

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
농촌자원 활용 가양주 제조 연구		농촌자원	'08~'09	농업기술원 작물연구과	이대형
농가 보급형 가양주 간이제조 기술개발		농촌자원	'08~'09	농업기술원 작물연구과	이대형
색인용어	가양주, 효모, 누룩, 죽, 증자, 무증자				

ABSTRACT

The objective of this study was to develop a Korean traditional rice wine (farmer brewery). Effects of fermentation temperature(10~30°C), addition of nuruks(1.0~3.0%) and yeast(0.5~1.6%) on the quality of Korean traditional rice wine were investigated. The maximum amount of ethanol (18.4±0.5%) was produced when 2% nuruk and 0.8% yeast were added to cooked rice and fermented at 20°C for 10 days. The ethanol contents ranged from 12.7 to 18.4%, while the residual sugar levels were in the range of 1.62±0.4 to 13.45±0.5 mg/ml. In sensory evaluation, traditional rice wine made from the addition of 2% nuruk and 0.8% yeast showed the best overall acceptability. Temperature for the optimum fermentation should be maintained in the range of 15°C~25°C. Optimal fermentation conditions was addition of 1% nuruk and 0.5% yeast at 25°C fermentation and 2% nuruk and 0.8% yeast at 20°C fermentation. Changes of physicochemical properties and sensory evaluation of traditional rice wine were investigated during fermentation by using cooked and uncooked rice, and gruel rice. After 3 days fermentation sugar content of the cooked rice wine and gruel rice wine were about 11 brix, while uncooked rice wine was 6 brix. Total acid contents of gruel and uncooked rice wine were also 0.25% and 0.20%, respectively and cooked rice wine was 0.17%. Alcohol contents of uncooked rice wine and gruel rice wine 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 gruel rice wine was the best in total acceptability with sweet and refreshing tastes.

Key words : Korean traditional rice wine (farmer brewery), yeast, nuruk, cooked rice, uncooked rice, gruel rice

1. 연구목표

한반도와 만주를 중심으로 정착해 온 우리 민족은 오래 전부터 주식인 쌀을 사용하여 술을 빚어왔다. 우리나라의 술 빚기는 중국과의 교류를 통해서 발전해 왔고, 바다 건너 일본에 양조법을 전해주기도 했다.

일본의 역사서에는 백제인 수수보리가 일본으로 건너가 새로운 방법으로 술을 빚는 법을 전해 주었다는 기록이 있고, 지금도 그를 기리고 있다. 중국 역사서에는 신라나 고구려의 술이 중국에까지 흘러 들어가 이름을 떨쳤다는 기록이 있다. 그러나 1909년 일제가 세금을 걷을 목적으로 도입한 <주세법>의 공포에 따라 수천 종에 달하던 전통가양주와 가양주 문화의 근간을 뒤흔들었을 뿐만 아니라 다양하게 존재했던 주종(酒種)의 단순화를 초래하였다.

오랜 세월 동안 음지에 갇혀있던 전통가양주는 1988년 올림픽을 전후로 몇몇 전통 가양주들이 민속주 지정을 받으며, 양지로 나올 수 있었다. 더불어 차츰 경제생활이 윤택해지고 민족 문화에 대한 관심이 고조됨에 따라 많은 전통 가양주들이 문화재로 지정되고 상품화 되어 우리술의 지평을 넓혀가고 있다. 우리술산업의 육성은 수입산 주류를 대체함으로써 외화낭비를 줄일 수 있다. 뿐만 아니라 일부 과잉생산과 WTO 체제하의 수입개방으로 어려움에 처해 있는 국산농산물의 사용을 촉진하여 농산물 수급안정과 농가소득 증대에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 더구나 쌀과 잡곡, 과일, 약초 등 온갖 농산물로 빚은 전통민속주의 재현을 통해 국민건강의 증진은 물론 전통문화의 계승발전에도 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

이와 같은 상황에서 민속주와 농민주산업의 육성은 원료농산물의 소비증대와 수입주류의 대체, 전통문화의 복원 등 다양한 의미를 가지고 있다. 즉 쌀과 잡곡과일·약초 등 우리 농산물로 빚은 민속주의 재현을 통해 개방여파로 인해 남아도는 농산물의 소비증대와 국민들의 건강 증진에도 기여할 수 있기 때문에 산업적 활성화의 필요성이 크다 술은 지역축제나 관광, 예술 등과 결합한 고부가가치 문화상품이 될수 있는 만큼 '5도(都) 2촌(村)시대'를 맞이하여 그린투어리즘이나 농촌문화관광을 풍요롭게 하는 윤희유의 역할을 할 수 있을것으로 기대한다.

이 연구의 목적은 농사를 직접지어 자가 양조를 하는 농민주를 대상으로 농가에 적합한 발효조건을 찾아서 체계적인 가양주 간이제조 기술개발을 보급하고 활성화 하는데 있다.

2. 재료 및 방법

가) 원료, 균주 및 시약

멥쌀(추청쌀)은 2008년 경기도농업기술원에서 재배된 것을 사용하였고 개량누룩(누룩)은 (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, Netherlands)을 사용하였고, 일반 분석용 시약은 특급을 사용하였다.

나) 담금 및 발효

기본적인 담금은 기존 전통주 담금법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다. 먼저 1단 담금으로 멥쌀 4kg을 2시간 물에 침지한 후 물을 뺀 다음 100℃로 30분간 증자하였다. 이를 30℃까지 냉각시킨 후 물 5,600ml, 개량누룩(누룩) 240g, *S. cerevisiae* 1%를 첨가하여 20℃에서 2일간 1차 발효시킨 후 2단 담금으로 멥쌀 8kg에 정제효소 6 g, 물 14,400ml를 넣고 20℃에서 8일간 2차 발효시켰다.

1) 온도별, 누룩 접종율, 효모 접종율

담금 및 발효 조건을 살펴보기 위해 온도별, 누룩 접종율, 효모 접종율 시험을 실시하였다. 온도별 30, 25, 20, 15, 10℃로 처리하였으며 누룩 접종율 1, 2, 3%, 효모 접종율 0.5, 0.8, 1.6%로 처리하였다.

2) 범벅, 증자, 무증자, 담금 회수, 가수량

다음으로 발효 방법, 담금 회수 및 가수량 조건을 살펴보았다. 발효방법으로는 죽, 증자, 무증자, 담금 회수는 1단, 2단, 3단, 가수량은 100~200%로 처리하였다.

3) 주요 조사 항목

에탄올 함량은 원심분리한 발효액을 수증기 증류한 다음 주정계로 측정하였고 발효 분석 시기는 발효 후 3, 5, 7, 9, 10일로 하였다. 총산은 시료 10 ml를 0.1 N NaOH 용액으로 중화적정한 후 소비 ml로 표시하였다. 당도(brix)는 당도계(ATAGO, RX-5000a)로 측정하였고 잔당은 dinitrosalicylic acid method에 따라 550 nm에서 흡광도를 측정하여 포도당으로 환산하여 정량하였다. 아미노산도는 산도 적정이 끝난 검체 10ml에 중성 formalin 용액을 5 ml를 가하여 유리된 산을 0.1 N NaOH 용액으로 pH 7.0이 될 때까지 적정하여 소비된 ml로 표시하였다(Technical Service Institute, NTSA 1997). 유리당 함량은 각 발효액을 원심분리(5,000×g, 10 min)하여 상등액을 얻고 이를 0.45μm membrane filter로 여과하여 다음과 같이 High-performance liquid chromatography(HPLC)로 분석 하였다. HPLC는 Agilent(1100 series, USA)사의 pump, 20μl의 loop를 가진 autoinjector를 이용하였으며, prevail carbohydrate ES 5μ 컬럼(250×4.6 mm, USA)과 이동상으로는 75% acetonitrile을 이용, 30℃에서 1.0 ml/min의 유속으로 분리시킨 후 RI detector를 사용하여 분석하였다. 가양주의 관능검사는 김 등(2008)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 1~5의 강도로 표시하게 한 후 그 평균값을 구하여 나타내었고, 향과 맛을 고려한 전체적인 기호도는 가장 싫다 1, 가장 좋다 5의 점수로 표시하였다.

3. 결과 및 고찰

가) 온도별, 누룩 접종율, 효모 접종율의 효과

온도별, 누룩 접종율, 효모 접종율에 따른 발효 조건을 살펴보기 위해 각각의 온도 조건에 따라 누룩 접종율과 효모 접종율을 달리하며 발효 일수별 알코올 변화를 확인한 결과 그림 1과 같았다. 30℃, 25℃ 발효의 경우 효모량이 증가 할수록 알코올은 낮아졌으며 전체적인 알코올 생성량 역시 다른 온도에 비해 적었다. 20℃의 경우 알코올 생성량이 가장 많았으며 특히 누룩 2%, 효모 0.8% 첨가군에서 18.4%의 알코올이 생성되었다. 15℃에서는 누룩량이 많아질수록 알코올 생성량이 많았으며 10℃ 역시 누룩량이 많아질수록 알코올 생성량이 많았다. 다만 10℃의 경우 다른 온도와 다르게 발효 10일에서는 15%정도의 알코올이 생성되었으며 15일이 지났을 때 약 18%의 알코올이 생성되었다.

다음으로 온도 조건에 따라 누룩 접종율과 효모 접종율을 달리하며 발효 일수별 glucose 변화를 확인한 결과 그림 2와 같았다. 30℃의 경우 다른 온도에 비해 발효 종료 후에 glucose 함량이 높았는데 알코올이 낮게 생성되면서 남은 당이 술에 남은 것으로 생각된다. 25℃의 경우 효모 첨가량이 높을수록 당의 함량도 높았으며 20℃, 15℃의 경우 초기 glucose의 농도가 낮았다. 이것은 효소의 최적온도가 달라 효소의 활동성이 약해 제대로 전분을 당으로 분해하지 못하는데 반해 효모는 그 당을 계속적으로 사용해서 초기 glucose 농도가 낮은 것으로 생각된다. 특히 15℃의 경우 발효 종료시에도 glucose의 농도가 낮았다. 10℃의 경우 전체적으로 발효기간도 길었지만 glucose의 소비도 다른 온도에 비해 천천히 진행 되었다.

다음으로 온도별, 누룩 접종율, 효모 접종율에 따른 발효 조건을 살펴본 결과 표 1과 같은 결과를 얻었다. 온도별 Brix는 발효온도가 낮아질수록 낮아졌으며 누룩첨가량이 증가할수록 Brix도 증가하였으며 다만 10℃에서만 약간 상승하였다. 20℃ 발효에서는 누룩 2%, 효모 0.8% 첨가시 알코올 수율은 $18.4 \pm 0.5\%$ 로 최고를 나타내었다. 관능평가 결과 20℃에서 생산된 술이 관능평이 높았으며 최고 알코올 수율을 나타낸 누룩 2%, 효모 0.8%에서 높은 관능평을 나타내었다. 계절별 온도에 따른 최적발효 조건을 위해서는 최소 15℃이상, 최고 25℃이하의 온도가 유지되어야 하며 25℃에서는 누룩 1%, 효모 0.5%, 20℃에서는 누룩 2%, 효모 0.8%, 15℃에서는 누룩 3%, 효모 0.8%가 발효를 위한 적합한 조건으로 생각된다.

나) 담금 회수, 발효방법, 가수량에 따른 발효

담금 회수, 발효방법, 가수량에 따른 발효 조건을 살펴보기 위해 각각의 담금 회수에 따라 발효방법을 달리하며 발효 일수별 알코올 변화를 확인한 결과 그림 3과 같았다. 1단, 2단, 3단 발효의 경우 발효 최종일에는 18~19%의 알코올이 생성되어 비슷한 알코올 생성을 보였으나 glucose의 변화는 죽과 무증자의 경우 증가되는 경향을 보였다. 2단, 3단의 경우 발효방법에 따라 알코올의 변화는 차이가 없었으나 급수량의 경우에는 급수량이 증가할수록 알코올 생성량이 낮아지는 양상을 보였다(그림 3 (a), (b)). glucose의 경우에는 2단, 3단에서 죽, 증자, 무증자의 경우 급수량이 200%일때 glucose량이 적었다(그림 3 (c), (d)). 급수량과 발효방법에 따른 기호도를 조사한 결과 급수량이 적을수록 기호도가 좋았으며 급수량이 증가할수록 기호도는 적어졌다. 이것은 급수량이 적으면서 남아있는 당의 비율이 높아서 단맛을 느껴서라 생각되며 특히 죽의 기호도가 전체적으로 좋았다 (표 2). 죽의 경우에는 분쇄

를 통해 쌀의 조직이 단단하지 않아서 당화가 잘되었으며 그때 과실향이 많이 나타났다. 죽의 경우에는 향기성분(ester) 종류가 무증자에 비해 다양해서 다양한 향을 나타내는 것으로 생각된다. 이와 같이 각 담금 회수별 결과를 이용해서 다양한 농민주 담금 가능성이 가능하였다.

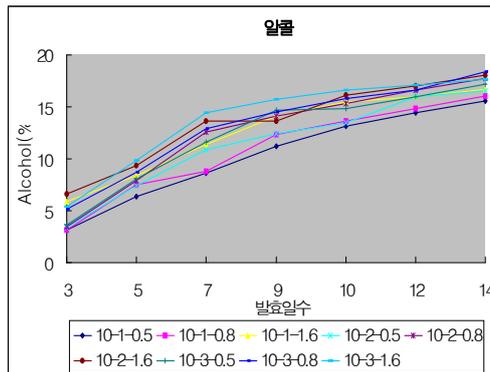
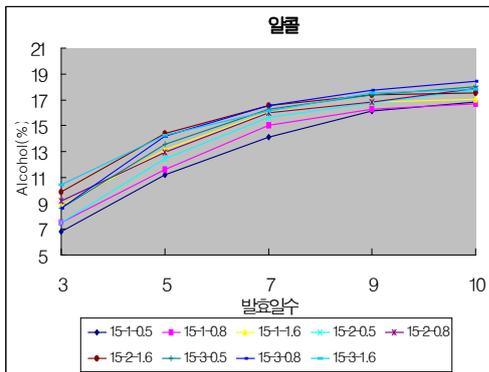
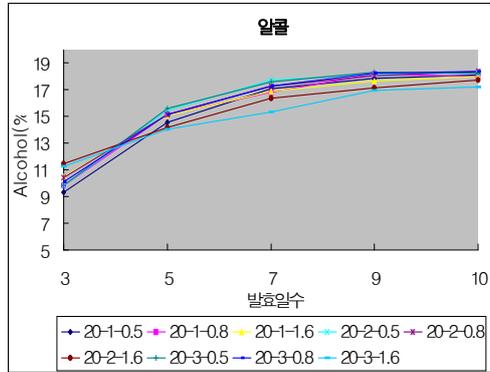
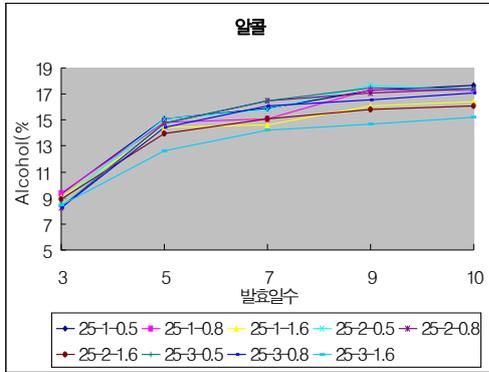


그림 1. 발효 온도별 알코올 변화 (온도-누룩첨가 %-효모첨가 %)

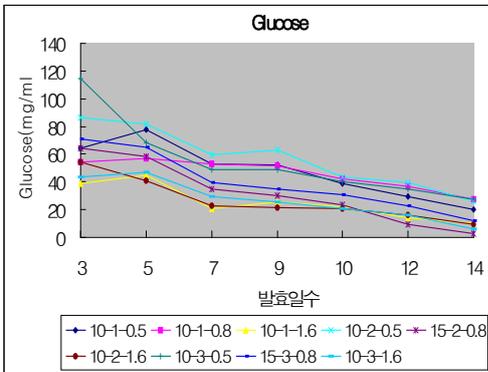
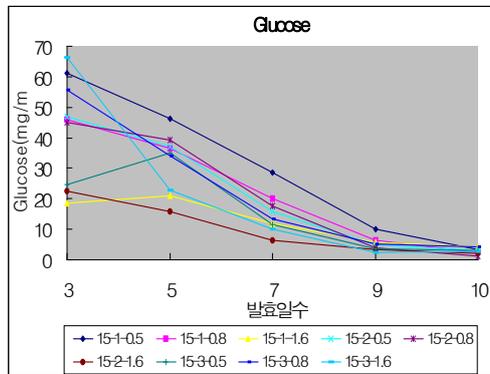
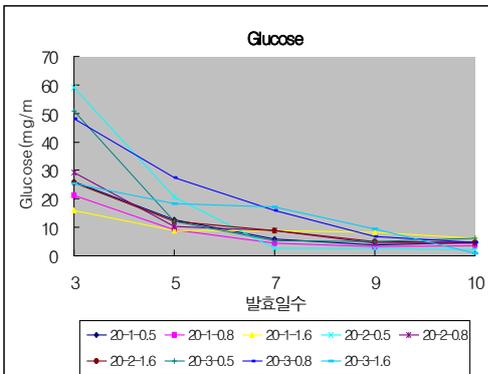
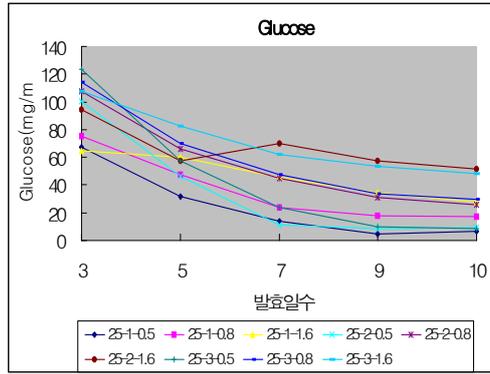
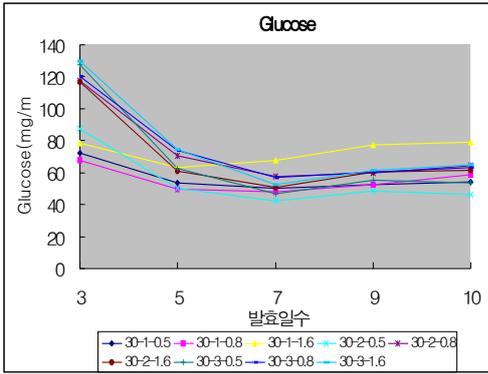


그림 2. 발효 온도별 glucose 변화 (온도-누룩첨가 %-효모첨가 %)

표 1. 온도, 누룩 접종율, 효모 접종율별 발효 변화

온도 (°C)	누룩 접종율 (%)	효모 접종율 (%)	Brix (°Brix)	알코올 (%)	잔 당 (mg/ml)	관능결과
30	1	0.5	13.79 ±0.97	15.4 ±0.8	10.07 ±1.2	6
		0.8	13.87 ±0.66	14.4 ±0.6	10.45 ±0.8	6
		1.6	15.37 ±0.95	12.7 ±0.4	6.91 ±0.3	6
	2	0.5	13.95 ±0.21	15.1 ±0.2	12.01 ±1.2	5
		0.8	14.48 ±0.11	14.5 ±0.2	13.45 ±0.5	7
		1.6	15.07 ±0.24	14.5 ±0.0	6.75 ±0.7	7
	3	0.5	14.65 ±0.63	15.2 ±0.4	7.02 ±0.4	7
		0.8	15.37 ±0.23	14.8 ±0.6	7.04 ±0.6	7
		1.6	15.97 ±0.10	13.2 ±1.9	6.54 ±1.0	6
25	1	0.5	10.40 ±0.28	17.7 ±0.4	3.64 ±0.5	7
		0.8	10.64 ±1.32	17.1 ±0.2	6.56 ±0.7	7
		1.6	11.72 ±1.01	16.4 ±0.0	7.56 ±0.4	7
	2	0.5	10.89 ±0.83	17.4 ±0.8	4.77 ±1.1	6
		0.8	11.71 ±1.85	17.4 ±0.3	7.19 ±0.8	6
		1.6	12.26 ±3.20	16.1 ±1.3	7.20 ±1.0	6
	3	0.5	12.01 ±0.28	17.4 ±0.1	3.50 ±0.5	7
		0.8	12.45 ±1.06	17.1 ±1.0	6.36 ±0.9	6
		1.6	14.33 ±0.46	15.3 ±0.1	6.80 ±0.4	6
20	1	0.5	9.71 ±0.20	18.1 ±0.7	3.28 ±0.3	6
		0.8	9.71 ±0.10	18.0 ±0.7	3.69 ±0.2	6
		1.6	9.72 ±0.07	18.0 ±0.6	5.54 ±0.8	6
	2	0.5	10.22 ±0.36	18.2 ±1.0	3.65 ±0.7	6
		0.8	10.28 ±0.17	18.4 ±0.5	4.56 ±1.1	7
		1.6	11.45 ±1.78	17.7 ±1.7	7.35 ±0.8	6
	3	0.5	10.59 ±0.37	18.2 ±0.4	5.69 ±0.5	7
		0.8	10.64 ±0.57	18.3 ±0.8	5.36 ±0.7	7
		1.6	11.28 ±0.61	17.2 ±0.6	6.05 ±1.0	6
15	1	0.5	9.79 ±0.45	16.8 ±1.4	3.21 ±0.5	6
		0.8	9.36 ±0.20	16.7 ±1.6	2.21 ±0.2	5
		1.6	9.38 ±0.11	17.1 ±1.5	2.04 ±0.4	5
	2	0.5	9.47 ±0.66	17.8 ±0.6	2.08 ±0.3	5
		0.8	9.39 ±0.83	17.9 ±0.8	2.14 ±0.8	5
		1.6	9.22 ±0.17	17.6 ±0.9	1.62 ±0.4	5
	3	0.5	9.58 ±0.67	17.5 ±0.3	1.73 ±0.4	6
		0.8	9.71 ±0.44	18.2 ±0.4	2.47 ±0.3	6
		1.6	9.49 ±0.55	17.4 ±0.4	1.64 ±0.5	5
10	1	0.5	10.30 ±0.33	15.6 ±0.5	6.89 ±0.9	6
		0.8	10.34 ±0.57	16.1 ±1.1	6.85 ±1.2	6
		1.6	9.51 ±0.30	16.7 ±0.1	4.00 ±0.8	5
	2	0.5	10.51 ±1.08	16.5 ±1.3	3.06 ±1.1	5
		0.8	9.77 ±0.44	17.8 ±1.1	2.92 ±1.0	5
		1.6	9.68 ±0.93	18.1 ±0.9	2.10 ±0.5	5
	3	0.5	10.64 ±0.42	17.2 ±1.7	6.63 ±0.7	5
		0.8	10.04 ±0.19	17.4 ±1.5	5.09 ±1.1	5
		1.6	10.25 ±0.40	17.7 ±1.0	3.30 ±0.5	5

*10일 기준, 단 10°C는 14일 기준

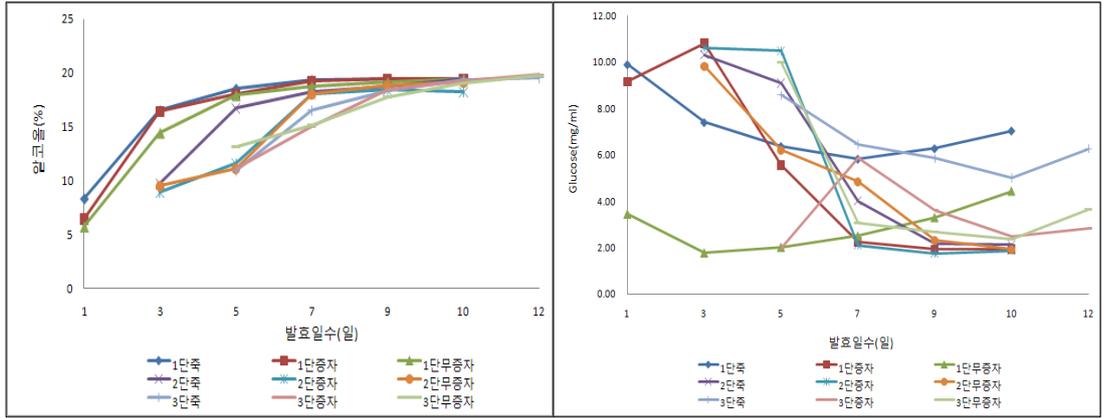
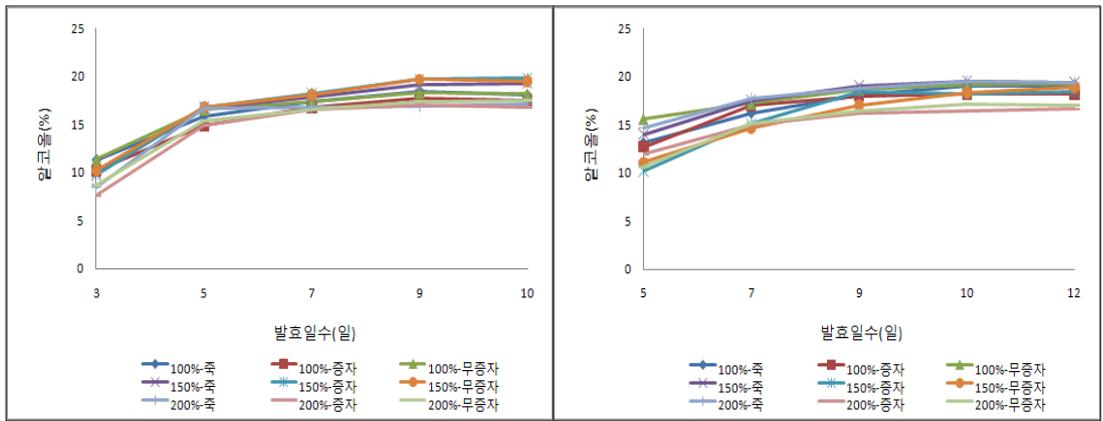
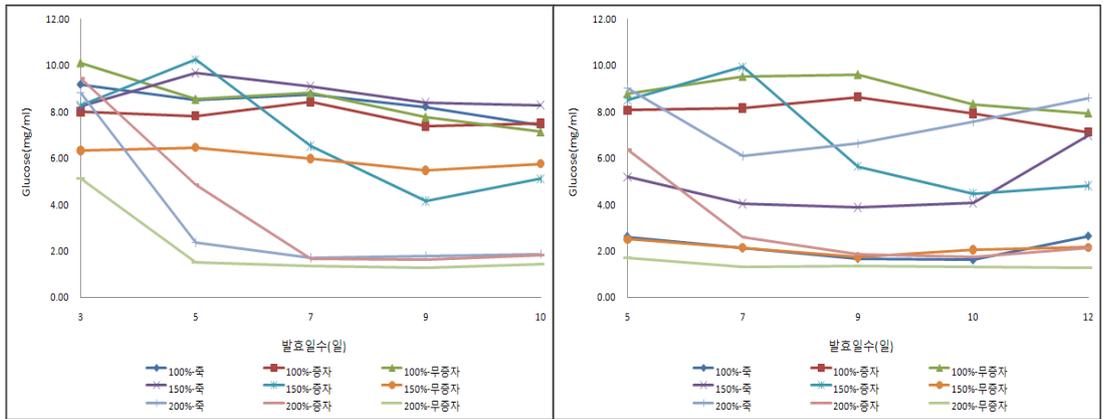


그림 3. 발효회수 및 발효방법에 따른 알코올 및 glucose 변화



(a) 2단 담금 알코올

(b) 3단 담금 알코올



(c) 2단 담금 glucose

(d) 3단 담금 glucose

그림 4. 급수량 및 발효방법에 따른 알코올 및 glucose 변화

표 2. 급수량과 발효방법에 따른 기호도

	(%)	2단 기호도	3단 기호도
100%	죽	6.8	7.2
	증자	6.7	6.9
	무증자	6.1	6.1
150%	죽	7.0	6.4
	증자	6.2	6.0
	무증자	5.5	5.5
200%	죽	5.3	5.4
	증자	5.0	4.8
	무증자	5.0	4.7

4. 적 요

- 가. 온도별, 누룩 접종율, 효모 접종율의 변화를 보면 Brix는 발효온도가 낮아질수록 낮아졌으며 누룩첨가량이 증가할수록 Brix도 증가하였다. 다만 10℃ 발효에서만 Brix가 약간 상승하였으며 20℃에서는 누룩 2%, 효모 0.8% 첨가시에 알코올 수율이 18.4±0.5%로 최고를 나타내었다.
- 나. 관능평가 결과로는 20℃에서 생산된 술이 전체적인 관능평이 높았으며 최고 알코올 수율을 나타낸 누룩 2%, 효모 0.8%도 좋은 관능평을 나타내었다. 누룩 2%, 효모 0.8%를 최적의 조건으로 하여 술을 만들었을때 알코올 수율도 높았으며 맛과 향도 우수하였다.
- 다. 계절별 온도에 따른 최적발효 조건을 위해서는 실내 온도가 최소 15℃이상, 최고 25℃이하의 온도가 유지되어야 하며 25℃에서는 누룩 1%, 효모 0.5%, 20℃에서는 누룩 2%, 효모 0.8%, 15℃에서는 누룩 3%, 효모 0.8%가 발효를 위해 적합한 조건으로 생각된다.
- 라. 각 담금 회수, 발효방법, 가수량에 따른 발효 결과를 보면 급수량 100%일때 3단 죽이 알코올 19.2%로 높고 기호도가 우수하였다. 또한 급수량 150%는 2단 죽이 관능적으로 우수하였고 증자법이 알코올 수율이 19.8%로 가장 높았다.
- 마. 이상의 결과를 바탕으로 다양한 농민주 약주 생산이 가능하면 죽, 증자, 무증자, 1단, 2단, 3단, 급수량 100%, 150%, 200% 등 여러 가지 방식의 약주 제조가 가능하다.

5. 인용문헌

- 김현수, 현지숙, 김정, 하현팔, 유대식 : 전통누룩 곰팡이의 연구동향, 생물산업, 10, 27-32(1997)
- 김혜련, 조성진, 이승주, 안병학 : 첨가원료 종류에 따른 전통발효주의 이화학 및 관능특성, 한국식품과학회지, 40, 551-557(2008)

배상면. 먹을수 있는 모든 것은 술이된다. 우곡출판사. 2006년

소명환 : Aspergillus kawachii와 Aspergillus oryzae의 병용에 의한 품질개선, 한국식품영양학회지, 4, 115-124(1991).

안병학, 정건섭, 박완수, 이명기, 차진, 정상은,성기욱 ; 전통주 발효용 종균개발 연구, 전통발효식품의 과학화 연구 1차년도 보고서, 과학기술처, p19-134(1995)

안병학 : 전통주의 효모 연구동향, 생물산업, 10, 33-35(1997)

이원경, 이정립, 이명환 : 국균을 달리한 막걸리 양조중 유리아미노산 및 유리아미노산 및 유기산의 소장, 한국농화학회지, 30, 323-327(1987)

이철호. 1993. 한국술의 역사. Bioindustry New 6: 58-61.

장원기, 오세복, 노승준, 김대광 ; 우리나라 토속주의 재현과 개발에 관한 연구, 국세청기술연구소보, 5, 1-24(1986)

한은혜, 이택수, 노봉수, 이동선 : 누룩 종류를 달리하여 담금한 막걸리술덧의 휘발성 향기성분, 한국식품과학회지, 29, 563-570(1997)

한은혜, 이택수, 노봉수, 이동선 : 누룩종류를 달리하여 담금한 막걸리 발효과정중 술덧의 품질특성, 한국식품과학회지, 29, 555-562(1997)

6. 연구결과 활용제목

- 농민주 발효실 온도 조건에 따른 누룩 및 효모의 적정 첨가량(농진청 영농활용)
- 농가 보급형 농민 약주 간이제조 기술개발(농진청 영농활용)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						'08	'09
농촌자원 활용 가양주 제조 연구	책임자	농업기술원 작물개발과	농업연구사	이대형	세부과제총괄	○	○
	공동연구자	" 원예산업연구과 농업기술원	농업연구사 농업연구관 농업연구관	강희윤 서명훈 김영호	알콜분석 결과검토 관능검사	○ ○ ○	○ ○ ○