

벼의 원적외선 건조특성에 관한 연구(II)

- 원적외선건조와 열풍건조 쌀의 품질평가 비교 -

Study on the Characteristics of Far Infrared Ray Drying for Rough Rice(II)

- Rice Quality evaluation -

김유호* 김 훈** 금동혁** 조영길* 조광환* 한충수*** 한귀정****
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
Y.H.Kim H. Kim D.H.Keum Y.K.Cho K.H.Cho C.S.Han K.J.Han

1. 서론

지금까지 우리 나라 벼농사는 고품질 쌀의 생산보다는 다수확재배기술로 생산량을 늘리는 것이 농가소득에 유리하였다. 그러나 소비수준이 높아지고 쌀의 제고가 충분한 현시점에서는 품질의 경쟁력 향상이 더욱 중요하다. 이를 위해서는 고품질 쌀 생산을 위한 건조, 저장, 가공 등 기반시설의 현대화하여 브랜드화에 의한 차별화를 통하여 소비자의 신뢰를 얻기 위한 연구가 수행되어야 할 것이다. 쌀의 밥맛을 결정하는 요인은 품종, 재배, 관리, 수확에 이르기까지 관계가 있겠지만, 수확후처리 공정과정에서도 품질의 우열이 좌우된다. 특히 건조 중 열풍온도 관리 소홀로 인하여 과건이 되는 경우에는 밥맛에 치명적이라고 할 수 있다.

細川⁷⁾ 등은 쌀의 품질을 1차적 품질과 2차적 품질로 구분하였다. 1차적 품질은 건조시설 등으로 생산한 벼를 대상으로 품질을 검사하는 항목으로 동할미, 비중량, 발아율 등이 있고, 2차적 품질은 곡물의 건조, 저장, 가공과 관련되어 소비자가 요구하는 곡물상의 품질, 즉 밥맛을 말한다.

青⁸⁾ 등은 인디카형과 자포니카형 두 종류의 쌀을 대상으로 쌀의 수분 및 호화도가 밥맛에 미치는 관계를 검토한 결과 밥알의 호화전분 비율이 높은 것은 밥의 경도가 떨어지는 것을 알았다. 또한 밥알에 잔존하는 세포벽 등이 밥의 경도 증가에 큰 영향을 미쳤다는 것이 유찰 되었다고 보고하였다.

박³⁾ 은 소비자들이 판단하는 고품질 쌀의 척도는 투명도, 빛깔, 크기와 모양, 싸라기 혼입 정도 등은 품종이나 생산지에 따라 어느 정도 영향이 있겠지만, 그보다는 건조, 저장, 가공 등과 같은 수확후 관리기술 정도에 따라 결정되는 사항이고, 특히 적절한 건조와 가공 공정만으로도 소비자가 선호하는 고품질 쌀 생산이 가능하다고 하였다.

신⁴⁾ 등은 쌀의 밥맛 결정요인구명을 다수계와 일반계 품종에 대해 이화학적인 성분측면에서 비교한 결과 일반성분 함량은 두 품종간의 차이가 없었고, 아밀로그램 특성값에서도 호화개시온도는 차이가 없었으나, 점도는 다수계가 높게 나타났다. 그리고 관능검사에서는 일반계가 다수계보다 색, 냄새, 찰기, 윤기, 질감, 그리고 전체적인 밥맛이 우수하였고, 특히 종합적인 밥맛은 일반계 추정이 가장 높았다고 하였다.

이⁵⁾ 등은 품종별 쌀가루의 노화특성은 아밀로스 함량에 관계없이 hard gel인 품종이 높은 setback 값을 보였고, 쌀전분 겔은 아밀로스 함량이 높을수록 노화가 더 빠르게 진행된다고 쌀의 조리가공 및 식미평가기술 보고서에서 발표하였다.

본 연구의 제1보에서는 원적외선 건조기 및 열풍 건조기에서 건조한 벼의 건조성능과 건조특성을 비교시험하여 원적외선 건조방법이 우수하다는 결론을 얻었다. 제2보에서는 제1보에서와 같이 두 가지 건조방법으로 건조한 벼를 도정한 후 품질평가를 이화학적 성분분석, 색도, 무기이온함량, 관능검사 및 Amylogram으로 비교하였다.

* 농업기계화연구소 **성균관대학교 *** 충북대학교 ****농업과학기술원 농촌생활연구소

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

본 연구에서 사용한 공시재료는 2001년에 진천군에서 생산한 추청벼를 사용하였다. 공시재료의 초기함수율은 20~21%w.b.의 범위였고, 시료의 보관은 5°C에서 저온저장 하였다. 품질평가용으로 사용된 시료량은 시험구당 2kg이었다. 표 1은 건조방법에 따른 공시재료의 건조조건 나타낸 것이다. 표에서 보는바와 같이 3수준의 열풍온도로 원적외선건조, 열풍건조로 각각 실험하였다.

나. 실험장치

1) 열풍 건조장치

열풍건조 실험장치는 온습도조절장치, 송풍장치, 건조실, 송풍관, 배기관, 무게측정장치 및 데이터 저장장치 등으로 구성되었다. 온습도조절장치는 온도 -45~105°C, 상대습도 0~99% 범위의 공기를 발생할 수 있다. 건조실 내의 풍속은 시료상자 밑에서 풍속계를 이용하여 측정하였으며, 1.5m/s로 나타났다. 시료상자는 원통형(직경 : 28.5cm)으로 제작하였으며, 시료층을 통과하는 공기가 시료층 이외의 다른 통로로 유출되는 것을 방지하기 위하여 시료상자를 2중 원통 사이에 놓이게 하였다.

시료의 무게변화는 자료수집장치를 통하여 컴퓨터에 연속적으로 기록하고, 풍속으로 인한 오차를 줄이기 위하여 측정값을 1초 간격으로 1분 동안 수집된 자료의 평균을 기록하였다.

2) 원적외선 건조장치

원적외선 건조 실험장치는 건조부와 계측부로 구성하였다. 건조부는 원적외선방사체, 조사거리 조정레버, 시료대 및 송풍기로 구성하였으며, 계측부는 전자저울, 열전대 및 PC로 구성하였다. 원적외선방사체는 400×400mm 크기로 방사율은 5~20 μ m의 파장영역에서 0.95의 값을 나타내었으며, 최대 300°C까지 조절이 가능하였다. 조사거리는 200mm로 하였으며, 시료대는 250×250×60mm 크기의 정사각형 형태로 제작하였다. 대류에 의한 건조효과를 최소화하는 동시에 시료로부터 증발된 수분을 배출하기 위해 실험장치 하부 2지점의 작은 구멍으로 소량의 외기가 유입되어 상부에 설치된 소형의 송풍기에 의해 외부로 배출되도록 하였다. 시료대 하부에 설치된 전자저울(LC4200, SARTORIUS, Ger)을 이용하여 시료의 무게변화를 측정하여 PC에 기록하였다. 열전대(T type Thermocouple, OMEGA, USA)는 방사체 표면과 시료대 중앙에 설치하였다.

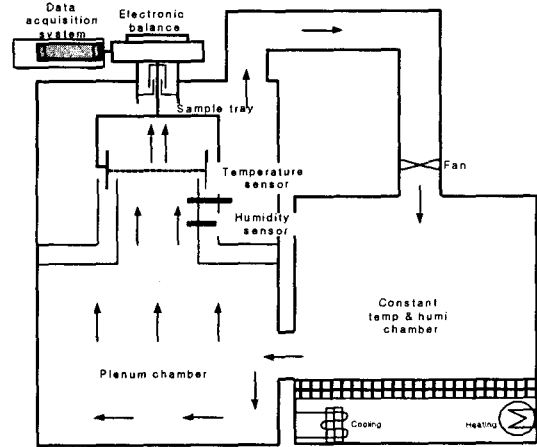


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus for the heated air drying.

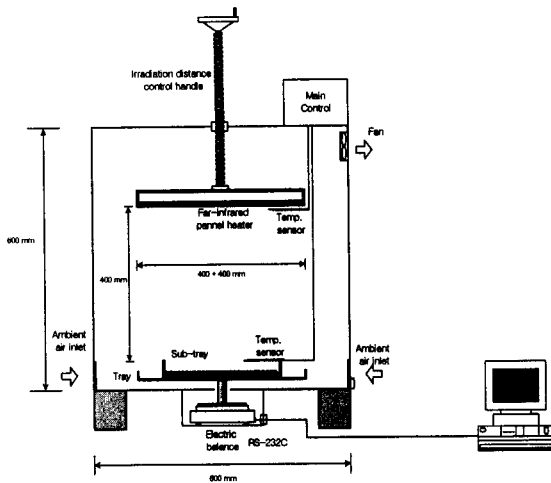


Fig. 2 Schematic diagram of experimental apparatus for far-infrared ray drying.

다. 실험방법

1) 일반성분

쌀이 함유하고 있는 조섬유, 당, 단백질, 지방, 회분의 함량은 A.O.A.C.법에 의하여 두 가지 방법으로 건조한 쌀의 일반성분을 분석하였다.

2) 색도

두 가지 건조방법으로 건조한 쌀의 색도는 시료를 Color spectrophotometer(Macbeth Color-eye 3100, U.S.A.)로 쌀 낱알, 밥의 백도를 측정하였고, 변화율(ΔE)는 표준백도 L값 94.90을 기준으로 하여 비교하였다. 본 시험에서 사용한 시료 중 쌀은 원료를 사용하였고, 밥은 쌀 500g을 물로 세척한 후 2시간 불렀다가 30분 동안 물빼기를 한 다음 다시 500g의 물을 가수하여 전기압력 밥솥으로 취반하였다. 일반성분 시험과 마

찬가지로 3회 반복하여 평균값을 취하였다.

3) 무기성분

Ca, Mg, Fe, Na, K, Zn 등 6항목의 무기질 함량을 분석하였다. 먼저 시료를 Microwave 시료전처리(Milestone, MLS1200)로 습식분해후 원자흡광광도계(HITACHI Z6100)로 측정하였다.

4) 관능검사

색, 냄새, 윤기, 찰기에 대해 각 항목별 강도와 기호도를 구분하여 평가하였으며, 평가방법은 매우 좋음 9점, 좋음 7점, 보통 5, 나쁨 3, 매우 나쁨 1점으로 하는 9점 채점법으로 하였고, 패널리스트는 10명을 선정하였다. 취반조건은 색도 측정 조건에서와 같은 방법으로 하였다.

5) Amylogram

amylogram은 Rapid visco analyser(Model RVA-3D seria, Newport scientific Co., Australia)를 이용하여 측정하였고, 시료 3.5g(함수율 14% 기준)의 무게를 알루미늄 캔에 넣고 물 25ml과 혼합하여 최초 가열온도 50℃에서부터 시작하여 가열속도를 분당 10℃상승시켜 95℃까지 가열하고 3.5분간 유지시킨 다음 50℃까지 냉각시켰다. 실험에서 얻어진 amylograph의 모식도에 따라 호화개시온도, 가열시 최고 점도와 최저 점도, 50℃냉각시 점도를 구하고 최고점도에 도달후 점도 저하값, 50℃까지 냉각한 후 점도 증가값으로 나타냈다.

3. 결과 및 고찰

가. 일반성분

표 1은 원적외선건조와 열풍건조의 쌀가루, 밥에 대한 일반성분을 나타낸 것이다. 동일한 조건에서 평가하기 위하여 쌀의 최종 수분함량을 13.011~13.870% 범위 내에서 시작하였다. 쌀에서는 동일한 건조조건에서 원적외선건조와 열풍건조의 단백질, 지방, 회분함량은 특징적인 경향이 나타나지 않고 있으며, 밥에 대해서도 같은 경향으로 나타났다. 한편 열풍온도간

의 차이에서는 열풍온도가 높을 때에 낮을 때보다 모든 성분에서 성분 함량 전반적으로 낮은 것으로 측정되었다.

나. 색도

쌀 원료와 밥에 대한 백도 값을 표 2에 나타내었다. 쌀의 백도값은 원적외선건조에서나 열풍건조의 차이가 없는 것으로 나타났고, 변화율(ΔE)에서도 같은 경향을 나타내었다. 한편 열풍온도에 따라서는 32.7°C에서의 색도 변화율이 가장 적게 나타났으며, 열풍온도가 높을수록 변화율이 크게 나타난 것은 열풍온도를 낮게하는 것이 밥의 색깔을 좋게 하는 것으로 판단된다.

Table 2 Chromaticity of raw rice and boiled rice according to the drying methods

Items	L (Lightness)	ΔE	
Raw rice	HAD 1	51.727	43.600
	FIRD 1	52.620	42.683
	HAD 2	48.760	46.459
	FIRD 2	50.856	44.386
	HAD 3	50.081	45.088
	FIRD 3	50.015	45.203
Boiled rice	HAD 1	67.081	27.869
	FIRD 1	68.141	26.794
	HAD 2	67.142	27.796
	FIRD 2	66.673	28.262
	HAD 3	64.553	30.394
	FIRD 3	63.113	31.816

Table 1 Chemical composition of raw rice and boiled rice according to the drying methods

(Unit : %)

Item	Moisture content	Protein	Fat	Ashes	
Raw rice	HAD1	13.870	5.528	0.424	0.329
	FIRD1	13.267	5.266	0.387	0.331
	HAD2	13.476	5.330	0.463	0.457
	FIRD2	13.011	5.335	0.436	0.410
	HAD3	13.519	5.468	0.345	0.298
	FIRD3	13.332	5.462	0.331	0.318
Boiled rice	HAD1	58.384	2.562	0.170	0.218
	FIRD1	58.061	2.555	0.166	0.144
	HAD2	60.861	2.303	0.157	0.157
	FIRD2	56.184	2.428	0.166	0.231
	HAD3	60.904	2.837	0.151	0.259
	FIRD3	57.692	2.633	0.153	0.250

Note : FIRD=Far infrared ray drying
HAD=Heated air drying
Drying Temp(No.) : 32.7(1), 36.2(2), 42.5(3)

다. 쌀가루의 무기이온

건조방법 및 열풍온도에 따라 쌀가루의 무기이온 성분 함량을 표 3에 나타내었다. 표에서 보는바와 같이 건조방법간에는 Na의 성분이 원적외선건조 32.7°C에서 76.79로 아주 높게 나타났고, 열풍건조 42.5°C에서 가장 낮게 나타났다. 또한 다른 성분에서도 원적외선건조에서 많은 양을 함유하고 있음을 알 수 있었으며, 열풍온도에 따라서는 온도가 높을수록 함량이 많은 경향은 있었으나, 그 차이가 뚜렷하지는 않았다.

Table 3 Mineral composition of raw rice and boiled rice according to the drying methods

Items	Ca	Mg	Na	Fe	K	Zn
HAD 1	7.15	17.67	40.01	8.53	84.77	28.26
FIRD 1	7.42	18.99	76.79	7.66	96.05	27.05
HAD 2	6.02	18.65	26.13	7.61	86.66	20.83
FIRD 2	7.49	18.57	24.71	13.15	86.09	26.06
HAD 3	9.54	17.79	24.51	2.28	95.31	36.69
FIRD 3	10.00	19.01	43.45	1.79	92.57	25.47

라. 관능검사

밥의 식미시험을 관능평가로 실시한 결과를 표 4에 나타내었다. 색깔은 열풍온도가 42.5℃일 때 원적외선건조에서 가장 높은 점수를 받았고, 냄새는 열풍온도 32.7℃일 때 원적외선건조에서 가장 좋은 평가를 받았다. 대체적으로 원적외선 건조방법에서 건조한 쌀의 평가점수는 열풍건조방법으로 건조한 쌀보다 좋은 점수를 받았다. 종합평가결과 원적외선건조 32.7℃에서 6.37로 가장 높은 점수를 받았고, 열풍건조 36.2℃에서 5.70으로 가장 낮은 점수를 받았다. 건조방법에 따라서는 원적외선 건조방법으로 건조한 쌀을 선호하는 것으로 나타났다.

Table 4 Panel test of color, smell, gloss and stickiness

Items	Color		Smell		Gloss		Stickiness		Total pleasure
	Strength	Pleasure	Strength	Pleasure	Strength	Pleasure	Strength	Pleasure	
HAD 1	5.76	5.67	5.67	5.67	6.17	5.97	5.75	6.07	6.13
FIRD 1	5.63	5.60	6.13	6.13	6.30	6.00	6.40	6.25	6.37
HAD 2	5.92	5.67	5.3	5.67	6.23	5.87	6.17	5.97	5.70
FIRD 2	5.80	6.03	6.03	5.80	6.38	6.30	6.30	5.97	6.32
HAD 3	5.95	6.13	6.00	6.07	6.43	6.63	5.77	5.93	6.02
FIRD 3	6.13	6.23	5.80	5.92	6.27	6.10	5.63	5.57	6.15

마. Amylogram

Table 5 Amylogram of rice flour according to the drying methods

Items	Initial Pasting Temp. (°C)	Amylograph viscosity(RVU)					
		Peak (P)	Lowst (L)	Cooled to 50°C(C)	Final to 50°C	Break-down (P-L)	Set-back (C-P)
HAD1	75.67	215.33	138.00	246.33	274.67	77.33	31.00
FIRD1	83.73	133.33	101.00	211.33	232.00	32.33	78.00
HAD2	82.53	184.33	126.33	242.00	259.67	58.00	57.67
FIRD2	81.92	188.67	131.00	242.33	267.67	57.67	53.67
HAD3	79.72	160.33	121.67	227.67	249.00	38.67	67.33
FIRD3	77.48	200.33	140.00	238.00	273.33	60.33	37.67

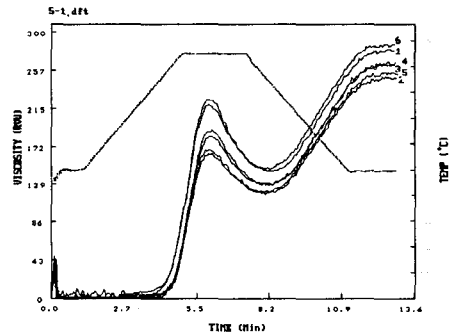


Fig. 3 Amylograph of rice flour according to the drying methods

표 5와 그림 3은 쌀가루의 전분특성을 나타낸 것이다. 표에서 보는바와 같이 원적외선건조 32.7℃에서의 호화개시온도와 호화도는 각각 83.73℃, 32.33RVU로 열풍건조에 비해 낮은 평가를 받았으나, 원적외선건조 42.5℃에서는 각각 77.48℃, 60.33RVU로 열풍건조 42.5℃보다 좋은 평가를 받았으며, 노화도(set back)에서도 호화도에서의와 같은 경향으로 나타났다. 원적외선건조와 열풍건조에서의 뚜렷한 경향은 없었으나, 열풍온도에 따른 평가는 원적외선건조에서는 높은 온도에서 좋은 평가를 받은 반면 열풍건조에서는 낮은 온도에서 좋은 평가를 받았다.

4. 결론 및 요약

공기조화장치, 송풍장치, 건조실, 송풍관, 배기관 등으로 구성된 열풍건조 실험장치로 건조한 벼와 방사체 크기가 400×400mm, 방사율 5~20 μ m 파장영역에서 0.95의 값을 가진 원적외선방사체로 제작된 실험장치에서 건조한 벼를 동일한 조건에서 시험용 현미기, 시험용 정미기로 도정하였다. 이 쌀로 이화학적 성분분석, 관능검사, 무기이온성분 및 Amylogram을 분석하여 두 시험구간에 품질평가를 실시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 원적외선건조와 열풍건조의 쌀가루, 밥에 대한 일반성분을 분석한 결과 동일한 건조조건에서 원적외선건조와 열풍건조의 단백질, 지방, 회분함량은 특징적인 경향이 나타나지 않고 있으며, 밥에 대해서도 같은 경향으로 나타났다. 한편 열풍온도간의 차이에서는 열풍온도가 높을 때에 낮을 때보다 모든 성분에서 성분함량 전반적으로 낮은 것으로 측정되었다.

나. 쌀의 백도값은 원적외선건조에서나 열풍건조의 차이가 없는 것으로 나타났고, 변화율에서도 같은 경향을 나타내었다. 한편 열풍온도에 따라서는 32.7℃에서의 색도 변화율이 가장 적게 나타났으며, 열풍온도가 높을수록 변화율이 크게 나타난 것은 열풍온도를 낮게 하는 것이 밥의 색깔을 좋게 하는 것으로 판단된다.

다. 건조방법 및 열풍온도에 따라 쌀가루의 무기이온성분 함량 건조방법에 따라서는 Na의 성분이 원적외선건조 32.7℃에서 76.79로 아주 높게 나타났고, 열풍건조 42.5℃에서 가장 낮게 나타났다. 또한 다른 성분에서도 원적외선건조에서 많은 양을 함유하고 있음을 알 수 있었으며, 열풍온도에 따라서는 온도가 높을수록 함량이 많은 경향은 있었으나, 그 차이가 뚜렷하지는 않았다.

라. 밥의 관능시험결과 원적외선건조 32.7℃에서 6.37로 가장 높은 점수를 받았고, 열풍건조 36.2℃에서 5.70으로 가장 낮은 점수를 받았다. 건조방법에 따라서는 원적외선 건조방법으로 건조한 쌀을 선호하는 것으로 나타났다.

마. 쌀가루의 전분특성시험 결과 원적외선건조 32.7℃에서의 호화개시온도와 호화도는 각각 83.73℃, 32.33RVU로 열풍건조에 비해 낮은 평가를 받았으나, 원적외선건조 42.5℃에서는 각각 77.48℃, 60.33RVU로 열풍건조 42.5℃보다 좋은 평가를 받았으며, 노화도(set back)에서도 호화도에서와 같은 경향으로 나타났다. 원적외선건조와 열풍건조에서의 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다.

바. 본 연구는 계속해서 상용건조기를 설계·제작하여 원적외선·열풍복합 건조특성구명에 대한 연구를 계속 수행할 계획이다.

5. 참고문헌

1. 김유호 외 6인, 2001, 벼의 원적외선 건조특성에 관한 연구I, 농기학회 논문집 Vol 7. No.1 pp355~361.
2. 김형열, 1999, 쌀 제분공정개선이 쌀가루의 가공 성능에 미치는 영향, 강원대학교 박사위 논문, pp36~39.
3. 박호석, 1997, 주부들의 쌀 소비성향에 관한 연구, 농협대학 농촌생활연구소, pp22~23.
4. 신선영 외 2인, 1986, 쌀의 밥맛결정 요인시험, 식품과 영양 Vol.7 No.1, pp12~16.
5. 이현우 외 1인, 1995, 쌀의 조리가공 및 식미평가기술 개발, 농촌진흥청, pp397~402.
6. 共乾施設低コスト化検討委員會. 2000. 共乾施設のてびき(補追版). pp73~77.
7. 細川 明, 1998, 米の検査技術, 食糧廳 穀物の検査技術協力推進事業協會, pp43~50.
8. 青水直人 外 3人, 1997, 米飯物性による米の品質評價技術の開発(第1報), 日本農業機械學會誌 Vol.59 No.6 pp75~82.