

## 탁주 제조 시 울무 첨가에 따른 휘발성 성분의 분석

신순영 · 서수환 · 조원대\* · 이효구\*\* · 황한준†

고려대학교 생명공학원

\*농협대학

\*\*공주대학교 식품공학과

## Analysis of Volatile Components in Korean Rice Wine by the Addition of *Yulmoo*

Soon-Young Shin, Soo-Hwan Suh, Won Dai Cho\*, Hyo Ku Lee\*\* and Han-Joon Hwang†

Graduate School of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

\*Agricultural Cooperative College, Gyeonggi 142-707, Korea

\*\*Dept. of Food Technology, Kongju National University, ChoongNam 340-802, Korea

### Abstract

In order to use nutraceutical components in *Yulmoo* (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf), the acceptability of *Yulmoo* for *Takju* (Korean rice wine) was examined in terms of the production of volatile components. When *Yulmoo* was added to the *Takju* made by commercial *koji* as a substitute of starch at 0 (rice 100%), 15, 30, 60, and 100%, the ethanol content slightly increased to 13.6, 15.2, 15.2, 14.1, and 13.8%; the production of *iso*-butanol and *iso*-amyl alcohol increased as the amount of *Yulmoo* increased. While the use of *Yulmoo* to the *Takju* as the *nuruk* (Korean traditional *koji*), inoculated with *Aspergillus kawachii* (AK) and *Rhizopus japonicus* (RJ), decreased the contents of *n*-propanol, *iso*-butanol, and *iso*-amyl alcohol as well as the contents of ethanol from 14.3% to 11.2 [AK], 7.5 [RJ], and 10.4% [AK+RJ]. The *Yulmoo nuruk* in *Takju* increased the production of acetaldehyde and ethyl acetate indicating the negative effect in the organoleptic evaluation. It was determined that the addition of *Yulmoo* as a starch source or as *nuruk* has a critical effect on the production of fusel oils and other volatile compounds in *Takju* fermentation.

Key words: *Coix lachryma-jobi*, Korean rice wine, fusel oils

### 서론

울무(*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf)는 그 종자(울무쌀)를 의이인(薏苡仁)이라고 부르며, 식용과 약용으로 사용되어 왔다(1). 울무쌀의 일반성분은 가식부분 100 g 당 수분 13.0 g, 단백질 14.2 g, 지방 5.9 g, 탄수화물 51.6 g, 섬유질 0.8 g, 회분 1.3 g, 칼슘 11 mg, 인 300 mg, 칼륨 47 mg으로(1), 약효가 있는 많은 식물 중에서 쌀이나 보리같이 주식에 되는 장점이 있다.

울무의 생리활성 물질로는 항암작용 성분인 coixenolide (2)와 유리지방산(3), 배란 유발 성분으로 phytosterol 유도체(4), 혈당강하 성분으로 glycan인 coixans A, B, C(5)가 알려져 있으며 항보체활성성분으로 glucan 및 heteroglucan인 CA-1, CA-2가 알려져 있고(6), 왕겨로부터 trypsin 저해제인 단백질이 분리되었다(7). Coixenolide는 항암활성 이외에 소염작용 등이 보고되었으며(8), 그 밖에 울무는 항동맥경화작용(9)이 있으며  $\alpha$ -amylase 저해제가 분리되어(10)

기능성 식품소재로서의 가능성이 크다.

우리 고유의 술인 탁주의 기능성 기호 식품으로의 개발은 매우 중요하다. 특히 탁주는 원료의 성분이 최대한 최종 제품에 남아있게 되므로 울무탁주 제조를 통해서 울무의 여러 가지 기능성 성분을 섭취할 수 있을 것이다. 한방에서는 울무쌀로 빚은 술을 자주 마시면 신경통 및 각기병 예방에 도움이 된다고 전하고 있다(1,11). Jin과 Jin(12)이 1973년 coixenolide 추출물을 첨가하는 방식으로 제조한 '의이인을 원료로 한 약술의 제조방법'의 특허가 보고되어 있으나, 이는 울무의 약주이며 울무 탁주에 대한 기록이나 연구는 거의 발견되지 않는다. 울무는 다른 곡류에 비해 단백질이나, 지방의 함량이 높아 탁주의 관능적인 적합성을 위한 다각적인 연구가 필요하다.

그러므로 본 연구에서는 기능성 울무 탁주 제조를 목표로, 탁주에 울무를 전분원이나 누룩으로 사용하여, 울무를 주재료로 사용할 수 있는 첨가량이나 누룩첨가 조건, 그리고 관능적 최대치를 구하고자 하였다. 또한 이 조건에서 울무주의 발효 상태를 고급 알코올의 함량을 중심으로 비교하여 울무의

†Corresponding author. E-mail: hjhwang@korea.ac.kr  
Phone: 82-2-3290-3437, Fax: 82-2-3290-3437

탁주 적성을 검토하였다.

재료 및 방법

사용균주 및 유지

*Rhizopus japonicus* KCCM 11273(KFRI 00618)은 한국식품개발연구원(경기도), *Aspergillus kawachii* KCCM 32819는 Korean Culture Center of Microorganisms(서울)에서 각각 분양 받았다. 효모는 시판(송천효모개발연구소, 충청남도)되는 배양 효모를 Potato Dextrose Agar(Difco, BD, Sparks, MD, USA) 평판배지에 도말하여 한 개의 독립집락을 취해 검경하여 확인한 후, Malt Extract Broth(Difco Laboratories, Detroit, MI, USA)에 접종하여 배양 후 사용하였다.

울무주 재료

실험에 사용된 울무쌀은 2000년 연천 울무시험장으로부터 울무의 혼합종을 구입했으며, 현울무는 연천농협 연합가공소(경기도)로부터 구입하였다. 또한 통밀과 쌀은 경동시장(서울)에서 구입하였다. 누룩 제조용 울무는 방앗간에서 약 1/2 정도가 분말로 보이는 정도로 거칠게 파쇄하여 사용하였다.

종국제조

멥쌀을 12시간 물에 침지하여 1시간 동안 탈수한 후, 300 mL 삼각플라스크에 20 g 씩 담아 121°C에서 20분간 멸균하였다. 곰팡이균주를 접종한 후, 30°C의 상대습도 85% 조건의 항온 항습기에서 6일간 배양하여 사용하였다.

코오지(koji)

탁주공장(서울 도봉구 S 탁주)에서 사용하는 백국균으로 제조된 쌀코오지를 이용하였다.

울무누룩

So(13,14)와 Han 등(15)의 방법을 참조하여, 현울무를 거칠게 파쇄한 것과 파쇄하지 않은 것을 10:3의 비율로 섞어 무균상에 평평하게 펴놓고 자외선 등에 5시간 노출하여 살균하였다. 여기에 멸균 증류수 15%(v/w)를 첨가하여 수 분간 방치하고 물을 고르게 흡수시킨 후 이 울무를 800 g 씩 취한 것에 각 종국을 0.1%(w/w) 접종하고, 하룻밤 펼친 상태로 27°C에서 전 배양하였다. 고상의 누룩을 만들기 위하여 원통형의 스테인레스 틀(직경 27 cm, 두께 7 cm)에 두겹으로 겹친 가아제를 깔고 전배양이 된 울무국을 꼭꼭 눌러 채워 원형 모양의 누룩을 만들었다. 이 누룩은 27°C에서 3일간 배양한 후 상온에서 하룻 동안 건조시킨 후 잘게 부수어 탁주제조에 사용하였다.

탁주제조

효모 : 상업적으로 판매되고 있는 배양효모를 Malt Extract

Broth 150 mL에 접종하여 27°C에서 2일간 배양하였다. 이 배양액을 원심분리기(Beckman Avanti™ J-2, JA-14 rotor)로 6000 RPM에서 20분간 원심분리하여 얻은 균체를 증류수로 1회 세척한 후 40 mL의 증류수에 다시 현탁하여 실험에 사용하였다. 탁주 제조 시 첨가된 효모수는 10<sup>8</sup>~10<sup>9</sup> cell/mL의 수준이었다.

담금 : 이미 보고된 연구들(15-17)을 참조로 하여 수행하였다. 즉, 전분 원료 1000 g에 담금용수 1800 mL, 코오지(혹은 누룩) 20%를 기본 배합 비율로 설정한 후, Table 1과 2에서 나타낸 바와 같이 울무를 일정 비율 첨가하였다. 물은 증류수를 5분간 끓인 후 냉각하여 사용하였으며, 쌀과 울무는 12시간 물에 침지한 후, 탈수하여 가아제에 싸서 121°C에서 40분간 가압처리한 후 이를 냉각하여 사용하였다. 담금 용기는 3 L용 오지항아리를 사용하였으며, 발효는 22°C 항온기에서 7일간 실시하였다.

미생물 균수 측정

탁주의 효모는 Haemocytometer(Superior Marienfeld, Germany)로 측정하였으며, 생균수는 평판배양법(18)으로 계수하였다. 탁주의 일반 세균은 Plate Count Agar(Difco™, Sparks, MD, USA), 유산균은 L-S(*Lactobacillus-Streptococcus*) differential medium(Oxoid Limited, Hants, UK)에 각각 탁주 회석액을 도말한 후, 유산균은 37°C에서 2일간 혐기적(Anaerorator FA-6, Hirayama Manufacturing Corporation, Japan)으로 배양한 후, 붉은색 집락을 검경하여 그램 양성의 특징을 갖는 catalase 음성인 균을 계수하였다.

Table 1. Ratio of raw materials for Yulmoo Takju

Enzyme source	Rice	Yulmoo	Water	Yeast (mL) <sup>2)</sup>
<i>koji</i> <sup>1)</sup>				
20	100	- <sup>3)</sup>	180	10
20	85	15	180	10
-	70	30	180	10
-	40	60	180	10
-	-	100	180	10

<sup>1)</sup>Koji was obtained from a local brewing factory.

<sup>2)</sup>Cultured yeast was washed and resuspended with sterile distilled water at 1×10<sup>9</sup> cell/mL.

<sup>3)</sup>Not added.

Table 2. Ratio of raw materials for Yulmoo nuruk Takju

Enzyme source		Rice	Yulmoo	Water	Yeast (mL) <sup>2)</sup>
<i>koji</i> <sup>1)</sup>	<i>nuruk</i>				
20	- <sup>3)</sup>	100	-	180	10
20	-	-	100	180	10
-	20 ( <i>Asp. kawachii</i> , AK)	-	100	180	10
-	20 ( <i>Rhi. japonicus</i> , RJ)	-	100	180	10
-	20 (AK+RJ)	-	100	180	10

<sup>1)</sup>Koji was obtained from a local brewing factory.

<sup>2)</sup>Cultured yeast was washed and resuspended with sterile distilled water at 1×10<sup>9</sup> cell/mL.

<sup>3)</sup>Not added.

**성분분석**

주정분은 증류법(19), 환원당은 somogy변법(20), 아미노태질소는 formal법(20)으로 측정하였다. 침강속도는 So(16)의 방법을 참조하여, 시료 30 mL를 직경 10 mm 시험관에 넣고 실온에서 30분간 정치한 후 분당 투명 층의 길이로 표시하였다.

**고급알콜분석**

시료 10 mL를 20 mL vial에 넣어 고무마개와 알루미늄 뚜껑으로 밀폐시킨 후, 50°C에서 5분간 교반하고 30분간 평형화시킨, 기체 1 mL를 GC에 주입하여 분석하였다. 사용된 GC는 HP7694 head space sampler와 Column HP innowax (ID 0.25 mm×25 m)를 장착한 HP5890-2(Hewlett Packard Co., USA)였다. 이때 injector temp. 200°C, detector temp. 250°C, flow rate는 N<sub>2</sub> 1 mL/min였으며, split ratio는 20:1이었다.

**관능검사 및 평가**

율무주의 관능검사는 23세에서 33세에 이르는 훈련받은 관능요원 5명(남 3명, 여 2명)을 대상으로 3회 반복하여 실시하였다. 제조된 율무주에 대하여 색, 맛, 향기, 전체적인 탁주로서의 적합도 면에 관한 질문에 '가장 좋다'로 응답한 경우를 1점으로 하고, 점수가 높아질수록 기호도가 낮아지는 채점 척도법을 실시하였다(21). 시료는 세가지 숫자를 무작위로 조합하여 제시하였다. 모든 측정결과는 SAS package를 이용하여 통계처리하였으며, 유의성 검증은 Duncan's mul-

multiple range test로  $\alpha=0.05$  level에서 시행하였다.

**결과 및 고찰**

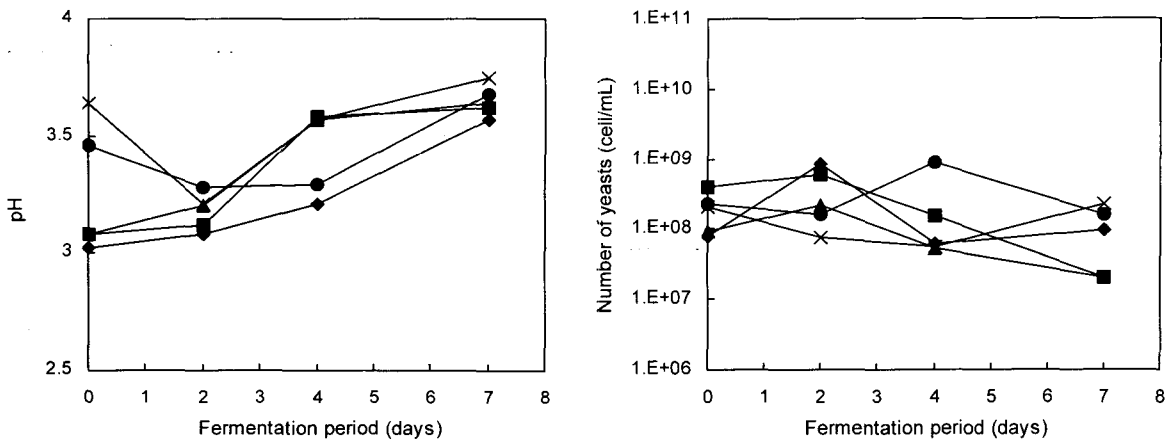
**율무첨가 비율에 따른 율무주의 성분분석**

전분원료로서 율무를 각각 15, 30, 60, 그리고 100% 사용하고(재료 및 방법의 Table 1) 백국균 코오지를 효소원으로 하여 율무탁주를 제조하였다. 이때 탁주를 22°C에서 7일간 발효시키면서 pH와 효모수를 측정하였으며(Fig. 1), 발효가 끝난 탁주는 성분분석 (Table 3)과 관능검사(Table 4)를 실시하였다. pH는 담금 직후 pH 3.0~3.6에서 7일 후 pH 3.6~3.8으로 증가되었으며, 전반적으로 모든 시료가 7일간 발효로 약간 높아지는 경향을 보였다. 율무의 양이 증가할수록 초기 pH 및 최종 pH는 약간 높아지는 경향을 보였다. 발효 초기에 pH 3 수준으로 산성인 이유는 사용된 백국균 코오지

**Table 4. Sensory evaluation of *Takju* by the addition of *Yulmoo***

Raw material	Color	Taste	Flavor	Total acceptability
Rice 100%	3.6 <sup>b1)</sup>	2.0 <sup>b</sup>	3.2 <sup>a</sup>	2.4 <sup>c</sup>
Rice 85% + <i>Yulmoo</i> 15%	2.6 <sup>c</sup>	4.2 <sup>a</sup>	1.6 <sup>b</sup>	4.0 <sup>a</sup>
Rice 70% + <i>Yulmoo</i> 30%	2.0 <sup>c</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.0 <sup>a</sup>	3.2 <sup>b</sup>
Rice 40% + <i>Yulmoo</i> 60%	2.1 <sup>c</sup>	2.4 <sup>b</sup>	3.4 <sup>a</sup>	3.0 <sup>b</sup>
<i>Yulmoo</i> 100%	4.6 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	3.4 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Means with same superscript letters within a row are not significantly different at  $\alpha=0.05$  level as determined by Duncan's multiple range test.



**Fig. 1. Fermentation profile of *Takju* by the addition of *Yulmoo*.**

—◆—: rice 100%, —■—: rice 85% + *Yulmoo* 15%, —▲—: rice 70% + *Yulmoo* 30%, —●—: rice 40% + *Yulmoo* 60%, —×—: rice 0% + *Yulmoo* 100%.

**Table 3. Fermentation products of *Takju* by the addition of *Yulmoo***

Raw material	Sedimentation rate (mm/min)	Amino nitrogen (glycine %)	Reducing sugar (maltose %)	Ethanol (%)
Rice 100%	0.007	0.135	0.14	13.6
Rice 85% + <i>Yulmoo</i> 15%	0.010	0.165	0.14	15.2
Rice 70% + <i>Yulmoo</i> 30%	0.020	0.165	0.12	15.2
Rice 40% + <i>Yulmoo</i> 60%	0.007	0.143	0.10	14.1
<i>Yulmoo</i> 100%	0.013	0.135	0.09	13.8

의 특징으로 생각되며, 이러한 조건은 잡균의 오염을 막는데 효과적인 것으로 생각된다. 일반적으로 탁주 발효가 진행되면서 초기의 낮은 pH 상태를 보인 이후 pH가 거의 변하지 않거나 다소 높아지는 경향이 관찰되는 것은(15,16) 탁주발효 초기에서 호기적인 탄수화물대사로 인한 산성중간 생성물과 효모에 의한 발효과정 중 생성되는 pyruvic acid 등(22)의 혼재로 낮아진 pH로부터 점차 효모의 알콜발효가 주도되어 후속 단계로 진행되기 때문으로 생각된다. 상술한 바와 같이 율무의 첨가량이 많을수록 초기 pH가 높아지는 현상이 관찰되었는데, 이는 율무의 높은 단백질 함량이 저장 중 자기소화로 인하여 암모니아를 생성하였기 때문으로 사료된다. 효모수는  $10^7 \sim 10^8$  cell/mL의 수준으로 계수되었으며, 율무첨가량이 높은 시료에서 효모수가 적은 경우가 관찰되었지만 율무첨가에 따른 효모의 증식에 대한 상관관계는 관찰되지 않았다(Fig. 1).

Table 3과 Table 4에서는 성분 분석과 관능검사 결과를 나타내고 있다. 즉 율무를 15% 또한 30% 첨가한 시료보다, 60% 또는 100%를 첨가한 시료에서 아미노태질소, 환원당, ethanol 성분이 다소 적은 것으로 정량되었다. 그러나 Fig. 1에서 보는 바와 같이, 시료간 효모의 수는 율무의 첨가량에 의한 뚜렷한 차이를 나타내지 않았기 때문에 Table 3에서 제시된 결과 중 율무증가에 따른 발효산물의 양이 적은 이유가 탁주 제조 시 조합된 원료상의 차이로 인한 것인지, 발효과정 중 성분의 변화와 관련된 것인지는 결론지을 수 없었다. 관능검사 결과, 탁주의 색은 율무 60% 첨가의 경우, 맛은 율무 0% 첨가(쌀 100%)의 경우, 향기는 율무 15% 첨가 시 가장 좋은 것으로 나타났으며(Table 4), 전체적인 기호도 면에서는 율무 0% 첨가 시료가 가장 높은 것으로 나타났다. 율무 100% 첨가한 시료의 경우, 색과 향기에 있어서 기호도가 낮은 결과를 보였다. 전체적인 기호도 면에서 율무 30, 60 및 100%를 각각 첨가한 시료의 기호도는 율무를 첨가하지 않거나 15% 첨가한 시료보다 낮기는 했지만, 시료간의 기호도는 서로 유의적인 차이가 없음을 보여 주었다( $p < 0.05$ ). 그러므로 이 실험에서 율무의 첨가는 그 비율을 높일 경우, 30, 60, 및 100% 사이에서는 관능적으로 큰 차이를 보이지 않는 것으로 평가할 수 있었다.

풍미에 영향을 주는 fusel oil 등의 미량 휘발성성분을 분석한 결과는 Table 5의 결과와 같았다. 즉 acetaldehyde, iso-butanol, iso-amyl alcohol 등의 함량은 율무 첨가량이 증가할수록 증가하는 결과를 보였다. Iso-butanol이나 iso-amyl alcohol은 leucine과 valine 등의 아미노산으로부터 생산되므로(22) 이들은 율무첨가량의 증가로 생성량이 증가된 것으로 판단된다. 휘발성 성분분석 결과(Table 5)와 관능검사(Table 4)의 결과를 비교해 보면, 후자의 경우는 율무량의 증가에 따른 기호도 인식 면에서 큰 차이를 보이지 않았는데 비해, 실제 fusel oil들의 생성량은 율무첨가로 인하여 증가하였다. 그러나 그 차이는 관능적으로는 식별할 수 없는

**Table 5. Comparison of volatile components in Takju by the addition of Yulmoo**

Volatile compound (ppm)	Takju <sup>1)</sup>				
	1	2	3	4	5
Acetaldehyde	23.0	23.8	28.8	62.7	70.0
Acetone	6.8	7.9	4.5	8.5	4.8
Ethyl acetate	74.1	63.5	80.1	47.5	71.1
Methanol	12.4	12.0	11.6	16.3	12.5
n-Propanol	431.2	289.0	262.0	213.7	173.8
iso-Butanol	392.5	408.1	406.7	427.5	488.7
iso-Amylacetate	6.9	7.1	10.1	6.9	11.0
n-Butanol	15.7	19.4	24.1	14.5	7.5
iso-Amyl alcohol	1,150.5	1,206	1,213.2	1,293.6	1,604.0

<sup>1)</sup>Raw material: 1, rice 100%; 2, rice 85%+Yulmoo 15%; 3, rice 70%+Yulmoo 30%; 4, rice 40%+Yulmoo 60%; 5, rice 0%+Yulmoo 100%.

정도였다고 생각된다.

#### 율무누룩 첨가 율무주의 성분분석

율무의 기능성 성분을 충분히 이용하려면 율무의 이용률을 높여야 한다. 그러므로 본 실험에서는 율무의 독특한 맛과 성분을 더욱 활용할 수 있도록 하기 위하여 *Asp. kawachii*와 *Rhi. japonicus*를 이용하여 우리나라의 전통 탁주 제조 시 사용되는 누룩을 직접 제조하여, Table 2(재료 및 방법)와 같은 조성으로 율무 누룩주를 제조하였다. 율무누룩은 쌀코오지와 비교하면 색과 냄새가 강하고 맛도 진하지만 이 실험에서는 율무를 최대량 사용할 경우 율무의 양조 적성을 판단하고자 하였다. Fig. 2와 3은 율무누룩으로 제조한 율무주의 7일간의 발효 상태를 pH, 효모수, 총균수, 유산균수, 환원당과 아미노태질소 함량을 분석하여 율무주의 이화학적 변화와 미생물의 생육을 비교하여 탁주의 품질 적성을 평가한 결과이다.

그 결과 pH는 율무누룩의 경우 담금 초기 pH 5.45~6.10으로, 사용된 대조구와 백국균 코오지보다 현저히 높았지만, 발효가 진행됨에 따라 낮아져 발효 7일 후에는, pH 3.79~3.67을 나타내었다. 누룩율무주에 있어서 효모의 수는 담금 직후  $10^{6-7}$  cell/mL 수준에서 발효 2일째부터는  $10^8$  cell/mL 수준을 유지했으며, *Asp. kawachii*만을 사용한 누룩 율무주에서 다소 낮은 경향을 보였다. Total plate count로 표시된 일반 세균수의 경우는 대조구로 사용한 백국균 코오지 율무주(Control I과 Control II)에서 상대적으로 적은 수만이 검출되었다. 이는 백국균 코오지 율무주의 초기 pH가 낮은 것에서 기인한 것으로 생각된다. 율무누룩주에서 누룩재료가 멸균상태는 아니었기 때문에 일반세균이 검출될 수도 있겠지만, 발효 2일 이후 7일까지의 pH가 3 부근임을 감안하면 이들 균은 일반 잡균이라기보다는 plate count agar에서 검출된 유산균이 중복 계수된 것으로 생각된다. 즉 발효 후기의 *Rhi. japonicus* 율무누룩주와 *Asp. kawachii*와 *Rhi. japonicus* 복합 율무누룩주의 유산균수는 발효 7일에  $10^8$  CFU/mL 수준에 이르렀고 코오지 율무주 대조구에서도  $10^6$  CFU/mL 수준

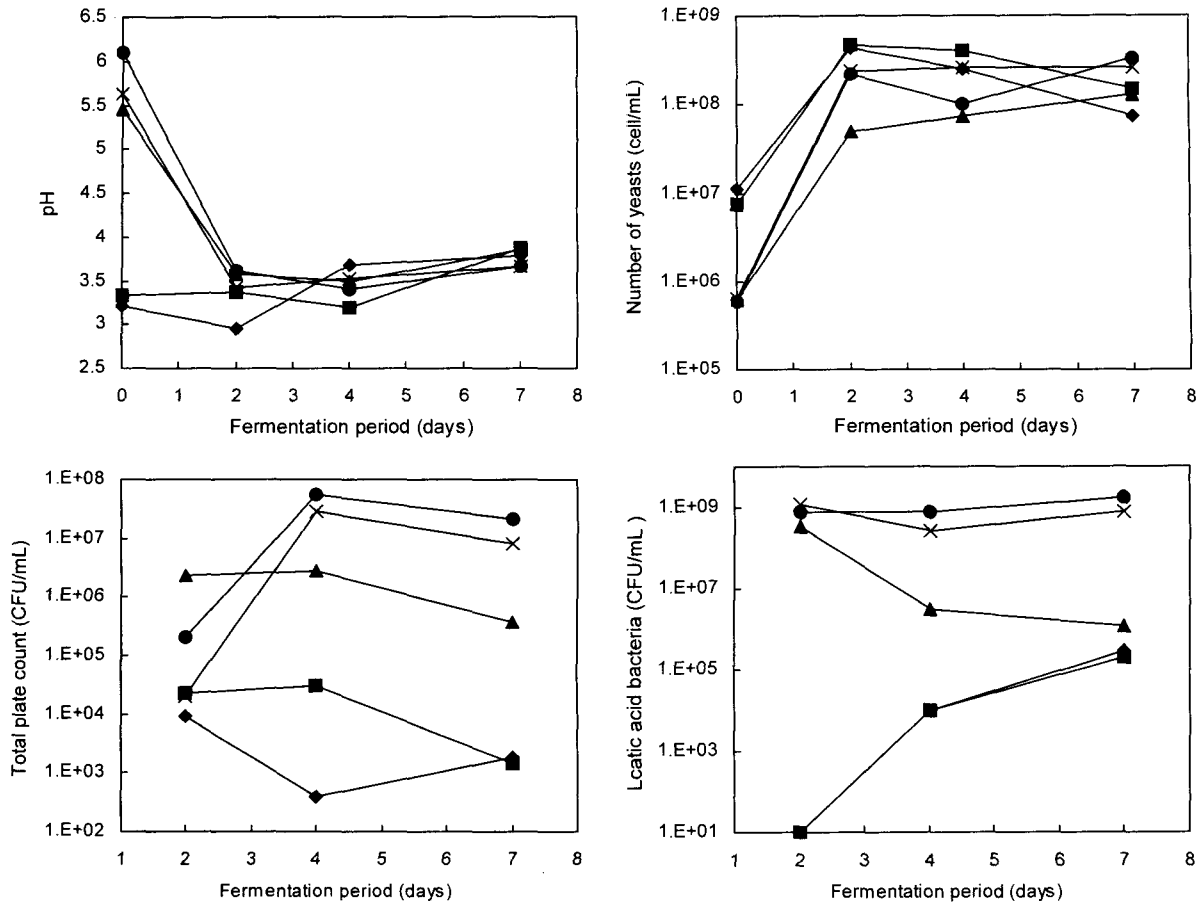


Fig. 2. Changes of pH, the number of yeast, the viable count of aerobic, and lactic acid bacteria count in *Takju* by the addition of *Yulmoo nuruk*.  
 —◆—: Control I: commercial white *koji* + rice, —■—: Control II: commercial white *koji* + *Yulmoo*, —▲—: *Asp. kawachii nuruk* + *Yulmoo*,  
 —●—: *Rhi. japonicus nuruk* + *Yulmoo*, —×—: *Asp. kawachii nuruk* + *Rhi. japonicus nuruk* + *Yulmoo*.

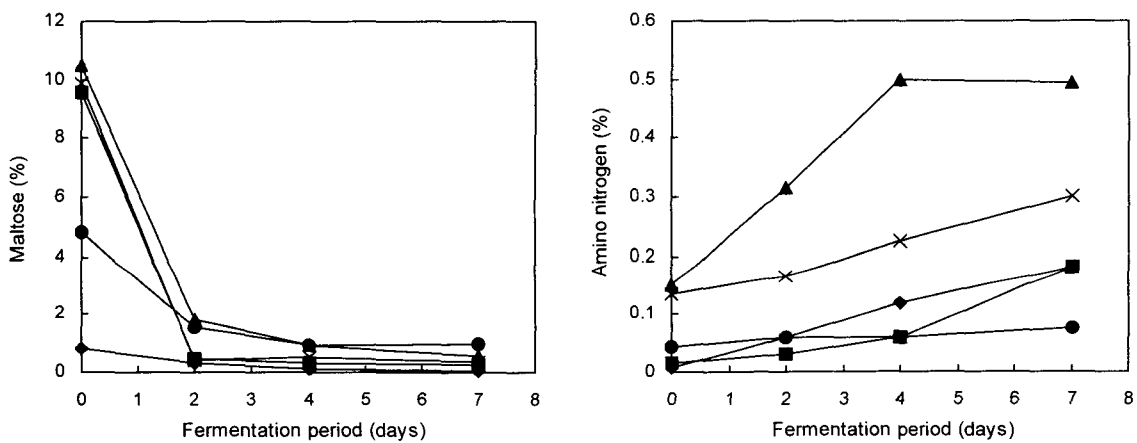


Fig. 3. Changes of reducing sugar and amino nitrogen content in *Takju* by the addition of *Yulmoo nuruk*.  
 —◆—: Control I: commercial white *koji* + rice, —■—: Control II: commercial white *koji* + *Yulmoo*, —▲—: *Asp. kawachii nuruk* + *Yulmoo*,  
 —●—: *Rhi. japonicus nuruk* + *Yulmoo*, —×—: *Asp. kawachii nuruk* + *Rhi. japonicus nuruk* + *Yulmoo*.

에 이르러 발효 동안에 전반적으로 술덧에 유산균이 어우러져 있으며, 이는 일반 세균과 중복 계수되었을 가능성이 크다고 생각된다.

Fig. 3은 율무누룩주 발효 중 환원당과 아미노태 질소를

분석한 결과이다. 담금 직후에 율무를 사용한 시료들의 환원당의 변화는 담금 초기에 4.8~10.5%로부터 담금 2일 경과 후에는 0.4~1.8%로 낮아져 담금 초기에 급격한 전분의 당화가 진행됨을 알 수 있었다. 발효 7일 후에는 모든 시료의 환원

당이 0.03~0.9%로 나타났다. 한편 아미노태 질소량은 *Asp. kawachii* 누룩을 사용한 시료와 *Asp. kawachii*와 *Rhi. japonicus*를 복합 사용한 시료가 가장 높아서 *Asp. kawachii* 울무주의 단백질 분해력이 강한 것으로 나타났다. Fig. 4와 Table 6은 발효과정 중 ethanol과 fusel oil 등의 휘발성 성분들을 정량한 결과이다. 울무누룩 발효 중 ethanol 생성량은 코오지를 사용하여 전분원을 쌀과 울무를 사용한 대조구들에서 각각 17.0 및 14.3%로 높게 나타났다. 한편 *Asp. kawachii*와 *Rhi. japonicus*를 이용해 만든 누룩 울무주의 ethanol 함량은 각각 11.2 및 10.4%로 나타났으며, *Rhi. japonicus* 누룩 울무주가 7.5%로 가장 낮았다(Fig. 4). *Rhi. japonicus*는 전통누룩에서 분리되는 균주로(14) 이 실험에서 울무주의 전통적 특징을 유지하려하는 목적으로 누룩제조에 이용하였으나, 울무로부터의 ethanol의 생성력은 낮았다. Han 등(15)은 누룩 종류를 달리하여 탁주 발효 과정 중 술덧의 품질특성을 연구

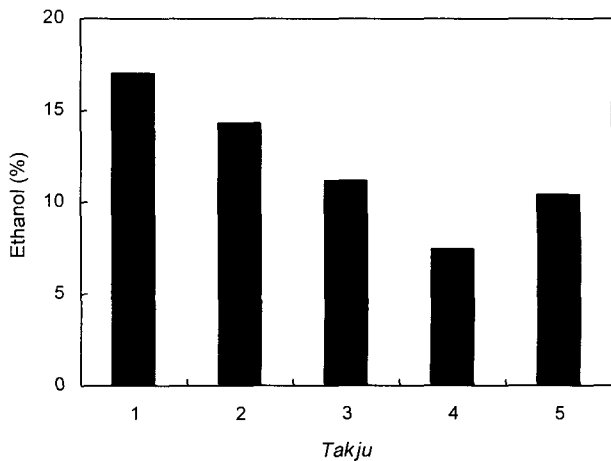


Fig. 4. Production of ethanol by addition of *Yulmoo nuruk* in *Takju*.

1. Control I: commercial *koji*+rice, 2. Control II: commercial *koji*+*Yulmoo*, 3. *Asp. kawachii nuruk*, 4. *Rhi. japonicus nuruk*, 5. *Asp. kawachii nuruk*+*Rhi. japonicus nuruk*.

Table 6. The production of volatile components by the addition of *Yulmoo nuruk* in *Takju*

Volatile compound (ppm)	<i>Takju</i> <sup>1)</sup>				
	1	2	3	4	5
Acetaldehyde	39.6	56.7	99.3	138.4	131.5
Acetone	27.7	1.7	- <sup>2)</sup>	-	-
Ethyl acetate	91.4	91.0	832.6	158.6	528.0
Methanol	17.0	12.9	34.8	15.0	28.0
<i>n</i> -Propanol	365.3	154.5	59.4	97.0	75.6
<i>iso</i> -Butanol	385.1	536.3	132.3	171.0	169.7
<i>iso</i> -Amylacetate	11.6	15.7	3.3	3.4	3.2
<i>n</i> -Butanol	14.9	7.4	-	-	-
<i>iso</i> -Amyl alcohol	1,021.6	1,840.3	631.7	855.2	792.2

<sup>1)</sup> 1. Control I: commercial *koji*+rice, 2. Control II: commercial *koji*+*Yulmoo* 3. *Asp. kawachii nuruk*, 4. *Rhi. japonicus nuruk* 5. *Asp. kawachii*+*Rhi. japonicus nuruk*.

<sup>2)</sup> Not detected.

한 결과, 발효 16일에 ethanol 생성량이 *Rhi. japonicus* 누룩주가 13%, *Asp. kawachii* 누룩주가 약 10%로 *Rhi. japonicus* 누룩의 알콜 생성력이 높게 나타나서 본 실험결과와 차이가 있었는데 그 이유는 본 실험의 주재료인 울무의 성분차이에서 비롯되는 것으로 사료된다. 따라서 *Rhi. japonicus*의 알콜 생성력과 울무 누룩탁주에의 이용에 대해서는 좀 더 자세한 연구가 필요하다고 생각된다.

Fig. 4에서 두 균주를 혼합한 누룩 시료의 경우 울무주의 ethanol 생성량이 다소 증가한 것으로 보아 *Asp. kawachii* 누룩의 울무발효성이 높은 것을 확인할 수 있었다. 울무누룩주의 fusel oil 등의 분석 결과는 Table 6과 같았다. 시료 1과 2는 Table 5의 시료 1과 5와 같은 재료의 조건, 즉 상업용 백국균 코오지를 이용해 전분원으로 쌀 100%와 울무 100%를 이용한 울무주이다. 따라서 생성된 성분에 있어서도 Table 5에서 보여주는 바와 같이 전분원으로서 쌀만을 사용한 탁주인 시료 1의 acetaldehyde, *iso*-propanol 및 *iso*-amyl alcohol의 양이 전분원으로 울무만을 사용한 시료 2에서는 증가한 결과를 보였다. 이들을 대조구로 하여 울무누룩 울무주의 fusel oil 등 휘발성 성분의 생성을 비교해보면, 누룩울무주(*Takju* 3, 4, 5 in Table 6)는 코오지울무주(*Takju* 1 and 2)에 비해 acetaldehyde의 양이 2.5~3.5배 높았고, ethyl acetate의 양은 2~9배 정도 높았다. 또한 *n*-propanol, *iso*-butanol, 그리고 *iso*-amyl alcohol 양은 각각 1/2.6~1/3.8, 1/2.9~1/3.2 및 1/1.6~1/2.3로 현격히 낮았다. 이러한 결과는 울무가 탁주의 전분원으로 첨가되어 발효에 이용될 때는 울무에 함유된 단백질이 발효과정 중 fusel oil로 전환되지만(23), 울무누룩으로 사용될 때는 울무의 단백질보다는 당질의 분해 중간산물로서의 acetaldehyde 생성이 증가되는 것(22)이 아닌가 생각된다. 알콜음료의 fusel oil이나 aldehyde는 체내에서의 대사가 용이하지 않아 여러 가지 장애를 일으키는 숙취의 원인으로 주목 받고 있는 성분이다(24). 그러므로 울무주 제조 시 이들 성분의 제어를 위하여 울무를 전분원으로 첨가할 것인가 울무누룩으로 첨가할 것인가가 매우 중요하다라는 점을 알 수 있었다. 울무누룩주의 관능검사 결과는 Table 7과 같다.

색, 맛, 향기, 및 전체적인 기호도 면에서 백국균 코오지와 쌀을 사용한 시료가 가장 높은 평가를 받았으며, 누룩울무주의 기호도는 모든 항목에서 낮았고, 전체적인 기호도면에서는 *Asp. kawachii*와 *Rhi. japonicus*를 복합 사용한 울무누룩주가 가장 좋지 않았다. 이러한 결과를 fusel oil이나 휘발성 성분함량(Table 6)의 분석결과와 비교해 보면, fusel oil 함량이 높은 울무코오지주들이 fusel oil 함량이 낮은 울무누룩주들보다 좋은 평가를 받았다. 그러나 이것은 울무 누룩주에서 예상 외로 높은 수치를 보인 ethyl acetate가 관능검사에 부정적인 영향을 주는 것이 아닌가 의심된다. 탁주로서의 종합적인 적합성(total acceptability)에 있어서 *Rhi. japonicus* 누룩을 사용한 시료와 *Asp. kawachii*와 *Rhi. japonicus* 두 균주

**Table 7. Sensory evaluation of *Takju* by the addition of *Yulmoo nuruk***

<i>Takju</i>	Color	Taste	Flavor	Total acceptability
Control I (commercial <i>koji</i> + rice)	1.4 <sup>d1)</sup>	1.5 <sup>c</sup>	1.4 <sup>d</sup>	1.2 <sup>c</sup>
Control II (commercial <i>koji</i> + <i>Yulmoo</i> )	1.6 <sup>d</sup>	3.0 <sup>ab</sup>	2.8 <sup>c</sup>	2.8 <sup>b</sup>
<i>Asp. kawachii nuruk</i>	5.0 <sup>a</sup>	2.8 <sup>b</sup>	3.0 <sup>bc</sup>	3.2 <sup>ab</sup>
<i>Rhi. japonicus nuruk</i>	3.2 <sup>c</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>
<i>Asp. kawachii</i> + <i>Rhi. japonicus nuruk</i>	3.8 <sup>b</sup>	3.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>ab</sup>	4.0 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Means with same superscript letters within a row are not significantly different at  $\alpha=0.05$  level as determined by Duncan's multiple range test.

를 복합 사용한 울무누룩주의 평균 점수가 각각 3.8과 4.0으로써 코오지 대조구의 기호도 순위 평균값인 1.2와 2.8보다 선호도가 현격히 낮았다. 이러한 결과는 울무누룩을 100% 사용했기 때문에 야기된 누룩 특유의 진한 맛에 의한 것이다. 그럼에도 불구하고 전분 원료나 누룩원료로서 울무의 사용은 탁주제조의 기본적인 ethanol 생성과 활발한 미생물의 생육을 유지했다는 점에서 탁주로서의 개발에 유용하며, 앞으로 울무첨가에 따른 fusel oil과 acetaldehyde 등 성분의 조절, 그리고 울무주에 용출된 울무 유효성분에 대한 분석 등의 연구가 남겨진 과제라 하겠다.

## 요 약

탁주의 기능성 강화를 위하여 울무를 첨가하여 제조한 탁주의 탁주로서의 적합성을 조사하였다. 우선 기존 쌀코오지를 이용하여 전분원료로서 울무를 15, 30, 60와 100% 첨가했을 경우, 효모의 균수와 ethanol의 생성량은 각각  $9.5 \times 10^7 \sim 2.3 \times 10^8$  cell/mL과 13.6~15.2%로 시료 간의 큰 차이를 보이지 않아 울무의 알콜 발효원으로 적합성을 보여주었다. 한편 고급알콜인 iso-amyl alcohol은 첨가된 울무량에 따라 1,150 ppm으로부터 1,206, 1,213, 1,293, 1,604 ppm으로 각각 증가되었고, acetaldehyde와 iso-butanol도 울무의 첨가량에 따라 증가하였다. 한편 *Aspergillus kawachii*(AK)와 *Rhizopus japonicus*(RJ)를 이용하여 울무누룩주를 만든 결과 ethanol 생성량은 쌀코오지로 만든 울무주에 비해 14%로부터 각각 11.2%(AK), 7.5%(RJ) 그리고 10.4%(AK+RJ)로 감소하였고, 효모의 수는  $7.5 \times 10^7 \sim 2.6 \times 10^8$  cell/mL이었으며, iso-amyl alcohol 함량이 1,840 ppm으로부터 각각 632[AK], 855[RJ], 792 ppm[AK+RJ]로 감소하였고, n-propanol, iso-butanol 등의 fusel oil도 감소하였으나, acetaldehyde가 57 ppm으로부터 99[AK], 138[RJ], 131 ppm[AK+RJ]으로 각각 증가되었다. 전체적으로 탁주제조에 있어 울무의 이용은, 전분원료로서 사용하는 경우 알콜 발효와 관능검사에는 큰 영향을 미치지 않았으나 fusel oil의 함량이 증가하였고, 누룩을 원료로서 사용하는 경우 ethanol의 생성과 fusel oil의 생성

이 감소하고, acetaldehyde의 함량이 현격히 증가하였으며, 관능검사 결과 기호도가 낮아졌다.

## 감사의 글

본 연구는 2001년도 대산문화재단 연구지원비로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Yoo TJ. 1988. *Sikpoombogam*. Moonundang, Seoul. p 288-290.
2. Tanimura A. 1961. Studies on the anti-tumor component in the seeds of *Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* (Roman) Stapf. II. The structure of coixenolide. *Chem Phar Bull* 9: 47-53.
3. Numata MA, Yamamoto M, Yamada H. 1994. Antitumor components isolated from the Chinese herbal medicine *Coix lachryma-jobi*. *Planta Med* 60: 356-359.
4. Kondo YK, Nakajima SN, Suzuki S. 1988. Isolation of ovulatory-active substances from crops of Job's tears (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* Stapf). *Che Pharm Bull* 36: 3147-3152.
5. Takahashi M, Konno C, Hikino H. 1986. Isolation and hypoglycemic activity of coixans A, B and C glycans of *Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen* seeds. *Planta Med Feb* 1: 64-65.
6. Yamada H, Yanahira S, Kiyohara H, Cyong JC, Otsuka Y. 1986. Water-soluble glucans from the seed of *Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen*. *Phytochem* 25: 129-132.
7. Ary MB, Shewry PR, Richardson M. 1988. The amino acid sequence of a cereal Bowman-Birk type trypsin inhibitor from seeds of Job's tears (*Coix lachryma-jobi* L.). *FEBS Lett* 229: 111-118.
8. Han YN, Yun HK, Park JH, Ryu SY. 1996. Development physiologically active substances from seeds of *Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen*. *J Agri Sci* 38:21-29.
9. Park Y, Suzuki H, Lee YS, Hayakawa S, Wada S. 1988. Effect of coix on plasma, liver and fecal lipid components in the rat fed on lard or soybean oil-cholesterol diet. *Biochem Med Metab Biol* 39: 7-11.
10. Ary MB, Richardson M, Shewry PR. 1988. Purification and characterization of an insect alpha-amylase inhibitor/endo-chitinase from seeds of Job's tears (*Coix lachryma-jobi*). *Biochim Biophys Acta* 999: 260-266.
11. www.kalia.or.kr: Alcohol beverage in Korea.
12. Jin KD, Jin J. 1973. The preparation of rice wine using *Coix lachryma*. *Korean Patent* 248.
13. So MH. 1993. Conditions for the production of amylase and protease in making wheat flour *nuluk* by *Aspergillus oryzae* L2. *Korean J Food and Nutrition* 6: 89-95.
14. So MH. 1993. Conditions for the production of amylase and protease in making wheat flour *nuluk* by *Rhizopus japonicus* T2. *Korean J Food and Nutrition* 6: 96-102.
15. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *nuruk* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 29: 555-562.
16. So MH. 1995. Aptitudes for *Takju* brewing of wheat flour-*Nuluks* made with different mold species. *Korea J Food and Nutrition* 1: 6-12.
17. In HY, Lee TS, Lee DS, Noh BS. 1995. Volatile components

- and fusel oils of *Soju*s and mashes brewed by Korean traditional method. *Korean J Food Sci Technol* 27: 235-240.
18. Korean Society for Microbiology. 1987. *Experimental microorganism*. Academy Books, Seoul, Korea. p 115-118.
  19. *Text for alcohol beverages*. 1997. National Tax Service. Korea. p 374-403.
  20. Kim CH, Moon YD, Yang JB, Yoon WH, Lee CH, Kho MS, Kim DK, Hyun JS. 1996. *Food analysis*. Komoon-Sa, Seoul. p 117.
  21. Lee CH, Che SK, Lee JK. 1994. *Quality control for food industry*. Yulimmunwha-Sa, Seoul. p 139-140.
  22. Gottschalk G. 1986. *Bacterial metabolism*. 2nd ed. Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo. p 210-214.
  23. Kim HS. 1968. *Fermentation microorganism*. Hyangmoon-Sa, Seoul. p 266-267.
  24. Yoo TJ. 1998. *Sul*. Academy Books, Seoul. p 64-66.

(2003년 5월 24일 접수; 2003년 11월 17일 채택)