

“씻어 나온 쌀” 개발사례 (Development Case for Washed Rice)

이 상 효

전 한국식품개발연구원 책임연구원 (주)라이스텍 대표이사

서 론

밥을 짓기 전에는 반드시 쌀을 씻어야 하는 수작업이 따른다. 백미에게는 미곡분등이 남아 있기 때문에, 이를 깨끗이 씻어 내는 일은 맛있는 밥을 짓기 위한 매우 중요한 조건인 것이다. 소비자 들이 쌀밥을 멀리하는 원인중의 하나로서, 취사하는 데에는 손이 많이 간다는 점, 특히 쌀 씻는 번거로움을 들 수 있다. 또한 근년에 들어 쌀을 씻은 드물의 배수가 하천오염의 원인으로 대두되면서 환경오염 문제로 되고 있다.

씻어 나온쌀의 효용성과 씻어 나온쌀의 유통이 사회적으로 어떠한 영향을 미칠 것인가를 열거하면 크게 다섯가지로 요약된다 그 첫째가 간편성이다. 씻어 나온쌀은 정미후의 호분층과 미곡분이 깨끗이 제거되어 있으므로, 가정에서 쌀을 씻는 번거로움이 생략된다. 또한 흡수성이 우수하므로 보통 쌀보다 취반시의 침적시간이 짧고, 취사전 준비작업이 간편해진다. 두 번째는 경제성이다. 수작업 또는 기계로 쌀을 씻으면 백미의 약 2.0%가 드물로 배출되어 중량이 감소하지만, 씻어 나온쌀은 씻을 필요가 없으므로 중량이 줄지 않는다. 또한 쌀을 대량으로 사용하는 외식산업에서는 노동력, 수도세 절감과 함께, 세미배수처리시설이 필요 없게 되므로 경비를 절감할 수 있다. 세 번째는 보존성이다. 지방, 단백질이 많은 호분층을 제거하므로 쌀의 산화가 느리고, 따라서 보존성이 양호하여 장기보존이 가능하다. 네 번째는 품질의 향상이다. 씻어 나온쌀 처리는 기계로 균일하게 처리하므로 수작업으로 해야 하는 세미에 비하여 편차가 없고 취반상태가 일정하다. 또한 식미가 나쁜 품종 및 묵은 쌀의 식미 개선이 가능하다. 취사후의 밥의 식미는 시간이 경과하더라도 금방 지은 밥맛을 장시간 유지할 수 있다. 마지막으로 사회성이다. 쌀뜨물이 나오지 않으므로 환경오염과 무관하다. 종래의 수작업이나 기계로 쌀을 씻을 경우 쌀의 드물은 아무리 적게 잡아도 백미 중량의 20배 이상이라고 알려져 있다. 이 때문에 각 가정이나 외식산업에서 배출되는 양이 적다고 하더라도, 백미의 연간수요량을 약 500만톤이라고 한다면, 전국에서 연간 약1억톤이 넘는 양의 드물이 하수도, 하천, 호수, 바다로 배수 되고 있다는 말이 된다.

이와 같이 사회경제적으로 효용성이 큰 씻지 않고도 물만 부우면 밥을 지을 수 있는 쌀을 만들고 싶다는 생각은 옛부터 있었으며, 1995년경부터 특허출원이 왕성했다. 예를 들면 코팅, 또는 화학약품으로 씻은 것 등이 있었는데, 그 중에서도 정미와 동시에 물로 씻는다는 사고방식은 비교적 새로운 기술이다.

물을 사용한 씻어 나온쌀의 특허출원을 살펴보면, 백미를 물로 씻고 원심 분리기로 물기를 제거한 후, 수분을 15~16% 정도로 만든다고 기재되어 있다. 즉 수중에서 물세척하고 원심분리기로 물기를 제거하면, 수분을 15~16%로 조절할 수 있다는 의미이며, 물기를 제거한 시점에서 수분 16%이하인 세척미를 얻을 수 있는 기술이 나타나 있다. 일본특허 57-141257호에는 백미를 씻어서 탈수 건조시켜서 원료 백미보다 많은 수분의 세척미를 얻는 기술이 나타나 있다.

그러나 어느것 하나 이론대로 기계개발이 추진되지 못하고, 물을 사용하면 식미가 떨어진다는 문제를 해결하지 못하였다. 또한 시스템으로서의 씻어 나온쌀 제조 기술이 미완성 단계였으므로, 국내에서는 모두 실용화에 실패하고 말았다. 본 연구에서는 일본에서 개발되어 실용화되고 있는 여러 가지 방식의 씻어 나온쌀 제조설비를 응용하여 국내실정에 적합한 한국형 씻어 나온쌀 제조

설비의 국산화를 모색하여 일련의 괄목할 만한 결과를 얻었으며 이의 실용화를 위한 씻지않는쌀의 품위특성과 저장시험한 결과를 보고하는 바이다.

1. 일본의 무세미 현황

일본의 국민 1인당 쌀의 연간 평균소비량은 1962년 118kg을 정점으로 매년 감소하여 1997년에는 67kg까지 감소하였다. 한편 세계적으로는 쌀이 영양학적으로 균형잡힌 식품원료로 인식되어 쌀을 중심으로하는 한국형 또는 일본형 식생활이 주목을 받고 있다. 이러한 상황에서 미곡 관계자들은 쌀의 소비확대를 위해 소비자의 요구, 사회적 요구에 대응 한 새로운 상품의 기획, 개발에 크게 기대하고 있다.

최근 쌀에 대한 요구는 식의 고급화(미식애호 경향), 자연식품, 건강식품(무농약, 유기재배), 취반의 간편화, 편리화(무세미, 가공미 지향)등으로 다양화되는 경향이다. 농립수산성, 농업시험장등에서는 super rice의 계획하에 저아밀로오스미, 고단백질미, 거대배아미, 초다수확 품종 등의 신품종을 바이오기법으로 개발하려는 연구가 진행되고 있다. 한편 유통단계에 있어서는 단순히 형질측면만의 개선이 아니라 쌀의 내질(식미)과의 관계가 매우 중요한 테마로 되어왔다.

도정공장의 관리운영은 최근까지 쌀의 중량, 정백도를 계수관리하고, 식미에 있어서는 도정공장의 전임 operater의 감각 경험에 의하여 브랜드 조작이 행해지고 있다. 현재는 식미계를 이용함으로써 쌀의 화학적 성분(전분, 단백질, 수분, 지방산)을 분석해서 식미를 예측하고 식미에 의하여 브랜드화 하는 것이 가능하게 되었다. 또한 쌀의 식미와 가격이 비례함에 따라 년간을 통하여 안정된 식미의 쌀을 소비자에게 제공하게 되었다. 도정공장의 실질적인 자동화 컴퓨터관리는 식미계에 의하여 가능하게 되었다고도 할 수 있다. 즉 소비자의 미식애호지향을 계수화 할수 있는 새로운 전망이 열린 것이다.

한편 산지에 있어서는 맛있는 쌀을 재배하고 싶고 그렇지 못하면 살아남지 못한다는 산지미 개량의 움직임이 대두되었다. [시비와 품질, 토양과 품질, 물관리와 품질, 등숙기온과 품질, 수확량과 품질]등 벼의 재배조건과 쌀의 식미와의 관계가 해명되어지고 있다. 또한 아무리 완숙된 벼라도 건조조건에 의하여 식미가 열화한다는 사실이 근년에 와서 주목되기 시작하였다. 이러한 식미분석에도 식미계가 이용되고 소비자의 미식애호지향에는 식미계가 불가결한 측정기로 되었다.

자연식품 및 건강식품으로서의 유기미나 무농약미가 생산 판매되고 있지만 생산성이 나쁘고 가격이 높기 때문에 생산량에도 한계가 있다. 도정공장에서 현재 생산되고 있는 배아미도 일시적인 붐으로 지나가고 생산량이 떨어지고 있는 실정이나 배아미죽이나 현미죽은 인기가 높고 생산량이 순조롭게 신장되고 있다. 이것은 간편성의 결과라 생각된다.

배아미는 배아의 잔존율을 80%이상 남기기 위하여 원료현미의 단계에서 배아가 남는 것과 남지 않는 것으로 품종을 선별하고 있으나 대체로 배아가 남는 품종은 식미가 좋지 못하다. 식미가 좋은 품종을 사용해서 배아미를 만들고 배아가 남지 않는 것을 고감도 선별기로 선별해서 80% 이상의 배아미로 하는 것도 현재는 가능하게 되었다.

또한 배아미 협회에서는 배아미의 무세 코팅미에 대해 검토하고 있고 간편성이나 미식애호지향의 문제가 해결되면 소비자의 요구에 맞는 배아미의 상품기획이 가능하다. 취반의 간편화 편리화에 대한 소비자의 요구에 대응하기 위하여 많은 가공미가 판매되고 있다. 냉동미반, 알파화미, 통조림밥, 무균포장밥등이 그것이다.

취반전에는 반드시 쌀을 씻는 수작업을 한다. 도정에는 아직 호분층(강층), 미곡분등이 남아있으므로 이것을 깨끗이 씻어내는 것이 맛있는 밥을 짓기 위한 중요한 조건으로 되어 있다. 소비자가 쌀에서 멀어지는 원인의 하나는 취반의 수고, 특히 [씻는 번거러움]에 있다고 한다. 또한 근년 쌀뜨물(씻은물)의 배수가 하천오염 원인의 하나로 환경오염문제로 되고 있다. 이것은 무세미에 대한

양케이트 조사에서 분명하게 알 수 있다. 기후현에서 1991년 하쓰시모 이등급쌀을 무세미 가공하여 700g의 sample과 양케이트용지를 배포하여 368명의 회답을 얻은 결과 매우 흥미있는 수치가 나타났다.

우선 [“씻지않는쌀”이 판매되면 구입하겠습니까]라는 질문에 대하여 구입하지 않는다는 7.9%, 나머지 92.1%는 구입의사가 있다고 답하였다. 또한 [이러한 쌀이 판매된다면 어떻게 생각하십니까]의 질문에 대해서는 과반수가 ‘수고가 덜어져 편리’ ‘물이절약되어 좋다’고 답하였다. 반면 ‘쌀은 씻는 습관이 있다’, ‘씻어서 취반하므로 “씻지않는쌀”은 필요없다’라는 답도 있었다. 그 결과 [“씻지않는쌀”]이라는 표시에도 불구하고 가볍게 씻어서 취반하는 사람이 있었다.

식미결과, 씻지않고 취반해서 [맛없다] 가 2.8%, 나머지는 [맛있다], [보통]으로 답하였고 가볍게 씻은 경우도 [맛있다] 또는 [보통]으로 답하였다. [쌀을 씻는다]라는 작업을 완료한, 청결한 무세미를 소비자에게 제공해가면 가까운 장래에는 쌀은 씻지 않는 것이 당연하게 되리라고 생각된다. 씻지 않고 밥짓는 쌀(“씻지않는쌀”)이 보급되면 가정에서는 [취반이 간편화], 외식, 업무분야에서는 [생력화, 절수, 세미손실의 방지]라고 하는 직접적인 잇점 뿐만 아니라 환경보전에 기여한다는 사회적 잇점도 기대할 수 있다.

이러한 “씻지않는쌀”은 1992년 11월 오오사카미곡, 교오토의 야마시료식량의 업자로 부터 [씻은 쌀 키레이상(갈끔이)] 라는 이름으로 발매가 개시되었다. 이 “씻지않는쌀”은 식생활중에서 ‘쌀을 씻는다’고 하는 수고를 완전히 생략함과 동시에 그 쌀뜨물에 의한 하천오염방지와 수자원 절약이라고 하는 환경보전 상품으로서 주목되고 있고 미반가공업자에게 있어서는 세미작업이 완전히 생략될 뿐만 아니라 새로운 생산 시스템을 탄생시켜 많은 이익을 낼 수 있는 가능성을 지닌 상품이다.

표 1. 일본의 “씻지않는쌀”의 품질기준

항목	업무용	가정용
수분	15.5% 기준	15.0% 기준
백도	43.0% 이상	43.0% 이상
탁도	50 PPM 이하	50 PPM 이하

씻지 않고 물만 부우면 취반가능한 쌀(“씻지않는쌀”)을 제조하려고 한것은 오래 전부터였고 1955년부터 특허출원이 활발하였다. 예를들면 코팅(라이스왁스), 알파화미, 화학약품(알콜, 핵산)으로 씻는 것 등이 있지만 이중에서도 물로 씻는 것이 비교적 새로운 기술이다. 물을 사용한 무세미의 특허출원을 살펴보면 특허공보 소화 51-22063호 에 의하면 백미를 수세하고 원심분리기에 투입하여 물을 빼면 수분이 15-16%정도가 된다고 기재되어 있다. 즉 백미를 물속에서 물로 씻어 원심분리법에 의해 물기를 빼면 수분(함수율)을 15-16%로 조정할 수 있다는 의미이며, 물을 제거한 시점에서 수분 16%이하로 된 세미를 얻는 기술이 나타나 있다. 特開昭57-141257호에는 백미를 세미하여 탈수건조해서 원료백미보다 많은수분(1.47% 포함)의 씻은쌀을 얻는 기술이 나타나 있다.

그러나 어쨌든 기계개발이 이론과 같이 되지 않고 물을 사용하면 식미가 나쁘게 되는 문제를 해결할 수 없었다. 또한 무세미의 시스템으로서의 기술완성이 되지않았기 때문에 어쨌든 실용화할 수 없다.

일본의 사타게사가 개발한 “씻지않는쌀” 가공설비는 물만을 사용하고 현재의 식량관리제도하에서 유통가능한 16%이하의 수분으로 식미가 저하하지 않도록 고안된 장치와 세미수를 종래의 15분의 1에서 20분의 1로 하는 고농도의 세미수처리장치로부터 된 “씻지않는쌀” 가공기술을 개발함과 동시에 새로운 진공포장정형장치 및 새로운 포장재를 개발함으로써 “씻지않는쌀”의 기술을 완성했다. “씻지않는쌀”의 가공기술이라고 하는 것은 전체의 시스템이며 이중에서 1개라도 빠진 경

우에는 성립되지 않는다는 점에 있어서 이 기술의 신규성이 존재하는 것이다.

이러한 정미공장은 형질면 및 내질(식미)면에서 충분히 음미된 쌀을 포장 출하할 뿐만 아니라 보다더 소비자 및 사회의 요구에 따라, 또한 간편화 편의화를 추구한 고부가가치상품을 기획 개발할 필요가 있다.

“씻지않는쌀”은 그중 하나이다. 이 쌀이 보급되면 정미공장이 가공분야에 진일보 하는 것이 되며 향후 가공미 및 미반가공분야에 쉽게 길이 열리게 된다. 또한 기존의 미반 가공업체는 “씻지않는쌀”를 사용함으로써 설비의 개선을 도모하고 많은 장점을 생길것으로 기대할 수 있다.

더욱이 국제적인 시야에서 보면 쌀의 자유화에 대응하여 자국의 쌀을 방위하기 위해서도 [일본의 쌀은 식미가 우수하고 간편하다]라고 차별화하는 것도 가능하다. 금후 “씻지않는쌀”의 조기 보급과 쌀의 소비확대가 기대된다.

표 2. 일본의 무수세미 임가공작업 현황

가공형태	등 급	현백수율(%)	탁 도(ppm)	식미형태	비용:¥/kg	비 고
고가공	1등급	87	20 이하	항상	30¥	
	2등급	86				
중가공	1등급	88	40	불변	20¥	
	2등급	87				
저가공	1등급	88.5	60	저하	15¥	
	2등급	87.5				

표 3. 일본의 무수세미 제조설비 유통현황

업체명	기 종	형 식	능 력 (톤/시간)	특 징	비 고
Stake	지프라이스 (JF3A)	습식	2.0-3.0	고압분사수세 오수처리장치	특 허
Nomura	Pure 무세미장치	습식	0.18-3.0	공기 분풍에 의한 미강의 분리, 처리장치	특 허 (MFC오니처리)
Yakujin	에코라이저	습식	0.23-1.0	1,2차 수세 후 순간 탈수건조	특 허 수분 1% 상승
Toyo	스페이스 에레콘	건식	1.5-3.5	압력공기 (강식)	
Guriki	무세미기	습식	0.25-1.0	1, 2, 3 수세조에서 수세후 기류건조	기술독창성없음
Tachibana	아메타스	습식	0.36	원적외선 사용 살균 및 건조	특 허

□ 일본의 무수세미 제조 설비 제작은 6개 회사가 참여하고 있고, 회사별 제조설비의 모델, 형식 및 시간당 생산능력은 표 3과 같음.

□ 특히 무수세미 제조장치의 핵심설비는 수세장치 보다는 폐수처리시스템이 지역의 여건에 따라 약 8배 정도의 투자비가 요구됨.

- Toyo사 에서만 건식 무수세미 제조장치가 생산되며, 나머지 모든 회사는 수세를 기본으로 하고 있고, 건식보다는 수세식이 미생물 오염측면에서 우수함.
- Toyo사 제품이 건식이므로 많은 도정과 판매를 겸하는 양곡 판매상에서 설치하고 있으나, 건식은 한국의 건식 청결미 제조 장치를 보강한 기술임.
- 습식 무수세미 제조시 수세 횟수, 수세후 탈수방법은 회사에 따라 차이가 있는데, 수세 횟수는 1~3회이고, 탈수방법은 자연 탈수식과 원심 분리식이 있음.
- 수세된 쌀의 건조는 전기히터, 원적외선 및 송풍으로 처리하며, 수세된 뜨물을 농축하여서 BOD, SS농도 7,500~15,000ppm 으로 처리함.
- 발생된 뜨물 처리는 하천방류 또는 하수도 방류에 따라서 규제 허용농도가 다르므로 응집침전조에서 생물처리 등을 통하여 BOD를 저하시킴.
- 최초로 무세미 제조장치를 개발 보급중인 일본의 경우 대부분의 핵심기술이 특허 사항으로 공개된 연구결과는 없고, 무세미의 품질특성에 관한 자료만 발표됨.

2. “씻어나온쌀” 가공공정 확립

“씻어나온쌀” 가공 공정은 그림 1과 같으며 기존의 RPC에서 생산한 백미를 원료로 사용하여 원료투입, 세미, 원심탈수, 건조, 선별, 계량포장의 일련의 공정에 의하여 씻어나온쌀을 생산한다.

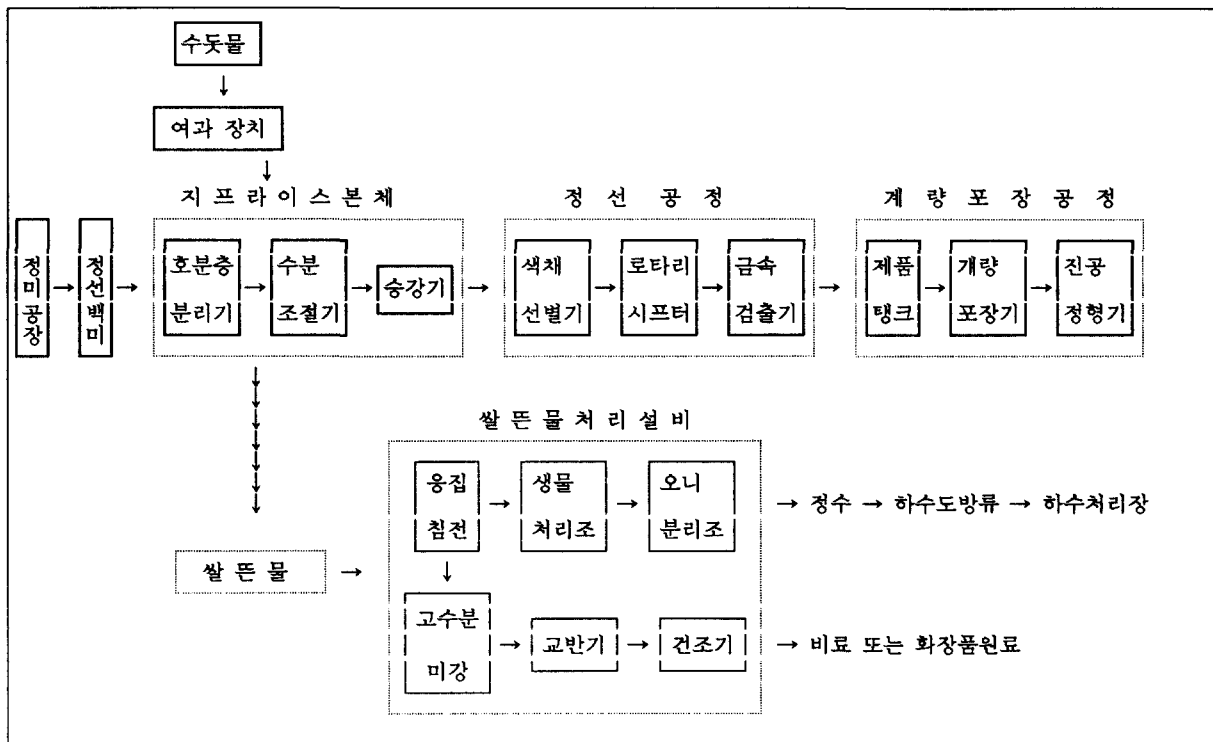


그림 1. “ 씻어나온쌀” 제조공정

“씻어나온쌀” 제조장치의 구성은 원료쌀 공급탱크에 공급된 원료쌀을 이송스크류로 일정량씩 연속적으로 이송시켜주는 원료쌀 공급부와, 원료쌀 공급부로부터 공급되는 원료쌀에 물을 주입하고 세척스크류를 회전시켜 쌀을 씻어주는 원료쌀 세척부, 그리고 세척부로부터 세척된 쌀에 물을 주입하면서 세정과 행굼을 동시에 실시하고 세척 및 행굼수를 원심력으로 탈수시키는 행굼 탈수부로 구성되는 “씻지않는쌀” 처리장치가 주요장치이며, 이 처리장치에서 이송된 탈수 쌀에 열풍을

가하여 건조시키는 건조기로 구성된다.

가. 정선공정

색채 선별기, rotary shifter 및 금속검출기를 사용해서 씻어나온쌀에 이물이 혼입되지 않도록 정선한다.

나. 계량포장공정

“씻어나온쌀”의 선도와 청결감을 유지할 수 있도록 진공포장정형을 한다. 탈산소제의 투입도 가능하다. 또한 CO₂ 포장정형도 진공압을 조정함으로써 자동이 가능하다.

다. 쌀뜨물 처리설비

종래의 쌀뜨물 처리설비에는 물을 다량으로 사용하기 때문에 설비가 매우 크고, 고가였으며 또한 다른 씻은물과 혼합되기 때문에 원수농도가 일정하지않고 설비의 유지관리가 어려운 문제점이 있었으나 Jiff rice 쌀뜨물 처리설비에 의하여 이러한 것을 해결하였으며 처리시스템으로는 하천 방류시스템 및 하수도 방류시스템의 2종류가 있다.

라. 포장설비

“씻어나온쌀”의 포장에는 특히 신선식품으로서 배려할 필요가 있다. 종래의 폴리에틸렌 有孔 袋포장에서는 봉지의 공기구멍이 열려있기 때문에 보관 또는 수송중에 비, 물, 석유등에 의하여 쌀의 품질이 나빠지기도 하고 나쁜 냄새가 배기도 할 위험이 있다. 또한 하절기에는 충해가 공기구멍으로 드나들고 충해의 혼입 claim이 발생하는 등의 문제가 있다. “씻어나온쌀”의 부가가치를 높이기 위해서라도 진공포장을 실시해서 claim을 방지함과 동시에 선도유지를 한층 높이는 것이 중요하다. 탈산소제를 봉입하면 더욱 효과적이다.

사타계사에서는 이미 정미공장에 사용중인 계량포장기에 진공정형기를 세트하는 것만으로 연속적으로 진공포장정형이 가능한 신기종을 개발했다.

종래, 진공포장이 보급되지 않았던 이유는 포장재에 다음과 같은 문제점이 있었기 때문으로 생각된다.

- 진공포장후의 정형도중이나 수송중에 pin hole에 의한 파대울(봉지가 찢어지는 울)이 높았다
- 쌓아올릴 때 미끄러지기 쉽고 파렛트 정돈과 그 방향이 정해지지 않았었다.
- 진공포장정형을 하면 쌀포대의 4모통이가 예리하게 되고 그것이 방해가 되어 자동적으로 쌓을 수 없다,

등의 문제점이 있으며 이러한 문제점을 다음과 같은 방법으로 해결했다. 우선 편홀에 의한 파대울의 문제는 종래에는 나일론과 폴리에틸렌의 2중 필름이었으나 특수 3층필름으로 개량하여 강도를 높였다. pin hole울은 1% 이하로 되었다. 두번째에 대해서는 미끄러짐 방지용의 over coat를 표면에 실시했다. 마지막 문제에 대해서는 필름의 제조단계에서 미리 필름의 4모통이에 경사지게 seal을 하여 진공포장정형해도 4모통이가 예리하지 않도록 하였다. 이상의 처리를 함으로서 진공포장의 문제점이 완전히 해결되었다.

3. “씻어나온쌀”의 품위 및 품질특성

가. 시험재료

“씻어나온쌀” 제조에 사용한 국산 원료쌀은 97년 경기 여주산 추청(A제품), 97년 전북 익산산 동진(B제품), 97년 경기 김포산 추청(C제품) 그리고 고미로서 95년 경기 김포산 추청(D제품) 등 4가지 품종을 시중에서 구입하여 공시하였다.

나. “씻어나온쌀”의 일반성분

표 4에 나타낸 바와 같이 “씻어나온쌀”의 수분함량은 12.14%에서 13.59%로서 보통백미의 11.33%에서 12.79% 보다 전체적으로 1% 정도가 높게 나타났다. 우리나라 쌀의 일반적인 유통시 수분함량이 12% 전후를 보이고 있으므로 “씻어나온쌀” 처리에 의해 1% 정도의 수분함량을 증가 시킴으로서 수율적인 측면과 식미의 향상에도 기여할 것으로 생각됨. 일본의 경우에는 수분함량 15%를 기준으로 삼고 있다. 따라서 “씻어나온쌀” 처리 후 건조과정에서 수분함량을 15%전후로 유지할 수 있도록 건조 조건을 다시 확립하여야 한다고 생각된다. 조 단백질, 조 지방 및 조 회분 함량은 전체적으로 “씻어나온쌀” 처리에 의하여 함량이 감소되었으며 특히 지방 함량이 보통 정미에 비하여 평균 50% 정도 감소하여 “씻어나온쌀” 처리에 의한 저장성의 증진이 예상된다.

표 4. 씻어나온쌀과 보통백미의 일반성분비교 (Unit : %)

	Samples	수분	조단백질	조지방	조회분	탄수화물
A	Wash Free	13.06	5.95	0.26	0.47	93.30
	Non-Wash	11.33	6.55	0.61	0.59	91.96
B	Wash Free	12.48	6.84	0.17	0.42	92.56
	Non-Wash	12.67	6.98	0.34	0.46	92.22
C	Wash Free	13.59	6.37	0.39	0.43	92.81
	Non-Wash	12.43	6.49	0.78	0.61	92.13
D	Wash Free	12.14	7.12	0.32	0.49	92.08
	Non-Wash	12.79	7.47	0.49	0.59	91.45

다. “씻어나온쌀”의 이화학적 성질

표 5는 씻어나온는 쌀과 보통 백미의 백도, 뜨물의 탁도 및 고형물 용출량을 조사한 것이다. 낱알의 백도는 씻어나온쌀의 경우 47.5에서 49.7로서 매우 높은 백도를 보이고 있었으며, 보통백미의 36.4에서 40.8 보다 10이상 증가되어 잔존부유물과 이물이 완전하게 제거되었음을 알 수 있다. 용출용액의 탁도는 보통정미보다 낮아 매우 맑고 투명하였기 때문에 가정에서 다시 씻을 필요가 없었다. 용출고형물량도 보통정미에 비하여 50% 정도 감소하였다. 한편 보통백미와 씻어나온쌀을 이용하여 밥을 짓고 그의 수분함량과 색깔을 비교한 결과 밥의 수분함량에는 큰 차이를 보이지 않았기 때문에 무수세 처리를 하여도 식미에는 큰 영향을 주지 않을 것으로 판단되었다. 맛의 색깔은 L 값과 a 값은 시료간에 큰 차이를 보이지 않았으나 95년산 고미인 D시료는 b 값이 다른시료에 비하여 50% 정도 높은 수치를 나타내었다. 이와 같이 무수세 처리를 하여도 밥의 품질에는 큰 영향을 받지 않았으며 고미의 경우에는 전반적인 색깔의 향상을 가져와 식미를 오히려 향상시킬 것으로 판단되었다.

표 5. 씻어나온쌀과 보통백미의 백도, 탁도 및 용출고형물량

Samples	백도	탁도	용출고형물 (mg/30ml)	Cooking Characteristics				
				수분 (%)	L	a	b	
A	Wash Free	48.7	0.2017	26.83	62.52	72.72	-2.26	0.91
	Non-Wash	39.0	0.3045	53.50	62.16	72.31	-2.29	1.08
B	Wash Free	49.7	0.1828	19.97	61.79	72.31	-2.25	0.89
	Non-Wash	40.6	0.2529	39.53	61.94	72.31	-2.20	0.61
C	Wash Free	48.0	0.2028	21.73	62.33	73.32	-2.33	1.19
	Non-Wash	36.4	0.2764	47.87	61.95	72.64	-2.40	1.10
D	Wash Free	47.5	0.1719	19.27	61.60	73.80	-2.19	2.15
	Non-Wash	40.8	0.2090	37.65	61.87	73.51	-2.23	2.28

라. 유리지방산 조성

“씻어나온쌀” A,B,C,D의 조지방함량은 약 0.2-0.3%, 보통백미 0.3 - 0.8% 정도를 나타냈다. 무세미의 조지방 함량은 보통백미의 30% 수준을 보여 현저하게 감소하였음을 알 수 있었다. 이것도 무수세화 처리에 의해 표면에 부착된 강층의 제거에 기인한 것으로 추측되었다.

보통백미 및 씻어나온쌀의 지방산 조성은 팔미틴산(16:0),스테아린산(18:0), 오레인산(18:1),리놀레익산(18:2),리놀레닉산(18:3)등 대표적인 유리지방산의 조성비로 나타내었다. 일반적인 쌀의 지방산 조성비와 비슷한 양상을 보이나 “씻어나온쌀” 처리에 의하여 전반적으로 스테아린산과 리놀레익산은 조성비가 증가하였고 오레인산은 오히려 감소하였지만 팔미틴산과 리놀레닉산은 차이를 보이지 않았다.

마. 호화특성

보통백미와 씻어나온쌀의 호화특성을 아밀로그래프의 점도특성으로 조사한 결과는 표 7과 같다. 각 시료 공히 호화개시온도는 63-64.5℃를 나타내었으나 무수세 처리에 의하여 호화개시온도의 상승이나 하락 같은 현상은 나타나지 않았다. 다만 최고점도는 97년산 햅쌀의 경우 무수세 처리에 의하여 50B.U 이상 증가하였으며 전북 동진의 경우 보통백미에 비하여 95B.U나 증가하였다. 그러나 고미의 경우에는 상승폭이 15B.U 정도로 미미한 증가를 나타내었다.

표 6. 씻어나온쌀과 보통백미의 지방산 조성 (Unit : % D.B)

Samples	Palmitic	Stearic	Oleic	Linoleic	Linolenic	
A	Wash Free	21.9	2.0	34.1	39.8	1.1
	Non-Wash	20.5	1.8	37.3	38.0	1.1
B	Wash Free	19.7	2.2	35.3	40.4	1.3
	Non-Wash	19.6	1.0	39.9	37.0	1.3
C	Wash Free	21.3	2.1	35.1	39.3	1.1
	Non-Wash	20.3	1.9	37.9	37.4	1.2
D	Wash Free	17.3	1.7	36.4	42.2	1.3
	Non-Wash	18.0	1.7	35.9	41.8	1.2

표 7. 씻어나온쌀과 보통백미의 아밀로그래프 점도특성

Samples	Initial Pasting Temp.(°C)	Viscosity(B.U)*						
		P	H	C	P-H	C-P	C-H	
A	Wash Free	63.0	475	240	490	235	15	250
	Non-Wash	63.0	420	220	450	200	30	230
B	Wash Free	64.5	510	270	520	240	10	250
	Non-Wash	64.5	415	210	420	205	-5	210
C	Wash Free	63.5	480	230	480	250	0	250
	Non-Wash	63.5	430	210	440	220	10	230
D	Wash Free	63.0	490	270	520	220	30	250
	Non-Wash	63.5	475	235	470	240	-5	235

* P : Maximum viscosity, H : Viscosity at 95°C for 15min. holding
 C : Viscosity at 50°C , P-H : Breakdown , C-P : Set back ,
 C-H : Total Setback

바. 취반 후 조직감 특성

보통백미를 5회 수세후 취반한 밥의 색깔과 씻지 않고 30분간 침지후 취반한 씻지 않는 쌀의 취반특성을 표 8에 나타내었다. 즉 밥의 색깔은 무세미 처리한 제품과 보통백미에서 유의적인 차이를 보이지 않았으며 97년산 햅쌀밥의 경도는 시료간에 차이를 보이지 않았으며 다만 95년 고미의 경우에는 “씻어나온쌀” 처리에 의하여 경도가 150 정도 감소하였다.

표 8. 씻어나온쌀과 보통백미의 취반후 밥의 조직감 특성

Samples	색깔			경도	부착성	탄력성	응집성	검성	씹힘성	
	L	a	b							
A	Wash Free	73.26	-2.22	0.789	2042.0	-408.0	0.72	0.23	457.3	328.7
	Non-Wash	72.35	-2.28	0.990	2079.0	-507.0	0.79	0.24	489.0	385.3
B	Wash Free	72.24	-2.24	0.567	2315.7	-511.3	0.78	0.22	506.0	391.7
	Non-Wash	72.47	-2.15	0.493	2249.0	-489.0	0.78	0.21	477.3	371.7
C	Wash Free	73.81	-2.37	1.257	2215.7	-528.0	0.79	0.22	485.7	385.3
	Non-Wash	72.85	-2.36	0.983	2271.3	-535.7	0.84	0.84	484.0	415.0
D	Wash Free	73.94	-2.21	1.963	2469.3	-429.0	0.80	0.19	462.7	370.3
	Non-Wash	73.50	-2.22	1.940	2604.3	-471.7	0.75	0.75	512.7	384.7

사. 관능검사

씻지않는쌀과 보통백미의 식미에 대한 관능검사 결과는 표 9와 10에 나타내었다. 표 9는 밥의 외관 이미이취, 맛 그리고 조직감에 대한 정도의 크기를 나타낸 것으로 외관상 밝기는 97년산 햅

쌀의 경우 “씻지않는쌀” 처리한 시료와 보통백미 사이에 큰차이를 보이지 않았으나 95년 고미의 경우에는 현저하게 낮은 강도를 보이고 있다. 이미이취의 강도는 95년쌀에서 전반적으러 강하였으며 D 시료의 경우 “씻지않는쌀” 처리에 의하여 이미,이취의 강도가 현저히 개선되었다. 조직감 특성치도 무수세 처리에 의하여 큰차이를 보이지 않아 무수세화에 의한 식미의 저하염려는 없는 것으로 판단되었다. 표 10은 밥맛에 대한 관능평점을 나타낸 것으로 외관,맛,,향,조직감 그리고 종합적인 기호도에서 시료간의 유의적인 차이를 보이지 않았으나 95년산 고미의 경우에는 모든 검사 항목에서 무수세화 처리한 씻지않는 쌀 제품이 보통백미보다 유의적으로 높은 관능평점을 보이고 있기 때문에 고미의 식미향상 수단으로 무수세화 처리가 매우 유효한 수단이라고 생각되었다.

표 9. 씻어나온쌀과 보통백미의 취반후 밥의 조직감 특성

Samples	관능적 특성								
	외 관		이미	맛	조직감특성				
	밝기	색깔			경도	탄성	응집성	부착성	
A	Wash Free	7.29	2.71	2.29	6.79	4.07	4.93	5.50	6.07
	Non-Wash	6.86	3.29	3.29	6.43	4.71	4.71	5.43	6.50
B	Wash Free	6.14	3.14	3.07	5.86	4.93	5.64	5.93	4.93
	Non-Wash	6.57	3.36	3.64	6.57	5.29	4.93	5.43	5.00
C	Wash Free	6.71	3.79	3.07	7.23	4.86	5.77	5.57	5.29
	Non-Wash	7.07	3.14	2.93	6.85	4.79	4.93	5.14	6.00
D	Wash Free	4.43	5.21	6.07	3.46	6.07	5.43	5.41	3.71
	Non-Wash	3.57	6.07	6.43	4.15	6.43	5.00	4.71	5.57

표 10. 씻어나온쌀과 보통백미의 취반후 밥의 관능검사 결과

Samples	Palatability					
	외관	향	맛	조직감	전반적기호도	
A	Wash Free	6.93	7.29	6.93	6.21	6.43
	Non-Wash	6.64	7.36	6.93	6.07	6.50
B	Wash Free	6.00	6.21	5.79	5.71	6.00
	Non-Wash	6.57	6.36	6.57	6.29	6.36
C	Wash Free	6.79	6.71	7.14	6.64	7.14
	Non-Wash	6.93	6.50	6.71	6.29	7.14
D	Wash Free	4.21	3.57	3.64	4.21	3.43
	Non-Wash	3.36	3.07	3.57	3.79	2.86

아. 씻어나온쌀의 취반조건 설정

“씻어나온쌀” 처리에 의하여 제조한 씻어나온쌀 제품은 보통백미에 비하여 수분함량이 1% 정도 높고 표면의 미세한 크랙이 무수히 발생하여 기존의 취반조건하에서는 맛있는 밥을 지을 수 없다. 표 11과 12는 취반시 가수량별 밥의 색깔과 조직감 특성의 변화를 관찰한 것이다. 원료 쌀 무게의 1.4배에서 1.55배 까지 처리하여 취반한 밥의 색깔은 처리구간이 유의적인 차이를 보이지 않고 보

통백미 1.45배 보다 b 값이 낮았다. 밥의 경도와 부착성은 가수량이 증가할수록 감소하였으며, 그 외의 다른 조직감 요소들은 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

한편 취반후 보온시간에 따른 수분함량과 색깔의 변화를 살펴보면 수분함량의 경우 보온 21시간 경과함에 따라 각 처리구 공히 5% 정도의 수분 감소가 발생하였으며 가수량의 차이에 의한 수분의 감소 경향은 보이지 않았다. 색깔의 변화를 살펴볼 때 밝기와 적색도는 보온시간의 경과에 따라 큰차이를 보이지 않았으나 황색도는 현저하게 증가하는 경향을 보여주었다. 이는 일반적으로 장시간 보온시 갈변이 원인인 것으로 판단되며 “씻어나온쌀” 처리한 시료보다 보통백미의 b 값 상승이 높아 씻어나온쌀 보다 보통백미가 장기간 보온시 쉽게 변함을 알 수 있다.

표 11. 씻어나온쌀과 보통백미의 가수량별 취반특성

Samples	색깔				경도	부착성	탄력성	응집성	검성	씹힘성
	Kind	물량	L	a						
C-Wash free	x 1.4	71.34	-2.41	1.060	2100.8	-476.0	0.7820	0.2507	510.5	387.9
	x 1.45	71.35	-2.44	1.095	2700.2	-637.8	0.7768	0.2410	651.5	505.9
	x 1.5	72.47	-2.41	1.020	2327.7	-566.5	0.7778	0.2468	584.3	459.9
	x 1.55	71.67	-2.38	0.920	1756.8	-501.0	0.7433	0.2442	430.2	322.1
C-Non Wash	x 1.45	72.14	-2.42	1.383	2446.3	-509.2	0.7877	0.2158	529.2	419.1

표 12. 씻어나온쌀과 보통백미의 가수량별 취반후 보온시간에 따른 품질변화

Item	Treatment	C-Wash Free Rice				C-Non Wash
	Storage Time					
	(hrs)	x 1.4	x 1.45	x 1.5	x 1.55	x 1.45
Moisture(%)	0	63.65	62.00	64.08	65.20	61.85
	6	60.95	61.05	63.01	62.91	60.91
	21	58.63	58.75	60.30	59.00	57.60
L	0	70.98	70.72	72.19	72.25	71.81
	6	72.35	72.18	72.02	71.90	72.07
	21	72.28	72.07	72.33	71.92	72.29
a	0	-2.44	-2.47	-2.46	-2.28	-2.48
	6	-2.45	-2.46	-2.46	-2.39	-2.55
	21	-2.47	-2.46	-2.48	-2.40	-2.40
b	0	0.79	0.89	1.06	0.62	1.40
	6	2.20	2.15	1.42	1.91	2.93
	21	4.12	3.97	2.98	3.16	4.53

자. “씻어나온쌀” 의 저장중 품질 변화

“씻어나온쌀”을 1Kg 씩 소포장하여 15℃와 30℃ 의 항온기에서 1년간 저장하면서 쌀의 이화학적 및 관능적 특성의 변화를 조사하였다.

1) 일반성분

원료쌀의 품종별 저장온도와 저장기간에 따른 수분과 지방함량의 변화를 표 13과 14에 나타내었다. 원료쌀의 수분함량은 11.3%에서 12.8%로서 비교적 낮은 수분함량을 보였으나 “씻어나온쌀”을 제조하였을때는 12.1%~13.6%를 나타내어 전반적으로 1% 정도 원료쌀에 비하여 높은 수분함량을 나타내었다. 지방함량은 원료쌀이 0.34~0.78%를 나타내었고 “씻어나온쌀”은 0.17~0.39%로서 “씻어나온쌀”에서 현저하게 감소하였다.

표 13. 수분의 변화

(단위 : %)

Samples	Storage time(month)									
	0	15 °C					30 °C			
		3	6	9	12	3	6	9	12	
A	Wash Free	13.1	13.3	12.7	15.2	15.3	11.0	8.5	10.4	8.8
	Non-Wash	11.3	12.9	12.1	14.8	15.1	9.2	8.0	10.6	9.6
B	Wash Free	12.5	13.2	12.2	14.3	15.2	11.0	7.5	10.3	9.5
	Non-Wash	12.7	12.9	12.0	14.7	15.8	10.9	9.0	10.2	9.6
C	Wash Free	13.6	12.9	12.8	14.4	16.1	10.9	9.2	9.4	9.7
	Non-Wash	12.4	13.6	12.1	15.1	15.4	10.0	9.0	10.2	10.2
D	Wash Free	12.1	12.9	12.5	13.9	15.0	9.7	7.8	10.8	9.7
	Non-Wash	12.8	13.4	11.8	13.7	15.5	10.5	8.7	10.1	9.0

저장중 수분함량의 변화 저온저장구인 15°C저장에서는 저장기간이 증가함에 따라 저장 9개월까지는 수분의 변화가 미미하였으나 9개월 이후 부터 이후 초기에 비하여 2% 정도 증가한 반면 고온저장구인 30°C 저장에서는 고온증발에 의한 수분함량의 감소현상이 현저하였다.

표 14. 지방의 변화

(단위 : %)

Samples	Storage time(month)									
	0	15 °C					30 °C			
		3	6	9	12	3	6	9	12	
A	Wash Free	0.26	0.38	0.33	0.42	0.33	0.24	0.35	0.45	0.35
	Non-Wash	0.61	0.63	0.64	0.55	0.66	0.62	0.65	0.61	0.57
B	Wash Free	0.17	0.28	0.19	0.24	0.17	0.28	0.22	0.21	0.15
	Non-Wash	0.34	0.36	0.40	0.37	0.42	0.64	0.29	0.36	0.43
C	Wash Free	0.39	0.43	0.54	0.42	0.43	0.32	0.39	0.44	0.40
	Non-Wash	0.78	0.69	0.68	0.82	0.80	0.60	0.78	0.84	0.77
D	Wash Free	0.32	0.38	0.36	0.23	0.35	0.22	0.21	0.25	0.20
	Non-Wash	0.49	0.48	0.47	0.51	0.40	0.37	0.40	0.35	0.37

저장중 지방함량은 품종, 저장온도, 저장기간에 따라 유의적인 변화를 보이지 않았으며 저장초기의 지방함량을 유지하였다. 1년간의 저장시험결과 절대 지방함량은 변화를 보이지 않았으나 지

방의 산패정도는 발생하였을 것으로 사료되며 산패정도를 측정하여 관능검사와 비교 실험을 통하여 “씻어나온쌀”의 저장특이성을 판단하여야 할 것으로 생각되었다.

2) 관능검사

원료쌀의 품종별 저장온도와 저장기간에 따른 기호특성의 변화를 보기 위하여 원료쌀과 “씻어나온쌀”의 관능평가에 의한 전반적인 기호도의 변화를 조사하여 표 15에 나타내었다.

전반적인 관능적 기호도의 변화는 저장기간이 증가함에 따라 전반적인 기호도는 감소하는 경향이었으며 품종 사이에는 큰 차이를 보이지 않았기 때문에 무수세화 처리에 의한 품질의 저하는 나타나지 않았다.

표 15. 전반적인 기호도의 변화

Samples	Storage time(month)									
	0	15 °C					30 °C			
		3	6	9	12	3	6	9	12	
A	Wash Free	6.43	6.86	6.78	6.46	6.28	4.07	3.14	3.54	3.14
	Non-Wash	6.50	6.92	5.71	6.98	7.03	5.14	4.71	5.35	3.39
B	Wash Free	6.00	7.00	6.71	7.29	7.07	4.85	4.07	4.06	4.07
	Non-Wash	6.36	6.36	6.29	6.82	6.37	5.29	4.86	5.45	5.12
C	Wash Free	7.14	5.64	5.85	5.57	8.16	5.00	4.57	4.26	2.24
	Non-Wash	7.14	5.64	6.07	6.04	7.49	5.36	4.43	4.91	3.03
D	Wash Free	3.43	4.00	3.85	3.77	3.45	3.14	2.00	1.87	1.39
	Non-Wash	2.86	3.07	2.77	3.42	3.07	2.47	2.57	2.35	1.05

참고문헌

1. 이상호 :무수세미의 품질특성에 관한 연구보고서, 한국식품개발연구원, 1997
2. (주)SATAKE : 무세미에 대하여,1994
3. Saika,K.G ; 쌀뜨물공해와 BG무세미의 개발, Japan Food Science, 33-38(1998)
4. Shibata,S.H., Kawano,Y.H ; Satake사의 무세미 제조설비,그 개발과 보급 -Super Jiff Rice설비-, Japan Food Science, 39-43(1998)

Development and Commercialization of Wash Free Rice Equipment

Sang-Hyo Lee
Rice Tech. Co.

When the quality and cooking characteristics of wash free rice was compared with those of control milled rice during storage, smaller quality change during storage and more easy to cook was found in wash free rice than control.

The wash free rice equipment manufactured in foreign country was carefully investigated and commercial wash free rice equipment with 1metric ton per hour capacity was made considering the characteristics of domestic rice cultivar.

Modification of the equipment was made through the repeated field test, and the technique on wash free rice equipment was transferred to the RICETECH.

These systems were manufactured in RICETECH will be exported to China next year.