

RPC 쇄미선별 공정의 실태 조사[†]

Study on the current status of the broken rice separation process in RPC

순영석* 김명호* 박승제* 이종호*
 정회원 정회원 정회원
Y. S. Soon M. H. Kim S. J. Park J. H. Lee

1. 서론

유통 백미제품에 싸라기가 혼입되어 있으면 일반 구매자들에게 품질이 열등하다는 인상을 주게 된다. 또, 싸라기가 함유된 쌀을 취반하면 밥의 전체적인 식미가 크게 저하된다. 선행 연구결과들에 따르면, 국내 유통 백미제품의 싸라기 혼입과 관련한 판정품위는 매우 불량하였다. 유통 백미제품 판매가와 실제품위 간의 관련성에 대한 소비자의 불신 역시 심각하여, 국내산 백미제품에 대한 보다 더 엄격한 등급관리가 시급하며, 이를 통해 외국산 쌀에 대한 경쟁력을 강화할 필요가 있는 것으로 지적되었다.

이러한 문제들은, 현재의 쇄미 정의를 보다 더 엄격히 세분화하여 길이기준 3~4개의 계급을 설정하고, 이 계급별로 정밀하게 쇄미를 선별·분류·제거해 낼 수 있다면 해결될 것이다. 그러나, 이를 위해서는 현재보다 더욱 정밀한 쇄미선별기술과 관련설비들의 개발이 선행되어야 할 것이다. 이에 본 연구에서는, 정밀쇄미선별기술 개발을 위한 방향설정과 기초자료의 확보를 목표로 하여, (1) 쇄미선별과 관련한 기술자료 및 쌀 생산 주요 국가들의 백미 등급표준의 수집과 분석, (2) 현행 RPC 쇄미선별공정과 설비의 실태 조사, (3) 쇄미선별과 관련된 미립의 물성 측정, (4) 정밀쇄미선별을 위한 쇄미 기준·계급의 설정에 관한 연구를 수행하였다

2. 재료 및 방법

가. 공시재료

실험에 사용된 시료는 전국 24곳의 RPC 방문하여 수집하였다. 즉, 각 도별로 2~3곳의 RPC를 방문하여, 로타리 시프터에 투입되는 백미시료와 쇄미선별이 완료된 유통용 백미시료를 각각 약 2kg씩 수집하였고, 로타리 시프터의 대쇄미 및 소쇄미 출고로 배출된 후 포집 백에 담겨져 있는 쇄미들 역시 수집하였다.

나. 실험방법

1. RPC쇄미 선별공정의 실태조사

* 전북대학교 농과대학 생물자원 시스템공학부

† 본 연구는 농림부 기술개발사업의 연구지원비에 의해서 수행되었음.

RPC에서 실제로 수행되고 있는 쇄미선별공정의 실태파악과 현장정보 습득을 위해 제주도를 제외한 전국 농협 RPC 중 24곳을 지역별로 선정, 방문하여 “RPC 쇄미선별 공정·설비 실태조사” 라는 제목의 설문지에 의한 설문 조사와 쇄미선별공정의 실태조사를 하였다.

2. 백미의 기하학적 물성측정

백미 완전립의 선별관련 기하학적 물성의 측정은 CCD 카메라와 컴퓨터로 구성된 화상분석장치 (박승제 등, 1998)로 백미 완전립의 영상을 얻은 후, 이로부터 길이, 폭, 두께, 둘레, 단면적을 프로그램(Matlab 5.1)에 의해 계산하여 수행하였다(그림 1).

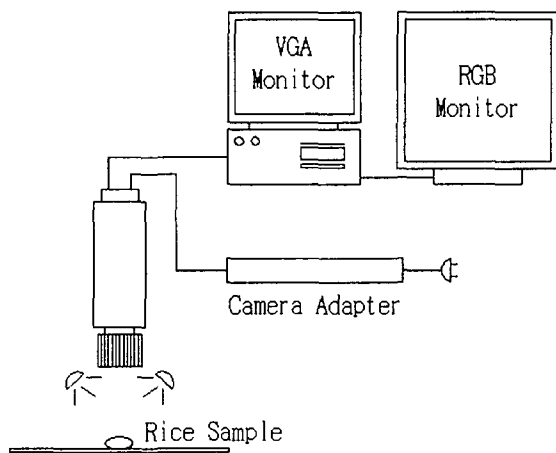


Fig. 1. Schematic diagram of the image analysis system



Fig. 2. Bulk-density measurement apparatus

3. 합

수율 측정

시료의 습량기준 함수율은 10g입자/135℃/24시간의 대류오븐법으로 3반복 측정하였다.

4. 산물밀도 및 천립중 측정

백미 시료의 산물밀도는 그림2와 같이 곡물 산물밀도 측정장치 (Seedburo model 8800 Computer Grain Scale)를 사용하여, 3반복 측정하였다. 천립중은 완전한 백미 시료 1000알의 무게를 3반복 측정하였다.

5. 시중 유통백미의 쇄미 혼입상태 조사

정밀쇄미선별을 위한 등급판정 기준설정 시의 참고자료로 사용키 위해 국내 유통백미의 쇄미 혼입상태를 조사하였다. 전국 24곳의 RPC 방문시 수집해 온 최종 포장 유통백미 약 2kg 으로부터 4분법에 의해 시료 500g을 취한 후, 이를 ASTM 14번체 (체눈 구멍크기 1.41mm)로 체별하여 이물을 제거하였다. 다음, 체 위 잔류물로부터 돌, 누, 이종 곡립 및 기타 이물질을 육안으로 선별, 제거한 후, 그 잔량으로부터 4분법에 의해 최종 검사시료 30g을 채취하였다. 쇄미의 판별과 분류는 확대경과 정밀 자를 사용하여 육안으로 하였으며, 가장

엄격하고 세분화된 자체기준을 마련하여 적용하였는데, 즉 낱알의 길이가 완전립 평균길이 (약 5.0 mm)의 1/4~약 1/3, 약 1/3~1/2, 1/2~2/3, 2/3~3/4 및 3/4 이상인 5개군으로 분류한 후, 검사시료의 총 중량에 대한 각 군의 중량비를 계산하였다. 실험은 3반복으로 실시하였다.

6. 쇄미선별기 투입 전 백미의 쇄미 혼입상태 조사

시중 유통백미의 쇄미 혼입상태 조사와 같은 실험방법으로 3반복 실시하였다.

7. 쇄미선별기 출구 대쇄미, 소쇄미의 길이분포 측정

대쇄미 및 소쇄미 출구 수집시료들의 길이 분포 조사에는 체 분석법을 사용하였는데, ASTM 표준체 #30, #18, #16, #14, #12, #10의 6개 체 (체눈 크기는 각각 0.59, 1.0, 1.19, 1.41, 1.68, 2.0 mm)를 조합하여 Ro-Tap 진탕기로 15분간 진탕한 후, 각 체 위의 잔류시료 중량을 측정, 이로부터 쇄립시료 길이의 산술평균과 분포도를 구하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 현행 RPC 쇄미선별공정과 설비의 실태 조사

1. RPC의 일반현황

설문조사 결과 미곡종합처리장의 시설규모는 대지 2,000평, 건물 550평으로 조사되었다. 연간 처리능력은 조곡기준으로 건조능력 3,050톤/년, 저장능력 2,550톤/년, 가공(도정)능력은 백미 기준으로 3.85톤/시간 이었는데, 1999년의 경우 조사 대상 미곡종합처리장의 실제 도정 실적은 평균 5,720톤으로 나타났다. 미곡종합처리장의 원료곡 확보실태와 그에 따른 물벼/건벼 비율은 표 1과 같았다.

Table 1. Survey results in the source and amount of paddy procurement by the RPC in 1999

	Purchased by the RPC	Purchased by the Government	Contact cultivation	Purchased from individual farm	Others	Total
Total(ton)	5,000	2,025	535	60	230	7,850
Wet paddy / Dried paddy(%)	65/35	60/40	85/15			

국내 주요 벼 재배품종은 일미·대산·동안·일품·동진 순이었는데, 설문조사 결과 조사 대상 RPC에서 구매되는 벼 재배 품종 역시 일미·일품·동진 순으로 밝혀졌다. 전체 종사자 수는 평균 6.6명, 전문직 종사자의 수와 경력은 각각 평균 1.8명, 12.5년으로 나타났다.

2. 쇄미 선별공정 및 설비현황

조사대상 미곡종합처리장의 95%이상이 로타리시프터를 쇄미선별기로 사용하고 있었으며, 쇄미선별 전·후의 공정 구성과 대표적인 사용설비들은 다음과 같았다.

현백 (정미기:보천제품) → 백미 정선·선별 (로타리 시프터:대원제품) → 석발 (석발기:대륙제품) → 색채선별 (색채선별기: H엔자이) → 연미 (연미기: 보천제품, H사다계)

표 2는 로타리 시프터 쇄미선별기의 부품별 내구연한에 대한 답변결과로서, 로타리 시프터의 수명은 지지스프링의 내구연한에 좌우됨을 알수 있었다.

Table 2. Survey results on the durability of rotary sifters

Components	Frame	Sieve	Others(Spring etc.)
Durability	6.8year	5.1year	3.8year

3. 판매 유통현황

조사대상 미곡종합처리장의 연간 백미제품 판매량은 평균 6,240톤으로 조사되었으며, 포장중량별로 볼 때 20kg 이하 소포장이 차지하는 비율이 평균 56%이었다. 그러나, 이 비율은 미곡종합처리장에 따라 최고 100%에서 최소 0.5%로 매우 큰 편차를 보였다. 백미제품의 주요 출하처 및 비율은 다음과 같이 조사되었고,

- (1) 산지 수집상 및 지역 도매상 - 0 %
- (2) 대도시 도·소매상 - 7 %
- (3) 농협 계통출하 - 62 %
- (4) 대도시의 직판장, 슈퍼마켓, 백화점에 직접 공급 - 26 %
- (5) 대량 소비자 (학교, 병원, 기업체 등의 식당)에 납품 - 5 %

4. 부산물 처리현황

도정 중 발생하는 왕겨는 42,000원/톤에 전량 판매되고 있었으며, 주 판매처 및 용도는 퇴비제조와 축사 바닥갈개로 조사되었고, 왕겨 저장탱크의 유·무 및 용량은 응답자의 75%가 보유하고 있었으며 평균 탱크용량은 55ton이었다. 미강의 경우 총 발생량 중 판매되는 비율은 100%로서, 판매가격은 97.9원/kg, 주 판매처 및 용도는 미강유와 사료의 원료로 밝혀졌다. 소쇄미, 대체미 또한 100% 판매되고 있었으며, 소쇄미는 사료 제조업자에게, 대체미는 떡제조업자에게 판매되고 있는 것으로 나타났다. 조사대상 미곡종합처리장의 경우, 상기의 부산물 판매액이 총 매출액에서 차지하는 비율은 평균 0.776%로 조사되었다.

나) 백미의 선별관련 물성

쇄미 판별을 위해 필요한 완전립의 길이, 폭, 두께, 둘레, 단면적 등의 기하학적 물성 및 기타 기본 물성의 측정결과, 완전립의 길이, 폭, 두께의 평균치는 각각 5.02, 2.93, 2.03 mm로서, 金 등 (1996)이 보고한 국내 일반계 백미 5품종의 길이, 폭, 두께의 평균치인 4.93, 2.80, 1.76 mm 와 비교했을 때, 큰 차이는 없다고 판단된다. 천립중 역시 기존 연구결과와 큰 차이는 없었다 (金 등, 1990).

다) 시중 유통백미의 쇄미 혼입상태

국내 시중 유통백미 시료 24점의 쇄미 혼입상태 측정결과, 중량비로 전체 시료 무게의 93.5%는 그 길이가 완전립 길이의 3/4 이상인 낱알들로 구성되어 있었으며, 완전립 길이의 1/4~1/3, 1/3~1/2, 1/2~2/3 및 2/3~3/4에 해당하는 길이를 가진 낱알들의 중량비는 각각 0.3, 2.8, 2.7 및 0.6%로 밝혀졌다. 이 자료로부터 한국, 일본, 미국의 백미 검사규격에 따라 상기 국내 유통백미 시료 24점의 등급을 결정해 보았으며, 그 결과는 그림 3, 4, 5, 6과 같았다. 그림 4와 5에서 알 수 있듯이 국내 유통백미의 쇄미 혼입정도는 한국과 일본의 기준을 적용했을 때, 쇄미의 총계면에서는 만족할 만한 수준이었다. 즉, 한국의 검사규격에서의 큰

싸라기 함유비 기준 (5.0%)으로는 24점 중 22점이 합격품이었으며, 일본의 검사규격에서의 전체 쇄립의 함유비 기준 (5/10/15%)으로는 전체 시료 24점의 54% (13점)가 1등급, 42% (10점)가 2등급, 그리고 1점만이 등외등급으로 판정되었다. 그림 5에서처럼 가장 엄격한 미국의 검사규격을 적용한 경우, 역시 한국과 일본의 규격에 의한 등급보다는 낮은 결과를 보였다. 즉, 미국 백미 검사규격에서의 전체 쇄립 함유비 기준 (4.0/7.0/15.0/25.0/35.0/50.0%)에 따를 때 전체 시료 24점의 21% (5점)가 1등급, 54% (13점)가 2등급, 그리고 나머지 25% (6점)는 3등급으로 판정되었다.

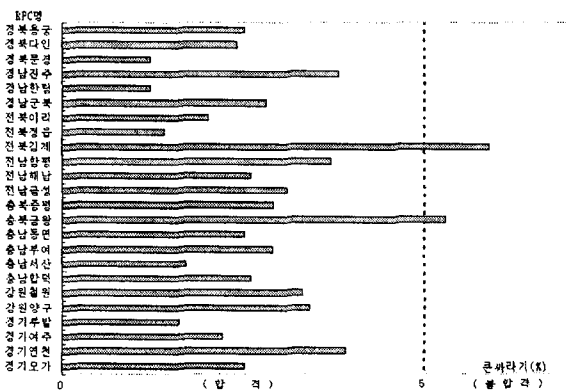


Fig.3.Grades of the final white rice products of RPC according to the Korean Standard for the of large broken kernels amount.

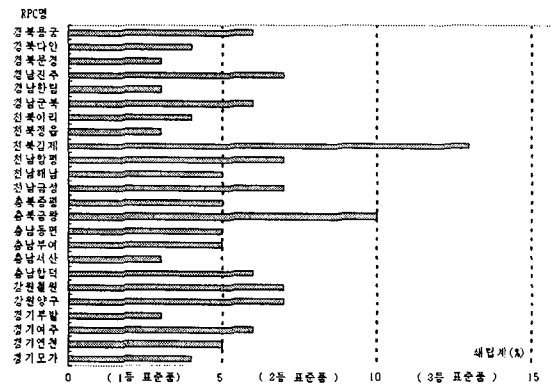


Fig.4.Grades of the final white rice products of RPC according to the Japanese Standard for the amount of broken kernels .

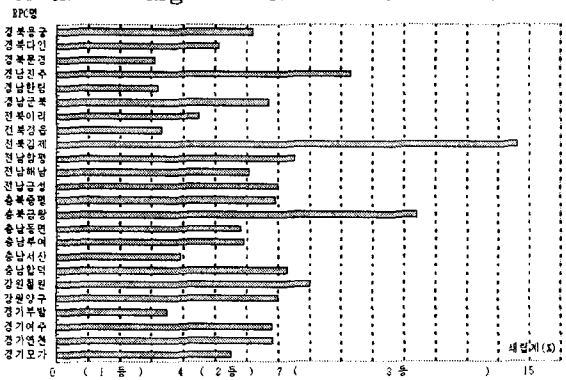


Fig.5.Grades of the final white rice products of RPC according to the U.S. Standard for the of amount of broken kernels

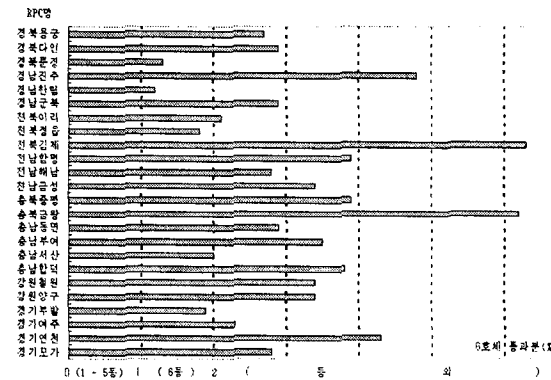


Fig.6.Grades of the final white rice products of RPC according to the U.S. Standard for the of amount of broken kernels passing through a No.6 sieve.

그러나, 한국의 잔싸라기 함유비 기준 (0.0%)을 적용할 경우, 전체 24점의 시료 중 오직 4점만이 합격품으로 판정되었고, 일본의 검사규격에서의 비 이외의 이물 함유비 기준 (0.0/0.1/0.2%)에 의해 판정할 경우도 이와 유사한 결과가 예상된다. 그림 6에서처럼 미국 백미 검사규격에서의 6호체 ($\phi = 2.58 \text{ mm}$) 통과분 기준 (0.1/0.2/0.5/0.7/1.0/2.0%)을 적용해서 판정할 경우, 전체 시료 24점의 79%인 19점

이 등외로, 그리고 나머지 21% (5점)는 최하위 등급인 6등급으로 판정되었다.

라) 쉐미선별기 투입 전 백미의 쉐미 혼입상태

쉐미선별기 투입 백미시료 중의 쉐미 혼입상태를 측정된 결과, 중량비로 전체 시료 무게의 92.9%는 그 길이가 완전립 길이의 3/4 이상인 낱알들로 구성되어 있었고, 완전립 길이의 1/4~1/3, 1/3~1/2, 1/2~2/3 및 2/3~3/4에 해당하는 길이를 가진 낱알들의 중량비는 각각 0.5, 2.9, 3.0 및 0.7%로 밝혀져, 동일 길이 계급에 대한 최종 유통백미 중의 쉐미 혼입 중량비인 0.3, 2.8, 2.7 및 0.6%와 비교했을 때, 만족할 정도는 아니지만 쉐미선별기 사용에 따라 약간의 쉐미가 제거됨을 확인할 수 있었다.

마) 쉐미선별기 출구 대쇄미, 소쇄미의 길이 분포

쉐미선별기의 대쇄미 및 소쇄미 출구에서 수집한 쉐립시료들의 길이 분포 측정결과는 각각 표 3 및 표 4과 같았다. 국립농산물품질관리원의 규정에 따른 대쇄미는 그 길이가 1.68 mm 이상 2.5 mm 이하, 소쇄미는 그 길이가 1.41 mm 이상 1.68 mm 이하인데, 표 3과 4의 결과를 볼 때 대체적으로 이에 부합되었다. 그러나, 소쇄미와 심지어 이물로 선별되어야 할 것들이 대쇄미로 잘못 선별되고 있음도 알 수 있었으며, 특히, 그 길이가 1.4~1.68 mm 인 많은 소쇄미들이 대쇄미로 잘못 분류되는 문제점이 파악되었다 (표 3). 쉐미선별기 소쇄미 출구에서 수집한 쉐미시료를 분석한 결과, 길이가 1.68 mm 이상이어서 대쇄미로 분류되어야 할 것과 길이가 1.4 mm 이하여서 이물 등으로 분류되어야 할 것들이 많이 섞여있음을 알 수 있었다(표 4).

Table 3. Length distribution of broken kernels collected at the large broken kernel outlet of the rotary sifter

Item	Length range of broken kernels							Length avg. (mm)
	0.0 ~ 0.59mm	0.59 ~ 1.0mm	1.0 ~ 1.19mm	1.19 ~ 1.4mm	1.4 ~ 1.68mm	1.68 ~ 2.0mm	over 2.0mm	
Average	0.01	0.14	0.51	5.99	42.66	35.35	15.26	1.58

Table 4. Length distribution of broken kernels collected at the small broken kernel outlet of the rotary sifter

Item	Length range of broken kernels							Length avg. (mm)
	0.0 ~ 0.59mm	0.59 ~ 1.0mm	1.0 ~ 1.19mm	1.19 ~ 1.4mm	1.4 ~ 1.68mm	1.68 ~ 2.0mm	over 2.0mm	
Average	0.93	8.33	12.68	26.73	38.98	10.66	1.70	1.24

4. 요약 및 결론

미국중합처리장 (RPC) 에서 수행되고 있는 쉐미선별공정의 개선을 통해, 국내산 백미제품의 쉐립 혼입상태를 보다 더 정밀하게 관리하기 위한 기초 연구로서, 실험 결과를 바탕으로

하여 국내 유통백미 제품의 등급판정에 사용할 수 있는 쉐립 기준을 결정하여 제시하였다. 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 백미제품 중의 쉐립 허용 혼입율에 관한 우리나라의 규격은, 일본백미 1등 표준품의 기준 및 미국백미 1등급 제품의 기준에 비견될 정도였지만, 쉐립의 정의 자체는 엄격하지 않았다. 또한, 미국과 일본과는 달리, 쉐립 혼입율 차이에 따른 백미 제품의 등급 체제가 존재하지 않았다. 이러한 사실을 종합하여 일본과 미국의 규격과 비교했을 때, 쉐미 혼입에 관한 한 우리나라는 매우 관대한 규격을 적용하고 있다고 판단된다.

2. 국내 유통백미 제품의 경우, 완전립 길이의 3/4 이상인 낱알들이 차지하는 중량 구성비는 93.5%였다. 완전립 길이의 1/4~1/3, 1/3~1/2, 1/2~2/3 및 2/3~3/4에 해당하는 길이를 가진 낱알들의 중량비는 각각 0.3, 2.8, 2.7 및 0.6%이어서, 쉐립들의 길이는 2.5mm를 중심으로 주로 분포되어 있었다. 쉐립 혼입정도에 따른 국내 유통백미 제품의 등급은 한국과 일본의 기준을 적용할 경우, 쉐립의 총량 면에서는 만족할만한 수준이었다. 그러나, 한국의 잔싸라기 기준, 일본의 이물 함유비 기준, 미국의 6호체 통과분 기준이 적용될 경우, 국내 유통백미 제품의 등급은 매우 불량하였다.

3. 거의 모든 RPC에서는 쉐미선별설비로 로타리 시프터를 채택, 사용하고 있었으며, 로타리 시프터 사용상의 문제는 회전몸체를 지지하는 rod spring의 파손 등 구조와 관련된 것이었다. 로타리 시프터에 의한 쉐립의 선별과 제거정도는 만족할 만한 수준은 아니었다.

4. 국내 유통백미 완전립의 길이, 폭, 두께는 각각 5.02 mm, 2.93 mm, 2.03 mm이었으며, 산물밀도와 천립중은 각각 745.3 kg/m³ 및 20.46 g이었다.

5. RPC 백미제품의 품질경쟁력 향상을 유도하고자 현행 쉐미의 정의와 기준을 보다 강화하여 다음과 같은 쉐미 기준과 계급을 설정, 제시하였다.

- "완전립" - 길이가 3.75 mm 이상인 미립
- "준완전립" - 길이가 2.5~3.75 mm인 미립
- "쉐미" - 길이가 1.75~2.5 mm인 미립
- "이물" - 길이가 1.75 mm 이하인 미립

5. 참고 문헌

1. 김상숙 등. 1998. 쌀의 품질등급화를 위한 지표설정 및 비파괴적 품질측정기 개발. 농림부 최종보고서
2. 김영배, 하덕모, 김창식. 1990. 우리나라 쌀의 도정 및 품위특성. 한국식품과학회지 22(2): 199-205
4. 김정구. 2000. 미국종합처리장 쉐미선별 공정개선을 위한 기초조사연구. 석사학위논문. 전북대학교
5. 김호영, 이현덕, 이철호. 1996. 쌀밥의 최적가수량 결정인자에 관한 연구. 한국식품과학회지 28(4): 644-649
6. 박승제 등. 1998. 인삼의 최적 건조 및 품질 자동 평가시스템 개발. 농림부 최종보고서