

영역	2	어젠다	1	대과제	3
과제 및 세부과제명	과제 구분	연구분야	수행 기간	과제책임자 및 세부과제 책임자	
농업부산물을 활용한 농산업 소재 개발	기관고유	유농업	'20~'26	친환경미생물 연구소	장재은
1) 느타리 수확후 부산물 유기자원화 연구	지역특화	유농업	'20~'23	친환경미생물 연구소	장재은
2) 농업 부산물을 활용한 친환경 사과 병 방제 기술 개발	기관고유	유농업	'20~'22	친환경미생물 연구소	남주희
3) 배추과 뿌리혹병 방제용 미생물 활용기술개발 및 현장실증	어젠다	유농업	'22~'26	친환경미생물 연구소	남주희
색인용어	농업부산물, 버섯수확후배지, 퇴비, 유기자원, 사과, 배추과, 뿌리혹병, 탄저병, 겹무늬썩음병, 탄소중립				

### 1. 연구개발의 필요성

가. 연구개발대상 기술의 경제적.산업적 중요성 및 연구개발의 필요성

- 1) 버섯 수확후배지(Spent Mushroom Substrate)는 국내 약 46만톤/년 정도 발생되고 있음
- 2) 느타리 주생산지인 경기도는 전국생산량의 70.8%를 점유하고 있으며, 느타리 SMS 발생량이 약 16만톤에 이르는 것으로 추정됨
- 3) SMS는 수분함량이 약 65%이고 유기물함량이 높기 때문에 쉽게 부패되는 단점이 있어 제 때에 사용되지 못하고 방치될 경우 환경오염 등 문제점 발생할 수 있음
- 4) SMS는 대부분 가축분퇴비 제조에 활용되고 있으나, SMS 발생량 대비 수요가 낮아 새로운 소비처 개발이 요구됨
- 5) SMS의 소비 및 수요확대를 위해 대량소비가 가능한 퇴비, 바이오차, 가축사료 등에 활용할 수 있는 기술 개발이 필요함
- 6) 정부가 발표한 2050 탄소중립 추진으로 저탄소농업 기술에서 바이오차는 유일한 탄소 포집기술로 바이오매스를 350°C이상 온도로 가열하여 발생하는 고체물질로 H/C 0.7이하이면 바이오차의 탄소저장효과가 인정되며 현재 목재 및 왕겨 부산물을 이용하여 바이오차 생산하며 버섯수확후배지 부산물을 이용한 바이오차 이용기술 개발이 필요함
- 7) 가축분퇴비에 수분조절용 톱밥(혼합 30~40%)을 현물 또는 건조 SMS로 대체할 수 있는 영농기술을 개발하였고 축분퇴비공장에서 현장 실증기술 개발이 필요함
- 8) 경기도에서 공공급식으로 출하되는 과수 중 사과는 학교수요량이 약 147톤으로 수요량이 높지만, 공급량은 약 20톤으로 수요에 비하여 공급이 매우 낮은 편에 속하며(친농연, 2019), 친환경 병해충 문제로 급식 품위기준이 맞지않는 것이 원인으로 나타남

- 재배농가 : 연천군, 파주시, 가평군 등 51호(국립농산물품질관리원, 2021)
  - 인증형태 : 무농약(39농가), 유기(12)
- 9) 국내 사과나무에 병을 일으키는 병원체는 곰팡이, 세균, 바이러스로 알려져있고, 이로부터 약 41여종의 병이 발생하는데(한국식물병리학회, 2009) 친환경 방제가 까다로워 수확량과 경제적 손실이 큼.
  - 10) 유기농업자재 공시 자재는 총 1,809종으로 병해관리용 등 6분류로 나뉘어져있고, 토양 개량 및 작물생육용이 907종으로 전체 비율의 50% 이상을 차지하며, 병해관리용은 197종(10.9%), 병충해관리용 114종(6.3%)로 적은 편에 속함(국립농산물품질관리원, 2019)
  - 11) 경기도 친환경 사과 재배지에서는 예방적 관리로 석회보르도액, 석회유황합제를 주로 사용하고 있으며 그 외 미생물제, 식물추출물(자기제조) 등을 교호로 사용하고 있으나 사용하고 있는 농자재 및 시판중인 유기농업자재 20여종 스크리닝 결과 일부 미생물제를 제외하고는 방제효과가 50% 미만으로 효과가 미비하였음.
  - 12) 사과 병원균 중 경제적 피해를 입히는 병해는 점무늬낙엽병, 갈색무늬병, 겹무늬씩음병 및 탄저병 4종 정도이며, 겹무늬씩음병과 탄저병은 과실을 직접 부패시키며 저장 중 많은 피해를 입히고 있는 병으로 방제 연구가 지속적으로 필요함
  - 13) 뿌리혹병(Clubroot)을 발생시키는 *Plasmodiophora brassicae*는 원생동물계(Protozoa) 뿌리혹균문(Plasmodi ophoromycota)에 속하는 절대기생균으로 휴면포자가 토양 내 장기간 생존하기 때문에 약제 처리로도 방제 효과를 얻기 어려운 난방제 병해임
  - 14) Net-zero 선언('20.10, VIP) 후속으로 탄소중립위원회 출범('21.5), 국가 탄소 중립 시나리오 수립('21.10), 국제 메탄서약('21.11., COP26) 실시
    - 농축산분야 배출량 변화 : ('18) 22.2백만 톤 → ('50) 15.4(△30.6%)
    - '30년까지 메탄 배출량 30% 이상 감축, 농축산부문 20.5% 감축(12.2백만 톤 → 9.7)
  - 15) 친환경 소재 농자재 개발 및 보급 촉진을 위해, 농업 부산물을 산소공급이 제한된 조건에서 열분해하여 화학적으로 안정적인 탄소결합을 형성하는 바이오차로 변환하는 연구가 증가하고 있음
  - 16) 박테리아 방제제(Bacterial Bio-pesticides)는 4가지 범주로 분류함; crystalliferous spore formers(*Bacillus thuringiensis*); obligate pathogens(*Serratia marcesens*); facultative pathogens(*Pseudomonas aeruginosa*). 안전성과 효율성 때문에 spore farmers가 상업적인 목적으로 가장 널리 채택됨
  - 17) 생물학적 방제법이 현장에서 효과를 나타내기 위해서는 미생물 저장과 현장에서의 생존 능력이 중요한데, 염류변화, pH, 토양 내 수분장력, 입상, 삼투압 등 기주-기생체 및 근권에서 일어나는 차이를 줄여가는 연구를 통한 현장 적용 가능한 생물학적 병해충 방제제 개발이 필요함

- 미생물 생존 능력은 토양 내 미생물 군집, pH, 온도, 가용 수분함량, 당류, 염류 등에 영향
  - 항균생물 방제제인 *Candida sake*(호모)는 현장 적용 전 배양 매체에 예방 보호제로 설탕을 추가하면 생존 능력이 증가하였으며, 환경스트레스로부터도 보호된 사례
- 18) 친환경(유기농, 무농약) 배추과 채소 재배 시 뿌리혹병 방제를 위한 현장 적용이 가능한 생물학적 병해충 관리용 유기농업자재 개발 연구가 시급한 상황임

#### 나. 연구개발대상 기술의 국내.외 현황

##### 1) 국내 연구 현황

- 가) 왕겨 바이오차 및 음식물쓰레기 바이오차가 밭 사양토에서 상추밭아 및 수용성 유기탄소 용출에 미치는 영향 평가(국립농업과학원, 2014)
- 나) 배추재배 시 바이오차 펠렛 완효성 비료의 적정 사용량 구명(유기물자원화학회, 2019)
- 다) 바이오차의 사용이 채소 유묘 생장 및 양분 흡수량에 미치는 영향(환경농학회, 2020)
- 라) 토마토 재배를 위한 바이오차 최적사용 비율 평가(유기물자원화학회, 2019)
- 마) 토양 탄소 격리 적용을 위한 바이오차 펠렛 혼합 상토를 사용한 작물 재배 효율성 평가(유기물자원화학회, 2017)
- 바) 배 전정지 바이오차 사용이 작물 생육 및 토양이화학적 영향(유기물자원화학회, 2018)
- 사) 2013-2014년도 경북 북부지역 사과 주요 병해 발생조사(천원수 & 전용호, 2015)
- 아) 사과 탄저병의 병원균 종 다양성 및 살균제에 감수성 반응(김치현, 2020)
- 자) 살균제가 사과 겹무늬썩음병 및 탄저병에 대한 길항미생물의 종류 및 밀도에 미치는 영향(윤지연, 2005)
- 차) 무농약 유기재배 사과원의 병해충 발생 및 관리 실태(농촌진흥청, 2009)
- 카) 친환경 제제 및 식물추출물을 활용한 대추 탄저병 방제(김수준, 2018)
- 타) 유기농업자재와 유기합성 살균제 교호살포에 따른 고추 탄저병 방제 효과(농촌진흥청, 2015)
- 타) 유기농업자재와 유기합성 살균제 교호살포에 따른 고추 탄저병 방제 효과('15, 농촌진흥청)
- 파) *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp.와 *Trichoderma* sp. 등의 길항균을 뿌리혹병균에 처리 시 약제처리와 비슷한 방제가를 보여 앞으로 환경 친화적 방제 가능성을 확인하였으며(용 등, 2003), 내생세균으로 분리한 *Bacillus amyloliquefaciens* 에서도 뿌리혹병 방제 효과를 확인(김, 2015)
- 하) 바이오차 펠렛 완효성 비료를 개발하여 논, 밭작물에 대한 농업 환경 영향을 평가와 동시에 온실가스 배출량 및 탄소격리량을 산정(신 등, 2021)

2) 국외 연구 현황

- 가) 버섯 수확 후 배지는 버섯 균사체에 의하여 이용되고 남은 배지 성분과 생리활성물질이 남아 있기 때문에 재활용 자원으로써 활용가치가 높은 부존자원으로 보고됨(Williams *et al.*, 2001)
- 나) 버섯 수확 후 배지는 친환경소재를 원료로 사용하며, 원료의 대부분이 사료원료와 동일하며 연중 생산된다는 장점이 있어서 사료자원으로써 활용가치가 높은 유기물임(Caswell, 1990; Adamovic *et al.*, 1998)
- 다) 유럽, 미국 등지는 대부분 밀짚이나 축분을 사용하여 양송이를 생산하고 있고, 양송이 수확후배지는 발효 등의 과정을 거쳐 퇴비로 사용되고 있음
- 라) 일본, 중국 등 느타리, 새송이 등 병재배 방식으로 버섯을 생산하는 국가에서도 SMS는 퇴비, 유기질 비료 등으로 주로 활용되고 있으며, SMS의 다양한 활용도 개발의 필요성은 인식하고 있으나, 상용화된 사례는 보고되어 있지 않음
- 마) 사과 겹무늬썩음병 접종 후 발병에 영향을 미치는 온도, 습도 구명(FC Kohn & FF Hendix, 1982)
- 바) 농업부산물을 활용한 겹무늬썩음병 수확 전 관리 기술 개발(K Sharma & H.Raj, 2018)
- 사) 한국 내 사과 탄저병에서 분리동정된 *Colletotrichum* 속 내 종 다양성 분포(CH Kim 등, 2020)
- 아) 식물성 오일을 활용한 아보카도 과실에서 발병된 탄저병 수확 전 관리 기술(A Sarkhosh 등, 2017)
- 자) 뿌리혹병 방제를 위해 단지 토양 pH만 변화시키는 것은 양분과 수분 및 토양 산도가 복잡하게 작용하기 때문에 충분하지 않고, Biochar를 시용함으로써 석회(lime) 대체 효과 및 뿌리혹병 발생빈도를 줄일 수 있음(Knox *et al.*, 2015)
- 차) 라틴아메리카에서 뿌리혹병에 대한 생물학적 방제를 위해 *T. koningiopsis* 나 *T. brevicompactum* 단일 종 처리를 함으로써 배추에서 40% 이상 뿌리혹병 발생을 줄일 수 있음(Botero-Ramirez *et al.*, 2015)
- 카) 미국 코넬대학의 Lehmann 교수의 연구 중 바이오차에 의한 온실가스 배출의 억제 (탄소 네거티브) 원리가 발표된 이후 기후 변화와 관련하여 다양한 연구 논문이 발표되었으며, 2005년 1편으로 확인되었던 바이오차 관련 연구 논문이 2020년 약 4,000편으로 급격하게 증가함(세계농업, 2021)

다. 국내외 연구현황 비교 및 필요 연구 분야

연구현황 비교		필요연구 분야내용
국 내	국 외	
○ 버섯배지는 버섯생산후 양분이 잔존하고 있어 축분퇴비로 주요 활용하고 있으나 다양한 용도로 활용가치 높음	○ 일본, 중국 등 느타리, 새송이 병재배 방식의 국가에서도 버섯 수확후배지는 퇴비, 유기질비료 등으로 활용되고 있음	○ 버섯 수확후배지는 수분과 유기물함량이 높아 쉽게 부패하고 적재가 어려워 건조 제형화 필요
○ 버섯 수확후배지의 버섯배지 재활용, 채소부산물 혼합퇴비 제조방법 연구	○ 버섯 수확후배지 퇴비를 이용한 토양 작물 적용연구	○ 버섯 수확후배지 함유 퇴비 개발 및 시용후 작물 생육, 토양 화학성, 미생물상에 대한 연구 필요
○ 목재, 왕겨, 축분, 음식물쓰레기 등 농식품 부산물 활용 바이오차 연구	○ 미국은 농경지의 탄소저장고 기능을 활용하여 농민 소득과 연계, 유럽은 저탄소 농식품 생산·유통·소비 방식 재전환 추진중	○ 저탄소 농업기술을 활용한 농업농촌 자발적 온실가스 감축사업 및 배출권 거래제 적용 연구 필요
○ 경북 지역 중심으로 사과 주요 병 발생 조사 연구 추진됨	○ 사과 주요 병원균 생육 환경, 발병에 영향을 미치는 요인 등을 분석함	○ 경기 지역 중심으로 사과 주요 병원균에 대한 분리·동정 및 유전자원 확보
○ 사과 병원균에 대한 생물학적 방제 연구 및 시판 자재 스크리닝 연구가 있으나 가격이 높거나 효과가 미비	○ 사과 주요 병원균에 대한 생물학적 방제 연구 및 수확 전 병원균 억제를 위한 관리 기술 개발 연구가 추진됨	○ 시판 자재보다 효과가 우수하면서 가격이 저렴한 자재 개발이 필요
○ 농업부산물을 활용한 사과 병 방제 연구는 미비하며, 고추, 대추 등 다른 작목에 대한 탄저병 방제시 식물추출물 활용 연구가 적은편	○ 식물성 오일, 추출물 등을 활용한 생화학적 방제 연구가 추진됨	○ 식물성오일, 추출물 등을 활용한 생화학적 방제 연구가 필요하며, 우수 향균 자재 선발을 위한 농업 부산물 스크리닝 연구 필요

연구현황 비교		필요연구 분야내용
국 내	국 외	
○ 식물 병원균의 생물학적 방제를 위한 길항미생물 (Fungi, Bacteria) 선발	○ 길항미생물의 항균활성 기작 및 균종별 특성 구명	○ 길항미생물의 항균활성 기작 구명 및 현장적용을 위한 토양정착능 향상 연구
○ 바이오차 펠릿 논, 밭작물 효과 검증 연구	○ 바이오차 펠릿 효과 검증 및 현장 적용 연구	○ 병 방제 기능이 포함된 복합 기능성 바이오차 제조 기술 개발 연구
○ 탄소 소재 유기농업자재의 정성적 평가 연구	○ 2050 탄소중립을 위한 탄소 소재 유기농업자재 선발 및 정성적 평가 연구	○ 탄소 소재 유기농업자재 탄소 격리량 및 온실가스 배출량 산정을 위한 정량적 평가 연구

## 2. 연구개발 목표 및 내용

### 가. 정성적 성과 목표

연차	목 표
1차년도 (2020년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SMS 이화학성 분석, SMS 퇴비화 시험 연구</li> <li>- SMS 먹이의 흰점박이꽃무지 및 장수풍뎅이 유충의 적정 급여법 연구</li> <li>- 친환경사과 주요 병해 분리·동정</li> <li>- 친환경사과 병 방제를 위한 식물추출물 1차 스크리닝 및 선발</li> </ul>
2차년도 (2021년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SMS 이용 유기질 퇴비(일반퇴비, 축분퇴비) 제조기술</li> <li>- SMS 이용 곤충먹이 활용기술 개발</li> <li>- 항균력 우수 농업부산물 추출물의 자가제조 방법 구명</li> </ul>
3차년도 (2022년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SMS 이용 축분퇴비 현장적용 시험</li> <li>- SMS 바이오차 제조 및 사용효과 구명</li> <li>- 항균력 우수 식물추출물 제제화 및 현장적용</li> <li>- 뿌리혹병 방제 우수 길항미생물 선발 시험</li> </ul>

연차	목 표
4차년도 (2023년)	- SMS 바이오차 실용화 기술 개발 - 뿌리혹병 방제 우수 길항미생물의 토양정착능 향상 연구 - 뿌리혹병 방제 우수 균주의 최적 대량배양 조건 설정
5차년도 (2024년)	- 식물 병원균 방제 우수 미생물 유전자원 보존 및 DB 구축 - 최종 선발된 뿌리혹병 방제 미생물의 작물 적용 시험(Pot test)
6차년도 (2025년)	- 뿌리혹병 방제 미생물을 적용한 바이오차 펠릿 효과 검정(배추-현장실증) - 탄소 소재 유기농업자재 시용에 따른 배추 재배지의 토양미생물 군집 분석
7차년도 (2026년)	- 뿌리혹병 방제 미생물을 적용한 바이오차 펠릿 효과 검정(양배추-현장실증) - 탄소 소재 유기농업자재 시용에 따른 양배추 재배지의 토양미생물 군집 분석
최종	농업부산물을 활용한 농산업 소재 개발 및 적용

나. 정량적 성과 목표

성과지표명	연도	1년차 (2020년)		2년차 (2021년)		3년차 (2022년)		4년차 (2023년)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
		논문게재	SCI	-	-	-	-	-	-	-	-
	비SCI	-	-	-	-	1	-	1	-	2	-
학술발표	국제	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-
	국내	-	-	1	2	2	-	2	-	5	-
영농기술정보 기관제출		3	-	-	4	2	-	2	-	7	-
자료발간		-	-	-	1	1	-	-	-	1	-
홍보		1	2	2	1	2	-	1	-	6	-
농가 기술지도·컨설팅· 현장기술지원		-	-	2	-	2	-	-	-	4	-
계		4	2	5	8	10	-	7	-	26	-

다. 종합연구내용

세 부 과 제	주 요 연 구 내 용	연 구 목 표	수행기간
1) 느타리 수확후 부산물 유기자원화 연구	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ SMS 이용 유기질 퇴비 개발</li> <li>○ SMS 가축분퇴비 개발</li> <li>○ SMS 바이오차 실용화 기술 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ SMS 사용량이 높은 유기질 퇴비 개발과 기존 유기질 퇴비자원의 SMS 대체</li> <li>○ SMS 활용 가축분퇴비 개발 현장적용 연구</li> <li>○ SMS 활용 바이오차 적정 제조조건 구명 및 실용화 기술 개발</li> </ul>	'20~'23
2) 농업부산물을 활용한 친환경사과 병 방제 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 경기지역 친환경 사과 주요 병원균 분리-동정</li> <li>○ 항균활성 우수 농업부산물 선발을 위한 항균활성검정(1차 스크리닝)</li> <li>○ 농업 부산물을 활용한 복합 약제 선발 및 현장적용시험</li> <li>○ 항균성 오일 및 농업 부산물 복합 약제 최적 제조 방법 구명</li> <li>○ 항균력 우수 농업부산물 자기제조 방법 구명</li> <li>○ 우수 복합약제 확대적용 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 도내 사과 주요 병원균 분리 및 공통 병원균 선발</li> <li>○ 사과 주요 병원균에 대한 항균력 우수 농업부산물 선발</li> <li>○ 우수 복합 약제 선발</li> <li>○ 우수 선발 약제 최적 제조 방법 선발</li> <li>○ 항균력 우수 농업 부산물 최적 자기제조방법 선발</li> <li>○ 사과 병원균 방제를 위한 매뉴얼 및 약제 개발</li> </ul>	'20~'22
3) 배추과 뿌리혹병 방제용 미생물 활용기술개발 및 현장실증	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 배추과 채소 뿌리혹병 발병지 토양 균집 분석(Phytobiome) 및 뿌리혹병 방제 균주 스크리닝</li> <li>○ 선발된 뿌리혹병 우수 균주 토양 정착능 향상 및 최적 배양 연구</li> <li>○ 수집한 뿌리혹병 우수 길항미생물 유전자원 보존 및 DB 구축</li> <li>○ 뿌리혹병 방제 탄소 격리형 유기 농업자재 배추과 재배지 현장실증</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 십자화가 뿌리혹병 방제 우수 미생물(Fungi, Bateria) 3종 이상 선발</li> <li>○ 선발 균주의 항균활성 및 특성 구명에 따른 선택적 배양 조건과 토양 내 유지 조건 선발</li> <li>○ 뿌리혹병 방제를 위해 수집한 미생물 유전자원 보존 및 DB 구축(300균주 이상)</li> <li>○ 뿌리혹병 방제 기능을 적용한 탄소 소재 유기농업자재 효과 검증을 통한 농산업 소재 개발(1종 이상)</li> </ul>	'22~'26



### 3. 당초 연구계획과 변경된 사항 : 변경사항 없음

### 4. 연구개발결과의 활용방안 및 기대성과

#### 가. 연구개발결과의 활용방안

##### 1) 학술발표 및 논문게재

- 가) 경기 북부지역 사과 주요 병원균 분리 및 특성검정(학술발표, 2021)
- 나) 느타리 수확후배지 이용 축분퇴비 제조 및 활용(학술발표, 2022)
- 다) 식물추출물을 활용한 사과 친환경 병해 관리 방법(논문게재, 2022)
- 라) 느타리 수확후배지 활용 흰점박이꽃무지 유충 먹이 제조(논문게재, 2023)
- 마) 느타리 수확후배지 바이오차 제조방법(학술발표, 2023)
- 바) 뿌리혹병 방제를 위한 길항미생물 선발(학술발표, 2022)
- 사) 뿌리혹병 방제 우수 미생물의 병 방제 기작 구명(학술발표, 2023)

##### 2) 영농정보 기관제출

- 가) 친환경 사과 재배를 위한 사과 병해관리 방법(2021)
- 나) 계피추출물과 티트리오일을 활용한 친환경 병해관리용 약제 자가제조 방법(2021)
- 다) 느타리 수확후배지 바이오차 제조방법(2023)
- 라) 뿌리혹병 다발병 토양 내 파이토바이옴 분석 및 토양 관리 방법(2022)
- 마) 길항미생물을 이용한 뿌리혹병 생물학적 방제 방법(2023)

##### 3) 자료발간

- 가) 친환경 사과 재배를 위한 사과 병해관리 매뉴얼-팜플렛 1판(2021)
- 나) 경기지역 친환경 사과 병해관리 매뉴얼(2022)

##### 4) 홍보

- 가) 농업부산물을 활용한 사과 병 방제 기술 개발(2020)
- 나) 도 농기원, 사과 친환경 병해관리를 위한 유기농업자재 개발(2022)
- 다) 느타리 수확후배지를 축분퇴비 원료로 자원화(2022)
- 라) 느타리 수확후배지를 흰점박이꽃무지 유충먹이 활용한 굼벵이 가공품 생산(2022)
- 마) 느타리 수확후배지 바이오차 제조(2023)
- 사) 지속가능한 농업을 위한 배추과 뿌리혹병 방제 기능을 지닌 우수 균주 유전자원 확보(2022)

##### 5) 농가 기술지도·컨설팅·현장기술지원

- 가) 느타리 수확후배지 톱밥 대체 축분퇴비 제조기술 기술이전 및 컨설팅(2022)

## 나. 기대성과

### 1) 기술적 측면

가) SMS의 유기질 퇴비 제조시 첨가량 증가기술 확보로 SMS 소비량 증가

- 유기질 퇴비 제조시 SMS 기존 첨가량 10%에서 20~40% 사용량 증가: 소비량 2~4배 증가

나) SMS의 가축분 퇴비 제조시 톱밥 사용량 30% 대체로 SMS 소비량 증가

다) SMS의 식용곤충 먹이 활용기술 개발

- 식용곤충 사육시 SMS 첨가량, 전처리 기술, 체중증가효과 등 구멍으로 식용곤충 먹이활용 농가 증가 예상

라) SMS 활용 바이오차 제조 및 실용화 기술 개발

- 탄소중립 농업부문 유일한 탄소저장 기술인 바이오차를 SMS로 제조하여 농경지 실용화 기술 개발로 SMS 유기자원화 및 자원순환

마) 경기도 사과 주요 병원균 수집 및 친환경 사과 병 방제 기술 개발

바) 배추과 채소 뿌리혹병 방제용 탄소 소재 투입에 따른 방제 모델 및 탄소 격리 효과 평가 기술 개발

- 탄소 소재 유기농업자재의 탄소 격리량 정량적 평가를 통한 국가적 정책 과제인 2050 탄소 중립 기여

사) 뿌리혹병 방제 우수 길항미생물 유전자원 확보 및 기존 DataBase 보완

아) 친환경 배추, 양배추 뿌리혹병 종합적 관리 모델 개발을 통한 안정 생산 기반 구축

### 2) 경제적·산업적 측면

가) SMS 생산량의 급격한 증가에 따른 환경오염 요인 해소

- SMS 생산량 '19년 46만톤('09년 대비 4.6배 증가)
- 농가 평균 보관기간 증가 우려(SMS 보관 압력박스 평균 수거기간 2~7일)
- 농가 보관기간 증가에 따른 SMS 부패 및 침출수 배출

나) SMS 활용도 다양화 및 부가가치 향상

- 활용도 다양화 : 축분퇴비 위주 → 펠릿연료, 곤충먹이, 지렁이생산토, 원예용 상토 등
- 부가가치 향상효과: 0~10,000원/톤 → 150,000~200,000원/톤

다) 농산 부산물의 자원재순환 및 관련 우회산업 일자리 창출

- SMS 운반, 가공(건조, 펠릿화, 원예용 상토, 곤충먹이 등) 관련 분야 고용확대

라) 버섯재배 농가 경영여건 개선

- SMS 판매가격 상승 → 배지구입, 인건비 지출 등 경영비에 재 투입

마) 친환경 사과 병 방제에 따른 수확량 증가 및 안정생산체계 구축

- 바) 친환경 사과 병 방제에 따른 수확량 증가 및 안정생산체계 구축
- 현재 : 친환경 사과 계약재배이행율 10% 내외 → 목표 25% 이상 → 수익증가
- 사) 친환경 배추, 양배추 재배 농가 경영여건 개선
- 기존 : 병해관리용 유기농업자재+유박, 퇴비 등 유기질 비료 투입
  - 개발소재 : 뿌리혹병 방제 기능이 탑재된 바이오차로 투입 노동력, 시간 절감
  - \*개발소재 특허 및 선행연구에 따르면 기존 시판 자재 대비 질소소비량 50% 절감
- 아) 기후변화대응 유기농업자재 활용에 따른 탄소 중립 기술 확립
- 경종의 온실가스 배출량 배출량은 11.8백만 톤 CO<sub>2</sub> eq.(1.6%) 중 일부 절감

### 5. 연구원 편성

세 부 과 제	구 분	소 속	직 급	성 명	참여기간	참여비율 (%)
1) 느타리 수확 후 부산물 유기자원화 연구	책 임 자	친환경미생물연구소	지방농업연구사	장재은	'20~'22	40
	공동연구자	"	지방농업연구관	임성희	'21~'22	10
	"	"	지방농업연구사	문지영	'20~'22	10
	"	"	"	남주희	'20~'22	10
	"	"	"	신민우	'21~'22	10
	"	"	"	이찬중	'22	10
	"	"	지방농업연구관	임갑준	'22	10
2) 농업부산물을 활용한 친환경 사과 병 방제 기술 개발	책 임 자	친환경미생물연구소	지방농업연구사	남주희	'20~'22	50
	공동연구자	"	"	장재은	'20~'22	10
	"	"	"	신민우	'21~'22	10
	"	"	"	문지영	'20~'22	10
	"	"	지방농업연구관	임성희	'21~'22	10
	"	"	"	임갑준	'22	10
3) 배추과 뿌리혹병 방제용 미생물 활용기술개발 및 현장실증	책 임 자	친환경미생물연구소	지방농업연구사	남주희	'22~'26	50
	공동연구자	"	"	장재은	'22~'26	10
	"	"	"	신민우	'22~'26	10
	"	"	"	문지영	'22~'26	10
	"	"	지방농업연구관	임성희	'22~'26	10
	"	"	"	임갑준	'22~'26	10

## 6. 연구개발비 소요명세서

(단위 : 백만원)

과제 및 세부과제명	1차년도 (2020)	2차년도 (2021)	3차년도 (2022)	4차년도 (2023)	합 계
○ 농업부산물을 활용한 농산업 소재 개발	30	91	240	255	616
- 느타리 수확후 부산물 유기자원화 연구	15	61	100	100	276
- 농업부산물을 활용한 친환경 사과 병방제 기술 개발	15	30	70	70	185
- 배추과 뿌리혹병 방제를 위한 탄소 격리형 유기농업자재 활용기술 개발 및 현장실증	-	-	70	85	155