J Korean Soc Food Sci Nutr
39(2), 301~307(2010)

한국식품영양과학회지
DOI: 10.3746/jkfn.2010.39.2.301

누룩 종류에 따른 현미 탁주의 품질특성

우승미[1] · 신진숙[2] · 성종환[2] · 여수환[3] · 최지호[3] · 김태영[3] · 정용진[1†]

[1]계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸덱스
[2]부산대학교 식품공학과
[3]농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효이용과

Quality Characteristics of Brown Rice *Takju* by Different *Nuruks*

Seung-Mi Woo[1], Jin-Suk Shin[2], Jong-Hwon Seong[2], Soo-Hwan Yeo[3], Ji-Ho Choi[3], Tae-Young Kim[3], and Yong-Jin Jeong[1†]

[1]*Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University and Keimyung Foodex Co., Ltd, Daegu 704-701, Korea*
[2]*Dept. of Food Science and Technology, Pusan National University, Gyeongnam 627-706, Korea*
[3]*Fermentation & Food Processing Division, Department of Agrofood Resources, NAAS, RDA, Gyeonggi 411-853, Korea*

Abstract

This study evaluates quality of *Nuruk*, which is a source material of *Takju,* collected in Daegu and Gyeongbuk and investigates fermentation characteristics of *Takju* made of it. Totally 7 types of *Nuruk* were examined and their pH and titratable acidity were 5.4~5.9 and around 0.1%, respectively. Saccharifying activity was high in D, F, G, A and E *Nuruk* by recording over 300 mg%. Lactic acid bacteria count was the highest in G *Nuruk* with 3.78×10^8 and yeast and total microbe count recorded the highest levels, 3.78×10^8 and 3.47×10^8, respectively in B *Nuruk*. When quality characteristics of *Takju* made of each type of *Nuruk* were compared, alcohol content was the highest in G *Nuruk* by recording 19.0% and titratable acidity was 0.44~0.86% in all samples. Hunter's color, brown color and turbidity showed different levels according to types of *Nuruk* and all lactic acid bacteria, yeast and total microbe counts were the highest in A and E *Nuruk*. For alcohol components, E and G *Nuruk* showed high fusel oil content levels and methanol and fusel oil contents of all samples were suitable as standards, respectively. The total organic acid content was the highest in B *Nuruk* at about 4,000 mg% and it was 2,000 mg% and around 1,000 mg% in A, E, F and G *Nuruk* and C and D *Nuruk*, respectively. The content of total free amino acid was the highest in B *Nuruk* at 3,676 mg% and it was observed to be 1,890, 1,676 and 1,531 mg% in G, E and C *Nuruk* in that order, respectively. Sensory preference of subjects in their 20s was high overall in G and C *Nuruk* and that of those in their 40s was high in F and C *Nuruk*. From all of these results, the types of *Nuruk* largely affected quality and components of *Takju* and an appropriate method to consider useful purpose is needed.

Key words: *Nuruk*, brown rice, *Takju*, alcohol fermentation

서 론

최근 웰빙 열풍이 시작되면서 우리민족 고유의 탁주(막걸리)에 관한 관심이 높아지고 특유의 청량미와 낮은 알코올 함량의 혼탁한 술은 새로운 전환기를 맞이하고 있다(1,2). 탁주는 일반 주류와는 달리 당질, 비타민 B군 및 단백질이 상당량 함유되어있고, 누룩의 protease에 의한 분해산물인 valine, leucine, serine, proline, glycine 등의 아미노산들도 많이 함유되어있다. 또한 생효모가 함유되어 다른 주류와 차별화된 영양학적 특징을 가지고 있다(3). 탁주에 관한 연구로는 알코올 성분, 유리당, 아미노산, 유기산 등의 품질특성 조사(3-5), 전분질 원료 및 누룩의 처리방법에 따른 알코올 발효 및 관능적 특성비교(6), 전분질 원료를 달리하여 담금한 탁주 술덧의 휘발성 향기성분 특성비교(7), 누룩종류를 달리하여 담금한 탁주 술덧의 휘발성 향기성분 특성비교(4), 개량누룩의 사용에 의한 탁주의 품질 개선(8,9) 등 다양한 연구가 보고되고 있으나 전통 누룩의 품질특성 및 이를 이용하여 담금한 탁주 술덧의 품질비교에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 또한 전통적으로 농가에서 탁주를 이용하여 정치배양방법으로 식초를 제조하여 왔으며 최근에 탁주(막걸리)의 활용방안으로 전통적인 식초제조에 관한 관심이 높아지고 있다.

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

탁주의 원료는 찹쌀, 보리쌀, 현미, 옥수수, 고구마 등이며, 곡류의 주성분인 전분질을 당분으로 전환시켜 술을 제조하기 때문에 미생물이 생성하는 효소가 필요하며 그 발효원이 누룩이다(5,10). 누룩은 삼국시대부터 전통주의 양조에 사용되었으며, 제조방법에 따라서 자연 상태에서 곰팡이, 효모, 세균류 등 많은 종류의 미생물이 번식되어 만들어지는 재래누룩과 살균한 전분질 원료에 *Aspergillus kawachii*, *Aspergillus oryzae* 등 순수 배양한 균을 접종하여 만드는 개량누룩으로 분류된다(5). 재래누룩은 누룩 중에 생육하는 여러 균주의 조성에 의해 양조되므로 지방에 따라 다양한 누룩이 있으며 제조방법에 따라 여러 형태의 누룩이 된다(11). 개량누룩은 술덧의 안전한 발효와 잡균오염이 방지되어 품질이 균일한 술이 제조되는 장점이 있다(12). 따라서 누룩의 종류에 따라 미생물에 의한 효소활성, 유기산 생산력 및 알코올 발효력 등이 달라지므로 탁주의 휘발성 풍미 성분, 맛, 색상 등의 품질특성에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다(7). 식초는 알코올 농도 6~7%, 곡물함량 15% 정도를 함유한 술덧을 이용하여 정치 또는 속성배양으로 총산 6% 정도의 식초 제조가 가능하지만 백미에 비하여 현미 식초의 품질특성은 차이가 있다.

본 연구에서는 대구 · 경북지역에서 수집된 누룩의 종류에 따른 현미탁주의 품질특성을 비교하였으며, 향후 이를 이용한 농가형 현미양조식초 생산에 적합한 기반을 구축하고자 한다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 실험에서는 대구 · 경북지역 농가에서 7종의 누룩을 수집하여 사용하였으며, 현미는 2008년 경북 상주지방에서 재배한 일반계 현미를 사용하였다.

사용균주

현미의 알코올발효에 사용된 균주는 계명대학교 발효공학실에서 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae* GRJ를 YPD agar배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%, agar 2%, pH 6.0)에서 30℃, 24시간 계대배양한 후 4℃에 보관하면서 사용하였다. 주모는 YPD배지에 접종하여 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 30℃, 24시간 동안 정치배양 시켜 사용하였다.

누룩의 품질특성

대구 · 경북지역에서 수집한 7종의 누룩 5 g에 증류수 100 mL를 가수하여 균질화 시킨 다음 30℃에서 3시간 동안 효소를 침출시켜 부직포로 여과한 후 품질특성을 조사하였다.

누룩을 이용한 현미 알코올발효

현미 각 1 kg을 5시간 동안 물에 침지한 후 물을 뺀 다음 고두밥으로 쪄서 누룩 300 g과 혼합하여 유리용기에 넣고 주모 50 mL와 정제수 1,600 mL를 첨가한 후 골고루 저어 항온배양기(HB-103-2H, Hanbaek Scientific Co.)에서 30℃, 3일 동안 정치배양 시켜 분석시료로 사용하였다.

적정산도 및 pH

적정산도는 일정량의 시료를 취하여 1% phenolphthalein 지시약을 2~3방울 떨어뜨린 다음 0.1 N NaOH로 중화 적정하였으며 acetic acid(%)로 환산하였고, pH는 pH meter (Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)로 실온에서 측정하였다.

당화력 측정

당화력은 국세청 기술연구소 주류분석규정(13)에 따라 측정하였다. 즉, 20% 가용성 전분용액 50 mL와 pH 5.0의 식초산 완충용액 30 mL를 취하여 55℃ 항온수조에서 10분간 예열한 다음 효소용액 10 mL를 가하여 60분간 당화시킨 후 0.5 N NaOH 10 mL를 가하고 급냉시켜 효소작용을 정지시켰으며, 이 효소 반응액의 포도당 함량은 DNS(dinitrosalicylic acid)법으로 측정하여 정량하였다. 당화력은 누룩 1 g이 가용성 전분 1 g에 작용하여 생성된 포도당을 가용성 전분 1 g에 대한 백분율로 당화율을 나타내었다.

젖산균, 효모 및 총균수

젖산균수는 시료액 1 mL를 취하여 0.85% 멸균식염수로 단계적으로 희석한 희석액을 bromocresol purple(BCP) 0.02%를 함유한 lactobacilli MRS broth(Difco Co., Detroit, USA) 배지에 접종하여 37℃에서 48시간 평판배양한 후 황색 colony는 젖산균으로 황색으로 변하지 않은 colony는 비젖산균으로 계측하였다. 효모수는 희석액을 10% 주석산용액을 함유한 potato dextrose agar(Difco)배지에 접종하여 30℃에서 48시간 평판배양한 후 생성된 colony를 계측하였다. 총균수는 희석액을 plate count agar(Difco)배지에 접종하여 30℃에서 48시간 평판배양한 후 생성된 colony를 계측하였다. 이때 30~300개의 집락이 형성된 것을 선택, 3회 반복 측정하여 평균값을 구해 시료액 mL당 colony forming unit(CFU/mL)로 표시하였다(9,14).

알코올 함량 및 당도

발효액의 알코올 함량은 시료 100 mL를 취하여 증류한 다음 주정계를 이용하여 측정하였으며 Gay Luccac Table을 이용하여 15℃로 보정하였고(15), 당도는 digital refractometer(PR-101, ATAGO Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

색도, 갈색도 및 탁도

색도는 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimazu Co., Kyoto, Japan)로 명도(L), 적색도(a) 황색도(b)값을 측정하여 Hunter's color value로 나타내었으며, 이때 대조구

는 증류수(L=99.99, a=0.06, b=-0.10)를 사용하였다. 갈색도 및 탁도는 각각 420 및 660 nm에서 측정하였다.

알코올 성분

알코올 성분 분석은 국세청 주류분석규정(15)에 따라 gas chromatography(Hewlett packard-6980, Hewlett Packard Co., Palo Alto, USA)로 분석하였으며, 표준물질로 무수알코올(99.9%)을 사용하여 각각의 알코올성분을 일정량(0~200 ppm) 첨가하여 작성한 standard curve를 이용하여 정량하였다. 이때 G.C.의 분석조건은 fused silica capillary column(30 m×0.25 mm)를 사용하였고 detector는 FID로 하였고, injector temperature는 200°C, detector temperature는 230°C, carrier gas는 N_2(60 mL/min)를 사용하였다.

유기산

유기산은 알코올 발효액을 Sep-pak C_{18} cartridge에 통과시키고 0.45 μM membrane filter로 여과하여 high performance liquid chromatography(Water 2487, Waters Co., Milford, USA)로 분석하였다. 이때 유기산 분석 column은 Atlantis^{TM} dC_{18}(3.9×150 mm, Waters Co.), mobile phase는 20 mM NaH_2PO_4(pH 2.7)를 사용하였고, flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 20 μL, detector는 UV detector(210 nm)를 사용하였다.

유리아미노산

알코올 발효액의 유리아미노산 함량은 Oh 등(16)의 방법에 준하여 전처리하였으며 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Biochrom Limited, Milton Road, UK)를 이용하여 분석하였다. 이때 분석조건은 buffer solution은 lithium citrate buffer를 사용하였고 buffer flow rate는 0.33 mL/min, ninhydrin flow rate는 0.33 mL/min, column temp.은 37°C, injection volume은 40 μL로 하였다.

관능검사

누룩 종류에 따른 알코올 7종 발효액(탁주)을 여과하여 관능적 특성을 조사하였다. 훈련된 20 및 40대 성인 각 15명의 관능요원을 선발하여 반복된 랜덤화 완전 블록 계획(replicated randomized complete block design)에 따라 색, 향, 맛 및 전반적 기호도를 9단계 평점법으로 평가하였다. 관능검사 결과는 SAS(Statistical Analysis System) 통계프로그램(9)을 이용하여 각각 일원배치분산분석(One-way ANOVA Test)을 하고 Duncan's multiple range test (DMRT)로 평균 간의 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

누룩 품질특성

대구·경북지역에서 수집한 7종의 누룩의 품질특성을 조사 결과 Table 1과 같다. 누룩 7종의 pH는 전반적으로 5.4~5.9범위로 나타났으며, 적정산도는 0.1% 전후로 나타났다. 누룩이 시간당 glucose를 생성하는 당화율은 D, F, G, A 및 E 누룩에서 300 mg% 이상으로 나타났고 B 및 C 누룩에서는 300 mg% 이하로 낮게 나타났다. 한국식품개발연구원(17)의 전통주의 품질개선 기술개발 보고서를 통하여 전국에서 수집된 115개의 누룩 품질특성을 조사할 결과 평균적으로 pH 6.2, 적정산도 0.1%로 유사한 수준이었으나, 당화력은 700 mg% 이상으로 대구·경북지역에서 수집한 누룩에 비하여 높은 함량을 나타내었다. 젖산균수는 G누룩에서 3.78×10^8으로 가장 많게 나타났으며, 효모수는 B누룩에서 3.78×10^8으로 가장 많았고 C, G, D 순으로 많게 나타났다. 또한 총균수는 B누룩에서 3.47×10^8으로 가장 많았고 G, C, E 순으로 많게 나타났다.

누룩종류를 달리한 현미탁주의 품질특성

일반성분 특성: 누룩 종류에 따른 알코올 7종 발효액의 품질특성을 비교하였다. 그 결과 Fig. 1과 같이 알코올함량에서는 G가 17.0%로 가장 높았으며 C, B 및 F가 각각 16.5, 14.2 및 12.1%, 그리고 A, D 및 E가 11% 범위로 나타났다. 적정산도는 모든 시료에서 0.44~0.86%로 평균적으로 다소 높았다(Fig. 2). Table 2에서 보는바와 같이 색도 중 L값은 G, E 및 A에서 각각 89.75, 87.44 및 84.16으로 높았으나 다른 시료에서는 유사한 경향으로 나타났다. a값은 B에서 2.11로 가장 높은 수준이었으며, b값은 시료 간에 큰 차이를 나타내어 B, C, F에서는 32이상으로 높은 수치를 나타내었고 A에서는 15.48로 가장 낮게 나타났다. 또한 갈색도는 B, F 및 C에서 각각 1.52, 1.24 및 1.02로 짙은 수준이었으며 나머지 시료들은 0.5 전후로 나타났다. 탁도는 B 및 D에서 각각 0.1 이상으로 다른 시료에 비해 높게 나타났다. 이상의 결과로

Table 1. Titratable acidity, pH, saccharifying activity and microbial quality of *Nuruks*

Quality characteristics	*Nuruk* samples						
	A	B	C	D	E	F	G
Titratable acidity (%)	0.11±0.01[1)]	0.06±0.02	0.11±0.01	0.05±0.00	0.10±0.01	0.06±0.01	0.05±0.00
pH	5.7±0.0	5.8±0.0	5.7±0.0	6.6±0.0	5.5±0.0	5.5±0.0	6.0±0.0
Saccharifying activity (mg%)	332±15	292±14	245±19	411±13	313±10	386±14	342±17
Lactic acid bacteria (CFU/mL)	1.28×10^8	1.66×10^8	1.12×10^8	7.30×10^7	6.10×10^7	1.55×10^8	3.78×10^8
Yeast (CFU/mL)	1.51×10^8	3.78×10^8	3.01×10^8	2.01×10^8	6.90×10^7	1.00×10^8	2.66×10^8
Total microbe (CFU/mL)	1.12×10^8	3.47×10^8	1.43×10^8	1.02×10^8	1.43×10^8	3.80×10^7	1.92×10^8

[1)]Values are mean±SD (n=3).

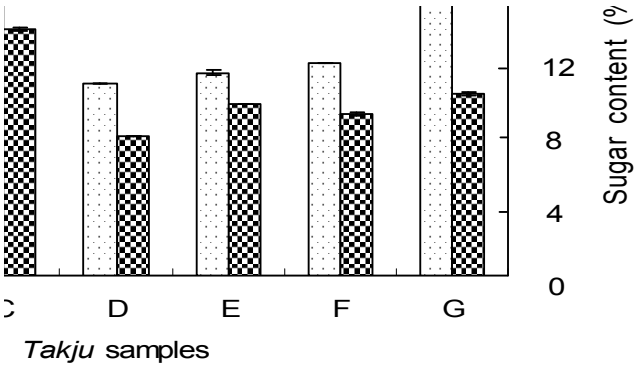

Fig. 1. Alcohol and sugar content of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk*. Values are mean±SD (n=3).

Fig. 2. Titratable acidity and pH of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk*. Values are mean±SD (n=3).

시료간의 함량차이는 주원료를 동일하게 담금 하였으나, 부원료인 누룩종류에 따라 알코올도수, 색도, 갈색도 및 탁도 등에서 차이가 나는 것으로 생각되며 향후 식초 제조에 미치는 영향 등을 고려한 연구가 요구되었다. 미생물을 조사한 결과, 젖산균수, 효모수 및 총균수 모두 A와 E에서 가장 높게 나타났으며 B와 F에서 그리고 C, D 및 G에서 유사하게 나타났으나 상호간에 미치는 영향에 관하여는 다양한 관점에서 보완이 요구되었다.

알코올성분 함량: 누룩 종류에 따른 알코올 성분을 분석한 결과 Table 3과 같다. 주요 알코올 성분으로 acetaldehyde, methanol, isopropanol, ethanol, n-propanol, isobutanol 및 isoamylalcohol 7종이 분석되었다. Acetaldehyde는 모든 시료에서 낮게 나타났으며, methanol 함량은 E에서 186.29 ppm으로 가장 높게 나타났으나 F, A, C 및 D에서는 20 ppm 이하로 낮았다. 탁주의 methanol 함량 기준이 500 ppm 이하로 규정(18)되어있으며, 모든 시료들이 규격에 적합한 것으로 나타났다. 또한 isopropanol은 A, C 및 G에서 높은 함량으로 나타났다. 알코올 성분 중에서 탁주, 맥주, 청주 등에서 중요한 성분으로 평가되는 isoamylalcohol은 E, C, G, D 및 A 순으로 200 ppm 이상으로 나타났으며, isobutanol은 G에서 162.18 ppm으로 가장 높았고, C 및 E에서 각각 54.14 및 48.70 ppm으로 비교적 높았으나 A, B, D 및 F에서는 30 ppm이하로 낮게 나타났다. 자극취를 나타내는 n-propanol은 F, D 및 E에서 각각 122.01, 119.31 및 103.41 ppm으로 높았으며, A, B, C 및 G에서는 낮은 함량으로 나타났다. 따라서 n-propanol, isobutanol, isoamylalcohol 등 fu-

Table 2. Hunter's color, brown color, turbidity and microbial quality of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk*

Quality characteristics		*Takju* samples						
		A	B	C	D	E	F	G
Hunter's color	L	84.16±0.05[1)]	66.40±0.04	76.42±0.07	79.36±0.05	87.44±0.08	75.21±0.03	89.75±0.05
	a	-1.27±0.01	2.11±0.02	0.15±0.02	-2.17±0.03	-2.91±0.01	-0.48±0.00	-3.46±0.02
	b	15.48±0.03	34.35±0.05	32.24±0.04	27.13±0.03	19.30±0.04	35.43±0.03	21.70±0.04
Brown color		0.45±0.01	1.52±0.01	1.02±0.00	0.76±0.00	0.40±0.00	1.24±0.00	0.47±0.00
Turbidity		0.08±0.00	0.17±0.00	0.10±0.01	0.10±0.00	0.05±0.01	0.09±0.00	0.03±0.00
Lactic acid bacteria (CFU/mL)		7.24×10^8	7.10×10^7	7.20×10^5	7.00×10^5	2.94×10^8	1.32×10^7	4.00×10^5
Yeast (CFU/mL)		6.45×10^8	3.90×10^6	3.20×10^5	2.90×10^5	1.28×10^6	4.50×10^6	1.90×10^5
Total microbe (CFU/mL)		3.90×10^7	7.40×10^6	1.49×10^6	3.20×10^5	3.35×10^7	1.11×10^7	1.44×10^5

[1)]Values are mean±SD (n=3).

Table 3. Alcohol components of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk*

Components (ppm)	*Takju* samples						
	A	B	C	D	E	F	G
Acetaldehyde	0.99	0.36	0.85	0.37	0.88	0.74	0.71
Methanol	11.02	80.39	14.30	19.02	186.29	8.86	33.14
Isopropanol	18.57	7.98	15.21	ND[2)]	6.81	8.78	12.85
Ethanol[1)]	11.63	14.16	16.46	11.00	11.56	12.13	17.00
n-Propanol	48.04	65.14	58.33	119.31	103.41	122.01	65.49
Isobutanol	29.57	20.69	54.14	24.38	48.70	15.49	162.18
Isoamylalcohol	217.99	153.12	254.80	220.51	390.20	175.75	234.01

[1)]Unit: %.
[2)]ND: Not detected.

Table 4. Organic acid content of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk*

Organic acid (mg%)	*Takju* samples						
	A	B	C	D	E	F	G
Tartaric acid	129.42	262.50	197.78	149.13	126.37	173.71	264.74
Lactic acid	1,555.35	2,425.25	677.88	460.32	892.96	808.11	882.10
Acetic acid	ND[1)]	ND	ND	60.08	482.68	512.66	514.85
Citric acid	30.37	360.22	108.92	115.34	126.03	87.20	21.84
Succinic acid	91.24	1,000.36	183.82	290.38	950.82	581.20	451.16

[1)]ND: Not detected.

sel oil류는 E에서 542.31 ppm으로 가장 높았고 G, C, D 및 F 순으로 높게 나타났다. 효모의 아미노산 발효로 생성되는 fusel oil은 원료중의 아미노산 함량, 효모의 종류 및 원료 증자 방법에 따라 그 함량이 달라지며, 함량이 너무 많으면 숙취의 원인이 되기도 하나 미량 존재할 경우에는 탁주의 맛과 향을 높이는 역할을 함으로써 주류의 품질에 중요한 요인이 된다(5,19). 국내 식품첨가물 공전(20)에서는 주류 중 fusel oil 함량이 1,000 ppm 이하고 규정되어 있으며, 본 실험의 모든 시료에서 230~550 ppm으로 나타나 규격에는 적합하였다.

유기산 함량: 누룩 종류에 따른 유기산 함량을 분석한 결과 Table 4와 같다. 대부분의 시료에서 5종의 유기산 중 lactic acid가 가장 높게 나타났다. Citric acid는 B에서 360 mg%로 높게 나타났으며 C, D 및 E에서 약 100 mg%로 나타났고 A, F 및 G에서는 다소 낮은 함량을 보였다. Succinic acid는 B에서 1,000 mg%로 높았고, E, F, G, D, C, A 순으로 점차 감소하여 A에서 91 mg%로 낮은 함량을 보였다. Acetic acid는 A~C에서는 검출되지 않았으나 D~G에서 검출되었으며, D는 60 mg%로 미량 존재하였고 E~G에서 500 mg% 전후로 나타났다. 유기산들은 술에서 신맛을 나타내는 중요한 성분이며 미량 존재할 경우 탁주의 맛과 향을 높이는 역할을 하지만 acetic acid가 다량 존재하게 되면 발효과정에서 오염되어 알코올성분의 산화로 인해 초산발효 단계로 진행되므로 주질을 저하시키는 요인이 된다. 총 유기산 함량은 B에서 약 4,000 mg%로 가장 높았으며 A, E, F 및 G에서는 2,000 mg%, C 및 D에서는 1,000 mg% 전후로 나타났다. Jeong 등(3)의 분무 및 동결건조 탁주 분말의 품질 변화에서는 저장과정 중 800~5,200 mg%로 나타나 누룩종류, 술덧원료, 발효환경 및 저장과정에 따라 유기산 함량 차이에 큰 영향을 미칠 것으로 판단되며 유기산 함량으로 인해 관능적 특성에도 영향을 줄 것으로 생각된다.

유리아미노산 함량: 누룩 종류에 따른 유리아미노산 함량을 분석한 결과 Table 5와 같다. 주요 유리아미노산은 glutamic acid, proline, alanine, valine, leucine, tyrosine, phenylalanine 등 7종으로 나타났다. 총 유리아미노산은 B에서 3,675 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었고 A, C, D, E, F 및 G에서 각각 1,386, 1,530, 1,485, 1,676, 1,448 및 1,890 mg%로 나타났으며, 필수아미노산은 B에서 1,291 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었고, E, C, D, G, F, A 순으로 높은 경향이었다. 신맛을 나타내는 aspartic acid는 B에서 168 mg%로 비교적 높았고, 감칠맛을 나타내는 glutamic acid도 B에서 313 mg%로 가장 높게 나타났다. 단맛을 나타내는 threonine serine, glycine 및 alanine의 총량은 B에서 630 mg%로 매우 높았고, G 및 E에서 각각 399 및 377 mg%였으며 A, C, D 및 F에서는 다소 낮은 함량으로 나타났다. 또한, 단맛과 쓴맛을 동시에 나타내는 proline과 methinoine의 총량도 B에서 639 mg%로 매우 높은 함량을 나타내었다. 쓴맛을 나타내는 leucine, isoleucine, phenylalanine 및 arginine의 총량은 B에서 851 mg%로 가장 높은 함량으로 나타났으며 E에서는 434 mg%로 나타났다. 약한 쓴맛을 나타내는 valine, tyrosine 및 histidine의 총량은 B에서 530 mg%로 가장 높았으며 A, C, D, E, F 및 G에서는 200 mg% 전후의 함량으로 나타났다. 이상의 결과로 발효제의 종류에 따라 유리아미노산의 조성이 크게 달라졌으며, 시료 B에서 신맛, 감칠맛, 단맛 및 쓴맛을 나타내는 유리아미노산들이 균형 있게 다량 함유되어 있는 것으로 나타났다. 또한 향후 식초 제조과정에서 특정 유리아미노산의 변화는 곡물식초 제조를 위한 품질 지표로 매우 유용할 것으로 생각되었다.

관능적 특성: 누룩 종류에 따른 알코올 7종의 발효액(탁주)을 여과하여 20 및 40대 성인을 대상으로 관능적 기호도를 조사한 결과는 Table 6, 7과 같다. 20대 관능평가 중 색상은 C에서 가장 높았고 F, A, D, G 순으로 높게 나타났으며 5점 이상의 기호특성을 나타내었다. 향은 C 및 D에서 5.8점으로 가장 높은 점수를 나타내었으나 시료들 간의 유의적인 차이는 없었다. 맛은 G에서 5.4점으로 가장 높았고 C에서는 5.0점이었으며 나머지 시료들은 평균 이하로 평가되었다. 전반적인 기호도는 맛의 영향을 가장 많이 받아 G 및 C에서 각각 5.8 및 5.4점으로 각각 보통이다(5점) 이상으로 평가되었고, 나머지 시료들은 3.5점 전후로 낮게 평가되었다. 또한 40대를 대상으로 조사한 관능적 기호도에서 색상은 F에서 7.0점으로 가장 높았으며 D에서는 5.7점, B, C 및 G에서는 5.0점으로 나타났고 A 및 E에서는 3.8점으로 가장 낮은 기호특성을 나타내었다. 향은 F 및 C에서 5.5점 이상으로 나타났고 나머지 시료들은 평균 이하로 평가되었다. 맛은 F에서 6.5점으로 가장 높았고 A에서 3.0점으로 가장 낮게 나타났다. 전반적인 기호도는 F에서 6.0점으로 가장 높은 기호특성을 나타내었으며 C에서는 5.2점으로 평균으로 평가되었고 나머지 시료들은 평균 이하로 낮게 평가되었다. 이상의 결과

Table 5. Free amino acid content of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk*

Free amino acid (mg%)	*Takju* samples						
	A	B	C	D	E	F	G
Aspartic acid	91.7	168.7	62.1	64.6	84.0	87.9	92.6
Threonie	39.5	106.6	41.0	49.9	69.9	36.5	63.7
Serine	49.5	134.7	52.2	65.8	80.2	54.1	101.2
Glutamic acid	162.6	313.6	119.7	144.7	113.4	130.4	135.1
Proline	122.4	554.1	176.1	179.0	135.1	140.8	243.9
Glycine	49.6	141.1	55.0	69.5	73.4	65.0	77.4
Alanine	110.2	248.2	126.7	113.0	153.5	117.0	157.5
Citrulline	20.0	35.2	19.1	15.9	11.8	14.5	14.0
Valine	79.5	247.4	88.9	92.7	115.0	87.4	97.6
Cystine	16.5	48.6	12.0	20.1	17.0	14.3	13.6
Methionine	42.3	85.4	79.0	63.3	56.2	75.4	38.1
Isoleucine	42.4	130.9	53.1	50.9	63.3	49.9	42.5
Leucine	102.7	321.5	135.0	118.3	153.2	112.2	86.0
Tyrosine	105.8	207.6	83.5	89.4	114.0	106.2	87.2
β-Alanine	ND[1)]	53.3	32.5	ND	ND	25.1	27.3
Phenylalanine	88.3	227.0	92.0	99.4	114.9	79.9	74.6
Homocystine	ND	28.0	4.2	ND	ND	ND	35.4
γ-Aminobutyric acid	18.3	41.1	29.4	17.8	72.8	28.2	47.3
Ethanolamine	35.1	4.8	35.1	36.5	33.9	34.8	49.0
Orinithine	111.3	29.9	97.0	41.5	43.2	59.9	22.6
Lysine	61.3	172.4	67.1	57.2	103.3	49.2	109.9
Histidine	27.2	75.4	26.9	30.7	32.1	21.4	51.3
Arginine	8.8	299.4	42.8	65.1	35.5	57.4	221.9
Total amino acid	1,386	3,675	1,530	1,485	1,676	1,448	1,890
Essential amino acid	456	1,291	556	532	676	491	512

[1)]ND: Not detected.

Table 6. Sensory evaluation of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk* to adults in their twenties

	Takju samples						
	A	B	C	D	E	F	G
Color	5.8 ± 0.5^{ab}	3.0 ± 1.0^{c}	6.6 ± 0.5^{a}	5.4 ± 0.8^{ab}	4.6 ± 0.9^{b}	6.2 ± 0.5^{ab}	5.0 ± 1.1^{ab}
Flavor	5.0 ± 1.2^{a}	5.0 ± 1.1^{a}	5.8 ± 1.3^{a}	5.8 ± 1.5^{a}	3.4 ± 1.1^{a}	3.4 ± 1.1^{a}	5.4 ± 0.9^{a}
Taste	3.0 ± 0.7^{bc}	3.0 ± 0.9^{bc}	5.0 ± 0.3^{ab}	4.2 ± 1.0^{abc}	3.0 ± 0.9^{bc}	2.2 ± 1.1^{c}	5.4 ± 0.8^{a}
Overall acceptability	3.4 ± 0.9^{bc}	3.8 ± 0.6^{abc}	5.4 ± 0.7^{ab}	3.8 ± 0.5^{abc}	3.8 ± 0.6^{abc}	3.4 ± 0.8^{c}	5.8 ± 0.7^{a}

[a-c]Values in the column followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

Table 7. Sensory evaluation of brown rice *Takju* by different kinds of *Nuruk* to adults in their forties

	Takju samples						
	A	B	C	D	E	F	G
Color	3.8 ± 0.7^{b}	5.0 ± 0.4^{b}	5.0 ± 0.8^{b}	5.7 ± 0.6^{ba}	3.8 ± 0.8^{b}	7.0 ± 0.5^{a}	5.0 ± 0.7^{b}
Flavor	3.3 ± 1.1^{c}	4.3 ± 0.9^{bc}	5.5 ± 1.0^{ba}	4.7 ± 1.1^{bac}	3.3 ± 0.9^{c}	6.0 ± 0.8^{a}	4.7 ± 0.9^{bac}
Taste	3.0 ± 1.2^{e}	5.2 ± 0.7^{bc}	4.8 ± 0.9^{dc}	4.7 ± 0.9^{dce}	3.2 ± 1.1^{de}	6.5 ± 0.7^{ba}	4.3 ± 0.8^{dce}
Overall acceptability	3.0 ± 0.6^{c}	4.3 ± 0.4^{bc}	5.2 ± 0.6^{ba}	4.8 ± 0.6^{ba}	3.3 ± 0.9^{c}	6.0 ± 0.5^{a}	4.8 ± 0.9^{ba}

[a-e]Values in the column followed by the same letters are not significantly different at $p<0.05$ level by Duncan's multiple range test.

로 20대에서는 전반적으로 G 및 C에서 높은 기호특성을 나타내었고, 40대에서는 F 및 C에서 높은 기호특성을 보였다. 이는 저 연령층으로 갈수록 높은 알코올 함량을 선호하는 것으로 여겨지며, 누룩 종류에 따라서 술의 관능적인 요인에 큰 영향을 주는 것으로 생각된다. 따라서 기능적 및 관능적 특성을 고려하여 누룩을 선택하고 식초제조용으로 적합한 형태의 탁주 재현이 필요할 것으로 보인다.

요 약

본 연구에서는 대구 · 경북지역에서 수집된 누룩의 품질 및 이를 이용하여 담금한 현미탁주의 발효특성을 조사하였다. 누룩 7종의 pH는 전반적으로 5.4~5.9 범위로 나타났으며, 적정산도는 0.1% 전후로 나타났다. 당화율은 D, F, G, A 및 E 누룩에서 300 mg% 이상으로 높게 나타났다. 젖산균

수는 G누룩에서 3.78×10^8으로 가장 많게 나타났으며, 효모 및 총균수는 B누룩에서 각각 3.78×10^8 및 3.47×10^8으로 가장 많았다. 각각의 누룩을 이용하여 담금한 탁주의 품질특성을 비교한 결과, 알코올 함량은 G가 19.0%로 가장 높았으며 적정산도는 모든 시료에서 0.44~0.86%로 나타났다. 색도, 갈색도 및 탁도에서도 누룩의 종류에 따라 수치적으로 차이가 있었으며 젖산균수, 효모수 및 총균수 모두 A 및 E에서 가장 많게 나타났다. 알코올 성분은 E 및 G에서 fusel oil 함량이 높았으며, 모든 시료들이 methanol 및 fusel oil 함량 규격에 적합한 것으로 나타났다. 총 유기산 함량은 B에서 약 4,000 mg%로 가장 높았으며 A, E, F 및 G에서는 2,000 mg%, C 및 D에서는 1,000 mg% 전후로 나타났다. 총 유리아미노산 함량은 B에서 3,676 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었고 G, E 및 C에서 각각 1,890, 1,676 및 1,531 mg% 순으로 높게 나타났다. 관능적 기호도는 20대에서 전반적으로 G 및 C에서 높은 기호특성을 나타내었고, 40대에서 F 및 C에서 높은 기호특성을 보였다. 이상의 결과 누룩종류에 따른 탁주의 품질 및 성분에 미치는 영향이 매우 크게 나타나 사용목적에 적합한 담금 방법의 설정이 요구되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 2008-356)의 지원에 의해 이루진 것임.

문 헌

1. 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.
2. Lee JS, Lee TS, Park SO, Noh BS. 1996. Flavor components in mash of *Takju* prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28: 316-323.
3. 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.
4. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee SD. 1997. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29: 555-562.
5. Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of *Takju* prepared by wheat flour *Nuruks*. *Korean J Food Sci Technol* 34: 296-302.
6. Kim IH, Park WS, Koo TJ. 1996. Comparison of fermentation characteristics of Korean traditional alcoholic beverage with different input step and treatment of rice and *Nuruk*. *Korean J Dietary Culture* 11: 339-348.
7. 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.
8. So MH, Lee YS, Noh WS. 1999. Improvement in the quality of *Takju* by a modified *Nuruk*. *Korean J Food Nutr* 12: 427-432.
9. So MH, Lee YS, Noh WS. 1999. Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. *Korean J Food Nutr* 12: 226-232.
10. 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.
11. Yu TS, Kim J, Kim HS, Hyun JS, Ha HP, Park MG. 1998. Bibliographical study on microorganism of traditional Korean *Nuruk* (since 1945). *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 789-799.
12. Kim CJ, Kim KC, Kim DY, Oh MJ, Lee SK, Lee SO, Chung ST, Chung JH. 1990. *Fermentation technology*. Sunjinmunwhasa, Seoul, Korea. p 79-103.
13. Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation. 2008. National Tax Service Technical Service Institute, Korea. p 11.
14. Park CD, Jung HK, Park HH, Hong JH. 2007. Identification and fermentation characteristics of lactic acid bacteria isolated from *Hahyangju Nuruk*. *Korean J Food Preserv* 14: 188-193.
15. Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation. 2008. National Tax Service Technical Service Institute, Korea. p 62-66.
16. 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.
17. Ahn BH. 1996. A study on quality improvement of traditional alcoholic beverages. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries.
18. Food Code. 2002. Korea Food Industry Association, Korea. p 194.
19. Jeong YJ, Kim HI, Whang K, Lee OS, Park NY. 2002. Effects of pectinase treatment on alcohol fermentation of persimmon. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 578-582.
20. Food Additive Code. 1989. Korea Food Industry Association, Korea. p 330.

(2009년 10월 19일 접수; 2009년 11월 24일 채택)