

## 벼의 乾燥溫度가 米質과 食味에 미치는 影響<sup>1)</sup>

全遇滂\* · 明乙在\*\* · 李殷雄\*\* · 權容雄\*\*

### Effect of Drying Temperature of Rough Rice on Grain and Eating Quality

Woo Bang Jeon\* · Eul Jae Myung\*\* · Eun Woong Lee\*\* and Yong Woong Kwon\*\*

**ABSTRACT** : Rough rice samples of Chucheongbyeo, Bongkwangbyeo and Hwaseongbyeo were collected by the National Agricultural Products Inspection Office. Drying methods of rough rice were sun drying and forced ventilation drying by an oven dryer and temperature of the oven dryer was set to 43, 60, 70, or 80°C. Moisture content of samples was reduced from ca. 20% to 15% at the end of drying, and additionally to 12.5 % for the drying at 80°C. Characteristics related to rice grain quality, milling recovery, ratio of broken and cracked rices, percentage of germination, and sensory scores of the cooked rices were evaluated.

Yielding percentage of brown rice and polished rice remarkably decreased by drying at 80°C. Percentages of cracked rice and broken rice were within the criterion of the second grade government brown rice(20%) only in the sun dried and the rices dried at 43°C, on the basis of damaged rice, opaque kernel rice and colored rice. Broken rice percentage of the polished rice was within the criterion for the standard of government rice (5%) in the sun dried and the rices dried at 43°C. Germination percentage of rough rice was higher than 80% in sun drying and drying at 43°C, but remarkably decreased by drying rice at 60°C and over. Sensory palatability of the cooked rice decreased with increase in drying temperature. The present governmental method of judging rough rice on the basis of moisture content and appearance of the rough rice appears to be improved to include the ratio of broken and cracked rices.

최근 국민의 所得水準이 높아지면서 高品質의 食品需要가 급격하게 증가하고 있다. 主穀인 쌀 생산에 있어서도 良質米에 대한 국민의 選好度가 刮目할 만큼 높아지고 있다. 米質은 品種에 따라 다르지만 栽培環境, 栽培方法, 收穫 후의 管理技術 등 각종 요인에 의해서도 영향을 받는다<sup>2)</sup>. 수확 후의 관리기술로는 乾燥, 調製, 貯藏, 搗精方法 등이 중요한 요인이다. 특히 正租의 건조는 貯藏管理는 물론 搗精收率 등 미질에 크게 영향을 끼친다<sup>4,8)</sup>. 그런데 벼의 收穫은 攄바인에 의한 生脫穀이 보편화되고, 건조방법도 종래 실시되어 온 天日乾燥에서 乾燥施設이나 乾燥機에 의한 火力乾燥方法으로 바뀌게 되었다. 天日乾燥法은

많이 개량되어 圃場에 芻짚을 깔고, 그 위에 綱絲를 깔아 벼를 말리는 방법이 많이 이용되고 있으며, 乾燥費用이 적게 들고 大規模로 건조할 수 있는 長點이 있으나, 乾燥途中에 이슬이나 降雨에 의한 正租의 吸濕, 乾燥의 反復으로 胴割米 및 碎米의 발생이 증가하고, 變質될 우려가 있다<sup>1,4,11)</sup>. 반면에 乾燥施設이나 乾燥機에 의한 건조는 送風이나 熱風循環乾燥로서 대량의 곡물을 迅速하게 건조하는 데 유리하지만, 미국의 사용 목적에 따라 건조온도를 조절하여야 한다. 즉 種子用의 경우에는 發芽率 및 發芽勢를 감안하여 38~43°C를 넘어서는 안되며, 일반 소비용의 경우에는 55~60°C를 넘으면 동할미가 크게 증가하

\* 國立農產物檢査所 試驗所 (National Agricultural Products Inspection Office, Seoul 150-043, Korea)

\*\* 서울大學校 農科大學 (College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea)

<sup>1)</sup> 本 研究는 1989/1990년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의해 수행되었음.

< '91. 8. 10. 接受 >

고, 미립의 物理的 및 化學的 특성이 변하여 식미가 나빠지게 된다<sup>2,4,5,9</sup>. 따라서 간편한 방법의 의해 租穀의 品質을 구별하는 것은 正租를 收買하여 消費者에게 良質의 쌀을 공급하는데 매우 중요한 일이다.

본 실험은 이러한 見地에서 正조의 건조온도 및 방법을 달리하였을 때 發芽率, 玄米 및 白米의 外觀狀 특성, 食味の 官能檢査 등의 조사결과를 分析 檢討함으로써 건조온도에 따른 미곡의 品質을 평가하는 방법을 제시하고자 실시하였다.

### 材料 및 方法

供試材料는 1990년도에 생산한 一般系 品種인 秋晴벼, 峰光벼, 花成벼를 사용하였는데, 이 시료들의 수확 직후 水分含量은 약 20%였다. 건조방법은 天日乾燥와 火力乾燥로 하였으며, 천일건조는 논에 짚을 깔고 綱絲 위에 벼를 널어 말리는 방법이며, 화력건조는 乾燥機((주)우주과학 Drying Oven(Model FC-1D-2S))로 온도 43°C, 60°C, 70°C, 80°C의 恒溫에서 수분함량이 약 15%가 되도록 건조하였으며 80°C의 경우에는 12.5%까지 과건조한 것을 추가하였다.

품종별 건조방법 및 온도에 따른 水分含量, 乾燥所要時間은 표 1과 같았다. 천일건조의 경우 수분함량 15%까지 건조하는데 걸리는 건조시간은 晝間 16시간인 데 비해 건조기 온도 80°C에서는 40분만에 목표수분 함량에 도달하였다. 이때 水分含量의 측정은 電氣抵抗式 水分計인 '라이스터'형(수분함량범위±0.5%)으로 하였다.

米穀의 製玄率, 精白率, 胴割米, 碎米는 농산물검사 표준계측방법에 준하여 실시하였으며, 色澤은 光電池 白度計 Kett C-3(Japan)로 조사하였다.

發芽率은 정상발아시험과 저온검정을 실시하였는데 정상발아시험은 시료를 하루동안 溫水處理(40°C)를 하고, 14일 후에 未發芽粒, 腐敗粒, 非正常苗를 제외할 것을 발아립으로 하였다. 低溫檢定은 8일간 10°C에서 저온처리한 후 발아시험기(20°C)에서 14일후 발아율을 조사하였으며, 기타 방법은 農檢告示 제 85-2호에 따랐다.

밥의 관능검사는 농산물검사소의 慣行方法에 따라 실시하였는데, 천일건조한 시료를 基準으로 하여 기준에 비해 극히 나쁘면 -5에서부터, 극

히 좋으면 5까지 11개 等級으로 나누어 評點을 하도록 하였으며, 35세미단이 12명, 35세 이상이 11명이며, 남자 12명 그리고 여자가 11명 등 23인이 評價하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 쌀의 外形 및 搗精率의 乾燥溫度間 差異

건조온도 및 방법에 따른 미곡의 外形變化와 搗精率은 표 2와 같다. 製玄率은 품종간 차이는 없었으나 건조온도 및 방법에 따라 유의한 차이가 있었다. 세 품종 모두 천일건조와 43°C 火力乾燥間에 차이가 없었으나 80°C 건조조건에서 74%(政府 一般米 2等級基準)이하로 감소하였으며, 특히 80°C에서 과건조했을 때, 추청벼에서 59.7%까지 떨어졌다. 한편 精白率도 제현율과 비슷한 경향을 보였는데, 봉광벼, 추청벼, 화성벼 순으로 높았고, 70°C 이상의 고온건조의 경우에는 정백율이 88%이하로 감소하였으나 그 차이는 크지 않았다. 金 등(1989)<sup>3)</sup>은 初期水分含量이 24%인 미곡을 大型乾燥機에서 15%까지 건조하였을 경우 제현율은 81.5%이고, 정백율은 88.6%였으며, 小型乾燥機의 경우 정백율은 40°C에서 89.5%이던 것이 80°C에서는 81.7%였다고 보고한 바 있는데 본 실험에서도 비슷한 경향이었다.

玄米의 碎米와 胴割米의 비율과 白米의 쇄미비율은 표 2, 그림 1,2와 같다. 현미의 동할미는 봉광, 화성, 추청벼 순으로 많았으며, 60°C에서 건조했을 때 3.1%이하이던 것이 70°C에서는 10.3%로 급격히 증가하였고, 80°C에서 수분함량 12.5%까지 건조했을 때에는 세 품종 평균 동할미 비율은 39.9%였다. 玄米의 쇄미비율은 동할미와 같은 경향으로 43°C에서 건조했을 때 2.0%이던 것이 60°C에서는 7.8%, 70°C에서는 18%로 건조온도가 증가함에 따라 쇄미비율은 급격히 증가하여 80°C에서 과건조했을 경우에는 37.9%로 천일건조의 2.7%보다 14.3배 많았다. 농산물검사기준에서 현미 2등급은 被害粒(동할미, 쇄미 등), 死米, 着色粒의 비율이 20%이내인데, 이 기준에 드는 건조온도는 세 품종 모두 60°C 이하였고, 1등급 기준인 10%이내에 드는 것은 천일건조와 43°C 건조뿐이었다. 백미의 경우 또한 건조온도가 높았을 때 쇄미의 비율이 현저히 높아져 일반미

에 대한 政府管理쌀의 농산물검사기준인 5%이내에 드는 것은 천일건조와 43°C 건조조건뿐으로 이보다 높은 온도에서 건조한 벼는 쌀의 품위가 현저히 감소하였다. 썩 등<sup>1)</sup>은 벼의 初期水分含量 24%에서 15%로 건조했을때 白米의 동할미 비율은 40°C 건조조건에서 3.6%, 80°C에서 12.2%였

다고 보고한 바 있는데, 본 실험에서는 경향은 비슷하였으나 그 비율은 매우 높았다. 한편 우리나라에서 수확 후 건조에 들어가는 벼의 수분함량은 보통 20~25%인데<sup>4,9)</sup> 콤바인을 비롯한 수확기계의 이용으로 標準收穫期인 出穗 후 45일경보다 이른 時期부터 늦은 시기까지 수확작업을

**Table 1.** Time taken to reach optimum moisture content under different drying temperatures.

Cultivar	Initial moisture content (%)	Sun drying		Forced ventilation drying condition									
		MC	RT	43°C		60°C		70°C		80°C		O 80°C	
				MC	RT	MC	RT	MC	RT	MC	RT	MC	RT
Chucheongbyeo	20.0	15.2	16	15.2	2.67	15.0	1.17	14.8	0.92	14.9	0.67	12.5	1.08
Bongkwangbyeo	20.0	15.0	16	15.0	2.67	14.8	1.17	14.8	0.92	14.8	0.67	12.5	1.08
Hwaseongbyeo	20.0	15.1	16	15.1	2.67	15.2	1.17	14.7	0.92	14.7	0.67	12.6	1.08

\* MC : moisture content (%), RT : hours required to dry rice dried to optimum moisture content. O 80°C : Over drying (moisture content, 12.5%) at 80°C in drying oven.

**Table 2.** Milling recoveries, whiteness of rice grain and sensory evaluation of the cooked rice as affected by drying temperature.

Method of drying	Moisture content (%)	Yield		Broken rice		Cracked rice of brown rice (%)	Whiteness		Overall taste score of sensory evaluation
		Brown rice (%)	Polished rice (%)	Brown rice (%)	Polished rice (%)		Brown rice	Polished rice	
Chucheongbyeo									
Sun drying	15.2	81.0	89.3	1.2	2.1	0.7	22	41.2	0.0
FVD 43°C	15.2	81.4	90.1	0.9	2.2	1.1	23	41	-0.26
FVD 60°C	15.0	79.1	89.2	8.3	18.3	2.6	23	41	-1.00
FVD 70°C	14.8	74.9	88.7	21.2	29.3	9.7	23	40	-1.61
FVD 80°C	14.9	68.0	87.7	24.7	39.1	15.3	24	41	-2.52
O 80°C	12.5	59.7	80.9	28.4	64.7	45.0	24	40	-3.65
Bongkwangbyeo									
Sun drying	15.0	79.8	89.2	3.7	2.3	1.4	21	41.5	0.0
FVD 43°C	15.0	80.7	89.5	2.4	3.1	2.1	22	41	-0.39
FVD 60°C	14.8	79.4	89.6	6.7	21.7	4.5	22	41	-0.96
FVD 70°C	14.8	75.3	88.7	17.2	31.1	8.0	22	41	-1.43
FVD 80°C	14.8	70.2	87.6	18.2	44.8	11.2	23	41	-1.57
O 80°C	12.6	61.3	80.7	40.0	66.2	23.7	23	40	-2.87
Hwaseongbyeo									
Sun drying	15.1	81.0	89.3	3.2	2.3	0.9	21	41	0.0
FVD 43°C	15.1	80.0	89.3	2.7	2.9	1.5	21	41	-0.43
FVD 60°C	15.2	79.6	88.6	8.4	20.4	2.1	21	41	-0.87
FVD 70°C	14.8	73.7	88.2	15.8	30.0	13.3	21.5	41	-1.52
FVD 80°C	14.7	69.6	86.5	17.2	42.1	18.0	21.5	40	-2.26
O 80°C	12.6	60.7	80.2	45.4	65.1	21.1	23	40	-3.26
F-value									
Variety (V)		NS	9.1**	3.6*	89.6**	71.4**	52.9**	NS	
Drying temp. (D)		594**	485**	769**	21195**	6067**	18.7**	15.5**	
V×D		NS	NS	27.9**	12.2**	96.7**	NS	3.5**	

\*and\*\* mean the significant differences among treatments at 5 or 1% level

Note : FVD °C43, 60°C, 70°C and 80°C : Forced ventilation drying at each temperature, O 80°C : over drying (moisture content, 12.5%) at 80°C in drying oven.

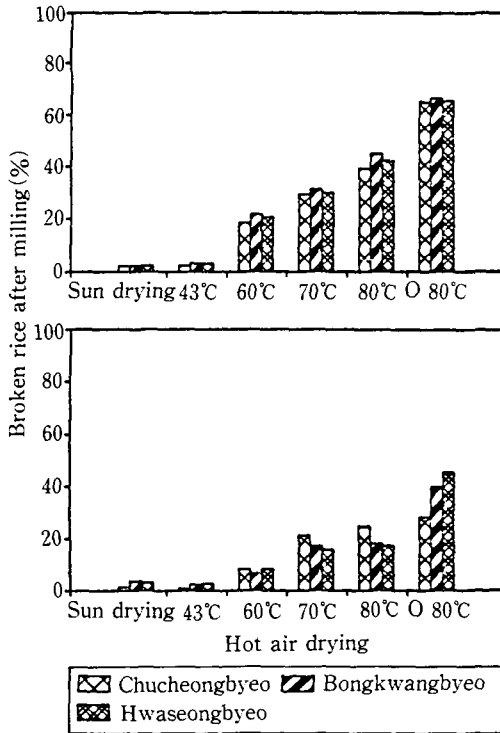


Fig. 1. Percentage of broken rice after dehulling and after milling as affected by drying temperature.

하게 되므로서, 수분함량이 19~34%로 다양한 米穀을 대량으로 건조해야 한다. 따라서 수분함량이 높은 것과 낮은 것을 동시에 건조하게 되므로 불완전립의 증가와 食味の 低下가 우려된다<sup>1,6,7,11,12</sup>.

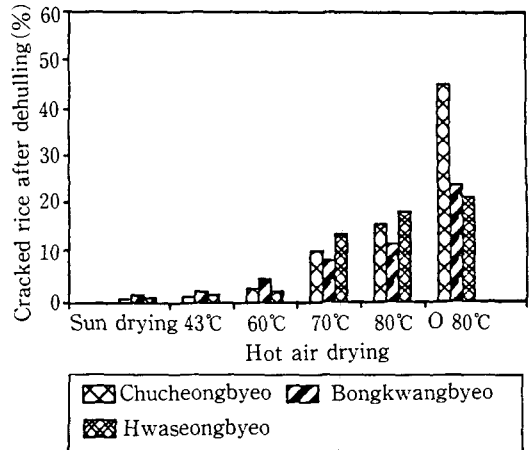


Fig. 2. Percentage of cracked rice after dehulling as affected by drying temperature.

2. 乾燥溫度에 따른 發芽率

건조온도 및 방법에 따른 발아율을 正常發芽試驗과 低温(10°C)에서 8일간 前處理한 후 시험한 결과는 표 3, 그림 3과 같다. 정상조건에서의 발아율은 봉광, 추청, 화성벼의 순으로 높았으며, 천일건조와 43°C에서 화력건조한 벼의 발아율은 각각 86.1, 88.9%로 유의한 차이가 없었으나, 60°C 이상에서 건조한 벼는 60%이하로 떨어졌고, 80°C에서 과건했을 때 발아율은 0%였다.

低温處理했을때 발아율 역시 봉광, 추청, 화성벼 순으로 높았는데, 43°C에서 건조한 벼의 발아율이 86.6%로 가장 높았고, 천일건조에서는

Table 3. Germination percentage as affected by drying temperature.

Method of drying	Treatment of warm water(40°C)			Treatment of low temp.(°C)		
	Chucheong	Bongkwang (%)	Hwaseong	Chucheong	Bongkwang (%)	Hwaseong
Sun drying	86.8	89.0	82.5	85.0	85.3	81.0
FVD 43°C	91.0	90.0	85.8	88.0	86.8	85.0
FVD 60°C	59.8	68.8	43.8	58.0	66.8	41.3
FVD 70°C	5.5	43.5	3.0	13.0	35.5	19.5
FVD 80°C	0.0	10.5	0.3	0.8	12.0	1.7
O 80°C	0.0	0.0	0.0	0.3	1.0	0.3
F-value						
Variety (V)		91.9***			69.1***	
Drying Temp. (D)		1687.0***			2016.3***	
V×D		22.7***			17.9***	

\*\*\* mean the significant differences among treatments at 0.1% level

Note : FVD 43°C, 60°C, 70°C and 80°C : Forced ventilation drying at each temperature, O 80°C : Over drying (moisture content, 12.5%) at 80°C in drying oven.

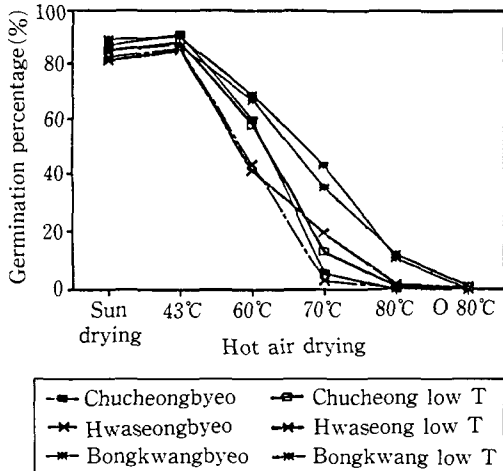


Fig. 3. Changes in germination percentage as affected by drying temperature.

83.8%로 그 다음이었으며, 그 이상의 온도조건에서의 발아율은 현저히 감소하였다. 이는 金<sup>4)</sup> 등의 벼種子用的 건조는 38~43°C 이내에서 건조해야 한다는 보고와 일치하였다. 따라서 콤바인으로 生脫穀한 후 건조기를 이용하여 高温乾燥하는 경우 품질 뿐 아니라 발아율까지 현저히 저하시키는 결과가 招來되므로 종자용 벼의 건조는 43°C 이하에서 실시하여야 할 것이다.

### 3. 米穀의 白度 및 食味評價

쌀의 外觀은 쌀을 선택하는 데 중요한 요인 중 하나로 크기뿐 아니라 色澤도 품질을 평가할 수 있는 중요한 방법이다. 색택은 透明度와 白度로 나타내는데 백도의 농산물 검사기준은 현미의 경우 22%이고, 백미의 경우는 41%이다<sup>4)</sup>. 건조온도에 따른 玄米와 白米의 白度は 표 2와 같은데, 현미의 경우 건조온도가 높을수록 더 높았으며, 품종별로는 추청, 봉광, 화성벼 순으로 높았다. 백미의 경우는 건조온도가 높아질수록 백도가 낮아져서 60°C 이상에서 건조했을 때 유의하게 낮았으며, 봉광벼의 백도가 다른 두품종에 비해 더 높았다. 한편 長戶等<sup>10)</sup>은 쌀의 백도는 品質에 영향을 미치지 않지만, 백도가 높다고 품질이 좋은 것은 아니며 透明度를 고려해야 쌀의 품질을 정확히 파악할 수 있다고 하였다.

한편 밥의 綜合食味에 대해서 天日乾燥한 쌀을 基準(0)으로 -5(극히 나쁘다)에서 5(극히 좋다)까지 11等級을 두어 官能檢査를 한 결과(그림

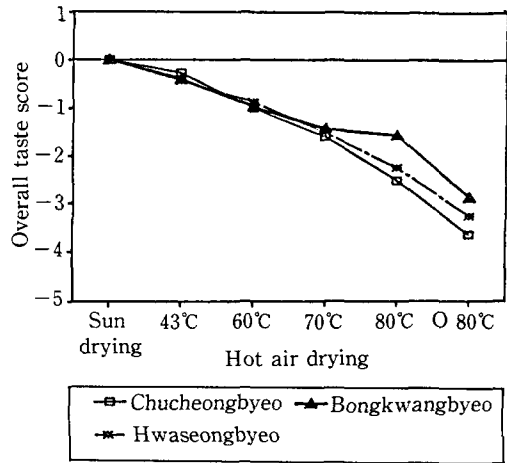


Fig. 4. Changes in overall taste score in sensory evaluation as affected by drying temperature.

4), 건조온도 및 방법간에 차이가 明白하여 43°C에서 건조한 경우에 -0.36인데 비해 60°C에서는 -0.94, 70°C에서는 -1.52, 80°C에서 건조한 경우에는 -2.12, 과건조했을 경우에는 -3.26으로 건조온도가 높을수록 綜合食味는 현저히 떨어졌으며, 특히 추청벼의 경우 건조온도에 따라 綜合食味の 차이가 심하였다. 따라서 정부가 良質米를 찾는 소비자의 嗜好에 맞는 쌀, 品種固有의 品質을 維持하고 있는 쌀을 안정적으로 확보하기 위해서는 政府收買糧穀의 檢査방법을 수분함량 중심에서 수분함량과 정조의 외관뿐 아니라 품질을 대표할 수 있는 피해립의 비율을 빨리, 쉽게 찾아내는 理化學的 방법을 병행해야 할 것으로 생각된다.

### 摘 要

본 연구는 乾燥溫度 및 方法이 米穀의 品質에 미치는 영향을 검토하는 한편 추천온도 以上으로 高温乾燥되어 正粗의 品質이 變化된 것들을 肉眼鑑定할 수 있는 방법을 찾아내고자 시도하였다. 農産物檢査所에서 蒐集한 추청벼, 봉광벼, 화성벼를 供試하여 初期水分含量이 약 20%인 試料를 天日乾燥와 乾燥機의 온도 43, 60, 70, 80°C에서 수분함량 약 15%까지, 80°C의 경우에는 12.5%까지 過乾燥하여 米穀의 品位와 관련된 쌀의 外觀 및 發芽率을 調査하였고, 밥의 食味檢定을 실시하여 건조온도에 따른 米穀의 品質 차이를 검

토하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 製玄率は 건조온도가 높을수록 감소하였으며, 특히 80℃ 이상에서 현저히 감소하였고, 精白率は 화성벼가 추청과 봉광에 비해 낮은 경향이었으며 건조온도별로 유의한 차이는 있었으나 그 값은 80℃ 건조조건에서도 차이가 적었다.

2. 胴割米 및 碎米의 비율은 추청, 화성, 봉광 벼 순으로 적었고, 被毒粒, 死米 및 着色粒 비율이 10%미만(농산물검사기준의 현미 1등급기준)인 건조조건은 천일건조와 43℃ 건조였으며, 20%미만(2등급기준)인 경우는 천일건조, 43℃ 건조, 60℃ 건조에서 었다. 한편 백미의 색미율이 정부관리표 기준인 5%이하에 적합한 건조조건은 천일건조와, 43℃ 건조였다.

3. 발아율은 正常發芽檢定과 低溫檢定 모두에서 봉광, 추청, 화성벼 순으로 높았으며, 43℃ 건조조건과 천일건조와는 큰 차이는 없었으나 이보다 높은 건조온도조건에서의 발아율은 현저히 감소하였다.

4. 玄米의 白度は 추청, 봉광, 화성벼 순으로 높았으며 건조온도가 높을수록 증가하였다. 백미의 경우에는 봉광벼가 추청벼와 화성벼보다 높았으며, 80℃ 건조조건에서 유의하게 낮았다.

5. 밥의 綜合食味는 새품종 모두 基準인 天日乾燥 쌀보다 火力乾燥한 쌀의 評價値가 낮았으며 건조온도가 높을수록 낮았다.

6. 米穀의 品質은 현행 수분함량 측정과 並行하여 肉眼鑑定으로 胴割米 및 碎米 비율을 평가하는 것이 타당할 것으로 판단되었다.

## 引用文獻

1. 琴東赫, 李容國, 李揆昇. 1988. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 循環式穀物乾燥機의 利用極大化에 關한 研究. 農試論文集(農業產學協同篇) 31 : 403-412
2. 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(品質研究 1호) 33 : 1-17
3. 金學信, 安淙國, 吳龍飛, 李宗基, 林茂相, 朴來敬. 1989. 벼 乾燥方法 및 收穫時期가 米質에 미치는 影響. 시험연구보고서, 농진청, 작물시험장(수도편) : 537-540
4. 金行夏. 1989. 穀物貯藏의 理論과 實際. 도서출판 平和社. 483pp
5. 韓國農村經濟研究院. 1987. 糧穀政策의 長期方向 定立 研究. 研究報告 152 : 73-76
6. 山下律也. ソミヨット. バラツタ. 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
7. Omar, S., J., 山河律也. 後藤清和. 1989. 米のポストハーベストに關する新技術開發(2)-乾燥操作- 農業機械學會誌 51(5) : 91-95
8. 李浩鎮, 徐鐘許, 李殷雄. 1990. 벼 品種의 콤바인 收穫과 乾燥方法에 따른 米粒質의 變化. 韓作誌 35(3) : 282-286
9. 李鐘薰, 李殷雄. 1991. 食用作物學(I)-稻作- 韓國放送通信大學, 474pp
10. 長戶一雄, 鈴木清太, 佐渡敏弘. 1974. 米の白度に關する研究. 日作紀 43(4) 550-556
11. 全在根, 崔扶翌, 李廷哲. 1981. 生脫穀벼의 갈아말림 特性과 乾燥條件이 胴割米 發生에 미치는 影響. 韓國農業機械學會誌 6(2) : 58-64
12. 何榮祥, 許愛娜, 林國熙. 1988. 乾燥技術對稻米胴裂率及食味品質之影響. 稻米品質研討會專集 : 259-268. 台灣省台中區農試

1. 琴東赫, 李容國, 李揆昇. 1988. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 循環式穀物乾燥機의 利用極大