

발 간 등 록 번 호
11-1721000-000585-01

2020년도 예비타당성조사 보고서

디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업

2021.06.

제 출 문

과학기술정보통신부 장관 귀하

본 보고서를 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 예비타당성조사
최종보고서로 제출합니다.

2021. 06

주관연구기관명 : 한국과학기술기획평가원(KISTEP)

내 부 연 구 진 : 오윤정 KISTEP 연구위원(PM)
김한해 KISTEP 연구위원
주지혜 KISTEP 연구원

외 부 자 문 단 : 권오성 산업연구원 부연구위원
백철우 덕성여자대학교 교수
서강석 순천대학교 교수
안중훈 건국대학교 교수
이자경 (주)대상 책임연구원
장철성 강원대학교 교수
하정훈 홍익대학교 교수

검 토 위 원 : 금현섭 서울대학교 교수

목 차

요 약	1
제 1 장 사업 개요 및 조사방법	35
제 1 절 사업개요	35
1. 사업의 추진 배경 및 목적	35
2. 사업의 주요내용	36
제 2 절 조사방법	40
1. 항목별 조사방법	40
제 2 장 기초자료 분석	42
제 1 절 디지털육종 기술의 개념	42
1. 기술의 정의	42
2. 육종기술의 분류	43
제 2 절 디지털육종 관련 산업 및 시장동향	45
1. 종자시장 동향	45
2. 국내외 축산업 동향	48
3. 유전체 시장 동향	50
제 3 절 디지털육종 관련 연구 및 정책 동향	54
1. 육종기술 연구개발 동향	54
2. 국외 정책 동향	56
3. 국내 정책 동향	58

제 4 절	특허기술 동향조사	62
1.	디지털육종 분야 특허출원 동향	63
2.	디지털육종 분야 세부기술별(중점기술별) 특허동향	70
3.	디지털육종 분야 기술순환주기(TCT, Technology Cycle Time)	80
제 3 장	과학기술적 타당성 분석	84
제 1 절	문제 및 이슈 도출의 적절성	84
1.	문제 및 이슈 정의의 적절성	84
2.	과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성	96
제 2 절	사업목표의 적절성	98
1.	사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성	99
2.	사업목표 설정의 적절성	108
3.	성과지표의 적절성	113
4.	수혜자 표적화의 적절성	118
제 3 절	세부활동 및 추진전략의 적절성	119
1.	세부활동과 사업목표와의 연계성	119
2.	세부활동 도출의 적절성	120
3.	세부활동별 성과지표의 적절성	148
4.	기간추정 및 시간적 선후관계의 적절성	151
5.	추진전략의 적절성	154
제 4 장	정책적 타당성 분석	161
제 1 절	정책의 일관성 및 추진체제	161
1.	상위계획과의 부합성	161
2.	사업 추진체제 및 추진의지	175

제 2 절 사업 추진 상의 위험요인	192
1. 재원조달 가능성	192
2. 법/제도적 위험요인	194
제 5 장 경제적 타당성 분석	196
제 1 절 비용 추정	196
1. 총사업비 개요	196
2. 총사업비 검토	205
3. 총비용 추정	209
제 2 절 편익 추정	210
1. 주관부처의 편익 개요	210
2. 주관부처 편익 추정 검토	214
3. 예비타당성조사 연구진의 편익추정 방안	216
제 3 절 경제성 분석	219
제 6 장 종합분석 및 결론	220
제 1 절 AHP를 이용한 종합분석	223
1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요	223
2. 종합평가 결과	224
제 2 절 결론 및 정책제언	230
1. 결론	230
2. 정책제언	231
참 고 문 헌	233
부 록	235

표 목 차

<표 1-1> 3개 내역사업 및 8개 프로그램별 구성 현황.....	37
<표 1-2> 동 사업의 소요예산.....	39
<표 2-1> 국내 종자기업 등록업체 현황.....	46
<표 2-2> 국내 주요 종자업체 실적.....	47
<표 2-3> 국내 농산물 종자 수출입 동향.....	47
<표 2-4> 경영형태별 농업소득.....	49
<표 2-5> 지역별 유전체 시장현황 및 전망.....	51
<표 2-6> 활용별 유전체 시장현황 및 전망.....	51
<표 2-7> 첨단 육종기술의 대표적 종류 및 특징.....	55
<표 2-8> 분석대상 기술분류별 검색 개요.....	62
<표 2-9> 다출원 기준 주요 출원인.....	69
<표 2-10> 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)의 다출원 기준 주요 출원인.....	75
<표 2-11> 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)의 다출원 기준 주요 출원인.....	77
<표 2-12> 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)의 다출원 기준 주요 출원인.....	79
<표 2-13> 디지털육종기반 종자산업 혁신기술의 8개 핵심기술별 기술순환주기(TCT)...	83
<표 3-1> 국내 건강기능식품 생산현황.....	88
<표 3-2> 육종 패러다임별 핵심기술 비교 (식물).....	90
<표 3-3> 디지털육종 기술적용 관련 해외 사례.....	90
<표 3-4> 국내 종자기업 등록업체 및 사업체 현황.....	93
<표 3-5> 종자업체의 종자판매액 규모별 분포.....	94
<표 3-6> 주관부처에서 제시한 동 사업에 대한 정부지원의 당위성.....	96
<표 3-7> 동 사업의 논리모형.....	98
<표 3-8> 선행사업의 주요 내용.....	101
<표 3-9> 주관부처에서 제시한 사업목표 및 전략목표, 성과목표.....	108
<표 3-10> 기술수준조사의 육종분야 세부기술.....	110
<표 3-11> 주관부처에서 제시한 단계별 전략과 성과지표.....	113
<표 3-12> 주관부처가 제시한 사업목표와 성과지표의 목표 연계.....	114
<표 3-13> 성과지표 : 논문 표준화 영향력지수.....	115
<표 3-14> 성과지표 : 특허등급.....	115

<표 3-15> 성과지표 : 기술이전건수.....	115
<표 3-16> 성과지표 : 품종등록건수.....	116
<표 3-17> 성과지표 : 사업화 수출액.....	116
<표 3-18> 핵심기술의 성과지표 구체화 현황.....	117
<표 3-19> 단계별 전략의 성과지표 구체화 현황.....	117
<표 3-20> 사업유형별 핵심성과와 주관부처에서 제시한 핵심성과 비교.....	118
<표 3-21> 3개 내역사업 및 8개 프로그램별 구성 현황.....	126
<표 3-22> 주관부처가 제시한 핵심기술별 연구개발목표와 성과목표.....	138
<표 3-23> 동 사업의 기술수요조사 개요.....	140
<표 3-24> 동 사업 기획 전문가 구성.....	143
<표 3-25> 동 사업과 유사성이 존재하는 연구개발과제.....	144
<표 3-26> [1중점 1핵심] 디지털육종 소재개발의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	148
<표 3-27> [1중점 2핵심] 데이터생산 표준화 기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	148
<표 3-28> [1중점 3핵심] 디지털육종 예측모델 개발의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	148
<표 3-29> [2중점 1핵심] 내재해성 향상 품종개발의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	149
<표 3-30> [2중점 2핵심] 고기능성 품종개발 기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	149
<표 3-31> [2중점 3핵심] 가공 유통적성 향상 품종개발기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	149
<표 3-32> [3중점 1핵심] 종자 품질 향상기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	150
<표 3-33> [3중점 2핵심] 종축보급 안정기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표...	150
<표 3-34> 추진 주체별 역할 및 기능.....	155
<표 3-35> PD별 대상작물 및 세세부과제수.....	156
<표 3-36> 주관부처에서 제시한 동 사업의 PD와 타 기관 PD제도 비교.....	158
<표 3-37> 지정공모과제 사업추진 절차.....	159
<표 3-38> 주관부처에서 제시한 참여부처별 역할.....	160
<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과.....	161
<표 4-2> 상위계획과의 부합성 평점.....	162
<표 4-3> 관련사업과의 차별성 조사대상 사업.....	175
<표 4-4> Golden Seed 프로젝트(다부처) 개요.....	177
<표 4-5> 차세대바이오그린21(농진청) 개요.....	178
<표 4-6> FTA대응경쟁력향상기술개발(농진청) 개요.....	179
<표 4-7> 농생명산업기술개발사업(농식품부) 개요.....	180
<표 4-8> 농업과학기반기술연구(농진청) 개요.....	182
<표 4-9> 농업첨단핵심기술개발사업(농진청) 개요.....	183
<표 4-10> 신품종지역적응연구(농진청) 개요.....	184

<표 4-11> 원예특작시험연구(농진청) 개요.....	185
<표 4-12> 기초과학연구원 유전체교정연구단 개요.....	186
<표 4-13> 작물시험연구(농진청) 개요.....	187
<표 4-14> 차세대농작물신육종기술개발사업(농진청) 개요.....	188
<표 4-15> 축산시험연구(농진청) 개요.....	189
<표 4-16> 포스트게놈다부처유전체사업(다부처) 개요.....	191
<표 4-17> 동 사업의 재원별·연도별 투자계획.....	192
<표 4-18> 참여부처별 예산 소요 계획.....	192
<표 4-19> 참여부처별 최근 5년간 정부연구개발비 예산 현황.....	193
<표 5-1> 총사업비의 재원별 투자계획.....	196
<표 5-2> 재원별·연도별 투자계획.....	197
<표 5-3> 중점기술 및 핵심기술별 과제당 연구개발비.....	198
<표 5-4> 세세부과제별 연구개발비 및 연구기간.....	199
<표 5-5> 주관부처에서 제시한 차세대바이오그린21 후속 과제별 예산(안) 설정 기준.....	205
<표 5-6> 사업별 규모 및 유사과제 사례 적용 (주관부처 제시).....	206
<표 5-7> 종자개발 R&D, 부처별, 사업별 과제당 평균 연구개발비 (주관부처 제시).....	207
<표 5-8> 유사과제군 및 선행사업과 핵심기술별 과제 규모 비교.....	207
<표 5-9> 동 사업의 경제성 분석을 위한 총비용.....	209
<표 5-10> 주관부처가 제시한 발생가능 편익 및 편익별 산출식.....	210
<표 5-11> 세계 작물 종자시장 규모.....	211
<표 5-12> 국내 종축 수입시장 규모.....	211
<표 5-13> 주관부처가 제시한 동 사업의 비용편익 분석 결과.....	213
<표 5-14> 주관부처가 제시한 3가지 시나리오별 편익 규모.....	213
<표 5-15> 종자 유형별 세계 작물 종자시장 규모.....	214
<표 5-16> 사업계획과 동 조사의 편익 추정 차이점 비교.....	218
<표 5-17> 동 사업계획 원안의 총비용 및 총편익 추정결과.....	219
<표 5-18> 비용편익 분석 결과.....	219
<표 6-1> 비용편익 분석 결과.....	222
<표 6-2> 동 사업의 AHP 평가항목.....	226
<표 6-3> 동 사업의 AHP 평가항목별 가중치 산정결과.....	228
<표 6-4> 동 사업에 대한 AHP 평가결과.....	229
<표 6-5> 사업계획서 원안에 대한 예비타당성 결과 요약.....	230

그 림 목 차

[그림 1-1] 사업 추진체계.....	35
[그림 2-1] 세계 종자시장 규모 (단위 : 억 달러).....	45
[그림 2-2] 축산업 분야 국내총생산.....	48
[그림 2-3] 국내 연도별 농림부문 10대 생산품목의 변화.....	49
[그림 2-4] 글로벌 유전체 시장현황 및 전망.....	50
[그림 2-5] NGS 서비스 분석비용(2009~2024년).....	52
[그림 2-6] 미국 내 NGS 서비스 매출액 전망(2012~2022년).....	52
[그림 2-7] 육종기술의 변화.....	54
[그림 2-8] 주요 출원국 연도별 특허동향.....	64
[그림 2-9] 연도별 내·외국인 특허출원현황.....	65
[그림 2-10] 특허기술 성장단계별 의미.....	66
[그림 2-11] 전체 기술 시장 성장단계.....	67
[그림 2-12] 디지털육종기반 종자산업 혁신기술(A)의 다출원 기준 주요 출원인 (상위 20위) 국적 및 기관특성 비중.....	69
[그림 2-13] 세부기술별(중점기술별) 특허건수 현황.....	70
[그림 2-14] 세부기술별(중점기술별) 연도별 특허동향(1).....	71
[그림 2-15] 세부기술별(중점기술별) 연도별 특허동향(2).....	72
[그림 2-16] 세부기술별(중점기술별) 시장 성장단계.....	73
[그림 2-17] 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)의 다출원 기준 주요 출원인(상위10위) 국적 및 기관특성 비중.....	75
[그림 2-18] 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)의 다출원 기준 주요 출원인(상위10위) 국적 및 기관특성 비중.....	77
[그림 2-19] 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)의 다출원 기준 주요 출원인(상위 10위) 국적 및 기관특성 비중	79
[그림 2-20] 디지털육종기반 종자산업 혁신기술의 8개 핵심기술별 기술순환주기.....	83
[그림 3-1] 세계 식량 가격 전망.....	85
[그림 3-2] 이산화탄소 농도상승과 기후변화가 농업생태계에 미치는 영향.....	87
[그림 3-3] 기후변화로 인한 농업환경 변화 전망.....	87
[그림 3-4] 세계 건강기능식품 시장 현황.....	88

[그림 3-5] 육종 방법의 발전 과정 (식물).....	89
[그림 3-6] 문제/이슈와 사업목표.....	99
[그림 3-7] 주관부처가 제시한 동 사업과 선행사업과의 연계도.....	100
[그림 3-8] 주관부처가 제시한 「디지털육종 연구개발사업」의 개념.....	102
[그림 3-9] 주관부처가 제시한 중점분야별 연계.....	103
[그림 3-10] GSP 성과물과 동 사업 세부기술과의 연계 및 핵심기술 간 연계.....	104
[그림 3-11] 차세대BG21 성과물과 동 사업 세부기술과의 연계 및 핵심기술 간 연계.....	105
[그림 3-12] 선행연구 성과를 근거로 구별한 육종별 타입(Type) 및 타입(Type)별 개발 계획..	106
[그림 3-13] 세부과제와 핵심기술을 연계한 벼 품목의 연구개발 도식.....	107
[그림 3-14] 세부활동과 사업목표(전략목표)와의 연계.....	119
[그림 3-15] 주관부처가 제시한 중점추진분야 세부 개발 활동별 연계.....	121
[그림 3-16] 주관부처가 제시한 중점추진분야별 세부개발 활동별 연계 (추가자료)...	122
[그림 3-17] 주관부처에서 제시한 기술총괄(PD)을 통한 단계별 연계성 확보 방안...	124
[그림 3-18] 주관부처에서 제시한 추진과제 선정 상향식 프로세스 및 추진경과.....	142
[그림 3-19] 세부과제와 핵심기술을 연계한 돼지 품목의 연구개발 도식 (A Type 예시)...	152
[그림 3-20] 세부과제와 핵심기술을 연계한 고추 품목의 연구개발 도식 (B Type 예시)...	153
[그림 3-21] 세부과제와 핵심기술을 연계한 식량작물의 연구개발 도식 (C Type 예시)...	153
[그림 3-22] 동 사업의 추진체계도.....	154
[그림 3-23] 사업 연구결과 DB 관리·확산 체계.....	157
[그림 4-1] 「제4차 과학기술기본계획」 전략 및 중점 추진계획.....	163
[그림 4-2] 「제3차 생명공학육성기본계획」의 전략 및 중점 추진과제.....	165
[그림 4-3] 「제3차 생명공학육성기본계획」 중 동 사업 관련 내용.....	166
[그림 4-4] 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」의 비전 및 목표.....	168
[그림 4-5] 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」 중 동 사업 관련 내용.....	169
[그림 4-6] 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」 개요.....	171
[그림 4-7] 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」 중 동 사업 관련 내용.....	172
[그림 4-8] 「제4차 농업생명공학육성 중장기계획」 개요.....	174
[그림 4-9] WTO 조치가능보조금 분석틀.....	194
[그림 6-1] 분석적 계층화법을 이용한 평가절차.....	224
[그림 6-2] 동 사업의 예비타당성조사 의사결정.....	225

요

약



요약

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

1. 사업 개요

가. 사업추진 배경 및 목적

- ☐ 식량안보 및 먹거리 안정, 병충해 증가로 인한 사회적 비용 감소, 수요맞춤형 품종 개발 대응, 육종기술 고도화 대응
 - 코로나19 등으로 국경봉쇄 및 물류단절, 식량안보 및 먹거리 안정 차원 대응 필요
 - 기후변화에 따른 新병해충·新질병 증가로 사회적 비용 발생 대응
 - 소비 트렌드 변화와 계약재배 확대 등으로 수요맞춤형 품종 요구 증대 대응
 - 종자산업의 성장과 국가 간 교역 확대, 종자기업의 독과점 및 전주기 계열화 심화
 - 관행육종에 다양한 기술이 집약된 형태로 육종기술 고도화 진행

☐ 사업개요

- 사업목표 : 종자산업 핵심기술 개발 지원을 통한 산업혁신 생태계 조성 및 글로벌 경쟁력 강화
 - 미래선도형 디지털육종 기술 혁신을 통한 글로벌 First Mover 도약
 - 육종분야 기술수준 선도국 대비 90% 달성(현재 78%)
 - AI기반 육종예측모델 10건(현재 0건)
 - 글로벌 수요 맞춤형 신품종 사업화 촉진 및 기업성장 견인
 - 글로벌 히트 품종 10건, 수입대체 히트 품종 10건
 - 글로벌 선도기업 10개, 성장형 강소기업 20개

2 디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업 예비타당성조사 보고서

- 사업비 : 6,380억 원 (국비 5,700억 원, 민자 680억 원)
- 사업기간 : 2022년~2031년 (3단계, 총 10년)
- 사업추진체계
 - 추진주체 : 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청
 - 전문기관 : 농림식품기술기획평가원 (기존 GSP운영지원센터를 개편·운영)
- 세부내용 : 3개 중점, 8개 핵심, 49개 세부, 173개 세세부 기술로 구성

<표 1> 3개 중점분야 및 8개 핵심기술

구 분	핵심기술(세부과제수)	사업비(억 원)		합계
		국고	민자	
(1중점) 디지털 육종 혁신기반 조성 (17)	1.1 디지털육종 소재개발(6) 디지털 작물/가축 육종 기반 확보를 위한 다양한 원천 유전자원 확보 및 다양한 변이창출로 소재를 개발하고 작물별 씨가축별 핵심집단 구축	966.0	94.5	1,060.5
	1.2 데이터생산 표준화 기술(5) 핵심집단 활용 유전체, 표현체, 대사체 분석 및 정보 디지털화와 다중 오믹서 정보 표준화, 바이오인포메틱 파이프라인 구축	1,051.0	7.5	1,058.5
	1.3 디지털육종 예측모델 개발(6) 기능성, 병충해 저항성 등 AI기반 품종개발 예측모델 개발, 육종현장 실용화 연구	696.0	8.8	704.8
	소 계	2,713.0	110.8	2,823.8
(2중점) 수요 맞춤형 정밀육종 확산 (26)	2.1 내재해성 향상 품종개발기술(12) 수입대체 및 글로벌 수출사업화 촉진을 위한 내병해 충성, 환경내성 향상 신품종 개발	1,051.0	231.3	1,282.3
	2.2 고기능성 품종개발기술(10) 글로벌 소비 트렌드 변화 대응, 기능성 물질 대사회 로 정밀화 기술 등을 활용한 고기능성-고부가가치 신 품종 개발 및 신시장 창출	970.0	200.4	1,170.4
	2.3 가공·유통적성 향상 품종개발기술(4) 가공공정, 저장·유통 단계에 적합한 품종 수요에 대응하는 고균일성, 적정 과형, 장기 저장성 향상된 신품종 개발	248.0	67.0	315.0
	소 계	2,269.0	498.7	2,767.7
(3중점) 육종현장 지원기술 고도화 (6)	3.1 종자품질 향상기술(3) 종자의 발아, 병리, 순도 향상을 위한 채종기술 및 수확 후 저장관리 기술개발로 종자 가치 제고 및 고품질· 고효율 종자 생산	87.0	23.0	110.0
	3.2 종축보급 안정기술(3) 종축 관리 및 병 저항성 향상을 위한 종축 사양관리 기술개발로 종축 가치 제고 및 고품질 고효율 종축 개량 보급체계 구축	232.0	47.5	279.5
	소 계	319.0	70.6	389.6
총괄 PD 과제		222.3	-	222.3
기획평가관리비		176.7	-	176.7
합 계		5,700	680	6,380

2. 조사방법

가. 과학기술적 타당성 분석

- 과학기술적 타당성에서는 주관부처가 제출한 기획보고서 내용을 기초로 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부활동 및 추진전략의 적절성을 종합적으로 판단함
 - 문제/이슈 도출의 적절성에서는 사전기획 활동 등을 통해 식별(또는 발굴)된 문제/이슈가 적절한지를 검토하고, 식별된 문제/이슈를 해결하기 위해 국가적 차원에서 연구개발사업 추진 필요성을 검토함
 - 사업목표의 적절성에서는 사업목표와 해결할 문제와의 연관관계가 존재하는지, 사업목표는 달성하고자 하는 효과를 구체적으로 제시하고 있는지를 검토함
 - 또한 사업목표의 효과성을 측정하기 위한 성과지표가 적절하게 제시되었는지 여부와 동 사업의 수혜자 표적화가 적절히 이루어졌는지 여부도 검토함
 - 세부활동 및 추진전략의 적절성에서는 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되는지, 적절한 수준의 세부활동을 도출하였는지, 세부활동의 효과성을 측정하기 위한 성과지표를 적절히 제시하고 있는지 여부 등을 검토함
 - 또한 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계가 논리적인지를 검토하고, 연구개발 특성 및 유관 부처의 협조체계 등을 고려한 추진전략을 적절히 제시하였는지를 주요하게 검토함

나. 정책적 타당성 분석

- 정책의 일관성 및 추진체제에서는 과학기술 분야의 유관 상위계획과 동 사업의 부합성, 유관 사업들과의 차별성, 사업 추진의지 등에 대하여 조사함
 - 상위계획과의 부합성은 과학기술 분야의 최상위 법정계획인 과학기술기본계획과 동 사업 유관 상위계획을 대상으로 사업 내용과의 부합 여부를 조사함
 - 사업 추진체제 및 추진의지에서는 관련 정부 연구개발사업과의 차별성, 주관부처의 사업 추진의지 및 선호도 등을 조사함

4 디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업 예비타당성조사 보고서

- 사업 추진상의 위험요인에서는 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 조사함
 - 재원조달 가능성은 동 사업의 재원을 부담하고자 하는 주관부처의 연구개발사업 투자 경향을 토대로 동 사업 추진 시 자금조달 계획을 분석함
 - 법·제도적 위험요인에서는 동 사업의 연구내용이나 체계와 관련하여 유의하여야 하는 규정 및 현행 법률, 국제통상 마찰 가능성과 그 외 동 사업 관련 위험요인에 대해 조사함

다. 경제적 타당성 분석

- 비용 추정에서는 주관부처가 제시한 총사업비 산정 근거를 검토하여 결과를 제시하고, 관련 자료를 바탕으로 동 사업의 세부비용이 적정 범위 내에 있는지를 조사함
- 편익 추정에서는 주관부처가 제시한 편익 추정 방법의 적절성을 검토한 후, 동 예비타당성조사에서 적용하고자 하는 편익 추정의 방향을 제시함

제 2 장 과학기술적 타당성 분석

1. 문제/이슈 도출의 적절성

가. 문제/이슈 도출과정의 적절성

- ☐ 선행사업의 발전적 계승을 위한 문제/이슈의 표적화 과정이 미흡한 것으로 판단됨
 - 제시된 메가트렌드, 산업 및 시장, 연구개발 동향 등 관련 현황은 나열해 정리한 수준으로 동 사업과 직접적으로 연관되는 문제/이슈를 표적화하는 과정이 미흡한 것으로 판단됨
 - 특히 선행사업 종료와 관련된 문제/이슈는 성과매물, 성장동력 상실 우려를 제기 할 뿐, 동 사업이 선행사업보다 성과 지향적으로 내실 있게 추진되기 위한 문제/이슈가 무엇인지를 도출하는 과정이 부재함

나. 식별된 문제/이슈의 적절성

- ☐ 식량위기 및 농산물 수급문제는 현황 분석이 미흡하고, 기후변화 대응 및 소비트렌드 변화는 사업 추진의 근거로는 구체화/특정성이 부족함
 - 글로벌 팬데믹 등으로 인한 식량위기와 농산물 수급 문제는 단순 동향조사로 제시되어, 사업추진의 근거로 활용하기에는 구체성이 낮은 지엽적 이슈로 판단됨
 - 국제 곡물은 2028년까지 안정적 수급이 전망되며, COVID-19에 대응하여 WTO 회원국간 농식품 무역이 제한된 것으로 조사되었으며, COVID-19 발생으로 인해 식량 수급이 아닌 구매·조리 패턴의 변화가 발생한 것으로 나타남
- ☐ 기후변화 대응, 소비 트렌드 변화는 품종 개발 관련 이슈일 수 있으나, 사업추진의 근거로 활용하기에는 구체성과 특정성이 낮음
 - 기후변화로 인한 생태계 교란, 병해충 발생 등에 대응한 내재해성 품종개발은 정책 차원에서의 해결 이슈로써의 적절성은 인정됨

- 국·내외 건강기능식품 시장은 급속하게 증가하고 있는 추세로 나타났으나, 부처에서 제시한 건강기능식품은 홍삼, 프로바이오틱스, 비타민 등으로 동 사업에서 개발하고자 하는 육종 분야와는 무관함
- 디지털육종으로 기술 패러다임이 전환될 수 있다는 기술 트렌드는 존재하지만, 기존 투자 분야의 성과와 전망에 대한 충분한 고려없이 신생기술인 디지털육종 기술 중심의 대규모 R&D투자를 구성해야 한다는 논거 제시는 부족함
 - 선도국은 디지털육종을 이용한 상용화가 생산자 요구, 시장 수요 반영이 상대적으로 수월한 민간부문 중심으로 진행
 - 우리나라는 실용화 이전 단계로 판단되나, 디지털육종의 적용을 통한 문제/이슈 해소가 가능한지에 대한 육종별 빅데이터와 유전체 분석, 인력 현황, 활용 계획 등에 대한 분석이 미흡함
 - 주관부처는 소명자료를 통해 첨단 육종이 주요국 R&D투자 전략이라고 제시하였으나, 신생기술인 디지털육종 중심의 대규모 R&D 구성의 논거 제시로는 부족함
- 선행 사업대비 동 사업이 유효하게 작동될 수 있도록 이슈가 표적화되지 않음
 - 영세 종자기업 비중이 높기는 하나, 2010년 이후 농협, LG 등의 종자기업 인수로 글로벌 마케팅 역량이 있는 대기업이 참여하고 있으며, 종자기업 등록업체도 제조업과 농업에 비해 증가율이 높아 자생성장 요인도 존재하는 것으로 조사됨
 - 특히 선행사업이 유사한 목표와 성과지표로 10년 이상 지원되었음에도 불구하고, 주관부처는 종자기업이 영세성을 탈피하지 못하는 원인 분석을 제시하지 않음
- 선행사업의 성과매몰, 성장동력 상실을 문제/이슈로 제기하였으나, 참여부처간에 시너지를 발휘하면서 선행사업을 발전적으로 계승하는 대규모 사업이 구성될 수 있도록 '디지털육종' 관련 이슈를 적절하게 발굴하였다는 근거는 확인하기 어려움
 - 부처에서 제시한 사업의 개념도, 중점분야별 연계, 기존사업과의 연계, 육종별 타입과 타입별 개발계획으로는 ①계승하여야할 기존사업의 성과(객관적 성과분석에 근거), ②계승할 기존 성과와 디지털육종과의 관계, ③계승할 기존 성과와 참여부처간 시너지 발휘, ④디지털육종을 통하여 참여부처간 시너지를 발휘할 수 있는 기존 성과와 동 사업간의 관계를 객관적으로 파악하기 어려움

다. 과학기술 기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

- 국민 먹거리 공급체계 구축에 있어 과학기술기반의 접근법은 유효하나, 종자기업의 글로벌 경쟁력 강화 및 영세성 탈피의 문제/이슈 해결방안으로서의 정부 주도의 R&D가 필요하다는 근거는 부족한 것으로 판단됨
- 국민 먹거리 공급체계 구축을 위한 국가 차원의 대응 필요성은 인정되며, 과학기술 기반의 접근법이 유효할 수 있을 것으로 판단됨
 - 다만 농산물 수급문제는 국경봉쇄와 관련된 식량 수급문제로 과학기술 기반의 문제해결은 단기적으로는 효과가 제한적일 것으로 보임
- 동 사업을 비롯한 정부 중심의 R&D 투자가 이루어진다고 해서 국내 종자기업의 경쟁력이 강화되고, 영세성을 탈피할 수 있다는 주장은 설득력이 부족함
 - 중소기업의 영세성은 우리나라 산업구조의 문제이며, 종자기업 등록업체 수 증가, 대기업의 종자기업 인수 등 종자시장은 점진적으로 성장하고 있다고 판단됨

2. 사업목표의 적절성

가. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성

- 문제/이슈와 동 사업의 목표(사업목표) 간 개념적으로 느슨한 관계가 존재하지만, 사업추진의 근거로 삼기에는 타당성이 부족함

동 사업에서 해결하고자 하는 문제/이슈
• (이슈①) 전 세계적인 글로벌 팬데믹 등으로 식량위기 및 농산물 수급 문제 확산 • (이슈②) 기후변화에 따른 新병해충·新질병 증가, 소비 트렌드 변화로 수요맞춤형 종자 수요 확대 • (이슈③) 첨단 융복합 디지털육종 기술로의 산업기술 생태계 전환, 글로벌 선도기업과의 격차 심화 • (이슈④) 국내 종자시장 성장 한계, 글로벌 시장 진출이 산업 발전의 핵심 동력 • (이슈⑤) 우리나라 종자기업의 영세성, 첨단 육종기술 도입 초기단계로 민간 자원의 글로벌 경쟁력 확보에 한계 • (이슈⑥) 국가 육종 원천기술 확보 및 종자산업 전주기 R&D 지원사업의 일몰(차세대 GS21 '20년, GSP '21년)로 투자성과 매몰 및 성장동력 상실 우려
↓
사업목표
▶ (목표①) 미래선도형 디지털육종 기술 혁신을 통한 글로벌 First Mover 도약 ▶ (목표②) 글로벌 수요맞춤형 신품종 사업화 촉진 및 기업 성장 견인

- 이슈①, 이슈②, 이슈④, 이슈⑤는 동 사업과 같은 정부 주도 신규 R&D사업의 추진만으로 해결될 수 있다는 타당성 제시가 부족함
- 이슈③은 우리나라 육종 R&D를 대표하는 대형 정부투자의 논거로 삼기에는 기존 투자분야의 성과와 전망에 대한 제시가 부족함
 - 디지털육종으로 기술 패러다임이 전환될 수 있다는 기술 트렌드가 존재하지만, 기존 투자 분야의 성과와 전망에 대한 충분한 고려없이 신생기술인 디지털육종 기술 중심의 대규모 R&D투자를 구성해야 한다는 논거 제시는 부족함
- 이슈⑥은 동 사업과 직접 관계되는 이슈이나, 선행사업 성과를 계승하여 어떻게 다부처 사업으로 시너지를 발휘할 것인지, ‘디지털육종’을 통하여 이러한 활동이 어떻게 촉진될 것인지에 대한 확인이 어려워 이슈⑥이 해소된다고 보기 어려움

나. 사업목표 설정의 적절성

- 동 사업의 목표는 제시된 문제/이슈 해소에 기여하는 정도를 구체적으로 나타내지 못하는 것으로 판단되며, 목표치 설정의 근거와 구체성도 미흡하다고 판단됨
 - ‘육종분야 기술수준 선도국 대비 90% 달성’은 KISTEP의 기술수준조사를 근거로 설정하였으나, 기술수준조사의 기술 범위와 동 사업에서 개발하고자 하는 범위가 일치하지 않아, 사업 효과를 대표하는 지표로는 적절성이 부족함
 - 또한 목표치를 현재 기술수준 78%에서 글로벌 최상위 그룹 수준으로 인식되는 90% 수준까지의 향상을 목표로 제시하였으나 근거 제시가 미흡하며, 그 간의 기술수준(KISTEP) 결과를 감안할 때 타당성도 부족함
 - 주관부처는 오믹스 정보와 디지털화 준비 정도를 고려하여 ‘육종예측모델 10건’을 사업목표로 제시하였으나, 10개 품목별 육종집단(모집단, 핵심집단)의 현재 수준과 목표, 평가기준과 방법 등이 제시되지 않음
- 제시된 성과목표는 전략목표와 사업목표의 달성 여부를 확인·점검하기에는 범위 불일치, 구체성 부족, 설정근거 불분명 등으로 인해 적절한 성과목표로 보기 어려움
 - 히트품종, 선도기업, 강소기업 등은 설정 근거가 불분명하고, 동 사업의 지원 효과로 인한 것인지를 명확하게 파악하기 어려워 향후 사업관리 측면에서 적절한 성과목표로 보기 어려움

다. 성과지표의 적절성

- 성과목표 하위에 단계별 전략(목표)과 5개 성과지표를 제시하고, 단계별로 차별화된 성과지표와 가중치를 제시하였으나, 단계별 전략(목표)은 구체성이 부족함
 - 주관부처는 단계별 전략(목표)을 제시하였으나, 개발하고자 하는 대상(유용 유전자원, 품종개발 소재, 맞춤형 품종, 신품종 등)에 대한 정의, 단계별 목표치 등이 제시되지 않아 구체성이 부족함
- 주관부처는 3개 중점, 8개 핵심기술의 결과물(output)과 산출물(outcome), 단계별 전략 등을 고려하여 성과목표와 연계성을 갖고, 성과목표에 부합하도록 성과지표를 설정해야 하나, 이에 대한 반영이 충분하지 않은 것으로 판단됨
 - 주관부처는 5개 성과지표의 지표별 측정산식, 측정방법, 연도별 목표치는 제시하였으나 품종등록건수를 제외하면, 단계별 전략 달성 정도, 사업목표 달성도 측정이 가능하지 않은 논문, 특허, 기술료 등 지나치게 일반화된 성과지표를 제시함
 - 또한 중장기산업 기술개발사업으로 신청된 동 사업은 초기-중기-장기에 해당되는 핵심성과 중심으로 지표가 제시되지 않아, 사업의 추진경과에 따른 성과를 파악하기 어려움

라. 수혜자 표적화의 적절성

- 동 사업을 통해 개발되는 육종 기반, 맞춤형 품종, 종자품질 향상 지원 등으로 경제적 편익을 얻는 직접적 수혜자는 종자기업이며, 종축의 수입대체로 인해 수입대체 편익도 발생할 것으로 판단함
 - 주관부처에서는 동 사업의 수혜자로 종자기업, 생산농가, 유통/가공 기업, 첨단 육종기술 분야 연구자(대학 및 연구기관), 국민을 제시함
 - 예비타당성조사에서의 수혜자는 사업 수행의 결과를 통해 직접적인 편익을 얻는 주체를 의미함
 - 따라서 동 사업을 통해 개발되는 육종 기반(소재, 예측모델 등), 맞춤형 품종, 종자품질 향상 지원 등으로 인해 경제적 편익을 얻는 직접적 주체는 종자기업이며, 종축(종돈, 종계, 젖소)의 수입대체로 인해 수입대체 편익도 발생할 것으로 판단함

3. 세부활동 및 추진전략의 적절성

가. 세부활동과 사업목표의 연관성

- ☐ 동 사업의 세부활동을 통해 '글로벌 First Mover 도약'과 '수요맞춤형 신품종 사업화 촉진 및 기업성장 견인'이라는 전체 사업목표의 달성 가능성을 판단할 수 있는 근거와 논리 제시는 미흡한 것으로 판단됨
- 유전자원등록, 수집, 오믹스 발굴, 분자마커 개발 등의 소재개발, 생산표준화 기술을 통해서 육종기술이 90% 수준으로 향상된다는 근거는 제시되지 않음
- 예측모델 10건을 창출한다고 하였으나, 모델의 정확성, 활용성, 수준 등이 구체적으로 제시되지 않았으며, 10건이 창출된다고 하여 현재 수준(78%)에서 향상된 정도를 파악할 수 있는 근거는 없음
- 내재해성 향상 품종, 고기능성 품종, 가공유통적성 향상 품종의 등록을 각각 213건, 195건, 50건 등 총 458건을 제시하였으나, 선행 Golden Seed 프로젝트를 통한 품종등록건수가 265건임을 감안할 때 근거가 부족함
- 종자기업의 성장은, 국내·외 시장, 기후변화 등 환경적 영향이 크기 때문에 해외 수출액과 국내 매출액의 목표치가 달성되더라도 동 사업을 통한 기업성장 견인에 의한 것이라고 판단하기 어려움
- 중점추진분야 '육종현장 지원기술 고도화'의 연구성과 목표로 제시된 것 중 일부는 연구개발로 인하지 않은 것도 포함되었고, 일부는 정량적 수치만 제시되어 동 사업의 목표인 사업화 촉진에 어느 정도 기여할 수 있을지 판단하기 어려움

나. 세부활동 도출의 적절성

(1) 세부활동의 적절성

- ☐ 3개 중점기술, 8개 핵심기술, 49개 세부기술의 실질적 연계를 확인하기 어려우며, 실용화 및 시장선점을 어떤 전략으로 추진할지 제시되지 않음
- 동 사업을 구성하고 있는 173개 세세부기술 중 168개 세세부기술의 연구기간이 사업기간과 동일한 10년으로, 세세부기술 간, 세부기술 간, 8개 핵심기술 간 실질적 연계를 확인하기 어려우며, 주관부처에서 제시한 '디지털육종' 프로세스의 개념에 맞는 효율적 추진은 어려울 것으로 판단됨

- 작목별 연구개발 기간과 연구개발비 등의 산출근거, 선행사업의 결과물 활용·연계가 미흡함
 - 작목별 또는 과제별 연구개발 기간, 연구개발비 등에 대한 산출근거가 미흡하며, 연구기간이 동일하게 제시되어 연계 추진이 가능한지 판단하기 어려움
 - 선행사업의 결과물, 개발내용 등의 활용, 연계 여부가 명확하게 제시되지 않아 장기·대형사업으로 진행되는 후속사업의 세부활동으로는 미흡함
- 3개 중점기술을 구성하는 핵심기술이 제시하는 성과목표가 포괄적이고 병렬적으로 나열되어 세부활동의 적절성을 판단하기 어려움
- (1중점) ‘디지털육종 소재개발’은 선행사업 결과물을 활용한 기술개발 제시가 미흡하고, ‘데이터생산 표준화 기술’과 ‘디지털육종 예측모델 개발’은 범위, 목표, 성능 등의 구체성이 부족함
 - (1.1. 디지털육종 소재개발) 선행사업의 결과물을 활용한 기술개발 계획 제시가 부족하여 실제 육종에 활용될 수 있을지 판단하기 어려우며, 차세대BG21사업에서 확보된 기술 수준 대비 달성하고자 하는 성능, 정성적 스펙 등이 구체적으로 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려움
 - (1.2. 데이터 생산 표준화 기술) 선행연구 고도화, 개발 대상 작물의 공공성 등을 고려할 때 개발 필요성은 인정되나, 연구개발 범위 설정의 구체성이 미흡하고 개발하고자 하는 형질에 대한 제시가 부족하여 최종 성과물 활용방안의 적절성을 판단하기 어려움
 - (1.3. 디지털육종 예측모델 개발) 연구개발 대상의 구체성이 부족하며, 개발하고자 하는 예측모델의 성능지표와 개발목표 스펙에 대한 정의가 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려움
- (2중점) ‘내재해성 품종’과 ‘고기능성 품종’은 선행사업과 구분되는 목표 제시가 미흡하고, ‘가공유통적성 품종’은 별도 핵심기술로 추진해야 하는 당위성 제시가 부족함
 - (2.1. 내재해성 향상 품종개발기술) 선행사업을 통해 확보된 기술과 동 사업을 통해 확보할 목표를 구분하여 제시하지 않아 개발하고자 하는 기술의 적절성을 판단하기 어려우며, 일부 기술은 종자회사에서 의뢰한 종자 검사지원으로 판단되어 정부 재원으로 추진하는 당위성이 부족함

- (2.2. 고기능성 품종개발기술) 작물별 연구개발 목표와 성과지표가 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려우며, 품종별 선행사업 결과의 반영이 미흡하여 선행사업과의 중복성을 확인하기 어려움
- (2.3. 가공·유통적성 향상 품종개발기술) 식품소재 및 식품가공 산업에서 요구하는 가공적성 품종을 별도의 핵심기술로 추진해야 하는 당위성 제시가 부족
- (3. 육종현장 지원기술 고도화) 종자품질 향상기술에 해당하지 않는 기술이 포함되었고, 종축보급 안정기술은 구체적 연구개발 내용이 제시되지 않음
- (3.1. 종자품질 향상기술) 종자품질 향상기술에 해당하지 않는 육종기술과 비R&D활동인 시험포/종자포 사업을 동 핵심기술에 포함하여 추진해야 하는 당위성이 부족함
- (3.2. 종축보급 안정기술) 3개 세부과제별 연구목표와 연구성과를 제시하였으나, 목표달성을 위한 구체적 연구내용은 제시하지 않아 적절성을 파악하기 어려움

(2) 수요조사 및 우선순위 설정의 적절성

- 수요조사를 통해 발굴된 기술을 대상으로 평가를 실시하였으나, 세부과제 도출을 위한 우선순위 설정과정의 적절성이 부족하다고 판단됨
- ‘종자산업’이라는 동일한 기준으로 평가를 수행하였으나, CSP 후속과 차세대BG21 후속의 기획위원회에서 각각 우선순위를 평가하고, 선정평가 기준 점수를 각각 70점, 60점으로 다르게 적용하여 343건을 선정함
- 343건을 선정한 후, 173개 세세부과제로 도출하였으나, 기준점수를 70점으로 동일하게 적용한다면, 343건이 아니라 220건이 선정되므로 총사업비 규모의 기준이 되는 173개 세세부과제의 숫자도 줄어들었을 것으로 판단됨
- 특히 별도로 진행되고 있던 두 개의 후속사업 기획에 대한 연계·통합이 확정된 후, 동 사업에서 제시하는 ‘디지털육종의 연구개념’과 부합될 수 있는 통합된 취지에 맞는 재평가는 진행되지 않고, 유사기술 간 통합·조정으로 세세부기술 등을 확정함

(3) 기획위원회 전문가 구성의 적절성

- 동 사업 기획을 위해 산·학·연(관)으로 구성된 총괄기획위원회 및 기술분과위원회, 자문위원회 등을 구성하여 기획과정의 절차적 타당성, 신뢰성 확보를 위해 각 위원회별로 총 2회 이상의 회의를 운영한 것으로 판단됨

- 각 분과위원회에 참여한 전문가는 학계 종사자 비율이 높으나, 농업 부문 특성을 고려할 때, 산·학·연(관)은 대체로 적절하게 구성되었다고 판단됨
- 다만, 빅데이터 혹은 인공지능 전문가가 포함되지 않아 전문가 구성이 적절하다고 보기는 어려움

(4) 세부활동의 과학기술적 유사·중복성

- ☐ 최근 수행된 과제에 대한 중복 가능성 검토를 수행하여 동 사업의 세부과제와 유사하거나 연구성과가 동 사업과 연계될 수 있는 과제를 파악함
- 기획보고서에 제시된 유사과제 목록과 NTIS에서 제공하는 국가연구개발사업 및 세부과제의 유사검색 서비스를 활용하여 유사과제를 도출하고 선별함

다. 세부활동별 성과지표의 적절성

- ☐ 각 세부활동(핵심기술)에 따라 성과지표를 제시하였으나, 지표 전반에 대한 재검토와 추가 개발이 요구됨
- 목표 달성 여부를 측정할 성과지표의 정의를 명확하게 한 후, 측정방법 혹은 평가방법과 기준, 목표치 설정 근거 등이 명확하게 제시되어야 하나, 이에 대한 내용이 제시되지 않음
- 특히 제시된 유전자원 수집, 유전자원 등록, 오믹스 발굴, 분자마커 개발, 분자표지 개발, DB구축, 적응성 시험검증 등 대부분의 지표가 질적 수준을 판단하기 어려워 목표 달성 여부를 판단할 수 있는 성과지표로는 미흡함
- ☐ 동 사업은 2개 선행사업의 후속사업으로, 기존 연구를 통해 확보된 기술 수준 대비 달성하고자 하는 성능지표, 정성적 스펙을 제시하지 않음

라. 세부활동 성과지표와 기간추정 및 시간적 선후관계의 적절성

- ☐ 사업기간(10년), 단계(4+3+3) 구분, 3개 내역사업 및 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계, 상호연계의 적절성이 부족한 것으로 판단됨
- 사업기간을 10년으로 설정하고, 3단계로 구분한 것에 대한 논리와 근거를 제시하지 않음

- 3개 내역사업과 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계 등이 제시되지 않음
- 핵심기술별로 단계별 성과지표를 제시하였으나, 제시된 성과지표로는 단계별 구분
에 대한 논리적 파악이 가능하지 않음
- 사업 전체 혹은 중점분야별로 별도의 연구개발 로드맵은 제시하지 않고, A, B, C
Type별 해당 작물의 연구개발 도식을 제시하였으나 단계별 혹은 연차별로 어떤 기
술이, 어떤 일정으로 완료되는지를 알 수 없음
- 연구기간이 모두 10년으로 동시다발적이고 병렬적으로 추진되는 173개 세부과제
제의 로드맵의 경우, 일부는 핵심기술이 제시되지 않거나, 품종 출원/등록 이전에
매출액이 발생하거나, 진단기술과 선발기술이 동시에 진행되거나, 세부과제의 주
요 내용과 일치하지 않는 내용이 로드맵에 포함되는 등 세부과제와의 연계, 세세
부과제 내에서의 선후관계도 부족한 것으로 판단됨

마. 추진전략의 적절성

- 기술총괄(PD)의 업무내용과 범위, 예산 등을 고려할 때, PD 1인이 최대 51개 과제
의 오믹스 데이터 등의 수집·관리·확산을 총괄하는 것은 설득력이 부족함
- 주관기관의 하위에 기술총괄(PD)을 두고, PD별 역할을 세부과제제의 분석·진단
등 과제관리, 신규과제 기획, 품종별 오믹스 정보 수집, 우수성과 확산 및 기술 사
업화 전략 수립 등으로 제시하였으나, 사업관리전문기관이 아닌 소속기관에 상근
하는 PD 1인의 담당 업무 범위로는 적절성이 부족함
- 사업화 코디네이터(BC) 운영을 제시하였으나, 추진내용과 전략 제시가 미흡함
- 주관부처는 전문가 위촉을 통해 사업화 코디네이터(BC)를 운영(기평비 활용)할 예
정이라고 제시하였으나, 수출확대 등을 목적으로 하는 대형 국책사업의 운영방안
으로는 구체성이 부족하며, 다부처사업임에도 농업기술실용화재단에 대한 검토는
제시되지 않음
- 컨트롤타워가 중요한 범부처사업이지만, 부·청협의회 설치와 기술총괄(PD)의 역할
이외에는 부처별 역할 분담과 협업이 가능한 운영체계를 제시하지 않음

제 3 장 정책적 타당성 분석

1. 정책의 일관성 및 추진체계

가. 상위계획과의 부합성

- 동 사업이 주관부처의 관련 R&D정책과의 일관성 하에 추진될 수 있을지를 평가함
 - 과학기술 분야 최상위 법정계획인 「제4차 과학기술기본계획」을 필수 계획으로, 「제3차 생명공학육성기본계획」, 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」, 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」, 「제4차 농업생명공학육성 중장기계획」을 선택군 계획으로 분류하여 분석함

<표 2> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수 계획	제4차 과학기술기본계획('18-'22)			√
선택군 계획	제3차 생명공학육성기본계획('17-'26)			√
	제3차 농림식품과학기술육성종합계획('17-'26)			√
	제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획('18-'27)			√
	제4차 농업생명공학육성 중장기계획('18-'27)			√

- 필수계획인 「제4차 과학기술기본계획」 및 관련 과학기술분야의 선택군 계획과 동 사업의 부합성을 조사한 결과, 상위계획과의 부합성은 '적절'한 것으로 평가됨
 - 동 사업의 추진계획은 필수 계획인 「제4차 과학기술기본계획」과의 부합성은 높으며, 선택군 계획인 「제3차 생명공학육성기본계획」, 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」, 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」, 「제4차 농업생명공학육성 중장기계획」과의 부합성도 모두 높은 것으로 분석됨

<표 3> 상위계획과의 부합성 평점

필수계획 선택군계획	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

- ☐ 필수 계획인 「제4차 과학기술기본계획」의 ‘추진과제 12-4. 농림·축산·수산업 고부가가치화’는 동 사업과의 부합성이 높은 것으로 판단됨
- ☐ 「제3차 생명공학육성기본계획」에서 제시하는 미래 대비 R&D 강화를 위한 고부가가치 농생명산업 R&D강화 및 식량·자원작물 개발 및 첨단 농축산 생산관리 전략분야와 관련된 내용은 동 사업에서 기술개발 하고자 하는 연구내용과 직·간접적으로 관련성이 존재하므로 부합성이 높은 것으로 판단됨
- ☐ 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」의 ‘핵심전략기술 ⑤ : 종자산업 경쟁력 강화’와 관련된 중점 연구개발 분야 내용은 동 사업에서 지원하고자 하는 연구개발 내용과 관련성이 높아 부합성이 높은 것으로 판단됨
- ☐ 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」에 종자산업 활성화, 골든씨드 프로젝트, 농작물 신육종기술 기반구축, 육종소재 개발, 신육종 산업화 및 상용화 연구개발 등에 대한 내용이 제시되어 있으며, 이는 동 사업에서 개발하고자 하는 내용과 부합성이 높은 것으로 판단됨
- ☐ 「제4차 농업생명공학육성 중장기계획」에서 제시하는 3대 추진전략 중, 농업생명공학 기술혁신 및 인프라 혁신, 11개 추진과제 중 식량안보 강화기술, 농업생명공학 기반기술, 농업유전자원 활용성, 농업생물자원 유전체정보 활용성 등은 동 사업에서 연구개발 하고자하는 내용들과 관련성이 높아 동 사업과 부합성이 존재하는 것으로 판단됨

나. 사업 추진체계 및 추진의지

(1) 관련 사업과의 차별성

- 정부 연구개발로 시행 중인 관련 사업을 선정하여 검토한 결과, 13개 사업이 동 사업과 유사하나 차별성은 어느 정도 제시된 것으로 판단됨
- 본 항목에서는 사업목표, 추진체계, 성과지표 등의 측면에서 동 사업과 유사사업과의 차별성을 정성적으로 판단함
- 선행사업을 포함하여 동 사업과 사업목표 및 지원내용이 유사할 가능성이 높다고 판단되는 13개 연구개발 지원사업에 대한 중복성을 검토함

<표 4> 관련사업과의 차별성 조사대상 사업

사업명	주관부처	사업기간(년)	사업비(억 원)
Golden Seed 프로젝트	다부처	‘11년~’21년	4,911(국고 3,985억 원) (‘20년까지 3,692억 원)
차세대바이오그린21	농진청	‘11년~’20년	6,376(국고 6,021억 원) (‘19년까지 5,342억 원)
FTA대응경쟁력향상기술개발	농진청	‘08년~’18년 (일몰)	‘20년까지 1,655억 원
농생명산업기술개발	농식품부	‘94년~’23년	‘20년까지 121,46억 원
농업과학기술반기술연구	농진청	‘62년~계속	‘05년~’20년 7,874억 원
농업첨단핵심기술개발사업	농진청	‘80년~계속 (‘18일몰)	‘20년까지 4,118억 원
신품종지역적응연구	농진청	‘62년~계속 (‘18일몰)	‘09년~’20년 3,952억 원
원예특작시험연구	농진청	‘62년~계속	‘06년~’20년 7,417억 원
유전체교정연구단	과기정통부	‘13년~계속	연간 약 80억 원
작물시험연구	농진청	‘62년~계속	‘05년~’20년 6,377억 원
차세대농작물신육종기술개발사업	농진청	‘20년~’26년	760억 원(국고 570억 원)
축산시험연구	농진청	‘62년~계속	‘06년~’20년 6,355억 원
포스트게놈다부처유전체사업	다부처	‘14년~’20년	5,788억 원

출처 : 2021년 예산요구서, NTIS

- 동 사업의 선행사업인 Golden Seed 프로젝트와 차세대바이오그린21의 연구개발 성과물 활용계획 마련이 필요함
 - Golden Seed 프로젝트 사업은 동 사업 추진 시점에 일몰·종료되어 중복 가능성 문제는 해소될 것으로 보이지만, 동 사업의 선행사업으로 사업목적 및 사업내용, 수행주체 등이 유사성이 있는 것으로 분석되므로, 사업 수행에 따른 성과물이 동 사업에 활용될 수 있을 것으로 판단됨
 - 동 사업에서 개발하고자하는 일부 핵심기술 내용은 차세대바이오그린21의 연장선 상에 있는 내용으로 파악되므로, 사업을 통해 개발된 연구개발 성과물의 활용계획 마련이 필요함
- 대부분의 관련 사업은 차별성을 확보한 것으로 판단되나, 일부 연구개발사업은 사업 간 연계방안 마련이 필요함
 - 동 사업의 디지털육종기반 품종개발 및 사업화와 연구개발 내용은 신품종지역적응연구사업의 신품종개발공동연구, 화훼·특용작물 품종 경쟁력향상 기술개발 내용 등과 일부 유사한 것으로 판단되기에 사업간 적절한 연계방안 마련이 필요함
 - 동 사업과 원예특작시험연구의 사업목적 및 사업목표 등이 상이하므로 차별성을 확보하였다고 볼 수 있으나, 품종개발이라는 측면에서는 유사성이 존재하므로 사업간 차별성 확보 및 연계사항 도출을 위한 지속적인 모니터링이 필요함
 - 동 사업과 차세대농작물신육종기술개발사업 모두 육종기술개발을 사업내용으로 하고 있으며, 사업기간도 일부 중복이 되므로, 사업 세부내용의 차별성 확보 및 연계방안 마련을 위해 연구개발내용 검토와 지속적인 논의가 필요함
 - 동 사업에서 기술개발 하고자하는 축산분야 연구계획 내용이 축산시험연구에서 지원하고 있는 기술개발내용과 일부 연관성이 있는 것으로 파악되므로, 사업 수행 전 검토를 통해 차별성을 확보하고 연계방안을 마련하여 정부연구투자의 당위성을 확보할 필요가 있음
 - 동 사업은 FTA대응경쟁력향상기술개발, 농생명산업기술개발, 농업과학기반기술연구, 농업첨단핵심기술개발사업, 작물시험연구, 포스트게놈다부처유전체사업 등과 사업목표 및 전략, 사업내용 등에 차별성이 존재하는 것으로 판단됨

- 동 사업의 기술개발 내용에 유전자가위 기법을 이용한 유전체 연구는 포함되어있지 않으므로 유전체교정연구단의 설립취지 및 연구목적, 연구내용 등에 차별성이 존재하는 것으로 판단됨

(2) 사업 추진의지

□ 농림축산식품부, 농진청의 사업 추진의지는 높은 것으로 판단됨

- 농림축산식품부와 농진청은 식량안보 및 관련 산업의 경쟁력을 확보하고자 관련 정책 수립 등의 활동을 지속적으로 추진함
 - 제3차 농식품과학기술육성종합계획을 통하여 ‘유전체 및 표현체 빅데이터 기반 디지털육종 기술’, ‘신육종 기술 활용 육종소재 개발’, ‘식량안보 대응 품종개발 및 식량종자 국제 경쟁력 제고’ 등을 중점 연구개발분야로 제시함
 - 특히 동 계획을 통하여 부·청·소속기관의 R&D협업, 정책부서의 R&D 참여확대 등을 추진방향 중 하나로 제시하였으며, 동 사업을 부·청 공동 추진 연구개발사업으로 제시함

2. 사업 추진상의 위험요인

가. 재원조달 가능성

- 동 사업 추진을 위한 재원과 관련하여 계획된 시점과 규모의 문제 발생 가능성을 분석하고자 재원(국비, 민자) 조달 문제로 인해 사업이 지연되는 위험요인을 검토함
- 주관부처인 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청의 최근 5년간 R&D 예산 현황을 분석한 결과, 동 사업의 정부출연금 조달의 위험성은 낮은 것으로 분석됨
 - 동 사업은 농림축산식품부, 농진청, 산림청이 2022년부터 2031년까지 6,380억 원을 투자할 계획이며, 이 중 정부연구개발비는 5,700억 원(89.3%), 민간자금 680억 원(10.7%)을 각각 투자할 계획임
 - 농림축산식품부, 농진청, 산림청의 총 투자 계획을 보면, 연평균 각각 200억 원, 350억 원, 20억 원으로, 2020년 부처별 예산 기준으로 각각 8.5%, 4.9%, 1.6%에 해당하는 예산 규모로 조달이 가능할 것으로 판단됨

- 동 사업 참여의향서를 분석한 결과, 연구개발 투자 가능금액이 연간 289억 원으로, 주관부처에서 제시한 연간 민간부담금 60억 원은 조달이 가능할 것으로 판단됨
- 다만, 투자계획 상위 10개 기업이 전체 금액의 49.8%를 차지하여 일부 기업의 부담액 규모가 크고, 실제 과제에 참여할 경우 「국가연구개발혁신법 시행령」에서 정하는 기업 유형에 따라 부담액이 정해지기 때문에 주관부처에서 제시한 투자계획 보다 규모가 적어질 가능성이 높음

나. 법·제도적 위험요인

(1) WTO 보조금 협정

- 정부의 재정적 기여로 인한 혜택이 있어 ‘보조금’에 해당한다고 볼 수 있으며, WTO 보조금협정에서 규정하고 있는 ‘특정성’으로 인한 분쟁발생 가능성이 있음
- 주관부처는 동 사업이 기술개발 부분 외에는 개발된 기술을 가지고 상품화, 사업화하기 위한 시설투자, 시장개척 활동 등은 지원범위에 해당하지 않아 직접적 혜택 위배사항은 없다는 검토의견을 제시함
- 그러나 사업목표가 ‘수요맞춤형 신제품 사업화 촉진 및 기업성장 견인’이고, 수혜대상자가 ‘중소기업’이기 때문에 통상마찰로부터 자유롭지 않다고 판단됨
- 주관부처는 사업 추진 시, WTO 보조금 협정의 ‘특정성’ 시비 등이 발생하지 않도록 지속적으로 주의할 필요가 있음

(2) 유전자 변형(GM, Genetically Modified) 작물에 대한 연구개발

- 유전자교정기술을 이용한 세세부기술은 과제가 성공하더라도 성과 활용에 제한적이므로 기술개발 과제 선정에 주의가 요구됨
- 현재 국내에서는 GM 작물 재배가 금지되어 있으며, 국민 대다수가 유전자가위기술에 대해 규제가 필요하다고 인식하므로, GM으로 분류되는 유전자가위 기술을 활용한 종자개발 과제는 성공이 되더라도 국내 판매가 가능하지 않음
- 주관부처는 1차 추가 자료 제출을 통하여 173개 세세부과제 중, 수출 목적으로 개발하는 1개 세세부과제에 한하여 유전자 변형기술을 적용한다고 제시함

제 4 장 경제적 타당성 분석

1. 비용 추정

가. 총사업비 구성

□ 동 사업은 '22년~'31년까지 10년간 추진되며, 총사업비 6,380억 원으로 운영함

- 총사업비 중 약 5,700억 원(89.3%)은 농림축산식품부, 농진청, 산림청에서 정부출연금 형태로 지원하고, 680억 원(10.7%)은 민간부담금으로 계획함
- 총사업비는 8개 핵심기술 분야 연구개발비 5,981억 원(국비 5,301억 원, 민자 680억 원), 기술총괄(PD) 과제비 222.3억 원, 기획평가관리비 176.7억 원으로 구성
 - 총괄PD(5인) 과제비와 기획평가관리비는 국고지원금의 각각 3.90%, 3.10%로 설정

<표 5> 총사업비의 재원별 투자계획

(단위: 억 원, %)

중점	핵심기술	사업비(%)		
		국고	민자	총사업비
[1중점] 디지털육종 혁신기반 조성	1.1 디지털육종 소재개발	966.0(91.1)	94.5(8.9)	1,060.5(100.0)
	1.2 데이터생산 표준화 기술	1,051.0(99.3)	7.5(0.7)	1,058.5(100.0)
	1.3 디지털육종 예측모델 개발	696.0(98.8)	8.8(1.2)	704.8(100.0)
	소 계	2,713.0(96.1)	110.8(3.9)	2,823.8(100.0)
[2중점] 수요맞춤형 정밀육종 확산	2.1 내재해성 향상 품종개발 기술	1,051.0(82.0)	231.3(18.0)	1,282.3(100.0)
	2.2 고기능성 품종개발기술	970.0(82.9)	200.4(17.1)	1,170.4(100.0)
	2.3 가공·유통적성 향상 품종 개발기술	248.0(78.7)	67.0(21.3)	315.0(100.0)
	소 계	2,269.0(82.0)	498.7(18.0)	2,767.7(100.0)
[3중점] 육종현장지원 기술 고도화	3.1 종자품질 향상기술	87.0(79.1)	23.0(20.9)	110.0(100.0)
	3.2 종축보급 안정기술	232.0(83.0)	47.5(17.0)	279.5(100.0)
	소 계	319.0(81.9)	70.6(18.1)	389.6(100.0)
총괄PD과제		222.3(100.0)	-	222.3(100.0)
기획평가관리비		176.7(100.0)	-	176.7(100.0)
합 계		5,700.0(89.3)	680.0(10.7)	6,380.0(100.0)

출처 : 기획보고서

나. 총사업비 검토

(1) 연구개발 비용

- 지원액 산정 기준, 유사사업, 선행사업의 과제별 비용규모를 분석하고 비교하여 사업비 적정성을 검토한 결과, 동 사업의 과제비는 과대 추정되었을 것으로 판단됨
- 주관부처는 총사업비를 세세부과제 → 세부과제 → 핵심기술 → 중점분야 → 총괄예산 순으로 설정하였다고 제시하였으나, 총사업비 기준이 되는 세세부과제(RFP)별 지원액이 과대 추정되었을 가능성이 있음
 - 동 사업의 과제당 지원금이 평균 3.1억 원으로 종자개발 관련 유사사업 및 주관부처 평균 지원액, 선행사업 보다 높게 산출되었음에도 산정 근거는 제시하지 않음

<표 6> 종자개발 R&D, 부처별, 사업별 과제당 평균 연구개발비 (주관부처 제시)

(단위: 억 원)

구 분		과제당 평균 연구개발비 (2015~2019)
종자 개발 관련 R&D 과제당 정부출연금*		1.0
부처별 과제당 평균 연구비	농림축산식품부	0.9
	농촌진흥청	0.8
	산림청	3.2
사업별 과제당 평균 정부연구비	Golden Seed 프로젝트	1.8
	차세대바이오그린21	1.0

출처 : 기획보고서, 재가공

* 주관부처에서 제시한 종자개발 관련 연도별 정부연구비와 과제수를 근거로 재산출

(2) 기획평가관리비 및 기술총괄PD과제비

- 동 사업의 기획평가관리비는 보편적이라고 판단되나, 기술총괄PD 과제비는 별도의 과제 배정에 대한 적절성이 부족함
- 기획평가관리비는 선행사업 기획평가관리비를 근거로 국가지원금의 3.10%를 제시하였으며, 국회예산정책처 등의 관련 연구를 감안할 때 보편적으로 설정되었다고 판단됨

- 주관부처는 선행사업 운영관리비를 근거로 기술총괄PD과제비를 국가지원금의 3.90%로 제시하였으나, 타 전문연구관리기관의 PD제도, 선행사업인 차세대바이오그린21의 단장, Golden Seed 프로젝트의 단장의 업무 등을 고려할 때 별도 과제 배정에 대한 적절성이 부족함

(3) 총비용 추정

- 주관부처가 제시한 사업계획이 원안대로 추진된다는 가정 하에 산정된 동 사업의 총사업비 규모를 그대로 총비용으로 반영함
- 동 사업은 일부 연구개발과제의 중복 우려, 총사업비의 과대 추정 가능성, 기술총괄(PD) 과제비의 인정 여부 등의 이슈는 있으나, 주관부처의 연구개발 규모를 준용하여 경제성을 분석함

2. 편익 추정

가. 주관부처의 편익추정 검토

- 주관부처에서 제시한 편익항목 중 ‘품종개발로 인한 비용절감’을 별도의 편익항목으로 계산할 경우, 편익이 이중 계산되어 총 편익계산에서 제외함
- ‘품종개발로 인한 비용절감’의 효과는 일차적으로 총비용 계산을 통하여 반영되고, 그로 인한 효과는 세계시장 점유율의 확대로 계산되어 나타남
- 현 시점에서 이것과 상호배타적인 ‘품종개발로 인한 비용절감’의 효과가 ‘소비자 잉여’의 관점에서 측정되어 구체적으로 식별되기 어려운 상황이므로, 서로 긴밀하게 연결된 효과를 동시에 반영할 경우, 이중 산정(double counting)에 의한 편익의 과대계상 문제가 발생할 수 있음
- 주관부처는 시장편익 산출 시 동 사업과 직접적으로 연관되지 않은 GM종자와 관련한 종자시장을 포함하여 시장규모를 과대 추정하여 산정함
- 작물과 종축의 미래시장 규모를 과대 추정할 위험이 높은 CAGR(Compound Annual Growth Rate)을 적용하여 추산함
- 주관부처는 종자산업의 현재 세계시장 대비 점유율을 1.3%로 제시하고, 60%, 80%, 100% 향상의 3개 시나리오로 미래 규모를 추정하였으나, 근거는 제시하지 않아 적절성을 판단하기 어려움

나. 예비타당성조사의 편익추정

(1) 편익 추정방법

- ☐ 동 사업의 목표, 수혜자 등을 종합적으로 고려한 결과, '시장수요접근법'이 동 사업의 편익추정과 연관된 방법론이라고 판단됨
 - 동 사업의 목표는 '미래선도형 디지털육종 기술혁신을 통한 글로벌 First Mover 도약'으로 경제적 편익을 얻는 직접적 수혜자는 종자기업이므로 동 사업은 생산자 중심의 편익에 해당함
 - 또한 종축(종돈, 종계, 젖소)의 수입 대체로 인해 수입대체 편익도 발생함

(2) 편익 회임기간 및 편익 발생기간

- ☐ 예비타당성조사에서는 '2020년 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침'에 따라 동 사업의 편익 회임기간을 설정하고, 편익발생 기간은 동 사업 해당기술의 미국 등록특허를 기준으로 기술수명주기(TCT)를 구하여 적용함
 - 동 사업의 편익 회임기간은 해당 지침에 근거하여 3년을 적용하였고, 해당기술의 미국 등록특허를 기준으로 기술수명주기(TCT)를 구하여 동 사업의 편익 발생기간을 산정함

(3) 시장규모

- ☐ 동 사업에서 개발하는 작물별 세계시장 규모의 직접 추정이 어렵고, 작물별 세계시장보고서를 확보하는 것도 어려우므로 주관부처에서 제시한 종자시장 관련 자료로 시장규모를 추정함
 - 단, 연구개발 대상에 포함되지 않는 GM 종자(Genetically Modified Seeds)는 시장 규모에서 제외하여 산정함
 - 세계시장 점유율은 현재 점유율 1.3%가 편익이 종료되는 시점에 80%가 증가하여 2.34%로 확대되는 시나리오를 적용함
 - 세계 종자시장에서 우리나라 종자기업이 차지하는 비율은 농림축산식품부에서 국회 농림축산식품해양수산위원회에 제출한 '한국 종자산업의 세계 시장 점유 현황'을 근거로 1.3%를 적용함

- 주관부처에서 제시한 점유율 60%, 80%, 100% 향상의 3개 시나리오는 근거가 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려우나, 중립적인 시나리오인 80% 향상을 적용하여, 편익이 종료되는 시점의 시장 점유율 2.34%를 적용함
- 종축시장 규모는 국내 종축 수입시장 규모를 기준으로 편익이 종료되는 시점의 수입대체가 50%가 된다는 가정을 적용함
- 본 예비타당성조사에서는 시장 추이는 선형 증가(linear growth)로 추정함

(4) 부가가치율

- 예비타당성조사에서는 동 사업에서 개발하는 기술과 연관이 있는 산업연관표 내 항목을 기준으로 부가가치율을 산출함
- 주관부처는 한국은행 산업연관표 2018 연장표 중분류 중, 작물, 축산물, 임산물, 농림어업서비스업을 적용하였으나, 동 사업의 부가가치율은 해당 지침에 근거하여, 한국은행 산업연관표 2015 실측표 세분류(종자) 기초가격을 적용함

(5) 사업기여율

- 예비타당성조사에서는 동 사업과 유사한 정부연구개발사업과 과제의 연구비를 감안하여 사업기여율을 산정함
- 동 사업과 관련된 각 분야 과제들의 연평균 정부연구개발비 투자 규모를 반영하고, 각 분야의 정부 대 민간 연구개발투자 비율을 적용하여 사업기여율을 산출함

3. 경제성 분석

가. 비용편익 분석

- 사업계획 원안의 비용과 편익을 현재가치로 환산하여 비용편익 비율을 산정한 결과, 0.30으로 산출되어 투입된 비용보다 편익규모가 과소한 것으로 분석됨

제 5 장 종합분석 및 결론

- 대형 국가연구개발사업의 추진 근거로 활용하기에는 구체성이 낮은 문제/이슈가 제기됨
 - 식량위기 및 농산물 수급문제는 현황 분석이 미흡하고, 기후변화 대응 및 소비 트렌드 변화는 사업 추진의 근거로는 구체화, 특정화가 부족함
- 종자기업의 글로벌 경쟁력 강화 및 영세성 탈피의 문제/이슈 해결방안이 되기 위한 이슈 표적화가 되지 않음
 - 선행사업이 유사한 목표와 성과지표로 10년 이상 지원되었음에도 불구하고, 주관 부처는 국내 종자기업이 영세성을 탈피하지 못하는 원인 분석을 제시하지 않음
 - 중소기업 영세성은 우리나라 산업구조의 문제이며, 종자기업 등록업체 수 증가, 대기업의 종자기업 인수 등 종자시장은 점진적으로 성장하고 있다고 판단됨
- 선행사업의 성과매물, 성장동력 상실을 문제/이슈로 제기하였으나, 참여부처 간에 시너지를 발휘하면서 선행사업을 발전적으로 계승하는 대규모 사업이 구성될 수 있도록 '디지털육종' 관련 이슈를 적절하게 발굴하였다는 근거는 확인하기 어려움
 - 부처에서 제시한 사업의 개념도, 중점분야별 연계, 기존사업과의 연계, 육종별 타입과 타입별 개발계획으로는 ①계승하여야할 기존사업의 성과(객관적 성과분석에 근거), ②계승할 기존 성과와 디지털육종과의 관계, ③계승할 기존 성과와 참여부처간 시너지 발휘, ④디지털육종을 통하여 참여부처 간 시너지를 발휘할 수 있는 기존 성과와 동 사업 간의 관계를 객관적으로 투명하게 파악하기 어려움
 - 디지털육종으로 기술 패러다임이 전환될 수 있다는 기술 트렌드가 존재하지만, 기존 투자 분야의 성과와 전망에 대한 충분한 고려 없이 신생기술인 디지털육종 기술 중심의 대규모 R&D투자를 구성해야 한다는 논거 제시는 부족함
- 제시된 성과목표는 전략목표와 사업목표의 달성 여부를 확인·점검하기에는 범위 불일치, 구체성 부족, 설정근거 불분명 등으로 인해 적절한 성과목표로 보기 어려움
 - '육종분야 기술수준 선도국 대비 90% 달성'은 KISTEP의 기술수준조사를 근거로 설정하였으나, 기술수준조사의 기술 범위와 동 사업에서 개발하고자 하는 범위가 일치하지 않아, 사업 효과를 대표하는 지표로는 적절성이 부족함

- ‘AI기반 육종예측모델 10건’은 선행사업의 한계라고 제시한 것과 논리적으로 모순되며, 평가기준과 방법 등이 구체적으로 제시되지 않아 성과목표로는 부적절함
- 히트품종, 선도기업, 강소기업 등은 설정 근거가 불분명하고, 동 사업의 지원 효과로 인한 것인지 여부를 명확하게 파악하기 어려워 향후 사업관리 측면에서 적절한 성과목표로 보기 어려움
- 단계별 전략 달성 정도, 사업목표 달성도 측정이 가능하지 않은 지나치게 일반화된 성과지표가 제시되었으며, 제시된 지표로는 추진 경과에 따른 성과 파악이 불가능함
 - 품종등록건수를 제외하면, 단계별 전략 달성 정도, 사업목표 달성도 측정이 가능하지 않지 않은 논문, 특허, 기술료 등 지나치게 일반화된 성과지표를 제시
 - 중장기산업 기술개발사업으로 신청된 동 사업은 초기-중기-장기에 해당되는 핵심성과 중심으로 지표가 제시되지 않아, 추진경과에 따른 성과를 파악하기 어려움
- 3개 중점기술, 8개 핵심기술, 49개 세부기술의 실질적 연계를 확인하기 어려우며, 실용화 및 시장선점을 어떤 전략으로 추진할지 제시가 미흡함
 - 동 사업을 구성하고 있는 173개 세세부기술 중 168개 세세부기술의 연구기간이 사업기간과 동일한 10년으로, 세세부기술 간, 세부기술 간, 8개 핵심기술 간 실질적 연계를 확인하기 어려우며, 이로 인해 사업목표와의 논리적 연계도 부족하게 하는 결과를 초래하였다고 판단됨
 - 작목별 또는 과제별 연구개발 기간, 연구개발비 등에 대한 산출근거가 미흡하며, 연구기간이 동일하게 제시되어 연계추진이 가능한지 판단하기 어려움
 - 선행사업의 결과물, 개발내용 등의 활용, 연계 여부가 명확하게 제시되지 않아 장기·대형사업으로 진행되는 후속사업의 세부활동으로는 미흡함
 - 사업기간(10년), 단계(4+3+3) 구분, 3개 내역사업 및 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계, 상호연계의 적절성이 부족함
 - 사업 전체 혹은 중점분야별로 별도의 연구개발 로드맵은 제시하지 않고, A, B, C Type별 해당 작물의 연구개발 도식을 제시하였으나, 단계별 혹은 연차별로 어떤 기술이, 어떤 일정으로 완료되는지 여부를 알 수 없음
 - 동시다발적이고 병렬적으로 추진되는 세세부과제별 로드맵도 일부는 핵심기술이 제시되지 않고, 품종출원/등록 전 매출액 발생, 진단과 선발기술의 동시 진행, 세부과제와의 주요내용이 불일치 등 세세부과제 내에서의 선후관계도 부족

- 3대 중점기술을 구성하고 있는 핵심기술이 제시하고 있는 성과목표가 포괄적이고 병렬적으로 나열되어 세부활동의 적절성을 판단하기 어려움
- 수요조사를 통해 발굴된 기술을 대상으로 평가를 실시하였으나, 세부과제 도출을 위한 우선순위 설정과정의 적절성이 부족하다고 판단됨
- GSP 후속, 차세대BG21 후속의 기획위원회에서 각각 우선순위를 평가하고, 선정평가 기준 점수도 다르게 적용함
 - ‘종자산업’이라는 동일한 기준으로 평가는 수행하였으나, 정성적 평가를 수행하는 평가위원이 각각 구성되었고, 우선순위 도출 기준점수도 다르게 적용됨
- 특히 후속사업 두 개 기획의 연계·통합이 확정된 후, 동 사업에서 제시하는 ‘디지털육종의 연구개념’과 부합될 수 있도록 통합된 취지에 맞는 재평가가 진행되지 않고, 유사기술 간 통합·조정으로 세세부기술 등을 확정함
- 각 세부활동(핵심기술)에 따라 성과지표를 제시하였으나, 핵심기술별 개발내용 달성 여부를 판단할 수 있는 성과지표로는 미흡함
- 세부활동(핵심기술)별로 성과지표의 목표를 정량적으로 제시하였으나, 지표 정의, 측정방법 등이 미제시되고, 달성하고자 하는 개발목표, 성능, 정성적 스펙 등도 제시되지 않아 사업의 목표 달성 여부를 측정하는 지표로는 미흡함
- 동 사업은 2개 선행사업의 후속사업으로, 기존 연구를 통해 확보된 기술 수준 대비 달성하고자 하는 성능지표, 정성적 스펙을 제시하지 않음
- 사업계획에 대한 경제성 분석결과, 비용편익 비율은 0.30로 나타나 사업추진의 경제성을 확보하지 못한 것으로 판단됨

<표 7> 비용편익 분석 결과

(단위: 억 원)

총비용 현재가치	총편익 현재가치	B/C 비율	순현재가치(NPV)
4,613.0	1,371.7	0.30	-3,241.3

1. 결론

- 동 사업은 농림축산식품부, 농진청, 산림청의 협업으로 종자산업 핵심기술 개발 지원을 통해 산업 혁신 생태계 조성 및 글로벌 경쟁력 강화를 지향한다는 점에서 정책적 부합성이 존재하나, 선행사업을 발전적으로 계승하는 대규모 사업이 구성될 수 있도록 '디지털육종' 관련 이슈를 적절하게 발굴하였다는 근거는 확인하기 어려움
- 디지털육종으로 기술 패러다임이 전환될 수 있다는 기술 트렌드가 존재하지만, 기존 투자 분야의 성과와 전망에 대한 충분한 고려 없이 신생기술인 디지털육종 기술 중심의 대규모 R&D투자를 구성해야 한다는 논거 제시는 부족함
- 주관부처에서 제시한 사업 개념도, 중점분야별 연계, 기존사업과의 연계, 육종별 타입과 타입별 개발계획으로는 선행사업의 객관적 성과, 기존 성과와 디지털육종과의 관계 등의 쟁점이 충분히 소명되지 않음

<표 8> 사업계획서 원안에 대한 예비타당성 결과 요약

구 분	사업계획서
총사업비	6,380억 원 (국고 : 5,700억 원, 민자 : 680억 원)
사업기간	2022년~2031년 (10년)
B/C Ratio	0.30
AHP	0.327
비고	· 선행사업(GSP, 차세대BS21)의 후속사업으로 기획되었으나, 일몰된 사업에 대한 성과분석이 미흡하여, 문제/이슈 설정이 불명확함 · 신생기술인 '디지털육종'을 중심으로 제시된 문제/이슈를 해소할 수 있는지 충분한 근거는 제시되지 못함 · 동시다발적이고 병렬적으로 추진되는 세세부과제로 인하여 총사업 기간, 단계(4+3+3) 구분, 3개 내역사업 및 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계, 상호연계의 적절성이 부족함 · 동 사업의 개념으로는 3개 내역사업(혁신기반 조성, 정밀육종 확산, 지원기술 고도화)이 순차적으로 진행되어야 하나, 내역사업간 연계 확인이 어려움 · 두 개 후속사업의 기술수요조사 이후에 연계·통합 확정 후, 우선순위 기준점수를 다르게 적용하고, 통합된 취지에 맞는 재평가는 추진되지 않음 · 경제성 검토결과, B/C 비율이 0.30으로 사업 추진의 경제성이 확보되지 못함

2. 정책제언

- 선행사업을 계승하는 대규모 국가연구개발사업으로 구성될 수 있도록 문제/이슈를 구체화하는 것이 필요함
 - 대형·장기사업으로 추진되었던 선행사업의 객관적 성과 분석에 근거하여, 계승 혹은 연계해야 하는 선행사업의 성과와 동 사업을 통해 개발하고자 하는 기술 간의 관계를 객관적으로 제시할 필요가 있음
 - 특히 신생기술인 ‘디지털육종’을 중심으로 대규모 연구개발투자를 구성하고자 한다면, 기존 육종 관련 기술의 성과를 바탕으로 연구개발 범위, 대상 등을 구체적으로 제시하여 대규모 연구개발투자의 논거가 되어야 함
- 신품종 수출 확대, 선도기업 육성 등과 같이 사업화, 기업성장 견인을 사업목표로 설정한다면, 객관적인 현황 분석을 바탕으로 문제/이슈를 도출하고, 사업화와 기업성장 견인을 위한 구체적 방안 제시가 필요함
 - 종자시장의 특징, 종자기업의 역량, 기술개발이 요구되는 분야 등에 대한 구체적 현황과 10년 이상 유사한 목표와 성과지표로 추진된 선행사업의 기업 지원 방식, 지원받은 기업의 성과와 한계 등에 대한 객관적인 분석 결과를 바탕으로 해결하고자 하는 문제/이슈를 명확하게 할 필요가 있음
 - 또한, 타 산업과 차별화되는 종자 산업의 생태계, 특성, 한계, 시장에서 인정받기까지의 기간 등이 구체적으로 설명되어야 개발하고자 하는 분야의 지원 당위성이 높아질 것으로 판단됨
 - 특히, 생산자 요구 및 소비자(시장) 수요 반영, 실용화, 성과물 활용, 수출 지원 등의 전략이 구체적으로 제시되어야 함
- 신생기술인 ‘디지털육종’을 통한 종자 개발을 기업 부문에서 수행할 수 있을지 인력현황, 활용계획 등이 구체적으로 제시되어야 함
 - 종자판매액 5억 원 미만 소규모 종자기업의 비중이 90%에 달하는 국내 종자산업 구조와 개발비 환수가 용이하기 때문에 일대교잡종 종자(관행육종) 개발을 선호하는 종자회사의 특징 등을 감안할 때, 신생기술인 ‘디지털육종’을 통한 종자 개발을 종자회사에서 수행할 수 있을지 인력현황, 활용계획 등이 구체적으로 제시되어야 함

- 육종분야의 기초부터 채종후처리까지 전 부문을 지원하는 사업으로 구성되기 위해서는 개발대상에 대한 심층 분석이 선행되어야 한다고 판단됨
 - 산업구조와 적용기술 등이 이질적인 작물, 축산 등을 동일한 틀에 맞추기보다는, 개발 대상으로 하는 식량, 작물, 축산 등의 기존 성과물과 정확한 기술 수요 예측을 바탕으로, 그에 맞는 연구개발 범위, 목표, 목적, 개발내용 등을 구체적으로 제시하고 그에 맞는 전략을 갖추는 것이 바람직함
- 문제/이슈의 구체화를 통하여 사업목표를 설정하고, 사업목표 달성을 위해 세부 활동(중점기술 및 핵심기술)을 구성한 후에 세부활동(기술)에 맞게 세부과제 혹은 세 세부과제를 구성하는 것이 바람직함
 - 수요조사를 바탕으로 (세)세부과제를 구성한다고 하더라도, 사업목표 및 활동에 맞는 평가가 바탕이 되지 않을 경우, 과제별 개발 내용이 사업 전체 일정, 시간적 선후관계, 상호연계의 적절성 등의 부족을 야기할 가능성이 높다고 판단됨
- 사업목표가 적절하게 설정되었다는 전제 하에, 사업목표 달성 여부를 파악할 수 있는 성과목표, 단계별 목표, 성과지표 등이 제시되어야 함
 - 성과목표와 단계별 성과목표를 통해 사업의 최종목표, 사업 중간의 단계별 성과목표 달성 여부를 판단할 수 있도록 평가기준, 방법, 설정근거 등이 구체적이고 명확하게 제시되어야 함
 - 성과지표는 성과목표와 연계성을 지니며, 사업목표에도 부합되도록 설정되어야 하며, 개발목표, 성능, 정성적 스펙, 측정방법 등도 명확하게 제시되어야 함

디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

제 2 장 기초자료 분석

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 6 장 종합분석 및 결론

제 1 장 사업 개요 및 조사방법

제 1 절 사업개요

1. 사업의 추진 배경 및 목적

□ 사업 목표

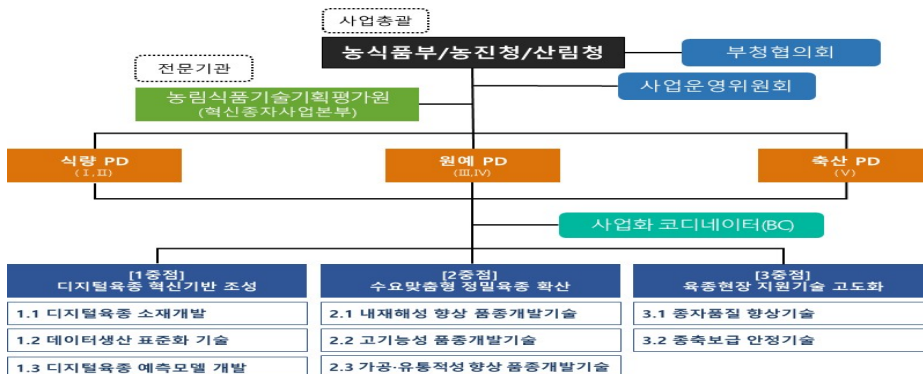
- 미래선도형 디지털육종 기술 혁신을 통한 글로벌 First Mover 도약
 - 육종분야 기술수준 선도국 대비 90% 달성(현재 78%)
 - AI기반 육종예측모델 10건(현재 0건)
- 글로벌 수요 맞춤형 신품종 사업화 촉진 및 기업성장 전인
 - 글로벌 히트 품종 10건, 수입대체 히트 품종 10건
 - 글로벌 선도기업 10개, 성장형 강소기업 20개

□ 사업비 : 6,380억 원 (국비 5,700억 원, 민자 680억 원)

□ 사업기간 : 2022년~2031년(3단계, 총 10년)

□ 사업추진체계

- 추진주체(관리주체) : 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청(농림식품기술기획평가원)



[그림 1-1] 사업 추진체계

2. 사업의 주요내용

가. 사업의 구성 및 주요 내용

□ 동 사업은 3개 중점분야의 하위에 8개 핵심기술, 49개 세부기술로 구성

○ (1중점) 디지털육종 혁신기반 조성

- 고부가가치 창출이 가능한 미래형 품종개발을 위한 기능성 유용 육종소재 발굴 및 오믹스 빅데이터, AI를 활용한 디지털육종 기반기술 확보

1.1. 디지털육종 소재개발	소재개발디지털 작물/가축 육종 기반 확보를 위한 다양한 원천 유전자원 확보 및 다양한 변이창출로 소재를 개발하고 작물별 씨가축별 핵심집단 구축
1.2. 데이터생산 표준화 기술	핵심집단 활용 유전체, 표현체, 대사체 분석 및 정보 디지털화와 다중 오믹스 정보 표준화, 바이오인포메틱 파이프라인 구축
1.3. 디지털육종 예측모델 개발	기능성, 병충해 저항성 등 AI 기반 품종개발 예측모델 개발, 육종현장 실용화 연구

○ (2중점) 수요맞춤형 정밀육종 확산

- 내병성 향상, 환경내성 향상, 기능성 부가, 가공·유통적성 향상 육종기술 개발을 통한 글로벌 시장 창출 및 고부가가치 품종 개발로 글로벌 시장 선점 및 수입대체, 종자기업 성장 견인

2.1. 내재해성 향상품종개발	기술수입대체 및 글로벌 수출사업화 촉진을 위한 내병해충성, 환경내성 향상 신품종 개발
2.2. 고기능성 품종개발기술	글로벌 소비 트렌드 변화 대응, 기능성 물질 대사회로 정밀화 기술 등을 활용한 고기능성-고부가가치 신품종 개발 및 신시장 창출
2.3. 가공·유통적성 향상 품종 개발 기술	가공공정, 저장·유통 단계에 적합한 품종 수요에 대응하는 고균일성, 적정 과형, 장기 저장성 향상된 신품종 개발

○ (3중점) 육종현장 지원기술 고도화

- 품종개발 단계에서 생육기간, 육종연한 단축으로 종자 개발 효율성을 제고하고, 종자/종축 생산, 수확 후 품질관리 기술 고도화로 종자 가치 제고 및 시장 경쟁력 확보 지원

3.1. 종자품질 향상기술	종자의 발아, 병리, 순도 향상을 위한 채종기술 및 수확 후 저장관리 기술개발로 종자 가치 제고 및 고품질·고효율 종자 생산
3.2. 종축보급 안정기술	종축 관리 및 병 저항성 향상을 위한 종축 사양관리 기술개발로 종축 가치 제고 및 고품질·고효율 종축 개량 보급체계 구축

<표 1-1> 3개 내역사업 및 8개 프로그램별 구성 현황

내역사업 (과제 수)	8개 프로그램 (과제 수)	예산 (억 원)	프로그램 구성(과제 수)
1. 디지털육종 혁신기반 조성사업 (74)	1.1. 디지털육종 소재개발 (32)	1,060.5	1-1-1. 원예작물 핵심집단 구축 및 육종소재 개발(10) 1-1-2. 식량작물 핵심집단 구축 및 육종 소재개발(7) 1-1-3. 돌연변이 기술활용 디지털육종소재 개발(3) 1-1-4. 미래 소비트렌드 대응 가축 형질 향상 오믹스 발굴 및 육종 소재화 기술개발(4) 1-1-5. 가축 스트레스 대응 오믹스 발굴 및 정밀육종소재화 기술개발(6) 1-1-6. 기능성 성분 고함유 산림버섯 육종소재 개발(2)
	1.2. 데이터생산 표준화 기술 (25)	1,058.5	1-2-1. 원예작물 표현체 정보 디지털화 기술개발(3) 1-2-2. 식량작물 표현체 정보 디지털화 기술개발(5) 1-2-3. 작물별 대사체 정보 디지털화 기술개발(6) 1-2-4. 작물별 오믹스 빅데이터 표준화 및 통합 기술 개발(7) 1-2-5. 디지털 가축 육종 활용을 위한 빅데이터 분석 표준화 및 통합 기술 개발(4)
	1.3. 디지털육종 예측모델 개발 (17)	704.8	1-3-1. 대량 유전체 확보 작물 디지털육종 기술개발 및 현장 적용 연구(4) 1-3-2. 작물별 오믹스 빅데이터 기반 디지털육종 알고리즘 개발(2) 1-3-3. 식량작물 오믹스 정보 기반 디지털육종 예측모델 개발(2) 1-3-4. 주요 작물 병해충 저항성 품종육성을 위한 디지털육종 예측모델 개발(3) 1-3-5. 주요 작물 환경 저항성 품종육성을 위한 디지털육종 예측모델 개발(3) 1-3-6. 가축 형질 예측을 위한 디지털육종 기술개발(3)
2. 수요맞춤형 정밀육종 확산사업 (84)	2.1. 내재해성 향상 품종개발기술 (37)	1,282.3	2-1-1. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 내병성 향상 품종 개발(5) 2-1-2. 디지털 기술을 활용한 가지과 작물 내병성 향상 품종 개발(8) 2-1-3. MAB 활용 박과 작물 내병성 향상 품종개발(6) 2-1-4. 유전자형-표현형 연관분석을 이용한 과수 내병성 향상 품종개발(2) 2-1-5. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 환경내성 향상 품종개발(2) 2-1-6. 가지과 작물 환경내성 향상 품종개발(1) 2-1-7. MAB 활용 박과 작물 환경내성 향상 품종개발(3) 2-1-8. 백합과 작물 환경내성 향상 품종개발(3) 2-1-9. 과수 환경내성 향상 품종개발(1) 2-1-10. 화본과 환경 내성 향상 디지털 기반 품종 개발(벼, 밀, 옥수수)(3) 2-1-11. 두과 환경 내성 향상 디지털 기반 품종 개발(콩, 팥)(2) 2-1-12. 채소 주요병에 대한 병리검정 및 종자감염 검사 표준화 및 서비스(1)

내역사업 (과제 수)	8개 프로그램 (과제 수)	예산 (억 원)	프로그램 구성(과제 수)
	2.2. 고기능성 품종개발기술 (37)	1,170.4	2-2-1. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 기능성 향상 품종개발(8) 2-2-2. 디지털육종 기반 가지과 작물 기능성 향상 품종개발(5) 2-2-3. MAB 활용 박과 작물 기능성 향상 품종개발(3) 2-2-4. 백합과 작물 기능성 향상 품종개발(4) 2-2-5. 오믹스 기술을 활용한 과수 기능성 향상 품종개발(3) 2-2-6. 디지털육종 기반 고기능성 축산물 생산 기술개발(2) 2-2-7. 기업 주도형 육종피라미드 통합 개량시스템 고도화 한국형 종돈 개발(3) 2-2-8. 토종닭 산란육용 종계 순계 고도화 및 신계통 개발(5) 2-2-9. 디지털육종 기술기반 화본과 작물 기능성 향상 품종개발(3) 2-2-10. 채소작물의 기능성 성분 발굴 및 고부가가치 품종개발을 위한 채소류 성분 분석 대량·신속 서비스(1)
	2.3. 가공·유통적성 향상 품종개발기술 (10)	315.0	2-3-1. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발(3) 2-3-2. 디지털 기술을 활용한 가지과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발(4) 2-3-3. MAB 활용 박과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발(2) 2-3-4. 백합과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발(1)
3. 육종현장 지원기술 고도화사업 (15)	3.1 종자품질 향상기술 (5)	110.0	3-1-1. 채소작물 종자품질관리 고도화 기술(3) 3-1-2. 음성불입 활용 채종효율 증진 기술 개발(1) 3-1-3. 종자수출 활성화 시험포·전시포 사업(1)
	3.2. 종축보급 안정기술 (10)	279.5	3-2-1. 디지털 가축 육종 기반 산업현장 활용기술 개발(3) 3-2-2. ICT 융복합 참여 종돈장 종돈 검정 및 질병 관리시스템 개발 기술 지원(2) 3-2-3. 2세대 GSP 개발품종(계통) 관리 종합 시스템 개발 및 산업화 기술지원(5)

* 총괄 PD 5인 과제비 222.3억 원, 기획평가관리비 176.7억 원 제외

출처 : 기획보고서 재구성

나. 연도별 소요예산

<표 1-2> 동 사업의 소요예산

(단위: 억 원)

중점	구분	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	합계
[1중점] 디지털 육종 혁신기반 조성	국 고	261.8	262.3	262.8	263.8	285.4	285.4	284.5	269.1	269.1	269.1	2,713.0
	민 간	11.0	11.2	11.3	11.5	11.2	11.2	11.0	10.8	10.8	10.8	110.8
	소 계	272.8	273.4	274.1	275.3	296.5	296.6	295.4	279.9	279.9	279.9	2,823.8
[2중점] 수요 맞춤형 정밀육종 확산	국 고	217.9	218.9	219.9	221.7	228.2	229.5	230.2	231.7	234.1	237.0	2,269.0
	민 간	48.0	48.3	48.5	49.0	49.9	50.2	50.4	50.8	51.4	52.1	498.7
	소 계	265.9	267.1	268.4	270.7	278.1	279.7	280.6	282.5	285.5	289.1	2,767.7
[3중점] 육종현장 지원기술 고도화	국 고	31.9	31.6	31.6	31.6	34.8	33.8	33.8	30.0	30.0	30.0	319.0
	민 간	7.1	7.0	7.0	7.0	7.8	7.6	7.6	6.5	6.5	6.5	70.6
	소 계	39.0	38.6	38.6	38.6	42.6	41.4	41.4	36.5	36.5	36.5	389.6
총괄 PD과제	식 량 ¹	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.2	4.1	4.1	43.0
	식 량 ²	3.2	3.2	3.2	3.2	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	37.0
	원 예 ¹	4.8	4.8	4.8	4.8	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.1	49.3
	원 예 ²	4.8	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	5.0	5.0	5.0	49.0
	축 산	4.2	4.2	4.2	4.2	4.8	4.8	4.8	4.2	4.2	4.2	44.0
	소 계	21.3	21.4	21.4	21.5	23.1	23.1	23.1	22.3	22.4	22.5	222.3
기획평가 관리비	합 계	17.1	17.1	17.1	17.2	18.3	18.3	18.3	17.7	17.8	17.9	176.7
전체	국 고	549.9	551.2	552.8	555.8	589.8	590.1	589.9	570.8	573.4	576.5	5,700.0
	민 간	66.1	66.4	66.7	67.5	68.9	69.0	68.9	68.2	68.8	69.5	680.0
	합 계	616.0	617.6	619.5	623.3	658.6	659.1	658.8	638.9	642.1	646.0	6,380.0

출처 : 기획보고서

제 2 절 조사방법

1. 항목별 조사방법

가. 과학기술적 타당성 분석

- ☐ 과학기술적 타당성에서는 주관부처가 제출한 기획보고서 내용을 기초로 문제/이슈 도출의 적절성, 사업목표의 적절성, 세부활동 및 추진전략의 적절성을 종합적으로 판단함
 - 문제/이슈 도출의 적절성에서는 사전기획 활동 등을 통해 식별(또는 발굴)된 문제/이슈가 적절한지를 검토하고, 식별된 문제/이슈를 해결하기 위해 국가적 차원에서 연구개발사업 추진 필요성을 검토함
 - 사업목표의 적절성에서는 사업목표와 해결할 문제와의 연관관계가 존재하는지와 사업목표는 달성하고자 하는 효과를 구체적으로 제시하고 있는지를 검토함
 - 또한 사업목표의 효과성을 측정하기 위한 성과지표가 적절하게 제시되었는지 여부와 동 사업의 수혜자 표적화가 적절히 이루어졌는지 여부도 검토함
 - 세부활동 및 추진전략의 적절성에서는 세부활동이 사업목표와 논리적으로 연계되는지, 적절한 수준의 세부활동을 도출하였는지, 세부활동의 효과성을 측정하기 위한 성과지표를 적절히 제시하고 있는지 여부 등을 검토함
 - 또한 세부활동의 기간 추정과 시간적 선후관계가 논리적인지를 검토하고, 연구개발 특성 및 유관부처의 협조체계 등을 고려한 추진전략을 적절히 제시하였는지를 주요하게 검토함

나. 정책적 타당성 분석

- ☐ 정책의 일관성 및 추진체제에서는 과학기술 분야의 유관 상위계획과 동 사업의 부합성, 유관사업들과의 차별성, 사업 추진의지 등에 대하여 조사함
 - 상위계획과의 부합성은 과학기술 분야의 최상위 법정계획인 과학기술기본계획과 동 사업 유관 상위계획을 대상으로 사업 내용과의 부합 여부를 조사함
 - 사업 추진체제 및 추진의지에서는 관련 정부 연구개발사업과의 차별성, 주관부처의 사업 추진의지 및 선호도 등을 조사함

- 사업 추진상의 위험요인에서는 재원조달 가능성과 법·제도적 위험요인을 조사함
 - 재원조달 가능성은 동 사업의 재원을 부담하고자 하는 주관부처의 연구개발사업 투자 경향을 토대로 동 사업 추진 시 자금조달 계획을 분석함
 - 법·제도적 위험요인에서는 동 사업의 연구내용이나 체계와 관련하여 유의하여야 하는 규정 및 현행 법률, 국제통상 마찰 가능성과 그 외 동 사업 관련 위험요인에 대해 조사함

다. 경제적 타당성 분석

- 비용 추정에서는 주관부처가 제시한 총사업비 산정 근거를 검토하여 결과를 제시하고, 관련 자료를 바탕으로 동 사업의 세부비용이 적정 범위 내에 있는지를 조사함
- 편익 추정에서는 주관부처가 제시한 편익 추정 방법의 적절성을 검토한 후, 동 예비타당성조사에서 적용하고자 하는 편익 추정의 방향을 제시함

제 2 장 기초자료 분석¹⁾

제 1 절 디지털육종 기술의 개념

1. 기술의 정의

- 육종(Breeding)은 생물의 유전형질을 개선하거나 변경함으로써 인류의 생활에 이용 가치가 더 높은 작물 및 가축의 새로운 품종을 만들거나 기존 품종을 개량하는 기술
 - 육종 대상 작물의 번식 방법, 변이창출 방법, 선발 방법, 그리고 목표 형질의 유전 정보(질적, 양적, 유전력, 연관 등)에 따라 적합한 육종방법 선택
 - ①수량, ②병과 해충에 대한 저항성, ③폭염, 가뭄, 서리, 염해 등 환경 스트레스에 대한 적응성, ④영양학적 가치, ⑤수확 용이성, ⑥맛, 색, 질감 등의 개량
- 디지털육종(Digital Breeding)은 다종의 오믹스 정보수집, 빅데이터 분석, 인공지능(AI) 기술과 생명공학기술을 융합한 육종기술
 - BT(유전체, 표현체 등)와 IT(생명정보, 컴퓨팅 툴 등)의 융합으로 기존 육종기술로 구현하지 못했던 복합형질 집적으로 신속하고 정확하게 새로운 품종을 개발할 수 있는 융복합 기술
 - 전통육종으로 개량이 어려운 품질, 수량성, 비생물학적·생물학적 스트레스 저항성 등의 주요 양적 형질에 집중
- 디지털육종 연구개발사업의 개념
 - 다양한 유용 유전자원을 수집, 활용하여 육종소재 핵심집단을 구축하고 이를 기반으로 데이터 가공 및 표준화로 빅데이터 플랫폼을 구축한 후, 인공지능 기술기반의 육종 예측모델 개발, 상업용 품종개발로 연계하는 기술기반의 전주기 육종 프로세스

1) 본 장(Chapter)은 동 사업 기획보고서에서 제시한 내용을 기반으로 작성되었으며, 디지털육종의 정의 및 개념, 산업 및 시장, 연구, 정책 동향 등의 참고자료로 언급함

2. 육종기술의 분류

가. 관행육종 기술

- ☐ 분리 육종(Breeding by separation)은 인공교배 과정이 전혀 없이 자연적으로 생성된 유전적 변이체를 대상으로 선발하는 방법으로 우수한 개체나 집단을 선발하여 세대를 진전
 - 현재 육종 선진국에서는 드물게 사용되나, 개도국에서는 가장 보편적으로 활용
- ☐ 교배 육종(Cross breeding)은 선발하려고 하는 목표형질의 변이를 기존 품종 중에서 찾을 수 없을 때, 인공적으로 변이를 유도하기 위하여 교배를 이용하여 품종을 육성하는 방법
 - 교잡에 의하여 형성된 잡종의 분리집단을 대상으로 하는 육종방법으로 현재 가장 기본적인 육종방법의 하나이며, 양친의 형질을 두루 갖춘 잡종을 육성할 수 있음
- ☐ 잡종강세 육종(Hybrid breeding)은 특징이 크게 차이나는 두 품종의 부모세대를 수분시켜 안정적인 특징 및 잡종 강세를 가진 자식세대(일대교잡종(F1))를 상용화하는 육종방법으로, 다시 자가 수분을 할 경우 F1의 우수한 특징이 나타나지 않는 자가 불화합성이나 우성불임성을 활용하여 재종의 경제성을 제고
 - 농민들이 매년 일대교잡종 종자를 구입해야 함으로 종자회사로서는 개발비 환수가 용이
- ☐ 역교배 육종(Backcrossing)은 서로 다른 두 품종의 교잡으로 만들어진 자식세대(progeny)를 다시 부모세대와 교잡시켜 목표형질을 제외한 나머지 형질들은 제외시키는 육종 방법
 - 전통 작물육종방법 중, 육종 결과의 예측용이성 때문에 과학적 육종으로 인식되며, 돌연변이, 종속 간 교배, 형질전환 등 생명공학을 통해 생산된 품종의 후속 조치(형질 고정 등)로써 많이 쓰이며, 다른 육종방법과 병행하여 상업화 품종 육성에 이용
- ☐ 돌연변이 육종은 인위적으로 방사선이나 화학물질을 처리하여 다양한 유전적 변이의 돌연변이체를 유기(誘起)하는 육종방법으로, 이 방법으로 유기(誘起)된 유용한 돌연변이는 역교배 방법 이용 시 육종의 소재로 활용

- 조직배양 육종은 화분 반수체를 세포배양하여 2배체(약배양)로 만들고 Homo화/고정화/계통화/시간단축을 가능하게 하며, 화분 외에도 식물의 여러 조직세포를 배양하여 식물체를 확보
- 종·속간 교배육종은 다른 종간 또는 속간의 교잡에 의하여 육종을 행하는 방법으로 다른 종이나 속의 재배종 및 야생종이 가지고 있는 우량형질을 기존의 품종에 도입하려고 할 경우 활용되며, 다른 종의 우량유전자를 도입할 수 있고 양친에는 없는 아주 새로운 형질의 발현을 기대할 수 있음

나. 분자 육종(Molecular marker-assisted selection)

- 교배, 역교배, 하이브리드 육종 등 전통적인 기술을 사용하지만, 선발은 부모세대가 가진 유전자가 자식세대에 들어있는지를 유전자 분석을 통해 판별하는 방법
 - 병저항성 등 육안으로 잘 구별되지 않는 특징을 유전자 분석을 통해 쉽게 판별하며, 육종기간 또한 절반 수준까지 단축시킬 수 있는 장점
- 다양한 환경 조건에서 우수 신품종 육성을 위한 병충해 저항성 형질, 기능성 및 생산성 연관성을 구명하고 유전체 선발체계를 구축, 최적의 우수농업형질 및 유전정보를 제공
 - 작물 유전체 정보, 형질연관 및 비생물학적 스트레스 조건의 대사체 분석을 바탕으로 육종에 활용할 수 있는 분자표지 검정 등의 육종 시스템 효율성 증대

다. 유전자 변형기술(Genetically Modified)

- 유전자 변형기술을 이용하여 원하는 특징을 발현하는 유전자를 식물에 직접 도입하는 기술
 - 유전자 변형기술을 활용하여 개발된 품종은 유전자변형작물(GMOs)이며, BT면화, 제초제 저항성 옥수수 등 산업적 측면에서 주로 이용

라. 유전자 편집기술(Gene editing)

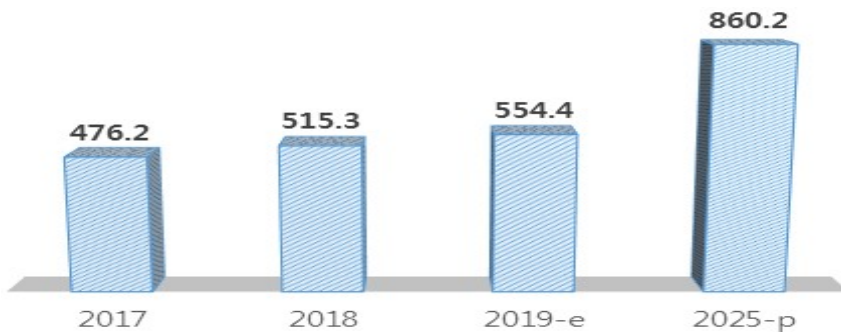
- 유전자 편집기술은 신육종기술의 대표적인 육종기술로 목표 실현을 위해 요구되는 특정한 형질을 유전자 수준에서 직접 변화시킬 수 있는 기술로서, 크리스퍼 시스템(CRISPR-Cas9)이 대표적 사례
 - 면도날처럼 정확하게 식물의 특별한 형질을 제거하거나 집어넣음

제 2 절 디지털육종 관련 산업 및 시장동향

1. 종자시장 동향

가. 세계 종자시장 동향

- 세계 종자시장규모는 2019년 554억 달러이며, 이후 연평균 7.6% 수준으로 성장하여 '25년에 860억 달러에 달할 것으로 전망됨
- 'Seeds Market-Global Forecast to 2025' 보고서는 세계 종자시장 규모가 '17년 476억 달러 → '19년 554억 달러 → '25년 860억 달러로 확대될 것으로 전망함
- 세계 종자시장은 기후변화, 식량 생산성 향상에 대한 요구, 글로벌 농기업의 우량 종자 수요 확대, 바이오산업, 식품산업, 제약산업 등과의 융복합화 진전 등에 힘입어 크게 성장해 왔음
- 종자 교체율의 증가, GM작물 채택, 유기농법의 증가, 분자육종기술의 출현, 정부지원, 바이오연료 및 사료 제조사의 수요 확대 등이 향후 종자시장 성장의 주요한 원동력임



[그림 2-1] 세계 종자시장 규모 (단위 : 억 달러)

출처 : 'Seeds Market - Global Forecast to 2025', MarketsandMarkets, 2019

나. 국내 종자시장 동향

- 현재 국립종자원에 등록되어 있는 국내 종자기업의 수는 2018년 2,466개이며, 매년 지속적으로 증가하는 추세임

- 재배품목 및 품목별 품종의 다양화, 정부의 세제지원 혜택 등으로 인해 민간의 종자 업계 참여 비중이 증가했을 뿐만 아니라 다국적 기업의 인수·합병 이후 양산된 영세업자들의 수도 크게 증가함
- 채소가 전체의 27.0%(665개)로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 그 다음으로는 과수 15.5%(381개), 화훼 11.9%(294개), 버섯 8.9%(220개) 순임

<표 2-1> 국내 종자기업 등록업체 현황

(단위 : 개)

연도	계	식량	과수	채소	화훼	버섯	뿌	기타
2009	819	37	250	173	121	110	30	98
2010	924	32	283	181	149	121	29	129
2011	932	39	300	185	139	112	30	127
2012	1,073	39	328	202	160	118	33	193
2013	1,279	49	393	224	195	108	46	264
2014	1,491	58	445	255	214	125	47	347
2015	1,699	69	494	277	231	130	35	463
2016	2,019	78	341	587	253	161	43	556
2017	2,217	99	368	615	251	176	36	672
2018	2,466	104	381	665	294	220	39	763

출처 : 국립종자원

- ☐ 국내 종자 관련 업체 수가 지속적으로 증가하고 있지만, 대부분이 생산과 판매 중심의 영세한 소규모 업체임
- 한국종자협회 가입업체의 39%가 매출액 10억 원 미만의 기업들로 종업원 10명 미만의 기업체 수가 전체의 51%(26개사)이며 100명이 넘는 기업체는 8%(4개사)에 불과함
- 품종 육성부터 가공처리 및 유통까지 기술력과 경쟁력을 갖춘 업체는 농우바이오, 코레곤, 삼성종묘, 팜한농, 아시아종묘 등 7개사에 불과하며 이들 기업들조차도 글로벌 종자기업들에 비해 매출 규모뿐만 아니라 연구개발비용도 적어 경쟁력이 미흡한 실정임

<표 2-2> 국내 주요 종자업체 실적

(단위 : 억 원)

업체	매출액			영업이익			당기순이익		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
(주)농우바이오	135.2	828.4	875.9	8.1	110.6	103.5	10.4	90.9	82.6
아시아종묘(주)	196.3	214.0	213.1	1.5	11.6	7.5	16.8	24.4	24.1
삼성종묘(주)	51.6	54.0	59.3	2.8	3.9	8.9	2.0	2.9	7.9
(주)코레곤	197.2	200.7	196.6	2.1	3.9	5.0	4.9	5.0	4.9
사카타코리아(주)	190.8	195.2	202.5	50.9	46.7	46.6	47.1	41.7	39.4
한국다끼이(주)	173.4	172.9	149.0	31.1	32.5	16.2	26.9	30.0	13.6
신젠타코리아(주)	1303.0	1232.0	1192.0	69.3	64.8	40.6	160.7	68.2	73.5
(주)팜한농	5882.4	5222.5	6075.4	231.6	177.9	349.6	1027.5	1065.1	120.2

출처 : 농림식품기술기획평가원, “이머징 산업 2020 - 국내외 농업분야 기술이슈 리뷰”, 정책개발 2021-02-1(2021.2)

다. 국내 종자 수출입 현황

- 국내의 종자 수출 규모는 2018년 기준 52백만 달러 수준인 반면, 수입 규모는 127백만 달러로 수입이 수출의 2.4배에 달함
- 2017년에는 전년 대비 무역 적자 폭이 소폭 감소했으나, 2018년에는 수입 증가 및 수출 감소로 전년 대비 무역 적자 폭이 증가함
- 국내 종자산업의 영세성 및 선진국과의 기술 격차, 그리고 소득의 향상 및 농산물 기호의 다변화 추세로 종자의 수입은 꾸준히 지속될 것으로 전망됨

<표 2-3> 국내 농산물 종자 수출입 동향

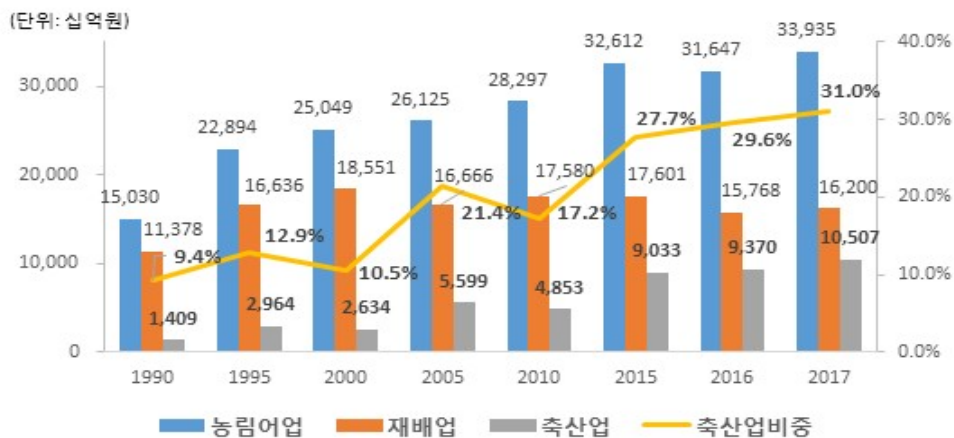
(단위 : 백만 달러, 천kg)

구분	2016년		2017년		2018년	
	수입	수출	수입	수출	수입	수출
금액	111.9	54.0	115.9	58.5	126.7	52.3
물량	18,025.8	1,686.8	16,243.2	1,335.9	17,857.7	1,487.9

출처 : 국립종자원, 3개년 종자 수출입 동향(공공데이터 포털(<https://www.data.go.kr/>) 종자무역 통계)

2. 국내외 축산업 동향

- 글로벌 육류 산업이 지속적으로 성장하고 있으며, 향후 20년 동안 약 40%의 성장, 특히 육류산업 성장 수요의 70%는 아시아에서 발생할 것으로 전망
 - 아시아에서의 수요 증가는 아메리카 지역(미국, 브라질, 아르헨티나 등)에서 주로 공급될 것으로 전망
- 세계 육류 소비 증가는 조곡, 유지종자 및 육가공품을 포함한 수많은 상품의 생산을 증가시키고 무역을 확대시키는 주요 원동력으로 작용
- 축산 분야 국내 총생산액은 2017년 기준 10조 5,072억 원으로 농림어업 부문 국내 총생산액의 31%를 차지
 - 연도별 비중은 1990년 9.4%에서 2017년 31.0%로 증가하여 총 21.6% 증가



[그림 2-2] 축산업 분야 국내총생산

출처 : 기획보고서(통계청 KOSIS 국가통계포털 자료)

- '20년 농가경제조사에 따르면 축산분야 평균 농업소득은 5,500만 원으로 농업 부문 평균 농업소득(1,182만 원)보다 약 4.6배 높은 것으로 나타남
 - 축산 이외에 농업부문 평균 농업소득 이상의 분야는 과수(1,800만 원), 화훼(1,627만 원), 채소(1,271만 원) 등으로 나타남

<표 2-4> 경영형태별 농업소득

(단위 : 천 원)

구분	2016	2017	2018	2019	2020
축산	56,432	51,289	59,697	50,558	55,002
과수	16,100	16,793	21,072	14,485	18,005
화훼	16,203	10,697	14,206	15,962	16,270
채소	12,736	12,881	13,984	11,508	12,712
논벼	5,805	8,987	13,554	10,032	10,933
특용작물	4,890	5,704	8,012	4,737	9,821
일반밭작물	5,732	6,645	12,135	7,380	2,743
평균	10,068	10,047	12,920	10,261	11,820

출처 : 통계청 KOSIS, 농가경제조사 (<https://kosis.kr/>)

□ 경제성장에 따른 육류 소비 증가로 축산 중심의 농업생산 구조가 형성

- 농업생산 10대 품목 변화 : 1970년 (4종 포함) → 2000년 (5종 포함) → 2016년 (5종 포함)



[그림 2-3] 국내 연도별 농림부문 10대 생산품목의 변화

출처 : 기획보고서

□ 육류에 대한 수요는 '95년 1,246천 톤에서 '16년 2,530천 톤으로 연평균 3.4% 증가

- 육류 수요의 증가에 따라 수입량도 '95년 199천 톤에서 '16년 809천 톤으로 연평균 6.9% 증가

□ '95년에서 '16년 사이의 육류의 생산량은 연평균 2.3% 증가하여 생산량의 연평균 증가율이 수입 증가율을 하회

- 육류 수입량이 꾸준히 증가하여 육류 자급률은 '95년 84.6%에서 '16년 68.0%로 16.6%p 하락

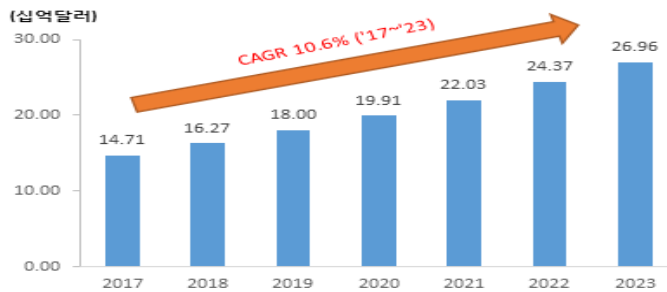
□ 종축 산업의 성장을 통하여 축산 산업의 규모가 확대

- 재래유전자원 산업화, 종축 자원의 부가가치 확대, 생산성과 질병 저항성 개량 및 고효율 종축 생산기반의 구축 등으로 종축 산업이 성장함에 따라 축산 산업 생산과 매출 규모의 확대

3. 유전체 시장 동향

가. 해외 시장 동향

- 글로벌 유전체 시장은 2017년 147억 달러(약 16.4조 원)에서 2023년 269.6억 달러(약 30.1조 원) 규모로 꾸준히 증가할 것으로 전망
- 정부투자 및 보조금/펀드 증가에 따른 유전체 관련 연구개발과 맞춤형료 수요증가뿐 아니라 염기서열 분석비용 감소에 따른 진단에서의 활용 증가 등이 유전체 시장 성장에서 주된 요인
- 유전체 데이터 규모 증가에 따라 데이터 분석시장도 빠르게 성장할 것으로 예상



[그림 2-4] 글로벌 유전체 시장현황 및 전망

출처 : 바이오인더스트리(BioIndustry) 2018.08, 생명공학정책연구센터

- DNA 중합반응기술이 '23년 106.2억 달러로 가장 큰 비중을 차지하나, 염기서열분석 기술 또한 18.3%의 가장 빠른 성장률을 보일 것으로 예상
- DNA 중합반응은 유전체 시장에서 기본적으로 활용되는 기술로 '18년 전체 시장의 48.4%를 차지하였으며, 분석비용 감소와 암질환 관련 검사 등의 증가로 염기서열 분석 서비스 분야가 가장 빠른 성장을 보일 것으로 기대

- 지역별로는 북미지역이 2017년 49.6억 달러에서 2023년 87.4억 달러로 가장 큰 규모를 차지

<표 2-5> 지역별 유전체 시장현황 및 전망

(단위 : 십억 달러, %)

연도	북미	유럽	아시아-태평양	기타국가
2017	4.96	4.31	2.94	2.51
2018	5.5	4.77	3.28	2.72
2019	6.03	5.23	3.70	3.04
2020	6.62	5.73	4.17	3.40
2021	7.26	6.28	4.70	3.80
2022	7.97	6.88	5.29	4.23
2023	8.74	7.54	5.41	5.27
CAGR	11.2	12.7	9.6	9.7

출처 : 바이오인더스트리(BioIndustry) 2018.08, 생명공학정책연구센터

- 활용별로는 진단 분야가 2023년 104.9억 달러로 가장 큰 시장을 형성할 것으로 전망되었으며, 농식품 및 가축연구 분야의 연평균 증가율이 가장 높은 것으로 추정됨

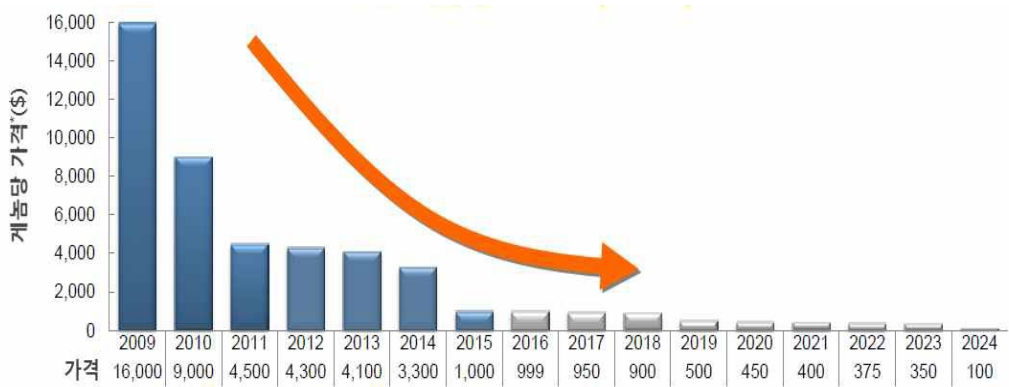
<표 2-6> 활용별 유전체 시장현황 및 전망

(단위 : 십억 달러, %)

연도	진단	신약개발	정밀의료	농식품 및 가축연구	기타
2017	5.29	4.12	2.97	1.80	0.53
2018	5.93	4.48	3.32	1.95	0.59
2019	6.64	4.87	3.72	2.12	0.66
2020	7.45	5.29	4.16	2.29	0.72
2021	8.35	5.75	4.66	2.49	0.79
2022	9.36	6.25	5.21	2.69	0.86
2023	10.49	6.80	5.83	2.92	0.92
CAGR	8.4	11.9	8.7	12.1	8.14

출처 : 바이오인더스트리(BioIndustry) 2018.08, 생명공학정책연구센터

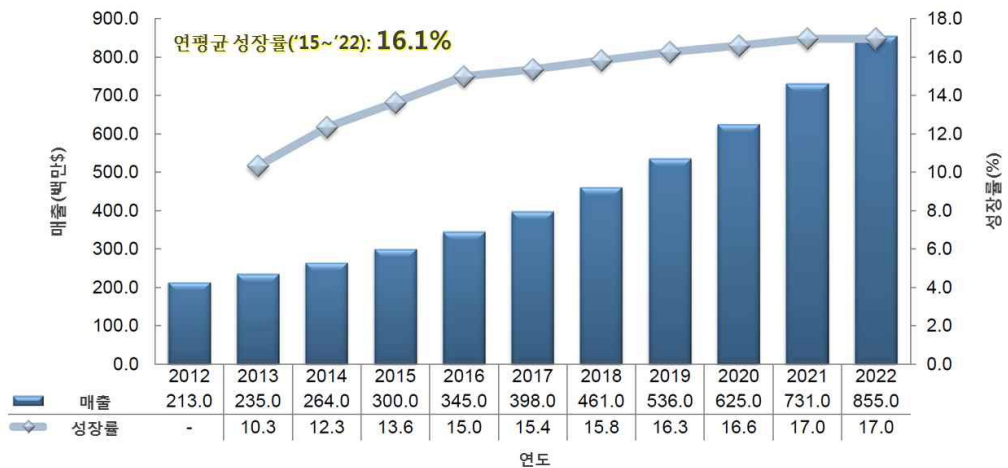
- 차세대 염기서열분석(NGS, Next Genome Sequencing) 시스템 개발에 따라 유전체 염기서열 분석비용은 '09년 16,000달러에서 '24년 100달러 수준으로 하락할 것으로 예상



[그림 2-5] NGS 서비스 분석비용(2009~2024년)

출처 : 바이오인더스트리(BioIndustry) (생명공학정책연구센터, 2017.2)

- NGS 분석 장비 생산능력 증대, 가동 비용 감소 및 대규모 염기서열 프로젝트 추진 등으로 꾸준한 성장을 전망
- 2015년부터 2022년까지 연평균 16.1%의 성장률을 전망함



[그림 1-1] [그림 2-6] 미국 내 NGS 서비스 매출액 전망(2012~2022년)

출처 : 바이오인더스트리(BioIndustry) (생명공학정책연구센터, 2017.02)

나. 국내 동향

- 국내 유전체 분석 산업은 마크로젠(Macrogen), 테라젠이텍스(THERAGEN ETEX), 디엔에이링크(DNA Link) 등 염기서열분석 서비스를 기반으로 한 기업들이 주도
- 마크로젠은 1997년에 설립된 국내 유전체 분석 기업으로, 국내 점유율 약 50~60%에 달하는 유전자 검사 서비스를 실시하고 있음
 - 국내뿐만 아니라 외국 의료 기관들과 네트워크를 구축하여 유전체 정보와 의료정보 통합 빅데이터를 활용한 정밀의학 기술 개발에 집중하고 있음
- 2000년에 설립된 디엔에이링크는 약 4만여 건의 한국인 유전자 데이터베이스를 확보하고 있는 것으로 알려져 있으며, 마크로젠 다음으로 테라젠이텍스와 함께 국내 유전자 분석 서비스 2~3위 기업임
 - 전국 800여개 병의원을 통해 다양한 질병들에 대한 개인 유전체 분석 제품인 DNA GPS를 제공하고 있음
- 테라젠이텍스는 디엔에이링크와 함께 국내 유전자 분석 서비스 2~3위 기업으로 테라젠의 계열사인 이텍스 제약과 2010년 합병된 회사로, 일반적인 NGS 실험 및 분석뿐 아니라, 분석결과를 연구자가 쉽게 접근할 수 있도록 하는 토탈오믹스(TotalOmics)서비스, 암 샘플 유전자 변이를 찾아주는 오코믹스(Oncomics) 서비스, 특정 질병의 발병 가능성을 알려주는 헬로진(HelloGene) 서비스 등을 제공함

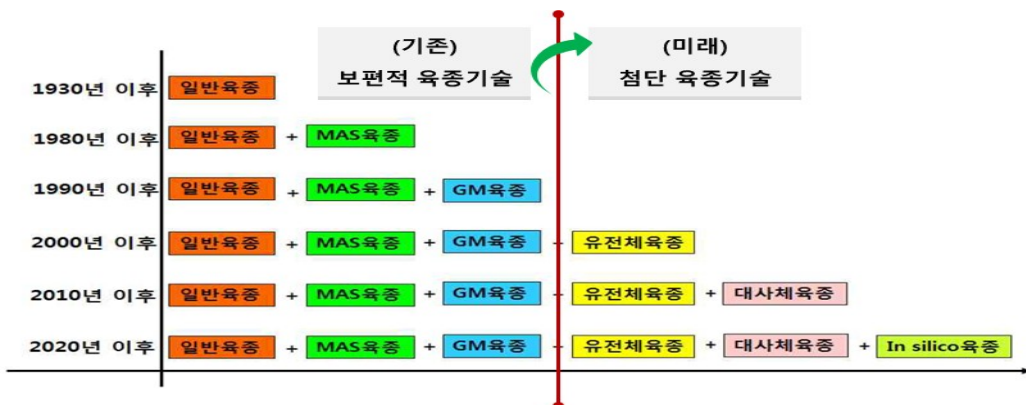
제 3 절 디지털육종 관련 연구 및 정책 동향

1. 육종기술 연구개발 동향

□ 종자기술은 기존 아날로그식 관행육종 방법을 탈피하여 BINT* 기술을 활용한 첨단 육종으로 패러다임 전환

* BINT : BT, IT, NT 등의 신기술 간 또는 이들과 기존 산업-학문 간 상승적인 결합을 통해 새로운 가치를 창출하는 융합

- 농경문화의 시작과 함께 야생식물을 주거지 인근에 재배하는 과정에서 우수한 개체를 선발하고, 이를 다음 해에 반복하여 심은 행위가 작물육종의 시작이며, 이러한 원시적 육종행위를 통해 지난 수천 년 동안 세계 각지에서 수만 수천의 재래종(토종)이 육성(분리육종법)
- 현재 농업 선진국의 경우 대부분의 타가수정(cross pollination) 작물을 일대교잡종(F1 hybrid) 형태로 개량 및 개발하여 대규모로 재배하고 있으며, 이는 육종 역사상 큰 사건 중 하나인 잡종강세 현상을 육종에 활용한 대표적 사례
- 생명공학, 빅데이터, ICT 등 첨단기술의 발전과 더불어 이를 기존 육종기술에 도입하여 관행 육종의 한계요인(비정확성, 비효율성, 긴 세대주기 등)을 획기적으로 개선
 - 20세기 중반부터 집단육종법, 여교배 육종법, 반수체 육종법 이후 돌연변이 육종법, 1대 잡종육종법 등 다양한 육종법 개발
 - 20세기 후반에는 세포배양 기술과 분자생물학의 비약적 발전에 따라 기존에는 불가능했던 종·속간 잡종을 획득



[그림 2-7] 육종기술의 변화

출처 : 김은정, 종자개발 R&D 기술사업화생태계 활성화연구 (KISTEP, 2014)

- 융복합 기술을 활용한 첨단 육종기술은 기존 육종기술의 한계를 극복하고, 종자산업의 혁신과 미래형 산업으로 발전을 도모
- 첨단 육종기술은 現 육종 현장으로 전면 적용까지는 시간이 필요하지만, 기술 보완 및 고도화를 통해 미래 종자산업에서 상용화될 기술로 대두
 - 첨단 육종기술은 전통 육종기술의 한계를 극복함과 동시에 그간의 상용화된 GM 작물에 대한 안전성 논란을 회피하거나 완화할 수 있는 기술임
 - 지식창출 측면에서 첨단 육종기술은 2000년대 이후 관련 연구가 활발하게 추진되고 있으며, 주로 미국, 유럽 중심의 연구가 대표적
 - 첨단 육종기술 관련 특허는 연구논문 발표 동향과 유사하게 유럽과 미국의 비중이 높은 상황이며, 이는 지속적으로 추진되었던 연구개발의 성과가 창출되는 단계임을 시사

<표 2-7> 첨단 육종기술의 대표적 종류 및 특징

첨단 육종기술	주요 특징
SDN (Site Directed Nucleases)	DNA nuclease 기능을 갖는 단백질 복합체를 이용하여 유전체 특정 부위에 DNA 결손이나 수정 및 삽입을 유도함으로써 식물의 형질을 전환할 수 있는 방법
동종기원 (Cisgenesis)	상호 교배가 가능한(cross-compatible) 종에서 유래된 유전자를 도입하는 기술로서 선발 마커/벡터 backbone이 제거되어 목표 유전자만 전달
역육종 (Reverse Breeding)	RNA interference 기작을 이용하여 heterozygous 개체의 meiotic recombination을 방해하고 목적형질을 갖고 있는 배우자를 선발한 후, 조직배양을 통해 반수체 식물체로 만들고 순차적으로 상동2배체를 만드는 방법
접목 (Grafting)	병저항성이나 성장조세가 강하게 만들어진 GM 식물의 줄기(대목)에 Non-GM 식물(접수)을 접목하여 육묘의 생육을 증진하면서 최종 산물인 non-GMO를 확보
아그로인필트레이션 (Agroinfiltration)	재조합된 유전자를 아그로박테리움을 매개로 이용하여 특정 조직에 직접 감염하여 단시간에 고농도의 유전자를 일시적으로 발현이 되도록 하는 기술

출처 : 박지현 외, KISTEP 기술동향브리프-신육종기술 (KISTEP, 2018)

2. 국외 정책 동향

가. 중국

- 중국은 종자산업 발전을 위한 정부 주도의 산업정책을 지속적으로 시행하고 있으며, 2016년 신종자법 시행으로 종자산업 시장 기능 강화, 산업 육성 본격화
 - 종자산업의 시장 기능을 강화하고, 외국 종자기업의 투자 확대를 촉진할 수 있는 시장여건 조성
 - 2018년 6월 중국 정부의 ‘외국자본 투자 접근에 대한 특별 관리조치(Special Management Measures for Foreign Investment Access)’로 규제를 완화, 외국 종자기업의 중국 내 투자가 확대
 - 국영 기업의 글로벌 농업 기업 인수, 글로벌 농산물의 물류 역량 확대, 해외 식량 구매와 소유권 확보 등을 통해 전 세계로 식량 공급원 확장 전략 추구
 - 신종자법 시행 이전에는 일정 규모의 자본금, 시설 및 인원 규정을 두어 종자업 등록 요건이 까다로웠으나, 현재는 규제 완화 정책으로 등록 요건이 상당히 완화
 - 종자와 관련된 정부 차원의 지원사업은 현대 농업기금, 종자생산 보험제도, 종자품질 제고 사업 등이 있으며, 농업부와 상무부에서 담당
- 중국은 종자 관련 법률에 있어 국제 기준을 준수하되, 외국 종자기업의 유전자원에 대한 투자 금지 목록(negative list)을 재정·시행하는 등 유전자원 및 품종보호에 대한 법률을 강화
 - 최근 중국 유전자원 등록 건수는 50만 건에 달해 품종보호에 대한 법적 효력이 두드러지게 나타나고 있음

나. 일본

- 일본은 주요 농작물 제도, 품종보호 및 심사등록제도를 통해 종자기업을 육성하고 있으며, 민간 종자산업의 활성화와 자국 품종의 해외 반출 방지를 위한 법률을 개정
 - 일본은 1978년부터 품종등록제를 실시하고 있으며, 1982년 국제신품종보호동맹(UPOV, International Union for the Protection of New Varieties of Plants) 가입 이후 국제 수준의 품종보호제도를 운영
 - ‘농업 경쟁력 강화 프로그램’의 일환으로 2018년 종자법을 폐지하였으며, 2019년 자국 품종보호 및 육성자 권리를 강화하는 목적으로 종묘법 폐지를 제안

- 자가 채종을 허가제로 전환, 원칙적으로 금지(2018년 자가증식 금지 356종)하는 것의 배경에는 자국 개발 품종의 해외 유출 주장
- 신품종에 대한 육성권자의 권리를 강화하고, 해외반출 규제를 강화함으로써 품종개발 활성화를 도모하고 품종 연구개발 예산의 내실화 촉진
- 품종(등록품종)의 증식은 허가제로 전환하고, 우량 묘의 안정적 공급 확대

다. 미국

- 수입 종자에 대한 관세정책, 품종보호권, 특허권 등을 통한 자국 종자산업 지원 강화
 - 미국산 종자의 가격 경쟁력 유지를 위한 강력한 관세 정책 시행
 - 품종보호권을 일찍이 정착시켜 1930년 ‘식물특허법(Plant Patent Act)’을 제정하고 육종가의 품종개발권 및 신품종에 관한 지식재산권을 인정
 - 특허권(patent)의 경우, 식물 유전자원에 대한 전례 없는 소유권 보장과 관리를 통하여 미국 농업에 중대한 영향을 미침
- 유전자변형(GM) 종자에 대한 실험과 재배관리에 관한 규정으로 허가 체계 구축
 - GM종자와 관련해서는 농무부(USDA), 환경청(EPA), 식품의약품안전청(FDA)이 생명공학기술에 대한 협조적인 규제 체제 구축
 - 바이오 연료가 의무적으로 사용됨에 따라 관련 작물의 가치가 상승하게 되고 농가들도 GM종자를 사용하여 재배면적을 늘이는 노력을 하는 등 종자 산업에 긍정적인 영향을 미침

라. 프랑스

- 품종보호권, 특허권 등 지식재산권을 보호하거나 시장에서 유통되는 종자의 품질에 대한 인정 제도를 발전시키는 방향으로 종자산업 진흥을 지원
 - 육종가의 권리 보호를 위해 일찍이 품종보호제도를 도입
 - 품종보호를 위한 ‘Plant Variety Protection(PVP)법’에 의거하여 신품종 개발과 관련된 육종가의 지식재산권에 대한 강력한 보호 제도 운영
 - 1950년대부터 산업계를 중심으로 자체적인 품질인정 프로그램이 운영되었으며, 1960년대부터 종자의 품질에 대한 인정(Seed Certification)이 의무화됨

- 종자 품질관리는 품종 개발 및 생산단계에서는 농림부 중심으로 이루어지고, 유통 단계에서는 재정경제부에서 추가적으로 위조 및 사기행위에 대한 단속을 실시
 - 농무부의 지원 아래 개발된 품종에 대해 상임기술선발위원회(CTPS)는 품종 심사 및 등록 업무를 맡고, 등록·상품화된 종자에 대해 SOC(Service Officiel de Controle et de Certification)에서 품질인증 업무를 담당함
 - 종자의 저장·유통단계 위조 및 사기행위에 대해 추가적으로 재정경제부에서 단속함
 - 이러한 제도적 설계를 통해 프랑스 정부는 신뢰할 만한 정보에 기반을 둔 고품질 종자가 최종 소비자 및 생산자에게 공급될 수 있도록 간접적으로 지원

마. 네덜란드

- 품종보호권제도와 종자품질관리, 인정제도를 통한 종자산업 지원
 - 국제신품종보호동맹(UPOV) 가입국으로 품종보호권을 법적으로 보장하고 있으며, ‘Seeds and Panting Material Act(2005)’에 따라 신품종에 대한 권리를 인정받기 위해서는 네덜란드 당국의 품종심사 및 등록절차를 거쳐야 함
 - 공공기관 종자검사서비스(NAK)와 원예검사서비스(Naktuinbouw)는 네덜란드 종자의 품질과 안정성을 높여 일류 종자산업국으로 발돋움하는데 기여
 - 기타 직접적인 연구개발 지원이나 산업지원은 미비
 - 예외적 보조 사업으로 BTS사업이 있으며, 유럽 내 작물 육종분야를 주도하는 종자 기업 출연연구소인 키진(KeyGene)과 같은 업체도 네덜란드 정부와 EU가 공동으로 지원하는 기술개발 연구 보조금을 지원받은 바 있음(Bijman & Bogaardt, 2000)
 - 종자기업들은 연구개발지원금을 통해 연구개발을 진행하기보다는 국가 연구개발 사업 혹은 EU 지원 사업을 지식 교환 및 전문가 네트워크 형성의 기회로 활용

3. 국내 정책 동향

가. 국내 종자산업 육성정책 현황

- 정부는 「종자산업 중장기 발전대책」(‘06~’15) 및 「2020 종자산업 육성대책」(‘09~’20)과 연계하여 「종자산업육성 5개년 계획」(1차, 2차) 수립 및 시행

- (조직) 종자 관련 조직 및 기능 정비의 일환으로 농림축산식품부 내 종자생명산업팀 설치, 이후 종자생명산업과로 발전
- (제도) 품종보호 상담센터 설치('09.8), 「식물신품종보호법」 제정('12.6)으로 품종보호권 강화 종자산업 중장기 발전대책」('06~'15) 및 「2020 종자산업 육성대책」('09~'20)과 연계하여 「종자산업육성 5개년 계획」(1차 '13~'17, 2차 '18~'22)을 수립 및 시행
 - 종자산업의 경쟁력 강화를 위해 「종자산업법」 시행 : '17년 종자산업법 개정으로 '묘(苗)'에 대한 종자 제도권 편입, 정부보급종의 생산대행 자격을 농업법인까지 확대, '대한민국 우수품종상'에 대한 시상 근거 마련 등 종자산업의 발전 도모
 - 식물신품종보호법 신규 제정 : 신품종 육성자 권리보호를 강화하여 품종개발 촉진 유도
- (R&D) 종자산업 발전전략(2020 대책 등)의 일환으로 종자산업 분야 R&D 투자 확대 및 연구개발 효율성 제고, 종자산업 발전 목표 실현을 위한 골든시드프로젝트 추진
- (인프라) 전문인력 양성(채소육종연구센터) 추진, 방사선육종연구센터, 민간육종연구단지 조성
- (생산, 유통) 고품질 보증종자 공급체계 마련 및 운영, 해외전시포 운영 및 홍보 지원 등 수출 확대를 위한 노력 지속

□ 2009년 「2020 종자산업 육성대책('09~'20)」 시행

- 종자산업을 농업부문의 고부가가치 신성장동력 산업으로 재인식, 산업 발전 중장기 로드맵 마련
- '2020 미래농업을 선도하는 종자강국 실현'을 비전으로 2020년까지 수출 2억 달러, 2030년까지 수출 30억 달러 달성의 목표를 설정
 - 5대 추진전략은 ①R&D 투자확대 및 효율성 제고, ②민간역량 강화를 위한 기반 조성, ③수출전략 품목 육성, ④품종보호권 강화 및 수입대체, ⑤종자관리 체계 개편
- 2012년 「2020 종자산업 육성대책」 중 핵심사업의 하나로 글로벌 시장개척 및 UPOV(국제식물신품종보호연맹) 대응 품종보호 전략종자 개발을 위해 '골든시드프로젝트(GSP)'사업을 본격적으로 추진
 - 미래 농업환경 변화에 따라 새롭게 전개되고 있는 세계 종자시장 선점을 통한 글로벌 종자강국 실현을 목적으로 2020년까지 1천만 달러 수준의 전략수출 품종 20

개 이상을 개발하여 종자수출 2억 달러를 달성하고, 2030년까지는 30억 달러의 종자를 수출하는 전략

- 수출시장 성장모형에 따라 보유 강점기술 기반 수출시장 개척용 종자 개발의 글로벌 시장개척 종자, 품종보호 기반 확보 및 장기적 수출시장 진입용 종자 개발의 품종보호 전략종자, 미래 농업 적용 종자 개발의 미래형 종자로 나누어 중점적으로 추진

□ 2018년 「제2차 종자산업육성 5개년 계획(‘18~’22)」 시행

- 2018년 1월, 향후 5년간 정부의 종자산업 육성 및 지원 추진 방향을 담은 ‘제2차 종자산업 육성 5개년 종합계획’을 확정 및 시행
- ‘종자산업의 글로벌 성장산업화’라는 비전 아래, ‘종자산업 체질개선 및 수출산업화’를 정책 목표로 설정하고, 2022년 종자수출 2억 달러, 중소규모 이상 업체 30%, 해외 로열티 절감 및 국산품종 보급률 47% 목표로 4대 전략, 13개 추진과제 및 41개 세부과제 추진

나. 품종보호 법률 및 제도

□ 2017년 1월 17일 나고야의정서의 이행법률인 「유전자원 접근 및 이익 공유에 관한 법률」이 제정되어 공포

- 생물유전자원 이용을 위해서는 해당 자원을 제공하는 국가의 절차에 따라 사전 승인을 받은 후 접근해야 하고 자원의 이용으로 발생한 이익에 대해 상호 합의한 계약 조건에 따라 제공국과 이익을 공유해야함
- 이에 따라 우리나라 생물자원 보호의 기회를 제공하지만, 해외 유전자원의 이용이 많은 우리나라 바이오 산업계 입장에서는 각국의 생물자원 보호조치의 강화에 따른 수급 불안정, 연구개발 지연, 유전자원 사용료 즉 로열티의 상승 등의 어려움이 예상되고 있어서, 이에 대한 적극적인 대응체계 마련이 필요
- 품종보호제도와 나고야의정서 간에는 유전자원의 기원 공개, 사전승인, 이익공유 등에 대해 일정부분 상충되는 부분이 있을 수 있음

□ 국내 품종관리 운영 현황은 다음과 같음

- 농작물 품종보호제도는 농림축산식품부 소속의 국립종자원, 산림식물은 산림의 국립산림품종관리센터, 수산식물은 국립수산물과학원의 수산식물품종관리센터에서 각각 운영

- 국립종자원은 품종보호제도의 국내 도입을 준비하였고, 제도가 도입된 1997년부터 제도를 운영하고 있으며 국립산림품종관리센터는 2008년부터 제도 운영 중
- 2012년 품종보호대상의 확대 및 수산식물의 품종보호대상 지정에 따라 수산식물의 품종보호는 2012년 3월 설립된 국립수산물과학원의 수산식물품종관리센터가 맡고 있음

□ 식물품종보호대상 작물 및 보호절차는 다음과 같음

- (품종보호 대상 작물 및 보호 요건) 보호대상작물을 농림수산식품부령으로 정하도록 하였으며, 작물별 국제경쟁력 수준, 농업에 미치는 영향 등을 종합적으로 고려하여 보호대상작물을 선정

□ 국내 종자산업에 대한 보호 법제는 크게 특허법, 종자산업법, 식물신품종보호법이 있음

○ 「특허법」에 의한 보호

- 무성번식식물은 1946년 특허법에서부터 보호되었음
- 2006년 3월 3일 개정 전 특별법 제31조 “무성적으로 반복 생식할 수 있는 변종식물을 발명한 자는 그 발명에 대하여 특허를 받을 수 있다”는 식물발명 관련 규정을 삭제하여 일반적인 특허 요건을 충족하는 경우에는 유·무성 번식식물 여부에 관계없이 식물발명 보호
- 2011년 개정된 특허청 「생명공학분야 심사기준」에 따르면 신규식물 자체 또는 신규식물의 일부분에 관한 발명, 신규식물의 육종방법에 관한 발명 및 식물의 번식방법에 관한 발명의 경우에도 특허 요건을 충족하는 경우에는 특허를 받을 수 있도록 규정

○ 「종자산업법」에 의한 보호

- 2012년 개정 전 「종자산업법」은 종자산업 보호에 대한 핵심 법제였으나 「식물신품종보호법」이 제정되면서 「종자산업법」은 종자산업의 진흥 및 종자의 유통·관리 중심 법제로 재편되었음
- 2013년 6월 2일 시행되는 개정 「종자산업법」에서는 종자산업의 기반조성, 국가품종 목록의 등재 등, 종자의 보증, 종자의 유통·관리 등과 관련된 사항에 대하여 규정

○ 「식물신품종보호법」에 의한 보호

- 2012년 6월 1일 제정된 「식물신품종보호법」은 식물신품종과 그 육성자 권리의 체계적인 보호를 규정

제 4 절 특허기술 동향조사²⁾

- 본 특허기술 동향조사 분석을 위한 기술분류체계는 디지털육종 기반 종자산업 혁신 기술개발사업에서 정한 기준을 준용하여 작성하였음
- 중분류 및 소분류 기술체계별 정량분석 및 지표분석을 실시하였으며, 기술분류체계 내 중분류의 구체적인 기술범위를 기술함

<표 2-8> 분석대상 기술분류별 검색 개요

대분류	중분류	요소기술	검색개요(기술범위)
디지털 육종기반 종자산업 혁신기술 (A)	디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)	디지털육종 소재 기술 (AAA)	디지털 작물/가축 육종 기반 확보를 위한 다양한 원천 유전자원 확보 및 다양한 변이창출로 소재를 개발하고 작물별 씨가축별 핵심집단 구축기술
		데이터생산 표준화 기술 (AAB)	핵심집단 활용 유전체, 표현체, 대사체 분석 및 정보 디지털화와 다중 오믹서 정보 표준화, 바이오인포메틱 파이프라인 구축 기술
		디지털육종 예측모델 기술 (AAC)	기능성, 병충해 저항성 등 AI 기반 품종개발 예측모델 개발, 육종현장 실용화 연구
	수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술 (AB)	내재해성 향상 품종개발 기술 (ABA)	수입대체 및 글로벌 수출사업화 촉진을 위한 내병해충성, 환경내성 향상 신품종 개발
		고기능성 품종개발 기술 (ABB)	글로벌 소비 트렌드 변화 대응, 기능성 물질 대사회로 정밀화 기술 등을 활용한 고기능성-고부가가치 신품종 개발 및 신시장 창출 기술
		가공·유통적성 향상 품종개발 기술 (ABC)	가공공정, 저장·유통 단계에 적합한 품종 수요에 대응하는 고균일성, 적정 과형, 장기 저장성 향상된 신품종 개발 기술
	육종현장 지원기술 고도화 기술 (AC)	종자품질 향상기술 (ACA)	종자의 발아, 병리, 순도 향상을 위한 채종 기술 및 수확 후 저장 관리 기술개발로 종자 가치 제고 및 고품질·고효율 종자 생산 기술
		종축보급 안정기술 (ACB)	종축 관리 및 병 저항성 향상을 위한 종축 사양관리 기술개발로 종축 가치 제고 및 고품질·고효율 종축 개량 보급체계 구축 기술

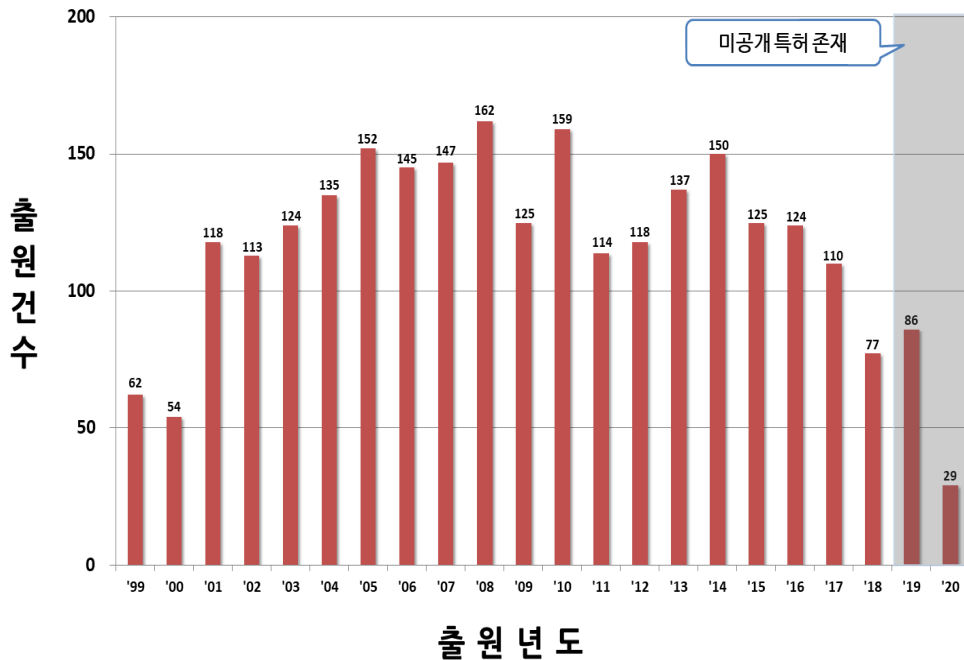
2) 동 사업 특허기술 동향조사는 1999년 1월~2020년 11월까지 출원 공개 및 등록된 미국 (USPTO)의 특허를 대상으로 분석하였으며, 조사는 wipson 검색 DB를 주요하게 사용하여 특허 검색을 실시함

1. 디지털육종 분야 특허출원 동향

가. 주요 국가별 연도별 출원동향³⁾

- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술의 미국의 전체 특허 동향을 살펴보면, 2,451건의 특허가 출원된 것으로 나타나며, 분석구간 초기부터 2008년까지 완만한 형태의 증가 추세를 나타낸 이후 2008년을 정점으로 이후 최근까지 완만한 형태의 감소 추세를 나타내고 있음
- 미국의 전체 특허 동향에서 동 기술 분야는 분석구간 초기부터 지속적인 기술발전 및 시장의 성장 이루어진 이후 다국적 생명공학기업들의 수직적 결합으로 미국 종자산업의 지배구조가 변화됨으로 인해 특허수의 정체 또는 감소가 나타나고, 최근까지도 그 추세가 이어지는 것으로 파악됨
 - 구체적으로 파이오니아(Pioneer), 데칼(Dekalb), 노스러프킹(Northrup-King), 골든 하베스트(Golden Harvest)와 같은 어느 정도 규모를 가졌던 기업들은 듀폰트(Dupont), 몬산토(Monsanto), 신젠타(Syngenta) 등과 같은 다국적 기업들에 통합됨으로 인해 전체적으로 특허수의 정체 또는 감소가 나타난 것으로 확인됨
- 미국의 경우에는 전체 구간에서 미국 국적의 DUPONT PIONEER, MONSANTO, 스위스 국적의 SYNGENTA 등의 기업이 다출원한 것으로 나타남
 - 또한, 최근 구간에서 독일 국적의 BASF 및 미국 국적의 SEMINIS VEGETABLE SEEDS의 출원이 증가 추세를 나타내고 있는 것으로 파악됨
- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 분야의 시장은 분석초기부터 3구간까지 지속적인 성장세를 유지하고 있고 최근 구간에서 어느 정도 규모를 가졌던 기업들이 Dupont, Monsanto, Syngenta 등과 같은 다국적 기업들에 통합됨에 따라서 특허 수 및 특허 출원인의 정체 또는 감소가 나타나고 있다는 점에서 앞으로도 다국적 기업들을 중심으로 지속적인 성장세를 유지할 것으로 판단됨

3) 미국(USPTO) 국가의 특허기술 출원 점유율을 통해 해당 기술을 선도하는 국가를 파악. 과거부터 최근까지의 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 타 국가 대비 국내의 기술적 위치를 파악



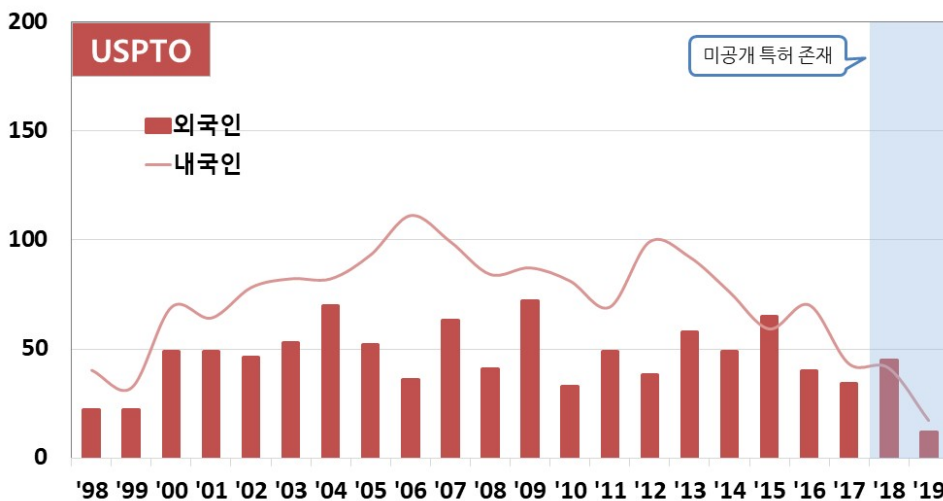
[그림 2-8] 주요 출원국 연도별 특허동향

나. 주요 국가별 내·외국인 출원동향⁴⁾

- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술에 대한 미국(USPTO) 전체 특허의 내·외국인 특허출원 비율 및 현황을 살펴보면 총 2,451건이며, 내국인 62%(1,510건), 외국인 38%(941건)의 비율이 나타남
- 타 기술분야에서 통상적으로 나타나는 미국의 특허출원 경향이 전체 구간에서 내국인 출원 비율 약 49% (2016년 특허청) 내외인 것과 비교하여, 미국은 일반 경향과는 다소 차이가 있는 내국인 중심의 출원 경향이 나타남
- 최근 10년 구간에서의 내국인의 출원 비율은 61%로 과거 대비 내국인 출원의 비중의 변동이 없음을 알 수 있음

4) 미국(USPTO) 국가의 출원인 국적을 구분하여 내국인과 외국인의 출원 분포를 파악함. 외국인 국적별 출원건수를 분석하여 해당 국가 내·외 기술의 유입 상황 및 국외 기술에 대한 의존도 여부, 자국 기술력 등을 유추함. 과거부터 최근까지의 내·외국인 출원건수를 비교하여 해당 국가 내에서 기술개발을 주도하는 내·외국인 여부의 변화 추이를 파악

- 미국(USPTO)에 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 스위스 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 일본, 독일, 네델란드, 중국 등 국적의 출원인이 미국 내 특허를 출원하였음
- 최근 10년 구간에서는 스위스 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 그 뒤를 이어 네델란드, 독일, 중국, 일본 등 국적의 출원인이 미국 내 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남



[그림 2-9] 연도별 내·외국인 특허출원현황

다. 특허기술 성장단계⁵⁾

- 특허기술 성장단계 분석에서 출원건수의 증가는 기술개발이 활발한 것을 의미하고, 출원인수의 증가는 기술시장에의 신규 진입자가 증가하는 것을 의미하며, 종합적으로 출원건수와 출원인수의 동시 증가는 해당 기술 시장이 확대되고 있다는 것을 의미함
- 특허기술 성장단계 중 태동기 단계는 출원인과 출원건수의 증가가 시작되는 형태로 이후 연구개발 활동이 활발해질 것으로 예상할 수 있는 단계이며, 성장기 단계

5) 분석 대상이 되는 전체 출원 기간을 일정한 구간으로 나누어 구간별 출원건수와 출원인수의 증감 변화를 토대로 해당 기술분야의 특허기술 성장단계를 파악(미국(USPTO) 국가의 특허기술 성장단계를 비교 분석)

는 출원인과 출원건수가 급격하게 증가하는 형태로 본격적으로 해당 기술분야의 연구개발 활동이 이루어지고 있는 단계로 해석할 수 있음

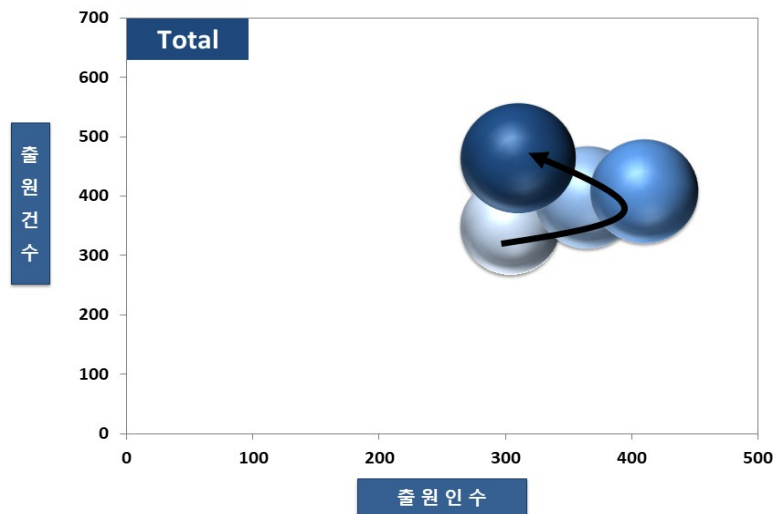
- 태동기와 성장기의 구분은 분석 데이터의 모수 대비 해당 구간의 증가 건수, 기술 분야의 특성 및 출원인의 성격 등을 고려하여 판단할 수 있음
- 성숙기 단계는 출원건수의 증가가 다소 주춤하고 출원인수가 감소하는 형태로 일부 선진 출원인만이 출원을 유지하고 그 외 진입자들은 도태가 되는 단계임
- 쇠퇴기 단계는 출원건수 및 출원인수 모두 감소하는 형태로 해당 기술의 시장이 위축되는 단계로 해석할 수 있으며, 회복기 단계는 원천기술을 이용하여 최근 기술 트렌드 및 신규 아이디어 등에 부합하는 기술이 개발되어 시장이 재형성되는 단계로 판단할 수 있음



[그림 2-10] 특허기술 성장단계별 의미

- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술(A)의 특허기술 성장단계를 분석하고자, 전체 분석구간 20년을 5년 단위 4개 구간으로 구분하여, 1구간(1999년~2003년), 2구간(2004년~2008년), 3구간(2009년~2013년), 4구간(2014년~2018년)을 설정하였음
- 미국의 특허기술을 기반으로 한 디지털육종기반 종자산업 혁신기술의 전체 기술에 대한 성장단계는 그래프 상에서 1구간에서 3구간까지 출원건수와 출원인수가 지속적으로 증가하여 미국의 종자 시장이 양적으로 성장하는 성장기 단계를 거친 이후, 최근 구간에서는 특허 수의 정체, 특허 출원인의 정체 또는 감소 추세가 나타나는 성숙기 단계인 것으로 나타남

- 이는 최근구간에서 파이오니아(Pioneer), 데칼(Dekalb), 노스러프킹(Northrup-King), 골든하베스트(Golden Harvest)와 같은 어느 정도 규모를 가졌던 기업들이 듀폰(Dupont), 몬산토(Monsanto), 신젠타(Syngenta) 등과 같은 다국적 기업들에 통합된 것에 기인함



[그림 2-11] 전체 기술 시장 성장단계

*1구간:1999년~2003년, 2구간:2004년~2008년, 3구간:2009년~2013년, 4구간:2014년~2018년

라. 주요 출원인 분석⁶⁾

- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술(A)와 관련하여 미국 국적 기업인 DUPONT PIONEER, MONSANTO, 스위스 국적의 기업인 SYNGENTA, 독일 국적의 기업인 BASF 등이 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 미국이 주도하고 있는 것으로 파악되고, 미국의 뒤를 이어, 스위스, 독일이 다수의 특허를 보유하고 있는 것으로 파악됨

6) 특허의 정량적인 요소를 기준으로 하여 미국(USPTO) 국가 기술을 주도하는 기관 및 기업을 파악하였으며, 타 국가 대비 미국의 기관 및 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 세부기술별 향후 트렌드 예측함. 또한, 세부기술별 연구개발에 있어 심층적인 사전 파악이 필요한 기관 및 기업 제시

- 그 외 일본 국적 기업인 FANUC이 다출원 기준 순위 내 진입하고 있으며, 한국 국적의 출원인은 TOP 20에 랭크된 업체가 없는 것으로 보아 한국 국적의 출원인은 디지털육종기반 종자산업 혁신기술에 대한 연구가 아직 활발하지 않은 것으로 나타남
- 다출원 기준 상위 20위에 해당하는 주요 출원인의 기관 특성 비중을 살펴본 결과, 출원인 대부분이 산업계로 나타나며, 해당 기술은 산업계의 연구개발 활동이 활발한 것으로 판단할 수 있음
- 주요 출원인의 국적 비중을 살펴본 결과, 미국 국적의 기관 및 기업이 65%, 독일 국적의 기관 및 기업이 각 10%, 스위스와 네델란드와 벨기에 및 일본과 호주의 기관 및 기업이 각 5%를 차지하였음
- 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)과 관련하여 미국 국적 기업인 DUPONT PIONEER, 미국 국적의 기업인 MONSANTO, 벨기에 국적의 기업인 CROPDESIGN, 스위스 국적의 기업인 SYNGENTA 등이 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 미국이 주도하고 있고, 이어 벨기에, 스위스의 순으로 파악됨
- 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)과 관련하여 미국 국적 기업인 DUPONT PIONEER, MONSANTO, 스위스 국적의 기업인 SYNGENTA, 미국 국적 기업인 DHARMACON 및 독일 국적 기업인 BASF 순으로 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 미국이 주도하고 있고, 이어 스위스 및 독일 순으로 파악됨
- 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)과 관련하여 미국 국적 기관 및 기업인 DUPONT PIONEER, MONSANTO, 독일 국적의 기업인 BASF 순으로 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 미국이 주도하고 있고, 독일이 그 뒤를 잇는 것으로 파악됨
- 다출원 주요 출원인별 최근 5년 출원 증가율은 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율로 각 출원인별 보유 특허기술의 부상도를 가늠할 수 있음
 - 호주의 COMMONWEALTH SCIENTIFIC과 미국의 SEMINIS VEGETABLE SEEDS 및 CARGILL, 독일의 BASF, 미국의 MONSANTO의 경우, 최근 5년 출원 증가율이 높아 보유 특허 기술 중 최근 부상하고 있는 기술의 비중이 높은 것으로 판단됨

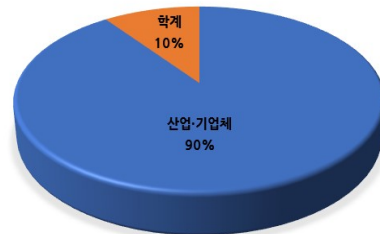
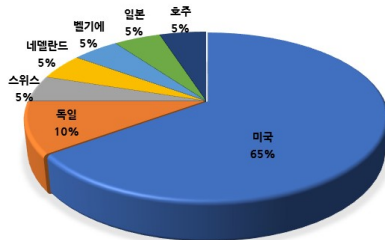
<표 2-9> 다출원 기준 주요 출원인

순위	출원인	국적	기관 성격	출원 건수	최근5년 출원 증가율
1	DUPONT PIONEER	US	산	331	-18.9%
2	MONSANTO	US	산	202	4.4%
3	SYNGENTA	CH	산	140	0%
4	BASF	DE	산	55	33.3%
5	DHARMACON	US	산	50	-100%
6	DOW AGROSCIECNES	US	산	50	-42.3%
7	RIJK ZWAAN	NL	산	36	-16.7%
8	BAYER	DE	산	35	-35.7%
9	SEMINIS VEGETABLE SEEDS	US	산	33	63.6%
10	AGRIGENETICS	US	산	25	-54.5%
11	LOUISIANA STATE UNIVERSITY	US	산	24	-28.6%
12	SYNAGEVA BIOPHARMA	US	산	23	-33.3%
13	COMMONWEALTH SCIENTIFIC	AU	학	22	120%
14	CROPDESIGN	BE	산	21	-100%
15	NIAS	JP	산	18	-75%
16	CARGILL	US	산	17	50%
17	J.R. SIMPLOT	US	산	17	-20%
18	SESACO	US	산	15	-57.1%
19	UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS	US	학	15	-100%
20	NATURAL GENES	US	산	13	-

* 기관특성: (산) 산업계, (학) 학계, (연) 연구계

* 최근5년 출원 증가율: 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율

$$= \left(\frac{\text{최근5년 특허출원건수} - \text{과거 5년 특허출원건수}}{\text{과거 5년 특허출원건수}} \right) \times 100 \quad (\%)$$

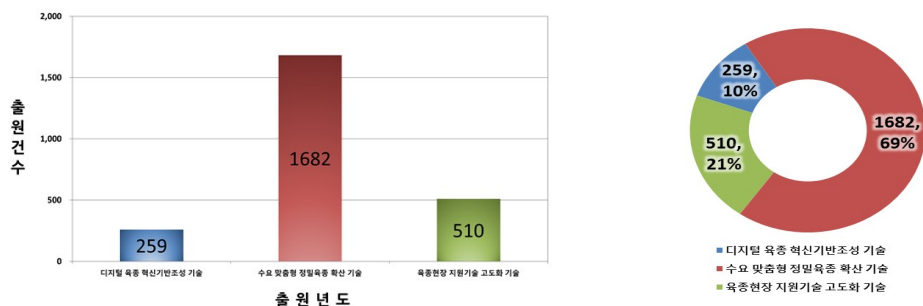


[그림 2-12] 디지털육종기반 종자산업 혁신기술(A)의 다출원 기준 주요 출원인(상위 20위) 국적 및 기관특성 비중

2. 디지털육종 분야 세부기술별(중점기술별) 특허동향

가. 세부기술별 특허동향⁷⁾

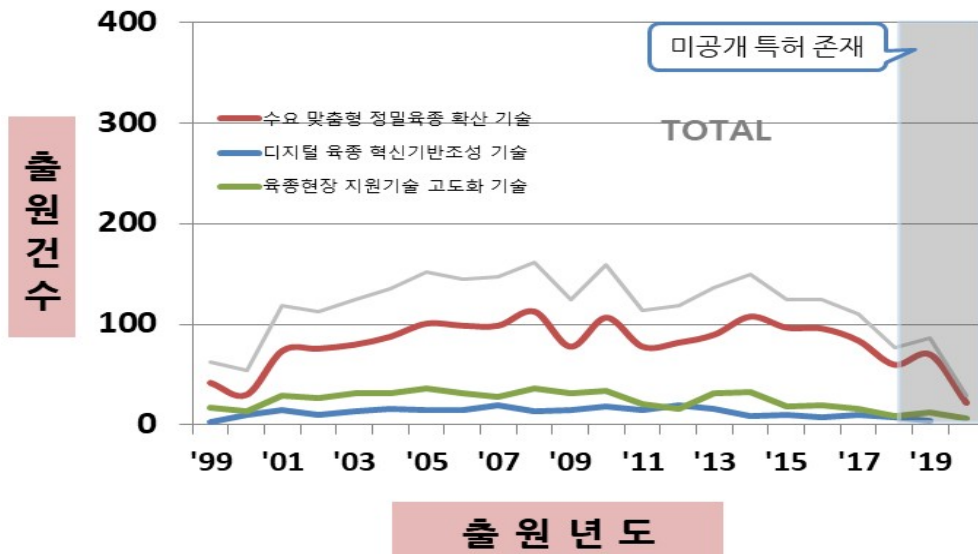
- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술의 전체 세부기술 중 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)과 관련된 특허의 비중이 가장 높은 것으로 나타남
- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술(전체 구간)과 관련한 2,451건(100%)의 특허출원 건수 중 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)은 259건(10.6%), 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)은 1,682건(68.6%), 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)은 510건(20.8%)으로 각 세부기술별 출원 비중을 파악할 수 있음
- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 개발 기술의 세부기술별 특허 동향을 살펴보면, 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)과 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)은 보합 또는 소폭 감소 추세를 나타내고 있으며, 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)의 세부기술은 최근 구간에서 출원건수가 지속적으로 감소하는 추세로 나타남
- 전체적으로 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 분야의 시장은 분석초기부터 최근까지 성장세 후 감소세를 나타내고 있었으나, 미공개 구간이 포함된 2019년에서 출원건수가 증가되고 있다는 점을 향후 유의 깊게 관찰할 필요가 있음



AA: 디지털육종 혁신 기반 조성 기술/ AB: 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술/ AC: 육종현장 지원기술 고도화 기술

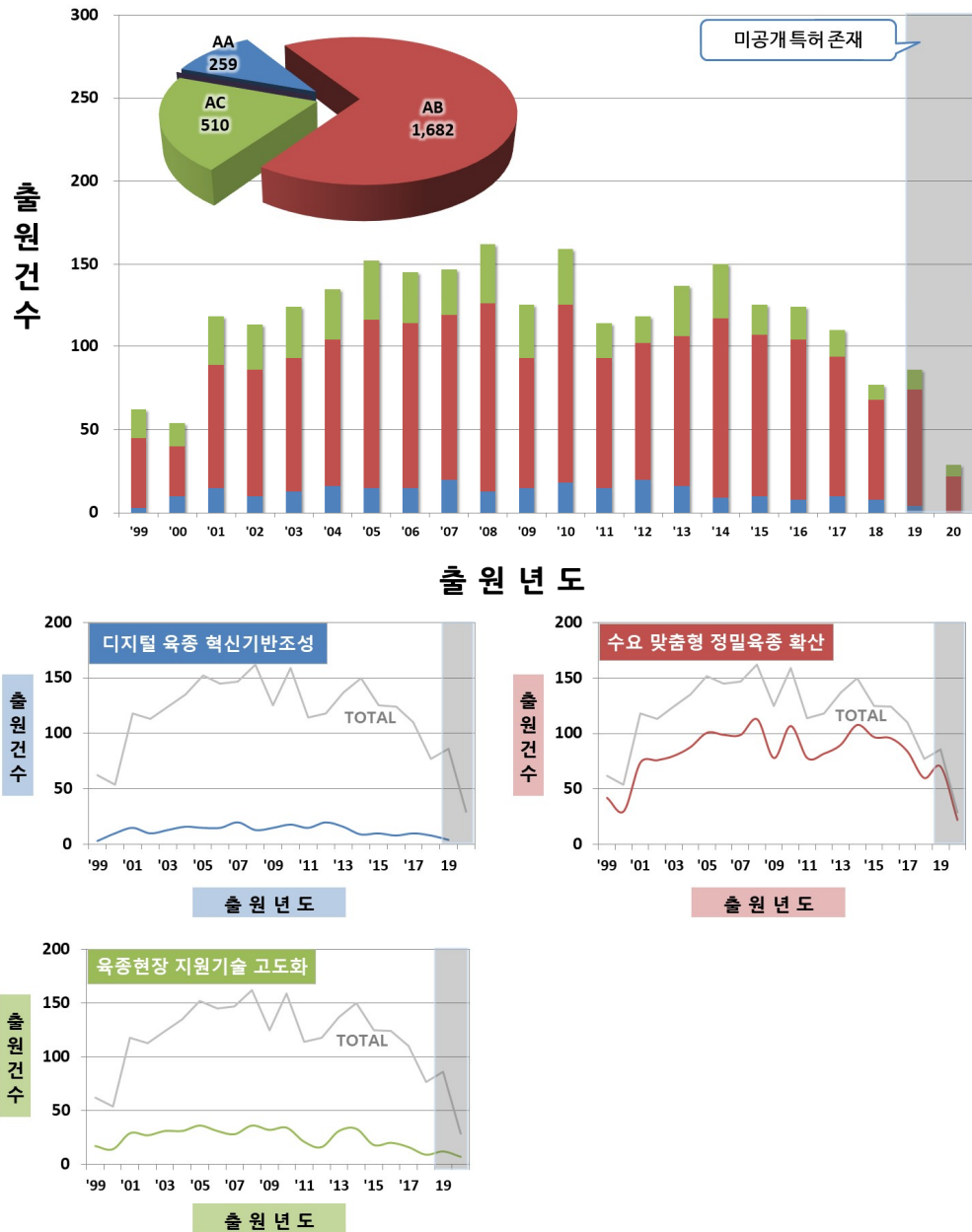
[그림 2-13] 세부기술별(중점기술별) 특허건수 현황

7) 세부기술별 미국(USPTO)의 특허기술 출원 점유율을 통해 각 세부기술을 선도하는 국가 파악하였으며, 과거부터 최근까지의 세부기술별 국가별 특허기술 출원의 양적 트렌드를 비교하여 각 세부기술에서의 위치 파악



[그림 2-14] 세부기술별(중점기술별) 연도별 특허동향(1)

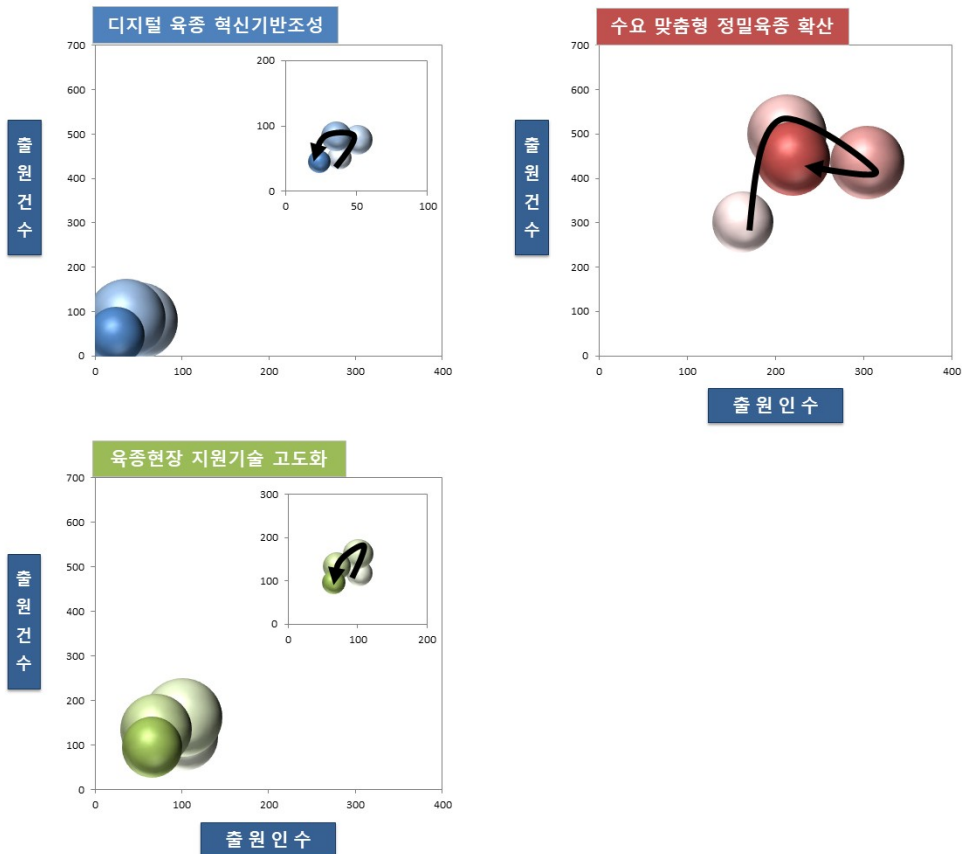
- 세부기술별 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 초기부터 완만한 형태의 증가 추세를 보인 이후, 2008년을 정점으로 하여 최근까지 완만한 형태의 감소 추세가 나타나고 있음
- 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)의 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 초기부터 최근까지 급격한 증가 혹은 감소하는 영역은 나타나지 않고, 보합 추세 또는 소폭 감소하는 추세가 나타나고 있음
- 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)의 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 초기부터 최근까지 급격한 증가 혹은 감소하는 영역은 나타나지 않고, 분석구간 초기부터 완만한 형태의 증가 추세를 보인 이후, 2008년을 정점으로 하여 최근까지 완만한 형태의 감소 추세가 나타나고 있음
- 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)의 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석구간 초기부터 최근까지 급격한 증가 혹은 감소하는 영역은 나타나지 않고, 보합 추세 또는 소폭 감소하는 추세가 나타나고 있음



[그림 2-15] 세부기술별(중점기술별) 연도별 특허동향(2)

나. 세부기술별(중점기술별) 특허기술 성장단계⁸⁾

- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술(A)의 세부기술 성장단계를 분석하고자, 전체 분석구간 20년을 5년 단위 4개 구간으로 구분하여, 1구간(1999년~2003년), 2구간(2004년~2008년), 3구간(2009년~2013년), 4구간(2014년~2018년)을 설정하였음



1구간:1999년~2003년, 2구간:2004년~2008년, 3구간:2009년~2013년, 4구간:2014년~2018년

[그림 2-16] 세부기술별(중점기술별) 시장 성장단계

8) 분석 대상이 되는 전체 출원 기간을 일정한 구간으로 나누어 구간별 출원건수와 출원인수의 증감 변화를 토대로 세부기술별 특허기술 성장단계를 파악(세부기술별 미국(USPTO) 국가의 특허기술 성장단계를 비교 분석)

다. 세부기술별(중점기술별) 주요 출원인 분석⁹⁾

- 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)과 관련하여 미국 국적 기업인 DUPONT PIONEER, 미국 국적의 기업인 MONSANTO, 벨기에 국적의 기업인 CROPDESIGN, 스위스 국적의 기업인 SYNGENTA 등이 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 미국이 주도하고 있고, 이어 벨기에, 스위스의 순으로 파악됨
- 다출원 기준 상위 10위에 해당하는 주요 출원인의 기관특성 비중을 살펴본 결과, 출원인 대부분이 산업계로 나타나, 해당 기술은 산업계의 연구개발 활동이 활발한 것으로 판단할 수 있으며, 주요 출원인의 국적 비중을 살펴본 결과, 미국 국적의 기업이 80%, 벨기에 국적의 기업이 10%, 스위스 국적의 기업이 10%를 차지하였음
- 다출원 기준 상위 10위의 주요 출원인 중 미국 국적의 상위 출원인 DUPONT PIONEER는 미국에 기반을 둔 농업용 종자 생산 업체로 유전자 변형 작물을 포함하여 유전자 변형 유기체(GMO)의 주요 생산자이며, 미국 국적의 MONSANTO는 미국 미주리주 세인트 루이스에 본사를 두고 유전자 변형 작물 종자의 세계 점유율은 90%를 나타내는 다국적 생화학 제조업체임
- 벨기에 국적의 CROPDESIGN는 벨기에 겐트에 위치한 생명 공학 회사로, 전세계 상업 종자 시장을 위한 농업 특성의 포트폴리오를 개발 중이며 옥수수, 쌀 및 기타 식물의 개선을 위한 유전자 특성을 발견할 수 있는 기술 플랫폼 개발에 주력하고 있음
- 미국의 DOW AGROSCIENCE, 스위스의 SYNGENTA 순으로 최근 5년 출원 증가율이 높아 보유 특허 기술 중 최근 부상하고 있는 기술의 비중이 높은 것으로 판단할 수 있음
- 다출원 주요 출원인별 최근 5년 출원 증가율은 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율로 각 출원인별 보유 특허기술의 부상도를 가늠할 수 있음

9) 특허의 정량적인 요소를 기준으로 하여, 세부기술별 미국(USPTO) 국가 기술을 주도하는 기관 및 기업을 파악함. 타 국가 대비 미국의 기관 및 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 세부기술별 향후 트렌드 예측 하였고, 세부기술별 연구개발에 있어 심층적인 사전 파악이 필요한 기관 및 기업을 제시

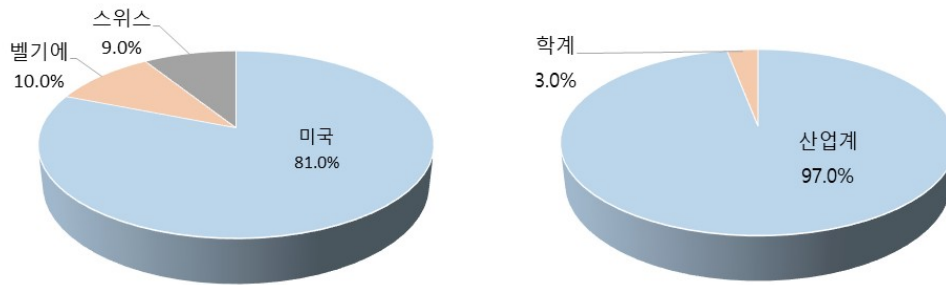
<표 2-10> 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)의 다출원 기준 주요 출원인

순위	출원인	국적	기관 성격	출원 건수	최근5년 출원 증가율
1	DUPONT PIONEER	US	산	38	-84.6%
2	MONSANTO	US	산	26	-18.2%
3	CROPDESIGN	BE	산	13	-100%
4	SYNGENTA	CH	산	11	20%
5	REGENERON PHARMACEUTICALS	US	산	11	-87.5%
6	TRIMBLE	US	산	8	-100%
7	DOW AGROSCIECNES	US	산	6	50%
8	WEYERHAEUSER	US	산	5	-
9	UNIVERSITY OF MISSOURI	US	학	4	-
10	BERNARD FRYSHMAN	US	산	4	-

* 기관특성: (산) 산업계, (학) 학계, (연) 연구계

* 최근5년 출원 증가율: 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율

$$= \left(\frac{\text{최근5년 특허출원건수} - \text{과거 5년 특허출원건수}}{\text{과거 5년 특허출원건수}} \right) \times 100 \quad (\%)$$



[그림 2-17] 디지털육종 혁신기반조성 기술(AA)의 다출원 기준 주요 출원인(상위10위)
국적 및 기관특성 비중

- 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)와 관련하여 미국 국적 기업인 DUPONT PIONEER, MONSANTO, 스위스 국적의 기업인 SYNGENTA, 미국 국적 기업인 DHARMACON 및 독일 국적 기업인 BASF 순으로 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 미국이 주도하고 있고, 이어 스위스 및 독일 순으로 파악됨
- 다출원 기준 상위 10위에 해당하는 주요 출원인의 기관 특성 비중을 살펴본 결과, 출원인 대부분이 산업계로 나타나, 해당 기술은 산업계의 연구개발 활동이 활발한 것으로 판단할 수 있음
 - 주요 출원인의 국적 비중을 살펴본 결과, 미국 국적의 기관 및 기업이 60%, 독일 국적의 기업이 20%, 스위스 및 네델란드 국적의 기업이 각 10%를 차지하였음
 - 다출원 기준 상위 10위의 주요 출원인 중 1위는 미국 국적의 DUPONT PIONEER(227건), 2위는 미국 국적의 MONSANTO(149건)임
 - 3위는 스위스 국적의 SYNGENTA로 종자, 농약, 살충제 등을 판매하는 큰 농업기업으로써 생물 공학과 유전자 연구에도 관련되어 상업적 종자판매 시장에서 세 번째로 큰 매출을 올리고 있는 업체이며, 미국 국적의 DHARMACON(4위)은 1995년에 설립되어 미국 콜로라도주에 본사를 두고 있으며, RNA 합성 서비스를 제공하는 생명공학 업체임
- 독일의 BASF, 미국의 SEMINIS VEGETABLE SEEDS, 미국의 MONSANTO 순으로 최근 5년 출원 증가율이 높아 보유 특허 기술 중 최근 부상하고 있는 기술의 비중이 높은 것으로 판단할 수 있음
 - 다출원 주요 출원인별 최근 5년 출원 증가율은 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율로 각 출원인별 보유 특허기술의 부상도를 가늠할 수 있음

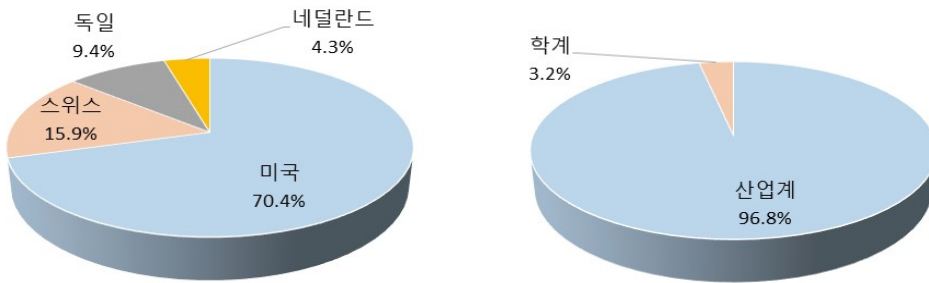
<표 2-11> 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)의 다출원 기준 주요 출원인

순위	출원인	국적	기관 성격	출원 건수	최근5년 출원 증가율
1	DUPONT PIONEER	US	산	227	3%
2	MONSANTO	US	산	149	35.6%
3	SYNGENTA	CH	산	115	21.4%
4	DHARMA CON	US	산	50	-100%
5	BASF	DE	산	38	87.5%
6	DOW AGROSCIENCE	US	산	32	-14.3%
7	RIJK ZWAAN	NL	산	31	-23.5%
8	BAYER	DE	산	30	-61.5%
9	SEMINIS VEGETABLE SEEDS	US	산	29	77.8%
10	LOUISIANA STATE UNIVERSITY	US	학	23	-16.7%

* 기관특성: (산) 산업계, (학) 학계, (연) 연구계

* 최근5년 출원 증가율: 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율

$$= \left(\frac{\text{최근5년 특허출원건수} - \text{과거 5년 특허출원건수}}{\text{과거 5년 특허출원건수}} \right) \times 100 \quad (\%)$$



[그림 2-20] 수요 맞춤형 정밀육종 확산 기술(AB)의 다출원 기준 주요 출원인(상위10위)
국적 및 기관특성 비중

- 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)와 관련하여 미국 국적 기관 및 기업인 DUPONT PIONEER, MONSANTO, 독일 국적의 기업인 BASF 순으로 다수의 특허를 보유하고 있어, 해당 기술은 다출원 기준으로 미국이 주도하고 있고, 독일이 그 뒤를 잇는 것으로 파악됨
- 다출원 기준 상위 10위에 해당하는 주요 출원인의 기관특성 비중을 살펴본 결과, 출원인 대부분이 산업계로 나타나, 해당 기술은 산업계의 연구개발 활동이 활발한 것으로 판단할 수 있음
 - 주요 출원인의 국적 비중을 살펴본 결과, 미국 국적의 기관 및 기업이 60%, 독일 국적의 기업이 20%, 스위스 및 일본 국적 기업 및 기관이 10%를 차지하였음
 - 다출원 기준 상위 10위의 주요 출원인 중 미국 국적의 상위 출원인 DUPONT PIONEER(1위, 출원 건수 66건) 및 미국 국적의 MONSANTO(2위, 출원 건수 27건)와 더불어 독일 국적의 BASF(3위, 출원 건수 16건)는 플라스틱, 기능성 제품, 농화학, 정밀화학, 석유화학 등 다양한 분야에서 제품과 솔루션을 제공하는 글로벌 화학 기업임
 - 다출원 기준 주요 출원인 SYNGENTA(4위, 출원 건수 14건) 외에, 미국 국적의 DOW AGROSCIENCES(5위, 출원 건수 12건)는 1989년에 설립되어 미국 인디애나주에 본부를 두고 있는 농산물 업체로 살충제, 제초제, 살균제, 훈증제 및 종자기술을 판매하는 회사임
- 미국의 BAYER가 최근 5년 출원 증가율이 높아 보유 특허 기술 중 최근 부상하고 있는 기술의 비중이 높은 것으로 판단할 수 있음
 - 다출원 주요 출원인별 최근 5년 출원 증가율은 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율로 각 출원인별 보유 특허기술의 부상도를 가늠할 수 있음

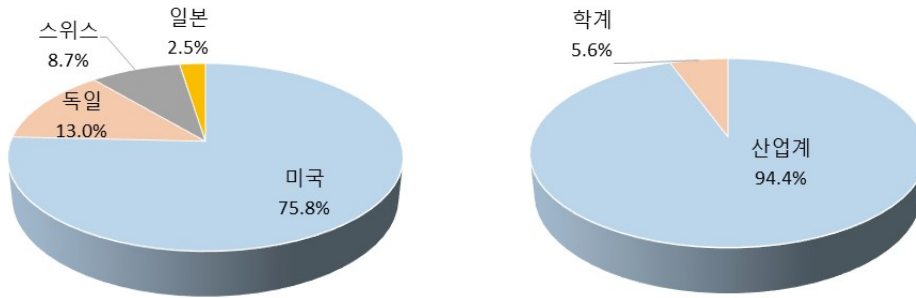
<표 2-12> 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)의 다출원 기준 주요 출원인

순위	출원인	국적	기관 성격	출원 건수	최근5년 출원 증가율
1	DUPONT PIONEER	US	산	66	-42.3%
2	MONSANTO	US	산	27	-91.7%
3	BASF	DE	산	16	-100%
4	SYNGENTA	CH	산	14	25%
5	DOW AGROSCIECNES	US	산	12	-100%
6	UNIVERSITY OF MASSACHUSETTS	US	학	9	-100%
7	BAYER	DE	산	5	300%
8	J.R. SIMPLOT	US	산	4	-
9	NIAS	JP	산	4	-
10	NORTHLAND SEED & GRAIN	US	산	4	-

* 기관특성: (산) 산업계, (학) 학계, (연) 연구계

* 최근5년 출원 증가율: 최근 10년 범위 내에서 과거 5년 대비 최근 5년의 출원 증가율

$$= \left(\frac{\text{최근5년 특허출원건수} - \text{과거 5년 특허출원건수}}{\text{과거 5년 특허출원건수}} \right) \times 100 \quad (\%)$$



[그림 2-23] 육종현장 지원기술 고도화 기술(AC)의 다출원 기준 주요 출원인(상위 10위)
국적 및 기관특성 비중

3. 디지털육종 분야 기술순환주기(TCT, Technology Cycle Time)

□ 기술순환주기(TCT)은 인용된 특허들의 발행연도와 인용한 특허의 발행연도와의 차이 값들의 중간값(median age)으로 기술발전의 속도, 즉 혁신활동의 속도에 대한 정보를 의미함

- 전체 사업 내 중분류 기술을 대상으로 주기가 어떻게 변화하는지를 분석하였으며, TCT 기준으로 구간별 세부기술의 순환주기가 감소하는지, 증가하는지 여부에 따라 해당 기술의 발전 속도를 가늠할 수 있음
- 최근 들어 TCT값이 감소한다면 주요 출원인들의 관심이 그 분야에 집중되고 있다고 판단할 수 있으며, 이에 따라 해당 기술 분야의 여러 세부기술 중 어떤 세부기술이 최근 급부상하고 있고 관심이 집중되고 있는지 파악할 수 있음

□ 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 분야는 최근 20년간을 전체적으로 볼 때 평균 9.293년의 기술순환주기를 가지는 것으로 나타남

- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 분야를 요소기술별로, 디지털육종 소재 기술(AAA)의 경우는 7.279년의 기술순환주기를 갖고, 데이터생산 표준화 기술(AAB)의 경우는 8.635년의 기술순환주기를 갖고, 디지털육종 예측모델 기술(AAC)의 경우는 8.623년의 기술순환주기를 가짐
- 내재해성 향상 품종개발 기술(ABA)의 경우는 9.203년의 기술순환주기를 갖고, 고기능성 품종개발 기술(ABB)의 경우는 9.117년, 가공·유통적성 향상 품종개발 기술(ABC)의 경우는 9.555년의 기술순환주기를 가짐
- 종자품질 향상기술(ACA)의 경우는 10.600년의 기술순환주기를 갖고, 종축보급 안정기술(ACB)의 경우는 9.000년의 기술순환주기를 갖고 있는 것으로 나타남

□ 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 전체 기술순환주기 평균값 9.293년보다 높은 기술분야는 가공·유통적성 향상 품종개발 기술(ABC), 종자품질 향상기술(ACA) 분야이고, 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 전체 기술순환주기 평균값 9.293년보다 낮은 기술분야는 디지털육종 소재 기술(AAA), 데이터생산 표준화 기술(AAB), 디지털육종 예측모델 기술(AAC), 내재해성 향상 품종개발 기술(ABA), 고기능성 품종개발 기술(ABB), 종축보급 안정기술(ACB) 기술 분야임

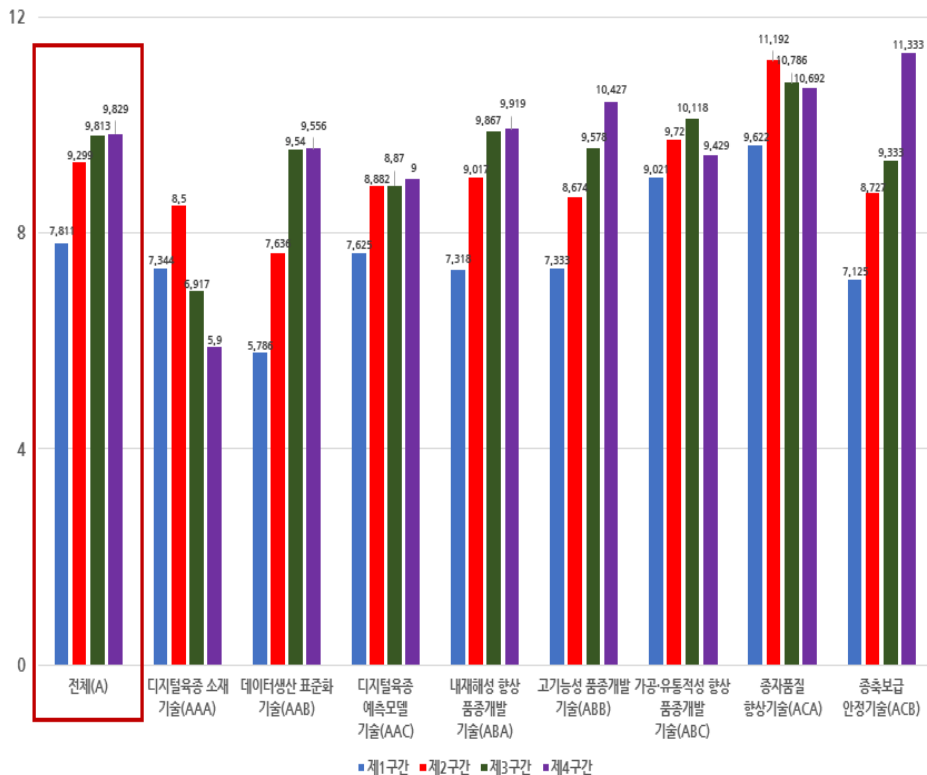
- 디지털육종 소재 기술(AAA) 분야의 기술순환주기의 경우, 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 전체 기술순환주기 평균값 9.293년보다 낮은 7.279년을 나타내어 기술발전 속도가 빠르게 진행되고 있음
 - 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.156년 증가한 것으로 나타난 반면, 이후 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.583년 및 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.017년으로 감소한 것으로 나타나 최근 구간에서 기술순환주기가 가장 짧은 것으로 파악됨
- 데이터생산 표준화 기술(AAB) 분야의 기술순환주기의 경우, 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 전체 기술순환주기 평균값 9.293년보다 낮은 8.635년을 나타내고 있음
 - 다만, 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.85년, 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기가 1.904년, 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.016년으로 증가한 것으로 파악되어 디지털육종 소재 기술(AAA) 분야에 비해 최근 기술발전 속도가 더디게 진행되고 있다고 해석해볼 수 있음
- 디지털육종 예측모델 기술(AAC) 분야의 기술순환주기의 경우에는, 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 전체 기술순환주기 평균값 9.293년보다 낮은 8.623년을 나타내고 있음
 - 특히 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.257년 증가한 이후, 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.012년 감소한 것으로 나타난 반면, 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.13년으로 증가한 것으로 파악되어 디지털육종 소재 기술(AAA) 분야에 비해 최근 기술발전 속도가 더디게 진행되고 있다고 해석해볼 수 있음
- 내재해성 향상 품종개발 기술(ABA) 분야의 기술순환주기의 경우, 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.699년, 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기가 0.85년으로 증가된 이후, 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.052년으로 증가한 것으로 파악되었음
- 고기능성 품종개발 기술(ABB) 분야의 기술순환주기의 경우, 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.341년, 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기가 0.904년으로 증가된 이후, 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.849년

으로 증가한 것으로 파악되어 다른 세부 기술에 비해 최근 기술발전 속도가 더디게 진행되고 있다고 해석해볼 수 있음

- 가공·유통적성 향상 품종개발 기술(ABC) 분야의 기술순환주기의 경우, 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.699년, 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.398년으로 증가되었으나, 이후 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.689년으로 감소한 것으로 나타남
- 종자품질 향상기술(ACA) 분야의 기술순환주기의 경우, 전통산업에 기반을 두고 있는 기술분야의 특성상 TCT 값이 다른 기술분야에 비해 크게 나타나고 있으며 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.57년이 증가하는 것으로 나타난 이후, 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.406년, 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.094년이 감소하는 것으로 나타나 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기가 가장 크게 증가한 것으로 파악되었음
- 종축보급 안정기술(ACB) 분야의 기술순환주기의 경우, 1구간에서 2구간으로 넘어가는 기술순환주기는 1.602년, 2구간에서 3구간으로 넘어가는 기술순환주기는 0.606년으로 증가된 이후, 3구간에서 4구간으로 넘어가는 기술순환주기는 2.0년으로 증가한 것으로 파악되어 다른 세부 기술에 비해 최근 기술발전 속도가 더디게 진행되고 있다고 해석해볼 수 있음
- 디지털육종기반 종자산업 혁신기술 기준으로 기술순환주기를 검토한 결과, 전체 기술분야의 구간별 기술순환주기는 최근 구간에서 기술순환주기가 증가하는 것으로 파악되었음
 - 다만, 디지털육종 소재 기술(AAA)와 가공·유통적성 향상 품종개발 기술(ABC) 및 종자품질 향상기술(ACA) 분야는 최근 응용기술을 중심으로 기술혁신 주기가 점점 빠르게 진행된 것으로 파악되었음

<표 2-13> 디지털육종기반 종자산업 혁신기술의 8개 핵심기술별 기술순환주기(TCT)

기술전체 및 중분류	1구간 (‘99-’03)	2구간 (‘04-’08)	3구간 (‘09-’13)	4구간 (‘14-’18)	전체 평균
전체(A)	7.811	9.299	9.813	9.829	9.293
디지털육종 소재 기술(AAA)	7.344	8.500	6.917	5.900	7.279
데이터생산 표준화 기술(AAB)	5.786	7.636	9.540	9.556	8.635
디지털육종 예측모델 기술(AAC)	7.625	8.882	8.870	9.000	8.623
내재해성 향상 품종개발 기술(ABA)	7.318	9.017	9.867	9.919	9.203
고기능성 품종개발 기술(ABB)	7.333	8.674	9.578	10.427	9.117
가공 유통적성 향상 품종개발 기술(ABC)	9.021	9.720	10.118	9.429	9.555
종자품질 향상기술(ACA)	9.622	11.192	10.786	10.692	10.600
종축보급 안정기술(ACB)	7.125	8.727	9.333	11.333	9.000



[그림 2-26] 디지털육종기반 종자산업 혁신기술의 8개 핵심기술별 기술순환주기

제 3 장 과학기술적 타당성 분석

제 1 절 문제 및 이슈 도출의 적절성

1. 문제 및 이슈 정의의 적절성

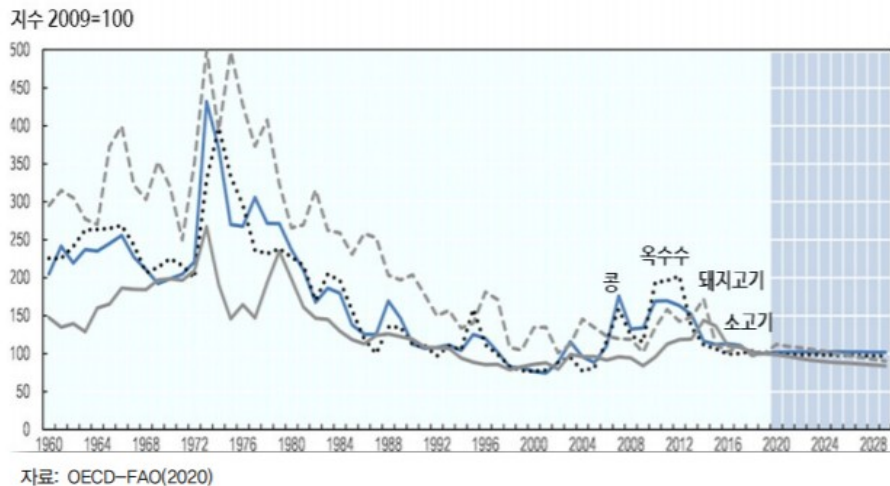
□ 주관부처는 동 사업을 통해 해결하고자 하는 이슈를 6가지로 제시

이슈 / 문제
① 전 세계적으로 글로벌 팬데믹 등으로 식량위기 및 농산물 수급 문제 확산 - 코로나19 등으로 국경봉쇄 및 물류단절이 지속, 국가 식량안보 및 먹거리 안정 차원에서 접근 필요 - 수입의존도가 높은 국가를 중심으로 식량안보, 농산물 수급 및 종자가격 상승 우려 확대 ② 新질병 증가, 소비 트렌드 변화로 수요맞춤형 종자 수요 확대 - 환경변화에 대응한 내재해성(복합내병성, 환경내성) 품종, 가공·유통 적합 품종 등 농업 현장 및 가공·유통 채널에 의한 신수요 확대 - 소비 트렌드 변화에 따른 고기능성, 맞춤형 과형 및 안전한 고품질 농산물 등 종자 수요 패러다임 변화(생산성→고품질, 공급자→수요자) ③ 첨단 융복합 디지털육종 기술로의 산업기술 생태계 전환, 글로벌 선도기업과의 격차 심화 - 글로벌 선도기술은 관행육종에서 첨단 육종 신기술(디지털육종)로의 전환기 - 인포매틱스 기반의 디지털육종, 유전자 편집 기술 등을 적용한 개발 품종이 상업화 단계, 국내는 아직까지 초기 단계 - 글로벌 종자기업간 인수합병(M&A)으로 전후방 가치사슬을 통합, 전주기 일관화·열화로 독과점 확대·진입장벽 강화 ④ 국내 종자시장 성장 한계, 글로벌 시장 진출이 산업 발전의 핵심 동력 - 지난 10년간 국내 종자시장은 성장 담보, 제한된 시장(세계시장의 1%) 내 국내외 기업간 치열한 경쟁 - 세계 종자시장의 성장과 국가간 교역 증대, 종자수요 패러다임 전환은 국내 종자기업이 도약할 수 있는 기회 ⑤ 우리나라 종자기업의 영세성, 첨단 육종 기술 도입 초기단계로 민간 자원의 글로벌 경쟁력 확보에 한계 - 종자업 등록업체 51%가 종업원수 10명 미만, 87.9%가 매출액 5억 원 미만 기업 - 국가 기술수준 미흡, 영세성으로 인한 R&D 투자 여력, 글로벌 마케팅 역량 부족으로 자생적 성장에 한계 ⑥ 국가 육종 원천기술 확보 및 종자산업 전주기 R&D 지원사업 일몰(차세대GS21 '20년, GSP '21년)로 투자성과 매몰 및 성장동력 상실 우려 - 글로벌 육종기술, 신품종 개발 트렌드에 맞는 디지털 정밀육종과 시장 맞춤형 품종개발 체계로의 전환 시급 - 품종개발 및 육종기술 사업(GSP, 차세대BG21) 통합 연계로 전주기 R&D 생태계 확립과 정부투자 효율성 제고 필요

출처 : 기획보고서

[(이슈 ①) 글로벌 팬데믹 등으로 인한 농산물 및 식량 수급 문제 이슈]

- COVID-19와 같은 글로벌 팬데믹 등으로 인한 식량위기와 농산물 수급 문제는 단순 동향조사로 제시되어, 사업추진의 근거로 활용하기에는 구체성이 낮은 지엽적 이슈로 판단됨
- 식량 자급률을 높이고, 수입 의존률을 낮추는 이슈는 팬데믹 이전에도 꾸준히 제기되었던 것으로, 팬데믹으로 인한 곡물 수급 현황 분석이 제시되지 않았으며, 팬데믹 상황에서의 농식품 무역에 관한 WTO 회원국 간의 제안 등도 제시되지 않음
- 자체조사 결과 2028년까지 국제 곡물의 안정적 수급 전망 및 COVID-19에 대응한 WTO 회원국의 농식품 무역이 제안됨¹⁰⁾
 - COVID-19가 나타난 2020년에는 ① 양호한 세계 곡물 생산, ② 충분한 곡물 비축량, ③ 안정세를 유지하는 원유가격 등으로 인해 세계 식량 가격은 안정된 수준을 나타내고 있으며, 2028년까지 유지될 것으로 전망됨
 - 특히 우리나라를 포함한 22개 WTO 회원국은 COVID-19에 대응하여, 연결된 공급망 보장, 수출할 식량의 국내 비축 제한, 식량생산·소비·비축·가격 등의 정확한 정보 공개 등 농식품 무역을 제안함



[그림 3-1] 세계 식량 가격 전망

출처 : 임송수(2020)

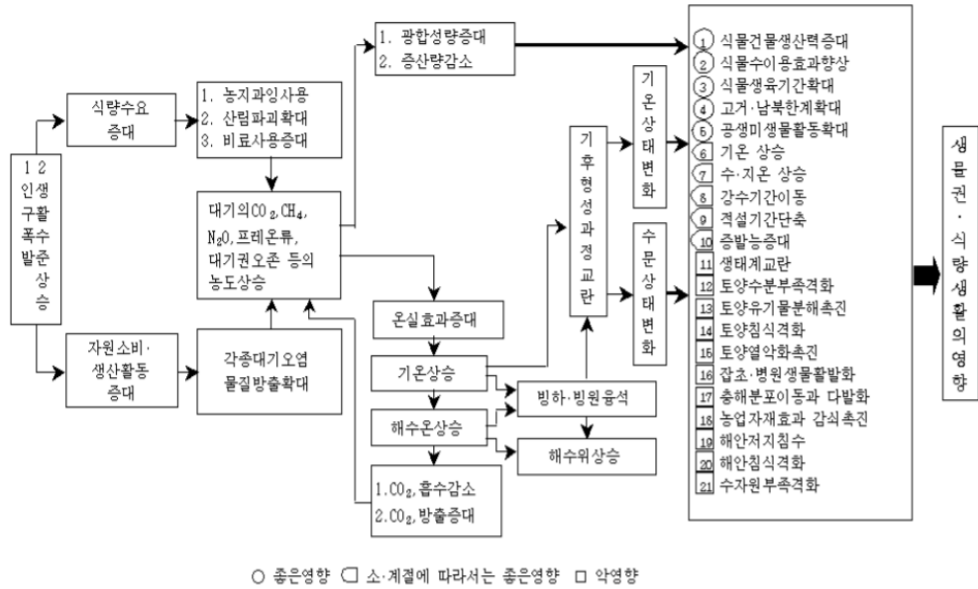
10) 임송수, “코로나-19 이후의 세계 식량정책과 시장의 변화”, 해외곡물시장동향 2020 제9권 제5호, 한국농촌경제연구원

- 우리나라는 건화물선을 이용하여 곡물을 수입하므로 COVID-19로 인한 영향이 낮으며, 신선농산물 수출은 항공 결항으로 수출에 영향이 발생¹¹⁾한 것으로 조사됨
- COVID-19로 인해 국제물류는 세계 컨테이너 물동량이 0.3~0.4%p 감소할 것으로 전망하나, 주요 곡물수출국의 항구 봉쇄가 없는 상황이었음
- 우리나라의 곡물 수입은 건화물선을 이용하고 있으므로 상대적으로 양호하였으나, 하역 및 선적 지체 영향은 일부 발생함
- 항공을 이용하는 신선농산물 수출은 항공 결항으로 인해 수출 영향이 발생하였음
- COVID-19 발생으로 식량 공급의 문제가 아니라 구매·조리 패턴이 변화됨
- 가령, 음식점·매장 방문은 빈도가 감소한 반면, 가정조리와 온라인 방문은 빈도가 증가한 것으로 나타남

[(이슈 ②) 기후변화에 대응한 질병 증가, 편의추구 및 웰빙 지향 소비 트렌드 변화로 수요맞춤형 종자 수요 확대 이슈]

- 기후변화 대응, 소비 트렌드 변화는 품종 개발과 관련된 이슈일 수 있으나, 사업추진의 근거로 활용하기에는 구체성 및 특정성이 낮은 이슈
- 기후변화로 인한 생태계 교란, 병해충 발생 등에 대응한 내재해성(복합내병성, 환경내성) 품종 개발은 정책 차원에서의 해결 이슈로써의 적절성은 인정되지만, 소비 트렌드 변화로 제시한 건강기능식품 시장은 동 사업이 디지털육종 기반의 종자산업 분야임을 감안할 때, 해결하고자 하는 문제/이슈의 구체화·특정화가 부족함
- 이로 인해 동 사업을 통해 제시한 이슈 해소가 가능할지(이슈 해소에 유용한 R&D일지) 혹은 동 사업의 이슈 해소 기여 정도를 판단하기 어려움
- 기후변화에 따라 생태계 교란, 병해충 증가 등으로 인해 경제적, 사회적으로 부정적 영향도 초래되는 것으로 나타남
- 기후변화로 인한 농업 생태계는 생산력 증대, 생육기간 확대 등의 긍정적인 영향도 있으나, 생태계 교란, 잡초·병원생물 활발화 등 다수의 부정적인 영향이 발생함
- 특히 기후변화로 인한 농업환경 변화는 식량생산, 생태계, 기반시설까지 영향을 줌으로써 경제적, 사회적으로 부정적 영향이 초래될 것으로 예측됨

11) 황의식 외 15인, 「코로나19 대응 농업·농촌부문 영향과 대응과제」, 정책연구보고서 D501, 한국농촌경제연구원(2020. 7. 1)



[그림 3-2] 이산화탄소 농도상승과 기후변화가 농업생태계에 미치는 영향

출처 : 이변우(2012), 조성식 외(2019, 재인용)

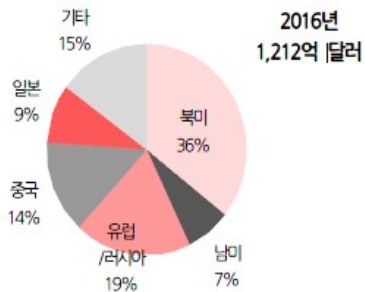
	2000	2030	2050	2080	2100	2100 이후
식량생산	고위도 북부지역 쌀 생산 증가→쌀 불임률 증가로 15-35%까지 생산 감소→벼, 과수, 채소의 최적지 변화로 지속적인 재배적지 이동→온대 과채류 감소와 아열대 과채류 증가→가축 스트레스 증가로 번식률, 증체량, 우유량 감소→					
병해충	남방계 병해충 증가 및 해충 증식속도 증가→가축 질병 및 전염병 출현 확률 증가→					
생태계	생물종 30%까지 멸종위기 가능성(개구리 등)→취약 생물종 소멸→생물계절 변화로 먹이사슬 교란 가속→					
수자원	산간내륙지역 가용 수자원 감소 및 증발량 증가로 가뭄 피해 증가→					
농경지토양	홍수와 태풍으로 연안 농경지 침수피해 증가→연안 습지 및 저지대 농경지의 30% 손실→여름철 경사지 토양침식 증가 및 비료성분 감소→농경지 일부 사막화 진행→					
기반시설	해수면 상승에 따른 연안 기반시설 붕괴 우려 증가→강수량 증가로 저수시설 붕괴 우려 증가→태풍 및 폭우로 시설하우스·축사 붕괴 심화→					

[그림 3-3] 기후변화로 인한 농업환경 변화 전망

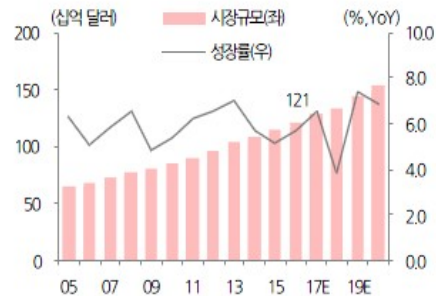
출처 : 조성식 외(2019), 농촌진흥청(2012) 재가공

- 국내·외 건강기능식품은 시장 규모와 성장률이 급속하게 증가하는 추세로 나타남
 - 세계 건강기능식품 시장규모는 '16년에 전년 대비 5.7% 성장한 1,212억 달러로 추정되며, 향후 연평균 6.1% 성장할 것으로 전망됨

[세계 지역별 건강기능식품 시장규모]



[세계 건강기능식품 시장규모 및 성장률]



[그림 3-4] 세계 건강기능식품 시장 현황

출처 : 기획보고서(식품의약품안전처 자료)

- 국내 건강기능식품 시장은 제조업체수, 품목수, 생산량, 생산액 등도 꾸준히 증가하는 추세이며, '19년 생산액과 매출액은 전년대비 각각 12.6%, 17.6% 증가함

<표 3-1> 국내 건강기능식품 생산현황

구분	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
제조업체수(개소)	435	449	460	487	487	496	500	508
품목수(개)	12,495	14,281	16,632	18,956	20,699	21,500	23,891	26,342
생산량(톤)	37,217	35,829	32,494	36,083	45,060	45,649	52,771	71,681
생산액(억 원)	10,525	10,420	11,208	11,332	14,715	14,819	17,288	19,464
매출액 (억 원)	국내 판매액	13,508	14,066	15,641	17,326	20,175	21,297	23,962
	해외 수출액	584	754	670	904	1,084	1,259	1,427
	소계	14,091	14,820	16,310	18,230	21,260	22,374	29,508
생산액 증가율(%)	5.3	-1	7.6	1.1	29.9	0.7	16.7	12.6
매출액 증가율(%)	3	5.2	10.1	11.8	16.6	5.2	12.7	17.0

출처 : 식품의약품안전처

- 그러나 제시한 건강기능식품은 홍삼, 프로바이오틱스, 비타민 및 무기질, 밀크씨슬 추출물 등으로 기술개발 대상으로 하는 육종분야와는 연관성이 부족함

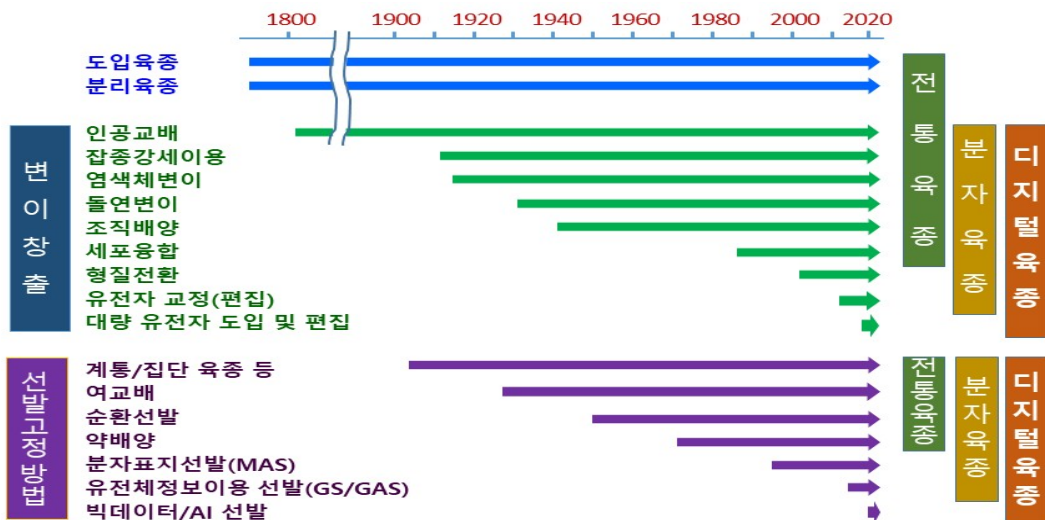
※ 건강기능식품(식품의약품안전처) : 인체에 유용한 기능성을 가진 원료나 성분을 사용하여 제조·가공한 식품으로 식품의약품안전처로부터 기능성과 안전성을 인정받은 제품

[(이슈 ③) 관행육종에서 디지털육종으로의 산업기술 생태계 전환 이슈]

□ 디지털육종으로 기술패러다임이 전환될 수 있다는 기술 트렌드가 존재하는 것은 사실이지만, 기존 투자분야의 성과 및 전망에 대한 충분한 고려 없이 신생기술인 디지털육종 기술을 중심으로 대규모 R&D투자를 구성해야 한다는 논거 제시는 부족

○ 종자산업에 빅데이터, 인공지능 등이 융·복합되면서 관행육종에서 다양한 기술이 집약된 형태의 육종기술*로 진행 중임

* 관행(전통)육종 → 분자육종 → 유전자변형 → 신육종기술 → 유전체육종 → 디지털육종



[그림 3-5] 육종 방법의 발전 과정 (식물)

출처 : 고희중(2019)

○ 현재 활용되고 있는 분자육종기술은 변이창출기술과 선발고정기술의 한계로 인해 향후 디지털육종으로의 기술 진화가 예상됨

- 분자육종기술의 변이창출은 대부분 질적 형질(major genes)을 대상으로 하나, 실제 주요 형질의 80%는 복합유전자(polygene)가 관여하는 양적형질이기에 때문에 변이 창출에 한계
- 분자육종기술의 분자표지는 대부분 질적 형질(major genes)을 대상으로 하고, 양적형질 선발은 전통적인 방법에 의존하고 있기 때문에 유전자형과 환경 간 상호작용을 고려하지 못하는 한계

<표 3-2> 육종 패러다임별 핵심기술 비교 (식물)

구분	전통육종	분자육종	디지털육종
변이창출기술	유전자원 돌연변이 인공교배	형질전환 유전자 편집 (질적형질 위주)	대량형질전환 유전자군 편집 (질적+양적형질)
선발고정기술	세대진전 표현형평가 약배양	분자표지 (질적형질 위주)	유전자네트워크 유전체선발 빅데이터 (질적+양적형질)
선발고정도구	표현형+달관	표현형+분자표지	인공지능(AI) Speed breeding

출처 : 고희중(2019) 재정리

- 일부 글로벌 종자기업은 유전체정보와 다중 오믹스 정보수집·분석, 인공지능(AI)을 기반으로 한 디지털육종 기술을 활용
- 글로벌 종자기업의 사례를 볼 때, 향후 유전체 및 표현체 생명정보 분석, 핵심집단 구축 등 농생명 오믹스 정보를 활용한 디지털육종을 기반으로 타깃형질 맞춤형 정밀육종과 세대단축 등 효율형 향상기술이 상용화 가능할 것으로 판단됨
 - 우리나라의 디지털육종 기술은 아직까지 실용화가 되지 않은 단계로 판단¹²⁾됨

<표 3-3> 디지털육종 기술적용 관련 해외 사례

디지털육종 시스템(모델)	내 용
몬산토社 필드스크립트(FieldScripts)	• 종자유전학과 정밀장비를 사용해 경작지별 적합 작물 품종, 파종량 등 제시 • 종자의 생산성을 높이기 위한 기법으로 유전체학(Genomics), 작물분석(crop analytics), 표지육종(marker-assisted breeding) 등의 첨단육종기법(디지털육종 기술) 이용 ※2014년 상업 출시
클라이밋社(Climate Co.) 종자추천모델 (Seed Advisor Model)	• 종자유전학 라이브러리와 머신러닝 기술을 결합 • 지역별 토양과 기후에 맞는 종자를 디지털 기술을 통해 분석·예측하고 이에 대한 정보를 기반으로 농부에게 자신의 농지에 적합한 최적의 종자를 추천 ※2018년 8월 출시
에퀴눔社 독점 알고리즘(에코시스템)	• 수백만 개의 유전자를 조합하여 작물 특성을 파악하여 수익성이 높은 작물 품종 개발(시간 단축 2배, 정확성 10배 향상) • 식품 회사와 협력하여 단백질 부하, 맛, 색, 영양 점수 등 원하는 목표의 종자 속성을 정의한 후, 교배 단계에서 단일한 종자 품종으로 추구하거나 교배하여 개발

12) 국가과학기술지식정보서비스(www.ntis.go.kr) 상, ‘디지털육종’이라는 키워드에 포함된 과제가 19개 검색되었으나, 동 사업의 개념과 관련된 과제는 벼, 콩, 밀 등 일부 작물로 5개 남짓에 불과(’21. 1. 12 검색)

디지털육종 시스템(모델)	내 용
	• 최적화된 종자를 설계하기 위해 수천 개의 식물 DB에서 게놈(유전자) 특성을 분석하여 이상적인 육종 조합을 결정한 후, 평가를 통해 생산자 요구에 맞는 품종을 최적화 ※2019년 1월 보도¹³⁾
캘리포니아대학, 데이비스 캠퍼스 딸기육종 프로그램 (Public Strawberry Breeding Program)	• 관행 육종, 유전체, 표현체, 대사체 등의 다양한 오믹스 정보를 빅데이터화하여 구축된 DB를 기반으로 품종예측모델을 활용하고, 수요맞춤형(생산성, 질병저항력, 고품질) 신품종 개발 지원

출처 : 추가 제출자료(1차) 재정리

○ 주관부처는 소명자료를 통해 첨단 육종이 주요국 R&D투자 전략이라고 제시하였으나, 신생기술인 디지털육종 기술을 중심으로 대규모 R&D를 구성해야 한다는 논거 제시로는 부족함

- 미국의 사례는 생산성 증대를 위해 혁신기술 적용 지원이나 혁신기술이 디지털육종이라는 내용은 없으며, 데이터 수집·가공은 아젠다 달성 여부의 모니터링임

※ 농업 혁신 아젠다(Agriculture Innovation Agenda, AIA)

- AIA 목표 : ①농업생산성 증대, ②음식물 쓰레기 감소, ③탄소 및 온실가스 배출 감소, ④수질 관리, ⑤재생에너지
- AIA 목표달성을 위한 전략 : ①공공과 민간의 연구 협력, ②혁신기술의 AIA 프로그램을 통한 적용, ③데이터 수집 및 AIA 진행 현황 제공

- 일본의 사례는 노동력이 부족한 농촌에 로봇·AI·IoT 등 첨단기술을 활용한 스마트농업 활용으로 동 사업과는 연관성이 없음

※ 농림수산연구 이노베이션전략 2020

- 목적 : 과학기술 발전 등을 기반으로 농림수산 분야의 혁신을 창출하여 일본의 식품과 환경의 지속적인 발전을 위해 매년 수립. 동 전략에서는 스마트농업, 환경, 바이오 3가지를 중점분야로 선정하고 해당 분야의 연구개발 방향성을 제시
- 스마트농업 연구개발 방향 : ①스마트농업 신(新)서비스 창출 플랫폼, ②신(新)서비스 비즈니스 모델 확립, ③농기계 완전 자동화·무인화 시스템, ④AI를 활용한 데이터 구동형 농업, ⑤과잉·낭비 없는 스마트농업 푸드체인 등

- 중국의 사례는 농업부문 국가 관리 강화·효율화, 스마트팜 등으로 동 사업에서 개발하고자 내용과 관련성이 부족함

※ 디지털 농업·농촌 발전 계획(2019년~2025년)

- 목표 : 위성 관측 정보 시스템, 농업·농촌 정보 데이터, 클라우드 플랫폼 등 디지털 시스템 건설 완료

13) <https://www.prnewswire.com/il/news-releases/planting-a-smarter-seed-829672612.html>

○ 주요임무

(기초 데이터 시스템 구축) △토지경영권, 농경지 정보 관련 빅데이터 구축, △농작물, 가축, 미생물 관련 정보 플랫폼 건설, △농촌 자산 및 자금 정보 디지털화 추진, △토지조사 데이터 및 위성 관측 정보를 응용한 농촌 주택지 데이터베이스 구축
(생산·경영 디지털화) △재배업, 축산업, 종자업 스마트화 추진, △인터넷 기반 신규 농업 모델 개발, △네트워크 기술을 통한 품질안전 관리 시스템 강화
(농업·농촌 관리 서비스 디지털화) △농업·농촌 관리 지원 시스템 구축, △주요 농산물생산 과정 모니터링 시스템 개선, △디지털 농업·농촌 서비스 시스템 구축, △농촌 거주 환경 스마트 모니터링 시스템 건설
(핵심 기술 및 장비 혁신 강화) △디지털농업 관련 핵심 기술 개발, △인공지능, 빅데이터 등 첨단기술 도입 추진, △기술 응용 및 보급 실시, △농업 관련 인공지능 연구 개발
(중요 사업 시설 건설 강화) △국가 농업·농촌 빅데이터 센터 건설 사업 추진, △농업·농촌 기상 관측 시스템 구축, △사물인터넷에 기반한 정보 수집 네트워크 건설, △국가 디지털 농업·농촌 혁신 프로젝트 추진

○ 육종방법의 발전 과정, 분자육종기술의 한계, 글로벌 종자기업의 디지털육종 기술 활용 현황 등을 고려할 때, 디지털육종 기술의 적용 초기인 점은 인정됨

- 다만 디지털육종을 이용한 상용화가 생산자 요구, 시장 수요 등의 반영이 상대적으로 수월한 민간부문을 중심으로 진행되고 있는 점을 고려할 때, 관련 분야를 대표하는 대규모 정부 R&D사업으로 추진되어야 한다는 당위성은 부족함
- 또한 디지털육종 기술의 적용을 통한 문제/이슈 해소가 가능한지 여부는 육종별 빅데이터와 유전체 분석 현황, 빅데이터와 유전체 분석능력을 보유한 인력(육종가 혹은 연구자) 현황, 인공지능(AI)기법을 디지털육종에 어떻게 활용하는지 등이 제시되어야만 가능하나 이에 대한 분석이 미흡함

[(이슈 ④, ⑤) 종자기업의 영세성, 글로벌 마케팅 역량 부족 등으로 인한 자생 성장 한계 이슈]

□ 자생 성장 한계라는 이슈를 제기하고 있으나 종자기업 수 증가, 대기업의 종자기업 인수로 인한 시장 변화 등 자생 성장에 대한 현실적 고려가 부족하고, 선행사업 지원에도 종자기업이 영세성을 탈피하지 못한 원인 등이 충실하게 진단되지 못하여, 선행사업대비 동 사업에서 유효하게 작동될 수 있도록 이슈가 표적화 된 것은 아님

○ 이슈/문제로 종자시장 성장 한계를 언급하였으나, 자체조사 결과 지난 10년간 제조업 및 농업 일반 분야대비 종자기업 등록업체 수가 증가*하여 성장세로 판단됨

- 농업부문의 사업체수는 지난 10년간 연평균 7.7% 증가하여, 제조업의 사업체수 증가율 3.2% 보다 2배 이상 높은 증가율을 나타냄

- 농업부문 종사자수(개인사업체 제외)도 지난 10년간 연평균 3.5% 증가하여, 제조업의 종사자수(개인사업체 포함) 증가율 3.2% 보다 높은 것으로 나타남
- 특히 국내 종자기업 등록업체수는 '09년 819개에서 '18년 2,466개로 3배 이상 증가하였으며, 연평균 증가율은 13.0%로 나타남

<표 3-4> 국내 종자기업 등록업체 및 사업체 현황

연도	종자기업 등록업체(개)								사업체(개, 천명)			
	식량	과수	채소	화훼	버섯	빵	기타	계	농업		제조업	
									사업체수	종사자수	사업체수	종사자수
2009	37	250	173	121	110	30	98	819	1,691	21.1	328,565	3,262.9
2010	32	283	181	149	121	29	129	924	1,630	20.2	336,908	3,422.4
2011	39	300	185	139	112	30	127	932	1,660	20.6	351,346	3,626.0
2012	39	328	202	160	118	33	193	1,073	1,679	19.9	371,906	3,718.2
2013	49	393	224	195	108	46	264	1,279	1,848	22.5	382,575	3,825.7
2014	58	445	255	214	125	47	347	1,491	2,247	24.8	409,232	3,981.9
2015	69	494	277	231	130	35	463	1,699	2,360	25.4	429,531	4,085.9
2016	78	341	587	253	161	43	556	2,019	2,681	27.0	430,948	4,097.3
2017	99	368	615	251	176	36	672	2,217	2,916	27.6	433,684	4,104.0
2018	104	381	665	294	220	39	763	2,466	3,292	28.8	437,024	4,105.9
연평균 증가율 (%)	12.2	4.8	16.1	10.4	8.0	3.0	25.6	13.0	7.7	3.5	3.2	2.6

* 1. 종자기업의 현황 분석을 위해, 종자산업법 개정으로 인하여 '육모업'이 포함되기 이전 자료를 활용

2. 통계청 사업체조사 대상 : 농업은 개인사업체는 제외되고 법인만 집계되나, 제조업은 개인사업체가 포함

출처 : 국립종자원(종자기업 등록업체), 통계청(전국사업체조사)

- 영세 종자기업 비중이 높기는 하나, 2010년 이후 농협, LG 등의 종자기업 인수로 글로벌 마케팅 역량이 있는 대기업이 참여하고 있고, 종자기업 등록업체도 제조업과 농업에 비해 증가율이 높게 나타나 자생성장 요인도 존재하는 것으로 조사됨
- 외환위기 이후, 해외 글로벌 종자기업에 인수·합병¹⁴⁾되어 종자품질 향상을 촉진하는 긍정적인 효과도 있었지만, 유전자원 유출 부작용이 발생하여, 그 후 농우바이오, 팜한농 등은 농협 경제지주(2014), LG(2016) 등으로 각각 편입
- 농우바이오, 팜한농 등의 대기업 인수에도 불구하고, 종자판매액 규모별 종자업체 분포를 보면, 판매액 40억 원 이상의 대규모 업체가 2% 내외를 차지한 반면, 5억 원 미만의 소규모는 88% 내외로 나타남

14) 서울종묘는 신젠타(2008), 흥농종묘와 중앙종묘는 문산토(2008), 씨텍스는 바이엘크롭사이언스(2007)로 인수 합병되었으며, 한국 다끼이 법인은 비M&A로 2011년 설립

- 다만, 40억 원이상 대규모 기업의 수가 '15년 17개에서 '17년 29개로 대폭 증가

<표 3-5> 종자업체의 종자판매액 규모별 분포

(단위 : 개, %)

구분	소규모 (5억 원 미만)	중소규모 (5억 원이상 15억 원미만)	중규모 (15억 원 이상 40억 원 미만)	대규모 (40억 원 이상)	계
2015	1,061(87.9)	88(7.3)	41(3.4)	17(1.4)	1,207(100.0)
2016	1,175(87.9)	97(7.3)	46(3.4)	19(1.4)	1,337(100.0)
2017	1,165(88.6)	77(5.9)	44(3.3)	29(2.2)	1,315(100.0)

* 소규모에는 판매실적이 없는 종자업체도 포함되었으며, 괄호()는 각각의 비중

출처 : 종자업실태조사, 기획보고서 재인용

- 동 사업이 선행사업과 유사한 문제의식에서 출발하였다는 점을 감안하면 비슷한 시행착오를 반복하지 않기 위해서는 선행사업에 대한 충실한 성과분석에 근거하여 세부 이슈를 구체화할 필요가 있으나, 의미 있는 수준으로 자료가 제시된 것은 아님
- 동 사업은 사업목표를 글로벌 First Mover 도약, 수요맞춤형 신제품 사업화 촉진 및 기업성장 견인으로 제시
- 선행사업인 Golden Seed 프로젝트의 사업목표가 '수입대체 개선 및 종자 수출을 통한 글로벌 종자 강국 실현'으로, 동 사업의 사업목표와 유사
- 차세대바이오그린21의 성과목표 중 하나는 '실용화 기술 기술사업화 촉진'으로 사업화 촉진이라는 측면에서 유사
- 이처럼 선행사업이 유사한 목표와 성과지표로 10년 이상 지원되었음에도 불구하고, 주관부처가 국내 종자기업이 여전히 영세성을 탈피하지 못하는 원인을 분석하여 동 사업과 관련한 의미 있는 자료로 제시하지는 못함

[(이슈 ⑥) 종자산업 R&D 지원사업의 일몰로 인한 투자성과 매몰 및 성장 동력 상실 이슈]

- 주관부처가 제기한 선행사업의 일몰로 인해 투자성과 매몰, 성장 동력 상실 우려 등 이슈는 종자분야 연구개발 투자의 주무부처가 제기할 수 있는 이슈로 적절하나, 후속사업이 선행사업보다 성과 지향적으로 내실 있게 기획될 수 있도록 구체적인 이슈발굴을 하는 것이 더 중요한 사안임
- (이슈 ⑥-1) 선행사업의 일몰에 의한 이슈를 해결하기 위해, 구체적으로 확인될 수 있는 선행사업 성과물에 근거하여 동 사업이 선행사업의 긍정적 성과를 계승하고 있다는 사실을 입증하는 것이 중요함
- (이슈 ⑥-2) 서로 다른 2개 부처의 선행사업을 연계·효율화하기 위해 단일한 사업으로 구성한 것은 긍정적이나, 각 부처가 후속사업인 동 사업을 통해 시너지를 창출하기 위한 문제/이슈를 구체적으로 설정하는 것이 더 중요
- (이슈 ⑥-3) 동 사업이 ‘디지털육종’이라는 트렌드는 시류에 부합한 편이지만 우리나라 육종분야 R&D를 주관하는 주요부처의 대표사업이라는 후속사업의 특징을 감안하면, 참여 부처 간에 시너지를 발휘(이슈 ⑥-2)하면서 선행사업을 발전적으로 계승(이슈 ⑥-1)하는 대규모 사업이 구성될 수 있도록 ‘디지털육종’ 관련 이슈를 적절하게 발굴(이슈 ③, 이슈 ⑥-3)하였다는 근거는 확인하기 어려움
 - 주관부처는 동 사업의 개념도, 중점분야별 연계, 기존사업(GSP/차세대 BG21)과 연계, 육종별 타입 및 타입별 개발계획을 관련 근거로 제출한 바 있음
 - 이것만으로는 ① 계승하여야할 기존사업의 성과(객관적 성과분석에 근거), ② 계승할 기존 성과와 디지털육종과의 관계, ③ 계승할 기존 성과와 참여부처간 시너지 발휘, ④ 디지털육종을 통하여 참여부처간 시너지를 발휘할 수 있는 기존 성과와 동 사업간의 관계를 객관적으로 투명하게 파악하기 어려움

2. 과학기술기반 문제/이슈 해결의 중요성 및 필요성

- 주관부처는 동 사업의 문제·이슈를 해소하기 위해 국가적 차원에서 별도의 R&D 사업을 추진해야 할 근거로서, 국민 먹거리 공급체계 구축, 민간 R&D 투자 한계, 종자산업 육성, 선행사업의 후속지원 필요성 등을 제시함

<표 3-6> 주관부처에서 제시한 동 사업에 대한 정부지원의 당위성

- 안전하고 안정적인 국민 먹거리 공급체계 구축을 위한 국가 차원의 전략적 지원 요구
 - 종자는 식량안보, 종자주권, 국민의 먹거리 안전과도 연결되어 있는 공공재
 - 글로벌 팬데믹과 자국 권익보호 중심의 경제 재편 속에서 확대되는 농산물 수급 문제 해결과 식량안보, 먹거리 주권 강화 필요
- 종자산업의 특성상 민간의 R&D 투자는 한계, 정부 지원을 마중물로 하는 투자 유인 및 혁신형 생태계 조성 필요
 - 품종개발 기간의 장기성, 급격한 시장 환경변화, 글로벌 시장 진입 경쟁 격화 등으로 민간부문의 자율적 대응에는 한계가 존재, 고위험 영역에 대한 정부의 적극적인 지원 필요
 - 국내 종자기업은 글로벌 선도기업 대비 매우 열악한 수준(규모적 영세성과 미흡한 기술 역량, 육종 전문인력 부족)으로 기술기반의 성장보다는 생존 및 유지가 우선인 상황
- (부·청의 종자산업 육성 핵심사업) 글로벌 성장산업화 및 지속 가능한 농식품 산업기반 확립을 위한 종자산업 R&D 지원 중
- GSP와 차세대BG21 후속 지원 필요
- (사업에 대한 수요) 기존 사업과 연계한 지속적인 지원과 연구 수행주체의 높은 참여 의지 확인

출처 : 기획보고서

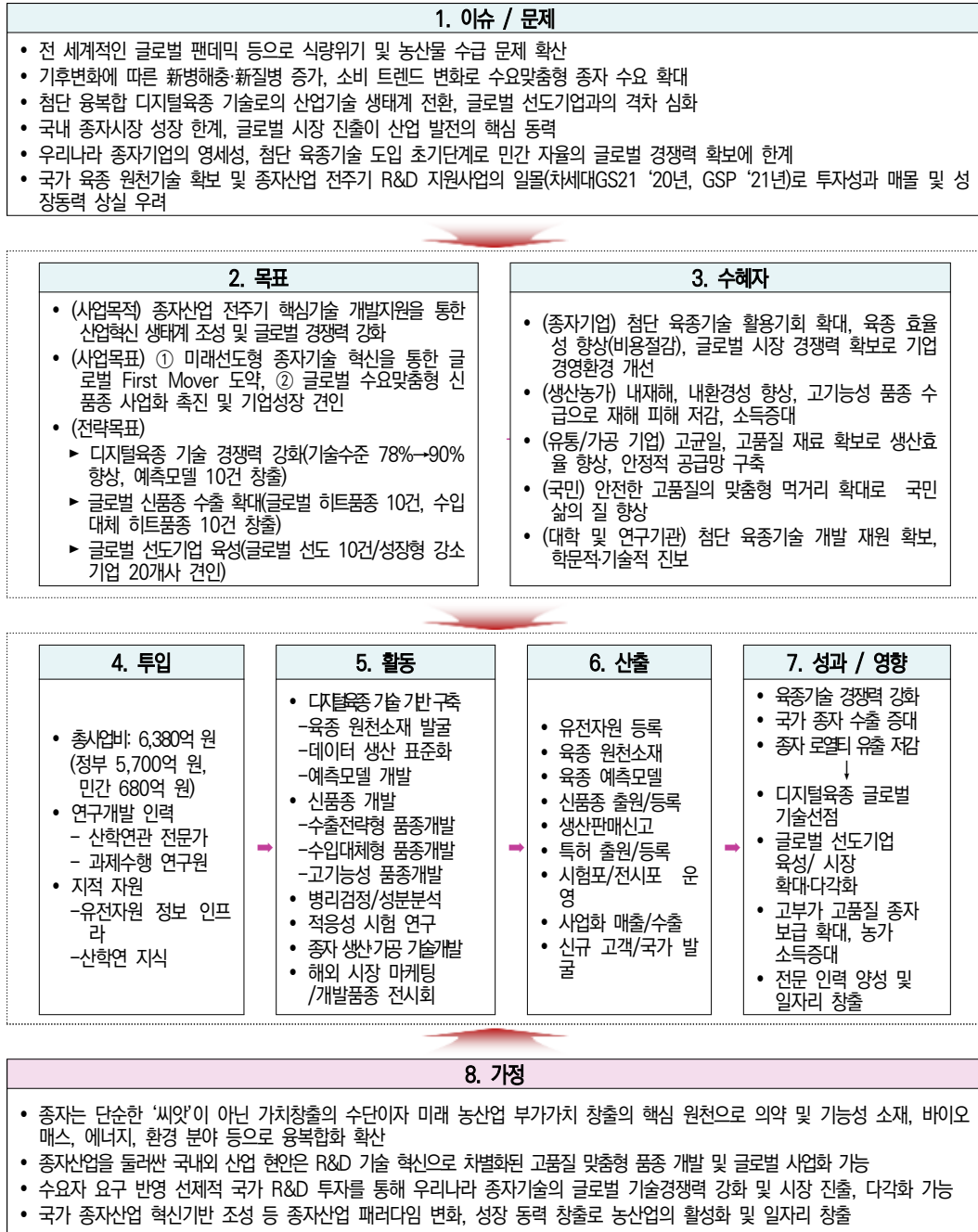
- 국민 먹거리 공급체계 구축을 위한 국가 차원의 대응 필요성이 인정되며, 과학기술 기반의 접근법이 유효할 수 있을 것으로 판단됨
- 종자는 식량안보, 종자주권, 먹거리 안전과도 연결되어 있는 공공재로 과학기술적 기반이 중요함
 - 기후변화에 따른 생태계 교란, 병해충 증가로 인한 농업환경 변화는 경제적, 사회적으로 부정적 영향의 초래 우려가 높으므로, 과학기술 기반의 문제해결 방안을 마련하는 것은 타당한 접근법임
 - 식량자원을 담당하는 주무부처로서 이 영역을 대상으로 과학기술 기반의 문제 해결 방안을 마련하는 것은 타당한 접근법임
 - 그러나 글로벌 팬데믹으로 인한 식량위기 및 농산물 수급 문제는 국경봉쇄와 관련된 식량 수급 문제로 관련성이 부족하고, 과학기술 기반의 문제해결은 단기적으로는 효과가 제한적일 것으로 보임

- 동 사업을 비롯한 정부 중심의 R&D 투자가 이루어진다고 해서 국내 종자기업의 글로벌 경쟁력이 강화되고, 영세성을 탈피할 수 있다는 주장은 설득력이 부족함
 - 종자기업이 열악한 수준(규모, 기술, 인력)이라고 하였으나, 이는 우리나라 산업구조의 문제¹⁵⁾로 종자기업에 국한된 문제는 아니며, 오히려 제조업과 비교 시 국내 종자기업 등록업체가 증가 추세이고, 대기업도 종자기업을 인수하여 종자시장에 참여하고 있는 점을 감안할 때, 종자시장이 점진적으로 성장하고 있다고 판단됨
 - 특히 선행사업이 유사한 목표와 성과지표로 10년 이상, 대규모로 지원되었음에도 국내 종자기업이 영세성을 탈피하지 못한 점을 감안할 때, 동 사업 수행만으로 종자기업의 경쟁력이 향상될 수 있다는 객관적 논거는 확인할 수 없음
 - 동 사업이 정부 주도 R&D투자인 점을 감안하면, 민간부문의 구축효과 없이 기술적으로 열악한 중소 육종기업을 디지털육종 기반의 기업으로 전환시키는데 기여할 수 있다는 논리는 균형 잡힌 시각에서의 접근은 아님
- 또한 동 사업이 종자산업 육성 사업인 점과 선행사업 종료에 따른 후속 지원의 필요성을 정부지원의 당위성으로 제시하였으나, 해결하고자하는 문제가 광범위하므로 동 사업을 통한 해결이슈와 연구목적의 구체화가 중요할 것으로 판단됨
 - 농진청과 농림축산식품부에서 육종 관련 R&D사업이 진행 중에 있으며, 타 부처(과기정통부, 보건복지부 등)에서도 유전정보 관련 사업을 수행
 - 신품종의 사업화 촉진 및 기업 성장을 목적으로 하는 동 사업은 개발하고자 하는 작물에 따라 기술개발의 축적 정도가 다르고, 이에 따른 기술개발 내용과 방법이 달라지므로 구체성과 전략성이 중요할 것으로 판단됨
 - 사업 목표의 달성을 위해서는 선행사업의 성과를 기반으로 작물별 개발계획의 유기적이고 구체적인 수립이 요구되며, 그렇지 못할 경우 목표 달성이 어려울 것으로 판단됨

15) 우리나라 중소기업은 58만 518개로, 전체 기업 비중의 99.2%임(2017년 기준)

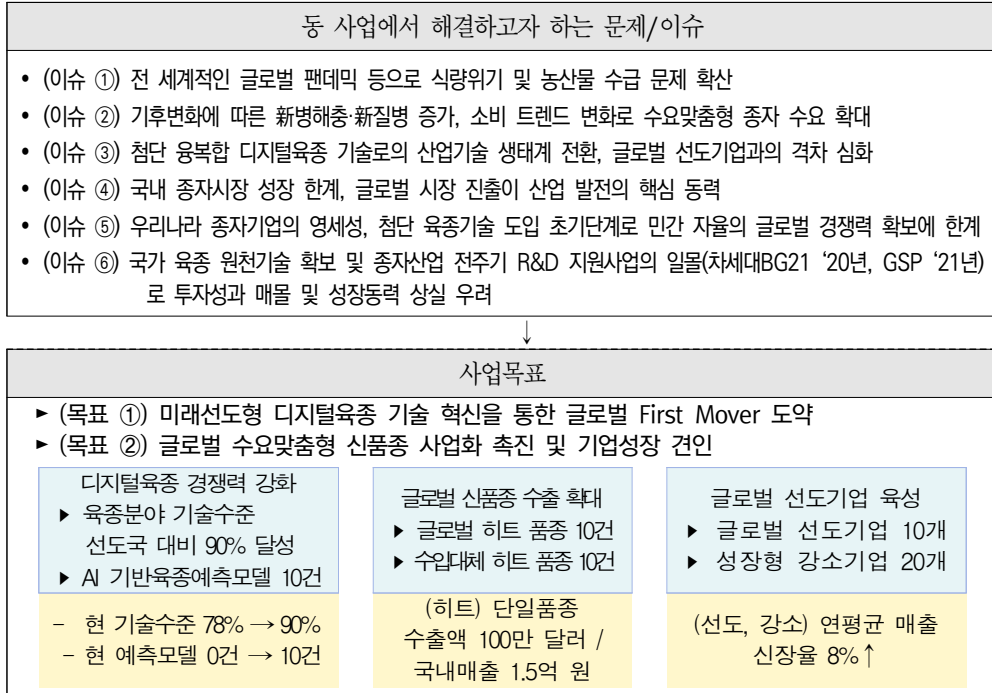
제 2 절 사업목표의 적절성

<표 3-7> 동 사업의 논리모형



8. 가정
• 종자는 단순한 '씨앗'이 아닌 가치창출의 수단이자 미래 농업업 부가가치 창출의 핵심 원천으로 의약 및 기능성 소재, 바이오 매스, 에너지, 환경 분야 등으로 융복합화 확산 • 종자산업을 둘러싼 국내외 산업 현안은 R&D 기술 혁신으로 차별화된 고품질 맞춤형 품종 개발 및 글로벌 사업화 가능 • 수요자 요구 반영 선제적 국가 R&D 투자를 통해 우리나라 종자기술의 글로벌 기술경쟁력 강화 및 시장 진출, 다각화 가능 • 국가 종자산업 혁신기반 조성 등 종자산업 패러다임 변화, 성장 동력 창출로 농업의 활성화 및 일자리 창출

1. 사업목표와 해결할 문제/이슈와의 연관성



[그림 3-6] 문제/이슈와 사업목표

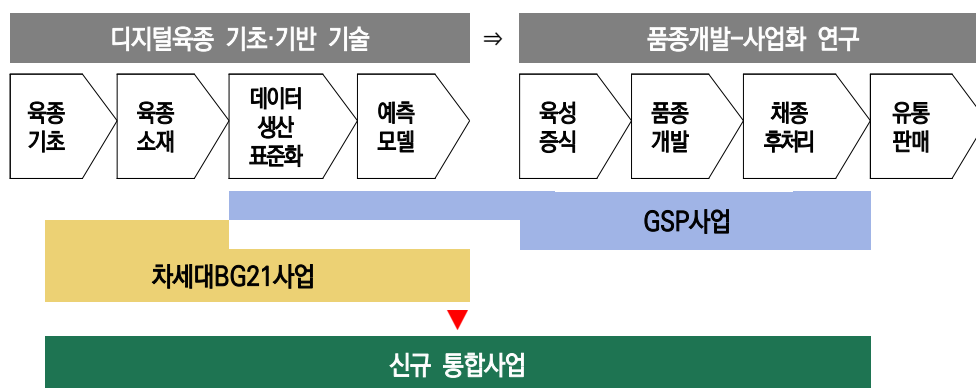
출처 : 기획보고서 재정리

- 문제/이슈와 동 사업의 목표(사업목표) 간 개념적으로 느슨한 관계가 존재하지만, 사업추진의 근거로 삼기에는 내적 타당성¹⁶⁾과 외적 타당성¹⁷⁾이 부족함
- 문제 및 이슈 도출의 적절성에서 분석한 것과 같이 이슈 ①, 이슈 ②, 이슈 ④, 이슈 ⑤는 동 사업과 같은 정부주도 신규 R&D사업의 추진만으로 해결될 수 있는 이슈가 아니므로 내적 타당성이 부족함
 - 이슈 ③은 우리나라 육종 R&D를 대표하는 대형 정부투자의 논거로 삼기에는 외적 타당성이 부족함
 - 이슈 ⑥은 동 사업과 직접 관계되는 이슈이므로, 이를 해결하도록 사업이 충실하게 기획되어 있는지가 중요

16) 원인과 결과에 대한 인과적 추론의 타당성을 의미

17) 어떤 결과를 다른 방식으로 일반화하여 적용시키는 범위의 타당성을 의미

- 동 사업은 Golden Seed 프로젝트(다부처), 차세대바이오그린21(농진청)의 후속 사업으로 다부처(농림부, 농진청, 산림청) 사업으로 기획됨
- Golden Seed 프로젝트는 '21년 종료사업으로 계속과제(채소, 원예)만 지원 중이며, 개발품목 중, '수산종자(4개 품목)'는 동 사업에서 제외됨
- Golden Seed 프로젝트의 사업 내용인 '국가전략형 수출·수입대체 종자(16개 품목)* 개발'을 통하여 확보된 육성증식, 품종개발, 채종 후처리 등을 활용할 것으로 판단됨
 - * 수산종자사업단의 4개 품목(넙치, 전복, 바리과, 김) 제외
- 차세대바이오그린21사업은 '20년에 종료된 후, 브릿지사업으로 '바이오그린 연계 농생명 혁신기술개발'(농진청, '21~'22)이 진행 중으로, '21년 예산은 220억 원임
- 차세대바이오그린21의 사업 내용인 '농생명 원천기술 개발'을 통하여 확보된 육종 소재(고유 유전자) 등을 활용할 것으로 예상됨
- '디지털육종'을 골자로 하는 후속 기획된 다부처 사업인 점을 감안하면 선행사업 성과를 계승하여 어떻게 다부처 사업으로 시너지를 발휘할 것인지, 그리고 어떻게 '디지털육종'을 통하여 이러한 활동이 긍정적으로 촉진될 것인지 중요하지만 아래에 기술된 4가지 분석을 통하여 이를 확인할 수 없는 상황임



[그림 3-7] 주관부처가 제시한 동 사업과 선행사업과의 연계도

출처 : 기획보고서

<표 3-8> 선행사업의 주요 내용

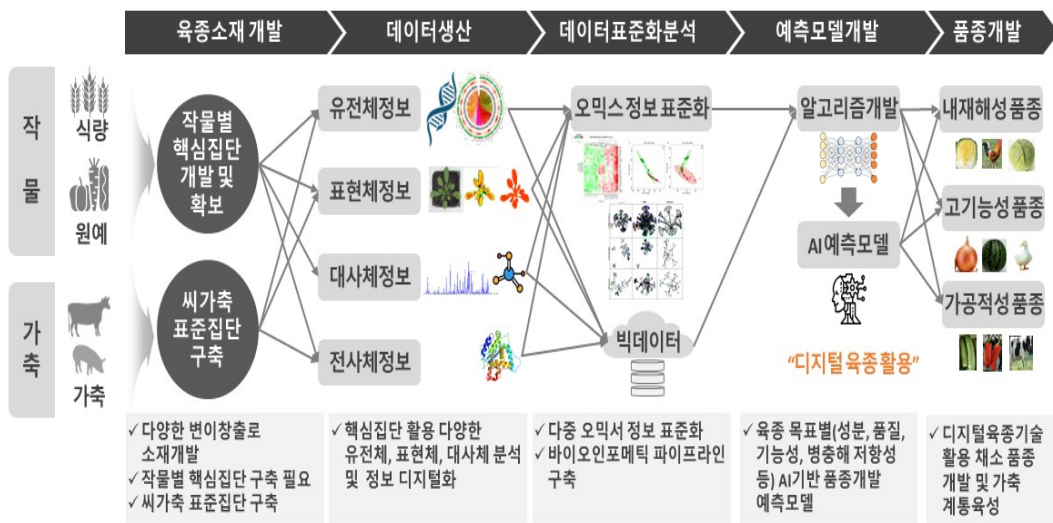
구분	Golden Seed 프로젝트	차세대바이오그린21
시행주체	농식품부, 농진청, 산림청, 해수부	농촌진흥청
총사업비	4,911억 원(국고 3,985억 원)	6,376억 원(국고 6,021억 원)
사업기간	'11년~'21년	'11년~'20년
사업(전략) 목표	미래시장 선점을 위한 수출지역 고품질 채소·원에 품종육성을 기반으로 국내 수입 대체 개선 및 종자 수출을 통한 글로벌 종자 강국 실현	농업생명공학 기술개발을 통한 미래성장 동력 창출과 농업경쟁력 제고
성과목표	- 수출용 신품종 육성 강화를 통한 수입 대체율 및 세계 시장 선점의 수출 경쟁력 향상 - 우수 품종 426건(채소: 245건, 원예: 181건) 이상 등록(누적) ※우수품종 : 개발 품목의 리딩 종자 대비 우수종자 - 최종년도 수출액 15,878만불 달성 - 품목별 수입대체율 10~70% 달성(최종년도) : 파프리카 50%, 양배추 50%, 양파 50%, 토마토 70%, 버섯 60%(중균자급률), 백합 20%(중구자급률), 감귤 10%	< 농업생명공학기술 원천기반 기술 확보 및 실용화 기술 사업화 촉진 > - 농업생명공학 원천기술 개발을 통한 미래선도 기술 확보 - 토종 농생물자원 유전체 해독정보 활용 체계 구축 - 신기능 합성생명체 및 슈퍼 농생물체 개발 및 물질생산 증대 - 신약물질 및 바이오장기 생산 - 농업생명공학 기술을 활용을 통한 식량 안보 등 국가전략 대응 - 미래 식량안보 및 기후변화 대응 생명공학작물 연구 - 고부가가치 신품종 실용화로 생산성 증진 - 농생명자원 이용 산업용 식의약소재 실용화
사업내용	- 글로벌 종자시장 선점을 통한 종자강국 실현 및 민간 종자산업 기반 구축을 위한 국가전략형 수출·수입대체 종자(20품목) 개발 - 채소종자사업단(5): 고추, 배추, 무, 수박, 파프리카 - 원예종자사업단(6): 양배추, 양파, 토마토, 버섯, 백합, 감귤 - 수산종자사업단(4): 넙치, 전복, 바리과, 김 - 식량종자사업단(3): 벼, 감자, 옥수수 - 종축사업단(2): 종돈(돼지), 종계(닭)	- 농생명 원천기술 개발 : 동물·식물·미생물 유전체 해석, 대사제어에 의한 고부가가치 물질 생산, 바이오신약장기기술개발, 농생물 자원 다양성 확보 등 유용유전자 발굴을 통한 국내 고유 유전자 및 원천 특허 확보 - 농생명 국가전략 대응 : 농업생명공학 기술을 이용한 GM작물 실용화, 식물 분자유종, 바이오식의약소재개발 및 기후변화, 식량안보, GMO 안전성 확보 등 국가주도 현안기술 개발
전문관리 기관	농림식품기술기획평가원	농촌진흥청 연구정책국

출처 : 예산요구서, 성과목표지표 계획서 재가공

- (분석 ①) 2개의 선행사업을 통합하여 동 사업을 기획하였으나, 주관부처에서 제시한 세세부기술이 “디지털육종 연구개발사업”의 어느 단계에 있는지, 연계가 되어 있는지 여부 등은 확인하기 어려움

- 기획보고서는 “디지털육종 연구개발사업”을 다양한 유용 유전자원을 수집, 활용하여 육종소재 핵심집단을 구축하고 이를 기반으로 데이터 가공 및 표준화로 빅데이터 플랫폼을 구축한 후, 인공지능 기술기반의 육종 예측모델 개발, 상업용 품종 개발로 연계하는 기술기반의 전주기 육종 프로세스로 제시함
- 동 사업은 10년 이상 추진된 육종 관련 두 개 사업을 통합·추진하는 사업으로 선행사업의 성과가 육종소재와 종자별로 다를 것임에도 불구하고, 제시한 173개 세세부기술 중 5개 과제*를 제외한, 168개 세세부기술의 연구기간이 사업기간과 동일한 10년으로, 세세부기술 간, 세부기술 간, 8개 핵심기술 간 연계를 확인하기 어려움

* 디지털육종 알고리즘 개발(4년) 2개 과제(벼, 콩), 예측모델 개발(6년) 2개 과제(벼, 콩), 오믹스 정보 분석을 통한 생산성 증대 기술개발(6년) 1개 과제(호박과 무)



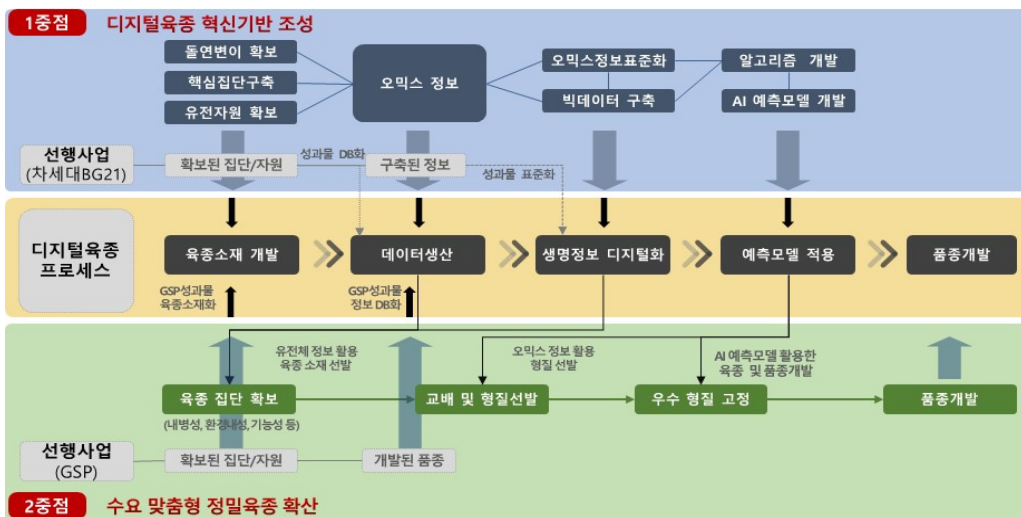
[그림 3-8] 주관부처가 제시한 「디지털육종 연구개발사업」의 개념

출처 : 기획보고서

- 특히 주관부처가 제시한 ‘디지털육종 연구개발사업의 개념’에 의하면, ①육종소재 개발, ②데이터생산, ③데이터표준화분석, ④예측모델개발, ⑤품종개발 순으로 진행되나, 벼와 관련된 16개 세세부과제의 경우, 알고리즘 개발(4년)과 예측모델 개발(6년)을 제외한 14개 과제(소재개발, 표현체 정보 디지털화, DB구축 및 오믹스

빅데이터 표준화, 형질개량, 병해충 저항성 품종 육성, 기후변화 대응 품종개발, 향미 및 유색미 개발 등)는 연구기간이 모두 10년으로 제시되어 해당 품목의 연계를 확인하기 어려움

- (분석 ②) SWOT 분석을 통하여 농생명 DB확보, 세계 최고수준의 육종기술 등을 선행사업의 강점으로 제시하였으나, 동 사업의 세부개발 활동의 어느 단계에 활용되는지는 제시하지 않음
- 차세대바이오그린21사업을 통하여, 세계 6위 수준의 농생명 DB(작물 12종, 종축 3종)를 확보한 것을 강점으로 제시하였으나, 확보된 농생명 DB가 주관부처에서 제시한 ‘디지털육종 연구개발사업’의 개념도 혹은 중점분야의 어떤 단계에서, 어떻게 적용되는지 등의 활용 방안은 제시하지 않음
- Golden Seed 프로젝트를 통해 고추, 무, 배추 등은 세계 수준의 육종기술 및 가격경쟁력을 확보하였고, 글로벌 경쟁력을 갖춘 품종 육성이 시작된 점을 강점으로 제시하였으나 구체적 활용방안은 제시하지 않음
- 가령, Golden Seed 프로젝트를 통해 세계 수준의 육종기술과 가격경쟁력을 확보되었다고 제시한 고추의 경우, 22개 세세부과제가 3개 중점, 8개 핵심기술에 모두 포함되었으며, 연구기간도 동일하게 10년으로 제시됨

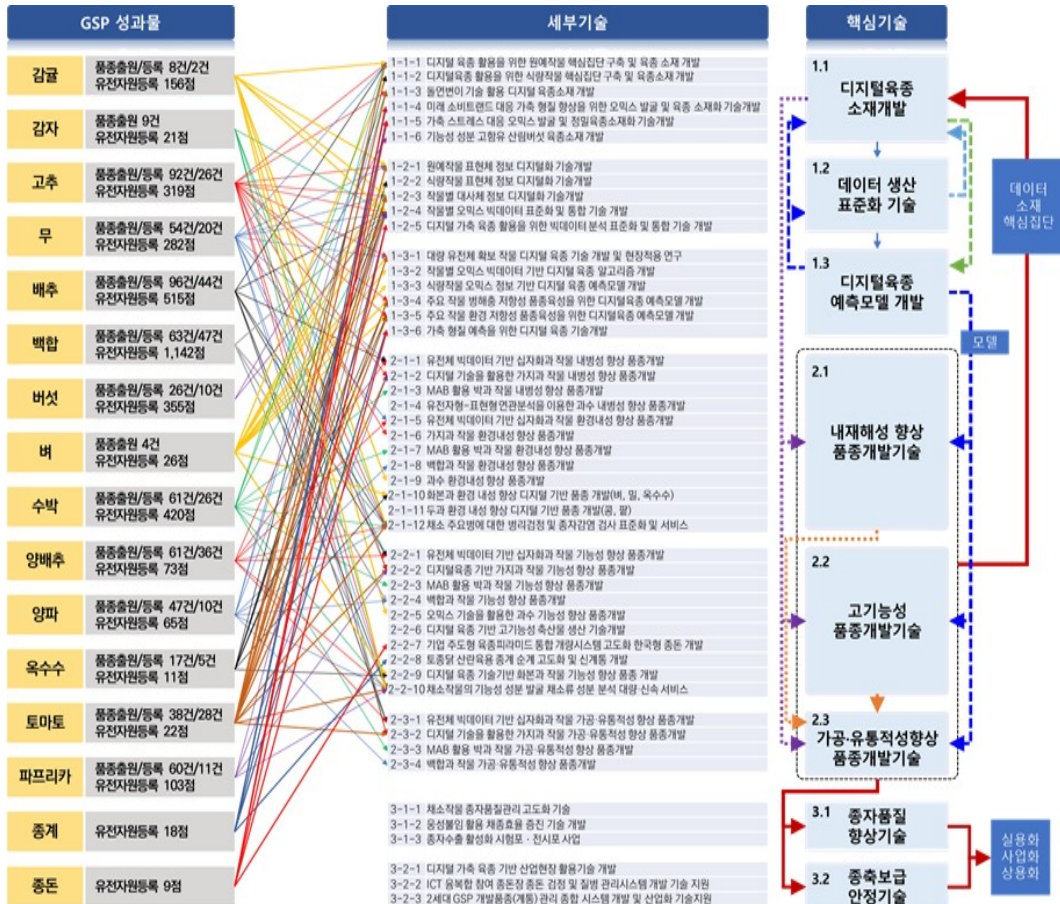


[그림 3-9] 주관부처가 제시한 중점분야별 연계

출처 : 기획보고서

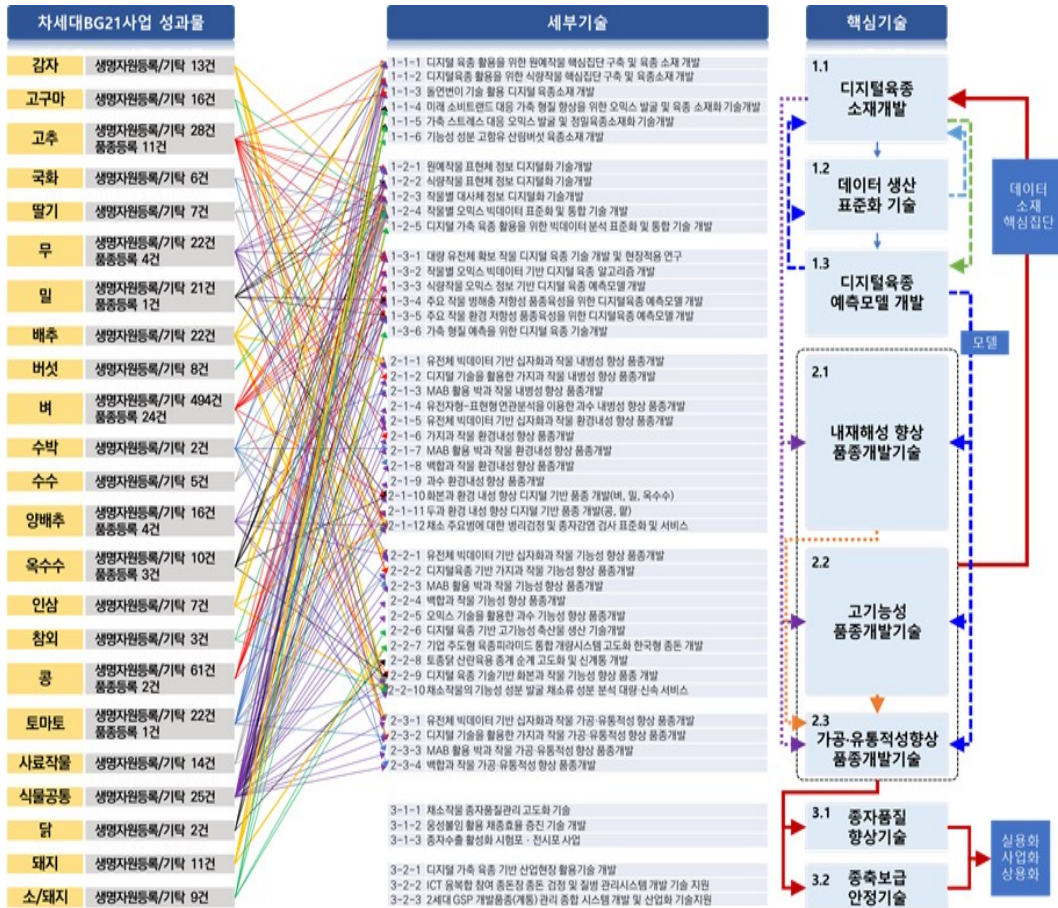
□ (분석 ③) 주관부처는 추가 제출 자료(1차)를 통하여, 선행사업 성과물의 세부기술과의 연계, 세부기술이 속한 핵심기술 간 연계를 제시하였으나, 제시된 성과물이 동 사업에 활용이 가능한지 여부가 제시되지 않아 연계 여부를 파악하기 어려움

○ 예를 들어, 벼는 Golden Seed 프로젝트, 차세대바이오그린21사업을 통하여 유전(생명)자원 등록 520건, 품종출원 43건, 품종등록 24건의 성과를 제시하고, 세부기술과의 연계, 핵심기술 간 연계를 제시하였으나, 등록된 유전(생명)자원 중, 디지털육종으로 활용이 가능한 성과물과 불가능한 성과물을 구분하여 제시하지 않음



[그림 3-10] GSP 성과물과 동 사업 세부기술과의 연계 및 핵심기술 간 연계

출처 : 추가 제출자료(1차)



[그림 3-11] 차세대BG21 성과물과 동 사업 세부기술과의 연계 및 핵심기술 간 연계
출처 : 추가 제출자료(1차)

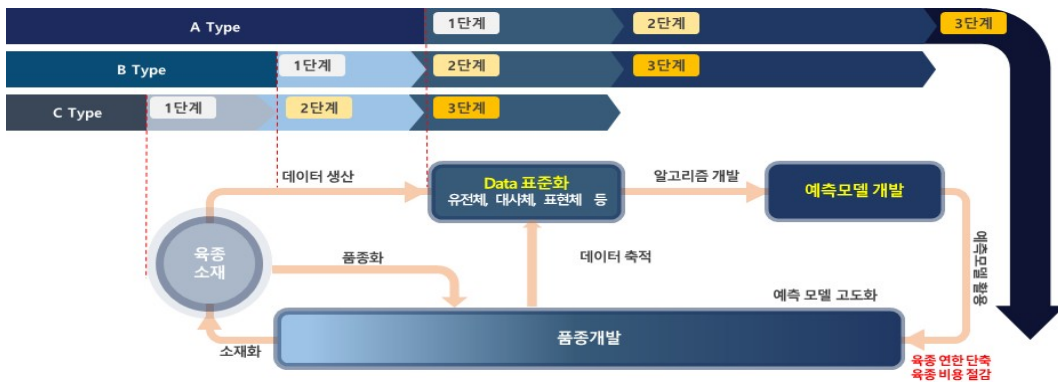
□ (분석 ④) 주관부처는 1차 추가자료 제출 후, Type별로 연구개발 단계가 순차적으로 진행될 계획이라고 하였으나, 제출된 품목별 세세부과제의 연구개발 도식에는 Type별 계획을 확인하기 어려워, 주관부처가 제시하는 ‘디지털육종 연구개발사업의 개념’으로 연구개발이 진행될 수 있다고 보기 어려움

○ 주관부처는 선행사업의 연구성과를 육종집단 구축 규모와 오믹스 정보량에 따라 A, B, C Type*으로 분류하고, C Type은 육종소재 발굴부터, B Type은 데이터생산부터, A Type은 Data표준화부터 추진할 계획을 제시

* A type(콩, 벼, 한우, 젓소, 돼지), B type(밀, 고추, 토마토, 호박, 닭), C type(동부, 땅콩, 귀리, 옥수수, 무, 마늘, 사과, 포도, 배, 복숭아, 딸기)

디지털육종 PROCESS		육종소재		데이터 생산			표준화/데이터 분석(선행사업)	예측모델 개발	육종 기술	품종 생산	시 예측 모델	TYPE
구분	품목	육종집단 모집단/기원집단	육종집단 핵심집단	유전체	표현체	기타	표준화/데이터 분석	A예측모델	육종기술수준	품종/품종 생산수준	사업 단계	
식량 (A)	콩	8,000	816	●	●	○	●	●	●	●	1단계	A
	동부	405	384	○		○	○		○	○		C
	땅콩	970	384	○		○	○		○	○		C
식량 (B)	벼	25,604	918	●	●	●	●	○	●	●	1단계	A
	밀	1,969	384	○		○	○		●		3단계	B
	귀리											C
원예 (C)	옥수수								○	○		C
	고추	4,138	355	●		○	○	○	○	●	2단계	B
	토마토	1,371	198	○		○	○	○	○	●	3단계	B
원예 (B)	호박	689	250	○		○	○		○	○	3단계	B
	무	886	125	○		○	○		○	●		C
	마늘											C
원예 (A)	사과	2,420	316	○		○	○		○	○		C
	포도	970	384	○		○	○		○			C
	배	691	279	○		○	○		○			C
과수 / 약용	복숭아									○		C
	딸기			○								C
가축	한우	8,000	816	●	●	●	●	●	●	●	1단계	A
	젓소	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1단계	A
	돼지	25,604	918	●	●	●	●	○	●	●	1단계	A
	닭	4,138	355	●	○	○	○	○	○	○	2단계	B

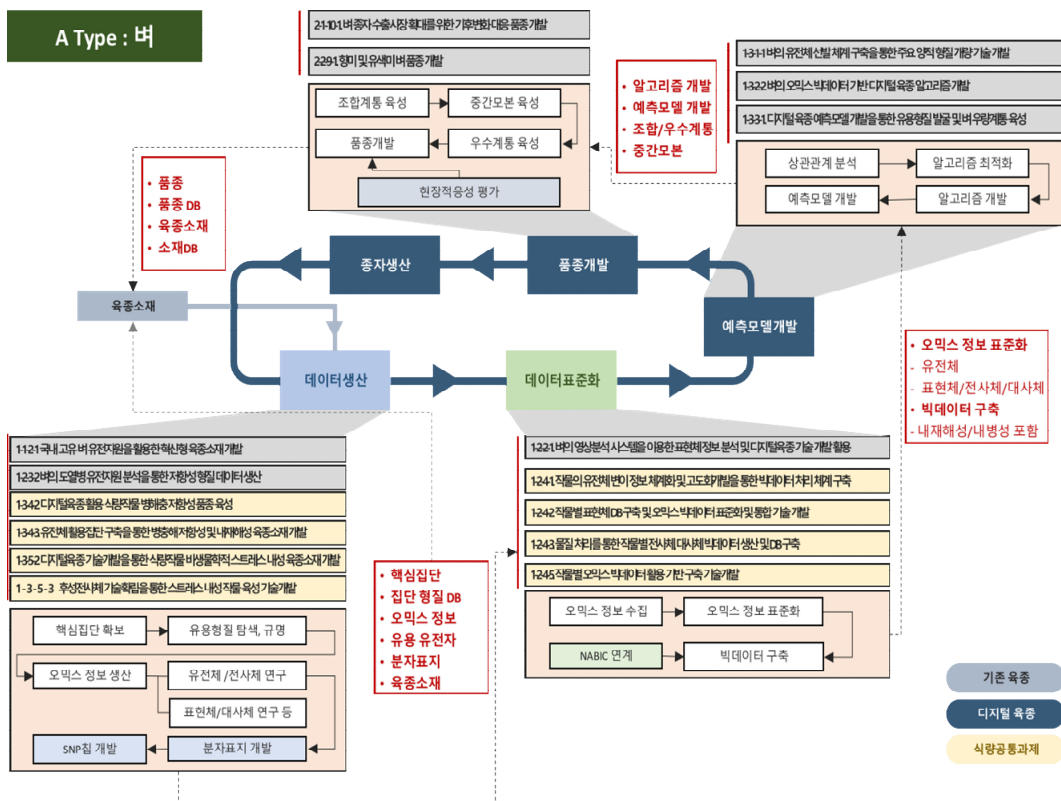
* 조사 품목별 기술수준: ●→상, ○→중, ○→하로 구분하여 제시



[그림 3-12] 선행연구 성과를 근거로 구별한 육종별 타입(Type) 및 타입(Type)별 개발 계획

출처 : 2차 자문위(대면 토론) 발표자료

- 주관부처는 A Type 5개 품목, B Type 5개 품목, C Type 8개 품목의 세세부과제와 핵심기술을 연계한 연구개발 도식을 제시함
 - 이 중 16개 세세부과제로 구성된 A Type 벼의 경우, 개발계획에 의하면 데이터 표준화, 예측모델개발 순으로 개발되어, 다시 품종개발, 종자생산, 데이터생산의 순으로 진행되어야 하나, '데이터표준화'에 포함된 5개 세세부과제의 개발기간이 10년, '예측모델개발'에 포함된 3개 세세부과제의 개발기간은 각각 4년, 6년, 10년, 나머지 과제들이 모두 10년으로 세세부과제를 A Type의 도식에 맞게 배치한 것에 불과한 것으로 판단됨
- 특히 오믹스 정보 수집·표준화와 NABIC 연계를 통한 빅데이터를 구축하는 '데이터표준화'를 육종집단 구축규모와 오믹스 정보량이 많은 A Type의 경우도 5개 세세부과제(기술)로 각 10년 동안 추진된다는 점은 주관부처의 Type 분류가 정확성이 부족하거나 동 사업의 세세부과제 구성이 잘못되었음을 보여줌



[그림 3-13] 세부과제와 핵심기술을 연계한 벼 품목의 연구개발 도식

출처 : 추가 제출자료(2차)

2. 사업목표 설정의 적절성

- 사업목표는 3개의 전략목표로 구성되고, 전략목표는 각각 2개의 성과목표로 구성됨
- 주관부처는 ‘글로벌 First Mover’의 전략목표로 ‘디지털육종 기술경쟁력 강화’를 제시하고, ‘수요맞춤형 신제품 사업화 촉진 및 기업성장 견인’의 전략목표로 ‘신제품 수출확대’와 ‘선도기업 육성’을 제시함

<표 3-9> 주관부처에서 제시한 사업목표 및 전략목표, 성과목표

사업목표	전략목표	성과목표
▶ 미래선도형 디지털육종 기술 혁신을 통한 글로벌 First Mover 도약 ▶ 글로벌 수요맞춤형 신제품 사업화 촉진 및 기업성장 견인	디지털육종 기술경쟁력 강화	- 기술수준 78% → 90% 향상 - 예측모델 10건 창출
	글로벌 신제품 수출 확대	- 글로벌 히트제품* 10건 * 연간 수출액 100만 달러 ↑ - 수입대체 히트제품* 10건 창출 * 수입대체 국내 연간 매출액 1.5억 ↑
	글로벌 선도기업 육성	- 글로벌 선도기업* 10개사 * 매출액 100억 원 ↑, 매출액 중 수출액 비중 10% ↑ 또는 연평균 매출액 증가율 8% ↑ - 성장형 강소기업* 20개사 * 매출액 10억 원 ↑, 매출액 연평균 성장률 8% ↑

출처 : 기획보고서 재구성

- 주관부처가 제시한 성과목표 중 기술수준은 설정근거가 기술개발 내용과 일치하지 않으며, 육종예측모델은 구체성이 부족하여 적절한 성과목표 설정으로 보기 어려움
- ‘육종분야 기술수준 선도국 대비 90% 달성’은 KISTEP의 기술수준조사를 근거로 설정하였으나, 기술수준조사의 세부기술 범위와 동 사업에서 개발하고자 하는 범위가 일치하지 않아, 사업 효과를 대표하는 지표로는 적절성이 부족함
- 주관부처에서는 육종기술수준의 근거를 KISTEP의 기술수준조사의 중점과학기술 중, ‘저항성 및 고기능성 품종개발 기술’과 ‘유용유전자 및 유전자원 개발기술’을 근거로 현재 수준과 목표 수준을 설정함
 - ‘저항성 및 고기능성 품종개발 기술’에는 동 사업의 개발범위에 포함되지 않는 ‘유전자변형작물(GMO)개발 기술 및 환경위해성평가 기술’, ‘분자농업을 위한 저비용 식물공장·시설 확보기술**’ 등이 포함됨

* ①유용한 유전자를 발굴하여 동종 또는 이종 작물에 삽입하여 유전자변형작물 (GMO)을 개발하는 기술, ②저항성 및 기능성외에도 미래 지향적 작물로서 우주작물, 해수이용작물, 환경정화작물 등을 개발하며 유용단백질 생산 등에 적용할 수 있는 기술, ③유전자변형작물의 재배 시 환경노출로 인해 발생할 수 있는 환경위해성 여부를 평가하는 기술로 유전자 전이, 잡초화, 교잡성, 근권미생물과 주위 동식물 생태에 미치는 영향 등을 분석하는 기술

** 세부기술인 '기능성 소재 생산을 위한 분자농업 기술'에 세세부기술로 포함

- '유용유전자 및 유전자원 개발 기술'에는 동 사업의 개발범위에 포함되지 않는 '자생식물 및 특용약성 식물의 정체성 정보화 기술*'과 '주요 생물자원의 복원기술**'이 포함됨

* ①국내 자생 및 특용 생물자원의 고유 DNA정보를 활용, DNA 바코드를 개발하여 식물들의 정체성 확립 및 지적재산권 보호를 위한 기술, ②각국의 주요 유전자원에 대한 식별기술 및 자생지, 원산지 구별기술, ③해외에서 도입한 유전자원들에 대한 유전체 배경을 희석하여 동일한 개체로 확인할 수 없도록 하는 기술(나고야의정서 대응기술)

** 줄기세포기술, 조직배양기술, 핵치환기술, 동물복제기술 등으로 멸종위기의 생물종을 복원하고, 안정적인 개체증가를 유도하는 기술

- 또한 목표치를 현재 기술수준 78%*에서 글로벌 최상위 그룹 수준으로 인식되는 90% 수준까지 향상하는 것을 목표로 제시하였으나 근거 제시가 미흡하며, 그 동안의 기술수준(KISTEP) 결과**를 감안할 때 타당성도 부족함

* 육종기술수준 78% 산출근거 : 저항성 및 고기능성 품종개발 81.0%, 유용유전자 및 유전자원 개발 75.0%의 산출평균값으로 설정(2018 년 기술수준조사, KISTEP(2019))

** 최고기술보유국 대비 기술수준

저항성 품종 확보기술 : 81.0%(12년) → 79.8%(14년) → 82.9%(16년)

유용 유전자원 이용기술 : 73.0%(12년) → 72.5%(14년) → 75.2%(16년)

- 이에 따라, 동 성과목표는 사업성과의 달성 여부를 확인·점검하기에는 적절한 성과목표로 보기 어려움

<표 3-10> 기술수준조사의 육종분야 세부기술

국가중점과학기술명	세부 기술명
저항성 및 고기능성 품종개발 기술	▶ 다수확작물 개발기술 ▶ 기후재해 및 병해충 저항성 기술 ▶ 관행육종 기술 ▶ 분자육종 및 고기능성 축적 기술 ▶ 유전자변형작물(GMO)개발 기술 및 환경위해성평가 기술 ▶ 신육종기술(New Breeding Technology, NBT) ▶ 기능성 소재 생산을 위한 분자농업 기술
유용유전자 및 유전 자원 개발 기술	▶ 유용 유전자 발굴 기술 ▶ 농산물 자원의 유전체정보 확보 및 분석기술 ▶ 자생식물 및 특용약성 식물의 정체성 정보화 기술 ▶ 국내 원산 자생 및 재배작물, 고유가축의 자원주권 확보를 위한 분석 기술 ▶ 농축산업 유용유전자원 확보, 유용형질 평가 및 대량평가 기술 ▶ 미래 대비 배양육 생산조건 확립 기술 ▶ 돌연변이 대량 유전자원 확보 및 분석기술 ▶ 주요 생물자원의 복원기술 ▶ 생물자원의 대사물질 프로파일링 및 유용한 신물질의 분리·정제 기술

출처 : 기술수준평가(KISTEP, 2019)

- 기술적 목표로 제시한 ‘AI기반 육종예측모델 10건’은 선행사업의 한계라고 제시한 것과 논리적으로 모순되며, 구체성이 부족하여 성과목표로는 부적절함
- 오믹스 정보와 디지털화 준비 정도를 고려하여 10개 품목*에 대한 ‘육종예측모델’ 개발을 목표로 제시하였으나, 선행사업인 Golden Seed 프로젝트사업의 한계가 전략품목을 20개 선정한 점이었다고 제시한 것과 논리적으로 모순됨
 - * 예측모델 개발 대상 품목 : (A Type)벼, 콩, 한우, 젓소, 돼지, (B Type)밀, 고추, 토마토, 호박, 닭
 - 예측모델은 하나가 개발이 되면, 이후의 모델은 개발시간이 점차 단축됨에도 불구하고 10년의 사업기간 동안, 개발하고자 하는 예측모델은 육종집단 규모와 오믹스 정보량이 상대적으로 많다고 평가한 A와 B Type만을 제시한 점을 감안할 때, 제시한 목표치도 낮은 것으로 판단됨
 - 특히 예측모델 10건이라는 양적인 숫자만 제시되었을 뿐, 10개 품목별 육종집단 (모집단, 핵심집단)의 현재 수준과 목표가 제시되지 않았으며, 복합 형질을 구현할 수 있는 품종 예측 정확도와 육종기한을 단축하는 시스템에 대한 평가기준과 방법도 제시되지 않음
 - 또한 오믹스테이터 라이브러리의 크기가 작아도 예측모델의 개발이 가능한 점을 고려할 때, 예측모델을 통해 새로운 품종을 만드는 것인지 여부가 제시되지 않았으며, 형질 검증에 대한 내용도 언급되지 않음

- 주관부처는 소명자료를 통해 예측모델 정확도(0.01~0.942)를 제시하였으나, 정확도의 큰 편차로 인해 바로 적용하기는 어려울 것으로 예상됨에도 현장 적용을 위한 구체적 목적형질, 라이브러리가 확보된 품종을 대상으로 한 알고리즘 개발 및 모델링 연구 등은 제시되지 않음
 - 또한 예측모델은 10개 작물로 하되, 디지털육종 기술개발 대상은 41개 품목 모두를 대상으로 한다고 소명하였으나, 작물별 유전체 크기(Genome size), 다배체 여부가 다른 점을 감안할 때 41개 품목(세세부과제)이 ‘디지털육종’이라는 개념으로 진행될 수 있을지 판단하기 어려움
 - 이에 따라, 동 성과목표로는 사업성과의 달성 여부를 확인·점검하기 어려움
- 주관부처가 제시한 ‘히트품종, 선도기업, 강소기업’ 등은 설정 근거가 불분명하고, 동 사업의 지원 효과로 인한 것인지 여부를 명확하게 파악하기 어려워 향후 사업 관리 측면에서 적절한 성과목표로 보기 어려움
- 성과목표로 제시한 글로벌 히트품종, 수입대체 히트품종은 신품종에 대한 정의가 제시되지 않았으며, 목표치 설정 근거도 미흡함
- 주관부처는 소명자료를 통해 신품종을 사업 시작 이후 품종보호 출원이나 생산판매 신고된 품종으로 정의하였으나, 동 사업 지원의 결과인지는 확인하기 어려우며, 부처가 제출한 과제 제안요청서(RFP) 만으로는 제시한 히트품종이 기존 품종의 업그레이드인지, 신품종인지 여부가 명확하지 않아 성과목표의 적절성을 판단하기 어려움
 - 선행사업인 Golden Seed 프로젝트사업이 ‘11년에 시작되었으나, 수출액 100만 달러 이상의 품종이 ‘17년에 처음 발생하여 ‘19년까지 총 4개 품종에 불과한 점을 고려할 때, 글로벌 히트품종의 목표로 제시한 10건의 설정 근거가 부족함
 - 국내 매출 1.5억 원 이상 품종도 ‘17년에 처음 발생하여 ‘19년까지 총 6개 품종인 것을 감안할 때, 수입대체 히트품종의 목표로 제시한 10건의 설정 근거도 부족함
 - 특히 Golden Seed 프로젝트가 작물 육성 5년, 시장에서 우수품종으로 인정되기 까지 5년 정도의 시간이 소요된 점을 감안하면, 주관부처는 신품종의 정의, 동 사업에서 정의한 기술 적용을 통해 개발될 것으로 예상되는 성공적 작물 육성까지의 소요시간, 시장에서 인정되는 시간 등을 고려하여 목표를 구체화·계량화해야 하나, 이에 대한 제시가 미흡한 것으로 판단됨
 - 이에 따라 동 사업의 목표설정은 사업 성과의 달성여부를 점검·확인하기에 적절하게 제시된 것으로 보기 어려움

- 성과목표로 제시한 글로벌 선도기업 10개사, 성장형 강소기업 20개사는 전략목표와 성과목표의 달성여부를 판단하기에는 제한적이며, 동 사업 지원으로 인한 기여율이 반영되지 않음
- 주관부처는 선도기업과 강소기업의 목표치 근거를 기획보고서 작성 시점의 참여기업의 숫자와 매출액을 기준으로 설정하여 제시하였으나, 기업의 성장과 쇠퇴는 시장 상황, 기업의 혁신역량, 구성원, 마케팅 전략 등 다양한 요인이 있음에도 동 사업의 지원 결과로만 추산함
- 부처가 동 성과목표를 활용하기 위해서는 선행사업의 지원 대상기업 수, 기업 성장 결과(지원 전과 후), 기여율 등의 분석 결과를 바탕으로 해야 하나, 이에 대한 분석이 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려움
- 특히 ‘글로벌 선도기업 10개사’, ‘성장형 강소기업 20개사’가 사업의 전략목표인 ‘글로벌 선도기업 육성’, 사업목적인 ‘산업혁신 생태계 조성’의 달성 여부를 가늠할 수 있는 성과목표로 보기에 제한적임
- 또한 주관부처는 동 사업 참여기업을 대상으로 전문가평가를 통하여 글로벌 선도기업, 성장형 선도기업을 선정한다고 제시하였으나, 선정기준이 되는 연평균 매출액 증가율 8%가 동 사업 지원의 결과에 의한 것인지가 명확하지 않음
- 매출액과 수출액의 경우, R&D사업(과제)을 통한 기여율이 반영되지 않았으며, 기여율을 어떤 수치로 적용할 것인지도 제시되지 않음

※ 사업화 관련 지표를 설정 시 유의사항(국가연구개발사업 표준성과지표(5차))

- 매출액 기여, 원가절감 기여, 수입대체 효과, 해외 수출에 따른 경제적 효과 등 사업화 관련 성과지표를 활용할 경우 기여율을 반영하되, 적용방법과 근거자료 등이 반드시 제시
 - 측정산식 : 기여율*을 포함하고, 산출방식에 대해 설명
 - * 기여율 : 국가연구개발사업(과제)의 수행을 통해 생산된 제품, 서비스 등의 매출액 중 R&D가 공헌한 정도
 - 측정기준 : 사업연도 기준 당해연도 실적을 사용
 - 근거 및 증빙 : 국가연구개발사업(과제) 참여기관의 ‘R&D사업(과제)을 통해 발생한 것으로, 부가세증명원, 재무제표(손익계산서), 수출실적 확인 및 증명발급신청서, 세금계산서, 용역계산서 등을 증빙으로 활용

- 동 사업이 수출 확대와 수입대체효과를 가져올 품종 개발을 목표로 제시했다면, 개발하고자 하는 작물별로 수출목표액과 내수시장 점유율 등을 사업단계별로 정량적으로, 구체적으로 제시해야 함에도 이에 대한 성과지표는 제시되지 않음

3. 성과지표의 적절성

- 성과목표 하위에 단계별 전략(목표)과 5개 성과지표를 제시하고, 단계별로 차별화된 성과지표와 가중치를 제시하였으나, 단계별 전략(목표)은 구체성이 부족함
- 주관부처는 단계별 전략(목표)을 제시하였으나, 개발하고자 하는 대상(유용 유전자원, 품종개발 소재, 맞춤형 품종, 신품종 등)에 대한 정의, 단계별 목표치 등이 제시되지 않아 구체성이 부족함

<표 3-11> 주관부처에서 제시한 단계별 전략과 성과지표

성과목표	① 디지털육종 기술경쟁력 강화 ② 신품종 개발 및 사업화 촉진 ▶ 디지털육종 기술 경쟁력 강화(기술수준 78%→90% 향상, 예측모델 10건 창출) ▶ 글로벌 신품종 수출 확대(글로벌 히트품종 10건, 수입대체 히트품종 10건 창출) (히트) 단일품종 수출액 100만 달러 / 국내매출 1.5억 원 ▶ 글로벌 선도기업 육성(글로벌 선도 10개사/ 성장형 강소기업 20개사 견인) (선도, 강소) 연평균 매출 신장률 8%↑								
	1기 (4년)			2기 (3년)			3기 (3년)		
단계별 전략 (목표)	- 디지털육종 핵심기술 특허 창출 - 유용 유전자원, 품종개발 소재 및 핵심기술 활용 확산 - 목표시장 대응 맞춤형 품종 개발			- 핵심 기술 활용 확산, 기술이전 촉진 - 글로벌 맞춤형 신품종 개발 - 글로벌 시장진출(국내시장 포함), 경제적 성과 창출			- 디지털육종 기술 산업내 정착 - 글로벌 맞춤형 신품종 개발 - 글로벌 시장진출(국내시장 포함), 경제적 성과 증대		
성과 지표	지표명	가중치 (유형)	'25 목표	지표명	가중치 (유형)	'28 목표	지표명	가중치 (유형)	'31 목표
	논문 표준화 영향력 지수	0.3 (과학)	69.28	특허등급	0.2 (기술)	4.90	특허등급	0.1 (기술)	5.20
	특허등급	0.4 (기술)	4.62	기술이전 (10억 원당)	0.3 (경제)	1.36	기술이전 (10억 원당)	0.2 (경제)	1.44
	기술이전 (10억 원당)	0.3 (경제)	1.28	품종등록 (10억 원당)	0.3 (기술)	3.25	품종등록 (10억 원당)	0.3 (기술)	3.45
				사업화 수출액 (10억 원당)	0.2 (경제)	166.91	사업화 수출액 (10억 원당)	0.4 (경제)	177.13
		1.0			1.0			1.0	

출처 : 기획보고서, 재정리

※ 성과지표별 성과유형은, 「국가연구개발사업 표준성과지표(5차)」에 맞춰서 정정함

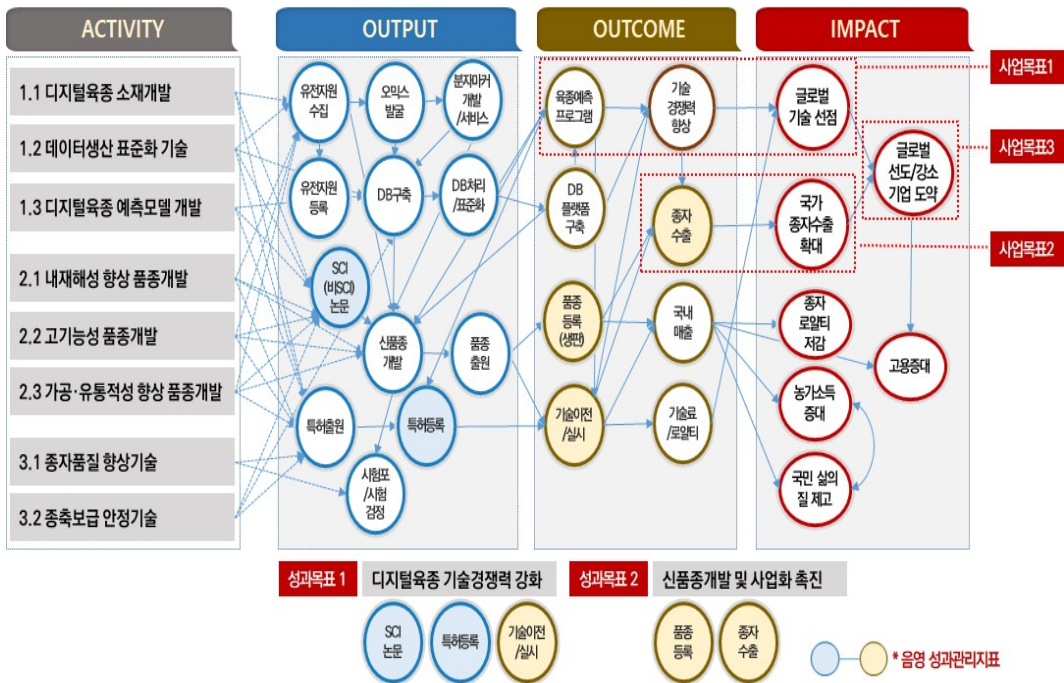
- 주관부처는 3개 중점, 8개 핵심기술 활동의 결과물, 산출물 지표 중, '디지털육종 기술경쟁력 강화'는 논문 표준화 영향력 지수, 특허등급, 10억 원당 기술이전건수의

3가지 성과지표로 제시하고, '신품종개발 및 사업화 촉진'은 품종등록건수, 10억 원당 종자수출액의 2가지 성과지표로 제시함

○ 주관부처는 5개 성과지표의 지표별 측정산식, 측정방법, 연도별 목표치를 제시함

<표 3-12> 주관부처가 제시한 사업목표와 성과지표의 목표 연계

성과유형	성과지표	최종년도 목표치('31년)	사업목표 연계
기초기술 기반확보	논문 표준화 영향력 지수	69.28('25년)	디지털육종 기술경쟁력 강화 ↓ 글로벌 First Mover 도약
	특허등급	5.20	
연구성과 확산	기술이전(10억 원당)	1.44	
품종개발 사업화	품종등록건수(10억 원당)	3.45	신품종 사업화 촉진 수출확대 ↓ 글로벌 선도기업 성장 견인
	해외 수출(10억 원당)	177.13	



출처 : 기획보고서

<표 3-13> 성과지표 : 논문 표준화 영향력지수

지표 ①	논문 표준화 영향력지수									
측정산식	■ 논문지수 = $\sum(\text{개별 SCI(E) 논문게재저널의 mnrIF}) / \text{총 SCI(E) 논문게재 건수}$ ※ $\text{mnrIF} = 100 \times (N^* \times \text{rnIF}^{**} - 1) / (N-1)$ * N = 저널이 속한 JCR Category의 저널 수 ** rnIF = 순위보정영향력지수									
측정방법	■ 측정대상기간 : 당해연도 1.1 ~ 12.31 게재된 SCI 논문 ■ 목표치 설정근거 - 선행사업(차세대BG21)의 3단계('18-'19) 성과 평균 값을 초기연도 목표치로 설정 - 매년 2% 증가 수준으로 설정									
구분	1단계				2단계			3단계		
	' 22	' 23	' 24	' 25	' 26	' 27	' 28	' 29	' 30	' 31
목표치	65.28	66.59	67.92	69.28	-	-	-	-	-	-

출처 : 기획보고서, 재정리

<표 3-14> 성과지표 : 특허등급

지표 ②	특허등급(SMART)									
측정산식	■ 측정산식 = $\sum(A_i \times B_i) / \sum B$ ※ A_i : 특허등급별 가중치, B_i : 등급별 특허성과 건 									

출처 : 기획보고서, 재정리

<표 3-15> 성과지표 : 기술이전건수

지표 ③	기술이전건수									
측정산식	■ 측정방법 = 추진 과제들의 전체 기술실시 계약 건수 합을 기준으로 당해연도 투입예산을 기준으로 측정(10억 원당)									
측정방법	■ 측정대상기간 : 당해연도 1.1 ~ 12.31 ■ 목표치 설정근거 - 선행사업(차세대BG21)의 3단계('17-'19) 성과 평균 값을 초기연도 목표치로 설정 - 매년 2% 증가 수준으로 설정									
구분	1단계				2단계			3단계		
	' 22	' 23	' 24	' 25	' 26	' 27	' 28	' 29	' 30	' 31
목표치	-	-	1.25	1.28	1.30	1.33	1.36	1.38	1.41	1.44

출처 : 기획보고서, 재정리

<표 3-16> 성과지표 : 품종등록건수

지표 ④	품종등록건수									
측정산식	■ 측정방법 = 추진 과제들의 전체 품종등록 건수 합을 기준으로 당해연도 투입 예산을 기준으로 측정 $\text{품종등록} = \frac{\sum \text{품종등록 (건), 당해년도}}{\text{당해년도 예산 (10억원)}}$									
측정방법	■ 측정대상기간 : 당해연도 1.1 ~ 12.31 ■ 목표치 설정근거 - 선행사업(차세대BG21)의 3단계('17-'19) 성과 평균 값을 초기연도 목표치로 설정 - 매년 2% 증가 수준으로 설정									
구분	1단계				2단계			3단계		
	' 22	' 23	' 24	' 25	' 26	' 27	' 28	' 29	' 30	' 31
목표치	-	-	-	-	3.13	3.19	3.25	3.32	3.39	3.45

출처 : 기획보고서, 재정리

<표 3-17> 성과지표 : 사업화 수출액

지표 ⑤	사업화수출액(만\$)									
측정산식	■ 측정방법 = 추진 과제들의 전체 수출액 합을 기준으로 당해연도 투입예산을 기준으로 측정 $\text{사업화수출액} = \frac{\sum \text{사업화수출액, 당해년도}}{\text{당해년도 예산 (10억원)}}$									
측정방법	■ 측정대상기간 : 당해연도 1.1 ~ 12.31 ■ 목표치 설정근거 - 선행사업(차세대BG21)의 3단계('17-'19) 성과 평균 값을 초기연도 목표치로 설정 - 매년 2% 증가 수준으로 설정									
구분	1단계				2단계			3단계		
	' 22	' 23	' 24	' 25	' 26	' 27	' 28	' 29	' 30	' 31
목표치	-	-	-	-	160.43	163.64	166.91	170.25	173.65	177.13

출처 : 기획보고서, 재정리

□ 주관부처는 3개 중점, 8개 핵심기술의 결과물과 산출물, 단계별 전략 등을 고려하여 성과목표와 연계성을 갖고, 성과목표에 부합되도록 성과지표를 설정해야 하나, 이에 대한 반영이 충분하지 않은 것으로 판단됨

○ 사업목표 달성도를 측정할 수 있는 내용이 반영된 성과지표가 제시되지 않고, 지나치게 일반화된 성과지표를 설정함

- 주관부처는 8개 핵심기술 개발활동의 결과물로 논문과 특허를 포함하여 유전자원 수집, 오피스 발굴, 분자마커 개발, 유전자원 등록, DB 구축, DB 표준화, 시험포점정 등을 다양하게 도출하였으나, 성과지표는 품종등록건수를 제외하면, 논문,

특히, 기술료 등 지나치게 일반화된 성과지표를 제시하여 사업목표 달성도 측정이 가능하지 않음

<표 3-18> 핵심기술의 성과지표 구체화 현황

핵심기술		관련 성과지표
1.1. 디지털육종 소재개발	→	-
1.2. 데이터생산 표준화기술		-
1.3. 디지털육종 예측모델개발		-
2.1. 내재해성향상 품종개발		④품종등록건수
2.2. 고기능성 품종개발		④품종등록건수
2.3. 가공·유통적성향상 품종개발		④품종등록건수
3.1. 종자품질향상기술		-
3.2. 종축보급안전기술		-
		①논문 표준화 영향력지수 ②특허등급 ③기술 실시 계약 및 이전 건수 ⑤사업화 수출액

○ 사업단계별 핵심성과가 포함된 성과지표가 제시되지 않음

- 단계별 전략의 구체적 제시가 미흡하지만, 단계별로 제시된 성과지표도 단계별 전략의 달성 정도를 파악할 수 없는 일반화된 성과지표를 제시함

<표 3-19> 단계별 전략의 성과지표 구체화 현황

단계별 전략			관련 성과지표
1단계	1. 디지털육종 핵심기술 특허 창출	→	②특허등급
	2. 유용 자원, 품종개발 소재 및 핵심기술 활용·확산		-
	3. 목표시장 대응 맞춤형 품종 개발		④품종등록건수
2단계	4. 핵심 기술 활용·확산, 기술이전 촉진		③기술 실시 계약 및 이전 건수
2~3단계	5. 글로벌 맞춤형 신품종 개발		④품종등록건수
3단계	6. 디지털육종 기술 산업 내 정착		-
2~3단계	7. 글로벌 시장진출(국내시장 포함), 경제적 성과 창출 및 증대		⑤사업화 수출액

- 또한, 중장기산업 기술개발사업*으로 신청된 동 사업은 초기-중기-장기에 해당되는 핵심성과 중심으로 지표가 제시되지 않아, 사업 추진경과에 따른 성과를 파악하기 어려움

* 중장기산업 기술개발사업 : 중·장기적(3년 이상) 상용화를 목표로 추진 중인 응용·개발 연구사업

- 특히 사업 초기부터 경제적 성과(기술 실시 계약 및 이전건수)가 발생하는 것을 감안하면, 동 사업의 사업기간 10년의 적절성도 부족함

<표 3-20> 사업유형별 핵심성과와 주관부처에서 제시한 핵심성과 비교

사업유형 / 기간	초기 (Output)	중기 (Short-term Outcome)	장기 (Long-term Outcome)
[국가 R&D 표준성과지표] 중장기산업 기술개발	과학적 성과 기술적 성과	과학적 성과 기술적 성과 경제적 성과	경제적 성과
디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업	논문(과학적) 특허(기술적) 기술이전(경제적)	특허, 품종등록(기술적) 기술이전, 수출액(경제적)	특허, 품종등록(기술적) 기술이전, 수출액(경제적)

출처 : 국가연구개발사업 표준성과지표(5차), 기획보고서, 재정리

4. 수혜자 표적화의 적절성

- ☐ 동 사업의 목표 및 추진범위를 고려할 때 종자기업, 생산농가 등이 직접적인 수혜자로 판단됨
- 주관부처는 동 사업의 수혜자로 종자기업, 생산농가, 유통/가공 기업, 첨단 육종기술 분야 연구자(대학 및 연구기관), 국민을 제시
 - 예비타당성조사에서 수혜자는 사업 수행의 결과, 직접적인 경제적 편익을 얻는 주체를 의미함
 - 따라서 동 사업의 직접적인 수혜자는 종자 기업으로, 육종 기반(육종 소재, 예측모델 등), 맞춤형 품종, 종자품질 향상 지원 등으로 인해 경제적 편익을 얻는 직접적인 주체이며, 종축의 수입 대체로 인해 국가 차원의 편익도 발생할 것으로 판단됨

제 3 절 세부활동 및 추진전략의 적절성

1. 세부활동과 사업목표와의 연계성

- 동 사업의 목표는 미래선도형 디지털육종 기술혁신과 신품종 사업화 촉진 및 기업 성장 견인으로, 중점 추진분야와 핵심기술은 대체로 관련 분야의 기술개발과 사업화를 위한 응용·개발연구에 해당하는 연구개발 활동으로 제시됨
- 동 사업은 3개 중점기술을 선정하여 분야 특성에 따라 2~3개의 핵심기술로 세분화하고, 중점기술이 전략목표와 대응 혹은 연계되는 구조로 기획됨

사업목표	▶ 미래선도형 디지털육종 기술 혁신을 통한 글로벌 First Mover 도약 ▶ 글로벌 수요맞춤형 신품종 사업화 촉진 및 기업성장 견인
전략목표	▶ 디지털육종 기술경쟁력 강화 : 기술수준 78%→90% 향상, 예측모델 10건 창출 ▶ 글로벌 신품종 수출 확대 : 글로벌 히트품종 10건, 수입대체 히트품종 10건 ▶ 글로벌 선도기업 육성 : 글로벌 선도기업 10개사, 성장형 강소기업 20개사



중점추진분야	핵심기술	연구성과 목표
[1중점] 디지털육종 혁신기반 조성	1.1 디지털육종 소재개발	(유전자원등록) 175점 (유전자원수집) 711점 (오믹스발굴) 16건 (분자마커개발) 91건
	1.2 데이터 생산 표준화 기술	(오믹스발굴) 48건 (분자표지개발) 54건 (DB구축) 37건 (유전자원등록) 225점 (유전자원수집) 890점
	1.3 디지털육종 예측모델 개발	(프로그램 개발) 34건 (DB구축) 29건 (유전자원 등록) 80점 (오믹스 발굴) 2건
[2중점] 수요맞춤형 정밀육종 확산	2.1 내재해성 향상 품종개발 기술	(품종등록) 213건 (수출액) 10,894만 달러 (국내 매출액) 1,147억 원
	2.2 고기능성 품종개발기술	(품종등록) 195건 (수출액) 10,006.4만 달러 (국내 매출액) 789억 원
	2.3 가공·유통적성 향상 품종개발기술	(품종등록) 50건 (수출액) 2,566.1만 달러 (국내 매출액) 407억 원
[3중점] 육종현장 지원 기술고도화	3.1 종자품질 향상기술	(적응성시험검정) 36품종 (해외 시험포) 156개소 (기술실시/이전) 9건 (분자표지 개발) 6건 (중간모본 육성) 100건
	3.2 종축보급 안정기술	(프로그램 개발) 12건 (DB 구축) 12건 (유전자원 등록) 27점

[그림 3-14] 세부활동과 사업목표(전략목표)와의 연계

출처 : 기획보고서, 재구성

- 동 사업의 세부활동을 통한 ‘글로벌 First Mover 도약’과 ‘수요맞춤형 신품종 사업화 촉진 및 기업성장 견인’이라는 전체 사업목표의 달성 가능성을 판단할 수 있는 근거와 논리 제시는 미흡한 것으로 판단됨
- 가령, 유전자원등록, 수집, 오믹스 발굴, 분자마커 개발 등의 소재개발, 생산표준화 기술을 통해서 육종기술이 90% 수준으로 향상된다는 근거는 없음
- 또한 예측모델 10건을 창출한다고 하였으나, 모델의 정확성, 활용성, 수준 등이 구체적으로 제시되지 않았으며, 10건이 창출된다고 하여 현재 수준(78%)에서 향상된 정도를 파악할 수 있는 근거는 없음
- 내재해성 향상 품종, 고기능성 품종, 가공·유통적성 향상 품종의 등록을 각각 213건, 195건, 50건 등 총 458건 제시하였으나, 선행 Golden Seed 프로젝트를 통한 품종등록건수가 265건임을 감안할 때 근거가 부족하다고 판단됨
- 또한 종자기업의 성장은, 국·내외 시장, 기후변화 등 환경적 영향이 크기 때문에 해외 수출액과 국내 매출액은 목표치가 달성이 동 사업을 통한 기업성장 견인으로 인한 것이라고 보기 어려움
- 중점추진분야 ‘육종현장 지원기술 고도화’의 연구성과 목표로 제시된 것 중, 일부는 연구개발로 인하지 않은 것도 포함되었고 정량적 수치만 제시되어 동 사업의 목표인 사업화 촉진에 어느 정도 기여할 수 있을지 판단하기 어려움

2. 세부활동 도출의 적절성

가. 세부활동의 적절성

- 3개 중점기술, 8개 핵심기술, 49개 세부기술의 사업목표와의 논리적 연계를 제시하였으나, 기술 간 실질적 연계를 확인하기 어려우며 ‘실용화 및 시장선점’을 어떤 전략으로 추진할지가 제시되지 않음
- 주관부처는 핵심 성과물의 흐름에 따라 사업을 구성하여, 종자산업의 디지털육종 전환을 이루는 전주기 R&D 생태계를 조성하고자 동 사업을 기획하고, 세부 개발 활동별 연계를 제시함
- 주관부처는 2차 추가자료 제출을 통해 선행사업의 연구성과를 육종집단 구축 규모와 오믹스 정보량에 따라 A, B, C Type으로 분류하여 중점추진분야별 세부개

발 활동 연계를 제시함으로써 핵심기술 간 선후관계와 연계성, 순환구조 등을 구체적으로 제시하였음

- 그러나 동 사업을 구성하고 있는 173개 세부기술 중 168개 세부기술의 연구기간이 사업기간과 동일한 10년으로, 세부기술 간, 세부기술 간, 8개 핵심기술 간 실질적 연계의 확인이 어려우며, 이로 인해 사업목표와의 논리적 연계도 부족하게 하는 결과를 초래하였다고 판단됨

- 특히 품종개발에 해당하는 2중점기술(내재해성 향상 품종, 고기능성 품종, 가공·유통적성향상 품종개발)의 원활한 추진을 위해서는 1.1.디지털육종 소재개발과의 유기적 연계가 요구되나, 기술이전이라는 도식만 제시할 뿐 구체적 연계방안은 제시되지 않아 품종개발이 효율적으로 추진될지 판단하기 어려움

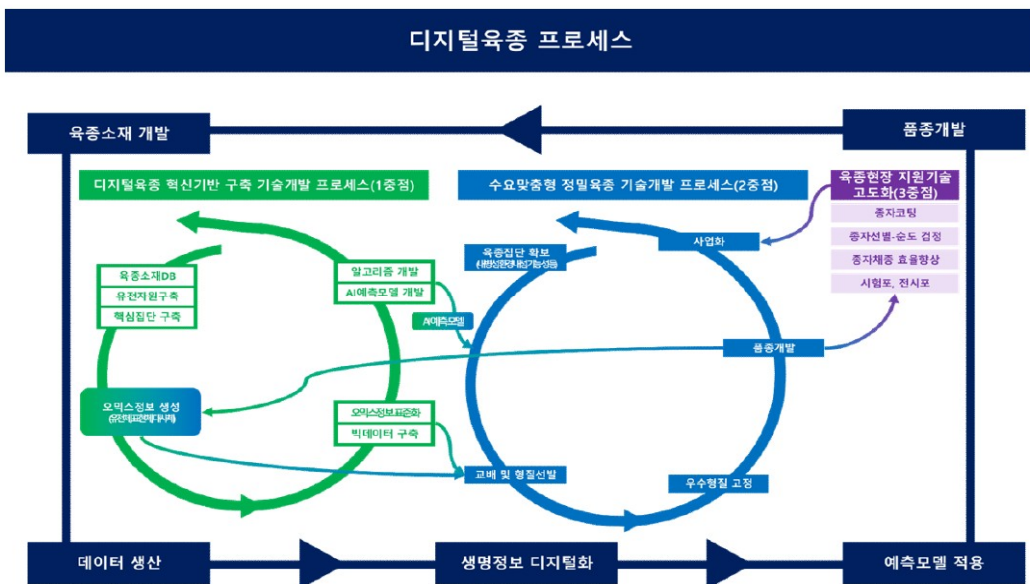
※ 선행사업 2개가 통합 제시되었지만, 1 중점은 차세대바이오그린 21, 2 중점은 차세대바이오그린 21 과 Golden Seed 프로젝트, 3 중점은 Golden Seed 프로젝트 위주로 배치



[그림 3-15] 주관부처가 제시한 중점추진분야 세부 개발 활동별 연계

출처 : 기획보고서

- 또한 육종 소재 개발부터 사업화까지 종자산업의 전주기 R&D를 지원하겠다고 하였으나, 사업의 최종목표인 ‘디지털육종 기술 실용화’, ‘글로벌 시장 선점’을 어떤 전략을 가지고, 어떻게 달성할 것인지에 대한 세부활동 제시는 미흡함
 - 173개 세세부기술의 목표가 동 사업의 목표인 종자산업의 글로벌 경쟁력 향상, 기업 발전, 산업적 기여 등과 어떻게 연계되는지 제시하지 않음
 - 특히 디지털육종 기술이 아직까지 실용화되지 않은 단계이고, 수요맞춤형 성격이 높은 2중점기술에 참여 의향서를 제출한 기업 대부분이 활용하는 분자육종기술도 분자마커 표지를 활용한 선발에 제한적으로 활용되고 있는 점을 고려할 때, 기술 연계 및 실용화 전략이 제시되지 않으면 선행 Golden Seed 프로젝트와 같이 개별 민간기업 지원에 그칠 가능성이 높으나 구체적 전략이 미흡함
- 주관부처는 소명자료를 통하여 3개 중점기술, 8개 핵심기술, 세세부과제별 연계를 설명하기 위한 도식을 추가로 제시하며 상호연계, 피드백 등을 통하여 종자산업의 역량과 경쟁력 확보가 가능하다고 설명하였으나, 구체적 방안은 제시되지 않음
 - 특히 제시된 173개 세세부과제별 연구개발 내용, 추진기간 등을 고려할 때, ‘디지털육종’ 프로세스의 개념에 맞는 효율적 추진은 어려울 것으로 판단됨



[그림 3-16] 주관부처가 제시한 중점추진분야별 세부개발 활동별 연계 (추가자료)

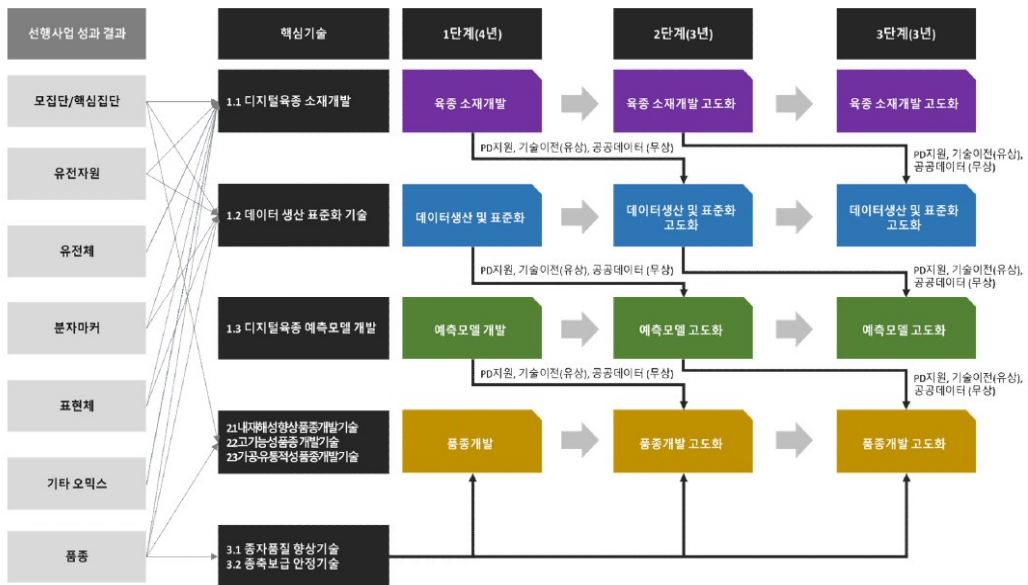
출처 : 소명자료

- 작목별 또는 과제별 연구개발 기간, 연구개발비 등에 대한 산출근거가 미흡하며, 연구기간이 동일하게 제시되어 연계추진이 가능한지를 판단하기 어려움
 - 작목별 혹은 과제별 기술 수준 분석, 기술 성숙도 등을 기반으로 연구기간, 연구비 등을 차등적으로 제시하여야 하나, 세세부기술(RFP) 대부분의 연구비 산출 근거가 없으며, 연구기간은 동일하게 10년으로 제시됨
 - 특히 1중점에서 2중점으로 연계하고, 기술 이전을 통한 성과환류를 제시하였으나, 과제기간이 대부분 10년으로 사업기간 내 연계가 불가능한 구조로 제시되어 중점 기술별 연계, 환류가 가능한지 판단하기 어려움
- 선행사업의 결과물 활용·연계 여부가 명확하게 제시되지 않아 장기·대형사업으로 진행되는 후속사업의 세부활동으로는 미흡함
 - 기 구축된 유전자원 활용이 제시되지 않았으며, 분자표지 개발, 유전자원 등록, 수집 등을 1단계 성과목표로 제시
 - 작물의 개발기간, 개발 후 우수품종으로 인정되는데 소요되는 기간 등을 감안할 때, 선행사업의 성과물 활용이 중요하며, 주관부처는 선행사업을 통하여 산출된 유전자원, 분자표지, 개발품종 등이 동 사업에 활용이 가능하다고 하였으나, 활용 전략의 구체적 제시는 미흡함
 - 또한, 기획보고서에는 벼, 콩, 고추 등 12개 작물의 유전자원이 확보되었다고 언급하였으나, 어떻게 활용할 것인지의 전략이 포함된 세세부과제는 제시되지 않음
 - 유전자원 활용, 분자표지 이용 등이 핵심기술, 중점기술, 세세부과제 등에 제시하여야 하나, 분자표지 개발, 유전자원 수집을 목적으로 하는 과제가 제시되어, 장기·대형사업으로 진행된 선행사업의 후속사업의 세부활동으로는 미흡함
 - ※ 2 중점기술인 품종개발의 연구개발 내용에 유전자원 탐색, 자원수집 등이 포함
 - 포스트게놈 다부처 유전체 사업에서 발생한 유전체 인프라 활용 가능성은 제시되지 않음
- 기술적으로 성숙된 부분에 대한 성과 창출 방안이 부족하고, 시장과 기술의 변화에 대응할 수 있는 신규과제를 어떻게 반영할지는 기획보고서 상에 제시되지 않음
 - 일반적인 빅데이터와 AI기술을 적용한다면, 기술적으로 성숙된 부분은 1차년도부터 성과 창출이 가능하나 이에 대한 고려가 부족함

- 기초·기반, 품종개발, 사업화 등에 따라 지원기간이 다를 수 있음에도 이에 대한 검토내용은 기획보고서에 제시되지 않음

※ 단계(4+3+3) 평가 시 연구성과, 종자산업 및 기술 변화 등 고려하여 연구내용 일부 조정할 것을 제시

- 사업기간(10년), 단계(4+3+3) 구분, 3개 내역사업 및 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계, 상호연계의 적절성이 부족함
- 10년의 사업기간 설정과 단계별 로드맵으로 제시한 1단계(기반구축), 2단계(확산), 3단계(고도화)의 근거가 부족함
- 핵심기반 과제의 상품화 시기에 시장지향형 과제가 종료되는 등 시간적 선후관계가 고려되지 않았으며, 특히 핵심기반기술의 경우 신뢰성 확보 후, 시장에 유통되는 점을 고려할 때 현실적 활용 가능성도 낮은 것으로 판단됨
- 주관부처는 소명자료를 통해 기술총괄(PD)이 데이터관리계획 의무화 과제 지정 및 관리, 오믹스 정보 등의 수집 역할 수행, 기획(신규 아이디어, 도전적 과제 등의 전략) 등을 담당함으로써 단계별(3단계, 4+3+3) 연계성을 확보한다고 제시하였으나, 기술총괄(PD)의 역할만으로 단계별 연계성을 확보한다는 점은 타당성이 부족하다고 판단됨



[그림 3-17] 주관부처에서 제시한 기술총괄(PD)을 통한 단계별 연계성 확보 방안
출처 : 소명자료

- 일부 과제는 디지털육종의 개념이 품종별 개발 계획에는 반영되지 않았으며, 일부 핵심기술은 제시된 연구개발동향을 고려할 때, 실행 가능성이 낮음
 - 일부 품종은 사육관리, 질병 모니터링 등을 개발 계획으로 제시
 - '디지털육종 예측모델 개발'은 제시된 국내 오믹스 빅데이터 연구개발 동향을 고려할 때 연구개발 목표의 현실성이 낮음
- 3대 중점기술을 구성하고 있는 핵심기술이 제시하고 있는 성과목표가 포괄적이고 병렬적으로 나열되어 세부활동의 적절성을 판단하기 어려움

<표 3-21> 3개 내역사업 및 8개 프로그램별 구성 현황

내역사업 (과제 수)	8개 프로그램 (과제 수)	예산 (억 원)	프로그램 구성(과제 수)
1. 디지털육종 혁신기반 조성사업 (74)	1.1. 디지털육종 소재개발(32)	1,060.5	1-1-1. 원예작물 핵심집단 구축 및 육종소재 개발(10) 1-1-2. 식량작물 핵심집단 구축 및 육종 소재개발(7) 1-1-3. 돌연변이 기술활용 디지털육종소재 개발(3) 1-1-4. 미래 소비트렌드 대응 가축 형질 향상 오믹스 발굴 및 육종 소재화 기술개발(4) 1-1-5. 가축 스트레스 대응 오믹스 발굴 및 정밀육종소재화 기술개발(6) 1-1-6. 기능성 성분 고품유 산림버섯 육종소재 개발(2)
	1.2. 데이터생산 표준화 기술(25)	1,058.5	1-2-1. 원예작물 표현체 정보 디지털화 기술개발(3) 1-2-2. 식량작물 표현체 정보 디지털화 기술개발(5) 1-2-3. 작물별 대사체 정보 디지털화 기술개발(6) 1-2-4. 작물별 오믹스 빅데이터 표준화 및 통합 기술 개발(7) 1-2-5. 디지털 가축 육종 활용을 위한 빅데이터 분석 표준화 및 통합 기술 개발(4)
	1.3. 디지털육종 예측모델 개발(17)	704.8	1-3-1. 대량 유전체 확보 작물 디지털육종 기술개발 및 현장적용 연구(4) 1-3-2. 작물별 오믹스 빅데이터 기반 디지털육종 알고리즘 개발(2) 1-3-3. 식량작물 오믹스 정보 기반 디지털육종 예측모델 개발(2) 1-3-4. 주요 작물 병해충 저항성 품종육성을 위한 디지털육종 예측 모델 개발(3) 1-3-5. 주요 작물 환경 저항성 품종육성을 위한 디지털육종 예측모델 개발(3) 1-3-6. 가축 형질 예측을 위한 디지털육종 기술개발(3)
2. 수요맞춤형 정밀육종 확산사업 (84)	2.1. 내재해성 향상 품종개발기술(37)	1,282.3	2-1-1. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 내병성 향상 품종개발(5) 2-1-2. 디지털 기술을 활용한 가지과 작물 내병성 향상 품종개발(8) 2-1-3. MAB 활용 박과 작물 내병성 향상 품종개발(6) 2-1-4. 유전자형-표현형 연관분석을 이용한 과수 내병성 향상 품종개발(2) 2-1-5. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 환경내성 향상 품종개발(2) 2-1-6. 가지과 작물 환경내성 향상 품종개발(1) 2-1-7. MAB 활용 박과 작물 환경내성 향상 품종개발(3) 2-1-8. 백합과 작물 환경내성 향상 품종개발(3) 2-1-9. 과수 환경내성 향상 품종개발(1) 2-1-10. 화분과 환경 내성 향상 디지털 기반 품종 개발(벼, 밀, 옥수수)(3) 2-1-11. 두과 환경 내성 향상 디지털 기반 품종 개발(콩, 팥)(2) 2-1-12. 채소 주요병에 대한 병리검정 및 종자검역 검사 표준화 및 서비스(1)
	2.2. 고기능성 품종개발기술(37)	1,170.4	2-2-1. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 기능성 향상 품종개발(8) 2-2-2. 디지털육종 기반 가지과 작물 기능성 향상 품종개발(5) 2-2-3. MAB 활용 박과 작물 기능성 향상 품종개발(3) 2-2-4. 백합과 작물 기능성 향상 품종개발(4) 2-2-5. 오믹스 기술을 활용한 과수 기능성 향상 품종개발(3) 2-2-6. 디지털육종 기반 고기능성 축산물 생산 기술개발(2) 2-2-7. 기업 주도형 육종패러디드 통합 개량시스템 고도화 한국형 종돈 개발(3) 2-2-8. 토종닭 산란육용 종계 순계 고도화 및 신계통 개발(5) 2-2-9. 디지털육종 기술기반 화분과 작물 기능성 향상 품종 개발(3) 2-2-10. 채소작물의 기능성 성분 발굴 및 고부가가치 품종개발을 위한 채소류 성분 분석 대량·신속 서비스(1)
	2.3. 가공·유통적성 향상 품종개발기술(10)	315.0	2-3-1. 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 가공유통적성 향상 품종개발(3) 2-3-2. 디지털 기술을 활용한 가지과 작물 가공유통적성 향상 품종개발(4) 2-3-3. MAB 활용 박과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발(2) 2-3-4. 백합과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발(1)
3. 육종현장 지원기술 고도화사업 (15)	3.1. 종자품질 향상기술(5)	110.0	3-1-1. 채소작물 종자품질관리 고도화 기술(3) 3-1-2. 응성불임 활용 재종효율 증진 기술 개발(1) 3-1-3. 종자수술 활성화와 시험포·전시포 사업(1)
	3.2. 종축보급 안정기술 (10)	279.5	3-2-1. 디지털 가축 육종 기반 산업현장 활용기술 개발(3) 3-2-2. ICT 융복합 참여 종돈장 종돈 검정 및 질병 관리시스템 개발 기술 지원(2) 3-2-3. 2세대 GSP 개발품종(계통) 관리 종합 시스템 개발 및 산업화 기술지원(5)

주) 총괄 PD 5인 과제비 222.3억 원, 기획평가관리비 176.7억 원 제외

출처 : 기획보고서 재구성

□ (중점기술 1) 디지털육종 혁신기반 조성

- 주관부처는 1중점기술을 '고부가가치 창출이 가능한 미래형 품종개발을 위한 기능성 유용 육종소재 발굴 및 오믹스 빅데이터, AI를 활용한 디지털육종 기반기술 확보'를 목적으로 3개 핵심기술로 구성

1.1.디지털육종 소재개발	소재개발디지털 작물/기축 육종 기반 확보를 위한 다양한 원천 유전자원 확보 및 다양한 변이창출로 소재를 개발하고 작물별 씨가축별 핵심집단 구축
1.2.데이터생산 표준화 기술	핵심집단 활용 유전체, 표현체, 대사체 분석 및 정보 디지털화와 다중 오믹스 정보 표준화, 바이오인포메틱 파이프라인 구축
1.3.디지털육종 예측모델 개발	기능성, 병충해 저항성 등 AI 기반 품종개발 예측모델 개발, 육종현장 실용화 연구

[핵심기술 1.1 디지털육종 소재개발]

- 육종소재 핵심집단 발굴 및 개발, 이들 육종소재 핵심집단을 활용한 유용 분자표지 및 유용 변이체를 발굴하여 육종의 핵심자원인 다양한 변이체(육종에 필요한 형질을 잘 갖춘 계통)를 확보하는 것은 적절하나, 선행사업의 결과물을 활용한 기술개발 제시가 부족하여 실제 육종에 활용될 수 있을지 판단하기 어려움
- 부처가 제시한 디지털육종 소재개발은 유전체 분석 집단구축과 유전체 분석이 대부분으로, 해당 부분은 차세대바이오그린21사업에서 상당 부분 결과가 도출된 분야이기 때문에 동 사업에서는 기 구축된 유전집단 활용 방법, 구축된 집단에 대한 디지털육종 기술의 접목 등이 제시되어야 하나, 이에 대한 제시가 미흡하여 적절성을 판단하기 어려움
 - ※ 개발 대상 작물이 공통적으로 핵심집단 구축, MAGIC(Multiparent advanced generation intercross) 집단 구축, 유전체 분석을 주 연구 분야로 설정하여, 육종소재연구가 아닌 유전체연구로 보임
- 특히 차세대바이오그린21사업을 통해 구축된 핵심집단의 형질분석, 유전자 탐색, 관여 형질과 관련된 마커를 제시하고 이를 활용하여 디지털육종으로 연결이 가능한 부분. 가령, 구축된 분석 집단에 대한 형질평가로 우수 유전자원 선발, 분자유종 기술(유전자가위)을 활용한 신 돌연변이 창출, 농업형질 표현형 평가 등이 포함되어 육종소재로 활용될 수 있는 유전자원 선발이 포함되어야 하나 미제시
- 주관부처는 동 핵심기술에서 개발하고자 하는 목표를 정량적으로 제시*하였으나, 선행사업인 차세대바이오그린21에서 확보된 기술 수준 대비 달성하고자 하는 성능, 정성적 스펙 등이 구체적으로 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려움

* 유전자원등록 175 점, 유전자원수집 711 점, 오믹스발굴 16 건, 분자마커개발 91 건 등

- 특히 동 사업에서 지향하는 빅데이터, 딥러닝, AI 등을 활용하기 위해서는 대량의 유전정보가 요구되나 이에 맞는 연구성과목표 제시는 부족함
- (축산) 대상형질에 대한 정의가 제시되지 않아 적절성 파악이 어려움
 - 식물은 육종 소재의 다변화가 필요한 반면, 동물은 육종 형질의 다변화가 필요하나 이에 대한 고려 없이 필요성과 방법을 동일 범주에서 제시함
 - 소비자 지향 형질 개발을 목표로 한다면, 대상 형질의 가격, 품질, 풍미 등에 대한 정의가 우선되어야 하나, 이에 대한 제시가 미흡함

[핵심기술 1.2 데이터 생산 표준화 기술]

- 선행연구의 고도화, 개발하고자 하는 대상작물의 공공성 등을 고려할 때 개발 필요성은 인정되나, 연구개발 범위 설정의 구체성이 미흡한 것으로 판단됨
 - 차세대바이오그린21 사업을 통해 확보된 유전체연구, 시스템합성 연구 성과의 고도화를 위한 대사체, 표현체 정보 확보, 표준화하여 육종기술을 확보하는 것으로, 대상기술과 작물이 공공기술 성격이 강하므로 국가 주도의 추진 타당성은 인정됨
 - 다만, 작물별로 확보된 대사체, 표현체 정보가 다름에도 동일한 연구내용이 제시되었으며, 연구를 통하여 확보할 유전체 정보가 구체적으로 제시되지 않아 연구개발 범위 설정의 구체성이 미흡함
- 주관부처는 동 핵심기술에서 개발하고자 하는 목표를 정량적으로 제시*하였으나, 달성하고자 하는 개발 목표, 성능, 정성적 스펙 등이 구체적으로 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려움
 - * 오믹스발굴 48 건, 분자표지개발 54 건, DB구축 37 건, 유전자원등록 225 점, 유전자원수집 890 점 등
 - 가령 표현체 자동분석시스템을 통해 어떤 정보를 얻을 것인지, 목표로 하는 표준화는 어떤 수준이 되어야 하는지, 유전체 정보와 연관성이 있는 정보를 연차별로 얼마나 확보할지, 최종적으로는 어떤 기술을 제공해 주는 플랫폼을 갖출 수 있는지 등이 제시되지 않음
- 세세부과제의 연구목표, 연구개발 로드맵과 세부과제의 주요 연구내용과 일치하지 않는 내용이 포함되어 세부활동 구성의 적절성을 판단하기 어려움
 - 연구개발 로드맵에 표현체 정보구축과 빅데이터 처리·분석기술이 동시 진행되는 것으로 제시*되어, 빅데이터 처리기술에 해당하는 과제**와의 차별점이 불분명함

* 1-2-1-2(사과, 배, 포도 등 과실류), 1-2-1-3(무와 호박)

** 1-2-3-5(사과, 배, 포도 등의 과실작물), 1-2-4-4(채소작물)

- 만약 세부과제 내용과 동일하게 추진된다면, 표현체, 대사체의 정보가 획득된 후 처리기술 개발이 진행되어야 개발 선후관계가 적절하기 때문에 세세부과제별 개발 순서, 연구기간 등의 검토가 미흡한 것이고, 작물에 공통 적용되는 기술이라면, 세세부과제별 중복성 검토가 미흡한 것으로 판단됨
- 기술에 대한 목표는 제시되었으나 개발하고자 하는 형질에 대한 제시가 부족하여 최종 성과물 활용방안의 적절성을 판단하기 어려움
 - 표현형을 지정하는 유전체 분류, 분류된 정보를 기초 Data로 머신러닝 혹은 딥러닝 알고리즘을 적용하여 적중률이 높은 정보를 단기간에 도출하여 육종에 활용하는 것이 목표로, 표현형 정보의 축적, 딥러닝/머신러닝 등을 통한 예측, 육종가의 확인까지 소요되는 기간 등을 감안할 때, 개발하고자 하는 형질에 대한 명확한 제시가 필요하나 이에 대한 제시가 부족함
 - 또한, 핵심소재의 연계와 추론, 이들 정보의 디지털화, 다중 오믹스 정보의 통합 분석을 통한 디지털육종 기술의 현장화 추진을 위한 표준화된 기술을 이용할 수 있는 프로그램 개발 등은 제시되지 않음
- (축산) 표준화에 대한 정의가 미흡하여 기술개발 필요성을 파악하기 어려우며, 사업의 개념과 사업 범위가 일치하지 않아 연구범위의 적절성을 판단하기 어려움
 - 생산형질, 실험방법, 실험결과 등 각 요소별 표준화가 구체적으로 제시되지 않아 기술개발의 필요성을 파악하기 어려움
 - 동 사업의 정의와 개념에서는 데이터 생산의 표준화를 의미하나, 사업의 범위는 분석과 활용의 표준화를 제시하여 연구범위의 적절성을 판단하기 어려움
- (축산) 동 사업 개념과 세부활동과의 연관관계를 파악하기 어려우며, 로드맵 상의 기술개발 연계의 명확성이 부족함
 - 한우와 젃소는 이미지 정보를 이용한 개체인식 소프트웨어개발을 기술개발 내용으로 제시하였으나, 어떤 부분에 활용할 것인지가 명확하게 제시하지 않아 디지털육종과의 연관관계를 파악하기 어려움
 - 연구개발 로드맵 상, 1단계와 2단계에 이미지인식 기술을 개발하는 것으로 제시하였으나, 이를 기반으로 어떻게 사양프로그램, 오믹스 정보 소프트웨어를 개발하겠다는 것인지의 제시가 명확하지 않음

[핵심기술 1.3 디지털육종 예측모델 개발]

- 민간부문의 빅데이터의 수집, 관리가 어렵다는 점에서 정부 차원의 추진 필요성은 인정되나, 연구개발 대상의 구체성은 부족한 것으로 판단됨
 - 민간부문에서 동 핵심기술을 개발하기 위한 빅데이터의 수집 및 관리가 현실적으로 어렵고, 주요 품종 및 축종 개발은 국가 기관에서 개발하도록 법령화되어 있기 때문에 정부 차원에서의 기술개발 필요성이 인정됨
 - 다만, 사업의 정의는 기능성, 병충해 저항성 등 AI기반 품종개발에 활용하는 예측모델 개발 및 플랫폼 구축을 통한 육종현장 실용화로 하였으나, 연구개발 대상의 구체성이 부족한 것으로 판단됨
- 동 사업의 연구개발 목표는 기능성, 병충해 저항성 등 AI 기반 품종개발 예측모델 개발, 육종현장 실용화로, 개발 대상 작물은 벼, 콩, 고추, 토마토, 호박, 무, 두과, 옥수수이고, 종축은 한우, 돼지, 닭, 젓소로 경제성이 있는 것을 선정하였으나, 개발하고자 하는 예측모델의 성능지표와 개발목표 스펙에 대한 정의는 제시하지 않고, 정량적 수치*를 목표로 제시하여, 적절성을 판단하기 어려움
 - * 프로그램 개발 34 건, 데이터베이스 구축 29 건, 유전자원 등록 80 점, 오믹스 발굴 2 건
- 주관부처에서 제시한 선행 결과*는 예측모델 연구에는 제한적인 정보로, 알고리즘 개발을 위해 요구되는 유전체 정보에 대한 목표 수치와 어떤 알고리즘을 개발하는지에 대한 제시는 부족함
 - * ①차세대바이오그린사업을 통해 주요 작물의 핵심집단 육성과 거대유전분석, 집단개발 및 유전체 정보를 확보하였고, 일부 작물은 유전체 선발의 초기 단계까지 연구가 진전, ②QTL Mapping 및 Map-based 유전자 클로닝 기술을 통해 수량, 내병성, 품질 등 육종의 관심 농업형질에 대하여 유전자들이 발굴되어 왔음(벼, 콩), ③QTL 및 genomics DB를 이용하여 내병성 선발마커를 개발하여 광지역 적응 고도 내병성 품종을 육성하는 연구가 추진되어 왔음
- 가령, 개발대상 작물과 종축*의 유전체 연구와 핵심집단 연구의 개발 정도 등을 제시하고, 이것을 어떻게 활용하여 AI기반 예측프로그램을 개발하는지에 대한 제시가 부족하여 개발 가능여부를 판단하기 어려움
 - * 개발대상 작물(벼, 콩, 고추, 토마토, 호박, 무, 두과, 옥수수)과 종축(한우, 돼지, 닭, 젓소)
- (축산) 디지털예측모델과 사업 내용 간 부합성이 미흡하고, 개발내용의 구체성도 부족함
 - 1-3-6-1. 지역 특화 씨수소 생산은 '한우개량사업'을 통해 추진 중으로, 동 사업에서 개발하고자 하는 범위와 차이점의 명확한 제시가 부족하고, 진단기술과 선발

기술의 정의가 제시되지 않았으며, 제시된 연차별 연구개발 로드맵 상에는 진단 기술과 선발기술을 동시에 진행되는 것으로 제시되어 선후관계가 불명확함

- 1-3-6-2. 기획보고서 상의 연구개발 내용이 명확하지 않으며, 비파괴기술을 이용한 육질형질 발굴은 동 사업의 목적과도 상이함
- 1-3-6-3. 동 과제를 통하여 무엇을 개량하는 것인지 명확하지 않으며, 개발내용도 구체성이 부족함

□ (중점기술 2) 수요맞춤형 정밀육종 확산

- 주관부처는 2중점기술을 내재해성(내병성, 환경내성) 향상, 기능성 부가, 가공·유통 적성 향상 육종기술 개발을 통한 글로벌 시장 창출 및 고부가가치 품종 개발로 글로벌 시장 선점 및 수입대체, 종자기업 성장 견인'을 목적으로 3개 핵심기술로 구성

2.1.내재해성 향상 품종개발	기술수입대체 및 글로벌 수출사업화 촉진을 위한 내병해충성, 환경내성 향상 신품종 개발
2.2.고기능성 품종 개발기술	글로벌 소비 트렌드 변화 대응, 기능성 물질 대사회로 정밀화 기술 등을 활용한 고기능성-고부가가치 신품종 개발 및 신시장 창출
2.3.가공·유통적성 향상 품종개발기술	가공공정, 저장·유통 단계에 적합한 품종 수요에 대응하는 고균일성, 적정 과형, 장기 저장성 향상된 신품종 개발

[핵심기술 21 내재해성 향상 품종개발기술]

- 내재해성 향상 신품종의 필요성은 인정되나, 선행사업을 통해 확보된 기술과 동 사업을 통해 확보할 목표를 구분하여 제시하지 않아 개발하고자 하는 기술의 적절성을 판단하기 어려움
 - 환경내성, 복합내병성을 지닌 신품종 개발의 필요성, 종자 주권의 중요성, 개발 난이도 등을 고려할 때 정부 차원의 지원 필요성은 인정됨
 - 37개 세부과제를 대상으로 내병성, 내재해성 등 품종 및 계통의 육성과 관련한 다양한 요소별 니즈에 주안점을 둔 품종 및 계통 개발 연구를 제시하고, 추진 필요성을 제시하였으나 선행 사업인 Golden Seed 프로젝트를 통해 확보된 기술과 동 사업을 통해 확보할 목표를 구분하여 제시하지 않았으며, 개발목표의 스펙도 제시하지 않아 적절성을 판단하기 어려움
- 동 핵심기술의 개발이 주관부처가 제시한 '디지털육종'의 개념에 부합하는지에 대한 논리적 근거가 부족함

- 참여의향서를 제출한 기업은 분자표지를 이용한 기술로도 신품종 개발이 가능한 기업이며, 제시된 일부 세세부과제는 품종 출원·등록 전부터 국내 매출액, 해외수출액 등의 성과 발생을 제시하여 주관부처에서 제시한 ‘디지털육종’의 개념*이 적용된 개발과제인지 확인이 어려움
 - * 디지털육종 연구개발사업 : 다양한 유용 유전자원을 수집, 활용하여 육종소재 핵심집단을 구축하고 이를 기반으로 데이터 가공 및 표준화로 빅데이터 플랫폼을 구축한 후, 인공지능 기술기반의 육종 예측모델 개발, 상업용 품종개발로 연계하는 기술기반의 전주기 육종 프로세스
- 또한 수집한 유전자원, 개발된 마커를 오픈소스로 활용하는 상세계획도 제시되지 않아 동 사업의 기획 취지가 반영된 진행이 가능할지 의문임
- 품종별 선행사업 결과 반영이 미흡하여 선행사업과의 차별성을 확인하기 어려움
 - 선행사업을 통해 성과가 확보된 품종에 대해서는 연구기간을 축소하고 이에 맞게 연구개발예산도 조정해야 하나, 내재해성 향상 품종 36개 세세부과제*의 개발기간을 동일하게 10년으로 제시함
 - * 내재해성 향상 품종개발기술로 37개 세세부과제가 제시되었으나, 이 중 1개는 ‘병리검정 및 종자감염 검사 표준화 서비스’로 제외함
 - 특히 선행사업 추진 결과 분석을 통하여 시장규모가 적은 품종, 국내 연구로는 성과 확보가 어려운 품종 등을 도출하여 세세부과제 도출에 반영하여야 하나, 이에 대한 반영이 부족함
- 2-1-12. 연구개발목표로 병리검정 기술을 이용한 서비스 30만점, 종자감염 검사 기술을 이용한 서비스 2만점이 제시되었으나, 해당 서비스는 종자회사에서 의뢰한 종자의 검사 지원으로 정부 재원으로 추진하는 당위성이 부족함
- 성과확산을 위해 기술 연계를 제시하였으나, 구체적 방안은 제시되지 않아 선행사업보다 성공적으로 추진될 수 있다고 판단하기 어려움
 - NABIC(National Agricultural Biotechnology Information Center)으로 대표되는 플랫폼 기반 DB 활용방안이 제시되지 않음
 - 동 핵심기술은 기업을 대상으로 한, 수요맞춤형 과제의 성격이 높기 때문에 구체적인 기술연계 등이 제시되지 않으면, 선행 Golden Seed 프로젝트와 같이 개별 민간기업 지원에 그칠 가능성이 있음

[핵심기술 2.2 고기능성 품종개발기술]

- 고기능성 품종의 작물별 연구개발 목표와 성과지표가 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려움

- 기능성 품종도 핵심집단 구축, 특정 형질을 지닌 유전자원 개발 등의 과정이 필요하고, 개발에 장기간이 소요되는 점 등을 고려할 때 정부 차원의 지원 필요성은 인정됨
- 주관부처는 개발대상 작물은 제시하였으나, 작물별 연구개발 목표와 목표별 스펙이 제시되지 않아, 개발하고자 하는 작물의 개발목표, 성과지표의 적절성을 판단하기 어려움
- 주관부처는 동 핵심기술에서 개발하고자 하는 목표를 정량적으로 제시*하였으나, 선행사업인 Golden Seed 프로젝트 성과, 국내 채소 종자시장에서의 기능성 채소 종자의 비중 등을 감안할 때 지나치게 낙관적인 수치라고 판단됨
 - * 품종등록 195 건, 해외수출액 10,006.4 만 달러, 국내 매출액 789 억 원
- 동 핵심기술은 10개 세부과제를 제시하고, 각 세부과제별로 연구목표와 연구성과를 제시하였으나, 목표달성을 위한 구체적 연구내용은 제시하지 않아 적절성을 파악하기 어려움
- 품종별 선행사업 결과 반영이 미흡하여 선행사업과의 중복성을 확인하기 어려움
 - 선행사업 분석을 통하여, 중복성이 높은 과제는 제외하고, 이에 맞게 연구개발예산과 연구기간을 산정해야 하나, 고기능성 품종 36개 세세부과제*의 개발기간을 동일하게 10년으로 제시함
 - * 고기능성 품종개발기술로 37개 세세부과제가 제시되었으나, 이 중 1개는 '채소작물의 기능성 성분 발굴 및 고부가가치 품종개발을 위한 채소류 성분 분석 대량·신속 서비스'로 제외함
 - 특히 선행사업 분석을 통하여 경쟁력 있는 품종에 선택·집중하는 전략을 통하여 육종 경쟁력을 고도화해야 하나, 이에 대한 전략은 제시되지 않음
- 2-2-10. 채소류 성분 분석 대량·신속 서비스를 이용하여, 성과목표로 성분분석 서비스 19.5건을 제시하였으나, 해당 서비스는 육종가, 육종기업에서 의뢰하는 분석으로 정부 재원으로 추진하는 당위성이 부족함
- 사업화 전략으로 해외 영업조직 또는 현지 바이어 연계, 현지 Food Chain을 통한 고품질 마케팅 전략 수립을 제시하였으나, 기능성 품종의 사업화 전략으로는 구체성이 미흡하여 수출 확대 등에 어느 정도 기여할 수 있을지 판단하기 어려움
- (축산) 개발하고자 하는 대상, 범위 제시의 명확성이 부족하고, 연구개발 로드맵에는 핵심기술이 제시되지 않아 적절성을 파악하기 어려움

- 소, 젖소, 돼지, 닭 등은 소비되는 국가, 소비하고자 하는 부위 등에 따라 연구목적과 목표가 다를 것이나, 동 핵심기술을 통하여 개발하고자 하는 대상, 범위 제시의 명확성이 부족함
- 또한 제시된 연차별 연구개발 로드맵은 핵심기술이 제시되지 않았으며, 선후관계나 개발된 기술의 활용내용이 포함되지 않아 적절성을 파악하기 어려움
- (축산) 동 사업에서 제시하는 디지털육종의 적용방법, 개발 내용, 추진방법 등이 구체적으로 제시되지 않아 성과목표 달성 가능 여부를 판단할 수 없음
- 동 사업에서 제시하는 디지털육종은 종자에 적용되는 개념으로 축산에서의 개념과는 상이하나, 유전체 선발에 대한 내용을 언급하고 디지털육종의 적용방법, 개발 내용, 추진 방법 등은 구체적으로 제시되지 않음
- 한우는 소비자 지향형 형질 측정을 위해 형질측정 체계 구축을 연구개발 내용으로 제시하였으나, '소비자 지향형'에 대한 정의, 형질측정 체계 구축 방법 등이 제시되지 않아 성과목표 달성 가능 여부를 판단할 수 없음
- 또한 가축 품종은 식물에 비해 복잡한 유전자 구조를 가지기 때문에 장기간이 요구되어 품종 개발을 목표로 설정하기 어려우나, 성과목표로 품종등록을 제시함
- (축산) 2-2-6. 한우와 젖소는 제시된 시험축 규모가 동일하고, 측정형질도 유사하며, 연구내용이 더 많이 제시된 젖소의 연구개발예산이 한우의 44%에 불과하여 예산규모의 적절성을 판단하기 어려우며, 사업화 전략을 제시하지 않음

[핵심기술 23 가공·유통적성 향상 품종개발기술]

- 식품소재 및 식품가공 산업에서 요구하는 가공적성 품종을 별도의 핵심기술로 추진해야 하는 당위성 제시가 부족함
- 가공·유통적성 향상 품종은 원재료 수급을 통한 가격 안정 효과가 크기 때문에 지원 필요성은 있으나, 일반적으로 품종 육성은 내병성, 내충성 등 생산성과 관련된 농업형질을 기본으로 하고 여기에 특정 형질(기능성, 가공 적합성 형질)을 추가하므로 별도의 핵심기술로 추진해야 하는 당위성 제시가 부족함
- 가령, 가공·유통적성 향상 품종으로 제시된 일부*는 연구개발 목표, 내용 등을 볼 때, 병저항성 형질 도입에 초점이 맞춰진 과제로 판단됨
 - * 2-3-2-1, 2-3-2-3, 2-3-3-1, 2-3-3-2 등
- 특히, 제시된 세세부과제 중 가공 적성 인자(장기저장성, 과육의 경도, 과피의 두께 등)에 대한 목적형질을 제시한 과제는 없다고 판단됨

- 주관부처는 동 핵심기술에서 개발하고자 하는 목표를 정량적으로 제시*하였으나, 가공 적성 향상으로 인한 품종등록과 매출액인지, 내병충성 형질 강화로 달성한 것인지 구분하기가 어려움

* 품종등록 50 건, 해외수출액 2,566.1 만 달러, 국내 매출액 407 억 원

- 또한 작물별 연구개발 목표와 목표별 스펙이 제시되지 않아, 개발하고자 하는 작물의 개발목표, 성과지표의 적절성을 판단하기 어려움
- 동 핵심기술은 4개 세부과제를 제시하고, 각 세부과제별로 연구목표와 연구성과를 제시하였으나, 목표달성을 위한 구체적 연구내용은 제시하지 않아 적절성을 파악하기 어려움
 - 특히 개발품종의 일반적 성능지표는 제시하였으나 가공 적성과 관련된 성능지표는 제시되지 않아 가공 유통적성 향상기술로 구분하기가 어려움
 - 또한 제시된 연차별 연구개발 로드맵은 핵심기술이 제시되지 않았으며, 선후관계나 개발된 기술의 활용내용이 포함되지 않아 적절성을 파악하기 어려움
- 품종별 선행사업 결과 반영이 미흡하여 선행사업과의 중복성을 확인하기 어려우며, 연구기간, 연구개발비에 대한 적정성 판단이 어려움
 - 선행사업 분석을 통하여, 중복성이 높은 과제는 제외하고, 이를 반영하여 품종을 선정한 후 연구개발예산과 연구기간을 산정해야 하나, 가공·유통적성 향상 품종 10개 세세부과제의 개발기간을 동일하게 10년으로 제시함
 - 일부 과제는 선행 Golden Seed 프로젝트의 성과를 연계한다면 연구기간 단축, 연구개발 예산 축소 등이 가능하나, 이에 대한 검토가 미흡함
- 동 핵심기술은 수요맞춤형 과제의 성격이 높기 때문에 구체적 기술연계 등이 제시되지 않으면, 선행 Golden Seed 프로젝트와 같이 개별 민간기업 지원에 그칠 가능성이 있음

□ (중점기술 3) 육종현장 지원기술 고도화

- 주관부처는 2중점기술을 '품종개발 단계에서 생육기간, 육종연한 단축으로 종자 개발 효율성을 제고하고, 종자/종축 생산, 수확 후 품질관리 기술 고도화로 종자 가치 제고 및 시장 경쟁력 확보 지원'을 목적으로 2개 핵심기술로 구성

3.1.종자품질 향상기술	종자의 발아, 병리, 순도 향상을 위한 채종기술 및 수확 후 저장관리 기술 개발로 종자 가치 제고 및 고품질·고효율 종자 생산
3.2.종축보급 안정기술	종축 관리 및 병 저항성 향상을 위한 종축 사양관리 기술개발로 종축 가치 제고 및 고품질·고효율 종축 개량 보급체계 구축

[핵심기술 3.1 종자품질 향상기술]

- 종자품질 향상기술에 해당하지 않는 육종기술과 비R&D활동인 시험포·종자포 사업은 동 핵심기술에 포함되어 추진되어야 하는 당위성이 부족함
 - 종자 감염병의 조기판단 기술, 종자발아향상처리기술(Priming) 등은 소규모 기업에서 추진하기 어려우므로 정부 차원의 지원 필요성은 인정됨
 - 다만, 3-1-2. 응성불임 활용 채종효율 증진기술개발은 육종기술에 해당하고, 3-1-3. 종자수출 활성화 시험포·종자포 사업은 비R&D 활동으로, 동 핵심기술에 포함되는 당위성이 부족함
- 3-1-1. 채소작물 종자품질관리 고도화 기술은 세부과제별 성능목표와 목표별 스펙이 제시되지 않아, 개발하고자 하는 기술의 연구목표, 성과지표의 적절성을 판단하기 어려움
- 세부기술별 기술수준과 목표, 이를 달성하기 위한 구체적 세부활동은 제시되지 않았으며, 제시된 연구개발 로드맵은 핵심기술이 제시되지 않아 적절성을 파악하기 어려움
- 동 핵심기술 관련 연구대상과 내용의 적절성이 미흡함
 - 종자품질관리에 필요한 종자 전염병의 조기판단 기술 등은 도출되지 않았으며, 개발된 종자의 가공처리 기술(종자 펠레팅, 코팅기술 등)을 어떻게 활용할 것인지에 대한 내용도 제시되지 않음

[핵심기술 3.2 종축보급 안정기술]

- 동 핵심기술은 3개 세부과제를 제시하고, 각 세부과제별로 연구목표와 연구성과를 제시하였으나, 목표달성을 위한 구체적 연구내용은 제시하지 않아 적절성을 파악하기 어려움
 - 일반적으로 축산에 적용되는 범용적 기술개발 내용을 제시하여 동 사업 추진 목적과의 부합성이 부족함
 - 제시된 연차별 연구개발 로드맵은 핵심기술이 제시되지 않았으며, 선후관계나 개발된 기술의 활용내용이 포함되지 않아 적절성을 파악하기 어려움
 - 특히 사양관리기술과 디지털육종과는 연계성이 없으며, 동 핵심기술의 연구개발 내용을 감안할 때, 유전자원 등록이 성과목표로 제시되었다는 것은 연구개발 범위와 내용 간 논리성이 부족하다는 것을 나타냄

- 세부활동 구성의 적절성이 부족하고, 세세부기술별 연구개발 로드맵 상의 연구계획 내용 중 일부는 디지털육종과 관련이 없으며, 비R&D도 포함되어 동 핵심기술의 목표달성을 위한 구성이라고 보기 어렵다고 판단됨
- 3-2-1-1. 개발내용은 소비자의 다양한 품질 기대를 충족시킬 수 있는 맞춤형 생산 기술 시스템 구축이나, 연차별 연구개발 로드맵은 예측모델, 한우 개량 프로그램, 농가지원 시스템 등의 개발, 브랜드 육성 기반조성으로 제시하여 연구개발 내용이 무엇인지 파악하기 어려움
- 3-2-1-2. 개발내용이 빅데이터 통합 관리체계, 딥러닝/머신러닝 기반 신개념 육종 가추정 플랫폼으로 1중점 내용과 유사함
- 3-2-2. 제시된 연구개발 로드맵의 내용이 농장인원 이동 모니터링 앱, 소독필증 자동출력 시스템, 사료섭취량 측정기 활용시스템, 검정돈 소프트웨어 개발 등으로 디지털육종과 관련이 없으며, 비R&D도 일부 포함됨
- 3-2-3. 연구개발 로드맵의 내용이 관리지침서 개발, 생산단계별 위생 프로그램 개발, 관리프로그램 구축, 데이터베이스 및 서버프로그램 개발, 유통·판매체계 구축 등으로 디지털육종과 관련이 없으며, 비R&D도 일부 포함됨
- 기존 생산농장 및 기업과의 유기적 협조를 통하여 플랫폼 개발, 관리·지원시스템 개발 등을 사업화 전략으로 제시하였으나, 육종가 및 번식전문가와 생산농장 및 농업기업 등의 참여를 어떻게 유인할지 등이 제시되지 않아 종축보급안정에 어느 정도 기여할 수 있을지 판단하기 어려움

<표 3-22> 주관부처가 제시한 핵심기술별 연구개발목표와 성과목표

중점기술 (내역사업)	핵심기술 (프로그램)	연구개발 목표	연구성과목표
1. 디지털 육종 혁신기반 조성사업	1.1. 디지털육종 소재개발	○유전체, 표현체 등 작물, 가축 등으로부터 얻은 각종의 오믹스 정보를 활용한 유전자 기능 분석 및 유용 유전 자원 · 핵심집단 구축과 육종소재 개발 - 개발 대상 작물 : 고추, 토마토, 양파, 대파, 배추, 무, 호박, 수박, 사과, 배, 복숭아, 약용, 벼, 밀, 귀리, 옥 수수, 콩, 팥, 땅콩, 참깨, 들깨, 산림버섯 - 개발 대상 종축 : 한우, 젖소, 돼지, 닭	(유전자원등록) 175점 (유전자원수집) 711점 (오믹스발굴) 16건 (분자마커개발) 91건
	1.2. 데이터생산 표준화 기술	○디지털육종 기술을 위한 빅데이터 분석 표준화 및 통합 기술개발 - 개발 대상 작물 : 고추, 토마토, 호박, 무, 딸기, 사과, 배, 벼, 콩, 밀, 옥수수, 땅콩, 참깨, 들깨, 양파, 사과 포도 - 개발 대상 종축 : 한우, 젖소, 돼지, 닭	(오믹스발굴) 48건 (분자표지개발) 54건 (DB구축) 37건 (유전자원등록) 225점 (유전자원수집) 890점
	1.3. 디지털육종 예측모델 개발	○기능성, 병충해 저항성 등 AI기반 품종개발 예측모델 개발, 육종현장 실용화 - 개발 대상 작물 : 벼, 콩, 고추, 토마토, 호박, 무, 두과, 옥수수 - 개발 대상 종축 : 한우, 돼지, 닭, 젖소	(프로그램 개발) 34건 (DB구축) 29건 (유전자원 등록) 80점 (오믹스 발굴) 2건
2. 수요맞춤형 정밀육종 확산사업	2.1. 내재해성 향상 품종개발기술	○글로벌 수출사업화 촉진 및 수입대체를 위한 내병해충성, 환경내성 향상 신품종 개발 - 개발 대상 작물 (채소) 무, 고추, 단호박, 당근, 대파, 배추, 수박, 양 배추, 양파, 오이, 토마토, 파프리카, 호박, 멜론 (식량) 벼, 밀, 옥수수, 콩, 팥 (과수) 감귤, 사과, 키위	(품종등록) 213건 (해외수출액) 10,894만 달러 (국내 매출액) 1,147억 원
	2.2. 고기능성 품종개발기술	○글로벌 소비 트렌드 변화 대응, 기능성 물질 대사회로 정밀화 기술 등을 활용한 고기능성, 고부가가치 신품종 개발 및 신시장 창출 - 개발 대상 작물 (채소) 무, 고추, 당근, 배추, 수박, 배추, 양파, 토마토, 파프리카, 호박 (식량) 벼, 감자, 옥수수 / (과수) 감귤, 포도 (가축) 소, 젖소, 돼지, 닭 / (화훼) 백합	(품종등록) 195건 (해외수출액) 10,006.4만 달러 (국내 매출액) 789억 원
	2.3. 가공 · 유통적성 향상 품종개발기술	○가공 공정, 저장유통 단계에 적합한 품종 수요에 대응하 는 고균일성, 적정 과형, 장기 저장성 향상된 신품종 개발 - 개발 대상 작물 (채소) 무, 고추, 배추, 수박, 양배추, 양파, 오이, 토마토 (식량) 감자	(품종등록) 50건 (해외수출액) 2,566.1만 달러 (국내 매출액) 407억 원
3. 육종현장 지원기술 고도화사업	3.1. 종자품질 향상기술	○종자의 상품성 향상 및 상업적 고부가가치 종자 확보를 위한 품질관리 기술 및 효율 증진 기술의 개발과, 종자 수출 활성화를 위한 시험포 및 전시포 사업 조성 - 채소작물 종자품질관리 고도화 기술 - 융성불임 활용 체중효율 증진 기술 개발 - 종자수출 활성화 시험포 · 전시포 사업	(적응성시험검정) 36품종 (해외 시험포) 156개소 (기술실시/이전) 9건 (분자표지 개발) 6건 (중간모본 육성) 100건
	3.2. 종축보급 안정기술	○종축 관리 및 병 저항성 향상을 위한 종축 사양관리 기술개발로 종축 가치 제고 및 고품질 · 고효율 종축 개량 보급체계 구축 - 대상 종축 : 한우, 젖소, 돼지, 닭	(프로그램 개발) 12건 (DB 구축) 12건 (유전자원 등록) 27점

출처 : 기획보고서 재구성

나. 수요조사 및 우선순위 설정의 적절성

- 동 사업은 차세대바이오그린21사업 후속 기획과 Golden Seed 프로젝트 후속 기획의 수요 발굴을 위한 기술수요조사가 각각 실시됨
- 차세대바이오그린21사업 후속사업은 2차례에 걸쳐 기획되었으며, 수요조사를 위한 기술분류체계가 변경되어 각기 다른 수요조사 양식이 활용됨
 - '19년, 1차 사업기획에서는 선행사업에서 다루었던 농업생명공학 전 분야*를 대상으로 2회('19년 1월~2월, 20일 간/'19년 3월~4월, 15일 간)에 걸쳐 기술수요조사를 추진한 후, 기획연구(그린바이오 기반 융복합 실용화 기술개발사업('19.11))에 반영, 단위과제 형식으로 정리
 - * ①디지털육종 기술개발, ②바이오소재, ③농업현안 해결, ④그린바이오 실용화 기반구축, ⑤기타 분야
 - 1차와 2차 기술수요조사 결과를 반영한 1차 사업기획이 예타 대상선정 부적합으로 결정(2019년 3차, 4차 예타대상 선정)
 - 사업구조 연계를 위해 4개 사업단 사업*을 중심으로 한 새로운 기술분류체계를 마련한 후, 이를 대상으로 2차 사업기획으로 2회('20년 3월, 7일 간/'20년 6월, 7일 간)에 걸쳐 기술수요조사를 추진하여, 260건의 기술수요조사 건수를 취합함
 - * ①식물분자유종, ②동물분자유전육종, ③농생물게놈활용, ④시스템합성농생명공학
 - 1차 기획(1차와 2차 기술수요조사) 결과 중, 2차 사업기획의 추진방향과 부합성이 높은 44건을 후속기획의 수요조사에 반영
 - 1차 기획(1차와 2차 기술수요조사)과 2차 기획(3차와 4차 기술수요조사)을 통하여 도출된 총 304건의 기술수요조사 건수가 취합됨
- Golden Seed 프로젝트 후속사업은 '19년 9월 중 15일 간 인터넷 설문조사를 통해 진행되어 301건의 응답을 회수하였고, 301건의 기술수요조사 건수를 취합함
 - 수요대응형 종자개발 및 수출사업화 기술수요 209건, 종자혁신기반조성 수요기술 92건이 취합됨

<표 3-23> 동 사업의 기술수요조사 개요

구분		내용
차세대 BG21	기간	(1차) '19. 1. 25.~2. 14.(20일간) (2차) '19. 3. 28.~4. 13.(15일간) (3차) '20. 3. 26.~4. 1.(7일간) (4차) '20. 6. 2.~6. 9.(7일간)
	목적	(1차, 2차) 농업생명공학 실용화 정착 및 농업의 첨단산업화 기틀을 마련하기 위한 신규 농생명 R&D 기술 수요 (3차, 4차) 미래지향적인 농업생명공학기술을 체계적으로 발전시킬 수 있는 농업 R&D 기술 수요
	방법 및 대상	(1차, 2차) 농촌진흥청 ATIS 등록자 대상 온라인 조사 (3차, 4차) 농업생명공학기술 연구자·기업 대상 이메일, 온라인 조사
	내용	(1차, 2차) 제안자 기본정보(성명, 소속기관, 전공), 기술수요명(단계, 성격 포함), 수요기술의 목적 및 내용, 연구개발 기간 및 비용, 국내·외 동향 및 파급효과, 시장 동향 및 규모, 기대효과, 연구성과(논문, 산업재산권, 중간모본, 유용 농업생물자원) 계획 (3차, 4차) 제안자 기본정보(성명, 소속기관, 전공), 기술명, TRL, 기술개발 배경 및 필요성, 목적 및 내용, 동향, 목표, 기대효과, 연구개발 기간 및 예산·인력
	응답건수	총 304건
GSP	기간	2019. 9. 4.(수)~2019. 9. 19.(목)(15일 간)
	목적	종자산업 글로벌 경쟁력 확보를 위한 산·학·연 연구개발수요조사
	방법 및 대상	농기평 홈페이지를 통해 종자 분야 산·학·연 전문가의 수요기술 접수
	내용	작성자 기본정보(성명, 소속기관 등), 기술수요명, 기술분류, 연구개발 필요성, 개발목표 및 내용, 국내·외 동향, 개발기준의 수준(선진국 대비 ○%), 연구기간 및 개발비용
	응답건수	총 301건

출처 : 기획보고서 재구성, 추가 제출자료

※ 농진청은 당초 296건으로 제출하였으나, 추가 제출 자료를 통하여 304건으로 수정

- ☐ 동 사업의 과제도출을 위한 수요조사를 통해 발굴된 기술을 대상으로 평가를 실시 하였으나, 세부과제 도출을 위한 우선순위 설정과정의 적절성은 부족함
- 우선순위평가는 두 개 후속사업의 기획위원회가 각각의 수요조사를 통해 발굴된 기술을 대상으로 기술 매력도와 R&D적합도 중심으로 평가

※ 기술수요조사 우선순위 평가 기준 : 항목별 최대 5점, 100점 환산 산술평균

- 기술매력도(3개 항목)
 - 전략적 중요도 : 국가 종자산업 발전, 종자자급율, 수출 확대 실현을 위한 기술(품종개발)로서 확보할 필요가 있는가?
 - 기술의 시장성 : 기술(품종)개발 성과품의 시장이 충분히 크며, 관련 시장 진입 가능성이 존재하는가?
 - 기술의 혁신성 : 전후방의 기술(품종개발)적 가치사슬 내 혁신을 이끌어 낼 수 있는 지식(성과품)의 흐름이 발생하는가?
- R&D 적합도(3개 항목)
 - 이슈 부합성 : 국내외 종자산업 환경, 생태계 변화 대응 등 관련 분야 현안 이슈 및 사업목적과 부합하는가?
 - 추진역량 충분성 : 해당 연구분야 R&D를 수행할 수 있는 인적, 물적 자원, 인프라가 충분한가?
 - 기술(품종개발) 실현 가능성 : 기술(품종)을 개발하여 산업화하는 데에 법적, 제도, 기술적 제약이 없어 실용화에 가능성이 큰가?

○ 343개 기술을 선정한 후, 유사기술 간 통합·조정을 통해 173개 세세부과제, 49개 세부과제를 도출하여 제시하였으나, 각각 다른 기획위원회에서 우선순위를 평가하고(4단계), 선정평가 기준 점수도 다르게 적용하여 우선순위 도출이 적절하게 수행되지 않음

- 차세대바이오그린21 후속사업의 304건을 대상으로, 60점 이상인 183건을 선정

※ 우선순위 도출 기술 183건 : 70점 이상 60건, 70점 미만 123건

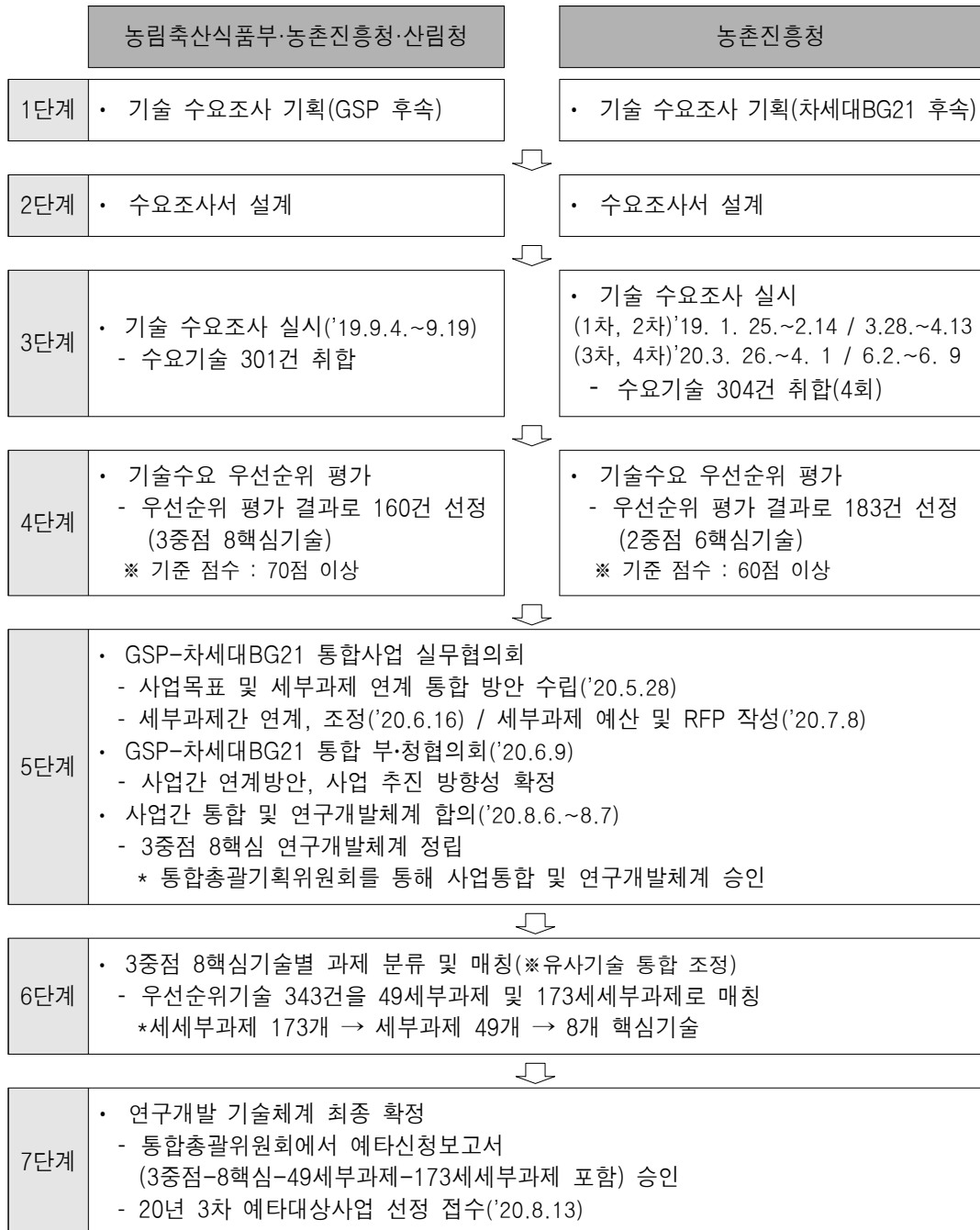
- Golden Seed 프로젝트 후속사업의 301건을 대상으로, 70점 이상인 160건을 선정

- 특히 선정된 343건은 유사기술 간 통합 조정을 통하여 173개 세세부과제, 49개 세부과제로 도출하였으나, 기준 점수를 70점으로 동일하게 적용한다면 343건이 아니라, 220건이 선정되므로, 총사업비 규모의 기준이 되는 173개 세세부과제의 숫자도 줄어들었을 것으로 판단됨

□ 기술수요조사 결과에 주관부처가 제시한 ‘디지털육종 연구개발사업의 개념’이 충분히 반영되지 못한 것으로 판단됨

○ 기술수요조사 목적이 농생명 R&D기술, 농업 R&D기술, 종자산업 경쟁력 확보를 위한 기술 등으로 각각 다르게 조사되었으나 ‘종자산업’이라는 동일한 기준으로 평가가 수행됨

○ 다만, 두 개의 후속 사업 기획이 연계·통합 방안 확정된 후에 장기·대형사업으로 진행된 두 개 선행사업 결과물이 연계·활용이 가능하고, 동 사업에서 제시하는 ‘디지털육종의 연구개념’과도 부합될 수 있도록 통합된 취지에 맞게 기술수요조사 결과가 재평가되어야 하나, 유사기술 간 통합·조정으로만 확정함



[그림 3-18] 주관부처에서 제시한 추진과제 선정 상향식 프로세스 및 추진경과

출처 : 기획보고서 재구성, 20년 3차 예타 대상사업 선정 일자 참조

다. 기획위원회 전문가 구성의 적절성

□ 동 사업 기획을 위해 산·학·연·관으로 구성된 총괄기획위원회 및 기술분과위원회, 자문위원회 등을 구성하여 기획과정의 절차적 타당성, 신뢰성 확보를 위해 각 위원회별로 총 2회 이상 회의를 운영한 것으로 판단됨

○ 총괄기획위원회 17명, 기술분과위원회 26명, 자문위원회 6명이 동 사업의 기획 과정에 참여하였으며, 총괄기획위원회 위원이 기술분과위원회에도 참여하는 등 기획운영회 운영은 적절하다고 판단됨

○ 각 분과위원회에 참여한 전문가는 학계 종사자 비율이 높지만, 농업 부문 특성을 고려할 때, 산·학·연(관)의 구성은 대체로 적절하게 구성되었으나, 빅데이터 혹은 인공지능 전문가가 포함되지 않아 전문가 구성이 적절하다고 보기 어려움

※ 우리나라는 '공공기관'으로 분류되는 농업부문 국공립연구기관이 연구 기능을 수행하며, 농업 부문 연구원의 45%가 대학에 소속되어 이학, 공학보다 대학 소속 상대적으로 높음(연구개발 활동조사)

<표 3-24> 동 사업 기획 전문가 구성

구분	소속				합계
	산	학	연	관	
총괄기획위원회	C&I 소비자연구소(1) LG화학 중앙연구소(1) 대신국제특허법률사무소(1) 매일경제TV(1) (주)농우바이오(1) (주)다비옥중(1) (주)웍스(1) (주)인실리코젠(1)	서울대(1), 전북대(1)	KIST(1), 생명(연)(1) 한국연구재단(1)	국립농업과학원(1) 국립식량과학원(1) 농촌진흥청(2)	17
	47%(8)	11%(2)	17%(3)	26%(4)	100%
기술분과위원회	LG화학(1) (주)농우바이오(1) (주)인실리코젠(1) 동아대/A-net(1)	경상대(1), 경희대(1) 고려대(1), 단국대(1) 명지대(1), 부산대(1) 서울대(1), 전남대(1) 전북대(1), 중앙대(1) 충남대(2), 숙명여대(1) 순천향대(1), 포항공대(1)		국립농업과학원(1) 국립축산과학원(3) 농촌진흥청(3)	26
	15%(4)	58%(15)	-	26%(7)	100%
자문위원회		경상대(1) 서울대(1) 전북대(1) 경북대(1) 명지대(1)		국립농업과학원(1)	6
	-	83%(5)	-	16%(1)	100%
합계	24%(12)	44%(22)	6%(3)	24%(12)	100%

※ 총괄기획위원회가 기술분과위원회에 참여했으나, 중복 집계함

출처 : 기획보고서 재구성

라. 세부활동의 과학기술적 유사·중복성

- 최근 수행된 과제에 대한 중복 가능성 검토를 수행하여 동 사업의 세부과제와 유사하거나 연구성과가 동 사업과 연계될 수 있는 과제를 파악함
- 기획보고서에 제시된 유사과제 목록과 NTIS에서 제공하는 국가연구개발사업 및 세부과제의 유사검색 서비스를 활용하여 유사과제를 도출하고 선별함

<표 3-25> 동 사업과 유사성이 존재하는 연구개발과제

부처	사업명	사업기간	유사 연구개발과제 (일부 표시)
과학기술 정보통신부	개인기초연구	'86~계속	• 통합 오믹스 빅데이터 정보 육종 구현 • 한반도 약용식물 백수오와 중국의 근연종 약용식물 이엽 우피소의 오믹스 통합연구 및 분자육종시스템구축 • 종돈 유전체 선발의 산업적 적용을 위한 기술 고도화 • 다차원 오믹스정보 및 기계학습 알고리즘을 적용한 가축 표현형 예측 기술 개발 • 한우의 생산성 지표 및 육종가와 연관된 반추위 마이크 로바이옴 탐색을 통한 상호작용 메커니즘 규명 • 다양한 표현형을 지닌 고추의 메타볼릭 프로파일링 및 머신러닝 기술을 이용한 대사 네트워크 모듈 구축 • 밀 생식생장 전환 및 spikelet 발달 조절 기작 규명을 통한 조숙밀 육성에 활용 • 내동성 단감 품종 육성을 위한 내동성 관련 물질 및 유전자 탐색
과학기술 정보통신부	BK21플러스사업	'13~'20	• 오믹스 데이터 분석과 유전체 편집을 활용한 효율적인 벼의 화분 유전자 연구 • 가금류의 항균펩타이드의 다양한 질병제어 메커니즘 규명 및 실용화를 위한 방법 개발 • 작물 유전체 육종 연구 • 미래대응 작물 유전자원 융복합 연구 • 고추의 풋마름병 병원균 이펙터(effector)를 활용한 저항성 유전자 발굴
농촌진흥청	FTA대응 경쟁력 향상기술개발	'08~'18	• 위단위결과성 무핵 포도의 유전체 특성 분석 • 상호작용 성장 형질을 활용한 종돈 검정 및 평가 기술 개발 • 콩, 녹두, 동부 가루의 품질 유지 기술 개발 • 밀 알리지 저장 유용자원 탐색 • 국산밀 고온 등숙 관련 생리 요인 분석 및 관련 유전자 탐색 • 국산콩 이소플라본 고품유 자원 발굴 및 함량 증대 기술개발 • 유전체 선발 적용을 위한 현장 활용 육종 DB시스템 구축 • 중소형 수박 유용 유전자원 발굴 및 이용성 평가 • SNP 마커정보를 이용한 농가보유 암소능력 분석 서비스 개발 • 돼지 사회성에 대한 행동학적 특성 및 선발지표 탐색 • 수출용 고품질 향미 품종 개발
과학기술 정보통신부	국가간협력기반조성	'92~계속	• 양배추류에서 검은썩음병 저항성 연관 분자마커 및 양배추 육종소재 개발 • 밀 염해 저항성 자원평가 및 유전체 기반 마커개발 • 농업 형질 및 산업 가치 향상 형질전환 콩 개발

부처	사업명	사업기간	유사 연구개발과제 (일부 표시)
과학기술 정보통신부	기본연구	'86~계속	- 돼지의 근육발달 및 지방대사관련 복합기능유전체 연구를 통한 후성유전학적 특성과 핵심기작 구명 - 땅콩에서 레스베라트롤 함량 증가에 관여하는 유전자 탐색 - 다차원 오믹스정보 및 기계학습 알고리즘을 적용한 가축 표현형 예측 기술 개발 - 요크셔 돼지에서 유전자 기반 정밀 저밀도 DNA 칩 개발을 위한 후보원인변이 동정 - 닭의 면역 및 질병 저항성 관련 MHC 반응체 분석
농림축산 식품부	농림축산식품연구센터지원	'16~'25	- 유전체정보기반 육종 및 산업활용 시스템 구축 - 제주흑우와 실용축의 육종가 기반 사양표준정립 - 세포공학 기반 제주흑우산업 미래원천 기술개발 - 과색/신미 우수 역병 및 다양한 바이러스에 대해 복합 내병성인 고추 품종 개발
농림축산 식품부	농생명산업기술개발	'94~'23	- 생명공학기술을 활용한 고기능성 들깨 개발 - 벼 대체 작물용 논재배 적합 내습·내한성 유채 품종 개발 - 벼농사 대체용 고구마 품종 육성 및 생력화 기술개발 - 박과작물 육종지원을 위한 내병성 유전자마커 개발 및 적용 연구 - 배추과 속간 교잡 신품종 개발 및 육종 체계 확립 - 유전자 편집 수정란의 이식 및 유전자 편집 젖소 생산 - 분자마커를 활용한 흰가투병 저항성 단호박 품종 육성 - Myb 28 변이체 기반 소포자 배양을 통한 계통 육성 - 맛 특성 반영 한우개량 기반기술 개발 - 품종식별용 SNP 개발 지원을 위한 표현형 데이터 생산
농촌진흥청	농업첨단핵심기술개발	'80~계속	- 벼 및 쌀가루 저장성 향상을 위한 다양한 유전자원 활용 지표성분 및 관련 유전자 탐색 - 기후변화 대응 내건성 근동질 계통 및 단기성 유전자원 선발 - 단일 세포 C4 광합성 식물 발달과정의 이형 엽록체 유전체 및 전사체 분석 - 기후변화대응 생물기상학 비교분석을 통한 사과 내동해성 기작 연구
농진청	농축산물수출확대장애요인해소기술개발	'18~'22	- 내저온성 블루리스 오이전용 호박대목 육성 - 토마토 대목 품종 개발을 위한 우수계통 선발 및 육성 - 수출 및 유통에 적합한 표준 종균 개발 - 양송이버섯 수출용 완성형 배지 생산기술 개발 - 동남아 수출용 버섯가공제품의 원료특성 표준화 기술 개발 - 내저온성 블루리스 오이전용 호박대목 육성
농진청	국제농업기술협력	'83~'20	- 버섯 유전체 기반 육종기술 도입 및 분자 마커 개발 - 스피드 육종 방법을 활용한 식량작물 세대단축 시스템 구축 - 자포니카 벼의 부가가치 향상을 위한 유전자원 이용 연구 - 채소 내병성 유전자원 선발 및 육종 기술 확립
농림축산 식품부	농축산물안전유통소 비기술개발	'18~	- 대량 유전체 정보를 활용한 한우, 쇠소, 흑우 특이 유전자 마커 개발 - 토마토 병저항성 및 환경스트레스 내성 대목 품종 조기 선발을 위한 육묘단계 CFI phenotyping 기술 개발

부처	사업명	사업기간	유사 연구개발과제 (일부 표시)
농진청	수요자맞춤형 육종 자원 대량신속발굴 기술개발	'19~'23	• 앞들개 등 특용자원 유용형질 분석체계 구축 • 콩과 유전자원 증식, 특성평가 및 핵심집단 작성 • 콩 유전자원 식품이용적합성 평가 체계 구축 및 우수 유전자원 선발 활용 연구 • 콩 유전자원의 병 저항성 평가 및 우수 유전자원 선발 활용 연구 • 유전자원 특성정보 분석 및 활용시스템 고도화 • 가지과 채소 병 저항성 유전자원을 활용한 중간모본 육성 및 엘리트라인 구축 • 감자 역병저항성 고효율 평가체계 구축 및 저항성 계통 선발 • 유전자원 활용도 제고를 위한 DB화 및 서비스 • 배추, 양배추 등 배추과 자원의 주요 색소함량 평가 및 유용자원 선발 • 고추, 파프리카 유전자원 병 저항성 및 기능성 성분 특성 평가 • 수박, 멜론, 오이 유전자원의 특성조사, 증식 및 내병성 유용집단 구축 • 파프리카 유전자원활용 우수자원 발굴 및 증식 • 종자산업 활성화를 위한 국외 유용유전자원 확보 및 활용지원 • 배추과 채소 유전자원의 TuMV 저항성 대량평가 기술개발 및 TuMV, 뿌리혹병 분자표지 개선
농림축산 식품부	수출전략기술개발	'11~'18	• 딸기 탄저병 저항성 연관 분자표지 개발 • 기능성 성분 분석 및 분자 마커를 활용한 고품질 당근 육종기술 개발 • 중국 및 동남아 수출용 흰가루병 저항성 멜론 품종개발 및 유전집단 양성 • 일본 수출 맞춤형 고품질 복합내병성 멜론 품종개발 • 중국 및 동남아 수출용 흰가루병 저항성 멜론 품종개발 및 유전집단 양성
농촌진흥청	축산시험연구	'62~계속	• 유전체 플랫폼을 활용한 국가단위 젖소 선발체계 개선 연구 • 국가단위 돼지 및 가금 개량체계 구축 연구 • 젖소 번식 및 우유 성분 관련 개량형질 자료 수집 체계 구축 연구 • 소규모 한우집단 개량기술 개발 • 돼지 정자 내동성에 관련된 유전체 분석 연구 • 젖소 번식 및 우유 성분 관련 개량형질 자료 수집 체계 구축 연구
농진청	신품종지역적응연구	'62~계속	• '매향' 보완용 수출 유망 육성 품종 육성 • 저장력 우수 수출용 딸기 계통 육성 • 향산화 성분 강화 고품질 내수용 딸기 품종 육성 • 딸기 반수체 육종 기술 및 소재 개발

부처	사업명	사업기간	유사 연구개발과제 (일부 표시)
농촌진흥청	원예특작시험연구	'62~계속	• 수박 덩굴마름병 유전분석 및 근접 정밀마커 개발 • 주요 병 저항성 수박용 대목 육성 • 고추 내저온성 및 내서성 선발 계통의 생리기작 구명 • 정밀 육종을 위한 목표 형질 보유 유전자원 탐색 • 핵과류 유전자원 수집, 평가 및 보존 • 양파 계통육성 및 내병성육종소재 탐색 • 과 주요병해 저항성 우수 계통육성 • 감귤 유용형질 분자표지 개발을 위한 표현형 조사 • 삼주 문제 세균류 대상 in vivo 내병성 검정체계 개발 • 배추의 환경저항성 및 병저항성 품종 및 기술 개발 • 고온 및 저온내성 토마토 우량계통 육성 • 수박 고숙대량 분자표지집 분석 및 활용 육종시스템 구축 • 양배추·상추 내병성 유전자원 수집 및 품종육성 • 유용 버섯 유전자원 선발 및 안전보존 기술 개발 • 인과류 유전자원 수집, 평가 및 보존
농진청	작물시험연구	'62~계속	• 밀 고분자 글루테닌 유전자별 분자표지 개발 • 참깨 유전체정보 기반 품종판별용 및 다양성분석용 분자마커 개발 • 내병충성 육종소재의 다형성 분석 • 기능성 유색콩 품종 육성 • 콩 핵심집단 활용 기능성 육종소재 개발 및 유용유전자 탐색 • 유전자 대량분석을 통한 콩 육종마커 개발 및 기계화 수확 적응 형질 개량 • 버뮤구 저항성 육종소재 개발 • 용도별 고품질 내재해 다수성 쌀보리 신품종 개발
다부처	포스트게놈신산업육성을위한다부처유전체사업	'14~'20	• 딸기 자식순계의 주요형질 연관 전장유전체 분석기술 개발 • 오미자 품종 판별을 위한 분자마커 개발 및 약리물질에 대한 유전자 분석 • 농생명 다차원 정보 관리 및 공유 체계 구축 • 난축맛돈 및 미니돼지의 표준·집단유전체 해독 및 표현형질 연계 분석 • 수박과 파프리카 분자마커 대량 개발 • 수박 유전체 해독을 위한 소재와 분리집단 구축 및 특성평가 • 박과 대목 유전체 해독소재 및 유전육종을 위한 집단 육성 • 복숭아 유전체 해독 및 유전지도 작성 • 오이 유전체 해독소재 구축 및 내병성 유전분석 • 양파유전체 해독 및 유용유전자 발굴 • 배추 아종 및 갯 유전체 해독 • 파프리카 유전체 분석을 위한 유전적 순계육성 및 특성평가

3. 세부활동별 성과지표의 적절성

□ 주관부처는 8개 핵심기술 수준에서 성과지표를 제시

- 173개 세세부기술별로 성과지표를 별도로 구성하였으며, 세세부기술별 성과지표 중 대표지표를 핵심기술의 성과지표로 제시

<표 3-26> [1중점 1핵심] 디지털육종 소재개발의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(연구자원등록) 175점 (연구자원수집) 711점 (오믹스발굴) 16건 (분자마커개발) 91건	(유전자원수집) 636점 (SCI논문) 49편 (비SCI논문) 51편 (품종출원) 4건 (특허출원) 48건 (특허등록) 3건 (기술실시/이전) 4건	(유전자원수집) 45점 (SCI논문) 48편 (비SCI논문) 71편 (품종출원) 4건 (품종등록) 1건 (특허출원) 50건 (특허등록) 36건 (기술실시/이전) 34건	(유전자원수집) 30점 (SCI논문) 48편 (비SCI논문) 72편 (품종출원) 4건 (품종등록) 3건 (특허출원) 50건 (특허등록) 51건 (기술실시/이전) 68건

출처 : 기획보고서 재구성

<표 3-27> [1중점 2핵심] 데이터생산 표준화 기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(오믹스발굴) 48건 (분자표지개발) 54건 (데이터베이스구축) 37건 (유전자원등록) 225점 (유전자원수집) 890점	(유전자원수집) 890점 (SCI논문) 46편 (비SCI논문) 45편 (특허출원) 46건 (기술실시/이전) 4건	(SCI논문) 46편 (비SCI논문) 45편 (특허출원) 46건 (특허등록) 46건 (기술실시/이전) 46건	(SCI논문) 46편 (비SCI논문) 46편 (특허출원) 46건 (특허등록) 46건 (기술실시/이전) 66건

출처 : 기획보고서 재구성

<표 3-28> [1중점 3핵심] 디지털육종 예측모델 개발의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(프로그램 개발) 34건 (데이터베이스 구축) 29건 (유전자원 등록) 80점 (오믹스 발굴) 2건	(SCI논문) 31편 (비SCI논문) 19편 (특허출원) 31건 (특허등록) 2건 (기술실시/이전) 9건	(SCI논문) 33편 (비SCI논문) 25편 (특허출원) 33건 (특허등록) 20건 (기술실시/이전) 27건	(SCI논문) 34편 (비SCI논문) 26편 (특허출원) 34건 (특허등록) 37건 (기술실시/이전) 42건

출처 : 기획보고서 재구성

<표 3-29> [2중점 1핵심] 내재해성 향상 품종개발의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(품종등록) 213건 (해외수출액) 10,894만 달러 (국내 매출액) 1,147억 원	(분자표지 개발) 18건 (국내 매출액) 11,866백만 원 (특허출원) 21건 (SCI논문) 28건 (기술실시/이전) 2건	(품종등록) 26건 (분자표지 개발) 22건 (해외 수출액) 5,220만 달러 (국내 매출액) 35,605백만 원 (특허출원) 21건 (SCI논문) 27건 (기술실시/이전) 34건	(품종등록) 187건 (분자표지 개발) 10건 (해외 수출액) 5,673만 달러 (국내 매출액) 66,989백만 원 (특허출원) 17건 (SCI논문) 31건 (기술실시/이전) 80건

출처 : 기획보고서 재구성

<표 3-30> [2중점 2핵심] 고기능성 품종개발 기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(품종등록) 195건 (해외수출액) 10,006.4만 달러 (국내 매출액) 789억 원	(분자표지 개발) 26건 (국내 매출액) 10,495백만 원 (특허출원) 44건 (SCI논문) 51건 (기술실시/이전) 1건	(품종등록) 39건 (분자표지 개발) 17건 (해외 수출액) 4,800.5만 달러 (국내 매출액) 22,795백만 원 (특허출원) 42건 (SCI논문) 56건 (기술실시/이전) 33건	(품종등록) 156건 (분자표지 개발) 9건 (해외 수출액) 5,205.9만 달러 (국내 매출액) 45,652백 만원 (특허출원) 43건 (SCI논문) 55건 (기술실시/이전) 73건

출처 : 기획보고서 재구성

<표 3-31> [2중점 3핵심] 가공·유통적성 향상 품종개발기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(품종등록) 50건 (해외수출액) 2,566.1만 달러 (국내 매출액) 407억 원	(분자표지 개발) 5건 (국내 매출액) 5,500백만 원 (특허출원) 4건 (SCI논문) 8건	(품종등록) 3건 (분자표지 개발) 5건 (해외 수출액) 1,237.5만 달러 (국내 매출액) 11,925백만 원 (특허출원) 4건 (SCI논문) 8건 (기술실시/이전) 8건	(품종등록) 47건 (분자표지 개발) 7건 (해외 수출액) 1,328.6만 달러 (국내 매출액) 232.30백만 원 (특허출원) 7건 (SCI논문) 10건 (기술실시/이전) 19건

출처 : 기획보고서 재구성

<표 3-32> [3중점 1핵심] 종자 품질 향상기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(적응성시험검정) 36품종 (해외 시험포) 156개소 (기술실시/이전) 9건 (분자표지 개발) 6건 (중간모본 육성) 100건	(SCI논문) 6편 (비SCI논문) 6편 (해외시험포) 60개소 (적응성시험검정) 10품종 (특허출원) 4건 (특허등록) 1건	(SCI논문) 8편 (비SCI논문) 6편 (해외시험포) 48개소 (적응성시험검정) 16품종 (특허출원) 5건 (특허등록) 2건 (기술실시/이전) 1건	(SCI논문) 8편 (비SCI논문) 6편 (해외시험포) 48개소 (적응성시험검정) 10품종 (특허출원) 7건 (특허등록) 3건 (기술실시/이전) 8건

출처 : 기획보고서 재구성

<표 3-33> [3중점 2핵심] 종축보급 안정기술의 연구성과 지표 및 단계별 성과지표

연구 성과지표 (2022~2031)	단계별 성과지표		
	1단계(2022~2025)	2단계(2026~2028)	3단계(2029~2031)
(프로그램 개발) 12건 (데이터베이스 구축) 12건 (유전자원 등록) 27점	(유전자원 수집) 48점 (SCI논문) 19편 (비SCI논문) 18편 (특허출원) 19건	(유전자원 수집) 10점 (SCI논문) 19편 (비SCI논문) 18편 (특허출원) 19건 (특허등록) 16건 (기술실시/이전) 11건	(SCI논문) 19편 (비SCI논문) 18편 (특허출원) 19건 (특허등록) 20건 (기술실시/이전) 15건

출처 : 기획보고서 재구성

- ☐ 각 세부활동(핵심기술)에 따라 성과지표를 제시하였으나, 지표 전반에 대한 재검토와 추가 개발이 요구됨
- ☐ 세부활동(핵심기술)별로 성과지표의 목표를 정량적으로 제시하였으나, 지표의 정의, 측정방법 등이 제시되지 않았고, 달성하고자 하는 개발목표, 성능, 정성적 스펙 등도 제시되지 않아 사업의 목표 달성 여부를 측정하는 지표로는 미흡한 수준임
- 목표 달성 여부를 측정할 성과지표의 정의를 명확하게 한 후, 측정방법 혹은 평가방법, 평가기준, 목표치 설정 근거 등도 명확하게 제시되어야 하나, 이에 대한 내용이 제시되지 않음
 - 특히 제시된 유전자원 수집, 유전자원 등록, 오믹스 발굴, 분자마커 개발, 분자표지 개발, DB구축, 적응성 시험검증 등의 대부분 지표가 질적 수준을 판단하기 어려워 목표 달성 여부를 판단할 수 있는 성과지표로는 미흡함

- 해외 수출액과 국내 매출액은 동 사업의 과제수행을 통한 기여율이 반영되지 않았으며, 기여율을 어떤 수치로 적용할 것인지 여부도 제시되지 않음
- 동 사업은 2개 선행사업의 후속사업으로 기획되었으나, 기존 연구를 통해 확보된 기술 수준 대비 달성하고자 하는 성능지표, 정성적 스펙을 제시하지 않음
 - (1중점) 기존 차세대바이오21사업을 통해 확보된 기술 수준 대비 달성하고자 하는 성능지표, 정성적 스펙을 제시하지 않았으며, 연구성과 목표의 구체성도 부족하여 연구 성과가 무엇을 의미하는지 파악하기 어려움
 - (2중점) 기존 Golden Seed 프로젝트를 통해 확보된 품종 대비 어느 정도 개발된 품종인지 여부가 제시되어야 하나, 이에 대한 제시가 부족하여 동 사업의 성과목표를 어느 정도 설정한 것인지 여부를 파악하기 어려움
 - ※ 가령, “○○품종 개발” 보다는, “기존 ○○품종 대비 ○○이 증가된 품종” 등으로 수치화 혹은 구체화되어 제시되지 않았으며, “높은 수준의 만추대성”이라는 추상적 형질 표현 보다는, “추대성 ○○% 대비, ○% 향상” 등으로 측정 가능하고 비교 가능한 정량화된 목표로 제시되어야 함
 - (3중점) 1핵심기술은 성능 목표와 목표별 스펙이 제시되지 않아, 성과지표의 적절성이 부족하며, 2핵심기술은 연구개발 범위와 내용에 일치하지 않는 유전자원 등록을 성과목표로 제시하여 논리성이 부족함

4. 기간추정 및 시간적 선후관계의 적절성

- 사업기간(10년), 단계(4+3+3) 구분, 3개 내역사업 및 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계, 상호연계의 적절성이 부족한 것으로 판단됨
 - 일반적인 빅데이터와 AI 기술을 적용한다면, 선행사업의 성과물 중 기술적으로 성숙된 부분은 1차년도부터 성과 창출이 가능하기 때문에 사업기간을 10년으로, 단계를 3단계로 구분한 것에 대한 논리와 근거를 제시하지 않음
 - 3개 내역사업과 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계 등을 제시하지 않음
 - 기획보고서 상에는 기반구축(1단계), 확산(2단계), 고도화(3단계)의 로드맵을 제시하고 있으나, 1차 추가자료 제출을 통해 제출된 논문, 특허, 유전자원 수집 및 등록 등의 성과지표의 연도별 계획(예상 건수), 2차 추가자료를 통해 제출된 품목별 세부과제 및 핵심기술 연계 연구개발 도식도 상으로는 기반구축(1단계), 확산(2단계), 고도화(3단계) 순으로 진행되는 것을 확인하기 어려움

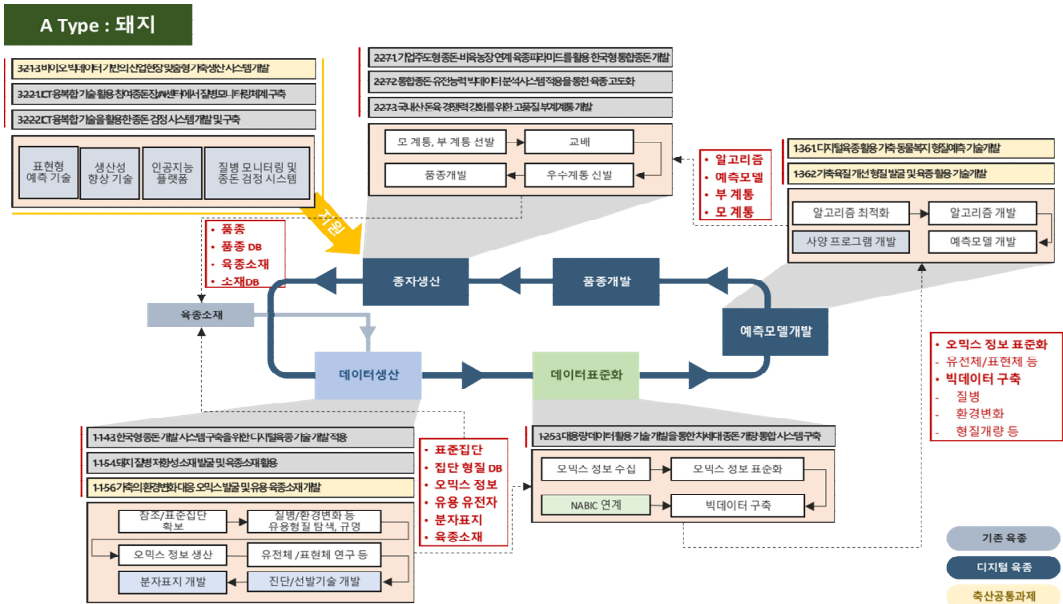
- 또한 핵심기반 과제의 상품화 시기에 시장지향형 과제가 종료되는 등 시간적 선후관계가 고려되지 않았으며, 핵심기반기술의 경우 신뢰성 확보 후, 시장에 유통되는 점을 고려할 때 현실적 활용 가능성도 낮은 것으로 판단됨

- 특히 핵심기술별로 단계별 성과지표를 제시하였으나, 제시된 성과지표로는 단계별 구분에 대한 논리적 파악도 가능하지 않음

□ 주관부처는 173개 세세부과제별로 각각의 연구개발 로드맵을 제시함

- 주관부처는 173개 세세부과제별 연구개발 로드맵을 제시하였으나, 사업 전체 혹은 중점분야별로 별도의 연구개발 로드맵은 제시하지 않고, A, B, C Type별 해당 작물별 연구개발 도식으로 제시하여 단계별 혹은 연차별로 어떤 기술이, 어떤 일정으로 완료되는지 여부를 알 수 없음

※ 173개 세세부과제에는 원예(고추, 양파, 무, 배추, 단호박, 당근, 양파, 사과, 수박, 토마토, 감귤, 키위, 표고, 목이, 복령 등), 식량(벼, 콩, 땅콩, 두과, 옥수수, 감자 등), 축산(소, 젖소, 돼지, 닭 등)이 포함되었으며, 각 품종별로 중점기술인 데이터 생산, 데이터 표준화, 예측모델개발, 품종개발, 종자생산에 포함



[그림 3-19] 세부과제와 핵심기술을 연계한 돼지 품목의 연구개발 도식 (A Type 예시)

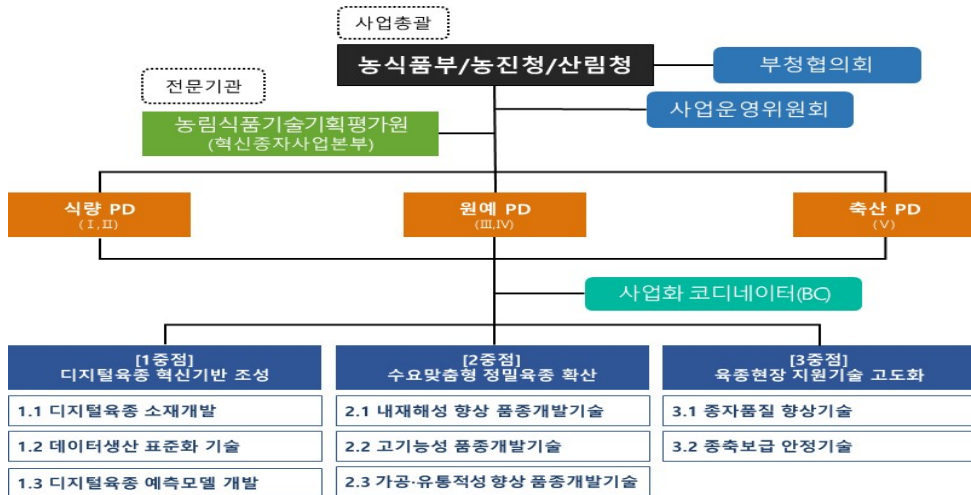
출처 : 추가 제출자료(2차)

- 특히 연구기간이 모두 10년으로 동시다발적이고, 병렬적으로 추진되는 173개 세부과제의 로드맵의 경우, 일부는 핵심기술이 제시되지 않거나, 품종 출원·등록 이전에 매출액이 발생하거나, 진단기술과 선발기술이 동시에 진행되거나, 세부과제의 주요 내용과 일치하지 않는 내용이 로드맵에 포함되는 등 세부과제와의 연계, 세세부과제 내에서의 선후관계도 부족한 것으로 판단됨

※ 가령, 개발내용은 소비자 맞춤형 생산기술 시스템 구축이나 로드맵에는 예측모델, 개량프로그램, 브랜드 육성 기반 조성 등이 포함(3-2-1-1), 수출 및 전시포가 개발 1년차부터 발생(2-1-1-4 등), 종축선발모델접목을 구성하는 진단기술과 선발기술이 로드맵 상 동시에 진행(1-3-6-1), 표현체 정보구축과 빅데이터 처리·분석기술이 동시에 진행되는 것으로 제시되어(1-2-1-2 등)되어 빅데이터 처리기술을 추진하는 다른 과제(1-2-3-5 등)와의 차이점 혹은 선후관계 파악 불가

5. 추진전략의 적절성

- 주관부처는 사업추진을 위하여 농림식품기술기획평가원을 주관기관으로 지정하고, 기존 GSP운영지원센터의 개편 활용, 기술총괄 PD 5인 구성을 제안함
- 전체적인 사업 총괄은 농식품부, 농진청, 산림청이 참여하는 부·청협의회에서 담당하고, 농림식품기술기획평가원이 사업을 주관하며, 기존 GSP운영지원센터를 혁신종자사업본부로 개편하고, 기술총괄 PD 5인(식량 2인, 원예 2인, 축산 1인)의 구성을 제안함



[그림 3-22] 동 사업의 추진체계도

출처 : 기획보고서

<표 3-34> 추진 주체별 역할 및 기능

주체		역할 및 기능
부·청 협의회 (농식품부-농진청-산림청)		- 사업 총괄 - 사업의 추진과 관련된 정책적 판단 및 의사결정 - 연차별, 단계별 시행계획 승인 - 사업 투자우선순위 결정
사업운영 위원회		- 사업 계획 수립에 관한 중요사항, 사업과제의 선정 및 조정에 관한 사항 결정 - 부·청 협의회에서 의결된 중요사업 기획 및 운영
사업관리 전문기관 (농림식품 기술기획 평가원)	기획팀	- 중자산업 중장기 발전전략 및 시행계획 수립 · R&D 전략 수립 · 차년도 중점방향 및 시행계획 수립 - 차년도 핵심기술개발사업 예산 심의 대응
	평가팀	- 사업 기획·평가·운영위원회 구성·운영 - 사업 진도 및 실적 점검 - 과제 선정·단계·최종평가 - 기술개발사업 평가 및 성과 관리 · 당해년도 기술개발사업 관련 핵심과제 평가 · 기술개발사업 관련 신규 핵심과제 선정 · 기술개발사업 관련 성과 관리
	기술 사업화팀	- 사업성과 확산 및 정책 활용성 검토 등 - 기술개발사업 성과물의 기술이전 및 기술사업화 관리
기술총괄 PD		- PD 관리과제 분석·진단 및 신규 과제 기획 · 관리과제별 성과목표 점검 및 관리체계 정립 · 관리과제별 성과목표에 따른 진도관리 및 중간 점검 수행(과제별 연 1회) · 관리과제의 데이터관리계획(DMP, Data Management Plan) 의무화 과제 지정 및 관리 · 단계별 수요 기술 발굴 및 신규 과제 기획 - PD 관리과제 우수성과 확산 및 실용화 촉진 방안 수립 · 중점 영역 과제 간 기술연계를 위한 전략 및 기술교류회 운영 · 관리과제의 IP-R&D 전략 및 기술사업화 전략 수립 · 기술설명회 개최 및 기술상담을 통한 기술이전 성과 제고 - 품종별 오믹스 정보 수집, 관리, 확산을 위한 관리체계 구축 및 운영 · 데이터관리계획(DMP) 지정과제 연구결과 데이터(오믹스 정보등) 수집 · 연구결과 표준화 규격 관리 및 NABIC 시스템 등록 관리 · NABIC/KOBIC 시스템을 활용한 과제 성과 확산 및 신규 R&D기획 지원
사업화 코디네이터 (BC)		- 시장 분석 및 시장전략 포트폴리오 작성 - 해외시장 비즈니스 모델 수립 지원 - 과제 연계 글로벌 마케팅 공동 진행, 판촉 및 프로모션 지원

출처 : 기획보고서

- 주관부처는 주관기관의 하위에 기술총괄(PD)을 두고 동 사업 추진을 계획하였으나, 기술총괄(PD)의 업무내용과 범위를 고려할 때, 제대로 역할을 할 수 있을지 의문임
- 주관기관을 담당하는 농림식품기획평가원은 기획팀, 평가팀, 기술사업화팀을 구성하여 추진하는 것을 계획하고 있어 통상적인 사업관리전문기관의 업무를 수행할 것으로 예상됨
 - 주관부처는 주관기관의 하위에 동 사업 추진을 위한 기술총괄(PD)을 두고, PD의 역할을 세세부과제의 분석·진단 등 과제관리, 수요 발굴 등 신규과제 기획, 품종별 오믹스 정보 수집, 우수성과 확산 및 기술사업화 전략 수립 등으로 제시하였으나, 실제로 PD 1인이 담당할 수 있는 가능한 업무 범위로는 적절성이 부족함
 - 기술총괄(PD)별 예산은 연간 기본 과제비 3억 원에 관리과제 수 비율을 반영하여 산출된 것으로, 과제참여 인력 외에는 별도의 지원인력 없이 소속기관에 상근하면서 주관기관인 농림식품기획평가원과 어떻게 소통하면서 배정된 업무를 원활하게 추진할 수 있을지 의문임
 - ※ 기술총괄(PD)은 총괄 PD과제(R&D)의 과제책임자이며, 과제 이외의 별도의 보상 체계가 없으며, 전문기관이 아닌 소속기관에서 상근함
 - 특히 최대 연간 4.9억 원의 기술총괄(PD)의 과제비에 기술총괄(PD) 인건비, 기술총괄(PD) 소속기관의 간접비, 시설·장비비, 사업추진 위한 연구활동비 등이 포함되는 것을 감안하면 사업비 내에서 추가로 배정할 수 있는 인원도 제한적일 것으로 보임

<표 3-35> PD별 대상작물 및 세세부과제수

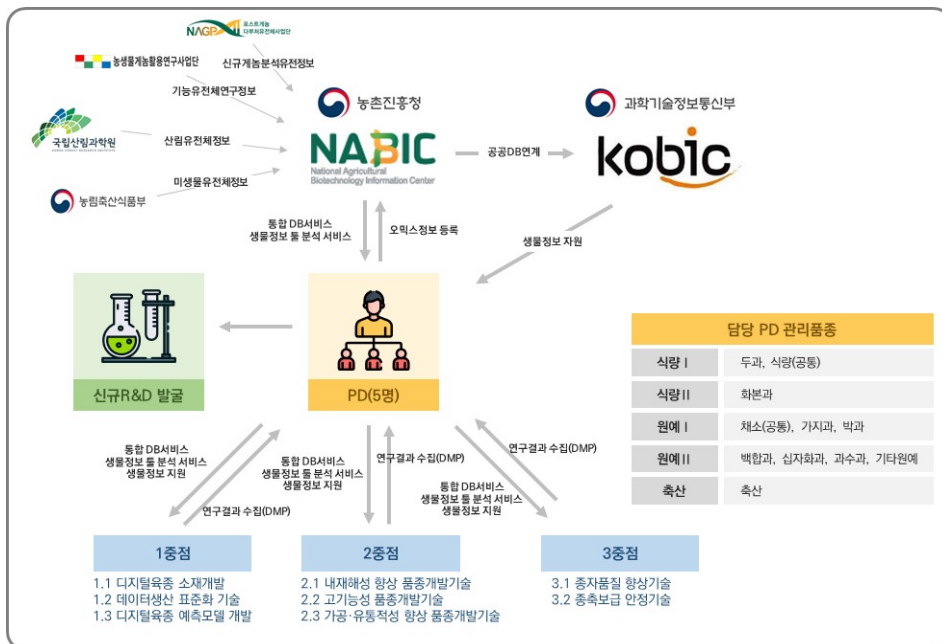
구분	대상 작물	세세부 과제수	예산(억 원,1년)
식량 1	두과	24	4.3
식량 2	화본과	16	3.7
원예 1	가지과, 박과	51	4.9
원예 2	백합과, 십자화과, 과수과, 기타원예	45	4.9
축산	한우, 젓소, 돼지, 닭	37	4.4

출처 : 추가 제출자료(1차)

- 기술총괄(PD)별 담당 관리 과제를 대상작물별로 구성한 것은 바람직하나, 주관부처가 제시한 '디지털육종 연구개발사업의 개념'에 따르면 오믹스 정보의 수집이

동 사업에서 중요한 부분이기 때문에, PD 1인이 최대 51개 과제의 데이터 수집·관리·확산을 총괄하여 사업을 추진하기에는 무리가 있다고 판단됨

- ※ DB수집 : 과제별 데이터관리 계획에 따른 연구결과 검증에 필수적인 데이터(오믹스 정보 등 실험데이터) 수집
- ※ DB관리 : 수집된 연구결과 Data를 표준화 규격에 맞는지 검토·관리하여 NABIC 공공데이터 관리시스템에 등록 지원
- ※ DB확산 : 등록된 NABIC 공공데이터와 국가망으로 연계된 KOBIC 공공데이터를 활용하여 관리과제 성과 확산과 신규 R&D 과제 기획 등의 연구 활동에 지원



[그림 3-23] 사업 연구결과 DB 관리·확산 체계

출처 : 추가 제출자료(1차)

- 특히 제시된 추진체계로는 기술총괄(PD)과 사업관리 전문기관인 농림식품기획평가원과의 업무가 어떻게 구분되고, 기술총괄(PD)의 독립성이 어떻게 확보될 수 있는지에 대한 방안은 파악하기 어려움
- 주관부처는 2차 추가자료 제출을 통하여, 타 기관 PD제도와 차별점을 제시하였으나, 산업부의 경우 PD운동을 별도의 과제로 편성하지 않고 기획평가관리비로 운영하는 점 등을 고려할 때, 기술총괄(PD)과제를 별도 예산으로 배정하여 운영하는 것은 타당성이 부족함

<표 3-36> 주관부처에서 제시한 동 사업의 PD와 타 기관 PD제도 비교

구분		차세대 BG21 단장	산기평 PD	GSP 단장	디지털육종 PD
전문기관	• PD 과제 수행	×	×	×	○
	• 상근 여부	×	○	×	×
	• 인력지원 여부	×	○	×	×
연구동향 분석	• 기술수준 분석 • 기술 예측 • 연구동향 조사	○	○	×	×
기술수요 조사	• 신규과제 발굴을 위한 기술수요조사	○	○	×	×
과제 지원	• 기술 자문 • 연구기관-기업 간 조정자 역할 • 성과지표 점검 및 과제 진도관리	○	○	○	○
과제 기획	• 총괄 기획관리 / R&D 전주기 관리	○	○	○	○
성과 관리	• 성과 분석	○	○	×	×
성과 활용촉진	• 기술이전 및 사업화 활성화 • 기술료 관리 • 성과 홍보	○	○	×	×
대외협력	• 외부기관/사업 연계 조정	○	○	×	×
과제평가(선정, 중단, 최종 등)	• 평가 총괄 • 평가위원 관리	○	×	○	×
연구비 조정	- 평가결과를 반영한 과제예산 조정	○	×	○	×
과제 관리	• 시행계획 작성 • 협약 체결 및 변경	○	×	○	×
연구비 관리	• 연구비 지급 및 관리	○	×	○	×
연구비 정산	• 실적보고서 검토 • 정산	○	×	×	×

출처 : 추가 제출자료(2차)

□ 주관부처는 시장분석 및 전략수립 등을 위해 사업화 코디네이터(BC) 운영을 제시하였으나, 이에 대한 추진내용과 전략 제시가 미흡한 것으로 판단됨

○ 주관부처는 개발된 기술과 품종 등의 성과 지원을 위한 사업화 코디네이터(BC)의 역할을 제시하였으나, 농진청이 참여하는 다부처 사업임에도 차세대바이오그린21에서 유사한 역할을 담당한 '농업기술실용화재단'에 대한 검토는 포함되지 않음

○ 사업화 코디네이터(BC)의 운영을 위한 조직 구성, 인건비 등의 구체적 추진내용과 전략은 제시되지 않음

○ 주관부처는 소명자료에서 전문가 위촉을 통해 사업화 코디네이터(BC)를 운영(기평비 활용)할 예정이라고 제시하였으나 수출확대 등을 목적으로 하는 대형 국책사업의 운영방안으로는 구체성이 부족하며, 농업기술실용화재단에 대한 검토는 제시되지 않음

□ 주관부처는 전문기관과 기술총괄(PD)을 중심으로 사업관리전문기관에서 진행하는 일반적인 사업관리 추진방안을 제시함

<표 3-37> 지정공모과제 사업추진 절차

프로세스	주요 내용	수행주체
PD 구성	- 연구기획 능력, 사업 관리 경험, 리더십을 갖춘 산·학·관·연 전문가 - PD 운영계획에 따라 지원조직 구성	- 전문기관 · 평가단
▼		
사업 상세기획	- 상세 기술기획, 사업추진전략, 연차별 시행계획 수립 (예비타당성조사 보고서 기반) - 사업 목표 및 세부과제 기획(세부과제 RFP 확정)	- PD · 전문기관 지원
▼		
세부과제 선정	- 세부과제 공고 - 서면·정책부합성 평가 및 연구계획에 대한 공개발표 평가 실시 후 연구기관 선정 확정, 통보	- 전문기관 · 평가단
▼		
협약 체결	- 연구개발사업의 목표, 내용 및 수행방법 등이 포함된 연도별 시행계획 수립	- 전문기관
▼		
진도관리	- 성과관리계획 및 통합진도관리계획 수립, 진도관리 - 통합 진도 관리 보고서 작성 - 성과분석 점검회의	- 전문기관 · PD
▼		
연차평가	- 총괄주관으로 연차평가 사전 점검 - (세부)과제 연차실적 계획에 대하여 평가 실시 - 평가 결과에 따라 (세부)과제 중단 및 조정 가능	- 전문기관 · 평가단
▼		
단계평가	- 단계평가는1단계/2단계 종료년도 평가 실시(단계실적 보고서) - 단계평가 결과 (세부)과제 중단 및 조정 가능 - PD 연임 평가(총괄과제, 단계별 평가)	- 전문기관 · 평가단
▼		
최종평가	- 총괄과제 및 세부과제 연구결과 최종평가	- 전문기관 · 평가단
▼		
사후관리	- 성과관리, 활용실적 및 추적평가, 연구관리 정보화, 성과활용 변화관리 계획수립 및 추진 - 종료된 과제에 대하여 종료 후 5년간 추적관리	- 전문기관

출처 : 기획보고서

- 주관부처가 제시한 디지털육종 연구개발사업의 개념을 고려할 때, 유사사업에서 발생한 연구결과, 성과의 연계·협력방안이 중요하나, 이에 대한 구체적 방안은 제시되지 않음
- 주관부처가 정의한 디지털육종 기술을 ‘다중의 오믹스 정보수집, 빅데이터 분석, 인공지능(AI) 기술과 생명공학기술을 융합한 육종기술’로, 기술 특성 상, 선행 정부 연구개발사업의 성과물 활용 전략이 요구되나, 기획보고서 상 해당내용이 명확하지 않음
- 연구결과 및 성과의 연계·협력은 타 사업 연구결과물이 축적될 NABIC 시스템을 활용할 것이라고 하였으나, NABIC 시스템은 전사체, 대사체, 분자마커, GWAS 등이 별개의 카테고리로 운영되어 단순히 빅데이터를 한 곳에 모아두는 클라우드 역할을 하기 때문에 어떻게 활용할지에 대한 구체적인 방안 제시가 필요함
- 컨트롤타워가 중요한 범부처(농림축산식품부-농진청-산림청) 사업이지만, 부·청협의 회 설치와 기술총괄(PD)의 역할 이외에는 부처별 역할 분담과 협업이 가능한 운영체계인지를 기획보고서 상에 제시하지 않음
- 주관부처는 소명자료를 통해 참여부처별 역할을 제시하였으나, 제시된 자료로는 협업이 가능한 운용체계인지 여부는 판단하기 어려움

<표 3-38> 주관부처에서 제시한 참여부처별 역할

구분	주요 내용
농진청	• NABIC시스템을 활용하여 농생명 데이터 고도화 역할 수행
산림청	• 산림유전자원센터를 통해 농생명정보 연계 및 확산 역할 수행
농식품부	• 디지털육종 전환 지원사업(비R&D)과 종자산업진흥센터를 통해 종자산업 육성 건인 역할 수행

출처 : 소명자료

제 4 장 정책적 타당성 분석

제 1 절 정책의 일관성 및 추진체제

1. 상위계획과의 부합성

가. 개요

- ☐ 과학기술분야 중장기계획과 주관부처 제출자료 등을 중심으로 동 사업의 상위계획과의 부합성을 조사함
 - 과학기술 분야 최상위 계획인 ‘제4차 과학기술기본계획’을 필수 계획으로, ‘제3차 생명공학육성기본계획’, ‘제3차 농림식품과학기술육성종합계획’, ‘제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획’, ‘제4차 농업생명공학육성 중장기계획’을 선택군 계획으로 선정하여 동 사업과의 부합성을 조사함
- ☐ 필수 계획 및 선택군 계획과의 부합성 검토 결과 상위계획과의 부합성은 ‘적절’한 것으로 판단됨
 - 동 사업의 추진계획은 필수 계획인 ‘제4차 과학기술기본계획’과의 부합성은 높음이며, 선택군 계획인 ‘제3차 생명공학육성기본계획’, ‘제3차 농림식품과학기술육성 종합계획’, ‘제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획’, ‘제4차 농업생명공학육성 중장기계획’과의 부합성은 모두 높은 것으로 분석되었음

<표 4-1> 상위계획과의 부합성 조사 결과

구분	계획명	부합성		
		낮음	보통	높음
필수 계획	제4차 과학기술기본계획('18-'22)			√
선택군 계획	제3차 생명공학육성기본계획('17-'26)			√
	제3차 농림식품과학기술육성종합계획('17-'26)			√
	제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획('18-'27)			√
	제4차 농업생명공학육성 중장기계획('18-'27)			√

<표 4-2> 상위계획과의 부합성 평점

필수계획* \ 선택군계획**	부합도 낮음	부합도 보통	부합도 높음
부합도 높음	보통	대체로 적절	적절
부합도 보통	대체로 부적절	보통	대체로 적절
부합도 낮음	부적절	대체로 부적절	보통

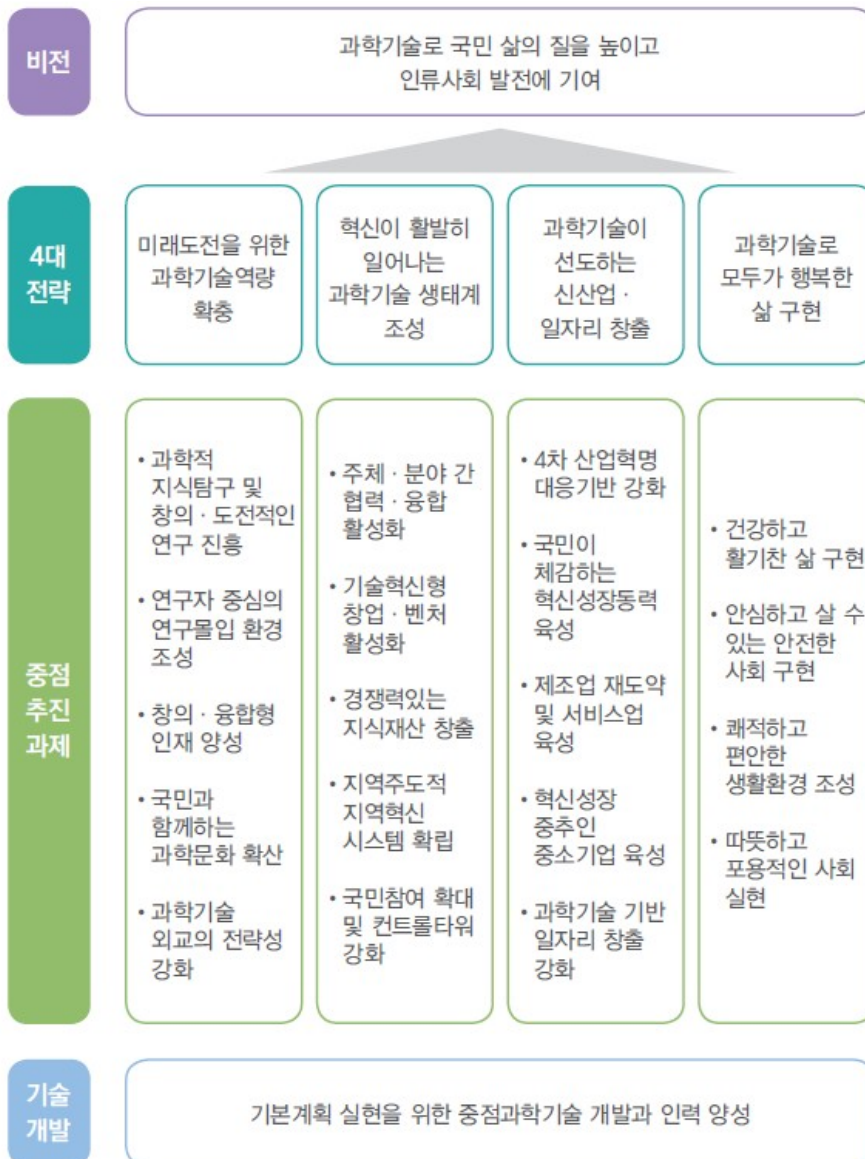
* 필수계획 : 과학기술기본계획

** 선택군계획 : 국정과제, 나머지 계획 중 사업의 부합성을 판단할 수 있는 계획

나. 제4차 과학기술기본계획('18-'22)

- ☐ 필수 계획인 '제4차 과학기술기본계획'의 '추진과제 12-4. 농림·축산·수산업 고부가가치화'는 동 사업과의 부합성이 높은 것으로 판단됨
- '제4차 과학기술기본계획'은 각 부처 과학기술 관련 정책의 수립 및 추진방향을 제시하는 과학기술분야 최상위 계획으로, 과학기술로 국민 삶의 질을 높이고 인류 사회 발전에 기여함을 비전으로 함
 - '제4차 과학기술기본계획'은 4대 전략 및 19개 중점추진과제를 추진하고자 함
 - 미래도전을 위한 과학기술역량 확충, 혁신이 활발히 일어나는 과학기술 생태계 조성, 과학기술이 선도하는 신산업·일자리 창출, 과학기술로 모두가 행복한 삶 구현을 4대 전략으로 하며 전략별 중점추진과제를 제시함
 - '제4차 과학기술기본계획'의 '중점추진과제 12. 국민이 체감하는 혁신성장동력 육성'의 일부 내용이 동 사업의 내용과 부합함
 - '추진과제 12-4. 유망 산업의 성장동력화 촉진'을 위한 농림·축산·수산업 고부가가치화(유용 농림·수·축산자원 발굴 등 국산 농수산물 생명 소재 산업화를 촉진하고 차세대 육종 첨단기술 개발)에 대한 내용이 제시됨
 - 이는 동 사업에서 기술개발 하고자하는 수요맞춤형 정밀육종 확산, 육종현장 지원기술 고도화 등의 내용과 관련성이 존재함
 - 또한 '제4차 과학기술기본계획'에서 제시하는 120개 중점과학기술 목록 중 농림수산·식품과 관련된 9가지 중점과학기술 중 저항성 및 고기능성 품종개발 기술, 유

용유전자 및 유전자원 개발 기술, 동물 질병 통제 기술 등의 중점과학기술은 동
사업에서 개발 하고자하는 분야 및 기술내용과 연관성이 존재함



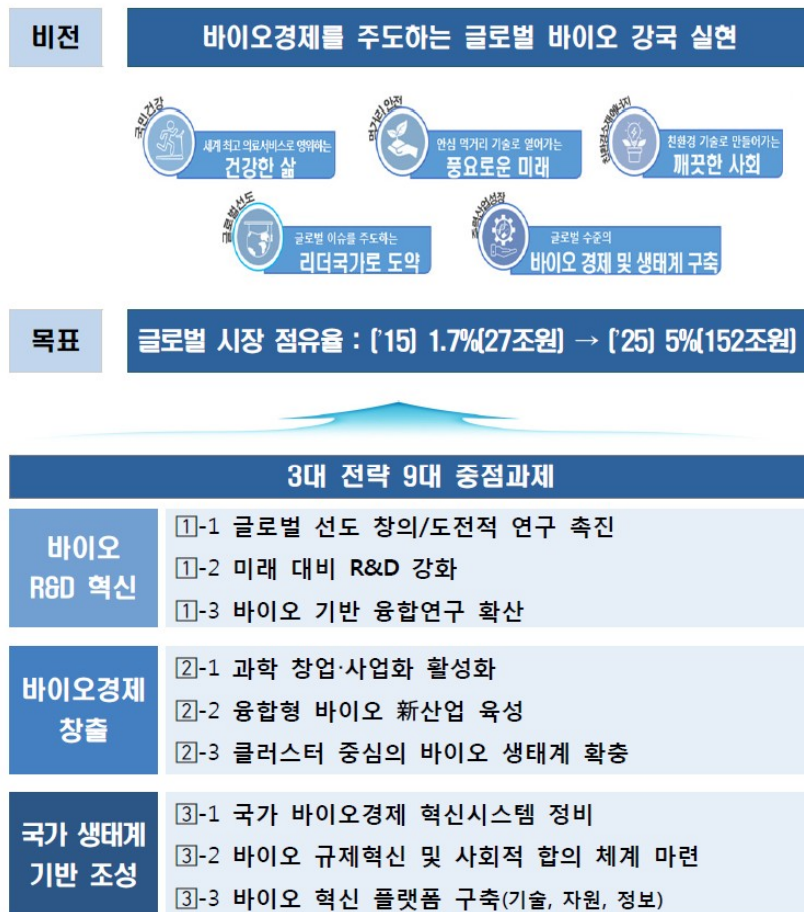
[그림 4-1] 「제4차 과학기술기본계획」 전략 및 중점 추진계획

출처 : 제4차 과학기술기본계획(‘18. 2., 관계부처 합동)

다. 제3차 생명공학육성기본계획('17-'26)

- 선택군 계획인 '제3차 생명공학육성기본계획'에서 제시하는 미래 대비 R&D 강화를 위한 고부가가치 농생명산업 R&D강화 및 식량·자원작물 개발 및 첨단 농축산 생산관리 전략분야와 관련된 내용은 동 사업에서 기술개발 하고자 하는 연구내용과 직·간접적으로 관련성이 존재하므로 부합성이 높은 것으로 판단됨
- '제3차 생명공학육성기본계획'은 생명공학육성법 제4조 제2항에 따라 과기정통부 등 8개 부처가 공동으로 수립한 생명공학 분야 R&D 최상위 법정 계획으로, 관계 부처의 세부계획을 종합·체계화하여 생명공학분야를 육성하고 발전시키기 위한 국가 차원의 비전과 정책 지침을 제시함
 - 관계부처는 교육부, 농림축산식품부, 산업통상자원부, 보건복지부, 환경부, 해양수산부, 식품의약품안전처 등임
- '제3차 생명공학육성기본계획'은 바이오경제를 주도하는 글로벌 바이오 강국 실현을 목표로 3대 전략 및 9대 중점과제를 제시함
 - 3대 전략은 바이오 R&D 혁신, 바이오경제 창출, 국가 생태계 기반 조성 등임
 - 9대 중점과제는 글로벌 선도 창의/도전적 연구 촉진, 미래 대비 R&D 강화, 바이오 기반 융합연구 확산, 과학 창업·사업화 활성화, 융합형 바이오 신산업 육성, 클러스터 중심의 바이오 생태계 확충, 국가 바이오경제 혁신시스템정비, 바이오 규제혁신 및 사회적 합의 체계 마련, 바이오 혁신 플랫폼 구축 등임
- '전략 1. 바이오 R&D혁신'의 '중점추진과제 1-2. 미래 대비 R&D 강화' 내용 중 ② 고부가가치 농생명산업, 바이오에너지/환경/바이오소재/생태계 보존 R&D강화'에 대한 세부내용이 동 사업에서 기술개발 하고자 하는 내용과 관련성이 존재함
 - 미래 대비 R&D 강화 중점추진과제에서 BT, ICT 기술과 농·수·축산업 접목을 통한 고부가가치 그린바이오 산업으로 풍요로운 삶 구현을 위한 세부내용 중 수출·수입 대체품종 개발을 위해 차세대 육종 첨단기술(분자 육종 등) R&D 지원을 확대하여 종자 주권을 확보하겠다는 내용이 제시됨
 - 이를 위하여 농식품부의 Golden Seed 프로젝트사업을 중심으로 대상품목을 확대하고 차세대 육종기술 개발을 추진하고자하는 계획이 언급되어 있음
- '제3차 생명공학육성기본계획'에서 도출한 30대 전략분야 중 '전략분야 16. 식량·자원작물 개발 및 첨단 농축산 생산관리'에 제시되어 있는 내용이 동 사업에서 개발하고자하는 연구내용과 관련성이 높은 것으로 판단됨

- 지속가능하고 환경 친화적인 식량자원 생산 및 농수축산 생명자원의 안정적 생산을 통한 식량안보 및 산업경쟁력 확보를 위해 식량자원의 안정적인 공급기반 구축을 위한 수요·공급 맞춤형 최적 생산 시스템 확보, 기업 연계를 통한 고부가 농생명산업 육성, 미래 선도기술 발굴을 통한 차세대 바이오 기술 주도권 확보, 수요 맞춤형 작물, GMO 안정성 확보 및 판별기술 개발과 인증기준 확립 등을 주용 내용으로 하며, 해당 내용들은 동 사업에서 기술개발하고자 하는 내용들과 직·간접적으로 관련성이 존재하므로 부합성이 높은 것으로 분석됨



[그림 4-2] 「제3차 생명공학육성기본계획」의 전략 및 중점 추진과제

출처 : 제3차 생명공학육성기본계획(관계부처 합동, 2016)

□ 풍요로운 삶에서의 전략분야

식량·자원작물 개발 및 첨단 농축산 생산관리

정의	○ 지속가능하고 환경 친화적인 식량자원 생산 및 농수축산 생명자원의 안정적 생산을 통한 식량안보 및 산업경쟁력 확보
달성 목표	○ 수요·공급 맞춤형 최적 생산 시스템 구축 ○ 사업화 가능 생명자원 수집 및 발굴 ○ 차별화된 품질 및 안전성 확보로 글로벌 경쟁력 강화 ○ 미래 선도기술 개발로 기술 주도권 확보
주요 내용	○ 식량자원의 안정적인 공급기반 구축을 위한 수요·공급 맞춤형 최적 생산 시스템 확보 - 농림·축수산 환경 유지·보전 기술 개발을 통한 지속가능 생산기반 구축 - 밀가루 대체 등 고품질·고부가·신기능 부어를 통한 쌀 소비확대 - 생산성 극대화 연구를 통한 수입대체 및 곡물자원의 자급률 제고 - 분자표지 및 유전자 교정 등 신속·정밀 분자유종 기술 상용화 ○ 기업연계를 통한 사업화 가능 생명자원 수집·보존·발굴·공급으로 고부가 농생명산업 육성 - 농림·축수산 생명자원의 수집·기능성검증·보존을 통한 유용자원 확보 - 오믹스기반 생명자원의 유용물질 대량발굴로 산업화 소재 공급 - 반려동물, 유용곤충 등 신산업 발굴 및 사업화 지원 ○ 미래 선도기술 발굴을 통한 차세대 그린바이오 기술 주도권 확보 - 정밀농업 관련 주변 첨단기술 적극 도입 및 실용화 촉진 - 농림·축수산용 및 타산업응용형 유용 생물체 개발 및 산업화 촉진 - 극자·해수 식물재배 등 미래 인류생존을 위한 비상 먹거리 생산 기술 ○ 수요 맞춤형 작물, 유전자재 조합생물(GMO)의 안전성 확보 및 판별 기술 개발과 인증기준* 확립 * 상용화를 위한 안전성 심사기준 정립, 신속·간편 위해요소 판별 기술 개발
기대 효과	○ 지속가능한 생산기술 개발 및 적용을 통한 식량안보 기반 확보 ○ 사업화 가능 생명자원 발굴 및 안정적 생산으로 고부가 농생명산업 육성 ○ 농림·축수산물의 고품질·안전성 확보로 글로벌 시장 경쟁력 제고

[그림 4-3] 「제3차 생명공학육성기본계획」 중 동 사업 관련 내용

라. 제3차 농림식품과학기술육성종합계획('17-'26)

- 선택군 계획인 '제3차 농림식품과학기술육성종합계획'의 '핵심전략기술 ⑤ : 종자산업 경쟁력 강화' 와 관련된 중점 연구개발 분야 내용은 동 사업에서 지원하고자 하는 연구개발 내용과 관련성이 높아 부합성이 높은 것으로 판단됨
- '제3차 농림식품과학기술육성종합계획'은 개방형 혁신을 통한 지속가능한 미래 농림식품산업 육성을 비전으로 R&D 전(全)과정에 다양한 주체의 참여와 협업을 확대하여 4차 산업혁명 시대를 선도하는 농림식품 R&D의 개방형 혁신(다양한 주체 및 분야의 참여와 협력을 촉진할 수 있는 연구개발 추진체계)을 실현하고자 함
- 4차 산업혁명 등 농업·농촌 대내외 환경변화와 향후 농정 방향(농발계획)을 고려하여 5대 중점 연구분야 및 12대 핵심전략기술을 선정함
- 5대 중점 연구분야 및 12대 핵심전략기술은 다음과 같음
- 5대 중점 연구분야 : ① ICT 융복합 스마트농업, ② 농생명 바이오산업, ③ 수요트렌드에 맞는 고품질 농식품, ④ 기후변화·재난·질병 대응 농업 생산, ⑤ 농림업인, 농촌주민, 국민 삶의 질
- 12대 핵심전략기술 : ① 혁신성장을 위한 농산업 전반의 융복합화, ② 혁신선순환을 위한 농산업역량 강화, ③ 고부가가치 창출을 위한 농생명 소재산업 개발, ④ 바이오경제 시대 BT 유전체 기반기술 강화, ⑤ 종자산업경쟁력 강화, ⑥ 국내외 소비자 수요에 맞는 고품질 농산물 생산, ⑦ 고품질 식량의 안정적 생산, 생산성 향상 및 비용 절감, ⑧ 소비트렌드 변화에 맞는 식품 및 유통산업, ⑨ 기후변화/재난/동식물질병 대응 농업생산 시스템 구축, ⑩ 국민삶의 질 향상을 위한 농업·농촌의 다양한 가치 창출, ⑪ 산림과학기술로 경제산림, 복지산림, 생태산업 구현, ⑫ 국민 맞춤형 건강한 먹거리
- '제3차 농림식품과학기술육성종합계획'의 '중점연구분야 ② : 농생명 바이오 산업', '핵심전략기술 ⑤ : 종자산업 경쟁력 강화' 와 관련된 중점 연구개발 분야 내용은 동 사업에서 연구개발 하고자하는 내용과 직접적인 관련성이 있는 것으로 판단됨
- '제3차 농림식품과학기술육성종합계획'에서 '종자산업 경쟁력 강화'의 달성을 위해 첨단 육종기술을 활용한 품종 개발 경쟁력 강화 및 종자 강국 실현을 전략목표로 제시하였으며, 연구개발 목표로 디지털육종 및 신육종 기술 활용 육종 기반 구축, 식량안보 대응 품종 및 수입대체 품종 개발, 글로벌 품종 개발을 통한 수출 확대를 제시하였음

- 연구개발 목표를 달성하기 위한 중점 연구개발 분야를 제시하였으며, 이는 동 사업에서 기술개발 하고자 하는 내용과 유사함
- 중점 연구개발 분야는 국가 보유 유전자원 산업화 및 토종 유전자원 활용 기술, 유전체 및 표현체 빅데이터 기반 디지털육종 기술, 신육종 기술 활용 육종소재 개발, 식량안보 대응 품종 개발 및 식량종자 국제 경쟁력 제고, 국가 전략형 수출 및 수입대체 종자 개발 등임

1. 비전과 목표

☐ 비 전

개방형 혁신을 통한 지속가능한 미래 농림식품산업 육성

☐ 목 표

- 최고기술보유국 대비 기술수준: ('18)80.0% ⇒('24)84.6%
- 농림식품 민간 R&D 비중 : ('15~'17) 평균 32.9% ⇒ (3차) 평균 35.0%
- 사업화 성공률: ('18)43.5% ⇒ ('24)48.0%

☐ 추진방향

- ① **타 분야, 지자체 등 다양한 주체가 참여하는 개방형 협력연구 확대**
 - 타 분야 연구진과의 융복합 연구, 지자체의 R&D 기획·수행 강화
 - 연구 데이터 공유 플랫폼, 분야별 R&D 거점 등 연구자 간 협력 네트워크 고도화
- ② **민간의 농식품 R&D 촉진하고 개발 기술의 사업화 지원 강화**
 - 국가와 민간의 중점 역할모델 제시하여 국가중심 연구의 한계 극복
 - 민간 R&D 투자기반 조성, 기술이전·창업 등 성과의 사업화 지원
- ③ **부청소속기관의 R&D 협업, 정책부서 R&D 참여 확대, 농림식품과학기술위원회 총괄 조정 강화**

[그림 4-4] 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」의 비전 및 목표

출처 : 제3차 농림식품과학기술육성종합계획(농식품부, 농진청, 산림청, 2019.12)

□ 중점 연구개발 분야

국가 보유 유전자원 산업화 및 토종 유전자원 활용 기술

[유전자원 검정 및 사용자 플랫폼 구축] 확보된 수집 유전자원의 활용을 위해 첨단과학 기술을 활용하여 고부가 가치 창출을 위한 산업화를 추진하고자 하고 토종 유전자원을 우리 기후에 적합한 품종으로 개발, 유용유전자원 발굴

[유전자원 산업화 및 활용 핵심요소 기술 개발] 유전자원의 유용형질 평가기술 개발 및 표준화, 유전자원의 산업체 요구형 특성평가, 유전자원 사용자 지향형 플랫폼 구축, 산업적 활용목적 유전자원 핵심 소재집단 구축, 농업 유용자원의 활용 촉진 체계 구축

유전체 및 표현체 빅데이터 기반 디지털 육종 기술

[디지털 육종 기술 개발] 유전체 기반 디지털 육종 기술 개발을 위해 유전체 및 표현체 분석을 위한 집단 구축, 고효율 유전자형 분석 기반 구축 및 유전체육종 센터 구축, 빅데이터 플랫폼 및 정밀육종을 위한 마커 개발 등

[디지털 육종 핵심요소 기술 개발] 다양한 유전체정보 활용 집단 육성, 스피드브리딩 기술 개발, 초고속 표현형 검정 기술, 대규모 유전체 생물정보 분석 지원 센터 및 데이터 베이스 구축, 인공지능 기반 최적합 작물 디자인 기술

신육종 기술 활용 육종소재 개발

[유전자기위 기술 활용 육종소재 개발] 유전자교정기술을 중심 신품종개발 및 실용화 기반 확립하기 위해 작물특화 유전자교정시스템 개발, 유전자교정기반 저항성 육종소재, 기능성 등 가치증진 육종소재개발, 최적화된 신품종 개발 파이프라인을 구축 등

[신육종 기술 활용 기반기술 개발] 유전자교정 목표형질 관련 유전자 발굴, guide RNA 디자인 및 라이브러리 구축, 형질전환 및 재분화, 유전자교정 모듈 전달 기술 개발, 유전자교정 기반 육종소재 발굴

식량안보 대응 품종 개발 및 식량종자 국제 경쟁력 제고

[식량안보 대응 품종 개발] 수입대체 식량작물 품종 개발, 식량종자 산업의 기술역량 강화 (생산비 절감 기술, 수량성 제고 기술, 고품질 기능성 제고 기술, 화학제 저투입 생산 기술) 식량작물 육종 및 생산기술 지원, 식량종자 생산기업 시설 및 기자재 지원

[식량종자 국제경쟁력 제고 기술] 수출용 식량작물 육종 및 생산기술 개발, 식량종자 해외 시장 시장 조사, 식량종자 해외진출 확대, 식량종자 해외진출 기반 조성

국가 전략형 수출 및 수입대체 종자 개발

[수출 및 수입대체 품종 개발] GSP 우수성과 기반 품종의 수출 시장 다변화, 수출대상 지역 품종 개발을 위한 미래형 혁신품종 개발, 첨단육종기술(병리검정, 분자표지 및 기능성 분석)센터 역량 강화, 수입대체 채소, 과수, 화훼 신품종 육성 및 생산기술 개발

[종자산업글로벌 역량 강화] 기술혁신형 강소종자기업의 육성, 해외종자 시장의 정보 수집 및 제공, 고효율 종자생산, 가공, 처리 시설의 확충

[그림 4-5] 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」 중 등 사업 관련 내용

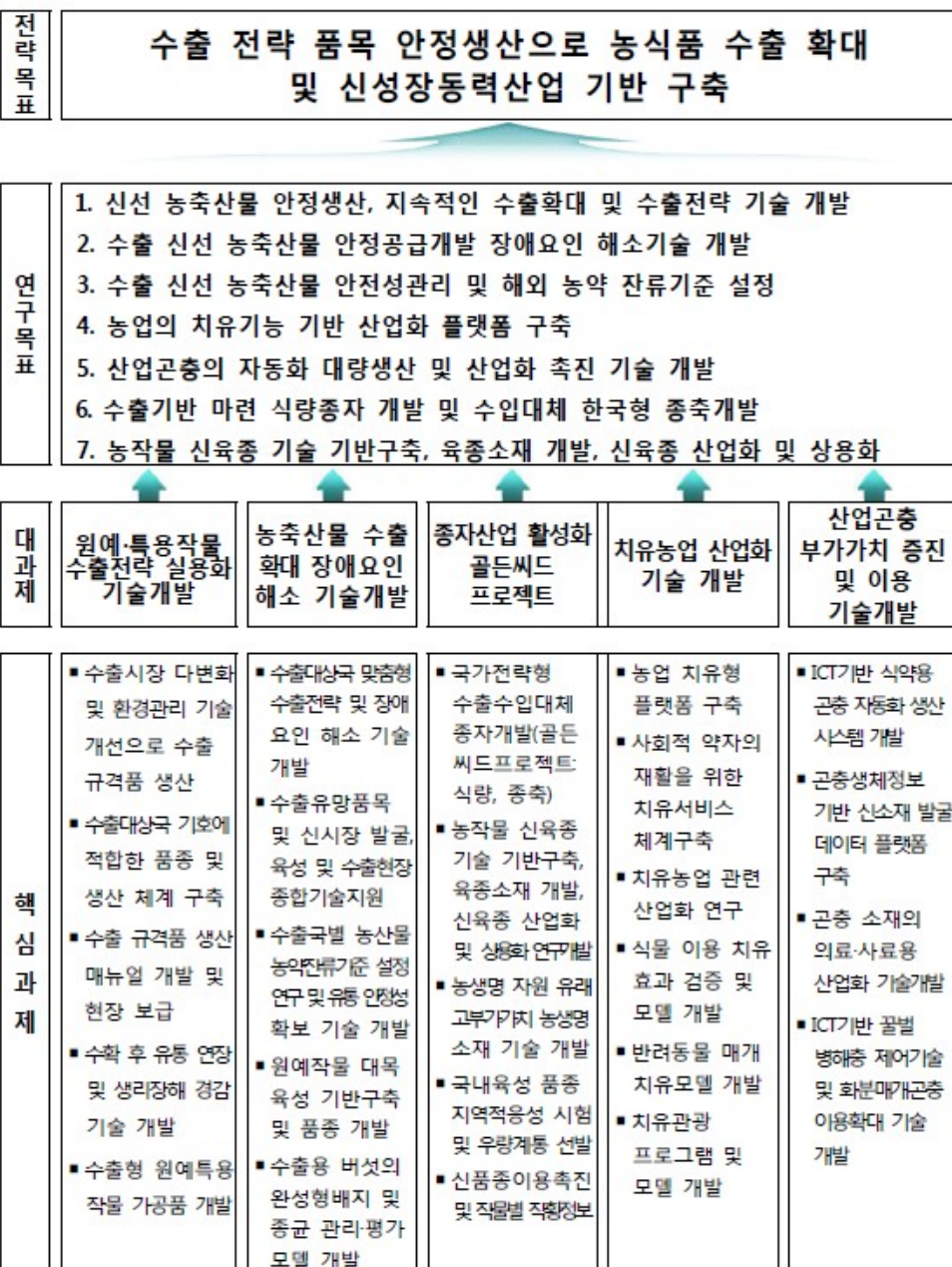
마. 제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획('18-'27)

- 선택군 계획인 '제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획'에 종자산업 활성화 골든씨드 프로젝트, 농작물 신육종기술 기반구축, 육종소재 개발, 신육종 산업화 및 상용화 연구개발 등에 대한 내용이 제시되어있으며, 이는 동 사업에서 개발하고자 하는 내용과 부합성이 높은 것으로 판단됨
- 농촌진흥법 제5조에 따라 농업과학기술 연구개발 관련 계획 등을 종합한 '제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획'은 향후 10년간 우리나라 농업과학기술의 비전 및 목표, 중점추진전략 등 정책방향을 설정하고 이를 달성하기 위한 로드맵을 제시함
- '제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획'은 3개 전략목표와 5대 추진전략을 제시
 - 전략목표는 1. 농업·농촌의 혁신성장을 선도하는 농업과학기술의 융복합화 추진, 2. 국민 요구에 부응하는 농업·농촌의 다기능성 극대화, 3. 안전한 먹거리의 안정 공급을 위한 기술혁신 강화임
 - 추진전략은 1. 기술 융복합에 대응한 대외 협력 강화, 2. 연구개발 투자포트폴리오 혁신 및 전략 중심 어젠다 체제 개편, 3. 효율적인 농업 R&D 추진 및 성과확산 고도화, 4. 지역 현장 및 농업인 맞춤형 농업과학기술 협력 플랫폼 구축, 5. 농업 R&D 일자리 창출, 기반 확충 및 혁신역량 체계 강화로 구성됨
 - 5대 추진전략 달성을 위해 핵심전략 융복합 기술 개발 및 농업·농촌의 기반 기술 개발을 중점적으로 추진하고자 함
- 동 사업의 연구개발 계획은 '제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획'의 수출농업 및 신성장동력 실용화 기술 확대를 위한 연구과제 내용과 관련성이 존재함
 - '제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획'에는 수출기반 마린 식량종자 개발 및 수입대체 한국형 종축개발, 농작물 신육종 기술 기반구축, 육종소재 개발, 신육종 산업화 및 상용화 등의 목표를 제시하고 있음
 - 위와 같은 연구목표 달성을 위한 대과제로 골든씨드 프로젝트가 제시되었고, 핵심과제로 국가전략형 수출수입대체 종자개발 및 농작물 신육종 기술 기반구축, 육종소재 개발, 신육종 산업화 및 상용화 연구개발 등에 대한 내용이 있음
 - 이는 동 사업에서 개발하고자하는 디지털육종 소재개발, 수요맞춤형 정밀육종, 종자품질 향상기술, 종축보급 안정기술 등의 핵심기술과 연관성이 높은 것으로 판단됨



[그림 4-6] 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」 개요

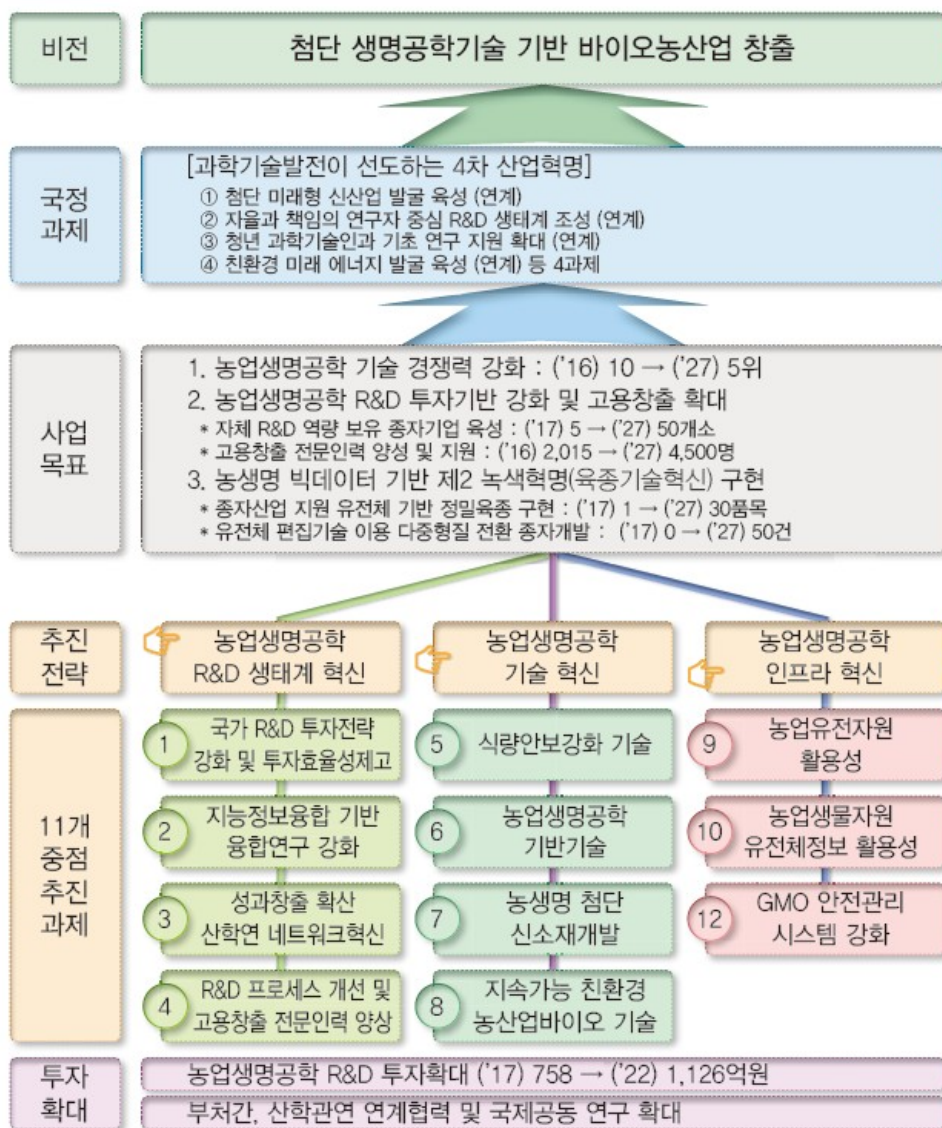
1.6 수출농업 및 신성장동력산업 실용화 기술 확대



[그림 4-7] 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」 중 동 사업 관련 내용

바. 제4차 농업생명공학육성 중장기계획('18-'27)

- 선택군 계획인 '제4차 농업생명공학육성 중장기계획'에서 제시하는 3대 추진전략 중, 농업생명공학 기술혁신 및 인프라 혁신, 11개 추진과제 중 식량안보 강화기술, 농업생명공학 기반기술, 농업유전자원 활용성, 농업생물자원 유전체정보 활용성 등은 동 사업에서 연구개발 하고자하는 내용들과 관련성이 높아 동 사업과 부합성이 존재하는 것으로 분석됨
- '제4차 농업생명공학육성 중장기계획'은 생명공학육성법(제13조 1항 3호) 및 농촌진흥법(제5조 2항)에 따라 농업생명공학 연구개발분야 중장기 기본계획을 수립함
 - '제4차 농업생명공학육성 중장기계획'은 최상위 과학기술기본계획, 농림축산식품분야별 종합계획 및 농업과학기술 R&D 기본계획을 근거로 세부계획을 수립
 - 첨단 생명공학기술 기반 바이오농산업 창출을 비전으로 3개의 추진전략, 11개 중점 추진과제를 제시함
 - 농업생명공학 R&D 생태계 혁신, 농업생명공학 기술 혁신, 농업생명공학 인프라 혁신을 추진전략으로 함
 - 국가 R&D 투자전략 강화 및 투자효율성 제고, 지능정보융합 기반 융합연구 강화, 성과창출 확산 산학연 네트워크 혁신, R&D 프로세스 개선 및 고용창출 전문인력 양성, 식량안보강화 기술, 농업생명공학 기반기술, 농생명 첨단 신소재개발, 지속가능 친환경 농산업바이오 기술, 농업유전자원 활용성, 농업생물자원 유전체정보 활용성, GMO 안전관리 시스템 강화 등을 중점추진과제로 제시함
- '제4차 농업생명공학육성 중장기계획'의 사업목표 종자산업 지원 유전체 기반 정밀육종 구현과 관련한 내용은 동 사업의 기술개발 내용과 관련성이 높음
 - '제4차 농업생명공학육성 중장기계획'에서 제시하고 있는 중점과제 및 실천과제들을 검토한 결과, 동 사업에서 개발하고자 하는 연구개발과제들과 직·간접적으로 연관성이 존재하는 과제들이 존재하는 것으로 파악되어, 동 사업은 '제4차 농업생명공학육성 중장기계획'과의 부합성이 높은 것으로 분석됨
 - 식량안보 강화기술, 농업생명공학 기초기반 기술개발 등의 중점과제 달성을 위한 실천과제 및 세부실천과제에 기술된 내용들은 동 사업에서 개발하고자하는 디지털육종기반 종자산업과 직·간접적으로 관련성이 있음



[그림 4-8] 「제4차 농업생명공학육성 중장기계획」 개요

출처 : 제4차 농업생명공학육성 중장기계획(농진청, 2019.3.)

2. 사업 추진체제 및 추진의지

가. 관련사업과의 차별성

(1) 조사 대상 사업의 발굴

- 예산요구서, NTIS 등에서 제공하는 국가연구개발 사업의 정보를 활용하여 동 사업과 내용 및 취지 측면에서 유사할 가능성이 높다고 판단되는 대상사업을 추출함
- 동 사업과 유사사업간 비전 및 사업목표, 추진체제, 성과지표 등의 측면에서 중복가능성을 검토하고 차별성 및 연계방안 등을 확보하고 있는지 점검함
- 동 사업의 선행사업을 포함하여 동 사업과 사업목표 및 지원내용이 유사할 가능성이 높다고 판단되는 연구개발 지원사업에 대한 중복성을 검토하였음
- 동 사업의 선행사업인 Golden Seed 프로젝트사업 및 차세대바이오그린21사업을 포함하여 FTA대응경쟁력향상기술개발, 농생명산업기술개발, 농업과학기반기술연구, 농업첨단핵심기술개발사업, 신품종지역적응연구, 원예특작시험연구, 유전체교정연구단, 작물시험연구, 차세대농작물신육종기술개발사업, 축산시험연구, 포스트게놈다부처유전체사업 등과 동 사업과의 차별성 및 연계방안을 검토함

<표 4-3> 관련사업과의 차별성 조사대상 사업

사업명	주관부처	사업기간(년)	사업비(억 원)
Golden Seed 프로젝트	다부처	'11~ ' 21	4,911억 원(국고 3,985억 원) ('20년까지 3,692억 원)
차세대바이오그린21	농진청	'11~ ' 20	6,376억 원(국고 6,021억 원) ('19년까지 5,342억 원)
FTA대응경쟁력향상기술개발	농진청	'08~ ' 18 (일몰)	'20년까지 1,655억 원
농생명산업기술개발	농식품부	'94~ ' 23	'20년까지 121,46억 원
농업과학기반기술연구	농진청	'62~계속	'05~'20년 7,874억 원
농업첨단핵심기술개발사업	농진청	'80~계속 ('18년 일몰)	'20년까지 4,118억 원
신품종지역적응연구	농진청	'62~계속 ('18년 일몰)	'09~'20년 3,952억 원
원예특작시험연구	농진청	'62~계속	'06~'20년 7,417억 원
유전체교정연구단	과기정통부	'13~계속	연간 약 80억 원

사업명	주관부처	사업기간(년)	사업비(억 원)
작물시험연구	농진청	'62~계속	'05~'20년 6,377억 원
차세대농작물신육종기술개발사업	농진청	'20~'26	760억 원(국고 570억 원)
축산시험연구	농진청	'62~계속	'06~'20년 6,355억 원
포스트게놈다부처유전체사업	다부처	'14~'20	5,788억 원

출처 : 2021년 예산요구서, NTIS

(2) 차별성 조사 결과

(가) Golden Seed 프로젝트

- ☐ Golden Seed 프로젝트(다부처) 사업은 동 사업의 선행사업으로 글로벌 종자시장 선점을 통한 종자강국 실현 및 민간 종자산업 기반 구축을 위한 국가전략형 수출·수입대체 종자 개발을 목표로 함
 - 농식품부, 농진청, 산림청, 해수부가 참여하는 다부처 사업이며, 글로벌 시장개척형 종자개발(수출확대), 품종보호 전략 종자개발(종자자급률 향상) 및 민간 종자산업 기반 구축을 위해 5개 사업단의 20개 전략 품목 지원함
 - 채소종자사업단, 원예종자사업단, 수산종자사업단, 식량종자사업단, 종축사업단 등 5개의 사업단으로 구성됨
- ☐ Golden Seed 프로젝트 사업은 동 사업 추진 시점에 일몰·종료되어 중복가능성 문제는 해소될 것으로 보이지만, 동 사업의 선행사업으로 사업목적 및 사업내용, 수행주체 등이 유사성이 있는 것으로 분석되므로, 사업 수행에 따른 성과물이 동 사업에 활용될 수 있을 것으로 판단됨
 - 동 사업은 3개의 중점추진분야 및 8개 핵심기술, 49개 세부과제와 173개 세세부과제로 구성되어 있으며, 2중점 수요맞춤형 정밀육종 확산 분야의 내재해성/고기능성/가공·유통적성 향상 품종개발, 3중점 중 종자품질 향상기술의 내용은 Golden Seed 프로젝트에서 기수행된 기술개발 내용과 관련성이 높음
 - 동 사업에서 기술개발 하고자하는 수요맞춤형 정밀육종 확산 분야의 핵심기술(내재해성 향상 품종개발기술, 고기능성 품종개발기술, 가공·유통적성 향상 품종개발

기술) 내용은 Golden Seed 프로젝트 사업에서 지원한 수출 및 수입대체 종자 개발내용과 연관성이 존재하는 것으로 판단됨

- 주관부처는 기존 사업 추진과정에서 획득한 육종기술 및 유전자원, 품종소재를 활용, 단기 사업화 품종개발과 동 사업을 연계하겠다는 계획을 제시하였음
- 동 사업의 수행에 앞서 선행사업 중 하나인 Golden Seed 프로젝트 사업의 성과물의 연계방안에 대해 분석하여 동 사업에 적용하고, 과거 지원했던 기술개발 내용과 차별성을 확보하여 성공적인 정부의 R&D 투자가 이루어질 수 있도록 계획을 마련하여야함

<표 4-4> Golden Seed 프로젝트(다부처) 개요

사업명	Golden Seed 프로젝트
사업내용	○ 글로벌 종자시장 선점을 통한 종자강국 실현 및 민간 종자산업 기반 구축을 위한 국가전략형 수출·수입대체 종자(20품목) 개발 - 채소종자사업단(5): 고추, 배추, 무, 수박, 파프리카 - 원예종자사업단(6): 양배추, 양파, 토마토, 버섯, 백합, 감귤 - 수산종자사업단(4): 넙치, 전복, 바리과, 김 - 식량종자사업단(3): 벼, 감자, 옥수수 - 종축사업단(2): 종돈(돼지), 종계(닭)
사업기간	2012년 ~ 2021년
사업비	4,911억 원(국고 3,985억 원), '20년까지 기투자액: 3,692억 원 *국고 3,985억 원 = 농식품부 2,153 + 해수부 745 + 농진청 975 + 산림청 112
사업규모	20개 품목(5개 사업단, '20년 기준 208개 세부프로젝트)
주관부처	다부처(농식품부, 농진청, 해수부, 산림청)
연구관리 전문기관	농림식품기술기획평가원
사업유형	개발연구

(나) 차세대 바이오그린21

- 차세대 바이오그린21(농진청) 사업은 동 사업의 선행사업으로 농업생명공학 원천기술 확보 및 실용화를 목표로 농진청에서 주관하고, 농생명 원천기술 개발 및 농생명 국가전략 대응 기술개발을 지원하는 사업임
- 농생물게놈활용사업단, 동물분자유전육종사업단, 식물분자유전육종사업단, 농업생명공학연구단, 농생명바이오식의약소재개발사업단, 시스템합성농생명공학사업단, 동물바이오신약장기사업단 등을 지원함

- 농생명 원천기술 개발 분야는 동물·식물·미생물 유전체 해석, 대사제어에 의한 고부가가치 물질 생산, 바이오신약장기기술개발, 농생물 자원 다양성 확보 등 유용 유전자 발굴을 통한 국내 고유 유전자 및 원천특허 확보 등을 주요 내용으로 함
 - 농생명 국가전략 대응 분야는 농업생명공학 기술을 이용한 GM작물 실용화, 식물 분자유종, 바이오식의약소재개발 및 기후변화, 식량안보, GMO 안전성 확보 등 국가주도 현안기술 개발을 주요 내용으로 함
- 동 사업에서 개발하고자하는 디지털육종 소재개발, 디지털육종 예측모델 개발 등의 핵심기술 내용은 차세대 바이오그린21의 연장선상에 있는 내용으로 파악됨
- 차세대 바이오그린21 사업에서 지원하였던 동물분자유전육종, 식물분자유종과 관련한 연구개발과제들은 동 사업과 관련성이 존재하는 것으로 파악되기에, 동 사업 수행 전에 차세대 바이오그린21을 사업을 통해 개발된 연구개발 성과물들을 어떻게 활용할 것인지에 대한 분야별, 기술별로 상세한 계획 마련이 필요함
- 주관부처도 선행사업 과제들과 연계하여 동 사업의 투자효율성을 제고하겠다고 하였으므로, 동 사업의 본격적인 수행 전에 연계방안을 마련하여 효율적이고 효과적인 사업수행을 도모할 필요가 있음

<표 4-5> 차세대바이오그린21(농진청) 개요

사업명	차세대바이오그린21
사업내용	○ 농생명 원천기술 개발 : 동물·식물·미생물 유전체 해석, 대사제어에 의한 고부가가치 물질 생산, 바이오신약장기기술개발, 농생물 자원 다양성 확보 등 유용유전자 발굴을 통한 국내 고유 유전자 및 원천특허 확보 ○ 농생명 국가전략 대응 : 농업생명공학 기술을 이용한 GM작물실용화, 식물분자유종, 바이오식의약소재개발 및 기후 변화, 식량안보, GMO 안전성 확보 등 국가주도 현안기술 개발
사업기간	2011년 ~ 2020년
사업비	6,376억 원(국고 6,021억 원), '19년까지 기투자액 : 5,342억 원
사업규모	식물분자유종 등 7개 사업단
주관부처	농촌진흥청
연구관리 전문기관	농촌진흥청 연구정책국
사업유형	응용연구

(다) FTA대응경쟁력향상기술개발

- FTA대응경쟁력향상기술개발사업은 FTA대응 국내외 파급효과가 큰 품목에 대해 부가가치 향상 및 가치사슬 애로요인 극복 기술개발을 통해 농축산물의 국제경쟁력 제고하고자 국내·외 시장에서 차별화된 고품질 안전 농산물 생산을 위해 품종 보급, 자재 및 시설 개발, 생산 및 수확 후 관리 기술, 가공적성 평가 등 가치사슬 전반의 중점기술 개발을 지원하는 사업임
- FTA대응경쟁력향상기술개발사업은 식량작물 및 원예·특용작물, 축산 경쟁력 제고, 수출기반조성을 위한 기술개발을 지원하는 사업으로 연간 90여개 내외의 과제를 지원함
- 동 사업은 육종소재 및 품종개발 등을 지원하고자 하는 사업으로, FTA대응경쟁력향상기술개발 사업과 사업목표 및 전략, 사업내용 등에 차별성이 존재하는 것으로 판단됨
- FTA대응경쟁력향상기술개발은 식량작물의 자급률 향상을 위한 생산성 향상 및 경쟁력 향상기술개발, 원예·특용작물의 경쟁력 제고 및 수출시장 확대기술 개발, 기반유지 및 자급률 향상을 위한 축산물의 축질 고급화 및 상품성 향상기술 개발, 수출경쟁력 제고를 위한 선도유지 등 수출 현장 애로해결 기술 개발 등을 지원하는 사업임
- 또한 FTA 대응 주요 작목 중심으로 생산성 제고를 목적으로 한 사업이므로, 동 사업과의 사업목적 및 세부내용에 있어서 차별성을 확보하고 있는 것으로 분석됨

<표 4-6> FTA대응경쟁력향상기술개발(농진청) 개요

사업명	FTA대응경쟁력향상기술개발
사업내용	○ FTA대응 국내외 파급효과가 큰 품목에 대해 부가가치 향상 및 가치사슬 애로요인 극복 기술개발을 통해 농축산물의 국제경쟁력 제고 - 축산경쟁력제고, 식량작물경쟁력제고, 원예특용작물경쟁력제고
사업기간	2008년 ~ 2018년 (일몰)
사업비	2020년까지 1,655억 원
사업규모	원예·특용작물 경쟁력 제고 등 2개 내역사업
주관부처	농촌진흥청
연구관리전문기관	농촌진흥청 연구정책국
수행주체	(주관기관) 농진청, (참여기관) 국공립연구소, 대학, 산업체, 출연기관 등
사업유형	응용연구

(라) 농생명산업기술개발

- 농생명산업기술개발사업은 동식물, 미생물 등 생명자원의 고부가가치화와 미래의 기후변화 대응 및 친환경 녹색기술 개발을 통해 차세대 핵심 산업인 생명산업 육성 기여를 목표로 함
- 농생명 자원(동물, 식물, 곤충 등)을 활용한 고부가가치 제품 개발 및 동·식물 질병에 대한 체계적인 대응 기술개발을 통해 안정적인 생산기반 구축을 사업내용으로 함
 - 생명자원 부가가치 제고기술 개발은 농생명자원을 활용한 식의약(기능성)소재, 부산물 활용 기술, 농축산 병해충 안전관리기술 및 농생명 6차산업 개발 등 농산업 소득증대 기술과 오믹스기술, 농생명 융복합기술 등 미래생명산업 대응기술의 개발을 통한 부가가치 창출을 세부내용으로 함
 - 생명자원 생산관리 기술 개발은 농생명 자원 확보, 기후변화 대응, 생산성 향상, 바이오매스 활용, 안전성 생산 및 수확 후 관리기술 등 농생명자원의 생산·관리 고도화 기술을 세부내용으로 함
- 종자산업 핵심기술 개발지원을 통한 산업혁신 생태계 조성 및 글로벌 경쟁력 강화를 목적으로 하는 동 사업은 농생명산업기술개발 사업의 목적과 더불어 사업목표 및 세부내용이 상이하므로 차별성을 확보한 것으로 분석됨
- 동 사업의 목표는 디지털육종 기술 기반의 품종개발 및 사업화이므로 농생명산업 기술개발에서 계획하고 있는 사업목적 및 목표, 세부내용 등이 다소 상이한 것으로 파악됨
 - 더불어, 동 사업의 주관부처는 기획보고서에 차별성 및 연계방안으로 농생명산업 기술개발 사업이 일몰·종료 후 후속사업을 기획 중에 있으며, 지속적인 협의과정을 통해 사업의 차별성을 확보할 수 있도록 할 예정이라고 제시함

<표 4-7> 농생명산업기술개발사업(농식품부) 개요

사업명	농생명산업기술개발사업
사업내용	○ 농생명 자원(동물, 식물, 곤충 등)을 활용한 고부가가치 제품 개발 및 동·식물 질병에 대한 체계적인 대응 기술개발을 통해 안정적인 생산기반 구축 - 민간 주도의 산업화를 위한 기술개발 지원으로 농림축산식품물의 부가가치 향상 및 저탄소 녹색성장 실현
사업기간	1994년 ~ 2023년 ('20년 일몰)

사업명	농생명산업기술개발사업
사업비	‘20년까지 기투자액 : 12,146억 원 (‘20년도 152억 원)
주관부처	농림축산식품부
연구관리 전문기관	농림식품기술기획평가원
수행주체	(주관/참여기관) 농산업체, 대학, 출연연, 기업 등
사업유형	개발연구

(마) 농업과학기반기술연구

- 농업과학기반기술연구사업은 지속가능한 농업·농촌 환경의 보전, 안전하고 건강한 먹거리 생산을 위한 기반 구축 및 관리, 농가경쟁력 향상과 농업의 미래 성장 동력 산업화를 위한 농업과학 기반기술의 개발을 주요 사업내용으로 하며, 1962년부터 현재까지 수행되고 있으며, 농촌진흥청 국립농업과학원에서 주관하는 사업임
- 농업생명자원연구, 농업생물연구, 농업환경연구, 농산물안전성연구, 농업공학연구, 농식품자원연구, 농업유전자원연구 등 7개 내역사업, 218개 과제를 지원하고 있음
 - (농업환경연구 분야) 친환경 농업기술, 기후변화 예측·평가 기술, 삶의 질 향상, (농업생물연구 분야) 마이크로바이옴 활용, 농생물자원 소재화, 양봉산업지원, (농산물안전성연구 분야) 안전한 먹거리, 외래 병해충 관리, 수출안전관리, (농업공학연구 분야) 스마트 디지털 농업, 농작업 기계화, 농작업 재해예방, (농업생명자원연구 분야) 바이오 신소재 개발, 농생명 빅데이터 활용, (농식품자원연구 분야) 맞춤형 특수식품 개발, 농식품 신소재 발굴, (농업유전자원연구 분야) 유전자원 보존·관리, 특성평가 기술 개발 등이 최근 중점 연구 내용임
- 디지털육종기반 품종개발 및 사업화를 목표로 하는 동 사업은 농축산업의 공통기반기술개발을 하고자하는 국립농업과학원의 농업과학기반기술연구사업과 사업목적 및 목표, 세부내용 등에 차이점을 확보한 것으로 판단함
- 주관부처는 동 사업과 농업과학기반기술연구사업과의 차별성 확보를 위해 품종개발 관점에서 중복성을 해소하고, 국립농업과학원 기관고유사업 추진만으로 성과도출이 어려운 과제를 공동연구사업으로 추진하여 역할 관계를 명확히 하겠다고 차별성 확보 방안을 제시함

<표 4-8> 농업과학기반기술연구(농진청) 개요

사업명	농업과학기반기술연구
사업내용	○ 지속가능한 농업·농촌 환경의 보전, 안전하고 건강한 먹거리 생산을 위한 기반 구축 및 관리, 농가경쟁력 향상과 농업의 미래 성장동력 산업화를 위한 농업과학 기반기술의 개발 - 농업생명자원연구, 농업생물연구, 농업환경연구, 농산물안전성연구, 농업공학연구, 농식품자원연구, 농업유전자원연구
사업기간	1962년 ~ 계속
사업비	7,874억 원('05~'20년)
사업규모	7개 내역사업, 218과제
주관부처	농촌진흥청
연구관리 전문기관	농촌진흥청 국립농업과학원
수행주체	(주관기관) 국립농업과학원
사업유형	응용연구

(바) 농업첨단핵심기술개발사업

□ 농업첨단핵심기술개발사업은 농업 분야 미래 신성장 동력 창출을 위한 원천·융복합기술 개발 및 세계적인 학술적 연구성과 도출을 목표로 하며, 핵심전략기술개발, 우장춘 프로젝트, 국제공동연구 등 3개의 내역사업을 지원하는 농진청 주관 사업임

○ 사업 목표는 농업 분야 신성장 동력 핵심기술 및 미래선도 유망 기술선점 인프라 구축, 고위험 고수익형 원천융합기술 개발, 농업 분야 주요 이슈 대응 및 신규 사업 개발을 위한 선행연구 등임

- 핵심전략기술개발 지원 분야를 통해 농업정책 시행에 필요한 핵심기술연구, 농업 분야 주요 이슈 대응 및 신진연구자를 지원하고, 우장춘 프로젝트를 통해 고위험 고수익형 원천융합기술 개발 및 세계적인 과학자 육성하며, 국제공동연구를 통해 첨단, 핵심 기술 조기 도입 및 농업 분야 국제쟁점 대응을 하고자 함

□ 동 사업은 농업첨단핵심기술개발사업과 사업목적 및 목표, 세부내용 등에서 차별성을 확보한 것으로 보임

○ 다만, 농업첨단핵심기술개발사업을 통해 개발된 연구개발 성과물들은 동 사업에서 활용할 수 있을 것으로 파악되므로, 사업간 성과물의 연계를 통해 효과적인 사업 수행을 도모할 필요가 있음

<표 4-9> 농업첨단핵심기술개발사업(농진청) 개요

사업명	농업첨단핵심기술개발사업
사업내용	○ 4차 산업혁명, 바이오경제 시대 농업분야 주요 정책현안에 대한 국가적 대응 전략 수립 및 사업화를 위한 선제적·전략적 기술 개발 ○ 미래농업을 주도할 신진연구자의 창의적 연구활동 지원 및 고위험, 고수익형 농업첨단 융복합 원천기술 개발로 농업의 신성장 산업화 견인 ○ 외국의 첨단·핵심기술 조기 도입과 농업분야 국제쟁점 대응을 위한 외국 연구 기관과의 국제공동연구로 글로벌 농업 경쟁력 강화
사업기간	1980년 ~ 계속 ('18년 일몰)
사업비	'20년까지 기투자액 : 4,118억 원
사업규모	3개 내역사업
주관부처	농촌진흥청
수행주체	농촌진흥청 연구정책국
사업유형	기초연구

(사) 신품종지역적응연구

□ 신품종지역적응연구는 식량자급률 향상, 로열티 절감, 종자산업 활성화를 위해 국제 경쟁력을 갖춘 신품종 개발 및 종자생산 보급체계 구축을 사업 목적으로 하며, 신품종개발 및 보급을 통한 식량의 안정적 공급 및 종자산업 경쟁력 제고를 목표로 하는 사업임

- 신품종개발 공동연구, 화훼·특용작물 품종 경쟁력 향상 기술개발, 주요 소면적 작물 종자생산체계 구축, 사료작물 생산체계 확립 및 이용 확대 연구, 농업생명자원 국가 관리 기관 운영의 5개 내역사업으로 구성

- 농촌진흥청 주관 사업으로 연간 140여개 과제, 과제당 1.4억 원의 과제비를 총 3~10년간 지원하고 있음

□ 동 사업의 디지털육종기반 품종개발 및 사업화와 연구개발 내용이 신품종지역적응 연구사업의 신품종개발공동연구, 화훼·특용작물 품종 경쟁력향상 기술개발 내용 등과 일부 유사한 것으로 판단되기에 사업간 적절한 연계방안을 마련할 필요가 있음

- 신품종지역적응연구사업은 농진청 고유사업으로 지역특화형 품종개발을 하는 사업이고, 동 사업도 내재해성 향상 품종개발, 고기능성 품종개발, 가공·유통적성 향상 품종개발기술을 하고자하는 사업이므로 사업간 성과물 연계가 가능할 것으로 판단됨

- 다만, 신품종지역연구사업의 경우에는 지역특화형 품종개발로 사업목표 및 세부 내용에 차이점이 존재하는 것으로 보여 차별성을 확보한 것으로 인정됨
- 주관부처는 신품종지역적응연구사업을 통한 신품종개발기술 및 보급체계 구축 성과를 연계하여 동 사업의 실용화연구에서 기초자료로 활용할 계획을 제시함

<표 4-10> 신품종지역적응연구(농진청) 개요

사업명	신품종지역적응연구
사업내용	신품종개발공동연구, 화훼·특용작물 품종 경쟁력 향상 기술 개발, 약용작물우량종자 생산체계 구축, 농업생명자원 국가관리기관운영, 고위도 지역 작물생산성 향상 기술개발 등 품종의 개발 및 이용확대를 위한 체계 구축
사업기간	1962년 ~ 계속 ('18년 일몰)
사업비	3,952억 원('09~'20년)
사업규모	신품종개발공동연구 등 5개 내역사업
주관부처	농촌진흥청
연구관리 전문기관	농촌진흥청 연구정책국
수행주체	(주관기관) 농진청, (참여기관) 도농업기술원 등
사업유형	응용연구

(아) 원예특작시험연구

□ 원예특작시험연구는 원예특작산업의 지속적 발전과 유지를 위한 기술 개발·보급 및 원예작물 부가가치 향상·미래대응 첨단 융복합기술 개발을 목표로 하는 사업으로 국립원예특작과학원에서 사업을 수행하며, 채소, 과수, 화훼, 인삼, 버섯, 약용작물 등을 대상작물로 함

○ 동 사업의 내역사업은 원예시험연구, 인삼특작시험연구, 온난화대응농업연구, 시설 원예시험연구, 사과시험연구, 배시험연구, 감귤시험연구 등 7개 내역사업으로 구성

- 원예특작시험연구를 통해 지원하고 있는 세부 내용은 다음과 같음

- 원예특작산업의 지속적 발전과 경쟁력 향상을 위한 채소·과수·화훼·인삼·약초·버섯류 등 원예특용작물 기술 개발 및 지원
- 로열티 대응 신품종 개발(품종개량·첨단육종기술) 및 보급
- 수급안정·수출지원 수확 후 관리 및 유통 중 품질보전기술 개발
- 친환경 고품질 안전생산 및 병해충 예방·방제 연구

- 시설원에 자동화 및 경영비 절감기술 개발·보급
- 신성장 동력 창출을 위한 식·의약 생활소재 개발
- 원예식물 활용 치유농업, 환경개선 및 생활공간 녹화기술 연구
- 기후변화 영향평가 및 대응 기술·작물 개발

□ 동 사업과 원예특작시험연구의 사업목적 및 사업목표 등이 상이하므로 차별성을 확보하였다고 볼 수 있으나, 품종개발이라는 측면에서는 유사성이 존재하므로 사업 간 차별성 확보 및 연계사항 도출 등을 위해 지속적인 모니터링이 필요할 것으로 판단됨

○ 동 사업에서 기술개발 하고자하는 품종과 원예특작시험연구에서 기술개발을 지원 하고 있는 대상작물 중 유사한 내용들이 존재함

- 원예특작시험연구 사업의 경우 원예작물, 인삼 등 지원 대상 작물에 차별성이 존재하지만 감귤, 배, 수박, 딸기, 토마토, 포도, 고추 등 일부 작물의 경우에는 동 사업과 기술개발 작물이 동일한 것으로 파악되므로, 사업간 연계를 통해 기술개발 내용 등의 차별성 확보를 위해 노력하여야함

<표 4-11> 원예특작시험연구(농진청) 개요

사업명	원예특작시험연구
사업내용	○ 원예특작산업의 지속적 발전과 유지를 위한 기술 개발·보급 - 품종육성, 친환경 안정생산 및 수확 후 관리기술 개발 등 ○ 원예작물 부가가치 향상·미래대응 첨단 융복합기술 개발 - 기능성 소재개발·실용화, 생활원예기술개발·활성화 및 기후변화 대응기술 개발
사업기간	1962년 ~ 계속
사업비	7,417억 원(2006~2020년)
사업규모	7개 내역사업
주관부처	농촌진흥청
연구관리 전문기관	농촌진흥청 국립원예특작과학원
수행주체	농촌진흥청 국립원예특작과학원
사업유형	개발연구

(자) 유전체교정연구단

- 기초과학연구원 유전체교정연구단은 유전자가위를 이용해 난치성 질환을 원천치료 하는 새로운 방법을 연구하고자 하며 유전자가위팀, 동물연구/유전자치료팀, 식물연구팀 등 3개의 연구그룹으로 구성되어 있음
- 유전체교정연구단은 인간 및 동식물의 유전체 염기서열을 고쳐 쓰는 유전자가위 기법을 이용하여 유전체에 담겨진 생명의 비밀을 탐구하고 줄기세포 및 체세포에서 각종 유전병의 원인이 되는 돌연변이를 교정하여 난치성 질환을 원천치료 하는 새로운 방법을 연구하고 있으며, 유전자가위 기법을 다양한 동식물에 활용하여 고부가가치 가축, 농작물을 개발하는 새로운 방법을 탐구하고 있음
- 동 사업의 세세부과제 중, ‘유전자교정기술을 활용한 기후변화 대응 복합 내병성 및 내서성 고추품종개발’이 포함되어 있으나, 유전체교정연구단의 설립취지 및 연구목적, 연구내용 등에 차별성이 존재함
- 동 사업의 주관부처는 유전체교정연구단에서 수행하여 도출된 농생명자원 분야와 관련한 성과를 동 사업 실용화연구에서 기초자료로 사용할 계획을 제시함

<표 4-12> 기초과학연구원 유전체교정연구단 개요

구분	유전체교정연구단
연구단구성	○ 유전자가위팀 ○ 동물연구/유전자치료팀 ○ 식물연구팀
연구내용	○ 유전자가위를 이용해 난치성 질환을 원천치료 하는 새로운 방법을 연구 - 유전자 교정에 사용되는 유전자가위의 효율성과 정확성을 높임 - 유전자 녹아웃 스크리닝을 통한 유전자 기능 연구 - 인간 줄기세포 및 체세포 유전자 교정 - 고부가가치 가축, 농작물 생산을 위한 유전자 교정 방법 연구
사업기간	2013년 ~ 계속
사업비	해당없음(계속사업)
지원규모	연구단별 약 80억 원/연
수행주체	과학기술정보통신부

(차) 작물시험연구

- 작물시험연구는 농촌진흥청 소관의 국립식량과학원에서 수행하는 기관고유사업으로 벼, 밭작물(맥류, 두류, 옥수수, 잡곡 등), 간척지농업, 고령지작물, 바이오에너지 생산 등 식량의 안정적 공급과 작물의 부가가치 제고 기술 개발 및 기술지원을 사업내용으로 함
- 작물기초기반연구, 중부지역작물연구, 남부지역작물연구, 고령지농업연구, 바이오에너지작물연구 등 5개 내역사업을 수행함
- ① 식량작물의 유전·육종·재배생리 관련 기술개발 및 융복합 연구와 기술지원,
 - ② 식량작물 수확 후 가공·이용 연구, 중·북부 기후대 적응 품종 육성 및 생산기술개발,
 - ③ 밭작물(두류, 유지, 잡곡) 품종 및 생산기술 개발, 경지이용률 향상연구, ④ 고령지 적응 작물 연구, 감자 품종육성 및 재배법 개선, 산지환경 연구, ⑤ 바이오에너지 작물연구, 고구마 품종 육성 및 재배법 개발 등의 연구를 수행
- 동 사업의 경우 식량 및 축산의 디지털육종기반 품종개발 및 사업화를 하고자하며, 작물시험연구 사업은 식량작물의 생산성 향상을 목적으로 하고 있기에 사업목적이 다소 상이하므로 차별성을 확보한 것으로 판단됨
- 작물시험연구사업은 벼, 맥류, 밭작물, 고령지작물, 바이오에너지작물 등을 연구대상으로 하고 있으며, 동 사업의 경우 다양한 작물종자 및 축산 종자를 대상으로 연구를 수행하고자 하므로 지원대상 및 사업목적 등이 상이하나 두 사업 모두 품종개발에 대한 연구를 수행하기 때문에 사업간 지속적인 차별성 확보를 할 수 있도록 노력하여야함

<표 4-13> 작물시험연구(농진청) 개요

사업명	작물시험연구
사업내용	벼, 밭작물(맥류, 두류, 옥수수, 잡곡 등), 간척지농업, 고령지작물, 바이오에너지 생산 등 식량의 안정적 공급과 작물의 부가가치 제고 기술 개발 및 기술지원
사업기간	1962년 ~ 계속
사업비	'05~'20년, 6,377억 원('20년 535억 원)
사업규모	5개 내역사업
주관부처	농촌진흥청
연구관리 전문기관	국립식량과학원
수행주체	국립식량과학원
사업유형	응용연구

(카) 차세대농작물신육종기술개발사업

- 차세대농작물신육종기술개발사업은 신육종기술개발 기반 구축과 육종소재의 개발을 통해 육종기술경쟁력 향상 및 농생명산업 성장 기반 구축을 사업 목적으로 하며, 사업목표는 신육종기술 기반 국내 육종기술경쟁력 향상, 신육종 원천기술 확보를 통한 연계 산업 기반 제고, GMO 수입대체 및 신품종 개발을 통한 경제적 성과 창출 등임
- 차세대농작물신육종기술개발사업은 2020년부터 2026년까지 6년간 진행되는 육종기술개발사업으로 신육종 기반기술 개발사업, 신육종기술 육종소재 개발사업, 신육종기술 산업화 개발사업으로 구성됨
- 동 사업과 차세대농작물신육종기술개발사업 모두 육종기술개발을 사업내용으로 하고 있으며, 사업기간도 일부 중복이 되므로, 사업 세부내용의 차별성 확보 및 연계 방안 마련을 위해 연구개발내용 검토와 지속적인 논의가 필요할 것으로 판단됨
- 육종기술 개발 및 개발된 기술을 활용한 품종개발 연구라는 측면에서 유사하지만, 차세대농작물신육종기술개발사업은 유전자편집기술을 중점으로 연구하기 때문에 동 사업의 연구개발 내용과는 상이하므로 차별성을 확보한 것으로 판단됨
- 다만, 주관부처에서는 신육종기술 분야 관련된 기초기반 연구성과를 연계하여 동 사업의 실용화 단계에서 연계 활용이 가능하다고 하였으므로, 사업간 목표달성을 위해 연구 성과물 공유를 할 필요가 있음

<표 4-14> 차세대농작물신육종기술개발사업(농진청) 개요

사업명	차세대농작물신육종기술개발사업
사업목적 / 목표	○ 신육종기술개발 기반 구축과 육종소재의 개발을 통해 육종기술경쟁력 향상 및 농생명산업 성장 기반 구축 - (기술) 신육종기술 기반 국내 육종기술경쟁력 향상 - (산업) 신육종 원천기술 확보를 통한 연계 산업 기반 제고 - (경제적) GMO 수입대체 및 신품종 개발을 통한 경제적 성과 창출
세부내용	○ 신육종 기반기술 개발사업 ○ 신육종기술 육종소재 개발사업 ○ 신육종기술 산업화 개발사업
사업기간	2020년 ~ 2026년
사업비	760억 원(국고 570억 원)
주관부처	농촌진흥청
수행주체	농촌진흥청

(타) 축산시험연구

- 축산시험연구는 축산업 경쟁력 제고를 목적으로 고품질·안전축산물 생산, 고부가 신소재 개발, 가축개량 및 생산성 향상, 가축유전자원의 발굴·보존, 한우 고급육 생산 기술 개발을 목표로 함
- 국립축산과학원에서 수행하는 기관고유사업으로 축산물 부가가치 향상 위한 축산소재 기능성 물질 개발, 한우 명품화 및 종합 사양관리 기술개발 및 보급, 가축탐색 분류 수집 보존 특성 평가 및 이용기술 개발, 제주마 육성기반구축 및 재래가축 개량 증식기술개발 보급을 위한 기술개발을 지원함
- 축산생명환경시험연구, 축산자원개발시험연구, 한우시험연구, 가축유전자원시험연구, 난지축산시험연구 등의 내역사업으로 구성됨
- 동 사업에서 기술개발 하고자하는 축산분야 연구계획 내용이 축산시험연구에서 지원하고 있는 기술개발내용과 일부 연관성이 있는 것으로 파악되므로, 사업 수행 전 검토를 통해 차별성을 확보하고 연계방안을 마련하여 정부연구투자의 당위성을 확보할 필요가 있음
- 주관부처는 내부 검토를 거쳐 중복성을 해소하고, 국립축산과학원 기관고유사업의 추진만으로 성과도출이 어려운 과제는 공동연구사업으로 추진하여 역할 관계를 명확히 할 계획을 제시하였으므로, 관련 연구과제의 성과물 활용, 공동연구사업 추진 등의 방안을 동 사업 수행 전에 마련할 필요가 있음

<표 4-15> 축산시험연구(농진청) 개요

사업명	축산시험연구
사업목적 / 목표	○ 축산업 경쟁력 제고 - 고품질·안전축산물 생산 - 고부가 신소재 개발 - 가축개량 및 생산성 향상 - 가축유전자원의 발굴·보존 - 한우 고급육 생산 기술 개발
세부내용	○ 축산물 부가가치 향상 위한 축산소재 기능성 물질 개발, 한우 명품화 및 종합 사양관리 기술개발 및 보급, 가축탐색 분류 수집 보존 특성 평가 및 이용기술 개발, 제주마 육성기반구축 및 재래가축 개량 증식기술개발 보급 - 축산생명환경시험연구, 축산자원개발시험연구, 한우시험연구, 가축유전자원시험연구, 난지축산시험연구
사업기간	1962년 ~ 계속

사업명	축산시험연구
사업비	'06년 ~ '20년 6,355억 원
주관부처	농촌진흥청
수행주체	농촌진흥청 국립축산과학원

(파) 포스트게놈다부처유전체사업

- 포스트게놈다부처유전체사업은 보건복지부, 농식품부, 농진청, 산림청, 해수부, 과기정통부, 산업부 등이 참여하는 다부처 사업으로 인간유전체, 농생명자원, 해양생명자원, 기초·원천, 기반·산업화, 공동연구사업으로 나누어 연구개발을 진행함
- 각 부처는 부처별 또는 공동연구사업으로 산업화 지원 미생물 유전체 전략연구사업, 밀레니엄 농생명자원 유전체 해독사업, 산림자원 유전체해독사업, 농림축산식품 바이오 정보 고도화 사업 등을 수행함
 - 농림축산식품부는 농식품 유용 미생물 유전체 정보를 자원화하고 실용화·산업화로 연계하여 바이오산업의 발전을 견인하고 농림축산식품 분야의 국가경쟁력 강화를 뒷받침하기 위한 농림축산식품 분야 연구개발 사업을 수행
 - 농촌진흥청은 농생명 유전체 연구의 전주기적 역량강화 및 실용산업화 지원, 농업생물자원의 유전체 해독 및 통합관리를 통한 농생명공학 분야의 국가경쟁력 향상과 관련한 연구를 수행
 - 산림청은 산림자원의 유전체 정보를 활용한 고부가가치 임목 개발 및 목재자급을 제고, 신규 유전체 집중 해독을 통한 임업 현안 문제 해결 목적의 연구개발 사업을 수행
- 동 사업은 디지털육종기반의 품종개발 및 산업화를 목적으로 하는 사업이므로, 동 식물 유전체 정보 활용을 통한 생명자원 가치 제고를 목표로 하는 포스트게놈다부처유전체사업과 연구목적이 다소 상이하여 차별성을 확보한 것으로 판단됨
- 다만, 포스트게놈다부처유전체사업의 기술개발을 통해 얻어진 농업생물자원의 유전체 정보, 농생물 유전체정보의 활용·연계 시스템 등의 성과물을 동 사업의 연구개발 수행 시점에 활용할 수 있을 것으로 분석됨
 - 주관부처는 유용유전자 개발 및 후성유전체 연구와 연계하여 동 사업의 육종기술 혁신 및 기능성 소재 생산의 기반기술로 활용할 계획임

<표 4-16> 포스트게놈다부처유전체사업(다부처) 개요

사업명	포스트게놈다부처유전체사업
사업내용	○ 개인별 맞춤의료를 실현하기 위한 질병 진단 치료법 개발 (보건복지부) ○ 동·식물, 해양생물 등 유전정보를 활용한 고부가가치 생명자원 개발 (농림축산식품부·농촌진흥청·산림청·해양수산부) ○ 유전체 분석 기술 등 연구 기반 확보 (과학기술정보통신부·산업통상자원부) ○ 부처 공동연구 사업*을 통한 성과 극대화 *질병기전 규명 유전체 연구, Host-Microbe Interaction, 인간게놈 표준지도 작성, 국제협력 공동연구, 유전체 전문인력 양성
사업기간	2014년 ~ 2021년
사업비	5,788억 원
주관부처	다부처(과기정통부, 보건복지부, 산업부, 해수부, 농식품부, 농진청, 산림청)
수행주체	(주관기관/참여기관) 농산업체, 대학, 출연연, 기업 등
사업유형	개발연구

제 2 절 사업 추진 상의 위험요인

1. 재원조달 가능성

가. 동 사업 투자 계획

- 주관부처인 농림축산식품부, 농진청, 산림청의 연도별 R&D예산 규모와 추이를 분석한 결과, 동 사업의 정부출연금 조달 위험성은 낮은 것으로 분석됨
- 동 사업은 농림축산식품부, 농진청, 산림청이 2022년부터 2031년까지 10년 간 총 6,380억 원을 투자할 계획이며, 이 중 정부연구개발비는 5,700억 원(89.3%), 민간자금 680억 원(10.7%)을 각각 투자할 계획임
- 정부연구개발비 5,700억 원은 농림축산식품부, 농진청, 산림청이 각각 2,000억 원, 3,500억 원, 200억 원을 투자할 계획이며, 민간부담금은 기술개발과제에 참여하는 농업법인회사, 대·중소기업 등이 출연금 분담 기준에 따라 적용·투자될 계획임

<표 4-17> 동 사업의 재원별·연도별 투자계획

(단위: 억 원)

구분	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	합계
국고	549.9	551.2	552.8	555.8	589.8	590.1	589.9	570.8	573.4	576.5	5,700.0
민자	66.1	66.4	66.7	67.5	68.9	69.0	68.9	68.2	68.8	69.5	680.0
합계	616.0	617.6	619.5	623.3	658.6	659.1	658.8	638.9	642.1	646.0	6,380.0

출처 : 기획보고서

<표 4-18> 참여부처별 예산 소요 계획

(단위: 억 원)

부 처	농림축산식품부	농진청	산림청	합 계
국 고	2,000	3,500	200	5,700
민 자	680			680

출처 : 예비타당성조사 요구서

나. 정부재원 조달 가능성

- 동 사업의 주관부처인 농림축산식품부, 농촌진흥청, 산림청의 최근 5년간 R&D 예산 현황을 분석한 결과, 동 사업의 출연금 조달 계획은 실현 가능할 것으로 판단됨
- 농림축산식품부, 농진청, 산림청의 총 투자 계획을 보면, 연평균 각각 200억 원, 350억 원, 20억 원의 조달이 가능함
- 이는 2020년 부처별 예산 기준으로 각각 8.5%, 4.9%, 1.6%에 해당하는 예산 규모로 조달이 가능할 것으로 판단됨

<표 4-19> 참여부처별 최근 5년간 정부연구개발비 예산 현황

(단위: 억 원)

	2016	2017	2018	2019	2020
농림축산식품부	2,184	2,095	2,198	2,239	2,350
농진청	6,305	6,356	6,533	6,504	7,131
산림청	1,040	1,038	1,093	1,187	1,289
합계	9,529	9,489	9,824	9,930	10,770

출처 : 한웅용·김주일, '2020년도 정부연구개발예산 현황 분석'(20. 5)

다. 민간재원 조달 가능성

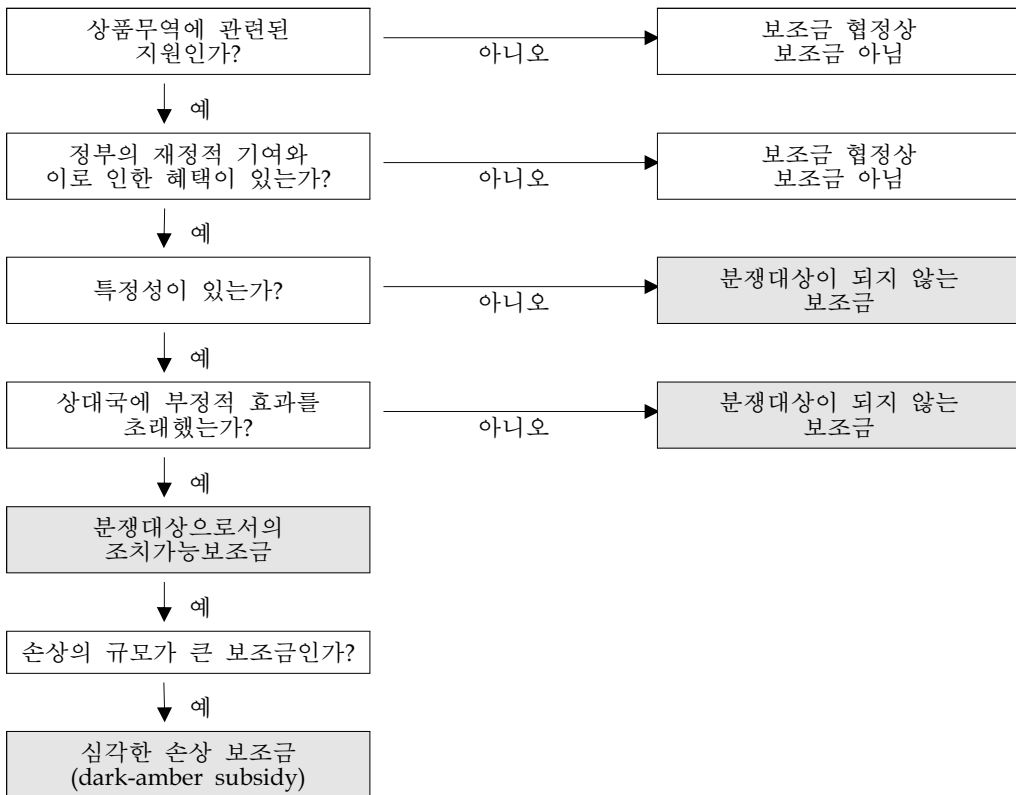
- 주관부처에서 제시한 동 사업의 참여의향업체를 분석한 결과, 민간재원의 조달계획은 실현이 가능할 것으로 판단됨
- 동 사업에 대한 참여의향서를 제출한 65개 기업 중, 64개 기업이 정부 지원과제 대응 분담액을 포함한 연간 연구개발 투자 가능금액을 연간 289억 원으로 제시하여, 주관부처에서 제시한 연간 민간부담금 60억 원은 조달이 가능할 것으로 판단됨
- 다만, 연구개발비 투자계획 상위 10개 기업이 전체 금액의 49.8%를 차지하는 등 일부 기업의 부담액 규모가 크고, 실제 과제에 참여할 경우 「국가연구개발혁신법 시행령¹⁸⁾」에서 정하는 기업 유형에 따라 분담액이 정해지기 때문에 주관부처에서 제시한 투자계획 보다 규모가 적어질 가능성이 높은 점을 감안하여 추진할 필요가 있음

18) 동 시행령 제19조에는 연구개발기관의 유형에 따른 '기관부담연구개발비 부담기준'과 '현금 부담 기준' 등이 제시됨. 가령, 정부지원연구개발비 지원기준은, 중소기업은 75% 이하, 중견기업은 70% 이하, 그 외의 기업은 50% 이하이며, 이 중 현금부담 비율은 기관부담연구개발비의 각각 10% 이상, 13% 이상, 15% 이상임

2. 법/제도적 위험요인

가. WTO 보조금 협정

- 정부의 재정 부담으로 인한 혜택이 있으므로, ‘보조금’에 해당된다고 볼 수 있으며, WTO 보조금협정에서 규정하고 있는 ‘특정성¹⁹⁾’으로 인한 분쟁 발생 가능성이 있음
- 주관부처는 동 사업이 기술개발 부분 외에는 개발된 기술을 가지고 상품화, 사업화하기 위한 시설투자, 시장개척 활동 등은 지원범위에 해당하지 않아 직접적 혜택 위배사항은 없다는 검토의견을 제시함



[그림 4-9] WTO 조치가능보조금 분석틀

출처: 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」, 한국과학기술기획평가원, 2020.1.

19) WTO 보조금협정 제1조는 ‘보조금의 정의’를 “정부 또는 공공기관의 재정적 기여로 인해 수혜자에게 혜택이 발생하는 경우”로 규정하며, 제2조에 따른 ‘특정성’이 있는 보조금이란 대상이 법률상 또는 사실상으로 특정 기업(군)이나 산업(군) 또는 특정지역 안에 위치한 일정한 기업으로 제한되는 경우를 말함

- 그러나 사업목표가 '수요맞춤형 신제품 사업화 촉진 및 기업성장 견인'이고, 수혜 대상자가 '중자기업'이기 때문에 통상마찰로부터 자유롭지 않다고 판단됨
- 주관부처는 사업 추진 시, WTO 보조금 협종의 '특정성' 시비 등이 발생하지 않도록 지속적으로 주의할 필요가 있음

나. 유전자 변형(GM, Genetically Modified) 작물에 대한 연구개발

- 유전자교정기술을 이용한 세세부기술은 과제가 성공하더라도 성과 활용이 제한적이므로 기술개발 과제 선정에 주의가 요구됨
- 유전자 교정은 GM으로 분류되었으므로, 해당 기술을 활용한 종자 개발 과제는 과제 성공 후에도 국내 판매가 불가능함
- 현재 국내에서는 GM 작물 재배가 금지되어 있으며, 국민 대다수는 유전자가위 기술에 대해 규제가 필요하다고 인식함
 - ※ 2020 년 대국민 LMO 인식조사 결과²¹. 1. 14, 한국생명공학연구원 바이오안전성정보센터) : ①의도치 않은 유전자변경(41.9%), ②안전성 미확인(41.0%), ③유전자에 대한 인위적 변화(31.7%) 등의 사유로 유전자 가위 기술에 대한 규제가 필요하다는 응답이 84.5%로 나타남
- 주관부처는 1차 추가 자료 제출을 통하여 173개 세세부 과제 중, 수출 목적으로 개발하는 1개 세세부과제에 한하여 유전자 변형 기술을 적용^{*}한다고 제시함
 - * 2-1-2-1 : 유전자교정기술을 활용한 기후변화 대응 복합내병성 및 내서성 고추 품종 개발
- 그러나 일부 세세부과제^{**}의 RFP에 성과창출 계획에는 국내 매출액도 포함되었으며, 2-3-2의 연구개발 내용으로는 타겟 유전자 변이 유도를 위한 플라스미드 도입 또는 CRISPR 기술을 활용할 것이 우려됨
 - ** 2-3-2-2 : 표현체 빅데이터 활용 생산비 절감형 기계수확 및 가공적응성이 우수한 고추품종 개발

제 5 장 경제적 타당성 분석

제 1 절 비용 추정

1. 총사업비 개요

가. 사업비용의 구성

- 동 사업은 2022년부터 10년간 추진되며, 총사업비 6,380억 원(연평균 638억 원)을 국비 5,700억 원(89.3%), 민자 680억 원(10.7%) 규모로 추진하고자 계획함
- 민자 비중은 2중점인 수요맞춤형 정밀육종과 3중점인 육종현장지원기술 고도화가 각각 18.0%, 18.1%로 민간 참여를 상대적으로 높게 계획함

<표 5-1> 총사업비의 재원별 투자계획

(단위: 억 원, %)

중점	핵심기술	사업비		
		국고	민자	총사업비
[1중점] 디지털육종 혁신기반 조성	1.1 디지털육종 소재개발	966.0(91.1)	94.5(8.9)	1,060.5(100.0)
	1.2 데이터생산 표준화 기술	1,051.0(99.3)	7.5(0.7)	1,058.5(100.0)
	1.3 디지털육종 예측모델 개발	696.0(98.8)	8.8(1.2)	704.8(100.0)
	소 계	2,713.0(96.1)	110.8(3.9)	2,823.8(100.0)
[2중점] 수요맞춤형 정밀육종 확산	2.1 내재해성 향상 품종개발 기술	1,051.0(82.0)	231.3(18.0)	1,282.3(100.0)
	2.2 고기능성 품종개발기술	970.0(82.9)	200.4(17.1)	1,170.4(100.0)
	2.3 가공·유통적성 향상 품종 개발기술	248.0(78.7)	67.0(21.3)	315.0(100.0)
	소 계	2,269.0(82.0)	498.7(18.0)	2,767.7(100.0)
[3중점] 육종현장지원 기술 고도화	3.1 종자품질 향상기술	87.0(79.1)	23.0(20.9)	110.0(100.0)
	3.2 종축보급 안정기술	232.0(83.0)	47.5(17.0)	279.5(100.0)
	소 계	319.0(81.9)	70.6(18.1)	389.6(100.0)
총괄PD과제		222.3(100.0)	-	222.3(100.0)
기획평가관리비		176.7(100.0)	-	176.7(100.0)
합 계		5,700.0(89.3)	680.0(10.7)	6,380.0(100.0)

출처 : 기획보고서

- 총사업비는 8개 핵심기술 분야 5,981억 원과 기술총괄(PD) 과제비 222.3억 원, 기획평가관리비 176.7억 원으로 구성
- 8개 핵심기술 분야 연구개발비는 총 5,981억 원(국비 5,301억 원, 민자 680억 원)
 - 8개 핵심기술 분야 이외에 기술총괄(PD) 5인의 과제비와 기획평가관리비를 별도로 구성하였으며, 총 국고지원금의 각각 3.48%, 2.76%로 설정

<표 5-2> 자원별·연도별 투자계획

(단위: 억 원)

핵심기술	구분	'22	'23	'24	'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	합계
1.1 디지털육종 소재개발	국고	95.2	95.7	96.2	97.2	97.8	97.8	96.9	96.4	96.4	96.4	966.0
	민간	9.4	9.5	9.7	9.9	9.6	9.6	9.3	9.2	9.2	9.2	94.5
	소계	104.6	105.2	105.9	107.1	107.4	107.4	106.2	105.6	105.6	105.6	1,060.5
1.2 데이터생산 표준화 기술	국고	102.4	102.4	102.4	102.4	106.9	106.9	106.9	106.9	106.9	106.9	1,051.0
	민간	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	7.5
	소계	103.2	103.2	103.2	103.2	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	107.7	1,058.5
1.3 디지털육종 예측모델 개발	국고	64.2	64.2	64.2	64.2	80.7	80.7	80.7	65.8	65.8	65.8	696.0
	민간	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	8.8
	소계	65.1	65.1	65.1	65.1	81.5	81.5	81.5	66.6	66.7	66.7	704.8
2.1 내재해성 향상 품종개발기술	국고	100.9	100.9	101.2	102.4	106.2	106.2	106.6	107.4	108.8	110.4	1,051.0
	민간	22.5	22.5	22.6	22.9	23.1	23.1	23.2	23.4	23.8	24.2	231.3
	합계	123.4	123.4	123.8	125.3	129.3	129.3	129.8	130.8	132.6	134.6	1,282.3
2.2 고기능성 품종 개발기술	국고	93.3	93.8	95.0	95.0	97.2	97.9	98.2	98.8	99.8	101.1	970.0
	민간	19.1	19.2	19.5	19.5	20.1	20.3	20.4	20.5	20.8	21.1	200.4
	소계	112.4	113.0	114.5	114.5	117.3	118.2	118.6	119.3	120.6	122.2	1,170.4
2.3 가공·유통적성 향상품종개발기 술	국고	23.7	24.2	23.7	24.3	24.8	25.4	25.4	25.5	25.5	25.5	248.0
	민간	6.4	6.5	6.4	6.6	6.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	67.0
	소계	30.1	30.7	30.1	30.9	31.5	32.3	32.3	32.4	32.4	32.4	315.0
3.1 종자품질 향상기술	국고	9.9	9.5	9.5	9.5	9.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	87.0
	민간	2.6	2.5	2.5	2.5	2.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	23.0
	소계	12.5	12.0	12.0	12.0	11.3	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	110.0
3.2 종축보급 안정기술	국고	22.0	22.1	22.1	22.1	25.8	25.8	25.8	22.0	22.0	22.0	232.0
	민간	4.5	4.5	4.5	4.5	5.5	5.5	5.5	4.4	4.4	4.4	47.5
	소계	26.5	26.6	26.6	26.6	31.3	31.3	31.3	26.5	26.5	26.5	279.5
8개 핵심기술 (합계)	국고	511.5	512.7	514.3	517.1	548.4	548.7	548.5	530.8	533.2	536.1	5,301.0
	민간	66.1	66.4	66.7	67.5	68.9	69.0	68.9	68.2	68.8	69.5	680.0
	소계	577.6	579.1	581.0	584.6	617.3	617.7	617.4	599.0	602.0	605.6	5,981.0
기술총괄PD과제	국고	21.3	21.4	21.4	21.5	23.1	23.1	23.1	22.3	22.4	22.5	222.3
기획평가관리비	국고	17.1	17.1	17.1	17.2	18.3	18.3	18.3	17.7	17.8	17.9	176.7
전체	국고	549.9	551.2	552.8	555.8	589.8	590.1	589.9	570.8	573.4	576.5	5,700.0
	민간	66.1	66.4	66.7	67.5	68.9	69.0	68.9	68.2	68.8	69.5	680.0
	소계	616.0	617.6	619.5	623.3	658.6	659.1	658.8	638.9	642.1	646.0	6,380.0

출처 : 기획보고서

○ 동 사업은 3개 중점기술 하위에 8개 핵심기술, 49개 세부기술과제, 173개 세부기술과제(총괄PD과제 5개 제외)로 구성되었으며, 과제당 연구개발비(10년 기준)는 34.6억 원임

- 중점기술별로는 1중점 17개, 2중점 26개, 3중점 6개 등 총 49개 세부과제로 구성
- 중점기술별 과제당 연구개발비는 1중점 38.2억 원, 2중점 32.9억 원, 3중점 26.0억 원이며, 총사업비(기술총괄PD과제, 기평비 포함 전체 예산) 기준으로는 평균 36.9억 원, 국고 기준으로는 평균 32.9억 원임

<표 5-3> 중점기술 및 핵심기술별 과제당 연구개발비

(단위: 백만 원)

중점기술	핵심기술		총사업비	세부기술 과제수	세세부 기술 과제수	과제당연구비 (과제당 연평균 연구비)
[1중점] 디지털육종 혁신기반 조성	1.1 디지털육종 소재개발	국고	96,600	6	32	3,019 (302)
		전체	106,050			3,314 (331)
	1.2 데이터생산 표준화 기술	국고	105,100	5	25	4,204 (420)
		전체	105,850			4,234 (423)
	1.3 디지털육종 예측모델 개발	국고	69,600	6	17	4,094 (477)
		전체	70,475			4,146 (483)
	소계	국고	271,300	17	74	3,666 (379)
		전체	282,375			3,816 (394)
[2중점] 수요맞춤형 정밀육종 확산	2.1 내재해성 향상 품종개발기술	국고	105,100	12	37	2,841 (284)
		전체	128,225			3,466 (347)
	2.2 고기능성 품종개발기술	국고	97,000	10	37	2,622 (262)
		전체	117,041			3,163 (316)
	2.3 가공·유통적성 향상 품종 개발기술	국고	24,800	4	10	2,480 (248)
		전체	31,500			3,150 (315)
	소계	국고	226,900	26	84	2,701 (270)
		전체	276,766			3,295 (329)
[3중점] 육종현장 지원기술 고도화	3.1 종자품질 향상기술	국고	8,700	3	5	1,740 (174)
		전체	11,005			2,201 (220)
	3.2 종축보급 안정기술	국고	23,200	3	10	2,320 (232)
		전체	27,955			2,795 (280)
	소계	국고	31,900	6	15	2,127 (213)
		전체	38,959			2,597 (260)
3개 중점분야 (합계)		국고	530,100	49	173	3,064 (311)
		전체	598,100			3,457 (351)
전체 (기술총괄PD과제, 기획평가관리비 포함)		국고	570,000	49	173	3,295 (334)
		전체	638,000			3,688 (374)

출처 : 기획보고서, 재산정

<표 5-4> 세세부과제별 연구개발비 및 연구기간

	세세부과제명 및 세세부과제명	구분	연구개발비			연구기간
			정부	민간	합	
1-1. 핵심기술	[1-1-1] 원예작물 핵심집단 구축 및 육종소재 개발		24,500	2,825	27,325	-
	[1세세부] 고추 유용집단 확대 구축을 통한 육종소재 개발	고추	2,800	750	3,550	10년
	[2세세부] 유전체 활용기술을 통한 내재해성 토마토 핵심집단 육성 및 유용육종소재 개발	토마토	1,900	500	2,400	10년
	[3세세부] 백합과 작물(양파, 대파) 유용집단 구축 및 디지털육종 소재 개발	양파, 대파	4,600	-	4,600	10년
	[4세세부] 배추의 유용집단 확대 구축을 통한 디지털육종 소재 개발	배추	1,700	450	2,150	10년
	[5세세부] 무의 유용집단 확대 구축을 통한 디지털육종 형질 개발	무	2,300	625	2,925	10년
	[6세세부] 호박 유용집단의 핵심 형질 분석을 통한 육종소재 개발	호박	1,400	-	1,400	10년
	[7세세부] 수박의 생력재배 및 고온착과성 형질 분석을 통한 유용 육종소재 개발	수박	1,400	-	1,400	10년
	[8세세부] 과수화상병 내성 사과 유전자원 구축 및 유용 디지털육종 소재 개발	사과	1,900	500	2,400	10년
	[9세세부] 디지털 육종 활용을 위한 과수작물 핵심집단 구축 및 육종소재 개발	배, 복숭아	3,700	-	3,700	10년
	[10세세부] 국내 약용작물 토종자원의 유용 유전자원 확보를 통한 육종소재 개발	도라지, 더덕, 홍화	2,800	-	2,800	10년
	[1-1-2] 식량작물 핵심집단 구축 및 육종 소재개발		17,700	-	17,700	
	[1세세부] 국내 고유 벼 유전자원을 활용한 혁신형 육종소재 개발	벼	3,100	-	3,100	10년
	[2세세부] 맥류 식량작물 핵심집단 확대 구축을 통한 유용 육종소재 개발	밀, 귀리, 보리	4,700	-	4,700	10년
	[3세세부] 옥수수 핵심집단 구축 및 디지털육종 활용 기술개발	옥수수	1,600	-	1,600	10년
	[4세세부] 디지털육종 활용을 위한 콩 핵심집단 확대 구축 및 고도화를 통한 육종소재 개발	콩	1,900	-	1,900	10년
	[5세세부] 빅데이터 기반 육종 파이프라인 구축을 위한 팥 유용 유전자원 대량 발굴	팥	1,600	-	1,600	10년
	[6세세부] 땅콩 핵심집단 구축을 통한 환경스트레스 대응 유용 육종소재 개발	땅콩	1,600	-	1,600	10년
	[7세세부] 참깨와 들깨의 핵심집단 구축 및 활용을 통한 디지털육종 소재개발	참깨, 들깨	3,200	-	3,200	10년
	[1-1-3] 돌연변이 기술활용 디지털육종소재 개발		10,500	1,625	12,125	
	[1세세부] 가지과 작물 돌연변이 집단을 이용한 유용 디지털육종 소재 개발	토마토, 고추	3,700	1,000	4,700	10년
	[2세세부] 백합과 작물의 돌연변이 집단 활용 유용 디지털육종 소재 개발	원예 양파, 대파, 마늘 등	4,500	-	4,500	10년
	[3세세부] 박과 작물 돌연변이집단 활용 신행질 발굴 및 디지털육종소재 개발	수박	2,300	625	2,925	10년
	[1-1-4] 미래 소비트렌드 대응 가축 형질 향상 오믹스 발굴 및 육종 소재화 기술개발		6,600	-	6,600	
	[1세세부] 미래 소비트렌드 대응 한우 오믹스 발굴 및 육종소재 활용	축산 소	1,900	-	1,900	10년
	[2세세부] 수요자 맞춤형 젓소 형질 향상을 위한 오믹스 발굴 및 육종소재 활용	젓소	1,400	-	1,400	10년
	[3세세부] 한국형 중돈 개발 시스템 구축을 위한 디지털육종 기술 개발 적용	돼지	1,900	-	1,900	10년
	[4세세부] 동물복지형 형질 개량을 위한 닭 오믹스 정보 생산 및 활용기술 개발	닭	1,400	-	1,400	10년
	[1-1-5] 가축 스트레스 대응 오믹스 발굴 및 정밀육종소재화 기술개발		18,700	-	18,700	
	[1세세부] 멀티오믹스를 활용한 한우 스트레스 및 질병 저항성 유용 육종소재 개발	축산 소	1,900	-	1,900	10년
	[2세세부] 소의 면역력 향상을 통한 유용 경제형질 소재 발굴 및 디지털육종 활용	젓소	1,400	-	1,400	10년
	[3세세부] 디지털육종 소재 활용을 위한 소의 질병 억제 소재 발굴	소, 돼지	3,700	-	3,700	10년
	[4세세부] 돼지 질병 저항성 소재 발굴 및 육종소재 활용	돼지	1,900	-	1,900	10년
	[5세세부] 가금류의 질병 제어 오믹스 정보 생산 및 이를 통한 유용 육종소재 개발	닭	1,400	-	1,400	10년
	[6세세부] 가축의 환경변화 대응 오믹스 발굴 및 유용 육종소재 개발	소, 젓소, 돼지, 닭	8,400	-	8,400	10년
	[1-1-6] 기능성 성분 고품위 산림버섯 육종소재 개발		18,600	5,000	23,600	
	[1세세부] 기능성 성분 고품위 산림버섯 품종개발	원예 표고, 목이, 복령 등	13,000	3,500	16,500	10년
	[2세세부] 기능성 물질 강화 산림버섯 육종기술 개발		5,600	1,500	7,100	10년
	소 계(1-1)		96,600	9,450	106,050	

세부과제명 및 세세부과제명			구분	연구개발비			연구 기간	
				정부	민간	합		
1-2. 핵심 기술	[1-2-1] 원예작물 표현체 정보 디지털화 기술개발				14,300	-	14,300	
	[1세세부]	고추 및 토마토 표현체 정보 활용 디지털육종 기술개발	원예	고추, 토마토	4,600	-	4,600	10년
	[2세세부]	과실류(사과, 배, 포도 등)의 표현형 데이터 생산 및 디지털 육종 소재 개발 적용		사과, 배, 딸기	5,800	-	5,800	10년
	[3세세부]	무와 호박의 표현체 정보 확보를 통한 디지털육종 기술개발		호박, 무	3,900	-	3,900	10년
	[1-2-2] 식량작물 표현체 정보 디지털화 기술개발				19,700	-	19,700	
	[1세세부]	벼의 영상분석 시스템을 이용한 표현체 정보 분석 및 디지털육종 기술 개발 활용	식량	벼	3,700	-	3,700	10년
	[2세세부]	밀과 옥수수의 표현체 분석을 통한 예측모델 개발		밀, 옥수수	3,900	-	3,900	10년
	[3세세부]	콩의 표현체 기반 디지털 프로파일링 활용 디지털육종 기술 개발		콩	2,300	-	2,300	10년
	[4세세부]	두과작물(땅콩, 팥, 동부, 녹두 등)의 표현체 정보 활용 디지털육종 기술개발		땅콩, 팥, 동부, 녹두	5,900	-	5,900	10년
	[5세세부]	참깨와 들깨의 표현체 정보 디지털화 기술개발		참깨, 들깨	3,900	-	3,900	10년
	[1-2-3] 작물별 대사체 정보 디지털화 기술개발				30,600	-	30,600	
	[1세세부]	두과작물 고유 유용성분 분석을 통한 대사체정보 표준화 및 유용 육종소재 개발	식량	콩, 땅콩	4,300	-	4,300	10년
	[2세세부]	벼의 도열병 유전자원 분석을 통한 저항성 형질 데이터 생산		벼	3,700	-	3,700	10년
	[3세세부]	식량작물(밀, 옥수수, 귀리) 대사체 정보 디지털화 기술개발		밀, 옥수수, 귀리	5,500	-	5,500	10년
	[4세세부]	원예작물(고추, 토마토, 무 등)의 핵심집단 대사체 정보 분석을 통한 디지털육종 기술개발	원예	고추, 토마토 양파, 배추	8,600	-	8,600	10년
	[5세세부]	과수작물(사과, 배, 포도)의 대사체 정보 디지털화 기술개발		사과, 포도	4,600	-	4,600	10년
	[6세세부]	국내 고유의 약용작물 기능분석을 통한 대사체 정보 디지털화 및 대량생산체계 구축		도라지, 더덕, 홍화	3,900	-	3,900	10년
	[1-2-4] 작물별 오믹스 빅데이터 표준화 및 통합 기술 개발				32,900	750	33,650	
	[1세세부]	작물의 유전체 변이 정보 체계화 및 고도화개발을 통한 빅데이터 처리 체계 구축	식량	벼, 두과, 옥수수 등	5,100	-	5,100	10년
	[2세세부]	작물별 표현체 DB 구축 및 오믹스 빅데이터 표준화 및 통합 기술 개발			7,400	-	7,400	10년
	[3세세부]	물질 처리를 통한 작물별 전사체, 대사체 빅데이터 생산 및 DB 구축			7,400	-	7,400	10년
	[4세세부]	채소작물 해외 유전자원 모니터링 및 오믹스 빅데이터 구축	원예	배추, 고추, 무 등	2,900	750	3,650	10년
	[5세세부]	작물별 오믹스 빅데이터 활용 기반 구축 기술개발	식량	벼, 두과, 옥수수 등	5,100	-	5,100	10년
	[6세세부]	Practical Haplotype Graph 기반 콩 디지털육종 플랫폼 개발		콩	2,300	-	2,300	10년
	[7세세부]	빅데이터 분석을 통한 사과 fast breeding 플랫폼 구축	원예	사과	2,700	-	2,700	10년
	[1-2-5] 디지털 가축 육종 활용을 위한 빅데이터 분석 표준화 및 통합 기술 개발				7,600	-	7,600	
	[1세세부]	한우 바이오 빅데이터의 표준화 모델 및 활용기술 개발	축산	소	1,900	-	1,900	10년
	[2세세부]	젓소 오믹스 정보 빅데이터 표준화 모델 및 활용기술 개발		젓소	1,900	-	1,900	10년
	[3세세부]	대용량 데이터 활용 기술 개발을 통한 차세대 중돈 개량 통합 시스템 구축		돼지	1,900	-	1,900	10년
	[4세세부]	닭 오믹스정보 빅데이터 활용 클라우드 소프트웨어 개발		닭	1,900	-	1,900	10년
	소 계(1-2)				105,100	750	105,850	
1-3. 핵심 기술	[1-3-1] 대량 유전체 확보 작물 디지털육종 기술 개발 및 현장적용 연구				12,900	875	13,775	
	[1세세부]	벼의 유전체 선발 체계 구축을 통한 주요 양적 형질 개량 기술 개발	식량	벼	4,200	-	4,200	10년
	[2세세부]	콩의 다중 오믹스 정보 분석을 통한 생산성 증대 기술 개발		콩	2,600	-	2,600	10년
	[3세세부]	채소작물(고추, 토마토) 예측모델을 통한 양적형질 개량 기술 개발	원예	고추, 토마토	3,300	875	4,175	10년
	[4세세부]	무, 호박 대량 오믹스 정보 분석을 통한 생산성 증대 기술개발		호박, 무	2,800	-	2,800	6년
	[1-3-2] 작물별 오믹스 빅데이터 기반 디지털육종 알고리즘 개발				3,100	-	3,100	
	[1세세부]	콩 유전체 haplotype map을 활용한 유전체 빅데이터 고도화 알고리즘 개발	식량	콩	1,000	-	1,000	4년
	[2세세부]	벼의 오믹스 빅데이터 기반 디지털육종 알고리즘 개발		벼	2,100	-	2,100	4년

	세부과제명 및 세세부과제명	구분	연구개발비			연구기간
			정부	민간	합	
1-3. 핵심기술	[1-3-3] 식량작물 오믹스 정보 기반 디지털육종 예측모델 개발		4,700	-	4,700	
	[1세세부] 디지털육종 예측모델 개발을 통한 유용형질 발굴 및 벼 우량계통 육성	식량 벼	3,100	-	3,100	6년
	[2세세부] 콩의 오믹스 기반 디지털육종 예측 모델 개발	콩	1,600	-	1,600	6년
	[1-3-4] 주요 작물 병해충 저항성 품종육성을 위한 디지털육종 예측모델 개발		18,400	-	18,400	
	[1세세부] 디지털육종 기술개발을 통한 원예작물 생물학적 스트레스 저항성 품종 육성	원예 고추, 토마토 등	5,900	-	5,900	10년
	[2세세부] 디지털육종 활용 식량작물 병해충 저항성 품종 육성	벼, 두과, 옥수수 등	6,700	-	6,700	10년
	[3세세부] 유전체 활용 집단 구축을 통한 병충해 저항성 및 내재해성 육종 소재 개발	식량 벼, 두과, 옥수수 등	5,800	-	5,800	10년
	[1-3-5] 주요 작물 환경 저항성 품종육성을 위한 디지털육종 예측모델 개발		16,700	-	16,700	
	[1세세부] 디지털육종 활용 원예작물 환경 저항성 육종소재 육성	원예 고추, 토마토 등	5,600	-	5,600	10년
	[2세세부] 디지털육종 기술개발을 통한 식량작물 비생물학적 스트레스 내성 육종소재 개발	식량 벼, 두과, 옥수수 등	5,900	-	5,900	10년
	[3세세부] 후성전사체(epitranscriptomics) 제어 기술확립을 통한 스트레스 내성 작물 육성 기술개발	식량 벼, 두과, 옥수수 등	5,200	-	5,200	10년
	[1-3-6] 가축 형질 예측을 위한 디지털육종 기술개발		13,800	-	13,800	
	[1세세부] 디지털육종 활용 가축 동물복지 형질예측 기술개발	축산 소, 젖소, 돼지, 닭	6,100	-	6,100	10년
	[2세세부] 가축육질 개선 형질 발굴 및 육종 활용 기술개발	축산 소, 젖소, 돼지, 닭	5,800	-	5,800	10년
	[3세세부] 단일세포 유전분석을 활용한 가축 개량 시스템 개발	축산 소	1,900	-	1,900	10년
	소 계(1-3)		69,600	875	70,475	
2-1. 핵심기술	[2-1-1] 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 내병성 향상 품종개발		14,500	3,800	18,300	
	[1세세부] 유전체 빅데이터 기반 기후변화 대응 복합내병성 및 내서성 청수무 품종개발	원예 무	3,800	1,000	4,800	10년
	[2세세부] 고품질 복합내병성 중대구형 배추 품종개발	원예 배추	3,800	1,000	4,800	10년
	[3세세부] 종속간 교잡을 이용한 배추 복합저항성 품종 개발	원예 배추	2,300	600	2,900	10년
	[4세세부] SNP칩 활용한 원형 타임별 복합내병성 양배추 품종개발	원예 양배추	2,300	600	2,900	10년
	[5세세부] 종간교잡 및 MAS 활용에 의한 CR 고도저항성 양배추 품종개발	원예 양배추	2,300	600	2,900	10년
	[2-1-2] 디지털 기술을 활용한 가지과 작물 내병성 향상 품종개발		26,000	7,000	33,000	
	[1세세부] 유전자교정기술을 활용한 기후변화 대응 복합내병성 및 내서성 고추 품종개발	원예 고추	3,800	1,000	4,800	10년
	[2세세부] 노지재배용 복합 내병성 고추 품종개발	원예 고추	3,000	800	3,800	10년
	[3세세부] 디지털육종기술 고도화를 통한 한국 지중해 미주권 고추 품종개발	원예 고추	2,900	800	3,700	10년
	[4세세부] 복합내병성 및 내재해성 토마토 품종개발	원예 토마토	3,000	800	3,800	10년
	[5세세부] 유럽수출 대응 TBRFV 저항성 토마토 품종개발	원예 토마토	2,200	600	2,800	10년
	[6세세부] 유전체 빅데이터 기반 장기재배용 복합병저항성 토마토 대목 품종개발	원예 토마토	3,700	1,000	4,700	10년
	[7세세부] 국내외 재배유형별 복합내병성 파프리카 품종개발	원예 파프리카	3,700	1,000	4,700	10년
	[8세세부] 온난화 대응을 위한 토경재배용 복합내병성 파프리카 품종개발	원예 파프리카	3,700	1,000	4,700	10년
	[2-1-3] MAB 활용 박과 작물 내병성 향상 품종개발		14,700	4,000	18,700	
	[1세세부] 염색체 배가 및 종간교잡에 의한 seedless, PM 저항성 단호박 품종개발	원예 단호박	2,200	600	2,800	10년
	[2세세부] MAS 및 MAB 활용 복합내병성 및 장기저장성(LSL) 멜론 품종개발	원예 멜론	2,200	600	2,800	10년
	[3세세부] 복합병저항성 및 내재해성 글로벌 멜론 품종개발	원예 멜론	2,200	600	2,800	10년
	[4세세부] 박과 작물의 복합내병성 및 내재해성 대목용 품종개발	원예 수박	3,700	1,000	4,700	10년
	[5세세부] 원연교잡 및 MAS 기술을 활용한 수박 BFB 저항성 품종개발	원예 수박	2,200	600	2,800	10년
	[6세세부] 복합내병성 지키니 품종개발	원예 호박	2,200	600	2,800	10년
	[2-1-4] 유전자형-표현형 연관분석을 이용한 과수 내병성 향상 품종개발		5,900	-	5,900	
	[1세세부] 분자유종 기술을 적용한 껌양병 저항성 키위 신품종개발	원예 키위	2,800	-	2,800	10년
	[2세세부] 유전체 육종기술을 이용한 사과 탄저병 저항성 품종개발	원예 사과	3,100	-	3,100	10년
	[2-1-5] 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 환경내성 향상 품종개발		6,000	1,600	7,600	
	[1세세부] 내재해성 고품질 백수무 품종개발	원예 무	3,000	800	3,800	10년
	[2세세부] 내서성 및 내한성 우수 편원형 양배추 품종개발	원예 양배추	3,000	800	3,800	10년

	세부과제명 및 세세부과제명	구분	연구개발비			연구 기간
			정부	민간	합	
2-1. 핵심 기술	[2-1-6] 가지과 작물 환경내성 향상 품종개발		3,000	800	3,800	
	[1세세부] 시설재배용 내재해성 고품질 고추 품종개발	원예 고추	3,000	800	3,800	10년
	[2-1-7] MAB 활용 박과 작물 환경내성 향상 품종개발		4,500	1,200	5,700	
	[1세세부] MABC활용 노지재배용 재배안정성 우수 수박 품종개발	수박	1,500	400	1,900	10년
	[2세세부] 유전체 빅데이터 기반 시설재배용 생력화 우수 수박 품종개발	원예 수박	1,500	400	1,900	10년
	[3세세부] 온도 스트레스 저항성 오이 품종개발	오이	1,500	400	1,900	10년
	[2-1-8] 백합과 작물 환경내성 향상 품종개발		6,800	1,850	8,650	
	[1세세부] 기후변화 대응 고순도 만주대 당근품종개발	당근	2,200	600	2,800	10년
	[2세세부] 세포질 옹성불임(CMS) 교배종 대파 품종개발	원예 대파	2,200	600	2,800	10년
	[3세세부] 균일도 우수 내주대성 및 내병성 양파 품종개발	양파	2,400	650	3,050	10년
	[2-1-9] 과수 환경내성 향상 품종개발		3,000	800	3,800	
	[1세세부] 내재해성 만감류 품종개발 및 보급	원예 감귤	3,000	800	3,800	10년
	[2-1-10] 화본과 환경 내성 향상 디지털 기반 품종 개발(벼, 밀, 옥수수)		10,000	700	10,700	
	[1세세부] 벼 종자 수출시장 확대를 위한 기후변화 대응 품종개발	벼	4,800	-	4,800	10년
	[2세세부] 수입 사료용 대체 간척지 적용 내염성 영년생 밀 품종개발	식량 밀	2,600	-	2,600	10년
	[3세세부] 해외적합 생태형 환경 내성 옥수수 품종개발	옥수수	2,600	700	3,300	10년
	[2-1-11] 두과 환경 내성 향상 디지털 기반 품종 개발(콩, 팥)		5,600	-	5,600	
	[1세세부] 간척지 및 건조지에 적합한 콩 내염성 품종개발	식량 콩	3,000	-	3,000	10년
	[2세세부] 간척지 및 건조지에 적합한 내염성+내건성 팥 품종개발	팥	2,600	-	2,600	10년
	[2-1-12] 채소 주요병에 대한 병리검정 및 종자감염 검사 표준화 및 서비스		5,100	1,375	6,475	
	[1세세부] 채소 주요병에 대한 병리검정 및 종자감염 검사 표준화 및 서비스	원예 배추, 고추, 무 등	5,100	1,375	6,475	10년
소 계(2-1)			105,100	23,125	128,225	
2-2. 핵심 기술	[2-2-1] 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 기능성 향상 품종개발		22,100	6,000	28,100	
	[1세세부] 고기능성 샐러드용 유색무 품종개발	무	3,700	1,000	4,700	10년
	[2세세부] 고 기능성 새싹채소용 무 품종개발	무	1,500	400	1,900	10년
	[3세세부] 기능성 성분 고품유 배추 품종개발	배추	2,900	800	3,700	10년
	[4세세부] 분자표지 활용 고기능성 배추류 품종개발	배추	3,700	1,000	4,700	10년
	[5세세부] 내병성 분자표지 활용 고품질 중소구형 배추 품종개발	원예 배추	3,700	1,000	4,700	10년
	[6세세부] 고기능성 bicolor 양배추 품종개발	양배추	2,200	600	2,800	10년
	[7세세부] 베타카로틴 고품유 양배추 육종소재 및 품종개발	양배추	2,200	600	2,800	10년
	[8세세부] SNP칩 활용한 숙간교잡 및 염색체 배가 기술을 이용한 브라시카류 샐러드 품종개발	양배추	2,200	600	2,800	10년
	[2-2-2] 디지털육종 기반 가지과 작물 기능성 향상 품종개발		12,200	2,600	14,800	
	[1세세부] 고기능성 분자표지 활용 고부가가치 고추 품종개발	고추	2,200	600	2,800	10년
	[2세세부] NGS 활용 기능성 강화 토마토 육종 신소재 및 품종개발	원예 토마토	2,200	600	2,800	10년
	[3세세부] 생과용 식미개선 토마토 품종개발	토마토	2,200	600	2,800	10년
	[4세세부] 생과용 고당도 식미개선 파프리카 품종개발	파프리카	3,000	800	3,800	10년
	[5세세부] 기능성 성분(카로티노이드) 고품유 감자 품종개발	식량 감자	2,600	-	2,600	10년
	[2-2-3] MAB 활용 박과 작물 기능성 향상 품종개발		6,400	1,725	8,125	
	[1세세부] 중소과용 외형 분자표지 활용 소비변화 대응용 고기능성 수박 품종개발	수박	2,200	600	2,800	10년
	[2세세부] 고품질 고기능성 씨없는 수박 품종개발	원예 수박	1,500	400	1,900	10년
	[3세세부] MAS 기술을 활용한 고분질 단호박 품종개발	호박	2,700	725	3,425	10년
	[2-2-4] 백합과 작물 기능성 향상 품종개발		8,200	2,200	10,400	
	[1세세부] 국내 및 수출용 고품질 당근 품종개발	당근	1,500	400	1,900	10년
	[2세세부] 유색(백색, 적색, 연녹색) 양파 품종개발	원예 양파	3,000	800	3,800	10년
	[3세세부] 고품질 기능성 (퀴세틴, 안토시아닌) 성분 및 국내한성 양파 품종개발	양파	2,200	600	2,800	10년
	[4세세부] 국내·외 소비 트렌드 맞춤형 백합 품종개발 및 수출용 구근생산 확대	백합	1,500	400	1,900	10년

세부과제명 및 세세부과제명		구분	연구개발비			연구 기간	
			정부	민간	합		
2-2. 핵심 기술	[2-2-5] 오믹스 기술을 활용한 과수 기능성 향상 품종개발			8,200	1,400	9,600	
	[1세세부] 감귤 노지재배용 고당도 생력형 품종개발 및 보급	원예	감귤	2,200	600	2,800	10년
	[2세세부] 기능성 성분함유 감귤 품종개발		감귤	3,000	800	3,800	10년
	[3세세부] 포도 유전체 육종 기술 이용한 수출용 포도 계통 육성		포도	3,000	-	3,000	10년
	[2-2-6] 디지털육종 기반 고기능성 축산물 생산 기술개발			7,200	-	7,200	
	[1세세부] 디지털육종기반 동물복지 및 소비자 지향형 형질개량 한우 품종 육성 기술개발	축산	소	5,000	-	5,000	10년
	[2세세부] 디지털육종기반 고기능성 우유 생산 젖소 품종육성 기술개발		젖소	2,200	-	2,200	10년
	[2-2-7] 기업 주도형 육종파라미터 통합 개량시스템 고도화 한국형 종돈 개발			10,400	2,263	12,663	
	[1세세부] 기업주도형 종돈-비육농장 연계 육종파라미터를 활용 한국형 통합종돈 개발	축산	돼지	6,000	1,613	7,613	10년
	[2세세부] 통합종돈 유전능력 빅데이터 분석시스템 적용을 통한 육종 고도화		돼지	2,400	650	3,050	10년
	[3세세부] 국내산 돈육 경쟁력 강화를 위한 고품질 부계계통 개발		돼지	2,000	-	2,000	10년
	[2-2-8] 토종닭 산란육용 종계 순계 고도화 및 신계통 개발			11,300	1,991	13,291	
	[1세세부] 국내 토종닭 유전자원 활용한 2세대 GSP 개발 계통 집단의 고도화	축산	닭	3,900	1,050	4,950	10년
	[2세세부] 토종닭 산란,육계 교배조합 검정 2세대 GSP 개발 계통의 육종체계 고도화		닭	1,600	426	2,026	10년
	[3세세부] 소규모 토종닭 집단의 유전자원 보존, 검정 및 산업화		닭	1,900	-	1,900	10년
	[4세세부] 소규모 토종닭 집단의 산업화를 위한 검정 및 계통 조성		닭	1,900	515	2,415	10년
	[5세세부] 산란/육용 종계 개량효율 향상 최적 유전체 설정 적용		닭	2,000	-	2,000	10년
	[2-2-9] 디지털육종 기술기반 화본과 작물 기능성 향상 품종 개발			8,200	1,100	9,300	
	[1세세부] 향미 및 유색미 벼 품종 개발	식량	벼	3,000	-	3,000	10년
	[2세세부] 아시아 진찰용 기능성 색소 함유 찰옥수수 품종개발		옥수수	2,600	400	3,000	10년
	[3세세부] 글로벌 시장 진찰용 고당도 및 다수확 단옥수수 품종 및 상품화 기술		옥수수	2,600	700	3,300	10년
[2-2-10] 채소작물의 기능성 성분 발굴 및 고부가가치 품종개발을 위한 채소류 성분 분석 대량·신속 서비스			2,800	763	3,563		
[1세세부] 채소작물의 기능성 성분 발굴 및 고부가가치 품종개발을 위한 채소류 성분 분석 대량·신속 서비스	원예	배추, 고추, 무 등	2,800	763	3,563	10년	
소 계(2-2)			97,000	20,041	117,041		
2-3. 핵심 기술	[2-3-1] 유전체 빅데이터 기반 십자화과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발			8,200	2,200	10,400	
	[1세세부] 가공전용 고품질 무 품종개발	원예	무	3,000	800	3,800	10년
	[2세세부] 가공 전용 고품질 배추 품종개발		배추	3,000	800	3,800	10년
	[3세세부] SNP칩 활용한 저장성 및 가공적성 우수 종만생계 양배추 품종개발		양배추	2,200	600	2,800	10년
	[2-3-2] 디지털 기술을 활용한 가지과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발			10,000	2,700	12,700	
	[1세세부] 캡사이신, 캡사이틴 함량이 높은 가공용 고추 품종개발	원예	고추	3,000	800	3,800	10년
	[2세세부] 표현체 빅데이터 활용 생산비 절감형 기계수확 및 가공적응성이 우수한 고추 품종개발		고추	2,200	600	2,800	10년
	[3세세부] 유전체 기반 저장성 및 가공성 우수 토마토 품종개발		토마토	2,200	600	2,800	10년
	[4세세부] 가공용 고품질 감자 품종개발		식량	감자	2,600	700	3,300
	[2-3-3] MAB 활용 박과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발			4,400	1,200	5,600	
	[1세세부] 기능성 및 복합내병성 분자표지 활용 우수 가공적성 수박 품종개발	원예	수박	2,200	600	2,800	10년
	[2세세부] MAS 기술을 활용한 복합내병성 및 장기저장성 가공용 오이 품종개발		오이	2,200	600	2,800	10년
	[2-3-4] 백합과 작물 가공·유통적성 향상 품종개발			2,200	600	2,800	
	[1세세부] 가공적성 및 다수확형 양파 품종개발	원예	양파	2,200	600	2,800	10년
	소 계(2-3)			24,800	6,700	31,500	

	세부과제명 및 세세부과제명		구분	연구개발비			연구 기간	
				정부	민간	합		
3-1. 핵심 기술	[3-1-1] 채소작물 종자품질관리 고도화 기술			2,600	688	3,288		
	[1세세부] 채소작물의 종자 수확후 저장관리 기술 개발	원예	배추,고추, 무 등	1,400	375	1,775	10년	
	[2세세부] 종자선별기술 개발 및 종자처리 효율성 향상 기반기술 개발		500	138	638	10년		
	[3세세부] 종자코팅 기반환경 적응성 향상 기술 개발		700	175	875	10년		
	[3-1-2] 웅성불임 활용 채종효율 증진 기술 개발			2,800	750	3,550		
	[1세세부] 웅성불임 활용 채종효율 증진 기술 개발	원예	배추,고추, 무 등	2,800	750	3,550	10년	
	[3-1-3] 종자수출 활성화 시험포·전시포 사업			3,300	867	4,167		
	[1세세부] 종자수출 활성화 시험포·전시포 사업	원예	배추, 고추, 무 등	3,300	867	4,167	10년	
소 계(3-1)			8,700	2,305	11,005			
3-2. 핵심 기술	[3-2-1] 디지털 가축 육종 기반 산업현장 활용기술 개발			10,200	1,550	11,750		
	[1세세부] 소비자 지향형 바이오융합빅데이터 기반 생산 관리 지원 시스템 개발	축산	소	2,200	-	2,200	10년	
	[2세세부] 가축의 유전체와 표현체 정보를 활용한 딥러닝 기반 신규 육종가추정 플랫폼 개발		젓소	2,200	-	2,200	10년	
	[3세세부] 바이오 빅데이터 기반의 산업현장 맞춤형 가축생산 시스템		소, 젓소, 돼지, 닭	5,800	1,550	7,350	10년	
	[3-2-2] ICT 융복합 참여 종돈장 종돈 검정 및 질병 관리시스템 개발 기술 지원			5,000	1,352	6,352		
	[1세세부] ICT 융복합 기술 활용 참여종돈장/AI센터에서 질병모니터링체계 구축	축산	돼지	1,900	525	2,425	10년	
	[2세세부] ICT 융복합 기술을 활용한 종돈 검정 시스템 개발 및 구축		돼지	3,100	827	3,927	10년	
	[3-2-3] 2세대 GSP 개발품종(계통) 관리 종합 시스템 개발 및 산업화 기술지원			8,000	1,853	9,853		
	[1세세부] 토종닭 산란/육용계 영양소 요구량 모델 및 관리기술 개발	축산	닭	1,200	-	1,200	10년	
	[2세세부] 토종닭 순계, 종계, 실용계 주요 난계대 질병 종합 관리 매뉴얼 구축		닭	1,500	400	1,900	10년	
	[3세세부] 순종-실용계통 연계 통합 데이터 베이스 시스템 구축 및 적용		닭	1,100	310	1,410	10년	
	[4세세부] 이미지 프로세싱 기술 적용 토종 종계 생체정보 수집 시스템 개발		닭	1,900	525	2,425	10년	
	[5세세부] 토종닭 고기/계란 고기능성·구멍과 마케팅 및 유통체계 구축		닭	2,300	618	2,918	10년	
	소 계(3-2)			23,200	4,755	27,955		
총괄 PD	총괄PD_식량(1)		식량	-	4,300	-	4,300	10년
	총괄PD_식량(2)			-	3,700	-	3,700	10년
	총괄PD_원예(1)		원예	-	4,930	-	4,930	10년
	총괄PD_원예(2)			-	4,900	-	4,900	10년
	총괄PD_축산		축산	-	4,400	-	4,400	10년
	소 계(총괄PD 5인)			22,230	-	22,230		
-	기획평가관리비			17,670	-	17,670	10년	
	총 계			570,000	68,000	638,000		

출처 : 기획보고서 및 추가 제출자료 재정리

2. 총사업비 검토

가. 연구개발 비용

- 지원액 산정 기준과 과정, 기존 유사사업, 선행사업의 과제별 비용규모를 분석하고 비교하여 사업비 적정성을 검토한 결과, 연구비 설정의 적절성이 부족하고 동 사업의 과제비도 과대 추정되었을 것으로 판단됨
- 주관부처는 1차 추가자료 제출을 통하여 총사업비를 세세부과제 → 세부과제 → 핵심기술 → 중점분야 → 총괄예산 순으로 순차적으로 상향식 설정하였다고 제시
- 주관부처는 세세부과제(RFP)별 지원액을 연구 난이도, 선행사업 평균 예산 등을 기준으로 산정하였으나, 실제 투입 예상액이 아닌 연구개발 난이도 기준 등의 지원액 산정은 적절하지 않음
- (차세대바이오그린21사업 후속) 선행사업 중 동 사업과 관련이 있는 과제의 평균 예산액을 기준(작물 1.6억 원, 동물 2.6억 원)으로 한 후, 작물별 특성과 연구개발 난이도를 고려하여 기술기획위원회에서 과제별 지원액을 설정

<표 5-5> 주관부처에서 제시한 차세대바이오그린21 후속 과제별 예산(안) 설정 기준

작물과제 설정 예산(안)						
설정 비율	90%	100%	130%	150%	160%	200%
예산액 설정(백만원)	144	160	208	240	256	320
주요 원예(고추, 토마토, 과수)			원예_소재	원예_데이터	원예_예측	원예_품종
기타 원예		원예_소재	원예_데이터	원예_예측	원예_품종	
주요 식량(벼, 콩)		식량소재_벼	식량소재_콩	식량_데이터	식량_예측/기반	식량_품종
기타 식량		식량_소재	식량_데이터	식량_예측기반	식량_품종	

가축과제 설정 예산(안)						
설정 비율	60%	80%	90%	100%	120%	140%
예산액 설정(백만원)	156	208	234	260	312	364
한우, 돼지		소재	데이터	예측/기반	품종	
젖소, 닭	소재	데이터	예측/기반	품종		

출처 : 추가 제출자료(1차)

- (Golden Seed 프로젝트 후속) 선행사업의 최근 3년 평균액을 기준으로 하되, 기업 참여 컨소시엄 등을 반영*하여 지원액 설정

* ①'품종개발 + 분자표지 등 지원과제'는 중소기업 품종개발 지역원 기준 설정, ②'분자표지(마커) 등 품종개발 지원기술 과제'는 특정 목표형질 개발을 위한 마커로 한정하므로 0.7~0.8 억 원으로 설정

- 주관부처는 세세부과제의 합으로 산출된 핵심기술별 사업비에 선행사업 민자 비율, 비목별 비율 등을 적용하여 민간부담액, 비목별 소요액을 산출하였으나, 디지털육종의 핵심기술인 빅데이터와 AI 등의 투입인력 등을 감안하지 않아 적절하게 산출되었다고 보기 어려움
- 핵심기술 1-1, 1-2, 1-3, 3-2는 선행사업인 차세대바이오그린21사업 기준
- 핵심기술 2-1, 2-2, 2-3, 3-1은 선행사업인 Golden Seed 프로젝트 기준
- 인력투입 계획도 선행사업의 최근 3년 예산대비 참여인력수를 평균을 적용하여 박사급, 석사급, 학사급으로 구분하여 제시하였으나 별도 인건비는 산출하지 않음

<표 5-6> 사업별 규모 및 유사과제 사례 적용 (주관부처 제시)

※ R&D 전략과제별 정부 예산 규모(정부출연금+민간부담금)는 선행 사업을 참조하여 산정

• 1중점 3개 핵심기술(1-1, 1-2, 1-3), 3중점의 1개 핵심기술(3-2)

- 과제명 : 차세대바이오그린21
- 주관기관 : 농촌진흥청
- 과제기간 : 2017. ~ 2019. 3개년 데이터 적용
- 예산항목별 비율

구분	직접비(인건비)	직접비(인건비 제외)	간접비	계
예산(백만원)	53,351	81,917	22,217	157,485
비율	33.9%	52.0%	14.1%	100.0%

• 2중점 3개 핵심기술(2-1, 2-2, 2-3), 3중점의 1개 핵심기술(3-1)

- 과제명 : Golden Seed 프로젝트 사업
- 주관기관 : 농림식품기술기획평가원
- 과제기간 : 2018. ~ 2020. 3개년도 평균 적용
- 예산항목별 비율(최근 3개년 평균)

구분	직접비(인건비)	직접비(인건비 제외)	간접비	계
2018년(백만원)	12564	20320	1746	34630
2019년(백만원)	14164	23366	1806	39335
2020년(백만원)	17141	26841	2040	46022
비율	36.5%	58.8%	4.7%	100%

출처 : 기획보고서, 재정리

- 특히 주관부처는 육종기술 R&D투자 현황을 통하여, 종자개발 관련 과제의 정부 지원액을 1.0억 원으로 제시한 바, 개발대상이 동일한 동 사업 평균지원액은 과대 추정되었을 가능성이 있음
- 주관부처는 육종기술 R&D 투자 현황을 통하여, 최근 5년 종자 개발 관련 과제당 정부출연금인 1.0억 원, 농림축산식품부와 농촌진흥청의 과제당 평균 연구비가 각각 0.9억 원, 0.8억 원이었음을 제시

- 개발 대상이 동일하게 종자 분야이나 유사사업, 선행사업 대비 3배가 넘는 연평균 3.1억 원의 국고 지원 근거는 제시하지 않아 과대 추정되었을 가능성이 있음

<표 5-7> 종자개발 R&D, 부처별, 사업별 과제당 평균 연구개발비 (주관부처 제시)

(단위: 억 원)

구 분		과제당 평균 연구개발비 (2015~2019)
종자 개발 관련 R&D 과제당 정부출연금*		1.0
부처별 과제당 평균 연구비	농림축산식품부	0.9
	농촌진흥청	0.8
	산림청	3.2
사업별 과제당 평균 정부연구비	Golden Seed 프로젝트	1.8
	차세대바이오그린21	1.0

출처 : 기획보고서, 재가공

* 주관부처에서 제시한 종자개발 관련 연도별 정부연구비와 과제수를 근거로 재산출

- 국가과학기술지식정보시스템(NTIS)를 통해 핵심기술별로 유사과제군을 도출하여 동 사업과 연구비 규모를 비교한 결과 예산이 높게 산출된 것으로 조사됨
- 국가과학기술지식정보시스템을 통하여 도출한 유사사업군의 과제당 연구개발비를 비교한 결과, 최대 378백만 원이 과대하게 산출된 것으로 조사됨
- 최근 3년간 지원된 선행사업과 비교 결과, 8개 핵심기술 모두 과다하게 산출됨

<표 5-8> 유사과제군 및 선행사업과 핵심기술별 과제 규모 비교

(단위: 백만 원)

중점	핵심기술	과제당 연구개발비(연평균)		
		동 사업	유사사업군	선행사업
[1중점] 디지털육종 혁신기반 조성	1.1 디지털육종 소재개발	331	136	최근 3년('17~'19) • BG21: 115 • GSP: 191 • BG21+GSP: 175
	1.2 데이터생산 표준화 기술	423	198	
	1.3 디지털육종 예측모델 개발	483	105	
[2중점] 수요맞춤형 정밀육종 확산	2.1 내재해성 향상 품종개발기술	347	94	
	2.2 고기능성 품종개발기술	316	106	
	2.3 가공·유통적성 향상육종개발기술	315	64	
[3중점] 육종현장지원 기술 고도화	3.1 종자품질 향상기술	220	82	
	3.2 종축보급 안정기술	280	184	

나. 기술총괄PD과제비 및 기획평가관리비 검토

□ 기술총괄PD과제비와 기획평가관리비가 국가지원금의 7%로 설정됨

○ 주관부처는 기술총괄(PD)과제비와 기획평가관리비를 사업비의 6.25%, 정부지원금의 7.00%인 399억 원을 제시하였으나, 주관부처에서 제시한 역할을 고려할 때 기술총괄(PD)과제를 별도 예산으로 배정한 것은 적절성이 부족함

- 기술총괄PD과제비는 선행사업 운영관리비*를 근거로 국가지원금의 3.90%인 222.3억 원을 제시

* GSP 전체예산 대비 사업단운영비 3.94%, 차세대BG21 전체예산 대비 사업단운영비 3.86%

- 기획평가관리비는 선행사업 기획평가관리비*를 근거로 국가지원금의 3.10%인 176.7억 원을 제시

* GSP 전체예산 대비 기획평가관리비 4.38%, 차세대BG21 전체예산 대비 기획평가관리비 1.88%

- 주관부처에서 제시한 타 전문연구관리기관의 PD, 선행사업인 차세대바이오그린 21의 단장, Golden Seed 프로젝트의 단장과의 업무 등을 고려할 때 별도의 과제 배정에 대한 적절성이 부족함

3. 총비용 추정

- 주관부처가 제시한 사업계획이 원안대로 추진된다는 가정 하에 산정된 동 사업의 총사업비 규모를 그대로 총비용으로 반영함
- 동 사업은 일부 연구개발과제의 중복 우려, 총사업비의 과대 추정 가능성, 기술총괄(PD) 과제비의 인정 여부 등이 있으나, 주관부처의 연구개발 규모를 준용하여 경제성을 분석함
- 현재가치는 경제적 타당성 분석 할인율 4.5%를 적용하고 기준년도는 2019년으로 설정

<표 5-9> 동 사업의 경제성 분석을 위한 총비용

연도	명목가치(억 원)	현재가치(억 원)
2022	617.6	541.2
2023	619.1	519.1
2024	620.9	498.2
2025	624.5	479.5
2026	657.1	482.9
2027	657.5	462.4
2028	657.3	442.3
2029	638.8	411.3
2030	641.9	395.5
2031	645.5	380.6
합계	6,380.0	4,613.0

출처 : 추가 제출자료(1차)

※ 주관부처가 추가로 제출한 세세부과제별 예산을 기준으로 산정하였으며, 총괄PD과제비와 기획평가관리비는 총 사업기간(10년)으로 균등 배분함

제 2 절 편익 추정

1. 주관부처의 편익 개요

- ☐ 주관부처는 동 사업을 통해서 발생 가능한 편익을 3가지 항목으로 제시함
 - 주관부처는 종자기업 품종개발 비용 절감(1중점), 종자기업 수출 및 국내매출 증대(2중점, 3중점의 1핵심), 종축 수입대체(3중점의 2핵심)를 직접적 편익으로 제시
 - 또한 품종개발(원예, 식량)로 인한 비용 절감을 편익으로 제시

<표 5-10> 주관부처가 제시한 발생가능 편익 및 편익별 산출식

산 출 식	비고
☐ 수출 증대 및 국내 매출 증대 부가가치 창출 $(\text{세계종자시장규모} \times \text{시장점유율} \times \text{부가가치율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{사업화성공률} \times \text{사업기여율}) \text{ in 편익발생기간}$ * 세계 종자시장규모 산정시 우리나라의 수출액 및 국내 매출액 통합 산정	시장 접근법
☐ 종축 수입대체 부가가치 창출 $(\text{국내 종축 수입액 규모} \times \text{수입대체율} \times \text{부가가치율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{사업화성공률} \times \text{사업기여율}) \text{ in 편익발생기간}$ * 종축분야 해외 수출 편익은 제외(시장경쟁환경 및 질병 등의 사유로 수출가능성 낮음)	
☐ 품종개발 비용절감 $(\text{기존 작물 육종기술 단위당 품종개발 비용} - \text{디지털육종 적용 단위당 품종개발 비용}) \times \text{품종개발수} \times \text{R\&D기여율} \times \text{사업화성공률} \times \text{사업기여율} \text{ in 편익발생기간}$	생산비용 절감법

출처 : 추가 제출자료(1차)

- ☐ 시장자료와 미래시장 추정
 - 주관부처는 국내·외 통계, 시장전문분석기관의 시장예측자료 등을 바탕으로 분석한 관련 시장 보고서를 활용
 - 세계 원예, 식량, 종자시장 규모는 시장자료를 활용하여 분석 결과를 제시하고, 연평균 성장률을 7.6%로 제시

<표 5-11> 세계 작물 종자시장 규모

(단위: 억 달러)

구분	2017	2018	2019-e	2025-p	CAGR ('19-'25)
곡류	249.1	268.9	288.6	441.0	7.3%
지방종자류&콩류	121.3	131.6	142.0	224.1	7.9%
과채류	76.4	83.2	90.1	144.7	8.2%
기타	29.4	31.6	33.8	50.4	6.9%
전체	476.2	515.3	554.4	860.2	7.6%

출처 : 'Seeds Market - Global Forecast to 2025', MarketsandMarkets, 2019

- 농림축산식품 주요 통계자료를 활용하여, 연도별 종돈, 종계, 젖소 등 종축별 수입 규모를 제시하고, 연평균 성장률을 5.9%로 제시

<표 5-12> 국내 종축 수입시장 규모

(단위: 천 달러)

구분	2003	2008	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CAGR ('03-'18)
수입액	6,459	9,172	11,470	11,267	14,352	18,182	20,542	15,164	5.9%

출처 : 농림축산식품 주요통계, 농식품부(2019)

- 주관부처는 종자분야의 매출과 수출 증대를 목적으로 국내 종자산업의 현재 세계 시장 대비 점유율을 1.3%로 제시하고, 대내·외 환경변화 요인을 고려하여 3가지 시나리오로 미래 규모를 추정
 - (1안) 편익기간 종료년도(2041년), 점유율 100% 향상(세계시장 점유율 2.60%)
 - (2안) 편익기간 종료년도(2041년), 점유율 80% 향상(세계시장 점유율 2.34%)
 - (3안) 편익기간 종료년도(2041년), 점유율 60% 향상(세계시장 점유율 2.08%)
- 주관부처는 종축별 수입액을 제시하고, 수입대체율의 점진적 증가를 가정한 후, 편익기간 종료년도에 50%까지 대체되는 것을 목표로 미래 규모를 추정
 - 편익기간 종료년도(2041년)의 수입대체율 50%(2026년 수입대체율 3.13% 가정)

☐ 부가가치율

- 관련 분야* 평균 부가가치율 55.5% 적용(산업연관표 2018 연장표 중분류 기준)

* 4개 분야 : 작물 71.1% 축산물 27.9%, 임산물 71.5%, 농림어업서비스 51.5%

☐ R&D 기여율

- R&D부문 예비타당성조사에서 활용하고 있는 35.4%를 적용(예비타당성조사 표준 지침(제2판))

☐ 사업화성공률

- 주관부처는 최근 관련 분야(차세대 농작물 신육종기술개발사업) 예비타당성조사에 적용된 32.2%를 적용

☐ 사업기여율

- 주관부처는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에서 검색한 육종기술 관련 정부 투자액, 종자업 실태조사를 통한 민간투자액을 기준으로 사업기여율 산출
 - 육종분야의 정부 R&D 투자액 평균(1,447억 원)과 민간 R&D 투자액 평균(615억 원)에 동 사업 연평균 투자액 638억 원을 반영하여 기여율을 $30.94\%(638 \div (1,447+615))$ 로 산출하여 적용

※ 육종분야 정부 R&D투자액 : 부처의 NTIS 분석 결과(5년 평균, 1,447 억 원)

민간분야 육종 투자액 : 종자산업 실태조사(3년 평균, 615 억 원)

☐ 편익회임기간 및 편익발생기간

- 편익회임기간은 개발·응용연구 회임기간, 개발된 품종에 대한 시험포 검증, 출원·등록 기간 등을 고려하여 2년을 적용
- 편익발생기간은 선행사업인 Golden Seed 프로젝트에서 적용한 8년을 적용
 - 단, 선행사업의 이어달리기 사업임을 감안하여 1단계 종료 후인 사업시작 4년차부터 편익 발생을 적용

☐ 기타 항목

- 사회적 할인율은 4.5%를 적용하였으며, 현재가치 산출 기준은 2020년으로 설정
- 대미환율은 2020년 1월~6월 평균 환율인 1207.55원/달러를 적용

☐ 주관부처가 제시한 동 사업의 B/C

- 주관부처는 미래시장 규모에 대한 3가지 시나리오를 기준으로 경제적 타당성을 분석하였으며, 모든 시나리오에서 1 이상의 긍정적 결과를 제시

<표 5-13> 주관부처가 제시한 동 사업의 비용편익 분석 결과

구분		1안	2안	3안
현재가치 (억 원)	편익(B)	6,939.4	6,438.9	5,938.1
	비용(C)*	4,820.4		
B/C ratio		1.440	1.336	1.232

출처 : 추가 제출자료(1차)

* 주관부처에서 제시한 원안 기준의 비용

<표 5-14> 주관부처가 제시한 3가지 시나리오별 편익 규모

(단위: 억 원)

구분	1안		2안		3안	
	명목가치	현재가치	명목가치	현재가치	명목가치	현재가치
2026	302.6	232.4	299.1	229.7	295.5	226.9
2027	345.2	253.7	337.6	248.1	329.9	242.4
2028	392.5	276.0	380.2	267.3	367.8	258.6
2029	445.0	299.4	427.2	287.5	409.5	275.6
2030	503.1	323.9	479.2	308.6	455.4	293.2
2031	567.4	349.6	536.6	330.7	505.9	311.7
2032	638.6	376.6	600.0	353.8	561.4	331.0
2033	717.3	404.7	669.8	377.9	622.3	351.1
2034	804.2	434.2	746.7	403.2	689.2	372.2
2035	900.2	465.1	831.4	429.6	762.7	394.1
2036	1,006.0	497.4	924.7	457.2	843.3	417.0
2037	1,122.7	531.2	1,027.2	486.1	931.7	440.9
2038	1,251.3	566.6	1,140.0	516.2	1,028.7	465.8
2039	1,392.9	603.6	1,264.0	547.7	1,135.0	491.8
2040	1,548.8	642.2	1,400.1	580.6	1,251.4	518.9
2041	1,720.3	682.6	1,549.7	614.9	1,379.0	547.2
합 계	13,658.1	6,939.2	12,613.5	6,439.1	11,568.7	5,938.4

출처 : 추가 제출자료(1차)

2. 주관부처 편익 추정 검토

- (편익 항목) 주관부처에서 제시한 편익항목 중 ‘품종개발로 인한 비용절감’을 별도의 편익항목으로 계산할 경우, 편익이 이중 계산되어 총 편익계산에서 제외함
 - ‘품종개발로 인한 비용절감’의 효과는 일차적으로 총비용 계산을 통하여 반영되고, 그로 인한 효과는 세계시장 점유율의 확대로 계산되어 나타남
 - 현 시점에서 이것과 상호배타적인 ‘품종개발로 인한 비용절감’의 효과가 ‘소비자 잉여’의 관점에서 측정되어 구체적으로 식별되기 어려운 상황임
 - 그러므로 서로 긴밀하게 연결된 효과를 동시에 반영할 경우, 이중 산정(double counting)에 의한 편익의 과대계상 문제가 발생할 수 있음
- (목표시장과 규모 추정) 시장편익 산출시 동 사업과 직접적으로 연관되지 않는 시장이 포함되어 시장규모가 과대 추정된 것으로 판단됨
 - 주관부처는 동 사업과 관련된 시장으로 GM 종자(Genetically Modified Seeds)가 포함된 전체 종자시장 규모를 제시하였으나, 동 사업의 연구개발 대상에 GM 종자는 포함되지 않으므로 해당 부문을 제외하고 산출하는 것이 필요함

<표 5-15> 종자 유형별 세계 작물 종자시장 규모

(단위: 억 달러)

	2017	2018	2019-e	2025-p	CAGR ('19-'25)
일반 종자 (Conventional Seeds)	249.2	270.0	290.9	454.9	7.7%
GM 종자 (Genetically Modified Seeds)	227.0	245.3	263.5	405.4	7.4%
전 체	476.2	515.3	554.4	860.2	7.6%

출처 : ‘Seeds Market - Global Forecast to 2025’, MarketsandMarkets, 2019

- 주관부처는 작물과 종축의 미래시장 규모를 CAGR(Compound Annual Growth Rate)를 적용하여 추산하였으나, 이는 미래 시장규모를 과대 추정할 위험이 높기 때문에 본 조사에서는 현재의 시장 추이를 더 정확하게 반영하는 선형 증가(linear growth)로 가정해야 함

- 주관부처는 종자산업의 현재 세계시장 대비 점유율을 1.3%로 제시하고, 60%, 80%, 100% 향상의 3개 시나리오로 미래 규모를 추정하였으나, 근거는 제시하지 않아 적절성을 판단하기 어려움
- (추정식 포함 변수) 추정식에 적용된 주요 변수의 경우 일부 적절히 적용하였으나, 일부는 통계자료 재산정 및 수치 재검토 등이 필요함
 - 사업기여율 산출에서 주관부처는 동 사업의 총사업비, 동 사업 관련 정부 연구개발비, 종자업실태조사 등을 참조하여 산정하였으나, 정부 투자액은 과다 추정되었으며, 민간 투자액은 근거를 잘못 추정함
 - 주관부처는 종자 개발 관련된 연구개발과제에 주관부처를 포함한 과기정통부, 교육부, 중소벤처기업부 등을 포함하였으나 동 사업의 개발대상이 아닌 수산업, 육묘업 등이 포함됨
 - 종자업실태조사 결과를 참조하여 민간 투자액을 추정하였으나, 정부연구개발투자방향 및 기준(안)으로 추정 필요
 - R&D기여율은 적절하게 적용한 것으로 판단되나, R&D사업화 성공률, 부가가치율은 최근 통계자료, 해당 항목의 재검토가 필요
 - 편익과 관련하여 회임기간은 2년을 제시하였으나, 개발·응용연구에 적용하는 것은 3년이 적절하며, 편익기간은 기술수명주기(TCT 값으로 대리)를 조사하여 이를 적용할 필요가 있음
 - '2020년 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침(이하 세부지침)'에 근거하여 동 사업의 편익기간을 3년으로 반영
 - 주관부처는 선행사업인 Golden Seed 프로젝트에 적용된 8년을 적용하고, 1단계 종료 후 편익발생을 적용하였으나, 본 조사는 세부 지침에 근거하여 동 사업 종료 이후 회임기간을 거쳐 편익이 발생하는 것으로 가정하였으며, 편익의 발생기간은 동 사업 해당기술의 미국 등록특허를 기준으로 기술수명주기(TCT)를 구하여 산정함

3. 예비타당성조사 연구진의 편익추정 방안

□ 동 사업의 목표, 수혜자 등을 종합적으로 고려한 결과, '시장수요접근법'이 동 사업의 편익추정과 연관된 방법론이라고 판단됨

- 동 사업의 목표는 '미래선도형 디지털육종 기술혁신을 통한 글로벌 First Mover 도약'으로 경제적 편익을 얻는 직접적 수혜자는 종자기업이므로 동 사업은 생산자 중심의 편익에 해당함

$$\text{동 사업 편익(종자)} = \text{세계종자시장규모} \times \text{세계시장점유율} \times \text{사업기여율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{R\&D사업화 성공률} \times \text{부가가치율}$$

- 또한, 종축(종돈, 종계, 젖소)의 수입 대체로 인해 수입대체 편익도 발생함

$$\text{동 사업 편익(종축)} = \text{종축수입액} \times \text{수입대체율} \times \text{사업기여율} \times \text{R\&D기여율} \times \text{R\&D사업화 성공률} \times \text{부가가치율}$$

□ 미래시장 규모

- 동 사업에서 개발하는 작물별 세계시장 규모의 직접 추정이 어렵고, 작물별 세계 시장보고서를 확보하는 것도 어려우므로 부처에서 제시한 종자시장 관련 자료로 추정함

- 단, 연구개발 대상에서 포함되지 않는 GM종자(Genetically Modified Seeds)는 시장규모에서 제외하여 산정함

- 세계시장 점유율은 현재 점유율 1.3%가 편익이 종료되는 시점에 80%가 증가하여 2.34%로 확대되는 시나리오를 적용함

- 세계 종자시장에서 우리나라 종자기업이 차지하는 비율은 농림축산식품부에서 국회 농림축산식품해양수산위원회에 제출한 '한국 종자산업의 세계 시장 점유 현황'을 근거로 1.3%를 적용함

- 주관부처가 제시한 점유율 60%, 80%, 100% 향상의 3개 시나리오는 근거가 제시되지 않아 적절성을 판단하기 어려우나, 중립적인 시나리오인 80% 향상을 적용하여, 편익이 종료되는 시점의 시장 점유율 2.34%를 적용함

- 종축시장 규모는 국내 종축 수입시장 규모를 기준으로 편익이 종료되는 시점의 수입대체가 50%가 된다는 가정을 적용함

- 동 조사에서는 시장 추이는 선형 증가(linear growth)로 추정함

□ 사업기여율

- 예비타당성조사에서는 동 사업과 유사한 정부연구개발사업과 과제의 연구비를 감안하여 사업기여율을 산정함
- 동 사업과 관련된 각 분야 과제들의 연평균 정부연구개발비 투자 규모를 반영하고, 각 분야의 정부 대 민간 연구개발투자 비율을 적용하여 사업기여율을 산출함
 - 사업기여율 = (동 사업 연평균 투자규모) / (동 사업 연평균 투자규모 + 유관 분야 정부연구개발비×(1+민간투자비율))
 - 동 사업의 민간 투자비율은 '2021년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안)'의 품종·식품분야의 정부 및 민간 R&D투자 규모를 활용함

□ R&D기여율

- '2020년 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침'에서 제시하는 35.4%를 활용

□ R&D사업화 성공률

- 예비타당성조사에서는 '2020년 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침'에 따라 적용

□ 부가가치율

- 한국은행 산업연관표 2015 실측표 세분류(종자) 기초가격 적용

□ 편익회임 기간 및 편익발생기간

- 예비타당성조사에서는 '2020년 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침'에 따라 동 사업의 편익 회임기간을 설정하고, 편익발생 기간은 동 사업 해당기술의 미국 등록특허를 기준으로 기술수명주기(TCT)를 구하여 적용함
 - '2020년 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침'에 따라 개발·응용연구에 해당하는 3년을 적용
 - 동 사업 해당기술의 미국 등록특허를 기준으로 기술수명주기(TCT)인 9년을 적용
- R&D기여율은 적절하게 적용한 것으로 판단되나, R&D사업화 성공률, 부가가치율은 최근 통계자료, 해당 항목의 재검토가 필요

<표 5-16> 사업계획과 동 조사의 편익 추정 차이점 비교

구분	사업계획(추가제출자료 포함)	예비타당성조사
편익 산출 관련 주요 요소		
편익산정식	(종자) • 세계종자시장규모×시장점유율×사업기여율×R&D기여율×사업화성공률×부가가치율 (종축) • 국내 종축 수입액 규모×수입대체율×사업기여율×R&D기여율×사업화성공률×부가가치율 (품종개발 비용 절감) • (기존 작물 육종기술 단위당 품종개발 비용-디지털육종 적용 단위당 품종개발 비용)×품종개발수×R&D기여율×사업화성공률×사업기여율	(종자) • 세계종자시장규모×세계시장점유율×사업기여율×R&D기여율×R&D사업화성공률×부가가치율 (종축) • 종축수입액×수입대체율×사업기여율×R&D기여율×R&D사업화성공률×부가가치율
시장규모	• 세계시장(작물 종자 시장) - 국내 기업의 점유율 향상의 3가지 시나리오 적용 - 시장점유율 1.3% 적용 • 국내 종축 수입 시장 - 2026년 3.13% 적용	• 세계시장(작물 종자 시장) - GM 종자를 제외한 일반종자 시장만을 대상으로 선정 - 부처가 제시한 국내 기업의 시장점유율 향상의 중립적 시나리오 적용 (1.3%에서 2.34%로 확대) • 국내 종축 수입 시장 - 2035년 5.56% 적용 ※기술개발 종료, 회임기간 후 시작년도 적용
사업기여율	• 30.94%	• 19.3%
R&D기여율	• 35.4%	• 35.4%
R&D사업화성공률	• 32.2%	• 59.4%
부가가치율	• 55.5% - 산업연관표 2018 연장표 중분류 (작물, 축산물, 임산물, 농림어업서비스)	• 52.34% - 산업연관표 2015 실측표 세분류 기초 가격(종자)
회임기간	• 2년	• 3년 (응용/개발 3년) - 기술개발('22~'31) 종료 후 3년간('32~'34) 회임기간 설정
편익기간	• 8년	• 별도 TCT 조사결과 적용(9년) - 회임기간 종료 후, 9년('35~'43)으로 산정함
현재가치화 기준년도	• 2020년	• 2019년
할인율	• 4.5%	• 4.5%
환율	• 2020년 상반기 평균 환율(1,207.55원/\$)	• 2019년의 평균환율(1,165.65원/\$)

제 3 절 경제성 분석

- 동 사업 총 편익의 명목가치는 3,388.4억 원이며, 2019년 기준 사회적 할인율 4.5%를 적용한 현재가치는 1,371.7억 원으로 추정됨

<표 5-17> 동 사업계획 원안의 총비용 및 총편익 추정결과

(단위: 억 원)

연도	총비용		총편익			
	명목가치(FV)	현재가치(PV)	명목가치(FV)		현재가치(PV)	
			종자	종축	종자	종축
2022	617.6	541.2	-	-	-	-
2023	619.1	519.1	-	-	-	-
2024	620.9	498.2	-	-	-	-
2025	624.5	479.5	-	-	-	-
2026	657.1	482.9	-	-	-	-
2027	657.5	462.4	-	-	-	-
2028	657.3	442.3	-	-	-	-
2029	638.8	411.3	-	-	-	-
2030	641.9	395.5	-	-	-	-
2031	645.5	380.6	-	-	-	-
2032	-	-	-	-	-	-
2033	-	-	-	-	-	-
2034	-	-	-	-	-	-
2035	-	-	229.6	0.4	113.5	0.2
2036	-	-	261.8	0.9	123.9	0.4
2037	-	-	295.7	1.3	133.9	0.6
2038	-	-	331.3	1.8	143.5	0.8
2039	-	-	368.5	2.3	152.8	1.0
2040	-	-	407.4	2.9	161.7	1.1
2041	-	-	448.0	3.4	170.1	1.3
2042	-	-	490.3	4.0	178.1	1.4
2043	-	-	534.2	4.6	185.7	1.6
합 계	6,380.0	4,613.0	3,388.4		1,371.7	

- 분석된 사업계획 원안에 대한 비용편익(B/C)은 0.30으로 산출됨

<표 5-18> 비용편익 분석 결과

(단위: 억 원)

총비용 현재가치	총편익 현재가치	B/C 비율	순현재가치(NPV)
4,613.0	1,371.7	0.30	-3,241.3

제 6 장 종합분석 및 결론

- 대형 국가연구개발사업의 추진 근거로 활용하기에는 구체성이 낮은 문제/이슈가 제기됨
 - 식량위기 및 농산물 수급문제는 현황 분석이 미흡하고, 기후변화 대응 및 소비 트렌드 변화는 사업 추진의 근거로 구체화, 특정화가 부족함
- 종자기업의 글로벌 경쟁력 강화 및 영세성 탈피의 문제/이슈 해결방안이 되기 위한 이슈 표적화가 되지 않음
 - 선행사업이 유사한 목표와 성과지표로 10년 이상 지원되었음에도 불구하고, 주관 부처는 국내 종자기업이 영세성을 탈피하지 못하는 원인 분석을 제시하지 않음
 - 중소기업 영세성은 우리나라 산업구조의 문제이며, 종자기업 등록업체 수 증가, 대기업의 종자기업 인수 등 종자시장은 점진적으로 성장하고 있다고 판단됨
- 선행사업의 성과매물, 성장동력 상실을 문제/이슈로 제기하였으나, 참여부처 간에 시너지를 발휘하면서 선행사업을 발전적으로 계승하는 대규모 사업이 구성될 수 있도록 ‘디지털육종’ 관련 이슈를 적절하게 발굴하였다는 근거는 확인하기 어려움
 - 부처에서 제시한 사업의 개념도, 중점분야별 연계, 기존사업과의 연계, 육종별 타입과 타입별 개발계획으로는 ①계승하여야할 기존사업의 성과(객관적 성과분석에 근거), ②계승할 기존 성과와 디지털육종과의 관계, ③계승할 기존 성과와 참여부처간 시너지 발휘, ④디지털육종을 통하여 참여부처 간 시너지를 발휘할 수 있는 기존 성과와 동 사업 간의 관계를 객관적으로 투명하게 파악하기 어려움
 - 디지털육종으로 기술 패러다임이 전환될 수 있다는 기술 트렌드가 존재하지만, 기존 투자 분야의 성과와 전망에 대한 충분한 고려 없이 신생기술인 디지털육종 기술 중심의 대규모 R&D투자를 구성해야 한다는 논거 제시는 부족함
- 제시된 성과목표는 전략목표와 사업목표의 달성 여부를 확인·점검하기에는 범위 불일치, 구체성 부족, 설정근거 불분명 등으로 적절한 성과목표라고 보기 어려움
 - ‘육종분야 기술수준 선도국 대비 90% 달성’은 KISTEP의 기술수준조사를 근거로 설정하였으나, 기술수준조사의 기술 범위와 동 사업에서 개발하고자 하는 범위가 일치하지 않아, 사업 효과를 대표하는 지표로는 적절성이 부족함

- ‘AI기반 육종예측모델 10건’은 선행사업의 한계라고 제시한 것과 논리적으로 모순되며, 평가기준과 방법 등이 구체적으로 제시되지 않아 성과목표로는 부적절함
- 히트품종, 선도기업, 강소기업 등은 설정 근거가 불분명하고, 동 사업의 지원 효과로 인한 것인지 여부가 명확하게 파악하기 어려워 향후 사업관리 측면에서 적절한 성과목표로 보기 어려움
- 단계별 전략 달성 정도, 사업목표 달성도 측정이 가능하지 않은 지나치게 일반화된 성과지표가 제시되었으며, 제시된 지표로는 추진 경과에 따른 성과 파악이 불가능함
 - 품종등록건수를 제외하면, 단계별 전략 달성 정도, 사업목표 달성도 측정이 가능하지 않지 않은 논문, 특허, 기술료 등 지나치게 일반화된 성과지표를 제시
 - 중장기산업 기술개발사업으로 신청된 동 사업은 초기-중기-장기에 해당되는 핵심성과 중심으로 지표가 제시되지 않아, 추진경과에 따른 성과를 파악하기 어려움
- 3개 중점기술, 8개 핵심기술, 49개 세부기술의 실질적 연계를 확인하기 어려우며, 실용화 및 시장선점을 어떤 전략으로 추진할지 제시가 미흡함
 - 동 사업을 구성하고 있는 173개 세세부기술 중 168개 세세부기술의 연구기간이 사업기간과 동일한 10년으로, 세세부기술 간, 세부기술 간, 8개 핵심기술 간 실질적 연계를 확인이 어려우며, 이로 인해 사업목표와의 논리적 연계도 부족하게 하는 결과를 초래하였다고 판단됨
 - 작목별 또는 과제별 연구개발 기간, 연구개발비 등에 대한 산출근거가 미흡하며, 연구기간이 동일하게 제시되어 연계추진이 가능한지 판단하기 어려움
 - 선행사업의 결과물과 개발내용 등의 활용·연계 여부가 명확하게 제시되지 않아 장기·대형사업으로 진행되는 후속사업의 세부활동으로는 미흡함
 - 사업기간(10년), 단계(4+3+3) 구분, 3개 내역사업 및 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계, 상호연계의 적절성이 부족함
 - 사업 전체 혹은 중점분야별로 별도의 연구개발 로드맵은 제시하지 않고, A, B, C Type별 해당 작물의 연구개발 도식을 제시하였으나, 단계별 혹은 연차별로 어떤 기술이, 어떤 일정으로 완료되는지 여부를 알 수 없음
 - 동시다발적이고 병렬적으로 추진되는 세세부과제별 로드맵도 일부는 핵심기술이 제시되지 않고, 품종출원/등록 전 매출액 발생, 진단과 선발기술의 동시 진행, 세부과제와의 주요내용 불일치 등 세세부과제 내에서의 선후관계도 부족

- 3대 중점기술을 구성하고 있는 핵심기술이 제시하고 있는 성과목표가 포괄적이고 병렬적으로 나열되어 세부활동의 적절성을 판단하기 어려움
- 수요조사를 통해 발굴된 기술을 대상으로 평가를 실시하였으나, 세부과제 도출을 위한 우선순위 설정과정의 적절성이 부족하다고 판단됨
- GSP 후속, 차세대BG21 후속의 기획위원회에서 각각 우선순위를 평가하고, 선정평가 기준 점수도 다르게 적용함
 - ‘종자산업’이라는 동일한 기준으로 평가는 수행하였으나, 정성적 평가를 수행하는 평가위원이 각각 구성되었고, 우선순위 도출 기준점수도 다르게 적용됨
- 특히 후속사업의 두 개 기획이 연계·통합이 확정된 후, 동 사업에서 제시하는 ‘디지털육종의 연구개념’과 부합될 수 있도록 통합된 취지에 맞는 재평가가 진행되지 않고, 유사기술 간 통합·조정으로 세세부기술 등을 확정함
- 각 세부활동(핵심기술)에 따라 성과지표를 제시하였으나, 핵심기술별 개발내용 달성 여부를 판단할 수 있는 성과지표로는 미흡함
- 세부활동(핵심기술)별로 성과지표의 목표를 정량적으로 제시하였으나, 지표 정의, 측정방법 등이 미제시되고, 달성하고자 하는 개발목표, 성능, 정성적 스펙 등도 제시되지 않아 사업의 목표 달성 여부를 측정하는 지표로는 미흡함
- 동 사업은 2개 선행사업의 후속사업으로, 기존 연구를 통해 확보된 기술 수준 대비 달성하고자 하는 성능지표, 정성적 스펙을 제시하지 않음
- 사업계획에 대한 경제성 분석결과 비용편익 비율은 0.30로 나타나 사업추진의 경제성을 확보하지 못한 것으로 판단됨

<표 6-1> 비용편익 분석 결과

(단위: 억 원)

총비용 현재가치	총편익 현재가치	B/C 비율	순현재가치(NPV)
4,613.0	1,371.7	0.30	-3,241.3

제 1 절 AHP를 이용한 종합분석

1. AHP 기법을 활용한 종합분석의 개요

가. 다기준 분석의 필요성

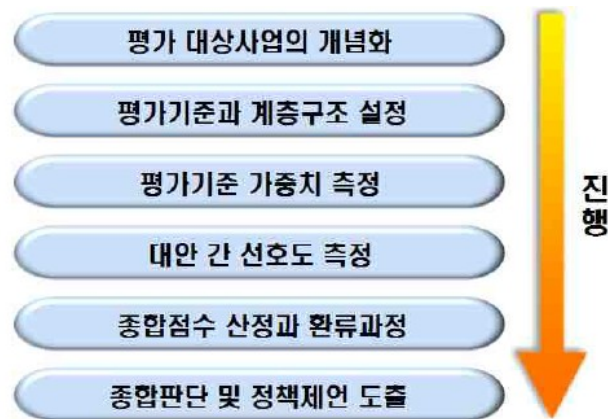
- 국가연구개발사업 예비타당성조사의 최종 단계는 과학기술적·정책적·경제적 타당성 분석 결과를 종합하여 사업 시행의 타당성 정도를 종합적으로 판단함
 - 각각의 타당성 분석 결과를 종합하는 과정에 여러 어려움²⁰⁾이 존재하며, 이를 극복하고자 사업 종합 판단에 있어 다기준 분석기법(multi-criteria analysis)을 활용함
 - 다기준 분석기법은 다수의 속성(multi-attributes)들을 고려하고 다수의 목적(multi-objectives)들을 포함하는 의사결정을 최적화하는 기법임
 - 다기준 분석기법은 사용하는 자료의 특성에 따라 확장적, 통계적, 퍼지 방법 등이 있고, 정보 처리 과정에 따라 가중합, 가중곱, 분석적 계층화법(AHP) 등이 있음
- 동 예비타당성조사에서는 대표적인 다기준 분석기법인 분석적 계층화법(AHP, Analytic Hierarchy Process)를 활용하여 종합분석을 수행함
 - ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 총괄지침(2020.1)’에서는 분석적 계층화법(AHP)을 사용하여 사업의 타당성 여부를 판단함을 원칙으로 함

나. AHP 기법의 개요

- AHP는 의사결정의 목표 또는 평가기준이 다수이며, 개별 평가기준에 대해 서로 다른 선호도를 가진 대안들을 체계적으로 평가할 수 있도록 지원하는 의사결정기법임
 - 1970년대 초 Thomas Saaty에 의해 개발된 방법으로 평가요소들을 동질적인 집합으로 군집화하고 다수의 수준으로 계층화한 후 각 수준별로 분석·종합함으로써 최종적인 의사결정에 이르는 과정을 지원함

20) 평가항목의 중요도를 합리적으로 결정하고 정량적·정성적 분석 결과를 통합하고, 평가의 일관성 및 사업의 특수성을 동시에 반영해야 하는 어려움, 평가에 참여하는 다수의 의견을 통합하는 과정에서 상반된 견해를 고려해서 대표성을 가진 최종적인 결론에 도달하기까지의 난제 등이 존재함

- AHP의 가장 큰 특징은 문제를 구성하는 다양한 평가요소들을 주요 요소와 세부 요소로 나누어 계층화하고, 계층별 요소들에 대한 쌍대비교(pairwise comparison)를 통해 요소들의 상대적 중요도를 도출한다는 점임
 - 이는 인간의 사고와 유사한 방법으로 문제를 분해하고 구조화 한다는 점, 평가요소 사이의 상대적 중요도와 대안들의 선호도를 비율척도로 측정하여 정량적인 형태로 결과를 도출한다는 점에서 그 유용성을 인정받고 있음
 - 또한 간결한 적용절차에도 척도 선정, 가중치 산정절차, 민감도 분석 등에 사용되는 각종 기법은 실증분석과 엄밀한 수리적 검증과정을 거쳐 채택된 방법임
- 예비타당성조사에서 사용되는 AHP의 절차는 평가 대상사업의 개념화, 평가기준과 계층구조의 설정, 평가기준 가중치 측정, 대안 간 선호도 측정, 종합점수 산정과 환류과정, 종합판단 및 정책제언 도출 등으로 이루어짐



[그림 6-1] 분석적 계층화법을 이용한 평가절차

출처 : 국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침

2. 종합평가 결과

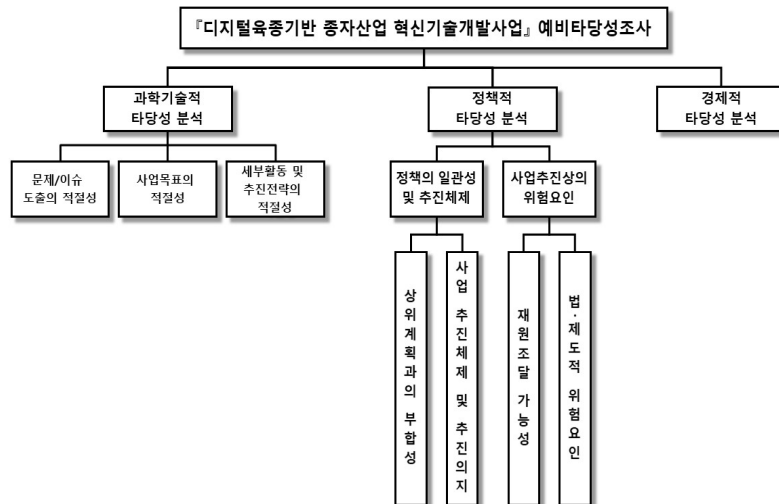
가. 조사 대상 집단

- ‘국가연구개발사업 예비타당성조사 운용지침’에 따라 국가연구개발사업평가 총괄위원회가 구성한 동 사업의 종합평가위원회 12인을 대상으로 AHP 설문을 실시함

- 국가연구개발사업평가 총괄위원회는 사업의 특성을 고려하여 분과위원회에 사업을 배정하며, 해당 분과위원회의 분과위원장과 분과부위원장이 위촉한 분과위원 및 PM을 포함한 예비타당성조사 연구진 등으로 종합평가위원회가 구성됨
- AHP에 참여한 12인의 평가가 중 종합점수 기준으로 최대값과 최소값을 부여한 평가자를 제외한 총 10인의 평가점수를 종합하여 평가결과를 도출함
- 전체 평가자의 개별 응답을 검토한 결과 모두 일관성을 지닌 것으로 확인되었으나, 평가자의 개인별 선호를 가능한 배제하고 객관성을 유지하기 위한 목적으로 평가자 12인 중 최대값과 최소값을 제시한 각 1인의 결과를 배제함
- 전체 평가자의 개별 응답을 검토한 결과 모두 일관성을 지닌 것으로 확인됨

나. AHP 구조 및 평가항목

- 본 AHP 분석의 최종목표는 세부 평가항목별 분석결과들을 종합하여 과학기술적·정책적·경제적 타당성 분석별로 각각의 종합결론을 도출하고자 함
- 동 사업의 의사결정을 위한 AHP 계층구조는 3단계로 구성되며 [그림 6-2]와 같이 크게 과학기술적·정책적·경제적 타당성 분석과 같이 세 개의 대항목으로 분류되며, 그 하위에 2계층, 3계층 평가항목으로 구성됨



[그림 6-2] 동 사업의 예비타당성조사 의사결정

○ 평가항목별 세부 평가내용, 평가기준은 다음 표와 같음

<표 6-2> 동 사업의 AHP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
과학기술적 타당성 분석	문제/이슈 도출의 적절성	-	· 문제/이슈의 식별 과정· 결과의 적절성	식별과정이 합리적이고, 도출된 문제/이슈가 국가적 차원에서 대 응이 시급하고 필요성이 높을수 록 사업 시행 점수가 높음
	사업목표의 적절성	-	· 목표 설정의 적절성	설정된 목표가 식별된 문제/이슈의 해결과 연관성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	세부활동 및 추진전략의 적절성	-	· 세부활동 구성 및 내용의 구체성과 연계성 · 추진체계 및 추진전략을 통한 세부활동 간의 연계 성을 구체화 정도	세부활동이 사업목표와 연계성이 높고, 추진체계 및 전략을 통해 세부활동의 유기적 관계를 구체 화할수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진체계	상위계획 과의 부합성	· 정부에서 공식적으로 발표한 중장기계획과의 부합 정도	정부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진체계 및 추진의지	· 선택군 계획과 관련된 사 업들 간의 차별성 및 연계 방안 · 사업 거버넌스	사업의 임무·역할이 분명히 차별화 되어 있으며, 관련 사업들과의 연계방안이 구체적일수록 사업 시행 점수가 높음. 사업 거버넌스 구축방안이 적절할 수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	· 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체의 재원조달 가능성 여부	재원조달 가능성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도적 위험요인	· 사업 추진을 위한 법·제도적 제한 여부 · WTO 보조금협정 상의 위험 요인 및 대응 방안	법·제도적 위험 정도가 낮고 구 체적인 대응방안이 마련될 경우 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
경제적 타당성 분석	경제성	-	· 사업비 및 비용 추정 · 효과추정 · 비용효과 분석	연차별 투입계획 및 총사업비 규모 추정이 구체적이고, 비용 대비 효과의 값이 비교 대안에 비해 클수록 사업 시행 점수가 높음

다. AHP 항목별 가중치 산정

- AHP 평가항목별 가중치는 평가항목간 상대적 중요도 또는 선호도를 나타내는 쌍대비교를 수행하여 설정되며, 동 사업의 AHP평가 항목에 따른 평가자별 및 종합 가중치 결과는 <표 6-3> 와 같음
 - 최상위 계층인 과학기술적·정책적·경제적 타당성 항목의 가중치는 쌍대비교가 아니라 평가자가 직접 비중을 부여하며, 하위 항목의 가중치는 쌍대비교를 통해 설정됨
 - 쌍대비교 질의시의 척도(Scale)로는 Saaty가 제안한 9점 척도를 적용하였음
- 1계층 평가항목인 과학기술적·정책적·경제적 타당성의 가중치는 각각 0.460, 0.266, 0.274로 나타나 평가자들이 과학기술적 타당성 항목을 가장 중요하게 생각하고 있음을 확인함
 - 1계층 평가항목인 과학기술적·정책적·경제적 타당성 중에는 과학기술적 타당성의 가중치가 0.460으로 가장 높았고, 정책적 타당성이 0.266, 경제적 타당성이 0.274로 나타났으며, 이들 가중치의 총합은 1로 나타나 타당성을 확보하였음
- 과학기술적 타당성 항목의 2계층인 ‘문제/이슈 도출의 적절성’, ‘사업목표의 적절성’, ‘세부활동 및 추진전략의 적절성’의 가중치는 각각 0.124, 0.198, 0.139로 나타남
 - 과학기술적 타당성 항목에서는 ‘사업목표의 적절성’을 ‘세부활동 및 추진전략의 적절성’ 및 ‘문제/이슈 도출의 적절성’ 보다 더 중요하게 생각한다는 것을 확인함
- 정책적 타당성 항목의 2계층인 ‘정책의 일관성 및 추진체제’, ‘사업추진상의 위험요인’ 항목은 각각 0.200, 0.066으로 조사되어 ‘정책의 일관성 및 추진체제’이 ‘사업추진상의 위험요인’ 항목보다 중요성이 더 높은 것으로 나타남
 - ‘정책의 일관성 및 추진체제’의 하위항목(3계층) 중에서는 ‘상위계획과의 부합성’이 0.078으로, ‘사업 추진체제 및 추진의지’가 0.122인 것으로 나타나, ‘사업 추진체제 및 추진의지’ 항목을 더 중요하게 인식하는 것을 알 수 있음
 - ‘사업추진상의 위험요인’의 하위항목(3계층)에서는 ‘재원조달 가능성’, ‘법·제도적 위험요인’ 항목이 각각 0.039, 0.027로 나타났음

<표 6-3> 동 사업의 AHP 평가항목별 가중치 산정결과

평가항목		세부 종합	평가자										종합
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
과학기술적 타당성	문제/이슈 도출의 적절성	0.124	0.306	0.313	0.140	0.333	0.046	0.036	0.062	0.071	0.061	0.046	0.460
	사업목표의 적절성	0.198	0.065	0.119	0.223	0.083	0.248	0.111	0.239	0.143	0.280	0.288	
	세부활동 및 추진전략의 적절성	0.139	0.028	0.068	0.087	0.083	0.107	0.253	0.149	0.286	0.160	0.116	
정책적 타당성	정책의 일관성 및 추진체제	0.200	0.250	0.200	0.150	0.160	0.320	0.200	0.263	0.133	0.160	0.188	0.266
	상위계획과의 부합성	0.078	0.208	0.100	0.038	0.080	0.080	0.133	0.066	0.044	0.032	0.038	
	사업추진체제 및 추진의지	0.122	0.042	0.100	0.113	0.080	0.240	0.067	0.197	0.089	0.128	0.150	
	사업 추진상의 위험요인	0.066	0.050	0.100	0.050	0.040	0.080	0.100	0.088	0.067	0.040	0.063	
	재원조달 가능성	0.039	0.040	0.067	0.033	0.020	0.053	0.033	0.066	0.044	0.013	0.031	
	법·제도적 위험요인	0.027	0.010	0.033	0.017	0.020	0.027	0.067	0.022	0.022	0.027	0.031	
경제적 타당성	경제성	0.274	0.300	0.200	0.350	0.300	0.200	0.300	0.200	0.300	0.300	0.300	0.274

라. 사업계획에 대한 AHP 평가 결과

- ☐ 동 사업계획에 대한 시행·미시행 점수를 예비타당성조사 평가항목별로 분석한 결과, AHP 종합평점은 ‘사업 시행’이 0.327, ‘사업 미시행’이 0.673으로 도출되어 사업 미시행에 대한 선호도가 높은 것으로 조사됨
- ☐ <표 6-4>은 10명의 평가자별로 과학기술적·정책적·경제적 타당성 측면에서 동 사업의 시행 또는 미시행 점수를 요약한 것으로, 종합결론에서 평가자 10명 모두 ‘미시행’으로 평가하였음
- ☐ 세부항목별로 살펴보면, 과학기술적 타당성은 10인의 평가가 전원, 경제적 타당성은 9인, 정책적 타당성은 4인의 평가자 ‘사업 미시행’ 평점이 높게 도출되었음
- 과학기술적 타당성의 경우 사업 미시행에 대한 종합평점이 0.755로 나타났으며, 개별 평가자 10명 전원이 미시행으로 결론을 도출하였음

- 정책적 타당성의 경우에는 사업 시행으로 결론을 도출한 평가자는 6인으로 종합 평점은 0.506이며, 미시행에 대한 종합평점은 0.494로 총 4인의 평가자가 미시행으로 결론을 도출하였음
- 경제적 타당성의 경우에는 사업 미시행에 대한 종합평점이 0.753으로 나타났으며, 개별 평가자 10명 중 시행으로 결론을 도출한 1명 외에 9명의 평가자가 미시행으로 결론을 도출하였음

<표 6-4> 동 사업에 대한 AHP 평가결과

평가자	종합		과학기술적 타당성		정책적 타당성		경제적 타당성	
	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행	시행	미시행
1	0.305	0.695	0.198	0.802	0.588	0.412	0.143	0.857
2	0.366	0.634	0.283	0.717	0.531	0.469	0.250	0.750
3	0.344	0.656	0.333	0.667	0.385	0.615	0.333	0.667
4	0.253	0.747	0.187	0.813	0.484	0.516	0.167	0.833
5	0.399	0.601	0.164	0.836	0.452	0.548	0.667	0.333
6	0.333	0.667	0.200	0.800	0.625	0.375	0.200	0.800
7	0.411	0.589	0.333	0.667	0.525	0.475	0.333	0.667
8	0.260	0.740	0.150	0.850	0.614	0.386	0.111	0.889
9	0.315	0.685	0.299	0.701	0.432	0.568	0.250	0.750
10	0.353	0.647	0.325	0.675	0.516	0.484	0.200	0.800
종합평점	0.327	0.673	0.245	0.755	0.506	0.494	0.247	0.753
평가자수	0	10	0	10	6	4	1	9

제 2 절 결 론 및 정책제언

1. 결 론

- 동 사업은 농림축산식품부, 농진청, 산림청의 협업으로 종자산업 핵심기술 개발 지원을 통해 산업혁신 생태계 조성과 글로벌 경쟁력 강화를 지향한다는 점에서 정책적 부합성이 존재하나, 선행사업을 발전적으로 계승하는 대규모 사업이 구성될 수 있도록 ‘디지털육종’ 관련 이슈를 적절하게 발굴하였다는 근거는 확인하기 어려움
- 디지털육종으로 기술 패러다임이 전환될 수 있다는 기술 트렌드가 존재하지만, 기존 투자 분야의 성과와 전망에 대한 충분한 고려 없이 신생기술인 디지털육종 기술 중심의 대규모 R&D투자를 구성해야 한다는 논거 제시는 부족함
- 주관부처에서 제시한 사업 개념도, 중점분야별 연계, 기존사업과의 연계, 육종별 타입과 타입별 개발계획으로는 선행사업의 객관적 성과, 기존 성과와 디지털육종과의 관계 등의 쟁점이 충분히 소명되지 않음

<표 6-5> 사업계획서 원안에 대한 예비타당성 결과 요약

구 분	사업계획서
총사업비(억 원)	6,380억 원 (국고 : 5,700억 원, 민자 : 680억 원)
사업기간	2022년~2031년 (10년)
B/C Ratio	0.30
AHP	0.327
비고	· 선행사업(GSP, 차세대BS21)의 후속사업으로 기획되었으나, 일몰된 사업에 대한 성과분석이 미흡하여, 문제/이슈 설정이 불명확함 · 신생기술인 ‘디지털육종’을 중심으로 제시된 문제/이슈를 해소할 수 있는지 충분한 근거는 제시되지 못함 · 동시다발적이고 병렬적으로 추진되는 세세부과제로 인하여 총사업기간, 단계(4+3+3) 구분, 3개 내역사업 및 8개 핵심기술의 기간, 연도별 일정, 선후관계, 상호연계의 적절성이 부족함 · 동 사업의 개념으로는 3개 내역사업(혁신기반 조성, 정밀육종 확산, 지원기술 고도화)이 순차적으로 진행되어야 하나, 내역사업간 연계 확인이 어려움 · 두 개 후속사업의 기술수요조사 이후에 연계·통합 확정 후, 우선순위 기준점수를 다르게 적용하고, 통합된 취지에 맞는 재평가는 추진되지 않음 · 경제성 검토결과, B/C 비율이 0.30으로 사업 추진의 경제성이 확보되지 못함

2. 정책제언

- 선행사업을 계승하는 대규모 국가연구개발사업으로 구성될 수 있도록 문제/이슈를 구체화하는 것이 필요함
 - 대형·장기사업으로 추진되었던 선행사업의 객관적 성과 분석에 근거하여, 계승 혹은 연계해야 하는 선행사업의 성과와 동 사업을 통해 개발하고자 하는 기술 간의 관계를 객관적으로 제시할 필요가 있음
 - 특히 신생기술인 ‘디지털육종’을 중심으로 대규모 연구개발투자를 구성하고자 한다면, 기존 육종 관련 기술의 성과를 바탕으로 연구개발 범위, 대상 등을 구체적으로 제시하여 대규모 연구개발투자의 논거가 되어야 함
- 신제품 수출 확대, 선도기업 육성 등과 같은 사업화, 기업성장 견인을 사업목표로 설정한다면, 객관적인 현황 분석을 바탕으로 문제/이슈를 도출하고, 사업화와 기업성장 견인을 위한 구체적 방안 제시가 필요함
 - 종자시장의 특징, 종자기업의 역량, 기술개발이 요구되는 분야 등에 대한 구체적 현황과 10년 이상 유사한 목표와 성과지표로 추진된 선행사업의 기업 지원 방식, 지원받은 기업의 성과와 한계 등에 대한 객관적인 분석 결과를 바탕으로 해결하고자 하는 문제/이슈를 명확하게 할 필요가 있음
 - 또한, 타 산업과 차별화되는 종자 산업의 생태계, 특성, 한계, 시장에서 인정받기까지의 기간 등이 구체적으로 설명되어야 개발하고자 하는 분야의 지원 당위성이 높아질 것으로 판단됨
 - 특히, 생산자 요구 및 소비자(시장) 수요 반영, 실용화, 성과물 활용, 수출 지원 등의 전략이 구체적으로 제시되어야 함
- 신생기술인 ‘디지털육종’을 통한 종자 개발을 기업 부문에서 수행할 수 있을지 인력현황, 활용계획 등이 구체적으로 제시되어야 함
 - 종자판매액 5억 원 미만 소규모 종자기업의 비중이 90%에 달하는 국내 종자산업 구조와 개발비 환수가 용이하기 때문에 일대교잡종 종자(관행육종) 개발을 선호하는 종자회사의 특징 등을 감안할 때, 신생기술인 ‘디지털육종’을 통한 종자 개발을 종자회사에서 수행할 수 있을지 인력현황, 활용계획 등이 구체적으로 제시되어야 함

- 육종분야의 기초부터 채종후처리까지 전 부문을 지원하는 사업으로 구성되기 위해서는 개발대상에 대한 심층 분석이 선행되어야 한다고 판단됨
 - 산업구조와 적용기술 등이 이질적인 작물, 축산 등을 동일한 틀에 맞추기보다는, 개발 대상으로 하는 식량, 작물, 축산 등의 기존 성과물과 정확한 기술 수요 예측을 바탕으로, 그에 맞는 연구개발 범위, 목표, 목적, 개발내용 등을 구체적으로 제시하고 그에 맞는 전략을 갖추는 것이 바람직함
- 문제/이슈의 구체화를 통하여 사업목표를 설정하고, 사업목표 달성을 위해 세부 활동(중점기술 및 핵심기술)을 구성한 후에 세부활동(기술)에 맞게 세부과제 혹은 세 세부과제를 구성하는 것이 바람직함
 - 수요조사를 바탕으로 (세)세부과제를 구성한다고 하더라도, 사업목표 및 활동에 맞는 평가가 바탕이 되지 않을 경우, 과제별 개발 내용이 사업 전체 일정, 시간적 선후관계, 상호연계의 적절성 등의 부족을 야기할 가능성이 높다고 판단됨
- 사업목표가 적절하게 설정되었다는 전제 하에, 사업목표 달성 여부를 파악할 수 있는 성과목표, 단계별 목표, 성과지표 등이 제시되어야 함
 - 성과목표와 단계별 성과목표를 통해 사업의 최종목표, 사업 중간의 단계별 성과목표 달성 여부를 판단할 수 있도록 평가기준, 방법, 설정근거 등이 구체적이고 명확하게 제시되어야 함
 - 성과지표는 성과목표와 연계성을 지니며, 사업목표에도 부합되도록 설정되어야 하며, 개발목표, 성능, 정성적 스펙, 측정방법 등도 명확하게 제시되어야 함

참 고 문 헌

- 고희중, KISTEP 세미나 발표자료, 「그리바이오의 미래, 디지털육종과 종자산업」, 2020.10
- 과학기술정보통신부·한국과학기술기획평가원, 「국가연구개발사업 표준성과지표(5차)」, 2020.1
- 관계부처 합동, 「제3차 생명공학육성기본계획」, 2016
- 관계부처 합동, 「제4차 과학기술기본계획」 2018.2
- 김은정, 「종자개발 R&D 기술사업화 생태계 활성화 연구」, 2014
- 농림식품기술기획평가원, “이머징 산업 2020 - 국내외 농업분야 기술이슈 리뷰 -”, 정책개발 2021-02-1, 2021.2.1
- 농식품부·농진청·산림청, 「제3차 농림식품과학기술육성종합계획」, 2019.12
- 농촌진흥청, 「기후변화 농업부문 영향과 대응방안」, 국립농업과학원, 2012
- 농촌진흥청, 「제4차 농업생명공학육성 중장기계획」, 2019.3
- 농촌진흥청, 「제7차 농업과학기술 중장기 연구개발계획」, 2018.5
- 박기환, “최근 종자산업의 동향과 시사점”, 과학기술정책연구원, 과학기술정책 209호, 2015
- 박지현·홍미영·한지학, 「신육종기술(NPBTs)」, KISTEP 기술동향브리프, 2018-4호, 2018
- 생명공학정책연구센터, “글로벌 유전체 시장 현황 및 전망”, BioINdustry No.129, 2018.8
- 생명공학정책연구센터, “미국의 차세대 염기서열분석 서비스 시장 현황 및 전망”, BioINdustry No.112, 2018.2
- 서성아, 「사회적 비용·편익분석 비교조사」, 한국행정연구원, 2017
- 소비자안전센터, 「유전자변형식품(GMO) 표시제도 개선방안 연구」, 2014
- 이변우, 「기후변화가 세계농업에 미치는 영향과 대응」, 한국농촌경제연구원, 세계농업 제 146호, 2012.10
- 이승현, “국내 종자산업 세계시장의 1%…선택과 집중이 해답”, KDI 정책해설 Plus, 2012.3
- 임송수, “코로나-19 이후의 세계 식량정책과 시장의 변화”, 해외곡물시장동향 2020 제9권 제5호, 한국농촌경제연구원, 2020
- 한국과학기술기획평가원, 「2020년 기술수준평가」, 2021.4
- 한국과학기술기획평가원, 「국가연구개발사업 예비타당성조사 수행 세부지침」, 2020.1
- 한국농촌경제연구원, “국제 농업 정보 : 미국”, e-세계농업, 2021년 제7호, 2021.2

한국농촌경제연구원, “국제 농업 정보 : 일본”, e-세계농업, 2020년 제3호, 2020.6

한국농촌경제연구원, 「중국농업동향」 제13권 1호(2020 봄), 2020

한웅용·김주일, 「2020년도 정부연구개발예산 현황 분석」, 2020.5

황의식 외 15인, “코로나19 대응 농업·농촌부문 영향과 대응과제”, 정책연구보고서 D501, 한국농촌경제연구원, 2020.7.1

황지나, “정밀의료 서비스”, KISTI MARKET REPORT 2017-04, 한국과학기술정보연구원, 2017

Seeds Market, “Global Forecast to 2025”, MarketsandMarkets, 2019

국립종자원 (<https://www.seed.go.kr/sites/seed/index.do>)

식품의약품안전처 (<https://www.mfds.go.kr>)

CISION PR Newswire(<https://www.prnewswire.com/il/news-releases/planting-a-smarter-seed-829672612.html>)

ESCAA(European Seed Certification Agencies Association) (<http://www.escaa.org/index.php>)

KOSIS 국가통계포털 (<https://kosis.kr/>)

NTIS (<https://www.ntis.go.kr>)

부록

종합평가를 위한 AHP 설문지

「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 AHP 평가를 위한 전문가 설문

[전문가 설문 개요]

본 설문은 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 타당성을 종합적으로 평가하기 위한 것입니다. 설문은 평가항목 간 상대적 중요도를 결정하는 것과 평가항목별로 사업시행의 타당성 정도(사업 추진, 사업 미추진)를 결정하는 것으로 구성되어 있습니다. 응답의 일관성이 낮은 경우 환류과정을 거치게 되오니 전문가의 관점에서 공정하고, 신중하게 응답하여 주시기 바랍니다.

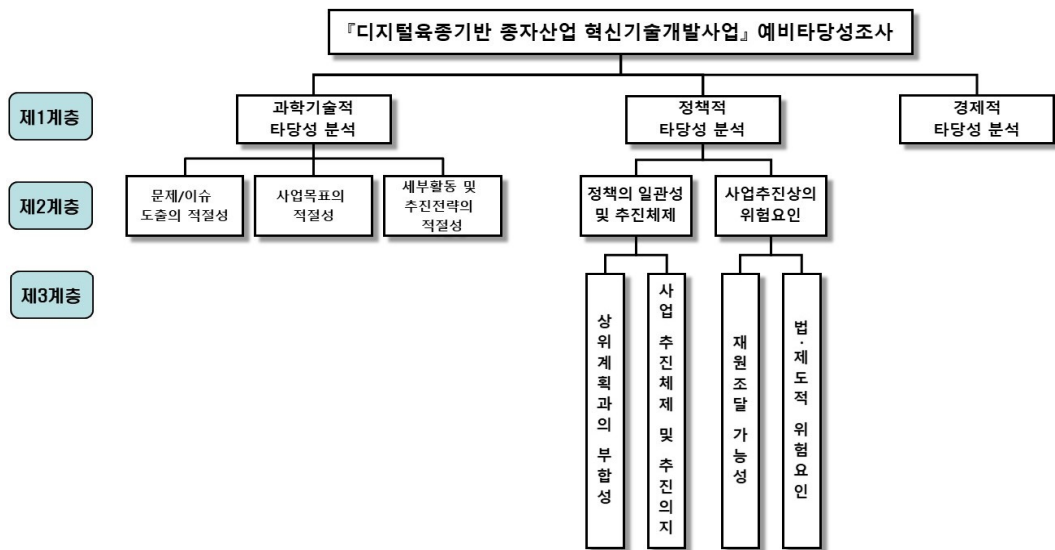
※ AHP(Analytic Hierarchy Process : 계층화 분석법)는 의사결정시 고려할 평가항목들을 계층화하여 의사결정 기준이 되는 항목의 중요성과 의사결정 대상이 되는 대안 간 비교를 종합적으로 수행하는 의사결정 기법입니다.

☐ 응답자 정보

성명	(서명)	연락처	
소속		전화	
직위		E-mail	

□ 설문지 작성안내

- 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 타당성 평가를 위한 의사결정 계층구조와 평가항목별 평가내용, 평가기준은 각각 [그림 1], <표 1>과 같습니다.
- 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 과학기술적, 정책적, 경제적 측면에서의 타당성조사 세부내용은 회의자료를 참고하시기 바랍니다.



[그림 1] 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 예비타당성조사 의사결정 계층구조

<표 1> 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 AHP 평가항목

평가항목 (1계층)	평가항목 (2계층)	평가항목 (3계층)	평가내용	비고
과학기술 적 타당성 분석	문제/이슈 도출의 적절성	-	• 문제/이슈의 식별 과정·결과의 적절성	식별과정이 합리적이고, 도출된 문제/이슈가 국가적 차원에서 대응이 시급하고 필요성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	사업목표 의 적절성	-	• 목표 설정의 적절성	설정된 목표가 식별된 문제/이슈의 해결과 연관성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
	세부활동 및 추진전략 의 적절성	-	• 세부활동 구성 및 내용의 구체성과 연계성 • 추진체계 및 추진전략을 통한 세부활동 간의 연계성을 구체화 정도	세부활동이 사업목표와 연계성이 높고, 추진체계 및 전략을 통해 세부활동의 유기적 관계를 구체화할수록 사업 시행 점수가 높음
정책적 타당성 분석	정책의 일관성 및 추진체계	상위계획과의 부합성	• 정부에서 공식적으로 발표한 중장기계획과의 부합 정도	정부 계획과의 부합성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음
		사업 추진체계 및 추진의지	• 선택군 계획과 관련된 사업들 간의 차별성 및 연계방안 • 사업 거버넌스	사업의 임무·역할이 분명히 차별화되어 있으며, 관련 사업들과의 연계방안이 구체적일수록 사업 시행 점수가 높음. 사업 거버넌스 구축방안이 적절할수록 사업 시행 점수가 높음
	사업 추진상의 위험요인	재원조달 가능성	• 사업의 원활한 추진을 위한 재원 부담주체의 재원조달 가능성 여부	재원조달 가능성이 높을수록 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
		법·제도적 위험요인	• 사업 추진을 위한 법·제도적 제한 여부 • WTO 보조금협정 상의 위험요인 및 대응 방안	법·제도적 위험 정도가 낮고 구체적인 대응방안이 마련될 경우 사업 시행 점수가 높음 (시행과 미시행의 중립이 최대 평점)
경제적 타당성 분석	경제성	-	• 사업비 및 비용 추정 • 비용편익 분석 / 비용효과 분석	연차별 투입계획 및 총사업비 규모 추정이 구체적이고, 비용편익(B/C) 비율이 높을수록 사업 시행 점수가 높음. 비용 대비 효과의 값이 비교 대안에 비해 클수록 사업 시행 점수가 높음

□ 설문지 작성 및 유의사항

1. 설문지 작성 예

- 예를 들어, 두 가지 평가요소 ‘항목 A’와 ‘항목 B’를 비교할 때, ‘항목 B’가 ‘항목 A’에 비해 매우 중요하다고 판단하시는 경우 아래 표에서 보시는 바와 같이 척도 ‘7’ 란에 V 표시를 하시면 됩니다.

평가 항목	절대 중요 (9)	(8)	매우 중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간 중요 (3)	(2)	동등 (1)	(2)	약간 중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우 중요 (7)	(8)	절대 중요 (9)	평가 항목
항목 A															V			항목 B

<표 1-1> <설문에서 사용되는 상대적 중요도에 대한 평가척도>

척도	1	3	5	7	9
용어	‘동등’	‘약간 중요’	‘중요’	‘매우 중요’	‘절대 중요’
설명	동등하게 중요 (equal)	약간 더 중요 (weak)	더욱 더 중요 (strong)	대단히 더 중요 (very strong)	절대적으로 중요 (absolute)

(주) 2, 4, 6, 8은 근접해 있는 두개의 척도들 사이의 중간정도의 중요도를 나타냄

2. 응답 일관도

- AHP 분석에서는 분석의 자료로 비일관성지수가 생성되며 응답결과의 신뢰성 판단에 대한 기준으로 적용됩니다. **비일관성 지수가 0.1이상일 경우에 응답결과를 신뢰할 수 없다고 판단하므로 재설문을 수행**하게 됩니다.
- 평가항목이 3개 이상인 경우, 아래와 같은 일관성 결여가 발생하면 비일관성 지수가 높게 나오므로 설문시 유의하시기 바랍니다.

1. 우선순위 일관성 결여

- A가 B보다 중요하고 C가 A보다 중요하다고 응답하였으나, B가 C보다 중요하다고 응답하였을 경우

※ $A > B$ 이고 $C > A$ 라고 한다면, $C > B$ 라고 응답하여야 함

2. 쌍대비교 일관성 결여

- A가 B보다 2배 중요하고 C가 A보다 4배 중요하다고 응답하였으나, C가 B보다 8배 중요함에도 불구하고 2배 중요하다고 응답하였을 경우

[설문 1] 평가항목 간 상대적 중요도 설정

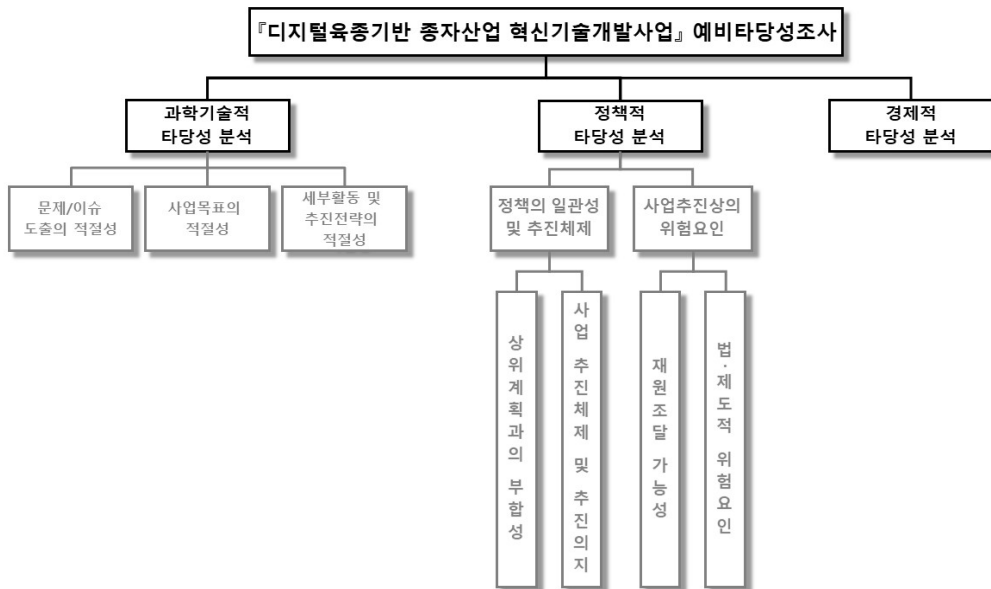
[설문 1.1과 1.2]는 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 타당성을 평가하는데 있어 과학기술적, 정책적, 경제적 타당성 분석의 상대적 중요도와 평가항목별 상대적 중요도를 판단하기 위한 것입니다. 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 경우, 어느 평가항목이 상대적으로 얼마만큼 더 중요하다고 생각하시는지 신중히 판단하여 응답해 주십시오.

1.1 사업에 대한 의사결정에 있어서 과학기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 경제적 타당성 분석 간의 상대적 중요도가 어느 정도라고 생각하십니까?

※ 100점 만점으로 응답하여 주십시오. 사업유형별로 각 항목별 가중치 제시범위는 아래와 같습니다.

- 성 장 형 (과학기술성 : 정책성 : 경제성 = 40~50% : 20~40% : 10~40%)

과학기술적 : 정책적 : 경제적 타당성 = () : () : ()

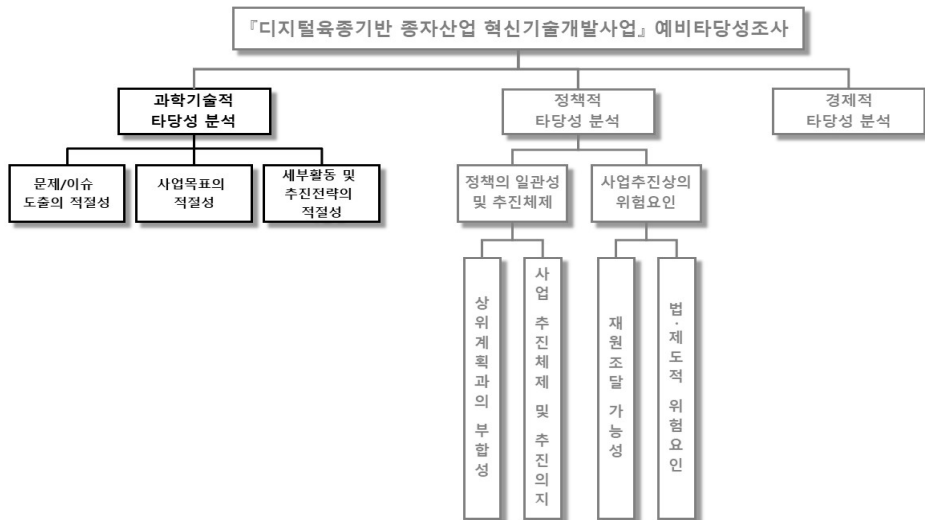


[그림 2] 제1계층 중요도 평가

1.2 과학기술적 타당성 분석, 정책적 타당성 분석, 그리고 경제적 타당성 분석의 세부 평가항목별로 좌측에 기재된 평가항목이 우측에 기재된 평가항목에 비해 상대적으로 얼마나 중요한지를 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

1.2.1 과학기술적 타당성 분석의 제2계층

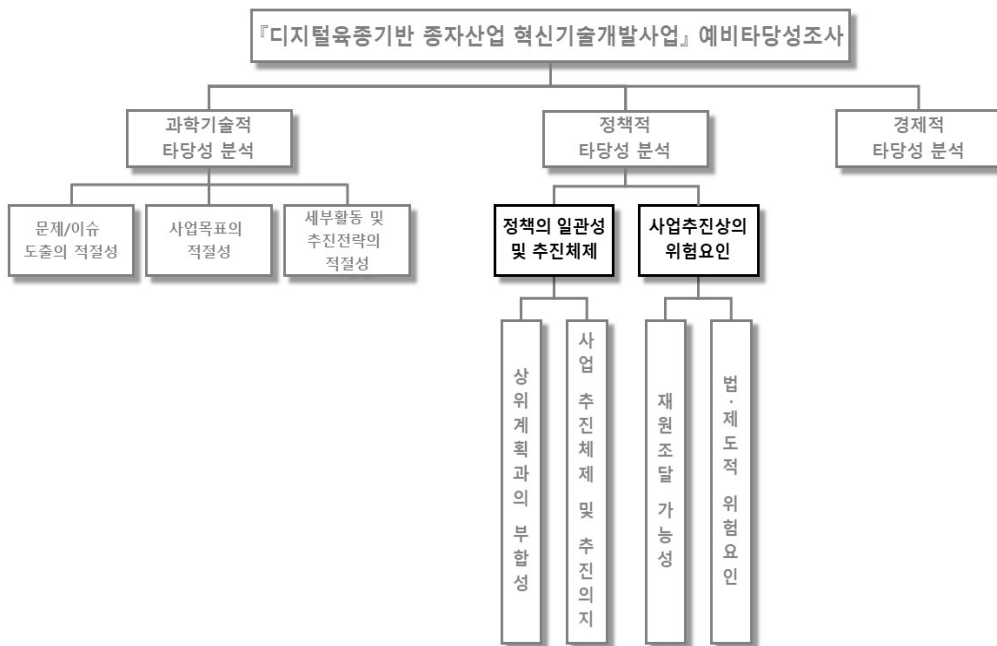
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	중 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
문제/이슈 도출의 적절성																		사업목표의 적절성
문제/이슈 도출의 적절성																		세부활동 및 추진전략의 적절성
사업목표의 적절성																		세부활동 및 추진전략의 적절성



[그림 3] 과학기술적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.2 정책적 타당성 분석의 제2계층

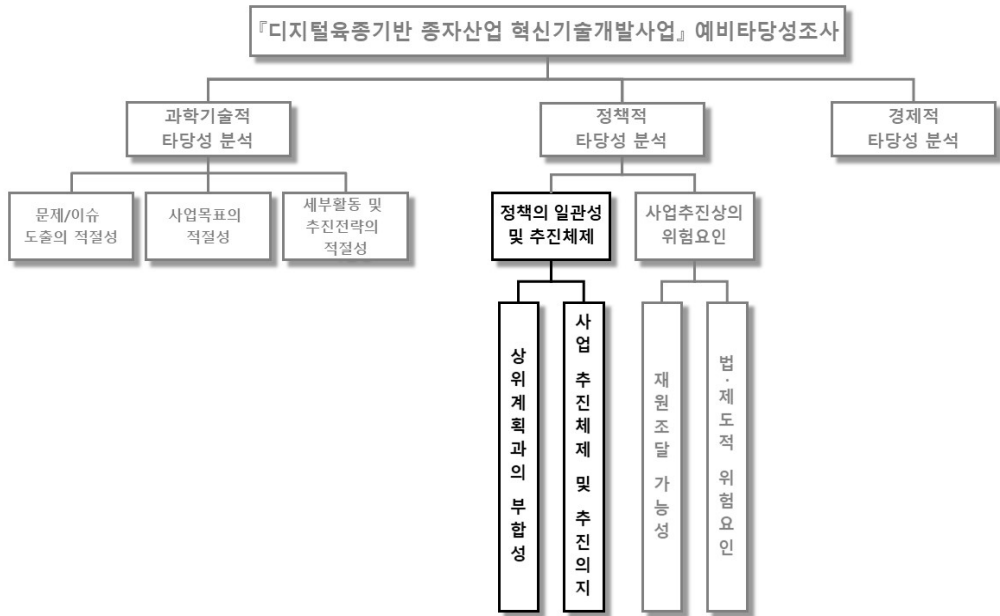
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	중 등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
정책의 일관성 및 추진체제																		사업추진상의 위험요인



[그림 4] 정책적 타당성 제2계층 중요도 평가

1.2.3 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 정책의 일관성 및 추진체제 하위항목

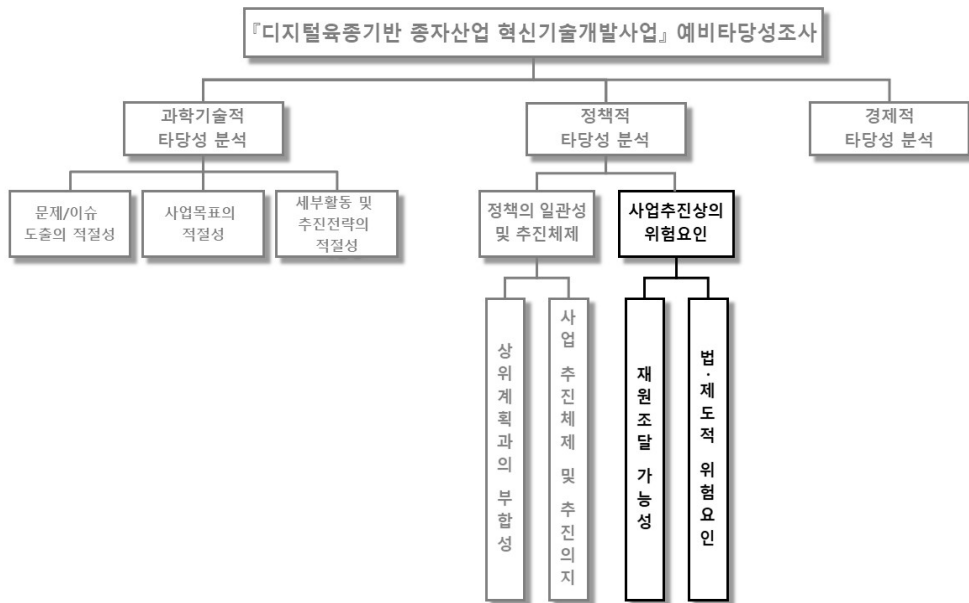
세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	동 등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
상위 계획과의 부합성																		사업 추진체제 및 추진의지



[그림 5] 정책적 타당성 제3계층의 중요도 평가 : 정책의 일관성 및 추진체제 하위항목

1.2.4 정책적 타당성 분석의 제3계층 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

세부 평가항목	절대중요 (9)	(8)	매우중요 (7)	(6)	중요 (5)	(4)	약간중요 (3)	(2)	동 등 (1)	(2)	약간중요 (3)	(4)	중요 (5)	(6)	매우중요 (7)	(8)	절대중요 (9)	세부 평가항목
재원조달 가능성																		법·제도적 위험요인



[그림 6] 정책적 타당성 제3계층의 중요도 평가 : 사업 추진상의 위험요인 하위 항목

[설문 2] 평가항목별 시행/미시행 대안의 평점 부여

[설문 2]는 「디지털육종기반 종자산업 혁신기술개발사업」의 시행과 미시행 여부를 판단하기 위한 것입니다. 조사 결과를 참고하시어 사업을 시행하는 대안(사업 시행)과 시행하지 않는 대안(사업 미시행) 중 어느 대안이 상대적으로 더 적절하다고 생각하시는지 평가항목을 기준으로 해당하는 숫자에 V표 하십시오.

평가항목	대안									중립									대안
		절대적절 (9)	(8)	매우적절 (7)	(6)	적절 (5)	(4)	약간적절 (3)	(2)		(2)	약간적절 (3)	(4)	적절 (5)	(6)	매우적절 (7)	(8)	절대적절 (9)	
문제/이슈 도출의 적절성	사업 시행																	사업 미시행	
사업목표의 적절성	사업 시행																	사업 미시행	
세부활동 및 추진전략의 적절성	사업 시행																	사업 미시행	
상위계획과의 부합성	사업 시행																	사업 미시행	
사업 추진체제 및 추진의지	사업 시행																	사업 미시행	
재원조달 가능성	사업 시행	위험요인이 없을 경우 중립, 문제가 있을 경우는 미시행 방향으로 평점 부여																사업 미시행	
법·제도적 위험요인	사업 시행																		
경제성	사업 시행																	사업 미시행	

- 감사합니다 -