

참다래 식초 초산발효조건 및 올리고당 첨가의 영향

우승미 · 김옥미¹ · 최인욱² · 김윤숙² · 최희돈² · 정용진[†]

계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드텍스, ¹대경대학 호텔조리계열, ²한국식품연구원

Condition of Acetic Acid Fermentation and Effect of Oligosaccharide Addition on Kiwi Vinegar

Seung-Mi Woo, Ok-Mi Kim¹, In-Wook Choi², Yun-Sook Kim²,
Hee-Don Choi² and Yong-Jin Jeong[†]

Department of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd, Daegu 702-701, Korea

¹Department of Hotel Culinary Arts, Taekyeung College, Kyongsan, 712-850, Korea

²Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea

Abstract

This study was designed to investigate quality characteristics and conditions of acetic acid fermentation of kiwi vinegar following addition of oligosaccharide. During the acid fermentation, alcohol concentration and total acidity were shown to be 6% and 1.0%, respectively, with the highest acetic acid yield. Acetic acid fermentation of kiwi following addition of oligosaccharide showed the highest acetic acid yield with 15% oligosaccharide. Free forms of sugars in kiwi vinegar were detected to be fructose, glucose and maltose. Organic acid of kiwi vinegar were malic, lactic, acetic, citric and succinic acid. Total content of organic acid was shown to be the highest with 15% oligosaccharide. Mineral content was shown to be lower when oligosaccharide amount was increased. In conclusion, oligosaccharide addition has an insignificant effect on acetic acid fermentation of kiwi, and was evaluated to be suitable at 15%.

Key words : kiwi, vinegar, fermentation, oligosaccharide

서 론

1)

참다래는(*Actinidia chinensis* P.)는 온대성 낙엽과수로서 우리나라에서 주로 재배되고 있는 품종은 Hayward 품종이다(1). 참다래는 비타민 C 함량이 높아(80-120 mg/100 g) 하루 한 개의 섭취로도 일일 요구량을 충족시킬 수 있으며, 비타민 E, 무기질, 식이섬유도 다량 함유되어 있다(2). 또한 단백질 분해효소가 함유되어 있어 육류 요리에 첨가할 경우 육질이 연해질 뿐만 아니라 빛깔과 향기가 좋아지며 육류 과다섭취로 일어나는 여러 가지 질병을 예방할 수 있다(3).

식초는 술과 함께 인류의 식생활에서 가장 오랜 역사를 갖는 대표적인 발효식품으로(4), 신맛을 주는 조미료라는 의미에서는 단맛을 주는 설탕, 짠맛을 가지는 소금과 함께 기본 조미료에 속한다(5). 식초는 산미의 기본이 되는 초산

이외에도 다양한 유기산류, 당류, 아미노산류 및 에스테르류를 함유하고 있어서 독특한 향과 맛으로 식욕을 자극하고(6,7), 동맥경화, 고혈압 등의 성인병 예방에 효과적이며 콜레스테롤 저하효과, 체지방 감소, 젖산 분해에 따른 피로 회복, 식품성분 내의 비타민 C 보호 작용을 한다(8,9). 옛부터 우리 민족은 식초를 가정에서 직접 제조하여 조미료로 이용하여왔으며(10), 최근에 식초에 관한 관심이 높아지고 있다. 이에 식초를 희석하여 직접 음용하거나 식초케이크, 식초각태일, 초란, 초콩, 바몬트 음료 등의 형태로 다양하게 응용하고 있다(11,12). 특히, 과실초의 경우 그 과실이 갖는 특유의 상큼한 신맛과 향미로 인해 기존의 건강초를 더욱 부각시킬 수 있는 강점을 가지고 있다. 국내 식초시장의 고급화 추세로 100% 천연 양조식초의 소비가 급증하고 있으며, 유명 외국산 식초 수입에 대처하기 위해서 다양한 식초 개발을 통한 신수요 창출이 요구되고 있다.

올리고당은 단당류가 글리코시드 결합을 한 것으로 단당 2개로 이루어지는 이당류로부터 단당 10개로 구성된 당류

[†]Corresponding author. E-mail : yjeong@kmu.ac.kr,
Phone : 82-53-580-5557, Fax : 82-53-580-6477

를 총칭하며(13), 소화효소에 의해 쉽게 분해되지 않아 에너지원으로 이용되지 않는 저칼로리 감미료이다(14). 감미도는 설탕의 30~50%이고 비만 및 충치 억제, 혈당개선, 콜레스테롤이나 중성지방을 감소시킬 수 있는 기능성 다당류이다(15). 이러한 올리고당을 식초에 첨가함으로써 기능성 향상뿐만 아니라 단맛이 가미되어 각종 요리와 음료에 활용이 기대된다.

따라서 본 연구에서는 참다래 고유의 향미와 단맛이 있는 식초개발을 위하여 초산발효 조건 및 올리고당 첨가에 따른 식초의 이화학적 특성을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에는 2005년 경남 고성에서 생산된 참다래(Hayward 품종)를 대구시 소재 할인마트에서 구입하여 4℃에서 냉장 보관하면서 시료로 사용하였고, 올리고당은 청정원(옥수수 100% 올리고당, 77.6 °Brix)을 사용하였다.

주모 및 종초

주모 및 종초는 Jeong(7,16)의 방법에 준하여 사용하였다. 즉, 참다래 과쇄액에 수돗물 100%(v/w) 가수한 후 설탕으로 25 °Brix로 보당하여 121℃, 15분간 살균하고 *Saccharomyces kluyveri* DJ97(KCTC8842P)을 접종한 다음 항온배양기(HB-102L, Hanbaek Co., Korea)에서 30℃, 24시간 배양하여 5%(v/v)를 주모로 사용하였으며, 종초는 *Acetobacter pasteurianus* KFC 819(KCTC 10173BP)를 참다래 알코올발효 희석액(알코올함량 6%)에 접종하여 30℃, 10일간 배양한 후 10%(v/v)를 사용하였다.

참다래 식초의 제조

참다래 과쇄액을 사용하여 알코올 및 초산발효, 2단계로 구분하여 식초를 제조하였다. 1단계 알코올발효는 Jeong 등(17)의 최적조건, 즉 가수량 100%에 25 °Brix로 보당한 후 *S. kluyveri* DJ97을 접종하여 30℃, 100 rpm으로 96시간 동안 알코올발효 시킨 다음 발효 여과액을 알코올함량 6%(v/v)로 조절한 후 종초를 접종하여 진탕배양기(HB-201SL, Hanbaek Co., Korea)에서 30℃, 250 rpm으로 배양시키면서 1일 간격으로 10일간의 총산을 분석하였다.

초기알코올 농도의 영향

참다래 알코올 발효액의 초기알코올농도가 초산발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 참다래 알코올 발효액 알코올함량을 4, 5, 6 및 7%로 희석한 후 초기산도를 1.0%로 조정하여 초산발효 시키면서 총산함량을 각각 비교하였다.

초기산도의 영향

참다래 알코올 발효액의 초기산도가 초산발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 참다래 알코올 발효액 알코올함량을 6%로 희석한 후 초기산도를 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0%로 조정하여 초산발효 시키면서 각각 비교하였다.

올리고당 첨가량의 영향

올리고당 첨가가 초산발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 참다래 알코올 발효액의 알코올함량 6%, 초기산도 1.0%로 조정한 후 올리고당 0, 5, 10, 15 및 20%를 각각 첨가하여 초산발효 시키면서 총산도 변화 및 발효 후 품질 특성을 조사하였다.

총산도

총산도는 0.1 N-NaOH용액으로 중화 적정하여 acetic acid로 환산하였다.

갈색도 및 색도

갈색도와 색도는 UV-visible spectrophotometer(UV Spectrophotometer 1601, Japan)를 사용하였다. 갈색도는 420 nm에서 흡광도를 측정하였고, 색도는 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었으며, 이때 대조구는 증류수(L=99.97, a=-0.01, b=0.05)를 사용하였다.

유리당 및 유기산함량

유리당 및 유기산은 참다래 초산발효액을 Sep-pak C₁₈ cartridge에 통과시키고 0.45 μm membrane filter로 여과하여 High Performance Liquid Chromatography(HPLC, Waters 2487, Waters Co., USA)로 분석하였다(18). 이때 유리당 분석 column은 carbohydrate analysis column(4.6×250 mm, Waters Co.), mobile phase는 75% acetonitrile(Fisher Co.)을 사용하였고 flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μL, detector는 RI(M410 RI) detector를 사용하였다. 유기산 분석 column은 AtlantisTM dC₁₈(3.9×150 mm, Waters Co.), mobile phase는 20 mM NaH₂PO₄(pH 2.7)를 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μL, detector는 UV detector(210 nm)를 사용하였다.

무기성분

참다래 초산발효액 100 mL을 회화로(F62730, Thermolyne Co. USA)에서 600℃, 6시간 회화시킨 후 6 N HCl 10 mL을 가하여 하루 동안 용해시켰다. 그 용액을 100 mL로 정용한 다음 0.45 μm membrane filter로 여과하여 ICP-AES(Jobin-Yvon JY38S, France)를 이용하여 분석하였다(19).

결과 및 고찰

초기알코올 농도에 따른 영향

참다래 초산발효 과정 중 초기알코올 농도가 초산 생성량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 참다래 발효액을 알코올함량 4, 5, 6 및 7%로 희석한 후 초기산도를 1.0%로 조정하여 초산발효를 실시한 결과는 Fig. 1과 같다. 총산은 모든 구간에서 발효 1일째부터 크게 증가하여 발효 7일째 까지 꾸준히 증가하였으며 이후에는 더 이상 증가되지 않았다. 알코올함량 4%에서는 발효 4일째 3.91%로 가장 높게 나타났고, 알코올함량 5%에서는 발효 6일째 4.61%, 알코올함량 6 및 7%에서는 발효 8일째 5.37 및 5.93%로 가장 높게 나타난 후 감소하는 경향을 보였다. Jeong 등 (20)의 2단계 발효에 의한 포도식초 제조에서는 6%의 초기알코올 농도로 초산발효를 행하였을 때 발효 4일째 5.37%의 초산이 생성되어 원료에 따라 발효기간이 달라지는 것으로 생각되며, 참다래의 경우 자체의 산 함량이 높아서 초산발효 초기에 초산균의 성장을 저해 시킨 것으로 생각된다.

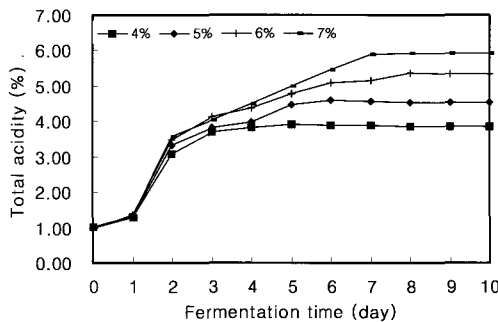


Fig. 1. Changes in acetic acid yield and total acidity of kiwi wine having different initial alcohol concentration during acetic acid fermentation.

초기산도에 따른 영향

참다래 초산발효 과정 중 초기산도가 초산 생성량에 미치는 영향을 조사하기 위하여 참다래 알코올발효액을 알코올함량 6%로 희석한 후 초기산도를 0.5, 1.0, 1.5 및 2.0%로 조정하여 초산발효를 실시한 결과는 Fig. 2와 같다. 총산은 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 증가하였으며 초기산도 0.5 및 2.0%에서는 발효 10일째 4.77 및 5.24%로 가장 높게 나타났고 초기산도 1.0 및 1.5%에서는 5.34 및 5.31%로 가장 높게 나타난 후 감소하는 경향으로 나타났다.

올리고당 첨가량에 따른 영향

참다래 초산발효 과정 중 올리고당 첨가가 초산 발효에 미치는 영향을 조사하기 위하여 참다래 알코올발효액을 알코올함량 6%, 초기산도를 1.0%로 조정한 후 올리고당을 0, 5, 10, 15 및 20%를 각각 첨가하여 초산발효를 실시한

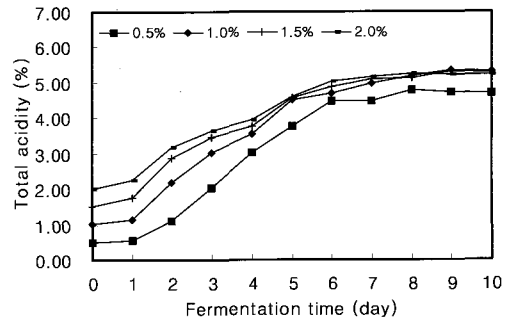


Fig. 2. Changes in total acidity of kiwi wine having different initial total acidity during acetic acid fermentation.

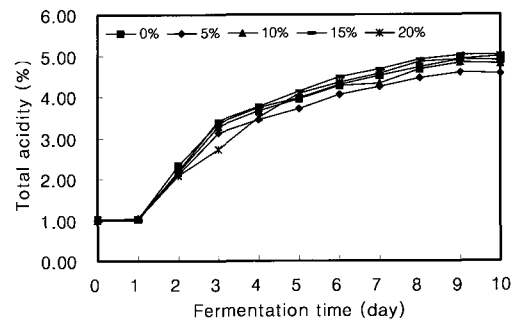


Fig. 3. Changes in total acidity on acetic acid fermentation of kiwi following addition of oligosaccharide.

결과, 총산은 발효 1일째부터 꾸준히 증가하였으며 올리고당 0, 5 및 10% 첨가구에서는 발효 9일째 4.91, 4.59 및 4.82%로 가장 높게 나타났고 올리고당 15 및 20% 첨가구에서는 5.03 및 4.99%로 가장 높게 나타났다(Fig. 3). 탁도와 갈색도(Table 1)는 올리고당 무첨가 발효액이 각각 0.05와 0.44로 나타났으며 올리고당 첨가량이 많을수록 조금씩 감소하였다. 색도(Table 1)에서는 올리고당 첨가량이 많을수록 L값이 증가하였고 a와 b값은 감소하였다. 따라서 올리고당 첨가에 의해 시료들이 희석되어 색이 연해진 것을 알 수 있었으나 시각적인 차이는 크지 않으므로 품질에는 큰 영향을 미치지 않을 것으로 생각된다. 유리당 함량은 fructose, glucose 및 maltose가 확인되었다(Table 2). 이들 함량은 올리고당 첨가량이 많을수록 증가하였으며, 특히 maltose는 무첨가 발효액에서는 69.44 mg%로 나타났고 5, 10, 15 및 20% 첨가구에서는 467.06, 987.34, 1,117.90 및 2,904.43 mg%로 나타나 올리고당 20% 첨가구가 무첨가구에 비해 약 42배 정도 높게 나타났다. 총 유리당 함량은 올리고당 첨가량이 많을수록 높은 함량을 나타내는 경향이었다(Table 1, 2). 유기산은 malic, lactic, acetic, citric 및 succinic acid가 확인 되었다(Table 3). Malic acid는 모든 첨가구에서 비슷한 함량을 나타내었고 lactic acid는 올리고당을 첨가하지 않은 구간에서는 검출되었으나 올리고당 첨가구간 식초에서는 검출되지 않아 이에 따른 정확한 연구가 요

Table 1. Comparison of turbidity, brown color and Hunter's color value on acetic acid fermentation following addition of oligosaccharide

Physiochemical properties	Oligosaccharide content(%)				
	0	5	10	15	20
Turbidity	0.05±0.00	0.04±0.00	0.03±0.00	0.03±0.00	0.02±0.00
Brown color	0.44±0.00	0.40±0.00	0.39±0.00	0.37±0.00	0.33±0.00
L	87.96±0.10	91.18±0.03	91.59±0.24	91.98±0.16	94.10±0.34
Hunter's color					
a	-1.20±0.02	-1.80±0.01	-1.86±0.01	-1.74±0.04	-2.06±0.10
b	22.48±0.56	20.31±0.38	20.74±0.21	19.80±0.24	17.91±0.18

망되었다. Acetic acid는 올리고당 15% 첨가구에서 5,590 mg%로 최고 함량을 나타내었으며, citric acid는 올리고당을 첨가함에 따라 약간 감소하였다. 또한 succinic acid는 무첨가 구간에서 200.26 mg%, 올리고당 첨가구에서는 165 mg% 전후의 함량을 나타내었다. 총 유기산 함량은 올리고당 15% 첨가구에서 가장 높게 나타났다. 참다래 식초에서의 유기산은 acetic acid가 가장 많은 양을 차지하고 있으며 citric, malic acid 순이었다. Jeong 등(20,21)의 2단계 발효에 의한 포도식초의 유기산함량은 acetic acid를 제외하고 tartaric acid가 340 mg%로 가장 높게 나타났으며, 2단계 발효에 의한 사과식초의 유기산함량은 acetic acid를 제외하고 malic acid가 427.1 mg%로 가장 높게 나타나 식초를 제조하는 원료에 따라 유기산들의 함량 비율에 영향을 주는 것으로 생각된다. 참다래 식초의 무기성분 분석에서는 K의 함량이 가장 높게 나타났으며 Na, Ca, Mg, P순으로 높은 함량을 나타내었다(Table 4). 올리고당 첨가량에 따른 무기질 함량은 올리고당 첨가량이 높을수록 조금씩 감소하는 것으로 나타나 올리고당 첨가에 의해 희석이 된 것으로 생각된다. Jeong 등(20,21)의 2단계 발효에 의한 포도식초의 K함량은 87.1 mg%, Na함량은 1.2 mg%였으며, 2단계 발효에 의한 사과식초의 K함량은 42.6 mg%로 나타나 다른 과실 식초에 비해 참다래 식초의 K과 Na함량이 높은 것으로 나타났다.

Table 2. Comparison of free sugar content on acetic acid fermentation following addition of oligosaccharide

Free sugar	Oligosaccharide content(%)				
	0	5	10	15	20
Fructose	2,123.24	2,024.96	1,917.22	1,871.84	1,834.21
Glucose	204.76	806.87	1,343.01	1,662.73	3,584.46
Maltose	69.44	467.06	987.34	1,117.90	2,904.43
Total	2,397.44	3,298.89	4,247.57	4,652.47	8,323.1

Table 3. Comparison of organic acid content on acetic acid fermentation following addition of oligosaccharide

Organic acid	Oligosaccharide content(%)				
	0	5	10	15	20
Malic	258.71	241.70	233.69	251.35	243.00
Lactic	258.83	¹⁾	-	-	-
Acetic	5,190.00	5,030.00	5,080.00	5,590.00	5,360.00
Citric	404.95	390.41	305.53	387.26	245.33
Succinic	200.26	169.81	166.65	163.80	161.20
Total	6712.75	6,231.92	6,185.87	6,792.41	6,409.53

¹⁾Not detected.

Table 4. Comparison of mineral content on acetic acid fermentation following addition of oligosaccharide

Minerals	Oligosaccharide content(%)				
	0	5	10	15	20
Ca	6.23	6.04	5.55	4.51	3.71
P	1.83	1.65	1.54	1.14	0.62
Mg	2.80	2.82	2.53	1.73	0.85
Na	24.46	23.61	23.40	22.65	22.27
K	73.14	69.85	65.53	60.57	55.57

요 약

본 연구에서는 참다래 식초 개발을 위하여 초산발효 조건 및 올리고당 첨가에 따른 품질 특성을 조사하였다. 그 결과 초기알코올 농도 6%, 초기산도 1%에서 7일 동안 발효시켰을 때 총산이 가장 높게 나타났다. 올리고당 첨가에 따른 영향에서 총산은 올리고당 15% 첨가구에서 5.03%로 가장 높게 나타내었다. 참다래 식초의 유리당은 fructose, glucose 및 maltose가 확인되었으며 총 유리당은 올리고당 첨가량이 많을수록 높게 나타났다. 유기산은 malic, lactic, acetic, citric 및 succinic acid가 확인되었으며 총 유기산 함량은 올리고당 15% 첨가구에서 가장 높게 나타났다. 올리고당 첨가량에 따른 무기질 함량은 올리고당 첨가량이 높을수록 무기질함량이 조금씩 감소하는 것으로 나타났다. 이상의 결과 올리고당 첨가는 참다래 초산발효에 미치는 영향은 크지 않았으며 단맛을 고려할 때 약 15% 첨가가 적당한 수준으로 나타났다.

참고문헌

1. Lee, D.H., Lee, S.C. and Hwang, Y.I. (2000) Processing

- properties of kiwifruit treated with protopectinase. J. Korean Soc Food Sci. Nutr., 29, 401-406
2. D'apres, A. Le kiwi. (2004) Journal de Puericulture et de Puericulture, 17, 125-127
 3. Youn, K.S. and Hong, J.H. (1999) Effects of osmotic dehydration on drying characteristics of kiwifruits. Korean J. Food Preserv., 6, 319-323
 4. Ha, Y.D. and Kim, K.S. (2000) Civilization history of vinegar. Food industry and nutrition, 5, 1-6
 5. Horiuchi, J.I., Kanno, T. and Kobayashi, M. (2000) Effective onion vinegar production by a two-step fermentation system. J. Biosci. Bioeng., 90, 289-293
 6. Kim, M.L. and Choi, K.H. (2005) Sensory characteristics of citrus vinegar fermented by *Glucoacetobacter hansenii* CV1. Korean J. Food Cookery Sci., 21, 263-269
 7. Shin, J.S., Lee, O.S. and Jeong, Y.J. (2002) Changes in the components of onion vinegars by two stages fermentation. Korean J. Food Sci. Technol., 34, 1079-1084
 8. Kim, D.H. (1999) Studies on the production of vinegar from fig. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 28, 53-60
 9. 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. Food Preserv., 5, 374-379
 10. Moon, S.Y., Chung, H.C. and Yoon, H.N. (1997) Comparative analysis of commercial vinegars in physicochemical properties, minor components and organoleptic tastes. Korean J. Food Sci. Technol., 29, 663-670
 11. Yang, C.Y. (2005) Studies on the physico-chemical properties and sensory evaluation of pickled quail egg. Korean J. Food Sci. Ani. Resour., 25, 472-477
 12. Jang, S.B. (2006) Effects of television programs on viewers' perception of vinegar. Korean J. Food Preserv., 13, 102-107
 13. Maria, F., Nadine, K., Desager, J.P., Fabienne, G., Dominique, D. and Marcel, R.N.D. (1995) Dietary oligofructose lowers triglycerides, phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. Lipids, 30, 163-167
 14. Song, I.S., Lee, K.M. and Kim, M.R. (2004) Quality characteristics of pumpkin jam when sucrose was replaced with oligosaccharides during storage. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 20, 279-286
 15. Her, B.Y., Sung, H.Y. and Choi, Y.S. (2005) Oligosaccharide-supplemented soy ice cream for diabetic patients : quality characteristics and effects on blood sugar and lipids in streptozotocin-induced diabetic rats. Korean Nutr. Soc., 38, 663-671
 16. Kim, T.Y., Kim, S.B., Jeong, Y.J., Shin, J.S. and Park, N.Y. (2003) Quality properties of *Takju* mash vinegar added muskmelon. Korean J. Food Preserv., 10, 522-526
 17. 정용진, 백창호, 최인욱 (2005) 참다래를 이용한 알콜 발효주의 제조 및 품질 특성. 한국식품과학회 제72차 학술발표대회 초록집, Seoul, Korea, p.162,
 18. Shin, J.S. and Jeong, Y.J. (2003) Changes in the components of acetic acid germination of brown rice using raw starch digesting enzyme. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32, 381-387
 19. Jang, S.Y. and Jeong, Y.J. (2005) Effect of chitosan-liquid calcium addition of the quality of *kimchi* during fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 34, 715-720
 20. 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 Dietary life, 8, 462-468
 21. 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

(접수 2006년 11월 6일, 채택 2007년 1월 19일)