

## 貯藏米 搗精과 包裝에 따른 古米化 및 食味 變化

李浩鎭\* · 金泰勳\* · 全遇滂\*\*

### Grain Aging and Sensory Changes influenced by Milling and Packaging in Rice Storage

Ho Jin Lee\*, Tae Hoon Kim\* and Woo Bang Jeon\*\*

**ABSTRACT** : Storage in the form of brown or milled rice saves space and cut cost rather than storage of rough rice, the common way of grain storage in Korea. But, brown or milled rice may be more susceptible to grain aging and sensory change than rough rice. Rice stored in government warehouse for 20 months after harvest was hulled into brown or milled rice and packaged with kraft paper bag (paper package), polypropylen (PP package), and polyethylene (PE package). Then, after those rice packages were stored under room condition for one year, we investigated germinability, fat acidity, and sensory change to determine milling and packaging effects. Germinability of rough and brown rice was decreased significantly after long-term storage. In germination rate, Chucheong cultivar was lower than Milyang #23, brown rice was lower than rough rice, but there was no differences within packaging materials. TTC test which had a significant correlation with germinability can be used as a handy procedure for predicting grain germination. Fat acidity was increased as the order of rough < milled < brown rice in terms of milling, and PP < paper < PE package in terms of packaging materials. Especially, storage of brown rice increased fat acidity above 30 mg KOH, indicating one of characteristics of grain aging. To prevent from high fat acidity it was necessary to store in forms of rough grain with paper or PP packaging and milled rice with paper, or PP, or PE packaging. In sensory test of stored grain, eating quality in brown rice was the worst because of acidification of fatty acid. Also, eating quality of stored grain became worse as fat acidity increased.

糧穀의 장기적 보관은 穀價의 安定과 국가 비 상시를 대비하여 반드시 필요한 일이다. 특히 米 穀은 우리 국민의 主食으로 막대한 物量을 수확 하고 보관하였다가 필요시에 수요에 대응하여야 하나 최근 정부보유미의 저장에 소요되는 비용과 시설의 부담이 크게 증대되고 있다. 따라서 쌀의 안정적 효율적인 長期貯藏技術이 개발된다면 生 產過多時 급격한 需要變化에 탄력적으로 대처할 수 있게 되고 米穀流通에 큰 도움을 줄 수 있다. 우리나라의 米穀보관은 기본적으로 正租상태로 하고있으나 일본에서는 저장공간을 감소시키기 위하여 玄米 저장 爲主이고 국제교역에서도 搗精 된 상태로 이루어지고 있다.

히 活性이 감퇴되고 米質의 退化도 진행되게 된다. 저장기간동안 미질의 변화는 저장조건에 따라 영향을 크게 받아 良質米의 특성이 상실되어 버린다. 이러한 古米化의 始發로 쌀의 생명력은 점차 약화되고 이에 따른 생리적 변화는 발아력의 감소로서 나타난다. 카탈레스와 같은 酸化還 元 酵素의 力價의 저하도 유사한 경향을 보여주며 次世代 식물체를 만드는 胚芽의 생리적활성도 약화된다. 또 쌀의 構成成分들의 변화가 일어나는데 主成分 중에서는 특히 脂肪의 변화가 가장 먼저 일어나고 그다음에는 전분의 변화가 일어나고 단백질이 가장 늦게 변화된다.<sup>3)</sup> 脂肪함량은 전분이나 단백질 보다 낮아 약 2% 내외이지만 古米化가 진행되면 특유한 고미의 냄새를 발생한다.

\* 서울大學校 農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University)

\*\* 國立農產物檢査所試驗所 (National Agricultural Products Inspection Office)

\*\* 이 논문은 1989년도 문교부 지원 학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

다. 또 米粒의 조직이 硬化하여 胚乳의 전분세포가 굳어 지게되는데 이것은 遊離脂肪酸의 증가에 의한 澱粉粒의 변화 때문이다.<sup>6)</sup>

본 연구에서는 우리나라 統一系와 一般系의 주요품종을 정부수매 후 政府米 보관 창고에서 장기간 보관된 벼를 대상으로 하여, 유통과정에서 搗精과 包裝방법을 달리 할때 古米化 진행 여부를 판정하였다. 특히 脂肪酸度의 변화를 조사하고 米粒의 생리적 활성변화와 관련하여 古米 저장에 문제점을 발견하여 古米化의 遲延방법을 논의하였다.

## 材料 및 方法

본 실험에 사용된 벼는 1988년도 産으로 정부가 수매하여 농협저장창고에서 저장해온 統一系의 密陽 23號와 一般系로서 秋晴이었다. 이들을 1990년 6월에 出庫하여 각각 아래와 같이 加工하고 包裝 貯藏하였다가 1년이 경과한 1991년 6월에 품질의 변화를 조사하였다.

가공의 종류는 正租, 玄米, 白米였고 정조를 소형 현미기에서 製玄하여 현미로 만들고 백미는 10分搗米로 搗精한 후 여러가지 재료로서 포장하였다. 포장방법은 정조포장은 1) 紙袋(크라프트紙) 2) 폴리프로필렌(PP袋)을 사용하였고 현미와 백미는 1) 紙袋 2) 폴리프로필렌(PP袋) 3) 폴리에틸렌(0.1mm PE袋)으로 포장하였으며 모두 농산물검사 규격품을 사용하였다.<sup>5)</sup> 포장시의 곡물의 수분함량은 14% 이하로 유지되었다. 시료들은 常溫에서 저장하였고 소량만을 냉장고의 냉동실에 두어 분석시 표준품으로 대비하였다.

정조와 현미의 發芽率은 26°C에서 置床한뒤 4일 후 정상발아 개체를 세었다. 종자 및 유묘의 활성을 검정하기 위하여 tetrazolium chloride (TTC) test를 실시하였고<sup>2)</sup> 發色정도를 0(無色)에서 3(진한 赤色)으로 평가하였다. 古米化 진행 상태를 판정하려고 구이아콜(guaiacol) 褐色검사를 실시하였는데 구이아콜+과망간수법을 사용하였고 적갈색의 발색을 0(무색)에서 3(적갈색)으로 평가하였다.

脂肪酸度 분석은 정조는 製玄하고 玄米와 白米의 각 시료를 마쇄하여 30mesh로 체별하고 20g을 취하였다. AOAC법에 따라 benzene에 추출하고 alcohol-phenolphthalein 용액으로 용해시킨

후 KOH 표준용액(0.0178N)으로서 적정하였다.<sup>1)</sup>

아울러 食味の 평가는 10분搗米로 도정한후 국립농산물검사소 시험소의 食味檢定班에 의뢰하여 21명의 감식결과를 종합하였다. 각 시료의 鑑識度는 기준품으로 냉동저장된 추정 正租의 食味에 대비치로서 평가하였다. 기준을 0으로 하고 이것보다 좋으면 1-5까지 陽의 값을, 나쁘면 陰의 값으로 나타내었다. 각 評點을 예시하면 '-1: 약간 나쁘다. -2: 조금 나쁘다. -3: 나쁘다. -4: 매우 나쁘다. -5: 극히 나쁘다.'이었다.

## 結果 및 考察

쌀 古米化의 진행을 평가하는데는 生物的, 生化學的 指標를 측정하거나 利用的 측면에서 食米의 변화를 조사하여 왔다. 수확된 쌀은 저장후 서서히 생명력의 약화가 일어나고 결국은 발아력이 상실되어 버린다. 이에 수반하여 여러가지 생리적변화가 일어 나는데 효소활성을 검정하는 방법들이 사용될수 있다. 또 한편으로 쌀 성분의 變質을 알기 위하여 주성분의 성분 변화를 분석하여야 한다. 저장기간동안에는 주요성분 중 脂肪의 변화가 가장 신속히 일어나는데 Moritaka and Yasumatsu에 의하면 지방은 지방산들을 생성하고 아밀로즈나 카보닐화합물, 또는 hydroperoxide들과 결합하여 단백질의 酸化를 촉진하고 휘발성 카보닐화합물들을 집적시켜 古米臭를 발생시킨다.<sup>3)</sup>

본 연구에서는 저장 미곡의 생리적 변화를 알기위하여 發芽力과 TTC還元力, 구이아콜 검사를 실시하였고 가장 변화하기 쉬운 脂肪의 酸化를 조사하였고 米質의 종합적이고 최종적인 평가는 食米이므로 밥을 지어 炊飯검사를 실시하였다.

### 1. 貯藏米穀의 發芽率 :

수확 후 20개월동안 벼로서 저장하다가 正租와 玄米, 白米 상태로 포장하였을때 여름을 포함한 12개월을 경과하면서 정조와 현미에서는 발아능력의 급격한 감소가 일어났다. 품종간에는 밀양 23호보다 추청의 발아력 저하가 현저하였고 두품종 모두 포장종류에 따른 차이는 나타나지 않았다. 그러나 현미로 포장하였을 때가 정조보다 발

**Table 1.** Germination rate of rice cultivars affected by milling and packaging.

(Unit : %)

Months after harvest	Chucheong		Milyang# 23	
	rough rice	brown rice	rough rice	borwn rice
16 months	89.3±4.6		98.0±3.5	
20 months	69.3±8.1		93.3±3.0	
32 months				
freeze storage	6.7±2.5	1.3±0.7	60.0±5.2	11.3±4.6
paper packaging	5.3±2.3	0 0	44.7±9.5	12.0±4.7
PP packaging	6.7±3.2	0 0	70.0±5.3	10.0±4.1
PE packaging	- -	0 0	- -	18.0±2.3

\* Data represented mean and standard error.

아울러 낮아져 製玄이 발아율 감소를 초래하였음을 알 수 있었다.

**2. 米穀의 TTC 檢定과 구이아콜 檢査 :**

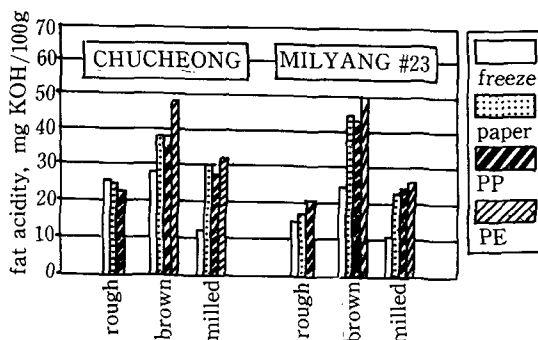
米粒의 산화환원 효소의 활성을 TTC의 發色으로 나타내는 것은 이미 오래전부터 많이 이용되어 왔다. 發色정도를 수치화 하여 나타냈을 때 밀양 23호는 정조나 현미 저장에서 대부분이 2 이상의 값을 나타내어 胚 부위에 적색을 感知할 수 있었다. 그러나 秋穫은 냉동저장을 제외한 모든 저장법에서 1 정도의 수치를 나타내어 적색이 弱하거나 部分的이었다. 즉 추청의 현미나 정조 저장에서 효소 환원력이 저하되었음을 판단할 수 있었다. 구이아콜용액에 의한 현미의 증색반응은 TTC 검정 만큼 현저하지 못하였고 색도를 나타내는데 혼란을 초래하여 정확성을 유지하기 어려웠다. (표 2)

**3. 脂肪酸度의 檢定 :**

加工상태와 包裝재료를 달리한 일반계와 동일계 품종의 脂肪酸度 분석 결과는 품종, 가공, 포장에 따라 모두 有意差가 있는 것으로 인정되었으며, 이들 세 요인 즉 품종, 가공, 포장 사이의 상호작용 효과도 고도로 유의한 것으로 나타났다. 먼저, 품종에 따른 차이는 추청이 밀양 23호에 비하여 일반적으로 산도가 높았고 가공상태에

따라서는 정조<백미<현미의 순으로 산도가 증가하였다.

포장재료에 따른 차이는 PE袋>紙袋>PP袋>냉동저장의 순으로 산도가 낮았다. 가공상태 -포장재료의 상호작용 효과는 가공상태에 따른 효과가 주요인으로 작용하였고 품종 -포장재료의 상호작용도 유의성이 있었다. 이상의 결과를 통해 세 가지 요인 중 저장에 따른 米粒의 지방산 함량을 가장 크게 좌우하는 요인은 가공 상태였다.(그림1)



**Fig. 1.** Fat acidity of rice affected by milling and package materials.

山下<sup>9)</sup>에 따르면 저장시 米質 低下를 방지하는 데는 크린 精米가 가장 좋다고 주장하였다. 이유는 糠層이 그대로 있거나 胚芽가 존재할 경우 기온이 상승하면 지방의 분해가 촉진되고 품질의 저하가 필연적이다. 따라서 이들을 제거한 白米

**Table 2.** TTC and Guaiacol scores of rice grains on package materials

	Chucheong		Milyang #23	
	rough rice	brown rice	rough rice	brown rice
freeze storage	2.0	1.0 (2.0)	2.05	1.50 (1.5)
paper packaging	1.0	0.9 (1.7)	2.2	2.1 (1.7)
PP packaging	0.9	0.5 (1.3)	2.1	2.1 (1.0)
PE packaging	-	1.2 (0.5)	-	2.3 (0.7)

\* The numbers in parenthesis indicated the score from Guaiacol test.

**Table 3.** Analysis of variance summary for fat acidity in rice

source	df	F-value	Prov>F
cultivar (CTV)	1	20.25	0.0001
processed (PRC)	2	368.84	0.0001
packaging (PKG)	3	111.94	0.0001
CTV * PRC	2	29.32	0.0001
CTV * PKG	3	1.08	0.3694
PRC * PKG	5	17.36	0.0001
CTV * PRC * PKG	5	2.95	0.0227

일지라도 糠層이 부분적으로 남아 있고 그것이 분해되면 맛이 나빠지게 된다. 최근에 보급되기 시작하는 清潔米처럼 濕式研米과정을 거치면서 잔존 糠層을 제거하면 저장에 보다 유리하게 된다.

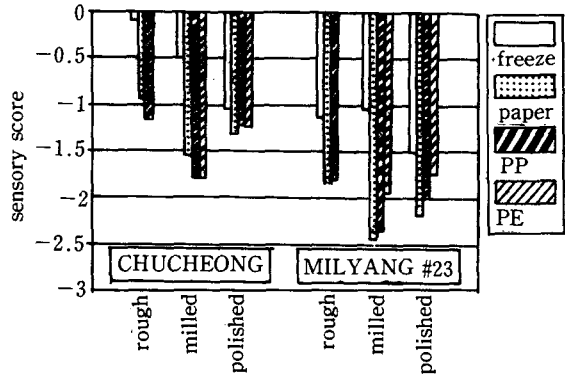
品種에 따라 지방산 함량이 달라질 수 있겠으나 단지, 추청과 밀양 23호에 대해서만 본다면 추청의 지방산도가 상대적으로 높았으나 일반적인 결론을 내리기에는 부족하였다.

저장조건에 따라서는 PE포장이 지방산도가 타 포장보다 높은 편이었는데 通氣孔이 존재하여 산화가 촉진된 것이 아닌가 한다.

지방산도가 미곡100g중에서 KOH적정치 20mg 이상으로 높아지면 古米化의 우려가 커진다.“尹 등은” 우리나라 정부미보관에서 2년 저장에서 지방산도가 23.4mg, 3년에는 30.8mg으로 증가하여 3년이상 장기저장은 不適함을 주장하였다. 본 연구에서 正租는 15-25mg, 白米는 10-30 mg 정도이나 玄米는 25-50mg로서 저장에 위험상태임을 인식할수 있었다. 또 지방산도를 증가시키지 않는 包裝材로서는 正租는 紙袋 또는 PP포장을 하거나 白米는 紙袋 또는 PP, PE포장하는 것이 무난하였다.

#### 4. 저장곡의 食味검사 :

각 가공, 포장처리 시료들을 10분도미로 도정하여 밥을 짓고 炊飯性を 감식한 결과 저장곡들은 식미의 惡化현상이 나타났는데 밀양 23호의 경우 추청보다 더욱 나빴다. 포장재료에 따른 영향은

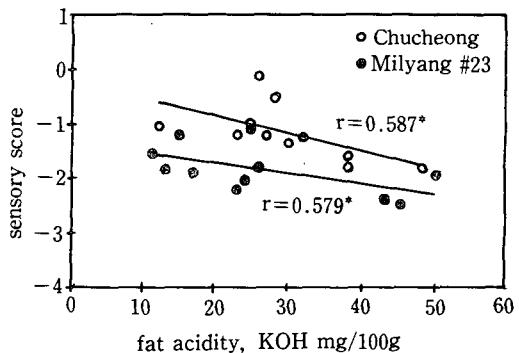


**Fig. 2.** Eating quality of rice affected by milling and package materials.

현저하지 않았으나 도정함에 따라 식미 악화가 심하였고 흥미로운 것은 식미는 백미보관에서 현미보다 양호하게 나타났다. 이것은 지방산도와 같이 糊粉層에 존재하는 지방성분이 酸敗되어 식미를 더욱 악화시킨 때문으로 추론된다.(그림 2)

#### 5. 要因들間的 相關관계 :

發芽率과 TTC 檢定值, 脂肪酸度 및 食味검사치 간의 관계를 보았을때 발아력과 종자의 TTC 검정치 간에는 正의 상관, 발아율과 지방산도 간에는 負의 상관인정 되었다. TTC 염색에서 발색이 높으면 발아율이 높아 발아율에 대한 簡易 검사법으로 활용될수 있었다. 또 미곡의 지방산도가 높으면 발아율이 감소하였다. 그러나



**Fig. 3.** Relationship between fat acidity and sensory score in rice cultivars.

**Table 4.** Correlation coefficient between factors associated with rice grain aging.

	TTC score	fat acidity	sensory score
germination rate	0.611 *	-0.638 *	-0.155
TTC score		-0.310	-0.155
fatty acidity			-0.489

식미검사치는 他 要因 간에 상관이 인정되지 않았다.

그러나 품종별로 지방산도와 식미간의 관계를 보았을 때는 그림 3과 같이 품종별로 쫄의 有意性이 인정되었다. 즉 저장조건이 불량하거나 장기 저장되었을때 쌀에서 지방산도가 증가되면 식미도 악화된다고 할 수 있다.

## 要 約

米穀의 장기보관에서 보관면적과 소요비용을 절약하려면 정조보관보다 현미 또는 백미로 보관하는 것이 용이하다. 그러나 미곡의 古米化와 食味 악화가 우려되어 본 연구에서는 20개월간 정부창고에서 보관된 벼품종들을 정조, 현미, 백미로 가공하고 각각 紙袋, PP袋, PE袋에 포장하여 수확 후 32개월째에 發芽力, 脂肪酸度, 食味를 검정하였다.

1. 발아율은 장기 보관함에 따라 감소하였고 밀양 23호보다 추청의 감소가 심하였다. 가공상태에 따라 현미로 제현하여 보관하면 발아율 감소가 현저하였고 포장재질에 따른 차이는 없었다. TTC검정도 유사한 경향을 보여 발아력의 간접검정법으로 이용될 수 있었다.

2. 지방산도는 정조<백미<현미 順으로 높아졌고 포장재료에 따라서는 PP袋<紙袋 <PE袋 順으로 증가되었다. 특히 현미 보관은 지방산도가 KOH 30mg 이상에 달하여 고미화 특성을 보였고 이를 방지하려면 정조를 紙袋 또는 PP袋에 보관하거나 백미는 紙袋, PP袋, PE袋에 보관하여도 무난하였다.

3. 저장미곡의 食味는 搗精보관에 따라 惡化되었고 특히 현미보관에서 백미보관 보다 불량하였는데 糊粉層에 포함된 지방의 酸敗 때문이었다. 또 품종별로 지방산도가 증가함에 따라 食味는 불량하여 졌다.

## 引 用 文 獻

1. AOAC. 1970. Fat acidity. 14.064, 14.066, in 'Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists' 11th edition. 222p.
2. Lakon, G. 1949. The topographical tetrazolium method for determining the germinating capacity of seeds. *Plant Physiol.* 24 : 389-394
3. Moritaka, S., and Yasumatsu, K. 1972. Studies on cereals. X. The effect of sulfhydryl groups on storage deterioration of milled rice. *Eiyo To Shokuryo.* 25 : 59-62
4. 農林省 食糧研究所. 1969. 米の品質と貯藏利用.
5. 農産物包裝用規費. 1985. 農産物検査手帖, p268-274, 國立農産物検査所 監수.
6. 山下律也. 1990. 米の調質と貯藏, 稻と米. p103-133. 日本 農林水産省 農業研究センター.
7. 尹仁化·李秉英. 1990. 米穀의 品質向上을 위한 收穫後 管理技術, '쌀 品質 高級化 및 多樣化 開發'90 수입관리대책'. 45 : 76-84. 農振廳 作試.