
농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 2016년 연구기획 보고서

2015. 7



농림축산식품

미생물유전체전략연구사업단

Strategic Initiative for Microbiomes in Agriculture and Food

목 차

제1장 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 개요	3
제1절 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업	3
제2절 사업추진 배경 및 필요성	5
제3절 사업 추진 체계 및 전략	9
제4절 사업의 내용	15
제2장 사업추진 현황('14~'15년)	19
제1절 사업추진 내용 및 예산 현황	19
제2절 세부 연구개발 내용('14~'15)	21
제3장 국내외 주요이슈	33
제1절 국내 주요 이슈	33
제2절 해외 연구개발 동향	34
제3절 농림축산식품 산업계 수요조사	35
제4장 '16년 연구개발 계획	45
제1절 '16년 사업추진 전략	45
제2절 '16년 세부 추진 내용	55
제3절 '16년도 예산편성 및 소요 내역	80
제5장 기대효과	87
제1절 경제적 기대효과	87
제2절 기술적 기대효과	90
제3절 사회적 기대효과	93

<표 목 차>

[표 1] 세부 연구 내역.....	19
[표 2] 기술수요조사 응답기업 통계.....	36
[표 3] 국가차원의 연구개발이 필요한 분야 응답결과.....	37
[표 4] 산업화 촉진을 위한 연구개발 분야 응답결과.....	37
[표 5] 시장/제품 분류 연구개발 수요 응답결과.....	38
[표 6] 기술 분류 연구개발 수요 응답결과.....	39
[표 7] 세부 제안기술 내용.....	39

<그 립 목 차>

[그림 1] 포스트게놈 다부처 유전체사업.....	4
[그림 2] 연구개발 추진 범위.....	5
[그림 3] 사업추진의 배경.....	7
[그림 4] 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 추진체계.....	9
[그림 5] 미생물 유전체 연구개발 관련기관.....	10
[그림 6] 사업 추진 방향.....	11
[그림 7] 사업 추진전략.....	13
[그림 8] 시장/제품 분류 연구개발 수요 응답결과.....	38

제 1 장



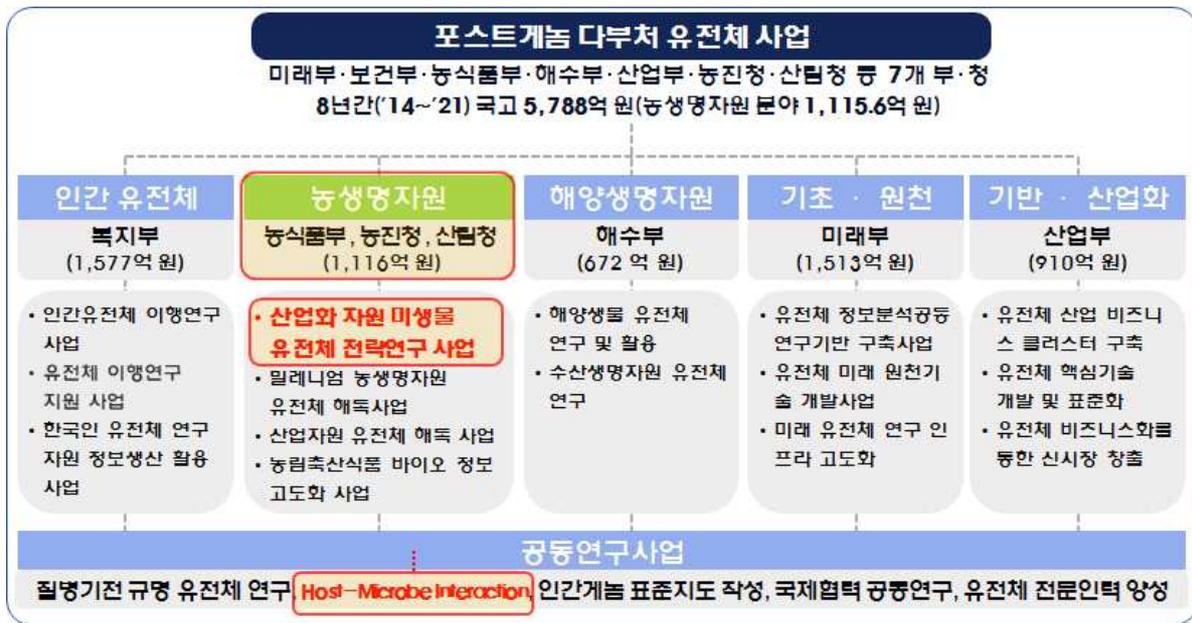
농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 개요

제1장 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 개요

제1절 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업

본 사업은 '포스트게놈 다부처 유전체 사업' 중 농림축산식품부에서 주관하는 미생물 유전체 연구개발 사업으로, '농림축산식품 미생물유전체전략연구사업단'을 중심으로 미생물 유전체 정보를 체계적으로 자원화하고 실용화·산업화로 연계하여 생명산업과 바이오경제 활성화에 기여함

- (미생물 유전체란) 미생물 내에 존재하는 모든 유전 정보를 의미하는 것으로 대부분 DNA로 저장되어 있으며, 일부는 RNA로 저장되어 있음
 - 미생물은 고부가가치 경제적 이윤을 창출할 수 있는 핵심 생물소재로, 최근 유전체 정보를 활용한 기술이 발달함에 따라 농림, 축산, 식품, 동식물 등 모든 분야에서 다양하게 활용되고 있음
 - 이에 따라, 미생물 유전체 정보를 자원화하고 실용화·산업화로 연계하여 생명산업과 바이오경제 활성화에 기여하고자 함
 - 농림: 미생물비료, 미생물농약, 농업환경개선제, 살충제, 살균제 등
 - 축산: 사료첨가제, 면역증강제 등
 - 식품: 전통발효식품(김치, 주류, 장류 등), 버섯류, 요구르트, 유산균, 발효버터 등
 - 병리: 식물병원균(진균, 세균, 바이러스), 동물병원균(세균, 진균), 항진균제 등
- (사업의 개념) 본 사업은 '포스트게놈 다부처 유전체 사업'에서 미생물 유전체 분야 연구를 담당하고 있으며, 미생물을 활용하여 농림축산식품 분야 경쟁력 강화가 주요 목표임
 - '포스트게놈 다부처 유전체 사업'은 미래부, 보건부, 농식품부 등 7개 부·청이 참여하는 다부처 사업이며, 2014년부터 2021년까지 8년간 총 5,788억 원의 국고가 지원될 예정임
 - '포스트게놈 다부처 유전체 사업' 중



[그림 1] 포스트게놈 다부처 유전체사업

- 농림축산식품부는 본 미생물 유전체 연구개발을 추진하기 위해 2014년 8월 '농림축산식품 미생물유전체전략연구사업단'이 출범하였으며, 8년간 약 383억 원이 지원 예정임
- 2014년, 2015년 각 25억 원의 예산이 확정되었으며, 2014년 9개 연구개발 과제와 1개 총괄과제가 추진중에 있음
-
- **(사업의 목표)** 농식품 유용 미생물 유전체 정보의 체계적 자원화 및 실용화 지원체계 구현을 위한 농식품 미생물 유전체 정보 활용 실용화·산업화를 통한 생명산업 육성 기반 마련
- **(사업의 범위)** 본 미생물 유전체 연구개발은 농림축산식품 분야에서 활용할 수 있는 미생물을 대상으로 함
 - 농생명 유용미생물의 유전체 해독·분석·활용 기술의 국내 연구역량을 강화하는 동시에 산업화·실용화가 가능한 전략미생물을 개발함
 - 연구기반 구축 - 자원 발굴 및 확보 - 실용화·산업화에 이르는 미생물 유전체 분야의 전주기적 연구개발을 추진함



[그림 2] 연구개발 추진 범위

제2절 사업추진 배경 및 필요성

1. 사업추진 배경

- 기술적 환경변화로 인한 미생물 유전체 연구수요 급증
 - NGS(Next Generation Sequencing) 기술의 도입으로 유전체 정보량이 폭발적으로 증가함에 따라 초고속 분석능력과 대용량 정보 처리 능력이 중요시되고 있으며 유전체 기반 정보 활용 분야는 보건의료의 질 향상, 우수 농림수산물 생산, 신에너지 생산 등 그 활용범위가 확대되고 있음
 - '08~'10년 Nature, Science 誌에 게재된 전체 논문의 약 80%가 생명과학 분야이며, 이 중 약 40%가 유전체 관련 논문으로 그 중요성이 부각되고 있음
 - '03~'08년간 전 세계 논문 피인용도 상위 1%(약 5만 건)을 분석한 결과 유전체 연구가 생명공학 분야에서 가장 피인용도가 높은 연구영역으로 나타남
- 글로벌 시장 환경 변화에 따른 바이오 산업의 중요성 대두
 - IT 혁명 이후 세계 경제를 선도할 핵심 산업으로 바이오산업이 주목받고 있으며, 세계 경제는 2020년을 전후로 바이오경제 시대로의 진입이 가시화될 전망
 - 지구 온난화 등의 기후변화, 식량 및 에너지 수급 문제 등 인류 공통의 난제를 해결해 줄 핵심 기술로 생명공학 기술이 주목받고 있으며 이와 관련된 바이오산업은 급속도로 증가하는 추세에 있음
 - 유전체 정보를 의료, 농업, 에너지 산업 분야에 응용하기 위해서는 사용자(end-user)가 정보를 사용 가능한 형태로 데이터를 분석·가공하는 것이 중요함

- FTA 등으로 인한 농산업 시장의 개방과 낮은 식량 자급률, 수출 의존 비율 증가에 따른 대응책이 마련이 시급한 실정

□ 유전체 연구를 통한 농림수산식품 분야의 산업 경쟁력 확보 필요

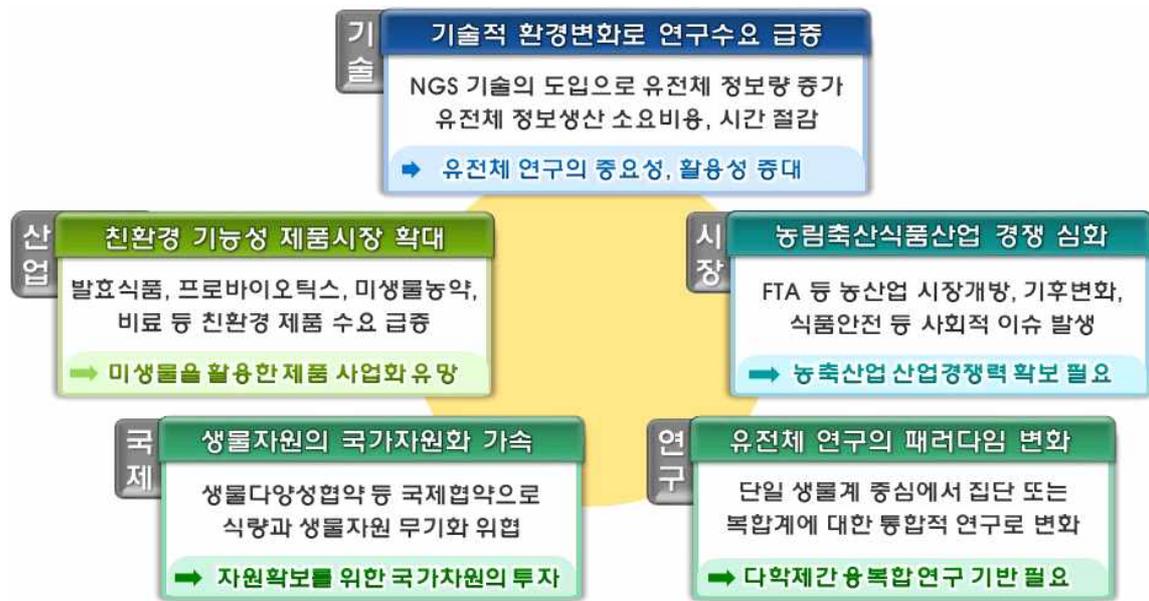
- 유전체 연구를 통해 생산된 유전체 정보, 유전자, 분자마커 등은 고품질 신품종 육성 및 육종효율 증진 등 고부가 산업창출의 기반을 제공하는 핵심 요소로 작용함
 - 과거 분자생물학적 원리와 기술들이 주요 작물 및 가축의 육종에 필수적으로 활용되는 것과 같이 유전체 정보와 기술 접목의 중요성이 갈수록 높아지고 있음
- 농업생명공학기술의 선진화 및 국제적 경쟁력 제고를 위해 주요 작물·동물 및 생물자원에 대한 유전체연구 기반 및 국내외 정보교류 네트워크 구축 시급
 - 주요 선진국들은 유전체 자원 발굴 및 확보를 위해 박차를 가하고 있으며 선진 기술 확보를 위해 국제공동연구 및 국제협력이 확산
 - 농림수산식품 분야 유전체 정보 통합 인프라 및 네트워크 구축 미비

□ 바이오정보산업 육성을 통한 농산업의 새로운 도약 기반 마련

- FTA 등 농산업 시장의 개방 확대, 기후변화, 식품안전 등 농업을 둘러싼 환경변화에 적극 대응
- 농산업의 경쟁력 확보를 위해 유전체 연구를 기반으로 종자, 친환경, 기능성식품 등 고부가가치 첨단산업 집중 육성 필요
- 생산 환경변화를 예측 및 선제적 대응을 위한 내병성·내재해성 신품종 개발을 통해 안정적 식량 확보 및 농산업 경쟁력 제고 필요

□ 종합적·통합적 유전체 연구 패러다임 변화에 따른 대응 마련

- 유전체 연구는 단일 생물계 중심에서 집단 또는 복합계에 대한 통합적인 연구로 추진되고 있어 유전체 정보의 생산·분석·활용 분야의 핵심 원천기술 개발이 필요
- 단일 생물계 중심의 생물학적 접근법에서 집단·복합계에 대한 종합적이고, 통합적인 유전체 정보 분석 연구가 기본이 되는 방향으로 연구 패러다임이 전환되고 있음
 - 유전체 연구는 삶의 질 향상 및 21세기 고부가가치 신산업 창출의 원동력으로 주목받고 있는 생명공학 기술의 가장 기본이자 핵심으로 평가받고 있음



[그림 3] 사업추진의 배경

2. 사업추진 필요성

- **(산업 요구 확대)** 유용 미생물 유전체 연구를 통한 농림축산식품 분야의 산업 경쟁력 확보 필요
 - 국민건강, 친환경 등에 대한 관심증가로 미생물 활용에 대한 수요가 증가하고 있으며, 농림, 축산, 식품 등 다양한 분야에서 활용
 - 미생물 유전체 연구는 우리 농산물의 활용성 제고와 더불어 바이오소재, 바이오에너지, 발효식품 등 전후방산업에 파급효과가 큰 기술 영역
 - 국내 친환경 농산물 시장규모: 3조 8천억 원('12년) → 7조 5천억 원('20년)
- **(생명자원 국부화)** 유용미생물 정보의 국가자원화를 통해 국가경쟁력을 제고하고, 생물다양성협약에 대응한 미생물자원의 주권 확보
 - 세계 각국은 생명다양성협약에 대응하여 미생물의 국가 자원화, 산업화가 진행되고 있어, 우리나라도 정부차원의 미생물 유전체 연구 필요
 - 영국균류센터 2010년 기준 보유 미생물 유전자원 2만 8천점(800억 원 가치)
 - 국산 종균 개발을 통한 해외에서 수입되는 종균을 대체하고, 전통 종균을 활용한 제품 개발로 국내뿐만 아니라 세계에 우리나라 김치, 주류, 생물비료, 사료첨가제 공급 가능
- **(기술수준 제고)** 우리나라 미생물 유전체 관련 R&D는 예산이 충분히 확보

되지 않아 국내 기술수준이 글로벌 경쟁에서 뒤처질 위기

- 농업생명공학기술의 선진화 및 국제 경쟁력 제고를 위해 주요 작물·동물 및 식품 생명자원에 대한 유전체 연구 기반 및 국내외 정보 교류 네트워크 구축 시급
- 최고기술 보유국(미국) 대비 기술수준 57.75%, 기술격차 4.2년
- 유전체 정보 생산현황 미국 72.1%(1위), 프랑스 4.6%(2위), 우리나라 0.6%(12위)

□ **(창조경제 실현)** 창조경제 실현의 도구로 생명산업 분야 유전체 연구기반 확보 시급

- 미생물 유전체 분야는 박근혜 정부 제3차 과학기술기본계획('13~'17)의 추진전략인 '국가 전략기술 개발', '신산업 창출 지원'의 중점과제로 창조경제 실현의 도구로 생명산업 분야 유전체 연구기반 확보 시급
- 고부가가치 첨단 융합산업으로 급부상하고 있는 유전체 연구를 통해 농식품 분야 글로벌 경쟁력 강화, 일자리 창출 등 창조경제 기여
 - 세계 농업생명공학 시장은 '12년 144억불 규모이며, 매년 10%이상 성장하는 추세

제3절 사업 추진 체계 및 전략

1. 사업 추진 체계

□ 사업단장 중심의 사업단 방식의 추진체계

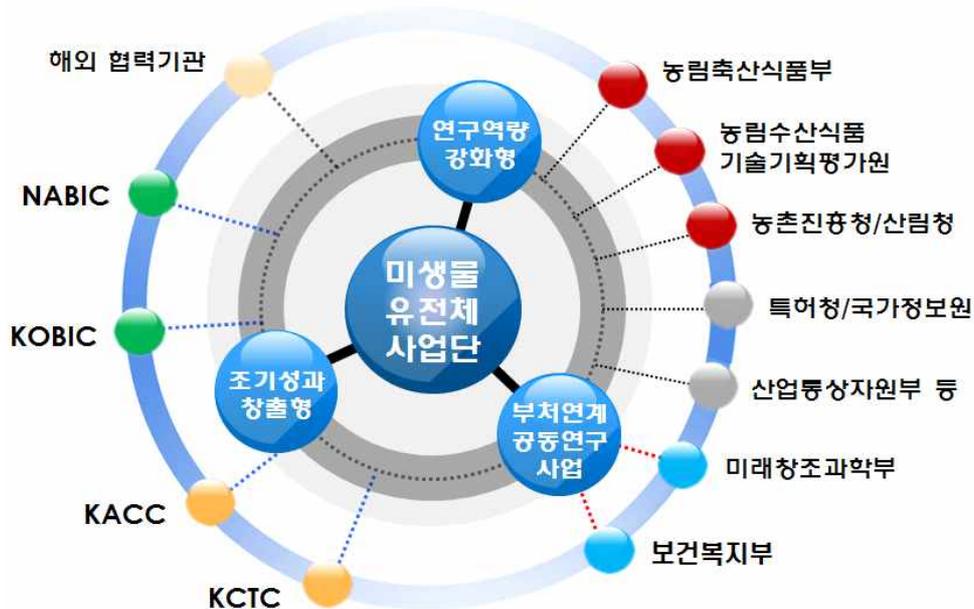
- 포스트게놈 다부처 유전체사업 범부처 협의체 및 농림축산식품부의 상위 계획을 준수하며, 사업단장 중심의 전략연구개발 기능 강화
 - 전문기관인 농림수산식품기술기획평가원에서 과제선정, 평가, 행정관리 등을 지원
- 미생물유전체사업단의 연구기획 기능 강화로 체계적이고 전략적인 사업 수행
 - 사업단 사무국에서 연구조사기획, 연구행정지원기능 강화를 통한 체계적인 연구개발 수행
 - 미생물유전체연구사업단 전문가협의회는 운영자문위원회, 전문가협의회, 운영실무협의회로 세분화하여 구성함으로써 위원회별 구체적인 역할 수행
- 미생물유전체사업단 협의회 세부 역할
 - (운영자문위원회) 사업 추진 및 사업단 운영에 관한 정책 의사결정 지원 및 자문 역할
 - (전문가협의회) 사업의 추진 방향, 전략, 계획 수립 등 사업의 성공수행을 위한 기술적 자문 역할
 - (운영실무협의회) 사업단 운영 및 과제 관리에 대한 실무협의 역할



[그림 4] 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 추진체계

□ 관련기관 연계를 통한 성과창출

- 사업특성에 적합한 관련기관들과 연계를 통해 전략유형별 최적의 성과 창출
 - 농진청이 운영하는 NABIC(국립 농업 생명 공학 정보 센터), KOBIC(국가생명연구자원정보센터)에 미생물 유전체 정보를 공유함으로써 성과확산에 기여
 - 해외 미생물 유전체 연구관련 기관과 협력을 통해 해외 미생물 연구동향, 산업화 현황을 파악하여, 연구개발의 방향 수립
 - 한국농업미생물자원센터(KACC), 미생물자원센터(KCTC)와 협력을 통해 미생물 유전체 연구개발 기반을 구축하고 산업화를 지원
- 포스트게놈 다부처 유전체사업의 일환으로 미래부, 복지부, 농진청 등 타 부처와 협력을 통한 연구개발 효율성 증대
 - 부처공동연구(Host-Microbe Interaction) 추진을 통한 부처 간 협력 추진



[그림 5] 미생물 유전체 연구개발 관련기관

2. 사업 기본방향

□ 사업의 기본방향

1. 전략미생물 국가자원화를 통한 우리나라 미생물자원 주권확보
2. 조기 실용화·산업화 달성을 통한 국가 산업경쟁력 강화
3. 미생물 유전체 연구역량 강화를 통한 미생물 유전체 정보 활용 확산
4. 부처간 연계·협력을 통한 연구개발 성과를 극대화

비전 미생물 유전체 정보의 효과적 활용으로 풍요롭고 건강한 삶에 기여

목표 농생명 유전체 연구의 전주기적 역량강화 및 실용화·산업화를 통한 농식품산업 국가경쟁력 강화



[그림 6] 사업 추진 방향

- (추진전략 1) 조기성과 창출형 미생물 유전체 핵심 전략 연구
 - 미생물 유전체 정보를 활용한 산업화 지원 과제 : 기존의 연구개발 성과를 토대로 2~4년 내에 제품 개발 및 시장 적용이 가능한 분야
 - 조기 산업화 가능한 미생물 자원 또는 기 활용중인 유용 미생물의 유전체 해독, 분석연구 결과의 실용화, 산업화
 - 선행연구를 통해 유용미생물 유전자원이 확보된 기술 중 현장의 수요가 많은 유용 미생물 자원의 유전체 연구를 통해 조기성과 창출이 가능한 과제를 중점적으로 지원
- (추진전략 2) 목적지향적 미생물 유전체 연구역량 강화
 - 농식품 미생물 유전체 연구 기반 구축 지원 과제 : 미생물 유전체 산업의 연구역량을 강화할 참조/메타유전체 해독 등 기초 연구
 - 농식품 분야 신규 미생물 유전체와 메타지놈 분석을 통한 연구역량 강화 및 유용 미생물 정보의 국가 자원화
 - 바이오산업 육성과 미생물 유전체 연구 경쟁력 확보를 위해 메타유전체와 참조유전체 대량 해독 및 정보 분석

□ (추진전략 3) Host-Microbe Interaction 연구

- Host-Microbe Interaction 연구 사업 : 선행 연구를 통해 병원성미생물 유전자원이 확보된 기술을 선별하여 작용기작을 규명하기 위한 과제
- (지원목적) 유전체 차원의 접근을 통한 농작물과 동물의 병원성 미생물간 상호작용 메커니즘 규명 및 방제 기술 개발

3. 사업 추진 전략

□ 농식품 미생물 유전체 정보 기반으로 실용화·산업화 추진 연구개발 강화

- 본 사업에서는 실용화 가능한 유용 미생물 유전자원 중심으로 생물사업 매출 및 시장 선점을 위해 유전체 정보의 생산·분석·활용 분야의 미래형 원천기술 개발에 초점을 맞추어 유전체 연구개발에 집중함
- 집중과 선택 전략으로 조기성과 창출이 가능한 미생물 유전자원을 우선순위로 선정하여 참조유전체 해독으로 지적 재산권 및 원천특허를 선점할 것이며, 또한 메타유전체 분석 및 각종 오믹스 분석을 통해 실용화가 가능한 미생물 소재에 대해서는 신속한 유전자 발굴 및 유전체 정보 수집으로 실용화·사업화 전략을 적용시킴으로써 시장 선점을 지원함

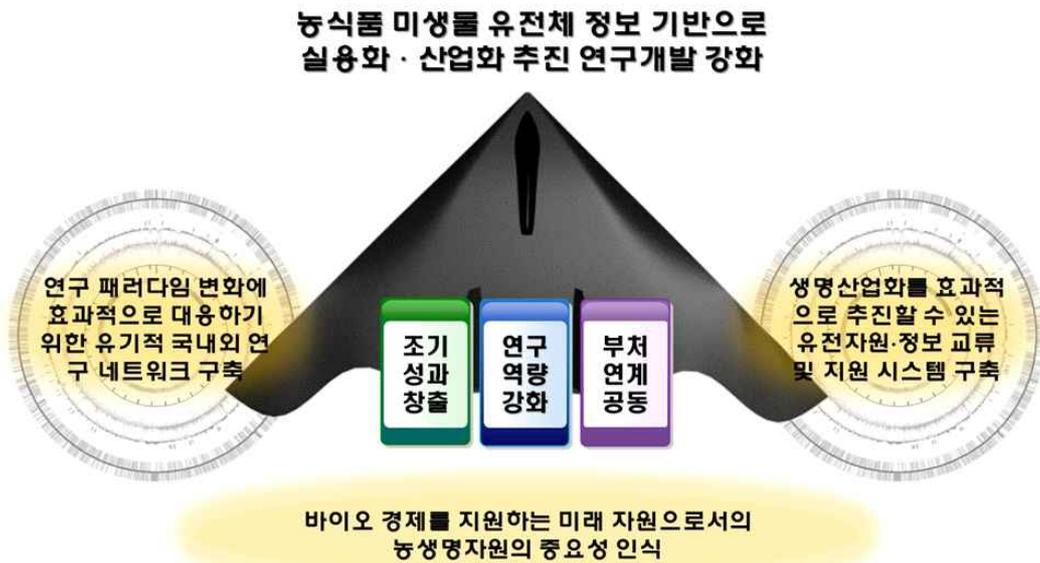
□ 바이오 경제를 지원하는 미래 자원으로서의 농생명자원의 중요성 인식

- 본 사업 통해 모든 농식품 유전체 정보 자원들은 국가 주요 자산으로 지속적으로 확보할 예정이며, 또한 희귀성 미생물 유전자원일수록 유전체 정보를 전체적으로 분석하여 지적 재산권 확보 및 해당 생물산업 시장을 선점할 수 있도록 집중 지원함
- 생물다양성협약(Convention on Biological Diversity, CBD)의 ‘생물자원에의 접근 이익 공유(Access and Benefit Sharing, ABS)’에 관한 나고야 의정서가 채택됨으로써 미생물 유전자원은 국가적인 차원에서 매우 중요한 국가자산이기에, 본 사업단에서는 신규 조기성과 창출에 가능한 미생물 유전자원 발굴 및 유전체 정보 확보를 위해 매년 신규 미생물 분야 과제를 확대할 예정임

□ 연구 패러다임 변화에 효과적인 대응하기 위한 유기적 국내외 연구 네트워크 구축

- 국내외 전통 농식품 미생물 연구 분야 및 타 분야 전문가들과 연구 네트워크를 구축함으로써 국내외 공동연구 및 연구협력으로 상호간의 정보 교류 체제를 활성화 함

- 본 사업단은 연구개발 및 교류를 극대화하기 위하여 유사 과제들을 그룹화 하였으며, 각 과제 분야에 속하는 핵심기술, 기반기술 대한 정보공유를 의무화하여 유기적 협력관계를 극대화함으로써 시너지 효과를 기대할 수 있음
- 생명산업화를 효과적으로 추진할 수 있는 유전자원정보 교류 및 지원 시스템 구축
 - 사업단 내 각 과제 유형 분류서 보유하고 있는 핵심기술, 기반기술들을 공유하여 연구개발 주체 간 유기적이고 밀접한 네트워킹과 COE(center of excellence)를 유지함
 - 관련 산업체 및 본 사업 참여 연구팀에게 신기능 생물 소재 개발에 적극적으로 이용될 수 있도록 모든 유전자원 정보 공유 및 각종 유전체 분석을 지원함
- 국내외 연구개발 환경변화를 반영한 유연한 전략적 연구기획 및 단위과제 추진
 - 최근 국내외 미생물 BINT 분야 및 차세대 염기서열 기술 혁신으로 인한 정부의 과학기술 정책의 변화, 목표 제품의 수요구조 변화 등 사업단의 외적 변화 내용을 차년도 사업기획에 반영함
 - 진보된 기술 개발 및 새로운 기술 패러다임을 통하여 산업화에 기반이 될 수 있는 신규 미생물 자원, 참조유전체 및 메타유전체 정보의 대량 확보 및 효율적 탐색을 위한 연구개발 노력을 확대함



[그림 7] 사업 추진전략

3. 사업 추진 체계도

비전	미생물 유전체 연구를 통한 농식품산업 국가경쟁력 강화
-----------	--------------------------------------

목표	농식품 유용 미생물 유전체 정보를 활용한 산업화·실용화 촉진 및 정보 자원화
-----------	---

전략 목표	<ul style="list-style-type: none"> ① 농림축산식품 미생물 유전체 분석역량 강화 및 유전체 정보의 국가자원화 ② 유용 미생물 유전체를 발굴하고 실용화·산업화하여 농식품 경쟁력 강화 ③ 부처간 협력을 통한 연구효율 증대 및 시너지 창출
------------------	--

성과 목표	유전체 정보의 자원화	미생물 자원의 실용화·산업화	Host-Microbe Interaction
	표준유전체 260건 해독 메타유전체 32건 분석 유전체 분석기술 17건 개발 NABIC 60건 등록	전략미생물 50건 해독 유용유전자원 28건 확보 사업화·실용화 12건	병원균 미생물 정보 5건 완성 병원성 미생물 진단마커 8개 개발 미생물 병발생 기작 8건 규명

추진 전략	목적지향적 미생물유전체 연구역량 강화	조기성과 창출형 미생물유전체 핵심 전략 연구	(부처연계) Host-Microbe Interaction 연구
	<ul style="list-style-type: none"> - 미생물자원 탐색 및 발굴 - 메타유전체 - 참조유전체 - 비교유전체 - 기능유전체 - 생물정보 - 유용유전자 활용 - 미생물기반융복합소재 - 정보통합관리시스템 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 발효식품(김치, 주류, 장류 등) - 농림분야(미생물비료, 농약 등) - 축산분야(사료첨가제 등) - 프로바이오틱스 - 식용버섯류 - 농업환경개선편제 등 	<ul style="list-style-type: none"> - 식물병원균(세균, 진균, 바이러스) - 동물병원균(세균, 진균) - 공생미생물(근권, 장내, 지의류) 등

제4절 사업의 내용

□ (조기성과 창출) 미생물 유전체 정보를 활용한 산업화 지원

- 선행연구를 통해 유용미생물 유전자원이 확보된 기술 중 현장의 수요가 많은 유용미생물 자원 중심 추진

전략사업 정의	유전체 정보를 바탕으로 유용미생물의 작용기작 규명, 최적 발효 공정 및 제제 기술 개발 등을 통하여 글로벌 경쟁력을 가지는 농축산식품 미생물 유전체 실용화 사업		
전략사업 범위	유용미생물 발굴, 신규 생물검정 기술 개발, 유전체 분석/활용 기술 개발, 활성물질 규명, 발효공정 개발, 제제기술 개발, 안전성시험		
전략목표	유용 미생물자원 발굴	산업화 전략 미생물 유전체 해독	전략 미생물/ 유전체 자원 사업화
중점분야	외부 환경분석을 통한 미래사회 수요 중심의 중점 분야 도출 > (발효식품) 김치, 주류, 장류, 염장류 > (농림유용미생물) 작물 병해충 방제제, 미생물비료, 농업환경개선헌제 > (축산미생물) 사료첨가제, 면역증강제 > (건강기능성) 프로바이오틱스, 식용 및 약용버섯류		

□ (연구역량 강화) 농식품 미생물 유전체 연구 기반 구축 지원

- 바이오산업 육성과 미생물 유전체 연구 경쟁력 확보를 위해 참조유전체, 메타유전체 등 대량 해독, 정보 분석 및 생물정보 자원화 방안 제시

전략사업 정의	농업 유용 미생물 유전체 연구의 국제 경쟁력 제고 및 목적지향적 바이오산업의 응용 역량 강화를 목표로 농업적 활용가치가 높은 미생물 유전체 정보의 자원화를 추구 하는 연구사업		
전략사업 범위	유용 미생물 자원 탐색 및 발굴, 메타유전체·참조유전체 분석, 다중오믹스 분석, 빅데이터 분석·관리기술 개발, 유용유전자 확보 및 융복합소재 개발		
전략목표	생명자원 유전체 정보 생산 및 확보	유용 미생물 발굴 및 산업화 지원	미생물 유전체 분석기술 고도화
중점분야	농업 미생물 유전체 연구역량 강화를 위한 지원이 필수적인 중점 분야 도출 > 비교메타 유전체 연구를 통한 유용 마이크로바이옴 및 유전자질 분석 > 오믹스 분석 연구에 참조할 수 있는 고품질 참조유전체 개발 > 빅데이터 활용 기술 개발 및 사용자 편의 프로그램 개발 > 다중 오믹스(전사체/대사체 통합) 분석 시스템 구축 > 유전체 정보 기반 미생물 융복합소재 개발		

□ (부처연계) Host-Microbe Interaction 연구

- 복지부, 미래부 등과 협력하여 선행 연구를 통해 병원성미생물 유전자원이 확보된 기술을 선별하여 작용기작을 규명

<p>전략사업 정의</p>	<p>정부 각 부처에서 중복 수행될 수 있는 미생물 유전체 연구개발 분야 중 농작물과 경제동물의 생산성에 영향을 끼치는 병원성, 독성, 공생 미생물 집단의 유전체 연구</p>		
<p>전략사업 범위</p>	<p>유해·공생 미생물(진균, 세균, 바이러스)의 유전체 연구를 바탕으로 기주(숙주)-미생물 상호작용 차원의 발병 및 공생 메커니즘 규명, 농작물과 가축 질병의 방제 관련 기초 정보 제공 및 방제 기술 확보</p>		
<p>전략목표</p>	<p>기주-미생물 상호작용 유전체 연구</p>	<p>유전체 기반 제어 및 활용기술 개발</p>	<p>산업화 적용 가능한 정보 및 기술 제공</p>
<p>중점분야</p>	<p>국내 주요 농작물 및 가축 질병의 경제·사회적 심각성, 잠재적 위험성, 국내 연구진의 역량, 성과물의 실용적 가치 등을 분석하여 도출</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ (유해미생물) 주요 농작물과 가축 질병 원인균 ➢ (유용미생물) 식물근권미생물, 장내미생물, 지의류 ➢ (Interactome) 기주-미생물 상호작용 유전체 ➢ (진단 및 제어) 대상 미생물 진단법, 제어법 		

제 2 장



사업추진 현황

제2장 사업추진 현황('14~'15년)

제1절 사업추진 내용 및 예산 현황

- 농식품부는 다부처 유전체 사업에서 농림축산식품 미생물의 유전체 해독·분석·활용과 정보자원화 및 산업화 기술 분야를 전담으로 추진
- 농생명자원의 미생물 유전체 연구역량 강화와 조기성과 창출을 위한 미생물 유전체 정보의 산업화·실용화 촉진 및 정보자원화 중점 지원
 - (조기성과 창출) 김치, 주류, 미생물비료, 사료첨가제 분야의 미생물 유전체 핵심 전략연구를 통한 실용화·사업화 지원 5과제 지원
 - (연구역량 강화) 메타유전체 및 참조유전체 정보 분석, 농업생물정보 처리기술 개발 관련 연구역량 강화를 위한 목적 지향적 미생물 유전체 연구 3과제 지원
 - (부처 공동연구) 동·식물의 병원성 미생물 유전체 분석 및 기능 연구 2과제 지원

[표 1] 세부 연구 내역

세부과제	사업기간	총사업비	주관기관	사업비(백만원)	
				2014	2015
합 계				2,500	2,500
1. 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업단(총괄과제)	'14~'18	1,230	연세대학교	330	330
<조기성과 창출>				1,270	1,270
2. 김치유산균의 유전체분석 및 생물학적 진화(순화)과정을 통한 김치발효용 스타터균주 개발	'14~'18	1,100	중앙대학교	250	250
3. 전통누룩 유래 자생 미생물 자원의 유용성 연구	'14~'18	1,100	한국식품 연구원	250	250
4. 미생물 유전체, 기능분석 및 토성, 작물 맞춤형 생물비료 개발	'14~'18	1,040	충북대학교	220	220
5. 유전체공학을 통한 가축 생산성 증진용 항균활성/안정성 우수 사료첨가 생균제의 개발 및 생산 최적화 연구	'14~'18	1,040	서울대학교	220	220

세부과제	사업기간	총사업비	주관기관	사업비(백만원)	
				2014	2015
<연구역량 강화>				830	830
6. 농축산식품 환경 미생물의 메타유전체 정보 분석	'14~'18	1,380	경희대학교	330	330
7. 농업 유용 진핵미생물의 참조유전체 및 오믹스 정보 분석 연구	'14~'18	1,210	중앙대학교	300	300
8. NGS를 활용한 미생물 유전체 및 전사체 분석 소프트웨어 및 시스템 개발	'14~'18	800	(주)천랩	200	200
<부처연계(Host-Microbe Interaction)>				400	400
9. 벼와 고추 침해 주요 공기전반 병원성 곰팡이의 발병유전체 분석 및 기능연구	'14~'18	800	순천향대학교	200	200
10. 세포내 기생 난치성 산업동물 주요 병원균의 핵심 병원성 유전체 분석과 이를 이용한 제어기술 개발	'14~'18	800	경상대학교	200	200

제2절 세부 연구개발 내용('14~'15)

① 김치분야 미생물유전체 연구

과 제 명	김치유산균의 유전체분석 및 생물학적 진화(순화)과정을 통한 김치발효용 스타터균주 개발		
단위연구기관	중앙대학교	책임자	전체옥
<p><input type="checkbox"/> 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 김치에서 분리한 우수 김치유산균의 유전체 연구를 통해 김치 유산균의 기능적, 유전적 특성을 이해하고 김치발효환경에 맞도록 진화(적응)시키고 대사과정을 조절하여, 고품질의 표준화된 김치를 생산하기 위한 우수한 발효능과 기능성을 가진 김치유산발효종균(starter)을 개발하고자 함. <p><input type="checkbox"/> 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 김치에서 분리한 김치유산균의 유전체 분석을 통해 기능적, 유전적 특성분석 및 우수 발효능, 기능성을 가진 우수한 발효종균용 김치유산균 발굴 ○ 실험실적 진화기법 및 시스템 생물학적 진화기법을 이용하여 김치환경(low pH, salt, 저온)에 최적화되고 기능성이 향상된 김치유산종균개발 ○ 개발된 김치유산균의 유전체 분석(genome, transcriptome) 및 대사체(metabolome) 분석을 통해 김치유산균의 발효능, 기능성, 안전성 검증 ○ 개발된 김치유산균의 발효능, 기능성, 안전성의 실증연구 및 고기능성, 고품질을 가진 표준화된 김치개발 <p><input type="checkbox"/> 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 김치유산균의 기능성 규명 및 안전성에 대한 과학적 정보를 제공하여 김치의 우수성 및 이미지 제고에 기여 ○ 우수 김치발효종균을 사용한 김치의 표준화 및 고급화는 김치산업의 매출증대로 이어지고 김치의 국제화 및 수출증대에 기여할 것임 ○ 우수 김치발효종균을 개발하여 특허 및 산업재산권을 확보하고 김치유산균을 김치종균으로서의 활용뿐만 아니라 유산균자체 제품화 가능함 			

② 주류분야 미생물유전체 연구

과 제 명	전통누룩 유래 자생 미생물 자원의 유용성 연구		
단위연구기관	한국식품연구원	책임자	김재호
<p>□ 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 양조 미생물(효모, 곰팡이)의 유전체 및 기능 분석 ○ 전통누룩의 미생물 자원 및 유전자원 분석 ○ 유용 유전자원 확보 및 발효균의 표준화 ○ 양조 미생물 자원의 사업화 <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 첨단 생명공학기법을 이용한 전통누룩 내 미생물체의 유전체 정보 대량 분석을 통한 유용 미생물 군집 분석 ○ 염기서열 분석을 통해 양조 미생물에 존재하는 고기능 유용 유전자 발굴 ○ 발효·숙성 각 과정 및 각기 다른 발효 조건 하의 미생물 군집, 유용유전자 발현에 대한 분석 ○ 기능성 증진을 위한 전통주의 제조방식 확립 ○ 미생물자원 및 유전정보의 국내외 공인 자원화 <p>□ 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전통누룩으로부터 미생물의 체계적인 분리 가능 ○ 전통누룩 및 전통주의 균총의 성상규명에 의한 발효 메카니즘의 과학적 근거 제시 ○ 전통주의 품질균일화 및 고품질화를 위한 기반 조성 ○ 전통주 관련 우수 생물자원의 확보 및 산업적 이용 기반 확립 ○ 국내 전통주의 과학화를 통하여 일반 소비자에 대한 시장 확대 및 전통주산업의 발전에 따른 농가, 제조업, 유통업 등의 관련 산업에 파급 효과가 기대 ○ 전통누룩 및 전통주의 미생물 지도를 완성하여 미생물 관련 안전성을 입증함으로써 전통주 수출 증대 효과 ○ 전통 누룩 유래 미생물자원의 양조특성 관련 정보에 대한 체계적인 정리 및 DB 구축을 통하여 바이오산업 핵심소재로 활용이 가능 ○ 자생 미생물자원으로부터 생물산업의 주 발효제로 사용되고 있는 수입 종균의 대체 자원 발굴이 가능 			

③ 생물비료분야 미생물유전체 연구

과 제 명	미생물 유전체, 기능분석 및 토성, 작물 맞춤형 생물비료 개발		
단위연구기관	충북대학교	책임자	사동민
<p>□ 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 생물비료 개발을 위한 유전자원 수집 및 효능 분석, 보유 미생물 유전자원을 이용한 생물비료 개발, 다양한 토성, 작물별 생물비료 효능 메타분석 및 선발 미생물 대량생산을 통한 생물비료를 제조 ○ 신종 유용미생물의 유전체 분석을 이루어 다양한 기능의 생물비료 개발을 위한 유전자원을 확보하려 한다. 또한 생물비료 현장 활용기술을 보급하고 산업화하여 경제적이고 고효율적인 생물비료를 개발 <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구에서는 유용 미생물 유전자원의 분리 및 특성 분석, 분리 미생물 유전자원의 식물생장촉진 효능 확인, 유전적 구조 및 다양성 분석을 통해 생물비료 개발을 위한 유전자원 수집 및 효능 분석 ○ 우수 미생물 유전자원을 2차 선발하여 식물생장촉진 효과 및 접종체계의 확립을 통해 보유 미생물 유전자원을 이용한 생물비료를 개발 ○ 생물비료별 다양한 토성, 작물, 시비방법에 따른 생물비료 효과 최적화 조건에 대한 메타분석을 실시하고, 대량생산, 보존증대 기술 개발, 제형화를 통해 생물비료를 개발하고 산업화하며, 전략 미생물 5종 선정 및 유전자 비교 분석, 비교 유전체 분석, 특이적 유전자 분석을 통한 전략 미생물 유전체 분석 수행 <p>□ 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구의 수행으로 토양재배조건 맞춤형 생물비료 활용기술 개발 및 전략 미생물 유전체 분석 기술의 특허 출원 및 산업화가 가능할 것임 ○ 메타분석을 통해 다양한 토성 및 작물별 생물비료 최적처리 조건을 확립할 수 있으며, 전략 미생물 해독 연구를 통해 최신 기술을 활용한 다양한 라이브러리를 제작하고 고품질 염기서열 데이터를 이용하여 전략 미생물 5종의 유전체를 완성할 수 있을 것으로 사료됨 			

4] 사료첨가제분야 미생물유전체 연구

과 제 명	유전체공학을 통한 가축 생산성 증진용 항균활성/안정성 우수 사료첨가 생균제의 개발 및 생산 최적화 연구		
단위연구기관	서울대학교	책임자	허철성
<p>□ 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 사료첨가용 항균활성/안정성 우수 미생물 7종 이상 및 유전체 20건 이상 자원 확보 ○ 사료첨가용 미생물 생산성 및 생존율 향상 기술 2건 이상 실용화 ○ 사료첨가용 미생물 시제품 2건 이상 제작 <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 제1세부 과제: 사료첨가 미생물의 배양 생산성 및 생존율 최적화 <ul style="list-style-type: none"> - 미생물 생산 배지 1건 이상 개발 - 미생물 Growth Factor 1건 이상 개발 - 사료 제품 내 미생물의 생존율(열처리, 저장 안정성) 향상 기술 1건 이상 개발 ○ 제1협동 과제: 항균활성/안정성 확보된 사료첨가 미생물 자원 및 유전체 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 미생물 2종 이상 안정성 향상, 항균활성 우수 미생물 5종 이상 확보 - 유전체 20건 이상 (NABIC 3건 이상) 등록 및 기능 연관 유전자 marker 5개 이상 확보 - 사양시험 및 가축의 증체와 관련된 장내미생물 분석 ○ 제2협동 과제: 사료첨가 미생물 대량 생산 조건 확립 및 시제품 생산 <ul style="list-style-type: none"> - 대량배양·Scale-up·농축·건조 공정의 확립 및 제품 제형 확립 - 사료첨가제 시제품 2건 이상 개발 ⇒ 개량 균주 1종 및 신규 균주 1종 이상 적용 <p>□ 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ FTA 대응하는 안전하고 환경 친화적인 축산물 생산 및 축산 경쟁력 제고 ○ 항생제를 대체하는 사료첨가용 생균제 신제품의 개발 ○ 기존 제품 개선을 통한 시장 확대 및 후속 신제품 출시 가속화 ○ 사료첨가 생균제 생산 및 안정성에 대한 기술적 제약 극복 ○ 사료첨가 생균제의 수입 대체, 내수 확대, 수출 확대 			

5 농업 유용미생물의 메타유전체 정보분석

과 제 명	농축산식품 환경 미생물의 메타유전체 정보 분석		
단위연구기관	경희대학교	책임자	배진우
<p><input type="checkbox"/> 연구개발목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 농식품 환경의 메타유전체 분석을 통한 기능성 미생물 탐색 및 농식품 분야 유용 유전자 발굴 ○ 한우/꿀벌 등 경제동물의 장내미생물 메타유전체 분석, 미생물 자원 발굴 및 유전자원 데이터베이스 구축 ○ 메타유전체/메타볼롬 네트워크 분석 기반 농식품 환경으로부터 고기능성 바이오소재 발굴 및 응용 방안 모색 ○ NGS 기반 메타유전체 빅데이터 분석 파이프라인 구축 <p><input type="checkbox"/> 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 메타유전체 비교 분석을 통한 농식품적 활용 가치가 높은 환경의 미생물 군집, 기능 유전자 다양성 및 농식품 분야 유용성 발굴 ○ NGS 기반 메타유전체 빅데이터 분석기반 확보 및 분석 파이프라인 구축 ○ 한우, 꿀벌 등 경제동물 현황조사, 품종 및 성장 조건이 명확히 정의된 시료 확보 후 첨단 생명공학기법을 이용한 경제동물의 장내 미생물체 정보 대량 분석 ○ 경제동물 장내 유용 미생물 탐색, 장내 농화 조건 발굴, 데이터베이스 구축 및 기능성 바이오소재 발굴, 대사체 프로파일링 및 기능성 분석 ○ 메타유전체/메타볼롬 네트워크 분석을 통해 농식품산업에 활용 가능한 미생물 군집 구조의 방향성 탐색 및 유전자 구성, 대사경로 파악 및 프로그램 개발 ○ 미생물유전체전략연구사업단 내의 타 연구팀 (조기성과 창출형 과제 및 연구역량 강화형 과제)의 전문가들과 연구 네트워크를 구축하여 공동연구 및 상호간의 정보 교류 체제 활성화를 통한 사업화 지원 <p><input type="checkbox"/> 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 최신 생명공학 기법을 이용한 메타 유전체분석을 통해 특정 농식품 환경에 실제로 존재하는 기능성 유전자를 발굴하여 농식품 산업의 발전에 기여 ○ 전 세계적으로 주목 받고 있는 미생물 메타유전체의 데이터 분석 기반 정립 및 그 분석 결과를 실제 농식품 산업에 활용함으로써 해당 연구분야의 국내 위상을 높일 수 있음 			

⑥ 농업 유용미생물의 참조유전체 정보분석

과 제 명	전통 주류 진핵 미생물의 참조유전체 및 오믹스 정보 분석 연구		
단위연구기관	중앙대학교	책임자	강현아
<p>□ 연구개발목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전통 주류 진핵 미생물의 참조유전체 및 오믹스 정보 분석을 통한 유용 유전자 발굴과 활용기술 개발을 통한 산업화 지원 <ul style="list-style-type: none"> - 참조유전체 분석 6건 이상 (사상성 진균 2건 이상, 효모 균주 4건 이상) - 생산된 유용 유전정보의 NABIC 및 KOBIC 등록 6건 이상 - 유용 유전정보 활용 기술 개발 특허 2건 이상 개발 및 이를 통한 산업화 지원 2건 - 국제 SCI급 논문 10 편 이상 (상위 10% 논문 1건, 상위 20% 논문 4건 이상 포함) <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전통 주류 진핵 미생물 유전자원 수집 및 DB화 ○ 당화 및 발효능 우수 균주 참조유전체 서열해독 및 정보 분석 ○ 오믹스(전사체학, 대사체학) 분석기술을 이용한 선정 균주들의 특성 분석 ○ 기능 유전체 정보 활용 유용유전자(당화, 발효 성능 및 풍미 조절 유전자군) 발굴 및 활용 기술 개발 <p>□ 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전통 주류 우수 미생물 자원 확보, 유전체 염기서열 및 기능 정보 분석을 통한 전통주의 고급화, 표준화, 차별화 및 세계화 <ul style="list-style-type: none"> - 독창적인 풍미를 나타내는 전통주 양조에 적용 가능한 전통 누룩 유래 곰팡이 및 효모 유전자원 확보 ○ 전통주 산업의 질적 개선과 저변 확대를 통한 1차·3차 산업 등 전후방 산업의 활성화 <ul style="list-style-type: none"> - 지역 또는 양조업체의 특성이 발휘될 수 있도록 차별화된 상품 개발 및 다양한 상품 포트폴리오 구체화를 통하여 전통주 시장 확대에 기여 ○ 농식품·생명산업 발전에 기여할 수 있는 핵심소재 및 산업화 기술 개발로 기능성식품, 바이오소재 산업 등 국내 바이오산업의 국제 경쟁력 제고 			

7] 농업생물정보 처리기술 개발

과 제 명	NGS를 활용한 미생물 유전체 및 전사체 분석 소프트웨어 및 시스템 개발		
단위연구기관	(주)천랩	책임자	천종식
<p>□ 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NGS 기술의 발달로 방대한 유전체 데이터가 생산되고 있지만, 방대한 데이터를 분석하는 툴과 플랫폼의 발달은 그에 못 미치는 실정임. ○ 서로 다른 유전체를 비교하여 분석하는 분석 시스템, 데이터베이스, 소프트웨어는 생물정보 비전공자가 다루기 힘든 측면이 많음. ○ 미생물 유전체를 쉽게 비교 분석하는 소프트웨어를 포함한 통합 분석 시스템을 개발하여 미생물 유전체 연구를 원활히 수행할 수 있도록 하는 것이 목표임 <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 NGS machine에서 나오는 다양한 NGS data로부터 미생물 유전체를 분석할 수 있는 분석 파이프라인 및 소프트웨어 개발 및 데이터베이스를 구축하고 이를 통하여 비교 유전체 분석을 수행할 수 있는 분석 시스템 구축 ○ Pathway 분석 시스템 및 분석 소프트웨어를 개발할 예정이며, RNA-Seq data와 metagenome data도 처리할 수 있는 시스템 구축 ○ 유전체 정보와 RNA-Seq 정보, pathway 정보와 meta data 정보를 통합하여 분석 하는 시스템을 데이터베이스와 연계시켜서 비교 분석 할 수 있도록 구축 <p>□ 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ NGS를 통한 미생물의 유전체 및 transcriptome 분석의 원천 기술을 가지고 있으며, 이를 확장 개발하여 통합 분석 시스템을 구축하고, ○ 이를 활용하여 사용자가 직접 분석 결과를 살펴볼 수 있도록 개발하며, 생물 정보 비전공자라도 쉽게 미생물 유전체 분석을 수행할 수 있도록 개발 ○ 다양한 데이터베이스를 구축하여 기존에 공개된 데이터와 비교하여 분석할 수 있도록 구축할 것이고, user workshop을 통하여 매년 8회 이상 사용자 교육 및 사용자 확보 			

⑧ 식물병원성 미생물유전체 분석 및 병원균 제어

과 제 명	곡류와 원예작물 침해 주요 공기전반 병원성 곰팡이의 발병유전체 분석 및 기능연구		
단위연구기관	순천향대학교	책임자	윤성환
<p>□ 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 곡류와 원예작물 재배 지역 대기 중 분포하는 주요 식물병원성 곰팡이의 분포양상 및 신규유전체, 발병 관련 전사체 분석 등을 통한 발병 메커니즘의 규명과 공기전반 병원성 곰팡이의 진단 마커 개발 <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 곡류와 원예작물 재배 지역 내 주요 공기전반 다식성 곰팡이 집단의 유전적 다양성 분석 ○ 주요 공기전반 병원성 곰팡이의 신규 유전체와 발병 전사체 해독 및 분석 ○ 주요 공기전반 병원성 곰팡이의 병원성과 포자형성 관련 주요 유전자의 기능 연구 ○ In silico AFLP-PCR 등을 활용한 식물병원성 곰팡이의 진단 마커 개발 <p>□ 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 공기전반 병원성 곰팡이의 다양성 분석을 통한 병 발생 예찰 시스템 구축에 기여 ○ 주요 공기전반 병원성 곰팡이의 종 특이적 마커와 발병 관련 병 진단 마커 개발 가능 ○ 곡물과 원예작물의 주요 공기전반 다식성 곰팡이의 유전체와 전사체 정보 구축 및 분석 기술 개선 ○ 비교유전체 연구를 통한 식물-미생물 상호작용 연구의 기반 구축 ○ 병원성 유전자의 산업재산권 확보를 위한 정보제공 ○ 진핵생물 연구 분야의 새로운 모델 제공 및 전문 인력 양성 ○ 국제 저명학술지 발표를 통한 연구경쟁력 향상 			

9] 경제동물 병원균유전체 분석 및 병원균 제어

과 제 명	세포내 기생 난치성 산업동물 주요 병원균의 핵심 병원성 유전체 분석과 이를 이용한 제어기술 개발		
단위연구기관	경상대학교	책임자	김 석
<p>□ 연구개발 목표</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 산업동물에서 막대한 경제적 손실을 유발하는 주요 세포내 기생성 세균(브루셀라 균, 살모넬라 균)의 유전체 분석을 이용하여 핵심 병원성 인자를 규명하고, 이들 병원균의 병원성 인자와 숙주세포와의 상호작용에 기초한 발병기전 및 숙주 내재성 제어기전 해석을 통해 산업동물의 피해를 최소화하며, 예방 및 치료가 어려운 난치성 세균성 질병을 근절하기 위한 토대 구축. <p>□ 연구내용</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 산업동물 주요 세포 기생성 세균(브루셀라, 살모넬라)의 세포 및 동물 감염 시 발현되는 병원성 유전자 발현양상 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 산업동물 주요 세포 기생성 세균의 세포 및 동물 감염 시 나타나는 전사체(transcriptome), 단백질체(proteome), 대사체(metabolome) 등 기본적인 오믹스 분석 - 병원성 인자의 상호작용체(interactome) 분석 - 병원성 관련 RNA 결합단백질의 RNA 구조체(RNA structure seq) 분석 - 병원성 관련 인자 동정 및 생리적 기능 규명 - 병원성 인자의 항원성 탐색 ○ 산업동물 주요 세포 기생성 세균의 세포 및 동물 감염 시 발현되는 인자와 질병간의 상관관계 및 숙주 제어기전 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 기생성 세균에 의한 숙주세포의 생리활성 변화 및 관련인자 규명 - 기생성 세균에 의한 숙주세포의 생리활성 변화 경로 규명 - 진단용 바이오 마커 발굴 ○ 고면역원성 기생성 세균 유발 병원균 제어 단백질 백신 소재 원천기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시험관내 단백질 합성시스템을 이용한 항원성 최적화 - 주사용/경구용 백신 개발을 위한 단백질 항원 발현 재조합 균주 제작 <p>□ 연구개발에 따른 기대성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 균-숙주 상호작용에 기초한 병원성 인자 발굴 및 발병기전 해석 ○ 산업동물 질병 저감에 의한 농가 소득 증대 ○ 숙주 내재성 제어기전을 이용한 난치성 세균성 질병 치료방법 개선 및 예방기법 구축 ○ 세포내 기생성 균의 숙주세포내 침입 및 증식 기전 해석 ○ 타 감염성 질병의 치료제 개발에 모델 시스템 제공 ○ 고면역원성 기생성 세균 유발 병원균 제어 단백질 백신 제품 개발 ○ 300억 달러 규모의 세계 백신시장에서의 경쟁력 확보 			

제 3 장



국내외 주요이슈

제3장 국내외 주요이슈

제1절 국내 주요 이슈

- 산업 및 시장 환경 변화로 인해 미생물을 활용한 신규아이템 지원 시급
 - 프로바이오틱스, 식용버섯, 전통발효식품 등 기능성, 친환경 식품 시장이 급격히 성장하고 있어, 미생물을 활용한 제품 사업화가 유망
 - 세계 프로바이오틱스 시장은 2014년 약 36조 원으로 추정, 매년 6.8% 성장
 - 미생물을 활용한 산업용 효소의 세계시장규모는 약 30억 달러, 매년 8% 성장
 - 가축의 항생제 및 농산물의 화학제제 사용 규제 강화로 농업·축산 생산량을 향상시키고, 질병 제어 및 전파억제를 위한 친환경 면역증강제, 미생물농약 개발이 시급
 - 전 세계적으로 사료첨가용 항생제 규제강화 추세(우리나라 2011년부터 사용 금지)
 - 친환경 농산물 시장은 증가하는 반면, 미생물제제 시장은 500억 수준에 불과
 - 동·식물의 국제무역 증가와 기후변화로 인해 동·식물 병원균 피해가 지속적으로 증가하고 있어 피해 절감을 위한 진단마커 개발이 시급
 - 미국의 경우 독성 진균으로 인한 가축피해가 매년 4~16억 달러로 추정됨

- 박근혜 정부, 국가 미래성장을 위한 생명산업과 바이오경제 활성화 추진
 - 미생물 유전체 분야는 제3차 과학기술기본계획('13~'17)의 추진전략인 '국가 전략 기술 개발', '신산업 창출 지원'의 중점 추진전략으로 선정
 - 최근 경제분야 국회 대정부질문에서 미래산업인 바이오분야 "포스트게놈 다부처유전체사업"에 대한 R&D 확대 주문

- 사업의 목표 및 성과 달성을 위한 추가 지원 절실
 - 예타 통과 시 투입예정 예산(383억 원/8년 : 연평균 48억 원)의 52% 수준의 예산만 확보되어 당초 목표성과 달성에 애로사항 발생
 - (부처연계) Host-Microbe Interaction 연구 과제의 경우, 2014년 미래부, 복지부의 예산 미확보, 2015년 농식품부 예산 미확보로 부처연계사업의 엇박자 현상 발생

제2절 해외 연구개발 동향

- **(미국)** 미국은 농무성(USDA)과 에너지성(DOE)에서 미생물유전체 분석 및 산업화를 대규모 프로젝트로 중점 추진
 - 농림성 산하 연구소인 ARS(Agricultural Research Services)는 안전한 농산물생산, 자연자원과 환경보존 등 농업문제 해결을 목적으로 74개의 유전체 연구 과제를 수행
 - 주요 연구주제는 동식물, 곤충 등의 병원균 미생물의 기작연구와 곰팡이, 바이러스, 동식물 등 유전체 정보해독으로 구분
 - 에너지성 산하 연구소인 JGI(Joint Genome Institute)는 곰팡이, 메타게놈, 미생물, 식물유전체 등 다양한 생물에 대한 유전체연구를 산업적 관점에서 추진
 - 민간 연구단체인 JCVI(J. Craig Venter Institute)에서는 6개의 연구 프로그램을 추진하고 있으며, 그 중 미생물 분야에서 11개의 대형 프로젝트를 진행
 - 극지미생물, 체내미생물, 원핵생물, 유전체분석 파이프라인 개발 등 다양한 분야의 미생물 유전체 분석 프로젝트를 추진
 - 현재까지 100종 이상의 미생물에 대한 유전체를 해독하여 600만개 이상의 유전자 발견
 - 미국 HMP(Human Microbiome Project), 국제 인간 미생물체 컨소시엄(IHMC, International Human Microbiome Consortium)을 통해 인체 미생물이 사람의 건강과 각종 질병에 미치는 영향 구명 중
 - 식물/토양, 장내미생물, 병원균, 바이오매스 등 모든 분야에 대한 메타게놈 분석연구가 미국을 중심으로 이루어지고 있으며, 연구성과가 네이처, 사이언스 등 저널에 발표
 - ‘TerraGenome’(토양 메타게놈 시퀀싱), ‘Phytobiomes Initiative’(식물 미생물체) 등 토양과 식물 미생물 국제 프로젝트가 미국을 중심으로 추진 중
 - 경제동물, 바이오매스 분해, 장내미생물 등에 대한 대규모 메타게놈 분석 연구가 네이처, 사이언스 등 저널에 발표
- **(유럽)** 유럽 각국은 미생물을 다양한 산업에서 활용하기 위한 유전체 연구를 추진 중에 있으며, 각 국가별 특성에 따라 미생물 활용연구 활발히 추진
 - 영국은 과거 인간게놈프로젝트를 주도적으로 수행하는 등 세계2위 유전체 연구 강국으로, 매년 수백억 달러를 유전체 연구에 투자

- 2006년 약 3억7천만 달러를 유전체 연구에 투자(세계 총 투자액의 12%)
- 러시아 정부는 비노그라드스키 미생물학 연구소를 통해 미생물을 활용하여 탄저병 백신개발 프로젝트 추진
- **(일본)** 문부과학성(MEXT)과 농림수산성(MAFF)을 중심으로 비인간 분야 유전체연구가 추진되며, 이화학연구소, 국립유전학연구소에서 직접적 연구 수행
- 인간게놈프로젝트가 종료된 후 '게놈네트워크 프로젝트'와 '혁신적 세포 해석 프로그램(Cell Innovation)'을 추진하여 NGS를 이용한 유전체 대량해독과 세포 이미징을 적극적으로 수행
- 2009년 약 693억원이 유전체 연구에 투입되는 등 매년 수백억 원이 유전체 분석 연구에 투입
- **(중국)** 과거 인간게놈프로젝트에 참여한 경험을 바탕으로 NGS기술을 이용한 동식물, 미생물 등 모든 분야에 대한 유전체 연구를 선도
- 미생물 유전체 분야에서는 EU와 공동으로 'MetaHIT'에 참여하고 있으며, 동시에 중국 독자적으로 10,000종의 미생물 유전체 정보 해독작업 진행
- BGI(Beijing Genome Institute)를 설립하고, 중국전역 3,500명 규모의 연구인력이 유전체 연구를 수행(2010년 기준)
- 우리나라는 차세대바이오그린21사업, 농생명산업기술개발사업 등 통해 산발적으로 연구개발이 추진되었으나, 최근 다부처 유전체사업의 일환으로 '농림축산식품 미생물유전체전략연구사업'이 출범

제3절 농림축산식품 산업계 수요조사

1. 기술수요조사 개요

- 국내 농림축산식품 기업을 대상으로 미생물 유전체 분야 기술개발의 현재 및 미래에 요구되는 기술수요 파악
- 현장의 기술개발 수요를 반영하기 위해 농림축산식품 산업계 기업 종사자를 대상으로 수요조사를 실시하였으며, 총 30건의 의견이 반영됨

- (조사목적) 향후 국가경제력 제고 및 시장 성장 가능성과 산업적 파급효과가 큰 미생물 유전체 기술군 및 제품분야 발굴
- (조사방법) 농림축산식품 산업계 전문가들을 대상으로 설문조사를 통한 현장의 의견수렴과 연구수요 파악
- (조사기간) 2015. 5. 14 ~ 6. 5(3주)
- (설문방법) 온라인 설문(E-mail 회신 또는 온라인 제출)
- (조사내용) 미생물 유전체 연구개발 필요성 및 기술개발 수요조사

2. 설문 결과 분석

가. 설문 응답 기업 통계

- 약 600개의 농림축산식품 기업 종사자를 대상으로 온라인 수요조사를 실시한 결과 총 30개 기업이 응답하여 약 5%의 응답률을 보임
 - 응답자는 기업 부설연구소, 대표이사 등 연구개발 담당자로서, 설문 결과의 전문성이 확보됨
- 응답된 설문 30건 중 67%에 해당하는 20건이 중소기업에서 응답하였으며, 중견기업 5건, 대기업 2건, 기타 3건이 회수됨
 - 기업의 주요생산제품별 분류는 식품 8건, 농림 6건, 동식물 의약품 5건, 축산 3건, 생물정보 2건, 기타 3건으로 나타남

[표 2] 기술수요조사 응답기업 통계

기업형태	건수
중소기업	20
중견기업	5
대기업	2
기타	3
합계	30



나. 기술수요조사 결과 분석

□ (설문결과 1) 미생물 유전체 연구개발 필요성

- (1-1) '국가차원의 연구개발이 필요한 분야'는 농림축산미생물, 동식물병원균에 대한 연구가 각 9건으로 가장 시급한 것으로 나타남

- 그 외 미생물기반융복합소재(7건), 식품미생물(4건), 프로바이오틱스(2건)으로 나타남
- 국가차원의 연구개발이 필요한 분야는 민간에서 사업화를 통한 기대수익이 낮아 사업성보다 공공성이 높은 분야인 것으로 분석됨
- 농림축산미생물, 동식물병원균 분야는 민간분야에서 사업성은 낮지만 공공성을 위해서는 관련 연구개발이 필요함

[표 3] 국가차원의 연구개발이 필요한 분야 응답결과

구분	건수
농림축산미생물	9
식품미생물	4
프로바이오틱스	2
미생물기반융복합소재	7
동식물병원균	9
기타	1



- (1-2) '산업화 촉진을 위한 연구개발 분야'는 미생물기반 융복합소재에 대한 연구가 11건으로 민간 수요가 가장 높은 것으로 응답됨
- 그 외 농림축산미생물(6건), 식품미생물(5건), 프로바이오틱스(5건), 동식물병원균(4건)으로 나타나 산업적 수요는 유사 수준으로 분석됨
- 산업화 촉진을 위한 연구개발이 필요한 분야는 민간 기업에서 연구개발 수요가 가장 높은 분야로 산업적 파급효과가 높을 것으로 기대됨
- 미생물기반 융복합소재 분야가 전체 응답의 약 34%를 차지하여 미생물 유전체 관련 산업에서 산업적 파급효과가 가장 높은 것으로 기대됨

[표 4] 산업화 촉진을 위한 연구개발 분야 응답결과

구분	건수
농림축산미생물	6
식품미생물	5
프로바이오틱스	5
미생물기반융복합소재	11
동식물병원균	4



□ (설문결과 2) 연구개발 수요조사

- (2-1) '시장/제품 분류 연구개발 수요'는 미생물기반 융복합소재가 13건으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 면역증강제 11건, 프로바이오틱스 10건으로 민간 기업에

서의 연구개발 수요가 높은 것으로 나타남

- 그 외 장류미생물(9건), 미생물농약(8건), 동·식물 병원균(각 7건), 식용버섯류(7건) 순서로 나타남
- 농림축산, 식품, 프로바이오틱스, 미생물소재, 동식물병원균 각 분야별 제품개발 수요는 비교적 유사한 수준으로 나타남
- 시장/제품 분류별로 산업계 수요가 높은 분야는 사업성이 높은 제품군으로 파악할 수 있으며, 민간에서 해당제품의 연구개발에 적극 참여할 수 있도록 국가 연구개발 추진이 필요함

[표 5] 시장/제품 분류 연구개발 수요 응답결과

구분	건수	구분	건수
김치류미생물	6	면역증강제	11
주류미생물	3	식물병원균	7
장류미생물	9	동물병원균	7
염장류미생물	1	공생미생물	3
미생물비료	2	프로바이오틱스	10
미생물농약	8	식용버섯	7
농업환경개선제	5	미생물융복합소재	13
사료첨가제	6	기타	3



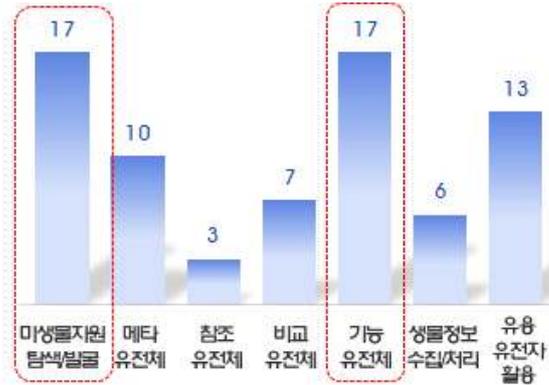
[그림 8] 시장/제품 분류 연구개발 수요 응답결과

- (2-2) '기술 분류 연구개발 수요'에서는 미생물자원 탐색 및 발굴 기술과 기능유전체 기술이 각 17건으로 가장 많은 것으로 조사됨
 - 그 외 유용유전자 활용(13건), 메타유전체(10건), 비교유전체(7건) 순서로 응답
- 미생물자원 탐색 및 발굴, 기능유전체, 유용유전자 활용 기술은 기업에서 미생물을 활용하여 사업화할 수 있는 기술로 기업의 수요가 높게 나타난 것으로 분석됨

- 특히, 기능유전체는 GMO 기술에 활용할 수 있어 활용성이 높을 것으로 기대됨

[표 6] 기술 분류 연구개발 수요 응답결과

구분	건수
미생물자원 탐색 및 발굴	17
메타유전체	10
참조유전체	3
비교유전체	7
기능유전체	17
생물정보수집 및 처리	6
유용유전자 활용	13



□ (설문결과 3) 세부 제안기술

- 총 30건의 회수설문을 통해 총 17개의 미생물 유전체 관련 연구개발 주제가 제안됨
 - 농림, 축산, 식품, 동식물 병원균 의약제제, 생물정보 등 다양한 분야에 대한 연구개발 주제가 제안됨
- 미생물 유전체 R&D 중장기계획에 반영하여, 민간 기업들의 적극적인 참여를 기대할 수 있음

[표 7] 세부 제안기술 내용

세부 제안기술	
1	<p>기술명 미생물을 이용한 면역 증강제 개발</p> <p>제안내용 - 항생제의 남용 및 과다 투여를 방지하기 위해 사료에 첨가 가능한 면역 증강제의 개발 - 면역 증강에 효능이 있는 유전체를 발굴하여 특정 유전체 발현 미생물을 개발, 이를 기반으로 축산분야에 항생제 대응으로 사용 가능한 면역증강 강화 첨가제 개발</p>
2	<p>기술명 축산분뇨 악취제거용 미생물유전체기능분석을 통한 핵심기능유전체 발굴</p> <p>제안내용 - 복합악취, VOC, 황화수소, 암모니아 등 축산분뇨 악취를 근원적으로 제거하는 신규 미생물 6종 보유중 - 축산분뇨 악취를 근원적으로 제거하는 신규 미생물 6종에 대한 유전체 분석을 통해 악취제거 관련 고부가가치 기능유전자원의 발굴</p>
3	<p>기술명 축산분뇨 악취제거용 미생물의 핵심 기능 유전체를 활용한 대량생산 시스템 개발</p> <p>제안내용 - 발굴된 고부가가치 핵심 기능유전자원을 발현하는 재조합 균주개발을 통한 축산분뇨 악취제거용 제품의 대량생산 시스템 구축 - 확립된 대량생산 시스템을 통한 축산분뇨 악취제거용 효소, 종균 및 장치 개발</p>

	기술명	신규 세균 및 유전체 이용 다제 내성세균 제어용 항생물질 탐색 및 개발
4	제안내용	- 세계적으로 MRSA, VRE에 대한 문제가 심각한 수준이며, 각국 정부에서는 이에 관련된 엄청난 연구비를 투자하고 있음 - 국내에는 내성세균 제어 연구의 중요성에도 불구하고 관련 연구가 극히 제한적인 실정임 - 본 연구자는 차세대 천연 항생제로 기대되는 A 물질의 대량 생산 및 개발을 위하여 균주 개량, 생산조건 조사 등 기반 연구를 현재 진행 중임
	기술명	세리포리아락세라타균사체 기능성성분 분석 및 이의 구조분석을 통한 천연물 신약 개발
5	제안내용	- 연구결과 확인된 수개의 기능성 성분의 물질구조와 효능을 규명함으로써 균사체 배양기술의 고도화를 달성하고, 이 기술을 적용하여 각 병증에 가장 효능이 높은 균사체배양물을 생산함으로써 부작용은 적고, 기능성은 합성신약을 능가하는 천연물 신약 개발 - 현재까지는 시간과 비용의 제약으로 혈당조절용 건강기능식품 원료 개별인정 신청에 만족하지만, 기능성 측면에서 당뇨질환의 진행차단 및 회복 치료 활성을 보여 시판중인 당뇨치료제 보다 치료기능 탁월하며 부작용은 없는 것으로 평가 됨
6	기술명	마우스 모델의 Metagenomics/Metabolomics 분석을 이용한 프로바이오틱스와 발효 식품이 장 내미생물과 건강에 미치는 영향 분석 시스템 구축
7	기술명	메타게놈 라이브러리 풀을 이용한 식물병 방제제 및 바이러스 병에 대한 저항성 유도제 개발 등
8	기술명	건강한 한국인의 연령대별 장내미생물총의 특성 파악을 위한 데이터베이스 구축 및 이를 활용한 개인 맞춤형 프로바이오틱스 제조 기술 개발
	기술명	의약품소재용 발효미생물의 유전체정보 활용기술 개발
9	제안내용	- 국내 다수의 의약품 혹은 식품 첨가용 발효 생산 균주의 유전체정보 확보 및 전사체 분석 등을 통한 유전자원의 확보 및 이를 활용한 기능 개선과 생산성 증대를 통한 산업화 기술 개발 - 국내 발효 의약품 및 식품 첨가용 소재의 개발의 한계를 극복하는 신기술로 유전체 정보의 활용 기술 개발을 통해 국제 경쟁력을 강화하고자 함
	기술명	각 식물병원균에 대한 유전체 분석
10	제안내용	- 배추 뿌리혹병에 대한 유전체 분석이 충남대학교에서 이루어지고 있으나 다른 병원균에 대해서는 연구진행이 미진한 실정이며, 타 병원균의 유전체 분석이 이루어진다면 식물병원균을 연구에 많은 도움이 될 것으로 기대함
	기술명	유전체 정보를 활용한 신속 대량 검정 기술 개발
11	제안내용	- 다양한 유전체 정보의 실용화를 위해, 유전체 정보 가공 기술과 이를 활용해 원하는 생물정보와 실제 동식물에 신속하고 대량으로 적용할 수 있는 기술 개발이 필요함
	기술명	극한 환경지역 미생물의 유전체 및 전사체 해석을 통한 농업형질 개선용 소재 개발
12	제안내용	- 염호, 건조지역에서 생장이 우수한 미생물의 유전자원 확보를 통한 농업환경 개선 및 농업형질 개선용 유전체 및 전사체분석 연구 - 질소고정 미생물(광합성 세균)의 유전체 연구를 통한 농업환경 개선용 유전자 소재개발
	기술명	유전체 및 전사체 해석을 통한 미생물기반 융복합 소재 개발
13	제안내용	- 극한 환경에서 우수한 생장 특성을 보이는 미생물의 유전체 및 전사체분석을 통한 미생물 기반 고부가가치 소재 생산 기술 개발 - 미생물 기반 융복합 소재 생산에 필요한 고효율 효소 개발
	기술명	프로바이오틱스와 프레바이오틱스를 활용한 synbiotic 사료첨가제 개발
14	제안내용	- 우수한 미생물자원의 유전체 분석과 유전자 기능 연구 통한 고부가가치 사료첨가제 발굴 및 효과 규명

	기술명	신규 항진균제의 원천 타깃 발굴과 관련 약물 개발
15	제안내용	<ul style="list-style-type: none"> - 전 세계적으로 지난 수십 년 동안 장기이식수술, 항암치료, 후천성면역결핍증(AIDS) 및 고령화 등으로 인하여 면역 능력이 저하된 환자 수가 급격히 증가하고 있으며, 이들 고위험군의 경우 <i>Candida</i>, <i>Aspergillus</i>, <i>Cryptococcus</i>와 같은 인간 기회감염성 병원성진균(opportunistic human fungal pathogens)에 의한 감염과 질환 역시 지속적인 증가 추세를 보이고 있음 - 병원성진균은 다양한 자연환경에 존재하여 인간의 건강뿐 아니라, 축산 및 농수산 산업을 비롯하여 환경과 생태학적인 측면에서도 심각한 문제로 대두되고 있음 - 병원성진균이 동물 숙주내로 감염되어 다양한 스트레스 환경에서 생존 및 번식하며 병원성을 유지하는데 필수적인 다양한 신호전달경로의 작용기작과 신호전달 인자간의 상호 cross-talk에 의한 종합적인 신호전달네트워크를 정확히 규명하는 것은 병원성진균의 병원성 조절기작의 근본적 이해와 감염 질환의 치료법 개발에 결정적인 단서를 제공할 것임 - 이러한 병원성진균의 신호전달네트워크 연구는 곰팡이와 인간 사이의 진화적으로 보존된 신호전달관련 유전자 기능에 대한 유용한 정보를 제공하여, 인간 질병치료를 위한 약물의 개발에도 응용될 수 있음
	기술명	유전체 및 전사체 비교 분석 시스템구축과 데이터베이스 개발
16	제안내용	<ul style="list-style-type: none"> - 유전체 및 전사체를 서로 비교 분석하고, 이를 웹 기반으로 데이터베이스화 하여 연구자들이 쉽게 분석할 수 있는 시스템을 개발할 필요성이 있음
	기술명	돼지호흡기 질환 원인균을 효과적으로 제어할 수 있는 유용미생물 발굴 및 유전체 분석을 통한 신규 항균 제제 개발
17	제안내용	<ul style="list-style-type: none"> - 양돈산업에서 문제시되는 호흡기 질환 원인균에 대하여 항균활성을 갖는 유용미생물 발굴, 특성화 및 산업화 - 확보 미생물의 유전체 분석을 통해 유용 유전자원 확보 및 전사체 분석을 통한 유전자 기능 연구 - 신규 항균 후보 물질 선별 및 효과 검정을 통해 양돈산업에 활용 가능한 항균 제제의 산업화

제 4 장



'16년 연구개발 계획

제4장 '16년 연구개발 계획

제1절 '16년 사업추진 전략

1. 성과창출형 사업관리체계 강화

- 성과창출형 사업관리체계 강화를 위해 사업단 방식으로 추진함
 - “미생물유전체전략연구사업단” 사업단장을 최고책임자로 하는 총괄과제를 중심으로 사업단 운영·관리와 분석·기획·계획 기능을 강화
 - 전략연구 추진을 위해 ①조기성과 창출형, ②연구역량 강화형, ③ 부처연계 공동사업의 세 유형에 대한 단위과제를 선정하여 체계적으로 통합 관리함
- 사업단장이 관장하는 총괄과제는 사업단 운영관리 및 유전체 기획연구 세부과제 등으로 구성되며, 단위과제의 행정관리를 위한 사무국 역할을 수행함
 - 세부과제에서는 연구동향 분석보고서 발간, 차년도 연구 기획보고서 작성, 미생물 유전체사업 중장기계획 수립, 미생물유전체사업 육성방안 마련 등의 기획연구를 수행함
- 사업단 홈페이지를 활용한 연구성과 공유 및 협업시스템 구축
 - 1차년도에 구축된 사업단 홈페이지를 활용하여 각 연구과제의 우수성과를 공유하고 단위과제간, 사업간 협업 시스템을 구축

2. 신규 연구개발 아이템 발굴 및 추진

- 전략 유형별 미생물 유전체 연구개발 확대로 농산물 활용성 재고 및 바이오 소재 산업 연구, 산업화 지원 연구역량을 강화하는 방향으로 추진

가. 조기성과창출

- 농림축산식품 미생물 유전체 정보의 산업화·실용화를 목표로 전략미생물 해독, 유용 유전자원 확보, 사업화 성과 창출에 집중
 - 미래시장 전망 및 타산업 분야로의 파급효과가 큰 프로바이오틱스, 식용버섯, 경제동물 면역증강제 등의 분야로 지원 확대
- 기술개발 아이템 발굴 및 필요성

○ 프로바이오틱스

- 프로바이오틱스는 사람 및 동물의 건강에 유익한 미생물로 최근 프로바이오틱스 세계시장 규모는 2013년 기준 약 29조원에 육박하고 아시아 시장은 3,500억원 규모로 성장하고 있음. 그러나 국내에서 시판되는 프로바이오틱스의 경우 기능성이 검증되지 않은 것이 대부분임. 특히 가축용 프로바이오틱스의 경우 항생제의 사용을 줄이기 위해 최근 시장이 급격히 증가하고 있으나 사용 미생물의 효능은 물론 계통학적 특성조차 불명확한 것이 많음.
- 프로바이오틱스의 상품성을 증가시키기 위해서는 기능성 규명이 필수적인데 프로바이오틱스의 기능성 예측 및 기작 규명이 미생물의 유전체 분석을 통해 좀 더 용이하게 수행될 수 있음.
- 프로바이오틱스의 특성 규명을 위해서는 섭취 후 프로바이오틱스의 장내 정착능, 타 장내 미생물에 대한 영향 및 숙주와의 관계 분석이 필수적임. 이를 위해서는 장내 미생물의 메타게놈 및 네트워크 분석이 필요함.
- 우수하고 안전한 프로바이오틱스를 개발하기 위해서는 선발된 우수균주의 유전체 분석을 통한 잠재적 기능성 및 유전자수준에서의 안전성 확보가 필요함.

○ 식용버섯류

- 기존 육종 방식 외에 분자 육종 방법의 도입이 시급한 실정으로 버섯의 다양한 기능성 성분을 함유한 대량생산 시스템 구축 및 기능성 버섯 품종 개발이 필요함
- 표고버섯은 렌티난(lentinan), 에리타데닌, 렌테민(lentemin), 인터페론의 활성을 유도하여 항암성을 발현하는 다당체(α -mannan peptide, KS-2), 간암 세포의 증식을 억제하는 당단백질(LEM, LAP), 항종양, 혈압조절, 비만억제, 항당뇨, 면역조절, 간장 보호, 생식력 증진 등 매우 다양한 기능을 가지는 것으로 보고되었는데 이들 물질이 다량 함유된 버섯을 생산하기 위해서는 유전체 분석을 통한 버섯의 기능적 특성 규명이 선행되어야 하며 또한 유전체 분석은 버섯의 다양한 기능성 소재(식품, 의약, 산업효소) 개발을 위한 청사진으로서 활용할 수 있음
- 버섯은 농산물 수입개방 이후 가장 대표적인 농가 소득 작물로 부상되고 있으나 국내에서 사용하는 버섯 종균의 경우 외국에서 도입된 것이 많아 버섯품종의 국제 분쟁 가능성이 증대하고 있어 우리고유의 버섯 종자 개발이 절실히 필요하며 버섯의 유전체 정보를 바탕으로 기능성과 안전성이 우수한 버섯 품종 개발이 요구됨

○ 면역증강제

- 면역력이 약화된 가축은 외부로부터 세균이나 바이러스(구제역, 조류독감) 등에 쉽게 감염되어 정상적인 성장이 방해될 뿐 아니라 농가 경제에 치명적인 악영향

을 줌. 따라서 이러한 질병에 저항성을 높여줄 수 있는 효과적인 면역증강제의 개발이 절실히 필요함.

- 가축의 면역력을 증가시키기 위해 항생제가 사용되었으나 최근 항생제 사용이 금지됨에 따라 동물의 면역을 증가시켜주는 항생제를 대체하기 위한 미생물제의 개발이 필요함.
- 면역증강제로서 사용되는 생균제는 장에서 장관면역세포를 자극하여 숙주의 장관 면역 등 면역을 강화시키거나 박테리오파지와 같은 가축에 무해한 항균물질 생산으로 유해세균의 장내정착을 방해할 수 있는 능력으로 기능을 발휘하는 것으로 알려져 있음. 효과적인 면역 증강제의 개발 및 개발된 면역증강제의 다양한 기능적 특성규명과 작용기전을 효과적으로 규명하기 위해서는 유전체 분석이 필수적임

○ 미생물농약

- 화학농약 사용을 저감 또는 대체할 효과적인 친환경 비료 개발이 필수적이며, 투약 시기 및 장소에 따라 효과가 일정하지 못한 미생물 농약의 문제점을 개선할 필요 있음.
- 예측가능하고 균일한 약효를 보장하는 미생물농약 개발을 위한 지식 기반 기술 개발이 필요하며 신개념 미생물비료 발굴을 위한 미생물 유전체 분석 및 응용이 필요함.
- 미생물이 항균성분의 분비하여 병원성 미생물을 사멸시키는 기전이 아닌 작물내의 고유 미생물체(microbiome)의 개념이 적용된 새로운 병원성 발생 억제 미생물 농약 개발이 필요함. 이를 위해서는 메타게놈 연구 및 관련 미생물의 유전체 연구가 필수적임.

○ 장류

- 현재 국내에서 생산되는 장류는 대부분 일본에서 개발된 방법 및 미생물을 이용하여 제조되고 있으며, 국내 전통 장류를 산업화하기 위한 표준화된 제조공정과 균일한 제품 생산을 위한 장류 미생물 개발이 필요함.

* 일본에서는 장류 미생물을 대표하는 *Aspergillus oryzae*의 완전 해독을 통해서, 일본장류의 생리적 특성을 규명하고 이를 이용한 다양한 장류 제품을 상업화하였음.

- 국내 전통장류의 경우 매우 복잡한 자연발효과정을 거쳐 생산되므로 발효미생물 및 생산부산물과 연관되어지는 유해성 인자에 의한 잠재적 유해성을 제대로 인식하고 있지 못하고 있으며 장류 미생물의 경우 표현형(phenotype) 수준에서의 안전성 평가뿐만 아니라 미생물 유전체학에 기반을 둔 유전형(genotype) 수준에서의 안전성 평가가 필수적임.

- 한국형 장류에 존재하는 다양한 미생물(곰팡이, 세균)의 특성을 파악하고 이와 연관된 장류의 기능성 규명이 필요하며 한국형 장류에 존재하는 주요 미생물의 유전체 발굴을 통해 한국형 장류의 우수성을 과학적으로 입증하고 보급할 필요가 있음.
- * 미국의 경우, DOE의 막대한 지원금을 받은 JGI는 다양한 진균류의 유전체 시퀀싱을 통해서 데이터베이스를 제공하고 있음.

나. 연구역량강화

- 농림축산식품 미생물의 산업화를 지원하는 연구역량 강화를 목표로 표준유전체 해독, 메타유전체 분석, 유전체분석 기술 개발, 미생물 유전체 자원의 확보·관리·활용 시스템 구축에 적극 지원
 - 메타유전체 다중오믹스, 세균 참조유전체 정보 분석, 미생물 유전체 연구자원의 확보·관리·활용 지원 시스템 구축 등의 분야로 지원 확대
- 기술개발 아이템 발굴 및 필요성
 - 세균 참조유전체
 - 다양한 환경에서 확보되는 메타제놈의 주요 구성원들은 일반적으로 세균이므로, 메타제놈 분석을 효율적으로 지원해 줄 수 있는 다양한 세균참조유전체에 대한 수요가 급증하고 있음.
 - 농작물 및 축산에 공생하는 세균들의 유전체의 경우 난배양성, 높은 G+C 비율 및 특이한 구성, 또한 진균류에 비견되는 지놈 크기 등으로 인해 아직까지 유전체 분석 연구가 상대적으로 미진한 상태임.
 - 정보통합관리시스템
 - NGS 기술 발달로 오믹스 데이터의 대량 획득이 가능해졌고, 농림축산 관련 다양한 오믹스 데이터가 쏟아져 나오고 있으나 데이터 관리가 체계적이지 못하고(데이터가 산재해 있음.) 활용성이 극히 낮음(분석 전 데이터의 관리 미흡). 또한 NGS 데이터의 경우 용량문제로 저장서비스가 곤란하며 국내 농림축산 생물의 특성을 잘 반영하지 못하고 있음.
 - 이에 분석 전 데이터부터 분석 후 가공 유용지식까지 농림수산 생물종, 품종, 개체별 오믹스 데이터를 통합 관리하며, 등록된 오믹스 정보의 재활용도를 높일 수 있도록 생물 정보 프레임워크를 연계할 수 있도록 하는 정보통합관리시스템 구축

이 필요함.

- 현재 국내에서 메타유전체와 같은 진보된 농식품 유전체 연구가 제대로 추진되지 못하고 있는 것은 메타유전체 서열 분석 방법이 아직 정립되지 않았기 때문임. 또한, 메타유전체를 확보한 환경(숙주의 정보, 시료의 날짜와 위치, 반복 횟수, 시료의 부피/무게/온도)에 대한 복잡한 정보를 기록하는 것이 매우 중요한데도 불구하고, 기존의 NABIC과 같은 국가적 생물정보 데이터베이스에서는 이러한 특수한 정보들을 입력할 필요가 없었고 이 특수 정보를 관리할 체계가 갖추어지지 않았음.
- 즉, 여러 농식품 환경을 다루는 미생물 유전체 연구에서는 단일 유전체뿐만 아니라, 메타유전체 서열 데이터를 효율적으로 분석할 수 있는 서버 시스템이 구축되어야 함. 이를 해결하기 위해서 사업단 내 메타유전체 분석 방법의 정립 및 체계적인 분석뿐만 아니라 각 단위 연구팀에서도 메타유전체 정보를 효율적으로 교환할 수 있는 서버 시스템의 구축이 이루어져야 함.

○ 메타유전체/다중오믹스

- 메타유전체 연구는 미생물의 16S rRNA 유전자의 서열 결정과 분석을 통한 군집 분석과 미생물의 전체 기능유전자의 서열을 결정하고 분석하는 크게 두 가지로 나눌 수 있음.
- 현재까지의 메타유전체 연구는 특정 환경에 어떤 미생물이 존재하고 있는지만 조사하여, 그 역할을 추측하는 것이 주된 내용이었으나, 해당 환경을 보다 완벽히 이해하고 활용하기 위해서는 미생물 군집 구조뿐만 아니라 실제 해당 환경에서 발현하는 유전자가 무엇이고 어떤 역할을 하는지가 중요함.
- 최근 Roche에서 향후 454 pyrosequencing의 개발 종료로 선언함으로써 기존의 pyrosequencing 기반의 16S rRNA 유전자 서열 결정 및 분석이 Illumina MiSeq, PacBio 등과 같은 다른 플랫폼의 차세대 염기서열 분석 기술을 이용하는 방향으로 전환되고 있음.
- 차세대 염기서열 분석 기술의 데이터 생산량이 기하급수적으로 증가함으로써 비교적 저렴한 비용으로 16S rRNA 유전자 서열뿐만 아니라 메타유전체 전체의 서열 결정이 가능해짐으로 농업 환경 내 미생물 군집 분석을 위해서는 16S rRNA 유전자 뿐 만아니라 메타유전체 서열도 함께 결정 및 분석하는 방향으로 연구 패러다임이 전환되어야 함.
- 또한, 농림, 축산, 식품적 활용 가치가 높은 미생물 군집의 메타유전체, 메타전사체, 대사체 프로파일링의 오믹스 연계 네트워크 분석 등 다중 오믹스적 연구 접

근을 통해 유용 유전자, 유용 미생물 자원 및 기능성 바이오 소재 발굴이 필요함.

○ 미생물자원 탐색 및 발굴

- 현재 발효식품, 농토양, 가축 장내 등 여러 농업환경에서 미발견된 상태로 남아있는 미생물이 99%가 넘는 것으로 간주되고 있음. 이러한 난배양성 미생물이 존재하는 상황에서 최근에 폭발적으로 성장한 분자생태학적 미생물 모니터링 및 탐색 방법을 활용하여 자연계에 미 발견된 상태로 남아있는 농식품 미생물을 탐색하고, 실제 환경과 유사한 배지를 조성하여 새로운 미생물 자원을 분리, 배양, 확보할 필요가 있음.
- 실제 신종 미생물을 분리 배양하기 위해서는 다양한 접종원, 배지 조성, 온도, pH, 배양 기간 등을 조절하여 적합한 배양 조건을 찾아 국내 농식품 환경에서 여러 종의 미생물을 순수 배양하고 이를 통한 미생물의 국내 고유자원을 확보하고, 확보된 유전자원을 바탕으로 고부가가치의 미생물 관련 유용 물질을 탐색할 수 있는 기반을 마련하여야 함.

○ 기능유전체(대사체)

- 유전체 염기서열 분석 결과 확보된 수많은 유전자들의 기능을 알기 위해서는 체계적으로 유전자발현의 결과 산물인 mRNA와 단백질 그리고 그 최종산물인 대사물질의 양적 질적 분석 연구가 필요함.
- 많은 경우 유전자수준에서의 변화는 대사산물에서의 질적 변동을 유도하게 되는데, 이러한 대사산물의 질적 변화를 감지하기 위해서는 미량 대사물질들의 동정이 필요함.
- 특히 미생물의 대사산물은 농식품 산업에서 주관심의 대상이기 때문에 이들의 대사과정을 포괄적으로 파악하기 위한 대사물질을 포괄적으로 분석하는 미생물 대상의 대사체 연구에 대한 중요성이 부각되고 있음.

○ 비교유전체(집단유전체)

- 생물 유전체, 특히 세균의 유전체 연구는 종(species) 단위의 비교에서 종 내의 유전적 다양성을 비교하는 수준으로 급격히 바뀌고 있음. 즉 과거에는 종마다 한, 두 개 정도의 유전체를 해독해서 비교하였으나, 최근에는 한 종에 속하는 다수의 균주를 분석하는 방식이 많이 도입되고 있음. 세균의 종은 유전적, 형질적 공통성을 공유하고 있는 다양한 균주(strain)들을 추상적으로 묶어둔 개념임. 즉, 세균의 종은 하나의 집단으로서 비교유전체 연구를 통해 이 집단이 포함하고 있는 유전적 다양성을 연구하는 시도가 필요함.

○ 미생물기반융복합소재

- 미생물과 미생물 제품의 세계 시장(미생물 농약, 미생물 비료 및 사료첨가제포함) 규모는 2012년 1,170억 달러였으며, 2013년은 1,340억 달러, 2018년 1,790억 달러로 예상되며, 연평균성장률이 6%일 것으로 전망됨(미생물 제품 시장 - 기술, 응용 및 세계 시장, BCC Research, 2013).
- 본 사업단에서 추진하고 있는 다양한 조기성과 창출팀의 노력에 근본적인 도움을 주기 위해서는 연구역량 강화팀에서 미생물 기반 융복합 소재에 관한 기초연구가 뒷받침되어야 함.

다. 부처공동연구(Host-Microbe Interaction 연구)

- 복지부, 미래부 등과 협력하여 확보된 동·식물 병원성미생물 유전자원의 유전체 분석 및 기능 연구를 강화하고 기존 곰팡이와 동물성 세균에 한정된 연구영역을 식물 세균, 동물 진균, 장내 공생미생물 분야로 확대 추진
- 기술개발 아이템 발굴 및 필요성
- 동물병원균 진균
 - 지금까지 활발히 연구된 동물병원성 곰팡이는 주로 인체 병원균임. 피부질환을 일으키는 Dermatophytes, 일반인과 면역저하 환자의 호흡기에 주로 감염되는 Aspergillus, 뇌수막염을 일으키는 Cryptococcus, 폐렴을 일으키는 Histoplasma, 피부, 점막, 소화관 등에 감염되는 Candida 등의 곰팡이 연구가 이루어짐.
 - 이 중 Aspergillus 와 Cryptococcus 속 곰팡이의 경우, 유전체 수준의 병 발생 메카니즘 연구와 항균제 작용점 연구가 활발히 진행됨.
 - 하지만 가축의 병원성 곰팡이에 대한 연구는 거의 전무한 실정임. 가축생산력 측면에서 사료에 오염된 독성 곰팡이에 의한 곰팡이독소 중독증(mycotoxicoeses)이 위의 감염성 곰팡이 보다 상시적인 위협 요인이 됨.
 - 전 세계적으로 농축산식품 분야에서 곰팡이독소 오염에 따른 경제적 손실은 매년 증가하고 있으며, 미국의 경우 연간 4억-16억불의 손실을 추정하고 있음.
 - 해외의 경우, 독성 곰팡이의 유전체 해독과 특성 규명을 통한 곰팡이독소 피해 저감화 및 제어기술 개발 연구가 활발히 진행됨.
- 근권미생물
 - 식물의 뿌리(근권)에 사는 미생물 집단을 근권미생물이라 함.

- 지금까지 근권미생물의 식물 종자 발아와 생장 촉진 효과, 근권 내 식물 위해균의 생육 억제 효과 등에 주목하여 우수 근권미생물의 선발, 정착 능력 검정, 식물병 방제 효과 검정 등의 연구가 주로 진행됨
- 최근에는 근권미생물이 농작물의 병원균에 대한 방어대세를 갖추게 하여 면역 기능을 증강시키는 역할이 검증되면서 근권미생물을 활용한 식물병원균의 복합적 방제 가능성에 주목함(예: 고효성 근권미생물 *Bacillus vallismortis* EXTN-1의 산업화).
- 식물병 방제 효과가 우수한 근권미생물(곰팡이와 세균)을 대상으로 유전체 해독을 통한 저독성 항균 및 면역활성 펩타이드(예: cyclic lipopeptide) 유전자, 식물면역 활성화 및 생육 촉진 관련 유전자 집단의 동정과 특성 규명의 연구가 필요함.

○ 식물병원균 세균

- 기후변화에 따른 기온 상승 효과 등으로 난방제 식물병원성 세균의 발생이 꾸준히 증가하는 추세임. 특히 토양병원성 세균인 가지과 풋마름병, 토마토 궤양병, 키위 궤양병, 감자 더덩이병 등의 발생이 지속적이며, 향후 피해가 증가할 것으로 예상됨.
- 또한, 식물세균병해의 방제는 여전히 구리합성 화합물과 농용항생제에 의존하지만 약제내성균의 출현 등으로 사용범위가 한정적임.
- 난방제성 식물세균의 방제를 위한 유전체 활용 세균의 병원성 기작연구가 필수적임
- 일부 모델 병원성 세균의 연구에서 탈피하여 우리나라 농작물 재배 환경에 적응한 토종 식물병원성 세균 집단을 대상으로 한 유전체 해독 및 활용 연구가 절실함.
- 주요 토종 식물병원성 세균 집단 내 병원성 유전자군, 병 특이 유전자군, effector 유전자의 동정, 구조 변이, 기능 연구를 통한 새로운 병 방제 전략 수립이 필요함.

○ 장내미생물

- 지금까지 장내미생물의 연구는 주로 인체 장내미생물을 대상으로 진행됨.
- 미국의 경우, 2009년부터 매년 400억원을 투입하는 Human Microbiome Project (HMP)를 통해 인체의 5 개 구역(소화관, 구강, 비강, 피부, 비뇨기관) 내 세균, 곰팡이, 바이러스의 유전체를 분석함. 이 중 소화관에 가장 많은 미생물이 고밀도로 분포함.
- 메타유전체학 기법을 이용하여 사람의 장내에서 총 9문(division)의 미생물을 동정하였음. 이 중 2 개의 문에 속하는 미생물이 우점종(98%)으로서 일반 토양미생물의 다양성에 비해 상당히 단순함.

- 장내 세균집단의 분포와 특정 질병 또는 대사사이의 상관관계 검증이 시도됨(예: 장내세균분포와 비만, 과민성대장증상, 염증성 장질환 발생과의 연관성, 항생제에 의한 장내 세균집단의 변화, *Acetobacter pomorum* 에 의한 초파리 인슐린 대사 신호체계 조절 등).
- 인체에 비해 가축의 장내 미생물 관련 유전체 연구는 거의 전무한 실정임.
- 인체의 장내미생물 집단 연구에 비해 가축 장내미생물 집단의 연구는 주로 농업적 활용에 중점을 둘 필요가 있음(예: 반추가축 장내미생물의 유전체를 바이오에너지 생성 등에 활용)

3. 연구개발 과제 목록(전체)

<단위 : 억 원>

전략 유형	연구개발 내용		1단계 (2014.8.23~2018.8.22)											
			2014년			2015년			2016년			2017년		
			정부	민간	계	정부	민간	계	정부	민간	계	정부	민간	계
조기 성과 창출	발효 식품	김치류미생물	2.5	1.67	4.17	2.5	1.67	4.17	3.0	2.0	5.0	2.5	1.67	4.17
		주류미생물	2.5	1.7	4.2	2.5	1.7	4.2	3.5	2.4	5.9	3.5	2.4	5.9
		장류미생물							3.5	0.5	4.0	2.5	0.5	3.0
		염장류미생물							3.5	0.5	4.0	2.5	0.5	3.0
	농림	미생물비료	2.2	0.55	2.75	2.2	0.55	2.75	3.0	0.75	3.75	3.0	0.75	3.75
		미생물농약							3.5	0.5	4.0	2.5	0.5	3.0
	축산	사료첨가제	2.2	0.73	2.93	2.2	0.73	2.93	3.0	1.0	4.0	3.0	1.0	4.0
		면역증강제							3.0	0.5	3.5	2.5	0.5	3.0
		프로바이오틱스							3.5	0.9	4.4	4.5	0.9	5.4
		식용버섯류							3.0	0.5	3.5	2.5	0.5	3.0
		농업환경개선제							3.0	0.4	3.4	2.5	0.4	2.9
	소 계	9.4	4.65	14.05	9.4	4.65	14.05	35.5	9.95	45.45	31.5	9.62	41.12	
연구 역량 강화	미생물자원 탐색 및 발굴								2.5		2.5	2.5		2.5
	메타 유전체	정보분석	3.3		3.3	3.5		3.5	3.8		3.8	3.8		3.8
		다중오믹스							3.0		3.0	3.2		3.2
	참조 유전체	진균	3.0		3.0	3.1		3.1	3.0		3.0	3.0		3.0
		세균							2.0		2.0	3.0		3.0
	비교 유전체	집단유전체							3.0		3.0	3.0		3.0
		코어유전체							3.0		3.0	3.5		3.5
	기능 유전체	전사체							2.0		2.0	3.0		3.0
		대사체							2.2		2.2	2.5		2.5
	생물 정보	정보처리	2.0	0.67	2.67	2.0	0.67	2.67	2.0	0.67	2.67	2.0	0.67	2.67
		빅데이터활용							2.0		2.0	2.0		2.0
		유용유전자 활용							2.5		2.5	2.5		2.5
		미생물기반융복합소재							2.5		2.5	3.5		3.5
	정보통합관리시스템							5.0		5.0	10.0		10.0	
	소 계	8.3	0.67	8.97	8.6	0.67	9.27	38.5	0.67	39.17	47.5	0.67	48.17	
부처 공동	식물 병원균	진균	2.0		2.0	2.0		2.0	2.0		2.0	2.0		2.0
		세균							2.0		2.0	2.0		2.0
		바이러스							2.0		2.0	2.0		2.0
	동물 병원균	세균	2.0		2.0	2.0		2.0	2.0	0.7	2.7	2.0	0.7	2.7
		진균							2.0		2.0	2.0		2.0
	공생 미생물	근권미생물							2.0		2.0	2.0		2.0
		장내미생물							2.0		2.0	2.0		2.0
		지의류							2.0		2.0	2.0		2.0
	소 계	4.0		4.0	4.0		4.0	16	0.7	16.7	16	0.7	16.7	
단위 과제 합계			21.7	5.32	27.0	22.0	5.32	27.3	90.0	11.3	101.3	95.0	11.0	106.0
총괄과제			3.3		3.3	3.0		3.0	5.0		5.0	5.0		5.0
총 계			25.0	5.3	30.3	25.0	5.3	30.3	95.0	11.3	106.3	100.0	11.0	111.0

제2절 '16년 세부 추진 내용

1. 계속 수행 연구개발 과제

가. 조기성과창출

김치 미생물

프로바이오틱 김치유산균의 김치발효용 종균개발 및 기능성김치 상품화	
과제개요	과제수행기간 총 4년 (2 + 2) 연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 프로바이오틱스(probiotics) 특성을 가진 김치유산종균(스타터)을 개발하여 프로바이오틱스 기능이 첨가된 기능성 김치를 개발하고 상품화하고자 함
연구개발 필요성	○ 김치의 세계화와 산업화를 가로막는 주요요인으로 종균의 사용이 필요함 - 김치는 젖산균에 의한 자연발효에 의존함으로써 동일한 제조법을 사용하더라도 산지에 따라 미생물이 달라 형성되는 맛과 풍미가 다르게 나타남 ○ 프로바이오틱스 기능이 첨가된 기능성 김치의 개발로 김치의 소비증가 유도 필요 - 건강기능식품소재인 프로바이오틱스를 이용한 발효식품들(발효유, 치즈 등)의 시장규모가 날로 확대되고 있는 반면, 김치의 경우 우수한 건강기능에도 불구하고 소비량은 감소하고 있음 ○ 프로바이오틱스(probiotics) 특성을 가지는 김치유산균을 선별하여 김치생산의 표준화 및 발효안정성을 향상시키는 김치종균(스타터)으로 개발하면 김치의 고급화, 세계화 및 국내 김치산업의 경쟁력 확보가 가능함
연구개발 목표	○ 김치로부터 프로바이오틱스 기능을 가진 김치유산균을 선별하고 김치 발효환경에 맞도록 적응시켜 발효 안정성을 증가시킨 김치유산종균 개발하여 건강기능성 프로바이오틱스 인정 추진하여 우리나라 김치의 건강기능성을 발효유(yogurt) 수준으로 향상시킴 ○ 프로바이오틱스 기능이 인정된 김치유산균을 사용한 고기능성, 고품질을 가진 표준화된 김치개발 ○ 김치유산균은 추후 개별 임상실험을 통해 프로바이오틱스로 개별 인정 신청
주요 연구개발	○ 김치로부터 잠재적 프로바이오틱스 기능을 가진 김치유산균 선별 - 김치유산균의 유전체 분석을 통해 우수 발효능과 기능성을 가진 잠재적 발효종균용 김치유산균 선정 ○ 선정된 김치유산균의 프로바이오틱스(위산 및 담즙 저항성, 장내 정착능, 체지방 감소, 면역 증강 등) 특성 및 기능성 물질(mannitol, GABA 등) 생산특성 분석 ○ 우수한 발효능과 기능성을 가진 김치발효용 스타터균주를 개발하기 위해 김치환경(low pH, salt, 저온)에 최적화된 균주로 개량하기 위한 진화(순화, domestication)과정 실시 ○ 개량된 김치유산균의 유전체 분석(genome, transcriptome) 및 대사체(metabolome) 분석을 통한 김치유산균의 발효능, 기능성, 안전성 분석 및 검증 ○ 동물효능평가를 통해 장내 유산균 증식, 유해균 억제, 배변활동 원할 기능 검증 ○ 프로바이오틱스 기능이 입증된 김치유산종균을 사용한 고기능성, 고품질을 가진 표준화된 김치개발 및 상품화
연구개발 추진전략	○ 프로바이오틱스 기능분석, 김치유산종균개발, 김치에서 실증 및 상품화를 위한 산학협동연구팀 구성 - 대학 및 연구소는 유전체 분석 및 프로바이오틱스 기능분석 경험이 풍부하고, 산업체는 제품화 실적이 우수한 김치생산기업이어야 함
주요 성과	○ 개발된 스타터의 프로바이오틱스 기능을 입증할 논문(SCI 6편) 발표 및 특허(2건) 출원 ○ 프로바이오틱스 특성을 가진 김치유산종균을 사용한 기능성 김치 개발 및 상품화(2건) ○ 프로바이오틱스 개발 대상 김치유산종균 균주(1균주 개발 및 특허출원 1건)
기대 효과	○ 프로바이오틱스 특성을 가진 김치유산종균의 사용으로 인한 김치의 표준화 및 고급화 ○ 특허 및 산업재산권을 확보하고 김치종주국으로서의 위상확보 ○ 김치의 건강기능성을 향상시킴으로 인한 김치 대중화 및 세계화

□ 주류미생물

	전통누룩 유래 자생 미생물 자원의 유용성 연구		
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 선행연구를 통해 전통 누룩으로부터 확보한 우수균주의 산업화 및 유용 기능성 물질을 대량 생산할 수 있는 주류 및 식품 소재용 발효 효모를 개발		
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 누룩 곰팡이는 액화효소 및 당화효소를 생성하여 전분질을 포도당으로 분해하고 효모는 포도당을 이용하여 알코올을 생성하는 양조에 있어 필수 미생물임 ○ 전통 누룩 유래 기능성 발효 효모 자원 확보 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 막걸리에는 포도주나 맥주보다 파네졸(farnesol)이 약 10~25배 이상 함유되어 있음 - 파네졸 외에도 스쿠알렌 성분이 존재하는데 이런 성분들은 효모의 mevalonate pathway를 통해서 생산되고, 전통 누룩 유래의 효모에서 다양한 기능성 물질을 함유되어 있는 것으로 판단되므로 이를 개발할 필요가 있음 ○ 식품 소재화 가능 기능성 발효 효모 개발 연구 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 발효 효모 활용 특정 기능성 물질 대량 생산에 관한 연구가 국내에는 아직까지 미흡한 실정이며, 국민 정서상 발효식품에 대한 GMO 사용이 제한적으로 non-GMO 방식의 효모 균주 개발 기술 필요 - 기능성 물질이 대량생산 가능한 발효 효모의 개발을 통해서 주류 산업의 매출 제고가 가능할 것이고, 이 발효 효모를 활용하여 식품 소재 생산에 활용 할 수 있음 		
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 양조 미생물(효모, 곰팡이)의 유전체 및 기능 분석 ○ 전통누룩의 미생물 자원 및 유전자원 분석 ○ 유용 유전자원 확보 및 발효균의 표준화 ○ 양조 미생물 자원의 사업화 ○ 전통 누룩 유래의 유용 기능성 물질 생산 가능 발효 효모 개발 		
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 첨단 생명공학기법을 이용한 전통누룩 내 미생물체의 유전체 정보 대량 분석을 통한 유용 미생물 군집 분석 ○ 염기서열 분석을 통해 양조 미생물에 존재하는 고기능 유용 유전자 발굴 ○ 발효·숙성 각 과정 및 각기 다른 발효 조건 하의 미생물 군집, 유용유전자 발현에 대한 분석 ○ 기능성 증진을 위한 전통주의 제조방식 확립 ○ 미생물자원 및 유전정보의 국내외 공인 자원화 ○ 전통 누룩 유래의 유용 기능성 물질 생산 가능 효모 분리 (5종 이상) ○ 발효 효모로부터 생산 가능한 유용 기능성 물질 선택 (3종 이상) ○ 발효 효모로부터 특정 유용 기능성 물질 대량 생산이 가능한 adaptive evolution tool 개발 ○ 목적 기능성 물질 생산을 향상 시킬 수 있는 발효공정 개발 		
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미생물 자원 확보 및 산업화를 위한 산연협동연구팀 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 선발 균주의 활용을 위해 산업체 참여 필수 		
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선발 균주의 특성 등 논문 8편(SCI 5, 비SCI 3), 지적재산권 10건 ○ 사업화·실용화 2건 		
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전통누룩으로부터 미생물의 체계적인 분리 가능 ○ 전통누룩 및 전통주의 균총의 성상규명에 의한 발효 메커니즘의 과학적 근거 제시 ○ 전통주의 품질균일화 및 고품질화를 위한 기반 조성 ○ 전통주 관련 우수 생물자원의 확보 및 산업적 이용 기반 확립 ○ 전통 누룩 유래 미생물자원의 양조특성 관련 정보에 대한 체계적인 정리 및 DB 구축을 통하여 바이오산업 핵심소재로 활용이 가능 ○ 자생 미생물자원으로부터 생물산업의 주 발효제로 사용되고 있는 수입 종균의 대체 자원 발굴이 가능 ○ 건강 기능성 발효 효모 개발로 인한 국민 건강 증진에 이바지 ○ 다양한 전통 누룩 유래의 유용 효모 자원 확보 		

□ 미생물비료

	유전체 및 전사체 해석을 통한 고효율 미생물비료 개발 및 산업화			
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 식물생장촉진 특성이 우수한 미생물 유전자원의 유전체 분석과 전사체 해석을 통한 고부가가치 생물비료 개발 및 효과 규명			
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 친환경 농산물 시장은 증가하는 반면 친환경 농자재인 미생물제제 시장의 경우 2007년부터 2010년도 통계에 따르면 400~500억 원 수준에 불과 ○ 친환경 농산물에 대한 국민적 수요는 날로 증대되고 있으며, 이로 인해 미생물제제와 같은 친환경 농자재의 중요성 증가 ○ 전 세계적으로 화학비료를 대체할 수 있는 바이오비료 개발에 중요성을 두고 있으며, 토양미생물의 종류 대비 이용효율이 5% 미만인 실정으로 우수 균주의 지속적인 탐색 필요 ○ 국내환경에 적합한 미생물비료 개발 및 활용 기술체계를 확립하고, 미생물 유전체의 구조 및 작용기작을 명확하게 규명하여 고효율 미생물비료 생산 기술 및 사용방법 개발 기술 요구 			
연구개발 목표	○ 미생물 유전자원의 유전체 및 전사체 해석을 통해 식물생육촉진 효과를 보다 명확하게 규명하고 작물의 생산량을 향상시킬 수 있는 식물생육촉진 기술을 확립하여 고효율의 미생물비료를 개발			
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우수 미생물 유전자원을 이용한 통한 미생물비료 개발 및 산업화 <ul style="list-style-type: none"> - 미생물 유전자원의 유전체 및 기능 분석을 통한 우수 미생물 유전자원 선발 - 메타분석을 이용한 토성 및 작물별 미생물비료의 효능 검증 - 다양한 제형화를 통한 식물생육촉진 우수 미생물비료 개발 - 대량배양 및 기능향상을 통한 미생물비료의 현장 활용기술 보급 및 산업화 ○ 효율적인 미생물비료 활용 기술 확립을 위한 미생물의 작용기작 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 전사체 해석을 통한 미생물 유전자원의 식물생장 등에 관여하는 유전자 발현 분석 - Quorum sensing 분석 등을 이용한 미생물 유전자원과 식물간의 상호작용 분석 - Microarray 분석을 이용한 생물비료 접종에 따른 식물체 내 유전자 발현 측정 - Metagenomic 분석 등을 이용한 미생물비료 접종 후 토양 및 식물체 내 미생물 군집 패턴 및 다양성 변화 측정 			
연구개발 추진전략	○ 미생물 유전자원의 유전체 분석 및 식물생육촉진 효과 규명을 통한 고효율의 미생물비료를 개발하여 4년 이내에 사업화 및 부가가치 창출			
주요성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 4년 이내에 특허 출원과 등록을 각각 5건 이상 ○ 시제품 생산 1건, 사업화·실용화 1건 이상 ○ 과제종료 후 사업화 매출 5천만원 이상 			
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 생물비료용 전략 미생물 유전체 해독 분석을 통해 최신 기술을 활용한 다양한 사이즈의 라이브러리 제작 ○ 토양 및 식물체 내 미생물의 작용기작 규명으로 인한 효율적인 미생물비료 활용 기술 확립 ○ 기술홍보 및 농민단체로 기술이전을 통한 전략 미생물 유전체 생물비료의 현장적용 확대 및 활용기술 보급 ○ 고부가가치 특허적 보완이 가능한 미생물 응용 작물 생산 개발 기술의 기업화 			

□ 사료첨가제

	유전체공학을 통한 가축 생산성 증진용 항균활성/안정성 우수 사료첨가/반려견용 생균제의 개발 및 생산 최적화 연구		
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사료첨가용/반려견용 항균활성/안정성 우수 미생물 및 유전체 자원 확보를 통한 미생물 생산성 및 생존율 향상 기술 실용화 ○ 가축 병원성 미생물 및 가축 생산성 억제 미생물 선택적 파괴 박테리오파지를 활용한 가축 질병 제어 및 가축 생산성 증진 생물 소재개발 실용화 		
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 성장촉진용 항생제 전면 사용금지 후 가축 생산성 저하가 발생하고 있고, 항생제를 대체할 생균제 및 박테리오파지는 생산성 증진을 위한 차세대 친환경 소재로서 개발 필요 ○ 반려견 의료/미용 및 사료/식품 시장 확대중이며(2010년 기준, 시장 규모 2조원) 이에 맞는 기능성 생균제 개발 필요 ○ 생균제 산업의 기술적 약점 및 극복 방안 <ul style="list-style-type: none"> - 생균제 생산성, 저장성 증진을 통한 사료첨가제의 현장 적용 용이성 증진 필요 - 기존에 출시된 생균제는 기능성 증명 없이 출시되는 경향이 많아, 기능성 확보된 동물용(가축 및 반려견) 생균제 개발 필요 - 비교유전체학을 활용하여 정밀한 균주 특성 파악 및 기능성 균주 선발 마커 확보 및 숙주에 미치는 영향 연구 필요 		
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사료첨가용 항균활성/안정성 우수 미생물 및 박테리오파지 개발 및 생산성, 안정성 제고를 위한 생산공정 개발 ○ 생산성 및 생존율 향상된 가축/반려견용 사료 첨가제의 동물 실험을 통한 상용화 		
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 가축 프로바이오틱스의 생산성 제고를 위한 배양시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 생육촉진 물질 조합 설정 및 최적 배지 조성개발 및 배양조건 확립 ○ 사료 가공중의 안정성 증가 방법 탐색 및 생산 적용 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 가공중 생존율 증가 보호물질 확립 및 안정성 증가 방법 구축 ○ 반려견용 프로바이오틱스의 분리 선발 및 상업화 <ul style="list-style-type: none"> - 유전체분석, 생산배지개발, 보호제개발, 안정성증가방법 모색, 사양실험 ○ 기존 상업용 사료첨가제 제품 균주 특성평가 와 신규 미생물균주 제품의 대량생산 및 산업화 ○ 기존 상업용 미생물균주 육종 및 항균활성/안정성이 우수한 신규 미생물 균주 확보 및 Genome sequencing을 통하여 확보한 균주의 유전체 분석 ○ 안정성/기능성 관련 균주의 사양실험 및 가축의 장내미생물 지도 확립 상관관계 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 기능성 관련 균주의 자돈 및 육성돈 <i>in vivo</i> 효과와 이에 대한 장내미생물 군총의 상관관계 분석 및 기능성 발굴을 위한 선발마커 확보 및 균주 유전체 정보 등록 ○ 가축 병원성 미생물 및 성장 억제 미생물 선택적 파괴 박테리오파지 탐색 <ul style="list-style-type: none"> - 가축 생산성 저해 박테리아를 억제할 수 있는 박테리오파지 탐색 및 유전체 분석 및 박테리오파지 사양실험 		
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 세부/협동과제간 대학 산업체협력 연구팀 구성 <ul style="list-style-type: none"> - 대학은 균주 탐색/증진, 생산성향상과 안정성증진, 동물사양실험 - 산업체는 대량생산과 제품화 공정설정 ○ 대학은 균주 탐색과 유전체 분석 경험이 있고 산업체는 미생물 생산 설비와 공정을 구비하고 산업화된 제품이 있어야 함 		
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전체 20건, 선발마커 유전자 5개, 시제품 2건, 메타지놈 분석 4건, 유전체 분석기술개발 1건, NaBic 등록 3개, 병원성 미생물 진단마커 개발 2건, 특허 출원 6건, 특허 등록 3건, SCI 논문 7건, 비SCI 논문 4건, 학술발표 14건, 제품화 3건 		
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항생제를 대체하는 사료첨가용 생균제/박테리오파지 신제품의 개발 ○ 기존 제품 개선을 통한 시장 확대 및 기능성 입증된 신제품 출시 ○ 사료첨가 생균제 생산 및 안정성에 대한 기술적 제약 극복 ○ 사료첨가 생균제의 수입 대체, 내수 확대, 수출 확대 		

나. 연구역량강화

□ 메타유전체 정보분석

메타유전체 정보분석				
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계	■기초 □응용 □사업화
연구개발 정의	○ 농축산식품 관련 환경을 대상으로 비교메타유전체 분석을 통해 코어마이크로바이옴 및 특이 유전자 세트를 분석, 수집하여 메타유전체 및 시스템생물학 측면에서 국내 농축산업 환경 및 전통식품 특성을 이해함			
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전 세계적으로 다양한 환경을 대상으로 메타유전체 연구가 진행되고 있으며, HMP, MetaHit과 같은 컨소시움을 중심으로 인간 마이크로바이옴 연구가 이뤄지면서 메타유전체의 연구 및 기술 방향을 주도하고 있음 ○ 애기장대의 근권 환경을 대상으로한 마이크로바이옴의 분석을 통해 식물 및 작물의 모델 환경의 메타유전체 연구가 보고된바 있고, 주요 농업 작물들의 생육환경, 가축 질병예방 및 생산성을 위한 동물 마이크로바이옴 연구가 다수 이뤄지고 있음 ○ 인간 장내, 애기장대의 생육환경의 메타유전체 분석을 통해 코어 마이크로바이옴이 도출되어 분석 기반이 구축, 보고되었음. 이러한 비교메타유전체 분석 결과는 질병, 환경 변화 및 기능 분석 연구의 기반으로 활용될 것으로 전망 ○ 메타유전체 연구는 대부분 인간, 모델생물, 생태 및 산업적으로 중요한 환경에서 이뤄지고 있으며, 농축산식품 분야에서도 품질, 생산성을 위해 유전체 수준에서의 연구가 필요함 <ul style="list-style-type: none"> - 전통발효식품 및 국내 주요 농축산식품 등 고유 식량자원의 이해와 생산성 증대, 생산 공정 표준화, 고품질의 식품 생산 및 세계화 등을 위해 다양한 농축산식품 환경들을 대상으로 시스템생물학 측면에서의 연구가 보다 확대될 필요가 있음 			
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림축산식품에서의 다양한 환경 조건을 대상으로 하여 비교메타유전체 연구를 위한 염기서열 대량 해독 및 정보 분석 기반을 구축 ○ 코어마이크로바이옴 및 환경별 특이 유전자들의 비교분석을 통해 농축산식품 환경의 이해 <ul style="list-style-type: none"> - 환경 및 조건에 따른 메타유전체 차이 및 변화 분석을 통해 유용 마이크로바이옴 및 유전자 풀 분석 			
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농축산식품 대상의 비교메타유전체 연구를 위한 환경 선정 및 실험 조건 설계 ○ 메타유전체 염기서열 해독 및 정보 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 미생물 군집 구조 분석 및 전 메타유전체의 염기서열 해독 - 대용량 염기서열의 조립 및 유전자 정보 분석 ○ 비교메타유전체 분석 기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 코어마이크로바이옴 및 코어마이크로바이옴 분석 - 환경 또는 샘플별 특이분류군 및 특이유전자 분석 - 메타데이터 및 환경 특성과 비교유전체 결과와의 상관관계 분석 			
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 사업단내 및 국내 전문 그룹들과의 긴밀한 협력연구를 통해 비교메타유전체 분석을 위한 다양한 환경 및 조건을 확보하여 추진 ○ 전문 염기서열해독 기관에 의뢰하여 대용량 메타유전체 서열 생산 			
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ SCI급 논문 4편 이상 ○ 비교메타유전체 분석 4건 이상 ○ NABIC 및 KOBIC에 메타유전체 서열 및 정보 4건 이상 등록 			
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농림축산식품 환경에서의 메타유전체 정보 축적 및 분석 기반 구축 ○ 농림축산식품 생산성 증대, 표준화, 품질 향상 및 지표 분석에 활용 ○ 기능성 미생물자원 및 유전자원 정보 발굴 확대 			

□ 참조유전체 진균 분석

농업 유용 진균 참조유전체 및 비교유전체 분석				
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계	■기초 □응용 □사업화
연구개발 정의	○ 농업 유용 진핵미생물(효모, 사상성 진균, 버섯)의 고품질 참조 유전체 분석 및 비교유전체 분석을 통한 유용 유전자 발굴 및 활용기술 개발			
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 농생명 산업의 경우는 FTA 등 농산업 시장의 개방과 낮은 식량 자급률, 수출 의존 비율 증가 등에 따른 대응책 마련이 시급한 실정임. 이와 같은 시장 환경 변화에 적극적으로 대처하기 위해 유전체 분석 및 기능 연구를 통한 농림수산식품 분야의 산업 경쟁력 확보 필요함 ○ 국내 유전체 분석 기술의 저변 확대로 원핵 미생물 대상의 유전체 분석 연구는 비교적 활발하게 진행되어 온 반면, 농식품 산업의 핵심 진핵미생물인 효모, 사상성 진균, 버섯에 대한 유전체 연구는 매우 미진한 상황임 ○ 특히 진핵미생물의 경우, 유전체의 크기 및 구조의 복잡성이 모델 생물체인 효모에 비해 2-3 배 이상 크며 인트론 및 반복서열 존재가 훨씬 복잡하면서도 고등 진핵생물체와는 매우 상이하다는 문제점이 있어 이를 극복할 수 있는 진균 중심의 유전체 분석 연구 역량 강화가 매우 시급함 ○ 산업적으로 유용한 유전자 발굴 및 생합성 경로 규명을 위해서는 초안 수준의 유전체 분석 결과보다는 완벽한 주석화를 제공하는 고품질 참조유전체 확보가 필수적임 			
연구개발 목표	○ 국내 전통 발효식품의 핵심 균주인 사상성 진균 및 식용 버섯을 대상으로 고품질 참조 유전체를 확보하여 유용 유전자 발굴을 위한 기능유전체 분석 및 비교유전체 분석 기반을 제공함			
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 고유의 사상성 진균 및 식용 버섯에 대한 유전체 분석을 수행하여 주석화가 지원되는 고품질 참조유전체(전체 genome 대비 90% 이상) 확보 ○ 다양한 생리활성 물질을 생산해 내는 산업용 사상성 진균 대상으로 유전체 재분석을 수행하여 비교유전체 분석을 통하여 산업적 유용한 형질개발 및 유용 효소에 대한 유전자 발굴 ○ 식용 버섯의 경우 교배, 유전지도, QTL mapping 등 전통기술과 표준유전체를 기반으로 하는 유전체 재분석과 비교유전체 등 최신기술의 융합을 통하여, 병저항성, 수량성 등 관련 유전자를 효율적으로 동정 			
연구개발 추진전략	○ 진균 생리 및 유전체 중심의 전문 연구팀을 주축으로 신규 진균 동정 전문 연구팀 및 생물정보 분석 전문팀과 유기적인 협력 체계로 연구개발을 추진			
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주석이 제공되는 참조유전체 4건 이상, 비교유전체 분석 10건 이상, 생산된 유전체 정보의 NABIC 등록 10 건 이상 ○ 산업화 지원 2건, SCI논문 4편 이상 			
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 고유의 발효식품 생산 종균 개량 및 고부가가치 생리활성 생합성 유전자 활용 기술 개발에 활용 ○ 바이오매스 분해 관련 진균 유래의 신규 유전자 발굴을 통한 산업용 효소개발에 활용 ○ 주요 버섯유전자원의 유용 유전자 대량 개발로 산업적 가치 향상 			

□ 생물정보 정보처리

	NGS를 활용한 미생물 유전체 및 전사체 분석 소프트웨어 및 시스템 개발		
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 본 연구 과제는 NGS를 활용하여 미생물 유전체와 전사체를 쉽게 분석하며 비교 분석하는 통합 시스템을 구축하는 것을 목표로 함		
연구개발 필요성	<p>○ 인간게놈프로젝트 이후 “10만 달러 유전체 해독기 개발 사업”을 통해 NGS 기술이 급격히 발전하였고, 이로 인해 유전체 해독에 소요되는 시간 및 비용이 획기적으로 감소하게 됨</p> <p>- 다양한 맞춤형으로 시장 등 응용분야의 유전체 시장이 급속도로 확대되고, 유망산업으로 발전하는 추세에 이룸</p> <p>○ 미생물의 유전체 연구는 생명의 기원, 생명현상의 원리, 생물의 다양성, 그리고 진화를 이해하는 기초가 되며, 미생물의 유전자 풀은 Eukaryote에 비해 엄청나게 방대한 영향을 미침</p> <p>- 미생물의 연구는 환경에 대한 연구부터 장내 미생물의 연구까지 인간에게 직간접적으로 매우 큰 영향을 미치게 됨</p> <p>○ NGS 기술의 발달로 방대한 유전체 데이터가 생산되고 있지만, 방대한 데이터를 분석하는 툴과 플랫폼의 발달은 그에 못 미치는 실정임</p> <p>- 특히, 서로 다른 유전체를 비교하여 분석하는 분석 시스템, 데이터베이스, 소프트웨어는 생물정보 비전공자가 다루기 어려움</p>		
연구개발 목표	○ 본 연구과제에서는 미생물 유전체를 쉽게 비교 분석하는 소프트웨어를 포함하여 분석 파이프라인, 데이터베이스 등 통합 분석 시스템을 개발하여 미생물 유전체 및 전사체 연구를 원활히 수행할 수 있도록 하는 것을 목표로 함		
주요 연구개발	<p>○ 다양한 NGS machine에서 나오는 다양한 NGS data로부터 미생물 유전체를 분석할 수 있는 분석 파이프라인 개발</p> <p>○ 일반 연구자가 사용할 수 있는 분석 소프트웨어 개발</p> <p>○ 유전체 및 전사체의 다양한 데이터베이스를 구축</p> <p>○ 비교 유전체 분석 시스템 개발</p> <p>○ Pathway 분석 시스템 개발</p> <p>○ 전사체 분석 시스템 개발</p> <p>○ 전사체 비교 분석 시스템 개발</p> <p>○ Metagenome 분석 시스템 개발</p>		
연구개발 추진전략	○ 미생물의 군집 분석 시스템 및 유전체 전사체 분석 등 한국의 미생물 연구의 노하우를 바탕으로 다양한 시스템을 구축 및 업데이트 하여 세계적인 시스템을 개발		
주요 성과	<p>○ 분석 시스템 2건 이상 구축, 사업화 2건, 논문 5건, NABIC에 유전체 결과물 6건 등록</p> <p>○ 워크샵을 매년 8회 이상 수행하여 미생물 유전체/전사체 분석 교육을 수행</p> <p>○ 미생물 유전체 사업단내의 타 과제와의 적극 협조를 통해 타 과제도 원활히 수행할 수 있도록 지원</p>		
기대 효과	<p>○ NGS를 통한 미생물의 유전체 및 transcriptome 분석의 원천 기술을 확장 개발하여 통합 분석 시스템을 구축하여, 생물 정보 비전공자라도 쉽게 미생물 유전체 분석을 수행할 수 있음</p> <p>○ 다양한 데이터베이스를 구축하여 기존에 공개된 데이터와 비교하여 분석할 수 있음</p> <p>○ 세계적으로 우수한 분석 시스템 구축으로 연구자들이 미생물 연구를 원활히 수행할 수 있도록 함</p>		

가. 부처공동연구

식물병원균 진균

	유전체 기반 식물병원성 진균-세균 상호작용 기작 구명			
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 식물병원성 진균-세균의 상호작용 시 나타나는 유전체 발현 양상을 분석하여 복합감염 기작을 구명하고, 집단기생성 생태를 이해함으로써 집단의 밀도 조절 체계를 구축함			
연구개발 필요성	○ 기후변화로 인한 식물병해 발생 양상이 변화하고 있으며 최근 진균 및 세균의 복합감염에 의한 식물병 발생이 증가하고 있음 ○ 이러한 생태적 변화에도 불구하고 국내 연구 환경은 여전히 단일 식물병원균에 대한 연구에 제한되어 있으며 복합감염에 의한 식물병원균 간의 상호작용 및 생태에 대한 연구는 미흡함 ○ 따라서, 식물병의 종합적 방제 체계 구축을 위해 식물에 대해 다양한 병원균의 상호 작용에 대한 통합적 연구의 필요성이 증가하고 있음			
연구개발 목표	○ 복합감염 시 식물병원균 및 식물의 상호작용 구명 - 식물병원균의 공동배양 시 각 병원균의 전사체 양상 분석 - 개별감염 및 복합감염 시 나타나는 식물 전사체 양상 분석 ○ 식물병원균의 병원성 유전자 및 식물의 저항성 유전자 동정 - 전사체 분석을 통해 동정된 유전자의 기능 탐색			
주요 연구개발	○ 식물병원성 진균 및 세균의 전사체 분석 - 개별 배양 및 공동배양 후 전사체 분석 - 식물 접종 후 발현되는 진균, 세균, 식물의 전사체 분석 - 식물병원균의 병원성 관련 유전자 동정 및 기능 분석 - 식물병원균에 반응하는 식물 유전자 선발 - 동정된 유전자의 기능 분석 ○ 집단기생성에 관한 감염기작 구명 및 생태연구 - 집단기생이 병진반 및 병발생에 미치는 영향 모니터링 - 전사체 분석에 기반한 집단기생 모니터링을 위한 진단 마커 개발			
연구개발 추진전략	○ 연구팀 구성 : 식물병원균 기능유전체학 및 전사체학 전공자로 연구팀 구성 ○ 연구기간: 총4년 (2+2년) - 1단계 : 전사체 분석 및 집단기생 모니터링 - 2차년도 : 병원균간의 상호작용, 식물의 저항성 반응에 대한 기작 연구			
주요 성과	○ 전사체 데이터베이스 구축 및 공개(1건 이상) ○ 식물병원균의 병 발생 기작 규명(2건 이상) 및 복합감염기작 규명(1건 이상) ○ 산업화 지원 2건 ○ SCI 논문 5편 이상			
기대 효과	○ 식물병원균의 복합감염에 대한 적극적 방제 정책 수립 ○ 형질전환 식물체 생산에 필요한 저항성 유전자 제공			

□ 동물병원균 세균

	세포내 기생 난치성 산업동물 주요 병원균의 핵심 병원성 유전체 분석과 이를 이용한 제어기술 개발		
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 숙주의 세포내 기생하는 난치성 세균(브루셀라 균, 살모넬라 균)의 유전체 분석을 이용하여 핵심 병원성 인자 규명과, 예방 및 치료법 개발		
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Brucella</i> 및 <i>Salmonella</i> 감염증은 대표적인 인수공통 전염병의 하나이며 국내는 물론 전 세계적으로 공중보건학적, 경제학적 심각한 문제를 야기함 ○ 브루셀라 및 살모넬라균에 감염된 소의 경우 신체 각 부위에서 균이 높은 농도로 존재하게 되며, 우리나라의 식문화 특성상 육회, 간, 비장, 위 등을 날것으로 섭취하는 경향이 높아 이들 균에 대하여 심각하게 노출되어 있음 ○ 세포내 기생성 세균 감염증의 정확한 이해를 위해서는 균 축 병원성 인자 뿐 아니라 숙주세포와의 유기적 관계를 이해함은 필수적임 <ul style="list-style-type: none"> - 선행연구에서 규명된 균 축 병원성 인자의 해석, 균-숙주 상호작용을 이용한 발병기전, 감염숙주의 내재성 제어기전의 규명이 가능하며, 이는 국가의 경제적, 정책적 지원이 뒷받침이 될 때 가능한 사안임 		
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 산업동물에서 막대한 경제적 손실을 유발하는 주요 세포내 기생성 세균(브루셀라 균, 살모넬라 균)의 유전체 분석을 이용하여 핵심 병원성 인자를 규명 ○ 병원균의 병원성 인자와 숙주세포와의 상호작용에 기초한 발병기전 및 숙주 내재성 제어기전 해석을 통해 산업동물의 피해를 최소화 		
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 숙주 세포 감염에서의 주요 세포 기생성 세균(브루셀라, 살모넬라)의 병원성 유전자 발현양상 규명 ○ 목적동물 감염에서의(소 및 돼지) 주요 세포 기생성 세균(브루셀라, 살모넬라)의 병원성 유전자 발현양상 규명 <ul style="list-style-type: none"> - 산업동물 주요 세포 기생성 세균의 세포 및 동물 감염 시 나타나는 전사체, 단백질체, 대사체 등 기본적인 오믹스 분석 - 병원성 인자의 상호작용체 분석, 병원성 관련 RNA 결합단백질의 RNA 구조체 분석, 인자 동정 및 생리적 기능 규명, 항원성 탐색 ○ 산업동물 주요 세포 기생성 세균의 세포 및 동물 감염 시 발현되는 인자와 질병간의 상관관계 및 숙주 제어기전 규명 및 진단용 바이오 마커 발굴 <ul style="list-style-type: none"> - 기생성 세균에 의한 숙주세포의 생리활성 변화 및 관련인자 규명, 기생성 세균에 의한 숙주세포의 생리활성 변화 경로 규명 ○ 고면역원성 기생성 세균 유발 병원균 제어 단백질 백신 소재 원천기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 시험관내 단백질 합성시스템을 이용한 항원성 최적화 - 주사용/경구용 백신 개발을 위한 단백질 항원 발현 재조합 균주 제작 		
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 대학, 연구소, 기관 등과 공동 정보수집 및 소재개발 ○ 시료 수집 및 분석은 세부 및 협동 연구기관과 함께 진행하며, 시료 수집 및 분석, 비교분석, 표준화 구축하여 최종적으로 산업화 모색 		
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신규 브루셀라 및 살모넬라 병원성 인자 규명(최소 5건 이상) ○ 브루셀라 및 살모넬라 균의 병원성 인자와 질병간의 상관관계 규명(최소 4건 이상) ○ 브루셀라 및 살모넬라 균의 생물진단 마커 개발: 최소 2건 이상 ○ 브루셀라 및 살모넬라 균 유전체 유전정보의 NABIC (또는 KOBIC) 등록: 최소 2건 이상 ○ 산업화 지원 2건 이상, 국내외 특허 4건 이상 ○ SCI급 논문 10건 이상(IF 7.0이상 2건), 학회발표 해외 2건, 국내 2건 이상 		
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 균-숙주 상호작용에 기초한 병원성 인자 발굴 및 발병기전 해석 ○ 숙주 내재성 제어기전을 이용한 난치성 세균성 질병 치료방법 개선 및 예방기법 구축 ○ 세포내 기생성 균의 숙주세포내 침입 및 증식 기전 해석 ○ 고면역원성 기생성 세균 유발 병원균 제어 단백질 백신 제품 개발 ○ 300억 달러 규모의 세계 백신시장에서의 경쟁력 확보 		

2. 신규 발굴 연구개발 과제

가. 조기성과창출 분야

프로바이오틱스

	대사성질환 개선 프로바이오틱스 개발		
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 서구화되는 식생활 습관으로 인해 증가하는 비만, 당뇨, 고지혈증 등과 같은 대사성질환 관련 질환 개선 프로바이오틱스 개발 및 사업화		
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 글로벌 프로바이오틱스 시장 규모는 2011년에 약 25조원으로 연평균 6.8%의 성장률을 나타냈으며, 2014년에 약 36조원 시장으로 성장할 것으로 추정됨 (BCC Research, 2013) ○ 국내 프로바이오틱스 시장은 대부분이 발효유 시장이 차지하고 있으며, 2012년에 2조 2천억원 규모이고, 드링크 타입의 기능성 발효유가 51%를 차지하고 있음 ○ 분말 또는 과립형태로 판매되는 프로바이오틱스 건강기능식품은 2012년 대비 2013년에 생산액이 804억원으로 55% 증가하였으며, 2014년에는 1200억원으로 예상하고 있음 ○ WHO에서 전 세계적 유행병으로 지정할 만큼 당뇨병 및 비만을 포함한 대사성 질환이 빠르게 증가하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 보건복지부 2007~2010년 국민건강영양조사 자료분석 결과, 30세 이상 성인의 대사증후군 유병률이 28.8%이었으며, 남성 31.9%, 여성 25.6%이었음 ○ 국민건강보험공단의 건강검진 데이터베이스에 저장된 1217만1006명의 빅데이터를 분석한 결과, 23.2%(282만6896명)가 대사증후군 증상을 나타냄 		
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대사성질환 개선 건강기능식품 개별인정형 프로바이오틱스 원료 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 체지방, 혈당, 고지혈증 개선 건강기능식품 개별인정형 프로바이오틱스 원료 인정 3건 ○ 기능성 발효유, 건강기능식품 상품화 <ul style="list-style-type: none"> - 기능성 발효유, 건강기능식품을 포함한 상품화 3건 		
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선행연구결과에 따른 산업화 가능성 우수 균주 선택 <ul style="list-style-type: none"> - 체지방감소, 혈당개선, 고지혈증 개선 프로바이오틱스에 관한 선행연구결과들에서 확보된 균주들중에서 산업화 가능성 우수 균주를 선별함 - 인체 생존율, 생산성, 유통환경내 생존율, 가공공정 단순화 등 ○ 동물효능평가 <ul style="list-style-type: none"> - 체지방, 혈당, 고지혈증 개선 ○ 인체적용시험 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 임상시험기관에서 인체효능평가 ○ 개별인정 추진 <ul style="list-style-type: none"> - 식약처 건강기능식품 개별인정형 원료 인증 ○ 제품개발 및 출시 <ul style="list-style-type: none"> - 프로바이오틱스 생산 - 기능성 발효유 개발 및 건강기능식품 개발 		
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대학, 산업체, CRO(임상시험 대행기관)이 참여하는 산학연 협동연구 구성 ○ 연구기간: 2015~2016(동물효능평가), 2016~2018(임상시험), 2018~2019(개별인정 및 제품출시) ○ 연구내용: 동물효능평가 → 임상시험 → 개별인정 추진 및 제품개발 		
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건강기능식품 개별인정형 원료 3건 : 체지방 감소, 혈당개선, 고지혈증 ○ 신제품 출시 3건 : 기능성 발효유, 건강기능식품 ○ 특허출원 3건, SCI(E) 논문 6건 		
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 글로벌 선도 대사성질환 개선 프로바이오틱스 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 대사성질환 개선관련 제품 개발 및 출시를 통해 국내외 글로벌 프로바이오틱스 시장을 선도함 		

□ 식용버섯류

	유용버섯 핵심집단 유전체 구축 및 비교, 기능유전체 해석			
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 주요 유용버섯의 우수 형질 핵심집단 유전체 구축과 비교, 기능유전체 해석			
연구개발 필요성	<p>○ 주요 유용버섯의 유전체는 많이 해독되어 있지만, 이를 활용하기 위한 연구는 초기단계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 양송이, 팽이, 느타리, 풀버섯, 송이, 새송이(큰느타리), 간버섯 등의 유용버섯류의 유전체는 다수 해독되어 있음 - 식용버섯의 경우 주로 야생종에 대한 유전체 연구가 진행되어 상업적 유통 품종과는 유전체 상이하여 이용에 한계 - 교배, 유전지도, QTL mapping 등 전통기술과 표준유전체를 기반으로 하는 유전체 재분석과 비교유전체 등 최신기술의 융합을 통하여, 병저항성, 수량성 등 관련 유전자를 효율적으로 동정하여, 한 품종에서 여러 유용형질을 집적한 슈퍼 품종의 개발가능성 타진 <p>○ 균류는 자연계에서 바이오매스를 효율적으로 분해하는 생물체로 이를 이용한 산업용 효소개발 요구</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전 세계적으로 30억 달러 규모, 매년 8% 성장률의 산업용 효소산업은 후방산업이 100-1,000배에 달하는 대표적인 바이오부품산업임 - 균류의 유전체내에는 다양한 종류의 분해합성효소(CAZyme, FOLyme 등)가 있으므로 이들을 개발하여 고부가가치 생명산업 발전 필요 			
연구개발 목표	<p>○ 주요 버섯별 우수형질 핵심집단 구축과 재분석과 산업적 유용한 형질개발</p> <p>○ 수량, 품질, 병저항성의 대립집단간의 교배를 통한 분리집단 작성, QTL 분석</p> <p>○ 산업용 효소 생산 관련 유전자 개발</p>			
주요 연구개발	<p>○ 주요 버섯별 핵심집단 구축과 재분석을 통하여 산업적으로 유용한 형질, 마커 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유전적 다양성을 대표하는 핵심집단을 구축, 이를 재분석, 비교유전체 연구를 통하여 산업적으로 유용한 형질의 QTL, allele, 유전자 등을 대량 발굴 및 활용 <p>○ 대립집단간의 교배를 통한 유용형질 별 분리집단 작성, QTL 분석, 유전자 동정</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수량, 품질, 생육소요일수 등의 주요형질별 유전지도 작성 및 QTL mapping - QTL에 대한 고분해능 지도 작성으로 관련 유전자 직접 클로닝 및 선발마커 개발 - CAZyme, FOLyme 등의 유전자 allele이나 SNP 기반 유전지도 작성으로 관련 유전자 신속 예측기술 개발 및 활용 <p>○ 산업용 효소 생산 관련 유전자 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 바이오연료생산, 식품, 직물, 가축사료, 세제, 식기세척제 등의 산업용효소로 개발할 수 있는 균류 유전체내 유망 유전자 개발 			
연구개발 추진전략	○ 기초, 응용, 실용화를 위한 산학연 협동연구팀 구성			
주요 성과	<p>○ 특허출원: 4건, 신제품개발: 2건, 기술이전: 2건</p> <p>○ 논문(SCI+비SCI): 4+4</p> <p>○ 생명정보등록: 4건</p>			
기대 효과	<p>○ 주요 버섯유전자원의 유용 유전자 대량 개발로 산업적 가치 향상</p> <ul style="list-style-type: none"> - 고전과 최신 유전학의 융합을 통한 강력한 바이오기술로 고부가농업미생물 기술 개발 - 주요버섯 유전자의 산업용 이용도 제고, 고부가가치 기술 개발로 경제발전 			

□ 면역증강제

동물면역증강분야 미생물유전체 연구				
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 미생물 유전체 정보를 활용하여 동물용 면역증강제를 개발하고, 4년 이내에 사업화 추진			
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 우리나라의 축산물 생산구조는 밀집사육 등의 후진국형 시스템을 면치 못하고 있어 동물 발생 및 전염에 매우 취약한 형태임 ○ 밀집된 사육환경 등의 다양한 사육 스트레스는 경제동물의 면역 저하 및 질병에 대한 취약성을 유발하기 때문에, 오랫동안 사료에 항생제를 첨가해 왔으나, 유럽을 포함하여 전세계적으로 사료첨가용 항생제 사용금지 추세임(우리나라는 2011년부터 사용 금지) ○ 사료에 항생제 첨가를 금지한 이후부터 경제동물의 소모성질병 및 설사발병 양상이 크게 변화하는 추세를 나타내고 있으며, 질병 및 이유 후 폐사율이 축산선진국에 비해 월등히 높은 상황임 ○ 경제동물의 폐사율 감소 및 사양효율을 증가시킬 수 있는 면역증강소재의 개발과 사업화를 통해 질병발생이 억제되고 생산성이 향상되며, 사회적 이슈가 되고 있는 질병 전파 억제에도 크게 기여할 것으로 기대됨 ○ 그동안 다양한 종류의 동물용 면역증강소재가 개발되어 왔으나, 작용기작이 불분명하거나 효과의 일관성 부족, 대상동물에서의 효능검증 부족 등의 문제가 있음 			
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정성적 목표: 미생물 유전체 정보를 활용하여 사업기간(4년) 이내에 동물용 면역증강제를 개발하고, 사업화 추진 및 부가가치를 창출함 ○ 정량적 목표: 유용유전자원 확보 2건 이상, 미생물유전체 해독 3건 이상, 시제품 생산 1건 이상, 사업화/실용화 1건 이상, 생산된 유전정보의 NABIC 등록 3건 이상 			
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 면역증강효능 미생물의 유전체 확보 및 기작 구명 <ul style="list-style-type: none"> - 면역증강효능을 가진 미생물소재 발굴 - 면역증강 미생물 유전체 확보 및 기능 분석을 통한 유용유전자 발굴 - <i>In vitro</i> 실험을 통한 면역증강기작 구명 ○ 면역증강소재의 대량생산시스템 구축 및 사업화 <ul style="list-style-type: none"> - 면역증강소재의 배양조건 확립 - 면역증강소재의 대량생산시스템 구축 (단일 및 복합) - 면역증강소재의 효능 검증 (<i>in vivo</i>) - 면역증강소재의 사업화 			
연구개발 추진전략	○ 미생물유전체 기 확보 및 연구경험 보유팀을 중심으로 연구진 구성. 미생물 소재 사업화 경험 및 시설을 확보한 기업 참여			
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경제적 성과: 개발된 소재의 사업화를 통한 매출 발생 100 억원(사업종료 후 5년간) ○ 기타: 특허출원/등록 3건 이상, 상표권 출원 1건 이상, 사업화 1건 이상 			
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 동물의 면역증강을 통한 폐사율 감소 및 생산성 향상, 농가소득 증대 ○ 미생물 소재산업 활성화 및 국제경쟁력 향상 ○ 질병 발생 및 확산으로 인한 국민의 불안감 해소 			

□ 미생물농약

	기후 변화에 따라 多발생하는 難방제 고추 병해충 방제용 미생물 농약 개발 및 상품화		
과제개요	과제수행기간	총 4년(2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 기후 변화로 인하여 발생이 증가하고 있으나 방제약제가 제한적인 고추 세균성 점무늬병, CMV 및 바이러스 매개 진딧물을 효과적으로 방제하는 고약효 미생물 농약을 개발하고 제품화하고자 함		
연구개발 필요성	<p>○ 고추는 우리나라에서 재배되고 있는 주요 채소종의 하나이며, 2010년 현재 생산액은 1.1조원이 이르며, 10a당 소득은 2011년 현재 322만원으로 고소득 작물 중의 하나임</p> <p>○ 고추에는 탄저병과 역병 등이 주로 발생하여 문제를 일으키지만, 최근에는 지구 온난화로 인하여 세균성점무늬병과 오이모자이크바이러스병(CMV: <i>Cucumber Mosaic Virus</i>) 및 CMV를 매개하는 진딧물에 의한 피해가 급속도로 증가하고 있음.</p> <p>○ 세균병의 경우 그 동안 동제와 항생물질을 사용하여 왔으나, 대부분의 병원성 세균이 이들 화합물에 대하여 저항성을 나타내기 때문에 방제 약제가 전무한 실정임</p> <p>○ 또한, CMV를 포함한 바이러스병을 방제하는데 있어서도 합성 농약 및 생물농약이 거의 전무한 실정임</p> <p>○ 현재 진딧물을 친환경적으로 방제하기 위하여 다양한 식물유래 물질 제품을 사용하고 있으나, 활성성분이 님오일과 고삼추출물로 거의 동일하여 저항성 해충이 발생하고 있으며, 미생물 제품은 전무한 실정임</p> <p>○ 세균성점무늬병과 CMV 방제용 미생물농약은 친환경 농가에서 뿐만 아니라 관행농가에서도 사용할 수 있으므로 연구개발이 절실히 필요하고, 또한 진딧물의 친환경적 방제를 위해서는 새로운 소재 개발이 절실히 필요함</p>		
연구개발 목표	○ 선행연구를 통하여 선발한 길항 미생물을 이용하여 방제가 어려운 고추 세균성 점무늬병, CMV 및 바이러스 매개 진딧물 방제용 미생물 농약 개발 및 제품화		
주요 연구개발	<p>○ 활성물질 분리 및 구조 규명</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 크로마토그래피 기술을 활용한 물질 분리 - 다양한 분광학 기술을 이용한 물질 구조 동정 - 활성물질의 활성 스펙트럼 조사 <p>○ 최적 발효 공정 및 제제 기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 발효조건 조사를 통한 최고 약효를 위한 최적 발효 공정 개발 - 다양한 제제 및 약효 검정을 통한 최적 제형 개발 <p>○ 시제품의 적용 스펙트럼 조사</p> <ul style="list-style-type: none"> - 주요 대상 병해충 외 유사 병해충에 대한 방제효과 조사 <p>○ 유기농자재 등록</p> <ul style="list-style-type: none"> - 포장약효 시험, 약해시험, 독성시험, 이화학분석시험 		
연구개발 추진전략	<p>○ 2년+2년(2단계), 총 4년간 연구 진행</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1단계 2년은 후보 미생물 도출에 집중하고, 2단계 2년은 제품 등록에 연구 집중 <p>○ 제품화에 실적이 우수한 연구팀 및 기업 참여 필수</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유기농자재 개발 및 기술이전에 연구업적이 우수한 연구팀 참여 필수 - 재무적으로 안정하고, 유기농자재 제품화 실적이 우수한 기업 참여 필수 		
주요 성과	<p>○ 특허: 3건 이상, SCI 논문: 3건 이상, 상표권 등록: 2건 이상, 신제품 출시: 2건 이상</p> <p>○ 시판 개시 5년 후 매출: 10억원×2개 제품 = 20억원</p> <p>○ 기술이전료: 정액기술료 1억 이상, 경상기술료: 매출액의 2.5% 이상</p>		
기대 효과	<p>○ 난방제 병해충 방제용 미생물 농약 개발 및 제품화</p> <p>○ 고추 재배 관행농가 및 친환경 농가의 소득 증가</p> <p>○ 안전한 고추 생산 및 환경오염 예방</p>		

□ 장류미생물

	장류미생물 유전체 연구 및 종균 선발을 통한 고품질 장류 개발		
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 유전체 정보를 활용하여 안전성이 확보된 고기능성 장류 스타터(종균)를 개발하고 이를 이용한 고품질 장류를 상품화하고자 함		
연구개발 필요성	<p>○ 최근 건강에 대한 관심고조로 영양적 가치와 더불어 항혈전, 항균, 항염증, 항비만 등에 대한 기능성이 알려져 있는 장류의 발효생산물은 식품산업분야에서 그 중요도가 높아지고 있음</p> <p>- 장류의 과학화 및 세계화를 위해서는 오믹스기법(유전체, 전사체 및 대사체에 대한 분석 등)을 이용한 장류발효미생물의 기능성 물질에 대한 생성기작, 발효특성 및 기능적 특성 등에 대한 연구 필요성 증대</p> <p>○ 전통발효식품인 장류 발효에 참여하는 미생물이 균일하지 못하여 제조 공정의 표준화가 어려우며 이로 인하여 생산되는 장류의 기능성, 품질 및 맛이 표준화되지 못함</p> <p>- 장류의 산업화, 표준화에 대한 걸림돌로 작용하고 있어 발효능과 기능성이 확인된 장류 스타터 개발 필요성 증대되고 있음</p> <p>○ 독소 및 biogenic amine의 생성 등 식품에 대한 안전성 문제가 사회적 이슈로 대두되면서 장류의 생산단계에서 위해요소 생성을 최소화 할 수 있는 방안 마련 필요성 제기</p> <p>- 안전성에 문제가 없는 장류 스타터를 이용한 고품질 장류생산 필요성 증대</p>		
연구개발 목표	<p>○ 국내 전통장류에서 분리한 장류발효미생물의 유전체 분석을 통하여 장류미생물의 기능성을 확인하고 대사과정조절을 통해 우수한 장류스타터를 개발하고자 함</p> <p>○ 기능성이 확인된 장류 미생물을 스타터로 사용하여 표준화되고 안전성이 확보된 고품질 장류를 개발하고 상품화하고자 함</p>		
주요 연구개발	<p>○ 전통장류(메주, 된장, 간장)으로부터 우수 장류미생물 확보</p> <p>- in vitro 탐색기술을 활용한 장류 미생물의 기능성(단백질 분해능, 항균, 항혈전, 항염증 등) 탐색 및 독소와 아민(biogenic amines) 생산능 검정</p> <p>- 장류미생물의 유전체 분석을 통해 우수 발효능과 기능성을 가진 잠재적 발효스타터용 미생물 선정</p> <p>○ 우수한 발효능과 기능성을 가진 장류용 스타터균주로 개발하기 위해 장류미생물을 장류환경 적응성 및 기능성 개량</p> <p>- 개량된 장류 미생물 종균의 생리적, 유전적 특성분석</p> <p>- 장류미생물의 오믹스분석(genome, transcriptome, metabolome)을 통해 장류미생물의 발효능, 기능성, 안전성 검증</p> <p>○ 장류에서의 장류미생물의 발효능, 기능성, 안전성 실증</p> <p>○ 장류 스타터를 사용한 안전성이 확고된 기능성, 고품질 장류개발 및 상품화</p>		
연구개발 추진전략	<p>○ 장류미생물 기능분석(대학 및 연구소), 유전체분석 및 기능개량(대학 및 연구소), 장류에서 실증 및 상품화(산업체)를 위한 산학협동연구팀 구성</p> <p>- 대학 및 연구소는 오믹스 및 장류미생물에 대한 기능분석 경험이 풍부하고, 산업체는 장류 제품화 실적이 우수한 장류생산기업이어야 함</p>		
주요 성과	<p>○ 장류미생물의 유전체 및 기능성연구, 안전성 및 종균으로의 사용가능성을 입증할 논문(SCI 6편) 발표 및 특허(2건) 출원</p> <p>○ 기능성을 가진 장류미생물을 사용한 고품질 장류개발 및 상품화(2건)</p>		
기대 효과	<p>○ 전통장류의 기능성 연구를 통한 전통장류의 과학화</p> <p>○ 안전성이 입증된 고품질 전통장류 개발로 전통장류의 세계화</p> <p>○ 스타터를 사용한 전통장류의 표준화 및 산업화</p>		

나. 연구역량강화 분야

세균 참조유전체 분석

	유용 농용 세균의 참조유전체 정보 분석			
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input checked="" type="checkbox"/> 응용 <input type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유용미생물을 이용한 농업생명과학의 선진화와 창조경제 발전을 위한 산업적 활용도를 극대화하기 위하여 최신 NGS 기법을 이용한 표준화된 참조유전체 정보 생산 및 분석 용 체계를 구축하고 실증함으로써 유용 세균 유전체자원의 활용 기반을 제공함 			
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 신농업경제에서 미생물 생명공학의 역할 급부상 <ul style="list-style-type: none"> - 미생물생명공학기술은 미래 에너지, 환경, 식량위기 등 인류가 당면한 문제를 해결할 수 있는 가능성을 제시(미국 국가정보위원회 「글로벌트렌드 2025」) ○ 글로벌 화학 기업들도 미생물이나 천연물에서 고부가가치 소재를 찾기 위한 사업 다각화 진행 중 <ul style="list-style-type: none"> - Bayer와 BASF가 미생물 작물보호제 회사를 고가에 인수(한국산업기술평가관리원, 2013) ○ 최신 NGS 기술을 활용한 유용 농용세균 유전체의 고속 해독 및 분석을 통하여 유용 유전체 자원의 수집·발굴 및 체계화 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 고도화된 참조유전체 정보 제공을 위해서는 단순 contig/scaffold 수준이 아닌 완성 유전체 수준의 결과물 산출이 용이한 플랫폼 기술의 활용이 필수적 			
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 창조농업경제 발전에 필수적인 유용 농용세균의 산업적 활용도를 극대화하기 위한 표준화된 참조유전체의 정보기반 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 참조유전체 분석과 생산된 유전정보 등록, 오믹스 연계연구, 유용유전자원 발굴을 통한 농업 유용미생물 유전체 정보의 수집 및 체계화를 통한 친환경 농업 생물소재자원의 산업적 활용성 증대 기반 마련 			
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 참조유전체 구성을 위한 품질관리 및 표준화 프로세스의 구축 ○ 최신 NGS 기법(예: PacBio RS II)을 활용하여 완성 수준의 유전체 정보 (complete genome) 구성을 위한 최적화 전략 수립 ○ 가공을 거치지 않은 “Legacy” 유전체 정보의 활용 방안 구축 <ul style="list-style-type: none"> - De novo assembly 결과의 자동 비교, scaffolding, variant detection, 공통/특이적 영역 추출 등을 실시할 수 있는 사용자 편의적 서비스 시스템 구축 ○ 이미 공개된 표준 균주(type strain) 및 근연 균주 유전체 정보와의 비교를 위한 작업벤치 개념의 서비스 시스템 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 가용한 open source software의 최적화 파이프라인 구성 및 사용자 편의성 극대화 			
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 참조유전체 분석 대상이 될 유용 농용 세균은 국내 전문 연구 집단과의 협의를 통해 엄선함 <ul style="list-style-type: none"> - 작물 및 수목보호 세균(살균, 살충, 제초, 생물전환촉진능 등), 생물전환능 등 우선 ○ 대용량 유전체 서열 결정(raw data 생산)은 국내 전문 기관에 위탁하여 진행 ○ 생산 및 가공된 데이터의 등록 및 사후 관리에는 NABIC/KOBIC 참여 <ul style="list-style-type: none"> - 생명정보 연구성과물 등록 관리 시스템과의 긴밀한 연계 			
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유용 농용미생물의 참조유전체 완성본 5건, 준완성본(<10 contigs) 10건, 초안 60건 ○ 해독된 유전체 정보의 활용을 지원하는 정보화 사이트 구축 ○ 유용한 “미생물-유전자-효소-물질”관련 특허 5건 이상 ○ SCI급 논문 12편 이상 			
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유용 농용세균 유전체 정보의 체계화와 자원화에 기여 ○ 친환경 농업생물소재개발 실용화 지원체계 구축 ○ 청정농업 기반 구축을 위한 유용 세균 활용 농법의 기술적·학술적 근거 제공 			

□ 정보통합관리시스템구축

미생물유전체연구자원 확보·관리·활용을 위한 정보인프라 구축				
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 본 연구는 미생물유전체연구자원의 효율적 확보, 관리 및 활용을 위한 정보통합관리시스템 구축			
연구개발 필요성	○ 국가자산으로서 생명연구자원(자원주권)의 지속적 확보와 관리 필요 ○ 미생물유전체연구자원의 응용산업도 기존 제약, 농업, 식품 등의 산업은 물론, 최근 에너지, 환경, 화학, 전자 산업으로 응용이 급속하게 확산으로 미래 미생물유전체 및 바이오 경제를 주도할 성장 동력의 필수소재 ○ 미생물유전체 연구자원의 효율적 활용을 위한 종합 정보연계체계 구축 강화 필요			
연구개발 목표	○ 미생물유전체생명연구자원 확보·관리·활용을 위한 정보인프라 구축 ○ 미생물유전체사업 정보통합관리시스템 구축을 통합 각 생산한 미생물생명자원 정보연계로 선순환 체계 확립 ○ 미생물유전체자원 효율적 확보·관리 및 활용을 위한 정보통합관리시스템구축 ○ 미생물유전체자원 정보 통합에 의한 중장기적 통합정보 구축 전략과 운영 기반 확립			
주요 연구개발	○ 미생물유전체 생명연구 정보 연계 체계 구축 ○ 미생물유전체 정보의 효율적 활용체계 정립 ○ 미생물유전체연구 정보시스템 구축 및 운영 ○ 미생물유전체연구 통계집 발간 체계 마련			
연구개발 추진전략	○ 미생물유전체생명연구자원 정보연계 표준안 마련 및 정보연계 시스템 구축 ○ 미생물유전체자원 통합정보시스템 데이터베이스 구축 및 데이터 수집/등록 ○ 데이터 수집등록시스템, 검증분류시스템, 통합검색시스템, 분석연계시스템, 연구자원 정보 관리시스템, 웹포털 시스템 구축 ○ 전산 인프라(고성능 전산서버, 스토리지 등)확충 ○ 미생물유전체자원 정보 데이터 마이닝 시스템 구축 ○ 미생물유전체생명연구관련 보유현황 및 실태현황 조사 실시 및 시스템 구축			
주요 성과	○ 미생물유전체생명연구자원 통계집 발간 ○ SCI급 논문 2건 ○ 미생물유전체 연구자원 정보 관리 시스템 구축 ○ 미생물유전체 연구자원 정보 표준안 기반으로 전산코드체계를 확립 및 정보의 체계적인 관리			
기대 효과	○ 미생물유전체생명연구자원 정보관리를 통해 연구개발 및 산업화 과정의 기간 단축 및 효율성 제공을 통해 고부가가치 바이오산업 창출 ○ 미생물유전체생명자원 정보의 분야별 현황분석 및 관리를 위한 다양한 활용 인프라 마련			

□ 메타유전체 다중오믹스

	메타유전체 다중오믹스		
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input checked="" type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 다중 오믹스 기술을 종합적으로 포함한 메타유전체 분석을 통하여 농식품 환경으로부터 고기능성 바이오소재 발굴 및 응용 방안 모색		
연구개발 필요성	<p>○ GOLD database에 따르면 해양 및 인체 미생물에 대한 메타유전체 연구만 전체 프로젝트의 2/3를 차지하고 있어, 여전히 농축식품 산업 등 좀 더 구체적인 목적을 가진 환경에 대한 메타유전체 연구 확대가 필요함</p> <p>○ 최신 생명공학 기법을 이용한 메타 유전체 다중오믹스 분석을 통해 다양한 농식품 환경에 실제로 응용할 수 있는 기능성 유전자 및 대사물질을 발굴하여 농식품 산업의 획기적인 발전을 추구해야 함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 오믹스 기술이 끊임없이 성장하고 있는 가운데, 하나의 농식품 환경을 한 장면에서만 해석하는데 한계가 있음이 널리 인식되고 있음 - 유전체/메타유전체/메타트랜스크립토믹스/메타대사체/정보네트워크분석을 전체적으로 포함한 종합적 연구를 통해 농식품 산업에 실제적으로 활용될 수 있는 연구시스템을 구축할 필요가 급부상하고 있음 		
연구개발 목표	<p>○ 다양한 오믹스 연구 그룹이 하나의 팀으로 참여하여 매년 농축산식품 환경 시료 1종을 선정하여 시스템 생물학적으로 분석하여 종합적인 연구결과를 생산</p> <ul style="list-style-type: none"> - 하나의 종류에서 biological replicates(시료반복)와 inter-individual variation (다양한 개체 포함) 및 채취 시기에 따른 longitudinal study (종적 연구)포함 		
주요 연구개발	<p>○ 메타 유전체 다중오믹스 분석을 통해 농식품 환경으로부터 고기능성 바이오소재 발굴 및 응용 방안 모색</p> <ul style="list-style-type: none"> - 농식품 환경으로부터 현황, 환경적 및 시료 생성 조건이 명확히 정의된 하나의 시료를 후 첨단 유전체 연구, 난배양성 미생물 발굴, 메타유전체 분석, RNA-seq 기반 전사체학 연구, 대사물질 분석, 정보네트워크 분석을 동시에 수행하여 바이오소재를 시스템적으로 확보 		
연구개발 추진전략	○ 다중 오믹스 성격에 적합하도록 유전체/메타유전체/메타트랜스크립토믹스/메타대사체/정보분석을 전체적으로 포함할 수 있는 복합연구팀 구성을 추진		
주요 성과	<p>○ 다중 오믹스 적용된 메타유전체 통합 분석 4건 이상</p> <p>○ 생산된 오믹스 정보의 NABIC 등록 4건 이상</p> <p>○ 산업화 지원 2건, SCI논문 4편 이상</p>		
기대 효과	○ 환경오염방지, 질병예방, 친환경 농축산물 공급으로 농가소득 증대, 소비자 신뢰 강화, 수출시장 개척으로 국가의 경제적 이익 창출 극대화 및 국제 경쟁력 강화		

□ 미생물자원 탐색 및 발굴

	미생물자원 탐색 및 발굴		
과제개요	과제수행기간	총 2 년	연구개발단계 <input checked="" type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 산업적으로 이용가치가 우수한 효소의 생산성이 우수한 미생물 자원의 발굴 상용화 기반기술 개발		
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기술·산업적 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 식품, 화장품, 의약품 등 다양한 분야에서 유용 효소 활성이 우수한 미생물의 적용 및 응용이 증대되고 있어 다양한 분리원으로부터 다양한 미생물을 빠르게 분리 확보한 후, 타깃 특성이 우수한 미생물의 스크리닝을 대량으로 수행할 수 있는 기술이 필요함 ○ 환경적 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 세계적으로 국가 간 생물자원확보를 둘러싼 치열한 경쟁이 가속화되고 있으며, 많은 국가에서 유용 미생물 선발을 통한 생물자원주권의 확보를 위해서 전략적이고 혁신적인 대책을 수립하고 있음 ○ 경제적 필요성 <ul style="list-style-type: none"> - 우리나라는 우수한 생물자원 및 종균개발이 미비한 현황이며, 매년 고액의 로열티가 해외 생물자원의 사용료로 지불되고 있음 - 우수한 종균 선발 및 산업화를 통하여 고부가가치 산업의 활성화 및 장기적으로 국내 미생물에 대한 주권 확립이 필요함 		
연구개발 목표	○ 다양한 분리원으로부터 유용 효소 활성이 우수한 미생물 분리 및 확보 (곰팡이, 효모, 세균, 곰팡이 등)하여 미생물자원의 특허화 및 상용화		
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 다양한 분리원으로부터 미생물 분리 및 확보 <ul style="list-style-type: none"> - 국내에서 수집 가능한 분리원 확보 (gut microbiome 포함) - 효모, 세균, 곰팡이 등의 미생물 자원 후보 분리 및 확보 ○ 분리한 미생물의 유용 효소 생산성 검정 <ul style="list-style-type: none"> - 미생물 선발을 위한 유용 효소 활성 정성적 분석 (단백질 분해효소, 당쇄분해/전이효소 등) - 타깃 유용효소에 대한 미생물의 활성 검정 ○ 유용 효소 생산성이 우수한 미생물 선정 및 동정 <ul style="list-style-type: none"> - 유용 효소 활성이 우수한 미생물 선정 및 동정 - Gut microbiome 신속/대량 배양기술 개발 		
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내외 산·학·연 등의 관련 분야 및 다양한 전문가들과 연구 네트워크를 구축하여 공동 연구 및 상호간의 정보 교류 체제 구축 ○ 국내에서 수집 가능한 분리원을 확보한 후 공유하고, 이를 이용하여 미생물자원 분리 및 확보 		
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ SCI(E)급 논문 10건, 학술등재지 4건, 국제학회발표 6건, 국내 학회발표 4건 ○ 특허 출원 3건 ○ 균주 동적 기탁 50점 		
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미생물을 이용한 고부가가치 산업화를 통한 신소재 시장 창출 ○ 유용효소 활성이 우수한 미생물의 확보 및 산업화 ○ 생물자원 확보를 통한 세계 경쟁력 증대 및 관련 인력 양성 ○ 친환경 에너지, 화장품, 식품, 의약품 등의 다양한 분야에 활용 가능 ○ 수입에 의존하던 종균의 국내화를 통한 안정적이고 효율적인 시장경쟁력 확보 		

□ 대사체

기능대사체 해석 시스템의 농식품 산업 현장적용 및 제품화			
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 기능대사체 해석 시스템의 농식품 산업 현장적용 및 제품화		
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 대사체학은 post-genome 시대를 대표하는 학문임과 동시에 대사체 자체가 기능성 물의 총합을 나타냄 ○ 대사경로 구명은 매우 중요한 분야로 대사체 프로파일링 연구를 통한 발효미생물과 환경의 상호작용을 오믹스 (메타볼로믹스 + 지노믹스) 연구를 통해 이해할 수 있음 ○ 대사체에 대한 종합적인 해석은 세계적으로 중요한 과제로 인식되고 있으나, 통합적 농식품 대사체 분석 및 ID 시스템 구축은 효율적 대사체해석을 위한 필수적인 요소이나 이에 대한 종합적 지원이 미비한 실정임 ○ 농식품분야에 대한 역사적, 사회적, 과학적 관심에도 불구하고 농식품 대사체 해석에 대한 연구는 특히 미비한 실정임 ○ 농/식품 대사체 해석은 산업현장 QC 적용, 원산지판별 및 신제품 개발에 적용이 가능한 산업 친화적 연구분야임 		
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농식품 원료 재배 단계 판별 시스템 확립 ○ 농식품 원료 원산지 판별 시스템 확립 ○ 농식품 발효공정 대사체 해석시스템 확립 		
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 농식품 원료 재배 단계 판별 시스템 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 농식품 원료별 대사체 DB 구축 및 적용 ○ 농식품 원료 원산지 판별 시스템 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 주요 농식품 원산지별 대사체 DB 구축 및 적용 ○ 농식품 발효공정 대사체 해석시스템 확립 <ul style="list-style-type: none"> - 장류/주류 등 발효대사체 해석 시스템 확립 및 오믹스 해석 알고리즘 구축 및 적용 		
연구개발 추진전략	○ 연구팀: 질량분석, NMR분석, 통합 DB 구축 및 알고리즘		
주요 성과	○ 등록특허(4건), 신제품 출시(2건), 매출액(기존 매출대비 2천억 향상)		
기대 효과	○ 농식품 기능 대사체 발굴 및 대사경로의 오믹스적 해석을 통한 국내 농식품 산업 도약		

□ 집단유전체

	집단유전체 해독 및 특이변이 특징 구명		
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input checked="" type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경제동물의 장내 미생물 군총의 집단 유전체 구조 특성 파악 및 변이 발굴 ○ 집단 유전체 변이와 품질, 병저항성 및 지역적 특성과의 상관관계 연구 		
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 주요 가축 및 경제동물 집단유전체 해독이 95%(소, 말, 개, 오리) 되었고, 각 집단별 유전체 구조 특성 파악 및 변이 발굴이 진행되고 있으나, 장내 미생물중 유용 미생물대상으로 집단 유전체로 접근은 전 세계적으로도 전무함 ○ 경제동물의 유용 장내미생물 집단 유전체 해독을 통하여 집단 유전체의 구조와 기능을 이해하고, 대량의 유전정보를 생산 및 활용 인프라를 구축함으로써 미생물 유전자원 보존 및 활용 기술을 개발할 수 있는 원천 기반을 구축 		
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 집단 유전체 구조 특성 파악 및 변이 발굴 및 집단 유전체내 메틸화 패턴 등의 조사 등의 분자진화학적 연구를 통한 장내 미생물 군집의 유용성에 대한 정확한 이해를 확립함 		
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 경제동물 유용장내미생물의 집단 유전체 해독 및 집단 특성 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 축종별 분석 집단 선정 <ul style="list-style-type: none"> : 소(한우 포함 4개 품종 150두 이상), 오리(재래오리 포함 3개 품종 100수 이상) - NGS (HiSeq) 기반의 장내미생물 유전체 염기서열 정보 생산 : > 30 배수/개체 - 참조서열 기준 유전체 서열 정렬 및 보정 - 집단별 유전체 구조변이 발굴 및 변이체지도 작성 - SNP 혹은 NV imputation 수행 - 집단의 유전체구조 분석(ROH, recombination rate 등) 연구 ○ 경제동물 장내미생물 집단 유전체와 품질, 병저항성 및 지역적 특성과의 상관관계 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 경제동물 집단유전체 정보를 이용한 품질, 병저항성, 지역적 특성 연관관계 분석 - 품종 특이 유전체 변이 분석(common, rare variant 포함) - 장내 미생물의 메틸화 패턴과 병저항성과의 연관관계 분석 (PacBio) - 집단의 표현형적 특성 연관 유전자군 발굴 및 네트워크 분석 ○ 미생물 집단 유전체의 유전적 구조 분석 및 분자진화학적 연구 방법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 장내 집단 유전체 정보 활용 집단내외 진화 및 환경 관련 유전자 연관분석 ○ 다양한 진화분석 간 비교 분석 연구를 통한 집단의 진화적 환경적 특성 구명 <ul style="list-style-type: none"> - 집단의 Biogeographic model 추정 및 시뮬레이션 연구 		
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 집단유전체내 구조변이 분석, 메틸화 구조 분석, 모델링 및 시뮬레이션 연구 등 3팀으로 구성 		
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 집단 유전체 해독 4건 이상 ○ SCI급 논문 4편 이상 ○ 집단간 상관관계 분석 관련 특허 2건 출원 		
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 참조, 메타 유전체와 코어 유전체 등의 협업 및 선도적 진출로 세계적으로 농림축산식품 분야에 선도하는 분석기술 및 집단 유전체자원 확보 기대 ○ 경제동물의 유용 장내미생물 집단 유전체 해독을 통하여 대량의 유전정보를 생산 및 활용 인프라를 구축함으로써 농림축산식품 전 분야에 적용 가능한 집단 유전체 분석 기술 구축 및 미생물 유전자원 보존 및 활용 기술을 개발 가능 		

□ 미생물기반 융복합소재개발

미생물기반 융복합 소재 개발			
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 유전체정보 분석, 고속탐색을 통하여 발굴되는 미생물유래 단백질을 다양한 잔류농약, 환경위해물질을 감지하는 바이오칩/센서 소재로 개발하여 실용적 가치를 부여하는 융복합 소재개발 연구 수행		
연구개발 필요성	○ 건강한 삶 및 복지사회 건설을 위하여 u-헬스케어, 식품안전에 대한 사회적 수요가 증가되고 있음. 이에 부응하기 위해서는 다양한 잔류농약, 위해물질에 대한 인식특이성을 갖춘 단백질 소재 개발이 필요 ○ 대량 발굴되는 유전체정보를 실용적 가치를 갖는 융복합소재로 연계/발전시키는 전략기술 개발 및 파이프라인 구축으로 기술실용화 기회확대 필요		
연구개발 목표	○ 다양한 잔류농약, 위해물질 센서용 단백질(예: 재조합 항체, 수용체, 효소)의 맞춤형 재설계, 대량제조, 전극인식 기능부여 등 융복합 바이오소재기술 개발을 통하여 ICT 융합 감지/모니터링 시스템 구축 ※ 타깃 맞춤형 센서용 단백질 5종 이상 개발, 감지한도 ppm 이하		
주요 연구개발	○ 잔류농약 등 타깃 저분자, 미생물단백질 등 감지표적 바이오마커 물질, 정보 확보 ○ 바이오센서용 단백질(예: 재조합 항체, 수용체, 효소) 라이브러리를 바탕으로 특이적 결합단백질 초고속 개발 및 유효성 검증 ○ 바이오센서용 단백질구성 유전자 라이브러리의 고집적 경제적 합성 - 초고속 상호작용 탐색기술을 통하여 선택성과 특이성이 있는 바이오센서용 단백질 개발 ○ 바이오-하이브리드 소재의 특이적 마커인식, 센서/칩 표면에 배향 정렬, 신호잡음비 극대화 구현기술 개발 필요 - 유전자, 단백질 등을 통합한 고집적화 다중 질병 감지 기술 개발		
연구개발 추진전략	○ 연구목표 달성을 위하여 바이오센서를 구성하는 전극 소재의 특이적 인식 및 결합력을 갖거나 마커 감지에 의하여 분자수준에서 신호를 유발하는 새로운 바이오-하이브리드 소재의 개발을 중점 추진 ○ 확보된 기술을 토대로 체외진단 등 새로운 융복합 시장에 새로운 융복합 소재를 신속하게 제공할 수 있는 체계구축 추진		
주요 성과	○ 미생물기반 융복합 바이오소재 개발 특허 국내1건, 국외2건 이상 달성 ○ 잔류농약 등을 현장에서 실시간으로 진단할 수 있는 신기술 특허 국내1건, 국외2건 이상 달성		
기대 효과	○ BT/ICT 융복합 신산업 창출에 기여: 단백질공학 기반의 바이오-하이브리드 소재는 다양한 측정 아이টে를 동일한 측정기에서 동시에 복합적으로 진단할 수 있도록 하는 다중 시스템 개발로 발전이 기대됨 - BT-IT 공동연구기관과의 긴밀한 협력으로 일시적이 아닌 장기지속 가능한 고용창출 및 융합 전문인력 배출 효과를 유발할 것으로 기대됨		

다. 부처공동연구 분야

진균 동물병원균

	동물병원성 진균의 기능 유전체학적 접근을 통한 병 제어법의 개발		
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 동물병원성 및 독성 진균의 기능 유전체학적 접근을 통해 신규 감염성/병원성/독성 유전인자를 대량으로 발굴/검증하여 병원성 및 독성 발현 조절기작을 유전체 수준에서 구명하고, 이를 활용한 약물 스크리닝을 통한 차세대 항진균 치료제 및 치료법의 개발		
연구개발 필요성	○ 국내외에 발병하는 진균증 및 독성 진균의 피해의 현황 및 심각성 - 인구 고령화 및 항암치료/장기이식수술의 대중화로 인한 면역억제 환자의 급속한 증가로 동물병원성 진균 관련 질환이 지속적으로 증가할 것으로 예상 - 글로벌 기후 변화와 지구 온난화로 인한 병원성 진균은 환경과 생태를 심각하게 위협 - 동물병원성 진균은 피부사상균증, 장출혈증후군, 곰팡이성 폐렴, 유방염, 전신감염, 아스페르길루스증, 칸디다증, 크립토크커스증 등으로 농축산 분야에 심각한 타격을 주고 있으나 이에 대한 진균학적 원인구명 및 대책 마련 연구가 미비함 - 가축 생산력 측면에서 독성 진균에 의한 곰팡이독소 중독증은 상시적 위협요인임. 미국의 경우, 곰팡이독소 오염에 의해 연간 4억-16억불의 손실 발생 추정 ○ 국내외 동물 항진균제 개발 현황 및 시장 동향 - 국내외 항진균제 시장은 약 10.5 억 달러로 추정되며 국내, 항진균제 시장은 인간용 항진균제를 중심으로 이루어져 있으나, 대부분 해외에서 개발되어 특허가 만료된 복제약만 생산하고 있고, 동물용 항진균제 연구 개발 역시 매우 미흡한 실정임		
연구개발 목표	○ 기능 유전체학적 접근 방법을 통한 신규 병원성/독성 유전자 발굴 - 인간을 비롯한 경제동물(소, 말, 돼지, 닭)을 감염시키는 인수공통 병원성과 독성 진균을 중심으로 대용량 기능 유전체학적 분석을 통한 신규 병원성 및 독성 유전자 발굴 ○ 신규 병원성 및 독성 유전자/단백질 대상 항진균제 스크리닝 기반 기술 구축 - 각종 화합물 라이브러리를 이용한 신규 병원성 유전자 및 단백질 저해 물질 발굴		
주요 연구개발	○ 동물 병원성 및 독성 진균의 유전체 수준의 대용량 기능 유전체학적 분석 - 동물 병원성 진균의 유전체 수준의 변이군주 라이브러리 구축 및 유전체 분석 ○ 동물 병원성 진균의 병원성 조절 메커니즘의 이해 - 변이군주 라이브러리를 바탕으로 병원성 진균 감염에 주요한 신호전달기작 및 동물 숙주에서 질병을 일으키는 병원성 조절 메커니즘을 이해 ○ 신규 병원성 및 독성 유전자/단백질 발굴을 통한 항진균제 탐색 기반 기술 구축 - 변이군주 라이브러리를 통한 신규 병원성 유전자/단백질을 발굴하고 발굴된 유전자와 단백질을 저해하는 물질을 각종 화합물 라이브러리를 이용하여 탐색 ○ 독성 곰팡이의 독성물질 생합성 경로조절을 통한 곰팡이독소 저감화 기술 개발		
연구개발 추진전략	○ 1단계 동물 병원성 및 독성 진균 라이브러리 구축 (연구기간: 2년) - 동물 감염성 모델 진균의 유전체 수준의 대용량 라이브러리 구축 ○ 2단계 타깃 유전자/단백질 발굴 및 항진균제 스크리닝 시스템 구축 (연구기간: 2년) - 확보된 대용량 라이브러리를 이용하여 동물 감염성 및 독성 신규 유전자/단백질을 발굴하고 이를 기반으로 하여 동물용 항진균제 스크리닝 기반 기술 확보		
주요 성과	○ 연구기간 동안 발굴된 신규 유전자/단백질 및 항진균 약물을 바탕으로 지식재산권 확보 및 사업화 달성 - 특허 출원 3건 및 등록 1건 - 사업화 및 기술이전 1건 이상		
기대 효과	○ 기술적 측면 - 동물 병원성 진균의 병원성 조절 메커니즘 및 관련 신호전달 네트워크 모델의 구축과 이를 활용한 다양한 병원성 진균 연구의 초석마련 ○ 경제/산업적 측면 - 본 연구를 통해 개발 가능한 동물 병원성 진균의 신규 치료법과 타깃 발굴을 통하여 연간 1조원 이상의 전 세계 동물 항진균제 시장에 진출할 수 있는 교두보 확립		

□ 근권 공생미생물

신규 식물 근권 세균의 유전체 및 기능 분석 연구			
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계 <input type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input checked="" type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 식물 조직 및 근권에서 새로운 미생물을 분리하여 유전체 및 기능 분석을 통한 신규 유전자의 발굴 및 이를 이용한 친환경 농업 생물소재의 개발		
연구개발 필요성	○ 늘어나고 있는 식량 수요량에 맞추기 위하여 농업환경의 생물다양성을 보존하면서 추가로 수확량을 높일 수 있는 새로운 친환경 녹색기술이 개발되어야 함 ○ 식물-미생물 상호 작용 연구 결과 식물 내부 및 근권에 공생하는 여러 세균은 병해충 억제 및 기주 저항성 유도 효과가 좋은 것으로 밝혀지고 있음 ○ 새로운 생물소재의 개발을 위하여 세계적으로 발견되지 않은 신규 미생물을 탐색하여 유전체 분석 기능 발굴 및 이를 활용하는 연구 진행이 필요함 ○ 신규 세균의 농업 현장 활용을 위하여 보다 높은 병해충억제 활성 및 생육 촉진 효과를 동시에 갖는 새로운 다기능 미생물의 개발이 필요함		
연구개발 목표	○ 신규 세균의 탐색 및 이로부터 유래된 신규 유전자의 발굴 (2종 이상) ○ 합성생물학적 방법을 이용한 신규 유전자 기반 신규 생물소재 개발 (1종)		
주요 연구개발	○ 국내 자생 식물 및 근권에서 신규 근권 세균의 분리 동정 ○ 신규 근권 세균의 전체 유전체 및 기능 분석 ○ 신규 근권 세균의 신규 유전자 탐색, 발굴 및 특성 분석 ○ 신규 근권 세균의 배양 환경에 따른 유전자 발현, 기능 변화 조사 ○ 신규 근권 세균의 기주 식물과의 상호 작용기작 연구 ○ 신규 근권 세균 및 유전자의 농업 현장용 소재 개발 및 활용		
연구개발 추진전략	○ 연구팀 구성: 대학, 연구기관 (기반 기술 개발) + 산업체 (제품 개발) 공동 연구 ○ 세계 시장을 목표로 최고의 원천 기술 개발		
주요 성과	○ 특허 출원: 2건, 특허 등록: 2건, 상표권 등록: 1건, 신제품 출시: 1건, 기술이전: 1건(5천만원), 논문(SCI): 4건		
기대 효과	○ 국내 토착 신규 미생물로부터 아직 발견되지 않은 신규 유전체 및 기능을 발굴하여 세계적인 생물소재를 개발할 수 있는 원천 기술 확보 ○ 신규 세균 및 탐색 유전자의 농업 생산 현장 응용 방법 개발로 친환경적인 작물 생산법 확립 ○ 새로운 연구 결과를 세계적인 우수 학술지에 논문 발표 ○ 개발된 기술을 이전함으로써 국내 green biotechnology 수준을 높이고, 기술의 해외 이전으로 관련 사업체의 수익 증대		

□ 세균 식물병원균

	주요 원예작물 종자전염 식물병원성 세균의 Omics 기반 생리, 생태 구명			
과제개요	과제수행기간	총 4년 (2 + 2)	연구개발단계	<input type="checkbox"/> 기초 <input checked="" type="checkbox"/> 응용 <input type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 주요 원예작물에서 종자로 전염되는 식물병원성 세균의 유전체를 비롯한 다양한 Omics 분석과 이를 기반으로 한 생리, 생태 연구 및 제어기술 개발을 목적으로 함			
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전 세계적으로 종자 산업에 대한 중요성이 증대되고 있으며, 고부가 가치 종자 개발에 많은 R&D 예산을 투입하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 국내의 경우 Golden Seed Project를 통해 병저항성 종자개발에 많은 R&D 예산을 투입하고 있음 ○ 해외에서의 종자채종국의 다변화와 최근 FTA의 체결로 인한 국제환경의 변화로 종자를 통해 전염되는 병원균에 대한 관심이 증대하고 있음 <ul style="list-style-type: none"> - 토마토와 박과 작물의 경우 종자전염 식물병원세균에 의한 피해가 지속적으로 보고되고 있어 신속한 진단 및 제어 방법 개발이 시급함 ○ 종자전염 식물병원세균의 경우 병원균 자체의 유전체 분석도 현재 미진하고, 특히 전염경로, 이병종자 진단, 제어방법 등과 같은 연구가 매우 절실한 실정임 			
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자전염 식물병원세균 2종 이상의 유전체 해독 및 주요 Omics 분석 ○ 종자전염 식물병원세균 2종 이상의 Omics 정보 기반 전염경로와 병발생 기작 구명 ○ 종자전염 식물병원세균 2종 이상의 Omics 정보 기반 병원균 제어 기술 개발 			
주요 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주요 원예작물의 종자전염 식물병원세균 2종 이상의 Omics 분석 <ul style="list-style-type: none"> - 토마토 궤양병과 박과 작물의 과실썩음병 등과 같은 종자전염 식물병원세균 2종 이상 선정 및 유전체 해독을 비롯한 다양한 Omics 분석 - 종자감염 상태에서의 특이 발현 유전자군 분석 ○ 주요 원예작물의 종자전염 식물병원세균 2종 이상의 Omics 정보 기반 병 발생 기작 구명 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 식물병원세균의 침입경로 모니터링 및 종자로의 유입 경로 구명 - 종자 유입 과정에서 필요한 주요 병원성 유전자군 구명 ○ 주요 원예작물의 종자전염 식물병원세균 2종 이상의 Omics 정보 기반 병원균 제어 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 대상 병원균 생리, 생태 정보 및 기존의 종자처리 기술을 이용한 이병종자의 병 발생 억제 기술 개발 - 대상 병원균 생리, 생태 정보 및 박테리오파지를 이용한 병 발생 억제 기술 개발 			
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> ○ 선행연구로 해당 식물병원세균의 병원성 연구 및 유전체 분석 연구경험이 우선되어야 함 ○ 연구기간의 경우 총 4년 정도, 연구비의 경우 총 8억 이내 			
주요 성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 유전체 정보 등록 2건 이상 ○ 특허 출원 4건 및 등록 2건 이상 ○ SCI 논문 4편 이상 			
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> ○ 종자전염 식물병원세균의 병 발생 기작의 이해를 통해 제어방법 개발에 기여 ○ 병저항성 종자 육성 시 저항성 검정 효율성 증대에 기여 			

□ 장내 공생미생물

	장내 공생미생물		
과제개요	과제수행기간	총 4 년 (2 + 2)	연구개발단계 <input checked="" type="checkbox"/> 기초 <input type="checkbox"/> 응용 <input type="checkbox"/> 사업화
연구개발 정의	○ 농축산 경제동물의 장내 공생미생물 군집유전체 분석, 감염질환 극복 장내미생물 자원 발굴 및 유전자원 데이터베이스를 구축하고자 함		
연구개발 필요성	<p>○ 인체 장내미생물 및 마우스와 같은 모델 동물에 대한 군집 분석 및 메타유전체 연구가 폭발적으로 성장하고 있는 가운데, 경제적으로 매우 중요한 농축산 경제동물의 장내 공생미생물 연구는 턱없이 부족한 형편임</p> <p>- 특히, 여전히 항생제를 이용한 국내 축산업계의 감염질환 극복 시도는 슈퍼박테리아 출현과 같은 부작용으로 이어지고 있음</p> <p>○ 모델동물 연구 결과에 따르면 ‘불균형적 (dysbiotic)’ 장내미생물 군집을 가진 개체가 이질균과 같은 감염증에 취약한 것으로 보고되고 있음. 이에 따라, 건강한 축산 경제동물의 장내미생물 군집을 정의할 수 있는 기반 연구가 필요</p> <p>○ 보건복지부에서는 인체 장내미생물체, 미래창조과학부에서는 모델동물의 장내미생물체 연구를 시도하고 있는 가운데, 다부처 공동 연구 사업으로서 농식품부에서는 경제동물의 장내미생물체 연구에 집중하는 것이 필요함</p>		
연구개발 목표	○ 가축과 꿀벌 등 경제동물의 장내 유용 미생물 탐색, 장내 농화 조건 발굴, 데이터베이스 구축 및 기능성 바이오소재 발굴, 대사체 프로파일링 및 기능성 분석		
주요 연구개발	<p>○ 메타유전체분석을 이용한 경제 동물의 장내미생물 군집 분석과 유용미생물 후보 발굴</p> <p>- 식이와 서식지, 발달단계가 정확한 경제 동물 시료를 지정하여, 경제적, 산업적, 사회적으로 유의미한 동물을 선별함</p> <p>- NGS 기반 대용량 염기서열 분석을 통해 국내 건강한 경제동물의 정상 장내미생물 군집 정의</p> <p>- 병증 유무에 따른 장내미생물 군집의 변화 추적 및 유용 미생물 후보 발굴</p> <p>- 혐기성 장내미생물 대량 확보 및 감염 미생물 길항 작용 확인</p>		
연구개발 추진전략	○ 경제동물 관련 연구팀과 장내미생물 연구팀의 공동 연구를 우선시함		
주요 성과	○ 4년('14~'17년)내 2종 이상의 경제동물 선정 후 메타유전체 통합 분석 4건 이상, 생산된 유전체 정보의 NABIC 등록 4건 이상, 산업화 지원 2건, SCI논문 4편 이상		
기대 효과	<p>○ 메타유전체 분석을 통해 해당 환경에 실제로 존재하는 기능성 미생물을 밝히고 이를 농축산업에 직접 활용함으로써 연구 결과의 성공적 적용 가능성을 높일 수 있음</p> <p>○ 친환경 농축산물 공급으로 농가소득 증대, 소비자 신뢰 강화, 수출시장 개척으로 국가의 사회/경제적 이익 창출 극대화</p>		

제3절 '16년도 예산편성 및 소요 내역

(백만원)

구 분	'15계획 (A)	'16요구안			증감 (B-A)	%
		한도내 (B)	한도외 (C)	합계 (B+C)		
□ 포스트게놈 다부처 유전체사업	2,500	5,000	2,000	7,000	2,500	100
■ 조기성과 창출형 미생물 핵심 전략 연구	1,240	2,400	600	3,000	1,160	94
■ 목적지향적 미생물 유전체 연구역량 강화	860	1,700	1,000	2,700	840	98
■ 부처연계 (Host-Microbe Interaction 연구)	400	800	400	1,200	400	100
■ 기획평가비	-	100	-	100	100	-

1. 예산 요구내용 및 산출근거

- 농림축산식품분야 활용가능한 미생물의 핵심 유전체 정보 분석, 기능구명 및 산업화 도모를 위해 7,000백만원 소요
 - 산업화미생물유전체전략연구 : 사업화 진입을 위한 전략분야 미생물의 핵심 유전체정보 생산지원 및 농업적 활용이 가능한 미생물 발굴을 위한 유용 유전체 정보의 국가 자원화 지원(5,700백만원)
 - 산출내역 : (계속) 8과제×300백만원=2,400백만원
(신규) 6과제×283백만원=1,700백만원
(한도외) (신규) 6과제×267백만원=1,600백만원
 - 부처연계(Host-microbe interaction) : 유전체 차원의 접근을 통해 동·식물 병원성 미생물(pathogen)의 작용 매커니즘 구명 및 방제 기술 개발 지원(1,200백만원)
 - 산출내역 : (계속) 2과제×200백만원=400백만원
(신규) 2과제×200백만원=400백만원
(한도외) (신규) 2과제×200백만원=400백만원
 - 기획평가비 : 포스트게놈 다부처유전체사업의 전문적이고 공정한 사업 관리를 위해 사업비의 1.4% 수준의 기획평가비 필요(100백만원)
 - 산출내역 : 7,000백만원×1.4%=100백만원

구 분	'15예산	'16요구	연구개발단계	주관기관
□포스트게놈 다부처유전 체사업	2,500백만원	7,000백만원	개발연구	
■산업화미 생물유전체 전략연구	8과제 × 263백만원 = 2,100백만원	14과제 × 293백만원 = 4,100백만원 (한도외) 6과제×267백만원= 1,600백만원	개발연구	대학, 출연연, 산업체 등
■부처연계	2과제 × 200만원 = 400백만원	4과제 × 200백만원 = 800백만원 (한도외) 2과제×200백만원= 400백만원	개발연구	대학, 출연연, 산업체 등
■기평비	-	100백만원 (사업비의 1.4%)		

2. '16년도 예산요구(안) 세부 내역

세부사업/내역사업/세부과제	사업기간	총사업비	주관기관	사업비(백만원) (한도외)
□ 포스트게놈 다부처 유전체사업				5,000 (2,000)
○ 산업화미생물유전체전략연구				2,400
<조기성과 창출>				2,400 (600)
1. 농림축산식품 미생물유전체전략연구산업단	'14~'18	1,230	연세대학교	300
2. 김치유산균의 유전체분석 및 생물학적 진화(순화)과정을 통한 김치발효용 스타터균주 개발	'14~'18	1,100	중앙대학교	300
3. 전통누룩 유래 자생 미생물 자원의 유용성 연구	'14~'18	1,100	한국식품 연구원	300
4. 미생물 유전체, 기능분석 및 토성, 작물 맞춤형 생물비료 개발	'14~'18	1,040	충북대학교	300

세부사업/내역사업/세부과제	사업기간	총사업비	주관기관	사업비(백만원) (한도의)
5. 유전체공학을 통한 가축 생산성 증진용 항균활성/안정성 우수 사료첨가 생균제의 개발 및 생산 최적화 연구	'14~'18	1,040	서울대학교	300
6. 대사성 질환 개선 프로바이오틱스 개발	'16~'20	1,200	미정	300
7. 유용버섯 핵심집단 기능유전체 해석을 통한 산업용 효소	'16~'20	1,200	미정	300
8. 경제동물 미생물 유전체 정보를 활용한 동물 면역증강제 개발	'16~'20	1,200	미정	300
9. (한도의) 기후변화 대응 경제작물 병해충 방제용 미생물 농약 개발	'16~'20	1,200	미정	(300)
10. (한도의) 장류미생물 유전체 연구 및 종균 선발을 통한 고품질 장류 개발	'16~'20	1,200	미정	(300)
<연구역량 강화>				1,700 (1,000)
11. 농축산식품 환경 미생물의 메타유전체 정보 분석	'14~'18	1,380	경희대학교	400
12. 농업 유용 진핵미생물의 참조유전체 및 오믹스 정보 분석 연구	'14~'18	1,210	중앙대학교	300
13. NGS를 활용한 미생물 유전체 및 전사체 분석 소프트웨어 및 시스템 개발	'14~'18	800	(주)천랩	200
14. 유용 농식품 세균의 참조유전체 정보 분석	'16~'20	1,080	미정	270
15. 미생물유전체연구자원 확보·관리·활용을 위한 시스템 구축	'16~'20	1,080	미정	270
16. 메타유전체 다중오믹스 정보 생산 및 분석	'16~'20	1,040	미정	260
17. (한도의) 농식품 유용 미생물 자원 탐색 및 발굴	'16~'20	500	미정	(250)
18. (한도의) 농식품 미생물 기능대사체 정보 분석 및 대사경로 해석	'16~'20	1,000	미정	(250)

세부사업/내역사업/세부과제	사업기간	총사업비	주관기관	사업비(백만원) (한도의)
19. (한도의) 경제동물 장내 미생물 군총 집단유전체 정보 분석 및 해독	'16~'20	1,000	미정	(250)
20. (한도의) 미생물기반 융복합 소재 개발	'16~'20	1,000	미정	(250)
○ 부처연계(Host-Microbe Interaction)				800 (400)
21. 벼와 고추 침해 주요 공기전반 병원성 곰팡이의 발병유전체 분석 및 기능연구	'14~'18	800	순천향대학교	200
22. 세포내 기생 난치성 산업동물 주요 병원균의 핵심 병원성 유전체 분석과 이를 이용한 제어기술 개발	'14~'18	800	경상대학교	200
23. 동물병원성 진균의 기능 유전체학적 접근을 통한 병 제어법의 개발	'16~'20	800	미정	200
24. 식물 근권 세균의 유전체 및 기능 분석 연구	'16~'20	800	미정	200
25. (한도의) 경제작물 식물병원성 세균 유전체 오믹스 분석 및 생태 기능제어기술 개발	'16~'20	800	미정	(200)
26. (한도의) 경제동물 장내 공생미생물 군집유전체 분석 및 유용 미생물자원 발굴	'16~'20	800	미정	(200)
○ 기획평가비	'16~'21	600		100

제 5 장



기대효과

제5장 기대효과

제1절 경제적 기대효과

□ 농업 유용미생물 정보의 체계화, 자원화를 통한 사업화

- 농업 유용 미생물 정보의 체계화, 자원화를 통한 실용적인 친환경 농업생물소재개발 지원체계 구축 및 산업적 활용성 증대를 통한 고기능성 농업 유용미생물 제제의 기술이전, 사업화를 가속화 시킬 수 있음
- 농업 유용미생물기반의 상업화 제품에 대한 표준화된 사전/사후 검증 기준 및 검증 체계 마련을 위한 기초 자료 확보 필요

□ 전통 발효 및 주류/장류 미생물의 표준화 및 고급화를 통한 관련 산업기반 및 수월성 확보

- 프로바이오틱스 특성을 가진 김치유산중균의 사용으로 인한 김치의 표준화 및 고급화를 통한 김치기능성 향상을 통한 김치의 대중화 및 세계화
- 주류 및 장류 미생물의 체계적인 분리 및 산업적 이용을 위한 우수 미생물자원의 확보 및 균총의 성장규명에 의한 발효 메커니즘의 과학적 근거 제시
- 특허 및 산업재산권을 확보하고 전통발효식품 종주국으로서의 위상확보

□ 농림유용미생물 확보를 통한 미생물 제제관련 산업 기반 및 수월성 확보

- 원천기술을 통한 미생물 농약 제품화를 통한 글로벌 시장에서 독점적인 제품개발 및 생물농약 분야 글로벌 기업 육성을 위한 기반 제공
- 미생물비료를 통한 화학비료 사용 저감으로 농업생태계 보호, 그린농업 발전 및 고부가가치 미생물 응용 작물 생산 개발 기술의 기업화 가능

□ 축산유용미생물 확보를 통한 미생물 제제관련 산업 기반 및 수월성 확보

- 축산환경 개선에 유용한 미생물제제 개발을 통한 시장 선점과 경제적 이익 창출이 가능할 뿐 아니라, 친환경농업에서의 활용 및 관련 생명공학분야로의 산업영역 확장이 가능해짐
- 온실가스 저감 및 악취 제거에 장비형 시설대신 미생물제제를 사용함으로써 축산분야의 생산비용 절감

- 미생물유래 면역증강소재의 사업화를 통한 동물 폐사율 감소 및 생산성 향상, 농가소득 증대

□ 건강기능성 미생물 개발 및 확보를 통한 관련 산업 발전

- 대사성질환 개선관련 미생물 제품 개발 및 출시를 통해 국내외 글로벌 프로바이오틱스 시장을 선도함
- 버섯 기능 조절 유전자 발굴을 통한 버섯균의 생물공장화, 버섯유래 산업용 효소 기술의 기술이전을 통한 산업화, 버섯 형질전환 기술 개발을 통한 기능성 버섯 창출의 기반 구축을 통해 현재 식용버섯 생산에 머물고 있는 버섯산업의 다각화를 통하여 국내버섯시장을 획기적으로 확장시킬 수 있는 교두보 확립

□ 농식품미생물자원 및 유전체 탐색/발굴 연구역량 강화를 통한 신 산업기반 구축

- 친환경 에너지, 화장품, 식품, 의약품 등의 다양한 분야에 활용 가능한 미생물 생물자원 확보를 통한 세계 경쟁력 증대 및 관련 산업 및 인력 양성
- 수입에 의존하던 종균의 국내화를 통한 안정적이고 효율적인 시장경쟁력 확보
- 기능성 미생물자원 및 유용 유전자원 확보 및 활용으로 인한 국제 경제력 강화와 농림축산식품의 표준화, 품질 향상 및 지표 분석에 활용
- 각급 농업기술센터 및 농업 관련기관에서의 실제 농업 현장으로의 농업 유용미생물 관련 정보 체계화, 보급, 공급 및 기술지도와 함께 친환경 농업 생물소재로서의 실용화 및 산업적 활용성 증대 기대
- 기능성 효소균 탐색 및 공정 기술개발 시기의 획기적인 단축을 통한 국내 농·식품 산업체 및 중소 바이오기업의 사업 경쟁력 강화의 기반 요소 기술 확보

□ 미생물 유전체 정보통합관리시스템 구축을 통한 관련 산업화 지원체계 구축

- 막대한 경제적 파급효과에도 불구하고 법적인 제한과 국내 이익집단·부처 간의 입장 차이로 인하여 바이오·의료 빅데이터의 통합 활용과 산업화의 진척에 난항을 보이고 있는 현 시점에서 연구 및 산업 주체 간의 이견이 상대적으로 적고 법률적인 걸림돌이 적은 농림축산식품 분야의 유용 미생물 유전체 정보를 대상으로 하는 통합관리 및 활용체계는 성공 가능성이 매우 큰 선도적 모델임

□ 미생물-숙주 간 상호작용 기전 이해를 통한 산업화 기반 구축

- 신규 동/식물 병원성 진균 유전자/단백질을 타깃으로 하는 항진균제 개발 및 지적 재산권 확보를 통한 관련 산업분야에 국내 기업 진출의 교두보 확보
- 동/식물병원성 세균의 제어기술 및 백신 개발로 직접적인 경제적인 피해 감소에 기여하고, 다양한 유전정보 및 chemical library 스크리닝 시스템에 대한 특허 확보로 경제성 창출
- 식물바이러스 검역 및 방제를 할 수 있는 시스템 구축이 가능하며, 국내 식물생산량 증가, 농업 경쟁력 확보, 및 전 세계적으로 대규모 식물바이러스 진단 키트 개발의 선도자 역할을 할 수 있음
- 작물 근권미생물과 내생미생물의 오믹스 연구를 통해 친환경 미생물의 유용 유전자를 효율적으로 발굴하는 기술은 농업에 활용가능한 유용 소재의 개발과 생산을 촉진함으로써 농산업에 광범위한 산업적 파급 효과를 유발할 것으로 기대되고, 친환경 농산업 발전효과 기대
- 장내미생물 군집 조성을 위한 사료첨가제 개발은 농/산업 미생물 개발 및 전문기업의 육성으로 이어져 국내 친환경 고품질 축산물 생산을 가능하게 하고, 경제동물의 수출시장 개척을 가능하게 함으로써 국가의 경제적 이익 창출 효과를 기대할 수 있음
- 지의류 유래 천연물 활용 농·산업용 차세대 생물소재 개발을 위한 후속 연구 개발 및 후속 제품 개발에 필요한 혁신형 산업 생태계 구축

제2절 기술적 기대효과

- 유전체·오믹스 정보를 활용한 가상적 생물자원탐사기술(virtual bioprospecting technique) 수립 현실화
 - 다양한 시퀀싱 플랫폼에서 유래한 데이터를 특성별로 복합 활용하여 생명정보 비전공자라 하더라도 전문 지식과 고용량 서버 없이도 유용 미생물의 유전체 및 오믹스 정보의 통합 분석을 실시할 수 있게 됨
 - 모델 미생물이나 근연종 reference 없이도 NGS 유래 유전체 및 전사체 시퀀싱 결과물을 이용한 신규 진균류의 유전체 구조 분석 및 유전자 기능 예측이 가능해짐
 - 유용 미생물의 알려진 특성을 유전체 서열 분석을 통해 재확인하는 지금까지의 방법에서 탈피하여 복잡하고 비용이 많이 드는 특성 규명 및 스크리닝 작업을 저비용의 유전체 시퀀싱으로 대체할 수 있는 기술적 토대를 마련함

- 빅데이터 기술을 근간으로 하는 실용적인 유전체 정보 관리 및 활용 체계의 선도적 모델 수립
 - 막대한 경제적 파급효과에도 불구하고 법적인 제한과 국내 이익집단·부처 간의 입장 차이로 인하여 바이오·의료 빅데이터의 통합 활용과 산업화의 진척에 난항을 보이고 있는 현 시점에서 연구 및 산업 주체 간의 이견이 상대적으로 적고 법률적인 걸림돌이 적은 농림축산식품 분야의 유용 미생물 유전체 정보를 대상으로 하는 통합 관리 및 활용 체계는 성공 가능성이 매우 큰 선도적 모델이 될 수 있음
 - 분양 가능한 미생물 자원 및 이와 연관된 특성 정보와 더불어 정밀 가공된 유전체·오믹스 정보의 통합 서비스를 통하여 국내 연구개발사업으로 산출된 농림축산식품 분야의 유용 미생물의 활용을 극대화할 수 있음

- 전통 발효 및 주류/장류 미생물의 개발 및 활용 기반 구축
 - 진화를 이용한 균주개량 기술 개발을 통한 다양한 발효식품에서의 최적화된 스타터균주를 개발 및 활용 할 수 있는 기반 구축
 - 주류 및 장류의 품질균일화 및 고품질화를 위한 기반 조성과 관련 미생물지도를 완성하여 미생물 관련 안전성을 입증함으로써 전통주 및 장류 수출의 증대 효과
 - 유전체, 전사체, 대사체를 종합한 오믹스 분석 기술 확립을 통한 발효식품 미생물의 발효능, 기능성, 안전성 분석 및 검증 시스템 구축

□ **농림유용미생물 확보를 통한 미생물 제제관련 첨단 기술 확보**

- 난방제 병해충 검정용 온실검정법 개발을 통한 신규 약제 개발을 위한 기반 마련
- 미생물 유전체의 구조 및 작용기작 규명으로 인한 우수 미생물 유전자원 선별 및 고효율 미생물비료 개발 및 활용을 통한 친환경 고추 유묘 생산 기술 확립

□ **축산유용미생물 확보를 통한 미생물 제제관련 첨단 기술 확보**

- 축산 환경개선 유용 미생물의 분리 및 특성 구명을 통해 축산 농가의 온실가스 배출 및 악취 발생 기작을 규명하는데 유용 정보로 활용 가능하며 추후 미생물제제 개발을 위한 기초 정보를 제공함
- 유전체학적 접근을 통한 항생제 대체 유용 생균제 및 박테리오파지 선별 연구의 기틀 확립
- 축산동물의 면역증강제 기술 개발을 통한 미생물 소재화 기술 연구의 기반을 마련함

□ **건강기능성 미생물 개발 및 확보를 위한 첨단 기술 개발**

- 프로바이오틱스의 대사성질환 개선에 관한 메커니즘 규명 및 유전체학적 접근을 통한 신규 프로바이오틱스 연구의 기틀 확립
- 버섯균주 간 차이, 퇴화기작 규명, 유용형질 관련 QTL 맵핑 정보 구축, 재배환경 관련 유전자 발현 조절 기작 규명 등 버섯 산업화 연구 기반 구축

□ **농식품미생물자원 및 유전체 탐색/발굴 연구역량 강화를 통한 첨단 기술개발 기반 구축**

- 미생물을 이용한 고부가가치 산업화를 통한 신소재 시장 창출 및 유용 미생물 스크리닝 기술의 획기적 진전
- 농림축산식품 환경에서의 메타유전체 정보 축적, 분석 기반 구축 및 분석 파이프라인 구축을 통한 연구네트워크 강화 및 기능성 미생물자원과 유용 유전자원 정보 발굴 확대
- 유용 농용세균 유전체 정보의 체계화/자원화 및 청정농업 기반 구축을 기술적·학술적 근거 제공
- 농업 유용미생물기반의 상업화 제품에 대한 표준화된 사전, 사후 검증 기준 및 검증 체계 마련을 위한 기초 자료로 활용
- 유용미생물 유전자 기능 업그레이드, 유전체편집기술, 초고속유전자진화와 관련된 첨단농업미생물공학기술 발전에 기여

□ 미생물 유전체 정보통합관리시스템 구축을 통한 관련 기술개발 지원체계 구축

- 분양 가능한 미생물 자원 및 이와 연관된 특성 정보와 더불어 정밀 가공된 유전체·오믹스 정보의 통합 서비스를 통하여 국내 연구개발사업으로 산출된 농림축산식품 분야의 유용 미생물의 활용을 극대화할 수 있음
- 유용미생물 자원의 통합 관리를 통한 연구 산출물의 국가 자산화 인식 제고

□ 미생물-숙주 간 상호작용 이해를 통한 관련 지식기반 구축 및 신 기술 개발

- 동/식물 병원성 진균의 병원성, 스트레스 저항성 및 이차대사산물 생합성 관련 유전자 발굴 및 이를 활용한 진균 연구의 모델 제공과 전사체기반 데이터베이스 구축 및 제공을 통한 국제 연구진과의 정보 교류 및 식물병 방제 기반 구축에 기여
- 동/식물병원성 세균의 유전체를 비롯한 다양한 오믹스 분석 기술 및 병원성 유전자 탐색 기술 확보, 박테리오파지 분석 기술 및 병 검정법 확립
- 주요 작물 별 식물 바이러스 및 바이로이드 리스트 확보, 바이러스 유전체 분석을 통한 다양한 진단 시스템 개발 및 바이러스 변이 연구를 통한 바이러스 방제 및 검역 시스템 재구축
- 균-숙주 상호작용에 기초한 병원성 인자 발굴 및 발병기전 해석, 숙주 내재성 제어기전을 이용한 난치성 세균성 질병 치료방법 개선 및 예방기법 구축, 세포내 기생성 균의 숙주세포내 침입 및 증식 기전 해석 가능
- 동물용 백신 관련 기술은, 가축의 질병예방 뿐만이 아니라 전 세계적으로 이슈화 되고 있는 생물무기(두창, 탄저균 등), SARS(중증 급성 호흡기 증후군), AI(조류 인플루엔자)등 인수공통전염병(Pandemic zoonosis)에 대한 대응기술개발에 많은 공헌을 하고 있으며, 국가적으로도 전략 사업으로 인식되고 있음.
- 균근 미생물 및 내생 미생물에 대한 메타게놈과 전사체 분석 결과는 친환경적 작물생산을 위한 미생물의 적절한 활용과 유사 미생물 탐색 선발의 기술개발을 가능하게 할 것임
- 경제 동물의 장내미생물의 다양성 및 숙주-미생물-환경의 상호작용을 규명하여 장내미생물 군집 조성 변화를 통해 경제 동물의 생산성 증가 및 항생제 및 호르몬제 사용감소를 통한 친환경 농축수산물을 공급함으로써 농가소득 증대와 소비자 신뢰를 강화시킴
- 세계적으로 미활용 생물소재인 지의류 유래 천연물의 대량생산 및 산업화 기반 구축을 통한 기술 혁신 달성 및 관련 천연물 산업분야 선도

제3절 사회적 기대효과

- 농림축산식품 산업용 유용 미생물 자원의 통합 관리를 통한 연구 산출물의 국가 자산화 인식 제고
 - 국가연구개발사업을 통해 산출된 실물 자원과 정보 성과물의 자발적 등록 실적 향상 및 공공 활용성 증대
 - 각급 농업기술센터 및 관련 기관으로부터 실제 농업 현장으로의 유용미생물 보급, 공급 및 기술 지도를 위한 기초 정보로 활용
 - 확보된 참조유전체/메타유전체 정보를 바탕으로 새로운 친환경·고기능성 유용 농용 자원의 확보 및 이를 활용한 실용적인 농업 정책 마련을 위한 기초 자료로 활용
 - 유전체 연구의 발전은 농축산식품업 뿐만 아니라 보건의료, 국방, 수산, 환경 및 에너지 등 거의 모든 산업 영역에 막대한 파급효과를 미쳐서 BT 핵심기반기술이 될 것으로 기대
 - 유전체 연구를 바탕으로 한 식물 병원성진균의 제어 및 방제법 개발로 농림축산분야의 생산성 증가를 통한 농가수입의 증대

- 안전한 농림축산식품 제공을 통한 국가 안전망 구축 및 보건 향상에 기여
 - 주요 농작물 및 가축 질병의 효율적인 제어를 통해 안전한 먹거리 제공 및 국민 보건 향상에 기여
 - 농작물 및 가축의 유용 공생미생물 활용을 통한 농업 생태계 개선 및 보존에 기여
 - 대용량 유전체 연구를 기반으로 하는 동물 병원성 진균의 진단, 제어 및 치료법 개발은 초고령 사회를 맞이하는 일반국민의 건강하고 행복한 노후생활에 큰 기여할 수 있음

농림축산식품 미생물유전체전략연구사업 2016년 연구기획 보고서

-
- 발행일 : 2015년 8월 7일
 - 발행처 : 농림축산식품 미생물유전체전략연구사업단
 - 발행인 : 사업단장 김지현
 - 기획/편집 : 오평록, 김진묵
 - 주소 : 서울특별시 서대문구 연세로50, 연세대학교 첨단과학기술관
(www.imaf.or.kr)
-

이 책에 수록된 내용과 관련하여 문의사항이 있으시면
아래 연락처로 연락주시기 바랍니다.

농림축산식품 미생물유전체전략연구사업단 김진묵 ☎ 02-2123-8126