

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

김지영 · 성기욱¹ · 배현웅² · 이영현*

서울산업대학교 식품공학과, ¹서울탁주제조협회, ²육군사관학교 수학과

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

Ji-Young Kim, Ki-Wook Sung¹, Hyun-Wung Bae², and Young Hyoun Yi*

Department of Food Science & Technology, Seoul National University of Technology

¹Seoul Takju Manufactory Corporation

²Department of Mathematics, Korea Military Academy

Abstract The pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol, and organoleptic characteristics of *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 increased gradually until Day 5 and then tended to decrease after Day 6. A lower concentration of puffed rice powder resulted in a greater pH reduction ($p < 0.05$). Acidity increased quickly with days, especially for the 0% after Day 6 ($p < 0.05$). After a sudden rise at Day 1, the Hunter "L" value tended to decrease with days of fermentation. At the same day, the 75% showed the lowest Hunter "L" value, however, it had the highest Hunter "a" value except on Days 0, 3 and 10 ($p < 0.05$). After a rapid reduction in reducing sugar on Day 3, no differences were observed in the samples ($p < 0.05$). The 75% tended to be higher in reducing sugar. Total sugar decreased rapidly at Day 2, and then either remained unchanged or decreased after Day 3. With the exception of Day 4, the 75% had higher amounts of total sugar than the others at the same day ($p < 0.05$). The Highest alcohol contents [13.0-16.4% (v/v)] occurred on Day 6. Higher alcohol concentrations were observed with higher puffed rice powder ($p < 0.05$). In the sensory evaluation, no differences were detected between the 0% and those with puffed rice powder added ($p < 0.05$).

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

서 론

탁주는 우리나라의 재래주로서 천여년 이상 양조되어 왔으며 막걸리 또는 농주(農酒)라고도 한다(1). 막걸리에는 단백질과 비타민 B 복합체, inositol 그리고 choline 등의 영양성분이 있다. 또한 갈증을 멎게 하고 신진대사를 원활히 하는 유기산으로 인하여 산미가 나며 탄산가스로 인해 청량감을 준다. 뿐만 아니라 짠맛, 단맛 그리고 감칠맛 등이 나기도 한다(2).

막걸리 제조에 사용되는 전분 원료로는 쌀과 잡곡 그리고 서류인 고구마 등이 있다. 정부의 식량정책으로 1963년에는 탁주의 원료로 쌀 사용이 금지되어 수입 밀가루로 대체되었고 옥수수, 보리 그리고 고구마 전분 등이 혼용되기도 하였다. 쌀 생산량이 늘어나기 시작한 1977년부터는 쌀 또는 쌀과 소맥분을 혼용하여 제조하고 있다(1,3). 국제통계연보 중 주세부과에 의하면 2000년

탁·약주의 주세는 280억에서 2004년에는 580억으로 4년간 2배 이상 증가하였다. 하지만 전체 주세에서 탁·약주가 차지하는 비율은 2000년 1.3%와 2004년 2.4%로 맥주 59.8과 56.5% 그리고 소주 24.6과 31.6%에 비하면 매우 미약한 실정이다(4,5).

전통적인 쌀 막걸리 제조방법은 다음과 같다. 원료를 먼저 세미한 후 15-18시간 동안 침미(浸米)시킨다. 불린 쌀을 1-3시간 동안 절수(切水)하고 증자(蒸煮)과정을 거쳐 고두밥을 만든다. 담금에 적합한 온도로 냉각시킨 고두밥을 양조용수에 넣은 뒤 효모와 누룩을 첨가하여 숙성시킨다(1).

팽화미분이란 쌀을 고온과 고압으로 유지하다가 급격히 상온과 상압으로 조절하여 팽창시킨 알파화된 쌀 전분이다. 생전분은 물 분자나 효소와의 친화력이 약하여 당화가 어려운데 비하여 호화전분은 규칙적인 분자 배열이 없어 효소작용이 쉽고 당화가 대단히 잘 된다(6). 팽화미분을 막걸리 제조에 이용하면 세미, 침미, 절수, 증자 및 냉각과정을 거치지 않고 직접 양조용수에 담금한 후 숙성시킬 수 있다. 따라서 여러 공정의 생략에 따른 양조용수와 폐수량의 감소뿐만 아니라 인건비, 시설유지비와 에너지 절감도 가능하다. 또한 전분이 호화되었기 때문에 발효기간이 단축되며 주정 수율의 향상과 술지게미(酒粕)의 감소도 기대된다.

탁주제조시 멥쌀(7), 찰쌀(7), 보리쌀(7,8), 밀가루(7), 볶은쌀(9), 울피가루(10) 등의 다양한 원료를 이용한 연구 보고가 있다. 하

*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

Received January 18, 2007; accepted April 20, 2007

지만 팽화미분 제조방법(11)과 팽화미분을 주재료로 한 양조방법(12)이 특허화 되었을 뿐 탁주에 첨가하여 품질에 미치는 영향을 조사한 연구는 미약한 실정이다. 본 연구에서는 팽화미분이 탁주에 미치는 영향을 알아보기 위하여 팽화미분 첨가량에 따른 탁주의 양조 중 pH, 산도, 색도, 환원당, 총당, 알코올 함량 그리고 관능 성질 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

전분재료

탁주제조용 전분으로 2005년산 쌀(주식회사 푸른쌀농장, Uijeongbu, Korea)을 시중에서 구매하였고 팽화미분은 점보식품주식회사(Hwaseong, Korea)에서 제공받았다. 효모 *Saccharomyces cerevisiae*는 송천효모개발연구소(Cheongyang, Korea)에서 그리고 누룩은 진주곡자(Jinju, Korea)에서 구매하여 사용하였다.

막걸리 담금

쌀 막걸리 담금은 다음과 같은 과정으로 제조 하였다. 쌀 2,000 g을 세척하여 24시간 동안 물에 침지한 후 물기를 제거하였다. 물기를 뺀 쌀을 찹통에 30분간 증자하여 고두밥을 만들었다. 고두밥을 꺼내어 잘 펼쳐주면서 식혔다. 물 6,000 mL에 yeast 8 g을 넣어 잘 녹여주었다. 양동이에 효모를 녹인 물 6,000 mL와 누룩 800 g을 넣어 잘 저은 후 고두밥을 넣고 고루 섞었다. 만든 시료를 25°C의 incubator(Samhwa Scientific Co, Seoul, Korea)에서 10일간 발효시켰다(7,13).

쌀과 팽화미분을 혼합한 막걸리 담금은 쌀에 대한 팽화미분의 비율을 각각 25, 50, 75%(w/w)로 하여 시료를 제조하였다. 팽화미분이 25% 함유된 막걸리 담금은 쌀 1,500 g을 위와 같은 방법으로 고두밥을 제조하였다. 효모 8 g을 30°C의 물 6,000 mL에 넣어 녹인 후 누룩 800 g 그리고 팽화미분 500 g을 넣어 덩어리지지 않게 잘 저어주었다. 혼합물의 온도가 25°C가 되면 냉각된 고두밥 1,500 g을 넣고 고루 섞었다. 만든 시료를 25°C의 incubator에서 10일간 발효시켰다. 팽화미분 50%는 쌀 1,000 g과 팽화미분 1,000 g을 혼합하였고 75%는 쌀 500 g과 팽화미분 1,500 g으로 제조 하였다.

pH

시료 20 mL를 100 mL 삼각플라스크에 넣고 pH meter(420A, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)로 발효 0일부터 10일까지 매일 측정하였다.

산도

여과한 시료 10 mL에 1%(v/v) phenolphthalein(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Daegu, Korea) 지시약을 2-3방울 떨어뜨렸다. Buret을 이용하여 시료가 미색에서 선홍색으로 변할때까지 소비된 0.1 N(w/v) NaOH의 양(mL)을 측정하였다. 다음 식에 의하여 % 젖산으로 산도를 계산하였다(14).

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

색도

색도는 Color meter(JC 801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 먼저 기기의 측정경에 표준색판(X=94.30, Y=96.11, Z=114.55)을 설치하여 보정하였다. 시료를

원형 cell에 넣어 밝은 정도를 나타내는 L값(lightness), 붉은 색의 정도를 나타내는 a값(redness) 및 노란 색의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었다.

환원당

시료의 농도가 0.1-1.0 mg/mL일 때 최적 흡광도를 나타낸다. 따라서 시료 2 mL를 100 mL volumetric flask에 넣고 증류수를 가하여 희석하였다. 희석된 용액 1 mL를 test tube에 넣고 Dinitrosalicylic acid(DNS) reagent 1 mL를 가하여 잘 섞은 후 끓는 물에서 15분 동안 증탕 시켰다. 상온에서 충분히 식힌 후 증류수 3 mL를 넣었다. Spectrometer[UV-2101(PC)S, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan]를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose standard curve를 이용하여 환원당 함량(%)을 구하였다(15).

총당

최적 흡광도를 얻기 위해서 환원당과 같은 방법으로 시료를 희석하였다. 희석된 용액 2 mL를 test tube에 넣고 5%(v/v) phenol(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan) 용액 1 mL를 넣었다. 여기에 95% 황산(Deajung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Korea) 5 mL를 첨가한 후 30분 동안 상온에 방치하였다. Spectrometer를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose standard curve를 이용하여 총당 함량(%)을 구하였다(16).

알코올

메스실린더로 시료 100 mL를 정량한 후 500 mL 삼각 플라스크에 옮겼다. 시료가 담겼던 메스실린더를 10 mL의 증류수로 3회 씻은 후 그 액을 삼각 플라스크에 합쳤다. Soxhlet heater(Samhwa Scientific Co., Seoul, Korea)를 이용하여 시료가 들어있는 삼각 플라스크에 열을 가하고 냉각기에 연결하여 증류하였다. 증류액이 70 mL가 되면 증류를 정지하고 증류수를 보충하여 100 mL가 되도록 하였다. 주정계(Deakwang, Inc., Seoul, Korea)의 수치를 읽어 Gay-Lussac 주정도수환산표에 따른 온도 보정을 한 후 알코올 함량을 %(v/v)로 나타내었다(6).

관능검사

발효가 완료된 막걸리를 여과한 후 일정량의 물을 가하여 시판탁주의 알코올 도수인 6%(v/v)가량으로 조정하였다. 제성한 시료를 1일 동안 냉장 보관하여 마시기 좋게 하였다(17,18). 관능검사는 서울산업대학교 식품공학과 재학생 20명을 패널로 선정하여 삼점검사법(triangle test)을 실시하였다(19). 팽화미분 0과 25%, 0과 50% 그리고 0과 75%로 짝을 지어 조사하였다.

통계처리

측정된 결과는 SPSS program(20)을 이용하여 분산분석을 한 후 유의한 차이가 있는 경우 Tukey법을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 차이에 대한 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

pH

발효과정에서 생성되는 유기산, 탄산가스 및 기타 산 물질은 pH에 영향을 미친다. pH는 발효진행 상황과 알코올 생성정도를 짐작할 수 있는 중요한 지표가 된다(21). 팽화미분 첨가량을 달리하여 제조한 탁주의 발효 과정 중 pH의 변화는 Table 1과 같

Table 1. pH of *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	6.09 ^{Aa}	6.02 ^{Ba}	6.01 ^{Ba}	5.95 ^{Ca}
1	4.13 ^{Cf}	4.19 ^{Ai}	4.15 ^{Bf}	4.14 ^{BCi}
2	4.31 ^{Cd}	4.34 ^{Bg}	4.27 ^{De}	4.37 ^{Ah}
3	4.42 ^{Bc}	4.42 ^{Be}	4.36 ^{Cd}	4.48 ^{Ag}
4	4.57 ^{Bb}	4.56 ^{Cc}	4.55 ^{Dc}	4.64 ^{Ae}
5	4.59 ^{Cb}	4.57 ^{Db}	4.63 ^{Bb}	4.74 ^{Ac}
6	4.42 ^{Dc}	4.49 ^{Cd}	4.64 ^{Bb}	4.73 ^{Ac}
7	4.20 ^{De}	4.39 ^{Cf}	4.63 ^{Bb}	4.77 ^{Ab}
8	4.10 ^{Dg}	4.30 ^{Ch}	4.54 ^{Bc}	4.75 ^{Ac}
9	3.99 ^{Dh}	4.21 ^{Ch}	4.37 ^{Bd}	4.70 ^{Ad}
10	3.85 ^{Di}	4.06 ^{Cj}	4.13 ^{Bf}	4.54 ^{Af}

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 ($p < 0.05$).

다. 담금 직후 pH는 팽화미분을 첨가하지 않은 시료가 6.09로 가장 높았고 팽화미분을 75%첨가한 시료의 pH가 5.95로 가장 낮았다($p < 0.05$). 술덧에 생육하는 미생물에 의해서 유기산 등의 생성이 빠르게 진행되기 때문에 발효 1일에는 pH가 급격히 저하된 것으로 여겨진다(9). 팽화미분의 첨가량과 관계없이 모든 시료의 pH는 발효 2일부터 5일까지 서서히 증가하였다. 발효 6일부터는 팽화미분 75%의 7일을 제외한 모든 시료의 pH가 감소하였다($p < 0.05$). 동일한 발효일에는 팽화미분 첨가량이 낮을수록 빨리 감소되어 발효 10일 팽화미분 0%가 3.85로 가장 낮았다($p < 0.05$). 이러한 값은 주세법상의 탁주 pH 범위인 3.8-4.7의 하한값(22)에 근접하였다.

산도

총산함량은 탁주의 풍미와 보존성에 영향을 주는 중요한 성분이다(9). 탁주의 발효 기간 중 산도의 변화는 Table 2와 같다. 담금 직후 젖산함량은 팽화미분 첨가량이 0, 25, 50 그리고 75%일 때 각각 0.13, 0.21, 0.19 그리고 0.23%로 나타났다. 발효 1일에는 0.50, 0.54, 0.60 그리고 0.69%로 증가하여 pH가 낮아지는 시점과 일치하였다. 모든 시료에서는 발효일이 지날수록 산도가 빨리 증가하였다($p < 0.05$). 팽화미분 첨가량이 증가할수록 발효 5일까지는 산도가 유의적으로 높았지만 6일 이후부터는 팽화미분 0%가 급격히 증가하였다($p < 0.05$).

발효가 진행되면서 효모나 젖산균 등 미생물 작용으로 생성된 각종 유기산에 의해 총산함량이 증가한 것으로 여겨진다(23). 탁주 발효기간 중 산도증가는 Lee 등(7)과 Park 등(17)의 연구와 비슷한 경향을 보여주었다. 총산함량이 많으면 이상발효에 의해 탁주가 산패되어서 산미가 강한 것으로 여겨진다(10).

색도

팽화미분 첨가량을 달리하여 제조한 탁주의 발효 과정 중 색도의 변화는 Table 3과 같다. 탁주의 밝기를 나타내는 L값은 팽화미분 첨가량에 관계없이 모든 시료에서 발효 1일에 급격히 상승하였고 발효 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 육안으로도 탁주의 밝기는 시간이 지날수록 어두워졌다. 또한 동

Table 2. Lactic acid (%) of *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	0.13 ^{Ch}	0.21 ^{ABi}	0.19 ^{Bg}	0.23 ^{Af}
1	0.50 ^{Cg}	0.54 ^{Ch}	0.60 ^{Bf}	0.69 ^{Ac}
2	0.49 ^{Dg}	0.55 ^{Cgh}	0.63 ^{Bf}	0.67 ^{Ac}
3	0.55 ^{Cg}	0.56 ^{Cgh}	0.60 ^{Bf}	0.67 ^{Ac}
4	0.55 ^{Dg}	0.59 ^{Cg}	0.62 ^{Bf}	0.67 ^{Ac}
5	0.68 ^{Bf}	0.66 ^{Bf}	0.67 ^{Be}	0.74 ^{Ad}
6	0.79 ^{Ae}	0.75 ^{Be}	0.71 ^{Ce}	0.74 ^{BCd}
7	1.12 ^{Ad}	0.89 ^{Bd}	0.80 ^{Cd}	0.80 ^{Cc}
8	1.34 ^{Ac}	1.04 ^{Bc}	0.86 ^{Cc}	0.81 ^{Cc}
9	1.68 ^{Ab}	1.13 ^{Bb}	1.01 ^{Cb}	0.89 ^{Db}
10	1.94 ^{Aa}	1.27 ^{Ba}	1.30 ^{Ba}	0.97 ^{Ca}

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 ($p < 0.05$).

일한 발효일에는 팽화미분 75%가 유의적으로 항상 낮았다($p < 0.05$).

적색도를 나타내는 a값은 팽화미분의 첨가량과 관계없이 발효 1일에는 급격히 증가한 후 2일후부터는 그 증가속도가 둔화되는 경향을 나타내었다. 동일한 발효일에는 0, 3과 10일을 제외하면 팽화미분 75%가 가장 높은 값을 유지하였고, 팽화미분 0%의 적색도는 항상 낮았다($p < 0.05$). 이것은 L값과는 반대되는 경향을 보였다. 황색도를 나타내는 b값은 발효 2일까지는 증가하였고($p < 0.05$) 발효기간이 진행될수록 약간 증가하는 경향을 보여주었다.

환원당

환원당이란 반응성이 있는 알데히드기와 케톤기를 갖고 금속염 알칼리용액을 환원시키는 단당류와 이당류의 총칭이며 설당을 제외한 포도당, 과당 그리고 맥아당 등이 포함된다.

환원당은 알코올 발효의 기질로 이용되고 감미도에 영향을 주는 중요한 성분이며(13) 산미, 감칠맛 등과 조화되어 탁주의 독특한 맛을 준다(9).

팽화미분 첨가량을 달리하여 제조한 탁주의 발효 과정 중 환원당의 변화는 Table 4와 같다. 담금 직후 팽화미분 첨가량이 0, 25, 50 그리고 75%로 증가할수록 환원당 함량도 3.62, 4.94, 6.64 그리고 8.15%로 증가하였다($p < 0.05$). 팽화미분의 첨가량과 관계없이 발효 3일까지는 급격한 감소를 보인 후 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$). 또한 발효 3일과 6일을 제외한 동일한 발효일에는 75%가 가장 높았다($p < 0.05$). 환원당 변화는 알코올 발효로 인한 당분의 소비로 급격히 감소된 것으로 여겨지며(17) Lee 등(9)의 결과와 비슷한 경향을 보였다.

총당

당은 환원당과 비환원당으로 나눌 수 있으며 이를 합하여 총당 이라고 한다. 발효 기간 중 총당 함량의 변화는 Table 5와 같다. 담금 직후 총당의 함량은 팽화미분 첨가량이 0, 25, 50 그리고 75%일 때 각각 7.35, 9.51, 12.71 그리고 13.81%로 첨가량이 많을수록 높게 나타나($p < 0.05$) 환원당과 비슷한 경향을 보여주었다. 팽화미분 75%를 제외한 모든 시료에서 발효 1일까지는 총당 함량이 증가하다가 2일에 급격히 감소하였다. 동일한 시료에

Table 3. Hunter color value of *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	70.38 ^{Di}	70.90 ^{Bi}	71.78 ^{Aj}	70.60 ^{Di}
	1	75.18 ^{Bc}	75.67 ^{Aa}	75.64 ^{Ab}	74.75 ^{Ca}
	2	75.66 ^{Ba}	75.46 ^{Cb}	76.22 ^{Aa}	74.76 ^{Da}
	3	74.11 ^{Ch}	74.69 ^{Bd}	74.85 ^{Ac}	73.40 ^{Db}
	4	74.09 ^{Ch}	75.08 ^{Ac}	74.66 ^{Bd}	73.10 ^{Dc}
	5	74.50 ^{Ag}	74.46 ^{Af}	73.80 ^{Bh}	72.06 ^{Cd}
	6	75.11 ^{Ad}	74.60 ^{Be}	73.86 ^{Cg}	71.44 ^{De}
	7	74.93 ^{Ae}	74.65 ^{Bde}	73.38 ^{Ci}	71.00 ^{Df}
	8	74.84 ^{Af}	74.30 ^{Bg}	74.88 ^{Ac}	70.92 ^{Cg}
	9	75.54 ^{Ab}	74.35 ^{Bg}	74.20 ^{Ce}	70.68 ^{Dh}
10	74.86 ^{Af}	74.01 ^{Bh}	74.02 ^{Bf}	70.24 ^{Cj}	
a (redness)	0	-0.55 ^{Bh}	-0.25 ^{Af}	-0.46 ^{Bf}	-0.48 ^{Bg}
	1	2.33 ^{Dg}	2.92 ^{Cc}	3.01 ^{Be}	3.12 ^{Af}
	2	2.67 ^{Df}	3.36 ^{Cc}	3.59 ^{Bb}	3.95 ^{Aa}
	3	2.80 ^{Dde}	3.66 ^{Aab}	2.97 ^{Ce}	3.54 ^{Be}
	4	2.80 ^{De}	3.59 ^{Bab}	3.40 ^{Cc}	3.77 ^{Abe}
	5	2.91 ^{Ccd}	3.43 ^{Bc}	3.38 ^{Bc}	3.68 ^{Acd}
	6	3.00 ^{Dc}	3.66 ^{Bab}	3.43 ^{Cc}	3.73 ^{Ac}
	7	2.77 ^{Ce}	3.20 ^{Bd}	3.25 ^{Bd}	3.66 ^{Acde}
	8	3.23 ^{Cb}	3.69 ^{Ba}	3.65 ^{Bb}	3.87 ^{Aab}
	9	3.29 ^{Bb}	3.36 ^{Bc}	3.36 ^{Bc}	3.55 ^{Ac}
10	3.51 ^{Ba}	3.58 ^{Bb}	4.04 ^{Aa}	3.60 ^{Bde}	
b (yellowness)	0	25.10 ^{Aj}	24.82 ^{Bh}	22.62 ^{Ch}	21.93 ^{Dh}
	1	26.60 ^{Di}	27.90 ^{Ag}	27.47 ^{Bg}	27.49 ^{Bg}
	2	27.72 ^{Dh}	29.09 ^{Bf}	28.83 ^{Cc}	29.71 ^{Aa}
	3	27.90 ^{Cg}	30.01 ^{Ac}	27.87 ^{Cf}	28.58 ^{Bf}
	4	28.64 ^{De}	29.94 ^{Ac}	28.99 ^{Cb}	29.41 ^{Bb}
	5	28.46 ^{Cf}	29.72 ^{Ad}	28.27 ^{De}	28.74 ^{Be}
	6	29.59 ^{Bd}	30.16 ^{Ab}	28.61 ^{Dd}	29.00 ^{Cc}
	7	28.45 ^{Df}	29.65 ^{Ad}	28.60 ^{Cd}	28.82 ^{Bd}
	8	29.86 ^{Bc}	30.68 ^{Aa}	29.54 ^{Ca}	28.99 ^{Dc}
	9	30.29 ^{Aa}	29.53 ^{Be}	29.54 ^{Ba}	28.54 ^{Cf}
10	30.11 ^{Ab}	30.11 ^{Ab}	28.24 ^{Ce}	28.71 ^{Ba}	

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)abcdefghij}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

서는 3일 이후부터 차이가 없거나 약간 감소하였다($p < 0.05$). 발효 4일을 제외한 동일 발효일에는 75%가 다른 시료보다 높거나 같아서 환원당과 유사한 결과를 보였다. 팽화미분의 전분 당화력과 호정화력이 매우 높아 당이 잘 생성된 것으로 여겨진다(24).

당화 amylase 작용으로 원료의 전분질은 당분으로 분해 되고 동시에 효모의 영양원이나 발효기질로 이용되므로 발효 후기의 총당 함량이 감소하였다는 결과(25)와 일치하였다. 뿐만 아니라 발효초기에는 증가하다가 급격히 감소하였다는 Jeong 등(10)과 Jin 등(26)의 보고와도 유사하였다.

알코올

알코올 농도는 탁주의 주질을 결정하는 중요한 요소이다. 알코올 발효는 당을 에탄올과 CO₂로 분해하는 것이다. 담금 후 기포가 발생하는 것으로 알코올 발효가 진행되고 있음을 알 수 있었

다. 팽화미분 첨가량을 달리하여 제조한 탁주의 발효 과정 중 알코올의 변화는 Table 6과 같다. 담금 직후 알코올 함량은 시료별로 유의적 차이를 보이지 않았으나, 발효 1일부터는 팽화미분 함량이 0, 25, 50 그리고 75%일 때 각각 5.4, 8.6, 9.5 그리고 10.5%(v/v)로 급격히 증가하였다. 알코올 증가는 환원당이 감소하는 시점과 일치 하였으며 이러한 결과는 Lee 등(9)과 Park 등(17)의 연구결과와 유사하였다. 하지만 Lee 등(9)은 알코올 함량이 발효 6일에 8-10%(v/v)로 가장 높았고 Park 등(17)은 발효 7일에 17.6-18.2%(v/v)로 가장 높았으며 이러한 결과는 본 실험의 발효 6일 12.5-15.7%(v/v)의 알코올 함량과는 다소 차이가 있었다. 동일한 발효일에는 첨가한 팽화미분의 함량이 0, 25, 50 그리고 75%로 증가할수록 알코올 함량도 유의적으로 높았고 발효도 빨리 진행되었다($p < 0.05$).

Table 4. Reducing sugar (%) of *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	3.96 ^{Da}	4.94 ^{Ca}	6.64 ^{Ba}	8.15 ^{Aa}
1	3.98 ^{Aa}	3.27 ^{Bb}	4.00 ^{Ab}	3.74 ^{ABb}
2	1.22 ^{Bb}	1.20 ^{Bc}	1.25 ^{Bc}	1.39 ^{Ac}
3	0.50 ^{Bc}	0.54 ^{Ad}	0.49 ^{Bd}	0.48 ^{Cd}
4	0.49 ^{Ac}	0.48 ^{Ad}	0.49 ^{Ad}	0.47 ^{Ad}
5	0.49 ^{Cc}	0.51 ^{Bd}	0.49 ^{Cd}	0.53 ^{Ad}
6	0.52 ^{Cc}	0.58 ^{Ad}	0.51 ^{Cd}	0.56 ^{Bd}
7	0.52 ^{Dc}	0.56 ^{Bd}	0.54 ^{Cd}	0.61 ^{Ad}
8	0.51 ^{Dc}	0.56 ^{Bd}	0.54 ^{Cd}	0.57 ^{Ad}
9	0.51 ^{Bc}	0.55 ^{Ad}	0.51 ^{Bd}	0.57 ^{Ad}
10	0.50 ^{Cc}	0.51 ^{Bd}	0.49 ^{Cd}	0.54 ^{Ad}

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)abcd}Means within a column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Total sugar (%) of *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	7.35 ^{Db}	9.51 ^{Cb}	12.71 ^{Bb}	13.81 ^{Aa}
1	13.61 ^{Aa}	12.07 ^{Ba}	13.29 ^{Aa}	13.12 ^{ABb}
2	4.39 ^{Cc}	4.60 ^{BCc}	4.76 ^{Bc}	5.82 ^{Ac}
3	1.80 ^{Bd}	1.86 ^{Bd}	2.06 ^{Ad}	2.06 ^{Ad}
4	1.45 ^{Bd}	1.48 ^{Bd}	1.82 ^{Ade}	1.38 ^{Bf}
5	1.58 ^{ABd}	1.48 ^{Bd}	1.52 ^{Abe}	1.62 ^{Aef}
6	1.46 ^{Cd}	1.88 ^{Ad}	1.72 ^{Bde}	1.83 ^{ABde}
7	1.39 ^{Cd}	1.68 ^{ABd}	1.57 ^{Be}	1.80 ^{Ade}
8	1.37 ^{Cd}	1.58 ^{ABd}	1.56 ^{Abe}	1.79 ^{Ade}
9	1.44 ^{Bd}	1.51 ^{ABd}	1.45 ^{Be}	1.61 ^{Aef}
10	1.40 ^{Bd}	1.43 ^{ABd}	1.42 ^{Abe}	1.53 ^{Aef}

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 ($p < 0.05$).

관능검사

관능요원 20명 중 팽화미분을 첨가하지 않은 대조구와 25% 사이에서 시료를 옳게 분별한 패널은 5명이었다. 대조구와 50%는 9명이었으며 대조구와 75%도 9명이었다. 관능요원 20명이 5% 수준에서 유의적인 차이가 있으려면 최소 11명이 필요하다(18). 따라서 팽화미분을 첨가하지 않은 시료와 팽화미분을 25, 50 또는 75% 첨가한 시료간의 유의적인 차이는 없었다.

요 약

팽화미분 첨가량을 0, 25, 50 및 75%(w/w)로 하여 제조한 탁주의 pH, 산도, 색도, 환원당, 총당, 알코올 함량 그리고 관능 성질 변화를 조사하였다. 발효 1일에는 pH가 급격히 저하된 후 5일 까지 서서히 증가하였다. 하지만 6일 이후부터는 모든 시료의 pH가 감소하는 경향을 보였는데 팽화미분 함량이 낮을수록 빨리

Table 6. Alcohol(%) of *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	0.3 ^{Ag}	0.4 ^{Af}	0.3 ^{Ag}	0.5 ^{Ae}
1	5.4 ^{Df}	8.6 ^{Ce}	9.5 ^{Bf}	10.5 ^{Ad}
2	11.3 ^{De}	12.0 ^{Cd}	13.1 ^{Be}	14.1 ^{Ac}
3	11.9 ^{Dd}	13.0 ^{Cc}	14.4 ^{Bd}	15.2 ^{Ab}
4	12.2 ^{Dbc}	13.1 ^{Cbc}	14.5 ^{Bcd}	15.6 ^{Aa}
5	12.1 ^{Dcd}	13.4 ^{Cb}	14.6 ^{Bcd}	15.5 ^{Aab}
6	12.5 ^{Da}	14.4 ^{Ca}	14.8 ^{Bbc}	15.7 ^{Aa}
7	12.6 ^{Da}	14.1 ^{Ca}	15.0 ^{Bab}	15.5 ^{Aa}
8	12.4 ^{Dab}	13.4 ^{Cb}	15.1 ^{Bab}	15.5 ^{Aab}
9	12.4 ^{Dab}	13.1 ^{Cbc}	15.0 ^{Bab}	15.5 ^{Aab}
10	12.4 ^{Dab}	13.1 ^{Cbc}	15.2 ^{Ba}	15.5 ^{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)abcde}Means within a column not followed the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

감소되어 0%에서 가장 낮았다($p < 0.05$). 산도는 발효가 진행될수록 모든 시료에서 빨리 증가 하였고 6일 이후부터는 0%가 급격히 증가하였다($p < 0.05$). L값은 모든 시료에서 발효 1일에 급격히 상승하였고 발효기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 동일한 발효일에는 75%에서 L값이 항상 낮았다. 하지만 적색도는 0, 3과 10일을 제외하면 75%가 항상 높았다($p < 0.05$). 환원당은 발효 3일까지는 급격한 감소를 보인 후 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$). 동일한 발효일에는 75%가 높은 경향을 보였다. 총당은 발효 2일에 급격히 감소하였고 동일한 시료에서는 3일 이후부터 차이가 없거나 약간 감소하였다. 발효 4일을 제외한 동일 발효일에는 75%가 다른 시료보다 높거나 같아서 환원당과 유사하였다($p < 0.05$). 알코올은 발효 2일까지 급격히 증가하였고 6일에 13.0-16.4%(v/v)로 가장 높은 값을 보였다. 팽화미분 첨가량이 증가할수록 알코올 함량도 항상 높았고 발효도 빨리 진행되었다($p < 0.05$). 관능검사는 팽화미분을 첨가하지 않은 시료와 팽화미분을 25, 50 또는 75% 첨가한 시료간의 유의적인 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구는 재단법인 산학협동재단과 점보식품주식회사의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Chung DH. The History of Alcohol Tradition in Korea. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 271-298 (2004)
2. Choi YJ, Seo JW. The Understanding of Liquor. Kimoonsa. Seoul, Korea. pp. 154-155 (2004)
3. Noh WS, Lee SH. Zymurgic. Baek-san Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 324 (2004)
4. National Tax Service Republic of Korea. Statistical yearbook of national Tax. Seoul, Korea. pp. 317-319 (2005)
5. National Tax Service Republic of Korea. Statistical yearbook of national Tax. Seoul, Korea. pp. 271-273 (2001)
6. National Tax Service Technical Service Institute. Manufacturing Guideline of *Takju* and *Yakju*. Seoul, Korea. pp. 31, 53-54, 195-196 (2005)

7. Lee JS, Lee TS, Noh BS, Park SO. Quality characteristics of mash of *Takju* prepared by different raw materials. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28: 330-336 (1996)
8. Choi KH, Kim DC, Seo BI, Chung KT. Studies on the *Takju* brewing with polished barley. *Korean J. Mycol.* 5: 21-26 (1977)
9. Lee SM, Lee TS. Effect of roasted rice and defatted soybean on the quality characteristics of *Takju* during fermentation. *J. Nat. Sci.* 12: 71-79 (2000)
10. Jeong JW, Park KJ, Kim MH, Kim DS. Quality characteristics of *Takju* fermentation by addition of chestnut peel powder. *Korean J. Food Preserv.* 13: 329-336 (2006)
11. Kim MS, Yoon IH, Oh YT, Jang CM, Yoon SM. Manufacturing machine and method of puffed grain powder. *Korea Patent* 008240 (1990)
12. Kim MS, Shim JI, Lee PhS. Producing method of *Takju* using puffed rice powder. *Korea Patent* 0010859 (1994)
13. Park CS, Lee TS. Quality characteristic of *Takju* prepared by wheat flour nuruks. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 296-302 (2002)
14. Kang MY, Park YS, Mok CK, Chang HG. Improvement of shelf-life of *Yakju* by membrane filtration. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 1134-1139 (1998)
15. The Korea Society of Food Science and Nutrition. *Handbook of Experiments in Food Science and Nutrition*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 151-152 (2000)
16. Kang KH, Noh BS, Seo JH, Hur WD. *Food analytics*. Sungkyunkwan University Press. Seoul, Korea. pp. 109-110 (1998)
17. Park JH, Bae SM, Yook C, Kim JS. Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 609-615 (2004)
18. Song JC, Park HJ. *Takju* brewing using the uncooked germed brown rice at second stage mash. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 32: 847-854 (2003)
19. Elizabeth L. *Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food*. Canada Department of Agriculture. Ottawa, Canada. pp. 21-23, 63-64 (1977)
20. SPSS. *Statistical Package for Social Science for Windows*. Rel. 10.0. SPSS Inc., Chicago, IL, USA (1999)
21. Song JC, Park HJ, Shin WC. Change of *Takju* qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 895-900 (1997)
22. Lee SB, Ko GH, Yang JY, Oh SH. *Food Fermentation*. Hyoil Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 217-218 (2001)
23. Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. Quality characteristics in mash of *Takju* prepared by using different *Nuruk* during fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.* 29: 555-562 (1997)
24. So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by modified *Nuruk*. *Korean J. Food Nutr.* 12: 226-232 (1999)
25. Jin TY, Chung HJ, Eun JB. The effect of fermentation temperature on the quality of *Jinyangju*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 38: 414-418 (2006)
26. Jin TY, Chung HJ, Eun JB. The effect of replacement levels of non-waxy rice on the quality of *Jinyangju*, a Korean traditional rice wine made of glutinous rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 939-943 (2005)
27. Seo MJ, Ryu SY. Improvement of *Cheongju* manufacturing process using gelatinized rice and zeolite. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 610-616 (2002)
28. Yoo JS, Lee S. Use of nisin for improved ethanol production during *Takju* fermentation. *Korean J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 25: 203-206 (1997)
29. Bae SD, Bae SM, Kim JS. Fermentation characteristics of rice-grape wine fermented with rice and grape. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 616-623 (2004)