

보안 과제(), 일반 과제(V) / 공개(V), 비공개()
농식품기술개발사업 최종 보고서

발간 등록 번호

11-1543000-002582-01

임신 단계별 산모의 케어를 위한 기능성 소재의 실용화 기술 최종보고서

2019. 2. 14.

주관연구기관 / 건국대학교 산학협력단
참여기관 / ㈜마마피어

농림축산식품부
농림식품기술기획평가원

<제출문>

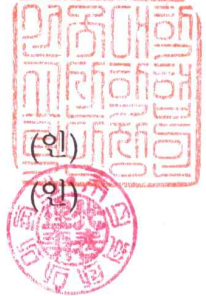
제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “임신 단계별 산모의 케어를 위한 기능성 소재의 실용화 기술”(개발기간 : 2017. 4. 21. ~ 2018. 12. 31.) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2019. 2. 14.

주관연구기관명 : 건국대학교 산학협력단 (대표자) 송 창 선 (인)
참여기관명 : (주)마마피어 (대표자) 배 태 중 (인)



주관연구책임자 : 백 현 동
참여기관책임자 : 배 태 중

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	117001-2	해 당 단 계 연 구 기 간	2017.04.21. - 2018.12.31.	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	(해당 없음)			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	임신 단계별 산모의 케어를 위한 기능성 소재의 실용화 기술			
연구책임자	백현동	해당단계 참여연구원 수	총: 7명 내부: 5명 외부: 2명	해당단계 연구개발 비	정부: 50,000천원 민간: 16,700천원 계: 66,700천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 7명 내부: 5명 외부: 2명	총 연구 개발비	정부: 100,000천원 민간: 33,400천원 계: 133,400천원
연구기관명 및 소속부서명	건국대학교 산학협력단			참여기업명: (주)마마피어	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	
-------------------------	--

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

1. 기능성 소재 스크리닝 및 안전성 및 기능성 평가

- 1) 유기산, 엽산, 철분 함유 확인
- 2) 장세포를 이용한 엽산 및 철분 흡수율 측정
- 3) 프로바이오틱스 특성 및 기능성 평가

2. 기능성 소재 활용 시제품의 제조

- 1) 캔디류, 시리얼류 2종
- 2) 시제품의 안전성 평가

보고서 면수
58쪽

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 수입에 의존하던 임산부 제품의 개발이 절실함. • 임산부의 단계별 영양설계에 맞추어 국내 농산물 및 프로바이오틱스를 이용하여 기능성을 검증함. • 임산부에게 필요한 식품 소재의 실용화 기술을 개발하고 시제품을 생산하였음. 				
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 임신 중 입덧 완화에 도움을 줄 수 있으며, 임신 중 절대적으로 필요한 칼슘 및 철분이 다량 함유한 과실과 통곡물로 문헌조사를 실시함. • 임신 중에는 배변 활동이 원활하지 못하는 점을 반영하여 소화가 쉽고 장운동에 도움을 주어 변비 예방에 도움이 되는 방향으로 문헌조사를 실시함. • 프로바이오틱스의 생리적 특성인 내산·내담즙성, 효소생산능, 장부착능 및 항생제 저항성 활성 평가를 통해 기초 생리활성이 뛰어난 균주를 스크리닝 하였음. • 프로바이오틱스의 항균활성, protease 활성, amylase 활성, β-galactosidase 활성 및 단쇄지방산분석, 엽산 흡수율 실험을 통해 기능성을 확인하였음. • 참여기업을 통해 유용성이 입증된 선별된 균주를 이용하여 2가지의 시제품 생산을 통해 높은 수익 및 다양한 부가 가치를 창출할 것으로 예상됨. 				
<p>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 고부가 가치 제품 개발에 대해 이론적 배경을 확립할 수 있으며 관련 연구의 기초자료를 제공할 수 있음. • 임산부에게 건강한 먹거리 제공을 통해, 임산부 및 태아의 건강상태를 개선 시킬 수 있으며 장기적으로 국민건강에도 영향을 끼칠 수 있음. • 임산부용 고부가가치 제품은 식의약 소재 및 기능성 식품으로의 이용 가능할 것이며, 새로운 임산부를 위한 단계별 영양식품이라는 시장을 개척할 수 있음. • 임산부용 제품 개발 및 생산 방안을 제시함으로써 국가 경제 활성화에 이바지할 수 있으며 수입에 의존하던 제품을 국산제품으로 대체할 수 있을 뿐만 아니라 수출까지 연결할 수 있음. 				
<p>국문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>산모케어</p>	<p>단계별 영양</p>	<p>기능성</p>	<p>농식품</p>	<p>프로바이오틱</p>
<p>영문핵심어 (5개 이내)</p>	<p>Mother care</p>	<p>Phased Nutrition</p>	<p>Function</p>	<p>Agri-food</p>	<p>Probiotic</p>

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	5
2. 연구수행 내용 및 결과	15
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	36
4. 연구결과의 활용 계획 등	38
붙임. 참고 문헌	46

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서

제 1장 연구개발과제의 개요

제 1절 연구개발 목적

1. 연구개발의 개요

- 임신 단계별 산모의 케어를 위한 기능성 소재의 검증, 기능성 소재를 이용한 실용화 기술의 확보 및 사업화

2. 연구개발의 목표

- 임신부의 단계는 임신 초기, 중기, 말기, 산후로 구분하여, 각 시기에 필요한 영양성분의 조사를 통해 임신부에게 적합한 소재를 확보하고자 함.
- 임신부를 위한 기능성 소재의 확보를 위해, 위탁기관을 통해 국내 프로바이오틱스와 농산물을 이용하여 기능성 및 안전성을 검증하고자 함.
- 임신부의 불편함과 영양결핍 등을 해소할 다양한 형태의 제품을 개발하고, 각 제품의 형태에 따라 기능성을 재검증하고자 함.
- 본 과제를 통해 국내 산업의 불모지인 임신부 영양식품을 제안하여 수입의존 분야를 국산화시킴과 동시에 새로운 분야로서 수출 가능성 또한 검토하고자 함.

제 2절 연구개발의 필요성

1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발의 중요성

- 여성의 사회 진출이 높아져 자연스레 임신 중인 직장인 여성이 증가하고 있음.
- 인구증가율의 감소는 출생아 증가를 통해 개선되어야 하지만, 여전히 사회경제적인 측면 때문에 보편적으로 한두 명의 아이를 낳는 것으로 보고되고 있음.
- 여성의 사회 진출로 인하여 올바른 식생활을 유지하기 어렵고, 임신 초기에는 입덧으로 인해 산모들의 영양섭취가 부족한 실정임.
- 출생 인원의 감소와 함께, 아이에서부터 임산부에 대한 투자는 증가하고 있으므로 본 과제는 고부가가치 산업으로 발전할 가능성이 있음.
- 출산장려 정책과 함께, 임산부와 출생한 아기의 건강을 책임진다는 측면에서 정부의 지원과 연구개발이 절실히 필요함.
- 산모들이 태아에게 도움이 될 수 있는 임산부용 영양제를 섭취하고 있으나, 주로 수입품을 이용하고 있으며 국내 시장은 영양제 시장에 한하여 성장단계에 있음.

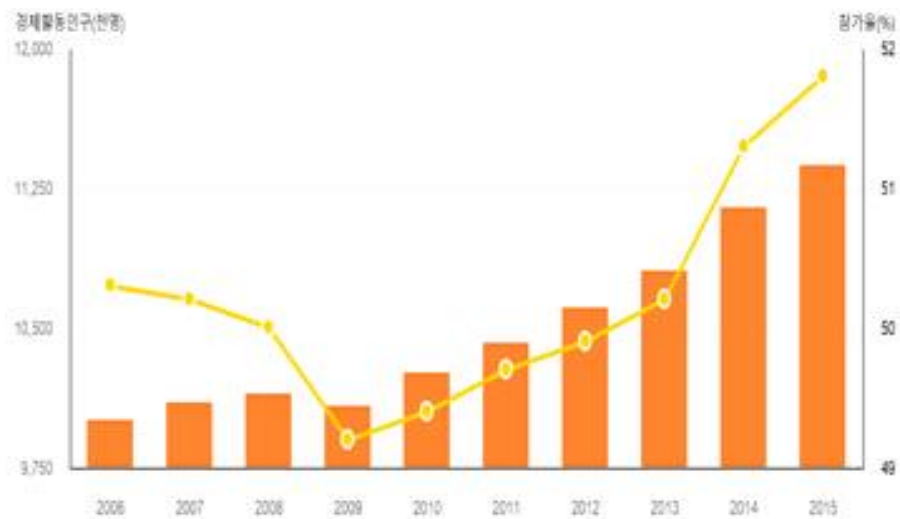


그림 1. 여성경제활동인구 및 참가율 (출처, 통계청, 2015년 기준).

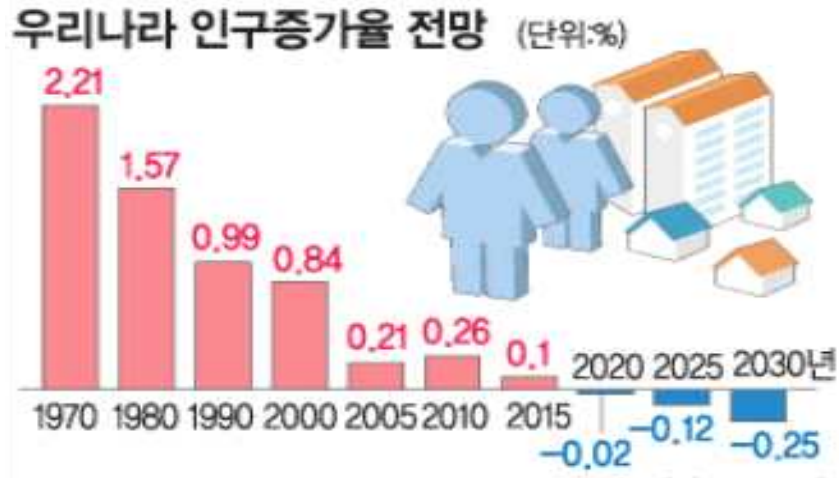


그림 2. 인구증가율 전망 (출처, OECD).

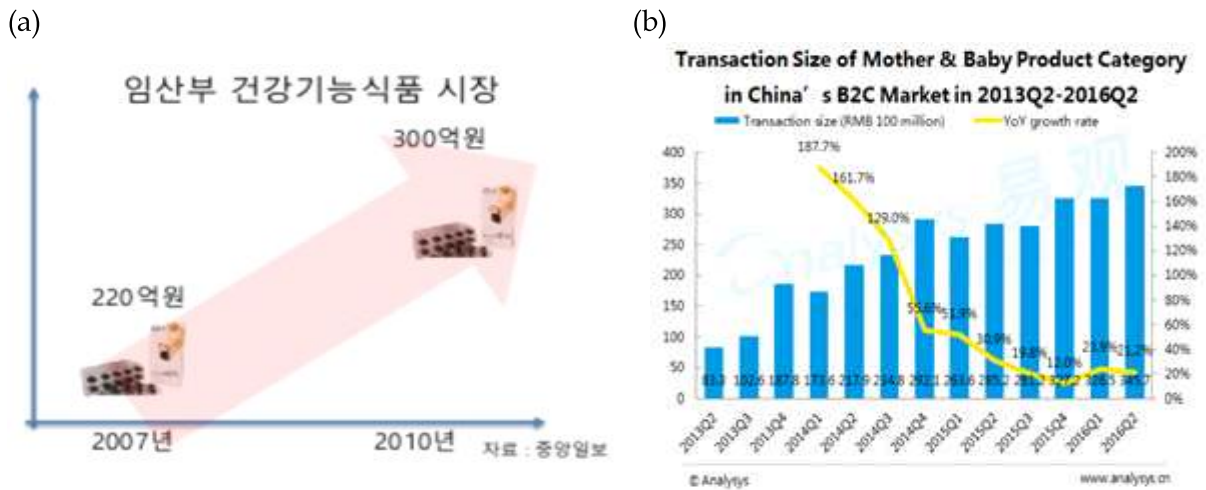


그림 3. 임산부 시장 규모 (a) 국내시장, (b) 중국시장.

(출처, 중앙일보, <http://www.analysyschina.com>)

- 임산부 전용 식품은 국내 시장은 전무한 실정이고, 단지 최근 들어 영양제와 같은 건강 보조식품에 한해 증가하고 있음. 수입 위주의 일부 임산부용 제품을 대체할 수 있으며 수출 대안까지 모색할 가능성이 있음.



그림 4. 국내 판매 중인 임신부 영양제.

- 국내 프로바이오틱스와 농산물의 새로운 측면에서 사용 방안을 제시할 수 있으므로 국내 프로바이오틱스와 농산물 소재 시장을 활성화할 수 있을 것으로 보임.
- 임신부용 영양공급이라는 측면에서 농약, 중금속과 같은 유해물질을 철저히 검사해야 하므로 임신부 전용 식품에 대한 위생과 안전성 관리 분야의 발전이 가능하리라 생각함.



당근

녹색채소

늪은 호박

양상추

양배추

오이

그림 5. 임신 중 필요한 국내 농산물.

표 1. 임신 중에 필요한 단계별 영양 및 주의할 사항

단계	필요한 영양성분 및 주의할 사항	단계	필요한 영양성분 및 주의할 사항
초기 (0-3개월)	1. 엽산 2. 단백질	말기 (8-10개월)	1. 피부건조 2. 탈모 3. 치아건강 4. 부종 5. 튼살
중기 (4-7개월)	1. 철분(철분제 부작용: 메스꺼움, 속쓰림, 장운동 저하, 변비 등) 2. 단백질		산후 (출산 후- 출혈 예방)

	3. 튜살크림(임신 5개월부터): 피부 보습력, 피부 유연성 4. 임신 중 피해야 할 물질: 레티놀, 살리실산, 히드로코르티손, 이소플라본, 자스민, 마조람, 타임, 세이지, 시더우드, 바질, 아니스, 라벤더, 캐모마일, 네롤리, 티트리, 로즈우드	6개월)	2. 비만 3. 탈모 4. 치아건강 5. 산후우울증 6. 수유 시 필요한 영양성분 7. 튜살
--	--	------	--

- 프로바이오틱스인 유산균은 병원균의 장내 증식을 억제하고 병원균을 감지하는 면역 활성화를 통해 세균과 바이러스에 대한 면역력을 증진시킬 수 있으며, 피부염증 완화와 알러지 억제효과가 있음.
- 최근 유산균 배양체(사균)에서도 면역 활성이 보고되고 있어 제품 적용 범위가 확대될 수 있음.
- 프로바이오틱스 관련 제품들은 미디어를 통한 홍보로 사균도 건강에 유익한 효과를 준다는 것이 집중 조명을 받고 있기 때문에 프로바이오틱 시장이 꾸준히 성장하고 있음.
- 유산균은 병원성 미생물이 장내 정착하여 증식하고 유해한 물질을 생산하는 것을 막아주며 유산균에 의해 생성된 항생물질이 설사를 유발하는 병원성 미생물이나 장내 유해균을 죽이거나 증식을 억제함.
- 병원균을 감지하는 마크로파지의 활성화를 통한 세균과 바이러스의 신속한 감지하고 임파구 분열 촉진으로 인한 암세포 증식 방지 및 혈액 내 항체인 IgA의 생산을 증가시키고 감마 인터페론 생성으로 면역력 증진시키며 실험동물과 배양세포를 중심으로 유산균의 알러지 억제 효과의 기능이 나타나고 있음. 특히 아토피성 피부염을 중심으로 그 효과가 입증됨.
- 유산균은 증식하면서 유산을 생성하고 부산물로 amylase, cellulase, lipase, protease 와 같은 소화효소를 생성하여 음식의 소화, 흡수를 도움. 몇 가지 균주들의 경우 비타민 B1, B2, B6, B12 합성뿐만 아니라 비타민 B1을 파괴하는 효소 생산균의 생육을 저해하여 비타민 B군을 안정화시킬 수 있음.
- 새로운 산업의 시도로서 정부투자가 이루어진다면, 국내 산업의 불모지인 임신부 영양 시장을 개척할 수 있는 계기가 될 수 있을 것임.

나. 국내 기술 수준 및 시장현황

(1) 시장현황

- 현재 국내에서 임산부를 위한 제품은 임신 기간 중 엽산과 같은 철분제 및 영양보조제로 제한적인 성장을 하고 있는 추세로, 주로 해외 수입상품에 의존하는 실정임.
- 출산율 저하와 함께 찾아온 1가구 1자녀 가구가 증가하면서 양육의 질에 관심을 두는 부모들이 베블런 효과와 함께 육아에 필요한 제품은 물론 서비스비용까지 임신에 관한 관심이 폭넓은 범위로 증가하고 있음.
- 이유식 및 기타 영유아용 식품은 종류가 다양화되면서 일반 가공식품 유형을 사용하는 영유아식의 품목 및 유형이 다양화되고 증가하는 추세임.

표 2. 본 연구과제 주제인 임신 중 입덧 방지, 변비 개선 관련 의 논문 목록

제목	저자	저널	권(호) 페이지	발표 연도
임신기의 입덧 및 변비 증상과 임산부의 영양 상태 및 신생아 체중과의 관계	최봉순 외 4인	대한지역사회영양학회지	8(2); 138-148	2003
입덧의 증상에 따른 임산부 식행동 및 영양상태와 임신 결과와의 결과	이인숙 외 3인	대한가정학회	55:69	2002
임부의 입덧에 관한 실태 조사	현진숙	여성건강간호학회지	6(4): 477-492	2000
임신 중 변비의 약물치료	신혜영	의약정보	12	1997

(2) 경쟁기관현황

- 국내 임산부를 위한 제품 출시는 미비한 상황이며, 현재 입덧 예방제품으로 치약, 사탕 종류가 출시되고 있음.
- 임산부들이 사용할 제품이기에 때문에 주로 천연향료, 천연색소, 새콤달콤한 과실추출물을 이용하는 것이 특징임.
- 임산부들이 간식이나 한 끼 식사 대용으로 섭취할 수 있는 변비 예방용 시리얼은 현재 시판되고 있지 않지만, 서울우유의 비요뜨와 매일유업의 매일 바이오 요거트는 남녀노소 즐길 수 있는 유산균 시리얼로 현재 시판 중임.

표 3. 경쟁사 주요 입덧방지 제품

제품				
제조사	튼튼맘스	일광제과	스윗드림	매일 유업
특징	엽산, 비타민B, 블루베리, 자일리톨, 스피아민트, 자몽종자추출물, 녹차엑기스, 카모마일 추출물, 카렌듈라엑기스, 오렌지오일, 레몬에센스가 들어감.	단호박분말, 다시마분말, 자색고구마, 비타민C를 함유함. 새콤달콤한 맛으로 입덧을 완화함.	천연색소, 천연향료 유기농 슈가를 이용한 수제사탕 (비정제사탕). 산모와 영·유아도 섭취 가능	무가당 발효 플레인요거트 콘푸로스트와 그레놀라 2가지 맛 한끼 식사 대용

(3) 지식재산권현황

- 기존의 임신부에 관한 특허는 대부분 입덧방지를 위한 음용수 위주의 제품 개발로 캔디 및 시리얼과 같은 제품은 거의 개발되지 않음.
- 입덧방지와 관련된 특허로 11건이 출원되어 있었으나 현재 10건이 취하, 1건은 거절된 상태이며 등록되어있던 1건의 특허는 소멸된 상태임(출처: 특허정보넷 키프리스).

표 4. 입덧방지 관련 특허 목록

특허명	특허 출원 번호	특허 등록 번호	상태
입덧 치료제	10-1997-0076932		취하
음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0053656		취하
알로에 및 베타카로틴이 함유된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0057095		취하
버섯 균사체 또는 자실체가 함유된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0057093		취하
프로폴리스 추출물이 함유된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0057098		취하
매실 과즙 및 키토산이 함유된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0057096		취하
생강을 주성분으로 하는 입덧 완화 조성물	10-2001-0043096		거절

티에노피라디는 화합물 및 치료 방법		10-1216296-0000	소멸
칼슘이 첨가된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0021820		취하
단백질이 함유된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0057088		취하
맛이 가미된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0057082		취하
엽록소 성분이 함유된 음용수 첨가용 알칼리 수용액 조성물	10-1996-0057091		취하

다. 국외 기술 수준 및 시장현황

(1) 시장현황

- 기존의 국외에 판매되고 있는 입덧 완화에 효과가 있다고 알려진 제품의 경우 사탕과 지압밴드, 스프레이, 탄산수 등 다양한 형태의 제품으로 출시되고 있으나 이 중에서 식품 형태의 제품은 많은 비중을 차지하고 있지 않음.
- 식품 형태의 제품의 경우 직접 입덧에 좋은 효과가 있는 제품은 드문 편이고, 임산부에게 좋지 않은 성분들을 제외한 형태의 제품이 많이 출시되고 있음.
- 입덧 증상이 있을 때는 향이 강한 식품에 거부 반응이나 구토 증상이 나타날 수 있기 때문에 섭취를 통한 완화보다는 물리적인 방법이나 아로마 치료법 등 간접적인 방법을 사용하여 입덧에 도움을 주는 형태의 제품이 주로 출시되고 있음.
- 식품을 제외한 경우에는 임산부의 전반적인 영양 불균형에 도움을 주거나 생리 기능 활성화에 도움을 줄 수 있는 영양보조제와 같은 제품들이 주를 이루고 있음.

표 5. 경쟁사 주요 입덧 방지 제품

제품				
제조사	THREE LOLLIES, LLC	케이엠제약(주)	Sea-Band Limited	A&W BOTTLING COMPANY, INC
특징	천연색소와 천연 과일 향을 첨가한 사탕으로	자소엽, 가렌듈라, 엽산, 자일리톨, 비타민E,	입덧 완화에 사용되는 의료기기용	설탕, 카페인, 탄수화물, 글루텐, 나트륨이 들어있지

	새콤달콤한 향으로 입덧을 줄여줌.	유칼립투스, 페퍼민트, 캐모마일 추출물이 들어간 치약임.	지압밴드로 내관혈을 자극하여 통증을 완화하는 원리임.	않는 유기농 탄산수
--	-----------------------	--	--	---------------

- 기존의 국외에 나와 있는 변비 완화 제품은 국내와 유사하게 식품 형태의 제품보다는 의약품 형태의 제품이 많이 출시되고 있고, 주로 섬유질을 주성분으로 가진 원료를 사용하거나 유산균을 첨가한 제품들이 많이 출시되어 있음.
- 식품의 경우 임산부들이 부담 없이 섭취할 수 있는 차와 같은 액체형태의 제품에 해로운 성분들을 제외하고 강하지 않은 향을 더한 제품이 많이 출시되어 있음.

(2) 지식재산권현황

- 국내에서의 입덧에 대한 특허는 거의 없는 편이고, 변비에 대한 특허는 꾸준히 진행되고 있으나, 개선에 도움이 되는 특정 물질 또는 조성물에 관한 특허만 출원되고 있음.
- 국외의 경우 일본이 국내에 비하면 더 많은 특허를 보유하고 있으나 직접 연관이 되는 경우나 식품에 접목한 특허는 마찬가지로 적은 편임.
- 출원된 특허의 경우 허브 티와 같은 차 종류를 많이 활용하였고, 다른 성분들과 혼합한 조성물, 음료수와 같은 제품 및 의약품에 관한 내용이 많고, 식품으로서 개선에 도움을 주는 특허는 거의 없는 편임.

제 3절 연구개발 범위

1. 제 1세부과제: 건국대학교 산학협력단

가. 포괄적 연구 목표

임산부의 단계별 영양 설계에 맞추어 국내 농산물 및 프로바이오틱스를 이용하여 기능성을 검증함으로써, 임산부에게 필요한 식품 소재의 실용화 기술을 개발하고 제품화하고자 함.

나. 1차년도: 임산부 토탈 케어 제품에 함유할 기능성 소재 스크리닝 및 검증

(1) 선행연구 및 문헌조사를 통해 기능성 소재 탐색

- 입덧 완화 및 엽산 및 철분 함유량이 높은 오미자, 유자, 매실, 통곡물 정보수집 기능성 검증

(2) 국내 농산물 특성 평가

- 정보수집을 통해 국내 농산물의 엽산 및 철분 흡수율 측정을 통한 특성을 평가

(3) 프로바이오틱 특성 평가

- 내산/내담즙성: 인공위액 및 인공담즙산에 대한 안정성 평가
- 장정착능: 장세포에서 프로바이오틱 균주의 정착능
- 정장작용: 장내 식중독균에 대한 항균효과 및 장운동 관련 사이토카인 유도
- 엽산 생산능

(4) 제품 형태 및 포장재 선별

- 곡류 가공품(시리얼) 및 특수용도 식품(사탕)의 형태를 결정함.
- 각 제품의 특성에 맞는 포장재를 선별함.

다. 2차년도: 임산부 토탈 케어 시제품의 기능성 검증

(1) 시제품 제조: 입덧 방지용 캔디, 변비 예방용 시리얼

(2) 시제품의 관능 및 품질 평가

(3) 시제품에 대한 기능성 검증

제 2장 연구수행 내용 및 결과

제 1절 기능성 소재 스크리닝 및 안전성 및 기능성 평가

1. 기능성 소재 스크리닝 및 안전성 및 기능성 평가

가. 계획수립 및 자료조사

- 웹사이트를 이용하여, 총 7가지의 국내 농산물 과실과 통곡물에 관한 기능성 소재 탐색 및 특성을 확인하였음(표 6).

표 6. 국내 농산물 과실과 통곡물의 성분과 효능

		성분	효능
과실	모과	<ul style="list-style-type: none"> • 사과산을 포함한 유기산을 함유함. • 짙은맛을 나타내는 타닌 성분을 함유함. • 과당의 형태로 당분을 함유함. • 칼슘, 칼륨, 철분 등의 무기질이 풍부하게 함유함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 유기산성분이 음식물의 소화를 돕는데 효능이 있음. • 모과의 과당은 혈당의 상승을 막아주는 효능이 있음. • 혈액순환을 개선해 주는 효능이 있음.
	매실	<ul style="list-style-type: none"> • 80% 과육 중 85%가 수분으로 구성됨. • 유기산(시트르산·사과산·호박산·주석산)이 풍부함. • 칼슘, 인, 칼륨 등의 무기질과 카로틴 함유. 	<ul style="list-style-type: none"> • 위장운동을 촉진하는 효능이 있음. • 신진대사를 활발히 하고 피로 회복에 좋음. • 빈혈과 변비에 좋은 효능이 있음.
	유자	<ul style="list-style-type: none"> • 비타민C가 다량 함유되어 있음. • 유기산이 많이 함유되어 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 칼슘공급 및 변비 해소에 탁월한 효능이 있음.
	오미자	<ul style="list-style-type: none"> • 사과산 및 시트르산이 다량 함유되어 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 면역력을 높여줌.
통곡물	귀리	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 단백질과 지방질 함유함. • 다당류의 일종인 베타글루칸 다량 함유되어 있음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 섭취 시 소화가 쉬움. • 배변 활동에 도움을 줌. • 지질대사를 개선하여 체지방 축적을 막아줌.
	현미	<ul style="list-style-type: none"> • 단백질, 탄수화물, 지질, 비타민식이섬유, 각종 미네랄과 효소류가 풍부함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 변비 예방에 탁월한 효능이 있음.
	보리	<ul style="list-style-type: none"> • 섬유질이 풍부함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 배변 활동에 도움을 줌.

(출처: Food Materials 생각이 필요한 식품 재료학, 수학사, 개정판 2017; Food

Materials Science 이해하기 쉬운 식품 재료학, 파워북, 2015)

- 임신 중 입덧 완화에 도움을 줄 수 있으며, 임신 중 절대적으로 필요한 칼슘 및 철분이 다량 함유한 과실과 통곡물로 문헌조사를 실시함.
- 임신 중에는 배변 활동이 원활하지 못하는 점을 반영하여 소화가 쉽고 장운동에 도움을 주어 변비 예방에 도움이 되는 방향으로 문헌조사를 실시함.

나. 국내 농산물 특성 평가

(1) 시료의 확보

- 국내 농산물 중 과실류는 입덧방지에 도움을 준다고 알려진 모과, 매실, 오미자, 유자를 소재로 선정한 후 확보하여 분말화시켜 시료를 확보함(그림 6).



그림 6. 국내 농산물 과실 분말.

(A, 모과 분말; B, 매실 분말; C, 오미자 분말; D, 유자 분말)

- 통곡물의 경우 시리얼의 소재로 사용하였고 식이섬유, 엽산 등의 기능성 평가를 위해서 구입한 후 분쇄하여 분말화시켜 시료를 확보함(그림 7).

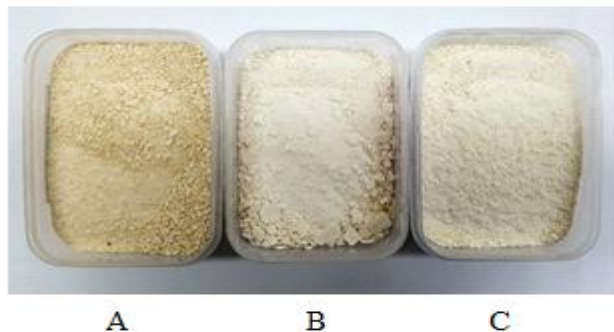


그림 7. 국내 농산물 통곡물 분말.

(A, 귀리 분말; B, 현미 분말; C, 보리 분말)

(2) 농산물 중 유기산, 엽산, 철분 함유 확인

- 국내 농산물 중 과실류인 모과, 매실, 오미자, 유자와 통곡물류인 귀리, 현미, 보리에 대해서는 kit를 이용하여 엽산과 철분의 확인할 예정이며, 유기산은 아래의 분석 조건을 토대로 실험함.
- 엽산과 철분 흡수율 실험을 위해서 시료의 농도는 1 mg/mL로 진행하였으며 프로바이오틱스의 농도는 10^7 CFU/mL에서 진행하였음.

표 7. 유기산 분석을 위한 컬럼 및 분석 조건

Column	Hypersil GOLD aQ
Eluant	50 mM potassium phosphate
Temperature	25°C
Detection	UV detector
Injection	20 μ L
Flow rate	1.25 mL/min

- Folic Acid ELISA Kit (MET-5068)을 이용하여 엽산을 분석함. 실험 전 Folic acid conjugate coated plate를 4°C에서 하루 동안 반응함. 시료 50 μ L와 anti-folic acid antibody 50 μ L를 1시간 동안 흔들어주며 반응시킴. Washing buffer로 세척한 후 100 μ L의 secondary antibody-HRP enzyme conjugate를 첨가하여 1시간 동안 흔들어 주면서 반응시킴. Wash buffer로 세척한 후 100 μ L의 substrate solution을 첨가하고 30분 동안 실내온도에서 반응시키며 100 μ L의 stop solution을 첨가하여 반응을 종료함. 450 nm에서 흡광도를 측정하고 folic acid standard 용액을 이용하여 만든 표준곡선으로부터 엽산을 함량을 확인하여 농도를 계산하였음.
- QuantichromTM Iron Assay kit (DIFE-250)를 이용하여 철분을 분석함. 시료 50 μ L와 working solution 용액 200 μ L을 첨가한 후 40분 동안 실온에서 반응시켜 590 nm에서 흡광도를 측정하고 iron standard 용액을 이용하여 만든 표준곡선으로부터 철분의 함량을 확인하여 농도를 계산하였음.

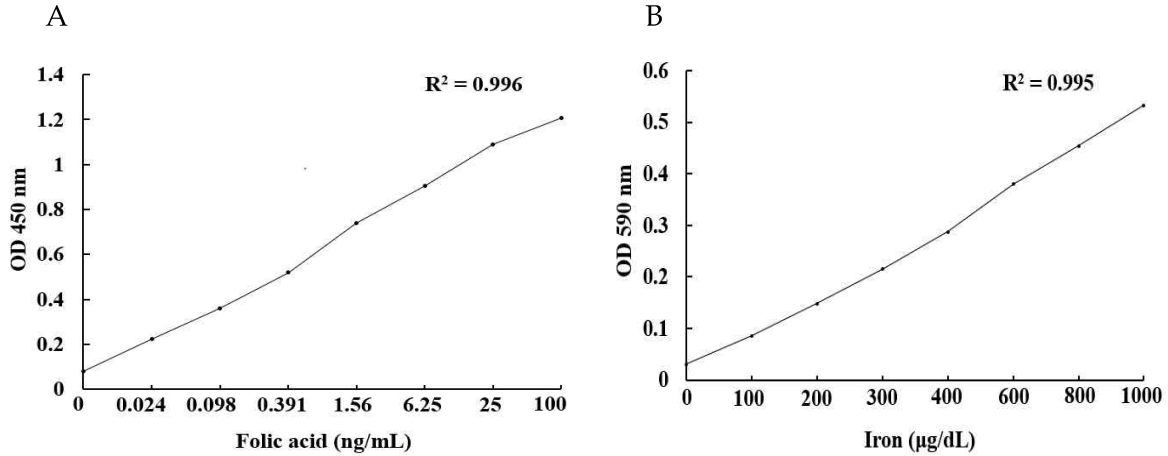


그림 8. 엽산과 철분의 표준곡선.
(A, Folic acid standard curve; B, Iron standard curve)

(3) 장세포를 이용한 엽산 및 철분 흡수율 측정

- HT-29 세포주를 이용하여 국내 농산물의 세포내 흡수율 정도를 측정하고자 함. 실험에 사용된 HT-29 세포주는 한국세포주은행(KCLB)으로부터 분양받아 RPMI medium에 10% FBS(fetal bovine serum), 100 unit/mL의 penicillin, 100 µg/mL의 streptomycin을 첨가하여 사용하였고, 95%의 습도가 유지되는 37°C, 5% CO₂ incubator에서 계대 배양하여 사용함. 세포내 흡수율 측정을 위해 HT-29 세포주는 6 well plate 상에서 배양했으며 95%의 습도가 유지되는 37°C, 5% CO₂ incubator에서 2일마다 배지를 교체하여 monolayer를 형성할 때까지 배양한 후, 시료를 첨가한 후 30시간 배양하고 HT-29 cell을 lysis한 후 세포 내 흡수한 엽산과 철분의 양을 위의 kit를 이용하여 측정하였음.
- 모과와 귀리에 *Lactobacillus plantarum* G72와 *Lactobacillus rhamnosus* GG와 함께 처리한 후 엽산의 흡수율을 확인한 결과 모과와 귀리만 처리했을 경우보다 *Lactobacillus plantarum* G72와 함께 처리했을 시에 엽산의 흡수율이 훨씬 더 높게 확인됨. 또한 모과의 경우에는 상용균주인 *Lactobacillus rhamnosus* GG와 함께 처리했을 경우보다 약 6% 가량 더 높은 흡수율을 확인하였음. 따라서 *in vitro* 상의 결과를 토대로 모과와 귀리를 따로 섭취하였을 때보다 프로바이오틱스와 함께 섭취한다면 더 높은 엽산을 흡수할 수 있을 것으로 예상됨.
- 철분의 경우 본 연구결과에는 확인되지 않았음.

표 8. 국내 농산물 과실 및 곡물과 프로바이오틱스의 엽산 및 철분 흡수율

	시료의 흡수율(%)					
	모과	모과 +G72 ¹⁾	모과 +LGG ²⁾	귀리	귀리 +G72	귀리 +LGG
엽산	20.35±0.98 ^{ab}	32.16±1.66 ^c	26.19±0.79 ^{bc}	16.78±0.09 ^a	34.44±0.46 ^c	34.35±0.59 ^c
철분	-	-	-	-	-	-

¹⁾*Lactobacillus plantarum* G72; ²⁾*Lactobacillus rhamnosus* GG; ³⁾ ND: Not detected.

All values are mean± standard deviation.

^{a-c}The superscript letters in the same row indicate statistical differences ($p < 0.05$).

다. 프로바이오틱스 특성 평가

(1) 김치 유래 유산균 분리

- 유용 유산균을 확보하기 위하여 배추김치 알타리김치, 깍두기김치에서 유산균을 분리하였고 lactobacilli MRS agar를 이용하여 배양하였으며, partial 16S rRNA 염기서열을 분석하여 균주를 동정하였음.

표 9. 김치에서 분리한 유산균

균주명	분리원
<i>Lactobacillus brevis</i> B151	배추김치
<i>Lactobacillus brevis</i> KU15153	알타리김치
<i>Lactobacillus plantarum</i> G72	배추김치
<i>Lactobacillus plantarum</i> KU15117	깍두기

(2) 분리 유산균의 내산성·내담즙성 확인

- 프로바이오틱스 특성인 중 중요한 실험으로 구분되어지는 내산성, 내담즙성 및 장 부착능을 평가하였고, 김치에서 분리한 유산균 중에서 유용 균주 선별을 위한 스크리닝을 위하여 분리 균주에 대한 내산성, 내담즙성을 병행 확인하였음.

- 내산성 확인을 위한 실험방법은 다음과 같음. MRS broth에 분리 미생물을 16시간 이상 배양시킨 후 0.3% pepsin을 첨가하고 pH 2.5로 맞춰진 MRS broth 9 mL에 균 배양액 1 mL을 접종시킨 후 37°C에서 3시간 배양하여 배양 3시간 뒤의 균수를 비교하여 생존율을 측정하는 방법을 사용하였음.
- 내담즙성 확인을 위한 실험방법은 다음과 같음. MRS broth에 분리 미생물을 16시간 이상 배양시킨 후 0.3% Oxgall을 첨가한 MRS broth 9 mL에 균 배양액 1 mL을 접종시킨 후 37°C에서 24시간 배양하여 배양 24시간 뒤의 균수를 비교하여 생존율을 측정하는 방법을 사용하였음.

$$\text{Survival rate (\%)} = \frac{\text{Log } N_1 \text{ (CFU/mL)}}{\text{Log } N_0 \text{ (CFU/mL)}} \times 100$$

N_0 , total viable count of strains after treatment by simulated gastrointestinal juices.

N_1 , total viable count of stains before treatment.

- 내산성, 내담즙성 측정결과 모두 80% 이상 생존할 경우 우수 균주로 간주하여 다음 단계인 장 부착능 실험을 진행하였음.
- 내산성 평가에서는 모든 균주가 100%에 가깝게 높은 생존율을 보이는 것을 확인하였으며, 내담즙성 평가에서도 모든 균주에서 높은 생존율을 확인하였음. 특히, *Lactobacillus brevis* B151와 *Lactobacillus brevis* KU15153에서는 100%가 넘는 높은 생존율을 확인하였음.

표 10. 프로바이오틱스의 내산성 및 내담즙성 평가

Treatment	Cell no. (Log CFU/mL)				
	B151	G72	KU15153	KU15117	
Initial cell no.	8.16±0.04 ^b	8.12±0.02 ^a	8.30±0.02 ^b	8.50±0.04 ^c	
Tolerance to artificial gastric acid and bile salts	0.3% (w/v) Pepsin, pH 2.5 after 2 h	8.17±0.00 ^{ab}	8.07±0.05 ^a	8.15±0.10 ^a	8.24±0.11 ^a
Survival rate (%)	100.12	99.38	98.19	96.94	
0.3% (w/v) Oxgall after 24 h	9.14±0.10 ^{ab}	6.98±0.03 ^a	8.95±0.02 ^c	7.20±0.01 ^b	
Survival rate (%)	112.00	85.96	107.83	84.70	

All values are mean± standard deviation.

^{a-c}The superscript letters in the same row indicate statistical differences ($p < 0.05$).

Survival rate = (after cell no./initial cell no.) × 100.

(3) 분리 유산균의 장 부착능 확인

- 건강 기능성 식품 종균으로서 가장 큰 특징으로 정장작용을 꼽을 수 있으며, 효소 생산능 실험에서 인체에 유해한 효소를 생산하지 않는 김치 유래 분리 균주 유산균 4주에 대해 대장암세포(HT-29)를 이용한 장 부착능을 측정하였음.
- 장 부착능 실험방법은 다음과 같음. 24 well plate에 대장암세포(HT-29)를 1×10^5 cells/well로 깔아 놓은 후 37°C, 5% CO₂에서 24시간 배양시켰음. 미리 MRS broth에 접종시킨 균액을 원심분리기(12,000 rpm, 10분)를 이용하여 균체를 회수한 후 항생제가 첨가되지 않은 RPMI배지를 넣어 회석하였음. 미리 배양시킨 대장암세포(HT-29)에 접종시켜 37°C, 5% CO₂에서 2시간 배양한 후, 배양 상등액을 제거하고 PBS buffer로 3번 washing 후 1% Triton X-100 용액을 10분간 처리한 뒤 상등액을 담아 회석·도말하여 부착 균수를 측정한 후 부착 전 균수와 부착 균수를 비교하여 장 부착능을 측정하였음.
- 장 부착능을 측정하는 식은 다음과 같음.

$$\text{Cell adhesion (\%)} = \frac{V_1}{V_0} \times 100$$

V₀, initial viable bacterial count tested.

V₁, viable bacterial count obtained from the HT-29 cells after 2 h.

- 장 부착능 평가에서도 모두 80%가 넘는 높은 장 부착능을 확인하였지만, *Lactobacillus plantarum* KU15117이 68%로 다른 균주들에 비하여 다소 저조한 것을 확인하였음.
- 장 부착능 측정결과 모두 80% 이상 생존하여 우수 균주로 간주하였으며 다음 단계인 효소 생산능 실험을 진행하였음.

표 11. 프로바이오틱스의 장 부착능 평가

Treatment	Cell no. (Log CFU/mL)			
	B151	G72	KU15153	KU15117
Initial cell no.	8.30±0.09 ^{ab}	8.30±0.19 ^{ab}	7.94±0.01 ^a	8.63±0.02 ^a
Adhesion to HT-29 cell after 2 h	6.69±0.01 ^b	7.26±0.03 ^a	6.89±0.07 ^b	5.87±0.12 ^c
Adhesion rate(%)	80.60	87.47	86.78	68.02

All values are mean± standard deviation.

^{a-c}The superscript letters in the same row indicate statistical differences ($p < 0.05$).

Survival rate = (after cell no. / initial cell no.) × 100.

(4) 분리 유산균의 효소 생산능 확인

- 효소 생산능 실험은 다음과 같음. 김치 유래 분리 균주 4주를 MRS broth에서 37°C 배양기에서 16시간 배양하였음. 원심분리를 이용하여 균 상등액을 제거한 후 균체를 수집한 후 10⁶ CFU/mL로 희석하고 API zym kit에 각각 65 µL씩 접종하였음. 37°C에서 4시간 반응시킨 후 Zym A, Zym B 시약을 순서대로 떨어뜨린 뒤 10분간 반응 후의 색깔 변화를 통해 측정하였음.
- API zym kit의 색깔 변화를 통하여 사람에게 유해한 효소인 β-glucuronidase 생성 여부를 확인하였음. 김치 유래 유산균 4종의 효소 생산능을 확인한 결과, 발암 유해 효소로 알려진 β-glucuronidase를 생산하지 않는 것을 확인하였음.

표 12. 프로바이오틱스의 효소생산능 평가

Enzyme	Strains			
	B151	G72	KU15153	KU15117
Control	0	0	0	0
Alkaline phosphate	0	0	0	0
Esterase	0	0	1	0
Esterase lipase	0	1	0	0
Lipase	0	0	0	0
Leucine arylamidase	4	4	3	4
Valine arylamidase	3	3	2	3
Cystine arylamidase	0	0	0	0
Trypsin	0	0	0	0
α-Chymotrypsin	0	0	0	0
Acid phosphatase	1	1	4	1
Naphthol-AS-BI-phosphohydrolase	1	2	2	1
α-Galactosidase	1	0	0	0
β-Galactosidase	3	0	2	2
β-Glucuronidase	0	0	0	0
α-Glucosidase	1	1	1	1
β-Glucosidase	5	4	2	4
N-Acetyl-β-glucosaminidase	0	3	0	2
α-Mannosidase	0	0	0	0
α-Fucosidase	0	0	0	0

0, 0 nmol; 1, 5 nmol; 2, 10 nmol; 3, 20 nmol; 4, 30 nmol; 5, ≥40 nmol.

- 기본적인 프로바이오틱스의 생리적 평가(내산성, 내담즙성, 장부착능 실험)를 통하여 *Lactobacillus brevis* B151, *Lactobacillus brevis* KU15153, *Lactobacillus plantarum* G72 균주를 선정하였음.

(5) 분리 유산균의 항생제 저항성 평가

- 항생제 저항성은 저항 유전자의 전이라는 측면에서 문제가 생길 수 있는 부분으로 이 또한 중요하게 판단되는 실험으로 장 부착능 실험에서 장 부착능에 우수한 김치 유래 분리 균주 4주에 대해 paper disc를 이용한 항생제 저항성을 측정하였음.
- 항생제 저항성 실험방법은 다음과 같음. 미리 접종시킨 균액을 원심분리기(12,000 rpm, 15분)를 이용하여 균체를 회수한 후 10^5 CFU/mL로 희석한 후 고체배지에 도말을 하였음. 위에 미리 멸균시킨 paper disc를 올려놓은 뒤 Clinical and Laboratory Standards Institute(CLSI) 기준에 사용되는 항생제(ampicillin, gentamicin, kanamycin, streptomycin, tetracycline, ciprofloxacin, chloramphenicol, doxycycline)를 이용하여 50 μ L씩 접종시킨 후 37°C에서 24시간 배양시킨 후 inhibition zone의 크기에 따라 항생제 저항성 정도를 판별하여 측정하였음.
- 항생제 저항성 정도를 판별하는 기준은 다음과 같음.

Table 2A. (Continued)

Test/Report Group	Antimicrobial Agent	Disk Content	Zone Diameter Interpretive Criteria nearest whole mm			MIC Interpretive Criteria (μ g/mL)			Comments
			S	I	R	S	I	R	
PENICILLINS									
A	Ampicillin	10 μ g	≥ 17	14-16	≤ 13	≤ 8	16	≥ 32	(4) Results of ampicillin testing can be used to predict results for amoxicillin. See comment (2).
B	Piperacillin	100 μ g	≥ 21	18-20	≤ 17	≤ 16	32-64	≥ 128	
O	Mecillinam	10 μ g	≥ 15	12-14	≤ 11	≤ 8	16	≥ 32	(5) For testing and reporting of <i>E. coli</i> urinary tract isolates only.
B-LACTAM/B-LACTAMASE INHIBITOR COMBINATIONS									
B	Amoxicillin-clavulanic acid	20/10 μ g	≥ 18	14-17	≤ 13	$\leq 8/4$	16/8	$\geq 32/16$	
B	Ampicillin-sulbactam	10/10 μ g	≥ 15	12-14	≤ 11	$\leq 8/4$	16/8	$\geq 32/16$	
B	Piperacillin-tazobactam	100/10 μ g	≥ 21	18-20	≤ 17	$\leq 16/4$	32/4-64/4	$\geq 128/4$	
B	Ticarcillin-clavulanate	75/10 μ g	≥ 20	15-19	≤ 14	$\leq 16/2$	32/2-64/2	$\geq 128/2$	
CEPHEMS (PARENTERAL) (including cephalosporins I, II, III, and IV. Please refer to Glossary I.)									
(6) WARNING: For <i>Salmonella</i> spp. and <i>Shigella</i> spp., first- and second-generation cephalosporins and cephamycins may appear active <i>in vitro</i> , but are not effective clinically and should not be reported as susceptible.									
(7) Following evaluation of PK-PD properties, limited clinical data, and MIC distributions, revised interpretive criteria for cephalosporins (cefazolin, cefotaxime, ceftazidime, ceftioxcime, and ceftriaxone) and aztreonam were first published in January 2010 (M100-S20) and are listed in this table. Cefazolin interpretive criteria were revised again in June 2010 and are listed below. Cefepime and cefturoxime (parenteral) were also evaluated; however, no change in interpretive criteria was required for the dosages indicated below. When using the current interpretive criteria, routine ESBL testing is no longer necessary before reporting results (i.e. it is no longer necessary to edit results for cephalosporins, aztreonam, or penicillins from susceptible to resistant). However, ESBL testing may still be useful for epidemiological or infection control purposes. For laboratories that have not implemented the current interpretive criteria, ESBL testing should be performed as described in Table 2A Supplemental Table 1.									
Note that interpretive criteria for drugs with limited availability in many countries (i.e. moxalactam, cefonicid, cefamandole, and cefoperazone) were not evaluated. If considering use of these drugs for <i>E. coli</i> , <i>Klebsiella</i> , or <i>Proteus</i> spp., ESBL testing should be performed (see Table 2A Supplemental Table 1). If isolates test ESBL positive, the results for moxalactam, cefonicid, cefamandole, and cefoperazone should be reported as resistant.									
(8) <i>Enterobacter</i> , <i>Citrobacter</i> , and <i>Serratia</i> may develop resistance during prolonged therapy with third-generation cephalosporins as a result of derepression of AmpC β -lactamase. Therefore, isolates that are initially susceptible may become resistant within three to four days after initiation of therapy. Testing of repeat isolates may be warranted.									
A	Cefazolin	30 μ g	≥ 23	20-22	≤ 19	≤ 2	4	≥ 8	(9) Interpretive criteria are based on a dosage regimen of 2 g every 8 h. See comment (7).
U	Cephalothin	30 μ g	≥ 18	15-17	≤ 14	≤ 8	16	≥ 32	(10) Cephalothin interpretive criteria can be used only to predict results to the oral agents, cefadroxil, cefpodoxime, cephalexin, and loracarbef. Older data that suggest that cephalothin results could predict susceptibility to some other cephalosporins may still be correct, but there are no recent data to confirm this.

그림 9. 장내 미생물에 대한 항생제 저항성 기준(CLSI, 2014).

- *Lactobacillus brevis* B151에서는 gentamicin, kanamycin, streptomycin 및 ciprofloxacin 총 4가지 항생제, *Lactobacillus plantarum* G72에서는 kanamycin, streptomycin 및 ciprofloxacin 총 3가지 항생제, 마지막으로 *Lactobacillus brevis* KU15153에서는 streptomycin과 ciprofloxacin 총 2가지에서 저항성을 보이는 것을 확인하였음.

표 13. 프로바이오틱스의 항생제 저항성 평가

Antibiotics	B151	G72	KU15153
Ampicillin	S	S	S
Gentamicin	R	S	S
Kanamycin	R	R	S

Streptomycin	R	R	R
Tetracycline	S	S	S
Ciprofloxacin	R	R	R
Chloramphenicol	S	S	S
Doxycycline	S	S	S

S, susceptible; I, intermediate; R, resistant.

라. 프로바이오틱스 기능성 평가

(1) 유산균의 항균 활성 확인

- 균주가 장에 부착하여 병원균의 colonization을 막거나 항균의 기능성은 장내 총 균수 조절이라는 측면에서 프로바이오틱스가 갖춰야 할 조건으로 알려져 있음(FAO/WHO, 2002).
- 항균평가에 사용된 병원성 균주들은 *Listeria monocytogenes* ATCC 15313, *Salmonella* Typhimurium, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Staphylococcus aureus* KCCM 11335 균주를 사용하였음.
- 항균실험 방법은 다음과 같음. MRS broth에 김치 유래 유산균을 12시간 이상 배양시킨 후 MRS agar plate에 균 배양액 3 μ L를 떨어뜨린 후 37°C에서 24시간 배양하였음. 병원성 균주들을 TS broth에서 16시간 이상 배양한 후, 배양시킨 병원성균을 0.75% soft agar를 만들어 배양시켜두었던 MRS agar plate에 부어준 뒤 37°C에서 24시간 동안 배양하였음. Inhibition zone의 크기에 따라 항균 활성의 정도를 판별하여 측정하였음.
- 모든 김치 유래 균주들이 *Staphylococcus aureus* KCCM 11335에서 높은 항균력을 보임을 확인하였음.

표 14. 프로바이오틱스의 항균 활성평가

Pathogens	Inhibition diameter (mm)		
	B151	G72	KU15153
<i>Listeria monocytogenes</i> ATCC 15313	10.3±0.58 ^c	12.0±2.00 ^{ab}	14.7±1.15 ^a
<i>Salmonella</i> Typhimurium	15.7±1.53 ^a	13.7±1.15 ^a	16.7±2.89 ^a
<i>Escherichia coli</i> ATCC 25922	11.0±2.00 ^a	12.0±2.83 ^a	13.0±2.00 ^a
<i>Staphylococcus aureus</i> KCCM 11335	12.3±2.08 ^a	17.0±2.65 ^a	18.0±3.00 ^a

All values are mean± standard deviation.

^{a-b}The superscript letters in the same row indicate statistical differences ($p < 0.05$).

(2) 유산균의 소화효소 활성 평가

(가) Protease 활성 측정

- 종합적으로 평가했을 때, *Lactobacillus brevis* B151, *Lactobacillus plantarum* G72 및 *Lactobacillus brevis* KU15153 중에서 *Lactobacillus plantarum* G72가 가장 우수한 균주라고 판단되어, *Lactobacillus plantarum* G72에 대한 효소 생산능을 확인하였음.
- 미리 접종시킨 균액을 원심분리기(12,000 rpm, 15분)를 이용하여 상등액을 회수한 후 상등액을 15 mL conical tube에 1 mL를 담은 후 0.6% casein 용액을 1 mL를 넣고 water bath에 37°C에서 10분간 반응시킴. 0.4 M trichloroacetic acid를 2 mL씩 넣은 후 water bath에 37°C에서 25분간 담가 반응을 정지시킴. syringe filter를 이용해 여과시킨 후 0.4 M sodium carbonate 용액을 5 mL 넣은 후 3배 희석한 포린시약을 1 mL 넣고 20분간 반응시킨 후 660 nm에서 측정하였음.

(나) Amylase 활성 측정

- 미리 접종시킨 균액을 원심분리기(12,000 rpm, 15분)를 이용하여 상등액을 회수한 후 상등액을 15 mL conical tube에 1 mL를 담은 후 25°C water bath에서 3분간 반응시킨 1% soluble starch 용액을 1 mL를 넣음. 25°C water bath에서 3분간 반응시킨 후, DNS 시약 1 mL를 넣고, 끓는 물에 15분간 담가놓음. 얼음에 10분간 냉각시킨 후 증류수 9 mL를 넣은 후 흡광도 540 nm에서 측정하였음.
- 소화와 관련된 효소 중의 하나인 protease 및 amylase 활성능을 평가한 결과, 표 15와 같은 결과를 확인함. 상업용 균주인 *Lactobacillus rhamnosus* GG와 비교하였을 시 단백질 분해에 관여하는 protease 활성의 경우, 큰 차이점을 보이지 않았지만(1.19 unit/mL), amylase 활성 경우에는 적은 활성을 확인함(3.82 unit/mL). 하지만 이러한 특징은 균주 별 특성에 따라 다르게 나타날 수 있음(표 15).

(다) β -Galactosidase 활성 측정

- β -Galactosidase 효소는 유당이 존재하는 경우, 설사의 원인이 되는 유당을 가수분해하여 glucose와 galactose를 생성시켜 소장에서 소화 흡수시키고, 장내 유산균을 보호하며 칼슘흡수를 촉진하는 역할을 한다고 알려져 있음.
- β -Galactosidase 활성 측정 실험방법은 다음과 같음. MRS broth에 김치 유래 유산균을 12시간 이상 배양시킴. 균 배양액 0.1 mL과 Z buffer 0.1 mL, 클로로포름 50 μ L, 0.1 % SDS를 10초간 섞어줌. Z buffer에 ONPG를 4 mg 농도로 녹인 후, 37°C에서 15분간 반응시킴. 반응시킨 후, 1 M의 탄산나트륨 0.3 mL를 넣고 반응을 정지시킴. 혼합액을 원심분리기(12,000 rpm, 10분)를 이용하여 상등액을 회수한 뒤 420 nm와 550 nm에서 흡광도를 측정하였음.

- *Lactobacillus plantarum* G72는 β -galactosidase의 효소 활성이 1,381.74 Miller Unit, 상업용 control 균주인 *Lactobacillus rhamnosus* KCTC 5033 균주는 102.62 Miller Unit으로 *Lactobacillus plantarum* G72는 control인 대조균에 비해 월등히 높은 β -galactosidase 활성을 보인 것을 확인하였음.

표 15. *Lactobacillus plantarum* G72의 소화효소 활성

Treatment	Enzyme activity	
	<i>Lactobacillus plantarum</i> G72	<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG
Protease (Unit/mL)	1.19±0.08*	1.31±0.06*
Amylase (Unit/mL)	3.82±1.17	9.90±1.04
β -Galactosidase (Miller Unit)	1,381.74±173.84*	102.62±6.17*

All values are mean± standard deviation.

*Different superscripts in the same column represent statistical based on independent-samples t-test ($p < 0.05$).

- β -galactosidase의 활성이 높은 유산균을 이용한 조성물은 임신부와 같이 소화 능력이 떨어지는 이들에게 소화를 도울 뿐만 아니라 유당 불내증 환자들의 예방 및 치료용으로써 많은 도움이 될 수 있을 것으로 판단됨.

(3) 유산균의 유기산 및 단쇄지방산 분석 평가

- 김치 유래 분리 균주의 유기산 및 단쇄지방산 분석은 High performance liquid chromatography(HPLC)를 이용하였으며 방법은 다음과 같음. MRS broth에 김치 유래 유산균을 12시간 이상 배양시킨 후, 원심분리기(12,000 rpm, 10분)를 이용하여 상등액을 회수함. 회수한 상등액을 0.45 μ m 멤브레인 필터를 이용하여 여과하여 이 샘플을 HPLC에 주입하여 분석하였음.
- HPLC 실험조건은 다음과 같음.
 - Column: Hypersil GOLD aQ column(4.6 mm×150 mm, 5 μ m)
 - Solvent: 50 mM potassium phosphate buffer (pH 2.8)
 - Detector UV detector: 210 nm
 - Column temperature: 25°C
- HPLC를 이용하여 유기산(formic acid, lactic acid, acetic acid propionic acid, butyric acid)을 분석하였음.
- 유기산 및 단쇄지방산의 분석 결과 *Lactobacillus plantarum* G72는 발효 시 유기산 및 단쇄지방산의 함량이 높게 분석됨. 특히 formic acid와 lactic acid의 양이 상업용 균주인 *Lactobacillus rhamnosus* GG보다 월등하게 높게 분석됨. 면역 및 장 건강 활성에 좋은 butyric acid 또한 상업용 균주인 *Lactobacillus rhamnosus* GG보다 높게 분석됨. 따라서 *Lactobacillus plantarum* G72는 장 건강을 돕는 유산균으로서 활용가치가 높

다고 판단됨.

표 16. *Lactobacillus plantarum* G72의 유기산 분석

Lactic acid bacteria (LAB)	Organic acid (mg/kg)				
	Formic acid	Lactic acid	Acetic acid	Propionic acid	Butyric acid
<i>Lactobacillus plantarum</i> G72	2162.20 ±136.85 ^c	11176.73 ±594.38 ^d	1380.70 ±84.58 ^b	82.81 ±8.87 ^a	340.99 ±33.76 ^a
<i>Lactobacillus rhamnosus</i> GG	1319.29 ±83.92 ^c	10026.54 ±295.89 ^d	743.66 ±110.55 ^b	2001.57 ±225.41 ^a	126.73 ±110.60 ^a

All values are mean±standard deviation.

^{a-d}The superscript letters in the same row indicate statistical differences ($p < 0.05$).

마. 시제품 개발

- 본 과제로 개발된 *Lactobacillus plantarum* G72 유산균과 국내 농산물 귀리 및 모과를 활용하여 다음과 같이 시제품 2종을 제조하였음.

(1) 캔디형 제품

(가) 사용 유산균 및 주재료

- 본 과제를 통해 개발된 *Lactobacillus plantarum* G72를 이용하여 (주)마마피어에서 토마토 및 모과를 함께 첨가하여 제조하였음.
 - 토마토를 주성분으로 한 유산균 및 모과를 포함한 입덧 방지용 캔디
 - 토마토는 높은 수분함량과 무기질 및 비타민이 골고루 포함되어 있음.
 - 다량의 유기산을 함유하여 특유의 향과 신맛을 내며 신진대사를 촉진하여 피로물질을 없애는 효과가 있어 임산부 식품 제조에 적합하다고 판단됨.

(나) 포장 형태

- 포장은 유리병을 사용하여 자동 충전 하였으며 병당 90 g씩 넣고 방습제를 넣어 포장하였음. 유산균 수는 lactobacilli MRS배지에 일반도말법으로 분석하였음.

(다) 제품 특징

- 본 시제품은 특수용도식품으로 입덧 예방 및 방지용 캔디류로 제조하였음. 임산부 시

기에 충분히 필요한 엽산 함량이 높은 과실 추출농축액, 영양강화제믹스 및 철분을 첨가하였으며 먹을 때 상큼한 맛을 느끼게 설계하였음.

(라) 원재료명 및 함량

- 유기농설탕(수입산) 56%, 물엿(국산) 23%, 포도당시럽(국내산) 5%, 벌꿀(국산) 3%, 토마토 추출농축액, 모과 추출농축액, 레몬향, 말디톨시럽, 적색색소, 유산균(G72)

(2) 시리얼 제품

(가) 사용 유산균 및 주재료

- 다음의 생 유산균을 사용하였음. 본 과제를 통해 *Lactobacillus plantarum* G72를 이용하여 (주)마마피어에서 귀리를 첨가하여 제조하였음.

(나) 포장 형태

- 시리얼의 경우에는 120℃이 고온에서 가열·살균하는 레토르트 식품의 포장재로 폴리에틸렌(PE)을 사용하여 20 g씩 개당 포장하였음. 유산균수는 lactobacilli MRS배지에 일반도말법으로 분석하였음.

(다) 제품 특징

- 본 시제품은 특수용도식품으로 임신부 식사대용류로 제조하였음. 임신부 시기에 충분히 필요한 엽산 함량이 높은 농산물을 첨가하였음. 또한, 뜨거운 물을 부은 후 흔들어 죽처럼 먹을 수 있는 형태로 식사 대용으로 설계하였음.

(라) 원료 배합비

- 백미(국산) 30%, 현미(국산) 13.5%, 귀리(수입산) 5%, 치아씨드(수입산), 햄프씨드(수입산), 퀴노아, 유산균(G72)

(마) 제품 사진



그림 10. 시제품 캔디 및 시리얼.
(A, 마마비캔디; B, 맘스씨리얼)

바. 시제품의 관능, 품질 평가 및 기능성 검증

(1) 시제품의 관능

- 임산부들에 대한 관능평가를 실시한 결과, 일반인에 비해 높은 당농도를 선호 하였으며, 입덧 방지를 위한 성분이 포함된 마마비캔디에 대해 만족한 편임.
- 시리얼 제품 또한 냄새에 민감한 임산부의 기호성에 만족하였음.

(2) 식품공전 시험법 (일반세균수 측정)

- 시료 1 mg/mL과 10배 단계 희석액 1 mL씩을 멸균 페트리접시 2매 이상씩에 무균적으로 취하여 43-45°C로 유지한 표준한천배지 약 15 mL를 무균적으로 분주하고 페트리접시 뚜껑에 부착하지 않도록 주의하고, 좌우로 회전하면서 검체와 배지를 잘 혼합하여 응고시킴. 확산집락의 발생을 억제하기 위하여 다시 표준한천배지 3-5 mL를 가하여 중첩시킴. 응고시킨 페트리접시를 거꾸로 하여 35-37°C에서 24-48시간 배양한 후, 집락수를 측정하여 일반세균수를 측정함.
- 시제품 마마비캔디와 맘스씨리얼에서 일반세균수가 검출되지 않음을 확인함.

(3) 식품공전 시험법 (병원성 식중독균)

- *Escherichia coli* O157:H7의 검출 여부를 확인하기 위하여 시료 25 g을 취하여 225

mL의 mEC 배지에 가한 후 35-37°C에서 24시간 동안 증균 배양시킴. 증균 배양액을 MacConkey sorbitol 한천배지에 접종하여 35-37°C에서 18시간 배양한 후, sorbitol을 분해하지 않는 무색집락을 취하여 EMB 한천배지에 접종하여 35-37°C에서 24시간 배양하고 녹색의 금속성 광택이 확인된 집락을 확인시험을 실시함.

- *Staphylococcus aureus*의 검출 여부를 확인하기 위하여 시료 25 g을 취하여 225 mL의 10% NaCl을 첨가한 TSB 배지에 가한 후 35-37°C에서 18-24시간 동안 증균 배양시킴. 증균 배양액을 Baird-Parker 한천배지에 접종하여 35-37°C에서 18-24시간 배양한 후, 투명한 띠로 둘러싸인 광택이 있는 검정색 집락을 선별하여 확인시험을 실시함.
- *Salmonella* spp.의 검출 여부를 확인하기 위하여 시료 25 g을 취하여 225 mL의 펩톤수에 가한 후 35-37°C에서 24시간 동안 증균 배양시킴. 증균 배양액을 XLD 한천배지에 접종하여 35-37°C에서 24시간 배양한 후 전형적인 집락을 선별하여 확인시험을 실시함.
- *Listeria* spp.의 검출 여부를 확인하기 위하여 시료 25 g을 취하여 225 mL의 *Listeria* 증균배지를 가한 후 30°C에서 48시간 증균 배양시킴. 증균 배양액을 Oxford 한천배지에 접종하여 30°C에서 24-48시간 배양한 후 집락을 선별하여 확인시험을 실시함.
- *Enterobacter sakazaki*의 검출 여부를 확인하기 위해 검체 5관에서 검체 각 60 g을 무균적으로 채취하여 540 mL의 멸균증류수에 가한 후 35-37°C에서 18-24시간 증균배양함. 증균배양액 10 mL를 90 mL의 EE 배지에 첨가하여 35-37°C에서 18~24시간 2차 증균 배양함. 배양후 CESA 한천배지에서 청록색, VRBG 한천배지에서 자주색 및 *Enterobacter sakazakii* 한천배지에서는 장파장의 자외선(366 nm) 조사 하에 형광을 나타내는 전형적인 집락들에 대하여 확인시험을 실시함.
- 시제품 마마비캔디와 맘스씨리얼에서 병원성 식중독균인 *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Listeria* spp., *Enterobacter sakazaki*가 검출되지 않음을 확인함.

A

제조일자	2018. 12. 21		식품의 유형	왕산·수유부드름(한디류)
유통기한	2019. 12. 20		발행일자	2018. 12. 29
1 NAME OF PRODUCT	마마비 캔디		NO. OF PRODUCTION	경기 영남 제 11 호
4 SPECIFICATIONS	INSPECTION ITEM	UNIT	STANDARD	TRUTH ANALYSIS
	용량		겉한광택, 종색의 색채가 고유의 향미를 가지고 이미, 이치가 있어야 한다.	적 합
	이물		불감함	적 합
	대장균군	-	음성	음성
	담양색소	-	불감함	미사용
	보존료	-	0.2 이하(과산화수소산으로표시) 1.0 이하(소보산으로표시)이외 불감함	미사용
5 CAUTION PUT TO USE	납		불감함	적 합
	포장상태		외적불량, 파손등이 없어야 한다	적 합
	온도		0°C~30°C	적 합
6 REMARKS	상기와 상형 결과와 같음.			
7 DATE OF TEST	TEST	SIGNATURE		
	FINAL CHECKER	SIGNATURE 		

B

제조일자	2018. 12. 23		식품의 유형	왕산·수유부드름(과유기공유)
유통기한	2019. 12. 22		발행일자	2018. 12. 30
1 NAME OF PRODUCT	맘스씨리얼		NO. OF PRODUCTION	경기 영남 제 12 호
4 SPECIFICATIONS	INSPECTION ITEM	UNIT	STANDARD	TRUTH ANALYSIS
	용량		겉한광택의 색채가 고유의 향미를 가지고 이미, 이치가 있어야 한다.	적 합
	이물		불감함	적 합
	대장균군	-	음성	음성
	담양색소	-	불감함	미사용
	보존료	-	0.2 이하(과산화수소산으로표시) 1.0 이하(소보산으로표시)이외 불감함	미사용
5 CAUTION PUT TO USE	중금속표시상자		0.2 이하(과산화수소산으로표시) 1.0 이하(소보산으로표시)이외 불감함	적 합
	포장상태		외적불량, 파손등이 없어야 한다	적 합
	온도		0°C~30°C	적 합
6 REMARKS	상기와 상형 결과와 같음.			
7 DATE OF TEST	TEST	SIGNATURE		
	FINAL CHECKER	SIGNATURE 		

그림 11. 시제품 시험성적서.

(A, 마마비캔디 성적서; B, 맘스씨리얼 시험성적서)

(4) 기능성 평가

- 캔디 및 시리얼 제품에 대해서 기능성 평가를 통해서 유산균의 생균수 측정을 통해서만 확인되었음.

사. 사업화 전략

(1) 사업화 배경

- 여성의 사회 진출이 높아져 자연스레 임신 중인 직장인 여성이 증가하고 있음.
- 여성의 사회 진출로 인하여 올바른 식생활을 유지하기 어렵고, 임신초기에는 입덧으로 인해 산모들의 영양섭취가 부족한 실정임.
- 국내에서 임산부를 위한 제품은 임신 기간 중 엽산 및 철분제와 같은 영양보조제로 제한적인 성장을 하고 있는 추세로, 주로 해외 수입상품에 의존하는 실정임.
- 1가구 1자녀 가구가 증가하면서 양육의 질에 관심을 갖는 부모들이 배블런 효과와 함께 임신에 관한 관심이 폭넓은 범위로 증가하고 있는 추세임.

(2) 핵심경쟁요인

(가) 생리기능성: 유산균 제품의 생리기능성 확보로 시장경쟁력 강화 *Lactobacillus plantarum* G72의 다양한 기능성 보유

(나) (주)마마피어 핵심경쟁요소: 식품의약품안전처로부터 임산부 전용 특수식품으로 인증 받음. 기타 가공식품 생산능력 보유, 연구전담부서에서 제품 개발 및 연구 능력보유, 유통망 확보

(다) 제품공정 핵심요소

- ① 캔디류: 제조 공정시 영양소 파괴를 방지하기 위한 전 과정 수작업
- ② 시리얼류: 영양성분의 손실을 방지하기 위한 익스트루 공법의 기술성

(3) 임산부식품 시장 구조

(가) 경쟁기업 현황

- 임산부를 위한 제품 출시는 미비한 상황이며, 현재 입덧 예방제품으로 치약, 사탕 종류가 출시되고 있음.
- 천연향료, 천연색소 및 과실추출물을 사용하는 것이 특징임.

(나) 경쟁구조

- 주로 중소기업을 중심으로 시장 참여

(다) 시장진입 장벽

- 특수용도식품 브랜드 파워 및 유통망

(라) 수익 확보 전략

- 국내 및 동남아(홍콩, 중국, 태국, 베트남, 싱가포르) 위주로 수출계획
- 백화점과 슈퍼마켓 및 영유아매장을 통해 수출예정

제 2절 시제품의 기술적·경제적 성과

1. 기술적 성과

가. 캔디류

- 설탕의 재결정을 방지하는 동시에 조직에 점조성을 주어서 세공·성형성을 향상시켰음.
- 임산부들이 섭취하는 캔디는 원료 혼합부분에서 영양소가 파괴가 되지 않으며 고온, 고열에 의해서도 영양소가 잔존해 있어야 하기 때문에 과정마다 정확하게 온도를 체크하며 100% 수작업을 통해 만들어졌음.
- 유산균은 열에 의해 파괴가 되기 쉽게 때문에 캔디의 점성의 온도를 체크해서 원료를 투입하고 팽창시키고 늘리는 작업을 수차례 진행시켰음.

나. 시리얼류

- 익스트루 공법에 의해 곡류의 팽화 온도의 조절로 곡류의 강도 조절이 가장 큰 기술성을 가지고 있음. 탄성이 있는 겔(Gel)이 액체를 흡수하여 부피가 증가하며 가압, 가열하여 급격히 상압으로 되돌리는 것에 의해, 물을 순간적으로 증발시켜, 다공질상으로 부피를 팽창시킴.
- 익스트루 공법에 의한 전분의 호화, 소화성 향상, 살균, 건조, 텍스처 개선 등의 효과가 인정되며 비타민 등 영양성분의 손실도 비교적 적음. 흡습성이 강하기 때문에 포장, 보관에는 주의가 필요함. 급격한 부피 팽창과 전분의 호화가 일어나고 바삭바삭한 텍스처의 호화미가 생성됨.

2. 경제적 성과

- 중국 임산부 가공식품시장은 최근 몇 해 동안 중국 경제가 급성장함에 따라서 두 자릿수 성장세를 보이고 있으며 2018년 시장의 성장 전망은 그 속도가 완만하더라도 꾸준할 것으로 보임.
- 중국 영유아식 시장의 주요 유통 채널은 슈퍼마켓/하이퍼마켓 다음으로 약국/드럭 스토어가 유통 비중을 차지함.
- 중국 곡물 시리얼 제품이 다수를 차지하며, 연령별 구분의 범위가 큰 편임. 수입제품이 높은 비중을 차지함. 중국으로 수출 확대 기대할 수 있음.
- 특수용도식품의 생산량은 매년 꾸준히 증가하고 있으며 중국시장은 안전성과 질을 바탕으로 중국 내에서 한국 제과의 안전성과 질이 인식됨에 따라 중소 제과업체 위주로 수출이 5.6% 증가, 수출부진 속 우리 가공식품 수출은 품질개발(안전성·현지화), 유통망 확보, 웰빙 트렌드 등을 통해 매출 확대를 기대할 수 있음.
- 현지 입맛에 맞는 상품을 지속적으로 연구, 식품안전성을 강화하는 등 품질개발 및 현지화 노력과 내추럴 식품에 대한 선호 트렌드가 상호작용한 결과 또한 코스트코, 까르푸, 쟈센 등 대형 유통망을 개척하고 파트너쉽을 맺는 등 판로확보에 주력한 것이 최근 가공식품 수출 호조의 원인이 됨. 향후 중국의 임산부 증가로 가공식품 트렌드 변화에 면밀히 대응하는 한편 품질관리 및 시장 다변화에 대응하여 경제적 성과를 얻을 수 있을 것으로 기대함.
- 프리미엄화 제품의 성장은 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아지고 있으며, 수입 식품이 국산 제품보다 더 안전하다는 인식이 자리 잡고 있음.
- 중국이 저출산·고령화 문제 해결을 위해 전면적 두 자녀 확대 정책을 시행함에 따라 중국의 임산부시장 성장속도가 더욱 가속화될 전망이며 특히, 최근 수입 증가세가 뚜렷한 산후조리·교육 등 서비스업종도 주목할 필요가 있음.
- 온라인 정보공유에 능숙한 중국의 젊은 스마트 맘(mom) 등, 소비자를 공략하기 위해 해외인증마크 취득을 통한 신뢰확보로 차별화된 고객서비스(C/S)강화, 고객접점 마케팅 강화가 예상됨.

3. 논문게재 성과

- Hye Ji Jang, Myung Wook Song, Na-Kyoung Lee, Hyun-Dong Paik. (2018) Antioxidant effects of live and heat-killed probiotic *Lactobacillus plantarum* Ln1 isolated from kimchi. *Journal of Food Science and Technology*. 55: 3174-3180.
- Sung-Ho Son, Seo Jin Yang, Hye-Lin Jeon, Hyung-Seok Yu, Na-Kyoung Lee, Young-Seo Park, Hyun-Dong Paik. (2018) Antioxidant and immunostimulatory effect of potential probiotic *Lactobacillus paraplantarum* SC61 isolated from Korean traditional fermented food, jangajji. *Microbial Pathogenesis*. 125: 486-492.

4. 특허성과

- 특허명: 신규 락토바실러스 프란타룸 균주 및 이의 용도 (Novel strain of *Lactobacillus plantarum* and use thereof), 출원연도: 2017년, 출원인: 건국대학교 산학협력단, 출원번호: 제 10-2017-0139185호.
- 특허명: 락토바실러스 프란타룸 G72 균주를 포함하는 위장관 질환 예방 또는 치료용 조성물 (Composition for preventing or treating or gastrointestinal tract disease comprising strain of *Lactobacillus plantarum* G72), 출원연도: 2018년, 출원인: 건국대학교 산학협력단, 출원번호: 제 10-2018-0171533호.

5. 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	-
			향후 3년간 매출	10억원
		관련제품	개발후 현재까지	2.4억원
			향후 3년간 매출	-
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 70% 국외 : 0.5%
			향후 3년간 매출	국내 : 80% 국외 : 2%
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 60% 국외 : 0%
			향후 3년간 매출	국내 : 70% 국외 : 0.5%
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		-
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		50위

6. 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목		성 과		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		3년		
	소요예산(백만원)		1,440		
	예상 매출규모 (억원)		현재까지	3년후	5년후
				1,440	3,110
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0	80	90
국외		0	2	5	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		임산부, 수유부 관련 제품 개발, 수유에 관한 제품 개발			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)		현재	3년후	5년후
	수입대체(내수)				
	수 출		0	0.1	0.5

제 3장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

제 1절 목표달성도

1. 연구개발 목표 달성도

가. 1차년도

연구개발의 목표	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발의 내용
□ 제 1세부 (건국대학교, 백현동) 기능성 소재 스크리닝 및 안전성 및 기능성 평가	계획수립 및 자료조사	100	선행연구 및 문헌조사를 통하여 기능성 소재 탐색
	국내 농산물 특성 평가	100	농산물 중 유기산, 엽산, 철분 함유 확인
		100	장세포를 이용한 엽산 및 철분 흡수율 측정
	프로바이오틱스 특성 평가	100	유산균의 선별
		100	분리 유산균의 내산성·내담즙성 확인
		100	분리 유산균의 장 부착능 확인
		100	분리 유산균의 효소 생산능 확인
		100	유산균의 항생제 저항성 확인
		100	유산균의 항균활성 확인
	프로바이오틱스 기능성 평가 검증	100	유산균의 β -Galactosidase 활성 평가
	제품 형태 및 포장재 선별	100	제품의 형태 선별
100		제품의 포장재 선별	

나. 2차년도

연구개발의 목표	세부연구목표	달성도 (%)	연구개발의 내용
□ 제 1세부 (건국대학교, 백현동) 기능성 소재 스크리닝 및 안전성 및 기능성 평가	시제품 제조	100	국내 농산물 과실과 통곡물을 이용하여 시제품을 제조함.
	시제품 기능성 평가	100	시제품의 일반세균수 측정
		100	시제품의 병원성 식중독균 측정

제 2절 목표 달성여부

1. 연구성과 목표 대비 실적

성과목표	지식재산권			논문		학술 발표	기술 거래	보고 서	시제 품	산업 화	인력 양성	교육 지도	기타
	출 원	등 록	품 종 등 록	SCI	비 SCI								
최종 목표	2	1*	0	1	0	1	0	0	2	0	0	0	0
연구기간 내 달성 실적	2	0	0	2	0	1	0	0	2	0	0	3	0
달성율 (%)	100			150		100			100			300	

*과제종료 후 2년차에 등록 목표임.

2. 특허 출원

- 특허명: 신규 락토바실러스 프란타룸 균주 및 이의 용도 (Novel strain of *Lactobacillus plantarum* and use thereof), 출원연도: 2017년, 출원인: 건국대학교 산학협력단, 출원번호: 제 10-2017-0139185호.
- 특허명: 락토바실러스 프란타룸 G72 균주를 포함하는 위장관 질환 예방 또는 치료용 조성물 (Composition for preventing or treating or gastrointestinal tract disease comprising strain of *Lactobacillus plantarum* G72), 출원연도: 2018년, 출원인: 건국대학교 산학협력단, 출원번호: 제 10-2018-0171533호.

3. 논문 성과 (SCI급)

- Hye Ji Jang, Myung Wook Song, Na-Kyoung Lee, Hyun-Dong Paik. (2018) Antioxidant effects of live and heat-killed probiotic *Lactobacillus plantarum* Ln1 isolated from kimchi. *Journal of Food Science and Technology*. 55: 3174-3180.
- Sung-Ho Son, Seo Jin Yang, Hye-Lin Jeon, Hyung-Seok Yu, Na-Kyoung Lee, Young-Seo Park, Hyun-Dong Paik. (2018) Antioxidant and immunostimulatory effect of potential probiotic *Lactobacillus paraplantarum* SC61 isolated from Korean traditional fermented food, jangajji. *Microbial Pathogenesis*. 125: 486-492.

제 4장 연구결과의 활용 계획 등

제 1절 추가 연구의 필요성

1. 임산부 제품 개발시 첨가되는 균주에 대한 다양한 기능성에 관한 연구

- 본 연구에서는 기초생리활성이 뛰어나고, 안전성이 입증된 김치 유래 유산균과 국내 농산물을 이용하여 엽산 및 철분 흡수율을 평가하여 과제 참여기업을 통해 임산부를 위한 특수용도식품 시제품을 생산 및 산업화하였음. 그러나 프로바이오틱 유용 균주들의 다른 기능성에 관한 추가 연구를 통해 임산부 제품 개발시 균주의 활용가능성을 높일 방안에 관한 연구가 필요함.

제 2절 타 연구에서의 응용

1. 타 연구에 대한 응용 가능성

- 본 연구를 통해 임산부라는 특정 기간뿐만 아니라 유아, 청소년기 및 노령기 등 각 시기에 맞추어진 연구에 많은 도움이 될 수 있을 것이라고 생각됨.

제 3절 연구개발 결과의 활용방안

1. 기술적 측면

- 제품 개발자료 제공 및 국제경쟁력 확보: 임신 단계별 제품 개발의 최적 생산법과 그 기능성을 검증함으로써 새로운 고부가 가치 제품 개발에 대해 이론적 배경을 확립할 수 있으며 관련 연구의 기초 자료를 제공하고, 기능성 소재의 활용 면에서 국제경쟁력 확보를 기대할 수 있음.

2. 사회적 측면

- 임신부 및 태아의 건강한 먹거리 제공: 임신부에게 건강한 먹거리 제공을 통해, 임신부 및 태아의 건강상태를 개선시킬 수 있을 것임. 장기적으로 국민건강에도 영향을 끼칠 수 있을 것임.
- 프리미엄화 제품의 성장은 소비자들의 건강에 대한 관심이 높아지고 있으며, 수입 식품이 국산 제품보다 더 안전하다는 인식이 자리 잡고 있음. 중국이 저출산·고령화 문제 해결을 위해 전면적 두 자녀 확대 정책을 시행함에 따라 중국의 임신부시장 성장속도가 더욱 가속화될 전망이다. 특히, 최근 수입 증가세가 뚜렷한 산후조리·교육 등 서비스 업종도 주목할 필요가 있음.

3. 산업적 측면

- 산업재산권 획득: 새로운 임신부용 고부가가치 제품 개발 및 기능성을 평가한 신제품에 대한 특허를 출원/등록함으로써 산업재산권을 확보함.
- 임신부용 기능성 식품 소재의 확보 및 새로운 시장의 개척: 본 연구를 통해 개발된 임신부용 고부가가치 제품은 식의약 소재 및 기능성 식품으로의 이용 가능할 것이며, 새로운 임신부를 위한 단계별 영양식품이라는 시장을 개척할 수 있을 것임.
- 특수용도식품의 생산량은 매년 꾸준히 증가하고 있으며 중국시장은 안전성과 질을 바탕으로 중국 내에서 한국 제과의 안전성과 질이 인식됨에 따라 중소 제과업체 위주로 수출이 5.6% 증가, 수출부진 속 우리 가공식품 수출은 품질개발(안전성·현지화), 유통망 확보, 웰빙 트렌드 등을 통해 매출 확대를 기대할 수 있음.
- 온라인 정보공유에 능숙한 중국의 젊은 스마트 맘(mom) 등, 소비자를 공략하기 위해 해외인증마크 취득을 통한 신뢰확보로 차별화된 고객서비스(C/S)강화, 고객접점 마케팅 강화

4. 경제적 측면

- 국가 경제 활성화 및 수입 대체 효과: 본 연구를 통해 국내 임신부용 제품 개발 및 생산 방안을 제시함으로써 국가 경제 활성화에 이바지할 수 있으며 수입에 의존하던 제품을

국산제품으로 대체할 수 있을 뿐만 아니라 더 나아가 수출까지 연결할 수 있음.

- 현지 입맛에 맞는 상품을 지속적으로 연구, 식품안전성을 강화하는 등 품질개발 및 현지화 노력과 내추럴 식품에 대한 선호 트렌드가 상호작용한 결과 또한 코스트코, 까르푸, 잭슨 등 대형 유통망을 개척하고 파트너십을 맺는 등 판로확보에 주력한 것이 최근 가공식품 수출 호조의 원인이 됨. 향후 중국의 임산부의 증가로 가공식품 트렌드 변화에 면밀히 대응하는 한편 품질관리 및 시장 다변화와 같은 노력을 통해 경제적 효과 기대됨.
- 중국 임산부 가공식품시장은 최근 몇 해 동안 중국 경제가 급성장함에 따라서 두 자릿수 성장세를 보이고 있음. 2018년 시장의 성장 전망은 그 속도가 완만하더라도 꾸준할 것으로 보임.
- 중국 영유아식 시장의 주요 유통 채널은 슈퍼마켓/하이퍼마켓 다음으로 약국/드럭 스토어가 유통 비중을 차지함.
- 중국 곡물 시리얼 제품이 다수를 차지하며, 연령별 구분의 범위가 큰 편임. 수입제품이 높은 비중을 차지함. 중국으로 수출 확대 기대할 수 있음.

제 4절 기업화 추진방안

1. 기업화 배경

- 여성의 사회 진출이 높아져 자연스레 임신 중인 직장인 여성이 증가하고 있음.
- 여성의 사회 진출로 인하여 올바른 식생활을 유지하기 어렵고, 임신 초기에는 입덧으로 인해 산모들의 영양섭취가 부족한 실정임.
- 국내에서 임신부를 위한 제품은 임신 기간 중 엽산 및 철분제와 같은 영양보조제로 제한적인 성장을 하고 있는 추세로, 주로 해외 수입상품에 의존하는 실정임.
- 1가구 1자녀 가구가 증가하면서 양육의 질에 관심을 갖는 부모들이 배블런 효과와 함께 임신에 관한 관심이 폭넓은 범위로 증가하고 있는 추세임.

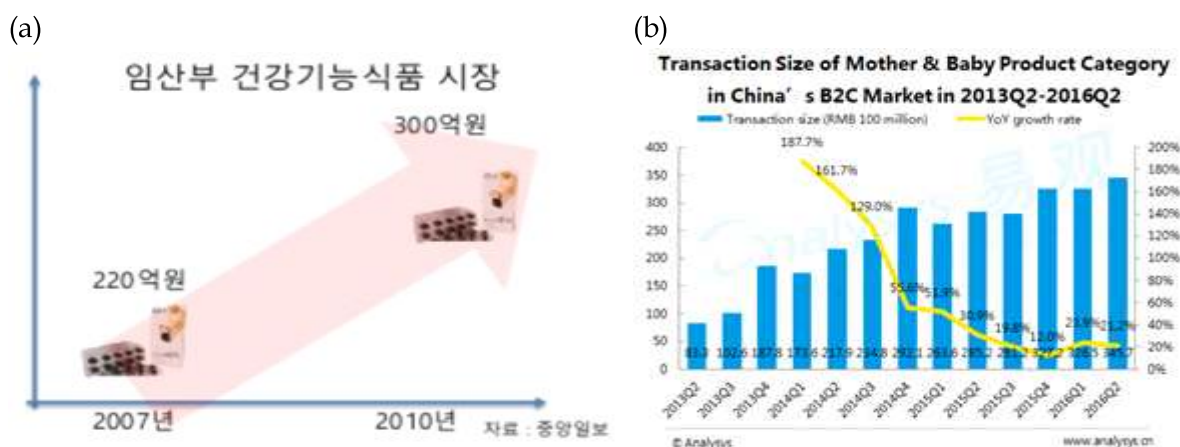


그림 12. 임신부 시장 규모 (a) 국내시장, (b) 중국시장.
(출처, 중앙일보, <http://www.analysyschina.com>)



그림 13. 국내 판매중인 임신부 영양제.

2. 핵심경쟁요인

- 생리기능성: 유산균 제품의 생리기능성 확보로 시장경쟁력 강화 *Lactobacillus plantarum* G72의 다양한 기능성 보유
- (주)마파어 핵심경쟁요소: 식품의약품안전처로부터 임산부 전용 특수식품으로 인증받음, 기타 가공식품 생산능력 보유, 연구전담부서에서 제품 개발 및 연구 능력보유, 유통망 확보
- 제품공정 핵심요소
 - 캔디류: 제조 공정시 영양소 파괴를 방지하기 위한 전 과정 수작업
 - 시리얼류: 영양성분의 손실을 방지하기 위한 익스트루 공법의 기술성

3. 임산부식품 시장 구조

가. 경쟁기업 현황

- 임산부를 위한 제품 출시는 미비한 상황이며, 현재 입덧 예방제품으로 치약, 사탕 종류가 출시되어 지고 있음.
- 천연향료, 천연색소 및 과실추출물을 사용하는 것이 특징임.

나. 경쟁구조

- 주로 중소기업을 중심으로 시장 참여

다. 시장진입 장벽

- 특수용도식품 브랜드 파워 및 유통망

라. 수익 확보 전략

- 국내 및 동남아(홍콩, 중국, 태국, 베트남, 싱가포르) 위주로 수출계획
- 백화점과 슈퍼마켓 및 영유아매장을 통해 수출예정



그림 14. 국내 및 동남아 수출지역 판로.

표 17. 수출계획 업체명 및 주요매장

	업체명	국가	주요매장
1	PRIMA INDUSTRIAL	홍콩	홍콩, 마카오 소재 백화점 슈퍼마켓
2	봄아이	중국	환구연맹 가맹 영유아전용 매장
3	K&W International	태국	태국 내 대형할인점 LOTUS
4	장원무역	베트남	백화점 영유아매장
5	SESANG R&D	싱가폴	백화점 영유아매장

4. 제품의 형태

가. 캔디형 제품

(1) 사용 농산물 과실 및 유산균

- *Lactobacillus plantarum* G72 균주를 이용하여 (주)마마피어에서 본 연구를 통해 검토된 모과를 첨가하여 제조하였음.
 - 토마토를 주성분으로 한 유산균 및 모과를 포함한 입덧 방지용 캔디
 - 토마토는 높은 수분함량과 무기질 및 비타민이 골고루 포함되어 있음.
 - 다량의 유기산을 함유하여 특유의 향과 신맛을 내며 신진대사를 촉진하여 피로물질을 없애는 효과가 있어 임산부 식품 제조에 적합하다고 판단됨.

(2) 포장 형태

- 포장은 유리병을 사용하여 자동 충전하였으며 병당 90 g씩 넣고 방습제를 넣어 포장

하였음. 유산균수는 MRS배지에 일반도말법으로 분석하였음.

(3) 제품 특징

- 본 시제품은 특수용도식품으로 입덧 예방 및 방지용 캔디류로 제조하였음. 임신부 시기에 충분히 필요한 엽산 함량이 높은 과일 추출농축액, 영양강화제믹스 및 철분을 첨가하였으며 먹을 때 상큼한 맛을 느끼게 설계하였음.

(4) 원재료명 및 함량

- 유기농설탕(수입산) 56%, 물엿(국산) 23%, 포도당시럽(국내산) 5%, 벌꿀(국산) 3%, 토마토 추출농축액, 모과 추출농축액, 레몬향, 말디톨시럽, 적색색소, 유산균(G72)

나. 시리얼 제품

(1) 농산물, 통곡물 및 유산균

- 다음의 생 유산균을 사용하였음. 본 과제를 통해 *Lactobacillus plantarum* G72 균주 및 귀리를 첨가하여 제조하였음.

(2) 포장 형태

- 시리얼의 경우에는 120℃의 고온에서 가열·살균하는 레토르트 식품의 포장재로 폴리에틸렌(PE)을 사용하여 20 g씩 개당 포장하였고, 유산균수는 MRS배지에 일반도말법으로 분석하였음.

(3) 제품 특징

- 본 시제품은 특수용도식품으로 임신부 식사대용류로 제조하였음. 임신부 시기에 충분히 필요한 엽산 함량이 높은 농산물을 첨가하였으며 또한, 뜨거운 물을 부은 후 흔들어서 죽처럼 먹을 수 있는 형태로 식사 대용으로 설계하였음.

(4) 원료 배합비

- 백미(국산) 30%, 현미(국산) 13.5%, 귀리(수입산) 5%, 치아씨드(수입산), 햅 프씨드(수입산), 퀴노아, 유산균(G72)

다. 시제품 제조에 사용된 설비



<시럽 탱크조>



<사탕원료혼합기>



<유리병 소독>



<점도기기>

그림 15. 시제품 제조에 사용된 생산설비.

붙임. 참고문헌

1. Adams CA. (2010) The probiotic paradox: Live and dead cells are biological response modifiers. *Nutr. Res. Rev.* 23: 37-46.
2. Amaretti A, Di NM, Pompei A, Raimondi S, Rossi M, Bordoni A. (2013) Antioxidant properties of potentially probiotic bacteria: *In vitro* and *in vivo* activities. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 97: 809-817.
3. Basholli-Salihi M, Mueller M, Salar-Behzadi S, Unger FM, Viernstein H. (2014) Effects of lyoprotectants on β -glucosidase activity and viability of *Bifidobacterium infantis* after freeze-drying and storage in milk and low pH juices. *LWT-Food Sci. Technol.* 57: 276-282.
4. Baye K, Guyot JP, Icard-Vernière C, Rochette I, Mouquet-Rivier C. (2015) Enzymatic degradation of phytate, polyphenols and dietary fibers in Ethiopian injera flours: Effect on iron bioaccessibility. *Food Chem.* 174: 60-67.
5. CLSI. (2012) Performance standards for antimicrobial susceptibility testing; twenty-second informational supplement. Clinical and Laboratory Standards Institute 32: 1-184.
6. Das D, Goyal A. (2015) Antioxidant activity and γ -aminobutyl acid (GABA) producing ability of probiotic *Lactobacillus plantarum* DM5 isolated from Marcha of Sikkim. *LWT-Food Sci. Technol.* 61: 263-268.
7. FAO/WHO. (2002) Joint FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization) working group report on drafting guidelines for the evaluation of probiotics in food. Ontario: London.
8. Firuzi O, Miri R, Tavakkoli M, Saso L. (2011) Antioxidant therapy: Current status and future prospects. *Curr. Med. Chem.* 18: 3871-3888.
9. Garrett DA, Failla ML, Sarama RJ. (2000) Estimation of carotenoid bioavailability from fresh stir-fried vegetables using an *in vitro* digestion/Caco-2 cell culture model. *J. Nutr. Biochem.* 11: 574-580.
10. Gobinath D, Prapulla SG. (2015) Transgalactosylating β -galactosidase from probiotic *Lactobacillus plantarum* MCC2156: Production and permeabilization for use as whole cell biocatalyst. *J. Food Sci. Technol.* 52: 6003-6009.
11. Gouripur G, Kaliwal B. (2017) Screening and optimization of β -glucosidase producing newly isolated *Lactobacillus plantarum* strain LSP-24 from colostrum milk. *Biocatal. Agric. Biotechnol.* 11: 89-96.
12. Gupta A, Mann B, Kumar R, Sangwan R. (2009) Antioxidant activity of Cheddar cheeses at different stages of ripening. *Int. J. Dairy Technol.* 62: 339-347.
13. Jeon EB, Son SH, Jeewanthi RKC, Lee NK, Paik HD. (2016) Characterization of *Lactobacillus plantarum* Lb41, an isolate from kimchi and its application as a probiotic in cottage cheese. *Food Sci. Biotechnol.* 25: 1129-1133.
14. Jeon HL, Lee NK, Yang SJ, Kim WS, Paik HD. (2017) Probiotic characterization of

- Bacillus subtilis* P223 isolated from kimchi. Food Sci. Biotechnol. 26: 1641–1648.
15. Ji K, Jang NY, Kim YT. (2015) Isolation of lactic acid bacteria showing antioxidative and probiotic activities from kimchi and infant feces. J. Microbiol. Biotechnol. 25: 1568–1577.
 16. Kimoto-Nira H, Suzuki S, Suganuma H, Moriya N, Suzuki C. (2015) Growth characteristics of *Lactobacillus brevis* KB290 in the presence of bile. Anaerobe 35: 96–101.
 17. Kato S, Aoshima H, Saitoh Y, Miwa N. (2009) Highly hydroxylated or γ -cyclodextrin-bicapped water-soluble derivative of fullerene: The antioxidant ability assessed by electron spin resonance method and β -carotene bleaching assay. Bioorg. Med. Chem. Lett. 19: 5293–5296.
 18. Konkitt M, Kim W. (2016) Activities of amylase, proteinase, and lipase enzymes from *Lactococcus chungangensis* and its application in dairy products. J. Dairy Sci. 99: 4999–5007.
 19. Lee NK, Kim SY, Han KJ, Eom SJ, Paik HD. (2014) Probiotic potential of *Lactobacillus* strains with anti-allergic effects from kimchi for yogurt starters. LWT-Food Sci. Technol. 58: 130–134.
 20. Lee NK, Han KJ, Son SH, Eom SJ, Lee SK, Paik HD. (2015) Multifunctional effect of probiotic *Lactococcus lactis* KC24 isolated from kimchi. LWT-Food Sci. Technol. 64: 1036–1041.
 21. Li S, Zhao Y, Zhang L, Zhang X, Huang L, Li D, Niu C, Yang Z, Wang Q. (2012) Antioxidant activity of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from traditional Chinese fermented foods. Food Chem. 135: 1914–1919.
 22. Lin MY, Chang FJ. (2000) Antioxidative effect of intestinal bacteria *bifidobacterium longum* ATCC 15708 and *Lactobacillus acidophilus* ATCC 4356. Dig. Dis. Sci. 45: 1617–1622.
 23. Liu Y, Chen Z, Jiang Z, Yan Q, Yang S. (2017) Biochemical characterization of a novel β -galactosidase from *paenibacillus barengoltzii* suitable for lactose hydrolysis and galactooligosaccharides synthesis. Int. J. Biol. Macromol. 104: 1055–1063.
 24. Lu L, Xu S, Jin L, Zhang D, Li Y, Xiao M. (2012) Synthesis of galactosyl sucralose by β -galactosidase from *Lactobacillus bulgaricus* L3. Food Chem. 134: 269–275.
 25. McNulty H, Pentieva K. (2004) Folate bioavailability. Proc Nutr Soc. 63: 529–536.
 26. Morrison DJ, Preston T. (2016) Formation of short chain fatty acid by the gut microbiota and their impact on human metabolism. Gut Microbes 3: 189–200.
 27. Mroczynska M, Gałeczka M, Szachta P, Kamoda D, Libudzisz Z, Roszak D. (2013) β -Glucuronidase and β -glucosidase activity in stool specimens of children with inflammatory bowel disease. Pol. J. Microbiol. 62: 319–325.
 28. Oliveira LC, Silveira AMM, Monteiro AS, Santos VL, Nicoli JR, Azevedo VAC, Soares SC, Dias-Souza MV, Nardi RMD. (2017) *In silico* prediction, *in vitro* antibacterial spectrum, and physicochemical properties of a putative bacteriocin produced by

- Lactobacillus rhamnosus* strain L156.4. Font. Microbiol. 8: 876.
29. Özcelik S, Kuley E, Özogul F. (2016) Formation of lactic, acetic, succinic, propionic, formic and butyric acid by lactic acid bacteria. LWT-Food Sci. Technol. 73: 536-542.
 30. Parada J, Aguilera JM. (2007) Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. J. Food Sci. 72: 21-32.
 31. Rekha CR, Vijayalakshmi G. (2010) Bioconversion of isoflavone glycosides to aglycones, mineral bioavailability and vitamin B complex in fermented soymilk by probiotic bacteria and yeast. J. Appl. Microbiol. 109: 1198-1208.
 32. Ren D, Li C, Qin Y, Yin R, Du S, Ye F, Liu C, Liu H, Wang M, Li Y, Sun Y, Li X, Tian M, Jin N. (2014) *In vitro* evaluation of the probiotic and functional potential of *Lactobacillus* strains isolated from fermented food and human intestine. Anaerobe 30: 1-10.
 33. Saini K, Tumar SK. (2017) *In vitro* evaluation of probiotic potential of *Lactobacillus* cultures of human origin capable of selenium bioaccumulation. LWT-Food Sci. Technol. 84: 497-504.
 34. Saini RK, Nile SH, Keum YS. (2016) Folate: Chemistry, analysis, occurrence, biofortification and bioavailability. Food Res. Int. 89: 1-13.
 35. Son SH, Jeon HL, Jeon EB, Lee N., Park YS, Kang DK, Paik HD. (2017) Potential probiotic *Lactobacillus plantarum* Ln4 from kimchi: Evaluation of β -galactosidase and antioxidant activities. LWT-Food Sci. Technol. 85: 181-186.
 36. Šušković J, Kos B, Beganović J, Pavunc AL, Habjanić K, Matošić S. (2010) Antimicrobial activity - the most important property of probiotic and starter lactic acid bacteria. Food Technol. Biotechnol. 48: 296-307.
 37. Taheur FB, Kouidhi B, Fdhila K, Elabed H, Slama RB, Mahdouani K, Bakhrouf A, Chaieb K. (2016) Anti-bacterial and anti-biofilm activity of probiotic bacteria against oral pathogens. Microb. Pathog. 97: 213-220.
 38. Uugantsetseg E, Batjargal B. (2014) Antioxidant activity of probiotic lactic acid bacteria isolated from Mongolian airag. Mong. J. Chem. 15: 73-78.
 39. Veena V, Poornima P, Parvatham R, Sivapriyadharsini, Kalaiselvi K. (2011) Isolation and characterization of β -glucosidase producing bacteria from different sources. Afr. J. Biotechnol. 10: 14907-14912.
 40. Vidhyasagar V, Jeevaratnam K. (2013) Evaluation of *Pediococcus pentosaceus* strains isolated from Idly batter for probiotic properties *in vitro*. J. Funct. Foods 5: 235-243.
 41. Wallecha A, Mishra S. (2003) Purification and characterization of two β -glucosidases from a thermo-tolerant yeast *Pichia etchellsii*. Biochim. Biophys. Acta. 1649: 74-84.
 42. Wang Y, Wu Y, Wang Y, Xu H, Mei X, Yu D, Wang Y, Li, W. (2017) Antioxidant properties of probiotic bacteria. Nutrients 9: 521.
 43. Zhu L, Glahn RP, Nelson D, Miller DD. (2009) Comparing soluble ferric pyrophosphate to common iron salts and chelates as sources of bioavailable iron in a Caco-2 cell culture model. J. Agric. Food Chem. 57: 5014-5019.

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 임신 단계별 산모의 케어를 위한 기능성 소재의 실용화 기술				
	(영문) Practical use of functional materials for the women during each stage of pregnancy				
주관연구기관	건국대학교 산학협력단		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 건국대학교	
참 여 기 업	(주)마마피어			(성명) 백 현 동	
총연구개발비 (133,400천원)	계	133,400	총 연 구 기 간	2017. 4. 21.~2018. 12. 31.(21개월)	
	정부출연 연구개발비	100,000		총 인 원	7
	기업부담금	33,400	총 참 여 연 구 원 수	내부인원	5
	연구기관부담금			외부인원	2

○ 연구개발 목표 및 성과

여성의 사회 진출이 높아져 자연스레 임신 중인 직장인 여성이 증가하는 반면 올바른 식생활을 유지하기 어렵고, 임신 초기에는 입덧으로 인해 산모들의 영양섭취가 부족한 실정이었다. 출산장려 정책과 함께, 임신부와 출생한 아기의 건강을 책임진다는 측면에서 정부의 지원과 연구개발이 경제 사회적으로 절실히 필요하였으며 또한, 현재 임신부를 타겟으로 한 기능성 식품이 수입에 의존하는 상황임. 임신부의 단계별 영양설계에 맞추어 국내 농산물 및 프로바이오틱스를 이용한 기능성 검증을 통하여 임신부에게 필요한 식품소재의 실용화 기술을 개발과 시제품 개발을 통하여 다양한 가치를 창출하고자 함.

○ 연구내용 및 결과

- 임신 중 입덧 완화에 도움을 주며, 임신 중 절대적으로 필요한 칼슘 및 철분이 다량 함유한 과실과 통곡물에 대하여 문헌조사를 실시하였음.
- 전통발효식품에서 분리한 균을 중심으로 내산·내담즙성, 효소 생산능, 장 부착능 및 항생제 저항성 활성평가를 통해 기초 생리활성이 뛰어난 균주를 스크리닝하였음.
- 스크리닝한 프로바이오틱스의 항균활성, protease 활성, amylase 활성, β-galactosidase 활성, 단쇄지방산 분석 및 엽산 흡수율 실험을 통하여 기능성을 확인하였음.
- 참여기업을 통해 유용성이 입증된 균주를 이용하여 2가지 형태의 시제품 생산을 통해 높은 수익 및 다양한 부가 가치를 창출할 것으로 예상됨.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

본 연구를 통하여 특허출원 2건과 SCI급 논문 2건, 국내·외 학술발표 1건, 시제품 2건, 교육지도 3건을 발생함으로써 기존목표의 성과를 달성함. 본 연구의 성과를 통해 기업에서는 임신부의 입덧 완화에 도움을 줄 수 있는 기능성 제품들을 생산하여 고부가 가치를 창출하고, 수입제품에 대해 상당부분 대체함으로써 기업의 이익을 증가시킬 수 있을 것으로 기대됨.

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호	117001-2		
사업구분	농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 사업				
연구분야	식품/식품공학/식품미생물·발효			과제구분	단위
사업명	농생명산업기술개발				주관
총괄과제	기재하지 않음		총괄책임자		기재하지 않음
과제명	임신 단계별 산모의 케어를 위한 기능성 소재의 실용화 기술		과제유형		개발
연구기관	건국대학교 산학협력단		연구책임자		백현동
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2017. 04. 21.~ 2017. 12. 31.	50,000	16,700	66,700
	2차연도	2018. 01. 01.~ 2018. 12. 31.	50,000	16,700	66,700
	계		100,000	33,400	133,400
참여기업	(주)마마피어				
상대국		상대국연구기관			

2. 평가일 : 2019. 2. 14.

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
건국대학교	교수	백현동

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약

1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수)

본 과제에서는 문헌조사를 통하여 임신 기간에 도움을 줄 수 있는 국내 농산물 과실과 통곡물을 확보하고, 기초 생리활성, 기능성, 안전성 평가를 통해 선별된 유용 균주와 함께 제품화하여 수입 제품에 의존하고 있는 임신부 기능성 제품을 개발함. 또한 다양한 형태의 제품 개발과 함께 국내 산업은 물론 수출 판로를 개척함으로써 임신부 기능성 제품의 산업화를 구축하였음. 이러한 종합적인 결과들로 학계 및 산업계에 큰 영향을 끼칠 것으로 사료됨. 국내 임신부 케어를 위한 기능성 소재 실용화 기술 및 사업화 연구로써 큰 성과를 얻었음.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수)

현재 임신 중 입덧 완화 및 영양보충에 도움을 주는 제품은 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이었음. 본 연구를 통해 개발한 임신 중 단계별 케어를 위한 기능성 소재를 활용하는 기업이 늘어날 것으로 예상되며, 뿐만 아니라 수입에 의존하던 제품을 국산제품으로 대체함과 더불어 수출까지 기대함에 따라 국가 경제적 이익 창출이 증대될 것으로 예상됨.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수)

최근 여성의 사회 진출이 높아져 자연스레 임신 중인 직장인 여성이 증가하고 있는 추세이며 출산장려 정책과 함께, 임신부와 아기의 건강을 책임진다는 측면에서 사회·경제적으로 활용가능성이 높다고 판단됨. 본 연구를 통해 임신 중 임신부의 케어를 위한 기능성 소재의 우수성을 검증하였으며 산업적으로 적용할 시 문제가 없음을 확인함. 수입에 의존하던 제품을 국산제품으로 대체할 수 있을 것으로 예상되며 또한 국내·외 시장에서 활용되리라 판단됨.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수)

연구개발 기간 동안 매년 수차례 정기 및 상시 과제 회의를 가졌으며, 소재의 기능성을 검증하여 시제품을 개발하였으며 참여기업은 제품화를 통해 경제 발전에 기여함. 또한 연구 개발을 위해 국내·외 다양한 학술대회 참석을 통해 최신 연구 동향을 파악하여 연구 수행에 성실히 임하였다고 생각됨. 이러한 결과로 계획된 연구성과를 달성하였음.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수)

본 연구기간동안 특허출원 2건, SCI급 논문 2건, 국내·외 학술발표 1건, 교육지도 3건을 진행함.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
국내 농산물 과실 및 통곡물에 관한 문헌조사	5	100	임신 중 입덧 완화에 도움을 줄 수 있는 칼슘 및 철분이 다량 함유한 과실과 통곡물을 문헌조사를 통하여 확인함.
국내 농산물 특성 평가	10	100	국내 농산물 과실 및 통곡물의 엽산 및 철분 흡수율을 확인함.
프로바이오틱스의 생리활성 평가	20	100	프로바이오틱스의 내산·내담즙성, 효소생산성, 장부착능 및 항생제 저항성 활성평가를 통해 기초 생리활성이 뛰어난 균주를 스크리닝하였음.
프로바이오틱스의 기능성 평가	20	100	프로바이오틱스의 항균활성, protease 활성, amylase 활성, β -galactosidase 활성 및 단쇄지방산분석을 통해 기능성을 확인하였음.
제품의 형태 및 포장재 선별	5	100	제품의 형태는 입덧 방지용 캔디 및 식사 대체용 시리얼형태로 포장재로는 캔디류는 유리병, 시리얼형태는 폴리에틸렌(PE)로 선별하였음.
시제품 제조	25	100	캔디류와 파우치형의 시리얼류로 구성되어 있으며 캔디류는 유리병에 90 g씩, 시리얼류는 폴리에틸렌(PE)재질에 개당 20 g씩 제조하였음.
시제품의 기능성 검증	15	100	시제품의 일반세균수와 병원성 식중독균을 측정함.
합계	100점	100	본 연구과제 수행한 결과 목표치를 달성함.

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

연구개발 기간 동안 문헌조사를 통하여 임신 기간에 도움을 줄 수 있는 국내 농산물 과실과 통곡물을 확보하고, 기초 생리활성, 기능성, 안전성 평가에 대한 본 과제에서 예정되었던 것을 검증하였으며 선별된 유용 균주와 함께 제품화하여 수입 제품에 의존하고 있는 임신부 기능성 제품을 개발하였고 또한, 다양한 형태의 제품 개발과 함께 국내 산업은 물론 수출 판로를 개척함으로써 임신부 기능성 제품의 산업화를 구축하였음. 현재 임신 중 입덧 완화 및 영양보충에 도움을 주는 제품은 대부분 수입에 의존하고 있는 실정이었으나 본 연구를 통해 개발한 임신 중 단계별 케어를 위한 기능성 소재를 활용하는 기업이 늘어날 것으로 예상되며, 수입에 의존하던 제품을 국산제품으로 대체함과 더불어 수출까지 기대함에 따라 국가 경제적 이익 창출이 증대 될 것으로 생각되며 따라서 종합적으로 봤을 때 성공적인 과제 수행으로 판단됨.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

최초 목표보다 초과 달성하여 SCI급 논문 2건, 국내·외 학술발표 1건, 특허출원 2건을 달성함. 국내·외 학술대회 참가를 통해 연구개발의 우수성을 알렸으며 제품 개발을 통해 경제 활성화에 기여할 것으로 예상됨. 수입에 의존하던 임신부 기능성 제품을 대체할 국산 기능성 제품의 개발이라는 점에 대해서 긍정적인 평가를 요청함.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 연구를 통해 새로운 고부가 가치 제품 개발에 대해 이론적 배경을 확립할 수 있으며 관련 연구의 기초자료를 제공할 수 있다고 생각됨. 연구개발 기간 동안 국내 농산물 과실 및 통곡물과 프로바이오틱스의 기초 생리활성, 기능성 평가를 통해 선별된 균주를 이용한 제품화를 통해 수입에 의존하던 기능성 제품을 대체할 수 있으며 국내 및 해외 시장으로의 판매를 통해 매출 확대가 기대됨. 또한 본 연구를 통해 국내 기업이 과제를 통해 개발한 실용화 기술을 이용하여 경제 발전에 기여하는 기회가 될 것임. 또한 다양한 산업화 및 연구가 지속적으로 진행될 수 있다고 생각됨.

IV. 보안성 검토

해당 사항 없음.

1. 연구책임자의 의견

2. 연구기관 자체의 검토결과

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제		분 야	농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처사업
연구과제명	임신 단계별 산모의 케어를 위한 기능성 소재의 실용화 기술			
주관연구기관	건국대학교 산학협력단		주관연구책임자	백현동
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	100,000	33,400		133,400
연구개발기간	2017. 4. 21.~ 2018. 12. 31.			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 문헌조사를 통한 국내 농산물 과실 및 통곡물 확보	임신 중 입덧 완화에 도움을 줄 수 있는 칼슘 및 철분이 다량 함유한 과실과 통곡물을 문헌조사를 통하여 확인함.
② 국내 농산물 특성 평가	국내 농산물 과실 및 통곡물의 엽산 흡수율을 확인함.
③ 프로바이오틱스의 생리활성 평가	프로바이오틱스의 내산·내담즙성, 효소생산성, 장부 착능 및 항생제 저항성 활성평가를 통해 기초 생리활성이 뛰어난 균주를 스크리닝하였음.
④ 프로바이오틱스의 기능성 평가	프로바이오틱스의 항균활성, 장부착 저해능, protease 활성, amylase 활성, β -galactosidase 활성 및 단쇄지방산분석을 통해 기능성을 확인하였음.
⑤ 제품의 형태 및 포장재 선별	제품의 형태는 입덧 방지용 캔디 및 식사 대체용 시리얼 형태로 포장재로는 캔디류는 유리병, 시리얼 형태는 폴리에틸렌(PE)으로 선별하였음.
⑥ 시제품 제조	캔디류와 파우치형의 시리얼류로 구성되어 있으며 캔디류는 유리병에 90 g씩, 시리얼류는 폴리에틸렌(PE) 재질에 개당 20 g씩 제조하였음.
⑦ 시제품의 기능성 검증	시제품의 일반세균수와 병원성 식중독균을 측정함.

3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출원	특 허 등록	품 종 등록	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논문		논 문 평 균 IF	학 술 발 표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0			0	20	0	0	0	0	0	
최종목표	2	1*	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
연구기간내 달성실적	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	3	0	0	0	0
달성율(%)	100					100						150			300					

* 과제종료 후 2년차의 등록 목표임.

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	락토바실러스 프란타룸 균주 및 이의 용도에 관한 기술
②	락토바실러스 프란타룸 G72 균주를 포함하는 위장관 질환 예방 또는 치료용 조성물에 관한 기술

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술		√				√				
②의 기술		√				√				

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	상업용 균주와 비교할 때 해당 균주가 프로바이오틱스의 생리적 특성 및 항산화 기능과 식중독 원인균에 대한 항균활성이 우수함에 따라서 기능성 제품으로서의 활용이 가능하며 β-갈락토시다아제 활성을 가지는 균주로 유당 불내증 예방, 치료 또는 개선에 활용될 수 있음.
②의 기술	상업용 균주와 비교할 때 해당 균주가 식중독 원인균 장내 부착 저해능을 가지며 위장관 질환 예방, 치료 또는 개선에 활용될 수 있으며 β-아밀라아제 및 프로테아제와 같은 소화효소 활성이 우수한 점과 다양한 유기산 생산을 가지는 특징으로 위장관 내 소화 기능 및 배변 기능 개선 또는 치료용 조성물로 유용하게 활용될 수 있음.

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문 SC I	비 SC I	논문 평균 IF			학술발표	정책 활용		홍보 전시
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명					
가중치	40	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	
최종목표	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
연구기간내 달성실적	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0
연구종료후 성과창출 계획		1건 예정					780													

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			