

벼의 도정수율 자동판정기 개발

Development of an Automatic Milled Rice Recovery Rate Checker

윤홍선* 고향균** 한충수*** 전 경우**** 이중희***** 조영길*
정희원 정희원 정희원 정희원 정희원
H.S.Yun H.G.Go C.S.Han G.W.Chun G.H.Lee Y.G.Cho

1. 서론

원료벼의 매입에 있어서 농민과 매입자 사이의 신뢰형성, 고품질미를 생산한 농가에게 노력에 대한 정당한 보상을 통한 생산의욕의 고취와 생산확대, 그리고 벼 수확 후의 관리부실에 의한 손실을 줄이기 위해서 원료 벼를 매입할 때 객관적인 품질검사를 행하여 그 등급에 따라 가격을 차등화하는 것은 필수적인 작업이다.

벼의 품질은 품종, 산지, 기상조건, 재배관리, 수확, 건조 및 저장방법 등 여러 가지 요인에 의해서 직·간접적으로 영향을 받는데, 벼의 품질평가 방법에는 크게 제현율, 현백율, 도정수율 등을 평가하는 외관 품위평가와 식미 등을 평가하는 내부품질 평가방법이 사용되고 있다.

제현율은 품종, 생육관리, 수확, 탈곡, 건조 그리고 저장작업 등의 적합 여부에 따른 도정수율의 변화, 즉 가공하였을 때의 쌀 생산량의 차이를 비교적 잘 반영하므로 벼의 등급결정에 있어서 가장 중요한 인자로 작용하고 또한 정밀하고 신뢰성있는 벼 품위 자동판정기를 '95년 농촌진흥청 농업기계화연구소에서 개발·보급함으로써 원료벼 수매시의 등급 구분 기준으로의 사용이 확대되고 있다. 그러나 벼의 작황과 수확 후 관리방법 또는 품종에 따라서는 제현율이 높다고 도정수율도 반드시 높은 것이 아니므로 벼의 등급구분에 있어서 제현율 뿐만 아니라 도정수율을 판정하여야 할 필요성이 제기되고 있다.

또한 도정공장에서의 과도정에 의한 양곡손실을 막기위해 도정할 벼의 도정수율을 미리 측정하고 이를 정백작업의 기준으로 사용하기 위하여 시험용의 소형 도정시스템의 개발이 요구되고 있다.

이에따라 본연구에서는 벼의 제현율과 현백율 및 도정수율을 자동으로 판정할 수 있는 기계장치를 설계·제작하고 그 성능을 평가하였다.

-
- * 농촌진흥청 농업기계화연구소 농산가공기계과
 - ** 서울대학교 농업생명과학대학 농공학과
 - *** 충북대학교 농업기계공학과
 - **** 국립농산물검사소 시험연구소
 - ***** 쌍용기계산업사

2. 재료 및 방법

가. 도정수율 자동판정기 개발

(1) 개발조건

(가) 도정수율 측정방법과 기기

농산물검사 표준계측방법에 의하면, 제현율은 일정량의 벼를 채취하여 현미기로 완전히 탈부시킨 다음, 현미만을 정선하여 1.6mm 줄체를 사용하여 표준계측방법에 의하여 체별하고 체 위에 남은 현미의 무게를 구하여 벼의 무게에 대한 비율로 나타낸다.

현백율은 일정량의 현미를 채취하여 정미기로 현미의 강층을 제거시킨 다음, 쌀만을 정선하여 1.68mm 줄체를 사용하여 표준계측방법에 의하여 체별하고 체 위에 남은 쌀의 무게를 구하여 현미의 무게에 대한 비율로 나타낸다. 이때 현미의 강층을 제거하는 정도는 전문 감정자가 설정한 표준품과 육안에 의해 대비한다.

도정수율은 제현율과 현백율 측정을 연속적으로 실시하여 벼의 무게에 대한 쌀의 무게의 비율로 나타낸다.

따라서 현미기, 설현미 선별기, 정미기, 잔싸라기 선별기 등의 규격과 작업공정은 농산물검사 표준계측방법에서 사용하는 기기의 기준과 측정순서에 따라 제작한다.

(나) 측정 정밀도

도정수율 측정의 정밀도는 시료의 기계 내부 잔류나 유실, 그리고 기계진동에 의한 계량 오차 등에 의해 영향을 받는다. 따라서 기계내부에 걸려서 잔류하거나 기계 밖으로 떨어져서 유실되는 시료가 없도록 각 요소 장치들을 제작하고, 계량장치는 기계작동에 의한 진동의 영향을 받지않도록 방진설계를 하여 농산물검사 표준계측방법에 의한 경우와 동일한 측정결과가 시현될 수 있도록 한다.

(다) 기계작동과 결과처리

도정수율 측정에 의한 벼의 등급판정에 있어서 측정의 객관성 유지는 신뢰성 유지에 매우 중요하므로 기계의 작동과 측정결과를 인위적으로 변경할 수 없도록 컴퓨터 시스템에 의하여 기계작동을 제어하고 측정결과를 수집하도록 한다. 또 측정결과에 대해 전표를 발행하고 종합하여 각종 처리를 할 수 있는 데이터 베이스를 구축한다.

(2) 공정설계

도정수율 자동판정기는 앞에서 설정한 개발 조건을 만족할 수 있도록 구성하였다. 본 연구에서 개발된 도정수율 자동판정기는 벼 시료를 투입하여 함수율을 측정하고 무게를 계량한 다음에 탈부와 입선별을 행하고 현미와 설미의 무게를 계량하여 배출하는 제현부, 현미를 쌀로 가공하여 잔싸라기를 선별하고 쌀과 잔싸라기의 무게를 계량한 다음 배출하는 현백부, 그리고 제현부와 현백부의 작동을 제어하고 계량된 중량신호를 수집하는 제어반과 컴퓨터 시스템 등으로 구성되어 있다. 그리고 제현부와 현백부는 서로 연계하여 연속적으로 작업할 수도 있고 독립적으로 작업할 수도 있다. 그림1은 전체 공정의 블록 선도를 나타낸 것

이고, 그림2는 제작된 도정수율 자동판정기의 내부 구조이다.

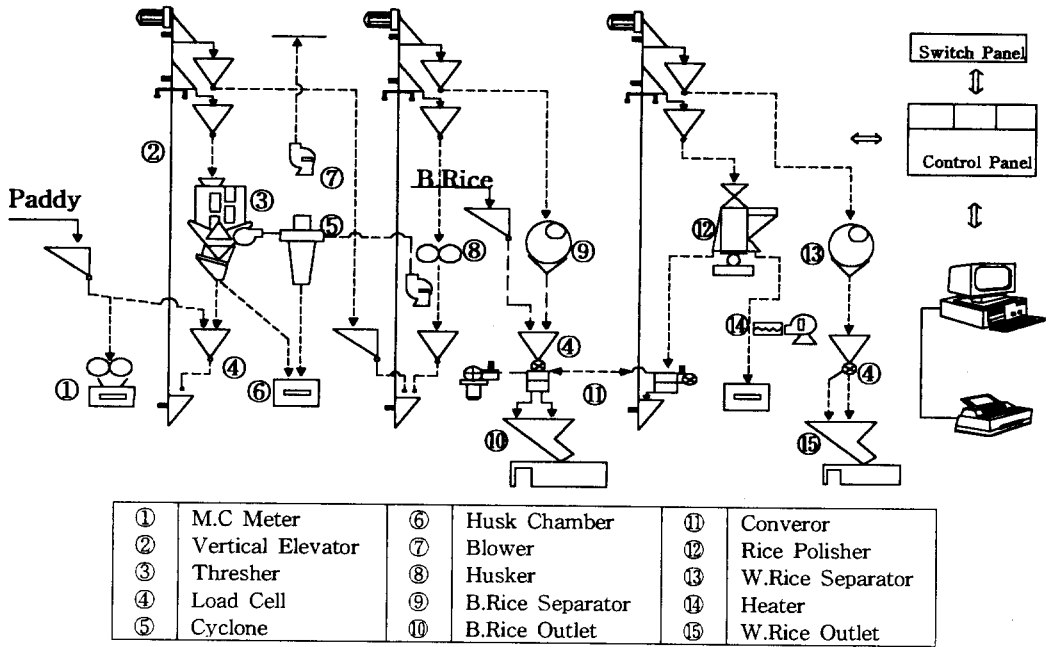


Fig.1. Block diagram of Automatic Milled Rice Recovery Rate Checker.

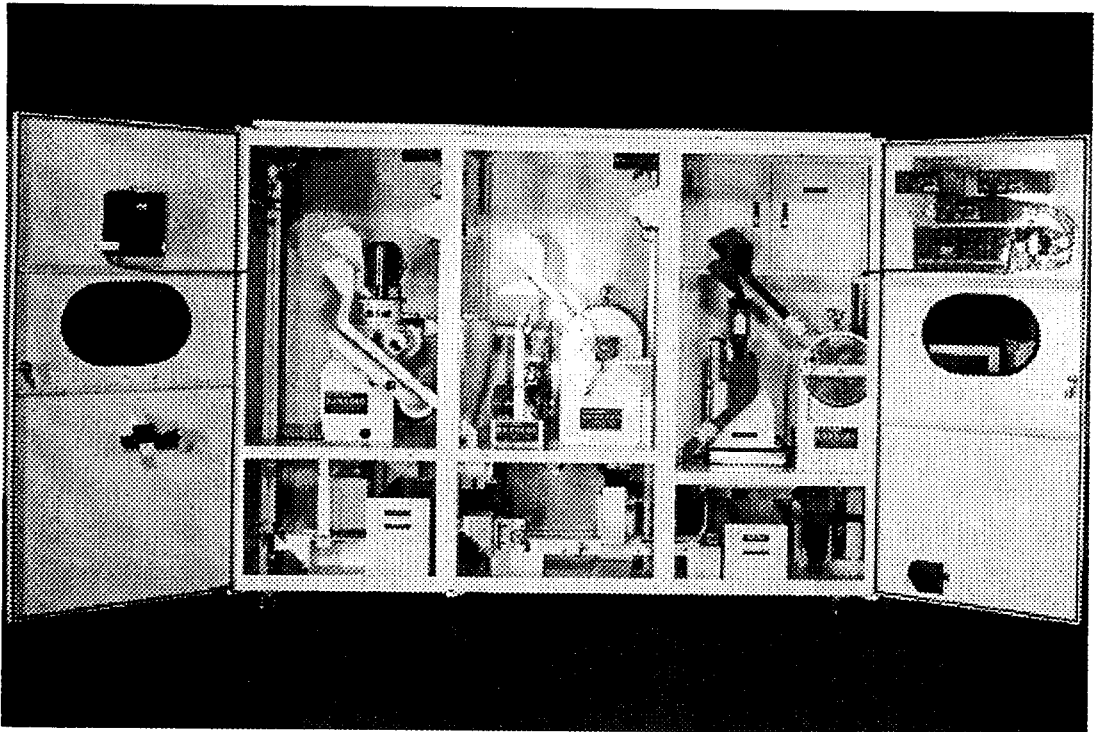


Fig.2. Photo of Automatic Milled Rice Recovery Rate Checker.

나. 성능시험

본 연구에서 개발된 도정수율 자동판정기의 성능을 평가하기 위하여 국립농산물검사소 시험연구소의 도정수율 측정 시험기를 비교기로 하여 제현율, 현백율, 도정수율 및 생산된 현미와 쌀의 품위를 비교하였다. 공시재료는 '98년 경기도 김포군에서 생산된 일품과 추청벼를 구입하여 5반복으로 시험하였으며, 1회당 시료 벼의량은 약 500g을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 정밀도

(1) 제현율

합수율 14.9%의 추청벼와 14.2%의 일품벼의 제현율을 5회 반복하여 측정한 결과, 개발품의 경우 추청과 일품 벼의 제현율이 각각 83.2%, 84.0%로 나타나 비교기의 82.9%, 83.9%와 거의 동일하였고, 반복시험의 표준편차는 개발품이 0.05였고 비교기가 0.31, 0.09로 나타나 개발품의 반복시험 편차가 적었다. 따라서 개발품의 경우 비교기 보다 더욱 정밀하게 제현율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 1. Comparison of brown rice yield rate according to repeated testing

Variety	M.C (%)	Equipment	Brown Rice Yield Rate(%)						
			1	2	3	4	5	Average	S.D
CHU-CHONG	14.9	Proto	83.2	83.2	83.3	83.2	83.3	83.2	0.05
		Comparative	83.0	82.4	82.9	83.2	83.1	82.9	0.31
ILFUM	14.2	Proto	83.9	83.9	84.0	84.0	84.0	84.0	0.05
		Comparative	83.8	84.0	84.0	83.9	84.0	83.9	0.09

(2) 현백율

합수율 14.8%의 추청 현미와 14.1%의 일품 현미의 현백율을 5회 반복하여 측정한 결과, 개발품의 경우 추청과 일품 현미의 현백율이 모두 91.2%로 나타나 비교기의 91.3%와 거의 동일하였고, 반복시험의 표준편차는 개발품이 0.21, 0.09였고 비교기는 0.09, 0.16으로 나타나 약간의 차이가 있었으나 어느 한쪽만 일방적으로 낮은 것이 아니므로 거의 동일한 수준으로 인정할 수 있었다. 따라서 개발품의 경우 표준측정법과 동일한 정밀도로 현백율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다. 여기서 반복시험 편차에 차이가 발생한 이유는 정미기에서 배출되는 미강의 배출속도가 일정하지 않은데에 영향을 받은 것으로 추측되었다.

Table 2. Comparison of white rice yield rate according to repeated testing

Variety	M.C (%)	Equipment	White Rice Yield Rate(%)						
			1	2	3	4	5	Average	S.D
CHU-CHONG	14.8	Proto	90.9	91.1	91.4	91.4	91.2	91.2	0.21
		Comparative	91.4	91.2	91.3	91.2	91.2	91.3	0.09
ILFUM	14.1	Proto	91.3	91.3	91.3	91.1	91.2	91.2	0.09
		Comparative	91.2	91.3	91.1	91.5	91.4	91.3	0.16

(3) 도정수율

합수율 14.9%의 추청벼와 14.2%의 일품벼의 도정수율을 5회 반복하여 측정한 결과, 개발품의 경우 추청과 일품 벼의 도정수율이 각각 75.9%, 76.6%로 나타나 비교기의 75.7%, 76.6%와 거의 동일하였고, 반복시험의 표준편차는 개발품이 0.23, 0.08이었고 비교기가 0.33, 0.18로 나타나 개발품의 반복시험 편차가 적어 비교기 보다 더욱 정밀하게 도정수율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 3. Comparison of milling recovery rate according to repeated testing

Variety	M.C (%)	Equipment	Milling Recovery Rate(%)						
			1	2	3	4	5	Average	S.D
CHU-CHONG	14.9	Proto	75.6	75.8	76.2	76.0	76.0	75.9	0.23
		Comparative	75.9	75.1	75.7	75.9	75.8	75.7	0.33
ILFUM	14.2	Proto	76.7	76.6	76.7	76.5	76.6	76.6	0.08
		Comparative	76.4	76.7	76.5	76.8	76.8	76.6	0.18

나. 제품품위

합수율 14.9%의 추청벼와 14.2%의 일품벼의 도정수율을 5회 반복하여 측정한 후 생산된 현미와 쌀의 품위를 조사한 결과를 표4에 나타내었다. 현미의 품위에 있어서 쇠미, 동할립 및 기찰립 발생율이 개발품과 대비기에서 거의 동일하게 나타났으며, 쌀의 품위에 있어서도 쇠미와 분상질립의 발생율이 거의 동일하게 나타났다. 따라서 개발품의 경우 표준측정법과 동일한 제품품위를 유지하여 도정수율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

Table 4. Comparison of milling quality

Variety	Equipment	Brown Rice			White Rice	
		Broken (%)	Craked (%)	Skin Damaged (%)	Broken (%)	White Opaque (%)
CHU-CHONG	Proto	0.0	2.7	1.3	2.2	1.9
	Comparative	0.0	2.5	1.2	2.5	1.9
ILFUM	Proto	0.0	7.9	0.9	3.5	1.7
	Comparative	0.0	7.5	0.9	3.1	1.6

이상의 결과를 종합해 볼 때 본 연구에서 개발된 도정수율 자동판정기는 농산물검사 표준계측법에 의한 도정수율 판정결과와 동일 수준 또는 그 이상의 정밀도와 제품품위를 유지하여 도정수율을 측정할 수 있는 것으로 생각되며, 앞으로 벼 수매 검사 및 도정수율 관리를 위한 시험기기로 활용성이 높을 것으로 판단되었다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 벼의 등급구분에 필요한 제현율과 도정수율을 측정하고, 또한 도정공장에서 도정할 벼의 도정수율을 미리 측정하고 이를 정백작업의 기준으로 사용하여 과도정을 방지하기 위한 시험용의 소형 도정시스템을 개발하기 위하여 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 벼 시료를 투입하여 함수율을 측정하고 무게를 계량한 다음에 탈부와 입선별을 행하고 현미와 설미의 무게를 계량하여 배출하는 제현부, 현미를 쌀로 가공하여 잔싸라기를 선별하고 쌀과 잔싸라기의 무게를 계량한 다음 배출하는 현백부, 그리고 제현부와 현백부의 작동을 제어하고 계량된 중량신호를 수집하는 제어반과 컴퓨터 시스템 등으로 구성되어 있으면서, 제현부와 현백부가 서로 연계하여 연속적으로 작업할 수도 있고 독립적으로 작업할 수도 있어 벼의 제현율과 현백율 및 도정수율을 측정할 수 있는 도정수율 자동판정기를 개발하였다.

나. 추청벼와 일품벼의 제현율을 측정한 결과 개발품과 비교기의 제현율이 거의 동일하였고, 개발품의 반복시험 편차가 적어 비교기 보다 더욱 정밀하게 제현율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

다. 추청 현미와 일품 현미의 현백율을 측정한 결과 개발품과 비교기의 현백율과 반복시험 편차가 동일하게 나타나 개발품의 경우 표준측정법과 동일한 정밀도로 현백율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

라. 추청벼와 일품벼의 도정수율을 측정한 결과, 개발품과 비교기의 도정수율이 거의 동일하였고, 개발품의 반복시험 편차가 적어 비교기 보다 더욱 정밀하게 도정수율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

마. 개발품과 비교기에 의해 생산된 현미와 쌀의 품위를 조사한 결과, 현미의 품위에 있어서 쇄미, 동할립 및 기찰립 발생율이 개발품과 대비기가 거의 동일하게 나타났으며, 쌀의 품위에 있어서도 쇄미와 분상질립의 발생율이 거의 동일하게 나타났다. 따라서 개발품의 경우 표준측정법과 동일한 제품품위를 유지하여 도정수율을 측정할 수 있는 것으로 나타났다.

바. 이상의 결과를 종합해 볼 때 본 연구에서 개발된 도정수율 자동판정기는 농산물검사 표준계측법에 의한 도정수율 판정결과와 동일 수준 또는 그 이상의 정밀도와 제품품위를 유지하여 도정수율을 측정할 수 있는 것으로 생각되며, 앞으로 벼 수매 검사 및 도정수율 관리를 위한 시험기기로 활용성이 높을 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 윤홍선, 1996, 벼 품위자동판정기 개발, 농진청 농업논문집 38(1) : 940~945.
2. 윤홍선, 1998, 물벼 검사 및 등급의 개선방안, 한국농어민신문 농어민정책자료 98-15 : 25~36.
3. 한국농업기계학회, 1994, 미곡종합처리장, pp427.