

농가 자가발효에 의한 사과식초의 생산

김순동 · 장경숙* · 김미경
효성여자대학교 식품가공학과
*경산대학교 식품과학과

Fermentation of Apple Vinegar in the Farmhouse

Soon-Dong Kim, Kyung-Sook Jang, Mee-Kyung Kim

Dept. of Food Technology, Hyosung Women's Univ.

Dept. of Food Sci., Kyungsan Univ.

Abstract

The study was conducted to research the desirable method for fermentation of acidic apple beverage in the farmhouse. Step by step fermentation(SSF), complex fermentation after crushing of the fruit(CCF), complex fermentation after slicing of the fruit(SCF) and natural fermentation added yeast only after slicing of the fruit(SYNF) were compared. The brief fermentor for using stationary complex fermentation in the farmhouse was made in this experiment. The ability of acid production, flavor, taste and color were measured by sensory evaluation and mechanical methods. The quality of vinegar by SYNf and SCF were estimated by color, flavor, content, composition of sugar, and organic acids, and which was a suitable fermentation method for the farmhouse. The strains of acetobacter, SYNf-1 and 2 were isolated from the SYNf vinegar, and it has been shown that the SYNf-1 was a main strain in this study.

Key word : vinegar, apple, complex fermentation.

본 논문은 1994년도 교육부 학술연구조성비(지역개발연구)에 의하여 연구되었음.

서 론

경북은 사과의 주산지로서 그 생산량은 전국 생산량 694,768 M/T의 69%에 달하고 있으며, 우루과이 라운드에 대한 대응 과실로서 육성되고 있다¹⁾. 그러나 가격변동이 심하여 가공의 다변화

연구가 요구되고 있다. 사과를 이용한 초산음료는 품질면에서 여타의 식초 류에 비해 월등하여²⁾ 이 또한 국제 경쟁력을 충분하게 갖추고 있으며, 식초가 인체에 미치는 작용 등³⁾을 감안한 건강 음료로서의 가치성이 크게 부각되고 있어 전망이 밝은 가공식품의 하나이다. 그러나 현재 생산되

고 있는 사과식초는 공업적인 규모로 공장에서 생산되고 있어 생산농민에게는 큰 도움이 되지 못하고 있으며, 품질면에서 사과의 향이나 맛, 색깔이 식초에 살아있지 않아서 국제 경쟁력을 가진 제품이 되지 못하고 있다. 이같은 현상은 식초의 제조방법이 알코올발효와 초산발효를 분리하여 행하는 2단계법을 행하고 있으며 각기 최적조건이 요구됨으로 제조기간이 길어 과실의 특성이 소실되는 문제점이 있다¹⁾. 최근 일본의 가꾸시마현의 복산지방에서는 제조기간의 단축과 품질향상을 기할 목적으로 복발효법이 시도되고 있다²⁾. 사과는 수확기에 이르러 낙과 및 불량과의 발생률이 10-20%에 달하며 이들은 맛이나 향 및 색깔면에서는 일등품과 차이가 없으나 상품성이 떨어진다라는 이유로 거의 버리거나 옳은 가격을 받지 못하고 있다. 이러한 과실을 이용하여 농민이 직접 식초 및 초산음료를 생산할 수 있는 방법이 개발된다면 이로 인한 생산농가의 소득은 막대하다. 현재 생산, 시판되고 있는 과실을 이용한 식초류의 제조법은 거의 알콜발효시킨 후 초산발효를 행하는 단행복발효 형식³⁾을 취하고 있으며, 생산수율의 증대와 고농도의 초산생산 등에 초점을 두고 있다. 이러한 방법은 알코올발효조와 초산발효조를 분리하여 운영하고 있으며, 보당, 공기주입, 여과 등 부대 시설비의 소요가 커서 공장규모가 요구된다. 본 법은 1차적으로 최대한의 알코올을 생산하고 생성된 알코올을 완전 초산발효시키기 위한 방법이라 할 수 있으므로 과실에 존재하는 발효가 가능한 성분은 거의 식초에 남지 않게 된다. 실제 시중에 판매되고 있는 과실초는 과실 고유의 특성이 제품에 남아있지 않으며, 초산의 농도는 다소 높다하더라도 과실의 맛과 향이 없고 색깔이 불량한 것이 대부분이다. 과실의 특성이 과실초에 어느 정도 살아있느냐가 중요한 품질의 지표가 된다는 점을 고려할 때 기존의 식초제조법은 개선의 여지가 많다 할 것이다. 특히 농산물의 수입이 전면적으로 개방되고 있는 상황에서 우리농산물의 이용을 확대해 나가기 위해서는 생산농가에서 직접 고품질 고부가 가치성의 제품생산이 요구된다. 최근 국민의 영양

과 위생측면에서의 의식향상으로 농약의 살포량이 줄어들고 있으며 이에 따라 부분적 상해과의 발생이 늘고 있으며, 수확기에 이른 내적 품질은 양호하나 외관적 상태가 불량하여 제값을 받을 수 없는 과실량이 늘고 있어 이를 이용한 가공의 필요성이 강조되고 있다.

본 연구에서 시도하고자 하는 발효법은 정지복발효 및 반자연정지복발효법으로서 알코올발효와 초산발효를 정지법하에서 동시에 수행시키는 방법으로 불완전발효의 유도과 공기 주입공정을 생략함으로써 과실내의 발효기질이 식초에 남아 있도록 유도함과 동시에 정지 발효를 통한 산화갈변의 방지에 초점을 두어 실험하였다.

재료 및 방법

1. 재 료

실험용 사과는 1994년 10월에 경북 경산군 남산면에서 재배되고 있는 품종 부사로서 수확기 낙과를 구입하여 실험용 재료로 사용하였다.

2. 발효용 용기

단행복발효용 용기는 온도조절 및 교반장치가 부착된 스테스스틸로 제작(화신공업사) 된 원통형(직경 50cm, 높이 65cm)용기를 사용하였으며, 복발효용 용기는 전보⁴⁾에서와 같이 내면은 스테스스, 외면은 단열재(스틸로폼)로 포장한 원통형 용기(직경 50×높이 65cm)를 사용하였다.

3. 담금 및 발효

농가에서 자가발효가 가능한 초산음료의 발효법을 개발하기 위하여 전보⁴⁾에서와 같이 단행복발효와 병행복발효로 구분하고 병행복발효는 조직을 파쇄한것과 조직을 얇게 썬것으로 구분하여 다음과 같이 행하였으며, 담금규모는 단행복발효의 경우 5.5% 사과주 100L로 하였으며, 복발효의 경우는 3-4mm의 두께로 세절한 사과를 용기(127L)의 2/3수준으로 행하였다.

1) 단행복발효(Step by step fermentation : SSF)

사과를 파쇄한 후 *Saccharomyces cerevisiae* 배양액(10^7 /ml)을 5% 되게 가하여 20°C에서 10일간 발효시켜 알코올도 5.5%의 사과주를 얻었다. 이어서 *Acetobacter aceti*의 배양액 (10^7 /ml)을 종초로 5% 첨가하여 18-25°C에서 발효시켰다. 발효중 분당 5-6회 교반하였다.

2) 복합발효(Complex fermentation : CF)

(1) 파쇄액을 이용한 복합발효(Crushing-complex fermentation : CCF)

SSF와 동일한 방법으로 얻은 사과 착즙액에 *Saccharomyces cerevisiae* 배양액(10^7 /ml)과 *Acetobacter aceti*(10^7 /ml)의 배양액을 동량으로 혼합한 종초를 5% 되게 첨가하여 동일 온도에서 정지 발효시켰다.

(2) 썬 조식을 이용한 복합발효(Slicing-complex fermentation : SCF)

세척한 사과를 껍질채 3-4mm 두께로 세절하여 Fig. 17의 용기에 넣고 CCF에서와 같게 종초를 제조하여 과실중량의 5%를 세절한 사과 표면에 골고루 덧게하여 상기와 동일 온도에서 정지발효시켰다.

(3) 썬 조식에 효모만 첨가한 자연복발효(Slicing-yeast addition-natural fermentation : SYNF)

SCF에서와 동일하게 하되 종초 대신에 *Saccharomyces cerevisiae* 배양액(10^7 /ml)만을 원료량에 5% 되게 가하여 동일 조건에서 정지발효시켰다.

4. pH 및 산도

pH는 pH meter(Metrohn 632, Swiss)로 산도는 0.1N-NaOH 용액으로 적정하여 acetic acid %로 표시⁷⁾하였다.

$$\text{산도}(\%) = \frac{6 \times 0.1\text{N-NaOH 소비 ml 수} \times \text{factor}}{\text{적정에 사용한 시료액의 ml 수} \times 1000} \times 100$$

5. 알코올도 및 당도

알코올도는 증류법⁸⁾에 준하였으며, Gay-Lussac 주정환산표로 온도를 보정⁹⁾하였다. 당도는 refractometer로 측정하였다.

6. 유리당 및 유기산

유기산 측정용 시료는 Medicott와 Thompson의 방법¹⁰⁾에 따라 HPLC grade 증류수(FAS Lab. England)로 희석, 6,000g에서 원심분리한 후 그 상징액에 적당량의 활성탄을 가하였다. 다음에 Whatman No. 1 filter paper를 깔고 HPLC용 증류수 소량으로 밀착시킨 다음 규조토를 고르게 퍼 증류수로 수차 여과시켜 둔 Büchner funnel에 시액을 가하고 여과하여 탈색시킨 후 다시 millipore filter unit(0.45 μ m, 13 mm)를 부착한 syringe로 압착여과시켜 작은 vial에 담아 5분간 sonication 하였다.

유리당 측정용 시료는 20,000g에서 1시간 동안 원심분리한 후 상징액을 5°C에서 30분간 방치하였다가 0.2 μ m \times 25mm의 membrane filter-Sep-Pak cartridge를 통과시켰으며 이 액과 acetonitrile을 1:1 비율로 혼합하여 3,000g에서 1시간 동안 원심분리 하였다. 다음에 0.2 μ m \times 25mm의 membrane filter로 여과하여 측정용 시액으로 하였다. HPLC는 Waters associates model 590U6K를 사용하였으며 유리당은 RI, 유기산은 UV(214nm) detector를 각각 사용하였다. Column은 carbohydrate analysis(3.9mm i.d. x 300 mm) 및 water radial-Pak C19 cartridge(3.9mm i.d. x 300mm)를 사용하였고 용매는 당의 경우는 acetonitrile : water(8 : 2v/v), 유기산은 0.9mM H₂SO₄(pH 2.1)을 사용하였다.

7. 색 상

색차계(CR-200 Minolta)로 Hunter L, a, b 값을 측정하였다.

8. 관능검사

식초의 색상, 향미, 신맛, 종합적인 맛은 5점

관능검사법¹¹⁾으로 평가하였으며, 사과향과 색상이 없다(1점), 약간 있다(2점), 보통이다(3점), 많다(4점), 아주 많다(5점)로 하였다. 신맛의 정도는 아주 약하다(1점), 약하다(2점), 보통이다(3점), 강하다(4점), 아주 강하다(5점)로, 종합적인 맛은 아주 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 아주 좋다(5점)로 하였다.

9. 균주의 분리와 특성조사

1) 균주의 분리

발효액을 배지(glucose 3.0, peptone 1.2, malt extracts 1.0, ethanol 5.5, C_4CO_3 1.0 및 agar 1.5%) 접종하여 30°C에서 배양하여 생성된 형태와 색상이 상이한 colony를 얻었으며 이를 대상으로 특성을 조사하였다.

2) 균주특성 조사용 사과주의 제조

상기의 사과시료를 가정용 mixer로서 파쇄, 착즙하여 12 lbs에서 10분간 살균한 후 냉각하여 *Saccharomyces cerevisiae*의 과즙 배양액($10^7/ml$)을 2% 가하여 20°C에서 7일간 발효 시켜 초산 발효용의 5.5%의 사과주를 얻었다.

3) 종초의 제조

상기의 SYNFB법으로 발효시킨 초산음료로부터 분리한 균주 SYNFB-1을 5.5%의 사과주에 이

식하여 30°C에서 7일간 진탕배양하고 균수를 ml당 10^8 으로 조정하여 종초로 사용하였다.

4) 발효특성 실험

자연발효로 부터 분리한 초산균주의 발효능을 조사하기 위하여 5.5%의 사과주 1L에 종초 20 ml씩을 가하여 30°C의 incubator에서 정치배양 하면서 pH와 산도변화, 알코올과 당의 소비량, 향미 등을 상기의 방법에 준하여 조사하였다. 발효능 실험용 용기는 1.5L의 광구병을 사용하였으며 뚜껑 대신에 공기가 통할 수 있는 천을 덮어 행하였다.

10. 통계처리

3반복 실험을 행하였으며¹²⁾ 각 측정치는 평균값으로 나타내었다.

결과 및 고찰

1. 발효방법에 따른 품질변화

1) pH 및 산도변화

발효방법별로 30일 동안 발효시킨 식초의 초산수율을 비교한 결과는 Table 1과 같으며, 발효중 pH 및 산도의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1, 2에서와 같다. SSF의 경우 사과 착즙액의 당도 13.2%를 사용하여 알코올발효시킨 결과 알코올

Table 1. Comparison of yield against theoretical yield of acetic acid in the apple vinegar fermented for 30days at 18-25°C by various soaking method

	Soaking Methods			
	SSF	CCF	SCF	SYNF
Brix degree of raw material	13.2	13.2	13.2	13.2
Theoretical yield of alc.(Tal)	6.8	6.8	6.8	6.8
Alcohol degree	5.5	-	-	-
Yield % of Tal	80.9	-	-	-
Acidity	4.9	3.2	2.6	3.0
	(100)	(65.3)	(53.1)	(61.2)
Theoretical yield of acid(1Tac)	6.5	-	-	-
Yield % of Tac	75.4	-	-	-

Abbreviations : SSF ; step by step fermentation, CCF ; crushing-complex fermentation, SCF ; slicing-complex fermentation, SYNF ; slicing-yeast addition-natural fermentation.

- : not determined.

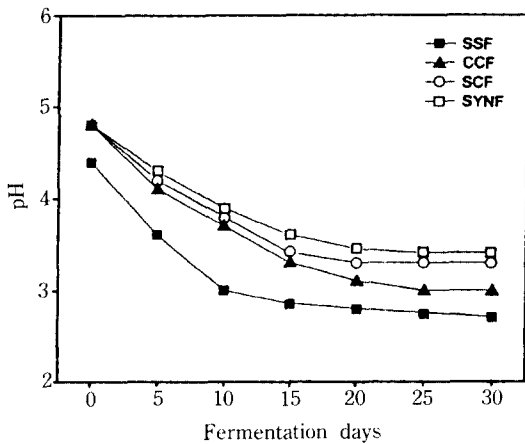


Fig. 1. Changes in pH of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

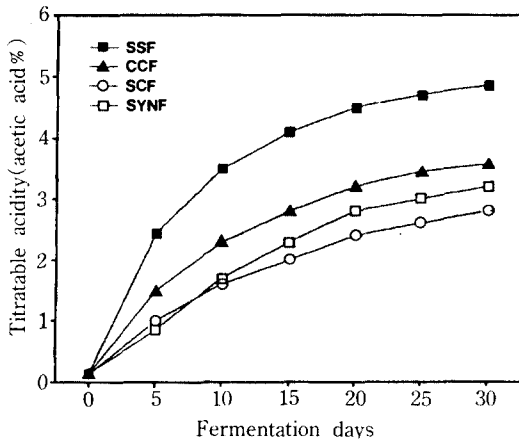


Fig. 2. Changes in titratable acidity of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

농도가 5.5%로 이론적 수율의 80.9%를 나타내었고 초산의 수율은 산도로서 4.9%로 이론치의 75.4%를 나타내었다. 그러나 복발효 시킨 CCF, SCF, SYNf에서는 최종의 초산농도가 2.6-3.2%를 나타내어 SSF의 53-65% 수준이었다. 병행복발효는 단행복발효에 비하여 초산수율이 낮으며 이것은 알코올발효와 초산발효가 동시에 일어나는 과정중 균주 상호간의 길항작용과 정지발효를 통한 공기의 부족현상 1등이 불완전발효를

유도한 때문으로 생각되며, 이는 알코올 또는 초산으로의 전환이 가능한 각종 성분이 식초내에 남아있음을 뜻함과 아울러 발효중에 소실될 수 있는 식품으로서 가치성이 있는 성분이 초산음료에 남아 품위를 드높이는데 역할을 할 수 있도록 유도한 본 연구의 목적에 어느정도 부합된 결과라 판단된다. pH와 산도의 결과로 미루어 병행복발효 중에서는 CCF > SYNf > SCF 순으로 CCF에서 산생성능이 높았다. 그러나 일반 식초의 초산농도가 4% 이상인 점을 고려할 때 복발효법으로 제조된 본 실험의 초산농도는 이보다 낮아 식초로서 보다 초산음료로서의 이용성이 높다 하겠다.

30일 동안 발효시킨 병행복발효식초(CCF, SCF 및 SYNf)의 구성 유기산의 조성화 함량을 조사한 결과(Table 2), acetic acid, succinic acid, gluconic acid, malic acid 등의 유기산들이 분리되었다. SSF에서는 acetic acid의 함량이 CCF, SCF 및 SYNf에 비하여 현저하게 높아 초산발효가 타에 비하여 원만히 수행되었음을 나타내나 succinic acid와 gluconic acid가 검출되지 않았다.

2) 당 및 알코올 함량변화

과실의 당함량은 알코올의 수율에 영향을 미칠 뿐만아니라 미생물의 영양원¹⁰⁾으로 또는 최종 제품의 맛에 지대한 영향을 준다. Fig. 3, 4에서는 초산발효중 당함량과 알코올의 함량변화를 조사한 결과이다. SSF의 경우는 알콜발효시킨 사과주를 사용한것으로 최초 당함량이 brix도로 3.5%이었으나 초산발효 중에 점진적으로 감소하여 30일이 경과되었을 때는 2.9%수준을 나타내었다. CCF도 발효초기 13% 정도이던것이 30일 후의 당함량은 3.5%로 높았다. SCF와 SYNf는 잔당의 함량이 5-6%로 높았다. 복숭아를 이용하여 본 실험과 동일하게 실험해본 결과 CCF의 경우는 원만한 발효가 수행되지 않았다⁶⁾. 그러나 사과를 이용한 CCF의 경우는 비교적 양호하였고 SYNf의 경우는 복숭아의 경우와 마찬가지로 잔당이 높음에도 정상적인 초산발효가 이루어져 ⁶⁾ 품위있는 초산음료가 되었다.

Table 2. Compositions and contents of organic acids in the apple vinegar fermented for 30days at 18-25°C by various fermentation methods

Organic acids	Fermentation methods*			
	SSF	CCF	SCF	SYNF
Acetic acid	4598.7	3083.1	2265.4	2321.6
Succinic acid	—	—	tr	tr
Gluconic acid	—	—	tr	tr
Malic acid	286.8	50.2	65.3	73.5
Unidentified	14.8	66.7	269.3	605.0
Total	4900.3 (100)	3200.0 (65.3)	2600.0 (53.1)	3000.1 (61.2)

*Abbreviations are the same as described in Table 1. tr : trace.

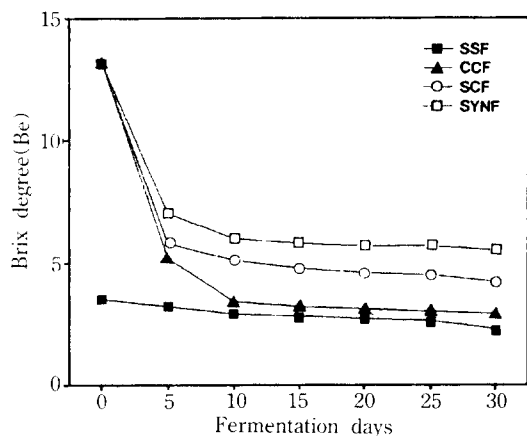


Fig. 3. Changes in brix degree of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

사과는 복숭아보다 당도가 높아 생성된 알코올의 함량이 초산발효가 수행되는 동안 보존성을 유지시킬 수 있는 농도가 됨으로 복숭아보다 발효의 정상화율이 높은 것으로 사료된다. 그러나 얇게 썰어서 담근 경우도 사과조직은 장기간 동안 연화되지 않은 채 있기 때문에 복숭아 같이 쉽게 연화되는 것에 비하여 변패율이 낮은 것으로 판단된다. 알코올함량의 변화는 SSF의 경우 최초 5.5%에서 발효 30일까지 줄곧 감소하였으

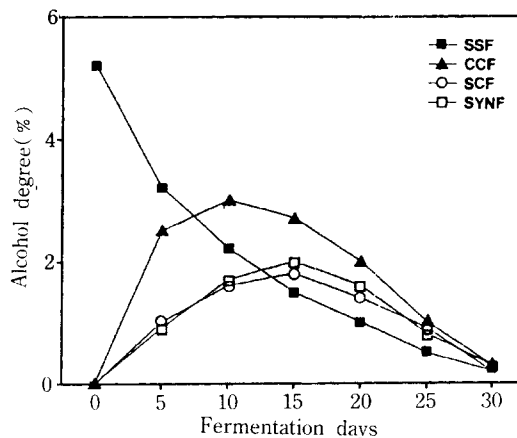


Fig. 4. Changes in alcohol degree of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

며 잔존 알코올 함량이 0.4% 수준이 되었다. 그러나 병행발효시킨 경우는 발효기간의 경과와 더불어 점차 증가하여 발효 10일경에는 1.8-3.0% 수준으로 증가하였다가 그 이후에는 점진적으로 감소하였으며 알코올함량의 최대치를 보이는 발효 10-15일경의 함량차이는 CCF > SYNF > SCF 순 이었다. 이같은 결과로 미루어 볼 때 복발효 특히 CCF의 경우는 알코올발효가 수행되고 후기에 이르러 초산발효가 이루어짐을

나타내나 SCF와 SYNf는 발효용기의 부위별에 따라 또는 조직의 부위에 따라 알코올발효와 초산발효가 동시에 또는 상이하게 일어남을 뜻한다. 또 전보⁶⁾에서 실험한 복숭아의 경우는 발효 초기의 알코올함량이 CCF < SYNf < SCF 순으로 사과의 경우와 차이를 보이고 있는 것은 복숭아는 조직이 쉽게 연화되어 발효중기 이후에는 조직을 파쇄한 것과 큰 차이가 없이 되는 것과 관련이 있는 것으로 짐작된다. 일본 가꾸시마현의 복산지방에서는 쌀을 이용한 식초제조법으로 원료인 쌀과 누룩 및 초산균을 동시에 첨가하는 방법을 이용하고 있는데⁴⁾ 이것은 알코올발효를 위한 당화와 알코올발효 및 초산발효를 동시에 행하는 본 실험의 CCF에 해당하는 방법으로 3차의 배합비율과 산에 내성이 강한 효모의 사용으로 본 연구에서와 같이 정지발효로서도 우수한 품질의 식초생산이 가능하다고 한다.

본 실험의 CCF와 SYNf 특히, 후자는 초산의 생성율은 다소 낮으나 과실의 향미가 우수하였다. 이것은 효모가 산성에서 알코올발효를 원만하게 수행하지 못함을 보완하여 초산균 첨가없이 발효시킴에 주된 요인이 있다고 판단된다. 그리고 정지발효로서도 발효가 원만히 수행된 것은 사과를 썰어 담금함으로서 초산발효에 필요한 공기가 공급된것으로 판단된다.

발효 30일 후의 식초에 존재하는 유리당의 조성구 함량을 HPLC법으로 측정된 결과 (Table

3), fructose, glucose 및 galactose가 분리, 동정되었으며, 5종의 미동정 당 peak 이 분리되었다. 이들 당류는 CCF와 SCF에서 다양한 종류들이 분리되었으며 SSF와 SYNf에서는 glucose와 fructose 및 galactose가 주된 당류였다. 이러한 당류의 조성은 남 등⁴⁾의 연구결과와 일치한다. Total 당함량은 SYNf>SCF>CCF>SSF순으로 복발효식초에서 높은 함량을 나타내었다.

3) 색상변화

과실초의 색상은 변색되지 않은 과실의 색상을 지니게 하는것이 중요함으로 본 항에서는 초산발효 중의 색상변화를 색차계로 측정함 (Fig. 5, 6, 7)과 동시에 관능적인 색상을 비교해 보았다.

L값의 변화는 SSF 및 CCF와 SCF 및 SYNf 사이에 뚜렷한 차이를 보였다. 즉 전 발효기간을 통하여 SSF 및 CCF가 SCF 및 SYNf보다 높게 유지되었다. a값은 L값과 반대의 결과로 SSF 및 CCF보다 SCF 및 SYNf에서 높은 값을 나타내어 L값이 a값의 영향을 받음을 알 수 있다. 즉 사과조직의 색상은 anthocyanin과 flavonoid계 색상으로 산성하에서 아름다운 연분홍색의 색상을 띠게 된다¹⁴⁾.

발효초기 초산의 생성이 낮은 시기에는 a 값이 감소하고 초산생성이 본격화 되는 발효 중기와 말기에 이르러 a값이 높아지는 양상을 나타냈다.

Table 3. Compositions and contents of free sugars in the apple vinegar fermented at 18-25°C by various fermentation methods

	mg %			
	Fermentation methods*			
	SSF	CCF	SCF	SYNF
Fructose	368.6	620.7	1090.8	1708.2
Glucose	245.1	683.2	1309.3	1045.2
Galactose	2.8	—	—	—
Unidentified	—	591.4	455.2	406.7
Total	616.5	1895.3	2855.3	3170.1

* Abbreviations are the same as described in Table 1.

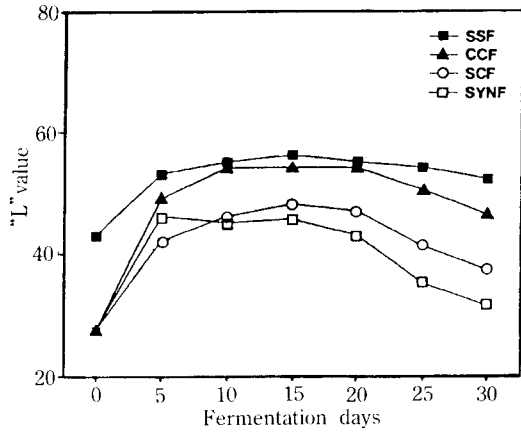


Fig. 5. Changes in color "L" values of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

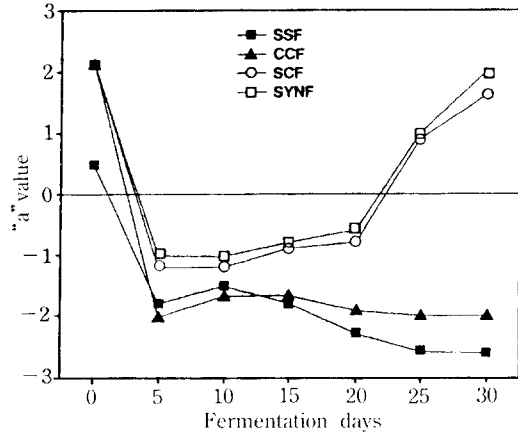


Fig. 6. Changes in color "a" values of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

그러나 조직을 파괴시킨 경우는 초산의 생성이 낮을 무렵에 산화갈변이 일어나 이 같은 결과가 얻어진 것이라 판단된다. b 값의 경우도 a 값과 유사한 경향을 나타내었다. SCF 및 SYNFF법으로 발효시킨 것은 육안적으로 본 색상이 아름다운 사과조직의 색상에 밝은 분홍빛이 함유되어 있다. 이같이 조직을 파괴시킨 경우보다 아름다운 색상을 나타내는 것은 조직의 파괴로 인한 변색, 발효중 각종 산화효소의 작용으로 인한 변색이

SSF, CCF에서 급속히 진행되는 반면 SCF와 SYNFF에서는 산화되지 않은 채 존재하던 색상이 알코올과 산에 용출되어 안정화되었기 때문이라 판단된다.

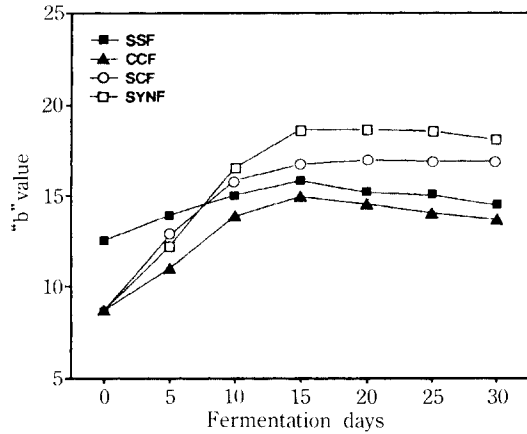


Fig. 7. Changes in color "b" values of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

4) 향기와 맛의 변화

발효방법에 따른 식초의 발효중 과실의 향기를 관능검사를 통하여 평가해 본 결과는 Fig. 8과 같다. 그 결과 SSF 및 CCF의 경우는 발효초기부터 여린색상을 띠고 함께 과실향이 매우 낮았으며, SCF 또는 SYNFF는 발효초기에 다소 감소하였으나 중기에서 후기까지 사과향이 남아 있었다. 이러한 현상은 과실조직을 완전히 파괴하여 알코올발효시킨 직후에 또는 연속해서 초산발효시킨 경우에 과실향이 크게 떨어지는 현상으로 미루어 발효중에 생성된 알코올과 산에 의하여 조직내에 존재하는 과실향이 안전한 형태로 용출되는 것으로 판단된다. 조직을 파괴시킨 경우에는 알코올과 산이 생성되기전에 휘산하는것으로 보인다. 과실을 이용한 초산음료는 색깔과 함께 과실의 향기가 제품에 살아있음으로서 질적향상을 꾀할 수 있다. 박¹⁵⁾은 간이 사과식초 제조법으로 주정회석액에 사과착즙액을 혼합하여 발효시킴으로서 간편하게 사과의 향미를 식초에 혼입시킬 수 있다고 하였으며 이

러한 연구 들은 과일식초에서 제조법의 간편화와 더불어 제품의 향미가 품질향상에 매우 중요하다는 것을 말해주고 있다.

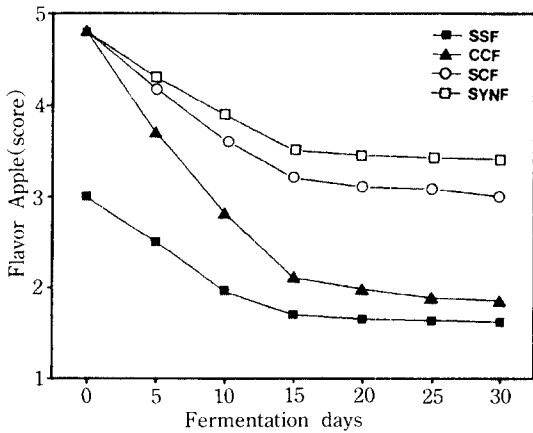


Fig. 8. Changes in flavor of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermenting methods. Abbreviations are the same as described in Table 1.

산미와 종합적인 맛을 평가한 결과는 Fig. 9, 10와 같다. 즉 SSF는 초산발효 10일경 부터 산미가 강하게 느껴졌으며, CCF도 이때부터 산미가 느껴졌다. 그러나 이 경우는 다소 변질된 맛이

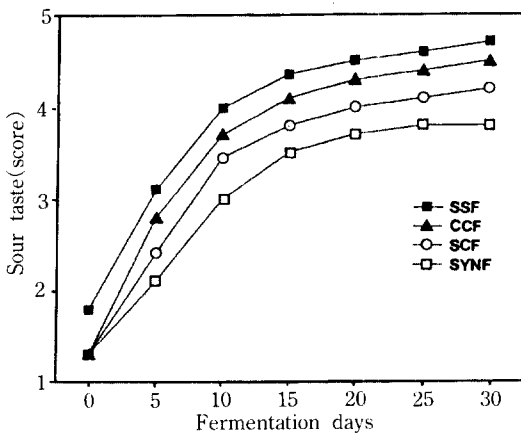


Fig. 9. Changes in sour taste of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1. The scores represented from very low(1) to very strong(5).

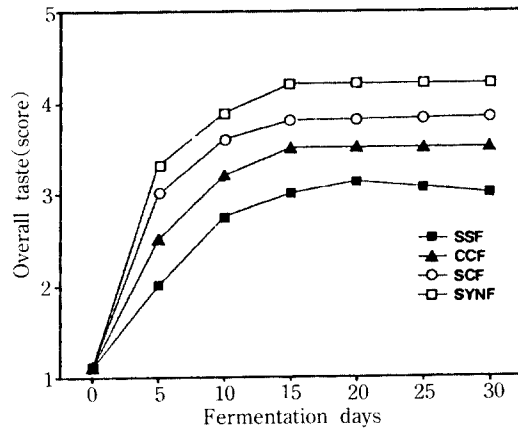


Fig. 10. Changes in overall taste of the apple vinegar during fermentation at 18-25°C by various fermentation methods. Abbreviations are the same as described in Table 1. The scores represented from very poor(1) to very good (5).

있었으며 정상적인 발효가 수행되지 않아 종합적 품질이 좋지 않았다. SCF와 SYNf는 산미가 보통에서 약간 강한 정도로 나타나 조미료로서 보다 음료로서의 가치성이 인정되었으며, 특히 SYNf에서 품질이 양호하였다. SCF와 SYNf에서는 당류의 함량이 높음을 보아 과일내의 타맛성분을 비롯한 각종의 성분들을 많이 함유하여 실제의 산도보다 더욱 약하게 느껴졌다. 이러한 결과는 알코올발효는 자연적으로 일어나기 어려우나 초산발효는 자연적으로 쉽게 일어남으로 효모만을 첨가하여 초산균과의 길항작용을 없앴에 따른 결과라 판단된다. 따라서 병행발효의 경우는 발효초기에 원만한 알코올발효를 수행시킴이 식초의 품질을 향상시킬 수 있는 방안이 될 수 있음을 알 수 있다.

2. 균주의 분리와 특성

1) 균주의 분리

농가에서 자가적으로 생산가능한 사과식초 제조법을 찾기 위하여 실험한 상기의 결과중에서 초산농도는 다소 낮으나 단순한 발효용기를 사용하면서도 식초내에 과일의 색상과 향이 살아있으며 맛이 좋은 SYNf법에 의하여 발효시킨

식초에 관여 하는 초산균의 특성을 조사하기 위하여 초산균을 분리한 결과 주 초산발효균으로 SYN-F-1과 SYN-F-2가 분리되었다.

2) 발효능

SYNF법으로 발효시킨 식초로부터 분리한 균주의 알코올 이용율을 조사하기 위하여 5.5% 사과주에 균주를 이식하여 30°C에서 12일간 정치발효시키는 동안 알코올의 함량변화를 조사해 보았다(Fig. 11). 12일 후의 잔존 알코올 함량은

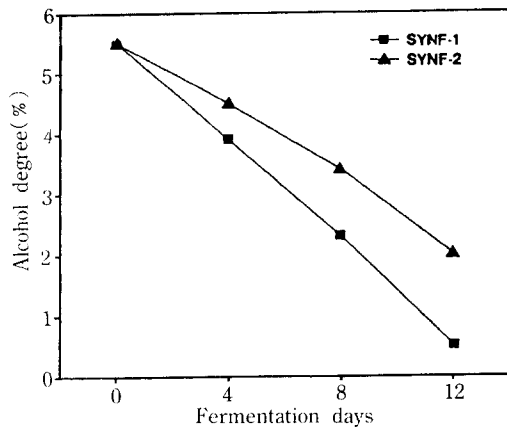


Fig. 11. Changes in alcohol degree of the apple vinegar during fermentation at 30°C by various acetobacter.

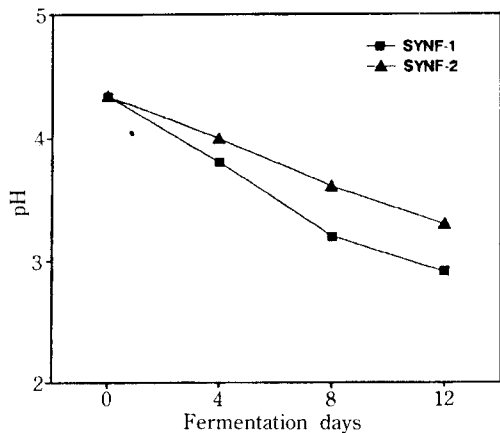


Fig. 12. Changes in pH of the apple vinegar during fermentation at 30°C by various acetobacter.

균주 SYN-F-1에서 0.4%, 균주 SYN-F-2에서는 2.0%로 균주 SYN-F-1의 발효능이 강했으며 주 발

효균이었다. pH와 산도변화를 측정된 결과(Fig. 12, 13), 알코올의 이용율과 비례하여 산도의 증가와 pH의 감소현상 1을 나타내었다. 즉 균주의 산생성능은 SYN-F-1이 SYN-F-2 보다 현저히 높았다.

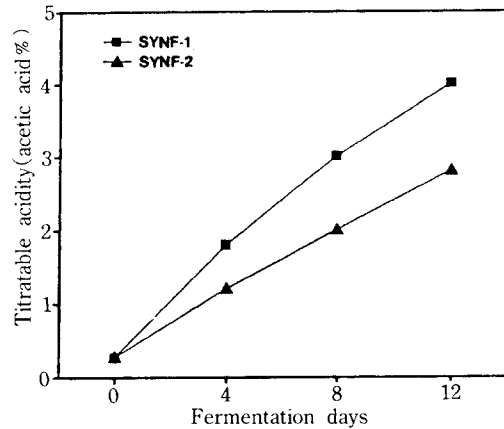


Fig. 13. Changes in titratable acidity of the apple vinegar during fermentation at 30°C by various acetobacter.

3) 당의 이용율

초산균은 알코올을 영양원으로 하여 번식함과 동시에 부산물로서 초산을 생성한다²⁾. 알코올 발효시의 잔당은 초산음료의 맛과 품위를 높여 주는 중요한 성분이나 초산발효중에 초산균의 영양원이 되기도 한다¹³⁾. 분리한 균주를 사용하여 초산발효시킬 경우 당의 이용율을 조사한 결과 (Fig. 14), 초산의 생성능이 양호한 SYN-F-1은 당의 이용율이 SYN-F-2 보다 낮았다. 초산발효시 당은 균체의 성장을 위한 영양원¹⁶⁾으로서 발효중에 감소하나 균주 SYN-F-1은 당의 소비를 적게 하면서 초산의 생성을 높여 식초의 품위를 드높이는데 중요한 역할을 하는 균주로 생각된다.

4) 향미에 미치는 영향

SYNF로 부터 분리한 균주가 사과식초의 향미에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 5.5%의 사과주에 균주를 이식하여 정치발효시키는 동안 과실의 향기와 종합적인 맛의 변화를 조사한 결과는 Fig. 15, 16에서와 같다. 12일간 발효시킨 식초에서 발생하는 사과향을 관능검사를 통하여

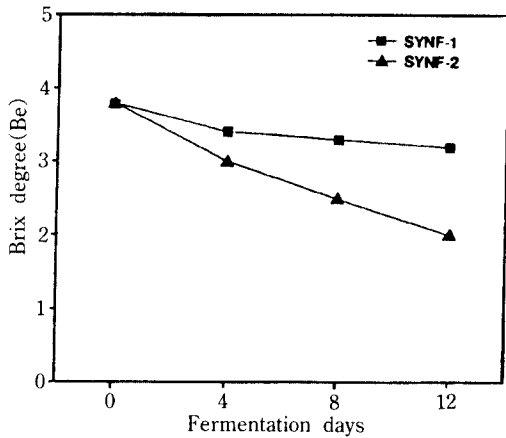


Fig. 14. Changes in brix degree of the apple vinegar during fermentation at 30°C by various acetobacter.

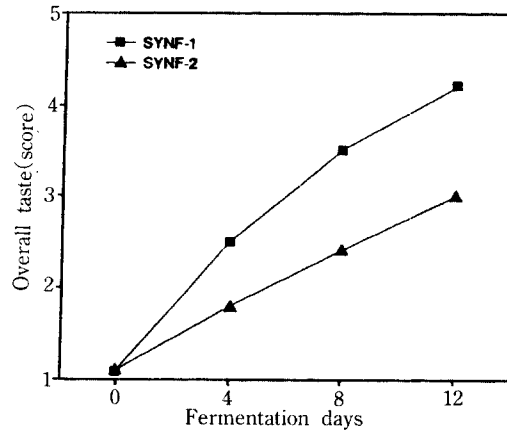


Fig. 16. Changes in overall taste of the apple vinegar during fermentation at 30°C by various acetobacter.

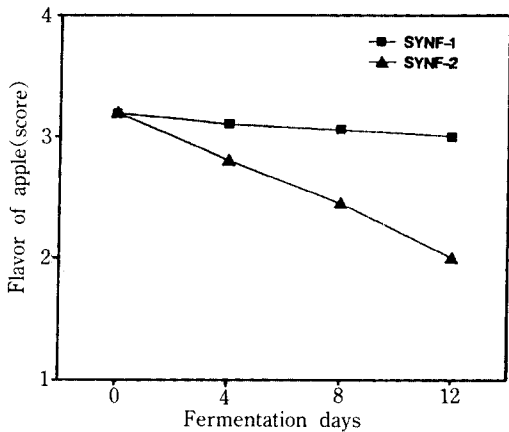


Fig. 15. Changes in apple flavor of the apple vinegar during fermentation at 30°C by various acetobacter.

평가해 보았을 때 SYNF-2보다 SYNF-1에서 강한 사과향이 있었으며 SYNF-2의 경우는 발효초기부터 향이 적었다. 이러한 결과는 SYNF-1의 경우 초산생성능이 강하여 정상적인 초산발효를 수행한 결과 초산균 이외의 각종 미생물의 번식을 감소시킨 결과로 생각된다. 따라서 종합적인 맛에 있어서도 SYNF-1을 사용한 경우가 SYNF-2 보다 현저하게 양호하였다.

요 약

사과농가에서 자가적으로 양질의 식초를 생산할 수 있는 방법을 조사하기 위하여 조직을 파쇄하여 담그는 방법으로서 단행복발효법(SSF)과 병행복발효법(CCF), 그리고 조직을 얇게 썰어서 복발효시키는 방법으로서 완전복발효(SCF)와 효모만 첨가시킨 후 초산발효는 자연적으로 이루어지도록한 방법(SYNF)을 상호 비교하였다. 복발효를 위하여 시설비 규 모가 적고 사용이 편리하도록 한 용기를 제작하여 행하였다. 품질평가는 산생성능과 식초 내에 존재하는 과실의 향미를 관능검사를 통하여 조사하였고, 색상은 색차계로써, 유기산과 유리당은 HPLC법으로 측정하였다. 그 결과 복발효법 중에서는 SYNF법이 가장 양호하였으며 이 경우 SSF에서 보다 초산의 생성율은 다소 낮으나 과실의 색상과 향이 가장 우수하였으며 맛성분으로서 유리당의 함량이 높고 유기산의 조성이 다양하며 산도가 적당하여 초산음료로서의 가치성이 인정되었으며 농가에서의 간편한 자가 발효법으로 바람직하였다. 또 SYNF에 관여하는 초산균으로 2종이 분리되었으며 균주 SYNF-1은 당의 소비율이 낮은 반면 알코올의 이용율과 산 생성능이 높은 주 발효균이었다.

참고 문헌

1. 농촌진흥청, 농업지대별 작목배치도, 수입개방대책 2, 1989.
2. Douglas, M. Considine, P.E. Food and Food Production Encyclopedia, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 2064, 1982.
3. 차원섭, 박준희, 김진구. 감식초 생산에 관한 연구, 상주농잠 전문대학 논문집, 201, 29, 1981.
4. 南場, 竹内. 醋酸菌の醱酵促進物質に關する研究. 第10回日本醸造に關する symposium 集, 48, 1978.
5. 하덕모. 신편 발효공학, 문헌당, 408, 1991.
6. 김순동, 이재석, 김미경. 복숭아 낙과를 이용한 초산음료의 발효, 동아시아 식생활학회지, 4(3), 26, 1994.
7. 이현기, 황호관, 이성우, 이응호, 박원기. 식품화학실험, 수학사, 45, 1991.
8. 김신근. 고사신서, 한국의학대계 일용문, 의약계, 347, 1988.
9. 손태화, 홍영석, 하영선. 최신식품분석, 형설출판사, 315, 1988.
10. Medlicott, A. P. and Thompson, A. K. Analysis sugars and organic acids in ripening mango fruits (*Mangifera mdica* L. var Keitt) by high performance liquid chromatography, J. Sci. Food Agric., 36, 561, 1985.
11. 김용호, 박윤중, 손천배. 식초양조에 있어 밀감 과피즙 이용에 관한 연구, 충남대학 농업기술연구보고, 8(1), 109, 1986.
12. 정자림, 김미향, 김미정, 장경숙, 김순동. 감압하에서의 김치숙성과 열처리, 동아시아 식생활학회지, 4(1), 95, 1994.
13. 송철. 식초의 종류와 특성, 식품과학, 17(1), 38, 1984.
14. 조재선. 식초의 종류와 특성, 식품과학, 17(1), 38, 1984.
15. 조진현, 유태중, 고영수, 이상건, 식품화학, 수학사, 서울, 261, 1980.
16. 박준희. 간이 사과 식초생산에 관한연구, 상주농잠전문대학논문집, 23, 105, 1984.
17. 정지훈. 식초 양조와 발효촉진물, 식품공업, 52, 16, 1979.