

과제구분	기관고유	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제명		연구분야	수행기간	연구실	책임자
인삼가공연구		인삼약초	'22~'24	소득자원연구소 인삼연구팀	이대형
고품질 전통주 제조를 위한 잡곡 누룩 개발		인삼약초	'22~'23	소득자원연구소 인삼연구팀	이대형
색인용어	쌀, 잡곡, 누룩, 약주, 인삼				

ABSTRACT

In this study, we investigated the preparation method of nuruk using various grain raw materials (buckwheat(B), mung bean(M), whole wheat(W), etc.) and conducted experiments to develop ginseng yakju with improved palatability by adding ginseng to the yakju prepared using them. The enzymatic activities of the multigrain nuruk were examined, and the α -amylase activity and amyloglucosidase activity were higher than the control commercial nuruk regardless of the amount of rice(R) + M nuruk added. Proteolytic activity was higher in the R50+M30+W20% nuruk, α -amylase activity was higher in the R50+M20+W30% nuruk, and amyloglucosidase activity was higher in the R50+M10+W40% multigrain nuruk. When we checked the nuruk quality and titer according to the moisture content of the multigrain nuruk, the R50+M20+W30% added nuruk was higher at 30% moisture addition, and the protease activity was higher overall. Moisture produced was used to make yakju, and in sensory evaluation, 25% and 30% moisture of R50+M20+W30% obtained high scores in aroma, taste, and overall evaluation. In sensory, 7.5% multigrain nuruk showed good sensory scores in taste and overall evaluation. The water supply showed that 110% water supply resulted in high scores for aroma, body, and overall evaluation. In the alcohol test using various ingredients 100% R and 50% R+50% glutinous rice(G) had higher alcohol. Sensory results showed that 50% R + 50% G was better than other multigrain yakju from aroma, body, and overall evaluation. In the case of the ginseng(GS) addition method, the sensory evaluation was better in the order of microwave, high temperature and high pressure and roasting, and the

overall sensory evaluation was better than the untreated GS yakju or no addition. When checking the saponins of GS, microwave and high temperature and high pressure showed similar total saponin content. In the test according to the amount of GS added, the higher the amount of GS added, the lower the alcohol produced, and in sensory evaluation, the taste, body, and overall palatability were good with 2% GS added. In the test with herbs or herbal medicines that go well with GS, the aroma, taste, and overall evaluation were good with GS + pine needles added. Free sugars showed the highest content of glucose at 15 days of fermentation, followed by maltose. As for organic acids, GS + tangerine peel produced about twice as much succinic acid as the other added ingredients. In terms of aroma components, ethyl acetate, which expresses sweet aroma, decreased in all treatments at 15 days of fermentation. On the other hand, ethyl caprate, a sweet, fruity aroma, and ethyl laurate, a floral, fruity aroma, were increased at 15 days compared to 0 days, while ethyl myristate with a rich aroma and ethyl palmitate with a mild aroma were decreased.

Key words: Rice, Grain, Nuruk, Yakju, Ginseng

1. 연구목표

우리나라 전통주는 삼국시대 이전부터 만들어 졌으며 고려시대 소주의 제조법이 원나라를 통해 넘어오면서 약주와 탁주, 소주 등의 술로 발전하였다(Lee, 1986). 조선시대에는 양조기술이 다양화 고급화되면서 집안마다의 술 제조방법이 생겼으며 문헌상에는 360여종의 다양한 술 이름과 제조 방법이 기록되었다(Lee 등, 1984). 이러한 다양한 술의 제조를 위해서는 발효제로써 누룩이 필요하다. 누룩은 일반적으로 거칠게 분쇄한 밀 또는 곡물에 물을 가하고 성형하여 자연의 미생물을 번식시킨 것으로 술의 재료인 전분을 누룩속 곰팡이가 분비한 효소에 의해 분해되며 포도당이 만들어 지게된다(Seo 등, 2012). 또한, 누룩 제조에 있어 자연적으로 발생하는 미생물(효모, 유산균 등)에 의하여 전분으로부터 분해된 당분을 소비해서 효모가 알코올을 생산하게 된다. 누룩은 당화와 발효를 동시에 수행 할 수 있는 발효제인 것이다.

우리 전통주에는 다양한 곡류(보리, 밀, 녹두 등)를 이용한 누룩과 또한 다양한 곡류(보리, 옥수수, 수수, 녹두, 조 등)를 술의 주원료로 사용하였다. 전통주는 다양한 곡물 원료와 다양한 누룩을 사용하여 발효를 하는 특징이 있다(Lee 등, 2002). 술 제조에 있어 누룩은 미생물의 분포가 다양하고 복합적인 당화와 발효과정이 동시다발적으로 이루어져 균일화된 주질의 제품 생산에 어려움이 있다. 최근 제조되는 누룩의 주원료는 대부분 밀을 사용하고 있으며 술의 원료는 쌀로 단순화 되면서 맛과 향에서 유사

한 제품이 만들어 지는 경향이 있다. 과학적으로 분리된 미생물을 사용하는 경우 술 제조에 안정성은 있으나, 다양한 균을 가진 누룩으로 양조된 전통주의 풍부한 향미와 맛을 재현시키지는 못 하는 문제도 있다(Lee 등, 1984).

누룩에 관한 연구로는 주로 전통 누룩에 유래하는 유용 곰팡이 및 효모의 분리와 동정에 관한 연구(Jo, 1997)와 각종 균주를 적용한 개량누룩과 전통누룩을 이용한 양조주의 품질 및 이화학적 특성에 관한 연구가 수행되었다(Park and Lee, 2002, Jung 등, 2006). 하지만 우리나라의 고문헌에 기록된 누룩은 쌀, 녹두, 보리 등의 다양한 곡물을 이용한 누룩이 있다. 현재 전통주 양조장의 90% 이상은 밀 누룩만을 사용해 제품 개발에 단조로움이 있다. 고문헌 속 언급된 잡곡을 이용해 기존에 없던 새로운 누룩 개발을 통한 고품질 발효주 개발로 농산물 소비 확대가 필요하다. 특히, 경기도 인삼은 전국 4위로 3,090톤을 생산(20)하고 있지만 최근 과잉 공급과 수요 급감으로 가격 하락과 함께 재고가 쌓이고 있다. 하지만, 인삼을 이용한 가공제품은 농축액이나 분말로 제품이 다양하지 않다. 이러한 인삼의 소비 활성화를 위해서 최근 젊은 층으로부터 소비가 증가되고 있는 전통주의 개발이 필요해 보인다.

본 연구에서는 점차 확일화 되어가는 누룩의 다양화를 위해 여러 가지 곡물원료(멥쌀, 녹두, 통밀 등)를 이용한 누룩의 제조방법을 연구하고 이를 이용하여 만든 약주에 인삼을 첨가하여 기호성이 향상된 인삼 약주 개발 실험을 진행 하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 잡곡 누룩 제조를 위해 경기미와 잡곡(녹두, 통밀 등)을 이용한 누룩 제조와 발효 최적 조건을 구명하고 이를 바탕으로 인삼을 첨가한 인삼 약주의 발효 조건 확립하는 시험을 수행하였다.

가. 시험재료

본 실험에 사용한 원료미는 농업기술원에서 2022년 생산한 참드림을 사용하였으며 녹두와 통밀은 시중에서 판매되는 제품을 구입해서 사용하였다. 정제효소는 데코자임 제품(glucoamylase 92%, α -amylase 8%, sp 30,000, Doyoung, Korea)을 구입하여 사용하였다. 효모는 *Saccharomyces cerevisiae*(Laparisienne, Netherlands)를 사용하였으며 일반 분석용 시약은 특급을 사용하였다. 대조구로 사용한 누룩(Jinju nuruk, sp 300, Jinju-city, Korea)은 시중 제품을 구입하여 사용하였다.

나. 잡곡 누룩 제조

잡곡 누룩 제조를 위해 일반적인 누룩 제조법을 변형해서 제조하였다. 먼저 백미 500g을 물로 씻은 후 3시간이상 물에 침지한 후 쌀을 건져내어서 1시간 이상 물빼기를 한다. 녹두는 껍질을 벗긴 녹두 200g을 2시간이상 물에 침지한 후 건져내어서 1시간 이상 물빼기를 한다. 이후 찜기에 올린 후 증기가 나오고 20분 정도 찐다. 쌀과 녹두 모두 툄밀에 분쇄한다. 툄밀 200g은 툄밀에 분쇄하여 준비하고 잡곡을 모두 혼합 후 300mL의 물을 골고루 뿌려준 후 중간체를 이용해서 덩어리를 풀어준다. 비닐을 덮어 30분 수분 평형을 맞춰준 후 누룩틀에 넣고 모양을 만든 후 종이 박스에 별짚을 깔고 잡곡 누룩을 붙지 않게 배치한다. 30℃ 배양기에서 14일간 하루에 한번씩 뒤집어 주면서 누룩을 발효한다. 발효가 끝나면 누룩 표면의 곰팡이를 제거 한 후 법제를 한 다음 사용을 하였다.

다. 술 제조

약주 제조는 전통주 담금법을 일부 변형시켜 다음과 같이 실시하였다(Kwon et al., 2010). 먼저 1단(밀술) 제조는 쌀(백미) 1kg을 세척 한 후 2-3 시간 침지 하였다. 침지한 쌀을 1시간 동안 물 빼기를 한 후 증자하였으며 이후 상온에 두어 냉각시켰다. 이렇게 냉각된 쌀을 항아리에 옮긴 후 잡곡누룩 150g, 물 2200mL를 혼합한 후 25℃에서 2일 동안 발효 시켰다. 2단 담금은 먼저 만들어진 밀술 담금 용기에 찹쌀 1.5kg를 증자 후 상온이 될 때까지 식혀 첨가한 후 25℃에서 15일 동안 발효 시켰다. 발효가 완료된 술덧은 원심분리(7,000 rpm, 4℃, 30분)한 다음 상층액을 여과(No. 2)하여 약주로 제조하였다.

라. 주류 분석 및 기호도 조사

술덧의 물리화학적 성질에서 에탄올 함량은 원심분리한 각각의 발효액을 수증기 증류한 다음 디지털 밀도계(DMA 4500M, Anton PaargmbH, graz, Austria)로 측정하였다. pH는 pH meter(781pH/Ion meter, Metrohm, Herisau, Switzerland)로 측정하였으며 총산은 시료 10mL에 naphthalene 2-3방울을 가하여 0.1 N NaOH 용액으로 담녹색이 나타날 때까지 중화 적정하여 그때까지 소비된 NaOH의 양을 succinic acid로 환산하여 표시하였다(Textbook of alcoholic beverage-making, 2008). 가용성 고형분은 알코올을 측정하기 위하여 증류한 뒤 증류되지 않고 남아 있는 약 20mL의 시료에 3차 증류수를 첨가하여 100mL로 정용하여 디지털 굴절계(RX-5000α, ATAGO, Minato-ku, Tokyo, Japan)로 측정하였다. 환원당 함량은 DNS(3,5-dinitrosalicylic acid)가 환원되어 생성된 3-amino-5-nitrosalicylic acid의 흡광도를 UV/VIS spectrophotometer HP 8453(Hewlett Packard, Palo-alto, CA, USA)으로 550nm에서 측정하였다(Lee 등, 2009). 관능평가는 훈련된 관능요원 10명을 대상으로 제품의 품질특성에 영향을 미치는 외

관, 향미, 맛 그리고 전체적 기호도를 9점 척도법으로 측정하였고, 매우 좋음(9점)에서 매우 나쁨(1점)까지 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록하였다.

마. 효소 활성 시험

효소활성은 효소활성 kit(α -amylase, glucoglucosidase, cellulase 등 분석키트)를 이용하여 제조사에서 제공한 아래의 방법대로 진행하였다. 모든 분석에서 누룩 추출액은 누룩 1g을 버퍼(pH 6.5) 50mL에 넣고 약 15분간 흔들어 준다. 누룩 추출물은 Whatman No. 1 필터를 통해 여과한 후 용액 1.0mL에 완충액 9.0mL에 추가하여 누룩 추출물을 만든다. α -amylase 분석은 amylase 0.2mL과 누룩 추출물을 40℃에서 5분 동안 미리 예열 하고 두 개를 혼합한다. 40℃에서 10분 동안 반응 후 반응정지액 3.0mL를 넣어 준다. 증류수에 대한 400nm에서 용액과 반응 블랭크의 흡광도를 측정해 계산식에 의해 계산한다.

$$\Delta E_{400} = \text{Absorbance (reaction)} - \text{Absorbance (blank)}$$

glucoglucosidase 활성은 기질 p-Nitrophenyl- β -maltoside을 이용해서 측정했다. 누룩 추출물 0.2mL에 기질 용액 0.2mL을 추가한다. 잘 섞고 40℃에서 10분 동안 반응 후 2% Tris base buffer(pH 8.5) 3.0mL를 첨가하여 반응을 종결하고 발색된 값을 측정 후 계산식에 의해 계산한다.

$$\text{Activity (U/mL)} = \frac{\Delta A_{400}}{10} \times \frac{3.4}{0.2} \times \frac{1}{18.1} \times \text{Dilution}$$

cellulase 효소 활성은 azo-barleyglucan 기질을 이용하여 분석하였다. 분석은 Azo-Barleyglucan 기질 용액 0.5mL를 30℃에서 5분 동안 반응한 후 누룩 추출물 0.5mL 첨가 후 vortexing 해준다. 혼합한 반응액을 30℃에서 10분 동안 반응시키고 precipitant 용액 A 3.0mL를 추가하고 실온에서 5분 동안 방치한 다음 1,000g에서 10분간 원심분리하여 상층액을 흡광도 590nm에서 측정하였다.

$$\text{U/Kg} = 574 \times \text{Absorbance} + 2.5$$

바. 유기산, 유리당, 향기성분 분석

유기산과 유리당은 Agilent(1100 series, USA)사의 pump, 20 μ L의 loop를 가진 autoinjector를 이용하였으며, 유기산은 column으로는 ZORBAX SB-Aq(4.6mm $\times$ 150mm $\times$ 5 μ m film thickness: Agilent J & W Scientific, Folsom, USA)를 사용하였으며 detection wave-length/window 210/8nm를 사용하여 분석하였다. 용매는 20mm aqueous phosphate

buffer(pH 2.0, acetonitrile=99/1(v/v))을 flow rate 1.0mL/min사용했다. 유리당은 prevail carbohydrate ES 5 μ 컬럼(250 $\times$ 4.6mm, USA)과 이동상으로는 75% acetonitrile을 이용, 30 $^{\circ}$ C에서 1.0mL/min의 유속으로 분리시킨 후 RI detector를 사용하여 분석하였다. 휘발성 향기성분은 시료 20mL을 50mL 유리 vial에 담아 알루미늄 캡을 이용하여 capping 후 SPME(solid phase microextraction) 방법을 이용하여 분석하였다. 휘발성 화합물 동정은 mass spectra와 aroma properties를 비교하여 확인하였다(Kim 등, 2010).

3. 결과 및 고찰

가. 잡곡 누룩 시험

누룩 제조에 있어 좋은 누룩을 확인하는 방법으로 누룩에서 생성된 다양한 효소들의 활성을 측정하는 방법이 있다. 효소 활성을 통해 전분을 당으로 단백질을 아미노산으로 분해함으로써 효모의 알코올 및 향미 생산의 원료를 제공해 주기 때문이다. 이러한 잡곡의 누룩 효소 활성 분석 결과는 표 1과 같다. 먼저 잡곡 누룩 제조를 위해 잡곡별 누룩의 효소활성을 살펴본 결과 전분 1g에 효소 1g이 작용하여 포도당으로 변화시킬 수 있는 능력의 세기를 표시 한 당화력(sp)은 쌀+녹두 60% 누룩이 높았으며 다음은 쌀+밀쌀 60% 누룩이 높았다. 전체적으로 쌀외에 다른 잡곡이 함유량에 따라 역가의 차이가 있었다. 반면, 시판 누룩에 비해서는 역가가 낮았으며 고(2000)의 고소리 술 제조를 위한 밀가루와 보리를 이용한 누룩 역가인 280.9 sp 보다는 높았다. 다음으로 단백질 분해력(protease)은 쌀+보리 누룩이 보리 15% 첨가시 가장 높았으며 쌀에 밀쌀 70%를 첨가시에 가장 낮았다. α -amylase 활성과 amyloglucosidase 활성은 쌀+녹두 누룩이 첨가량에 관계없이 대조구인 시판 누룩에 비해 높았다.

표 1. 잡곡별 누룩 제조시 효소 활성

누룩 종류	첨가량 (%)	당화력 (sp)	protease (unit/g)	α -amylase (unit/g)	β -amylase (units/g)	amyloglucosidase (unit/g)
대조구 (시판누룩)		389.97 $\pm$ 2.77	0.1048 $\pm$ 0.0023	250.2 $\pm$ 1.4	20.29 $\pm$ 0.08	1.27 $\pm$ 0.30
쌀+녹두	70	343.24 $\pm$ 0.49 ^c	0.0667 $\pm$ 0.0054 ^c	506.1 $\pm$ 0.9 ^c	1.09 $\pm$ 0.01 ^a	4.06 $\pm$ 0.01 ^b
	60	371.45 $\pm$ 0.79 ^a	0.1079 $\pm$ 0.0041 ^b	660.0 $\pm$ 1.6 ^b	0.91 $\pm$ 0.02 ^b	3.91 $\pm$ 0.03 ^c
	50	356.91 $\pm$ 0.66 ^b	0.1397 $\pm$ 0.0008 ^a	755.9 $\pm$ 1.4 ^a	0.64 $\pm$ 0.01 ^c	5.21 $\pm$ 0.09 ^a
쌀+밀쌀	70	242.72 $\pm$ 5.92 ^b	0.0433 $\pm$ 0.0026 ^c	113.5 $\pm$ 0.6 ^c	4.76 $\pm$ 0.03 ^c	4.86 $\pm$ 0.06 ^a
	60	295.24 $\pm$ 2.11 ^a	0.1044 $\pm$ 0.0021 ^b	148.9 $\pm$ 0.6 ^b	6.25 $\pm$ 0.03 ^b	1.02 $\pm$ 0.07 ^c
	50	238.23 $\pm$ 2.61 ^c	0.2312 $\pm$ 0.0031 ^a	199.6 $\pm$ 1.5 ^a	8.38 $\pm$ 0.06 ^a	2.06 $\pm$ 0.13 ^b
쌀+통밀	70	215.48 $\pm$ 1.99 ^b	0.1165 $\pm$ 0.0012 ^a	213.7 $\pm$ 0.4 ^a	6.45 $\pm$ 0.03 ^b	2.58 $\pm$ 0.05 ^a
	60	270.99 $\pm$ 2.23 ^a	0.1026 $\pm$ 0.0041 ^b	233.3 $\pm$ 0.3 ^c	7.72 $\pm$ 0.02 ^a	2.28 $\pm$ 0.04 ^b
	50	107.74 $\pm$ 3.00 ^c	0.1061 $\pm$ 0.0033 ^b	239.6 $\pm$ 0.1 ^b	3.29 $\pm$ 0.02 ^c	1.40 $\pm$ 0.17 ^c
쌀+보리	10	11.36 $\pm$ 0.04 ^c	0.1144 $\pm$ 0.0018 ^c	30.4 $\pm$ 0.1 ^b	0.04 $\pm$ 0.00 ^c	0.44 $\pm$ 0.01 ^c
	15	20.65 $\pm$ 0.19 ^b	0.3338 $\pm$ 0.0022 ^a	58.5 $\pm$ 0.3 ^a	0.16 $\pm$ 0.03 ^b	0.98 $\pm$ 0.11 ^b
	20	170.34 $\pm$ 0.47 ^a	0.1894 $\pm$ 0.0049 ^b	31.1 $\pm$ 0.4 ^b	0.70 $\pm$ 0.02 ^a	1.70 $\pm$ 0.13 ^a

다음으로 쌀 50% 사용을 기준으로 다양한 잡곡을 혼합했을때의 누룩 역가를 확인하였다. 그 결과는 표 2와 같다. 혼합 잡곡 누룩의 당화력(sp)은 쌀50+녹두10+통밀40%, 쌀50+녹두10+밀쌀40%, 쌀50+녹두20+밀쌀30%가 611.97, 578.55, 565.24 sp로 대조구인 통밀을 이용해 만든 시판 누룩의 362.54 sp 보다 높았다. 이것은 다양한 곡물을 통해 곰팡이의 생육이 좋았으며 그로인해 다양한 효소의 생성이 많이 된 것으로 생각된다. 다음으로 단백질 분해력은 쌀50+녹두30+통밀20% 누룩이 α -amylase 활성은 쌀50+녹두20+통밀30%, amyloglucosidase 활성은 쌀50+녹두10+통밀40% 누룩이 높았다. 누룩마다 효소 활성이 다른 것은 누룩 제조시 잡곡에 함량에 의해 누룩 발효시 발효온도와 수분 함유량이 달라지면서 곰팡이의 생육이 다르기에 생성되는 효소의 양이 달라 효소의 활성도 달라진 것으로 생각된다. 이것은 백 등(2012)의 「곰팡이 균종을 달리하여 제조한 혼합 곡류 누룩의 품질특성각각의 효소 활성」 실험에서의 당화효소 생산의 차이가 배양환경이 증자한 쌀과 다양한 혼용 곡물로 기본적인 조성의 차이로

표 2. 혼합 잡곡 누룩 효소활성

잡곡 첨가량 (%)		당화력 (sp)	protease (unit/g)	α -amylase (unit/g)	β -amylase (units/g)	amylogluco- sidase (unit/g)	미생물	
							효모 ($\times 10^5$)	곰팡이 ($\times 10^5$)
대조구 (시판누룩)		362.54 $\pm$ 3.31	0.1047 $\pm$ 0.0250	301.8 $\pm$ 0.2	20.45 $\pm$ 0.04	1.63 $\pm$ 0.30	-	-
쌀 50%	녹두 30 밀쌀 20	183.64 $\pm$ 0.53 ^c	0.1097 $\pm$ 0.0071 ^a	358.6 $\pm$ 1.0 ^a	1.44 $\pm$ 0.02 ^c	2.15 $\pm$ 0.08 ^c	3.0 $\pm$ 1.0 ^b	129.0 $\pm$ 3.6 ^b
	20 30	435.36 $\pm$ 1.81 ^b	0.0713 $\pm$ 0.0102 ^c	338.7 $\pm$ 0.8 ^c	2.59 $\pm$ 0.05 ^b	5.28 $\pm$ 0.09 ^a	6.0 $\pm$ 2.0 ^{ab}	130.3 $\pm$ 4.9 ^{ab}
	10 40	578.55 $\pm$ 3.32 ^a	0.0833 $\pm$ 0.0024 ^b	354.2 $\pm$ 0.7 ^b	8.39 $\pm$ 0.06 ^a	4.06 $\pm$ 0.14 ^b	9.0 $\pm$ 2.6 ^c	136.7 $\pm$ 2.5 ^a
	녹두 30 통밀 20	431.46 $\pm$ 2.28 ^c	0.1106 $\pm$ 0.0035 ^a	365.0 $\pm$ 1.1 ^b	3.50 $\pm$ 0.05 ^c	3.09 $\pm$ 0.17 ^c	2.6 $\pm$ 0.5 ^c	118.3 $\pm$ 2.5 ^a
	20 30	565.24 $\pm$ 5.38 ^b	0.0103 $\pm$ 0.0048 ^c	380.1 $\pm$ 0.3 ^a	4.51 $\pm$ 0.03 ^b	6.64 $\pm$ 0.08 ^b	4.5 $\pm$ 1.0 ^b	26.67 $\pm$ 6.5 ^c
	10 40	611.97 $\pm$ 1.03 ^a	0.0659 $\pm$ 0.0071 ^b	337.2 $\pm$ 0.4 ^c	7.13 $\pm$ 0.01 ^a	7.80 $\pm$ 0.35 ^a	6.5 $\pm$ 0.5 ^a	95.67 $\pm$ 4.7 ^b
	녹두 30 보리 20	393.86 $\pm$ 1.62 ^a	0.0671 $\pm$ 0.0042 ^a	127.0 $\pm$ 0.7 ^a	1.19 $\pm$ 0.06 ^a	2.55 $\pm$ 0.08 ^a	9.7 $\pm$ 1.5 ^c	141.0 $\pm$ 3.6 ^a
	20 30	287.52 $\pm$ 1.29 ^b	0.0142 $\pm$ 0.0067 ^b	111.9 $\pm$ 0.1 ^a	0.79 $\pm$ 0.03 ^b	0.95 $\pm$ 0.18 ^b	15.0 $\pm$ 1.6 ^b	18.7 $\pm$ 4.0 ^c
	10 40	132.06 $\pm$ 0.83 ^c	0.0040 $\pm$ 0.0023 ^c	116.7 $\pm$ 0.1 ^b	0.23 $\pm$ 0.01 ^c	0.86 $\pm$ 0.23 ^b	18.0 $\pm$ 2.0 ^a	38.3 $\pm$ 7.6 ^b

인한 것이라는 것과 비슷한 결과 였다. 미생물 조성에서는 쌀+녹두+보리로 제조한 누룩 전반에서 효모수가 많았으며 특히, 녹두의 함량이 줄어들고 다른 잡곡의 함량이 높아질수록 효모의 수는 증가 하였다. 일반적으로 녹두는 전통 누룩 제조에 있어 향과 맛이 좋기에 향온곡 또는 백수환동곡을 만들 때 사용된다. 하지만 향균 효과로 누룩에 잡균을 잡아주는 효과가 있기에 녹두의 첨가량이 줄어들수록 효모의 수가 증가하는 것으로 생각된다.

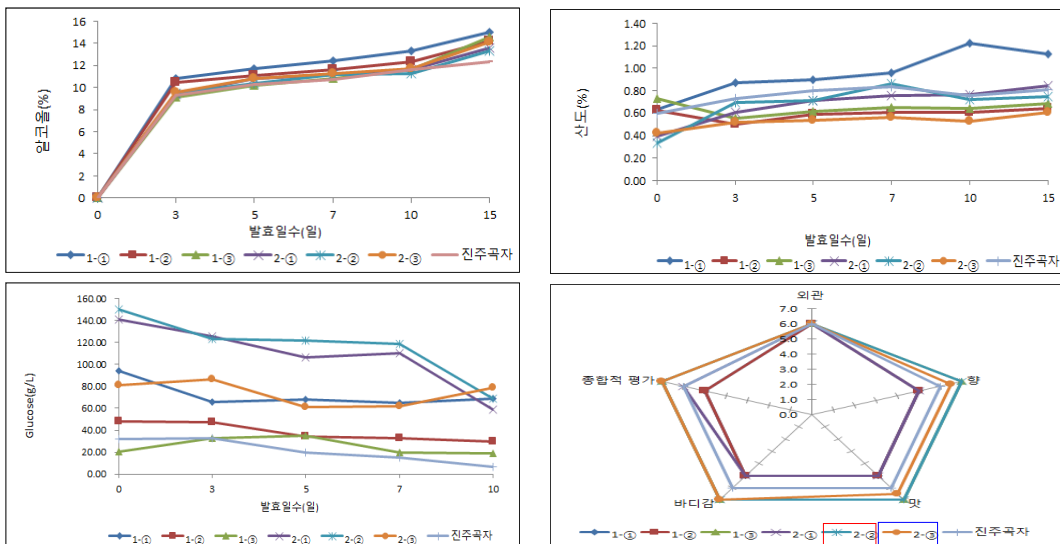
누룩의 조성에서 수분의 함유량은 누룩제조시의 발열 온도 및 습도에 영향을 주어 곰팡이의 생육 조건이 변화하기에 결과적으로 균총의 변화를 줄 수 있다(류인수, 2014). 본 시험에서는 잡곡 누룩의 수분 함유량에 따른 누룩 품질 및 역가를 확인하였으며 그 결과는 표 3와 같다. 수분 첨가량별 혼합 잡곡 누룩의 당화력은 쌀50+녹두20+통밀30% 첨가 누룩 중 30% 수분 첨가량에서 높았으며 단백질 분해효소 활성도 전체적으로 높았다. 이것은 일반적인 누룩의 경우 수분 함유량이 30~40% 내외일 때 좋은 누룩을 만들기 좋기에 이 조건에서 곰팡이의 성장에 필요한 수분활성도가 생겨나는 것으로 생각된다. 다만, 쌀50+녹두20+밀쌀30% 중에서는 amyloglucosidase 경우에만 효소 활성이 높았다.

표 3. 혼합 잡곡별 수분 누룩 효소활성

잡곡 함유량 (%)	수분 첨가량 (%)	당화력 (sp)	protease (unit/g)	α-amylase (unit/g)	β-amylase (units/g)	amylogluco- sidase (unit/g)	미생물	
							효모 (×10 ⁵)	곰팡이 (×10 ⁵)
대조구 (진주곡자)		352.34±4.06	0.1690±0.0040	211.9±1.2	16.39±0.16	2.48±0.37		
쌀50 녹두20 밀쌀30	25	317.48±0.65 ^c	0.1478±0.0101 ^c	117.1±0.2 ^c	14.62±0.04 ^a	6.43±0.06 ^b	13.3±3.0 ^a	98.0±6.0 ^b
	30	325.15±3.24 ^b	0.1834±0.0104 ^b	134.6±0.2 ^b	13.79±0.04 ^b	7.45±0.08 ^a	6.5±1.3 ^b	97.67±3.5 ^b
	35	392.92±1.84 ^a	0.1906±0.0056 ^a	213.2±0.2 ^a	12.87±0.01 ^c	5.87±0.13 ^c	4.2±1.2 ^c	145.33±6.1 ^a
쌀50 녹두20 통밀30	20	415.95±0.84 ^c	0.1841±0.0069 ^c	114.9±1.0 ^c	13.64±0.05 ^c	3.94±0.08 ^b	10.2±1.5 ^a	100.3±4.0 ^b
	25	469.03±2.50 ^b	0.1979±0.0103 ^b	221.0±0.3 ^b	15.28±0.05 ^b	3.37±0.02 ^c	7.5±1.2 ^b	130.7±7.8 ^a
	30	478.39±2.67 ^a	0.2154±0.0109 ^a	250.5±1.6 ^a	16.35±0.02 ^a	6.79±0.13 ^a	5.2±0.6 ^c	132.3±4.7 ^a

미생물 조성에서는 쌀+녹두+밀쌀과 쌀+녹두+통밀 모두 수분이 증가할수록 효모수가 적어졌다. 이것은 수분이 높을수록 누룩 발효시에 품온이 35~40℃로 유지되는 기간이 길어지면서 효모의 생육에 영향을 주어 효모의 수가 줄어들것으로 생각된다. 반대로 곰팡이의 경우 온도가 높은 상태에서 생육이 가능하기에 수분이 많을수록 포자 생성이 활발해 지면서 곰팡이의 포자수가 증가된 것으로 생각된다.

생산된 수분별 잡곡누룩을 이용 약주 제조를 진행하였으며 그 결과는 그림 1과 같다. 잡곡 누룩의 경우 통밀이 포함된 잡곡 누룩이 밀쌀이 포함된 잡곡누룩에 비해 발효 기간 및 최종 발효에서 1~2% 정도 알코올이 낮게 나왔다. 이것은 밀쌀이 통밀을 도정한 형태로 같은 무게대비 전분에 대한 함량이 높기때문으로 생각된다. 산도는 수분함량이 낮은 잡곡 누룩 사용시 산도가 높았으며 환원당은 통밀을 이용한 잡곡 누룩에서 밀쌀을 이용한 잡곡 누룩에 비해 환원당이 높았다. 이것은 알코올 생산량과 반대가 되는 결과로 알코올 생성을 적게한 통밀 잡곡 누룩에서 당분의 소비가 적어서 환원당이 높게 나온 것으로 생각된다. 관능에서는 쌀50+녹두20+통밀30%의 수분 25%, 30%가 향, 맛, 종합적 평가에서 높은 점수를 얻었다. 이 두 개의 누룩이 산도는 낮고 환원당이 높은 것으로 분석되었다.



- 쌀50+녹두20+밀쌀30 1-①: 수분 25% 1-②: 수분 30% 1-③: 수분 35%
- 쌀50+녹두20+통밀30 2-①: 수분 20% 2-②: 수분 25% 2-③: 수분 30%

그림 1. 수분 첨가량별 혼합 잡곡 누룩 이용 약주 발효

나. 잡곡 누룩 이용 인삼 약주 발효 시험

선발된 잡곡 누룩(쌀50+녹두20+통밀30%)을 이용한 최적 발효 시험을 위해 먼저 잡곡 누룩 첨가량 시험을 진행 하였으며 그 결과는 그림 2와 같다. 잡곡누룩 첨가 약주의 알코올 생성은 전체적으로 진주곡자 첨가 약주의 알코올 생성보다 높았으며 잡곡누룩 첨가량이 많아질수록 알코올 생성량이 증가되었다. 이와같이 진주곡자는 통밀을 분쇄해 밀과 밀기울로 만든 누룩으로 전분의 양이 많지 않은 대신 잡곡 누룩의 경우 쌀과 녹두 등 전분이 많이 함유 되어 있기 때문에 전분을 당으로 분해 할 수 있는 원료가 많기에 알코올 생성이 높은 것으로 생각된다. 반대로 산도는 잡곡 누룩으로 만든 술이 낮았고 통밀로 만든 진주곡자의 경우 산도가 높게 생산되었다. 이것은 통밀로 만든 누룩이 잡곡으로 만든 누룩보다 일반 미생물이 더 많기에 그로 인해 초기 젖산균에 의한 산 생성이 많았던 것으로 생각된다(data not shown). 환원당의 경우 알코올이 높게 생성된 잡곡누룩 7.5%의 경우에 가장 낮은 환원당이 분석 되었으며 나머지 결과들도 알코올 생성량이 높을수록 환원당이 낮았고 알코올 생성량 낮으면 환원당이 높은 결과를 나타내었다. 관능에서는 잡곡누룩 7.5%가 맛, 종합적 평가에서 좋은 관능 점수를 나타내었다.

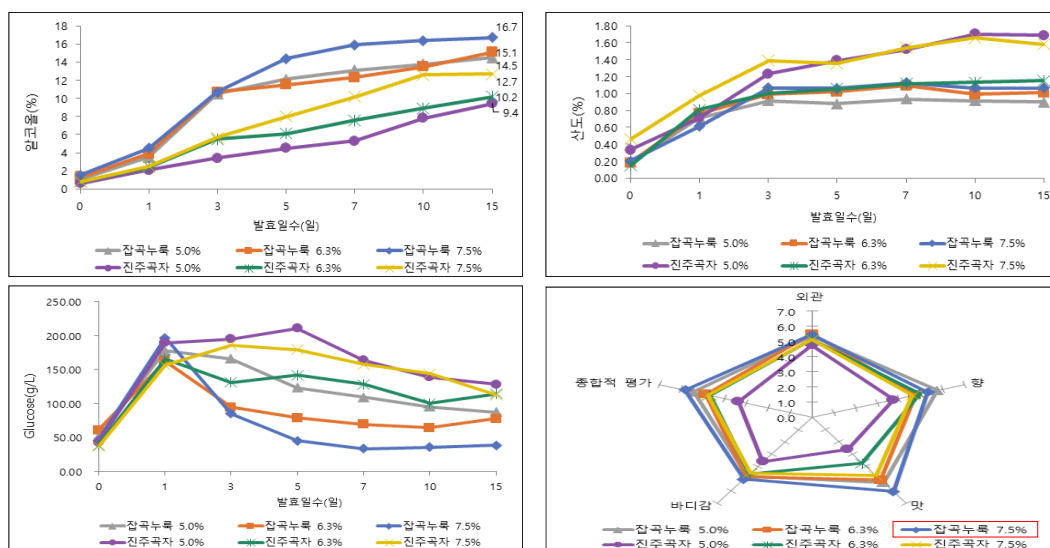


그림 2. 잡곡 누룩 첨가량별 발효 특성

잡곡 누룩 첨가량별 발효 기간에 따른 유기산 변화를 살펴본 것은 표 4와 같다. 술덧에 포함된 유기산은 대부분 효모의 증식과 발효로 생성된다. 정상적으로 발효된 술덧에는 석신산(succinic acid), 사과산(malic acid), 젖산(lactic acid)이 전체의 약 80%

를 차지하고 그 밖에 구연산, 피루브산, 초산 등이 있다고 알려져 있다(김 등, 2012). 본 실험에서는 발효 초기 총 유기산 함량은 잡곡 누룩이 조금 더 높았으나 그 차이가 크지는 않았으며 발효 15일에는 진주 곡자 첨가 약주의 유기산들이 잡곡누룩보다 높았다. 모든 처리구에서 발효 0일에 비해 15일에 유기산이 많이 생성되었다. 이것은 효모가 발효 중에 유기산을 생성함으로써 정상적인 술덧에서 산도가 0.5~1.0%에서 1.5~2.0% 정도 증가하여 발효 말기 술덧은 대체로 2.0~2.8%의 산도를 가진다는 김 등 (2012)의 연구 내용과 유사하였다.

표 4. 잡곡 누룩 첨가량별 발효 기간에 따른 유기산 변화

(단위: ppm)

	발효 일수 (일)	첨가량 (%)	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Total acid
잡곡 누룩	0	5.0	-	-	-	3461.29 ±46.72 ^a	2202.98 ±26.52 ^a	5664.27
		6.3	-	-	-	3005.08 ±62.66 ^c	1174.89 ±17.80 ^b	4179.97
		7.5	306.54 ±3.62	-	-	3136.36 ±4.01 ^b	1018.02 ±57.77 ^c	4460.92
	15	5.0	211.27 ±4.95 ^b	-	2509.13 ±44.78 ^a	7189.18 ±89.86 ^c	1564.28 ±46.02 ^c	11473.86
		6.3	344.70 ±7.86 ^a	72.21 ±1.07	2101.37 ±142.42 ^b	9685.01 ±19.89 ^a	1700.05 ±10.72 ^b	13903.34
		7.5	179.20 ±4.01 ^c	-	-	8176.62 ±78.64 ^b	4771.21 ±95.12 ^a	13127.03
진주 곡자	0	5.0	-	-	-	4208.96 ±20.56 ^a	1061.26 ±42.63 ^b	5270.22
		6.3	-	-	-	3924.04 ±48.54 ^b	925.36 ±23.61 ^c	4849.40
		7.5	-	-	89.67 ±2.56	2630.08 ±5.60 ^c	1101.76 ±0.61 ^a	3821.51
	15	5.0	-	-	-	12454.53 ±165.92 ^b	585.18 ±12.35 ^c	13039.71
		6.3	-	-	-	15224.84 ±190.76 ^a	1108.77 ±0.67 ^b	16333.61
		7.5	-	-	-	15320.80 ±198.46 ^a	1569.21 ±81.92 ^a	16890.01

잡곡 누룩의 급수량에 따른 시험을 진행 하였으며 그 결과는 그림 3과 같다. 급수량에 따른 알코올의 생성은 잡곡누룩의 경우 초기 발효 속도가 빨랐으며 알코올 생성량이 높았다. 또한, 전체적으로 급수량이 많아질수록 알코올도 많이 생성되었다. 이것은 일반적인 알코올 발효의 경우 원료대비 150% 정도인데 반해 본 실험에서는 전통적인 제조법에 맞춰 급수량이 적은 100~120%로 진행을 하면서 급수량이 상대적으로 적었기에 누룩 효소에 의한 전분 당화시 물 용량이 적어 당도가 높게 생성되어 효모의 생육 및 알코올 생성에 영향을 미쳐 적은 알코올을 생산 했을것으로 생각된

다. 또한, 잡곡누룩의 경우 초기에 산도가 급격히 상승하였으며 발효 5일 이후에는 산도의 큰 변화는 없었으며 급수량이 높아질수록 산도가 높았다. 관능에서는 잡곡누룩의 급수량이 110%일때 향, 바디감, 종합적 평가에서 높은 평가 점수를 확인할 수 있다.

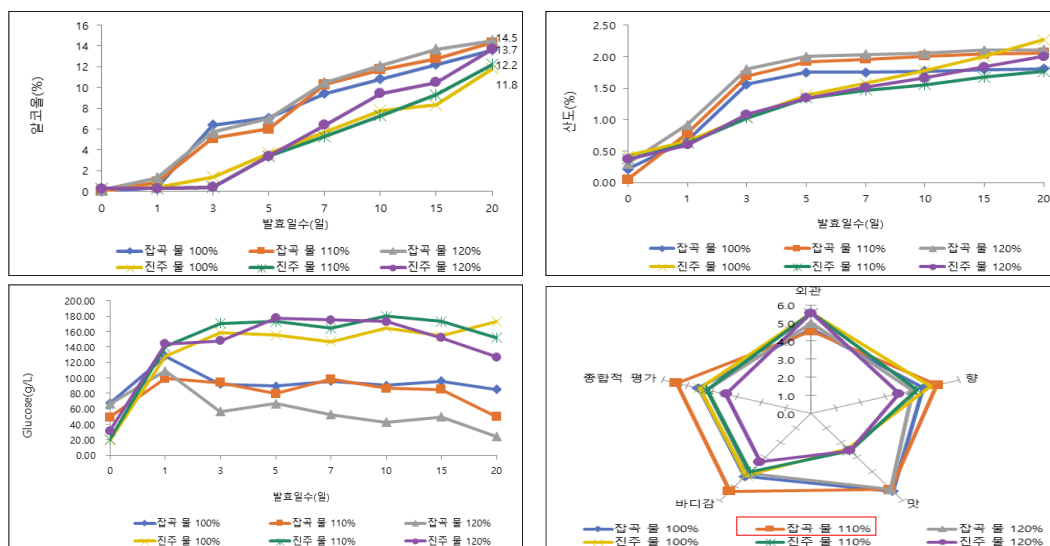


그림 3. 급수량별 발효 특성

전통주는 멥쌀이외에도 찰쌀, 보리, 조 등 다양한 원료를 재료로 술을 만들었기에 본 실험에서도 잡곡 누룩에 어울리는 원료를 확인 하기위한 실험을 진행하였다. 원료별 발효 특성 시험결과는 그림 4와 같다. 멥쌀 100%, 멥쌀50%+찰쌀50%이 알코올이 높았으며, 보리 50%나 조 50%는 알코올이 낮았다. 이것은 멥쌀이나 찰쌀의 탄수화물은 78.5g, 78.17/100g 인데 반해 보리, 조는 75.04g, 71.7/100g으로 당으로 분해될 수 있는 탄수화물의 함양 차이에 의한 것으로 생각된다. 반면, 산도의 차이는 크지 않았으며 glucose는 멥쌀, 찰쌀이 초기 발효때 빠르게 분해되었다. 이것은 보리나 조는 식이섬유가 많거나 외피가 단단해서 효소의 침투가 용이하지 않기 때문에 분해가 늦은 것으로 생각된다. 관능에서는 멥쌀50%+찰쌀50%이 향, 바디감, 종합적 평가에서 다른 잡곡 첨가 약주에 비해 관능 결과가 좋았다.

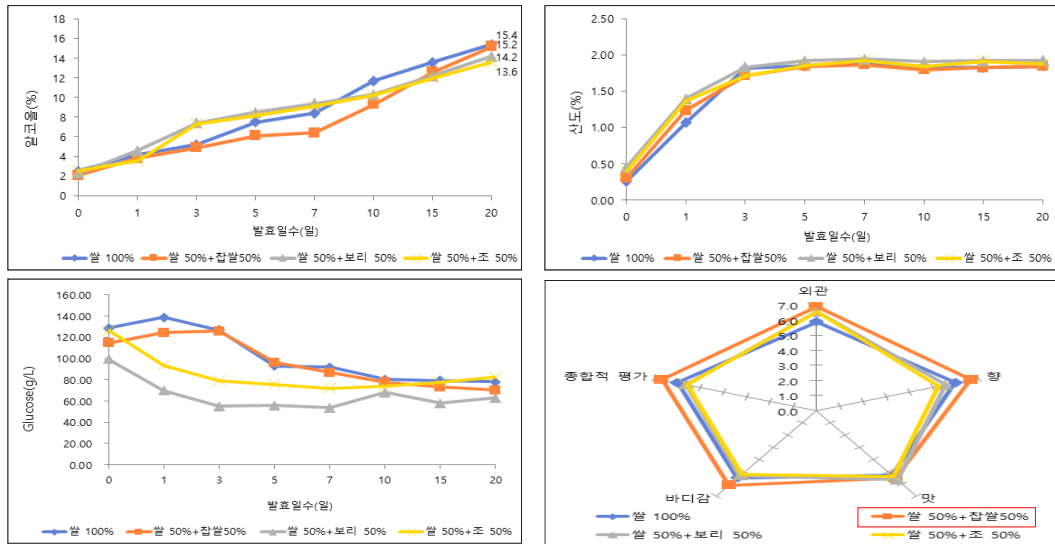


그림 4. 원료별 발효 특성

한편, 인삼은 최근들어 소비가 감소하고 있어서 다양한 가공제품의 개발이 필요하다. 이중 인삼을 이용한 술들은 과거에 있었지만 잡곡누룩을 이용한 인삼 술은 연구가 없었다. 본 시험에서는 다양한 제품 개발을 위해 잡곡누룩에 인삼과 다양한 허브류를 첨가하는 실험을 진행하였으며 그 결과는 그림 5와 같다. 인삼의 경우 맛에서는 인삼의 쓴맛이 느껴지고 향에서는 특유의 인삼향과 함께 이취로 흙냄새를 느끼는 경우가 많다. 이러한 기호성으로 인해 젊은 층의 소비가 적기에 인삼의 쓴맛과 흙냄새를 감소시키기위해 다양한 전처리 실험을 하였다. 먼저 인삼의 전처리를 위해 로스팅, 마이크로웨이브, 고온고압 처리 결과 먼저 알코올 생성에서는 로스팅(16.3%)> 마이크로웨이브(16.2%)> 고온고압(15.9%) 처리 순서대로 인삼 첨가 약주의 알코올이 높았으나 차이가 크지 않아 인삼의 전처리에 대한 차이는 아닌 것으로 생각된다. 산도 역시 전처리 간의 차이는 크지 않았으며 glucose는 무첨가 약주의 당이 높았으며 나머지는 비슷했다. 관능에서는 마이크로웨이브> 고온고압> 로스팅 순으로 관능이 좋았으며 전체적으로 무처리를 한 인삼 약주나 무첨가에 비해 관능평이 좋았다. 특히, 인삼의 경우 무첨가 보다 인삼을 첨가함으로 관능이 향상 되는 것을 알수 있었으며 특히 인삼을 전처리 하지 않은 경우 흙 냄새 등의 이취가 있었던 반면 전처리를 했을때에는 특유의 흙 냄새들이 사라지면서 관능에서 좋은 점수를 얻은 것으로 생각된다.

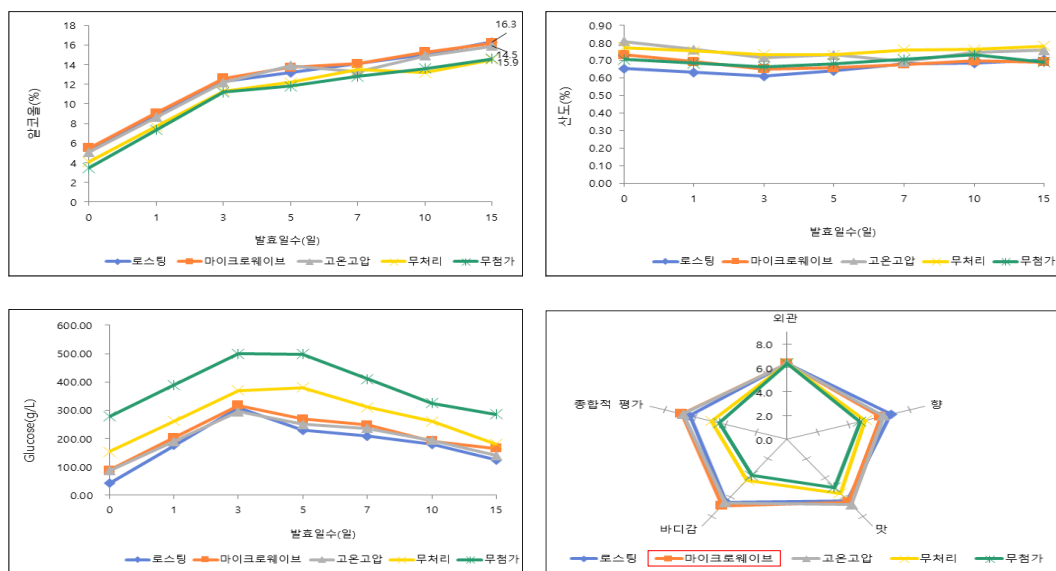


그림 5. 인삼 전처리 방법별 발효 특성

전처리 방법에 따라 인삼의 사포닌이 약주안에 얼마큼 용출 되었는지 확인하기 위해 인삼 약주의 사포닌을 분석한 결과는 표 5와 같다. 전처리 방법에 따라 사포닌의 총합량에는 차이가 있었으며 가장 많은 사포닌 함량은 마이크로웨이브와 고온고압이 비슷한 총사포닌 함량을 보였으며 로스팅의 경우 낮은 총사포닌 함량을 보였다. 이것은 증자를 하는 방식인 마이크로웨이브와 고온고압과는 다르게 로스팅을 하는 과정에서 수분이 빠지면서 조직이 단단해지면서 사포닌의 용출이 잘 안된 것으로 생각된다.

표 5. 인삼 전처리 방법별 사포닌 분석 결과

(단위: ppm)

처리 방법	Rg1	Rc	Rd	Re	Rg2	Rb1	Rf	Rb2	Rg3	Total
로스팅	44.14±0.83 ^d	154.93±0.59 ^c	35.90±0.50 ^d	176.12±0.52 ^b	-	92.24±1.54 ^d	-	52.41±1.79 ^b	-	555.74
마이크로웨이브	172.58±0.71 ^a	456.71±0.54 ^b	45.49±0.30 ^b	558.42±1.23 ^a	-	321.54±1.98 ^a	-	152.21±1.24 ^a	-	1706.95
고온고압	169.38±1.19 ^b	468.52±1.21 ^a	38.47±0.86 ^c	552.11±2.51 ^a	-	301.12±2.15 ^b	-	152.35±1.53 ^a	-	1681.95
무처리	54.30±0.10 ^c	88.78±0.20 ^d	82.64±0.14 ^a	124.21±1.56 ^c	-	102.31±3.12 ^c	-	44.25±0.80 ^c	-	496.49
무첨가	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

인삼 첨가량에 따른 시험을 진행하였으며 그 결과는 그림 6과 같다. 마이크로웨이브를 이용한 인삼을 농도별로 첨가했을 경우 인삼 첨가량이 많을수록 알코올이 낮게 생성되었으며 그로인해 효모의 glucose 소비가 늦게 이루어 졌다. 이것은 인삼을 농도별로 처리했을 때 알코올의 생성이 증가한다는 이(1980)의 실험 결과와 다른 것으로 일반적으로 인삼 첨가시 알코올이 증가하는 이유로 사포닌이 아닌 수용성 저분자량 분획물(1,000 미만)에 의한 것으로 이야기 되고 있다(박과 이, 1993). 반면 인삼의 사포닌의 경우 일정 농도가 넘으면 효모의 생육을 억제하는 실험 결과(성 등, 1980)로 보아 본 시험에서 열을 통한 전처리를 하면서 사포닌 추출이 많이 되어 효모의 생육에 영향을 주어 알코올 생성량이 낮아지고 그로인해 잔당이 높게 생성된 것으로 생각된다. 관능에서는 인삼 2% 첨가시 맛, 바디감, 종합적 기호도가 좋았다.

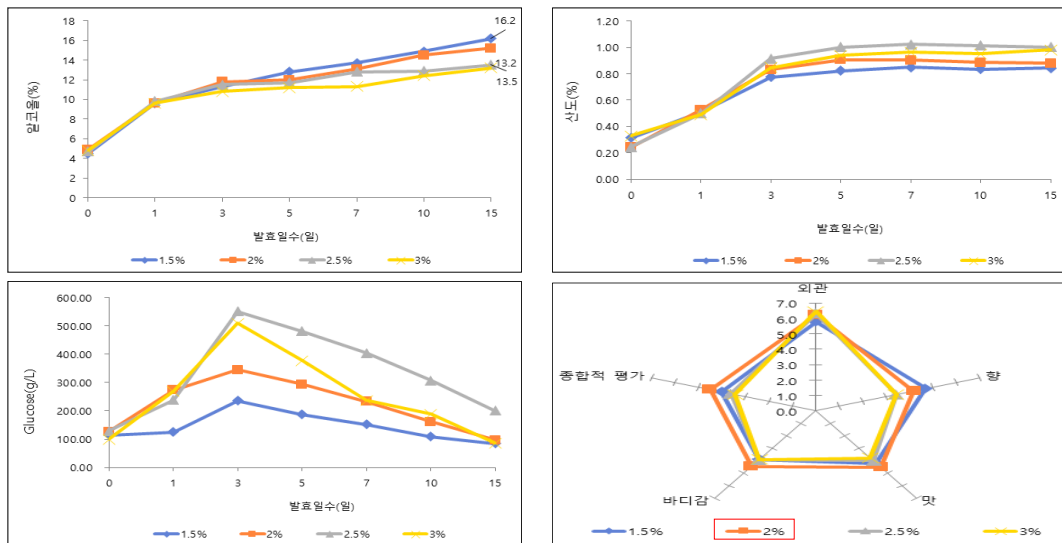


그림 6. 인삼 첨가량별 발효 특성

인삼 약주의 기호성을 향상시키기 위해 인삼에 잘 어울리는 허브 또는 한약재를 첨가한 시험 결과는 그림 7과 같다. 다양한 허브와 한약재를 비교 실험 이후 최종 국화, 진피, 솔잎을 선발했으며 인삼과 같이 발효 5일차에 첨가했다. 알코올에서는 인삼과 같이 허브류를 넣었을 때 알코올 생성량의 차이가 인삼만 첨가했을때와 큰 차이가 없었으며 산도와 glucose의 함량도 큰 차이를 보이지 않았다. 이것은 인삼외에 다른 한약재들이 발효에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 확인시켜주는 결과이다. 관능에서는 인삼+솔잎 첨가 약주의 향, 맛과 종합적 평가가 좋았다.

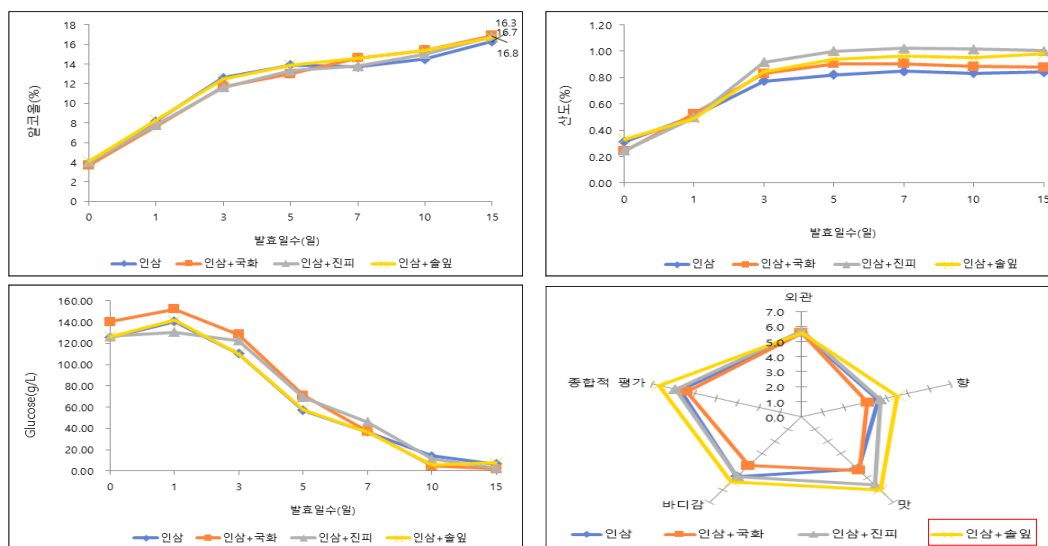


그림 7. 인삼과 허브류 첨가 약주 발효 특성

인삼과 허브류를 첨가한 약주의 당 분석 결과는 표 6과 같다. 발효 0일차에는 밑술에서 만들어진 당들이 대부분 비슷한 구성으로 분석되었다. 이때 인삼+국화의 경우 maltose가 다른 처리구 보다 높았다. 발효 15일에는 glucose가 가장 높은 함량을 보였으며 그중에서도 인삼의 함량이 가장 높았다. 다음으로 maltose에서는 0일차와 동일하게 인삼+국화의 maltose가 다른 허브 첨가 약주에 비해서는 높았으나 그 차이가 크지 않았다.

표 6. 인삼과 허브류 첨가 약주 당 분석

(단위:g/L)

발효일수 (일)	처리구	fructose	glucose	sucrose	maltose
0	인삼	-	251.84±0.49 ^b	-	24.46±0.62 ^b
	인삼+국화	-	252.28±0.33 ^b	-	46.79±2.32 ^a
	인삼+진피	-	257.08±1.40 ^a	-	15.67±0.05 ^c
	인삼+솔잎	-	249.53±0.54 ^c	-	16.12±0.05 ^c
15	인삼	-	125.57±0.12 ^a	-	9.32±0.52 ^b
	인삼+국화	-	114.36±0.04 ^b	-	10.46±0.03 ^a
	인삼+진피	-	115.94±0.18 ^b	-	6.50±0.05 ^c
	인삼+솔잎	-	108.12±0.04 ^c	-	5.60±0.01 ^d

발효 15일에는 젖산, 석신산, 사과산 순으로 유기산이 생성되었으며 이들의 합은 전체 함량의 80%를 넘었다. 다만 이중 인삼+진피를 넣은 약주에서 다른 첨가 약재에 비해 2배 정도 높은 석신산이 생성되었다. 이것은 진피가 가진 산이 술에 추출되면서 다른 술들보다 높은 석신산이 생성된 것으로 생각된다. 또한, 초기 유기산 함량은 비슷했지만 발효 15일에는 진피가 함유된 약주가 가장 높은 산도를 보였다. 가장 낮은 유기산이 생성된 것은 솔잎이 들어간 약주였다.

표 7. 인삼과 허브류 첨가 약주 유기산 분석

(단위: ppm)

발효 일수 (일)	처리 방법	Citric acid	Malic acid	Succinic acid	Lactic acid	Acetic acid	Total acid
0	인삼	-	-	-	2851.80 ±6.37 ^a	1264.57 ±2.78 ^c	4116.37
	인삼+국화	-	-	-	2319.37 ±75.17 ^c	1374.59 ±18.06 ^a	3693.96
	인삼+진피	-	-	-	2549.55 ±14.65 ^b	1351.01 ±4.17 ^b	3900.56
	인삼+솔잎	-	-	-	2603.60 ±21.02 ^b	1387.85 ±7.64 ^a	3991.45
15	인삼	89.46 ±0.27 ^c	247.13 ±10.28 ^b	1690.15 ±59.31 ^c	2574.77 ±13.38 ^c	557.08 ±15.98 ^b	5158.59
	인삼+국화	103.26 ±0.81 ^b	274.04 ±1.14 ^a	1907.98 ±5.76 ^b	3059.46 ±46.50 ^a	620.17 ±1.39 ^a	5964.91
	인삼+진피	116.28 ±1.35 ^a	251.44 ±11.80 ^b	4030.54 ±66.22 ^a	2864.41 ±48.41 ^b	586.10 ±11.81 ^{ab}	7848.77
	인삼+솔잎	87.36 ±0.54 ^c	228.29 ±4.19 ^c	1638.03 ±67.37 ^c	2452.25 ±37.58 ^d	534.22 ±10.42 ^c	4940.15

인삼 약주에 어울리는 허브 또는 한약재를 첨가한 시험의 향기 성분 분석은 표 8과 같다. 향기성분들은 각각의 역치(향기를 느낄 수 있는 최소의 자극의 세기)가 다르기에 여기에서 면적이 넓다고 해서 향이 강하다고 이야기 할 수 없기에 여기에서는 각각의 향기들이 어떻게 발효기간 동안 변했는 지를 살펴보았다. 발효 0일과 비교해서 발효 15일에는 달콤한 향을 표현하는 ethyl acetate는 발효 15일에 모든 처리구에서 전체적으로 감소했다. 반면 단향, 과일향의 ethyl caprate와 꽃향기, 과일향의 ethyl laurate는 0일에 비해 15일에 증가하였으며 구수한 향의 ethyl myristate, 부드러운 향의 ethyl palmitate가 감소했다.

표 8. 인삼과 허브류 첨가 약주 향기성분 분석

(단위: %area)

RT	Library/ID	0일				15일			
		인삼	인삼+국화	인삼+진피	인삼+솔잎	인삼	인삼+국화	인삼+진피	인삼+솔잎
3.74	Ethyl Acetate	7.74	3.67	4.12	4.27	0.00	0.19	0.21	0.12
4.44	Ethyl alcohol	61.81	71.28	68.82	72.44	71.96	78.79	76.16	69.49
7.82	1-Propanol, 2-methyl-	0.00	0.00	0.00	0.50	0.50	0.53	0.54	0.51
10.91	1-Butanol, 3-methyl-	5.70	4.34	5.06	4.80	3.78	3.92	4.09	4.39
11.66	Hexanoic acid	1.25	0.57	0.80	0.62	0.31	0.19	0.25	0.40
16.94	Ethyl caprylate	5.69	4.07	4.03	3.35	5.08	3.07	3.73	5.93
21.93	Ethyl caprate	5.42	6.03	4.02	3.99	8.73	5.31	6.76	10.17
26.60	Ethyl laurate	0.32	0.52	0.34	0.43	1.08	0.65	0.74	1.12
28.43	Phenylethyl Alcohol	4.50	3.75	5.09	3.58	2.92	2.69	2.53	3.34
31.15	Ethyl myristate	1.05	0.75	1.01	0.83	0.43	0.55	0.43	0.44
36.12	Ethyl palmitate	6.52	5.01	6.73	5.19	5.21	4.11	4.57	4.10

4. 적 요

본 연구에서는 다양한 곡물원료(멥쌀, 녹두, 통밀 등)를 이용한 누룩의 제조방법을 연구하고 이를 이용하여 만든 약주에 인삼을 첨가하여 기호성이 향상된 인삼 약주 개발 시험의 주요 결과는 다음과 같다.

<잡곡 누룩 시험>

- 가. 잡곡 누룩 제조를 위한 효소활성을 살펴본 결과 α -amylase 활성과 amyloglucosidase 활성은 쌀+녹두 누룩의 첨가량에 관계없이 대조구인 시판 누룩에 비해 높았다.
- 나. 쌀 50%를 기준으로 다양한 잡곡을 혼합했을 때 단백질 분해력은 쌀50+녹두30+통밀20% 누룩이 α -amylase 활성은 쌀50+녹두20+통밀30%, amyloglucosidase 활성은 쌀50+녹두10+통밀40% 잡곡 누룩이 높았다.
- 다. 잡곡 누룩의 수분 함유량에 따른 잡곡 누룩의 당화력은 쌀50+녹두20+통밀30% 첨가 누룩 중 30% 수분 첨가량에서 높았으며 단백질 분해효소 활성도 전체적으로 높았다.
- 라. 수분별 잡곡누룩을 이용 약주 제조를 진행하였으며 관능에서는 쌀50+녹두20+통밀30%에 수분 25%, 30%가 향, 맛, 종합적 평가에서 높은 점수를 얻었다.

<잡곡 누룩 이용 인삼 약주 발효 시험>

- 가. 잡곡 누룩 첨가량이 많아질수록 알코올 생성량이 증가되었다. 관능에서는 잡곡 누룩 7.5%가 맛, 종합적 평가에서 좋은 관능 점수를 나타내었다.
- 나. 급수량에 따른 잡곡누룩의 경우 초기 발효 속도가 시판누룩보다 빨랐으며 알코올 생성량이 높았으며 급수량이 많아질수록 알코올도 많이 생성되었다. 급수량이 110%일때 향, 바디감, 종합적 평가에서 높은 평가 점수를 확인할 수 있다.
- 다. 찹쌀, 보리, 조 등 다양한 원료를 이용한 술 시험에서는 쌀 100%, 쌀50%+찹쌀 50%이 알코올이 높았으며, 보리 50%나 조 50%는 알코올이 낮았다. 관능에서는 쌀50%+찹쌀50%이 향, 바디감, 종합적 평가에서 다른 잡곡 첨가 약주에 비해 좋았다.
- 라. 인삼 첨가방법의 경우 알코올 생성에서는 로스팅(16.3%) > 마이크로웨이브(16.2%) > 고온고압(15.9%) 처리 순서대로 인삼 첨가 약주의 알코올이 높았다. 관능에서는 마이크로웨이브 > 고온고압 > 로스팅 순으로 관능이 좋았으며 전체적으로 무처리를 한 인삼 약주나 무첨가에 비해 관능평이 좋았다. 인삼의 사포닌 확인한 결과 마이크로웨이브와 고온고압이 비슷한 총사포닌 함량을 보였으며 로스팅의 경우 낮은 총사포닌 함량을 보였다.
- 마. 인삼 첨가량에 따른 시험에서는 인삼 첨가량이 많을수록 알코올이 낮게 생성되었으며 관능에서는 인삼 2% 첨가시 맛, 바디감, 종합적 기호도가 좋았다.
- 바. 인삼에 잘 어울리는 허브 또는 한약재를 첨가한 시험에서는 인삼+솔잎 첨가 약주의 향, 맛과 종합적 평가가 좋았다. 유리당은 발효 15일에는 glucose가 가장 높은 함량을 보였으며 다음으로 maltose가 가장 높은 함량을 보였다. 유기산은 인삼+진피를 넣은 약주에서 다른 첨가 약재에 비해 2배 정도 높은 석신산이 생성되었다.
- 사. 향기성분에서는 발효 15일에는 달콤한 향을 표현하는 ethyl acetate가 모든 처리구에서 전체적으로 감소했다. 반면 단향, 과일향의 ethyl caprate와 꽃향기, 과일향의 ethyl laurate는 0일에 비해 15일에 증가하였으며 구수한 향의 ethyl myristate, 부드러운 향의 ethyl palmitate가 감소했다.

5. 인용문헌

- JogY, Lee CW. Isolation and identification of the fungi from nuruk. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 759-766 (1997)
- Jung HK, Park CS, Park HH, LeegD, Lee IS, Hong JH. Manufacturing and characteristics of Korean traditional yakju, hahyangju prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional nuruk. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 659-667 (2006)
- Ko IM. Study on manufacture of traditional nuruks used for brewing yakjugosori. Cheju National University. (2000)
- Kwon YH, Jo SJ, Kim JH, Ahn BH. Fermentation characteristics and volatile compounds in yakju made with various brewing conditions:glutinous rice and pre-treatment. Kor. J. Microbiol. Biotechnol. 38: 46-52 (2010)
- Lee DH, Kim JH, Lee JS, Lee DS. Effect of pears on the quality and physiological functionality of makgeoly. Korean J. Food & Nutr. 22: 606-611 (2009)
- Lee MK, Lee SW, Yoon TH. The bibliographical study on nuruk. J. East Asian Soc. Dietary Life 4: 19-29 (1994)
- Lee SR. Hankuk eui Balhyo Sikpum (Fermented Foods of Korea). Ewha Press, Seoul, Korea. pp. 142-155 (1986)
- Lee SS, Kim KS, Eom AH, Sung CK, Hong IP. Production of Korean traditional rice wines made from cultures of the single fungal isolates under laboratory conditions. Korean J. Mycol. 30: 61-65 (2002)
- Lee TK. Effects of the crude saponin extracted from ginseng leaves on microorganisms: I. effects on *saccharomyces cerevisiae*. M.A., Chonbuk National University (1980)
- NTS yakjus Licence Aid Center. Regulation of alcoholic beverage analysis for national tax service (2013)
- Park CS, Lee TS. Quality characteristics of takju prepared by wheat flour nuruks. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 296-302 (2002)
- Park SH, Cho JS. The Effects of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer) Extracts and Their Fractions on the growth and Metabolism of *Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces uvarum*. Korean J. of ginseng science, 17(3) (1993)

Seo WT, Cho HK, Lee JY, Kim B, Cho KM. Quality characteristics of wheat-rice *Makgeolli* by making of rice nuruk prepared by *Rhizopus oryzae* CCS01. Korean J Microb. 48(2):147-155 (2012)

Sung HS, Nam SL, Kim KC. The effect of Korean red ginseng extract on the growth of *Saccharomyces cerevisiae* IAM and *Saccharomyces*. J. of the Korean society of Agricultural Chemistry and Biotechnology. 23(4) (1980)

김계원, 김재호, 노봉수, 안병학, 여수환, 조호철. 탁약주 개론. 수확사 (2012)

류인수. 한국 전통주 교과서. 교문사 (2014)

6. 연구결과 활용제목

- 특허출원: 감마-사이클로덱스트린과 고온증자 처리를 통한 인삼의 쓴맛 감소 및 이를 이용한 제품개발(제10-2023-0172469호)

7. 연구원 편성

세부과제	구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
						23	24
고품질 전통주 제조를 위한 잡곡 누룩 개발	책임자	소득자원 연구소	농업연구사	이 대 형	세부과제 총괄	○	○
	공동연구자	작물연구과	농업연구관	이용선	일반분석	○	-
		〃	농업연구사	신복음	향기성분 등 분석	○	-
		〃	농업연구사	안예향	관능평가 등 분석	○	-
		〃	농업연구관	이영순	사업화추진	○	-
		소득자원	농업연구사	노안성	일반분석	-	○
		연구소	농업연구사	안영남	관능평가 등 분석	-	○
		〃	농업연구관	이진홍	관능평가 등 분석	-	○
		〃	농업연구관	김진영	사업화추진	-	○