

## 고미(古米)의 품질변이 특성

김대중\* · 오세관\*<sup>†</sup> · 홍하철\* · 윤미라\* · 이정희\* · 최임수\* · 김연규\*

\*농촌진흥청 국립식량과학원

### Variation of Rice Quality of Milled Rice according to Storage Period

Dae-Jung Kim\*, Sea-Kwan Oh\*<sup>†</sup>, Ha-Cheol Hong\*, Mi-Ra Yoon\*, Jeong-Heui Lee\*, Im-Soo Choi\*, and Yeon-Kyu Kim\*

\*National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Korea

**ABSTRACT** This study investigated the effects of storage period on the quality-related characteristics of milled rice. Milled rice of two rice varieties (*Nampyeongbyeo*, *Dongjinbyeo*) produced in different years (2005, 2006 and 2009) were used for experiment. The toyo meter value of both rice varieties was decreased with extended storage period. But fat acidity of both rice groups was increased with extended storage period. When the samples were compared by production year, the hardness of the rice produced in 2009 was higher than those produced in 2005 and 2006. As storage period was prolonged, the L, a, and b values of chromaticity were increased and there was decreased preference in palatability of cooked rice. So, as storage period was longer, rice quality and eating quality deteriorated seriously.

**Keywords** : milled rice, quality, storage period

**세계인구** 60억중 약 27억 이상이 주식량으로 사용하고 있는 쌀(*Oryza sativa* L.)은 세계적으로 주요한 당질 급원으로 서 주식으로 하는 정도의 차이는 있지만 아시아 문화권 사람들한테는 하루의 필요한 열량 반 이상을 공급하고 있다. 그중 한국인의 식생활에서도 쌀은 유일한 단일 식품이면서 주식으로써 뿐만아니라 죽류, 떡류, 주류 등의 전통식품 및 과자, 라면, 국수, 케이크 등 다양한 형태의 음식과 건강기능을 가미한 새로운 식품소재로서 인체 활동에 필요한 다양한 영양분의 공급처로서 사용되어지고 있다(Kim, 2005). 일반적으로 쌀은 왕겨층, 쌀겨층(과피, 종피 및 호분층으로 구성), 배유 및 배아로 구성되어 있으며 최외각 층인 왕겨만을 벗겨낸 형태인 현미나 도정과정을 거쳐 가공한 백미를 식품의 소재로 이용하고 있다. 이렇게 이용되어지는 벼는 수확,

저장 및 소비되는 동안 일정기간의 발아력을 갖고 있지만 시간이 흐를수록 활성 감퇴, 발아력 감소 및 미질 저하 등 쌀의 생명력 약화로 인한 생리적 변화가 나타나게 된다. 또한 쌀은 저장 중 호흡에 의하여 지방이 분해되어 유리지방산이 증가하고 유리지방산은 배유의 아밀로스 복합체를 형성하여 전분의 용해도 및 취반시 전분립의 팽윤력 감소, 산도변화, 불포화지방산도의 자동산화에 의한 고미취의 주성분인 hexanal 등 카르보닐 화합물의 증가 및 단백질의 용해도 감소 등의 화학적인 변화와 도정수율 및 흡수율 저하, 취반시 전분립의 팽윤억제, 미반립의 경화 및 광택 감소, 밥의 텍스처(texture)에 영향을 주게 되며 유허화합물의 생성 억제로 인한 이취 발생, 변성된 단백질의 상호작용에 의해 밥의 품질저하 등과 같은 물리적 변화가 알려져 있다(Villareal *et al.*, 1976; Yelandur *et al.*, 1978; Lee *et al.*, 1993).

최근까지 쌀의 저장과 관련된 연구들을 살펴보면 저장조건별 쌀의 저장 중 이화학적 및 관능적 특성(Moon *et al.*, 2010), 저장기간에 따른 현·백미의 지방산가 및 향기 패턴 분석(Sung *et al.*, 2011), 냉장 쌀의 저장 형태 및 기간에 따른 쌀밥의 관능적 특성(Lee *et al.*, 2001), 벼 저장 온도 및 저장 기간이 미질 관련 형질에 미치는 영향(Ha *et al.*, 2006), 묵은 쌀을 사용한 탁주의 발효특성(Park *et al.*, 2004) 및 미곡의 저장 기간 동안 환원당, 조단백, 최고점도, 최종 점도는 증가하며 배아율과 배아활성은 감소한다(So *et al.*, 1999)는 보고 등이 진행되어왔다.

본 연구의 시험재료인 남평벼(*Nampyeongbyeo*)와 동진벼(*Dongjinbyeo*)는 농촌진흥청에서 밥쌀용으로 개발한 품종으로서 남평벼는 이리 390호(만금벼)와 밀양 95호의 교배로 만들어져 특성검정시험 및 지역적응시험을 통해 1997년에 육성되어 대전 이남 평야지의 보통기나 이모작 재배에

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6722 (E-mail) ohskwan@korea.kr

<Received 15 September, 2011; Revised 4 November, 2011; Accepted 11 November, 2011>

알맞으며 맑고 투명한 쌀알로서 모양이 좋고 밥맛이 좋은 품종이다. 동진벼는 금남풍, 낙동벼, 사토미노리를 3월 교배하여 개발된 품종으로서 남부지방에서 재배하기 적합하고 1981년에 장려품종으로 선정된 품종이다. 따라서 본 연구에서는 상기품종의 5년 이상 비축된 고미를 사용하여 이화학적 특성 및 식미관능평가함으로서 변화정도를 비교·분석하여 묵은 쌀(古米)의 수출 및 활용방안을 마련하기 위한 기초 자료를 제공하고자 추진하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 연구에 사용된 시료는 2005년, 2006년 및 2009년(대비)에 생산되어 정부비축미로 저장된 남평벼(*Oryza sativa* cv. *Nampyeongbyeo*)와 동진벼(*Oryza sativa* cv. *Dongjinbyeo*)를 백미로 도정하고 진공팩에 포장 후 시험전까지 냉장 보관되었던 쌀을 사용하였다.

### 원료 쌀의 품질 분석

단백질 함량은 Micro Kjeldahl 질소정량법을 이용하였다. 즉, 시료 0.5 g를 정확히 칭량 후 Kjeldahl 분해병에 넣고 진한 황산 20 mL, 분해촉매제 1 g을 넣은 후 Foss digester 2020와 자동분석장치(Foss Kjeltec 2400, Foss Tecator, Huddinge, Sweden)를 이용하여 정량하였으며 아밀로스 함량은 Juliano (1971)의 요오드 비색정량법에 따라 3반복으로 측정하였다. 즉, 0.1 g의 분쇄가루에 1 mL 에탄올과 9 mL 1N NaOH를 가한 후 진탕항온수조에서 10분간 호화시킨 후 증류수로 100 mL을 채웠다. 그 중 5 mL에 1 mL acetic acid, 2 mL 2% I<sub>2</sub>-KI(iodine solution)를 가한 후 증류수를 이용하여 100 mL로 맞춘 다음 20분후에 620 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. Toyo value는 밥의 윤기치를 간이측정하여 밥맛을 예측하는 분석방법으로서 Chun *et al.*(2007)의 방법에 따라 시행하였다. 즉, 백미 33 g의 시료를 80°C의 더운물에서 10분간 취반 후 상온에서 3분간 뜸을 들인다. 그 후 Toyo meter (MA-90B, Japan)를 이용하여 3반복으로 윤기치를 측정하였다. 알칼리붕괴도(Alkali Digestion Value; ADV)는 불순물이 없는 시료에 1.4% KOH 10 mL를 넣은 후 30°C 항온기에 24시간동안 정치 한 후 알칼리붕괴도(피침도+맑음도)를 농촌진흥청 조사기준(Lee., 2002)에 의하여 구분하였다.

### 원료 쌀의 색도 측정

쌀의 색도는 쌀을 분쇄기(Micro hammer cutter mill, Type-3, MHK Trading Co., Bucheon, Korea)로 분쇄하여 분말로 만

든 후 100 mesh체를 통과한 시료를 Hunter 색차계(Model CM-3500D, Minolta, Tokyo, Japan)을 이용하여 Hunter value로 L(lightness), a(redness), b(yellowness)의 색차를 조사하였으며 시료당 3회 반복 측정하였다.

### 원료 쌀의 지방산도 및 신선도 분석

지방산도(fat acidity)는 A.O.A.C(Helrich & Kenneth., 1996)의 방법에 따라서 측정하였는데 40 mesh로 분쇄한 백미 분말 10 g을 benzene으로 추출하고 alcohol-phenolphthalein 용액으로 용해시킨 후 KOH 표준용액(0.0178 N)으로 적정하여 KOH mg/100 g으로 표시하였다. 쌀의 신선도와 관련된 pH 측정은 40 mesh로 분쇄한 현미분말 10 g을 취하여 증류수 50 mL를 가하고 1시간 동안 교반한 후 pH meter(Model 720P, Isted Inc., Seoul, Korea)를 이용하여 3회 반복 측정하였다.

### 밥의 호화점도 특성

아밀로그래프 특성은 신속점도측정계(Rapid Visco Analyzer, Model RVA-3D, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 측정하였다. 즉, 백미 시료를 60 mesh 이상으로 분쇄한 후 3 g을 측정하여 분석전용 용기에 투입하고 25 mL의 증류수에 분산시켜 50°C에서 1분간 유지시킨 후 50°C에서 95°C까지 4.7분 동안에 상승시키고 95°C에서 2.5분간 유지시킨다. 그 후, 다시 3.7분 동안에 50°C로 냉각시키면서 호화점도 특성을 조사하였다. 총 실험 시간은 약 13분정도로서 실험 후 최고점도(Peak Viscosity), 최저점도(Trough), 최종점도(Final Viscosity), 강하점도(Breakdown) 및 치반점도(Setback)를 계산하여 특성을 비교하였다.

### 식미관능평가

각 품종별로 동일조건으로 취반한 더운밥에 대한 식미평가 결과를 안정적으로 도출하기 위해서 평가자들을 충분히 훈련시킨 후, 결과치의 변이가 적은 연령대별로 평가자 20~25명을 선발하여 실시하였으며 농촌진흥청(Lee., 2002)의 조사기준에 따라 외관(밥모양, 윤기), 향, 맛, 윤기, 찰기의 종합적인 총평을 실시하여 7점 척도(-3~+3)로 평가하였다. 시료의 배치방법은 동일한 조건 유지를 위하여 미리 준비된 접시에 가나다순으로 시료를 배열하고 대비품종으로 추정 벼를 가운데에 배치한 다음, 랩으로 싸서 보관 후 검사원에게 동시에 제공하는데, 식미 관능검정용 접시에 밥을 담을 때는 계량스푼을 이용하여 밥의 모양이나 양이 일정하도록 하였으며 농촌진흥청 평가기준에 준하여 3회 반복으로 실시하였다. 식미관능평가는 농촌진흥청 국립식량과학원에서

개발한 식미평가자동시스템(밀폐된 부스형)을 활용하여 평가자간의 데이터보완을 철저히 하였다.

### 통계분석

쌀의 이화학적 성분 등 각 항목의 측정값은 SPSS 통계 package program(Statistical Package Social Science, Version. 12.0)를 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 시험군간의 유의성은 Duncan의 다중범위시험법(Duncan's multiple range test)로  $p < 0.05$  수준에서 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 벼 품종별 원료 쌀의 품질특성 비교

본 연구에 공시한 시험재료인 2005년, 2006년 및 2009년산 백미의 물성 및 이화학 성분 변화는 Table 1에서와 같이 나타내었다. 일반적으로 단백질 함량은 원료 쌀의 밥맛을 결정하는 요인으로서 중요한 역할을 하는 성분으로(Juliano, 1985)로 알려져 있는데, 본 연구의 원료 쌀의 단백질 함량은 2006년산 남평벼에서 8.18%로서 가장 높았으며 동진벼의 경우 2005년과 2006년산은 각각 7.42%와 6.97%로서 대비인 2009년산의 5.77%보다 높아 오래된 쌀일수록 단백질 함량이 증가되었다. 보통 단백질 함량은 품종간 차이도 있지만, 더 중요한 것은 재배당시 질소 시비량, 토양, 물 관리 및 일조량 등의 환경요인에 의해서 영향을 받게 되며 단백질 함량이 지나치게 높아지면 선택 및 흡수성 저하, 전분의 호화, 팽화 억제 등 취반·가공이용 관점과 딱딱한 취반미 질감 및 호화점도에 나쁜 영향을 주어 식미관능평가 점수가 낮아지게 된다(Son *et al.*, 2002). 아밀로스 함량은 18.77~21.02%의 수준을 보이면서 2009년산 남평벼에서 가장 높은 값을 나타낸 반면 2005년산 동진벼에서 가장 낮은 값을

나타내어 오래된 쌀일수록 아밀로스 함량은 감소하였다. 일반적으로 아밀로스(amylose)는 쌀알의 녹말을 구성하고 있으며 함량에 따라 취반시 호화점도 및 밥의 경도에 영향을 끼치며 국내의 고품질 쌀 품종선발기준에서 아밀로스 함량을 17~20% 수준으로 규정(Son *et al.*, 2002)하고 있다. 또한 찰쌀에서의 아밀로스 함량은 거의 0에 가깝고 멥쌀에서는 품종에 따라서 대체로 10~30%의 변이를 보이고 있다. 아밀로스 함량이 낮을수록 밥의 찰기와 질감이 향상되는데 본 연구에서 분석된 생산년도별 시료의 아밀로스 함량은 기준보다 약간 높은 수준이었으며 그중 2009년산 남평벼가 21.02%로서 가장 높은 함량을 나타내었다. 식미와 비례관계를 성립하는 Toyo 윤기치는 2005년과 2006년에 생산된 시료에 비하여 2009년산 쌀의 값이 유의적으로 높음을 알 수 있었으며 이는 백미의 상온과 저온저장에서 저장기간이 경과함에 따라 밥의 윤기치는 감소하였다고 보고한 Choi *et al.*(2005)과 일치하였다. 알칼리붕괴도(ADV)는 밥을 지을 때 나타나는 특성으로서 호화온도와 퍼짐성으로 표시하며 알칼리붕괴도가 높은 쌀은 호화온도가 낮아서 밥을 지을 때 상대적으로 시간과 물량을 적게 사용할 수 있으며 낮은 온도에서 쌀알이 퍼지기 시작하기 때문에 밥 짓기가 쉬워 밥이 잘 되는 특성이 있다. 본 연구에서는 2005년산, 2006년산 남평벼가 6.33과 6.37의 수준을 보여준 것을 제외하고는 나머지 시료간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 지방산도(fat acidity)는 지방산화의 지표로서 쌀에는 oleic acid와 linolenic acid가 주지방산인 중성지질로 구성된 약 1% 정도의 지방질이 있으며 공기중의 산소와 결합하여 가수분해 되고 이는 유리지방산 생성으로 인하여 고유의 맛과 풍미가 떨어지게 되는데 특히, 곡물의 온도와 함수율이 높을 경우 빠르게 진행된다. 따라서 지방산의 변화는 저장 중에 품질의 가치를 떨어뜨리는 중요한 지표로서 이용되고 있다

**Table 1.** Changes of physicochemical properties and fat acidity of milled rice during storage period<sup>1)</sup>.

Cultivars	Harvest Year	Contents (%)		Toyo Value	ADV <sup>2)</sup> (1-7)	Fat acidity (KOH mg/100 g)
		Protein	Amylose			
Nampyeongbyeo	2005	7.71 ± 0.04 <sup>3)e</sup>	19.01 ± 0.09 <sup>ab</sup>	45.83 ± 0.59 <sup>a</sup>	6.33 ± 0.12 <sup>b</sup>	15.95 ± 3.84 <sup>d</sup>
	2006	8.18 ± 0.02 <sup>f</sup>	19.23 ± 0.31 <sup>b</sup>	43.90 ± 1.87 <sup>a</sup>	6.37 ± 0.06 <sup>b</sup>	7.79 ± 2.14 <sup>c</sup>
	2009	7.35 ± 0.03 <sup>c</sup>	21.02 ± 0.09 <sup>d</sup>	72.27 ± 1.51 <sup>c</sup>	6.13 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.35 ± 0.89 <sup>a</sup>
Dongjinbyeo	2005	7.42 ± 0.03 <sup>d</sup>	18.77 ± 0.33 <sup>a</sup>	44.27 ± 0.25 <sup>a</sup>	6.07 ± 0.12 <sup>a</sup>	15.68 ± 2.79 <sup>d</sup>
	2006	6.97 ± 0.07 <sup>b</sup>	20.78 ± 0.12 <sup>d</sup>	55.13 ± 2.21 <sup>b</sup>	6.13 ± 0.12 <sup>a</sup>	4.79 ± 0.58 <sup>b</sup>
	2009	5.77 ± 0.03 <sup>a</sup>	20.28 ± 0.22 <sup>c</sup>	72.60 ± 2.99 <sup>c</sup>	6.00 ± 0.00 <sup>a</sup>	1.33 ± 0.24 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are average ± standard deviation (n=3). <sup>2)</sup>ADV ; Alkali Digestion Value. <sup>3)</sup>Different letters in the column row indicate significant different (by ANOVA and Duncan's test,  $p < 0.05$ )

(Sung *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2004). 본 실험에서 공시된 품종들의 저장기간이 길수록 지방산도 값은 유의적으로 높은 수준을 보여주었으며 2009년산 남평벼와 동진벼가 각각 1.35%와 1.33%인데 반해 2005년산 남평벼와 동진벼에서는 15.95%와 15.68%로서 산패 정도가 훨씬 진행되었음을 알 수 있었다. 일반적으로 지방산도가 미곡 100 g중에서 KOH 적정치 20 KOH mg/100 g 이상으로 높아지면 묵은 쌀화의 우려가 큰 것으로 알려져 있으며(MAFJRI, 1969) So *et al.*(1999)은 2년 저장 후 21.5 KOH mg/100g, 4년 후에는 24.5 KOH mg/100g로 저장기간이 길어질수록 묵은 쌀화가 진행된다고 보고하였다. 본 연구결과에서는 묵은 쌀화의 기준(MAFJRI, 1969)으로 보고 있는 20 KOH mg/100 g을 넘지 않음을 알 수 있었다.

### 원료 쌀의 색도

생산년도에 따른 남평벼와 동진벼의 색도를 Table 2에 나타내었다. 남평벼의 L값은 생산년도가 오래될수록 약간 증가하는 경향을 나타낸 반면 동진벼에서는 생산년도별 뚜렷한 경향치는 없었으며 2006년산에서 70.39로서 가장 높게 측정되었다. 또한 a값의 경우 2005년, 2006년 및 2009년산 남평벼에서는 0.93, 1.24 및 0.13을 나타내었지만 동진벼의 경우에는 생산년도가 오래될수록 0.09(2009년), 0.51(2006년) 및 1.43(2005년)으로서 값이 높아지는 경향을 나타내었다. b값의 경우 두 품종간 동일한 생산년도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았지만 생산년도간에는 유의적인 차이를 나타내면서 생산년도가 오래될수록 값이 높아지는 경향을 나타내었다. Lee *et al.*(2001)은 백미와 벼 상태로 저장한 시료에서 저장기간이 길어질수록 L값과 b값은 증가하며 a값은 감소하는 경향을 나타내어 쌀의 노란색과 녹색이 저장기간에 따라 강하게 나타난다고 하였으며 이는 저장기간이

증가함에 따라 쌀의 노란색이 증가하는 것은 쌀의 단백질과 당 성분에 의한 마이야르(maillard) 반응이 저장과정 중에 촉진되었을 것이라고 보고하였으며 Ha *et al.*(2006)은 b값은 모든 품종(동진벼, 호진벼, 삼천벼, 문풍벼, 간척벼, 새계화벼)에서 저장온도가 높을수록 저장기간이 경과할수록 증가하는 경향으로 저온저장의 경우는 6개월후부터 상온저장의 경우는 4개월후부터 b값이 뚜렷이 증가하였다고 보고하였다. 이는 본 연구에서 L값과 b값의 경향은 비슷하지만 a값에는 저장기간이 증가할수록 증가하는 경향을 보여주어 이들 보고와는 차이를 나타내었다.

### 생산년도에 따른 백미의 호화정도(RVA)

공시품종(남평벼, 동진벼)의 생산년도에 따른 호화점도(RVA) 특성은 Table 3에 나타내었으며 최고점도(peak viscosity)는 생산년도에 상관없이 전체적으로 남평벼에 비하여 동진벼가 높았으나 최저점도(tough)는 2005년산 남평벼와 동진벼에서 134.72와 139.36 수준으로서 오래된 쌀일수록 최저점도 수치는 높았으며 생산년도간에는 유의적인 차이를 나타내었지만 동일한 생산년도간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이전의 보고(Han, 1982; Kim *et al.*, 1988)에서는 저장기간이 길수록 최고점도가 증가한다고 보고된바 있으며 Shin *et al.*(1985)은 쌀의 저장 중 최고점도가 증가되는 것은  $\alpha$ -amylase의 감소에 기인한다고 보고한바 있다. 또한 Shoji & Kurasawa(1981)은 쌀의 저장중 단백질과 지방질의 변화에 의하여 전분의 팽윤에 대한 영향이 감소하여 최고점도가 증가되나 장기 저장의 경우에는 성분의 변화 이외에도 전분자체의 변화에 의하여 최고점도가 감소한다는 보고도 있었다. 최고점도와 최저점도의 차이인 강하점도(breakdown)는 2009년산 남평벼와 동진벼에서 유의적인 차이를 보여주었으며 그중 동진벼(2009년산)는 123.75로서 다

**Table 2.** Hunter color values of milled rice during storage period<sup>1)</sup>.

Cultivars	Harvest Year	Color <sup>2)</sup>		
		L	a	b
Nampyeongbyeo	2005	70.82 ± 0.14 <sup>c</sup>	0.93 ± 0.12 <sup>c</sup>	16.16 ± 0.13 <sup>c</sup>
	2006	68.58 ± 0.94 <sup>b</sup>	1.24 ± 0.12 <sup>d</sup>	15.69 ± 0.16 <sup>b</sup>
	2009	67.42 ± 0.27 <sup>a</sup>	0.13 ± 0.06 <sup>a</sup>	13.67 ± 0.19 <sup>a</sup>
Dongjinbyeo	2005	68.91 ± 0.71 <sup>b</sup>	1.43 ± 0.13 <sup>c</sup>	16.36 ± 0.25 <sup>c</sup>
	2006	70.39 ± 0.24 <sup>c</sup>	0.51 ± 0.11 <sup>b</sup>	15.56 ± 0.30 <sup>b</sup>
	2009	68.42 ± 0.12 <sup>b</sup>	0.09 ± 0.02 <sup>a</sup>	13.69 ± 0.10 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are average ± standard deviation (n=3). <sup>2)</sup>Different letters in the column row indicate significant different (by ANOVA and Duncan's test, p<0.05)

**Table 3.** Amylogram (RVA) of milled rice during storage period<sup>1)</sup>.

Cultivars	Harvest Year	Amylogram (RVA) <sup>2)</sup>				
		Peak Visc.	Trough	Breakdown	Final Visc.	Setback
<i>Nampyeongbyeo</i>	2005	203.58 ± 3.60 <sup>b</sup>	134.72 ± 7.11 <sup>c</sup>	68.86 ± 3.55 <sup>b</sup>	255.67 ± 9.19 <sup>c</sup>	52.08 ± 5.61 <sup>c</sup>
	2006	169.56 ± 3.44 <sup>a</sup>	127.42 ± 1.88 <sup>b</sup>	42.14 ± 4.82 <sup>a</sup>	249.92 ± 0.34 <sup>c</sup>	80.36 ± 3.63 <sup>d</sup>
	2009	201.42 ± 2.95 <sup>b</sup>	110.42 ± 1.44 <sup>a</sup>	91.00 ± 2.02 <sup>d</sup>	209.97 ± 2.91 <sup>a</sup>	8.55 ± 0.89 <sup>b</sup>
<i>Dongjinbyeo</i>	2005	216.30 ± 2.33 <sup>c</sup>	139.36 ± 2.68 <sup>c</sup>	76.95 ± 1.92 <sup>c</sup>	264.75 ± 3.4 <sup>d</sup>	48.44 ± 1.52 <sup>c</sup>
	2006	232.92 ± 4.44 <sup>d</sup>	127.69 ± 4.35 <sup>b</sup>	105.22 ± 2.42 <sup>c</sup>	237.17 ± 4.75 <sup>b</sup>	4.25 ± 1.92 <sup>b</sup>
	2009	233.53 ± 4.60 <sup>d</sup>	109.78 ± 2.50 <sup>a</sup>	123.75 ± 7.07 <sup>f</sup>	202.17 ± 1.17 <sup>a</sup>	-31.36 ± 5.76 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are average ± standard deviation (n=3). <sup>2)</sup>Different letters in the column row indicate significant different (by ANOVA and Duncan's test, p<0.05)

**Table 4.** Changes of pH, hardness and thickness of milled rice during storage period<sup>1)</sup>.

Cultivars	Harvest Year	pH of rice <sup>2)</sup>	Hardness (g/sec)	Thickness (mm)	Length/width ratio
<i>Nampyeongbyeo</i>	2005	6.59 ± 0.39 <sup>b</sup>	4297.21 ± 88.55 <sup>a</sup>	1.83 ± 0.05 <sup>a</sup>	1.80 ± 0.01 <sup>b</sup>
	2006	6.31 ± 0.45 <sup>a</sup>	4773.24 ± 109.57 <sup>b</sup>	1.84 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.88 ± 0.01 <sup>c</sup>
	2009	7.10 ± 0.28 <sup>c</sup>	4890.07 ± 91.30 <sup>b</sup>	1.95 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.73 ± 0.00 <sup>a</sup>
<i>Dongjinbyeo</i>	2005	6.56 ± 0.44 <sup>b</sup>	4791.11 ± 103.46 <sup>b</sup>	1.93 ± 0.02 <sup>b</sup>	1.82 ± 0.01 <sup>c</sup>
	2006	6.50 ± 0.29 <sup>b</sup>	6186.07 ± 199.55 <sup>c</sup>	2.02 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.83 ± 0.01 <sup>d</sup>
	2009	7.28 ± 0.10 <sup>d</sup>	6903.90 ± 141.43 <sup>d</sup>	2.03 ± 0.03 <sup>c</sup>	1.80 ± 0.00 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are average ± standard deviation (n=3). <sup>2)</sup>Different letters in the column row indicate significant different (by ANOVA and Duncan's test, p<0.05)

른 생산년도와 품종에 비하여 높게 나타났다. 최종점도(final viscosity)는 오래된 쌀일수록 값이 높았으며 그중 2005년 산 동진벼가 264.75로서 가장 높은 값을 나타내었다. 이전의 보고(Lee *et al.*, 1993)에서는 벼의 장기저장시 최종점도는 4개월 저장미에 비하여 28개월 저장미에서 유의하게 높은 경향을 보여주어 묵은 쌀일수록 찬밥이 쉽게 굳어지고 식미가 떨어진다는 사실을 뒷받침해 주는 결과이었다. 밥의 노화와 관련이 깊고 최종점도와 최고점도의 차이인 치반점도(setback)의 경우에는 2005년산 남평벼와 동진벼에서 각각 52.08, 48.44로서 2009년산 남평벼와 동진벼의 8.55와 -31.36에 비하여 훨씬 높아 호화가 안되고 취반미의 노화가 많이 진행되었다는 것을 확인할 수 있었다. 위와 같은 결과에서 생산년도가 오래될수록 원료쌀의 품질이 최저 수준의 특성을 보유하고 있을 뿐 아니라 호화특성이 나쁘고 노화의 진행이 많이 되어 밥쌀용으로 이용하기에는 밥맛과 품질이 지나치게 저하되었음을 알 수 있었다.

#### 원료쌀의 신선도, 경도, 두께 및 장폭비

남평벼와 동진벼의 2005년, 2006년 및 2009년산의 신선

도, 경도, 두께 및 장폭비는 Table 4에 나타내었다. 원료 쌀의 신선도(pH)는 2009년산 남평벼와 동진벼에서 각각 7.10과 7.28로서 2005년산과 2006년산에 비하여 신선함을 나타내었으며 경도(hardness)를 분석한 결과 생산년도가 오래될수록 경도가 낮은 값을 나타내어 잘 부식되는 경향을 보였다. 두께(thickness) 측정 결과에서는 생산년도가 오래될수록 얇음을 알 수 있었다. 이는 저장기간 중 수분 함량의 변화로 인하여 줄어든 것으로 사료된다. 시험재료의 장폭비(length/width ratio)는 1.73~1.88의 수준이었다.

#### 식미특성

생산년도별 남평벼와 동진벼의 식미를 비교하기 위하여 식미관능평가에 경험이 있는 전문 패널을 통해 식미관능평가를 실시하였다. 식미관능평가지 기준에 많이 보급되어 있는 품종인 추청벼(2009년산)를 대비로 하여 2005년, 2006년 및 2009년 각각 남평벼와 동진벼에 대하여 더운밥의 식미치를 비교한 결과는 Table 5에 나타내었다. 식미관능평가 결과, 외관(appearance), 향(fragrance), 맛(taste), 윤기(glutinosity) 및 찌기(texture) 등의 특성에서는 대비품종인 추청벼(0.10,

Table 5. Palatability of cooked rice during storage period<sup>1)</sup>.

Cultivars	Harvest Year	Palatability (-3 ~ +3)					
		Appearance	Fragrance	Taste	Glutinosity	Texture	Overall acceptability
Nampyeongbyeo	2005	-1.65 <sup>a</sup>	-1.03 <sup>b</sup>	-1.75 <sup>a</sup>	-1.83 <sup>ab</sup>	-1.83 <sup>ab</sup>	-1.83 <sup>a</sup>
	2006	-1.95 <sup>a</sup>	-1.35 <sup>a</sup>	-2.03 <sup>a</sup>	-2.10 <sup>a</sup>	-2.10 <sup>a</sup>	-2.10 <sup>a</sup>
	2009	-0.03 <sup>b</sup>	0.07 <sup>c</sup>	-0.10 <sup>b</sup>	-0.17 <sup>c</sup>	0.05 <sup>c</sup>	-0.14 <sup>b</sup>
Dongjinbyeo	2005	-1.78 <sup>a</sup>	-1.18 <sup>b</sup>	-1.73 <sup>a</sup>	-1.90 <sup>ab</sup>	-1.88 <sup>ab</sup>	-1.93 <sup>a</sup>
	2006	-1.70 <sup>a</sup>	-1.43 <sup>a</sup>	-1.50 <sup>a</sup>	-1.60 <sup>b</sup>	-1.58 <sup>b</sup>	-1.75 <sup>a</sup>
	2009	0.08 <sup>b</sup>	-0.05 <sup>c</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.08 <sup>c</sup>	-0.01 <sup>c</sup>	-0.05 <sup>b</sup>
Chucheong (check)	2009	0.10 <sup>b</sup>	0.08 <sup>c</sup>	0.15 <sup>b</sup>	0.10 <sup>c</sup>	0.03 <sup>c</sup>	0.08 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Different letters in the same column indicate significant different (by ANOVA and Duncan's test,  $p < 0.05$ )

0.08, 0.15, 0.10, 0.03)에 비하여 압도적으로 낮은 식미치를 나타내어 밥맛이 없었으며 2009년산 남평벼와 동진벼는 상호 유의적인 차이는 없었다. 향의 경우 Lee *et al.*(2001)에서 보고한 것과 같이 산패취, 쌀겨 및 젖은 마분지 향미의 경우 저장기간이 증가할수록 증가하는 경향을 보였으며 이는 벼 상태보다 백미 상태로 저장한 시료에 있어서 저장 2년째부터 보다 현저히 증가하는 양상을 나타내어 저장미의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 성분 중의 하나는 지방질이며 저장에 의하여 쌀의 지방질 가수분해 효소와 자동산화에 의한 각종 가수분해물 및 산화물이 증가하며 결합 지질보다는 유리 지질의 변화가 관련되어 있다고 보고하였다(Kim *et al.*, 1985). 식미 총평(overall acceptability)에서 나타내었듯이 더운밥 식미치의 경우 대비품종인 추청벼의 0.08에 비하여 2009년산 남평벼와 동진벼에서 각각 -0.14와 -0.05로서 유의적인 차이를 나타내지 않았지만 오래된 쌀(2005년산, 2006년산)에서는 대비품종인 추청벼에 비하여 월등히 낮은 수준을 보여주면서 유의적인 차이를 나타내었다. 이상의 결과로부터 쌀은 수확 후 저장기간이 5년이상 경과되면 품질이 급격히 저하됨을 확인 할 수 있었으며 취반 후 노화가 진전됨에 따라 식미특성이 떨어지는 현상을 알 수 있었고 특히 생산년도가 오래될수록 전체적으로 밥쌀용 쌀로서의 선호도는 낮다는 것을 입증하였다.

## 적 요

본 연구는 쌀의 생산년도별(2005년, 2006년, 2009년) 품질변이 양상을 구명하기 위하여 남평벼와 동진벼에 대한 다양한 이화학적 특성 및 품질특성을 조사하였다. 저장기간이 길수록 단백질 함량은 증가하였으며, amylose 함량 및 Toyo 윤기치는 감소하는 경향을 보여주었다. 또한 지방산도(KOH

mg/100 g)는 2006년산 남평벼와 동진벼가 각각 7.79와 4.79를 나타내었고 2005년산 남평벼와 동진벼가 각각 15.95와 15.68를 나타내어 저장기간이 길수록 2009년산에 비하여 지방산도가 월등히 증가되어 고미취 발생과 산패가 진전된 것으로 보여주었다. 또한 색도는 저장기간이 증가할수록 L 값, a 값, b 값 모두에서 증가하는 경향을 보였다. 아밀로그래프에 의한 호화점도 측정 결과에서는 저장 기간이 증가함에 따라 최저점도, 최종점도 및 치반점도 값은 감소하는 경향을 보였지만 강하점도는 증가하는 경향을 보였다. 경도는 저장기간이 증가할수록 잘 부수지는 경향을 보였고 식미관능평가 결과에서는 일반적으로 저장기간이 증가할수록 선호도가 매우 낮음을 알 수 있었다. 이상의 결과로부터 쌀은 수확 후 저장기간이 5년이상 경과되면 신선도와 품질이 저하되고 지방산도가 증가되어 고미취 및 이취가 발생하고 쌀 자체의 호화 및 취반특성에 많은 변화가 나타나 밥맛과 관련하여 품질이 저하될 뿐만아니라 식품원료로서의 가치가 떨어지는 것으로 확인 할 수 있었다.

## 인용문헌

- Choi, Y. H., J. I. Choung, Y. K. Cheong, Y. D. Kim, K. Y. Ha, J. K. Ko, and C. K. Kim. 2005. Storage period of milled rice by packaging materials and storage temperature. *Korean J. Food Preserv.* 12 : 310-316.
- Chun, A., J. Song, K. J. Kim, J. H. Kim, J. R. Son, and Y. J. Oh. 2007. Sensory and quality evaluation of aseptic-packaged cooked rice by cultivar. *Korean J. Crop Sci.* 52 : 439-446.
- Ha, K. Y., H. K. Park, J. K. Ko, C. K. Kim, Y. H. Choi, K. Y. Kim, and Y. D. Kim. 2006. Effect of storage period and temperature on the characteristics related with rice quality. *Korean J. Crop Sci.* 51 : 25-29.
- Han, P. J. 1982. Studies on physicochemical changes of rice

- influenced by storing methods and its thermal properties. Wonkwang Univ. Inst. Life Sci. Nat. Res. 5 : 67-109.
- Helrich, Kenneth. 1996. Official methods of analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C), Washington, D.C. USA, pp. 788-789.
- Juliano, B. O. 1971. A simplifide assay for milled-rice amylose. Cereal Sci. Today 16 : 334-340.
- Juliano, B. O. 1985. Physicochemical properties of rice. A.A.C.C. St. Paul MN.
- Kim, B. S., N. H. Park, and D. H. Shin. 1988. Kinetics for quality changes of rice and rice flour during storage. J. Korean Soc. Food Nutr. 17 : 220-225.
- Kim, O. W., H. Kim, and T. G. Lim. 2004. Cooling and storage characteristics of milled rice by different cooling storage methods. Korean J. Food Preserv. 11 : 448-454.
- Kim, W. S. 2005. Effect of aging on physicochemical and pasting properties of Nonwaxy rice flour and its starch. Korean Association of Human Ecology. 14 : 1037-1046.
- Kim, Y. B., W. N. Han, and T. J. Yoo. 1985. Effects of rice weevil and mold on quality of stored rice. Korean J. Food Sci. Technol. 17 : 399-402.
- Lee, I. K., K. H. Kim, and H. C. Choi. 1993. Changes in physicochemical properties of rice grain during long-term storage. Korean J. Crop Sci. 38 : 524-530.
- Lee, J. H., S. S. Kim, D. S. Suh, and K. O. Kim. 2001. Effects of storage form and period of refrigerated rice on sensory properties of cooked rice and on physicochemical properties of milled and cooked rice. Korean J. Food Sci. Technol. 33 : 427-436.
- Lee M. H. 2002. Rice quality and eating quality evaluation. Rural Development Administration. Suweon., Korea, pp. 75-102.
- Moon, G. S., M. J. Kim, M. H. Jin, S. Y. Kim, S. Y. Park, and B. M. Ryu. 2010. Physicochemical and sensory properties of rice stored in an unused tunnel. Korean J. Food Cookey Sci. 26 : 220-228.
- Park, J. H., S. M. Bae, C. Yook, and J. S. Kim. 2004. Fermentation characteristics of *Takju* prepared with old rice. Korean J. Food Sci. Technol. 36 : 609-615.
- Shin, M. G., J. S. Rhee, and T. W. Kwon. 1985. Effects of amylase activity on changes in amylogram characteristics during storage of brown rice. Agric. Biol. Chem. 49 : 2505-2508.
- Shoji, I., and Kurasawa, H. 1981. J Home Economics (Japan), 32: pp. 350.
- So, K. H., Y. S. Kim, J. S. Hong, J. Y. Jeong, and J. M. Cho. 1999. Studies on the change of components with long-term storage of paddy. Korean J. Food Nutr. 12 : 409-414.
- Son, J. R., J. H. Kim, J. I. Lee, Y. H. Youn, J. K. Kim, H. G. Hwang, and H. P. Moon. 2002. Trend and further research of rice quality evaluation. Korean J. Crop Sci. 47 : 33-54.
- Sung, J. H., H. Kim, H. D. Choi, and Y. S. Kim. 2011. Fat acidity and flavor pattern analysis of brown rice and milled rice according to storage period. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 40 : 613-617.
- The Ministry of Agriculture and Forestry of Japan Food Research Institute (MAFJRI). 1969. Utilization of Rice. The Ministry of Agriculture and Forestry of Japan Food Research Institute, Tokyo, Japan.
- Villareal, R. M., A. P. Resurreccion, L. B. Suzuki, and B. O. Juliano. 1976. Changes in physicochemical properties of rice during storage. Starch., 28 : 88-94.
- Yelandur, M., S. Indudhara, M. S. Chakrabhavi, and K. R. Bhattacharya. 1978. Changes in the physicochemical properties of rice with aging. J. Sci. Food Agric. 29 : 627-639.