

Quality Characteristics of Brown Rice Vinegar Prepared using Varying Amounts of *Nuruk* (an Amylolytic Enzyme Preparation) and Employing Different Fermentation Conditions

Su-Won Lee¹, Joong-Ho Kwon¹, Sung-Ran Yoon¹, Seung-Mi Woo², Soo-Hwan Yeo³ and Yong-Jin Jeong^{2*}

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

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

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

누룩첨가량 및 배양방법을 달리한 현미식초의 품질특성

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

¹경북대학교 식품공학과, ²계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드텍스,

³농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과

Abstract

We added *Nuruk* at various proportions to brown rice *Takju*, and investigated the quality characteristics of vinegar produced in agitated culture and static culture. The more *Nuruk* was added, the higher the alcohol concentration. However, when over 30% (w/w) *Nuruk* was present, the increment in alcohol content was low (maximum 13.5%, v/v). A comparison of the quality of brown rice vinegar produced in agitated culture with that of vinegar produced in static culture showed that titratable acidity in agitated culture vinegar was highest after fermentation with 30% (w/v) *Nuruk*, at 5.97%. In static culture, the greater the amount of *Nuruk* added after 16 days of fermentation, the higher the titratable acidity of vinegar produced; this was true upon addition of either 30% (w/v) or 40% (w/v) *Nuruk*. Free amino acid levels increased in both agitated and static cultures as the level of added *Nuruk* rose. Moreover, brown rice vinegar produced in static culture had a higher level (7-30%) of total free amino acids than did vinegar produced in agitated culture. In particular, the level of gamma-amino butyric acid, a functional fortifier, was 3-5-fold higher in vinegar produced in agitated culture. The results thus indicate that both the amount of added *Nuruk* and the type of fermentation affected the level of free amino acid production. A static culture is expected to undergo changes in aroma and sensory characteristics during fermentation, indicating that further research on vinegars is required.

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

서 론

누룩은 한국의 전통적인 탁·약주 제조에서 녹말 분해효소 및 발효 미생물원으로 사용되며 소맥을 주원료로 제조된다(1). 누룩에는 여러 종류의 미생물이 생육하므로 첨가량에 따라 효소활성, 유기산 생산력 및 알코올 발효력이 달라

져 탁주의 휘발성 풍미 성분, 맛, 색상 등 품질 차이가 예상된다(2). 재래누룩은 누룩 중에 생육하는 여러 균주의 구성에 의해 양조되므로 탁주의 풍미가 다양한 장점이 있으나 불필요한 미생물 증식에 의하여 효소력 및 효모수가 낮아져 제품의 균일성을 유지하기 어렵기 때문에 많은 양을 사용할 경우 술에 불쾌취를 나타내기도 한다(3,4). 개량누룩은 술덧의 안전한 발효와 잡균오염이 방지되어 품질이 균일한 술이 제조되는 장점을 지니고 있으며(5), 생육하는 여러 균주의 조성비 및 지역환경에 따라 다양한 형태로 제조되

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

며, 이를 이용한 담금조건에 따라 여러 종류의 독특한 술이 제조된다(6). 최근의 탁주 품질에 관한 연구는 유리당, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분과 관련 보고(6,7)가 대부분이며, 휘발성 향기성분(8,9)에 관한 연구도 활발히 이루어지고 있어 탁주 품질개선이 기대된다. 탁주는 식초의 원료가 되는 전단계 발효공정으로 탁중의 발효조건 및 품질은 식초의 품질에 영향을 많아서 이에 관한 연구의 필요성이 높다.

식초는 소량의 휘발성 및 비휘발성 유기산, 당류, 아미노산, ester 등을 함유한 독특한 방향과 신맛을 가진 전통발효 식품 중 하나로 동맥경화, 고혈압 등의 성인병 예방효과, 콜레스테롤 저하효과, 체지방 감소, 피로회복 및 면역기능 향상에 효과적이다(10-13). 최근 웰빙(well-being)과 함께 현미의 효능 및 기능이 부각되면서 건강식품으로서의 가치가 더욱 높아지고 있다. 국내의 식초는 주정을 희석하여 무기염류를 첨가한 발효식초, 과즙 30% 이상을 함유하는 과실식초, 곡물함량 4% 이상을 함유하는 곡물식초가 대부분이었으나 최근 100% 과즙 원료 식초 및 곡물함량이 높은 고품질 발효식초가 등장하고 있다(14). 최근에는 시판 현미식초의 발효방식에 따른 이화학적 품질비교(15), 2단계 발효 현미식초와 시판현미식초의 품질비교(16), 현미식초의 발효방법 및 원료함량에 따른 품질변화(11), 교반 및 정치배양에 따른 사과식초의 품질특성(17) 등으로 식초 제조공정에 따른 품질비교에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 식초 제조방법 중 산업적 대량 생산방법인 교반배양법은 수율 및 초산생성 효율이 높고 발효 속도가 빠른 장점을 지니고, 전통적인 숙성방법의 정치배양법은 자연발효 함으로써 원료의 특성이 많이 잔존하여 영양성이 우수하다(17). 일본의 경우, 가고시마현에서는 전통적인 정치배양법으로 제조한 흑초가 산업화되어 2007년에 17억 7000만 엔의 매출 규모로 신장하였으며, 식초시장이 고급화 및 다양화되면서 소비량도 매년 급속하게 증가할 것으로 기대된다(14).

따라서 본 연구에서는 현미식초의 이화학적 품질특성을 고려한 품질지표 설정을 위해 누룩 첨가량에 따른 현미 탁주의 품질특성을 조사하였으며, 이를 활용하여 교반배양 및 전통적인 정치배양 방법에 따른 현미식초의 품질특성을 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 사용균주

본 실험에 사용된 현미는 2009년 경북 상주지방에서 재배한 일반계 현미를 구입하였으며, 누룩은 상주곡자(주)에서 구입하여 사용하였다. 현미 알코올발효에 사용된 효모는 계명대학교 발효공학실에서 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae* GRJ를 YPD agar배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에서 30°C, 24시간 계대배

양 하였으며, 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 종초

주모는 코오지 500 g에 정제수 1,500 mL를 가수하여 55°C에서 6시간동안 당화시켜 부직포로 여과한 후 10 °Brix가 되도록 조절하였다. 이 당화액을 121°C에서 15분간 살균시킨 다음 *Saccharomyces cerevisiae* GRJ를 접종하여 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co, Bucheon, Korea)에서 30°C, 24시간동안 정치배양 시켜 원료량에 5%(v/w)를 사용하였고, 초산발효에 사용된 종초는 현미 알코올발효액을 알코올함량 6%로 희석한 후 *Acetobacter pomorum* KJY 8을 접종하여 30°C에서 250 rpm으로 교반하여 10일간 배양 시켜 사용하였다.

누룩 첨가량에 따른 현미 알코올발효

현미 1 kg을 5시간동안 수침한 후, 물을 빼고 증자하였다. 증미한 현미에 누룩 100, 200, 300 및 400 g을 각각 혼합하고 주모 50 mL와 정제수 1,600 mL를 첨가한 후 골고루 저어 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co, Korea)에서 30°C, 3일간 정치배양 시켜 누룩 첨가량에 따른 현미 알코올 발효 특성을 조사하였다.

교반 및 정치배양에 따른 현미 초산발효

누룩 첨가량별 현미 알코올발효 여과액을 알코올 함량 6%(v/v)로 조절한 후, 종초 10%(v/v)를 접종하여 교반(A) 및 정치발효(S)를 실시하였다. 교반배양 구간은 진탕배양기(HB-201SL, Hanbaek Scientific Co, Korea)에서 30°C, 250 rpm으로 배양시켰으며, 정치배양 구간은 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co, Korea)에서 500 mL 삼각플라스크에 100 mL씩 담금하여 30°C로 정치배양 시켰다. 각각 발효된 교반배양 현미식초 AVA (Brown rice vinegar produced by 10% *Nuruk* content), BVA (Brown rice vinegar produced by 20% *Nuruk* content), CVA (Brown rice vinegar produced by 30% *Nuruk* content), 및 DVA (Brown rice vinegar produced by 40% *Nuruk* content)와 정치배양 현미식초 AVS (Brown rice vinegar produced by 10% *Nuruk* content), BVS (Brown rice vinegar produced by 20% *Nuruk* content), CVS (Brown rice vinegar produced by 30% *Nuruk* content) 및 DVS (Brown rice vinegar produced by 40% *Nuruk* content)는 원심분리 후 상정액을 분석용 시료로 사용하였다.

알코올 함량 및 당도

알코올 함량은 시료 100 mL을 증류한 다음 주정계를 이용하여 측정된 값을 Gay Luccac table로 환산하여 산출하

였으며(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 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(19). 분석 column은 carbohydrate analysis column(3.9×300 mm, Waters Co), mobile phase는 75% acetonitrile(JTbaker 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(20).

통계처리

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

결과 및 고찰

누룩 첨가량에 따른 현미 알코올발효액의 품질특성

누룩 첨가량(10, 20, 30 및 40% (w/w))에 따른 현미 알코

올발효액의 품질특성을 조사한 결과, Fig. 1과 같이 알코올 함량은 누룩 첨가량이 많을수록 높게 나타났으며 누룩 30% (w/w) 이상 첨가구에서는 약 13.5%로 큰 변화가 없었다. 적정산도는 모든 구간에서 0.6%이하로 나타나 산패의 가능성은 없었으며, pH는 4.0~4.2 범위로 나타났다(Fig. 2). So 등(21)의 누룩 사용에 의한 탁주제조에서 시판누룩을 사용한 알코올발효액에서는 알코올함량 9.0%, 적정산도 0.88%로 나타나 본 실험에 사용된 누룩의 발효능이 더 우수한 것으로 나타났다. 색도는 Table 1에서와 같이 L값은 누룩 10% (w/w) 첨가구에서 90.7로 가장 밝게 나타났으며 첨가량이 많을수록 감소하여 누룩 40% (w/w) 첨가구에서는 70.1로 나타나 20이상 감소하였다. b값은 첨가량이 많을수록 9.7에서 20.2로 증가하여 누룩이 첨가됨에 따라 진한 황색을 띠는 것으로 나타났다. 유리당 함량은 Table 2에서와 같이 glucose가 331~355 mg%로 가장 많이 남았고 maltose가 121~157 mg%, fructose가 46~60 mg%로 가장 낮게 나타났으며, sucrose는 완전 발효되어 검출되지 않았다. 발효성당의 잔류 함량은 누룩 10, 20, 30 및 40% (w/w) 첨가구에서 각각 558, 539, 517 및 518 mg%로 나타나 모든 첨가구에서는 유사한 발효경향을 보였다.

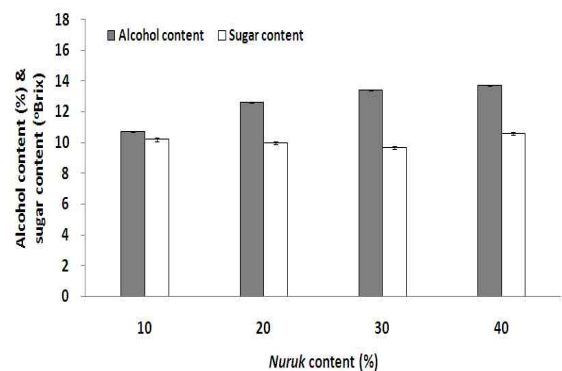


Fig. 1. Alcohol and sugar content of brown rice *Takju* by different *Nuruk* content.

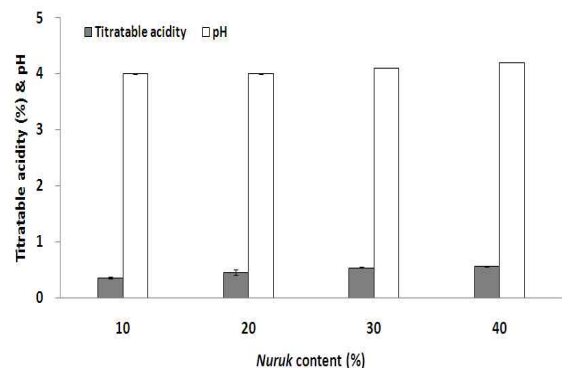


Fig. 2. Titratable acidity and pH of brown rice *Takju* by different *Nuruk* content.

Table 1. Hunter's color value and turbidity of brown rice *Takju* by different *Nuruk* content

<i>Nuruk</i> content (%)	Hunter's color value			Turbidity
	L	a	b	
10	90.7±0.0 ¹⁾	-1.9±0.0	9.7±0.0	0.06±0.0
20	83.8±0.0	-2.3±0.0	14.7±0.0	0.12±0.0
30	77.1±0.0	-2.2±0.0	17.5±0.0	0.17±0.0
40	70.1±0.0	-1.8±0.0	20.2±0.0	0.23±0.0

¹⁾Values are mean ± SD (n=3).

Table 2. Free sugar content of brown rice *Takju* by different *Nuruk* content

<i>Nuruk</i> content (%)	Free sugar (mg%)			
	Fructose	Glucose	Sucrose	Maltose
10	46±5 ¹⁾	355±15	N.D. ²⁾	157±8
20	48±4	340±10	N.D.	151±6
30	56±1	331±7	N.D.	130±5
40	60±2	337±11	N.D.	121±6

¹⁾Values are mean ± SD (n=3).

²⁾Not detected.

교반 및 정치배양에 따른 초산발효 특성

적정산도 및 pH

누룩 첨가량(10, 20, 30 및 40% (w/w))별 현미 알코올발효액의 알코올 함량을 6%로 조절한 후, 중초 10% (v/v)를 접종하여 교반 및 정치배양 조건에 따른 초산발효 특성을 조사하였다. Fig. 3과 같이 교반배양의 초기산도는 1.0%, 초기 pH는 3.7~3.8이었다. 적정산도는 발효 3일째부터 CVA, BVA, AVA, DVA순으로 증가하였으며, 발효 종료 후 CVA가 적정산도 5.97%로 가장 높았으며, BVA 및 DVA가 각각 5.63 및 5.38%, AVA가 5.18%로 가장 낮은 함량을 나타내었다. pH는 적정산도가 증가됨에 따라 점차 감소하여 발효 8일에 모든 구간에서 pH 3.2~3.4를 나타내었다. 정치배양의 경우, Fig. 4와 같이 초기산도 및 초기 pH는 교반배양 시료와 동일하였으며, 적정산도는 발효 8일째 CVS 및 DVS에서 약 3.80%, AVS 및 BVS에서 약 3.00%로 나타났다. 발효 16일째 이후에는 누룩 첨가량이 많은 순으로 적정산도가 높게 나타났으며, 누룩 30%(w/w)이상 첨가구에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타나 CVS가 알코올 발효능 및 산 생성능이 우수하여 교반 및 정치 초산발효에 적합할 것으로 판단된다. 또한 정치배양 시료는 교반배양 시료에 비하여 발효 종료 후 적정산도가 조금 낮게 나타났다. 이것은 정치배양 시료의 경우 교반배양 시료보다 발효 기간이 길어 발효동안 알코올 및 초산이 소량 휘발된 것으로 생각된다.

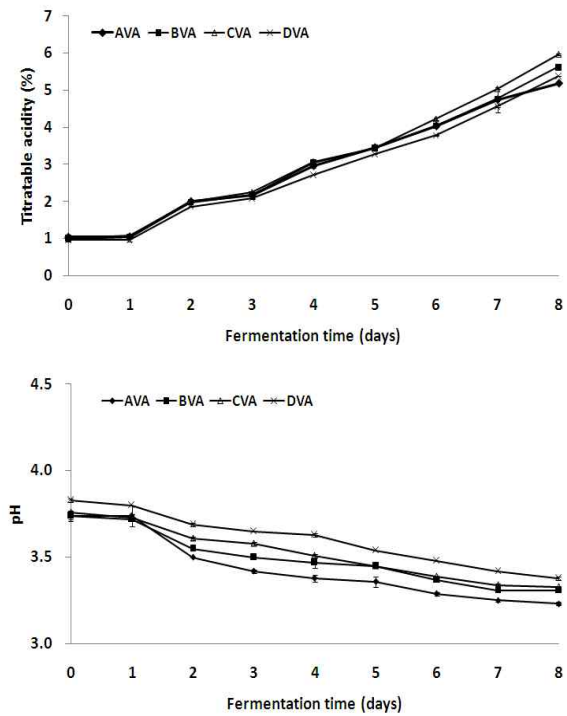


Fig. 3. Change of titratable acidity and pH in brown rice vinegar by agitated fermentation with different *Nuruk* content.

AVA: Brown rice vinegar produced by 10% *Nuruk* content, BVA: Brown rice vinegar produced by 20% *Nuruk* content, CVA: Brown rice vinegar produced by 30% *Nuruk* content, DVA: Brown rice vinegar produced by 40% *Nuruk* content.

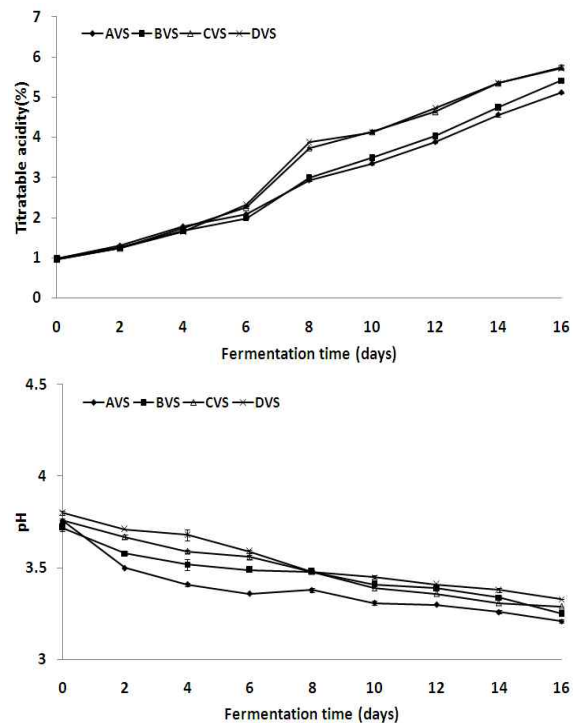


Fig. 4. Change of titratable acidity and pH in brown rice vinegar by static fermentation with different *Nuruk* content.

AVS: Brown rice vinegar produced by 10% *Nuruk* content, BVS: Brown rice vinegar produced by 20% *Nuruk* content, CVS: Brown rice vinegar produced by 30% *Nuruk* content, DVS: Brown rice vinegar produced by 40% *Nuruk* content.

유리아미노산 함량

누룩 첨가량(10, 20, 30 및 40% (w/w))별 현미 알코올발효액을 이용하여 교반 및 정지 초산발효에 따른 현미식초의 유리아미노산 함량을 비교하였다. Table 3과 같이 교반배양에서 총 유리아미노산 함량은 누룩 첨가량이 많을수록 높게 나타났다. 이는 누룩에 포함되어 있는 다양한 효소들 중 원료의 단백질을 분해하는 효소가 있기 때문인 것으로 판단된다. 필수 유리아미노산 함량은 DVA가 73.01 mg%로

가장 높았고 BVA 60.74 mg%, CVA 49.68 mg%, AVA 36.38 mg%로 나타났다. 주요 유리아미노산은 alanine, glutamic acid, leucine, valine이었고, 현미의 주요한 기능성 강화물질로 알려진 γ -aminobutyric acid는 3.91~6.33 mg%로 나타났다. 정지배양에서 총 유리아미노산 및 필수 유리아미노산 함량은 누룩 첨가량이 많을수록 높게 나타났고, 교반배양에 비하여 각각 7~30 및 5~14 mg%정도 더 높았다. 주요 유리아미노산은 alanine, valine, leucine, glycine,

Table 3. Content of free amino acid in brown rice vinegar by agitated and static fermentation with different *Nuruk* content

Free amino acid content (mg%)	Brown rice vinegar by agitated fermentation ¹⁾				Brown rice vinegar by static fermentation ²⁾			
	AVA	BVA	CVA	DVA	AVS	BVS	CVS	DVS
Phosphoserine	1.06	1.08	1.19	1.33	1.61	1.22	1.24	1.59
Phosphoethanolamine	N.D. ³⁾	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Taurine	2.61	2.74	2.90	2.85	4.25	3.06	3.44	3.92
Aspartic acid	0.55	0.37	0.62	1.50	0.29	0.31	0.41	0.49
Threonine	5.47	6.13	6.77	8.13	9.54	8.52	9.50	11.31
Serine	5.40	6.63	7.70	9.81	5.10	5.39	7.71	10.87
Glutamic acid	15.34	22.91	26.52	32.59	10.05	5.27	5.12	6.08
α -Aminoadipic acid	0.91	1.61	1.35	1.89	0.77	1.50	1.54	1.59
Glycine	6.63	7.80	8.42	9.81	12.16	10.51	11.72	13.76
Alanine	21.63	29.86	34.38	40.12	38.23	38.89	46.80	55.46
Citrulline	1.48	1.16	1.31	1.74	0.55	0.42	0.58	0.68
α -Aminobutylic acid	0.31	0.72	1.04	1.17	0.41	0.52	0.75	0.82
Valine	10.14	12.77	14.53	17.16	15.83	15.08	17.81	20.96
Cystine	0.20	0.32	0.51	0.69	0.04	0.13	0.42	0.47
Methionine	1.80	3.06	4.15	5.09	1.63	3.14	4.65	5.89
Cystachionine	0.12	0.15	0.16	0.18	0.13	0.13	0.17	0.21
Isoleucine	6.81	8.80	10.21	12.06	9.81	10.00	12.23	14.53
Leucine	10.80	15.43	19.24	23.35	12.54	15.75	21.31	26.46
Tyrosine	0.08	0.03	0.07	0.15	N.D.	0.08	0.12	0.14
Penylalanine	1.05	3.16	5.28	6.05	1.20	2.83	5.15	6.49
β -Alanine	0.27	0.41	0.60	0.74	0.29	0.39	0.56	0.73
β -Aminoisobutyric acid	0.37	0.39	0.43	0.38	0.50	0.39	0.43	0.46
γ -Aminobutyric acid	3.91	4.84	5.89	6.33	11.32	20.42	26.95	32.93
Ornithine	0.36	0.22	0.33	0.59	0.14	0.15	0.22	0.23
Lysine	0.31	0.33	0.56	1.17	0.05	0.14	2.15	0.26
Histidine	2.98	4.07	5.01	6.45	1.83	2.91	2.33	5.42
3-Methyl-histidine	N.D.	N.D.	0.09	0.11	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Arginine	0.12	0.07	0.07	0.09	N.D.	0.08	0.10	0.10
Proline	7.36	9.73	12.30	17.44	7.98	4.59	12.36	17.61
Total free amino acid	108.07	144.79	171.63	208.97	146.25	151.82	195.77	239.46
Essential amino acid	36.38	49.68	60.74	73.01	50.60	55.46	72.80	85.90

¹⁾AVA, AVS: Brown rice vinegar produced by 10% *Nuruk* content, BVA, BVS: Brown rice vinegar produced by 20% *Nuruk* content,

CVA, CVS: Brown rice vinegar produced by 30% *Nuruk* content, DVA, DVS: Brown rice vinegar produced by 40% *Nuruk* content.

³⁾N.D.: Not detected.

Table 4. Hunter's color value in brown rice vinegar by agitated and static fermentation with different Nuruk content

Hunter's color value	Brown rice vinegar by agitated fermentation ¹⁾				Brown rice vinegar by static fermentation ²⁾			
	AVA	BVA	CVA	DVA	AVS	BVS	CVS	DVS
L	92.36±0.01 ³⁾	90.46±0.00	91.89±0.00	90.50±0.01	92.41±0.01	90.32±0.03	91.20±0.02	89.45±0.01
a	-1.56±0.00	-1.90±0.00	-2.28±0.00	-2.67±0.00	-1.28±0.00	-1.69±0.01	-2.03±0.01	-2.33±0.00
b	10.51±0.01	12.51±0.00	13.70±0.01	16.30±0.00	9.48±0.71	11.58±0.01	13.06±0.00	15.07±0.01

¹⁾Refer to Table 3.³⁾Values are mean ± SD (n=3).

γ -aminobutyric acid, glutamic acid로 나타나 속성배양의 주요 아미노산 성분뿐만 아니라 더 많은 종류의 아미노산이 다량 검출되었다. Joo 등(11)의 발효 현미식초의 발효방법 및 원료함량에 따른 품질변화에서 누룩을 이용하여 발효한 현미식초는 glutamic acid, glycine, arginine, alanine, proline, tyrosine, valine, leucine 및 tryptophan 등이 높은 함량을 나타내었다고 보고하였으며 본 연구에서도 이와 유사한 경향이 있었다. Phenylalanine 및 methionine의 경우 누룩을 첨가함에 따라 5~6배 증가하였으나 교반 및 정치배양간의 유리아미노산 함량에는 큰 차이가 없었다. γ -Aminobutyric acid는 11.32~31.93 mg%로 교반배양에 비하여 3~5배정도 더 많은 것을 알 수 있었다. 따라서 본 연구에서는 누룩 첨가량 및 초산발효 배양방법에 따라서 유리아미노산 함량 차이가 큰 것으로 판단된다.

색 도

누룩 첨가량(10, 20, 30 및 40% (w/w))별 현미 알코올발효액을 이용하여 교반 및 정치 초산발효에 따른 현미식초의 색도 분석 결과는 Table 4와 같다. 교반배양의 L값은 모든 구간에서 90.5~92.4로 비슷한 값을 나타내었다. a값은 -1.56~-2.67 범위로 누룩 첨가량이 많을수록 낮아졌으며, b값은 AVA가 10.5로 가장 낮았고 BVA, CVA 및 DVA가 각각 12.5, 13.7 및 16.3으로 누룩 첨가량이 많을수록 높게 나타났다. 정치배양의 색도는 교반 배양과 유사한 값으로 나타나 발효시간에 따른 갈변현상보다 누룩 첨가량에 따른 영향이 더 큰 것으로 보인다. 전보(22)의 효모를 달리하여 제조된 현미식초에서는 b값이 17 전후로 비슷하게 나타났으나, Jeong 등(16)의 2단계 발효에 의한 현미식초에서는 b값이 36.45로 상이한 결과를 나타내었다. 이는 시료 전처리 및 가수량 등에 따른 차이인 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 누룩 첨가량을 달리하여 현미탁주를 제조하고 이를 이용한 현미식초[교반배양(A) 및 정치배양(S)]의 품질 특성을 조사하였다. 누룩 첨가량에 따른 알코올 함량은 누룩 첨가량이 많을수록 높게 나타났으며 누룩 30%

(w/w) 이상 첨가구에서는 약 13.5%로 큰 차이가 없었다. 이를 이용한 교반 및 정치배양 현미식초의 품질특성을 비교한 결과, 교반배양(A)에서 적정산도는 발효 종료 후 CVA에서 5.97%로 가장 높았으며, 정치배양(S)에서는 발효 16일째 이후 누룩 첨가량이 많은 순으로 적정산도가 높게 나타났으며, CVS와 DVS는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 현미식초의 유리아미노산 함량을 비교한 결과, 교반 및 정치배양에서 총 유리아미노산함량은 누룩 첨가량이 많을수록 증가하였으며, 정치배양 현미식초가 교반배양 현미식초에 비하여 7~30 mg%정도 더 높았다. 특히, 현미의 주요한 기능성 강화물질로 알려진 γ -aminobutyric acid는 교반배양 현미식초보다 정치배양 현미식초에서 약 3~5배 더 높은 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 누룩 첨가량 및 초산발효 배양방법에 따라서 유리아미노산 함량 차이가 큰 것으로 판단되며, 정치배양의 경우 향후 숙성과정에서 변화를 거치면서 향기성분, 관능적 특성에 차이가 있을 것으로 예상되어 다양한 식초의 품질변화에 관한 연구가 요구된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ0071732010)의 지원에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

1. 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
2. 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
3. Park CS, Lee TS (2002) Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. Korean J Food Sci Technol, 34, 296-302

4. So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Improvement in the quality of *Takju* by a modified *Nuruk*. Korean J Food Nutr, 12, 427-432
5. Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of brown rice *Takju* by different *Nuruks*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 301-307
6. 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
7. 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
8. Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS (1996) Volatile flavor components in mash of non-glutinous rice *Takju* during fermentation. J Korean Agric Chem Soc, 39, 249-254
9. 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
10. 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
11. 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
12. Lee WJ, Kim SS (1998) Preparation of *Sikhe* with brown rice. Korean J Food Sci Technol, 30, 146-150
13. Ha YD, Kim KS (2000) Civilization history of vinegar. Food industry and nutrition, 5, 1-6
14. Jeong YJ (2009) Current trends and future prospects in the Korean vinegar industry. Food Sci Ind, 42, 52-59
15. Kim GR, Yoon SR, Lee JH, Yeo SH, Kim TY, Jeong YJ, Yoon KY, Kwon JH (2009) Quality comparison of commercial brown rice vinegar fermented with and without ethanol. Korean J Food Preserv, 16, 893-899
16. 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
17. 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
18. Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation (2008) National Tax Service Technical Service Institute, Korea, p 62-66
19. 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
20. 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 Technol, 9, 45-50
21. So MH, Lee YS, Noh WS (1999) Improvement in the quality of *Takju* by a modified *Nuruk*. Korean J Food Nutr, 12, 427-432
22. Lee SW, Kwon JH, Yoon SR, Woo SM, Jang SY, Yeo SH, Choi JH, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of brown rice vinegar by different yeasts and fermentation condition. J Korean Soc Food Sci Nutr, 39, 1243-1409

(접수 2010년 8월 4일, 수정 2010년 12월 21일 채택 2010년 12월 24일)