

팽화미분 첨가에 따른 밀가루 탁주의 양조 중 pH, 산도, 색도, 환원당, 총당, 알코올 그리고 관능 성질 변화

김지영 · 이영현*

서울산업대학교 식품공학과

pH, Acidity, Color, Reducing Sugar, Total Sugar, Alcohol and Organoleptic Characteristics of Puffed Rice Powder Added Wheat Flour Takju during Fermentation

Ji-Young Kim and Young Hyoun Yi*

Food Science & Technology Department, Seoul National University of Technology

Abstract

The pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol, and organoleptic characteristics of wheat flour takju containing puffed rice powder(0, 25, 50 and 75%) were investigated during fermentation for 10 days. After drastic decrease at day 1, the pH tended to increase gradually after day 2. With the exception of day 1, higher pH was observed with higher puffed rice powder at the same day ($p<0.05$). Acidity increased significantly with days ($p<0.05$). After a sudden rise at day 1, the Hunter "L" value decreased slowly with days ($p<0.05$). At the same day, the 0% tended to be higher than others. A higher concentration of puffed rice powder tended to be a greater Hunter "a" and lower Hunter "b" value. After a rapid reduction in reducing sugar on day 1, no differences were obtained after day 4 ($p<0.05$). Total sugar decreased rapidly until day 3 and then remained unchanged after day 5 for the 0 and 25%, after day 3 for the 50% and after day 4 for the 75% ($p<0.05$). A higher concentration of puffed rice powder resulted in a higher alcohol content ($p<0.05$). The highest alcohol contents 13.4%(v/v) occurred at day 7 for the 0% and 15.2%(v/v) at day 3 for the 75%. In the sensory evaluation, no difference were detected between the 0 and 25% and also between the 0 and 50%. There was a significant detectable difference between 0 and 75% at the 1% level, however, no preference was noticed.

Key words: wheat flour takju, puffed rice powder, pH, acidity, color, sugar, alcohol

서론

막걸리는 우리나라를 대표하는 전통주로서 역사가 오래된 술이다. 맑은 술을 떠내지 않고 그대로 걸러서 만든 혼탁한 술이기 때문에 탁주(濁酒)라 부르기도 한다(Choi & Seo, 2004). 전통적인 막걸리는 찹쌀이나 멥쌀을 원료로 하고 누룩을 발효제로 양조하여 왔다. 그러나 1963년 정부의 식량정책으로 인해 주원료인 쌀이 전량 밀가루로 대체되었다(Chung, 2004). 이후 밀가루에 쌀, 고구마 그리고 옥수수 가루 등을 혼합하여 양조하였다. 어려운 식량사정에서 벗어난 1977년에는 다시 막걸리 원료로 쌀을 사용할 수 있게 되었다(Choi & Seo, 2004; Chung, 2004). 밀가루로 대체된 10여년동안 소비자의 입맛은 밀가루 막걸리에 익숙해

졌고 백미를 사용한 탁주의 제조기술도 쇠퇴되어 예전의 풍미를 되살리지 못하고 있는 실정이다(Lee & Park, 1995).

쌀 시장개방 협상결과 쌀 의무수입 물량은 2004년 20만 6천 톤에서 2005년 22만 6천 톤으로 증가하였고 2014년에는 40만 9천 톤을 수입하게 되었다(Park, 2005). 국민 1인당 연간 쌀 소비량은 2000년 93.6 kg에서 2004년 82.0 kg, 2005년에는 80.7 kg으로 해마다 감소하고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea, 2005). 쌀 재고는 2000년 97만 5천 톤에서 2006년 115만 9천 톤으로 증가하였다(Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea, 2006a). 쌀 재고량이 누증될 경우 보관 및 관리 비용이 증가될 뿐만 아니라 고미화(古米化)에 따른 품질 및 기능성 저하도 발생하게 된다.

쌀 소비를 늘리기 위한 쌀 가공식품 연구로는 쌀가루를 첨가한 쿠키에 관한 연구(Kim et al., 2002), 쌀 음료 개발에 대한 연구(Yook & Cho, 1996; Paik et al., 2004), 쌀

Corresponding author: Young Hyoun Yi, Food Science & Technology Department, Seoul National University of Technology, Gongneung-2 Dong, Nowon-Gu, Seoul 139-743, Korea
Tel: 82-2-970-6454; Fax: 82-2-976-6460
E-mail: youngyi@snut.ac.kr

이유식 제조에 대한 연구(Kim & Choi, 1995), 쌀가루를 이용한 고추장의 숙성에 관한 연구(Choi et al., 1999) 등이 있으나 일부 품목을 제외하고는 그 활용도가 매우 낮다. 쌀 소비 증가를 위한 효과적인 방법이 요구되고 있는 실정이다.

우리나라의 2004년 밀 수급실적을 보면 총 319만 톤이 수입되었고 국내 생산량은 1만 2천 톤으로 자급도가 0.4%에 불과한 실정이다. 현재 식품가공용으로 사용되는 밀의 대부분은 농업선진국인 미국, 호주 그리고 캐나다 3개국에서 주로 수입되고 있다(Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea, 2006b). 막걸리 원료로 밀가루 대신 쌀을 이용하면 밀가루의 수입 대체 효과와 더불어 쌀 소비 증대도 기대된다.

팽화미분이란 쌀을 고온과 고압으로 유지하다가 급격히 상온과 상압으로 조절하여 팽창시킨 알파화된 쌀 전분이다. 생전분은 물 분자나 효소와의 친화력이 약하여 당화가 어렵다. 호화전분은 규칙적인 분자 배열이 없어 효소작용이 쉽고 당화가 대단히 잘 된다(National Tax Service Technical Service Institute, 2005). 팽화미분을 막걸리 제조에 이용하면 세미, 침미, 절수, 증자 및 냉각과정을 거치지 않고 직접 양조용수에 담금한 후 숙성시킬 수 있다. 여러 공정의 생략에 따른 양조용수와 폐수의 감소뿐만 아니라 인건비, 시설유지비와 에너지 절감도 가능하다. 또한 전분이 호화되었기 때문에 발효기간이 단축되며 주정 수율의 향상과 술지게미(酒粕)의 감소도 기대된다.

본 연구에서는 탁주제조용 소재로 쌀의 활용도를 높이고자 팽화미분을 첨가한 밀가루 탁주의 pH, 산도, 색도, 환원당, 총당, 알코올 함량 그리고 관능 성질변화를 조사하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 팽화미분은 주식회사 점보식품(Hwaseong, Gyeonggi, Korea)제품을 사용하였고, 밀가루(대한제분주식회사, Incheon, Korea)는 박력1등급을 시중에서 구매하였다. 당화제는 누룩(진주곡자, Jinju, Gyeongnam, Korea)을 그리고 발효제는 효모 *Saccharomyces cerevisiae* (송천효모개발연구소, Cheongyang, Chungnam, Korea)를 구매하여 사용하였다.

막걸리 담금

밀가루 2,000 g에 30%(v/w)의 물 600 mL를 넣고 수분이 균일하게 분산되도록 반죽기(PK-MBR, Poong Kang Ind. Co., Ltd., Busan, Korea)를 이용하여 혼합시켰다. 살수(撒水) 혼합한 밀가루를 40분간 찜통에서 증자시켰다. 증자가 완료된 후에는 0.5 cm² 내외의 채로 쳐서 곱게 분쇄

하고 덩어리진 것을 선별한 후 실온에서 냉각시켰다. 물 6,000 mL에 yeast 8 g을 넣어 잘 녹여주었다. 양동이에 yeast를 녹인 물 6,000 mL와 누룩 800 g을 넣어 잘 저은 후 냉각시킨 밀가루를 넣고 고루 섞었다. 만든 시료를 25°C의 incubator(Samhwa Scientific Co, Seoul, Korea)에서 10일간 발효시켰다(National Tax Service Technical Service Institute, 2005; Lee et al., 1996).

밀가루와 팽화미분을 혼합한 막걸리 담금은 밀가루에 대한 팽화미분의 비율을 각각 25, 50, 75%(w/w)로 하여 시료를 제조하였다. 팽화미분이 25% 함유된 막걸리 담금은 먼저 밀가루 1,500 g을 위와 같은 방법으로 살수, 혼합, 증자 및 냉각시켰다. Yeast 8 g을 30°C의 물 6,000 mL에 넣어 녹인 후 누룩 800 g 그리고 팽화미분 500 g을 넣어 덩어리지 않게 잘 저어주었다. 혼합물의 온도가 25°C가 되면 냉각된 밀가루 1,500 g을 넣고 고루 섞었다. 만든 시료를 25°C의 incubator에서 10일간 발효시켰다. 팽화미분 50%는 밀가루 1,000 g과 팽화미분 1,000 g을 혼합하였고 75%는 밀가루 500 g과 팽화미분 1,500 g을 혼합하여 제조하였다.

pH

시료 20 mL를 100 mL 삼각플라스크에 넣고 pH meter (420A, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)를 이용하여 1 일 간격으로 술덧을 채취하여 측정하였다.

산도

여과된 시료 10 mL에 1%(v/v) phenolphthalein(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Gyeonggi, Korea) 지시약을 2-3방울 떨어뜨렸다. Buret을 통하여 0.1 N(w/v) NaOH 용액으로 시료가 미적색이 될 때까지 적정하였다. 적정 소비량(mL)을 측정한 후 다음 식에 의해 시료중의 총산을 lactic acid로 환산하였다(Kang et al., 1998).

$$\text{산도}(\% \text{젖산}) = \frac{0.009 \times \text{NaOH 소비량(mL)} \times \text{NaOH 역가}}{\text{시료의 부피}} \times 100$$

색도

탁주의 색도는 Color meter(JC 801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정 전 표준색판(X=94.30, Y=96.11, Z=114.55)으로 보정한 후 사용하였으며 L(명도, Lightness), a(적색도, redness) 및 b(황색도, yellowness)값으로 나타내었다.

환원당

환원당은 dinitrosalicylic acid(DNS)법(The Korea Society of Food Science and Nutrition, 2000)에 의해 측정하였다. 시료 2 mL를 100 mL volumetric flask에 넣고 증류수로 정용하였다. 시료 농도가 0.1-1.0 mg/mL일 때 최적 흡광도

를 나타내기 때문에 위와 같이 희석하였다. 용액 1 mL를 test tube에 넣고 DNS reagent 1 mL를 혼합한 후 끓는 물에서 15분 동안 중탕 시켰다. 상온에서 충분히 냉각한 후 증류수 3 mL를 넣어 희석하였다. Spectrometer(UV-2101 (PC)S, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan)를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

총당

총당은 페놀-황산법(Kang et al., 1998)에 의해 측정하였다. 먼저 환원당과 같은 방법으로 시료를 희석한 후 사용하였다. Test tube에 희석된 용액 2 mL와 5%(v/v) phenol (Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan) 용액 1 mL를 넣고 혼합시켰다. 여기에 95% 황산(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Gyonggi, Korea) 5 mL를 가하여 발열시킨 후 30분 동안 상온에서 방치하였다. Spectrometer를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 상기방법으로 작성한 표준곡선으로부터 환산하였다.

알코올 함량

알코올은 국세청 주류분석규정에 따라 측정하였다 (National Tax Service Technical Service Institute, 2005). 메스실린더로 시료 100 mL를 취한 후 500 mL 삼각 플라스크에 옮겼다. 시료가 넣어져있던 메스실린더를 증류수 10 mL로 3회 씻은 후 그 액을 삼각 플라스크에 합쳤다. 냉각기 한쪽에 삼각 플라스크를 연결하고 다른 한쪽에는 수기로 100 mL 메스실린더를 연결하였다. Soxhlet heater (Samhwa Scientific Co., Seoul, Korea)를 이용하여 시료에 열을 가하였다. 증류액이 70 mL가 되면 증류를 정지하고 증류수를 보충하여 메스실린더의 100 mL 눈금까지 정용하였다. 잘 흔들어 주정계(Deakwang, Inc., Seoul, Korea)로 측정한 후 Gay-Lussac 주정도수환산표에 의해 온도 보정을 실시하였다.

관능검사

발효가 완료된 막걸리를 여과한 후 시판 탁주의 알코올 도수인 6%(v/v)가 되도록 일정량의 물을 가하였다. 제성한 시료를 1일동안 냉장 보관하여 마시기 좋게 하였다(Park et al., 2004). 관능검사 요원으로는 식품공학과 재학생 20명을 선별하였다. 시료간의 차이식별을 알아보기 위해서 팽화미분을 첨가하지 않은 0%와 25% 첨가된 시료, 0과 50% 그리고 0과 75%로 짝을 지어 삼점검사(triangle test)를 실시하였다.

검사결과 유의적인 차이가 있으면 정답을 찾아낸 관능요원을 대상으로 차이정도와 선호도를 조사하였다. 차이정도

는 조금 있음(slight), 있음(moderate), 많이 있음(much) 그리고 아주 많이 있음(extreme)에 각각 1, 2, 3 그리고 4점을 배정하였다. 해당 항목 점수에 선택한 사람의 수를 곱하고 모두 더해서 전체 맞춘 사람의 수로 나누어 평균 차이를 구하였다. 선호도를 알기 위해서 이점 기호 검사(paired comparisons test)를 실시하였다(Elizabeth, 1977).

통계처리

실험결과는 통계분석용 프로그램 SPSS(Statistical Package for Social Science for Windows, Rel. 10.0, 1999)를 이용하여 분산분석을 실시하였다. 유의한 차이가 있는 경우 $p < 0.05$ 수준에서 Tukey법을 이용하여 차이에 대한 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH

탁주에서 pH는 발효 중의 오염 정도를 알 수 있는 중요한 요인일 뿐만 아니라 발효진행 상황을 짐작할 수 있는 지표성분으로 이용된다(Jeong et al., 2006). 팽화미분 첨가량에 따른 밀가루 막걸리의 발효 중 pH 변화는 Table 1과 같다. 팽화미분 첨가량이 0에서 75%로 증가할수록 담금 직후 막걸리의 pH도 5.44에서 6.09로 증가하였다. 발효 1일에는 4.14-4.25로 급격히 감소하였는데 팽화미분 함량이 높을수록 감소 폭이 컸다($p < 0.05$). 발효 2일 이후부터는 모든 시료의 pH가 완만하게 상승하는 경향을 보였으며 이러한 변화는 Lee et al.(1996)의 연구와 유사하였다. 발효 1일을 제외한 동일한 발효일에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 pH도 유의적으로 항상 높았다($p < 0.05$). Lee et al.

Table 1. pH of wheat flour takju with 0, 25, 50 and 75% of puffed rice powder during fermentation at 25°C¹⁾²⁾³⁾

Day	Puffed rice powder (%)			
	0	25	50	75
0	5.44 ^{Da}	5.77 ^{Ca}	5.96 ^{Ba}	6.09 ^{Aa}
1	4.23 ^{Bi}	4.14 ^{Cj}	4.14 ^{Ck}	4.25 ^{Al}
2	4.31 ^{Dh}	4.32 ^{Cl}	4.34 ^{Bj}	4.49 ^{Aj}
3	4.40 ^{Df}	4.44 ^{Ch}	4.45 ^{Bi}	4.63 ^{Al}
4	4.47 ^{De}	4.54 ^{Cg}	4.57 ^{Bh}	4.75 ^{Ah}
5	4.52 ^{Dd}	4.62 ^{Cf}	4.67 ^{Bg}	4.84 ^{Ag}
6	4.54 ^{Dc}	4.67 ^{Ce}	4.72 ^{Bf}	4.86 ^{Af}
7	4.57 ^{Db}	4.74 ^{Cc}	4.79 ^{Bc}	4.90 ^{Ae}
8	4.54 ^{Dc}	4.76 ^{Cb}	4.82 ^{Bd}	4.93 ^{Ad}
9	4.53 ^{Dc}	4.75 ^{Cb}	4.84 ^{Bc}	4.96 ^{Ac}
10	4.35 ^{Dg}	4.69 ^{Cd}	4.88 ^{Bb}	5.00 ^{Ab}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

^{3)abcdeghijk}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

(1996)에 따르면 4일 이후 큰 변화 없이 발효 16일 맵쌀, 찹쌀, 보리쌀 그리고 밀가루주의 pH가 각각 3.74, 3.76, 3.64 및 3.52로 본 실험보다 낮게 나타났다. 막걸리의 pH 범위는 4.0-4.6(Song & Park, 2003)으로 본 연구의 발효 전반기와는 비슷하였으나 발효 5일 이후에는 4.52-5.00으로 다소 높은 pH를 나타내었다.

산도

탁주의 총산 함량은 다른 주류에서는 잘 찾아볼 수 없는 산미의 원인물질이며 막걸리의 산패현상을 조기 진단할 수 있는 기초 자료이다(Jeong et al., 2006). 팽화미분 첨가량에 따른 밀가루 막걸리의 발효 중 산도 변화는 Table 2와 같다. 담금 직후 막걸리의 산도 범위는 0.15-0.23%였으나 발효 1일에는 0.57-0.64%로 증가하여 pH가 급격히 저하된 시점과 일치하였다. 발효기간이 경과될수록 동일한 시료에서 산도는 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). 담금 직후의 산도는 주로 누룩이나 원료에 의하지만 발효가 진행된 후부터는 술덧 중에 생육하는 미생물 작용으로 생성된 유기산에 의해 산도가 증가한 것으로 추정된다(Joung et al., 2004). 탁주 발효 중 산도는 계속 증가하고 있으나 pH는 증가분만큼 감소하지 않았다. 그 이유를 So et al.(1999)과 Park et al.(2004)은 전분질 원료에 함유되어 있는 단백질이 아미노태 질소로 분해되어 술덧의 완충능력을 높여주었기 때문이라고 하였다.

색도

팽화미분 첨가량에 따른 밀가루 막걸리의 발효 중 색도의 변화는 Table 3과 같다. 술덧의 밝기를 나타내는 L값은 팽화미분 첨가량과 관계없이 모든 시료에서 발효 1일에 급

Table 2. Lactic acid(%) of wheat flour takju with 0, 25, 50 and 75% of puffed rice powder during fermentation at 25°C⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Day	Puffed rice powder (%)			
	0	25	50	75
0	0.15 ^{Bg}	0.15 ^{Bi}	0.21 ^{Ai}	0.23 ^{Ai}
1	0.61 ^{Af}	0.64 ^{Bh}	0.64 ^{Bh}	0.57 ^{Bh}
2	0.64 ^{ABef}	0.62 ^{Bh}	0.65 ^{Agh}	0.63 ^{ABh}
3	0.69 ^{Ae}	0.70 ^{Ag}	0.71 ^{Ag}	0.72 ^{Ag}
4	0.80 ^{Bd}	0.79 ^{Bf}	0.83 ^{Af}	0.81 ^{ABf}
5	0.81 ^{Bd}	0.84 ^{Bf}	0.90 ^{Ae}	0.91 ^{Ae}
6	0.93 ^{Bc}	0.91 ^{Be}	0.98 ^{Ad}	1.01 ^{Ad}
7	0.95 ^{Bc}	0.99 ^{Bd}	1.11 ^{Ac}	1.08 ^{Ac}
8	1.15 ^{BCb}	1.11 ^{Cc}	1.17 ^{Bc}	1.26 ^{Ab}
9	1.17 ^{Cb}	1.18 ^{BCb}	1.25 ^{ABb}	1.30 ^{Ab}
10	1.28 ^{Ca}	1.34 ^{BCa}	1.39 ^{ABa}	1.46 ^{Aa}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

격히 상승하였고 이후 발효가 경과될수록 서서히 감소하였다($p < 0.05$). 육안으로 관찰한 결과와 일치하였으며 Kim et al.(2007)의 연구와도 유사하였다. 동일한 발효일에는 팽화미분을 첨가하지 않은 0%가 다른 시료보다 높은 경향을 보였다.

적색도를 나타내는 a값은 팽화미분 첨가량이 증가할수록 높은 경향을 보였으며 발효 0일과 10일을 제외한 동일 발효일에는 75%가 가장 높았다($p < 0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 모든 시료에서 발효 1일에 급격히 증가하였다($p < 0.05$). 팽화미분 첨가량이 높을수록 낮아지는 경향을 나타내 a값과 반대되는 경향을 보였다. 탁주의 황색은 주로 누룩에서 유래되는 것으로 추정되나 밀 중에 함유되어있는 flavone계 색소의 영향으로 0%에서 다소 높게 나타난 것으로 보인다(Lee et al., 1996).

Table 3. Hunter color value of wheat flour takju with 0, 25, 50 and 75% of puffed rice powder during fermentation at 25°C⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Color	Day	Puffed rice powder(%)			
		0	25	50	75
L (Lightness)	0	67.03 ^{Ch}	64.66 ^{Dj}	67.86 ^{Bg}	68.25 ^{Ag}
	1	73.97 ^{Aa}	72.50 ^{Da}	72.95 ^{Ba}	72.56 ^{Da}
	2	71.39 ^{Ab}	70.67 ^{Db}	71.07 ^{Cb}	71.32 ^{Bb}
	3	69.71 ^{Cc}	69.35 ^{Dc}	70.36 ^{Ac}	70.28 ^{Ac}
	4	68.95 ^{Cd}	68.73 ^{Dd}	69.67 ^{Ad}	69.49 ^{Bd}
	5	68.64 ^{Be}	68.27 ^{Ce}	68.91 ^{Ae}	68.64 ^{Be}
	6	68.82 ^{Ad}	67.81 ^{Cf}	68.26 ^{Cf}	68.33 ^{Bf}
	7	67.45 ^{Af}	65.98 ^{Dg}	66.55 ^{Bh}	66.41 ^{Ch}
	8	67.19 ^{Ag}	65.38 ^{Ch}	65.77 ^{Bi}	65.75 ^{Bi}
	9	65.75 ^{Ai}	64.78 ^{Bi}	64.78 ^{Bj}	64.64 ^{Cj}
	10	65.06 ^{Aj}	64.56 ^{Bk}	64.18 ^{Ck}	64.01 ^{Dk}
a (Redness)	0	2.55 ^{Ch}	2.90 ^{Ag}	2.89 ^{Ad}	2.70 ^{Be}
	1	2.60 ^{Dh}	3.39 ^{Ce}	3.65 ^{Bb}	3.94 ^{Ac}
	2	2.80 ^{Dg}	3.09 ^{Cf}	3.17 ^{Bc}	3.24 ^{Ad}
	3	3.80 ^{Bb}	3.89 ^{Bb}	4.00 ^{Aa}	4.11 ^{Ab}
	4	3.46 ^{Dd}	3.85 ^{Cb}	3.96 ^{Ba}	4.07 ^{Ab}
	5	4.00 ^{Ba}	4.05 ^{Ba}	4.02 ^{Ba}	4.21 ^{Aa}
	6	3.58 ^{Bc}	3.56 ^{Bd}	3.57 ^{Bb}	3.88 ^{Ac}
	7	3.41 ^{Cde}	3.46 ^{Ce}	3.58 ^{Bb}	3.91 ^{Ac}
	8	3.74 ^{Bb}	3.73 ^{BCc}	3.65 ^{Cb}	4.10 ^{Ab}
	9	3.31 ^{Def}	3.57 ^{Cd}	3.96 ^{Ba}	4.11 ^{Ab}
	10	3.29 ^{Bf}	3.45 ^{Ae}	3.18 ^{Cc}	3.27 ^{Bd}
b (Yellowness)	0	25.04 ^{Ah}	24.88 ^{Bh}	24.98 ^{ABh}	24.01 ^{Ch}
	1	29.60 ^{Cg}	30.12 ^{Ac}	29.68 ^{Ba}	29.48 ^{Da}
	2	30.27 ^{Be}	30.42 ^{Ab}	29.70 ^{Ca}	29.28 ^{Db}
	3	29.97 ^{Af}	29.99 ^{Ad}	29.43 ^{Bc}	28.91 ^{Cc}
	4	30.46 ^{Bd}	30.73 ^{Aa}	29.55 ^{Cb}	29.29 ^{Db}
	5	30.99 ^{Ab}	30.44 ^{Bb}	29.64 ^{Ca}	28.99 ^{Dc}
	6	29.56 ^{Ag}	29.19 ^{Bf}	28.16 ^{Ce}	28.13 ^{Cd}
	7	30.23 ^{Aa}	28.44 ^{Bg}	27.45 ^{Cg}	27.18 ^{Dg}
	8	31.36 ^{Aa}	29.44 ^{Be}	28.36 ^{Cd}	28.05 ^{Dde}
	9	30.85 ^{Ac}	30.02 ^{Bd}	27.86 ^{Df}	27.96 ^{Ce}
	10	30.52 ^{Ad}	30.45 ^{Ab}	28.11 ^{Be}	27.75 ^{Cf}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.

^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

^{3)abcde}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

환원당

환원당은 탁주의 감미와 알코올 생성에 중요한 성분이다. 감미는 산미와 감칠맛 등과 조화되어 탁주의 품질에 영향을 준다(Lee & Lee, 2000). 팽화미분 첨가량에 따른 밀가루 막걸리의 발효 중 환원당 함량 변화는 Table 4와 같다. 팽화미분 첨가량이 0%에서 75%로 증가할수록 담금 직후 환원당 함량도 3.30에서 6.98%로 증가하였다($p<0.05$). 발효 1일에 2.76-4.01%로 급격히 감소하였고 발효 3일까지는 계속적으로 감소하다가 동일한 시료에서는 4일 이후부터 큰 변화가 없었다. 알코올발효 초기에 효모의 영양원으로 환원당이 이용되기 때문에 환원당이 급격히 낮아진 것으로 생각된다(Joung et al., 2004). 당이 급격히 감소된 후 일정하게 유지되는 경향은 누룩의 종류를 달리하여 담금한 Han et al.(1997)과 복은쌀과 탈지대두를 첨가한 Lee & Lee(2000)의 보고와도 유사하였다.

총당

탁주에서 당분은 미생물의 발효기질로 이용되어 에탄올 생성에 관여하며 술 향기 생성과 감미에도 영향을 주는 주요 성분이다(Han et al., 1997). 팽화미분 첨가량에 따른 밀가루 막걸리의 발효 중 총당 함량 변화는 Table 5와 같다. 담금 직후 팽화미분을 0, 25, 50 그리고 75% 첨가한 시료의 총당 함량은 각각 18.61, 20.52, 31.58 그리고 36.03 %로 팽화미분 함량이 높을수록 총당 함량도 유의적으로 높았다($p<0.05$). 팽화미분 첨가량과 관계없이 모든 시료에서는 발효 3일까지 급격히 감소하였다. 동일한 시료에서 팽화미분 0과 25%는 5일 이후, 50%는 3일 이후 그리고 75%는 4일 이후부터 유의적인 차이를 보이지 않았다($p<0.05$). 발효초기 총당의 감소는 당분이 술덧 중에 생육하는

효모나 젖산균 등의 발효기질로 이용되었기 때문으로 보인다(In et al., 1995). 이러한 결과는 Park & Lee(2002)의 밀가루 누룩으로 담금한 술덧의 총당 보고와 유사하였다.

알코올

미생물에 의해서 당분이 알코올과 탄산가스로 변화되는 것을 알코올 발효라고 한다. 알코올의 적정 농도는 유해 미생물의 오염 방지와 동시에 효모의 발효력 향상에도 영향을 주는 중요한 요소이다(Jung et al., 2006). 팽화미분 첨가량에 따른 밀가루 막걸리의 발효 중 알코올 함량 변화는 Table 6과 같다. 담금 직후 알코올 함량은 1.0-1.1%의 범위였으나 발효 1일에는 0, 25, 50 그리고 75%의 시료가 각각 9.1, 9.9, 10.5 그리고 11.2%로 급격히 증가하였다($p<0.05$). 발효초기 환원당 및 총당의 소모량과 비례하여 알코올 함량이 증가하였으며 이러한 변화는 타 전통주인 하향주(Jung et al., 2006)나 삼백주(Lee et al., 2004)의 연구결과와도 유사하였다.

담금 직후를 제외한 모든 발효일에는 팽화미분 첨가량이 0에서 75%로 증가할수록 알코올 함량도 항상 높게 나타났다. 팽화미분을 25%와 75%첨가한 시료는 발효 3일에 각각 13.8%와 15.2%로 최대 함량을 보인 후 차이가 없었다. 팽화미분 50%도 발효 8일을 제외하면 3일에 14.5%로 최대 함량을 보인 후 차이가 없었다($p<0.05$). 반면 팽화미분을 첨가하지 않은 시료는 발효 7일 13.4%로 최대 함량을 보여 팽화미분을 첨가한 시료에 비해 알코올 함량이 낮고 발효도 늦었다.

관능검사

관능요원 20명 중 팽화미분 0과 25% 시료에서 차이를

Table 4. Reducing sugar(%) of wheat flour takju with 0, 25, 50 and 75% of puffed rice powder during fermentation at 25°C⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Day	Puffed rice powder (%)			
	0	25	50	75
0	3.30 ^{Ca}	5.22 ^{Ba}	6.74 ^{Aa}	6.98 ^{Aa}
1	2.76 ^{Db}	3.11 ^{Cb}	3.43 ^{Bb}	4.01 ^{Ab}
2	1.44 ^{Ac}	1.32 ^{Ac}	1.38 ^{Ac}	1.38 ^{Ac}
3	0.97 ^{Ad}	0.86 ^{Bd}	0.75 ^{Cd}	0.75 ^{Cd}
4	0.83 ^{Ade}	0.68 ^{Be}	0.65 ^{Bde}	0.68 ^{Bde}
5	0.71 ^{Aef}	0.60 ^{Be}	0.59 ^{Bde}	0.58 ^{Bef}
6	0.69 ^{Aef}	0.60 ^{Be}	0.58 ^{Be}	0.55 ^{Cef}
7	0.66 ^{Af}	0.55 ^{Be}	0.53 ^{Be}	0.53 ^{Bf}
8	0.64 ^{Af}	0.58 ^{Be}	0.57 ^{Be}	0.55 ^{Bef}
9	0.68 ^{Aef}	0.62 ^{Be}	0.62 ^{Bde}	0.59 ^{Cef}
10	0.71 ^{Aef}	0.68 ^{Ae}	0.61 ^{Bde}	0.58 ^{Bef}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$)
^{3)abcdef}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$)

Table 5. Total sugar(%) of wheat flour takju with 0, 25, 50 and 75% of puffed rice powder during fermentation at 25°C⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

Day	Puffed rice powder (%)			
	0	25	50	75
0	18.61 ^{Da}	20.52 ^{Ca}	31.58 ^{Ba}	36.03 ^{Aa}
1	11.43 ^{Db}	17.82 ^{Ab}	18.34 ^{Ab}	16.39 ^{Bb}
2	6.68 ^{Bc}	6.77 ^{Bc}	6.68 ^{Bc}	7.29 ^{Ac}
3	4.08 ^{Ad}	2.95 ^{Bd}	2.72 ^{Cd}	2.65 ^{Cd}
4	2.97 ^{Ae}	2.58 ^{Bde}	2.40 ^{Cd}	2.58 ^{Bde}
5	2.07 ^{Af}	1.71 ^{Cf}	1.95 ^{Bd}	1.98 ^{ABde}
6	2.01 ^{Af}	1.83 ^{Bf}	1.93 ^{ABd}	1.82 ^{Be}
7	2.04 ^{Bf}	1.92 ^{Bef}	2.00 ^{Bd}	2.22 ^{Ade}
8	2.20 ^{Bf}	1.93 ^{Cef}	2.17 ^{Bd}	2.38 ^{Ade}
9	2.23 ^{Bf}	2.35 ^{ABef}	2.40 ^{Ad}	2.35 ^{Ade}
10	2.27 ^{Cf}	2.23 ^{Cef}	2.47 ^{Ad}	2.37 ^{Bde}

¹⁾Each number is a mean of 5 observations.
^{2)ABCD}Means within a row not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$)
^{3)abcdef}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p<0.05$)

Table 6. Alcohol(%) of wheat flour takju with 0, 25, 50 and 75% of puffed rice powder during fermentation at 25°C¹⁾²⁾³⁾

Day	Puffed rice powder (%)			
	0	25	50	75
0	1.0 ^{Af}	1.1 ^{Ad}	1.0 ^{Ae}	1.1 ^{Ad}
1	9.1 ^{De}	9.9 ^{Cc}	10.5 ^{Bd}	11.2 ^{Ac}
2	12.3 ^{Dd}	13.6 ^{Cb}	14.0 ^{Bc}	14.6 ^{Ab}
3	12.9 ^{Dc}	13.8 ^{Cab}	14.5 ^{Bb}	15.2 ^{Aa}
4	12.9 ^{Dc}	13.9 ^{Ca}	14.5 ^{Bb}	15.2 ^{Aa}
5	13.1 ^{Db}	13.8 ^{Cab}	14.7 ^{Bab}	15.2 ^{Aa}
6	13.2 ^{Db}	13.7 ^{Cab}	14.6 ^{Bab}	15.2 ^{Aa}
7	13.4 ^{Da}	13.8 ^{Cab}	14.7 ^{Bab}	15.2 ^{Aa}
8	13.4 ^{Da}	13.8 ^{Cab}	14.8 ^{Ba}	15.2 ^{Aa}
9	13.4 ^{Da}	13.8 ^{Cab}	14.7 ^{Bab}	15.2 ^{Aa}
10	13.4 ^{Da}	13.7 ^{Cab}	14.7 ^{Bab}	15.2 ^{Aa}

1) Each number is a mean of 4 observations.

2)^{ABCD} Means within a row not followed the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

3)^{abcdef} Means within a column not followed the same letter are significantly different ($p < 0.05$)

식별한 패널은 5명이었고 0과 50%는 10명 이었다. Statistical Chart 1(Elizabeth, 1977)에 의하면 응답자 20명 중 정답자 수가 최소 11명일 때 5% 수준에서 그리고 최소 13명이면 1% 수준에서 유의적인 차이가 있다. 따라서 팽화미분 0과 25% 및 0과 50%는 유의적인 차이가 없었다. 팽화미분 0과 75% 시료에서는 14명이 정확한 답을 분별하여 1% 수준에서 차이가 있었다. 이러한 결과는 쌀에 팽화미분을 첨가하여 담금한 쌀 탁주의 관능검사에서 유의적 차이를 보이지 않은 Kim et al.(2007)의 연구와는 상이하였다.

팽화미분 0과 75%에서 정답을 찾아낸 14명을 대상으로 차이정도와 선호도를 조사하였다. 평균 차이는 2.5점으로 Moderate(있음)와 많이 있음(much)의 중간이었다. 선호도는 14명 중 8명이 0%를 나머지 6명이 75%를 선택하였다. Statistical Chart 2(Elizabeth, 1977)에 의하면 응답자 14명 중 최소 12명이 선택했을 때 5% 수준에서 선호도 차이가 인정된다. 따라서 두 시료간의 선호도에는 유의적인 차이가 없었다.

요 약

팽화미분 첨가량을 0, 25, 50 및 75%(w/w)로 하여 제조한 밀가루 막걸리의 pH, 산도, 색도, 환원당, 총당, 알코올 함량 그리고 관능 성질 변화를 조사하였다. 모든 시료의 pH는 발효 1일에 급격히 감소하였고 2일 이후부터는 완만하게 상승하는 경향을 보였다. 발효 1일을 제외한 동일한 발효일에는 팽화미분 첨가량이 증가할수록 pH도 유의적으로 항상 높았다($p < 0.05$). 산도는 동일한 시료에서 발효기간이 경과될수록 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). L값은 모든

시료에서 발효 1일에 급격히 상승하였고 이후 발효가 경과될수록 서서히 감소하였다($p < 0.05$). 동일한 발효일에는 팽화미분을 첨가하지 않은 0%가 다른 시료보다 높은 경향을 보였다. 팽화미분 첨가량이 증가할수록 a값은 높은 경향을 보였으나 b값은 낮아지는 경향을 보였다. 환원당 함량은 발효 1일에 급격히 감소하였고 발효 3일 까지는 계속적으로 감소하다가 동일한 시료에서는 4일 이후부터 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 총당 함량은 모든 시료에서 발효 3일 까지 급격히 감소하였다. 동일한 시료에서는 팽화미분 0과 25%가 5일 이후, 50%는 3일 이후 그리고 75%는 4일 이후부터 유의적인 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 알코올 함량은 모든 발효일에서 팽화미분 첨가량이 0에서 75%로 증가할수록 항상 높게 나타났다($p < 0.05$). 팽화미분 0%는 알코올 함량이 발효 7일에 13.4%로 최대 함량을 보였지만 75%는 발효 3일에 15.2%로 최대 함량을 보였다. 관능검사에서는 팽화미분을 첨가하지 않은 시료 0과 25% 및 0과 50% 시료간의 유의적인 차이가 없었다. 시료 0과 75%에서는 1% 수준에서 차이가 있었으나 선호도에서는 차이가 없었다.

참고문헌

- Choi JY, Lee TS and Noh BS. 1999. Characteristics of volatile flavor compounds in improved Kochujang prepared with glutinous rice koji during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. **31(5)**: 1221-1226
- Choi YJ and Seo JW. 2004. The Understanding of Liquor. Kimoonsa. Seoul, Korea. pp154-155
- Chung DH. 2004. The History of Alcohol Tradition in Korea. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp271, 298
- Elizabeth L. 1977. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture. Ottawa, Canada. pp21-24. 63-64
- Han EH, Lee TS, Noh BS and 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
- In HY, Lee TS, Lee DS and Noh BS. 1995. Quality characteristics of soju mashes brewed by korean traditional method. Korean J. Food Sci. Technol. **27(1)**: 134-140
- Jeong JW, Park KJ, Kim MH and Kim DS. 2006. Quality characteristics of takju fermentation by addition of chestnut peel powder. Korean J. Food Preserv. **13(3)**: 329-336
- Joung EJ, Paek NS and Kim YM. 2004. Studies on Korean takju using the by-product of rice milling. Korean J. Food Nutr. **17(2)**: 199-205
- Jung HK, Park ChD, Park HH, Lee GD, Lee IS and Hong JH. 2006. Manufacturing and characteristics of Korean traditional liquor, hahyangju prepared by *Saccharomyces cerevisiae* HA3 isolated from traditional nuruk. Korean J. Food Sci. Technol. **38(5)**: 659-667
- Kang KH, Noh BS, Seo JH and Hur WD. 1998. Food Analytics. Sung Kyun Kwan University Press. Seoul, Korea. pp109-110
- Kang MY, Park YS, Mok CK and Chang HG. 1998. Improvement

- of shelf-life of yakju by membrane filtration. *Korean J. Food Sci. Technol.* **30(5)**: 1134-1139
- Kim HY, Lee IS, Kang JY and Kim GY. 2002. Quality characteristics of cookies with various levels of functional rice flour. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34(4)**: 642-646
- Kim JY, Sung KW, Bae HW and 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 KO and Choi HJ. 1995. Optimization of the preparation of rice-based infant foods using freeze drying process. *Korean J. Food Sci. Technol.* **27(5)**: 680-689
- Lee JS, Lee TS, Noh BS and Park SO. 1996. Quality characteristics of mash of takju prepared by different raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28(2)**: 330-336
- Lee SA and Park HD. 1995. Effect of ground rice particle size on the brewing of uncooked rice takju. *Korean J. Food Sci. Technol. Agri Products.* **2(2)**: 269-276
- Lee SM and Lee TS. 2000. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of takju during fermentation. *J. Natural Science.* **12(1)**: 71-79
- Lee WY, Rhee CH and Woo CHJ. 2004. Changes of quality characteristics in brewing of chungju(sambaekju) supplemented with dried persimmon and cordyceps sinensis. *Korean J. Food Preserv.* **11(2)**: 240-245
- Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea. 2005. Agriculture and Forestry Statistical Yearbook. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea. pp212
- Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea. 2006. Agricultural Statistics. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea. pp513
- Ministry of Agriculture and Forestry Republic of Korea. 2006. Agriculture and Forestry Statistical Yearbook. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea. pp 361-371
- National Tax Service Technical Service Institute. 2005. Manufacturing Guideline of Takju and Yakju. National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea. pp 31, 53-54, 195-196
- Paik SH, Bae HC, and Nam MS. 2004. Fermentation properties of yogurt added with rice. *J. Anim. Sci. Technol. (Kor.)* **46(4)**: 667-676
- Park CS and Lee TS. 2002. Quality characteristic of takju prepared by wheat flour nuruks. *Korean J. Food Sci. Technol.* **34(2)**: 296-302
- Park JH, Bae SM, Yook C and Kim JS. 2004. Fermentation characteristics of takju prepared with old rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* **36(4)**: 609-615
- Park ST. 2005. The Technology Against of Rice Market Opening. Rural Development Administration Yeongnam Agrecultural Research Institute. Gyeongnam, Korea. pp11
- So MH, Lee YS and Noh WS. 1999. Changes in microorganisms and main components during takju brewing by modified nuruk. *Korean J. Food Nutr.* **12(3)**: 226-232
- Song JC and Park HJ. 2003. Takju brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **32(6)**: 847-854
- SPSS. 1999. Statistical Package for Social Science for Windows. Rel. 10.0. SPSS Inc., Chicago, IL, USA
- The Korea society of food science and nutrition. 2000. Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp151-152
- Yook CH and Cho SCH. 1996. Application of heat/moisture-treated rices for sikhe preparation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28(6)**: 1119-1125

(접수 2007년 11월 21일, 채택 2008년 3월 3일)