

단립종쌀, 장립종쌀 및 팽화미분을 첨가한 탁주의 양조 중 이화학적 및 관능적 특성 평가

동명 · 이영현*

서울과학기술대학교 식품공학과

Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Short Grain Rice, Long Grain Rice and Puffed Rice Powder Added *Takju* during Fermentation

Ming Dong and Young Hyoun Yi*

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

Abstract

The pH, acidity, protein, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of *Takju* containing 100% short grain rice (100 S), 100% long grain rice (100 L), 50 S+50% puffed rice powder (50 P) and 50 L+50 P were examined. After a drastic decrease during the initial stage of fermentation, the pH gradually increased except 100 L. Protein peaked at day 1 and decreased. A higher protein was noticed in puffed samples than in rice samples ($p < 0.05$). The Hunter "L" value decreased after a rise during the beginning of fermentation. Puffed samples showed higher reducing sugar than rice at day 0. Total sugar was similar to reducing sugar. A drastic increase in alcohol concentration was detected at day 2. Higher alcohol was observed in short grain than long grain and also in puffed samples than in rice ($p < 0.05$). A significant difference between 100 S and 100 L was observed in a sensory evaluation ($p < 0.01$); while no preference was detected.

Key words: *Takju*, long grain rice, puffed rice powder, sugar, alcohol

서 론

막걸리는 전분질 원료에 누룩, 효모 그리고 물을 혼합하여 발효시킨 술이다. 한국을 대표하는 전통주로서 역사가 깊고 일반 대중에게 친숙한 술이다(Choi & Seo, 2004). 국제청 통계자료를 보면 2005년 166,319 kL, 2006년 170,165 kL, 2007년 172,342 kL, 2008년 176,398 kL 그리고 2009년 260,694 kL로 출고량이 계속 상승하였다(National Tax Service Republic of Korea, 2010). 백미가 탁주 원료로 1977년에 다시 허가를 받으면서(Kim & Im, 1997) 술의 질이 높아지고 복고문화의 유행 등에 힘입어 탁주의 출고량은 계속 증가하고 있는 추세이다(Koo, 2008).

현재 시판중인 쌀막걸리는 국내산과 수입산, 단립종과 장립종 그리고 쌀 가공품 등 다양한 종류의 원료로 만들어

지고 있다. 국내산 및 중국에서 수입하는 쌀은 대부분 단립종이고 태국에서 수입하는 쌀은 장립종이다(Sin, 2008). 중국산 단립종과 국내산은 형태, 점도, 식감, 텍스처 그리고 amylose 함량 등에 큰 차이가 없다(Han et al., 2000; Han & Oh, 2002). 태국산 장립종은 단립종에 비해 상대적으로 amylose 함량과 호화온도가 높았다(Han & Oh, 2002).

쌀 가공품의 한 종류인 팽화미분은 쌀을 가열하여 전분을 알파화시킨 상태로 저장 가능하도록 가공한 것이다. 팽화미분은 쌀보다 수분이 줄어들고 dextrin 함량이 높아진다(Kim, 1991). 호화전분은 규칙적인 분자 배열이 없어서 생전분보다 물 분자나 효소와의 친화력이 강하여 당화가 쉽다. 팽화미분을 탁주원료로 첨가하면 원료처리공정의 간소화, 세미 폐수 절감 그리고 증자처리에 드는 에너지와 시간의 절약 등의 이점이 있어 점차 사용량이 늘고 있다(National Tax Service Technical Service Institute, 2005).

쌀막걸리 제품은 원료에 따라 크게 국내산 막걸리와 수입산 막걸리로 구분된다. 지난 2009년 전체 쌀막걸리의 77%를 수입산이 차지했다(Cho, 2010). 수입산이 국내산보다 가격이 저렴하기 때문인 것으로 여겨진다(Sin, 2008). 술의 원산지 표시제가 시행된 2010년 7월 후부터 국내

*Corresponding author: Young Hyoun Yi, Department of Food Science & Technology, Seoul National University of Science and 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 June 17, 2011; revised October 31, 2011; accepted October 31, 2011

산로 만든 막걸리 제품의 판매량이 증가하고 있다(Yi, 2010).

쌀의 품종별 취반(Han et al., 2000), 죽(Han & Oh, 2001)과 백설기(Han & Oh, 2002) 품질에 관한 연구가 있었다. 하지만 단립종, 장립종 그리고 팽화미분 등으로 만든 탁주 품질에 관한 연구는 미미한 실정이다. 본 연구에서는 단립종, 장립종 및 장립종으로 제조한 팽화미분을 이용한 탁주의 pH, 산도, 단백질, 색도, 환원당, 총당, 알코올 그리고 관능성질을 조사하였다.

재료 및 방법

재료

국내산(Icheon, Korea) 2008년 단립종을 시중에서 구입하였다. 태국산 2008년 장립종과 장립종 팽화미분을 점보 식품주식회사(Hwasung, Korea)에서 제공 받았다. 효모는 송천효모개발연구소(Cheongyang, Korea)에서 그리고 누룩은 진주곡자(Jinju, Korea)에서 구매하였다.

탁주 제조

순 쌀 시료 중 단립종 100% 탁주 제조방법은 다음과 같다. 단립종 2000 g을 2 번 세척하고 물에 24 시간 담근 후 물기를 빼고 찜통 안에 반시간 쪄서 고두밥을 만들었다. 고두밥을 골고루 퍼 주고 상온에서 냉각시켰다. 물 6000 mL를 30°C에 맞추고 효모 8 g을 가하여 완전히 녹였다. 효모를 녹인 물에 누룩 800 g 넣어 교반한 후 고두밥을 넣고 잘 섞었다. 시료를 25°C incubator(Samhwa Scientific Co, Seoul, Korea)에서 10 일 동안 발효시켰다(Park & Lee, 2002). 장립종 100%는 단립종 대신 장립종을 사용하였다.

팽화미분 시료는 단립종 50%와 팽화미분 50% 그리고 장립종 50%와 팽화미분 50%로 하였다. 단립종 50%는 단립종 1000 g을 위와 동일한 방법으로 고두밥을 제조하였다. 효모 8 g을 30°C 물 6000 mL에 넣어 녹인 후 누룩 800 g 그리고 팽화미분 1000 g 넣어 덩어리가 지지 않게 교반하였다. 여기에 고두밥을 넣어 골고루 섞었다. 장립종 50%는 단립종 1000 g대신 장립종 1000 g을 사용하여 위와 동일한 방법으로 제조하였다.

pH

시료 10 mL를 채취하여 10일 동안 매일 pH meter(420A, Thermo Orion, Beverly, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

산도

$$\text{산도}(\%) = \frac{\text{NaOH소비량} \times \text{NaOH역가} \times 0.009}{\text{시료 채취량}} \times 100$$

시료 10 mL에 1%(v/v) phenolphthalein(Daejung Chemicals

& Metals Co., Ltd., Siheung, Gyeonggi-do, Korea) 지시약 0.2 mL를 넣었다. 뷰렛을 이용하여 미색(米色)의 시료가 분홍색으로 변할 때까지 0.1 N NaOH(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Gyeonggi-do, Korea)용액으로 적정하였다. 적정에 소비한 0.1 N NaOH용액의 양(mL)을 기록하였고 다음 식에 대입하여 시료의 총산을 lactic acid(%)로 환산하였다(Kang et al., 1998a).

단백질

단백질 측정은 Bradford법(Kang et al., 1998b)을 이용하였다. 표준물질(Bovine Serum Albumin, Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA)을 이용하여 단백질함량이 0-1000 µg/mL 범위의 표준곡선 만들었다. 탁주시료 50 µL를 채취하여 Bio-Rad Protein Assay (Bio-Rad Laboratories, Inc., Hercules, CA, USA) 2 mL를 첨가하였다. 잘 섞은 후 약 10 분 동안 방치한 후 spectrometer (Genesys 10-S, Thermo Fisher Scientific, Madison, WI, USA)를 이용하여 595 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선을 이용하여 백분율로 환산하였다.

색도

Color meter(JC 801, Color Techno System Corporation, Tokyo, Japan)를 이용하여 탁주의 색도를 측정하였다. 시료를 측정하기 전에 표준백판(X=94.30, Y=96.11, Z=114.55)으로 보정하였다. 시료를 5 mL 채취한 뒤 원형 cell에 넣고 L값(명도), a값(적색도) 그리고 b값(황색도)을 측정하였다.

환원당

Dinitrosalicylic acid(DNS)법(The Korea Society of Food Science and Nutrition, 2000)을 사용하였다. 시료 농도가 0.1-1.0 mg/mL의 범위 내일 때 최적 흡광도를 나타내기 때문에 탁주를 채취하여 증류수로 50 배 희석하였다. 희석된 시료 1 mL를 시험관에 넣고 DNS reagent 1 mL를 주입하여 잘 흔들었다. 혼합시료를 100°C의 물에 15 분간 중탕시켰다. 실온상태에서 냉각하여 증류수 3 mL를 가하였다. Spectrometer를 이용하여 546 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose(Jin Chemical Co., Ltd., Siheung, Gyeonggi-do, Korea)로 만든 환원당 표준곡선을 이용하여 시료의 흡광도를 백분율로 환산하였다.

총당

페놀-황산법(Kang et al., 1998a)을 이용하여 총당함량을 측정하였다. 시료는 환원당실험과 같이 50 배로 희석하여 시험관에 2 mL를 가하였다. 여기에 5%(v/v) 페놀(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Osaka, Japan)용액 1 mL를 넣어 잘 섞었다. 농도 95%의 황산(Daejung Chemicals & Metals Co., Ltd., Siheung, Gyeonggi, Korea) 5 mL를 신속하게 주

입하였다. 실온에서 30 분 동안 냉각시킨 후 spectrometer 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. Glucose로 만든 표준곡선과 대조하여 백분율로 환산하였다.

알코올

국세청 주류분석규정에 의해 알코올 함량을 측정하였다 (National Tax Service Technical Service Institute, 2005). 시료 100 mL를 메스실린더로 채취하고 500 mL의 삼각 플라스크에 넣었다. 잔류시료가 있는 메스실린더를 증류수 15 mL로 2 번 씻어서 삼각 플라스크에 넣었다. 와그너관의 아래쪽과 삼각 플라스크를 연결한 후 냉각관을 연결하였다. Soxhlet heater(Samhwa Scientific Co., Seoul, Korea)로 삼각 플라스크를 가열시켰다. 냉각관의 낮은 쪽에 100 mL의 메스실린더를 놓았다. 증류액을 70 mL 정도 받은 후 증류수를 첨가하여 100 mL가 되도록 하였다. 주정계(Deakwang, Inc., Seoul, Korea)로 측정된 후 주정도수환산표(Bae, 2002)에 따른 온도 보정을 하여 알코올 함량을 백분율(v/v)로 나타내었다.

관능검사

발효가 완료된 술덧에 물을 가하여 시판 탁주의 알코올 함량인 6%(v/v) 가량으로 조정하였다. 체로 여과한 후 시료를 2 일 동안 저온보관 한 후 사용하였다(Park et al., 2004). 서울과학기술대학교 식품공학과 재학생 20 명을 관능 요원으로 선발하였다. 단립종 100%와 장립종 100% 그리고 단립종 50%와 장립종 50%로 짝을 지어 삼점검사(triangle test)를 실행하였다(Elizabeth, 1977). 검사결과 유의적인 차이가 있으면 정답자를 대상으로 차이 정도와 선호도를 조사하였다. 차이 정도는 조금 있음(slight) 1 점, 있음(moderate) 2 점, 많이 있음(much) 3 점 그리고 아주 많이 있음(extreme) 4 점으로 배정하였다. 해당 항목 점수와 선

택 인수를 곱하고 모두 더해서 정답자 수로 나누어 평균 차이를 얻었다. 이점 비교 검사(paired comparisons test)(Elizabeth, 1977)로 선호도를 조사하였다.

통계처리

모든 값은 5 회 측정된 후 평균으로 나타냈다. SPSS 14.0프로그램(Statistical Package for Social Science for Windows. Rel. 14.0, 2006)을 이용하여 실험결과를 분산분석 하였다. 유의한 차이가 있으면($p < 0.05$) Tukey법으로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

pH

pH는 탁주 성분변화와 발효진행 상황을 짐작할 수 있는 중요한 지표이다(Song et al., 1997). 쌀 품종과 팽화미분 첨가에 따른 탁주의 발효 중 pH 변화는 Table 1과 같다. 모든 시료의 pH는 발효 초기에 급격히 감소하여 So & Lee(1996)의 연구와 유사하였다. 술덧의 미생물에 의해서 유기산 등이 생성되어 급격히 저하된 것으로 여겨진다(Lee & Lee, 2000). 장립종 100%를 제외한 시료의 pH는 발효 기간이 지날수록 서서히 상승하였다. 누룩과 효모의 발효 작용으로 분해된 단백질 및 당분들이 완충작용을 주었기 때문에 pH가 떨어지지 않은 것으로 여겨지며 Joung et al.(2004)의 연구와 비슷한 경향을 보여주었다. 발효 2 일부터는 단립종 100 %가 장립종 100%보다 pH가 유의적으로 높았고 ($p < 0.05$) 팽화미분이 첨가된 시료가 순 쌀 시료보다 같거나 높았다. Kim et al.(2007)의 보고와 같이 팽화미분 시료의 높은 pH와 일치하였다.

산도

Table 1. pH of *Takju* during fermentation at 25°C.

Day	Short grain rice	Long grain rice	Short grain rice and puffed rice	Long grain rice and puffed rice
	100%	100%	50%+50%	50%+50%
0	6.08 ^{A1)a2)}	5.98 ^{Ba}	5.99 ^{Ba}	5.98 ^{Ba}
1	3.99 ^{Bh}	4.05 ^{ABb}	4.08 ^{Agh}	4.08 ^{Ae}
2	4.04 ^{Agh}	3.96 ^{Bcde}	4.06 ^{Ah}	4.05 ^{Ae}
3	4.05 ^{Bg}	3.92 ^{Cdef}	4.14 ^{Afg}	4.11 ^{Ade}
4	4.18 ^{Af}	3.98 ^{Bbcd}	4.20 ^{Af}	4.17 ^{Acde}
5	4.15 ^{Bf}	3.97 ^{Ccde}	4.30 ^{Ae}	4.19 ^{Bbc}
6	4.24 ^{Bc}	4.01 ^{Cbcd}	4.33 ^{Ade}	4.21 ^{Bbc}
7	4.29 ^{Bde}	3.92 ^{Ddef}	4.37 ^{Ad}	4.24 ^{Cbc}
8	4.32 ^{Bcd}	3.90 ^{Def}	4.39 ^{Acde}	4.26 ^{Cb}
9	4.40 ^{Bb}	3.93 ^{Def}	4.48 ^{Ab}	4.25 ^{Cb}
10	4.37 ^{Bbc}	3.88 ^{Df}	4.44 ^{Abc}	4.21 ^{Cbc}

1)ABCD Means with the same letter in a row are not are significantly different ($p < 0.05$).

2)abcde fgh Means with the same letter in a column are not are significantly different ($p < 0.05$).

Table 2. Acidity (%) of *Takju* during fermentation at 25°C.

Day	Short grain rice	Long grain rice	Short grain rice and puffed rice	Long grain rice and puffed rice
	100%	100%	50%+50%	50%+50%
0	0.06 ^{B1)h2)}	0.07 ^{Bj}	0.13 ^{Ai}	0.13 ^{Ai}
1	0.58 ^{Cg}	0.57 ^{Ci}	0.69 ^{Bh}	0.73 ^{Ah}
2	0.74 ^{Cf}	0.73 ^{Ch}	0.80 ^{Ag}	0.77 ^{Bh}
3	0.84 ^{Ce}	0.93 ^{Ag}	0.86 ^{Bf}	0.85 ^{BCg}
4	0.86 ^{De}	1.08 ^{Af}	0.90 ^{Ce}	0.93 ^{Bf}
5	0.93 ^{Dd}	1.32 ^{Ae}	0.99 ^{Cd}	1.11 ^{Be}
6	0.97 ^{De}	1.35 ^{Ae}	1.01 ^{Ccd}	1.12 ^{Bde}
7	0.97 ^{De}	1.42 ^{Ad}	1.03 ^{Cc}	1.15 ^{Bd}
8	1.02 ^{Db}	1.53 ^{Ac}	1.07 ^{Cb}	1.27 ^{Bc}
9	1.08 ^{Da}	1.66 ^{Ab}	1.15 ^{Ca}	1.33 ^{Bb}
10	1.08 ^{Da}	1.76 ^{Aa}	1.15 ^{Ca}	1.40 ^{Ba}

^{1)ABCD}Means with the same letter in a row are not are significantly different ($p < 0.05$).

^{2)abcdeefgh}Means with the same letter in a column are not are significantly different ($p < 0.05$).

총산 함량은 탁주의 특유한 신맛에 영향을 주는 요인이며 산패를 판정하는 기본 요소이다. 산도가 높아지면 막걸리가 산패현상을 나타낸다(Jeong et al., 2006). 발효진행 중 효모와 미생물 성장 및 대사에 의해서 알코올뿐만 아니라 여러 유기산도 생성된다(Han et al., 1997). 담금 직후 산도 범위는 0.06-0.13% 였으나 발효 1 일에는 0.57-0.73%로 급격히 증가하여 급격한 pH 저하와 일치하였다. 발효일이 지날수록 산도는 서서히 증가하였다. 장립종 100%는 단립종 100%보다 3 일부터 그리고 장립종 50%는 단립종 50%보다 4 일부터 높아($p < 0.05$) pH 결과와 부합되었다(Table 2). 장립종 산도가 높은 원인은 장립종의 지방산가가 단립종보다 높기(Han et al., 2000) 때문인 것으로 여겨진다.

단백질

탁주 발효과정 중 쌀에 함유되어 있는 단백질은 아미노태 질소로 분해된다. 아미노태 질소는 탁주 맛에 영향을

주요(Jeong et al., 2006) 술덧 pH변화에 완충역할을 한다(So et al., 1999). 모든 시료의 단백질함량은 1일에 증가한 후 감소하였다(Table 3). 단립종과 장립종의 단백질함량은 큰 차이를 보이지 않아 Han et al.(2000)의 연구와 일치하였다. 하지만 팽화미분이 첨가된 시료는 순 쌀과 같거나 높았다($p < 0.05$). 팽화미분은 α화되어 물 분자와의 친화력이 나 효소와의 작용이 강하기(National Tax Service Technical Service Institute, 2005) 때문인 것으로 여겨진다.

색도

탁주의 밝기를 나타내는 L값은 모든 시료에서 발효 초기에 증가한 후 감소하였다. 발효 4 일부터 단립종은 장립종보다 그리고 3 일부터 팽화미분은 순 쌀보다 L값이 낮았다. 단립종이 낮은 것은 Han & Oh(2001)과 팽화미분이 낮은 것은 Kim et al.(2007) 및 Kim & Yi(2008)과 유사하였다. 적색도를 나타내는 a값은 담금 직후부터 순 쌀은 점

Table 3. Protein (%) of *Takju* during fermentation at 25°C.

Day	Short grain rice	Long grain rice	Short grain rice and puffed rice	Long grain rice and puffed rice
	100%	100%	50%+50%	50%+50%
0	3.64×10 ^{D1)e2)}	4.90×10 ^{Cc}	6.70×10 ^{Bb}	7.18×10 ^{Ab}
1	8.29×10 ^{ABa}	7.35×10 ^{Ca}	8.54×10 ^{Aa}	8.20×10 ^{Ba}
2	5.62×10 ^{Bb}	5.33×10 ^{Cb}	6.08×10 ^{Ac}	5.92×10 ^{Ac}
3	4.87×10 ^{Bc}	4.77×10 ^{Bc}	5.47×10 ^{Ad}	5.40×10 ^{Ad}
4	4.50×10 ^{Bd}	4.41×10 ^{Bd}	4.94×10 ^{Ae}	4.92×10 ^{Ae}
5	4.31×10 ^{Bd}	4.11×10 ^{Bd}	4.63×10 ^{Ae}	4.61×10 ^{Ae}
6	3.88×10 ^{BCe}	3.71×10 ^{Ce}	4.15×10 ^{Af}	4.02×10 ^{ABf}
7	3.70×10 ^{BCe}	3.68×10 ^{Ce}	4.19×10 ^{Af}	4.04×10 ^{ABf}
8	3.73×10 ^{Bc}	3.69×10 ^{Bc}	4.17×10 ^{Af}	4.11×10 ^{Af}
9	3.65×10 ^{Bc}	3.45×10 ^{Bc}	4.00×10 ^{Afg}	3.75×10 ^{ABf}
10	3.07×10 ^{Bf}	3.50×10 ^{Ae}	3.71×10 ^{Ag}	3.35×10 ^{ABg}

^{1)ABCD}Means with the same letter in a row are not are significantly different ($p < 0.05$).

^{2)abcdeefgh}Means with the same letter in a column are not are significantly different ($p < 0.05$).

점 감소하였고 팽화미분은 3 일 까지 증가하다가 감소하였다. 각 시료 5 일부터 a값은 변화가 없었다. 동일한 발효 일에는 1과 4 일을 제외하고 순 쌀 간 그리고 0, 1과 6 일 제외하고 팽화미분 간은 차이가 없었다($p < 0.05$). 팽화미분 첨가에 따라 높은 a 값과 낮은 L 값을 나타내는 경향을 보여 Kim et al.(2007)과 유사하였다. 황색도를 나타내는 b 값은 주로 탁주 중 곡자에서 유래된다(Lee et al., 1996). 모든 시료는 발효 2와 3 일에 최고값을 보인 후($p < 0.05$) 감소하는 경향을 보였다.

환원당

환원당은 알데히드기와 케톤기를 가지고 알칼리 용액에서 자신이 쉽게 산화하며 다른 물질을 환원시킬 수 있는 모든 단당류와 설탕 제외한 이당류의 총칭이다. 맥아당, 과당과 포도당 등이 속한다(Kim et al., 2007). 환원당은 탁주의 감미, 산미, 감칠맛과 알코올 함량뿐만 아니라 품질에 영향을 미친다(Lee & Lee, 2000). 담금 직후 단립중 100%와 장립중 100% 환원당은 각각 0.34와 0.33% 였고 팽화미분이 첨가된 단립중 50%와 장립중 50%는 9.99와 9.83%로 순 쌀 시료보다 높았다. 순 쌀은 발효 1 일에 증가한 후 감소하였고 팽화미분은 증가 없이 급격히 감소하였다. 팽화로 수용성 당분 증가(Kim, 1991)에 기인하는 것으로 여겨진다.

Table 4. Hunter color value of *Takju* during fermentation at 25°C.

Color	Day	Short grain rice	Long grain rice	Short grain rice and puffed rice	Long grain rice and puffed rice
		100%	100%	50%+50%	50%+50%
L (Lightness)	0	58.38 ^{C1)h2)}	57.25 ^{Dg}	66.35 ^{Aj}	63.91 ^{Bh}
	1	68.41 ^{Ag}	68.42 ^{Af}	67.42 ^{Bh}	66.12 ^{Ca}
	2	71.26 ^{Aab}	70.41 ^{Be}	71.34 ^{Aa}	70.32 ^{Bc}
	3	71.48 ^{Aa}	71.37 ^{ABd}	71.23 ^{BCa}	71.15 ^{Ca}
	4	71.25 ^{Bb}	72.38 ^{Aa}	70.33 ^{Db}	70.68 ^{Cb}
	5	71.01 ^{Bc}	71.77 ^{Ac}	69.65 ^{Dc}	69.95 ^{Cd}
	6	70.36 ^{Bd}	71.83 ^{Ac}	68.85 ^{Dd}	69.63 ^{Ce}
	7	70.31 ^{Bd}	71.85 ^{Ac}	68.39 ^{De}	69.45 ^{Ce}
	8	69.93 ^{Be}	72.13 ^{Ab}	68.04 ^{Df}	68.52 ^{Cf}
	9	69.82 ^{Be}	72.23 ^{Aab}	67.78 ^{Dg}	68.38 ^{Cf}
	10	69.33 ^{Bf}	71.90 ^{Ac}	67.10 ^{Di}	68.20 ^{Cf}
a (Redness)	0	1.06 ^{Aa}	1.15 ^{Aa}	0.22 ^{Cd}	0.48 ^{Bde}
	1	0.86 ^{Aab}	0.49 ^{Bcd}	0.46 ^{Bc}	0.76 ^{Aab}
	2	0.59 ^{Abcd}	0.56 ^{Abc}	0.70 ^{Ab}	0.67 ^{Abc}
	3	0.86 ^{Aab}	0.76 ^{Ab}	0.93 ^{Aa}	0.83 ^{Aa}
	4	0.61 ^{Abc}	0.37 ^{Bcde}	0.38 ^{Bc}	0.53 ^{ABed}
	5	0.30 ^{ABde}	0.20 ^{Bef}	0.39 ^{ABc}	0.48 ^{Ade}
	6	0.15 ^{Cc}	0.10 ^{Cf}	0.38 ^{Bc}	0.51 ^{Ade}
	7	0.26 ^{Be}	0.27 ^{Bdef}	0.50 ^{Ac}	0.37 ^{ABe}
	8	0.39 ^{ABcde}	0.34 ^{Bcdef}	0.48 ^{ABc}	0.50 ^{Ade}
	9	0.34 ^{Acde}	0.32 ^{Acdef}	0.44 ^{Ac}	0.47 ^{Ade}
	10	0.30 ^{Be}	0.26 ^{Bdef}	0.43 ^{Ac}	0.45 ^{Ade}
b (Yellowness)	0	21.54 ^{Aab}	20.98 ^{Bb}	16.68 ^{Df}	17.19 ^{Cf}
	1	21.29 ^{Ab}	20.76 ^{Bb}	18.75 ^{De}	19.35 ^{Ce}
	2	21.71 ^{ABa}	21.45 ^{Ba}	21.04 ^{Ca}	21.76 ^{Aa}
	3	21.76 ^{Aa}	21.62 ^{ABa}	20.86 ^{Ca}	21.57 ^{Ba}
	4	20.49 ^{Bc}	20.16 ^{Cc}	20.31 ^{BCb}	21.13 ^{Ab}
	5	20.43 ^{Bd}	19.80 ^{Cd}	20.29 ^{Bbc}	20.70 ^{Ac}
	6	20.32 ^{Bcd}	19.98 ^{Ccd}	20.15 ^{Bbcd}	20.65 ^{Ac}
	7	20.39 ^{Ac}	20.07 ^{Bcd}	20.06 ^{Bcd}	20.41 ^{Ad}
	8	20.79 ^{Ac}	20.24 ^{Bc}	19.99 ^{Cd}	20.69 ^{Ac}
	9	20.76 ^{Ac}	20.16 ^{Bc}	20.03 ^{Bd}	20.70 ^{Ac}
	10	20.80 ^{Ac}	20.26 ^{Bc}	20.01 ^{Cd}	20.77 ^{Ac}

1)ABCD Means with the same letter in a row are not are significantly different ($p < 0.05$).

2)abcde fgh Means with the same letter in a column are not are significantly different ($p < 0.05$).

Table 5. Reducing sugar (%) of *Takju* during fermentation at 25°C.

Day	Short grain rice	Long grain rice	Short grain rice and puffed rice	Long grain rice and puffed rice
	100%	100%	50%+50%	50%+50%
0	0.34 ^{B1)c2)}	0.33 ^{Bd}	9.99 ^{Aa}	9.83 ^{Aa}
1	7.75 ^{Aa}	2.65 ^{Da}	5.83 ^{Bb}	3.01 ^{Cb}
2	2.29 ^{Ab}	0.77 ^{Db}	2.14 ^{Bc}	0.91 ^{Cc}
3	1.13 ^{Ac}	0.36 ^{Dc}	1.05 ^{Bd}	0.54 ^{Cd}
4	0.67 ^{Ad}	0.20 ^{De}	0.58 ^{Be}	0.30 ^{Ce}
5	0.30 ^{Ae}	0.18 ^{Cef}	0.30 ^{Af}	0.20 ^{Bef}
6	0.18 ^{Af}	0.17 ^{Af}	0.17 ^{Af}	0.17 ^{Af}
7	0.18 ^{Af}	0.17 ^{Af}	0.18 ^{Af}	0.17 ^{Af}
8	0.17 ^{Af}	0.16 ^{Af}	0.16 ^{Af}	0.16 ^{Af}
9	0.17 ^{Af}	0.17 ^{Af}	0.17 ^{Af}	0.17 ^{Af}
10	0.17 ^{Af}	0.16 ^{Af}	0.17 ^{Af}	0.16 ^{Af}

^{1)ABCD}Means with the same letter in a row are not significantly different ($p < 0.05$).

^{2)abcde}Means with the same letter in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

Table 6. Total sugar (%) of *Takju* during fermentation at 25°C.

Day	Short grain rice	Long grain rice	Short grain rice and puffed rice	Long grain rice and puffed rice
	100%	100%	50%+50%	50%+50%
0	1.67 ^{B1)c2)}	1.08 ^{Bb}	21.15 ^{Aa}	20.83 ^{Aa}
1	12.92 ^{Aa}	2.85 ^{Da}	11.56 ^{Bb}	4.96 ^{Cb}
2	2.41 ^{Ab}	1.00 ^{Bbc}	2.32 ^{Ac}	0.95 ^{Bc}
3	1.21 ^{Ad}	0.76 ^{Bd}	1.21 ^{Ad}	0.79 ^{Bc}
4	0.10 ^{Ade}	0.78 ^{Bd}	0.98 ^{Ad}	0.79 ^{Bc}
5	0.92 ^{ABe}	0.85 ^{Bcd}	0.96 ^{Ad}	0.91 ^{ABc}
6	0.84 ^{Be}	0.83 ^{Bcd}	0.91 ^{Ad}	0.86 ^{ABc}
7	0.85 ^{Ae}	0.86 ^{Ac}	0.94 ^{Ad}	0.88 ^{Ac}
8	0.86 ^{ABe}	0.82 ^{Bcd}	0.89 ^{Ad}	0.83 ^{Bc}
9	0.93 ^{Ae}	0.93 ^{Abcd}	0.91 ^{Ad}	0.94 ^{Ac}
10	0.93 ^{Ae}	0.90 ^{Abcd}	0.92 ^{Ad}	0.89 ^{Ac}

^{1)ABCD}Means with the same letter in a row are not significantly different ($p < 0.05$).

^{2)abcde}Means with the same letter in a column are not significantly different ($p < 0.05$).

단립종 100%은 장립종 100%보다 발효 1 일에 급격히 증가한 후 감소하였다. 단립종의 높은 흡수성(Han et al., 2000)에 기인하는 것으로 Han & Oh(2002) 및 Han & Oh (2001)의 보고와 유사하였다. 단립종 100%는 6 일부터, 나머지 시료는 5 일부터 차이를 나타내지 않았다($p < 0.05$). 알코올발효로 당분의 소비가 급격히 증가된 것으로 여겨지며 Park et al.(2004) 및 Lee & Lee(2000)과 일치하였다.

총당

당은 미생물의 발효 기질로 이용되어 탁주의 알코올 생성과 감미에 영향을 주는 성분이다(Park & Lee, 2002). 총당은 환원당과 유사하게 담금 직후 팽화미분은 순 쌀보다 높았고 발효 1 일에 순 쌀은 증가하다가 감소하였고 팽화미분은 급격히 감소하였다. 팽화미분은 가용성 전분이 높아(Kim, 1991) 당화가 잘 된 것으로 추측되며 Kim et al.(2007)의 경향과 유사하였다. 발효기간 중 단립종은 장립

종보다 같거나 높았다($p < 0.05$). 장립종 amylose함량이 높아서 전분 분자의 강한 미셀결합으로 호화가 저해되어(Han & Oh, 2001) 당화가 더 어려운 것으로 여겨진다. 동일한 시료에서 단립종 100%는 4 일부터, 장립종 100%와 단립종 50%는 3 일부터 그리고 장립종 50%는 2 일부터 차이를 보이지 않았다($p < 0.05$). 효모의 영양원이나 발효기질로 총당이 활용된 것으로 여겨져 Jin et al.(2006)의 보고와 같았다.

알코올

전분을 누룩으로 당화시키고 효모로 발효시켜 알코올과 이산화탄소가 생성되는 것이 양조의 기본원리이다(National Tax Service Technical Service Institute, 2005). 적정한 알코올 농도는 유해 미생물의 오염 방지와 효모의 발효능력도 증진시킬 수 있다(Jin et al., 2006). 모든 시료에서 발효 1 일과 2 일에 알코올 함량이 급격히 증가하여 환원당과

Table 7. Alcohol (%) of *Takju* during fermentation at 25°C.

Day	Short grain rice	Long grain rice	Short grain rice and puffed rice	Long grain rice and puffed rice
	100%	100%	50%+50%	50%+50%
0	0.0 ^{A1)h2)}	0.0 ^{Ae}	0.0 ^{Ag}	0.0 ^{Ai}
1	2.7 ^{Cg}	1.2 ^{Dd}	4.6 ^{Af}	4.3 ^{Bh}
2	10.6 ^{Bf}	6.3 ^{Dc}	11.5 ^{Ae}	9.4 ^{Cg}
3	12.0 ^{Be}	7.4 ^{Db}	12.6 ^{Ad}	10.2 ^{Cf}
4	12.7 ^{Bd}	7.7 ^{Db}	13.3 ^{Ac}	10.8 ^{Ce}
5	13.1 ^{Bbc}	8.5 ^{Da}	13.5 ^{Ac}	11.2 ^{Cd}
6	13.2 ^{Bab}	8.3 ^{Da}	13.9 ^{Ab}	11.6 ^{Cc}
7	13.1 ^{Babc}	7.4 ^{Db}	14.0 ^{Aab}	12.4 ^{Ca}
8	13.3 ^{Ba}	7.7 ^{Db}	14.3 ^{Aa}	12.0 ^{Cb}
9	13.3 ^{Bab}	7.7 ^{Db}	14.1 ^{Aab}	12.1 ^{Cb}
10	13.0 ^{Bc}	6.4 ^{Dc}	14.1 ^{Aab}	11.9 ^{Cb}

^{1)ABCD}Means with the same letter in a row are not are significantly different ($p < 0.05$).

^{2)abcdehgh}Means with the same letter in a column are not are significantly different ($p < 0.05$).

총당이 빠르게 감소한 시점과 일치하였다. 단립종 100%와 장립종 50%는 각각 8일에 13.3%와 14.3%로, 장립종 100%는 5일에 8.5%로 그리고 장립종 50%는 7일에 12.4%로 알코올 함량이 가장 높았다. 발효 2일부터 단립종은 장립종보다 그리고 팽화미분은 순 쌀보다 항상 높았다($p < 0.05$). 장립종의 흡수성이 단립종보다 낮지만(Han et al., 2000) 팽화시킴으로써 개선되어 amylose와 amylopectin 활용도가 증가된 것으로 여겨진다. 팽화미분을 첨가 따라 알코올이 높아진 경향은 Kim et al.(2007) 및 Kim & Yi (2008)과 유사하였다.

관능검사

관능요원 20 명 중 정답자 최소 11 명일 때 5% 수준에서 그리고 최소 13 명일 때 1% 수준에서 유의 적인 차이가 있다(Elizabeth, 1977). 단립종 100%와 장립종 100%의 차이를 올바르게 구분한 정답자는 14 명으로 1% 수준에서 유의적인 차이가 있었다. 정답자 14 명의 차이정도는 3.1로 많이 있음(much)에 가까웠다. 단립종 100%는 10 명 그리고 장립종 100%는 4명이 선호하였다. 응답자 14 명 중 12 명이상이어야 5% 수준에서 차이가 있다(Elizabeth, 1977). 따라서 두 시료간의 유의적인 선호도 차이가 없었다. 그리고 단립종 50%와 장립종 50%의 차이를 구분한 정답자 8 명으로 유의적인 차이가 없었다.

요 약

단립종 100%, 장립종 100%, 단립종 50%와 팽화미분 50% 그리고 장립종 50%와 팽화미분 50%로 제조한 탁주의 pH, 산도, 단백질, 색도, 환원당, 총당, 알코올 그리고 관능성질을 조사하였다. 모든 시료의 pH는 발효 초기에 급격히 감소한 후 장립종 100%를 제외하고 서서히 상승하였

다. 발효 2 일 후 단립종은 장립종보다 그리고 팽화미분은 순 쌀보다 같거나 높았다($p < 0.05$). 산도는 발효 시간 지낼 수록 모든 시료에서 증가하였다. 장립종 100%는 단립종 100%보다 3 일부터 그리고 장립종 50%는 단립종 50%보다 4 일부터 높았다($p < 0.05$). 모든 시료의 단백질은 1 일에 증가한 후 감소하였고 팽화미분은 순 쌀과 같거나 높았다($p < 0.05$). L값은 모든 시료에서 발효 초기에 증가한 후 감소하였다. 발효 4 일부터 단립종은 장립종보다 그리고 3 일부터 팽화미분은 순 쌀보다 L값이 낮았다. 담금 직후부터 순 쌀의 a값은 점점 감소하였고 팽화미분은 3 일 때 까지 증가하다가 감소하였다. 모든 시료의 b값은 발효 2와 3 일에 최고값을 보인 후($p < 0.05$) 감소하는 경향을 보였다. 담금 직후 팽화미분은 순 쌀보다 환원당이 훨씬 높았다. 순 쌀은 발효 1 일에 증가한 후 감소하였고 팽화미분은 급격히 감소하였다. 총당은 환원당과 유사하였다. 알코올은 발효 2 일까지 모든 시료에서 급격히 증가하였고 단립종은 장립종보다 그리고 팽화미분은 순 쌀보다 항상 높았다($p < 0.05$). 단립종 100%와 장립종 100%는 1% 수준에서 유의적인 차이가 있었지만 선호도는 차이가 없었다. 단립종 50%와 장립종 50%는 유의적으로 차이가 없었다.

감사의 글

본 연구는 재단법인 산학협동재단과 점보식품주식회사의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

Bae SM. 2002. Traditional alcohol manufacturing technology: Takju and Yakju canto. Bae Sang Myeon Brewing Institute, Seoul, Korea, pp. 313-327.

- Cho GB. Most of our traditional 'Makgeolli' produced by imported rice. Available from <http://news.kukinews.com/>. Accessed Sep. 29. 2010.
- Choi YJ, Seo Jw. 2004. The Understanding of Liquor. Kimoonsa, Seoul, Korea, p. 154.
- Elizabeth L. 1977. Laboratory Methods for Sensory Evaluation of Food. Canada Department of Agriculture, Ottawa, Canada, pp. 21-64.
- Han EH, Lee TS, Noh BS, Lee DS. 1997. Quality characteristics in mash of Takju prepared by using different Nuruk during fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 555-562.
- Han SH, Choi EJ, Oh MS. 2000. A comparative study on cooking qualities of imported and domestic rices(Chuchung byeo). Koren J. Soc. Food Sci. 16: 91-97.
- Han SH, Oh MS. 2001. A comparative study on cooking qualities of Jook(traditional Korean rice gruel) made of imported and domestic rices(Chuchung byeo). Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 17: 604-610.
- Han SH, Oh MS. 2002. A comparative study on quality characteristics of Baiksulgi (traditional Korean Rice cake) made of imported and domestic rices(Chuchung byeo). Korean J. Soc. Food Cookery Sci. 18: 548-555.
- 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.
- Jin TY, Chung HJ, Eun JB. 2006. The effect of fermentation temperature on the quality of *Jinyangju*, a Korean traditional rice wine. Food Sci. Technol. 38: 414-418.
- Joung EJ, Paek NS, Kim YM. 2004. Studies on Korean Takju using the by-product of rice milling. Korean J. Food Nutr. 17: 199-205.
- Kang KH, Noh BS, Seo JH, Hur WD. 1998a. Food analytics. Sungkyunkwan University Press, Seoul, Korea, pp. 141-142, 109-110.
- Kang MY, Park YS, Mok CK, Chang HG. 1998b. Improvement of shelf-life of Yakju by membrane filtration. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1134-1139.
- Kim JY, Sung KW, Bae HW, 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: 266-271.
- 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.
- Kim YM, Im MH. 1997. The newest fermentation engineering. Youlim Publishing Co, Seoul, Korea, p. 231.
- Kim ZW. 1991. New agrotechny. Mun un dang, Seoul, Korea, pp. 36-37.
- Koo DH. 2008. Alcohol consumption showed obvious trend related to well-being, 'prefer low degree of alcohol'. Excise Tax Div. National Tax Service Republic of Korea.
- 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.
- 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.
- National Tax Service Republic of Korea. 2010. Statistical Yearbook of National Tax. Seoul, Korea, p. 810.
- National Tax Service Technical Service Institute. 2005. Manufacturing Guideline of Takju and Yakju. Seoul, Korea, pp. 31, 195-196.
- Park CS, Lee TS. 2002. Quality characteristics of Takju prepared by wheat flour Nuruks. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 296-302.
- Park JH, Bea SM, Yook C, Kim JS. 2004. Fermentation characteristics of Takju prepared with old rice. Korean J. Food Sci. Technol. 36: 609-615.
- Sin JG. Market circulation of MMA imported rice and its improvement. Available from <http://www.nheri.re.kr/>. Accessed Mar. 27. 2009.
- So MH, Lee JW. 1996. Takju brewing by combined use of *Rhizopus japonicus*-Nuruk and *Aspergillus oryzae*-Nuruk. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 157-162.
- So MH, Lee YS, Noh WS. 1999. Changes in microorganisms and main components during Takju brewing by a modified Nuruk. Korean J. Food Nutr. 12: 226-232.
- Song JC, Park HJ, Shin WC. 1997. Changes of Takju qualities by addition of cyclodextrin during the brewing and aging. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 895-900.
- SPSS. 2006. Statistical Package for Social Science for Windows. Rel. 14.0. 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, pp. 151-152.
- Yi ZH. Policy of the place-of-origin marking system had effect of 'Sintoburi'. Available from <http://news.kbs.co.kr/>. Accessed Aug. 4. 2010.