

양파를 이용한 식초제조

박양균* · 정순택 · 강성국 · 박인배 · 천경선 · 강성구¹

목포대학교 식품공학과 및 식품산업기술연구센터,
¹순천대학교 식품공학과

Production of a Vinegar from Onion. Park, Yang-Kyun*, Soon-Teck Jung, Seong-Gook Kang, In-Bae Park, Kyung-Sun Cheun, and Seong-Koo Kang¹. Department of Food Engineering and Food Industrial Technology Research Center, Mokpo National University, Chonnam 534-729, Korea, ¹Department of Food Science and Technology, Suncheon National University, Chonnam 540-742, Korea - Various conditions for onion-juice production, and for alcohol and acetic acid fermentations were investigated to produce a vinegar from onion. In the production of the onion juice, treatments with enzymes such as 0.6% Celluclast 1.5L and 0.2% Viscozyme L increased the yields significantly from 45.0% to 54.5% and 72.5%, respectively. Alcohol and acetic acid fermentations from the onion juice were effectively improved by using the onion juice heated at 80°C for 10 minutes, and by adding 0.3% yeast extract, 0.3% MgSO₄ and 0.3% K₃PO₄ as nutrients to the onion juice. At the optimum condition, 5.8% alcohol was produced after five days of fermentation at 30°C from the 14° Brix onion juice, which was adjusted by adding sugar. A vinegar with 6.7% acetic acid content was produced after 20 days of fermentation at 30°C from 4% alcohol that was adjusted by adding onion juice.

Key words: onion, onion juice, alcohol fermentation, acetic acid fermentation, vinegar

양파(*Allium cepa* L.)는 세계 각지에서 채소로 재배되지 않는 곳이 없을 정도로 많이 재배되고 있으며, 그 매운맛의 유무에 따라 단맛을 띤 양파와 매운맛을 띤 양파로 크게 분류한다[13]. 양파의 성분 중에는 quercetin, quercitrin, rutin 등의 flavonoid계 색소와 황 함유 화합물인 allyl propyl disulfide 등이 함유되어 항산화작용을 가지고 있는 것으로 알려져 있으며[6, 7], 고대 이집트, 그리스, 페르시아, 로마, 인도, 중국 등에서는 식품의 향신 조미료 외에 마늘과 함께 약재로 널리 애용되어 해열, 구충, 해독, 장염, 종양 치료에 사용해 왔다[12, 14]. 양파는 대부분 가정에서 삶거나 볶아서 각종 요리에 이용하는 것이 주류를 이루고 있으며, 서양에서는 sauce, ketchup의 원료로 사용하는 외에 휘발성의 매운맛 성분에 의한 특유의 자극성 냄새와 맛을 이용하는 샐러드나 음식물에 약간 섞어 향미 채소로 이용하거나 분말로 하여 향신료로써 사용되고 있다.

식초는 동서양을 막론하고 오랜 옛날부터 이용되어 온 발효식품으로 우리 식생활과 밀접한 관계를 가져왔다. 식초는 수세기를 통해 여러 가지 원료를 사용하여 많은 종류의 식초가 만들어져 왔으며 최근 새로운 과일이나 채소를 이용하여 식초를 제조하고자 하는 시도들이 행해

지고 있다[4, 5, 8, 11, 17]. 양파를 원료로 하는 식초 생산에 관한 연구는 일본의 경우[16]를 제외하고는 거의 행해진 바 없다. 따라서 국내산 양파의 효율적인 이용을 위하여 양파로부터의 식초생산에 관한 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 양파의 이용성 증대를 위하여 양파의 냄새를 줄이고 기능성을 살린 식초의 경제적 생산을 위한 기초 연구로서 양파의 착즙조건, 알콜발효 및 초산발효를 위한 최적조건에 관한 연구를 수행하였다.

실험재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 양파는 무안지역에서 생산된 1997년 산을 원료로 하여 상부와 하부의 뿌리부분을 제거하고 chopper를 통해 파쇄한 후 착즙하여 식초제조에 사용하였다.

사용균주 및 배지

알콜발효에 사용한 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* ATCC 9763을 그리고 초산균으로 *Acetobacter aceti* OLS-130를 사용하였다. *S. cerevisiae*는 YM배지를 사용하였으며, *A. aceti*는 nutrient 배지를 사용하였다. 각각의 균주는 액체배지에서 30°C에서 48시간 동안 3회 이상 전배

*Corresponding author

Tel. 82-636-450-2422, Fax. 82-636-454-1521
E-mail: ykpark@chungkye.mokpo.ac.kr

양하여 실험에 사용하였다.

효소처리에 의한 양파의 착즙효과

양파 400 g을 chopper를 이용하여 파쇄하고, pH 4.8로 조절한 후 양파의 섬유질 0.3%(w/w) 기준으로 하여 0.2%, 0.6%, 1.0%, 1.5% 및 3.0%의 비율로 Celluclast 1.5 L(Batch CNN 3808, Novo Nordisk Ferment Ltd., Switzerland)과 Viscozyme L(Batch KRN 01113, Novo Nordisk Ferment Ltd., Switzerland)을 첨가하고 40℃ 진탕항온수조에서 60분 반응시키면서 경시적으로 착즙율을 조사하였다. 착즙율은 원심분리기(VISION VS 5500, Korea)를 이용하여 3000×g에서 20분간 원심분리 후 상등액의 부피를 측정하였다.

양파즙을 이용한 알콜발효

양파즙을 이용한 알콜발효를 위한 주모제조는 양파즙을 설탕으로 보당하여 14° Brix, pH 6.2로 조절하고 121℃에서 15분동안 멸균시킨 후 양파즙액에 대하여 *S. cerevisiae* 전배양액을 5%(v/v) 접종하여 30℃에서 48시간 배양하여 사용하였다. 양파즙의 알콜발효에 대한 온도와 열처리의 영향을 검토하기 위하여 양파즙을 pH 6.2, 14.0° Brix으로 조절한 후 80℃에서 10분간 열처리한 다음 30℃로 냉각시키고 주모를 술덧에 대하여 5%(v/v) 첨가하여 25℃와 30℃에서 6일 동안 배양하며 발효경과를 조사하였다.

식초의 제조

식초제조용 종초의 제조에 있어서 영양원의 영향을 조사하기 위하여 종초원료로 양파주(A), 양파주에 질소원으로 yeast extract(B), peptone(C), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (D), NaNO_3 (E)를 각각 0.3% 첨가한 것, B에 무기염으로 0.3% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 를 첨가한 것(F), F에 0.3% K_2HPO_4 를 첨가한 것(G)을 각각 산도 2%, 알콜도수 4%로 조절한 후 5%(v/v)의 종균을 첨가하여 30℃에서 5일간 배양하면서 초산균의 생육도를 비교하였다. 또한 양파식초의 제조조건을 결정하기 위하여 종초의 사용시기, 초기산도, 발효온도, 알콜농도, 영양원의 영향을 검토하였다. 종초는 균생육도가 최대인 것을 사용하고, 온도는 20~37℃, 초기산도는 0.5~3%, 알콜농도는 4~8%, 그리고 영양원으로 yeast extract, K_2HPO_4 및 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 등을 첨가하여 초산 생산력을 비교하였으며, 기본 발효조건은 종초첨가량 5%(v/v), 초기산도 2%, 알콜 4%, 발효온도 30℃에서 20일 동안 발효하였다.

양파주와 식초발효중 이화학적 변화 측정

제조방법을 달리한 양파즙 알콜발효중 당도, 환원당, 알콜, pH, 산도, 효모수의 변화를 조사하였다. 당도는 굴

절당도계(ATC-1, ATAGO, Japan)로, 환원당은 Somogy변법[1]으로, 알콜은 비중법으로, 효모수는 혈구계수계로, 산도는 적정법으로 측정하였다. 종초제조시 생균수 측정용 배지조성은 3% glucose, 0.5% yeast extract, 3% ethanol, 1% CaCO_3 및 2% agar로 하였으며, 30℃에서 48시간 배양 후 집락중에서 CaCO_3 의 용해로 인한 투명환이 성립된 독립 colony를 산생성균으로 계수하였다. 배지의 조성분중 ethanol은 배지를 멸균하여 55-60℃로 냉각한 다음 첨가하였다. 식초제조시 생성된 총산은 초산발효액을 원심분리한 상등액 10 ml를 취하여 혼합지시약(BTB, NR) 2~3방울을 넣어 0.1 N NaOH로 적정하여 acetic acid로 환산하여 %로 나타내었다.

결과 및 고찰

효소처리에 의한 양파의 착즙 효과

양파를 chopper를 이용하여 파쇄하고 착즙효율을 향상시키기 위하여 양파의 섬유질 분해효소인 Celluclast 1.5 L과 Viscozyme L을 처리한 결과는 Fig. 1과 같다. Celluclast 1.5 L을 기질의 pH 4.8, 40℃에서 0~3%처리했을 때 0.6%에서 51.5%를 보였으며 효소를 처리하지 않은 대조구의 45.0%에 비하여 착즙수율이 크게 향상되지 않았으며 30분 이상 반응시켜도 착즙수율은 거의 증가하지 않았다. 효소의 농도를 3.0%처리하고 60분 동안 반응시켰을 때 수율은 54.5%를 보여 0.6% 처리구에 비하여 착즙수율이 크게 증가하지 않았다. 경제성을 고려하면 Celluclast 1.5 L은 양파 착즙수율 향상을 위한 효소처리제로 부적합함을 알 수 있었다. 이는 Celluclast 1.5 L의 경우 cellulose만을 분해하기 때문에 착즙에 있어서 큰 효과를 보이지 못하는 것으로 생각된다. 반면에 Viscozyme L을 사용할 때 착즙수율은 0.2% 정도의 적은 양을 처리하여도 Celluclast 1.5 L에 비하여 효과적으

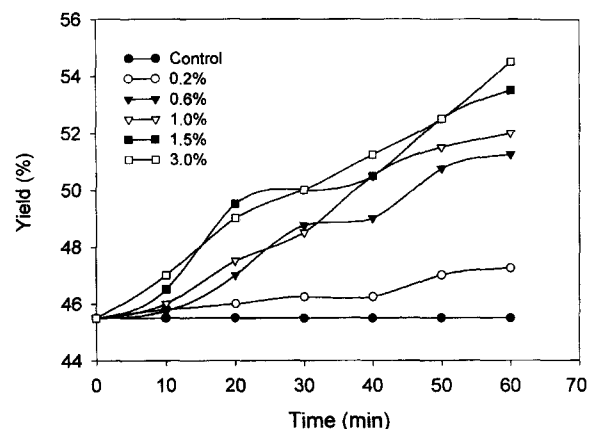


Fig. 1. Effects of Celluclast 1.5 L treatment on yield of onion juice.

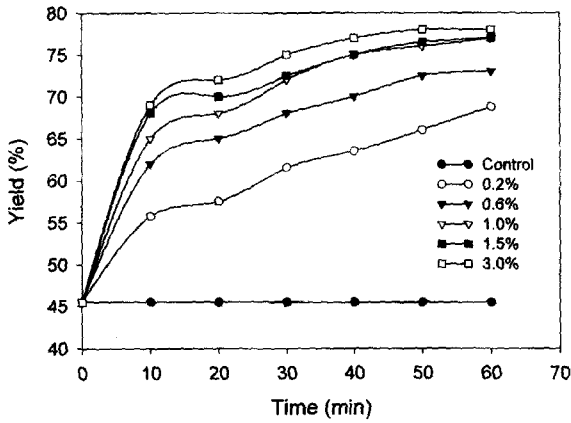


Fig. 2. Effects of Viscozyme L treatment on yield of onion juice.

로 개선됨을 알 수 있었다. 착즙수율은 효소반응 초기부터 반응 10분까지 급격히 증가하는 경향을 보였으며 이후 60분까지 천천히 증가하였다. 0.2% 이상의 농도에서는 효소농도가 증가할수록 수율이 증가하는 경향을 보였으나 경제성을 고려할 때 0.2%의 농도에서 반응시간을 길게 하는 것이 효과적인 수율향상방법으로 판단된다. 착즙수율은 1.0% 이상을 사용했을 때 평균 76.5%를 보여 대조구에 비하여 70%정도 수율이 향상됨을 보였다. 이는 Viscozyme L이 arabanase, cellulase, β -glucanase, hemicellulase, xylanase 등을 포함하는 넓은 범위에 적용되는 carbohydrase를 함유하는 복합적인 효소이기 때문에 분해가 잘 되지 않는 섬유질에도 효과적으로 작용하여 그 중의 여러 결합을 계속적으로 분해하기 때문에 반응시간은 좀더 걸리지만 미량으로도 가능하리라 생각되었다.

양파 착즙액을 이용한 알콜발효 및 전처리의 영향

파쇄한 양파의 pH를 4.8로 조절하고 0.2% Viscozyme L을 처리하여 40℃에서 6시간 동안 반응시켜 착즙한 양파즙을 pH를 6.2로 맞추고 설탕으로 보당하여 14.0° Brix, 주모 첨가량 5%, 발효온도를 25℃와 30℃로 하여 발효중 당도변화를 측정된 결과는 Fig. 3에 나타난 바와 같다. 또한 양파를 파쇄 직전 80℃에서 10분간 열처리하여 40℃로 냉각하고 파쇄한 후 효소처리하여 착즙한 액을 각각의 앞의 발효조건에서 당도변화를 측정하였다. 온도에 따른 발효과정중 당도는 25℃보다 30℃에서 약간 감소폭이 컸으나 당도변화는 발효 6일째까지 11° Brix 수준으로 발효가 효율적으로 진행되지 않음을 알 수 있었다. 반면에 열처리한 양파즙을 이용하여 30℃에서 알콜발효를 진행시킨 결과 발효 4일째 당도가 4.8° Brix까지 감소하여 알콜생성능이 크게 향상됨을 알 수 있었다. Allium속에 속하는 양파는 세포속에 항균성 물질인 alli-

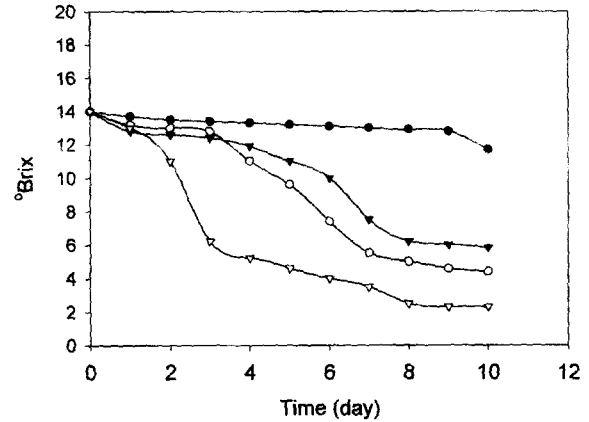


Fig. 3. Effects of heat treatment and fermentation temperature on changes of Brix during fermentation.

● 25℃, ○ 25℃, heat treatment, ▼ 25℃, ▽ 30℃, heat treatment.

cin의 전구체인 alliin(S-allyl-cystein-S-oxide)을 함유하고 있다. Alliin은 양파세포가 파괴될 때 phosphopyridoxal 효소인 alliinase에 의하여 alliin을 생성하며 이는 광범위한 항균성을 갖는다[10, 15]. 특히, Conner와 Beuchat [2]은 알콜이나 산생성 효모에 대한 alliin의 항균성은 마늘보다 더 우수한 것으로 보고한 바 있다.

양파를 80℃에서 10분 동안 열처리하고 파쇄하여 당도를 14° Brix로 조절하고 30℃에서 열처리 양파즙으로 제조한 주모를 5% 첨가하여 6일 동안 발효시키면서 발효과정 중 성분변화를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 당도는 발효초기부터 급격히 감소하여 발효 4일째 3.9% 수준까지 감소하였으며, 반면에 알콜은 5.8%까지 증가한 후 서서히 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 발효 5일 이후에는 초산균 등의 오염에 의하여 알콜을 이용하여 유기산이 생성됨을 의미하며 양파 착즙액을 이용한 알콜발효는 5일 정도가 적합하였다. 따라서 이후의 실험에서 사용한 양파착즙액은 양파를 80℃에서 10분 동안 열처리하고 Viscozyme L을 0.2% 첨가하여 40℃에서 6시간 동안 반응시켜 여과한 것을 사용하였다.

Table 1. Changes of each component during alcohol fermentation

Time (day)	°Brix	pH	Total acidity (%)	Yeast (cells/ml)	Alcohol (%)
0	14.0	6.20	0.48±0.03	7.7×10 ⁶	0
1	10.2	5.94	0.47±0.06	2.3×10 ⁷	2.8
2	7.3	4.95	0.50±0.09	1.2×10 ⁸	4.4
3	5.0	4.88	0.61±0.06	1.2×10 ⁸	4.8
4	3.9	3.80	0.72±0.01	1.2×10 ⁸	5.8
5	3.3	3.75	0.75±0.07	1.2×10 ⁸	5.8
6	3.0	3.74	0.77±0.05	1.2×10 ⁸	5.6

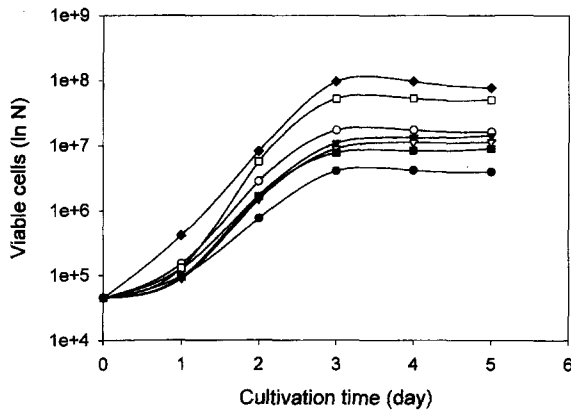


Fig. 4. Effects of nutrients on *Acetobacter aceti* starter cell growth at 4% alcohol concentration, 2% initial acidity and 30°C.
 ●—● Control, ○—○ 0.3% yeast extract, ▼—▼ 0.3% peptone, ▽—▽ 0.3% (NH₄)₂SO₄, ■—■ 0.3% NaNO₃, □—□ 0.3% yeast extract and 0.3% MgSO₃, ◆—◆ 0.3% yeast extract, 0.3% MgSO₄ and 0.3% K₂HPO₄.

초산발효용 증초 제조

초산을 경제적으로 대량 생산하기 위해서는 먼저 고농도의 균체배양이 필요하므로 적절한 증초의 제조조건을 결정하는 것이 중요하다. 양파 알콜발효액을 이용하여 증초를 제조할 때 부족한 영양원으로 질소원, 무기염의 첨가가 초산균의 생육증진에 미치는 효과를 검토한 결과는 Fig. 4와 같다. 양파알콜발효액을 양파착즙액으로 희석하여 알콜농도 4%, 산도 2%로 조절하고 유기 질소원으로 yeast extract와 peptone, 무기질소원으로 (NH₄)₂SO₄와 NaNO₃를 각각 0.3% 첨가한 결과, 초산균의 생육은 yeast extract를 첨가했을 때 배양 60시간 후 9.6×10⁷으로 가장 높았으며 이후에는 거의 같은 수준을 보였다. 이는 김 등[5]이 매실즙 배지에 질소원으로 yeast extract를 0.3~0.4% 첨가했을 때 산생성능이 향상되었다는 보고와 같은 결과를 얻었다. 또한 0.3% yeast extract를 첨가한 배지에 무기염으로 K₂HPO₄와 MgSO₄·7H₂O를 각각 0.3% 첨가한 결과 yeast extract만을 첨가한 경우보다 초산균의 생육이 다소 증가됨을 알 수 있었는데 이는 양파즙과 같은 채소를 원료로한 경우 질소원과 무기원이 절대적으로 부족하기 때문에 반드시 보충해야 함을 의미한다.

초산 발효를 위한 최적조건의 결정

양파 알콜발효액을 이용하여 초산발효를 위한 최적조건을 결정하기 위하여 발효온도, 초기산도, 알콜농도의 영향을 검토한 결과는 Table 2와 같다. 양파 알콜발효액의 알콜농도를 양파착즙액으로 희석하여 4%로, acetic acid를 첨가하여 초기산도를 2%로 맞추고, 영양원으로 yeast extract, magnesium sulfate, potassium phos-

Table 2. Effects of cultivation conditions for optimal onion vinegar production

Cultivation condition	Total acidity (%)
Temperature	
20°C	5.3
25°C	5.6
30°C	6.3
37°C	5.2
Initial acidity	
0.5%	2.6
1.0%	3.3
2.0%	5.0
3.0%	6.2
Alcohol concentration	
4%	6.2
6%	5.7
8%	5.2
Added of nutrient	
0.3% yeast extract+0.3% MgSO ₄ +0.3% K ₃ PO ₄	6.7

Initial acidity and alcohol concentration adjusted by adding acetic acid and onion juice. The used alcohol is 6.8% onion wine produced from 14° Brix onion juice which adjusted by adding sugar. Fermentation for vinegar production was carried out at 30°C for 20 days in the basic condition of initial acidity 2.0% and initial alcohol 4.0%.

phate를 각각 0.3% 첨가한 기질에 5% 증초를 접종하여 초산발효시킬 때 발효온도를 20, 25, 30 및 37°C로 조절하여 20일간 배양하면서 산생성량에 미치는 온도의 영향을 검토한 결과 30°C까지는 온도가 높을수록 산생성량이 증가하나 37°C에서는 20°C보다도 낮은 산생성량을 보여 발효최적온도는 30°C가 적합함을 알 수 있었다. 김 등[5]의 보고에서도 매실식초제조시 30°C가 초산발효온도로 적합하다고 지적한 바 있으며, Muraoka 등[9]과 Hekmat와 Vortmeyer[3]는 초산발효시 배양액의 온도가 낮으면 균주 성장이 억제되고 높으면 균주가 활발하게 성장하나 초산생성능은 저하됨과 아울러 오염현상이 있음을 보고한 바 있다. 초산 발효시 잡균의 오염을 방지하기 위하여 초산을 가하여 초기산도를 0.5, 1.0, 2.0 및 3.0%로 조절하여 발효중 총산생성량을 조사한 결과 초산농도 0.5%구에서는 산막유해균의 오염으로 인하여 산생성이 저해를 받고 발효가 잘 진행되지 않았으며, 1%구에서는 산막유해균은 발견되지 않았으나 발효 20일째 산생성량은 3.3%에 그쳤으며, 2%구에서는 5.0%까지 올라갔고, 3%구에서는 발효 4일째까지 산생성이 억제되어 거의 진행되지 않다가 그 이후부터 증가하기 시작하여 20일째 산생성량은 6.2%까지 올라가 초기산도와 산생성량이 비례하는 결과를 보였다. 일반적으로 초기산도가 너무 높으면 잡균의 오염은 효과적으로 억제할 수 있으나 초산균의 생육이 저해된다.

알콜농도를 4, 6 및 8%로 조절하여 발효중 산생성에 대한 알콜농도의 영향을 조사한 결과 알콜 농도 4%구에서는 발효 20일째 총산도가 6.2%로 매우 높게 나타났으며, 알콜농도 6%구에서는 5.7%, 8%구에서는 5.2%로 감소하는 경향을 보였다. 양파 착즙액을 이용하여 양파식초를 제조할 때 최적 알콜농도는 4~6%임을 알 수 있으며, 초기알콜농도가 너무 높으면 초산생성이 저해됨을 볼 수 있다. 이는 김 등[5]의 매실식초 제조, 김 등[4]의 보리식초 제조, 양 등[17]의 클로버꽃 식초 제조시 최적 알콜농도가 각각 4~6%, 6% 및 4.5%라고 한 것과 같은 결과를 보였다.

요 약

양파의 이용성을 향상시키기 위하여 양파식초 제조를 위한 양파의 착즙, 알콜발효 및 초산발효에 관한 연구를 수행하였다.

양파착즙 수율을 향상시키기 위하여 Celluclast 1.5 L 및 Viscozyme L을 각각 0.6%와 0.2% 처리했을 때 대조구 45.0%에 비하여 54.5%와 72.5%로 착즙수율이 크게 향상되었다. 양파의 알콜발효와 초산발효에서 양파를 80℃에서 10분간 열처리하여 착즙했을 때, 영양원으로 yeast extract, MgSO₄ · 7H₂O, K₂HPO₄를 각각 0.3% 첨가했을 때 알콜과 초산생산력이 효과적으로 개선되었다. 양파착즙액을 이용한 알콜발효력은 당도 14° Brix, 30℃에서 5일 동안 발효시켰을 때 알콜함량 5.8%인 양파주를 얻을 수 있었으며, 이를 양파착즙액으로 희석하여 알콜함량 4%, 초기산도 2%, 발효온도 30℃에서 20일 동안 발효시켰을 때 총산도는 6.7%였다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지정 RRC인 식품산업기술연구센터가 지원한 96-15-01-99-A -1 연구과제의 일부이며 연구비 지원에 감사드립니다.

REFERENCES

1. Chung, D. H. and H. G. Jang. 1982. *New Food Analysis; Food Standards and Official Methods*, pp. 129-131. Samjungdang.
2. Conner, G. E. and L. R. Beuchat. 1984. Sensitivity of heat-stressed yeast to essential oils of plant. *Appl. Environ. Microbiol.* **47**: 229-233.

3. Hekmat, D. and D. Vortmeyer. 1992. Measurement control and modeling of submerged acetic acid fermentation. *J. Fermt. Bioeng.* **73**: 26-31.
4. Kim, H.-J., S. H. Park, and C. H. Park. 1985. Studies on the production of vinegar from barley. *Korean J. Food Sci. Technol.* **17**: 350-354.
5. Kim, Y. D., S. H. Kang, and S. K. Kang. 1996. Studies on the acetic acid fermentation using Maesil juice. *J. Korean Food Sci. Nutr.* **25**: 695-700.
6. Lee, C. Y. and Y. K. Park. 1996. Identification of isorhamnetin- 4'-glucoside in onions. *J. Agric. Food. Chem.* **44**: 34-36.
7. Lee, Y. K. and H. S. Lee. 1990. Effects of onion and ginger on the lipid peroxidation and fatty acid composition of mackerel during frozen storage. *J. Korean Food Sci. Nutr.* **19**: 321-329.
8. Ma. Divina D. Alkasabas, K. S. Chung, B. H. Ahn, and S. Y. Choi. 1995. Relationship between the combination level of tannin and protein, and the turbidity of persimmon vinegar. *Foods Biotech.* **4**: 75-78.
9. Muraoka, H., Y. Watabe, and N. Ogasawara. 1985. Effect of oxygen deficiency on acid production and morphology of bacterial cells in submerged acetic acid fermentation by *Acetobacter aceti*. *J. Fermt. Technol.* **60**: 171-176.
10. Naganawa, R., N. Iwata, K. Ishikawa, H. Fukuda, T. Fujino, and A. Suzuki. 1996. Inhibition of microbial growth by Ajoene, a sulfur-containing compound derived from garlic. *Appl. Environ. Microbiol.* **62**: 4238-4242.
11. Oh, Y. J. 1992. A study on cultural conditions for acetic acid production employing pear juice. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **21**: 377-380.
12. Park, P. S., B. R. Lee, and M. Y. Lee. 1993. Effects on onion diet on carbon tetrachloride toxicity of rats. *J. Korean Food Sci. Nutr.* **20**: 121-125.
13. Rhim, J. S. 1993. *Onion and Health*. International Culture Publish Co.
14. Sheo, H. J., H. J. Lim, and D. L. Jung. 1993. Effects of onion juice on toxicity of lead in rat. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **22**: 138-143.
15. Stoll, A. and E. Seebeck. 1949. Uber Alliin, die genuine Mutter substance des Knobbauchols. *Helv. Chim. Acta* **31**: 189-210.
16. Teruo Masuda. 1994. Development and characteristics of onion vinegar. *Food Sci.* **33**: 93-96. (Japan)
17. Yang, H. C. and D. S. Choi. 1979. Physiological characteristics of acetic acid bacteria isolated from clover flower vinegar. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* **22**: 150-159.

(Received September 16, 1998)