

GOVP1200833729  
631.3 L293L

631.3  
L293L

# 농림기자재 분야 기술로드맵

농림수산식품부  
농림기술관리센터



# 요 약 문

## I. 제 목

농림기자재 분야 기술로드맵

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 친환경 농업에 대한 국내외 압력과 요구, 고품질 안전 농산물에 대한 소비자의 요구, 각국과의 FTA 및 DDA 체결 등 국제경쟁의 심화, 고유가 등 에너지 절감 기술에 대한 요구, 정보 및 지식이용의 급증과 도구의 발전 등 주변 환경과 사회적 요구가 빠르게 변화하고 있어 이러한 변화와 요구에 대응한 농림기자재 분야의 R&D 선택과 집중을 위하여 로드맵 수립이 필요함
- 생물생산시스템 분야는 IT, BT, NT, ET 등 주변 신기술을 신속히 적용하여 생물 생산 작업에 필요한 비용, 노동력, 시간, 농자재, 에너지를 줄이고, 생산품의 품질과 안전성을 높여 농업 및 농축산물의 국내외 경쟁력을 높이는데 기여하므로 국내외 산업 및 R&D 동향을 파악하고, 미래 주요 기술 및 산업을 예측하여, 이에 대응한 기술 로드맵 작성이 필요함
- 기술혁신이 국가 및 산업 경쟁력을 좌우하므로 고품질화 및 생산비 절감을 위한 혁신적인 가공시스템 관련 기술을 발굴하고, 국내 농산업 및 농식품 가공시스템 분야의 경쟁력을 확보하는데 있음.
- 수확 후 관리와 가공 관련된 시설 및 장비, 산업규모는 매우 영세하여 기술 개발에 어려움이 있음. 수입 농산물에 대한 국제경쟁력을 강화하고, 안전성이 고려된 고품질 농산물을 소비자에게 공급하기 위해서는 수확 후 처리공정 및 가공 시스템의 산업화 및 실용적인 연구 개발이 필요함.
- 바이오기술(BT)에 나노기술(NT), 정보기술(IT) 등을 접목하여 농산업의 연구 개발 능력을 선진국화하고 전문인력을 양성하여 미래농산업 분야의 교육, 연구 담당과 산업현장에서의 고부가가치 신제품을 창출하는데 기여하고자 함
- 농업분야에서도 기존의 전통적인 농업 기술로서는 해결할 수 없는 현장 애로분야에 침

단 융합기술을 적용시킴으로써 신개념 농산업 육성과 산업화 선도 기술을 개발하여 농가의 소득 향상뿐만 아니라 지속가능형 친환경 농업으로의 전환을 가능하게 하여 농업의 국가 경쟁력을 높일 수 있는 기회가 될 것으로 기대하고 있음

- 작물보호제의 현재의 문제점을 정확히 파악 분석하여 종합적이고 정확한 방향을 제시하므로 작물보호에 꼭 필요할 뿐더러 우수한 환경 친화적인 생물농약을 개발하여 국내 및 국외의 농업발전에 기여하도록 하는 데 목적이 있음
- 생물농약의 상품화에는 미생물의 분리/동정 기술, 미생물 발효기술, 천연물 분리/동정 기술, 제형화, 대량생산, 독성, 등록 그리고 특히 사용방법의 기술 등의 다양한 분야의 전문기술이 필요하나 등록 등 많은 비용이 들기 때문에 영세한 벤처 기업만으로는 우수한 생물농약 제품 개발이 불가능한 실정임.
- 비료산업의 기술로드맵에서는 비료시장 전환기의 시장 및 기술 동향에 대한 정확한 분석을 통하여 미래에 요구되는 새로운 기술을 예측하고, 이를 통하여 비료산업 분야의 기술로드맵을 제시하고자 하며 비료산업의 기술로드맵 도출을 통하여 비료산업 분야의 기술방향을 제시하고, 비료산업의 경쟁력 강화를 도모하고자 함
- 도시화에 따른 경지면적 감소로 비료수요는 점차 감소할 것으로 전망되고, 비료원자재가 상승, 가격차손에 대한 정부보조 폐지 등의 요인에 의해 비료산업 부문의 수익성 악화가 예상됨
- 환경친화형 고품질 축산물 생산에 필요한 생물공학 및 천연물질의 개발 및 적용을 통해 국내 축산업의 국제경쟁력을 향상 시킬 뿐 아니라 세계시장으로의 진출을 통한 축산선진국으로의 도약
- 사료자원의 대부분을 수입에 의존하고 있어 국제적 수급 및 가격동향에 매우 민감하게 작용하는 현실에서 이들 자원의 이용효율 극대화를 위한 각종 첨가물질의 개발과 이용은 축산물 생산비의 상대적 절감을 가져올 수 있을 뿐 아니라, 이를 통해 분뇨배출량을 감소시킴으로서 처리비용의 절감과 환경 부담을 최소화 시킬 수 있기 때문에, 이들 물질의 산업적 생산 및 이용은 한국축산의 미래를 위해 매우 중요하고 또한 수출가능성이 큰 산업으로서의 위치를 차지할 수 있음

### Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

- 생물생산시스템 분야에서는 안전하고 경쟁력 있는 저투입 친환경 농작업기계 기술 산

업화, 고품질 원예작물 생산을 위한 첨단 시설원예기계 및 설비 산업화, 안전 축산물 생산을 위한 위생적인 축산기계 및 설비 산업화, 효율적인 국산화 임업기계 산업화, 첨단정보기술을 이용한 농업정보시스템 이용기술 산업화

- 농식품 가공시스템 분야에서는 첫째, 수확 후 처리시스템으로 건조 기술, 예냉, 저장 기술, 품질 판정 기술, 선별 및 세척, 살균, 포장 기술이며 둘째, 식품가공시스템으로는 쌀 가공 기술, 고효율 추출 및 발효시스템, 농식품 가열시스템이다. 그리고 셋째, 축산 분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술은 국내에서 발생하는 축산분뇨의 고효율 혐기처리 기술 및 시스템 개발, 혐기발효중 발생하는 황화수소(H<sub>2</sub>S)의 효과적인 제거 기술 및 시스템 개발, 내연기관의 연료로서 바이오가스를 공급함에 있어 고효율 운전 을 가능하게 하는 기술 및 시스템 개발이고, 넷째, 기능성 정수시스템 기술 으로서는 기능성 세라믹 개발, 정수 시스템 개발, 농산업용 대용량 기능수 제조시스템 개발이다.
- 식품, 생물환경 계측 및 제어시스템 기술 분야에서는 기술융합형 미래농업기술개발사업'은 바이오 나노 기반기술을 농산업의 생산, 가공, 유통 분야에 적용하여 농산업의 국제경쟁력을 제고할 수 있는 고부가가치의 실용화, 상품화, 산업화 기술을 주로 개발 함, 기술융합을 통한 새로운 농림생명산업 창출의 기회, 농산품의 품질 향상과 농림산 물 자원에서 유래되는 신규소재 발굴에 직접적으로 기여하게 될 융합기술개발이 필요, 국내 나노기술 인프라 구축 및 기술 수준
- 생물농약 기술개발 로드맵에서는 생화학농약, 미생물농약, 친환경 유기농자재, 천적 등 4개의 종류로 크게 나누워 접근할 수 있음, 주요개발 과정은 신소재 탐색 - 분리, 동 정, 분석, 분류 - 생물 활성검정 - 성능 최적화시험, 천적 구비조건 시험 - 제형 - 대 량생산, 증식 - 독성, 천적영양 평가 - 등록 - 제품생산 - 마케팅 순으로 행하여지고 있음, 최근 국내에서 생물농약으로 등록되는 비율이 낮은 원인은 등록비용이 비싸기 때문에 친환경 유기농자재로 변환하여 사업을 하고 있으며 이는 사업 확장이 어렵고 불안하며 국제시장으로의 진출이 어렵기 때문에 정상적 시장 개척이 필요함
- 친환경농자재에 이용할 수 있는 생물비료 개발, 천연물을 이용한 신소재, 신기능성 비 료 개발, 작물의 수량을 높일 수 있는 기존 화학비료의 기능향상 기술 개발, 토양 및 비료관리 노동력 절감 기술개발
- 사료자원의 이용효율 극대화를 위한 효소-미생물 복합 발효제품 생산기술의 개발, 항 생제 대체용 가축의 장내 Eubiosis 조절용 생균제 생산기술의 개발, 식물추출물을 이용 한 사용목적별 맞춤형 제품생산 기술의 개발

# 목 차

## 제1장 생물생산시스템 분야 TRM

1. 개 요 .....	3
가. 배경 및 필요성 .....	3
나. 목 적 .....	3
다. 기술로드맵 수립과정 .....	3
2. 산업·기술 동향 분석 .....	4
가. 산업·시장 동향 분석 .....	4
(1) 분야별 세계/국내 시장 규모 .....	4
(2) 분야별 주요 유망제품/서비스(신성장 분야 등) .....	7
나. 기술발전 동향 .....	8
(1) 분야별 주요 기술발전 동향 .....	8
(2) 분야별 주목할 기술 발전 분야 .....	9
(3) 우리나라의 관련 R&D 정책 .....	10
다. 우리나라 생물생산시스템 분야 기술경쟁력 현황과 과제 .....	11
3. 기술개발 현황 및 문제점 .....	14
가. R&D 투자 현황 .....	14
나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황 .....	14
다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제 .....	15
4. 2017년 생물생산시스템 분야 기술개발 전략 .....	16
가. 환경변화와 주요 이슈 .....	16
나. 주요 이슈별 R&D 정책 니즈 .....	18
다. R&D 정책 니즈별 핵심전략과제 .....	19
라. 핵심전략 과제별 성과목표 도출 .....	20
마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발 과제 및 R&D 추진전략 .....	21
바. 기술개발 로드맵 .....	23
5. 소요예산 .....	26
6. 기대효과 .....	26

## 제2장 농식품 가공시스템 분야 TRM

1. 개요 .....	29
가. 배경 및 필요성 .....	29
나. 목적 .....	29
2. 산업·기술 동향 분석 .....	30
가. 산업·시장 동향 분석 .....	30
(1) 분야별 세계/국내 시장 규모 .....	30
(2) 분야별 주요 유망제품/서비스 .....	42
나. 기술발전 동향 .....	44
(1) 분야별 주요 기술 발전 동향 .....	44
(2) 분야별 주목할 만한 기술 발전 분야 .....	49
(3) 주요국(한, 미, 일, 유럽, 중국 등)의 관련 R&D 정책 .....	50
다. 우리나라 농식품 가공시스템분야 기술 경쟁력 현황과 과제 .....	53
(1) 국내 관련 산업의 위상 .....	53
(2) 주요 기업의 R&D 투자, R&D 인력 .....	53
(3) 산업재산권 현황 .....	59
3. 기술개발 현황 및 문제점 .....	61
가. R&D 투자 현황 .....	61
나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황 .....	61
다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제 .....	63
4. 2017 농식품 가공시스템 분야 기술개발 전략 .....	65
가. 환경변화와 주요 이슈 .....	65
나. 주요 이슈별 R&D정책 니즈 .....	69
(1) 미래 유망기술 확보(미래 성장동력개발) 측면 .....	69
(2) 기업현장애로기술 개발 지원 측면 .....	71
(3) 인프라(인력, 특허, 표준, 시설, 정보 등) 구축 측면 .....	72
(4) 기술이전사업화 측면 .....	73
(5) 기술지도 측면 .....	74
다. 핵심전략과제별 성과목표 도출 .....	75
라. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제 및 R&D 추진전략 .....	78
마. 기술개발로드맵 .....	80
5. 소요예산 .....	82
6. 기대효과 .....	84

### 제3장 식품, 생물환경 계측 및 제어시스템 기술 분야 TRM

1. 개요 .....	89
가. 배경 및 필요성 .....	89
나. 목적 .....	90
다. 기술로드맵 수립과정 .....	91
2. 산업·기술 동향 분석 .....	91
가. 산업·시장 동향 분석 .....	91
나. 기술발전 동향 .....	98
다. 우리나라 “식품, 생물환경계측 및 제어시스템”분야 기술경쟁력 현황과 과제 .....	98
3. 우리나라 “식품, 생물환경계측 및 제어시스템”분야 기술개발 현황 및 문제점 .....	98
가. R&D 투자 현황 .....	98
나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황 .....	98
다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제 .....	97
4. 2017년 “식품, 생물환경계측 및 제어시스템”분야 기술개발 전략 .....	100
가. 환경변화와 주요이슈 .....	100
나. 주요 이슈별 R&D 정책 니즈 .....	102
다. R&D 정책 니즈별 핵심전략과제 .....	106
라. 핵심전략과제별 성과목표 도출 .....	106
마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제 .....	107
바. (기술개발과제별) R&D 추진전략 .....	108
사. 기술개발 로드맵 .....	111
5. 소요예산 .....	112
6. 기대효과 .....	114

### 제4장 생물농약분야 TRM

1. 개요 .....	121
가. 배경 및 필요성 .....	121
나. 목적 .....	123



2. 산업기술 동향 분석 .....	124
가. 산업시장 동향 분석 .....	124
(1) 생물농약 세계/국내 시장 규모 .....	124
(2) 생물농약의 문제점 및 당면과제 .....	129
(3) 생물농약 시장의 현황 및 규모 .....	131
(4) 생물농약 전망 .....	131
나. 기술발전 동향 .....	132
(1) 분야별 주요 기술 발전 동향 .....	132
(2) 분야별 주목할 만한 기술 발전 분야 .....	135
다. 우리나라 생물농약분야 기술경쟁력 현황과 과제 .....	136
3. 우리나라 생물농약분야 기술개발 현황 및 문제점 .....	149
가. R&D 투자 현황 .....	149
나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황 .....	149
다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제 .....	150
4. 2017년 생물농약 분야 기술개발 전략 .....	151
가. 기술개발을 둘러싼 환경변화와 주요 이슈 .....	151
나. 주요 이슈별 R&D 정책 니즈 .....	151
(1) 미래 유망 기술 확보(미래 성장 동력개발) 측면 .....	152
(2) 기업현장애로기술 개발 지원 측면 .....	153
(3) 인프라(인력, 특허, 표준, 시설, 정보 등) 구축 측면 .....	153
(4) 기술이전사업화 측면 .....	154
다. R&D 정책 니즈별 핵심전략과제 .....	154
라. 핵심전략과제별 성과목표 도출 .....	155
마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제 .....	160
바. R&D추진전략 .....	162
사. 기술개발로드맵 .....	167
5. 소요예산 .....	171
6. 기대효과 .....	171
참고문헌 .....	173

## 제5장 토양비료 분야 TRM

1. 개요 .....	177
가. 배경 및 필요성 .....	177
나. 목적 .....	178
2. 산업기술 동향 분석 .....	178
가. 산업시장 동향 분석 .....	178
(1) 국내 비료시장 현황 및 규모 .....	178
(2) 국내 비료산업의 문제점 및 당면과제 .....	185
(3) 국제 비료시장 현황 및 규모 .....	189
(4) 비료시장 전망 .....	190
나. 기술발전 동향 .....	192
(1) 국내 비료개발 기술 동향 .....	192
(2) 일본의 비료개발 기술 동향 .....	193
3. 기술개발 현황 및 문제점 .....	194
가. R&D 투자 현황 .....	194
(1) 국내 토양비료 분야 기술개발의 전체 개황 .....	194
(2) 국내 토양비료 분야에 대한 R&D 투자 현황 .....	195
나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황 .....	195
다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제 .....	196
4. 2017년 토양비료 분야 기술개발 전략 .....	196
가. 환경변화와 주요이슈 .....	196
(1) 국내 농업환경의 변화 .....	196
(2) 국내 비료시장의 변화 .....	197
(3) 국내외 토양비료 분야 대표회사의 기술개발 동향 .....	200
나. 핵심전략과제별 성과목표 달성을 위한 기술개발 과제 및 R&D 추진전략 .....	201
다. 기술개발 로드맵 .....	203
5. 소요예산 .....	206
6. 기대효과 .....	207

## 제6장 동물사료 및 첨가제 분야 TRM

1. 개 요 .....	211
가. 배경 및 필요성 .....	211
나. 목적 .....	212
2. 산업기술 동향 분석 .....	212
가. 산업시장 동향 분석 .....	212
나. 기술발전 동향 .....	217
(1) 동물사료의 주요 기술 발전 동향 .....	217
(2) 동물사료의 주목할 만한 기술 발전 분야 .....	219
(3) 주요국의 관련 R&D 정책 .....	219
다. 우리나라 사료 및 첨가제 분야 기술경쟁력 현황과 과제 .....	219
3. 우리나라 사료 및 첨가제 분야 기술개발 현황 및 문제점 .....	222
가. R&D 투자 현황 .....	222
나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황 .....	223
다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제 .....	223
4. 2017년 사료 첨가제 분야 기술개발 전략 .....	225
가. 기술개발을 둘러싼 환경변화와 주요 이슈 .....	225
나. 주요 이슈별 R&D 정책 니즈 .....	225
다. R&D 정책 니즈별 핵심전략과제 .....	226
라. 핵심전략과제별 성과목표 도출 .....	227
마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제 .....	227
바. R&D 추진전략 .....	228
사. 기술개발 로드맵 .....	229
5. 소요예산 .....	229
6. 기대효과 .....	230
참고문헌 .....	231

# 표 차 례

<표 1- 1> 농작업기계 농용트랙터와 수확기류에 대한 전 세계 보유대수 .....	5
<표 1- 2> 국내 농업기계 보유 현황 .....	5
<표 1- 3> 농촌정보화 주요지표 .....	7
<표 1- 4> 2007농림업 주요통계 .....	7
<표 1- 5> 국내 농작업기계 생산 분야 기업 현황 .....	11
<표 1- 6> 농작업 기계분야의 시장 변화 현황 .....	12
<표 1- 7> 축산시설 및 자재 관련업체 현황 .....	12
<표 1- 8> 축산환경시설 관련 국내 매출현황 .....	13
<표 1- 9> 축산기자재 및 농기계 관련 국내 매출 현황 .....	13
<표 1-10> 시설원예기계 및 설비 시장규모 현황 .....	13
<표 1-11> 농림 기자재 분야 국내 R&D 투자 현황 .....	14
<표 2- 1> 연도별 농축산업 생산액(경상가격) .....	30
<표 2- 2> 농산물 관련 수확 후 처리기계 연도별 공급 현황 .....	31
<표 2- 3> 농산물 관련 수확 후 처리기계 연도별 보유 현황 .....	31
<표 2- 4> 일본의 수확 후 처리기계의 생산 동향(2004) .....	31
<표 2- 5> 일본내 식품가공기계 판매액 동향 .....	33
<표 2- 6> 일본의 식품가공기계 품목별 수출실적 동향 .....	34
<표 2- 7> 일본의 식품가공기계 주요 국가별 수출 실적(2006) .....	35
<표 2- 8> 국외 바이오가스 생산시설 보급 현황 .....	36
<표 2- 9> EU의 2004 ~ 2005년 바이오가스에 의한 발전량 비교 .....	38
<표 2-10> 가축분뇨를 이용한 국내의 바이오가스 플랜트 설치 현황 .....	39
<표 2-11> 연도별 일본의 정수기 출하 동향 .....	40
<표 2-12> 연도별 국내의 정수기 생산 현황 .....	41
<표 2-13> 연도별 국내의 정수기 판매 현황 .....	42
<표 2-14> 2005년의 EU 각국별 바이오가스 1차 에너지 생산량 .....	44
<표 2-15> 농업공학연구소 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황 .....	51
<표 2-16> 농림기술센터의 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황 .....	51
<표 2-17> 농산물 건조기 수출입 현황 .....	53
<표 2-18> 선별기 수출입 현황 .....	54
<표 2-19> 도정기 수출입 현황 .....	54
<표 2-20> 국내 식품가공기계 수출 현황 .....	55
<표 2-21> 식품가공기계 수입 현황 .....	55

<표 2-22> 식품가공업 관련 업체현황 .....	55
<표 2-23> 국내 정수기 수출입 현황 .....	55
<표 2-24> 국내 정수기 업체 수 현황 .....	58
<표 2-25> 2007년도 주요기업 R&D 투자, R&D 인력 .....	55
<표 2-26> 수확 후 처리시스템 중 각 분야별 산업재산권 현황 .....	59
<표 2-27> 농업공학연구소 5년간 수확후처리분야 산업재산권 등록현황 .....	59
<표 2-28> 식품가공시스템 분야 산업재산권 현황 .....	60
<표 2-29> 생물공정시스템 관련 산업재산권 현황 .....	60
<표 2-30> 주요 부처별 연구개발 사업비 .....	61
<표 2-31> 농업공학연구소 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황 .....	62
<표 2-32> 농림기술센터의 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황 .....	62
<표 2-33> 바이오가스플랜트 설비 업체 현황 .....	62
<표 2-34> 수인성 전염병 발생 사례 .....	68
<표 2-35> 수확 후 처리시스템 분야 세부 기술과제 및 추진전략 .....	78
<표 2-36> 식품가공시스템 분야 세부 기술과제 및 추진전략 .....	78
<표 2-37> 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 세부 기술과제 및 추진전략 .....	79
<표 2-38> 기능성 정수시스템 분야 세부 기술과제 및 추진전략 .....	79
<표 2-39> 수확 후 처리시스템 분야 세부과제별 소요예산 .....	82
<표 2-40> 식품가공시스템 분야 세부과제별 소요예산 .....	82
<표 2-41> 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트) 분야 세부과제별 소요예산 .....	83
<표 2-42> 기능성 정수시스템 분야 세부과제별 소요예산 .....	83
<표 3- 1> 식품, 생물환경계측 및 제어 시스템 기술의 3단계 .....	90
<표 3- 2> 농산업 융합기술 분야의 SWOT 분석표 .....	95
<표 3- 3> 나노바이오분야의 국내외 기술력을 비교 .....	104
<표 3- 4> 농산업 융합기술 분야 국내외 기술력 비교 .....	105
<표 3- 5> 핵심전략과제별 성과목표 .....	106
<표 3- 6> 분야별기술개발 과제 내용 .....	107
<표 3- 7> 추진 주체별 추진 전략과 방법 .....	109
<표 3- 8> 기술개발로드맵 .....	111
<표 3- 9> 소요예산 .....	112
<표 3-10> 소요인력 .....	112
<표 3-11> 소요 장비 및 시설 .....	113
<표 3-12> 농산업 융합기술의 과학기술적 주요 성과계획 .....	114
<표 3-13> 선진국 대비 국내 농산업 융합기술의 수준 .....	114
<표 3-14> 나노바이오기술 관련 세계시장 규모 및 전망 .....	116
<표 3-15> 개발된 제품의 세계시장 규모와 점유율 .....	117

<표 3-16> 전문 인력 양성 .....	118
<표 4- 1> 친환경 인증 농산물의 시장규모 전망 .....	125
<표 4- 2> 유럽 주요국의 유기농 시장 규모 .....	125
<표 4- 3> 녹색 식품생산 소비 수출 현황(중국) .....	126
<표 4- 4> 일본의 유기농산물 인증 물량 .....	126
<표 4- 5> 국내 천적이용규모 .....	127
<표 4- 6> 국내 천적회사현황 .....	127
<표 4- 7> 주요 농업 선진국에서의 천적 사용 비율 .....	128
<표 4- 8> 국가별 주요 천적회사의 천적 제품생산 품목 수 비교 .....	128
<표 4- 9> 친환경농업에 사용되는 주요 농자재 및 용도 .....	129
<표 4-10> 친환경농산물의 인증실적 변화 추이 .....	133
<표 4-11> 국내 미생물농약의 등록현황 .....	134
<표 4-12> 주요 국가의 생물농약 제품 등록 현황 .....	137
<표 4-13> 2001년 지역별 세계 생물농약 시장 .....	141
<표 4-14> 국가별 주요 천적회사의 천적제품 생산품목수 비교 .....	146
<표 4-15> 주요 농업선진국에서의 천적사용비율 .....	147
<표 4-16> 국내 주요친환경 유기농자재의 공시 관련자료 .....	147
<표 4-17> SWOT 분석 .....	152
<표 4-18> 미래대응 생화학농약기술 분야 핵심전략과제의 성과목표 .....	156
<표 4-19> 미래대응 미생물농약기술 분야 핵심전략과제의 성과목표 .....	157
<표 4-20> 미래대응 친환경 유기농자재기술 분야 핵심전략과제의 성과목표 .....	158
<표 4-21> 미래대응 천적기술 분야 핵심전략과제의 성과목표 .....	159
<표 4-22> 미래대응 생물농약기술 분야 기술개발과제 .....	160
<표 4-23> 미래대응 친환경 유기농자재 기술 분야 기술개발과제 .....	161
<표 4-24> 미래대응 천적 기술 분야 기술개발과제 .....	161
<표 4-25> 생화학 / 미생물 분야 .....	165
<표 4-26> 친환경 유기농자재 분야 .....	166
<표 4-27> 천적 분야 .....	166
<표 5- 1> 연도별 비료수급현황 .....	179
<표 5- 2> 비료의 소비량과 단위면적당 처리량 .....	179
<표 5- 3> 업체 및 제품군별 시장 규모(05년 기준) .....	180
<표 5- 4> 비료업체별 경영현황(2005 기준) .....	181
<표 5- 5> 연도별 부산물 비료, 3종 복비의 판매량 .....	182
<표 5- 6> 연도별 수출실적 .....	183
<표 5- 7> 대북 비료지원 실적 .....	183

<표 5- 8> 비료 원자재 수입 현황 .....	183
<표 5- 9> 비료가격차손 재정지원 현황 .....	184
<표 5-10> 비료가격 인상률 추이 .....	184
<표 5-11> 농협의 비료시장 점유율(물량 기준) .....	185
<표 5-12> 다국적 비료회사의 국내 진출 현황 .....	185
<표 5-13> 비료회사별 수익성지표(매출액 대비 경상이익률) 분석 .....	186
<표 5-14> 비료회사별 성장성지표(전년대비 매출액증가율) 분석 .....	186
<표 5-15> 비료 가격 인상 현황 .....	187
<표 5-16> 비료원자재가격 변동 현황 .....	188
<표 5-17> 농협의 비료사업 경쟁력 강화방안 .....	188
<표 5-18> 세계 비료 소비 추세 .....	189
<표 5-19> 동남아 주요국의 비료 생산능력(2006) .....	19
<표 5-20> 일본 보통비료 연도별 생산량 .....	190
<표 5-21> 국내 비료시장 시장동향 및 전망 .....	191
<표 5-22> 21세기 비료시장의 여건변화 .....	192
<표 5-23> 국내에서 추진되고 있는 비료 개발기술 동향 .....	193
<표 5-24> 일본에서 추진되고 있는 비료 개발기술 동향 .....	194
<표 5-25> 국내 토양비료 분야 기술개발의 전체 개황 .....	195
<표 5-26> 농축산업 분야의 정부 R&D 프로젝트 추진 현황 .....	195
<표 5-27> 정부의 친환경농업 육성 예(친환경농자재 목록 공시제 시행) .....	197
<표 5-28> 국내 농업환경 변화와 비료시장의 영향 .....	198
<표 5-29> 시기별 비료시장의 트렌드 변화 .....	199
<표 5-30> 국내외 대표적 비료회사의 경영 및 기술개발 동향 .....	200
<표 5-31> 비료개발의 핵심과제, 기술영역 및 기술개발 목표 .....	202
<표 5-32> 비료개발의 핵심과제별 기술개발 방향 및 전략 .....	202
<표 5-33> 토양비료 분야 기술과제 실행예산 .....	206
<표 6- 1> 국내 배합사료 생산량 변화 .....	213
<표 6- 2> 세계 상위 10개 다국적 회사의 2006년도 사료생산량 .....	213
<표 6- 3> 세계 100대 사료공장의 지역별 2006년도 총생산액 .....	214
<표 6- 4> 연도별 사료용 첨가제의 수입물량 및 수입액 .....	214
<표 6- 5> 사료 첨가제로 수입된 항생제, 비타민, 광물질, 미량광물질 및 향미제의 연도별 수입량 .....	216
<표 6- 6> 지난 10년간 사료 및 첨가제 분야 정부출연금 및 참여기업 부담 연구비 지급규모 .....	223

# 그림 차례

<그림 1- 1> 정밀농업 농작업 기계기술에 대한 세계적 기술개발·보급 현황 .....	8
<그림 2- 1> 일본내 식품가공기계 판매액 비교 .....	33
<그림 2- 2> 연도별 독일의 바이오가스플랜트 설치 개소 .....	37
<그림 2- 3> 일본의 정수기 출하 동향 .....	41
<그림 2- 4> 바이오가스플랜트에 대한 국내외 차이점과 문제점 비교 .....	47
<그림 2- 5> 국내 정수기 주요 수출국 현황 .....	57
<그림 2- 6> 국내의 정수기 주요 수입국 현황 .....	57
<그림 2- 7> 국내 정수기 관련 특허 건수 현황 .....	60
<그림 2- 8> 동물용 항생제 축종별 사용량 .....	67
<그림 2- 9> 수확 후 처리시스템 분야 기술 개발 로드맵 .....	80
<그림 2-10> 식품가공시스템 분야 기술 개발 로드맵 .....	80
<그림 2-11> 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트) 분야 기술 개발 로드맵 .....	81
<그림 2-12> 기능성 정수시스템 분야 기술 개발 로드맵 .....	81
<그림 3- 1> 나노바이오 관련 세계 시장 규모 .....	98
<그림 3- 2> 사업추진체계도 .....	108
<그림 3- 3> 주체별 추진 전략 .....	109
<그림 3- 4> 연구추진 방법 .....	110
<그림 4- 1> 국내 친환경농업 시장 예측 .....	124
<그림 4- 2> 생물농약의 국내시장 및 세계시장 전망 .....	145
<그림 4- 3> 정부의 역할인 제도적 지원과 정책적 육성 .....	149
<그림 4- 4> 네덜란드 농산물 수출 경쟁력 천적을 활용한 생물적방제 .....	152
<그림 4- 5> 천적회사의 역할 (지속적인 R&D에 대한 투자와 노력) .....	155
<그림 4- 6> 향후 생물농약 개발의 핵심 요건 .....	156
<그림 4- 7> 미생물 농약의 개발과정 .....	163
<그림 4- 8> 생물농약 개발 프로세스 .....	164
<그림 4- 9> 생물농약기술로드맵 .....	167
<그림 4-10> 생화학 농약의 미래전망 .....	168
<그림 4-11> 미생물 농약의 미래전망 .....	169
<그림 4-12> 천적 산업의 미래전망 .....	169
<그림 4-13> 친환경 농자재의 미래전망 .....	170



<그림 5- 1> 국내 비료(화학, 유기질, 토양개량제) 시장 규모 .....	182
<그림 5- 2> 비료매출 비중과 1인당 매출액 .....	187
<그림 5- 3> 기술개발로드맵 .....	203
<그림 6- 1> 기술개발로드맵 .....	229

# 제1장 생물생산시스템 분야 TRM

## 1. 개요

### 가. 배경 및 필요성

- 친환경 농업에 대한 국내외 압력과 요구, 고품질 안전 농산물에 대한 소비자의 요구, 각국과의 FTA 및 DDA 체결 등 국제경쟁의 심화, 고유가 등 에너지 절감 기술에 대한 요구, 정보 및 지식이용의 급증과 도구의 발전 등 주변 환경과 사회적 요구가 빠르게 변화하고 있어 이러한 변화와 요구에 대응한 생물생산시스템 분야의 R&D 선택과 집중을 위하여 로드맵 수립이 필요함
- 생물생산시스템 분야는 IT, BT, NT, ET 등 주변 신기술을 신속히 적용하여 생물 생산 작업에 필요한 비용, 노동력, 시간, 농자재, 에너지를 줄이고, 생산품의 품질과 안전성을 높여 농업 및 농축산물의 국내외 경쟁력을 높이는데 기여하므로 국내외 산업 및 R&D 동향을 파악하고, 미래 주요 기술 및 산업을 예측하여, 이에 대응한 기술 로드맵 작성이 필요함
- 국내외 산업 및 R&D 동향이 기계화가 미흡한 작업의 기계화, 생물 생산 작업 효율 증대를 위한 기계화 일관 작업체계, 작업자 안전을 고려한 기계기술 개발, 농자재 및 에너지 저투입 친환경 기계기술, 생물생산 시설 환경 모니터링 및 통합제어 등의 방향으로 진행되고 있으므로 이러한 변화에 적극 대응한 R&D 로드맵 작성이 필요함

### 나. 목적

- 기존의 생물생산시스템 분야 R&D가 직접적인 산업의 발전으로 이어지지 못한 점, 일부 품목을 제외하고 대부분 국내 자체 기계기술이 미흡한 점을 고려하여 향후 10년간의 R&D 투자로 산업화, 실용화 가능한 유망 기계기술을 육성하고자 함
- 주요 세부목적인 ①IT, BT, ET, 전자통신기술 등 첨단기술을 이용한 농작업의 초생력화, 고효율화, 자동화, 무인화, ②기계화가 미흡한 경쟁력 있는 작목 생산 기계화, ③우리나라 지형과 농작업 조건에 맞는 기계기술, ④고령화, 부녀화, 취미농을 위한 편의성 및 안전성 향상, ⑤외국 기계 및 설비 도입에 따른 국고낭비 및 기술 종속을 최소화하기 위한 독자기술 확보 및 국산화, ⑥경쟁 우위를 가지고 있는 IT 등 첨단기술을 이용한 생물생산 시설 첨단화 등을 달성하여 결국 안전하고 경쟁력 있는 생물생산시스템 산업 기반 구축을 위하여 R&D 기술 로드맵 수립

### 다. 기술로드맵 수립과정

- 첫째, 산업 및 시장 동향 분석을 통하여 우리나라 생물생산시스템 분야의 현황과 과제

를 도출하고, 둘째, 우리나라 생물생산시스템 분야 기술개발 현황 및 문제점을 고찰하고, 셋째, 주변 환경변화에 대응한 주요 이슈별 전략과제 및 성과목표를 도출하고, 넷째, 분야별 성과목표를 달성하기 위한 기술개발과제 및 R&D 추진전략을 수립하고, 다섯째, 생물생산시스템 세부분야인 농작업기계 기술, 축산기계 및 설비, 시설원예기계 및 설비, 임업기계 기술, 농업정보시스템에 대한 기술개발로드맵을 작성

- 기본 정보 취득을 위하여 해당 정부부처 최신 보고서 및 중장기 R&D 방향에 대한 자료를 입수하고, 각 세부분야 전문가로부터 구체적인 자료를 입수하여 활용하였음
- 또한, 현재 경쟁력 있는 기계기술, 향후 10년 이내에 반드시 필요한 기계기술, 국내 독자 기술 및 국산화로 우리나라 생물생산시스템 분야 산업을 활성화 시킬 수 있는 부분을 종합적으로 고려하였음

## 2. 산업·기술 동향 분석

### 가. 산업 · 시장 동향 분석

#### (1) 분야별 세계/국내 시장 규모

- 생물생산시스템 분야는 농작업기계, 축산기계 및 설비, 원예기계 및 설비, 임업기계 기술 등 매우 다양한 세부분야와 기종을 가지고 있어 종합적인 세계/국내 시장 규모를 파악하기는 쉽지 않으나, 각 세부분야별 산업·시장 동향을 분석하기로 함
- 주요 농작업기계 농용트랙터와 수확기류에 대한 전 세계 보유대수는 <표 1-1>에 나타난 바와 같이 2001년 26,991천대와 4,190천대에서 2003년 27,625천대와 4,253천대로 각각 증가하는 추세에 있으며 특히, 우리나라 등 아시아 지역의 농업기계화가 진행되면서 증가추세가 뚜렷하여 농작업기계 시장이 점차 증가하는 것으로 판단 할 수 있음
- 국내 농작업기계 산업현황은 '70년대 농업기계화가 본격 시작되어 90년대 들어 어느 정도 농업기계화가 완성되어 농업발전의 기틀을 갖추었으나 97년도 IMF사태로 인한 농업의 침체가 농기계산업의 침체로 이어져 그 불황여파는 지금까지 이어지고 있는 실정이며, 트랙터, 콤파인, 이앙기 시장의 외국 사 진입은 계속되어 일본의 구보다에 이어 안마농기계가 (주)안마농기코리아라는 한국법인을 설치하여 트랙터, 콤파인, 승용이앙기, 작업기 등을 공급하기 시작하여 우리나라 농기계 시장에 일본농기계의 침투가 서서히 점진적으로 확대 되고 있음

<표 1-1> 농작업기계 농용트랙터와 수확기류에 대한 전 세계 보유대수

(단위: 천대)

구 분	농용트랙터			수확기 및 탈곡기		
	2001	2002	2003	2001	2002	2003
전 세계 총계	26,991	27,224	27,625	4,190	4,223	4,253
아프리카	542	540	538	37	37	36
아메리카	7,219	7,171	7,261	941	933	941
아 시 아	7,882	8,130	8,592	2,139	2,182	2,230
대한민국	201	206	212	88	87	87
유 럽	10,947	10,889	10,834	1,013	1,004	986
오세아니아	401	401	401	60	60	60

(자료: FAOSTAT Database results(2006))

○ 국내 '06년도 농기계 공급은 '05년도 대비 소폭 상승하여 판매 대수는 1.4%, 금액 6.8%, 융자지원 4.1%로 전반적으로 상승하였으며 이는 지난 몇 년간 지속적인 하향추세를 이어온 농기계시장이 이제는 실수요자에 의한 농기계 구매가 이루어지고 있고, 농업환경 변화에 따른 이농과 귀농 현상이 생기면서 전업농의 인구가 안정적 자리매김을 하는 과정이라 판단됨

○ 농업기계화율은 <표 1-2>와 같이 벼농사 89.9%로 매우 높으나, 밭농사는 47.2%로 매우 미흡하며, 특히 축산기계 및 설비, 원예기계 및 설비, 임업기계 등은 국내 자체 기술개발이 초보적인 단계로 대부분 수입에 의존하고 있어 향후 산업화 노력이 절실함

<표 1-2> 국내 농업기계 보유 현황

(단위: 천대, %)

구 분	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
□ 보유대수	1,454	1,521	1,550	1,560	1,555	1,526	1,492	1,473	1,467	1,451
·트랙터	131	158	176	192	201	206	212	220	228	237
·콤바인	74	78	84	87	88	87	87	87	87	86
·이앙기	303	325	336	342	343	341	335	333	332	325
·경운기	946	960	954	939	923	892	858	833	820	803
□ 농업기계화율										
·벼농사	84.9	85.5	86.5	87.2	88.7	88.9	88.9	89.9	89.9	89.9
·밭농사	41.8	41.8	44.2	45.9	47.0	47.0	47.0	47.2	47.2	47.2

(자료: 농림부 「농업기계 보유현황(2006)」)

- 기종별로 연간 보급대수는 트랙터가 '05년도에 이어 '06년도에도 10,350대를 공급하여 10천대 시대를 지속하였고 그 증가유형도 중소형에서 중대형, 그리고 고급형으로 증가하고 있어 우리농업의 형태도 점차 대형화 그리고 개별농가의 농업에서 영농법인 등을 통한 간접농업이 증가하는 추세라고 볼 수 있음. 트랙터의 공급이 안정적으로 되면서 그에 따른 부속작업기도 '05년과 거의 같은 수준의 19천대를 유지하였고, 대표적 작업기인 로타베이터가 8천3백여 대를 공급하여 제일 많은 공급대수를 보였으며, 뒤를 이어 로우더가 5천5백여 대, 플라우가 2천6백여 대를 공급하여 3개 작업기가 작업기 전체 공급대수의 87.2%를 차지하였음
- 이앙기는 보행이앙기에서 승용이앙기로 전환이 지속되면서 보행이앙기는 6.1% 감소되었지만 승용이앙기는 5.3%증가하는 추세를 보였고, 콤바인의 경우 '05년 대비 3.5% 감소한 3천7백여 대가 공급되었음
- 스피드스프레이어는 수도작이 과수 원예농가로 전환되면서 전년대비 28.3%나 증가한 16백여 대를 공급하였는데, 이 기종의 경우에는 FTA타결로 인한 정부지원 확대로 차기년도에도 지속적인 공급 상승이 예상됨
- 축산기자재 산업은 최근 6년간 캐나다 미국산 쇠고기 수입금지, 구제역으로 인한 해외 수입 축산품의 수입 규제 및 내수시장 활성화로 생력화와 노후시설 교체에 위한 양축농가의 시설투자가 이루어져, 매출이 2000년 대비 200% 이상 성장률을 보이고 있음. 질병과 축사환경과의 밀접한 관계에서 시설투자에 관심을 가졌으며, 밀집사육을 피하고 환기와 온도 관리로 가축에 스트레스를 최소화 하는 친환경 축산에 관심이 집중되고 있음
- 시설원예산업은 1980년대부터 노지에서 시설농업으로 전환되면서 시설재배 면적이 급격하게 확대되었음 특히, 1990년대 초 정부의 시설 현대화 지원 사업으로 시설면적이 급속하게 확대되어 1990년 25,450ha에서 2004년에는 51,237ha로 15년 사이에 2배 이상 증가하였으며, 시설의 현대화 및 재배기술 수준도 한 단계 향상되었으며, 2000년 이후 시설면적은 51,000ha 수준에서 정체상태이며, 작목별로는 채소가 48,589ha로 93%, 화훼가 3,560ha로 7%를 차지하고 있음. 국민소득 증가와 생활수준 향상에 따라 시설원예 농산물의 국내 수요와 수출물량이 증가하고 있으며, 생산과 소비 측면에서 시설원예 산업의 비중은 앞으로도 지속적으로 확대될 것으로 전망됨
- 정보기술의 급격한 발전으로 각 분야 정보화가 급속히 진전되고 있는 가운데 농업·농촌정보화도 상당한 속도로 발전하고 있으며 지속적인 정보화로 일부 농가는 높은 소득을 올리거나, 경영에 고도로 활용하는 사례도 존재하여 정보화의 가능성을 보여주고 있어 충남 서산의 경우 전자상거래로 매출액 190백만 원, 홈페이지 방문자가 연간 7만 명으로 추산되고 있음. 전자상거래 홈페이지 개설농가는 '00년 500호에서 '05년

9,100호까지 증가하였으며, <표 1-3>에 나타난 바와 같이 농어민의 컴퓨터 보급률, 인터넷이용률, 전자우편보유율이 전국평균보다는 낮으나 e-비즈니스 마인드도 점차 개선됨

<표 1-3> 농촌정보화 주요지표

구 분	컴퓨터보급률(%)	인터넷이용률(%)	전자우편보유율(%)
농어민	43.6	40.6	67.7(농가)
전국평균	78.5	73.4	88.9

(2) 분야별 주요 유망제품/서비스(신성장 분야 등)

- 향후 전반적으로 친환경 농작업, 농자재 및 에너지 저투입, 고품질 안전 농축산물 생산을 위한 생물생산시스템이 성장 가능성이 뚜렷함. 특히 <표1-4>와 같이 친환경 농산물 생산이 급속하게 증가하는 추세이므로 친환경 농산물 생산을 위한 기계, 설비 등이 성장할 것이며, 고령화·부녀화 추세에 따라 운전·조작 편의성이 향상된 기종이 성장할 것임. 또한, IT, BT, ET, 유비쿼터스 컴퓨팅 등 전자통신 기술 등 주변 첨단기술을 이용한 제품의 이용이 가속화 될 것임

<표 1-4> 2007농림업 주요통계

(단위: 천톤, %)

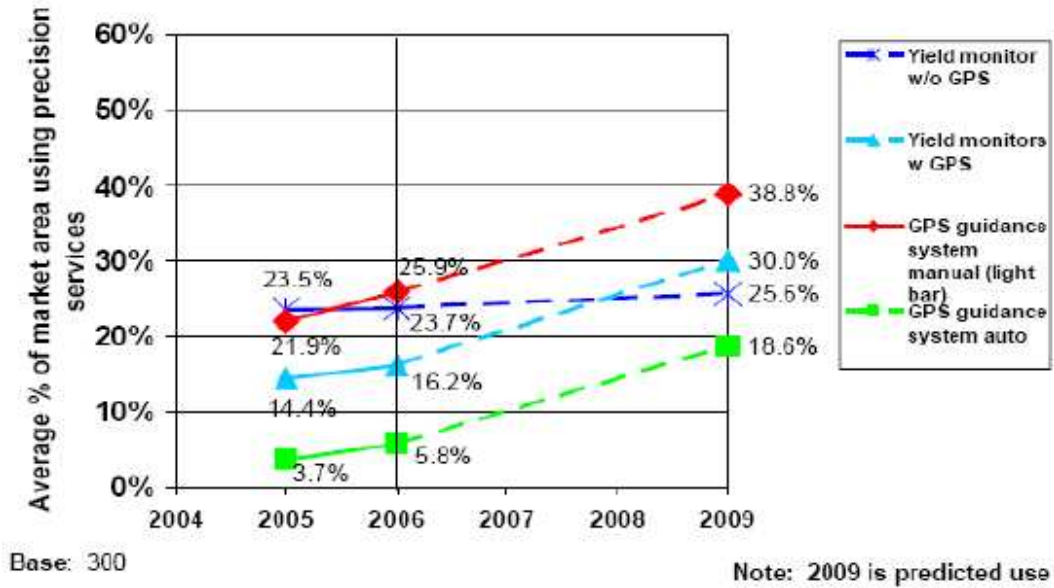
구 분	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06
□ 친환경농산물 인증량	27	35	87	200	365	461	798	1,128
·유기농산물	7	6	11	21	33	37	68	96
·무농약농산물	12	16	32	77	120	167	242	320
·저농약농산물	8	13	44	102	212	257	488	712
□ 전체농산물대비 비중(%) <sup>1)</sup>	0.1	0.2	0.4	1.1	2.1	2.5	4.4	6.2

(자료: 2007농림업 주요통계(농림부))

주 1) 전체농산물 대비 비중 : (친환경농산물 인증량 ÷ 전체농산물 생산량) × 100

- 농작업기계는 GPS 등 첨단기술을 이용하여 “필요한 농자재를 필요한 시기에 필요한 위치에 투입”하는 정밀농업형 기종이 향후 보급될 것임. <그림1-1>과 같이 미국의 경우 농작업기계 대리점을 대상으로 조사한 결과, 정밀 농업형 농작업기 또는 기술을 서비스하는 업체 비율이 급격히 증가하고 있음. 유럽, 일본, 중국 등 세계 각국에서 정밀 농업 농작업 기계기술에 대한 기술개발·보급이 추진되고 있는 바, 향후 우리나라에서도 급성장할 분야임

<그림 1-1> 정밀농업 농작업 기계기술에 대한 세계적 기술개발·보급 현황



(자료: 아시아 정밀농업 학술대회 논문집(2007))

- 기계화가 미흡한 밭작물용 농작업기계 개발·보급이 확대될 것임. 특히, FTA 대응 작목을 중심으로 그리고 인삼 등 고소득 작물 위주로, 바이오 에너지 작물용 작업기계 등이 성장할 것임
- 축산기계 및 설비는 친환경 축산과 유기축산에 적합한 기자재 개발, 고유가로 인한 에너지 절약을 위한 축사 환경 관리, 가축분뇨 관리 및 이용을 위한 기계 및 설비가 성장할 것임
- 시설원예는 고유가에 대비한 냉난방 에너지 절감형 시설구조 및 설비, 농자재 저투입을 위한 관비재배 설비, 정밀 환경제어를 위한 복합환경 조절시스템 등이 성장할 것임. 또한, 식물공장의 개념으로 상시적 채소, 화훼 생산을 위한 설비 등이 성장할 것임

## 나. 기술발전 동향

### (1) 분야별 주요 기술발전 동향

- 농작업기계 분야는 외국의 경우 농작업의 자동화·로봇화·무인화 및 인간공학기술, 환경을 보전하면서 수확량을 줄이지 않고 고품질 농산물을 생산할 수 있는 정밀농업용 기계기술 실용화 되었으며 보다 구체적으로 보면 생물 생산 기계의 안전성, 쾌적성, 취급성 향상, 과실 수확 로봇, 착유로봇 등 농업용 로봇 개발 등 생물 생산 기계의



자동화, 로봇화, 무인화 기술개발 및 인간공학적 성능향상 기술이 발전하고 있으며, 국내의 경우 농작업의 자동화·로봇화·무인화 기초기술, 발작물 재배 일관기계화 기술, 친환경 정밀농업 실현을 위한 기초기계 기술이 개발되고 있음. 또한 농작업기계의 편의성, 안정성, 쾌적성 등을 향상하는 기술이 개발되고 있음

- 축산기계 및 시설부분은 외국에서는 가축 개체관리 자동화, 무창축사 보급 및 환경 관리 시스템 등 기술이 개발 및 상용화되고 있으며, 국내의 경우 주로 외국산을 도입하였으나 국내 여건에 맞는 기종으로 국산화 노력이 있고, 가축분뇨 관리기술, 돈사 및 축분처리장 악취 제거 기술 등이 개발되고 있음
- 시설원예는 국외의 경우 대량 육묘시설, 분화생산시설, 식물공장 기술, 기상재해 경감을 위한 경량자재 온실 개발과 냉·난방에너지 절감을 위한 각종 제어시스템 개발 및 재배기술, 일본은 기상재해 경감을 위하여 내후성(耐朽性) 하우스, 광폭 파이프 하우스, 융설(融雪)시스템 등을 개발 보급, 유럽에서는 시설원예작물의 복합 환경제어, 생체정보 계측, 성장모델 개발, 영양진단 키트 등에 의한 환경관리 기술이 실용화 되고 있음이 활발히 개발되고 있고, 국내의 경우 채소 점목로봇, 딸기 수확로봇 등 로봇화 자동화 기술, 시설환경 정밀제어 기술이 개발되고 있음
- 임업기계는 미국이나 유럽 등의 선진 임업국에서는 산림사업이나 수확과 관련하여 환경훼손을 줄이는 대신 생산성 및 효율성을 증진하기 위한 계획 및 기계개발 등에 많은 투자를 하고 있으며, 국내에서는 한국형 임업기계·장비의 국산화를 위하여 다목적 집재차, 소형 리모콘 원치, 원목운반용 미니포워더, 임목수확장비인 조재기, 궤도식 소형임내차를 개발하였으며, 다목적 기능을 가진 임목수확장비 개발은 우리나라 지형에 적합한 기계개발을 준비 중에 있음
- 농업정보 관련은 일본은 경영평가 및 농업경영체 경영관리, 소비자의 니즈 파악기법과 마케팅관리 지원기법 개발, 지역영농시스템 개발보급, 중국은 주년 안전생산 품종 및 경영기술개발, 경영관리기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 국내의 경우, 농업경영체간 벤치마킹이 가능한 웹기반의 경영관리 네트워크 실용화, 농산물 이력추적제 관련 기술이 개발되고 있음

## (2) 분야별 주목할 기술 발전 분야

- 농작업기계 부분에서는 GPS, GIS, RS 기술 등을 이용한 친환경 정밀농업 기계기술과 관련한 농경지와 작물생육을 측정하고 필요한 양을 필요한 위치에 농자재를 투입하는 기술, 정밀을 요구하고 사람이 작업하기 어려운 작업에 대한 무인화·자동화 기술, 한 가지 기술이 여러 기종에 적용될 수 있도록 농업기계 모듈화 및 표준화 기술 등

- 시설원예기계 부분에서는 토마토 수확, 딸기 수확 작업 등 반복적이고 어려운 인력작업을 자동화, 무인화하는 기술, 환경변화에 능동적으로 대응하는 에너지 절감형 고효율 원예작물 시스템 기술, 고효율 한국형 온실구조 및 환경조절 기술, 고품질 원예작물 생산을 위한 환경 및 생체정보 제어시스템 기술, 원예작물 육묘공장 시스템 기술
- 축산기계 및 설비 부분에서는 축산 분뇨 고효율 처리기술, 축사 최적 환경 관리기술, 축산개체 모니터링 및 관리 기술, 임업기계 부분에서는 한국형 임업기계 기술, 농업경영 부분에서는 전자상거래, RFID를 이용한 상품정보 기술, 농장에서 소비자까지의 농축산물 이력추적 기술

### (3) 우리나라의 관련 R&D 정책

- 2006년도 농업기계화사업의 정책목표는 생산비 인하를 유도하고, 공급한 농기계에 대한 사후관리를 강화하는데 중점을 두고 있으며 전체적으로 농업여건변화에 대응하고 농업경쟁력을 높이는데 주력함. 그 동안의 농업기계화사업은 벼농사 일관기계화 등으로 어느 정도 지전을 이루었으나, 농기계 이용비용 절감, 발작물용 농기계 개발보급 촉진 및 안전관리 분야는 미흡하다는 평가에 따라 농기계 이용관리로 비용절감, 농업인의 편의성 및 안전성 향상 및 인프라 구축, 현장맞춤형 농기계 개발보급 촉진 등을 적극 추진기로 함
- 농기계 비용절감을 위해서는 경제형 농기계 개발보급, 현장 맞춤형 농기계 개발보급을 위해서는 고추, 마늘 등 브랜드육성 품목은 경영체 중심의 일관기계화 적극 추진, 농기계 안전관리 강화를 위해서는 시험평가 제도 개선으로 안전성, 쾌적성, 환경위해성 중심으로 전환, 인프라 구축을 위해서는 농기계 가격표시제 도입 등 공급제도 개선, 연료소비를 등급표시로 에너지 절감 유도 등이 있음
- 발작물·축산기계화 촉진을 위해 해당 기종을 우선 지원하고 친환경농업 육성 및 에너지 절감형 농기계는 우대지원하고 있음. 또한, 농업생산비 절감과 자동화촉진을 위한 신기술 농업기계의 생산자금을 지원함으로써 우리 농업 여건에 알맞은 국산 농기계의 개발 보급 등 우량농기계 생산을 지원함
- 시설농업기자재 생산지원을 위해 현대화된 생산설비와 자동화장비 등 농업기자재 생산시설설치에 필요한 자금을 지원하여 우량 농업기자재의 생산 및 국산화를 촉진하기 위해 지원하는 사업으로 농업용기계, 기자재의 생산시설 설치비 및 건축비 등 지원하고 있음

다. 우리나라 생물생산시스템 분야 기술경쟁력 현황과 과제

- 정부주도로 진행되어온 농작업기계 분야는 대동, 국제, 동양, LS 등을 중심으로 국내 뿐 아니라 수출액이 매년 급격히 증가하는 등 국제 경쟁력을 가지고 있음. <표1-5>에서 보는 바와 같이 전체 기업수는 323개 업체이며 이 중 종업원 수가 100명을 초과하는 기업은 18개 업체이며 수출까지 담당하고 있는 업체이며 나머지는 대부분 30명 미만의 소형업체로 발작물 기계, 축산기계, 원예기계를 생산하는 업체임

<표 1-5> 국내 농작업기계 생산분야 기업 현황

(단위 : 개 사)

연도 \ 항목	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
계 Total	132	285	309	370	306	314	293	323
11명 미만	26	73	82	118	99	109	111	123
11 ~ 30	59	119	136	170	140	138	128	143
31 ~ 50	18	44	47	38	34	35	24	26
51 ~ 100	14	24	22	22	14	13	12	13
101 ~ 500	7	19	17	16	15	15	15	15
501 ~ 1,000	2	6	5	6	4	5	3	3
1000명 초과	6	-	-	-	-	4	-	-

자료 : 농업기계연감(2007)

- 수출은 2001년부터 매년 20~30% 성장을 하였으나 2006에는 2005에 비해 3%증가한 351백만 불의 실적을 올렸는데 이것은 앞서 언급한 원화대비 달러 및 엔화절하, 위엔화 절상과 DDA, FTA협상 등의 국제 정세의 열악한 환경속에서도 전년 수준 이상의 실적을 올린 것은 우리 농기계 제조업체들이 해외 진출을 위하여 대단히 노력한 결과임 특히, 2006년도에는 상대적으로 수출에 악영향을 보이는 변수들이 수입업체에는 좋은 기회로 전년대비 18% 정도 농기계 수입이 증가하여 국내 제조업체에게 큰 위협을 가하고 있고 2006년에 환율 악영향으로 내수공급용 수입기종도 늘어나는 추세로 보이지만, 그러나 아직 우리 농기계산업의 무역수지는 매년 약 20천만 불 이상 흑자를 내고 있는 효자산업임
- 우리의 농기계가 해외 시장에서 유명메이커의 제품과 경쟁을 통하여 자리를 잡을 수 있도록 국내 대기업인 대동, 국제, 동양, 엘에스, 아세아 등에서 보이는 실 기업이운 보다는 향후 중장기적인 발전방향을 계획하고 추진하고 있음. 향후 우리가 공략을 할 곳은 북미는 물론 유럽과 서남아시아(중동), 아프리카, 남미 등에 공급 가능한 품목을 선정하여 지역적인 특성, 공략방법 등 세밀한 준비를 거쳐 추진해야 하겠으며 우리기업이 향후 현지 투자 활성화 및 기술개발, 현지 지형에 맞는 농기계 개발 및 현지의 편리한 사용법 등을 지속적으로 연구 투자하여 앞서 언급한 모든 악재들을 타파하여

지속적으로 수출 촉진하여 이러한 난제를 해결해 2008년에는 15% 증가한 4억불 수준이 될 것으로 사료됨

- 농작업기계분야의 시장규모는 2012년 2조 5000억으로 추산되고 있으나, 축산시설 및 원예시설 등 생물생산시설시스템 부분의 시장규모가 2012년 10조 이상으로 추산되고 있어 향후 노지 작업용보다는 시설내 생물생산을 위한 기계 및 시스템의 개발이 급성장 할 것으로 예상되고 있음. 일례로 원예작물 생산액은 '90년에 48,710억 원이던 것이 '95년에 100,500억 원, 2000년 98,440억 원으로 성장하였으며 특히, 채소·화훼 수출액은 '90년에 37.4백만\$에서 '95년에 66.4백만\$, 2000년에 135.9백만\$로 급속한 발전을 이루었음

<표 1-6> 농작업 기계분야의 시장 변화 현황

(단위 : 대, 천\$)

항목	연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
								대 수	금 액
동력경운기		2,225	2,986	664	-	-	-	-	-
농용트랙터		45,143	61,371	69,839	132,511	162,991	203,724	20,137	205,828
엔진		1,211	888	1,194	2,278	6,029	8,517	5,991	9,722
양수기		16,260	17,023	18,590	-	-	-	-	-
절단기		-	20	-	-	-	-	-	-
도정기 및 기타기종		29,292	30,854	29,068	43,838	58,425	73,303	454,698	82,533
소농기구		16,236	13,437	12,512	11,134	9,382	8,699	-	6,406
부품		24,437	19,789	15,675	35,456	42,404	46,779	-	46,380
계		134,804	146,368	147,542	225,217	279,231	341,022	480,826	350,869

자료 : 농업기계연감(2007)

- <표 1-7>, <표 1-8>, <표 1-9>에 나타낸 바와 같이 축산시설 및 자재 업체수는 320개에 달하며 상시 종사자수는 평균 7명이고, 2005년도 자료에 의하면 영세율 적용 축산기가재 매출액은 3,521억 6천만 원으로 총매출액 대비 42%를 차지하고 있으며, 작업분야별로는 축산시설 및 환경 조절용이 31%로 가장 많으며, 생산물 처리용 24%, 사

<표 1-7> 축산시설 및 자재 관련업체 현황

(단위: 백만 원)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005
업체수(개소)	280	290	300	310	320	320
매출액	369,500	343,800	431,200	605,624	739,183	829,564

(출처: 한국축산환경시설기계협회(2006))

<표 1-8> 축산환경시설 관련 국내 매출현황

(단위: 억 원)

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2005
시양관리용	481	455	593	834	1,018	1,143
생산물처리용	866	872	1,026	1,443	1,761	1,976
사료생산 및 조제용	413	453	524	738	901	1,011
축산시설 및 환경조절용	1,040	953	1,360	1,907	2,328	2,613
축산분뇨처리 및 작업기계	650	450	450	632	771	865
기 타	245	255	413	502	613	688
계	3,695	3,438	4,312	6,056	7,392	8,296

(자료: 한국축산환경시설기계협회(2006))

<표 1-9> 축산기자재 및 농기계 관련 국내 매출 현황

(단위: 억 원)

구 분	1997	1999	2001	2003	2005
축산기자재	5,314	4,234	3,438	6,056	8,295
농 기 계	11,989	9,302	7,950	4,900	6,445
%	44	46	43	124	129

(자료: 한국축산환경시설기계협회(2006))

양관리용이 14%로 나타났음. 특히, 2000년도까지 농기계 매출액의 약 44%를 차지하던 축산기자재 매출액이 2003년도 이후에는 120% 이상으로 증가한 것으로 나타나 이 분야에 대한 관심과 정책이 필요함

- 시설원예기계 및 설비 시장규모는 급속히 성장하고 있으나, <표1-10>에 나타난 바와 같이 (사)한국농자재산업협회 회원사 현황으로 보면, 업체수가 52개로 집계되고 있고 대부분 영세하며 주로 외국산 설비를 수입하는 업체가 대부분임. 특히, 이 분야는 성장성이 크기 때문에 자체 국산기술의 개발 및 산업화가 시급하다고 판단됨

<표 1-10> 시설원예기계 및 설비 시장규모 현황

(단위: 개소)

구 분	서울	경기	충남	충북	강원	전남	전북	경남	경북	계
관수자재	6	3	2	0	0	0	0	1	1	13
육묘 및 식물 재배 자재	8	3	0	0	0	0	1	3	1	16
시설 시공 및 부속 자재	0	5	1	1	0	1	0	3	3	14
방제기기 및 관련자재	3	2	0	0	0	1	0	1	0	7
기 타	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
합 계	18	14	3	1	0	2	1	8	5	52

(자료: (사)한국농자재산업협회 홈페이지([www.kamia.or.kr](http://www.kamia.or.kr)))

### 3. 기술개발 현황 및 문제점

#### 가. R&D 투자 현황

- '06년도 농림 R&D 예산은 농림 분야 예산의 3.3%로 국가 R&D 예산이 국가예산의 4.3%에 비하여 미흡한 실정임. 특히, 농림 분야 R&D는 국가의 생존과 직결되고 농업 기술 종속은 향후 미래사회에서 시급한 부분임에도 불구하고 단순한 경제지표로 평가 및 배분되는 현상이 있어 이를 개선해야 함. 농촌진흥청을 중심으로 한 농업 R&D 예산은 최근 3년간 연평균 6% 증가하였으나 국가 R&D 연평균 증가율 8%보다 낮은 실정임
- <표 1-11>에 나타낸 바와 같이 인건비를 제외한 농촌진흥청의 중장기 투자계획을 보면, 농업공학연구에 10년간 62,350백만 원이 투자될 것으로 타 분야에 비하여 작지만, 원예시험연구, 축산시험연구 등 타 분야 R&D에 투입되는 H/W의 대부분 생물생산시스템 기자재라고 판단할 수 있어 전체 투자액수는 시험연구 액수보다 수배에 이를 것임

<표 1-11> 농림 기자재 분야 국내 R&D 투자 현황

(단위: 백만 원)

구 분	'06~'07	2008	2009	2010	'11~'15	총사업비
농업공학연구	9,722	5,204	5,360	5,521	36,543	62,350
원예시험연구	45,560	22,641	23,320	24,540	162,427	278,488
축산시험연구	57,529	29,336	30,217	31,124	206,005	354,211

(자료: 중장기연구개발계획(농촌진흥청, 2006))

#### 나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황

- 농작업 부분에서는 GPS를 이용한 트랙터 자율주행 기술 등 농작업의 자동화, 로봇화, 무인화 기초기술, 발작물 채배 일관기계화 기술, 전자지도기반 변량시비 및 벼 수확량 모니터링 기술 등 친환경 정밀농업 실현을 위한 기초기계 기술 프로젝트가 추진되고 있음. 또한 발작물 기계화를 위하여 마늘, 콩 파종기계, 정식기계, 땅속작물 수확기 등의 개발이 추진되고 있음
- 시설원예 부분에서는 시설구조 개선 및 재해예방대책, 대체에너지자원의 확보를 통한 선진형 에너지구조로의 전환과 국가 에너지사용의 다변화를 위해 대체에너지 공급을 확대하려는 발전목표를 세우고 2011년에는 1차 에너지소비량의 5.0%를 공급하려는 장기목표를 설정하고 이에 대한 세부계획을 수립 중에 있음. 또한, 시설 환경 관리 및 수분·양분 관리 자동화 시스템 개발을 추진 중임

- 축산기계 및 설비 부분에서는 사료작물 수확기, 랩핑기 등 작업기계와 축산 환경관리, 축산 개체 모니터링 기술이 개발되고 있음. 임업기계는 한국형 임업기계장비의 국산화를 위하여 다목적 집재차, 소형 리모콘 윈치, 원목운반용 미니포워더, 임목수확장비인 조재기, 궤도식 소형임내차를 개발하였으며, 다목적 기능을 가진 임목수확장비 개발은 우리나라 지형에 적합한 기계개발을 준비 중에 있음
- 농업정보 시스템에서는 유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 시설원예, 축사관리 정보 등을 실시간으로 취득, 이용하는 기술, 재배이력 정보를 취득하여 농축산물 생산이력 제에 통합하는 기술 등을 추진하고 있음

## 다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제

### (1) 전략적 측면

- 생물생산시스템 분야는 가시적인 하드웨어를 주로 생산하는 분야이지만 현재의 기술개발 투자는 실용화에 지나치게 치중되어 있음. 어떤 기술이 실용화되기 위해서는 전 단계인 기초 기술 확보가 되어야 함에도 불구하고 3년 정도의 단기 투자로 실용화를 추구하므로 발작물 농작업기계, 축산 및 원예 기계 및 설비는 아직 국내 독자 기술이 확보되지 못한 상황이므로 주로 외국산을 빠른 시일내에 벤치마킹하는 수준에 있음. 모든 기계기술에 대한 국내 독자기술 확보는 중장기적으로 막대한 예산이 투입되기 때문에 현실적인 어려움이 있으나, 파급효과가 큰 핵심기술을 중심으로 국내독자기술 확보를 위한 기술개발에 투자를 하고, 그 결과를 이용한 다양한 실용화 과제를 일괄적으로 추진하는 것이 병행되는 것이 바람직함

### (2) 정책적 관점

- 산업화, 실용화를 위해서는 산업자원부나 중소기업청 등 정부부처와 협조가 긴밀히 유지되어야 함. 농림기술과제로 개발된 실용화 기술이 농산업에 적극 활용되기 위해서는 영세한 업체의 자율의지에 맡기는 것만으로는 부족하며, 농림부 보급 정책 및 타 부처의 실용화 사업과 연계되어야 할 것임. 또한 지자체 생물생산시스템 지원사업과도 연계될 수 있도록 정책적인 지원이 필요함

### (3) 운영시스템 관점

- 현재 우리나라의 많은 연구개발 투자는 한번 투자한 부분에 대하여 재투자를 하지 않아 실제 매우 시급한 과제라 할지라도 과거에 유사한 과제가 수행되었다면 다시 추진하기가 힘든 상황임. 과거 수행여부보다는 기술투자의 정당성, 필요성이 인정되면 재

투자를 해서라도 산업화를 추진해야 함

- 생물생산시스템 등 농림기자재 분야는 산업화를 위해서 학제간 연계를 통한 기술개발이 이루어져야 하지만, 기술개발 투자 과정에서 산업화를 위한 업체의 참여와 더불어 실제 사용하는 작목별 전문가, 사용자가 함께 참여하는 기술개발 과제가 될 수 있도록 해야 함.

#### (4) 수요지향성 관점

- 사용자의 수요를 가장 잘 파악하는 주체는 산업체인 점을 착안하여 산업체에서 개발 및 생산하고자 하는 기종을 중심으로 우선순위를 설정하고 산업화가 될 수 있도록 해야 함. 더불어 산업체는 주로 자체개발하려는 성향이 많으나 우리나라의 영세한 산업체 현실을 고려할 때, 과학적이고 체계적인 기술개발이 되기 위해서는 대학이나 연구소의 전문인력과 적절하게 연계되도록 유도해야 함
- 최근 기술투자의 방향이 작목별 사업단 위주로 되어 있음(예, 사과 사업단, 바이오에너지 사업단 등). 생물생산시스템 등 농림기자재 분야는 작목과 연결되어야만 실용성을 확보하는데 유리하지만 작목별 사업단이 학제별 전문가를 다양하게 포함하고 특히 인력작업의 기계화가 필수적임에도 불구하고 현실적으로 사업단에 참여하기 어려운 실정임. 따라서 사업단 단위의 기술개발 추진시 생물생산시스템 분야가 필수적으로 참여할 수 있도록 관리해야 함

#### (5) 성과 관점

- 현행 기술개발 투자는 단기적인 성과에 집중하고 있으며 경우에 따라 예산지원이 충분하지 못하여 실제 산업화 보다는 책정된 성과를 가시적으로 도출하는 수준에서 머무르는 경우가 상당함. 향후 산업화 성과를 위해서는 기초기술 확보, 특허 등록, 산업화 실현을 위한 체계적인 관리가 이루어져 실제 산업화 성과까지 종합적으로 지원해야 할 것임

## 4. 2017년 생물생산시스템 분야 기술개발 전략

### 가. 환경변화와 주요 이슈

- 청년실업 등 도시에서는 일자리가 없어 아우성인 반면 농촌은 노동력이 부족한 실정이고 남아있는 농업노동력마저 부녀화, 노령화되고 있음. '05년 우리나라의 총 농가 수



는 1,272천 가구로 '95년에 비하여 227천 가구가 감소하였고, 농가인구는 3,434천명으로 1,417천명이 감소한 반면, 60세 이상 고령인구는 전체농가의 30%이고 남녀 구성비는 48.6%:51.4%임. 현재의 추세가 계속된다면 10-20년 후에는 농사를 지을 사람이 더욱 적어지고 농경지에 대한 자세한 정보나 농사 노하우를 이어받을 사람이 없어지게 될 것이 예상되어, 생산비 절감을 위한 생력기계화 및 조작 편의성과 안전성 향상 기술이 요구됨

- WTO, DDA, FTA 등으로 수입 농산물과의 경쟁이 불가피하여 생산비 절감을 위한 생력기계화 요구도 증대되며 농사 기계화율은 90% 수준이나 안전성·편리성 등 질적 측면의 기계화 요구도가 높으며, 밭농사 기계화율 47.2% 등 원예, 축산 등의 기계화는 아직 미흡하여 시작단계로 많은 노동력이 소요되어 우리나라가 지켜야 할 작목을 중심으로 생물생산시스템 개발지원이 시급함
- 지구환경문제는 특정분야에 의해 발생하는 문제가 아니고, 환경오염으로 인한 피해 및 영향이 한 국가가 아닌 지구 전체에 영향을 주고 있어 모든 국가, 모든 분야가 환경친화적인 방향으로 전환하는 것이 불가피해지고 있으며 국내외적인 동향 또한 농업의 환경 친화적인 노력을 요구하고 있음. 농약, 화학비료 등의 과다사용과 축산분뇨 등의 발생으로 인하여 농경지, 농업용수 등 농업환경이 오염되고 있으며, 농경지의 유효인산 및 칼리 등 특정양분 함량이 증가하고, 산성화 및 유기물 함량의 저하 등 지력을 떨어뜨리고 있어 필요한 양의 농자재를 필요한 위치에 투입하는 친환경 정밀농업 기계기술의 산업화가 요구되고 있음
- FTA이후 우리나라 농산물의 경쟁력은 안전성과 품질에 있음. 웰빙 바람으로 가격이 비싸더라도 안전(잔류 위해물질이 없음) 고품질(맛, 외관, 신선도가 우수함) 농산물을 선호함. 농산식품에서 많이 나타나는 농약, 중금속, 유기오염물질, 미생물 독소 등의 위해물질은 작물재배과정, 유통과정에서 주로 오염되기 때문에 농작물 생산에서 소비까지 전 과정(Farm to Table)의 안전 및 품질관리가 필수적이지만, 생산이력제의 시행 확대에도 불구하고 생산환경의 건전성, 생산과정에 투입된 화학제 성분, 수확 후 처리 및 유통에 처리된 화학제 등 이력정보가 기계적인 시스템에 의하여 객관적으로 측정·관리되기 보다는 주관적인 입력자료에 의존하고 있어 허위정보 가능성에 노출되어 있어 생물생산시스템의 향후 기술개발에서 이러한 부분이 고려되어야 함
- 국민소득 증가와 생활수준 향상에 따라 시설원예 농산물의 국내 수요와 수출물량이 증가하고 있으며, 생산과 소비 측면에서 시설원예산업의 비중은 앞으로도 지속적으로 확대될 것으로 전망됨. 1990년대 초 정부의 시설 현대화 지원사업으로 시설면적이 급속하게 확대되어 1990년 25,450ha에서 2004년에는 51,237ha로 15년 사이에 2배 이상 증가하였음. 그러나 지속적인 유가 상승과 인건비, 자재비 등의 상승으로 시설재배 농

가의 경영비 부담이 가중되고 있으며, 열악한 시설환경으로 인하여 작물의 생산성 및 상품성이 떨어져 경쟁력이 취약한 실정으로 경영비 절감을 위한 에너지절감 생산 기술, 약성노동 해소와 노동력 절감을 도모할 수 있는 시설재배 시스템 및 환경개선, 생산성 및 품질향상을 위한 재배관리 기술 등이 필요함

- 축산물 소비는 지속적으로 증가되고 있으나 FTA 등 국제무역 자유화가 확대되면서 수입축산물의 국내시장 잠식 가능성이 높아지고 있으며, 축산물내의 유해물질 잔류 및 약성 가축질병이 소비자의 신뢰를 떨어뜨리는 등의 문제가 있어 축사시설, 사양기구, 가축분뇨처리 기술 개발 등이 필요하고, 축산 개체 모니터링 및 관리를 위한 신기술 개발도 필요함
- 농업분야의 에너지 사용 70% 이상이 시설원예산업과 축사의 냉난방 등에 사용되고 있어 고유가에 대비한 에너지 절감 기계기술이 요구되고 있으며, 매년 반복되는 폭설·호우 등에 의한 농업시설피해를 최소화하기 위한 농업재해 기술 개발 요구가 증대되고 있음
- 선진국에서는 인공위성을 활용, 각종 영농기술 정보부터 출하, 소비추세, 해외동향 등 다양한 정보를 신속하게 제공하고, 농가는 이를 적극적으로 수용하는 농업정보 산업이 고도화되고 있음. 새로운 정보기술(IT)들이 등장함에 따라서 비농업부문은 다양한 부문에서 활발하게 접목하여 첨단산업사회로의 조속한 발전을 시도하고 있어 농업·농촌부문에서도 이러한 최신정보기술의 활발한 접목이 요구되고 있음 (예, 유비쿼터스, RFID 등의 비용도 점차적으로 낮아지고 있음)
- GPS, GIS, RS, 인공지능, 시스템공학 및 최적화 기법, 센서 및 계측기술, 자동제어 이론, 컴퓨터 이용 및 프로그래밍 기술 등 주변 첨단기술이 지속적으로 발전하고 그 이용비용 또한 감소하고 있으므로 농산업 분야의 현안문제를 해결하는데 이러한 주변 첨단기술을 적극 활용할 필요가 있음

## 나. 주요 이슈별 R&D 정책 니즈

### (1) 미래 유망 기술 확보(미래 성장 동력개발) 측면

- 농경지 건전성, 환경정보와 작물생육, 시설원예 지하부 및 지상부 정보 취득, 축사 환경 정보 취득, 농자재 투입 정보 수집을 위한 측정기술이 생물생산시스템과 결합되어야 하지만, 농자재 투입을 위한 H/W 기술은 현재 존재하거나 단기간에 확보할 수 있는데 반하여 기계기술과 결합한 센싱기술은 현재 검증되지 않은 외국 제품들이 무차별하게 도입되고 있어 국제 독자기술 확보에 중장기적 투자가 필요하고 향후 성장가

능성이 매우 큼

(2) 기업현장애로기술 개발 지원 측면

- 비교적 단기간에 해결 가능한 발작물, 시설원예, 축사환경 관리를 위한 H/W 기술부분은 세부 분야별로 주요 기종을 중심으로 업체에서 산업화할 수 있도록 중복투자 등을 허용하여 적극적인 지원이 필요함

(3) 인프라(인력, 특허, 표준, 시설, 정보 등) 구축 측면

- 생물생산시스템 분야의 젊은 인력이 최근에 공급되고 있으므로 이 전문가들을 적극 활용하고, 개발된 기술에 대해서는 기술개발 예산과 별도로 특허와 표준화를 위한 정책과제로 추진해야 할 것임. 또한 이러한 기술들에 대한 DB구축에도 지원을 아끼지 말아야 기술성장 속도를 가속화 할 수 있으며 중복투자를 방지할 수 있음

(4) 기술이전사업화 측면

- 발작물 기계부분은 우리나라 농업여건에 맞도록 개발될 필요성이 극히 높은 분야이고, 향후 인삼 등 특용작물을 중심으로 한 발작물의 재배면적이 증가할 예상이므로 정책적 지원에 의한 사업화 가능성이 높음
- 주변 첨단기술을 이용한 정밀농업형 농작업기계는 친환경 농축산물에 대한 소비자의 요구가 지속적으로 성장하고 있으므로 실용화 및 산업화가 중장기적으로 가능할 것임
- 특허, 시설원예 및 축산용 시설은 현재 대부분 외국산을 그대로 수입하는 수준이어서 정책적인 지원에 의해 중소기업을 육성한다면 기술개발투자와 함께 기술이전 사업화가 충분히 가능함

(5) 기술지도 측면

- 벼농사용 농작업기계 생산업체를 제외하고는 대부분 영세 업체이므로 자체 연구개발 능력이 부족한 것이 현실임. 따라서, 대학, 연구소 등의 전문인력과 산업체와 연계를 조직적이고 정책적으로 지원으로 기술지도가 이루어 질 것임

다. R&D 정책 니즈별 핵심전략과제

- 안전하고 경쟁력있는 저투입 친환경 농작업기계 기술 산업화

- 고품질 원예작물 생산을 위한 첨단 시설원예기계 및 설비 산업화
- 안전 축산물 생산을 위한 위생적인 축산기계 및 설비 산업화
- 효율적인 국산화 임업기계 산업화
- 첨단정보기술을 이용한 농업정보시스템 이용기술 산업화

라. 핵심전략 과제별 성과목표 도출

- (1) 안전하고 경쟁력있는 저투입 친환경 농작업기계 기술 산업화
  - 인간공학적 설계기법을 이용한 농작업 안전성, 편이성 향상 기술 개발
  - IT등 주변첨단기술을 적용한 농작업 자동화, 무인화 기술 개발
  - 농자재 및 에너지 저투입 정밀농업 기계 기술 개발
  - 현장적응력 있는 저비용 발작물 기계 기술 개발
- (2) 고품질 원예작물 생산을 위한 첨단 시설원예기계 및 설비 산업화
  - 주요 원예기계 국산화 기술 개발
  - 에너지 절감형 시설작업 자동화 기술 개발
  - 식물공장 일관기계화 기술 개발
  - 환경 및 생체계측에 의한 복합 환경 및 양수분 관리 시스템 개발
- (3) 안전 축산물 생산을 위한 위생적인 축산기계 및 설비 산업화
  - 주요 축산기계 국산화 기술 개발
  - 축산분뇨처리 및 자원화 기계 및 설비 개발
  - 악취저감 등 축사 환경제어 기술 개발
  - 개체 사양관리 기계 및 시설 기술 개발
- (4) 효율적인 국산화 임업기계 산업화
  - 주요 임업기계 국산화 기술 개발
  - 고효율 임업 작업 시스템 개발
- (5) 첨단정보기술을 이용한 농업정보시스템 이용기술 산업화
  - IT기술을 이용한 농작업, 시설원예, 축산 작업 정보화 기술 개발
  - 디지털 과학농업 및 유비쿼터스 등 첨단기술 적용 기술 개발

마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제 및 R&D 추진전략

(1) 농작업 기계 기술

기술개발 과제	추진전략
친환경 정밀농업 농가적응 기계 작업체계 개발	전략기획
인삼, 버섯 등 특용작물 일관 기계화 작업체계	전략기획
주요 발작물 일관 기계화	전략기획
정밀농업을 위한 작물생육정보 취득 기계기술	자유공모
정밀농업을 위한 변량살포 기계기술	자유공모
정밀농업을 위한 토양 정보 취득 기계기술	자유공모
농작업 자동화, 무인화 기술 개발	자유공모
기계 제초 등 화학제 무사용 기계	자유공모
유기자재용 농작업 기계	자유공모
농작업기계 편이성 증대 및 인간공학적 설계기술	자유공모
고령자, 부녀자, 취미농에 맞는 저가형 농작업기계	자유공모

(2) 시설원예기계 및 설비

기술개발 과제	추진전략
식물공장 통합 실용화 기계기술	전략기획
원예작물 육묘공장 시스템	전략기획
시설재배 시스템 표준화 기술	전략기획
주요 원예작업 자동화, 무인화, 로봇화 기계기술	자유공모
에너지 절감형 시설원예 생산시스템	자유공모
온도, 광, 습도 등 환경 복합제어기술	자유공모
유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 시설 원격관리 시스템	자유공모
과수 재배 환경 제어 시스템	자유공모

(3) 축산기계 및 설비

기술개발 과제	추진전략
사양관리 종합자동화 시스템	전략기획
축산시설 및 시스템 표준화 기술	전략기획
가축 무인관리 실용화 기술	자유공모
축사 환경 통합 관리 시스템	자유공모
축산 기자재 표준화 연구	자유공모

(4) 임업기계 기술

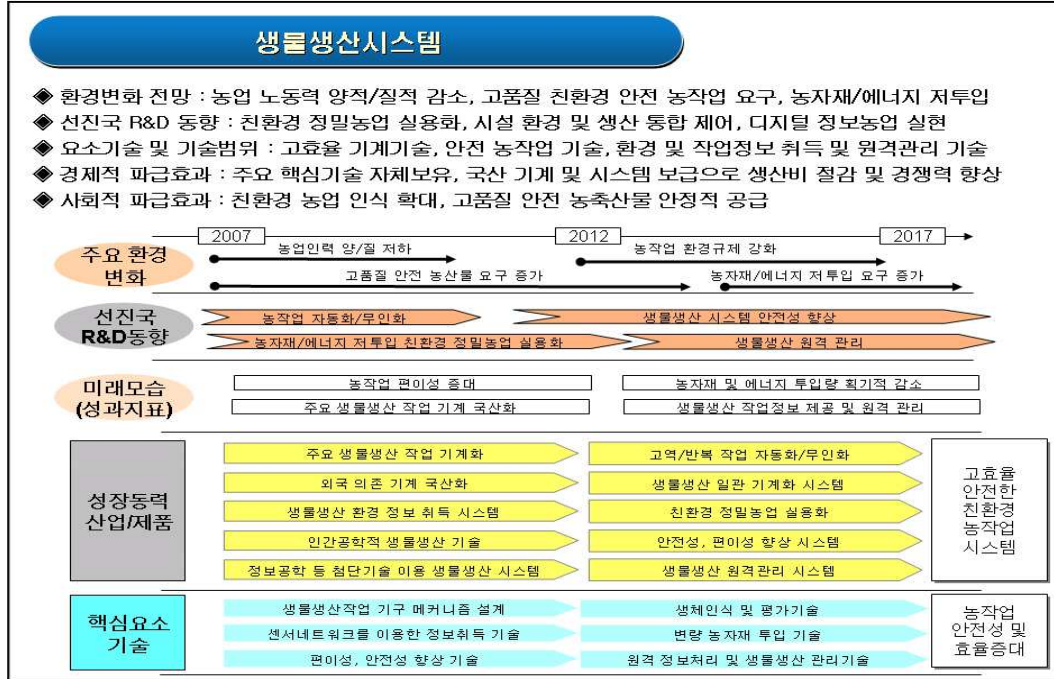
기술개발 과제	추진전략
산림작업 일관 기계화 작업 체계	전략기획
바이오매스 생산·이용시스템 개발	전략기획
산림 병해충 관리 기계 및 시스템	자유응모
임업 단위 작업 기계 국산화 및 개발	자유응모

(5) 농업정보 시스템

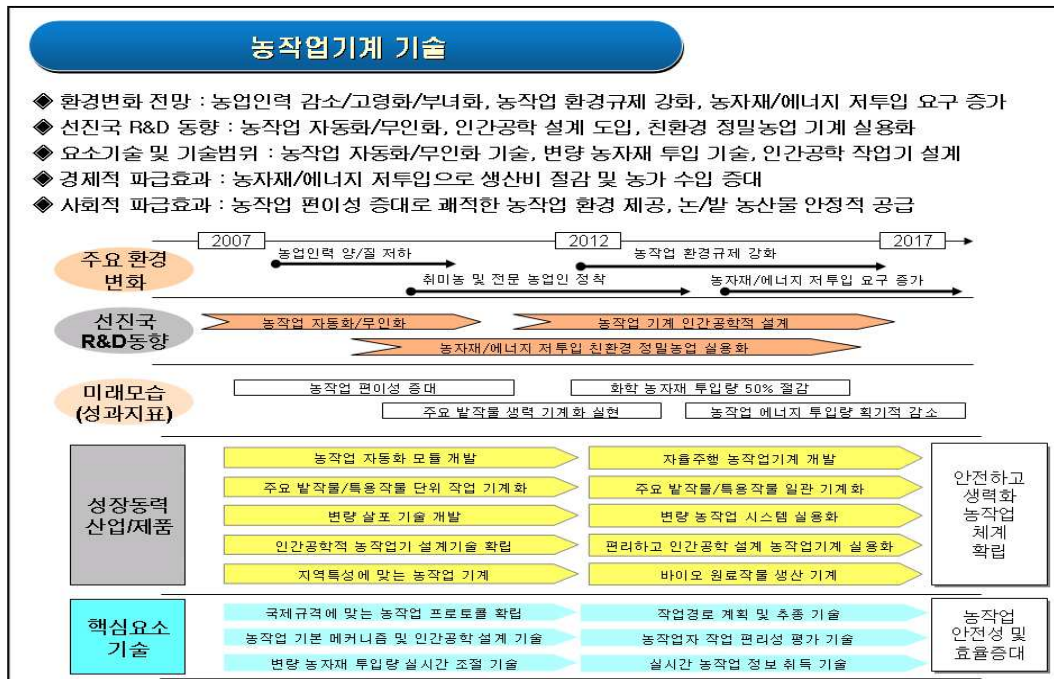
기술개발 과제	추진전략
농축산물 이력 관리 및 추적 시스템	전략기획
전자 상거래 모델 개발	자유응모
첨단통신기법을 이용한 농축산 정보 실시간 제공시스템	자유응모

## 바. 기술개발 로드맵

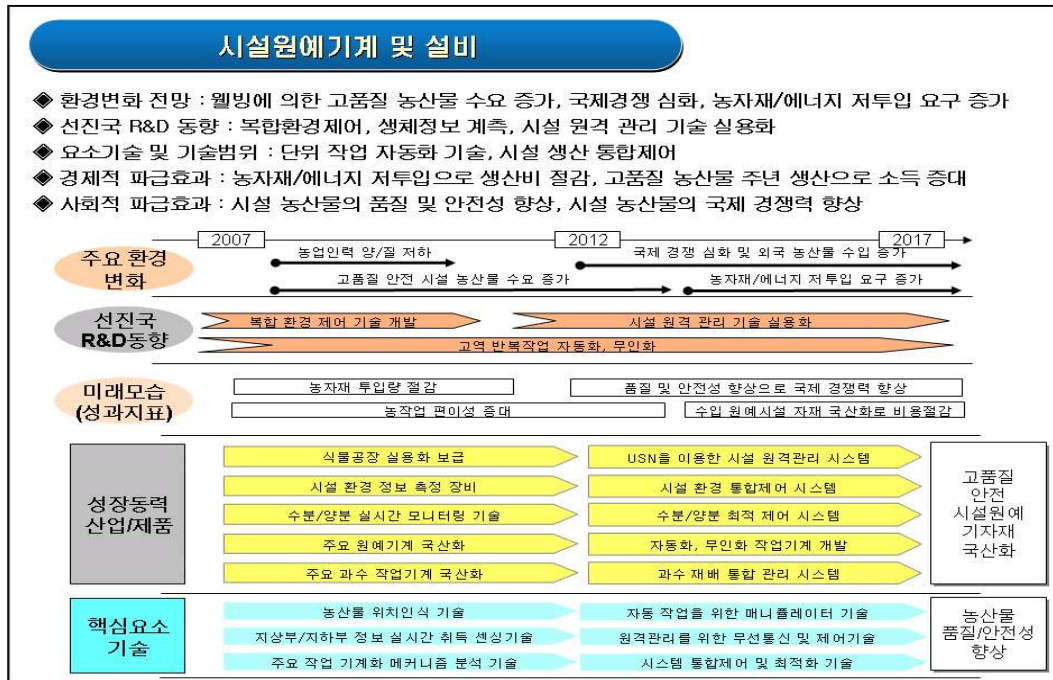
### ○ 생물생산시스템 분야



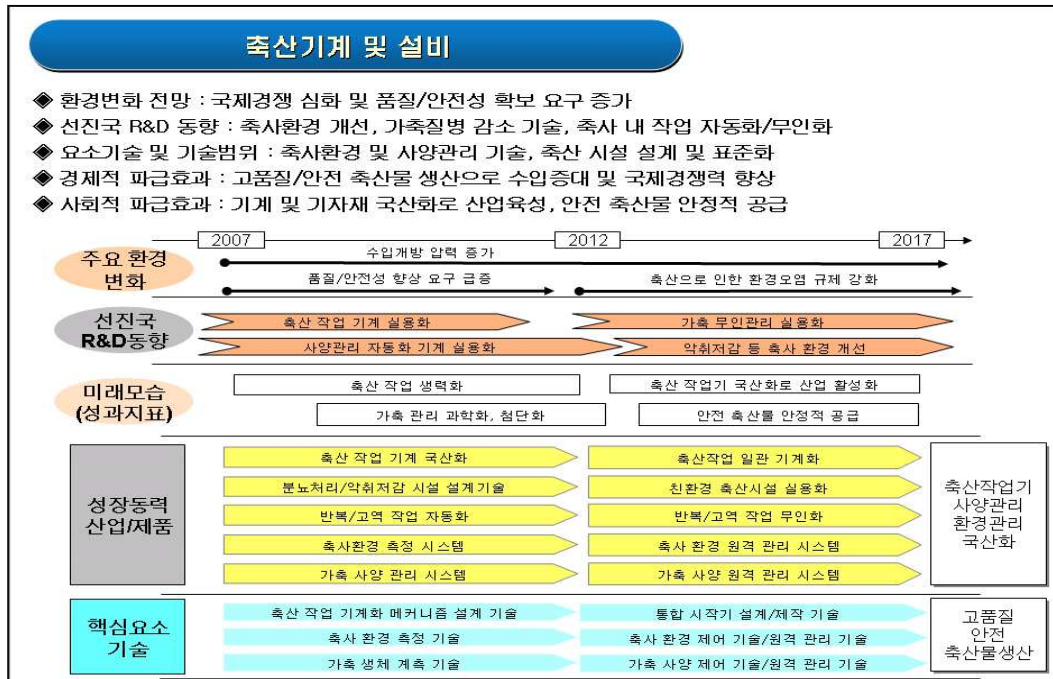
### (1) 농작업기계 기술



## (2) 시설원예기계 및 설비

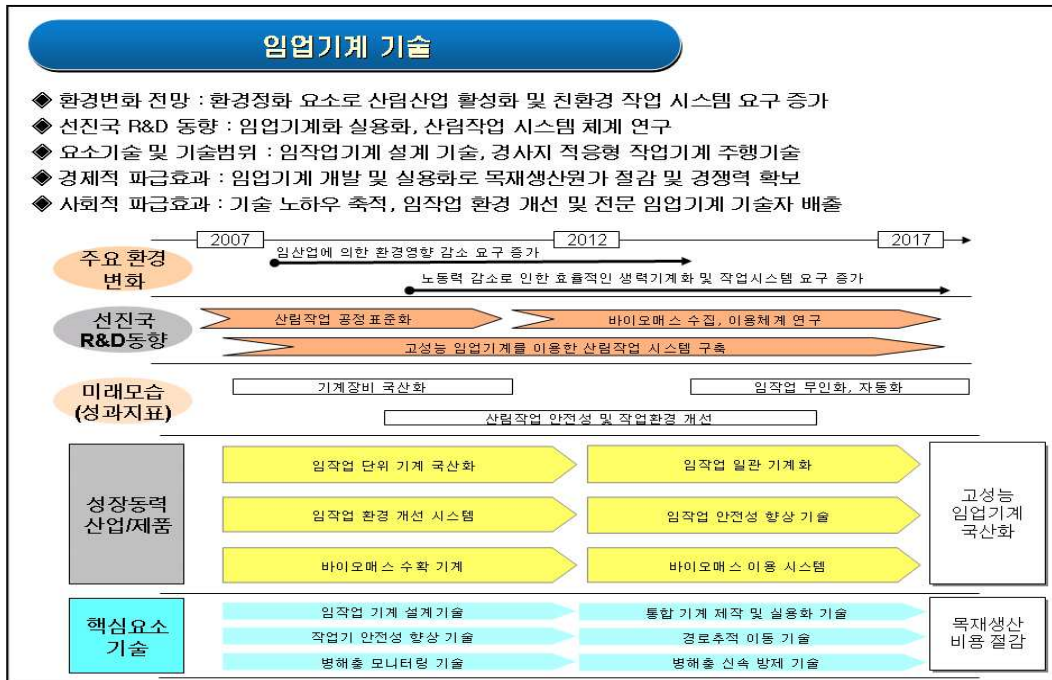


## (3) 축산기계 및 시설

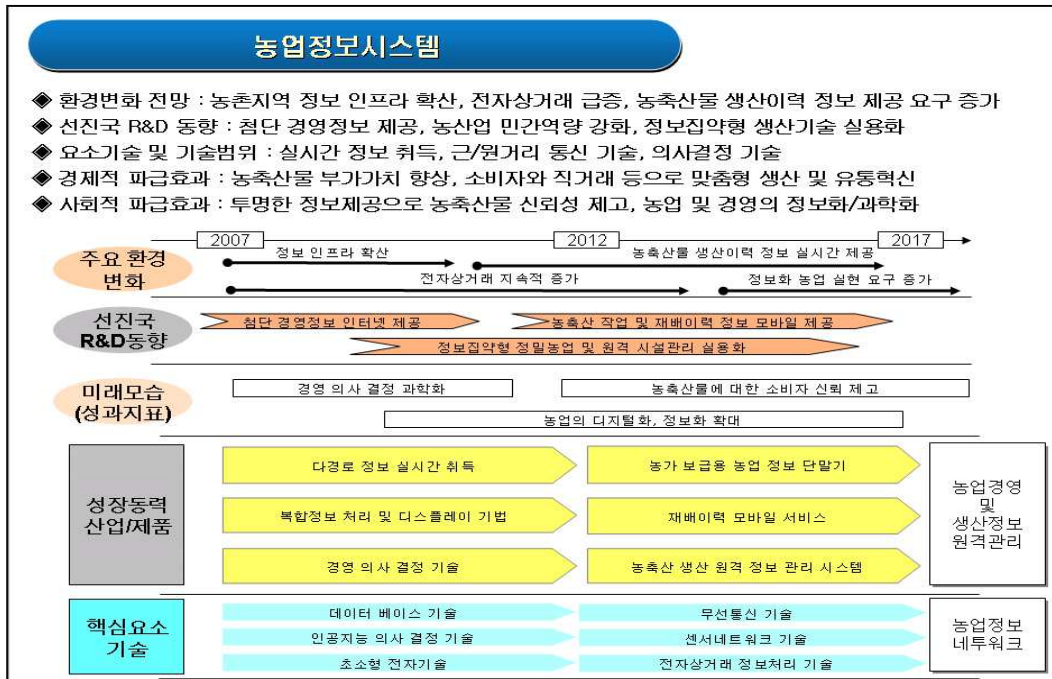




#### (4) 임업기계 기술



#### (5) 농업정보시스템



## 5. 소요예산

(단위: 억원)

구 분		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	합계
세 부 분 야	농작업기계 기술	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	175
	시설원예기계 및 설비	20	20	20	20	20	25	25	25	25	25	225
	축산기계 및 설비	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20	175
	임업기계 기술	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	75
	농업정보시스템	5	5	5	5	5	10	10	10	10	10	75
합 계		60	60	60	60	60	85	85	85	85	85	725

## 6. 기대효과

- 농자재/에너지 저투입으로 생산비 절감 및 농가수입 증대
- 농작업 편이성 증대로 쾌적한 농작업 환경 제공
- 고품질, 안전 농축산물 안정적 공급
- 외국산에 의존하는 농작업기계 설계·제작기술 국내 독자 기술 확보
- 첨단정보 기술을 이용한 생물생산시스템의 과학화, 디지털화, 정보화
- 국산화 및 실용화 확대로 국내 생물생산시스템 산업 활성화
- 대형 및 첨단 기종의 선진국 수출, 소형 기종의 개도국 수출 확대

## 제2장 농식품 가공시스템 분야 TRM

## 1. 개 요

### 가. 배경 및 필요성

- FTA와 DDA 체결에 따른 시장 개방은 농업 경제 전반에 영향을 미치고 특히 농산물 가격 하락과 더불어 농가소득이 감소될 것으로 예상됨. 한편 이와 같은 상황이 지속되고 대책이 마련되지 않으면 국내 농업은 상당한 어려움에 봉착할 것으로 예상됨.
- 수입 농산물에 대한 경쟁력을 강화하기 위해서는 품질 향상과 안전성 등을 고려하고, 농림축산물의 부가가치를 높일 수 있는 효율적이고 실용적인 기술을 개발하여 농가소득을 증대시킬 수 있는 방안을 강구할 필요가 있음.
- 농산물을 고품질화 및 수확 후 효율적인 품질 유지는 우리 농산물의 경쟁력을 강화할 수 있는 새로운 요인임. 수확 후 관리기계 및 농식품 가공장치와 관련된 국내 산업기술과 연구개발 수준은 선진국 수준에 접근한 기술도 있으나 상당 부분 모방 단계에 있는 실정임.
- 수확 후 관리와 가공 관련된 시설 및 장비, 산업규모는 매우 영세하여 기술 개발에 어려움이 있음. 수입 농산물에 대한 국제경쟁력을 강화하고, 안전성이 고려된 고품질 농산물을 소비자에게 공급하기 위해서는 수확 후 처리공정 및 가공 시스템의 산업화 및 실용적인 연구 개발이 필요함.

### 나. 목 적

- 농식품 가공시스템 산업과 관련하여 기술적·경제적인 효과를 크게 나타낼 수 있는 실용화·산업화할 수 있는 기술 개발에 기여함.
- 기술혁신이 국가 및 산업 경쟁력을 좌우하므로 고품질화 및 생산비 절감을 위한 혁신적인 가공시스템 관련 기술을 발굴하고, 국내 농산업 및 농식품 가공시스템 분야의 경쟁력을 확보하는데 있음.

## 2. 산업·기술 동향 분석

### 가. 산업·시장 동향 분석

#### (1) 분야별 세계/국내 시장 규모

##### ㉔ 수확 후 처리시스템

- 국내 농축산업의 생산액은 2004년도까지 식량작물이 11.2조원으로 제일 큰 비중을 차지하였으나, 2005년에 축산업의 생산액이 11.7억 원, 다음이 식량작물로 9.7조원, 다음이 채소류, 과일류 순으로 나타났음. 한편 화훼류와 약용작물도 지속적으로 생산액이 증가하는 경향을 나타내었고, 농축산물 생산 동향이 변화하고 있음.

<표 2-1> 연도별 농축산업 생산액(경상가격)

(단위: 백만 원)

연도 작물명	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
식량작물	11,196,363	11,435,485	11,774,825	10,475,493	9,755,245	11,203,279	9,738,291
채소	6,821,868	6,738,528	7,209,125	6,769,382	7,618,911	7,669,295	6,918,577
과일	3,199,431	2,580,504	2,076,654	2,582,693	2,348,498	2,941,608	3,081,658
특용작물	313,598	370,111	381,795	310,263	263,732	326,920	347,193
약용작물	229,028	293,195	288,788	327,980	423,137	405,053	523,694
화훼류	596,528	663,392	590,265	784,351	805,544	917,226	994,892
버섯	499,820	484,799	506,372	481,046	417,047	484,078	301,378
축산	7,936,659	8,082,446	8,311,971	9,051,925	8,869,566	10,839,886	11,767,172

(자료: 농림통계연보 2006, 농림부)

- 농산물 관련 수확 후 처리기계 중 곡물건조기는 매년 3000대 내외가 공급되고 있는 추세를 나타내고 있고, 2006년도 보유량은 73,205대 임.<표 2-2,3 참조>
- 일반 농산물 건조기는 곡물건조기에 비해 보유량이 2.58배 높은 188,668대 것으로 나타났고, 2004년도 이후 4500대/년 이상 공급량을 유지하고 있음. 그러나 시장 규모는 큰 변화가 없지만, 서서히 감소하는 경향임.<표 2-2, 3 참조>
- 과일선별기의 국내 총보유량은 2006년도까지 31,556대 이고, 과일 생산액은 매년 증가 추세인 반면 선별기 공급량은 매년 감소하는 경향을 나타냄.<표 2-2>

<표 2-2> 농산물 관련 수확 후 처리기계 연도별 공급 현황

(단위: 대)

연도 \ 기계명	곡물건조기 (순환식)	농산물건조기 (평면식)	과일선별기
1990	2,970		
1995	5,313	10,758	
2000	2,553	5,295	2,783
2001	2,614	3,660	1,218
2002	2,508	2,452	1,023
2003	3,006	1,811	714
2004	2,804	5,087	549
2005	3,926	7,491	475
2006	2,842	4,571	457

(자료: 농업기계연감 2007, 한국농기구협동조합, 한국농업기계학회)

<표 2-3> 농산물 관련 수확 후 처리기계 연도별 보유 현황

(단위: 대)

연도 \ 기계명	곡물건조기 (순환식)	농산물건조기 (평면식)	과일선별기
1985	3,526	1,911	
1990	12,116	65,067	
1995	28,408	117,875	13,951
2000	55,573	164,532	26,431
2002	60,627	169,708	29,361
2003	63,633	171,519	30,075
2004	66,437	176,606	30,624
2005	70,363	184,097	31,099
2006	73,205	188,668	31,556

(자료: 농업기계연감 2007, 한국 농기구 협동조합, 한국농업기계학회)

- 일본의 경우 수확 후 처리기계의 생산 동향은 건조기와 정미기는 전년도에 비해 약간 증가하는 경향을 나타내었고, 건조기의 경우 국내 생산량의 약 4배 정도 인 점을 고려할 때 성능이 우수한 제품을 개발하여 수출시장을 개척하는 것이 바람직함.<표 2-4>

<표 2-4> 일본의 수확 후 처리기계의 생산 동향(2004)

(단위: 대, 백만 엔)

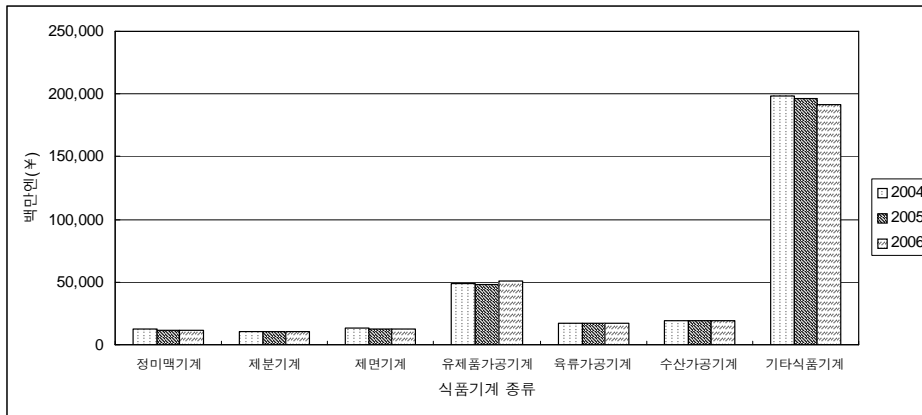
생산량 종류	12월 생산량				1-12까지 생산량			
	수량	전년비(%)	금액	전년비(%)	수량	전년비(%)	금액	전년비(%)
건조기	2,540	128.4	1,844	117.9	28,761	104.9	22,229	102.3
현미기	2,088	154.6	745	124.6	23,305	89.0	8,288	84.3
정미기	2,436	89.6	142	73.7	29,106	104.0	1,857	101.7
쌀선별기	1,372	106.9	255	104.4	19,776	90.8	3,632	90.9

(자료: 일본공부회 통계)

## ㉔ 식품가공시스템

- 이집트의 공식 등록된 4700개의 식품가공업체에는 약 25만의 숙련자를 고용하고 있고, 업체중 87%는 중소기업으로 전국적인 유통보다는 지역의 틈새시장에 기반을 둔 기업이 대부분임. 또한 대규모 식품가공업체는 수출까지도 병행하며 전국적인 유통망을 가진 것으로 파악되는데 비중은 약 13% 규모임. 2003년 중 이집트 식품가공업체가 수출한 금액은 약 6억2500만 달러에 이르고, 이것은 전체 이집트 생산부문의 6.85%로 2위를 점하고 있음.
- 이집트의 과일과 채소의 수출은 지역경제에서 두각을 나타내고, 나일강 유역에서 재배되는 신선한 과일, 채소의 수출이 인근 중동 아프리카지역으로 증가하는 추세임. 이집트 정부는 식품가공산업의 육성을 위해 약 45개사를 지원하고 있는 국립 연구센터, 식품기술센터, 산업근대화센터 등을 통해 이 분야의 경쟁력을 높이는데 주력하고 있음. 2005년 초 정부는 농식품 가공분야에 대한 지원을 강화하고 수출로 연계하기 위해 약 1000만 달러의 기금을 조성하였음.
- 이집트의 식품가공산업분야는 국가의 중요 산업으로 민간업체의 참여확대와 정부의 자금/기술지원에 힘입어 향후 수출지향 그린 산업화할 것으로 보이며 이를 위한 각종 선진기술과 기계, 그리고 외국기업과의 협력이 활발할 것으로 예상됨. 특히 중단기적으로는 식품포장기계류, 농식품 관련 식품가공기계류, 식품분야 유통망 등을 우리기업이 적극 검토해야 할 유망분야로 전망됨.<이집트 최근 식품가공산업 동향, KOTRA>.
- 베트남의 식품가공 산업은 아직 초기단계이기 때문에 잠재력이 큰 시장으로 평가되고 있고, 정부에서 적극적으로 지원중인 산업분야임. 2005년 베트남 계획투자부(MPI)의 통계에 따르면, 2005년 식품가공분야 신규투자가 4830달러(21건)가 이뤄졌고, 식품가공 부문 230건에 총 28억4000만 달러가 투자되었다고 함. 수산업 분야는 총 28억8000만 달러가 투자되어 약 260여개의 수산물 가공공장이 가동 중임.
- 베트남의 포장기계 시장은 수입품이 대부분을 차지하고 있고, 주로 유럽산 특히 독일산과 이태리산이 강세를 보이고 있음. 그러나 초기에 진출하지 못했던 한국산도 꾸준한 증가세를 보이고 있음. 기술력 개발과 현지의 유력한 에이전트 발굴을 통해 시장 진입을 시도하면 향후 한국산 제품의 수요도 증가할 것으로 전망됨.
- 베트남의 식품포장기계는 그 범위가 매우 넓고 가격대도 다양하게 형성되어 있으므로 기존의 유럽산 제품과의 경쟁도 중요하지만, 중저가 시장 진입을 목표로 공략하면 향후 한국산 제품의 수요도 증가할 것으로 전망됨.

<그림 2-1> 일본내 식품가공기계 판매액 비교



<표 2-5> 일본내 식품가공기계 판매액 동향

(단위: 백만 엔)

기계명 \ 연도	2002	2003	2004	2005	2006
정미맥기계	11,171	11,026	12,015	11,540	11,803
제분기계	10,571	9,245	10,510	10,766	10,249
제면기계	14,084	13,411	13,106	12,455	12,299
유제품가공기	59,346	49,269	49,212	48,205	50,301
육류가공기계	15,697	15,712	17,217	16,889	17,434
수산가공기계	21,222	20,123	18,919	19,036	19,165
기타식품기계	191,525	185,352	198,385	196,730	191,837
합계	323,616	304,138	319,364	315,621	313,088

\* 제빵 제과 기계, 양조용기계, 음료가공기계는 제외하였음.

(자료: 일본 재무성 (통관통계), 일본 식품공업협회)

○ 일본 내의 식품가공기계 판매 동향은 연도별 차이가 없이 안정 상태를 유지하는 것으로 나타났고, 단일기계로는 유제품가공기계의 판매액이 500억 엔/년 내외로 시장규모가 가장 큰 것으로 나타났음. 정미맥기의 수요도 매년 거의 변동 없이 110억 엔 내외를 유지하는 경향임. <표 2-5>, <그림 2-1>

○ 일본의 식품가공기계 연도별 수출 동향은 100~120억 엔 내외로 수출되고 있고, 단일기계로는 제면기와 수산·육류가공기계의 수출 비중이 큰 것으로 나타났음<표 2-6>. 반면에 수입액은 60~70억 엔 정도로 육류가공기계, 유제품가공기계, 제분기 등의 비중이 큰 것으로 나타났음.



<표 2-6> 일본의 식품가공기계 품목별 수출실적 동향

(금액 : 백만 엔)

연도 \ 기계명	정미맥 기계	제분 기계	제면 기계	유제품 가공기	육류 가공기계	수산 가공기계	기타 식품기계	합계
2002	409	337	2,153	2.1	599	1,249	6,614 613	11,363.1
2003	227	257	2,947	0	390	991	5,862 337	10,674.0
2004	360	244	3,503	6.8	400	1,510	6,186 316	12,209.8
2005	236	409	3,490	0.6	590	1,058	6,850 588	12,633.6
2006	390	243	2,671	6	742	776	7,350 412	12,178.0

\* 제빵 제과 기계, 양조용기계, 음료가공기계는 제외하였음.  
(자료: 일본 재무성 (통관통계), 일본 식품공업협회)

- 일본의 식품가공기계 중 주요 국가별 수출 실적을 살펴보면<표 2-7> 중국 1위, 한국 2위로 비중이 큰 것으로 나타났음. 특히 한국은 정미맥기와 제분기계, 기타 가공기계의 수입이 1위인 것으로 나타났음.
- 국내의 식품가공기계 수출 현황은 낙농품 가공처리기, 곡물가공처리기, 식품산업용 기계, 기타 식품가공기계 등을 포함한 것으로 수출 비중은 중국 가장 크고, 다음이 러시아, 일본, 베트남, 미국, 인도네시아 순으로 나타남.
- 식품가공기계 수입 현황은 낙농품 가공처리기, 곡물가공처리기, 식품산업용 기계, 기타 식품가공기계 등을 포함한 것으로 수입 비중은 독일로부터 수입규모 가장 크고, 다음이 일본, 미국, 이탈리아, 중국 순으로 나타남.
- 2005~2006년도의 수입 총액은 수출 총액의 2.3~3.1배로 가공기계류의 수입 비율이 높았고, 2007년 수출 총액은 39,951천불 이며, 수입 총액은 더욱 증가한 159,407천불로 수입이 수출보다 약 4배 정도 많은 것으로 나타남. 따라서 수입대체 효과가 크고, 수출 산업화가 가능한 농식품 가공기계류를 선정하여 집중 개발하는 것이 연구 개발 후 산업화에 도움이 될 것으로 판단됨.

<표 2-7> 일본의 식품가공기계 주요 국가별 수출 실적(2006)

(단위: 백만 엔, %)

정미맥기계			제분기계			제면기계			유제품가공기계		
국가	금액	구성비	국가	금액	구성비	국가	금액	구성비	국가	금액	구성비
한국	263	67.4	한국	94	38.7	중국	870	32.6	태국	4	59.3
미국	72	18.6	베트남	72	29.7	인도네시아	277	10.4	한국	1	23.9
대만	25	6.3	미국	20	8.3	미국	221	8.3	중국	0.5	8.6
가나	14	3.5	태국	19	7.8	한국	190	7.1	대만	0.5	8.1
중국	6	1.5	인도	12	5.0	태국	129	4.8			
5개국	380	97.3	5개국	217	89.5	5개국	1,687	63.2	4개국	6	100
합계	390	100	합계	243	100	합계	2,671	100	합계	6	100
육류가공기계			수산물가공기계			과채류 조리기계			기타식품가공기계		
국가	금액	구성비	국가	금액	구성비	국가	금액	구성비	국가	금액	구성비
중국	135	18.2	중국	159	20.5	중국	230	55.7	한국	2,045	27.8
미국	126	16.9	한국	138	17.8	미국	44	10.6	중국	1,588	21.6
대만	113	15.2	미국	101	13.0	태국	40	9.8	미국	994	13.5
캐나다	112	15.0	태국	94	12.1	한국	35	8.5	태국	490	6.7
한국	102	13.8	방글데	55	7.1	대만	21	5.1	대만	457	6.2
5개국	587	79.1	5개국	547	70.5	5개국	370	89.8	5개국	5,574	75.8
합계	742	100	합계	776	100	합계	412	100	합계	7,350	100
합계											
국가	금액	구성비									
중국	4,932	22.3									
한국	4,401	19.9									
미국	2,482	12.9									
태국	1,439	6.5									
대만	1,232	5.6									
5개국	14,486	67.3									
합계	22,068	100									

\*제빵 제과 기계, 양조용기계, 음료가공기계는 제외하였음.  
 (자료: 일본 재무성 (통관통계), 일본 식품공업협회)

㉔ 바이오가스플랜트 분야 기술개발

<표 2-8> 국외 바이오가스 생산시설 보급 현황

(단위: 개소)

국명	시설유형		
	중앙집중형	농가형	기 타
오스트리아		100이상	158(하수처리공정)
덴마크	20	55	
프랑스			20(식품산업폐기물), 기타20
독일	11	1900	
그리스		1	220(하수처리공정)
아일랜드	1	1	
이탈리아		50	20(식품산업폐기물)
네덜란드			120(하수처리공정), 기타 2
포르투갈	4	20	
스페인	6		27(식품산업폐기물)
스웨덴	10	6	220(하수처리공정)
영국	2	25	200(식품산업폐기물), 기타26
일본	10	30	

(자료: IEA, 2002)

- **일본**은 유럽으로부터의 기술도입을 통해 약 2000년도부터 바이오가스 생산시설이 보급 확산되고 있고<표 2-8>, 주로 축산농가, 식품가공공장 등을 중심으로 설치되고 있음.
- **일본** 바이오가스화에는 2000년을 기준으로 荏原製作所(34.4%), 마타카工業(31.1%), 三菱重工業(20%), 쿠보다(12.7%) 등의 업체가 참여하고 있음. 축산분뇨를 이용한 바이오가스화의 경우 최근 수년 동안 해마다 두세 건 정도만 발주되었으나, 가축 배설물 처리법에 의한 유예기간이 끝나는 2004년을 전후로 시장이 크게 활성화되었음. 또한, 음식물 쓰레기를 이용한 바이오가스의 경우에도 이물질이 포함된 음식물 쓰레기의 분리체계의 확립이 아직 과제로 남아 있지만, 2004년을 전후로 지차체별로 분리수거 체계가 갖추어지면 규모가 큰 바이오가스 플랜트가 건설될 것으로 예상됨.
- **일본**은 1999년 12월, 경제산업장관의 자문기관인 “종합 자원 에너지 조사회” 밑에 “신에너지부회”가 설치되었고, “신에너지부회”는 2001년 6월에 “향후 신에너지 대책의 방향에 대하여”라는 보고서를 제출하였음. 동 보고서는 2010년도 신에너지의 도입 목표를 1,910만kl(원유 환산)로 설정하고, 바이오매스, 설빙 냉열을 신에너지에 추가하고, 수력, 지열을 추가하여 재생가능에너지로 정의하는 것이 적당하다고 건의하였음.
- 그리고 “신에너지부회” 밑에 “신시장확대조치 검토소위원회”를 설치해 심의를 계속한 결과 “**일본** 실정에 맞는 새로운 시장 확대 조치의 방향에 대하여”라는 보고서가 2001

년 12월에 발표되었음. 동 보고서를 근거로 새로운 시장 확대 조치로 일본형RPS제도를 채택하였고, “전기사업자에 의한 신에너지 이용에 관한 특별조치법(이하, 신에너지 특별법)”이 2002년 3월에 각의에서 결정되어 2003년도부터 시행되고 있음. 이에 따라 바이오가스플랜트에서 생산되는 전기도 신에너지에 포함되어 정부보조사업이 가능하고, 전기 판매가 가능하게 됨.

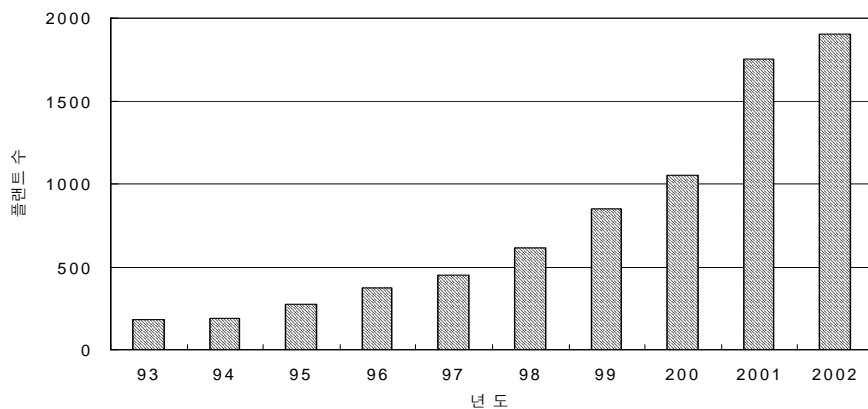
- **덴마크**의 경우 2007년 현재 21개의 중앙집중형 시설과 60개의 농가형 시설이 운전 중임. 덴마크는 1970년대부터 농가형 바이오가스 생산시설을 보급하였으나 농가에서의 기술 및 경험부족, 낮은 생산성 등의 이유로 1981년 당시 등록된 21개의 농가형 바이오가스 생산시설 중 안정적인 운전성능을 보이는 것은 9개에 불과한 상황임. 따라서 농가형 바이오가스 생산시설의 낮은 생산성 문제를 극복하고 기술적·경제적 개선을 위하여 정부주도하에 중앙집중형 시설의 설치를 추진하여 1980년대부터 1990년대 후반까지 20개의 중앙집중형 바이오가스 생산시설을 정부 정책지원(설치비 40%를 정부가 지원)으로 건립함.

그러나 중앙집중형 바이오가스 생산시설에 대한 정부지원이 2002년 종결된 이래 최근에는 농가형시설이 증가하고 있는 추세임. 최근 바이오가스 산업이 충분히 육성되어 민간 투자에 의한 자가발전이 가능한 상태가 되어 덴마크 정부에서는 보조를 축소하고 있음.

- **독일**에서는 2000년도에 재생가능 에너지법이 시행되었으며 이 법은 전기사업자에 대하여 재생가능에너지를 비용회수 할 수 있는 가격으로 사는 것을 의무화 시킨 법률로 바이오가스의 경우, 500kW까지의 설비에서는 20페니히(약13엔)/kWh, 5000kW까지는 18페니히(약11엔)/kWh로 20년간 구입할 수 있게 됨.

이 결과 독일의 바이오가스 플랜트는 <그림 2-2>에서와 같이 2000년 이후 급속하게 확대되어 바이오가스 소비량은 현재 16만톤(석유환산)에서 2010년에는 5배 증가된 80만톤으로 확대될 것으로 예상하고 있음.

<그림 2-2> 연도별 독일의 바이오가스플랜트 설치 개소



(자료: (주) 유니스)

- **영국**의 경우 EU의 바이오가스 생산국으로서 리더 같은 지위를 유지하고 있고(생산량은 Observ'ER 추정으로 1,783 ktoe), 이것은 쓰레기처리장의 바이오가스에서 생산된 전력량을 크게 증가시키면서 바이오가스는 2002년에 영국에서 시행된 그린증명제도에 의해 우대되고 있음. 이 제도는 매년 발전량에 대한 재생산 가능 에너지의 전력량 비율을 증가시키고 있음.(2002~03년에 3%, 2003~04년에 4.3%, 2004~05년 4.9%, 2005~06년에 5.5%로, 그리고 2006~27년에는 15.4%까지)
- **영국**의 경우 2004~05년에 발행된 ROCs의 35.9%를 바이오가스가 차지하고 있으며, 쓰레기처리장 바이오가스가 33.6%, 하수처리장 바이오가스가 2.3%임. 이는 3.9TWh에 상당하는 발전량이고, 2004~05년에는 약 4.4TWh 상당의 전력량으로 증가되었음.<표 2-9>

<표 2-9> EU의 2004~2005년 바이오가스에 의한 발전량 비교

(단위: GWh)

발전량 국명	2004년			2005년		
	발전플랜트	CHP플랜트	총생산량	발전플랜트	CHP플랜트	총생산량
독일	-	4,414.0	4,414.0	-	5,564.0	5,564.0
영국	4,040.4	343.0	4,383.4	4,440.0	343.0	4,783.0
이탈리아	964.7	205.6	1,170.3	1,082.4	230.7	1,313.1
스페인	793.8	30.9	824.7	816.3	63.1	879.4
프랑스	395.3	48.7	444.0	411.3	48.7	460.0
네덜란드	-	281.0	281.0	-	281.0	281.0
덴마크	2.0	263.0	265.0	2.0	272.0	274.0
벨기에	153.7	78.2	231.9	148.2	88.7	236.9
그리스	179.0	0.0	179.0	179.0	0.0	179.0
폴란드	16.0	139.0	155.0	19.0	156.1	175.1
체코	36.9	101.9	138.8	52.3	108.5	160.8
아일랜드	85.0	16.0	101.0	106.0	16.0	122.0
오스트리아	39.8	17.8	57.6	39.8	17.8	57.6
포르투갈	9.8	4.8	14.6	26.4	8.0	34.4
슬로베니아	8.4	21.9	30.3	8.9	23.3	32.2
스웨덴	32.0	-	32.0	32.0	-	32.0
룩셈부르크	-	20.3	20.3	-	27.1	27.1
헝가리	-	23.0	23.0	-	25.0	25.0
핀란드	0.5	21.2	21.7	0.5	21.2	21.7
슬로니아	-	2.0	2.0	-	2.0	2.0
EU	6,756.8	6,032.5	12,789.3	7,364.1	7,296.2	14,660.3

(자료: EerObserv' ER 2006)

- **스웨덴**에서는 열과 전력의 두 가지 이용방법 뿐만 아니라, 17.2ktoe(0.2TWh)에 상당하는 자동차용 바이오가스 연료도 개발하고, 2006년말에 세계최대의 바이오가스 시설

을 건설하고, 요테보리시의 하수처리시설에서 생산한 바이오가스는 1,600m<sup>3</sup>/h(연간생산량 5.159ktoe)임. 또한 바이오가스를 연료로 하는 버스를 779대 보유하고 있으며 석유와 바이오가스 또는 천연가스의 혼합연료를 사용하는 자동차도 4,500대 이상 보유하고 있고, 2005년부터 혼합연료로 달리는 열차도 있음.

- 정부주도로 농축산 부산물 및 폐기물에 호기성발효법을 적용한 액비화 처리시설이 일부 지역에서 건설되어 가동되고 있으나, 대부분 농가들이 개별적으로 처리함.
- 폐기물을 밀폐공간에서 발효시키는 혐기성 발효법을 적용한 처리시설이 일부 연구기관에서 건설되어 시험 운전 중임.
- 국내의 바이오가스 플랜트 시장은 일본이나 유럽에 비하면 초기 단계이고, 기술 또한 매우 열악한 상태임. <표 2-10>에서 보는 바와 같이 국내에 설치된 바이오가스 플랜트수는 1979년에 처음 설치하여 2007년 현재 10기가 설치되어 있고, 이중 6기가 폐쇄 또는 일시 중단된 상태임.

<표 2-10> 가축분뇨를 이용한 국내의 바이오가스 플랜트 설치 현황

시설위치	형태	운전상태	분뇨처리량 (톤/일)	관리	설비업체	설치 년도	기타
충남홍성 은영농장	pilot	일시중단	10	자체	홍성군농업기술 센터	2000	DH-M에서 새시설설치중
충남천안 축산기술연구소	pilot	일시중단	10	전문가	코오롱건설	1999	
경기수원 축산기술연구소	pilot	가동중	10	전문가	대우건설	2000	정화처리시설설치 예정
충남천안 연암축산대	개별형	폐쇄	10	자체	축산원에대학 축산학과	1979	소화액처분이 어려워 폐쇄
충안아산 금호양돈	집중형 (영농법인)	중단	25	자체	건대산학 연구팀	1998	시설낙후로 가동 중단
경북군위 대흥농장	개별형	폐쇄	60	자체	농장주 설계 및 시공	1997	2006년화재로 소실
전남영광 축협중돈사업소	개별형	폐쇄	130	자체	오스트리아제설비	1995	2005년 시설처분
충남청양 여양농장	pilot	가동중	20	전문가	(주)유니슨	2005	2008.7까지 실험 진행
경기파주 혼합 공공처리시설	집중형	가동중	80	전문가	한라산업개발	2004	음식물+축분혼합 처리
경기이천 모전영농단지	집중형	가동중	20	전문가	대우건설	2007	정상 가동

(자료: 농어촌과 환경 NO.95 PP.141)

㉔ 기능성 정수시스템 기술개발

- 도시와 산업의 발달로 수질오염이 심화됨에 따라 지하수나 수돗물을 안심하고 마실 수 없어 물을 정화시켜 주는 정수기에 대한 관심이 증가하고 있음.
- 중국, 베트남, 동남아시아 등은 정수시설이 매우 낙후돼 식수는 대부분 수돗물보다 지하수나 외부에서 구매하여 사용하므로 그 수요가 높아서 지속적으로 많은 업체들이 이 분야에 투자를 계획하고 있음.
- 베트남의 경우 대개 하루 생산량이 약 만병(bottle) 이상인 규모가 큰 업체들이나 외국계 투자 기업들의 설비는 독일, 이태리, 일본과 미국산을 수입하고, 현지 중소기업은 대만산과 중국산을 수입하거나 현지 기업이 단순하게 제작한 설비를 구매하는 경우도 있음.<<http://cafe.naver.com/vietinfo/973>>
- 일본 정수기 생산량은 <표 2-11>과 <그림 2-3>에서 보는 바와 같이 2001년 이후 매년 400만대 전후로 생산하고 있고 있으며, 필터 출하 대수도 매년 2천만 개 내외 생산하고 있어 시장 규모가 국내 정수기 시장의 4~5배 정도인 것으로 나타남.
- 국내 정수기 시장은 많은 업체가 사업의 다각화를 위해 개발 및 판매하고 있어 과열 경쟁을 초래하고 있음. 금후 지속적인 성장이 기대됨에 따라 각계의 업체들은 시장선점을 위해 가격경쟁도 격화될 것으로 보이며, 업체들의 난립에 따른 과열경쟁 등 부작용도 우려되고 있는 상황임.
- 국내의 정수기 생산 현황 <표 2-12>을 살펴보면, 2001년 914,225대 2002년에는 전년 대비 약 7% 증가한 973,758대, 2003년에는 전년 대비 약 17.8% 감소한 800,746대를 생산하였으며, 2004년에는 전년 대비 6% 감소한 751,119대를 생산하였다. 2003년부터의 정수기 생산량이 줄어든 것은 내수 경기 침체가 가장 큰 원인임. 또한 2006년도의 정수기 생산량은 857,247로 전년보다 21.3%정도 증가하여 상승세를 나타내었음. 2006년 정수기 총 출하량은 822,983대로 조사되었고, 이중 내수는 전체 출하량의 84.9%인 699,053대를 기록하였음.

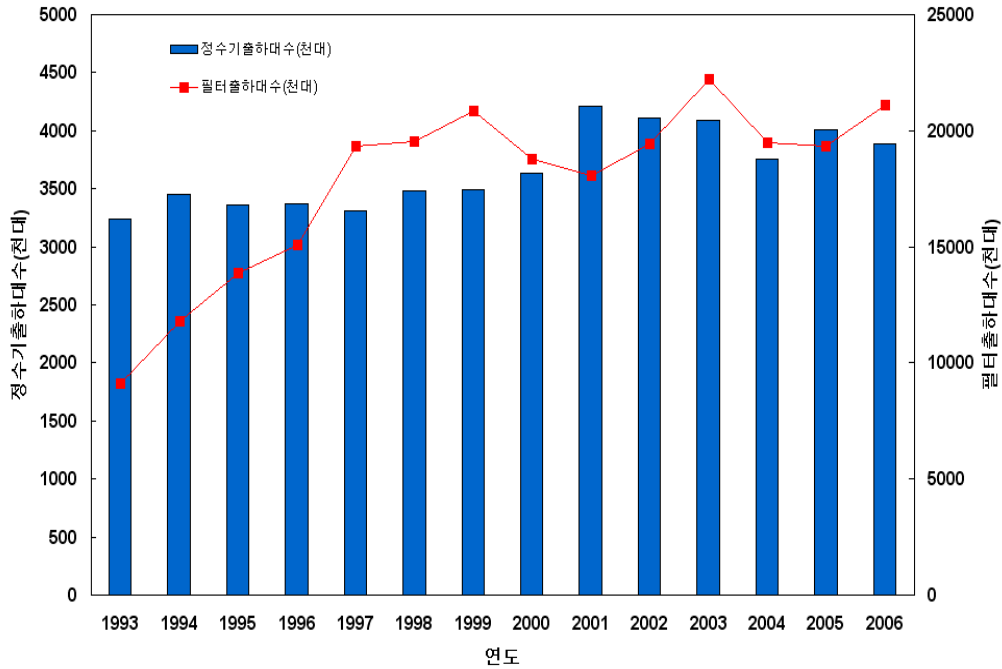
<표 2-11> 연도별 일본의 정수기 출하 동향

(단위: 천대)

연도 출하량	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
정수기 출하대수	3,235	3,452	3,361	3,369	3,310	3,479	3,493	3,636	4,213	4,106	4,086	3,756	4,009	3,883
필터 출하대수	9,089	11,775	13,886	15,099	19,315	19,525	20,829	18,791	18,050	19,416	22,237	19,483	19,334	21,099

(자료: 일본정수기협회)

<그림 2-3> 일본의 정수기 출하 동향



(자료:일본정수기협회)

<표 2-12> 연도별 국내의 정수기 생산 현황

(단위: 대)

연도	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
품목별생산량	669,012	934,225	973,758	800,746	751,119	706,580	857,247
품목별출하량	663,951	915,456	1,022,000	807,422	744,210	719,265	822,983
품목별재고량	10,556	27,144	14,099	20,972	27,824	16,555	31,512
품목별내수량	620,060	840,269	954,025	735,112	671,642	644,319	699,053

(자료:통계청 광공업동태조사)

- 환경부의 자료의 정수기 판매 현황<표 2-13>을 살펴보면, 2001년 총 정수기 판매 대수는 1,368,840대, 2002년은 전년 대비 약 16.2% 정도 증가한 1,591,800대, 2003년은 전년 대비 약 37.2% 감소한 1,000,410대를 판매한 것으로 조사됨. 2004, 2005년에는 각각 905,000, 906,000대로 판매량이 2003년에 비해 9.5% 감소하는 경향을 나타냈지만, 2006년의 경우 1,101,000대로 전년에 비해 21.5% 정도의 높은 상승세를 나타냄.
- 이것은 정수기 교체 시기가 평균 5년임을 감안할 때, 정수기 수요가 급증한 1999년 판매분에 대한 교체 수요가 2005년부터 본격적으로 신규 수요에 가세한 것으로 판단됨.



또한 일본의 정수기 보급률이 45%인 것을 감안하면, 국내 정수기 보급률이 2003년 31.4%에서 2006년 42.5%까지 상승하여 지속적인 신규 수요 증가가 된 것으로 판단됨.

<표 2-13> 연도별 국내의 정수기 판매 현황

(단위: 대, 백만 원)

연도	2001	2002	2003	2004	2005	2006
판매량	1,368,840	1,591,800	1,000,410	905,000	906,000	1,101,000
판매금액	350,000	431,182	412,616	401,625	375,090	453,707

(자료: 환경부)

## (2) 분야별 주요 유망제품/서비스

### ㉔ 수확 후 처리시스템

#### ○ 기술의 정의

- 농산물 수확 후 관리기술로 품질 유지 및 변패 방지, 물리적 화학적인 품질평가, 부가가치를 높이기 위한 건조, 저장, 품질 판정, 선별, 세척 살균, 포장, 운송에 관한 기술.

#### ○ 요소기술 및 기술범위

- 건조 기술
  - 자연에너지 이용 저비용, 저에너지 복합건조시스템
  - 수출용 건조기 개발
- 예냉, 저장 기술
  - 자연에너지를 이용 저비용, 고효율의 저장기술
  - 기능성 물질 및 자재를 이용한 고품질 유지 장기 저장기술
- 품질 판정 기술
  - 온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술
  - 온라인 농축산물의 안전성 평가기술
  - 농축산물의 생산 및 품질 이력제
  - 수입산과 국내산 농축산물 판별 기술
- 선별 및 세척, 살균, 포장 기술
  - 기능수 이용한 세척 및 살균 시스템
  - 기능성 물질 추출을 위한 과일 씨 선별 시스템
  - 선도 유지를 위한 포장기술 및 기능성 포장재 개발
  - 수출용 포장기 개발

## ㉔ 식품가공시스템

### ○ 기술의 정의

- 농축산물 수확 또는 도축 후 2~3차 가공을 통하여 농축산물의 부가가치를 높이고, 식미와 풍미를 향상시키기 위한 기술 및 시스템

### ○ 요소기술 및 기술범위

- 쌀 가공 기술
  - 고품질 도정시스템
  - 저비용 무세미시스템
  - 식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술 및 시스템
  - 저비용 입출고 쌀 자동관리(로봇) 시스템
  - 수출용 도정 시스템
- 추출 발효시스템
  - 고효율 유효성분 추출시스템
  - 농식품 저온 발효시스템
- 농식품 가열 및 구이시스템
  - 신속 조립 시스템
  - 식품류 풍미용 표면 구이시스템 (과자, 빵류, 식품류 등)
  - 대용량 육류 및 생선 구이시스템(수출 겸용)

## ㉕ 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술개발

### ○ 기술의 정의

- 유기성폐기물(가축분뇨, 음식물쓰레기, 식품가공시 잔유물 등)을 혐기적조건(산소가 없는 밀폐된 공간)에서 일정기간 발효(썩히는 것)시켜, 유기질이 분해된 안정화된(BOD 및 COD가 낮아진) 발효후의 물질을 액체비료로 이용하고, 발효과정 중 발생하는 바이오가스(메탄+ 이산화탄소)를 코제네레이션시스템(열병합발전기)의 연료로 이용하여 전기와 열(온수)을 생산하는 친환경+에너지재생용 축산분뇨종합처리시설.

### ○ 요소기술 및 기술범위

- 국내에서 발생하는 축산분뇨의 고효율 혐기발효 시스템
- 혐기발효 중 발생하는 황화수소(H<sub>2</sub>S)의 효과적인 제거 기술
- 내연기관의 연료로서 바이오가스를 공급함에 있어 고효율 운전을 가능하게 하는 기술 및 시스템(폐열 재회수 방식 열병합 발전시스템 포함)

## ㉔ 기능성 정수시스템 기술개발

### ○ 기술의 정의

- 물에 기능성 물질을 용해하여 농축산물의 신선도 유지와 제균이 가능한 기술 및 시스템
- 농축산업의 생육에 기능수를 공급하여 병충해 및 전염병 방제와 품질향상 기술
- 대형 음용수 사용 업체 및 외식 산업에 기능수 사용으로 인한 식미 향상과 청결 유지 기술

### ○ 요소기술 및 기술범위

- 기능성 세라믹 개발
  - 미네랄이 용해되는 기능성 세라믹 개발
  - 미네랄 성분 조성비에 따른 기능수의 특성 분석
  - 미네랄 성분 조성비에 따른 농축산물 및 식품 가공시 제균 효과
  - 미네랄 성분 조성비에 따른 농축산물 및 식품의 식미 변화
- 정수 시스템 개발
  - 농축산용 및 대형 음용수 사용처의 정수 및 제균 시스템
  - 중국, 동남아 등 각국 수질 기준에 적합한 정수 시스템
  - 정수를 이용한 농축산물 및 식품 가공이 식미에 미치는 영향
  - 정수가 농수축산물 생육 및 품질에 미치는 영향
  - 기능수가 인체의 기초 신진대사에 미치는 영향
- 농산업용 대용량 기능수 제조시스템 개발
  - 각국 수질 기준에 적합한 대형 수출용 정수시스템
  - 기능수 종류별 대용량 기능수 제조시스템
  - 기능수를 이용한 농축산물 및 식품 가공의 제균 및 저장 효과
  - 기능수를 이용한 농축산물 및 식품 가공이 식미에 미치는 영향
  - 기능수가 농수축산물 품질 및 생육에 미치는 영향
  - 의학적(병 치료) 측면에서 기능수의 치료 효과

## 나. 기술발전 동향

### (1) 분야별 주요 기술 발전 동향

#### ㉔ 수확 후 처리시스템

- 미질 향상을 위한 건조, 저장 및 도정시스템 등의 경우 일본은 기술이 확립되어 있는 상태이고, 중국 및 동남아시아는 기술 개발이 미진한 상태임. 한편 국내의 미질 향상

을 위한 건조 및 저장시스템은 신흥 및 한성이 일본 등에 OEM으로 수출할 정도로 기술이 상당 수준 발전된 상태임. 단지 최근에 유가 상승으로 인해 건조 및 저장 비용이 증가되므로 에너지 절감을 위한 건조, 저장방법의 장기적인 대책이 필요함.

- 식미측정 및 비파괴 품질 판정에 대한 기술은 미국과 영국이 등이 세계적인 경쟁력을 갖추고 이미 제품화된 상태이고, 일본이 이 기술을 응용하여 1990대부터 쌀 식미계를 개발하여 제품화한 상태임. 국내에서는 쌀 식미계 및 과실의 당도 측정 판정기 및 내부 품질 판정기 등에 관한 연구 개발이 수행되고 있는 중이고, 사과 품질 판정기는 제품화되어 일부 공급되어 있는 상태임.
- 농축산물은 예냉, 저온저장, CA저장, 콜드체인 등을 통해 품질 유지 및 변패 방지 등이 가능하고, 대부분의 선진국에서는 확립된 기술임. 국내의 경우 쌀에 대한 저온 저장은 시작 단계이고, 기타 농산물도 예냉, 저온저장 및 콜드체인 기술도입은 미진한 상태임.

#### ㉔ 식품가공시스템

- 정미기의 경우는 국내 기업이 영세하고, 정부 연구개발 투자가 미진하여 앞에서 서술한 바와 같이 일본으로부터 정미맥기계의 수입이 1위인 것으로 나타남. 이것은 일본의 정미맥기계의 성능이 국산에 비해 우수하기 때문이며, 이 부분의 기술을 발전시키면 수입대체 효과를 얻을 수 있을 것으로 예측됨.
- 무세미시스템, 쌀 브랜딩 기술 및 시스템, 입출고 쌀 자동관리(로봇) 시스템 등은 일본이 상당히 앞선 기술로 국내의 연구 개발 상태는 매우 미진한 상태이고, 멀지 않은 장래에 도입될 가능성이 높은 기술임. 따라서 국내에서도 일본의 기술과 시스템을 능가할 수 있는 연구 개발이 진행되어야함.
- 추출시스템은 일부 기능성 물질 추출에 적용되고 있는 기술이지만, 좀더 효율적인 시스템 개발이 필요한 상태이고, 발효시스템은 국내 전통식품 적용할 수 있는 시스템이지만 연구 개발이 미진한 상태로 국제화를 위해 과학적이고 효율적인 시스템 연구 개발이 진행되어야함.
- 대형화 농식품 가열 및 구이시스템에 관한 연구는 일부 진행되고 있지만, 식품류의 조림시스템, 과자류와 빵류 등의 표면이 맛과 시각적으로 풍미를 낼 수 있는 구이시스템, 대형 외식업체 및 수출에 필요한 대용량 육류 및 생선 구이시스템 등에 관한 개발이 매우 미진한 상태임.

㊤ **바이오가스플랜트 분야 기술개발**

- **덴마크**의 주요 바이오 가스 생산은 20군데의 혼합메탄 발효시설과 60군데의 소규모 농업 메탄화 시설에서 이루어지고(57.5ktoe), 기타 쓰레기처리장(14.3ktoe)과 하수오니 처리시설(20.5ktoe)에서도 생산되고 있음. 덴마크는 앞으로 수년 동안 새로운 혼합메탄 발효시설을 9군데 건설하는 계획을 세워 메탄화 처리기술의 주요 투자국이 되었고, 바이오가스를 사용한 열전병급 생산도 덴마크에서는 상당히 발달되어 2005년의 덴마크의 바이오가스 발전이 차지하는 열전병급의 비율은 99.3%(272GWh)이며 열생산은 84.6%(19.3ktoe)임.
- **스웨덴**에서는 바이오가스로 가는 자동차의 판매가 2005년에는 전년대비 49% 급증하였고, 2006년 3월 말에는 세계 최초로 바이오가스만으로 가는 여객 열차를 운행하기 시작하였음. 스웨덴의 Lackeby Water는 Goteborg시와 조인트벤처 형태로 도시의 폐수 처리 플랜트에서 나오는 바이오가스를 정제하는 대규모 플랜트를 2007년 12월 완성할 계획임. 향후 5년 내 적어도 5개의 이러한 신규 플랜트가 스웨덴에 설립될 전망임. **스웨덴**에서는 바이오가스를 주로 하수처리시설(140시설, 생산량 69.3ktoe)과 쓰레기처리장(60시설, 생산량 35.8ktoe)에서 생산하고 있음.

<표 2-14> 2005년의 EU 각국별 바이오가스 1차 에너지 생산량

국명	toe/주민천명	국명	toe/주민천명
영국	29.9	체코	5.5
독일	19.3	핀란드	5.1
덴마크	17.1	슬로베니아	3.5
룩셈부르크	14.7	프랑스	3.5
스웨덴	11.7	그리스	3.4
아일랜드	8.6	폴란드	1.3
네덜란드	7.7	슬로베니아	1.1
스페인	7.7	포르투갈	1.0
벨기에	7.1	헝가리	0.4
이탈리아	6.5	EU	10.9
오스트리아	5.6		

(자료: EerOberv' ER 2006)

- 2005년의 EU 각국별 주민 천명당 바이오가스 1차 에너지 생산량은 영국, 독일, 덴마크, 룩셈부르크, 스웨덴 순으로 비중이 높은 것으로 나타났고, 이것에 비하면 국내는 시작 단계라 할 수 있음. <표 2-14>

- **일본** 고베시 히가시나다 처리장에서는 이전부터 하루 약 8000m<sup>3</sup>의 바이오가스가 생산돼 처리장내에 있는 보일러와 냉난방 연료로 사용하고 있으며 그 중 약 30%는 사용하지 않고 소각 처리해 왔음. 높은 압력을 가한 상태에서 바이오가스에 물을 접촉시켜 硫化수소, 탄산 등의 불순물을 효율적으로 흡수하는 고압수흡수식 정제장치를 사용해 종래 메탄 60% 정도의 바이오가스에서 천연가스와 거의 동등한 메탄농도 약 98%의 바이오가스 정제에 성공함. 고베시는 2008년 봄까지 바이오가스를 하루 약 5000m<sup>3</sup> 정제하는 플랜트로 1일 약 2000m<sup>3</sup>의 바이오가스를 NGV에 충전할 수 있는 설비를 건설할 계획임
- 혐기성 미생물의 발효를 이용하여 바이오매스로부터 메탄가스를 생산하는 바이오가스는, 호기성 처리방법에 비해 폭기 등의 노력이 필요 없고 연료가스를 회수할 수 있음. 그러나, 반응속도가 늦고 처리대상물이 한정되어 있으며, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>가 증가하는 문제점도 있어 비효율적인 처리방법으로 간주되어 왔음. 그러나, 재생에너지의 이용이 석유대체 연료의 생산방법으로서 다시 부각되기 시작하면서, 단기간 동안 효율적으로 에너지 회수가 가능한 시스템 개발에 대한 연구가 진행되고 있음.

<그림 2-4> 바이오가스플랜트에 대한 국내외 차이점과 문제점 비교



(자료:(주) 유니슨)

- 산자부에서 EU 등 선진국에 비하여 다소 부족하기는 하나 2011년까지 1차 에너지 소비량의 5%를 신재생에너지로 대체하는 정책목표를 수립하였으며, 이 중 바이오에너지 공급목표를 총 대체에너지 공급목표의 7.9%로 설정하였음.
- 국내에서는 2006년 가축분뇨를 이용한 바이오가스화 시설의 보급 확대를 위해 바이오

가스 발전 전력에 대해서 전력시장거래가격과의 차액을 보상해 주는 “발전차액지원제도”의 대상에 바이오가스 발전을 신규로 포함시키고 150kW를 기준으로 72.73원/kWh ~ 85.71원/kWh을 지원하는 제도를 2006년 10월부터 적용하고 있음.

#### ㉔ 기능성 정수시스템 기술개발

##### ○ 전기화학적 방법에 의한 수처리 기술

- 전기화학적 방법이란 상수나 폐수, 하수, 오수에 전해질이나 기타 첨가제를 첨가한 후 반응기에 설치된 양극과 음극에 전기를 가하여, 오염물의 전기적 극성에 따라 양극 또는 음극에 부착시키거나, 오염물과 첨가제를 응집시키거나, 오염물을 전기적으로 분해시키는 기술로 중금속 폐수나 고농도의 염색 폐수처리에 이용되는 기술임.

##### ○ 전기, 자기를 이용한 수처리 기술

- 전기, 자기를 이용하는 수처리 기술은 주로 상수처리나 정수기에 적용되는 기술로써 전기를 가하여 발생하는 이온이나 극성으로 살균작용을 하거나 유수에 자기력을 가하여 인체에 유익한 자화수나 육각수를 생성시키는 기술로 일본에서 상당히 실용화된 기술임.

##### ○ 플라즈마를 이용한 수처리 기술

- 수처리에 이용되는 플라즈마는 저온 플라즈마로써 질소산화물이나 황산화물의 제거, 배수처리장의 악취제거, 소각로의 다이옥신 처리, 폐수처리 등에 이용되고 있음. 플라즈마 공법에는 전자빔 플라즈마 공법과 방전공법이 있으며, 전자는 전자가속기를 사용하여 가스 안에 전자빔을 주입하는 방법으로 폐수처리에 이용시 전자빔에 의해 이온화되어 발생한 플라즈마를 폐수에 주입하는 방법과 폐수에 전자빔을 직접 조사하는 방법이고, 후자는 코로나 방전 공법이라고도 하며 전자빔 공법의 단점을 해결하고자 만든 것으로 일본의 연구에서, 질소산화물과 황산화물을 동시에 제거하기 위한 연구수행 중 전자빔 없이 코로나 방전만으로도 뛰어난 제거 효과가 있다는 것이 밝혀진 후 코로나 방전에 대한 연구가 많이 수행되고 있음.

##### ○ 자외선을 이용한 수처리 기술

- 자외선을 이용하는 수처리 기술은 상수처리나 정수기의 살균처리에 있어서 단독으로 또는 오존과 함께 이용되며, 폐수처리에 있어서는 오염물을 산화 분해시키는 산화제의 보조수단으로 주로 이용되고 있음.

##### ○ 현재 국내의 정수기 보급률이 높아짐에 따라 과거 정수기가 단순히 필터를 통해 오염물로부터 물을 정화시켜주는 기능만을 했다면, 현재 출시되고 있는 정수기는 건강, 환경 쪽으로 확대된 차원의 정수기로 그 기능이 점점 다양해지고 있음. 따라서 정수기

메카니즘을 농수축산 및 산업에 도입하여 농수축산물 및 가공식품 품질 향상과 소비자 기호 적합한 제품 개발에 응용할 필요가 있음.

## (2) 분야별 주목할 만한 기술 발전 분야

### ㉔ 수확 후 처리시스템

#### ○ 건조 기술

- 저비용, 에너지절감형 복합건조 기술
- 자연에너지 이용 건조기술
- 수출용 건조기 개발

#### ○ 예냉, 저장 기술

- 자연에너지를 이용 저비용, 고효율의 저장기술
- 기능성 물질 및 기자재를 이용한 고품질 유지, 장기 저장기술

#### ○ 품질 판정 기술

- 온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술
- 온라인 농축산물의 안전성 평가기술
- 농축산물의 생산 및 품질 이력제
- 수입산과 국내산 농축산물 판별 기술

#### ○ 선별 및 세척, 살균, 포장 기술

- 기능수 이용한 세척 및 살균 시스템
- 선도 유지를 위한 포장기술
- 기능성 물질 추출을 위한 과일 씨 선별 시스템 개발
- 수출용 포장기 개발

### ㉕ 식품가공시스템

#### ○ 쌀 가공 기술

- 고품질 도정시스템
- 저비용 무세미시스템
- 식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술
- 저비용 입출고 쌀자동 관리 시스템 개발
- 수출용 도정 시스템



- 추출 시스템
  - 고효율 유효성분 추출 기술
  - 농식품을 단시간에 효율적으로 발효시킬 수 있는 저온 발효시스템
- 농식품 가열시스템
  - 신속 조리 기술
  - 저온 구이(과자 및 빵류, 식품류)
  - 대용량 육류 및 생선 구이시스템

#### ㊤ 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술

- 국내에서 발생하는 축산분뇨의 고효율 혐기처리시스템
- 혐기발효중 발생하는 황화수소(H<sub>2</sub>S)의 효과적인 제거시스템
- 내연기관의 연료로서 바이오가스를 공급함에 있어 고효율 운전을 가능하게 하는 시스템

#### ㊤ 기능성 정수시스템 기술

- 미네랄이 용해되는 기능성 세라믹
- 정수 시스템 개발
  - 국내용 정수 및 제균 시스템
  - 각국 수질 기준 및 사용처에 적합한 수출용 정수 및 제균시스템
- 농산업용 대용량 기능수 제조시스템 개발
  - 중국, 동남아 등 수질 기준에 적합한 수출용 기능수 제조시스템
  - 농축산용 및 업소 및 대형 음용수 필요 업체에 적합한 정수 및 제균시스템

### (3) 주요국의 관련 R&D 정책

#### ㊤ 수확 후 처리시스템

- 농업공학연구소의 최근 5년간 수확후처리분야 과제수행 건수를 비교해 보면 세척, 탈피, 세절 등에 관한 연구가 29건으로 가장 많았고, 저장과 품질 관정에 관한 연구가 각각 14건, 선별과 포장이 13건, 건조에 관한 연구가 5건으로 나타났다. <표 2-15>

<표 2-15> 농업공학연구소 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황

분야 \ 연도	2003	2004	2005	2006	2007	계
건 조	3	-	2	-	-	5
선별·포장	4	2	2	-	5	13
저 장	2	2	3	2	5	14
품질판정	2	5	3	2	2	14
세척, 탈피, 세절	7	10	6	1	5	29
기 타	2	1	3	3	3	12
계	20	20	19	8	20	87

(자료:농림부 홈페이지, 기타 : 운영분석, 실태조사, DB분석 등)  
 ※ 과제수는 중복되지 않도록 당해 연도 완결과제만 계수하였음.

<표 2-16> 농림기술센터의 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황

분야 \ 연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	계
건 조							1	1	1		3
선별·포장					2		1				3
저 장											0
품질판정		1		1	1				1		4
가공기계	1	1	2	1			3	3	3	1	15
세척, 탈피, 살균				3	1		3				7
생물공정									1	1	2
계	1	2	2	5	4	0	8	4	5	2	33

(자료: 농림기술센터 홈페이지)  
 ※ 과제수는 중복되지 않도록 당해년도 완결과제만 계수하였음.

### ㉔ 식품가공시스템

- 농림기술센터에서 1998 ~ 2007년도까지 수행한 식품가공기계에 관한 연구는 앞의 표에서 서술한 바와 같이 15건 정도로 매우 미진한 상태이며, 수입 및 수출이 가능한 품목을 선정하여 집중 개발할 필요가 있다고 판단됨.<표 2-16>
- 농업공학연구소의 경우 식품가공기계에 관한 연구는 거의 수행되지 않고 있는 상태임.<표 2-15>

### ㉕ 바이오가스플랜트 분야 기술 개발

- 일본 홋카이도를 중심으로 각 대학 및 국가 연구기관에서 메탄발효와 관련된 연구,

바이오가스 이용과 관련된 연구가 진행되었고, 최근에는 열분해가스(소각시 발생하는 일산화탄소)와 관련된 연구가 진행 중 임.

- 독립행정법인 **일본** 산업기술종합연구소(이하 ‘산총연’)는 여러 업체들과 공동으로 혐기성 미생물에 의해 음식쓰레기, 종이쓰레기, 식품계 폐기물을 분해 처리하여, 수소가스와 메탄가스를 회수하는 고효율 수소·메탄 발효 실험 플랜트를 완성시키는 등 효율적인 바이오가스플랜트를 위한 연구과제를 다수 수행하고 있음.
- 독립행정법인 **일본** 신에너지·산업기술 종합 개발기구(이하 ‘NEDO 기술개발기구’)의 위탁연구 ‘바이오매스 에너지 고효율 전환기술 개발/유기성 폐기물의 고효율 수소·메탄 발효를 중심으로 발효 기술과 관련된 분야의 연구를 집중적으로 진행하고 있음.
- **일본** 고베시는 바이오가스를 연료로 이용하는 바이오가스 버스의 운행을 개시했고, 바이오가스플랜트에서 발생하는 바이오가스를 100% 유효활용하기 위해 고베시내의 히가시나다 처리장내에 실증플랜트를 건설해 바이오가스 속의 메탄농도를 높이고 NGV 연료로서 이용하는 연구에 착수하였음.
- 최근 바이오가스를 이용한 전기 생산량은 2002년 이후부터 빠르게 증가하고 있으며, 현재 폐수슬러지와 식물 원료와 음식물 쓰레기를 통해 전기를 생산하는 곳이 다수임. 바이오가스로부터 생산된 전력이 더 효율적으로 생산되고 전통적인 열병합 발전시설에 비해 더 많은 전력을 생산할 수 있도록 하기 위해서 미래에는 연료전지가 큰 기여를 할 수 있을 것으로 보여, 이를 위해 **독일**에서는 식물원료협회 전문에이전시를 비롯한 소비자보호부와 E.ON Energy AG의 지원을 받는 ‘연료전지와 바이오가스’ 프로젝트가 진행되고 있음.
- 최근 **EU**에서 시행중인 프로젝트의 주요 연구과제는 바이오가스에서 황을 제거하는 일로, 바이오가스의 황 성분을 0.1ppm 이하로 줄일 수 있는 저렴한 탈황장치를 개발해 이를 실제 발전소에 이용하는 연구를 진행 중 임. 또한 연료전지가 바이오가스를 이용한 전력생산에 도입하기 위해 앞으로 220KW급 연료전지 발전소가 건설될 예정임.
- **중국**내에는 약 1천3백만 기의 가정용 바이오가스 시설, 약 2천2백여 개의 바이오가스 설비가 설치되어 있으며 바이오가스에 의한 발전설비의 전체 규모는 약 2GW 정도 임. 특히 액화 바이오 연료의 경우 기술 영역별 설비의 규모는 셀룰로오스에서 알코올 생산 600톤/년 (1개 업체, 3개 학교), 사탕수수에서 알코올생산 3,000톤/년 (3개 업체, 3개 학교 및 연구소), 바이오 디젤 생산 100,000톤/년(5개 플랜트, 4개 업체, 4개 연구기관), 바이오 디젤을 위한 경작지 약 10,000ha규모, 바이오매스 열분해 액화 설비 400톤 오일/년 (1개 대학, 1개 연구소) 등 임.

- **중국** 정부는 11차 5개년(2006~2010) 계획의 세부내용을 수립중이며 분명한 것은 2005년 2월 28일 승인된 재생에너지법(2006년 발효)의 영향으로 10차 5개년 계획보다 많은 예산(2배 이상 증가 예상)이 신재생에너지 분야에 투입될 것으로 기대하고 있으며, 특히 바이오 가스 분야에 많은 예산이 배정될 예정임.
- 국내에서 환경부는 2006년 “바이오매스 에너지화 종합계획(Biomass 코리아 2020)”을 수립하고, 2020년까지 바이오매스 에너지자원화 시설을 전국에 보급한다는 계획을 수립하여 단순한 가축분뇨의 처리나 대체에너지 생산의 개념을 넘어서 지속가능한 순환형 사회 정착을 위한 환경-에너지를 연결하는 총괄적 개념으로 정책을 추진하고 있음.
- 가축분뇨 관리·이용대책 조사연구, 교육 및 홍보비 : 48억 원(농림부, 환경부 공동)

다. 우리나라 농식품 가공시스템분야 기술 경쟁력 현황과 과제

(1) 국내 관련 산업의 위상

㊦ 수확 후 처리시스템

- 수확 후 처리기계 중 농산물 건조기 수출입 현황은 아래 표에서 보는 바와 같이 2002년 이후 수출보다 수입 금액이 많은 것으로 나타났음. <표 2-17>

<표 2-17> 농산물 건조기 수출입 현황

(단위: 천불)

연도	금액	수출 금액	수입 금액
2000		2,228	2,078
2001		705	307
2002		804	1,255
2003		768	1,686
2004		942	2,237
2005		718	1,112
2006		1,147	4,248
2007. 09		295	3,030

(부품 수출입 금액도 포함됨) (자료: 한국무역협회, 한국농업기계협동조합 수출입통계자료)

- 수확 후 처리기계 중 선별기 수출입 현황은 <표 2-18>에서 보는 바와 같이 2000년 이후 수입이 압도적으로 많은 것으로 나타났음. 이것은 국내의 선별기 기술 수준 및 제품으로서의 성능 등이 낮기 때문임.

<표 2-18> 선별기 수출입 현황

(단위: 천불)

연도	금액	수출 금액	수입 금액
2000		246	1,386
2001		253	549
2002		379	1,648
2003		471	2,203
2004		420	2,291
2005		665	3,142
2006		235	8,949
2007. 09		2,583	4,127

(부품 수출입 금액도 포함됨) (자료:한국무역협회, 한국농업기계협동조합 수출입통계자료)

- 도정기의 수출입 현황은 <표 2-19>에서 보는 바와 같이 2001년 이후 수입보다는 수출 금액이 많은 것으로 나타남.

<표 2-19> 도정기 수출입 현황

(단위: 천불)

연도	금액	수출 금액	수입 금액
2000		4,968	6,162
2001		8,520	5,775
2002		7,662	6,510
2003		12,740	10,172
2004		26,195	14,823
2005		28,243	13,238
2006		22,392	12,287
2007년09월		18,940	11,751

(부품 수출입 금액도 포함됨) (자료:한국무역협회, 한국농업기계협동조합 수출입통계자료)

#### ㉞ 식품가공시스템

- 국내의 식품가공기계 수출 현황은 낙농품 가공처리기, 곡물가공처리기, 식품산업용 기계, 기타 식품가공기계 등을 포함한 것으로 수출 비중은 중국 가장 크고, 다음이 러시아, 일본, 베트남, 미국, 인도네시아 순으로 나타남. <표 2-20>

<표 2-20> 국내 식품가공기계 수출 현황

(단위: 천불)

연도 국명	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
중국	12,059	14,793	18,524	11,470	12,694	14,760	15,642	17,466
일본	4,776	6,246	6,976	8,034	6,912	5265	7,307	5,403
베트남	4,193	10,990	1,733	13,238	1,911	2,005	1,194	1,600
필리핀	1,416	2,195	1,321	1,054	3,639	1,567	2,369	1,473
인도네시아	2,598	3,296	2,060	8,106	2,328	427	3,813	626
태국	1,609	442	277	585	902	671	455	792
러시아	9,755	3,489	8,991	1,883	4,479	244	1,257	333
미국	3,545	3,917	2,988	14,107	2,134	1,887	2,222	1,940
계	39,951	45,368	42,870	58,477	34,999	26,826	34,259	29,633

(자료: 기계산업무역통계 2007, 한국기계산업진흥회(KOAMI))

○ 식품가공기계 수입 현황은 낙농품 가공처리기, 곡물가공처리기, 식품산업용 기계, 기타 식품가공기계 등을 포함한 것으로 수입 비중은 독일 가장 크고, 다음이 일본, 미국, 이탈리아, 중국 순으로 나타남.

○ 2005~2006년도의 수입 총액은 수출 총액의 2.3-3.1배 가공기계류의 수입 비율이 높았고, 2007년 수출 총액은 39,951천불 이고, 수입 총액은 더욱 증가한 159,407천불로 수입이 수출보다 약 4배 정도 많은 것으로 나타남. 따라서 수입대체 효과가 크고, 수출 산업화가 가능한 농식품 가공기계류를 선정하여 집중 개발하는 것이 연구 개발 후 산업화에 도움이 될 것으로 판단됨. <표 2-21>

<표 2-21> 식품가공기계 수입 현황

(단위: 천불)

연도 국명	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
중국	11,312	6,014	2,659	2,915	2,189	1,766	2,628	790
일본	31,876	52,823	26,365	34,024	30,442	28,714	20,445	25,330
독일	85,136	50,587	37,773	41,327	49,417	76,071	19,593	10,706
미국	15,735	18,167	17,819	17,543	14,299	21,860	20,764	36,643
이탈리아	15,348	15,087	13,421	11,388	26,674	22,438	15,629	8,309
계	159,407	142,678	98,037	107,197	123,021	150,849	79,059	81,778

(자료: 기계산업무역통계 2007, 한국기계산업진흥회(KOAMI))

○ 국내의 식품가공업 관련업체는 2001년 이후 매년 1.7~6.8% 정도 증가하는 것으로 나타남. <표 2-22>

<표 2-22> 식품가공업 관련 업체현황

(단위: 개소)

연도 \ 업체	2001	2002	2003	2004	2005
식품제조가공업	18,783	19,324	20,803	21,927	22,586
즉석판매제조가공업	67,273	71,098	75,659	77,967	78,632
식품운반업	377	650	904	1,110	1,516
식품보존업	186	244	246	257	275
용기포장류제조업	1,748	1,915	2,011	2,030	2,036
계	88,367	93,231	99,623	103,291	105,045

(자료: 식품유통연감 2007, 식품의약품안전청 )

㊤ 바이오가스플랜트

- 국내의 바이오가스플랜트 분야는 연구도 매우 미진한 편이고, 고용 및 수출도 없는 상태이고, 단지 바이오가스 이용 발전기 부분이 최근 3년 전부터 OEM으로 일본에 15내외 정도 수출된 것 이외에는 실적이 별로 없는 분야임.

㊤ 기능성 정수시스템

- 정수기 수출입 통계를 살펴보면 <표 2-23>에서 보는 바와 같이 수입은 2000년 19,454천불, 2001년 51,946천불, 2002년 47,224천불, 2003년 10,905천불, 2004년 10,647천불, 2005년 12,708천불, 2006년 19,925천불 규모로 전년대비 56.7% 증가한 것으로 나타남.
- 수출은 2000년 22,992천불, 2001년, 20,299천불, 2002년 22,055천불, 2003년 32,117천불, 2004년 33,410천불, 2005년 36,901천불, 2006년 35,067천불규모로 정수기 수출이 7년간에 52.5% 증가한 것으로 나타남.

<표 2-23> 국내 정수기 수출입 현황

(단위: 대, 천불)

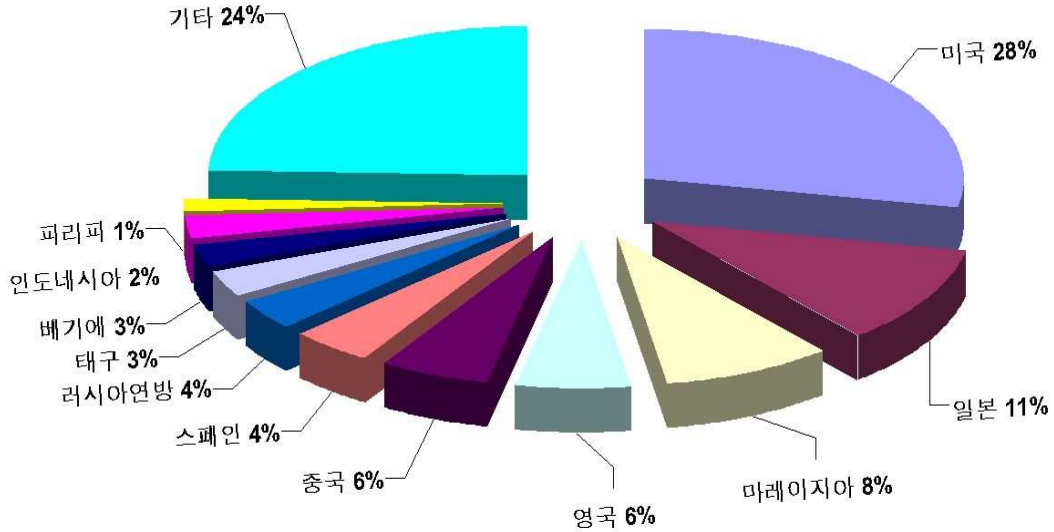
년 \ 항목	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
수입금액	19,454	51,946	47,224	10,900	10,647	12,708	19,925
수입대수	112,304	479,291	337,001	187,332	335,481	783,000	1,011,839
수출금액	22,992	20,299	22,055	32,117	33,410	36,901	35,067
수출대수	916,804	613,685	885,476	1,107,732	1,253,989	776,346	941,779

(자료:국세청 통계자료)

- 2007년 1~11월 정수기 주요 수출국 및 수출액 현황은 총 수출액 35,919천불 기준으로 미국에 10,112천불, 일본 3,905천불, 말레이시아 3,001천불, 영국 2,090천불, 중국 2,041

천불, 스페인 1,467천불, 러시아 1,274천불, 태국 936천불, 인도네시아 895천불, 독일 616천불 등의 규모로 수출하였음.<그림 2-5>

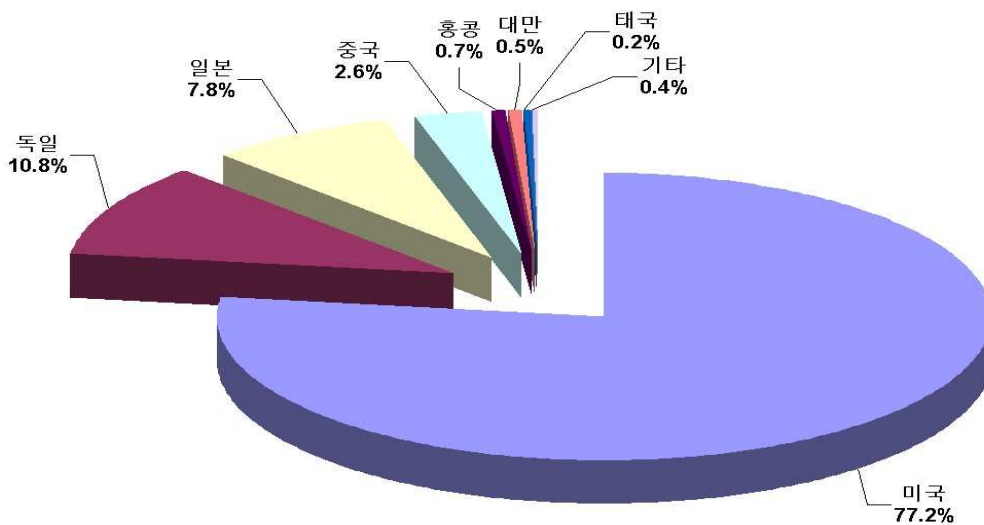
<그림 2-5> 국내 정수기 주요 수출국 현황



(자료: 관세청 통계자료)

○ 2007년 1~11월까지 정수기 총 수입액은 18,788천불 이었고, 주요 수입국 및 수입액 현황은 미국에서 6,781천불, 독일 945천불, 일본 682천불, 중국 227천불, 홍콩 64천불, 대만 40천불, 태국 16천불 등 수입하였음. <그림 2-6>

<그림 2-6> 국내의 정수기 주요 수입국 현황



(자료: 관세청 통계자료)



- 2007년 1~11월 정수기 총 수출입액을 비교하면 수출액이 수입액 보다 1.9배 많아 수출 경쟁력이 높은 것으로 나타났고, 금후 이 분야에 연구개발을 집중 투자하여 기술 우위를 유지하면, 해외시장에 수출을 계속 유지하면서 경쟁력이 강할 것으로 판단됨.
- 현재 국내 정수기 업체수는 아래 표에서와 같이 2006년 기준으로 226개소, 수입 업체 37개소를 포함하여 총 263개소로 보고됨.<표 2-24>
- 현재 정수기 시장의 점유율은 정수 방식의 차이가 아니라 마케팅 능력의 차이 때문에 발생하는 것으로 볼 수 있음. 2000년 코오롱에서 중공사막 방식의 정수기를 출시하면서 정수 방식에 대한 논란을 제기하였지만, 중공사막에 대한 단점을 부각시켜 우리나라의 수돗물에 대한 불신과 방관조직원들의 공격적인 마케팅 전략으로 인해 역삼투압 방식이 시장에서 큰 점유율을 차지하고 있는 상황이며, 최근에는 전기분해 방식이 등장하고 있음.

<표 2-24> 국내 정수기 업체수 현황

(단위: 개소)

연도	2001	2002	2003	2004	2005	2006
수입업체	26	47	15	25	31	37
국내업체	194	218	175	160	213	226
계	220	265	190	185	244	263

(자료: 환경부, 환경백서 2006)

(2) 주요 기업의 R&D 투자, R&D 인력

- 주요기업 R&D 투자 및 R&D 인력은 2007년에 11억 원 내외로 R&D 비용을 투자하였고, 연구개발 인력은 20여명 내외를 유지하고 있는 것으로 나타남<표 2-25>.

<표 2-25> 2007년도 주요기업 R&D 투자, R&D 인력

(단위: 백만 원, 명)

기업명	대원산업	신흥기업	한성공업사
연구비 및 인원			
연구개발비	1,150	1,100	1,000
연구개발인원	건조기	8	3
	사일로 도정기	9	4
	제어	3	4
	기타 가공기계		5
	계	21	20

(3) 산업재산권 현황

- 수확 후 처리시스템 중 각 일반 기업 및 개인이 등록한 분야별 산업재산권 현황을 아래 표에 나타내었다. 일반 기업 및 개인이 2002년 이후 등록한 총 산업재산권 건수는 49건이었고, 8건/년 정도로 매우 미진한 상태임. <표 2-26>

<표 2-26> 수확 후 처리시스템 중 각 분야별 산업재산권 현황

(단위: 건)

연도 분야	2002	2003	2004	2005	2006	2007	계
건조	2	2	5	-	1	-	10
저장	1	-	-	7	-	-	8
세척	1	1	2		2	1	7
품질판정선별	2	8	2	7	1	1	21
기타	-	-	-		3	-	3
합계	6	11	9	14	7	2	49

(자료: 특허청, 농림부)

- 농업공학연구소에서 최근 5년간 수확후처리분야에 등록된 산업재산권수는 총 54건으로 기업 및 개인이 등록한 산업재산 건수보다 많았고, 약 11건/년을 등록한 것으로 나타남. <표 2-27>

<표 2-27> 농업공학연구소 5년간 수확후처리분야 산업재산권 등록현황

(단위: 건)

연도 분야	2003	2004	2005	2006	2007	계
건조	-	1	-	3	-	4
선별·포장	4	3	4	1	-	12
저장	1	1	1	2	1	6
품질판정	-	2	4	4	3	13
가공	5	2	3	8	1	19
계	10	9	12	18	5	54

※ 산업재산권 : 특허, 실용신안, 프로그램을 포함한 건수임 (자료:진흥청 농업공학 연구소, 특허청)

- 식품가공시스템 관련 특허도 식품 분야에 비해서는 미진한 상태로 판단되며, 2002년 이후 총 산업재산권 건수는 23건 정도로 연구 개발이 활발하지 못한 상태임. <표 2-28>

<표 2-28> 식품가공시스템 분야 산업재산권 현황

(단위: 건)

분야 \ 연도	2002	2003	2004	2005	2006
식품가공시스템	6	8	6	-	3

(자료:특허청)

- 생물공정시스템 관련 산업재산권 현황은 가장 미진한 상태이고, 1999년 이후 총 2건의 관련 산업재산권이 있을 뿐임. 특히 바이오가스 및 플랜트관련 특허는 전무한 상태로 연구 개발이 매우 미진한 상태임. <표 2-29>

<표 2-29> 생물공정시스템 관련 산업재산권 현황

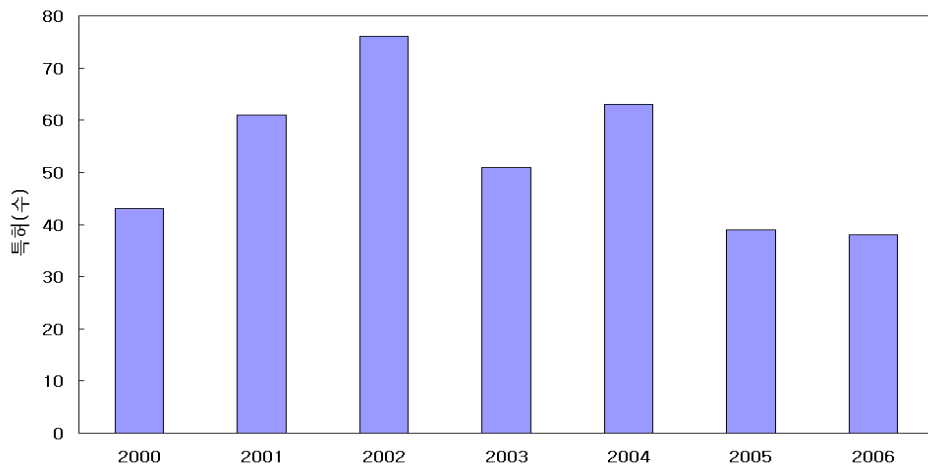
(단위: 건)

분야 \ 연도	1999	2002	2003	2005	2006	2007
생물공정시스템 (바이오가스 관련)	-	-	2	-	-	-

(자료:특허청)

- 국내 정수기 관련 산업재산권은 <그림 2-7>에서와 같이 매년 40건 이상을 취득하고 있고, 특히 산업재산권의 대부분이 일반 기업이나 개인이 많은 것으로 나타남.

<그림 2-7> 국내 정수기 관련 특허 건수 현황



(자료:특허청)

### 3. 기술개발 현황 및 문제점

#### 가. R&D 투자 현황

- 1998 ~ 2007년 농식품 가공시스템 분야에 농림기술센터와 농업공학연구소의 연구개발 사업비는 <표 2-30>에 나타난 바와 같이 농림기술센터가 1998 ~ 2006년까지 9년간 약 90억 정도 투자하였고, 진흥청 농업공학 연구소가 2003 ~ 2007년까지 최근 5년간 약 50억 정도가 연구개발비로 투자되어 매우 미진한 상태인 것을 알 수 있음.
- 2006년도 일본으로부터 수입한 정미맥기의 수입대금이 약 2억 6천만 엔(21억 8천만 원) 것을 고려할 때 양 기관이 연간 투자하는 연구비 총액은 매우 미약한 상태임.

<표 2-30> 주요 부처별 연구개발 사업비

(단위: 백만 원)

연도 부서	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	계
농림기술센터	357	919	1,695	784	940	214	1,881	1,130	1,097		9,017
농업공학연구소						948	1,121	1,012	411	1,515	5,007
계	357	919	1,695	784	940	1,162	3,002	2,142	1,508	1,515	14,024

(자료: 농림기술센터, 진흥청 홈페이지) 농업공학연구소 연구비는 재료비, 여비, 수송비만 포함된 것임

#### 나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황

- 농업공학연구소의 최근 5년간 수확후처리분야 과제수행 건수를 비교해 보면 세척, 탈피, 세절 등에 관한 연구가 29건으로 가장 많았고, 저장과 품질 판정에 관한 연구가 각각 14건, 선별과 포장이 13건, 건조에 관한 연구가 5건으로 나타남. 식품가공기계에 관한 연구는 거의 수행되지 않은 것으로 나타남.<표 2-31>
- 농림기술센터에서 1998 ~ 2007년도까지 수행한 식품가공기계에 관한 연구는 15건 정도로 매우 미진한 상태이며, 수입 및 수출이 가능한 품목을 선정하여 집중 개발할 필요가 있음. <표 2-32>
- 생물 공정 시스템(바이오가스플랜트)에 관한 연구는 4건 정도로 이제 시작 단계에 접어든 상태이고, 실제로 외국 기술을 도입하여 전국에 10개소의 바이오가스플랜트가 설치되어 있음. 그러나 이 중에서 60%가 폐쇄 또는 일시 중단된 상태이다. 따라서 국내 실정에 적합한 바이오가스플랜트를 설치하기 위해서는 관련 연구가 심도 있게 수행되어야 하는 상황임. <표 2-33>

<표 2-31> 농업공학연구소 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황

(단위: 건)

분야 \ 연도	2003	2004	2005	2006	2007	계
건 조	3	-	2	-	-	5
선별·포장	4	2	2	-	5	13
저 장	2	2	3	2	5	14
품질판정	2	5	3	2	2	14
세척, 탈피, 세절	7	10	6	1	5	29
기 타	2	1	3	3	3	12
계	20	20	19	8	20	87

(자료: 농림부 홈페이지, 기타: 운영분석, 실태조사, DB분석 등)  
 ※ 과제수는 중복되지 않도록 당해 연도 완결과제만 계수하였음.

<표 2-32> 농림기술센터의 농식품 가공시스템 분야 과제수행 현황

(단위: 건)

분야 \ 연도	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	계
건 조							1	1	1		3
선별·포장					2		1				3
저 장											0
품질판정		1		1	1				1		4
가공기계	1	1	2	1			3	3	3	1	15
세척, 탈피, 살균				3	1		3				7
생물공정		1			1				1	1	4
계	1	3	2	5	5	0	8	4	6	2	36

(자료: 농림기술센터 홈페이지) ※ 과제수는 중복되지 않도록 당해 연도 완결과제만 계수하였음.

<표 2-33> 바이오가스플랜트 설비 업체 현황

설비업체	(주)코오롱건설	(주)대우건설	(주)유니슨	(주)한라산업개발
------	----------	---------	--------	-----------

○ 기능수 관련 정부 부처별 연구도 매우 미진한 상태임.

## 다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제

### (1) 수확 후 처리시스템 및 식품가공시스템 개발

- 수확 후 처리시스템, 식품가공시스템의 개발은 매우 열악한 조건에서 수행되고 있는 상태이고, 특히 다른 연구 분야와의 공동 연구가 많지 않아 농림 관련부처 연구개발비 외에는 타부처 연구비 예산이 거의 없는 상태임. 따라서 연구 개발비 확충이 시급한 문제임.
- 이 분야의 연구개발비는 농림기술센터가 2006년까지 9년간 약 90억, 진흥청 농업공학 연구소가 2007년까지 최근 5년간 약 50억(재료비, 여비, 수용비만 포함된 금액임) 정도 투자하여 매우 미약한 상태임. <표 2-30>
- 2006년도 일본으로부터 수입한 정미맥기의 수입대금이 약 2억 6천만 엔(21억 8천만 원)으로 수입 1위, 기타 식품기계류도 20억 엔(168억 원)으로 수입 1위인 것을 고려할 때 국내 양기관이 매년 투자하는 이 분야의 연구비로는 외국산 제품과의 경쟁 및 산업화나 제품화 하는데 어려움이 많을 것으로 판단됨.
- 이 분야 비교적 적은 연구 개발비로 많은 연구 과제가 수행되었고 많은 연구 실적들이 발표되고 있지만, 실제로 산업화 및 제품화하기가 어렵고 제품화가 되어도 다기종의 소량 판매인 것이 많아 실제로 산업화 하는 데 어려움이 많음.
- 그러나 이 분야의 연구 개발비 투자는 국내 수확 후 처리시스템 및 식품가공시스템 산업의 발전을 도모할 수 있고 이를 발판으로 수출 시장을 공략하거나 최소한 수입 대체가 가능한 품목을 선정하여 집중 개발 육성될 수 있도록 연구 개발비가 투자되어야 함.
- 이 분야의 연구개발비는 농림기술센터가 2006년까지 9년간 약 90억, 진흥청 농업공학 연구소가 2007년까지 최근 5년간 약 50억(재료비, 여비, 수용비만 포함된 금액임) 정도 투자하여 매우 미약한 상태이다.
- 2006년도 일본으로부터 수입한 정미맥기의 수입대금이 약 2억 6천만 엔(21억 8천만 원)으로 수입 1위, 기타 식품기계류도 20억 엔(168억 원)으로 수입 1위인 것을 고려할 때 국내 양기관이 매년 투자하는 이 분야의 연구비로는 외국산 제품과의 경쟁 및 산업화나 제품화 하는데 어려움이 많을 것으로 판단됨.
- 이 분야 비교적 적은 연구 개발비로 많은 연구 과제가 수행되었고 많은 연구 실적들

이 발표되고 있지만, 실제로 산업화 및 제품화하기가 어렵고 제품화가 되어도 다기종의 소량 판매인 것이 많아 실제로 산업화 하는 데 어려움이 많음.

- 그러나 이 분야의 연구 개발비 투자는 국내 수확 후 처리시스템 및 식품가공시스템 산업의 발전을 도모할 수 있고 이를 발판으로 수출 시장을 공략하거나 최소한 수입 대체가 가능한 품목을 선정하여 집중 개발 육성될 수 있도록 연구 개발비가 투자되어야 함.

## (2) 바이오가스플랜트 분야 기술 개발

- 바이오가스플랜트 기술 분야는 일본, 유럽의 수준에 도달하기에는 기술 개발이 절실한 분야로 기술 진입 단계에 있고, 농림기술센터 지원 연구는 4건 정도로 매우 미진한 상태임. 또한 관련 연구자도 매우 부족한 상태이지만 장래에 환경 문제와 관련되어 매우 중요하고 실용적 기술이라 판단됨. 그러나 이 분야는 관련 연구자가 매우 희귀하여 정부가 정책적으로 인재 양성 및 유치에 관여해야 할 것으로 판단됨.
- 이 분야는 설비업체도 경험이 적고 운영상에 있어서도 기술 축적이 부족하여 실패율이 높은 것으로 나타남. 실제로 전국에 10개소의 바이오가스플랜트가 설치되어 있지만 외국 기술을 도입하거나 모방 수준이고, 이중에서 60%가 폐쇄 또는 일시 중단된 상태임. 이것은 살아 있는 미생물을 이용하는 시스템이기 때문에 분뇨의 공급량, 온도, 혼합 등 소프트 운영상의 문제로 실패할 확률이 높은 것으로 알려져 있음.
- 따라서 국내 실정에 적합한 바이오가스플랜트를 설치하기 위해서는 관련 연구가 심도 있게 수행되어 국내 환경에 적합한 플랜트와 운영 조건을 확립시켜야하고, 이와 관련된 인적 자원 확보 및 장기적인 연구 계획을 수립하여 체계적이고 합리적으로 연구비 투자가 이루어져야 할 것으로 판단됨.

## (3) 기능성 정수시스템 개발

- 기능수에 관련된 논문은 일부 있지만 인체 및 의학과 관련된 부분에서는 늘 논란에 대상이 되고 있음. 수돗물을 공급하는 정부로서도 이중 투자의 고민이 되겠지만 과감하게 연구 개발비를 투자하여 이 분야가 세계 시장을 장악할 수 있는 시스템을 개발하는 것이 필요함.
- 기능성 정수시스템 분야는 선진국과의 기술 격차가 크지 않은 상태이고 국내의 260여개의 정수기 제조업체가 있음. 2006년에 35,067천불(약 333억 원) 규모로 정수기 수출되었고 7년 만에 52.5% 증가할 정도로 수출하고 있는 만큼 정부의 집중적인 연구

개발비 투자를 통해 세계를 선도할 수 있는 기능성 정수시스템 기반 기술을 확보하는 것이 바람직함.

- 향후 국내의 기능성 정수시스템 분야의 연구방향은 기능성 정수 메카니즘을 농식품 가공시스템에 도입하여 농축산물 및 가공식품의 품질 향상과 소비자 기호 알맞은 풍미 및 안전성 향상 등의 방향으로 시스템 개발을 유도해 나가는 것이 바람직함. 더 나아가서 인체에 미치는 영향 등도 연구할 수 있도록 정부 주도의 연구 개발비 투자가 절실한 상황임. 이 방향이 새로 형성될 기능성 정수시스템 분야의 산업화를 촉진하고 국내의 시장의 점유율을 높일 수 있는 방법임.

#### 4. 2017 농식품 가공시스템 분야 기술개발 전략

##### 가. 환경변화와 주요 이슈

###### (1) 수확 후 처리시스템 및 식품가공시스템

- FTA와 DDA 체결 후 시장 개방에 따른 수입 농산물에 대비한 경쟁력 강화와 품질 향상 및 안전성 확보, 실용적인 수확 후 처리시스템 및 식품 가공시스템에 관한 기술 개발이 필요함.
- 수입 농산물에 대한 경쟁력을 강화하기 위해서는 품질 향상과 안전성 등을 고려하고, 농림축산물의 부가가치를 높일 수 있는 효율적이고 실용적인 기술을 개발하여 을 강구할 필요가 있음.
- 농산물을 고품질화 및 수확 후 효율적인 품질 유지는 우리 농산물의 경쟁력을 강화할 수 있는 새로운 요소임. 수확 후 관리기계 및 농식품 가공장치와 관련된 연구개발은 농축산물의 부가가치를 높일 수 있고, 농가소득을 증대시킬 수 있는 방안임.
- 수확 후 관리와 가공 관련된 시설 및 장비, 산업규모는 매우 영세하여 기술 개발에 어려움이 있음. 또한 개발 후 다기종의 소량 판매인 것이 많아 실제로 산업화 및 제품화 하는 데 어려움이 많음.
- 따라서 이 분야는 대부분 수출 보다는 수입이 많아 무역수지가 적자인 분야로 정부의 연구 개발비 투자가 절실한 분야임. 또한 산업화는 국내시장과 수출 시장을 예측해서 최소한 수입 대체가 가능한 품목을 선정하여 집중 개발 투자되어야 함.



## (2) 바이오가스플랜트 분야 기술 개발

### ㉔ 에너지 문제

- 화석에너지의 고갈
  - 석유 및 천연가스과 같은 각종 화석에너지는 그 매장량이 한정되어 있고, 20~30년 동안 사용량이 급격히 증가하여 고갈 가능성이 높아짐. 결국 에너지로 인하여 각국의 첨예한 대립 상황이 발생하고 있음.
- 미래의 에너지 고갈의 위기와 현재 지구상의 에너지 소비에 있어서 가장 큰 비중을 차지하는 화석 연료의 환경적 유해성, 그리고 화석에너지를 수입에 의존하는 우리나라의 상황을 고려해 볼 때, 중/장기적인 에너지 대책을 세우고, 신재생에너지를 개발하는 일은 향후 국가의 안정적인 경영과 국민의 안정적인 생활을 위해 필수적인 과제임.
- 신재생에너지
  - 상기와 같은 화석에너지 고갈에 대한 문제점 해결 방안으로 신재생에너지인 바이오매스, 태양에너지, 풍력, 수력, 연료전지 등의 연구 개발에 대한 관심이 높아지고 있음.
- 실제로 04년도 기준 전체 에너지원 중 각국에서 신재생에너지가 차지하는 비중은 약 13.1% 수준이고, 향후 2030년까지 세계 신재생에너지 공급은 약 2배 이상 늘어날 것으로 전망.

### ㉕ 환경 문제

- 화석에너지의 사용은 결과적으로 대기 중의 이산화탄소 절대량을 증가시킴. 특히 녹스(NOx), 스모크, 황화합물 등 환경오염물질의 배출로 인한 환경오염 문제가 발생하고 있음.
- 유기성 폐기물인 가축 분뇨, 음식물류 폐기물, 하수 슬러지 등의 연도별 발생량이 증가하고 있고, 직매립 금지 및 해양투기금지 제도가 도입되었으므로 대처방안이 요구됨. 특히 가축분뇨의 처리가 어려워져 축산업 농가가 사업을 포기해야 하는 실정임.
- 지구온난화에 따른 기후협약에 의거 2005년 일본 교토에서 온실가스 감축목표에 관한 구체적인 이행방안으로 의정서를 작성했고, 각국은 이를 이행하여야 함. 결국 온실가스(이산화탄소, 메탄 등)를 배출하는 사업은 허가받은 배출권 이내에서 가능함.
- 따라서 이 협약 내용을 이행할 경우 국내 산업발전 전반에 영향을 받게 되므로 대책

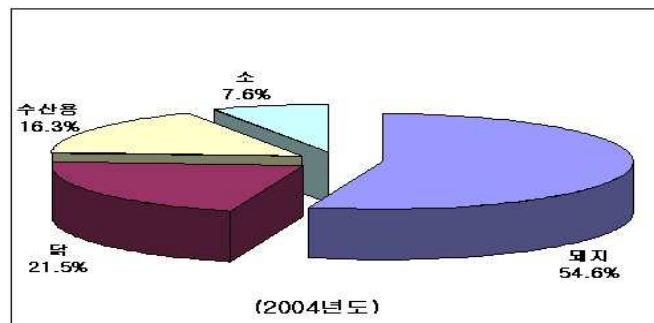
방안 중에 하나로 가축 분뇨, 분뇨, 음식물류 폐기물 등을 처리할 수 있는 바이오가스 플랜트 분야의 기술 개발이 필요함.

### (3) 기능성 정수시스템

#### ㉔ 환경변화

- 우리나라도 10년 후에는 약 20억<sup>m</sup> 정도의 물이 부족할 것으로 예측되고 있고, 물 문제는 인구증가와 산업발달 등의 영향으로 오염도가 확산되고 물 부족 현상이 심화될 것으로 예상됨.
- 가금콜레라는 닭과 오리 등에 발생하는 제2종 법정전염병이고, 세균성 질병으로 물이 전염원이며 폐사율이 높음.
- 축산, 수산에서 질병예방 및 생존율을 높이기 위해 항생제를 과다하게 사용한 동물은 <그림 2-8 참조> 병원균의 내성이 강해져서 궁극적으로 사람이 먹을 경우 건강에 영향을 미칠 수 있음.

<그림 2-8> 동물용 항생제 축종별 사용량



(자료: 국립수의과학검역원)

- 지하수의 상당 부분이 일반세균 및 이물질에 오염되어 있고, 일부 지하수는 오염이 매우 심각함. 아직도 국내에는 지하수를 이용하는 가구수가 많고 특히 농축산 농가의 경우 대부분 지하수를 사용하고 있음.
- 크립토스포로디아증을 유발하는 원생동물은 가축이나 야생동물의 체내에 존재하는데, 범람으로 인해 병원균이 다른 지역으로 전파되면서 식수를 오염시킴. 원생동물(protozoa)인 크립토스포로디아증 병원균에 의해서 건강한 사람이 질병에 걸리면, 1-2

주 동안 설사를 하고 특히 면역체계가 약한 사람이 취약함. 크립토스포로디아증 병원균을 퇴치하는데 염소소독이 크게 효과가 없어 여과방법이 대안이 될 수도 있다고 함.

- 국내 상수도 수질은 비교적 양호한 편이나 아직도 국민 대다수가 신뢰하지 못하여 해마다 정수 및 생수 시장이 증가하는 상황임.
- 학교 급식에 따른 집단 식중독 발생이 해마다 늘어나는 추세로 교육부는 급식 환경 개선을 위해 2008년도 “교육환경개선비”로 500억원 내외 배정함.
- 질병관리본부에 따르면 수인성 전염병 발생은 해마다 감소하는 추세에 있지만, 아래 표에서 보는 바와 같이 장티푸스나 세균성 이질 등은 아직도 상당히 발병되고 있는 상태이므로 정수 관리가 확실하지 못한 상태임.

<표 2-34> 수인성 전염병 발생 사례

(단위: 건)

연도 \ 전염병	2001	2002	2003	2004	2005	계
콜레라	162	4	1	10	16	193
페스트	0	0	0	0	0	0
장티푸스	401	221	199	174	190	1,185
파라티푸스	36	413	88	45	31	613
세균성이질	928	767	1,117	487	317	3,616
장출혈성 대장균감염증	11	8	52	118	43	232
계	1,538	1,413	1,457	834	597	5,839

(자료: 질병관리본부)

### ㉔ 주요 이슈

- 기능성 정수시스템으로 제조된 좋은 물을 지하수 이용가구에 공급하면 국민 건강 증진은 물론이고, 농수축산물 및 식품가공 할 때 제균이 가능하여 안전성 확보 및 맛과 저장성 등을 향상시킬 수 있으므로 시스템 개발이 국내 농수축산업 및 식품가공의 경쟁력 강화를 위해 필수적임.
- 가축 사육에 기능수를 공급함으로써 저항력을 증강시켜 항생제 사용을 줄일 수 있어 사육 중 자연사 또는 각종 질병을 예방할 수 있으므로 이와 같은 농수축산용에 적합한 기능수 제조시스템의 연구 개발은 국내 농수축산물 시장의 경쟁력 강화는 물론이고 세계 시장을 선점할 수 있는 방안임.

- 물이 세포속을 출입하기 위해서는 Aquaporin이라고 하는 물길이 세포막에 있고, 물길의 기능에 장애가 발생하면 근육이나 심장 등은 물론이고 신경계통에 심각한 질병이 발생할 수 있다고 함<2003년 노벨화학상>. 따라서 기능수는 이와 같은 장애를 방지할 수 있고, 동물의 세포를 활성화하여 육질 개선에도 효과가 있을 것으로 판단되므로 이 분야의 연구 개발을 활성화시킬 필요가 있음.
- 농작물, 원예작물 등을 재배할 때 기능수의 공급은 병충해 방제 효과와 토양의 부족한 미네랄을 공급하여 고품질 농산물 생산을 가능하게 함. 따라서 농작물이나 원예작물 재배에 적합한 기능성 정수시스템 개발이 필요함.
- 지하수를 응용하는 가구, 요식업체, 학교, 병원 등 대용량 응용 시설에 보급하여 국민 건강 증진에 기여할 수 있음. 또한 안전하게 정수되고 기능성이 풍부한 물을 대용량으로 공급할 수 있는 농산업용 정수시스템의 개발은 제품화 및 산업화 가능하므로 세계 시장을 공략할 수 있는 방향으로 연구개발해야 함.
- 기능수와 관련된 논문은 다수 있지만 인체 및 의학과 관련 된 부분에서 늘 효과에 대한 찬반 논쟁이 일고 있으므로 정부 차원에서 집중 투자하여 문제를 해결하고, 이 분야의 기술 우위를 선점할 필요가 있음.

## 나. 주요 이슈별 R&D정책 니즈

### (1) 미래유망기술확보(미래 성장동력개발) 측면

#### ㉞ 수확 후 처리시스템

- 고유가 시대의 농산물 건조 기술은 생산 원가 절감이 가능한 저비용, 저에너지 복합건조 기술 개발 필요함. 또한 자연에너지가 풍부한 세계 시장과 국가를 목표로 자연에너지를 이용한 건조기술을 개발하고, 수출용 건조기를 개발할 필요가 있음.
- 예냉, 저장 기술로는 자연에너지를 이용한 저비용, 고효율의 저장기술이 필요하고, 기능성 물질을 이용하여 고품질 상태를 유지하면서 장기 저장할 수 있는 기술이 필요함.
- 품질이 균일하고 안전한 농식품을 소비자가 신뢰하고 구매할 수 있도록 농식품에 대한 온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술, 온라인 농축산물의 안전성 평가기술, 농축산물의 생산 및 품질 이력제, 수입산과 국내산 농축산물 판별 기술 등이 필요함.

- 안전성을 확보하기 위한 기능수를 이용한 세척 및 살균 시스템, 선도 유지를 위한 포장기술 및 기능성 포장재 개발이 필요하고, 세계 시장에서 필요로 하는 수출용 포장기 개발

#### ㉔ 식품가공시스템

- 찌라기 발생이 적고, 표면 상처 없이 고품질 도정이 가능한 시스템, 폐수 처리 및 품질 손상이 적은 저비용 무세미시스템, 식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술, 저비용 입출고 쌀자동 관리 시스템, 수출용 도정 시스템 등이 필요함.
- 농산물로부터 기능성 물질 추출은 다방면으로 이용되므로 효율적으로 유효성분 추출이 가능한 시스템 개발
- 발효 농식품의 안정적인 생산을 위해 효율적으로 추단시간에 저온 발효시키는 시스템 개발
- 농식품의 신속한 조림 시스템, 풍미가 나도록 식품(과자 및 빵류, 식품류)의 표면을 굽는 시스템, 육류 및 생선 구이기 등에 원적외선과 고주파를 이용한 가열시스템 개발

#### ㉕ 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술

- 현재 외국의 기술을 도입하여 국내의 유기성폐기물을 발효처리를 행하고 있으나, 발생하는 폐기물의 성상이 다른 이유로 원활한 발효처리가 불가능한 상황임.
- 국내에서 발생하는 유기성 폐기물의 성상에 맞는 혐기발효 기술을 확립할 필요가 있음.
- 축산분뇨를 원료로 하는 바이오가스플랜트는 대부분 바이오가스를 생산하여 연료로서 이용하고, 발효가 종료된 축산분뇨는 액비화 하고 있음.
- 바이오가스는 발효의 조건 및 원료의 성상에 따라 발생하는 가스의 성분중 메탄농도가 변화하고 발생량도 일정하지 않음. 따라서 이러한 바이오가스를 내연기관의 연료로서 사용하는 것은 어려운 실정이므로 바이오가스를 내연기관의 연료로서 이용가능하게 하는 기술을 개발할 필요성이 있음.

#### ㉖ 기능성 정수시스템 기술

- 소용량의 기능성 정수기는 현재 다양하게 제품화되어 있으나, 농산업용 대용량의 기능수 제조시스템은 아직 제품화된 것이 없는 상태임.

- 대용량의 물을 깨끗하게 생산할 수 있는 정수기술, 다양한 기능성을 공급할 수 있는 미네랄 용해 및 제조 기술 확보가 요구됨.
- 중국, 동남아, 수질이 좋지 않은 세계 각지의 수질 기준에 적합한 수출용 기능성 정수 시스템 개발하여 세계 시장을 선점할 수 있는 미래의 성장 동력으로 개발할 필요성이 있음.

## (2) 기업현장애로기술 개발 지원 측면

### ㉔ 수확 후 처리시스템

- 저비용, 저에너지 복합건조기, 자연에너지를 이용한 건조기술 개발
- 자연에너지 및 축열재를 이용한 저비용, 고효율의 저장기술
- 장기저장을 위한 기능성 물질 및 자재 개발
- 농식품에 대한 온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술, 수입산과 국내산 농축산물 판별 기술은 대학 및 연구소의 기술 축적이 상당한 수준이므로 지원이 가능함. 농축산물의 생산 및 품질 이력제 등은 기초 연구가 진행 중임.
- 기능수를 이용한 세척 및 살균 시스템과 선도 유지를 위한 포장기술에 관한 기술은 일부 지원이 가능할 것으로 봄. 수출용 포장기계는 각국에 적합한 모델을 개발하는 것이 바람직함.

### ㉕ 식품가공시스템

- 찌라기 발생이 적고, 표면 상처 없이 고품질 도정이 가능한 시스템, 폐수 처리 및 품질 손상이 적은 저비용 무세미시스템, 식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술, 수출용 도정 시스템 개발 등
- 농식품의 유효성분 저온 추출 및 발효시스템 개발
- 농식품의 신속한 조립 시스템, 풍미 생성 식품(과자 및 빵류, 식품류)의 표면을 굽는 시스템 등에 원적외선과 고주파를 이용한 가열시스템 개발

### ㉖ 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술

- 축산농가에서는 축산분뇨의 처리를 위해 소요되는 비용이 과대하고, 분뇨처리시 발생

하는 악취 등으로 주위민가에서의 민원이 많은 실정임.

- 축산분뇨의 해양투기 및 매립금지로 축산분뇨 처리에 애로를 호소하며, 사업을 포기하는 농가도 발생함.
- 축산분뇨의 혐기적 발효처리기술 개발로 악취예방 및 액비생산, 에너지 생산을 동시에 수행함으로써 축산 농가의 애로점 해결이 가능함.

#### ㉔ 기능성 정수시스템 기술

- 농산업용 대용량 기능성 정수시스템 개발을 위한 정수 기술
- 기능성 세라믹 제조 기술 및 미네랄 용해 기술
- 미네랄 성분 조성비에 따른 기능수의 물리 화학적 특성 분석
- 미네랄 함유 정수된 기능수가 농작물 재배, 가축 사육 및 인체의 건강 증진 효과를 검증하기 위한 이와 관련된 분야의 기술
- 기능수가 인체의 기초 신진대사에 미치는 영향
- 의학적(병 치료) 측면에서 기능수가 인체에 미치는 영향

#### (3) 인프라(인력, 특허, 표준, 시설, 정보 등) 구축 측면

#### ㉕ 수확 후 처리시스템 및 식품가공시스템

- 저비용, 저에너지 복합건조기, 자연에너지를 이용한 건조기술에 관한 표준은 미확립 상태임.
- 장기저장을 위한 기능성 물질 및 자재 개발은 기존의 인력과 시설, 국내외 정보 활용.
- 농식품에 대한 온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술, 수입산과 국내산 농축산물 판별 기술은 기존의 인력과 시설, 정보 활용.
- 수출용 포장기계의 적합한 모델 개발은 기존의 인력과 시설, 정보 활용.
- 찌라기 발생이 적고, 표면 상처 없이 고품질 도정이 가능한 시스템, 폐수 처리 및 품질 손상이 적은 저비용 무세미시스템, 식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술, 수출용 도정 시스템 개발 등은 국내외 정보 및 기존의 인력과 시설 활용.
- 농식품 중 기능성 물질 추출 및 발효 식품의 안정적인 생산을 위한 시스템 개발은 국

외 정보 및 인력과 기존 시설 활용.

- 원적외선과 고주파를 이용한 가열시스템 개발은 기존의 인력과 시설, 정보 활용.

#### ㉔ 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술

- 축산분뇨의 종합적인 처리는 물론 에너지로서 재생산하여 이용 가능한 분야로 국내 축산 농가를 대상으로 한 축산분뇨처리의 표준정책으로 구축하여 활용 가능
- 시설의 보급 및 확대를 위한 시설의 표준화 및 운전방법, 운전인력의 표준정보를 구축할 필요가 있음.

#### ㉕ 기능성 정수시스템 기술

- 대용량 기능성 정수시스템 개발과 관련한 인력 및 시설, 정보 등은 기존의 국내외 확보된 것을 활용함.
- 대용량 기능성 정수시스템 개발과 관련한 특허는 거의 없음. 본 기술이 개발되고 시제품이 제작되면 특허 출원이 가능할 것으로 예상됨.
- 대용량 기능성 정수시스템 개발과 관련한 표준은 아직까지 설정되어 있지 않고, 다만 물마크 취득이나 의료기기 허가와 관련된 기준이 있을 뿐임.
- 대용량 기능성 정수시스템 제작을 위한 시설은 정수기 제작을 위한 시설로서 충분하며 확보되어 있음.

### (4) 기술이전사업화 측면

#### ㉔ 수확 후 처리시스템 및 식품가공시스템

- 수확 후 처리시스템 및 식품가공시스템의 개발이 완료되면 산업화가 가능한 기술로 기업체에 기술이전도 가능할 것으로 전망됨.
- 전략상 저개발 국가 및 개발도상국을 대상으로 기술 이전을 하고, 수출 전진기지로 활용할 필요가 있음.

#### ㉕ 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술

- 바이오가스플랜트와 관련된 기술 중 음식물쓰레기의 혐기발효와 관련된 기술은 이미 각 대학 및 연구기관에서 실험실 규모의 연구가 진행되어 왔음.



- 혐기발효 기술은 축산분뇨의 혐기발효에 있어서도 응용이 가능하므로 기존기술을 이  
전받아 사업화 하는 측면에서의 수요가 클 것으로 보임.
- 바이오가스의 에너지화에 있어 유사 기술을 보유하고 있는 연구기관이 일부 존재하  
고 있으나 실제로는 기술이전 사업화가 필요함.

#### ㉔ 기능성 정수시스템 기술

- 대용량 기능성 정수시스템 개발이 완료되면 농수축산농가, 음용수시장 등에 널리 활용  
할 수 있어 사업화가 매우 유망한 기술이며, 기업체에 기술이전도 매우 유리할 것으  
로 전망됨.
- 전략상 물 사정이 좋지 않은 국가를 대상으로 기술 이전할 기업을 선정하고, 수출 전  
진기지로 활용할 필요가 있음.

### (5) 기술지도 측면

#### ㉕ 수확 후 처리시스템 및 식품 가공시스템

- 장기저장을 위한 기능성 물질 및 자재 개발 관련 기술
- 농식품에 대한 온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술, 수입산과 국내산 농축산물 판  
별 기술
- 수출용 포장기계의 적합한 모델 개발 관련 기술
- 찌라기 발생이 적고, 표면 상처 없이 고품질 도정이 가능한 시스템, 폐수 처리 및 품  
질 손상이 적은 저비용 무세미시스템, 식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술, 수  
출용 도정 시스템 개발에 필요한 기술
- 원적외선과 고주파를 이용한 가열시스템 개발에 관련된 기술

#### ㉖ 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술

- 각 대학 및 연구소의 연구인력이 이 분야 기술을 사업화 하고자 하는 기업 및 축산농  
가에 바이오가스플랜트의 설계 및 운전방법에 관련된 기술지도 필요함.

### ㉔ 기능성 정수시스템 기술

- 기능성 세라믹 제조, 정수 기술 및 미네랄 용해에 관한 기술 지도
- 대용량 기능수 제조시스템 개발과 관련된 기술 지도
- 미네랄 용해 및 제조기술 개발에 필요한 화학분석 지도

다. 핵심전략과제별 성과목표 도출

(1) 수확 후 처리시스템

### ㉕ 건조 기술

- 자연에너지를 이용한 저비용, 저에너지 복합건조시스템 개발
- 수출용 건조기 개발

### ㉖ 예냉, 저장 기술

- 자연에너지를 이용 저비용, 고효율의 저장시스템 개발
- 기능성 물질 및 기능성 자재를 이용한 고품질 유지 장기 저장기술

### ㉗ 품질 판정 기술

- 온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술 및 시스템 개발
- 온라인 농축산물의 안전성 평가기술 및 시스템 개발
- 농축산물의 생산 및 품질 이력제 시스템 개발
- 수입산과 국내산 농축산물 판별 기술

### ㉘ 선별 및 세척, 살균, 포장 기술

- 기능수 이용한 세척 및 살균 시스템 개발
- 기능성 물질 추출을 위한 과일 씨 선별 시스템 개발
- 선도 유지를 위한 포장기술 및 기능성 포장재 개발
- 수출용 포장기 개발

## (2) 식품가공시스템

### ㉔ 쌀 가공 기술

- 찌라기 발생이 적고, 표면 상처 없이 고품질 도정이 가능한 시스템 개발
- 폐수 처리 및 품질 손상이 적은 저비용 무세미시스템 개발
- 식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술 및 시스템 개발
- 저비용 입출고 쌀자동 관리 시스템 개발
- 수출용 도정 시스템 개발

### ㉕ 고효율 추출 및 발효시스템

- 농산물로부터 기능성 물질 추출은 다방면으로 이용되므로 단시간에 효율적으로 유효 성분 추출이 가능한 시스템 개발
- 농식품 중 발효 식품의 안정적인 생산을 위해 단시간에 효율적으로 발효시킬 수 있는 저온 발효시스템 개발

### ㉖ 농식품 가열시스템

- 원적외선과 고주파를 이용한 농식품의 신속한 조림 시스템 개발
- 색과 풍미가 나도록 식품(과자 및 빵류, 식품류)의 표면을 굽는 시스템 개발
- 대용량 육류 및 생선 구이시스템 개발

## (3) 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 기술

### ㉗ 국내에서 발생하는 축산분뇨의 고효율 혐기처리 기술 및 시스템 개발

- 원료로 공급되는 축산분뇨의 성상이 변화하여도 메탄균이 사멸되지 않고 안정적으로 혐기발효가 가능할 것.
- 바이오가스의 발생량 및 메탄농도가 일정할 것.

### ㉘ 혐기발효중 발생하는 황화수소(H<sub>2</sub>S)의 효과적인 제거 기술 및 시스템 개발

- 처리를 위한 코스트를 고려하여 미생물을 이용한 H<sub>2</sub>S처리기술을 개발하여 발생하는 H<sub>2</sub>S의 농도를 완전 제거

**㉔ 내연기관의 연료로서 바이오가스를 공급함에 있어 고효율 운전을 가능하게 하는 기술 및 시스템 개발**

- 내연기관의 연료로 바이오가스를 공급하여 운전 할 때 내연기관에 발전기를 장착하여 전기를 생산하는데 이때 바이오가스의 공급량 및 메탄농도에 따라 일정한 엔진회전수의 운전이 불가능하고, 이때 전기의 품질이 변화하므로 사용에 제약이 따름.
- 따라서 엔진운전이 일정하도록(회전수 변화 1%이내) 운전가능하게 할 것.
- 에너지의 이용효율을 85%이상 달성하게 할 것.

**(4) 기능성 정수시스템 기술**

**㉕ 기능성 세라믹 개발**

- 미네랄이 용해되는 속도와 성분비가 일정하게 기능성 세라믹 개발
- 미네랄 성분의 조성비에 따른 기능수의 특성 분석
- 기능수의 살포 또는 세척시 미네랄 성분 조성비에 따라 농축산물의 균 번식 제한 및 제균 효과 확립
- 미네랄 성분 조성비와 기능수 조건이 가공 전후의 농축산물 및 식품 맛에 미치는 영향 및 성분 적정 조성비 확립

**㉖ 정수 시스템 개발**

- 농축산용 및 업소 및 대형 음용수 필요 업체에 적합한 정수 및 제균 시스템 개발
- 중국, 동남아 등 각국 수질 기준 조사 및 각국에 적합한 정수 시스템 개발
- 정수 후 제균 효과, 정수가 농수축산물 생육 및 품질에 미치는 영향

**㉗ 농산업용 대용량 기능수 제조시스템 개발**

- 기능수 종류에 따른 제조 시스템 개발
- 각국 수질 기준 및 사용처에 적합한 수출용 기능수 시스템 개발
- 기능수별 농축산물 및 식품 가공의 제균 및 저장 효과 분석
- 기능수별 농수축산물 생육 및 품질에 미치는 영향 분석
- 기능수 종류별 인체의 기초 신진대사(혈압, PPT, 맥박 등)에 미치는 영향
- 의학적 측면에서 기능수의 병 치료 효과 분석

라. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제 및 R&D 추진전략

(1) 수확 후 처리시스템

<표 2-35> 수확 후 처리시스템 분야 세부 기술과제 및 추진전략

분 야	기 술 과 제	추진전략
건조	자연에너지를 이용한 저비용, 저에너지 복합건조시스템	산학연
	수출용 건조기 개발	전략기획
에너지, 저장	자연에너지를 이용 저비용, 고효율의 저장시스템	산학연
	기능성 물질 및 기능성 자재를 이용한 고품질 유지 장기 저장기술	자유공모
품질 판정 및 평가	온라인 고정밀도 비파괴 품질 평가기술 및 시스템	산학연
	온라인 농축산물의 안전성 평가기술 및 시스템	산학연
	농축산물의 생산 및 품질 이력제 시스템	자유공모
선별 및 세척, 살균, 포장	기능수 이용한 세척 및 살균 시스템	산학연
	기능성 물질 추출을 위한 과일 씨 선별 시스템	산학연
	선도 유지를 위한 포장기술 및 기능성 포장재 개발	산학연
	수출용 포장기 개발	전략기획

(2) 식품가공시스템

<표 2-36> 식품가공시스템 분야 세부 기술과제 및 추진전략

분 야	기 술 과 제	추진전략
쌀 가공 시스템	고품질 도정시스템	산학연
	저비용 무세미시스템	전략기획
	식미를 일정하게 유지하는 쌀 브랜딩 기술 및 시스템	산학연
	저비용 입출고 쌀자동 관리 시스템	전략기획
	수출용 도정 시스템	전략기획
추출 시스템	고효율 유효성분 저온 추출 시스템	자유공모
	저온 발효시스템	자유공모
농식품 가열시스템	원적외선과 고주파를 이용한 농식품의 신속한 조림 시스템	산학연
	식품(과자 및 빵류, 식품류)의 표면 구이 시스템	산학연
	대용량 육류 및 생선 구이시스템(수출 겸용)	산학연

(3) 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)

<표 2-37> 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)분야 세부 기술과제 및 추진전략

분 야	기 술 과 제	추진전략
축산분뇨의 고효율 혐기처리	축산분뇨의 고효율 혐기조 개발 및 혐기발효 시스템	전략기획
	축산분뇨의 혐기발효에 있어 효율적인 발효온도 유지 시스템	자유공모
	축산분뇨의 혐기발효에 있어 효율적인 함수율 및 교반 기술 및 시스템	자유공모
	축산분뇨의 혐기발효에 있어 효율적인 HRT	자유공모
	발효 후 액비의 처리 및 이용 기술	산학연
혐기발효중 H2S의 제거	산화철을 이용한 H2S 제거 기술	자유공모
	화학적 방법을 이용한 H2S 제거 기술	자유공모
	생물학적 방법을 이용한 H2S 제거 기술	산학연
내연기관의 연료로서 바이오가스 이용	바이오가스 전용 가스엔진 및 운전 시스템	산학연
	듀얼연료방식 디젤엔진의 구조개선 및 운전 시스템	산학연
	가스터빈의 연료로서 바이오가스 이용 기술	산학연
	상기 3건에서 에너지의 고효율화를 위한 폐열 재회수 방식의 열병합 발전 시스템	산학연
	연료전지의 연료화를 위한 메탄에서의 수소개질	자유공모

(4) 기능성 정수시스템

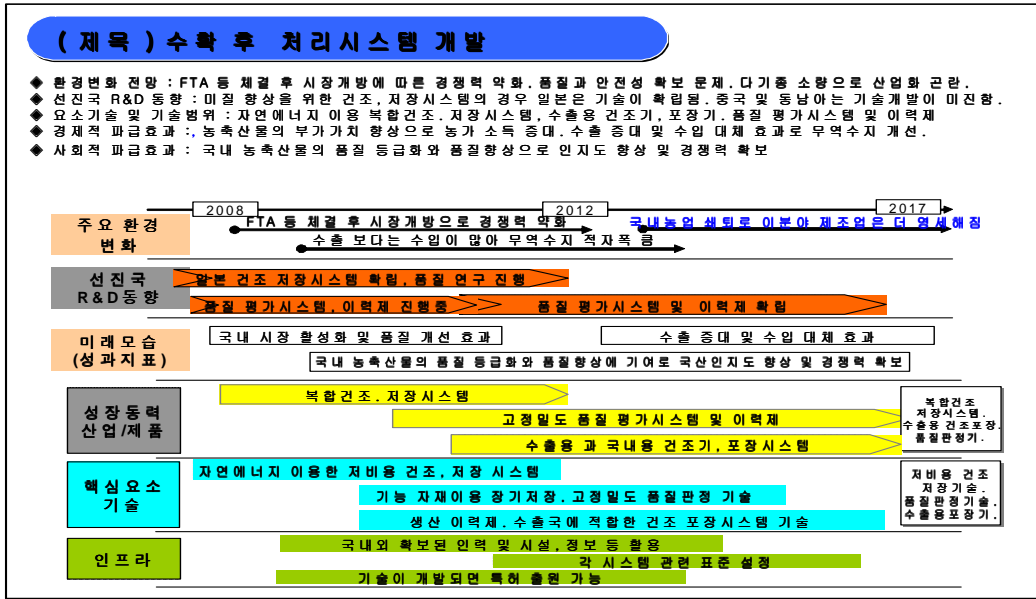
<표 2-38> 기능성 정수시스템 분야 세부 기술과제 및 추진전략

분 야	기 술 과 제	추진전략
기능성 세라믹 개발	미네랄이 용해되는 기능성 세라믹 개발	전략기획
	미네랄 성분의 조성비에 따른 기능수의 특성 및 제균 효과	자유공모
	식품의 식미 향상과 기능수의 미네랄 성분 조성비	산학연
정수 시스템 개발	농축산용 및 대형 음용수 사용처의 정수 및 제균 시스템 개발	산학연
	중국, 동남아 등 각국 수질 기준에 적합한 정수 시스템 개발	전략기획
	농수축산물 생육 및 품질에 미치는 영향	산학연
농산업용 대용량 기능수 제조시스템	기능수 종류에 따른 제조 시스템 개발	전략기획
	각국 수질 기준 및 사용처에 적합한 수출용 기능수 시스템 개발	전략기획
	기능수별 농축산물 및 식품 가공의 제균 및 저장 효과 분석	산학연
	종류별 기능수와 인체의 기초 신진대사(혈압, PPT, 맥박, 뇌파 등) 관계 분석	자유공모
	의학적 측면에서 기능수의 치료 효과 분석	전략기획

마. 기술개발로드맵

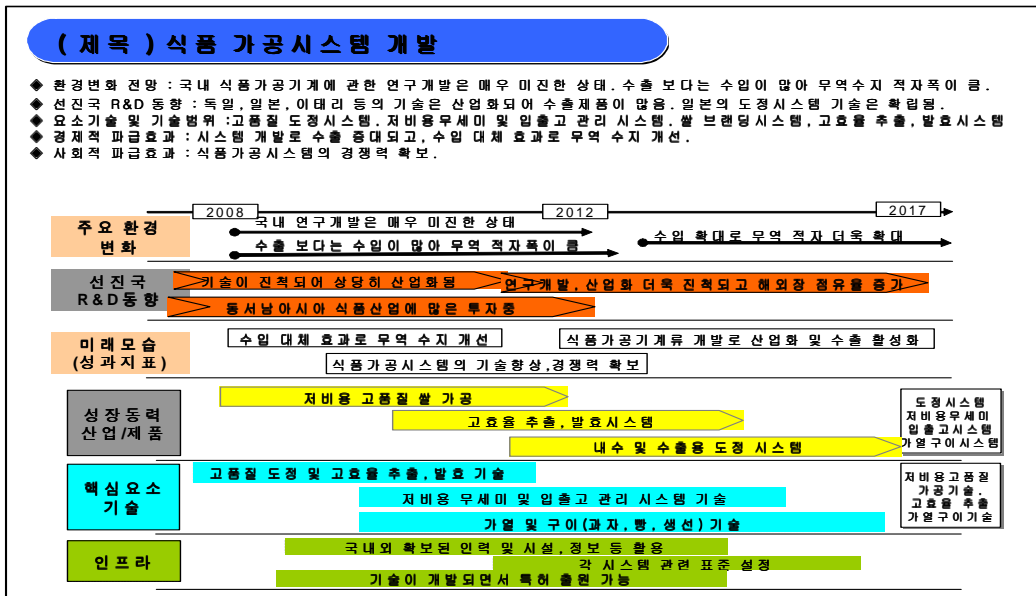
(1) 수확 후 처리시스템

<그림 2-9> 수확 후 처리시스템 분야 기술 개발 로드맵



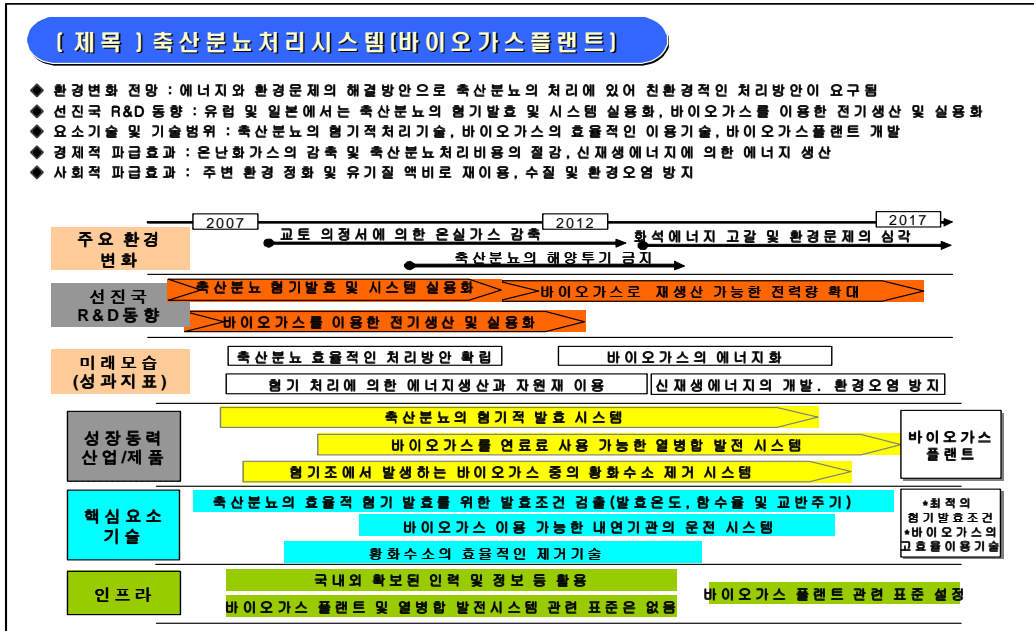
(2) 식품가공시스템

<그림 2-10> 식품가공시스템 분야 기술 개발 로드맵



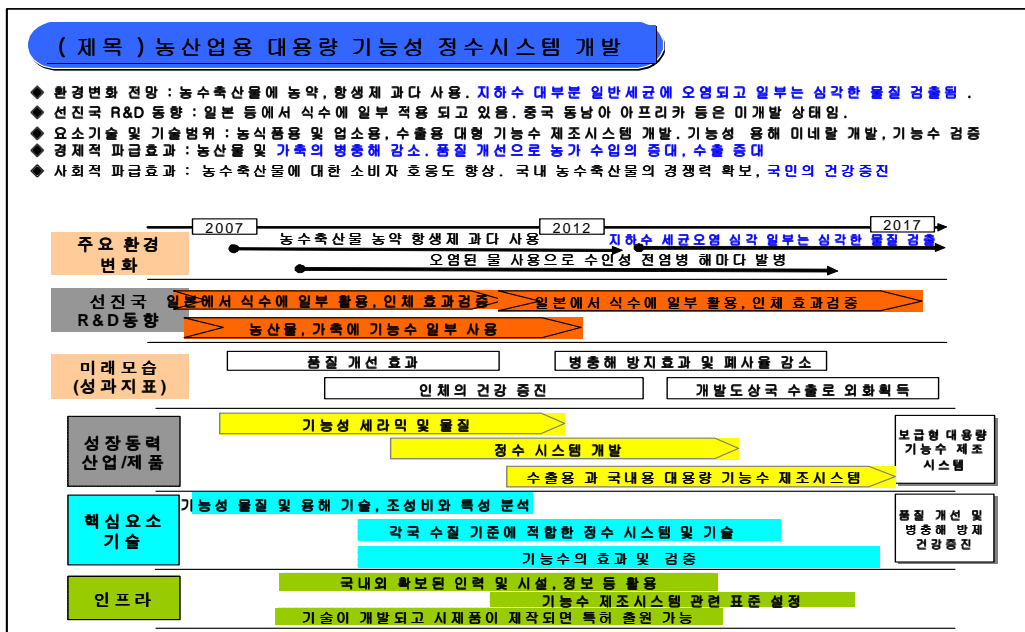
(3) 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)

<그림 2-11> 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트) 분야 기술 개발 로드맵



(4) 기능성 정수시스템

<그림 2-12> 기능성 정수시스템 분야 기술 개발 로드맵





## 5. 소요예산

### 가. 수확 후 처리시스템 개발

<표 2-39> 수확 후 처리시스템 분야 세부과제별 소요예산

(단위: 억 원)

과제명		연도										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	합계
세 부 과 제	-자연에너지 이용 복합건조시스템 -수출용 건조기 개발	5	5	5	10	10	10	7	7	7	7	73
	-자연에너지 이용 저장시스템 -고품질 유지 장기 저장기술		5	5	5	5	5	5	5	10	10	55
	-품질 및 안전성 평가 시스템 -생산 및 품질이력제		5	5	5	5	5	5	7	7	7	51
	-선별 및 세척, 살균, 포장기	5	7	7	7	10	10	10	5	5	5	71
합계		10	22	22	27	30	30	27	24	29	29	250

### 나. 식품가공시스템

<표 2-40> 식품가공시스템 분야 세부과제별 소요예산

(단위: 억 원)

과제명		연도										
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	합계
세 부 과 제	-고품질 도정시스템 -저비용무세미시스템 -수출용 도정 시스템	10	10	10	10	10	10	7	7	7	7	88
	-쌀 브랜딩 기술 및 시스템 -입출고 쌀자동 관리 시스템	5	8	8	8	8	8	10	10	10		75
	-고효율 저온 추출 시스템 -저온 발효시스템	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	44
	-조림시스템 및 구이 시스템	5	5	5	7	7	7	5	5	5		51
합계		25	28	28	30	30	30	27	27	27	12	258

다. 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)

<표 2-41> 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트) 분야 세부과제별 소요예산

(단위: 억 원)

과제명		연도										합계
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
세 부 과 제	-혐기발효 시스템 -온도, 함수율 유지 및 교반 기술과 시스템 -HRT 기술	5	5	5	5	7	7	7	10	10	10	71
	-혐기발효중 H2S의 제거	3	3	3	3	3	3	5	5	5	38	
	-바이오가스 전용 가스엔진 -디젤엔진의 구조개선 및 운전 시스템 -가스터빈 연료로의 이용 기술	5	5	5	7	7	7	7	5	5	5	58
	-열병합발전 시스템 -연료전지의 연료화	7	7	7	7	7	5	5	5	10	10	70
합계		20	20	20	22	24	22	24	25	30	30	237

라. 기능성 정수시스템

<표 2-42> 기능성 정수시스템 분야 세부과제별 소요예산

(단위: 억 원)

과제명		연도										합계
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
세 부 과 제	-미네랄이 용해되는 기능성 세라믹 -조성비에 따른 기능수의 특성	5	5	5	5	7	7	7	5	5		51
	-농축산용 및 업소용 대형 정수 및 제균 시스템 개발 -각국 수질 기준에 적합한 정수 시스템 개발	3	3	3	5	5	5	5	7	7	7	50
	-기능수 종류에 따른 제조 시스템 -수출용 기능수 시스템 개발	5	5	5	7	7	7	7	10	10	10	73
	-기능수별 제균 및 저장 효과 분석 -기능수의 치료 효과 분석	3	3	3	5	5	5	5	7	7	7	50
합계		16	16	16	22	24	24	24	29	29	24	224

## 6. 기대효과

### 가. 수확 후 처리시스템 개발

- 수확 후 처리 기계의 개발 : 저 비용, 고효율의 건조, 저장기술 및 기능성 세척, 살균, 포장 기술의 개발로 우수한 기술의 우위를 선점할 수 있음.
- 수확 후 처리 기계 국산화 : 연구 개발 성과를 산업화에 적용하여 수입 의존도를 낮출 수 있음.
- 농축산물의 품질 향상에 기여하여 경쟁력이 강화됨.
- 경제적 효과 : 수출이 증가하여, 국내 내수 시장 활성화에 기여할 것으로 판단됨.

### 나. 식품가공시스템

- 정부 투자의 확대로 식품가공 산업의 활성화 및 국내의 영세 기업의 기술이 향상됨.
- 수입에 많이 의존해온 식품가공기계의 국산화로 외화 절약 및 국내 내수 시장의 활성화에 기여함.
- 식품 가공의 안전성 및 품질을 높이고, 기술적 우위를 선점할 것으로 판단됨.
- 개도국 수출 시장을 목표로 식품포장기계류, 농식품 관련 식품가공기계류의 개발은 산업화 및 수출 활성화에 효과가 기대됨.

### 다. 축산분뇨처리시스템(바이오가스플랜트)

- 축산폐기물 및 음식물쓰레기의 자원화 : 버려지는 폐기물인 축산분뇨, 음식물쓰레기를 전기, 온수, 비료의 자원으로 재활용하는 것이 가능함.
- 악취확산 및 수질오염 방지 : 밀폐된 공간에서 발효가 이루어지므로 악취 및 누수폐액이 외부로 누출되지 않아 오염이 방지되고, 발효 후의 물질은 악취가 제거되어 주변 환경을 정화함.
- 축산폐기물 및 음식물쓰레기 발효 후 안정화된 잔유물을 액비로 이용함으로써 수질오염의 방지가 가능하고, 유기질 비료로 재활용됨.

- 경제적 이득 효과 : 지금까지 비용을 지불하여 처리해오던 골칫거리 폐기물로 부터 전기와 온수 및 액비를 재생산함으로써 경제적인 플러스 효과가 증대됨.
- 신재생에너지의 이용에 따른 에너지 절감 효과 : 축산폐기물 및 음식물쓰레기를 이용하여 생성된 바이오가스는 화석연료를 대체할 수 있고, 신재생에너지로서 바이오가스를 연료화해서 전기 및 열을 생산하므로 화석연료의 사용을 절감할 수 있음.
- 신재생에너지의 이용에 따른 환경오염방지 효과 : 바이오가스를 연료로 사용하면 화석연료 사용량이 절감되므로 화석연료 사용에 따른 환경오염물질 배출량이 줄어들게 되어 환경 오염방지 효과가 있음.
- 중/장기적인 에너지 대책과, 신재생에너지 개발로 국민 생활안정과 산업 발전에 기여함.

#### 라. 기능성 정수시스템

- 식품가공, 원예, 농수축산물 가공에 활용하여 채균 및 신선도 유지 등 유통 품질 개선 가능함.
- 특히, 가축 사육에 미네랄을 공급함으로써 항생제 사용을 줄일 수 있어 사육 중 자연사 또는 각종 질병을 예방할 수 있을 뿐만 아니라, 육질 개선에도 효과가 기대됨.
- 농작물 생육 촉진 및 품질이 양호한 제품 생산 가능함.
- 국민이 건강에 좋은 물을 마실 기회를 부여하고, 질병이나 건강 유지에 드는 막대한 비용을 절감할 수 있음. 특히, 지하수를 음용하는 가구, 요식업체, 학교, 병원 등 대용량 음용 시설에 보급하여 국민 건강 증진에 기여할 수 있음.
- 대용량 기능성 정수시스템은 수질이 나쁜 중국, 동남아시아, 아프리카 등에 수출이 가능하여 외화 획득에 기여할 수 있음.
- 농수축산물 및 식품 시장의 경쟁력 강화와 세계 시장 선점이 가능함.

## 제3장 식품, 생물환경 계측 및 제어시스템 기술 분야 TRM

# 1. 개 요

## 가. 배경 및 필요성

### (1) 기술융합 기반 미래농업 신산업 창출

- 오늘날 과학기술 전 영역에서 학문의 벽을 넘어 융합현상이 가속화되고 있으며, 이를 통하여 다양한 신산업이 창출될 수 있을 것으로 전망되고 있음.
- 농업분야에서도 기존의 전통적인 농업 기술로서는 해결할 수 없는 현장 애로분야에 첨단 융합기술을 적용시킴으로써 신개념 농산업 육성과 산업화 선도 기술을 개발하여 농가의 소득 향상뿐만 아니라 지속가능형 친환경 농업으로의 전환을 가능하게 하여 농업의 국가 경쟁력을 높일 수 있는 기회가 될 것으로 기대하고 있음.
- 자유무역협정과 같이 세계적으로 무역장벽이 없어지고 있으며, 바이오기술에 NT, IT 등 타 분야기술을 효율적으로 접목하여, 미래 농업산업 분야 신제품을 창출할 필요가 있음

### (2) 20세기 말, 바이오기술(BT)의 급격한 부상으로 농업과학의 혁명적인 변화

- 유전자조작 농산물(GMO)은 바이오기술의 대표적인 산물로서 1980년대 중반이후 급속히 발전하였으며 ‘제2의 녹색혁명’에 비유되고 있음
- ('05) 53억 달러 추정, Cropnosis사

### (3) 21세기 진입 후, 나노기술(NT)의 발전 및 역할에 대한 전망은 다른 어떤 기술보다 큰 관심의 대상이 되고 있음

- NBIC(나노기술-바이오기술-정보기술-인지과학) 융합기술은 멀지 않은 장래에 인간능력의 개념에 대한 패러다임을 변화시킬 것으로 내다보고 있음(미국 과학재단, 상무부, 2002)

### (4) 현재의 농업이 갖고 있는 성장력 둔화의 한계를 극복하기 위해서는 기술융합형 미래선도농업기술에 대한 R&D투자가 절실히 요구되고 있음

- 미국 정부는 NNI(National Nanotechnology Initiative) 사업의 일환으로서 바이오기술의 주요 산업화 분야인 농업에서 나노기술 접목의 필요성을 천명한 바 있음

(Workshop on Nanoscale Science and Engineering for Agriculture and Food Systems, 2002)

- 일본 정부는 향후 농림수산물분야가 생물과학, 환경기술, 나노테크놀로지 및 재료 기술 등이 집중적으로 융합되는 현상을 보일 것으로 전망(2035년의 과학기술, 일본 문부과학성 델파이조사, 한국과학기술정보연구원, 2006)

## 나. 목적

### (1) 사업의 목적

- 전통적인 농업 기술로서는 해결할 수 없는 농산업 분야에 첨단 융합기술을 적용함으로써 고효율, 고기능, 친환경, 고부가가치 농산업으로의 전환을 통해 국제 경쟁력 강화
- 바이오기술에 NT, IT 등 타 분야기술을 효율적으로 접목하여, 신개념 농산업 선도기반기술을 개발하며, 이를 통하여 미래 고부가가치 신제품을 창출
- 지속가능한 기술융합형 미래 선도 농산업 실용화, 상품화, 사업화 기술 개발
  - BT+NT+IT 융합 기반기술은 농산업을 포함한 국가의 新 성장 동력 모델임
  - IT, BT, NT 등의 첨단 융합기술을 전통 농산업에 혁신적으로 적용할 수 있는 구현 기술(Enabling technology)의 개발
  - 소비패턴의 다양화·고급화, 식품안전 등에 대한 소비자의 관심 증가로 전통적인 농업기술로서는 해결할 수 없는 한계 극복
- 바이오기술(BT)에 나노기술(NT), 정보기술(IT) 등을 접목하여 농산업의 연구 개발 능력을 선진국화하고 전문인력을 양성하여 미래농산업 분야의 교육, 연구 담당과 산업 현장에서의 고부가가치 신제품을 창출하는데 기여하고자 함
- 이와 같은 목표 달성을 위해 ‘식품, 생물환경계측 및 제어시스템기술’은 다음과 같은 총 3단계(2008-2010, 2011-2013, 2014-2017)로 구성되어 추진함

<표 3-1> 식품, 생물환경계측 및 제어시스템기술의 3단계

구 분	도입 및 탐색기 (2008-2010)	융합기 (2011-2013)	실용화·상품화기 (2014-2017)
주요 목표	그린 바이오·나노·IT 융합선도기술의 개발	그린 바이오 기술과 나노·IT기술의 접목을 통합 융합기술 개발	그린 바이오 -나노·IT 융합 성장기술의 실현
소요 예산(억 원)	168	168	168

## 다. 기술로드맵 수립과정

### (1) 사업추진을 위한 관련 법률

- 농업·농촌기본법 제29조(농업기술개발사업의 추진)
- 나노기술개발촉진법 제6조(연구개발의 추진)
  - 동법 시행령 제4조(연구개발의 추진) 및 제5조(나노기술지도의 작성)
- 생명공학육성기본법 제13조

### (2) 기술융합형 미래농업기술 발전계획 수립을 위한 범부처 종합계획 마련 및 농림부 관련 부서 신설

- 과학기술 관계 장관 회의('06.4) 결정 : 범부처 융합기술종합발전계획 수립 결정
- 농림부 식량정책국 내 '농생명 산업정책과' 신설('06.8.1) : 농림바이오산업 육성업무를 담당하는 조직 개편
- 연구개발과 관련하여 농림부, 농진청 등의 역할분담에 따라 농림부는 실용화, 산업화 기술개발, 농진청 등은 원천, 기초기술개발 추진('06년 과학기술혁신본부)
- 『농림바이오산업현황과 육성추진방향』 작성 및 보고(농림부, '07. 1. 17)
- 제22회 과학기술 관계 장관 회의 보고('07. 2. 22)
  - □□농림바이오산업 육성 추진방향□□

## 2. 산업·기술 동향 분석

### 가. 산업·시장 동향 분석

- (1) 농림업분야와 관련하여 미국, 일본, EU 등 주요 선진국에서는 NT를 IT, BT와 더불어 21세기 중점 개발 기술 분야로 선정하고 이들의 융합기술을 통한 농업의 경쟁력을 강화하기 위해 새로운 국가적 발전계획을 강구하고 있음



- 2003년 미국 농업부(Department of Agriculture) 보고서(Nanoscale science and engineering for agriculture and food)에서 제시한 농산업 융합기술 분야로 농산물 생산, 공정, 유통 안전성을 강화를 위한 나노센서, 유통추적용 나노소자, 스마트센싱/추적/보고/원거리제어 통합 시스템 등을 예로 들고 있음
- 일본의 경우 미국의 국가나노기술개발전략 (NNI)에 대한 대응전략으로 N-Plan21을 수립한 바 있으며, 문무성 주관으로 2002년-2007년 동안 “Next Nanoscale Chemistry & Biology Initiative”의 6대 과제 중 나노바이오센서 연구를 지원하고 있음
- EU의 경우 소득 2만 내지 3.5만 불 시대의 바이오 성장 동력으로 Food-Agro-Nano-Bio의 융합기술 사업에 투자 중임 : 식량산업을 정보(식물생리정보)기반 IT 등 Bioeco system을 도입하여 농산업을 전략적으로 육성

(2) 바이오산업에서 세계시장 규모는 90년대 이후 매년 약 19%의 고도성장을 보였음

- 세계시장 규모 : ('92)100억불 → ('00)540 → ('05)910 (연평균 19%)
- 분야별로는 보건의료(Red Bio)분야가 주도(55%)하고 있으며, 농림·축산·식품(Green Bio), 생물공정·에너지(White Bio) 등으로 파악('06, Ernst & Young's Global biotechnology Report)

(3) 국내 바이오산업에서의 시장규모도 지난 10년간 연 29%의 고도성장을 보였음

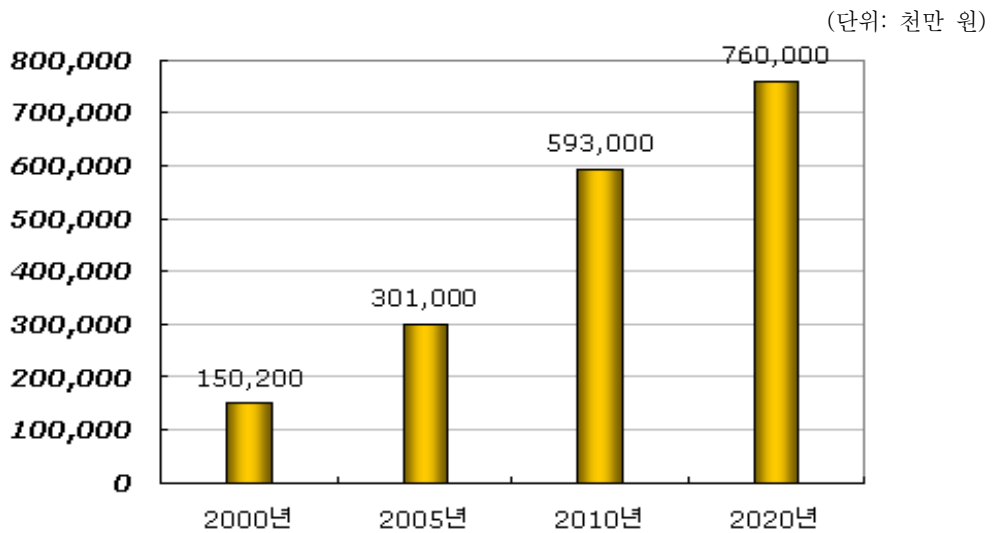
- 국내시장 규모 : ('94)1,700억원 → ('05)2조 7,714억원(연평균 29%)
- 분야별로는 바이오식품(41%)과 의약(40%)이 대부분을 차지하고 있으며, 화학(7%), 환경(5%) 순

(4) 융합기술 및 산업동향

- 세계 최고 수준의 IT산업 기술력은 BT분야와 NT분야의 기술개발 속도를 급속히 증가시켰으며, 특히, BT분야에 대한 연구개발 투자는 국내 GDP 증대에 긍정적(+) 효과로 나타나 우리나라 경제성장에 실질적으로 기여하고 있는 것으로 나타남(BT분야 국가연구개발 심층 분석 및 평가에 관한 연구, 국가과학기술위원회, 2004)
- 나노기술은 물질을 원자 또는 분자 단위에서 조작 및 제어를 통해 생물학적, 화학적, 물리학적 특성이 다른 신기능 소재 및 소자를 창출할 수 있는 21세기 신산업혁명을 주도할 기술임(Nanotechnology Opportunity Report, CMP Cientifica, 2002)

- 나노기술은 물리, 화학, 전자 등 모든 기술이 함께 해서 만들 수 있는 집약적 기술이자, 자연에 가장 근접하는 자연친화적 기술로 알려져 있음(나노기술영향평가위원회, 2005)
- 나노바이오 융합기술은 생체분자들의 분석 및 나노스케일 조작을 통해 생명현상의 규명뿐만 아니라 식량개선, 환경보전, 신약개발, 의약품 독성검사, 고기능성 생리활성 물질 탐색 등 매우 다양하게 적용될 수 있음
- 나노바이오 관련 세계시장 규모는 2000년 15조 200억 원, 2005년 30조 1,000억 원, 2010년에는 59조 3,000억 원, 2020년에는 76조 원에 달할 전망됨 (전략경영연구원)

<그림 3-1> 나노바이오 관련 세계 시장 규모



## 나. 기술발전 동향

(1) 자유무역협정 체결에 대비해 국내 농업산업의 체질개선이 요구되고 있음

- 농산품의 무역장벽이 없어질 경우, 농산품 품질개선을 통한 경쟁력확보가 필요
- 국민 건강을 위해 수입되는 농·축산물의 샘플 검사가 아닌 효율적인 현장 적용 가능한 전수검사가 필요함

(2) 기술융합은 전세계, 전영역의 추세

- 바이오테크놀로지 센서, 칩, 툴, 바이오테크놀로지소재 등 신기술을 융합하여 미래 농산품 제품개발의 적기라 할 수 있음

(3) Nano-Technology와 BioTechnology는 21세기 국가 성장 동력 산업 분야임. 미국, 일본, 유럽 등 선진국에서는 NT를 IT, BT와 더불어 21세기 중점 개발 기술 분야로 선정하여 국가 차원에서 집중 지원함.

- NT와 Green BT, IT 관련된 기술을 융합하여 작물, 가축, 식품, 천연자원, 자연환경, 토양 분야 등에 적용하기 위한 관련 학문과의 통합적이고 체계적인 연구와 전문 인력양성이 필요함

(4) 세계 각국은 21세기 기술경쟁에서 우위를 점하기 위해 융합기술의 원천 및 기반 기술을 선점하기 위한 노력을 기울이고 있음

- 바이오융합기술은 컴퓨터 활용기술, 하드웨어 요소기술 등과 같은 정보기술(IT)과 미세 분야 기술인 나노기술(NT)과의 결합을 통해 헬스케어(Health Care) 산업, 농업 및 식품바이오(Agro-Food-Bio) 산업, 산업바이오(Industrial Bio) 분야에서 새로운 제품 및 산업을 창출하고 기존 분야의 효율을 향상시키고자 하는 미래기술을 지칭함

(5) 주요 선진국에서는 융합기술을 통한 농업의 경쟁력을 강화하기 위해 새로운 국가적 발전계획을 강구하고 있음. 현재 BT-NT-IT 융합기술 개발은 미국이 선도하고 있으며, 일본 유럽 등도 국가적 노력을 경주하고 있음.

○ 미국

- 유망한 미래 농산업 분야의 융합기술로 농산물 생산, 공정, 유통 안전성을 강화를 위한 나노센서, 유통추적용 나노소재, 스마트센싱/추적/보고/원거리콘트롤 통합 시스템 등을 선정 - USDA, 2003
- 2003년에 USDA는 농업 및 식품 분야의 BT-NT 융합기술 연구개발에 연간 3,630만 달러를 투자하기로 함
- 기초 연구, 산학협동 연구, 농업 및 식품관련 BT-NT 전문연구센터 설립, 농업 BT-NT 융합 기술 분야 인력양성 사업, BT-NT 연구관련 기자재 구입비 지원 등

○ 일본

- 미국의 국가나노기술개발전략 (NNI)에 대한 대응전략으로 2002년에 N-Plan21을 수립하여 6.5억불의 예산지원을 나노기술 연구에 투자하기 시작

- 문부성 주관으로 2002년-2007년 동안 “Next Nanoscale Chemistry & Biology Initiative”의 6대 과제 중 나노바이오센서 연구를 계속 지원하고 있음

○ 유럽

- EU도 Frame Program을 통해 2002년부터 13억 유로를 연합유럽 국가로부터 지원 받아 활발한 나노기술 개발 프로젝트를 진행하고 있음.
- 소득 2만 내지 3.5만 달러 시대의 바이오 성장 동력으로 Food-Agro-Nano- Bio의 융합기술 사업에 투자 중임 : 식량산업을 정보(식물생리정보)기반 IT 등 Bioeco system을 도입하여 농산업을 육성함

다. 우리나라 “식품, 생물환경계측 및 제어시스템”분야 기술경쟁력 현황과 과제

(1) 농산업 융합기술 분야의 SWOT 분석

<표 3-2> 농산업 융합기술 분야의 SWOT 분석표

Strength(강점)	Weakness(약점)
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 BT 기술(줄기세포, 발효 등)의 급속 성장</li> <li>○ 선진국 수준의 IT 기술력</li> <li>○ 바이오연관 기초분야의 연구인력 풍부</li> <li>○ 바이오 후보물질 기술수출 사례 확대</li> <li>○ 농림바이오분야 특허출원의 획기적 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기초과학 및 기반기술 수준 낮음</li> <li>○ 선진국 수준의 인프라 취약</li> <li>○ 농림바이오분야에 대한 투자우선순위(기대수준)가 낮음</li> <li>○ 입체적 기술 분석 및 평가 전문가 부족</li> <li>○ 산학연 공동연구체계의 효율성이 결여</li> <li>○ BT-NT-IT 융합기술 관련 연구인력 부족</li> </ul>
Opportunity(기회)	Threat(위기)
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 범국가적 BT관심 및 국민 수용성 증대</li> <li>○ 건강 기능성·친환경·고품질식품에 대한 관심 고조</li> <li>○ 시장·소비자 기호 다양화 및 신상품수요 증대</li> <li>○ 정부 및 지방자치단체의 산업 육성 의지 높음</li> <li>○ 새로운 BT-NT-IT 융합기술을 바탕으로 하는 블루오션 산업 창출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미국, 영국 등 선진국의 BT 집중투자 확대</li> <li>○ 인도, 중국 등 대비 가격경쟁력 취약</li> <li>○ 다국적 기업의 국내시장 진출 및 장악 확대</li> <li>○ 타 부처의 유사분야에 대한 기투자 선점에 따른 정체성 확보 곤란</li> <li>○ WTO, DDA, FTA 체결 등에 의한 농산물 시장 개방</li> </ul>

### 3. 우리나라 “식품, 생물환경계측 및 제어시스템” 분야 기술개발 현황 및 문제점

#### 가. R&D투자 현황 (정부, 민간)

- 과학기술통계조사 및 산기협 기업부설연구소 자료 활용하여 R&D투자 현황을 개괄적으로 분석

(1) 2002-2004년 기간 동안 BT-NT 융합기술에 대한 정부의 연구비 투자는 연 100억 원 내외로 전체 나노기술 분야 연구비의 5% 정도에 해당하였으나, 2005년 이후 급격한 증가 추세에 있음

- 초기에는 국내 인프라 확충에 중점을 두어 전체 연구비에 대한 나노바이오 연구 투자가 상대적으로 적었으나, 점차 응용 및 산업화 가능성이 높은 바이오분야에 대한 관심이 고조됨
- BT-NT 농산업 기술은, 선진국에서도 최근에야 적극적인 연구가 시작되는 분야이기 때문에 그동안 정부 투자가 적었던 것으로 판단됨
- 향후 농산업에 대한 BT-NT 융합기술의 창의적 개발 및 선점은 세계 농산업을 리드할 수 있는 기회가 될 수 있음.
- 국내 농업 분야에서는 대기업 및 전문중소기업이 타 산업 분야에 비해 매우 열악한 실정이어서 ‘기술융합형 미래농업기술개발사업’의 경우 민간 주도 사업으로는 소기의 성과를 얻기가 어려울 것으로 판단됨

#### 나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황

(1) 국가 R&D사업 Total Roadmap('06.12)

- 생명분야는 투자비중증가형, 나노분야는 투자비중점증형(국가R&D사업 투자전략)
- 식량주권 확립과 농수축산산업의 산업적 가치창출 증대를 위한 분야에 투자확대(분야별 추진 전략 중 생명)
- 융합기술 경쟁력 강화(국가 R&D사업 추진전략)

- 농수축산물 고부가가치 가공 및 생산기술(특성화기술 33개에 포함)
- 나노바이오 소재, 바이오칩·센서기술, 농림축산물 자원개발 및 관리기술(특성화후보 기술 57개에 각각 포함)

(2) 생명공학육성기본계획

- 바이오상품화를 촉진하는 산업화기술개발(농림부 주관)
- 농축산·식품분야(분야별 세부계획에 포함)

(3) 나노기술종합발전계획('05.12)

- 응용기술과 산업화기술개발은 농림부 등 각 부처가 적극참여
- 나노기술개발촉진법 제6조(연구개발의 추진)
  - 동법 시행령 제4조(연구개발의 추진) 및 제5조(나노기술지도의 작성)

(4) 2007년도 과학기술부에서 발표한 Total Roadmap에 의하면, 국가 R&D 사업 추진 전략 6대 기본방향에서 이종 기술간의 '융합기술 경쟁력 강화'로 Post-차세대 성장 동력 창출. (\*출처: 과학기술부, 국가 R&D total roadmap, 2007년).

- NT, BT, IT 등 이종 기술간 융합을 통해 High-risk, High-return형 원천융합기술 개발
  - 향후 10~15년 내외에 시장에서 고부가가치를 창출 할 수 있는 제품화 요소 원천 융합기술 개발
- 21세기 BT-NT-IT 등의 융합기술 확보를 통해 국가경쟁력 확보를 위한 범부처 융합기술종합발전계획(과학기술 관계 장관회의, 2006. 4)과 Total Roadmap 수립 결정에 따라 '기술 융합형 미래농업기술개발사업'은 상위계획과 부합됨

다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제

(1) 정통부 IT-BT 융합기술개발사업

- 2006년부터 IT-BT 융합기술개발사업이 지원되고 있으며, 주로 의료진단과 관련되는 IT 중심형 융합기술로서, 본 제안 사업과 차별성이 있음.

(2) 농림부 농림기술개발사업

- 농림기술개발사업은 현장에서 필요로 하는 단기소규모(과제당 연간 7천만 원 수준)·실용화기술과제('06년 650여개) 지원 사업으로서, 융합기술 관련 과제는 거의 없음

(3) 농림 분야 투자는 13년간('94 ~ '06) 5,556억 원으로 정부 총투자 4조 3천억 원의 13% 수준임

- '06년에는 정부총투자 8,021억 원 중 농림 분야는 1,166억 원 투입
  - 농림기술개발사업(69억 원)
  - 농업생물자원기술개발사업(260억 원)
  - 바이오그린 21사업(349억 원)
  - 바이오신약생산연구사업(32억 원) 등
- 현재까지 진행되었던 농림 분야 관련 사업에서 BT-NT-IT 융합기술 관련 연구과제는 농림기술개발사업 1건(2002년), 바이오그린 21사업 2건(2003년, 2005년)이며 현재 진행 중인 BT-NT-IT 융합기술 연구는 없음.
- 2006년 현재 진행되고 있는 과기부 산하 나노 관련 연구는 나노소자, 나노메카트로닉스, 나노의료용 소재, 나노 기초 원천 기술개발 등으로 Red BT(의료의약분야)와 White BT(화학, 재료공학분야)에 관련된 110과제가 수행중이며 Green BT(농산업/식품/자연환경/천연소재 분야) 관련 융합기술 연구는 전무함.

(4) 이에 반해, '기술융합형 미래농업기술개발사업'은 범 부처 차원에서 중기계획에 의거 농림부에서 종합적이고 체계적으로 수립하여 시행하고자 하는 융합기술개발사업임

(5) 농림부의 '기술융합형 미래농업기술개발사업'은 원천기술 개발보다는 기 개발된 타 부처의 원천기술을 농산업의 생산, 가공, 유통 분야에 적용하여 농산업의 국제 경쟁력을 제고할 수 있는 고부가가치의 실용화, 상품화, 산업화 기술을 주로 개발함

(6) 농림부의 기술융합형 미래농업기술개발 연구는 타부처에서 기개발된 원천기술을 농·축산물, 식품, 작물, 가축, 재배토양, 농업용수, 천연자원 등의 농산업 대상에 적용하여 고부가가치를 창출하는 현장 적용기술 개발임

- 적용대상이 다르기 때문에 기술개발 접근 방법의 차별성이 뚜렷함

- 예를 들어 콩, 돼지, 소고기 등의 특성을 잘 알아야 정확한 연구 접근 방법 도출가능
- 농·축산물 생산 및 가공에 관련된 기술은 재배토양, 작물 및 동물 생리, 사육 및 재배 환경, 물리·화학·광학적·전기적 특성, 수확후 숙성 기작, 가공 특성 등의 관련 지식이 기초가 되어야 기 개발된 원천기술의 실용화 적용 연구가 가능함
- 공산품과 달리 농·축산물은 재배 및 사육 과정에서 개체마다의 특성이 다르고 다양한 생물학적 변이가 일어나기 때문에 생산, 재배, 가공, 유통 과정에서 고부가가치 창출을 위해서는 효율적인 개체관리가 필요함

(7) 농산업 분야에 기술융합 R&D지원의 부족에 의한 기술낙후

- 지금까지 융합기술과 관련하여 농산업 분야에 대한 정부지원이 거의 전무하여 이 분야 기술수준이 상대적으로 낙후되어 있음
- 기술융합 연구는 의료 분야에 활발한 지원이 이루어지고 있어 국내 융합기술의 발전을 주도해 왔음. 농산업 분야는 의료분야와 비교하여 인체를 다루지 않기 때문에 오히려 쉽게 접근할 수 있으며, 조기에 가시적인 결과가 나올 수 있음.

(8) 기술의 사회에 대한 부정적 영향

- 국제적으로 일부 NGO(ETC group 등)에 의해 제기되고 있는 나노기술의 부정적 평가로 인해 융합기술의 편익에 대해 과소평가되거나 부정될 우려가 있음
  - 나노소재가 인체나 환경에 미치는 영향이 있을 수 있음
  - 인체나 환경에 영향을 미칠 수 있는 바이오나노소재 관련기술은 사업에서 배제

(9) 관련 법, 제도상의 문제

- 과학기술 관계 장관 회의(2006. 4)를 통해 범 부처별 융합기술종합발전계획 수립을 결정한 바에 의거 농림부 차원에서 본 사업계획을 수립하고 있어 관련 법, 제도상의 문제는 없음

(10) 자원조달 문제

- 본 사업은 신규 사업에 해당하여 국가과학기술개발사업의 종합적 판단에 의거 추진되어야 하나 사업 중복성에 해당되지 않으며 사업의 시급성이 요구되므로 정부 지원 사업으로 추진된다면 자원조달 문제는 없을 것으로 판단됨



## 4. 2017년 “식품, 생물환경계측 및 제어시스템” 분야 기술개발 전략

### 가. 기술개발을 둘러싼 환경변화와 주요 이슈

(1) 생명현상, 자연환경, 농업기자재 등 여러 가지 요인들이 복합적으로 연계되어 있는 농산업의 특성상 기술융합형 미래기술은 어떤 분야보다도 농업 분야에서 가장 실용화에 적합한 사업 분야이며, 동시에 새로운 부가가치 창출을 모색하고 있는 농생명 산업분야에서 가장 절실히 요구되는 사업 분야임

○ BT와 NT-IT의 응용이 가장 빠르게 구체화될 분야로 “농업·식품분야”로 분석 (ARPC, 2006, 한국식품연구원, 2006)

(2) 전 세계적으로 BT 및 IT는 기술발전 단계상 발전기 및 성장기에 위치해 있는 반면에 NT는 태동기에 머물고 있을 뿐만 아니라 BT-NT-IT 융합기술 또한 태동기에 불과하므로 기술융합형 미래농업기술개발사업의 조기착수를 통해 국제적 선도 위치를 확보할 수 있음

○ 세계 최고의 농업기술을 보유한 미국의 경우, 나노기술의 접목을 통한 농산업 및 식품 분야의 융합기술개발의 필요성을 역설한 workshop이 2002년도에 개최되었으며, 2003년도부터 미국 농무부(USDA) 차원의 융합기술중합발전계획과 같은 본격적인 사업이 NSF(미국 국립과학재단), EPA(미국 환경 보호청), FDA(식품의약 안전청) 등과 함께 체계적인 연구개발 및 인력 양성 사업이 추진되고 있음(미국의 나노생명공학 기술연구현황, 한국과학기술연구정보원, 2005년).

○ 현재 BT-NT-IT 융합기술 개발은 미국이 선도하고 있으며, 일본 유럽 등도 국가적 노력을 경주하고 있음. 정부 차원의 융합기술 지원이 시급히 시행되지 않으면 선진국과의 기술격차는 급속히 벌어지게 될 것임.

○ 미국은 2000년도에 ‘국가적 나노테크 선도연구(National Nanotechnology Initiative)’를 발족하여 우선적으로 \$270억 달러의 예산을 배정하였고 2001년도예산은 그 두 배에 가까운 \$495억 달러(한화 약 4,456억 원)로 증액하였으며 우리나라 과학기술부 2001년도 연구개발 예산인 \$41,000억 달러(4조1000억 원)의 무려 11% 차지

(3) ‘기술융합형 미래농업기술개발사업’은 대표적인 Green Bio 융합기술개발사업으로서 사업이 성공적으로 수행되었을 경우 매우 큰 파급효과를 획득할 수 있으나 많은 예산을 동원하여 다양한 전문 분야가 유기적으로 연계되어 추진되어야 하는

사업일 뿐만 아니라 민간 영역에서는 아직 기술개발 수행을 위한 연구기반이 확보되어 있지 않기 때문에 정부지원이 절실히 요구되는 사업임

- 2003년 미국 농림부에 제출된 “Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems” 보고서에 의하면 농업관련 나노기술의 개발을 위한 적정 예산은 연간 3,630만 불(한화 360억 원)로 산정하고 있음(미국의 나노생명공학 기술연구현황, 한국과학기술연구정보원, 2005년)

#### (4) 국가주도의 융합 신기술·신산업 육성, R&D정책 추진

- 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서도 융합기술의 성장가능성과 파급효과를 크게 인식하고 융합기술 혁명에 대비하며 융합형 신산업 시장 선점을 위한 정부주도의 R&D정책을 추진하고 있음
- 경쟁력 있는 NBIC융합기술 발전전략 수립(미국, 2002), 지식사회 건설을 위한 융합기술 전략(CTEKS) 수립(EU, 2004)

#### (5) 농산업 분야 기술융합은 태동기일 뿐 아니라 기반조차 미미한 실정

- 농산업 분야 지속성을 높이고 신산업을 창출하기 위해 바이오나노, BT-IT 등 기술융합 지원이 시급한 실정이나, 현재까지 융합기술은 초창기 수준임
- 향후 기대되는 부가가치에 비해 정부의 지원도 산발적이고 부분적인 지원에 그치고 있어 연구 및 산업기술의 기반조차 미미한 실정

#### (6) 대규모 사업 형태의 정부지원 필요성

- 기술의 융합은 다양한 학문과 기술이 접목되고 결합되어 시너지가 나타나는 신개념 연구분야로서, 이에 적합한 지원이 이루어져야 함.
- 지금까지 관련된 지원으로 농약, 항생제 바이오센서, 나노 전달체 개발 등을 예로 들 수 있으나, 매우 적은 규모의 연구개발비로 지원되고 있음. 그러나 다학제 인력의 종합적인 결집이 이루어지기 위해서는 대규모 사업지원이 필요하며, 이를 통하여 가시적이며 부가가치성이 높은 결과물이 나올 수 있음.

## 나. 주요 이슈별 R&D정책 니즈

(1) '기술융합형 미래농업기술개발사업'은 바이오 나노 기반기술을 농산업의 생산, 가공, 유통 분야에 적용하여 농산업의 국제경쟁력을 제고할 수 있는 고부가가치의 실용화, 상품화, 산업화 기술을 주로 개발함

- 실험실 단위에서 이루어지는 검출, 검사, 계측이 아닌 농산업 현장에서 적용 가능한 휴대용 검출 및 센싱 장치를 개발함.
- 현재 국내 가축 도축장에서 국민 건강위해요소인 잔류항생제, 중금속, 잔류 성장촉진 호르몬 등의 검사는 의심스러운 경우에 한해 몇 마리의 샘플 검사를 실험실에서 실시하는 현실이므로 가축개체별 현장 검사 등
- 육류의 유통단계에서 신선도, 오염도 등을 유통 현장에서 직접 측정 확인
- 수입되는 농·축산물의 국민 건강 저해 요소(다이옥신, 잔류 항생제 등)를 검사하기 위해 일부의 샘플검사를 수행하지만 나노 융합기술을 이용한 나노센싱이 가능한 휴대용 검사 장치가 개발된다면 실시간으로 전수 검사 등

(2) 기술융합을 통한 새로운 농림생명산업 창출의 기회

- 70년대 녹색혁명(식량자급)과 80년대 백색혁명(비닐하우스에 의한 전천후농업) 실현 이후 우리 농림업은 새로운 도약의 기회를 갖지 못하고, 지난 20여년간 개방화와 고질적 성장둔화 등 여러 측면에서 위기에 직면하고 있음
- 바이오나노, BT-IT 등 기술융합을 통한 미래농업기술은 농산업 분야에서도 고도성장을 견인할 수 있는 고부가가치 신제품·신소재 개발을 가능하게 하여 또하나의 신산업창출 및 도약의 기회가 될 것임
- 구제역, 조류독감, 농약, 항생제, 바이러스 등 농산업의 현재와 미래에 동시에 안고 있는 위해 요인들을 효과적으로 진단하고 치료하는 것이 융합기술의 개발을 통해 가능함.

(3) 농산품의 품질 향상과 농림산물 자원에서 유래되는 신규소재 발굴에 직접적으로 기여하게 될 융합기술개발이 필요

- 농업은 작물생산의 효율성 향상, 농산품 공정, 농산품 안정성, 농산품생산에 따른 환경적 영향, 보존 및 유통 등이 주요한 관심사로서, 이러한 전 영역에 효율성 향상 및

품질개선을 통한 농산업 구조개선이 필요함.

- 농산품의 품질향상 및 농산품 유통 신규 소재 발굴을 통해 고부가가치 농산품체품을 창출하는데 있어 융합기술은 매우 유용한 기술영역임
- 농산업의 생산, 가공 및 유통 현장에서 유용하게 적용할 수 있는 현장중심의 기술을 개발함
- 가축이나 유용작물의 사육, 재배 기간 동안 기능성, 유용성, 품질 등을 생체 주입형 또는 부착형 나노센싱 장치를 통해 무선통신으로 자료를 처리하는 개체관리 또는 생산이력관리 등
- 농·축산물은 공산품과 달리 개체마다 품질과 특성이 다르기 때문에 생산, 가공 및 유통현장에서의 고부가가치 창출을 위한 개체관리(IT)가 가능한 바이오나노 융합기술형 현장 적용 기술개발 등

#### (4) 국내 나노기술 인프라 구축 및 기술 수준

- 과기부 지원 하에 국가 나노랩이 구축되어 바이오나노 소자 개발이 용이함
- 과기부에서는 바이오기술 개발 사업에 나노바이오 연구 분야 지원이 활발함.
- 여러 부처에서 바이오센서 및 바이오칩 지원이 활발하여 국내 이 분야 기술수준이 높아졌음. 높아진 연구수준을 농산품에 적용하여 조기에 선도기술 확보 및 제품화가 가능할 것임
- 나노바이오분야의 국내외 기술력을 비교하면 최고수준의 국가대비 52%수준(농림분야)에 불과함.

<표 3-3> 나노바이오분야의 국내외 기술력을 비교

기술 분류 (중분류)	국외 기술 현황	국내 개발 현황	최고기술국가 대비수준
검지 및 정제	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노입자 조영제, 나노선 센서, 나노 바이오칩, 나노입자 이용한 정밀 진단 기술 Lab-On-Chip, 등.</li> <li>산업화: 성장기, 일부기술 상용화, 다수의 벤처기업 창업.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노입자 조영제, 나노선 센서, 나노 바이오칩, Lab-On-Chip, 등 나노바이오 분야 중 가장 활발한 연구</li> <li>산업화: 도입기, 일부기술은 상용화가 가능성을 보이거나, 국외 연구자들이 보유한 원천 기술이 주요 걸림돌</li> </ul>	71
치료 및 임플란트	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노구조를 이용한 선택적 약물 전달, 나노조직공학, 등</li> <li>산업화: 도입기, 나노구조를 이용한 조직공학기술은 상용화에 근접. 미국 FDA 인가를 위한 노력 및 투자가 수행되고 있음.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노 약물전달, 인공장기 및 조직. 국내연구환경의 특수성을 살린 줄기세포 조직공학이 활발히 진행 중.</li> <li>산업화: 도입기. 임상테스트 및 미국 FDA 인가를 위한 노력 및 투자가 필요한 단계임.</li> </ul>	60
정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 바이오전자학, DNA Computing 등.</li> <li>산업화: 원천기술 개발 단계. 특히 바이오 전자학은 바이오센서 및 분자 전자학과 연결되어서 활발한 연구 진행 중.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 바이오 전자학, DNA Computing, 등</li> <li>산업화: 원천기술 개발단계.</li> </ul>	42
에너지	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 바이오 Fuel Cell, 단백질 모터, 광합성, 생체친화적인 에너지원 개발 등.</li> <li>산업화: 원천기술 개발 단계. 미국에서는 주로 국방과학기술차원에서 개발지원.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 단백질 모터, 광합성, 등</li> <li>산업화: 원천기술 개발 단계.</li> </ul>	34
극한제어 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 단분자 분광학, 단분자 탐침 검지 기술, 단일 세포제어, 바이오구조모방 기술, 등</li> <li>산업화: 도입기, 바이오구조모방, biomineralization 등 일부기술은 상용화 가능성을 보이고 있음. 특히 BioAFM 등 관련된 연구용 측정장비는 이미 다수 상품화.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 단분자 분광학, 줄기세포 제어기술, 단분자 탐침 기술, 등</li> <li>산업화: 도입기, SPM을 이용한 측정 장비는 상품화.</li> </ul>	73
생필품	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노구조표면을 이용한 극한 소수성 섬유, 나노구조화된 식품, 등.</li> <li>산업화: 성장기, 다수기술 상용화,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 은나노관련 제품, 나노구조화된 식품, 등</li> <li>산업화: 성장기, 다수 상용화</li> </ul>	72
농림	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노살충제, 등</li> <li>산업화: 도입기.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노전분, 동물체 면역기술</li> <li>산업화: 도입기</li> </ul>	52
수산	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업화: 원천 기술 개발 단계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>산업화: 원천 기술 개발 단계</li> </ul>	40
암정복	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 암진단, 암세포의 선택적치료, 등 미국에서는 나노기술 중 전략 연구분야.</li> <li>산업화: 도입기, 많은 국가들이 국민보건 등의 이유로 암정복나노기술을 전략연구 분야로 삼고 있기에 빠른 발전이 예상됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 암세포 이미징, 선택적 약물전달 기술, 등</li> <li>산업화: 도입기, 대학, 연구소, 및 국립암센터 등에서 활발히 연구 기획 시작 단계.</li> </ul>	60
안전성, 영향 평가 및 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노구조의 독성연구, 나노제품 평가 기술, 나노기술의 표준화.</li> <li>개발단계: 많은 국가들이 자국에 유리한 나노기술 표준을 전세계적으로 적용하기위한 노력을 기울이고 있음. 예를들어 일본은 나노유리 등 자국 주력산업분야 관련 나노기술에 대한 표준화 작업 진행 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노구조의 독성연구, 나노 제품 평가 기술, 나노기술의 표준화.</li> <li>개발단계: 식약청, 기술 표준원등에서 나노기술 표준화를 위한 작업 진행 중.</li> </ul>	42

(5) 농산업 융합기술 분야 국내외 기술력 비교

○ ‘기술융합형 미래농업기술개발사업’과 관련된 연구개발 분야의 국내 기술력을 비교하면 50% 내외 수준

<표 3-4> 농산업 융합기술 분야 국내외 기술력 비교

기술 분류 (중분류)	국외 기술 현황	국내 개발 현황	최고기술품국가 대비수준
작물생산 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 고품질다수확 품종 개발, GMO 유전자 개발, 종자 개발을 위한 성장 촉진제 개발 등</li> <li>산업화: 성장기, GMO 식량의 산업화 및 수출</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 식물 조직배양, 작물 유전체 연구, 등</li> <li>산업화: 도입기. 바이오 나노 기술에 대한 이해 부족으로 미미함</li> </ul>	60
농·축산물 생산, 가공, 유통	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 농산물 생산, 가공 및 유통경로 추적 시스템, 농산물 유통과정 효율화를 위한 나노시스템 개발, 생체 주입형 육질 평가 시스템개발 등</li> <li>산업화: 도입, 성장기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 농산물 DNA 바코드 기술, 포장기술, RF-ID이용 가축 우량종 관리 기술 등</li> <li>산업화: 도입기. 대기업형 목장을 중심으로 시도되고 있으나 한정적임</li> </ul>	50
고기능성 식품	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 다양한 영양 전달 시스템 개발, 고효율 흡수를 위한 제형화, 우주식량 개발 등</li> <li>산업화: 성장기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노 분쇄기술 개발, 바이오나노 식품화를 위한 나노 소재화 연구 등</li> <li>산업화: 도입기. 일부 기반기술 개발 단계</li> </ul>	65
바이오 검측 및 평가 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 식품관련 질병조기 발견 및 자체 통제 가능한 제어시스템 개발, Microfluidics, BioMEMS, 바이오분석, 나노 표면제어 등</li> <li>산업화: 성장기. DNA칩에 대한 기술력 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: Lab on a chip, 바이오칩의 개발 연구 활발, 바이오활성 평가, 환경오염 측정용 센서기술 등.</li> <li>산업화: 도입기. 농산업 분야에 대한 연구는 미미함</li> </ul>	55
농업환경 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노바이오 리액터 및 나노필터 개발, 폐기물 처리를 위한 바이오공정 개발, 나노계측 시스템과 연계 기술 등</li> <li>산업화: 도입기, 성장기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 토양 오염 평가, 미생물 농약 개발, 수질 오염 평가 등</li> <li>산업화: 도입기, 미생물 농약을 제외한 산업화 실적 미미함</li> </ul>	45
농산업 나노소재 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 지능형 전달시스템 소재, 식품바이오나노구조화 소재, 농산물 추출 소재의 의료소재화, 농산물 유래 플라스틱의 산업화 연구</li> <li>산업화: 성장기. 2010년까지 30% 대체 플라스틱 산업화 목표</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 농약의 바이오나노 제재화, 천연추출물의 바이오나노 소재화, 농산물 유래 소재의 나노 화장품화, 백신개발용 나노소재 등</li> <li>산업화: 도입기. 상용화 예가 있으나 한정적임</li> </ul>	45
안전성, 영향 평가 및 표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노구조의 독성연구, 나노제품 평가 기술, 나노기술의 표준화</li> <li>개발단계: 많은 국가들이 자국에 유리한 나노기술 표준을 전세계적으로 적용하기위한 노력을 기울이고 있음. 예를들어 일본은 나노유리 등 자국 주력산업분야 관련 나노기술에 대한 표준화 작업 진행 중</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>주요연구: 나노구조의 독성연구, 바이오나노제품 평가 기술, 나노기술의 표준화 등</li> <li>개발단계: 식약청, 기술 표준원등에서 나노기술 표준화를 위한 작업 진행중.</li> </ul>	45

다. R&D정책 니즈별 핵심전략과제

- (1) 고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술
- (2) 식품 및 천연자원의 고부가가치화를 위한 바이오 나노 생산 가공 기술
- (3) 농·축산물 및 식품의 안전성 평가 융합기술
- (4) 가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 융합 시스템 개발
- (5) 지능형 작물 병해충 방제 시스템을 위한 나노소재 개발
- (6) 농·축산물 및 식품의 보존·유통과 관련된 바이옌나노 융합기술
- (7) 농업 환경오염의 측정 및 제어를 위한 나노 융합기술

라. 핵심전략과제별 성과목표 도출

<표 3-5> 핵심전략과제별 성과목표

연구 내용	성과 목표
○ 고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술	현장 실용화 및 사업화
○ 식품 및 천연자원의 고부가가치화를 위한 바이옌나노생산가공기술	상품화 및 실용화
○ 농·축산물 및 식품의 안전성 평가 융합기술	상품화, 실용화, 사업화
○ 가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 융합 시스템 개발	실용화, 상품화
○ 지능형 작물 병해충 防除 시스템을 위한 나노소재 개발	실용화, 사업화
○ 농·축산물 및 식품의 보존·유통과 관련된 바이옌나노 융합기술	실용화, 상품화, 사업화
○ 농업 환경 오염의 측정 및 제어를 위한 나노 융합기술	실용화, 상품화, 사업화

마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제

(1) 사업의 기술개발 과제 내용

<표 3-6> 분야별기술개발 과제 내용

분 야	기술 개발 과제
○고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술	- 유용 작물의 고효율 조직배양 제어 기술 개발
	- 작물 기능성 평가용 나노 바이오 센싱 장치 개발
	- 농산물 이력관리 DNA 바이오 바코드 IT 기술 개발
	- 생체 주입형 축산물 육질 평가 시스템 개발
○식품 및 천연자원의 고부가가치화를 위한 바이오나노생산 가공기술	- 식품소재의 미세 분극을 통한 식품 기능성의 향상 기술 개발
	- 식품 기능성 유용 물질의 체내 전달 조절을 위한 나노 가공 및 나노 캡슐화 기술
	- 식품나노 가공과 캡슐화를 이용한 미래형 우주식품 개발
	- 천연자원의 나노 입자화 및 劑形화를 통한 기능성 식품 소재화 기술
○농·축산물 및 식품의 안전성 평가 융합기술	- 농축산물 안전성 관련 특정 유·무기물 나노센싱 디바이스 개발
	- 극미량 단위 잔류 중금속 검출의 현장검출용 기술 개발
	- 축산물의 미세 잔류 환경 호르몬 검출용 휴대용 디바이스 개발
	- 잔류 위해 물질의 모니터링을 위한 바이오센싱 기술
○가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 융합 시스템 개발	- 가축질병 스크리닝용 디지털 나노 바이오칩 개발
	- 가축 사육관리 모니터링을 위한 현장적용형 나노 디바이스 개발
	- 작물 병원균 검출용 나노 DNA칩 개발
○지능형 작물 병해충 防除 시스템을 위한 나노소재 개발	- 작물 살충제와 제초제의 徐防性 나노 劑形화 기술 개발
	- 표적지향성 지능형 방제제의 나노 劑形화 기술 개발
	- 선택적 병해충 방제시스템 개발
	- 미생물 농약의 나노 캡슐화를 통한 고효율화 기술 개발
○농·축산물 및 식품의 보존·유통과 관련된 바이오나노 융합 기술	- 과실 병충해 방지용 나노기공 포장재 개발
	- 신선도와 저장성 향상을 위한 나노 코팅 기술 개발
	- 가축과 작물에서 추출한 동·식물성 생분해 합성 포장재 개발
	- 장기간 안전한 유통을 위한 특정 유·무기물의 선택적 출입이 가능한 바이오나노 필름 개발
○농업 환경 오염의 측정 및 제어를 위한 나노 융합기술	- 나노에멀션 이용 친환경 고효율 비료·농약 개발
	- 작물재배 토양 오염의 현장 측정용 바이오칩 개발
	- 친환경 농산폐기물 처리를 위한 나노바이오 공정 개발
	- 축산악취 제거용 고효율 나노 바이오필터 개발



바. R&D추진전략

(1) 추진 전략

- 지금까지 국가적으로 융합연구를 추진하여 온 타분야의 원천기술과 주요 연구결과물을 적극 활용
- 농산품 품질진단, 동물질병 진단, 식물 병해충 진단 등은 다양한 진단기술에 관한 바이오컨텐츠를 발굴하고(가칭 ‘농림융합기술기획위원회“에서 작업), 그에 상응하는 연구과제를 설계하여 연구팀 공모를 추진함

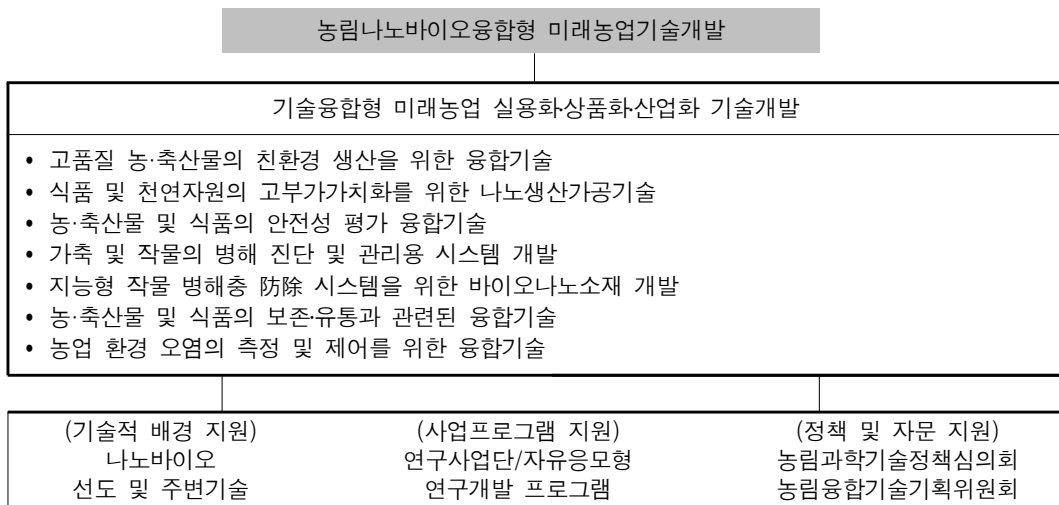
(2) 국내 연구기반 취약분야에 대한 대응

- 국제공동연구계획을 수립한 전문연구기관에 의해 국내 연구 취약분야 국제 협력방안 확보
- 국외 연구기반 활용시 기술 및 정보 지적재산권 관리 방안 사전 마련

(3) 사업추진의 효율성 및 투명성 확보를 위해 동일기관이 사업시행에 관한 계획, 집행, 평가를 동시에 관장하는 체계 지양

- 기술특성상 다양한 전문가그룹(예, 농림융합기술기획위원회)에 의한 기술기획 추진
- 연구과제의 단계 평가와 진도관리 등을 담당할 타 분야의 전문가를 충분히 확보하여 연구과제 평가의 공정성 확보

<그림 3-2> 사업추진체계도

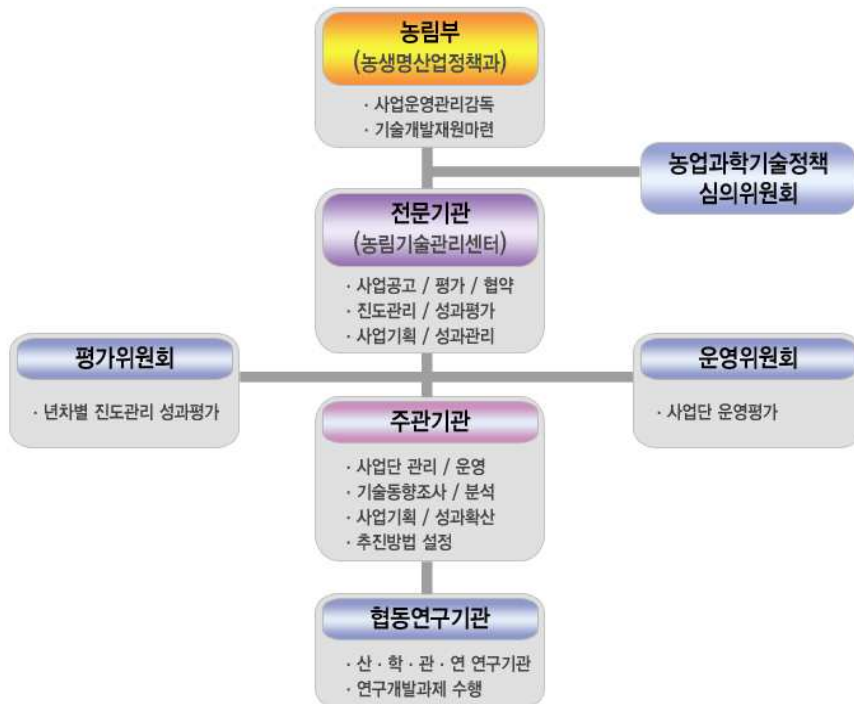


(4) 추진 주체별 추진 전략과 방법

<표 3-7> 추진 주체별 추진 전략과 방법

추진 내용	추진 주체	추진 전략	추진 방법
기본계획 수립	농림부	• 사업의 목표 및 로드맵 작성	• 전문가 활용
사업수행 기관선발	농림부	• 전문연구관리기관의 선발	• 사업 시행 주체의 적절성 평가
사업시행 계획수립	농림기술 관리센터	• 구체적 사업 시행 계획 작성	• 전문가 활용
사업시행 선발	농림기술 관리센터	• 공모를 통한 • 사업시행기관 선발	• 전문가를 활용한 사업 계획 평가, 공개 발표, 및 현장 평가
사업시행	전문 연구기관	• 산·학·연 공동연구 • 다학제간 협동 연구 • 국제협력 및 기술 교류 • 연구성과 홍보 및 교육	• 기업, 대학, 연구소가 주축이 되어서 연구 개발을 수행 • 융합기술 관련 학문 분야간 통합 사업단 구성 • 국제 심포지움 개최 • 연구성과 홍보 매체 제작 및 강연회 개최
진도관리	농림기술 관리센터	• 연차평가, 단계평가 실시 후 계속 지원 여부 결정	• 연차 및 단계별 평가 보고서 제출 및 전문가를 활용한 공개심사
최종 평가 및 사후관리	농림기술 관리센터	• 목표달성도, 산업화, 기술이전 등 실적 평가 후 미비 시 제재	• 보고서 제출 및 전문가를 활용한 공개심사

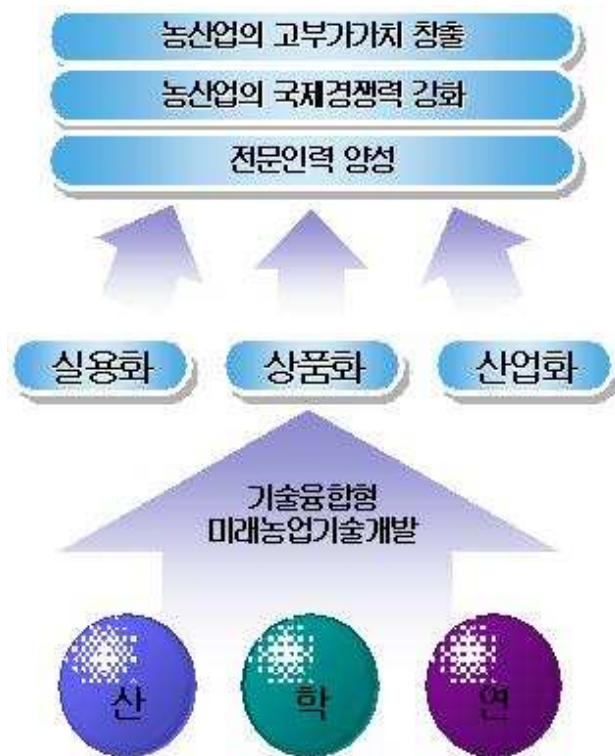
<그림 3-3> 주체별 추진 전략



(5) 연구 추진방법

- 최종 개발 기술의 목표를 현장적용기술과 휴대용 장치 개발 등에 초점을 맞추므로서 그린바이오-나노기술의 실용화, 상품화 및 산업화를 조기 실현하여 선진국과의 격차해소
- 상기 목표를 달성하기 위하여 산·학·연 협동 연구체계 구축

<그림 3-4> 연구추진 방법



사. 기술개발로드맵

<표 3-8> 기술개발로드맵

미래 전망	<ul style="list-style-type: none"> <li>농산업 분야 Blue Ocean 산업 창출</li> <li>고부가가치 미래 농업기술 산업화</li> <li>국제 경쟁력 강화</li> <li>전문인력 양성</li> </ul>		
추진 단계 구분	1단계 (도입 및 탐색기)	2단계 (융합기)	3단계 (실용화 및 사업화)
년도	2008-2010	2011-2013	2014-2017
과 제	고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술 고효율 조직배양 기술 기능성 평가 지표 물질 탐색 DNA 바코드 개발 육질 평가 지표 물질 탐색	대량생산 및 실용화 나노 바이오 센서화 이력관리 IT 기술개발 생체주입형 나노칩 개발	휴대용 장치 상품화 상품화 상품화
	식품 및 천연자원의 고부가가치화를 위한 나노생산 가공기술 미세분극 기술개발 기능성 소재의 나노캡슐화 우주식품 개발을 위한 식품가공 기술개발	미세 식품소재의 기능성 평가 나노캡슐의 체내전달 평가 상품화 개발	안전성 평가 및 실용화 나노캡슐을 이용한 식품개발
	농·축산물 및 식품의 안전성 평가 융합기술 유·무기물 나노센싱 기술 극미량 단위 중금속 검출기술 미세잔류환경호르몬 검출기술	나노 디바이스 개발 휴대용 극미량 검출장치 개발	현장적용 및 실용화
	가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 시스템 개발 가축질병 지표 탐색 가축 사육관리 지표 탐색 작물 위해병원균 검출기술	가축질병 항체 고정 단백질칩 고속·집적 분석용 나노디바이스 작물바이러스 검출용 DNA칩	디지털기반 바이오칩 실용화 현장적용 및 상품화 실용화
	지능형 병해충 방제 시스템을 위한 바이오 나노소재 개발 작물 살충제용 서방성 소재개발 해충 인식 지능형 방제소재 선택적 나노 방제시스템 설계 미생물 농약의 나노 캡슐화	서방성 소재의 나노 제형화 지능형 방제소재의 성능평가 종합 방제시스템 구축을 위한 기술개발 미생물 농약 나노 캡슐의 현장적용 및 실용화	상품화 현장적용 및 실용화 상품화 현장적용 및 실용화
	농·축산물 및 식품의 보존·유통과 관련된 융합기술 신선도 향상을 위한 나노 코팅기술 농·축산물로부터 유용고분자 물질 추출기술 선택적 투과 나노필름 개발	저장성 향상을 위한 나노 코팅기술 생분해 나노합성 포장재 개발 현장적용 및 평가	현장적용 및 실용화 상품화 상품화
	농업 환경 오염 측정 및 제어 위한 융합기술 비료 및 농약의 나노에멀전화 토양오염 지표탐색 및 검출기술 농산폐기물의 나노바이오 처리공정 고효율 나노 바이오필터 개발	비료 및 농약의 친환경 고효율화 고집적 나노바이오칩 개발 나노바이오 반응기 설계 및 운용 축사 현장 적용 시스템 개발	현장적용 및 상품화 휴대용 장치 개발 및 상품화 실용화 현장적용 및 상품화
기타 주변 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>신호처리 기술</li> <li>지능화 기술</li> <li>초정밀 제어 및 분석 장비 기술</li> <li>미세 가공 기술</li> </ul>		
변화 인자	<ul style="list-style-type: none"> <li>나노 입자의 인체 유해성 여부</li> <li>한국식약청, FDA, EPA 등의 안전성 평가 법령</li> <li>세계적인 나노 중심 융합기술의 표준화 제정</li> </ul>		

## 5. 소요예산

### 가. 소요 예산과 인력

#### (1) 7개 대과제와 27개 중과제 수행하기 위한 예산과 인력

- 1개 대과제 당 연간 약 7억 원 내외 지원하며 27개 중과제는 경쟁체제로 선발함.
- 실용화 및 사업화기인 3단계의 비중을 높여 단계별로 연구비의 상향 조정의 검토가 필요함.

<표 3-9> 소요예산

(단위: 억 원)

	1단계			2단계			3단계				계	
	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17		
정부	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500
민간	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	125
계	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	625

(참고 : 민간 대응자금은 25%로 추정)

- 모든 연구 개발은 산학(연) 협력 연구 수행하며 7개 대과제와 27개 중과제당 참여 인력을 적정 배분
- 실용화 및 사업화기인 3단계의 경우 산업인력을 집중적으로 투입 검토

<표 3-10> 소요인력

(단위: 명)

	1단계			2단계			3단계				계
	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	
산업체	60	60	70	80	80	80	160	160	160	160	1,070
대학교	180	180	180	180	180	180	200	200	200	200	1,880
연구소	80	80	90	100	100	100	120	120	120	120	1,030
계	320	320	340	360	360	360	480	480	480	480	3,980

나. 소요 장비와 시설

(1) 소요 장비 및 시설

○ 본 사업 추진에 소요되는 장비 및 시설은 아래와 같으며, 1개소의 공동기기센터를 설립하여 구입장비를 공동이용 예정

○ 공동기기센터의 소재는 소요되는 장비 중 다수를 기보유한 대학으로 함.

<표 3-11> 소요 장비 및 시설

장 비 및 시 설 명	가격(천원)	확보방안	운영방안
Atomic Force Microscopy	350,000	구입	공동이용
Surface Plasmon Resonance	100,000	구입	공동이용
Automatic Peptide Synthesizer	250,000	구입	공동이용
Field Emission Scanning Electron Microscopy	500,000	임차	공동이용
Transmission Electron Microscopy	600,000	임차	공동이용
Jet-mill	200,000	구입	공동이용
Elipsometric Imaging	150,000	개발	공동이용
Dynamic Light Scattering	150,000	구입	공동이용
Protein Purifier	150,000	구입	공동이용
농산 폐기물 처리 시설	500,000	개발 설치	공동이용
약취 제거용 실험용 축사 시설	100,000	개발 설치	공동이용

## 6. 기대효과

### 가. 과학기술적 파급효과

#### (1) 농산업 융합기술의 과학기술적 주요 성과계획

<표 3-12> 농산업 융합기술의 과학기술적 주요 성과계획

항목	산업체 기술 이전(건)	특허 출원(건)		특허등록 (건)		학술지 게재(편)			
		국내	국외	국내	국외	국내		국외	
						SCI	비SCI	SCI	비SCI
고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술	4	8	3	4	1	5	10	48	5
식품 및 천연자원의 고부가가치화를 위한 나노생산가공기술	2	5	2	2	1	3	4	25	3
농·축산물 및 식품의 안전성 평가 융합기술	3	7	2	3	1	10	6	35	8
가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 시스템 개발	3	6	1	2	1	9	4	40	9
지능형 병해충 防除 시스템을 위한 바이오 나노소재 개발	4	9	2	5	2	2	10	50	5
농·축산물 및 식품의 보존·유통과 관련된 융합기술	2	4	1	2	0	8	9	22	3
농업 환경 오염 측정 및 제어를 위한 융합기술	3	2	1	2	0	2	15	30	2
계	21	41	12	20	6	39	58	250	35

#### (2) 선진국 대비 국내 농산업 융합기술의 수준의 향상

<표3-13> 선진국 대비 국내 농산업 융합기술의 수준

사업 내용	선진국 대비 국내 현재 (2006년) 기술 수준 (%)	목표 달성시(2017년) 기술 수준 (%)
고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술	35	90
식품 및 천연자원의 고부가가치화를 위한 나노 생산 가공기술	30	85
농·축산물 및 식품의 안전성 평가 융합기술	35	85
가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 시스템 개발	35	85
지능형 병해충 防除 시스템을 위한 바이오 나노소재 개발	40	95
농·축산물 및 식품의 보존·유통과 관련된 융합기술	20	80
농업 환경오염 측정 및 제어를 위한 융합기술	40	95

(3) 나노바이오 센싱 기술 개발로 인한 국내 농·축산물 및 식품의 안전성 향상

- 식품 위해 물질, 환경호르몬, 독성 물질, 중금속 등 국산과 수입 농·축산물 및 식품에 대한 미세 검역 기준 설정 가능으로 안전성 강화
- 국내 농·축산물의 체계적인 생산, 가공, 유통에서의 안전성 검사를 위한 개체관리로 Well-being 먹거리 보급으로 인한 국민 건강 증진
- 수입 농·축산물과 식품의 신속한 현장적용 전수검사를 통해 국민 건강 위해요소의 효율적 제거 가능

(4) 기술 융합형 농업기술 확보로 농산업의 국제 경쟁력을 제고할 수 있는 능력 확보

- 농업응용을 위한 나노바이오칩, Lab-On-Chip 등 나노바이오 센서 기술 및 관련 제품생산기술 확보
- DNA를 이용한 바코드 등 바이오분자를 이용한 정보처리 및 저장 기술에 관한 기반 및 응용기술 확보
- 초미세 바이오 물질 검출 및 제어를 위한 농업현장용 기술 확보
- 바이오나노기술을 이용한 농업 및 식품 응용기술 확보
- 나노 전분, 나노살충제 등 바이오나노기술을 이용한 농업 및 임업 기술 확보
- 식품 유통 안정성 확보
- 고품종 작물의 효율적 개발 기술 확보
- 농산업관련 분야의 환경오염 방지 기술 확보

(5) BT-NT-IT 융합기술 중 향후 10년 이내에 산업화될 가능성이 높은 품목과 관련된 국제기술 경쟁력 확보

- 농축산업 현장 진단용 나노 바이오칩
- 환경 유해물질 측정용 나노 바이오센서
- 나노재료기반 병충해 방제 농약
- 특수 목적용 기능성 나노식품
- 농수산물/식품의 안전성 모니터링을 위한 나노센서
- IT 기술을 이용한 가축 및 작물의 원격 진단 기술

(6) BT-NT-IT 융합기술 중 향후 15년 이내 산업화될 가능성이 높은 품목과 관련된 기반 기술 확보

- 가축 및 작물의 질병 관리와 품질 평가용 in vivo 나노 바이오센서 개발
- 바이오 보안에 이용할 수 있는 바이오센서 개발
- 가축 및 작물의 질병 치료를 위한 나노약물전달소재



- 유비쿼터스 식품 생산·유통 관리 시스템 구축
- 고전염성 인수 질병 (조류 독감, 광우병 등) 예측 시스템 구축
- 지능형 수송시스템을 위한 나노 디바이스 개발
- 수입 농산물 및 식품의 실시간 현장 전수 검사용 나노 바이오센싱 기술 구축

나. 경제사회적 파급효과

(1) 나노바이오기술 관련 세계시장 규모가 급격하게 증가할 것으로 전망되고 있으며 (아래 표 참조) 기술융합형 미래농업기술의 선점 및 배타적 확보를 통해 세계시장에 능동적으로 대처

<표3-14> 나노바이오기술 관련 세계시장 규모 및 전망

핵심기술	관련 제품 시장명	세계시장규모		나노기술의 시장점유율 전망 (2015년 기준, %)
		2005년 (억 원)	2020년 (억 원)	
검지 및 정제	현장 진단용 나노바이오 칩 (Lab-on-a-Chip)	440	236,100	40
	진단용 임플란트 나노바이오센서	-	105,000	10
나노바이오 정보	진단용 나노바이오 전자칩	1000	14,500	30
	나노생체 전자부품	100	4,500	10
	신체삽입용 신경세포-반도체 연결소자	100	4,500	10
나노바이오 극한제어 및 분석	나노 복합현미경	-	15,000	40
	생체모방형 나노바이오 제품	-	150,000	40
	단일분자 DNA 및 단백질 검색기	-	150,000	60
나노바이오 생필품	나노입자 식품	0	30,000	30
	개인 맞춤형 스마트 식품	0	150,000	30
	고농축 나노바이오 식품	0	15,000	30
	나노화장품	10,000	40,000	70
나노바이오 농림	나노구조체를 이용한 농약 및 살충제의 캡슐화	0	7,500	50
나노바이오 수산	호르몬 및 항생제의 나노 전달체	0	6,000	40
	나노센서를 이용한 수산물의 안전성 모니터링	100	1,500	10

(자료: 제2차 나노융합발전계획(과학기술부, 2006년))

(2) 본 사업으로 개발된 제품의 세계시장 규모와 점유율\*

<표 3-15> 개발된 제품의 세계시장 규모와 점유율

사업내용	관련 제품 시장명	세계시장규모		나노 융합기술의 시장점유율 전망 (2015년 기준, %)
		2005년 (억 원)	2020년 (억 원)	
고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술	작물 기능성 평가용 나노 바이오 센서	0	15,000	45
	생체 주입형 육질 평가 나노 시스템	0	2,000	40
식품 및 천연자원의 고부 가가치화를 위한 나노생산 가공기술	나노입자 식품	0	30,000	30
	나노화장품	10,000	40,000	70
농·축산물 및 식품의 안전 성 평가 융합기술	잔류 환경 호르몬 검출용 나노 디바이스	200	2,500	15
	위해물질의 모니터링을 위한 나노 바 이오센싱 기술	100	1,500	10
가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 시스템 개발	작물 병원균 검출용 나노 진단 키트	10	2,000	25
지능형 병해충 防除 시스템 을 위한 나노소재 개발	표적지향성 나노 劑形	100	5,000	50
	미생물 농약 나노 캡슐화	100	7,000	45
농·축산물 및 식품의 보존· 유통과 관련된 융합기술	신선도 및 저장성 향상용 필름	1,000	45,000	30
농업 환경 오염 측정 및 제 어를 위한 융합기술	토양 오염 측정용 나노 바이오칩	0	1,000	35
	축산악취 제거용 고효율 나노 바이오 필터	2,000	56,000	40

\* ‘그린 바이오-나노기술 연구회’에서 ‘제2차 나노종합발전계획(과학기술부, 2006년)를 근거로 추정하였음.

(3) BT-NT-IT 융합 관련 전문 인력 양성

- 정부는 2003년 나노기술개발 촉진법과 시행령을 제정하여 나노기술관련 전문 인력 양성을 천명하였음.
- 정부 정책 방향에 부합하는 바이오나노 융합기술분야 27개 중과제에서 석사 338명, 박사 208명 양성하여 21세기 우리나라 농산업 분야의 국제 경쟁력 제고를 위한 기술 개발 및 교육 담당 인력 배양

<표 3-16> 전문 인력 양성

본 사업 관련 대 과제 명	중 과제수	석사			박사			합계
		1단계 (‘08-’10)	2단계 (‘11-’13)	3단계 (‘14-’17)	1단계 (‘08-’10)	2단계 (‘11-’13)	3단계 (‘14-’17)	
고품질 농·축산물의 친환경 생산을 위한 융합기술	4	16	20	24	4	12	16	92
식품 및 천연자원의 고부가가치화를 위한 나노생산가공기술	4	8	12	16	4	10	10	60
농·축산물 및 식품의 안전성 평가 융합기술	4	12	16	20	4	10	18	80
가축 및 작물의 병해 진단 및 관리용 시스템 개발	3	12	12	17	2	10	18	71
지능형 병해충 防除 시스템을 위한 바이오나노소재 개발	5	17	16	24	4	12	16	89
농·축산물 및 식품의 보존·유통과 관련된 융합기술	3	12	16	20	2	10	18	78
농업 환경 오염 측정 및 제어를 위한 융합기술	4	12	16	20	4	8	16	76
계	27개	89	108	141	24	72	112	546명
		338명			208명			

## 제4장 생물농약분야 TRM

# 1. 개 요

## 가. 배경 및 필요성

### (1) 배경

- 농작물의 작물보호 방법은 주로 농약을 사용하면서 생물농약 및 친환경 농자재 등이 사용되고 있음. 그러나 농약에 의하여 야기된 문제점이 크게 나타나면서 환경 친화적 농업이 요구되고 있음. 우리나라의 경우 생물농약 및 친환경 유기농자재를 사용하고 있음
- 생물방제제(Biocontrol agent)라고도 일컬어지고 있는 생물농약(Biopesticide)은 자연계에 존재하는 생물체 및 그로부터 유래한 소재를 이용하여 농작물 생산 및 보존에 피해를 미치는 병원균, 해충 및 잡초 등을 방제하는 작물보호제임.
- 생물농약은 크게 자연계의 미생물을 이용하는 미생물농약, 식물 추출물 등을 포함하는 생화학농약, 그리고 해충을 죽이는 천적으로 구분할 수 있음.
- 이들 생물농약들 중 미생물농약과 생화학농약의 재료들인 미생물들과 생화학물질들은 자연계에 존재하면서 오랜 세월 우리가 직접적으로 또는 간접적으로 섭취한 것들로서 인체에 무해하며, 환경적으로도 영향이 전혀 없는 것으로 밝혀졌음. 또한 천적들도 인체 및 환경에 무해한 것으로 알려져 있음.
- 생물농약은 합성농약에 비하여 저항성병해충을 효과적으로 방제할 수 있다는 점과 수확전 처리 간격이 없거나 매우 작다는 점, 그리고 잔류독성 문제가 없다는 점 등 장점이 있음.
- 또한, 생물농약은 합성농약의 오·남용으로 인한 환경오염, 생태계 파괴, 잔류독성 등의 문제점을 해결할 수 있을 뿐만 아니라 합성농약으로 방제하기 어려운 토양 병해충 및 잡초를 효과적으로 방제할 수 있음.
- 그러나 생물농약의 경우 현재까지는 합성농약과 비교하여 약효가 낮으며 저장 및 유통과정에서 관리가 어렵고, 생산가격이 비싸다는 단점을 가지고 있으나, 환경 친화적이고 소비자에 안전한 농산물의 생산을 위하여 가장 이상적인 작물보호제로 아려져 있음.

- 따라서 세계적으로 소비자가 안전하면서 고품질인 농산물을 요구하는 추세이고, 지속 가능한 농업을 위하여 이러한 문제점을 해결하기 위하여 생태계에 안전하며 방제효과가 확실한 환경 친화적인 농자재의 개발이 필요하므로 산학연 및 정부가 협력하여 연구 개발하고 상품화하여 이를 사용한 종합적 방제법으로 친환경 농산물을 생산이 절대적으로 필요함
- 그러므로, 미국, 일본 및 유럽 등 선진국을 중심으로 생물농약 개발을 위한 기술적 한계를 극복하고 산업화를 위한 제도적 지원이 본격화되어가고 있으며, 국내에서도 최근에 생물농약관련 규정(농림부, 2005년) 및 친환경 육성법이 정립되어 있음.
- 따라서, 친환경 생물농약을 추구하는 국내의 수요를 충족시키고 생물농약을 BT산업의 한축으로 발전시키기 위하여, 그동안 각 기관별로 산발적으로 추진해 온 생물농약개발 사업을 산/학/연이 참여하는 컨소시엄을 통해 체계적이고 총체적으로 추진할 필요가 있음.

## (2) 필요성

- 현재 국내에서는 합성농약이 96.5%, 생물농약이 0.5% 그리고 친환경농자재가 3.0%씩 작물보호제로 이용되고 있는 실정임. 그러나 합성농약의 경우에는 많은 문제점들이 이미 알려졌으며, 친환경농자재의 경우에도 성분 및 약효 발현 정도를 전혀 알 수 없는 것들이 많아 농민의 피해가 갈수록 많아지고 있음.
- 따라서, 2004년 4월 30일 농림부에서 “친환경농업 육성과 농산물 안전성 확보대책”에 의해 농약과 비료를 2013년까지 현재기준으로 약 40%이상 줄이는 계획을 발표하였고, 또한 현재 3.5%를 차지하고 있는 친환경 농산물의 비중을 2010년까지 10%로 올릴 계획을 발표함.
- 이러한 정부 방침에 부응하고 합성농약과 친환경농자재의 문제점을 해결하기 위해서는 사용자인 농민의 경제적 측면(고부가가치 농산물 생산을 통한 소득 증가)에서나 수요자인 소비자의 안전성 보호(잔류독성이 없는 안전한 농산물 섭취)를 최우선 할 수 있는 생물농약의 사용이 가장 합당함.
- 국내에서 경쟁력이 있는 생물농약 제품을 개발하지 못할 경우 선진국으로부터 생물농약을 수입할 수밖에 없으며, 이는 국내 생물농약 개발 기업들의 퇴보를 가지고 올 뿐만 아니라 국내 생물 농약산업이 선진국에 종속되는 결과를 초래함. 이에 따라 국내에서 경쟁력이 높은 생물농약을 개발하는 것이 시급히 요구됨.

- 그러나 생물농약의 상품화에는 미생물의 분리/동정 기술, 미생물 발효기술, 천연물 분리/동정 기술, 제형화, 대량생산, 독성, 등록 그리고 특히 사용방법의 기술 등의 다양한 분야의 전문기술이 필요하나 등록 등 많은 비용이 들기 때문에 영세한 벤처 기업 만으로는 우수한 생물농약 제품 개발이 불가능한 실정 임.
- 따라서 고부가가치 생물농약 제품을 개발하기 위하여 정부의 체계적인 지원 하에 산/학/연이 상호 협력하는 종합적인 연구를 진행해야 하는 것이 절실히 필요함.
- 국내의 연구소 및 산업체에서는 짧은 연구기간에도 불구하고 미생물농약을 개발하는데 성공하였음. 또한 현재 개발되고 있는 생물농약들은 수출까지 가능할 것으로 추정되며, 이들이 수출될 경우 제품당 년 간 수억 원 이상의 매출을 기대하고 있음.
- 대표적인 토양병해충 방제용 합성농약인 methyl bromide는 오존층 파괴의 주범으로 대체물질의 개발이 시급하나, 현재 이를 대신할 물질 개발이 상용화되어 있지 않기 때문에 토양병해충 방제용 생물농약의 개발이 필요함.
- 또한 생물농약은 경제적인 이유 이외에도 농업생태계를 보호할 뿐만 아니라 국민들을 농약에 의한 잔류독성으로부터 보호해주기 때문에 국민복지 증진을 위해서도 반드시 정부차원에서 집중적인 지원이 있어야 함.

## 나. 목적

- 최근 국내외적으로 소비자의 안전한 농산물의 요구는 급증하고 있으며 이에 따라 친환경 농산물의 대표적인 유기농산물의 생산이 급격히 증가하고 있으나 이에 필요한 환경 친화적인 농자재의 개발이 미흡한 실정 임.
- 또한, 지금까지는 병, 해충, 잡초로부터 작물을 보호하기 위해서 농약에 의존하였지만, 환경오염 및 잔류 독성 등 부작용 때문에 OECD 국가를 중심으로 농약사용을 대폭 줄여 나가고 있음.
- 그러나 작물보호제의 연구, 개발, 상품화로 이어지는 과정은 매우 복잡하고 다양한 학문적 기술이 필요하며 산업화에 필요한 등록비용 등이 고가이므로 영세한 벤처기업에서는 개발하는데 많은 위험 부담을 느끼고 있음
- 따라서 현재의 문제점을 정확히 파악 분석하여 종합적이고 정확한 방향을 제시 하므로 작물보호에 꼭 필요할 뿐더러 우수한 환경 친화적인 생물농약을 개발하여 국내 및 국외의 농업발전에 기여하도록 하는 데 목적이 있음

## 2. 산업·기술 동향 분석

### 가. 산업·시장 동향 분석

#### (1) 분야별 세계/국내 시장 규모

##### ㉔ 생물농약

- 세계적으로 볼 때 생물농약의 시장은 도입단계를 지나 성장초기단계로서 전 세계적으로 친환경정책 및 안전농산물에 대한 관심이 증가함에 따라 폭발적으로 시장이 신장하리라 기대됨. Santander Investment(1998)에 의하면 매년 약 20%씩 시장이 신장할 것으로 추정됨(그림 4-1).
- 현재 국내의 경우에는 미생물농약, 천적 및 친환경농자재를 포함한 국내 생물농약 시장은 약 1,000억 정도로 추정되고 있으며, 2020년에는 전체 농약 시장의 10% 규모인 2,000억 원(근거: 표 4-1. 친환경농업 정책에 의거하여, 2020년에 친환경농산물의 비중이 전체 농산물의 10%를 차지한다고 가정할 때), 정도에 이를 것으로 추정됨.
- 생물농약이 개발되면 농약 수입대체 효과도 크리라 기대됨. 국내에서 판매되고 있는 농약의 대부분은 수입되고 있는 실정인데, 2002년도 현재 수입은 3억4천만 불(원제 2억7천만 불, 합성원료 3천만 불)로서 수입의존도는 78.3%에 이룸.

<그림 4-1> 국내 친환경농업 시장 예측

- 친환경농업 육성 5개년 계획의 추진으로
- 화학농약, 화학비료의 사용량 감소 및 매출액 감소가 예상되고  
유기질비료(퇴비포함) 생물농약 및 친환경자재의 수요가 급증할 것으로 예상됨
- 매출액으로는 작물보호제보다 화학비료의 매출 감소율이 클 것으로 예상됨





- 세계 생물농약은 2001년 현재 세계 생물농약 시장의 약 0.8%인 2.5억불로 추정되고 있으나, OECD국가를 중심으로 한 친환경농업정책으로 인하여 그 시장규모가 2013년에는 세계 농약시장의 약 15%인 45억불에 달할 것으로 추정되고 있음(Santander Investment, 1998).

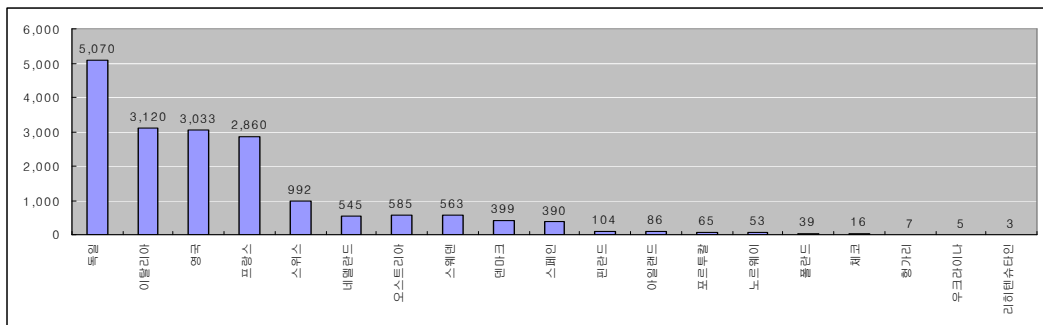
<표 4-1> 친환경 인증 농산물의 시장규모 전망

구분	곡 류		채소류	과실류	서류	특작류	계
		쌀					
2006	3,678	2,923	4,081	3,178	216	1,953	13,106
2007	4,683	3,749	5,249	3,985	272	2,462	16,651
2010	9,045	7,385	10,423	7,376	507	4,623	31,974
2013	15,368	12,736	18,093	12,087	837	7,664	54,050
2015	20,016	16,707	23,814	15,450	1,074	9,855	70,208
2020	25,331	21,2802	30,425	19,215	1,340	12,322	88,633

\* 자료출처: 한국농촌경제연구원(2007)

- 최근 소비자의 요구에 의하여 안전성이 무엇보다도 우선 요구되는 친환경농산물의 수요가 급격히 증가하는 추세임. 따라서 이를 생산하는데 각종 작물에 발생하는 병해충을 관리하기 위하여 필수적인 친환경 유기농자재의 개발이 필요함.
- 세계 각국의 유기농산물의 급격한 증가는 유럽의 경우에는 표4-2에 나타나 있으며 독일, 이탈리아, 영국, 프랑스 등 유럽의 유기농시장은 세계의 50%이상으로 북미시장을 능가하는 가장 큰 규모임
- 총692만ha에서 유기농업을 하고 있는 2005년 도에 약170억 달러(약16조원)이상으로 추정되고 이중 대부분이 서유럽에 집중되어 있음

<표 4-2> 유럽 주요국의 유기농 시장 규모



\* 2007년 생물농약 연구회

- 아시아에서는 표 4-3에서 보는바와 같이 이웃나라 중국에서는 녹색식품으로서 업체수가 27%씩 증가하고, 생산량도 33%씩 증가하며, 매출 신장율이 매년 20%이상 증가하고 있으며 특히 수출액이 크게 향상되고 있으므로 국내의 친환경 농산물은 크게 위협받고 있는 실정이므로 이에 대처 할 수 있는 방법이 강구 되어야함

<표 4-3> 녹색 식품생산 소비 수출 현황(중국)

구 분		2001	2002	2003	2004	2005	연평균 증가율(%)
업체수 (개)		1,217	1,756	2,047	2,836	3,695	27.1
상품수 (개)		2,400	3,046	4,030	6,496	9,728	34.8
생산량 (만톤)		2,000	2,500	3,260	4,600	6,300	33.4
소비액 (억위안)		500	597	723	860	1,030	20.0
수출액 (억달러)		4.0	8.4	10.8	12.5	16.2	48.0
검 사 면 적	(만무)	5,800	6,670	7,710	8,940	9,800	15.0
	(만ha)	387	445	514	596	653	

\* 2007년 생물농약 연구회

- 세계 식품시장에서 안전 및 청결에 엄격한 일본의 경우 표 4-4에서 나타나는 것같이 유기농산물의 인증이 급격히 증가하고 있으므로 중국과 같이 정보를 분석하여 대처할 필요가 있음

<표 4-4> 일본의 유기농산물 인증 물량

구분	국내인증(톤)					해외인증(톤)				
	2001	2002	2003	2004	2005	2001	2002	2003	2004	2005
채소	19,675	24,545	28,125	29,674	29,107 (60.4) <sup>2)</sup>	23,818	13,059	26,994	63,123	79,917 ( 5.5)
과수	1,391	1,939	2,163	2,029	2,222 (4.6)	4,085	10,555	18,736	11,233	67,512 ( 4.7)
쌀	7,777	12,338	10,838	10,400	11,369 (23.6)	1,785	2,031	2,604	4,581	3,171 ( 0.2)
보리	722	559	858	639	655 (1.4)	2,058	1,806	1,732	2,414	3,634 ( 0.3)
대두	1,162	945	786	639	877 (1.8)	46,534	44,734	54,109	70,975	35,362 ( 2.5)
녹차	927	1,246	1,487	1,664	1,610 (3.3)	72	1,224	964	1,848	226 ( 0.1)
기타 <sup>1)</sup>	2,081	2,188	2,351	2,291	2,333 (4.8)	15,834	16,331	192,784	295,476	1,250,255 (86.8)
계	33,734	43,759	46,609	47,429	48,172 (100.0)	94,186	89,019	297,923	449,650	1,440,177 (100.0)

\*주: 1) 기타는 홍차, 커피원두, 기타 두류, 너트류, 잡곡류, 설탕, 곤약감자, 손바닥 프루즈 등을 포함함.

2) ( )는 농산물 종류별 인증물량 비중을 나타냄.

\*자료출처 : 일본농림수산성(2007)

## ㉔ 천적

- 선진농업국가는 신뢰할만한 농업기술의 확보와 정책적 지원을 바탕으로 각 국가의 특성을 살린 다양한 천적이용 및 친환경농업정책을 추진해오고 있다. 유럽과 북미 등 선진국은 농약을 절감하면서 자연과 조화로운 지속발전 가능한 농업을 실천하고 있다. 실천방법으로 천적을 포함한 여러 가지 방제수단을 조화롭게 이용하는 IPM(Integrated Pest Management: 병해충종합관리)을 실천하고 있다. IPM에는 재배적, 물리적 방제수단을 활용하고 있으나 가장 근간으로 하는 것은 천적 중심의 생물적방제임
- 특히, 1980년대 후반까지 유럽에서 가장 많은 화학농약을 사용하였던 네덜란드는 1991년부터 2000년까지 작물보호 장기계획(MYCPP : Multi Year Crop Protection Plan)을 통해 IFS(Intensive Farming System)를 개발하고 적극적으로 천적을 활용하여 화학농약 사용량을 65%까지 절감하는데 성공하였으며 이러한 천적을 활용한 생물학적 방제는 네덜란드 농산물의 경쟁력을 확보한 기반이 되었음
- 우리나라의 경우 최근 시설재배의 토마토, 딸기, 고추, 오이 등이 증가하고 있으며, 특히 수출용 파프리카 재배 등으로 환경친화적인 재배방법을 추천하고 있음. 그러므로 표4-5에서 보는 것같이 천적 사용 농가는 약 4,500농가를 늘어났으며 재배면적의 증가로 인한 천적의 사용이 늘어나고 있음. 이에 따라서 천적회사도 (주)세실을 비롯하여 5개의 회사(표4-6)가 천적을 판매, 관리하고 있는 실정임

<표 4-5> 국내 천적이용규모

주요 작물	천적사용 농가수	천적사용 재배면적	천적사용비율
토마토, 딸기 파프리카, 고추, 오이 등	약 4,500 농가	약 2,300 ha	4.3%*

\* 국내 시설재배면적 약 53,000ha 대비(2006년 기준)

<표 4-6> 국내 천적회사현황

회사명	주요분야	산업화년도	생산품목수	종업원수
(주)한국IPM	농업해충 방제용 천적	1998년	2종	6명
동그라미곤충농장	농업해충 방제용 천적	2000년	13종	28명
(주)세실	농업해충 방제용 천적	2002년	20종	200명
(주)바이코스	농업용 자재	2002년	1종	30명
(주)한국유용곤충연구소	위생해충 방제용 천적	2002년	10종	20명

- 표 4-7에서 볼 수 있는 것같이 세계적인 경향으로 볼 때 원예작물과 꽃의 산업이 발달한 네덜란드가 많은 천적을 사용하고 있으며 프랑스, 폴란드 및 북아메리카의 캐나다도 많은 천적을 사용하고 있으며 국가별로 천적의 생산 수를 보면 네덜란드가 30종이며 국내에는 24종으로 보고되고 있음(표 4-8)

<표 4-7> 주요 농업 선진국에서의 천적 사용 비율

국가	주요작물	천적사용비율
네덜란드	오이, 파프리카, 토마토, 가지	90-100%
프랑스	토마토, 오이, 딸기	97%
폴란드	토마토	45%
캐나다	토마토, 오이, 고추 등	43%

\* 자료: 캐나다 및 주요 유럽국가의 작물별 천적사용 비율(IOBC 1999)

<표 4-8> 국가별 주요 천적회사의 천적 제품생산 품목 수 비교

국가 (천적회사)	네덜란드 (Koppert)	벨기에 (Biobest)	대한민국 (세실)	캐나다 (Applied B.)
산업화 년도	1967년	1987년	·2002년	1997년
생산품목 수	30종	25종	24종	12종

\* 자료: 캐나다 및 주요 유럽국가의 작물별 천적사용 비율(IOBC 1999)

### ㊤ 친환경농자재

- 친환경자재라 함은 광의로는 인축과 자연에 해가 없으며 농작물에 양분공급, 병해충 억제 및 생육 촉진 등에 이용되는 환경친화적 물질을 총칭하며, 협의로는 친환경 농산물생산을 위해 사용될 수 있는 자재 중 농림부장관이 지정한 자재를 말함
- 친환경농자재 유통현황은 농업의 환경보존기능 증대와 농업으로 인한 환경오염 경감 등 환경 친화적인 농업을 추구함에 따라 천연물질을 이용한 다양한 형태의 친환경 유사 농자재가 출현하게 됨
- 이들 자재는 병해충 발생 억제, 작물 양분 공급 및 생육 촉진 강화 등 대부분이 기존의 비료나 농약의 효과 또는 비료+농약의 효과를 동시에 발현하는 것도 있으나,
- 대개 사용목적이 광범위하고 대부분 유기성 자재라서 주성분의 최소량 또는 유해성분의 최대량 등 객관적인 규격 제시가 어려우며, 약효 발현 주성분과 살충·살균효과가 불분명 함

- 이외에도 수많은 물질들이 친환경농업자재로 사용되고 있으며, 그 중 목초액 키토산 등 일부 농자재는 미량요소제4종 복합비료 원료로 공급되거나, 토양 미생물제제 등으로 유통됨
- 최근 친환경농업육성법 시행규칙 제7조 별표1에서 친환경유기농산물에 사용 가능한 자재 118종이 지정만 되어 있고 관리규정이 없어 검증되지 않은 다양한 자재가 유통됨에 따라 각계에서 관리 제도화 요구
- 친환경유기농자재 공시제도 도입(제7조제2항 내지 제5항 신설)하여 친환경유기농산물 생산을 위해 사용가능한 자재를 “친환경유기농자재”라 정의하고 농촌진흥청장은 자재를 생산 또는 판매하려는 자가 요청하는 자재에 대해서는 “친환경농자재심의회”에서 관련자료 등을 검토 및 심의하여 사용가능자재는 자재의 특성, 사용방법, 유기농업에 사용가능 여부 등 세부정보를 공시할 수 있도록 함(표 4-9)
- 친환경농업에 사용되는 주요 농자재 및 용도는 다음과 같음(표 4-9)

<표 4-9> 친환경농업에 사용되는 주요 농자재 및 용도

용 도	자 재 의 종 류
농약 비료성분 공급 농약+비료효과 생육 촉진 토양개량 기타	목초액, 키토산, 산화전위수, 바이오그린 활성수, 현미식초 수용성인산, 그린칼슘, 아미노산, 청초액비 천혜녹즙, 한방영양제, 토착미생물 배양체, 유산균 미네랄A,B,C,D, 과일효소, 바로돈, 천연식초 목탄, 피트모스, 맥반석 담배추출물, 발효깻묵, 해조류추출물 등

## (2) 생물농약의 문제점 및 당면과제

- 사회적 관점에서 화학농약의 오남용으로 인축 및 비표적인 조류 등의 사망으로 이어지는 자연생태계의 파괴 등 많은 문제점과 계속적인 사용으로 저항성 병해충의 증가는 농약의 다량사용으로 농산물에 농약잔류문제인 소비자의 안전성과 농민에게는 생산성에 어려움을 초래하고 있음
- 따라서 세계적으로 이러한 문제점 등을 해결하기 위하여 1980년 브라질 리오에서 지속가능한 농업의 실천을 주장하고 있으며 우리나라에도 친환경 농산물을 생산하기 위한 친환경육성법을 제정함
- 그러나 국내에서의 생물농약은 화학농약의 단점을 보완할 수 있는 여러 가지 장점을

갖고 있으나 선진외국의 경우와는 다르게 우리나라 에서는 정착하지 못하고 있는 실정임

- 국내의 경우 생물농약 및 친환경 유기농자재 등을 생산하는 산업적 측면에서는 종업원이 10여 명 안팎의 영세한 벤처기업과 일부 중소기업으로 연구개발력 및 자본력의 열악하여 사용자가 요구하는 충분한 제품을 생산하지 못하고 있는 실정임
- 기본 작물보호제를 생산하는 일부 농약회사의 경우에도 외국의 다국적 기업으로부터 원제를 수입 제품화하여 판매하는 것이 대부분으로 새로운 상품개발 경험이 부족하여 쉽게 접근하지 못하고 있음.
- 한편 국내의 경우 친환경 농자재를 생산 판매할 수 있는 법적 근거가 마련되어 작물보호제로서 매우 중요한 일부 성분이나 생물효과를 알지 못하는 제품과 수많은 회사들의 난립으로 친환경 농자재의 시장질서는 불신으로 가득한 실정임
- 친환경육성법에 의하여 118품목의 친환경 농자재의 허가로 인하여 현재 국내에는 1500여개의 친환경 유기농자재가 미생물제 또는 제4종복비로 무분별하게 단기적 및 중장기적으로 생산과 중단을 반복하고 동일한 내용물이 매번 상품명 바뀌며 생산되는 등 시장이 매우 혼란스러운 상태임. 이에 따라 정부에서는 최근 친환경 유기농자재를 공시하는 법을 공포하고 적절한 절차에 따라 선별하여 공시하고 있는 실정임
- 생물농약의 성공은 새로운 소재 발굴에서 부터 효과를 입증하고 방제 가능성을 확인하여 특허를 출원하며 균주를 최적화하고 제형, 대량배양, 독성 및 안전성 등 상품의 경제적 가치에 비하여 많으며 다양한 단계를 거쳐야 상품화가 되는 어려움 때문에 대부분의 제품이 시장 출시 후 실패하는 악순환이 거듭되고 있는 실정임
- 또 하나의 이유로 농민이 선호하지 못하는 것은 방제효과가 빠르게 나타나지 못하는 지효성이며 적용병해충의 범위가 좁은 것이 큰 단점으로 나타나는데 이는 외국의 경우 한 작물에 하나의 해충으로 방제되는 경우가 많으나 국내에서는 한 작물에 여러 해충이 동시 다발적으로 발생하여 적용할 생물농약이 없다는 것임
- 이러한 문제점을 해결하기 위하여 생물농약의 장단점을 충분히 숙지하고 농약과 다르게 새로운 방제방법의 개발과 사용방법을 제시하여 고령의 농민도 쉽게 사용할 수 있도록 정착시켜야 한다고 판단됨
- 생물농약 및 친환경 유기농자재의 시장 정착을 위해서는 병해충으로부터 농작물의 보호에 필요하며 방제효과가 확실하고 정확한 방제방법이 연계되는 과정이 필요하며 이를 위하여 선행되어야 하는 것은 종합적 연구개발로 제대로 된 일정제품의 개발수가 나와야 된다고 사료됨

- 천적의 경우에는 정부의 보조금 지급에 따라 사용되고 있으나 제품이 천적으로서 갖춰야 할 구비조건을 제대로 만족시키지 못할뿐더러 사용자인 농민의 지식부족으로 실패를 거듭하며 특히 적절하게 성공적으로 사용할 수 있는 모델시스템이 부족한 실정임

### (3) 생물농약 시장의 현황 및 규모

- 현재 국내의 생물농약시장은 표 4-10에서 나타나는 것같이 등록되어 있는 살균, 살충제가 있으나 몇 천에서 수 억 정도이며 정확한 통계숫자를 파악할 수가 없음. 그러나 이 중에서 *Bacillus thuringiensis*로 만들어진 제품은 20억 정도의 시장을 형성하는 것으로 나타남
- 친환경 유기농자재의 시장의 경우 약 1,000억(비공식적이며 시중에 판매되는 모든 농자재를 포함) 정도로 추산하고 있으나 정확한 통계수치는 파악할 수 없으며 대부분의 품목당 수천 수억 정도로 알려져 있음
- 이러한 생물농약 및 친환경 유기농자재를 사용할 수 있는 시장은 매우 발전하며 늘어날 것으로 예측되고 있는 것이 현실이며 국내외적으로 많은 자료를 종합하여 보면 작물보호시장의 10%정도로 예측되고 있으므로 우리나라의 경우에는 1,000억 정도의 시장이 형성될 것으로 예측할 수 있음

### (4) 생물농약 전망

- 최근 소비자의 먹거리에 대한 안전성 요구는 더욱 확대할 것으로 예측하며 이를 만족시키기 위해서는 생물농약의 수요는 필수 불가결한 것으로 판단되고 특히 자유무역에 의한 농산물의 국제적 유통은 매우 활발할 것으로 기대됨
- 이에 따른 농약의 잔류에 대한 안전성은 더욱 엄격하게 되어 안전한 생물농약의 수요는 늘어나게 되며 특히 최근에는 건강을 위하여 웰빙농산물 및 신선한 야채를 많이 찾게 되므로 안전성은 끝이 없을 것으로 사료됨
- 농업에 하는 농민의 경우에도 부가가치가 높은 농산물의 생산을 위하여 이러한 농자재의 사용은 급증할 것으로 판단되고 있음
- 최근 농업에도 NT, BT, 나노 및 융합기술의 발달로 생물농약의 단점을 보완하는 어려움은 쉽게 해결될 것이므로 이 분야의 전망은 매우 밝을 것으로 사료됨

## 나. 기술발전 동향

### (1) 분야별 주요 기술 발전 동향

- 국내의 생물농약은 미생물농약과 생화학 농약에 대한 연구가 1980년을 전후하여 기초적인 연구가 시작되었는데, 1987년에는 인삼뿌리썩음병을 방제하기 위하여 바이코나를 개발, 1994년에는 역병방제용 AC-1을 개발하고 (주) 동부 하아테크는 서울대와 공동으로 *Bacillus thuringiensis*제를 상품화 하여 판매하고 있음.
- 생물농약에 대한 본격적인 연구는 1990년대 후반부터 이루어졌음. 한국화학연구원과 생명공학연구원의 정부출연연구소, 충남대학교, 순천대학교, 서울대학교 등의 대학교, 그리고 (주) 경농, (주)동부한농화학, (주)그린바이오텍, (주)비아이지 등의 기업체에서 연구를 진행해왔음.
- 우리나라에서의 농약 상품화는 농약등록법에 따라 등록되는데 국내에서는 미생물농약과 생화학농약 등록규정이 각각 2001년과 2005년에 정해짐에 따라 다양한 산/학/연기관에서 본격적으로 연구를 추진하고 있음.
- 2004년 4월 30일 농림부에서 “친환경농업 육성과 농산물 안전성 확보대책”을 발표하여 농약과 비료를 2013년까지 현재기준 약 40%이상 줄이는 계획을 발표하였고, 또한 현재 3.5%를 차지하고 있는 친환경 농산물의 비중을 2010년까지 10%로 올릴 계획을 발표함.
- 생물농약 및 친환경 유기농자재를 사용하는 친환경농산물 인증 농가는 2003년도에 2만3309호에서 2004년에 2만 8953호로 증가하는 등 매년 늘어나는 추세이며, 2006년 현재 친환경농산물 생산면적은 74,995 ha로 2006년 한해 1,128만 톤의 친환경농산물이 생산되었음(표 4-10).
- 정부에서는 농산물의 시장 개방이 앞으로 가속화됨에 따라 농업에서의 경쟁력 확보차원에서도 친환경농산물의 생산을 더욱 확대하기 위한 정책을 펴고 있음.
- 따라서 환경 및 다른 생물계에는 영향을 최소화하면서도 효과적으로 작물을 보호하는 환경친화형 생물농약을 개발하고자 하는 연구는 더욱 활발하게 진행될 것으로 판단됨.
- 한편, 생물농약의 경우에 국내에는 표 4-11에 나타난 것같이 살균제 11종과 살충제 7종 등 총 18개 품목의 미생물농약이 등록되어 있으나 이중 12종은 수입 미생물임. 생화학농약의 경우 2005년에 등록 규정이 마련되어 현재까지 등록된 생화학농약은 없는 실정임.



<표 4-10> 친환경농신물의 인증실적 변화 추이

(단위: 호, ha, 톤, %)

구 분		2002	2003	2004	2005	2006	연평균 증가율	전국 비중 <sup>2)</sup>
유기 <sup>1)</sup>	농가수	1,505	2,748	3,283	5,403	7,167	49.8	0.56
	면 적	1,601	3,327	4,622	6,095	8,559	54.8	0.47
	인증량	21,114	33,287	36,746	68,091	95,405	48.4	0.30
무농약	농가수	4,084	7,426	9,776	15,278	21,656	52.9	1.70
	면 적	3,727	6,756	8,440	13,803	18,066	50.2	0.99
	인증량	76,828	120,358	167,033	242,068	320,309	43.2	0.99
저농약	농가수	6,303	13,127	15,892	32,797	50,812	72.7	3.99
	면 적	5,911	12,155	15,154	29,909	48,371	72.4	2.65
	인증량	102,432	211,558	256,956	487,588	712,380	66.0	2.21
계	농가수	11,892	23,301	28,951	53,478	79,635	63.5	6.26
	면 적	11,239	22,238	28,216	49,807	74,995	63.0	4.11
	인증량	200,374	365,203	460,735	797,747	1,128,093	55.7	4.69

\* 주: 1) 전환기유기농산물출하량 포함.

2) 전국비중은 총농가수, 총경지면적, 총생산량 대비 비중임.

\* 출처 : 국립농산물품질관리원(2007)

- 현재 국내에서 시판중인 미생물농약들 중 살충제에서 토박이의 경우에 *B. thuringiensis* subsp *aizawai*는 국내 토착미생물이고 나머지 대부분은 수입한 제품들인 반면에 살균제는 국내에서 자체 개발한 제품들임(표 4-11).
- 이 밖에도 현재 국내에서는 생물농약으로 개발되지 않았지만 살충, 살균 효과가 있다고 알려져 있는 미생물제제 및 생화학제제가 제품화되어 유통되고 있으며, 이들 제품들은 약 500~1000여개, 생산업체만 해도 퇴비를 포함 500개가 넘는 것으로 추정되고 있으며, 현재 지속적으로 증가하는 추세에 있음.
- 우리나라 정부에서는 친환경농업정책의 효율적인 운영을 위하여 현재 개발단계에 소요되는 경비의 일부를 업체에 지원할 예정이며, 또한 개발한 생물농약을 농민들이 구입할 때 보조하는 사업을 추진 중에 있기 때문에 효과가 우수한 생물농약의 개발이 촉진되고 또한 생물농약의 시장은 급속도로 팽창할 것으로 추정됨.
- 현재 국내에서 판매되고 있는 제품들 중에서 품목당 시장이 5억 원 이상이 되는 제품은 소수에 불과하나 시장이 팽창하고 또한 미생물 농약 및 생화학농약으로 등록이 이루어지고 있어서 앞으로 수년 후에는 품목당 수억 원의 제품이 등장할 것으로 기대됨.

<표 4-11> 국내 미생물농약의 등록현황

2007.12.30

번호	용도	구분	농약 품목명	등록규격 (주성분함량)	상표명	등록회사
1	살균	제조	바실루스서브틸리스디비비1501 수화제	1.0×10 <sup>9</sup> cfu/g	테라스	(주)동부하이텍
2		제조	바실루스서브틸리스디비비1501 입제	1×10 <sup>6</sup> cfu/g	홀인원	(주)동부하이텍
3		수입	바실루스서브틸리스와이1336 수화제	1×10 <sup>9</sup> cfu/g	바이봉	한국삼공(주)
4		제조	바실루스서브틸리스제이케이케이238 액상제	5.0×10 <sup>7</sup> cfu/ml	앞살림	(주)흠살림
5		제조	바실루스서브틸리스지비365 수화제	3.0×10 <sup>7</sup> cfu/g	그린올	(주)그린바이오텍
6		제조	바실루스서브틸리스지비365 액상수화제	1.0×10 <sup>7</sup> cfu/ml	썰러스	(주)그린바이오텍
7		제조	바실루스서브틸리스케이비시1010 수화제	1×10 <sup>5</sup> cfu/g	재노탄	(주)한국바이오케미칼
8		수입	바실루스서브틸리스큐에스티713 수화제	5×10 <sup>9</sup> cfu/g	에코제트	(주)신영아그로
9		수입	바실루스서브틸리스큐에스티713 액상수화제	1×10 <sup>9</sup> cfu/g	에코스마트	(주)신영아그로
10		수입	바실루스푸밀루스큐에스티2808 액상수화제	1×10 <sup>9</sup> cfu/g	에코센스	(주)신영아그로
11		제조	스트렙토마이세스고시킴엔시스더블유와이이324 액제	1×10 <sup>5</sup> cfu/ml	썬이프그로	(주)케이아이비씨
12		제조	스트렙토마이세스콜롬비엔시스더블유와이이20 액제	1×10 <sup>4</sup> cfu/ml	마이코싸이드	(주)케이아이비씨
13		제조	암펠로마이세스스칼리스에이큐94013 수화제	1.0×10 <sup>7</sup> cfu/g	큐팩트	(주)그린바이오텍
14		제조	패니바실루스폴리믹사에이시-1 액상수화제	5×10 <sup>6</sup> cfu/ml	탑시드	(주)그린바이오텍
15	살충	제조	모나콜로스포룸타우마습케니비시3017 고상제	1.0×10 <sup>4</sup> cfu/g	땅거미	(주)한국바이오케미칼
16		수입	뷰베리아바시나나지에이치에이 유상현탁제	1.0×10 <sup>8</sup> cfu/ml	보타니가드	아리스타라이프사이언스
17		수입	뷰베리아바시나나티비아-1 액상제	1.0×10 <sup>6</sup> cfu/ml	세레모니	(주)동부하이텍
18		수입	비티아이자와이 액상수화제	8.5BIU/kg	비오칸	(주)동방아그로
19		수입	비티아이자와이 입상수화제	35,000DBMU/mg	미성살충탄 스폴피온	바이엘크롭사이언스(주) (주)영일케미컬
20		제조	비티아이자와이엔티423 수화제	1×10 <sup>9</sup> cfu/g	토박이	(주)동부하이텍
21		제조	비티아이자와이엔티423 액상수화제	1×10 <sup>8</sup> cfu/ml	토박이	(주)동부하이텍
22		제조	비티아이자와이지비413 액상수화제	1×10 <sup>7</sup> cfu/ml	솔빛채	(주)그린바이오텍
23		제조	비티쿠르스타키 수화제	16BIU/kg	그물망 바이오비트 바이총 비겔 삼공비티 슈리사이드 영일비티	(주)동부하이텍 (주)동방아그로 인바이오믹스(주) 동부정밀화학(주) 한국삼공(주) 바이엘크롭사이언스(주) (주)영일케미컬
24		수입	비티쿠르스타키 액상수화제	1%	엠펜릴	(주)경농
25		수입	비티쿠르스타키 입상수화제	15%	-	(주)동부하이텍
26		수입	비티쿠르스타키 입상수화제	64BIU/kg	툭업	(주)경농
27		제조	아자디락틴 유제 (생화학농약)	2%	단독	아리스타라이프사이언스
28		제조	패실로마이세스푸모소로세우스디비비-2032 수화제	5.0×10 <sup>7</sup> cfu/g	방시리	(주)동부하이텍

(자료:농촌진흥청)

- 생물농약 개발 과정에는 미생물 분리 기술, 미생물 동정 기술, 생리활성 물질 분석·구명 기술, 스크리닝 기술, 대량생산 공정 개발 기술, 제제 기술, 안전성 평가 기술, 포장시험 기술 등이 필요하나 국내의 벤처기업은 영세성으로 이러한 기술에 빈약하며, 또한 특허 등 비밀보장이 제대로 이루어지지 않아서 개발이 늦어지고 있음
- 우리나라의 경우에는 아직까지 생물농약 개발 분야에 대한 연구는 성장 초기 단계로서 대부분의 기술들은 (주)경농, (주)비아이지, (주)동부하이텍, (주)그린바이오텍, (주)고려바이오 등의 기업을 중심으로 선진국 대비 70%정도 갖추고 있는 실정이나, 대량발효 공정 기술 및 제형화 기술은 선진국 수준에 비하여 크게 부족한 실정임.
- 그러므로 세계적으로 급성장하고 있는 세계 생물농약 시장에 국내 제품이 진입하기 위해서는 정부의 체계적인 지원 하에 산·학·연이 상호 협력하는 종합적인 연구를 진행해야 하는 것이 절실히 필요함. 이렇게 함에 따라 국내 생물농약개발 기술이 선진국 수준으로 발달하고 또한 수출 가능한 생물농약 제품이 개발될 것으로 기대됨.

## (2) 분야별 주목할 만한 기술 발전 분야

- 최근 국내의 친환경 유기농자재의 공시법이 발표되면서 지자체의 보조 사업방향이 급전환되어 많은 관련회사들이 생화학 및 미생물농약으로 등록 가능한 제품일 경우에도 등록비용이 필요 없는 친환경유기농자재로 공시하는데 관심을 갖고 있음
- 이러한 이유로는 생물농약을 개발, 제조 판매하는 회사들이 연구 개발하여 등록하는데 들어가는 비용이 과다하여 위험부담이 따르고 시간이 너무 많이 소요되기 때문에 나타나는 현상임
- 생물농약의 개발, 상품화 단계를 살펴보면, 신소재 선발(새로운 균주, 신물질 및 새로운 친적 등) - 생물검정 - 물질 성능최적화 시험 - 대량생산 - 제형화 - 독성, -등록 및 유통 - 마케팅으로 크게 나눌 수 있음
- 따라서 생물농약을 상품화 하는데 산학연의 역할분담이 필요하나 최근 국내의 모든 연구비 방향이 생산과 직결되는 상품화 연구에만 초점이 맞추어져 생물농약에서 가장 중요한 부분인 기초연구의 부족한 탓으로 새로운 신소재 개발이 적게 나타나고 있는 실정임
- 또한 기업의 전문연구 인력부족으로 제품의 장단점 등 성능 최적화 연구를 수행하지 못하여 제품수명이 짧고 부가가치가 높은 제품으로 판매되지 못하여 빈번하게 출시된 후 빠르게 시장에서 도태되는 실정임

- 특히 생물농약은 제형이 매우 중요하여 유통기간 및 생물활성에 많은 영향을 미치나 국내 대부분의 제품이 이러한 문제점을 해결하지 못하고 상품화시킴
- 마지막으로 국내 작물보호제 유통시장은 자본의 흐름과 유통이 복잡하고 불규칙하므로 영세한 벤처기업이 마케팅 전략 없이 시장에 진입하기에는 많은 어려움이 있음

## 다. 우리나라 생물농약분야 기술경쟁력 현황과 과제

### (1) 미생물농약

- 정부에서는 농산물의 시장 개방이 앞으로 가속화됨에 따라 농업에서의 경쟁력 확보차원에서 친환경농산물의 생산을 더욱 확대하기 위한 정책을 펴고 있음.
- 현재 국내에서 판매되고 있는 제품들 중에서는 품목당 매출액이 대부분 소액으로서 판매되고 있으나 시장이 팽창하고 또한 우수한 미생물농약 및 생화학농약의 등록이 활발하게 진행되면서 정상적인 생물농약이 개발 진입되면 2010년도에는 품목당 10억 -30억 원대 제품이 등장할 것으로 기대됨.
- 생물농약 개발 과정에는 고도의 기술 및 전문성이 필요하며, 이러한 분야에는 미생물의 분리/동정, 생리활성 물질의 분석/동정, 대량생산 공정 개발, 제제, 안전성 평가, 포장시험 등의 많은 과정이 있으나 부분별로 기술력이 많이 향상되어 생물농약의 연구 개발 및 상품화에는 시간이 지날수록 빠르게 진행될 것으로 사료됨
- 따라서 정부의 체계적인 지원 하에 산/학/연이 상호 협력하는 종합적인 연구를 진행해야 국내 생물농약개발 기술이 선진국 수준으로 발전하고 또한 수출 가능한 고부가가치 생물농약 제품이 개발되어 급성장하고 있는 세계 생물농약 시장에 국내 제품이 진입할 수 있을 것으로 기대됨.
- 세계시장의 경우 생물농약은 대기업보다는 주로 벤처기업이나 중소기업들이 주도적으로 시장을 선도하고 있음. 이들 중에서 연간 500억 원 이상 매출의 비교적 큰 규모의 회사로는 Valent BioSciences사, Certis USA사, Koppert사 등이 있으며, 작지만 성공적인 회사로 평가받고 있는 회사로는 AgraQuest사, BioWorks사 및 E-nema사 등이 있음. 그리고 혁신적인 기술로서 이제 막 시작하는 회사로는 Pasteuria BioSciences사, Exosect사 등이 있음.
- 이들 회사들은 각국 정부의 친환경농업정책의 일환으로 정부로부터 정책적 후원을 받으면서, 독자적으로 미생물과 천연물을 선별하거나 대학 및 연구소로부터 아웃소싱을

통하여 우수한 후보물을 확보하여 생물농약을 개발하고 있음.

- 2002년 현재 미국 EPA에는 76개의 미생물농약과 113개의 생화학농약 (Biochemical pesticides)이 등록되어 있음(표4-12).

<표 4-12> 주요 국가의 생물농약 제품 등록 현황

국 가	미생물농약	생화학농약	천 적	계	비 고
미 국	76	113	-	189	2002. 04
유 럽	112	58	54	201	2001. 12
일 본	35	-	25	60	2002. 07
계	207	164	79	450	
비 율	46%	36%	18%	100%	

(자료: 농약연찬회)

- 유럽의 경우에는 미국과 그 정의가 조금 다르지만 BCPC(British Crop Protection Council)에서 출판한 "The Biopesticide Manual first edition"에 따르면 미생물농약이 60개가 등록되어 시판되고 있으며, 천연물농약은 30개가 등록되어 있으며 다음과 같음

⊕ NATURAL PRODUCTS (27)

- Plant growth regulator (PGR) (7)

Nomenclature	Source	Target crops
6-benzylaminopurine	plant growth regulator	Fruit trees, ornamentals, cereals
gibberellic acid	<i>Gibberella fujikuroi</i> Wr.	fruits, rice
gibberellin A <sub>4</sub> with gibberellin A <sub>7</sub>	<i>Gibberella fujikuroi</i> Wr.	apples, pears, celery
indol-3-ylacetic acid	plant growth regulator	herbaceous, woody ornamentals
pelargonic acid	family Geraniaceae	fruit
plant-derived porphyrin-derivatives	plant tissues	crops
zeatin	growth regulator	a wide range of crops

- Plant derived insecticide/ acaricide (2)

Nomenclature	Source	Target pests	Target crops
pyrethrins (pyrethrum)	<i>Chrysanthemum cinerariaefolium</i>	insects, mites	fruit, vegetables, crops, ornamentals
pyrethrins (chrysanthemates)	-	-	-
pyrethrins (pyrethrates)	-	-	-
rotenone	Derris, Lonchocapus, Terhrosia	aphids, thrips, suckers, moths, beetles, spider mites	vegetables, fruits

- Microbial fungicide (6)

Nomenclature	Source	Target pests	Target crops
blasticidin-S	<i>Streptomyces griseochromogenes</i>	<i>Pyricularia oryzae</i>	rice
mildiomycin	<i>Streptoverticillium rimofaciens</i> strain B-98891	powdery mildews	ornamentals
natamycin	<i>Streptomyces natalensis</i> , <i>Streptomyces chattanoogensis</i>	fungal diseases	bulbs
polyoxin B	<i>Streptomyces cacaoi</i>	fungi, mildews	vines, apples, pears, vegetables, ornamentals
polyoxorim	<i>Streptomyces cacaoi</i>	plant diseases	rice, poem fruit, turf
validamycin	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>	<i>Rhizotonia</i> species	rice, potatoes, vegetables, crops strawberries, tobacco, ginger, cotton, sugar beet,

- Others (13)

	<b>Nomenclature</b>	<b>Source</b>	<b>Target pests</b>	<b>Target crops</b>
micro insecticide /acaricide	abamectin	<i>Streptomyces avermitilis</i>	mites, leafminers, suckers, beetles	ornamentals, cotton, fruit, crops, vegetables, potatoes
plant derived insecticide	azadirachtin	seed	whitefly, thrips, leafminers, caterpillars, aphids, jassid, San Jose scale, beetles, mealybugs	vegetables, cotton, tea, tobacco, coffee, protected crops, ornamentals
microbial herbicide	bilanafos	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>	inserts of annual weeds	vines, apples, brassicas, cucurbits, mulberries, azaleas, rubber
herbicide, fungicide, insecticide	fatty acids	plant, animal	-	vegetable, fruit, ornamentals, grapes, roses, weed, moss
microbial fungicide/ bactericide	kasugamycin	<i>Streptomyces kasugaensis</i>	Pyricularia oryzae, Cercospora spp., Venturia spp.	rice, top fruit, vegetables
microbial fungicide/ bactericide	kasugamycin hydrochloride hydrate	<i>Streptomyces kasugaensis</i>	Pyricularia oryzae, Pseudomonas spp.	rice, crops, vegetables, fruit, ornamentals
microbial acaricide/ insecticide	milbemectin	<i>Streptomyces hygroscopicus</i>	mites, spider	citrus fruit, tea, aubergines
plant derived insecticide	nicotine	<i>Nicotiana spp.</i>	a wide range of insects	ornamentals, fruit, vines, vegetables
microbial bactericide	oxytetracycline	<i>Streptomyces rimosus</i>	<i>Erwinia</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas</i> , mycoplasma-like organism	fruit, turf
microbial acaricide	polynactins	<i>Streptomyces aureus</i> strain S-3466	mite	fruit
botanical insecticide	ryania extracts	<i>Ryania</i> species	codling moth, european corn borer, citrus thrips	maize, apples, pears, citrus
microbial insecticide	spinosad	mixture of spinosyn A and spinosyn B	caterpillars, leafminers, thrips, beetles	vegetables, fruits, turf, vines, ornamentals
microbial bactericide	streptomycin	<i>Streptomyces griseus</i>	bacteria, bacterial diseases	fruits, olives, vegetables, potatoes, tobacco, cotton, ornamentals

⊕ LIVING SYSTEMS (60)

- Biological insecticide

·Bacteria (9)

Nomenclature	Target pests	Target crops
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>	Lepidopteran larvae (diamond back moth, vegetable pests, forest insects)	vegetables, fruit, maize small grain cereals, in forests, orchards or for general tree care
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i>	Lepidopteran larvae	various row crops, fruit, trees, vegetables, cotton
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>israelensis</i>	Diptera	in water bodies, sewage filters, in glasshouses
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i>	Some Coleoptera, particularly the Colorado potato beetle	Solanaceous crops, mainly potatoes
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>Japonensis</i> strain <i>buibui</i>	Soil inhabiting beetles	turf, grass, landscapes, ornamentals
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> encapsulated delta-endotoxins	Lepidopteran larvae such as <i>Spodoptera</i> , <i>Heliothis</i> , <i>Heliothis</i> , <i>Helicoverpa</i> , <i>Pieris</i> species, <i>Ostrinia nubialis</i> , <i>Plutella xylostella</i>	soft fruit, canola, maize, soybeans, peanuts, cotton, tree fruits, nuts, tobacco, vegetables, vines
<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> encapsulated delta-endotoxins	Lepidoptera and some beetles	vegetables, maize, tree fruit, vines and cotton
<i>Bacillus sphaericus</i>	Mosquito larvae particularly active against <i>Culex</i> spp.	public health insecticide
<i>Serratia entomophila</i>	New Zealand grass grub	established pasture



·Fungi (6)

Nomenclature	Target pests		Target crops
<i>Beauveria bassiana</i>	Strain Bb 147	European corn borer, Asiatic corn borer	maize in Europe
	Strain GHA	whitefly, thrips, aphids and mealybugs	vegetables, ornamentals
	Strain ATCC 74040	soft-bodied coleopteran, homopteran, heteropteran pest	turf and ornamentals, all raw agricultural commodities
<i>Beauveria brongniartii</i>	White grubs, cockchafers		sugar cane, barley
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i>	whitefly, <i>Bemisia tabaci</i> some activity against aphids, thrips, spider mites		ornamentals, food crops in glasshouses and outdoors
<i>Metarhizium flavoviride</i>	grasshoppers, locusts		–
<i>Verticillium lecanii</i>	whitefly, with a side-effect on thrips, aphids		glasshouse crops, soybean
<i>Nosema locustae</i>	Grasshoppers		Pastures, rangeland, many other crops

- Insecticidal baculovirus (11)

<b>Nomenclature</b>	<b>Target pests</b>	<b>Target crops</b>
<i>Adoxophyes orana</i> granulovirus	Summer fruit tortrix larvae ( <i>Adoxophyes orana</i> Fischer von Roesl.)	summer fruits
<i>Anticarsia gemmatalis</i> nucleopolyhedrovirus	<i>Anticarsia gemmatalis</i> (velvet bean caterpillar), <i>Diatraea saccharalis</i> (sugar cane borer)	soybeans, suar cane
<i>Anagrapha falcifera</i> nucleopolyhedrovirus	Lepidopteran larvae	maize, vegetables, fruit crops, ornamentals
<i>Autographa californica</i> nucleopolyhedrovirus	Lepidopteran larvae	maize, vegetables, fruit crops, ornamentals
<i>Cydia pomonella</i> granulovirus	Codling moth larvae ( <i>Cydia pomonella</i> )	apple, pear, walnut orchards
<i>Helicoverpa zea</i> nucleopolyhedrovirus	<i>Heliothis</i> and <i>Helicoverpa</i> species ( <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Heliothis virescens</i> )	vegetables, tomatoes, cotton
<i>Lymantria dispar</i> nucleopolyhedrovirus	Gypsy moth( <i>Lymantria dispar</i> )	forestry, landscape trees
<i>Mamestra brassicae</i> nucleopolyhedrovirus	<i>Mamestra brassicae</i> , <i>Helicoverpa armigera</i> , <i>Phthorimaea operculella</i> , <i>Plutella xylostella</i>	vegetables, potato, brassicae, ornamentals
<i>Neodiprion sertifer</i> / <i>N. lecontei</i> nucleopolyhedrovirus	Sawflies( <i>Neodiprion</i> spp.)	forests
<i>Spodoptera exigua</i> nucleopolyhedrovirus	<i>Spodoptera exigua</i>	cotton, vegetales, grapes, ornamentals, glasshouse vegetables, ornamentals
<i>Syngrapha falcifera</i> nucleopolyhedrovirus	<i>Heliothis</i> and <i>Helicoverpa</i> species ( <i>Helicoverpa zea</i> , <i>Heliothis virescens</i> )	cotton, tomatoes, other vegetables

- Biological herbicide (4)

<b>Nomenclature</b>	<b>Target</b>	<b>Target crops</b>
<i>Chondostereum purpureum</i>	undesirable forest pest trees	forests
<i>Colletotricum gloeosporioides</i> f. sp. <i>aeschynomene</i>	Nothern joint vetch	Rice, soybean
<i>Phytophthora palmivora</i>	<i>Morrenia odorata</i> , the trangler vine or milkweed vine	Citrus, other perennial crops
<i>Pseudomonas gladioli</i>	<i>Poa annua</i> (annual meadow grass)	Golf courses and similar areas of fine grasses

- Biological fungicide (17)

<b>Nomenclature</b>	<b>Target pests</b>	<b>Target crops</b>
<i>Coniothyrium minitans</i>	<i>Sclerotinia</i>	oilseed rape, lettuce
<i>Candida oleophila</i>	post-harvest diseases	citrus, poem fruit
<i>Ampelomyces quisqualis</i>	powdery mildews	apples, cucurbits, grapes, ornamentals, strawberries, tomatoes
<i>Bacillus subtilis</i>	seedling fungal pathogen including <i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.	soybeans, peanuts, wheat, barley, leguminous food crops, particularly cotton
<i>Endothia parasitica</i>	<i>Endothia parasitica</i>	chestnut trees
<i>Fusarium oxysporum</i>	fungal pathogens	crops
<i>Gliocladium catenulatum</i>	<i>Pythium</i> spp., <i>Rhizpctonia</i> spp., <i>Botrytis</i> spp., <i>Didymella</i> spp., <i>Helminthosporium</i> spp.	seedling production
<i>Gliocladium virens</i>	<i>Rhizoxtonia</i> , <i>Pythium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Thielaviopsis</i> , <i>Sclerotinia</i> , <i>Sclerotium</i> spp.	ornamentals, crops
<i>Metarhizium anisopliae</i>	Coleoptera, Lepidoptera	vegetables, ornamentals
<i>Phlebiopsis gigantea</i>	<i>Heterobasidion annosum</i>	pine, spruce tree stumps
<i>Pseudomonas cepacia</i>	-	-
<i>Psuedomonas chloraphis</i>	fungal pathogen	cereals
<i>Pseudomonas syringae</i>	fungal pathogen	crops, fruit, vegetables
<i>Pythium oligandrum</i>	fungal pathogen	vegetables, cereals, non-food tree crops
<i>Streptomyces griseoviridis</i>	fungal pathogen	vegetables, ornamentals, herbs
<i>Trichoderma harzianum</i>	<i>Botrytis</i> , <i>Sclerotinia</i> species.	vines, vegetables
<i>Trichoderma harzianum</i> and <i>trichoderma viride</i>	soil and foliar pathogens	orchards, vineyards, ornamentals, vegetable

- Parasitic nematode (5)

Nomenclature	Target pests	Target crops
<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	slugs	vegetables, ornamentals
<i>Steinernema feltiae</i>	sciarid flies, soil insects	vegetables, ornamentals, mushrooms, strawberries, turf
<i>Steinernema glaseri</i>	white grubs	turf
<i>Steinernema riobrave</i>	nymph, crickets, weevils	turf, citrus, sugar cane
<i>Steinernema scapterisci</i>	mole crickets	turf grass, golf courses

- Others (6)

	Nomenclature	Target pests	Target crops
Beneficial bacterium	<i>Agrobacterium radiobacter</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i> conn.	trees, nuts, vines, ornamentals
Microbial bactericide	<i>Erwinia carotovora</i>	soft rot ( <i>Erwinia carotovora</i> )	chinese cabbage
Biological nematicide	<i>Myrothecium verrucaria</i>	plant parasitic nematodes	turf, tobacco, grapes, citrus, brassicae, bananas
Mollusc parasitic nematode	<i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i>	slugs	vegetables, ornamentals
Biological fungicide/bactericide	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	<i>Erwinia amylovora</i> , <i>Fusarium</i> spp., <i>Rhizoctonia</i> spp.	crops, pears, apples, cotton, vegetables
Biological fungicide/nematicide	<i>Burkholderia cepacia</i>	fungal pathogens, nematodes	out door crops, transplanted crops

- 2004년 현재 등록되어 있는 생물농약들에는 살충제가 62%, 살균제가 18%, 살선충제가 1.4%, 제초제가 6%, 식물생장조절제가 5%, 그리고 7.6%를 차지하고 있음.
- 미국의 경우에는 천적이 생물농약에 포함되어 있지 않음. 이들 선진 3개국(미국, 영국, 일본)의 생물농약 중에서 미생물농약과 생화학농약의 비율은 각각 46%와 36%로서 전체의 82%를 차지하고 있음.
- 현재 국내의 경우 생물농약처럼 위장되어 4종 복합비료로 판매되는 미생물제제를 포함한 국내 생물농약 시장은 약 400억 원 정도로 추정되고 있으며, 2010년에는 전체 농약 시장의 10% 규모인 1,200억 원(근거: 친환경농업 정책에 의거하여, 2010년에 유기

농산물의 비중이 전체 농산물의 10%를 차지한다고 가정할 때), 그리고 2015년에는 전체 농약 시장의 15%정도인 1,800억 원 정도에 이를 것으로 추정됨.

- 세계 생물농약은 2001년 현재 세계 농약 시장의 약 2%인 5.8억불이었으나 (표 4-13), OECD국가를 중심으로 한 친환경농업정책으로 인하여 그 시장규모가 2013년에는 세계 농약시장의 약 15%인 45억불에 달할 것으로 추정되고 있음(Santander Investment, 1998)(그림 4-2).

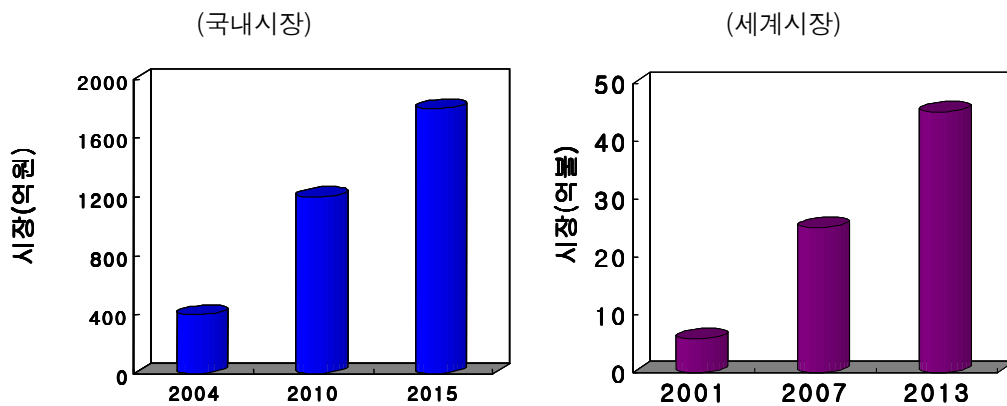
<표 4-13> 2001년 지역별 세계 생물농약 시장

(단위: million US \$)

	EUROPE	NAFTA	LATIN AMERICA	AFRICA	ASIA	OCEANIA	TOTAL
Macrobials	60	80	10	5	20	15	190
Microbials:							
- Bacteria	20	90	10	5	15	30	170
- Virus	6	4	5	1	3	2	21
- Fungi	5	15	10	1	7	6	44
Subtotal	31	109	25	7	25	38	235
Others(biorationals):							
- Natural products	20	42	10	3	12	10	97
- Semiochemicals	6	25	4	3	15	3	56
Subtotal	26	67	14	6	27	13	153
Total	117	256	49	18	72	66	578

\* by Michel Guillon, International Biocontrol Manufacturer's Association, France.

<그림 4-2> 생물농약의 국내시장 및 세계시장 전망



(2) 천적산업 동향

- 천적은 오랜 경험과 연구에서 그 효과와 안전성 및 경제성이 지속적으로 보고되어 왔으며 많은 선진농업국가에서는 환경을 보전하고 지속가능한 농업 발전을 위하여 화학농약의 사용량을 줄이고 적극적으로 천적을 활용하는 친환경농업정책을 시행하여 왔음.
- 이들 국가는 관행농업에서 친환경농업으로 전환하는 과정에서 해충방제의 문제는 농약사용량의 감축과 천적의 이용확대 정책을 장려하여 해결하였으며, 이 과정에서 천적은 새로운 산업의 한 영역으로 등장하게 되었음.
- 선진농업국가의 천적산업은 네덜란드의 Koppert를 필두로 캐나다의 Applied Bio-nomics, 벨기에의 Biobest, 일본의 Cats Agrisystems가 천적을 산업화하는데 성공하였고 국내에서는 2002년 (주)세실의 체계적인 산업화를 계기로 선진국에 못지않은 천적산업이 자생적으로 형성되었음(표 4-14).
- Koppert는 40여년의 역사를 가진 기업이지만 현재의 30여종에 이르는 천적제품을 구비한 것은 1990년 이후이고, 1967년 창업 이후 1991년 네덜란드 정부의 작물보호 장기 계획(MYCPP)의 실시 이전까지 Koppert가 생산하는 천적은 불과 5가지 제품이었음.
- 그러나 네덜란드 정부가 1991년부터 2000년까지 농약사용량을 50-65%까지 감축할 목적으로 시행한 MYCPP를 국책사업으로 적극 계도하고 시행함으로써 화학합성 농약의 대안으로 천적을 활용한 생물적방제 산업이 네덜란드에서 본격적으로 성장할 수 있는 기반이 마련되었기 때문에 평가되고 있음.

<표 4-14> 국가별 주요 천적회사의 천적제품 생산품목수 비교

국 가 (천적회사)	네덜란드 (Koppert)	벨기에 (Biobest)	대한민국 (세실)	캐나다 (Applied B.)
생산품목수	30종	25종	24종	12종

(자료:(주) 세실)

- 1999년 발표된 IOBC(International Organization for Biological and Integrated Control of Noxious Animals and Plants : 국제 생물적방제 기구) 자료에서는 주요 유럽 국가와 캐나다를 대상으로 작물별 천적활용비율을 발표하였으며, 선진 농산물수출국인 네덜란드와 프랑스의 천적사용비율은 모두 90% 이상을 상회하는 것으로 나타났음(표 4-15).

<표 4-15> 주요 농업선진국에서의 천적사용비율

국 가	주 요 작 물	천적사용비율
네덜란드	오 이	95%
	파프리카, 고추	100%
	토마토, 가지	90%
프랑스	토마토, 오이, 딸기	97%
캐나다	토마토, 오이, 고추 등	43%

(출처 : IOBC 1999)

(3) 국내 관련산업의 위상

- 국내의 친환경 유기농자재를 연구개발 상품화하는 기업은 표4-16에서 보는 것같이 (주) 경농, (주)비아이지, (주)고려바이오, (주)동부하이텍, (주)삼공, (주)영일화학, (주)그린바이오텍, (주)휴살림 등 많은 기업이 생산 판매하고 있으나 농약을 주력 제품으로 하는 회사에서는 수명정도가 한시적으로 관여하고, 주로 생물농약 사업을 하는 벤처기업도 수명에서 십여 명 정도의 대부분 영세기업의 형태임
- 그러나 아직 시장이 형성하는 500여개의 기업의 유통경로가 명확하지 않으며 통계적 수치가 정확하지 않아서 여러 정보자료가 부족한 실정이며 수종의 생물농약으로 등록된 것 이외에 친환경 농자재는 1,000여종이 생산 판매되고 있으나 천적의 경우에 5개의 회사가 15종류 정도의 상품이 유통되고 있는 실정임.
- 생물농약, 천적 그리고 친환경 농자재를 생산 판매하는 회사의 경우 국내 판매 및 외국에 소량으로 수출하는 경우가 있음

<표 4-16> 국내 주요친환경 유기농자재의 공시 관련자료

자재 종류	자재명	상표명	내용물	회사명
작물 병해 관리용	바실러스서브틸리스큐에스티713 수화제	에코제트	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 strain	(주)신영아그로
	바실러스서브틸리스큐에스티713 액상수화제	에코스마트	<i>Bacillus subtilis</i> QST 713 strain	(주)신영아그로
	쿠퍼 수화제	코사이드	구리	(주)동부하이텍
	쿠퍼 수화제	코사이드	구리	동부정밀화학(주)
	쿠퍼하이드록사이드입상수화제	고운손	구리	동부정밀화학(주)
	미생물제	빅토리	<i>Pseudomonas fluorescens</i> Gpf-1 미생물(KCCM10642)	(주)파이오니아

자재 종류	자재명	상표명	내용물	회사명
작물 병해 관리용	Sulfur SC	금황	유황,	(주)동부하이텍
	미생물제제	바이봉	<i>Bacillus subtilis</i> Y1336	한국삼공(주)
	잎살림		<i>Bacillus subtilis</i> JKK238	(주) 흠살림
	미생물제	재노탄	<i>Bacillus subtilis</i> KBC1010	(주) 한국바이오키미칼
	미생물제	농스피린	<i>Streptomyces</i> <i>lydicus</i> WYEC108	제이케이(주)
	미생물제	탐시드	<i>Paenibacillus</i> <i>polymyxa</i> AC-1	(주)그린바이오텍
	큐펙트	큐펙트	<i>Ampelomyces</i> <i>quisqualis</i> 94013	(주)그린바이오텍
	미생물제	썰러스	<i>Bacillus subtilis</i> GB-0365	(주)그린바이오텍
	석회유황합제	이비엠엑상석회	석회유황합제	인바이오믹스(주)
	바실러스슈링겐시스서부스페시스 아이와자이엔티0423 수화제	토박이	<i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i> NT0423	(주)동부하이텍
작물 충해 관리용 자재	그린졸 입제	그린졸 입제	아자디락틴	아리스타라이프사 이언스코리아(주)
	그린졸 유제	그린졸 유제	아자디락틴	아리스타라이프사 이언스코리아(주)
	미생물제	세레모니	<i>Beauveria</i> <i>bassiana</i> TBI-1	(주)동부하이텍
	비티 수화제	그물망	<i>Bacillus</i> <i>thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	(주)동부하이텍
	비티 수화제	비결	<i>Bacillus</i> <i>thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>	동부정밀화학(주)
	미생물제	솔빛채	<i>Bacillus</i> <i>thuringiensis</i> subsp. <i>aizawai</i>	(주)그린바이오텍
	기계유	이비엠기계유	기계유 유제	인바이오믹스(주)
	파라핀오일 유제	디씨트론	파라핀오일	신젠타코리아(주)
	튜브형 4종 복합 교미교란제	튜브형 4종 복 합 교미교란제	성페로몬	(주)그린아그로텍
	기계유	삼공기계유	기계유	한국삼공(주)
	이비엠결정석회	이비엠결정석회	이비엠결정석회	인바이오믹스(주)
기타 자재	칼카본 수화제	크레프논	칼슘카보네이	신젠타코리아(주)

(출처: 농진청 2007.12)



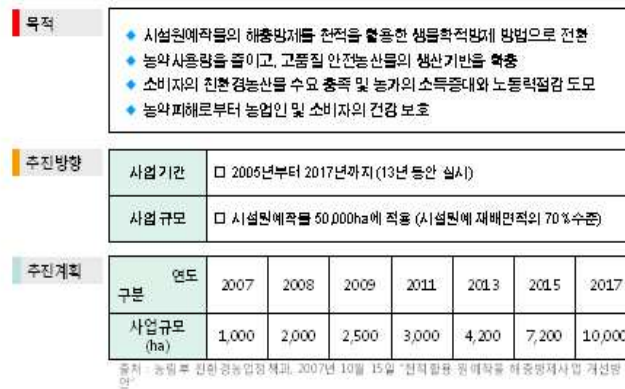
### 3. 우리나라 생물농약분야 기술개발 현황 및 문제점

#### 가. R&D투자 현황

- 정부기관에서 생물농약 연구개발투자에는 농림부, 농촌진흥청, 농림기술개발연구소, 산업자원부, 중소기업청 그리고 지방정부에서 수행하고 있으나 한결같이 산업화 및 단기성과를 요구하는 과제임 (그림 4-3)
- 생물농약 연구는 기초로 신소재의 발굴에서부터 동정, 분석, 분리, 제형, 대량생산, 성능최적화 시험, 대량생산, 특히 방제방법, 유통 및 마케팅 등 너무나 다양하며 국내의 경우 대기업과 시장에서 경쟁해야 되기 때문에 성공률이 많이 떨어짐
- 또한 국내기업의 경우 영세하고 전문연구 인력부족으로 제품의 장단점 등 성능 최적화 연구를 수행하지 못하여 제품수명이 짧고 부가가치가 높은 제품으로 판매되지 못하여 빈번하게 시장에서 도태되는 실정임
- 특히 생물농약은 제형이 매우 중요하여 유통기간 및 생물활성에 많은 영향을 미치나 국내 대부분의 제품이 이러한 문제점을 해결하기 위한 연구개발력이 부족하고 경험이 없어 실패하는 경우가 비일비재함
- 마지막으로 국내 작물보호제 유통시장은 자본의 흐름과 유통이 복잡하고 불규칙하므로 영세한 벤체기업이 마케팅 전략 없이 시장에 진입하기에는 많은 어려우나 지금까지는 이러한 분야에 종합적 컨설팅의 부족으로 좋은 제품을 생산하고도 빛을 보지 못한 결과를 초래함

#### 나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황

<그림 4-3> 정부의 역할인 제도적 지원과 정책적 육성



## 다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제

### (1) 전략적 측면

- 대부분의 상품화를 위한 연구개발에서 특히 생물농약은 산/학/연이 유기적으로 협력하여 공동연구를 진행하여야함.
- 국내의 대학 및 연구소에서는 기초연구로서 천연물유래의 신소재확보가 요구되는데 미생물농약과 생화학농약의 원료가 되는 미생물의 분리/동정, 천연물의 추출, 생리활성 물질의 분리/동정 및 소포장시험 등을 통한 후보물을 도출하는 연구과제가 필요함
- 기업체에서는 대량 발효 조건 확립, 대량 추출 방법 확립, 제형화 연구, 확대포장시험, 유통과정 시험 특히 마케팅전략에 까지 연구하는 것이 바람직함
- 산/학/연이 합하여 연구역량을 최대로 하고 소재의 성능최적조건을 확립하기위하여 공동연구가 절대적으로 필요함
- 현장의 방제연구에서는 대학과 시군의 농업기술센터 그리고 회사가 업무를 분장하여 수행하고 해외국가별 등록을 추진하는 것이 바람직함.
- 생물활성을 나타내는 신소재 기능성 물질의 선발은 많은 시간을 요구하며 경험 많은 연구 인력이 필요하므로 대학, 정부기관 그리고 국립연구소 등에서 기초연구로 분리 동정할 수 있는 중/장기적 연구가 절대적으로 필요함
- 대량 발효 공정 개발 및 대량 추출 공정 개발은 기업체가 가지고 있는 시설을 이용하여 수행하는 것이 바람직하나 여의치 못할 경우에는 OEM방식 등으로 유도할 필요성이 있음
- 제제의 경우에는 각 기업체와 기존 합성농약의 제제 전문회사와 연합하여 최적 약효 및 저장안정성이 발현되는 연구를 실시함.

### (2) 정책적 관점

- 생물농약의 개발은 종합화학이어서 중장기적 시간을 요할뿐더러 관련 전문가가 많고 다양하게 필요하며 성공하여도 사업성이 높지 않은 것이 특징임. 그러나 상품화되면 십수 년간의 시장이 형성되며 농업에서 꼭 필요하기 때문에 개발하여야 함

- 현재 생물농약 관련 연구개발비의 경우 산업자원부, 중소기업청, 농림부, 농촌진흥청, 농림기술개발센터 등에서 수행하고 있으나 연구개발 목적이 모두 산업화와 연관되어 있으므로 기초연구가 상당히 미흡 함, 따라서 신소재 개발에 대한 연구개발비가 부족한 실정이어서 외국 특히 중국에서 수입하여 사용하는 실정임
- 한편 생물농약에 의한 연구개발은 대부분 중/장기적이며 종합적으로 이뤄져야 사용가치가 있고 성공할 수 있으나 단편적이며 단기간 내에 성과를 요하므로 하나의 프로젝트로 연구 기간이 끝나는 시점에 사용 확률이 떨어지는 경향이 많음
- 따라서 몇 개의 프로젝트에 의한 연구 성과로 얻어지고 얻어진 연구 성과의 활용도도 매우 낮게 나타나는 경향이 있음

#### 4. 2017년 생물농약 분야 기술개발 전략

##### 가. 기술개발을 둘러싼 환경변화와 주요 이슈

- 최근 국소득의 증가로 자신의 건강을 가장 중요하게 생각하는 사람들이 기능적이며 안전한 농산물의 요구가 많아짐
- 또한 농약의 잔류문제로 안전성 및 자연환경에 대한 파괴에도 관심을 갖게 되어 국가에서는 농약감소를 적극추천하고 있으며 지속가능한 농업을 유도하고 있는 실정임
- 국내의 경우 이러한 농업의 작물보호방법으로 친환경 유기농자재를 개발하여 사용토록 하였으나 많은 영세업체들의 무분별한 상품으로 시장이 혼란을 초래하고 있으므로 정상적 연구개발을 통한 인정받는 제품을 만들 필요가 있음

##### 나. 주요 이슈별 R&D정책 니즈

- 세계적으로 천적을 소재로 활용한 생물학적 방제방법으로 성공한 네델란드의 경우를 그림4-4에서 볼 수가 있음, 생물농약 하나의 부분적이고 단편적인 개발에 의하지 않고 농산물의 생산에서 판매까지 전체 시스템으로 계획적이며 전략적인 방법으로 사례로 볼 수 있음
- 생물농약 중에서 천적의 경우에는 내수 및 수출용 농산물을 재배에서 생산까지 종합 시스템을 모델화하여 개발함으로써 성공할 수가 있다고 판단됨

- 따라서 생물농약의 개발이 파브리카와 같은 특수한 작물의 다른 시스템과 융합하여 체계화 시키는 방법도 고려해야 될 사항이라 판단됨
- 또한 친환경 수출용 파프리카 생산을 위하여 이 작물에 발생하는 해충과 병에 대하여 생물적 방제를 위한 천적, 미생물농약 그리고 친환경 유기농자재를 적절하게 조화시키는 방제력이 필요하다고 판단됨

<그림 4-4> 네덜란드 농산물 수출 경쟁력 천적을 활용한 생물적방제



[자료: 한국농촌경제연구원 “네덜란드, 온실원예산업 개황”]

(1) 미래 유망 기술 확보(미래 성장 동력개발) 측면

- 생물농약은 표 4-17의 스왈트 분석에서 볼 수 있는 것같이 개발할 필요성이 뚜렷한 것으로 나타나고 있으며 선진국화 되어가고 있는 우리나라에서는 물론 주위 인접국가인 일본 특히 중국의 선진국화에 따라 더욱 개발할 필요성이 있다고 판단되는 과목임

<표 4-17> SWOT 분석

Strength	Weakness
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 안전성, 저독성</li> <li>· 환경친화적 작물보호제</li> <li>· 단기간 개발 가능</li> <li>· 저렴한 개발비용</li> <li>· 벤처기업에서 개발 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 약의 효과가 낮고 불균형(상품성 결여)</li> <li>· 유효 기간이 짧다</li> <li>· Spectrum이 좁고, 지효성</li> <li>· 가격이 높다(소량 생산)</li> <li>· 마케팅 전략 부족</li> </ul>
Opportunity	Threat
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 난방제 병해충, 토양해충, 시설재배지 적합</li> <li>· 안전한 먹거리 선호</li> <li>· 삶의질 향상 및 건강관심</li> <li>· 정부 : 친환경 농업정책</li> <li>· 농민 : 친환경 재배면적 증가</li> <li>· 산업 적은 비용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 지식, 경험부족 (회사, 농민)</li> <li>· 안전성보다 방제 효과측면 고려</li> <li>· 생산시설/원제제조업, 등록우선권 없음</li> <li>· 대기업 참여</li> <li>· 다양한 병해충에 효과</li> </ul>

- 생물농약의 단점은 있으나 대부분 국가의 과학발전과 산업발전의 역량으로 볼 때 앞으로는 이러한 문제점을 보다 빠르고 손쉽게 해결할 수 있다고 판단됨
- 국제적으로 볼 때 안전한 농산물을 추구하는 소비자의 욕구가 보다 빠르고 높게 나타나는 추세임

## (2) 기업현장애로기술 개발 지원 측면

- 생물농약과 친환경 유기농자재의 경우 새로운 획기적 물질만 발견하면 이 분야에 지금까지 쌓아온 개발기술력으로 볼 때 사업화는 문제가 없을 것으로 판단되므로 신소재를 획득하는 것이 가장 필요한 부분임
- 기업에서 필요한 연구개발 자금과 전문지식의 부족으로 만족할 만한 제품 생산 즉 성능최적화가 어려워 고객만족을 위한 제품생산이 어려워 시장에서 성공할 수가 없음
- 특히 영세성 벤처기업으로서 기존의 중견기업과 대기업으로 이뤄져 있는 농약산업의 지점망을 뚫고 들어갈 수가 없으며 자금과 영업력 또한 매우 열악하여 시장 확보의 어려움이 절실하게 나타남
- 이와 같이 이 분야는 농업에서 매우 필요하나 종합적이며 체계적이고 장기적이지 못한 지원 사업으로 성공하지 못하는 대표적 지원 사업이 되고 있음

## (3) 인프라(인력, 특허, 표준, 시설, 정보 등) 구축 측면

- 이 분야의 전문 인력은 국내의 20여개의 대학과 대학원에서 필요한 지식을 습득하고 기업에 봉사하려는 인력은 확보되었다고 판단됨
- 이 분야에서 가장 중요한 새로운 신소재 물질에 대한 확보는 매우 미미한 상태로 생물자원 활용도가 낮은 우리나라의 단편적 현상이라 판단되며 이러한 신물질에 대한 기초연구의 지원이 미약하여 특허가 부족한 상태임
- 이 분야의 연구 개발을 위하여 필요한 전 과정은 국내의 경우 어느 정도 구비되었다고 판단되며 이러한 것 들은 대학, 연구기관, 기업 등이 보유하고 있으나 서로의 정보 공유 및 기업 나름대로의 비밀유지를 위하여 협조체제를 이뤄 발전하지 못하고 있는 실정임
- 기업 자체가 영세할 뿐더러 너무나 다양하고 전문적이며 세분화되어 있는 생물농약의

현상 때문에 서로에 대한 정보공유가 잘 이뤄지지 않고 있기 때문에 필요한 정보를 공유하여 생산성 있게 활용할 필요성은 강하게 대두된다고 판단됨

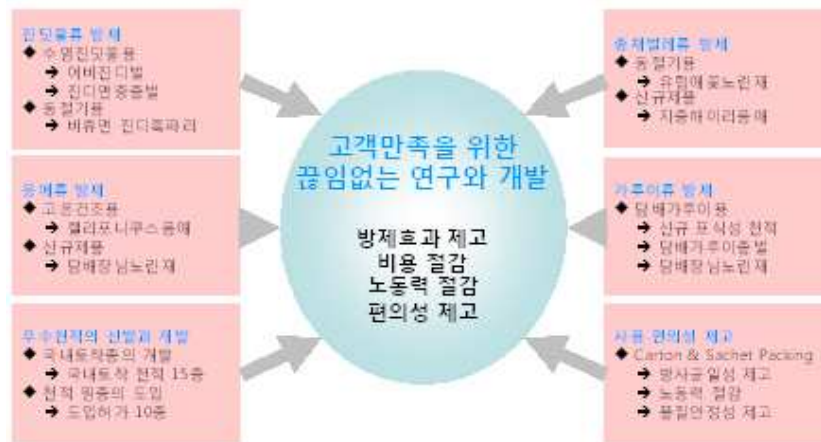
#### (4) 기술이전사업화 측면

- 생물농약의 경우 대학, 연구소 등에서 연구 개발하여 특허를 소유하고 있으면서 기업과 국가기관의 연구개발비를 사용하고 기업에 양도할 때 초기에 기업 부담금이 많아 개발이 지연되는 경우가 많이 발생하므로 초기 발생하는 비용을 최소화 하고 기업 이윤에 따라 점차적으로 자본 회수하는 방향으로 발전하는 것이 바람직함.
- 생물농약은 화학농약과 아주 다르게 조금씩 필요한 부분에 사용되므로 지방 자치적으로 일괄 구매하여 무분별하게 처리하지 못하게 하며 적재적소에 적절하게 적용하는 연구가 보다 시급함

#### 다. R&D정책 니즈별 핵심전략과제

- 생물농약에서 생화학 농약의 경우 등록과정에서 대부분 농약과 동일한 조건으로 취급되기 때문에 많은 개발비용을 필요로 하는데 이중에서 안전성 자료의 확보가 가장 고비용을 차지하고, 또한 기업의 이익에 중요한 역할을 하는 대량생산 시스템에서 대부분회사가 많은 부담으로 생각하기 때문에 이에 대한 국가의 지원 연구 개발비가 필요함
- 미생물농약 개발의 경우 새로운 고효성 균주확보와 약효를 측정할 수 있는 생물활성 검정에도 매우 중요하나 균주의 육종과 특허보호를 위한 성능 최적화 연구 그리고 제형과 대량배양 조건에서 많은 어려운 점을 갖고 있으므로 기업에서는 각각의 전문가와 협동연구가 절대적으로 필요로함
- 친환경 유기 농자재의 경우 현재 국내 시장은 품모수 및 약효 등에서 매우 혼탁하고 방향성이 보이지 않는 부분이나 다량품목의 연구와 소액구조의 사업성으로 판단되므로 연구개발에는 신중하게 대처해야 될 과제임, 연구개발이 성공하더라도 소량으로 시장성이 매우 빈약하므로 소형 자유 과제 성격이 적합함, 따라서 효과 인정되고 사업성이 있으면 생물농약으로 유도 연구 개발하는 방향이 바람직함
- 천적의 경우 친환경 농산물을 생산하는데 필요하며 농약의 잔류에 문제를 많이 해결할 수 있어서 수출농산물에 특히 유리한 경우 임, 특히 우리나라의 경우 파프리카 등 고가의 농산물을 생산하여 내수 및 고가로 수출하는 모델로 종합적 방제개발 방법이 필요함(그림 4-5)

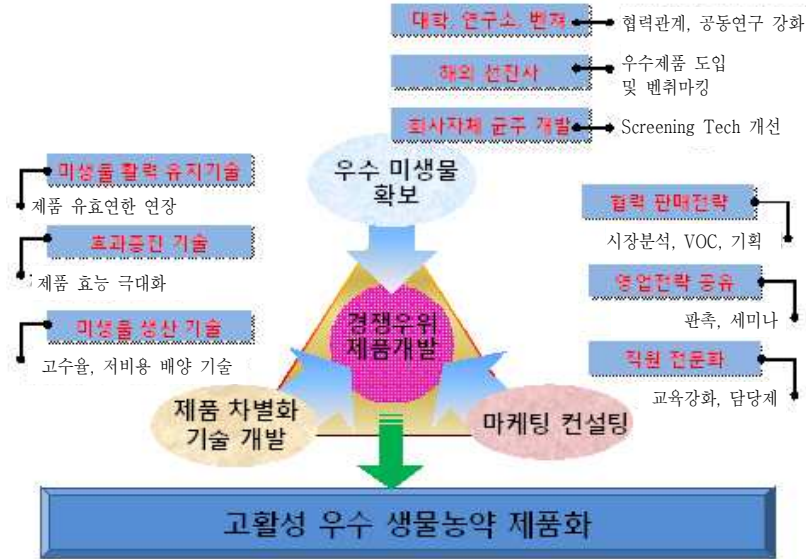
<그림 4-5> 천적회사의 역할 (지속적인 R&D에 대한 투자와 노력)



라. 핵심전략과제별 성과목표 도출

- 현재까지의 우리나라의 생물농약 개발은 대부분의 많은 농약회사 및 사용자가 화학농약과 동일한 방법으로 생각하여 연구, 개발, 판매, 사용하여 성공하지 못하고 있음
- 그러나 그림 4-6에서 볼 수 있는 것같이 새로운 신소재의 확보 부분, 성능최적 조건의 확립부분, 사용 방법의 연구개발 그리고 마케팅 전략 등의 조화를 이루는 상품 전략개발이라면 성공할 수 있다고 판단됨
- 따라서 첫째로, 새로운 신소재 탐색부분에서는 대학, 연구소 및 기업에서 지속적으로 기초연구가 필요하며 특히 대학에서는 관련학생들의 육성이 이뤄져야하며
- 둘째로, 성능최적화를 위한 균 육종, 제형, 사용적기, 균의 작용기작 및 특성, 대량생산 기술에서의 배양조건, 배지 구성물, 유통을 위한 보관조건 등의 연구가 기업과 관련 전문가의 협동 연구가 필요하고.
- 셋째로, 제품의 차별화 전략으로는 생물농약의 경우 사용방법에는 화학농약과 다르게 매우 까다롭고 전문적인 지식으로 연구되어야함
- 특히 생물농약의 경우 대부분 벤처기업에서 개발하고 대기업에 납품하거나 독자적 판매 전략으로 운영되어 대기업의 농약시장과 경쟁하므로 시장에서 실패하는 경우도 많으므로 이에 대한 연구도 병행되는 것이 중요하다고 판단됨

<그림 4-6> 향후 생물농약 개발의 핵심 요건



(1) 생화학 농약 분야

<표 4-18> 미래대응 생화학농약기술 분야 핵심전략과제의 성과목표

핵심전략 분야	핵심기술	성과 목표 (선진국 대비 기술수준)			
		현재	단기 (2008~2010)	중기 (2010~2013)	장기 (2014~2017)
		사용자 니즈에 적합한 제품 개발 질량 부족	안전, 고품질 량질 제품 개발	안전, 고품질 량질 제품 개발	안전, 고품질 제품 안정적 다양성공급
천연물 신소재/ 유용물질	탐색기술, 선발 및 생물검정 평가기술	20%	30%	40%	50%
성능최적화 기술	활력유지 및 효과증진기술, 분리정제기술, 적용확대 기술, 사용 시기 확립기술, 제품화기술,	60%	70%	80%	95%
분석, 제형 및 대량생산	미생물생산기술, 신물질분석기술, 물질에 최적의 제형, 공정시스템 제작 및 설계기술	50%	70%	80%	95%
독성, 안전성 및 등록	인축안전성시험 생태계영향시험 작물 및 토양잔류시험 등록관련 자료시험	90%	100%	100%	100%
유통 마케팅 영업	상품성과 경쟁력조사, 유통망조사, 판매촉진영업교육	30%	50%	50%	70%



(2) 미생물 농약 분야

<표 4-19> 미래대응 미생물농약기술 분야 핵심전략과제의 성과목표

핵심전략 분야	핵심기술	성과 목표 (선진국 대비 기술수준)			
		현재	단기 (2008~20010)	중기 (2010~2013)	장기 (2014~2017)
		사용자 니즈에 적합한 제품 개발 질·량 부족	안전, 고품질 량·질 제품 개발	안전, 고품질 량·질 제품 개발	안전, 고품질 제품 안정적 다양성공급
새로운 미생물, 선충	새로운 미생물의 분류 동정, 선발 및 약효 생물검정, 평가기술	30%	50%	70%	80%
성능최적화 기술	활력유지 및 효과증진기술, 적용확대 기술, 사용 시기 확립기술, 제품화기술,	60%	70%	80%	90%
분석, 제형 및 대량생산	미생물생산기술, 신물질분석기술, 물질에 최적의 제형, 공정시스템 제작 및 설계기술	50%	70%	80%	95%
독성, 안전성 및 등록	인축안전성시험 생태계영향시험 작물 및 토양잔류시험 등록관련 자료시험	90%	100%	100%	100%
유통 마케팅 영업	상품성과 경쟁력조사, 유통망조사, 판매촉진영업교육	30%	50%	50%	70%

(3) 친환경 유기농자재 분야

<표 4-20> 미래대응 친환경 유기농자재기술 분야 핵심전략과제의 성과목표

핵심전략 분야	핵심기술	성과 목표 (선진국 대비 기술수준)			
		현재	단기 (2008~20010)	중기 (2010~2013)	장기 (2014~2017)
		사용자 니즈에 적합한 제품 개발 질·량 부족	안전, 고품질 양·질 제품 개발	안전, 고품질 양·질 제품 개발	안전, 고품질 제품 안정적 다양성공급
천연물 신소재, 새로운 미생물, 유용물질	새로운 균주분리, 동정, 탐색기술, 선발 및 약효 생물검정 평가기술	20%	30%	40%	50%
성능최적화 기술	활력유지 및 효과증진기술, 분리정제기술, 추출기술, 적용확대 기술, 사용 시기 확립기술, 제품화기술,	60%	70%	80%	90%
분석, 제형 및 대량생산	미생물대량 생산기술, 신물질 추출, 분석기술, 물질에 최적의 제형, 공정시스템 제작 및 설계기술	50%	70%	80%	95%
독성, 및 안전성, 공시	기초 독성시험	90%	100%	100%	100%
유통 마케팅 영업	상품성과 경쟁력조사, 유통망조사, 판매촉진영업교육	30%	50%	50%	70%

(4) 천적 분야

<표 4-21> 미래대응 천적기술 분야 핵심전략과제의 성과목표

핵심전략 분야	핵심기술	성과 목표 (선진국 대비 기술수준)			
		현재	단기 (2008~20010)	중기 (2010~2013)	장기 (2014~2017)
		사용자 니즈에 적합한 제품 개발 질·량, 모델 부족	최적의 천적과 사용방법 개발	최적의 천적과 사용방법 개발	최적의 천적과 사용방법 개발
작물에 표준모델 개발	표준 모델 개발 -작물에 따라 -재배시기에 따라 -재배방법에 따라	20%	50%	70%	90%
새로운 천적개발	새로운 천적개발, 천적구비 조건 및 대량증식기술, 사용 시기 확립기술, 제품화기술,	50%	70%	80%	90%
유통 마케팅 영업	상품성과 경쟁력조사, 유통망조사, 판매촉진 영업교육	50%	70%	80%	90%

마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제

(1) 미래대응 생물농약 기술 분야

<표 4-22> 미래대응 생물농약기술 분야 기술개발과제

핵심전략 분야	기술 개발 과제
천연물 신소재 및 새로운 미생물, 선충, 유용물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 물질 및 미생물의 탐색, 분리 동정, 생물효과검정, 적용확대 기술 개발</li> <li>- 살충제의 효과를 나타내는 신물질의 탐색 및 실용화 연구</li> <li>- 살균제의 효과를 나타내는 신물질의 탐색 및 실용화 연구</li> <li>- 새로운 작용기작으로 병해충 방제에 활용할 수 있는 신물질 연구</li> </ul>
성능 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 활성 균주의 육종을 통한 고효성 물질의 대량생산에 관한 연구</li> <li>- 친환경 농산물을 생산하는 종합 방제프로그램 개발</li> <li>- 유용물질 추출 및 농축(정제) 기술 개발</li> <li>- 작용기작을 구명하는 연구개발</li> <li>- 적용확대 및 등록을 위한 자료의 연구</li> </ul>
분석, 제형 및 대량생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물 대량 생산기술 공정 개발</li> <li>- 천연물유래의 신물질 분석기술 개발</li> <li>- 신물질에 최대의 약효를 나타낼 수 있는 제형 개발</li> <li>- 고체 또는 액체의 배양조건 확립기술 개발</li> <li>- 저장, 유통기간에 대한 안정성 확보기술 개발</li> </ul>
독성, 안전성 및 등록	<p>GLP 연구기관에서의 안전성 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경구, 경피, 호흡독성 시험</li> <li>- 인축독성 시험</li> <li>- 생태계 영향평가 시험</li> <li>- 작물 및 토양 잔류시험</li> </ul>
유통 마케팅 영업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경쟁사의 유사제품에 대한 정보 분석 자료 확보</li> <li>- 영업 및 홍보전략</li> </ul>

(2) 미래대응 친환경 유기농자재 기술 분야

<표 4-23> 미래대응 친환경 유기농자재 기술 분야 기술개발과제

핵심전략 분야	기술 개발 과제
천연물 신소재 및 새로운 미생물, 선충, 유용물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 물질 및 미생물의 탐색, 분리 동정, 생물효과검정, 적용확대 기술 개발</li> <li>- 살충제의 효과를 나타내는 신물질의 탐색 및 실용화 연구</li> <li>- 살균제의 효과를 나타내는 신물질의 탐색 및 실용화 연구</li> <li>- 새로운 작용기작으로 병해충 방제에 활용할 수 있는 신물질 연구</li> </ul>
성능 최적화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 친환경 농산물을 생산하는 종합 방제프로그램 개발</li> <li>- 유용물질 추출 및 농축(정제) 기술 개발</li> <li>- 작용기작을 구명하는 연구개발</li> <li>- 적용확대 및 공시를 위한 자료의 연구</li> </ul>
분석, 제형 및 대량생산	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 미생물 대량 생산기술 공정 개발</li> <li>- 천연물유래의 신물질 분석기술 개발</li> <li>- 신물질에 최대의 약효를 나타낼 수 있는 제형 개발</li> <li>- 고체 또는 액체의 배양조건 확립기술 개발</li> <li>- 저장, 유통기간에 대한 안정성 확보기술 개발</li> </ul>
독성, 안전성 및 공시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경구, 경피, 호흡독성 시험</li> <li>- 작물 및 토양 잔류시험</li> </ul>
유통 마케팅 영업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 경쟁사의 유사제품에 대한 정보 분석 자료 확보</li> <li>- 영업 및 홍보전략</li> </ul>

(3) 미래대응 천적 기술 분야

<표 4-24> 미래대응 천적 기술 분야 기술개발과제

핵심전략 분야	기술 개발 과제
작물에 표준모델 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주요 경제성 작물에 대한 친환경 농산물 생산 방제 모델 기술 개발</li> <li>- 작물에 따른 천적사용 모델 개발</li> <li>- 재배시기에 따른 천적사용 모델 개발</li> <li>- 재배방법에 따른 천적사용 모델 개발</li> <li>- 친환경 유기농자재와 농약 사용에 따른 천적 영향평가 시험</li> </ul>
새로운 천적개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 돌발, 외래 및 난방제 해충에 대한 천적 연구</li> <li>- 친환경 농산물을 생산하는 종합 방제프로그램 개발</li> <li>- 천적 대량 증식 등 구비조건 기술 개발</li> </ul>
유통 마케팅 영업	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 마케팅 전략 기술 개발</li> </ul>

#### (4) 담당분야별 역할

##### ㉔ 연구기관 / 대학, 공공 연구기관

- 생물농약 신소재 탐색, 확보, 분리, 분석, 동정 등 기초연구
- 산업화를 생물검정, 적용확대시험, 약효 및 약해시험, 사용적기시험, 혼용시험, 천적영향 평가시험, 종합적 방제방법 그리고 특허를 위한 연구 등 기초연구
- 대학 등은 학문적 연구와 기업은 사업화 등 공동 연구 강화

##### ㉕ 정부기관

- 지속 가능한 친환경 농업의 의미 재확립
- FTA 등 국가 간 농산물 무역을 위한 안전성 확보 방향 제시
- 연구개발 기반조성 및 연구비 지원

##### ㉖ 기업

- 성능 최적화를 위한 제제화 및 안정성
- 제품의 효과의 균일성
- 최저 생산비에 최대효과를 얻을 수 있는 대량생산 기술
- 투자설비 및 홍보 극대화
- 생물농약의 특성에 알맞은 기술보급 연구재료 확보와 활동 강화
- 친환경 재배 모델 제공

##### ㉗ 사용자[농민, 판매자]

- 생물농약의 특성을 이해하고 방제 방법에 따라 적기에 사용
- 생물농약의 특성에 따른 경제성 이해
- 사용, 보관, 유통의 올바른 이해

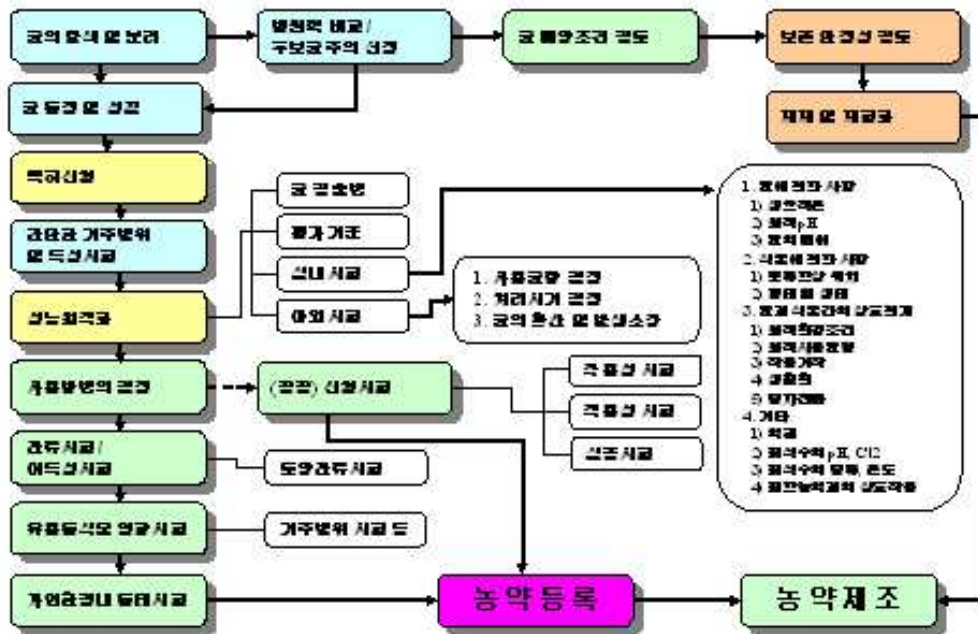
#### 바. R&D추진전략

- 생물농약은 매우 비슷한 과정을 통하여 진행되는데 대표적으로 미생물 농약의 개발과정을 그림 4-7에서 볼 수 있는 것 같이 많은 전문적 과정을 거쳐야 하며, 국내의 연구개발 가능한 기관들의 역할을 나누워서 생각하면 다음과 같음
- 초기 기초연구 개발 부분으로 보면 개발하고자 하는 기업, 대학, 전문연구기관 그리고 외국으로 부터의 수입을 생각할 수가 있음, 내용으로는 균의 탐색, 분리, 동정, 병원력

과 특허로 나누어짐. 이러한 과정은 많은 시간이 소비되고 매우 전문적인 연구 분야로서 현재 국내의 경우 매우 한정적 숫자에 불과함

- 기초연구과제로서 균주 또는 신소재 탐색 및 발굴은 끈임 없이 연속적으로 이뤄져야 할 과제의 성격임

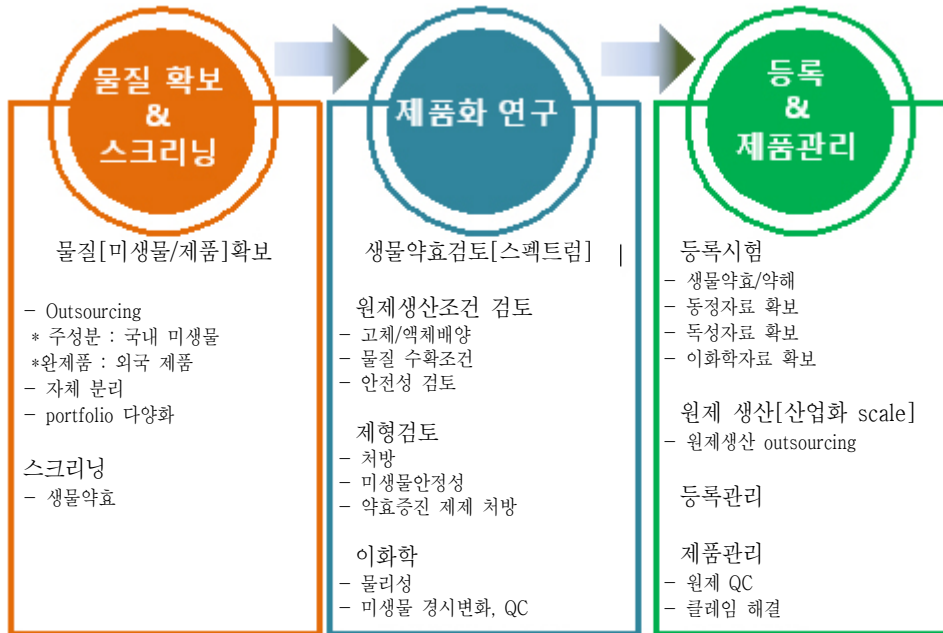
<그림 4-7> 미생물 농약의 개발과정



- 산/학/연의 과제 성격으로 국내에서는 성능 최적화연구가 매우 중요한데 반하여 연구 개발이 간과되는 경향이 많아 사업 실패를 초래하는 것을 종종 볼 수 있음. 이는 개발회사가 필히 참석하고 회사 및 대학의 생물효과 시험담당자와 회사 및 제형 전문회사의 제형담당자의 협동연구 필요함

- 그림 3-8에서 볼 수 있는 것같이 제품화 연구는 개발과제로서 주로 기업이 주관자로서 역할을 수행하는 것이 바람직한 과제로 균의 대량 배양 조건검토이며, 이는 기업의 중요한 사업전략이고 이윤과 가장 직접적 관련된 것으로 생각되기 때문에 직접생산 또는 아웃소싱 등 고려할 사항이나 균의 육종, 배양조건 그리고 제형 등 고도의 전문기술을 요하므로 관련전문가와 협동연구가 절대적으로 필요함

<그림 4-8> 생물농약 개발 프로세스



- 생물농약의 개발에서 개발회사의 가장 큰 위험부담을 갖게 되는 것은 독성시험 등 등록을 위한 안전성 시험으로 최근에는 등록비용이 전혀 없는 친환경 유기농자재로 판매하려는 회사 많음.
- 생물농약으로 등록할 수 있는 여건이 충족되어 등록되면 시장이 확대되고 국외시장에도 판매가 가능하나 등록비용이 수억에서 10여억 원으로 영세기업은 물론 중소기업에서조차 위험 부담으로 작용하여 등록하지 못하므로 충분한 사업성 검토 후에 생물농약으로 등록할 수 있게 하는 연구개발비가 필요함
- 친환경 유기농자재의 경우 연구에서 개발 및 상품화까지 영세 벤처기업이 많아 선별하여 사업성 개발비 성격의 프로젝트가 필요하며 제품관리 및 마케팅에 관련된 사업비가 요구됨



(1) 미래대응 생물농약 기술 분야

㉔ 생화학 / 미생물

<표 4-25> 생화학 / 미생물 분야

세부과제	추진전략	연구개발전략
천연물유래 신물질 기술 개발	대학, 연구소, 기업에서 효과 있는 신물질을 지속적으로 발굴토록 하여 산업화 할 수 있는 과제도출	자유공모형
새로운 미생물 탐색 기술	대학, 연구소, 기업에서 효과 있는 신물질을 지속적으로 발굴토록 하여 산업화 할 수 있는 과제도출	자유공모형
성능 최적화 시험	산학연에서 각자가 보유하고 있는 전문기술을 공유하여 아웃소싱, OEM, 공동연구 등을 통하여 제품으로서의 최적 상품을 만듦	자유공모형
신물질 분석 시험	신물질은 다양한 전문가가 필요하고 특허분쟁과 밀접한 관련이 있으므로 신중한 연구가 필요하며 생명연 등과 공동 연구가 바람직함	자유공모형
새로운 제형 기술 개발	생물농약은 제형에 의하여 상품화의 가부가 결정되므로 제형 전문연구기관의 집중적 연구가 필요	자유공모형
대량 생산 공정 기술 개발	기업의 최대 이익과 특허 등 많은 노하우가 필요한 부분이며 전문 업체의 공동연구가 필요	기획과제
독성, 안전성 시험	세계적으로 공인된 GLP연구기관에서 시험 성적 필요하므로 외부 발주형식의 연구	기획과제
마케팅 기술 개발	생물농약은 특별한 시장구조이므로 마케팅 전략이 필수	자유공모형

㉔ 친환경 유기농자재

<표 4-26> 친환경 유기농자재 분야

세부과제	추진전략	연구개발전략
천연물유래 신물질 기술 개발	대학, 연구소, 기업에서 효과 있는 신물질을 지속적으로 발굴토록 하여 산업화 할 수 있는 과제도출	자유공모형
새로운 미생물 탐색 기술	대학, 연구소, 기업에서 효과 있는 신물질을 지속적으로 발굴토록 하여 산업화 할 수 있는 과제도출	자유공모형
성능 최적화 시험	산학연에서 각자가 보유하고 있는 전문기술을 공유하여 아웃소싱, OEM, 공동연구 등을 통하여 제품으로서의 최적 상품을 만들	자유공모형
신물질 분석 시험	신물질은 다양한 전문가가 필요하고 특허분쟁과 밀접한 관련이 있으므로 신중한 연구가 필요하며 생명연 등과 공동 연구가 바람직함	자유공모형
새로운 제형 기술 개발	친환경 유기농자재는 제형에 의하여 상품화의 가부가 결정되므로 제형 전문연구기관의 집중적 연구가 필요	자유공모형
대량 생산 공정 기술 개발	기업의 최대 이익과 특허 등 많은 노하우가 필요한 부분이며 전문 업체의 공동연구가 필요	기획과제
독성, 안전성 시험	국내 농약시험을 위한 공인된 독성 시험연구기관에서 시험 성적 필요하므로 외부 발주형식의 연구	기획과제
마케팅 기술 개발	친환경 유기농자재는 특별한 시장구조이므로 마케팅 전략이 필수	자유공모형

㉕ 천적

<표 4-27> 천적 분야

세부과제	추진전략	연구개발전략
작물에 표준모델 개발	대학, 정부기관, 기업에서 작물의 종류, 재배방법, 작기 등에 따라 천적 방사시기 등의 연구개발이 공동으로 필요함	자유공모형
새로운 천적개발	대학, 정부기관, 기업에서 새로운 방제대상 해충을 선발하고 공동으로 필요한 연구과제 도출	자유공모형
마케팅 기술 개발	천적은 특별한 시장구조이므로 마케팅 전략이 필수	자유공모형

사. 기술개발로드맵

- 생물농약 기술개발 로드맵에서는 생화학농약, 미생물농약, 친환경 유기농자재, 천적 등 4개의 종류로 크게 나누워 접근할 수 있음
- 주요개발 과정은 신소재 탐색 - 분리, 동정, 분석, 분류 - 생물 활성검정 - 성능 최적화시험, 천적 구비조건 시험 - 제형 - 대량생산, 증식 - 독성, 천적영향 평가 - 등록 - 제품생산 - 마케팅 순으로 행하여지고 있음
- 최근 국내에서 생물농약으로 등록되는 비율이 낮은 원인은 등록비용이 비싸기 때문에 친환경 유기농자재로 변환하여 사업을 하고 있으며 이는 사업 확장이 어렵고 불안하며 국제시장에로의 진출이 어렵기 때문에 정상적 시장 개척이 필요함

<그림 4-9> 생물농약기술로드맵

생물농약기술로드맵

비전 : 생물농약을 친환경농업에 이용하여 고품질 안전한 농산물 생산		전략/기술 :		- 생물농약 신소재 발굴, 개발, 확보							
				- 제품의 성능최적화 연구, 대량 생산체계 확립							
				- 실용화를 위한 제형, 유통, 방제방법 개선, 독성, 등록							
				- 생물 산업에 적합한 마케팅 전략 구축							
향 후 전 망		▶ 소비자의 안전한 농산물요구로 차별화 및 확대 ▶ 농산물 시장의 국제화로 무역에 대한 안정성 확보 ▶ 지속가능한 농업으로 친환경적인 문제 해결									
제품기능	고부가가치	▶ 친환경 유기농산물 생산을 위한 제품의 개발 ▶ 화학농약으로 방제가 어려운(난방제, 돌발, 외래) 병해충에 사용									
	지속가능한 농업	▶ 인축 및 생태계에 안전하고 안심									
중장기계획 (년)		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
핵심기술	생화학농약	새로운 활성인 신소재 발굴/확보			물질구조분석 및 활성평가		대량생산 및 친적인 기술개발				
	미생물농약	고활성, 광범위 균주의 선발/확보				제품 친적인 및 대량생산기술 개발					
	친환경농자재	새로운 활성인 신소재 발굴/확보				제품 친적인 및 대량생산기술 개발					
	천적	문제어종에 대한 새로운 천적 발굴			천적 대량증식 조건 확립		친적방제기술 확립, 모델개발				
공통기술		▶ 신물질 확보, 제품의 최적조건 확립, 대량생산기술, 제품 등록									

## 1) 생화학 농약

- 비전: 인축에 안전하고 생태계 파괴를 감소시키는 친환경 농약 개발로 세계시장에 진출
- 전략제품 / 기능
  - 천연유래 다기능 생화학 농약
  - 미생물 유래 고효성 생화학 농약
- 미래전망 : 소비자 요구에 맞는 친환경 농산물의 생산, 천적 등 생태계 지속적 유지, 국제경쟁력 농산물 생산

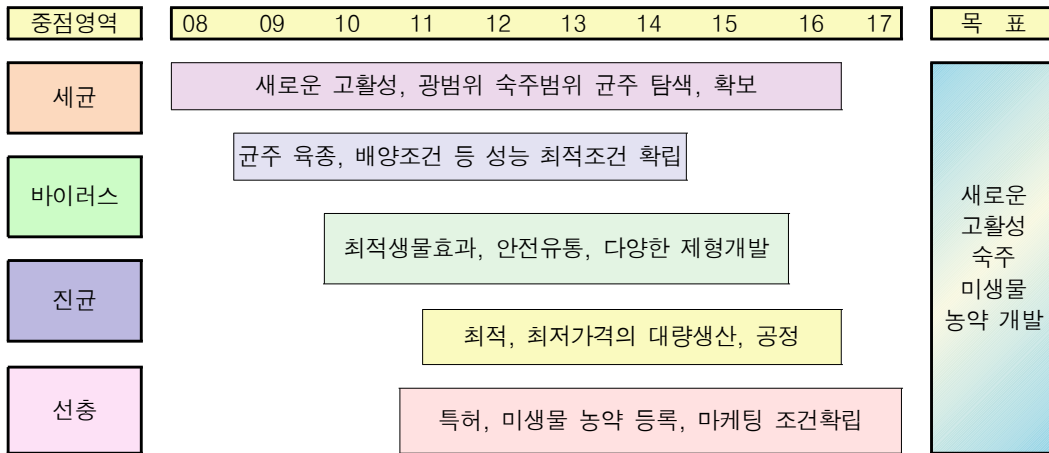
<그림 4-10> 생화학 농약의 미래전망

중점영역	08 09 10 11 12 13 14 15 16 17	목 표
천연물 유래 다기능 생화학 농약	천연물 유래 생화학 농약 선발, 탐색	생화학 농약 개발
	생물검정, 구조분석, 대량생산, 성능 최적조건 확립	
	등록시험, 특허, 국제시장	
미생물 유래 고효성 생화학 농약	미생물 유래의 고효성 신소재 탐색	생화학 농약 개발
	생물검정, 분리/동정, 대량생산, 최적 성능 조건확립	
	등록시험, 특허, 국제시장	

## 2) 미생물 농약

- 비전 : 국내 자연생태에 존재하는 안전하고 고효성인 미생물 농약의 개발
- 전략제품 / 기능
  - 시설재배에 안전한 제품
  - 유기농에 사용 가능한 제품
  - 화학농약으로 방제 어려운 제품
- 미래전망
  - 소비자 요구에 적합한 친환경 농산물 생산
  - 난방제 해충 방제 가능
- 천적 등 생태계 지속적 유지
- 국제 경쟁력 농산물 생산

<그림 4-11> 미생물 농약의 미래전망



### 3) 천적 산업

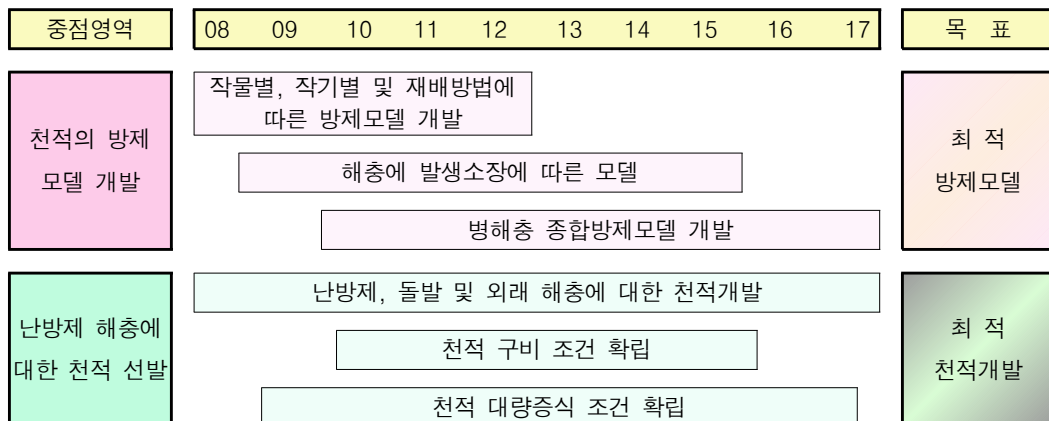
#### ○ 비전

- 친환경 농업을 위한 종합방제기술
- 해충 방제 모델 개발로 안전한 농산물 생산
- 안전하고 고품질 수출 농산물 생산

#### ○ 전략제품 / 기능

- 시설재배에 적합한 최적의 방제 모델
- 새로운 해충에 대한 천적 제품
- 최적의 천적 구비조건에 적합

<그림 4-12> 천적 산업의 미래전망



#### 4) 친환경 농자재

- 비전 : 안전하고 다활성 고기능 친환경 유기 농자재 개발
- 전략제품 / 기능
  - 안정성, 효과검증 제품
  - 유기농자재 제품
- 미래전망
  - 천연물 유래의 다양한 기능성 유기농자재
  - 친환경 유기농업의 발달에 필요한 유기농자재

<그림 4-13> 친환경 농자재의 미래전망



## 5. 소요예산

(단위: 억 원)

	1단계			2단계			3단계				계
	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	
정부	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
민간	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
생화학농약	25	25	25	10	10	10	25	25	25	25	205
미생물농약	10	10	10	25	25	25	10	10	10	10	145
친환경자재	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
천적	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50
계	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	500

\* 민간 대응자금은 25%로 추정

## 6. 기대효과

- 새로운 신규 난방제 병해충의 생물적 방제제의 개발방법 제시
- 친환경 농자재의 개발로 안전한 농산물 생산 가능함
- 국내에 500여개가 넘는 친환경 농자재중 효과가 확실하고 정상적인 생물농약으로 업그레이드화하여 안전한 제품으로 등록함
- 영세성 벤처기업의 단점인 연구, 개발, 상품화 및 마케팅전략 등을 종합화 할 수 있는 생산성 있는 기업으로 발전시킬 수 있음
- 정부차원에서 필요한 정책적 생물적 방제제 개발
- 소비자에게 안전한 농산물의 공급
- 생물농약의 수입대체 및 수출을 통한 국내 생물농약 산업의 발전.
- 친환경 및 지속가능한 농업을 통한 농업생태계 보호 및 환경오염 방지.

- 난방제 병해충의 효과적인 방제를 통한 고품질의 농산물 생산.
- 안전한 농산물의 생산 및 공급을 통한 국민보건위생 증진.
- 영세한 생물농약 기업을 연구/개발/상품화/마케팅전략 등을 종합화 할 수 있는 세계적인 생물농약 전문기업으로 발전시킴.
- 국내에 판매되고 있는 친환경 농자재들 중에서 효과는 있으나 효과가 안정하지 못한 제 품들을 발전시켜 생물농약 제품으로 등록하게 함.
- 종합적 방제방법의 정착.



## 부록 :

### 참고문헌

1. Copping, L. G., 1998. The biopesticide manual., British crop protection council.
2. 농촌진흥청 병해충종합관리사업단. 1998. 천적의 이해와 활용. 농촌진흥청.
3. 천적연구회 2001. 2호. 천적연구회지.
4. 김용현, 김정환, 변영웅, 최병렬. 2005. 천적이용 가이드. 농업과학기술원.
5. 농림부 농업연수원. 2006. 원예작물천적방제과정.
6. 山田昌雄. 2000. 미생물농약. 전국농촌교육협회.
7. Jack E. Rechcigl, Nancy A. Rechcigl. 2000. Biological and Biotechnological control of insect pests.
8. 한국작물보호협회. 2007. 농약사용지침서.
9. Catherine Regnault-Roger, Bernard J.R. Philogène, Charles Vincent. 2005. Biopesticides of Plant Origin.
10. Charles Vincent, Mark S. Goettel, George Lazarovits. 2007. Biological Control.
11. Leonard G Copping, BSc (Hons), PhD, Crop Protection Consultant. 1993. Baculoviruses in Crop Protection.
12. S. G. Lisansky, R. J. Quinlan and G. Tassoni. 1993. The *Bacillus thuringiensis* Production Handbook.
13. T.M. Butt, C. Jackson, N. Magan. 2001. Fungi as Biocontrol Agents.
14. 일본식물방역협회. 생물농약개발의 수인

## 제5장 토양비료 분야 TRM

## 1. 개요

### 가. 배경 및 필요성

- 비료산업은 국내외의 농업환경의 변화, 원부자재 수급의 어려움과 가격 상승, 소비자 요구도 증가 등의 요인에 의해 변화에 직면하고 있음.
- 국내외 농업환경은 로하스 및 웰빙 트렌드로 인하여 친환경 농업 및 농산물에 대한 관심이 늘어나고, 아울러 화학비료 대신 친환경비료의 수요가 증가하고 있음.
- 정부는 1997년 환경농업 육성법 제정을 통하여 화학비료의 사용량을 감소시키고, 환경 농업을 육성하기 위하여 완효성 비료 등의 환경보존형 비료의 사용 확대를 도모하고 있는 상황임.
- 더불어, 최근 세계자유무역 출범에 의한 무역장벽의 단계적 철폐가 진행되면서 농업분야에 대한 보조금 정책의 전환으로 비료가격에 대한 보조정책이 2005년부터 폐지됨에 따라서 화학비료 수요가 감소하고 있음.
- 도시화에 따른 경지면적 감소로 비료수요는 점차 감소할 것으로 전망되고, 비료원자재가 상승, 가격차손에 대한 정부보조 폐지 등의 요인에 의해 비료산업 부문의 수익성 악화가 예상됨.
- 소비자의 전문지식도 크게 향상되어 농업기술의 전문성 증대, 선진기술 도입 등으로 시장 및 제품 차별화 경향이 두드러지고 있으며, 이에 따라 차별화된 비료시장이 형성되고 있음.
- 최근 들어 원부자재 가격이 크게 상승됨으로써, 대체원료의 필요성 및 자원절약형 신제품 개발에 대한 압박이 가해지고 있음
- 세계적으로는 개발도상국의 비료소비는 증가하고 있으나, 선진국의 비료소비는 감소하고 있으며, 국제원유가 상승으로 인해 원자재 및 비료가격이 급등으로 세계 비료시장은 불안정한 상황임.
- 특히, 동남아 국가인 태국, 베트남, 필리핀, 인도네시아 등 비료수입국이 자국 화학비료공장을 건설함에 따라서 우리나라의 비료수출 전망은 어두움.

- 이러한 국내외 비료시장의 여건변화와 이에 따른 시장침체를 극복하고, 국민이 선호하는 친환경 농산물을 원활하게 공급하기 위해서는 친환경적 관점에서의 방향전환과 기술개발을 통하여 국내 비료산업의 경쟁력을 강화시켜야 할 시급한 상황임.

## 나. 목적

- 국내 비료산업은 국내외적 환경요인의 변화에 의하여 새로운 전환기를 맞이하고 있으며, 환경변화에 따라서 새로운 기술도입과 제품개발이 요구되고 있음.
- 본 보고에서는 비료시장 전환기의 시장 및 기술 동향에 대한 정확한 분석을 통하여 미래에 요구되는 새로운 기술을 예측하고, 이를 통하여 비료산업 분야의 기술로드맵을 제시하고자 하며,
- 비료산업의 기술로드맵 도출을 통하여 비료산업 분야의 기술방향을 제시하고, 비료산업의 경쟁력 강화를 도모하고자 함.

## 2. 산업·기술 동향 분석

### 가. 산업·시장 동향 분석

#### (1) 국내 비료시장 현황 및 규모

##### ㉞ 국내 화학비료 시장 현황 및 규모

- 국내에서의 비료자급은 1970년대에 달성되었으며, 2005년 기준으로 생산량은 395만 톤, 소비량은 190만 톤 수준으로서 과잉생산 문제가 심각한 수준임
- 1995년 이후 소비감소와 수출부진으로 비료산업의 가동률은 80% 수준으로 하락함. 공급측면에서는 요소 등 단비의 생산능력은 감소하였지만 작물전용 및 저농도 복비의 개발 등으로 복합비료 생산능력은 1980년 이후 2배 가까이 증가하였음.

<표 5-1> 연도별 비료수급현황

(단위: 천 톤(실중 량), %)

연도	생산능력(A)	생산량(B)	소비량(C)	가동률(B/A)	자급률(B/C)
1965	191	164	1,033	85.9	15.9
1970	1,354	1,321	1,215	97.6	108.7
1975	1,905	2,075	1,941	108.9	106.9
1980	3,341	2,854	1,679	85.4	170.0
1985	3,276	3,000	1,737	91.6	172.7
1990	4,032	3,752	2,365	93.1	158.6
1995	4,688	3,648	2,092	77.8	174.4
2000	4,588	3,729	1,875	81.3	198.9
2005	3,857	3,950	1,877	102.4	210.4

\* 자료: 비료연감(한국비료공업협회), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

- 단위면적당 비료소비(성분기준) 추세를 보면 1980년대 후반 이후 450kg/ha 수준을 넘어서 세계에서 비료를 가장 많이 사용하는 국가 중의 하나임. 그러나 1990년을 정점으로 하락하다가 2005년에는 376kg 수준으로 감소하였음.

<표 5-2> 비료의 소비량과 단위면적당 처리량

연도	비료소비량 (천중량 M/T)	성분별 소비량 (M/T)				경지이용면적당 처리량 (kg/ha)
		N	P	K	계	
1970	1.212	356(63)	124(22)	83(15)	563(100)	173
1975	1.941	482(54)	238(27)	166(19)	886(100)	282
1980	1.679	448(54)	196(24)	184(22)	828(100)	301
1985	1.737	428(51)	195(23)	215(26)	838(100)	331
1990	2.365	562(51)	256(23)	285(26)	1,104(100)	458
1995	2.051	472(49)	224(23)	266(28)	962(100)	424
2000	1,875	422(53)	171(21)	207(26)	800(100)	382
2005	1,877	354(49)	162(22)	206(29)	722(100)	376

\* 자료: 비료연감(한국비료공업협회), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

- 2005년 말 현재 비료업체는 남해화학, 동부하이텍(구, 동부한농화학), 삼성정밀화학 등의 업체가 가동 중이며 남해화학, 동부하이텍, 삼성정밀화학은 주로 요소와 수도용 복비 등 화학비료를, KG케미칼, 풍농, 조비, 협화, 한국비엔씨는 주로 원예용 복비를 생산·판매함.

- 2005년 기준으로 고농도 비료는 남해화학과 동부하이텍의 2개사가 생산하고 있으며, 저농도 비료는 풍농과 KG케미칼의 순으로 시장규모를 형성하고 있음.

<표 5-3> 업체 및 제품군별 시장 규모 (05년 기준)

(단위: 톤)

구분	계		동부		남해화학		KG		풍농		조비		기타	
	수량	%	수량	%	수량	%	수량	%	수량	%	수량	%	수량	%
고농도	560,460	100	174,295	31	386,165	69		0		0		0		0
저농도	225,972	100	22,276	10	35,043	16	52,527	23	73,755	33	26,065	12	15,766	7
요소	223,429	100	24,140	11	132,698	59		0		0		0	66,591	30
NK	187,954	100	16,214	9		0	48,668	26	59,486	32	35,546	18	29,129	15
원예	102,053	100	11,158	11	24,759	24	35,445	35	21,027	21	6,063	6	3,600	4
BB	345,205	100	38,873	11	108,354	31	91,253	26	58,360	17	26,779	8	21,587	6
기타	26,743	100	5,956	22	368	1	2,943	11	6,042	23	9,078	34	2,354	9
계	1,671,816	100	292,823	18	687,388	41	230,835	14	218,671	13	103,072	6	139,027	8
전년 대비	99%		106%		95%		101%		98%		93%		120%	

\* 자료:비료연감(한국비료공업협회)

- 2005년 말 기준 국내 비료업체의 비료부문 매출규모는 11,284억 원 수준임

<표 5-4> 비료업체별 경영현황 (2005 기준)

업체명	비종	생산능력 (배합) 천톤	매출액 (억원)	수출:천톤 (금액:천불)	당기순이익 (억원)
남해화학	요소	660	7,169 (4,570)	598.8 (144,710)	41
	복합비료	1,360			
	소계	2,020			
동부하이텍	복합비료	480	11,522 (1,620)	169.9 (45,891)	112
	원예용비료	100			
	소계	580			
삼성정밀	요소	330	7,910 (1,085)	44.0 (16,048)	503
조비	복합비료	(257)	489 (479)	14.5 (4,162)	△19
풍농	용성인비	108	1,123 (1,123)	25.0 (6,976)	66
	복합비료	(270)			
	소계	378			
한국 카프로	황산암모늄	680	6,198 (744)	567.3 (56,123)	122
KG	복합비료	80 (300)	2,272 (1,238)	41.6 (12,601)	96
	소계	380			
	소계	380			
협화	복합비료	(200)	334 (334)	8.9 (2,495)	△5
비앤씨	복합비료	(150)	93 (91)	6.4 (1,769)	△40
합계		3,857 (5,034)	37,110 (11,284)	1,479.0 (292,114)	623

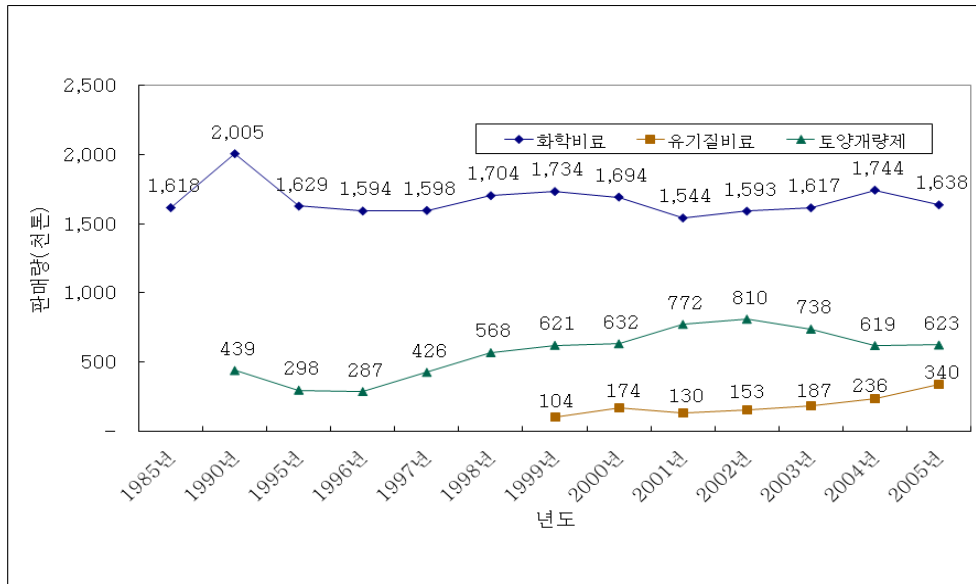
\* 주: 생산능력의 ( )는 조립, 배합시설용량임. 매출액의 ( )는 비료매출임  
포철과 동서석유 유안생산능력 제외

\* 자료:비료연감(한국비료공업협회), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

#### ㊤ 유기질, 부산물 비료 시장 현황 및 규모

- 화학비료의 사용량은 정체되었거나 감소하고 있지만, 유기질 비료의 사용량은 친환경 농업 정책에 의한 정부보조 등의 이유로 증가하고 있음. 2005년 기준으로 유기질 비료의 판매량은 34만 톤 수준으로 전년대비 약 40% 가량 성장하였음.

<그림 5-1> 국내 비료(화학, 유기질, 토양개량제) 시장 규모



- 부산물 비료는 유기질 비료와 마찬가지로 증가추세에 있으며, 3종 복비는 완만한 증가 추세를 보이고 있음.

<표 5-5> 연도별 부산물 비료, 3종 복비의 판매량

구 분	연도별 판매량 (단위: 천톤)					
	2000	2001	2002	2003	2004	2005
부산물비료	1,428	1,578	1,928	1,643	2,340	2,658
3종복비	미확인	미확인	미확인	20	23.6	24.4

\* 출처: 비료사업 통계요람 (농협중앙회, 2006)

### ㊤ 비료의 수출입 현황

- 비료 수출은 1999년 대북 지원 이후 130~150 만 톤을 유지함. 2005년 수출물량(대북 지원 포함)은 1,479천 톤, 금액으로 292백만 불에 달함.
- 비종별로 보면 복합비료, 요소, 유안의 수출이 큰 비중을 차지하고 있으며, 주요 수출 대상국은 태국, 말레이시아, 인도네시아 등 동남아국가임.



<표 5-6> 연도별 수출실적

구 분	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
물량(톤)	1,236	1,127	1,342	1,293	1,348	1,393	1,559	1,479
금액(백만불)	160	153	190	167	183	188	276	292

\* 주: 대북지원 포함.

\* 자료: 비료연감(한국비료공업협회), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

- 대북 비료지원은 1999년 15.5만 톤을 시작으로 매년 거의 30만 톤 정도를 지원하여 2006년 6월 현재 총 2,255 천 톤에 달함.

<표 5-7> 대북 비료지원 실적

년도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	계
지원량(천톤)	155	300	200	300	300	300	350	350	2,255

\* 자료: 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

- 국내비료생산을 위해 필요한 염화가리, 인광석 등의 비료원료는 거의 100% 수입되고 있으며 1989년 비료산업 합리화 조치 이후 요소가 복합비료 원료로서 수입되고 있음. 암모니아를 제외한 비료원료 및 중간재의 수입금액은 2005년 420백만달러에 이르고 있음.

<표 5-8> 비료 원자재 수입 현황

구 분	2002	2003	2004	2005
물량(천톤)	2,261	2,377	2,502	2,609
금액(백만불)	181	209	279	420

\* 자료: 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

### ㊤ 비료가격 동향

- 정부는 1962년부터 비료계정을 설치하고 구입가격 보다 낮은 가격으로 비료를 농가에 보급하고 그 차손을 비료계정에서 보전하는 방식으로 비료가격정책을 운영함.
- 1999년 이후 비료가격 차손의 정부재정 부담금액은 매년 800~1,300억 원 규모였으며 2005년 재정보전액은 780억 원임.

<표 5-9> 비료가격차손 재정지원 현황

(단위: 백만 원)

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
총가격차손액 (전년미보전액포함, A)	98,399	109,981	138,942	108,528	93,269	105,819	96,899
비료특별적립금 등 자체흡수 금액(B)	5,000	6,547	4,209	6,000	3,559	3,765	7,000
재정보전액(C)	86,853	97,112	134,733	98,969	85,944	80,209	78,181
미보전액(D=A-B-C)	6,546	6,322	-	3,559	3,766	21,845	11,718

\* 자료: 비료사업통계요람(농협중앙회, 2006), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

- 농협의 비료구매가격은 매년 상당 폭 상승하고 있으나 대농가 판매 가격은 1998년부터 2003년까지 동결되었음. 그러나 비료가격보조금 단계적 축소 정책 전환으로 2004년부터 가격을 인상하여 2005년부터는 판매 가격을 현실화함. 요소와 21-17-17 복합비료 가격은 2003년 대비 각각 68%, 55% 인상

<표 5-10> 비료가격 인상을 추이

(단위: %)

구 분	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
농협구매가격	32.1	42.0	59.8	19.4	20.1	8.9	-3.4	-0.8	11.2	15.9
농협판매가격	0	3.9	30.1	0	0	0	0	0	13.3	17.7

\* 자료: 비료사업통계요람(농협중앙회, 2006), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

### ㊤ 비료 판매 및 유통 현황

- 정부는 재정 부담을 축소시키고 시장원리에 의한 비료유통의 효율성 제고를 위해 1988년 1월 비료판매자유화를 실시함. 비료자유판매제도의 실시로 수급관리가 농협의 책임 하에 이루어지면서 비료시장의 수급 및 유통상의 비효율성은 크게 개선됨.
- 비료판매는 자유화되었지만 유통구조는 크게 변화 없이 화학비료는 농협이 독점 공급하고 있으며, 원예용 비료는 농협 시장점유율이 50% 미만임. 농협의 2005년 전체 비료 시장점유율은 92% 임.

<표 5-11> 농협의 비료시장 점유율(물량 기준)

(단위: %)

구분	2000	2001	2002	2003	2004	2005
화학비료	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.8
원예용비료	54.5	54.4	53.9	51.3	49.5	48.4
기타비료 <sup>1)</sup>	93.1	90.7	55.3	47.4	77.5	91.1
계	94.1	92.6	73.1	68.2	85.6	92.2

\* 주: 1) 유기질비료, 부산물비료, 4종 복비 포함.

\* 자료: 비료사업통계요람(농협중앙회, 2006), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

### ㉞ 외국 비료회사 국내 진출현황

- 외국의 비료회사의 제품은 국내의 소규모 업체를 통하여 관주용 비료와 완효성 비료 등의 특수비료가 수입되고 있으나, 아직까지 국내시장 점유율은 미미한 상황임

<표 5-12> 다국적 비료회사의 국내 진출 현황

회 사	업체개요	국내진출 현황
Haifa	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본사: 이스라엘</li> <li>○ 관주용 비료, 완효성비료 등 특수비료 중심 판매</li> <li>○ 고가/기술집약적 제품 판매</li> <li>○ 기술 마케팅 역량이 뛰어남</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소규모 업체들이 Haifa사 제품 수입판매.</li> <li>○ 인산가리, 인산칼슘 등 수입 판매</li> </ul>
Yara	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본사: 노르웨이</li> <li>○ 세계 최대 무기질비료 공급사</li> <li>○ 전세계 120개국 비료 판매</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 복합비료는 국내에서 사용하지 않음</li> <li>○ 질산칼슘등 기능성 비료는 일부 업체 수입 판매.</li> </ul>
Basf	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 본사: 독일</li> <li>○ 관주용 비료, 완효성비료 등 특수비료 중심 판매</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 코리아 아그로 사가 국내 독점 수입 판매</li> </ul>

### (2) 국내 비료산업의 문제점 및 당면과제

#### ㉞ 비료수요 감소에 따른 수익성 저하

- 경지면적의 감소와 친환경농업의 성장으로 화학비료 소비가 감소함에 따라 비료산업의 수익성은 저하하는 추세임. 비료산업의 매출액 대비 당기순이익율은 1995년 2.2%에서 2005년 1.68%로 하락함.

○ 특히 남해화학의 경우 2000년대 접어들어 이익률 감소가 두드러지게 나타남.

<표 5-13> 비료회사별 수익성지표(매출액 대비 경상이익률) 분석

(단위: %)

	전체	남해화학	동부한농	삼성정밀	카프로	KG	풍농	조비
1995	2.20	3.82	0.66	0.32	7.72	-4.75	9.88	1.35
2000	0.00	1.50	0.00	0.00	2.89	0.00	0.00	0.00
2001	2.00	2.10	0.69	6.50	-5.24	-2.26	7.43	-1.78
2002	0.43	-8.10	2.20	6.97	-2.11	-6.56	6.09	-3.31
2003	1.61	1.83	1.64	5.75	-14.31	13.43	6.19	-44.31
2004	1.97	0.84	-0.37	5.92	1.35	3.25	3.91	0.00
2005	1.68	0.57	0.97	6.36	-1.44	4.23	2.14	-3.89

\* 자료: 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

○ 비료회사의 매출액 증가율을 보면 2000년대 접어들어 현저히 감소한 것을 볼 수 있는데 2004년과 2005년은 보조금 폐지에 따른 가수요로 매출액이 증가하여 지표가 개선된 것임.

<표 5-14> 비료회사별 성장성지표(전년대비 매출액증가율) 분석

(단위: %)

	전체	남해화학	동부한농	삼성정밀	카프로	KG	풍농	조비
1995	23.51	15.15	32.32	32.55	22.12	18.90	12.4	0.78
2000	25.24	6.03	45.05	32.17	18.76	40.16	10.8	-11.47
2001	1.33	3.69	-2.46	9.18	-10.61	7.10	3.86	-15.12
2002	-5.44	-17.31	-6.29	1.97	4.78	2.18	5.12	-7.63
2003	6.18	-14.25	7.11	16.71	1.03	6.87	2.31	13.77
2004	26.84	50.27	34.38	6.90	22.22	40.71	15.8	10.17
2005	17.13	7.84	7.85	-0.43	146.05	15.33	15.4	7.47

\* 자료: 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

#### ㉔ 여건변화에 대응한 경영개선 노력 미흡

○ 비료산업은 2000년대 접어들어 수출 감소, 원자재가격 상승, 내수 감소 등 국내외적으로 어려움에 직면해 왔으나 생산능력과 인력구조의 조정 등에 있어서 충분한 조치를 취하는 노력이 부족함.

○ 비료가격 현실화로 비료 수요는 지속적으로 감소가 전망됨. 2006년 요소와 21-17-17

복합비료 가격이 2003년 대비 각각 68%, 55% 인상됨에 따라 2006년 1~5월 판매량은 전년대비 22% 감소한 것으로 나타남.

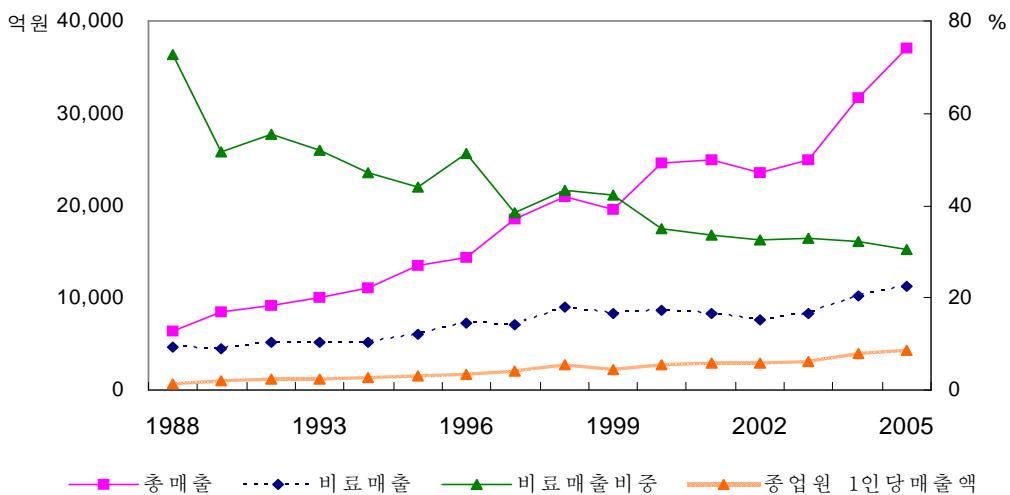
<표 5-15> 비료 가격 인상 현황

구 분	2001	2003 (A)	2004 (B)	2005 (C)	2006.1~5 (D)	인상율(%)		
						B/A	C/A	D/A
판매량(천톤)	1,752	1,787	1,949	1,877	690			
판매가격(원/포)								
요소	5,300	5,300	6,650	8,150	8,900	25.5	53.8	67.9
21-17-17	5,800	5,800	6,450	7,800	9,000	11.2	34.5	55.2

\* 자료: 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

- 2000년 이후 요소, 유안 등 수도용 단비와 복합비료의 생산능력은 오히려 증가하였고, 배합비료 역시 가격경쟁 심화로 생산능력은 증가하는 추세임.
- 업체의 경영다각화 노력에 따라 비료매출비중은 30% 까지 하락하였으나 종업원 1인당 생산성은 크게 개선되지 못함.

<그림 5-2> 비료매출 비중과 1인당 매출액



\* 자료: 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

㊤ 원자재가격 상승에 따른 경쟁력 약화

- 국제 원자재 가격은 원유가격의 상승과 자원보유국의 자원무기화로 인해 원자재 확보에 비상이 걸림에 따라 2006년 접어들어 2003년에 비해 67~110% 폭등한 실정임.

- 이와 같은 비료원자재가격 상승은 국내 기업의 제조원가를 크게 상승시킴으로써 국제 경쟁력을 약화시킴에 따라 수출에 있어 큰 타격을 줄 것으로 전망됨.

<표 5-16> 비료원자재가격 변동 현황

(단위: 달러/톤)

구 분	2003(A)	2006(B)	B/A(%)
요 소	155	273	176.1
인 광 석	45	95	211.1
염화加里	113	210	185.8
암모니아	215	360	167.4

\* 자료: 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

### ㉔ 농협의 비료사업 변화

- 국내 비료유통의 거의 대부분을 점유하고 있는 농협에서는 사업여건 변화에 능동적으로 대응하기 위하여 다양한 활동을 하고 있음
  - 농산물 수입개방에 따른 고품질 농산물 생산 지원을 위한 토양진단센터, 흙 살리기 운동 전개
  - 비료 수입 개방에 따른 농협의 판매 경쟁체제 구축 노력
  - 화학비료 과다사용으로 토양환경 악화에 대응하기 위한 시비개선 운동 전개

<표 5-17> 농협의 비료사업 경쟁력 강화방안

항 목	세 부 내 용
흙 살리기 차원의 신 비료사업 전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 흙 살리기 개념의 신 비료사업 전개로 성장사업화 : 흙살리기 비료개발 + 공격적 마케팅</li> <li>○ 비료의 수급안정으로 안정된 영농지원 : 조합위주 수급계획, 적기납품 및 인수거부 근절</li> <li>○ 토양개량제(규산질, 규인비료, 석회비료) 유상분 경쟁체제로 전환하여 전략사업화</li> <li>○ 조합(군/도)의 주문비료 계통공급으로 계통비료의 경직성 해소</li> </ul>
비료수입개방에 대응한 판매 경쟁력 강화방안 모색	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 비료 구매의 국제화 및 생산 참여 : 수입개방에 따른 농협 대응방안 연구용역실시, 직원의 세계화</li> <li>○ 비료 구매선을 수입비료에 의한 국제 비료시장으로 확대: 염화加里, 요소·용성인비 점차 수입확대</li> <li>○ 가격파괴를 통한 저가비료 공급 실시 : 현금/직판시 절감된 유통비용 농민에게 환원</li> <li>○ 일반화학비료 회사의 원예용 비료시장 신규 참여</li> <li>○ 유리한 계약체결 등 계통구매 유리성 확보</li> </ul>
시비개선 운동 전개	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 토양양분을 감안한 시비(비종)개선 추진 : 고토 함유 저인산-加里로 점진적 대체</li> <li>○ BB비료 공급확대 : 169천 톤 (00년), 233톤(03년), 345톤 (05년)</li> <li>○ 토양 진단에 의한 시비의 과학화 추진 : 토양진단센터, 흙살리기 운동, 시비 기술지도 지원</li> </ul>

(3) 국제 비료시장 현황 및 규모

- 세계 비료소비는 남아시아지역과 동유럽, 중앙아시아 등 개발도상국가의 경우 1%씩 증가하고 있지만, 극동아시아, 서유럽, 북미 등 선진국은 5%씩 감소하고 있는 경향임.

<표 5-18> 세계 비료 소비 추세

구 분	소비량 (단위: 백만성분톤)			증가율(%)
	2003/04	2004/05	2005/06	
질소질	87.1	90.3	91.1	1.5
인산질	35.2	37.3	36.5	1.2
가리질	25.5	27.5	27.3	2.2
계	147.8	155.1	154.9	1.6

\* 자료: 한국비료공업협회

- 국제 원유가격 상승으로 인해 국제 비료 및 원자재 가격이 급등하고 있음. 최근 중국의 경우 인광석 수출을 제한하고 있고 요소에 대해 수출세를 30%를 부과하는 등 자원의 무기화 움직임을 보임.
- 세계 비료 유통은 거대 메이저를 중심으로 전체 물량의 약 90% 공급이 조절되고 있을 정도로 독점력이 강함.
- 중국은 세계 최대 비료 생산국이며 소비국임. 1990년 이후 소비의 급격한 증가로 생산 증가에도 불구하고 인산암모늄, DAP 등 복합비료의 수입이 계속되고 있음.
- 인도네시아, 필리핀, 말레이시아 등 동남아 비료수입국들은 2000년대 접어들어 대규모의 비료공장을 준공하고 있어 자급능력을 어느 정도 확보한 단계임.

<표 5-19> 동남아 주요국의 비료 생산능력(2006)

구 분	생산능력 (단위: 만톤)	주요생산비중
필리핀	81	16-20-0, 14-14-14
인도네시아	710 <sup>1)</sup>	요소, TSP
베트남	322	요소, 복비

\* 주: 1) 암모니아 인산질비료 제외

\* 자료: 비료사업통계요람(농협중앙회, 2006), 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

- 일본의 경우, 비료 유통량 중 80%는 제노를 통하여 판매되고, 나머지 20%는 판매점이나 수입상들이 유통.
- 일본의 화학 비료 생산량은 1980년 최고치 기록 후 감소 추세가 지속되고 있음 (1980년 4,490천 톤 대비 2002년 44% 수준). 비료가격은 원료 가격의 급등에도 불구하고 변동이 미미함
- 일본의 화학비료는 점점 감소되고 있고, 유기질 비료는 국내와 달리 보조금이 없으며 정책 상황임. 완효성 비료, 특수비료, 소포장 비료는 점진적으로 증가되고 있음

<표 5-20> 일본 보통비료 연도별 생산량

구 분	'98.7~'99.6	'99.7~'00.6	'00.7~'01.6	'01.7~'02.6
질소질비료	2,041	2,095	2,084	1,867
인산질비료	822	791	783	714
가리질비료	91	96	100	81
유기질비료	961	948	1,039	749
복합비료	2,557	2,502	2,427	2,282
석회질비료	1,253	1,214	1,295	1,070
규산질비료	284	286	269	256
기타	1,904	1,816	2,073	2,801
소계	9,913	9,748	10,070	9,820

\* 출처 : 일본 비료연감 2003, 비료산업의 현황과 발전방향(최지현, 2006)

#### (4) 비료시장 전망

##### ㉔ 국내 비료시장 동향 및 전망

- 환경농업의 성장, 경지면적 감소로 화학비료의 내수 감소로 인한 생산의 과잉구조가 심화될 것이며, 이에 따른 국내 비료산업의 생산조정, 경영다각화 등의 요구가 높아질 것임.
- 친환경·저투입농법의 확대로 화학비료 수요는 감소하고 토양 및 수질오염방지를 위해 저성분비료, 유기질비료에 대한 수요는 증가하며, 고농도비료의 수요는 감소하여 화학비료시장은 점차 위축되는 반면 저성분, 유기질비료시장은 성장할 전망이다.



- 유통면에서는 농협과 민간과의 판매경쟁이 더욱 심화될 것이며, 특히 농협의 지도사업 강화로 원예용비료와 유기질·부산물비료시장에서의 농협 시장점유율상승이 전망됨.
- 향후 가격보조정책의 철폐와 품목별 비료수요의 다양화로 인해 제품차별화가 가속화 되어여 가격경쟁은 더욱 심화될 것임.

<표 5-21> 국내 비료시장 시장동향 및 전망

구 분	시장 동향 및 전망
화학비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시장 상황 및 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시장규모 감소 ( '05) 170만 톤 → '06) 125만 톤)</li> <li>- 복비시장 점진적 감소, 단비시장 감소, 시판시장 증가.</li> <li>- M/S 변화 : 남해화학 감소, 풍농 KG케미칼 증가 추세</li> </ul> </li> <li>○ 업체동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 단비생산공정 폐쇄(남해화학: 요소 암모니아, KG케미칼: 과석, 용성인비)</li> <li>- 복비생산 공정 축소(KG케미칼 )</li> <li>- 해외조달이 주인 원료의 수급상황에 의한 원료단가 인상.</li> </ul> </li> </ul>
유기질비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시장 상황 및 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시장규모 지속적 증가중</li> <li>- 정부보조금의 지속적 증가 전망('05) 270억 → '06) 420억)</li> </ul> </li> <li>○ 업체동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화학비료 업체의 시장참여, 퇴비 업체의 진출 현상 가속화</li> <li>- 시장 혼탁 : 군소업체의 난립, 정부의 품질관리 강화방침.</li> <li>- 제품측면 : 고급제품과 저급제품으로 구분 현상</li> </ul> </li> </ul>
퇴비	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시장 상황 및 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 축산분뇨 문제 해결을 위한 정책적 증가 예상 → 자가 퇴비 증가, 상업적 생산량 정체내지 감소 전망.</li> </ul> </li> <li>○ 업체동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 그린퇴비 시장 : 퇴비시장의 고급화.</li> </ul> </li> </ul>
완효성비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시장 상황 및 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비농업용 시장(골프장, 화훼단지 등)에서의 수요증가 예상</li> <li>- 단기적으로 유기질 퇴비에 대한 보조 등으로 시장 확대는 불투명.</li> <li>- 장기적으로 친환경, 생력화에 부응하여 확대 가능.</li> </ul> </li> <li>○ 업체동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 자체기술이 취약</li> <li>- 기술마케팅 부족으로 시장 확대 미진.</li> </ul> </li> </ul>
관주용 및 특수비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시장 상황 및 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 하우스단지 등 고부가가치 작물시장 중심으로 시장규모 점차 증가</li> </ul> </li> <li>○ 업체동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 해외 선진사 제품 시장 주도(Haifa, Scotts, Hyponex, Yara 사 등)</li> <li>- 고부가가치 시장 판매상들의 마진 요구율 높음.</li> </ul> </li> </ul>
토양개량제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시장 상황 및 전망               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 석회질비료와 규산질비료를 전량 정부에서 농가에 무상공급</li> </ul> </li> <li>○ 업체동향               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입상화 추세 : 향후 정부보조 입상제품으로 전환('10년 이후)</li> </ul> </li> </ul>

### ㉔ 국제 비료시장 동향 및 전망

- 국제적으로는 환경농업실천에 따른 수요 감소로 생산과잉문제에 직면하고 개발도상국의 생산능력의 증대로 수출시장의 경쟁은 심화될 것임.
- 교역량은 수요 감소와 개도국 생산증대로 인해 계속 감소하여 비료시장은 비료가 자국에서 대부분 소비되고 국제시장에 거래되는 물량이 적어지는 얇은 시장(thin market)의 성격을 지니게 될 것임.
- 필리핀, 인도네시아, 베트남, 태국 등 농업생산 증대의 잠재력이 있는 동남아국가의 비료수요는 지속적으로 증가할 것임. 아르헨티나, 베네수엘라, 트리니다드 등의 신규공장건설로 라틴아메리카 지역 비료생산능력은 계속 증대될 것임.
- 비료가격은 단기적으로는 국제정세불안으로 불안정하겠으나 장기적으로는 공급량 증가와 수요 감퇴로 급격한 상승 없이 안정세를 유지할 것으로 전망됨.

<표 5-22> 21세기 비료시장의 여건변화

	해 외 시 장	국 내 시 장
생산	○ 개도국 생산능력 증대	○ 과잉생산 직면
소비	○ 개도국 소비증가 ○ 선진국 감소 ○ 총 비료수요 정체	○ 환경농업확산으로 화학비료수요 감소
교역	○ 수입국생산증대로 교역물량 감소	○ 수출 감소 및 수입 증가
유통	○ 비용절감을 위한 새로운 물류시스템 출현, 전자상거래 도입	○ 민간의 시장참여 증대로 판매경쟁 가속화 ○ 물류비용 절감요구 증대
가격	○ 단기: 국제정세 불안에 따른 국제 시장가격 불안정 심화 ○ 장기: 공급증가 및 수요 감퇴로 안정	○ 제품차별화로 가격경쟁 심화

### 나. 기술발전 동향

#### (1) 국내 비료개발 기술 동향

- 국내에서는 친환경농업 정책의 시행에 힘입어 환경친화형 비료에 대한 요구도가 증가하고 있으며, 다양한 형태의 환경친화형 비료가 개발되어 판매되고 있음

- 최근 국내에서의 비료개발 기술은 크게 저투입 및 친환경 소재를 이용한 친환경 비료 개발 기술, 작물 또는 토양별 적정시비 기술, 원예용 상토 및 미생물 함유 비료 개발 기술 등으로 구분됨

<표 5-23> 국내에서 추진되고 있는 비료 개발기술 동향

항 목	주 요 내 용
환경친화형 비료개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 완효성 비료               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 용출율별 비효의 적정화 기술 개발</li> <li>- 피복비료</li> <li>- 질산화 억제 비료</li> </ul> </li> <li>○ 유기질 복합비료               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유기질 재료 및 비종 다양화 기술</li> </ul> </li> </ul>
작물별, 토양별 적정비료 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ B/B 비료 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 입상 균일화, 강도 강화</li> </ul> </li> <li>○ 제 4종 복합비료, 액비</li> <li>○ 2,3종 복합비료</li> <li>○ 시설재배용 액비</li> </ul>
기타 관련 연구개발 과제	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 원예용 상토 개발</li> <li>○ 미생물 함유 비료</li> </ul>

## (2) 일본의 비료 개발 기술동향

- 일본은 우리나라와 영농체계와 재배작물이 유사하기 때문에 일본의 비료개발 기술 동향을 파악하는 것은 의미가 큼
- 일본에서의 비료개발 기술은 크게 축조 시기 기술, 비효 조절형 비료, 초산화성 억제제 함유 비료, 농약함유 비료, 유기함유 화성 비료 등으로 구분됨
- 초산화성 억제제 비료는 국내에서도 관련제품이 수입되어 판매되고 있음
- 농약함유 비료는 동부하이텍에서 이미 개발이 되어 있으나, 제품가격 문제와 농약과 비료의 처리시기 다른 문제 등의 이유로 상품화에는 실패하였음
- 유기함유 화성비료는 국내의 유기배합비료와 유사한 비료임

<표 5-24> 일본에서 추진되고 있는 비료 개발기술 동향

항 목	주 요 내 용
측조시비 기술개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 벼농사에서 경운쓰레질을 할 때에 비료를 논에 살포해서 흙과 혼합시키는 전층 시비가 일반적인 시비법이며, 국내에서도 전층 시비가 행하여 짐</li> <li>○ 시비 효율을 높이기 위해 비료가 벼의 결뿌리(吸收根)에 가까운 일정한 위치에 시비할 수 있는 “측조 시비법” 개발</li> <li>○ 탈질이 적고 시비 효율이 높은 기술</li> <li>○ 일본의 벼 측조 시비법 보급율은 20% 정도 추정.</li> </ul>
비효조절형 비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 화학적인 비효 조절형 비료</li> <li>○ 물리적인 비효 조절형 비료</li> </ul>
초산화성 억제제 함유 비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 미생물 활동저해 약제를 혼합한 탈질 감소기술</li> </ul>
농약함유 비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 농약과 비료를 같은 제품으로 만들어 노동절감을 하기 위한 기술</li> </ul>
유기함유 화성비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 동식물, 식품발효 공업에서 만들어지는 유기질 사용</li> <li>○ 국내 친환경유기농자재 제조시 천연광물질 원료 + 동식물 유기질 비료 형태의 비료가 주를 이루게 될 것으로 예상됨</li> </ul>

### 3. 기술개발 현황 및 문제점

#### 가. R&D 투자 현황

##### (1) 국내 토양비료 분야 기술개발의 전체 개황

- 국내 토양비료 분야에 대한 연구개발은 미진하게 진행되어 왔으며, 이는 정부 주도의 생산 및 비료가격에 대한 정부지원 정책에 기인한 것임
- '05년 이후 화학비료 지원 대신 유기질비료 지원체제로 정책이 수정되어 유기질 비료의 생산 및 판매가 늘어나고 친환경비료에 대한 연구개발이 진행되고 있음
- 최근 들어, 친환경자재 회사 벤처기업 등에 관련 전문가가 증가되는 추세이고, 동부하이텍과 같은 대기업 연구소의 토양비료 관련 전문가도 증가되고 있음
- 그러나, 기능성 비료 등의 특수비료에 대한 대부분의 원천기술을 외국 기업이 소유하고 있는 상태임.
- 향후 고기능성을 가진 저투입형 친환경 비료에 대한 연구개발 능력 향상과 이를 통한 국내 비료산업의 경쟁력 향상과 미래 성장 동력을 찾아야 하는 과제를 안고 있음.

<표 5-25> 국내 토양비료 분야 기술개발의 전체 개황

항 목	주 요 내 용
정부 주도의 생산시설, 정부지원	○ 외국의 제조기술 그대로 적용, 국내 기술개발 거의 전무 ○ '95 이전 국내 대기업 토양비료 전문가 거의 전무(박사학위 극소수)
민간회사, 정부에서 비료 가격 지원	○ 비료분야에서의 연구개발 의지 미흡
'05년 이후 화학비료 지원 대신 유기질비료 지원체제로 수정	○ 유기질비료 개발은 적합한 원료의 수입을 위한 품질관리 수준에서 진행되고 있음 ○ 친환경 비료에 대한 관심 및 연구개발이 진행중임
무한 경쟁시대(외국기업, 대기업, 벤처기업)	○ 대부분의 원천기술 외국 기업 소유 ○ 친환경자재 회사 벤처기업 등에 전문가 증가추세, 대기업 연구소에 전문가 증가 추세 ○ 일부 벤처기업 개발 기술의 사업성 검토 필요

(2) 국내 토양비료 분야에 대한 R&D 투자 현황

- 국내 토양비료 분야에 대한 연구개발기관은 크게 농촌진흥청 산하 농업과학기술원, 대학의 토양비료관련 학과, 비료관련 기업의 부설연구소로 구분할 수 있음.

나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진현황

- 정부에 의한 농축산업 분야의 R&D 프로젝트는 농림기술개발사업, 수의과학기술개발 연구, 인수공통전염병대응기술개발, 정책연구개발, 농림기술관리센터, 농촌개발시험연구, 농림 바이오 기술 산업화 지원 사업 분야로 대별됨. 총예산 규모는 07년 기준으로 700억 원 수준임

<표 5-26> 농축산업 분야의 정부 R&D 프로젝트 추진 현황

(단위: 백만 원)

구 분	'07예산 (A)	'08예산안 (B)	증감 (B-A)
합 계	69,904	111,638	41,734
농림기술개발사업	42,574	73,523	30,949
수의과학기술개발연구	21,766	20,955	△811
인수공통전염병대응기술개발	-	3,000	3,000
정책연구개발	1,900	2,200	300
농림기술관리센터	2,229	2,425	196
농촌개발시험연구	1,435	1,535	100
농림 바이오 기술산업화 지원사업	-	8,000	8,000

## 다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제

- 토양비료 분야는 국가적 관심사가 미흡한 분야로 인식되어 있지만, 미래의 식량자원 확보 및 국토의 보호 측면에서 매우 중요하게 고려되어야 할 분야임
- 정부의 농업분야에 대한 R&D 프로젝트중 토양비료 분야에 국한되어 지원되는 것은 없으며, 관련 신청 프로젝트중에서 선발하여 과제를 진행하고 있음. 정부 농업분야 R&D 프로젝트중 토양비료 분야에서 추진되고 있는 것은 매우 적은 상황임.
- 토양비료 관련 연구기관의 규모 및 연구 인력은 매우 미흡한 상황으로, 토양비료에 관한 기초적 연구 및 핵심기술 개발을 진행하기에는 어려운 상황임.
- 국내 토양비료 관련 연구자는 토양비료 전공 교수, 농촌진흥청 토양비료 관련 연구자 및 토양비료 관련 기업의 연구원 등으로 구분될 수 있으나, 토양비료 관련 분야를 연구하고 있는 인원은 극히 부족한 상황이며, 정부 및 기업체 내부적으로도 토양비료 분야의 연구개발에 대한 투자를 제한하고 있음
- 장래 농업환경을 보호하고 토양의 오염을 최소화하기 위해서 토양비료 분야의 연구개발에 대한 투자는 매우 중요함. 따라서, 토양비료 관련 기관 및 기업의 연구개발 분위기를 활성화시켜주기 위해서는 적절한 지원 방안이 강구되어야 함.
- 특히, 토양비료 관련 기업체 연구기관의 부담을 줄이고 연구개발 투자를 활성화시키기 위해 정부 연구비 책정시 기업체 부담금을 줄이는 방안에 대해서 전향적 고려를 할 필요가 있음

## 4. 2017년 토양비료 분야 기술개발 전략

### 가. 환경변화와 주요 이슈

#### (1) 국내 농업환경의 변화

- “쌀” 개방 협상 및 FTA, DDA 협상에 따른 농산물/ 농자재 개방 가속화
  - 매년 14만 섬의 쌀 의무수입량 확정에 따른 수도용 “쌀” 전업농가 이탈 가속화
  - 경지면적 축소
  - 농업소득의 주요인 “쌀” 재배면적 축소 → 대체작물 부재 → 농업기반 약화
  - 농산물 수입 증가에 따른 국내 농업기반 약화 우려

- WTO 협상에 따른 정부 정책의 변화 등으로 농업구조 개편
  - 기업농, 전업농 등 경작 단위의 대형화
  - “쌀” 전업농가에서 친환경 농산물 및 특화작물 재배 농가로의 전환
- 정부의 친환경농업 정책
  - 비료, 농약의 과다사용 등의 고투입 농법에 의존한 생산방식에서 벗어나 친환경적 영농으로 과감하게 전환
  - 정부의 친환경농업 정책에 의해 친환경 비료의 연구, 기술개발 방향 전환 필요
- 선진 외국 기업의 농자재 산업 시장잠식 가속화
  - 시장장악 후 단가인상으로 농촌의 부실화 초래 우려
- 영농환경 변화와 전망
  - 자국의 식량 자급을 제고를 위한 경지면적 확보 및 유지 불가피
  - 식량의 자원화 (무기화)
  - 필수 영농자재의 국제교역 제한 우려

<표 5-27> 정부의 친환경농업 육성 예 (친환경농자재 목록공시제 시행)

항 목	주 요 내 용
친환경농업육성법 16조	○ 친환경농산물의 생산을 위한 자재의 사용 등에 대한 구체적인 기준은 농림부령으로 정한다
시행령(제9조의2 제1항 내지 제8항 신설)	○ 친환경농자재심의회 설치(안 제9조의2 제1항 내지 제8항 신설) ○ 농진청에 관련기관 및 단체 등 전문가로 구성된 “친환경농자재심의회”를 설치하여 자재 지정검토 및 사용기준 설정 등에 관한 사항을 심의토록 함
시행규칙(일부 개정)	○ 친환경유기농자재 공시제도 도입(제7조제2항 내지 제5항 신설) ○ 친환경유기농산물 생산을 위해 사용가능한 자재를 “친환경유기농자재”라 정의함 ○ “친환경농자재심의회”에서 관련자료 등을 검토 및 심의토록 함
고시안 제정	○ 친환경유기농자재 목록공시요령」 고시안 제정(제1조 내지 제11조) ○ 생산 또는 판매하려는 자가 자료검토 신청(원료의 특성유해성분 검사성적서 등의 자료제출)

## (2) 국내 비료시장의 변화

### ㉔ 농업환경 변화에 따른 비료시장의 변화

- 국내의 비료시장은 정책, 농업환경 및 시장의 변화에 따라서 많은 변화양상을 보이고 있음.

<표 5-28> 국내 농업환경 변화와 비료시장의 영향

	농업, 시장환경의 변화	비료시장의 영향
정책 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○친환경 농업정책 강화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화학비료 보조 중단('05)</li> <li>- 유기질 비료등 친환경 농자재 수요 증가</li> </ul> </li> <li>○농협의 비료유통 장악 강화 노력</li> <li>○지방자치단체로 비료 공급권 확대</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○화학비료의 사용량 감소 ('06년 시장: 전년대비 65% 수준)</li> <li>○유기질 비료, 친환경 농자재의 수요 증가</li> <li>○비료 시판비율 증가</li> </ul>
농업 환경 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○농산업 개방 가속화 : FTA 등</li> <li>○경지면적/경작 면적 감소</li> <li>○영농 규모 변화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 소농이 감소하고 대농층이 증가</li> <li>- 지역별 농업 클러스터화</li> <li>- 가족농이 감소하며 법인화 증가</li> </ul> </li> <li>○작물 재배현황 변화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 쌀 대신 과일 등의 고부가가치 작물 증가</li> </ul> </li> <li>○취미농/도시원예/가정원예 등 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○비료 선택의 변화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수도: 고농도 복합비료 선호</li> <li>- 고부가가치 작물 : 작물별로 특화된 고기능성 비료 선호</li> </ul> </li> <li>○지역별/작물별 맞춤형 제품의 선호</li> <li>○전문 농업인의 영향력 증가</li> <li>○신규 고부가가치 시장 진출 증대                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 주말농장, 가정원예</li> </ul> </li> </ul>
시장 상황	<ul style="list-style-type: none"> <li>○시장 / 제품 경쟁 심화                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화학비료 수요 감소에 따른 업체 경영 악화</li> </ul> </li> <li>○고부가가치 시장 증가 및 경쟁 심화</li> <li>○해외 선진사의 국내 진출 강화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○기존업체의 수익성 사업 전환</li> <li>○비료회사간 제품 영역 소멸 : 유기질, 화학, 토양개량제, 상토, 관주용 등 전제품 취급</li> <li>○미생물비료, 수입비료, 소포 장비료 등 다양화</li> <li>○비료 사업외 타 사업영역 진출 (남해화학: 유류사업 등)</li> </ul>

- 정부의 화학비료 수급관리계획이 폐지됨에 따라서 가격, 생산, 공급은 시장 기능에 의해 조절되고, 정부는 품질관리에 대해서만 전념하는 정책으로 전환되었음
- 국내 농업정책이 친환경 농업정책으로 전환되면서 화학비료의 사용량이 감소되고 유기질 비료 등 친환경 농자재의 수요가 증가되고 있으며, 지방자치단체에 의한 비료의 공급권이 확대되고 있음.
- FTA 등의 국제무역 환경변화에 의해 농산업 개방이 가속화되고 있으며, 경지면적 감소, 고부가가치 작물 재배, 취미농 증가 등의 요인에 의해 비료시장의 영역변화 및 품목선택의 변화가 두드러지고 있음
- 화학비료 수요의 감소에 따라서 비료생산 업체의 경영악화가 나타나고 있으며, 비료업체간 생산제품 영역이 소멸됨.
- 정부의 친환경 농업안정성 제고 정책에 따라서 2013년까지 유기질비료의 공급을 150만 톤으로 확대할 계획임.



- 토양 유기물 함량 증대를 위한 대책으로 화학비료 감축에 따른 유기물 비료의 지원 확대
- 유기물비료 공급을 별도 보조 사업으로 추진

○ 정부의 적정 시비기술 지도 및 흙살리기 운동 전개

- 토양 검정결과, 농가별 시비처방에 따른 적정시비 및 질소질 비료 적정 살포
- 토양 검정 실증 시범포 운영을 통한 시비기술 지도 및 홍보
- 농업 토양정보 종합관리시스템 구축 및 정보제공을 통한 적정시비 유도.
- 화학비료 사용량 감축 추진
  - 질소 : 15.4kg/10a → 11.0 kg/10a
  - 인산 : 6.5kg/10a → 5.5 kg/10a

○ 비료시장의 트렌드를 시기에 따라 살펴보면,

- 1990년대 이전에는 각 사별로 주력상품 판매
- 1990 ~ 2005년 사이에는 시장변화에 따른 제품다양화
- 2006년 이후에는 화학비료 보조 폐지 및 시장 축소로 인한 경쟁이 심화되고, 해외 업체의 국내 시장진입이 가속화되어 무한 시장경쟁 체제에 돌입하였음

<표 5-29> 시기별 비료시장의 트렌드 변화

시기별 구분	비료시장 트렌트
1990년대 이전 (각사별 주력상품 판매)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○업체별 주력제품 판매               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 남해화학, 동부하이텍: 고농도 복합비료(21-17-17등)</li> </ul> </li> <li>○정부에 전량 납품               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 판매보다는 생산에 주력</li> <li>- 신제품 개발 불필요</li> </ul> </li> </ul>
1990 ~ 2005년 (시장변화에 의한 제품다양화)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○비료 산업의 조정               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비료사업이 농협자체 사업화</li> <li>- 비료회사 민영화 (영남화학 등)</li> <li>- 진해화학 퇴출, 농협 남해화학 인수</li> </ul> </li> <li>○새로운 제품의 출시               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 저농도 복합비료, 저인산/저가리 제품, 원예비료</li> </ul> </li> <li>○유기질비료 및 액비 계통공급</li> <li>○토양개량제 전액 무상공급               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 산성토양 및 유효규산 함량이 낮은 토양에 4년 1주기로 공급/살포</li> </ul> </li> </ul>
2006년 이후 (무한 시장경쟁)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○화학비료 보조 폐지 및 시장 축소로 인한 경쟁심화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 각사별 다양한 신제품 출시</li> </ul> </li> <li>○ 해외 업체의 시장진입 강화               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Yara, Haifa등 국내시장 확대</li> <li>- 선진사 우수제품 수입판매증가 (완효성, 관주용등 특수비료)</li> </ul> </li> <li>○화학비료의 대체재인 유기질비료 시장 증가.</li> </ul>

(3) 국내외 토양비료 분야 대표회사의 기술개발 동향

- 비료분야의 대표적 회사는 크게 자본집약적 회사와 기술집약적 회사로 구분될 수 있는데, 자본집약적 회사로는 Mosaic, Yara, Agrium 사 등을 예로 들 수 있으며, 자본을 바탕으로 시장을 주도하고 있음
- 기술집약적 회사로는 하이파, 코프케미컬, 센트랄초자 사 등을 예로 들 수 있으며, 다양한 형태의 기능성 특수 비료 개발에 강점을 가지고 있음
- 특히, 하이파 케미컬은 다양한 용출속도의 완효 비종 개발하여 색상으로 용출속도구분한 제품을 상품화하였으며, Nutrigation(식물환경학+영양학), 용출도, 엽면시비 등의 시비방법에 대한 연구결과를 바탕으로 신기능성 제품을 개발하고 있음
- 국내 기업으로는 남해화학과 동부하이텍이 대표적인 토양비료 분야의 연구개발을 주도하고 있는 회사로서, 천연수지 및 고분자 활용 완효성 비료 개발, 부산석고 활용 토양 개량제 개발 등을 진행하고 있음

<표 5-30> 국내외 대표적 비료회사의 경영 및 기술개발 동향

구 분		대표회사	경영, 기술개발 동향
글로벌 회사	종합비료회사 [자본집약적]	Mosaic Yara Agrium	○ Mosaic(4500 m.\$ / 1위) - 인광석 및 염화가리 광산 보유 - 세계 50개국에 판매 조직 보유 - 시장 주도권 확보를 위한 판매 - 연합체 구성/신흥시장 진출 - 자본을 바탕으로 시장 주도
	특화비료 중심회사 [기술집약적]	하이파 코프케미컬 센트랄초자	○ Haifa Chemical - 다양한 용출속도의 완효 비종 개발 (색상으로 용출속도 구분) - Nutrigation(식물환경학+영양학), 용출도, 엽면시비 등 시비방법에 대한 연구결과를 바탕으로 제품화
국내 회사		남해화학 동부하이텍	○ 남해화학 - 천연수지 및 고분자 활용 완효성 비료 개발 - 부산석고 활용 토양 개량제 개발

## 나. 핵심전략과제별 성과목표 달성을 위한 기술개발 과제 및 R&D 추진전략

### (1) 기술개발의 비전

- 사용자인 농민에게는 작물 재배 효율이 높고, 사용이 편리하며, 노동력을 절감시키며, 생산비가 적게 소요되는 비료를 개발하며
- 소비자에게는 환경 친화적이며, 안정성이 큰 비료의 개발기술을 확보한다.

### (2) 기술개발의 목표

- 친환경농자재에 이용할 수 있는 생물비료 개발
- 천연물을 이용한 신소재, 신기능성 비료 개발
- 작물의 수량을 높일 수 있는 기존 화학비료의 기능향상 기술 개발
- 토양 및 비료관리 노동력 절감 기술개발

### (3) 토양비료 분야 기술개발의 필요 요건

- 작물이 필요한 비료성분을 이상적으로 조합
  - 식물성장 초기에 필요한 무기질비료(화학비료)와 중장기에 필요한 성분(유기물)을 고루 함유
- 작물의 생육촉진을 자극
  - 각종무기 양분과 미량요소, 특이물질인 아미노산, 핵산, 유기산, 비타민등의 양분을 공급하여 생육촉진
  - 토양미생물의 생육조건에 맞아 토양미생물을 통한 비료 흡수 이용율이 증가됨
  - 유기질의 영양분은 지효성으로 이용율이 높음
- 토양의 물리화학성을 개선(토양개량)
  - 비료의 이용가치를 높여주고 중금속등 유해물질의 해독을 경감
- 작물의 품질을 개선
  - 저장성이 향상되고 열과현상이 감소되며, 색깔이 좋아지고, 당도가 증가 효과가 있음
- 한번 시비로 여러 가지 효과
  - 화학비료와 유기물을 동시에 공급
  - 입상으로 간편한 시비방법
- 작물의 흡수특성에 맞는 용출 특성을 갖는 비료

(4) 핵심전략과제별 기술개발 목표 및 R&D 추진전략

- 장래 비료개발의 핵심과제는 신소재/신기능성 비료, 친환경 생물 비료, 흡수최적화 비료, 토양비료 관련 기술 개발로 구분하였으며, 표 22, 23에 나타난 바와 같이 각 핵심과제별 핵심기술영역, 기술개발 목표, 기술개발 방향 및 전략을 제시하였음

<표 5-31> 비료개발의 핵심과제, 기술영역 및 기술개발 목표

핵심과제	핵심기술영역	기술개발 목표
신소재, 신기능성 비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 천연유래 다기능성 비료</li> <li>○ 완효성 비료</li> <li>○ 환경보전형 비료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 저투입, 최적 생산소재 비료 개발</li> </ul>
친환경 생물비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 친환경 기능성 비료</li> <li>○ 미생물, 천연물 이용 비료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Codex, 국내 친환경 적합 농자재 개발</li> </ul>
흡수최적화 비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 적정 시비시스템 적용 비료</li> <li>○ 흡수조절형 N,P,K 비료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기존 화학비료의 문제점 해결 기술 개발</li> </ul>
토양비료 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 노동력 절감 비료관련 기술</li> <li>○ 퇴비품질 관련 기술</li> <li>○ 자가 생산형 발효기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 토양관리 및 비료관리 노동력 절감 기술 개발</li> </ul>

<표 5-32> 비료개발의 핵심과제별 기술개발 방향 및 전략

핵심과제	기술개발 방향 및 전략
신소재, 신기능성 비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 천연광물을 가공한 토양 개량형 비료 개발</li> <li>○ 식물에서 추출한 기능성 액상 비료 개발</li> <li>○ 작물의 향산화 기능성 물질 증진형 비료 개발</li> <li>○ 저가의 완효성 질소비료 개발</li> <li>○ 질산화 억제형 질소비료 개발</li> </ul>
친환경 생물비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 장기 보관 가능한 미생물제제 개발</li> <li>○ 토양 내 불용성 양분 가용화 미생물제제 개발</li> <li>○ 가축노 숙성 분해용 미생물제제 개발</li> <li>○ 미생물제제 농가 자가 배양용 배지 및 배양시스템 개발</li> <li>○ 천연광물을 이용한 가용화 촉진형 비료 개발</li> <li>○ 천연물을 이용한 토양개량 비료 개발</li> </ul>
흡수최적화 비료	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 토양분석 적용이 가능한 자동화 비료 혼합 기술</li> <li>○ GIS를 이용한 토양성질 표시 및 적정 시비량 산정 기술</li> <li>○ 용해도를 조절할 수 있는 인산비료의 개발</li> <li>○ 천연물과 화학비료를 혼합한 분해 조절용 화학비료 개발</li> <li>○ 농진청 토양분석 결과 이용 프로그램 개발 및 비료제조 접목 기술개발</li> <li>○ B/B비료 품질 향상 기술개발</li> <li>○ 정밀농법을 위한 맞춤형 처리기술의 개발</li> <li>○ 유기질복합비료 제조처방기술, 재료선발 및 공정기술 개발</li> <li>○ 관주용 비료 제조, 사용, 제조공정 기술개발</li> </ul>
토양비료 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 과수원 등 전용 소형 비료살포기 개발</li> <li>○ 퇴비 품질 측정용 기술 개발</li> <li>○ 액비 부숙도, 가축분 퇴비 병원성 대장균, 살모넬라 등 측정 기술</li> <li>○ 친환경농자재 자가 생산용 발효기 등 개발</li> <li>○ 원예용 상토 기술개발</li> </ul>



## 2) 친환경 생물비료

- ◆ 비전: Codex 등 해외 유기농자재 및 국내 친환경농자재 적합 생물비료 개발
- ◆ 전략제품/기능: 친환경 기능성 비료/미생물제제
- ◆ 미래전망: 천연에서 유래하는 원료를 사용한 기능 다양성 추구 비료
- ◆ 변화인자: 미생물제제의 사용 편의성 요구, 자가 제조 욕구가 커짐, 현재 미생물제제 단점 보완 요구

중점영역	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	목표
기능성 미생물 제제	장기 보관용 미생물제제										고효율 미생물 제제 원천 기술
	토양 불용성 양분 가용화 미생물제제										
	토양양분 가용화 및 식물방제 효과 검용 미생물제제										
	가축노숙성 분해용 미생물제제					자연순환 농업용 기능 미생물제제					
미생물제제 현장화 기술	농가 자가 배양용 미생물 배지 및 배양시스템 개발										미생물제제 농가 응용, 적용 기술
	미생물제제 제형 기술					미생물제제 농축 기술					

## 3) 흡수 최적화 비료

- ◆ 비전: 기존 화학비료의 단점 보완 기술과 정밀농업에 의한 비료절감 기술 및 환경오염 저감 기술
- ◆ 전략제품/기능: 정밀농업을 위한 정확한 시비 적용 기술
- ◆ 미래전망: 비료가격 상승, 비료에 의한 환경오염을 저감시키기 위해 시장 확대
- ◆ 변화인자: 외국 개발 비료의 수입, 기술개발 투자, 비료시장의 변화, 정밀농업 및 친환경농업의 확대

중점영역	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	목표	
최적 시비 기술	토양분석 적용 가능한 자동화 비료 혼합 기술				벼농사 탈질 제어 기술							정밀농업에 의한 비료 절감 및 환경오염 저감 기술
	GIS를 이용한 적정 시비량 산정기술											
	정밀농법용 맞춤형 비료 제조기술											
화학비료 개선 기술	용해도 조절형 인산비료											기존 화학비료의 단점 보완 기술
	농진청 토양분석 결과의 비료제조 접목 기술					화학비료와 천연물 혼합 흡수 조절용 비료						
	B/B비료 품질 향상 기술											
	토양 관주 및 엽면시비 액상 비료 개발											

#### 4) 토양비료 관련 자재 기술

- ◆ 비전: 토양 및 비료관리 노동력 절감 및 자재 품질 측정기술 개발
- ◆ 전략제품/기능: 비료살포기/퇴비품질 측정기/발효기
- ◆ 미래전망: 노동력 절감, 작업의 편의성, 사용자재의 고품질 요구
- ◆ 변화인자: 노령화를 대비한 비료 사용 편리성 기자재 요구, 자연순환농법 등 정부정책 지원기술 요구

중점영역	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	목표
비료 관련 농기 자재 개발	과수원 등 전용 소형 비료살포기		가축노 발효 액비 제조기								비료 살포 노동 력 절감용 농자 재 개발
	유기질비료 근권 주입기		토양성분 측정 센서								
	GIS 이용 적정 토양양분 정보 이용기술		토양개량제 근권 주입기								
비료자재 품질 측정기술	퇴비 병원성 대장균, 살모넬라 현장 측 정 기술										비료 품질 고급 화 기술 개발
	퇴비 품질 측정 기술		관주, 엽면시비용 양액 농도 측정기술								
	가축노 발효 액비 부숙도 측정기술										

## 5. 소요예산

<표 5-33> 토양비료 분야 기술과제 실행예산

(단위: 억원)

기술개발 내용		소요예산
신소재, 신기능성 비료	○ 천연광물을 가공한 토양 개량형 비료 기술개발	15
	○ 식물에서 추출한 기능성 액상 비료 기술개발	15
	○ 작물의 향산화 기능성 물질 증진형 비료 기술개발	15
	○ 저가의 완효성 질소비료 기술개발	30
	○ 질산화 억제형 질소비료 기술개발	25
	○ 농약과 비료 혼합형 비료 기술개발	10
	○ 화학적 비효 조절형 비료 기술개발	25
	○ 물리적 비효 조절형 비료 기술개발	25
	○ 용출 조절형 비료 기술개발	10
	○ 유기질복합비료 제조처방기술, 재료선발 및 공정기술 개발	10
소 계		180
친환경 생물비료	○ 장기 보관용 미생물제제 개발	10
	○ 토양 불용성 양분 가용화 미생물제제 개발	10
	○ 가축노 숙성 분해용 미생물제제 개발	15
	○ 토양양분 가용화 및 식물방제 겸용 미생물제제	10
	○ 농가 자가 배양용 미생물 배지 및 배양시스템 개발	20
	○ 미생물제제 제형 개발	20
	○ 미생물제제 농축기술 개발	20
	○ 자연 순환농법용 미생물제제 개발	15
소 계		120
흡수최적화 비료	○ 토양분석 적용이 가능한 자동화 비료 혼합 기술	10
	○ GIS를 이용한 토양성질 표시 및 적정 시비량 산정 기술	30
	○ 벼농사 탈질 제어기술	10
	○ 용해도 조절용 인산비료의 개발	5
	○ 화학비료와 천연물 혼합 흡수 조절용 비료 개발	10
	○ 농진청 토양분석 결과 이용 프로그램 개발 및 비료제조 접목 기술개발	10
	○ B/B비료 품질(입상 크기, 균일화, 강도) 향상 기술개발	15
	○ 정밀농법용 맞춤형 비료 제조 기술 개발	15
	○ 토양관주 및 엽면시비 액상 비료 개발	20
	소 계	
토양비료 관련 자재 기술	○ 과수원 등 전용 소형 비료살포기 개발	5
	○ 가축노 발효 액비 제조기	5
	○ 유기질비료 근권 주입기	10
	○ 토양개량제 근권 주입기	10
	○ 퇴비 병원성 대장균, 살모넬라 현장 측정기술	10
	○ 관주, 엽면시비용 양액 농도 측정 기술	15
	○ 퇴비 품질 측정용 기술	15
	○ 가축노 발효액비 부숙도 측정 기술	10
	소 계	
총 계		505



## 6. 기대효과

### 가. 기술적 측면

- 향후, 친환경적 기능성 비료시장에 대한 외국 글로벌 회사의 잠식에 대비한 국내 비료 업계의 연구성과 및 산업재산권 확보 강화
- 기능성 작물생리 조절 물질 디자인, 유효성분 방출제어기술, 비료 및 비해 효능평가, 비료에 의한 환경영향 평가, 환경적 제조 공정개발 등 친환경적 기능성 비료제조를 위한 핵심기반 기술의 축적 및 향상
- 얻어진 친환경적 비료제조 기술로부터 작물영양학, 환경영향 평가, 생리활성물질 관련 기반기술의 학제 및 산업계 기술 파급 효과
- 본 로드맵에 의한 기술개발시 친환경적 작물영양 증진을 위한 기술개발을 중심으로한 신 기능성 제형개발, 신소재 개발 등의 기술개발을 가속화 할 수 있으며, 이들 제품에 대한 고부가가치화를 적극 추진할 수 있음
- 친환경적 비료산업의 발전은 기존 장치산업의 대량생산 체계의 한계를 넘어서 정밀화학 기술과, 물리, 생물 등의 기술이 접목된 새로운 개념의 융합기술로 발전해 나갈 수 있음

### 나. 경제 산업적 측면

- 정부의 친환경정책과 소비자의 친환경제품 니즈에 부합하는 친환경 비료 개발 및 친환경비료를 사용한 친환경제품의 안정적 생산이 가능함
- 고부가 가치의 신제품 개발을 통한 국내 비료 산업계의 체질강화
- 고부가가치 제품에 대한 해외시장 진출 및 수출증대
- 현재 수익성 악화로 난항을 겪고 있는 국내 비료업계의 연구 의욕 고취

## 제6장 동물사료 및 첨가제 분야 TRM

# 1. 개요

## 가. 배경 및 필요성

### (1) 배경

- 세계적인 인구증가로 인한 식량자원의 수요증대와 더불어 신흥공업국의 동물성 단백질 수요증가 (가족의 수입 1% 증가는 축산물 소비액 2% 증가)는 곡류를 비롯한 사료자원의 수요량을 급격하게 증가시키고 있으며, 이와 함께 유럽을 중심으로 한 GMO 식량자원의 생산억제는 국제적인 식량자원의 가격상승을 초래하여 축산물 생산비 중 가장 높은 비중을 차지하는 사료가격의 상승을 가져옴으로서 축산농가의 경쟁력을 악화시킬 수 있는 원인으로 작용하고 있음. 2005년도 6월 16일자 로이터 보고에 의하면 2050년에는 동물성 단백질 수요량이 지금의 3배 정도에 달할 수 있을 것으로 예상되며, 이에 따른 식량자원의 절대적인 부족현상이 심각할 수 있을 것으로 경고하고 있음.
- 바이오 에탄올과 디젤과 같은 화석연료 대체산업의 팽창으로 옥수수를 비롯한 곡류의 생물연료로의 수요증대는 식품 및 사료자원과의 경합관계를 형성하여 가격상승의 원인으로 작용하고 있으나, 한편으로 이들 부산물인 채종박 및 DDGS의 새로운 사료자원으로의 이용 가능성에 대한 관심이 커지고 있는 실정임. 미국의 경우 에탄올 증산 정책으로 인해 DDGS(distiller's dried grains with solubles)의 생산량은 2010년 4천만 톤, 2015년 5천 만톤, 2025년 1억 2천만 톤으로 예상됨.
- 친환경 가축생산(animal welfare) 및 축산물에 대한 소비자들의 요구(well-being)는 농장단위 생산물 총량을 감소시킬 수 있는 원인으로 작용하고 있으며, 통상적인 화학적 첨가물질의 친환경 첨가물질로의 전환이 급속하게 이루어지고 있음
- 사료자원의 효율적 이용(세포막구성성분의 소화율 향상)을 통한 분뇨배출량 감소와 축사환경의 개선, 축산물 생산효율 증가에 대한 선진각국의 관심이 커지고 있는 실정임

### (2) 필요성

- 사료자원의 대부분을 수입에 의존하고 있어 국제적 수급 및 가격동향에 매우 민감하게 작용하는 현실에서 이들 자원의 이용효율 극대화를 위한 각종 첨가물질의 개발과 이용은 축산물 생산비의 상대적 절감을 가져올 수 있을 뿐 아니라, 이를 통해 분뇨배출량을 감소시킴으로서 처리비용의 절감과 환경 부담을 최소화시킬 수 있기 때문에, 이들 물질의 산업적 생산 및 이용은 한국축산의 미래를 위해 매우 중요하고 또한 수출가능성이 큰 산업으로서의 위치를 차지할 수 있음

- 바이오 연료생산 부산물의 지속적인 국제 생산량 증가에 따른 새로운 사료자원 시장의 형성은 신규 원료자원의 확보 뿐 아니라 가격 경쟁력 면에서 유리할 수 있다고 판단되기 때문에 이들 원료의 축종별 이용가능성과 적용범위 및 이용효율 증대에 대한 산업적 연구가 매우 절실한 실정임.
- 다국적 사료회사의 시장 점유율이 증가하고 있는 현실에서 기술집약적 고품질 특수사료의 생산기술 개발과 이의 수출 경쟁력 확보를 위한 산업적 생산기반 조성이 필요함
- 사료허실의 과다로 인한 경제적 손실이 크며, 또한 축산분뇨의 냄새발생과 생물학적 요구량의 증가 원인이 되기 때문에 이를 방지할 수 있는 현실적 장치의 개발이 필요함

## 나. 목적

- 무역자유화 조치 이후 국내 축산농가의 안정적 수익기반 조성에 필요한 생산성 향상을 위해 사료자원의 이용효율 극대화에 요구되는 각종 첨가물질의 개발과 적용 및 이의 국제 시장에서의 진출을 통한 축산산업의 세계시장 진출
- 환경친화형 고품질 축산물 생산에 필요한 생물공학 및 천연물질의 개발 및 적용을 통해 국내 축산산업의 국제경쟁력을 향상 시킬 뿐 아니라 세계시장으로의 진출을 통한 축산선진국으로의 도약
- 새로운 사료자원으로 부각되고 있는 DDGS의 사료가치 상승을 위한 기술개발
- 사료의 허실을 최대한 방지할 수 있는 급여장치의 개발과 이들 제품의 세계시장 진출

## 2. 산업·기술 동향 분석

### 가. 산업·시장 동향 분석

#### (1) 분야별 세계/국내 시장 규모

##### ㉞ 배합사료

- 국내 배합사료 생산량 증가율은 1995년도를 정점으로 그 성장속도가 둔화되고 있는 실정이며, 총생산액은 약 4조 5천억 원 정도로 추정되고 있음. 연도별 축종별 생산량 변화는 다음 표 1에서 보는 바와 같음.

<표 6-1> 국내 배합사료 생산량 변화

(단위: 천 톤)

	1970년도	1980년도	1990년도	1995년도	2000년도	2005년도	2006년도
총계	508	3,462	10,518	14,856	15,105	15,278	15,693
양계	460	1,872	3,274	3,766	3,867	4,203	4,267
양돈	10	769	3,551	4,725	5,215	5,170	5,175
낙농	19	514	1,790	2,095	1,892	1,587	1,539
비육	0	306	1,667	3,680	3,340	3,293	3,574
기타	19	1	236	589	792	1,025	1,138

\* 자료: 농림부, 2007

○ 다국적 사료기업의 연간 사료 생산량은 다음 표2와 같으며, 연간 100만 톤 이상을 생산하는 회사의 본사소재 국적별로는 미국 8개사, 일본 7개사, 화란 6개사, 프랑스 5개사, 영국 및 브라질이 2개사, 태국이 1개사이다. 100만 톤 이상을 생산한 다국적 기업 중 한국에 본사를 두고 있는 회사는 CJ 제일제당으로 190만 톤으로 보고되어 있음.

<표 6-2> 세계 상위 10개 다국적 회사의 2006년도 사료생산량

Company	Headquarters	Feed Production (m-ton/y)
Cargil/Agribands	USA	16.8
Charoen Pokphand (CP Group)	Thailand	14.9
Land O'Lakes Purina	USA	12.0
Tyson Food	USA	10.1
Nutreco	Netherlands	8.0
Zen-noh Co-operate	Japan	7.8
AB Agri	UK	4.6
Ucaab Co-operatives	France	4.0
Smithfield	USA	3.6
Sadia	Brazil	3.5

\* 자료: Feed International, 2007

- 세계 100대 사료공장의 2006년도 총생산액은 335억 5300만 달러에 달하며, 전체 사료 생산량의 84%에 해당하는데, 나머지 16%를 차지하는 회사들의 총생산액은 64억 100만 달러 임. 지역별 100대 사료회사의 매출액을 보면 표 3에 나타난 바와 같음.

<표 6-3> 세계 100대 사료공장의 지역별 2006년도 총생산액

(단위: 백만\$)

Region	1-100 Sales	All Other Sales	Total World
North America	9,025.6	1,125.8	10,151.4
Europe	9,351.6	589.5	9,941.1
Japan	5,525.9	949.0	6,474.9
China	4,353.7	1,657.0	6,010.7
Asia Pacific	3,963.1	726.0	4,689.1
ROW	1,333.1	1,354.0	2,687.1
Total	33,553.0	6,401.3	39,954.3

\* 자료: Research Report#BA-M12107, 2007

### ⊕ 사료첨가제

- 종류가 매우 다양할 뿐 아니라 제품의 구분에 따른 명확한 판매량, 수출입 통계가 이루어지지 않고 있으며, 용도에 있어 사료용 뿐 아니라 식품용으로 구분되어 있는 품목들도 사료에 이용되고 있고, 소규모 공장에서의 생산 및 농장 직거래 무자료 등이 상당부분 존재하기 때문에 농수산물유통공사 및 관련 협회 자료를 이용한 분석에는 실제 시장과의 괴리가 너무 크게 나타남. 따라서 시장점유율이 높은 주요 판매업체를 중심으로 개별적 문의를 통해 조사를 실시하였음. 참고로 농수산물유통공사에 신고 된 사료용 첨가제의 연도별 수입물량 및 금액은 다음 표 4와 같음.

<표 6-4> 연도별 사료용 첨가제의 수입물량 및 수입액

년 도	물량(kg)	금액(USD)
2001	7,837,719	22,310,125
2002	5,792,379	20,263,697
2003	6,231,301	16,755,176
2004	6,623,118	15,939,578
2005	6,871,695	18,054,249
2006	6,595,286	18,055,011

\* 자료: 농수산물유통공사

- 전 산업을 통한 국제 효소제 시장은 매년 약 7.6% 정도씩 증가되고 있는 것으로 조사되고 있으며, 2011년에는 총 60억\$에 달할 것으로 전망되고 있음(2007, The freedonia group Inc.). 동물사료 부분에서의 효소제시장 성장률 역시 유사한 경향을 보이고 있음.
- 사료용 효소제의 국내 시장규모는 공식적인 통계가 부실하여 정확하게 추정할 수 없으나, 주요 판매사에서 제공한 자료를 기준으로 연간 약 1,900톤 134억 정도임. 이중 Phytase는 약 50억 규모이며 물량은 증가할 것으로 예상되나 가격의 하락으로 매출규모는 정체될 것으로 보임. NSP enzyme의 경우 약 1,400톤 규모이며 물량이 계속적으로 증가될 것으로 예상됨.
- 효소제의 해외 수출은 코스타 상장사인 CTC바이오에서 개발한 제품(Mannase, 세계 2번째 개발)이 있는데, 브랜드 이미지의 취약성으로 말미암아 세계গুল지의 효소제 생산 및 판매업체인 핀피드사에 각테일 제품 원료로서 공급하기 시작하였으며, 현재는 아시아(말레이시아, 필리핀, 대만, 태국, 베트남)에 직수출이 시작되었고 2008년부터는 중국, 미국, 유럽 등지에 판매가 이루어질 것으로 예상되나, 아직 물량은 크지 않은 것으로 파악되고 있음.
- 착색제의 연간 시장 규모는 약 40억원(C제품, K제품, S제품, H제품, O제품은 합성) 80톤에 달하는 것으로 주요 개별 업체에서 제공한 자료에서 나타나고 있으며, 이중 약 20%가 천연착색제가 차지하고 있음.
- 유기산 제제의 국내 시장규모는 연간 약 1,200 톤 (약 30억)에 달하는 것으로 주요 개별 업체에서 제공한 자료에서 나타나고 있음.
- 향 곰팡이 제제의 국내 시장규모는 연간 약 800톤 (MC 제품 300톤, MZ 제품 300톤, L 제품 50톤, MN 제품 40톤, 기타 100톤)에 달하는 것으로 주요 개별 업체에서 제공한 자료에서 나타나고 있음.
- 향산화제 제제의 국내 시장규모는 연간 약 300톤 (K 제품 30톤, Oz 제품 10톤, E 제품 230톤, Og 제품 10톤, 기타 20톤)에 달하는 것으로 주요 개별 업체에서 제공한 자료에서 나타나고 있음.
- 향살모넬라 제제의 국내 시장규모는 연간 약 450톤 (약 14억)에 달하는 것으로 주요 개별 업체에서 제공한 자료에서 나타나고 있음.
- 생균제제의 국내 시장규모는 연간 약 8,000톤 (약 200억)에 달하는 것으로 주요 개별 업체에서 제공한 자료에서 나타나고 있음. 소규모 영세 제조업체 (150 -300개 추산)에

서 생산되어 농가에 공급하는 물량까지 감안하면 그 규모는 훨씬 클 것으로 예상되고 있음.

- 식물추출물 제재의 국내 시장규모는 연간 약 2,800톤 (약 170억)에 달하는 것으로 주요 개별 업체에서 제공한 자료에서 나타나고 있음. 가격이 매우 다양하며 한약제, 유카추출물 및 essential oil 등이 포함되어 있고, 기능성을 확보하기 위한 배합비에 대한 노하우에 품질이 좌우됨. 일부 업체에서는 베트남 등 현지에서 생산되는 식물체를 이용한 식물추출물을 개발하여 지역판매를 시도하고 있으며 아직은 매출규모가 작은 초기단계라고 함.
- 농수산물유통공사에 신고 된 향생제, 비타민, 광물질, 미량광물질 및 향미제에 대한 수입액은 다음 표 5와 같음.

<표 6-5> 사료 첨가제로 수입된 향생제, 비타민, 광물질, 미량광물질 및 향미제의 연도별 수입량

구 분	2000년도		2005년도		2006년도	
	물량(천톤)	금액(천불)	물량(천톤)	금액(천불)	물량(천톤)	금액(천불)
향생제	2,821	13,102	2,879	9,288	2,457	8,700
비타민	180	2,606	550	1,830	686	2,482
광물질	399	235	833	982	717	764
미량광물질	1,936	1,951	675	2,268	777	4,652
·향미제	1,591	3,121	837	3,299	559	3,362

\* 자료: 농수산물유통공사

#### ㊤ DDGS(distiller's dried grains with solubles)

- 연료용 에탄올 수요증가로 국제 곡물 값이 치솟고 있는 가운데 에탄올 생산 부산물인 DDGS가 사료원료로서의 관심을 받고 있으며, 미국의 경우 에탄올 증산정책으로 인해 DDGS(distiller's dried grains with solubles)의 생산량은 2010년 4천만 톤, 2015년 5천만 톤, 2025년 1억 2천만 톤으로 예상됨.
- 현재 이용기술로 볼 때 모든 축종에서 최소 5% 이상 첨가가 가능한 것으로 나타나고 있는데, 이를 한국의 배합사료 양으로 환산할 때 최소 연간 75만 톤 이상을 사용할 수 있으며, 이용기술과 운송방법의 개선에 따라서는 20% 이상 사용이 가능하기 때문에 국내에서 사용할 수 있는 시장규모는 다른 사료자원과의 가격 경쟁력에 따라 300만 톤 이상이 형성될 수 있을 것임.



- DDGS의 사용상 주의 점으로 나타나고 있는 마이코톡신과 라이신의 이용성 감소 문제를 감소시킬 수 있는 첨가물질에 대한 수요가 증대할 것으로 예상됨. 또한 이용효율 향상을 위한 효소제 및 이와 유사한 기능을 가진 미생물발효제품 첨가제의 시장이 더불어 형성될 것으로 예상됨.

## 나. 기술발전 동향

### (1) 동물사료의 주요 기술 발전 동향

- 국내 배합사료 생산기술은 공정 기술적 측면을 제외하고는 이미 상당한 수준에 올라와 있는 것으로 평가되고 있음. 공정기술 부분은 전문 연구기관과 전문가를 양성하는 교육기관이 전무하기 때문에 대부분 단순 전기나 기계전공자들을 채용한 후 자체 교육을 통해 배치하고 있음. 영양학 전공자 들을 중심으로 이루어지고 있는 원료사료에 대한 평가, 제품의 설계 등은 이미 세계 수준에 도달한 것으로 판단되고 있으나, 전문 교육기관(대학 및 전문대학)의 축소로 인해 이 또한 향후 전문기술자 인력부족 현상을 겪을 가능성이 큰 것으로 판단됨.
- 순수 국내 배합사료 생산기술을 바탕으로 현재 국내 배합사료 회사 중 해외에 진출하고 있는 곳은 5개사로 CJ 제일제당이 중국, 필리핀, 베트남, 인도네시아, 터키 및 인도에, 우성이 베트남에, 선진이 필리핀과 베트남에, 대상이 베트남에 대한제당이 중국에 각각 진출해 있음.
- 국내 배합사료공장 총 96개(사협 61개, 농협 21개, 기타 14개)중 69개 공장이 HACCP 인증을 받음으로서 안전성 관리기술 및 제도정착에 대한 수준이 국제적으로 향상되어 있으며, 해외 진출과 함께 안전성 관리 노하우의 발전 및 수출도 가능할 것으로 판단 됨.
- 국내 사료첨가제는 그 종류와 품목이 매우 다양(법적 분류상 15종)할 뿐 아니라, 유럽과 같은 축산 선진국과는 달리 제품의 등록과 허가가 비교적 쉽게 이루어지기 때문에, 품질 및 효능에 대한 평가가 시장에서 직접 이루어져야하는 문제점을 지니고 있음.
- 대부분의 바이오 회사들이 인체시장에서의 매출 또는 성장한계를 극복하기 위해 사료첨가제를 생산 하여 판매하고 있는 실정이나, 동물산업 부분에서의 연구능력 한계 및 비용 등으로 말미암아 동물실험을 통한 완벽한 제품에 대한 기술력을 보여주지 못하고 있음.
- 사료첨가제 중 가장 유통되는 제품의 종류가 많고 기술력에 대한 객관적인 평가가 어려운 분야는 발효기술을 이용한 미생물발효제품 첨가제 종류(150-300개)로서 상장기

업 몇 곳을 제외하고는 연구 개발에 대한 기본적인 접근도 이루어지지 않은 상태에서 생산과 판매가 이루어지고 있는 실정임. 무분별한 유통을 방지하기 위해 농림부에서는 2007년 10월부터 허가기준을  $10^6$  cfu/g로 규정하여 실시하고 있으나, 실질적인 제품의 품질을 판단하는 데에는 완벽한 기준이 되지 못하고 있음.

- 특정 질병(돼지의 TGE, PED 등)의 예방과 치료에 효과가 있는 것으로 개발된 생균제 제품의 경우, 실질적으로는 유전자 조작을 통해 생산된 오렐 백신 등을 혼합하는 등과 같은 비정상적 방법을 동원한 것이 대부분이며, 그 효능 또한 지속성이 없고 크게 나타나지 않은 것으로 시장에서 판단되고 있음.
- 장내 환경조성에 긍정적인 영향을 미쳐 항생제 대체가 미생물 균주에 대한 분류 및 배양을 통한 특정 미생물 생균제에 대한 개발이 이루어지고 있으나, 아직은 실험실 수준에서 머무는 것이 대부분이고 동물실험을 통한 효과 증명 및 산업적 생산을 위한 대규모 배양기술의 발전이 이루어져야 할 것으로 판단되고 있음.
- 순도가 높은 효소제의 경우 국제경쟁력 및 시장성으로 말미암아 생산 및 개발이 거의 이루어지고 있지 않은 실정이며, 대부분 다국적 회사나 중국으로부터 수입하여 판매되고 있음. 일부 바이오 벤처 첨가제 회사에서는 고상발효를 통한 배양물 내 생성된 효소와 UGF(Unknown Growth Factor) 및 유용미생물을 이용한 다양한 효소-생균제 복합체에 대한 개발이 활발하게 진행 중이며, 이들 제품의 수출 및 해외 플랜트 설치 등과 같은 작업을 진행 중에 있음.
- 식물추출물에 대한 연구와 개발은 한약제를 중심으로 꾸준히 이루어지고 있는 실정이나, 주로 실험실 수준에서의 결과가 대부분이고, 아직은 시장에서 외국에서의 수입된 제품에 비해 크게 호평을 받지 못하고 있는 실정임. 이 분야는 특히 배합비에 대한 노하우 개발을 위한 연구개발이 크게 필요하며, 국내에서 추출 대상 식물이 경제성이 있을 정도로 대량으로 생산되지 않는 경우가 대부분이어서 수입에 의존해야 하고, 또한 이 분야의 시장은 특히 브랜드 이미지와 관련된 마케팅이 강하게 작용하기 때문에 그리 장래성은 크지 않은 분야로 인식되어지고 있음.
- 생물 및 화학분야 정보를 시뮬레이션하여 국내 생산물 및 외국에서 수입되는 각종 첨가물질을 이용 목표 기대효과를 향한 복합 첨가제에 대한 개발 및 연구가 일부 산업체에서 진행되고 있으나, 동물시험을 통해서 입증해야 하는 문제로 개발속도가 매우 더디게 이루어지고 있는 실정임.

## (2) 동물사료의 주목할 만한 기술 발전 분야

- 발효기술을 이용한 생균제 및 이들 복합제의 경우, 코스닥에 상장 되어있는 주요 첨가제 회사에서 개발된 제품이 2007년도 기준으로 약 400만\$ 정도 수출이 되고 있는 것으로 조사되었으며, 제품의 종류와 기술력 향상에 따라서는 더욱 큰 시장진출이 가능한 것으로 파악되고 있음. 현재 2개 회사에서 캐나다 및 미국에 각각 플랜트를 구축하여 현지 시장 공략에 나서고 있는 것으로 조사되고 있음.
- 경쟁력이 있다고 판단되는 국내 기술의 대부분은 고상발효를 통한 배양물 내 생성된 효소와 UGF(Unknown Growth Factor) 및 유용미생물을 이용한 다양한 효소-생균제 복합기능제에 기반을 두고 있으며, 한국 고유의 발효기술인 메주 또는 청국장 제조 기법도 한 몫을 하고 있음.
- 특정 효소제의 개발은 그동안 꾸준히 시도되어왔으나, 시장성이 있는 제품으로는 Mannase로서 세계에서 2번째로 개발에 성공하였으며, 사료자원의 가격폭등과 함께 식품 또는 생물연료 생산부산물의 이용에 대한 관심이 커지면서 시장이 확대되고 있는 추세임.
- 생물 및 화학분야 정보를 시뮬레이션하여 국내 생산물 및 외국에서 수입되는 각종 첨가물질을 이용 목표 기대효과를 향한 복합 첨가제의 생산. 세계적으로 가장 다양한 제품이 시장에서 유통되고 있는 것으로 파악되고 있음.

## (3) 주요국의 관련 R&D정책

- 환경보호 및 사료에 대한 항생제 무첨가 추진정책(유럽) 차원에서 부분별 해당 연구개발에 대한 투자가 이루어지고 있으며, 특별하게 사료 및 첨가제 부분에 대한 연구개발 정책으로는 나타나지 않고 있음
- 동물실험을 담당하는 연구자를 중심으로 기초 및 생물공학 연구자들이 공동으로 참여하며, 바이오 정보학을 전공한 연구자가 같이 참여하는 연구조직 클러스터를 형성한 종합적 연구개발에 대한 지원이 이루어지고 있음

다. 우리나라 사료 및 첨가제 분야 기술경쟁력 현황과 과제

### (1) 사료분야

- 주요 시장 선도기업의 제품 설계와 배합비 작성, 원료사료에 대한 평가 및 품질관리

부분의 기술력은 세계 상위수준에 육박할 정도이나, 상시 검증할 수 있는 동물 사양시험 시설이 매우 부족한 실정이며, 기술인력 양성기관의 축소(전문대 및 대학에서의 축산분야 축소 또는 방향전환 등)로 말미암아 향후 전문연구 및 기술 인력의 부족을 초래할 수 있음.

- 사료기계 및 공장설계, 공정기술에 대한 전문연구 및 교육기관의 부재로 인해 기술발전엔 많은 제약요인으로 작용하고 있으며, 한정된 사료자원의 효율적 가공에 의한 생산성 향상을 크게 도모할 수 있는 체계적 연구 및 교육기관의 설립이 시급한 실정임. 미국의 경우 켄사스 대학을 중심으로 교육 및 연구가 이루어지고 있으며, 스위스의 경우 사료기계장치 전문회사에서 운영하는 국제 교육기관(SFT)이 있음.

## (2) 첨가제 분야

- 몇 개 기업을 제외하고는 연구개발을 위한 인력과 시설이 절대적으로 부족할 뿐 아니라 자본과 기술의 열세로 말미암아 개발을 위한 커다란 기술적 진전을 가져오지 못하고 있는 실정임. 또한 실질적인 제품의 품질에 대한 객관적 기준마련과 검증과정이 절대적으로 부족한 상황에서 제품에 대한 용도와 기본적인 안전성 등과 같은 주요 외견상 항목만을 대상으로 제품등록과 허가가 이루어지는 제도상의 한계로 말미암아 영업력에 한계가 있는 기업의 경우 좋은 품질의 제품이 개발된다 할지라도 시장에 진입시킬 수 없기 때문에 기술개발에 대한 투자를 소홀히 하고 품질에 대한 객관적 보증이 최소한 구비되어있는 단순 수입제품의 판매 등에만 매진하고 있는 실정임.
- 매우 다양한 용도의 제품이 범람하고 있고 이들 각각의 제품에 대한 동물시험 검증이 제대로 이루어지지 않은 상태에서 단순 논리적 유추만으로 작은 시장규모가 분산되어 형성되어 있는 품목에 대한 연구개발은 앞으로도 큰 성과를 기대하기 어려울 것임.
- 첨가제 분야에서 가장 시장규모가 크고 국제 경쟁력이 있으며 앞으로 발전 가능성이 큰 미생물 발효를 통한 생균제 및 이들 발효생산품은 필요 이상으로 업체가 난립되어 있고 검증에 대한 불확실성 등으로 말미암아 시장에서의 불신이 매우 큰 것으로 나타나고 있음. 순도가 높은 효소제 생산은 국내 및 국제시장에서의 경쟁력이 낮다는 점을 고려하면 효소적 기능과 미생물학적 기능 등이 복합적으로 작용할 수 있는 다양한 기능의 맞춤형 발효 생산품의 연구개발에 대한 투자가 중점적으로 이루어져야 할 것임.

## ㉔ 국내 관련 산업의 위상

- 국내에서 가축용 기능성 발효제품 첨가제를 생산 판매하는 기업의 수는 150개 이상으로 난립되어 있는 것으로 파악되고 있으나, 연구 개발을 위한 인력과 장비를 갖추

고 있고, 국내 시장의 점유율이 높을 뿐 아니라 수출까지 하는 기업으로는 (주)이지바이오, (주)진바이오텍, (주)CTC 바이오, (주)중앙바이오텍 정도를 들 수 있으며 모두 코스닥에 상장된 회사들임.

- 국내에서의 생산체계 뿐 아니라 해외에 자체 플랜트를 가지고 있는 회사 및 국가는 이지바이오가 캐나다에, 진바이오텍이 미국에, CTC 바이오가 베트남에 각각 투자하고 있으며, 이를 통해 현지시장 진출을 꾀하고 있을 뿐 아니라 브랜드 이미지를 향상시키려고 하고 있음.

#### ㊤ 주요 20대기업의 R&D투자, R&D인력

- 사료첨가제 분야 기업체들은 다른 기업군에 비해 그 규모가 대부분 작기 때문에 연구개발을 위한 투자와 인력 역시 매우 열악한 것으로 나타나고 있음.
- 매출상위 코스닥 상장사들의 연구개발 투자액은 매출액의 평균 약 2.5 ~ 3.0%를 기록하고 있는 것으로 조사되었으며(국가 연구비 등을 포함하여 연간 10억 이하), 연구개발 투자액이 비교적 높은 기업의 경우(연간 50억 규모) 다른 분야로의 진출을 위한 투자가 원인인 것으로 나타났음.
- 매출상위 코스닥 상장사들의 연구개발을 위한 인력의 경우, 많게는 종업원의 10% 정도까지 배치가 되어있는 것으로 나타나고 있으나, 마케팅 및 품질관리 요원 등을 제외한 순수 연구 인력은 대부분 8인 이하에서 운영이 되고 있음. 연구개발 투자액과 마찬가지로 연구 종사인력이 비교적 많은 기업의 경우(35명 정도) 다른 분야로의 진출을 위한 투자가 원인인 것으로 나타났음.

#### ㊤ 대기업, 중소기업의 영업이익률 등

- 관련 기업군 대부분이 중소기업 규모에 해당되며, 영업 이익률은 회사와 주력 제품별로 일정하지는 않으나 세후기준으로 대략 15% 정도를 제시하고 있음.

#### ㊤ 논문, 특허, 수출 경쟁력 지표 현황

- 매출 상위 코스닥 상장사들의 특허 등록 건수는 4~28건 정도이나, 산발적인 기술에 머물러 있고 청구항의 범위가 매우 한정적인 것으로 나타남. 논문의 경우 대부분 대학과의 공동저자 형태로 제 2저자 이하의 참여정도로 발표되었기 때문에, 특별히 기술보호를 위한 저작권 우선을 주장하기에는 어려운 점이 있음.

- 수출 경쟁력 향상을 위해서는 동물시험을 통한 객관적인 자료(SCI 발표논문 등)가 필요한 바, 대부분 연구개발비의 한계로 인해 이러한 작업이 충분하게 이루어지지 못하고 있음. 또한 수출대상국과의 공동연구를 통한 학문적 및 실제 현장 실증시험을 필요로 하는 경우가 많은데, 이에 필요한 연구비가 충분하지 않기 때문에 적극적으로 시도하고 있지 못하는 실정임.

### 3. 우리나라 사료 및 첨가제 분야 기술개발 현황 및 문제점

#### 가. R&D투자 현황

- 동물사료 분야의 연구개발 비용은 주로 새로운 제품의 농장 실증시험과 서비스 부분에서 이루어지고 있는 각종 분석지원을 통한 영업확대 차원에서 이루어지고 있으며, 최근에는 HACCP 인증을 위한 분석비 등이 주를 이루어왔으나, 구체적인 통계자료는 나타나지 않고 있음. 사료회사 연구소의 역할이 실질적인 새로운 이론이나 기술을 발전시키기 위한 연구개발도 물론 있으나, 주로 마케팅과 품질관리 및 배합비 작성 인원들에 의한 활동을 주로 포함하기 때문에 국가 등으로 부터의 연구개발 비용에 대한 지원이 크게 필요하지 않았던 것으로 파악됨.
- 첨가제 분야의 연구개발비는 매출상위 코스닥 상장사들이 매출액 대비 평균 약 2.5~3.0%를 기록하고 있는 점과 매출 상위 기업들 및 연구개발이 이루어지고 있는 업체에 대한 개별 문의를 통해 얻은 결과를 종합해볼 때, 전체 연간 약 50억 정도(정부와 민간 포함)로 추산되고 있음.
- 정부차원에서의 연구개발비 지원은 1994년부터 주로 ARPC(농림기술관리센터)를 통해 이루어져 왔으며, 직접적인 첨가제 분야의 개발을 위한 투자 뿐 아니라 관련 생물공학 분야에의 지원을 통한 간접적 투자효과를 보여주고 있음.
- 대부분 첨가제 분야에서의 제품개발은 물질중심의 기능성 부분도 물론 필요하나, 동물시험을 통한 생체 과학적 효과 구명과 경제성을 중심으로 한 제품에 함유되어야 할 목표 물질의 함량을 정하는 것이 더욱 중요하기 때문에, 연구개발에 대한 투자가 동물시험을 주관 할 영양 및 영양생리 전문가를 중심으로 한 종합적 컨소시엄 형태로 이루어지는 것이 바람직한 것으로 조사되고 있음.
- 정부 (ARPC를 통한 지원) 및 참여 기업의 지난 10년간 연구비 투자실적은 다음 표 6에 나타난 바와 같음.

<표 6-6> 지난 10년간 사료 및 첨가제 분야 정부출연금 및 참여기업 부담 연구비 지급규모

(단위: 천원)

년 도	정부출연금	기업 부담금	합 계
1998	1,266,000	236,650	1,504,648
1999	976,340	184,918	1,163,257
2000	898,000	213,580	1,113,580
2001	1,060,000	306,580	1,368,581
2002	1,110,000	201,072	1,313,074
2003	896,000	185,500	1,083,503
2004	814,000	122,000	938,004
2005	1,189,000	194,000	1,385,005
2006	1,762,000	423,000	2,187,006
2007	1,970,000	631,000	2,603,007

\* 자료: 농림기술관리센터

#### 나. 정부의 주요 R&D 프로젝트 추진 현황

- 정부에서 추진하는 능동적 과제는 주로 기획과제를 통해 연구개발 프로젝트가 진행되어 왔는데, 사료 및 첨가제 부분과 관련된 농림기획과제는 2005년 “사료첨가용 항생제 대체제 소재발굴 및 효과검정과 항생제 전이율 저감을 위한 연구” 및 2006년 “자돈에 대한 약리적 수준의 산화아연 및 황산동 첨가대체 친환경 물질 및 사양 시스템 개발”과 같이 정책적 측면에서 산업체 및 축산농가의 피해를 최소화시키기 위한 주제 들을 중심으로 이루어지고 있음.

#### 다. 기술개발 투자의 문제점 및 개선 과제

##### (1) 전략적 관점

- 산/학/연이 유기적으로 협력하여 공동연구를 진행함. 대학 및 연구소에서는 미생물의 분리/동정, 천연물의 추출, 생리활성 물질의 분리/동정 등을 통한 후보물질을 도출하며, 기업체에서는 대량 생산기술을 발전시키고 경제성을 분석하며, 최종 제품의 배합비 작성과 조성물에 대한 지적재산권 등록 수속을 수행함.
- 후보물질에 대한 효과검증 및 최적 배합비 작성을 위한 동물시험은 현실적 여건을 감안하여, 대학 또는 연구소에서 수행 함.
- 기업체의 수출경쟁력 확보를 위한 객관화된 검증자료는 반드시 대학에서 책임지고 국제적으로 저명한 학술지 등에 게재토록하며, 관련 심포지움 등에 발표하도록 함.

## (2) 정책적 관점

- 한국의 사료첨가제 산업분야는 국내 시장규모는 크지 않으나 기술집약적 사업부분에 속하고 생명공학 분야의 발전에 따라 발생하는 각종 기술들을 일차적으로 적용하기에 가장 유망한 산업임. 국제사료시장의 꾸준한 팽창에 따라 사료 첨가제 시장의 성장도 크게 기대되기 때문에 수출이 가능한 경쟁력 있는 제품의 개발이 이루어질 수 있도록 차별화되고 집중적인 정책적 지원이 이루어져야 할 것임.
- 제품의 난립과 소비자들의 불신을 방지하기 위해 제품에 대한 공인기관의 검증제도를 실시할 필요성이 있음. 검증에 대한 구체적인 방법은 별도의 규정을 두어 실시할 수 있으며, 이렇게 함으로서 기업의 능동적인 연구개발을 유도할 수 있고, 제품의 국내외 경쟁력을 높일 수 있으며 소비자의 제품에 대한 신뢰수준을 향상시킬 수 있음.
- 가장 중요한 정책적 배려는 첨가제 산업체의 가장 취약한 점을 보완하고 이들 산업체로부터 생산되는 제품의 국제경쟁력을 향상시키기 위해서는 정부나 공공기관에서 운영하는 동물시험시설이 확충되어야 할 것임.

## (3) 운영시스템 관점

- 사료첨가제 부분의 기술개발은 그 성격상 반드시 동물실험을 통한 검증과 작용기작의 구명이 뒤따라야 함. 따라서 기술개발 투자에는 반드시 이를 수행할 수 있는 전문 연구자의 참여여부를 확인해야 할 것임.
- 최근 유럽에서의 관련분야 연구 운영 시스템은 영양학 분야 전문가를 총괄연구 책임자로 하고, 협동연구는 과제의 성격에 따라 작용기전과 기초이론을 지원하는 연구분야의 전문가(미생물학, 분자생물학, 생명공학, 면역학, 생리학, 수의학 등) 들이 담당하며, 이들 프로젝트에는 생물정보학(Bio-informatics) 전문가가 참여하여 각종 생명공학 분야의 결과 들을 시뮬레이션한 정보를 제공하고 있음.

## (4) 수요지향성 관점

- 국제 시장에서 기술적 우위를 바탕으로 한 제품에 대한 기능 및 품질을 인정받을 수 있도록 객관화된 자료를 많이 도출시켜야 함. 이를 위해서는 국내 뿐 아니라 해외 연구자들과의 활발한 공동연구를 수행하여야 할 것임.
- 해외 시장에 대한 적극적인 조사활동과 함께 정확한 통계적 자료를 축적해 나가고, 수출 대상국에 대한 지적재산권 및 관련 제도에 대한 명확한 자료제공이 이루어져야 할 것임.



#### (5) 성과 관점

- 개발된 기술의 제품화 및 시장에서의 경쟁력을 기준으로 성과를 분석할 수 있는 시스템적 접근이 필요함. 단순 논문과 특허출원에 대한 건수를 중심으로 성과를 판단하는 경우 연구를 위한 연구로 흐르기 쉬운 단점이 있을 수 있음.

### 4. 2017년 사료 첨가제 분야 기술개발 전략

#### 가. 기술개발을 둘러싼 환경변화와 주요 이슈

- 생명공학 분야의 기술발달로 인해 기존제품의 품질 및 성능의 향상, 신소재 및 신개념 가축사료용 첨가물질의 종류가 더욱 다양화해질 것임.
- 지적재산권 및 유전자변이 자원과 관련하여 첨가 내용물의 사용에 대한 국가별 세부적인 규제가 이루어질 것임.
- 항생제의 사료 내 첨가규제로 인해 미생물을 이용한 발효제품(생균제 등) 시장이 더욱 확대되고, 첨가 목적에 따른 맞춤형 제품이 다양하게 등장할 것임.

#### 나. 주요 이슈별 R&D정책 니즈

##### (1) 미래 유망 기술 확보(미래 성장 동력개발) 측면

- 사료자원의 이용효율 극대화를 위한 효소-미생물 복합 발효제품 생산기술에 필요한 특정 미생물의 분리/동정, 발효산물 특성(효소역가, 배양물의 미지성장 인자, 미생물체의 기능)의 구명, In Vitro 및 동물시험을 통한 효과의 구명, 적정 발효조건의 설정 및 산업적 규모의 대량 발효기술, 제품의 안정화 및 포장기술.
- 항생제 대체용 Eubiosis 조절용 미생물 발효제품 생산기술에 필요한 동물의 장내 미생물의 분리/동정, 발효산물 특성(미생물 활력, 배양물의 미지성장 인자)의 구명, In Vitro 및 동물시험을 통한 효과의 구명, 산업적 규모의 대량 발효기술의 확립, 제품의 안정화 및 포장기술.
- 식물추출물을 이용한 사용목적별 맞춤형 제품생산 기술에 필요한 생약제별 유효성분의 기능별 추적, 유효성분의 추출기술, 목적에 맞는 추출물 배합비 작성기술, In Vitro

및 동물시험을 통한 효과구명, 제품의 안정화 및 포장기술

(2) 기업현장애로기술 개발 지원 측면

- 제품 생산에 요구되는 시설과 이들 시설의 운영관리 기술 및 마케팅, 포장기술

(3) 인프라(인력, 특허, 표준, 시설, 정보 등) 구축 측면

- 제품의 객관적 품질 인증을 위한 공인기관에서의 인증 시스템 개발 (생물학적, 안정성 등).
- 공장 내 제품 간 미생물의 교차오염 방지 및 생산효율화를 위해 동일 계통 미생물별 전문 발효시설의 건설 및 생산시설 임대활용 기지 구축, 전문 업체 간 상호 활용 시스템 구축
- 해외시장 개척에 요구되는 현지 관련 제도 및 시장정보

(4) 기술이전사업화 측면

- 기술이전의 범위와 내용 및 이에 상응하는 경비의 표준화를 위한 구체적 사례별 산출 방법의 개발
- 이전 대상기술의 제품개발 적용 및 산업화에 필요한 구체적 지원 프로세스 개발

(5) 기술지도 측면

- 업체가 요구하는 기술의 구체적 영역별 전문가 들로 구성된 컨설팅 조직의 구성 및 운영방법 개발

다. R&D정책 니즈별 핵심전략과제

- (1) 사료자원의 이용효율 극대화를 위한 효소-미생물 복합 발효제품 생산기술의 개발
- (2) 항생제 대체용 가축의 장내 Eubiosis 조절용 미생물 발효제품 생산기술의 개발
- (3) 식물추출물을 이용한 사용목적별 맞춤형 제품생산 기술의 개발

라. 핵심전략과제별 성과목표 도출

(1) 사료자원의 이용효율 극대화를 위한 효소-미생물 복합 발효제품 생산기술의 개발

- 제 1단계: 특정 미생물의 분리/동정 및 고상 발효산물 특성(효소역가, 미지성장 인자, 영양 및 생화학적 특성)의 구명, In Vitro를 통한 효과의 확인
- 제 2단계: 적정 발효조건의 설정 및 산업적 규모의 대량 발효기술 개발
- 제 3단계: 동물시험을 통한 효과의 구명
- 제 4단계: 제품의 안정화 및 포장기술 개발
- 제 5단계: 제품의 디자인 및 마케팅 기술 개발

(2) 항생제 대체용 가축의 장내 Eubiosis 조절용 생균제 생산기술의 개발

- 제 1단계: 품종별 동물의 장내 미생물의 분리/동정 및 발효산물 특성(미생물 활력, 생화학적 특성)의 구명, In Vitro를 통한 효과의 확인
- 제 2단계: 동물시험을 통한 효과의 구명
- 제 3단계: 산업적 규모의 대량 발효기술 개발
- 제 4단계: 제품의 안정화 및 포장기술 개발
- 제 5단계: 제품의 디자인 및 마케팅 기술 개발

(3) 식물추출물을 이용한 사용목적별 맞춤형 제품생산 기술의 개발

- 제 1단계: 생약제별 유효성분의 기능별 추적 및 맵의 개발
- 제 2단계: 유효성분의 추출기술 개발
- 제 3단계: 목적에 맞는 추출물 배합비 작성기술 개발
- 제 4단계: 동물시험을 통한 효과구명
- 제 5단계: 제품의 안정화 및 포장기술 개발
- 제 6단계: 제품의 디자인 및 마케팅 기술 개발

마. 분야별 성과목표 달성을 위한 기술개발과제

(1) 담당분야별 역할

㉔ 대학, 연구기관

- 산업화에 요구되는 기초연구 (미생물학, 생리학, 면역학, 조직학, 영양학)
- In Vitro 및 In Vivo를 통한 효과의 검증 및 작용기전의 연구

- 기업이 필요로 하는 제품의 기획 및 생산전략연구

**㉔ 정부기관**

- 개발제품의 산업화를 위한 법적 제도적 지원(인증 등)
- 연구개발에 필요한 자금의 지원

**㉕ 기업**

- 제품의 대량 생산 및 생산성 향상기술 개발
- 제품의 안정화 및 포장기술 개발
- 제품의 디자인 및 마케팅 기술개발
- 해외 시장에 대한 자료축적 및 분석

**㉖ 수요자(사료회사, 축산농장)**

- 제품에 대한 정확한 이해 및 신뢰
- 제품의 사용방법과 적용기술의 올바른 이해

바. R&D추진전략

(1) 사료자원의 이용효율 극대화를 위한 효소-미생물 복합 발효제품 생산기술의 개발

- 특정 미생물의 분리/동정 및 고상 발효산물 특성(효소역가, 미지성장 인자, 영양 및 생화학적 특성)의 구명, In Vitro를 통한 효과의 확인: 자유공모형
- 적정 발효조건의 설정 및 산업적 규모의 대량 발효기술 개발: 자유공모형
- 동물시험을 통한 효과의 구명: 자유공모형
- 제품의 안정화 및 포장기술 개발: 자유공모형
- 제 5단계: 제품의 디자인 및 마케팅 기술 개발: 자유공모형

(2) 항생제 대체용 가축의 장내 Eubiosis 조절용 생균제 생산기술의 개발

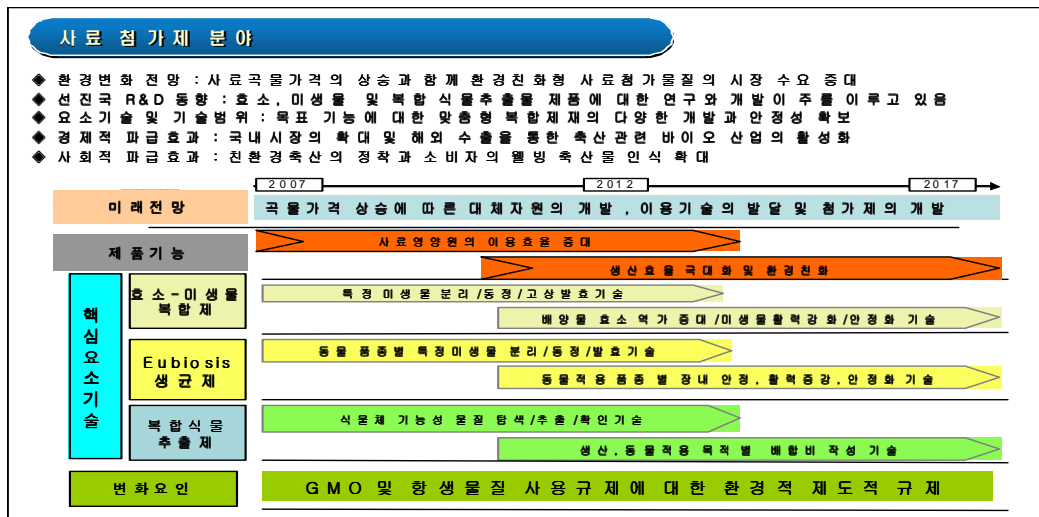
- 품종별 동물의 장내 미생물의 분리/동정 및 발효산물 특성(미생물 활력, 생화학적 특성)의 구명, In Vitro를 통한 효과의 확인, 동물시험을 통한 효과의 구명 : 전략기획추진형
- 산업적 규모의 대량 발효기술 개발: 자유공모형
- 제품의 안정화 및 포장기술 개발: 자유공모형
- 제품의 디자인 및 마케팅 기술 개발: 자유공모형

(3) 식물추출물을 이용한 사용목적별 맞춤형 제품생산 기술의 개발

- 생약제별 유효성분의 기능별 추적 및 맵의 개발 : 전략기획추진형
- 유효성분의 추출기술 개발: 자유공모형
- 목적에 맞는 추출물 배합비 작성기술 개발: 자유공모형
- 동물시험을 통한 효과구명: 자유공모형
- 제품의 안정화 및 포장기술 개발: 자유공모형
- 제품의 디자인 및 마케팅 기술 개발: 자유공모형

사. 기술개발로드맵

<그림 6-1> 기술개발로드맵



5. 소요예산

- 사료자원의 이용효율 극대화를 위한 효소-미생물 복합 발효제품 생산기술의 개발: 20억
- 항생제 대체용 가축의 장내 Eubiosis 조절용 미생물 발효제품 생산기술의 개발: 15억
- 식물추출물을 이용한 사용목적별 맞춤형 제품생산 기술의 개발: 15억

## 6. 기대효과

- 사료자원의 효율적 이용을 통한 축산물 생산비 절감 및 국제 경쟁력 강화
- 분뇨로 배출되는 사료영양소 감소로 축산환경의 개선 및 환경부담 수준의 감소
- 항생제 대체를 통한 소비자 신뢰형 친환경축산의 정착
- 건강한 가축의 사양을 통한 약품비의 감소 및 생산비 절감
- 제품의 수출을 통한 해외시장의 활발한 진출

## 참고문헌

1. 농업기계화 기본계획과 세부추진계획(2007-2011) - 농림부 농산경영과
2. 2007 농림업 주요통계 - 농림부
3. 제4차 농업과학기술 중장기 연구개발 계획(2006) - 농촌진흥청
4. 미래사회 전망과 한국의 과학기술((2005-2030) - 한국과학기술기획평가원
5. 고품질 쌀 생산을 위한 국내외 기술동향(2005) - 농업공학연구소
6. Proceedings of the 2nd Asian Conference on Precision Agriculture (2007) - Korean Society of Precision Agriculture
7. 축산기자재 산업의 현황과 발전방안 (2006) - 한국축산시설환경학회
8. 고품질 원예산물 생산위한 관비재배 현황과 발전방향 (2003) - 농촌진흥청 원예연구소/한국시설원예연구회
9. 한·미 FTA 타결에 따른 우리농업의 당면과제 (2007) - 한국국제농업개발학회
10. 한·미 FTA 대응 축산기반산업 전략 모색을 위한 세미나 및 자연순환농업포럼 (2007) - 대전국제축산박람회추진위원회
11. 농업개방의 가이드라인과 농정방향 (2007) - 전국농민단체협의회
12. 표준영농교본 143 - 밭농사 기계(2004) - 농촌진흥청
13. 2007 농업기계연감 - 한국농기계공업협동조합/한국농업기계학회
14. 친환경농업반 교재(2004) - 국가전문행정연수원 농업연수부
15. 대체에너지의 농업적 이용현황 및 기술개발전략 (2005) - 농업공학연구소
16. 강창용 등, 농기계임대사업의 활성화 방안 연구, C2003-21, 농림부, 2003.
17. 강창용, 조가옥. 일본 농업의 기계화, D157, 한국농촌경제연구원, 2001.
18. 농림부 농업기술지원과, 업무자료, 2004. 9.
19. 농림부, 농업·농촌 종합대책, 2005. 2.
20. 농림부, 2006년도 농림사업시행지침서, 2006.
21. 농림수산부, 농업기계화 발달과정, 1982.
22. 농림부, 농림통계연보, 2006.
23. 농림부, 미래 농업기술예측로드맵 작성 및 효율적인 투자기술 개발, 농림기술관리센터, 2004.
24. 농림부, 환경부, 가축분뇨 관리·이용대책, 2004.
25. 농촌진흥청, 농업과학기술 로드맵, 2004.
26. (사)일본식품기계공업회, 2006년 식품기계조사통계자료, 2007.
27. 통계청, 공업·제조업 통계조사보고서, 각년도.
28. 통계청, 관공업·에너지 통계조사보고서, 각년도.
29. (주)알앤디비즈. 국내정수기 시장규모 및 전망, 2005.
30. 한국농기계공업협동조합, 농업기계연감, 각년도.

31. 한국농기계업협동조합, 농업기계가격, 2006.
32. 식품저널, 식품유통연감, 2007.
33. 농수축신문, 한국식품연감2007, 2008, 2007.
34. 식품음료신문, 베트남,식품가공기계 시장, 2007, <http://cafe.naver.com/vietinfo/973>
35. 재생가능에너지보급배경과 보급지원책, <http://swseo.yongsu.net/biogas.html>
36. 일본의 환경농업정책, <http://swseo.yongsu.net/biogas.html>
37. 北海道立新得畜産試験場, 家畜糞尿処理利用の手引き. 1999
38. バイオガスの利用と可能性, 畜産コンサルタント
39. Diesel Fumigation Partial Premixing for Reducing Ignition Delay and Amplitude of Pressure Fluctuations, Spec Publ Soc Automot Eng
40. 環境調和型高効率バイオガス・コージェネレーションシステムの開発(第2報)-バイオガス・軽油二燃料CGSの燃焼解析-, 農機誌
41. Exhaust-Gas Re-circulation A Measure to Reduce Exhaust Emissions of DI Diesel Engines, SAE
42. 바이오가스플랜트 ; <http://kr.blog.yahoo.com/chuelmin/1051>
43. 環境調和型高効率バイオガス用コージェネレーションシステムの開発(第4報)-BIOCGSの経済性評価-, 農機誌
44. CO<sub>2</sub> global recycling system by using solar energy, New Energy Syst Convers
45. 농협중앙회, 비료사업통계요람, 2006
46. 한국비료공업협회, 비료연감, 2006
47. 최지현. 비료산업의 현황과 발전방향, 2006
48. 농림통계연보. 2007. 농림부
49. Farming for Population Boom. 2005. Global Animal Feed Use to Soar as Population Grows. Reuters June 16.
50. Market Research Reports. 2007. Electronics Industry Market Research and Knowledge Network.
51. Outlook on Feedstock Issues on the Horizon. 2006. BBI Biofuels Workshop and Trade Show. Nashville Tennessee. USA.
52. Watt Feed E-News. 2007.
53. World Enzymes. 2007. The freedonia group Inc.



## 농림기자재 분야 기술로드맵

---

---

찍은날 : 2008. 7

펴낸날 : 2008. 3

발행인 : 김 정 호

펴낸곳 : 농림기술관리센터(ARPC), Tel : 2041-7526

135-860 서울시 강남구 도곡동 943번지 대신증권빌딩 4층

인 쇄 : (주)문원사, Tel : 739-3911 ~ 5

---

---