

쌀의 품종, 쌀의 도정도, 누룩에 따른 막걸리의 품질 특성

이윤지¹ · 이해창¹ · 황금택^{1*} · 김동호² · 김현정² · 정창민³ · 최운호³

¹서울대학교 식품영양학과 · 생활과학연구소

²국립농산물품질관리원 시험연구소

³배상면주가

The Qualities of Makgeolli (Korean Rice Wine) Made with Different Rice Cultivars, Milling Degrees of Rice, and Nuruks

Yoonji Lee¹, Haechang Yi¹, Keum Taek Hwang^{1*}, Dong-Ho Kim², Hyun Jung Kim²,
Chang Min Jung³, and Yoon-Ho Choi³

¹Dept. of Food and Nutrition and Research Institute of Human Ecology,
Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

²National Agricultural Products Quality Management Service, Seoul 150-804, Korea

³Baesangmyun Brewery Institute Co., Ltd., Gyeonggi 487-840, Korea

Abstract

This study aimed to characterize and compare makgeolli (a Korean rice wine) made using different raw materials. Five cultivars of rice and wheat flour were used as starch materials for makgeolli and assessed for their moisture, crude lipid, crude protein, and crude dietary fiber content. Overall, wheat flour was higher in crude lipid and crude protein and lower in moisture than rice. Makgeolli characteristics were assessed for pH, total acids, organic acids, free sugars, color and appearance. We found no significant differences in pH and total acids between makgeolli made from rice and wheat flour. In addition, the major free sugar in the makgeolli made from rice and wheat flour was glucose, although the content of total free sugars was lower in the wheat flour makgeolli (67.75 mg/mL) than the rice makgeolli (76.41~84.53 mg/mL). In terms of organic acids content, the total organic acid content was highest in the wheat flour makgeolli, while the major organic acids of the makgeolli made from rice and wheat flour were lactic acid and succinic acid, respectively. There were no significant differences in color values among rice makgeolli, but the rice makgeolli was higher in sensory scores (indicating preference) than the wheat flour makgeolli. As the degree of milling increased, moisture, crude lipid, and crude protein in the rice decreased. Acetic acid in the makgeolli also decreased, while there were no significant differences in pH, total acids, free sugars, color values, and sensory scores (except fruitiness). Traditional nuruk (TN) and cultured nuruk (CN) were compared as fermentation starters. Nuruk is a Korean traditional starter for fermentation of makgeolli and a raw material for makgeolli making. The pH in the makgeolli made with TN and CN were 4.29~4.65 and 4.02~4.23, respectively. Total organic acid content was higher in the TN makgeolli (3.5~6.3 mg/mL) compared to the CN makgeolli (2.3~4.3 mg/mL). The content of free sugars in the makgeolli made with CN was higher (59.44~73.34 mg/mL) than that with TN (56.45~59.75 mg/mL). The Hunter color test showed that makgeolli made with TN was lighter and higher in red and yellow color compared to CN. Overall sensory acceptability was higher in the CN makgeolli compared to the TN makgeolli.

Key words: makgeolli, rice cultivar, milling degree, nuruk, sensory characteristics

서 론

막걸리는 전분질의 곡물과 누룩, 입국, 효모와 같은 발효제를 이용하여 담근 6~8%의 알코올 도수를 가진 한국의 전통주이다. 전분질 원료로는 멥쌀(1), 밀가루(2), 보리(3), 고구마(4) 등이 사용되며, 곡물의 종류에 따라 색, 향기, 총산, 알코올 생성량 등과 같은 막걸리 품질에 영향을 미친다(5). 곡물의 전분질은 누룩에 포함된 다양한 곰팡이, 효모,

젖산균과 같은 미생물들이 만들어내는 효소에 의해 아미노산, 유기산, 유리당, 비타민, 방향물질 등으로 분해된다(6,7). 쌀을 사용하여 막걸리를 담글 때는 도정도가 높은 쌀을 주로 사용한다. 그 이유는 쌀의 종피, 호분층, 배아에는 단백질, 지방, 무기질과 비타민이 존재하여 발효 중 각종 미생물의 발육을 촉진시켜 주질에 악영향을 주기 때문이다(8,9). 하지만 이러한 부분을 제거하기 위해 도정을 많이 하면 원료의 손실과 수율이 감소하게 되므로 막걸리 제조에 적합한 도정

*Corresponding author. E-mail: keum@snu.ac.kr
Phone: 82-2-880-2531, Fax: 82-2-884-0305

도를 선택하는 것이 필요하다. 누룩은 *Aspergillus* 속 곰팡이와 *Rhizopus* 속 곰팡이를 비롯하여 많은 종류의 미생물을 자연 생육하도록 하여 만드는 전통누룩과 살균한 전분질 원료에 순수 배양한 곰팡이인 *Aspergillus kawachii*와 *Aspergillus oryzae* 등을 인공적으로 접종하여 만드는 개량누룩이 있다. 전통누룩으로 담근 막걸리는 누룩 중에 생육하는 여러 미생물에 의해 탁주의 풍미가 다양해지며, 개량누룩으로 담근 막걸리는 변패가 방지되고 안전한 발효가 이루어져 품질이 균일한 술을 만들 수 있다. 또한 누룩 종류에 따라 생육 미생물이나 미생물이 생산하는 효소활성, 알코올 발효력, 유기산 생산력 등이 상이하어 탁주의 맛, 향기, 색 등의 품질에 차이를 보인다(5).

막걸리의 품질을 결정하는 원료에 관한 연구로는 전분질 원료나 누룩 종류에 따른 막걸리의 휘발성 향기성분에 관한 연구(10,11), 개량누룩 사용에 의한 탁주의 품질 개선 연구(12) 등이 수행되었으나, 전분의 종류, 특히 쌀 품종과 도정도에 따른 막걸리의 품질 특성을 비교한 연구는 전무하다. 또한 개량누룩과 전통누룩을 함께 비교한 연구 논문도 검색되지 않았다. 본 연구에서는 막걸리 담금 시 쌀의 품종, 쌀의 도정도, 누룩 종류에 따른 막걸리의 품질 특성을 비교하고자 한다. 또한 서로 다른 품종의 쌀로 제조한 막걸리의 품질 특성을 비교하였다. 이때 밀가루로 제조한 막걸리와의 품질 특성도 비교·검토하였다. 그중 품질 특성이 가장 우수한 쌀을 선택하고 이 쌀의 도정도를 달리하여 제조한 막걸리의 품질 특성을 비교하였다. 선택된 쌀을 이용하여 누룩의 종류를 달리하여 제조한 막걸리의 품질 특성을 비교하였다.

재료 및 방법

실험 재료

막걸리 제조에 사용한 전분질 원료는 국내 주요 재배 쌀 품종인 추청(Chucheong, Icheon, Korea), 일미(Ilmi, Jeongeup, Korea), 동진1호(Dongjin-1-ho, Sinan, Korea), 오대(Odae, Cheolwon, Korea), 삼광(Samkwang, Dangjin, Korea)과 밀가루(Daehan Flour Mills Co., Seoul, Korea)를 사용하였다. 밀가루는 중력분으로 시중 마트에서 구입하였으며, 쌀은 현미 기준으로 10% 도정한 2010년도 햅쌀을 각 지역 농협에서 구매하여 사용하였다. 도정도에 따른 막걸리 제조에 사용된 원료는 2010년도 오대(Odae, Sacheon, Korea) 쌀이며, 현미 기준으로 10%, 30%, 50% 도정하였다. 누룩별 막걸리 제조에 사용된 누룩은 전통누룩 3종(A, B, C), 개량누룩 2종(D, E)을 50% 도정한 오대쌀에 사용하여 막걸리를 제조하였다. 쌀 품종과 도정도에 따른 막걸리 제조에는 개량누룩 D를 사용하였다. 본 연구의 진행과정은 Fig. 1과 같다.

막걸리 제조

쌀은 2~3시간 동안 침지한 후, 30분 동안 증자하였다. 입국(Dongsan, Yongin, Korea)은 증자한 쌀에 백국균(*Asper-*

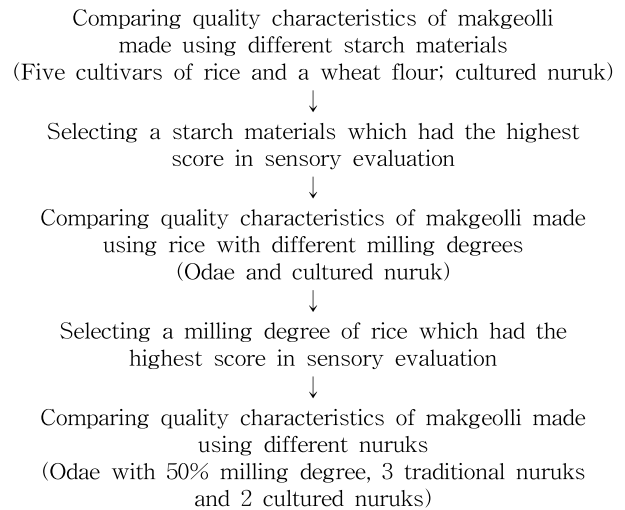


Fig. 1. Study flowchart.

gillus kawachii)을 번식시켜 제조한 것을 구입하여 사용하였다. 1단 담금은 쌀(8 kg), 입국(2 kg), 누룩(500 g), 건조효모(100 g), 물(17 L)을 혼합시켜 25°C에서 24시간 동안 발효시켰다. 2단 담금은 쌀(20 kg), 누룩(500 g), 물(33 L)을 25°C에서 4일간 발효시켰다. 발효는 알코올 함량 $16 \pm 1\%$ 에서 종료시키고, 알코올 함량 6%로 제정하였다. 밀가루 막걸리는 증자과정을 제외하고 쌀 막걸리 담금 과정과 동일하게 제조하였다.

일반성분 분석

각 시료의 일반성분 함량은 AOAC(13)에 따라 측정하였다. 수분함량은 105°C 상압가열건조법, 조지방 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백질 함량은 Kjeldahl 법을 사용하였고, 조섬유 함량은 조섬유분석기기(Fiber Tecator, FOSS, Höganäs, Sweden)로 측정하였다.

pH 및 총산

pH는 pH meter(Orion 3-Star Plus Benchtop pH meter, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)로 측정하였고, 총산(14)은 일정량의 시료를 취하여 bromthymol blue(Showa Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan)와 neutral red(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 혼합지시약 2~3방울 떨어뜨린 다음, 0.1 N NaOH(Samchun Chemical Co., Seoul, Korea)로 적정하여 acetic acid(%)로 환산하였다.

유기산 분석

유기산 분석은 Jeong 등(15)의 방법을 준용하였다. 시료 13 mL를 취하여 4°C, 10,000 rpm에서 30분간 원심분리 하여 상등액 2 mL를 10 mL의 0.008 M H₂SO₄(Matsuo Chemicals, Osaka, Japan) 용액에 혼합하였다. 혼합액을 Sep-Pak C₁₈ cartridge(Waters Co., Milford, MA, USA)와 0.45 μm syringe filter(Acrodisc, Pall Life Sciences, East Hills, NY, USA)로 여과한 후 HPLC(Ultimate 3000, Dionex-Softron

GmbH, Germering, Germany)로 분석하였다. C₁₈ column (Nova-Pak, 250×4.6 mm, 4 μm, Waters Co.)을 사용하였고, mobile phase는 0.008 M H₂SO₄(Matsuno Chemicals), flow rate은 0.6 mL/min, injection volume은 20 μL이었으며, UV detector(210 nm)로 분석하였다.

유리당 분석

유리당 분석은 Jeong 등(16)의 방법을 준용하였다. 시료 13 mL을 취하여 4°C, 10,000 rpm에서 30분간 원심분리 하여 상등액을 0.45 μm syringe filter(Acrodisc, Pall Life Sciences)로 여과하였다. 여과액은 HPLC(Ultimate 3000, Dionex-Softron GmbH)로 분석하였다. 유리당 분석은 carbohydrate column(Zorbax, 250×4.6 mm, 5 μm, Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, USA)을 사용하였고, mobile phase는 acetonitrile : water = 75:25(v/v), flow rate은 1.2 mL/min, injection volume은 20 μL이었으며, evaporative light scattering detector(ELSD, PL-ELS 2100, Polymer Laboratories, Sophonsire, UK)를 사용하여 분석하였다.

색도 측정

색도는 colorimeter(Minolta CM-3500d Chromameter, Minolta Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값을 측정하였다.

관능평가

관능평가를 위한 검사원은 서울대학교 식품영양학과 대학원생 20~30대 17명(남자 6명, 여자 11명)이 참여하였다. 검사원들은 사전에 묘사 용어에 대하여 토의하도록 했고, 채점표와 척도에 대한 학습과 훈련을 실시하였다. 관능평가 분석은 막걸리의 향, 맛, 외관, 종합적 기호도에 대해 매우 좋다 5, 매우 나쁘다 1의 5점 평점법으로 평가하였다. 시료는 세 자리 난수표로 코드화하여 투명한 플라스틱 컵에 플라스틱 뚜껑을 덮어 제시하였으며, 평가는 각각의 부스가 분리된 관능검사실에서 수행하였다.

통계학적 분석

모든 분석 결과 값은 SPSS program(version 19.0, SPSS,

Chicago, IL, USA)을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고 평균값은 one-way analysis of variance(ANOVA)로 비교하였고, Duncan's multiple range test를 실시하여 5% (p<0.05) 유의수준에서 평균 간의 다중비교를 실시하였다.

결과 및 고찰

원재료의 일반성분 특성

실험에 사용한 쌀과 밀가루의 일반성분은 Table 1과 같다. 쌀과 밀가루 간에는 일반성분 함량에 차이가 있었다. 밀가루가 쌀보다 조지방과 조단백질 함량이 높았던 반면, 수분 함량은 낮았다. 쌀의 경우 도정도가 증가할수록 수분, 조지방, 조단백질 함량이 감소했다. 이는 단백질 및 지방이 쌀의 외각에 많이 함유되어 있기 때문이며(8), Cheigh 등(17)과 Eun 등(18)의 연구결과와도 일치하였다.

쌀의 일반성분 조성을 농촌진흥청 식품성분표(19)와 비교해 본 결과, 수분 10.8~17.2%, 지질 0.1~1.0%, 단백질 5.7~7.7%, 섬유질 0.2~0.4%였으며, 국내산 중력밀가루는 수분 13.0%, 조지방 1.1%, 조단백질 11.5%, 조섬유 0.2%로 일반성분 함량이 밀가루보다 쌀 품종별로 많은 차이가 있었다.

막걸리의 품질 특성

pH 및 총산: 원료를 달리하여 제조한 14종 막걸리의 pH 및 총산 함량은 Table 2와 같다. 막걸리의 pH는 막걸리의 발효과정에서 생성되는 다양한 유기산의 종류와 농도 등에 영향을 받으므로, 발효진행 상황을 예측할 수 있는 중요한 지표이다(20). 전분질의 종류와 도정도에 따른 막걸리의 pH 및 총산함량은 유의적인 차이가 없었다. 전통누룩으로 담근 막걸리의 pH는 4.29~4.65이었고, 개량누룩으로 담근 막걸리는 pH 4.20~4.23 정도로 전통누룩으로 담근 막걸리가 개량누룩으로 담근 막걸리보다 높았다. 이러한 결과는 누룩에 포함된 미생물들의 유기산 생성력이 다르기 때문이라고 생각하며, 막걸리에서 유기산을 생성하는 인자 중 누룩의 영향이 가장 크다는 것을 보여준다. 보통 막걸리의 pH는 4.0~4.6인데, 본 연구결과 막걸리의 pH가 모두 이 범위 내의 값으로 이는 정상발효가 진행된 결과로 보인다(21).

Table 1. Proximate composition of raw materials

(Unit: %, wet basis)

Raw material	Moisture	Crude lipid	Crude protein	Crude dietary fiber	
Rice cultivar	Chucheong	12.70±0.75 ^b	0.38±0.02 ^{cd}	6.69±0.13 ^{bc}	0.26±0.21 ^{ab}
	Ilmi	12.86±0.12 ^b	0.27±0.03 ^c	6.42±0.12 ^d	0.19±0.03 ^b
	Dongjin 1 ho	12.04±0.96 ^b	0.34±0.04 ^d	6.93±0.18 ^b	0.29±0.02 ^b
	Odae	12.71±0.06 ^b	0.45±0.04 ^b	6.60±0.14 ^{cd}	0.29±0.10 ^a
	Samkwang	13.81±0.11 ^a	0.43±0.01 ^{bc}	5.58±0.07 ^c	0.25±0.03 ^a
Wheat flour	9.70±0.20 ^c	0.99±0.04 ^a	9.88±0.16 ^a	0.26±0.03 ^{ab}	
Milling degree	Odae 10%	15.09±0.34 ^a	0.26±0.05 ^a	6.62±0.00 ^a	0.29±0.10
	Odae 30%	14.85±0.24 ^a	0.06±0.02 ^b	5.98±0.12 ^b	0.21±0.07
	Odae 50%	13.64±0.27 ^b	0.07±0.01 ^b	5.44±0.02 ^c	0.17±0.06

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

^{a-c}Values with different superscripts in the same columns are significantly different (ANOVA and Duncan's multiple range test at p<0.05).

Table 2. pH and total acids of makgeolli (6% alcohol adjusted)

	Sample	pH	Total acids (acetic acid %)
Rice cultivar	Chucheong	4.35±0.20	0.28±0.04
	Ilmi	4.31±0.15	0.26±0.04
	Dongjin 1 ho	4.32±0.14	0.26±0.03
	Odae	4.29±0.23	0.27±0.04
	Samkwang	4.40±0.15	0.24±0.04
	Wheat flour	4.40±0.17	0.25±0.05
Milling degree	Odae 10%	4.41±0.12	0.37±0.05
	Odae 30%	4.25±0.20	0.36±0.04
	Odae 50%	4.19±0.25	0.37±0.05
Nuruk	TN ¹⁾ A	4.39±0.07 ^b	0.27±0.02
	TN B	4.65±0.05 ^a	0.27±0.02
	TN C	4.29±0.10 ^c	0.27±0.03
	CN ²⁾ D	4.23±0.05 ^{cd}	0.26±0.02
	CN E	4.20±0.10 ^c	0.26±0.02

¹⁾TN: Traditional nuruk. ²⁾CN: Cultured nuruk.

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

^{a-c}Values with different superscripts in the same column are significantly different (ANOVA and Duncan's multiple range test at p<0.05).

막걸리를 포함한 주류의 산도는 술의 풍미와 보존성에 영향을 주며(22), 주류의 품질에 큰 영향을 미친다. 일반적으로 막걸리의 산도가 너무 높으면 초산발효와 같은 이상 발효가 진행된 것이고, 산도가 너무 낮으면 술 특유의 산미를 잘 느낄 수 없게 된다(23). 14종 막걸리의 총산 함량은 0.24~0.37%로 술 품질인증기준인 0.5% 이하에 부합하였으며(24), 국내 시판 막걸리의 총산 함량을 측정한 연구(25) 결과와 비슷한 경향을 보였다.

유기산

원료를 달리하여 제조한 14종 막걸리의 유기산 함량 및

조성을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 막걸리에 함유된 유기산 중 malic acid, lactic acid, acetic acid, citric acid, succinic acid가 검출되었으며, 그 함량은 원료에 따라 차이가 있었다. 총 유기산 함량은 쌀로 담근 막걸리(4.0~5.6 mg/mL)가 밀가루로 담근 막걸리(3.5 mg/mL)보다 높았으며, 밀가루와 쌀로 담근 막걸리의 주된 유기산은 각각 succinic acid와 lactic acid였다. 본 연구 결과는 succinic acid와 lactic acid가 발효과정 중 주요 유기산이라 보고한 Lee와 Lee(22)의 연구결과와 일치하였다. 위 결과로 볼 때, 쌀로 담근 막걸리가 밀가루로 담근 막걸리보다 산미가 다소 강할 것으로 보인다. 도정도를 달리한 막걸리에서는 도정을 많이 할수록 acetic acid 함량은 유의적으로 감소했다. 그러나 acetic acid 외 4종류의 유기산은 도정도에 의한 영향을 받지 않았다. 전통누룩과 개량누룩으로 담근 막걸리의 총 유기산 함량은 각각 3.5~6.3 mg/mL와 2.3~4.3 mg/mL로 전통누룩으로 담근 막걸리의 유기산 함량이 높았다. 특히 개량누룩 D로 담근 막걸리는 malic acid의 함량이, 전통누룩 A로 담근 막걸리는 succinic acid의 함량이 유의적으로 더 높았다. 이와 같이 발효제의 종류에 따라 막걸리의 주된 유기산의 종류가 달라진 이유는 유기산 생산에 관여하는 미생물의 종류가 서로 다르기 때문이다(12). 막걸리에 존재하는 유기산은 술의 맛과 향 및 산성도를 조정하는 역할을 한다(5). 본 연구결과는 막걸리 발효 시 생성되는 유기산이 대부분 lactic acid, acetic acid, succinic acid, citric acid라는 Choi 등(26)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 본 연구 결과 lactic acid의 함량이 malic acid의 함량보다 많았는데, 이는 막걸리 발효 중 malic acid를 분해시켜 lactic acid를 생성시키는 *Lactobacillus*와 *Leuconostoc* 등과 같은 특정 유산균에 의한 것으로 생각된다(27). 시판되는 비살균 막걸리의 유기산 함량을 분석한 Lee 등(27)의 연구결과와 비교했을 때, 본 연구결과

Table 3. Organic acids in makgeolli

	Sample	Malic acid	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Succinic acid
Rice cultivar	Chucheong	0.6±0.7 ^a	1.9±0.4 ^b	1.2±0.7 ^{abc}	0.1±0.1	1.0±0.4 ^b
	Ilmi	0.5±0.2 ^{ab}	2.3±0.4 ^{ab}	1.9±0.9 ^{ab}	0.1±0.1	0.8±0.5 ^b
	Dongjin 1 ho	0.2±0.2 ^b	2.5±0.8 ^a	1.9±1.4 ^a	0.1±0.0	0.7±0.4 ^b
	Odae	0.2±0.2 ^b	2.1±0.5 ^{ab}	1.3±0.9 ^{abc}	0.1±0.1	0.9±0.4 ^b
	Samkwang	0.1±0.1 ^b	2.1±0.5 ^{ab}	1.0±0.5 ^{bc}	0.1±0.1	0.7±0.4 ^b
	Wheat flour	0.3±0.5 ^{ab}	0.7±0.5 ^c	0.3±0.5 ^c	0.1±0.2	2.1±1.5 ^a
Milling degree	Odae 10%	1.0±1.0	2.0±2.7	1.2±1.1 ^{ab}	0.2±0.1	1.1±1.4
	Odae 30%	1.2±0.9	1.9±2.3	1.7±1.8 ^a	0.2±0.1	1.2±1.0
	Odae 50%	1.5±0.2	3.0±2.2	0.2±0.3 ^b	0.2±0.1	1.2±0.9
Nuruk	TN ¹⁾ A	0.4±0.2 ^b	0.9±0.5	0.9±0.4 ^{ab}	0.1±0.1	4.0±1.0 ^a
	TN B	0.1±0.1 ^c	0.9±0.5	1.0±0.1 ^a	0.1±0.1	2.4±0.9 ^b
	TN C	0.3±0.3 ^{bc}	0.9±0.5	0.6±0.2 ^c	0.1±0.1	1.6±0.5 ^b
	CN ²⁾ D	0.7±0.2 ^a	0.8±0.4	1.0±0.2 ^a	0.1±0.1	1.7±0.8 ^b
	CN E	0.4±0.2 ^b	0.5±0.4	0.7±0.1 ^{bc}	0.1±0.1	0.6±0.1 ^c

¹⁾TN: Traditional nuruk. ²⁾CN: Cultured nuruk.

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

^{a-c}Values with different superscripts in the same columns are significantly different (ANOVA and Duncan's multiple range test at p<0.05).

Table 4. Free sugars in makgeolli

(Unit: mg/mL)

Sample	Fructose	Glucose	Maltose	Lactose	
Rice cultivar	Chucheong	0.19±0.10 ^b	78.38±12.19 ^a	0.71±0.12 ^b	1.34±0.39
	Ilmi	0.19±0.05 ^b	80.60±12.15 ^a	0.73±0.13 ^b	1.20±0.42
	Dongjin 1 ho	0.18±0.45 ^b	82.43±10.38 ^a	0.75±0.07 ^b	1.17±0.45
	Odae	0.19±0.10 ^b	79.35±10.71 ^a	0.70±0.11 ^b	1.35±0.48
	Samkwang	0.21±0.12 ^b	74.18±13.05 ^{ab}	0.64±0.05 ^b	1.38±0.21
Wheat flour	0.45±0.40 ^a	63.92±11.11 ^b	1.92±1.85 ^a	1.46±1.30	
Milling degree	Odae 10%	0.16±0.12	72.28±16.39	0.53±0.15	1.47±0.31
	Odae 30%	0.18±0.14	73.72±15.55	0.52±0.15	1.90±0.72
	Odae 50%	0.18±0.16	70.25±14.42	0.43±0.15	1.77±0.62
Nuruk	TN ¹⁾ A	ND ³⁾	51.88±3.19 ^b	3.86±2.22 ^a	2.67±1.12 ^b
	TN B	ND	54.80±5.34 ^b	2.00±1.09 ^b	2.95±1.17 ^b
	TN C	ND	49.46±10.48 ^b	4.05±2.84 ^a	2.94±0.47 ^b
	CN ²⁾ D	ND	70.91±6.32 ^a	0.80±0.17 ^b	1.63±0.38 ^c
	CN E	ND	53.83±10.43 ^b	1.39±0.77 ^b	4.22±1.51 ^a

¹⁾TN: Traditional nuruk. ²⁾CN : Cultured nuruk. ³⁾ND: Not detected.

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

^{a-c}Values with different superscripts in the same columns are significantly different (ANOVA and Duncan's multiple range test at p<0.05).

의 lactic acid와 citric acid 함량이 다소 낮았는데, 이는 막걸리의 주재료인 쌀, 누룩과 살균처리 유무에 따라 막걸리의 주질이 달라지기 때문이다.

유리당

막걸리의 감미는 주로 전분 분해에 의해 생성된 glucose에서 기인하며, 막걸리의 발효 과정 중 유리당 함량의 변화는 담금 방법이나 전분질 원료와 누룩의 배합비에 따라 차이를 나타낸다(16). 원료를 달리하여 담근 14종 막걸리의 유리당 함량 및 조성을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 전반적으로 glucose의 함량은 49.46~82.43 mg/mL 수준으로 유리당 중 그 함량이 가장 높았으며, fructose, maltose, lactose도 소량 검출되었는데, 이는 Jeong 등(16)의 연구 결과와 일치한다. 쌀 품종 간에는 유리당 함량에 차이가 없었으며, 밀가루로 담근 막걸리가 쌀로 담근 막걸리보다 glucose 함량은 낮고 fructose와 maltose의 함량은 높았다. 쌀의 도정비율을 달리하여 담근 막걸리의 유리당 함량에는 차이가 없었다. 누룩의 종류를 달리하여 담근 막걸리의 경우, 개량누룩 D로 담근 막걸리의 glucose 함량이 유의적으로 가장 많았으며, 감미도가 가장 강할 것으로 예상된다. 막걸리 중의 유리당은 알코올 발효기질로 이용되고 주류의 향기 생성과 감미도에 영향을 주는 성분이다(28). 본 실험 결과, 누룩의 종류가 유리당 함량에 가장 큰 영향을 미쳤으며, 전분질 원료 또한 영향을 미쳤다.

색도

원료에 따른 막걸리 14종의 색도를 비교하여 Table 5에 나타냈다. a와 b 값은 쌀 품종 간에는 차이가 없었지만, 쌀과 밀가루로 담근 막걸리 사이에 차이가 있었다. 특히 밀가루로 담근 막걸리의 b 값이 쌀로 담근 막걸리의 b 값보다 높아 황색이 진했다. 이는 밀가루의 색소 성분인 carotenoid 때문

Table 5. Color values (L, a and b) of makgeolli

Sample	Color value			
	L	a	b	
Rice cultivar	Chucheong	44.6±4.7	-1.3±0.0 ^a	-1.2±0.4 ^b
	Ilmi	44.6±6.1	-1.3±0.1 ^a	-1.2±0.6 ^b
	Dongjin 1 ho	45.2±5.0	-1.3±0.0 ^a	-1.2±0.4 ^b
	Odae	44.6±4.7	-1.3±0.1 ^a	-1.2±0.5 ^b
	Samkwang	42.5±4.6	-1.3±0.0 ^a	-1.2±0.3 ^b
Wheat flour	43.8±4.5	-1.6±0.1 ^b	1.4±0.8 ^a	
Milling degree	Odae 10%	47.2±2.0	-1.6±0.2	0.7±0.8
	Odae 30%	46.1±1.9	-1.6±0.1	0.4±0.7
	Odae 50%	46.9±2.7	-1.5±0.2	0.3±0.5
Nuruk	TN ¹⁾ A	51.9±2.8 ^{ab}	-0.9±0.1 ^a	3.8±0.9 ^a
	TN B	50.9±4.0 ^b	-0.8±0.2 ^a	4.1±1.3 ^a
	TN C	54.2±3.7 ^a	-0.9±0.1 ^a	4.0±1.2 ^a
	CN ²⁾ D	44.7±2.0 ^d	-1.3±0.5 ^b	0.5±0.9 ^b
	CN E	47.6±1.2 ^c	-1.4±0.1 ^b	0.7±0.3 ^b

¹⁾TN: Traditional nuruk. ²⁾CN: Cultured nuruk.

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

^{a-d}Values with different superscripts in the same columns are significantly different (ANOVA and Duncan's multiple range test at p<0.05).

이다. 쌀의 도정도를 달리한 막걸리의 색도 값은 도정도에 영향을 받지 않았다. 전통누룩으로 담근 막걸리는 개량누룩으로 담근 막걸리보다 L, a, b 값이 높았다. 누룩별로 색도에 차이가 나타나는 것은 누룩 제조 시 사용하는 전분원료 및 누룩 속에 포함된 다양한 미생물의 효소작용으로 원료성분이 분해되어 서로 다른 색을 나타내기 때문으로 보인다(29).

관능평가

막걸리 14종에 대한 관능적 기호도 분석결과는 Table 6과 같다. 5종의 쌀과 밀가루로 담근 막걸리의 시각적, 후각적, 향미적, 종합적 기호도 점수는 쌀로 담근 막걸리가 밀가루로 담근 막걸리보다 높았다. 특히 밀가루로 담근 막걸리의 단맛

Table 6. Sensory scores for makgeolli (N=17)

Sample	Fruitiness	Acidic odor	Moldiness	Sweetness	Sourness	Bitterness	Nuruk-like odor	Sparkiness	Aftertaste	Alcoholic odor	Color	Haziness	Overall acceptability
Rice cultivar	Chucheong	3.3±0.9	3.2±0.8	3.4±0.9 ^a	3.6±1.0 ^{ab}	3.4±0.9	3.2±1.1 ^a	3.1±1.0 ^{ab}	3.3±1.0 ^a	3.2±0.9	3.4±0.8 ^a	3.4±0.9 ^a	3.4±1.0 ^a
	Ilmi	3.2±1.0	3.0±0.9	3.3±1.0 ^{ab}	3.5±0.9 ^{ab}	3.3±1.0	3.2±0.8 ^{ab}	3.2±1.0	3.4±1.0 ^a	3.2±1.0	3.4±0.9 ^a	3.6±0.9 ^a	3.3±0.9 ^a
	Dongjin 1 ho	3.2±0.9	3.2±0.9	3.3±0.8 ^{ab}	3.5±0.9 ^{ab}	3.2±1.0	2.9±1.0 ^{ab}	2.8±0.9 ^b	3.4±0.9 ^a	2.9±0.9	3.6±0.7 ^a	3.4±0.8 ^a	3.2±0.9 ^a
	Odae	3.2±0.8	3.2±0.9	3.2±0.9 ^{ab}	3.6±0.9 ^a	3.3±0.3	3.1±1.0 ^{ab}	3.3±0.9	3.0±0.8 ^{ab}	3.5±0.9 ^a	2.9±1.0	3.5±0.9 ^a	3.4±1.0 ^a
	Samkwang	3.5±0.8	3.1±0.8	3.1±1.0 ^{ab}	3.3±0.9 ^{ab}	3.2±1.0	3.0±0.9 ^{ab}	3.2±0.8	3.0±0.9 ^{ab}	3.5±0.9 ^a	3.1±1.0	3.7±0.7 ^a	3.4±0.8 ^a
Wheat flour	3.4±1.2 ¹⁾	3.0±1.0	3.0±1.1 ^b	3.2±1.1 ^b	3.0±1.0	2.8±1.0 ^b	3.0±1.1	2.9±1.0 ^{ab}	2.8±1.2 ^b	3.0±1.0	2.4±1.0 ^b	2.5±1.0 ^b	2.6±1.1 ^b
Milling degree	Odae 10%	3.0±1.1 ^b	3.2±0.8	3.3±1.0	3.4±1.0	3.2±0.9	2.9±1.0	3.4±1.1	3.1±1.0	3.0±1.0	3.7±0.9	3.7±0.8	3.2±1.0
	Odae 30%	3.3±0.9 ^{ab}	3.3±0.9	3.3±0.9	3.3±1.0	3.1±1.0	2.9±1.0	3.3±1.0	3.5±0.9	3.2±1.1	3.7±0.8	3.7±0.8	3.2±1.1
	Odae 50%	3.7±1.2 ^a	3.4±1.0	3.4±1.0	3.5±1.1	3.3±1.0	3.0±0.9	3.3±1.0	3.2±0.9	3.2±1.0	3.7±0.9	3.7±1.0	3.3±1.1
Nuruk	TN ²⁾ A	2.5±1.0 ^b	2.6±0.9 ^c	2.2±1.0 ^b	2.3±1.0 ^c	2.4±0.8 ^c	2.2±0.9 ^c	2.5±1.0 ^c	2.2±1.0 ^c	2.6±1.0 ^c	2.5±1.1 ^c	2.8±1.1 ^c	1.9±1.0 ^c
	TN B	2.6±1.0 ^b	2.7±1.0 ^{bc}	2.4±1.1 ^b	2.4±1.1 ^{bc}	2.3±1.1 ^c	2.2±1.1 ^c	2.0±1.0 ^c	2.3±1.0 ^c	2.7±0.9 ^{bc}	2.2±1.1 ^c	2.6±1.1 ^c	2.0±0.9 ^c
	TN C	3.2±0.8 ^a	3.0±0.9 ^{ab}	3.2±0.8 ^a	2.9±1.0 ^b	2.9±1.0 ^b	2.9±1.1 ^b	2.9±0.9 ^b	2.9±0.8 ^b	2.8±1.1 ^b	3.0±0.9 ^b	3.2±1.0 ^b	3.2±0.8 ^b
	CN ³⁾ D	3.5±0.9 ^a	3.3±0.8 ^a	3.2±0.8 ^a	3.5±1.1 ^a	3.3±1.0 ^a	3.3±0.9 ^a	3.4±0.7 ^a	3.5±0.9 ^a	3.4±0.9 ^a	3.6±0.7 ^a	3.6±1.0 ^{ab}	3.5±0.9 ^{ab}
	CN E	3.2±1.1 ^a	3.2±0.9 ^a	3.1±0.8 ^a	3.3±1.0 ^a	3.2±1.0 ^{ab}	3.4±0.8 ^a	3.2±0.7 ^a	3.6±0.9 ^a	3.5±0.9 ^a	3.4±0.6 ^a	3.9±0.8 ^a	3.7±0.7 ^a

¹⁾5, like extremely; ²⁾TN: Traditional nuruk; ³⁾CN: Cultured nuruk.

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

^{a-c)}Values with different superscripts in the same columns are significantly different (ANOVA and Duncan's multiple range test at p<0.05).

에 대한 기호도가 낮았는데, 이는 유리당 함량이 쌀로 담근 막걸리보다 밀가루로 담근 막걸리에서 더 낮기 때문이다 (Table 4). 쌀 품종 간 종합적 기호도 점수에는 차이가 없었는데, 이는 전분질 원료인 쌀의 일반성분 차이가 막걸리의 관능적 요소에 영향을 미치지 않은 것으로 생각한다. 그중 최종 쌀 품종으로는 단맛, 쓴맛, 탄산미에 대한 점수가 높았던 오대미를 선택했다. 도정도에 따른 막걸리의 기호도 점수는 과실향을 제외한 모든 항목에서 유의적 차이는 없었으나, 도정도가 증가할수록 과실향에 대한 점수가 높았다. 따라서 도정도가 가장 높은 50%를 최종 도정도로 선택했다. 누룩의 종류에 따른 막걸리의 관능평가 결과, 전반적으로 전통누룩보다는 개량누룩으로 담근 막걸리의 기호도 점수가 높았다. 이러한 연구결과는 개량누룩이 쌀 입국 탁주보다 색상, 향, 맛에서 품질 특성이 우수하다고 한 Song 등(20)의 연구결과와 일치하였으며, 그 원인은 전통누룩에 있는 불필요한 미생물의 증식은 억제하고 특정 미생물만을 배양한 개량누룩의 사용으로 막걸리의 맛이 개선되었기 때문이라고 생각한다. 개량누룩 중에서는 glucose 함량이 가장 많으면서 단맛에 대한 기호도가 높았던 개량누룩 D로 담근 막걸리를 최종 누룩으로 선택했다. 또한 시각적 요인과 관능적 특성과의 관계를 보면, 색도 측정 시 b 값이 높았던 밀가루와 전통누룩으로 담근 막걸리는 색상과 탁도 항목에서 낮은 점수를 받았다. 따라서 흰색에 가까운 막걸리보다 황색을 나타내는 막걸리에 대한 기호도가 낮은 것을 알 수 있다. 따라서 본 연구 결과, 전분질의 종류와 도정도, 누룩의 종류가 막걸리의 향기, 맛, 색상 등 품질 특성에 영향을 미치는 것으로 생각한다.

요 약

본 연구에서는 전분원료의 종류, 쌀의 도정도, 누룩의 종류를 달리하여 담근 막걸리의 품질 특성을 조사하였다. 밀가루는 쌀보다 조지방과 조단백 함량이 높았으며 수분함량은 낮았고, pH 및 총산함량은 쌀과 밀가루로 담근 막걸리 간에 차이가 없었다. 쌀과 밀가루로 담근 막걸리의 주된 유기산은 각각 lactic acid와 succinic acid였으며, 총 유기산 함량은 각각 4.0~5.6 mg/mL와 3.5 mg/mL로 쌀로 담근 막걸리의 유기산 함량이 더 많았다. 쌀과 밀가루로 담근 막걸리의 주된 유리당은 glucose였으며, 쌀과 밀가루로 담근 막걸리의 총 유리당 함량은 각각 76.41~54.53 mg/mL와 67.75 mg/mL로 쌀로 담근 막걸리의 유리당 함량이 더 많았다. 색도는 쌀 품종별로는 차이가 없었으며, 밀가루로 담근 막걸리의 b 값은 양의 값으로 황색이 진했다. 관능평가 결과, 쌀로 담근 막걸리가 밀가루로 담근 막걸리보다 기호도 점수가 더 높았다. 쌀의 도정도가 증가함에 따라 수분, 조지방, 조단백질, acetic acid의 함량은 감소하나, pH, 총산, 유리당, 색도에 있어서는 유의적인 차이가 없었다. 쌀의 도정도는 과실향을 제외한 기호도 점수에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

전통누룩과 개량누룩으로 담근 막걸리의 pH는 각각 4.29~4.65와 4.20~4.23으로 전통누룩으로 만든 막걸리의 pH가 더 높았으며, 총 유기산 함량도 전통누룩으로 담근 막걸리(3.5~6.3 mg/mL)가 개량누룩으로 담근 막걸리(2.3~4.3 mg/mL)보다 높았다. 총 유리당 함량은 개량누룩으로 담근 막걸리(59.44~73.34 mg/mL)가 전통누룩으로 담근 막걸리(56.45~59.75 mg/mL)보다 많았다. 색도는 전통누룩으로 담근 막걸리가 개량누룩으로 담근 막걸리보다 L, a, b 값이 높았으며, 관능적 기호도 점수는 개량누룩으로 담근 막걸리가 더 높았다. 본 연구 결과, 쌀로 담근 막걸리가 밀가루로 만든 막걸리에 비해 품질이 우수한 것으로 보이나, 쌀의 품종에 의한 품질 차이는 없었다. 쌀의 도정도에 따른 막걸리의 품질은 향미의 관능적 특성 외에는 영향을 미치지 않았으며, 도정을 많이 할수록 막걸리의 향미가 좋아졌다. 누룩 종류에 따른 막걸리의 품질 특성 분석 결과, 전통 누룩에 비해 개량 누룩으로 담근 막걸리의 관능적 특성이 더 좋았다. 위 결과를 종합해 볼 때, 도정도가 높은 쌀을 전분질 원료로 하고 개량누룩을 사용하여 막걸리를 담근다면 품질이 우수한 막걸리를 제조할 수 있을 것이다.

문헌

- Lee JS, Lee TS, Choi JY, Lee DS. 1996. Volatile flavor components in mash of non-glutinous rice *Takju* during fermentation. *J Korean Soc Appl Biol Chem Soc* 39: 249-254.
- Kim JY, Yi YH. 2008. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added wheat flour takju during fermentation. *Food Eng Prog* 12: 71-77.
- Choi KH, Kim DC, Seo BI, Chung KT. 1977. Studies on the takju brewing with polished barley. *Korean J Mycol* 5: 21-26.
- Chung CH. 1965. The study on the brewing *Takju* used sweet potato as source material. The comparison with the components of fermented mash brewed with sweet potato and rice as source material. *Agric Sci Technol Res* 3: 193-199.
- Lee SR. 1986. *Korean fermented foods*. Ewha Women's University Press, Seoul, Korea. p 211-301.
- Lee JH, Yu TS. 2000. Identification and characteristics of lactic acid bacteria isolated from Nuruk. *Korean J Biotechnol Bioeng* 15: 359-365.
- Kim JY, Kim D, Park P, Kang HI, Ryu EK, Kim SM. 2011. Effects of storage temperature and time on the biogenic amine content and microflora in Korean turbid rice wine, Makgeolli. *Food Chem* 128: 87-92.
- Kim KS, Kim HS, Oh MS, Hwang IK. 2005. *Food and cookery science*. Soohaksa, Seoul, Korea. p 85.
- Aramaki I, Kanda R, Kikunaga Y, Yoshii M, Iwata H, Okuda M, Koseki T, Ogawa M, Kumamaru T, Sato H, Hashizume K. 2004. Pasting and gelatinization properties endosperm-mutant rice grains having a white core (shinpaku) and analysis of their suitability for sake brewing. *J Brew Soc Jpn* 99: 189-201.
- 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: 316-323.
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Volatile flavor components in mash of *takju* prepared by using different *nuruk*. *Korean J Food Sci Technol* 29: 563-570.
- So MH, Lee YS, Han SH, Noh WS. 1999. Analysis of major flavor compounds in Takju mash brewed with a modified Nuruk. *Korean J Food & Nutr* 12: 421-426.
- AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. Methods 930.15, 963.15, 979.09.
- Korea National Tax Service Liquor Analysis Regulation. 2010. National Tax Service Technical Service Institute, Korea. p 6-42.
- Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. 2006. Changes in quality of spray-dried and freeze-dried *takju* powder during storage. *Korean J Food Sci Technol* 38: 513-520.
- Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. 2006. Quality characteristics of *takju* fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J Food Preserv* 13: 329-336.
- Cheigh HS, Kim SK, Pyun YR, Kwon TW. 1978. Kinetic studies on cooking of rice of various polishing degrees. *Korean J Food Sci Technol* 10: 52-56.
- Eun JB, Jin TY, Wang MH. 2007. The effect of waxy glutinous rice degree of milling on the quality of *Jinyangju*, a Korean traditional rice wine. *Korean J Food Sci Technol* 39: 546-551.
- Lee HG. 2006. *Food composition table*. 7th Rev. Korea National Rural Living Science Institute, RDA, Korea. p 20.
- Song JC, Park HJ, Shin WC. 1997. Change of takju qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. *Korean J Food Sci Technol* 29: 895-900.
- Lee SA, Park HD. 1995. Effect of ground rice particle size on the brewing of uncooked rice *Takju*. *Korean J Postharvest Sci Technol Agri Products* 2: 269-276.
- 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 WY, Rhee CH, Woo CJ. 2004. Changes of quality characteristics in brewing of *Chungju* (*Sambaekju*) supplemented with dried persimmon and *Cordyceps sinensis*. *Korean J Food Preserv* 11: 240-245.
- National agricultural products quality management. 2012. Criteria of alcohol quality certification. http://www.naqs.go.kr/notice/notice_08_tot_list.jsp. accessed on 7.13.2012
- Park CW, Jang SY, Park EJ, Yeo SH, Kim OM, Jeong YJ. 2011. Comparison of the quality characteristics of commercial *makgeolli* type in south Korea. *Korean J Food Preserv* 18: 884-890.
- Choi SH, Kim, OK, Lee MW. 1992. A study on the gas chromatographic analysis of alcohols and organic acids during *Takju* fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 24: 272-278.
- 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: 206-212.
- Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. 1996. Quality characteristics of mash of *takju* prepared by different raw materials. *Korean J Food Sci Technol* 28: 330-336.
- Rhee SJ, Lee Jetty CY, Kim KK, Lee CH. 2003. Comparison of the traditional (*Samhaeju*) and industrial (*Chongju*) rice wine brewing in Korea. *Food Sci Biotechnol* 12: 242-247.
- So MH, Lee YS, Noh WS. 1999. Improvement in the quality of Takju by a modified Nuruk. *Korean J Food & Nutr* 12: 427-432.