, -+- Alcohol

1단계 알콜발효후 주박을 분리한 현미 알콜발효여액의 알콜함량을 6%로 희석한 다음 이를 기질로 한 2단계 초산발효중 pH 및 총산의 변화는 Fig. 2와 같다. 초기 총산 1.0%, pH 3.76에서 총산 함량은 발효 2일 이후 급격히 증가하여 발효 4일에 5.78%를 나타내었으며, pH는 발효시간이 경과되고 총산이 증가됨에 따라 점차 감소하여 발효 5일에 pH 3.71을 나타내었다. 이상의 결과는 정 등(14)의 불량 단감을 이용한 감식초 제조에 관한 연구에서 1단계 알콜발효중 알콜함량 변화는 유사한 경향이었으나, 2단계 초산발효에서 7일째에 총산함량이 5.85%로 최고치를 나타내었다는 점에서는 본 연구에서 행해진 현미 초산발효가 좀더 원활하게 진행되었다. 또한 김 등은

복숭아(9)와 사과(10)를 원료로 자연발효 및 기존의 복발효를 이용한 식초제조시 총산함량이 3.5% 이하에 불과하고 발효기간도 30일 이상 장기간 소요되는 것으로 보고하였다. 따라서 본 연구결과 누룩을 첨가하여 2단계 발효방법으로 단기간에 고품질의 현미식초의 생산이 가능할 것으로 추측되었다.

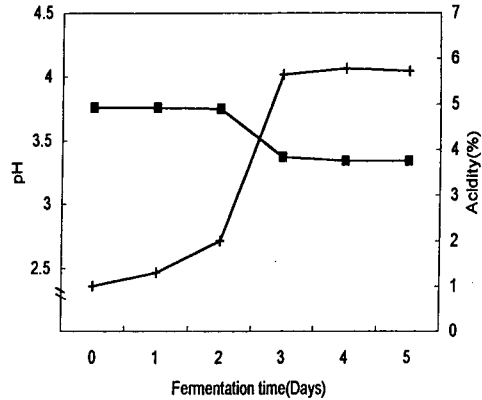


Fig. 2. Changes in acidity and pH during fermentation of uncleaned rice vinegar. —■— pH, -+- Acidity

현미식초의 이화학적 특성 비교

Table 1은 2단계 발효법에 따라 제조된 현미식초(A)와 일반 시판식초 5종(B, C, D, E)의 품질을 상호 비교·분석한 결과이다. 잔류당의 함량은 E제품에서 7.0 °Brix, F제품에서는 12.6° Brix로 타제품과 뚜렷이 구분되었으며, 본 연구에서 제조한 A제품은 5.0 °Brix를 나타내었다. 잔류 알콜은 A제품에서 본 실험방법으로는 검출되지 않은 반면, E제품과 F제품에서는 잔류 알콜함량이 각각 0.5%, 0.89%로 상당히 높았다. 이상의 결과로 잔류알콜이 검출되지 않은 A제품은 충분한 발효과정을 통해 제조된 것을 확인할 수 있으나, 잔류알콜함량이 높은 E제품과 F제품은 초산발효가 불안정한 것으로 추측되었다.

Table 1. Sugar concentration, alcohol contents, pH and acidity of uncleaned rice vinegars

| Physiochemical properties | Samples ^{a)} | | | | | |
|---------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| Sugar Conc. (°Brix) | 5.0 | 3.9 | 3.6 | 4.2 | 7.0 | 12.6 |
| Alcohol (%) | - | - | 0.3 | 0.35 | 0.5 | 0.89 |
| pH | 3.34 | 2.80 | 2.66 | 2.79 | 2.55 | 3.30 |
| Acidity (%) | 5.78 | 4.80 | 4.98 | 4.83 | 6.51 | 6.63 |

^{a)}A represents the uncleaned rice vinegar produced by two stages fermentation. B, C, D, E and F represent commercial uncleaned rice vinegars.

pH는 A제품, F제품에서 각각 pH 3.34, pH 3.30으로 다소 높았으나 큰 차이는 없었다. 총산 함량은 F제품에서 6.63%로 가장 높았으며, E제품도 6% 이상의 높은 수치를 나타내었다. 이상의 결과로 총산함량은 현미배합비에 영향을 받아서 현미 첨가량이 높을수록 총산 함량이 뚜렷하게 높아지며, 이밖에 제조법 및 최종 제품의 희석도 등도 영향을 미쳐, 본 연구에서 동일한 종류의 식초임에도 불구하고 총산 함량에 차이가 생긴 것으로 추측되었다.

식초제조중 초산균의 작용으로 생성되는 초산은 총산 함량을 좌우하여 품질판정의 지표로, 국내 현미식초의 규격은 곡물 배합량 4% 이상, 총산 함량 4~20%로 규정하고 있으며, 감식초는 예외적으로 2.6% 이상으로 규정하고 있다(7). 조 등(8)에 따르면 사과식초는 7.06%, 현미식초 5.11~6.82%, 국내화이트식초와 고산도 식초 5.20~11.0%로 다른 식초에 비해서 현미식초의 총산이 다소 낮다고 보고되었다.

식초의 색상은 타제품에 비해서 2단계 발효법으로 제조된 A제품 및 시판현미식초인 F제품의 경우 L값이 매우 낮고 b값과 탁도에서 차이가 있었다(Table 2). 이는 일반 양조곡물식초가 곡물첨가량 4% 이상시 양조식초로 규정(7)되는 점을 고려해 볼 때, 본 연구에서 제조한 A제품 및 곡물첨가수준이 높은 F제품의 경우 일반 희석제품과 차이를 보인 것으로 생각되며 각 제품의 여과방법에도 영향을 받을 것으로 생각된다. 현미식초의 색상은 원료현미 배합량에 큰 영향을 받는 것으로 추측되며, 쌀초와 현미초의 경우 쌀술의 경우와 마찬가지로 보존기간이 길어지면 amino carbonyl reaction에 의한 갈변현상으로 색이 짙어진다(3).

Table 2. Comparison of colors and turbidity of uncleaned rice vinegars

| Color and turbidity | Samples ^{a)} | | | | | |
|---------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A | B | C | D | E | F |
| L | 70.31 | 92.08 | 97.60 | 93.52 | 95.54 | 37.65 |
| a | +2.75 | -1.17 | -1.70 | -1.35 | -2.12 | +4.79 |
| b | +36.45 | +23.16 | +11.89 | +19.95 | +19.83 | +36.43 |
| ΔE | 47.20 | 24.49 | 12.22 | 20.97 | 20.42 | 72.39 |
| Turbidity | 0.056 | 0.014 | 0.001 | 0.009 | 0.003 | 0.765 |

^{a)}Abbreviations are the same as in Table 1.

유기산

현미식초의 유기산은 oxalic, tartaric, malic, citric, lactic, acetic, succinic acid가 검출되었으며, 분석결과를 Table 3과 같다. 각 식초의 acetic acid 함량은 3.33~4.55%로 유기산의 주된 성분으로 나타났으며, 이밖에 유기산 함량은 제품에 따라 차이가 있었다. Acetic

acid를 비롯한 유기산은 식초의 酸味와 旨味를 형성하여 식초 품질에 중요한 영향을 미친다(8). 정 등(13)은 시판 감식초에서 acetic acid함량이 2267.7~3842.6mg%로 galacturonic acid와 함께 주요 유기산을 구성한다고 보고하였다. 조 등(8)은 현미식초의 주된 유기산으로 acetic acid, tartaric acid, malic acid, lactic acid, succinic acid를 보고하였으나, 본 연구에서는 2개의 부류로 구분되는 경향을 보였다. 즉 총산 함량이 높았던 A와 F제품은 acetic, tartaric, malic acid 이외에 citric acid 함량이 상당히 높았다. 이외에 B, C, D, E제품은 acetic acid 이외에 각 유기산의 함량은 유사한 수준이었다.

Table 3. Contents of organic acids in uncleaned rice vinegars

| Organic acid | Samples ^{a)} | | | | | |
|---------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | A | B | C | D | E | F |
| Oxalic acid | 67.1 | 98.3 | 22.1 | 10.9 | 15.2 | 132.3 |
| Tartaric acid | 189.3 | 295.1 | - | 67.5 | - | 610.1 |
| Malic acid | 103.9 | - | - | 31.3 | 42.3 | 468.8 |
| Lactic acid | 87.3 | 179.7 | 581.2 | 183.7 | 26.8 | 3491.8 |
| Acetic acid | 3328.9 | 3354.3 | 4548.0 | 3589.8 | 3330.3 | 3957.6 |
| Citric acid | 163.8 | 77.7 | 44.8 | 132.3 | 24.0 | 1139.5 |
| Succinic acid | 71.3 | 77.7 | 52.3 | 68.8 | 27.4 | 85.0 |

^{a)}Abbreviations are the same as in Table 1.

한편 식초에서 이취의 원인으로 추측(15)되는 lactic acid 함량은 F제품에서 3.5%로 뚜렷하게 높아서 상품 구입시 기호성을 저하시킬 것으로 생각되었다. 김 등(16)도 장기간의 자연발효에 의해 감식초를 제조할 경우 lactic acid 함량이 복발효 경우보다 2.5배 이상 높게 나타나며 관능검사에서도 자연발효식초의 기호도가 낮은 것으로 보고하였다.

유리아미노산

Table 4는 각 식초의 유리아미노산 함량을 분석한 결이며, 유리아미노산 함량은 8.99~298.7mg%로, F제품에서 가장 높았으며, 누룩을 첨가해서 2단계 발효를 통해 제조한 A제품도 219.9mg%로 높은 수준을 나타내었다. 이에 반해 B, C, D, E제품은 유리아미노산 함량이 8.99 ~ 32.3mg%에 불과하여 현격한 품질 차이를 보였다. 이처럼 시료에 따라 아미노산 함량이 다른 것은 식초제조에 이용한 초산균의 종류, 원료의 종류, 도정, 주정발효 조건 등이 다르기 때문으로 생각되었다. 또한 아미노산 조성도 식초의 종류에 따라 차이가 있어서, A제품에서는 alanine, aminoisobutyric acid, leucine 등이 주된 아미노산으로 나타났으며 F제

품은 glutamic acid, valine, leucine 등의 함량이 높았고 lysine과 tyrosine도 비교적 다량으로 함유되어 있었다.

Table 4. Contents of amino acids in uncleaned rice vinegars

| Amino acids | Samples ^{a)} | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------|------|-------|-------|-------|--------|
| | A | B | C | D | E | F |
| Taurine | 71.6 | 1.5 | 3.4 | 7.7 | 0.3 | 7.2 |
| Aspartic acid | 28.0 | 2.3 | 0.8 | 6.3 | 4.7 | tr |
| Threonine | 38.1 | 4.6 | 14.6 | 16.7 | 2.6 | 210.3 |
| Serine | 24.4 | 5.8 | 15.4 | 25.0 | 3.6 | 226.4 |
| Asparagine | tr | tr | 1.6 | tr | 15.8 | tr |
| Glutamic acid | 75.8 | 15.1 | 42.3 | 48.8 | 5.7 | 480.0 |
| Proline | 50.5 | 22.1 | 32.2 | 26.5 | 5.5 | 265.4 |
| Glycine | 154.9 | 3.9 | 7.1 | 14.7 | 3.1 | 115.0 |
| Alanine | 389.7 | 8.7 | 22.2 | 38.7 | 7.6 | 186.4 |
| Valine | 212.0 | 5.8 | 23.4 | 23.7 | 7.2 | 238.0 |
| Cystine | 64.8 | ND | 4.2 | 1.7 | 8.2 | 43.6 |
| Methionine | 65.4 | 1.8 | 3.6 | 4.4 | 1.3 | 118.9 |
| Cystathionine | 41.5 | tr | tr | tr | tr | tr |
| Isoleucine | 106.2 | 2.8 | 18.0 | 14.4 | 7.6 | 217.2 |
| Leucine | 236.9 | 5.7 | 40.4 | 31.4 | 19.5 | 279.0 |
| Tyrosine | 14.6 | 2.0 | 15.3 | 10.6 | 6.4 | 206.3 |
| Phenylalanine | 63.6 | nd | 12.0 | 12.1 | 19.8 | 78.4 |
| γ -Aminoisobutyric acid | 346.6 | nd | 15.4 | 15.4 | 11.3 | 64.0 |
| DL-Allohydroxylysine | 185.2 | tr | 1.1 | tr | tr | 65.6 |
| Lysine | 15.0 | 5.8 | 1.5 | 21.8 | 2.1 | 181.4 |
| Arginine | 14.6 | 2.0 | 6.8 | 3.2 | 5.0 | 4.5 |
| Total | 2199.7 | 89.9 | 281.3 | 323.1 | 137.3 | 2987.6 |

^{a)}Abbreviations are the same as in Table 1.
nd : not detected, tr : trace.

식초에 함유된 유리아미노산의 함량은 식초의 종류에 따라 큰 차이가 있어서, 화이트 식초의 경우 총 유리아미노산 함량이 5mg% 내외에 불과하며, 미국산 식초의 경우 유리아미노산 함량이 2.05mg%로 국내 제품에 비해서 낮다고 보고되었다(8). 식초의 아미노산은 초산발효중 자화되어 38~60%가 감소하며 glutamic acid, aspartic acid, proline의 감소가 크다고 보고되었다(17). 국내 현미식초의 경우 다른 식초와 마찬가지로 histidine과 arginine이 각각 11.03~11.50mg%, 15.28~15.84mg%로 많으나 glutamic acid, proline, alanine, cystine, phenylalanine은 검출되지 않는다고 보고(8)되었으나, 본 연구에서는 다소 차이가 있었다.

무기질성분

Table 5는 무기질의 함량을 분석한 결이며, 각 현미식초의 미량성분중 K의 함량이 높게 나타났으며, 특히 F제품은 574.23 ppm으로 가장 높았다. 각 식초

에서 Cu는 0.31 ppm 이하, Fe의 함량은 6.44 ppm 이하로 나타났으며, A제품은 타제품에 비해서 Fe의 함량이 상당히 높았다. 조 등(8)에 따르면 식초에 함유된 Fe는 초산과 작용하여 초산철을 형성함으로써 식초의 색상에 영향을 미치는 것으로 보고되었으나, 앞서 식초의 색상에 대한 분석에서 원료현미 배합비에 영향을 받는 것으로 나타나서 이에 관해서는 차후 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 현미식초의 Na함량은 4.14~49.93ppm으로 사과식초(18)나 포도식초(19) 등의 다른 과일식초에 함유된 나트륨 함량(50 ppm이하)과 큰 차이가 없었다.

Table 5. Contents of minerals in uncleaned rice vinegars

| Minerals | Samples ^{a)} | | | | | |
|----------|-----------------------|--------|-------|--------|-------|--------|
| | A | B | C | D | E | F |
| Cu | 0.10 | 0.27 | 0.31 | 0.11 | 0.14 | 0.10 |
| Fe | 6.44 | 4.22 | 1.66 | 2.56 | 1.96 | 2.43 |
| K | 179.00 | 182.70 | 65.20 | 138.10 | 83.41 | 574.23 |
| Na | 14.18 | 30.27 | - | 9.32 | 4.14 | 49.93 |

^{a)}Abbreviations are the same as in Table 1.

요 약

알콜발효 및 초산발효의 2단계 발효에 의해 현미식초를 제조하였을 때 1단계 알콜발효의 알콜 함량은 10.8%이었고, 2단계 초산발효의 총산함량은 5.78%이었다. 2단계 발효 현미식초의 산도와 pH는 시판 현미식초에 비해 높았고, 색도 중 명도는 4개사의 제품보다 낮았고, 적색도와 황색도는 반대현상이다. 유기산의 함량은 acetic acid 이외에 malic, citric acid, tartaric acid의 함량이 높았으며, 각 유기산의 함량은 제품에 따라 상당한 차이가 있었다. 2단계 발효식초의 총 유리아미노산 함량은 2199.7 μ g/ml이었으며, 시판 4개사의 제품보다 뚜렷하게 높았다.

참고문헌

1. 한국식품연감 (1993) 식초 및 소금. 농수축산신문사, p.409
2. 안철 (1984) 식초의 규격 -국내외 규격비교-. 식품과학, 17(1), 60
3. 심길순 (1984) 식초의 체내대사 및 건강. 식품과학, 17(1), 51
4. 이원중, 김석신 (1998) 현미를 이용한 식혜의 제조. 한국식품과학회지, 30(1), 146

5. 조재선 (1984) 식초의 종류와 특성. 식품과학, 17(1), 38
6. Yukimichi, K., Yasuhiro, U. and Fujiharu, Y. (1987) The general composition inorganic cations free amino acids and organic acid of special vinegars. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 34(9), 592
7. 식품공전(1995) 한국식품공업협회, p.471
8. 조병희 (1987) 시판 식초의 품질특성에 관한 연구. 서울여자대학교 석사학위논문
9. 김순동, 이재석, 김미경 (1994) 복숭아 낙과를 이용한 초산음료의 품질. 동아시아식생활학회지, 4(3), 135
10. 김순동, 장경숙, 김미경 (1994) 농가자가발효에 의한 사과식초의 생산. 동아시아식생활학회지, 4(30), 75
11. 정용진, 이기동, 김광수(1998) 반응표면분석에 의한 감식초 제조조건 최적화. 한국식품과학회지, 30, 1203
12. 원충연 (1994) 감식초 제조와 품질에 관한 연구. 영남대학교 석사학위논문
13. 정용진, 서권일, 김광수 (1996) 시판 및 속성 감식초의 이화학적 특성. 동아시아식생활학회지, 6(3), 355
14. 정용진, 신승렬, 강미정, 서지형, 원충연, 김광수 (1996) 불량단감을 이용한 속성 감식초의 제조와 품질평가. 동아시아식생활학회지, 6(2), 221
15. 문수연, 정희철, 윤희남 (1997) 식초의 종류별 미량 성분과 관능적 특성 비교. 한국식품과학회지, 29(4), 663
16. 김미경, 김미정, 김소연, 정대성, 정용진, 김순동 (1994) 복발효 감식초의 품질. 동아시아식생활학회지, 4(2), 39
17. 正博之 (1980) 日藥協誌, 75, 888
18. 정용진, 서지형, 이기동, 박난영, 최태호 (1998) 2단계 발효에 의한 사과식초와 시판사과식초의 품질 비교. 한국식품영양과학회지, 28(2), 투고중
19. 정용진, 이명희, 서권일, 김주남, 이용수 (1998) 2단계 발효에 의한 포도식초와 시판포도식초의 품질 비교. 동아시아식생활학회지, 8(4), 투고중

(1998년 9월 20일 접수)