

씻지 않는 쌀의 가공설비 개발

Development of a Processing Facility for Clean-Washed Rice

장동일* 한우석* 김동철** 이상호**
정회원 정회원 정회원
D.I. Chang W.S. Han D.H. Kim S.H. Lee

1. 서론

현재 국내의 외식산업은 크게 성장하여 우리 생활주변에서 많은 대중식당을 볼 수가 있다. 뿐만 아니라 초등학교에서의 급식의 보편화 등으로 대량으로 취사가 이루어지는 곳이 급증하는 추세에 있다. 이처럼 대량취사가 이루어지는 곳에서는 빈번하게 쌀을 취급함에 있어서 취반 전 쌀을 물에 불리는 작업과 쌀을 씻는 작업 때문에 많은 불편함을 호소하고 있다. 이러한 대량 취사장뿐만 아니라 편리함을 추구하는 현대의 소비자들에게도 쌀의 세미는 큰 고충이 아닐 수 없다.

현재 소비되어지는 쌀은 미곡종합처리장(RPC)과 소형도정공장에서 도정되어 시중으로 유통되고 있으며 최근에는 기존의 도정방법 이외에 정미기로 도정 후 물을 가하여 가공하는 연미기를 사용하여 일명 청결미라는 브랜드화된 쌀을 제조하고 있지만 여전히 취반하기 전 세미되어야 하는 불편한 문제점을 안고 있다.

따라서 쌀이 대량으로 소비되는 대중식당, 단체급식시설, 쌀을 원료로 한 식품을 만들기 위하여 세미과정을 거쳐야만 하는 식품가공공장 등을 만족시킬 수 있으면서 날로 관심이 높아지는 생활폐수로 인한 수질환경오염을 줄이기 위한 새로운 정미가공기술인 씻지 않는 쌀 생산을 위한 가공설비의 개발이 필요하게 되었다. 이러한 씻지 않는 쌀의 중요한 목적은 소비자가 세미하지 않고 취반하고 2차적으로 사용되는 물의 양의 절약과 세미된 후 배출되는 세미수를 정화하는데 있다.

따라서 본 연구에서는 RPC 에서 이러한 씻지 않는 쌀을 가공하기 위한 가공설비를 설계하고자 하였다.

* 충남대학교 농과대학 농업기계공학과

** 한국식품개발연구원

2. 재료 및 방법

가. 가공 공정

씻지 않는 쌀을 가공하기 위한 공정은 그림 1과 같으며, 먼저 원료인 쌀이 투입되는 투입 공정이 선행되며 투입된 쌀은 세미공정을 통하여 1차 세미된다. 1차 세미된 쌀은 탈수공정으로 물과 함께 투입되어 2차 세미되며 원심력에 의하여 표면에 묻은 물과 표층에 흡수된 물을 탈수하도록 하였다. 탈수공정을 거친 쌀은 세미공정중 흡수된 물로 인하여 함유율이 증가하므로 안전 저장과 유통을 위한 적정 함유율까지 낮출 수 있도록 건조공정을 거치도록 하였다.

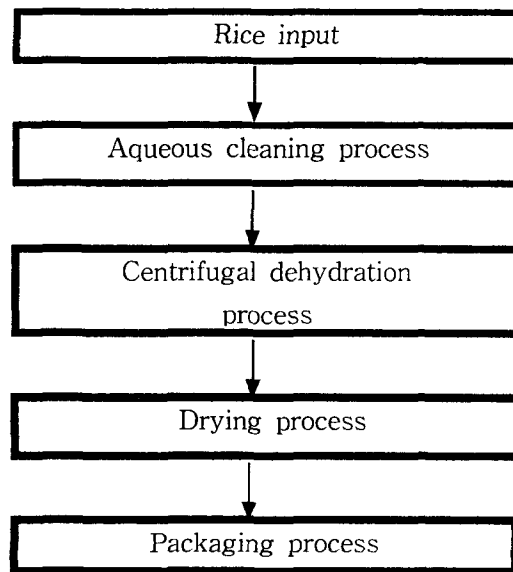


Fig. 1 Process flow diagram for processing clean-washed rice.

나. 설계 기준

백미의 가공시 세미공정을 거치면서 수분의 흡수로 인하여 백미는 중량과 함유율이 품종과 초기 함유율에 따라 변하게 된다. 따라서 백미 1,000kg/h 용량을 가공하기 위하여 먼저 질량수지 분석을 통하여 설계 기준을 설정하였다. 질량수지분석시 이용된 품종들중 최대의 중량변화를 나타낸 낙동을 기준으로 하여 안전율 40%를 고려하여 가공용량을 1,400kg/h로 정하였으며, 최종 가공된 백미의 함유율은 유통중 저장성을 고려하여 15%, 백도는 40%로 하였다. 그와 더불어 건조공정에 사용되는 드립식 건조기 내의 체류시간은 건조시간에 대한 시뮬레이션을 토대로 하여 최대 3분이 되도록 기준을 정하였다.(장동일등, 1999)

다. 시작기의 성능분석

개발된 시작기의 성능은 가공용량에 대한 분석을 수행한 후에 가공된 백미의 함수율과 백도를 계측하여 설계기준을 만족하는가에 중점을 두고 실험하였다. 백미의 함수율은 단립 수분계 CTR-800E(Shizudka Seiki)로 측정하였으며 백미의 백도는 백도계C-300-3(Kett Electric Laboratory)로 측정하였다.

시작기의 축 회전수 측정에 타코미터를 이용하였으며 소요에너지 측정에는 적산전력량계를 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 시작기의 특징

씻지 않는 쌀 가공설비는 공급부, 세미부, 탈수부, 건조부, 제어반으로 구성된다. 공급부는 회전수를 조절하여 투입되는 양을 조절하는 방식을 사용하였으며, 세미부는 백미를 이송하며 세미가 이루어지는 롤러와 금망으로 이루어져 있다. 세미를 위하여 투입되는 물은 유량계를 통하여 그 공급량을 조절하게 되어 있다. 세미된 백미를 탈수하는 탈수부에는 원뿔대를 뒤집어 놓은 형상의 탈수조가 있으며 또한 탈수조 안에는 배출을 위한 스크루가 설치되어 있다. 이들은 모두 한 축에 연결되어 있으면서 다른 속도로 회전되도록 잇수가 다른 기어가 연결되어 있다. 최종적으로 탈수된 백미는 함수율을 적정수준으로 낮추기 위하여 회전식 건조기를 거치게 된다.

공급부, 세미부, 건조부 등은 실험과 개선을 위하여 제어반에서 독립적으로 가동되도록 제작되었다.

시작기의 사양은 표 1과 같으며 그림 2는 실제 제작된 시작기의 모습이다.

Table 1 Specification of a processing facility for clean-washed rice

Item	Specification
Capacity	1000 kg/h
Feed screw	Outside diameter 80 mm, Inside diameter 40 mm, Pitch 55 mm
Washing part	Outside diameter 80 mm, Inside diameter 40 mm, Pitch 21.5mm Length : 260 mm, Revolution 1300 rpm
Dehydration part	Inside diameter 270 mm, Height 470 mm
Drying part	Rotary drying type

나. 시작기의 성능평가

사용된 시료는 '99년산 햅쌀이며 초기함수율은 14.5%, 백도는 31.7%이었다.

초기에는 설계가공용량을 검토하기 위하여 1,400kg/h의 공급이 되도록 설정하였으나 몇 분되지 않아서 탈수부에서 백미가 탈수조에 걸려 배출이 되지 않는 현상을 나타내었다. 그래서 각 공정별로 독립적으로 가동하여 그 용량을 검토하였는바 탈수부의 용량만이 부족한 것으로 분석되었다. 최종적인 시작기의 용량은 공급부의 회전속도가 78 rpm일 때 800kg/h 이다 .

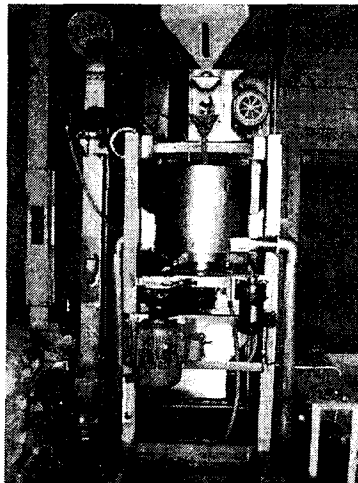


Fig 2 A processing facility for clean-washed rice.

따라서 시작기의 공급량은 800kg/h로 설정하여 성능평가를 실시하였다. 시작기의 소요에너지는 표 2와 같다. 소요에너지는 100kg을 가공하기 위하여 0.625 kWh가 소요되었으며, 각 파트별소요에너지는 세미부 0.4 kWh, 탈수부 0.9 kWh, 건조부 0.75 kWh이었다. 아직 시작기의 전체적인 균형에 있어서 미흡한 점이 있는데 부대장치의 소요에너지는 0.45 kWh로 전체적인 소요에너지를 증가시켰다.

Table 2 Energy requirement of each process device

Process	Washing process device	Centrifugal dehydration device	Rotary dryer	Etc	Total
Required Energy (kWh)	0.4	0.9	0.75	0.45	2.5

개발된 시작기에 의해서 가공된 백미의 백도와 함수율을 측정하기 위하여 3반복하였다. 세미정도와 백도는 세미부의 출구저항장치를 통하여 조절되는데 출구저항을 0으로 하여 표 3과 같은 결과를 얻었다.

시료의 초기함수율은 14.5%, 백도는 31.7%이며 가공후 평균 함수율은 15.4%, 백도는 40.4%으로 설계기준을 만족하였다.

Table 3 Moisture content and whiteness of clean-washed rice

Sample	Moisture content (%, w.b.)	Whiteness	
Sample 1	15.2	40.3	Initial moisture content and whiteness: 14.5% 31.7%
Sample 2	15.4	40.4	
Sample 3	15.5	40.6	
Average	15.36	40.43	

4. 요약 및 결론

씻지 않는 쌀을 가공하기 위한 설비개발을 위하여 시작기를 설계·제작하였으며 그 성능평가를 실시하였다. 씻지 않는 쌀을 가공하는 공정은 백미를 투입되는 투입공정, 백미의 세미가 이루어지는 세미공정, 탈수가 이루어지는 탈수공정, 최종 함수율로 낮추기 위한 건조공정으로 이루어진다. 따라서 시작기는 투입부, 세미부, 탈수부, 건조부로 구성되며 용량 1000kg/h를 가공하도록 설계·제작되었다. 세미부는 공급되어지는 백미와 물을 혼합·세미하며 탈수부는 세미된 백미의 물을 원심력에 의한 방법으로 탈수한다. 적정 함수율로 낮추기 위하여, 탈수된 백미는 건조부에서 회전식 건조방식을 사용하여 규정된 백도와 함수율을 맞추도록 제작되었다.

시작기의 성능평가는 가공용량, 소요에너지, 미질만을 우선 평가하였는바 가공용량은 탈수부의 용량부족으로 설계기준에 도달하지 못했다. 가공용량은 현재상태에서는 800kg/h 인 것으로 분석되었으며 시작기의 소요에너지는 총 2.5kWh이며 각 파트별 소요에너지는 세미부 0.4kWh, 탈수부 0.9kWh, 건조부 0.75kWh, 기타 부대장치 0.45kWh이었다. 부대장치는 차후 제거하며 소요에너지는 줄어들 것으로 사료된다. 그리고 100kg을 가공하기 위한 에너지는 0.625 kWh이다. 백미의 백도는 출구저항이 0일 때 40%이었으며 최종 함수율은 15%이었다.

그러나 아직 시작기의 설계용량의 부족한바 그 원인인 탈수부에 대한 설계분석과 검토가 이루어져야 될 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

- 1) 고헌외. 1993. 농산가공기계학. 향문사
- 2) 금동혁. 1986. 습공기의 성질계산을 위한 컴퓨터 프로그램. 한국농업기계학회지 13(3) 91-98
- 3) 김성곤, 정순자, 김관, 채제선, 이정행. 1984. 수화특성에 의한 쌀의 분류. 한국농화학회지 27(3) : 204-210
- 4) 장동일, 한우석, 김동철, 이상효. 1999. 씻지 않는 쌀의 가공공정개발(I). 한국농업기계학회지24(4):317~324
- 5) 장동일. 1999. 씻지 않는 쌀의 제조공정확립. 연차연구보고서. 농림기술개발센터.
- 6) 정종훈, 최영수, 권홍관. 1998. 중 소형연미기의 성능평가 및 성능개선에 관한 연구(I). 한국농업기계학회지 23(3):245-252
- 7) 한국과학기술원. 1987. 미곡의 종합처리 가공기술 개발에 관한 연구.
- 8) Mujumdar, A.S. 1995. Handbook of Industrial Drying. Dekker. New York.