

Quality Characteristics of Brown Rice Vinegar by Ferment Ratio

Chang-Ho Baek¹, Ji-Ho Choi¹, Han-Seok Choi¹, Seok-Tae Jeong¹, Su-Won Lee²,
Joong-Ho Kwon², Seung-Mi Woo³, Yong-Jin Jeong² and Soo-Hwan Yeo^{1†}

¹Fermentation & Food Processing Division, Department of Agro-food Resources, NAAS, RDA, Suwon 411-853, Korea

²Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

³Department of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

발효제 비율에 따른 현미식초의 품질특성

백창호¹ · 최지호¹ · 최한석¹ · 정석태¹ · 이수원² · 권중호² · 우승미³ · 정용진³ · 여수환^{1†}

¹농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과, ²경북대학교 식품공학과, ³계명대학교 식품가공학과

Abstract

Brown rice vinegar was made from brown rice mash with different brewing starter addition rates in static culture, and its quality characteristics were investigated. As a result, the amounts of alcohol produced in the fermentation process were shown to be 9.1, 8.8, 8.6 and 8.5% in the *Nuruk* 75 : crude enzyme 25 (B), *Nuruk* 50 : crude enzyme 50 (C), *Nuruk* 25 : crude enzyme 75 (D) and *Nuruk* 0 : crude enzyme 100 (E), respectively. The higher the percentage of crude enzyme added was, the lower the alcohol content that was produced. *Nuruk* 100 : crude enzyme 0 (A) was appeared to contain the lowest alcohol content (7.7%). In addition, the titratable acidity in all the groups was about 0.7%. The final titratable acidity (BV) of brown rice vinegar made with static culture was the highest (approximately 5.2%). The initial pH appeared to be between 3.6~4.0 and steadily decreased as the fermentation progressed, and the pH was almost unchanged after 15 day fermentation. The examination of the changes in the organic acids showed that the acetic acid content was similar in all the groups, and that the single starter added (AV, EV) group had much more other organic acids than the mixed starters added (BV, CV, DV) group. From these results, the mixed starters (*Nuruk* and crude enzyme) added group appeared to be superior to the single starter added in terms of alcohol production ability and vinegar quality. As the future aging process, however, is expected to change the flavor components and sensory characteristics, studies on various quality factors of vinegar are needed.

Key words : Brown rice, *Nuruk*, crude enzyme, mesh, vinegar, static culture

서 론

양조용 발효제는 주세법 상에서 국(麴)과 밑술(酒母)로 구분되며, 국은 전분을 당분으로 전환하는 당화제로서 우리나라 고유의 전통적인 누룩(재래누룩), 일제 강점기부터 사용한 입국(*Koji*), 1960년 이후부터 개발 보급되었던 조효소제 및 정제효소제 등이 알려져 있다(1,2). 우리나라의 전통적인 주류는 탁·약주, 소주 등 여러 종류의 술이 있으며, 이들 술은 쌀을 원료로 하고 누룩을 발효제로 하여 지역별

독특한 술이 빚어져 왔다(3). 재래누룩은 곡류를 조분쇄하여 살균하지 않고 생전분을 그대로 사용하여 일정 크기로 성형한 후, 자연 발효상태에서 제조하기 때문에 곰팡이, 효모, 세균류 등의 다양한 종류의 양조 미생물이 서식하고 있다. 특히, 누룩에 서식하는 곰팡이가 전분의 당화력과 효모에 의한 알코올 발효능을 동시에 지닌 병행발효를 통해 전통주 제조가 가능하며, 여러 종류의 양조 미생물로 인해 탁주의 풍미가 증진된 장점이 있다(4). 그러나 불필요한 미생물 증식에 의한 효소력, 유산균 및 효모수가 낮아져 주질의 품질 균일성을 유지하기 어렵기 때문에 많은 양의 누룩을 사용할 경우, 누룩취와 불쾌취를 나타내기도 한다(5,6). 조효소제(개량누룩)는 재래누룩의 주균인 *Rhizopus*

†Corresponding author. E-mail : yeobio@korea.kr
Phone : 82-31-299-0580, Fax : 82-31-299-0554

sp. 및 *Aspergillus* sp. 등 당화효소 생성균을 인위적으로 배양하여 당화력을 높인 것으로 재래누룩의 복잡한 맛과 당화력을 동시에 추구하며(2), 술덧의 안전한 발효와 잡균오염이 방지되어 품질이 균일한 술이 제조되는 장점이 있다(7). 따라서 발효제의 종류에 따라 미생물에 의한 효소활성, 유기산 생성능 및 알코올 발효력 등이 달라지므로 탁주의 휘발성 풍미 성분, 맛, 색상 등의 품질특성에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다(8).

식초는 식품의 맛을 돋워주는 산미료로서 발효과정에서 생성된 독특한 방향과 신맛을 가지는 대표적인 발효식품이다(9). 국내의 식초는 주정을 희석하고 무기염류를 첨가한 발효식초, 곡물 함량 4% 이상을 함유한 곡물식초에 이어 곡물 함량을 높여 유기산 및 아미노산이 풍부한 생쌀발효 흑초와 같은 고품질 발효식초로 소비 패턴이 변화되고 있다(10). 최근에는 전통적인 배양 및 숙성방법을 이용한 정치배양 발효식초가 시판되어 관심이 높아지고 있다. 전통적인 정치배양법은 자연발효로 인해, 원료의 특성이 많이 잔존하여 영양성이 우수할 뿐만 아니라 관능적으로 뛰어난 휘발성 향기성분이 많이 검출되어 향후 식초시장에 있어서 품질 고급화 및 다양화로 시장 규모가 크게 성장할 것으로 기대된다. 현재까지 보고된 정치배양법 식초의 품질특성에 관한 연구로는 국내 식초시장의 현황(10), 교반 및 정치배양에 따른 사과식초(11), 숙성 및 정치발효에 따른 토마토식초(12), 효모 종류 및 발효 방식에 따른 현미식초(13), 누룩첨가량 및 배양방법을 달리한 현미식초(14) 등의 품질특성에 관한 연구가 활발히 추진되고 있다. 본 연구자들은 전보(14)에서 재래누룩을 이용하여 술덧을 제조한 후, 숙성 및 정치배양법으로 현미식초를 제조하여 품질특성을 조사한 바 있으며, 이에 재래누룩 단독사용에 따른 미생물 증식 가능성을 감소시키고 당화력을 높이기 위한 연구가 요구되었다.

따라서 본 연구에서는 조효소제(개량누룩)를 일부 활용하여 발효제 비율에 따른 탁주 및 현미식초의 품질특성을 조사하여 담금을 표준화함으로써 고품질 현미식초 제조를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 사용균주

본 실험에 사용된 현미는 2010년 경북 상주지방에서 재배한 일반계 현미를 구입하였으며, 현미 알코올 발효에 사용된 액화효소제 α -amylase (14,500 unit/g, Daiwa kasei, Japan)는 (주)이앤바이오텍(E&Bio tech Co, Ltd, Daegu, Korea)에서 구입하여 실온에 보관하면서 사용하였다. 누룩은 상주곡자(주)에서 구입하였고, 조효소제 CU210 (4,000 sp, *Aspergillus usami*)은 한국효소주식회사(Korea enzyme

Co, Ltd, Seoul, Korea)에서 구입하여 사용하였다. 알코올 발효에 사용한 효모는 계명대학교 식품가공학과 발효공학실에서 분양받은 *Saccharomyces cerevisiae* GRJ를 YPD agar배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에서 30°C, 24시간 계대배양 하였으며, 초산균은 *Acetobacter pomorum* KJY 8을 고체배지(glucose 3%, yeast extract 0.5%, CaCO₃ 1%, ethanol 3%, agar 2%, pH 7.0)에서 30°C, 48시간 계대배양 한 후, 4°C에서 냉장보관하면서 사용하였다.

주모 및 증초

주모는 입국 500 g에 정제수 1,500 mL를 가수하여 55°C에서 6시간 당화시켜 부직포로 여과한 후, 10 °Brix가 되도록 조절하였다. 이 당화액을 121°C에서 15분간 살균시킨 후, *Saccharomyces cerevisiae* GRJ를 접종하여 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co, Bucheon, Korea)에서 30°C, 24시간 정치배양시켜 원료량에 5% (v/w)를 사용하였고, 초산발효에 사용된 증초는 현미 알코올 발효액을 알코올 함량 6%로 희석한 후, *Acetobacter pomorum* KJY 8을 접종하여 30°C에서 250 rpm으로 10일간 배양시켜 사용하였다.

발효제 비율에 따른 현미 알코올발효

현미 분말시료 600 g을 5 L 발효용기에 넣고 480% (v/w)로 가수한 다음, 액화효소제 0.03% (v/w)를 첨가하여 진탕배양기(HB 205SWM, Hanbaek Scientific Co, Korea)에서 90°C로 150 rpm, 60분간 가수분해하였다. 전보(14)의 최적 조건으로 액화된 현미 현탁액 대비 30% (w/w)의 누룩 첨가량에서 누룩 및 조효소제 비율을 각각 A (*Nuruk* 100 : crude enzyme 0), B (*Nuruk* 75 : crude enzyme 25), C (*Nuruk* 50 : crude enzyme 50), D (*Nuruk* 25 : crude enzyme 75) 및 E (*Nuruk* 0 : crude enzyme 100)로 첨가하고, 주모를 5% (v/v) 접종하여 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co, Korea)에서 30°C, 3일간 정치배양 시켰으며, 발효 종료 후, 부직포로 1차 여과하고 13,000 rpm에서 5분간 원심 분리시킨 상등액을 분석시료로 사용하였다(Fig. 1).

발효제 비율에 따른 초산발효

상기의 누룩 및 조효소제 첨가 비율별 현미 알코올발효 여과액을 알코올 함량 6% (v/v)로 조절한 후, 증초를 10% (v/v) 접종하여 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co, Korea)에서 30°C로 24일간 정치배양시켰다. 각각 발효된 현미식초 AV (*Nuruk* 100 : crude enzyme 0), BV (*Nuruk* 75 : crude enzyme 25), CV (*Nuruk* 50 : crude enzyme 50), DV (*Nuruk* 25 : crude enzyme 75) 및 EV (*Nuruk* 0 : crude

enzyme 100)는 13,000 rpm에서 5분간 원심 분리시킨 상등액을 분석시료로 사용하였다(Fig. 1).

(a), 황색도(b)값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었다. 대조구는 증류수(L=100.00, a=0.06, b=-0.16)를 사용하였다.

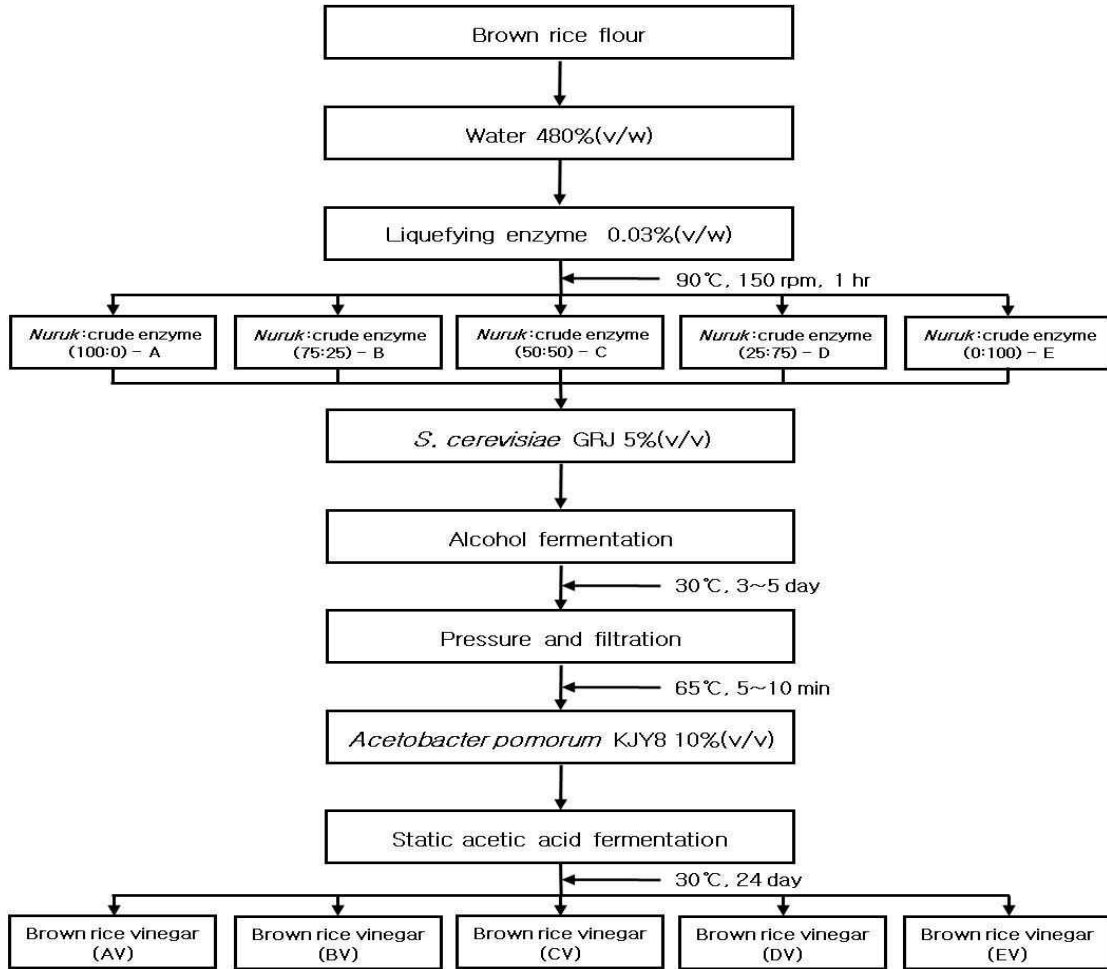


Fig. 1. Diagram of brown rice vinegar by static ferment.

알코올 함량 및 당도

알코올 함량은 시료 100 mL를 증류한 후, 주정계를 이용하여 측정된 값을 Gay Luccac Table로 환산하여 산출하였으며(18), 당도는 digital refractometer (PR-101, Atago Co, Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

적정산도 및 pH

적정산도는 시료 1 mL에 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어뜨린 후, 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 acetic acid(%)로 환산하였으며, pH는 pH meter (Metrohm 691, Metrohm UK Ltd, Herisau, Switzerland)로 실온에서 측정하였다.

색도

색도는 UV-visible spectrophotometer (UV Spectrophotometer 1601, Shimadzu Co, Kyoto, Japan)를 이용해 명도(L), 적색도

유리당 함량

유리당은 알코올 발효액을 Sep-pak C₁₈ cartridge에 통과시킨 후, 0.45 μm membrane filter로 여과하여 high performance liquid chromatography (HPLC, Waters 2487, Waters Co, Milford, USA)로 분석하였다(19). 분석 column은 carbohydrate analysis column (3.9×300 mm, Waters Co), mobile phase는 75% acetonitrile (J.T.baker Co, Phillipsburg, USA)을 사용하였고 flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μL로 하여 RI detector (M410 RI, Waters Co)로 분석하였다.

유기산 함량

유기산은 초산 발효액을 5~10배 희석하여 Sep-pak C₁₈ cartridge에 통과시킨 후, 0.45 μm membrane filter로 여과시켜 High Performance Liquid Chromatography (HPLC, Waters 1515, Waters Co, USA)로 분석하였다(16). 이때 유기산 분

석 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 (Waters 2487, 210 nm)를 사용하였다.

통계처리

알코올 및 초산 발효액의 성분분석은 3회 반복하여 측정 한 평균과 표준편차로 나타내었으며, 유리당 및 유기산은 1회 분석값을 나타내었다.

결과 및 고찰

발효제 비율에 따른 현미 알코올발효액의 품질특성

알코올 함량 및 당도

발효제 비율에 따른 현미 알코올 발효액의 품질특성을 Fig. 2에 나타내었다. 알코올 함량은 발효 2일째 (B)에서 9.1%로 가장 높게 나타났고 (C)는 8.8%, (D)는 8.6%, (E)는 8.5%로 조효소제 비율이 높을수록 알코올 함량이 감소하였으며 (A)는 7.7%로 가장 낮게 나타났다. Han 등(17)의 누룩

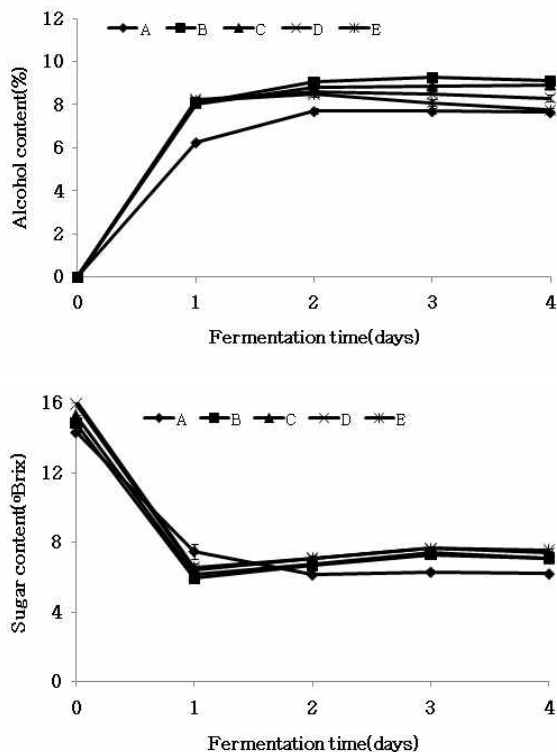


Fig. 2. Change of alcohol and sugar content during brown rice alcohol fermentation by different *Nuruk* and crude enzyme content.

A : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (100) : crude enzyme (0) ratio, B : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (75) : crude enzyme (25) ratio, C : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (50) : crude enzyme (50) ratio, D : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (25) : crude enzyme (75) ratio, E : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (0) : crude enzyme (100) ratio. Values are mean \pm SD (n=3).

종류를 달리한 탁주제조에서 전통누룩으로 제조된 탁주의 알코올 함량이 약 11%로서 *Aspergillus* sp.로 제조된 탁주의 알코올 함량 약 9%보다 높게 나타났고 본 실험의 누룩 단일 첨가구(A)보다도 약 3% 높게 나타났다. 이는 누룩의 차이뿐만 아니라 액화공정의 가수량에도 영향이 있는 것으로 판단된다. 당도는 알코올 발효가 진행되면서 급격히 감소하였고 발효 3일 이후부터는 서서히 감소하는 경향을 보였다.

적정산도, pH 및 색도

발효제 비율에 따른 현미 알코올 발효액의 적정산도 및 pH 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 적정산도는 모든 첨가구에서 발효기간이 경과할수록 증가하였고 발효 종료 후 0.7% 전후로 나타났다. 누룩 첨가량 및 배양 방법을 달리한 현미 알코올 발효특성을 조사한 Lee 등(14)은 발효 종료 후, 모든 구간에서 적정산도가 0.6%이하였다는 보고보다 조금 높은 수치를 나타내었고, So 등(6)의 누룩 사용에 의한 탁주제조에서 시판누룩을 사용한 알코올 발효액에서 적정산도가 0.88%로 나타났다는 보고에 비해서는 낮은 수치였다. pH는 알코올 발효기간 동안 꾸준히 감소하여 3.87~4.42로 나타났다. 알코올 발효 종료 후, 색도를 조사한 결과는 Fig. 4에 나타낸 것처럼 L값은 56~60, a값은 -2.9~-1.6으로 비슷한

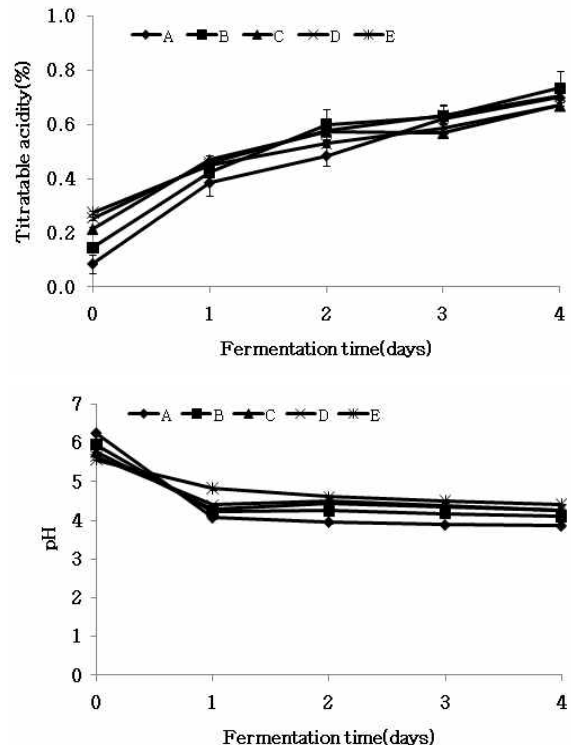


Fig. 3. Change of titratable acidity and pH during brown rice alcohol fermentation by different *Nuruk* and crude enzyme content.

A~E: Refer to Fig. 2. Values are mean \pm SD (n=3).

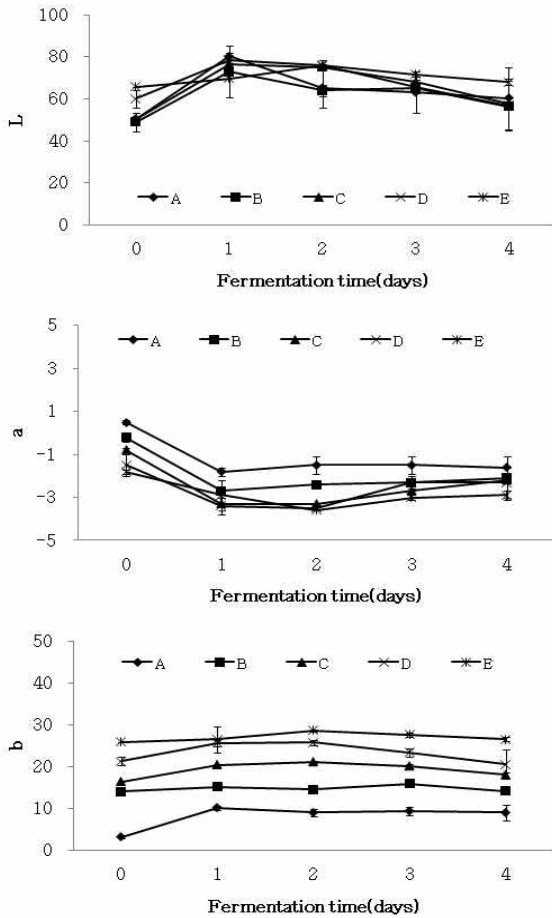


Fig. 4. Change of Hunter's color value during brown rice alcohol fermentation by different *Nuruk* and crude enzyme content.

A~E: Refer to Fig. 2.
Values are mean \pm SD (n=3).

수치를 나타내었다. b값은 (A)가 9로 가장 낮았고 조효소제 비율이 높을수록 증가하여 (E)가 26.5로 나타나 발효제 비율에 따라 황색도에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 발효 기간에 따른 황색도 변화는 크지 않았다. 이와 같이 색도는 발효제 비율에 따른 영향도 있으나, 숙성시간, 온도 등의 조건에 따른 변화가 있을 것으로 생각되며 최종 초산발효 조건에서 상호비교가 요구되었다.

유리당 함량

발효제 비율에 따른 현미 알코올 발효액의 유리당 함량 변화를 Table 1에 나타내었다. 발효초기에는 glucose와 maltose만 검출되었고 발효 1일째부터 (A)를 제외하고 모든 첨가구에서 fructose와 sucrose도 검출되었으며 발효기간이 경과할수록 감소하는 경향이였다. 재래누룩을 이용하여 24 시간 발효시킨 쌀죽 발효액의 유리당 함량을 조사한 Kim 등(18)의 보고에서 glucose 및 maltose가 각각 800 및 2,000 mg% 전후로 검출되었다. 이는 본 연구에서 누룩 단일 첨가구(A)의 유리당 조성과 일치하였으나 함량에 있어서는 조

금 차이가 있었다. 알코올 발효 종료 후, 유리당 함량은 누룩(AV) 또는 조효소제 단일 첨가구(EV)보다 누룩과 조효소제가 혼합된 첨가구(BV, CV, DV)에서 더 높게 나타났다. 이와 같은 잔류당의 함량은 발효제 종류에 따른 차이와 병행발효 과정에서 발효시간에 따른 차이도 있으며 발효 시간이 경과되면 glucose, maltose와 같은 단당류, 이당류가 소모되어 알코올로 전환되며 발효정도에 따른 잔류당분의 차이가 있을 수 있다.

누룩 및 조효소제 첨가 비율에 따른 현미식초의 품질특성 적정산도, pH 및 색도

상기의 최적 알코올 발효조건으로 제조된 현미탁주를 이용하여 초산발효 특성 변화를 Fig. 5 및 6에 그 결과를 나타내었다. 초기 적정산도에서는 다른 첨가구에 비하여 (AV)가 급격히 증가하였으나 최종 적정산도에서는 (BV)가 약 5.2%로 가장 높게 나타났다. 전반적으로 모든 첨가구에서 초산발효 15~18일까지 적정산도가 증가하였고 18일 이후부터 감소하는 경향을 보였으며, 각 첨가구에 따른 차

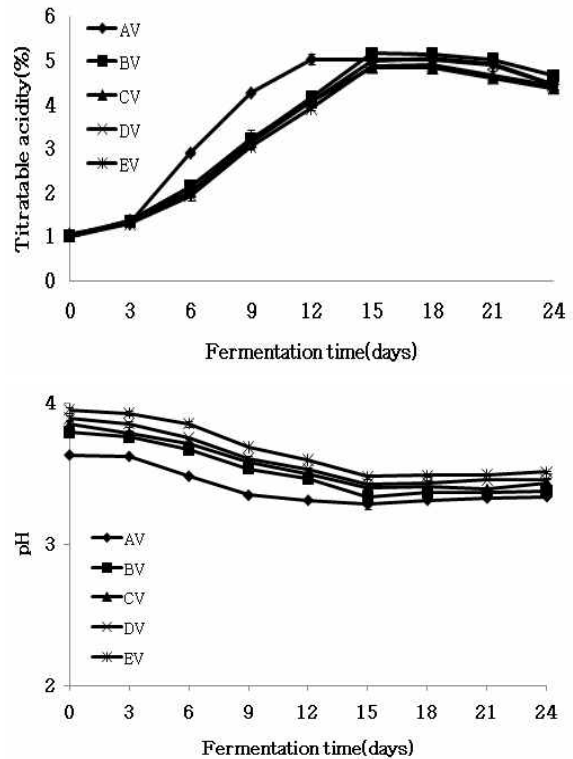


Fig. 5. Change of titratable acidity and pH in brown rice vinegar by static fermentation with different *Nuruk* and crude enzyme content.

AV : Brown rice vinegar produced by *Nuruk* (100) : crude enzyme (0) ratio, BV : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (75) : crude enzyme (25) ratio, CV : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (50) : crude enzyme (50) ratio, DV : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (25) : crude enzyme (75) ratio, EV : Brown rice *Takju* produced by *Nuruk* (0) : crude enzyme (100) ratio.
Values are mean \pm SD (n=3).

Table 1. Change of free sugar content during brown rice alcohol fermentation by different *Nuruk* and crude enzyme content

Free sugar (mg%)	Sample ¹⁾	Fermentation time (days)				
		0	1	2	3	4
A	Fructose	ND ²⁾	ND	104	20	70
	Glucose	1,629	1,923	579	369	385
	Sucrose	ND	ND	165	164	97
	Maltose	6,834	444	418	166	86
B	Fructose	ND	148	78	29	161
	Glucose	8,712	399	244	243	275
	Sucrose	ND	164	145	151	215
	Maltose	1,588	181	269	140	145
C	Fructose	ND	184	166	124	194
	Glucose	8,969	360	279	291	355
	Sucrose	ND	174	320	281	283
	Maltose	1,871	231	154	152	176
D	Fructose	ND	207	142	103	135
	Glucose	9,064	406	287	306	304
	Sucrose	ND	327	354	322	284
	Maltose	1,866	275	155	151	139
E	Fructose	ND	209	142	115	77
	Glucose	9,005	339	291	324	322
	Sucrose	ND	169	219	371	260
	Maltose	1,974	424	215	163	62

¹⁾A~E: Refer to Fig. 2.

²⁾Not detected.

이는 크지 않았다. Shin 등(19)은 식초를 제조 할 때 산도의 증가는 초기 알코올 농도 및 초기산도에 따라 달라질 수 있다고 하였으며, 본 연구의 최종 적정산도도 각 첨가구의 가수량에 따른 알코올 농도로 조정이 가능하였다. 초기 pH는 3.6~4.0으로 나타났고 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 감소하여 발효 15일째 3.3~3.5였으며, 그 이후에는 거의 변화가 없었다. 전반적으로 조효소제 비율이 높을수록 pH가 조금 높게 나타났으나 그 차이는 크지 않았다. 색도를 조사한 결과, L값은 (AV)에서 85이상으로 가장 높았고 조효소제 비율이 높을수록 감소하는 경향으로 나타나 발효 종료 후, (EV)에서는 약 26의 수치를 보였다. a값은 L값과 유사한 경향으로 조효소제 비율이 높을수록 수치가 높았으나 전반적으로 음의 값을 나타내었다. b값은 발효제 비율에 따른 큰 차이는 없었고, 초산발효기간동안 모든 첨가구에서 10~20의 수치를 나타내었다.

유기산 함량

초산발효 기간 중 변화된 유기산 함량 결과를 Table 2에 나타내었다. 유기산으로는 oxalic, tartaric, malic, lactic, acetic 및 citric acid 등 총 6종이 검출되었다. Malic acid는 모든 첨가구에서 120~130 mg%로 유사하게 나타났으며 발효기간 동안에도 큰 변화가 없었다. 이러한 malic acid는 풍미를 향상시키는 역할을 하는 것으로 현미식초의 유기산 함량을 분석한 Jeong 등(20)의 보고에서 malic acid가 약 104 mg%로 나타나 본 연구 결과와 발효방법에 따른 함량 차이를 보였다. Lactic acid는 발효초기 (AV)에서 가장 높은 함량을 나타내었고 조효소제 비율이 높을수록 함량이 낮았으며, 발효가 진행됨에 따라 전반적으로 감소하는 경향이 뚜렷하였다. 곡류식초에서 lactic acid의 함량이 높으면 균덕 내의 원인이 되는 것으로 알려져 있다(9). Acetic acid는 발효초기 약 700~800 mg%였고, (AV)에서는 발효 12일째

Table 2. Change of organic acid content in brown rice vinegar by static fermentation with different *Nuruk* and crude enzyme content

Sample ¹⁾	Organic acids (mg%)	Fermentation time (days)				
		0	6	12	18	24
AV	Oxalic acid	71	30	22	24	27
	Tartaric acid	22	40	23	26	39
	Malic acid	127	146	102	110	109
	Lactic acid	388	362	130	140	134
	Acetic acid	735	2,937	5,054	4,988	4,445
	Citric acid	73	74	106	152	152
BV	Oxalic acid	63	113	100	110	116
	Tartaric acid	ND ²⁾	ND	ND	64	90
	Malic acid	115	147	113	125	132
	Lactic acid	289	303	142	120	180
	Acetic acid	786	2,067	4,184	4,942	5,005
	Citric acid	141	147	173	282	327
CV	Oxalic acid	76	106	100	109	122
	Tartaric acid	16	64	56	64	73
	Malic acid	134	145	123	156	130
	Lactic acid	267	314	154	183	123
	Acetic acid	808	1,926	3,998	5,154	4,752
	Citric acid	144	192	212	328	248
DV	Oxalic acid	120	111	116	122	120
	Tartaric acid	26	51	54	58	66
	Malic acid	113	101	127	131	128
	Lactic acid	243	240	165	127	122
	Acetic acid	819	2,050	4,338	5,243	4,731
	Citric acid	123	124	225	251	277
EV	Oxalic acid	139	122	115	123	125
	Tartaric acid	55	59	53	58	58
	Malic acid	119	130	129	128	129
	Lactic acid	246	300	180	150	118
	Acetic acid	821	1,910	4,010	5,062	4,626
	Citric acid	104	144	207	232	225

¹⁾AV~EV : Refer to Fig. 5.²⁾Not detected.

5,054 mg%로 가장 높은 적정산도에 도달한 후, 조금씩 감소하였으며, (BV)에서는 발효 24일째 5,005 mg%로 가장 높은 적정산도를 나타내었고, (CV)~(EV)에서는 발효 18일째

5,062~5,243 mg%로 가장 높은 적정산도를 나타내었다. 식초의 주성분인 acetic acid는 모든 첨가구에서 비슷한 함량을 나타내었고, 식초의 산미와 지미에 영향을 주어 식초

품질에 중요한 영향을 미치는 기타 유기산들은 누룩(AV) 또는 조효소제 단일 첨가구(EV)보다 누룩과 조효소제가 혼합된 첨가구(BV, CV, DV)에서 더 높게 나타났다. 이와 같은 유기산 함량과 각 구간별 적정산도는 비슷한 경향을 나타내었으며, 식초 숙성과정에서 과산화되는 경우, 적정산도가 감소하기도 하며 malic 및 lactic acid는 상호보완적으로 감소 또는 증가되는 현상이 발생되어 식초의 숙성·저장 중에 유기산의 변화에 관한 연구는 지속적 관찰이 요구되었다.

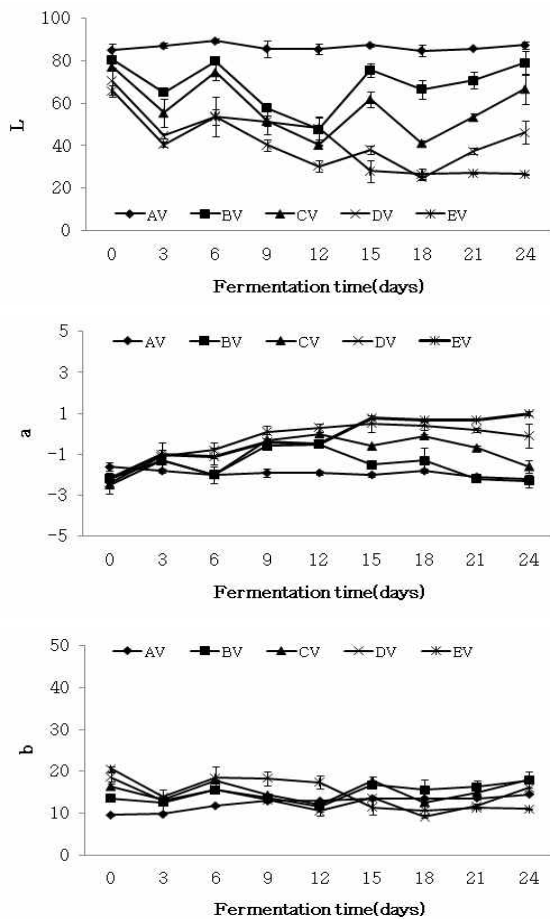


Fig. 6. Change of Hunter's color value in brown rice vinegar by static fermentation with different *Nuruk* and crude enzyme content.

AV~EV: Refer to Fig. 5.
Values are mean \pm SD (n=3).

요 약

양조용 발효제 비율을 달리한 현미 술덧을 정치배양하여 현미식초를 제조하여 품질특성을 조사하였다. 그 결과, 발효과정에서 알코올 함량은 (B) 9.1%, (C) 8.8%, (D) 8.6%, (E) 8.5%로 조효소제 비율이 높을수록 감소하였고 (A)는 7.7%로 가장 낮게 나타났다. 또한 적정산도는 모든 구간에

서 0.7% 정도로 나타났다. 정치배양 현미식초의 최종 적정산도는 (BV)가 약 5.2%로 가장 높게 나타났다. 초기 pH는 3.6~4.0으로 나타났고 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 감소하였으며, 발효 15일 이후에는 거의 변화가 없었다. 유기산 함량 변화를 조사한 결과, acetic acid는 모든 첨가구에서 비슷한 함량을 나타내었고, 기타 유기산들은 단일 첨가구(AV, EV)보다 혼합 첨가구(BV, CV, DV)에서 더 높게 나타났다. 따라서 누룩 단일 첨가구에 비하여 누룩 및 조효소제 혼합 첨가구의 알코올 발효능 및 식초의 품질이 더 우수한 것으로 나타났다. 향후, 숙성과정에서 변화를 거치면서 향기성분, 관능적 특성에 차이가 있을 것으로 예상되어 다양한 식초의 품질인자에 관한 연구가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ007173) 및 국립농업과학원 농업과학기술 연구개발사업(과제번호 : PJ006764)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

1. Yeo SH, Jeong YJ (2010) Current trends and development a plan in the Korean *Makgeolli* industry. *Food Sci Industry*, 43, 55-64
2. Jeong YJ (2008) *Brewing technology*. Keimyung University Press, Daegu, Korea. p 59-60
3. Lee SS, Kim KS, Eom AH, Sung CK, Hong IP (2002) Production of Korean traditional rice-wines made from cultures of the single fungal isolates under laboratory conditions. *Korean J Mycology*, 30, 61-65
4. Kim GW (2002) Modernization and standardization of traditional *Nuruk* *Korean J Soc Mycology*, 14, 37-40
5. Park CS, Lee TS (2002) Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 296-302
6. So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Improvement in the quality of *Takju* by a modified *Nuruk*. *Korean J Food Nutr*, 12, 427-432
7. Park CS, Lee TS (2002) Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruk*. *Korean J Food Sci Technol*, 34, 296-302
8. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS (1997) Volatile flavor components in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol*, 29, 563-570
9. Jeong YJ, Lee MH (2000) A view and prospect of vinegar

- industry. Food Ind Nutr, 5, 7-12
10. Jeong YJ (2009) Current trends and future prospects in the Korean vinegar industry. Food Sci Ind, 42, 52-59
 11. Jang SY, Sin KA, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of apple vinegar by agitated and static cultures. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 308-312
 12. Jeong YJ, Lee JM, Woo SM, Jang SY (2010) Quality characteristics of tomato vinegar by agitated and static cultures. Food Security and Rice Industry Revitalization, September 30-October 1, Gyeongju, Korea
 13. Yoon SR, Kim GR, Lee JH, Lee SW, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH (2010) 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
 14. Lee SW, Kwon JH, Yoon SR, Woo SM, Yeo SH, Jeong YJ (2011) Quality characteristics of brown rice vinegar prepared using varying amounts of *Nuruk* (an amylolytic enzyme preparation) and employing different fermentation conditions. Korean J Food Preserv, 18, 26-32
 15. Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation (2008) National Tax Service Technical Service Institute, Korea, p 62-66
 16. Shin JS, Jeong YJ (2003) Changes in the components of acetic acid fermentation of brown rice using raw starch digesting enzyme. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 381-387
 17. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS (1997) Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. Korean J Food Sci Technol, 29, 555-562
 18. Kim SC, Kim HS, Kang TJ (1999) Changes of components in the rice-porridge fermented by *Nuruk*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 28, 1017-1021
 19. Shin JS, Lee OS, Jeong YJ (2003) Changes in the components of onion vinegars by two stages fermentation. Korean J Food Sci Technol, 34, 1079-1084
 20. Jeong YJ, Seo JH, Lee GD, Park NY, Choi TH (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 2011년 6월 9일 수정 2011년 11월 21일 채택 2011년 12월 9일)