

비숙성 조질 현미의 정백특성에 관한 연구⁺

A Study on Milling Characteristic of Unripened Brown Rice with Conditioned

한충수* 강태환*
정희원 정희원

C. S. Han T. H. Kang

1. 서론

국내 미곡종합처리장에서는 수확 후 농가로부터 수매한 높은 함수율의 벼를 적정수준까지 건조시킨 후 저장하였다가 수요에 따라 가공하여 일반시중으로 유통시키고 있다. 그러므로 가을에 수매한 함수율 15%의 벼는 저장시설의 미비와 부적절한 저장방법 등으로 저장시간이 길어짐에 따라 함수율이 감소하고, 특히 겨울철에는 외부기온의 저하로 곡온이 저하된다.

이와 같이 함수율과 곡온이 저하된 현미는 조직경화로 강도가 높아져 정백시 소비전력이 증가하고 도정효율이 저하되며 쌀의 품질이 저하된다. 현미의 함수율과 곡온을 높이는 조질을 행하여 쌀의 경화된 조직을 연화시키면 정백시 소비전력 감소, 도정효율 향상, 쌀의 수분 감소보충으로 중량손실 및 쌀의 품질저하를 방지할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 지난 호(한 등, 2000)에서 설명한 숙성 조질 현미의 정백특성과 비교해서 비숙성 조질 현미의 정백특성을 알아보고, 조질 후 합리적인 도정방법을 제시하기 위해 함수율, 동할미율, 쌀라기율, 소비전력량을 측정하여 비교·분석하였다. 또한 조질기 개발에 필요한 기초자료 및 적정가수조건을 제시하였다.

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

실험재료는 1997년 충북 증평산 추청과 1998년 경기 김포산 동진, 1999년 김포산 추청을 사용하였다. 현미의 초기함수율은 증평산 추청이 13.2%, 김포산 동진과 추청은 각각 13.6%, 14.5%이었다.

나. 실험장치

그림 1은 현미 조질기(GS-B, 운성, KOREA)의 개략도를 나타낸 것이다. 이 장치는 노즐(0.85 gal/hr, Hago, U.S.A.)과 현미투입호퍼, 공급피더, 제어반, 물펌프(PROCON, 170PSI, Stondex, USA), 초음파 가습기(SLH, 1.5~2.0kg/hr, 세립테크, KOREA), 히터(2.3kW, 현대히터, KOREA), 스크루컨베이어, 혼합이송장치 등으로 구성되어 있다. 노즐은 현미투입호퍼의 하단부에 위치해 있고, 현미가 공급피더에 의해 조질기 내부로 투입될 때 가수 되며, 가수량은 물펌프의 압력으로 조절하였다. 이 조질기의 처리 능력은 450~1500kg/hr이다.

⁺ 이 연구는 운성기계공업사에서 지원한 연구비로 수행하였음

* 충북대학교 농과대학 농업기계공학과

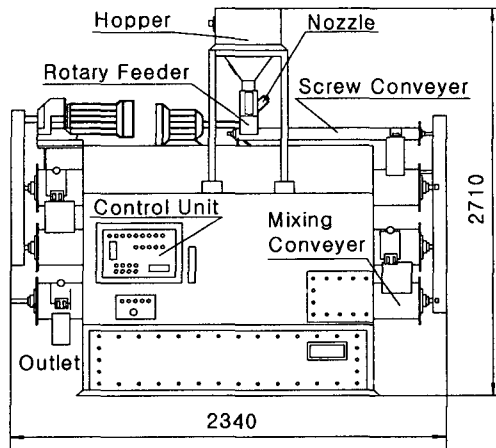


Fig. 1 Schematic diagram of experimental system for the conditioning of the brown rice.

다. 실험방법 및 측정항목

1) 실험방법

1회 조질 시료량은 40kg으로 하였고, 가수량은 초기함수율에 비해 0.4%, 0.8% 함수율을 증가시킬 때 수분량의 차이로 결정하였고(고 등, 1996; 한 등, 2000), 가수시간은 시료의 투입시간과 같게 하였다. 가수된 현미는 조질기 내부에서 5분 동안 스크루컨베이어와 혼합이송 장치에 의해 배출구로 이송되며, 이송 중에 히터에서 나오는 열풍으로 가온 되고, 동시에 수분증발을 방지하기 위해 가습하였다. 가온은 초기곡은 3℃의 현미를 15℃로 조제하였다.

정백특성은 조질하고 2분이 경과한 후 중형 정미기(CM-5, 300~400kg/hr, TOYO, JAPAN)를 사용하여 15kg의 시료를 정백수율 90±0.2%로 정백하여, 함수율, 동할미율, 찌라기율, 소비 전력량, 변화를 비교하였다.

2) 측정항목

(1) 함수율

함수율 측정은 10±0.5g의 시료를 채취하여 135℃에서 24시간 건조한 후 국내 표준함수율 측정법에 맞추어 표준함수율 보정식인 식(1)과 (2)를 이용하여 표준함수율(M₁₀₅,%)로 환산하였다(山下律也, 1975).

$$\text{현미} : M_{105} = 100 - 1.0122(100 - M_{135}) \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{백미} : M_{105} = 100 - 1.0133(100 - M_{135}) \dots \dots \dots (2)$$

여기서, M₁₃₅ : 135℃법으로 건조한 습량기준함수율값, M₁₀₅ : 표준함수율 보정값

(2) 동할미율

현미와 백미의 동할미율은 1회 측정시 시료 50립을 채취하여 동할미투시기(RC-50, Kett, JAPAN)로 측정하였고, 5회 측정에 대한 평균값으로 나타내었다.

(3) 찌라기율

찌라기율은 정백수율 90±0.2%로 정백한 백미를 쇠미선별기(25M, 大屋, JAPAN)를 사용하여 1.7mm 체로 5분 동안 선별한 후 무게비로 나타냈다.

(4) 소비전력량

소비전력량은 적산전력계(2720, SOAR, KOREA)를 이용하여 측정하였고, 현미 80kg을 정백한 경우로 환산하여 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

가. 정백 전·후의 함수율 변화

그림 2는 초기함수율에 따른 조질 전·후와 정백 후 함수율 변화를 비교한 것이다.

그림 2에서 보는 바와 같이 정백 후 함수율 변화는 비조질 시료의 경우 큰 차이는 없었고, 조질 시료는 증가하는 것으로 나타났다. 초기함수율 13.2, 13.6, 14.5%에 따라 비조질 현미를 기준으로 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시켜 정백한 백미의 경우 각각 0.24~0.07%, 0.44,~0.31% 증가하였다. 일반적으로 비조질 백미를 정백하면 함수율이 감소하는 것으로 (박·한 등, 1994)알려져 있지만, 본 실험에서 함수율이 감소되지 않은 것은 초기곡은 3℃ 현미가 정백 후 20.1~28.3℃로 상승되어 2.3~3.3℃의 외기와 접촉하면서 결로가 발생하였기 때문으로 판단된다.

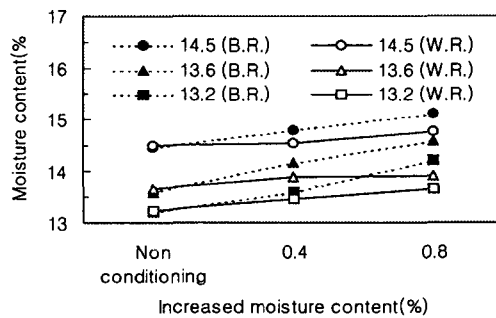


Fig. 2 Comparison of increased moisture content after milling of the brown rice by increased moisture content

나. 동할미율

그림 3과 4에 조질 전·후 초기함수율 별 현미·백미의 동할미율을 나타냈다.

그림 3에서와 같이 현미의 동할미율은 비조질 시료보다 조질 시료가 높은 것으로 나타났다. 초기함수율이 낮으며 0.8%의 함수율을 상승시켰을 때 동할미가 증가하는 경향을 보였다. 초기함수율 13.2, 13.6, 14.5%의 현미에 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 경우 동할미율은 비조질 시료보다 각각 3.3~2.3%, 8.1~4.6% 증가하였다.

그림 4에서 백미 동할미율은 비조질 시료보다 조질 시료가 감소하는 것으로 나타났다. 초기함수율 13.2, 13.6, 14.5%에 따라 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시켜 정백한 백미의 동할미율은 비조질 백미와 비교해서 각각 2.9~1.1%, 3.2~2.1% 감소하였다.

비조질 백미 동할미율은 비조질 현미 동할미율보다 조건에 따라 0.6~1.2%가 증가하였고, 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 시료의 정백 후 동할미율은 조질 현미보다 각각 5.6~

2.2%, 10.7~5.5% 감소하였다. 조질 후 현미의 동할미 증가는 흡습으로 인해 조직이 팽창되면서 용력이 증가하기(한 등, 1999) 때문이라고 판단된다. 백미 비조질 시료에 경우 정백시 높은 정백압력으로 인하여 동할미가 증가한 것으로 판단되며, 백미 조질 시료의 정백 후 동할미 감소는 강도가 약한 동할립이 정백시 정백압력에 의해 깨졌기 때문으로 판단된다.

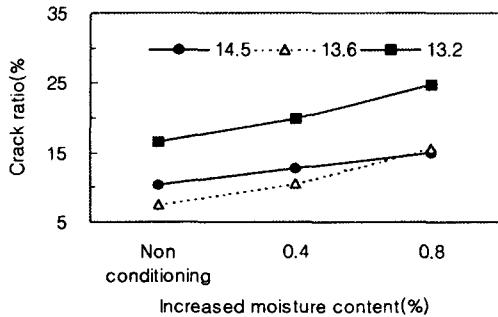


Fig. 3 Comparison of crack ratio of brown rice before and after conditioning by increased moisture content.

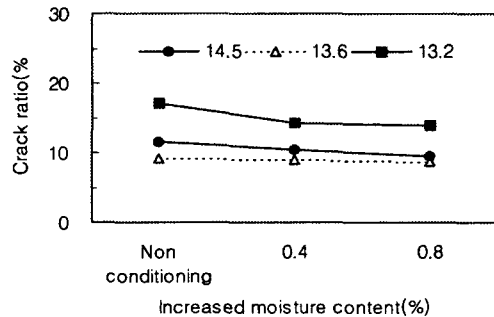


Fig. 4 Comparison of crack ratio after milling of the brown rice by increased moisture content.

다. 싸라기율

현미 조질에 따른 초기흡수율 별 정백 후 싸라기율을 그림 5에 나타냈다.

그림에 나타냈듯이 싸라기율은 초기흡수율이 낮고 가수량이 많은 것이 증가하는 것으로 나타났으며, 비조질 시료보다 조질 시료가 약간 증가하는 경향을 보였지만 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 비조질 시료를 기준으로 초기흡수율이 13.2, 13.6, 14.5%일 때 0.4, 0.8%의 흡수율을 상승시킨 조질 시료의 경우 각각 0.244~0.101%, 0.521~0.332% 증가하는 것으로 나타났다. 비조질 시료의 싸라기율보다 조질시료의 싸라기율이 높은 이유는 조질된 현미의 표면조직이 연화되어 강도가 약간 낮아진 것과 조질 후 증가한 동할미가 정백시 정백압력에 의해 깨지기(金本繁晴, 1997) 때문으로 판단된다.

라. 소비전력량

그림 6은 초기흡수율별 조질 조건이 정백시 소비전력량에 미치는 영향을 나타낸 것이다.

그림에서 보듯이 소비전력량은 비조질 시료보다 조질 시료가 감소하는 것으로 나타났다. 비조질 시료를 기준으로 0.4%의 흡수율을 상승시킨 경우 초기흡수율 13.2, 13.6, 14.5%일 때 2.53~2.32kWh/현미-80kg이 감소하는 것으로 나타났고, 비율로 나타내면 9.32~8.54% 감소하는 것으로 나타났다. 0.8%의 흡수율을 상승시킨 경우는 4.75~2.64kWh/현미-80kg이 감소하였고, 비율로 나타내면 17.50~9.72% 감소는 것으로 나타났다. 이것은 조질에 따른 현미 표면조직의 연화로 정백시 낮은 정백압력에서도 강층제거가 용이하기(伊藤和彦 등, 1986. 한 등, 2000) 때문으로 판단된다.

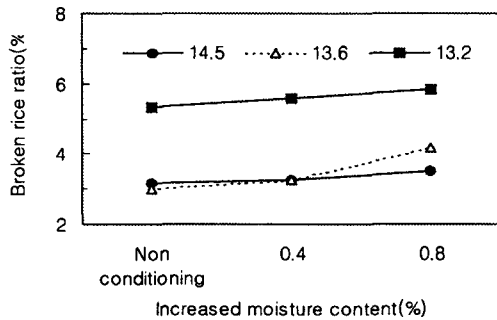


Fig. 5 Comparison of broken rice ratio after milling of the brown rice by increased moisture content.

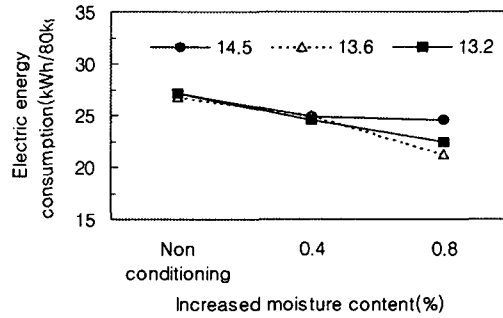


Fig. 6 Comparison of electric energy consumption during milling by increased moisture content.

4. 요약 및 결론

조질은 쌀의 경화된 조직을 연화시켜 정백시 소비전력 감소, 도정효율 향상, 쌀의 수분 감소보충으로 중량손실 및 쌀의 품질저하를 방지할 수 있다.

본 연구에서는 비숙성 조질 현미의 정백특성을 알아보고, 조질 후 합리적인 도정방법을 제시하기 위해 함수율, 동할미율, 싸라기율, 소비전력량을 측정하여 비교·분석하였다. 또한 조질기 개발에 필요한 기초자료 및 적정가수조건을 제시하였다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 0.4, 0.8% 함수율을 상승시킨 조질한 백미 함수율은 비조질 백미보다 0.04~0.42% 증가하였다.

나. 현미 동할미율은 초기함수율이 낮고 가수량이 많은 것이 높게 나타났다. 백미 동할미율의 경우 비조질 시료는 증가하였고, 현미 함수율을 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 것은 감소하는 것으로 나타났다.

다. 싸라기율은 조질시 가수량이 많을수록 높게 나타났고, 비조질 시료보다 조질 시료가 약간 높게 나타났지만 큰 차이는 없었다.

라. 소비전력량은 비조질 시료보다 조질 시료가 7.01~20.57% 감소하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 한충수의 2인. 2000. 현미 조질 후 정백특성에 관한 연구. 한국농업기계학회지. 2000동계 학술대회 논문집.
2. 고태균외 6인. 1996. 농산가공기계학. 향문사.
3. 山下律也. 1975. 穀物の含水率測定方法基準についての提案. 農業機械學會誌. 37(3).
4. 한충수의 5인. 1999. 조질 후 현미의 물성변화와 예측모델개발. 한국농업기계학회지. 1999동계 학술대회 논문집.
5. 金本繁晴. 1997. 米の精米加工および調製技術に関する研究. 博士論文.
6. 伊藤和彦外 2人. 1986. 玄米に関する研究(第2報)-厚い層の調質實驗. 農業機械學會誌. 47(4).