

현미 조질 후 정백특성에 관한 연구

A Study on Milling Characteristic after Conditioning of The Brown Rice

한충수* 강태환* 고학균**
정희원 정희원 정희원
C. S. Han T. H. Kang H. K. Koh

1. 서론

국내의 1인당 쌀 소비량은 1997년 102.4kg이었고, 1998년에는 99.2kg으로 매년 감소하는 추세로 돌아서고 있다¹⁾. 이것은 국민 생활수준의 향상으로 주식인 쌀의 소비가 감소하고 인스턴트 식품 및 부식의 소비가 증가하기 때문이다. 이러한 식생활 성향의 소비자를 만족시키기 위해서는 고품질의 쌀을 생산·가공해야 한다. 현재 쌀은 수확시기까지 고품질의 쌀을 생산할 수 있지만, 수확 후의 부적절한 건조 및 저장방법 등에 의해 쌀의 품질이 저하된다^{2,3)}.

정백은 현미를 백미로 가공하는 과정으로서, 현미의 초기함수율과 곡온, 품종 등에 따라 도정특성이 달라진다. 특히 초기함수율과 곡온이 낮은 현미의 경우에는 조직 경화로 인하여 강도가 높아져서 정백시 소비전력이 증가하고 도정효율이 저하될 뿐 아니라, 싸라기 및 동할증가, 함수율 감소 등으로 쌀의 품질이 저하된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 정백과정 중에 현미를 조질하여 쌀의 경화된 조직을 연화시키면 정백시 소비전력이 감소 되고 도정 효율이 향상되며, 쌀의 수분감소를 보충하여 중량손실 및 품질저하를 방지할 수 있다.

伊勝(1985) 등은 현미 조질에 관한 기초연구로 얇은 현미층을 조질할 때 조질조건과 흡수속도, 현미품질, 도정특성에 대한 관계를 알아보기 위해 동일 조질 조건하에서 8종의 연질미를 이용하여 품종간의 차이를 규명하였다. 또한 伊勝(1992) 등은 상호통풍방식과 동일통풍방식을 이용하여 두꺼운 현미층을 조질할 때 흡수특성, 현미품질, 도정특성을 비교 분석하였다. 우리나라에서는 한(1999)등이 현미 조질 후 경과시간에 따른 함수율변화, 동할미발생율, 강도, 백도와의 관계를 규명하기 위해 물성변화와 예측모델을 개발·제시하였다.

따라서 본 연구에서는 현미 조질시 가수에 대한 정백특성을 알아보기 위해 백도, 동할미율, 싸라기율, 함수율, 곡온, 소비전력량을 측정하여 비교 분석하였다. 또한 조질기 개발에 필요한 기초자료 및 적정가수조건을 제시하였다.

* 충북대학교 농과대학 농업기계공학과

** 서울대학교 농업생명과학대학 생물자원공학부

2. 재료 및 방법

가. 실험재료

본 실험에 사용된 실험재료는 충청북도 증평에서 수확한 1998년산으로 품종은 추청이다. 현미의 초기함수율은 16%w.b.(이후로 %로만 표시함)이었고, 5℃의 저온 저장고에 보관하였다. 시료는 실험시작 1일 전에 저온저장고에서 꺼내어 상온에 보관하면서 13%, 14%, 15%로 조제하였다.

나. 실험장치

그림 1은 현미 조절 진동장치의 개략도를 나타낸 것이다. 이 장치의 주요 요소는 노즐(0.85gal/hr, Hago, U.S.A.)과 현미투입호퍼, 진동모터, 압력물탱크, 질소탱크, 솔레노이드 밸브 등으로 구성되어 있다. 노즐은 현미투입호퍼의 상부에 위치해 있고 현미가 투입호퍼를 통해 진동장치 내부로 투입될 때 가수 되도록 하였다. 노즐의 물 분사량은 압력물탱크의 압력을 조절하여 분사되도록 하였다.

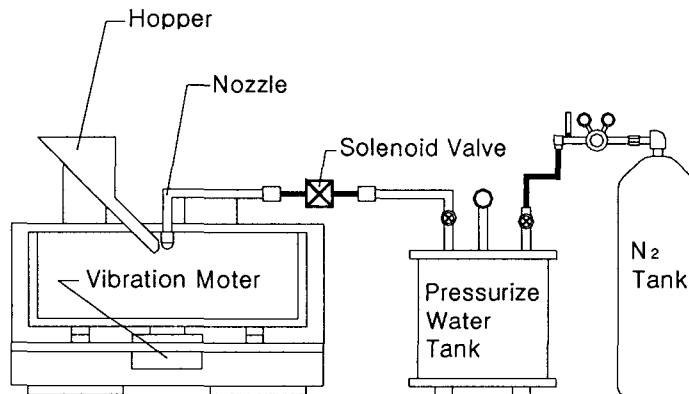


Fig 1. Schematic diagram of experimental vibration system for the conditioning of the brown rice

다. 실험방법 및 측정항목

1) 실험방법

1회 조절시 시료량은 4kg으로 가수량은 초기함수율이 13%, 14%, 15%일 때 수분량과 각각 0.4% 및 0.8% 증가시킬 때에 수분량의 차이로 가수량을 결정하였다⁴⁾. 가수시간은 시료의 투입시간과 같게 하였으며, 가수는 투입시간동안 물이 노즐을 통하여 현미에 고르게 분사되도록 물탱크와 질소탱크의 압력을 조절하여 실시하였다. 가수된 현미는 진동장치에서 6분 동안 진동을 받으며 혼합되도록 하였다.

정백특성은 조절하고 8시간이 경과한 후 실험용 소형정미기(RICEPAL30, YAMAMOTO, JAPAN)를 이용하여 500g의 시료를 정백수율 90±0.2%로 2회 정백하여 백도, 동할미율, 싸라기율, 함수율, 곡온, 소비전력량 등을 비교하였다.

2) 측정항목

(1) 함수율

함수율 측정은 전체 시료로부터 $10 \pm 0.5\text{g}$ 의 시료를 균일하게 채취하여 135°C 의 실험용 건조기(WFO600ND, EYELA, JAPAN)에서 24시간 건조하였다. 그 후 무게를 칭량하여 습량기준 함수율($M_{135}, \%$)을 계산하고, 이 값을 국내 표준함수율측정법에 맞추어 표준함수율 보정식인 식(1)과 (2)를 이용하여 표준함수율($M_{105}, \%$)로 환산하였다⁵⁾.

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

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

(2) 동할미율

현미와 백미의 동할미율은 시료 50립을 채취하여 동할미투시기(RC-50, Kett, JAPAN)로 5회 측정 후 50립에 대한 동할립수 비율로 나타냈다.

(3) 백도

백도는 백도계(C300-3, Kett, JAPAN)로 5회 측정 후 평균값으로 나타냈다.

(4) 찌라기율

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

(5) 곡온

곡온의 측정은 디지털 온도계(SK-1250MC, SATO, JAPAN)를 이용하였고, 현미의 경우 시료중심에 탐침을 삽입하여 측정하였으며, 정백 전 현미곡온은 $19 \sim 20^\circ\text{C}$ 이었다. 백미는 실험용 소형정미기의 입구 쪽에서 나오는 백미의 순간 최고 온도를 측정하였다.

(6) 소비전력량

소비전력량은 가정용 소비전력계(WL, LG, KOREA)를 이용하여 측정하였고, 현미 80kg으로 환산하여 나타내었다.

3. 결과 및 고찰

1) 조질 전·후와 정백 후의 백도

그림 2와 3은 조질 전·후와 정백 후의 초기함수율에 따른 현미·백미의 백도를 나타낸 것이다. 그림 2와 3에서 보는 바와 같이 백도는 현미와 백미에서 비조질 시료보다 조질 시료가 낮게 나타났다. 현미의 경우, 비조질 시료보다 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 조질 시료는 초기함수율에 따라 각각 0.2~0.4, 0.4~0.6으로 약간 감소하였다. 이것은 정백 후 백미의 백도에도 영향을 주어 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 조질시료는 비조질 시료보다 각각 0.08~1.0, 0.4~1.7 정도 낮은 값을 나타냈다. 이것은 현미·백미 표면에 물이 흡수되면서 표면광택이 저하되었기 때문으로 판단된다.

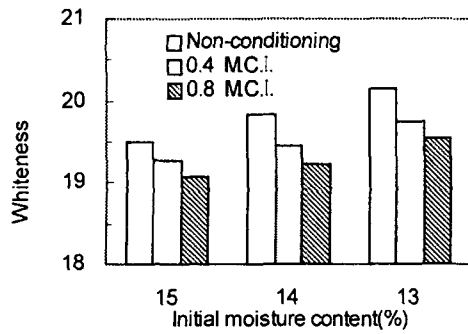


Fig 2. Comparison of whiteness of brown rice before and after conditioning by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

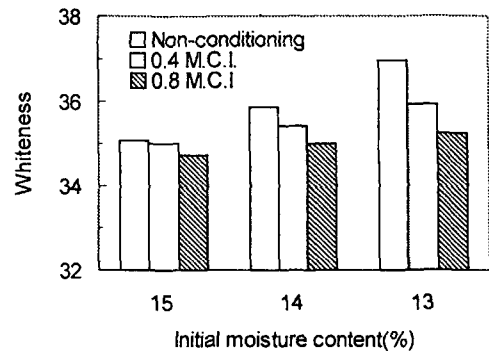


Fig 3. Comparison of whiteness after milling of the brown rice by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

2) 조질 전·후와 정백 후 동할미율

그림 4와 5에 조질 전·후와 정백 후의 초기함수율을 별로 현미·백미의 동할미율을 나타냈다. 그림 4와 5에서와 같이 현미와 백미의 동할미율은 비조질 시료보다 조질한 시료가 높은 것으로 나타났고, 초기함수율이 낮으며 가수량이 많을 때 동할미가 증가하는 경향을 보였다. 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 조질 현미의 동할미율은 비조질 시료보다 초기함수율에 따라 각각 6.4~7.6%, 12.5~22.1%로 증가하였다. 비조질 백미 동할미율은 비조질 현미 동할미율보다 초기함수율에 따라 4.5~6.0%가 증가하였고, 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 조질 백미의 경우 조질 현미보다 초기함수율에 따라 각각 0.5~1.1%, 2.2~10.7% 감소하였다. 현미의 경우 동할미 증가는 조질 후에 흡습으로 인해 조직이 팽창되면서 내부 응력이 증가하기 때문이라고 판단된다⁶⁾. 백미 비조질 시료에 경우 정백시 높은 정백압력으로 인하여 동할미가 증가한 것으로 판단되며, 백미 조질 시료의 정백 후 동할미 감소

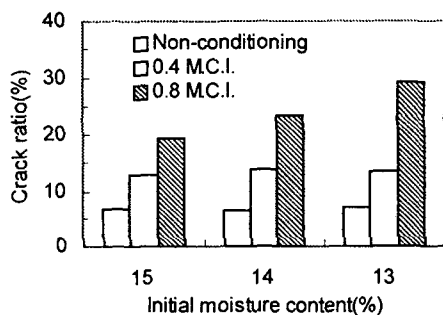


Fig 4. Comparison of crack ratio of brown rice before and after conditioning by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

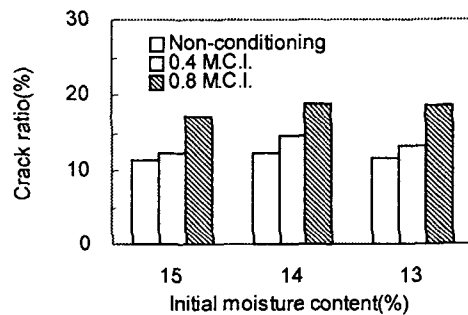


Fig 5. Comparison of crack ratio after milling of the brown rice by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

는 강도가 약한 동할립이 정백시 정백압력에 의해 깨져서 분품에 의해 쌀겨로 배출되거나 싸라기가 된 것으로 판단된다.

3) 싸라기율

조질 전·후의 함수율 변화에 따른 정백 후 싸라기율을 그림 6에 나타냈다. 그림에 나타냈듯이 싸라기율은 초기함수율이 낮고, 가수량이 많은 것이 증가하는 것으로 나타났으며, 비조질 시료보다 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 조질 시료의 경우 초기함수율에 따라 각각 0.2~0.4%, 0.2~1.2% 증가하는 것으로 나타났다. 이 중에서 초기함수율이 14%, 15%의 0.4, 0.8%의 함수율 상승시 싸라기율은 비조질 시료의 것과 비교해서 약간의 증가는 보였지만 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 이것은 조질된 쌀의 조직이 연화되어 강도가 낮아진 것과, 가수 후 증가한 동할미가 정백시 정백압력에 의해 깨지기 때문으로 판단된다.

4) 정백 후 함수율 증가와 감소

그림 7은 비조질 현미의 초기함수율과 정백 후 함수율 변화와의 차를 나타낸 것이다. 그림 7에서 보는 바와 같이 정백 후 함수율 변화는 각각의 초기함수율 별로 비조질 시료는 0.1~0.23% 감소했고, 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 후 정백한 백미의 경우 초기함수율에 따라 각각 0.18~0.3%, 0.5~0.61%로 증가하였다.

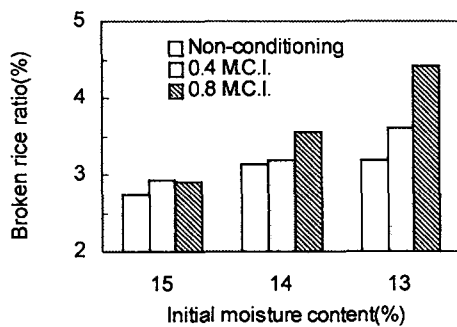


Fig 6. Comparison of broken rice ratio after milling of the brown rice by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

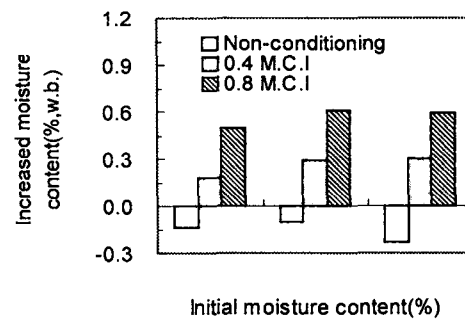


Fig 7. Comparison of increased moisture content after milling of the brown rice by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

5) 곡온의 변화

그림 8에 각각의 초기함수율에 따라 정백 전과 후의 곡온차를 나타냈다. 현재 정백 후 적정 곡온 상승은 15℃이하로 규정되어 있으며, 곡온이 너무 높으면 싸라기가 증가하고 수분손실이 많아져 품질이 저하되는 것으로 알려져 있다^{7,8)}. 그림 8에서와 같이 곡온은 비조질 시료보다 조질시료가 낮게 나타났고, 초기함수율이 낮을수록 높게 나타났다. 정백 후

곡온은 정백 전 보다 12~24℃ 상승하였고, 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시킨 경우 초기함수율에 따라 각각 12~14℃, 11~14℃ 상승된 것으로 나타났다. 이 값은 적정 곡온 상승의 규정범위 내에 해당되는 것으로서, 이것은 정백시 비조질 시료보다 조질 시료가 표면조직이 연화되어 정백압력이 낮아서 마찰열에 의한 온도상승이 낮았기 때문으로 판단된다.

6) 소비전력량

정백시 초기함수율별 소비전력량을 그림 9에 나타냈다. 그림에서 보듯이 소비전력량은 비조질 시료보다 조질시료가 감소하는 것으로 나타났고, 초기함수율이 낮을수록 증가하는 것으로 나타났다. 비조질 시료를 기준으로 0.4%의 함수율을 상승시킨 경우 초기함수율에 따라 55~800Wh/현미-80kg으로 소비전력량이 감소했고, 비조질 시료와 비교해서 초기함수율에 따라 3.4~32.0% 감소율을 나타냈다. 한편 0.8%의 함수율을 상승시킨 경우는 초기함수율에 따라 88~967Wh/현미-80kg이 감소했고, 비조질 시료와 비교해서 초기함수율에 따라 5.1~39.1% 감소율을 나타냈다. 이것은 조질에 따른 현미조직 연화로 강도가 낮아져서 작은 정백압력으로도 강층제거가 용이해졌기 때문으로 판단된다⁹⁾.

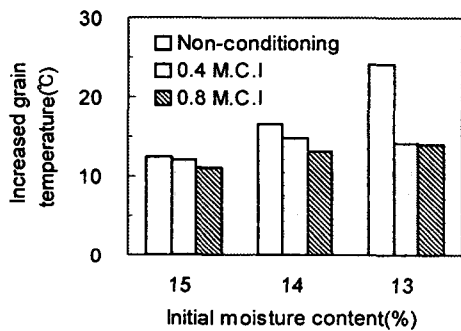


Fig 8. Comparison of increased grain temperature after milling of the brown rice by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

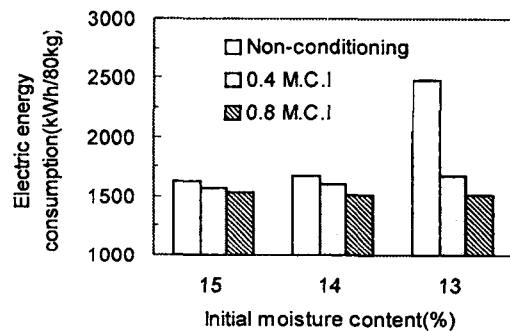


Fig 9. Comparison of electric energy consumption during milling by initial moisture content (M.C.I.=moisture content increased)

4. 요약 및 결론

조질기 및 조질기술의 개발은 수확 후에 부적절한 건조 및 저장방법 등에 의해 함수율이 너무 낮거나 감소되어 조직이 경화되고 정백시 쌀의 품질 및 도정효율이 저하됨으로 이를 개선하기 위해 필요하다. 본 연구에서는 13%, 14%, 15%의 초기함수율에 0.4, 0.8%의 함수율을 상승시켜 현미 조질시 가수에 대한 정백특성을 알아보고, 조질기 개발에 필요한 기초자료 및 적정가수조건을 제시하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 백도는 현미 함수율을 0.4% 상승시킨 것이 비조질 시료보다 약간 낮았지만 큰 차이

가 없었고, 0.8%의 함수율을 상승시킨 경우에도 초기함수율이 13%인 시료이외에는 큰 차이가 없었다.

2) 현미 동함미율은 초기함수율이 낮고 가수량이 많은 것이 높게 나타났다. 백미 동함미율의 경우 비조질 시료는 증가하였고, 현미 함수율을 0.4, 0.8%의 함수율을 증가시킨 것은 감소하는 것으로 나타났다.

3) 싸라기율은 비조질 시료보다 조질한 시료가 약간 높게 나타났고, 현미 함수율을 0.4% 상승시킨 경우 싸라기율은 비조질 시료보다 0.2~0.4% 증가하였으며, 조질시 가수량이 많은 것이 높게 나타났다.

4) 조질한 백미 함수율은 비조질 백미 보다 0.28~0.84%의 함수율 증가를 보였다.

5) 곡온은 비조질 시료보다 조질한 시료가 낮게 나타났다.

6) 소비전력량은 비조질 시료보다 조질 시료가 3.4~39.0% 감소하는 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 농림부 식량정책국 식량정책과. 1999. 쌀 및 보리쌀의 1인당 연간소비량.
2. 한충수의 1인. 1996. 현미의 간이수분조절이 도정수율에 미치는 영향. 협동조합 연구 18집.
3. 伊藤和彦外 2人. 1985. 玄米に 關する 研究(第1報)-薄い層の 調質實驗. 農機械學會誌. 47(2).
4. 고헌균외 6인. 1996. 농산가공기계학. 향문사.
5. 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).
6. 한충수의 5인. 1999. 조질 후 현미의 물성변화와 예측모델개발. 한국농업기계학회지. 99동계 학술대회 논문집.
7. 박호석외 5인. 1994. 미곡종합처리장 이론과 실무. 농협전문대학.
8. 고헌균외 8인. 1995. '96 농협 미곡종합처리장 설계기준. 농협중앙회 미곡종합처리장 자문단.
9. 伊藤和彦外 2人. 1986. 玄米に 關する 研究(第2報)-厚い層の 調質實驗. 農機械學會誌. 47(4).
10. 伊藤和彦外 2人. 1992. 相互通風方式による厚い層の調質實驗. 農機械學會誌. 54(2).