

묵은 쌀(古米)을 사용한 탁주의 발효 특성

박진호 · 배상면¹ · 육철² · 김재식*

¹배상면주류연구소, ²영동대학교 식품공학과, 경북대학교 발효생물공학과

Fermentation Characteristics of *Takju* Prepared with Old Rice

Jin-Ho Park, Sang-Myeon Bae¹, Cheol Yook², and Jae-Sik Kim*

¹Bae Sang Myeon Brewery Institute Co., Ltd

²Department of Food Science and Technology, Youngdong University
Department of Fermentation Biotechnology, Kyungpook National University

Old rice showed higher initial pasting and peak viscosity temperatures than new rice. Reducing sugar contents of rice harvested in 1998 were lowest 24 hr after digestion with saccharification enzyme, but similar after 36 hr, among rice samples tested. Fermentation characteristics and preference of *Takju* made by fermenting raw rice harvested from 1998 to 2001 for 7 days were investigated. Alcohol contents during *Takju* brewing rapidly increased for 5 days to 17.3-18.1%, and were 17.5-18.2% on day 7, with those of *Takju* brewed with rice harvested in 1998 being highest in both cases. Sensory evaluation results showed *Takju* fermented with rice harvested in 2000 had highest sweetness, preference, and sourness, and that fermented with rice harvested in 1999 had highest sourness, but no voluntariness was shown between each other (meaning not clear). Moisture contents and gelatinization characteristics of old and new rice were slightly different, although factors adversely affecting *Takju* such as flavor of old rice did not appear in sensory evaluation probably because old rice was stored in rice bran form for long times and used after milling. Results reveal surplus old rice could be utilized for *Takju* brewing.

Key words: *Takju*, rice, old rice, fermentation, amylograph

서 론

우리나라의 쌀 소비량은 식량이 부족했던 60년대 이후로 점차 증가하여 70년대에 최고의 소비량을 보인 이후 80년대부터는 점차 소비량이 감소하였고, 쌀 생산량은 1985년을 기점으로 자급자족이 되었으며(1) 1990년대에 접어들면서 쌀 생산량이 소비량을 앞질러 묵은 쌀의 처리 문제가 처음 생겨났다. 이후 쌀 재고량은 점점 늘어났고, 2003년 말 예상 재고는 적정수준의 2배인 1,190만석(약 171만 톤)에 이를 전망이다. 현재 묵은 쌀은 일부 사료용이나 주정발효용 원료로 사용되고 있으나 그 양은 전체 발생량에 비하면 미미한 수준이고, 묵은 쌀이나 쌀을 이용한 새로운 가공 제품의 개발이나 기존 제품의 원료로 사용하는 등의 쌀 소비가 없다면 그 양은 매년 더 늘어날 것이다. 쌀의 저장량이 늘어남에 따라 쌀의 저장성이나 저장 중에 일어나는 변화 등에 대한 연구들이 많이 보고 되고 있다. 우선 쌀의 저장과 관련된 연구들을 살펴보면, Lee 등(2)의 보고

에서는 미곡의 장기 저장 중에 지방산도와 환원당은 증가하며 발아율은 떨어져 3년 이상 저장하면 식미가 크게 떨어진다고 한 바 있고, Kim 등(3)은 저장 온도에 따른 백미의 수분흡수 속도, 취반 속도 및 호화 점도와 온도 등의 변화에 대한 연구를 보고하였다. So 등(4)은 미곡의 저장 기간 동안 환원당, 조단백, 최고 점도, 최종 점도는 증가하며 배아율과 배아활성은 감소한다고 보고하는 등 저장 중 미곡의 변화에 중점을 둔 연구들이 있고, Han(5)의 저장미곡의 수분함량, 호흡량, 열특성 및 저장 방법에 따른 이화학적 변화 등에 관한 연구와 Min 등(6)의 미곡 저장에 있어서 저장 균류의 생육 및 억제에 관한 연구, Ko 등(7)의 저장 조건에 따른 쌀 전분의 이화학적 성질 변화에 관한 연구 등의 저장 조건이나 방법에 따른 미곡의 변화에 중점을 둔 연구가 있다. Shin 등(8)의 쌀 및 쌀가루 저장 중의 품질 안정성의 비교와 Lee 등(9)의 저장 시 도정과 포장에 따른 고미화 및 식미의 변화를 보고한 바 있으며, 묵은 쌀로 밥을 했을 때에는 향미와 질감 등에 문제점이 있는 것으로 나타났다. 쌀의 소비를 늘리기 위한 쌀 가공 식품의 연구로는 쌀빵 가공과 특성 연구(10,11), 유과 가공과 특성에 관한 연구(12), 찰쌀떡의 저장성에 관한 연구(13), 쌀가루를 첨가한 국수 제조에 대한 연구(14), 쌀 음료 개발에 대한 연구(15,16) 등이 있으나 일부제품을 제외하고는 그 활용도가 매우 낮다. 이러한 쌀이나 묵은 쌀에 관한 연구, 쌀 가공 식품에 관한 연구들이

*Corresponding author: Jae-Sik Kim, Department of Fermentation Biotechnology, College of Agriculture and Life-Sciences, Kyungpook National University, 1370 Sangyeok-Dong, Buk-gu, Daegu, Korea
Tel: 82-53-950-7339
Fax: 82-53-950-7339
E-mail: dstsik@wmail.knu.ac.kr

있지만 묵은 쌀을 이용한 술 발효에 관한 연구는 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 묵은 쌀을 이용한 탁주 발효특성을 조사하여 묵은 쌀의 활용 방안을 강구하고자 하였는데, 탁주의 제조 방법으로는 쌀을 증자하여 발효하는 방법과 증자하지 않고 분쇄하여 발효하는 방법이 있는데, 증자하지 않는 방법이 증자하는 방법에 비하여 에너지 효율이 나은 방법이고, 묵은 쌀을 이용한 탁주 발효에 있어서 증자 방법에서 나타날지도 모르는 묵은 쌀 냄새(고미취) 등을 줄일 수 있기 때문에 무증자 방법을 이용하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 시료는 1998, 1999, 2000 및 2001년도에 전남 나주에서 생산된 일반미로 도정하지 않은 쌀겨 상태로 저장된 것을 현미정미기(동구정밀, 한국)를 이용하여 7분 도정한 쌀을 이용하였고 이를 분쇄하여 입자 크기가 60 mesh 이하가 되도록 한 것을 분석 및 탁주 담금에 사용 하였다. 탁주 발효에 사용된 효소는 *Rhizopus* sp.가 생산하는 당화효소(Shin Nihon Chemical Co., Japan, 2,000 unit/g)를 시중에서 구입하여 사용하였고, 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* 활성건조효모(Gist-broccades, Chile)를 구입하여 사용하였다.

일반성분 및 쌀의 지방산도 분석

시료의 일반성분을 알아보기 위해 수분, 조단백질, 조섬유, 조지방, 조회분, 지방산도를 정량 하였다.

수분 정량은 국제첨기기술연구소 주류분석규정(17)(이하 주류분석규정)에 의거하여 검체 2g을 칭량한 후 105-106°C에서 3-5시간 건조, 식힌 후 칭량하여 항량이 될 때까지 조작을 되풀이하여 측정하였다. 조단백질 정량은 Kjeldahl법에 의해 종류과정까지 거친 후 붕산을 이용하여 HCl의 소비량을 측정하여 적정하였다. 조섬유 정량은 지질을 제거한 시료에 묽은 산과 묽은 알칼리로 차례로 가열 처리하고 항량이 될 때까지 반복한 후 계산하였다. 조지방 정량은 Soxhlet 추출법에 의해 측정하였다. 조회분 정량은 주류분석 규정에 의해 검체 2-5 g을 550-600°C에서 태우고 그 잔량을 측정하였다. 지방산도는 각 시료를 분쇄하여 입자 크기가 40 mesh 이하인 것 20 g을 AOAC법(18)에 따라 benzene에 추출하고 alcohol-phenolphthalein 용액을 넣은 후 0.0178 N KOH 표준용액으로서 적정 하였다.

쌀의 수분흡수특성 및 호화특성 분석

쌀의 구조적성을 알아보기 위해 20분 수분흡수율, 120분 수분흡수율, 천립중, 호화특성 및 당화 속도를 알아보았다.

20분 수분흡수율은 1998, 1999, 2000, 2001년도 시료를(이하 98, 99, 00, 01 시료로 표기) 각각 100 g씩 정량하여 물 100 mL에 각각 20분 동안 침지하고 1시간 물빼기를 한 후 각 시료의 무게를 측정함으로써 각각의 수분흡수율을 측정하였다. 120분 수분흡수율은 20분 수분흡수율과 동일한 방법으로 침지 시간만 120분으로 하여 측정하였다. 천립중은 각 시료 중에 육안으로 보아서 건실한 쌀알을 1000개 골라내어 무게를 측정하였다. 호화특성은 amylography를 이용하여 30°C부터 분당 1.5°C씩 상승시키며 95°C까지 가열하였고, 95°C에서 15분간 유지시킨 다음 분당 1.5°C씩 하강시키며 50°C까지 냉각시키면서 초기 호화온도, 최고점도, 최고점도시의 온도, 95°C에서의 점도 등을 측정하였다. 당화 속도 비교는 각 시료 300 g을 2시간 침지하

고 1시간 물빼기를 하여 60 mesh 이하로 분쇄한 다음, 쌀 무게의 150%(v/w) 증류수, 0.3%(w/w)의 정제효소를 투입하고 항온조에서 25°C로 유지하며 생성되는 환원당의 함량을 측정하였다(19).

무증자 탁주 담금 방법

무증자 탁주 제조 방법은 98, 99, 00, 01 시료를 300 g씩 2시간 침지한 후 1시간 물빼기 하고 60 mesh 이하로 분쇄한 다음 쌀 무게의 150%(v/w) 증류수, 0.3%(w/w)의 당화효소, 0.4%(w/w)의 활성건조효모와 함께 투입하여 항온조에서 27°C로 유지하면서 7일 경과 시점까지 발효시켰다. 발효 2일 까지는 1일 2회 이상 교반을 실시하였다.

발효 과정 중의 성분 변화 측정

발효 기간 동안 pH, 온도, Brix 당도, 총산, 환원당, 알코올 함량, 효모 생균수를 측정 하였다.

pH와 온도는 pH meter(DKK · TOA HM-20P, Japan)를 사용하여 측정하였고, Brix 당도는 handy refractometer(Atago N-1E, Japan)를 이용하여 측정하였다. 총산은 국세청 주류분석규정에 의해 페놀프탈레인용액을 이용하여 0.1 N NaOH 소비량을 측정하여 구연산 기준으로 계산하였다. 환원당은 dinitrosalicylic acid 방법(19)으로 하여 spectrometer(Bausch & Lomb spectronic 20, USA)로 550 nm에서 흡광도를 측정하고 표준정량곡선을 이용하여 환원당 함량을 계산하였다. 알코올 함량은 주류분석규정의 주정분석에 의해 측정하였다. 효모생균수의 측정은 YPD(pH 5.5-6.0) 고체 배지에 접종 후 30°C에서 48시간 배양한 후 집락 수를 측정하였다.

관능검사

관능검사는 경북대학교 학생들 중에서 맛과 향에 대한 차이 식별 능력이 뛰어난 19명의 패널을 선별하여, 단맛, 신맛, 쓴맛, 선호도를 5점 평점법으로 실시하였고, 『매우 약하다(매우 나쁘다)』는 1점, 『약하다(나쁘다)』는 2점, 『보통이다』는 3점, 『강하다(좋다)』는 4점, 『매우 강하다(매우 좋다)』는 5점으로 하였고, 관능검사의 통계분석은 Statistical Analysis System(SAS) program을 이용하여 모든 측정치를 평균과 표준편차로 나타내고, 유의성 검정을 위해 분산분석(ANOVA)을 하였다(20)($P < 0.05$).

결과 및 고찰

일반성분 및 쌀의 지방산도

묵은 쌀에 대한 일반성분 분석은 Table 1에서 보는 바와 같으며, 수분함량은 98, 99 시료가 10.0%로 가장 낮게 나왔으며

Table 1. General analysis of rice with different cultivation years

Component (%, dry basis)	Cultivation year			
	1998 ¹⁾	1999 ²⁾	2000 ³⁾	2001 ⁴⁾
Moisture	10.0	10.0	11.3	11.0
Protein	8.5	7.7	8.0	7.9
Fiber	0.2	0.2	0.2	0.2
Ash	0.7	0.3	0.3	0.7
Fat	0.6	0.7	1.1	0.9
Carbohydrate	80.0	81.1	79.1	79.3

^{1,2,3,4)}General analysis of rice harvested in 1998, 1999, 2000, and 2001.

Table 2. Fat acidity, water absorption, and weight of 1,000 grains of rice with different cultivation years

Characteristics	Cultivation year				
	1998	1999	2000	2001	
Fat acidity (KOH mg/100 g)	12.5	9.5	8.0	5.0	
Rate of water absorption (%) ¹⁾	20 min	26.67	29.48	26.61	27.96
	120 min	33.90	32.00	29.00	29.56
Weight of 1000 grain (g)	18.19	18.00	19.02	18.20	

¹⁾Rate of water absorption of rice after 20, 120 minutes steeping.

01 시료가 11.0%이었고, 00 시료가 11.3%로 가장 높게 나타났다. Chung 등(21)의 보고에서의 14.06-14.84% 범위의 수분함량이나, Kim 등(22)의 보고에서의 12.2, 13.5%의 수분함량에 비해 묵은 쌀의 수분함량이 낮은 것은 보관 중 수분 증발이나 저장 환경의 영향으로 생각되어 진다. 조단백질 분석 결과 98-01 시료가 각각 8.50, 7.67, 8.00, 7.87%로 나타났으며, 조섬유의 경우 각각 0.21, 0.18, 0.22, 0.19%로 나타났다. 조회분의 경우, 99, 00 시료의 경우 0.33%로 측정되었고, 98, 01 시료는 0.67%로 나타났다. 조지방의 경우는 98 시료가 0.6%로 가장 낮게 나왔으며 99, 00, 01 시료가 각각 0.7, 1.1, 0.9%로 나타났다. 묵은 쌀의 일반성분 중에서 수분함량을 제외한 조단백질, 조섬유, 조회분, 조지방은 일반 쌀을 대상으로 한 Chung 등(21)의 보고나 Kim 등(23)의 보고와 큰 차이를 나타내지 않았다. 미곡은 저장 중에 지방의 자동산화에 의한 산패가 일어나고 그로 인해 취반미의 묵은 쌀 취에 큰 영향을 미친다는 것을 보고되어 있고(9,23,24) 이러한 묵은 쌀 취가 취반시에 질감과 더불어 가장 큰 문제점으로 지적되고 있다. 또한 백미 상태로 보관했을 때 보다 쌀겨 상태로 보관하였을 때 발아율, 지방산도, 식미 검사에서도 나은 것으로 보고하였다(9). 본 실험에 사용된 묵은 쌀의 지방산도는 Table 2에서 보는바와 같으며, 01 시료의 지방산도가 5.0 KOH mg/100g로 해가 지날수록 쌀의 지방산도는 증가하여 00, 99, 98 시료의 지방산도가 각각 8.0, 9.5, 12.5 KOH mg/100 g로 나타나, 쌀의 저장기간이 증가할수록 지질의 산화가 증가됨을 알 수 있었다. 본 실험에 사용된 묵은 쌀은 쌀겨 상태로 보관되었기 때문에 묵은 쌀화(고미화)가 적게 일어난 것으로 보인다. 쌀 저장 중 품질의 열화를 일으키고 묵은 쌀의 냄새를 생성하는 유리지방산에 의한 변패의 척도인 지방산도는 저장 중 지질의 산화에 의해 증가한다고 하였으며(25), Kim 등(26)은 저장미의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 인자중의 하나는 지방질로 저장 중 쌀의 지방질 가수분해 효소와 자동산화에 의한 각종 가수분해물 및 산화물의 증가가 나타나는데 결합지질보다는 유리 지질의 변화가 더 심하고 n-hexanal 등의 카보닐 화합물에 의한 묵은 쌀 냄새(고미취)가 발생한다고 보고하였다. 일반적으로 지방산도가 미곡 100 g 중에서 KOH 적정치 20 KOH mg/100 g 이상으로 높아지면 묵은 쌀화의 우려가 큰 것으로 알려져 있는데(27) So 등(4)은 2년 저장 후 21.5 KOH mg/100 g, 4년 후에는 24.5 KOH mg/100 g로 저장기간이 길어질수록 묵은 쌀화가 진행된다고 보고하였다. 본 실험에서는 수확 후 4년이 지난 98 시료의 경우도 지방산도가 12.5 KOH mg/100 g 밖에 되지 않은 것으로 보아 쌀의 저장상태가 상당히 양호하였음을 짐작할 수 있었으며, 또한 이 원인이 도정하지 않고 쌀겨가 있는 상태로 상당기간 보관해도 묵은 쌀화의 기준(27)으로 보고 있는 20 KOH mg/100 g을 넘지 않음을 알 수 있었다.

수분흡수특성 및 호화특성

20분 수분 흡수율의 경우, 쌀의 수분함량이 11.3%로 가장 높았던 00 시료의 경우가 26.61%로 가장 낮게 나타났으며 98, 99, 01 시료가 각각 26.67, 29.48, 27.96%로 나타났다. 120분 수분흡수율의 경우도 00 시료가 가장 낮은 29.00%로 나왔으며 98, 99, 01 시료가 각각 33.90, 32.00, 29.56%로 나타났다. 00 시료가 20분 수분 흡수율과 120분 수분 흡수율에서 가장 낮게 나왔는데, 이는 자체의 수분함량이 많았던 때문으로 생각되었다. 쌀의 침지 시 수분흡수 속도는 저장시간이 짧을수록 빠르고(28), 침지온도가 높고 침지 시간이 길수록 빠르다(29) 등의 보고가 있으며 Kim(28)은 초기 30분 동안 수화가 빠르게 이루어진 후 거의 변화가 없다고 보고하였다. 본 실험에서도 20분 수분흡수율에서는 급속히 수분 함량이 증가하였으나 120분 수분 흡수율에서는 20분 수분 흡수율에 비해 큰 차이를 나타내지는 않았으며 이는 Cho 등(29), Kim 등(30)의 보고와 일치하며 일반 쌀의 경우와 큰 차이를 나타내지는 않았다.

쌀의 견실도를 알아보기 위하여 육안으로 견실해 보이는 쌀알을 각 시료마다 1000알 씩 취하여 무게를 측정하여 천립중을 측정해 보았으며, 육안으로도 가장 견실해 보였던 00 시료가 19.02 g으로 가장 높게 나타났으며 98, 99, 01 시료가 각각 18.19, 18.00, 18.20 g으로 측정되었다. 이는 00 시료의 보관상태가 가장 양호하여 천립중에서 가장 높은 수치가 나온 것으로 짐작한다.

Amylograph를 통해 가열에 의한 팽윤과 호화에 따른 점도 변화를 측정하여 본 결과 Fig. 1과 Table 3에 나타난 바와 같고 호화 개시 온도의 경우 저장 기간이 긴 시료일수록 호화 개시 온도가 높았으며, 가장 오래된 쌀인 98 시료와 가장 최근 쌀인 01 시료에서 4.1°C 차이를 보이고 있는데, 이는 Kim 등(24)이 저장온도와 관계없이 저장 기간이 경과함에 따라 호화 개시 온도가 상승한다고 보고한 바와 일치하였다. 최고 점도의 경우 98-01 시료가 각각 369, 435, 435, 404 BU로 나타났다. Kim 등(24)과, Han 등(4)은 저장기간이 길수록 최고점도가 증가한다고 보고했는데, 본 실험에서는 98 시료를 제외하곤 저장기간이 길어질수록 최고 점도가 증가하였으나 98 시료는 다른 시료에 비해 낮게 나타났다. 그리고 최고점도시의 온도를 살펴 보면 98-01 시료가 각각 92.3, 92.3, 91.9, 91.5°C로 저장기간이 길어질수록 최고점도 시의 온도가 높은 것으로 나타났다.

당화효소를 이용하여 각 시료간의 당화 속도를 비교하여 본 결과, Fig. 2에서 보는바와 같이 각 시료의 환원당이 20 mg/100 mL 정도까지는 꾸준히 증가하다가 이후 완만한 진행을 보여 주고 있으며, 98 시료의 경우 24시간 경과시점의 환원당이 16.67 mg/100 mL로 99-01 시료의 환원당 23.95, 22.90, 23.65 mg/100 mL에 비해 낮게 나왔으나 36시간 이후로는 거의 같은 추세를 보였으며 당화속도와 묵은 쌀의 상관관계는 발견하지 못했고,

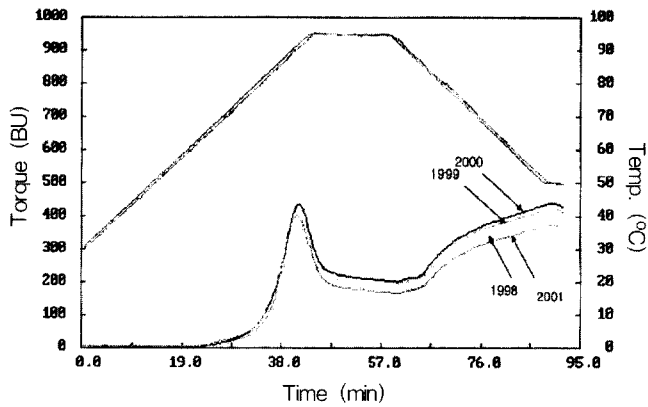


Fig. 1. Amylogram of rice flours with different cultivation years. Showing different initial pasting temperature and peak viscosity.

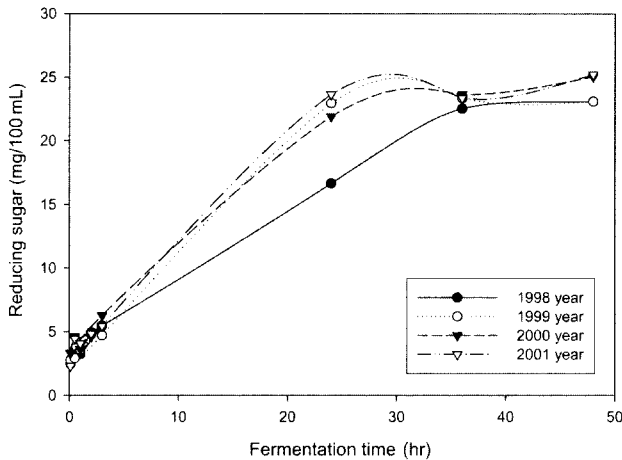


Fig. 2. Changes of reducing sugar during saccharification of rice with different cultivation years. Old rice harvested each year was digested with glucoamylase for 48 hours. Reducing sugar were measured by DNS method.

일반 쌀과의 큰 차이는 나타나지 않았다. 이는 Han 등(31)이 밀기울배지에서 생산된 *koji*의 생전분 당화력을 측정한 결과에서도 3-4일간 배양한 것이 당화력이 우수하였고 이후에는 감소되는 경향을 보인다는 보고와도 일치했다.

발효과정중의 성분변화

98-01 시료를 정제효소, 건조효모 등과 담금하고 25°C에서 7일 동안 발효한 술덧의 성분분석을 조사한 결과는 Fig. 3-8에 나타낸 바와 같다. 발효 기간 중 술덧의 온도는 26-27°C를 유

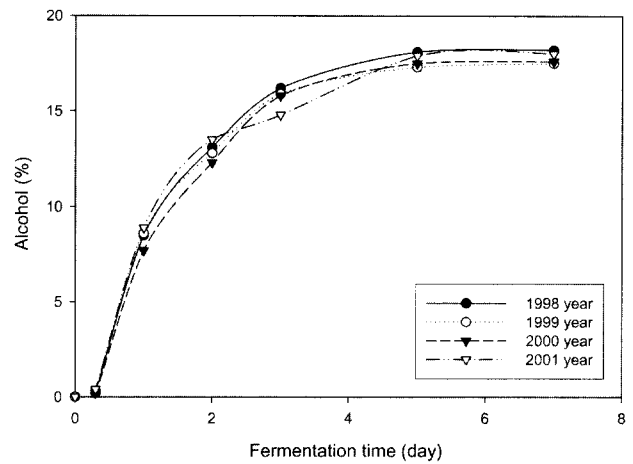


Fig. 3. Changes of alcohol during fermentation of rice with different cultivation years.

Old rice harvested each year was fermented for 7 days. Alcohols were measured using gravimeter after distillation.

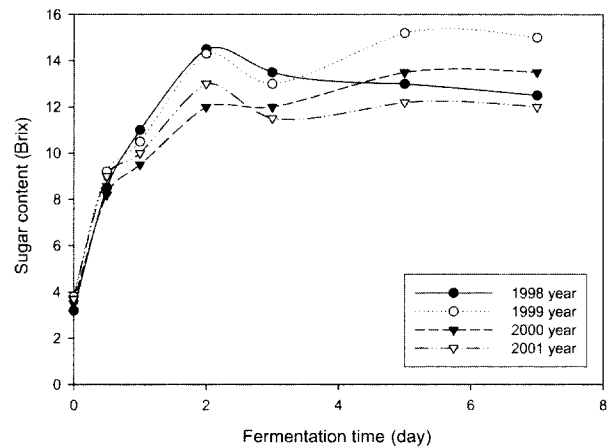


Fig. 4. Changes of sugar content (Brix) during fermentation of rice with different cultivation years.

Old rice harvested each year was fermented for 7 days. Sugar contents were measured using handy refractometer.

지되고 있었다. 6시간 경과 시 CO₂ 가스의 발생을 육안으로 확인함으로써 발효가 시작됨을 알 수 있었으며, Fig. 3에서 보는 바와 같이 알코올 함량은 발효 3일째에 급격히 증가하여 98-01 시료가 각각 16.2, 15.9, 15.8, 14.8% 이었으며, 발효 5일째엔 각각 18.1, 17.3, 17.5, 17.9%로 증가하였고 발효 7일째엔 18.2, 17.5, 17.6, 18.0%로 나타났다. 총 발효기간에 걸쳐서 각

Table 3. Amylograph properties of rice flours with different cultivation years

Cultivation years	Initial pasting temperature (°C)	Peak viscosity (BU)	Temperature at peak viscosity (°C)	Viscosity at 95°C (BU)		Viscosity at 50°C (BU)
				0 min ¹⁾	15 min ²⁾	
1998	72.0	369	92.3	301	194	407
1999	70.5	435	92.3	335	202	419
2000	69.8	435	91.9	332	204	436
2001	67.9	404	91.5	293	170	372

¹⁾Viscosity of rice flours reached at 95°C.

²⁾Viscosity of rice flours after 15 minutes at 95°C.

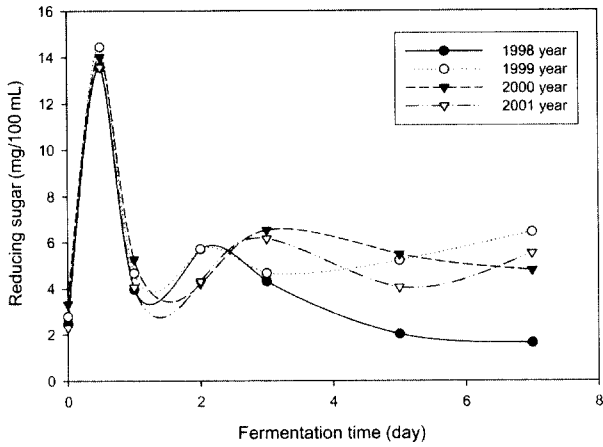


Fig. 5. Changes of reducing sugar during fermentation of rice with different cultivation years.
Old rice harvested each year was fermented for 7 days. Reducing sugars were measured by DNS method.

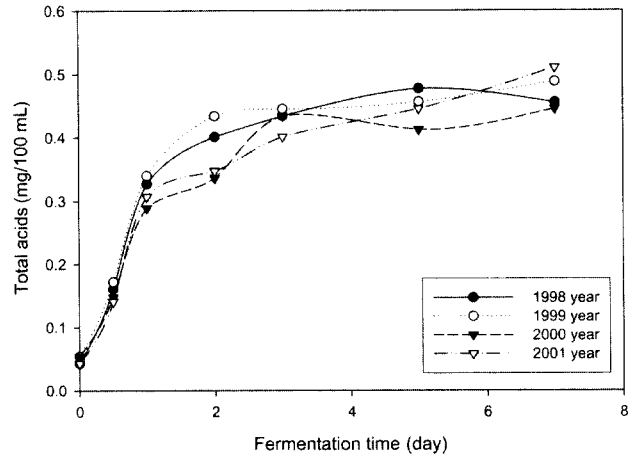


Fig. 7. Changes of total acid during fermentation of rice with different cultivation years.
Old rice harvested each year was fermented for 7 days.

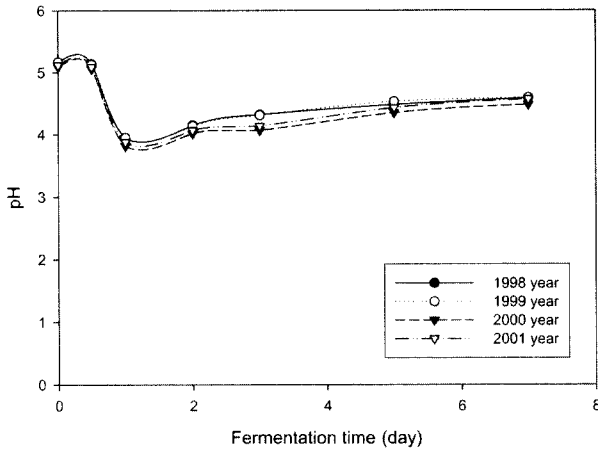


Fig. 6. Changes of pH during fermentation of rice with different cultivation years.
Old rice harvested each year was fermented for 7 days.

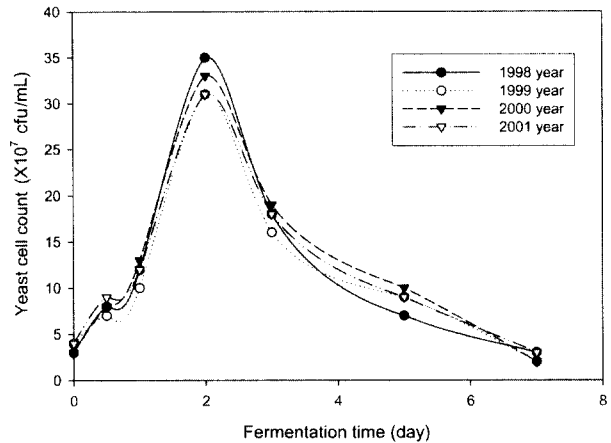


Fig. 8. Changes of viable yeast cell count during fermentation of rice with different cultivation years.
Colonies of yeast were counted after incubation for 48 hours at 30°C. YPD medium were used.

술덧의 알코올 함량과 사용한 묵은 쌀과의 연관성은 찾아 볼 수 없었으며 일반 쌀과 마찬가지로 발효가 잘 진행되는 것을 확인할 수 있었다.

Brix 당도와 환원당의 변화는 Fig. 4, 5에서 보는 바와 같고, Brix 당도는 발효 12시간째엔 8.20-9.20 Brix이었고 발효 2일째엔 12.00-14.50 Brix로 나타났으며 발효 3일과 5일까지는 소폭 변동 하였으나 5일 이후 변동이 거의 없었고 7일째엔 98-01 시료 술덧의 Brix 당도가 각각 12.5, 15.0, 13.5, 12.0 Brix로 나타났다.

환원당 변화를 보면, 당화효소의 작용으로 인한 전분의 당화로 인해 발효 12시간 경과 시에 13.57-14.45 mg/100 mL이었으나 이후 알코올 발효로 인한 당분의 소비로 급격히 떨어져서 3.96-5.27 mg/100 mL이 되었고 발효 7일째엔 98-01 시료가 각각 1.64, 6.44, 4.78, 5.51 mg/100 mL로 되었다. 알코올 함량이 가장 높았던 98 시료 술덧의 경우 Brix 당도와 환원당에서 낮게 나왔으며, 알코올 함량이 가장 낮았던 99 시료 술덧의 경우 Brix 당도와 환원당에서 가장 높게 나타났다. 비슷한 조건하에서 생성된 당분을 알코올 발효에 많이 이용한 술덧은 당도는

낮게, 알코올 함량은 높게 나온 것으로 보인다. 발효 기간동안의 pH, 총산의 변화는 Fig. 6, 7에서 보는 것과 같고 pH의 변화를 보면 시료마다의 큰 차이는 없었으며, 발효 12시간째에 pH 5.06-5.14이었으나 발효 1일 경과 후 3.82-3.95로 떨어진 이후 완만히 증가하다가 발효 7일에는 pH 4.48-4.59로 나타났다. 총산의 변화는, 발효 12시간 경과 시점엔 0.14-0.17 mg/100 mL으로 나타났고 발효 3일까지 급격히 증가하여 0.40-0.45 mg/100 mL로 나타났으며 이후 완만히 증가 또는 감소하여 발효 7일째엔 0.45-0.51 mg/100 mL로 나타났다. 술덧의 pH 변화와 총산 함량 변화를 비교해 보면 총산함량은 증가하고 있으나 pH가 낮아지지 않는 이유를 So 등(32)은 단백질 분해로 아미노산이 증가하여 술덧의 완충능력을 높여주었기 때문이라고 설명하고 있으며 본 연구의 연구결과와도 일치하는 경향을 나타내었다. Fig. 8에서 보듯이 효모 균체수 변화를 보면, 각 시료간의 큰 차이는 없었으며, 각 시료의 알코올 함량이 12.3-13.5%인 발효 2일째 까지는 급격하게 증가를 보여 31-35×10⁷ cfu/mL로 나타났고, 3일째는 알코올 함량이 14.8-16.2%로 높아짐에 따라 16-19×10⁷ cfu/mL로 떨어졌고 7일째엔 2-3×10⁷ cfu/mL로 나타났

Table 4. Sensory evaluation of *Takju* fermented with rice with different cultivation years

Cultivation years	Sensory score ¹⁾			
	Sweetness	Sourness	Bitterness	Preference
1998	2.37 ± 0.26 ²⁾	3.05 ± 0.32	3.32 ± 0.30	2.63 ± 0.34
1999	2.79 ± 0.33	3.26 ± 0.29	3.84 ± 0.24	2.68 ± 0.34
2000	3.16 ± 0.32	3.32 ± 0.23	3.11 ± 0.30	3.37 ± 0.37
2001	3.05 ± 0.28	2.95 ± 0.27	2.95 ± 0.30	3.26 ± 0.32

¹⁾ANOVA method was used for statistical analysis. Sensory score is represented 5-point hedonic scale. Not significantly different ($p < 0.05$).

²⁾Mean ± SE.

다. 이는 So(32) 등이 발효 초기 효모, 젖산균 등의 미생물이 증가하다가 알코올 함량이 높아짐에 따라 줄어든다는 보고와도 일치하였다.

관능 검사

발효가 끝난 후 시료의 알코올 함량을 시판 탁주의 알코올 함량인 6도 가량으로 조정하기 위해 증류수를 가하고 체로 걸러서 당이나 산 등을 첨가하지 않고 제성후 2일 동안 저온 보관한 후, 경북대학교 식품공학과 학생들 중에서 맛과 향에 대한 차이 식별 능력이 뛰어난 19명의 관능검사요원을 선발하여 단맛, 신맛, 쓴맛, 선호도를 5점 평점법으로 평가한 결과, Table 4에 나타난 바와 같이 단맛, 선호도에서 00 시료가 최고로 나타났으며 신맛도 00 시료가 가장 높게 나타났다. 01 시료의 경우 단맛에서는 00 시료에 이어 두 번째였고 신맛, 쓴맛에서는 가장 낮은 점수를 얻었고 선호도에서는 00 시료에 이어 두 번째였다. SAS program의 분산분석(ANOVA)방법으로 단맛, 선호도 등을 통계 분석한 결과 5% 수준에서 유의성이 인정되지 않았으므로 묵은 쌀을 이용한 무증자 탁주 발효에서의 맛, 선호도는 통계적인 차이를 나타내지 않는 것을 알 수 있었다.

요 약

1998년에서 2001년도에 생산된 묵은 쌀의 일반성분에서는 2000년도 쌀이 11.3%로 가장 높게 나온 수분함량을 제외하고는 일반 쌀의 일반성분과 큰 차이는 없었다. 20분 수분흡수율과 120분 수분흡수율에서는 수분함량이 가장 높게 나타났던 2000년도 쌀이 각각 26.62%, 29.00%로 가장 낮게 나타났다. 호화특성에서는 호화개시온도 그리고 최고점도시의 온도가 오래 저장된 쌀이 높은 것으로 나타났고, 당화속도 비교에서는 1998년 시료가 당화속도가 다른 시료에 비해 24시간 경과시점에서는 늦었으나 36시간 이후에는 시료간의 차이가 없었다. 1998년에서 2001년도에 생산된 쌀을 이용하여 무증자법으로 탁주를 7일간 발효하였고 발효 특성과 선호도를 조사하였다. 무증자법으로 탁주를 담금한 후, 알코올 함량은 담금 5일째까지는 빠르게 증가하여 17.3-18.1%이고 그 중 1998년도 묵은 쌀이 가장 높았으며, 발효 7일째 최종 알코올함량은 17.5-18.2%로 역시 1998년도 묵은 쌀이 가장 높았으나 시료간의 차이는 크지 않았으며 일반 쌀과 마찬가지로 발효가 잘 진행됨을 알 수 있었다. 관능검사에서는 단맛, 신맛, 선호도에서 2000년산이 최고로 나타났으며 쓴맛에서는 1999년산이 최고로 나타났으나 각각에 대한 유의성은 나타나지 않았다. 묵은 쌀 냄새를 비롯한 탁주에 악영향을 미치는 요인은 관능검사에서도 크게 나타나지 않았으며, 재고로 쌓여있는 묵은 쌀을 무증자 탁주 발효에 활용하면 충분히 사용 가능함을 알 수 있었다.

문 헌

1. Ministry of Agriculture and Forestry. 1998 Crops Statistics. Ministry of Agriculture and Forestry, Seoul, Korea (1999)
2. Lee BY, Kim YB, Son JR, Yoon IH, Han PJ. Changes of rice quality during long-term storage. J. Korean Agric. Chem. Soc. 34: 262-264 (1991)
3. Kim SK and Cho EJ. Effect of storage temperatures on the physicochemical properties of milled rice. J. Korean Agric. Chem. Soc. 36: 146-153 (1993)
4. So KH, Kim YS, Hong JS, Jeong JY, Cho JM. Studies on the change of components with long-term storage of paddy. Korean J. Food Nutr. 12: 409-414 (1999)
5. Han PJ. Studies on physicochemical changes of rice influenced by storing methods and its thermal properties. Wonkwang Univ. Inst. Life Sci. Nat. Res. 5: 67-109 (1982)
6. Min TI, Narasimhan KS, Cheigh HS, Majumder SK. Studies on the growth and control of storage fungi in stored paddy rice. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 10: 297-305 (1982)
7. Ko YD, Choi OJ, Park SK, Ha HS, Sung NK. Changes in physicochemical properties of rice starch from rice stored at different conditions. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 306-312 (1995)
8. Shin DH, Kim BS, Park NH, Jo KS, Kang TS. Comparison of quality stability of rice and rice flour during storage. Korean J. Food Sci. Technol. 20: 498-503 (1988)
9. Lee HJ, Kim TH, Jeon WB. Grain aging and sensory changes influenced by milling and packaging in rice storage. Korean J. Crop Sci. 36: 266-270 (1991)
10. Kang MY, Han JY. Comparison of some characteristics relevant to rice bread made from eight varieties of endosperm mutants between brown and milled rice. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 75-81 (2000)
11. Kang MY, Han JY. Glucose chain length distribution of starches from endosperm mutant rices and its relationship with adaptability in rice bread processing. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 50-54 (2001)
12. Kang MY, Sung YM. Varietal differences in quality characteristics of Yukwa (fried rice cookie) made from fourteen glutinous rice cultivars. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 69-74 (2000)
13. Kim K, Lee YH, Park YK. Effect of steeping time of waxy rice on the firming rate of waxy rice cake. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 264-265 (1995)
14. Kee HJ, Lee ST, Park YK. Preparation and quality characteristics of Korean wheat noodles made of brown glutinous rice flour with and without aroma. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 799-805 (2000)
15. Lee WJ, Kim SS. Preparation of *sikhe* with brown rice. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 146-150 (1998)
16. Yook C, Cho SC. Application of heat/moisture-treated rice for *sikhe* preparation. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 1119-1125 (1996)
17. National Tax Service Technical Service Institute. Alcoholic Liquors Analytical Rule: National Tax Service Instructions. 1267 National Tax Service Technical Service Institute, Seoul, Korea (1999)
18. AOAC. 1970. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists 11th ed. Gaithersbrug, MD, USA

- (1970)
19. Miller GL. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* 13: 426 (1959)
 20. SAS. SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 ed. SAS Institute, Cary, NC, USA (1988)
 21. Chung DH, Kyung MH, Kong JS, Kim HK. Studies on the milling, quality, and storage of Tongil rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 8: 1-5 (1976)
 22. Kim K, Kang KJ, Lee YH, Kim SK. Changes in properties of waxy rice during steeping in water. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 86-87 (1993)
 23. Kim BS, Park NH, Shin DH. Kinetics for quality changes of rice and rice flour during storage. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 17: 220-225 (1988)
 24. Moritaka S, Yasumatsu K. The effect of sulfhydryl groups on storage deterioration of milled rice. *J. Jpn. Soc. Food Nutr.* 25: 59 (1972)
 25. Moritaka S, Yasumatsu K. Studies on cereals. X. The effect of sulfhydryl groups on storage deterioration of milled rice. *Elyo to Shokuryo* 25: 59-62 (1972)
 26. Kim YB, Han WN, Yoo TJ. Effects of rice weevil and mold on quality of stored rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17: 399-402 (1985)
 27. The Ministry of Agriculture and Forestry of Japan Food Research Institute. Utilization of Rice. The Ministry of Agriculture and Forestry of Japan Food Research Institute, Tokyo, Japan (1969)
 28. Jones PMB, Boulter D. The cause of reduced cooking rate in *Phaseolus vulgaris* following adverse storage conditions. *J. Food Sci.* 48: 623-629 (1983)
 29. Cho EK, Pyun YR, Kim SK, Yu JH. Kinetic studies on hydration and cooking of rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 12: 285-291 (1980)
 30. Kim MH. Effect of soaking conditions on texture of cooked rice. *Korean J. Food Sci. Technol.* 24: 511-514 (1992)
 31. Han MS, Chung DH. Saccharification and ethanol fermentation from uncooked starch using *Aspergillus niger* koji. *Korean J. Food Sci. Technol.* 17: 285-264 (1985)
 32. So MH, Lee YS, Noh WS. Changes in microorganisms and main components during *Takju* brewing by a modified *Nuruk*. *Korean J. Food Nutr.* 12: 226-232 (1999)
-
- (2004년 3월 26일 접수; 2004년 7월 27일 채택)