

## 벼 수확 후 수분함량별 건조지연에 따른 쌀 품위 및 화학성

권석주\*<sup>†</sup> · 송은주\* · 권영립\* · 최동철\* · 최영근\* · 권태오\*\*

\*전라북도농업기술원, \*\*원광대학교 생명자원과학대학

### The Rice Quality and Chemical Characteristics Affected by Moisture Content and Drying Delay Time after Harvest in Rice

Suk-Ju Kwon\*<sup>†</sup>, Eun-Ju Song\*, Young-Rip Kwon\*, Dong-Chil Choi\*, Yeong-Geun Choi\*, and Tae-Oh Kwon\*\*

\*Jeollabuk-do Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea

\*\*Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkong University, Iksan 570-749, Korea

**ABSTRACT** This study was conducted to establish the post-harvest management system in rice. Harvested hulled rice was gathered into large-scale bag and combine bag, in which the rice quality and the influence on quality change were investigated on various storage periods and moisture contents. Moisture content of hulled rice ranged from 23.7% to 28.8% on different harvest times, which grew lower as harvesting time was delayed. When desiccation was retarded hulled rice in large scale bag was changed in color and emitted an offensive odor in 3 days and that in combine bag showed similar symptom in 4 days. Inner temperature in large scale bag was changed a lot when the storage period was prolonged and also the moisture content was higher while that in combine bag increased regularly corresponding to the moisture content at the time of harvest. Moisture content of hulled rice stored in large-scale bag increased 2 days after harvest and the more moisture content showed the more increased tendency, while in the case of combine bag the moisture content was not changed much whether the hulled rice contained low or high moisture content in harvesting. As desiccation was delayed fatty acid increased much more in large-scale bag than in combine bag even though protein and amylose content were not changed. As desiccation was delayed more and hulled rice contained moisture more in harvesting head rice ratio of brown rice decreased and green-kerneled rice and damaged grain ratio increased and quality of milled rice also became deteriorated. As a result, desiccation day to minimize the deterioration of rice quality was estimated 1-2 days in large scale bag and 2-3 days in combine bag after harvesting.

*Keywords* : rice, moisture content, quality, chemical characteristics

**고품질** 쌀의 개념은 나라나 사회의 문화, 기호도, 사회적 여건, 경제적 상황, 연령 및 영양상태 등의 특성과 기호에 따라 달라져 특정한 몇 가지 요소만으로는 판단하기 어렵지만 우리나라에서는 쌀알이 맑고 균일하며 상품성이 좋고 식품안정성과 영양가가 높으면서 밥맛이 좋은 쌀로 정리할 수 있다(박과 조, 1990). 또한 품질에 관여하는 요소로는 모양, 크기, 심복백, 투명도, 윤기 등의 외관특성과 아밀로스 함량, 단백질 함량, 알카리붕괴도, 밥의 조직감, Mg/K비 등의 이화학적 특성을 들 수 있다.

쌀 품질 및 밥맛에 영향을 주는 요인은 품종, 기상, 토양, 재배조건, 수확시기, 건조, 도정, 저장 및 취반조건 등이며 특히 산지와 품종에 따라 크게 좌우되고 재배조건으로는 이앙시기, 질소소비량 및 방법, 물 관리와 등숙기의 물떼는 시기 등이 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다(김, 2000; 구 등, 1998). 하지만 최근에 품종개량, 재배방법의 개선에 의해 산지별, 품종별 품질 차이는 점차 감소하는 경향이어서 건조, 저장, 가공 등 수확 후 관리방법이 품질을 결정하는 주요인자로 인식되고 있다(김, 2002). 이처럼 쌀 품질은 품종과 수확 전 재배관리와 수확후의 건조, 저장, 도정 유통 등 각종 요인에 의하여 영향을 받으며(김 등, 1988). 특히 벼의 건조는 저장관리 뿐만 아니라 도정수율에도 크게 영향을 끼친다(김, 1989; 이 등, 1990). 이처럼 수확한 벼는 생리작용을 계속하기 때문에 곡물의 품질변이를 최소화 하도록 적기에 건조하여야 하는데 수확기에 미곡종합처리장(RPC : Rice Processing Complex)에서 산물 수매는 일시적인 많은

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-63-561-2312  
(E-mail) ksj5027@hanmail.net

물량 반입으로 건조능력이 부족하여 건조지연에 따른 미질 저하가 우려된다.

현재 미곡종합처리장은 건조실적이 건조능력의 43%밖에 되지 않고, 물벼 반입 시 12시간 이상을 대기하는 비율이 42%로 매우 높으며 또한 물벼 반입 시 단기간에 집중반입 되는 경향이며 물벼는 콤바인포대를 사용하는 비율이 75.6%로 포대하역과 개장작업으로 처리작업의 병목화 현상이 심하다(윤, 2003). 벼의 호흡작용은 온도, 함수율, 가스환경, 바람, 미생물 등 여러 요인이 작용하지만 그 중 온도 및 함수율의 영향이 지배적으로 고함수율의 벼를 저장할 경우 발열 반응으로 곡온이 상승하고 건물중량의 손실을 가져오게 되며 상승된 곡온은 호흡속도를 가속시켜 급격한 품질저하를 초래 하게 된다(손과 채, 2003). 또한 大平(1991)은 벼의 호흡량은 온도와 수분이 높을수록 호흡이 왕성하게 진행되어 건조가 지연될수록 곡온 상승과 수분함량을 증가시켜 영양 성분이 소모된다고 하였다. 이처럼 쌀 품질은 벼 수확 후 건조지연에 따라 영향을 크게 받기 때문에 품질저하를 최소화 하기 위해서는 수확 후 단기간 내에 건조시켜야 한다. 따라서 본 시험은 벼 수확 후 건조지연에 따른 품위 및 품질 변화를 밝혀 물벼 수매 시 건조지연한계기를 구명하고자 수행하였다.

**재료 및 방법**

본 연구에 사용한 벼 시험품종은 남평벼로 2003년 전북 농업기술원 답작 시험포장에서 수확한 정조를 시료로 사용하였다. 이앙은 5월 30일 중모로 기계이앙 하였으며 시비는 성분량으로 질소-인산-칼리를 11-4.5-5.7 kg/10a로 각각 사용하였고, 분시방법은 질소가 기비 50%, 분얼비 20%, 수비

30%이며, 칼리는 기비 70%, 수비 30%, 그리고 인산은 전량을 기비로 사용하였다. 잡초방제 및 기타 재배관리는 농촌진흥청 수도작 표준재배법에 준하였다. 출수기는 8월 15일이었고, 수확은 출수 후 적산온도 1,100℃ 기준인 출수 후 50일째 하였으며 수확전후 1,2일의 기상은 Table 1과 같다.

수확 시 정조의 수분함량을 달리하기 위하여 강우가 있었던 날로부터 2일후에 벼를 수확하였는데 수확한 시간대는 9시 30분, 11시 30분, 14시 30분, 17시 30분 등 4회에 걸쳐 수확하여 각각 대형포대(700 kg)와 콤바인포대(40 kg)에 담아 상온에 야적하였다.

수확 후 건조지연에 대한 한계기를 구명하기 위하여 각각의 포대를 야적한 상태로 1일, 2일, 3일, 4일까지 방치하여 보관하였다. 포대내부 중앙부위에 온습도기록계(Thermo recorder TR-72S, Japan)를 넣어 온·습도를 기록했으며, 시료는 중앙부위에서 5 kg 채취하였고, 시료채취 즉시 수분함량을 수분측정기(PB-3160 Kett, Japan)로 측정하였다. 채취된 시료는 건조기온도를 45℃로 조정하여 수분함량이 15%가 될 때까지 건조하여 쌀 품위 및 미질을 조사하였다.

건조된 정조는 현미기(ST-50 Yanmar, Japan)와 백미기(쌍용, RAT2)를 사용하여 10분도로 도정하였고, 완전미율 등 외관상 쌀 품위는 RN-500(Kett, Japan)으로, 단백질 함량 등 화학성은 AN-700(Kett, Japan), 미질은 MA-90 system식미기(Toyo, Japan)를 이용하여 각 처리별로 3반복 조사하였다.

**결과 및 고찰**

**수확시간대별 정조 수분함량**

벼 수확은 출수 후 45~60일로 이때 벼의 수분함량은 19~34%(山下, 1988)로 다양하나 일반적으로 벼 수확당시 수

**Table 1.** Weather conditions during the pre- and post-harvest period.

Date	Temperature (°C)			Duration of sunshine (hr)	Amount of precipitation (mm)	Cloud cover (%)	Average wind speed (m/sec)
	Average	Max.	Min.				
2DBH <sup>†</sup>	16.4	19.2	14.2	0.0	18.0	96	1.7
1DBH <sup>‡</sup>	14.3	19.6	10.2	1.8	0.0	73	1.8
Harvest time	11.8	17.6	7.7	5.4	-	31	1.8
1DAH	12.7	19.9	7.4	8.7	-	19	1.6
2DAH	12.8	20.0	7.6	5.9	0.0	34	1.1

<sup>†</sup>DBH : Day before harvest time    <sup>‡</sup>DAH : Day after harvest time.

**Table 2.** Moisture contents at different harvest time.

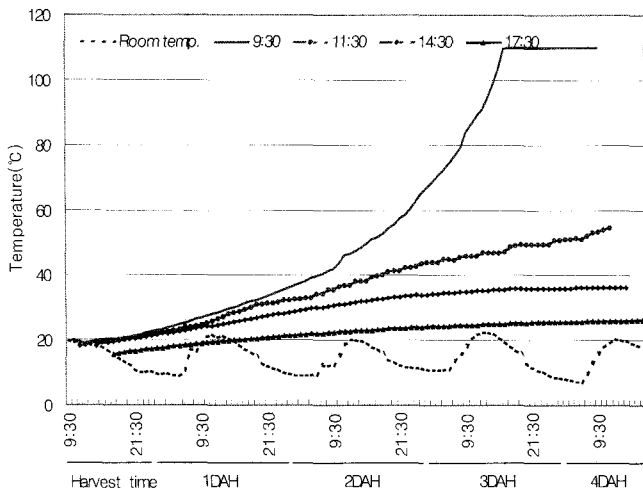
Item	9 : 30 am	11 : 30 am	14 : 30 pm	17 : 30 pm
Moisture contents (%)	28.8a	26.6b	25.1c	23.7d

Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

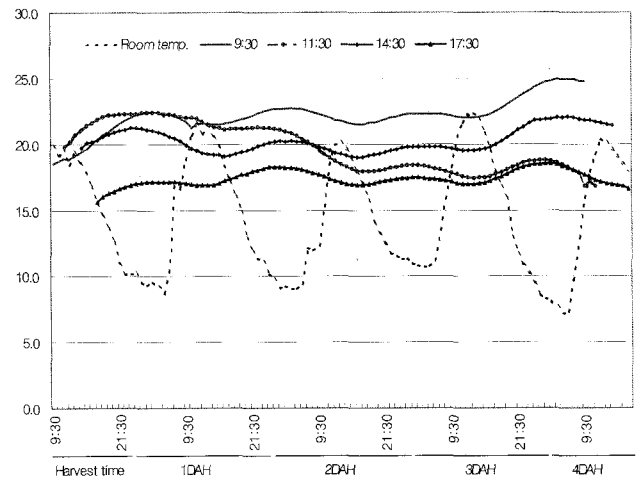
**Table 3.** Changes of color and smell of rice grain according to day after harvest and different store bags.

DAH	Large scale bag		Combine bag	
	Color	Smell	Color	Smell
0	No change	No smell	No change	No smell
1	No change	No smell	No change	No smell
2	No change	Slightly	No change	No smell
3	Change Brown	Slightly	No change	Slightly
4	Change Brown	Very strongly	Change Brown	Slightly

DAH : Days after harvest



Large scale bag



Combine bag

**Fig. 1.** Change of internal temperature of stored rice according to harvest time and day after harvest.

분함량은 20~25%로 알려져 있다(김, 1989; 이와 이, 1991). 벼 수확당일 수확시간대별 수분함량 범위는 23.7~28.8%로 Table 2와 같다. 수확직후 수확시간이 가장 빠른 9시 30분 수확한 벼의 수확직후 수분함량은 28.8%로 매우 높은 상태이고 수확시간이 늦어질수록 점차 감소하여 마지막 수확인 17시 30분 수확한 벼의 수확당시 수분함량은 23.7%로 처음 수확시간대인 9시 30분 수확에 비하여 5.1% 감소하였으며 수확시간대별 수분함량에 대한 유의성이 인정되었다. 따라서 건조비용 및 노력을 줄이기 위한 벼 수확은 가급적 오후에 작업하는 것이 유리하다고 판단되어진다.

**외관특성**

벼 수확 후 포대종류별 건조지연 일수에 따른 정조의 외관특성 변화는 Table 3과 같다. 수확 후 대형포대에 저장한 후 1~2일간 건조를 지연한 경우에는 정조의 색깔 변화와 악취가 미약하였으나 3일간 건조를 지연한 경우에는 정조의 색깔이 갈색으로 변하고 악취 심하였던 반면 콤바인 마대는 수확 후 4일간 건조를 지연한 경우에는 색깔이 변하고 심한 악취가 발생되었다.

수확 후 건조 지연일수에 따른 포대내부의 온도변화는 Fig. 1과 같다. 외부온도의 고온과 저온에 상관없이 대형마

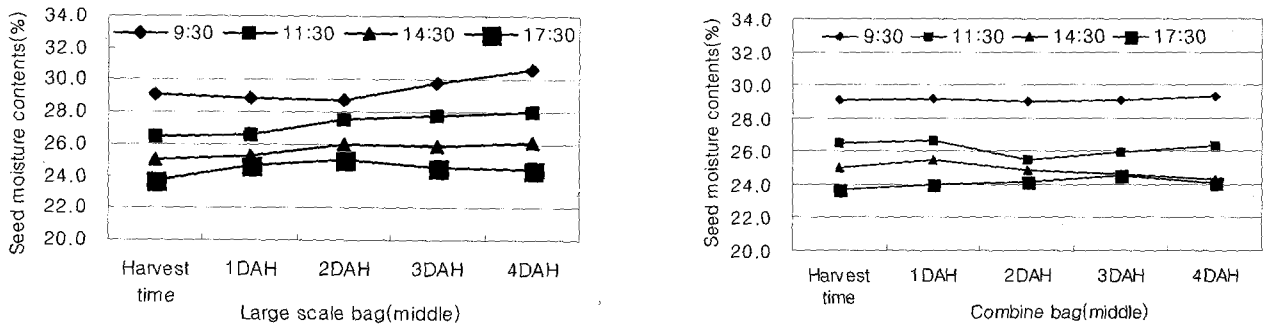


Fig. 2. Change of moisture content of seed according to harvest time and day after harvest.

대에 저장된 벼의 내부온도는 저장기간이 경과할수록 그리고 당일 조기에 수확하여 수분함량이 높을수록 증가폭이 커지는 경향이었고, 콤바인포대는 시간이 경과함에 따라 일정한 비율로 높아지는 경향이였다. 이는 수확시간에 따라 벼의 수분함량 차이에서 기인되었으리라고 생각되어진다.

벼 수확은 콤바인의 확대 보급으로 수확기간이 단축되고 재배품종 또한 3개 이내의 양질미로 단일화 되면서 수확시기가 집중되고 있으며, 물벼의 포장단위가 기계화와 더불어 대형화되고 있는 추세로 품질 좋은 쌀을 생산하기 위해서는 적기 수확이 강조되고 있다. 적기 수확당시 벼 수분함량은 19~34%로 매우 다양한 수분상태에서 수확되고 있어 즉시 건조되지 않고 부득이하게 건조가 지연될 경우 쌀에 대한 품질 저하의 중요한 요인이 되고 있는 실정이다.

수확당일 수확시간에 따른 정조의 수분함량은 23.7~28.8% (Fig. 2)로 수확시간이 늦어질수록 정조의 수분함량이 감소되었으며, 수확 후 수확시간대별 건조지연일수에 따른 수분함량은 대형포대의 경우 14시 30분 수확 분까지는 증가하는 경향이나 17시 30분에 수확된 정조는 2~3일후에 감소하는 경향이였다. 이처럼 수분함량이 높은 상태에서의 건조지연은 수분함량이 낮은 상태로 건조가 지연되는 것에 비하여 건조지연일수가 길어질수록 수분함량이 점점 높아져 정조의 변질 우려가 높다. 한편 콤바인포대는 수확시간에 관계없이 수확 후 2일부터는 점차 감소하는 경향이였으나 일정한 경향은 없었다.

#### 쌀 화학성 및 품위

쌀은 저장 중 곡립자체에서 일어나는 내적변화와 생물에 의한 외적피해를 받아 품질의 변화가 일어난다. 저장곡물은 곡물의 상태와 저장조건에 따라서 진행 속도의 지속은 다르

지만 호흡작용, 효소작용 및 산화가 일어나며 이에 따라 품질의 변화가 수반된다(고, 1998). 저장 중에 일어나는 변화로 생명력이 약화되는 생리적 변화와, 시간이 지남에 따라 점차 발아율이 낮아지며, 곡물성분에서 지방이 분해되어 유리지방산이 증가한다(손&채, 2003).

수확 후 벼의 건조가 지연될수록 단백질 및 아밀로스 함량은 뚜렷한 경향을 보이지는 않았으나 지방산은 높아지는 경향이였고 대형포대가 콤바인포대 보다 증가폭이 컸으며, 수확당일 수확시간에 따라서 단백질 및 아밀로스 함량은 뚜렷한 경향이 없었다(Table 4).

현미품위의 변화(Table 5)는 대형포대와 콤바인포대 모두 건조지연일수가 길어질수록 완전미율이 떨어지고 청미와 피해립률이 높아지는 경향이였으며, 벼 수확당시 수분함량 간에는 수분이 높은 상태에서 건조가 지연될수록 완전미율이 점차 낮아졌으며 백미품위 역시 현미품위와 비슷한 경향이였다.

이상에서와 같이 벼 수확기 미곡종합처리장에서 산물벼의 집중반입이나 농가에서 건조능력 부족으로 수확 후 즉시 건조하지 못하고 벼의 수분함량이 높은 상태로 장기간 야적될 경우 미질저하를 최소화할 수 있는 포대종류별 건조지연한계기 일수는 500 kg 이상의 대형포대는 벼 수확 후 1~2일 이내, 콤바인포대는 2~3일이였다. 한 등(2003)의 보고에 의하면 시험 원료곡을 추천벼로 저장포대 종류별 건조지연한계기를 대형포대는 1일 이내, 콤바인포대는 2일~3일 이내로 설정한 결과와 비슷한 경향이였다. 그러나 본시험에서 대형포대가 1일정도 건조를 지연해도 가능하다는 것은 시험한 품종과 당시 야적된 장소의 기상 차이로 생각되어 금후 고 품질 품종과 야적상태에 따른 건조지연한계기 구명을 위한 보다 더 세밀한 연구가 필요할 것으로 생각되어진다.

**Table 4.** Changes of contents of protein, amylose, fatty acid in brown rice grain according to harvest time and day after harvest.

Store bag	DAH	Harvest time	Protein (%)	Amylose (%)	Fatty acid (%)	
Store bag	0	9 : 30	6.7	18.9	15.3	
		Average	6.7	18.9	15.3	
	1	9 : 30	6.8	18.8	15.9	
		11 : 30	6.9	18.8	15.9	
		14 : 30	6.9	18.9	15.9	
		17 : 30	6.9	18.8	15.5	
		Average	6.8	18.8	15.8	
		2	9 : 30	6.6	19.1	19.1
	11 : 30		6.9	18.7	18.7	
	14 : 30		6.7	19.0	19.0	
	17 : 30		6.8	18.8	18.8	
	Average		6.7	18.9	18.9	
	Large scale bag	3	9 : 30	6.6	19.2	19.2
			11 : 30	7.0	19.0	19.0
			14 : 30	6.8	19.0	19.0
17 : 30			6.8	19.0	19.0	
Average			6.8	19.0	19.0	
4			9 : 30	6.5	19.3	19.3
		11 : 30	6.9	19.2	19.2	
		14 : 30	6.7	18.9	18.9	
		17 : 30	6.7	19.1	19.1	
		Average	6.7	19.1	19.1	
Combine bag		1	9 : 30	6.9	18.6	15.3
			11 : 30	6.9	18.6	15.2
			14 : 30	6.8	18.9	15.8
			17 : 30	6.9	18.8	15.3
			Average	6.8	18.7	15.4
	2		9 : 30	6.9	18.8	15.8
		11 : 30	6.9	18.8	15.7	
		14 : 30	6.8	18.9	15.9	
		17 : 30	6.8	18.7	15.4	
		Average	6.8	18.8	15.7	
	3	9 : 30	7.0	18.7	15.9	
		11 : 30	6.9	18.7	15.8	
		14 : 30	6.9	18.8	15.9	
		17 : 30	6.8	18.7	15.5	
		Average	6.9	18.7	15.7	
4		9 : 30	6.9	18.9	16.2	
	11 : 30	6.9	18.7	15.8		
	14 : 30	6.8	18.9	16.0		
	17 : 30	6.8	18.8	15.7		
	Average	6.8	18.8	15.9		

DAH : Days after harvest

Table 5. Changes of brown rice and milled rice quality according to harvest time and day after harvest. (%)

Store bag	DAH	Harvest time	Brown rice quality					Milled rice quality		
			Head rice	Crack-ed rice	Greenkern el-ed rice	Damaged rice	Dead rice	Head rice	Floury rice	Brown rice
Large scale bag	0	9 : 30	65.1a	11.1	13.4	9.6a	0.8	92.7a	0.8	6.4
	1	9 : 30	53.8	10.5	16.7	17.8	1.2	91.7	0.9	7.4
		11 : 30	56.6	13.2	15.0	14.1	1.1	92.2	0.9	6.9
		14 : 30	64.6	11.2	13.8	9.5	1.0	94.1	1.0	4.9
		17 : 30	65.8	10.7	13.6	9.0	0.9	92.1	2.0	6.0
		Average	60.2ab	11.4	14.8	12.6ab	1.1	92.5a	1.2	6.3
	2	9 : 30	45.4	5.3	19.1	18.9	1.3	86.5	0.7	12.8
		11 : 30	56.2	14.5	15.6	12.5	1.2	90.8	0.9	8.3
		14 : 30	62.3	14.5	12.6	9.7	0.9	93.0	0.8	6.1
		17 : 30	63.6	11.1	13.9	10.5	0.9	91.9	1.0	7.1
		Average	56.9bc	13.8	15.3	12.9ab	1.1	90.6b	0.9	8.6
	3	9 : 30	39.1	14.3	21.3	24.1	1.1	85.9	1.2	12.9
		11 : 30	47.3	18.3	19.0	14.8	0.7	85.3	1.2	13.4
		14 : 30	58.9	15.3	14.3	10.6	1.0	90.9	0.9	8.2
		17 : 30	61.8	14.8	12.9	9.7	0.8	91.4	1.4	7.2
		Average	51.8cd	15.7	16.9	14.8bc	0.9	88.4c	1.2	10.4
	4	9 : 30	32.9	17.3	21.9	26.6	1.4	83.2	1.0	15.8
		11 : 30	47.7	19.8	14.9	16.3	1.3	85.1	0.7	14.3
		14 : 30	56.1	16.2	12.3	14.7	0.7	89.8	0.7	9.5
		17 : 30	55.5	17.9	15.4	9.9	1.3	87.5	1.3	11.2
Average		48.0d	17.8	16.1	16.9c	1.2	86.4d	0.9	12.7	
Combine bag	1	9 : 30	55.1	10.3	16.6	17.2	0.7	91.7	0.9	7.4
		11 : 30	57.1	13.3	15.7	12.6	1.2	92.9	1.0	6.1
		14 : 30	64.6	11.2	13.8	9.7	0.7	93.6	0.9	5.4
		17 : 30	64.8	10.6	14.2	9.6	0.8	92.3	1.5	6.2
		Average	60.4ab	11.4	15.1	12.3a	0.9	92.6a	1.1	6.3
	2	9 : 30	53.8	10.5	16.7	17.8	1.2	91.1	0.9	8.1
		11 : 30	55.9	13.7	14.8	14.4	1.2	90.8	0.9	8.3
		14 : 30	61.9	11.4	13.8	12.0	0.9	92.5	1.2	6.2
		17 : 30	63.3	11.9	13.3	10.7	0.8	91.7	1.4	6.9
		Average	58.7b	11.9	14.7	13.7a	1.0	91.5a	1.1	7.4
	3	9 : 30	43.3	11.6	16.7	27.6	0.8	87.8	0.7	11.5
		11 : 30	51.8	10.1	14.9	28.3	0.8	89.1	1.2	9.7
		14 : 30	60.4	12.9	14.1	11.6	1.0	92.0	1.0	7.1
		17 : 30	64.4	12.1	13.7	9.0	0.7	91.4	1.4	7.2
		Average	55.0bc	11.7	14.9	20.6b	0.8	90.1b	1.1	8.8
	4	9 : 30	37.0	11.2	16.9	34.0	0.8	84.4	1.0	14.6
		11 : 30	48.0	10.4	16.5	24.2	0.8	85.5	0.9	13.7
		14 : 30	56.9	12.1	14.1	16.0	0.9	90.1	0.9	9.0
		17 : 30	60.1	10.7	13.6	14.7	0.9	90.7	0.9	8.4
		Average	50.5c	11.1	15.3	22.2b	0.9	87.7c	0.9	11.4

DAH : Days after harvest

Means followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

적 요

인용문헌

쌀 품질의 고급화를 위한 벼 수확 후 관리기술체계를 확립하기 위하여 벼 수확을 대형포대 및 콤바인포대로 수확한 후 수분함량별 야적기간 연장에 따른 쌀 품위 및 품질변화에 미치는 영향을 조사하였다. 수확당일 수확시간에 따른 정조의 수분함량은 23.7~28.8%로 수확시간이 늦어질수록 낮았고, 수확 후 건조지연에 따른 정조의 외관변화는 저장포대가 대형인 경우 3일째 정조의 색깔이 변하고 악취가 심하게 발생하였으며 콤바인포대는 4일째부터 색깔이 변하고 악취가 발생하였다. 포대내부의 온도변화는 대형포대는 저장기간이 길어질수록 그리고 수분함량이 높을수록 증가되는 폭이 컸으나 콤바인포대는 수확당시 수분함량에 따라 일정한 비율로 증가되는 경향이였다. 대형포대에 저장된 정조의 수분함량은 저장 2일째부터 증가되었고 수분함량이 높을수록 증가폭이 컸으나 콤바인포대의 경우는 수확 시 수분함량이 적은 경우 약간 감소하는 경향이고 높은 경우는 약간 증가되는 경향이였다. 수확 후 건조가 지연될수록 단백질, 아밀로스함량은 차이가 없으나 지방산은 증가되었고 대형포대가 콤바인포대에 저장된 정조보다 지방산 증가폭이 컸으며 수확 후 건조지연일수나 벼 수확 시 수분함량이 높을수록 현미의 완전미율은 감소되고 청미와 피해립율이 증가되었으며 백미품위 역시 비슷한 경향이였다. 따라서 미질 저하를 최소화 할 수 있는 포대종류별 건조지연 한계기는 대형포대가 벼 수확 후 1~2일 이내, 콤바인포대는 2~3일 이내로 추정되었다.

고학균. 1998. 쌀의 품질과 수확후 처리공정. 한국산업식품공학회 1998년 심포지엄. pp. 1-15.

구자옥, 이도진, 허상만. 1998. 쌀의 품질과 맛. 전남쌀연구회. pp. 25-49.

김동철. 2002. 고품질 쌀 생산을 위한 수확 후 관리기술. 국제쌀박람회 국제학술 심포지엄. pp. 54-63.

김광호, 채재천, 임무상, 조수연, 박래경. 1988. 쌀 품질의 연구 현황, 문제점 및 방향. 한국작물학회지(품질연구 1호) 33: 1-17.

김행하. 1989. 곡물저장의 이론과 실제. 평화사. p. 483.

박래경, 조수연. 1990. 쌀 품질의 고급화육종현황과 금후전략 (쌀 품질 고급화 및 다양화 발생 심포지엄). pp. 30-40.

이호진, 서경허, 이은웅. 1990. 벼 품종의 콤바인 수확과 건조방법에 따른 미립질의 변화. 한국작물학회지 35(3) : 282-286.

이종훈, 이은웅, 1991. 식용작물학(1) -稻作- 한국방송통신대학. p. 474.

山下律也, ソミョット, ベラツタ. 1988. 米の收穫後處理と穀粒水分及び品質. 農業機械學會誌 50(6) : 117-120.

大平研一. 1991. 米の品質の理化學的測定の現状と課題. 新潟アグロノミ 27 : 17-31.

손종록, 채재천. 2003. 쌀 수입개방에 대응한 품질향상 기술대책. 한국쌀연구회 총서 제14권. pp. 148-192.

윤홍선. 2003. 물벼 수집 위험의 분산화 및 효율적 방안. 소비자 시장 변화와 고품질 쌀 생산을 위한 기술전략 세미나. 농진청 농업공학연구소. pp. 3-11.

한상욱, 이재홍, 이원우. 2003. 벼 수확시 수분함량과 건조전까지의 기간이 미질에 미치는 영향. 경기도농업기술원 시험연구 보고서. pp. 153-161.