

약주의 품질 특성에 미치는 효모와 누룩 첨가량의 영향

이대형^{1*} · 강희윤¹ · 이용선¹ · 조창휘¹ · 김순재¹ · 이종수²

¹경기도농업기술원 작물개발과, ²배재대학교 생명유전공학과

Received : April 29, 2011 / Revised : June 20, 2011 / Accepted : June 22, 2011

Effects of Yeast and Nuruk on the Quality of Korean *Yakju*. Lee, Dae-Hyoung^{1*}, Heui-Yun Kang¹, Yong-Seon Lee¹, Chang-Hui Cho¹, Soon-Jae Kim¹, and Jong-Soo Lee². ¹Gyeonggi-do Agricultural Research and Extension Services, Hwasung 449-702, Korea, ²Dept. of Life Science and Genetic Engineering, Paichai University, Daejeon 302-735, Korea - Effects of rice varieties, fermentation temperature, nuruks and yeast on the quality of *yakju* (Korean traditional rice wine) were investigated. Among various *yakju* made by using some rice varieties, Chucheong *yakju* produced the highest ethanol of 18.9%. The maximum amount of ethanol was produced when 2% nuruk and 0.8% yeast were added to cooked Chucheong rice and fermented at 20°C for 10 days. This Chucheong *yakju* also showed the best overall acceptability. Changes of physicochemical properties and sensory evaluation of the 3 kinds of Chucheong *yakju* made by cooked rice and uncooked rice and gruel rice were investigated during fermentation. Ethanol contents of uncooked rice- Chucheong *yakju* and gruel rice- Chucheong *yakju* were significantly increased from 10.6% and 9.9% after 3 days fermentation to 17.1% and 17.2% after 7 days fermentation. Sensory evaluation revealed the gruel rice - Chucheong *yakju* was the best in total acceptability with sweet and refreshing tastes.

Key words: *Yakju*, yeast, Nuruk, Chucheong rice

서 론

일반적으로 쌀의 주성분은 전분이 70% 이상 차지하고 있으며 곡립의 내부에 존재하고 단백질(7-8%), 지방(1-3%), 비타민, 무기질은 내부 보다는 외층에 존재 한다[17]. 쌀을 75% 이하로 도정해서 양질의 전분만을 원료로 쓰는 청주[8] 외에 우리나라에서는 대부분의 술을 일반 백미 형태로 만들어 쌀에 있는 대부분의 전분과 미량의 단백질을 사용한다. 찰쌀이나 멥쌀을 주원료로 하는 약주는 발효제로서 누룩을 사용하고 발효용 효모를 첨가하여 당화와 발효가 동시에 진행되어 제조되는 병행 복발효주이다[14]. 이 때 발효원료로서는 전분질을 주성분으로 하는 곡류, 서류 등이 이용되면 전분질은 미생물이나 맥아(麥芽)에 의하여 생성되는 당화효소에 의하여 발효성 당으로 전환되고[16] 당분은 효모에 의하여 혐기적 상태에서 알코올과 탄산가스로 분해된다[11]. 전분질이 원료인 우리나라 술 만들기에서는 알코올 생성을 위해 누룩의 당화 작용과 효모의 알코올 발효 과정이 모두 중요하다고 할 수 있다[10].

전통 약주에 대해서는 재래식 형태의 제조 기술 개발, 원료 및 술덧의 이화학적 성분 분석, 누룩 및 술덧 중의 미생

물과 효소의 분포, 다양한 한약재를 첨가한 약주의 개발 등이 연구 보고되고 있다[7, 13]. 현재 국내에서는 누룩만을 이용하여 약주를 제조하는 전통 방식과 개량누룩에 효모를 첨가하는 방식이 일반적이다[3]. 그러나 지금까지 대부분의 약주가 전분질을 증자하는 획일적인 방법으로 제조되었고 그 전분질 또한 멥쌀이 주를 이루고 있으며 곡자와 시판 효모를 사용하여 약주가 제조되고 있을 뿐 전분질 형태의 종류, 전처리의 유무, 선발 효모와 무증자용 전통 누룩을 이용한 전통주 등에 관한 연구는 매우 미비한 실정이다. 또한 우리나라 약주의 표준화 및 다양한 제조방법에 따른 과학화된 자료는 부족한 실태이다. 따라서 본 연구에서는 약주 제조방법과 발효온도에 따른 누룩과 효모의 첨가량이 약주 품질 특성에 미치는 영향을 조사하여 약주 품질의 표준화와 과학화를 위한 기초자료를 제공 할 목적으로 수행되었다.

재료 및 방법

재료

멥쌀(추청쌀 등 5품종)은 2008년 경기도농업기술원에서 채배된 것을 사용하였고 조효소(누룩)는 (주)한국효소 제품(역가 1,500 sp)을, 정제효소는 테코자임 제품(glucoamylase 92%, α -amylase 8% 역가 30,000 sp)을 사용하였다. 효모는 시판 중인 *Saccharomyces cerevisiae*(Laparisienne, Nether-

*Corresponding author

Tel: +82-31-229-5784, Fax: +82-31-229-5962

E-mail: leedh2@gg.go.kr

lands)를 사용하였고, 일반 분석용 시약은 특급을 사용하였다.

담금 및 발효

담금은 전통주 담금법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다[2]. 먼저 1단 담금으로 멥쌀 2 kg을 2시간 물에 침지한 후 1시간동안 물을 뺀다. 다음으로 100°C로 30분간 증자 후 불을 끄고 10분간 뜸을 들인다. 이를 30°C까지 냉각시킨 후 1단 멥쌀을 기준으로 160%의 물, 조효소(누룩) 6%(2시간 전에 물에 불려 상등액만 사용), *S. cerevisiae* 1%를 첨가하여 20°C에서 2일간 1차 발효시킨 후 2단 담금으로 1단 멥쌀의 200%의 멥쌀, 정제효소 0.15%을 넣고 2단 담금 멥쌀 기준으로 180%의 물을 넣고 20°C에서 8일간 2차 발효시켰다. 이때 최적 담금 및 발효 조건을 확립하기 위해 온도, 누룩과 효모 첨가량, 발효 방법, 담금 회수 및 가수량 조건 등을 조사하였다.

일반성분과 물리화학적 성질

쌀의 일반성분은 A.O.A.C 방법에 따라 수분은 105°C 상압가열건조법, 조단백질은 micro-kjeldahl법, 조지방은 soxhlet 추출법 및 조회분은 회화법으로 분석하였다[1].

약주의 물리화학적 성질에서 에탄올 함량은 원심분리한 각각의 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였다. 총산은 시료 10 mL를 0.1 N NaOH 용액으로 중화적정한 후 소비량을 succinic acid로 환산하여 표시하였다[15]. 당도(brix)는 당도계(ATAGO, RX-5000a)로 측정하였고 잔당은 dinitrosalicylic acid method에 따라 550 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당으로 환산하여 정량하였다[6].

또한 색도는 색차계(Color Difference Meter D-25L-9, Hunter Associates Lab. Inc. USA)로 측정하여 L값(명도), a값(적색), b값(황색도)으로 표시하였다. 이때 표준 백색판(calibration plate)의 L, a 및 b의 값은 각각 99.66, -0.01 및 0.97의 수치를 나타내는 것을 사용하였다. 유리당 함량은 각 발효액을 원심분리(5,000 × g, 10 min)하여 상등액을 얻고 이를 0.45 μm membrane filter로 여과하여 다음과 같이 High-performance liquid chromatography(HPLC)로 분석하였다. HPLC는 Agilent(1100 series, USA)사의 pump, 20 μL의 loop를 가진 autoinjector를 이용하였으며, prevail carbohydrate ES 5 μ 컬럼(250 × 4.6 mm, USA)과 이동상으로는 75% acetonitrile을 이용, 30°C에서 1.0 mL/min의 유속으로 분리시킨 후 RI detector를 사용하여 분석하였다[4].

약주의 관능검사는 Lee 등[12]의 방법을 일부 변형시켜 경기도농업기술원의 훈련된 관능 평가원들로 하여금 막걸리에서 느낄 수 있는 향과 맛 특성을 묘사하게 하고, 이들 중에서 공통적으로 묘사된 특성을 선정하였다. 선정된 향과 맛 특성에 대하여 1-9의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 다각형 그림으로 나타내었고 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 9의 점수로 표시하여

그 결과를 SPSS 12.0(SPSS Inc.)을 사용하여 Duncan의 다중비교법으로 분석하였다.

결과 및 고찰

쌀 품종별 발효 특성 및 우수 품종의 선발

약주 제조에 적합한 쌀 품종을 선발하기 위해 새로운 쌀 품종 중에 농가에서 많이 재배하고 있는 다산쌀, 고아미 2호쌀, 큰눈이쌀, 추청쌀, 영안쌀을 이용해서 약주를 제조하고 이화학적 특성과 관능특성을 조사하여 비교하였다. 탄수화물 함량은 고아미 2호쌀이 75.8%로 가장 낮았으며 조단백질은 5.6%로 큰눈이쌀이 가장 낮았다. 특히 고아미 2호쌀의 경우 지방이 1.0%로 다른 품종에 비해 최고 5배까지 높았다(Table 1). 알코올 함량은 추청쌀을 이용해 제조한 약주가 18.9%로 가장 높았으며 고아미 2호쌀이 14.0%로 가장 낮았다(Fig. 1). 탄수화물 함량이 78.7%로 비교적 높고 지방 함량이 0.4%로 비교적 낮았던 추청쌀이 전분이 포도당으로 당화된 양이 많기 때문에 알코올 생산량이 다른 술에 비해 높았으며 탄수화물 함량이 시료 중 가장 낮고 지방함량이 1.0% 높았던 고아미 2호쌀은 이와 반대로 당화된 포도당이 적었기 때문에 낮은 알코올 생산량을 보인 것으로 생각된다. 특히 고아미 2호쌀이 전분에서 당으로의 변화가 낮은 이유로 전분질의 구조적인 차이로 생각되며 추가적으로 발효단계에서 전분질의 구조를 확인하는 연구도 필요할 것이다. 또한 고아미 2호쌀의 경우 발효된 술의 glucose 함량이 매우 낮았는데 이것은 낮은 당화률로 인해 소량 분해된 glucose를 효모가 알코올 발효 또는 효모 증식에 사용함으로써 완전 발효 형태의 모습을 나타내었다.

관능검사결과 추청쌀 약주 > 다산쌀 약주 > 큰눈이쌀 약주 > 영안쌀 약주 > 고아미 2호쌀 약주 순으로 추청쌀 약주가 전체적인 기호도가 가장 높았다(Table 2). 따라서 추청쌀을 약주용 최적 쌀 품종으로 선발 하였다. 김 등[9]은 전통 인삼주 제조에 적합한 쌀로 일품쌀이 15.6%의 알코올 생성률을 보였으며 기호도가 가장 우수하였음을 보고 하였다.

온도별 누룩 및 효모 첨가량

선발된 추청쌀을 이용하여 온도별, 누룩과 효모 첨가량에 따른 발효 특성을 조사한 결과는 Fig. 2와 같다. 우선 동일 누룩 첨가 조건이 아닌 경우 누룩에 포함된 당 성분이 발효

Table 1. Proximate analysis of rice varieties.

Rice varieties	Moisture	Ash	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate
Chucheong	14.4	0.6	5.9	0.4	78.7
Dasan	13.1	0.5	6.7	0.2	79.5
Youngan	13.1	0.7	5.8	0.5	79.9
Goami 2	15.1	0.8	6.6	1.0	75.8
Keunnuni	14.5	0.4	5.6	0.3	78.2

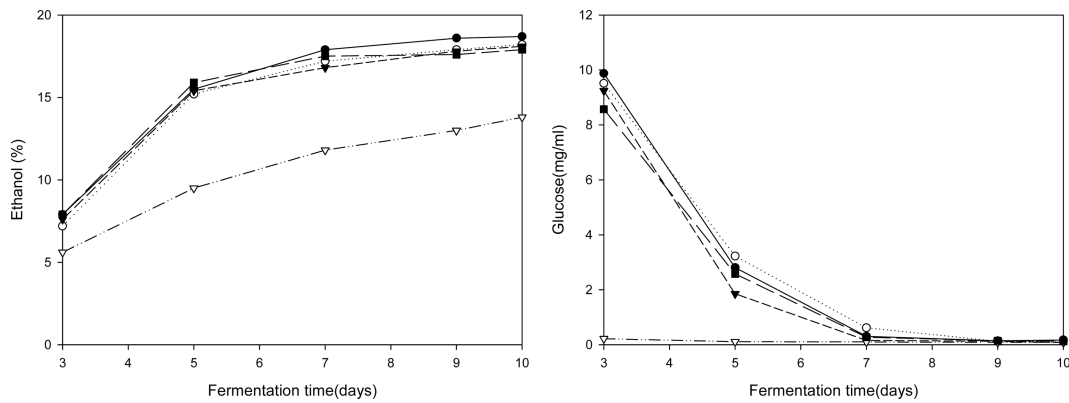


Fig. 1. Changes of ethanol and glucose during alcohol fermentation of using various rice *yakju*. ●: Chucheong, ○: Dasan, ▼: Youngan, ▽: Goami 2, ■: Keunnuni.

Table 2. Sensory evaluation of Korean *yakju* with various rice varieties.

Rice varieties	Color ¹⁾	Flavor	Taste	Body	Total acceptability
Chucheong	7.5±0.23 ^a	7.2±0.31 ^a	8.0±0.21 ^a	7.3±0.35 ^a	7.5±0.11 ^a
Dasan	7.2±0.45 ^a	7.0±0.26 ^{ab}	7.1±0.52 ^b	6.8±0.62 ^{ab}	7.0±0.34 ^b
Youngan	7.3±0.13 ^a	6.5±0.23 ^{bc}	6.8±0.17 ^{bc}	6.7±0.19 ^b	6.5±0.23 ^{bc}
Goami 2	7.1±0.52 ^a	6.0±0.30 ^c	6.1±0.56 ^c	6.0±0.42 ^c	6.0±0.41 ^c
Keunnuni	7.3±0.36 ^a	6.0±0.11 ^c	6.1±0.44 ^c	6.2±0.34 ^c	6.1±0.32 ^c

¹⁾Estimated by 9 points scale, where 9, excellent; 5, moderate and acceptable; 1, very poor and unacceptable.

²⁾Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

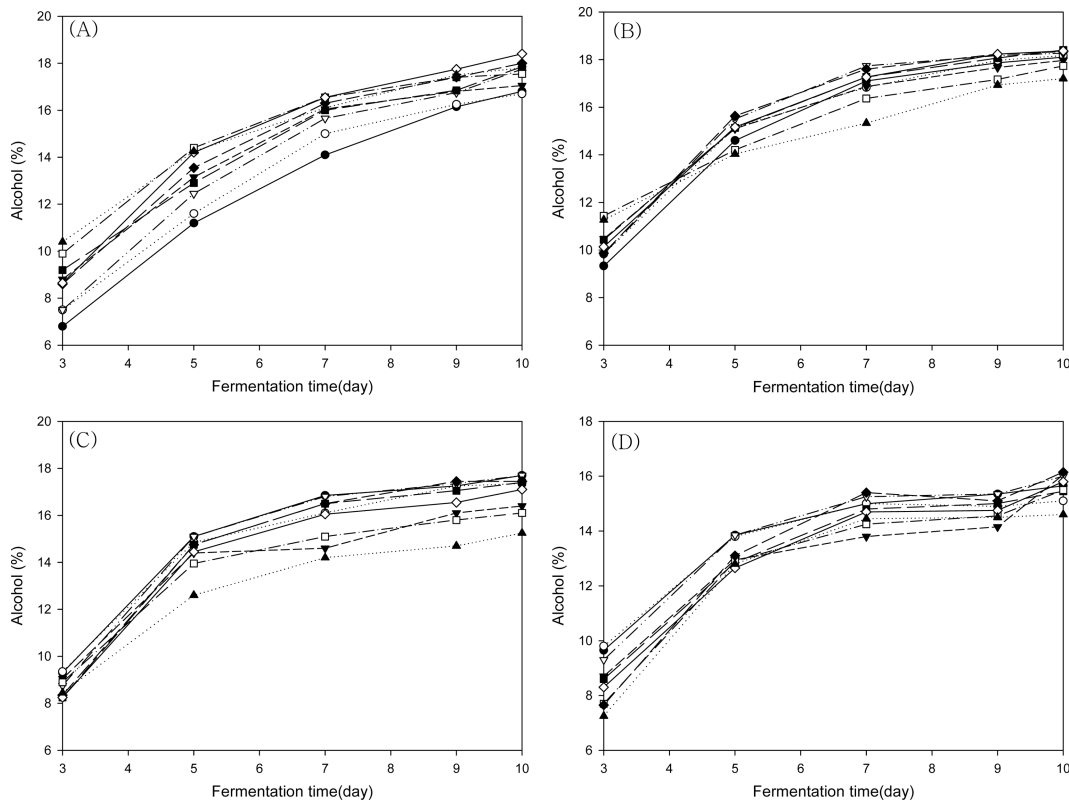


Fig. 2. Changes of ethanol during alcohol fermentation at various temperatures by addition of different nuruks and yeasts. *Fermentation temperature; A: 15°C, B: 20°C, C: 25°C and D: 30°C. Symbols: ●: 1-0.5 (Nuruk %- yeast % of added), ○: 1-0.8, ▼: 1-1.6, ▽: 2-0.5, ■: 2-0.8, □: 2-1.6, ◆: 3-0.5, ◇: 3-0.8 and ▲: 3-1.6.

에 영향을 미칠 수 있으므로 누룩에 포함된 당 함량을 확인할 결과 1%, 2%, 3% 첨가 누룩에서 0.88 mg/L, 1.84 mg/L, 3.34 mg/L의 당을 확인하였다. 하지만 누룩에서 유래된 당량은 쌀 전분에서 당화되는 양에 비해 미비하여 발효에 미치는 영향은 크지 않다고 생각하여 실험을 진행하였다. 30°C와 25°C 발효의 경우 효모량이 증가할수록 알코올 생성량은 낮아졌는데 이는 일반적인 발효 온도인 20°C보다 높아 효모가 노화되어 발효력이 떨어졌기 때문인 것으로 생각된다. 25°C의 경우 누룩 1%, 효모 0.5% 첨가군에서 17.7%의 알코올이 생성되었으며 20°C 발효의 경우 누룩 2%, 효모 0.8% 첨가군에서 18.4%의 알코올이 생성되어 생성량이 가장 높았다. 15°C에서는 누룩첨가량이 많아질수록 알코올 생성량이 많았다. 이것은 Bae 등[3]이 누룩 첨가량을 증가할수록 알코올 함량이 높아졌다는 결과와 유사한 결과이었다.

한편, 발효주 내의 당 함량은 효모의 에탄올 생산능도를 결정짓고 주류의 향기성분과 단맛에 영향을 주는 것으로 알려져 있다[5]. 발효중의 glucose 함량 변화를 조사한 결과 Fig. 3와 같이 30°C의 경우 다른 온도에 비해 발효 종료 후에 glucose 잔당 함량이 높았고 알코올 함량이 낮았는데 이는 높은 발효 온도로 효모가 노화되거나 자기 소화되어 발효율이 떨어진 것으로 사료된다. 25°C의 경우 역시 효모 첨가량이 높을수록 잔당 함량은 높았으나 에탄올 함량이 낮았다. 그러나 20°C와 15°C 발효의 경우 초기 glucose의 농도

가 낮았으나 에탄올 생성량은 높아 알코올 발효가 잘 진행된 것으로 생각된다. 따라서 발효최적 온도는 15°C-20°C가 적합하였다.

한편, 발효중 Brix, 산도 색차 변화를 조사한 결과 Table 3와 같다. Brix는 발효온도가 낮아질수록 낮아졌고 10°C 발효 외에는 누룩첨가량이 증가할수록 Brix도 증가하였다. 산도의 경우는 온도나 누룩의 첨가량에 따라 0.128-0.177%까지 차이가 있었으며 온도가 낮아질수록 산도가 낮아지는 경향을 보였고 효모의 첨가량이 많아질수록 산도는 증가하는 경향을 나타내었다. 색도의 경우 발효 온도가 높을수록 L 값은 높았으며 누룩 첨가량에 따른 차이는 크지 않았다. 그러나 b 값은 그 반대로 누룩 첨가량이 증가 할수록 증가하는 것으로 나타났으며 색차(Eab)도 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 누룩을 만드는 재료인 밀기울에서 유리되는 색깔로 생각되며 온도가 높고 첨가량이 많을수록 이들 색소 용출이 많아져서 b 값이 증가되는 것으로 생각된다.

온도별 관능평가 결과 모든 온도에서 색에서는 차이가 없었으나 온도가 높을수록 누룩첨가량과 효모첨가량이 많을수록 알콜향과 누룩향이 강하며 맛이 단조로워 기호도에서 낮은 점수를 나타내었으며 낮은 온도에서 발효시켰을 때는 바디감과 향 및 종합적 기호가 좋은 것으로 나타났다(data not shown). 전체적으로는 20°C에서 발효시킨 약주가 누룩향이 적고 약한 과일향과 단맛이 있어 기호도가 높았으며 특히 누

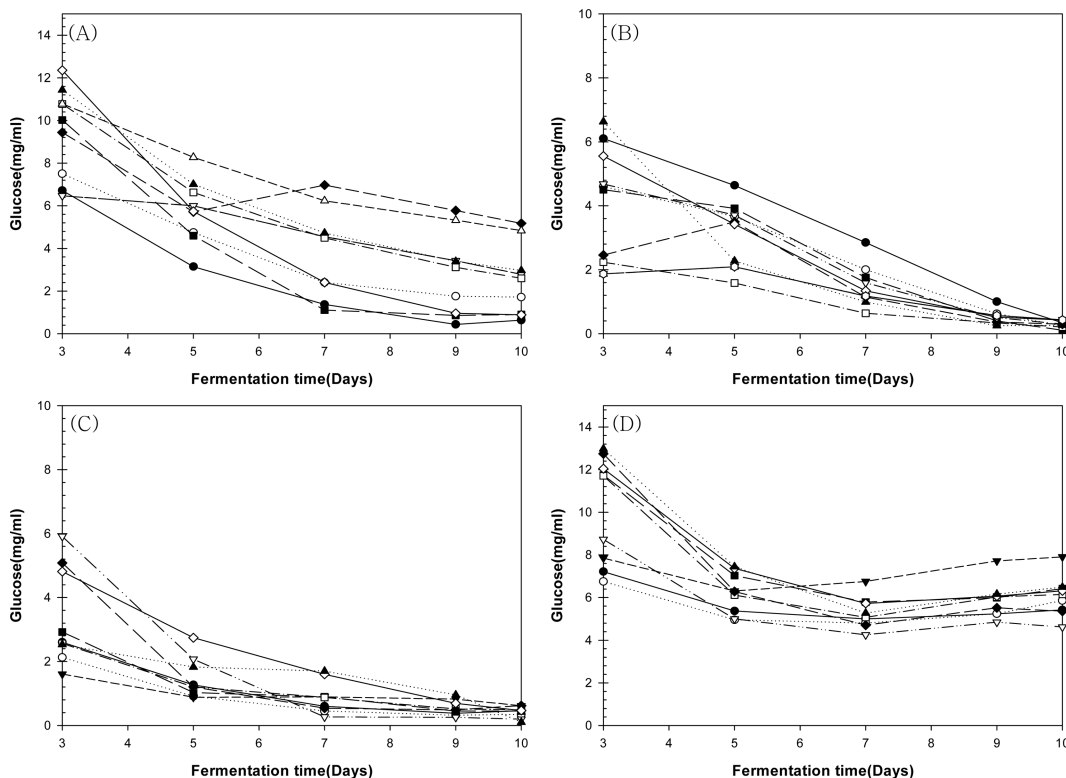


Fig. 3. Changes of glucose concentration during alcohol fermentation at various temperatures by addition of different nuruks and yeasts. *A, B, C and D were the same as Fig. 2 and all symbol (●, ○, ▼, ▽, ■, □, ◆, ◇, ▲) were also the same as Fig. 2.

Table 3. Brix, total acidity and color of fermentation broth after fermentation for 10 days at various temperatures by addition to different nuruks and yeasts.

Temp. (°C)	Nuruk (%)	Yeast (%)	Souble solid (°Brix)	Total acidity (%)	Color			
					L	a	b	Eab
30	1	0.5	13.79±0.97 ¹⁾	0.165	97.59±0.62	-1.19±0.07	5.93±0.26	15.14±0.15
		0.8	13.87±0.66	0.165	97.76±1.33	-1.37±0.03	6.43±0.07	17.64±0.23
		1.6	15.37±0.95	0.177	97.96±0.18	-1.36±0.02	6.70±0.01	18.77±0.28
	2	0.5	13.95±0.21	0.159	98.15±0.02	-1.83±0.01	8.51±0.03	31.22±0.34
		0.8	14.48±0.11	0.165	97.81±0.01	-1.49±0.01	7.41±0.02	23.54±0.57
		1.6	15.07±0.24	0.174	96.28±0.03	-1.54±0.02	7.98±0.01	31.45±0.56
	3	0.5	14.65±0.63	0.162	97.24±0.01	-2.07±0.02	10.85±0.02	53.86±0.18
		0.8	15.37±0.23	0.168	96.99±0.02	-1.91±0.01	10.38±0.01	49.64±0.56
		1.6	15.97±0.10	0.171	97.30±0.01	-2.08±0.01	10.91±0.02	54.33±0.74
25	1	0.5	10.40±0.28	0.153	98.29±0.01	-1.03±0.01	4.52±0.00	7.76±0.32
		0.8	10.64±1.32	0.165	98.56±0.01	-1.10±0.01	4.74±0.03	8.31±0.65
		1.6	11.72±1.01	0.162	98.62±0.02	-1.07±0.01	4.78±0.02	8.36±0.46
	2	0.5	10.89±0.83	0.159	98.13±0.01	-1.40±0.01	6.24±0.01	16.02±0.41
		0.8	11.71±1.85	0.156	98.19±0.02	-1.23±0.02	5.83±0.02	13.63±0.11
		1.6	12.26±3.20	0.156	97.49±0.01	-1.25±0.02	6.28±0.03	17.22±0.26
	3	0.5	12.01±0.28	0.153	97.06±0.01	-1.63±0.02	8.04±0.01	29.68±0.37
		0.8	12.45±1.06	0.165	97.35±0.01	-1.36±0.02	7.02±0.01	21.88±0.10
		1.6	14.33±0.46	0.165	97.20±0.01	-1.37±0.01	7.33±0.03	24.18±0.41
20	1	0.5	9.71±0.20	0.128	94.54±0.01	-1.00±0.03	4.23±0.03	18.91±0.53
		0.8	9.71±0.10	0.142	94.34±0.72	-1.03±0.02	4.59±0.01	21.22±0.86
		1.6	9.72±0.07	0.130	94.58±0.01	-1.08±0.01	5.03±0.02	21.72±0.22
	2	0.5	10.20±0.36	0.132	94.38±0.01	-1.44±0.02	6.40±0.03	29.70±0.36
		0.8	10.20±0.17	0.128	94.41±0.01	-1.51±0.36	6.03±0.02	27.71±0.52
		1.6	11.40±1.78	0.138	93.90±0.02	-1.34±0.01	6.42±0.02	32.32±0.41
	3	0.5	10.50±0.37	0.134	93.93±0.02	-1.67±0.02	7.92±0.02	41.95±0.32
		0.8	10.64±0.57	0.132	93.71±0.00	-1.59±0.01	7.34±0.02	39.24±0.84
		1.6	11.28±0.61	0.149	93.53±0.01	-1.39±0.02	6.97±0.01	37.74±0.26
15	1	0.5	9.79±0.45	0.125	94.50±0.02	-0.75±0.02	2.99±0.01	15.63±0.74
		0.8	9.36±0.20	0.137	94.07±0.01	-0.82±0.02	3.21±0.02	18.46±0.31
		1.6	9.38±0.11	0.140	94.03±0.02	-0.88±0.02	3.57±0.01	19.61±0.43
	2	0.5	9.47±0.66	0.139	94.01±0.01	-1.14±0.02	4.69±0.02	23.52±0.29
		0.8	9.39±0.83	0.140	93.88±0.00	-1.19±0.02	5.02±0.01	25.60±0.32
		1.6	9.22±0.17	0.146	92.88±0.01	-0.98±0.03	4.72±0.02	30.49±0.41
	3	0.5	9.58±0.67	0.140	93.69±0.01	-1.43±0.01	6.19±0.03	32.45±0.30
		0.8	9.71±0.44	0.142	93.19±0.01	-1.41±0.01	6.27±0.01	35.96±0.52
		1.6	9.49±0.55	0.145	93.83±0.01	-1.34±0.01	5.97±0.01	30.38±0.49

¹⁾Values are mean ± SD (n=3).

룩 2%, 효모 0.8% 첨가 약주에서 알코올 생산량도 좋았으며 강한 과일향과 쓴맛과 단맛이 적절히 조화되어서 가장 높은 관능점수를 나타내었다(Table 4). 이상의 결과를 종합했을 때 약주의 최적발효 조건은 20°C, 누룩 2%, 효모 0.8% 첨가이었다.

담금 회수, 발효방법 및 가수량

담금 회수, 발효방법, 가수량이 약주 발효에 미치는 영향을 검토하기위해 담금 회수를 2단 담금, 3단 담금으로 구분하고 맵쌀을 죽, 증자, 무증자 등으로 전처리 한 후 가수량에 따른 발효 중 알코올 함량의 변화를 조사한 결과는 Fig. 4와 같다. 2단, 3단 담금 모두 발효 종료 후 18-19%의 알코

Table 4. Sensory evaluation of taste and flavor of with 20°C by addition to different nuruks and yeasts.

Nuruk (%)	Yeast (%)	Color	Flavor	Taste	Body	Total acceptability
1	0.5	6.2±0.41 ^a	6.0±0.11 ^b	7.2±0.33 ^c	7.3±0.40 ^c	7.3±0.11 ^c
	0.8	6.2±0.32 ^a	7.2±0.18 ^a	7.3±0.24 ^c	7.1±0.26 ^c	7.1±0.32 ^c
	1.6	6.3±0.16 ^a	7.3±0.47 ^a	7.1±0.51 ^c	7.2±0.18 ^c	7.2±0.45 ^c
2	0.5	6.2±0.62 ^a	7.1±0.49 ^a	8.3±0.42 ^b	8.1±0.41 ^{bc}	8.1±0.15 ^b
	0.8	7.8±0.35 ^b	7.5±0.36 ^a	9.0±0.19 ^a	8.9±0.48 ^a	9.1±0.26 ^a
	1.6	7.5±0.29 ^b	7.1±0.52 ^a	8.1±0.63 ^b	8.1±0.23 ^b	8.3±0.14 ^b
3	0.5	7.2±0.18 ^a	7.2±0.48 ^a	8.1±0.61 ^b	8.2±0.11 ^b	8.1±0.47 ^{bc}
	0.8	7.3±0.34 ^a	7.1±0.27 ^a	7.2±0.43 ^c	7.1±0.18 ^c	8.1±0.22 ^b
	1.6	7.4±0.26 ^a	7.2±0.29 ^a	7.3±0.15 ^c	7.2±0.41 ^c	7.5±0.32 ^c

¹)Estimated by 9 points scale, where 9, excellent; 5, moderate and acceptable; 1, very poor and unacceptable.

²)Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

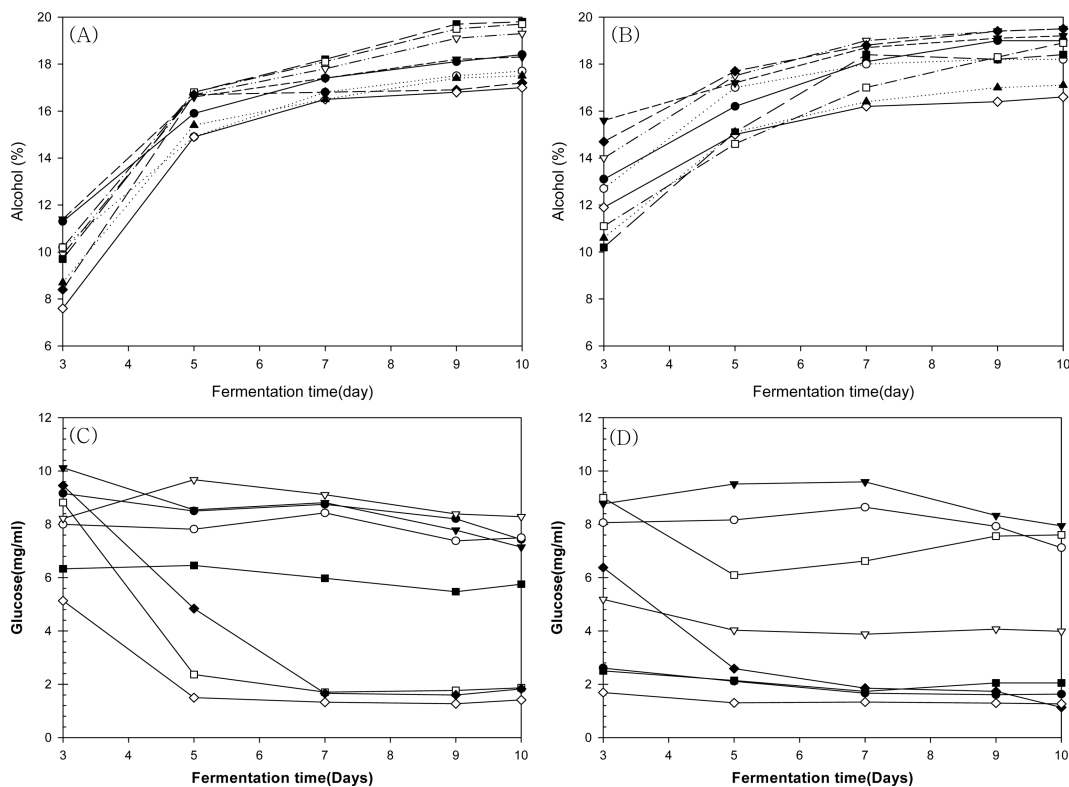


Fig. 4. Changes of ethanol and glucose concentrations during alcohol fermentation by water addition ratios and fermentation steps.

*(A), (C) and (B), (D) represent the results of two steps fermentation, and three steps fermentation, respectively. **Water addition and rice states. Symbols: ●: 100-Rice gruel, ○: 100-Cooked, ▼: 100-Non-cooked, ▽: 150-Rice gruel, ■: 150-Cooked, □: 150-Non-cooked, ◆: 200-Rice gruel, ◇: 200-Cooked, ▲: 200-Non-cooked (water addition - Rice states).

올이 생성되어 비슷한 알코올 생성을 보였으나 급수량이 증가할수록 알코올 생성량이 낮아지는 경향을 보였고 특히 급수량이 200%일때 glucose 함량이 가장 낮았다. 급수량과 발효방법에 따른 기호도를 조사한 결과 Table 5과 같이 급수량이 적을수록 전체적인 기호도가 높았는데 특히 물을 100% 첨가한 후 3단 담금시 호화 방법으로 발효했을 때 전반적인 기호도에서 7점 이상으로 높은 점수를 얻었다. 이는 급수량

이 적어지면서 누룩중의 당화효소에 의해 쌀로부터 생성된 glucose가 효모에 의해 완전히 알코올로 발효되지 못해서 잔당이 많아 졌기 때문인 것으로 사료된다. 또한 죽으로 제조한 약주의 기호도가 전체적으로 좋았는데 이는 쌀 전체가 분쇄 후 충분한 호화를 통해 쌀의 전분 조질 많아지면서 효소가 작용하기 좋은 형태로 진행 되었는데 이것은 권 등[11]의 도정도가 증가 할수록 과일, 와인 향 특성을 나타내는 먼

Table 5. Total acceptability of various yakju made by different fermentation steps and water addition ratios.

Water addition (%)	Rice states	Two steps fermentation ¹⁾	Three steps fermentation
100	Rice gruel	6.8±0.32 ^{c2)}	7.2±0.33 ^d
	Cooked	6.7±0.54 ^c	6.9±0.41 ^d
	Non-cooked	6.1±0.28 ^b	6.1±0.63 ^c
150	Rice gruel	7.0±0.65 ^d	6.4±0.20 ^c
	Cooked	6.2±0.41 ^b	6.0±0.31 ^{b^c}
	Non-cooked	5.5±0.23 ^{ab}	5.5±0.45 ^b
200	Rice gruel	5.3±0.45 ^a	5.4±0.35 ^b
	Cooked	5.0±0.38 ^a	4.8±0.48 ^a
	Non-cooked	5.0±0.26 ^a	4.7±0.13 ^a

¹⁾Estimated by 9 points scale, where 9, excellent; 5, moderate and acceptable; 1, very poor and unacceptable.

²⁾Mean separation within column by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

적 비율은 증가하는 경향과 향은 거의 없고 부드럽고 달콤한 oil 특성을 나타내는 면적 비율은 감소하는 경향과 유사하여 호화를 통해 다양한 유기산과 에스터 화합물들이 생성되어 향과 맛이 우수한 것으로 생각된다.

요 약

쌀 품종과 발효제 및 효모 첨가량 등이 약주의 품질 특성에 미치는 영향을 검토하기 위해 다산쌀, 고아미 2호쌀, 큰눈쌀, 추청쌀, 영안쌀을 이용해서 약주를 제조한 후 이들의 이화학적 특성과 관능특성을 측정하여 비교하였다. 알코올 함량은 추청쌀을 이용해 제조한 약주가 18.9% 가장 높았고 고아미 2호쌀이 14.0%로 가장 낮았다. 발효 온도에 따른, 누룩과 효모 첨가량의 영향을 조사한 결과 20°C에서 누룩 2%, 효모 0.8% 첨가하여 제조한 약주의 알코올 함량이 18.4±0.5%로 최고를 나타내었고 전체적인 기호도가 가장 높았다. 또한 15°C에서 누룩 3%, 효모 0.8% 첨가하여 제조한 약주 역시 알코올 함량이 높고 기호성도 비교적 우수하였다. 담금 회수, 발효방법, 기수량에 따른 영향을 조사한 결과 발효 3일에는 9.9-10.6%의 에탄올이 생성되었으나 발효 7일에는 17.1-17.2%로 에탄올 생성에 차이가 없었다. 또한 멥쌀 대비 100%로 급수하여 만든 죽을 3단 담금 하여 발효 시켰을 때 19.2%의 에탄올을 생성하여 가장 높았고 기호도도 우수하였다.

REFERENCES

1. A.O.A.C. 1995. Official Methods of Analysis. 16th eds., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C. USA.

2. Bae, S. M. 2006. Edible Everything can become Alcoholic Beverages. pp. 9-109. Wogok Pub Co. Korea.

3. Bae, S. M., Y. H. Lee, M. K. Lee, S. A. Kang, and C. Cheong. 2008. Effects of traditional Nuruk ration yeast on the fermentation and quality of yakju. *J East Asian Soc Dietary Life*. **18**: 41-48.

4. Bruce, W. Z., C. F. Kenneth, H. G. Barry, and S. N. Fred. 1995. pp. 370-372, 426-428. Wine analysis and Production, Chapman & Hall, New York, U.S.A.

5. Choi, J. H., J. A. Jeon, S. T. Jung, J. H. Park, S. Y. Park, C. H. Lee, T. J. Kim, H. S. Choi, and S. H. Yeo. 2011. Quality Characteristics of Seoktanju Fermented by using Different Commercial NuruksKor. *J. Microbiol. Biotechnol.* **39**: 56-62.

6. Jang, J. H. 1989. History of Korean traditional rice wine. *Kor. J. Dietary Cult.* **4**: 271-274.

7. Kim, C. A., W. G. Lee, I. S. Lee, and M. H. Wang. 2008. Changes of physicochemical, sensory and antioxidant activity characteristics in rice wine, yakju added with different ratios of *Codonopsis lanceolate*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **40**: 201-206.

8. Kim, H. R., A. R. Lee, Y. H. Kwon, H. J. Lee, S. J. Jo, J. H. Kim, and B. H. Ahn. 2010. Physicochemical Characteristics and Volatile Compounds of Glutinous Rice Wines Depending on the Milling Degrees. *Korean J. Food Sci. Technol.* **42**: 75-81.

9. Kim, J. H., J. C. Lee, G. S. Lee, B. C. Jeon, N. M. Kim and J. S. Lee. 2002. Manufacture and functionalities of traditional ginseng liquor. *J. Ginseng Sci.* **26**: 74-78.

10. Kim, J. H., J. H. Lee, H. J. Kim, S. Y. Choi, and J. S. Lee, 2003. Effects of barley koji and legumes on the quality and fibrinolytic activity of Korean traditional rice wine. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32**: 1066-1070.

11. Kwon, Y. H., S. J. Jo, J. H. Kim, and B. H. Ahn 2010. Fermentation Characteristics and Volatile Compounds in Yakju Made with Various brewing Conditions; Glutinous Rice and Pre-treatment. *Kor. J. Microbiol. Biotechnol.* **38**: 46-52.

12. Lee, D. H., J. H. Kim and J. S. Lee. 2009. Effect of Pears on the Quality and Physiological Functionality of *Makgeolj*. *Korean J. Food & Nutr.* **22**: 606-611.

13. Lee, D. H., W. J. Park, B. C. Lee, J. C. Lee, D. H. Lee, and J. S. Lee. 2005. Manufacture and physiological Functionality of Korean Traditional Wine by Using *Gugija(Lycii fructus)*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **37**: 789-794.

14. Lee, S. R. 1986. Korean Fermentation Foods. Ewha Women's University Press, Seoul, Korea. 224-294.

15. NTSTS Institute. 1997. Textbook of alcoholic beveragemaking. National Tax Service Technical Service Institute. Seoul, Korea.

16. Park, J. H., S. M. Bae, C. Yook, and S. J. Kim. 2004. Fermentation characteristics of Takju, Prepared with old rice. *Kor. J. Food Sci. Technol* **36**: 609-615.

17. Song, B. H., D. H. Kim, S. G. Kim, Y. D. Kim, and K. S. Choi. 1998. Distribution of minerals within the degreed brown rice kernel. *Agric. Chem. Biotechnol.* **31**: 162-165.