

연구노트

*Acetobacter pasteurianus* A8를 이용한 우리밀(금강밀) 식초 제조

조계만 · 신지현 · 서원택\*  
경남과학기술대학교 식품과학부

Production of Korean Domestic Wheat (keumkangmil)  
Vinegar with *Acetobacter pasteurianus* A8

Kye Man Cho, Ji Hyeon Shin, and Weon Taek Seo\*

Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology

**Abstract** We tested the possibility of utilizing Korea domestic wheat (winter wheat variety “keumkangmil”) as a source of vinegar production. After saccharification of the whole-wheat flour with wheat malt, the saccharized liquid undergoes alcoholic fermentation, followed by acetic fermentation. Acetic acid bacterium A8, which showed the highest acetic acid production (4.56%) with domestic wheat as substrate, was selected from conventional vinegars. The strain A8 was identified as *Acetobacter pasteurianus* A8 through phylogenetic study using 16S rDNA sequencing analysis. The optimal condition for the malt enzyme was found to be 15°C for germination periods of 6 days; its amylase activity was 608.4 U. Acetic acid production from domestic wheat substrate supplemented with 5% ethyl alcohol reached 5.8% after 24 days of static fermentation at 30°C with a seeding rate of 5%.

**Keywords:** Korean domestic wheat, keumkangmil, acetic fermentation, wheat vinegar, *Acetobacter pasteurianus* A8

서 론

식초는 술과 함께 인간이 만든 가장 오래된 대표적인 발효 식품 중 하나이며 동서양을 막론하고 여러 나라에서 조미료뿐만 아니라 건강용 식품으로도 이용되고 있다(1). 대표적인 알칼리성 식품인 식초는 당이 알코올 발효를 경유하여 초산 발효로 생산된 초산을 주성분으로 발효 기질에 따라 각종 유기산과 다양한 당류, 아미노산류 및 에스테르 등을 함유하고 있다(2). 또한 식초는 식욕증진, 소화액 분비촉진, 노화방지, 당뇨, 피로회복, 동맥경화, 고혈압 예방 효과, 체지방 감소 및 식중독균의 살균효과 등이 밝혀지면서 기능성이 주목을 받고 있어 다양한 용도로 개발되고 있다(2-4). 국내의 식초는 주정을 희석하고 무기염류를 첨가한 발효 식초, 과즙 30% 이상을 함유하는 과실 식초, 곡물 함량 4% 이상을 함유하는 곡물 식초가 대부분이었으나 식초가 단순한 조미료에서 기능성이 부과된 건강음료로 소비패턴이 변화되면서 100% 과실 식초 및 곡물 함량이 높고 유기산뿐만 아니라 아미노산이 풍부한 곡물 발효 식초가 등장하고 있다(3,5).

최근 경제 성장과 더불어 생활수준의 향상으로 식생활에도 많은 변화를 가져왔으며, 건강에 대한 관심이 높아지면서 소비자들은 안전하고 우수한 품질의 국내산 농산물을 선호하고 있으며,

소비 역시 점점 더 늘어나고 있다. 밀은 당질, 단백질 및 비타민 등이 우수한 영양 식품이고 신라, 백제시대의 유적 등에서 발견 될 정도로 우리나라에서 오래된 작물이다(6,7). 국내 소비되는 밀의 대부분이 수입에 의존하고 있는 실정이며, 2007년 기준 우리나라 쌀 자급률이 92.5%에 비해 밀의 자급률은 0.2%에 불과한 실정이나(6), 우리밀 재배 면적이 2005년 2395 ha에서 2010년에는 1만 2000 ha로 5배 이상 증가하였으며, 한국농어촌공사에서는 ‘식량위기’에 대응하고 녹색성장산업차원에서 유희지를 활용하여 밀 재배면적을 늘려 2017년에는 자급률 10%를 목표로 하고 있다(6). 현재 우리밀을 활용한 가공품으로는 제빵, 국수 및 파스타 제조가 시도되어 우리밀 소비에 기여하고 있으나 소비량은 많지 않은 것으로 파악되고 있다. 따라서 우리밀 자급률 증대에 따른 소비촉진을 위해 새로운 가공품 개발이 필요한 시점이다(7-9).

본 연구에서는 우리밀의 활용성을 증대시킬 일환으로 경남 지역에서 재배한 우리밀(금강밀)을 이용한 식초 발효를 시도하였으며 이를 위해 우리밀 식초 발효용 초산균 분리 및 동정, 우리밀을 이용한 엿기름 제조와 우리밀 식초 발효 조건 등을 검토하여 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재료 및 시약

우리밀은 2010년 6월에 경남 고성군에서 수확된 우리밀(품종명: 금강밀)을 구입하여 실험에 사용하였고 식품공전법에 따라 수분, 탄수화물, 조단백질, 조지방 및 회분을 분석하였다. 초산균 분리와 보존용 배지는 GYCEA (3% glucose, 0.5% yeast extract, 1% CaCO<sub>2</sub>, 4% ethanol, 1.5% agar)로 구성된 배지를 사용하였다. 효모 배양 배지는 우리밀 통분말 30% 현탁액에 엿기름 분말 5%

\*Corresponding author: Weon Taek Seo, Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju, Geongnam 660-758, Korea  
Tel: 82-55-751-3276  
Fax: 82-55-751-3279  
E-mail: wtseo@gntech.ac.kr  
Received September 6, 2012; revised January 11, 2013;  
accepted January 23, 2013

첨가하여 60°C에서 5시간 당화 후 얻은 상등액에 0.2% yeast extract, 0.01% MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, 0.01% K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> 첨가한 것(우리밀 30% 당화액 배지)을 사용하였고 초산균 배양은 효모 배양용 배지에 에탄올 2%를 첨가한 것을 사용하였다.

### 종균배양

알코올 발효를 위한 효모는 GYPA (2% glucose, 0.5% yeast extract, 0.5% peptone, 1.5% agar) 배지에서 보관 중인 *Saccharomyces cerevisiae* KCCM 11215를 사용하였다. 알코올 발효를 위한 효모 배양은 우리밀 30% 당화액 50 mL이 들어 있는 250 mL Erlenmeyer flask에 접종하고 25°C 진탕배양기(IS-971RF model, Jeiotech Co., Seoul, Korea)에서 150 rpm으로 3일간 진탕하여 배양하였다. 초산 발효를 위한 초산균 배양은 2% 에탄올이 첨가된 우리밀 당화액 50 mL이 들어 있는 250 mL Erlenmeyer flask에 접종하고 25°C 진탕배양기(IS-971RF model, Jeiotech Co.)에서 150 rpm으로 3일간 배양하였다.

### *Acetobacter* sp. A8 분리 및 동정

경남지역의 가정에서 재래식 방법으로 제조한 식초 시료를 수집하여 GYCEA 배지에 도말하고 30°C에서 배양한 후 다양한 초산균을 순수분리 하였다. 선발된 초산균은 우리밀을 기질로 사용하여 제조한 알코올 발효액(알코올 농도 약 6%)에 접종하여 초산 생성능을 검토하였고 이로부터 우리밀 식초 발효를 위한 초산균으로 초산 생성능과 풍미가 우수한 균주 A8을 최종 선정하였다.

A8 균주를 GYE (3% glucose, 0.5% yeast extract, 4% ethanol) 액체배지에서 48시간 배양한 후 Intron Genomic DNA Purification Kit(Intron Biotechnology Co., Suwon, Korea)를 사용하여 genomic DNA를 분리하고 이를 주형으로 하여 16S rDNA(1.5 kb)를 증폭하였다. 증폭은 94°C에서 1분간 변성, 55°C에서 30초간 풀림, 72°C에서 1분 30초 신장으로 30 cycle로 수행하였다. 16S rDNA 단편 증폭을 위한 PCR primer는 5'-CGGAGATTTGATCCTGG-3' (forward)과 5'-TACGGCTACCTTGTTACGAC-3' (reverse)을 사용하였다(10). 증폭된 16S rDNA PCR 산물은 1% agarose에 전기영동하고 1.5 kb 단편을 회수 정제하고 pGEM-T Easy (Promega, Madison, WI, USA)를 사용하여 클로닝하여 *Escherichia coli* DH5α에 형질 전환 후 형질전환체를 무작위로 선정하여 순수 분리하였다. 순수 분리된 형질전환체를 50 µg/mL의 ampicillin이 함유된 LB 액체배지에 접종하여 37°C에서 16시간 배양한 후 균체를 수확하고 Plasmid Purification Kit (Intron Biotechnology Co.)에 기술된 대로 plasmid를 분리 정제하였다. 분리된 plasmid를 주형가닥으로 사용하여 DNA 염기서열을 결정하였다. 핵산 염기서열은 PRISM Ready Reaction Dye terminator/primer cycle sequencing kit를 사용한 dideoxy chain termination method를 이용하여 분석하였다. 16S rDNA 염기서열은 BLAST network service와 nonredundant DNA sequence database를 제공하는 미국 국립생물정보센터(NCBI)에서 얻은 다른 균종의 16S rDNA와 비교 분석하였다. 16S rDNA 유사성 값은 DNAMAN analysis system (Lynnon Biosoft, Quebec, Canada)를 사용하여 alignments, evolutionary distance로부터 계산하였다. Phylogenetic tree는 neighbour-joining method와 distance matrix data를 사용하여 확인하였다.

### 우리밀 엿기름 제조

정선한 우리밀을 15°C의 물에 2일간 침지한 후 천을 깔아놓은 채반에 약 0.5 cm 두께로 담고 그 위에 젖은 천을 덮어 15-30°C

의 항온기에서 발아시켰다. 발아 중 12시간 간격으로 물을 분무하여 습도를 유지시켰다. 발아한 쌀의 길이가 낱알의 1.5-2.0배 길이로 신장(약 1.6-2.2 cm)하였을 때 수확하여 50°C 열풍건조기에서 수분함량이 15% 이하가 되도록 건조한 후 쌀과 뿌리를 제거하였다.

건조한 발아 밀은 분쇄기(RT-04 model, Mill Powder Tech., Tainan, Taiwan)로 분쇄하고 40 mesh 표준체로 사별하여 엿기름을 제조하여 -40°C 냉동고에 보관하면서 사용하였다.

### 우리밀 엿기름의 amylase 활성 측정

분쇄한 동결 건조 엿기름 1g을 0.5% NaCl 용액 20 mL에 넣고 20°C에서 2.5시간 추출하고 원심분리한 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 1% 가용성 전분 용액 0.5 mL과 40 mM 인산완충액(pH 6.0) 0.5 mL을 시험관에 넣고 37 항온수조에서 5분간 예열한 후 조효소액 50 µL 넣고 5분간 반응시킨 후, 0.1 N HCl 1 mL 가하여 반응을 정지시킨 0.5 mL에 5 mL 요오드 용액(증류수 100 mL에 I<sub>2</sub> 0.5 g과 KI 0.5 g을 용해시킨 것)을 가하여 OD<sub>700 nm</sub>에서 측정하였고 amylase 1 unit는 1분간에 가용성 전분 1 µg을 분해하는 효소의 양으로 정의하였다(11). 각 실험은 3회 반복 수행하여 평균값으로 나타내었다.

### 우리밀 당화액 제조 및 알코올 발효

정선 수세한 우리밀을 50°C 열풍건조기에서 수분함량 15% 이하가 되도록 건조시킨 후 분쇄하고 80 mesh 체로 걸러 우리밀 통밀가루를 제조하였다. 정제수 5 L에 통밀가루 1.5 kg을 분산시키고 우리밀 엿기름을 250 g을 첨가하여 60°C에서 5 h 당화시켰다. 당화액을 100°C에서 30분 열처리 시킨 후 천(cheese cloth)으로 여과하여 알코올 발효를 위한 기질로 사용하였다.

우리밀 당화액에 효모 종균을 2.5%(v/v) 접종하여 25°C에서 6일간 정치 발효시켜 우리밀 알코올 발효액을 얻었다.

### 초산발효

배양한 초산균을 우리밀 알코올 발효액 500 mL이 들어 있는 1 L 광구병(SCHOTT, Mainz, Germany)에 25 mL 접종하고 25°C에서 24일간 정치하여 초산 발효를 유도하였다.

### 당, 알코올 및 초산 분석

당 분석은 HPLC(Agilent 1200 series, Agilent Co., Forest Hill, Vic, Australia)를 이용하여 분석하였다. 시료 5 g에 물 25 mL를 가하여 녹인 후 acetonitrile로 50 mL까지 채웠다. 이 용액을 sep-pak NH<sub>2</sub> column (Waters Co., Milford, MA, USA)과 0.45 µm membrane filter (Dismic-25CS, Toyoroshikaisha, Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 액을 시험용액으로 사용하였다. 당 분석 column (Polyamine II, 4.6×150 mm, µm, YMC Co., Kyoto, Japan)에 시험용액 20 µL을 주입하고 35°C에서 이동상 용매(acetonitrile : water = 70 : 30 (v/v))를 1.0 mL/min 속도로 이동시키면서 refractive index (RI, Agilent 1200 series) 검출기 상에서 당을 검출하였다. 각 실험은 3회 반복 수행하여 평균값으로 나타내었다.

알코올 분석은 여과한 시료 100 mL에 동량의 증류수를 가한 후 증류한 다음 주정계를 이용하여 측정하였으며 Gay Luccac Table을 이용하여 15°C로 보정하였고 알코올 함량은 백분율로 표시하였다. 각 실험은 3회 반복 수행하여 평균값으로 나타내었다.

초산 분석은 Cho 등(10)의 방법에 준하여 HPLC (Agilent 1200 series, Agilent Co.)를 이용하여 분석하였다. 즉, 발효액을 원심분리한 후 상등액을 0.2 µm-membrane filter (Dismic-25CS, Toy-

oroshikaisha, Ltd.)로 통과시켜 입자를 제거하였다. 초산 분석 column (Rezex 8u 8% H. Org Acid, 7.8×300 mm, Phenomenex, Torrance, CA, USA)에 전처리한 시료 20  $\mu$ L을 주입하고 30°C에서 이동상 용매(0.1% phosphoric acid)를 1.0 mL/min 속도로 이동시키면서 UV 검출기(Agilent 1200 series, Agilent Co.) 210 nm에서 초산을 검출하였다. 표준품 초산(0, 25, 50, 75, 및 100 mg/g)으로 상기와 동일한 조건으로 분석하여 검량곡선을 구하고 이와 비교하여 시료의 초산 함량을 백분율로 표시하였다. 각 실험은 3회 반복 수행하여 평균값으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

우리밀 식초 발효를 위한 초산균 선발은 경남 지역에서 수집한 재래 식초를 적당히 희석하여 GYCEA 배지에 도말하여 30°C에서 배양하여 clear zone을 형성하는 집락을 초산균으로 추정하고 순수 분리하였다. 일반적으로 GYCEA 배지에서 초산균이 생육하면 초산이 생성되어 CaCO<sub>3</sub>를 분해하여 그 결과로 clear zone이 형성되게 되는데 clear zone의 크기가 클수록 초산 생성력이 뛰어난 것으로 판단할 수 있다(12). 우리밀 알코올 발효액(알코올 농도 6%)에 선발된 초산균을 접종하여 30°C에서 20일 동안 정지배양한 후 산도를 측정된 결과 A8를 제외한 균주들은 4.0-4.30% 수준 이었고 A8 균주는 4.56%로 가장 높은 초산을 생성하여 우리밀 식초 발효를 위한 균주로 선정하였다. A8 균주의 16S rDNA 염기서열(1,498 bp)을 분석하여 연관이 있는 균주와 비교한 결과는 Fig. 1과 같다. A8 균주는 *Acetobacter pasteurianus* NCRC 105185(AB682238)와 염기서열이 99.7% 일치하여 유연관계가 가장 가까움을 확인할 수 있었다. 따라서 선발된 A8 균주는 *A. pasteurianus* 또는 그 근연종으로 판단되어 *A. pasteurianus* A8로 동정하였다.

본 연구에 사용한 금강밀의 일반성분은 수분 9.93%, 조단백질 13.79%, 조지방 1.47%, 회분 1.28% 및 탄수화물 73.08%로 분석되었다.

우리밀 당화효소 제조를 위해 먼저 우리밀을 이용하여 엿기름 제조를 시도하였다. 우리밀 엿기름의 제조를 위해 발아 온도를 15-30°C로 조정하여 발아 온도 조건에 따른 amylase 활성은 Fig. 2와 같다. Amylase 활성은 발아 일수 경과에 따라 증가하였으며, 발아 경과 6일 이후에는 발아 온도가 높을수록 더욱 감소하는 경향을 보였다. 15°C에 발아한 경우 발아 1일째에는 46.0 unit로 활성이 가장 낮았으나 발아 6일째 608.4 unit로 가장 높게 나타났다.

15°C에서 6일간 발아시켜 제조한 엿기름 250 g을 우리밀 현탁액(우리밀 통밀가루 1.5 kg을 5 L 정제수에 현탁)에 가하여 60°C에서 5시간 당화시킨 우리밀 당화액의 유리당을 분석한 결과 glucose 16.9 g/L, maltose 123.1 g/L 및 maltotriose 20.8 g/L를 함유하고 있었다. 일반적으로 엿기름의 제조방법(발아 조건, 건조 방법 등)에 따라 amylase 활성과 이에 따른 당화력의 차이가 발생을 한다. 한편 우리밀 엿기름의 건조 방법과 저장 중 엿기름의 안전성에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단되며 이에 따른 amylase 활성과 당화력에 대한 보다 상세한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

*A. pasteurianus* A8이 우리밀 알코올 발효액의 초산 발효에 미치는 온도, 균 접종량 및 초기 알코올 농도의 영향을 검토한 결과 Fig. 3과 같다. 우리밀 알코올 발효액에 *A. pasteurianus* A8 종균을 5%(v/v) 접종하여 20-35°C에서 정지배양으로 발효를 진행시키면서 시간 경과에 따른 초산 생산을 측정된 결과 Fig. 1A와 같

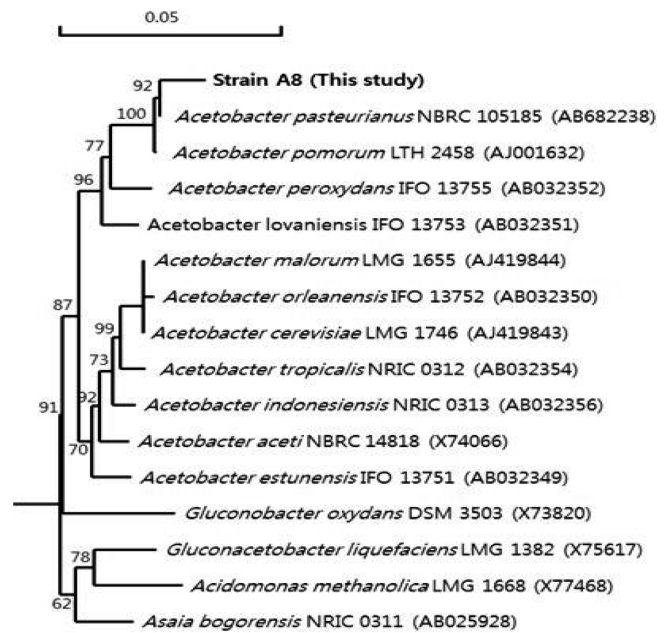


Fig. 1. Neighbour-joining tree reflecting the phylogenetic position of the strain A8 within the acetic acid bacteria based on almost partial 16S rDNA gene sequences. Numbers above each node are confidence levels generated from 1,000 bootstrap trees.

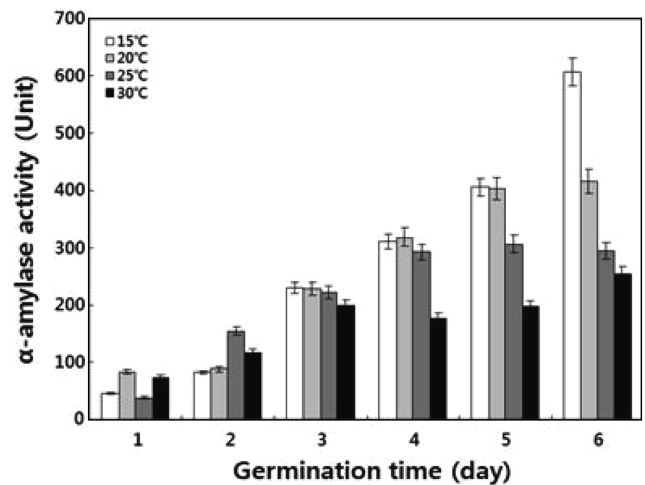
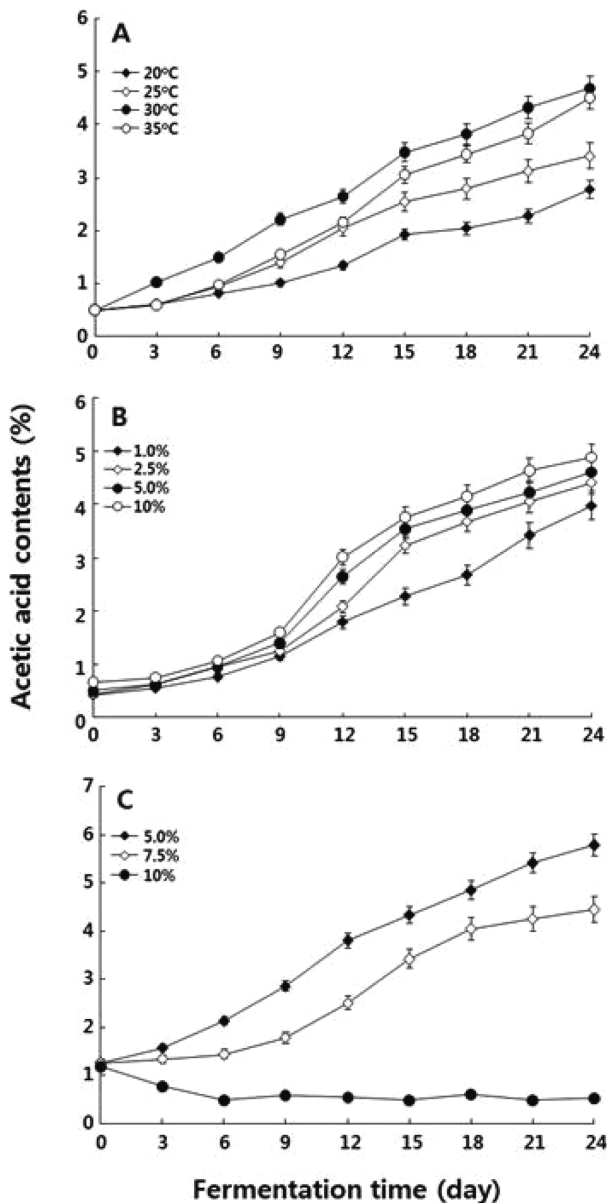


Fig. 2. Effect of amylase activity on the different germination conditions.

다. 그 결과 30°C에서 가장 높은 초산 생산을 나타냈다. 30°C에서 발효한 경우 초산 농도가 초기에 0.5%에서 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 증가하여 발효 21일째 4.0% 이상이 생성되었고 발효 종기(24일째) 4.68% 생성되었다. 이로부터 우리밀 알코올 발효액의 초산 발효는 30°C가 최적임을 알 수 있었다. Muraoka 등(13)과 Hekmat와 Vortmeyer(14)는 초산 발효 시 배양액의 온도가 낮으면 균주 성장이 억제되고, 높으면 균주의 성장은 활발하나 초산 생성능이 떨어짐과 동시에 오염 현상이 있음을 보고한 바 있다. Kim 등(12)의 양파 식초 제조를 위한 *Acetobacter* sp. APJ-3, Kang 등(15)의 유자 식초 제조를 위한 *Acetobacter* sp. V-16 및 Kim과 Choi(16)의 매실 식초 제조를 위한 *Acetobacter* sp. SK-7 균주의 최적 온도는 본 연구결과와 동일한 30°C로 보고되었다.



**Fig. 3.** Changes of acetic acid content during the fermentation of Korean domestic wheat vinegar. A: acetic acid production at different temperature, B: acetic acid production at different seeding rate, C: acetic acid production at different alcohol concentration

*A. pasteurianus* A8 균주를 1-10%(v/v) 범위로 접종하여 접종량이 우리밀 알코올 발효액의 초산 발효에 미치는 영향을 검토한 결과 Fig. 1B와 같다. 균 접종량이 증가할수록 초산 생성량은 증가하여 발효 24시간째 균 접종량이 1%(v/v)인 경우 3.58%의 초산이 생산되었으나, 2.5%(v/v) 접종량에서는 4.41%, 5.0%(v/v)에서는 4.61% 및 10.0%(v/v)에서는 4.88% 초산이 생성되었다. 균 접종량과 초산의 생성량을 고려할 때 5.0%(v/v) 이상이 적당한 것으로 판단되었다.

우리밀 당화-알코올 발효액의 알코올 농도를 각각 5.0%(v/v), 7.5%(v/v), 및 10.0%(v/v)로 조정 한 후 *A. pasteurianus* A8을 5.0%(v/v) 접종하여 30°C에서 각각 24일 정치배양하면서 초산 생산량을 측정 한 결과 Fig. 1C와 같다. 알코올 농도 5.0%에서 초산 생산량이 5.78%로 가장 높았으며, 알코올 농도 7.5%(v/v)에서는

초산 생산 속도가 지연되어 4.4%가 생산되었으며, 초기 알코올 농도가 10%(v/v)인 경우에는 초산 생성이 관찰되지 않았다. 이와 같은 현상은 발효 초기 알코올 농도가 너무 높으면 초산균의 생육이 저해되어 발효가 진행되지 않는 것으로 판단되었다. Kang 등(15)은 *Acetobacter* sp. V-16 균주를 사용한 유자 식초 제조에서 초기 알코올 농도가 5%(v/v)일 때 가장 높은 초산이 생성되었고 7%(v/v)에서 초산 생성이 지연되었고 9%(v/v)에서는 초산 발효가 전혀 일어나지 않는다고 보고하여 본 연구 결과와 유사하였다. 한편, Kim 등(12)의 *Acetobacter* sp. APJ-3 균주를 이용한 양파 식초 제조에서, 그리고 Kim과 Choi(16)는 *Acetobacter* sp. SK-7 균주를 이용한 매실 식초 제조에서 초기 알코올 농도가 4-6%(v/v)일 때 가장 높은 농도로 초산이 생산되었다고 보고하였다. Park 등(17)은 감식초 발효용 4종의 *Acetobacter* sp.의 경우 초기 알코올 농도가 6-8%(v/v)에서 초산 생산량이 가장 높았다고 보고하여 초산균과 발효 조건에 따라 알코올 내성이 다를 수 있었다.

한편 과일 함량이 높은 과일 식초는 일반 식초에 비하여 풍부한 유기산을 가지고 있으며 곡물함량이 높은 현미 식초와 보리 등의 잡곡 식초 등은 유기산뿐만 아니라 다양한 유리아미노산을 함유하고 있어 기능적 특성이 더 우수한 것으로 보고되고 있다(5). 우리밀은 현미보다 단백질 함량이 높으며 보리 등의 잡곡과는 유사한 함량을 지니고 있어 우리밀로 제조된 식초는 유기산과 더불어 다양한 유리아미노산을 함유하고 있을 것으로 판단되었다. 향후 우리밀 식초에 대한 유리당, 유기산, 유리아미노산 및 향기성분 등의 분석이 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

본 연구에서 선발된 *A. pasteurianus* A8는 발효 온도 30-35°C, 초산균 접종량 5.0%(v/v) 이상 및 초기 알코올 농도 5.0-7.5%(v/v)에서 4.5-5.8%의 초산이 생산되었다. 식품위생법에서 양조 식초의 규격을 초산 함량이 4% 이상으로 규정하고 있으므로 *A. pasteurianus* A8을 이용한 우리밀 식초 생산이 가능한 것으로 판단되었다. 우리밀 식초를 상업적으로 생산하기 위해서는 우리밀 식초의 관능적 특성과 물리·화학적 특성, 저장 안정성, 및 생리활성과 관련된 기능적 특성에 관한 연구가 더 필요할 것으로 판단되었다.

## 요 약

우리밀(금강밀)을 기질로 사용한 식초 생산을 위하여 초산 생성능이 우수한 초산균을 재래 식초로부터 분리하여 *A. pasteurianus* A8으로 동정하였다. 우리밀 엿기름의 제조를 위해 발아 조건을 살펴본 결과, 15°C에서 6일간 발아 시킨 밀의 amylase 활성이 608.4 unit으로 가장 높았다. *A. pasteurianus* A8 균주를 종균으로 사용하여 우리밀 알코올 발효액의 초산 발효 조건을 살펴본 결과, 발효온도 30°C, 초기 알코올 농도 5.0%, 및 종균 접종량 5.0%에서 24일간 정치 발효하여 5.8%의 초산을 생산할 수 있었다.

## 감사의 글

이 논문은 2011년 국립경남과학기술대학교의 기성회 연구비에 의하여 연구되었습니다.

## 문 헌

1. Yoon SR, Kim GR, Lee JH, Lee SW, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH. Properties of organic acids and volatile components in brown rice vinegar prepared using different yeasts and fermentation

- methods. Korean J. Food Preserv. 17: 733-740 (2010)
2. Woo KS, Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Oh BG, Nam MH, Jeong JH, Jeong HS, Seo MC. Physicochemical characteristics of vinegars fermented from cereal crops with incalgyun. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1171-1178 (2010)
  3. Lee SW, Kwon JH, Yoon SR, Woo SM, Jang SY, Yeo SH, Choi JH, Jeong YJ. Quality characteristics of brown rice vinegar by different yeasts and fermentation condition. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1366-1372 (2010)
  4. Casale M, Saiz Abajo MJ, Gonzalez Saiz JM, Pizarro C. Study of the aging and oxidation processes of vinegar samples from different origins during storage by near-infrared spectroscopy. Analy. Chem. Acta 557: 360-366 (2006)
  5. Jeong YJ. Current trends and future prospects in the Korean vinegar industry. Food Sci. Ind. 42: 52-59 (2009)
  6. Kim YJ, Kim RY, Park JH, Ju JC, Kim WT, Chun SS. Physicochemical characteristic of Korean wheat semolina. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 39: 837-842 (2010)
  7. Kim YJ, Ju JC, Kim RY, Kim WT, Park JH, Chun SS. Cooking properties of fresh pasta using Korean wheat and durum rimachinata. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40: 1474-1481 (2011)
  8. Kim YS, Kim MY, Chun SS. Quality characteristics of domestic wheat white bread with substituted *Nelumbo nucifera* G. tea powder. Korean J. Food Nutr. 21: 448-456 (2008)
  9. Park KT, Kim MY, Chun SS. Quality characteristics of Korean wheat wet noodles with pomegranate cortex powder. Korean J. Cul. Res. 15: 128-136 (2009)
  10. Cho KM, Ahn BY, Seo WT. Lactic acid fermentation of *gamju* manufactured using medicinal herb decoction. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 649-655 (2008)
  11. Cho KM, Joo OK. Manufacture of *sikhe*(a traditional Korean beverage) using corn silk extracts. Korean J. Food Preserv. 17: 644-651 (2010)
  12. Kim SW, Park JH, Jun HK. Analysis of optimum condition for production of and onionic vinegar by two-step fermentations. J. Life Sci. 18: 1410-1414 (2008)
  13. Muraoka H, Watabe Y, Ogasawara N. Effect of oxygen deficiency on acid production and morphology of abacterial cells in submerged acetic acid fermentation by *Acetobacter aceti*. J. Ferment. Technol. 60: 171-180 (1982)
  14. Hekmat D, Vortmeyer D. Measurement control and modeling of submerged acetic acid fermentation. J. Ferment. Bioeng. 73: 26-30 (1992)
  15. Kang SK, Jang MJ, Kim YD. Isolation and culture conditions of *Acetobacter* sp. for the production of citron (*Citrus junos*) vinegar. Korean J. Food Preserv. 13: 357-362 (2006)
  16. Kim MH, Choi UK. Acetic acid fermentation by *Acetobacter* sp. SK-7 using maesil juice. Korean J. Food Cul. 21: 420-425 (2006)
  17. Park MH, Lee JO, Lee JY, Yu SJ, Ko YJ, Kim YH, Ryu CH. Isolation and characteristics of acetic acid bacteria for persimmon vinegar fermentation. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 34: 1251-1257 (2005)