

특집: 식량산업의 현황 및 발전 방향

쌀 산업 경쟁력 강화를 위한 수확 후 관리기술

김의웅 · 안재환 · 김 훈^{*}

한국식품연구원 안전유통연구본부

Post-Harvest Technology for Competitiveness of Rice Industry

Oui Woung Kim, Jae Hwan Ahn, and Hoon Kim^{*}

Division of Food Safety, Distribution and Standard Research

서 론

벼 수확 후 처리시설인 RPC(Rice Processing Complex, 미곡종합처리장)는 벼를 수확 후 산물 형태로 입고하여 건조, 저장, 가공 및 포장공정까지 일괄처리가 가능한 기계화·자동화된 시설이며, DSC(Drying and Storage Center, 건조저장시설)는 벼를 반입, 건조 및 저장하는 시설로, 2015년 기준 RPC는 224개소(농협 149개소, 민간 75개소)가 운영 중이며, 연간 2,581천톤(2104년 기준)을 처리하여 우리나라 쌀 유통량의 63.6%를 담당하고 있다(1).

1990년대에는 농촌 노동력의 노령화 및 부녀화로 노동력 부족현상이 사회적인 문제로 대두되기 시작하였고, WTO 체제에서 농산물시장의 개방화에 적극적으로 대응하기 위한 생산비용 절감 및 품질경쟁력 향상이 요구되었다. 이와 같은 농촌 노동력 절감, 산지유통 활성화, 양질미 생산 및 생산농가의 편익제공 등을 목적으로 농어촌구조개선사업의 일환으로 RPC가 설치되기 시작하였다. 1991년부터 2001년까지 총 328개소의 RPC(1세대)가 조성된 이후, 정부에서는 쌀 시장의 추가 개방에 대응하고 우리나라 쌀 산업 경쟁력을 향상시키기 위하여 2007년부터 현재까지 생산거점별 100대 대표 쌀 브랜드 육성을 목표로 통합을 통한 규모화 및 현대화된 RPC(2세대)를 지속하여 보급하고 있다. 이 과정에서 객관적인 성능 위주의 RPC 보급체계 확립을 통한 정책목표의 달성을 위하여 RPC 단위기계 및 장비 성능 검정제도, 가공시설현대화성능검사제도 등을 도입하여 시설 및 기술의 발전을 가져왔다. 그러나 최근 쌀 수입 관세화, 1인당 쌀 소비량의 감소에 따른 쌀 생산과잉 기조 유지, 쌀값 저하, 과당경쟁으로 인한 적자 RPC 증가, 잡곡 및 특수가공미 등 건강 지향적으로 소비패턴 전환 등 우리나라 쌀 산업여건의 급격한 변화에 대응하기 위해 규모화를 통한 품질 및 가격경쟁력 향상, 대형유통업체와의 가격교섭력 향상을 위한 Mega

RPC의 추진과 관련 연구가 필요하다. 통합으로 증가하는 시설의 효율적인 관리체계구축은 물론, 소비자에게 안전한 고품질 쌀의 제고 및 외국산 쌀과의 차별화를 위한 생산, 가공 및 유통과정 중 물량, 이력 및 품질을 자동으로 관리할 수 있는 ICT 융합 u-RPC 보급, 식미 위주의 가격체계의 확립 등 RPC를 중심으로 한 쌀 가공 및 유통시스템의 혁신도 필요한 시점이다.

RPC 시설 현황

1세대 RPC

반입, 건조, 저장 및 가공시설이 조합된 최초 RPC 모델을 1988년 유당농원에 시범 설치된 이후, 농어촌구조개선사업의 일환으로 1세대 RPC는 농촌노동력 부족현상 해소, WTO 개방화에 대응하기 위한 생산비용 절감 및 품질경쟁력 향상을 목적으로 1992년부터 2001년까지 총 328개소(농협 200개소, 민간 128개소)가 보급되었다(표 1). DSC는 1995년 정부양곡의 산물수매 시범사업을 하면서 부족한 RPC 건조저장능력을 높이기 위한 목적으로 보급되기 시작하여 2015년 말 현재 1,353개소가 설치되었으며, 2015년 정부의 중장기 쌀 수급대책에 따르면 2020년까지 전체 벼 유통량 대비 저장능력을 70%까지 확대할 예정이다.

1세대 RPC의 규모는 평균 3.0 ton/hr(2) 수준의 비교적 소규모로 보급되었으나, 수확 후 비용 및 노력 절감, 품질향상, 유통개선, 정부수매기능 보완과 안정적인 판로 제공, 관련 산업발전에 기여하는 등 RPC 보급목적의 충실한 달성은 물론 농업구조조정사업의 가장 성공적인 사업으로 평가받고 있다(표 2).

2세대 RPC

그동안 정부의 식량정책은 쌀의 증산이 가장 중요한 과제였지만, 2002년부터 “고품질 쌀 생산”으로 전환되었으며, 2003년에는 RPC 경영개선을 위해 경영평가제도를 도입하여 벼 매입자금을 차등 지원하기 시작하였다. 2004년 쌀 관세화 유예 협상에 따라 정부에서는 안전성

^{*}Corresponding author

E-mail: hkim@kfri.re.kr, Phone: 031-780-9210

표 1. 연도별 1세대 RPC 보급현황

구 분	연도별 보급수(개소)											합 계
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
농 협	2	30	31	45	22	17	18	25	4	5	1	200
민 간	-	-	17	21	17	18	15	23	7	7	3	128
계	2	30	48	66	39	35	33	48	11	12	4	328

표 2. 1세대 RPC 사업의 성과(3)

항 목	성 과
수확 후 비용 및 노력절감	- RPC에서 수확 후 건조, 저장, 가공작업의 일관 자동화 수확 후 처리비용 절감율: 34%(727억 원/년) 양곡 손실 절감율: 83%(649억 원/년) 노동투하시간 절감율: 64%(33.7시간/톤→12.2시간/톤)
품질향상	- 산물처리 일관기계화를 통한 쌀 품질향상: 일반미 대비 4~11% - RPC 계열화로 계약재배면적 확대: ('95) 15천 ha→('02) 135천 ha
유통개선	- 산지시장 점유율 증대로 산지유통의 거점화: ('95) 7.4%(243천톤) → ('02) 40.0%(1,485천톤) - 농가수취가격, 유통부가가치 제고: 11,330원/80 kg, 2,670원/80 kg
정부수매기능 보완과 안정적 판로제공	- 수확기 집중출하 흡수: RPC 매입량: ('95) 243천톤 → ('02) 1,485천톤 정부수매량: ('95) 792천톤 → ('02) 397천톤
관련 산업 발전에 기여	- RPC 플랜트 및 장비수출: 인도네시아, 인도, 베트남, 태국 등 - 장비 국산화 및 기술개발촉진: 색채 선별기, 곡물 냉각기 등

에 대한 요구가 없는 시대에 설치된 소규모의 노후화된 1세대 RPC로는 쌀 관세화 유예로 수입되는 외국산 쌀과 경쟁력 확보는 물론, well-being, LOHAS 시대에서 안전한 고품질 쌀을 찾는 소비자 needs의 충족이 불가능하다는 판단으로 RPC 규모화 정책을 추진하였다. 2004년 충남 연기 등 3개 군을 시작으로 2015년 말 현재 총 46개소의 RPC가 통합되었다. 2007년부터는 RPC 통합이 더욱

확대되었고, 쌀시장 개방폭 확대 및 소비자 needs 변화에 대응할 수 있는 시·군단위 대표브랜드 100개를 달성하기 위하여, 농림축산식품사업으로 고품질 쌀 브랜드 육성사업을 추진하여 2016년 2월 현재 55개소의 2세대 RPC가 보급되고 있다(표 3).

2세대 RPC는 안전성 확보를 위한 GAP 시설기준 적용, 공장자동화를 위한 MMI(Man Machine Interface)에 의

표 3. 연도별 고품질 쌀 브랜드 육성사업(2세대 RPC) 추진현황

추진연도	농 협		민 간	계
	통 합	연합 / 단독		
2007	경기안성, 충북진천, 충남연기, 충남부여, 전북정읍, 전북고창, 전남함평, 전남해남(옥천)			8
2008	충남예산, 전북서김제, 전남보성, 경북의성, 경기이천남부, 전남장흥(정남진)	경북상주(상주)	전북군산제회	8
2009	강원횡성, 전북익산, 전남영암, 경북경주, 경남김해	충남당진(신평), 전북남원(남원), 경남의령(의령), 경북안동(서안동)		9
2010	경기여주, 충북음성, 충남공주, 전남영광, 전남무안	경남함양(함양)	전남나주봉황, 경북김천건양	8
2011	충북청원, 충북충주	충남서산(운산), 경북포항(홍해)	경북의성삼안	5
2012	충남보령, 전북임실, 충남서천	-	충북청원광복	4
2013	인천강화, 경기파주		전북익산명천	3
2014		충남당진(송악)	전북김제새만금	2
2015	경북예천, 경남창녕		전북김제이택 전북부안라이스프라자	4
2016	충북청원*	전북익산(익산), 전북군산(대야)	충북청원광복*	4
계	34	11	10	51

*특수가공미라인 추가지원

한 PC 제어, 부산물 공기이송, 로봇적재 및 잔곡방지시설 도입, 가공능력(7.2 ton/hr)의 규모화, 운영관리 개선을 위한 자동수출 및 재고관리시스템(YICS, Yield and Inventory Control System) 도입, RPC 단위기계 및 장비 성능 검정제도, 가공시설현대화 성능검사제도 등의 도입으로 객관적인 성능체계구축 등의 특징이 있다(표 4)(1).

고품질 쌀 브랜드 육성사업으로 2007년부터 현재까지 보급되고 있는 RPC는 규모, 자동화, 안전성, 운영관리 및 객관적인 성능 검정 체계 등 5가지 부분의 시설적인 특징에서 1991~2001년에 보급된 초기 RPC와 차이가 있으며, 따라서 1991~2001년 보급된 328개소의 초기 RPC를 1세대 RPC, 2007~현재 보급되고 있는 RPC를 2세대 RPC로 구분하고 있다. RPC 통합 및 2세대 RPC의 보급을 통한 규모화 및 현대화로 안전한 고품질 쌀 생산은 물론, RPC 경영상태가 개선이 크게 개선된 것으로 평가되고 있다.

2015년 말 현재 RPC 224개소(농협 149개소, 민간 75개소)(표 5)와 1,353개소의 DSC에서 연간 약 2,581천톤(2014년 기준)의 벼를 처리하여 우리나라 쌀 유통량(2014년 기준)의 약 63.6%를 담당하고 있다(4). RPC 및 DSC의 도입으로 유통구조 단순화로 유통비용 비중을 약 20%로 절감하였고, 시설현대화 및 건조·저장시설 등 수확 후 품질관리 인프라 구축으로 안전한 고품질 쌀 생산기반이 되고 있으며, 2005년 수매제 폐지 이후 RPC 중심 공공비축제 도입으로 시장자율기능이 강화되는 등 RPC는 우리나라 쌀 민간유통의 중심시설이 되고 있다.

RPC 연구 동향(1991~2012년)

벼의 품질은 한 번 저하되면 어떠한 방법으로도 품질을 향상시킬 수 없으므로 농민이 재배하여 수확된 벼의 고품질을 잘 유지하여 소비자에게 그대로 전달하는 기술은 수확 후 시설에서 가장 중요한 관건이 되는 기술이다. 즉, 벼 수확 후 쌀 품질의 대부분이 RPC에서 결정되므로 수확 직후의 고품질을 최대한 유지하기 위해서는 반입, 건조, 저장 및 가공 등 각 공정이 최적조건으로 운영되어야 한다. 1991년 RPC에 대한 최초의 모델이 한국식품연구원에서 개발된 이후, 한국식품연구원 및 농촌진흥청과 같은 연구기관, 서울대학교, 성균관대학교, 충북대학교, 충남대학교 등 많은 대학에서 연구가 활발하게 진행되었고, RPC 보급사업은 농협은행 주도로 진행되면서 모델의 기술성 및 효율성에 대한 연구가 진행되었으며, 한국식품연구원 모델을 포함한 약 8개 정도의 모델이 설치되었다. 특히, 1995년부터 시작된 정부양곡의 물벼의 산물수매에 따라 물벼의 반입, 건조 및 저장시설의 연구가 집중적으로 이루어지면서 성능 및 능력이 향상되는 등의 변화를 가져왔다. 정부정책이 2002년부터 고품질 쌀 생산으로 전환된 이후 건조 및 저장보다 상대적으로 시설 및 기술 수준이 낮은 가공에 대한 관심이 집중되었으나, 2002년 당시에는 가공에 관한 체계적인 연구와 가공시설 및 운영 기술이 고품질 쌀 생산에 적합한지에 대한 객관적인 연구 자료가 보고되지 않았다. 또한, 제1세대 RPC의 보급 이후에는 1991년 한국과학재단 산하의 연구회로 등록된 곡물종합처리연구회 등을 기반으로 2003년 한국 RPC 연구회가 설립되었고, 정기적으로 「RPC 기술과 경영」이라는

표 4. 1세대 및 2세대 RPC의 차이(1)

항 목	1 st G RPC	2 nd G RPC
규 모	3.0 ton/hr ¹⁾	평균 7.2 ton/hr(5~10 ton/hr, 백미 생산기준)
자동화	일관체계(반입, 건조, 저장, 가공, 포장공정)	MMI(Man Machine Interface) PC 제어, 로봇적재시스템, 부산물공기이송시스템 등
안전성	-	GAP 농산물우수관리시설기준(청결요구도별 칸막이, STS 자재 사용, 잔곡방지시설, 청결외기도입시스템 등) 적용
운영관리	수작업(Excel 등)	YICS(Yield & Inventory Control System, 자율수출재고관리시스템) 등
성능 검정체계	-	단위기계 및 장비 성능 검정, 가공시설현대화 성능검사

RPC 1개소당 평균 가공능력 7,105톤을 환산한 능력(2).

표 5. 연도별 RPC 설치현황

구 분		연도별 RPC 설치수(개소수)								
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
경영자 ¹⁾ 형태별	농협	173	164	161	155	152	152	152	151	149
	민간	113	109	103	98	83	81	83	83	75
계		286	273	264	253	235	233	235	234	224
세대별	1 st G RPC ²⁾	278	257	239	220	197	191	190	187	173
	2 nd G RPC	8	16	25	33	38	42	45	47	51

¹⁾경영자 형태별 RPC 개소수는 농림축산식품부(2016. 2) 자료임.

²⁾1stG RPC 개소수는 2ndG RPC(고품질 쌀 브랜드 육성사업)의 연차별 보급개소수를 제외한 추정치임.

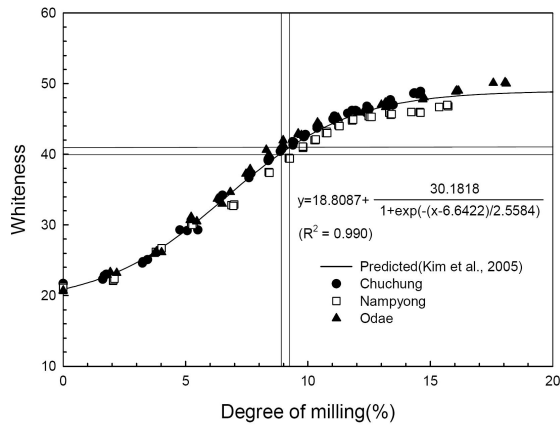


그림 1. 도정도에 따른 백도 변화(5)

연구회보를 2015년까지 발간하였다. 한국식품연구원의 2002년부터 2012년까지 주요 연구분야는 건조·저장, 가공, 유통 및 품질, 평가 및 분석 등 수확 후 전 분야였으며, RPC에서의 새로운 공정체계 및 기준개발, 고품질 쌀 생산을 위한 기술개발, 객관적인 단위기계 및 시스템 성능의 평가 기준 및 방법의 개발 등의 연구가 이루어졌다. 가공시설 보급이 중단된 2001년 이후에도 정미분야와 관련해서는 RPC에서 효율적인 도정을 위한 도정기준정립(그림 1)(5), CBB index를 이용한 도정편차측정기술(그림 2)(6), 도정도 모델링 및 도정배분 연구(7-10) 등의 연구개발 결과가 보고되었으며, 이외에도 중저온저장기술(11-13), RPC 성능평가방법 및 기준연구, 정미시스템 및 색채 선별기 등 주요 단위기계 성능향상에 대한 연구, 에너지절감을 위한 공정기술(14), 클린라이스 등 새로운 도정 관련 시스템(15)에 관한 많은 연구가 지속해서 진행되었다.

RPC 향후 연구방향

주변국의 쌀소비량 추세를 감안할 때 2024년 1인당 쌀 소비량은 51 kg으로 저하될 것으로 전망하고 있어 안

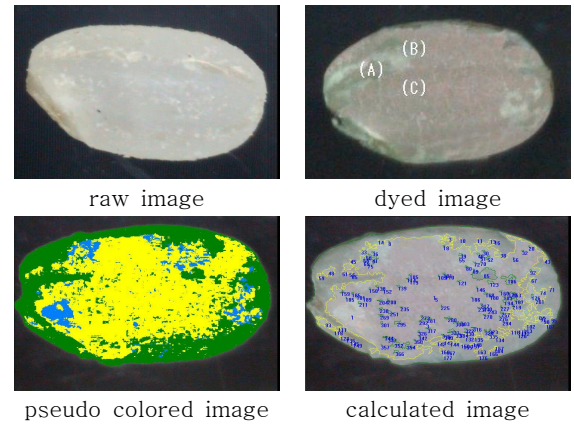


그림 2. NMG 염색법을 이용한 CBB index 측정순서(6)
(A) 과피층, (B) 호분층, (C) 배유층.

정적인 생산기반의 유지 및 쌀 소비량 감소에 대응한 대책 마련이 시급한 실정이다. 현재 운영 중인 224개소 RPC는 세대별로는 1세대 RPC가 173개소(77.2%), 2세대 RPC가 51개소(22.7%)이며, 보급 시기만으로 판단할 때 약 181개소 RPC(80.8%)는 내용연수(가공시설 8년)를 경과하여 노후화되었을 것으로 추정되고 있다. 또한, 224개소 RPC의 평균 규모(가공능력)는 4.0 ton/hr에 불과하여 일본의 정미공장의 평균 규모인 8.6 ton/hr의 46.5%로서 아직도 대단히 소규모이다. 생산과잉 및 과당경쟁에 따라 농협 RPC 중 적자 RPC가 57.4%(2014년)로 규모화는 물론 효율성 제고를 위해 연간 약 50,000~66,000톤 규모(가공능력 15~20 ton/hr)의 벼를 가공할 수 있는 Mega(광역통합) 규모 수준까지의 RPC의 추가적이면서 지속적인 통합이 더욱 필요하다. 한편, 쌀 소비형태는 세계 식품시장의 mega-trend인 well-being 및 LOHAS, 미래 식품시장의 가장 강력한 키워드인 “건강”을 중심으로 퀴노아, 아마란스, 렌틸콩, 병아리콩 등 소위 “슈퍼 곡물”의 해외직구가 급증하여 2014년 곡물류 수입건수는 2009년보다 9,343% 증가(16)하였고, 백미 대체용으로 가구당 현미구입량은 8.2 kg(2010)에서 9.9 kg(2012)으로 20.7%가 상승하였다. 현미식의 소화·흡수율 저하(백미

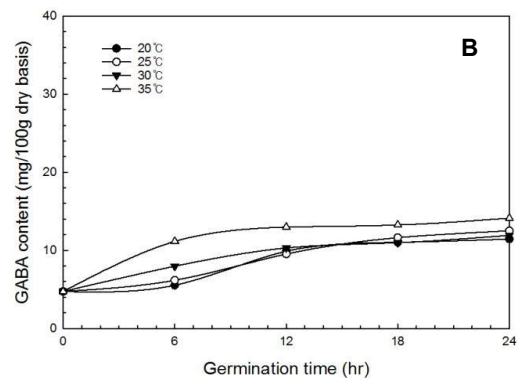
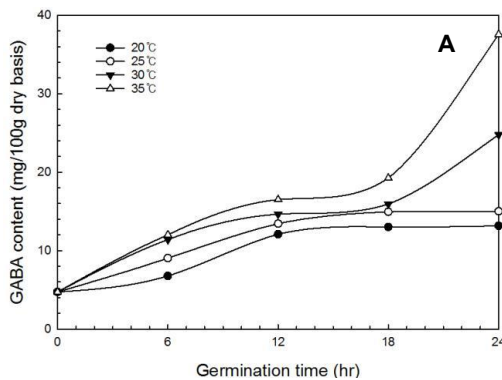


그림 3. 발아방식 별 발아온도 및 발아시간에 따른 GABA 함량 변화(18)
A: 침지+산소공급 발아방식, B: 침지 발아방식.

98%, 현미 90%), 거칠고 딱딱한 식감, 높은 phytic acid 함량(현미 1.03~1.17 wt%)(17) 등의 문제를 해소할 수 있는 배아미 및 발아현미(그림 3)는 물론, 우리나라 1인 가구 비율이 약 27.1%로 증가추세로서 편리성이 높은 클린라이스, 특정질병예방 및 치유와 재미를 더하는 영양강화미 등 특수미가 최근 “건강”과 “편리성”을 추구하는 소비패턴에 따라 최근 언론보도 등을 통해 재조명받고 있다. 특수미(specialty rice)는 사전적 정의는 없으나, 통상 현미를 특수가공한 배아미 및 발아현미, 씻을 필요 없이 취반이 가능한 클린라이스, 클린라이스에 각종 영양소 혼합액을 코팅한 영양강화미, 현미, 백미, 잡쌀 및 유색미(흑미 등)와 잡곡을 혼합한 혼합미 등을 칭하고 있다. 한편, 일본에서는 특수미와 유기재배미 및 특별재배미 등을 모두 포함하여 부가가치미(附加價値米)라고 정의하고 있으며, 특수미가 쌀 유통량의 약 15.0% 수준(배아미 2.4%, 발아현미 3.7%, 클린라이스 7.0%, 영양강화미 1.9% 등)에 달하고 있다. 아직 우리나라에서 특수미 판매량과 관련된 통계는 없으나, 영양 및 편리성을 갖춘 배아미가 최근 mega-trend에 잘 일치하고 있고 최근 대형유통업체에서 배아미 등의 판매가 급증하고 있으며, 대기업에서 GABA(γ -aminobutyric acid) 쌀(백미)을 출시하는 등 향후 특수미 수요가 매우 증가할 것으로 예측된다. 이와 같은 쌀 산업환경변화에 대응하기 위하여 정부에서도 2015년부터 특수미 대량생산체계가 포함된 Mega RPC 모델개발에 관한 연구개발을 추진(18)하였으며, 2016년부터는 고품질 쌀 브랜드 육성사업에 혼합미 등 특수미 제조시설의 추가지원을 시작하여 충북청원통합 RPC 및 광복 RPC에서 배아미, 혼합미, 클린라이스 등의 특수미 시설을 설치하고 있다. 따라서 향후 RPC의 시설방향은 광역통합 수준으로 규모화되면서 쌀을 포함한 잡곡 등 다양한 곡물의 처리와 기능성이 함유된 특수미 생산이

가능한 종합곡물처리시설인 Mega RPC로 기능이 확대될 것으로 기대되고 있다.

2세대 RPC는 규모화, 위생 위주 안정성, 공장자동화 등의 측면에서 1세대 RPC에 비해 획기적인 발전을 이루었지만, 들녘별경영체 등 생산조직과 RPC와의 생산·유통연계체계, 외국산 쌀과의 차별화를 위한 쌀 이력추적시스템, 수입쌀의 혼합판매 등 부정유통방지체계, 규모화에 따른 RPC의 효율적 관리체계, 최근 쌀에서 급격하게 떠오르는 비소 등 중금속문제 등에 대해서는 별도의 해결방법 도입이 필요하다. 쌀에서 비소문제는 2012년 미국산 쌀에서 무기비소(inorganic arsenic) 검출발표에 따라 미국 쌀의 잠정 판매입찰중단조치가 취해지면서 급격하게 대두된 문제로, 쌀은 토양과 관개수로부터 비소를 흡수하고 비소는 자연적으로 발생하거나 살충제와 비료 찌꺼기로부터 인공적으로 유해하다. 발암성 물질인 무기비소에 대해 최근 세계보건기구(WHO)는 백미에서 0.2 mg/kg을 최대오염물질수준으로 규정하였고, 2015년 유럽연합도 동일하게 규정하였으며, 어린이와 영아는 0.1 mg/kg을 최대오염물질수준으로 적용하였다. 최근 국내에서도 수입 및 국내 유통 쌀에 무기비소를 포함한 중금속 기준을 신설하여 국제식품규격 수준으로 강화하여 소비자 불안감을 해소하고 부적합한 식품의 국내 유입을 차단(19)하는 노력을 하고 있으나, 원료 벼를 수집하여 건조저장 후 가공하여 출하하는 RPC에서 관리는 현재 불가능한 실정이다. 한국식품연구원(20)은 소비자에게 쌀의 이력 및 품질정보를 제공하고, 규모화되는 2세대 RPC의 효율적인 관리를 위해 GIS/LBS 등 IT, Fuzzy theory 및 Spectrometry 등의 관련 기술이 융합된 ICT 기반 들녘별경영체와의 생산·유통연계시스템, RPC 이력관리시스템, 실시간품질관리시스템, 쌀 이력추적시스템 등 4개 시스템을 개발(그림 4)하여 2015년부터 농림축산식품부 사업



그림 4. u-RPC의 기술 개략도(20)

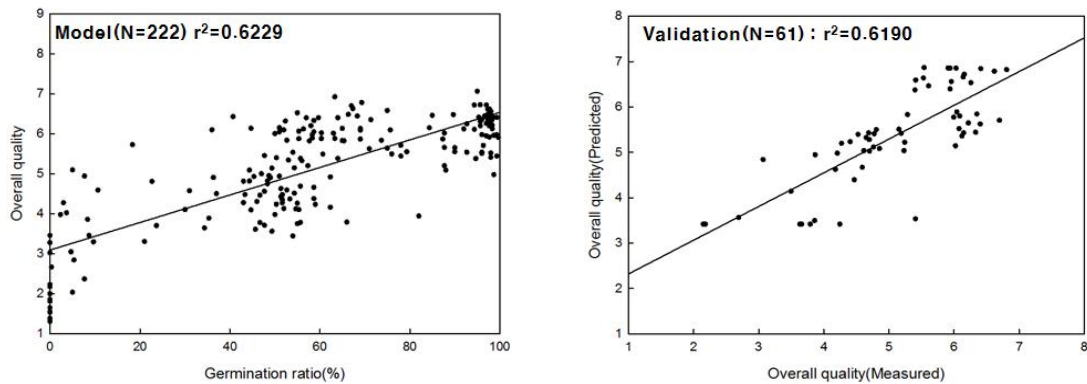


그림 5. 현미지표 model 개발 및 validation(24)

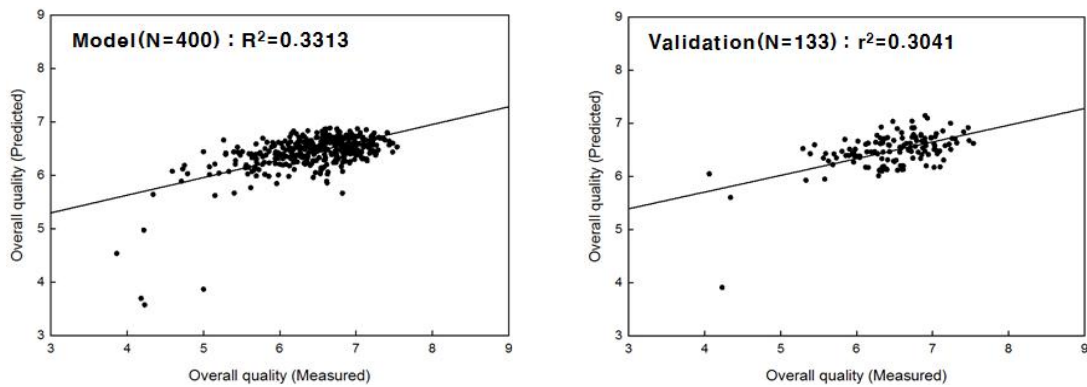


그림 6. 백미 식미지표 model 개발 및 validation(24)

비 지원으로 시범사업 중에 있으며, 2016년 충북청원통합 RPC를 시작으로 보급이 추진될 계획이다. 또한, 최근 급격하게 대두되고 있는 비소 등 중금속 오염의 사전방지 및 회피기술을 포함하여 u-RPC 모델의 고도화를 위해 다음과 같은 연구를 진행 및 추진 중이다.

① 들녘경영체(쌀채배단지 등) 필지별 전자지도화, 생산이력관리, RF 기반 반입 및 품질측정 등을 통해 RPC에서 구분 반입처리, 필지별 영농지도 및 단지별 평가 등을 실시하는 ICT 기반 RPC와 들녘경영체(쌀채배단지 등)의 생산·유통연계시스템 구축

② 효율적인 벼 반입 및 이력관리를 위한 Drone 및 최적 경로 예측프로그램을 이용하여 콤바인과 연계한 반입 scheduling 시스템 구축

③ RPC 및 DSC 반입 벼부터 RPC 출하 쌀까지 물량, 이력 및 수율관리에 의한 lot 별 자동이력, 재고 및 감도, 품종순도 및 수율 관리가 가능한 RPC 이력관리시스템 구축

④ RPC 가공 쌀의 실시간 품질(함수율, 백도, 단백질함량, 아밀로오스함량, 등급 등) 측정 및 측정치를 lot 별 생산·가공이력과 연계하는 실시간 품질관리시스템 구축

⑤ 안전한 쌀 유통을 위한 비소(As) 등 중금속 위해차단 및 관리 기반기술 구축

⑥ 소비자가 모바일 앱 및 홈페이지를 통해 필드에서

RPC 출하 쌀까지의 생산, 가공 및 품질이력을 쉽게 확인할 수 있는 ICT 기반 쌀 이력추적시스템 구축

쌀의 소비자 신뢰성과 국제경쟁력을 높이기 위해서는 객관적인 품질 및 식미유통체계를 구축하는 것이 매우 필요한 현실이나 이 분야에 대한 국내연구는 매우 미흡한 실정이다. 쌀의 식미에 영향을 미치는 인자는 매우 다양한데, 원료 벼에서는 아밀로오스, 단백질, Mg/K 등 쌀을 구성하는 성분이 중요한 인자이며, 수확 후에는 효소 작용에 의한 품질저하와 도정도 및 백도 등 도정특성이 중요한 인자로 알려져 있다. 쌀의 식미수식 및 식미계는 주로 일본에서 많은 연구가 진행되었는데, 식미수식은 결정계수를 높이기 위해 현장에서 사용이 어려운 측정방법을 포함하고 있는 반면, 품질 및 식미측정장치는 크게 아밀로오스, 단백질, 수분 등의 화학적 성분을 측정하여 취반 후의 식미치를 추정하는 방식과 쌀을 취반한 후 밥의 호화상태를 반사광과 투과광으로 측정하여 식미치를 추정하는 방식 등이 주를 이루고 있다. 현재까지 조사된 식미수식 중 가장 높은 결정계수를 가진 식은 Horino(21)의 식으로서 $R^2=0.755$ 수준이었으며, 대부분의 식미수식은 현장에서 용이하게 비파괴적인 방법으로 측정이 어려운 항목을 포함하고 있고 측정기준도 통일되지 않고 있으며(22), 실제 판매되고 있는 식미기반 품질측정시스템에 대한 Kawamura 등(23)의 검토 결과에 의하면 식미계 측정

값과 관능검사결과의 상관관계수(r)가 0.31~0.45로 크게 낮아 객관적인 식미기반 품질측정시스템으로 사용하기에는 불가능한 실정이다. 한국식품연구원(24)은 최근 5년간 수행되었던 533점의 쌀 시료에 대한 관능적 식미평가치와 품질측정치 자료를 이용하여 백미+밥, 백미 및 밥에서의 품질과 관능적 식미치와 상관관계를 검토한 결과, 결정계수(R^2)는 백미+밥에서 0.6520, 백미에서 0.2917, 밥에서 0.5497로 분석되어 백미보다는 밥의 품질특성이, 밥보다는 백미+밥의 품질특성이 식미에 미치는 영향이 더 크다고 보고하였다. 또한, 수확후 처리조건에 따른 품질변화와 관능적 식미평가치 간의 상관관계를 분석하였고, 원료의 품질부분에서 발아율이 식미기반 품질을 나타내는 가장 유용한 인자로서 식미예측치와 측정치와의 결정계수(R^2)는 0.6229 수준으로 보고(그림 5,6)하였으며, 현재 RPC에서 활용이 가능한 Spectrometry 및 인공지능 기반의 식미/품질 측정기술 개발연구를 수행 중에 있다. 향후 센서 노드 및 smart indicator 등과 이를 활용한 품질관리기술을 토대로 한 smart 유통시스템 구축에 필요한 기술 개발도 필요하다.

참고문헌

- Kim OW, Kim H. 2016. Facilities and technology of rice processing complex. *Food Science and Industry* 49(1): 70-86.
- 국립농산물품질관리원. 2003. RPCC 처리규모.
- 한국RPC연구회. 2003. 쌀 산업 경쟁력 제고를 위한 RPC 종합 발전방안.
- 농림축산식품부. 2015. RPC 정책방향.
- Kim OW, Kim H, Kim DC, Kim SS. 2005. Determination of whiteness condition for efficient milling in Rice Processing Complex. *J Biosyst Eng* 30: 242-248.
- Yoon DH, Kim OW, Kim H. 2006. Modeling of milling degree for milled rice using NMG dyeing and image processing. *J Biosyst Eng* 31: 524-528.
- Kim OW, Kim H, Lee SE. 2005. Color modeling of milled rice by milling degree. *Korean J Food Preserv* 12: 141-145.
- Kim H, Lee HJ, Kim OW, Lee SE, Yoon DH. 2006. Effect of non-uniform milling on quality of milled rice during storage. *Korean J Food Preserv* 13: 675-680.
- Kim CJ, Lee HJ, Kim OW, Keum DH, Kim H. 2007. Effects of abnormal kernels in brown rice on milling characteristics. *J Biosyst Eng* 32: 1-5.
- Kim H, Kim DC, Lee SE, Kim OW. 2009. Milling characteristics of milled rice according to milling ratio of friction and abrasive milling. *J Biosyst Eng* 34: 439-445.
- Kim DC, Kim OW, Keum DH, Han JK. 2004. Development of a new commercial grain cooler. *Korean J Food Preserv* 11: 250-256.
- Kim OW, Kim DC. 2004. Field cooling tests of paddy stored in steel bins with a grain cooler. *Korean J Food Preserv* 11: 263-268.
- Kim DC, Kim OW. 2004. Optimization of drying and storage system for paddy using the grain cooler. *Korean J Food Preserv* 11: 269-275.
- KFRI Final Report. 2010. Development of the quality standard and related system for clean rice. MAFRA 11-1541000-000512-01.
- KFRI Final Report. 2012. Development of energy efficient processing and engineering model for rice processing complex. MAFRA 11-1541000-001417-01.
- 국세청. 2015. 통계연보.
- Ohtsubo K, Suzuki K, Yasui Y, Kasumi T. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. *J Food Compos Anal* 18: 303-316.
- KFRI Annual Report. 2016. Development of Mega RPC model. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- 식품의약품안전처. 2014. 「식품의 기준 및 규격」 일부개정고시(안) 행정예고.
- KFRI Final Report. 2014. Establishment of platform for u-Food system. KFRI R14-E0142053305-48: 665-777.
- Horino T. 1992. Relationship between nitrogen and mineral contents in rice grain and its palatability after cooking. *Bull Chugoku Natl Agric Exp Sta* 1: 112-120.
- Kasugai O. 1998. Standardization for rice eating quality evaluation system. *J of the JSAM* 60: 133-139.
- Kawamura S, Natsuga M, Kouno S, Itoh K. 1996. Instrument analysis and sensory test for rice taste evaluation. *J of the JSAM* 58: 95-104.
- 김의웅, 김훈, 안재환, 이효재. 2015. 농산물의 품질계측시스템 및 지능형 센서노드 기술 개발 연구보고서. 한국식품연구원.