

정조 함수율 및 저장온도에 따른 쌀 품질 특성변화

최윤희*[†] · 정응기* · 정진일** · 김덕수* · 김선림* · 김정태* · 이춘기* · 손종록*

*농촌진흥청 작물과학원, **작물과학원 영남농업연구소

Effects of Moisture Contents of Rough Rice and Storage Temperatures on Rice Grain Quality

Yoon-Hee Choi*[†], Eung-Gi Jeong*, Jin-Il Choung**, Deog-Su Kim*, Sun-Lim Kim*, Jung-Tae Kim*, Choon-Gi Lee*, and Jong-Rok Son*

*National Institute of Crop Science, RDA, Suwon 441-857, Korea

**Yeongnam Agricultural Research Institute, NICS, RDA, Milyang 627-803, Korea

ABSTRACT This study was carried out to investigate the relationship between each quality characteristics and changes of grain quality according to storage temperature and moisture contents of rough rice of Dongjin 1 and Sindongjinbyeo. Respiration rate of rough rice and fat acidity of brown rice were increased with moisture contents of rough rice and storage temperature. Germination rate of rough rice was the highest at 17~18% moisture contents of rough rice stored at low temperatures for 12 months. Germination rate of the stored at low temperature after 16 months was up to 80% however the rate of 13~14% moisture contents of rough rice stored at room temperature was severely decreased to below the 10%. Gloss value of cooked rice was increased with moisture contents of rough rice and the lower storage temperature. Fat acidity of brown rice was lower in Sindongjinbyeo than Dongjin 1 at the lower storage temperature. Sensory score of cooked rice of Sindongjinbyeo which stored at low temperature for 16 months was better than Dongjin 1 and excellent at 17~18% moisture contents of rough rice. Correlations between sensory score of cooked rices and color b value of brown rice, gloss value of cooked rice and color L value of brown rice were significant 0.731**, 0.625*, and 0.615*, respectively, and were also positively significant correlated with break down, peak viscosity, pasting temperature, and fat acidity of brown rice -0.864**, -0.795**, -0.786**, and -0.779**, respectively.

Keywords : rough rice, moisture content, storage temperature, quality

벼는 수확시기가 일정하고 식량으로서 연중 공급하기 위해 중·장기 저장이 필요하다. 벼로 저장하는 방법은 오래전부터 우리나라를 비롯한 중국, 동남아시아, 미국 등에서 실시하여 왔다. 벼는 구조상 왕겨로 덮여 있어 물리적 장해를 적게 받고, 해충으로부터 보호막 형태를 이루고 있기 때문에 품질 보존상 매우 유리하여 장기저장용으로 적당한 방법이라 할 수 있다(김 등, 2005).

벼는 수확후에도 생명활동을 지속하기 때문에 수확 후 저장 중 호흡작용에 의해 각종 효소적 변화가 진행하며 산화 및 저장양분의 분해가 계속되어 생명력은 점차 저하해가고 양적, 질적 손실을 초래하며 상품성을 잃게 된다. 벼의 호흡 작용에는 여러 요인이 작용하지만 그 중에서 온도와 함수율의 영향이 지배적이다. 수확된 물벼는 건조 후 사일로 또는 창고에서 수개월 이상 마대 등에 낱으로 저장되는데 이 사이의 벼 품질은 저장기간과 온도, 벼의 수분함량에 의해서 변동된다(김 & 김, 2004 ; 石谷 & 大坪, 1995). 수확된 물벼의 수분함량은 24%정도로 수분 18% 수준으로 건조시킨 다음 20℃ 준저온 조건에서 저장할 경우 20일정도는 저장이 가능하다. 수분 18%정도의 벼는 20℃에서도 상당수준 호흡열을 발산하기 때문에 곡온이 올라가서 에틸렌 생성 및 효소활성 증대와 곰팡이발생 등으로 급격히 쌀 품질 및 식미의 저하가 우려된다(최, 2003). 벼의 함수율은 도정, 식미와 밀접한 관계가 있는데, 벼를 기계적으로 껍질을 제거하여 가식할 수 있는 상태로 가공하기 위한 정도를 갖는 수분함량은 17~18% 정도이며, 함수율이 높은 상태로 저장할수록 도정 후 백미의 수율이 증가하게 된다(김 & 김, 2004).

[†]Corresponding author: (Phone) +82-31-290-6794
(E-mail) chyhe7@rda.go.kr

미국의 저장에 관련된 지금까지 연구 중 정조 함수율이 저장 중 쌀 품질에 미치는 영향에 관한 연구는 극히 제한(Houston *et al.*, 1957; 김 & 김, 2004) 되어 있다. 따라서 본 연구에서는 수확 후 정조의 함수율에 따른 저장 중 쌀 품질변화를 구명하고자 정조 함수율을 달리하여 상온 및 저온에 저장하였다. 저장기간 경과에 따른 발아율, 지방산도, 수분함량, 밥맛, 현미색도, 호화개시온도 등의 변화를 조사·분석하고 품질 특성간의 상관성을 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 저장

시험재료는 호남농업연구소에서 생산된 동진1호, 신동진벼를 함수율 13~14, 15~16, 17~18%가 되도록 음건한 후 40 kg씩 P.P마대에 포장하여 창고(상온)와 저온저장고에 2003년 11월부터 2005년 3월까지 16개월간 저장하면서 시험 재료로 사용하였다.

호흡율

Sugiyama *et al.*(1965)의 방법을 응용하여 정조 1 kg과 2N-KOH 25 ml를 비이커에 담아 데시케이터 안에서 일정시간(1~2일)을 경과하였다. 일정시간 후 CO₂가 포집된 2N-KOH용액을 250 ml mess flask에 옮긴 후 10% BaCl₂ 10 ml를 가하여 잘 흔든 다음 증류수로 정용하여 방치한 후 상등액 50 ml를 취하여 0.2N-HCl로 적정한 다음 CO₂ mg/kg·hr로 환산하였다.

발아율

발아율은 정조 100립을 1% sodium hypochlorite용액에 2시간 침지하여 소독한 다음 petri dish에 여지를 깔고 증류

수 30 ml를 가하여 25°C 항온기에서 10일간 발아시키어 2 mm이상 자란 것을 계수하여 발아율로 나타내었다(한 등 1996).

밥의 윤기치, 현미 지방산도 및 수분함량

정미기(Toyo Rice Cleaning, MC-90A, Tokyo)를 사용하여 91%로 정미한 백미 33 g을 취하여 Toyo 식미계(MIDO Meter, MA-90B, Tokyo, Japan)를 이용하여 밥의 윤기를 측정하였다. 지방산도 측정을 위하여 40 mesh로 분쇄한 현미 분말 10 g을 취하여 AOAC(1996)의 방법에 준하여 benzen으로 추출하고 alcohol-phenolphthalein용액으로 용해시킨 후 KOH 표준용액(0.0178N)으로 적정하여 KOH mg/100 g dry matter로 환산하였고, 수분함량은 단립수분측정기(PQ-510, Kett)를 이용하여 100립에 대하여 조사하였다.

색도, 호화개시온도 및 식미 관능평가

현미색도는 colormeter(Color JS555, color techno system Co. Japan)를 이용하여 현미의 L, a, b값을 측정하였다. 호화개시온도는 100mesh로 분쇄한 백미분말 3 g을 Rapid visco analyser(RVA-4, Newport Sci, Australia)를 이용하여 측정하였다. 식미관능평가는 10분도로 도정한 백미를 30분 침지한 후 수분함량 15% 기준으로 하여 중량비로 1.2배의 물을 가하여 전기밥솥에 취반한 후 훈련된 패널요원 12명에 의하여 7점(-3 ~ +3) 척도로 평가하였다.

결과 및 고찰

상온 및 저온저장고 온·습도변화

정조의 함수율과 저장온도에 따른 온·습도의 변화는 Fig. 1과 같았다. 저장기간 동안 상온저장고내 평균온도가 15°C

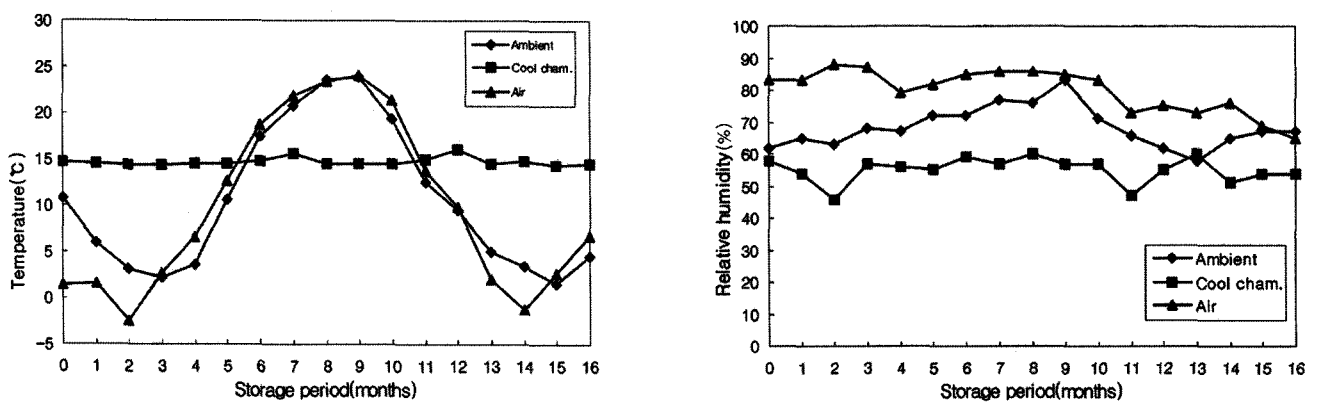


Fig. 1. Changes in temperature and relative humidity of ambient and cool chamber during storage period.

이상 된 기간은 저장 후 6~10개월로 5~9월 사이의 기간이었으며, 20℃ 이상을 나타낸 기간은 저장 후 7~9개월로 6~8월의 하계 3개월간이었다. 상온저장고내 온도와 외기온의 차이를 계절별로 보면 동계가 0.5~5.7℃로 가장 컸으며 하계에는 0.1~0.2℃로 작았고, 춘계에는 1.3~2.9℃, 추계에는 0.4~2.0℃이었다. 상온저장고가 창고형태이기 때문에 동절기에는 외기온보다 높았으나 하절기에 외기온과 온도차가 크지 않았다. 한편, 저장기간 동안 평균 상대습도는 외기가 79.9%(65~88%)로 가장 높았고, 상온저장고가 68.3%(58~83%), 저온저장고가 55.1%(46~60%)로 가장 낮았다. 상온저장고의 상대습도가 70% 이상을 나타낸 기간은 저장 후 5~10개월인 4~9월의 춘계와 하계에 이르는 기간으로 이 기간에 제습에 의한 습도조절이 행해진다면 품질유지에 효과가 있을 것으로 판단되었다. 김 등(2005)은 품질 손상을 방지하기 위해서는 온도 15℃, 상대습도 65% 이하를 최적 저장조건으로 하고 있으며 대부분의 곰팡이균은 상대습도 70% 이상일 때 발생하므로 곡온이 27℃인 경우 곡물의 함수율이 13.5% 이내에 있지 않는 한 안전하지 못하다고 하였다.

호흡율 변화

정조의 함수율과 저장온도에 따른 호흡율의 변화는 Fig. 2와 같았다. 동진1호와 신동진벼 모두 저장기간이 증가함에 따라 호흡율도 서서히 증가하다가 외기온의 상승폭이 큰 이듬해 4월 이후는 급격히 증가하였다. 함수율이 많을수록 호흡율도 높았으며 저온저장이 상온저장에 비하여 약간 높은 함수율을 유지하였다. 온도가 높고 수분함량이 높을수록 호흡이 왕성하게 되고 곡온상승과 수분함량의 증가가 일어나

성분이 소모되며(石谷 & 大坪, 1995), 벼 수확 후 호흡작용에는 여러 요인이 작용하지만 온도와 함수율의 영향이 지배적(김 등, 2004)이라고 하였다. 본 시험에서는 함수율에 따른 호흡율의 차가 온도에 의한 차보다 컸으며 동진1호는 상온저장시 5월이후 함수율에 따른 호흡율의 차이가 없었다. 또한 김 등(1998)은 벼의 함수율이 높거나 곡온이 높으면 호흡작용이 왕성해지는데, 호흡으로 인해 발생된 열과 수분은 곡온 및 함수율을 증가시켜 호흡온도가 급격하게 증가하며, 벼의 함수율 증가에 따른 호흡속도는 지수 함수적으로 증가하였다고 보고하였다.

발아율 변화

정조 함수율과 저장온도별 발아율변화는 Fig. 3에서와 같다. 저온에서는 함수율에 상관없이 16개월 저장 후에도 큰 변화없이 90% 이상을 유지하였으나 상온에서는 하절기 경과 후 큰 폭으로 감소하였다. 상온저장에서는 함수율이 높을수록 발아율이 높게 유지되어 14개월 후인 익년 1월에 정조 함수율 17~18%에서 동진1호가 40%, 신동진이 36%이었으나 함수율 13~14%에서는 동진1호가 21%, 신동진이 19%로 낮아졌다. 함수율 17~18%에서 발아율 60% 이상을 유지한 기간은 동진1호가 12개월, 신동진이 10개월이었으며 함수율 15~16%에서는 동진1호와 신동진 모두 10개월이었다. 13~14%에서는 동진1호, 신동진 모두 8개월로 함수율이 낮은 13~14%에서는 발아율이 가장 낮았고, 60% 이상 발아율을 유지하는 기간도 짧았다. 상온(1.5~28.7℃)에서 정조 함수율 11.2~16.5%로 21℃와 32℃에 저장한 경우 발아율은 저장기간이 경과함에 따라 감소하였고, 또한 32℃ 저장에서는 함수율이 많을수록 발아율은 감소하였다

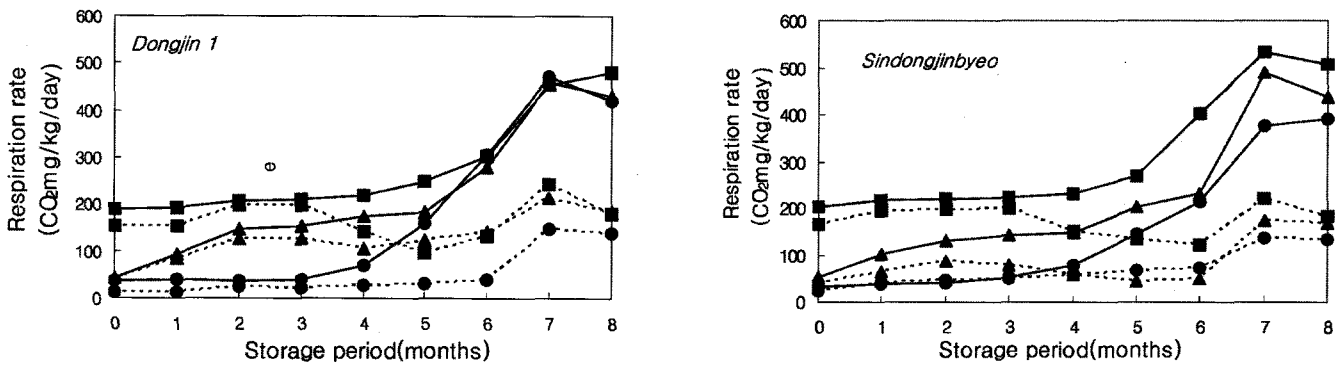


Fig. 2. Changes in respiration rate of rough rice according to moisture contents and storage temperatures.

- : Ambient 13~14%
- ▲- : Ambient 15~16%
- : Ambient 17~18%
- : Low 13~14%
- ▲-- : Low 15~16%
- : Low 17~18%

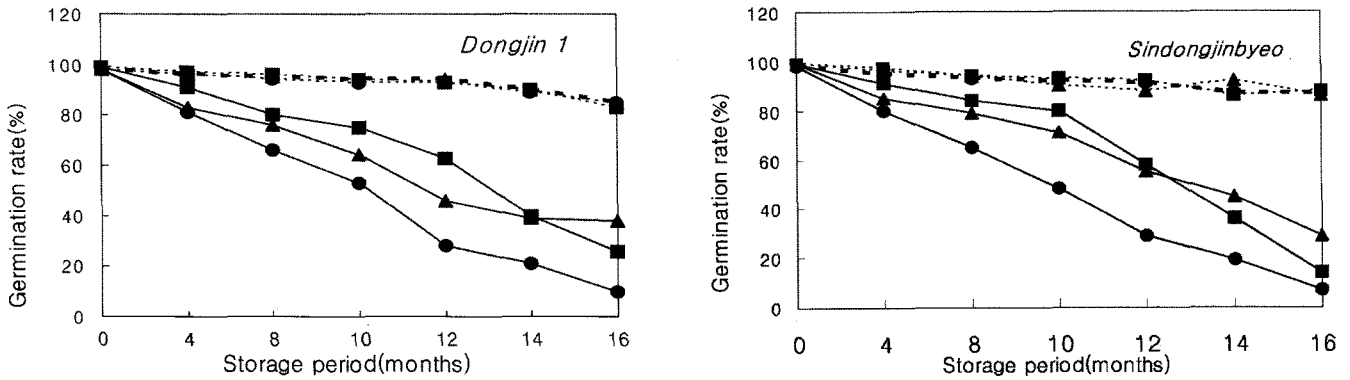


Fig. 3. Changes in germination rate according to moisture contents of rough rice and storage temperatures.
 -●- : Ambient 13~14% -▲- : Ambient 15~16% -■- : Ambient 17~18%
 -●-- : Low 13~14% -▲-- : Low 15~16% -■-- : Low 17~18%

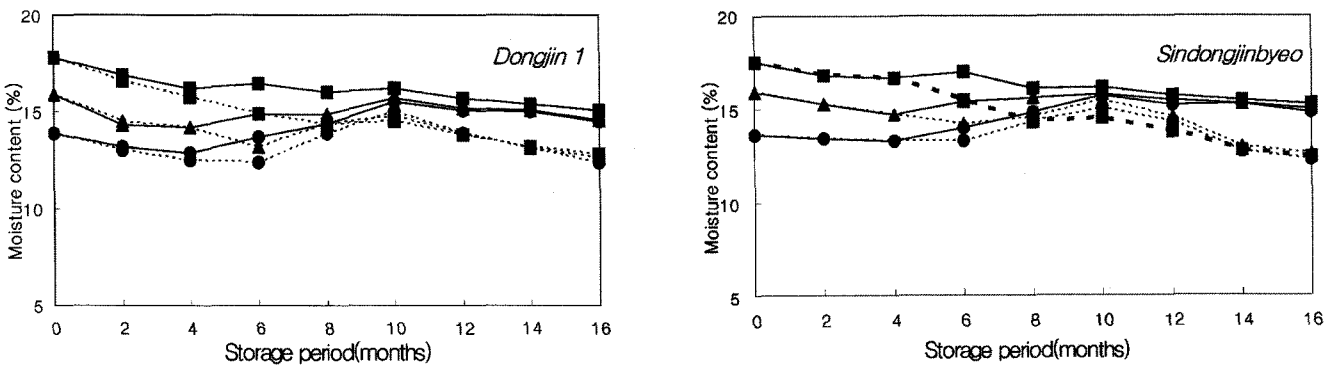


Fig. 4. Changes in moisture contents of brown rice according to moisture contents of rough rice and storage temperatures.
 -●- : Ambient 13~14% -▲- : Ambient 15~16% -■- : Ambient 17~18%
 -●-- : Low 13~14% -▲-- : Low 15~16% -■-- : Low 17~18%

는 보고(Houston 등, 1957) 및 石谷 & 大坪(1995)의 벼 저장 중 배의 활성도는 수분함량 13% 쪽이 15% 보다 큰 차이는 아니지만 우수하였다는 보고와 본 시험의 결과와는 차이가 있었다.

현미 함수율 변화

정조 함수율 및 저장온도에 따른 현미 함수율 변화는 Fig. 4에서와 같다. 현미 함수율은 저장 후 4개월까지는 소폭으로 감소하였고, 17~18%는 지속적으로 감소하였으나 13~14%와 15~16%에서는 4개월 저장이후 10개월까지는 서서히 증가하다가 그 이후부터는 3처리(13~14, 15~16, 17~18%) 모두 거의 유사하게 유지하였다. 저온에서 10개월 저장 후는 상온저장에 비하여 뚜렷하게 감소하였으나 함수율에 따른 차이는 없었다. 또한 신동진벼를 함수율 17~

18%로 저온저장한 경우 계속적으로 감소하여 14개월 후에는 13~14% 처리구와 비슷한 함량을 유지하였다. 벼의 함수율은 식미 및 수율과 밀접한 관계가 있는데 벼의 함수율이 높은 상태로 저장할수록 도정후 백미 수율이 증가한다고 하였으며(Kawamura, 1991), 밥맛이 가장 좋은 것으로 알려진 함수율은 15.5~16.5%라고 하였다(김 & 김, 2004).

밥의 윤기치 변화

정조 함수율과 저장온도별 밥의 윤기치는 Fig. 5에서와 같이 저장기간이 경과할수록 감소하고 함수율이 많을수록 높았으며, 저장 4개월까지 급격히 감소하다가 그 후 완만한 감소를 보였고, 상온에 비하여 저온저장에서 높았다.

하절기 경과 후 신동진벼의 윤기치가 동진1호에 비하여 감소폭이 작았고, 함수율이 적을수록 감소폭이 작았으며 14

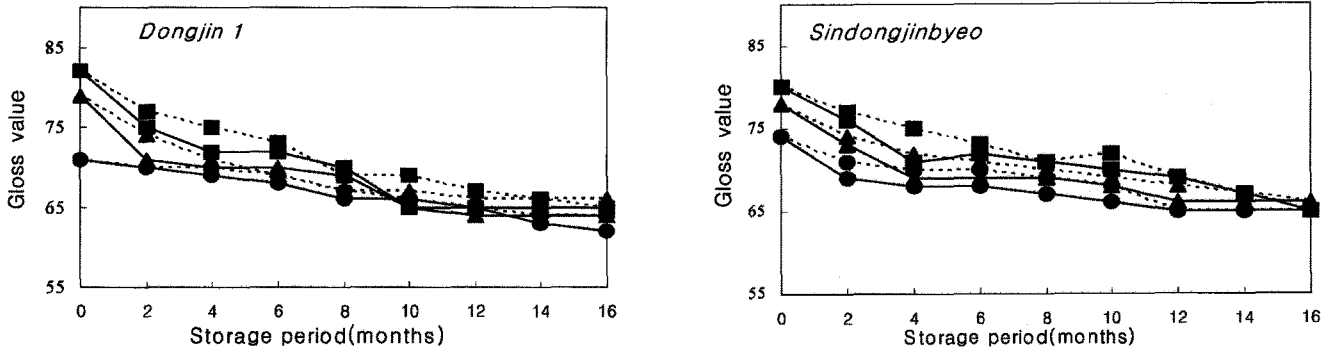


Fig. 5. Changes in gloss value of cooked rice according to moisture contents of rough rice and storage temperatures.
 ●- : Ambient 13~14% ▲- : Ambient 15~16% ■- : Ambient 17~18%
 ●-- : Low 13~14% ▲-- : Low 15~16% ■-- : Low 17~18%

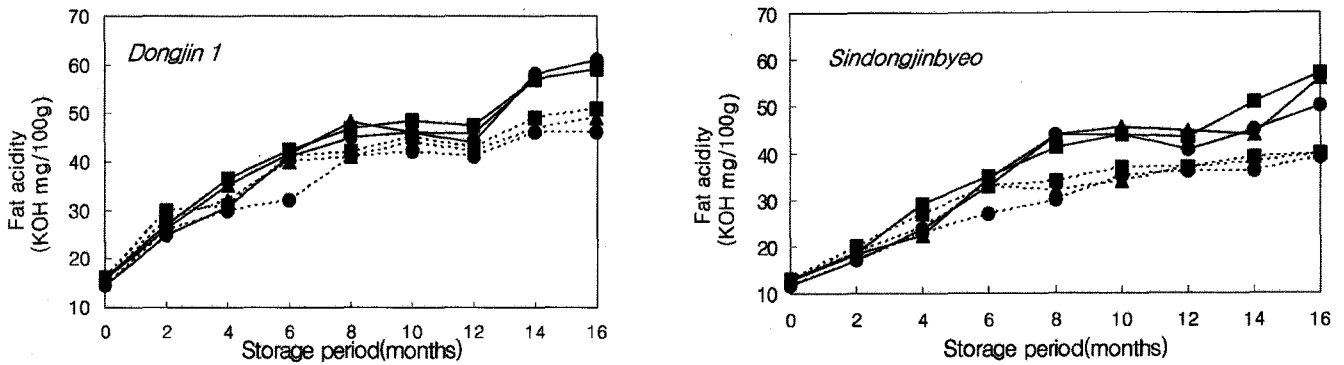


Fig. 6. Changes in fat acidity of brown rice according to moisture contents of rough rice and storage temperature.
 ●- : Ambient 13~14% ▲- : Ambient 15~16% ■- : Ambient 17~18%
 ●-- : Low 13~14% ▲-- : Low 15~16% ■-- : Low 17~18%

개월 후에는 처리간에 차이가 뚜렷하지 않았다. 함수율 17~18%에서 윤기치 70이상을 유지한 기간은 동진1호가 8개월 신동진벼는 10개월로 신동진벼가 동진1호에 비하여 윤기치가 약간 높았고 70이상 유지한 기간도 길었는데 최 등(2005)의 백미의 상온과 저온저장에서 저장기간이 경과함에 따라 밥의 윤기치는 감소하였고, 상온에 비하여 저온에서 전반적으로 높게 유지되며 감소폭도 적었다는 보고와 일치하였으며, 함수율이 높을수록 윤기치의 유지기간이 길었다.

지방산도 변화

지방산도는 지방산화의 지표로서 백미에는 oleic acid와 linolenic acid가 주지방산인 중성지질로 구성된 약 1% 정도의 지방질이 있으며 공기중의 산소와 결합하여 가수분해되어 유리지방산을 생성하게 되어 고유의 맛과 풍미가 떨어지

게 되는데 곡물의 온도와 함수율이 높을 경우 빠르게 진행된다(김 등, 2004).

Fig. 6은 정조의 함수율과 저장온도에 따른 현미의 지방산도의 변화를 나타낸 것으로 저온저장이 상온저장에 비하여 현미 지방산도가 낮았으며 저장 후 8개월까지는 급격히 증가하였으나 그 이후에는 완만한 증가를 보이다가 12개월 저장이후 큰 폭으로 증가하였다. 저장기간 전체적으로 동진1호가 신동진벼보다 현미 지방산도가 높았으며 함수율간에 큰 차이는 없었으나 함수율이 높은 17~18%에서 13~14%나 15~16%에 비하여 약간 높은 경향이였다. 김 등(2004)은 벼의 함수율별 저장중 지방산가는 저장기간에 따라 증가하였으나 초기함수율 22.2%인 벼가 16.1%인 벼에 비해 급격하게 증가하여 지방산가가 온도에 의한 영향보다는 함수율에 의한 영향이 크게 나타났다고 하였으며, Houston(1957) 등은 정조 함수율과 온도가 상승함에 따라 특성변화가 심하

게 일어나고, 백미 도정수율은 품질이 심하게 변질되지 않는 한 변화하지 않았으나, 환원당과 유리산도는 저장기간 동안 증가하였다고 보고하였다.

현미색도 변화

정조 함수율과 저장온도별 현미 색도 L값과 b값의 변화는 Fig. 7과 Fig. 8에서와 같다. 현미 색도 L값은 동진1호, 신동진벼 모두 저장기간이 증가함에 따라 12개월까지는 증가하다가 그 이후로 감소하는 경향을 보였으며, 동진1호의 경우 8개월 이후 저온저장이 상온저장에 비하여 L값이 약간 높았고, 신동진벼에서는 저장온도나 함수율간에 뚜렷한 차이가 없었다.

현미 색도 b값은 4개월 저장이후 지속적으로 증가하였으며 신동진벼가 동진1호에 비하여 전체적으로 높은 값을 나타냈고, 동진1호는 8개월 저장이후 상온저장이 저온저장에

비하여 높았으며, 함수율이 높을수록 약간 높아지는 경향이었으나 신동진벼에서는 뚜렷한 차이가 없었다. 김 등(2004)은 벼를 함수율 16.1~22.2%로 하여 저장온도 10~30°C 수준에서 저장하였을 때 온도 및 함수율이 높을수록 변색립 및 곰팡이의 발현이 빨랐으며, 함수율 16.1%에서는 온도가 높아도 저장 기간내에 부패현상이 나타나지 않았다고 보고하였는데 본 시험에서는 함수율이 높은 16~17%의 상온저장에서도 변색립이나 곰팡이의 발현은 없었다. 김 등(2004)은 벼의 함수율 및 온도별로 발아율, 지방산가, 외관을 기준으로 한 안전저장기간을 함수율 16.1%의 벼는 10°C에서 510~541일, 20°C에서는 177~209일, 30°C에서는 23~38일이었고, 17.7%의 벼는 10°C에서 305~334일, 20°C에서는 61~80일, 30°C에서는 16~33일간 안전하게 저장할 수 있는 것으로 보고하였다.

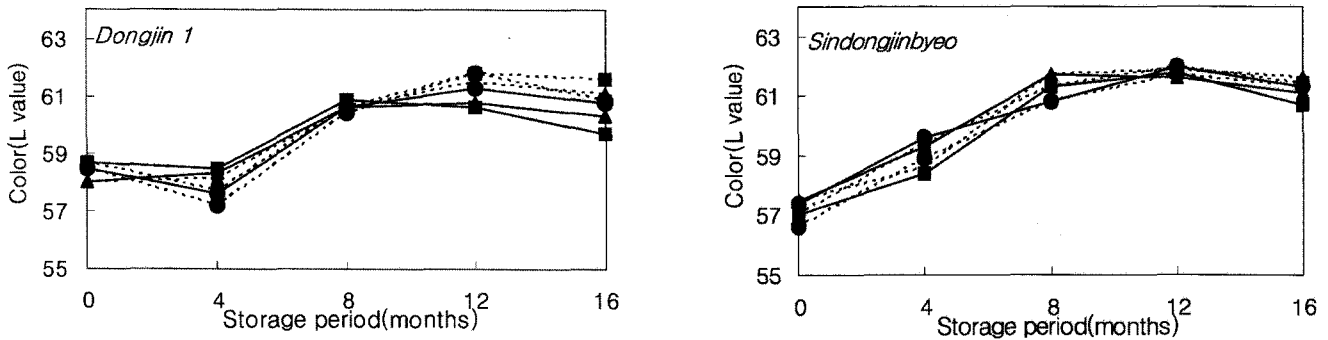


Fig. 7. Changes in color L value of brown rice according to moisture contents of rough rice and storage temperature.
 -●- : Ambient 13~14% -▲- : Ambient 15~16% -■- : Ambient 17~18%
 --●-- : Low 13~14% --▲-- : Low 15~16% --■-- : Low 17~18%

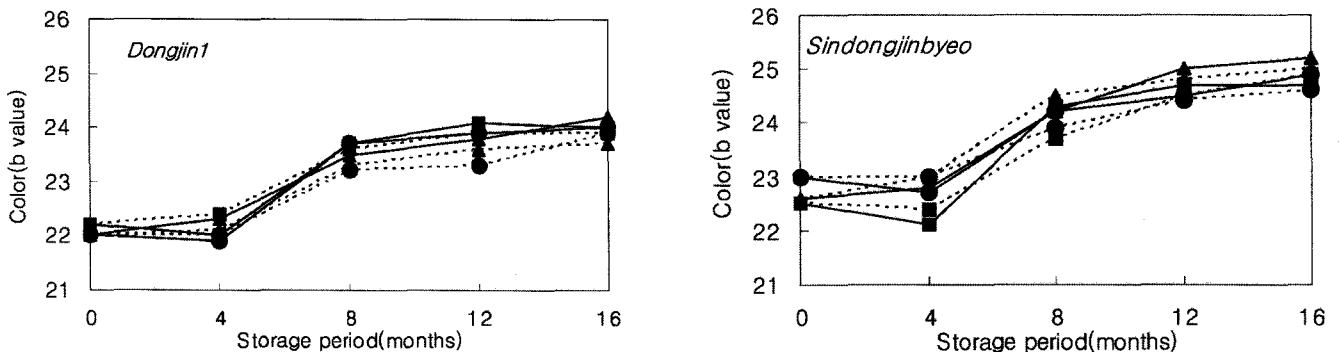


Fig. 8. Changes in color b value of brown rice according to moisture contents of rough rice and storage temperature.
 -●- : Ambient 13~14% -▲- : Ambient 15~16% -■- : Ambient 17~18%
 --●-- : Low 13~14% --▲-- : Low 15~16% --■-- : Low 17~18%

식미 관능평가

정조상태로 16개월 저장 후 10분도미로 정미하여 취반한 밥의 식미 관능평가치는 Fig. 9에서와 같이 저온저장한 경우 신동진벼는 함수율 17~18%에서, 동진1호는 15~16%에서 우수하였다. 상온저장한 경우 신동진벼와 동진1호 모두 15~16%에서 우수하였는데 Kawamura(1991)의 벼의 함수율에 따라 밥의 외관, 끈기, 향기 등이 다르며, 비교적 함수율이 높은 15.5~16.5%의 범위에서 가장 우수한 식미를 나타내었다는 보고와 유사하였다. 또한 저온저장이 상온저장에 비하여 동진1호는 0.08~0.25, 신동진벼는 0.08~0.50의 차로 식미가 우수하였는데 김 등(1998)도 함수율 15.5~16.5%에서 외관, 끈기 등이 높아 밥맛이 좋으나 품질저하를 최소화하려면 반드시 저온저장(7~10℃)이 요구

된다고 하였다. 상온저장으로는 습량(wet basis)기준 함수율 16%이상의 벼를 장기 저장하는 것은 불가능하여 안전저장을 위하여 15%미만을 권장하고 있으며, 함수율 13%의 경우에도 여름철을 경과한 10개월 후에는 식미가 현저히 저하하기 때문에 여름철을 포함하는 장기저장에서는 저온조건이 필요하다(石谷 & 大坪, 1995). 본 시험 결과에서 저온저장의 경우에는 보다 높은 함수율에서도 양호한 식미를 유지하여 저장기간을 연장시킬 수 있을 것으로 판단되며 저장량이나 포장방법에 따른 보다 면밀한 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다. Okabe(1979)는 벼 수확 후 2~3개월까지 밥맛이 유지되나 6개월 이후부터는 경도가 증가하여 밥맛이 저하된다고 하였으며, 쌀은 저장기간 동안 인장강도, 파쇄경도가 증가되어 묵은 쌀로 지은 밥은 햅쌀밥보다 단단하고 끈기가 감소된다고 하였다.

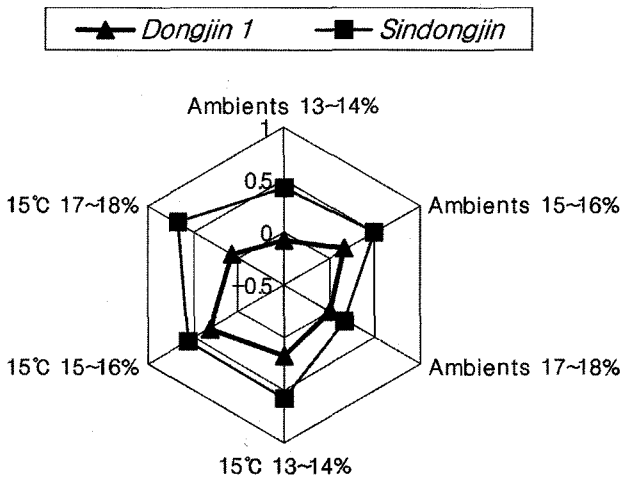


Fig. 9. Sensory score of cooked rice according to moisture contents of rough rice and storage temperature after 16 months.

호화개시온도 변화

정조함수율에 따른 상온 및 저온저장 후 호화개시온도변화는 Fig. 10에서와 같다. 호화개시온도는 동진1호가 신동진벼에 비하여 저장당시부터 높았으며 저장기간이 경과함에 따라 큰 차이 없이 미미한 증가를 나타냈고, 함수율 15~16%로 상온에서 16개월 저장한 동진1호는 69.7℃에서 72.3℃까지 높아졌으며 신동진벼는 66.8℃에서 69.8℃로 높아졌다. 또한 저온과 상온의 저장온도간에 큰 차이를 보이지 않았는데 이것은 정조저장의 경우 호화개시온도가 저장기간이나 저장온도에 큰 영향을 받지 않는다는 김과 조(1993)의 보고와 일치하는 경향이었고, 황(2005)은 호화온도가 높을수록 전분입자의 내부구조가 치밀하여 가열시 팽윤이 지연되어 일반적으로 식미가 양호하지 못하다고 하였다.

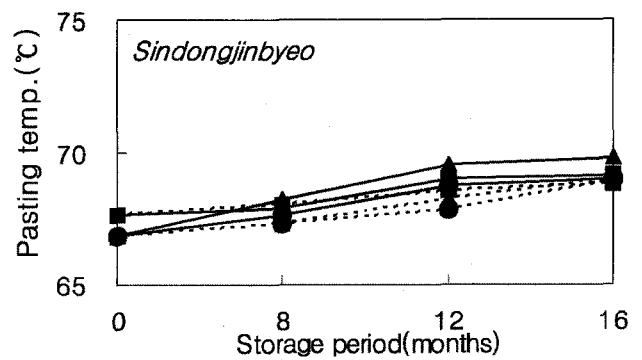
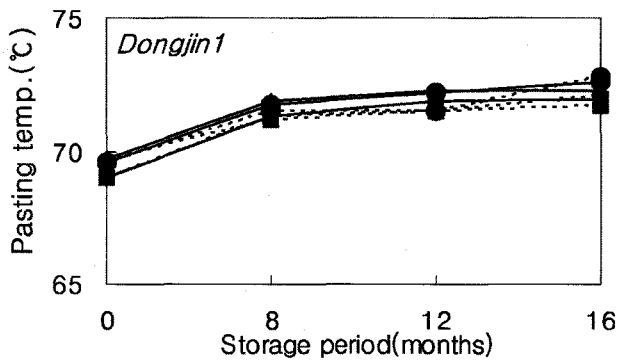


Fig. 10. Changes in peak viscosity and pasting temperature of milled rice according to moisture contents of rough rice and storage temperature.

품질 특성간의 상관성

Table 1은 정조의 함수율 및 저장온도를 달리하여 16개월 저장 후 품질 관련 특성간의 상관관계를 나타낸 것이다. 정조의 발아율은 현미함수율, 현미 지방산도, 최고점도, 강하점도와 유의한 부의 상관성을 나타내었으며, 발아율과 현미의 함수율 및 현미 지방산도와는 각각 -0.958**, -0.798**로 높은 부의 상관성을 나타냈다.

식미관능평가치는 현미색도 b값과는 0.731**로 고도로 유의한 정의 상관성을 나타내었고, 현미색도 b값, 밥의 윤기치, 현미색도 L값의 순으로 정의 상관성을 나타냈다. 식미관능평가치와 강하점도, 최고점도, 호화개시온도, 현미지방산도와는 각각 -0.864**, -0.795**, -0.786**, -0.779**의 고도로 유의한 부의 상관성을 나타냈는데 발아율과는 0.450으로 유의성은 없었다. 현미지방산도는 최고점도, 강하점도,

현미수분함량과 각각 0.899**, 0.894**, 0.843**의 유의한 고도의 정의상관을 나타냈으며 정조발아율, 식미관능평가치, 현미색도 L값과는 각각 -0.798**, -0.779**, -0.696**의 고도로 유의한 부의 상관성을 나타냈다. 강하점도와 최고점도, 현미지방산도, 호화개시온도간에 각각 0.924**, 0.894** 0.716**의 높은 정의 상관성을 나타냈으며 식미관능평가치, 현미색도 L값과는 고도의 부의 상관성을 나타냈는데 황(2005)은 강하점도와 최고점도간에 정의 상관성이 있으며 정조의 상온저장에서 강하점도와 호화개시온도는 고도로 유의한 부의 상관관계를 나타냈다고 하였다.

Fig. 11은 식미관능평가치와 강하점도 및 지방산도와 최고점도간의 상관성을 나타낸 것으로 식미관능평가치와 강하점도간에 고도의 부의 상관관, 최고점도와 현미지방산도 간에는 고도의 정의 상관관계가 있었다.

Table 1. Correlations between each quality characteristics of brown rice and milled rice after stored rough rice for 16 months in the different moisture contents and temperatures.

	GR rough rices	MC brown rices	GV cooked rices	FA brown rices	CL brown ricse	Cb brown rices	SS milled rices	PV milled rices	PT milled rices
MC	-0.958**								
GV	0.355	-0.188							
FA	-0.798**	0.843**	-0.427						
CL	0.523	-0.617*	0.318	-0.696**					
Cb	-0.163	0.179	0.413	-0.306	0.372				
SS	0.450	-0.436	0.625*	-0.779**	0.615*	0.731**			
PV	-0.654*	0.691**	-0.571*	0.899**	-0.863**	-0.453	-0.795**		
PT	-0.026	0.037	-0.516	0.524	-0.496	-0.882**	-0.786**	0.688**	
BD	-0.557*	0.637*	-0.394	0.894**	-0.798**	-0.574*	-0.864**	0.924**	0.716**

GR: Germination rate, MC: Moisture content, GV: Gloss value, FA: Fat acidity, CL: Color L, Cb: Color b, SS: Sensory score, PV: Peak viscosity, PT: Pasting temp., BD: Break down, *: P<.05, **: P<.01

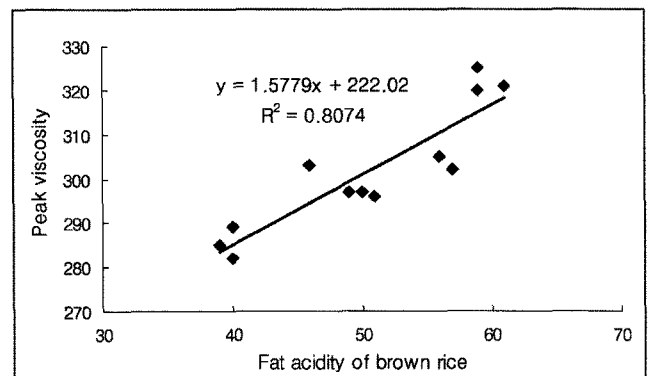
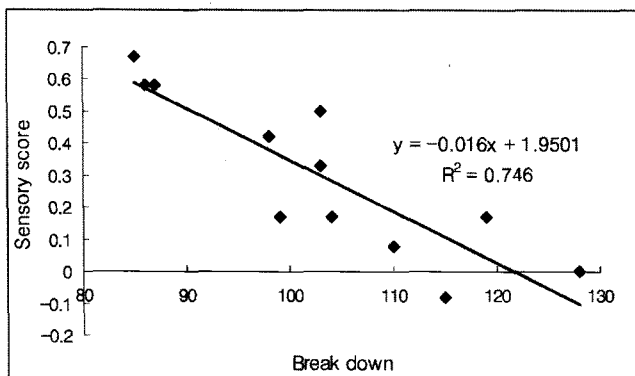


Fig. 11. Relationship between sensory score and break down of milled rice, fat acidity of brown rice and peak viscosity of milled rice after stored rough rice for 16 months in the different moisture contents and temperatures.

적 요

정조 함수율과 저장온도에 따른 쌀 품질 변화를 구명하고자 신동진벼와 동진1호를 함수율 13~14, 15~16, 17~18%로 조절하여 상온 및 저온에서 저장기간에 따른 품질관련 특성을 조사하였다.

1. 정조 함수율이 많고 저장온도가 높을수록 호흡율이 높았으며 함수율에 의한 호흡율의 차이가 저장온도에 의한 차 이보다 컸다.

2. 발아율은 16개월 저온저장후 80%이상을 유지하였으나 상온에서는 저장기간이 경과함에 따라 급격히 감소하였으며 12개월 저장까지는 함수율이 높은 17~18%에서 발아율이 높았으나 그 이후에는 15~16%에서 높았고, 13~14%에서는 16개월 저장후 10%이하의 낮은 발아율을 나타냈다.

3. 밥의 윤기치는 저장 초기에 급격히 감소하다가 그 후 완만해졌으며 저온에서 상온에 비하여 높았고 함수율이 많을수록 높게 유지되다가 12개월 후에는 큰 차이가 없었다.

4. 현미지방산도는 저장기간이 경과할수록 8개월까지 급격히 증가하였으며 저온에서 상온보다 낮았고, 신동진벼가 동진1호에 비하여 낮은 경향이였다.

5. 식미관능평가지는 상온에 비하여 저온저장에서 양호하였고 신동진벼가 동진1호에 비하여 높았으며 저온저장 16개월 후 신동진벼는 함수율 17~18%에서, 동진1호는 15~16%에서 우수하였으며 상온저장시는 신동진벼와 동진1호 모두 함수율 15~16%에서 좋았다.

6. 식미관능평가지는 현미색도 b값 > 밥의 윤기치 > 현미 색도 L값의 순으로 각각 0.731**, 0.625*, 0.615*의 정의 상관성을 나타냈으며 강하점도, 최고점도, 호화개시온도, 현미 지방산도와는 각각 -0.864**, -0.795**, -0.786**, -0.779**의 고도로 유의한 부의 상관성을 나타냈다.

인용문헌

A.O.A.C., 1996. Official Methods of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C., USA p.788-789.

최해춘. 2003. 쌀은 어떻게 저장하는 것이 좋은가, 과학원에 6, 106-108.

최윤희, 정진일, 정영근, 김영두, 하기용, 고재권, 김정근. 2005. 온도와 포장재에 따른 백미의 저장가능 기간. 한국식품저장 유통학회지. 12(4) : 310-316.

김호수, 한충수. 2005. 곡물의 고품질 건조·저장 기술, 신흥기술연구소. pp. 203-233.

한재경, 김관, 강길진, 김성근. 1996. 현미의 포장 저장중 지방산 조성 및 핵사날의 변화에 의한 저장성 예측. 한국식품과학회지. 28(5): 897-903.

Houston. D. F., R. P. Straka, I. R. Hunter, R. L. Roberts, and E. B. Kester. 1957. Changes in rough rice of different moisture content during storage at controlled temperatures. *Cereal Chemistry*. 34 : 444-456.

Kawamura, S. 1991. Rice milling and the quality and taste of milled rice (part 3) Quality and taste of milled rice, Memories of the Faculty of Agriculture Hokkaido University. 17 : 228-261.

황필성. 2005. 벼의 저장조건에 따른 식미관련 형질의 상관성 연구, 동아대학교 대학원 박사학위 논문. pp. 21.

김동철, 김의용, 금동혁. 1998. 벼의 호흡특성. 한국농업기계학회지. 23(4) : 335-342.

김의용, 김동철. 2004 벼의 안전저장기간. 한국식품저장유통학회지 11(2) : 257-262.

김의용, 김훈, 임태규. 2004. 냉각저장방식에 따른 백미의 냉각 및 저장특성. 한국 식품저장유통학회지 11(4) : 448-454.

김성근, 조은자. 1993. 백미의 저장온도에 따른 이화학적 성질의 변화. 한국농화학회지. 36(3) : 146-153.

고학균, 금동혁, 김동철, 김만수, 김명환, 김용현, 박경규, 박호석, 이종호, 장동일, 정종훈, 조영길, 한충수. 1995. 미곡종합처리시설 -이론과 실제-. 문운당, p381-382.

Okabe, M. 1979. Texture measurement of cooked rice and its relationship to eating quality. *J. Texture Studies*. 10 : 131-152.

石谷孝佑, 大坪研一. 1995 米の科學. 日本食品の科學. 103-125 朝倉書店.

Sugiyama, T., M. Iwata, K. Takahashi, R. sakiyama, and M. takata. 1965. On after-ripening of Bartlett pears. II. Ripening process and respiration of fruits during temporary cold storage and after-ripening, Japan. *J. Hort. Sci.* 34(1) : 19-25.