

알코올 발효조건 및 효모를 달리한 현미식초의 품질 특성

이수원¹ · 권중호¹ · 윤성란¹ · 우승미² · 장세영² · 여수환³ · 최지호³ · 정용진^{2*}

¹경북대학교 식품공학과

²계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드텍스

³농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과

Quality Characteristics of Brown Rice Vinegar by Different Yeasts and Fermentation Condition

Su-Wone Lee¹, Joong-Ho Kwon¹, Sung-Ran Yoon¹, Seung-Mi Woo², Se-Young Jang²,
Soo-Hwan Yeo³, Ji-Ho Choi³, and Yong-Jin Jeong^{2*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd, Daegu 704-701, Korea

³Fermentation & Food Processing Division, Department of Agrofood Resources,
NAAS, RDA, Gyeonggi 411-853, Korea

Abstract

This study investigated the quality characteristics of brown rice vinegar (agitated culture and static culture) derived from brown rice *Takju* with different types of yeasts. The alcohol content by yeast was the highest in B (brown rice *Takju* produced by *S. cerevisiae* GRJ) at 14.3% and the titratable acidity was less than 0.6% in all ranges. When quality characteristics of agitated and static culture brown rice vinegar using them were compared, acidity of agitated culture vinegar recorded the highest level or 6.05% at 7 day of fermentation DV (brown rice vinegar produced by *S. kluyveri* DJ97) with the initial acidity of 1.0% and the initial pH of 3.9~4.0, and AV (brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* JK99), CV (brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* H9) and BV (brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* GRJ) recorded as 5.64, 5.55 and 5.32%, respectively. In addition, acidity of static culture vinegar increased continuously to 5.01~5.31% until the 14 day of fermentation and then tended to decrease slightly from the 16 day of fermentation. Difference in acidity and pH of brown rice vinegar according to types of yeast was not significant. Comparison of free amino acid of brown rice vinegar showed that for agitated culture brown rice vinegar, the content of total free amino acid was higher in the order of BV, DV, AV and CV and the content of essential amino acid was the highest in BV by recording over 1,000 ppm. The content of total free amino acid of static culture brown rice vinegar was higher than that of agitated culture vinegar in all ranges and especially static culture brown rice vinegar contained more serine, alanine, valine, isoleucine, leucine and γ -aminobutyric acid than agitated culture vinegar. In particular, γ -aminobutyric acid recorded over ten times higher level or 456.91~522.66 ppm. From these results, quality characteristics of brown rice vinegar was affected by acetic acid fermentation methods rather than types of yeast. However, as future aging process is expected to change flavor components and sensory characteristics, studies on various quality factors of vinegar are needed.

Key words: brown rice, yeast, vinegar, agitated culture, static culture, acetic acid

서 론

식초는 오랜 역사를 지닌 전통발효식품으로 소량의 휘발성 및 비휘발성 유기산, 당류, 아미노산, ester 등을 함유한 독특한 방향과 신맛을 가진다(1,2). 이러한 식초는 대표적인 알칼리성 식품으로 동맥경화증이나 혈전증을 일으키는 산화지질을 분해해 동맥경화 예방과 부신피질 호르몬의 분비, 소화 및 식욕촉진, 항종양효과, 체지방 감소, 피로회복

효과 및 면역기능 향상 등의 다양한 생리활성이 보고되고 있다(3,4). 국내의 식초는 주정을 희석하여 무기염류를 첨가한 발효식초, 과즙 30% 이상을 함유하는 과실식초, 곡물함량 4% 이상을 함유하는 곡물식초가 대부분이었으나 식초가 단순 조미료 기능에서 건강용 식초로 소비 패턴이 변화되면서 100% 과즙 원료 식초 및 곡물함량이 높고 유기산뿐 아니라 아미노산이 풍부한 생쌀발효 흑초와 같은 고품질 발효식초가 등장하고 있다(5). 또한 식초 제조방법에 있어 산업적 대

*Corresponding author. E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5557, Fax: 82-53-580-6477

량생산방법 교반(숙성)배양과 전통적 숙성방법 정치배양 식초로 나뉘어 개발되고 있다. 현재까지 식초에 관한 연구는 주로 발효균주 및 숙성제조 방법 등에 국한되어 있어 전통적인 정치배양 식초의 품질 향상 및 기능성 강화방안은 미흡한 실정이다(6,7). 일본 가고시마현에서는 전통적인 정치배양 방법으로 제조한 흑초가 산업화되어 2007년에 17억 7000만 엔의 매출 규모로 성장하였다(5). 이러한 흑초에는 20종류 이상의 천연 아미노산 및 다양한 기능성 성분들이 함유되어 있어 식초시장의 고급화 소재로 활용이 기대된다. 우리나라에서는 고려시대부터 농가에서 탁주(막걸리)를 제조하여 전통적인 정치배양법으로 식초를 제조하였으며 이러한 식초의 기질이 되는 술의 원료, 발효방법 특히 효모 등에 의한 식초의 다양한 특성이 있을 것으로 생각된다(8).

탁주는 전분질 원료와 누룩을 발효제로 하여 발효시킨 술덧을 혼탁하게 제성한 것을 말한다(8). 탁주는 일반 주류와는 달리 생효모, 당질, 비타민 B군 및 단백질이 상당량 함유되어 있고, 누룩의 protease에 의한 분해산물인 valine, leucine, serine, proline 및 glycine 등의 아미노산이 풍부하여 영양학적으로 우수한 주류이다(9,10). 탁주 연구는 유리당, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분에 관한 보고가 대부분이며(11,12), 최근에는 휘발성 향기성분(13,14)에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 효모 종류에 따른 탁주 술덧의 품질 특성(15)에 관한 연구가 일부 진행되고 있으나 향미성분들의 종류도 다양할 것으로 추측되어 향후 연구 가능성이 기대된다(16).

따라서 본 연구에서는 발효식초의 이화학적 품질특성을 고려한 품질지표 설정을 위해 알코올발효 조건 및 효모 종류에 따른 현미 탁주의 품질특성을 조사하였으며, 이를 활용하여 교반배양 및 전통적인 정치배양 방법에 따른 현미식초의 품질특성을 비교 조사하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 사용균주

본 실험에 사용된 현미는 2009년 경북 상주시방에서 재배한 일반계 현미를 구입하였으며, 누룩은 상주곡자(주)에서 구입하여 사용하였다. 현미 알코올발효에 사용된 효모는 계명대학교 발효공학실에서 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae* JK99(A), *Saccharomyces cerevisiae* GRJ(B), *Saccharomyces cerevisiae* H9(C), *Saccharomyces kluyveri* DJ97(D) 4종을 YPD 배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에서 30°C, 24시간 계대배양하였으며, 초산균은 *Acetobacter pomorum* KJY 8(KCTC 10173BP)을 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

코오지 500 g에 정제수 1,500 mL를 가수하여 55°C에서 6시간 동안 당화시켜 부직포에 여과한 후 10°Brix가 되도록 조절하였다. 그리고 121°C에서 15분간 살균한 후 4종류의 효모(A, B, C 및 D)를 각각 접종하여 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 30°C, 24시간 정치배양 시켜 주모로 사용하였다. 초산발효에 사용된 증초는 현미 알코올 발효액을 알코올 함량 6%로 희석한 후 *Acetobacter pomorum* KJY 8을 접종하여 30°C에서 250 rpm으로 10일간 배양시켜 사용하였다.

효모 종류에 따른 현미 알코올발효

현미 1 kg을 5시간 동안 수침한 후, 물을 빼고 증미하였다. 증미한 현미에 누룩 300 g를 혼합하고 A, B, C 및 D 주모 50 mL과 정제수 1,600 mL를 각각 첨가한 후 끌고루 저어 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co.)에서 30°C, 3일간 정치배양 시켜 효모 종류에 따른 현미 알코올발효 특성을 조사하였다.

정치 및 교반 배양에 따른 현미 초산발효

효모 종류별 현미 알코올발효 여과액을 알코올 함량 6% (v/v)로 조절한 후, 증초 10%(v/v) 접종하여 교반 및 정치발효를 실시하였다. 교반배양 구간은 진탕배양기(HB-201SL, Hanbaek Scientific Co.)에서 30°C, 250 rpm으로 발효시켰으며, 정치배양 구간은 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co.)에서 500 mL 삼각플라스크에 100 mL씩 담금하여 30°C로 정치발효 시켰으며, 원심분리 후 상정액을 시료로 사용하였다.

알코올 함량 및 당도

알코올 함량은 시료 100 mL을 증류한 다음, 주정계를 이용하여 측정된 값을 Gay Luccac Table로 환산하여 산출하였으며(17), 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 다음 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 acetic acid(%)로 환산하였으며, pH는 pH meter(Metrohm 691, Metrohm UK Ltd., Herisau, Switzerland)로 실온에서 측정하였다.

색도 및 탁도

색도 및 탁도는 UV-visible spectrophotometer(UV Spectrophotometer 1601, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 색도는 명도(L), 적색도(a), 황색도(b)값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었다. 대조구는 증류수(L=100.00, a=0.06, b=-0.16)를 사용하였고 탁도는 660 nm에서 흡광도로 측정하였다.

유리당 함량

유리당은 알코올 발효액을 Sep-pak C₁₈ cartridge에 통과시킨 다음, 0.45 μm membrane filter로 여과하여 high performance liquid chromatography(HPLC, Waters 2487, Waters Co., Milford, USA)로 분석하였다(18). 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.

유리아미노산 분석

초산 발효액의 유리아미노산 정량은 시료 10 mL에 ethanol 30 mL를 가한 다음 하룻밤 실온에 방치시켜 단백질을 침전·제거하고 상정액을 8,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후, 위층을 취하여 중탕가열 건조시켰다. Citrate buffer (pH 2.2) 10 mL를 가하여 희석시킨 후 0.45 μm membrane filter로 여과한 여액을 amino acid autoanalyzer(L-8800, Hitachi Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 분석하였다(19).

통계처리

알코올 및 초산 발효액의 성분분석은 3회 반복하여 측정된 평균과 표준편차로 나타내었으며, 유리아미노산은 1회 분석값을 나타내었다.

결과 및 고찰

효모 종류에 따른 현미 알코올발효액의 품질특성

효모 종류에 따른 현미 알코올 발효액의 품질특성을 조사한 결과, Fig. 1과 같이 알코올 함량은 B가 14.3%로 가장 높았고 A, C 및 D에서 각각 14.1, 13.0 및 12.4%로 나타났으며, 당도는 알코올 함량과는 반대의 경향으로 나타났다. 이

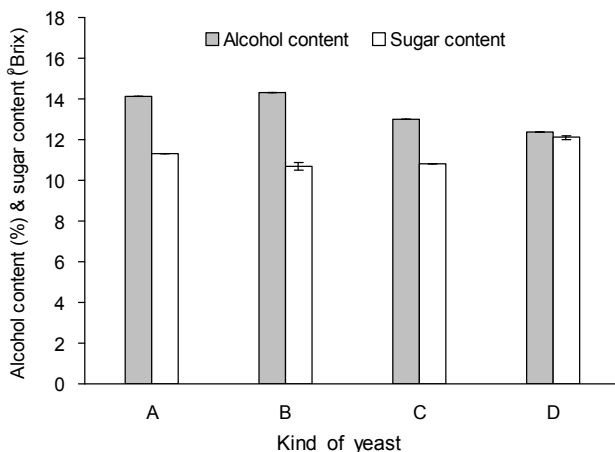


Fig. 1. Alcohol and sugar content of brown rice *Takju* with different yeasts. A: brown rice *Takju* produced by *S. cerevisiae* JK99, B: brown rice *Takju* produced by *S. cerevisiae* GRJ, C: brown rice *Takju* produced by *S. cerevisiae* H9, D: brown rice *Takju* produced by *S. kluyveri* DJ97.

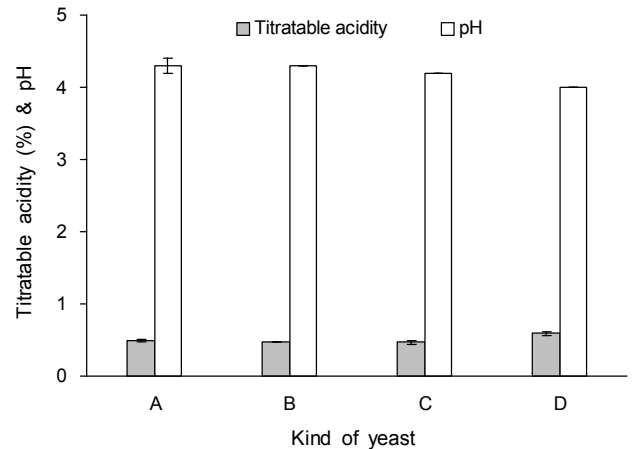


Fig. 2. Titratable acidity and pH of brown rice *Takju* with different yeasts. A~D: Refer to Fig. 1.

는 Lee 등(20)이 생진분 분해효소를 이용한 현미 알코올발효에서 *S. cerevisiae* GRJ 주모를 접종하였을 때 알코올 함량이 가장 높았다고 보고한 것과 유사한 경향이였다. 상기 조건에서는 발효시간 및 온도를 동일하게 하여 시험한 결과로서 일반적으로 탁주 발효 중 슬릿의 당화 amylase, 발효 미생물의 종류 및 활성도 등의 차이에 있으며(15), 상기 조건에서도 발효기간 및 조건을 달리할 경우에는 알코올 함량은 더 증가할 것으로 생각된다. 적정산도는 모든 구간에서 0.6% 이하로 나타나 산패의 가능성은 없었으며, pH는 4.0~4.3 범위로 나타나 효모 종류에 따른 차이는 크지 않았다(Fig. 2). 색도는 Table 1에서와 같이 L값은 B가 73.9로 가장 낮았고 나머지 시료들은 약 84~86의 수치를 나타내었다. a값은 -2.0, b값은 19 전후로 비슷한 수치를 나타내어 효모 종류에 따른 큰 차이는 없었다. 유리당 함량은 Table 2에서와 같이

Table 1. Hunter's color value and turbidity of brown rice *Takju* with different yeasts

Samples ¹⁾	Hunter's color value			Turbidity
	L	a	b	
A	83.7±0.0 ²⁾	-2.4±0.0	20.8±0.0	0.08±0.0
B	73.9±0.0	-1.6±0.0	18.1±0.0	0.19±0.0
C	84.3±0.0	-2.2±0.0	19.5±0.0	0.08±0.0
D	85.8±0.0	-2.5±0.0	20.1±0.0	0.07±0.0

¹⁾Refer to Fig. 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

Table 2. Free sugar content of brown rice *Takju* with different yeasts

Samples ¹⁾	Free sugar (mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
A	50±3 ²⁾	160±7	ND ³⁾	135±6
B	64±4	342±10	ND	148±5
C	61±2	406±6	ND	75±6
D	55±1	205±5	ND	151±3

¹⁾Refer to Fig. 1.

²⁾Values are mean±SD (n=3).

³⁾Not detected.

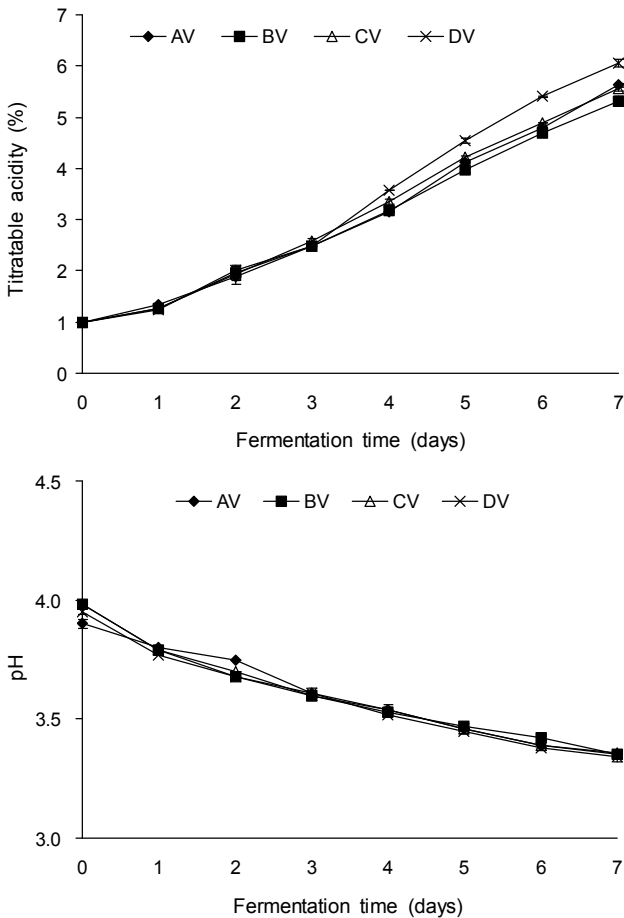


Fig. 3. Changes of titratable acidity and pH in brown rice vinegar by agitated fermentation with different yeasts. AV: brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* JK99, BV: brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* GRJ, CV: brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* H9, DV: brown rice vinegar produced by *S. kluyveri* DJ97.

glucose가 160~406 mg%로 가장 많이 남았으며, maltose가 75~151 mg%, fructose가 50~64 mg%로 가장 낮게 나타났으며 sucrose는 완전 발효되어 검출되지 않았다. 발효성 당의 잔류 함량은 B에서 가장 높게 나타났으며 C, D 및 A 순으로 나타났다.

교반 및 정치배양에 따른 초산발효 특성

적정산도 및 pH: 효모 종류별 현미 알코올발효액의 알코올 함량을 6%로 조절한 후, 종초 10%(v/v)를 접종하여 교반 및 정치배양 조건에 따른 초산발효 특성을 조사하였다. Fig. 3과 같이 교반배양의 초기산도는 1.0%, 초기 pH는 3.9~4.0이었으며, 적정산도가 꾸준히 증가하는 경향으로 발효 7일째 DV(brown rice vinegar produced by *S. kluyveri* DJ97)가 6.05%로 가장 높았고 AV(brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* JK99), CV(brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* H9) 및 BV(brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* GRJ)가 5.64, 5.55 및 5.32% 순으로 각각 나타났으나 효모 종류에 따른 큰 차이는 없었다. 그리고 일

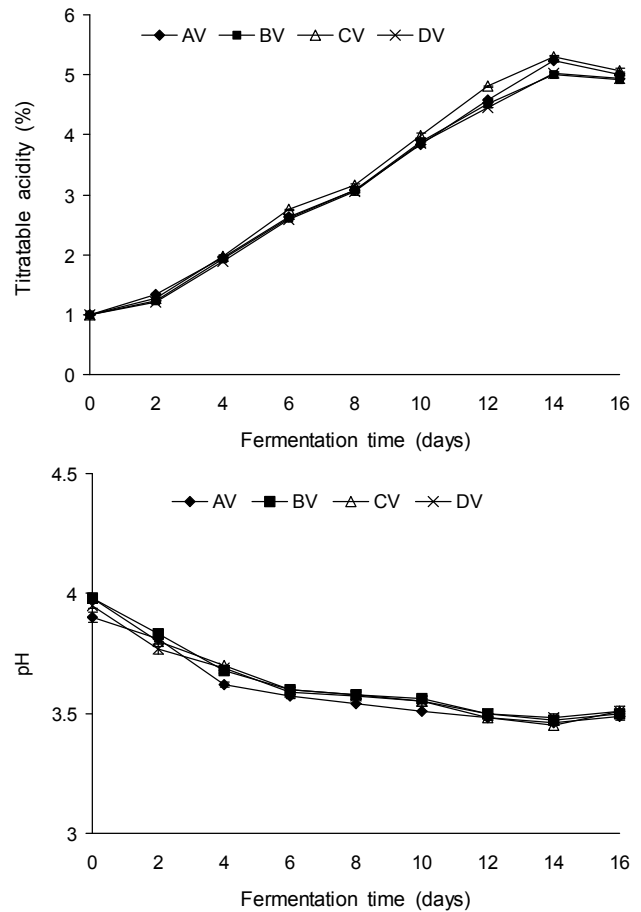


Fig. 4. Changes of titratable acidity and pH in brown rice vinegar by static fermentation with different yeasts. AV~DV: Refer to Fig. 3.

반적인 속성배양의 경우 발효 용량, 방법 등에 따라 차이는 있으나 산도가 최고점에 도달한 후에는 감소함으로 본 실험에서도 7일까지만 하였다. pH는 적정산도가 증가됨에 따라 점차 감소하여 발효 7일에 모든 구간에서 pH 3.3~3.4를 나타내었다. 정치배양의 경우, Fig. 4와 같이 초기산도 및 초기 pH는 교반배양 시료와 동일하였으며, 적정산도는 발효 14일째까지 꾸준히 증가하여 5.01~5.31%로, 교반배양에 비하여 적정산도는 최대 1% 정도 낮게 나타났으며, 효모 종류에 따른 큰 차이는 보이지 않았다. 발효 16일째부터 적정산도는 조금씩 감소하는 경향으로, 이는 정치배양과정 중 초산균이 발효 기질이 되는 알코올 성분을 모두 사용한 후, 생성된 초산을 분해하는 과산화 발생한 것으로 생각된다(21). 정치배양 용량이 커지면 발효기간이 더 길어질 것으로 예상되며, 과산화 발생하지 않도록 적절한 발효기간 설정이 필요한 것으로 판단된다.

유리아미노산 함량

각각의 효모별 알코올발효액을 이용하여 교반 및 정치 초산발효에 따른 현미식초의 유리아미노산 함량을 비교하였다. Table 3과 같이 교반배양에서 총 유리아미노산 함량은

Table 3. Content of free amino acid in brown rice vinegar by agitated fermentation with different yeasts

	Free amino acid content (mg%)			
	AV ¹⁾	BV ²⁾	CV ³⁾	DV ⁴⁾
Phosphoserine	1.29	1.34	1.33	1.73
Phosphoethanolamine	ND ⁵⁾	ND	ND	ND
Taurine	3.95	4.65	4.30	4.03
Aspartic acid	0.82	1.07	0.95	1.71
Threonine	6.16	7.12	6.58	6.93
Serine	6.49	8.12	6.87	7.77
Glutamic acid	18.29	22.13	18.10	25.11
α -Amino adipic acid	1.62	2.25	4.65	2.41
Glycine	7.69	9.90	7.78	8.81
Alanine	33.84	41.14	35.87	40.37
α -Aminobutyric acid	ND	0.83	ND	0.69
Citrulline	2.25	1.82	2.67	1.89
Valine	13.08	16.64	14.15	15.03
Cystine	0.22	0.25	0.46	0.24
Methionine	6.40	7.78	6.49	7.39
Cystachionine	0.35	0.29	0.35	0.31
Isoleucine	7.79	5.56	8.55	9.06
Leucine	21.19	26.40	21.66	23.75
Tyrosine	12.26	14.76	11.72	13.23
Phenylalanine	14.74	16.91	7.34	14.83
β -Alanine	ND	ND	ND	ND
β -Aminoisobutyric acid	3.12	1.04	8.91	1.21
γ -Aminobutyric acid	5.94	5.00	5.44	4.56
Tryptophan	ND	ND	3.87	ND
Ornithine	17.13	21.76	20.08	20.68
Lysine	17.59	20.28	13.13	18.68
Histidine	7.18	8.43	3.75	7.94
3-Methyl-histidine	0.32	0.32	0.13	0.36
Arginine	9.69	10.81	0.75	8.80
Proline	21.43	24.97	22.07	24.10
Total free amino acid	240.83	281.57	237.95	271.62
Essential amino acid	86.95	100.69	81.77	95.67

¹⁾AV: brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* JK99.

²⁾BV: brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae* GRJ.

³⁾CV: brown rice vinegar produced by *S. cerevisiae*.

⁴⁾DV: brown rice vinegar produced by *S. kluyveri* DJ97.

⁵⁾ND: not detected.

BV, DV, AV 및 CV 순으로 나타났으며, 필수 유리아미노산 함량도 BV에서 100 mg% 이상으로 가장 높았다. 주요 아미노산은 glutamic acid, alanine, valine, leucine, tyrosine, phenylalanine, ornithine, lysine, proline이었으며, 현미의 주요한 기능성 강화물질로 알려진 γ -aminobutyric acid는 4.56~5.94 mg%로 나타났다. 정치배양에서 총 유리아미노산 함량은 DV, AV, CV 및 BV 순으로 나타났으며, 필수 유리아미노산 함량은 DV가 133.75 mg%로 가장 높았으며 BV 121.99 mg%, CV 120.47 mg%, AV 119.08 mg%로 모든 구간에서 100 mg% 이상의 높은 함량을 나타내었다(Table 4). 주된 아미노산은 threonine, serine, glutamic acid, glycine, alanine, valine, isoleucine, leucine, γ -aminobutyric acid, proline으로 속성발효와 다르게 나타났다. 속성배양에서 다량 검출된 tyrosine 및 lysine 함량은 정치배양에 의해 크게 감소됨을 볼 수 있었고, 반면에 serine, glycine, alanine, valine, iso-

Table 4. Content of free amino acid in brown rice vinegar by static fermentation with different yeasts

	Free amino acid content (mg%)			
	AV ¹⁾	BV ²⁾	CV ³⁾	DV ⁴⁾
Phosphoserine	2.03	1.70	1.88	2.03
Phosphoethanolamine	ND ⁵⁾	ND	ND	ND
Taurine	5.98	4.88	5.71	6.17
Aspartic acid	0.63	0.63	0.65	0.74
Threonine	17.40	14.04	16.33	18.06
Serine	16.61	14.64	15.86	17.41
Glutamic acid	10.20	10.52	9.11	12.28
α -Amino adipic acid	1.99	2.46	2.39	2.86
Glycine	18.51	18.03	17.71	19.64
Alanine	74.02	66.88	71.91	79.07
α -Aminobutyric acid	ND	0.95	0.42	0.85
Citrulline	3.46	2.33	3.11	3.26
Cystine	1.73	1.77	1.87	1.80
Valine	29.04	27.01	28.48	33.96
Methionine	6.95	7.24	8.15	8.70
Cystachionine	1.21	1.20	0.62	0.55
Isoleucine	20.22	28.39	19.92	22.32
Leucine	37.73	36.00	37.97	41.15
Tyrosine	ND	ND	ND	ND
Phenylalanine	7.60	9.21	9.49	9.38
β -Alanine	0.98	1.07	0.85	1.14
β -Aminoisobutyric acid	0.61	0.37	1.39	0.32
γ -Aminobutyric acid	51.89	45.69	46.76	52.27
Tryptophan	ND	ND	ND	ND
Ornithine	0.10	0.17	0.10	0.16
Lysine	0.14	0.10	0.13	0.18
Histidine	6.10	1.17	8.20	7.16
3-Methyl-histidine	0.13	0.09	0.14	0.14
Arginine	0.15	0.12	ND	0.09
Proline	32.14	37.40	31.67	36.56
Total free amino acid	347.55	334.06	340.82	378.25
Essential amino acid	119.08	121.99	120.47	133.75

¹⁻⁴⁾ Abbreviations are the same as in Table 3.

⁵⁾ND: not detected.

leucine, leucine, γ -aminobutyric acid 및 proline 등 대부분의 유리아미노산 함량이 정치배양에서 크게 증가되었다. 특히 γ -aminobutyric acid는 45.69~52.27 mg%로 교반배양에 비하여 약 10배 정도 GABA 함량이 증가하는 것을 알 수 있었다. 따라서 효모 종류에 따른 영향보다 초산발효 배양방법에 의해 유리아미노산 함량 차이가 더 큰 것으로 판단된다.

색도

각각의 효모별 알코올발효액을 이용하여 교반 및 정치 초산발효에 따른 현미식초의 색도 분석 결과는 Table 5, 6과 같다. L값은 교반배양에서는 BV가 79.91로 가장 낮았고 정치배양에서도 BV가 79.68로 가장 낮게 나타났다. a 및 b값은 모든 시료에서 각각 -1.50 및 17.00 전후로 나타났으나 교반 배양에 비해 정치배양 시료들이 황색도가 조금 높았다. 이는 쌀 식초와 현미식초의 경우, 보존기간이 길어질수록 amino carbonyl reaction에 의한 갈변현상으로 색이 짙어진다는 보고(22)와 일치하였고, 대량발효에 의해 발효 및 숙성기간이

Table 5. Hunter's color value in brown rice vinegar by agitated fermentation with different yeasts

Samples ¹⁾	Hunter's color value		
	L	a	b
AV	84.15±0.01 ²⁾	-1.50±0.01	17.23±0.04
BV	79.91±0.02	-0.92±0.00	17.10±0.01
CV	84.33±0.01	-1.63±0.01	17.39±0.00
DV	86.27±0.04	-1.95±0.01	16.18±0.01

¹⁾Refer to Fig. 3.²⁾Values are mean±SD (n=3).

Table 6. Hunter's color value in brown rice vinegar by static fermentation with different yeasts

Samples ¹⁾	Hunter's color value		
	L	a	b
AV	83.50±0.10 ²⁾	-1.44±0.00	17.57±0.01
BV	79.68±0.04	-1.08±0.01	17.75±0.00
CV	84.92±0.04	-1.55±0.01	17.68±0.00
DV	80.82±0.05	-1.21±0.01	18.78±0.03

¹⁾Refer to Fig. 3.²⁾Values are mean±SD (n=3).

갈어질수록 정치배양 시료들의 황색도가 더 높아질 것으로 생각된다. Jeong 등(23)의 2단계 발효에 의한 현미식초에서 색도는 L 70.31, a 2.75, b 36.45로 나타나 본 연구의 2단계 발효에 의한 현미식초의 b값과 비교하였을 때 매우 상이한 결과를 나타내었다. 이는 시료 전처리 및 가수량 등에 따른 차이인 것으로 생각된다.

요 약

알코올 발효 효모 종류를 달리하여 현미탁주를 제조하고 이를 이용한 현미식초(정치배양 및 교반배양)의 품질 특성을 조사하였다. 효모 종류에 따른 알코올 함량은 B가 14.3%로 가장 높았으며 적정산도는 모든 구간에서 0.6% 이하로 나타났다. 이를 이용한 교반 및 정치배양 현미식초의 품질특성을 비교한 결과, 교반배양구간에서는 초기산도 1.0%, 초기 pH는 3.9~4.0에서 발효 7일째 DV구간에서 산도가 6.05%로 가장 높았고 AV, CV 및 BV가 5.64, 5.55 및 5.32% 순으로 나타났다. 또한 정치배양구간에서도 산도는 발효 14일째까지 꾸준히 증가하여 5.01~5.31%로 나타났고 발효 16일째부터 조금씩 감소하는 경향이 있었다. 효모 종류에 따른 현미식초의 산도 및 pH 차이는 크게 나타나지 않았다. 현미식초의 유리아미노산 함량을 비교한 결과, 교반배양구간에서 총 유리아미노산 함량은 BV, DV, AV 및 CV 순으로 높게 나타났고 필수 유리아미노산 함량은 BV에서 100 mg% 이상으로 가장 높았다. 정치배양구간에서 유리아미노산 함량은 모든 구간에서 교반배양구간보다 높은 함량을 나타내었으며 serine, alanine, valine, isoleucine, leucine 및 γ -aminobutyric acid 등이 교반배양구간에 비하여 높았으며 특히 γ -aminobutyric acid는 45.69~52.27 mg%로 약 10배 이상 높

게 나타났다. 현재까지의 결과는 현미식초의 품질특성은 효모 종류보다는 초산발효 방법에 따른 품질 차이가 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 향후 숙성과정에서 변화를 거치면서 향기성분, 관능적 특성에 차이가 있을 것으로 예상되어 다양한 식초의 품질인자에 관한 연구가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ0071-732010)의 지원에 의해 이루어진 것임.

문 헌

1. Kwon SH, Jeong EJ, Lee GD, Jeong YJ. 2000. Preparation method of fruit vinegars by two stage fermentation and beverages including vinegar. *Food Ind Nutr* 5: 18-24.
2. Joo KH, Cho MH, Park KJ, Jeong SW, Lim JH. 2009. Effects of fermentation method and brown rice content on quality characteristics of brown rice vinegar. *Korean J Food Preserv* 16: 33-39.
3. Lee WJ, Kim SS. 1998. Preparation of *Sikhe* with brown rice. *Korean J Food Sci Technol* 30: 146-150.
4. Casale M, Saiz Abajo MJ, Gonzalez Saiz JM, Pizarro C, Forina M. 2006. Study of the aging and oxidation processes of vinegar samples from different origins during storage by near-infrared spectroscopy. *Analy Chim Acta* 557: 360-366.
5. Jeong YJ. 2009. Current trends and future prospects in the Korean vinegar industry. *Food Sci Ind* 42: 52-59.
6. Lee OS, Jang SY, Jeong YJ. 2002. Culture condition for the production of bacterial cellulose with *Gluconacetobacter perimmonus* KJ145. *Korean J Food Sci Nutr* 4: 572-577.
7. Chun YK, Choi HS, Cha BS, Oh HI, Kim WJ. 1997. Effect of enzymatic hydrolysis on the physicochemical properties of persimmon juice. *Korean J Food Sci Technol* 29: 198-203.
8. Kim AR, Lee SY, Kim KBWR, Song EJ, Kim JH, Kim MJ, Ji KW, Ahn IS, Ahn DH. 2008. Effect of *Glycyrrhiza uralensis* on shelf-life and quality of *Takju*. *Korean J Food Sci Technol* 40: 194-200.
9. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. 2006. Changes in quality of spray-dried and freeze-dried *Takju* powder during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38: 513-520.
10. 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.
11. Lee WK, Kim JR, Lee MW. 1987. Studies of the changes in the free amino acids and organic acids of *Takju* prepared with different *Koji* strains. *J Korean Agric Chem Soc* 30: 323-327.
12. Hong SW, Hah YC, Min KH. 1970. The biochemical constituents and their changes during the fermentation of *Takju* mashes and *Takju*. *Korean J Microbiol* 8: 107-115.
13. Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS. Volatile flavor components in mash of non-glutinous rice *Takju* during fermentation. *J Korean Agric Chem Soc* 39: 249-254.
14. Lee TS, Han EH. 2000. Volatile flavor components in mash of *Takju* by using *Rhizopus japonicus* *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 32: 691-698.
15. Lee HS, Park CS, Choi JY. 2010. Quality characteristics of

- the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 42: 56-62.
16. So MH. 1995. Aptitudes for *Takju* brewing of wheat flour-*nuluks* made with different mold species. *Korean J Food Nutr* 8: 6-12.
 17. Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation. 2008. National Tax Service Technical Service Institute, Korea. p 62-66.
 18. 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.
 19. Oh YA, Kim SD, Kim KH. 1997. Changes of sugars, organic acids and amino acids content during fermentation of pine needle added *Kimchi*. *J Food Sci and Technol CUTH* 9: 45-50.
 20. Lee OS, Jeong YJ, Ha YD, Kim KE, Shin JS, Kwon H. 2001. Monitoring of alcohol fermentation condition with brown rice using raw starch-digesting enzyme. *Korean J Food Preserv* 8: 412-418.
 21. Kim ML, Choi KH. 2005. Sensory characteristics of citrus vinegar fermented by *Gluconacetobacter hansenii* CV1. *Korean J Food Cookery Sci* 21: 263-269.
 22. Sim KS. 1984. The metabolism and health of vinegar. *Food Sci Industry* 17: 51-59.
 23. Jeong YJ, Seo JH, Jung SH, Shin SR, Kim KS. 1998. The quality comparison of uncleaned rice vinegar by two stages fermentation with commercial uncleaned rice vinegar. *Korean J Food Preserv* 5: 374-379.

(2010년 6월 7일 접수; 2010년 7월 28일 채택)