

무화과를 이용한 식초 제조에 관한 연구

김 동 한

목포대학교 식품영양학과

Studies on the Production of Vinegar from Fig

Dong-Han Kim

Dept. of Food and Nutrition, Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea

Abstract

Possibility of utilization of fig as a source of vinegar was tested. Alcohol fermentation was conducted by inoculation of *Saccharomyces bayanus* into fig juice. After 5 days of fermentation at 27°C, fig wine with alcohol content of 13.6%. Then fig vinegar was produced by cultivation of *Acetobacter sp. E* which was isolated from fig vinegar. Optimum concentration of alcohol, starter content and fermentation temperature for the acid production were 8~9%, 5% and 27~30°C, respectively. More acetic acid was produced by adding 0.5% of yeast extract and 0.01% of Ca-pantothenate. Adjustment pH of culture broth with acetic acid and shaking cultivation method were not effective in higher yield of acid production. Addition of sulfite up to 50 ppm did not inhibit for acetic acid fermentation. Addition of 1% bentonite or 1% kakishibu was more effective for the clarification of fig vinegar than any other clarifying agents tested. During aging and racking, acidity, absorbance and tannin content of fig vinegar decreased, while redness and yellowness increased. Aged and racked fig vinegar showed higher sensory score than non-aged one in the aspects of color and overall acceptability.

Key words: fig vinegar, optimal condition

서 론

무화과는 아열대성의 반교목성 활엽수인 뽕나무과에 속하는 나무의 과수로 원산지는 소아시아의 카리카 지방으로 전해지고 있다. 우리나라에는 중국을 거쳐 1920년 경에 도입되어 전라남도 남부지역과 제주도에서 재배되고 있다(1).

무화과의 재배상 장점은 병충해가 적고 재배가 용이한 다수확성 과수이며, 비타민, 미네랄, 단백질 분해효소인 ficin을 다량 함유하고 있어 소화촉진 및 주독이나 어독에 효과가 있어 옛부터 서양에서는 건강식으로 소비되고 있다(2,3). 민간요법으로는 설사, 각혈, 위궤양, 신경통, 피부질환, 구충제, 빈혈, 부인병 등에 쓰이며, 특히 당분함량이 높아 건과, 잼, 젤리, 주스 등의 원료와 육연화제로(4,5) 이용되기도 한다. 그러나 무화과는 생과로서 저장성이 매우 불량하여 수확 즉시 적절한 저장 또는 가공처리를 하지 않으면 과실로서의 가치가 떨어져 고소득 과수로서 가능성이 높으나 과실로서 널리 각광을 받지 못하고 있는 실정이다.

한편 식초는 동서양을 막론하고 오랫동안 식용되어 온 발효 산미료로 식생활의 다양화와 더불어 고급 식초의 수요는 날로 증가 추세에 있어 품질이 우수하고 안전한 양조식초의 제조가 요망되고 있다. 또한 양조식초는 소화액의 분비촉진, 피로회복, 당뇨병, 비만방지, 혈압상승 방지, 노화방지, 혈중 알코올 농도 상승지연, 항종양효과 등 기능성이 주목을 받고 있다(6).

양조식초 제조과정은 알코올 발효공정과 초산균에 의한 초산발효 공정으로 구분되며 초산발효 공정이 식초 품질을 좌우한다. 그러므로 산생성이 높고 생산속도가 빠르며 방향성 물질을 다량 축적하고 생성된 초산을 분해하지 않는 우수 초산균주의 분리가 요구된다(7).

초산발효는 1837년 Kutzinge에 의해 미생물이 알코올을 초산으로 전환시킨다는 이론과 1868년 Pasteur에 의한 초산발효의 확인 이후 많은 연구가 수행되어 왔다(8).

종래 농가에서는 약탈주를 이용하여 발효시키거나 몇가지 부채료를 섞어 독특한 풍미를 가진 식초를 만들어 식용하여 왔으며 최근에는 과실의 향이나 유효성분을 이용하여 풍미가 독특한 사과(9), 밀감(10), 감(11-

13), 배(14), 매실(15,16), 보리(17) 식초의 생산이 연구 개발되고 있다. 따라서 본 연구에서는 저장성이 낮은 무화과의 이용을 극대화하기 위하여 무화과의 알코올 발효와 초산발효조건을 검토하고 숙성과정 중의 품질 특성을 비교하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용되는 무화과는 전남 영암군 지역에서 생산되는 무화과(승정 도우핀 품종)로 1996년과 1997년 9월에 수확한 것을 냉동보관(-20°C)하면서 사용하였다.

균주

무화과 알코올 발효에 사용한 효모는 초산균은 본 실험실에서 분리 보관하고 있는 *Acetobacter sp. E*를 사용하였다.

무화과 알코올 발효

냉동 보관중인 무화과를 실내에서 해동하고 waring blender로 가볍게 마쇄한 후(Brix 15~17°), 설탕으로 Brix 24°되게 보당하고, 15Lb/inch²에서 15분간 가열 살균하거나 Na₂SO₃를 100ppm되게 첨가하여 1일 방치한 후 YM broth(peptone 0.5%, yeast ex. 0.3%, malt ex. 0.3%, glucose 1%)에서 27°C, 1일 배양한 주모를 5%되게 접종하고 24°C와 27°C에서 경시적으로 발효시켰다.

종초제조

Table 1의 고체 배지에 보관중인 균주를 무화과 알코올 발효액의 알코올 농도를 4%로 조절하고 액체 배지와 같은 조성이 되게 영양물질을 첨가한 배지에 접종하여 30°C, 48시간 정치 배양하여 종초로 사용하였다.

초산발효 최적조건

무화과 알코올 발효액을 알코올 농도 또는 초산 농

도, 아황산 농도를 달리하거나 발효온도, 종초 접종량, 진탕, 영양원 첨가별로 구별하여 500ml 광구배양병에 200ml씩 넣어 65°C에서 30분간 가열 살균한 후 경시적으로 초산 발효를 실시하였다.

청징제 처리

초산 발효가 완료된 시료를 숙성 전후로 구분하여 청징제로 gelatin, kaki shibu, sake light, charcoal, bentonite를 0.05, 0.1, 0.2, 0.5, 1% 첨가하고 10°C에서 72시간 정치시킨 후 상징액을 여과지(No.2)로 여과시키고 청징도를 660nm에서 투과도로 측정하였다(18).

성분분석

무화과의 알코올 발효액 중의 성분은 상법(19)에 따라 pH는 pH meter(Orion 920A, USA)를 이용하여 직접 측정하였고 환원당은 somogyi 변법, 알코올은 수증기 증류하여 산화법으로 정량하였다. 초산 발효액의 총산은 시료 10ml를 취하여 bromothymol blue와 neutral red 혼합 지시약을 첨가하여 0.1N NaOH로 적정하고 acetic acid로 환산하였다. 탄닌은 시료 3ml에 0.008M K₃Fe(CN)₆ 200μl와 0.1M FeCl₃-0.1M HCl 용액 200μl를 첨가한 후 5분 후에 700nm에서 비색 정량하였다(20).

색도는 색차계(Chromameter CR200, Minolta, Japan)를 사용하여 reference plate는 백색판을 기준으로 L값 96.46, a값 +0.01, b값 +2.10으로한 Hunter scale에 의해 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 표시하였다.

관능검사

발효가 완료된 식초를 숙성 조건별로 30명의 panel을 통해 색, 신맛 강도, 후미, 향기, 종합적인 기호도 5가지 항목에 대하여 5점 만점으로 채점법에 의하여 평점하여 얻은 성적을 SAS package(21)로 분산분석과 Duncan's multiple range test에 의해 통계처리하였다.

결과 및 고찰

무화과의 알코올 발효

무화과를 마쇄하여 Brix 24°되게 보당하고 120°C에서 10분간 가열살균하거나 Na₂SO₃로 SO₂가 100ppm되게 첨가하여 1일 방치한 후 *Saccharomyces bayanus*를 접종하여 24°C와 27°C에서 발효시키면서 환원당, 알코올, pH를 경시적으로 측정된 결과는 Fig. 1과 같다. 환원당은 발효 3일까지 급격히 감소하였고 그 이후에는

Table 1. Cultural medium composition of acetic acid bacteria (unit: %)

Solid medium		Liquid medium	
Glucose	3.0	Glucose	0.5
Peptone	1.0	Glycerin	1.0
Malt ex.	1.0	Peptone	0.2
Ethanol	4.0	Yeast ex.	0.2
CaCO ₃	1.0	MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.01
Agar	1.5	Ethanol	4.0
		Acetic acid	2.0

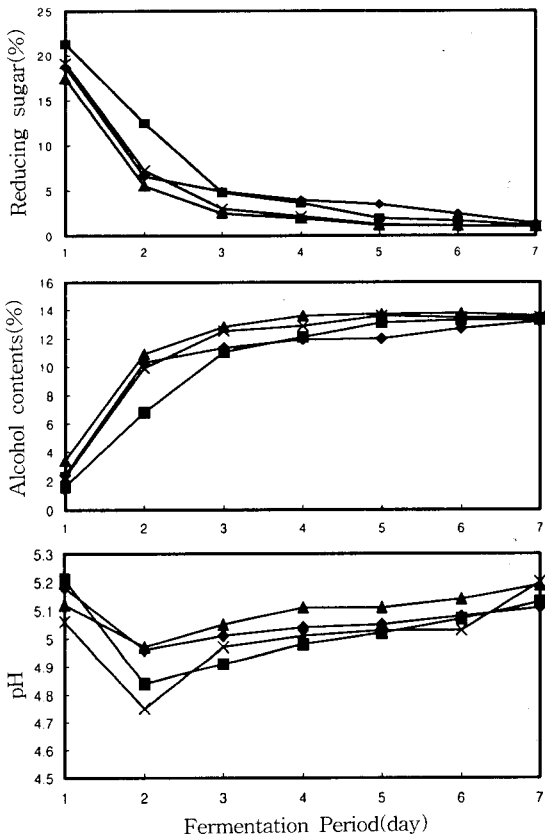


Fig. 1. Changes of reducing sugar, alcohol contents and pH during alcohol fermentation of fig wine. ◆: 24°C autoclaved, ■: 24°C sulfite added, ▲: 27°C autoctaved, ×: 27°C sulfite added.

완만하게 감소하였으며, 감소 정도는 27°C 가열살균구가 가장 심하였고 24°C SO₂ 첨가구에서 가장 완만한 편이었다. 또한 발효중기 이후에는 살균조건보다는 발효온도에 의한 차이가 컸으며 27°C의 경우에는 발효 5일에 잔류 환원당이 1.08~1.24%이었으나 24°C에서는 가열살균한 구가 발효 7일이 되어서야 잔류환원당이 1.28%로 감소하였다.

알코올의 생성은 환원당의 감소 경향과 반비례하여 대체적으로 유사하게 증가하였으며 27°C 발효의 경우 가열살균구는 발효 4일에 13.6%에 도달하였으나 24°C 발효의 경우 발효 7일에 가열살균구는 13.2%, SO₂ 첨가구는 13.3%에 도달하였다. Kim 등(22)은 수박주스의 알코올 발효에서 *S. cerevisiae*와 *S. ellipsoideus* 양균주 모두 121°C 가열 살균처리가 SO₂ 처리보다 높은 알코올 생성을 보였고 발효 최적온도는 27°C 부근이었다고 보고하여 본 실험과 유사하였다. Oh(23)는 배즙의 *S. cerevisiae* ATCC 4124균주에 의한 알코올 발효시 20°C가 최적온도이었고 200ppm의 SO₂ 처리에서 발효가 왕성

하였다고 보고하여 다소 차이가 있었다. 따라서 SO₂ 첨가는 균주에 따라 차이가 있으나 발효 초기에 알코올 발효를 약간 지연시키는 경향이었고 발효중기 이후에는 효모의 SO₂에 대한 적응으로 이러한 경향은 소멸되는 것으로 사료되었다.

한편, pH는 현저한 차이는 없으나 발효 2일경까지 저하하다가 그 이후에 완만히 상승하는 경향을 보였고 발효중기 이후에는 27°C가 24°C보다 약간 높은 pH를 유지하였으며 아황산의 첨가구는 가열살균구에 비하여 발효중 낮은 pH를 유지하였다.

초산발효

발효온도

분리 선발된 *Acetobacter sp.* E 균주의 최적 발효 온도를 검토하기 위하여 발효 온도를 24~33°C로 달리하여 초산생성을 경시적으로 비교한 결과는 Fig. 2와 같다.

초산생성은 33°C에서는 발효 10일에 산도 7.10%로 최고에 도달했으나 30°C는 12일에 7.12%, 27°C는 14일에 7.10%에 도달하였고 그 이후에는 점진적으로 감소하는 경향이였다. 반면 24°C에는 발효 12일에 산도 6.48%로 최고조에 달한후 감소하였다. 따라서 초산생성은 27~33°C온도 범위에서는 큰 차이가 없었으나 발효후 초산의 감소를 고려하여 27~30°C에서 발효시키는 것이 적절한 것으로 사료되었다. 이러한 경향은 매일초 생산에서 30°C에서 발효하는 것이 유용하였다고 한 Kim 등(16)의 보고와 유사하였으나 배를 이용한 식초에서는 28°C(14), Jung 등(15)은 35°C가 최적온도이었다고 보고하여 차이가 있었다.

초기 알코올 농도

초기 알코올 농도가 초산 생성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 무화과 알코올 발효액의 알코올을 4~10%로 조절하여 30°C에서 배양시킨 결과는 Fig. 3과 같다.

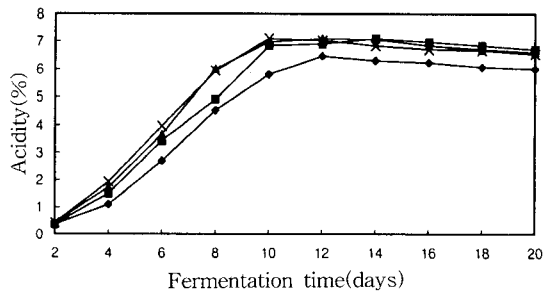


Fig. 2. Influence of fermentation temperature on acetic acid fermentation. ◆: 24°C, ■: 27°C, ▲: 30°C, ×: 33°C

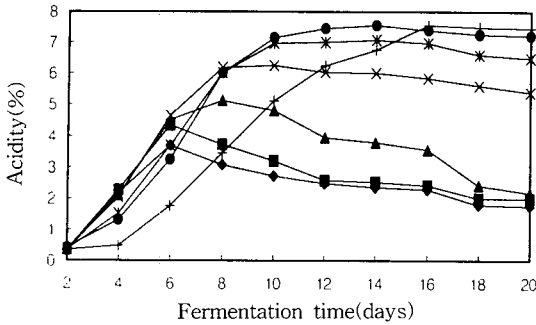


Fig. 3. Influence of initial alcohol concentration on acetic acid fermentation.
◆: 4%, ■: 5%, ▲: 6%, ×: 7%, *: 8%, ●: 9%, +: 10%

알코올 농도 4%와 5%는 발효 6일에 각각 산도 3.66%, 4.32%로 최고치에 달했고, 알코올 6%는 발효 8일에 산도 5.1%, 알코올 8%와 9%는 발효 14일에 각각 산도 7.08, 7.56%, 알코올 10%에서는 발효 16일에 산도 7.56%에 달한 후 점점 감소하였다. 산도가 최고에 도달한 후 감소의 정도는 초기 알코올 농도가 낮은 4~6% 실험구에서 심하였으며 초기 알코올 농도를 8~10%로 조정된 경우는 산도 7% 이상의 초산 발효액을 얻을 수 있었으나 알코올 10%에서는 발효가 조금 지연되는 경향을 보였다. 따라서 식초의 성분규격(20)은 초산으로 4% 이상이지만 초산 발효시 초기 알코올 농도는 8~9%로 조절하는 것이 초산 생성량도 높고 잡균오염의 염려도 적을 것으로 사료되었다. 또한 Kim 등(16)은 알코올 8% 이상에서는 산도의 증가가 적어 알코올 6%가 가장 효과적이었다고 보고한바 있고 Park 등(24)은 고농도에탄올 내성 초산균은 알코올 10%농도에서도 발효 20일에 산도 9%에 도달하였다고 보고하여 균주에 따라 차이가 심한 것으로 사료되며 본 실험에서 사용된 *Acetobacter sp. E* 균주도 고농도 에탄올에 비교적 내성이 있는 초산균임을 알 수 있었다.

초기 산도

초기 산도가 초산 발효에 미치는 영향을 검토하기 위하여 초기 산도를 0~3%로 하고 대신 알코올 농도를 8~5%로 조정하여 30°C에서 배양한 결과는 Fig. 4와 같다.

발효 초기에는 초기 산도가 높을수록 산도가 높았으나 초기 산도가 낮은 구일수록 발효중 산도의 증가 속도가 빨라 발효 10일 이후에는 산도를 조정하지 않은 대조구가 미미하지만 약간 높은 산도를 유지하였다. 이러한 현상은 알코올에서 초산 발효가 진행되면 이론적으로는 알코올량에 비하여 초산생성량이 많기 때문이 아닌가 사료되었다. 따라서 무화과식초 제조중 초산 발효

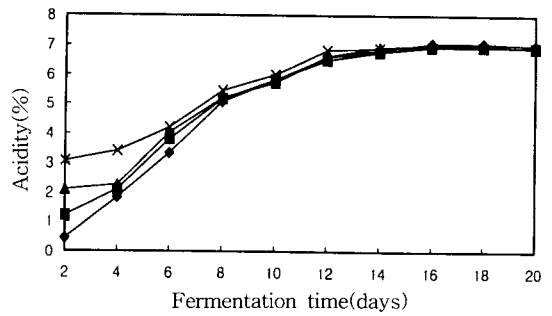


Fig. 4. Influence of initial acidity on acetic acid fermentation.
◆: control, ■: 1%, ▲: 2%, ×: 3%

시 *Mycoderma* 등 산막효모의 증식(10)에 의한 잡균 오염의 염려만 없다면 초렛의 초산을 조절하지 않아도 가능하리라 생각되고, Kim 등(17)은 초기 산도가 높은 경우 유도기가 길어졌다고 보고한 바 있다.

중초 접종량

초산 발효시 중초 접종량을 2.5~10%로 조절하여 경시적으로 초산 생성량을 검토한 결과는 Fig. 5와 같다. 시험구간에 현저한 차이는 없으나 발효 4일까지는 중초 접종량이 많은 구일수록 초산의 생성도 높았으나 6일 이후부터는 5%와 7.5% 접종구에서 산도의 증가가 높았고 16일 이후에는 중초 2.5% 접종구에서 오히려 높은 산도를 보였다. 이러한 현상은 중초 접종량이 높은 경우 이들 초산균에 의하여 일부 초산이 재산화하기 때문인 것으로 사료되며 중초는 5%첨가로 충분하였다.

아황산 농도

무화과 식초 제조시 알코올 발효과정 중 가열살균하지 않고 아황산을 첨가하여 잡균 번식을 억제할 경우 잔류하는 아황산이 초산발효에 미치는 영향을 검토한 결과는 Fig. 6과 같다. 아황산의 농도 75, 100ppm 첨가구는 전 발효기간 동안 초산생성이 저조하여 발효 16일 경에 산도 6.39~6.48%로 최고산도에 도달하는 기간도

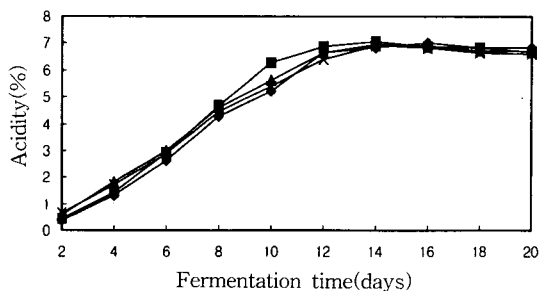


Fig. 5. Influence of mixing ratio of starter on acetic acid fermentation.
◆: 2.5%, ■: 5%, ▲: 7.5%, ×: 10%

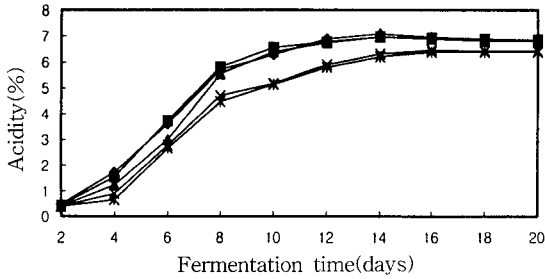


Fig. 6. Influence of initial sulfite concentration on acetic acid fermentation.

◆: control, ■: 25ppm, ▲: 50ppm, ×: 75ppm, *: 100ppm

길었으나 아황산 25, 50ppm 첨가구는 무첨가인 대조구에 비하여 큰 차이가 없이 발효 14일에 산도 6.98%이었고 이후 조금 감소하는 추세이었다. 따라서 알코올 발효시 아황산 100ppm 수준의 첨가는 발효중 절반 정도가 소실되기 때문에(23) 초산발효에 미치는 영향은 적으리라 사료되었다. 한편 양 등(25)은 크로바꽃 식초 제조시 SO₂를 125ppm 첨가한 후 효모와 초산균을 접종하여 발효시킨 바 있다.

진탕의 영향

초산 발효중 진탕의 효과를 검토한 결과는 Fig. 7과

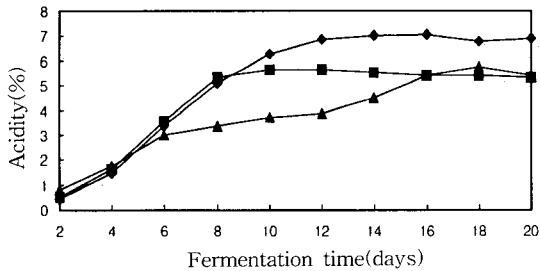


Fig. 7. Influence of shaking fermentation on acetic acid fermentation.

◆: control, ■: 60 strokes, ▲: 120 strokes

같다. 초산 발효는 호기적인 조건임에도 불구하고 진탕에 의해 초산생성은 현저히 억제되었으며 60 stroke/min보다 120 stroke/min에서 발효중기의 억제는 심하였으나 발효후기에는 유사한 경향을 보였다. 이러한 현상은 소량 발효실험이기 때문에 초산의 일부 휘발에 의한 감소와 초산균이 무화과의 ficin, chitinase 등(4) 효소작용 때문에 진탕에 의한 편모의 손실 등으로 초산균의 생육이 억제를 받는 것이 아닌가 생각되었다. Kim과 Jo(26)는 발효가 왕성하지 못한 발효후기에 통기량을 감소시켜 잔류 알코올과 생성된 초산의 휘발을 방지하는 것이 바람직하다고 보고한 바 있다. 한편 Kim 등(16)은 정치 배양보다 80rpm으로 진탕 배양할 때 유도가 단축되고 산 생성량도 증가하였다고 보고하여 대조적이었다.

영양원 첨가 효과

무화과 알코올 발효액의 초산 발효시 영양원의 첨가 효과를 검토하기 위하여 알코올 발효액의 알코올 농도를 8%로 조정하고 영양성분을 첨가하여 초산 발효중경시적인 산생성량을 검토한 결과는 Table 2와 같다.

이들 영양원은 (NH₄)₂SO₄ 첨가의 경우를 제외하고는 대조구에 비하여 초산발효를 촉진하였고, 초산 생성량도 증가하였으며 증가 정도는 yeast ex.와 Ca-pantothenate 첨가시 현저하였고 malt ex.와 proteose peptone 첨가시는 미약하였다. Park 등(24)은 초산 발효시 질소원은 yeast ex. 1% 첨가가 가장 효과적이었고, 양 등(25)은 초산균은 pantothenic acid를 필수적으로 요구한다고 보고한 바 있어 본 실험과 대체적으로 유사하였으며 yeast extracts는 초산균의 유도기를 단축시키고 알코올의 산화작용을 증진시킨다고 보고된 바 있다(27). 따라서 무화과 초산 발효시에도 무화과 알코올 발효액의 알코올 농도 조절만으로는 영양성분이 불충분하며 yeast ex.와 Ca-pantothenate의 보충으로 산도 증가를 이룰 수 있었다.

Table 2. Effect of nutrients on acetic acid fermentation

Days	Acidity (%)					
	Control	Yeast extract (0.5%)	Malt extract (0.5%)	Proteose peptone (0.5%)	(NH ₄) ₂ SO ₄ (0.5%)	Ca-pantothenate (0.01%)
2	0.39	0.39	0.48	0.42	0.45	0.45
4	1.74	2.04	2.07	1.66	1.48	1.88
6	3.34	3.78	4.11	3.43	2.08	3.64
8	5.08	5.82	5.67	5.48	3.91	5.60
10	5.98	6.48	6.24	6.60	5.14	6.24
12	6.58	7.50	6.96	7.06	6.16	7.50
14	6.98	7.40	7.06	7.06	6.88	7.20
16	7.02	7.40	7.08	7.02	6.94	7.20
18	6.94	7.40	7.08	7.00	6.90	7.16
20	6.90	7.34	7.02	7.00	6.92	7.16

Table 3. Physico-chemical characteristics of the fig vinegar

Sample	pH	Acidity (%)	Alcohol (%)	Reducing sugar(%)	Absorbance	Color			Tannin (mg%)
						L	a	b	
Non-aged, non-racked	3.05	6.43	0.07	0.32	1.636	19.64	4.56	0.34	1.047
Aged, non-racked	3.19	4.33	0.04	0.42	0.467	17.54	5.51	0.02	0.803
Aged, racked(25days)	3.21	4.20	0.06	0.54	0.415	17.06	5.97	0.00	0.701
Aged, racked(50days)	3.32	4.12	0.03	0.20	0.058	19.62	9.06	4.32	0.674

식초의 이화학적 특징

발효가 완료된 무화과 식초를 30°C 호기적인 조건에서 20일간 후발효(숙성)시키거나 숙성 후 15°C 정도의 실내에서 밀폐하여 혐기적인 조건으로 25일 또는 50일간 양금질하여 이화학적 특성을 비교한 결과는 Table 3과 같다.

후발효과정에서 pH는 증가되었고 산도는 급격히 감소하였는데 이는 후발효과정이 온도가 높고 호기적인 조건에서 진행시켰기 때문에 초산이 재산화된 것으로 사료되었다. 따라서 무화과 식초의 숙성은 밀폐하여 저온에서 숙성시키거나 저온 살균하여 양금질하는 것이 바람직한 것이 아닌가 생각되었다. 알코올은 각 시험구 모두 미미한 수준이었고 환원당은 0.20~0.54%로 차이가 있었는데 이는 각각 발효 조건이 달랐기 때문이다. 흡광도는 발효 직후의 식초에 비하여 후발효와 양금질로 어느 정도 청징화되기는 하나 투명도가 낮기 때문에 보다 장기간의 양금질이나 청징제 처리가 바람직한 것으로 생각되었으며 감식초의 흡광도 1.15~1.20이었던 보고(13)에 비하여는 맑은 편이었다.

색도는 양금질 과정에서 적색도(a)와 황색도(b)가 증가되나 밝기(L)는 큰 차이가 없었고 일반 시판 양조 식초의 밝기가 대부분 80 이상이었던 보고(20)에 비하여 낮기 때문에 청징화 조치가 필요하였다. 한편, 탄닌 함량은 후발효나 양금질과정에서 줄어들었고 감식초의 경우 170.8~1,216ppm, 현미식초 2.5~7.7ppm, 사과식초 3.9~65.1ppm이었던 보고(20)와 비교하여 볼 때 사과식초의 수준이었다.

청징제 처리

후발효와 양금질을 하지 않은 구와 후발효 후 25일간 양금질한 무화과 식초를 청징제 종류와 농도를 달리 처리하여 청징효과를 검토한 결과는 Table 4와 같았다. 청징제 처리는 bentonite가 가장 우수하였고 다음으로 sake light, kakishibu순으로 효과가 있었으나 처리 농도별 효과는 양 시험구간에 차이가 심하였고 chacoal이나 gelatin은 오히려 처리하지 않은 대조구에 비하여 청징효과가 떨어졌다. 그러나 모든 처리구에서 투과도 90% 이상의 맑은 제품은 기대할 수 없어서 청징제 처리 시간을 연장할 필요성이 있었다. 또한 kakishibu의 경우 0.5% 처리까지는 대조구와 별 차이가 없다가 1% 처리수준에서 갑자기 청징효과를 나타내는 결과를 보여 흥미로웠다.

Table 4. Effect of various clarifying agents on the fig vinegar (unit: transmittance)

Sample	Clarifying agent	Concentration					
		0	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
Non-aged, Non-racked	Gelatin	5.4	4.1	4.5	4.7	4.9	3.8
	Kakishibu	-	4.4	4.6	4.9	12.9	37.2
	Sakelight	-	6.9	7.6	12.3	14.0	51.1
	Charcoal	-	5.1	4.7	3.4	1.7	0.7
	Bentonite	-	5.9	9.9	10.5	22.3	75.5
Aged, racked (25days)	Gelatin	42.2	40.8	40.6	39.2	41.0	39.0
	Kakishibu	-	44.1	38.5	37.8	47.0	77.8
	Sakelight	-	60.4	62.2	57.2	60.0	60.7
	Charcoal	-	43.0	43.5	36.2	22.6	9.5
	Bentonite	-	44.1	55.6	60.9	78.6	78.8

Table 5. Results of sensory evaluation score of fig vinegar

Sample	Color preference	Sour intensity	Background taste intensity	Flavor	Overall acceptability
Non-aged, non-racked	1.57±0.94 ^{1)(c2)}	3.43±1.36 ^a	3.20±1.42	2.97±1.54	2.57±1.38 ^b
Aged, non-racked	3.07±0.83 ^b	2.60±0.97 ^b	3.03±0.81	3.13±1.25	2.90±0.84 ^b
Aged, racked(25days)	3.33±0.76 ^b	3.33±1.22 ^a	2.80±0.96	3.18±1.02	2.93±0.83 ^b
Aged, racked(50days)	4.63±0.81 ^a	3.23±0.82 ^a	2.77±1.35	3.47±1.22	3.97±1.03 ^a

¹⁾Values are mean±S.D.

²⁾Means with the same letter in column are not significantly different a p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

관능검사

식초의 품질로서 중요시되는 신맛, 후미, 향기, 색, 전체적인 기호도를 관능검사한 결과는 Table 5와 같이 색은 숙성 후 50일간 앙금질 한 구가 유의적으로 ($p < 0.05$) 좋았고 후발효와 앙금질을 하지 않은 구가 가장 불량하였다. 신맛 강도는 후발효 후 앙금질을 하지 않은 구만이 유의적($p < 0.05$)으로 낮았고 후미는 유의성은 없으나 숙성과 앙금질을 하면 숙성전에 비하여 많이 줄어드는 경향을 보였다. 향기도 유의성은 없지만 후발효와 50일간 앙금질한 경우 향상되는 경향이였다. 무화과 식초의 전체적인 기호도는 숙성후 50일간 앙금질한 것이 다른 시험구들에 비하여 유의적($p < 0.05$)으로 양호하였고, 후발효시키거나 25일간 앙금질한 구도 유의성은 없으나 숙성하지 않은 구에 비하여 좋은 평가를 받았다. 한편 관능검사 결과를 Table 3의 이화학적 특성과 비교하여 보면 색상은 투명도가 높은 구에서 관능적으로 양호하였으나 신맛 강도는 산도와는 차이가 있음을 알 수 있었다. 따라서 식초의 신맛은 산도 이외에도 무화과 식초의 여러 성분들간에 복합적인 작용에 의하여 자극이 달라지는 것이 아닌가 생각된다.

요 약

생과로서 저장성이 불량한 무화과의 가공 이용성 향상을 위한 무화과 식초 제조의 최적 조건을 검토한 결과는 다음과 같다. 무화과를 마쇄하여 Brix 24°되게 보당 후 SO₂를 100ppm되게 첨가하여 27°C에서 5일간 발효시켜 알코올 13.6%, 잔류 환원당 1.24%의 발효액을 얻었다. *Acetobacter* sp. E 초산 발효는 알코올 8~9%에서 중초를 5% 첨가하여 27~30°C에서 12~14일 발효시키면 산도 7.08~7.56%의 초산 발효액을 얻을수 있었다. 초산 발효시 초당의 산도조절 효과는 적었고 SO₂ 50ppm 수준에서의 초산 발효 저해효과는 미미하였다. 무화과 식초 발효시 청징배양이 진탕배양(60~120 stroke/min)보다 효과적이었으며 yeast ex. 0.5%와 Capantothenate 0.01% 첨가로 초산 발효가 촉진되었고, 초산 생성량도 증가하였다. 초산발효액은 후발효와 50일간 앙금질 과정에서 흡광도는 1,636에서 0.058로 감소하였고 적색도(a)와 황색도(b)는 증가하였으며 tannin 함량도 0.674mg%로 감소하였다. 무화과 식초의 청징화는 bentonite와 kakishibu 1% 첨가가 바람직하였다. 무화과 식초의 관능검사에서 색상과 전체적인 기호도는 후발효와 앙금질처리에 의해 유의적($p < 0.05$)으로 양호하여 졌으며 후미와 향기도 좋았다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 한국과학재단지정 식품산업기술연구센터의 지원 지역협력 연구과제인 “무화과를 이용한 식초 제조에 관한 연구(과제번호 : 97-15-01-05-A-3)”의 연구 결과의 일부로써 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Kim, S. S., Lee, C. H., Oh, S. L. and Chung, D. H. : Chemical components in the two cultivars of Korean figs(*Ficus carical* L.). *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **35**, 51(1992)
2. Kim, K. H. : Chemical components of Korean figs and its storage stability. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **13**, 165(1981)
3. Valdemiro, C. S., Shashikant, M. G., Donald, E. K. and John, R. W. : Ficus enzymes. Separation of the proteolytic enzymes of *Ficus carica* and *Ficus glabrata* lactices. *J. Biol. Chem.*, **239**, 2170(1964)
4. Kim, J. S. and Kim, J. P. : Studies on the digestion of beef by ficin treatment. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **30**, 210(1987)
5. Park, B. H. and Park, W. K. : A study on the manufacturing of fig conserves for beef tenderizing. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 1027(1994)
6. 柳田藤治 : 酢の機能性について. *日本醸造協會志*, **85**, 134(1990)
7. 김찬조, 박윤중, 이석진, 오만진 : *Acetobacter* sp.와 그 변이주를 이용한 식초산 발효에 관한 연구. *충남대학교 농업기술연구보고*, **7**, 169(1980)
8. 友枝幹夫, 清水英世, 大失正弘, 長谷川誠 : 酢酸菌の生化学的研究 (I) 酢酸의過酸化를起す基本的培養條件について. *日本醸造協會志*, **23**, 398(1969)
9. Hwang, O. S., Park, H. J., Chun, H. K. and Chang, C. M. : A study on the manufacturing of vinegar from fallen apples. *Korean Res. Rept. RDA*, **32**, 40(1990)
10. 김용호, 박윤중, 손천배 : 식초양조에 있어 밀감 파피즙 이용에 관한 연구. *충남대학교 농업기술연구보고*, **8**, 108(1981)
11. Kim, M. C., Cho, K. T. and Shim, K. H. : The manufacturing of vinegar from fallen persimmons. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **8**, 103(1980)
12. 차원섭, 박준희, 김진구 : 감식초 생산에 관한 연구. *상주농림전문대 논문집*, **20**, 29(1981)
13. Alcasabas, M. D. D., Chung, K. S., Ahn, B. H. and Choi, S. Y. : Realeationship between the combination level of tannin and protein and the turbidity of Persimmon Vinegar. *Korean Food and Biotechnol.*, **4**, 75(1995)
14. Oh, Y. J. : A study on cultural conditions for acetic acid production employing pear juice. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 377(1992)
15. Jung, G. T., Lee, G. J., Na, J. S., Ryu, J., Park, K. H. and Choi, B. J. : Studies on the production of spirit vinegar from Maesil(*Prunus mume*). *Korean Res. Rept. RDA*, **34**, 65(1992)
16. Kim, Y. D., Kang, S. H. and Kang, S. K. : Studies on

- the acetic acid fermentation using Maesil juice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **25**, 695(1996)
17. Kim, H. J., Park, S. H. and Park, C. H. : Studies on the production of vinegar from barley. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **17**, 350(1985)
 18. 정순택, 김동한, 임종환, 김선재 : 봉밀과실 발효주의 개발. 농림부 농림수산 특장 연구 사업 연구보고서(1997)
 19. 연세대학교 공학부 식품공학과편 : 식품공학실험(제1권). 탐구당(1975)
 20. Moon, S. Y., Chung, H. C. and Yoon, H. N. : Comparative analysis of commercial vinegars in physico-chemical properties, minor components and organoleptic tastes. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 663(1997)
 21. 송문섭, 조진섭, 김병권 : SAS를 이용한 통계자료 분석. 자유아카데미(1989)
 22. Kim, S. L., Kim, W. J., Lee, S. Y. and Byun, S. M. : Alcohol fermentation of Korean water melon juice. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **27**, 139(1994)
 23. Oh, Y. J. : Effect of culture temperature and nutritional components on the production of ethanol using *Pyrus serotina* by *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 4124. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **24**, 582(1995)
 24. Park, K. S., Chang, D. S., Cho, H. R. and Park, U. Y. : Investigation of cultural characteristics of high concentration ethanol resistant *Acetobacter* sp. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **23**, 666(1994)
 25. 양희천, 김용휘, 홍재식, 권용주 : 새마을 소득증대를 위한 크로바꽃 식초제조에 관한 연구. 전북대학교 농대논문집, **9**, 68(1978)
 26. Kim, H. J. and Jo, J. S. : Studies on the production of vinegar from Koryangju distillers' grain. *Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng.*, **9**, 191(1981)
 27. 土方康世, 高野光男, 照井堯造 : *Acetobacter rancens*による酢酸醱酵促進因子に関する研究. 日本醱酵工學會誌, **48**, 79(1970)

(1998년 8월 28일 접수)