

제주좁쌀약주의 품질개선을 위한 선발균주에 의한 양조특성

김지용 · 고정삼*

제주대학교 농업생명과학대학 원예생명과학부

(2003년 11월 5일 접수, 2004년 2월 5일 수리)

제주민속주인 좁쌀약주의 제조를 위하여 전국에서 수집된 35종의 누룩으로부터 분리하여 선발한 균주를 사용하여 균주와 원료 배합비율에 따른 누룩을 제조한 후 양조과정에서의 발효특성을 검토하였다. 좁쌀주의 유기산은 lactic acid와 acetic acid가 대부분이었고, 이외에 citric acid, oxalic acid, tartaric acid, malic acid, fumaric acid도 일부 검출되었다. 유리당은 glucose와 arabinose, maltose가 많은 함량을 나타내었고, 이외에 xylose도 일부에서 검출되었다. 향기성분은 iso-amyl alcohol, iso-butyl alcohol, n-propyl alcohol 등이 주를 이루고 있었으며, 이외에 ethylacetate, acetaldehyde가 검출되었다. iso-butyl alcohol과 n-propyl alcohol은 대조구인 국순당 누룩이 다른 처리구보다 높게 나타났고, iso-amyl alcohol은 펠릿 형태로 제조한 누룩 처리구가 높게 나타났다. 본 연구를 통하여 우수균주로 분리하여 제조한 누룩을 사용하여 좁쌀약주를 양조하는 경우, 품질을 유지하면서 수율을 향상시킬 수 있었다.

Key words: 좁쌀약주, 당화균, 발효, 누룩, 유기산, 유리당

서 론

제주의 전통적인 민속주는 좁쌀을 주 원료로 사용하여 빻은 ‘오펜기술’이라고 할 수 있으며,¹⁾ 현재 좁쌀막걸리를 비롯하여 좁쌀약주인 ‘오름의 샘’이 시판되고 있다. 좁쌀은 다른 양조원료에 비하여 알갱이가 작고, 껍질이 단단하여 증자 후에도 녹말의 노출이 어려워 당화력의 강한 균주를 이용하거나 효소제를 사용하여 발효효율을 높이는 일이 필요하다.

누룩을 만들 때 누룩의 직경이 너무 작으면 수분이 쉽게 증발하여 건조되기 때문에 누룩 속까지 미생물의 증식이 어려워진다. 이에 따라 숙성도 불량하며, 너무 얇으면 단시일에 숙성되어 빛깔은 좋지만 향미가 좋지 않을 뿐만 아니라 술지게미(酒粕)가 많아 수율이 떨어진다. 이와 반대로 너무 두꺼우면 내부의 수분발산이 어려워 곰팡이 높어져 세균 증식이 많아질 가능성이 있고 제조 후 건조가 어렵다.²⁾ 이외에도 누룩의 형태가 전통적인 원반형 누룩보다는 이를 개량한 펠릿 형태의 누룩을 이용함으로써 발효에 미치는 영향을 검토할 필요가 있다.

누룩에서 *Rhizopus*속, *Mucor*속, *Penicillium*속, *Endomyces*속, *Aspergillus niger*, *Asp. oryzae*, 불완전 균류 등의 균주를 분리하였으며, 생진분에 대한 당화작용은 이들 중 *Rhizopus*속 균주가 가장 강력한 곡자의 주요 균이라고 하였고 밑에 좋은 발육과 향기를 나타내었다고 하였다. 이처럼 누룩 중의 곰팡이, 효모, 세균에 대한 동정과 이들의 발효에 관여되는 특성이 검토되었으며, 누룩 중의 주요 곰팡이는 *Rhizopus*속과 *Aspergillus*속으로 주장하는 보고와 *Absidia*속으로 주장하는 보고 등 연구에 차이를 나타내었다.³⁾

사회변화에 따라 음주문화와 주류의 소비형태가 변화하고 있어서, 지속적인 민속주의 품질개선을 통하여 그의 생산기반을 유지할 수 있도록 하는 연구가 필요하다. 이 연구에서는 전국에서 수집한 누룩에서 분리하여 선발한 당화력이 강한 *Aspergillus* 균주와 *Rhizopus* 균주⁴⁾를 사용하여, 누룩의 형태를 달리하였을 경우 좁쌀약주의 품질에 미치는 영향을 검토하였다.

재료 및 방법

좁쌀약주용 누룩의 제조. 좁쌀약주용 곡자는 당화력 및 glucoamylase 활성을 검정하여 우수균주로 선발한 *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp.⁴⁾를 전분 당화균으로, 그리고 발효력을 검정하여 우수균주로 선발한 *Saccharomyces* sp.⁴⁾를 양조효모로서 사용하여 액체배지에 접종시켜 종균배양을 한 다음 3%(w/v) 혼합 종균 분무액을 조제하였다.

본 실험에서 제조한 곡자는 재래식 방법을 개선하기 위하여, 배²⁾의 방법을 변형하여 밀가루, 보리, 밀기울, 찰조를 원료로 급수율 35%로 처리하여 일반 원반형 누룩과 펠릿 형태의 누룩으로 나누어 각각 직경 18 cm와 두께 1.8 cm, 직경 2.0~2.5 cm와 두께 0.6~0.8 cm의 형태로 나누어 만들었다.⁴⁾ 단일 또는 혼합 종균을 분무한 누룩을 제조한 후 이 중에서 당화력이 좋은 누룩으로 원료배합 비율별로 처리하여 25°C에서 배양하면서 품온이 45°C 이상 오르지 않도록 갈아쌓기를 실시하면서 6~8일간 발효시켜 45°C에서 2일간 건조하여 펠릿 형태의 누룩을 제조하였다.

좁쌀약주의 양조. 본 연구에서 제조한 누룩 또는 시판누룩을 사용하여 2단 사입하고, 8일 동안 발효시키면서 성분변화를 비교하였다. 찰조를 15시간 동안 20°C에서 침지하여 충분히 흡수하도록 하였으며, 증자기에서 120°C, 30분간 증자하여 녹말을 호화시켰다. 증자 후에 고두밥이 잘 풀어지도록 하여 찰조

*연락처

Phone: 82-64-754-3343; Fax: 82-64-756-3351

E-mail: jskoh@cheju.ac.kr

: 물 : 누룩을 2 : 2.5 : 0.75의 비율로 혼합하였으며, 원료의 0.05% 효모배양액을 1단 사입한 다음 접종하여 마개를 하고 20°C에서 2일간 발효시켰다. 2단 사입은 원료 좁쌀의 1.5배, 물은 1.2배를 사입하여 술덧 담금을 하였다. 발효기간 중에 양조실의 온도는 23°C을 유지하였으며, 2단 담금 후 1일 간격으로 시료를 채취하여 당 농도, pH, 총산을 측정하였으며, 주정 농도, 유기산, 유리당, 향기성분은 발효가 끝난 후 술덧을 여과하여 측정하였다. 대조구로는 시판누룩 처리구와 비교하여 그 특성을 비교하였다.

좁쌀약주의 성분분석. 알코올 함량은 시료 100 ml에 증류수 50 ml를 가하여 증류액이 70~80 ml가 되도록 증류한 다음, 증류수를 가하여 100 ml로 정용한 다음 주정계로 측정한 후 15°C에서의 주정도로 환산하였다. 색도 변화는 color meter(JP 7200F/C, Color Techno System, Japan)로 발효 8일 동안 황색도(b)의 변화를 측정하였다. pH는 pH meter(model 310, Orion, USA)로, 가용성고형물(°Brix)은 refractoanalyzer(model RA-510, Kyoto Electronics, Japan)를 사용하였으며, 총산 함량은 AOAC 법⁵⁾에 준하여 각각 분석하였다.

유기산은 누룩 원료별 처리구와 대조구를 각각 양조하여 발효 마지막 날의 술덧을 0.45 µm filter로 여과한 후 HPLC(Waters 540, USA)로 분석하였다. 분석조건은 Altech IOA-1000 organic acid 30 cm×7.8 mm column을 사용하였으며, mobile phase는 0.01 N H₂SO₄, flow rate는 0.4 ml/min, injection volume은 20 µl, detector는 UV 210 nm에서 측정하였다.

유리당은 누룩 원료별로 처리한 것과 대조구를 양조하여 발효 마지막 날의 술덧을 착즙한 후 0.45 µm filter로 여과하여

HPLC(Waters 540, USA)로 분석하였다. Column은 supercosil LC-NH₂, 25 cm×4.6 mm ID, mobile phase는 acetonitrile : water(75 : 25), flow rate는 1.5 ml/min, detector는 refractive index를 사용하였다.

누룩 원료별로 처리한 것과 대조구를 각각 양조하고, 담금 마지막 날의 술덧을 착즙하여 0.45 µm filter로 여과한 후 생성된 향기성분 함량을 gas chromatography(HP5890 series II, USA)로 분석하였다. 분석조건은 양⁶⁾의 방법을 변형하여 사용하였으며, column은 100/120 carbowax-20M(6"×1/8" stainless steel), detector는 FID를 이용하였다. Column 온도는 120°C, injection port 온도는 195°C, detector 온도를 220°C로 하였으며, injection volume은 0.5 µl, carrier gas로 수소를 사용하였다.

관능검사. 제주대학교 학생 및 대학원생 중에서 선발된 15명의 관능검사인을 대상으로, 본 연구에서 제조한 누룩으로 제조한 좁쌀약주를 시료로 관능검사를 실시하였다. 평가항목은 외관, 향기, 맛으로 구분하여 7단계 기호척도법으로 평가하였다. 표준시료는 제주도내에 판매되고 있는 좁쌀약주(W사 제품, 한국)를 시료로 하여 표준시료보다 '매우 좋다'를 7점 '좋지도 싫지도 않다'를 4점 '대단히 싫다'를 1점으로 표시하고 평균치를 구하여 비교하였다.

결과 및 고찰

좁쌀약주의 발효 중 성분변화. 좁쌀약주의 제조는 양조실의 온도를 23°C에서 유지하며 술덧의 품온이 30°C 이상 되지 않도록 하여 발효시켰다. 품온은 발효 초기에 급속히 상승하지만

Table 1. Changes in the pH during fermentation of millet *Yakju*

Nuruk	Fermentation time (day)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
J1	3.25	3.14	3.16	3.26	3.23	3.36	3.33	3.34
J2	3.24	3.20	3.32	3.26	3.23	3.34	3.30	3.37
J3	3.26	3.26	3.22	3.25	3.24	3.33	3.29	3.39
J4	3.27	3.28	3.24	3.24	3.23	3.31	3.32	3.36
J5	3.28	3.31	3.28	3.29	3.26	3.33	3.29	3.35
K1	3.29	3.33	3.29	3.31	3.30	3.38	3.37	3.43
K2	3.31	3.34	3.31	3.32	3.29	3.41	3.43	3.49
K3	3.33	3.36	3.35	3.36	3.32	3.43	3.42	3.49
K4	3.34	3.38	3.37	3.37	3.33	3.43	3.46	3.50
K5	3.38	3.47	3.36	3.47	3.43	3.50	3.51	3.51
D1	3.13	3.30	3.37	3.45	3.44	3.56	3.58	3.60
D2	3.21	3.34	3.34	3.36	3.36	3.47	3.44	3.50
D3	3.24	3.35	3.35	3.37	3.36	3.45	3.48	3.55
D4	3.28	3.35	3.36	3.39	3.37	3.49	3.52	3.57

*J1-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 4 : 1 : 1 : 4 (disk shape)
 J2-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 5 : 1 : 1 : 3 (disk shape)
 J3-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 6 : 1 : 1 : 2 (disk shape)
 J4-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 7 : 1 : 1 : 1 (disk shape)
 J5-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 8 : 1 : 1 : 0 (disk shape)
 K1-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 4 : 1 : 1 : 4 (pellet)
 K2-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 5 : 1 : 1 : 3 (pellet)
 K3-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 6 : 1 : 1 : 2 (pellet)
 K4-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 7 : 1 : 1 : 1 (pellet)
 K5-wheat flour : barley : wheat bran : millet = 8 : 1 : 1 : 0 (pellet)
 D1: Kuksundang Nuruk, D2: Jinju Nuruk, D3: Jungang Nuruk, D4: Songhak Nuruk.

Table 2. Changes in the soluble solid contents (Brix) during fermentation of millet *Yakju*

Nuruk	Fermentation time (day)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
J1	9.63	8.88	7.58	7.16	6.31	6.45	6.12	5.20
J2	9.14	8.31	7.47	7.16	6.37	6.60	6.40	5.52
J3	9.88	9.23	7.58	7.48	6.67	6.62	6.33	5.26
J4	10.21	9.36	7.58	7.30	6.81	6.69	6.41	5.51
J5	9.30	8.46	7.60	7.72	7.01	7.68	7.57	6.36
K1	8.30	7.89	7.01	6.65	5.83	6.01	5.82	4.69
K2	9.16	8.48	7.70	7.41	6.45	6.45	6.22	5.15
K3	9.11	8.31	7.83	7.32	6.83	6.83	6.65	5.40
K4	8.24	7.69	7.38	7.13	6.55	6.55	6.31	5.28
K5	8.12	7.59	7.40	7.52	7.23	7.23	7.21	6.13
D1	9.10	6.73	8.10	8.82	9.54	9.54	8.77	8.17
D2	6.53	5.75	5.75	5.79	5.23	5.23	5.40	5.17
D3	7.64	6.93	6.33	6.45	6.47	6.47	6.45	6.45
D4	7.80	6.88	6.45	6.51	5.78	5.78	5.71	5.30

*J1~K5, D1~D4: Nuruk refers to Table 1.

Table 3. Changes in the total acid contents during fermentation of millet *Yakju*

(%)

Nuruk	Fermentation time (day)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
J1	0.73	0.98	1.03	1.00	0.93	0.88	0.79	0.71
J2	0.78	1.02	1.06	1.05	1.04	0.97	0.88	0.67
J3	0.63	0.76	0.91	0.96	0.91	0.85	0.82	0.61
J4	0.67	0.87	1.04	1.06	1.01	0.96	0.90	0.72
J5	0.75	0.87	1.15	1.23	1.02	1.32	1.24	0.84
K1	0.66	1.04	0.10	1.00	0.87	0.87	0.79	0.75
K2	0.73	0.96	1.06	1.08	1.04	0.93	0.78	0.72
K3	0.72	0.91	1.02	1.10	1.04	0.98	0.88	0.76
K4	0.72	0.90	0.99	1.06	0.97	0.95	0.86	0.73
K5	0.75	0.84	0.92	0.99	0.97	1.19	0.95	0.71
D1	0.78	0.89	0.89	0.94	0.99	0.94	0.93	0.98
D2	0.62	0.73	0.75	0.72	0.69	0.67	0.71	0.67
D3	0.70	0.81	0.81	0.76	0.80	0.79	0.70	0.66
D4	0.70	0.65	0.75	0.72	0.68	0.62	0.93	0.59

*J1~K5, D1~D4: Nuruk refers to Table 1.

그 이후 일정한 품온을 유지하게 되며, 품온이 30°C 이상 되면 효모의 노쇠현상이 일어나기 때문에⁷⁾ 냉각수를 사용하여 품온을 유지하였다. 효모는 생리적으로 호기적 조건에서는 균체의 증식을 주로 하며, 산소의 공급이 원활하지 못하는 혐기적 상태에서는 알코올발효를 함으로 1일 2~3회 정도 제어하였다. 2단 담금 후 술덧의 pH에는 큰 차이는 없었으나, 처리구 모두 1일째보다 발효 후기에 조금씩 높아졌다(Table 1).

총산 함량은 초기보다 발효 중에 높아지다가 발효 후기에 다시 감소하였고, 가용성고형물은 처리구 모두 발효기간 중 계속 낮아졌다(Table 2와 Table 3). 발효원료인 차조에 들어있는 녹말이 당화되면서 바로 알코올발효가 일어나기 때문에 가용성고형물의 감소가 매우 느리게 이루어지는 것으로 판단된다. 총산 함량은 2단 사입이 이루어지는 발효 개시 3~4일 후에 증가하였다가 점차 감소하는 경향을 보였다.

총당 및 유리당 함량은 가용성고형물과 같이 점차 감소하였다. 본 연구에서 제조한 누룩 처리구가 대조구에 비해 총당 및

유리당 함량이 초기에 높은 반면, 후기에는 효모의 발효에 의해 소비됨으로써 유리당 함량이 낮아짐을 알 수 있었다. 황색도(b)는 계속적으로 상승하는 경향을 보여 색깔이 진해짐을 알 수 있었다(Table 4와 Table 5).

좁쌀약주의 성분분석. 누룩처리구별 발효 후 좁쌀약주의 알코올 함량은 밀가루 함량을 최대로 하고 차조를 넣지 않은 누룩으로 담금한 술덧이 가장 높게 나타났으며, 차조를 가장 많이 첨가한 처리구와는 많은 함량 차이를 내었다(Fig. 1). 따라서 알코올발효에는 차조가 다른 원료보다 발효원료로서 좋지 않음을 알 수 있었다.

이는 차조에 조단백질 함량이 많아 젖산균과 초산균 증식이 쉬우며, 조지방이 많아 지질산화에 의한 산패가 일어날 우려가 있다. 따라서 좁쌀의 증자 시간을 다른 원료보다 길게 잡아 차조를 충분히 호화시켜 당화효소에 의한 당화를 빠르고 쉽게 함으로써 알코올발효에 지장이 없도록 해야 하며, 다른 원료와 혼용하여 사용하는 것이 미생물이 술덧 적응에 좋을 것으로 판단

Table 4. Changes in the total sugar and reducing sugar contents during fermentation of millet *Yakju*

(%)

Nuruk	Fermentation time (day)							
	1		2		3		4	
	Total sugar	Reducing sugar	Total sugar	Reducing sugar	Total sugar	Reducing sugar	Total sugar	Reducing sugar
J1	3.86	2.51	2.87	1.22	1.78	0.67	0.80	0.28
J2	2.53	1.19	1.87	0.87	1.22	0.55	0.46	0.26
J3	3.46	2.18	2.99	1.34	1.99	0.73	1.17	0.36
J4	3.95	2.52	2.79	1.28	1.81	0.76	1.06	0.40
J5	2.89	2.67	1.65	0.88	1.26	0.59	0.45	0.33
K1	2.38	1.33	2.06	0.81	1.03	0.61	0.34	0.23
K2	1.91	1.92	1.71	0.93	1.19	0.80	0.52	0.23
K3	1.82	1.43	1.70	0.87	1.28	0.69	0.45	0.23
K4	1.54	1.08	1.83	0.99	1.18	0.49	0.29	0.23
K5	1.40	1.36	1.52	0.67	0.93	0.38	0.30	0.27
D1	1.38	0.48	0.55	0.37	0.49	0.34	0.44	0.35
D2	0.68	0.44	0.79	0.31	0.66	0.27	0.60	0.28
D3	1.37	0.54	1.04	0.48	0.88	0.32	0.32	0.30
D4	1.35	0.71	1.74	0.57	1.34	0.44	0.74	0.33

*J1~K5, D1~D4: Nuruk refers to Table 1.

Table 5. Changes in the Hunter's b valus during fermentation of millet *Yakju*

Nuruk	Fermentation time (day)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
J1	10.11	9.57	10.02	7.09	9.80	11.02	11.36	15.08
J2	10.61	9.05	6.88	6.05	8.86	13.03	12.38	15.02
J3	11.79	7.76	6.31	5.66	8.98	7.82	10.07	13.90
J4	13.19	13.23	6.15	6.03	7.03	8.73	5.44	16.69
J5	10.47	9.37	8.17	7.77	10.03	12.00	12.20	6.46
K1	7.35	8.90	12.11	8.08	10.28	11.38	12.45	15.99
K2	15.19	8.92	10.58	7.90	10.45	9.57	8.89	16.05
K3	13.70	10.98	10.98	8.11	12.99	6.40	8.87	17.04
K4	10.23	8.60	10.62	8.76	12.70	10.17	4.95	16.07
K5	10.93	10.01	9.09	6.21	13.35	12.96	9.72	10.78
D1	37.20	38.22	36.56	21.90	35.12	26.42	35.07	35.41
D2	6.51	16.96	17.35	13.12	14.25	13.15	16.26	17.43
D3	9.37	18.19	17.09	16.67	16.93	14.88	5.21	16.98
D4	13.11	18.20	17.34	7.71	13.11	16.64	11.53	18.30

*J1~K5, D1~D4: Nuruk refers to Table 1.

되었다.

약주의 신맛을 내는 주요 유기산을 측정된 결과, 약주의 주 성분을 이루고 있는 유기산은 lactic acid와 acetic acid이었으며, citric acid는 소량 함유하고 있었다(Table 6). Oxalic acid와 tartaric acid도 미량 검출되었고, malic acid와 fumaric acid는 검출되지 않거나 미량 검출되었다.

발효기간 동안 미생물이 분해하거나 남아있는 여러 종류의 당이 효모가 발효에 이용하게 되고 단맛을 느끼는 성분이 되기도 한다. 발효 후 유리당의 함량을 측정된 결과 glucose가 대부분을 차지하고, 나머지는 arabinose와 maltose가 들어있었으며, xylose는 대부분의 처리구에 미량 검출되었다(Table 7).

대부분의 주류 중에 미량으로 남아 있으며, 색깔과 함께 약주의 품질에 많은 영향을 주는 향기성분을 비교한 결과 Table 8과 같다. 향기성분의 대부분을 차지하고 있는 것은 iso-amyl alcohol과 iso-butanol, n-propyl alcohol 순으로 나타났다. 이

들은 원료 중에 들어있는 아미노산으로부터 효모에 의한 탈아미노 반응과 탈카르복실 반응에 의해 생성된다. 퓨젤유가 많을 경우는 향미가 나빠지고 숙취의 원인이 되기도 하는데, 소량 존

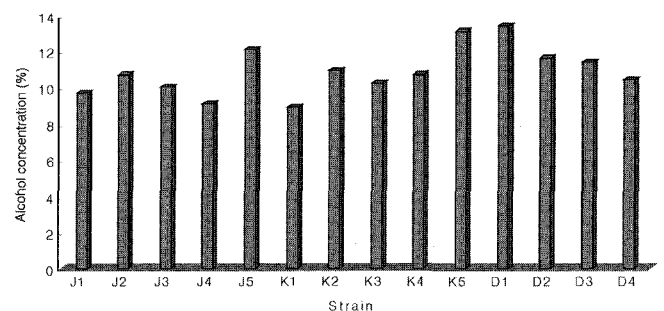
Fig. 1. Alcohol contents in the millet *Yakju* fermented using various Nuruk. J1~K5, D1~D4: Nuruk refers to Table 1.

Table 6. Organic acid contents in the millet *Yakju*

(mg/100 g)

Strain	Oxalic acid	Citric acid	Tartaric acid	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Fumaric acid
J1	tr*	0.020	0.003	0.003	0.723	0.121	tr
J2	tr	0.012	tr	0.002	0.783	0.150	tr
J3	tr	0.018	0.001	0.001	0.822	0.139	tr
J4	tr	0.015	0.002	0.001	0.777	0.151	tr
J5	tr	0.010	0.001	0.004	0.727	0.252	tr
K1	tr	0.016	0.004	0.005	0.751	0.142	tr
K2	tr	0.016	0.002	0.004	0.742	0.153	tr
K3	tr	0.007	0.005	0.007	0.701	0.142	tr
K4	tr	0.013	0.006	0.003	0.773	0.134	tr
K5	tr	0.026	0.005	tr	0.846	0.169	tr
D1	tr	0.017	0.007	0.005	1.004	0.057	tr
D2	tr	0.015	0.041	tr	0.674	0.052	tr
D3	0.001	0.041	0.002	0.035	0.818	0.104	tr
D4	tr	0.008	0.005	0.002	0.657	0.046	tr

*tr: trace.

J1~K5, D1~D4: *Nuruk* refers to Table 1.

Table 7. Free sugar contents in the millet *Yakju*

(mg/100 g)

<i>Nuruk</i>	Xylose	Arabinos	Glucose	Maltose
J1	9.71	46.84	172.32	55.70
J2	tr*	78.41	254.50	89.24
J3	7.43	49.33	231.80	80.41
J4	tr	90.44	380.90	149.44
J5	11.93	96.30	420.12	138.52
K1	11.60	83.83	259.90	110.92
K2	13.01	92.12	388.53	100.40
K3	12.92	153.83	435.83	220.42
K4	15.60	179.42	396.40	184.83
K5	tr	159.72	308.62	175.72
D1	20.11	136.12	205.90	143.94
D2	tr	155.62	175.43	83.51
D3	tr	128.90	317.52	75.11
D4	74.90	72.64	259.60	53.30

*tr: trace

J1~K5, D1~D4: *Nuruk* refers to Table 1.

Table 8. Flavor constituent contents in the millet *Yakju*

(mg/100g)

<i>Nuruk</i>	Acetaldehyde	Methanol	Ethyl-acetate	<i>n</i> -Propyl alcohol	<i>i</i> -Butyl alcohol	<i>i</i> -Amyl alcohol
J1	2.19	30.16	1.13	7.34	23.65	18.32
J2	6.08	25.34	2.35	7.16	14.08	2.02
J3	2.41	18.33	1.21	5.42	11.32	12.33
J4	1.09	9.37	1.01	3.22	6.18	3.22
J5	8.36	9.41	1.29	6.36	13.22	25.37
K1	2.21	1.18	1.27	1.06	2.08	17.16
K2	2.07	19.11	1.18	7.03	16.22	13.35
K3	2.02	16.18	1.01	6.32	14.22	17.48
K4	4.36	22.45	2.11	7.32	17.21	24.46
K5	4.01	10.32	2.01	5.09	16.44	40.11
D1	6.11	2.32	7.04	15.11	33.26	18.19
D2	3.31	6.21	2.04	5.22	17.31	19.44
D3	3.16	9.22	3.02	6.41	14.38	8.09
D4	6.12	10.32	2.02	6.32	18.43	18.10

*J1~K5, D1~D4: *Nuruk* refers to Table 1.

Table 9. Changes in the various alcohol contents (mg/100 g) during fermentation of millet *Yakju* with pellet *Nuruk* using K5 strain

Flavor compound	Fermentation time (day)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Acetaldehyde	4.12	4.16	4.1	7.07	9.11	7.32	4.01	5.24
Methanol	1.12	1.12	4.41	5.34	5.12	8.38	10.32	11.18
Ethylacetate	0.12	1.06	1.38	2.16	2.11	3.23	2.01	2.22
<i>n</i> -Propyl alcohol	2.21	1.41	2.04	4.37	3.32	5.42	5.09	7.08
<i>i</i> -Butyl alcohol	5.31	3.06	8.11	10.22	8.09	14.48	16.44	14.38
<i>i</i> -Amyl alcohol	48.36	60.12	63.22	62.41	36.22	48.32	40.11	30.16

Table 10. Changes in the ethanol contents (%) during fermentation of millet *Yakju* with pellet *Nuruk* using K5 strain

	Fermentation time (day)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Ethanol	1.87	1.49	4.35	5.45	7.08	8.96	8.78	8.68

Table 11. Sensory evaluation of millet *Yakju*

Nuruk	Taste	Flavor	Color
D1	3.1	4.3	4.8
D2	3.2	4.9	4.8
D3	3.8	4.5	4.5
D5	4.1	4.9	4.8
K5	4.0	4.5	4.8

제할 경우 약주의 향미를 좋게 한다. *iso*-butanol 및 *n*-propyl alcohol 함량은 대조구인 D1이 다른 처리구보다 높게 나타났다. *iso*-amyl alcohol은 K5 처리구가, methanol 함량은 K1 처리구가 높게 나타났다. 다른 함량에서는 대조구와 처리구 간에 많은 차이를 보이지 않았다.

누룩처리구 중 알코올 함량이 가장 높은 K5 균주를 사용하여 2단 담금 8일 동안 향기성분 및 ethanol의 함량 변화를 분석하였다(Table 9와 Table 10). ethanol은 발효 3일 이후 급속히 증가하기 시작하여 6일째 최고의 함량을 나타냈는데, 향기성분도 발효기간 동안 ethanol의 함량이 증가와 더불어 계속적으로 증가함을 알 수 있었다. 그러나 *iso*-amyl alcohol은 발효 3일까 지 높아지다가 그 이후 점차 감소하는 경향이였다.

관능검사. 알코올 함량이 가장 좋은 K5와 다른 누룩으로 제조한 대조구들의 맛, 색깔, 향기에 대하여 제주대학교 학생을 대상으로 관능검사를 실시한 결과 모든 조건에서 '좋지도 싫지도 않다'라는 응답하였다(Fig. 2). 이는 약주에 익숙하지 않은 젊은 학생들을 대상으로 조사한 결과로 판단될 수 있으나, 기존에 생산되어 시판하는 대조구의 품질이 우수하여 관능적으로 차이가 없는 것으로 보인다. 따라서 본 연구를 통하여 우수 균

주로 분리하여 제조한 누룩을 사용하여 좁쌀약주를 양조하는 경우 품질을 유지하면서 수율을 향상시킬 수 있다는 점에서 의의가 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 KISTEP의 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부로서, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Koh, J. S. (2003) In *Alcoholic beverage of Jeju*, Jeju-Munhwa, Jeju, pp. 21-43.
- Bae, S. M. (1995) In *Traditional cereal wine technology*, Kuksundang Co., Seoul, pp. 77-128.
- Jo, G. Y. and Lee, C. W. (1997) Isolation and identification of the fungi from *Nuruk*. *J. Korean Sci. Food Sci. Nutr.*, **26**, 759-766.
- Kim, J. Y. and Koh, J. S. (2004) Screening of brewing yeasts and saccharifying molds for foxtail millet-wine making. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* in press.
- A.O.A.C. (1995) Official methods of analysis, (16th ed.), Chapter 44. pp. 9-10.
- Koh, J. S., Yang, Y. T., Ko, Y. H. and Kang, Y. J. (1993) Zymological characteristics of Cheju folk wine made of foxtail millet. *J. Korean Agric. Chem. Soc.*, **36**, 277-283.
- Research Institute of National Tex Service (1997) In *Textbook of alcoholic beverage-making*, Seoul, pp. 317-339.

Fermentation Characteristics of Jeju Foxtail Millet-wine by Isolated Alcoholic Yeast and Saccharifying Mold

Ji-Yong Kim and Jeong-Sam Koh* (*Faculty of Horticultural and Life Science, Cheju National University, Ara-Dong, Jeju 690-756, Korea*)

Abstract: In order to improve foxtail millet wine, a traditional Jeju cereal wine, fermentation characteristics of millet *Yakju* with different types of *Nuruks* prepared using isolated *Aspergillus* sp. and *Rhizopus* sp. were investigated. When the millet wine was brewed with the *Nuruk* prepared in this study, the combination ratio of wheat flour: barley : wheat bran : millet = 8 : 1 : 1 : 0 (pellet) showed the highest level of alcohol concentration, and a more favorable score than Kuksundang *Nuruk* in sensory evaluation. The main organic acids in millet wine were lactic and acetic acids, and the minor organic acids were fumaric, oxalic, citric and malic acids. Analysis of sugar compositions showed that glucose, arabinose, and maltose were present in decreasing order, and that xylose was also detected. Flavor components of millet wine were mainly *iso*-amyl, *iso*-butyl and *n*-propyl alcohols. Ethylacetate and acetadehyde were also detected. The contents of *iso*-butyl and *n*-propyl alcohols were higher in the millet wine prepared with Kuksundang *Nuruk* than those prepared with other *Nuruks*.

Keywords: foxtail millet-wine, saccharifying mold, fermentation, *Nuruk*, organic acid, free sugar

*Corresponding Author