

보안 과제(), 일반 과제(0) / 공개(0), 비공개()발간등록번호(0)
농식품 기술융합 창의인재양성사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004217-01

수경재배에서의 남조류 억제기능을 가진
미생물 개발 및 실증을 통한 연구인력 역량 강화

2022.11.01.

농업회사법인 상상텃밭 (주)

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “수경재배에서의 남조류 억제기능을 가진 미생물 개발 및 실증을 통한 연구인력 역량 강”(개발기간 : 2020. 1. 29. ~ 2022. 1. 28.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 11. 1.

주관연구기관명 : 농업회사법인 상상텃밭(주) 김 수 빈



주관연구책임자 : 엄 태 동

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서				보안등급							
				일반[], 보안[]							
중앙행정기관명		농림축산식품부		사업명	사업명	농식품 기술융합 창의인재양성					
전문기관명		농림식품기술기획평가원			내역사업명	산업기반연구					
공고번호				총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		1545020852					
				연구개발과제번호							
기술분류	국가과학기술 표준분류	유전자 발현조절	50%	생물정보학	50%						
	농림식품과학기술분류	식물미생물 생리*독성	50%	농생물정보	50%						
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문									
		영문									
연구개발과제명		국문	수경재배에서의 남조류 억제기능을 가진 미생물 개발 및 실증을 통한 연구인력 역량 강화								
		영문	Enhancement of research capacity through development and demonstration of microorganisms in hydroponics								
주관연구개발기관		기관명	농업회사법인 상상텃밭 (주)		사업자등록번호	171-86-00932					
		주소	경상북도 안동시 임하면 금소길 341-12		법인등록번호	170111-0654013					
연구책임자		성명		엄태동		직위	연구책임자				
		연락처	직장전화			휴대전화	010-3223-4954				
			전자우편	eom@sangsang.farm		국가연구자번호	1170-9566				
연구개발기간	전체		2020. 01. 29 - 2022. 01. 28(2년 0개월)								
	단계 (해당 시 작성)	1단계									
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				연구개발비 외 지원금			
	현금	현금	현물	지방자치단체		기타()			합계		
총계	200,000	2,500	47,500	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
1단계	1년차	100,000	2,500	22,500				102,500	22,500	125,000	
	2년차	100,000	0	25,000				100,000	25,000	125,000	
n단계	1년차										
	n년차										
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고				
							역할	기관유형			
공동연구개발기관											
위탁연구개발기관											
연구개발기관 외 기관											
연구개발담당자 실무담당자		성명		이창열		직위	경영지원팀장				
		연락처	직장전화			휴대전화	010-2367-6432				
			전자우편	acclcy@sangsang.farm		국가연구자번호	1243-5785				

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재 처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 년 3월 16일

연구책임자: 엄 태 동



주관연구개발기관의 장: 김 수 빈



< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명		농식품 기술융합 창의인재양성		총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)		산업기반연구		연구개발과제번호		1545020852	
기술 분 류	국가과학기술 표준분류	유전자 발현조절	50%	생물정보학	50%		
	농림식품 과학기술분류	식물미생물 생리*독성	50%	농생물정보	50%		
총괄연구개발명 (해당 시 작성)							
연구개발과제명		수경재배에서의 남조류 억제기능을 가진 미생물 개발 및 실증을 통한 연구인력 역량 강화					
전체 연구개발기간		2020. 01. 29 - 2022. 01. 28(2년 0개월)					
총 연구개발비		총 250,000 천원 (정부지원연구개발비: 200,000 천원, 기관부담연구개발비 : 50,000 천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 천원)					
연구개발단계		기초[0] 응용[] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]		기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							

연구개발 목표 및 내용	최종 목표	<p>AI 관련 인재 채용 및 기술 도입, 기존 인력과 협력하여 상호보완적으로 활동하여 일의 능률 향상 및 연구인력 역량 강화.</p> <p>다양한 분야의 기술자 및 전문가 초청 및 교육 등을 통해 기존 인력 및 신규 인력 재교육. 회사 내부 프로젝트에 걸맞는 인재로의 능력 향상</p> <p>AI 문헌 탐색 프로그램 개발로 연구 시행 초기 단계인 논문 탐색 및 정리 등을 도와 연구 효율 향상</p> <p>녹남조류 관련 억제물질 탐색 및 성능 확인</p> <p>식물공장 하드웨어 시스템 개선, 유해물질 억제 가능한 형태의 재배기 개발. 개선된 형태의 재배기 개선으로 제작 난이도 단축 및 유해물질에 의한 침해 최소화</p>				
	전체 내용	<ol style="list-style-type: none"> 1. AI 관련 신규 인력 채용 및 AI 데이터 기반 문헌 탐색 프로그램 개발. 현재 연구 방법 중 초기에 진행되는 수많은 논문 탐색 과정을 AI 프로그램을 이용하여 키워드 입력 등 몇가지 정보를 입력하여 관련된 논문을 정리해 주며 키워드 연관 개수 등을 기준으로 정렬하는 기능을 함. 2. 이렇게 확인된 논문들을 분석 및 연구하여 녹남조류 억제 등과 관련된 물질을 탐색함. 시약으로 판매하는 것들을 확보하여 in vitro 테스트를 진행하여 녹남조류의 성장 저해에 효과가 있는지 확인함. 실험에 사용한 녹남조류는 실제 수경재배 시설에서 성장중인 녹남조류를 배양, 증식시켜 사용함. 3. 스마트팜 재배 시설 부분을 대폭 개선하여 양액과 외부의 차단을 극대화하고 효율적인 형태의 재배기로 개선 진행. 녹남조류의 성장을 최대한 억제하여 파종, 발아, 육묘, 정식, 식재, 수확 모든 과정에서 입는 피해를 최소화 하는 것을 중점으로 둬. 수확 후 1회 청소, 재 파종하는 순환식 구조를 기반으로 녹남조류 등에 의한 피해를 최소화 함. 이를 쉽게 하기 위해 청소, 수확 등의 과정을 손쉽게 할 수 있는 구조를 채택하고자 함. 4. 각 분야의 전문가 및 기술자 등을 초청하여 기술 세미나 및 현 문제점 대한 조언 등을 많이 구함. 각 분야의 전문가, 교수, 박사 등 다양한 인원을 초청하였으며, 기존 문제점 보완 및 향후 발생 가능성이 있는 문제점 지적 등 기존 연구인력들 만으로는 알 수 없는 다양한 문제점을 알고 개선할 수 있게 됨 				
	1단계 (해당 시 작성)	<table border="1"> <tr> <td style="width: 50px;">목표</td> <td></td> </tr> <tr> <td>내용</td> <td></td> </tr> </table>	목표		내용	
	목표					
내용						
n단계 (해당 시 작성)	<table border="1"> <tr> <td style="width: 50px;">목표</td> <td></td> </tr> <tr> <td>내용</td> <td></td> </tr> </table>	목표		내용		
목표						
내용						

연구개발성과	1.	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>실적</td> <td></td> <td>실적</td> </tr> <tr> <td>특허 출원</td> <td>5</td> <td>투자유치(백만원)</td> <td>700</td> </tr> <tr> <td>특허 등록</td> <td>3</td> <td>기술인증</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>제품화(건)</td> <td>3</td> <td>논문(BSCI)</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>매출액(백만원)</td> <td>427</td> <td>학술발표</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>수출액(백만원)</td> <td>0</td> <td>인력양성</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>고용창출(명)</td> <td>4</td> <td>기타</td> <td>1</td> </tr> </table>		실적		실적	특허 출원	5	투자유치(백만원)	700	특허 등록	3	기술인증	1	제품화(건)	3	논문(BSCI)	3	매출액(백만원)	427	학술발표	3	수출액(백만원)	0	인력양성	2	고용창출(명)	4	기타	1
		실적		실적																										
	특허 출원	5	투자유치(백만원)	700																										
	특허 등록	3	기술인증	1																										
	제품화(건)	3	논문(BSCI)	3																										
	매출액(백만원)	427	학술발표	3																										
	수출액(백만원)	0	인력양성	2																										
고용창출(명)	4	기타	1																											
2. 자동화된 선행논문 조사 시스템 개발	자동화된 SW 기술을 도입하여 논문 및 문헌 탐색을 쉽고 빠르게 하는 프로그램 개발 및 실제 연구개발에 적용하여 연구 탐색기간 대폭 단축																													
3. 녹남조류 억제효과 96.4 ~ 99.4% 달성																														
4. 식물공장 재배 하드웨어 및 시스템 구축	녹남조류의 연구된 특징 등을 토대로 피해를 최소화한 재배 하드웨어 시스템 구축.																													
5. 연구 인력 역량 강화 (교수 및 전문가 미팅)	각종 식물공장 재배 및 식물생장, 유용식물 등과 관련된 전문가 및 실무자와의 미팅 및 교육 세미나 진행. 폭넓은 분야의 전문가들에게 다양한 조언 및 실무자의 실제 식물공장 재배에 필요한 여건 파악. 향후 식물공장 시설의 연구개발 방향 및 연구인력의 역량강화 방향 등을 수립함. 결과적으로 연구인력이 외부 전문인력 협력 없이, 독자적으로 국제학술대회 연구성과 발표 3건 및, IEEE소속 국제학회 프로시딩 논문 발표 3건 성공 하여 창의인재 양성 성공																													
6. 식물공장 재배 시설 데이터 수집 및 양액 데이터 확보	식물공장 데이터를 최대한 수집하여 여러 시설에서의 재배환경 데이터 수집 및 식물 재배 양액 데이터를 수집.																													

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	1. 자동화된 선행논문 조사 시스템	연구에 앞서 논문 등을 탐색하는데 있어 유용하게 사용되며, 기업 프로젝트 및 각종 연구에 있어 연구자의 연구 시간을 효율적으로 단축함
	2. 식물공장 하드웨어 및 시스템	식물공장 가동 및 재배시설 구축에 있어 효율적이고 식물 생장에 유용한 방향을 제시함. 효율적인 식물공장 재배 시스템 구축 및 매뉴얼 재정립을 위한 연구인력 강화 및 재교육 실시. 식물공장 재배 인력의 노동력 감소 및 이익 창출
	3. 전문지식 활용	전문가 및 교수 등 다양한 분야의 사람들과 세미나 후 얻은 지식을 바탕으로 폭넓은 시야를 가지게 됨. 문제 해결 및 새로운 시스템에 대한 거부감을 해소. 다양한 시각에서 문제를 바라보고 해결하려는 안목을 확보. 식물공장 재배 인원의 노동력 감소 및 농가 수익 창출과 관련된 다양한 정보 획득
	4. 식물공장 재배 데이터 확보	식물공장 재배 시설의 온도, 습도, 환경 데이터 수집. 식물 재배 양액 데이터 수집. 확보된 각종 데이터는 다른 재배 시설의 공통점 및 차이점 비교를 통해 식물 재배 환경에 따른 문제점 해결에 큰 도움이 됨

연구개발성과의 비공개여부 및 사유												
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설·장비	기술 요약 정보	소프트웨어	표준	생명자원		화학물	신품종	
	3	8						생명 정보	생물 자원		정보	실물
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	식물공장		인공지능		미생물		형질전환		남조류			
영문핵심어 (5개 이내)	Plant Factory		Artificial Intelligence		Micro organisms		Transformation		Agae			

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

최근 스마트 농업기술의 보급과 폭발적인 수요 증가로 스마트팜 시장은 가파르게 성장중임.

하지만 식물공장 문제점에 대한 해결을 제시하는 업체는 매우 적음.

식물공장에서 발생하는 원인인 녹조류 및 남조류에 의한 피해를 파악하고 이를 해결하기 위한 근본적인 해결책을 마련하고자 함.

추가적으로 식물공장 재배기 및 재배 시스템, 재배 매뉴얼 등과 관련한 정보는 매우 부족하여 처음 식물공장을 접한 사람들은 이를 완벽히 이해하고 정상적으로 가동시키는데 많은 문제를 겪고 있음.

융합 산업인 식물공장은 기존 산업기술들(전자전기컴퓨터, 화학공학, 화학, 생물학, 원예학 등)의 인재를 필요로 함. 실무에 적합하게 되기 위해서는 신규인력, 기존인력 모두 추가적인 교육을 받아야 할 필요가 있음. 따라서 기존 연구인력 재교육을 통해 개개인의 역량을 강화하고 신규인력을 채용하여 정보 교류 등을 진행, 회사 프로젝트에 부합하는 복합적인 기술을 가진 연구 인력으로 거듭날 필요가 있음.

기존 연구인력의 역량강화 및 재교육을 위해 새로운 기술 분야인 AI 관련 연구인력을 신규 채용하고 이와 관련된 기술을 도입, 개선된 식물공장 시스템을 개발하고자 함. 기존 인력과 신규 인력의 연구방향성 및 기술들을 적절히 교류하여 복합적인 능력을 확보하고자 함.

식물공장 식물 재배 분야의 전문가 및 분석, 식물공장 시스템 정보 분야의 교수 등을 섭외하여 연구교육, 기술교육, 실제 식물공장 재배 시설에서 발생하는 문제점 등 다양한 교육활동을 진행함. 전문가들의 말을 통해 실제 겪어본 문제점들을 미리 파악하여 시스템개선, 하드웨어개발을 진행하는데 있어 이점을 갖게 됨.

최종평가 위원 중 일부는 단순히 AI인력이라는 고급 인재를 농업분야에 투입하는 것 자체에 대한 회의적 의견을 피력하였으나, 본 연구개발기관은 투입 가능한 최고의 인력과 리소스를 활용하여 본 연구개발과제의 성공을 달성하고자 하였음. 결과적으로 본 연구개발과제의 수행 결과가 녹남조류로 매출 타격을 입고 있는 개인 농가의 수익구조 개선에 도움이 되기를 바라며, 더 나아가 대한민국 농촌 사회의 경쟁력 재고에 기여할 수 있기를 소망함.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

(1) 개요

자동화된 문헌조사 기술을 도입하여 방대한 양의 정보를 단기간에 수집, 정리가 가능해짐. 이러한 장점을 기반으로 만들어진 자동화 문헌 탐색 플랫폼은 특정 키워드 등을 입력하여 연관성을 점수로 표기해 정리해 주어 넓은 범위를 손쉽게 탐색, 분석하여 연구자들의 노동을 줄여주고, 키워드별 분리, 키워드 연관성 등을 토대로 효율적인 작업 진행을 가능하게 함.

결과적으로 성실한 연구인력 1인이 3개월 가량 투입되어야 가능한 깊은 수준의 선행연구조사를 3분 안에 완료할 수 있게 됨. 대학원과 같이 연구인력을 사실상 무급으로 투입할 수 있는 예외적 경우가 아니라면, 석박사학위를 소지한 고급 연구인력을 3개월 가량 문헌조사에만 투입하는 것은 무척이나 비효율적임.

녹남조류와 관련된 수많은 논문을 확인하였으며, 녹남조류의 생장을 억제하는 물질 등과 관련된 논문을 토대로 연구를 진행하고 실제 테스트를 통해 그 성능을 확인함.

식물공장 재배 시스템 및 재배상의 문제들과 관련된 여러 문헌들을 확인함. 재배기 제작 시 불편한 부분 및 문제가 되는 부분을 미리 파악하고 조치할 수 있게 됨.

식물공장 시설 및 재배 문제 등과 관련하여 전문가 및 교수, 실무자들을 초청하여 많은 미팅과 강의, 기술교류 등을 진행함. 미팅을 통해 각 분야의 전문적인 지식 및 노하우 등을 최대한 확보하여 향후 식물공장의 설계에 있어 큰 도움이 될것으로 예상됨.

다양한 연구개발 및 교육 등을 통해 연구인력의 역량을 강화하며 향후 기업의 프로젝트에 적합한 연구인력 역량을 가지게 함.

(2) AI 전문인력 연구개발 과제 수행 과정 및 내용

① 논문 크롤링 소프트웨어 개발

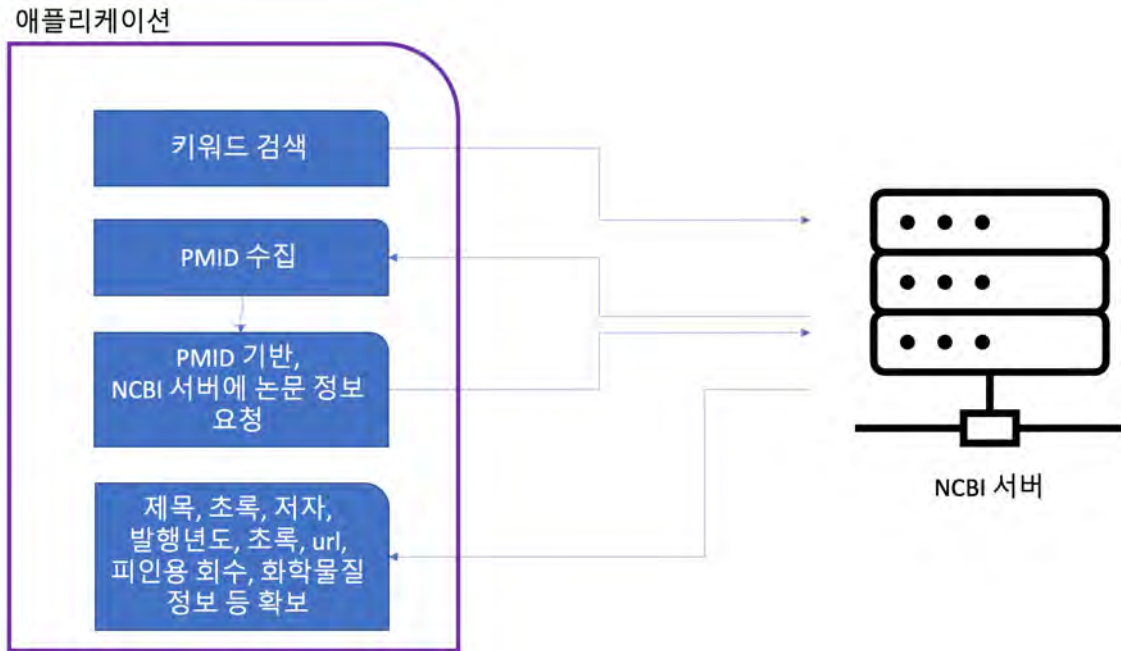
- 구글 스콜라 크롤링

구글 스콜라(<https://scholar.google.com>)로부터 선행논문을 수집하는 소프트웨어를 개발하였음. 소스코드 (https://github.com/needleworm/google_scholar_crawler).

구글측에서 공식적으로 공개한 API가 없으므로 셀레늄 웹드라이버를 활용하여 크롤러를 제작하였고 성능 또한 뛰어나 1시간에 3천여 건의 논문을 수집할 수 있었음.

하지만, official API가 없는 상황에서 대량의 논문을 수집하는 것은 구글 서버에 불필요한 부담을 제공하여 다른 사용자에게 피해를 끼칠 여지가 있으므로 본 연구개발 과제에서는 이 방법을 활용하지 않고 대안을 마련해야 했음.

- 펄메드 크롤링



펍메드 크롤링 기술 개요

펍메드(<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>)로부터 선행논문을 대량으로 수집하는 소프트웨어를 개발하였음.

메인 버전의 소스코드

https://github.com/needleworm/pubmed_crawler

초록 위주로 수집하는 소프트웨어의 소스코드

https://github.com/needleworm/pubmed_abstract_crawl

PubMed측에서는 공식적으로 API를 제공하고 있으며, 이를 활용하여 공식적으로 개발된 MetaPub 라이브러리의 경우 NCBI API Key를 내장하고 있어 별도의 키를 발급할 필요가 없는 것이 장점임. 하지만, 단기간에 대량의 논문 자료를 수집할 경우 해당 키에 할당된 통신량을 초과할 것이 우려되어 별도의 API키를 발급받았음. 전용 API를 활용하므로 별도의 프록시 우회기능을 생략하여 개발을 진행하였음.

1단계로 키워드 검색을 통하여 관련성 높은 논문들의 PMID(PubMed ID, 논문에 부여되는 고유번호)를 대량으로 수집하였고, 2단계에서는 수집된 PMID를 기반으로 NCBI 서버측에 논문의 상세 정보를 요청함. 서버로부터 제공받은 논문의 정보는 아래와 같음.

저자, 발행년도, 제목, 초록, url, 피인용 지수, 언급된 화학물질 및 단백질 정보

② 문서 분석기술 개발

크롤러로부터 수집된 정보를 기반으로 논문을 분석하는 기술을 개발함. 대량의 논문으로부터 언급된 화학물질과 단백질의 정보를 수집하여, 각 화학물질과 단백질이 몇 편의 논문에서 언급되었는지, 그리고 그 논문을 언급한 논문은 몇 회 인용되었는지 등의 정보를 반영하여 중요도 높은 화학 물질을 추출하는 기술을 개발함.

크롤링 결과

2020년 12월 3일 목요일 오전 10:34

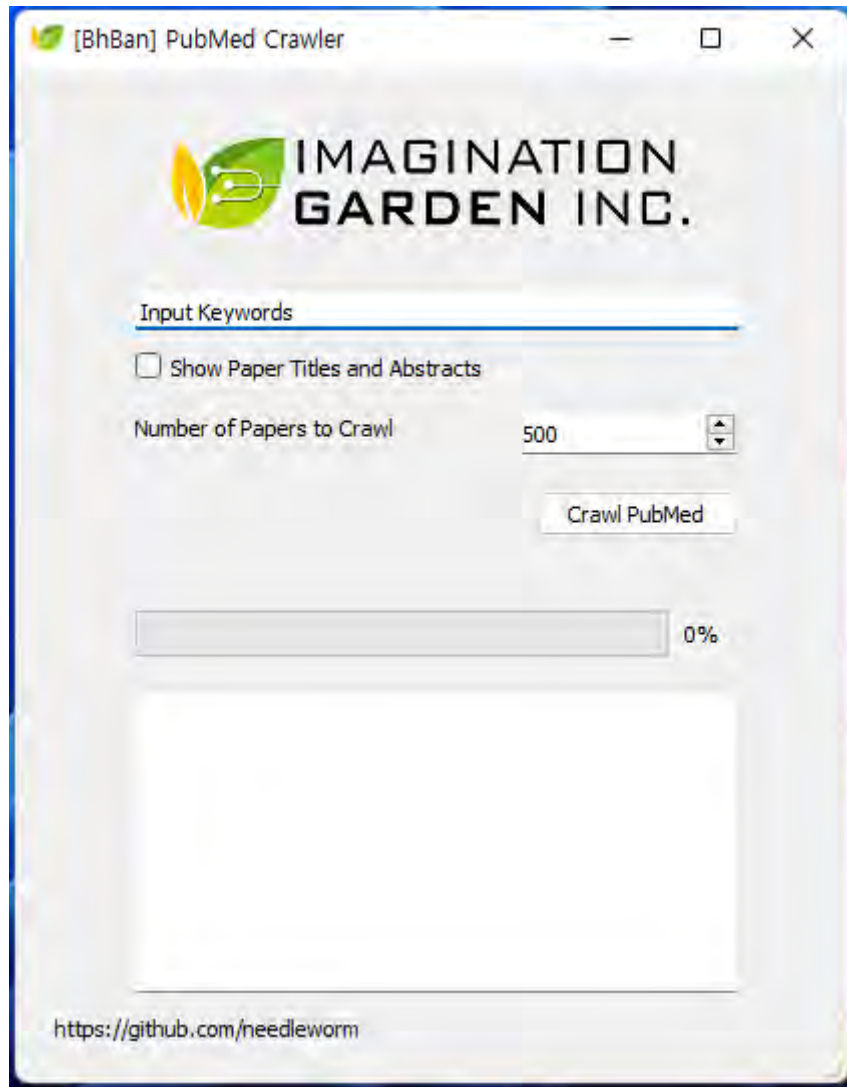
Compound ID	Name	Frequency	Title	Abstract
D010936	Plant Extracts	27	The effect of plant extracts on growth and photosynthetic fluorescence characteristics of <i>Microcystis flos-aquae</i> .	The cyanobacteria <i>Microcystis flos-aquae</i> can cause harmful algal blooms (HABs) and <i>Eichhornia crassipes</i> against <i>M. flos-aquae</i> were investigated. The maximal relative electron transport rate decreasing by 97.50%.
D010675	Pheromones	14	Allelopathic effect of rhubarb extracts on the growth of <i>Microcystis aeruginosa</i> .	With its advantages of ecological safety, environmental affinity and low cost, rhubarb extracts were used to study the inhibition of growth, photosynthesis, proteins and chlorophyll content of <i>M. aeruginosa</i> .
D000890	Anti-Infective Agents	4	A possible environmental-friendly removal of <i>Microcystis aeruginosa</i> by using pyroigneous acid.	Cyanobacteria blooms are crucial environmental issues by threatening water quality and human health. In this study, the removal of <i>M. aeruginosa</i> by using pyroigneous acid was investigated. The removal mechanism was studied. Both organic acid flocculation and pyroigneous acid flocculation were studied. Finally, a study on the phenols residual after <i>M. aeruginosa</i> removal was conducted.
D009930	Organic Chemicals	3	A possible environmental-friendly removal of <i>Microcystis aeruginosa</i> by using pyroigneous acid.	Cyanobacteria blooms are crucial environmental issues by threatening water quality and human health. In this study, the removal of <i>M. aeruginosa</i> by using pyroigneous acid was investigated. The removal mechanism was studied. Both organic acid flocculation and pyroigneous acid flocculation were studied. Finally, a study on the phenols residual after <i>M. aeruginosa</i> removal was conducted.
D013729	Terpenes	3	A possible environmental-friendly removal of <i>Microcystis aeruginosa</i> by using pyroigneous acid.	Cyanobacteria blooms are crucial environmental issues by threatening water quality and human health. In this study, the removal of <i>M. aeruginosa</i> by using pyroigneous acid was investigated. The removal mechanism was studied. Both organic acid flocculation and pyroigneous acid flocculation were studied. Finally, a study on the phenols residual after <i>M. aeruginosa</i> removal was conducted.
C000600621	pyroigneous acid	1	A possible environmental-friendly removal of <i>Microcystis aeruginosa</i> by using pyroigneous acid.	Cyanobacteria blooms are crucial environmental issues by threatening water quality and human health. In this study, the removal of <i>M. aeruginosa</i> by using pyroigneous acid was investigated. The removal mechanism was studied. Both organic acid flocculation and pyroigneous acid flocculation were studied. Finally, a study on the phenols residual after <i>M. aeruginosa</i> removal was conducted.
D011522	Protons	2	Harvesting of <i>Microcystis flos-aquae</i> using chitosan coagulation: Influence of proton-active functional groups originating from extracellular and intracellular organic matter.	Algal organic matter (AOM) produced by <i>Microcystis</i> cell active functional groups in the inhibitory fractions were further investigated.
D048271	Chitosan	2	Harvesting of <i>Microcystis flos-aquae</i> using chitosan coagulation: Influence of proton-active functional groups originating from extracellular and intracellular organic matter.	Algal organic matter (AOM) produced by <i>Microcystis</i> cell active functional groups in the inhibitory fractions were further investigated.
D052998	Microcystins	74	Cyanotoxin impact on microbial-mediated nitrogen transformations at the interface of sediment-water column in surface water bodies.	Harmful cyanobacterial blooms produce lethal toxins in many cyanobacteria. The influence of cyanotoxin on the activity of nitrifying microbial community was investigated. Significant decreases in denitrification and nitrification rates were observed in the presence of cyanotoxin.

문헌 분석 결과 일부

결과적으로 키워드 검색 결과 대량의 케미컬 정보가 정돈된 하나의 거대한 엑셀 표가 생성됨. 해당 엑셀 파일에는 중요도 높은 화학 물질의 PubChem Compound ID와 명칭, 그리고 등장 빈도 등이 기재되어 있음. 뿐만 아니라 해당 화학 물질을 언급한 논문들 중 가장 피인용 지수가 높은 논문의 제목과 초록이 함께 제공되어, 연구자가 손쉽게 후보 화학물질을 선정할 수 있도록 함.

예를 들어 크롤러에 “Cyanobacteria population reduction”이라는 키워드를 입력하여 검색을 요청할 경우, 연구자는 시아노박테리아 사멸과 관련성이 높은 다양한 화학 물질을 우선순위에 따라 추천받을 수 있게 됨.

③ 애플리케이션 개발



애플리케이션 작동 화면

윈도우용 애플리케이션 코드

https://github.com/needleworm/PubMed_Crawl_exe

상기 개발된 기술을 생명공학 분야 전문인력이 활용하기에 용이하도록 윈도우 OS에서 실행 가능한 애플리케이션 형태로 가공하여 전달함. 생명공학 분야 전문인력은 본 애플리케이션을 활용하여 시아노박테리아 사멸과 관련된 화학물질을 선정하였음.

분석 결과 루미크롬(lumichrome)이 가능성 높은 후보 물질로 선정되었음.

④ 계몽 분석 시스템 개발

생명과학 전문인력이 루미크롬의 남조류 사멸 효과를 검증하는 동안, 계몽 분석 시스템을 개발하여 루미크롬 생산을 위한 형질전환 기술 연구를 진행하였음. 만약 본 연구과제의 실험 결과가 효과적이라면 추후 후발연구주자들이 이 정보를 활용하여 루미크롬을 대량 생산하는 균주를 개발하고, 이를 양액에 투입하는 것으로 녹남조류 억제효과를 볼 수 있을 것이라는 기대 때문임.

아울러, 만약 루미크롬의 남조류 사멸 효과가 미비하여 다른 후보 물질의 발굴이 필요할 경우 대응하기 위하여 루미크롬뿐 아니라 일반적인 케미컬에 모두 적용할 수 있는 기술 개발이 필요하였음.

```

RNA_dict = {
    "UUU": "Phe", "UUC": "Phe", "UUA": "Leu", "UUG": "Leu",
    "CUU": "Leu", "CUC": "Leu", "CUA": "Leu", "CUG": "Leu",
    "AUU": "Ile", "AUC": "Ile", "AUA": "Ile", "AUG": "Met",
    "GUU": "Val", "GUC": "Val", "GUA": "Val", "GUG": "Val",
    "UCU": "Ser", "UCC": "Ser", "UCA": "Ser", "UCG": "Ser",
    "CCU": "Pro", "CCC": "Pro", "CCA": "Pro", "CCG": "Pro",
    "ACU": "Thr", "ACC": "Thr", "ACA": "Thr", "ACG": "Thr",
    "GCU": "Ala", "GCC": "Ala", "GCA": "Ala", "GCG": "Ala",
    "UAU": "Tyr", "UAC": "Tyr", "UAA": "Stop", "UAG": "Stop",
    "CAU": "His", "CAC": "His", "CAA": "Gin", "CAG": "Gin",
    "AAU": "Asn", "AAC": "Asn", "AAA": "Lys", "AAG": "Lys",
    "GAU": "Asp", "GAC": "Asp", "GAA": "Glu", "GAG": "Glu",
    "UGU": "Cys", "UGC": "Cys", "UGA": "Stop", "UGG": "Trp",
    "CGU": "Arg", "CGC": "Arg", "CGA": "Arg", "CGG": "Arg",
    "AGU": "Ser", "AGC": "Ser", "AGA": "Arg", "AGG": "Arg",
    "GGU": "Gly", "GGC": "Gly", "GGA": "Gly", "GGG": "Gly"
}

```

```

DNA_dict = {
    "TTT": "Phe", "TTC": "Phe", "TTA": "Leu", "TTG": "Leu",
    "CTT": "Leu", "CTC": "Leu", "CTA": "Leu", "CTG": "Leu",
    "ATT": "Ile", "ATC": "Ile", "ATA": "Ile", "ATG": "Met",
    "GTT": "Val", "GTC": "Val", "GTA": "Val", "GTG": "Val",
    "TCT": "Ser", "TCC": "Ser", "TCA": "Ser", "TCG": "Ser",
    "CCT": "Pro", "CCC": "Pro", "CCA": "Pro", "CCG": "Pro",
    "ACT": "Thr", "ACC": "Thr", "ACA": "Thr", "ACG": "Thr",
    "GCT": "Ala", "GCC": "Ala", "GCA": "Ala", "GCG": "Ala",
    "TAT": "Tyr", "TAC": "Tyr", "TAA": "Stop", "TAG": "Stop",
    "CAT": "His", "CAC": "His", "CAA": "Gin", "CAG": "Gin",
    "AAT": "Asn", "AAC": "Asn", "AAA": "Lys", "AAG": "Lys",
    "GAT": "Asp", "GAC": "Asp", "GAA": "Glu", "GAG": "Glu",
    "TGT": "Cys", "TGC": "Cys", "TGA": "Stop", "TGG": "Trp",
    "CGT": "Arg", "CGC": "Arg", "CGA": "Arg", "CGG": "Arg",
    "AGT": "Ser", "AGC": "Ser", "AGA": "Arg", "AGG": "Arg",
    "GGT": "Gly", "GGC": "Gly", "GGA": "Gly", "GGG": "Gly"
}

Start_codon_DNA = "ATG"
Start_codon_RNA = "AUG"

Stop_codons_DNA = ["TAA", "TAG", "TGA"]
Stop_codons_RNA = ["UAA", "UAG", "UGA"]

```

게놈 분석 시스템에 내장된 코돈 데이터

일차적으로 유전자 시퀀스를 FASTA 포맷으로 불러와, 염기서열을 분석하여 전사 가능한 단백질 후보군을 모두 찾아낼 수 있는 시스템을 개발하였음.

해당 시스템은 마치 RNA의 전사과정처럼 시작코돈을 찾은 뒤, 종결코돈을 만날 때까지 염기 위를 세 칸씩 이동하며 트리플렛을 분석함. 뿐만 아니라 시작 코돈의 위치가 중첩된 경우에도 탐색이 가능하도록 하여, 하나의 유전자 시퀀스를 입력받았을 때 해당 시퀀스로 도출 가능한 모든 단백질 시퀀스를 하나도 놓치지 않고 모두 찾을 수 있음.

소스코드

https://github.com/needleworm/base_sequence_analysis

상기 시스템을 활용하여 루미크롬을 생산하는 것으로 알려진 TPU3598 세포주의 전체 게놈 시퀀스와 플라스미드 시퀀스를 분석한 결과, 전체 게놈으로부터는 6,205개의, 그리고 플라스미드에서는 363개의 유전자가 발견되었음.

발견된 6,500여개의 유전자들을 대상으로 BLAST 수행 결과, 여러 균들의 플라스미드에서 공통적으로 발견되는 시퀀스를 제외할 수 있었음. 이와 같이 이미 발견된, 루미크롬 생성과 관련 없는 단백질들을 모두 제외하니 총 30개의 시퀀스가 도출되었음. 이 중 하나 이상의 시퀀스가 루미크롬 생성 효소일 것으로 추정됨. 이 중에서 아미노산 개수가 40개 미만인 짧은 단백질 사슬을 버리면 후보 단백질은 10여개로 좁혀짐.

>Sequence 195

MTLDQAATLIEFEDDPEVVATLTQTATEEPGYFPHAVQQRARDERTAAQAREAGEQGEAAKGHRILSEEP
WDARTPYRLGDLRTSEGERVTADEIQGKDGVAVYVRGYRDGTHQVNYVDEPETLGYTVVDDGMGRKAGP
MTDEEKAERKTLIANNKDWDAAESVRREWLAQFLSRKTLPKDSAQVIARSLTEARHLVAGELSGNGLAAD
LLGVEPVSQGYGDRFADFLTAHPTKAGHVTLAIVLGGIEASTGRTTWRSRPPETAHYLQTLAGWGYTLSP
VEQIAAMIESDDNKQ

>Sequence 199

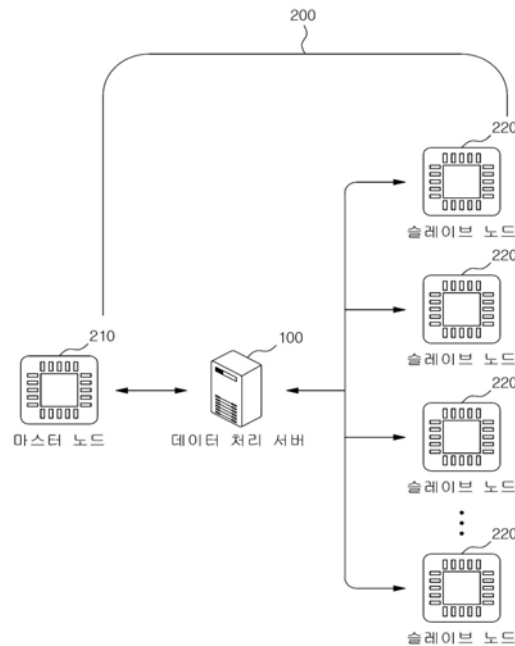
MGRKAGPMTDEEKAERKTLIANNKDWDAAESVRREWLAQFLSRKTLPKDSAQVIARSLTEARHLVAGELS
GNGLAADLLGVEPVSQGYGDRFADFLTAHPTKAGHVTLAIVLGGIEASTGRTTWRSRPPETAHYLQTLAG
WGYTLSPVEQIAAMIESDDNKQ

>Sequence 200

MTDEEKAERKTLIANNKDWDAAESVRREWLAQFLSRKTLPKDSAQVIARSLTEARHLVAGELSGNGLAAD
LLGVEPVSQGYGDRFADFLTAHPTKAGHVTLAIVLGGIEASTGRTTWRSRPPETAHYLQTLAGWGYTLSP
VEQIAAMIESDDNKQ

후보 단백질 시퀀스 예시

⑤ 데이터스트림 처리 방법 개발



데이터 처리 방법 개요

식물공장 내 조류의 농도를 실시간으로 확인하여 제어방법을 처리하려면 속도가 높으면서도 안정적으로 작동하는 데이터 처리 방법이 필요하여, 이 기술을 개발하였음.

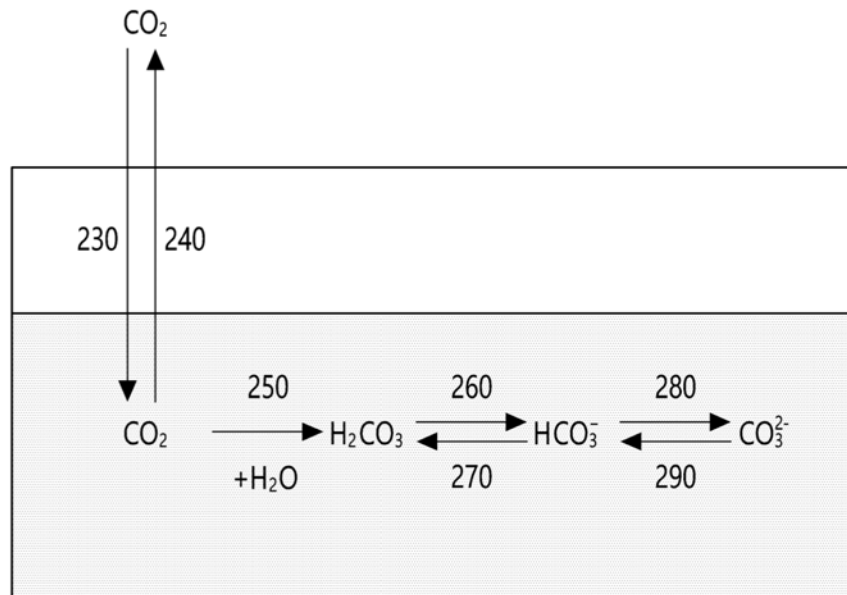
본 기술은 마스터 노드 및 슬레이브 노드로 구성된 복수의 엔드포인트 노드와 연결된 데이터 처리 서버의 설계와 관련된 기술로, 상기 슬레이브 노드가 전송한 현재 상태 데이터를 상기 마스터 노드로 전송하고, 상기 마스터 노드가 전송한 현재 상태 데이터를 바탕으로 연산한 결과에 상응하는 제어 명령을 슬레이브 노드로 전송하는 통신부와, 마스터 노드의 상태를 진단하고 현재 데이터에 대한 연산

과 제어 명령을 전달할 수 있는 마스터 권한을 엔드포인트 노드에 부여하거나 박탈하는 판단부로 구성됨.

결과적으로 분산된 데이터 처리를 통하여 IoT 시스템의 통신 속도가 향상되며, 일부 마스터 노드에 문제가 생겨 통신 품질이 저하될 경우 다른 노드가 마스터노드가 되어 통신 부담을 대신 가져가게 되어 항상 식물공장 시스템의 통신 속도가 최상으로 유지됨.

본 기술이 적용되면 실시간으로 양액 내 조류 농도를 수집하여 남조류 억제에 위한 조치가 필요한 타이밍을 빠르게 분석할 수 있음. 본 기술은 특허출원(10-2020-0063129) 및 등록(10-2139928)이 완료되었음.

⑥ 양액 내 조류 농도 추론 기술 개발



조류와 양액의 화학적 상호작용 네트워크

양액 내 조류 농도가 증가하면 이를 감지하여 조치를 취하여야 하는 바, 양액 내의 조류 농도를 추론하기 위한 기술을 개발하였음. 조류가 없는 양액과 조류가 존재하는 양액은 CO2와 O2의 출입 경향성이 달라지며, 결과적으로 서로 다른 시스템 어트랙터로 수렴하게 됨. 결과적으로 양액 내 용존 CO2와 용존 산소 농도의 변화를 분석하는 것으로 양액 내의 조류 농도를 분석할 수 있음.

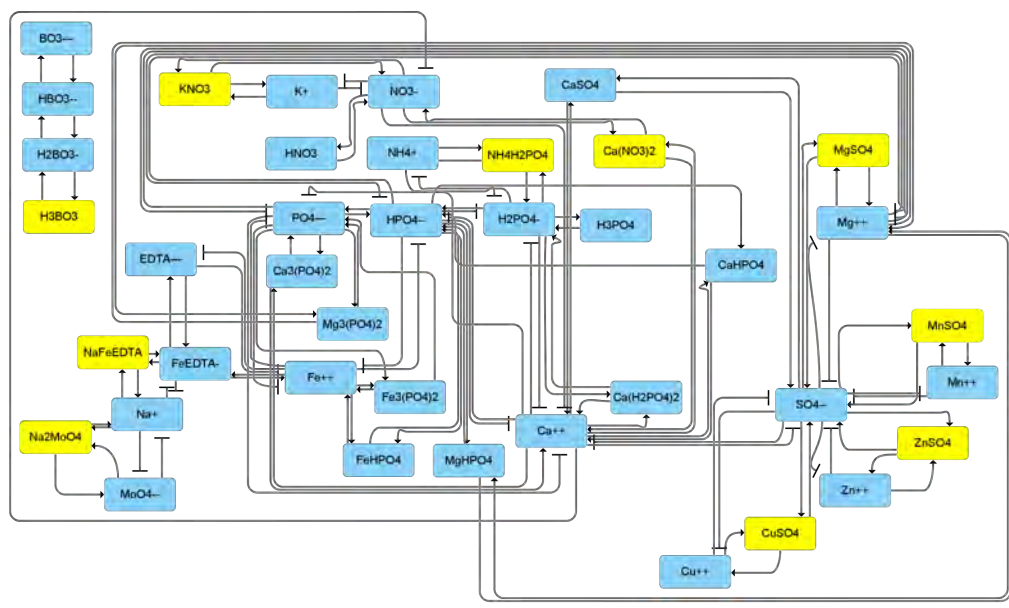
조류가 존재하지 않을 경우 식물의 뿌리가 산소를 소모하며 이산화탄소는 배출하여 용존산소가 증가하며 용존이산화탄소가 감소하려는 경향성이 발견되지만, 조류가 존재하여 광합성을 진행할 경우 양액 내 용존산소가 증가하며 용존이산화탄소가 감소하는 경향이 발생함. 이를 통하여 시계열적으로 수집된 용존 산소와 용존 이산화탄소의 데이터를 미분하여 증/감 경향성을 분석하는 것으로 양액 내 녹조의 번식 정도를 간접적으로 추론하는 기술임.

본 기술은 특허출원(10-2021-0054324) 및 등록(10-2289069)이 완료되었음.

⑦ 양액 복잡계 고속 분석 기술 개발

```
[H2O] = [H+] & [OH-]
[H+] = [H2O] || ![OH-] || [H3BO3] || ![H2BO3-] || [H2BO3-] || ![HBO3-] || [HBO3-] || ![B03-] || [H3PO4] || !
[H2PO4-] || [HNO3] || ![NO3-] || [H2PO4-] || [HPO4-] || [HP04-] || ![P04-]
[OH-] = [H2O] || [H+]
[KNO3] = [K+] & [NO3-]
[K+] = [KNO3] || ![NO3-]
[NO3-] = [KNO3] || ![K+] || [Ca(NO3)2] || [Ca++] || [HNO3] || ![H+]
[Ca(NO3)2] = [Ca++] & [NO3-]
[Ca++] = [Ca(NO3)2] || ![NO3-] || [CaHPO4] || [HP04-] || [Ca3(P04)2] || [P04-] || [CaS04] || [S04-] ||
[Ca(H2P04)2] || [H2P04-]
[NH4H2P04] = [NH4+] & [H2P04-]
[NH4+] = [NH4H2P04] || [H2P04-]
[H2P04-] = [H3P04] || [H+] || ([H+] & [HP04-]) || [Ca(H2P04)2] || [Ca++] || [NH4H2P04] || [NH4+]
[MgS04] = [Mg++] & [S04-]
[Mg++] = [MgS04] || [S04-] || [MgHP04] || [HP04-] || [Mg3(P04)2] || [P04-]
[S04-] = [MgS04] || [Mg++] || [S04] || [Mn++] || [ZnS04] || [Zn++] || [CuS04] || [Cu++] || [CaS04] || [Ca++]
[NaFeEDTA] = [Na+] & [FeEDTA-]
[Na+] = [NaFeEDTA] || [FeEDTA-] || [Na2Mo04] || [Mo04-]
[FeEDTA-] = [NaFeEDTA] || [Na+] || ([Fe++] & [EDTA-])
[H3BO3] = [H+] & [H2BO3-]
[H2BO3-] = [H3BO3] || [H+] || ([H+] & [HBO3-])
[HBO3-] = [H2BO3-] || [H+] || ([H+] & [B03-])
[B03-] = [HBO3-] || [H+]
[MnS04] = [Mn++] & [S04-]
[Mn++] = [MnS04] || [S04-]
[ZnS04] = [Zn++] & [S04-]
[Zn++] = [ZnS04] || [S04-]
[CuS04] = [Cu++] & [S04-]
[Cu++] = [CuS04] || [S04-]
[Na2Mo04] = [Na+] & [Mo04-]
[Mo04-] = [Na2Mo04] || [Na+]
[HNO3] = [H+] & [NO3-]
[H3PO4] = [H+] & [H2P04-]
[HP04-] = [H2P04-] || [H+] || [FeHP04] || [Fe++] || [MgHP04] || [Mg++] || [CaHP04] || [Ca++] || ([H+] & [P04-])
[P04-] = [HP04-] || [H+] || [Mg3(P04)2] || [Mg++] || [Ca3(P04)2] || [Ca++] || [Fe3(P04)2] || [Fe++]
[CaHP04] = [Ca++] & [HP04-]
[Ca3(P04)2] = [Ca++] & [P04-]
[Fe++] = [FeEDTA-] || [EDTA-] || [Fe3(P04)2] || [P04-] || [FeHP04] || [HP04-]
[EDTA-] = [FeEDTA-] || [Fe++]
[Fe3(P04)2] = [Fe++] & [P04-]
[FeHP04] = [Fe++] & [HP04-]
[CaS04] = [Ca++] & [S04-]
[Ca(H2P04)2] = [Ca++] & [H2P04-]
[MgHP04] = [Mg++] & [HP04-]
[Mg3(P04)2] = [Mg++] & [P04-]
```

양액 복잡계의 불리언 네트워크 모델 수식



양액 복잡계의 불리언 네트워크 모델 토폴로지

양액의 고속 분석을 위한 불리언 방정식 모델을 설계함. 정밀한 분석을 원한다면 상미분방정식 모델이 조금 더 바람직한 선택이겠으나, 본 연구개발과제에서는 신속한 남조류 번식여부를 진단할 필요가 있으므로 정확도가 조금 떨어지더라도 훨씬 고속으로 양액 내의 상황을 분석할 수 있는 기술 개발

이 필요하였음.

본 기술은 양액제어시스템으로부터 수집된 센서 값을 상기 모델에 탑재하여 고속으로 양액 내의 상황을 진단하는 기술이며, 실시간 작동 여부가 검증되었음. 본 기술은 특허출원(10-2021-0018950) 완료되었음.

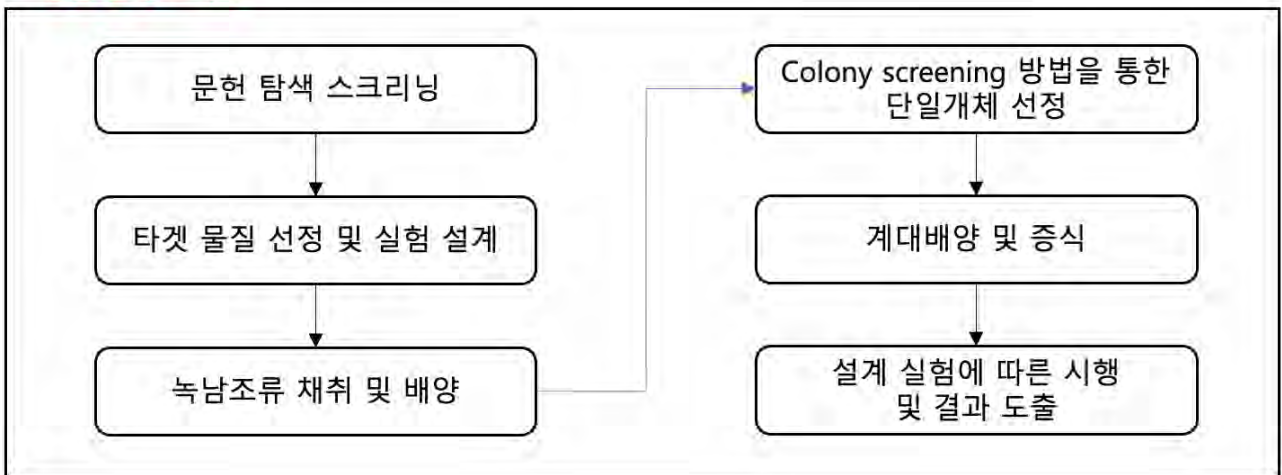
(3) 생명공학 전문인력 연구개발 과제 수행 과정 및 내용

① 논문 크롤링 소프트웨어를 활용한 후보 물질 선정

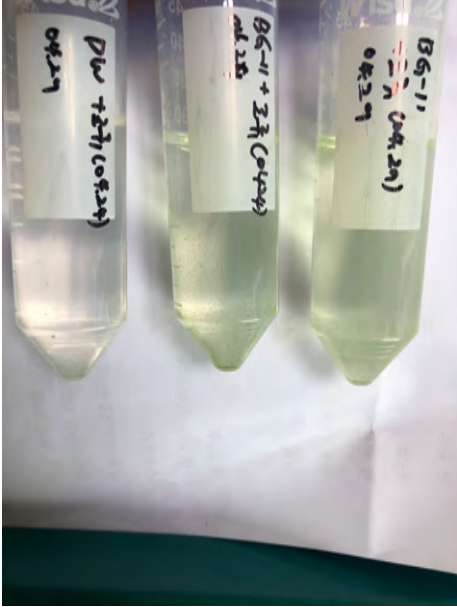
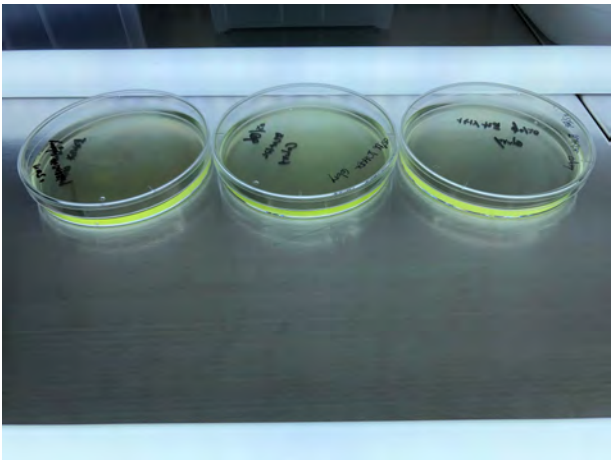
AI전문인력이 개발한 자동화된 문헌조사 소프트웨어를 활용하여 방대한 양의 정보를 단기간에 수집, 정리가 가능해짐. 이러한 장점을 기반으로 만들어진 자동화 문헌 탐색 플랫폼은 특정 키워드 등을 입력하여 연관성을 점수로 표기해 정리해 주어 넓은 범위를 손쉽게 탐색, 분석하여 연구자들의 노력을 줄여주고, 키워드별 분리, 키워드 연관성 등을 토대로 효율적인 작업 진행을 가능하게 함.

조사 결과를 토대로 후보 물질 선정 진행함. 다양한 물질군 중 최종적으로 루미크롬(Lumichrome)을 선정하였음.

실험 설계 모식도




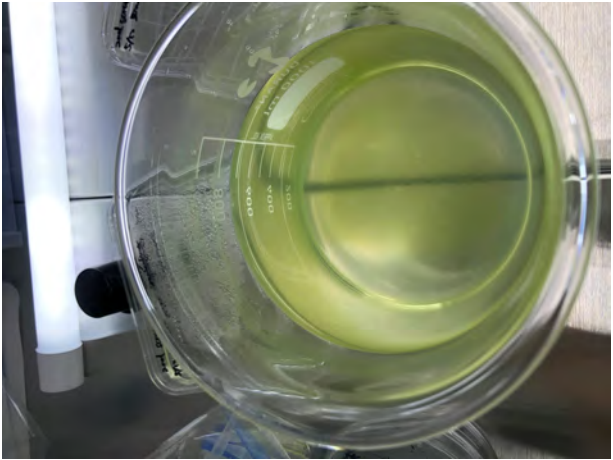
② 녹남조류 채집 및 배양

	
<p>식물공장 환경과 동일한 양액 조성 내에서 남조류 배양</p>	<p>BG-11 배지에서 남조류 배양</p>

사전연구 당시 분석된 미생물 시험분석 결과

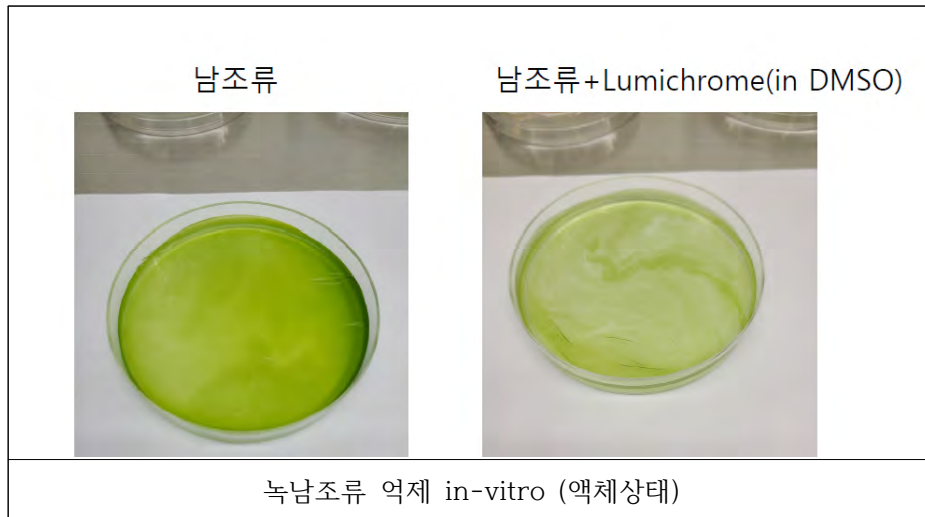
당사가 운영중이던 수경재배 식물공장 시스템의 양액 내에는 남조류의 일종인 *Aerosakkonema uniforme* 균이 95.6% population 비율로 성장하고 있었음. 추후 in vitro를 넘어 실제 환경에 적용하였을 때에도 실효성을 확보하기 위하여 당사 운영 식물공장에서 양액을 채취하여 야마자키 양액 내에서 배양 실시함. 야마자키 양액은 121℃, 15분간 멸균하였음.

③ 대량 배양 전 단일균주 확보를 위해 Colony 확보 및 배양

	
<p>녹남조류의 colony screening</p>	<p>colony 획득 후 단일개체 계대배양</p>

현장에서 수집된 양액에는 다수의 균종이 포함되어 있을 가능성이 높아 단일 콜로니를 수집하여 계대배양 실시

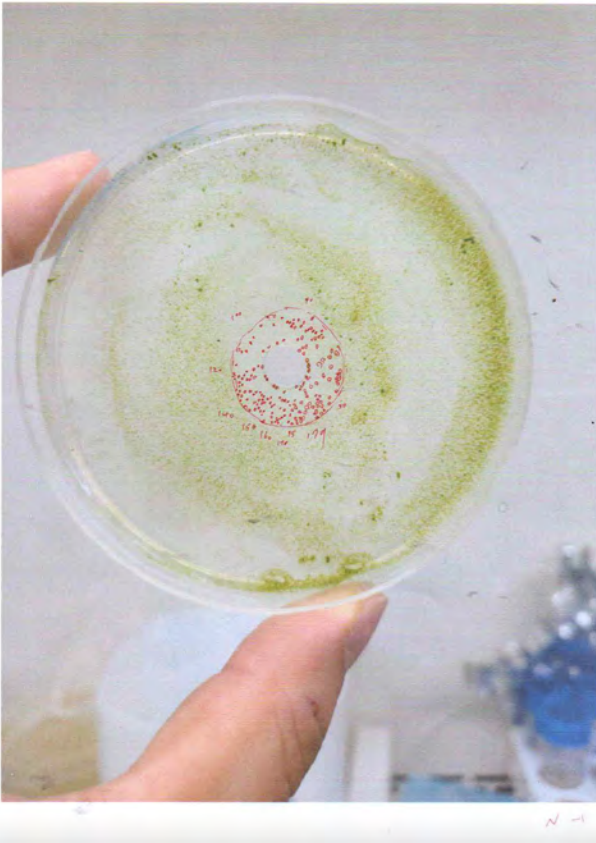
④ 액체가 포함된 상태의 녹남조류 억제력 확인



액체상 실험에서 남조류의 억제 효과가 확인되어 고체 배지 도말실험 진행

⑤ 고체 배지상 녹남조류 억제력 확인

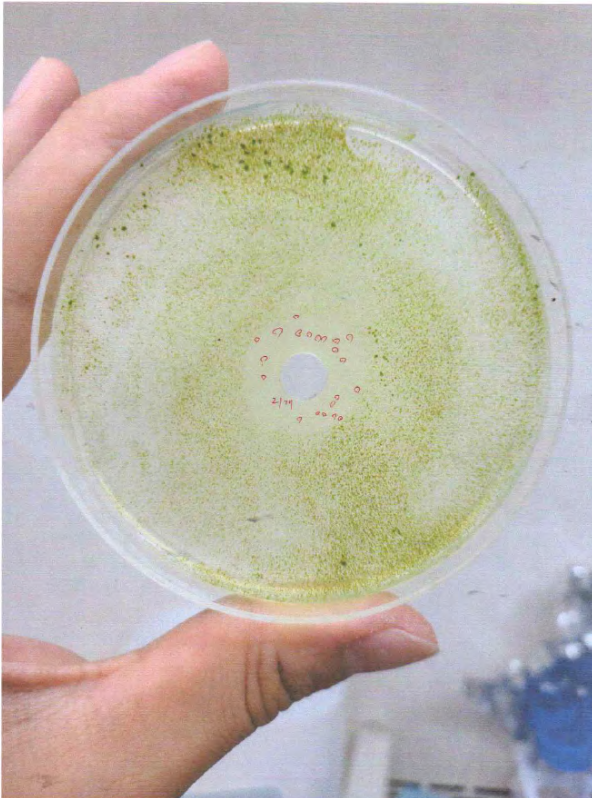
고체 배지에 녹남조류 용액을 도말하고, 배지 가운데 동일한 크기의 구멍을 타공하여 실험 물질을 투입하고, 녹남조류의 성장 억제 능력을 확인하였음. 배양조건은 섭씨 20도 환경에서 LED로 빛을 제공하여 광합성이 가능한 환경에서 진행함. 용액은 10mg/mL 농도로 제조하여 각각 대조군, 100 μ l, 150 μ l, 200 μ l 용액 투입하여 실험 진행함



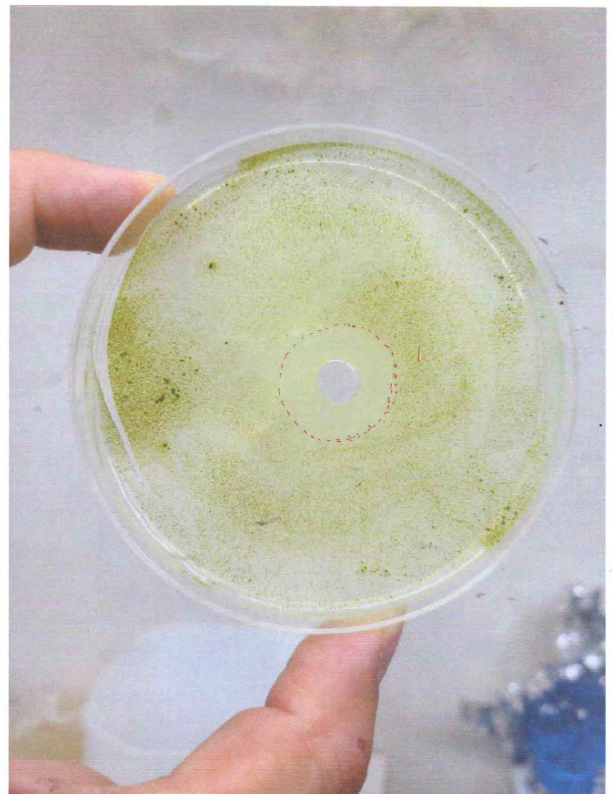
대조군 - 콜로니 179개



100 μ l - 콜로니 32개

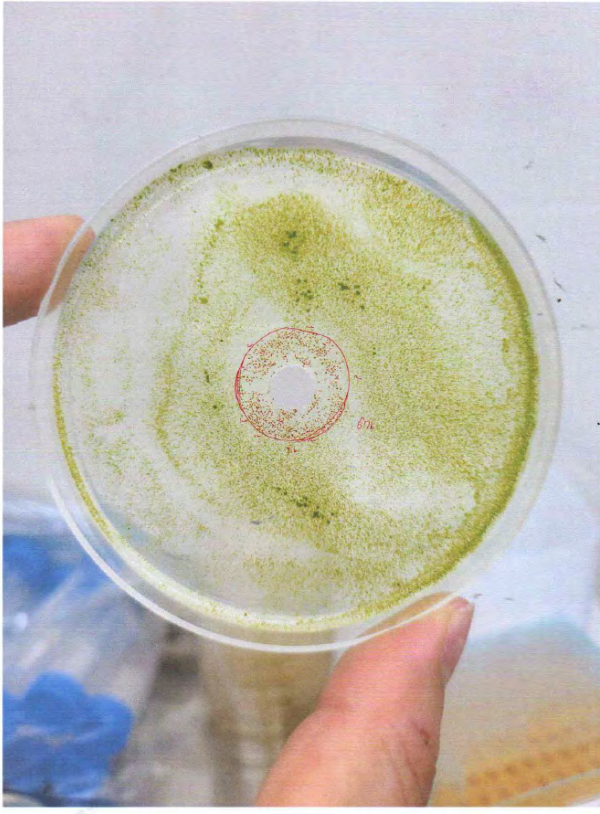


150 μ l - 21개



200 μ l - 1개

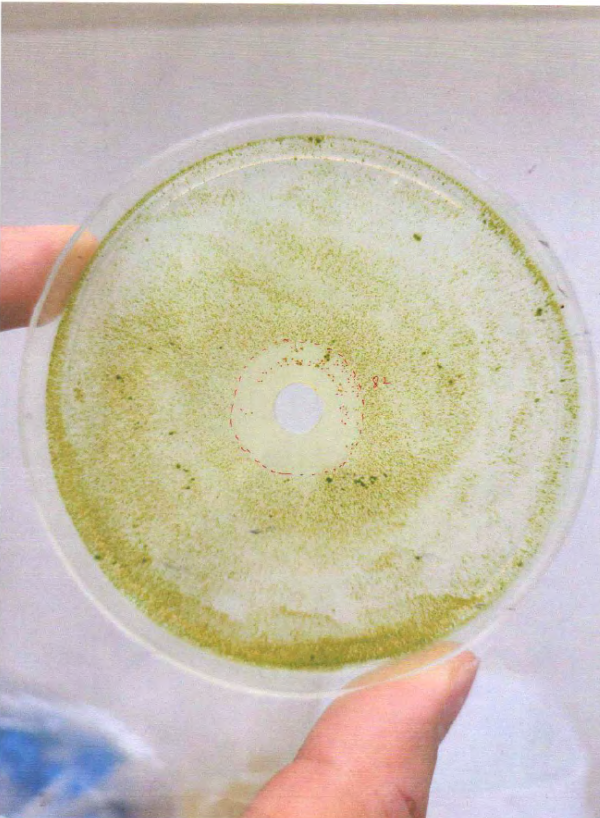
녹남조류 억제 in-vitro test-1



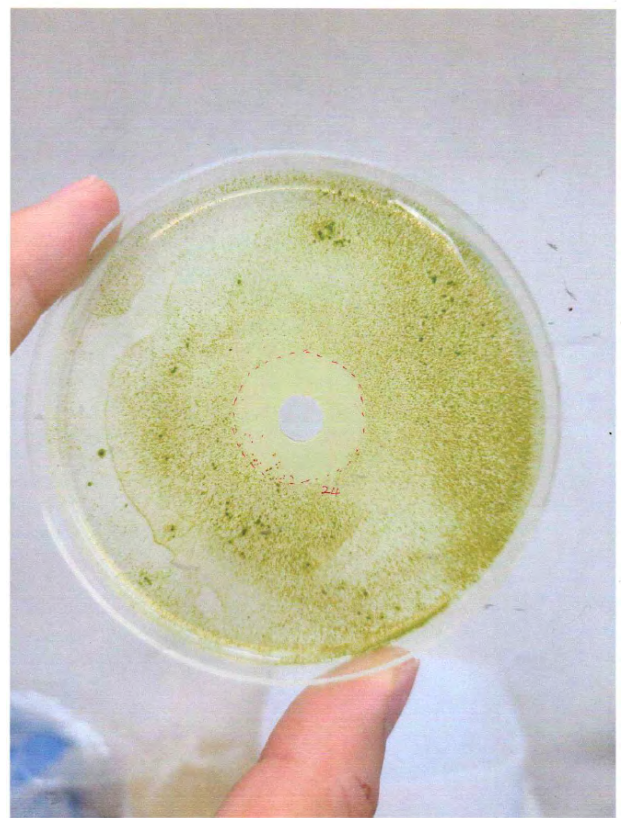
대조군 - 콜로니 676개



100 μ l - 콜로니 116개



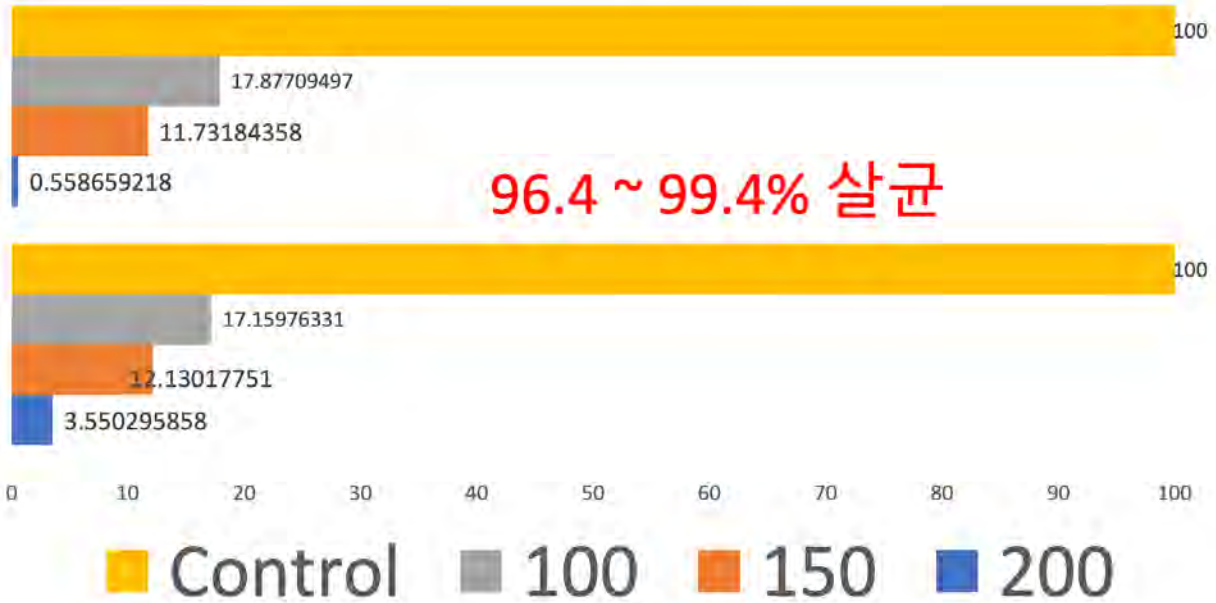
150 μ l - 82개



200 μ l - 24개

녹남조류 억제 in-vitro test-2

남조류 살균 효과



처음에는 콜로니가 발견되지 않는 환의 크기를 측정하여 살균 및 억제력을 분석하려 하였으나 환의 크기에는 큰 변화가 없었음. 하여, 타공한 구멍의 3배 지름이 되는 영역 안에서 발견된 콜로니의 개수를 세는 것으로 살균 및 억제력을 평가하였음.

실험 결과, 100 μ l과 150 μ l 투입시 일관되게 83%, 88% 가량의 살균 효과가 관측되었으며 200 μ l투여시에는 96.4 ~ 99.4%가량의 살균효과가 확인되었음. 결과적으로 자동화된 문헌조사 시스템을 통해 도출된 후보물질이 In Vitro 환경에서 살균능력이 입증되었으니 In Vivo 환경에서의 살균효과 입증을 위한 실험설계 개시.

단, 위 실험결과는 용매의 단순 부피 증가로 인하여 용매의 독성이 반영된 실험결과일수도 있으므로 산업화 단계에서 추가실험이 필요함.

⑥ 시중 식물공장 시스템의 설계상 문제 확인

무턱대고 루미크롬을 투입한다고 하여 바로 효과를 극대화하기는 곤란할 수 있으므로, 현재 식물공장 시스템의 여러 문제점을 확인하여 녹남조류가 창궐하는 이유를 분석하고 개선안을 도출할 필요가 있음. 원인 제거 없이 살균제만 투입하는 것은 문제를 해결하는 방법이 아니므로 상용화가 어렵다는 한계가 있음.

따라서 대학, 지자체, 기업 등이 운영중인 다양한 식물공장 시설을 방문하여 관리부서의 도움을 받아 문제점을 파악하고 양액 샘플을 채취해옴.



과도한 빛 누출 재배기 구조 및 녹조



녹남조류가 창궐한 재배 배드



외부 노출로 인해 녹남조류가 창궐한 상황

시중 식물공장 시스템들의 경우 광합성에 가장 효율적인 파장대의 인공광을 식물에 제공하는 바, 최적의 광질이 양액에까지 유입되어 양액 내 조류가 광합성을 통해 폭발적으로 증식하는 것이 확인되었음. 이를 해결하지 않고서 루미크롬만 투입한다고 하여 시설 내의 녹조가 해결되지 않을 것이라 판단함.

상상텃밭 신규 재배베드 내부, 빛 90% 이상차단



빛 차단으로 인한 녹남조류 성장 억제



신규 재배베드 내부, 결합식 뚜껑을 사용하여 외부의 빛 차단 및 사용성 증대

이에 인공광이 양액 내로 유입되지 않는 신규 베드를 개발하여 재배테스트 진행한 결과, 녹남조류 번식이 억제되는 것을 확인함.

설계 개선을 통하여 녹남조류 번식의 근본적인 문제를 제거하고, 향후 예방목적 또는 녹남조류 제거목적으로 필요시마다 루미크롬을 투입하는 것으로 식물공장 내의 녹남조류 번식 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대함.

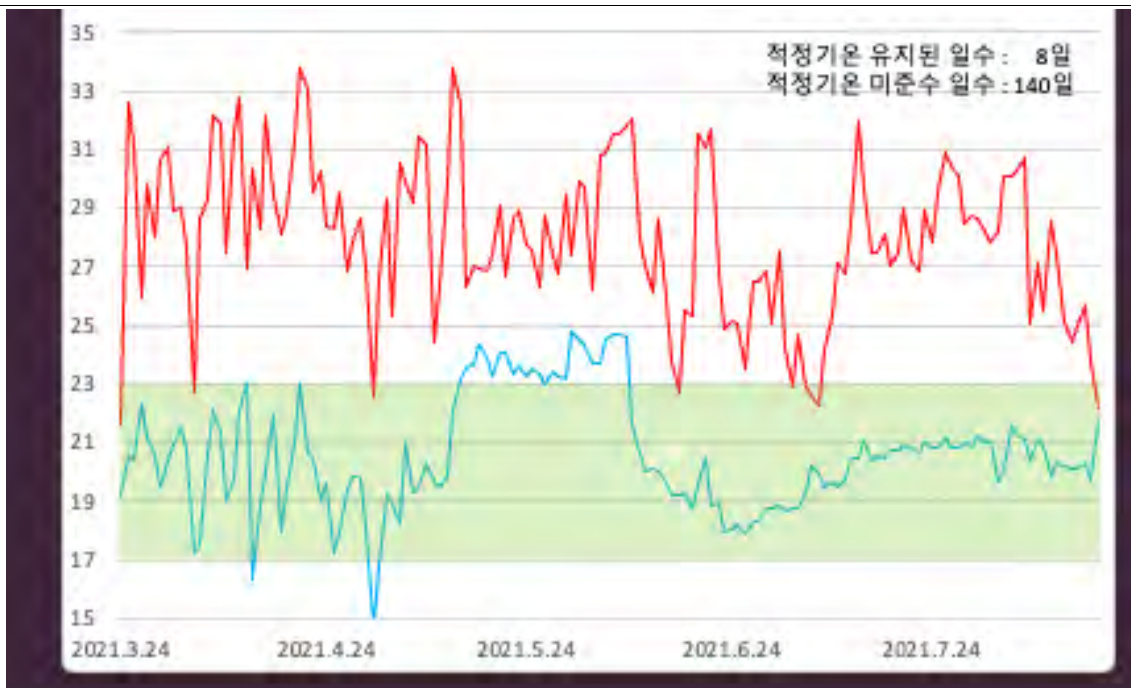
⑦ 설계상 문제로 발생하는 녹남조류 이외의 애로사항 발견



관리자의 관리 소홀로 인한 곰팡이 증식



관리자의 수확 미실시 및 방치로 인한 과도한 줄기 생장.



온습도 관리 부재로 인한 문제



온도 및 습도 관리 미흡으로 인한
식물 중앙부 팁번현상



식물 앞의 병리장해 발생



식물 성장 불량 상태

녹남조류와 함께 상기 문제들을 해결할 수 있는 방안으로, 루미크롬과 함께 양액 내 쉽게 걸썩되는 영양소들을 함유한 제품 개발 착수.

⑧ 상상텃밭 부스터 개발



상상텃밭 겨자채, 잎상추, 케일 부스터 시제품



시제품 제조 현장

식물공장에서 가장 널리 재배되는 잎상추, 케일, 겨자채를 위한 양액 부스터 시제품 제작 완료. 양액 내 쉬이 결핍되기 쉬운 영양소들과 루미크롬을 함유하여 작물의 생리장해 예방 및 녹남조류 억제기능을 가진 기능성 양액 첨가제 제품임.

○ 차시별 재료비 항목

월	차시	강사료	실습비 항목	교육 실습 재료비
2021년 11월	1차시	324,588 원	재배기 소독용 H2O2 약품 12L	91,590
			고소작업용 작업발판	154,000
	2차시	324,588 원	작물 영양 보충제 - 잎상추용 1 Box	252,500
			작물 영양 보충제 - 케일용 1 Box	252,500
			작물 영양 보충제 - 겨자채용 1 Box	252,500
	3차시	324,588 원	종자 6종류	44,000
			CO2 발산용 실리콘 튜브	3,960
			CO2 발산용 확산장치 노즐	22,000
			수온 관리용 히터	33,000
	4차시	324,588 원	수확 실습용 소모품 및 부자재	104,500
5차시	324,588 원	보온 실습용 부자재	165,000	
항목합계		1,622,940원		1,375,550 원
			총계	2,998,490 원

상기 제품은 당사의 산업 지원(기술지도) 과정을 통하여 대구 서구 도시재생센터를 통하여 원고개 마을협동조합 스마트팜 운영팀에게 판매까지 성공함.

(4) 그 외 인력양성을 위한 연구개발과정

① 전문가 초청 교육

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
1	전문가 초빙 사내 세미나 2020.09.11.	최형우 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
2	전문가 초빙 사내 세미나 2020.09.29.	한동엽 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
3	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.07.	최형우 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
4	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.12.	정성근 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
5	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.15.	신종화 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
6	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.26.	한동엽 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
7	전문가 초빙 사내 세미나 2020.11.13.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
8	전문가 초빙 사내 세미나 2020.11.24.	정성근 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
9	전문가 초빙 사내 세미나 2020.12.02.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
10	전문가 초빙 사내 세미나 2020.12.11.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
11	전문가 초빙 사내 세미나 2020.12.21.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
12	전문가 초빙 사내 세미나 2021.12.09.	박우태 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
13	전문가 초빙 사내 세미나 2022.01.24.	이성우 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
14	전문가 초빙 사내 세미나 2022.01.25.	윤해룡 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
15	전문가 초빙 사내 세미나 2022.01.26.	박우태 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명

대학교의 세미나 수업 커리큘럼과 유사하게 외부 전문가를 주기적으로 초청하여 총 30h 분량의 강연을 진행함. 매 강연에는 본 연구개발과제의 핵심 참여인력 2인 외에 6명의 연구원이 추가로 참석하여, 결과적으로 석사 학위 소지자 2인 및 학사학위 소지자 6인의 산업연구역량 강화에 달성함.

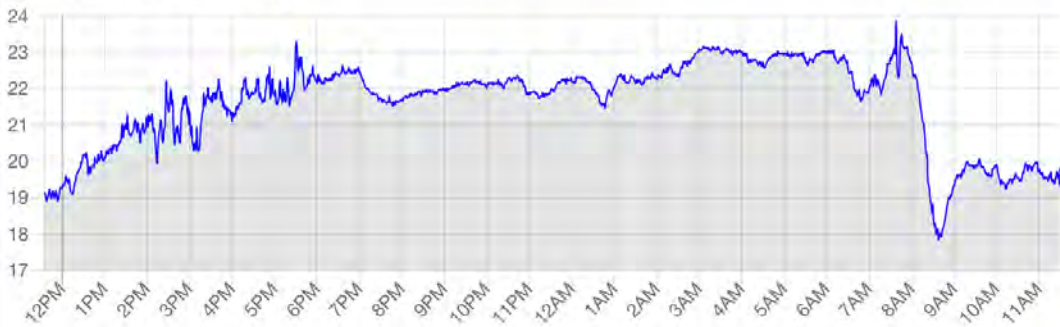
② 식물공장 분야 전문성 추가확보

세미나를 수강하며 전문가에게 지도받은 연구기술을 기반으로, 스마트팜 시설 내의 정밀 환경 분석 기술을 개발함.

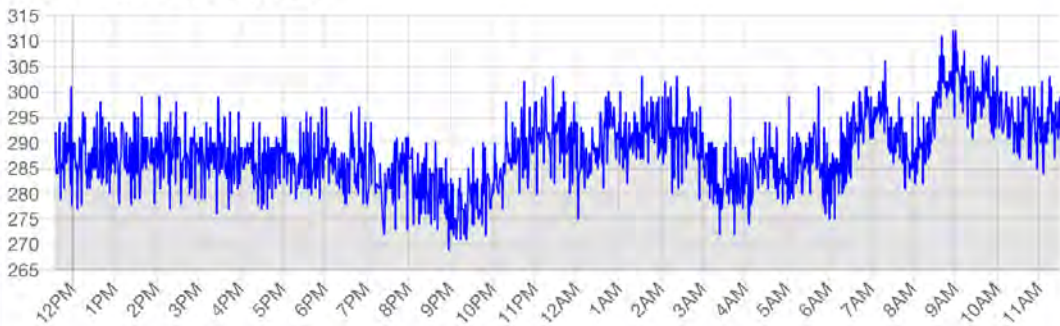
온도 차트 (현재 : 21.60 °C)



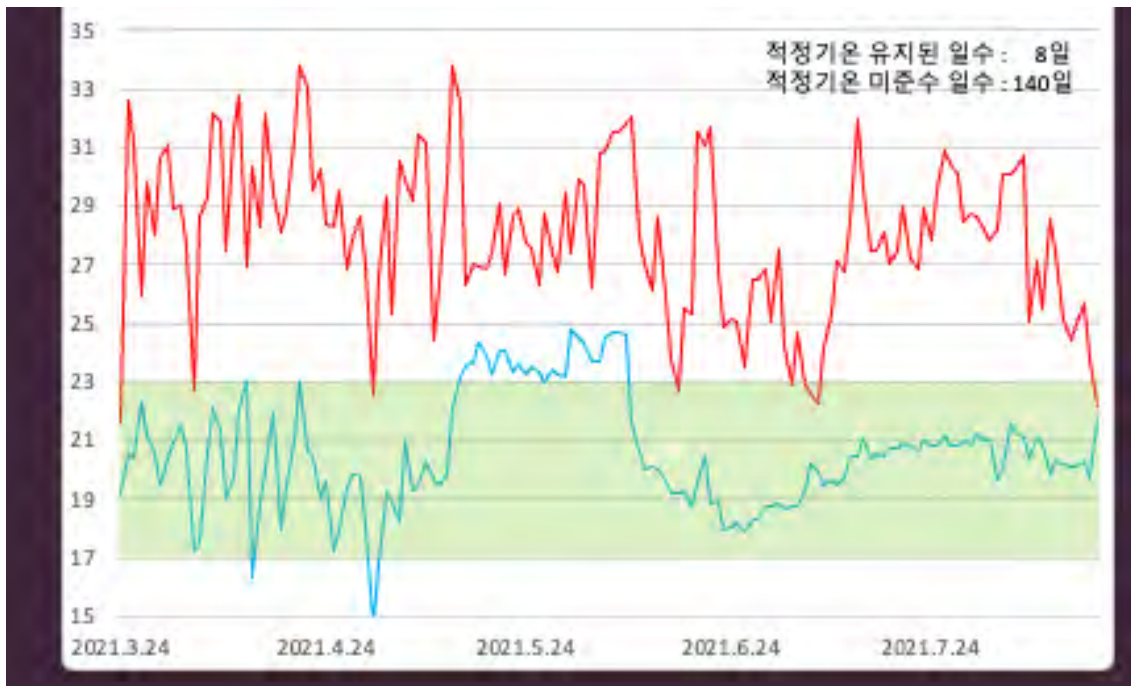
습도 차트 (현재 : 19.60 %)



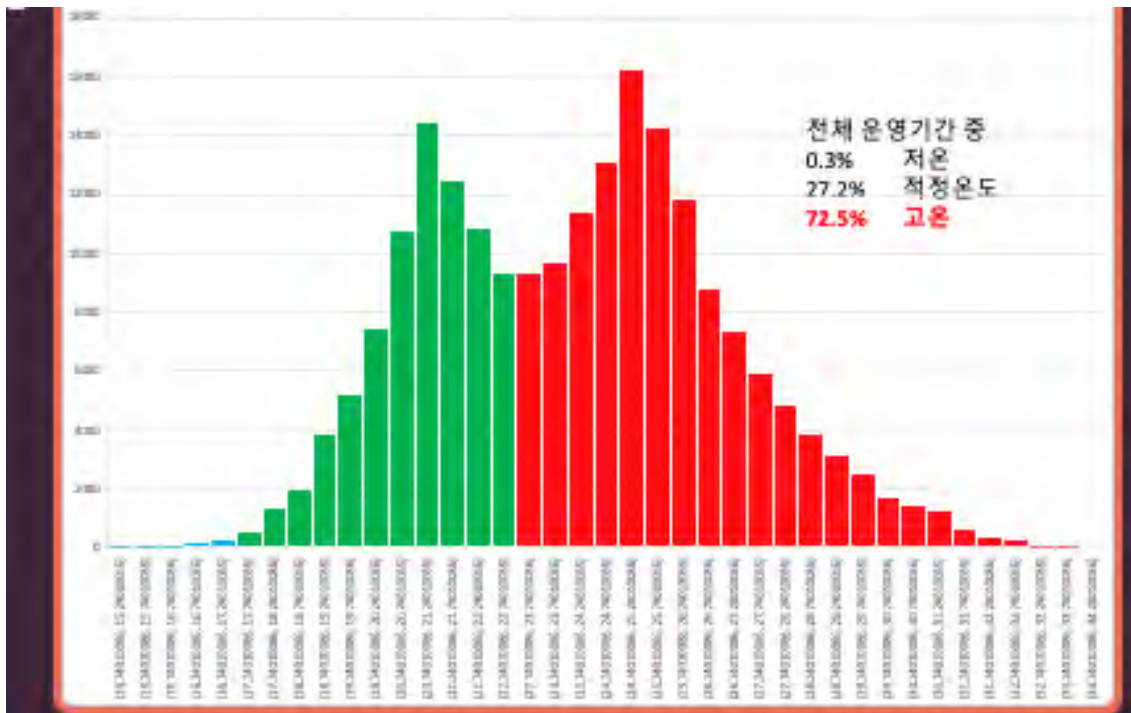
CO2 차트 (현재 : 298 ppm)



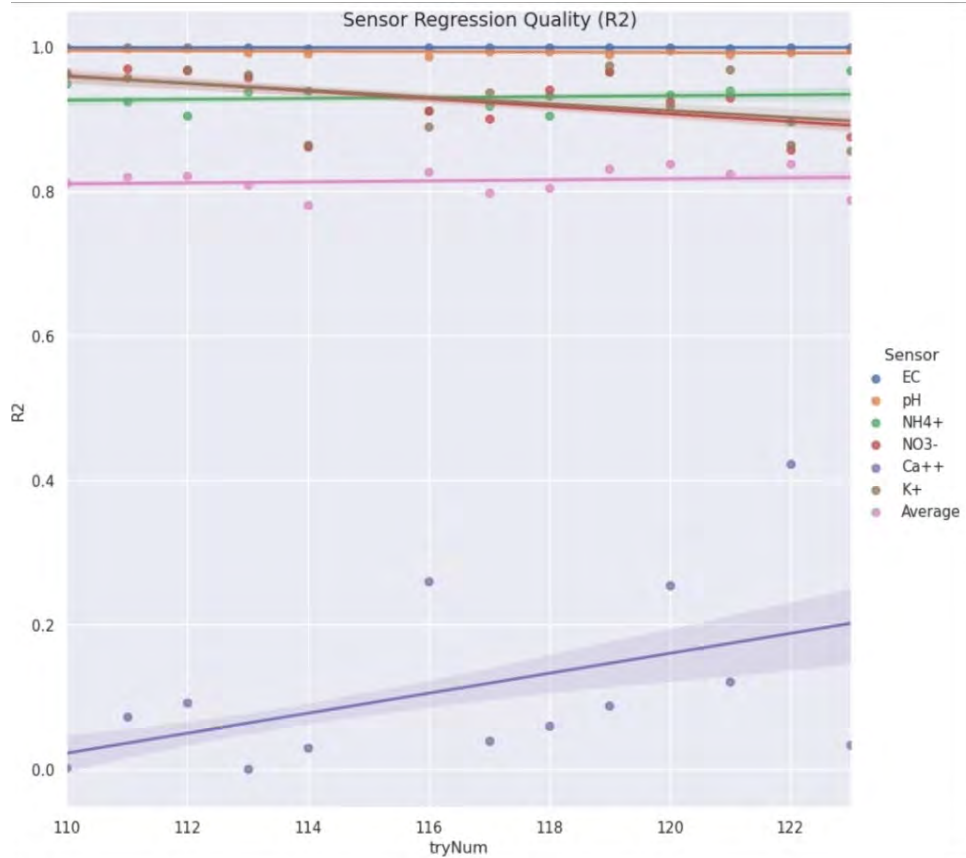
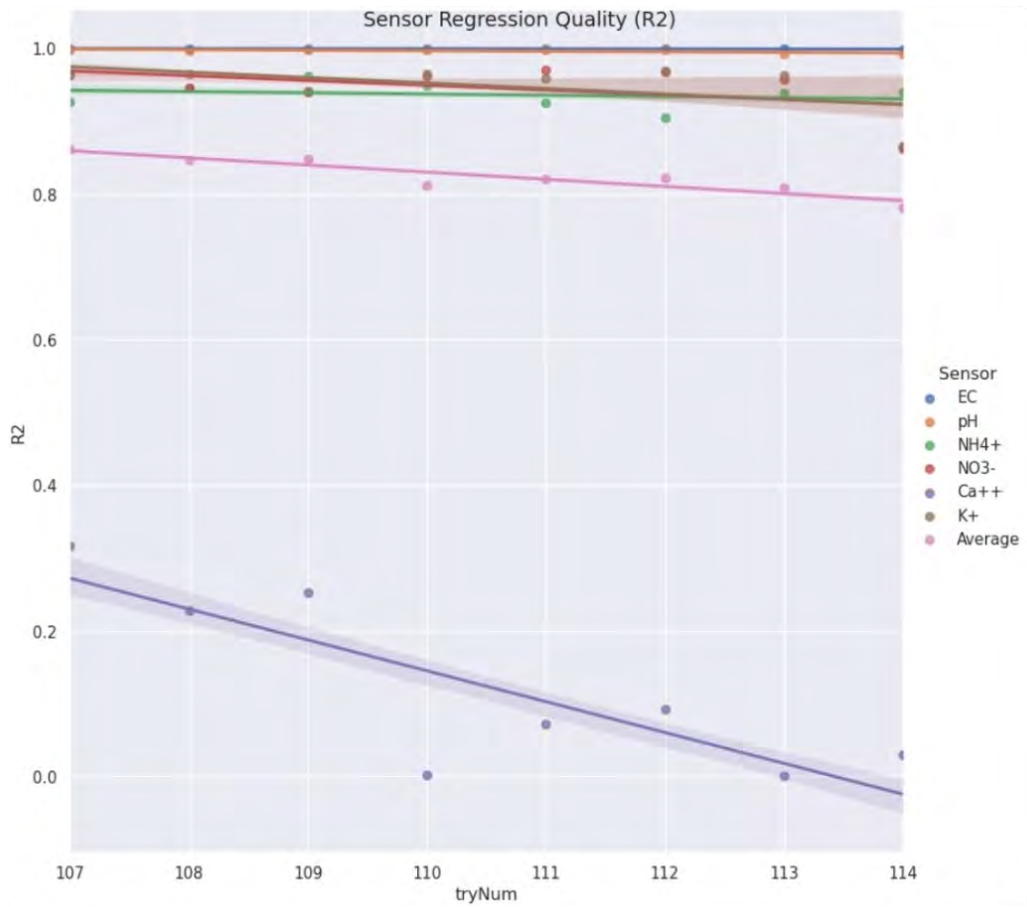
일일 온습도, CO2 변화량 데이터



6개월간 스마트팜 시설 온도 변화량



6개월간 온도 히스토그램



이온 센서 잔여 수명 예측 기술 그래프

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 산업연구인력 양성 목표 및 결과

(1) 산업연구인력 양성 목표

- ▲ 인력양성 목표 : 기존 연구 인력 및 신규인력에 대한 재교육 및 역량강화 시행
 - 기존 연구인력을 새로운 연구 및 교육 등으로 재교육을 시행하여 연구역량을 강화함
 - 신규 인력을 채용, 기존의 연구인력과 함께 작업하여 기술 교류를 진행함
- ▲ 목표인원 : 2 명
- ▲ 인력양성 계획 :
 - AI 기술을 도입하여 데이터 확보 및 정리를 신속하게 진행하게 함
 - 실제 식물공장 시설에 적용가능한 재료 및 데이터 등을 AI 기술로 보다 신속하게 확보 및 정리하여 제공함
 - 각 분야의 전문가 및 교수 등을 초빙하여 간담회, 기술교육 및 교류 등 다양한 프로그램을 진행하여 전문가의 지식 및 노하우 등 기술적인 보완 실시
 - 최종적으로, 외부 전문가의 도움 없이 내부 인력이 자력으로 연구개발결과 과제를 국제학회에 발표하고, 국제학술논문을 발표할 수준의 전문 연구인력으로 성장하는 것을 목표로 함

(2) 산업연구인력 양성 결과

- 외부 박사/교수급 전문가 초청강연 15회 진행하며 연구역량 향상
- 외부 조력 없이 **국제학술대회 3건 발표 및 해외논문 3건 출간**
- 외부 조력 없이 **특허출원 4건 및 특허등록 3건**
- 본 연구개발과제 수행 결과 국제 학술 **논문 피인용수 5배 상승** 등

- ▲ 양성인원 : 2 명

생물학 연구인력 강화 - 연구책임자 엄태동

▲ 양성과정

- 기존 생물학 연구인력을 식물공장 재배 기술 등을 중점적으로 교육함
- 식물공장에서 자주 발생하는 대표적인 문제인 녹남조류의 해결을 위해 연구를 시작
- 자동화된 문헌 연구로 얻어진 정리된 데이터를 연관성이 높은 것 위주로 확인 및 타당성을 확인함
- 식물공장, 분석화학 등 다양한 전문가와의 미팅, 세미나 등으로 부족한 부분의 지식을 채우고 좀 더 넓은 시각에서 문제점을 바라보게 됨
- 식물공장 재배에 있어 학문적인 부분 외 하드웨어적인 부분에서도 많은 영향을 끼치는 것을 확인하였으며, 식물공장 전문가와의 미팅 및 세미나, 각종 회의 등으로 식물공장에 대한 이해도 증가.
- 효과적인 식물 생장을 위한 식물공장의 구조 및 형태 등을 중심으로 전문가 및 기술자와 간담회를 통해 현장 상황에 맞는 기술 확보 및 기술 파악

▲ 수행연구과제와의 양성인력의 역량 강화 연계성

- 식물 생물학적인 지식을 바탕으로 식물 생장에 영향을 주는 다양한 인자들에 대한 이해 및 지식 습득이 용이함
- 다양한 전문가 및 기술자와의 간담회, 미팅, 교육 등으로 시설 구조적인 측면에 대해 교육을 하였으며 이를 기반으로 식물 생장과 관련된 지식과 기술적인 부분을 융합하여 식물공장 하드웨어적인 부분에 우수한 역량을 나타냄.
- AI 연구인력의 지원으로 보다 빠르게 연구 및 설계방향을 선택하여 신속하고 성공률이 높은 하드웨어 설계 및 연구 등을 진행할 수 있는 역량을 확보함

▲ 소속기업 종사자로 연구역량 제고 성과

- 자체 연구역량으로 국제학술대회 발표 및 국제논문 발표 등의 성공으로, 연구역량 제고 입증

- 급부상하고 있는 식물공장의 수요를 충족시키기 위해서는 이를 개발 및 제조하여 공급하고 있는 상상텃밭의 기술력이 매우 중요함
상상텃밭은 식물공장 제조에 있어 매우 높은 수준의 완성도를 가지고 있음
이에 추가로 식물의 생장을 촉진시키고, 식물생장을 저해시키는 요인을 최소화 하는 기술은 향후 식물공장의 운영에 있어 매출증가 및 노동력 감소에 있어 매우 중요함
앞으로 맡을 많은 프로젝트에 있어 중요한 역할을 담당할 수 있는 충분한 역량을 충족함

▲ 기대 효과 및 향후 인력활용 계획

- 해당 연구인력의 연구개발 성과는 향후 식물공장의 많은 변화를 가져올 것으로 예상됨
이러한 기술개발은 식물 생산에 있어 노동력을 효과적으로 감소시키며 식물생장 및 후처리 등에 있어서 많은 기술적 진보를 이루어 낼 것으로 예상됨
- 현재 양성된 인력은 식물재배와 식물공장 설계에 있어 많은 역할을 할 것으로 사료됨

AI 연구인력 강화 - 참여연구원 반병현

▲ 양성과정

- 기존의 연구 방법인 연구자가 논문을 하나하나 찾으며 타당성을 확인하고, 그와 관련된 수많은 논문으로 교차 확인하는데 있음
- 신규 채용한 AI 인력은 이러한 문제점을 충분히 파악하고 이를 해결하기 위해 여러 문헌의 제목 및 초록, 더 나아가 내용에서 핵심 키워드를 파악하고 이를 점수화 하는 기능이 있는 자동화된 플랫폼을 구축하는데 그 목적을 둠
- 논문 등을 찾는데 겪는 문제점과 핵심 키워드 등을 제공받고 이를 토대로 연관 문헌을 찾을 수 있는 알고리즘을 개발함
추가로 식물공장 위의 문제점을 보완하고 해결하기 위해 새로이 문헌분석 방식을 도입하고자 하였고, 이를 위해 새로운 AI 연구인력을 확보하였다.
- 이러한 방식은 AI 기술의 도입은 키워드 검색으로 온라인에 등재된 수많은 논문의 제목, 초록에서 핵심 키워드의 개수 및 연관성을 파악하여 많이 노출된 순으로 점수화하여 이를 한눈에 보기 쉽게 정리해 주는 기능을 가짐

▲ 수행연구과제와의 양성인력의 역량 강화 연계성

- 기존의 연구 방향은 연구자가 수많은 논문을 직접 찾고, 하나하나 확인하여 그 내용을 파악하는 형태가 주된 형태였음.
- AI 기술의 도입은 키워드 검색으로 온라인에 등재된 수많은 논문의 제목, 초록에서 핵심 키워드의 개수 및 연관성을 파악하여 많이 노출된 순으로 점수화하여 이를 한눈에 보기 쉽게 정리해 주는 기능을 가짐
- 위의 기술 개발은 연구자의 연구 시간을 단축시키며, 효율적으로 연구를 진행할 수 있게 하여 일의 능률을 향상시키는 중요한 기술임

▲ 소속기업 종사자로 연구역량 제고 성과

- 자체 연구역량으로 국제학술대회 발표 및 국제논문 발표, 특허출원 4건 및 특허등록 3건 등의 성공으로, 연구역량 제고 입증
- 당사 채용 이전 국제논문 피인용수가 8에 그쳤으나, **본 연구개발과제 수행 이후 논문 피인용수가 5배 증가**하여 40을 달성하는 등, 본 연구개발과제를 통하여 국제학계에 당당히 설 수 있는 연구자의 지위 확보

▲ 기대 효과 및 향후 인력활용 계획

- AI분야의 신기술 개발을 통한 신제품 개발과 기업 역량 상승
- 신규 연구분야의 개척을 통한 기업경쟁력 재고

2) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

① 인력양성 결과

인공지능 전문연구인력과 생명공학 전문연구인력의 협동 융합분야 연구개발 추진을 통하여 산업연구역량을 크게 강화하였으며, 결과적으로 석사학위 소지자들이 외부 박사급/교수급 연구인력의 도움 없이 2년간의 연구개발과제 수행 중 특허출원 4건, 특허등록 3건, 국제학회 발표 3건, 국제학술논문 3건을 달성한 것으로 연구역량 성장을 입증함.

뿐만 아니라 본 연구개발과제 수행을 통하여 시전문인력은 논문 피인용 지수가 과제 수행 전 대비 5배 상승하였고, 생명공학 전문인력은 논문 피인용지수가 4배 상승하는 쾌거를 달성함.

결과적으로 당사는 본 연구개발과제 수행을 통하여 경력이 없는 2인의 석사학위 소지자를, 신기술을 직접 개발하여 국제학계에서 인정받을 수 있는 수준의 연구자로 양성하는 데 성공함

② 연구개발 결과

- 자동화된 논문 자동 분석 시스템 및 애플리케이션 개발
- 계능 시퀀스 자동 분석 시스템 개발
- 데이터스트림 처리 방법 개발
- 양액 복잡계 고속 분석 기술 개발
- 녹남조류 억제물질 (루미크롬) 탐색 및 효과 규명
- 녹남조류 억제를 위한 식물공장 설계 개선안 규명
- 식물공장 생리장해 예방 및 녹남조류 억제를 위한 부스터 제품 개발 및 판매 성공
- 외부 전문인력 초빙을 통한 전문 교육 실시

③ 제품개발 결과

- 양액 고속 분석기술을 탑재한 양액제어시스템 개발
- 설계가 개선된 식물공장 시스템 개발
- 양액 첨가제(부스터) 제품 개발

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

정량적 연구개발성과				
사업명	과제명		주관연구기관	연구책임자
농식품기술융합창의인재 양성사업	수경재배에서의 남조류 억제기능을 가진 미생물 개발 및 실증을 통한 연구인력 역량 강화		(주) 상상텃밭	엄태동
성과지표	계획(A)	실적(B)	목표달성률 (C:B/A)	지표달성률 (C≒C)
특허 출원	2	4	200.0%	100.0%
특허 등록	1	3	300.0%	100.0%
품종 등록			-	-
기술이전(건)			-	-
기술료(백만원)			-	-
제품화(건)	1	3	300.0%	100.0%
매출액(백만원)	700	427	61.0%	61.0%
수출액(백만원)	250	0	0.0%	0.0%
고용창출(명)	4	4	100.0%	100.0%
투자유치(백만원)	500	700	140.0%	100.0%
기술인증	1	1	100.0%	100.0%
논문(SCI)			-	-
논문(비SCI)	2	3	150.0%	100.0%
논문평균 IF			-	-
학술발표		3	-	-
교육지도			-	-
인력양성	2	2	100.0%	100.0%
정책활용			-	-
홍보전시			-	-
기타		1	-	-

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Mathematical Model and Simulation for Nutrient-Plant Interaction Analysis	ICTC 2020	반병현	-	국제	IEEE	비 SCI	2020-12-21	2162-1233	100%
2	Deep learning method to remove chemical, kinetic and electric artifacts on ISEs	2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)	반병현	-	국제	IEEE	비 SCI	2020-12-21	2162-1233	100%
3	Nutrient Solution Management System for Smart Farms and Plant Factory	2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC)	반병현	-	국제	IEEE	비 SCI	2020-12-21	2162-1233	100%

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence	엄태동	2020.10.22	Ramada Plaza Hotel, Jeju Island, Korea	국제 학회
2	2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence	반병현	2020.10.22	Ramada Plaza Hotel, Jeju Island, Korea	국제 학회
3	2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence	반병현	2020.10.23	Ramada Plaza Hotel, Jeju Island, Korea	국제 학회

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	데이터 처리 서버 및 방법	대한민국	농업회사 법인 상상텃밭 (주)	2020. 05.26.	10-2020- 006312 9					100%	Y
2	센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법	대한민국	농업회사 법인 상상텃밭 (주)	2020. 06.15.	10-2020- 007200 9					100%	Y
3	용존산소 농도 및 용존이산화탄소 농도 분석을 통한 수경재배 양액 내 조류 농도 추론 장치 및 방법	대한민국	농업회사 법인 상상텃밭 (주)	2021. 04.27.	10-2021- 005432 4					100%	Y
4	블리언 방정식으로 모델링된 네트워크 모델을 이용한 수경재배 양액 분석 장치 및 방법	대한민국	농업회사 법인 상상텃밭 (주)	2021. 09.07.	10-2021- 011895 0					100%	
5	데이터 처리 서버 및 방법	대한민국				농업회사 법인 상상텃밭 (주)	2020. 07.27.	10-21399 28		100%	Y
6	센서의 자동 캘리브레이션이 가능한 양액 제어 장치 및 방법	대한민국				농업회사 법인 상상텃밭 (주)	2020. 09.28.	10-21628 17		100%	Y
7	용존산소 농도 및 용존이산화탄소 농도 분석을 통한 수경재배 양액 내 조류 농도 추론 장치 및 방법	대한민국				농업회사 법인 상상텃밭 (주)	2021. 08.06.	10-22890 69		100%	Y

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	√									
2	√									
3	√									
4	√									
5	√									
6	√									
7	√									

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호
1	양액재배용 배양액 주요 이온(Ca, K, NH4, NO3) 보정기술	-	2020.09.10.	2020.09.10. ~ 2022.09.09.	12-089

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	농림식품 신기술인증	농림축산식품부	농림축산 신기술인증	12-089	2020.09.10.	대한민국

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	양액제어기	2021.10.09.	상상텃밭(주)	안동시 금소리	양액제어	1년		

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
1			4억 원	4억 원	지분투자
2			3억 원	3억 원	지분투자

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	자기실시	기존 제품 개선	국내	양액제어기	-	상상텃밭	427,293		2020~2021	5년

* 1) 기술이전 또는 자기실시

* 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등

* 3) 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
양액제어시스템	2020	202,288		202,288	
식물공장 및 양액제어시스템	2021	217,430		217,430	
양액 첨가제(부스터)	2021	7,575		7,575	
합계		427,293		427,293	

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과		turn-key 식물공장 시스템			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	5			
	소요예산(천원)	400,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		427,293	1,420,000	15,420,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	2	4	6
국외		0	0	0.1	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		루미크롬 디스펜서가 포함된 조류 억제용 식물공장 시스템 개발예정			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
		18,000	42,000	100,000	
	수출	0	0	400,000	

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	-	-	2	2	4
합계			2	2	4

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	7
		생산인력	-
	개발 후	연구인력	11
		생산인력	-

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
1	남조류 억제	2021	기존 조류발생으로 인한 인력투입 - 연구개발 이후 인력소모	42,000
합계				42,000

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	식물공장 시스템	18,000	0	18,000	42,000	4 (2)	
기대 목표	식물공장 시스템	32,000	0	32,000	84,000	4 (2)	

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
1	문서 자동화 지도	2021.06.14. ~ 06.16.	코스콤 임직원	코스콤 본사	30명
2	동절기 스마트팜 운영 지도	2021.11. ~ 2021.12.	원고개 마을 협동조합 조합원	대구 서구 원고개 마을 스마트팜	5명
3	스마트팜 운영 지도	2021.05.	대구한의대학교 시설팀 직원 및 교수진	대구한의대학교 약선식물 스마트팜	15명
4	스마트팜 운영 지도	2020.10. ~ 2020.11.	인동촌 백년마을 마을협동조합 조합원	대구 서구 도시재생지원센터	15명
5	스마트팜 IoT 연수	2020.11.	한국생명과학고등학교 교사	한국생명과학고등학교	20명
6	스마트팜 기술지도 (교과학점제)	2020.04.	한국생명과학고등학교 학생	한국생명과학고등학교	80명
7	스마트팜 실무지도 (선도농가 멘토링)	2020.05.	한국생명과학고등학교 학생	한국생명과학고등학교	3명
8	스마트팜 이론 지도 (안동대 농업마이스터과정)	2020.	안동대학교 농업마이스터과정 수강생	안동대학교	10명
9	인공지능 기술지도 (동서울대학교 Link+ AI입문 특강)	2020	동서울대학교 학생	동서울대학교	100명
10	스마트팜 기술발전사 지도 (넥슨 NYPC)	2020	전국 중고교생	넥슨	400명
11	스마트팜 운영 기술지도	2020	한국생명과학고	한국생명과학고등학교	80명
12	스마트팜 분야 인력, 진로 지도	2020	전국 중고교생	KB 희망진로콘서트	3,800명

[사회적 성과]

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
		2021				2	2					2		

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
1	전문가 초빙 사내 세미나 2020.09.11.	최형우 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
2	전문가 초빙 사내 세미나 2020.09.29.	한동엽 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
3	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.07.	최형우 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
4	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.12.	정성근 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
5	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.15.	신종화 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
6	전문가 초빙 사내 세미나 2020.10.26.	한동엽 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
7	전문가 초빙 사내 세미나 2020.11.13.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
8	전문가 초빙 사내 세미나 2020.11.24.	정성근 교수 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
9	전문가 초빙 사내 세미나 2020.12.02.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
10	전문가 초빙 사내 세미나 2020.12.11.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
11	전문가 초빙 사내 세미나 2020.12.21.	감경현 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
12	전문가 초빙 사내 세미나 2021.12.09.	박우태 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
13	전문가 초빙 사내 세미나 2022.01.24.	이성우 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
14	전문가 초빙 사내 세미나 2022.01.25.	윤해룡 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명
15	전문가 초빙 사내 세미나 2022.01.26.	박우태 박사 초빙 강연	상상텃밭(주)	1	2h	8명

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	수상	우수기업상	청년창업 우수기업	상상텃밭(주)	2020.07.10.	국민일보
2	수상	A-벤처스	A-벤처스 선정	상상텃밭(주)	2021.02.24.	농림축산식품부

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	뉴스	에이빙뉴스	상상텃밭, 제한된 재배 해결 위한 '스마트 배양액 보정기' 개발	2020.03.10.
2	뉴스	동아일보	대구경북 규제자유특구 지정... 로봇-대마산업 날개단다	2020.07.08.
3	뉴스	국민일보	성공귀농 행복귀촌 박람회 청년창업 우수기업 공모전 시상식 성료	2020.07.15.
4	유튜브	보이소TV	대마가 합법인 곳이 있다? 착한 대마를 알아보자!	2020.07.20.
5	뉴스	Platum	경북창조경제혁신센터 보육기업 2개사, 중기부 팁스 프로그램 선정	2020.08.24.
6	뉴스	경북일보	경북창조경제혁신센터, (주)와따와·(주)상상텃밭 'TIPS' 프로그램 선정	2020.08.26.
7	뉴스	서울경제	'대마 의료용 산업화' 첫 시도...기대감 높아지는 안동 '헴프 특구'	2020.08.27.
8	유튜브	SBS 스프스뉴스	안동에서는 대마가 합법? 대마 농장 운영 중인 사람 직접 만나고 옴 / 스프스뉴스	2020.10.03.
9	인터뷰	STARTUP KAIST	양액제어시스템 등 기술을 개발하여 스마트팜을 이끄는 '상상텃밭'의 반병현 CTO	2020.11.13.
10	유튜브	KOEF 한국청년기업가정신재단	학생 창업유망팀 300 선배창업팀 인터뷰 시리즈 (경북대학교, 상상텃밭)	2020.12.30.
11	뉴스	한국영농신문	식물공장에서 고부가가치 작물 키워요	2021.02.24.
12	뉴스	이데일리	작물맞춤형 영양 공급 기술 개발 '상상텃밭'... "글로벌 기업으로 발돋움할것"	2021.02.24.
13	뉴스	식품저널	이달의 A-벤처스에 수직형 식물공장 개발 '상상텃밭'	2021.02.24.
14	뉴스	Food Icon	제22호 A-벤처스에 '농업회사법인 상상텃밭 주식회사' 선정	2021.02.24.
15	뉴스	대한급식신문	농식품부, 제22호 A-벤처스로 상상텃밭 김수빈 대표 선정	2021.02.25.
16	뉴스	중소기업신문	A-벤처스 22호에 '농업회사법인 상상텃밭' 선정	2021.02.25.
17	뉴스	농축환경신문	제22호 A-벤처스: 농업회사법인 상상텃밭 '김수빈 대표'	2021.03.02.
18	홍보	농업기술실용화재단	[R&D지원 우수사례/농자재 분야] 상상텃밭	2021.11.08.
19	유튜브	KOEF	상상텃밭 대표 김수빈	2021.11.16.
20	유튜브	한국청년기업가정신재단 2020 경북4차산업혁명 기술대전	2020 경북4차산업혁명 기술대전_참여기업 홍보영상	2021.11.19.
21	유튜브	스노우 미디어	2020농업박람회 상상텃밭 인터뷰 홍보영상	2021.11.20.
22	뉴스	동아일보	농식품 혁신 스타트업 한자리에, 농업기술실용화재단 'A-벤처스' 시상식	2021.12.09.
23	인터뷰	VICE	한국 최초이자 유일한 대마 규제자유특구의 농장 방문기	2021.12.31.

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

* 「과학기술기초법 시행령」 제42조제4항제2호에 따른 연구시설·장비 종합정보시스템을 의미합니다.

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

3) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 녹남조류 억제 물질 탐색 ○ 실제 적용가능한 녹남조류 억제물질 확인 ○ AI를 활용한 문헌 탐색 프로그램 ○ 개선된 스마트팜 시설 재배 시스템 ○ 각 분야의 전문가 초청 및 교육 ○ 여러 연구 및 기술개발 등으로 연구인력 재교육 및 역량 강화 	<ul style="list-style-type: none"> ○ AI 문헌 탐색 프로그램을 활용하여 녹남조류 억제물질과 관련된 논문 탐색 ○ 실제 녹남조류 억제물질로 알려진 물질 테스트 진행 ○ 여러 논문을 토대로 스마트팜 재배기의 하드웨어적 결함 개선 및 기술개발 ○ 여러 분야의 전문가 초청, 기술교류 ○ 여러 연구, 교육, 전문가초청, 기술교류 등 다양한 활동을 기반으로 연구인력 재교육 및 역량 강화 활동 진행 	○ 100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

2) 자체 보완활동

3) 연구개발 과정의 성실성

210mm×297mm[(백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)

(22쪽 중 13쪽)

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

- AI 기반 문헌 탐색 기술 개발로 연구 계획 사전조사 및 데이터 수집 등 기존의 방식보다 발전된 방식으로 빠르게 정보 수집 가능
- 각종 분야의 전문가 및 교수와의 미팅 및 교육으로 여러 기술 및 노하우를 습득함
식물공장 재배 방법에 있어 개선된 재배기술 및 하드웨어 기술 개선
- 식물공장 재배에 최적화된 제품 개선 및 방법 운용으로 시공지역에서 녹남조류에 의한 피해를 최소화 함

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- AI 문헌 탐색 프로그램은 향후 어떠한 논문, 문건 탐색에서도 지속적으로 사용가능할 수 있도록 접근성이 용이하게 개선
- 식물공장 재배의 최적 기술을 개발하고, 보완하여 농업인들이 좀 더 쉽게 접근할 수 있는 형태의 식물공장 시스템 개발
- 다른 형태의 인력 역량 강화를 진행하여 더 좋은 시스템 및 기술 개발

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE	3	
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내	3	
	국외		
	계		
특허등록	국내	3	
	국외		
	계		
인력양성	학사	2	
	석사	2	
	박사		
	기타		
사업화	계		
	상품출시	5	
	기술이전		
제품개발	공정개발		
	시제품개발	3	
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보		5	
포상 및 수상실적		1	
정성적 성과 주요 내용			

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한
농식품 기술융합 창의인재양성사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한
농식품 기술융합 창의인재양성사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은
대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.