

장기저장 미곡의 성분 변화 특성

소규호 · 김영수* · 홍재식* · 정준영 · 조재민**

농업과학기술원, *전북대학교 식품공학과, **충주대학교 식품공학과

Studies on the Change of Components with Long-Term Storage of Paddy

Kyu-Ho So, Young-Su Kim*, Jae-Sik Hong*, Jun-Young Jeong and Jae-Min Cho**

National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, 441-707, Korea,

*Dept of Food Sci. and Tech., Chonbuk National Univ., Chonju, 561-756, Korea

**Dept. of Food Sci. and Tech., Chungju National Univ., Chungju, 380-702, Korea

Abstract

In order to investigate the changes of rice qualities during 4 years storage of paddy stored in warehouse of normal temperature condition. Temperature in warehouse was changed more than 30°C under the influence of average temperature outside of a warehouse. Water content of paddy was not increased over 15%. But, as average temperature in warehouse was gone up 18°C from June to September every years, it was supposed that these periods were to be deterioration of rice quality. On investigation of change in paddy components during the long term storage, reducing sugar, amylose, crude protein were increased 0.24%, 19.23%, 7.02% at entrance time to 0.5%, 20.31%, 7.46% 4 years later, respectively. Max. viscosity, final viscosity and set back value by amylograph were increased 449B.U, 610B.U, 161B.U to 493B.U, 715B.U, 222B.U but breakdown was decreased 125B.U to 76B.U with the increase of storage period. Gel consistency of rice stored was decreased 44.7mm at entrance time to 39.9mm 4 years later. Fatty acid was increased remarkably 4.5KOHmg/100g to 24.4KOHmg/100g. Germination ratio and germ activity of paddy during long-term storage were decreased 97%, 100% to 0%, 0.4%, respectively. With the increase of storage period, contaminated paddy by molds increased and its by bacteria decreased.

Key words : long-term storage, paddy, amylograph, gel consistency, fatty acid, germination ratio, germ activity.

서론

쌀(*Oryza sativa* L.)은 우리나라뿐만 아니라 동남아시아를 비롯한 세계 여러 나라의 주요한 식량자원으로 한번 수확하면 어떠한 형태로든 다음 수확기까지 저장해야할 필요가 있다. 우리나라의 경우 1997년까지 국민 소득의 증가와 식생활의 변화에 따라 축산물, 편이식의 증가로 수요가 감소하여 왔으나 1998년에는 경기 침체에 따라 축산물 소비증가가 둔화되면서 전년에 비해 2.6% 증가한 약 520 만톤이 소비되었다¹⁾. 한편 1996~1997년의 풍작에 의해 자급율

은 105%에 달하였으며 1996년 10월말 4.7%에 불과하였던 쌀 재고는 1998년 10월말에 16%에 달하였다¹⁾. 현재 미곡의 저장은 쌀, 현미, 정조 상태로 저장하고 있는데 특히 정조 상태로의 저장이 가장 효과적인 저장 형태인 것으로 알려져 있으나 정조 저장도 3년이 취반미로의 이용 가능 한계로 추정하고 있다²⁾.

쌀은 저장하면 노화(aging)되는데 쌀의 노화는 쌀의 물리적 특성과 화학적 특성의 변화를 포함하는 자연적 현상으로 성분들의 변화뿐만 아니라 성분간의 상호작용이 발생하게 된다. 저장 중 쌀 성분의 변화는 주성분 중 특히 지방의 변화가 가장 먼저 일어나고, 다음 전분의 변화와 함께 단백질의 변화가 진행되며

Corresponding author : Kyu-Ho So

묵은 쌀의 배유 즉 전분조직은 저장 중 결정의 결합강도가 증가되며 이에 따라 취반시 전분의 팽윤이 억제되어 밥의 물성에 영향을 준다고 하였다³⁾. 또한 Shibuya 등⁴⁾에 의하면 미곡을 저장하면 고미취가 나타나는데 이는 미곡 중 소량으로 존재하는 지질의 주도적 역할에 의해서 발생되며 지질의 가수분해 및 산화반응에서 시작하여 지질산화물과 단백질과의 반응, 지방과 전분과의 반응 등에 의하여 진행되며 여기에서 발생하는 고미취의 주 성분은 휘발성 carbonyl 화합물인 hexanal 및 pentanal 등의 고급 aldehyde라고 보고하였다.

한편 최근 국내에서 미곡 저장에 대한 연구는 저장 중 미곡의 성분 변화에 대한 연구^{5,6)}가 대부분으로 특히 저장기간이 비교적 단기간에 한정되어 있으며 장기 저장 중 미곡의 성분 변화에 대한 연구는 이 등⁷⁾과 신 등⁸⁾의 연구 이외에는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 4년간의 미곡 저장중의 성분 변화를 구명하여 합리적인 장기 저장방법을 위한 기초적 자료를 제공하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 재료 및 저장방법

실험에 사용한 미곡은 경기도 일원에서 재배된 1989년산 동진벼를 수확 직후 40kg씩, P.P(polypropylene) 마대에 포장하여 50가마를 사용하였다. 저장 창고의 형태는 상온 일반창고(1급 창고)에 정부양곡관리 저장방법⁹⁾에 따라 정조 상태로 42개월간 저장하였다.

2. 온도 및 습도의 측정

외부온습도는 중앙기상대 농업기상관측소의 자료를 이용하였으며 창고내 온도 및 습도는 자기온습도계로 측정하였다.

3. 일반성분 분석

쌀의 일반성분은 실험실용 도정기(Stake Whitener, MCM-250)을 사용하여 10분도로 도정한 백미를 Wiley mill로 분쇄한 후 100mesh 표준체를 통과시켜 분석에 사용하였다. 수분, 조단백, 조지방 등은 A.O.A.C¹⁰⁾에 준하여 분석하였으며 저장중 환원당의 변화는 DNS법¹¹⁾에 따라 정량하였다. 알칼리도의 측정은 이 등⁷⁾의 방법에 따라 미분을 알칼리로 분해시키고 H₂SO₄로 적정하여 미분 1g을 알칼리로 처리할 때 소비되는 0.1N NaOH의 ml로 표시하였다.

4. 아밀로오스 함량 및 호화응집성(Gel consistency)의 측정

아밀로오스 함량 측정은 Juliano¹²⁾의 방법에 준하여 다음과 같이 수행하였다. 즉 100mesh로 분쇄한 쌀가루 100mg에 95% ethanol 1ml와 1N-NaOH 9ml를 넣고 100℃에서 10분간 호화시킨 후 냉각시켜 증류수를 가하여 100ml로 보정하였다. 다음, 5ml를 취하여 1N acetic acid 1ml와 iodine 용액 2ml를 가하여 다시 100ml로 한 다음, 실온에서 20분간 방치하고 620nm에서 흡광도를 측정하여 표준시료로부터 값을 환산하여 조사하였다. 이 때 표준시료는 potato amylose와 amylopectin(Sigma Co., USA)사용하였다. 호화응집성은 Cagampang 등¹³⁾의 방법에 따라 분쇄 쌀가루 100mg과 120mg을 각각 5반복 칭량한 후 $\phi 13 \times 100$ mm의 시험관에 넣고 0.025% thymol blue 0.2ml를 넣은 다음 0.2N KOH 2ml를 가하여 5초간 혼합하고 즉시 8분간 boiling하였다. 다음 실온에서 5분간 방치한 후 20분간 얼음물에서 냉각한 다음 시험관을 180°로 눕혀 30분 후 겔이 흐르는 길이를 측정하였다.

5. Amylography에 의한 호화 특성

Bhattacharya 등¹⁴⁾의 방법을 보완하여 다음과 같이 수행하였다. 10% 쌀가루 현탁액을 Viscography-E(Brabender amylography, Germany)를 이용, 30℃부터 분당 1.5℃씩 상승시켜 95℃까지 가열하였다. 이 온도에서 10분간 유지시킨 다음 다시 분당 1.5℃씩 하강시켜 30℃까지 냉각하면서 호화개시 온도, 최고점도(P), 95℃에서의 점도(H), 50℃로 냉각시의 점도(C)를 측정하여 breakdown은 P-H, setback은 C-P, total setback은 C-H에 의해 계산하였다.

6. 미생물상의 변화

저장중 미곡의 미생물상 변화는 저장미를 도정한 후 현미 분말로 조제하여 평판희석배양법¹⁵⁾에 따라 계수(CFU/g)하였다. 조사한 미생물은 세균과 사상균으로 세균 계수용 배지는 plate count agar(tryptone 5g, yeast extract 2.5g, dextrose 1g/l, pH 7.0, Agar 1.5%)를 사상균 계수용 배지는 PDA(potato 200g, dextrose 20g/l, pH 5.6)를 사용하였다.

7. 발아율 및 배아활성

발아율은 한 등¹⁶⁾의 방법을 참조하여 petri-dish에 여과지를 넣은 후 정립 100립을 넣고 멸균수 10ml를 가하여 24℃에서 7일간 발아시킨 후 발아립의 수를 세어 조사하였다. 배아활성은 현미에 0.25% 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride 용액을 처리하여 25℃에서 24시간 암소 배양한 후 선흥색의 배아가 붙은 현미립의 수를 세어 배아활성율로 하였다.

결과 및 고찰

1. 온도 및 습도의 변화

장기저장 미곡의 고내온도는 외기온도의 영향을 받아 계절별로 40℃ 정도의 큰 변화를 보였으며 이에 따라 곡온의 변화도 심하게 나타나 매년 12월부터 이듬해 2월까지의 평균 3~5℃의 저온을 나타내었으며 하절기인 7~8월에는 평균 21~25℃였다. 저장 현미의 수분함량이 14% 이하로 유지되고 고내 상대습도가 70~80%를 연중 유지하고 있는 점을 고려할 때 6월에서 9월까지 1년중 1/3이나 되는 4달 동안 미곡의 품질 저하가 우려된다.

수분은 미곡의 품질에 영향을 미치는 가장 큰 요인 중 하나로 식품에 함유된 전체 수분 함량보다는 평형 상대 습도인 수분 활성이 식품, 특히 건조 식품의 품질 변화와 저장 안정성에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 알려져 있다¹⁷⁾. 또한 Hiros¹⁸⁾는 미곡 저장의 가장 중요한 인자는 저장고 내의 상대습도와 미곡의 수분함량이며 이는 외기의 영향을 받고 수분함량이 14.5% 이하이면 삼투압의 영향으로 미립에 사상균의 번식이 곤란하다고 보고하였다. 본 실험 결과 미곡의 수분함량은 고내 상대습도등 환경여건에 따라 영향을 받아 Fig. 1에서와 같이 하절기인 6~9월 중 미곡의 수분함량이 14% 내외로 높았고 2~5월 중 수분함량

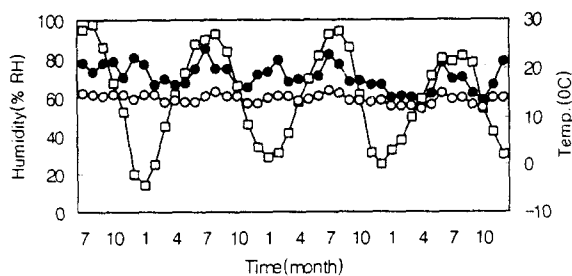


Fig. 1. Changes of temperature and relative humidity in warehouse and water content of paddy during long term storage. ○, water content of paddy; ●, relative humidity in warehouse; □, temperature in warehouse.

은 상대적으로 낮게 조사되었다. 한편, 저장 중 수분함량이 15% 이상으로 증가한 시기는 없었으나 하절기 중 온도와 습도의 상승과 함께 수분함량도 상대적으로 증가하여 미곡의 품질 저하를 초래할 수 있을 것으로 생각된다.

2. Amylose 및 환원당의 변화

저장기간 중 환원당의 변화는 Fig. 2와 같이 입고시 0.24%에서 4년 저장후 0.5%로 증가하였다. 일반적으로 곡류의 장기 저장시 환원당과 총당의 함량은 상대습도와 온도에 큰 영향을 받으며¹⁹⁾ 환원당은 저장 초기에 증가하다가 감소하는 경향을 보이는 것으로 보고²⁰⁾되어 있다. 그러나 이 등⁷⁾에 의하면 미곡의 장기저장 경우 저장기간이 길어질수록 환원당 함량이 증가하는데 이는 미곡 중의 amylase의 작용에 기인한 것으로 미곡 저장 중 amylase에 의하여 환원당이 생성되며 생성된 환원당은 자가호흡에 의해 소비되는데 호흡에 의해 소비되는 양보다 생성, 축적되는 당의 함량이 상대적으로 많았기 때문이라고 보고하였다.

한편 미곡 중의 아밀로오스는 밥의 품질을 결정하는 중요한 인자 중 하나로, 일반적으로 멥쌀의 아밀로오스 함량은 17.4~20.0%이며, 아밀로오스 함량에 따라 0~5% 찹쌀(waxy), 5~12%는 아주 낮은 아밀로오스, 12~20%는 저아밀로오스, 20~25%는 중간 아밀로오스, 25% 이상이면 고아밀로오스로 분류되는데²¹⁾ 우리나라 사람들은 아밀로오스 함량이 낮은 미곡을 선호하는 것으로 보고²²⁾되었다. 본 실험 결과 아밀로오스 함량은 저장기간이 길어짐에 따라 경시적인 증가를 나타내어 입고시 19.23%에서 3년 후 20.06%, 4년 후 20.31%로 약간 증가되었다. 본 실험 결과는 한 등¹⁷⁾에 의하면 저장기간이 길어질수록

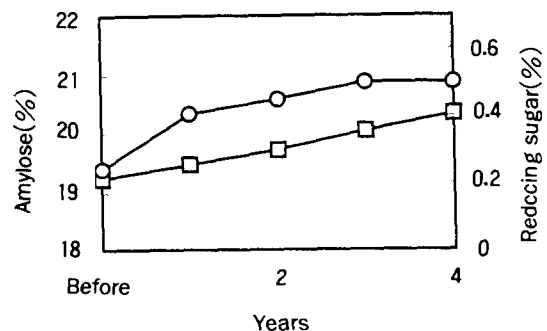


Fig. 2. Changes of amylose and reducing sugar contents of paddy during the long term storage. ○, content of reducing sugar; □, content of amylose.

아밀로오스의 함량이 약간 증가한다고 보고한 결과와 일치하였으나 고 등²³⁾과 박²⁴⁾의 저장기간이 길어짐에 따라 아밀로오스 함량이 다소 감소하였다는 보고와는 차이를 나타내었는데 이는 저장조건의 차이에서 기인한 것으로 생각된다.

3. 지방산도 및 조단백 함량 변화

저장 중 조단백 함량은 Fig. 3과 같이 입고시 7.02%, 3년 후 7.39%, 4년 후 7.46%로 약간 증가하였다. 한 등¹⁶⁾에 의하면 저장기간 중 수용성 단백질의 함량은 약간 증가한다고 보고한 결과와 거의 일치하였다. 일반적으로 단백질 함량은 식미와 부의 상관관계로 단백질 함량이 낮은 것이 밥맛이 좋다고 알려져 있다²⁵⁾.

한편 지방산도는 입고시 4.5KOHmg/100g에서 2년 후 21.5KOHmg/100g로 급격히 증가하였으며, 4년 후에는 24.5KOHmg/100g에 달하였다. 미곡 저장중 품질의 열화를 일으키고 묵은 쌀의 냄새를 생성하는 유리지방산에 의한 변패의 척도인 지방산도는 저장중 지질의 산화에 의해 증가한다고 하였으며³⁾, 김 등²⁶⁾은 저장미의 품질에 가장 큰 영향을 미치는 인자중의 하나는 지방질로 저장중 쌀의 지방질 가수분해 효소와 자동산화에 의한 각종 가수분해물 및 산화물의 증가가 나타나는데 결합지질보다는 유리 지질의 변화가 더 심하고 n-hexanal 등의 카보닐 화합물에 의한 고미취가 발생한다고 보고하였다. 일반적으로 지방산도가 미곡 100g 중에서 KOH 적정치 20 KOHmg/100g 이상으로 높아지면 고미취의 우려가 큰 것으로 알려져²⁷⁾ 있는데 윤 등²⁸⁾은 2년 저장시 23.4KOHmg/100g, 3년 저장시 30.8KOHmg/100g으로 증가함에 따라 적절한 미곡의 기간을 3년 이내라고 보고하였다. 한편 본 실험결과 2년 후 21.5KOHmg/100g, 4년 후에는 24.5KOHmg/100g로 증가하여 윤 등²⁸⁾의 결과와는 다소 차이가 있으나 저장기간이 길어질수록 고미취가 진행되고 있음을 알 수 있었다.

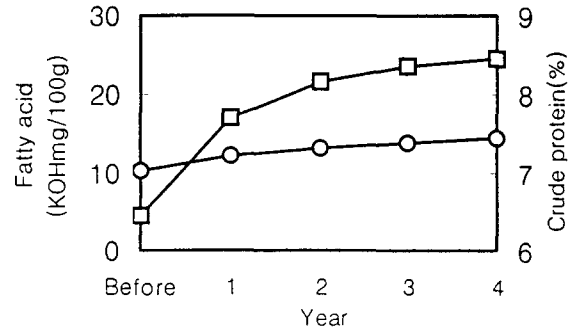


Fig. 3. Changes of fatty acid and crude protein content of paddy during the long term storage. ○, content of crude protein; □, fatty acid.

4. Amylogram 및 호화 응집성(gel consistency) 변화

저장미곡의 amylogram 특성을 조사한 결과는 Table 1과 같이 저장 기간이 길어짐에 따라 최고 점도와 최종 점도는 입고시 각각 449B.U, 610B.U에서 3년후 484B.U, 692B.U, 4년후 493B.U, 715B.U로 높아졌다. 한편 가공 중 안정도를 나타내는 지표로 사용되는 breakdown은 입고시 125B.U에서 3년 후 79B.U, 4년 후 76B.U로 낮아졌다. 또한 노화의 정도를 나타내는 setback의 경우 입고시 161B.U에서 4년 후 222B.U로 높아졌다. 김 등²⁸⁾은 미곡 저장중 아밀로그래프 특성을 조사한 결과 최고점도가 저장기간 중 증가하였으며 이는 저장 중 α -amylase의 감소에 기인한 것으로 보고하였다. 그러나 Yasumatsu 등²⁹⁾은 저장중 중성지질의 가수분해에 의해 유리지방산이 생성되어 쌀전분의 팽윤현상이나 호화작용을 억제하였기 때문에 최고점도가 증가하였다고 보고하였다. Shoji 등³⁰⁾은 장기저장시 전분 자체의 변화와 함께 최고점도가 감소한다고 보고한 바 있어 본 결과와 다소 차이를 나타내었다. 한편 저장미의 호화응집성(gel consistency)의 변화를 검토한 결과, 입고시

Table 1. Amylogram and gel consistency characteristic of rice flour during long term storage

(unit: B.U)

| Time | Max. viscosity | Break down | Set back | Final viscosity | Gel consistency(mm) |
|------------------|----------------|------------|----------|-----------------|---------------------|
| At entering time | 449 | 125 | 161 | 610 | 44.7 |
| A year after | 475 | 115 | 162 | 637 | 42.3 |
| 2 years after | 484 | 95 | 175 | 659 | 41.1 |
| 3 years after | 484 | 79 | 221 | 692 | 40.5 |
| 4 years after | 493 | 76 | 222 | 715 | 39.3 |

44.7mm에서 2년 후 41.1mm, 4년 후 39.9mm로 감소하였다. 미곡의 점성을 나타내는 지표인 호화응집성은 Cagampang 등¹³⁾에 의하면 가공 및 식미에 영향을 주는 인자로 주로 높은 setback 값과 hard gel 특성간의 상관관계를 가지며 호화응집성의 차이는 일차적으로 쌀의 아밀로오스 함량과 관계가 있으며 그 다음으로 amylopectin의 분자량과 상관관계가 있는 것으로 보고한 바 있다. 또한 김 등³¹⁾은 gel의 홀러간 길이가 61~100mm면 soft, 41~60mm면 medium, 26~40mm면 hard로 구분하고 호화응집성이 연한 (soft) 쌀의 밥맛이 더 좋다고 보고한 바 있는데 본 실험결과 저장기간이 길어짐에 따라 밥맛이 감소됨을 알 수 있었다.

5. 발아율 및 배아활성의 변화

Table 2는 저장중 미곡의 발아율 및 배아활성을 조사한 결과로 저장기간이 길어짐에 따라 발아율과 배아활성이 감소하여 입고시 발아율과 배아활성이 각각 97%와 100% 였으나 저장 2년 후 15%와 83%로 급격한 감소를 보였고, 저장 3년째에는 각각 0%와 4.2%로 발아율과 배아활성이 거의 없는 것으로 나타났다. 이 등⁷⁾은 미곡의 장기저장에 의한 품질특성 변화의 연구에서 발아율은 저장기간이 길어짐에 따라 감소하였는데 저장 1년과 2년은 각각 97%, 93%로 큰 차이가 없으나 3년 후에 85%로 저하되었으며 저장 4년후에는 32%로 떨어져 입고시보다 3배나 낮았으며 저장기간이 3년 이상이면 벼의 활력이 저하되어 생명력도 상당히 상실되었다고 보고한 바 있다. 한편 발아율과 배아활성의 관계에 있어서 저장 2년미의 발아율은 15%로 급감하여 2년, 4년 저장미의 구분이 어려우나, 배아활성의 경우는 3년, 4년미에서도 활성 저하의 변화를 확인할 수 있었다.

6. 저장중 미생물 분포

Table 3은 장기저장 중 미곡에 착생한 미생물상의 변화를 조사한 결과로 저장기간이 길어짐에 따라 전체적으로 세균수는 감소하고 사상균의 수는 증가하는 경향이였다. 특히 사상균의 경우 저장 2년째 3배 이상으로 증가하였으며 4년 후에는 약 10배 이상 증가하였다. 일반적으로 곡류 저장중 변질미의 주요 원인 중의 하나는 미생물에 의한 변질로, 세균과 사상균이 주로 관여하는데 특히 사상균의 경우 저장미의 품질 및 위생을 해치는 중요한 원인으로 우리나라 변질미는 주로 *Aspergillus glaucus*등과 같은 내건성 곰팡이에 의한 것으로 보고³²⁾되어 있다. 한편 세균의 경우

Table 2. Changes of germination ratio and germ activity of paddy during long-term storage

| Time | Germination ratio(%) | Germ activity (%) |
|------------------|----------------------|-------------------|
| At entering time | 97 | 100 |
| A year after | 42 | 91.3 |
| 2 years after | 15 | 83 |
| 3 years after | 0 | 4.2 |
| 4 years after | 0 | 0.4 |

Table 3. Changes of microflora of paddy during long term storage (CFU/g)

| Time | Bacteria | Mold |
|------------------|--------------------|---------------------|
| At entering time | 6.52×10^4 | $1.0^2 \times 10^3$ |
| A year after | 5.21×10^4 | 3.74×10^3 |
| 2 years after | 4.52×10^4 | 4.81×10^3 |
| 3 years after | 3.70×10^4 | 6.72×10^3 |
| 4 years after | 2.83×10^4 | 1.50×10^4 |

에는 Fig. 1에서 나타난 것과 같이 저장 미곡의 평균 수분함량이 15% 이하로 유지되어 착립세균이 감소한 것으로 생각된다.

요 약

미곡의 장기저장에 따른 이화학적 특성의 변화를 조사하여 효율적인 저장방법을 구명하기 위한 기초적 자료를 제공하기 위해 4년간 조곡상태의 미곡 50가마니를 상온 창고에서 저장하면서 성분 변화를 조사하였다. 고내 온도의 변화는 계절에 따라 35℃ 정도였다. 미곡의 수분함량은 저장기간 동안 15% 이상으로 증가한 적이 없어 비교적 안전하였으나 곡온이 18℃ 이상 유지되는 매년 6월부터 9월까지의 4개월 동안은 고내 습도의 상승과 함께 미질 저하를 일으킬 수 있는 저장 위험 기간이었다. 저장기간 중의 환원당, amylose 함량, 조단백의 변화를 조사한 결과 각각 입고시 0.24%, 19.23%, 7.02%에서 4년간 저장후 각각 0.5%, 20.31%, 7.46%로 증가하는 경향이였다. 저장미의 amylogram 특성을 조사한 결과 저장 기간이 길어짐에 따라 최고 점도, 최종 점도 및 setback은 입고시 각각 449B.U, 610B.U, 161B.U에서 4년 후 493B.U, 715B.U, 222B.U로 높아졌다. 반면에 Breakdown은 입고시 125B.U에서 4년 후 76B.U로 낮아졌다. 저장미의 호화응집성 (gel consistency)은 입고시 44.7mm에서 4년후 39.9mm로 감소하였으며 지방산도는 입고시 4.5KOHmg/100g에서 4년

저장후 각각 24.4KOHmg/100g로 증가하였다. 배아율과 배아활성은 각각 97%, 100%에서 4년 후 각각 0%, 0.4%로 감소하였다. 한편 미곡에 착생한 미생물상의 변화를 조사한 결과 저장기간이 길어짐에 따라 세균 착생립수는 감소하고 곰팡이의 착생립수는 다소 증가하는 경향이였다.

참고문헌

1. 한국농촌경제 연구소 : 1999년 농업전망, 38~47 (1999).
2. 윤인화, 이병영 : 품질향상을 위한 수확후 관리기술. 국제 경쟁력 향상과 소비자 기호에 맞는 쌀 품질고급화 및 다양화개발, 농진청, 작물시험장, 수입개방 대책 심포지움, 45, 76~79 (1990).
3. Moritaka, S. and Yasumatsu, K. : Studies on cereals. X. The effect of sulfhydryl groups on storage deterioration of milled rice, *Elyo To Shokuryo*, 25, 59~62 (1972).
4. Shibuya, N., Iwasaki, T., Yanase, H. and S.S. Chikubu : Studies on deterioration of rice during storage, *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 21 5799-5803 (1974).
5. 조은자, 김성곤 : 현미와 백미의 저장중 이화학적 성질의 변화, *한국농화학회지*, 33(1), 24~33 (1990).
6. 김성곤, 조은자 : 백미의 저장온도에 따른 이화학적 성질의 변화, *한국농화학회지*, 36(3), 146~153 (1993).
7. 이병영, 김영배, 손종록, 윤인화, 한관주 : 미곡의 장기 저장에 의한 품질 특성 변화, *한국농화학회지*, 134(3), 262~264 (1991).
8. Shin, M.G., Min, B. K. and Kim, D. C. : Change in quality characteristic of brown rice during storage, *J. Korea Soc. Food Nutr.*, 20(3), 276~280 (1991)
9. 농림부(양곡관리과) : 정부양곡관리 저장방법 (1994.3)
10. A.O.A.C : Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. (1984).
11. 福井作藏 : 還元糖の定量法, *化學と生物*, p.39~41 (1965).
12. Juliano, B. O. : A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Sci. Today*, 16, 334~338 (1971).
13. Cagampang, G. B., Perez, C. M. and Juliano, B. O. : A gel consistency test for eating quality of rice, *J. Sci. Food Agri.*, 24, 1589~1595 (1973).
14. Bhattacharya, K. R. and Sowbhagya, C. M. : Pasting behavior of rice, A new method of viscosography, *J. Food Sci.*, 44, 797~806 (1979).
15. 보건복지부 : 식품공전 (1988).
16. 한관주, 김영배, 박남규, 이승영, 민용규, 김영상 : 미곡의 밀적밀폐식 저장방법에 관한 연구, *농시보고(원예, 농공)*, 21, 31~37 (1979).
17. Labuza, T. P. : Properties of water as related to the keeping quality of food, Proc. 3rd int. Cong., *Food sci. and Tech. SOS*, 70, 618~624(1971).
18. Hiros, N. : Studies on the relation between the moisture content of rice and relative humidity, *Report of the Food Research Institute*, 10, 41~51 (1995).
19. Saio, K., Nikkun, I., Ando, Y., Otsuru, M., Terauchi, Y. and Kito, M. : Soybean quality changes during model storage studies, *Cereal Chem.*, 57(2), 77~83 (1980).
20. Jung, Y. H., Chun, S. S. and Kim, M. N. : Kinetic studies on the changes of glucose from the rice stored at virious water activities and fluctuating temperature condition, *Bulletin of Pusan Women's Uni.*, 34, 403~409 (1992).
21. Juliano, B. O. : Rice starch properties and grain quality, *Denpun Kagaku*, 39, 11~17 (1992).
22. 김정옥, 최차란, 신말식, 김성곤, 이상규, 김왕수 : 쌀전분질의 노화에 수분 함량과 저장온도가 미치는 영향, *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 28(3), 552~557 (1996).
23. 고영덕, 최옥자, 박석규, 하회숙, 성낙계 : 저장조건에 따른 쌀전분의 이화학적 성질 변화, *Korean, J. Food Sci. Technol.*, 27(3), 306~312 (1995).
24. 박양균 : 동진벼와 삼강벼 전분의 호화 및 산처리특성, 전남대학교, *박사학위논문* (1989).
25. Choi, H. C., Cho, S. Y. and Kim, K. H. : Varietal difference and environmental variation in protein content and/or amino acid composition of rice seed. *Korean J. Crop Sci.*, 35(5), 379~386 (1990).
26. 김영배, 한원남, 유태종 : 쌀바구미와 곰팡이가 저장미의 품질에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 17, 399-402 (1985).
27. 農林省 食糧研究所 : 米の品質利用 (1969).
28. Kim, Y. B. and Cho, D. H. : Types of deterioration of storage rice in Korea and Identification of the causitive microorganisms(II), *J. Korean Agri. Chem. Soci.*, 17(1), 54~62 (1973).
29. Yasumatsu, K., Moritaka, S. and Karimura, T. : Fatty acid composition of rice lipid and ther changes during storage, *Agri. Biol. Chem.*, 28, 257~262 (1964).
30. Shoji, I. and Kurasawa, H. J. : *Home Economics*, Japan, 32, 350~355 (1981).
31. 김병삼, 박노현, 조길석, 강통삼, 신동화 : 쌀 및 쌀가루 저장중품질 안정성의 비교, *한국식품과학회지*, 20(4), 498~503 (1988).
32. Kim, K. H., Koo, J. Y., Hwang, D. Y. and Kong, W. S. : Varietal and environmental variation ogf gel consistency of rice flour, *Kor. J. Crop Sci.*, 38 (1), 38~45 (1993).

(1999년 9월 13일 접수)