

율무를 이용한 탁주 제조의 고급화

신순영 · 김광수

(고려대학교 생명공학원)

Preparation of High glade Takju by using Yulmoo (*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen*)

Shin, Soon-Young · Kim, Kwang-Soo

Graduate School of Biotechnology, Korea University 1,5-ka, Anam-Dong, Sungbuk-Ku, Seoul 136-701, Korea

적 요

북부지역 특화 작물인 율무의 안정적 수급 확보와 전통 탁주의 기능성 고급주로서의 개발을 위하여, 율무 탁주의 탁주로서의 적합성과 탁주에 율무의 기능성 성분의 이용 등을 연구하였다. 우선 기존 쌀 코지를 이용하여 전분원으로서 율무를 15%, 30%, 60% 100% 증가했을 경우, 효모의 생육과 에탄올의 생성량은 각각 $7.5 \times 10^7 \sim 2.6 \times 10^8$ cell/mL과 13.6~15.2%로 시료 간의 큰 차이를 보이지 않아 율무의 알콜 발효원으로 적응성을 보여주었다. 그러나 고급 알콜의 대표적인 성분인 iso-amylalcohol은 첨가된 율무량에 따라 1150ppm에서 1206, 1213, 1293, 1604으로 증가하여 율무의 특성을 보여주었다. 한편 *Asp. kawachii*(AK)와 *Rhizopus japonicus*(RJ)를 이용하여 율무 누룩을 만들어 율무주를 만든 결과, 쌀코지로 만든 율무주에 비해 에탄올 생성량이 14%에서 11.2% [AK], 7.5% [RJ] 10.4% [AK + RJ]로 감소하였고, iso-amylalcohol 함량도 1840ppm에서 632, 855, 792으로 감소하였다. 그러나 율무 누룩주는 acetaldehyde가 57ppm에서 99 [AK], 138 [RJ], 131 [AK + RJ] ppm으로 증가되고, 관능검사 기호도도 낮아 누룩의 이용 비율을 조절해야할 필요성이 있었다. 율무쌀과 율무주에서 향 돌연변이, 항암활성이 관찰되었는데 이에 대한 상세한 연구가 기대된다.

I. 서론

율무(*Coix lachryma-jobi* L. var. *ma-yuen*[Romam.] Stapf는 화본과(Gramineae)에 속하며, 중국 원산의 1년초로서 그 종자(율무쌀)를 의이인(薏苡仁)이라고 부르며, 식용과 약용으로 사용되어 왔다.¹⁾

율무쌀의 일반성분은 수분 13%, 단백질, 14.2g, 지방 5.9g, 녹말 51.6g, 섬유 0.8g, 회분 1.3g, 칼슘 11mg, 인 300mg, 칼리 47mg으로, 쌀에 비해 인체의 구성 기초성분인 조단백질은 약 3배, 조지방은 약 9배, 회분은 약 3배, 그리고 활동 에너지원인 탄수화물은

19%정도 적으며, 약효가 있는 많은 식물 중에서 쌀이나 보리같이 주식이 되는 장점이 있다.¹⁾

율무의 생리활성 물질로는 항암 작용 성분인 coixenolide와²⁾ 유리지방산,³⁾ 배란 유발 성분으로 phytosterol 유도체,⁴⁾ 혈당강하 성분으로 glucan인 coixans A,B,C가⁵⁾ 알려져 있으며 항보체활성 성분으로⁶⁾ glucan 및 heteroglycan인 CA-1, CA-2가 알려져 있고, 왕겨로부터 trypsin 저해제인 단백질이 분리되었다⁷⁾. Coixenolide는 항암 활성 이외에 면역증강 작용, 중추신경계 진정작용, 항염증⁸⁾ 작용이 있는 것으로 알려져 있다. 그 밖에 율무는 항동맥경화 작용이⁹⁾ 있으며 α -amylase 저해제가 분리되어¹⁰⁾ 기능성 식품

소재로서의 가능성이 크다.

울무는 북부지역에 적합한 지역 특화 작목으로 현재 재배기술의 개발연구가 활발히 진행되고 있으며, 생산물의 부가 가치 향상을 위한 가공 기술의 개발이 필요하다. 특히 경기도에서의 울무 재배 면적은 전년도의 울무 수매가에 의해 영향을 받았으며, 수매가는 그 해의 기상에 의해 등락이 결정된다. 그리고 경기도에서의 재배의 한 장애 요인은 농협에서의 연간 소비능력의 한계에 있었다고 한다.

울무 이용 식품이나 연구로는 국내에는 울무차, 울무빵,¹¹⁾ 울무 국수,¹²⁾ 울무 flask¹³⁾ 등이 있으며, 일본에는 miso,¹⁴⁾ 알콜음료,¹⁵⁾ 식초,¹⁶⁾ 음식물 제조에 품질향상 소재로 사용되며, 화장품이나 비누에도¹⁷⁾ 첨가되는 등의 다양성을 보인다. 한방에서는 울무쌀로 빚은 술을 자주 마시면 신경통과 각기병 예방에 도움이 된다고 전하고 있다. 조선시대 문헌인 '임원십육지'를 보면 의이인주라는 술이 있는데 울무주는 약술이나 약주에 속했다, 또한 진등이¹⁸⁾ 1973년 coixenolide 추출물을 첨가하는 방식으로 제조한 '의이인을 원료로 한 약술의 제조방법'의 특허를 냈으나 울무 탁주에 대한 기록이나 연구는 거의 보고되지 않았다. 최근 연천 탁주 제조장에 출시된 것이 국내 최초라¹⁹⁾ 언급되었으나, 울무 첨가가 탁주발효에 미치는 영향에 대한 체계적 연구는 병행되지 않았다.

우리 고유 술, 탁주의 주류시장에서의 경쟁력 강화와 변화하는 식생활에 부응하기 위하여, 전통 탁주의 기능성 식품소재와 적절히 조화된 기호 식품으로의 개발은 중요하다.

특히 탁주는 양조주로서 원료의 성분이 최대한 최종제품에 남아있게 된다는 점에서 울무의 여러 가지 기능성 성분을 다양하게 섭취할 가능성이 높다는 장점이 있다. 그러나 울무는 다른 곡류에 비해 단백질이나, 지방의 함량이 높아 탁주의 전분 원료로 관능적인 적합성은 기대하기 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 고급 울무 탁주 제조를 목표로 하여, 울무를 전분원이나 누룩으로 사용하여, 울무를 가능한 주 재료로 사용할 수 있는 관능적 최대치를 구하고자 하였다. 또한 이 조건에서 울무주의 발효 상태를 고급 알콜의 함량을 중심으로 비교하고, 일부 울무주의 향

돌연변이, 항암들의 활성에 각 조건의 결과들을 비교하였다.

II. 실험 재료 및 방법

사용균주 및 유지: *Aspergillus oryzae* KCCM 11372 (ATCC 22788, KFRI 00857)과 *Rhizopus japonicus* KCCM 11273 (KFRI 00618)은 한국 식품개발연구원에서, *Asp. kawachii* KCCM 32819 은 Korean Culture Center of Microorganisms에서 분양 받았다. 효모는 시판 (송천효모개발 연구소, 충남 청양군)되는 배양 효모를 PDA 평판배지에 도말하여 한 개의 집락을 malt extract broth에 접종하여 배양 후 사용하였다.

실험재료: 실험에 사용된 울무쌀, 울무염주, 현 울무는 연천 울무시험장에서, 울무겨는 연천 농협 연합가공소에서 구입하였다. 통밀과 쌀은 경동시장에서 구입하였으며, 누룩 제조용 울무재료는 방앗간에서 분쇄하여 사용하였다.

종국제조: 멥쌀을 12시간 물에 담갔다 1시간 동안 물을 뺀 후, 300mL 삼각 플라스크에 20g 씩 담아 121°C에서 20분간 멸균하였다. 사용할 곰팡이를 백금이로 접종한 후, 30°C의 85% 향온 항습기에서 6일간 배양하여 사용하였다.

울무 코지 제조: 1 L flask에 파쇄된 200g의 현 울무와 40mL의 물을 넣은 후 잘 섞어 고압 멸균하였다. 각 종균 1% 접종하여 27°C와 95% 습도 조건에서 10일간 배양하였다. 대조구는 밀과 밀기울을 같은 조건으로 준비하여 배양, 비교하였다.

울무누룩: 현 울무를 거칠게 파쇄한것10과 파쇄하지 않은 것3을 섞어 채반에 편편하게 퍼서 자외선 등에 5시간 조사하여 잡균을 제거한 후, 수분을 28%로 조절하였다. 800g 씩 취하여 각 종균을 접종한 후, 하룻밤 펼친 상태로 전 배양한 후, 직경 27cm, 두께 7cm 의 등근 모양으로 성형하여 27°C에서 3일 간 배양한 후 상온에서 하루 말린 후 잘게 부수어 탁주 재

조시 사용하였다.^{20~21)}

탁주제조

주모: 시판효모를 malt extract media broth 150 mL에 27°C에서 2일간 배양한 후, 원심분리하여 균체만을 소량의 증류수에 현탁하여 사용하였다.

물: 증류수를 끓였다 식혀서 사용하였다.

담금: 전분 원료 1000g에 담금용수 1800mL, 코지 20%, 주모 15%를 기본 배합비율로 설정하여 실험에 따라 울무를 첨가하였다. 쌀과 울무는 하루밤 물에 불린후, 소쿠리에 건져 물을 뺀후 꺼즈에 싸서 121°C에서 40분간 진후 식혀서 사용하였다. 담금용기는 3 L 들이 오지 항아리를 사용하였으며 발효는 22°C 항온기에서 7일간 하였다.^{23~27)}

코지의 효소력 측정^{26, 27)}

조효소액의 추출: 시료 10g에 1% NaCl 용액 40mL을 가하고, 30°C에서 2시간 진탕 추출한 뒤 filter paper(whatman No. 1)로 여과하였다.

α-amylase 측정: 1% 가용성 전분(pH 5.0의 초산 완충액)의 기질 2mL과 조효소액 1mL을 30과 45°C에서 각각 30분간 반응시키고, 얼음을 채워 냉각하여 반응을 정지한 후 0.1 N I2 20μL를 가해 660nm에서 흡광도를 측정하여 감소하는 가용성 전분의 양을 측정하였다. 대조구는 조효소액 대신에 증류수 1mL과 기질 2mL을 사용하였다.

효소활성(A.U.) =

$$\frac{O.D(대조구) - O.D(시료)}{O.D(대조구)} \times \frac{100}{30min}$$

로 계산하였다.

β-amylase 측정: 1% 가용성 전분 (pH 5.0의 초산 완충액)의 기질 2 mL과 조효소액 1 mL을 40°C에서 각각 30분 간 반응시키고, 얼음에 냉각하여 반응을 정지한 후 반응 전후의 생성된 환원당 차를 Somogyi

변법으로 측정하였다. 표준곡선은 maltose를 25~200μg/mL 량을 520nm에서 측정하여 준비하였다.

1 S. P.(unit) = 조 효소액 1mL가 생성하는 1분간 생성하는 맥아당의 μg

Protease: 표준물질로 tyrosine을 사용하여 275nm에서 10~100μg의 표준곡선을 구하고, 기질로 casein 0.5%(pH 3.0의 초산 완충액과 pH 6 인산 완충액) 2.5mL 과 효소액 0.5mL을 30°C에서 10분 간 반응시킨 후, 1.8% TCA(1.98% 초산, 1.8% 초산 나트륨 함유) 2.5mL로 반응을 정지시키고, 침전물을 filter paper로 여과한 후 여액의 OD를 측정하였다. 단위는 코지 1g이 1분 간 생성하는 tyrosine의 μg수로 나타내었다.

미생물 균수

코지에서 생육하는 곰팡이의 포자수나 탁주의 효모는 혈구계수기로 세었으며, 생균수는 평판배양법으로 측정하였다. 즉, 곰팡이는 시료를 곰팡이용 희석수(sodium chloride 8.5g, peptone 1.0g, tween 80 0.5g/L 증류수)로 단계적으로 희석하여 PDA에 rose bengal을 50mg/L 넣은 배지에 접종한 후 27°C에서 3일간 배양하여, 집락수를 세었다. 탁주의 일반 세균과 유산균은 tatal plate agar와 L-S(Lactobacillus-Streptococcus) differencial media에서 접종하여, 혐기적으로 배양한 후, 생육한 붉은 색 집락을 검정하여 그램 양성, catalase 음성인 균을 유산균으로 계수하였다.

성분분석^{27~28)}

주정분은 증류법, 환원당은 somogy 변법, 아미노태질소는 formal 법으로 측정하였다. 침강속도는 30mL을 직경 10mm 시험관에 넣고 실온에서 30분간 정치하여 투명층의 길이를 측정후 1분간 생성되는 투명층의 길이로 측정하였다.

고급알콜분석

GC HP5890-2, HP7694 head space sampler, Column HP innowax (ID 0.25mmx25m)를 사용하여 분석하였

다. 시료를 20mL vial에 10mL 넣어 고무마개와 알루미늄 뚜껑으로 밀폐시킨 후, 50°C에서 5분간 교반하고 30분간 평형화시킨 후, 1mL을 injection하였다. 이때 injector temp. 200°C, detector temp. 250°C, flow rate N2 1mL/min, H2 30min/min, O2 300mL/min, split ratio 20:1이었다.

항돌연변이활성의 측정²⁹⁾

울무와 쌀은 50g을 후드믹서(골드다람쥐, 일진정공)로 3분 간 같은 후 200mL의 M-OH로 12시간씩 3회 추출하였다. acetone ethanol 75:25 용액을 추출 농축후 hexane으로 추출 농축하여 0.45 μ m filter로 여과한 후, 감압 하에서 용매를 날려 DMSO(dimethyl sulfoxide) 4mL에 현탁하여 시료로 하였다. 탁주는 100mL 취해 hexane으로 추출한후 농축하여 사용하였다. 시험균주는 Salmonella typhimurium TA-100, 98, 1535을 이용하여 100 μ l~500 μ l의 시료를 사용하여 Ames test²⁹⁾ 실시하였다. 돌연변이 유발원은 sodium azide (1.5 μ g/plate)로 실시하였다. 시험액을 농도별로 준비하고, top agar를 제조하여 각각 10mL의 0.5mM histidine, 0.5mL biotin solution을 100mL의 top agar에 주입하였다. 시험액과 돌연변이 유발원을 균 현탁액에 섞어 37°C에서 30분 반응한 후 top agar를 섞어 minimal glucose agar plate에 균일하게 부어 37°C에서 48시간동안 배양하여 관찰되는 revertants의 저해 비율을 %로 표시하였다. .

세포배양 및 항암활성의 측정^{30~31)}

시료의 전처리 는 항돌연변이활성과 같았다. 배지는 MEM(minimum essential medium), RPMI 1640을 사용하였고, 37°C의 5% CO2 항온기에서 배양하였다. 시료

는 DMSO에 녹여 사용하였다. 배양된 cell을 trypsin 처리하여 104cells/well로 seeding하여, cell이 어느 정도 부착된 후 상층액을 걸어내고 시료를 농도별로 주입하고 37°C CO2 incubator에서 incubation하였다. 배양 상층액을 제거 한 후 MTT(3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl tetrazolium bromide)를 넣어 항온을 유지한 후 DMSO를 넣고 570nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능검사

발효가 끝난 울무주의 색, 맛, 향기, 전체적인 적합도 면에 대하여 5명의 패널이 순위법으로³²⁾ 실시하였다.

III. 실험결과

1. 울무 Koji와 울무누룩의 특징

울무의 탁주원료로서의 적합성을 확인하고자 울무를 원료로 하여 코지와 누룩을 각각 만들어 균의 생육과 효소활성의 특징을 관찰하였다.

표 1과 2에서 보는 바와 같이 효소 생성력 중 α -amylase와 protease는 울무코지에 높게 나타났으며, 각 국균의 생육은 대부분 울무 코지에서 밀 코지에 비해 높게 나타났다. 울무 100% 시료로 부터 사용된 곰팡이가 활발히 생육했다는 점은 울무의 탁주 효소 원으로서의 코지나 누룩 재료로서의 적합성을 나타낸다.

표 1에서 Rhizopus 균은 생균수 측정에서 자라지 않았는데 이러한 결과는 Rhisopus균이 Aspergillus균과 달리 사용된 농도의 50mg/L의 rose bengal에 그 생육이 억제되었기 때문으로 보충 실험결과 확인할 수 있었다.

표 1. 울무 코지에 곰팡이 생육 정도

균종 \ 곰팡이 수	울무코지			밀 코지		
	Asp. <i>oryzae</i>	Asp. <i>kawachii</i>	Rhi. <i>japonicus</i>	Asp. <i>oryzae</i>	Asp. <i>kawachii</i>	Rhi. <i>japonicus</i>
포자(포자수/g)	1.3 \times 10 ⁹	9.0 \times 10 ⁸	8.0 \times 10 ⁸	2.2 \times 10 ⁸	2.2 \times 10 ⁸	1.1 \times 10 ⁸
생균수(cfu/g)	1.0 \times 10 ⁹	1.4 \times 10 ⁹	<10	4.2 \times 10 ⁵	1.7 \times 10 ⁶	<10

* 포자는 혈구 계수기로, 생균수는 평판 배양법으로 계수하였다

Asp kawachii 와 Rhi. japonicus를 평균으로 하여 울무 누룩을 만들어 효소력을 측정한 결과, α-amylase, 즉 호정화 효소력은 균주에 따른 차이가 거의 없었으나, 당화 효소(β-amylase)와 단백 분해효소는 코지 > Asp kawachii 누룩 > Rhi. japonicus 누룩 순으로 활성이 컸다. 특히 Rhi. japonicus 누룩의 경우 당화력이 적었지만 우리나라 전통 누룩에 가장 우세한 균종이므로 누룩제조시 첨가하여 울무주의 풍미를 비교하고자 하였다.

2. 울무 탁주 제조

탁주의 제조는 3회에 걸쳐 다른 조건에서 실시하였다. 즉 첫 번째[가] 양조장 코지를 사용하여 전분원료로서 울무를 10%, 20%, 30까지 쌀에 첨가한 후 울무주에 발효상태와 관능적인 정도를 관찰하였다. 두 번째[나]는 울무를 15%, 30%, 60% 100%로 증가하여 그 결과를 비교하였다. 마지막[다]으로는 Asp.

kawachii와 Rhi. japonicus 울무누룩을 만들어 전분원으로 울무만으로 탁주를 제조하여 그 발효과정 중의 특징을 비교하였다.

가) 백국균 코지와 전분원으로서 울무 10%, 20%, 30%를 첨가

위 조건에서 7일간 발효결과는 그림 1과 2, 관능검사는 표 4와 같았다. 담금직 후 pH는 3.3~3.8의 범위였으며, 7일 후에는 3.7에서 4.0으로 높아졌는데, 울무의 첨가량이 많을수록 pH가 높아지는 경향을 보였다. 한편 효모수는 106~108cell/mL의 수준이었으며, 발효 2일에는 모든 시료가 108이상으로 효모수가 가장 많았다. 시료 간에 유의적인 차이는 관찰되지 않았다. 순위법으로 관능검사를 색, 맛, 냄새와 전체적인 기호도의 항목에서 실시한 결과, 울무의 첨가량 10~30%에서는 울무의 함량이 높아질수록 좋은 것으로 나타났다. 실제로 시료 간에 관능적 차이가 거의 느껴지지 않았다. 일반적으로 울무는 쌀에 비해 양조

표 2. 울무 코지의 amylase와 protease 활성

코지	사용된 곰팡이종	α-Amylase(A.U)		β-Amylase(S.P.) (호소반응의 온도나 pH)		Protease (tyrosine μg/g koji/min)	
		45°C	30°C	40°C	pH3.0	pH6.0	
울무코지	<i>Asp. oryzae</i>	315	315	100	577	576	
	<i>Asp. kawachii</i>	302	301	227	262	234	
	<i>Rhi. japonicus</i>	107	106	767	125	97	
밀 코지	<i>Asp. oryzae</i>	171	137	326	15	70	
	<i>Asp. kawachii</i>	232	171	183	111	97	
	<i>Rhi. japonicus</i>	123	109	667	70	111	

표 3. 울무 누룩에 amylase와 protease 활성

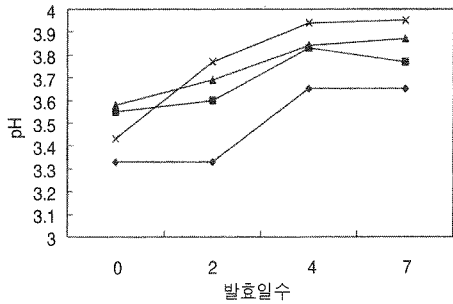
누룩의 종류	α-Amylase(A.U)		β-Amylase(S.P.) (호소반응 조건)	Protease (tyrosine μg/g nuluk/min)
	45°C	30°C	40°C	pH3.0
코지*	151	151	624	45.5
<i>Asp. kawachii</i>	147	147	353	29.5
<i>Rhi. japonicus</i>	151	151	74	23.0

* 대조구로 탁주 공장서 구입한 백국균 코지를 사용하였다.

적성이 좋지 않은 것으로 평가되나, 울무 첨가량이 30%이하에서는 거의 문제가 되지 않는 것으로 생각된다. 그러므로 다음 실험은 울무의 량을 100%까지 높여서 다시 탁주를 제조하였다.

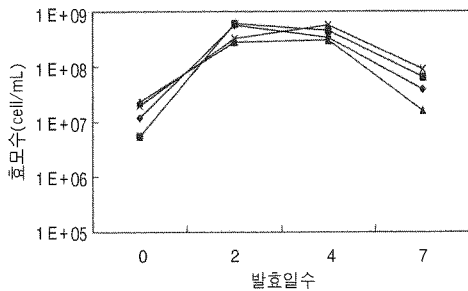
나) 백국균 코지와 전분원으로서 울무 15%, 30%, 60%, 100% 첨가

전분원으로서 울무의 비율을 0~100%로 넓힌 후 7



→ 쌀100% → 쌀90+울무10% → 쌀80+울무20% → 쌀70+울무30%

그림 1. 울무첨가에 따른 탁주발효중 pH 비교



→ 쌀100% → 쌀90+울무10% → 쌀80+울무20% → 쌀70+울무30%

그림 2. 울무첨가에 따른 탁주발효중 효모수의 변화 비교

표 4. 울무주의 관능검사

울무주	색	맛	냄새	전체적인 기호도
쌀 100%	2.8*	3.8	2.4	3.6
쌀 90%+울무 10%	2.6	2.0	2.8	2.2
쌀 80%+울무 20%	2.6	2.4	2.0	2.4
쌀 70%+울무 30%	2.0	1.8	2.8	1.8

* 순위평균: 시료 4점에 대하여 1~4위까지 순위를 매긴 후 5명의 패널에 대하여 평균을 내었다.

일간 발효하면서 pH와 효모수를 측정하고 7일후 발효가 끝난 탁주의 성분분석과 관능검사를 하였다. 그 결과 pH는 담금직후 3.0~3.6에서 7일 후 3.6~3.8으로 높아지는 경향을 보였으며(그림 3) 울무의 량이 증가할수록 pH가 높은 경향을 보였다. 효모수는 107~108/mL로 평가되었으며(그림 4), 부분적으로 울무

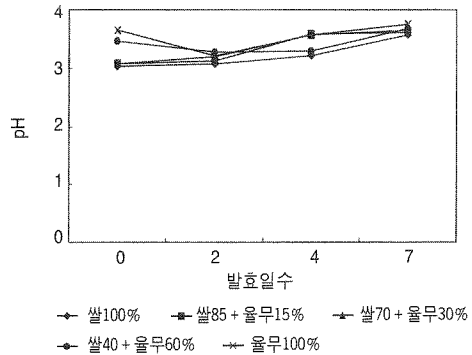


그림 3. 울무첨가량 증가에 따른 탁주발효 중의 pH변화

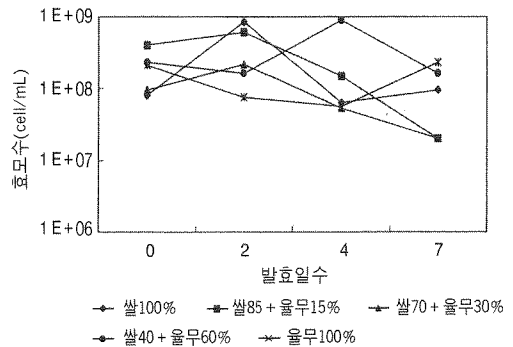


그림 4. 울무첨가량 증가에 따른 탁주발효 중의 효모수 변화

첨가량이 높은 시료에서 효모수가 적은 경우가 관찰되었지만 큰 영향을 보이지는 않았다.

표 5와 6은 7일간 발효 후 발효 상태와 관능검사 결과이다.

표 5에서 보듯이 에탄올의 함량은 13.6%에서 15.2%로 상당히 높아 발효가 충분히 진행된 것으로 보인다. 아미노태질소, 환원당, 에탄올 함량을 비교한 결과, 울무 30% 첨가이후는 발효가 둔화된 것으로 보이지만, 관능검사 결과 울무첨가가 그 비율을 높여도 관능적으로는 큰 거부감을 보이지 않는 것으로 나타났다. 이 시료들의 고급알콜을 분석한 결과, 표 7과 그림 5에서 보듯이 iso-butanol, iso-amylalcohol 등이 울무첨가가 증가할수록 비례적으로 증가하는 결과를 보였다.

다) 울무누룩 이용 울무주의 발효

울무에 *Asp. kawachii*와 *Rhi. japonicus*를 접종하여 누룩을 만들어 전분원으로 울무만을 첨가하여 울무주를 만든 후 발효상태를 관찰하였다. 울무누룩은 대조구로 사용한 백국균 쌀 코지와는 색과 냄새가 강

하고 맛도 진하지만 이 실험에서는 울무의 비율이 아닌 울무 최대량을 사용하여 그 발효상태를 관찰하여, 울무를 최대로 사용할 경우 울무의 양조 적성을 관찰하고자 하였다. 우선 7일간 발효상태를 pH, 효모수, 총균수, 유산균수, 환원당, formal 태 질소 함량을 경시적으로 측정하여 그림 6~8 에 표시하였다.

그 결과 pH는 울무누룩의 경우 담금 초기 5.45~6.10으로 앞의 실험에서 사용된 대조구 백국균 *koji*의

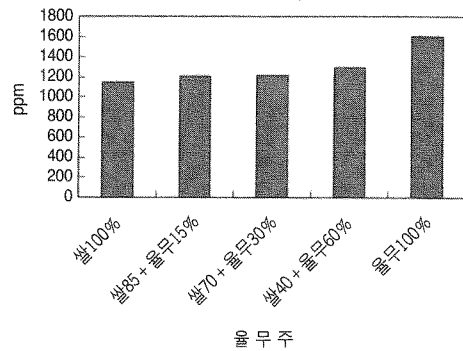


그림 5. 울무 첨가량 증가에 따른 iso-amylalcohol 함량의 증가

표 5. 울무첨가량 증가에 따른 탁주 발효 산물의 비교

울무주	침강속도 (mm/min)	아미노태 질소 (glycine %)	환원당 (maltose %)	에탄올(%)
쌀 100%	0.007	0.135	0.14	13.6
쌀 85+울무 15%	0.01	0.165	0.14	15.2
쌀 70+울무 30%	0.02	0.165	0.12	15.2
쌀 40+울무 60%	0.007	0.143	0.1	14.1
울무 100%	0.013	0.135	0.09	13.8

표 6. 울무의 함량 증가에 따른 울무주의 관능검사

울무주	색	맛	냄새	전체적인 기호도
쌀 100%	3.6*	2.0	3.2	2.4
대조구 85+울무 15%	2.6	4.2	1.6	4.0
쌀 70%+울무 30%	3.6	3.8	3.0	3.2
쌀 40%+울무 60%	2.1	2.4	3.4	3.0
울무 100%	4.6	2.8	3.6	3.4

* 순위평균: 시료 5점에 대하여 1~5위까지 순위를 매긴 후 5명의 패널에 대하여 평균 순위를 내었다.

pH 3 수준보다 높았지만, 발효가 진행됨에 따라 낮아져 발효 7일 후에는 모든 시료가 pH 3대로, 3.79에서 3.67 수준이었다. 효모의 증식은 담금이후 증가하여 발효2일째 부터는 108/mL 수준을 유지했지만, *Asp. kawachii* 누룩 울무주에서 다소 낮은 경향을 보였다.

총균수를 측정된 TPA는 유산균 *Streptococcus*로 보이는 작은 집락까지를 포함해서 계수하였다. 대조구 백국균 코지에는 상대적으로 적은 수의 일반 세균만이 검출되었다. 울무 누룩주에서 유산균의 수는 발효 7일에 108/mL수준에 이르렀고 대조구에서도 106 수

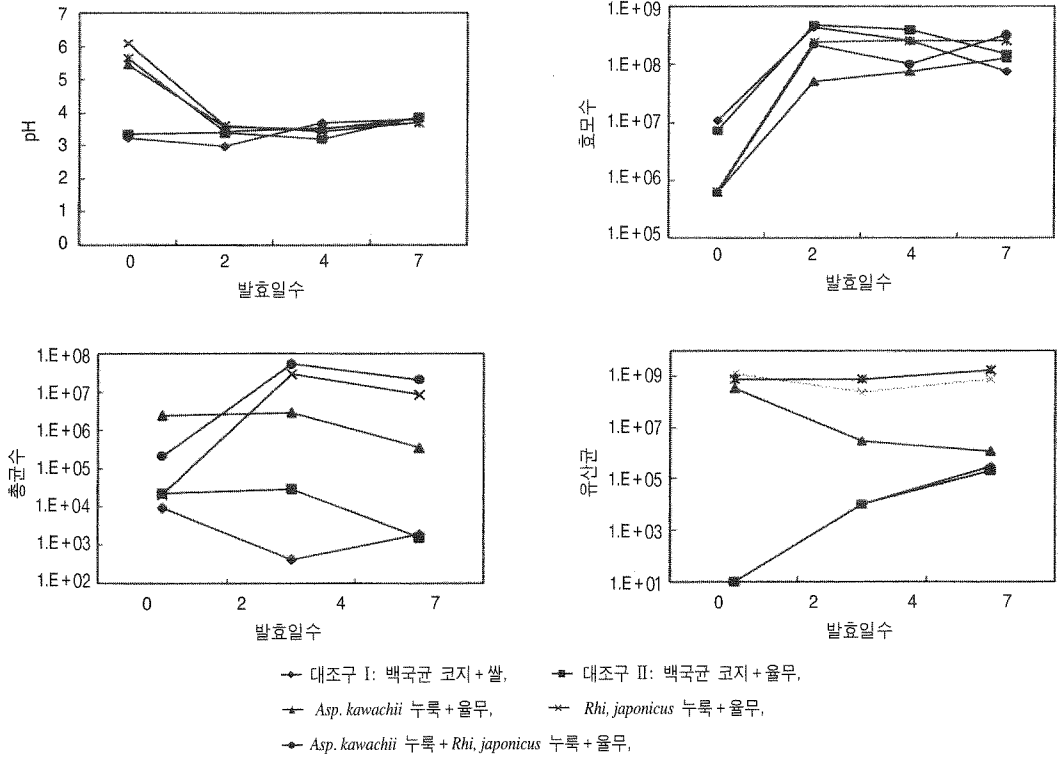


그림 6. 울무누룩 울무주의 발효 중 pH, 효모, 총균수, 및 유산균수의 변화

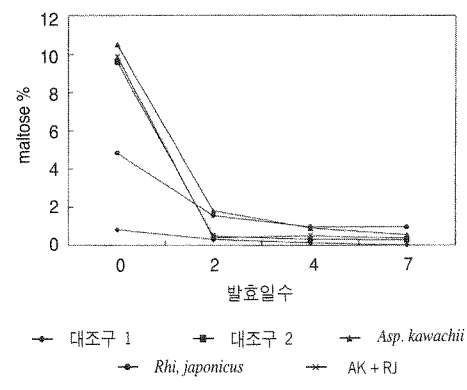


그림 7. 울무누룩 울무주의 환원당 함량변화

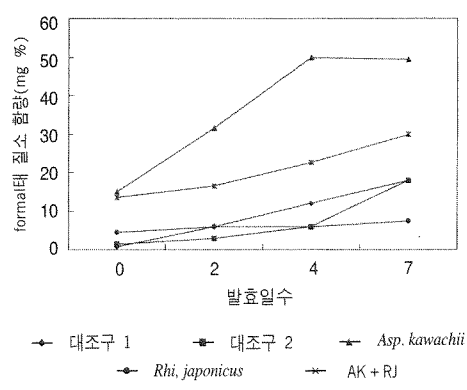


그림 8. 울무누룩 울무주의 formaldehyde 질소함량

준에 이르러 발효 동안에 유산균이 어우러져 있다고 보여졌다.

울무누룩 발효 중 환원당, formal데 질소, 알콜생성은(그림7~9) Rhi. japonicus 누룩 울무주의 발효가 가

장 저조하였다. 그러나 Rhi. japonicus 는 전통누룩에서 분리되는 균주로 이 실험에서 울무주의 전통적 특징을 유지하려하는 목적으로 코지 대신 누룩제조를 시도했다는 점에서 유의 할 만했다. 퓨젤유 분석

표 7. 울무 첨가량에 증가에 따른 울무주의 고급 알콜 함량 비교

성분(ppm)	울무주*	1	2	3	4	5
acetaldehyde		23	23.8	28.8	62.7	70
acetone		6.8	7.9	4.5	8.5	4.8
ethyl acetate		74.1	63.5	80.1	47.5	71.1
methyl alcohol		12.4	12	11.6	16.3	12.5
n-propanol		431.2	289	262	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
n-butanol		15.7	19.4	24.1	14.5	7.53
iso-amylalcohol		1150.5	1206	1213.2	1293.6	1604.0

* 1:쌀 100%, 2:쌀 85+울무 15%, 3:쌀 70 + 울무 30%, 4:쌀 40+울무60%, 5:울무 100%

표 8. 울무누룩주의 고급 알콜 생성량비교

성분(ppm)	울무주	1	2	3	4	5
acetaldehyde		39.6	56.7	99.3	138.4	131.5
acetone		27.7	1.7	-	-	-
ethyl acetate		91.4	91.0	832.6	158.6	528.0
alcohol		17.0	12.9	34.8	15.0	28.0
n-propanol		365.3	154.5	59.4	97.0	75.6
iso-butanol		385.1	536.3	132.3	171.0	169.7
iso-amylacetate		11.6	15.7	3.3	3.4	3.2
n-butanol		14.	7.4	-	-	-
iso-amylalcohol		1021.6	1840.3	631.7	855.2	792.2

1. 대조구:시판코지+쌀, 2. 대조구:시판코지와 울무, 3. *Asp. kawachii*, 4. *Rhi japonicus*, 5. *Asp. kawachii* + *Riz. japonicus*

표 9. 울무 누룩 울무주의 관능검사

울무주	색	맛	냄새	전체적인 기호도
대조구(시판 코지 + 쌀)	1.4*	1.5	1.4	1.2
대조구(시판 코지 + 울무)	1.6	3.0	2.8	2.8
<i>Asp. kawachii</i>	5.0	2.8	3.0	3.2
<i>Riz. japonicus</i>	3.2	3.8	4.0	3.8
<i>Asp. kawachii</i> + <i>Riz. japonicus</i>	3.8	3.8	3.8	4.0

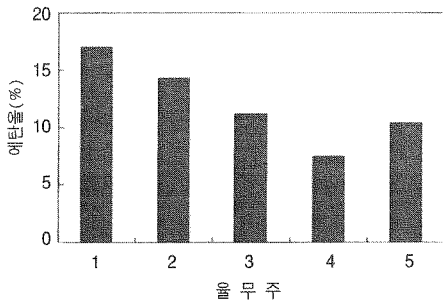
* 순위평균: 시료 5점에 대하여 1~5위까지 순위를 매긴 후 5명의 패널에 대하여 평균 순위를 내었다.

결과에서(표 8). 울무누룩의 첨가는 iso-amylalcohol의 감소를 가져온 반면, 숙취성분으로 알려진 acetaldehyde의 증가를 가져오는 것이 관찰되었다. 관능검사에 있어서도 표 9에 보듯이 Rhi, japonicus 누룩이 사용된 시료에서 기호도는 낮았다. 전체적으로 울무주 제조에 전분원으로서 울무를 사용하거나, 누룩을 사용할 때, 관련미생물의 곰팡이, 효모 혹은 세균의 생육은 크게 저해되지 않지만 누룩 사용은 알콜

생성량이 낮았으며, 발효가 끝난 뒤에도 누룩 특유의 진한 풍미를 보여 누룩의 첨가량이나 조합의 면에 대한 연구가 더 필요하다는 것을 보여주었다.

4. 울무, 울무주의 항돌연변이 항암활성

표 10과 그림 10은 울무재료의 부분별 항돌연변이와 in vitro 항암활성을 조사한 결과이다. 울무쌀에서



1. 대조구 : 시판코지+쌀, 2. 대조구 : 시판코지+울무, 3. *Asp. kawachii*
4. *Rhi japonicus*, 5. *Asp. kawachii* + *Rhi japonicus*

그림 9. 울무누룩 울무주의 알콜생성량 비교

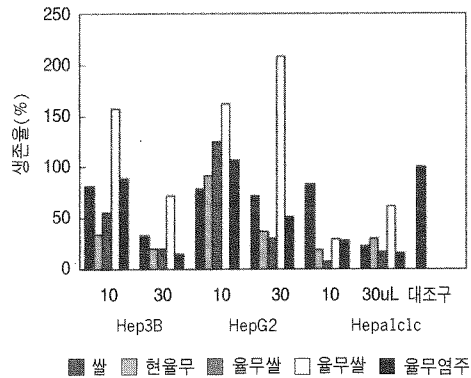


그림 10. 울무의 항암활동

표 10. 울무의 항 돌연변이 활성

시료	revertant/plate*	inhibition %
쌀	300	0
울무겨	300	0
울무염주	300	0
현울무	43	83
울무쌀	1	99.6

* 시험균주는 TA 100 * 공시료: DMSO에 녹였다.

표 11. 울무누룩주의 항돌연변이 활성

시료	시험균주	(inhibition %)	
		TA98	TA100
대조구(시판 코지+쌀)		0	97
대조구(시판 코지+울무)		0	93
<i>Asp. kawachii</i>		99	0
<i>Riz. japonicus</i>		0	0
<i>Asp. kawachii</i> + <i>Riz. japonicus</i>		0	0

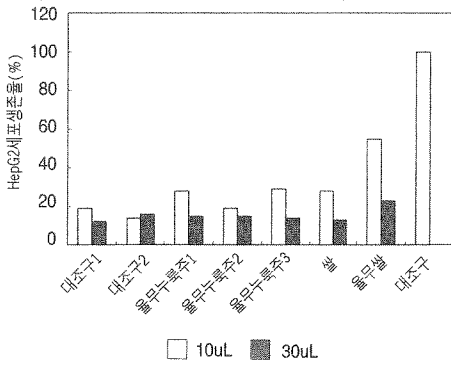


그림 11. 울무누룩의 항암활성

항 돌연변이활성이 상대적으로 관찰되었고, Hep 3B 와 Hepalcl7 세포에서 울무쌀, 현울무 30 μ L 시료에서 다른 시료에 대해 상대적인 항암 활성을 보여 주었다. 이 실험에서 울무겨에서는 모든 실험된 조건에서 항암 활성이 관찰되지 않았다. 표 11과 그림 11은 누룩 울무주의 핵산 추출물을 농축하여 항돌연변이, 항암활성의 검사한 결과이다.

울무주의 항돌연변이 활성은 뚜렷한 경향을 관찰할 수 없었다. 반면 항암활성은 모든 실험된 조건에서 활성이 보여졌다. 울무에는 항암성분이 있는 것이 알려져 있는데²⁾ 이것이 탁주발효 중 얼마나 추출되며 발효기간 중 안정성 있는지에 대한 상세한 연구가 필요하다.

참고 문헌

1. 유태중(1988), 식품 보감, 문운당, 288~290.
2. Tanimura, A.(1961), Studies on the anti-tumor component in the seeds of *Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen(Roman) StapfII, The structure of coixenolide, Chem. Pharm. Bull. 9: 47.
3. Numata, M., A. Yamamoto, A. Moribayashi and H. Yamada(1994), Antitumor components isolated from the Chinese herbal medicine *Coix lachryma-jobi*, Planta Med. 60: 366.
4. Kondo, Y., K. Nakajima, S. Nozoe and S. Suzuki (1988), Isolation of ovulatory-active substances

- from crops of Job's tears(*Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen Stapf), Chem. Pharm. Bull. 36: 3147.
5. Takahashi, M., C. Konno and H. Hikino(1986), Isolation and hypoglycemic activity of coixans A, B and C. glycans of *Coxlachryma-jobi* L. var. ma-yuen seeds, Planta Med. Feb 1: 64.
6. Yamada, H., S. Yanahira, H. Kiyohara, J. -C. Cyong and Y. Otsuka(1986), Water-soluble glucans from the seed of *Coix lachryma-jobi* L. var. ma-yuen, Phytochem. 25: 129.
7. Ary, M. B., P. R. Shewry and M. Richardson (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.
8. Araki, Y., Pharmacological activity of coixenolide from *Coix lachryma-jobi*, Jpn. Kokai tokkyo Koho JP., 58, 213, 719: CA 100: 7984IP.
9. Park, Y., H. Suzuki, Y. S. Lee, S. Hayakawa and S wada(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.
10. Ary, M. B., M. Richardson and P. R. Shewry (1989), Purification and characterization of an insect alpha-amylase inhibitor/endochitinase from seeds of Job's tears(*Coix la chryma-jobi*), Biochim, Biophys. Acta, 999: 260.
11. 김정숙, 박신인(1999), 울무쌀가루 혼합빵의 제빵특성비교, 한국 식품위생 안전성 학회지, 14: 17.
12. 이미순, 울무 및 울무 부산물을 이용한 가공 및 고 부가 기능성 제품의 개발 연구, 1995. 12. 21 ~1998. 12. 20, 덕성여자 대학교, 농특산물과제 보고서.
13. 이영택, 석호문, 김성수, 홍희도, 김경탁(1995), 울무 flake 제조 시 가열정도에 따른 특성, 한국 식품과학회지, 27: 640.

14. Takahashi K. and H. Sasaki(1981), Experimental preparation of miso using Job's tears(*Coix lachryma-jobi*) koji, Akitaken Jozo Shikenjo Hokoku, 13: 38: CA 97:143335b.
15. Takeda, M., Medicinal wine from Job's tears Jpn. Kokai Takkyo Koho JP, 82, 141, 285: CA 97: 196839a.
16. Hashikawa, A., Manufacture of vinegar from grains and chlorella or spirulina, Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP, 61, 47, 180: CA 104: 223929b.
17. Kongo, K. K., Bath soap, Jpn. Kokai Tokkyo Koho JP. 58, 53, 999: CA99: 160342k.
18. 진갑덕, 진주봉(1973), 의이인을 원료로 한약술의 제조방법, 특허공보 248.
19. 변민자(2000), 울무막걸리, 연천탁주 제조장, www.yonchon.kyonggi/yonchon/news
20. 소명환(1993), *Aspergillus oryzae* L2에 의한 밀가루의 누룩 제조시 Amylase와 Protease의 생산조건, 한국식품영양학회지, 6: 89.
21. _____(1993), 곰팡이 균종을 달리한 밀가루 누룩의 탁주양조적성, 한국식품과학회지, 6:6.
22. _____(1993), *Rhizopus japonicus* T2에 의한 밀가루 누룩 제조시 Amylase와 Protease의 생산조건, 한국식품과학회지, 6: 96.
23. 이주선, 이택수, 노봉수, 박성오, 원료를 달리하여 담금한 탁주의 술덧의 품질특성,(1996), 한국식품과학회지, 28: 330.
24. 이철호, 김기명(1993), 옛문헌에 의한 한국술의 종류와 제조기술, 생물산업 6: 8.
25. 이택수, 한은혜(2000), *Rhizopus japonicus* 누룩으로 담금한 탁주 술덧의 발효 과정 중 휘발성 향기성분, 한국식품과학회지, 32: 691.
26. 유주현 편저(1990), 식품공학 실험서, 탐구당.
27. 주류제조교본(1997), 국제청기술연구소.
28. 김창한, 문영덕, 양종범, 윤원호, 이치호, 고명수, 김대곤, 현재석(1996), 고문사.
29. Dorothy M., Maron and Bruce N. Ames(1983), Revised methods for the Salmonella mutagenicity test, Mutation research 113: 173.
30. Hayatse, H., Arimoto, S. and Negishe, T.(1988), Dietary inhibitors of mutagenesis and carcinogenesis, Mutationresearch 202: 429.
31. 정건섭, 오원택, 남상민, 손병수, 박용석(1998), 한국 전통 약주의 B16BL6 mouse melanoma 및 HRT 18 human colon adenocarcinoma 세포성장 억제 효과, 한국식품과학회지, 30:1470.
32. 채수규, 이지근, 이철호(1994), 식품공업품질관리론, 유림문화사.