

| 요약 문 |

I. 기획연구 개요

가. 배경

- 인체유래 및 동식물자원은 생명공학 기술경쟁력 제고 및 바이오경제 창출의 필수 자원 (No Resource No Research)
 - 인체유래 및 동식물자원은 현 인류가 직면한 4대 문제 (보건, 식량, 에너지, 환경)를 해결할 수 있는 키(Key) 요소
- 세계적 자원주권주의 심화에 대비하고 자원의 산업적 활용도 제고를 위해 표준화된 양질의 인체유래 및 동식물자원 필요
 - 세계수준의 국내 독자적 고품질의 인체유래 및 동식물자원 확보 및 이로부터 산업적 고부가가치 창출 가능

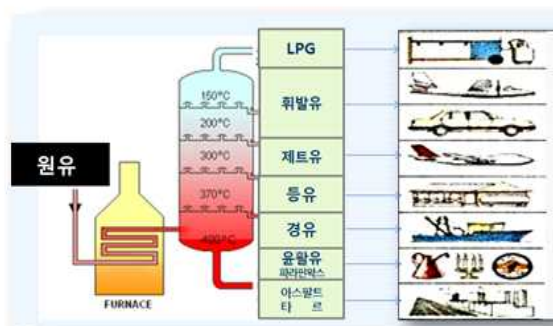
나. 필요성

- 국내 인체유래 및 동식물자원 보유수는 많으나 활용성은 미흡
 - 미래부에서 실시한 21C프런티어연구사업, 인체유래 및 동식물자원 확보 / 지원기반 기술사업, 국가지정연구소재은행 지원사업, 생물다양성 확보관리 및 활용사업 등을 통해 다양한 인체유래 및 동식물자원 확보
 - 특정 대표자원의 보유수는 세계 수준에 근접하고 있으나 국내 자원의 기초특성 분석 및 표준화 정보기반 기술 부족으로 연구 활용도 미흡
- 박근혜 정부의 국정과제 (보건산업 육성, 고령 친화산업 육성 등) 목표 달성을 위한 인체유래 및 동식물자원의 핵심 연구 인프라 구축 필요
 - 학술·산업적 가치가 높은 인체유래 및 동식물자원을 신속하고 효율적으로 사용자에게 제공할 수 있는 기술개발 및 시스템 필요
- 미래창조과학부 연구개발사업에서 자원의 가치제고 분야는 지원 공백영역
 - 개별 연구자가 자원을 분양받아 자체적으로 특성을 분석함으로써 막대한 연구시간 및 연구비 중복으로 국가연구개발사업의 효율성 저하

II. 가치제고의 정의 및 범위

가. 정의

- 인체유래 및 동식물자원의 활용도 제고를 위한 제반활동을 의미하며 특성정보, 유전체정보, 표준화정보, 자원파생물을 포함



원유(에너지) 활용범위 VS 인체유래, 동식물자원의 활용범위



<인체유래 및 동식물자원 가치제고 활동 개념>

나. 자원의 범위

- 미래창조과학부 연구개발사업을 통해 확보된 자원으로 분양 가능한 것

구분	범위
인체유래자원	인간유전자, 인간세포주
동물자원	마우스, 제브라피쉬, 초파리, 영장류
식물자원	종자, 식물추출물, 식물세포주, 영양체, 식물유전자, 대사산물, 건조시료

다. 각 자원의 가치제고 범위

인체유래자원

구분	정의	범위
특성정보	인체유래자원이 보유한 보건의료/학문적으로 유용한 생물학적 특성정보	인체유래자원의 기본 특성정보, 세포주의 항암제/방사선 감수성 등의 특성정보
유전체정보	인체유래자원의 유전체 염기서열정보 및 그것을 분석 (data mining)한 모든 유전체 정보	인체유래자원의 유전자/유전체 전염기서열 정보, 돌연변이 정보, pathway 정보, 특이 마커 정보 등
표준화정보	인체유래자원에 대한 품질 검정 정보	자원 보존/관리/QC 정보 등
자원파생물	인체유래자원에서 가공된 파생물	단백질 발현클론 (tagging 클론, mutant 클론), 유용유전자 클론 set, 세포주 패널 구성 등

동물자원

구분	정의	범위
특성정보	동물자원이 보유한 보건의료 및 학문적으로 유용한 생물학적 특성정보	동물자원의 고유특성, 유전자발현특성, 질환유발특성, 연구개발 및 산업적 활용 특성정보
유전체정보	동물자원이 가지는 각각의 특성을 나타내는 유전체정보	동물자원이 가지는 유전체, 형질전환, 유전체 기능정보
표준화정보	동물자원에 대한 품질 검정정보	유전자 분석방법, 자원보존기술, 질병 모니터링 시스템 표준화 등
자원파생물	동물자원에서 유래한 시험/연구용 재료	세포주, 유전자클론 (핵산포함), 조직 등

식물자원

구분	정의	범위
특성정보	식물자원의 생물학적 특성에 대한정보	활력 및 발아특성, 기초생리특성, 성분분석 등
유전체정보	유전체 및 유전자에 대한 염기서열정보를 포함하여 활용도가 높은 실물의 유전정보	형질전환된 유전체정보, 돌연변이정보, 특이 마커 정보 등
표준화정보	품질검정 정보 및 표준작업지침서에 따른 신뢰성 있는 자원제공	형태의 표준화 정보, 분석 재현성 정보, 보존/관리/QC 정보

Ⅲ. 국내외 동향 분석

가. 해외동향

(1) 인체유래자원

□ 미국

- 포유동물 유전자 발굴 프로젝트 (Mammalian Gene Collection)를 통해 전염기배열이 결정된 17,592종 고품질 인간 전장유전자 클론을 확보하고 있음
- ATCC는 3,400종 이상의 인체, 동물, 식물 세포주 보유, 이 중 852여종은 인체종양 세포주이며, 세포주의 특성분석, 보존, QC 분양, STR test, Mycoplasma test 등의 서비스 업무를 지원하고 있음

□ 일본

- RIKEN DNA BANK는 전염기배열이 결정된 약 13,000종 고품질 인간 전장유전자 확보 및 MEXT Genome Network 프로젝트를 통해 6,300종 유전자에 대한 단백질 발현클론 시스템인 50,000개의 gateway 클론 파생물을 확보하고 있음
- JCRB Cell Bank에서는 총 1,112종의 세포주 보유, 이 중 716주는 인체 유래 세포주이며, 유전체 정보의 업그레이드 및 통합적 데이터베이스 구축을 통해 연구자 맞춤형 세포주를 제공하고 있음

□ EU

- ECACC (영국)는 45종의 다양한 조직에서 개발한 1,100개 이상의 세포주를 보유함
- 독일의 DSMZ는 700종의 인체 및 동물 세포주 보유하며 연구자에게 Mycoplasma 오염, STR분석 등의 서비스를 제공하고 있음

(2) 동물자원

□ 미국

- 국가 주도 GEM 연구 개발 (국립보건원 주도의 KOMP, 암 모델동물뱅크인 MMHCC (Mouse Models of Human Cancer Consortium)) 및

Jackson Laboratory (2,800 계통 마우스 확보)를 통해 특성질환 마우스 확보, 보존, 개발 관리를 실시하여 있으며, 과학적 서비스와 유전학적 자원을 공급하고 있음

- 미국 블루밍턴 스타센터, 미국 하버드대학의 스타센터 등에서 초파리 자원 거점센터 운영하고 있음
- 제브라피쉬 거점기관인 ZIRC는 ZFIN을 운영하여 분양서비스 및 연구 소재 정보 (유전체 정보, 발현 정보 등) 등을 무상으로 제공하고 있으며 NCBI, Ensembl과 연계하여 유전체 정보 등을 지원하고 있음
- 8개 영장류센터를 중심으로 세계 최대의 영장류 자원 확보 및 도입 추진 중임

□ 일본

- RIKEN의 BRC는 마우스 자원의 수집, 청정화, 계통유지, 동결보존과 특수 마우스계통의 유지 보존, 마우스계통의 품질관리(미생물검사, 유전 검사), 국제기구 활동 등을 수행하고 있음
- Kyoto Institute of Technology 스타센터에서 마우스 자원의 분양, 기술 서비스 교육 등을 지원하고 있음
- Zebrafish National BioResource Project를 통하여 일본 연구자에 의해 기탁 받은 제브라피쉬 자원의 정보 제공 및 분양하고 있음

□ EU

- European Mouse Mutant Archive (EMMA)는 영국, 독일, 프랑스, 스웨덴, 이탈리아, 포르투갈, 스페인의 7개 나라에 거점 연구센터 운영. 5,000 종의 변이유전자 gene trap ES cell 제작, 8,000 종의 targeted ES cell 제작, 320 종의 GEM 제작 등 Vector, ES cell 및 GEM의 보존과 분양을 목표로 하고 있음
- 오스트리아 Vienna Drosophila RNAi Center (VDRC, website <http://www.vdrc.at>)에서는 2만종 RNAi 라이브러리 보유 및 라인 확충을 실시하고 있으며, DNA construct 라이브러리 구축을 통해 연구자 중심의 자원을 제공하고 있음
- Sanger Center 중심의 ZF-MODELS 컨소시엄 및 EUFishBioMed 컨소시엄을 통해 제브라피쉬 동물자원의 유전형/표현형 정보를 제공하고 있음

(3) 식물자원

□ 미국

- NCI는 약 35,000점의 식물자원을 수집하고, 이 중 114,000점의 분획물이 추출되어 항암제로서의 가능성에 대해 연구를 수행하고 있음
- 미농무성 USDA 산하 ARS (Agricultural research service)에서 National Plant Germplasm System을 운영하며 과수, 채소류의 영양체 수집, 보관, 보급 업무를 지원하고 있음
- 국가생명공학정보센터(NCBI) 유전자원 정보은행을 운영, 관리하여 생명 정보 활용에 세계적 주도권을 확보하고 있음

□ 일본

- RIKEN-BRC는 내셔널 바이오리소스 프로젝트(NBRP)을 통해 연구모델 식물인 애기장대 (Arabidopsis), 담배, 포플러 그리고 식량작물 (벼, 밀, 보리 등), 가지과 채소작물 (토마토), 그리고 화훼작물로 나팔꽃, 국화 등 각 작물별로 돌연변이주 자원을 수집하며 효율적인 관리체계를 구축하고 있음

□ EU

- 영국의 Millennium Seed Bank (MSB)는 자국내 종자 및 영양체 자원을 확보 및 관리할 뿐만 아니라 해외 16개 국가의 종자를 확보하기 위한 공동 연구 프로그램을 운영 중에 있으며 단기저장, 평가, 이용, 증식, 전산화 및 입고 등을 체계적으로 관리함과 동시에 관련 정보를 제공하고 있음

나. 국내동향

□ 국가차원의 효율적인 생명연구자원 종합관리 법 및 제도를 정비함

- 생명연구자원 관리 기본계획 ('11~'20) 수립 ('11.4)
- 생명연구자원의 확보·관리 및 활용에 관한 법률 ('09.11)
- 제2차 생명공학육성기본계획 (Bio-Vision 2016) ('07.12)

□ 현재까지 인체유래 및 동·식물자원 확보 및 유지에 중점을 둠

- 미래부의 '21C 프런티어사업' 과 '국가지정소재은행사업' 을 통해 다양한 인체 유래 및 동·식물자원을 확보함
- 특정 대표자원의 보유수는 세계 수준에 근접하고 있으나 국내 자원의 기초특성 분석 및 표준화 정보 기반 기술 부족으로 연구 활용도가 미흡함
 - 한국인간유전자은행(17,000종 인간유전자 보유/3,878개 활용), 한국세포주은행(691종 세포주 보유/7,648주 활용), 카이스트 초파리스탁센터(25,000주 초파리 들연변이체 보유/2,995주 활용), 제브라피쉬연구소소재은행(49계통 제브라피쉬 보유), 한국식물추출물은행 (1,676종 보유/274,309개 활용)
- 대부분 연구용으로 활용되고 있으며, 산업적 활용은 제한적임

□ 인체유래 및 동·식물자원의 가치제고에 대한 체계적인 지원 부족

- 개별 연구자가 분양받은 인체유래 및 동·식물자원의 특성분석 등의 가치제고로 인한 막대한 시간 및 연구비 낭비가 우려됨
- 국내 보유자원이 존재하고 있으나, 가치제고 활동의 미비로 인한 사용빈도 감소 및 대체 자원 획득을 위한 해외 거점은행 이용 빈도 증가하고 있음

IV. 중점 자원 및 활용목적 우선순위 선정

□ 선정방법

- 국내외 동향분석, 산학연 전문가 대상 설문조사, BT 오피니언리더 인터뷰, 논문·특허분석 등의 결과를 종합하여 선정

□ 인체유래자원

- 중점자원 : 세포주, 유전자클론
- 활용목적 : 노화 기술개발, 줄기세포·재생의료, 맞춤형료 기술개발, 신약 기술개발 등
- 가치제고 방법 : 유전체정보, 특성정보, 표준화정보, 자원파생물

연번	중점자원 우선순위	활용목적 우선순위	가치제고 우선순위
1	세포주, 유전자클론	노화 기술개발	유전체정보 특성정보 표준화정보 자원파생물 순
2	세포주, 유전자클론	줄기세포·재생의료	
3	유전자클론, 세포주	맞춤의료 기술개발	
4	세포주, 유전자클론	신약 기술개발	
5	세포주, 유전자 클론	첨단의료기기	
6	세포주, 유전자 클론	항노화 화장품·의약품	

□ 동물자원

- 중점자원 : 마우스, 초파리, 영장류, 제브라피쉬
- 활용목적 : 노화 기술개발, 신약 기술개발, 맞춤형료 기술개발, 줄기세포·재생의료 등
- 가치제고 방법 : 유전체정보, 특성정보, 표준화정보, 자원파생물

연번	중점자원 우선순위	활용목적 우선순위	가치제고 우선순위
1	마우스, 초파리, 영장류, 제브라피쉬	노화 기술개발	유전체정보 특성정보 표준화정보 자원파생물 순
2	마우스, 초파리, 영장류, 제브라피쉬	신약 기술	
3	마우스, 영장류, 초파리, 제브라피쉬	맞춤의료 기술 개발	
4	마우스, 초파리, 영장류, 제브라피쉬	줄기세포·재생의료	
5	마우스, 영장류, 초파리, 제브라피쉬,	첨단의료기기	
6	마우스, 초파리, 영장류, 제브라피쉬	항노화 화장품·의약품	

□ 식물자원

- 중점자원 : 식물추출물, 종자, 유전자클론, 대사산물 등
- 활용목적 : 종자/식품 등 고부가가치 분야, 에너지 해결, 한의약세계화 추진, 항노화 화장품/의약품, 화장품 산업 등
- 가치제고 방법 : 특성정보, 유전체 정보, 표준화정보

연번	중점자원 우선순위	활용목적 우선순위	가치제고 우선순위
1	종자, 세포주, 유전자, 추출물, 대사산물, 영양체, 건조시료	종자/식품 등 고부가가치 분야	특성정보 유전체정보 표준화정보 순
2	대사산물, 종자, 세포주, 추출물, 영양체, 유전자, 건조시료	에너지 해결	
3	추출물, 대사산물, 유전자, 세포주, 종자, 영양체, 건조시료	한의학 세계화 추진	
4	추출물, 대사산물, 유전자, 영양체, 종자, 세포주, 건조시료	항노화 화장품·의약품	
5	추출물, 대사산물, 영양체, 유전자, 세포주, 종자, 건조시료	화장품산업 육성	
6	대사산물, 종자, 유전자, 추출물, 영양체, 건조시료, 세포주	식품안전 강국 구현	

◆ 산학연 전문가 설문조사 분석 결과 (산학연 전문가 185명)

구분	이용 현황 (현재)	이용 계획 (향후 5년)	중점 가치제고 활동
인체 유래 자원			
동물 자원			
식물 자원			

◆ 오피니언리더 인터뷰결과 (자원 관련 오피니언 리더 13명)

구분	인터뷰 내용
인체유래 자원	<ul style="list-style-type: none"> - 유전체정보기반 및 신약개발을 위한 인체유래자원필요 - 인체유래자원의 품질 보증/관리 필요 및 통합 DB 구축 필요
동물자원	<ul style="list-style-type: none"> - 동물모델에 대한 표현형 분석 및 유전체분석 필요 - 질환관련 모델자원에 대한 선택과 집중 필요 - 질병 모니터링을 위한 기술 개발 및 각 자원에 대한 표준화 작업필요
식물자원	<ul style="list-style-type: none"> - 산업적 활용성에 중점을 가지는 식물자원의 가치제고 요구 - 유용식물의 유전체 심층연구 및 정보구축 강화 - 활용 식물자원의 재현성 정보 구축 및 공급 시스템 강화

V. 세부추진 계획

□ 연구기간 및 예산 (총 10년, 700억)

구분	1단계(2014-2016)	2단계(2017-2019)	3단계(2020-2023)
인체유래자원	60억	60억	80억
동물자원	90억	90억	120억
식물자원	60억	60억	80억

□ 추진전략

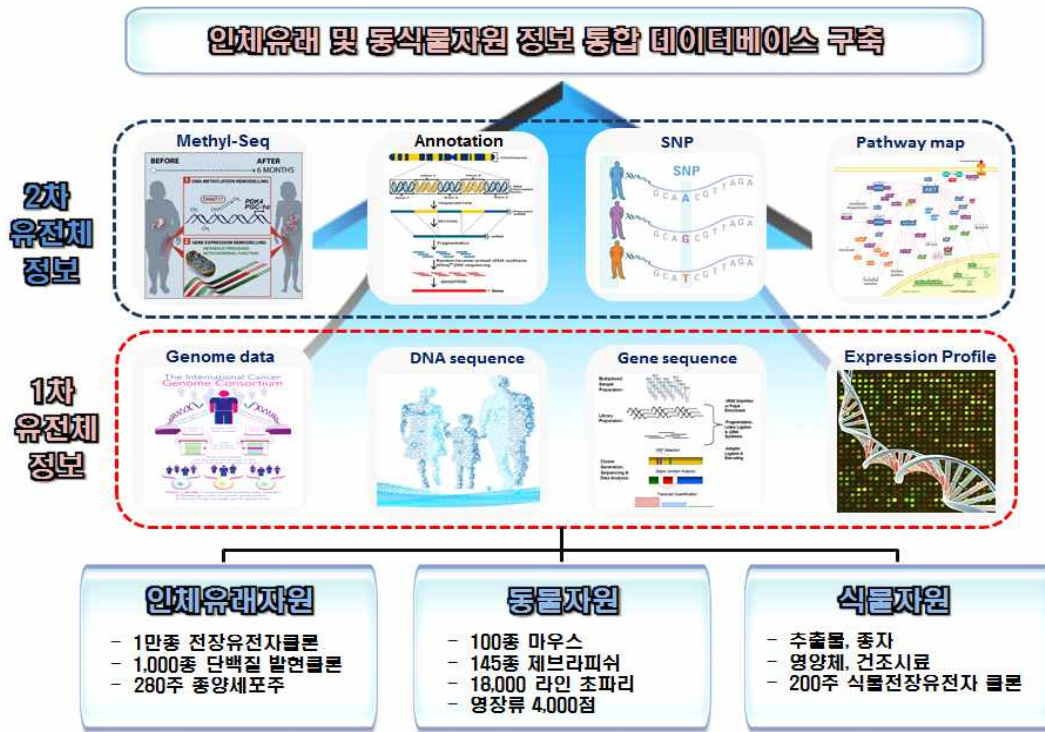
- 인체유래 및 동식물자원의 각 자원별 2개 중점자원에 대한 우선순위의 가치제고를 먼저 실시한 후 점차적으로 전체 자원으로 확대 실시

□ 추진내용

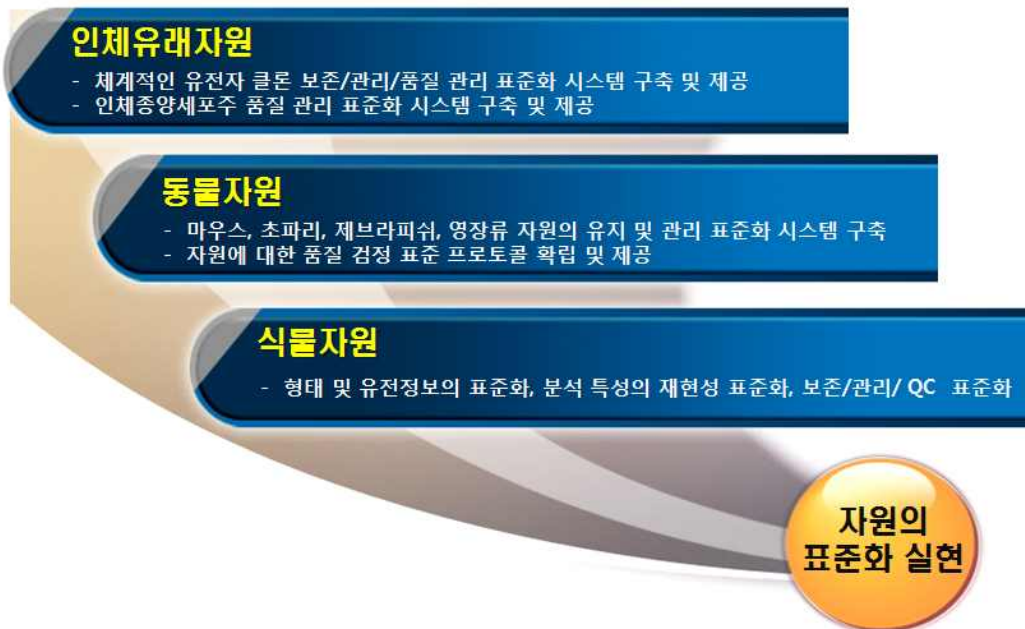
1) 특성정보



2) 유전체정보



3) 표준화정보



4) 자원파생물



연구자 맞춤형 자원 파생물 제공

VI. 기대효과

가. 과학기술적

- 국가연구개발사업의 효율성 및 생산성 향상
 - 고품질의 인체유래 및 동식물자원의 제공에 의한 연구자 중심의 맞춤형 연구지원 가능
- 급변하는 health science 연구에의 능동적 대응
 - 새로운 생명현상 기작 규명 및 이해에 따른 새로운 연구분야 도출
 - 질환 원인 및 기전 규명에 의한 신약개발의 새로운 패러다임 제시
- 맞춤형료 시대의 핵심 인프라로 창조경제 창출
 - 맞춤형료 핵심인 신규 질환 타겟 도출에 의한 신약 개발의 가속화
 - 진단/검진사업, 제약사업 및 의료산업에서 새로운 산업과 일자리 창출

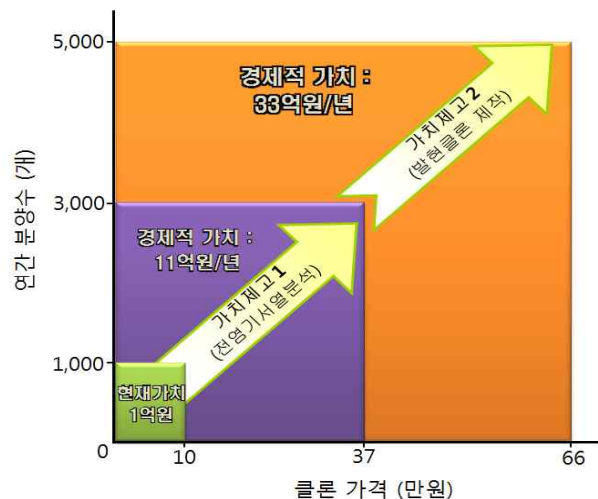
나. 경제사회적

- 인체유래자원 (예; 인간유전자클론)의 가치제고 후 약 33배의 경제적 가치향상 효과 기대

■ 인체유래자원(인간유전자클론) 가치제고의 경제적 효과 분석

① 자원가치 향상 효과

- 현재('13년) 분양 중인 인간유전자 클론의 가치:
약 1억원/년 (10만원 X 1,000개)
- 가치제고 활동 후('24년) 경제적 가치:
약 33억원/년 (66만원 X 5,000개)
- 약 33배의 경제적 가치향상 효과 추정

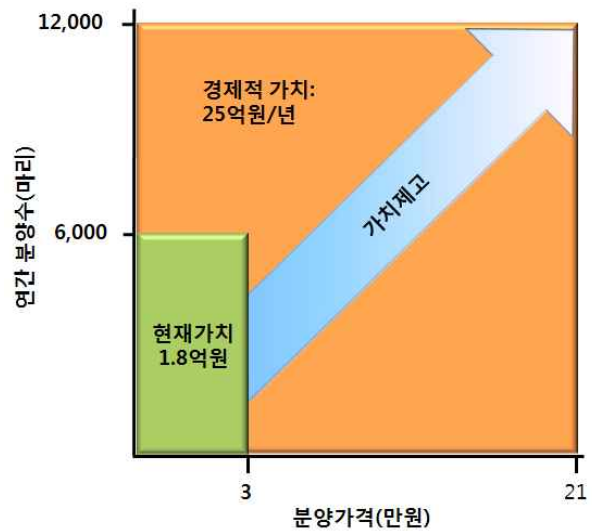


- 동물자원 (예; 마우스)의 가치제고 후 약 14배의 경제적 가치향상 효과 기대

■ 동물자원(마우스) 가치제고의 경제적 효과 분석

① 자원가치 향상 효과

- 현재('13년) 분양 중인 마우스 자원의 가치:
약 1.8억원/년 (3만원×6,000마리)
- 가치제고 활동 후('24년) 경제적 가치:
약 25억원/년 (21만원×12,000마리)
- 약 14배의 경제적 가치향상 효과 추정

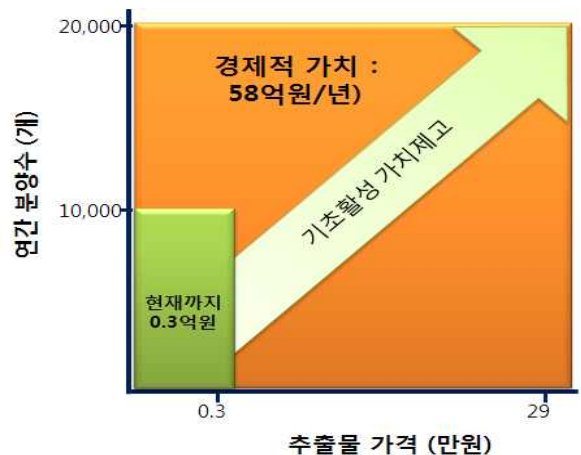


- 식물자원 (예; 식물 추출물)의 가치제고 후 약 190배의 경제적 가치향상 효과 기대

■ 식물자원(식물추출물) 가치제고의 경제적 효과 분석

① 자원가치 향상 효과

- 현재('13년) 분양 중인 식물추출물의 가치 :
약 0.3억원/년 (0.3만원×10,000점)
- 가치제고 활동 후('24년) 경제적 가치:
약 58억원/년 (29만원×20,000점)
- 약 190배의 경제적 가치향상 효과 추정



VII. 결론

- 미래부 연구개발사업에서 확보된 인체유래 및 동식물자원의 가치제고 활동을 통해 고품질 자원 확보, 이에 따른 연구 맞춤형 자원제공에 의한 자원 활용의 극대화 및 바이오 강국으로서의 국가 경쟁력이 강화될 것임

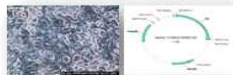
자원활용 극대화

인체유래 및 동·식물 가치제고 사업

특성정보 유전체정보 표준화정보 자원파생품



인체유래 자원



동물자원



식물자원

