

연속식 현미 조질기의 도정특성(2)

- 도정수율 변화 -

Milling Characteristics of Brown Rice Using a Continuous Type Conditioner

- A variation of the milled rice of recovery -

송대빈*
정회원
D. B. Song

김성태*
정회원
S. T. Kim

한구연*
K. Y. Han

1. 서론

곡물의 조질이란 장기 저장 및 과다 건조된 상태의 벼에 수분을 가하여 곡물 내부의 수분 분포를 균일하게 하고 단단한 내부 조직을 연화시키는 것을 의미한다(山下, 1991). 이처럼 조질 처리된 현미는 정미 과정에서 발생하는 충격 및 마찰에 의한 쏘미의 발생을 방지하여 도정수율이 향상되고 동시에 정미기의 부하를 감소시키는 효과가 있다. 조질 처리에 필요한 수분량은 현미의 초기 함수율 및 품종에 따라 차이가 있으므로 충분한 실험을 통하여 적절한 수분량을 결정하여야 한다. 이러한 과정을 거치지 않고 현미에 무조건 수분을 가하는 경우 흡습으로 인해 동할 발생이 증대되어 오히려 도정수율을 저하시키는 문제가 발생될 수 있다(한충수 등, 2000). 송대빈 등(2000)은 함수율 15~16%(wb)인 현미를 사용한 조질 실험 결과, 가수량 0.115~0.134(cc-수분)/(kg·%-현미) 범위에서 완전미수율이 최대 2.2% 증가되는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 연속식 현미조질기를 이용하여 수확 후 장기 저장 기간을 거치면서 과 건조된 현미의 적정 조질 조건에서의 도정특성 변화를 구명하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

1) 실험재료

본 실험에 사용된 재료는 2000년 경남 진주, 경기 여주, 경기 용인에서 재배, 수확되어 판매한 단립종인 일반벼로 사용원료 품질의 차이에 따른 도정수율 변동 효과를 최소화하기 위해 동일 저장 장소에 저장된 벼를 실험에 사용하였다. 초기함수율은 진주 13.8%, 여주 14.7%, 용인 13.4%이었으며, 시간당 원료처리량은 진주 4,120 kg, 여주 3,000 kg, 용인 5,890 kg이었다.

원료처리량 측정 결과와 조질 처리 여부를 기준으로 실험원료량을 결정하였으며, 조질 처리 여부에 따라 실시된 총 원료량은 진주 농협의 경우 8,000 kg, 여주 양곡의 경우 6,000 kg,

* 경상대학교 농업시스템공학부 생명산업기계공학과

용인 농협은 경우 10,000 kg이 실험에 사용되었다. 사용원료의 초기함수율과 중량은 각 농협에 설치된 호퍼스케일의 수분계와 전자저울로 측정되었다.

2) 실험장치

실험에 사용된 기계는 조질기 작동조건 구명에 사용된 것은 그림 1과 같은 연속식 조질기를 사용하였으며 제원은 표 1과 같다.

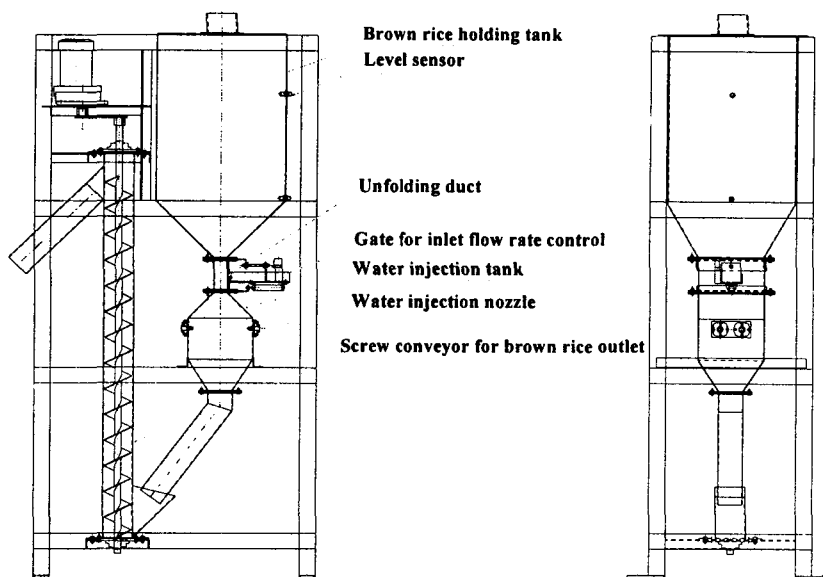


Fig. 1. Schematic diagram of the experimental apparatus.

Table 1 Specifications of the experimental apparatus

Description	Specifications
Capacity (kg _t /hr)	4,000
Amount of water supply (cc/min)	50 - 400
Water injection pressure (kg _t /cm ²)	0.5 - 10.0
Power consumption (kW)	0.75
Dimensions (mm)	1,500(L) × 1,000(W) × 3,300(H)

3) 공정구성

실험에 사용된 조질기는 현미탱크와 정미기 사이에 설치하였다. 진주 미곡종합처리장의 정미 방식은 1 연삭 5 마찰식, 여주 양곡 미곡종합처리장은 2 마찰, 용인 농협 미곡종합처리장은 1 연삭 1 마찰식으로 각각 구성되어 있다. 실험을 실시한 각 미곡종합처리장의 상세한 도정공정 구성은 각각 그림 2와 같다.

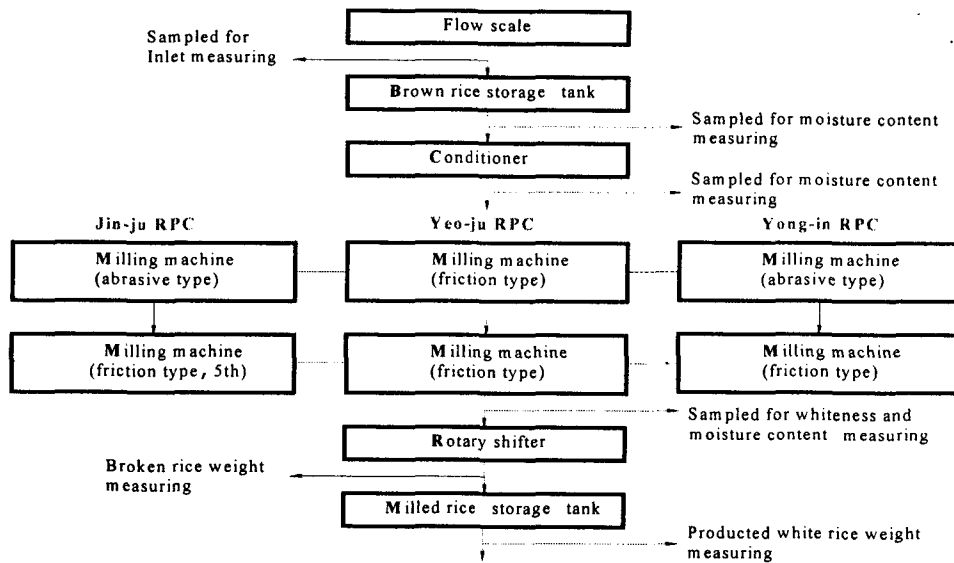


Fig. 2. Milling process at rice processing complex.

4) 실험방법

(1) 가수량

가수량은 조절기 작동조건에서 구명된 적정가수량과 각 미곡종합처리장의 원료처리량을 기준으로 결정하였다. 가수펌프의 유량조절 다이알을 조절하여 가수량을 조절하였으며 실험 시간동안 유량변동은 압력계의 압력을 확인하여 유량변동이 최소화 되도록 하였다.

(2) 함수율

단립수분측정계(Kett, 일본)를 사용하여 가수처리 여부에 따른 현미와 백미의 함수율을 측정하였다. 각 실험구별 약 5분 간격으로 반복 측정하여 평균값을 함수율로 하였다. 현미의 경우는 현미탱크 하부의 벨트컨베이어와 조절기 배출구에서 시료를 채취하였고, 백미의 경우는 마찰식 정미기의 배출구에서 시료를 채취하였다.

(3) 백도

가수처리 여부에 따른 정미 정도를 판정하기 위해 시료의 표면 분광인덱스를 이용하여 백도를 측정하는 C-300-3(Kett, 일본)을 이용하여 가수처리 여부에 따른 백미의 백도를 측정하였다. 현미 표면에 가해진 수분은 현미 강층을 연화시켜 동일 정미 압력에서 수분이 가해지지 않는 경우보다 많은 양의 강층이 제거된다. 따라서 본 실험에서는 조절에 의한 도정수 효과를 비교하기 위하여 가수처리를 하지 않은 정미의 백도값과 동일하게 조절 처리 한 백미를 가공하였다. 조절 시 정미기내 압력을 조정하는 나사의 눈금을 조절하여 백미의 백도를 조절하였다. 각 실험구별 5분 간격으로 반복 측정하여 평균값을 백도로 하였다.

(4) 쉐미

가수처리 여부에 따른 쉐미 발생량을 비교하기 위해 쉐미 선별기 하부의 대쇄미, 소쇄미

배출구에서 쉐미를 수집한 후 전자저울로 중량을 측정하였다.

(5) 미강

가수처리 여부에 따른 미강 발생량을 비교하기 위해 정미기에서 나온 미강을 미강집적 사이클론에서 수집하여 전자저울로 중량을 측정하였다.

(6) 도정수율

자동계량 포장기를 사용하여 가공된 백미의 중량을 측정하고 이를 투입된 원료벼의 중량과 비교하여 도정수율을 계산하였다. 도정수율 계산식은 다음과 같다.

$$\text{도정 수율} = \frac{\text{생산된 백미의 무게}}{\text{투입된 벼의 무게}} \times 100 \%$$

3. 결과 및 고찰

1. 도정수율

1) 현미 함수율

그림 3은 진주, 여주 및 용인 미곡종합처리장의 가수처리 여부에 따른 현미 함수율을 비교한 것이다. 가수처리 한 현미 함수율과 예측값의 차이는 진주, 여주의 경우는 각각 0.07%, 0.13%로 나타났으며, 용인의 경우는 0.18%로 예측값이 낮게 나타났다. 이는 공급된 수분이 현미에 고르게 흡착되었음을 나타내는 것으로 균일가수의 성능이 우수함을 확인할 수 있었다.

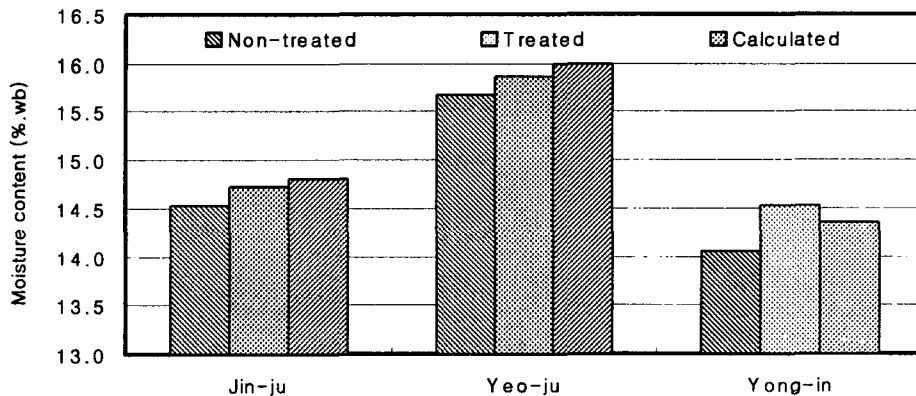


Fig. 3. Moisture contents of the experimental brown rice.

2) 백미 함수율

그림 4는 가수처리 여부에 따른 백미 함수율 변화를 나타낸 것이다. 진주 농협과 여주 농협은 조질처리를 한 경우가 조질처리를 하지 않은 것에 비해 함수율이 0.3% 상승하였으며 용인 농협은 0.5% 함수율이 증가하였다. 이는 현미 표면에 부착된 수분이 현미 강층을 완화시켜 정미시 발생하는 마찰을 줄여 마찰열에 의한 수분손실이 일어나지 않았기 때문으로 판단된다. 따라서 조질처리가 정미시 수분손실에 의한 백미의 중량감소를 효과적으로 방지

함을 알 수 있었다.

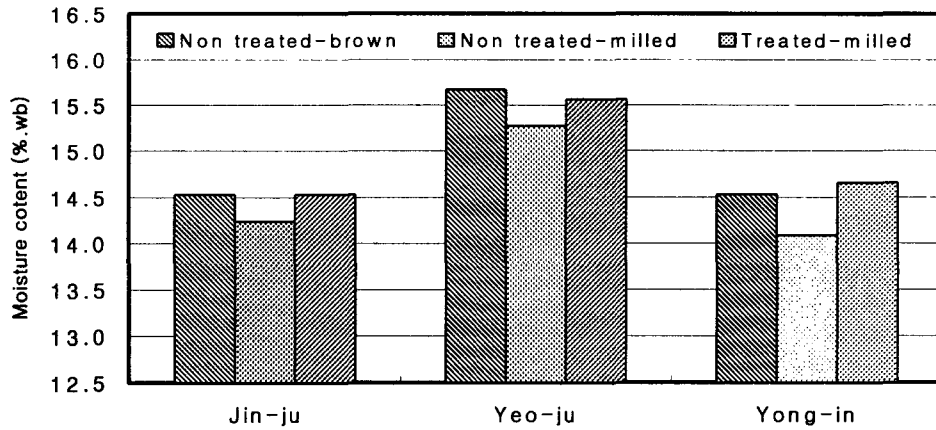


Fig. 4. Moisture contents of the experimental milled rice.

3) 쉐미

그림 5는 가수처리 여부에 따른 쉐미발생량을 비교한 것이다. 진주 농협의 경우 2.85 kg, 여주 농협의 경우 1.36 kg, 용인 농협의 경우 0.85 kg 감소되는 것으로 나타났다. 그 이유는 현미 표면에 부착된 수분이 정미과정에 발생하는 충격을 감소시키기 때문으로 판단된다.

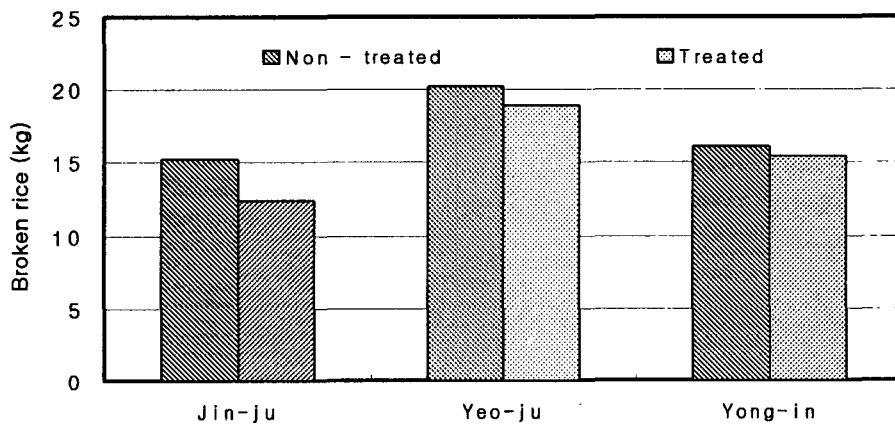


Fig. 5. Weight of the experimental broken rice.

4) 도정수율

그림 6은 각 미곡종합처리장에서 측정된 조질 여부에 따른 도정수율을 나타낸 것이다. 진주 농협은 가수처리 하지 않은 것보다 가수처리 한 것이 1.21 % 상승되었으며, 여주 양곡은 0.87 %, 용인 농협은 1.00 %의 도정수율 상승을 보였다.

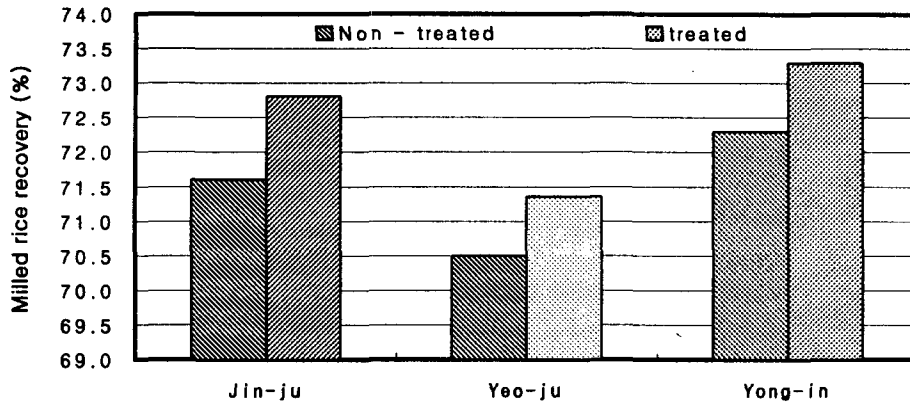


Fig. 6. Recovery of the experimental milled rice.

표 3은 도정수율 증가 원인을 알아보기 위해 진주 농협에서 수집한 도정 시 백미 중량, 쉼미중량, 미강중량의 분포를 나타낸 것이다. 표에서 백미의 건물과 수분중량은 백미의 함수율을 기준으로 건물중량과 수분량으로 구분한 것으로 함수율 증가에 의한 중량 증가 효과를 알아보기 위한 것이다.

표에서 가수처리 하지 않은 것에 비해 백미 건물중량은 0.82 %, 수분중량은 0.4 % 증가하였으며, 쉼미는 0.13 %, 미강은 0.3 % 감소하였다. 가수처리 한 경우에 미강발생이 줄어드는 것은 정미 시 충격으로 발생하는 쉼미가 미강의 형태로 배출되기 때문으로, 이는 쉼미발생의 감소로 간주할 수 있다. 따라서 전체 도정수율 1.22 % 증가 중 수분 상승으로 인한 부분이 0.4 %로 약 33 %, 쉼미감소로 인한 부분이 0.43 %로 약 35 %를 차지하는 것으로 총 도정수율 상승의 약 68 %정도가 수분상승과 쉼미발생 감소로 인해 이루어진 것으로 판단된다.

Table 3 Weight distribution of the milled rice

Milled rice recovery (%)		Inlet (kg)	White rice		Broken rice (kg)	Rice bran (kg)
			Dry matter (kg)	Water (kg)		
Jin-ju	Non conditioned	3007.55	1846.98	306.43	15.23	250
	(%)	(%)	61.41	10.18	0.51	8.3
RPC	Conditioned	3225.75	2007.68	341.31	12.38	260
	(%)	(%)	62.23	10.58	0.38	8.0
	Difference	(kg)	160.7	34.88	-2.85	10
	(%)	(%)	0.82	0.4	-0.13	-0.3

4. 요약 및 결론

국내에서 개발된 연속식 현미조질기를 이용한 현미 가수처리 여부에 따른 도정수율의 변화를 알아보기 위해 경남 진주 농협 미곡종합처리장, 경기 여주의 미곡종합처리장 및 경기 용인의 농협 미곡종합처리장에서 검증실험을 실시하였다. 현미의 조질을 위한 가수처리 여부에 관한 실험 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 조질에 따른 현미 함수율의 측정값과 예측값의 차이는 진주, 여주의 경우는 각각 0.07%, 0.13%로 미소하게 나타났으며, 용인의 경우는 0.18%로 예측값이 낮게 나타났다.

2. 썩미 발생량을 분석한 결과, 진주 농협의 경우 2.85 kg, 여주 농협의 경우 5.47 kg, 용인 농협의 경우 5.47 kg 감소되는 것으로 나타났다.

3. 도정수율 변화는 진주농협 1.21%, 여주 0.87%, 용인 농협 1.00%의 상승을 보였다.

참고문헌

1. 농협중앙회. 1997. 미곡종합처리장 사업평가와 발전방향. 농협중앙회
2. 박호석, 한충수. 1996. 현미의 간이수분조절이 도정수율에 미치는 영향. 농협대학. 협동조합연구 제18집 : 22-36.
3. 송대빈, 고헌균. 2000. 연속식 현미 조질기 개발. 한국농업기계학회 2000년 동계 학술대회 논문집. 5(1):325-330.
4. 한충수, 강태환, 고헌균. 2000. 현미 조질 후 정백특성에 관한 연구. 한국농업기계학회 2000년 동계 학술대회 논문집 5(1): 331-337.
5. 川村周 三. 1991. 米の搗精と精白米の品質および食味(4報). 最適搗精方法と最適玄米條件. 北海道大學邦文紀要. 17(4): 517-530.