

쌀의 청결 가공시스템 개발

Development of clean-milling system for rice

최희석* 정성근* 박희만* 홍성기* 금동혁**
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
H.S.Choi* S.G.Jeong* H.M.Park* S.G.Hong* D.H.Keum**

1. 서 론

현재 시중에 유통되고 있는 쌀의 표면에는 육안으로 잘 보이지는 않지만 가공과정에서 발생된 미세쌀겨나 이물질이 다소간 부착되어 있기 때문에 이들로 인해 저장성 저하를 초래하고, 또 소비자가 밥을 짓기 위해서는 씻어야 하는 번거로움이 있다.

물론 미곡가공시설들이 깨끗한 쌀을 공급한다는 취지에서 연미기를 통과한 것을 청결미라는 브랜드로 보급하고 있지만, 이 쌀들이 과연 어느정도의 청결도를 갖는지에 대해서는 생각해볼 여지가 많다.

국내의 경우 지금까지 쌀의 청결도에 대한 연구는 매우 제한적으로 이루어져 미흡한 실정이다. 최 등(1999)에 따르면 연미된 쌀의 세척수 탁도는 75ppm 전후로 일반백미 95ppm에 비해 크게 경감되는 것으로 보고하였다. 또 일본의 向井敏彦(1998)은 습식 무세미조제기를 이용하여 가공된 쌀의 탁도는 고시히카리 품종에서 처리전 88ppm이었으나 처리후 52ppm 수준으로 낮아지는 효과가 있어 씻지않고도 밥을 짓을수 있다고 보고한바 있으며, 일본의 경우 실제로 90년 초반부터 무세미가 본격적으로 시중에 유통되고 있다.

우리나라의 경우에도 최근에 쌀 소비성향이 점차 고급화 다양화 되고있는 추세에 있다. 하지만 청결한 고품질 쌀을 가공할 수 있는 기계장치의 연구 및 개발은 아직 미흡한 실정으로 앞으로 청결한 고품질의 쌀 생산을 촉진하기 위해서는 새로운 청결 가공기술의 개발이 매우 필요하다. 따라서 본연구에서는 여러 가지 형태의 청결가공기법을 도입하여 가공시스템을 제작하고, 각 가공방법별로 탁도감소 효과를 구명하여 쌀의 청결가공 시스템을 개발하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

가. 시험장치 제작

무세미 제조 실험장치의 구성은 그림 1에서 보는 바와 같이 공급구에 원료 백미를 투입하면 금망과 브러시로 구성된 연마 및 공기크리닝부를 거치면서 거친 쌀겨를 제거하게 되는데 이때 쌀이 로터와 금망사이를 통과하면서 마찰에 의해 정전기가 발생되어 미세 쌀겨의 제거를 방해하게 된다. 따라서 정전기크리닝부의 벨트상단에 송풍형 제전기를 설치하여 정전기를 중화시켜 흡착력을 약화시킨 다음 공기를 흡인하여 미세 쌀겨를 제거토록 구성하였으며, 마지막 단계에서 습공기의 특성을 이용하여 공기중에 부유하고 있는 미세먼지를 제거할 수 있도록 시험 장치를 구성 제작하고 있다.

* 농촌진흥청 농업기계화연구소 ** 성균관대학교 생명공학부

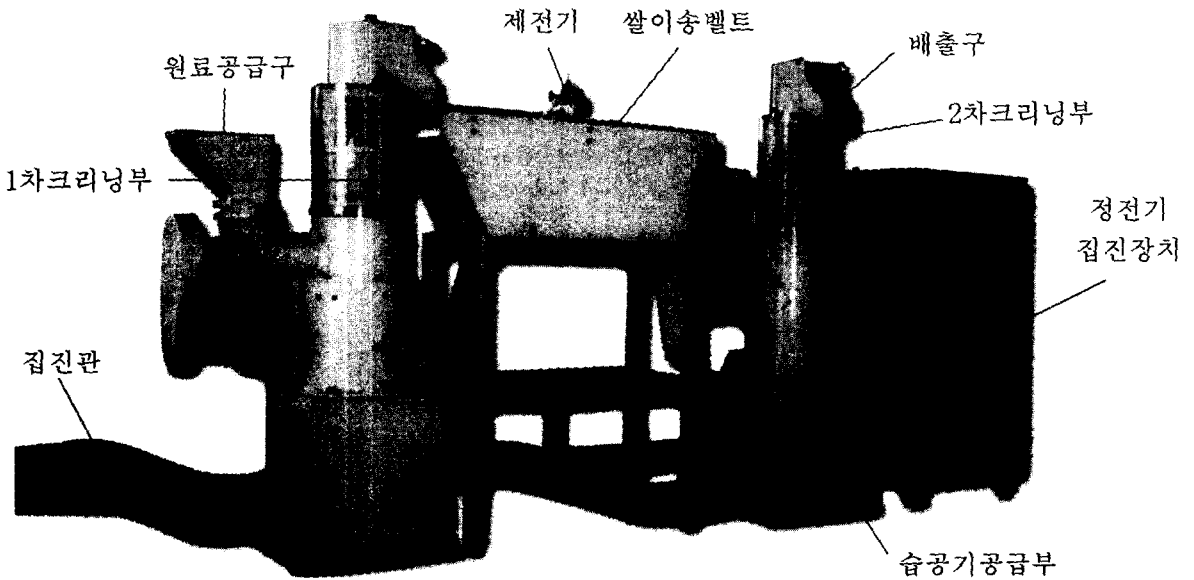


Fig. 1. Schematic diagram of prototype

Table1. Specification of prototype

구 분		제 원
형 식		브러시+정전기+습공기 집진
본 체 크 기 (L×W×H)		3,185×405×1,515mm
연마·공기 크리닝부	크 기	750×405×1,515mm
	연마부 크기(Φ×H)	270×340mm
	브러시 크기(L×W×H)	300×50×25mm, 모질이 7mm
	금망크기 및 형태(Φ×H)	200×300mm, 팔각형
	모 터	삼상 220V, 11kW
정전기 크리닝부	제전봉 크기(L×W×H)	400×20×30mm
	제 전 방 식	코로나방전식(AC 7kV, 3mA)
	제 전 속 도	1초이내
	모 터	삼상 220V, 1.5kW
습공기 크리닝부	연마부크기(L×W×H)	270×250mm
	금망크기 및 형태(Φ×H)	200×250mm, 팔각형
	초음파가습 용량	최대 10 l/hr
	모 터	삼상 220V, 11kW

나. 공시재료

본 실험에 사용된 공시재료는 2001년 농업기계화연구소 답작포장에서 생산된 일품벼이며, 작물시험장 RPC에서 정미공정까지 가공한후 분시험에 사용하였다. 공시재료의 물성은 표 2에서 보는바와 같다.

Table 2 Physical properties of white rice used in test

구 분	함수율(%w.b.)	천립중(g)	백도	완전립률(%)	쇄립률(%)
일품	14.2	19.27	36.30	85.94	5.13

다. 실험방법

- (1) 백도측정 : 광전백도계(Kett-300, 일본)를 사용하여 시료당 10회 측정 평균값을 사용하였으며, 착색립과 분상질립 등을 제거한 완전립을 측정하였다.
- (2) 탁도측정 : 용출액을 만들기 위해 완전립 시료 20g과 증류수 200ml를 정확히 비이커에 넣은후 진탕기(S-31, 일본)를 이용 10분동안 교반한 다음 용출액을 채취 10배로 희석하여 탁도계(TR-705, 일본)로 측정하였다.
- (3) 천립중 : 완전립만을 골라 정밀저울을 이용 측정하였다.
- (4) 쌀품위 : 곡물입자측정기(Kett RN-500, 일본)를 이용 3반복 측정하였다.
- (5) 정전기 측정 : 정전기 대전전위 측정기(SSD-M2)를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 연마 및 공기크리닝부 정전기 발생량

일반적으로 정미 및 연미공정은 로터와 금망사이로 쌀이 통과하면서 가공이 이루어지 때문에 최 등(2001)은 마찰에 의해 정전기가 발생 된다고 보고하였다. 그 과정에서 발생된 정전기량을 가공압력별로 조사한 결과, 그림3에서 보는바와 같이 압력이 증가할수록 정전기 발생량은 커졌으며 가공시작 10분후 가공압력 1.57kg/cm²에서 최대 -1,200V 내외가 발생되었다. 따라서 발생된 정전기가 미세쌀겨의 제거를 억제 시키기 때문에 표 1과 같이 정전기 제전량별로 쌀의 가공품위를 조사한 결과 탁도가 제전량에 따라 유의성 있게 변화하여 제전량이 클수록 탁도감소 효과가 커졌다. 하지만 백도, 탁도, 완전립 및 쇄립율에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

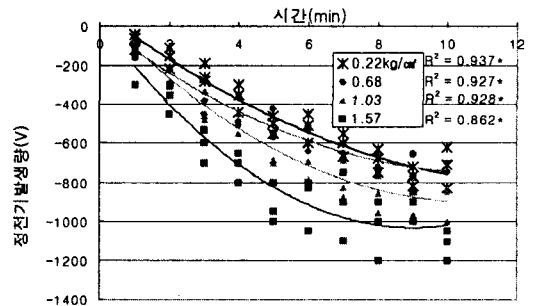


Fig.3. The amount of static electricity according to the milling pressure

Table 2. The rice quality according to the removal amount of static electricity

구 분	원료	제전정도에 따른 쌀 품위				LSD(5%)
		-600V	-800V	-1,000V	-1,200V	
탁 도(ppm)	78.33	74.67	73.33	71.67	71.33	2.78
백 도	36.30	36.66	37.00	36.67	36.67	NS
천 립 중 (g)	19.27	19.36	19.18	19.24	19.33	-
완전립률 (%)	85.94	86.34	85.38	86.12	85.76	-
쇄 립 률 (%)	5.13	6.11	4.81	4.53	5.33	-

나. 흡인공기 상대습도별 탁도변화

연마 및 크리닝부에서 가공된 쌀을 제전하여 1차로 미세쌀겨를 제거한 다음 잔류하는 미세쌀겨의 추가적인 제거를 위하여 흡인공기의 상대습도를 조절하면서 집진을 실시한 후 쌀의 탁도를 조사하였다. 그결과 표 3에서 보는바와 같이 상대습도가 증가 할수록 탁도가 유의적으로 감소하는 효과가 있었으며, 로터의 속도도 탁도에 영향을 미치는 것으로 나타났는데 500rpm과 600rpm에서 탁도가 가장 적게 발생되었다. 따라서 습공기 크리닝부의 적정 로터 속도는 500rpm, 흡인공기 상대습도는 98%를 적정 가공조건으로 선정하였다.

Table 3. The turbidity according to the relative humidity of the suction air

로터속도(rpm)	원료	상대습도별 탁도(ppm)				LSD(5%)
		70%	80	90	98	
400	78.33	75.67	73.67	74.00	75.33	2.97
500	76.33	73.33	70.00	64.67	64.33	3.03
600	77.00	70.00	67.67	66.33	65.67	3.15
700	77.67	72.33	68.00	67.67	70.00	4.53
LSD(5%)	-	2.82	4.38	3.88	4.31	-

(주) 가공실 내부압력 : 0.22kg/cm²

다. 공급량별 쌀 가공 품위

앞에서 구명된 적정 가공조건들을 시작기에 적용한 다음 쌀의 공급량별로 가공 후의 쌀을 품위를 조사하였다. 그결과 표 4에서 살펴보듯이 쌀의 청결도를 나타내는 탁도의 경우 공급량 918kg/hr 이하에서 탁도가 감소되는 효과가 가장 컸으며, 그 이상에서는 탁도가 다소 증가하고, 백도도 감소하는 것으로 나타났다.

따라서 현재의 시스템 하에서 쌀 공급량은 918 kg/hr이하로 제한하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. 또한 이때에 천립중 및 쇄립률도 크게 문제가 되지 않는 것으로 나타났다.

Table 4. The rice quality according to the amount of the rice feeding

공급량(kg/hr)	백 도	탁도(ppm)	천립중(g)	쇄립률(%)
원료	36.43	96.67	19.47	5.63
721	40.17	55.00	19.30	8.13
813	40.20	54.67	19.37	7.57
928	40.03	55.33	19.33	6.90
1,036	39.23	57.67	19.40	6.47
LSD(5%)	0.15	2.20	0.14	0.79

(주) 가공압력 : 연마 및 공기크리닝부 0.68kg/cm², 습공기크리닝부 0.22kg/cm²

라. 가공 공정별 쌀 품위

본 시작기의 구조는 연마 및 공기크리닝부, 정전기 크리닝부, 습공기 크리닝부로 나누어져 있다. 따라서 각 가공공정이 쌀의 품위에 어느 정도의 영향을 미치는지 알아보기 위해 각 공정별로 샘플을 채취하여 품위를 조사한 결과 표 5와 같다. 탁도의 경우 3개 공정에서 모두 탁도를 크게 감소시키는 것으로 나타났으나, 최종제품의 탁도가 55.33ppm 수준으로 일본산 무세미에 비해서는 다소 높은 것으로 나타났고, 기존의 연미기에 비해서는 훨씬더 청결한 쌀 가공이 이루어 지는 것으로 나타났다. 아울러 씻지 않고도 밥을 지을수 있는 쌀을 가공하기 위해서는 탁도를 보다 낮출수 있는 방안이 검토 되어야 할것으로 여겨진다.

백도는 연마 및 공기크리닝부와 습공기 크리닝부에서 높아지는 경향을 보였으나 정전기 크리닝부에서는 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

이밖에 천립중은 가공공정이 진행되면서 다소 감소되는 경향을 보였고, 쇄립률의 경우도 가공공정이 진행되면서 증가하는 경향을 보였지만 그 폭은 크지 않는 것으로 나타났다. 이 때에도 정전기 크리닝부의 영향은 크게 받지 않는 것으로 나타났다.

따라서 3개 공정 모두가 쌀을 청결도를 나타내는 탁도를 감소시키는데 영향을 미치는 것으로 나타나 앞으로 보다 청결한 쌀을 가공하기 위해서는 가공시스템의 보완이 요구되어 계속 연구를 수행할 계획이다.

Table 5. The rice quality after each milling process

구 분	원료	가공공정별 쌀 품위			LSD(5%)
		연마 및 공기	정전기	습공기	
탁 도(ppm)	96.67	75.67	67.00	55.33	2.82
백 도	36.43	38.43	38.50	40.03	0.16
천립중 (g)	19.47	19.40	19.42	19.33	0.13
쇄립률 (%)	5.63	6.23	6.20	6.90	0.61

(주) 가공압력 : 연마 및 공기크리닝부 0.68kg/cm², 습공기크리닝부 0.22kg/cm²

4. 결론 및 요약

본 연구는 청결한 고품질의 쌀을 가공할 수 있는 적정 설계요인을 도출하고, 성능시험을 실시하여 쌀의 청결가공시스템을 개발하는데 목표를 두고 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 정미 및 연미공정의 경우 가공압력 1.57kg/cm²에서 최대 -1,200V 전후의 정전기가 발생되었으며, 정전기의 제전량이 클수록 유의성 있게 탁도가 감소하였다.
- 나. 습공기 크리닝부의 적정 로터 속도는 500rpm, 흡인공기 상대습도는 98%가 적합한 것으로 판단되어 시스템 구성에 적용하였다.
- 다. 연마 및 공기크리닝부, 정전기 크리닝부, 습공기 크리닝부의 3개 공정 모두 탁도를 감소시키는 것으로 나타났으나, 최종제품의 탁도가 55.33ppm 수준으로 다소 미흡하여 보완이 요구 되었다.
- 라. 따라서 앞으로 탁도를 보다 낮추기 위하여 시작기를 보완제작하고 확대시험을 실시한 후 최종적으로 청결 가공시스템을 구성할 계획이다.

5. 참고문헌

1. 김용진 등 2인, 1995. 새로운 집진기술 동향. 한국대기보전학회지 11(3): 221~231
2. 양현모, 1994. 입자의 크기에 따른 정전집진기내의 입자 궤적의 변화 가시화
한국과학기술원 석사학위논문 : 5~13
3. 장동일 등, 2000, 씻지않는 쌀의 가공설비 개발. 한국농업기계학회 2000년 동계
학술대회 논문집 5(1) : 357~362
4. 최희석 등 4인, 1999, 건식연미기 개발. 농업기계화연구소 보고서 : 371~385
5. 최희석 등 4인, 2001, 정전기를 이용한 쌀겨제거 특성구명. 한국농업기계학회 2001년
하계학술대회 논문집 6(2) : 202~207
6. 向井敏彦, 1998, 精米施設における新技術. 日本農業機械學會誌 60(1) : 160~163.
7. 佐竹利彦, 1990. 近代 精米技術に關する研究. 동경대학교출판사. : 148~155.