

## 벼의 안전저장기간

김의웅<sup>†</sup> · 김동철  
한국식품개발연구원

### Safe Storage Period of Paddy under Different Temperature and Moisture Content Conditions

Oui-Woung Kim<sup>†</sup>, Dong-Chul Kim  
Korea Food Research Institute, Sungnam 463-420, Korea

#### Abstract

This study was conducted to analyze the quality characteristics depending on moisture contents and storage temperatures of paddy, and to predict safe storage period for paddy. Germination rate, fat acidity and appearance of paddy samples with different moisture contents of 16.1%, 17.7%, 20.6%, and 22.2% stored at different temperature rooms of 10℃, 20℃, and 30℃ were measured as factors of safe storage period. Germination rate of paddy was decreased with increasing of storage temperature and moisture content. And both fatty acidity of paddy and the ratios of colored and contaminated kernels were increased with increasing of storage temperature and moisture content. Safe storage period was determined based on germination rate, fat acidity and appearance depending on storage time, temperature and moisture content of paddy. Paddy with 16% moisture content could be safely stored for 1.5 years at least at 10℃.

Key words : Paddy, Safe storage period, Germination rate, Fatty acidity, Appearance

## 서 론

벼는 살아있는 생명체로서 수확후에도 생명활동을 지속하기 때문에 저장중 호흡작용에 의한 산화 및 성분분해가 계속되어 양적, 질적손실을 초래하고, 결국에는 상품성을 잃게 된다. 이러한 벼의 호흡작용에는 온도, 함수율, 가스환경, 빛, 바람, 미생물 등 여러 요인이 작용하지만 그 중에서 온도와 함수율의 영향이 지배적이다(1). 벼의 함수율이 높거나 곡온이 높으면 호흡작용이 왕성해지는데, 호흡으로 인해 발생된 열과 수분은 곡온 및 함수율을 증가시켜 호흡속도가 급격하게 증가한다(2). 이로 인해 건물(dry-matter) 및 영양분의 손실이 커질 뿐 아니라 곰팡이 및 해충이 번식하기 쉬워 급격하게 품질이 저하하게 된다(3).

벼의 함수율과 곡온이 저장성에 미치는 영향을 고려할 때 우리나라의 기상조건하에서 관행적인 상온저장방법으로는 습량(wet basis)기준 함수율 16%이상의 벼를 장기 저장하기는 불가능하여 안전저장을 위해 함수율 15%미만이 권장되고 있다(4). 그러나, 벼의 함수율은 식미 및 수율과 밀접한 관계가 있는데, 함수율에 따라 밥의 외관, 끈기, 향기 등이

다르며, 일반적으로 비교적 함수율이 높은 15.5~16.5%의 범위에서 가장 우수한 식미를 나타내며(5), 벼를 함수율이 높은 상태로 저장할수록 도정후 백미의 수율이 증가하게 된다. 따라서, 최근 미곡종합처리장(RPC, Rice Processing Complex)에서 식미 및 수율향상을 위하여 16%이상의 고함수율 벼의 냉각저장이 시도되고 있으나 벼의 함수율과 저장온도에 따른 안전저장기간(safe storage period)에 대한 체계적인 연구결과가 없어 운영자의 경험에 의존하고 있는 실정이다.

안전저장기간이라는 의미는 품목에 따라 달라질 수 있으나, 쌀에 대해서 일본식량연구소는 수요자 측면에서 이용상 허용될 수 있을 정도의 품질을 가진 저장기간으로 정의하고 있으며(3), 일반적으로 곡물의 저장중 안전저장(safe storage)의 지표로 발아율, 지방산가, 외관 등이 이용되고 있다(6).

지금까지 보리, 밀, 콩, 유채씨앗 등 곡물의 발아율과 지방산가에 대해서는 많은 연구결과가 보고되고 있다. 곡물의 발아율과 관련하여 Burges 등(7)은 맥아보리의 경우 발아율이 95%가 되는 기간을 안전저장기간으로 결정해야 한다고 보고하였으며, Burrell(6)은 보리의 발아율이 95%이상으로 유지되는 안전저장기간을 함수율과 온도에 따라 제시하였다. Fraser 등(8)은 밀의 발아율이 95%이하로 저하하거나 외관상 곰팡이 균사가 발현하였을 때의 저장온도와 함수율에 따른

<sup>†</sup> Corresponding author. E-mail : kwoung@kfri.re.kr,  
Phone : 82-31-780-9044, Fax : 82-31-780-9059

안전저장기간 모델을 보고하였다. Ihen(9)과 Sulzer-Escher Wyss(10)는 밀, 콩, 옥수수 및 유채씨앗 등에 대해 함수율과 저장온도에 따른 저장허용기간(allowable storage time)을 제시하였다.

그러나, 벼의 안전저장기간에 관한 연구는 그다지 많지 않는 실정이다. 벼의 저장성과 관련하여 일본식량연구소는 수분, 발아율, 성분을 분해하는 효소 및 분해된 성분을 측정하여 결정해야 하며, 저장중 벼의 성분은 유리지방산, 인산, 아미노산으로 분해되며 이 중에서 유리지방산이 변질의 지표로서 저장성을 결정하는 주요 인자가 된다고 보고하였다. 따라서 안전저장의 기준을 현미배아의 활성도를 T.T.C. 시약에 의해 정색반응을 나타내는 단립의 개수 즉, 살아있는 배아수로부터 구한 TZ값의 80%이상과 현미의 지방산가 20이하로 제시하고 있다(3). 현미의 안전저장기간에 대한 실험결과는 Yamashita(1), Hikida 등(11)에 의해 보고되고 있으나, 벼의 안전저장기간에 대해서는 일본 四國農藥試驗場 등에서 발표한 일부 함수율에 대한 상온저장 실험결과만이 보고되고 있을 뿐이며(3) 저장온도 및 함수율에 따른 체계적인 연구는 찾아볼 수 없는 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 벼의 저장온도 및 함수율에 따른 안전저장기간을 구명하는데 있다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 실험에 사용한 벼는 함수율 24.5%의 중만생종인 동진벼로서 전남 장성군 진원면 진원 미곡종합처리장에서 수확기에 구입하여 정선한 다음, 음건하면서 함수율을 조정하여 사용하였다. 음건중 시간당 평균 건감율은 0.43%이었다.

### 실험방법

벼의 저장조건은 온도 10℃, 20℃, 30℃의 3수준, 함수율 16.1%, 17.7%, 20.6%, 22.2%의 4수준으로 총 12개 수준으로 하였다. 수분이 조정된 70 g의 시료를 직경 5 cm, 높이 11 cm의 유리병에 넣고, 유리병내의 CO<sub>2</sub> 축적으로 인한 혐기적 환경에서 미생물의 비정상적인 생육을 방지하기 위하여 Burrell 등(12)과 동일한 방법으로 두께 0.02 mm의 폴리에틸렌 필름으로 병의 상부를 밀봉하였다. 시료를 담은 시료병은 일정온도로 유지되는 저온저장고에 저장하면서 함수율과 저장온도에 따라 3~30일 간격으로 실험구 1수준당 3개의 시료병을 샘플링하여 외관, 발아율, 지방산도, 함수율 및 중

량을 측정하였다.

함수율은 10g입자-135℃-24시간의 상압정온측정법으로 측정하였고, 발아율은 고 등(1)의 방법과 동일하게 측정하였다. 벼의 정립 100개를 0.1% 아염소산 나트륨(sodium hypochlorite) 용액에 2시간 침지시켜 곡립의 표면을 살균한 후 물로 충분히 세척하였다. 직경 15cm인 페트리디쉬에 여과지를 깔고 여과지가 젖을 정도로 물을 가하고 세척한 벼 정립 100개를 올려놓은 다음 20℃ 항온기에서 7일간 배양한 후 발아한 미립수를 발아율로 하였다.

지방산가는 A.A.C.C.(13) 방법에 준하여 측정하였다. 현미를 분쇄한 시료 10g을 원통여지에 취하여 지방추출기(Soxxhlet)에서 석유에테르로 16시간 지방을 추출한 다음, 증발기(rotary vacuum evaporator)에서 석유에테르를 증발시켰다. 그 후 50 mL의 BAP(Benzene-alc-phenolphthalein) 용액으로 재용해시킨 후 0.0178 N의 수산화칼륨 용액으로 표준색이 될 때까지 적정하였다. 이 때 적정에 필요한 수산화칼륨 용액의 소비량과, 50mL의 BAP용액을 0.0178N 수산화칼륨 용액으로 적정하여 표준색이 될 때까지 공실험에 사용된 수산화칼륨 용액의 소비량을 이용하여 다음 식 (1)으로 지방산가를 구하였다.

$$\text{Fat acidity value} = \frac{(T - B) \times 10}{100 - W} \dots\dots\dots(1)$$

여기서, T : 시료의 KOH(0.0178N) 소비량( mL )

B : 공실험의 KOH(0.0178N) 적정 소비량( mL )

W : 시료 100g당의 수분량( g )

시료의 외관변화는 육안검사로 실시하였으며, 변색과 곰팡이 포자의 발현정도, 벼알이 뭉친 덩어리(clumping)의 발생여부로 다음과 같이 5단계로 구분하였다. 즉, 변색이 없고 곰팡이 포자가 발현되지 않을 때(- : no change), 변색립이 발생하거나 흰색 및 회색곰팡이 포자가 3개지점 이하로 발현할 때(+ : trace), 흰색 및 회색곰팡이 포자가 4개지점 이상 발현하거나 검정 및 푸른색 포자가 발현될 때(++ : a couple of spots), 검정 및 푸른색 곰팡이가 전체적으로 발현하고 덩어리가 생길 때(+++ : a several spots), 검정색 및 푸른색 포자가 완전히 발현하고 부패하였을 때(++++ : rotten)로 구분하였다.

저장가능기간은 발아율은 80%이상, 지방산가는 20(mL KOH/100g-dry matter)이하로 유지되는 저장기간으로 하였으며, 외관은 변색립 및 곰팡이 포자가 발현하지 않는 저장기간(-, no trace)으로 하였다. 또한, 벼의 저장온도 및 함수율 별로 발아율, 지방산가, 외관을 기준으로 한 각각의 저장가능기간 중 최소가 되는 저장기간을 안전저장기간으로 하였다.

결과 및 고찰

함수율변화

Fig. 1은 벼의 초기 함수율과 저장온도에 따른 함수율변화를, Table 1은 저장조건에 따른 저장기간과 최종함수율을 나타낸 것으로서, 저장온도가 높을수록 저장기간에 따라 함수율 변화가 크게 나타났다. 저장온도 30℃에서 초기함수율 22.2%로 저장한 벼의 함수율은 저장 122일 후에는 15.0%를 나타내 약 7.2%정도가 감소하였으며, 초기함수율 16.1%인 벼도 저장 334일 후에 함수율이 9.1%로 약 7.0%정도 감소한 것으로 나타났다. 반면, 저장온도 10℃에서 초기함수율 22.2%인 벼는 저장 265일 후에 23.6%로 0.6%정도 흡습되었으며, 초기함수율 16.1%인 벼도 저장 626일 후에 16.6%로 0.5%정도 흡습된 것으로 나타났다.

한편, 온도 10, 20, 30℃의 저장고내 상대습도는 각각 92, 53, 25%(±7%)정도로서, 저장조건에 따라 벼가 건조 및 흡습되는 것은 저장고내의 상대습도의 영향으로 판단되었다.

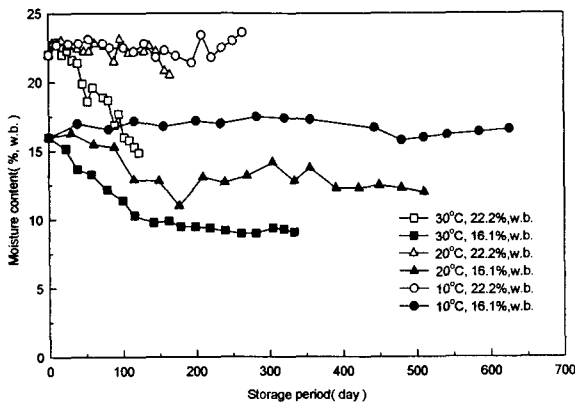


Fig. 1. Changes of moisture content of paddy with storage time depending on storage temperatures and initial moisture contents.

Table 1. Storage period and final moisture content of paddy depending on storage temperatures and initial moisture contents

Initial moisture content(%)	10℃		20℃		30℃	
	SP <sup>1)</sup>	FMC <sup>2)</sup>	SP	FMC	SP	FMC
16.1	626	16.6	510	12.0	334	9.1
17.7	510	18.1	354	15.5	240	10.6
20.6	380	20.6	263	17.8	157	12.1
22.2	265	23.6	165	20.5	122	14.9

<sup>1)</sup> storage period(day)

<sup>2)</sup> final moisture content(%)

발아율에 의한 저장가능기간

Fig. 2는 벼의 저장온도 및 함수율에 따른 발아율의 변화를 나타낸 것으로, 벼의 저장온도 및 함수율이 높을수록 발아율은 급격하게 저하하는 경향을 나타냈다. 저장초기 발아율은 97%수준이었으나, 저장온도 30℃, 함수율 22.2%인 벼의 경우 저장 25일 후에 발아율은 72.5%로 저하하였으며, 저장 32일 후에는 27.3%로 급격하게 저하하였고, 저장 81일 후에는 0%를 나타냈다. 한편, 저장온도 10℃, 함수율 16.1%인 벼의 발아율은 저장 626일후에도 92%수준을 나타내어 발아율 저하가 거의 없었다.

Table 2는 저장함수율 및 저장온도별로 발아율이 80% 이상으로 유지되는 저장가능기간을 나타낸 것으로서, 저장온도 30℃, 함수율 22.2%인 벼의 저장가능기간은 18~24일 정도에 불과하였으나, 저장온도 10℃, 함수율 16.1%인 벼의 저장가능기간은 626일 이상으로 나타났다. 저장중 곡물의 발아력 저하는 내부적으로는 곡물자체의 대사외부적으로는 미생물의 영향에 의해 발생하며, 이들은 결국 저장온도와 함수율의 함수이다(14). 따라서 Table 1과 같이 20℃와 30℃ 등 비교적 높은 온도에서 저장한 벼의 경우 저장기간에 따라 함수율이 낮아지는 점을 감안할 때, 저장빈 등 실제 대규모 저장시에 이물질 및 오염된 곡물의 혼입으로 발아율은 훨씬 빠르게 저하할 것이며, 저장가능기간도 현저하게 저하될 것으로 판단되었다.

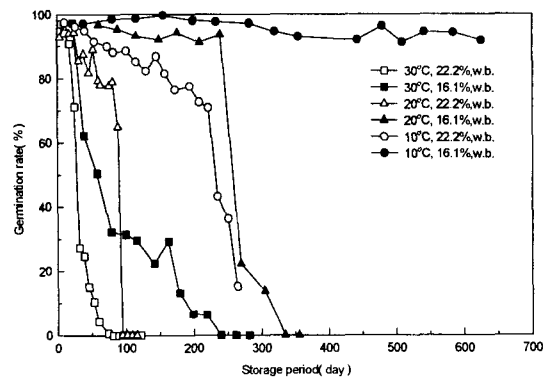


Fig. 2. Changes of germination rate of paddy during storage depending on storage temperatures and initial moisture contents.

Table 2. Allowable storage period(day) of paddy based on 80% germination rate depending on storage temperatures and initial moisture contents

Initial moisture content(%)	Storage temperature(℃)		
	10	20	30
16.1	>626	240~269	23~38
17.7	480~509	240~261	16~33
20.6	257~282	207~219	19~25
22.2	158~172	63~75	18~24

지방산가에 의한 저장가능기간

쌀에는 oleic acid와 linolenic acid가 주지방산인 중성지질로 구성된 약 1%정도의 지방질이 있다(15). 곡물의 저장중 지방은 쉽게 가수분해나 자동산화를 일으켜 고미취를 생성하거나 산가증가에 영향을 미친다. 가수분해는 지방질의 에스테르 결합에 작용하여 유리지방산을 생성하게 하는데 여기에는 lipase, lipoxidase 등의 여러 가지 효소들이 관여하고 있는 것으로 알려져 있으며(16), 특히 곡물의 온도와 함수율이 높을 경우 대단히 빨리 진행된다(14).

Fig. 3은 벼의 저장온도 및 저장함수율에 따른 지방산가의 변화를 나타낸 것으로서, 벼의 저장기간에 따라 지방산가는 증가하는 경향을 나타냈으며, 특히 모든 저장온도구에서 초기함수율이 22.2%인 벼가 초기함수율이 16.1%인 벼에 비해 지방산가가 급격하게 증가하여, 온도에 의한 영향보다는 함수율에 의한 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

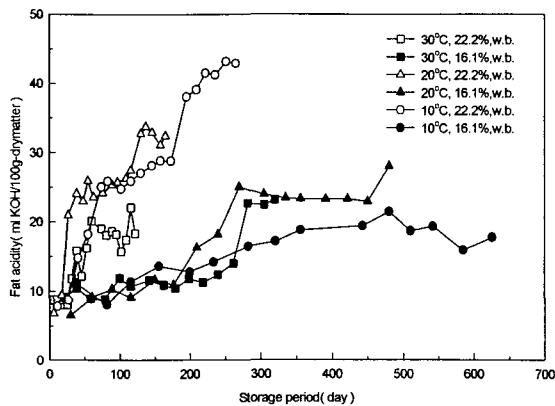


Fig. 3. Changes of fat acidity of paddy during storage depending on storage temperatures and initial moisture contents.

한편, Hikida 등(11)은 초기함수율 25%의 벼를 60~65°C에서 1~8시간 가열한 후 15%로 건조하여 6개월간 저장하면서 지방산가를 측정한 결과, 지방산가는 약 8.8~9.2 수준으로 건조전에 비해 차이가 거의 없었으며, 가열온도가 높을수록, 가열시간이 길어질수록 저장 중에 유리지방산의 증가가 억제되었으며, 지방산가의 값은 적어졌다고 보고하였다. Han 등(16)은 12.3%의 현미를 4겹의 필름으로 적층 포장하여 4, 20, 30, 40°C에서 6개월간 저장하면서 지방산가와 총지방질 함량을 측정한 결과, 지방산가는 저장온도가 높을수록 저장기간에 따라 증가하였다고 보고하였다. 그러나, 총지방질함량은 저장온도 20°C이하에서는 저장기간에 따라 큰 변화를 나타내지 않았으나, 저장온도 30°C 및 40°C에서는 총지방질 함량이 저장온도 20°C이하에서 추출한 총지방질 함량에 비해 적었으며, 저장온도가 높을수록, 저장기간이 증가할수록 총지방질 함량이 감소하는 경향을 나타냈다고 보

고하였다. 또한, 김(17)은 쌀과 벼를 상온에 저장하면서 조지방함량 및 유리지방산가를 측정한 결과 벼가 쌀보다는 대단히 낮았을 뿐 아니라, 조지방함량 및 유리지방산가가 저장 200~230일경에 최대치에 도달했다가 다시 감소하는 경향을 나타냈다고 보고하였다.

Table 3은 저장함수율 및 저장온도별로 지방산가가 20이하로 유지되는 저장가능기간을 나타낸 것이다. Fig. 3 및 Table 3에서 알 수 있듯이 30°C저장구의 경우 10, 20°C 저장구에 비해 초기함수율에 관계없이 저장기간에 따라 지방산가가 오히려 낮게 나타났다. 이와 같은 경향은 함수율과 저장온도에 따른 벼의 지방산가의 변화에 대해 측정한 결과가 보고되어 있지 않아 명확하지는 않지만 저장중 건조로 인한 함수율의 저하와, Han 등(16) 및 김(17) 등이 보고한 저장온도에 따른 지방질의 함량변화와, Hikida 등(11)이 보고한 저장온도에 의한 영향이 복합적으로 관여한 것으로 판단되었다.

Table 3. Allowable storage period(day) of paddy based on fat acidity 20(mL KOH/100g-drymatter) depending on storage temperatures and initial moisture contents

Initial moisture content(%)	Storage temperature( °C )		
	10	20	30
16.1	>626	281~303	262~281
17.7	391~421	240~269	>240
20.6	179~199	172~192	>157
22.2	55~73	18~26	53~59

외관변화에 의한 저장가능기간

곡물의 저장중 부패의 원인이 되는 곰팡이는 Aspergillus속의 10~15종과 Penicillium속의 여러 종이 있으며, 부패가 진행되면 곰팡이는 많은 포자를 생산하므로 육안으로 확인이 가능하다. 곡물 저장중 곰팡이의 번식은 저장 온도, 습도 및 환경에 영향을 받는데 대부분의 곰팡이는 10°C범위에서는 번식이 적고, 온도가 25°C이상이거나 상대습도가 80%이상에서는 번식이 빠르게 진행되나 일정하지는 않다(18).

Table 4는 벼의 저장온도와 함수율에 따른 외관변화를 나타낸 것이며, Table 5는 외관상 변색립 및 곰팡이 포자가 발현하지 않는 저장가능기간을 나타낸 것이다. Table 4와 5에서 알 수 있듯이 저장온도와 함수율이 높을수록 곰팡이 포자가 빨리 발현되었다. 저장온도 30°C, 함수율 22.2%인 벼는 저장 18일 후에 변색립과 흰색 및 회색포자가 발현하였으며, 저장 46일 후에는 검정 및 푸른색 포자가 발현하였고, 60일 후에는 덩어리가, 109일에는 완전하게 부패한 것으로 나타났다. 저장온도에 따라 정도의 차이는 있지만 초기함수율 22.2%로 저장한 벼는 저장기간에 따라 빠르게 부패하였으나, 초기함수율 16.1%로 저장한 벼에서는 저장기간이 증가할수록 변색립과 흰색 및 회색 포자는 발현하였으나 저장 기간내에는 검정 및 푸른색 포자는 발현하지 않았다.

**Table 4. Changes in appearance of paddy depending on storage temperatures and initial moisture contents**

30℃				20℃				10℃			
22.2%		16.1%		22.2%		16.1%		22.2%		16.1%	
ST <sup>1)</sup>	AP <sup>2)</sup>	ST	AP	ST	AP	ST	AP	ST	AP	ST	AP
6	-	23	-	6	-	30	-	11	-	39	-
11	-	39	-	18	-	61	-	27	-	81	-
18	+	58	-	27	-	89	-	41	+	116	-
25	+	79	+	39	+	116	-	55	+	156	-
32	+	100	+	48	+	160	-	74	+	200	-
39	+	116	+	55	+	177	-	83	+	234	-
46	++	142	+	63	+	210	+	102	+	283	-
53	++	163	+	76	++	240	+	116	+	321	-
60	+++	179	+	89	++	270	+	130	+	356	-
74	+++	199	+	97	++	305	+	146	+	443	-
81	+++	219	+	109	+++	335	+	158	+	480	-
89	+++	240	+	116	+++	356	+	173	+	510	-
95	+++	262	+	130	+++	391	+	195	++	542	+
102	+++	282	+	137	+++	422	+	209	++	585	+
109	++++	305	+	146	++++	450	+	222	++	626	+
116	++++	320	+	158	++++	480	+	236	++		
122	++++	334	+	165	++++	510	+	251	+++		

<sup>1)</sup> storage period(day).

<sup>2)</sup> appearance ( - : no change, + : trace, ++ : a couple of spots, +++ : a several spots, ++++ : rotten ).

**Table 5. Allowable storage period(day) based on appearance of paddy depending on storage temperatures and initial moisture contents**

Initial moisture content(%)	Storage temperature( ℃ )		
	10	20	30
16.1	510~541	177~209	58~78
17.7	305~334	61~80	46~60
20.6	142~162	54~72	19~25
22.2	27~40	27~38	11~17

**안전저장기간**

Table 6은 벼의 함수율 및 저장온도별로 발아율, 지방산가, 외관을 기준으로 한 저장가능기간중 최소가 되는 기간을 안전저장기간으로 나타낸 것이다. 저장온도 10℃에서 안전저장기간은 주로 외관변화에 의한 영향이 높았으며, 20℃에서는 발아율, 지방산가 및 외관, 30℃에서는 발아율 및 외관에 의한 영향이 높았다.

Sulzer-Escher Wyss(10)는 곡물의 함수율 및 곡온에 따른 안전저장기간(식용 곡물기준)을 함수율 15~16.5%, 곡온 9~10℃의 곡물은 영구히 저장가능하며, 함수율 16.5~18% 및 18~20%의 곡물은 곡온 8~10℃에서 각각 5~10개월, 2~7개월간 안전하게 저장할 수 있는 것으로 보고하였다. 본 연구에서는 온도 10℃에서 초기함수율 16.1%로 저장한 벼의

안전저장기간은 510~540일, 초기함수율 17.7%인 벼는 305~334일, 초기함수율 20.6%인 벼는 142~162일정도로서 Sulzer-Escher Wyss (10)와 유사한 결과를 나타냈다. 따라서, 식미가 우수한 함수율 16%수준의 벼는 곡온 7~10℃에서 품질저하없이 1년 이상 장기저장이 가능할 것으로 판단되었다.

**Table 6. Safe storage period(day) of paddy depending on storage temperatures and initial moisture contents**

Initial moisture content(%)	Storage temperature( ℃ )		
	10	20	30
16.1	510~541	177~209	23~38
17.7	305~334	61~80	16~33
20.6	142~162	54~72	19~25
22.2	27~40	18~26	11~17

**요 약**

본 연구는 벼의 함수율 및 온도별 안전저장기간을 구명하기 위하여 수행되었다. 벼의 함수율은 16.1~22.2%범위에서 4수준, 온도는 10~30℃에서 3수준으로 저장하면서 외관, 발아율, 지방산가를 측정하였고, 안전저장기간의 온도 및 함수율 의존성을 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

벼의 발아율은 저장온도가 증가할수록, 함수율이 높을수록 급격하게 저하한 반면, 지방산가는 저장기간에 따라 증가하였으나 온도보다는 함수율에 의한 영향이 크게 나타났다. 벼의 온도 및 함수율이 높을수록 변색립 및 곰팡이는 빨리 발현되었으며, 함수율 16.1%에서는 온도가 높아도 저장기간내에 부패현상은 나타나지 않았다. 발아율, 지방산가 및 외관에 의한 저장가능기간중 최소가 되는 저장기간으로 온도 및 함수율에 따른 안전저장기간을 제시하였다.

**감사의 글**

본 연구는 농림기술개발사업의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

**참 고 문 헌**

1. Yamashita, R. (1993) New Technology in Grain Postharvesting. Farm machinery Ind. Res. Co., p.73-75
2. Kim, D.C. and Kim, O.W. (1998) Respiration characteristics of rough rice. J. of Korean Society for Agricultural

- Machinery, 23, 335-342
3. 日本全農施設資材部 (1973) カントリ-エレベ-タ-のでびき. 東京, p.15-90
  4. 고희균, 금동혁, 김동철, 김만수, 김명환, 김용현, 박경규, 박호석, 이종호, 장동일, 정종훈, 조영길, 한충수. 1995. 미곡종합처리시설 -이론과 실제-. 문운당, p.381-382
  5. 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
  6. Burrell, N.J. (1969) The chilled storage of grains. Ceres, 5, 15-20
  7. Burges, H.D. and Burrell, N.J. (1964) Cooling bulk grain in the British climate to control storage insects and to improve keeping quality. Journal of Science Food Agricultural, 15, 32-50
  8. Fraser, B.M. and Muir, W.E. (1981) Airflow requirements predicted for drying grain with ambient and solar-heated air in Canada. Transactions of the ASAE, 24, 208-210
  9. Ihen, H. (1971) New knowledge on grain cooling. ; Neue Erkenntnisse der Getreidekuehlung. Muehle, 108, 679-681
  10. Wyss, S.E. (1989) Sales brochure Granifrigor grain cooling systems. Lindau, Germany, p.1-33
  11. Hikida, Y., Abe, T. and Ofoche, C.E. (1993) The effect of heating operation on fat acidity development in rice grain. J. of the Society of Agricultural Machinery, Japan, 55, 51-57
  12. Burrell, N.J., Knight, G.P., Armitage, D.M. and Hill, S.T. (1980) Determination of the time available for drying rape seed before the appearance of surface molds. Journal of Stored Products Research, 16, 115-118
  13. American Association of Cereal Chemists (1983) Approved Methods. P02-01
  14. Sauer, D.B. (1992) Storage of Cereal Grains and Their Products. American Association of cereal chemists, Inc., St. Paul, MN, p.108-218
  15. Juliano, B.O. (1985) Rice : Chemistry and Technology. The American Association of Cer. Che. Inc., St Paul, Minnesota, p.25-27
  16. Han, J.G., Kim, K., Kang, K.J. and Kim, K.K. (1996) Shelf-life prediction of brown rice in laminated pouch by n-hexanal and fatty acids during storage. Korean J. Food Sci. Technol., 25, 643-648
  17. 김동훈 (1972) 저장중인 각종 형태의 쌀(벼, 백미, 파아보일미)의 지방성분의 화학적 변화에 대하여. 고려대학교 농림논집, 13, 197-215
  18. 김행하 (1990) 곡물저장의 이론과 실제. 평화사. p.35-38

---

(접수 2004년 4월 6일, 채택 2004년 5월 27일)