

長期貯藏한 벼 種實의 理化學的 特性 變化

李仁根* · 金光鎬** · 崔海椿***

Changes in Physicochemical Properties of Rice Grain during Long-Term Storage

In Keun Lee* · Kwang Ho Kim** and Hae Chune Choi***

ABSTRACT : The experiment was carried out to investigate the changes in physicochemical properties of milled rice harvested in different year and stored for four to sixty four months.

The fat acidity of milled rice increased sharply from four to sixteen months storage, and after then it was increased slowly to sixty four months. Amylose, magnesium, potassium content, and K/Mg ratio of milled rice were not changed by storage duration. Water absorption rates of milled rice at 21°C and 77°C, and alkali digestion value were increased by longer storage duration. Difference of water absorption rate between rice samples was greater during initial forty minutes after soaking at 21°C, and with longer the soaking time at 77°C.

Shorter gel length of rice flour was found with prolonged storage duration, while peak, minimum, cool, breakdown and setback viscosity of gelatinized rice flour on amylograph were increased along with increasing the storage duration.

The volume expansion rate during cooking and degree of iodine coloration of cooking water were higher in the longer stored rice compared with shorter one, and the amount of soluble solid in cooking water was significantly decreased in rice stored longer period.

Key word : Rice, Long-term storage, Physicochemical property, Fat acidity

벼는 수확, 탈곡, 건조된 후 일정기간동안貯藏되어 있기 마련이다. 米穀을 저장해 두면 계속되는 호흡때문에 胚乳의 내용성분이 변하여 炊飯 및 食味特性이 나빠지는 古米化현상이 나타난다^{5,7,8,9,10,11,12,16,17}. 쌀은 저장기간 중 가장 크게 변하는 것이 脂肪質인데 저장중의 호흡에 의하여 지방이 분해되어 遊離脂肪酸이 증가하고, 이것이 산화하여 脂肪酸도를 크게 낮춘다^{5,13,14,15}. 저장중에 생긴 유리지

방산은 배유의 아밀로스과 결합하여 炊飯時 전분립의 팽윤을 억제시키며 그 자신이 산화되어 악취가 나는 氣化性 Carbonyl화합물을 만든다^{5,13,14,15}.

쌀의 단백질도 貯藏過程 중 산화되면서 만들어진 화합물이 작용하여 취반시 전분립의 팽윤을 억제시키며 硫黃化合物의 생성이 억제되어 악취가 나는 물질생성을 막지 못할 뿐만 아니라 변화된 단백질끼리의 상호작용에 의하여 밥알의 外觀을 나

* 농촌진흥청 기술공보담당관실(Rural Development Adm., Suwon 441-707, Korea)

** 건국대학교 농학과 (Dept. of Agronomy, Kon-Kuk Univ., Seoul 133-701, Korea)

*** 농촌진흥청 작물시험장(Crop Experiment Station, RDA, Suwon 441-100, Korea)

'94. 1. 7 接受

빠게 한다^{5,14)}. 쌀의 食味와 관련된 이화학적성질의 貯藏期間에 따른 변화에 대하여도 많은 보고^{1,2,6,8,10,16)}가 있는데 이들은 대부분이 1년내외의 저장 실험 결과이다. 한편 저장창고에서 2~3년간 저장한 米穀의 食味が 크게 나빠지지 않았다는 보고^{9,17)}가 있고 貯藏性的 품종간 차이에 대한 연구보고¹²⁾도 있다.

본 연구는 정부양곡창고에 5년까지 長期貯藏되어 있던 벼를 재료로 하여 貯藏期間에 따른 쌀의 食味關聯 理化學的特性的 변화양상을 구명하기 위하여 수행하였다.

材料 및 方法

본 연구에서 사용한 試驗材料는 1987년 전남 나주지방과 1988-91년 충남 부여지방에서 생산된 삼강벼로서 정부수매 후 그 지역 糧穀倉庫에 보관되었던 것을 전남농촌진흥원과 국립농산물검사소 부여지소의 협조를 얻어 수집하였고, '92年產은 수원 의 작물시험장에서 생산되어 貯藏되었던 것을 이용하였다. 수집한 재료의 각종 理化學的的特性을 1993년 2월~3월중에 조사하였기 때문에 1987年產은 수확후 64개월이 경과한 셈이고 1992年產은 4개월이 경과한 셈이다(표 1).

Table 1. Growing location and storage period of Samgangbyeon rice used in this experiment

Harvesting year	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Growing location	Naju	Buyo	Buyo	Buyo	Buyo	Suwon
Storage duration, month	64	52	40	28	16	4

수집한 試料의 백미와 쌀가루를 이용하여 각종 이화학적특성을 조사, 분석하였다.

脂肪酸度는 100mesh의 쌀가루 10g을 시험관에 넣고 벤젠 50ml를 첨가하여 30℃에서 교반 후 여과액 25ml를 취한 다음 여기에 에탄올 25ml를 넣고 KOH수용액으로 적정하여 조사하였다. 아밀로스함량은 Juliano방법⁵⁾에 따라 쌀가루 100mg을

후라스크에 넣고 에탄올과 NaOH를 넣어 糊化시킨 후 CH₃COOH와 요오드용액으로 發色시켜 SP-20(620nm)를 이용, 吸光率을 조사하여 계산하였다. 蛋白質 含量은 100mesh 쌀가루 0.5g을 황산용액으로 분해한 후 Micro-Kjeldahl 증류장치를 이용하여 얻은 증류액을 0.02N H₂SO₄용액으로 적정한 후 계산한 窒素量에 쌀의 질소계수 5.95를 곱하여 산출하였다. K, Mg 함량은 쌀가루 0.5g을 濃 H₂O₂-H₂SO₄로 습식분해시킨 다음 원자흡광분광분석계로 측정하여 수분 12%건조시 g당 ppm으로 나타냈다.

常溫吸水率은 시험관에 백미 1g과 증류수 10ml를 넣고 21℃의 水槽, 그리고 加熱吸水率은 백미 1g과 증류수 10ml를 넣은 시험관을 밀봉하여 30분간 방치후 77℃의 수조에 각각 넣은후 10분마다 꺼내어 무게를 측정, 백립중에 대한 重量比로 계산하였다. 쌀알의 알칼리붕괴도는 1.3% KOH용액에서 IRRI방법에 따라, 그리고 糊凝集性은 쌀가루 120mg을 시험관에 넣고 0.2N KOH 2ml를 첨가하여 끓는 물에서 糊化시킨 후 조사하였다. 아밀로그램 특성은 100mesh 쌀가루 50g에 물 360ml를 혼합하여 Brabender amylograph를 이용하여 조사하였다. 취반특성은 ① 백미 2g을 網시험관에 넣고 50ml의 물에 잠기게 한 뒤 쌀부피를 측정하고, ② 시험관에 40ml의 증류수에 넣고 95℃ 정도로 加熱한 후 ①의 시험관을 20분간 浸漬 加熱시켜 호화된 쌀의 膨脹容積을 계산하였으며, 남은 용출액 8ml를 100ml 후라스크에 넣고 1N CH₃COOH와 2% 요오드용액 2ml를 첨가한 후 증류수 100ml를 맞추어 SP-20(640nm)을 이용 透光率을 조사하고, 濾液을 加熱 건조시킨 후 溶出固形物을 평량하였다. 糊化度는 網시험관의 밥알 5립을 유리관 사이에 눌러본 뒤 쌀 내부까지 호화된 정도에 따라 1-9등급으로 達觀 조사하였다.

結果 및 考察

1. 쌀알의 化學的的特性 변화

가. 脂肪酸度

저장기간에 따른 쌀의 지방산도 변화를 나타낸

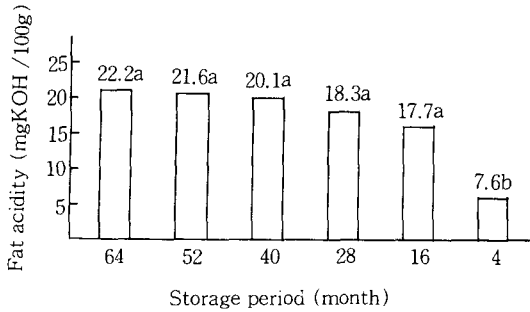


Fig. 1. Changes of fat acidity during storage period of Samgangbyeol.

것이 그림 1이다. 수확후 4개월이 경과한 쌀의 脂肪酸度가 7.6mg KOH/100g인데 비하여 16개월 동안 저장한 쌀은 17.7mg KOH/100g으로 1년동안 10.1mg 이나 증가한 반면 28개월 이후로는 貯藏期間이 길어짐에 따라 지방산도가 완만하게 증가하여 64개월 貯藏米가 22.2mg KOH/100g로 16개월 貯藏米보다 4.5mg 증가에 불과하였다. 즉 쌀의 지방산도는 수확 후 16개월 동안에 급격한 증가를 보였고 저장기간이 2년 이상 장기화됨에 따라서는 완만한 증가 경향을 보였다.

貯藏期間중의 지방산도 변화는 저장온도가 가장 큰 영향을 미치는데 저장온도가 높고 저장기간이 길수록 지방산도의 증가가 커서 38℃에서 貯藏하면 저장후 45일까지, 常溫에서는 60일까지와 入庫 후 부터 7개월까지 지방산도가 급격하게 증가하고 그 이후는 완만한 증가를 보였다고 한다^{3,6)}. 본 실험의 결과도 위 보고와 같은 추세로 16개월 貯藏時까지는 급격한 증가를 보였으며 그 이후는 완만한 증가를 보여 貯藏 초기에 지방산도의 변화가 큼을 알수 있었으나, 李 등¹⁰⁾이 보고한 1, 2, 3, 4년 貯藏한 벼의 脂肪酸度가 각각 12.4, 23.6, 30.8 및 41.1 KOHmg/100g이었던 것과 비교하면 지방산도에 크게 차이가 나타났다. 이는 본 실험에서 사용한 재료가 正租狀態로 비교적 양호한 조건에서 貯藏되었기 때문인 것으로 생각된다.

나. 아밀로스함량

貯藏期間에 따른 백미 아밀로스함량의 변이를 나타낸 것이 표 3이다. 표에서 보는바와 같이 28개월 貯藏된 쌀을 제외하고는 52개월 저장까지 저장기간이 길어질수록 아밀로스함량이 약간씩 증가하

Table 2. Comparison of amylose, protein, Mg and K content of milled rices differed in storage duration

Storage duration (months)	Amylose content (%)	Protein content (%)	Mg content (ppm)	K content (ppm)	K/Mg ratio
64	17.35 a	7.68 c	450 a	1,210 a	2.689 a
52	17.90 a	7.69 c	400 a	1,240 a	3.100 a
40	17.50 a	7.87 c	410 a	1,050 a	2.561 a
28	16.35 b	8.26 b	450 a	1,260 a	2.800 a
16	17.35 a	8.35 b	410 a	1,080 a	2.634 a
4	17.35 a	9.18 a	410 a	1,200 a	2.928 a
F-value	10.48*	13.31*	2.67 ns	1.22 ns	2.09 ns

* means significant different at 5% level, and the same letters following the data of each column indicate non-significant different at 5% level.

는 경향이나 통계적으로 유의한 차이는 없었고 64개월 貯藏한 쌀이 4개월 저장한 것과 같은 아밀로스함량을 나타내는 것으로 보아 貯藏期間의 長短에 따른 아밀로스함량의 차이는 아주 작은 것으로 생각된다.

한편 28개월 貯藏된 쌀의 아밀로스함량이 16.35%로 낮은 것은 이 쌀의 生産年度인 1990년의 登熟期 온도가 다른 해에 비해서 높았기 때문인 것으로 생각된다. 즉 아밀로스함량은 등숙기 積算溫度와 부의 상관성이 인정되므로 등숙기간 중의 온도가 높았던 해에 생산된 쌀의 아밀로스함량은 상대적으로 낮아질 수 있는 것이다.

본 시험의 결과는 아밀로스함량은 貯藏期間이 경과함에 따라 약간 증가하는 경향이라고 하는 보고^{3,8)}와 상치된다. 이들 보고에 의하면 貯藏전 20.0% 또는 20.5%였던 아밀로스함량이 6~9개월 貯藏하면 포장재료 또는 저장방법에 따라 0.9~2.1% 증가하였는데 반해 본 연구에서는 64개월 또는 52개월 貯藏한 것이 4개월 저장한 것과 비교하면 같거나 또는 0.55% 증가한 것에 불과한데 이는 생산년도에 따른 환경변이와 함께 본 연구에서는 정조로 貯藏된 시료를 사용하였기 때문으로 생각한다.

다. 단백질 함량

貯藏期間에 따른 쌀의 단백질 함량을 보면(표3) 4개월 저장한 것이 9.18%였고, 16개월, 40개월 및 64개월 貯藏한 것은 각각 8.35%, 7.87% 및 7.68%로 4개월 저장한 것에 비하여 각각 0.83%, 1.31%,

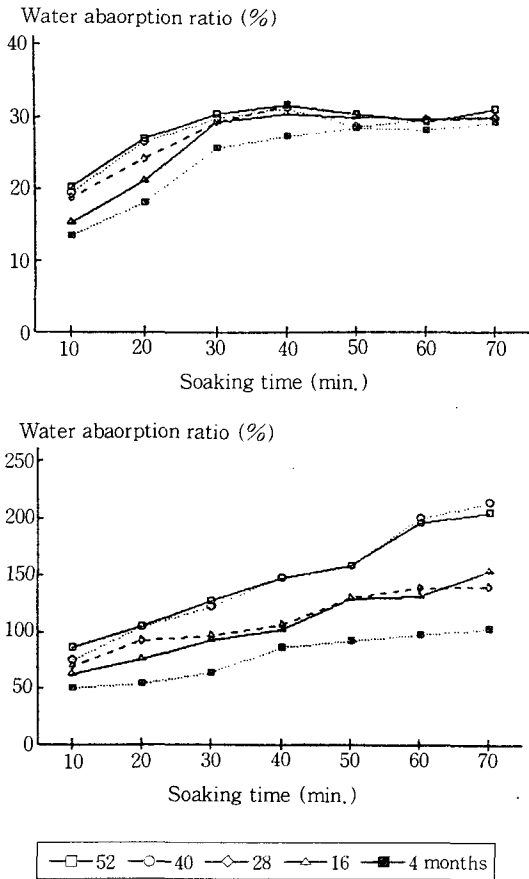


Fig. 2. Changes of water absorption ratio at 21°C (left) and 77°C (right) soaking temperature of Samgangbyeon rice during storage periods.

1.5% 감소하였다. 16개월과 28개월간, 그리고 40개월, 52개월 및 64개월 저장한 것간에는 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 4개월 저장부터 64개월 저장까지를 전체적으로 보면 저장기간이 경과함에 따라 단백질 함량의 감소경향은 뚜렷하였는데 이는 저장기간중 호흡에 따른 소모등에 기인된 것으로 보여진다.

라. 마그네슘과 칼륨 함량

저장기간에 따른 쌀의 마그네슘과 칼륨의 함량변화는 없었으며, K/Mg비율에서도 일정한 경향을 찾을 수 없어 벼의 저장기간에 따른 Mg, K의 함량과 K/Mg비율의 변이는 없는 것으로 생각된다.

2. 物理的 特性의 변화

가. 水分吸收率

저장기간에 따른 쌀의 常溫(21°C)에서의 수분흡수율과 77°C에서의 加熱吸水率의 변화양상을 그림 2에 나타냈다. 常溫吸水率과 加熱吸水率 모두에서 浸漬시간에 관계없이 장기저장된 쌀의 수분흡수율이 높았으며, 수분흡수양상도 저장기간에 따라 약간씩 달랐다. 常溫에서의 수분흡수율은 16개월 이상 저장된 것은 40분 浸漬시까지 직선적으로 증가하였고, 그 이후에는 증가하지 않은 반면 4개월 저장된 쌀은 70분까지 꾸준히 증가하였다.

加熱吸水率은 모든 試料의 쌀이 70분 浸漬시까지 계속 증가하였으나 浸漬시간이 경과할수록 저장기간이 긴 쌀의 수분흡수율이 높아져서 70분 浸漬시 52개월 이상 저장된 쌀은 200%이상의 수분을 흡수한 반면 4개월 저장한 것은 102%정도로서 수분흡수율이 낮았다. 加熱되고 있는 상태에서 흡수된 수분의 양을 비교하면 4개월, 16개월 및 28개월, 그리고 40개월이상 저장된 쌀 간에는 확연한 차이를 보였다.

저장기간에 따른 쌀의 加熱吸水率은 1년 貯藏米의 235%에서 4년 저장미의 267%까지 점진적으로 증가하였으며¹⁰⁾, 常溫에서 50분간 침지한 쌀의 수분함량은 30% 내외라고 한다. 본 실험의 결과에서 常溫吸水率은 4개월 저장미의 경우 70분 浸漬시까지 계속 완만하게 증가하였지만 16개월 이상의 저장미에서는 40분 浸漬에서 30.3~31.7%의 최고吸水率에 달하여 지금까지 알려진 것과 비슷한 경향을 보였다. 한편 加熱吸水率에서는 70분 浸漬시에 28개월 이상 貯藏米가 102~152%, 40개월 이상 저장미가 205~212%의 吸水率을 보여 既往의 보고¹⁰⁾와 비교하면 吸水率이 떨어지는데 본 실험에서 70분 浸漬에서도 吸水率이 증가하는 것으로 보아 加熱방법의 차이에서 온 결과라 생각된다.

나. 알칼리붕괴度

알칼리붕괴도(표 3)는 貯藏期間이 길어짐에 따라 약간씩 증가하는 경향을 보이고 있다. 정조로 4개월 저장한 경우 쌀의 알칼리붕괴도가 4.35로 가장 낮았고 저장기간이 경과함에 따라 점차 높아져서 64개월 저장된 것이 6.75로 가장 높았다. 한편 28개월 저장된 것의 알칼리붕괴도가 4.60으로 낮은

것은 생산년도인 '90년 등숙기가 다른 해에 비해서 상대적으로 高温條件이었으며 고온기에 등숙된 쌀의 알칼리붕괴도가 낮아지기 때문인 것으로 생각된다.

우리나라에서의 알칼리붕괴도 검정은 메벼의 경우 KOH 1.4%농도로 30℃에서 23시간 浸漬하는 것이 보통이나, 본 실험의 경우 KOH1.4%, 24시간에서는 전 시료의 붕괴정도가 7.0정도로 차이가 없었고, 1.2%에서는 24시간 이상 浸漬시켜도 崩壞정도가 4~5밖에 되지 않아 역시 試料간 차이가 없었으며, KOH 1.3%에서 19시간 浸漬한 결과 저장기간에 다른 차이가 뚜렷하게 나타났음을 밝혀둔다.

다. 糊凝集性

糊凝集性은 수확후 16~28개월 저장된 '90 및 '91년產 쌀의 gel길이가 71.5~78.5mm 정도였고 저장기간이 40-64개월인 '87~'89년도 生産米는 58.5~59.5mm로 저장기간이 길어지면 gel길이가 다소 짧아지는 것으로 보인다(표 3). '92년에 생산

된 즉 저장기간이 4개월된 쌀의 gel길이가 58.5 mm밖에 안되는 것은 貯藏期間의 차이 때문이라기 보다는 생산지와 등숙환경이 달라서 나타난 결과로 생각된다.

라. 아밀로그램 특성

저장기간에 따른 쌀가루의 아밀로그램 특성변화를 살펴보면(표 4) 最高粘度, 最低粘度, 冷却粘度, breakdown 및 setback의 특성들은 4개월 貯藏米에 비하여 16개월 이상 저장된 것들이 크게 증가하였고 28개월 이상 저장미간에는 큰 차이가 없었다. 아밀로그램 특성들은 저장기간중의 저장온도가 높을수록 최고점도가 증가한다는 보고⁶⁾로 미루어 보아 공시재료의 저장기간 및 저장환경의 영향에 따라서 변이가 생긴것으로 보인다. 短期貯藏米와 長期貯藏米간의 호화개시온도는 별차이가 없었으나 냉각점도가 대체로 28개월 이상의 長期貯藏米에서 4개월의 短期貯藏米에 비해 유의하게 높은 경향을 보였는데 이는 묵은 쌀일수록 찬밥이 쉽게 굳어지

Table 3. Comparison of alkali digestion value(ADV), gel consistency and cooking characters of milled rices differed in storage duration

Storage duration (month)	ADV (1-7)	Gel consistency (mm)	E. volume (ml)	Cooking characters		
				S. solid (mg)	I. absorb.	Gel. degree (1-7)
64	6.75 a	59.25 c	3.7 a	143 d	0.1208 c	6.5 a
52	6.25 b	59.50 c	3.8 a	149 d	0.1453 bc	6.5 a
40	5.70 c	58.50 c	3.6 a	152 cd	0.1727 ab	7.0 a
28	4.60 e	71.50 b	2.9 b	163 bc	0.1817 ab	6.5 a
16	5.10 d	78.50 a	3.0 b	169 b	0.2078 a	7.0 a
4	4.35 e	58.50 c	3.1 b	174 a	0.2102 a	7.0 a
F-value	171.03**	303.01**	18.17**	111.69**	22.27**	0.69 ns

** means significant different at 1% level, and the same letters following the data indicate non-significant difference. E. volume, S. solid, I. absorb., and Gel. degree mean expanded volume, amounts of soluble solid, iodine color absorbance, and degree of gelatinization, respectively.

Table 4. Comparison of amylogram characteristics of rice flour obtained from rices differed in storage duration

Storage duration (month)	Pasting temp. (℃)	Amylogram viscosity(BU)			Breakdown (P-H)	Setback (C-P)	Consistency (C-H)
		Peak(P)	Hot(H)	Cool(C)			
64	71.4	1,553	718	1,210	835	-343	492
52	69.2	1,527	652	1,138	875	-389	486
40	69.5	1,652	716	1,210	936	-442	494
28	71.0	1,600	753	1,190	847	-410	437
16	70.0	1,423	648	1,108	775	-315	460
4	69.0	1,165	560	1,009	605	-156	449

고 食味가 떨어진다는 일반적인 사실을 뒷받침해 주는 결과로 생각된다.

3. 炊飯特性的 변화

수확후 4개월에서 64개월동안 正租狀態로 저장한 쌀의 취반특성을 비교한 결과(표 3) 炊飯後 膨脹容積, 溶出固形物量 및 炊飯液의 요드도色度에서는 저장기간에 따른 차이가 인정되었으나 밥알의 糊化度에서는 차이가 없었다. 쌀의 팽창용적은 저장기간이 40~64개월인 쌀이 3.6~3.8ml로서 4~28개월인 쌀의 2.9~3.1ml보다 상대적으로 컸으며, 膨脹容積比率이 16개월 저장한 경우의 390%에서 48개월 저장했을때 406%로 증가하였다. 결국 正租狀態로 3년이 상 저장한 쌀은 취반후 膨脹容積이 더 커졌음을 의미하는데 이 결과는 취반과정에서 수분을 많이 흡수한 쌀의 팽창율이 높다는 일반적인 현상과 본 연구의 그림 2에서 저장기간이 길어질수록 쌀의 加熱吸水率이 높아진 결과를 연결시키면 해석이 가능하다.

취반과정에서 밥물에 溶出된 固形物量은 4개월 貯藏米의 174mg에서 64개월 저장미의 143mg까지 저장기간이 길어짐에 따라 뚜렷한 감소경향을 보였다. 이는 1년 저장미의 용출고형물량이 9.3%인데 비해 4년 貯藏米가 7.3%로 감소하였다는 보고¹⁰⁾와 일치하는 결과로서 저장과정에서 쌀 胚乳 구성물질의 결합상태가 바뀌어 나타난 현상으로 해석된다. 한편 炊飯殘存液의 요드정색도를 나타내는 吸光度는 저장기간이 길어짐에 따라 유의하게 감소하였는데, 취반액의 요드정색도가 진할수록 흡광도가 낮아지기 때문에 결국 오래 묵은 쌀일수록 요드도色反應은 진하게 된다고 할 수 있다. 요드정색도는 취반과정 중 쌀에서 용출되어 나온 탄수화물의 量과 質에 의해서 결정되는데 저장기간이 길어질수록 요드정색도가 높아진다는 것은 취반과정에서 더 많은 양의 澱粉 또는 炭水化合物이 용출됨을 의미한다. 저장기간에 따른 취반후 밥알의 糊化度차이는 인정되지 않았다.

摘 要

양곡창고에 正租상태로 長期貯藏한 벼 종실의

理化學的特性 변화를 검토하기 위하여 1987년부터 1992년까지 해마다 생산되어 64개월부터 4개월까지 저장되어 있던 통일형품종 삼강벼를 시험재료로 하여 貯藏期間이 다른 쌀의 食味관련 이화학적 특성을 조사, 비교한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 쌀의 脂肪酸度는 저장기간이 길어질수록 증가하였는데 16개월 貯藏時까지 급격하게 증가하였고 그 이후는 완만한 증가추세를 보였다.
2. 白米의 아밀로스, 마그네슘 및 칼륨함량과 K/Mg비율은 저장기간의 長短에 따른 변화가 없었고 단백질함량은 저장기간이 길어짐에 따라 감소하였다.
3. 常溫 및 加熱吸水率은 저장기간이 길어짐에 따라 증가하였는데 常溫吸水率은 浸漬初期에 그리고 加熱吸水率은 浸漬시간이 경과할수록 古米와 新米間 차이가 컸다.
4. 저장기간이 연장됨에 따라 쌀의 알칼리붕괴도는 높아졌으며 糊凝集性은 감소하는 경향이였다.
5. 쌀가루의 아밀로그램특성 중 最高粘度, 最低粘度, 冷却粘度, breakdown 및 setback은 저장기간이 길어짐에 따라 증가하는 경향이였다.
6. 炊飯後 膨脹容積은 저장기간이 긴 쌀이 짧은 쌀에 비하여 상대적으로 컸으며 溶出固形物量과 요드도色度を 나타내는 吸光率은 저장기간이 길어질수록 감소하였다.

引用文獻

1. 竹生新治郎, 渡邊正造, 杉本貞三, 酒井藤敏, 谷口嘉廣. 1983. 米の食味と理化學的性質の關連. 澱粉科學 30(4): 333-341
2. 한판주, 김영배, 박남규, 이병영, 민용규, 김영상. 1979. 米穀의 밀적밀폐식 貯藏 방법에 관한 연구. 農試研報(농공편) 21: 31-37
3. 한판주, 김영상, 민용규. 1976. 수도 신품종 통일의 저장성 연구. 韓食科誌 8(3):136-140
4. 황보정숙, 이서래. 1976. 통일미의 貯藏에 따른 기호특성 및 지질성분의 변화. 韓食科誌 8(2): 74-79
5. Juliano, B. O. 1985. Criteria and tests for

- rice grain qualities. Rice:Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, pp443-524
6. 김병삼, 박노현, 조길석, 강통삼, 신동화. 1988. 쌀 및 쌀가루 저장중 품질안정성의 비교. 한식과지 20(4): 498-503
 7. 金光鎬, 蔡濟天, 林茂相, 趙守衍, 朴來敬. 1988. 쌀品質의 研究現況, 問題點 및 方向. 韓作誌 33(별호):1-17
 8. 김영배, 이병영, 박남규, 한관주. 1980. 米穀의 농가 간이저장방법에 관한 연구. 農試研報(농기계편) 22: 18-23
 9. 權容雄, 全遇滂. 1991. 벼의 貯藏에 있어 貯藏期間, 倉庫等級 및 搗精度가 밥맛에 미치는 影響. 韓作誌 36(3):271-279
 10. 이병영, 김영배, 손종록, 윤인화, 한관주. 1991. 米穀의 장기貯藏에 의한 품질특성 변화. 韓農·化誌 34(3): 262-264
 11. 李浩鎭, 金泰勳, 全遇滂. 1991. 貯藏米 도정과 포장에 따른 古米化 및 食味변화. 한작지 36(3): 266-270
 12. Matsue, Y., K. Mizuta and T. Yoshida. 1991. Varietal difference in palatability of stored rice. Japan J. Crop Sci. 60(4):537-542
 13. 森高眞太郎, 澤田幸七, 安松克治. 1971. 精白米の脂質含量と貯藏性の關係, 穀類に關する研究(第7號). 營養と食糧 25(2):59-62
 14. 森高眞太郎, 安松克治. 1972. 精白米のSH基と貯藏中の品質變化上の關係, 穀類に關する研究(第10號). 營養と食糧 25(2):59-62
 15. 洪谷直人, 岩崎哲也, 竹生新治郎. 1977. 古米化に伴う米飯, 糊の特性變化における遊離脂肪酸する役割について, 古米化に關する研究(第2報). 澱粉科學 24(3):67-68
 16. Shin, M. G., B. K. Min and D. C. Kim. 1991. Changes in quality characteristics of brown rice during storage. J. Korean Soc. Food Nutr. 20(3): 276-280
 17. 尹仁和, 李秉英. 1990. 쌀 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, pp76-84, 農村振興廳 作物試驗場