

두류 누룩으로 제조한 탁주, 약주, 증류주의 품질 특성

정재홍¹⁾ · 최희숙²⁾ · 이윤희³⁾ · 이건순⁴⁾ · 김재민⁵⁾ · 이정훈^{1)¶}

신안산대학교 호텔조리과^{1)¶} · 신안산대학교 식품생명과학과²⁾ · 한국양조연구소³⁾ ·
농수산대학교 교양공통학과⁴⁾ · (주)충무발효⁵⁾

Quality Characteristics of *Takju*, *Yakju*, Spirit made by Pulse Crop *Nuruks*

Jae-Hong Jeong¹⁾ · He-Suk Chai²⁾ · Yun-Hi Lee³⁾ · Kun-Soon Lee⁴⁾ ·
Jae-Min Kim⁵⁾ · Jeong-Hoon Lee^{1)¶}

Dept. of Hotel Culinary Arts, Shinansan University^{1)¶}

*Dept. of Food Science and Biotechnology, Shinansan University*²⁾

*Korean Institute of Liquor Research*³⁾

*Dept. of General Education, Korea National College of Agriculture and Fisheries*⁴⁾

*Chungmu Fermentation Co. Ltd*⁵⁾

Abstract

This study was carried out to evaluate the quality of characteristics of the *Takju*, *Yakju*, spirit made by various pulse crop *Nuruks* which were made by *Whyangonkuk*(whole wheat, mung beans), *Naebubijeonkuk* mung beans, wheat flour, millet), *Daedukuk*(whole wheat, soybean). pH, Brix, total acidity, cell numbers of yeast and alcohol content of brews were analysed and flavors, organic acids, sensory evaluation of *Takju*, *Yakju*, and spirit were employed to analyze for current study. Results showed that pH value of *Whyangonkuk* brews during fermentation decreased the lowest, and Brix value also decreased. Total acidity of *Whyangonkuk* at the initial and final stage of fermentation revealed the most. Alcohol contents of *Naebubijeonkuk* brew presented the highest at the initial stage of fermentation, but there were no significant differences among *Whyangonkuk*, *Naebubijeonkuk* and *Daedukuk* at the final stage of fermentation. Cell numbers of yeast were found the most in *Daedukuk* at the first stage of fermentation, and cell numbers started to decrease after 2 days, but there were no significant differences at the final stage($p < 0.05$). In terms of analysis of flavor components, acetone and n-amyl alcohol were not detected in *Takju*, *Yakju*, and spirit. n-butanol was detected the most value followed by i-amyl alcohol. Fusel oil were detected the highest level at spirit, but no differences among *Takju*, *Yakju* and spirit. In analysis of organic acids, fumaric acid and formic acid were detected in *Takju* and *Yakju*. while 7 kind of organic acids were detected. Lactic acid showed the highest level in organic acid analysis. *Takju* and *Yakju* made by *Whyangonkuk* showed the highest score, and *Daedukuk* showed the opposite result but there were no differences in spirit made by *Whyangonkuk*, *Naebubijeonkuk*, and *Daedukuk*. As a result of this study, *Whyangonkuk* presented the most desirable *Nuruk*.

Key words: quality characteristics, *Yakju*, *Takju*, spirit, pulse crop *Nuruks*

¶ : 이정훈, jhl9526@sau.ac.kr, 경기도 안산시 단원구 초지동 신안산대학로, 신안산대학교 호텔조리과

I. 서 론

술이란 탄수화물이 미생물의 분해작용을 받아 알코올을 비롯한 여러 가지 성분이 생성된 발효 음료를 말한다(Lee HS et al 2007). 조상들이 즐겨 먹던 탁주는 예로부터 농주라 하였으며, 우리 민족에게는 아주 중요한 발효식품 중의 하나였다. 주세법상 탁주와 약주는 곡류 기타 전분이 함유된 물료 또는 전분당과 국 및 물을 원료로 하여 발효시킨 주요(술덧)를 여과하지 않고, 혼탁하게 제성한 또는 발효제성과정에 대통령령이 정하는 물료를 첨가한 것으로 되어 있고, 약주는 발효시킨 술덧을 여과제성한 것 또는 그 발효제성과정에 대통령령이 정하는 물료를 첨가한 것으로 되어 있다. 증류주는 고농도의 알코올을 함유하도록 양조주 또는 술 찌꺼기를 증류한 것이다(Lee SB et al 2004)

막걸리는 다른 주류와는 달리 단백질이 1.9%이고, 아미노산, 비타민, 유기산 등 영양소가 풍부하게 함유되어 있는 술로 잘 알려져 있다(Kim HS et al 1992). 제조방법 지역성, 살균 및 비살균에 따라 그 특징이 매우 다양하며, 독창성이 있는 한국적인 술로 감미, 산미, 신미, 고미, 삼미의 오미가 고루 조화되고, 지미와 특유의 청량미가 있는 술로 새콤한 맛을 내는 유기산은 갈증을 해소시켜 준다(Lee GH et al 2013 ; Lee HN et al 2013). 곡류를 발효하여 만든 막걸리는 알코올 농도가 낮아 위에 부담을 최소화하고, 단백질, 식이섬유, 당질 등이 풍부하며, 비타민 B 복합체와 다양한 유기산과 리보플라빈 등 유용한 생리활성 성분이 함유되어 영양학적으로 기능성 가치가 높은 술로 알려져 있다(Kim BK et al 2013). 현대 과학적인 측면에서 연구결과, 우리 전통 발효 술인 막걸리는 항암, 암전이 억제, 통풍, 주름생성 억제, 기미 주근깨 억제, 면역력 향상 등 매우 다양한 기능성이 입증되고 있다(Lee GH et al 2013). 막걸리에는 단백질, 당질, 식이섬유, 무기질, 비타민, 유기산 외에도 많은 양의 젖산균이 함유되어 있어 영

양적 가치가 높고, 생효모가 함유되어 있기 때문에 일반 주류와는 차별화된 독특한 풍미를 가진다(Kim JY et al 2007). 실험동물인 렛트나 마우스에서 두 가지 실험적 위궤양 유발 모델과 알코올 반복투여를 이용하여 한국 전통약주의 위 보호 효과를 확인한 결과, 위경변 억제효과가 있다(Kim SJ et al 2004).

탁주는 곡류를 누룩으로 빻어 발효 후 그대로 걸러낸 술로서, 원료나 방법에 따라 독특한 맛과 향기가 생성되며, 생효모가 함유되어 있어 다른 술보다 영양학적으로 우수한 것으로 알려져 있다. 탁주의 주질은 누룩의 미생물이 효소작용으로 탄수화물을 분해하여 생성되는 당분, 아미노산, 유기산 등의 맛 성분과 효모나 젖산균 발효로 생성되는 향미성분으로 결정된다(Lee TS & Choi JY 1998). 막걸리에 대한 연구로는 팽화차초로 막걸리 제조(Kim JY & Yi YH 2010), 팽화미분으로 제조한 탁주의 품질 분석(Kim JY et al 2007), 누룩 종류에 따른 현미 탁주의 품질 특성(Woo SM et al 2010), 더덕을 첨가하여 제조한 약주의 이화학적, 관능적 및 항산화 특성 변화(Jin TY et al 2008)에 관한 연구 등이 있으나, 두류를 이용한 연구는 미비하다.

한방에서 녹두는 맛이 달고 서늘하다. 심·위경(心·胃經)으로 들어가며 열을 내리고 해독하며 갈증과 부기를 가라앉히는 등의 수분대사를 이롭게 하는 효능이 있는 것으로 알려져 있다(Lee KS et al 1997). 예로부터 우리 선조들은 녹두와 대두 등을 누룩제조의 부재료로 많이 활용하였다. 예컨대 내부비전국(內府秘傳麴)은 왕실에서 비밀리에 전해 내려온 누룩 디디는 법으로 조선시대 1827년에 서유구에 의해 편찬된 백과사전인 임원십육지(林園十六志)(Lee HG et al 2012)와 농정회요, 조선무쌍신식요리제법(Lee YK 1924)에 소개되고 있다. 장수(長壽)의 염원을 담은 백수환동국도 양주방(Lee CJ et al 1992)과 홍씨주방문(Son GR et al 1991)등에 이를 이용한 여러 가지 주품이 나열되어 있다. 또한 조선시대 어의 전순의가 1450년

대 저술한 산가요록(山家要錄)의 양국법(良麴法)에서 녹두와 밀기울을 섞은 누룩을 소개하고 있다(Han BR 2007). 이들 모두 녹두를 부재료로 첨가한 누룩으로 단순한 곡류누룩보다 풍부한 맛과 향을 내며, 기능성이 강화된다고 알려져 있다.

녹두를 넣어 빻은 대표적인 전통누룩으로 향은국(香醞麴)은 궁중에서 빻었던 향은주 전용 특수누룩의 하나로, 1670년경 안동 장씨부인에 의해 한글로 서술된 최초의 요리서인 음식디미방에 기록되어 있다(Han BS & Han BR 1999). 향은주는 궁중의 내의원, 어의들의 관리 감독 하에 빻어진 술로, 녹두의 효능을 이용하여 건강을 생각한 고급주품이다

대두는 우리 민족의 식생활에서 가장 중요한 단백질원으로 그 함량이 약 40% 정도 함유되어 있으며 globulin과 albumin이 주종을 이루고, lysine, isoleucine 등 필수아미노산의 함량이 높아 영양적 가치가 매우 우수하다. 지방은 필수지방산인 linoleic acid이 다량 함유되어 있어 섭취 시 체내에 필요한 필수지방산을 공급해준다. 또한 대두는 식이섬유소가 풍부하여 변비를 예방하고, 암을 유발하는 화합물의 활성을 방해하는 protease inhibitor를 많이 함유하고 있어 암 예방에도 효과가 있다(Hyon YH et al 2011).

아직 국내에는 녹두와 대두를 부재료를 응용한 누룩이 생산되지 않고 있으며, 우리의 발효누룩 문화에 대한 이해와 연구가 부족한 실정인어서

누룩제조에 대한 기술이 개발되어야 한다. 고문헌에 녹두나 대두를 첨가한 누룩이 주품의 맛을 향상시킨다고 전해지고 있어, 녹두와 대두의 효능까지 가미된 우리 전통주를 명품주로 탄생시킬 수 있을 것으로 예측한다. 이에 본 연구는 건강증진에 탁월한 효능을 가진 녹두와 대두로 전통방법으로 차별화되고 특성화된 누룩을 만들고, 이들을 이용하여 탁주, 약주, 증류식 소주 등을 제조하였다. 또한 이들의 품질특성을 규명하고자 이화학적 성분분석 및 기기분석으로 향기성분과 유기산 등을 분석하였고, 관능검사를 실시하여 주품을 비교 분석하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

누룩제조용 통밀은 2013년도 전주 중앙시장에서 구입한 우리 밀을 사용하였다. 밀을 세척한 후 건조기로 건조하여 수분함량을 약 16%로 맞추어 분쇄기로 거칠게 빻았으며, 파쇄율은 130%이었다. 녹두, 기장, 대두 등도 2013년도에 전주 중앙시장에서 구입하여 거피 후 곱게 분쇄하여 사용하였다.

2. 누룩제조

누룩 제조용 배합비는 <Table 1>과 같으며, 여러 번의 예비실험으로 결정하였다. Han EH et

<Table 1> Formulas for *Nuruks* mix proportioning

Ingredients	W	N	D
Whole wheat	10.9 kg		10.9 kg
Mung beans	2.4 kg	1.9 kg	
Wheat flour		8.6 kg	
Millet		3.4 g	
Soybean			2.4 kg
Water	3 L	2.9 L	3 L
Total	16.3	16.8	16.3

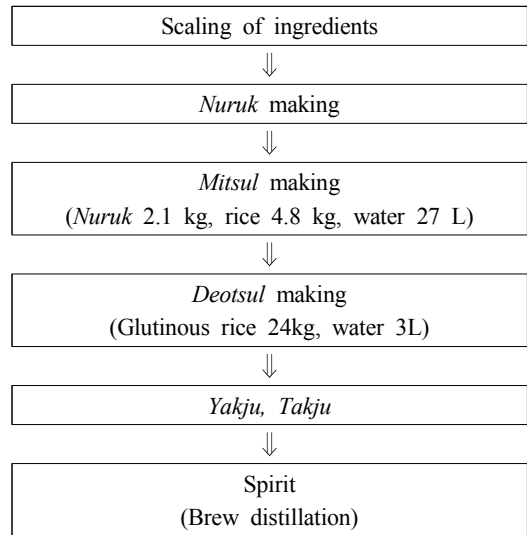
W ; *Whyangonkuk*, N ; *Naebubijeonkuk*, D ; *Daedukuk*.

al(1997)의 방법을 변형하여 향온국(香醞麴; 통밀+녹두)은 분쇄한 통밀 10.9 kg과 분쇄한 거피녹두 2.4 kg을 넓은 용기에 넣고, 골고루 혼합한 후에 물 3 L(23%)를 살포하여 5분간 골고루 혼합하고 눌러주면서 치대었다. 내부비전국(內附秘傳麴/麴; 밀가루+녹두+기장)은 밀가루 8.6 kg, 분쇄한 기장 3.4 g, 분쇄한 거피녹두 1.9 kg을 넓은 용기에 넣고 골고루 혼합한 후, 물 2.9 L를 살포하여 5분간 혼합하고 눌러 주면서 치대었다. 대두국(大豆麴/麴; 통밀+대두)은 분쇄한 통밀 10.9 kg과 분쇄한 대두 2.4 kg을 넓은 용기에 넣고 혼합한 후, 물 3 L를 골고루 살포하여 5분간 혼합하고 눌러 주면서 치대었다. 각각을 1,230 g씩 계량하여 성형틀에 넣고, 30초간 20 kg/m² 압력으로 성형하였다. 성형된 누룩의 크기는 지름 20 cm, 두께 3 cm 이었다. 연잎의 줄기부분 중심부를 주먹크기로 뚫어 구멍을 만들고, 잎을 뒤집어 구멍 안에 닥나무 잎과 벗짚을 깔고, 성형한 누룩을 넣은 다음 그 뒤를 닥나무잎으로 덮어 이쑤시개로 묶어 초재로 포장하여 종이상자에 담아서 온도 33~35℃, 습도 50~70%의 조건에서 배양하였다.

3. 술 담금

1) 밀술 제조

세 종류의 누룩(향온국, 내부비전국, 대두국)으로 제조한 밀술의 배합비는 <Table 2>와 같으며, 술을 만드는 공정은 <Fig. 1>과 같다. 밀술 제조는 Woo SM et al (2010)의 방법을 변형하여 분쇄한 누룩을 각각 2.1 kg을 준비하여 술 담그기 3일전부



<Fig. 1> Flow chart for Yakju, Takju and spirit making method.

터 햇볕에 건조시키고, 물은 술 담그기 전날 끓여 서 냉각시켰다. 멥쌀 4.8 kg을 맑은 물이 나올 때까지 세척하여 3시간 동안 물에 불린 후 다시 맑은 물이 나올 때까지 세척한 후 체에 밭쳐 1시간 동안 물기를 제거하였다. 쌀을 증기로 찌 고두밥을 만들어 냉각시킨 다음, 누룩과 물 27 L를 넣고 골고루 혼합하여 발효용기에 담아 3일간 20℃ 발효실에서 발효시켜 밀술로 하였다.

2) 덧술 제조

참쌀 24 kg을 맑은 물이 나올 때까지 세척하여 3시간 동안 물에 불리고 다시 맑은 물이 나올 때까지 세척하여 1시간 동안 물기를 제거하였다. 참

<Table 2> Formulas for Mitsuls mix proportioning

Ingredients	W	N	D
Nuruk	2.1 kg	2.1 kg	2.1 kg
Rice	4.8 kg	4.8 kg	4.8 kg
Water	27 L	27 L	27 L
Total	33.9	33.9	33.9

W ; Whyangonkuk, N ; Naebubijeonkuk, D ; Daedukuk.

쌀을 증기로 찌기 시작하여 40~50분 후 세찬 김이 나오면 불을 끈 채로 뒤섞어 주며 고두밥을 만들었다. 고두밥에 차가운 물 3 L를 골고루 뿌려주고, 20~30분 더 쪄 후 냉각시켰다. 제조한 각각의 밑술에 차게 식힌 고두밥을 넣고 골고루 혼합하여 발효용기에 담아서 2~3주간 발효시켰다. 발효 후 위의 맑은 액은 따로 수거하여 약주로 병입하고, 나머지 발효액은 제성하여 탁주로 병입하였으며, 탁주의 1/2은 동증류기로 증류하여 증류식 소주를 만들었다.

4. 실험방법

1) 발효액의 pH, 당도 및 산도 측정

세 종류의 누룩을 이용하여 제조한 술 발효액의 pH는 pH meter(MP 220, Mettler Toledo Co., Urdorf, Switzerland)의 측정용 probe를 발효액에 직접 담가 측정하였고, 당도는 발효액 일정량을 채취하여 여과한 후 당도계(PR-201, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 산도는 여과한 발효액 10 mL를 취하여 1% phenolphthalein 지시약을 2~3 방울 가한 후 0.1 N NaOH 용액으로 시료가 미적색이 될 때까지 적정하여 소비된 0.1 N NaOH 용액의 양을 산도로 하였으며, 시료별로 5회 반복실험 하였다.

2) 발효액의 알코올 함량 측정

세 종류의 누룩을 이용하여 제조한 술 발효액의 알코올 함량은 국제청 주류 분석 규정에 준하여 측정하였다(Lee JW & Shim JY 2010). 500 mL 삼각 플라스크에 시료 100 mL를 취하고 증류수 100 mL를 넣었다. 삼각 플라스크를 냉각 추출기 한쪽에 연결하고, 다른 한쪽에는 메스실린더를 연결하였으며, hot plate를 이용하여 시료에 열을 가하였다. 메스실린더에 증류액 85 mL가 수집되면 증류를 정지하고, 증류수를 보충하여 메스실린더의 100 mL 눈금까지 정용하였다. 주정계(Deakwange, Inc., Seoul, Korea)의 수치를 읽어 Gay-Lu-

ssac 주정도수환산표에 따라 15°C로 온도를 보정한 후 알코올 함량을 %(V/V)로 나타내었다.

3) 발효액의 효모 생균수 측정

세 종류의 누룩을 이용하여 제조한 술의 효모 생균수는 표준평판법(Min KC et al 2000)으로 측정하였다. 발효액 1 mL를 인산완충 희석수에 10배 단계로 희석한 후, 각 단계 희석액 1 mL를 멸균 페트리접시 2배 이상씩에 무균적으로 취하여 Sabouraud dextrose medium(peptone 10 g, dextrose 40 g, agar 15 g, distilled water 1,000 mL, pH 5.6) 약 15 mL를 무균적으로 분주하고, 냉각시킨 다음 확산집락의 발생을 억제하기 위하여 다시 배지 3~5 mL를 가하여 중첩시켰다. 페트리접시를 거꾸로 하여 32°C의 배양기에서 24~48시간 배양하여 효모의 생균수를 산출하였다.

4) 술의 향기성분 분석

세 종류의 누룩을 이용하여 제조한 약주, 탁주, 증류주의 향기성분을 GC2010(Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 분석하였으며 분석조건은 <Table 3>과 같다. GC 분석에 의하여 분리된 각 peak 성분은 표준물질의 머무름 시간과 비교하여 동정하였으며, 표준물질은 Sigma-Aldrich사 (St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다. 분석용 column은 HP-INNOWAX(60 mm×0.25 mm×0.25 μm, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 이용하였다. 분석 조건은 column 온도 45°C에서 5분간 유지하고, 100°C까지 분당 5°C로 승온하여 5분간 유지하였으며, 다시 분당 10°C로 승온하여 200°C에서 10분간 유지하였다. Carrier gas는 nitrogen gas를 2 mL/min 속도로 흘려주었고, 시료는 HT3 headspace autosampler(HT3TM, Teledyne Technologies Co., Ohio, USA)를 이용하였으며, 90°C에서 20분 가열 후 Loop(1 mL) 방식으로 주입하였다. Detector는 FID로 280°C에서 검출하였다. 향기분석에 사용한 모든 시료는 알코올 농도를 5 mL/100 mL 이하로 희석하여 내부표준물질

〈Table 3〉 Measurement conditions for GC operation

Items	Conditions
Name	GC2010 (Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Column	HP-INNOWAW column (60 mm×0.25 mm×0.25 μm, Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)
Column temp.	Initial 45℃ (5 min) -10℃/min - Final 200℃ (10 min)
Carrier gas	N ₂
Flow rate	2 mL/min
Autosampler	Teledyne Tekmar HT3TM (Teledyne Technologies Incorporated, Ohio, USA)
Temp.	90℃ (20 min)
Injection volume	1.0 μL/ 10 μL
Detector	FID
Detector temp.	280℃

로 Acetonitrile를 이용하였고, 0.2 μm membrane filter(Merck Millipore Co. Damstadt, Germany)로 여과 후 사용하였다.

5) 술의 유기산 분석

세 종류의 누룩을 이용하여 제조한 약주, 탁주, 증류주의 유기산 함량은 HPLC (LC-20A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)로 분석하였으며, 분석 조건은 〈Table 4〉와 같다. 유기산 분석용 column

은 Shodex Rspack KC-G(6.0×50.0 mm) guard column에 RSpak KC-811(8.0×300 mm, Showa Denko Co., Tokyo, Japan) 2개를 연결하여 사용하였다. 이동상은 3 mM perchloric acid를 이용하였으며, flow rate는 0.8 mL/min, column oven의 온도는 63℃로 하였다. 분리물은 반응용액(0.2 mM bromothymol blue, 15 mM Na₂HPO₄, 2 mM NaOH)과 반응한 후 UV 440 nm에서 검출하였는데, 이때 반응용액의 flow rate는 1.0 mL/min, 반응온

〈Table 4〉 Measurement conditions for HPLC operation

Items	Conditions
Name	HPLC (LC-20A, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)
Column	Shodex RSpak KC-811 (8.0×300 mm, Showa Denko Co., Tokyo, Japan)
Guard column	Shodex Rspack KC-G (6.0×50.0 mm)
Column oven temp.	63℃
Mobile phase	3 mM perchloric acid
Flow rate	0.8 mL/min
Injection volume	10 μL
Detector	UV 440 nm
Reaction reagent	0.2 mM bromothymol blue, 15 mM Na ₂ HPO ₄ , 2 mM NaOH
Reaction temp.	30℃
Flow rate	1.0 mL/min

도는 30°C로 하였다. 시료는 여과(0.2 μ m, Merck Millipore Co. Darmstadt, Germany)후 사용하였다. 표준물질은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)에서 구입하여 사용하였다.

6) 술의 관능검사

세 종류의 누룩을 이용하여 제조한 약주, 탁주, 증류주의 관능검사는 참여기업, 교육생, 일반인 등 30명을 대상으로 검사방법에 대하여 충분히 교육시킨 후 실시하였다. 5점 척도법으로 시각적 평가(투명도), 후각적 평가(알코올 향, 복합향), 미각적 평가(복합미, 입안 감촉) 등을 실시하였으며, 1점 “매우 싫다”, 5점 “매우 좋다”로 하였다.

7) 통계분석

각 항목별로 3회 반복 실험하였고, 결과는 평균 값±표준편차(Mean±SD)로 나타냈다. 통계분석은 SPSS(Statistical Package for the Social Sciences, version 12.0) 통계프로그램을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 시료 간의 유의성 검증은 $p < 0.05$ 수준으로 던컨의 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)을 이용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 발효액의 pH, 당도, 산도

세 종류의 누룩을 이용하여 술을 발효하는 동안 덧술 발효액의 pH와 산도를 측정된 결과는 <Table 5>와 같다. pH는 발효 1일에 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 4.26, 5.03, 4.55로 내부비전국으로 가장 높았고, 향온국이 가장 낮아 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 발효가 경과함에 따라 pH가 낮아져 발효 10일에 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 3.75, 4.41, 4.26으로 향온국이 가장 낮아, 내부비전국, 대두국과 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 발효가 경과함에 따라 pH가 낮아진 폭은 내부비전국이 가장 컸다.

탁주에서 pH는 발효진행 상황과 알코올 생성 정도를 예측할 수 있는 중요한 지표인데(Song JC & Parj HJ 2003), Chen Y et al(2013)은 팔 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 품질특성 연구에서 담금 직후 pH는 4.97~5.51로 팔 첨가량이 많을수록 pH가 높았고, 발효 7일의 pH는 4.64~4.96으로 본 실험의 결과보다 다소 높았다. 팔 첨가로 pH가 높은 것은 팔의 단백질 함량 때문이라고 하였다. Kim JY et al(2010)은 팽화차조 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 pH 측정에서 발효 1일에 4.06~4.58 범위이었으나, 2일에 3.55~3.64로 급격히 감소하였다고 하여 본 실험에서 발효 2일의 pH보

<Table 5> pH, Brix and acidity changes of *Deotsul* made by different *Nuruks* during fermentation

Day	pH			°Brix			Acidity(mL)		
	W	N	D	W	N	D	W	N	D
1	4.26±0.2 ^{1)c}	5.03±0.2 ^a	4.55±0.2 ^b	32±2.8 ^a	30±2.4 ^a	30±2.2 ^a	9.0±0.2 ^a	6.1±0.6 ^c	8.0±1.0 ^{ab}
2	4.02±0.2 ^c	4.82±0.1 ^a	4.52±0.3 ^b	30±3.2 ^a	24±1.6 ^b	24±2.0 ^b	9.0±1.1 ^a	6.8±0.8 ^b	9.1±1.2 ^a
3	4.00±0.1 ^b	4.63±0.2 ^a	4.41±0.2 ^a	28±1.8 ^a	24±2.8 ^b	20±1.2 ^c	9.2±2.0 ^a	6.9±1.0 ^b	9.3±1.2 ^a
6	3.82±0.2 ^b	4.51±0.3 ^a	4.35±0.3 ^a	28±2.2 ^a	20±1.4 ^b	20±1.4 ^b	9.2±1.5 ^a	7.0±1.1 ^b	9.3±1.4 ^a
8	3.80±0.3 ^b	4.49±0.2 ^a	4.31±0.1 ^a	24±1.6 ^a	18±2.0 ^b	18±1.0 ^b	9.2±1.4 ^a	7.2±1.0 ^b	9.5±1.3 ^a
10	3.75±0.2 ^b	4.41±0.1 ^a	4.26±0.2 ^a	22±1.2 ^a	16±1.0 ^b	18±1.6 ^b	9.8±1.8 ^a	7.2±0.8 ^b	9.5±1.6 ^a

W ; *Whyangonkuk*, N ; *Naebubijeonkuk*, D ; *Daedukuk*.

1) Values are Mean±S.D.

^{a-c} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

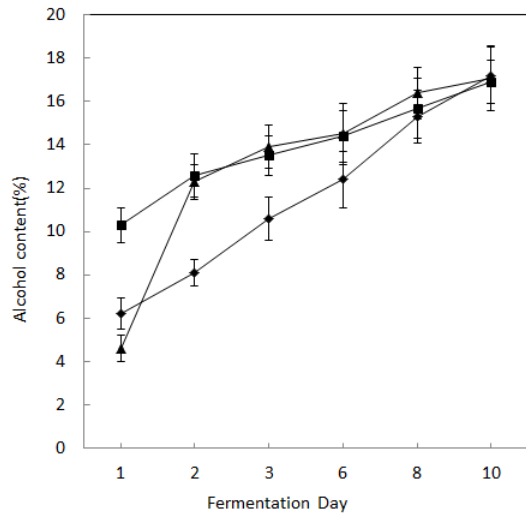
다 낮았는데, 이는 기질과 발효조건의 차이 때문으로 생각된다. 발효액의 pH가 낮아지는 것은 발효액에 존재하는 여러 가지 미생물의 발효 작용으로 유기산의 생성 때문이다.

당도는 발효 1일에 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 32, 30, 30 °Brix로 시험구 간에 유의적 차이가 없었으나, 발효가 진행됨에 따라 당도는 낮아져 발효 3일에 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 28, 24, 20 °Brix로 유의적 차이가 있었고 ($p<0.05$), 발효 10일에는 당도가 더 낮아져 각각 22, 16, 18 °Brix로 검출되었다. 산도는 발효 1일에 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 9.0, 6.1, 8.0 mL로 향온국이 가장 높았고, 내부비전국이 가장 낮아 유의적 차이가 있었다($p<0.05$). 발효가 경과함에 따라 산도는 증가하였는데, 증가 폭은 향온국이 가장 적었고, 대두국이 가장 커 발효 10일에 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 9.8, 7.2, 9.5 mL이었다. 이는 발효 10일에 pH 측정값이 가장 높은 결과와 상관관계가 있었다.

산도는 막걸리의 제품 품질 특히 관능적 평가에 영향을 미치는 중요한 지표로서, 산도가 높으면 감미가 낮은 대신 산미와 고미가 강하여 품질을 저하시키게 된다(Lee SM & Lee TS 2000). Lee SJ et al(2011)은 시중에 유통되는 13종의 막걸리 산도를 측정한 결과, 살균막걸리의 산도는 2.05~3.50이었으며, 비살균막걸리는 2.40~4.75 수준으로서 비살균막걸리의 산도가 다소 높다고 하였는데, 이는 유통 중에도 발효가 진행되었기 때문이라 하였다. Hong HG(1984)은 여러 조건에서 누룩으로 만든 탁주의 구성분에 관한 연구에서 탁주의 총산은 휘발성 향기성분과 함께 맛, 냄새와 직접 관련되며 보존성에 영향을 준다고 하였다.

2. 발효액의 알코올 함량

세 종류의 누룩을 이용하여 술을 발효하는 동안 덧술 발효액의 알코올 함량을 측정된 결과는 <Fig. 2>와 같다. 발효 1일에 알코올 함량은 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 6.2, 10.3, 4.6%로



<Fig. 2> Change of alcohol contents of brews made by different Nuruks during fermentation.

◆ : Whyangonkuk, ■ : Naebubijeonkuk, ▲ : Daedukuk, Results were expressed as mean±S.D. of data obtained from three independent experiments ($p<0.05$).

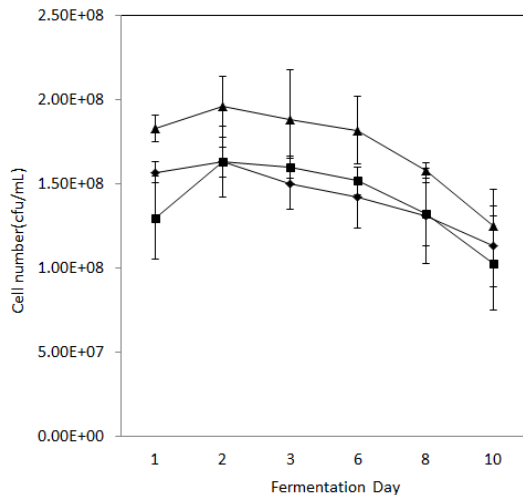
시료 간에 유의적 차이가 있었다($p<0.05$). 발효가 진행됨에 따라 발효액의 알코올 함량은 증가하였는데, 발효 2일에 대두국의 알코올함량 증가가 두드러져 발효가 왕성한 것을 알 수 있었다. 발효 10일에 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 17.2, 16.9, 17.1%로 시료 간에 유의적 차이가 없었으며 ($p<0.05$), 10일간 발효에서 향온국은 11%p, 내부비전국은 6.6%p, 대두국은 12.5%p의 알코올 함량이 증가하여 대두국에서 알코올 발효가 가장 활발하게 진행되었다.

입국을 발효제로 하고, 백설기, 익반죽 및 고두밥으로 원료 전처리를 달리하여 제조한 막걸리를 25°C에서 9일간 발효하면서 술덧의 알코올 함량을 측정된 결과는 12.6~16.2%이었으나(Lee JH et al 2014), 본 실험에서는 발효 10일에 16~17%로 검출되어 알코올 발효가 활발히 진행되었다. Kim JY et al(2010)은 평화차조 함량을 달리하여 제조한 탁주의 알코올 함량은 발효 2일에 6.9~9.6%이었고, 발효 10일에 7.5~12.6%라 하였는데, 발효 2일의 알코올 함량은 본 실험과 유사하였으나, 발효 10일에는 적게 나타났다. Chen Y et al(2013)은

팔 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 품질특성 연구에서 팔의 첨가가 알코올 함량에 유의적 차이를 보이지 않았으나, 알코올 함량 증가는 발효 2~3일에 급격하였다고 하였는데, 본 실험의 발효 1일에 급격한 증가를 보이다 이 후에는 선형적으로 증가한 결과와 다소 차이가 있었다. 이는 팔의 단백질 함량이 영향을 준 것으로 생각된다.

3. 발효액의 효모 생균수

세 종류의 누룩을 이용하여 술을 발효하는 동안 덧술 발효액의 효모 생균수를 측정 한 결과는 <Fig. 3>과 같다. 발효 1일에 향온국, 내부비전국, 대두국의 효모 생균수는 각각 1.57×10^8 , 1.30×10^8 , 1.83×10^8 cfu/mL로 대두국에서 가장 많이 검출되어 다른 시료들과 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 발효 동안 2일에 모든 시료들에서 효모 생균수가 가장 많이 검출되었으나, 이후에 효모 생균수가 적어지기 시작하여 발효 10일에는 향온국, 내부비전국, 대두국이 각각 1.13×10^8 , 1.03×10^8 , 1.25×10^8 cfu/mL로 시료 간에 유의적 차이가 없었다



<Fig. 3> Change of yeast cell numbers of brews made by different Nuruks during fermentation.

◆ : Whyangonkuk, ■ : Naebubijeonkuk, ▲ : Daedukuk, Results were expressed as mean±S.D. of data obtained from three independent experiments ($p < 0.05$).

($p < 0.05$). 특히 발효 10일 동안 내부비전국과 향온국의 균수는 유의적 차이가 없었다.

Lee JH et al(2014)은 쌀의 전처리 방법과 발효제에 따른 막걸리 술덧의 품질 특성연구에서 발효 1, 2일에 술덧의 효모수가 1.0×10^8 cfu/mL 이상이라 하였으나, 본 실험에서는 덧술 발효 2일에 시료 간 효모수가 $1.63 \sim 1.96 \times 10^8$ cfu/mL로 다소 많은 효모수이었다. Chen Y et al(2013)은 팔 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 효모수는 팔 첨가량에 관계없이 발효 1~2일에 급격한 증가를 보였고, 이후에는 감소하는 경향을 보였다고 하였는데, 이는 본 실험에서 발효 1~2일에 증가하다 감소한 경향과 일치하였다. Seo MY et al(2005)은 약주, 탁주 발효 중 발효 종말점에서 효모 균수는 3.2×10^8 cfu/mL라고 하여 본 연구의 결과보다 높았다.

4. 술의 향기성분

세 종류의 누룩을 이용하여 만든 술로 탁주, 약주, 증류주의 향기성분을 분석한 결과는 <Table 6>과 같다. 향온국, 내부비전국, 대두국으로 제조한 탁주, 약주, 증류주 모두에서 acetone과 n-amyl alcohol은 검출되지 않았다. 탁주에서 ethyl acetate는 대두국이 250.05 mg/L로 가장 많이 검출되었고, methyl alcohol도 대두국과 내부비전국에서 많이 검출되었으며, n-butanol은 향온국에서 464.25 mg/L로 가장 많이 검출되었다. n-propanol, I-butanol, I-amyl alcohol 등은 시료 간에 유의적 차이가 없었다($p < 0.05$). n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol, n-amyl alcohol 등의 합계인 fusel oil은 향온국에서 982.03 mg/L로 가장 많이 검출되었고, 내부비전국과 대두국은 유의적 차이는 없었다($p < 0.05$). 약주에서 ethyl acetate, methyl alcohol, I-butanol 등은 향온국, 내부비전국, 대두국 시료 간에 유의적 차이가 없었으나, n-propanol, n-butanol, i-amyl alcohol 등은 향온국으로 제조한 약주에서 가장 많이 검출되어 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). Fusel oil도 향온국에서 1,158.10

<Table 6> Flavor components of *Takju*, *Yakju* and spirit (unit : mg/L)

Flavors	<i>Takju</i>			<i>Yakju</i>			Spirit		
	W	N	D	W	N	D	W	N	D
Acetone	ND ¹⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ethyl acetate	227.31±16.8 ^{2b)}	232.74±12.4 ^{b)}	250.05±20.0 ^{a)}	257.82±12.6 ^{a)}	259.92±20.4 ^{a)}	258.17±22.2 ^{a)}	70.25±2.8 ^{a)}	64.37±6.2 ^{a)}	69.74±8.8 ^{a)}
Methyl alcohol	12.14±0.8 ^{b)}	16.36±1.4 ^{a)}	18.41±1.2 ^{a)}	19.58±1.2 ^{a)}	18.29±2.2 ^{a)}	19.69±1.8 ^{a)}	ND	2.51±0.3 ^{a)}	ND
n-Propanol	108.16±12.4 ^{a)}	109.21±10.0 ^{a)}	105.23± ^{a)}	126.35±8.8 ^{a)}	113.67±10.2 ^{ab)}	109.68±6.8 ^{ab)}	332.62±24.6 ^{a)}	334.73±22.8 ^{a)}	319.55±18.6 ^{a)}
i-Butanol	103.26±12.4 ^{a)}	101.63±8.6 ^{a)}	109.25±8.8 ^{a)}	102.67±6.8 ^{a)}	101.94±6.4 ^{a)}	106.38±8.2 ^{a)}	372.27±25.6 ^{a)}	294.36±14.2 ^{b)}	372.15±20.4 ^{a)}
n-Butanol	464.25±26.7 ^{a)}	427.17±12.4 ^{b)}	414.72±36.8 ^{b)}	534.60±20.4 ^{a)}	461.53±26.6 ^{b)}	479.78±18.8 ^{b)}	527.04±28.4 ^{a)}	535.17±22.6 ^{a)}	436.47±30.0 ^{b)}
i-Amyl alcohol	306.36±20.2 ^{a)}	319.25±22.4 ^{a)}	324.12±18.6 ^{a)}	394.48±20.4 ^{a)}	304.29±22.6 ^{b)}	331.13±16.8 ^{b)}	823.25±62.1 ^{a)}	836.47±58.4 ^{a)}	849.83±60.4 ^{a)}
n-Amyl alcohol	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Fusel oil ³⁾	982.03±38.4 ^{a)}	957.26±20.2 ^{b)}	953.32±26.8 ^{b)}	1,158.10±58.6 ^{a)}	981.43±62.4 ^{b)}	1,026.97±50.8 ^{b)}	2,055.18±72.4 ^{a)}	2,073.00±77.8 ^{a)}	1,978.00±48.6 ^{b)}

W ; *Whyangonkuk*, N ; *Naebubijeonkuk*, D ; *Daedukuk*.

¹⁾ not detected.

²⁾ Values are Mean±S.D.

³⁾ Total of n-Propanol, i-Butanol, n-Butanol, i-Amyl alcohol, n-Amyl alcohol.

^{a-c)} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

mg/L로 가장 많이 검출되었다. 증류주에서 ethyl acetate, n-propanol, i-amyl alcohol 등은 시료간에 유의적 차이가 없었다($p < 0.05$). 그러나 i-butanol은 내부비전국에서, n-butanol은 대두국에서 적게 검출되었다. Methyl alcohol은 내부비전국에서 2.51 mg/L 검출되었으나, 향온국과 대두국에서는 검출되지 않았다. Fusel oil은 대두국에 비하여 향온국과 내부비전국에서 높게 검출되어 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). 5종의 효모로 담금한 탁주의 알코올 성분 함량 분석에서 *S. cerevisiae*로 발효한 것의 알코올 함량이 가장 높았으며, 이는 탁주의 보존성이나 향미에 영향을 주는 가장 중요한 인자라고 Lee HS et al(2010)은 보고하였다. Lee JS et al(1996)은 멥쌀, 찹쌀, 보리쌀, 밀가루를 원료로 하여 담금한 발효 16일의 탁주 술덧의 향기성분을 분석한 결과, 밀가루에서 가장 많은 종류의 향기성분이 검출되었고, 멥쌀주의 경우 주모 첨가구보다 무첨가구에서 많이 검출되었다고 하

였으며, Lee TS & Choi JY(1998)는 찹쌀 및 보리쌀을 원료로 주모를 첨가하여 담금한 탁주술덧의 향기성분은 찹쌀 탁주에서 보리쌀 탁주보다 향기 성분이 다소 많이 검출되었다고 하였다.

5. 술의 유기산

세 종류의 누룩을 이용하여 만든 술로 탁주, 약주, 증류주의 향기성분을 분석한 결과는 <Table 7>과 같다. 향온국, 내부비전국, 대두국으로 제조한 탁주에서 7종의 유기산이 검출되었고, oxalic acid, fumaric acid, formic acid 등의 3종은 검출되지 않았다. 탁주에서 citric acid는 내부비전국에서 19.36 mg%, tartaric acid는 향온국에서 29.64 mg%, malic acid는 대두국에서 15.23 mg%, acetic acid는 내부비전국에서 101.29 mg%로 많이 검출되어 시료간 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$). Succinic acid는 내부비전국에서, lactic acid와 pyroglutamic acid는 대두국에서 시료 중 가장 낮게 검

〈Table 7〉 Organic acids of *Takju*, *Yakju* and spirit

(unit : mg%)

Organic acids	<i>Takju</i>			<i>Yakju</i>		
	W	N	D	W	N	D
Oxalic acid	ND ¹⁾	ND	ND	1.83±0.23 ^a	ND	ND
Citric acid	13.62±2.1 ^{2)b}	19.36±2.4 ^a	17.45±1.6 ^a	10.35±1.2 ^b	16.31±2.2 ^a	18.13±2.4 ^a
Tartaric acid	29.64±2.8 ^a	13.24±1.4 ^c	21.16±3.2 ^b	22.47±2.8 ^a	21.55±2.2 ^a	17.0±1.4 ^b
Malic acid	7.16±1.2 ^c	12.16±0.8 ^b	15.23±1.8 ^a	10.78±0.8 ^b	7.9±0.4 ^c	16.19±1.4 ^a
Succinic acid	86.39±8.4 ^a	74.53±4.8 ^b	84.16±7.4 ^a	98.22±10.4 ^a	67.2±5.6 ^b	99.63±8.8 ^a
Fumaric acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lactic acid	731.04±32.4 ^a	781.69±38.6 ^a	491.25±28.6 ^b	722.46±28.6 ^a	757.51±22.4 ^a	463.93±14.6 ^b
Formic acid	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Acetic acid	86.94±12.4 ^b	101.29±16.8 ^a	54.13±6.8 ^c	76.75±6.8 ^b	150.45±14.6 ^a	38.88±2.4 ^c
Pyroglutamic acid	69.14±8.6 ^a	69.13±6.4 ^a	49.69±5.6 ^b	71.63±8.4 ^a	57.53±6.4 ^b	37.43±2.8 ^c

W ; *Whyangonkuk*, N ; *Naebubijeonkuk*, D ; *Daedukuk*.

1) not detected.

2) Values are Mean±S.D.

^{a-c} Means with the same letter in column are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

출되었다. 검출된 유기산 중 lactic acid가 세 종류의 누룩으로 만든 탁주에서 가장 많이 검출되어, 발효 동안 젖산발효가 활발하게 일어났음을 알 수 있었다. 검출되지 않은 3종의 유기산 중 oxalic acid가 향온국으로 제조한 약주에서 1.83 mg% 검출되었다. 약주에서 malic acid는 대두국에서 16.19 mg%, acetic acid는 내부비전국에서 150.45 mg%, pyroglutamic acid는 향온국에서 71.63 mg%로 시료 간 가장 많이 검출되어 유의적 차이가 있었고($p < 0.05$), citric acid는 향온국에서 tartaric acid와 lactic acid는 대두국에서, succinic acid는 내부비전국에서 낮게 검출되었다. 증류주에서는(Table에 나타내지 않음) acetic acid가 향온국(4.87 mg%)과 내부비전국(16.25 mg%)에서 검출되었고, 이외에는 검출되지 않았다. Woo SM et al(2010)은 대구 경북지역에서 수거한 7종의 누룩을 이용하여 담근 탁주의 품질 특성 연구에서 유기산을 분석한 결과, lactic acid가 가장 많이 검출되었다고 한 결과와 본 실험이 일치하였다. Lee HS et al(2010)도 5종의 효모로 발효한 탁주의 유기산을

분석한 결과, lactic acid, succinic acid, acetic acid 등이 모두에서 검출되었다고 하였다. Huh CK et al(2012)은 쌀로 제조한 주모에 품질변화 방지를 목적으로 젖산 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 유기산을 분석한 결과, 젖산 무첨가구에서 총산 함량이 가장 많았고, 검출된 산 중에는 젖산 첨가량에 관계없이 lactic acid 검출량이 가장 많았으며, 다음이 succinic acid라 하였다. Lee SJ et al(2011)도 시중 유통 막걸리의 유기산 조성을 분석한 결과, lactic acid, acetic acid, citric acid는 모든 살균막걸리 및 비살균막걸리에서 검출되었으나, tartaric acid, pyruvic acid, malic acid, fumaric acid는 제품에 따라 검출 여부가 달랐고, 살균막걸리의 경우 citric acid, lactic acid, acetic acid의 농도순이었으며, 비살균막걸리의 경우는 lactic acid가 전반적으로 높은 농도이었다고 하여, 본 실험 결과와 일치하였다. 한편, Lee JH et al(2014)은 쌀의 전처리 방법과 발효제에 따른 막걸리 술덧의 품질 특성 연구에서 백설기, 익반죽 및 고두밥으로 원료 전처리를 달리하여 제조한 막걸리의

〈Table 8〉 Sensory evaluation of *Takju*, *Yakju* and spirit

Liquors		Color	Flavor		Taste		Overall acceptability
		Transparency	Alcohol flavor	Combination flavor	Complex taste	Mouth feel	
<i>Takju</i>	W	4.0±0.1 ^{1)a}	4.3±0.2 ^a	4.5±0.3 ^a	4.5±0.3 ^a	4.3±0.2 ^a	4.3±0.1 ^a
	N	4.1±0.1 ^a	4.0±0.2 ^b	4.2±0.2 ^b	4.0±0.1 ^b	4.0±0.1 ^b	4.1±0.1 ^b
	D	4.0±0.2 ^a	4.1±0.1 ^b	4.0±0.2 ^c	4.0±0.1 ^b	4.1±0.2 ^b	4.0±0.1 ^b
<i>Yakju</i>	W	4.3±0.2 ^a	4.1±0.1 ^a	4.8±0.2 ^a	4.8±0.4 ^a	4.8±0.3 ^a	4.6±0.2 ^a
	N	4.2±0.1 ^a	4.2±0.2 ^a	4.4±0.3 ^b	4.3±0.2 ^b	4.1±0.2 ^b	4.2±0.2 ^b
	D	4.0±0.1 ^b	4.1±0.2 ^a	4.0±0.2 ^c	4.1±0.2 ^c	4.1±0.2 ^b	4.1±0.2 ^b
Spirit	W	4.0±0.2 ^a	4.1±0.1 ^a	4.0±0.2 ^b	4.0±0.1 ^b	4.1±0.2 ^a	4.0±0.1 ^a
	N	4.2±0.2 ^a	4.0±0.1 ^a	4.3±0.1 ^a	4.3±0.2 ^a	4.2±0.1 ^a	4.2±0.2 ^a
	D	4.2±0.1 ^a	4.1±0.1 ^a	4.1±0.1 ^b	4.0±0.2 ^b	4.0±0.1 ^a	4.1±0.2 ^a

W ; *Whyangonkuk*, N ; *Naebubijeonkuk*, D ; *Daedukuk*.

1) Values are Mean±S.D.

^{a-c} Means with the same letter in row are not significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

유기산을 분석한 결과, 모든 시험구에서 *fumaric acid*는 검출되지 않았고, 입국군에서 백설기, 익반죽, 고두밥군에서 *citric acid*가 각각 3,738.5, 3,011.1, 3,913.8 mg/mL로 다른 유기산에 비해 많이 검출되었다고 하여, 본 실험 결과와 차이가 있었다.

6. 술의 관능검사

세 종류의 누룩을 이용하여 제조한 술의 관능검사를 실시한 결과는 〈Table 8〉과 같다. 탁주는 시각적 평가에서 세 시료 간에 유사한 점수를 얻었고, 후각적 평가와 입안 감촉은 향온국에서 높은 점수를 얻었다. 전체적인 기호도에서 향온국이 4.3점으로 높은 점수를 얻었고, 내부비전국과 대두국은 유의적 차이 없이 낮은 점수를 얻었다($p < 0.05$). 약주는 시각적 평가, 후각적 평가의 복합향, 입안 감촉 등의 항목에서 향온국이 높은 점수를 얻었고, 후각적 평가의 알코올 향은 세 시료 간 유의적 차이가 없었다($p < 0.05$). 전체적인 기호도도 향온국이 4.6점으로 가장 높은 점수를 얻었다. 증류주는 시각적 평가, 알코올 향, 입안 감촉, 전

체적인 기호도 등에서 유의적 차이가 없었으나, 후각적 평가와 입안 감촉에서 나타나는 복합미는 내부비전국에서 다소 높은 점수를 얻었다. 술의 관능검사 결과, 탁주와 약주는 향온국이 우수한 것으로 나타났고, 증류주는 세 시료 간 차이가 없었다. 막걸리의 맛, 향기, 색깔, 신선한 청량감 등은 상품적 가치를 결정하는 중요한 요인이다. Chen Y et al (2013)은 팔 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 품질특성 연구에서 팔의 첨가량이 많아질수록 전체적인 기호도가 낮아지는 것으로 나타났으나, 본 실험에서 녹두를 첨가한 것이 높은 점수를 얻은 결과와는 차이가 있었다. Song JC & Park HJ(2003)은 발아현미를 이용한 막걸리 제조에서 무증자한 현미로 제조한 막걸리가 증자한 현미로 제조한 막걸리보다 전체적인 기호도에서 우수하다고 하였고, Yang HS et al(2011)은 건조유자과피 첨가량을 달리하여 제조한 막걸리의 관능검사에서 전체적인 기호도가 무첨가군에서 높게 나타났고, 첨가량이 증가할수록 낮은 점수를 얻었다고 하였다. 한편, Ko YJ et al(2011)은 마늘을 첨가한 막걸리의 관능평가에서 마늘첨가구가

무첨가구에 비하여 전체적인 기호도에서 높은 점수를 얻었고, 특히 맛에서 높은 점수를 얻었는데, 이는 발효되면서 특유의 강한 향이 사라지고 막걸리의 전체적인 향을 상승시키며, 마늘에 첨가된 phenol계 성분이 용출되어 약간의 쓴맛과 짙은맛을 더하기 때문이라고 하였는데, 본 실험에서 녹두를 첨가한 향온국이 우수한 결과와 일치하였다.

IV. 요약

향온국(통밀, 녹두), 내부비전국(밀가루, 녹두, 기장), 대두국(통밀, 대두) 누룩으로 각각 탁주, 약주, 증류주를 제조하여 pH, 당도, 총산도, 알코올 함량, 효모 생균수 등을 분석하였고, GC를 이용하여 향기성분, HPLC를 이용하여 유기산을 분석하였으며, 관능검사를 실시하여 품질특성을 조사하였다. 발효경과에 따른 pH 변화는 발효 1일째에 향온국이 4.26, 내부비전국이 5.03, 대두국이 4.55로 향온국이 가장 낮았고, 내부비전국이 가장 높았는데, 이는 누룩의 발효정도와 곡류의 단백질이 발효에 영향을 주었기 때문으로 생각된다. 발효가 진행됨에 따라 pH는 낮아져 10일에 향온국이 3.75, 내부비전국이 4.41, 대두국이 4.26으로 향온국의 pH가 가장 낮았다. 당도도 발효가 진행됨에 따라 낮아져 발효 1일의 30~32 °Brix가 10일에 16~22 °Brix로 내부비전국이 가장 낮았다. 총산도는 발효 1일에 향온국이 9.0%로 가장 높았고 발효 10일에도 역시 향온국이 가장 높았으나, 대두국과는 유의적 차이가 없었다($p < 0.05$). 알코올 농도는 발효 1일에 내부비전국이 10.3%로 가장 높았고, 대두국이 4.6%로 가장 낮았다. 발효 10일 동안 알코올 농도는 증가하여 16.9~17.2%로 시료들 간 유의적 차이가 없었다($p < 0.05$). 효모 생균수는 발효 1일에 대두국이 1.83×10^8 cfu/mL로 가장 많이 검출되었고, 내부비전국이 1.30×10^8 cfu/mL로 가장 적게 검출되었다. 발효 2일 이후부터 효모 생균수가 감소하기 시작하여 발효 10일에 세 시료 간 $1.03 \sim 1.25 \times 10^8$ cfu/mL로 유의적 차

이가 없었다($p < 0.05$). 향기성분 분석에서 acetone과 n-amyl alcohol은 탁주, 약주, 증류주 모두에서 검출되지 않았고, ethyl acetate, methyl alcohol, n-propanol, i-butanol, n-butanol, i-amyl alcohol 등 6종이 검출되었으며, n-butanol이 가장 많이 검출되었고, 다음이 i-amyl alcohol이었다. Fusel oil은 세 시료로 제조한 증류주에서 가장 많이 검출되었으나, 유의적 차이는 없었다($p < 0.05$). 유기산 분석에서 fumaric acid, formic acid는 약주와 탁주에서 검출되지 않았고, oxalic acid는 향온국으로 제조한 약주에서만 검출되었다. 탁주와 약주 모든 시료에서 citric acid, tartaric acid, malic acid, succinic acid, lactic acid, acetic acid, pyroglutamic acid 등 7종이 검출되었다. 이중 lactic acid가 가장 많이 검출되었으나, 대두국으로 만든 탁주와 약주에서 가장 적게 검출되었다. 증류주에서는 acetic acid만 향온국이 4.84, 내부비전국이 16.52 mg% 검출되고, 다른 유기산들은 검출되지 않았다. 관능검사에서도 탁주와 약주는 향온국이 높은 점수를 얻었고, 대두국이 낮은 점수를 얻어 유의적 차이가 있었다($p < 0.05$) 증류주는 세 시료 간 유의적 차이가 없었다.

본 연구에서 통밀, 녹두, 기장, 대두 등을 기질로 한 새로이 개발된 누룩을 주류회사와 연계하여 다양한 풍미를 갖는 탁주, 약주, 증류주의 발전을 이룰 수 있는 계기가 되었으며, 녹두가 가미된 약주와 탁주가 기존 주류의 맛과 향이 다르다는 평가를 받아, 다양한 주류 생산의 가능성을 시사하였다.

한글 초록

향온국(통밀, 녹두), 내부비전국(녹두, 밀가루, 기장), 대두국(통밀, 대두) 등의 누룩으로 각각 탁주, 약주, 증류주를 제조하여 이들의 품질 특성을 평가하였다. 품질 평가를 위하여 발효액의 pH, 당도, 총산도, 알코올 함량, 효모 생균수 등을 측정하였고, 각각의 누룩으로 만든 탁주, 약주, 증류주

의 향기성분과 유기산 함량을 측정하였으며, 관능 검사를 실시하였다. 발효가 진행되는 동안 향온국의 pH 저하가 가장 많았고, 당도도 낮아졌다. 총산도는 발효 초기에 향온국이 가장 높았고, 발효 중점에서도 향온국이 가장 높았으나, 대두국과는 유의적 차이가 없었다($p < 0.05$). 알코올 함량은 내부비전국에서 발효 초기에 가장 높았고, 발효 중점에서는 세 누룩 간 유의적 차이가 없었다. 효모 생균수는 발효 초기에 대두국에서 가장 많이 검출되었고, 발효 2일부터 균수가 감소하기 시작하였으며, 발효 중점에서는 세 누룩 간 차이가 없었다. 향기성분 분석에서 acetone과 n-amyl alcohol은 약주, 탁주, 증류주에서 검출되지 않았으나, n-butanol이 가장 높은 수치로 검출되었고, 다음이 i-amyl alcohol이었다. Fusel oil은 증류주에서 가장 많이 검출되었으나, 탁주, 약주, 증류주에서는 차이가 없었다. 유기산 중 fumaric acid와 formic acid는 탁주와 약주에서 검출되지 않았고, 7종의 유기산들이 검출되었으며, 유기산 중 lactic acids가 가장 많았다. 관능검사에서 향온국으로 만든 탁주와 약주가 가장 높은 점수를 얻었고, 대두국이 가장 낮은 점수를 얻었으며, 세 누룩으로 만든 증류주에서는 차이가 없었다. 본 연구 결과로 향온국으로 만든 탁주와 약주가 바람직한 전통주로 판명되었다.

감사의 글

본 논문은 2014년도 농림축산식품부 지원 고부가식품산업 전문인력양성사업으로 수행된 연구 논문으로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Chen Y, Hwang JA, Chang YH (2013). Quality characteristics of *Makgeolli* added with red bean. *Korean J Food Cookery Sci* 29(6):777-784.
- Han BR (2007). *San Ga Yo Rock*. Institute of Korean Royal Cuisine, 13, Seoul.
- Han BS, Han BR (1999). *Eum Sic Di Mi Bang*. Institute of Korean Royal Cuisine, 107, Seoul.
- 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(3):555-562.
- Hong HG (1984). The effect on the composition of *Takju* of addition of *nuruk* under varied conditions. MS Thesis, Seoul Women's University, 1-2, Seoul.
- Huh CK, Lee JW, Kim YD (2012). Quality characteristics of rice wine according to the rice wine seed mash with lactic acid concentration. *Korean J Food Preserv* 19(9):933-938.
- Hyon YH, GU BS, Song JU, Kim DS (2011). *Food Materials*. HyungSeul, 65-66, Seoul.
- Jin TY, Lee WG, Lee IS, Wang MH (2008). Changes of physicochemical, sensory and antioxidant activity characteristics in rice wine, *Yakju* added with different ratios of *Codonopsis lanceolata*. *Korean J Food Sci Technol* 40(2):201-206.
- Kim BK, Kang MS, Jeon MJ, Lee SH, Kim MH (2013). Effects of *Makgeolli* and *Makgeolli* precipitate on hepatotoxicity and serum lipid content in rats. *J Life Sci* 23(2):282-289.
- Kim HS, Yang YT, Jung YH, Koh JS, Kang YJ (1992) Clarification of foxtail wine. *Korean J Food Sci Technol* 24(1):101-106.
- Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH (2007). pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 39(3):266-271.
- Kim JY, Yi YH (2010). pH, acidity, color, amino acids, reducing sugars, total sugars, and alcohol

- in puffed millet powder containing millet *Takju* during fermentation. *J Food Sci Technol* 42(6): 727-732.
- Kim SJ, Baek JY, Park CK, Kim GW (2004). Gastroprotective effect of Korean rice-wine (*Yakju*). *Korean J Food Sci Technol* 36(5): 818-822.
- Ko YJ, Kang SD, Kang ST, Ryu CH (2011). Quality properties and anti-allergic effect of *Makgeolli* added with garlic. *J Life Sci* 21(11): 1592-1598.
- Lee CJ, Lee KJ, Lee SW (1992). Analytical study on the manufacture procedure of rice-wine in the Yang Ju Bang. *J East Asian Soc Dietary Life* 2(1):109-132.
- Lee GH, Jang JS, Kim DW (2013). Research trends of *Makgeolli*(Korean rice wine) using herbal medicine. *JAOM* 13(1):37-42.
- Lee HG, Cho SH, Jung NY, Cha KH (2012). Lim Won 16 Ji. *Kyomonsa*, 325, Seoul.
- Lee HN, Lee JM, Chang YH (2013). Quality characteristics of *Makgeolli* supplemented with cranberries. *J East Asian Soc Dietary Life* 23(1):85-91.
- Lee HS, Lee TS, No BS (2007). Volatile flavor components in the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Korean J Food Sci Technol* 39(6):593-599.
- Lee HS, Park CS, Choi JY (2010). Quality characteristics of the mashes of *Takju* prepared using different yeasts. *Food Sci Technol* 42(1): 56-62.
- Lee JH, Kim GW, Shim JY (2014). Characteristics of *Makgeolli Sul-dut* by pre-treatment of rice and Koji. *Food Eng Prog* 18(1):50-59.
- Lee JS, Lee TS, Park SO, Noh BS (1996). Flavor components in mash of *Takju* prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28(2):316-323.
- Lee JW, Shim JY (2010). Quality characteristics of *Makgeolli* during freezing storage. *Food Eng Prog* 14(4):328-334.
- Lee KS, An TK, Kim CM, Sin MG (1997). *China Medicine Great Dictionary*, vol. 2. Published Yeundam, 779-781, Seoul.
- Lee SB, Ko KH, Yang JY, Oh SH, Kim JG (2004). *Science of Food Fermentation*. Hyoil 205-206, Seoul.
- Lee SJ, Kim JH, Jung YW, Park SY, Shin WC, Park CS, Hong SY, Kim GW (2011). Composition of organic acids and physiological functionality of commercial *Makgeolli*. *Korean J Food Sci Technol* 43(2):206-212.
- Lee SM, Lee TS (2000). Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. *J Nat Sci* 12: 71-79.
- Lee TS, Choi JY (1998). Volatile flavor components in *Takju* fermented with glutinous rice and barley rice. *Korean J Food Sci Technol* 30(3):638-643.
- Lee YK (1924). *Chosun Mussang Shinsik Yoree Jebeub*, 90-91, Seoul.
- Min KC, Shim UM, Lee JU, Cho SG, Kim YG, Son GM, Son WS, Cho NC (2000). *Lab. of Food Microbiology*. Kangmungag Publishing Co., 199-202. Seoul.
- Seo MY, Lee JK, Ahn BH, Cha SK (2005). The changes of microflora during the fermentation of *Takju* and *Yakju*. *Korean J Food Sci Technol* 37(1):61-66.
- Son GR, Kim ST, Lee SW (1991). A study on the brewing in The Hong's Zu Bang Moon. *J East Asian Soc Dietary Life* 11(1):17-29.
- Song JC, Parj HJ (2003). *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage

- mash. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32(6): 847-854.
- Woo SM, Shin JS, Seong JH, Yeo SH, Choi JH, Kim TY, Jeong YJ (2010). Quality characteristics of brown rice *Makgeolli* by different *Nuruks*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39(2): 301-307.
- Yang HS, Hwang SJ, Lee SH, Eun JB (2011). Fermentation characteristics and sensory characteristics of *Makgeolli* with dried citron (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) peel. *Korean J Food Sci Technol* 43(5):603-610.
-
- 2015년 05월 02일 접수
 2015년 05월 16일 1차 논문수정
 2015년 05월 29일 2차 논문수정
 2015년 06월 11일 논문 게재확정