

도정수율 비교를 통한 연속식 현미조질기의 성능 평가

Performance Evaluation of a Continuous Type Brown Rice Conditioner with a Milled Rice Recovery Comparison

송대빈	김성태	한구연
정회원	정회원	
D. B. Song	S. T. Kim	K. Y. Han

ABSTRACT

The water conditioning experiments of brown rice were performed to analyze the variation of the milled rice recovery using a continuous type conditioner at Jin-ju, Yeo-ju, and Yong-in RPC(Rice Processing Complex). About 8,000 kgf, 6,000 kgf and 10,000 kgf of the brown rice of 13-14 %(wb) initial moisture contents were used as experimental materials at Jin-ju, Yeo-ju, and Yong-in respectively. The broken rice and rice bran were collected and weighted to calculate the milled rice recovery.

The amounts of broken rice with water conditioned occurred lower than that of broken rice without water conditioned. And the milled rice recovery of water conditioned ones were increased as 1.22%, 0.87%, and 1.00% compared with those of the non water conditioned ones at Jin-ju, Yeo-ju, and Yong-in respectively.

Especially, the result of the experiments of Jin-ju RPC showed that about 33% and 35% of total increased milled rice recovery were the portion of the moisture content increment and the broken rice reduction respectively.

Keywords : Conditioning, Milled rice recovery, Brown rice conditioner.

1. 서 론

우리 나라에는 농협과 민간이 운영하는 대규모의 도정공장이 전국적으로 약 300여 개소가 설치되어 운영 중에 있다(농협중앙회, 2001). 이들 도정 공장은 시간당 3톤 이상을 처리하는 대규모로 완전 기계화·자동화된 설비를 갖추고 있다. 따라서 도정 중에 켜미 발생으로 인한 손실은 처리량이 증가할 수록 늘어날 것으로 판단되며, 조질기를 사용하여 켜미 발생을 절감할 수 있다면 이는 경제적으로 상당한 효과를 가져올 것으로 생각된다. 곡물 도정과정에서의 조질이란 장기 저장 및 과다 건조된 상태

의 벼에 수분을 가하여 곡물 내부의 수분 분포를 균일하게 하고 단단한 내부 조직을 연화시키는 것을 의미한다(山下律也, 1991). 이처럼 조질 처리된 현미는 정미 과정에서 발생하는 충격 및 마찰에 의한 켜미의 발생을 방지하여 도정수율이 향상되고 동시에 정미기의 부하를 감소시키는 효과가 있다. 그러나 현미에 수분을 가하는 동안 수분의 흡습으로 인한 동할 발생에 주의를 하여야 한다(김종순 등, 1998). 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

The author are D. B. Song and S. T. Kim, Assistant Professor, Division of Agricultural Engineering, Gyeongsang National University, The corresponding author is S. T. Kim, Professor, Division of Agricultural Engineering, Gyeongsang National University, Chinju, 660-701, Korea. e-mail : <kimsung@nongae.gsnu.ac.kr>.

가하는 경우 흡습으로 인해 동할 발생이 증대되어 오히려 도정수율을 저하시키는 문제가 발생될 수 있다(한충수 등, 2000). 송대빈 등(2000)은 미곡종합처리장용 연속식 현미 조절기를 개발하고 함수율 15~16%(wb)인 현미와 광학식 미질 판정기를 사용하여 가수량 0.115~0.134 (cc-수분)/(kg · %-현미) 범위에서 완전미가 최대 2.2 % 증가되는 것을 확인하였다. 또 송대빈 등(2001)은 함수율 13~14%(wb)인 현미의 조절 실험결과 가수량 0.2415(cc/min)-수분)/((kg/min) · %-현미)에서 완전미 증가량이 2.3 %로 나타나는 것을 확인하였다. 이와 같은 실험 결과 연속식 조절기의 사용이 도정 중의 색미 발생량 감소에 효과적인 것으로 나타났으나, 완전미 증가량이 실험 원료 전량을 대상으로 측정된 것이 아니므로 보다 정확한 조절기 성능 확인을 위해서는 투입된 벼와 생산된 백미의 중량을 기준으로 계산되는 도정수율 증감량을 비교하는 것이 필요하다.

따라서 이 연구는 도정수율 증감량 비교를 통한 연속식 현미 조절기의 성능을 평가하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

2000년 경남 진주, 경기 여주, 경기 용인에서 재배·수확되어 공매한 단립종인 일반벼를 실험 원료로 사용하였다. 실험원료 품질 차이에 따른 도정수율 변동 영향을 최소화하기 위해 동일 저장 장소에 저장된 벼를 실험에 사용하였다. 시간당 원료처리량과 초기함수율은 표 1과 같다. 진주 농협 8,000 kgf, 여주 양곡 6,000 kgf, 용인 농협 10,000 kgf의 원료가 실험에 사용되었다. 사용원료의 초기함수율과 중량은 각 농협에 설치된 호퍼스케일의 수분계와 전자저울로 측정되었다.

Table 1 Rough rice for experiments

RPC	Initial moisture content (% wb)	Flow rate (kgf/hr)
Jin-ju	13.81	4,120
Yeo-ju	14.73	3,000
Yong-in	13.44	5,890

나. 실험장치

실험에 사용된 연속식 현미 조절기는 그림 1과 같이 현미 저장탱크, 유량조절장치, 전개장치, 수분

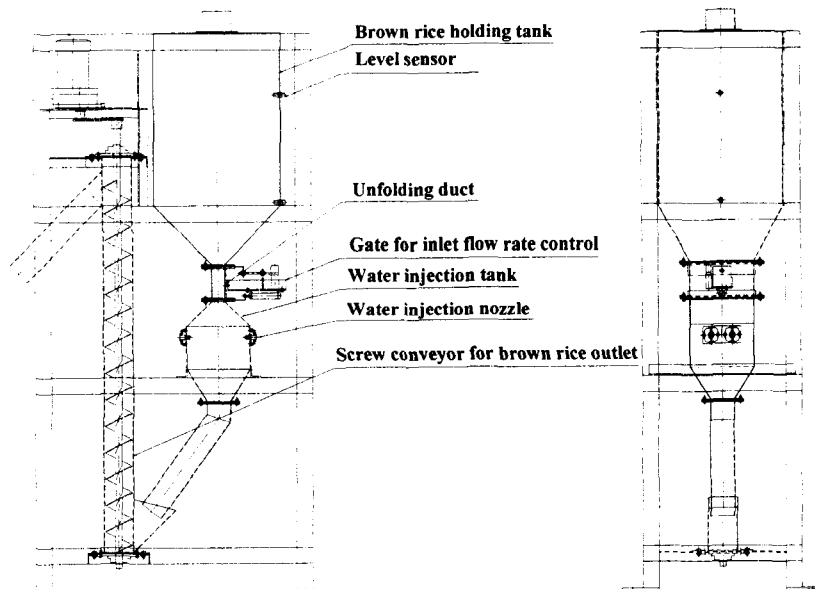


Fig. 1 Schematic diagram of the experimental apparatus.

분사장치, 배출장치 및 제어장치로 구성되어 있다. 수분 공급량은 80~240 cc/min의 범위에서 비례적으로 변화가 가능하도록 구성되어 있다.

다. 공정구성

실험에 사용된 조질기는 현미탱크와 정미기에 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 그림 2와 같다. 유량계에서 투입량을 측정하였고, 현미탱크 배출구에서 가수하지 않은 현미의 시료를 채취하였으며 조질기 배출구에서 가수된 현미의 시료를 채취하였다. 백미의 시료는 진주 농협은 5번 마찰식 정미기, 여주 양곡은 2번 마찰식 정미기, 용인 농협은 1번 마찰식 정미기에서 채취하였다. 쇄미는 쇄미분리기 출구에서 수집하였고, 완전미 생산량은 자동 포장기에 부착된 전자 저울로 측정하였다.

라. 실험방법

(1) 가수량

가수량은 조질기 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

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

(3) 백도

가수처리 유무에 따른 정미 정도를 판정하기 위해 시료 표면의 분광 인덱스를 이용하여 백도를 측정하는 백도계(C-300-3, Kett, 일본)을 이용하여 가수처리 유무에 따른 백미의 백도를 측정하였다. 현미 표면에 가해진 수분은 현미 강층을 연화시켜 등

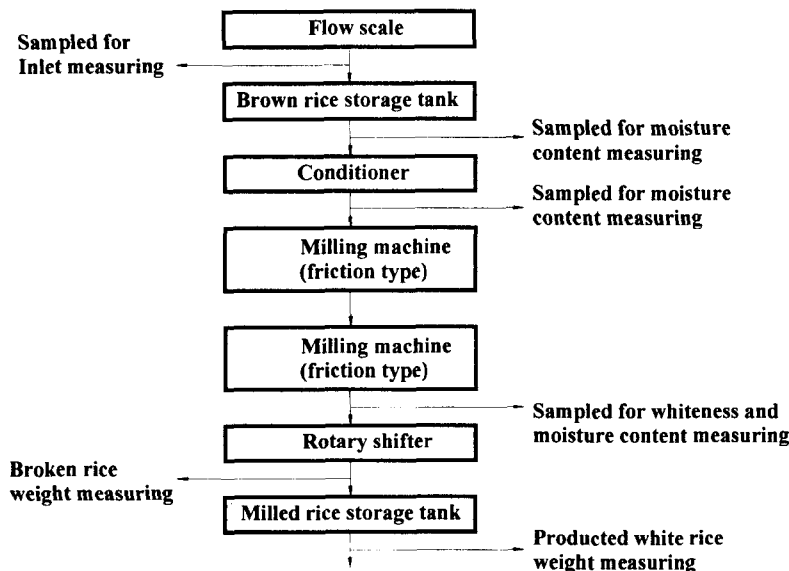


Fig. 2 Milling process of a rice processing complex.

일 정미 압력에서 수분이 가해지지 않는 경우보다 많은 양의 강층이 제거된다. 따라서 이 실험에서는 조절에 의한 도정수율 효과를 비교하기 위하여 가수처리를 하지 않은 정미의 백도값과 동일하게 조절 처리한 백미를 가공하였다. 조절시 정미기내 압력을 조정하는 나사의 눈금을 조절하여 백미의 백도를 조절하였다. 각 실험구별 5분 간격으로 반복 측정하여 평균값을 백도로 하였다.

(4) 쉼미

가수처리 유무에 따른 쉼미 발생량을 비교하기 위해 쉼미 선별기 하부의 대쉼미, 소쉼미 배출구에서 쉼미를 수집한 후 전자저울로 중량을 측정하였다.

(5) 미강

가수처리 유무에 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 도정수율로 환산하였다. 도정수율 계산식은 다음과 같다.

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

3. 결과 및 고찰

가. 쉼미 발생량

그림 3은 가수처리 유무에 따른 쉼미 발생량을 비교한 것이다. 가수처리 하지 않은 경우 쉼미 발생량은 진주 농협 15.23 kgf, 여주 양곡 20.24 kgf, 용인 농협 16.05 kgf이었으며, 가수처리한 경우 쉼미 발생량은 진주 농협 12.38 kgf, 여주 양곡 18.88 kgf, 용인 농협 15.20 kgf로 나타났다. 따라서 쉼미 발생량은 진주 농협 2.85 kgf, 여주 양곡 1.36 kgf, 용인 농협 0.85 kgf 감소되는 것으로 나타났으며 이를 도정수율로 환산하면 진주 농협 0.13%, 여주 양

곡 0.06%, 용인 농협 0.02%의 도정수율 상승을 나타낸다. 이와 같이 가수처리시 쉼미발생량이 줄어드는 이유는 현미 표면에 부착된 수분이 정미과정에 발생하는 충격을 완화시키기 때문으로 판단된다.

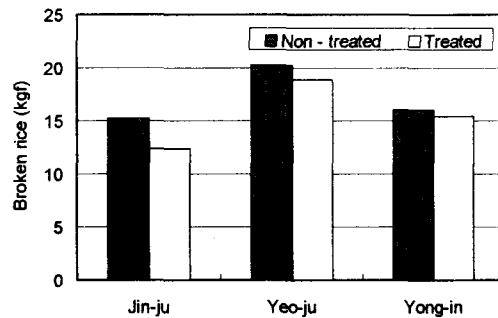


Fig. 3 Weight comparison of broken rice.

나. 도정수율

그림 4는 가수처리 유무에 따른 도정수율을 비교한 것이다. 가수처리를 하지 않은 경우 도정수율은 진주 농협 71.60%, 여주 양곡 70.49%, 용인 농협 72.30%이었으며 가수처리한 경우 도정수율은 진주 농협 72.82%, 여주 양곡 71.36%, 용인 농협 73.30%로 나타났다. 가수처리에 따른 도정수율의 증가량은 진주 농협 1.22%, 여주 양곡 0.87%, 용인 농협 1.00%로 나타났다.

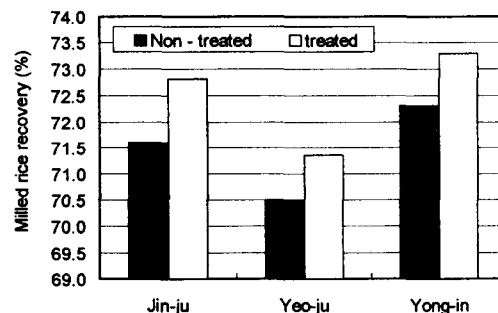


Fig. 4 Comparison of a milled rice recovery.

표 2는 도정수율 증가 원인을 알아보기 위해 진주 농협에서 측정한 백미·쉼미·미강 중량의 분포

Table 2 Weight distribution of the milled rice

		Rough rice	White rice		Milled rice recovery	Broken rice	Rice bran
			Dry matter	Water			
Non conditioned(A)	kg r	3007.55	1846.98	306.43	2153.41	15.23	250.00
	%	100.00	61.41	10.19	71.60	0.51	8.30
Conditioned(B)	kg r	3225.75	2007.68	341.31	2348.99	12.38	260.00
	%	100.00	62.24	10.58	72.82	0.38	8.00
Difference (B - A)	kg r		160.70	34.88	195.58	-2.85	10.00
	%		0.82	0.40	1.22	-0.13	-0.30

를 나타낸 것이다.

가수처리하지 않았을 경우 원료 투입량은 3007.55 kgf으로 이 경우 백미의 건물 중량과 수분 중량은 각각 1846.98kgf, 306.43kgf으로 원료 투입량의 61.41 %와 10.19%를 차지하였고 쉼미 발생량은 15.23kgf 으로 원료 투입량의 0.51%를 미강 발생량은 250 kgf으로 8.3%를 차지하였다. 가수처리 하지 않았을 경우 원료 투입량은 3225.75kgf으로 이 경우 백미의 건물 중량과 수분 중량은 2007.68kgf, 341.31kgf으로 원료 투입량의 62.24%와 10.58%를 차지하였고 쉼미 발생량은 12.38kgf으로 원료 투입량의 0.38%를 미강 발생량은 260 kgf으로 8.0%를 차지하였다. 표에서 가수처리 하지 않은 것에 비해 백미 건물 중량은 0.82%, 수분 중량은 0.4% 증가하였으며, 쉼미는 0.13%, 미강은 0.3% 감소하였다. 가수처리한 것에 미강 발생이 줄어드는 것은 정미 시 충격으로 발생 되는 쉼미가 미강의 형태로 배출되기 때문으로 이는 쉼미 발생의 감소로 간주할 수 있다.

따라서 전체 도정수율 1.22% 상승 중 수분 증가로 인한 부분이 0.4%로 도정수율 상승의 약 33%, 쉼미 감소로 인한 부분이 0.43%로 도정수율 상승의 약 35%를 차지하는 것으로 나타났다. 특히 백미 건물 중량 증가 0.82% 중 약 52%는 쉼미와 미강 발생량 감소에 기인한 것으로 조질처리의 주된 효과가 정미시 발생하는 충격 완화에 의한 쉼미 발생 감소에 의한 것임을 알 수 있다.

4. 요약 및 결론

도정수율 증감량 비교를 통한 연속식 조질기의 성능검증을 위해 경남 진주 사봉농협 미곡종합처리장, 경기 여주 미곡종합처리장, 경기 용인농협 미곡종합처리장에서 실시된 실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 조질처리 유무에 따른 쉼미 발생량을 측정한 결과 진주 2.85kgf, 여주 1.36kgf, 용인 0.85kgf 로 조질처리한 경우가 처리하지 않은 경우보다 적게 나타났다.

2) 조질처리 유무에 따른 도정수율을 비교한 결과, 진주 1.21%, 여주 0.87%, 용인 1.00%로 조질처리한 경우가 처리하지 않은 경우에 비해 높게 나타났다.

3) 도정수율 상승 원인 분석을 위한 진주 농협의 실험 결과 수분 증가로 인한 부분이 약 33%, 쉼미 발생 감소로 인한 부분이 약 35%로 나타나 전체 도정수율 상승의 약 68%가 수분 증가와 쉼미 발생량 감소에 기인하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 농협중앙회. 1997. 미곡종합처리장 사업평가와 발전방향. 농협중앙회.
2. 송대빈, 고훈균. 2000. 연속식 현미 조질기 개발. 한국농업기계학회지. 25(6):503-510.

3. 송대빈, 김성태, 한구연. 2001. 연속식 조질기를 이용한 현미의 도정 특성. 산업식품공학. 5(3): 175-179.
4. 山下律也. 1991. 米のポストハーベスト新技術. 農業機械學會.
5. Han, C. S., H. K. Koh, D. B. Song, J. D. So and H. Y. Jeon. 2000. Development of predicted model and properties variation of brown rice after conditioning. J. Agr. Sci., Chungbuk Nat'l Univ. vol. 17:75-80.
6. Kim, J. S., H. K. Koh and D. B. Song. 1998. Adsorption characteristics of short grain rough rice. J. of the Korean Society for Agricultural Machinery 23(5):465-472.