

정백공정 중 연삭공정이 쌀 품질에 미치는 영향

강태환 녕효봉 한충수 조성찬

Effect of Abrasive Processing in the Milling Process on the Quality of Rice

T. H. Kang X. F. Ning C. S. Han S. C. Cho

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of abrasive processing and non abrasive processing in the milling process on the quality of rice. The effect was analyzed based on the factor such as whiteness, grain temperature, moisture content, crack and broken rice ratio. The results were as followings. Whiteness of abrasive rice was the same as non abrasive rice. The rice temperature increase of abrasive rice was 1.6°C lower than non abrasive rice. The crack ratio was increased in the process of milling and non abrasive rice showed higher values than abrasive rice. The broken rice ratio of the using abrasive processing was about 0.05% lower than that of non abrasive processing. The moisture content decreased in the process of milling regardless of the use abrasive rice milling machine.

Keywords : Abrasive processing, Whiteness, Grain temperature, Moisture content, Crack ratio

1. 서론

정미기는 기본적으로 마찰식과 연삭식으로 분류되고, 서로 다른 도정작용을 가지고 있다. 연삭식 정미기는 금강사 롤러의 연삭 및 절삭작용에 의해 강층을 제거하고, 마찰식 정미기의 경우에는 미립에 압력을 가하여 미립상호간의 마찰 및 찰리작용에 의해 강층과 배아를 제거한다(Kawamura, 1989). 따라서 연삭식은 가공시 마찰이 적어 곡온 상승 등의 변화가 적지만, 함수율이 높은 경우 도정능력이 저하되고, 불균일하게 도정되는 단점이 있다. 마찰식은 마찰에 의한 곡온 상승이 높고, 찌라기가 발생하는 단점이 있지만, 쌀 표면이 균일하게 도정되어 외관과 품위가 향상된다(Kim et al., 2004).

현재 미곡종합처리장(RPC)의 정미시스템은 연삭식과 마찰식 정미기의 장점을 이용하여 복합적 시스템으로 구성되어 있고, 전체 미곡종합처리장의 85%가 연삭식과 마찰식의 복합적 시스템을 이용하여 쌀을 가공하고 있다(Kim et al., 2009). 복합적 정미시스템의 구성은 1~2대의 연삭식 정미기

와 1~3대의 마찰식 정미기를 연좌식으로 조합하여 일련의 작업공정으로 도정할 수 있다.

도정은 벼로부터 왕겨를 제거한 현미의 강층을 70~100 μm 내외로 박리하여 전분층으로 구성된 백미를 생산하는 작업으로서, 도정시 현미 단립간의 호분층의 제거 정도를 도정편차(Milling difference)라고 한다(Kim et al., 2007b). 이러한 현상은 현미의 함수율, 곡온, 연삭식 및 마찰식 정미기에서 도정배분의 부적절한 설정, 도정기의 회전속도 및 도정압력의 부적절한 설정 등으로 인하여 발생하고, 도정수율 감소, 식미 및 품질저하의 원인이 된다(Kim et al., 2006). 한편, Kim 등(2007a)은 현미의 비정상립이 정상립에 비해 강도가 낮아 찌라기 발생율이 높아지는 등 도정 특성이 저하되는 것을 구명하기 위하여 도정시 원료 현미의 비정상립 혼입비율이 도정특성에 미치는 연구를 수행하였다. 또한 Han 등(2001)과 Han 등(2002)은 도정 전 함수율이 낮은 현미를 조절하여 현미의 물리적 특성을 분석하고, 8시간 숙성에 따른 정백특성을 구명하여 도정효율 향상을 모색하였다. Yon 등(2001)은

This study was conducted by the research grant of the Chungbuk National University in 2008. The article was submitted for publication on 2010-04-29, reviewed on 2010-05-19, and approved for publication by editorial board of KSAM on 2010-06-01. The authors are Tae Hwann Kang, KSAM member, Agriculture Science & Technology Research Institute, Chungbuk National University, Xiao Feng Ning, Graduate Student, KSAM member, Chung Su Han, and Sung Chan Cho, Professor, Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University. Corresponding author: S. C. Cho, Professor, Dept. of Biosystems Engineering, Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Korea; Phone: 043-261-2584; Fax: 043-271-4413; E-mail: <sccho@chungbuk.ac.kr>.

수직형 정미기의 벼 도정 특성을 분석하여 주축회전수, 롤러의 세라믹 코팅길이, 이송스크루의 피치의 최적설계조건에 관한 연구를 수행하였다. Kawamura(1991)는 실험용 소형 연삭식 정미기와 마찰식 정미기를 조합하여 도정하는 방법과 도정전의 현미 온도와 수분 등이 정백미의 품질에 미치는 영향에 대하여 구명하였다. 그러나 선행 연구의 경우 실험실 차원에서 소형 정미기를 이용한 연구가 주를 이루고 있고, 실제 대규모 RPC 단위에서의 연삭식 및 마찰식 정미기에 의한 쌀의 도정특성 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 대규모 RPC에서 정백공정 중 연삭 가공 유무에 따른 백도, 곡온, 동할미율, 싸라기율, 함수율 등을 분석하여 쌀의 도정 및 품질특성을 구명하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

본 연구에 사용된 공시시료는 충청북도 청원군 내에서 수확한 2군 동진을 사용하였고, 벼의 초기함수율은 15.27~15.34%이었다.

나. 실험방법

본 연구는 청주 농협 RPC의 현미 가공공정과 백미 가공공정에 설치된 단위기계로부터 가공·배출되는 시료를 채취하여 백도, 곡온, 동할미율, 싸라기율, 함수율의 변화를 측정하여 비교·분석하였다. 또한 연삭식 정미기를 사용하여 가공한 것과 사용하지 않은 경우에 대해서 시료를 채취하여 백미 품질 변화를 비교·분석하였다.

다. 측정항목

1) 백도

백도는 현미의 경우 현미석발기에서 시료를 채취하였고, 백미의 경우 연삭식 정미기, 마찰식 정미기, 로터쉬프트, 색채선별기, 연미기에서 각각 시료를 채취하여 백도계(C300-3, Kett, Japan)로 5회 측정 후 평균값으로 나타내었다.

2) 곡온

곡온 측정은 디지털 온도계(SK-1250MC, SATO, Japan)를 이용하였고, 원료 벼와 현미의 경우 시료중심에 센서를 삽입하여 측정하였다. 정백 후 백미의 곡온은 연삭식 정미기, 마찰식 정미기, 색채선별기, 연미기에서 배출되는 백미 최대온도로 나타내었다.

3) 동할미율

현미와 백미의 동할은 경동할과 중동할을 모두 동할미로

판정하였다. 측정시료는 각각 현미석발기, 연삭식 정미기(PL-400, (주)동광ENG, Korea), 마찰식 정미기(BCP-2400, 보천산업(주), Korea), 연미기(DRP-200, 대원GSI(주), Korea)에서 채취하였고, 원료 벼의 경우에는 채취한 시료를 실험용 제현기(SYTH-88, 쌍용기계산업사, Korea)로 탈부하였으며, 1회 측정시 완전미 50립을 동할미투시기(RC-50, Kett, Japan)로 측정하여 5회 측정에 대한 평균값으로 나타냈다.

4) 싸라기율

백미의 싸라기율은 마찰식 정미기, 로터쉬프트, 색채선별기, 연미기에서 각각 시료를 채취하였고, 실험용 싸라기선별기(25M, 大屋, Japan)를 사용하여 1.7 mm 체로 5분 동안 선별한 후 무게비로 나타냈다.

5) 함수율

함수율 측정 시료는 원료 벼의 경우 종합석발기, 현미와 백미는 백도 시료 채취와 동일한 곳에서 각각 시료를 채취하여 시료 10±0.5 g을 5회 채취한 후 135℃의 실험용건조기(WFO 600 ND, EYELA, Japan)에서 24시간 건조하였다. 건조된 시료는 데시케이터에서 30분 정도 식힌 후 칭량하여 무게비로 함수율(M₁₃₅,%)을 계산하고, 이 값을 표준함수율 보정식인 식 (1), (2), (3)을 이용하여 표준함수율(M₁₀₅,%)로 환산하였다(Yamashita, 1975).

$$\text{Rough Rice} : M_{105} = 100 - 1.0121(100 - M_{135}) \quad (1)$$

$$\text{Brown Rice} : M_{105} = 100 - 1.0122(100 - M_{135}) \quad (2)$$

$$\text{White Rice} : M_{105} = 100 - 1.0133(100 - M_{135}) \quad (3)$$

3. 결과 및 고찰

가. 백도

그림 1은 연삭식 정미기 가공 유무에 따른 가공공정별 현미와 백미의 백도 변화를 나타낸 것이다.

그림 1에서 보는 바와 같이 연삭식 정미기를 사용하여 가공한 경우가 사용하지 않은 경우에 비해 백미 백도가 약간 낮은 것으로 나타났고, 마찰식 정미기 가공 후와 연미기 가공 후의 백도 변화도 거의 동일한 것으로 나타났다.

연삭식 정미기를 사용하여 가공한 경우에는 가공공정 별 백도는 현미가 19.09, 정백공정인 연삭식 정미기, 마찰식 정미기, 로터쉬프트, 색채선별기, 연미기에서의 백도는 각각 21.64, 34.52, 34.30, 34.28, 35.15로 나타났다.

가공공정 중 연삭식 정미기를 사용하지 않은 경우에는 현

미 백도가 19.41이고, 정백공정인 마찰식 정미기, 로터쉬프트, 색채선별기, 연미기에서의 백도는 각각 35.59, 35.15, 35.20, 35.89로 가공공정 중 연삭식 정미기를 사용한 경우가 사용하지 않은 경우보다 약 0.76~1.07 정도 낮은 것으로 나타났다. 또한 마찰식 정미기 가공 후와 연미기 가공 후 백미 백도 차이는 연삭식 정미기 사용유무에 따라 0.30~0.61로 거의 변화가 없는 것으로 나타났다.

이와 같이 연삭식 정미기를 사용하여 정백한 경우가 사용하지 않은 경우보다 백도 값이 약간 낮은 이유는 연삭식 정미기를 사용하여 정백한 것의 도정수율이 73.60%, 사용하지 않은 것의 도정수율이 71.04%로 전자에 미세한 호분층 잔류로 인한 차이로 판단된다. 한편 정백수율은 연삭식 정미기 사용 유무에 따라 2.5% 정도의 차이가 있는 반면, 연미 후 최종 제품의 백도 차이는 0.76으로 매우 미세하게 나타났다.

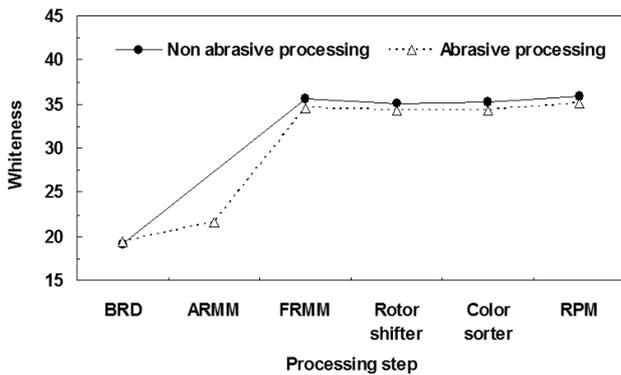


Fig. 1 Variation of brown rice and white rice whiteness in processing step.

(BRD: Brown rice destoner; ARMM: Abrasive rice milling machine; FRMM: Friction rice milling machine; RPM: Rice polishing machine)

나. 곡온

그림 2에 가공 공정별 연삭식 정미기 사용 유무에 따른 곡온 변화를 비교하여 나타내었다.

그림 2에서 알 수 있듯이 곡온은 마찰식 정미기 가공까지 증가하는 경향을 보이다가 색채 선별 공정 이후에서 감소하는 경향을 보였고, 연삭식 정미기를 사용한 정백가공이 사용하지 않은 경우보다 곡온 상승이 약간 낮은 것으로 나타났다.

현재 정백 후 적정 곡온 상승은 정백 전 현미온도와 정백 후 백미온도와의 차이가 15°C 이하로 규정되어 있고, 일반적으로 정백 중 곡온이 너무 높게 상승하면 동할미와 함께 싸라기가 증가하는 것으로 보고되어 있다(Kawamura, 1990).

정백 가공공정 중 연삭식 정미기를 사용하여 가공한 경우 원료 벼와 현미의 곡온은 각각 28.1, 29.7°C 이었고, 마찰식 정미기, 색채선별기, 연미기에서의 곡온 변화는 각각 41.5,

38.5, 36.5°C로서 현미 곡온을 기준으로 마찰 정백 공정에서 약 11.8°C 정도 증가한 것으로 나타났다.

연삭식 정미기를 사용하지 않고 정백한 경우 곡온 변화는 마찰식 정미기, 색채선별기, 연미기 별로 각각 41.9, 38.6, 35.6°C로서 정백 전 현미 곡온 29.1°C보다 마찰 정백 공정에서 12.8°C 정도 상승한 것으로서 정백 전 현미 곡온 차이 0.6°C를 감안한다면 연삭식 정미기를 사용한 경우가 사용하지 않은 경우보다 정백 공정에서 약 1.6°C 낮게 나타났다.

이와 같이 정백 가공 중 연삭식 정미기를 사용하여 가공한 경우가 사용하지 않은 경우보다 마찰식 정미기에서 곡온상승이 낮은 이유는 연삭식 정미기 가공으로 인하여 현미표면의 강층이 1차적으로 박리되어 마찰식 정미기 가공 중에 낮은 정백 압력으로 가공이 가능하여 열 발생이 적었기 때문으로 판단된다.

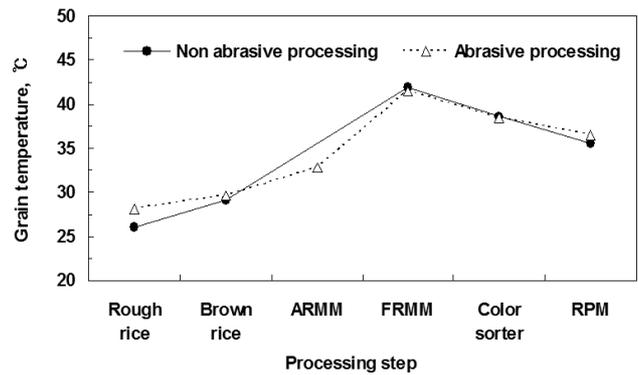


Fig. 2 Variation of grain temperature in processing step.

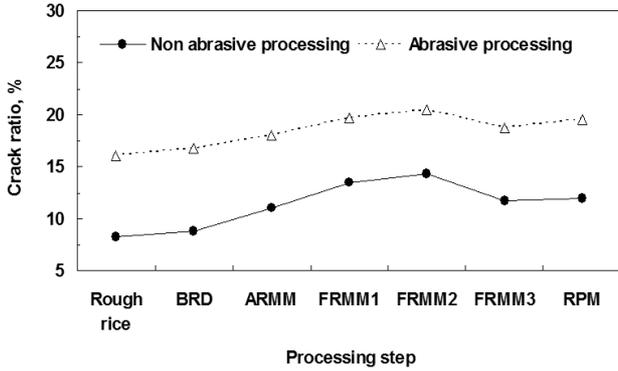
다. 동할미율

그림 3은 연삭식 정미기 사용 유무에 따른 가공 공정별 현미와 백미의 동할미율을 나타낸 것이다.

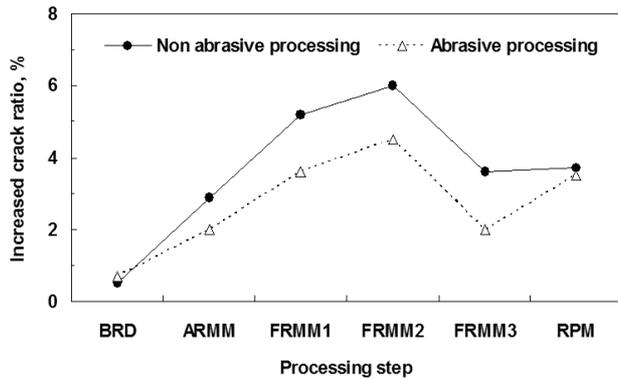
그림 3에서 알 수 있듯이 동할미율은 가공이 진행됨에 따라 증가하는 경향을 나타내었고, 특히 마찰식 정미 공정에서 증가하는 것으로 나타났다. 연삭식 정미기를 사용한 정백가공이 사용하지 않은 경우보다 동할미율이 낮은 것으로 나타났다.

연삭식 정미기를 사용한 정백가공과 사용하지 않은 경우 원료 현미의 초기 동할미율은 차이가 컸고, 각각 16.0%, 8.3% 이었다. 연삭식 정미기를 사용하여 정백 가공한 경우 연삭, 마찰1, 마찰2, 마찰3, 연미공정별 동할미 증가율은 각각 2.0, 3.3, 4.5, 2.0, 3.5%로 나타났고, 연삭식 정미기를 사용하지 않은 경우에는 마찰1, 마찰2, 마찰3, 연미공정별 동할미 증가율은 각각 5.2, 6.0, 3.6, 3.7%로 연삭식 정미기를 사용한 것보다 마찰식 정미기 1, 2, 3 공정에서 각각 1.9, 1.5, 1.6% 증가한 것으로 나타났다.

이와 같이 연삭식 정미기를 사용하지 않은 경우보다 사용한 경우의 동할미 증가율이 낮은 이유는 연삭식 정미기 가공 공정에서 단단한 현미 강층이 저압에서 일부 제강되고, 마찰식 정미기에서 낮은 압력으로 제강이 가능한 상태가 되었기 때문이라 판단된다.



(a) Variation of crack ratio



(b) Variation of increased crack ratio

Fig. 3 Variation of crack ratio in processing step.

라. 찌라기율

1) 정백공정별 찌라기율

그림 4는 정백 가공공정별 실험용 찌라기선별기로 선별한 백미 찌라기율 변화를 연삭식 정미기 사용 유무에 따라 나타낸 것이다.

그림 4에 나타낸 바와 같이 찌라기율은 마찰식 정미기 가공에서는 증가하고, 로터리 슈프터 공정 이후에서는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 한편 찌라기율은 연삭식 정미기를 사용하지 않고 정백하는 것보다 사용하여 정백하는 것이 낮은 것으로 나타났다.

연삭식 정미기를 사용하여 정백한 경우 찌라기율은 마찰1, 마찰3, 로터리슈프터, 색체선별, 연미공정에서 각각 3.30, 3.17, 2.64, 2.52, 2.628%로 나타났고, 연삭식 정미기를 사용하지 않은 경우에는 마찰1, 마찰3, 로터리슈프터, 색체선별, 연미공정에서 각각 3.23, 3.42, 2.86, 2.81, 2.78%로 연삭식

정미기 사용 전보다 3번 마찰식 정미기 공정 이후에서 각각 0.20, 0.22, 0.29, 0.18% 증가한 것으로 나타났다.

이와 같이 연삭식 정미기 사용 전보다 사용 후 찌라기율이 낮은 이유는 앞에서 서술한 바와 같이 연삭식 정미기 가공공정에서 단단한 현미 강층이 제강되어 마찰식 정미기에서 낮은 압력으로 제강이 가능했기 때문이라 판단된다.

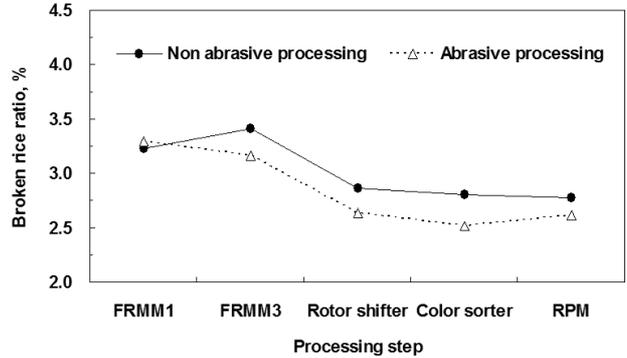


Fig. 4 Variation of broken rice ratio in processing step.

2) 찌라기율에 따른 수율 분석

그림 5는 연삭식 정미기 사용 유무에 따른 도정수율과 정백 후 로터리슈프터로 선별된 백미의 찌라기율을 비교한 것이다.

그림 5에서 알 수 있듯이 찌라기율은 연삭식 정미기를 사용하지 않고 정백하는 것보다 연삭식 정미기를 사용하여 정백하는 것이 로터리슈프터와 실험용 찌라기선별기 모두 낮은 것으로 나타났다.

연삭식 정미 가공을 하지 않은 경우 로터리 슈프터로 선별된 찌라기율은 백미 완제품 4,449.7 kg에 대해 0.52%(로터리 슈프터 선별 찌라기량: 22.95 kg)이었고, 연삭식 정미 가공을 한 경우 백미 완제품 3,318.0 kg에 대한 찌라기율은 0.47%(로터리 슈프터 선별 찌라기량: 15.65 kg)로 나타나, 연삭식 정미 가공을 하지 않은 경우보다 0.05% 낮은 것으로 나타났다. 이것을 연간 백미 생산량에 대해 환산하면 공장 가동율 60%, 일일가공량 20 ton, 월평균 가공일수 20일, 도정수율 71%로 가공할 경우 원료 비 2,880 ton/year에 대해 생산되는 백미량은 2,044.8 ton/year으로서 찌라기 감소율 0.05%로 인한 수율 증가효과는 약 900 kg/year 정도인 것으로 나타났다.

한편 도정수율은 연삭식 정미 가공을 하지 않은 경우 71.04%, 연삭식 정미 가공을 한 경우에 71.84%로 연삭식 정미 가공을 하지 않은 경우보다 0.8% 높은 것으로 나타났다. 이것은 정백이 약간 덜 된 것과 찌라기 발생 등이 감소하였기 때문으로 판단된다. 그러나 전자는 백도 변화에 대해서 서술한 바와 같이 최종 제품의 백도 차이가 작은 것으로 보아 도정수율에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 따라서 도정수율 증가와 찌라기율 감소를 고려할 경우 연삭식 정미

가공공정이 설치되는 것이 바람직하다고 판단된다.

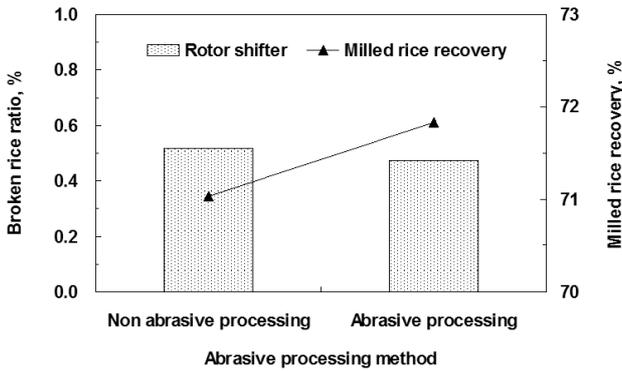


Fig. 5 Variation of broken rice ratio and milled rice recovery.

마. 함수율

그림 6에서 알 수 있듯이 정백공정 중에 함수율은 연삭식 정미기 사용 유무에 관계없이 감소하는 경향을 나타내었다.

연삭식 정미기를 사용하여 정백한 경우 함수율 변화는 현미, 연삭, 마찰1, 마찰2, 마찰3, 색채선별, 연미공정에서 각각 15.76, 15.72, 15.69, 15.54, 15.46, 15.30, 15.27%로 가공이 진행됨에 따라서 점차 감소하였고, 백미의 최종 함수율은 원료 현미보다 0.49% 감소하는 것으로 나타났다. 연삭식 정미기를 사용하지 않은 경우에는 현미, 연삭, 마찰1, 마찰2, 마찰3, 색채선별, 연미공정에서 각각 15.66, 15.55, 15.50, 15.34, 15.27, 15.17%로 점차 감소하였고, 백미는 현미의 함수율보다 0.49% 감소하여 연삭식 정미기 사용 유무는 함수율 감소에 영향이 없는 것으로 나타났다.

한편 이와 같이 함수율 변화에 차이가 없는 것은 현미의 함수율이 15.65~15.76%로 높고, 외기온이 30℃ 내외, 원료 곡온이 26~28℃로 기온이 낮은 겨울철보다 원료의 강도가 약하므로 정백시 부하감소로 인한 무효 마찰력 감소 때문으로 판단된다.

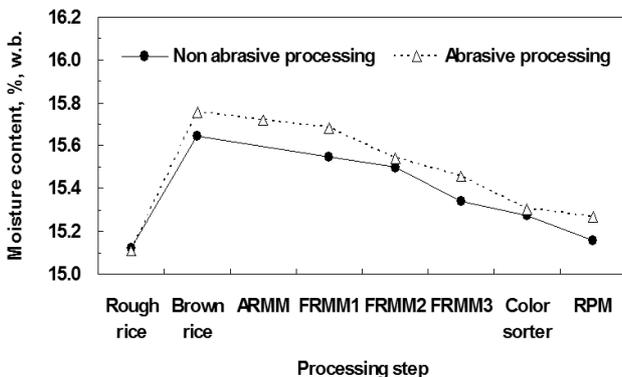


Fig. 6 Variation of moisture content in processing step.

4. 요약 및 결론

미곡종합처리장(RPC)의 정미시스템은 연삭식과 마찰식 정미기를 이용하여 복합적 시스템으로 쌀을 가공하고 있다. 연삭식 정미기와 마찰식 정미기를 조합하여 도정하는 방법은 도정전의 현미 온도, 수분 및 연삭식 및 마찰식 정미기에서의 가공정도에 따라 정백미의 품질에 영향을 미친다. 따라서 실제 대규모 RPC 단위에서의 연삭식 및 마찰식 정미기에 의한 쌀의 도정특성 연구가 필요하다.

본 연구는 대규모 RPC에서 정백공정 중 연삭식 정미기의 가공 유무에 따라 현미 가공공정과 백미 가공공정에서 배출되는 시료를 채취한 후 백도, 곡온, 동할미율, 싸라기율, 함수율 변화를 측정하여 연삭식 정미기의 가공 유무에 따른 쌀의 도정 및 품질특성을 구명하고자 하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 백도는 연삭식 정미기를 사용하여 가공한 경우와 사용하지 않은 경우 큰 차이는 없었고, 마찰식 정미기 가공 후와 연미기 가공 후의 백도 변화도 거의 차이가 없는 것으로 나타났다.
- (2) 곡온은 연삭식 정미기를 사용한 정백가공이 사용하지 않은 경우보다 곡온 상승이 1.6℃ 정도 낮은 것으로 나타났다. 연삭식 정미기 사용 유무에 따른 정백 가공시 곡온 상승은 적정 곡온 상승규정 범위 내에 해당하는 것으로 나타났다.
- (3) 동할미율은 연삭식 정미기를 사용한 정백가공이 사용하지 않은 경우보다 마찰식 정미기를 이용한 정백공정에서 동할미 증가율이 1.5~1.9% 낮은 것으로 나타났다.
- (4) 싸라기율은 연삭식 정미기를 사용하지 않고 정백하는 것보다 사용하여 정백하는 것이 약 0.05% 정도 낮은 것으로 나타났다.
- (5) 함수율은 원료 벼를 기준으로 연삭식 정미기 사용 유무에 관계없이 약 0.49% 정도 감소하여 연삭식 정미기 사용 유무는 함수율 감소에 영향이 없는 것으로 나타났다.
- (6) 이상의 결과로부터 정백가공 공정에서 연삭식 정미기 가공 공정을 이용하는 것이 쌀의 도정수율 및 품질 향상에 효과가 있는 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

참 고 문 헌

1. Han, C. S., K. S. Yon, T. H. Kang, H. Y. Jeon, H. K. Koh, J. D. So and D. B. Song. 2001. Study on the conditioning of brown rice(I)-Property variation and predicted model of brown rice after conditioning-. Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery 26(1):1-10. (In Korean)
2. Han, C. S., T. H. Kang, S. C. Cho and H. K. Koh. 2002. A study on the conditioning of brown rice(II)-Milling characteristics with eight hours' ripeness after conditioning moisture content-. Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery 27(1):1-10. (In Korean)
3. Kawamura, S. 1989. Rice milling, and quality and taste of milled rice (Part 1)-Basic investigation at rice milling plants-. Memoirs of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ. 16(4): 375-382. (In Japanese)
4. Kawamura, S. 1990. Rice milling, and quality and taste of milled rice (Part 2)-Milling characteristics-. Memoirs of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ. 17(1):25-49. (In Japanese)
5. Kawamura, S. 1991. Rice milling, and quality and taste of milled rice (Part 3)-quality and taste of milled rice-. Memoirs of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ. 17(3): 228-261. (In Japanese)
6. Kim, C. J., H. J. Lee, Kim, O. W. Kim, D. H. Keum and H. Kim. 2007a. Effects of abnormal kernels in brown rice on milling characteristics. Journal of Biosystems Engineering 32(1):1-5. (In Korean)
7. Kim, H., D. C. Kim, S. E. Lee and O. W. Kim. 2009. Milling characteristics of milled rice according to milling ratio of friction and abrasive milling. Journal of Biosystems Engineering 34(6):439-445. (In Korean)
8. Kim, H., H. J. Lee, O. W. Kim, S. E. Lee and D. H. Yoon. 2006. Effect of non-uniform milling on quality of milled rice during storage. Journal of the Korean Society Food Preservation 13(6):675-60. (In Korean)
9. Kim, O. W., H. Kim, S. E. Lee and C. J. Kim. 2007b. Effects of milling difference on milling characteristics. Proceeding of KSAM 2007 Summer Conference 12(2):247-250. (In Korean)
10. Kim, Y. S., N. Y. Lee, C. S. Hwang, M. J. Yu, K. H. Back and D. H. Shin. 2004. Changes of physicochemical characteristics of rice milled by newly designed abrasive milling machine. Journal of the Korean Society Food Science and Nutrition 33(1):152-157. (In Korean)
11. Yamashita, R. 1975. Suggestion of moisture content measuring method for grain. Journal. of the JSAM 37(3):445-451. (In Japanese)
12. Yon, K. S., C. S. Han and S. C. Cho. 2001. Milling characteristics of vertical small scale milling machine for the rough rice-Optimum design conditions of main spindle speed, ceramic coating length of roller and feed screw pitch- Journal of the Korean Society for Agricultural Machinery 26(2): 93-104. (In Korean)