

총설

米穀綜合處理 技術의 現況 및 展望

김 동 철

산업화연구부

1. 서론

쌀농사는 우리 농업의 주춧돌로서 옛날이나 지금이나 그리고 미래까지 그 위치는 불변할 것이라는 데는 그 누구도 의견을 제시하지 않을 것이다. 이처럼 쌀은 우리의 주식으로 깊은 뿌리를 내리고 있는가 하면 우리 나라 농가의 조수입에 약 40%를 차지하고 있는 중요한 작물이다. 그럼에도 불구하고 UR 타결과 함께 국민정서와 연관되고 있는 쌀농사는 최대의 위기 상황에 놓이게 되었고 이를 극복할 수 있는 방안을 강구하기에 각계 각층에서 고심하고 있다.

우리는 쌀의 부족시대에는 증산 정책에 최우선을 둘 수 밖에 없었고, 따라서 재배 기술은 짧은 기간 동안에 많은 발전을 거듭하면서 기계화 영농을 실현하고 있으나, 반면 수확후 관리기술인 건조, 저장, 가공 및 유통부문에 대한 기술개발은 매우 미흡한 실정이다. 예를 들어 건조는 아직도 80% 이상이 자연건조에 의존하고 있고 저장도 입·출고작업의 기계화가 실현되지 않고 있으며, 가공 및 유통은 많은 영세한 입도정공장에서 가공된 80kg 단위의 포장 쌀을 출처를 모른채 유통되고 있을 뿐더러 노동력에 의존하는 작업체계이고 이과정에서 쌀의 양적질적 손실은 7~12% 정도로 연구보고 되는 등 양질미 생산 및 유통체계에 문제점을 내포하고 있다.

중부의 급속한 공업화 정책은 국민경제의 발전과 더불어 개인 소득이 증가 됨으로 육류, 야채 및 과일류 등의 소비는 증가하였으나 1인당 연간 쌀의 소비량은 136kg('79)에서 110.2kg('93)으로 매년 감소되고 있다. 여기서 식생활에서 쌀값이 차지하는 비율도 상대적으로 낮아지고 있어 소비자들은 양보다 질을 우선하는 경향이 급증하고 있어 더욱 양질미 생산이 요구되었다. 그러나 공업화에 따른 농촌 인구의 이농현상은 농촌노동력의 노령화와 부녀화로 직결되어 노동력 부족현상이 심화되어 인건비 상승으로 생산비가 높아지고 있다. 또한 생산능가는 쌀의 잉여 및 상품화의 시대를 맞아 생산 보다는 판매처 확보에 더 고심하게 되므로써 양질미 생산에 깊은 관심을 갖게 되었다. 이러한 사회적인 요구 사항들을 해결하기 위하여 연구개발된 기술이 미국의 수확후 관리기술의 집합체인 미곡종합처리장(Rice Processing Complex, RPC)이라고 할 수 있겠다.

2. 미곡종합처리장(RPC)

가. 시설의 개요

수확된 고함수율의 물벼(24%내외)를 산물형태(bulk)로 농가별로 반입하여 품질 검증, 건조, 저장 및 포장까지 기계적 일관작업이 가능한 종합시

설이다. 즉, 수확된 물벼가 입고되어 청결미를 생산하는 쌀공장이라고 할 수 있다.

나. 구조 및 규모

1) RPC의 기본 구조는 그림 1과 같이 원료의 반입, 정선, 계량 및 건조작업을 위한 조작성, 물벼를 통풍건조하고 저장할 수 있는 10~12칸의 저장건조실, 저장 사일로 그리고 건조저장된 원료를 청결미 까지 가공하는 가공실로 되어 있다. 이밖에 조작성에 별도로 설치된 중앙제어실과 품질검사실이 있고 관련 시설로 부산물인 왕겨와 미강실, 집진 등으로 구축되어 있다.

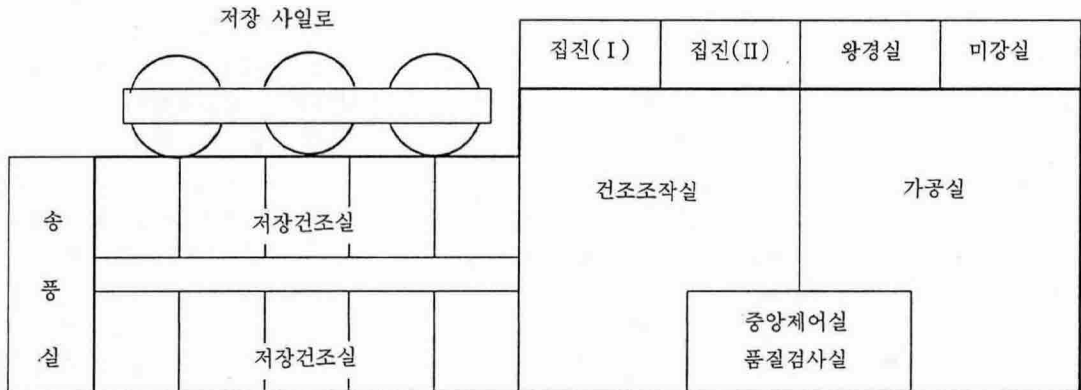


그림 1. 미곡종합처리장의 기본구조 그림

2) 규모

RPC의 규모는 설치지역의 영농 규모와 형태 등에 따라 적정규모는 차이가 있지만 보급되고 있는 시설의 규모를 살펴보면 표 1과 같이 건축규모는 약 250~500평이며 연간 처리능력은 모델 I형은 건조 1,000톤, 저장 600톤 및 가공 4,000톤 그리고 모델 II가 건조 2,000톤, 저장 1,200톤 및 가공 4,800톤인 시설이 보급되고 있다. 물론 시설의 규모가 크면 경제성은 높아질 수 있으나 공동시설인 만큼 농가의 이용을 고려할 때, 편리성을 배제할 수 없고,

보급초기에 농가들의 참여정도 등을 고려해서 증설방안을 고려한 규모이다.

다. 주요공정

미곡종합처리장의 기본공정은 그림 2와 같이 원료비의 반입에서 청결미 출하까지 일관작업이 가능하게 되어 있으며 기계화된 작업체계속에서 수분, 온도 및 물량관리 그리고 이용하는 농가 회원들의 영농에 관한 제반 자료들까지 운영 관리시스템에 의하여 이루어진다.

1) 원료반입

콤바인 수확된 벼의 수분함량은 약 22~26%이며, 이때 용적 중량은 약 570kg/m³정도이다. 산물형태로 반입된 원료는 품종, 수분 및 변질여부 등에 대한 간이검사를 실시한 후 반입호퍼 투입되어 정선기(조선기)로 이송된다. 2중 회전체와 진동식 스크린 체에서 미탈곡된 나락들은 재탈곡기를 거쳐 다시 정선기로 투입되어 진다.

2) 자동계량시스템

시설에 반입되는 원료의 계량은 호퍼 스케일을

표 1. 미곡종합처리장의 모델별 시설규모

규모 모델	건조능력 (톤/30일)	저장능력 (톤, 산물)	가공능력 (톤 / 일)	건물규모 (평)	비 고
※ I형	1,000	600	20	200~300	
※ II형	1,800	1,200	24	300~400	
III형	2,000	2,000	30	400~500	
IV형	3,000	3,000	40	500이상	

주) ※ 현재 보급되고 있는 모델임.

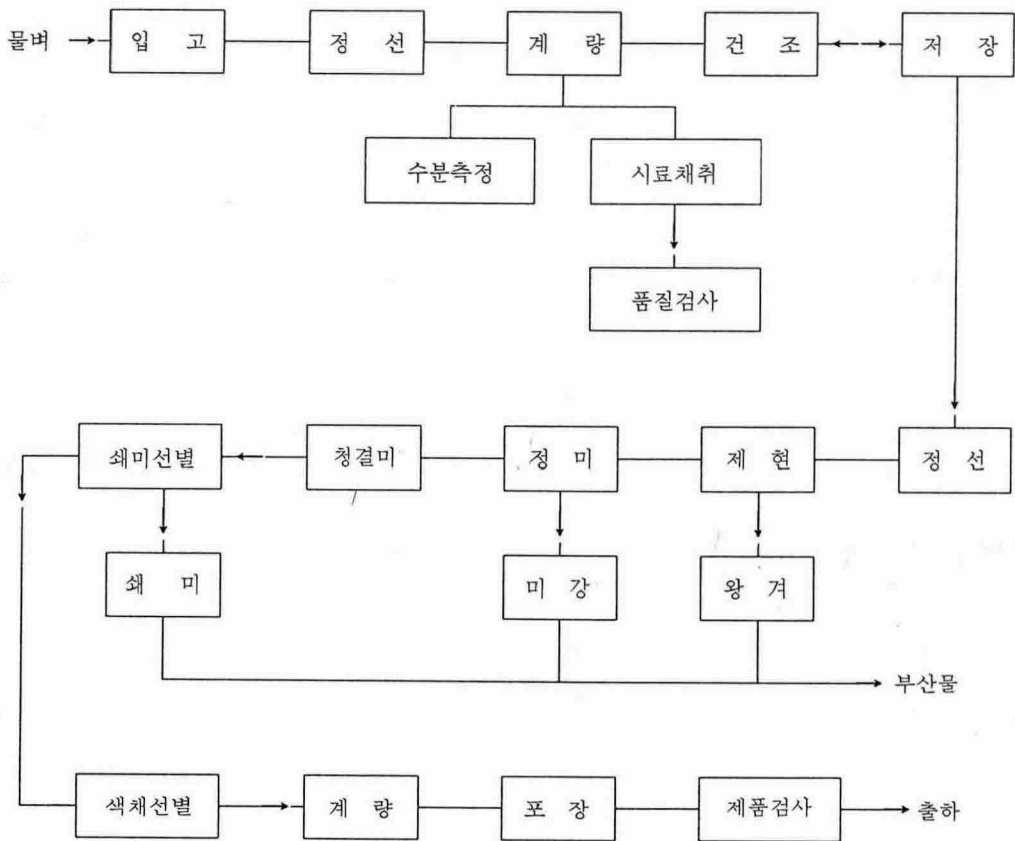


그림 2. 미곡종합처리장의 기본 공정도

사용하고 있으며 정확도는 1/1000이상을 요구하고 있다. 그리고 1회 100~200kg을 계량측정할 수 있도록 되어 있고 처리능력은 시간당 20톤 이상을 기본으로 정하고 있다. 또한 계량과 동시에 품질

검사에 사용될 시료가(약 300g) 자동채취되며 이때 원료의 수분상태를 유전식 수분측정방법으로 측정되도록 구축되어 있다. 이렇게 측정된 원료의 중량과 수분값은 중앙제어실 운영관리시스템으로 전

송되고 채취된 시료는 품질검사실로 이송된다.

3) 수분측정시스템

RPC에서의 수분측정은 오븐법, 유전법 및 전기 저항법이 이용되고 있다. 오븐법은 원료 및 제품의 품질검사에서 정확성이 요구될 때 사용되며 유전법은 호퍼 스케일에 반입되는 원료의 수분함량을 벌크상태로 측정하고 있다. 그리고 품질검사, 건조기의 자동제어 및 이송되는 원료의 수분점검 등에는 전기저항법을 사용하고 있다. 오븐법 측정 방법은 농산물 검사법에 준하여 105°C에서 일정시간 동안 감소된 중량과 초기중량값의 백분율로 표시하게 된다. 그리고 유전법은 곡물의 유전특성(dielectric properties)을 이용하는 방법으로 2개의 평판 콘덴서(condenser)사이에 곡물을 넣고 유전용량을 측정하여 곡물의 수분값을 계산하는 방식이다. 원리는 진공에서의 상대 유전상수가 1이고 물은 81이라는 점에서 출발하는 것이다. 또한 전기 저항법은 곡물이 갖고 있는 전기저항성이나 전기 전도성을 이용하는 방법이다. 이 방법은 시료를 5~10알 정도 채취하여 측정하는 방법과 단립 상태로 연속측정하는 방식이 이용되고 있다.

4) 품질검사시스템

공동작업을 실시하므로 반입된 양과 등급이 분류되고 개인별 지분이 결정되는 것으로 가장 중요한 부분이다. 그 공정을 보면 자동계량기에서 채취된

시료는 품질검사로 이송되어 시료건조기에서 일정한 수분까지(15%내외) 건조한후 이물질의 혼입을 측정하고 다시 시험용 현미기에서 탈부한 후 제현율을 측정하게 된다. 제현된 현미는 광학품질 측정기에서 양질립, 사립, 변색립, 미숙립 및 동할립을 측정하게 된다. 측정된 수분, 제현율 및 품질 측정값은 검사관리시스템에 전송되어 반입된 원료의 건조지수, 정선지수, 현미중량과 등급 그리고 예측되는 백미 생산량을 전표로 발행 할 수 있도록 구축되어 있다.

5) 건조공정

건조형태는 표 2와 같이 크게 화력건조, 통풍건조 및 복합건조 방법이 이용되고 있으며 화력건조에 사용되고 있는 기종은 주로 순환식 건조기이며 '93년부터 연속식 건조기가 도입되고 있다. 순환식 건조기(5~6톤/회)의 평균 건감율(%wb/h)은 0.8%이고 연속식은 1회 통과 시간은 약 30분 정도이며 통과후 템퍼링 시간은 원료곡물의 수분함량에 따라 차이가 있으나 약 4시간 소요되고 충분한 건조를 위해 통과 횟수는 3회 정도이다. 통풍건조는 우리나라의 수확기 좋은 기후조건을 이용한 방법이며 시간당 평균 건감율은 약 0.1~0.3% 정도로 건조속도가 낮고 기후조건이 나쁠때는 사용에 제한이 따르는 문제점이 있으나 보조열원으로 3~5°C를 높혀 주기도 한다. 이밖에 화력건조와 통풍건조를 함께 사용하여 두방법의 장점을 이용하는 복합건조방법이 있는데 이것도 18%까지 화력건조한 다

표 2. 미곡종합처리장에서의 건조방법

방법 단계	화 력 건 조	통 풍 건 조	복 합 구 조		비고
			열풍 건조기	통풍건조	
1단계 건조 (24→18%)	열풍 건조기	통풍건조	열풍 건조기	통풍건조	
2단계 건조 (18→15%)	열풍 건조기	통풍건조	통풍건조	열풍 건조기	

주) 건조단계별 수분함량기준은 차이가 있을 수 있음.

음에 마무리 건조를 통풍건조를 실시하는 방법이 있고 반대로 통풍건조로 18% 까지 건조하고 마무리 건조를 화력 건조하는 방법이 있으나 건조방법은 시설의 형태와 지역의 기후조건 등에 따라 달라 지기도 한다.

6) 저장공정

미곡종합처리장의 저장시설은 크게 분류하면 내부빈과 외부빈이 있으며 재질은 철재와 콘크리트로 구분된다. 빈의 형태는 사각빈과 원형이 있고 사 일로는 바닥면이 평면인 프랫트형과 콘형이 있다. 그리고 저장형태는 산물로 이루어지고 있으며 저장중 곡물의 온도가 상승할 경우 강제 송풍에 의한 환기작업을 실시하거나 순환작업이 가능하도록 구축되어 있다. 특히 산물형태로 입고 및 출고가 이루어 지므로 작업의 기계화가 완벽하게 구축될 수 있다. 이밖에 저장공정에서 중요한 사항은 저장중에 식미를 유지할 수 있는 저장환경 조성과 저장시설의 결로방지 운영방법 등이 있다.

7) 가공공정

가공공정을 크게 분류하면 정선부, 현미부, 정미부, 선별부 및 포장부로 나누어지며 상세한 공정은 그림 3과 같다. 가공실로 이송된 원료는 종합정선

기에서 이물질 선별이 끝나면 현미기에서 제현이 이루어 진다. 현미 분리기로 이송되고 왕겨는 풍 구에 의하여 왕겨실로 배출되며 탈부되지 못한 벼는 다시 현미기로 투입되어 진다. 현미 분리를 거쳐 미숙립 분리를 지난 현미를 석발기를 거쳐 현미탱크로 이송되었다가 정미부에서 백미로 가공된다. 정미부는 약간씩 차이는 있지만 대부분 연삭식 정미기 1대와 마찰식 정미기 3대를 사용하고 있다. 경우에 따라서는 1-pass 정미기 한대로 작업을 행 하기도 한다. 이때 발생하는 미강 및 소쇄미는 별도로 분류되어 미강실과 쇄미실로 이송되어 진다. 그리고 10분도 정도로 가공된 백미는 청결미(연미) 가공을 실시하게 되는데 청결미 가공방법은 건식과 습식이 있으며 우리 나라에서는 습식방법을 사용하고 있다. 청결미 제조원리는 쌀입자 표면에 소량의 물을 묻혀 준다음 쌀 입자간의 마찰과 강한 공기와류를 이용하여 백미 표면에 묻어있는 미분, 미강 또는 이물질을 제거하는 것이다. 일반적으로 청결미 가공시 약 0.5% 정도 가공이 일어나므로 백미 가공시 이를 고려하는것이 바람직하다. 이렇게 가공된 청결미는 쇄미선별기와 색채선별기에서 쇄미와 변색립 또는 유백립 등을 선별한 후 제품탱크로 이송되었다가 1~20kg 단위로 포장되어 출하 된다.

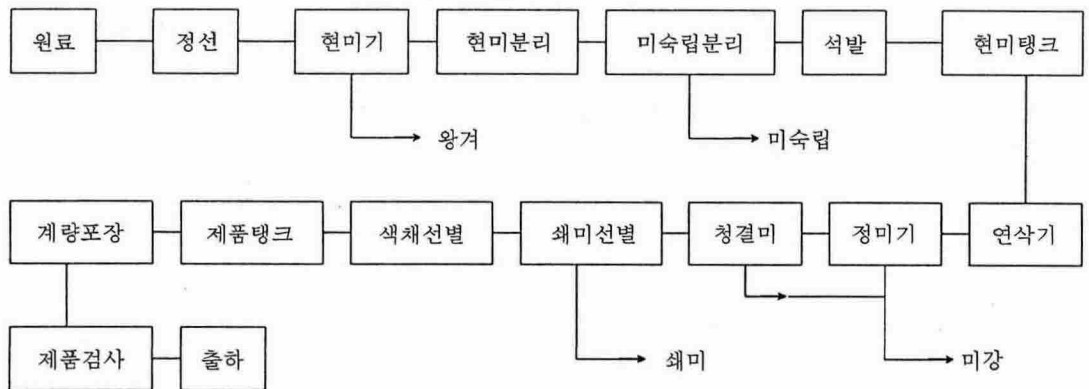


그림 3. 미곡종합처리장의 가공공정

8) 제품검사

청결미로 가공된 쌀은 제품검사를 실시하게 되는데 검사항목은 제품의 백도, 수분, 쇠미 혼입물 및 동할을 등에 의하여 등급과 출하가격이 결정되어진다. 그러나 아직까지는 보급 초기인 탓에 제품관리기술이 매우 미흡한 상태로 운영되고 있으나 식미 가장우수하단 것으로 알려지고 있는 쌀의 수분함량 15.5~16.5%를 고려하여 가능한 건조 및 저장공정에서 수분관리에 역점을 두고 있는 실정이다.

라. 기술의 보급현황

미곡종합처리장(RPC)은 한국식품개발연구원에서 연구개발한 농촌 기술들인 농가단위의 건조저장시설로 보급되고 있는 약 8만동의 개량공간, 산물상태로 건조저장이 가능한 100평 규모의 개량평창고, 청결미 제조기 및 미강안정화 처리기 등의 실용화 과정에서 축적된 기술이 종합된 시설이다. 그 시초는 '88년 유당농원에 설치한 시험용 미곡종합처리장이며 동 시설을 3년간 운영실험을 실시

한 결과, 기존방법에 노동력이 90% 정도로 절감가능하면서 양질의 청결미를 생산 할 수 있는 시설로 입증되었다. 그리고 정부의 농어촌구조개선사업의 중추적인 위치를 차지하게 되는데 그 이유는 지역의 특산미 개발과 더불어 생산능가가 가공 및 유통까지 참여할 수 있도록 하여 소득제고에 이바지함은 물론 양질미를 생산하여 쌀의 국제경쟁력을 갖는 유일한 길인 동시에 공동영농을 통한 생산비 절감과 농가에 부업 할 수 있는 시간을 줄 수 있는 기반조성이 가능하기 때문이다. 이같은 미곡종합처리장의 보급사업으로 하여금 우리 나라 양곡정책에 일대변화를 일으키는 계기를 마련하게 되었다.

각 시도별 보급현황을 살펴보면 표 3과 같이 '91년에는 정부 시범사업으로 경북안계와 충남 합덕농협에 각 1동씩 2동이 설치되었다. 그리고 '92년에 30동, '93년 51동, '94년 70동이 보급될 예정이며 향후 약 400동 이상이 설치될 계획으로 있다. 그리고 설치대상을 보면 '92년 까지는 생산자 단체인 지역농협에 국한하였으나 '93년 부터는 민간 유통활성화 방안으로 정부 임도정공장도 참여가 가능하도록 하였다.

또한 각 도별 사업량은 미곡 생산량을 기준하여

표 3. 미곡종합처리장에서의 지역별 보급현황('91~'93)

(단위 : 동)

지역	1991	1992	1993		계	비 생산량 '92년 기준 (천 톤)
	농 협	농 협	농 협	민 간		
경 기		4	6	3	13	760
강 원 도		2	3	1	6	231
충 남	1	4	5	1	10	844
충 북		2	2	1	5	313
전 남		5	7	4	16	874
전 북		5	3	3	11	875
경 남		4	4	2	10	572
경 북	1	4	1	4	10	744
광주직할			1	1	2	45
합 계	2	30	31	20	83	5,258

주) 발버는 제외되었음

보급동수를 결정하였는데 현재로는 쌀의 주산지인 전남, 경기, 전북 및 충남 순으로 보급되어 있음을 알 수 있다. 반면 강원도 같은 곳에서 상대적으로 많이 보급되고 있지만 향후는 거의 보급되지 않을 것으로 판단된다. 그러나 곡창지대에서는 정부의 지원정책에 따라 약간의 차이가 있겠지만 지속적으로 보급될 것이다.

3. 기술의 전망

미곡종합처리장은 농촌의 노동력 부족현상을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 농가의 부업기회를 제고하고 지역의 특산물 생산 및 산지 유통기능을 활성화 할 수 있다. 그리고 기계화를 통한 건조비와 유통 조작성비용 절감에 의한 생산농가의 소득을 향상할 수 있고 우리 나라에서 쌀이 국제 경쟁력을 갖게하는 유일한 방법인 양질미 생산체계가 구축될 수 있다. 그러나 아직은 계획적인 영농체계가 구축되어 있지 못하고 이용농가도 공동작업 보다는 시설에 미곡을 판매하려는 경향이 높아 영농지도와 홍보가 필요하다. 하지만 농촌인구의 노령화와 부녀화 그리고 위탁 영농체계가 활성화되는 추세를 감안 할 때 빠른 기간에 정상화 될 것으로 사료된다. 따라서, 품종과 생산지가 분명한 소포장 단위의 제품이 유통되게 되고 고정 소비자를 확보해야되는 판매 경쟁시대에 돌입하게 된다. 그러므로 여기에 적극 부응하기 위해서는 객관적인 품질판정기술을 확립하여야 하고 절감되는 노동력을 활용할 수 있는 정책이 뒤따라야 할 것이다. 아울러 미곡종합처리장은 무수세미를 생산하는 제품의 고급화 그리고 쌀의 소비를 촉진할 수 있는 밥공장과 연계 운영방안이 대두될 것이다. 이밖에도 동 시설이 영농센터화로 발전시킬 수 있는 방안이 모색되어야 한다. 예를 들어 생산되는 왕겨를 이용한 유기질 퇴비 공장, 공동육묘장, 농기계 수리, 농자재 판매, 농산물 유통 및 영농정보제공 사업이 단계적으로 이루어질 수 있어야 한다.

참 고 문 헌

1. 한국과학기술연구소 : 양곡보관창고 개선에 관한 연구 I ~ V (1977~1981)
2. 한국과학기술원 : 미곡의 종합처리 가공기술 개발에 관한 연구(1987)
3. 한국식품개발연구원 : 미곡종합처리 가공기술 개발에 관한 연구(1988~1991)
4. 한국식품개발연구원 : 미곡종합처리기술의 현황과 발전방향(1992)
5. 한성공업주식회사 : 농업경영 혁신을 위한 미곡종합처리장(1993)
6. 각 군청 : 군 통계연보(1986~1991)
7. 농림수산부 : 농림수산 통계연보(1992)
8. 농협중앙회 : 농협연감(1992)
9. 농기구협동조합 : 농업기계연감(1992)
10. 농림수산부 : 미곡종합처리장 운영편람(1992)
11. 한국은행 : 기업경영분석(1993)
12. 한국농촌경제연구원 : 미곡종합처리장의 경제성과 운영에 관한 연구(1992)
13. 山下律地 : 곡물건조시설의 진단, 일본농업기계학회(1985)
14. 한국과학기술연구소 : 미강유지자원의 효율증대를 위한 extrusion가공과 보급형 extruder개발 및 활용에 관한 연구
15. 장동일, 신명근, 권태원 : 미곡의 종합처리장의 적정규모 분석 연구, 한국농업기계학회지, 12(4), 16(1987)
16. 山下律地 : 農産施設のコストエンジニアリング, 농업기계학회(1992)
17. 日本精米工業會 : 精米工場の電力節減対策, 精米工業, 122(1990)
18. 日本精米工業會 : 共乾施設の 經營收支試算方法につくて(補正版), 全體施設・資材部資料(1991)
19. 한국식품개발연구원 : 기존 시설을 활용한 미곡의 산물건조저장 방안에 관한 연구(1992)
20. 한국식품개발연구원 : 미곡종합처리장의 보급 활성화에 관한 연구(1993)