

정전기를 이용한 미세쌀겨 제거특성

Bran dissociating characteristics in rice cleaning process using static electricity

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. 서론

국민 1인당 쌀소비량은 '80년 132.4kg 이었으나 '99년 96.9kg으로 급격히 감소하는 추세를 보이고 있다. 이는 국민 소득수준의 향상과 식품소비구조의 변화에 따른 것으로 쌀의 소비확대를 위해서는 소비자의 욕구를 충족할 수 있는 차별화된 고품질의 쌀 생산 및 가공이 절실히 요구되고 있다.

현재 유통되고 있는 쌀은 소형도정공장(임도정공장)과 '90년대 이후 산물일관처리를 통한 생산비 절감 및 고품질 쌀 생산을 목적으로 설치된 미곡종합처리장(RPC)에서 가공된 것으로 미곡종합처리장을 중심으로 과거에 비해 고품질 가공이 이루어져 연미기를 통과한 쌀을 청결미라하여 보급되고 있기는 하나 소비자가 취반시 쌀을 씻어야 하는 문제는 여전히 남아있다.

그러므로 소비자가 밥을 짓기 위해서는 쌀을 씻어야하는 번거로움 뿐만아니라 쌀 중량의 약 15배의 물이 소요되고, 또한 이때 발생된 쌀 뜨물이 수질오염의 원인이 되고 있기 때문에 무세미 가공기술의 개발 필요성이 높아지고 있다.

이 분야의 선진국인 일본의 경우 '92년부터 습식 무세미조제기가 실용화되기 시작, 현재 사다께 등 6개사에서 생산보급 하고 있으며, 무세미의 유통도 일반화되어가고 있는 추세이다.

하지만 국내의 경우 무세미조제기에 관한 연구는 초보단계로 근래에 습식 무세미 조제설비 국산화가 이루어지기 시작하였으나, 별도의 건조과정 및 폐수처리설비가 필요하고, 폐수처리비용이 소요되는 문제점이 있다.

따라서 본 연구에서는 쌀가공시 정전기를 이용한 쌀겨제거 특성을 구명하여 물을 사용하지 않고 무세미의 제조가 가능한 건식 무세미제조시스템 개발에 필요한 설계자료를 얻고자 한다.

2. 재료 및 방법

가. 시험장치 제작
일반적으로 정미 및 연미공정은 고속으로 회전하는 로터와 금망사이로 쌀이 통과하면서 가공이 이루어지기 때문에 정전기가 발생되어 쌀의 표면에 미세 쌀겨 및 이물질의 부착

* 농촌진흥청 농업기계화연구소
** 성균관대학교 생명공학부

력이 강해지므로 싸이클론과 같은 방법으로는 제거에 한계가 있다. 따라서 시험장치의 구성은 가공과정에서 정전기를 띤 쌀이 원료투입구에 공급되면 일정하게 통기공이 형성된 컨베이어 벨트상에 떨어지고 분배판에 의해 쌀을 균일하게 퍼준 후 제전기에 의해 정전기를 중화시켜 쌀겨의 부착력을 약화시킨 다음 흡인팬과 필터에 의해 제거할수 있는 구조로 제작하였다. 이때 사용한 제전기는 송풍형 코로나방전식(AC 7kV, 3mA)이며, 송풍은 콤푸레서를 이용하였다(그림1).

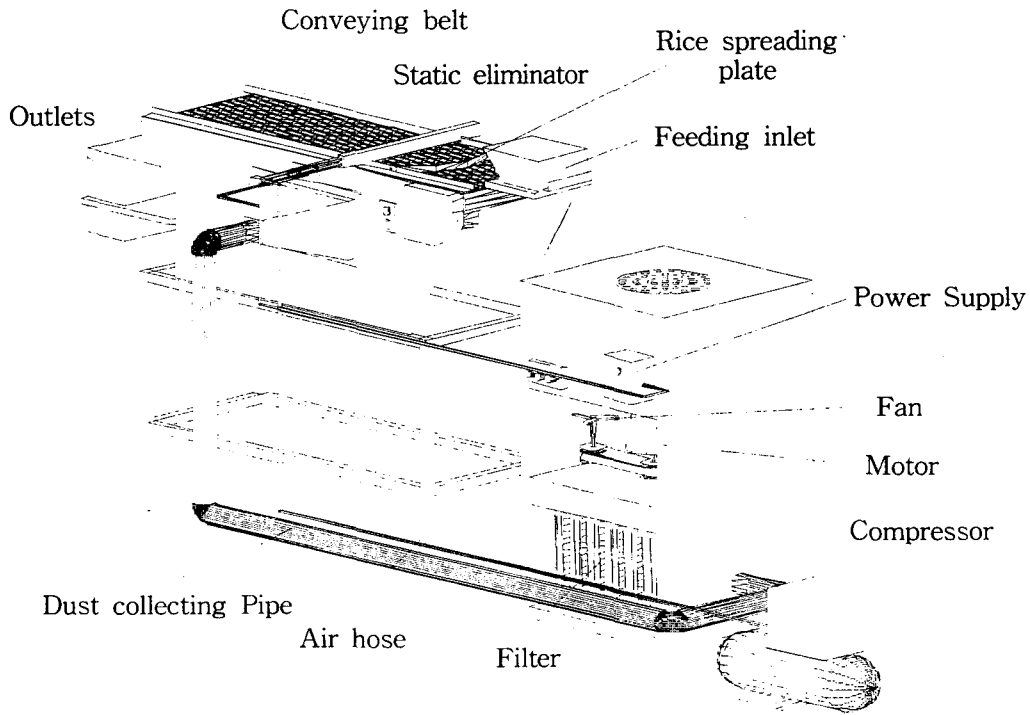


Fig. 1. Schematic diagram of prototype

Table1. Specification of prototype

Items		Specification
Dust room size(L×W×H)		600×600×600mm
Conveying belt size(L×W×H)		10.00×300×1,000mm
Static eliminator	Size(L×W×H)	400×20×30mm
	Type	Corona discharge(AC 7kV, 3mA)
	Electricity release	< 1sec
	Dust collecting method	Filter
Power requirement(kW)		1.5kW

나. 공시재료

본 실험에 사용된 공시재료는 2000년 농업기계화연구소 답작포장에서 생산된 화동벼이며, 작물시험장 RPC에서 정미공정까지 가공한후 본시험에 사용하였다. 공시재료의 물성은 표2에서 보는바와 같다.

Table 2 Physical properties of White rice used in test

Variety	Moisture content (% w.b.)	Thousand grain weight(g)	Whiteness	Rice quality (%)				Total
				Head rice recovery	broken rice ratio	white belly rice	Colored rice	
Hwadong	13.20	19.37	36.40	86.17	7.54	5.96	0.33	100

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.
- (6) 입자크기 : 입자측정기(Malvern Instruments SB.22, 독일)를 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 일본산 무세미 품위조사

국내에는 무세미에 관한 기준이 없기 때문에 기존의 무세미가 어느정도의 품위를 갖는지를 알아보기 위해 이분야의 선진국인 일본의 무세미 5개 제품을 수집하여 품위를 조사한 결과, 표3에서 보는바와 같이 백도가 47.4, 탁도가 46ppm으로 일본정미공업협회 무세미 기준에 만족하였으며, 국내에서 청결미라 유통되고 있는 연미기에서 가공된 쌀과 비교할 때 일본산 무세미가 백도는 4.3이 높았고, 탁도는 18ppm이 낮은 것으로 나타났다.

따라서 앞으로 무세미 조제시스템을 개발함에 있어 백도의 향상과 탁도의 감소방안을 모색하여야 할 것으로 판단되었다.

Table 3. Physical quality of Japanese clean washed rice

Items		Moisture content (% w.b.)	Thousand grain weight(g)	White-ness	Turbidity (ppm)	Quality (%)				Total
						Head rice	Broken rice	white belly rice	Colored rice	
Clean Washed rice	A	13.9	19.8	48.1	45	94.7	3.5	1.1	0.7	100
	B	15.1	19.6	46.1	48	94.5	2.3	2.5	0.7	100
	C	14.4	19.9	46.6	42	96.9	2.4	0.5	0.2	100
	D	14.7	19.6	48.7	43	89.4	5.9	3.9	0.8	100
	E	14.9	19.7	47.4	52	91.3	5.8	2.5	0.4	100
	Avg.	14.6	19.7	47.4	46	93.3	4.0	2.1	0.6	100
polished rice		13.8	18.6	38.9	70	92.8	4.3	2.7	0.2	100

나. 정전기 발생량

일반적으로 정미 및 연미공정은 로터와 금망사이로 쌀이 통과하면서 가공이 이루어 지는데 이때 마찰에 의해 정전기가 발생하게 된다. 그 과정을 살펴보면 그림2 에서 보는바와 같이 가공전에는 전하가 안정된 상태를 유지하나 가공이 시작되면 +, -가 분리되면서 전위차가 발생되기 시작하고, 일정시간이 경과하면 전위차가 더욱 크게되어 이중층으로 분리된 후 배출구를 통해 쌀이 배출되게 되는데 이때 정전기를 제거하지 않으면 먼지의 재흡착이 용이하게 되고, 또한 미세쌀겨를 제거하기위해 송풍을 하여도 부착되어 있기 때문에 제거가 쉽지않다. 따라서 쌀의 가공과정중 어느정도의 정전기가 발생되는지를 조사한 결과, 그림3 에서 보는바와 같이 정전기 발생량은 기계가 가동되기 시작하면 서서히 증가하여 약 8분후 -1,000V 전후가 발생되었으며, 이때 쌀은 음전하를 띠는 것으로 나타났다.

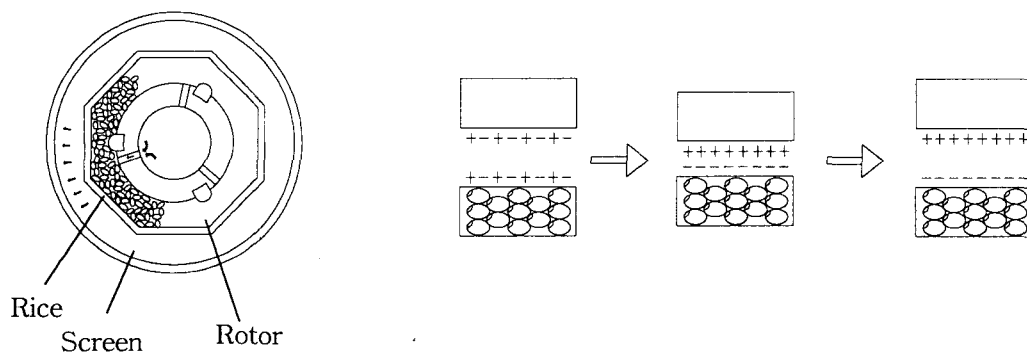


Fig. 2. Mechanism of static electricity generation in milling process

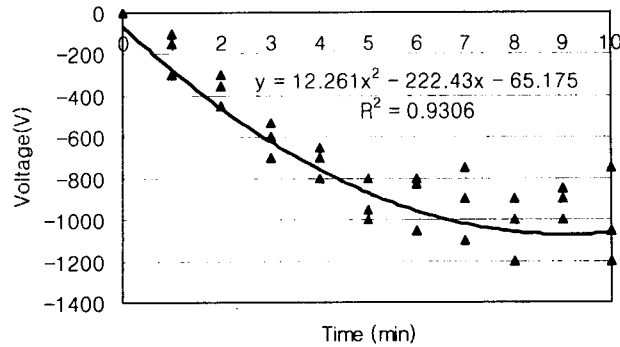


Fig.3. Amount of static electricity in rice milling process

다. 제전기 설치 간격별 제전특성

가공과정에서 쌀에 발생된 정전기를 제거함에 있어 컨베이어벨트상의 쌀 표면으로 부터 제전기의 간격이 매우 중요하다. 따라서 적정 설치 간격을 구명하고자 간격별로 제전특성을 조사한 결과, 그림4에서 보는바와 같이 간격 30mm 이상에서는 제전효과가 떨어졌으며, 간격 20mm 미만에서는 모두 제전되는 것으로 나타나 최소한 설치간격을 20mm 이내로 제한 하되 쌀의 흐름에 방해가 되지 않는 한 가깝게 설치하는 것이 좋을 것으로 판단되었다.

라. 쌀겨 제거정도

무세미 가공의 전단계라 할수 있는 연미부에서 기존의 사이클론방식으로 제거한 쌀겨와 정전기의 제전을 통해 제거한 쌀겨의 입도분포를 분석한 결과, 그림5에서 보는바와 같이 16.3 μ m이하의 미세쌀겨 제거율이 사이클론에서 4.1%로 낮게 나타났으나 정전기크리닝부에서는 20.0%로 높게 나타나 미세쌀겨 제거에 효과적이었다.

이는 미세입자 제거에 정전집진장치가 효율성이 높다는 양현모(1994)등이 주장한 내용과 유사한 결과로 앞으로 무세미조제시스템 개발과 같은 청결한 쌀가공에 접목시 효과가 있을 것으로 기대된다.

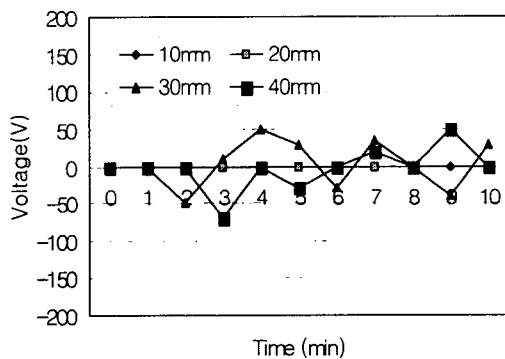


Fig.4. Remains of static electricity by the interval between rice and static eliminator

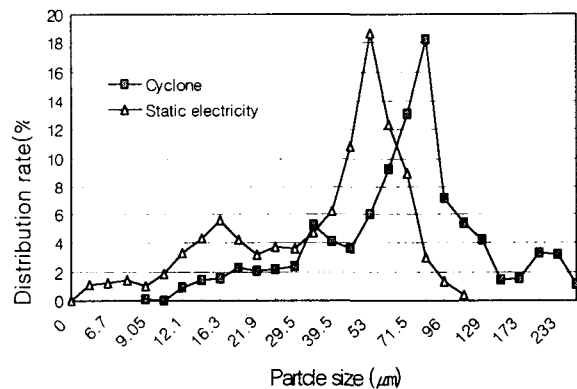


Fig.5. Bran size distribution by the two bran dissociating methods

마. 쌀의 품위

싸이클론 집진방식은 가공공정에 직접 접목이 쉬운 장점이 있는 반면 미세쌀겨 제거가 곤란하고, 정전기 제진 집진의 경우에는 가공공정에 직접접목은 어려우나 미세쌀겨 제거에 유용한 특성을 갖고 있기 때문에 1차적으로 연미가공시에는 싸이클론으로 집진을 하여 거친 쌀겨를 제거한 다음 컨베이어벨트상에서 정전기를 제진하여 미세쌀겨를 제거하여 쌀을 가공하였다.

그결과 쌀의 청결도 판정의 기준이 되는 탁도가 싸이클론만을 이용했을시보다 4.0ppm이 더 감소되는 것으로 나타났다

또한 정전기 제진 집진시에는 쌀의 물리적 가공이 이루어지지 않기 때문에 백도향상은 없는 것으로 나타났지만 천립중이 감소하지 않고, 쉐립율이 증가하지 않는 효과가 있는 것으로 나타났다. 따라서 앞으로 미세쌀겨제거 효율을 높이기 위하여 장치를 보완하고 확대시험을 실시한후 건식무세미 조제시스템 개발에 적용할 계획이다.

Table 4. Comparison of rice quality between cyclone and Static electricity in dust collection process

Items	Testing materials	Rice quality		LSD(5%)
		Cyclone	Static electricity	
Turbidity (ppm)	92.33	77.33	73.33	2.58
Whiteness	36.40	40.43	40.56	0.50
Thousand grain weight(g)	19.37	18.96	18.97	0.24
Broken rice ratio(%)	7.30	9.16	9.10	1.09

4. 결론 및 요약

본 연구는 건식무세미조제시스템 개발을 위한 설계요인을 찾고자 정전기 특성을 이용한 미세쌀겨 제거 시험을 수행한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 가. 16.3 μ m이하의 미세쌀겨제거율이 싸이클론에서 4.0% 였으나 정전기 제진 집진시 20.0%로 높게 나타나 미세쌀겨 제거에 효과적이었다. 하지만 정전기 제진 집진방식은 가공공정에 직접투입이 곤란하기 때문에 별도의 공정으로 설계되어야 할것으로 판단된다.
- 나. 정전기 제진 집진시 탁도는 4.0ppm이 감소되는 효과가 있는 것으로 나타났으며, 물리적 가공이 이루어지지 않기 때문에 백도향상은 없지만 천립중 및, 쉐립율이 증가하지 않는 장점이 있는 것으로 나타났다.
- 다. 따라서 앞으로 미세쌀겨제거 효율을 높이고자 장치를 보완제작하고 확대시험을 실시한후 건식무세미 조제시스템 개발에 적용할 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. 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.
5. 佐竹利彦, 1990. 近代 精米技術に關する研究. 동경대학교출판사. : 148~155.