

발효제 및 쌀의 도정률에 따른 막걸리의 품질특성평가

김주희¹, 손은심², 정철^{1*}
¹서울벤처대학원대학교, ²(주)비엔에프솔루션

Quality Characteristics of *Makgeolli* according to Fermentation agent and Rice Milling Degree

Ju-Hee Kim¹, Eun-Shim Son², Chul Cheong^{1*}

¹Dept. of Convergence Industry, Seoul Venture University, ²BNF Solution Co., Ltd.

요약 본 연구에서는 발효제 및 쌀의 도정률이 막걸리의 품질특성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 도정률(8,20,50%)을 달리하고 누룩과 입국의 발효제를 달리하여 발효한 막걸리의 품질특성을 살펴보았다. 연구방법은 병행 복발효 방식으로 술빚기를 하여 당화와 발효의 균형을 유지할 수 있도록 하였다. 연구 결과 발효제 및 쌀의 도정 정도를 달리하여 제조한 막걸리의 알코올은 모두 18-19% 정도로, 발효제와 도정 정도와는 큰 관련이 없는 것으로 나타났으며, pH 변화는 누룩과 입국 모두 4-4.1로 차이가 없었다. 총산도는 발효제와 상관없이 도정률이 8%에서 50%로 올라갈수록 낮아지는 추세를 보였다. 유기산 총량은 누룩의 경우 입국보다 2배 정도 높았으며, 8%에서 50%로 올라갈수록 대부분의 유기산 함량이 낮아지는 추세를 보였다. 관능검사의 경우 도정률이 증가할수록 누룩과 입국에서 색과 향미의 기호도가 증가하는 경향을 보였고 맛의 기호도에서는 20%의 도정률에서 가장 높게 나타났다. 따라서 본 연구 결과 도정률이 20%인 입국으로 막걸리를 제조하였을 때 우수한 품질특성을 갖는 막걸리를 기대할 수 있으며 산업 현장에서 활용할 수 있을 것으로 생각된다.

Abstract In this study, the quality characteristics of fermented makgeolli were investigated by varying the refining (polishing) rate (8, 20, 50%) and fermenting agents for yeast to examine their effect on its quality characteristics. The research method maintained the balance between saccharification and fermentation by making alcohol using the parallel double fermentation method. The alcohol content of makgeolli produced by varying the degree of fermentation and polishing of rice was found to be 18-19%, and it was found that there was no significant relationship between the fermenter and the degree of polishing, and the pH change was 4-4.1 for both yeast and entry. The total acidity showed a trend of decreasing from 8% milling to 50% milling regardless of the fermenting agent. The total amount of organic acid was about twice as high as that in koji, and most of the organic acid content decreased from 8% to 50%. Sensory evaluation indicated that as the degree of refinement increased, the preference of color and flavor increased in yeast and entry, and the preference of taste was highest at the 20% milling level. Therefore, the results of the study suggest that when makgeolli is manufactured with koji using a milling rate of 20%, excellent quality characteristics can be expected, and it is thought that the makgeolli thus produced could find industrial applications

Keywords : Makgeolli, Nuruk, Koji, Milling Degree, Sensory Evaluation

본 논문은 농림식품기술기획평가원 연구사업(과제명: 막걸리의 쓴맛 원인규명 및 저감화 기술 개발, 과제번호: 119112-01)의 지원에 의한 것으로 이에 감사드립니다.

*Corresponding Author : Chul Cheong(Seoul Venture Univ.)

email: chulcheong@hotmail.com

Received April 9, 2021

Revised April 30, 2021

Accepted July 2, 2021

Published July 31, 2021

1. 서론

최근에는 전통주의 온라인 판매 및 소규모 주류제조 면허의 허용에 따라 막걸리 산업분야로의 진출이 젊은층을 중심으로 창업이 활발하며, 또한 전체 전통주 중 막걸리를 소비하는 층이 54%에 달해 매우 높은 수준임을 알 수 있다.

막걸리는 멥쌀, 보리쌀, 찹쌀, 현미, 고구마, 밀 옥수수 등의 전분질 원료에 누룩이나 입국을 첨가하여 발효시키는 우리나라 고유의 전통주로 단맛, 신맛, 쓴맛과 청량감이 있는 알코올 함량이 약 6% 정도의 술이다[1]. 막걸리에는 비타민 B군을 비롯하여 신진대사를 원활하게 하는 유기산의 함량도 높은 것으로 알려져 있으며[2], 누룩과 입륙에 따른 발효제의 종류에 따라 알코올 발효 정도 및 유기산 생성, 향미 생성 등 여러 가지 품질특성에 차이 또한 보고되고 있다[3]. 최근 막걸리 제조 시 영양이나 기능성 증진을 위해 고구마, 수수, 조, 찹쌀, 팥, 현미, 흑미 등의 전분원료와 감, 블루베리, 석류, 크렌베리 등의 과실을 이용한 막걸리 제조 연구가 활발히 수행되고 있으며[4] 막걸리의 대표 전분인 쌀을 이용한 막걸리는 많으나 쌀 도정에 따라 막걸리의 품질에 대한 특성연구는 없다. 쌀은 우리나라의 가장 중요한 식량자원으로 국내 곡류 소비량 1위를 차지하고 있으나, 최근 식습관의 서구화, 다양화 등의 이유로 국내 쌀 생산 및 소비량이 매년 감소 추세에 있다. 이에 쌀 소비를 촉진하기 위하여 다양한 쌀 가공품의 개발이 필요한 현실이다. 특히 술을 이용한 쌀 소비는 다른 쌀 가공품에 비해 부가가치가 높아 농가의 소득 증대에 기여하는 바가 크며, 특히 막걸리는 우리 술을 대표하는 상품으로서 다양한 영양성분 및 생리활성을 가지고 있을 뿐 아니라[5], 우리 민족의 역사와 전통을 담고 있는 문화상품이기도 하다[6].

지금까지 도정률과 관련된 연구를 보면 Kim 등[7]은 도정률 감소에 따른 찹쌀발효주 발효시 알코올 함량은 감소하고 환원당은 증가한다고 하였고, Lee 등[4]의 연구에서는 보리의 도정률에 따라 제조한 막걸리의 관능적 특성 결과 도정률에 따라 기호도가 증가한다고 하였다. 또한 Chen 등[8]의 연구에서도 도정률이 증가함에 따라 탄수화물의 증가로 인해 효소가 이용할 수 있는 기질이 많아지므로 막걸리 맛에 긍정적 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 원료 도정률에 따른 주류 가공연구[7,9,10]에 의하면 도정률이 증가함에 따라 지방 및 회분 함량이 크게 감소하고[7] 쌀가루의 물 결합능력, 팽윤력과 용해도는 증가한다고 하였으며[10] 발효 시 알코올 함량은 감

소하고 환원당은 증가하는[9] 등의 결과로 곡물의 도정률이 식품가공에 미치는 영향이 크다는 것을 알 수 있다. 하지만 쌀의 도정률에 따른 막걸리 제조에 대한 연구는 없다.

따라서 발효제 및 도정률에 따른 쌀을 이용한 막걸리의 품질특성을 살펴 발효제 및 도정률이 막걸리의 품질특성에 미치는 영향을 살펴보고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

원료 쌀은 2020년 생산된(10분도-8% 도정) 추정을 판매장에서 구매하여 사용하였으며, 20% 도정은 연구소의 도정기를 이용하여 도정을 하였다. 50% 도정은 농촌진흥청의 도정기(Rice mill GS-505, Woin Techtool Co., Daegu, Korea)를 이용하였다. 도정률은 Lee 등[11,12]의 논문을 근거로 하여 8%, 20%, 50%로 하였다.

누룩은 시판되고 있는 전통 누룩 중에서 2019년 주류 산업정보 실태조사 결과를 참조하여 주류 제조장에서 가장 많이 사용하고 있는 송학곡자(소울곡)를 사용하였으며, 입국은 협력업체에서 추천한 좋은곡식의 쌀입국을 구매하였다. 효모는 활성건조 효모(*Saccharomyces cerevisiae*)를 사용하였고, 시약은 분석용 특급을 사용하였다.

2.2.1 쌀의 전처리

쌀은 Table 1에서 보는 바와 같이 범벅과 고두밥 2가지의 방법으로 구분하여 사용하였다. 곡물을 가루로 내어 끓는 물을 부어 가며 익히면 범벅이 된다. 범벅은 전분 호화도가 낮아 효소 분해에 의한 당 생성력이 낮아 발효 기간은 다른 전처리법보다 길고 비교적 높은 알코올 함량이 있는 것으로 알려져 있다. 범벅을 제조하기 위하여 멥쌀을 30분간 세미하여 3시간 동안 실온의 물에 담가둔 후 30분간 물빼기를 하고 stone roller mill로 분쇄한 후 20 mesh 체로 균질화하여 사용하였다. 범벅은 100℃로 끓는 물을 쌀가루에 4회 나누어 첨가하면서 나무주걱으로 반죽을 하여 반숙이 되도록 저은 후 실온에서 냉각하였다. 고두밥은 불린 쌀을 수증기를 이용하여 찌는 것으로 쌀의 전처리 방법 중 가장 많이 이용되는 방법이다. 불린 쌀을 수증기로 찌면 호화가 되면서 미세한 기공이 생겨나고, 기공을 통해 효소의 작용이 원활해진다. 병행 복발효 방식의 술빚기에서 당화와 발효의 균형

을 유지할 수 있는 전처리 방법이다. 고두밥을 만들 때는 속은 충분히 호화가 되고 겉은 고실고실한 상태가 이상적으로 알려져 있다. 고두밥 제조는 쌀을 30분간 깨끗이 씻어 3시간 동안 물에 불려 30분간 물빼기를 한 후 전기 찜기로 120℃에서 40분간 증자하였다. 10분간 뜸을 들인 후 우레탄 망 위에 펼쳐 실온에서 냉각하였다.

2.2.2 주류의 제조

병행 복발효를 하는 발효주에 있어서 당화와 발효는 효소와 효모의 작용으로 이루어진다. 밀술은 호기적 조건이 우세한 상황으로, 효소에 의해 전분이 분해되며 생성되는 당분은 주로 효모의 증식에 사용된다. 덧술은 완성된 밀술에 추가로 전분을 공급하는데, 혐기적 조건이 우세하여 생성된 당은 밀술에서 증식된 효모에 의해 알코올로 변하게 된다.

병행 복발효에서는 담금 방식이 주류의 특성에 미치는 영향이 크므로, 누룩을 발효제로 사용하는 1단 담금은 산도가 높을 가능성이 있어서 2단 담금 방식으로 제조하였다.

Table 2에서 보는 바와 같이 누룩을 발효제로 사용하는 경우 밀술은 멥쌀 180 g, 물 540 ml, 누룩 57.6 g을 넣어 제조하였다. 가수는 곡물의 120%, 발효제는 곡물 사용량의 8%로 하였다. 22℃의 온도조절이 가능한 발효

실에서 7일간 발효를 한 후 덧술을 하였다. 덧술은 멥쌀 540 g, 물 320 ml를 술덧에 섞어 제조하였다. 덧술에서는 8%, 20%, 50% 도정 한 쌀을 각각 고두밥을 지어 냉각 후 밀술과 잘 섞어 22℃의 온도조절이 가능한 발효실에서 14일간 발효를 하였다. 밀술에서 충분히 효모의 성장이 이루어졌으므로 덧술에는 효모를 투입하지 않았다. 입국의 경우에는 밀술은 입국 110 g, 물 170 ml, 효모 0.55 g의 비율로 제조하였다. 가수는 곡물의 140%, 발효제는 곡물 사용량의 15%로 하였다. 22℃의 온도조절이 가능한 발효실에서 7일간 발효를 한 후 덧술을 하였다. 덧술은 멥쌀 610 g, 물 840 ml를 밀술에 섞어 제조하였다. 덧술에서는 8%, 20%, 50% 도정 한 쌀을 각각 고두밥을 지어 냉각 후 밀술과 잘 섞어 22℃의 온도조절이 가능한 발효실에서 14일간 발효를 하였다. 밀술에서 첨가한 효모의 충분한 성장이 이루어졌으므로 덧술에는 효모를 투입하지 않았다.

2.3 실험방법

2.3.1 쌀의 일반성분 분석

수분은 상압가열건조법, 단백질은 Kjeldahl법, 지방은 Soxhlet법 그리고 회분은 직접회화법으로 각각 측정하였다.

Table 1. Rice pretreatment process

Division	Washing	Immersion	Draining water	Rice processing method	Gelatinization (%)	Cooling
Beombeogr	30(min)	3(hr)	30(min)	rice powder	63	1(hr)
Godubap	30(min)	3(hr)	30(min)	-	100	20(min)

Table 2. Comparison between mitsul alcohol and deotsul according to the Milling degree and Fermentation agent

Division	Mitsul				Deotsul			Total		Rate(%)		
	Rice (g)	Water (ml)	Fermenting agent (%)	Yeast (g)	Rice (g)	Water (ml)	Milling rate (%)	Rice (g)	Water (ml)	Water/Rice (%)	Fermenting agent (%)	
Nuruk	8%	180	540	57.6	-	540	320	8	720	860	120	8
	20%	180	540	57.6	-	540	320	20	720	860	120	8
	50%	180	540	57.6	-	540	320	50	720	860	120	8
Koji	8%	-	170	110	0.55	610	840	8	720	1010	140	15
	20%	-	170	110	0.55	610	840	20	720	1010	140	15
	50%	-	170	110	0.55	610	840	50	720	1010	140	15

2.3.2 당도

알코올 실험 플라스크에 남은 검사 시료를 100 ml 눈금실린더에 넣은 후 15 ml의 물로 2회 씻은 용액을 눈금실린더에 합친다. 눈금실린더 100 ml까지 정확하게 물을 넣고 잘 흔들어 섞은 후 취하여 굴절 당도계를 사용하여 측정한다.

2.3.3 산도

검사 시료 10 ml를 정확히 취하여 비이커에 넣고 1% 페놀프탈레인 지시약 2~3방울을 가한다. 0.1% 수산화나트륨 용액으로 엷은 홍색을 나타낼 때까지 적정한 후 다음 식에 따른다.

$$\text{Acetic acid (W/V\%)} = \frac{0.1\text{N Sodium hydroxide(ml)} \times 0.006 \times f \times 100}{\text{검사시료량(ml)}}$$

2.3.4 에탄올

검사 재료를 15°C에서 눈금실린더의 100 ml 눈금까지 취한 후 300~500 ml 플라스크에 옮긴다. 이 눈금실린더에 약 15 ml의 물로 2회 씻은 용액을 플라스크에 합친다. 플라스크를 냉각기에 연결한 다음 눈금실린더에 합친 후 증류한다. 증류액이 70 ml가 되면 증류를 중지하고 물을 가하여 눈금실린더의 100 ml 눈금까지 채운다. 잘 흔들어 실린더에 옮긴 후 15°C에서 주정계를 사용하여 측정한다.

2.3.5 pH

안정된 것을 확인한 pH 교정기의 검출부를 시료에 담고 안정된 지시값을 확인한 다음 그 값을 읽는다.

2.3.6 유기산 분석

발효 중에 생성되는 발효부산물인 10개의 유기산을 분석하기 위해 시료를 채취하여 0.2 μm membrane

filter로 여과한 후 HPLC(Waters 2489, UV/Visible Detector)로 분석하였다. 컬럼은 TSKgel ODS-100 (4.6 mm×250 mm× 5 μm, JAPAN)를 사용하였다. Column oven의 온도는 35°C로 설정하였고, 이동상은 150 mM NaH₂PO₄ Phosphate buffer pH 2.0을 1.0 ml/min으로 흘려주었다. 분석조건은 Table 3과 같다.

2.3.7 향기성분 분석

발효 중 생성되는 Acetaldehyde류와 Ethyl acetate 등의 에스테르류, 그리고 fusel oil 등 주류의 향기성분을 구성하는 발효부산물은 시료 100 ml에 증류수 30 ml를 넣고 heating mantle에서 가열한다. 눈금실린더에 증류액 95 ml를 취하여 증류수를 넣어 눈금까지 채운 후 가스 크로마토그래피를 이용하여 분석하였다. Agilent 7890B GC System(Agilent 7697A headspace Sampler, Flame Ionization Detector(FID))로, 컬럼은 HP-INNOWAX (30 m*0.25 mm, 0.5 um)를 사용하였다. 온도는 Injection-200°C, Detection-250°C로 설정하였고, Carrier gas는 N₂ gas를 1 ml/min으로, H₂ gas와 Air는 각각 30 ml/min과 300 ml/min으로 흘려주었다.

2.3.8 관능평가

발효제 및 쌀의 도정률을 달리하여 만든 6종의 막걸리의 품질특성을 비교하기 위해 관능검사를 실시하였다. 평가항목은 색(Color), 향미(Flavor), 맛(Taste)으로 매우 그렇다(5점), 그렇다(4점) 보통이다(3점), 그렇지 않다(2점), 매우 그렇지 않다(1점)로 평가하는 5점 척도법을 이용하였으며, 참여연구원과 협동 연구기관으로 구성된 양조 전문패널 10명을 대상으로 하였다.

2.4 통계처리

실험에 사용된 막걸리는 처리구별로 3반복 실시한 후 평균으로 나타내었다. 실험결과와 통계분석은 SPSS25.0 program (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 유의수준 5%(p<0.05)로 설정하여 일원배치분산분석(One way ANOVA Test)을 한 후 Duncan's multiple range test(DMRT)로 각 처리구 간의 유의적 차이를 검증하였다.

Table 3. Organic acid analysis conditions

	Waters 2489
Column	TSK-GEL ODS 100V(4.6mmi.d. X 250 mm, 5 μm, 12 nm)
Temperature	30°C
Flow rate	1 ml/min
UV	210, 220 nm
Eluent	150mM NaH ₂ PO ₄ phosphoric acid
Injection volume	2 μl

3. 결과 및 고찰

3.1 이화학적 분석

추청쌀의 일반성분 분석은 Table 4에서 보는 바와 같이 수분함량은 13.1%로 나타났으며 단백질은 5.4%, 지방은 0.9%, 무기질은 0.37%로 나타났다.

Table 5는 발효제에 따른 쌀의 도정 정도를 달리하여 제조한 막걸리의 알코올은 모두 18~19% 정도로, 발효제와 도정 정도와는 큰 관련이 없는 것으로 나타났다. pH 변화는 누룩과 입국 모두 4~4.1로 차이가 없었다. 당도는 입국보다 누룩이 많은 것으로 나타났으며 발효제에 따른 유의적인 차이를 보였으며(p<.05), 누룩과 입국 모두 8% 도정의 경우는 높고, 20%와 50% 도정은 낮았고, 20%와 50% 도정 사이에서는 큰 변화가 없었다. 총산도는 누룩의 경우에는 8% 도정에서 50% 도정의 방향으로 낮아지는 추세를 보였으나 유의적인 차이는 없었으며, 입국에서는 큰 변화가 없었다. Lee 등[4]의 연구에서도 도정률이 감소할수록 pH가 유의적으로 감소하는 경향을

나타내었으며, 이는 도정률이 높을수록 술덧에 생육하는 미생물에 의해 유기산 등의 생성이 빠르게 진행되기 때문에 pH가 급격히 저하된 것으로 사료된다[13]. 본 연구 결과 pH 범위는 4.0~4.1로 나타났으며 이는 보통 막걸리의 pH가 발효 초기에는 6.9 정도이며 발효 후에는 4.0~4.6 범위로 발표한 Baek 등[12]의 연구와 주세법상 탁주의 pH 범위는 3.8~4.7 이라고 한 Lee등[15]의 연구결과와 비슷한 것으로 나타났다. Park 등[16]도 보리 도정률 감소에 따라 총산도가 감소한다고 하여 본 연구결과와 같은 결과를 나타내었다.

Table 4. Nutrient of Chujeongssal(%)

Kinds	Water	Protein	Fat	Mineral
Chujeongssal	13.1	5.4	0.90	0.37

3.2 유기산 분석

막걸리는 발효하는 동안 다양한 유기산을 생성하고 이

Table 5. Chemical properties of Chujeongssal(%) according to the Milling degree and Fermentation agent

Division	Nuruk			Koji		
	8%	20%	50%	8%	20%	50%
Alcohol(%)	^{ns} 18.0±0.7	^{NS} 18.5±1.3	18.9±3.4	^{ns} 19.9±2.1	19.0±3.7	19.0±1.8
Brix	^{aA} 13.5±0.2	^{bB} 8.8±0.9	^{bB} 8.8±1.7	^{aB} 8.3±1.2	^{bC} 5.2±0.8	^{bC} 5.9±1.3
pH	^{ns} 4.1±0.9	^{NS} 4.1±1.0	4.0±0.3	^{ns} 4.1±0.7	4.1±1.0	4.0±0.1
Total acids(W/V%)	^{ns} 0.52±0.1	^{NS} 0.48±0.08	0.43±0.02	^{ns} 0.64±0.16	0.63±0.09	0.63±0.06

Each value represents the mean±standard deviation of three independent experiments.

^{a^c}, ^{ns} Duncan's multiple range test in sample(depending on the type of Nuruk and Koji respectively).

^{A^D}, ^{NS} Duncan's multiple range test in fermentation (all regardless of Nuruk and Koji).

^{ns}, ^{NS} : Not significant.

Table 6. Organic acid analysis of Chujeongssal(%) according to the Milling degree and Fermentation agent

mg%	Nuruk			Koji		
	8%	20%	50%	8%	20%	50%
Oxalic acid	^{nsB} 163.86±70.1	^B 171.98±50.4	^B 159.00±20.2	^{aA} 398.34±19.4	^{aA} 383.60±64.1	^{bC} 102.18±24.1
Formic acid	1656.9±211.1	-	66.96±11.3	-	-	-
Malic acid	1974.92±109.6	-	-	-	-	-
Lactic acid	^{aA} 8272.74±132.3	^{bB} 5123.14±100.1	^{bCB} 4005.40±201.5	^{bC} 1445.54±234.1	^{aC} 2620.64±215.5	^{aC} 2487.40±100.9
Acetic acid	^{aA} 4839.82±302.2	^{abA} 3749.86±302.2	^{bbB} 2433.36±412.9	^{nsB} 2369.46±258.4	^B 2373.40±95.5	^C 1553.78±91.9
Cirtic acid	^{aA} 1071.4±90.5	^{bbB} 804.56±71.9	^{ccC} 392.20±33.3	^{ab} 748.92±67.7	^{bcc} 379.46±23.7	^{bbC} 510.72±85.4
Succinic acid	^a 370.68±80.4	^b 195.64±53.7	^a 265.94±23.4	38.60±16.4	18.64±3.7	-

Each value represents the mean±standard deviation of three independent experiments.

^{a^c}, ^{ns} Duncan's multiple range test in sample(depending on the type of Nuruk and Koji respectively).

^{A^D}, ^{NS} Duncan's multiple range test in fermentation (all regardless of Nuruk and Koji).

^{ns}, ^{NS} :Not significant.

유기산은 막걸리의 맛과 품질을 결정하는 중요한 역할을 한다[17]. 유기산은 누룩이나 입국에서 Lactic acid(8272.74~1445.54 mg%)가 가장 많은 함량을 나타내었고, 다음으로 Acetic acid (4839.82~1553.78) 순이었다. Lactic acid의 경우 젖산균에 의해 생성되는 것으로 추측되며, Acetic acid의 경우 *Bacillus*의 작용으로 증가가 되는 것으로 보고되었다[18]. 누룩의 경우 도정률이 증가할수록 신맛을 내는 Acetic acid와 Citric acid의 양이 감소하는 것으로 나타났으며, 입국의 경우 Acetic acid의 양은 도정률이 증가할수록 감소한 반면에 Citric acid의 양은 감소하다가 증가하는 것으로 나타났다. Table 6에 의하면 유기산 총량은 누룩의 경우 입국보다 2배 정도 높았으며, 도정률이 증가할수록 대부분의 유기산 함량이 낮아지는 추세를 보였다. 입국의 경

우에는 도정률과 유기산의 함량과 특별한 연관이 없는 것으로 보였다.

3.3 향기 성분 분석

Table 7은 도정률과 발효제에 따라 향기성분을 분석한 것이다. 풋사과 향을 풍기는 아세트알데히드는 국의 종류에 관계없이 도정률이 높을수록 증가하는 경향을 보였다. 또한 누룩을 이용하여 제조한 술덧에서보다 입국을 이용하여 제조한 술덧에서 도정률에 관계없이 높게 나타났다. 메니쿼여취를 부여하는 아세톤의 경우 국 종류별 큰 차이는 보이지 않았고, 도정율에 따른 유의적 차이도 나타나지 않았다. 탄냄새를 부여하는 푸르푸랄의 경우 누룩과 8%와 20% 도정한 쌀을 이용하여 제조한 술덧에서 각각 12.41%, 5.2%를 나타낸 반면, 입국을 이용

Table 7. Comparison of fragrance content of Nuruk and Koji according to the Milling degree and Fermentation agent

Item(ppm)	Nuruk			Koji		
	8%	20%	50%	8%	20%	50%
Acetaldehyde	^{nsB} 29.92±1.2	^B 32.84±2.3	^B 32.74±3.8	^{bb} 38.77±5.0	^{aa} 59.87±3.3	^{aa} 61.00±1.8
Acetone	^{bb} 1.50±0.2	^{aa} 2.74±0.6	^{bb} 2.00±0.4	^{nsC} 1.39±0.1	^{BC} 1.44±0.1	^B 1.51±0.2
Furfural	^{aa} 12.41±1.3	^{bb} 5.20±0.3	^{cC} 0.00±0.0	^{ab} 4.24±0.2	^{bc} 0.00±0.0	^{bc} 0.00±0.0
Benzaldehyde	^{nsA} 2.36±0.1	^A 2.53±0.1	^A 2.21±0.7	^{nsB} 1.83±0.3	^{AB} 2.05±0.6	^A 2.25±0.2
Diacetyl	^{aa} 10.20±1.8	^{bb} 5.30±1.6	^{cb} 3.50±0.7	^{nsB} 8.59±1.1	^A 9.02±0.9	^A 9.69±0.8
Esters						
Methyl acetate	^{nsA} 1.12±0.1	^A 0.90±0.0	^A 0.90±0.1	^{nsA} 0.91±0.2	^B 0.54±0.2	^B 0.63±0.1
Ethyl acetate	^{aaB} 102.70±1.8	^{bb} 87.88±4.3	^{bb} 89.13±3.9	^{aa} 110.79±16.3	^{bb} 94.69±10.9	^{bb} 99.45±10.1
Isoamyl acetate	^{aC} 3.28±0.5	^{bD} 0.65±0.1	^{bD} 0.63±0.1	^{aa} 16.58±2.3	^{bb} 10.41±1.5	^{bb} 9.85±2.3
Ethyl caproate	^{nsBC} 1.24±0.1	^C 1.03±0.2	^C 0.94±0.2	^{aa} 2.20±0.3	^{bb} 1.42±0.3	^{bb} 1.47±0.3
Ethyl caprylate	^{baB} 1.07±0.2	^{aa} 1.58±0.1	^{ba} 1.16±0.2	^{nsA} 1.14±0.6	^B 0.98±0.2	^B 0.99±0.3
ΣEsters	^{nsB} 109.41±2.6	^C 92.04±5.1	^{BC} 92.76±5.1	^{aa} 131.62±12.3	^{bb} 108.04±11.3	^{bb} 112.39±9.2
Higher alcohols						
Methyl alcohol	^{nsA} 16.91±2.3	^{nsA} 17.38±5.4	^{nsBC} 15.82±5.3	^{aC} 11.42±1.6	^{bD} 0.00±0.0	^{bD} 0.00±0.0
2-butanol	^{nsNS} 0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0
N-propanol	^{aa} 262.85±13.3	^{bc} 153.60±5.1	^{bc} 164.46±10.1	^{aaB} 239.14±5.3	^{bb} 207.14±9.3	^{bb} 208.33±10.7
Isobutanol	^{bb} 263.85±9.7	^{aa} 399.96±3.1	^{aa} 380.99±21.7	^{aa} 391.32±14.7	^{bb} 293.29±8.5	^{bb} 288.04±9.9
N-butanol	^{nsA} 6.21±0.8	^A 6.32±1.9	^A 6.43±1.2	^{ab} 5.25±2.7	^{abC} 4.04±0.4	^{bc} 3.29±1.2
Isoamyl alcohol	^{baB} 967.12±20.1	^{aa} 1109.33±34.3	^{aba} 1077.94±42.1	^{aa} 1066.79±42.1	^{bb} 822.40±14.9	^{bb} 819.66±71.6
N-amyl alcohol	^{nsNS} 0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0	0.00±0.0
ΣHigher alcohols	^{nsA} 1,516.94±18.8	^A 1,686.59±13.6	^A 1,645.64±17.7	^{aa} 1,713.92±67.3	^{bb} 1,326.87±94.8	^{bb} 1,319.32±150.7

Each value represents the mean±standard deviation of three independent experiments.

^a ^c ^{ns} Duncan's multiple range test in sample(depending on the type of Nuruk and Koji respectively),

^A ^D ^{NS} Duncan's multiple range test in fermentation (all regardless of Nuruk and Koji).

^{ns} ^{NS} Not significant,

Table 8. Sensory characteristics of Makgeoli according to the Milling degree and Fermentation agent

mg%	Nuruk			Koji		
	8%	20%	50%	8%	20%	50%
Color	^{bC} 3.19±1.01	^{aB} 3.56±1.09	^{aA} 3.94±1.03	^{bB} 3.50±1.37	^{abA} 3.91±1.02	^{aA} 4.13±0.71
Flavor	^{bC} 3.00±1.12	^{bBC} 3.44±1.11	^{abB} 3.63±1.29	^{cC} 3.19±0.82	^{abB} 3.63±1.21	^{aA} 3.81±1.11
Taste	^{cC} 3.31±1.13	^{aA} 3.94±0.87	^{bB} 3.63±1.33	^{abB} 3.63±1.04	^{aA} 4.05±0.46	^{abB} 3.69±1.12

Each value represents the mean±standard deviation of three independent experiments.

^a~^c, ^{ns} Duncan's multiple range test in sample (depending on the type of Nuruk and Koji respectively).

^A~^D, ^{NS} Duncan's multiple range test in fermentation (all regardless of Nuruk and Koji).

^{ns}, ^{NS} :Not significant

하여 제조한 술덧에서는 8% 도정한 제조한 술덧에서만 4.24%를 나타내었다. 견과류향을 부여하는 벤즈알데히드의 경우는 도정률과 국 종류에 관계없이 유의적인 차이가 없었다. 술덧에 버터취를 부여하는 디아세틸의 경우 누룩을 이용한 술덧에서 8% 도정 시험구에서 20%, 50% 시험구에서 보다 유의적으로 높게 나타난 반면, 입국을 이용한 술덧에서는 도정률에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다. 한편 술덧에 과일향을 부여하는 에스터류는 누룩과 8% 도정한 쌀을 이용하여 제조한 술덧에서 에스터류가 20%, 50% 도정한 시험구보다 유의적으로 더 높게 나타났고, 이와 같은 결과는 동일한 조건에서 입국을 사용한 시험구에서도 같은 결과를 보였다.

술덧에서 알코올향을 나타내는 고급알코올류는 누룩과 20% 도정한 시험구에서 8%, 50% 도정한 시험구보다 유의적으로 높게 나타난 반면, 입국을 이용하여 제조한 술덧에서는 8% 도정 시험구에서 유의적으로 높게 나타났다($p < .05$).

3.4 관능평가

도정률에 따른 색, 향미, 맛의 관능특성 결과를 Table 8에 나타내었다. 누룩의 경우 색과 향미는 50%의 도정에서 3.94, 3.63로 높은 기호도 점수를 받았으며 도정률이 높을수록 기호도가 증가하는 경향을 보였다($p < .05$). 하지만 맛의 경우는 20%의 도정에서 가장 높은 기호도 점수를 받았으며 도정률에 따라 유의적인 차이가 남을 보였다($p < .05$). 입국의 경우 색과 향미에서 50%의 도정에서 가장 높은 기호도 점수를 받았으며 맛의 경우 20%의 도정에서 가장 높은 기호도 점수를 받았고 도정률에 따라 유의적인 차이가 남을 보였다($p < .05$). Lee 등[17]의 연구결과에서도 도정률이 높아질수록 본 연구에서처럼 향미의 기호도가 증가하였으며 입국으로 담근 막걸리가 누룩으로 담근 막걸리에 비해서 맛, 색, 향미의 기호도 점수가 전반적으로 높게 나타났다. 이러한 연구 결과

는 입국이 누룩보다 색, 향미, 맛에서 품질 특성이 우수하다고 한 Song 등[19]의 연구 결과와 일치하였으며, 그 원인은 불필요한 미생물의 증식은 억제하고 특정 미생물만을 배양한 입국의 사용으로 막걸리의 기호적인 측면이 개선되었기 때문이라고 추측한다. 또한 Lee 등[12]의 연구에서는 현미를 20% 도정한 다음 로스팅 처리한 후 가공적성이 증진되어 식품 가공용 소재로 다양하게 활용가능하다고 하였는데 본 연구에서도 20% 도정한 쌀을 이용한 막걸리가 우수한 품질을 가질 것으로 추측되어졌다. 따라서 본 연구 결과, 발효제의 종류와 도정도가 막걸리의 향미, 맛, 색 등 품질 특성에 영향을 미치는 것으로 생각한다.

4. 결론

본 연구에서는 발효제 및 쌀의 도정률이 막걸리의 품질특성에 미치는 영향을 살펴보기 위해 도정률(8, 20, 50%)을 달리하고 누룩과 입국의 발효제를 달리하여 발효한 막걸리의 품질특성을 살펴보았다. 발효제 및 쌀의 도정 정도를 달리하여 제조한 막걸리의 알코올은 모두 18~19% 정도로, 발효제와 도정 정도와는 큰 관련이 없는 것으로 나타났으며, pH 변화는 누룩과 입국 모두 4~4.1로 차이가 없었다. 당도는 입국보다 누룩이 많은 것으로 나타났으며 누룩과 입국 모두 8% 도정의 경우는 높고, 20%와 50% 도정은 낮게 나타났으며, 20%와 50% 도정 사이에서는 큰 변화가 없었다. 총산도는 발효제와 상관없이 8% 도정에서 50% 도정의 방향으로 낮아지는 추세를 보였다. 유기산 총량은 누룩의 경우 입국보다 2배 정도 높았으며, 8% 도정에서 50% 도정 방향으로 대부분의 유기산 함량이 낮아지는 추세를 보였다. 막걸리에 과일향을 부여하는 에스터류는 누룩과 8% 도정한 쌀을 이용하여 제조한 술덧에서 높게 나타났고, 이와 같은

결과는 동일한 조건에서 입국을 사용한 시험구에서도 같은 결과를 보였다. 관능검사의 경우 도정률이 증가할수록 누룩과 입국에서 색과 향미의 기호도가 증가하는 경향을 보였고 맛의 기호도에서는 20%의 도정률에서 가장 높게 나타났다. 따라서 위의 결과를 종합해 볼 때 도정률이 20%인 입국으로 막걸리를 제조하였을 때 우수한 품질특성을 갖는 막걸리를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] Ma SH, Kim GW, Son JY, "Quality Characteristics and Antioxidant Effects of Makgeolli with Onion Skin by Nuruk and Ipguk", *Korean J Food Cook Sci.*, Vol.35, No.3, pp.288-298, 2019.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2019.35.3.288>
- [2] Lee SM, Lee TS, "Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of Takju during fermentation", *J Nat Sci.*, Vol.12, No.1, pp.71-79, 2000.
<http://imgsvr.riss4u.net/contents/kdam2/A/2996/0001/2996000108.pdf>
- [3] Kim YS, Shin KS, Lee JH, "Comparative study of total acidity content of Makgeolli with pre-treatment and analysis methods", *J Korean Soc Food Sci Nutr.*, Vol.46, No.5, pp.600-607, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.3746/ikfn.2017.46.5.600>
- [4] Lee KH, Lee SK, Park HY, Sim EY, Woo KS, Oh SK, "Quality characteristics of barley Makgeolli prepared with different barley cultivars and milling recovery", *Korean J. Food Preserv.*, Vol.23, No.4, pp.530-537, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2016.23.4.530>
- [5] Lee SB, Shin YS, Lee KS, Hwang HG, Jeong OY, "A medium-maturing, high non-dietary starch, specialty rice cultivar 'Goami 3'", *Korean J Breed Sci.*, Vol.43, No.4, pp.595-599, 2011.
<http://db.koreascholar.com/article.aspx?code=34738>
- [6] Kwak JE, Lee JH, Kim HW, Lee JS, Chun AR, "Quality Properties of Makgeolli Brewed with Fiber-rich Rice Cultivars", *Korean J. Food & Nutr.*, Vol.27, No.5, pp.851-858, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.9799/ksfan.2014.27.5.851>
- [7] Kim HR, Lee AR, Kwon YH, Lee HJ, Jo SJ, "Physicochemical characteristics and volatile compounds of glutinous rice wines depending on the milling degrees", *Korean J Food Sci Technol.*, Vol.42, No.1, pp.75-81, 2010.
https://academic.naver.com/article.naver?doc_id=601833592
- [8] Chen Y, Hwang J, Chang YH, "Quality characteristics of Makgeolli added with red bean", *Korean J Food Cook Sci.*, Vol.29, No.6, pp.774-784, 2013.
https://academic.naver.com/article.naver?doc_id=537634447
- [9] Kim SR, Ahn JY, Lee HY, Ha TY, "Various properties and phenolic acid contents of rices and rice brans with different milling fractions", *Korean J Food Sci Technol.*, Vol.36, No.6, pp.930-936, 2004.
<https://www.earticle.net/Article/A83943>
- [10] Kim KA, Jeon ER, "Physicochemical properties and hydration of rice on various polishing degrees", *Korean J Food Sci Technol.*, Vol.21, No.4, pp.959-964, 1996.
<https://scienceon.kisti.re.kr/srch/selectPORSrchArticle.do?cn=JAKO199603042043659&dbt=NART>
- [11] Lee YJ, Yi HC, Hwang KT, Kim DH, Kim HJ, Jung CM, "The Qualities of Makgeolli (Korean Rice Wine) Made with Different Rice Cultivars, Milling Degrees of Rice, and Nuruks", *J Korean Soc Food Sci Nutr.*, Vol.41, No.12 pp.1785-1791, 2018.
<https://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02065304>
- [12] Lee DH, Park HM, Cho JH, Seo WD, Hong JH, Youn KS, "Physicochemical properties of aromatic rice prepared using different milling recoveries and roasting procedures", *Korean J Food Preserv.*, Vol.25, No.3, pp.289-295, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2018.25.3.289>
- [13] Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH, "pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added Takju during fermentation", *Korean J Food Sci Technol.*, Vol.39, No.3, pp.266-271, 2007.
<http://www.koreascience.or.kr/article/JAKO200736038091847.page>
- [14] Baek CH, Choi JH, Choi HS, Jeong ST, Kim JH, "Quality characteristics of brown rice Makgeolli produced under differing conditions", *Korean J Microbiol Biotechnol.*, Vol.41, No.2, pp.168-175, 2013.
DOI: <http://dx.doi.org/10.4014/kimb.1210.10005>
- [15] Lee SB, Ko GH, Yang JY, Oh SH, Food fermentation, Hyoil publishing Co, Seoul, Korea, pp.217-218, 2001.
- [16] Park HY, Choi ID, Oh SK, Woo KS, Yoon SD, "Effects of different cultivars and milling degrees on quality characteristics of barley Makgeolli", *J Korean Soc Food Sci Nutr.*, Vol.44, No.12, pp.1839-1846, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.3746/ikfn.2015.44.12.1839>
- [17] Lee SH, Mun JY, Kim JH, Kim SY, Yeo SH, Youn KS, "Quality characteristics of barley-Makgeolli fermented from yeast Y204 with different fermented agents", *Korean J Food Preserv.*, Vol.26, No.6, pp.631-641, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.11002/kjfp.2019.26.6.631>
- [18] Gil NY, Song J, Eom JS, Park SY, Choi HS, "Changes of physicochemical properties of Cheonggukjang

prepared with various soybean cultivars and *Bacillus subtilis* HJ18-9", *Korean J Food Preserv.*, Vol.23, No.6, pp.811-818, 2016.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s00163-010-0086-1>

- [19] Song JC, Park HJ, Shin WC, "Change of takju qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging", *Korean J Food Sci. Technol.*, Vol.29, No.5, pp.895-900, 1997.

김 주 희(Ju-Hee Kim)

[정회원]



- 2014년 2월 : 중원대학교 한방식품 공학과 졸업(이학사)
- 2014년 5월 : 초원 대표
- 2019년 2월 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 발효식품양조학 졸업(경영학석사)

- 2020년 4월 : 농림수산식품부 지정 전통주훈련기관 학과장
- 2011년 11월 ~ 현재 : 농업회사법인 장희(주) 연구실장
- 2021년 3월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 발효식품양조학 박사과정

<관심분야>

전통주개발, 천연발효식초

정 철(Chul Cheong)

[정회원]



- 1996년 2월 : 독일 뮌헨공대 식품
- 2002년 2월 : 독일 베를린공대 생물공학과 (이학박사)
- 2006년 2월 ~ 현재 : 서울벤처대학원대학교 융합산업학과 교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 한국식품연구원 주류품질인증 심사위원
- 2015년 2월 ~ 현재 : 한국식품과학회 양조분과위원회 위원장

<관심분야>

양조학, 발효식품학

손 은 심(Eun-Shim Son)

[정회원]



- 1996년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과 졸업(이학사)
- 1999년 2월 : 이화여자대학교 식품영양학과 (이학석사)
- 2011년 2월 : 수원대학교 식품영양학과 (이학박사)

- 2006년 1월 ~ 2019년 12월 : 안산대학교 식품영양학과 겸임교수
- 2019년 8월 ~ 2020년 5월 : 네이처센스농업법인 연구소장
- 2020년 6월 ~ 현재 : (주)비앤에프솔루션 식품사업부 본부장

<관심분야>

식품개발, 발효식품학, 관능검사