

발간등록번호

11-1543000-001814-01

쌀을 활용한 친환경적 영·유아용 소재의 개발 및 제품화

농림축산식품부

쌀을 활용한 친환경적 영·유아용
라이스클레이(쌀 점토) 소재의 개발
및 제품화

(Development and commercialization of
eco-friendly rice clay materials for
infants and children using rice)

(주)케이엠에프

농림축산식품부

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “쌀을 활용한 친환경적 영·유아용 라이스클레이(쌀 점토) 소재의 개발 및 제품화”(개발기간 : 2017. 4. ~ 2017. 7.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 7. 23.

주관연구기관명 : (주)케이엠에프 (대표자) 정 용 진



참여기관명 : (주)케이엠에프 (대표자) 정 용 진



주관연구책임자 : 정 용 진

참여기관책임자 : 정 용 진

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제고유번호	817001-1	해 당 단 계 연 구 기 간	2017년 4월 24일~2017년 7월 23일	단 계 구 분	최종
연구사업명	중사업명	2017년도 기술사업화지원사업			
	세부 사업명	기술사업화 촉진을 위한 R&D 사업			
연구과제명	대 과 제 명	미곡을 활용한 기능성·무독성 생활제품 기술개발			
	세부 과제명	쌀을 활용한 친환경적 영·유아용 라이스클레이(쌀 점토) 소재의 개발 및 제품화			
연구책임자	정용진	해당단계 참 여 연구원 수	총: 3 명 내부: 3 명 외부: 0 명	해당단계 연구 개발비	정부: 20,000천원 민간: 천원 계: 20,000천원
		총 연구기간 참 여 연구원 수	총: 3 명 내부: 3 명 외부: 0 명	총 연구개발비	정부: 20,000천원 민간: 천원 계: 20,000천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)케이엠에프			(주)케이엠에프	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약 1. 쌀 클레이 시제품 제작 - 발효갈습 NR 농도별로 처리 조건 확립(pilot scale) 및 쌀 클레이 시제품 개발 완료 - 천연색소 선별 및 첨가농도 확립 2. 국내·외 클레이 제품 품질 조사 - KMF 쌀 클레이 시제품은 타 천연 클레이보다 품질특성이 우수 - 인조클레이와 유사한 물성 특성 보유 3. 기술가치평가 전문컨설팅 - 본 기술사업의 기술가치금액은 10억 7천 6백만 원으로 평가. 신청 기업의 R&D투자금액 대비 현재가치금액이 높아서 R&D 투자타당성이 있는 것으로 판단기술가치 평가 완료				보고서 면수 17	

4. 국문 요약문

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	1. 쌀 클레이 시제품 제작 - High Jet Mill를 이용한 쌀 분쇄 조건 확립 - 액상칼슘 NR을 이용하여 효소처리 쌀가루 제조 조건 확립 및 이를 이용한 쌀 클레이 시제품 제조 - 천연색소 4종(황, 적, 청, 흑) 선별 및 첨가농도 확립 2. 국내·외 클레이 제품 품질 조사 - 국내·외 시판 천연소재 및 인조소재 클레이 6종의 품질 비교 완료 3. 기술가치평가 전문컨설팅 - 전문 컨설팅 업체 의뢰하였으며, 기술가치금액은 10억 7천 6백만 원으로 평가					
연구개발성과	1. 쌀 클레이 시제품 제작을 위한 분쇄조건 확보 - High Jet Mill의 쌀 분쇄조건 : 분쇄망 3, 분쇄속도 10 2. 쌀 클레이 물성 개선을 위한 첨가제 농도 확보 - 액상칼슘 NR 0.01% 처리농도시 물성이 우수한 쌀가루 제조 및 이를 이용한 쌀 클레이 시제품 제조 조건 확보 3. 쌀 클레이 색상 물성 개선을 위한 색소 농도 확보 - 천연색소는 동일농도에서 색도가 높은 소재 선별하였음. - 첨가농도는 황색 0.2%이며, 적, 청, 흑색은 0.4%임. 4. 국내·외 클레이 제품 품질 조사 - 시중 라이스클레이 제품에 비하여, 향, 색상, 복원력 우수. 크랙현상 없음, 사용기간이 김. 소비자 만족도 높음 - 인조소재 클레이와 유사한 물성을 가져 모형제작에 양호한 물성을 가짐. 5. 기술가치평가 전문컨설팅 - 본 기술사업의 기술가치금액은 10억 7천 6백만 원으로 평가. 신청기업의 R&D 투자금액 대비 현재가치금액이 높아서 R&D 투자타당성이 있는 것으로 판단					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	1. 쌀 클레이 시제품 제작결과물을 활용한 우수한 완제품 특성 개발 자료로 활용 2. 국내·외 클레이 제품 품질 조사를 통한 개발제품의 품질 선점 자료로 활용 3. 대량생산조건 설정을 위한 자료로 활용 4. 기술가치평가로 개발전망 확보 및 유력유통업체와의 협력기반 구축 5. 우수한 물성으로 활용을 위한 다양한 콘텐츠 개발을 위한 기초자료 확보 6. 국내외적으로 우수한 천연 라이스클레이 개발로 내수 및 해외 수출전망 7. 국내산 쌀 소비율에의 기여 및 수익창출 구조 형성 자료로 활용					
중심어 (5개 이내)	쌀소비	클레이	완구	친환경	복원성	

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		코드번호	D-02		
Purpose& Contents	1. Rice clay prototype production - Establishment of rice grinding condition using High Jet Mill - Establishment of enzyme-treated rice flour manufacturing condition using liquid calcium NR and production of rice clay prototype using it - Selection of 4 kinds of natural pigments (yellow, red, blue, black) and establishment of addition concentration 2. Quality inspection of domestic and foreign clay products - Comparisons of the quality of 6 kinds of natural materials and artificial clay which are marketed domestically and abroad 3. Technical valuation expert consulting - It was commissioned by a professional consulting company. The value of the technology was valued at KRW 1,076 million.				
Results	1. Establishment of Rice clay milling condition - High Jet Mil. Grinding Condition : Net 3, Grinding speed 10. 2. Natural enzymatic ingredient adding condition - Liquid calcium NR 0.01% for rice clay prototype 3. Natural pigments adding condition - The addition concentration is 0.2% for yellow, and 0.4% for red, blue and black 4. Quality inspection of domestic and Overseas clay products - KMF rice clay prototype has superior quality compared with natural and artificial clay products. : Flavor, Color, Good recovery, No crack - Long shelf life, High consumer satisfaction - Similar formulation ability compared with other clay product 3. Technical valuation expert consulting - The technology value of the technology project is estimated at 1,076 million won. It is judged that R&D investment is feasible due to the high value of present value of R&D investment amount of applicant companies.				
Expected Contribution	1. Utilization the results of the production of rice clay prototype to develop excellent finished product characteristics 2. Development through domestic and overseas clay product quality survey 3. Use as data for setting up mass production conditions 4. Obtained development prospect through evaluation of technology value and establishment of cooperation base with leading distributors 5. Use as data for developing various contents for use with excellent physical properties 6. Domestic and overseas export prospects with development of excellent natural rice clay 7. Contribution to the consumption rate of domestic rice and utilization as the formation data of profit-making structure				
Keywords	Rice consumption	Clay	Toy	Eco-friendly	Restoration

6. 영문목차

1. Outline of R&D project	1
2. Status of domestic and overseas technology development	4
3. Research content and results	6
4. Achievement of goal and contribution to related field	15
5. Plan to use research results	15
6. Overseas Science and Technology Information	15
7. Security rating of R&D achievement	15
8. Research facilities registered in the National Science and Technology Comprehensive Information System.	16
9. Implementation of safety measures in laboratories based on R&D tasks	16
10. Representative Research Results of R&D Projects	16
11. Etc	16
12. references	16

7. 본문목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 국내외 기술개발 현황	4
3. 연구수행 내용 및 결과	6
4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도	15
5. 연구결과의 활용계획 등	15
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	15
7. 연구개발성과의 보안등급	15
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황	16
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	16
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	16
11. 기타사항	16
12. 참고문헌	16

1. 연구개발과제의 개요

코드번호	D-03
------	------

가. 연구개발 목적

- (1) 쌀을 활용한 친환경적 영·유아용 라이스클레이(쌀 점토) 소재의 개발 및 제품화
 - 국내·외 제품 조사
 - 쌀 클레이 시제품 제작
 - 효소 공법을 이용하여 복원력과 물성이 우수한 쌀 클레이 상품화 계획서 수립
 - 기술컨설팅, 기술가치평가 전문컨설팅

나. 연구개발의 필요성

(1) 국내쌀 재고량 증대 및 활용기술 및 수요처 개발 절실

• 2015년 9월 말 기준으로 국내 쌀 재고량은 136만 톤으로, 쌀 재고 10만톤 보관에 연간 316억 원이 들 것으로 추정됨. 이는 10만 톤당 보관료 61억원, 고미화(古米化)에 따른 가치하락 비용 220억원, 금융비용 35억원을 합친 것(한국농촌경제연구원)으로 정부는 남아도는 쌀을 활용할 수요처를 적극 발굴하고 있음.

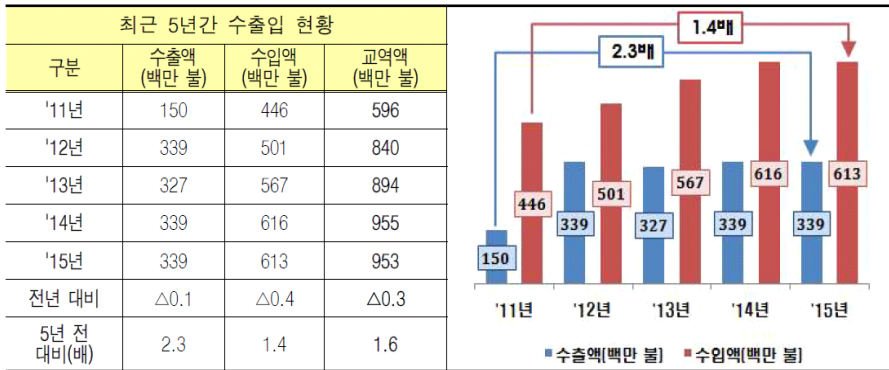
• 식습관 변화로 쌀 소비량은 지속적으로 감소하고 있으나 1인당 연간 가공용 쌀 소비량은 2009년 5.4kg에서 2014년 8.9kg로 꾸준히 증가하고 있어 정부에서는 식품가공에 적합한 쌀소재 및 다양한 제품개발을 추진함.

(2) 전 세계 유·아동 산업 확장 추세

• 2015년 유아용품 수출액은 3억 4천만 불로 최근 5년간 2.3배 증가, 수입액은 6억 1천만 불로 1.4배 증가함. 최근 5년간 완구 1.8배, 증가.

• 중국으로의 유아용품 수출은 최근 5년간 5.8배 증가하여 유아용품 수출 주력시장으로의 입지를 굳힘. 특히 유아용품 수출 증가율은 베트남(1.3배), 사우디아라비아(1.5배)가 꾸준히 증가, 특히 말레이시아로의 수출이 선전['11년(30위)→'14년(9위)]함.

• 중국의 2자녀 허용 정책에 힘입어 영유아용품 관련 기업들의 주가가 꾸준히 오르는 등 영유아용품시장에 대한 관심도 잇따라 높아지고 있음. 매일경제신문(每日經濟新聞)은 향후 영유아용품 시장규모가 2조 위안에 달할 것으로 전망



(3) 안심할 수 있는 프리미엄 장난감 시장 형성됨

• 프리미엄 유·아동 제품 매출은 2015년 1년 사이 193% 증가함. 유·아동용품 기업들이 ‘안심하고 먹고 사용할 수 있다’는 광고문구를 앞세워 고가의 프리미엄 제품을 잇따라 출시하면서 유·아동 산업시장은 성장세임. 유·아동 산업 규모는 2000년대 초반 이후 매년 13%씩 성장해 2015년 기준 39조원 규모임.

• 국내와 중국의 소비자 완구 구매 유형 및 선택기준을 조사한 결과 제품의 안전성이 가장 고려되는 항목으로 나타남. 어린이 용품에 안전기준을 강화하는 추세로 특히 클레이는 특성상 어린이가 손으로 직접 만지며 입에 댈 수 있기 때문에 더 위험하며, 안전성 확보 반드시 필요함.

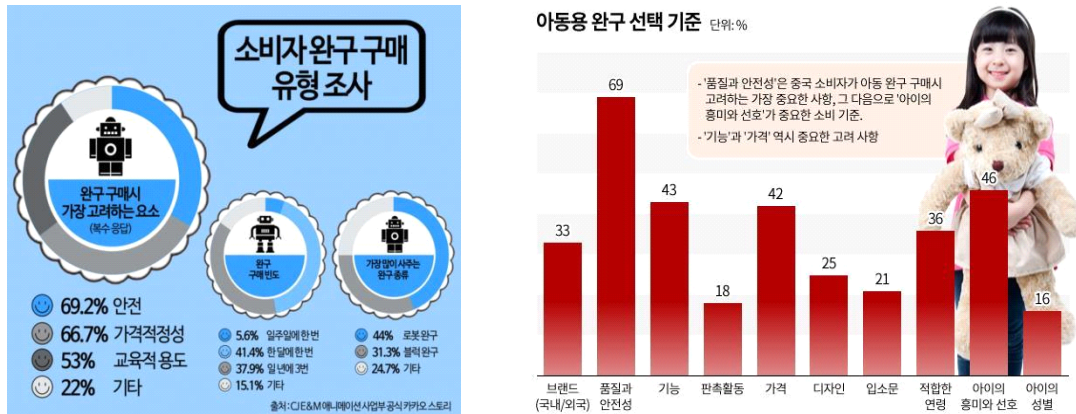


그림. 한국, 중국의 완구 구매 유형 및 기준

• 2007년에 어린이 학습교재로 주로 쓰이는 인조 클레이 제품 15개 중 6개에서 호르몬 추정 물질인 프탈레이트계 가소제 6종 및 유해원소 검출됨. 또 1개 제품에서는 근육마비, 위장염, 고혈압 등을 일으킬 수 있는 바륨이 초과하는 검출. 2011년에 클레이 제품 1개에서 바륨이 검출되어 안전성 이슈가 항상 대두됨.

• 해외 해즈브로사의 플레이도(Play-Doh)의 경우 최근 친환경 소재로 제품의 품질과 안전성을 향상시키고 있음. 그러나 클레이를 더 부드럽게 만들기 위한 석유 첨가제와 곰팡이를 억제하기 위한 붕사를 사용하고 있어 ‘절대로 입안에 넣거나 삼키지 말아주세요’라고 주의를 하고 있음.

(4) 국내 친환경 클레이 기술 도입 단계

• 국내 인조 클레이는 도너랜드의 ‘천사점토’로 고무 인조펄프 등의 혁신소재로 국내 1위 점토 시장을 점유하고 있음.

• ㈜라이스클레이의 ‘퍼니쿠킹&데코레이션’ 클레이는 쌀을 주원료로 하나, 인조 클레이에 비해서 조직감, 복원력, 모형 제조특성이 매우 낮음. 완구의 용도가 아니라, 요리체험용 재료로 활용 중.

• (주)키즈가오에서는 국산 쌀을 주재료로 밀가루, 식물성 보습 오일과 천연염을 사용하여 출시 하였으나, 클레이 반죽의 강도와 탄성이 매우 높아, 모형 제작시 부착력과 제작력이 매우 떨어 지며, 유아 사용에 힘든 문제가 있음. 또한 모형 건조시 소금이 석출되어 흰색 막을 형성하고, 백색 클레이가 갈색으로 구현되는 색상의 한계가 있음.

(5) 국외 친환경 클레이 기술 성장단계

• 최근 업브레인의 ‘이야코유토’는 쌀과 전분을 주원료로 천연왁스인 카나우바왁스, 목랍, 마이 크로 왁스, 바세린 등을 이용하여 갈라짐이 없고 모형제작능이 우수한 제품을 선보이고 있음.

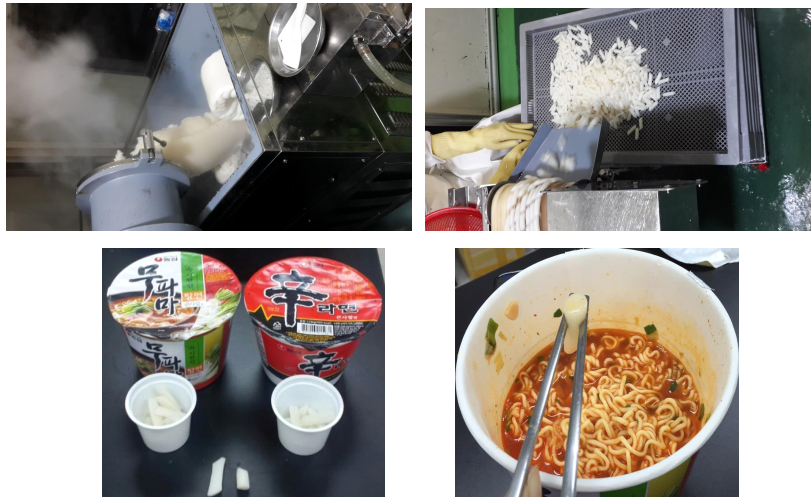
(6) 클레이 제품력 향상을 위한 기술

• 쌀 클레이의 제품화를 위해서는 인조 클레이와 비슷한 물성, 조직감, 복원력이 확보되어야 함. 첫 번째로 식품원료를 이용하여 복원력, 조직감, 모형제작력, 균열발생, 유통 안전성 확보가 되어야 하며 두 번째로 미생물, 중금속 및 유해물질에 대한 안전성이 확보되어야 함.

○ 선행연구결과

• 본 연구진은 효소공법으로 즉석 라면과 같이 뜨거운 물만 부으면 복원되는 즉석 떡볶이 떡 및 즉석 쌀국수 면의 품질 개량 기술을 개발하여 쌀 클레이 관련 핵심 선행기술을 확보하고 있음.

• 시판 즉석 떡볶이 및 즉석 쌀국수는 열수와 전자레인지에 조리하여도 조직의 복원력이 낮고 식감이 굳어지고 복원이 되지 않아 제품화에 가장 큰 문제점이었으나 본 연구진에서 상기 기술을 극복함.



• 또한 국내산 기술과 설비로 즉석밥 생산 기술을 지원하여 유통기간 중에 변패 억제, 갈변화 방지에 관한 Know-How를 확보하고 있어서 쌀 클레이 제품 개발에 핵심기술이 되고 있음.



- 본 연구진은 미생물 생육을 억제하는 천연소재, 노화를 억제하는 소재 등의 상용화 기술 기반을 확보하고 있음. 친환경적 **살균제** 또는 **보존료를 첨가하지 않고 쌀 클레이의 미생물 안전성 확보가 가능함.**
- 이러한 쌀가공에 대한 선행연구, 차별화된 원료 소재 및 생산설비를 확보하고 있어 쌀 클레이의 소재화를 통해 즉시 상품화가 가능함.
- 따라서 본 연구에서는 **100% 식품원료, 복원력과 물성이 우수하고, 친환경소재로 만들어, 안전한 쌀 클레이를 개발**하고자 함.

코드번호	D-03
------	------

<p>다. 연구개발 범위</p> <p>(1) 쌀 클레이 시제품 제작</p> <ul style="list-style-type: none"> - 효소 공법을 이용하여 복원성과 물성이 우수한 미분 개발(pilot scale) - 복원성이 우수한 미분을 이용한 시제품 제작 - 시제품 품질특성 <p>(2) 국내·외 클레이 제품 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내·외 시판 인조 및 식품 원료 클레이 제품 품질 특성 조사 <p>(3) 전문컨설팅</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전문컨설팅 업체에 기술가치평가 의뢰
--

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호	D-04
------	------

<p>○ 국내 친환경 클레이 기술 도입 단계</p> <ul style="list-style-type: none"> • 국내 인조 클레이는 도너랜드의 ‘천사점토’로 고무 인조펄프 등의 혁신소재로 국내 1위 점토시장을 점유하고 있음. • (주)라이스클레이의 ‘퍼니쿠킹&테코레이션’ 클레이는 쌀을 주원료로 하나, 인조 클레이에 비해서 조직감, 복원력, 모형 제조특성이 매우 낮음. 완구의 용도가 아니라, 요리체험용 재료로 활용 중.
--

• (주)키즈가오에서는 국산 쌀을 주재료로 밀가루, 식물성 보습 오일과 천일염을 사용하여 출시하였으나, 클레이 반죽의 강도와 탄성이 매우 높아, 모형 제작시 부착력과 제작력이 매우 떨어지며, 유아사용에 힘든 문제가 있음. 또한 모형 건조시 소금이 석출되어 흰색 막을 형성하고, 백색 클레이가 갈색으로 구현되는 색상의 한계가 있음.

○ 국외 친환경 클레이 기술 성장단계

• 최근 업브레인의 ‘이야코유토’는 쌀과 전분을 주원료로 천연왁스인 카나우바왁스, 목랍, 마이크로 왁스, 바세린 등을 이용하여 갈라짐이 없고 모형제작능이 우수한 제품을 선보이고 있음.

○ 기술의 핵심내용

- 기술의 핵심 내용 : 효소공법을 이용하여 조직 복원성과 물성이 우수한 쌀 가공공정 개발 및 이를 이용한 쌀 클레이 개발

- 혁신성 : 현재 쌀을 이용한 클레이는 쌀과 물을 혼합한 떡의 형태임. 저장성 및 안전성이 매우 낮아 냉동유통되며, 섭취를 주목적으로 함.

- 물성 개량 및 안전성 확보를 위해서 당류, 천일염, 밀가루 등 단순 첨가하는 수준임. 쌀 클레이의 물성 개선에 한계가 있으며, 모형 제작능이 매우 떨어지고 색상이 갈색을 나타냄.

- 본 기술을 이용한 쌀 클레이는 열수 또는 전자레인지에서 단시간에 복원 및 유지됨. 조직이 치밀하고 모형제작에 적합한 물성을 나타내며, 색도 향상을 위해서 백색 쌀 클레이의 제조가 가능함.

○ 차별화 기술 구현

항목	기준	차별점 및 경쟁력
원료	국산 쌀, 밀가루	물성이 개량된 국산 쌀 글루텐 Free
조직감	조직이 불균일하여 울퉁불퉁함.	조직이 균일함
복원성	실온에서 1시간 이상 해동해야함. 열수에서 10분이상 처리	열수 및 전자레인지에서 3~4분 이내 복원
복원 후 경화	복원 후 1~2시간 이내 경화 시작	복원 후 2~3일 조직감 유지
모형제작능	정밀 모형 제작이 어려움	정밀 모형 제작 가능
갈라짐(crack)	모형 제조후 건조시 갈라짐	갈라짐 현상 없음
소금 석출현상	천일염 과다 사용시 모형에서 소금 석출	석출현상 없음
미생물 안정성	냉동유통방식 / 천일염 등 과다사용	실온유통
소재 차별화	없음	효소, 물성 차별화 원료(미네랄), 미생물 안전성 개발 제품 확보

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

가. 실험방법

(1) 쌀 클레이 시제품 제작

(가) 분쇄조건별 입도 조사

쌀을 세척, 탈수 한 후 건·습식 고속분쇄기 High Jet Mill(HJM-15100, Hansung powder coating, Korea)을 이용하여 분쇄하였다. 분쇄조건은 분쇄망의 지름은 3mm로 하여 분쇄속도를 5, 8 및 10으로 하여 분쇄조건에 따른 쌀가루의 입도를 조사하였다.

(나) 효소처리 쌀가루를 이용한 쌀 클레이 제조적성

효소처리 쌀가루는 쌀을 세척한 후 60℃ 온수를 2배정도 가수하여 3시간 동안 침지하였다. 이때 액상칼슘 NR을 쌀무게 대비 0.05%, 0.03%, 0.01%(v/w) 각각 첨가하였다. 쌀을 탈수한 후 High Jet Mill(HJM-15100, Hansung powder coating, Korea)로 분쇄망 3, 분쇄속도 10의 조건으로 분쇄하여 효소처리 쌀가루를 제조하였다. 효소처리 쌀가루를 이용한 쌀 클레이 제조적성을 조사하기 위해서 쌀 클레이를 표 1과 같은 배합비로 제조하였다. 원료를 배합한 후 은박과우치에 100 g 씩 넣고 밀봉하여 95℃에서 60분간 열처리 하였다. 실온에서 냉각한 후 개봉하여 품질특성을 조사하였다.

표 1. 쌀 클레이 배합비

원료명	비율(%)
효소처리 쌀가루	54.00
물	22.2
프락토올리고당	16.00
Zalt 100	3.50
올리브유	1.00
식물성글리세린	1.00
점증안정제(MJ-11)	1.00
혼합제제(R-6)	0.70
미강추출물	0.50
수용성발효칼슘 S	0.10
합계	100.00

(다) 천연색소 종류 및 농도별 쌀 클레이 특성

쌀 클레이에 적합한 천연색소를 선별하기 위해서 적, 청, 흑, 황 4가지 천연색소를 (주)내팜, (주)새롬, (주)에이원에서 각각 구매하였다. 4가지 색소를 쌀 클레이 제조시 각각 0.1% 첨가하여 동일농도에서 색도를 조사하여 천연색소를 선별하였으며, 선별된 색소를 농도별로 첨가하여 첨가농도를 설정하였다.

(라) 쌀 클레이 미생물 안전성

쌀 클레이의 미생물 안전성을 조사하기 위해서, 일반세균, 대장균군 및 진균류를 조사하였다. 시료 10 g을 물 90 g에 용해한 액 1 mL와 각 10배 단계 희석액 1 mL를 3M Petrifilm (일반세균 AC 배지, 대장균군 CC 배지, 효모&곰팡이 YM 배지)각 2매 이상씩 접종한 후 잘 흡수시키고 37±1℃에서 48±2시간 배양한 후 생성된 집락수를 계산하고 그 평균집락수에 희석배수를 곱하여 나타내었다.

(2) 국내·외 클레이 제품 조사

KMF 라이스클레이 시제품과 국내·외 시판되는 대표적인 클레이 6종으로 천연소재 클레이로 (주)라이스클레이의 라이스클레이, (주)잼패밀리 잼클과 인조클레이로 이야코 만지락 멀티, 도너랜드 천사 수지점토, 아모스 아이클레이, 플레이도우 클래식 칼라도우를 구입하여 표 2와 같이 품질특성을 조사하였다.

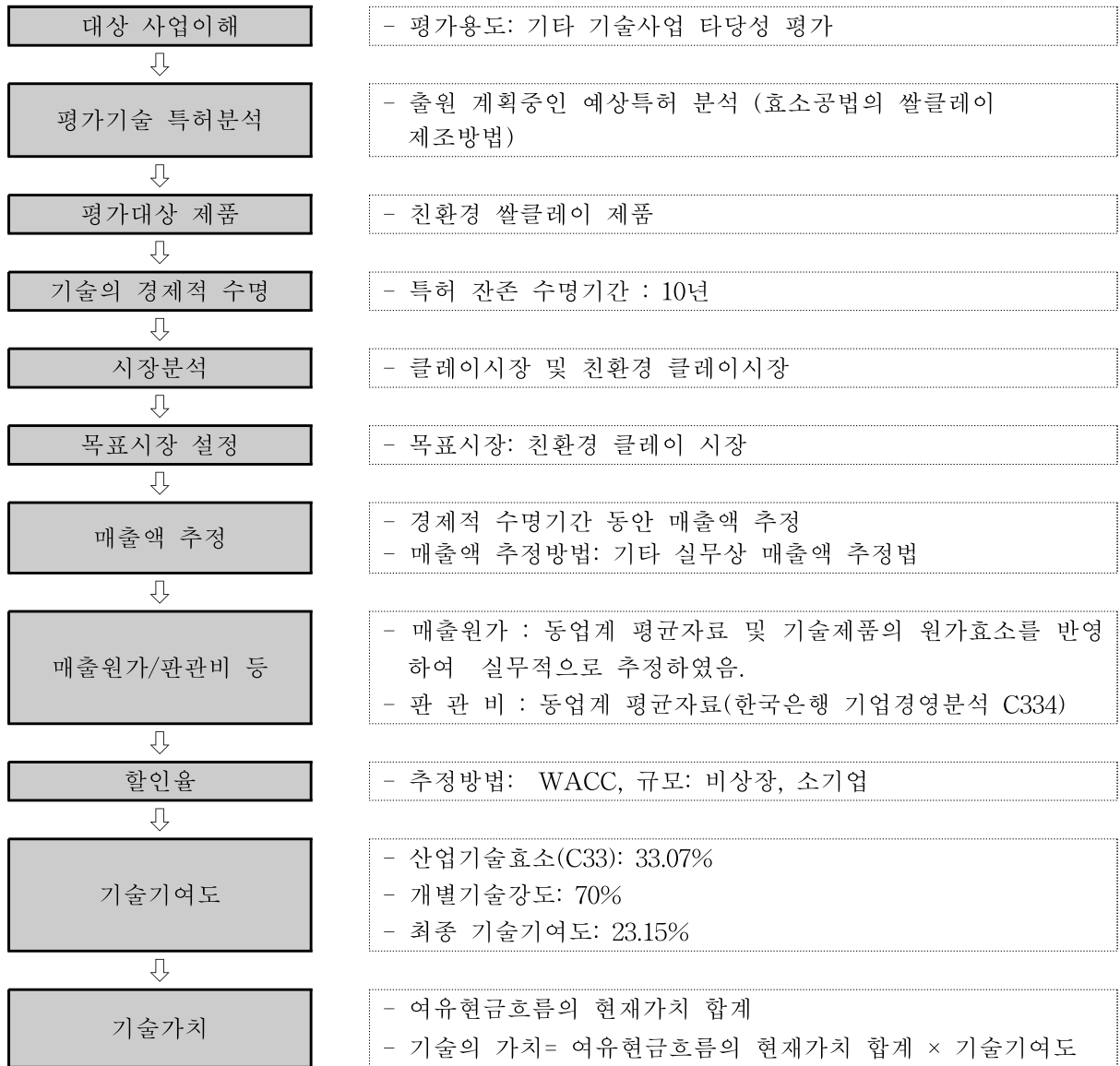
표 2. 국내·외 클레이 품질평가 방법

평가항목	평가내용
외관	광택과 표면 조직감을 육안으로 관찰
색도	색 발현 정도를 육안으로 관찰
냄새	클레이 냄새 확인
손 부착성	클레이 5 g을 2~3분동안 주물렀을 때 손에 묻어나는 정도
잔여감	클레이 5 g을 2~3분동안 주물렀을 때 손에 기름성분 등이 남는지 관찰
강도	클레이를 반죽했을 때 단단하고 부드러운 정도를 관찰
균열발생	I. 모형 제조시 균열이 생기는지 관찰 II. 제조 후 보관중에 균열 발생 관찰
신축성	클레이 5 g을 양손으로 잡아서 쪽 늘였을 때 늘어나는 정도
탄성	클레이를 원형으로 만들어 바닥에 튕기어 보았을 때 튕겨지는 정도를 관찰
모형제작능	클레이로 모형을 제작했을 때 형태유지
복원력	클레이별 복원방식별로 복원 - 전자레인지 가열 : (주)KMF 라이스클레이 - 열수 가열 : (주)라이스클레이 라이스클레이 - 물 첨가 : : 도너랜드 천사 수지점토, 아모스 아이클레이, 플레이도우 클래식 칼라도우

(3) 기술가치평가

쌀을 활용한 친환경적 영·유아용 라이스클레이(쌀 점토) 기술가치평가는 컨설팅 전문 회사인 LK 경영연구원에 의뢰하여 그림 1과 같이 기술가치평가를 수행하였다.

그림 1. 기술가치 평가 수행 절차



나. 실험결과

(1) 분쇄조건별 입도 조사

High Jet Mill(HJM-15100, Hansung powder coating, Korea)을 이용하여 분쇄조건별 입도 분포도를 조사한 결과는 그림 2와 같다. 분쇄속도 5에서는 입도 425 um 이상이 32.8%, 150 ~425 um가 48.2%, 150 um 이하가 19.0%로 나타났다. 분쇄속도가 높아짐에 따라 425 um 이상 입도 분포도는 하여 분쇄속도 10에서는 0.2%를 나타내었다. 분쇄속도 10은 분쇄속도 8 보다 150 um 이하 분포율이 8.7% 더 높은 32.7%로 나타났다. 분쇄입도는 클레이 제조시 기본적인 조직감과 물성에 영향을 주는 중요한 품질지표로 입도가 미세할수록 균일하고 부드러운 조직감을 나타낸다. High Jet Mill로 분쇄망 3mm, 분쇄속도 10의 조건으로 쌀을 분쇄할 경우 클레이에 적합한 미세한 쌀가루의 제조가 가능한 것으로 나타났다.

입도 분포도 (%)

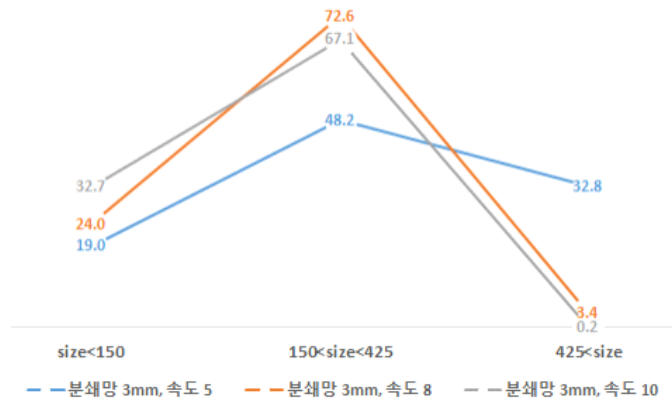


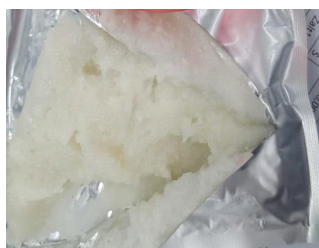
그림 2. 분쇄조건에 따른 미분의 입도변화



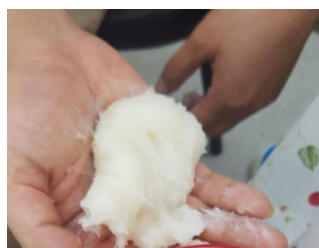
그림 3. 건·습식 미세분쇄기 High Jet Mill

(2) 효소처리 쌀가루를 이용한 쌀 클레이 제조적성

액상칼슘 NR 처리한 쌀가루를 이용하여 쌀 클레이 가공적성을 조사한 결과 그림 4와 같이 액상칼슘 NR 0.05% 처리구는 점성이 높아서 뭉쳐지지 않았으며, 0.03% 처리구는 쌀 클레이는 뭉쳐지지만 손에 부착이 많이 되어 제조적성이 좋지 않았다. 액상칼슘 NR 0.01% 처리구에서 부착성이 없는 쌀 클레이의 제조가 가능하였다.



0.05%



0.03%



0.01%

그림 4. 액상칼슘 NR 처리 쌀 클레이의 제조적성

(3) 천연색소 종류 및 농도별 쌀 클레이 특성

쌀 클레이에 적합한 천연색소를 선별하기 위해 적, 청, 흑, 황 4가지 색소를 각각 0.1% 첨가하여 조사한 결과는 표 3과 같다. 0.1% 첨가농도에서 (주)내팜 천연색도에서 색도가 가장 높게 나타났다. (주)내팜의 천연색도 농도별 색도를 조사한 결과 표 4와 같이 황색은 0.2% 농도에서 원색과 비슷한 색을 나타내었다. 적색, 흑색, 청색은 0.4% 이상 농도에서는 색도에 큰 차이가 나지 않아 첨가농도를 0.4%로 설정하였다. 향후 저장 중 색소 안정성을 조사하여 천연색소의 첨가량을 조절하고자 한다.

표 3. 천연색소 종류별 쌀 클레이의 색도




























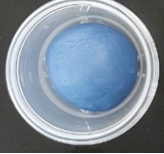

제조사	색상			
	적색	흑색	청색	황색
새롬B&F				
내팜				
에이원카프				

표 4. 천연색소 농도별 쌀 클레이의 색도

제조사	천연색소 농도(%)				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
황색					
적색					
흑색					
청색					

(4) 쌀 클레이 미생물 안전성

쌀 클레이의 미생물 안전성을 조사한 결과 일반 미생물과 진균류는 나타나지 않았으며, 대장균군은 음성으로 쌀 클레이의 미생물 안전성 확보가 가능한 것으로 나타났다.








(5) 국내·외 클레이 제품 조사

KMF 라이스클레이와 국내·외 시판되는 대표적인 천연소재와 인조소재 클레이의 품질특성을 조사하였다. 표 5와 같이 외관은 만지락 멀티와 잼클은 표면에 광택이 났으며, 나머지는 무광택이었다. 색도는 인조소재 클레이는 원색의 밝은 색도를 나타내었으며, KMF 라이스클레이는 조금 진한 원색, (주)라이스클레이의 라이스클레이는 파스텔 색상을 나타내었다. 반면 잼클은 어둡고 칙칙한 색상을 나타내었으며, 흰색 클레이가 제품군에 없었다. 냄새는 KMF 라이스클레이와 (주)라이스클레이의 라이스클레이는 떡 냄새, 아이클레이는 바닐라향이 느껴졌으며, 만지락 멀티는 아무 냄새도 없었다. 플레이도우는 화학약품냄새가 났으나 거부하거나 역하지는 않았다. 반면 잼클은 역한 냄새, 천사 수지점토는 쉰 듯한 초산 냄새로 좋지 않게 나타났다. 손 부착성은 모형 제조시 손에 붙는 것으로 조사한 것으로 모든 제품이 손 부착성이 없는 것으로 나타났다. 잔여감을 조사한 결과 잼클은 기름과 같은 미끌미끌한 성분이 손에 많이 남았으며, 만지락 멀티는 왁스성분이 손에 남아서 좋지 않은 것으로 나타났다. 강도를 조사한 결과 (주)KMF 라이스클레이는 주무를수록 강도가 약해지면서 부드러워졌다. (주)라이스클레이의 라이스클레이는 열처리 후 강도가 약하였으나, 만질수록 강도가 점점 강해져서 2분 정도 후 부터는 딱딱한 부분이 조금씩 나타났다. 천사 수지 점토는 개봉 후부터 조직이 단단하였으며, 물을 첨가하여도 물러지지 않았다. 균열발생은 클레이를 주무를 때 접합부위

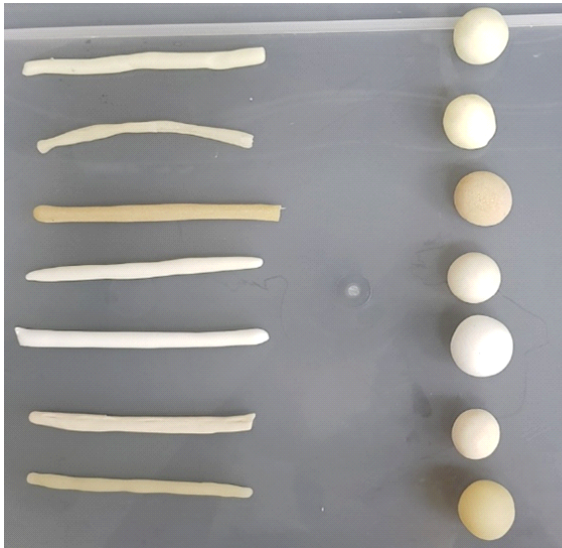
의 균열과 모형제조 후 건조시 균열로 구분하였다. 접합부위 분열이 발생하는 제품은 (주)라이스클레이의 라이스클레이, 만지락 멀티, 천사 수지 점토였으며, 모형제조시 균열은 (주)라이스클레이의 라이스클레이와 칼라도우에서 발생하였다. 만지락 멀티, 천사 수지 점토는 모형을 제조할 때 균열이 없게끔 제조하였으며, 모형에서는 균열이 발생하지 않았다. 모형제작능은 천사 수지 점토와 아이클레이가 매우 우수하였으며, (주)KMF라이스클레이, (주)라이스클레이의 라이스클레이, 칼라도우는 우수한 것으로 나타났다. 반면 잼클은 조직이 너무 부드러워 모형의 형성이 잘 되지 않았으며, 만지락 멀티는 강도가 높아서 모형이 끊어지는 현상이 발생하였다. 복원력은 KMF 라이스클레이는 전자레인지 가열로 물성이 복원되었으나 (주)라이스클레이의 라이스클레이는 일부만 복원되었고, 잼클은 굳지 않는 특성을 나타내었다. 인조소재 클레이 중 아이클레이와 칼라도우는 물을 첨가하면 다시 복원되지만 클레이가 녹아서 손에 많이 묻는 문제가 있다. 천사 수지점토는 물을 첨가하였으나 복원되지 않았다.

국내·외 시판되는 클레이 품질을 조사한 결과 인조소재 클레이인 아이클레이와 칼라도우가 품질이 매우 우수한 것으로 나타났다. KMF 라이스클레이는 천연소재 클레이인 (주)라이스클레이의 라이스클레이와 잼클보다 품질특성이 우수한 것으로 나타났으며, 인조소재인 만지락 멀티, 천사 수지점토와 동등 또는 우수한 특성을 나타내었다. KMF 라이스클레이는 식품원료만을 사용하여 안전성 등 차별화를 나타내고 있으며, 인조 소재 클레이의 품질을 달성 목표로 하여 지속적인 연구개발이 요구되고 있다.

표 5. 국내·외 천연소재 및 인조클레이 품질

구분	천연소재 클레이			인조소재 클레이			
제품명	KMF 라이스클레이 (시제품)	라이스클레이 라이스클레이	젬패밀리 젬클	이야코 만지락 멀티	도너랜드 천사 수지점토	아모스 아이클레이	플레이도우 클래식 칼라도우
제품사진							
가격	미정	300g/14,800원 100g/4,933원	100g/4,000원	200g/5,940원 100g/2,970원	70g/3,000원 100g/4,286원	500g/13,000원 100g/2,600원	448g/6,200원 100g/1,384원
포장상태 및 재질	미정	밀봉포장 - 내포장 : 양면 투명 파우치 - 외포장 : 양면 은박 파우치	밀봉포장 - 플라스틱 용기	일반포장	밀봉포장 - 내포장 : 랩 - 외포장 : 양면 투명 비닐 파우치	밀봉포장 - 비닐파우치	밀봉포장 - 고무캡 플라스틱 용기
외관	무광, 균일	무광, 일부 불균일	약광택, 불균일 심함	유광, 표면 균일	무광, 균일	무광, 균일	무광, 균일
색도	- 진한 원색 계열 - 흰색계열은 파스텔 계열 색감	약함, 파스텔 계열 색감	어두운 색상, 아이보리 색상의 경우 사실상 연갈색에 가까움	원색에 가까움	색도 높음	원색 계열로 밝음	밝은 원색, 흰색은 아이보리 색상
냄새	떡냄새	떡냄새	좋지 않은 역한 냄새	무취	원 냄새 매우 좋지 않음	바닐라향 냄새	화학약품 냄새
손 부착성	없음	없음	없음	없음	없음	없음	없음
잔여감	없음	없음	미끌미끌한 기름의 잔여감 많이 남음	끈적한 왁스 성분의 잔여감 많이 남음	없음	없음	없음
강도	반죽할수록 부드러워짐	초기 부드러운 조직감 2분 후 강도가 강해서 주무르기 힘들어짐	부드러움	초기에는 단단하나 만질수록 부드러워짐	아주 단단함 물을 넣어서 반죽해도 많이 물러지지 않음	부드러움	부드러움

구분		천연소재 클레이			인조소재 클레이			
제품명		KMF 라이스클레이	라이스클레이 라이스클레이	잼패밀리 잼클	이야코 만지락 멀티	도너랜드 천사 수지점토	아모스 아이클레이	플레이도우 클래식 칼라도우
균열 발생	I	균열 없음	접합부위 일부 균열 있음	균열 없음	만질수록 접합부위에 균열 발생 만지는 도중 부서짐	균열 없음 만질수록 빨리 건조되어 균열이 차츰 발생함	균열 없음	균열 없음
	II	균열 없음	균열 생김	균열 없음	균열 없음	균열 없음	매우 매끈함	균열 심하게 생김
신축성		좋음, 잘 늘어남	좋음, 잘 늘어남	좋음, 잘 늘어남	뚝뚝 끊기는 조직감	좋음, 잘 늘어남	좋음, 잘 늘어남	뚝뚝 끊어짐
탄성		약탄성	약탄성	없음	없음	없음	강탄성	약탄성
모형 제작능		우수	우수	조직이 너무 부드러워 모형 제작이 어렵고, 형태 유지 안됨.	제조시 끊어짐 발생	매우 우수	매우 우수	우수
복원력		전자렌지 재열 후 초기 물성으로 복원됨	뜨거운 물로 재복원 하였으나 딱딱한 강도 발생 됨.	굳지 않아 제작이 안됨.	살짝 단단해졌지만 반죽하니 다시 부드러워짐	물을 넣었을 때 다시 부드러워지지 않음.	물을 넣어서 부드러워지나 손에 부착물이 많아짐	물을 넣어서 부드러워지나 손에 부착물이 많아짐



이야코 - 만지락 멀티

라이스클레이 - 라이스클레이

잼패밀리 - 잼클

도너랜드 - 천사수지점토

아모스 - 아이클레이

플레이도우 - 클래식 칼라도우

KMF - 라이스클레이

(6) 쌀클레이 기술가치 평가 결과

본 기술가치 평가 결과 신청기업의 사업기반 확보정도 및 사업역량, 기술개발전략과 경쟁효 소, 마케팅 등 사업화전략 등을 종합적으로 반영하여 현금흐름분석에 의한 기술가치 평가 결과 본 기술사업의 기술가치금액은 10억 7천 6백만 원으로 평가되었다. 신청기업의 R&D투자금액 대비 현재가치금액이 높아서 R&D 투자타당성이 있는 것으로 판단된다(기술가치평가 보고서 별첨함).

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

		코드번호	D-06
가. 목표달성도			
○ 사업화 목표			
잉여 쌀을 활용한 친환경적 효소공법을 이용하여 영·유아용 라이스클레이(쌀 집토) 소재의 개발 및 제품화			
		주요내용	달성도(%)
1. 쌀 클레이 시제품 제작			100
2. 국내·외 제품 조사			100
3. 기술가치평가 전문컨설팅			100
나. 관련분야 기여도			
○ 효소 처리 쌀가루를 이용하여 복원력과 물성이 우수한 쌀 클레이 시제품을 개발하였음.			
○ 국내·외 제품 품질비교를 통해서 품질 차별성과 우수성이 확인되었음.			
○ 대량생산공정 개발을 통해 양산화 계획과 다양한 관련 콘텐츠의 개발이 추후 요구됨.			

5. 연구결과의 활용계획

		코드번호	D-07
○ 본 과제는 농림축산식품 R&D를 통해 개발된 기술의 사장을 방지하고 산업화 단계로 진입 할 수 있도록 개발된 기술의 시장성, 경제성 등 기술 가치 평가와 사업전략이 포함된 구체화 된 R&D기획을 지원하며, 과제종료 후 후속 연구 지원이 가능함.			
○ 쌀 클레이는 시장성 및 사업성이 매우 높은 제품으로 대량생산공정을 구축하여 양산화 하고자 함.			
○ 추후 양산화 설비구축을 통한 제품화, 제품 디자인 개발, 다양한 콘텐츠 개발이 필요함.			
○ 수출을 위해 국외 제품 및 시장 조사, 안정성 인증 및 수출인증이 필요함.			

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

		코드번호	D-08
○ 해당사항 없음			

7. 연구개발결과의 보안등급

○ 해당사항 없음

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

○ 해당사항 없음

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

○ 해당사항 없음

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

○ 해당사항 없음

11. 기타사항

○ 해당사항 없음

12. 참고문헌

코드번호	D-14
<ul style="list-style-type: none"> ○ 관세청, 최근 5년간 유아용품 수출입 동향, 2016.5.12 ○ 유안타증권, 두가지 키워드로 풀어본 유아동 산업, 2016.02 ○ 과학기술정책연구원, ‘중저기술 산업의 혁신특성 분석과 발전방향’, 2015.12.24 ○ 매일경제, ‘우유로 만든 친환경 클레이완구 카우토이’, 2017.01.23. ○ 카우토이 클라우드펀딩페이지(https://www.wadiz.kr/web/campaign/detail/10745) ○ 라라포트(storefarm.naver.com/lalaport) ○ 도너랜드(www.donerland.co.kr) ○ 연합뉴스, ‘캐릭터산업 10년새 5배로...’라인·카카오 끌고 뽀로로 밀고, 2017.1.31. ○ The toy association(www.toyassociation.org) ○ 안전확인안전기준 부족서 11(학용품), 산업통상자원부 고시 ○ 농림축산식품부, 쌀의 신수요 개발 연구, 2016.1 ○ 농촌진흥청(www.rda.go.kr) ○ KB금융지주경영연구소, ‘KB daily 지식 비타민, 엔젤 산업의 발전 방향’, 2013.9.12. ○ 한국무역협회 뉴욕지부, ‘2016년 미국 완구시장의 키워드-Tech, Family, STEAM’, 2016.3.4. 	