

해외출장
보고서

다중 분산발전기반의 옥상온실형 스마트 그린빌딩 융복합 시스템 개발 및 실증

Arizona State University(CEAC) 1 &
The GreenSys 2023: International Symposium
on New Technologies for Sustainable
Greenhouse Systems

2023.10.19 - 10.28
미국 애리조나, 멕시코 칸쿤

이은석 연구위원·김성준 부연구위원·민경훈 부연구위원·안지수 연구원

목차

1. 출장개요 및 주요 업무수행 내용	1
2. 출장성과 및 시사점 요약	46



1. 출장개요 및 주요 업무수행 내용

1) 출장목적

□ 산업통상자원부 R&D 연구과제로 주관기관의(한국기계연구원)요청 및 일정에 따라 성과 발표를 위한 심포지엄에 연구수행기관 참석(세부총괄기관 필수 참석)

- 연구수행기관은 한국에너지기술연구원, 한국건설기술연구원, 한국패시브건축협회, 건축공간연구원, 삼중테크, 한성에스앤아이, 쉘파스페이스, 우원엠앤이, 나라컨트롤, 두산퓨얼셀파워, 서강대, 서울대, 충남대, 단국대, 충북대, 강원대
- 건축공간연구원은 4세부 주관기관으로 성과발표회에 참석

□ Biosphere2, Arizona University 방문

- 애리조나 기후변화 적응 관련 주요 연구기관 및 사례답사: 기후변화 적응 연구 관련 기관을 방문하고 관련 연구 사례 답사 및 정책의 최신 정보와 동향 수집
- 애리조나 대학에서 추진하고 있는 기후변화에 대응하는 온실, 작물 재배 관련 신기술, 미국 NASA와 협력하여 진행하고 있는 우주환경에서의 식물재배에 대한 사례 답사와 전문가들과의 회의
- R&D 추진관련 옥상온실 기술수준 현황파악과 활용방안을 위한 해외 동향 및 기초자료 수집
 - 지속가능한 온실시스템을 위한 신기술 및 온실원예 및 도시농업 관련 최신 연구 동향을 파악하고 연구개발을 위한 기초 자료 수집
 - 시간대별로 동시다발적으로 진행되는 세션 중, 기후제어 및 모델링, 지속가능한 온실시스템 및 친환경기술, 수직농장, 식물공장, 도시의 유기농업 등 관련 주제에 우선적으로 참관하여 자료 수집 예정
- 탄소중립, 지속가능성과 관련하여 기관간 협력 방안 논의
 - 일시 : 23.10.20(금)
 - 장소 : 애리조나 주립대학(Arizona State University CEAC) 및 Biosphere2

□ Greensys 2023 학회 참석 및 발표

- 지속가능한 온실 시스템을 위한 온실 환경 제어 및 원예 시스템에 대한 기술과 지식을 국제적 차원에서 공유하고 R&D 연구성과 발표
- 과학자, 연구원, 기술자 및 기타 전문가들이 그들의 온실 원예 및 기타 제어환경 원예 시스템에서의 과학적 기술 혁신을 발표하고 아이디어와 지식을 공유하며 지속 가능성 문제에 중점을 둔 제어환경 원예 분야의 최신 기술과 미래 전망에 대해 논의하는 자리
 - 일시 : 23.10.22(일)부터 10.26(목)까지 5일간
 - 장소 : 멕시코 칸쿤

- 심포지움 분야

- Alternative energy in controlled environments
- Circular bioeconomy in controlled environments
- Climate control and modelling
- Computational Fluid Dynamics (CFD) in controlled environment horticulture
- Controlled environment horticulture to improve human nutrition
- Covering materials
- Energy in controlled environment agriculture systems
- Environmental impacts of controlled environment horticulture
- Fertigation, water management
- Greenhouse systems and design
- Greenhouse crops modelling and management
- Growing media, hydroponics, aquaponics
- Labor in greenhouses
- Lighting technology
- Plant production, protection, and quality
- Sustainable greenhouse systems and environmentally friendly technologies
- Sensors, automation, and robotics in greenhouses
- Semi-protected cultivation systems (high tunnels, shade, and screen houses)
- Vertical farming, Plant factory with artificial lighting (PFAL)
- Vulnerability and resilience of horticultural production system
- Biostimulants, soil, and plant microbiome
- Breeding, robust planting material and regulation
- Contentious inputs of organic farming
- Crop health – disease and pest management of organic crops
- Crop management of organic farming
- Economics, social and regulation of organic farming
- Environmental performance of organic greenhouse farming systems
- Innovative and diversified cropping farming systems
- Organic waste management
- Product quality, allergens, and contaminants
- Sustainable growing media and compost
- Sustainable irrigation management of organic cultivation
- Soil fertility and sustainable fertilization strategies
- Urban organic farming and food security

2) 주요 일정

□ 출장 스케줄

일 자	현지시간	출발지	도착지	일 정	기 타
10/19 (목)	14:30-9:40 (11h10m)	인천	LA	인천공항 이동 출국	
	13:05-14:35 (1h30m)	LA	피닉스		
	15:00-20:00 (5h)			숙소 이동 및 체크인	
10/20 (금)	전 일	애리조나		기관 방문 - Arizona State University CEAC (전문가: Murat Kacira(Director)) Biosphere2 현장답사	
10/21 (토)	09:00-15:12 (4h12m)	피닉스	칸쿤	공항 이동 및 수속	
	15:12-17:00	칸쿤		숙소 이동 및 체크인	
10/22 (일)	전 일	칸쿤		R&D 기관 간 업무협의 및 사전등록, Welcome Reception, Greensys 2023 발표 준비	
10/23 (월)	전 일			Greensys 2023 참석 및 발표 - Conditions and Directions to Distribute the Rooftop Greenhouse in Korea(Eunseok Lee) - Direction for Establishing Domestic Legal System through Analysis of Casestudy on Overseas(Kyunghun Min, Eunseok Lee)	
10/24 (화)				Greensys 2023 참석 및 발표 - A Study of Selection of Optimal Building for Rooftop Greenhouse Installation in South Korea(Sungjoon Kim, Eunseok Lee) - Deriving a Operational Model in South Korea through Analysis of I-RTG Cases(Jisoo Ahn, Eunseok Lee)	
10/25 (수)				Greensys 2023 참석 및 토론	
10/26 (목)				오전	숙소 체크인
	13:30-14:00			공항 이동 및 수속	
	16:55-20:06 (5h11m)	칸쿤	LA	이동	
	20:06-20:40	LA		숙소 이동 및 체크인	
10/27 (금)	9:00~12:30			숙소 체크인 및 공항 이동	
10/28 (토)	10/27, 12:30-10/28, 17:50 (13h20m)	인천		귀국	

□ 심포지움 프로그램

Program at glance									
DATE	OCT 22	OCT 23				OCT 24			
HOUR	SUNDAY	MONDAY				TUESDAY			
8:00		Registration 8:00-18:00				Registration 8:00-18:00			
8:30		Opening ceremony				(Caribe 1-6) Keynote Speaker			
9:00		(Caribe 1-6) Keynote Speaker				(Caribe 1-6) Keynote Speaker			
9:30						Symposium Photo / Coffee break			
10:00		Coffee break				Coffee break			
10:20		(Miramar 1) DS-1	(Miramar 2) DS-2	(Miramar 3) DS-3	(Caribe 7-8) DS-4	(Miramar 1) DS-9	(Miramar 2) DS-10	(Miramar 3) DS-11	(Caribe 7-8) DS-12
10:40		Climate control and modelling I	Greenhouse crops modelling and management I	Lighting technology I	Plant factory/ Vertical farming I	Lighting Technology II	Fertigation, water and growing medium I	Sensors, automation, and robotics in greenhouses I	Organic Greenhouse Horticulture: Soil health and biological assessments
11:00									
11:20		Coffee break				Coffee break			
11:40		Coffee break				Coffee break			
12:00		(Miramar 1) DS-1	(Miramar 2) DS-2	(Miramar 3) DS-3	(Caribe 7-8) DS-4	(Miramar 1) DS-9	(Miramar 2) DS-10	(Miramar 3) DS-11	(Caribe 7-8) DS-12
12:20		Climate control and modelling I	Greenhouse crops modelling and management I	Lighting technology I	Plant factory/ Vertical farming I	Lighting Technology II	Fertigation, water and growing medium I	Sensors, automation, and robotics in greenhouses I	Organic Greenhouse Horticulture: Soil health and biological assessments
12:40									
13:00		Lunch				Lunch			
13:20		(Miramar 1) DS-5	(Miramar 2) DS-6	(Miramar 3) DS-7	(Caribe 7-8) DS-8	(Miramar 1) DS-13	(Miramar 2) DS-14	(Miramar 3) DS-15	(Caribe 7-8) DS-16
15:00	REGISTRATION	Climate control and modelling II	Greenhouse crops modelling and management II	Covering materials	Plant factory/ Vertical farming II	Greenhouse systems and design	Fertigation, water and growing medium II	Sensors, automation, and robotics in greenhouses II	Organic Greenhouse Horticulture: Crop systems and management
15:20									
15:40									
16:00									
16:20									
16:40									
17:00		Poster session / Coffee break				Poster session / Coffee break			
18:00	WELCOME RECEPTION	ISHS Business Meeting				Workshop 1	Workshop 2	Workshop 3	Workshop 4
19:00									
20:00									
21:00									
22:00									
24:00									

10.22.(일) ~ 10.27.(금)



GreenSys 2023

International Symposium on New Technologies
for Sustainable Greenhouse Systems

Jointly with IV International Symposium
on Organic Greenhouse Horticulture

22-27 October, 2023

3) 주요 업무수행

□ Arizona State University(CEAC) 방문

- 일시 : 2023년 10월 20일 08:00 - 13:00
 - 참석자 : Prof. Murat Kacira와 연구원, 이인복 서울대 교수 외 연구원, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부 연구위원, 안지수 연구원, 충북대 손동화·변나향 교수, 외 관계기관 참석자 등
 - 연구기관 및 연구내용 소개, 향후 연구협력방안 논의, 실험실 소개 및 현재 진행되고 있는 프로젝트 현장답사
- 개요
 - 애리조나 주립대학의 Murat Kacira 교수는 식품농업생물공학 전공의 박사학위 취득 후 현재 애리조나 대학교 통제 환경 농업 센터(UA-CEAC)의 책임자로 재직하고 있으며, 온실 및 식물 에너지 균형 연구, 광전지 통합 온실 시스템 등에 관해 연구를 수행 중임
 - 수직 농업 시스템 구현 및 확장, 온실과 실내 식물 공장 시스템의 에너지 사용 효율 비교, 재순환 수경작물 시스템, 온실 구조 및 설계, 도심에서 수직농장을 통한 작물 생산 연구 등에 참여하는 등 본 R&D 연구 과제와 밀접한 연구를 수행함
 - (Arizona State University(CEAC)) 애리조나 주립 대학교의 The Controlled Environment Agriculture 센터는 기후변화환경에서 자원사용의 최적화를 위해 생물 시스템 공학, 식물 과학, 환경 과학, 농업 교육, 기술 및 혁신 관련 연구를 하고 있음
- 주요 내용
 - 기후변화, 인구변화, 영양에 대한 변화 등으로 인한 농업 환경에 대한 변화, 농업시스템에 대한 통합적 기술적 변화에 대한 적응력, 스마트팜 등 그린하우스 시스템에 대한 기술들이 미국에서 눈부시게 발전하고 있음
 - 현재 애리조나에는 Controlled Environment Agriculture Center를 중심으로 전문가들이 모여 기술을 연구하고 있음
 - 연구의 핵심은 최소의 자원을 가지고 최고의 생산성을 가져올 수 있는 기술을 개발하는 것임
 - 온실관련 프로젝트의 실증을 위한 다양한 실험실 구비(수직농장 등)하고 있으며 현재 연구하고 있는 다양한 프로젝트들에 대한 소개 (Advancing controlled environment agriculture through data-driven decision making and workforce development etc.), Wavelength selective greenhouse covering
 - 이와 별도로 곤충을 식량화하기 위한 연구 등도 별도로 진행하고 있음 (폐기물을 재활용 하여 양식하는 기술 등)
 - Mars Lunar Greenhouse Prototype과 같은 프로젝트는 미국 나사가 편당하여 화성이나 달에서 플랜팅 할수 있는 기술을 연구하고 있음, 구체적으로는 식물을 키우기 위한 온도, 환경, 산소, 물의 양에 대한 최적화 시스템 등에 대한 기술 개발 및 실증에 대한 연구를 진행중임
 - 본 과제의 진행과 관련해서 Rooftop Greenhouse에 대한 별도의 연구를 진행 중이며 이와 같은 성과를 지속적으로 교류할 예정임
 - 본 자문회의를 통해 도심에서 실효성 있는 옥상온실 구조 및 시스템에 관한 이해를 도모하고 온실 구조 최적화 유지·관리 방안 등의 전문적인 자문과 함께 관련 최신 정보를 구득



THE UNIVERSITY OF ARIZONA
BIOSYSTEMS ENGINEERING
**Controlled Environment
Agriculture Center**

University of Arizona Visit Itinerary

October 20 th , 2023, Friday		
Visit to University of Arizona Controlled Environment Agriculture Center (UArizona-CEAC)		
Address: 1951 E. Roger Rd., Tucson, Arizona 85719		
Time		Location
08:30 - 08:50 am	Welcome and introductions	CEAC Classroom
08:50 - 09:05 am	Introductions to UArizona-CEAC programs [Murat Kacira]	
09:05 - 09:20 am	Introductions to research programs and funding opportunities in S. Korea on CEA, and collaboration opportunities [In-bok Lee]	
09:20 - 11:30 am	UArizona-CEAC research facilities tours [tours led by CEAC faculty, staff, and students]	CEAC Research Facilities
11:30 - 01:00 pm	Lunch	CEAC Classroom
Visit to UArizona Biosphere 2 Facility		
Address: 32540 S Biosphere Rd, Oracle, AZ 85739		
01:15 - 02:15 pm	Driving to Biosphere 2	Guests in their cars
02:30 - 04:30 pm	Biosphere 2 Tour	Biosphere 2
04:45 - 05:45 pm	Driving back to Tucson	
06:30 pm	Dinner at El Corral Restaurant	2201 E River Rd, Tucson, AZ 85718

Host Contact info:

Murat Kacira
Director, Controlled Environment Agriculture Center
1951 E. Roger Rd.
cell phone: 520-461-2279
email: mkacira@arizona.edu



- 1) If on Roger Rd heading East: Continue **THROUGH** Intersection of Campbell Avenue and Roger Road
If on Campbell Avenue heading South: Turn **LEFT** at **ROGER ROAD** (Intersection of Campbell Avenue and Roger Road)
If on Campbell Avenue heading North: Turn **RIGHT** at **ROGER ROAD** (Intersection of Campbell Avenue and Roger Road)
- 2) Continue Straight on **ROGER ROAD**
- 3) Take your **FIRST LEFT** into CEA driveway.
- 4) **PARKING:** A paved parking area is on your right as you approach the first set of greenhouses. Also, when available, there is "some" shaded parking under the trees to your left (pavement becomes gravel.)
- 5) Entrance to **CEAC MAIN BUILDING:** After parking, head towards Greenhouses (North); paved parking will become gravel, then a darker gravel path leads you between greenhouses on right and **WHITE BUILDING ON LEFT**. The **Main Entrance** will be on the **LEFT**. (Note: from the parking area, you will not see the name on the building as it faces East.)

Please call the Office 520-626-9566 if you feel lost, or would like a greeter and escort to meet you in the parking area. We are happy to assist!

애리조나 주립대학 주관 주요 일정표

일자	시간	주제 및 내용	비고
10/20 금	10:00 - 18:00	<p>Arizona State University(CEAC) 기관 방문 및 전문가 자문</p>   <p>Biospere 2 사례 답사</p>  	총괄기관 방문지 섭외로 14개 기관 동시 방문

• 세미나 및 현장 답사 사진



출처: 직접촬영

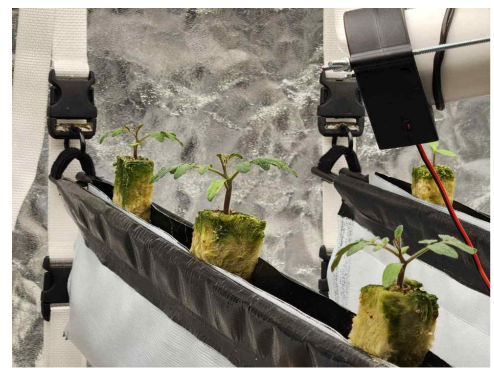


출처: 직접촬영



- 도심 온실에서의 토마토 재배 실험
- 영양 및 일조, 공기 등 다양한 환경변수를 설정하여 성장 속도에 관한 데이터 비교

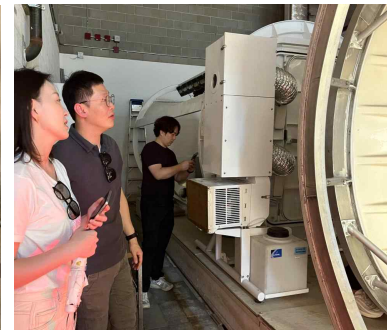
출처: 직접촬영



- 옥상온실에 적용 가능한 식물 성장 프로그램
- 인공적인 환경으로 식물생장을 극대화 할 수 있는 최적 조합 산출

- 묘종 모듈 생산 및 자동화 식재

출처: 직접촬영



- 나사와 공동으로 달, 화성 등 우주에서의 식물 성장 실험
- 극한의 환경인 우주에서 온실을 활용하는 방안에 대한 연구 실험

출처: 직접촬영

□ Biosphere 2 답사

• 일시 : 2023년 10월 20일 13:00 – 18:00

- 참석자 : Prof. Murat Kacira와 연구원, 이인복 서울대 교수 외 연구원, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부 연구위원, 안지수 연구원, 충북대 손동화·변나향 교수, 외 관계기관 참석자 등

- 바이오스피어2 방문 및 현지 연구원의 프로젝트 소개, 질의응답 진행

• Biosphere 2 개요



출처: <https://biosphere2.org/about/about-biosphere-2>

- Biosphere 2는 지구 시스템의 회복력과 지속 가능성 및 인간의 삶의 질을 높이는 통합 연구를 통해 자연 및 인간이 만든 생태계를 재현하고자 하였으며, 먼 미래에 인류가 다른 행성에서 거주할 시 밀폐된 건축물에 거주하여야 하므로 지구와 같은 환경을 조성하고 인공적으로 유지 가능 여부를 실험하고자 시작된 프로젝트임

- 통합 연구를 통해 자연 및 인공 생태계에 대한 이해를 증진시키고, 지구 시스템과 인간의 삶의 질의 지속가능성을 높이는 발견과 개발추구

- 특별하게 디자인된 인공생태계의 시설에서 연구를 진행하며, 학제간 과학교육을 실시하고, 지구 및 우주를 위한 확장 가능한 해결책을 개발하는 데 중점을 둔 리더십 이니셔티브를 촉진

- Biosphere 2는 2011년 7월 애리조나 대학교 소유로 이관되었으며, 제어된 환경에서 과학 연구를 위한 실험실, 과학적 발견 및 토론을 위한 장, 공공 교육 센터 역할을 수행하고, 여러 연구 분야와의 연계를 통해 지구 환경 변화 문제에 기여하고자 함



출처: <https://biosphere2.org/about/about-biosphere-2>

- 1800년대에는 소유지가 사마니에고 CDO 목장의 일부로 소유권이 여러 번 바뀌면서 1960년대와 1970년대에는 회의 센터로 사용됨.

- 처음에는 모토로라, 그 다음으로는 애리조나 대학교를 위한 것으로 Space Biospheres Ventures가 1984년에 소유지를 구매하여, 1986년에 현재 시설의 건설을 시작함. 현재는 지속 가능한 우주 식민지 기술을 연구하고 개발하기 위해 사용되고 있음

- 1991년부터 1994년까지 두 차례의 미션에서 밀폐된 바이오스피어 안에 사람들의 생존 가능성을 측정하였고 이는 지구의 생태학적 이해를 더 나아가기 위해 도움이 되는 연구였음

- 1994년, Decisions Investments Corporation이 이 소유지를 인수하였고, 콜롬비아 대학교는 1996년부터 2003년까지 관리하였으며 시설을 과학 연구의 다른 방식으로 재구성하여 이식물에 미치는 이산화탄소의 영향에 대한 연구를 수행하고 지구 시스템 과학을 전공하는 대학생들을 위한 교실과 주거 공간을 건설

- 2007년 6월 4일, CDO Ranching 및 개발 파트너에게 판매되었고, 그들은 이후 2007년부터 2011년까지 소유지를 애리조나 대학교에 임대하여 현재 과학자들의 연구를 지원하는 시설로 사용

- 대규모 프로젝트를 위한 실험실로 사용되며, 세계적 기후 변화의 일부 결과를 양적으로 평가하기 위한 주요 실험을 수행하고 있음

• 주요 내용

- 애리조나 대학교 통제 환경 농업 센터(UA-CEAC)는 Biosphere2에서 기후위기로부터 환경의 탄력성, 완화 및 적응을 위한 연구를 진행하고 있음
- 애리조나 대학교의 관련 교수, 담당 연구사들의 현재 진행되고 있는 실험 및 시설, 기능들에 대한 설명과 함께 현재 우리나라에서 진행되고 있는 연구들을 소개하고 토론하는 자리를 마련하였음
- 바이오스피어2의 기관 방문을 통해 애리조나 대학교의 전문과들의 기후변화의 효율적 대응과 관련된 과학적 정보 생산 및 연구의 사례를 살펴보고 현재 추진하고 있는 옥상온실에 활용 가능한 정보 및 교류방안에 대해 논의함
- 자연 및 인공 생태계에 대한 이해를 높이고, 확장가능한 개입 방안을 개발하여 지구 시스템과 인류 사회의 저항성과 지속가능성을 향상시키는 데 기여하는 것을 목표로 여러 연구를 진행 중임
- 2030년까지 바이오스피어 2는 기후 변화, 생물다양성 손실 및 지속 가능한 발전에 대한 인류의 거대한 과제에 대한 저항성 솔루션을 위한 세계적인 센터가 될 것임
- 한국과는 교육, 아이디어, 연구 및 지속가능성 혁신을 제공하는 네트워크 내에서 협력할 것임

• 현장 사진



출처: 연구진 촬영



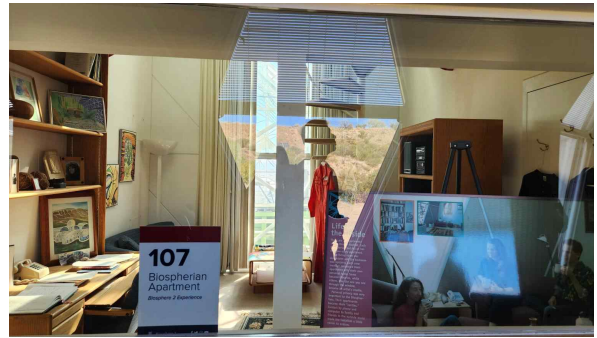
- 애리조나 사막지대에 건설된 인공 지구생태환경인 바이오스피어2 온실 전경

출처: 연구진 촬영



- 프로젝트에 직접 참여한 애리조나 대학 관계자 브리핑

출처: 연구진 촬영



- 실제 사람을 폐쇄된 생태계에 투입하여 생존하는 실험을 진행
- 당시 피실험자들이 생활했던 생활공간

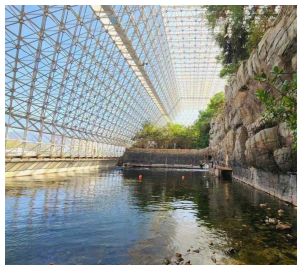
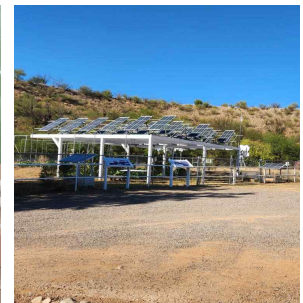


- 바이오스피어2 내부 트러스 구조체

출처: 연구진 촬영

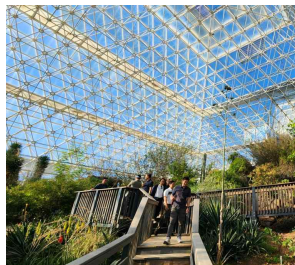


- 좌 : 지구의 실제 토양 및 산 지형을 구현 해놓은 모형
- 우 : 태양광을 이용한 에너지 시설



- 실제 해양 생태계 및 정글을 구현 해놓은 온실


출처: 연구진 촬영





- 좌 : 거대 온실의 압력을 지지하기 위한 지하 구조체
- 우 : 환기 및 온도 조절을 위한 지하 설비



□ Greensys 2023 참석 및 발표

10/23 월	9:00 - 18:00	<p>1. 행사개요 Greensys2023은 지속가능한 온실 시스템을 위한 온실 환경 제어 및 원예 시스템에 대한 기술 및 지식을 국제적 차원에서 공유하고자 개최함</p> <p>2. 주요주제별 세션구성 제어 환경 내 대체에너지와 순환 바이오경제. 기후제어 및 모델링, 제어 환경 농업시스템 에너지 및 환경적 영향, 온실 시스템 및 설계, 온실 작물 모델링 및 관리, 수직 농장, 인공조명을 이용한 식물공장, 지속가능한 온실시스템 및 환경친화기술, 조명 등</p> <p>3. 건축공간연구원 포스터 발표(한 주제당 한시간 이상 소요) (월) Conditions and Directions to Distribute the Rooftop Greenhouse in Korea (Eunseok Lee) Direction for Establishing Domestic Legal System through Analysis of Casestudy on Overseas(Kyunghun Min, Eunseok Lee) (화) A Study of Selection of Optimal Building for Rooftop Greenhouse Installation in South Korea(Sungjoon Kim, Eunseok Lee) Deriving a Operational Model in South Korea through Analysis of I-RTG Cases(Jisoo Ahn, Eunseok Lee)</p>	
10/24 화	9:00 - 18:00	 <p>GreenSys 2023 International Symposium on New Technologies for Sustainable Greenhouse Systems</p> <p>22-27 October 2023 Cancún, México</p> <p>General info ▾ Registration ▾ Submission ▾ Programme ▾ Accommodation ▾ Sponsor ▾ Contact</p> <p>Dear colleagues,</p> <p>The GreenSys2023: International Symposium on New Technologies for Sustainable Greenhouse Systems jointly with the IV International Symposium on Organic Greenhouse Horticulture will be held in Cancún, México, from October 22th to 27th 2023. It is our pleasure to host this conference and invite you to attend.</p> <p>This event is an opportunity to bring together scientists, researchers, technicians and other professionals to present their scientific and technological innovations in greenhouse horticulture and other controlled environment horticultural systems, to share their ideas and knowledge and discuss the state-of-the-art and future perspectives for the controlled environment horticulture sector with emphasis in the sustainability issues.</p> <p>Cancún is an international touristic destination located at the Caribbean Sea to the east of the Yucatan Peninsula of México. It has 23 km of paradisiac beaches. Close to the Mayan Riviera which has about 140 km of shores and beaches of the Caribbean Sea. Visiting Cancun is a great opportunity to get acquainted with the Mayan' ancient culture by exploring the archeological sites around the Yucatan Peninsula such as Chichén Itzá an UNESCO World Heritage Site and others as Tulum, Calakmul and Uxmal. People who love nature, around Cancun will find several islands such as Cozumel, Isla Mujeres, Holbox Isla and aquatic attractions like Interactive Aquarium, Cenotes (2000 across Yucatan) and Bacalar Lagoon. You can also enjoy the natural rain forest ecosystem visiting Xcaret, Xelha, Kabah Park and Tulum.</p> <p>We are convinced that you will enjoy your stay in Cancún, from the scientific sessions to the touristic and cultural programs that we will prepare for you.</p> <p>We look forward to seeing you all during the GreenSys2023 and the IV organic greenhouse horticulture symposia.</p> <p>The Conveners,</p> <p>Martine Dorais (Département de Phytologie Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval, Québec, Canada) Irineo Lorenzo López-Cruz and Efrén Fitz-Rodríguez (Agricultural Engineering Graduate Program and Department of Mechanical Engineering, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Texcoco, México)</p>	
10/25 수	9:00 - 18:00		

			
10/26 목	9:00 - 12:00	<p>4. 기조발제 인사</p>  <p>5. 워크숍 프로그램 참석</p> <p>주제: 소규모 온실에서 지속가능한 작물 생산</p> <p>목적: 다양한 현장 사례를 제시하고, 기후변화 적응을 위한 원예 시스템의 효율성 및 탄력성을 높이기 위해 지속 가능한 접근 방식에 대한 다양한 분야의 적극적인 의견교류를 목적으로 함</p>	



- 등록 및 웰컴 리셉션 전경
출처: 연구진 촬영

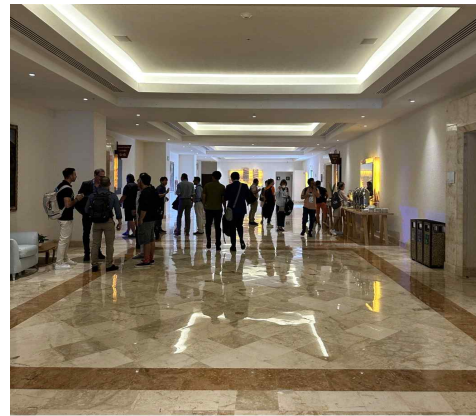


DAY 1 : 12개 ORAL SESSION 참석 및 토론, 2개 AURI POSTER SESSION 발표

□ FAO 관계자와 Sustainable Vegetable Production in Small-scale Farmer Greenhouses in Developing Countries 및 향후 업무 협력 방안에 대한 논의

• 일시 : 2023년 10월 23일 08:00

- 참석자 : FAO 관계자(Nazim Gruda and Melvin Medina), 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자



- 행사장 입구 및 메인홀

출처: 직접촬영

• 주요 내용

a. 식량문제에 대한 주요 이슈

- 소규모 농장주들의 효율성과 저항성을 높이기 위한 기술적 적응에 대한 지속 가능한 접근방법에 대한 토론
- 극단적인 기후변화로 인한 작물 수확 및 소득 감소, 수자원 부족, 토양 퇴비, 해충 및 질병, 기술 지원, 적절한 자원, 재정 자원에 대한 접근의 한계, 그리고 인프라 및 시장 접근의 한계와 같은 제한 요소들을 저비용으로 극복할 수 있는 방안에 대한 논의
- 농부와 현장 지원 기관, 연구자 및 원예 기술자, 비정부 기구 및 지도자, 자금 지원 기관 및 정책 결정자 등 다양한 실무자들이 모여 맞춤형 및 비용 효과적인 기술을 작은 농장주에게 적응시키기 위한 프로젝트, 프로그램 및 계획을 개발하고 시행하고 채택 환경을 조성하는 것을 목표로 함

b. 주요 활동

- 지속 가능한 농업을 통해 지역사회의 생계를 개선
- 더 나은 생산, 영양, 생계 및 더 건강한 환경을 위한 SDG(Sustainable Development Goals)를 달성하기 위한 확장 접근 방법에 대해 논의

c. 기관 논의

- UN 산하 기관인 FAO와의 향후 교류방안 논의
- 개발도상국에 식량 보급을 위한 다양한 플랜팅 프로젝트를 진행 중이며 한국의 농림부와 50억을 펀딩받아 현

재 관련 프로젝트를 추진중임

- 건축연구원의 소개와 함께 현재 이와 관련하여 추진하고 있는 연구 및 성과를 소개한 이후 향후 정부출연 기관인 건축공간연구원과 다양한 교류방안을 논의하길 기대함
- 현재 FAO에서는 개발 도상국에 식량 보급 기술관련하여 다양한 전문가 파견도 고려하고 있음. 정부출연기관으로써 건축공간연구원에서도 이와 같은 프로그램에 동참할 수 있도록 전문가 파견 및 다양한 교류방안을 논의 하길 기대함



- 좌 : FAO 관계자 협의, 우 : 세부기관 별 업무협의
출처: 직접촬영

□ High Keynote speech: Greenhouse Horticulture in the Context of Circular Economy 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 08:30

- 참석자 : Prof. Dr. Stefania De Pascale, Prof. Dr. Ir. Eldert J. van Henten, 이은석 연구위원, 김성준-민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- Sustainable Greenhouse Systems
- International 'society for Horticultural Science
- 기후변화 및 인구증가에 대항하기 위한 식량문제 해결 방안 필요
- 새로운 농업 및 관련기술을 개발하고 교류하는 자리
- Speaking Plant Approach in the 21c Century Outdated Concept of Future Structure for Intelligent Greenhouse



출처: 직접촬영



출처: 직접촬영



□ #1. Exploring NeRF for Automated 3D Phenotyping in Greenhouse: A Promising Direction in Shape Measurement and Analysis 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 10:20

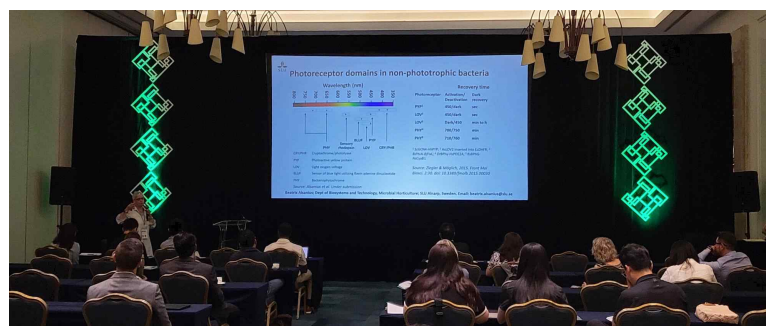
- 참석자 : HongBeom Choi, HyeIn, HyukJae Lee, Dr. Soo Hyun Park, Dr. Taek-Sung Lee, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 3D 식물 형상 분석은 식물 성장과 환경 반응을 이해하는 데 중요함
- 구조로부터 움직임(SfM) 및 라이트 검출 및 거리 측정(LiDAR)과 같은 전통적인 방법은 해상도, 잡음 민감성 및 계산 효율성 측면에서 제한이 있음
- 본 연구에서는 연속적인 체적 장면 표현을 모델링하는 딥 러닝 기술인 Neural Radiance Fields(NeRF)를 사용한 새로운 자동화된 파이프라인을 제안
- 6자유도 로봇 조작기를 통합하여 데이터 획득 과정을 자동화하며, 수동 노동 및 인간 오류를 크게 감소시킴
- NeRF는 SfM 및 LiDAR의 제한을 극복하며 계산 시간을 줄이고, 온실 환경에서 더 나은 결과를 제공
- 이는 식물 형상 및 성장의 이해와 양적 평가를 위한 귀중한 도구로서 NeRF의 잠재력을 보여주며, 향후 식물 형상 분석 및 형태 분석 분야에서의 연구 및 개발을 위한 기초를 마련



출처: 직접촬영



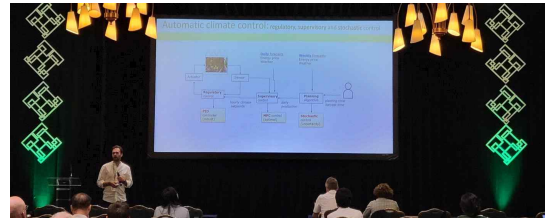
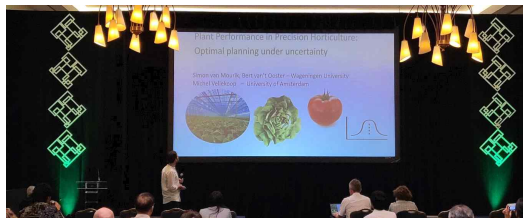
□ #2. Plant Performance in Precision Horticulture: Visualizing optimal control strategy under stochastic uncertainty 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 10:40

- 참석자 : S. van Mourik¹, M. Vellekoop², 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 상태 역학이 확률적 노이즈로 인해 불확실한 경우 정확한 수확 무게 요구 사항을 갖는 작물 생산을 위한 최적 제어 알고리즘을 제시
- 본 사례 연구는 기후가 난방을 통제하는 온실에서 진행되는 50일 간의 상추 생산 주기를 다룸
- 컨트롤러는 수확 수익에서 난방 비용을 뺀 것으로 정의되는 최적 순수 수익에 기반하여 작물 무게와 시간에 따른 낮과 밤의 실내 온도를 제시
- 난방 비용은 도수-시간 방법을 사용하여 계산되며 최적 제어 정책, 이후의 작물 성장 역학 및 예상 수익은 최적 제어 정책의 근거를 명확하게 해주기 위해 시각적으로 연결됨
- 햇빛이 잘 드는 날에는 작물 성장 속도를 가속하기 위해 실내 낮 온도를 증가시켰으며, 밤 온도는 성장 속도를 감소시키기 위해 증가시킴
- 햇빛이 적은 날에는 어떤 상태에서도 어떤 시간에도 난방이 가동되지 않음



출처: 직접촬영

□ #3. Time series forecasting for air temperature inside a naturally ventilated greenhouse with optimal sensor location based on LSTM 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 11:00

- 참석자 : Da In Kim, In-bok Lee, Jeong-hwa Cho, Young-bae Choi, Hyo-hyeong Jeong, Sol-moe Kang, Seo-ha Park, 이은석 연구위원, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 온실은 작물의 성장에 큰 영향을 미치는 공기 온도, 상대 습도 및 이산화탄소와 같은 환경 요소들을 인공적으로 조절함으로써 고작물 생산성의 이점을 가지고 있음
- 고온실 생산성을 위해 작물의 성장 환경을 적절하게 제어하는 것은 매우 중요
- 온실의 내부 환경은 비선형성, 시간 변동 및 불확실성을 포함한 복잡한 환경 시스템으로 이루어져 있음

- 본 연구에서는 LSTM 모델을 사용하여 최소 센서를 통해 온실 내 아황산가스 농도를 예측
- LSTM 모델은 온실에 설치된 센서 중 하나에서 측정된 환경 데이터 및 외부 환경 데이터를 학습함으로써 센서의 공기 온도를 미리 예측하기 위해 개발됨
- 온실 내 아황산가스 농도를 최소화하기 위해, 최적의 센서 위치에서 측정된 환경 데이터 및 외부 환경 데이터를 학습함으로써 온실 내 아황산가스 농도를 예측
- LSTM 모델의 개발을 위해 실험용 온실 내의 공기 온도, 상대 습도 및 이산화탄소와 같은 다양한 환경 데이터를 수집하여 분석
- 본 연구에서 개발된 LSTM 모델은 대부분의 위치에서 공기 온도 예측의 $R^2 > 0.95$ 및 $RMSE < 0.65$ 의 높은 정확도를 보임
- 센서 설치를 최소화하기 위해 이전 연구에서 최적 센서 위치에 적용된 LSTM 모델이 개발되어 최적 센서 기계 학습 모델을 사용한 미래 공기 온도 예측(PFTO-ML)으로 정의함
- 단일 최적 센서 위치만 사용한 PFTO-ML은 대부분의 위치에서 예측 정확도가 감소했지만, 여러 최적 센서 위치를 적용할 때 정확도가 향상됨



출처: 직접촬영



□ #4. Predicting greenhouse design performance and suggested improvements using massive cloud-simulation and machine learning 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 11:20

- 참석자 : Paolo de Heer, Anouk Beelen, Athanasios Sapounas, Richard Dekker, 이은석 연구위원, 김성준·민정훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

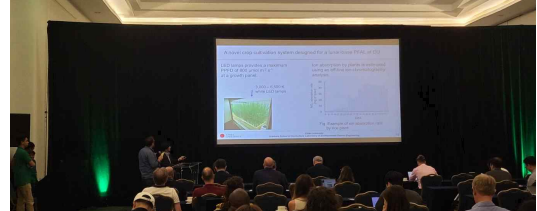
• 주요 내용

- 온실 디자인은 위치 및 방향부터 자재 유형, 설치된 설비 및 시스템까지 수백 가지 선택사항을 포함함
- 최고의 온실은 없는 대신, 작물 유형, 지역 자원 가용성(산업에서 나오는 폐열과 같은 네트워크 효과 포함) 및 원하는 재배 전략에 따라 다름
- SIOM과 같은 소프트웨어 도구들은 사용자가 만든 온실 디자인에 대한 전체 성장 년도를 시뮬레이션할 수 있는 도구로 이 디자인 프로세스를 지원할 수 있음
- 본 프로젝트에서는 디자인의 성능을 비교할 수 있는 여러 핵심 성능 지표가 정의됨
- 성능 지표는 난방 및 조명을 위한 자원 사용부터 복사에 대한 광합성 및 물 사용까지 다양함
- 대규모 SIOM 온실 디자인 데이터베이스에서 학습된 머신러닝 알고리즘이 개발되어, 전체 성장 연도를 완전히 시뮬레이션할 필요 없이 새로운 온실 디자인의 성능을 즉시 예측할 수 있음(결정 계수 점수가 0.9 이상)

- 성능 지표의 결과를 기반으로 원래의 디자인에 대한 변경 사항을 자동으로 제안하는 도구가 개발됨
- 향후 연구에서는 다목적 최적화, AI 알고리즘 개선 및 모델의 예측 능력을 더욱 향상시키기 위한 더 다양한 온실 구성을 포함할 예정



출처: 직접촬영



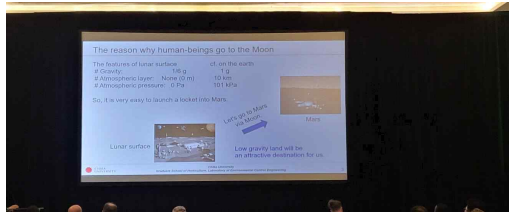
□ #5. Computing radiative heat transfers in greenhouses: a methodology coupling analytical and numerical approaches for view factors assessment 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 12:00

- 참석자 : Samuel Sourisseau, Etienne Chantoiseau, Cyril Toubanc, Michel Havet, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 온실 내부의 땅 없는 재배는 프랑스 북서부의 토마토 생산자들에게 일반적인 실천 방법임
- 기존의 방법은 화석 연료에 의존하고 있기 때문에 특히 에너지 소비문제가 있음
- 온실 기후를 모델링하고 이것이 작물 성장과 수확에 미치는 영향을 계산함으로써, 기존의 난방 시스템과 관련하여 에너지 소비에 대한 현재 및 혁신적인 평가를 수행하는 데 도움이 될 수 있음
- 온실 내에서 대류와 비교하여 방사열 열전달에 대한 연구는 시간이 지남에 따라 변하는 작물의 성장과 관련이 있는 경우에는 간단한 해석적인 경우에 해당하지 않는 복잡한 과정임
- 장애물과 표면 배치가 시간에 따라 변하는 온실에서 이것을 계산하는 것은 어려운 과정임
- 본 작업에서는 세 가지 다른 난방 파이프 네트워크와 경사지 아래에 위치한 공기 덕트로 장착된 1000m² 규모의 토마토 실험용 온실에서 시야 요인을 평가하는 방법론이 제시됨
- 이 방법론은 계산 시간을 줄이기 위해 가능한 경우 해석적인 해법과 무료 오픈 소스 소프트웨어를 사용함
- 고려요소: 바닥, 덕트, 경사지, 난방 파이프, 수평 스크린, 지붕 및 옆벽. 작물 행의 높이와 잎 면적 지수(LAI)에 따라 변하는 시야 요인
- 평가를 위해서는 회귀식이 제시되어, 이는 작물의 성장에 따라 변하는 장기간 에너지 소비 연구를 위해 지붕과 벽과의 방사 에너지 손실이 고려됨
- 본 방법론은 다른 온실 배치뿐만 아니라 일반적으로 장애물을 포함하는 볼륨 내에서 방사 에너지 이전이 발생하는 모든 지형에 적용 가능함



출처: 직접촬영



□ #6. An on-line benchmark tool for greenhouse technology towards fossil-free greenhouses 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 12:20

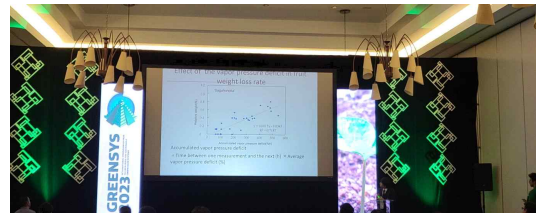
- 참석자 : Feije De Zwart, Gert-Jan Swinkels, Luuk Graamans, Silke Hemming, David Katzin, Kshiti Mishra, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 현대 온실 산업은 생산성이 높지만 자원을 많이 소모하는 산업임
- 높은 위도 지역에서는 상당한 양의 난방과 전기를 사용하고, 사막 지역에서는 수자원 소비가 심각한 문제
- 원예 산업은 자원 효율성을 높이기 위한 다양한 기술을 개발하고 있지만 지역 기후 조건과 시장 상황의 큰 변동 때문에 이러한 기술의 지속가능성과 경제적 타당성에 대한 영향을 평가하는 것은 매우 어려움
- 혁신적 기술이 강화된 작물 재배 시스템과 결합되어 사용될 때, 높은 양의 투입물이 필요하다면 자원 사용 효율성이 흐려질 수 있음
- 작물 재배와 기술 장비의 상호 작용을 명확히 보이고 생산된 단위당 자원을 표현하기 위해 Wageningen 대학과 연구 그린하우스 원예 연구소는 주요 원예 공급 산업의 주요 참여자들과 긴밀한 협력으로 온라인 시뮬레이션 환경을 개발
- 이 도구는 검증된 동적 온실 기후 시뮬레이션 모델 KASPRO를 기반으로 하며, 높은 가치의 원예 제품을 위한 화석 연료 무료 생산 시스템으로 나아가는 로드맵에 대한 사회적 논의를 지원하는 기준 자료를 제공하기 위해 공개됨
- 시뮬레이션 도구는 온실 및 작물 속성(작물 유형, 덮개 재료, 스크린 설치, 조명 등)을 설정하고 기후 제어 장비(예: 열 펌프, 지열 열, 태양 전지, 냉각 및 난방 장비)를 설정할 수 있음
- 출력은 주요 에너지 및 전기원, 수, 이산화탄소 소비 및 자원 사용 효율성의 사용자 정의된 조합의 성능을 보여 주며, 따라서 시나리오의 객관적 비교가 가능함



출처: 직접촬영



□ #7. Assessing Tree-Based Boosting Algorithms for Crop Growth Forecasting in Greenhouse Cultivation 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 12:40

- 참석자 : Hyun Kwon Suh, Ju Yeon Ahn¹, Hyeonji Park, Soo Hyun Park, Joon Yong Kim, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 현저한 기후 변화와 급격한 지구 온난화는 온실 환경에서 재배되는 작물 수확과 품질에 상당한 영향을 미침
- 기후 위기로 인해 작물 실패의 위험이 증가함에 따라 환경 데이터를 사용한 작물 성장 예측이 중요성을 갖음
- 본 연구에서는 네덜란드 Wageningen 대학 및 연구(Bleiswijk)의 경험적 온실의 체리 토마토 온실에서 수집된 2차 AGIC 데이터셋(자율 온실 국제 챌린지)을 기반으로 작물 성장을 예측하기 위해 트리 기반 예측 알고리즘을 평가함
- AGIC 데이터셋에는 환경 및 작물 성장 데이터가 포함되어 있으며, 2019년 12월 16일부터 2020년 5월 30일까지 수집됨
- 환경 데이터는 CO₂ 농도, 배수 전도도(EC), 총 PAR 빛, 배수 pH, 수자원 공급, 외부 온도, 태양 복사량, 복사 합계 및 풍속과 같은 센서에서 매 5분마다 수집됨
- 작물 성장 데이터인 줄기 연장과 줄기 개수는 주간으로 수동으로 측정함
- 이 연구에서는 환경 변수 9개와 작물 성장 측정값 2개를 활용하여 최근 데이터 과학 분야에서 성공을 거둔 LightGBM과 XGBoost와 같은 트리 기반 부스팅 알고리즘을 사용하여 작물 성장을 예측함
- 성능은 RMSE 및 MAE 지표를 사용하여 평가
- 줄기 연장을 예측하는 경우, LightGBM은 RMSE가 0.0072이고 MAE가 0.0036이며, XGBoost는 RMSE가 0.0208이고 MAE가 0.0114임
- 줄기 개수를 예측하는 경우, LightGBM은 RMSE가 0.0118이고 MAE가 0.0058이며, XGBoost는 RMSE가 0.0229이고 MAE가 0.0125임



출처: 직접촬영



□ #8. High-pressure fogging system for VPDc control in low-tech greenhouse crops 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 13:00

- 참석자 : E. Fitz-Rodriguez, J.O. Gutierrez-Hernandez, J.A. Ramirez-Arias, I.L. Lopez-Cruz, A.

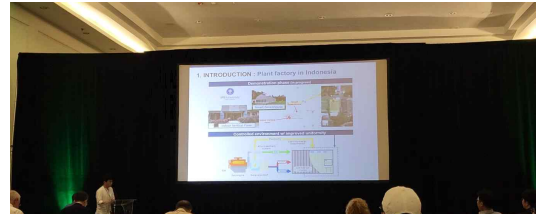
Ruiz-Garcia, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 멕시코의 온실 농업에서 90% 이상이 보조 열 및 냉각 시스템이 없는 수동 온실로 운영됨
- 온실들은 기후 관리를 위해 자연 환기를 의존하며, 생산성 향상과 연중 생산의 잠재력이 제한됨
- 멕시코의 기후 조건은 다양하며, 현재 연구는 습도가 낮은 지역에 위치한 저기술 온실의 주간 환경을 개선하는 데 중점을 두고 있음
- 적절한 환기와 결합된 고압 분무 시스템은 공기 온도와 습도를 최적 수준으로 유지하여 광합성을 극대화하고 증발을 감소시킴으로써 작물 환경을 향상시키는 데 효과적으로 사용될 수 있음이 입증됨
- 연구에서는 저습도 지역에 위치한 300m² 크기의 폴리에틸렌 온실에 수분을 공급하는 것을 목적으로 하는 고압 분무 시스템을 도입함
- 토마토 작물은 코코 코아 기반의 수경 시스템에서 재배되었는데 주간 중 시간대(10:00에서 15:00)에 여러 VPDc 수준(0.4, 0.7, 1.0, 1.3, 1.6, 1.9, 2.4 kPa)이 적용되어 식물의 생리적 반응을 측정하는 데 사용됨
- VPDc 레벨은 토마토 작물의 기공 전도도를 측정하여 효과적으로 유지되었고 1.0 kPa의 VPDc는 광합성 수준을 최적화하기 위한 최상의 조건을 생성하였으며, 최대 기공 전도도 값($g_s = 778 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)과 이상적인 환경 조건($T_a = 25.3^\circ\text{C}$, $RH = 59.8\%$)을 보여줌
- 반면 VPDc 제어가 없을 때의 환경 조건은 $T_a = 29.3^\circ\text{C}$, $RH = 20.6\%$, 평균 VPDc = 2.6 kPa 및 $g_s = 426 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 나타남



출처: 직접촬영



□ #9. Effect of Different Supplemental Lighting Sources on Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Growth 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 15:00

- 참석자 : Jin Yu, Eun Won Park, Ji Hye Yun, Hyeong Eun Choi, So Yeong Hwang, Jeong Hun Hwang, Hee Sung Hwang, SeungJae Hwang, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 대한민국의 봄과 겨울에 발생하는 저 태양 광선 조건은 오이의 광합성을 감소시킴
- 연속적인 저 광선 조건은 작물의 성장과 과실 생산이 감소하는 문제를 초래할 수 있으며 이 문제를 해결하기 위해 보충 조명 기술을 사용할 수 있음
- 보조 조명은 부족한 햇빛을 보충하기 위해 빛의 길이와 양을 조절하는 기술이며 효과는 빛의 원본, 광선 강도,

광선 품질 및 광주기에 따라 다름

- 본 연구에서는 다양한 보충 조명 원본이 오이의 성장과 과실 생산에 미치는 영향을 조사함
- 오이 묘목은 Venlo형 온실의 수경 시스템에 이식되었고 실험에서 사용된 빛 원본은 고압 나트륨 램프(HPS), 백색 LED(W LED) 및 빨간색과 파란색 LED를 병합한 것(RB LED, 빨강:파랑 = 50:50)입니다. 비처리 조건(비보충 조명)은 제어로 설정됨
- 보조 조명은 일출 후 4시간 동안 광자 광속도가 $150 \pm 10 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 인 조건에서 진행되었고 그 결과는 대한민국의 저 태양 광선 조건에서 오이의 성장과 수확량을 향상시키기 위한 기초 연구 데이터로 활용됨



출처: 직접촬영



□ #10. Intumescence Incidence of 'Sinhong' Hot Pepper Seedlings under Different Light Qualities 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 15:20

- 참석자 : Ji Hye Yun, Jin Yu, So Yeong Hwang, Eun Won Park, Jeong Hun Hwang, Hyeong Eun Choi, Hee Sung Hwang, SeungJae, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 인투머센스는 잎과 줄기의 상피 세포가 팽창하는 생리적 이상증상으로 주로 가지과 작물에서 발생함
- 인투머센스는 식물의 생리 과정을 저해할 뿐만 아니라 작물의 미적 품질에도 부정적인 영향을 미침
- 인투머센스 연구는 주로 토마토에서 수행되며 이 이상증상은 파란색 또는 자외선(UV) 스펙트럼이 부족한 상태에서 발생하며 원적색 빛이 인투머센스 발생 빈도를 감소시킬 수 있다고 보고됨
- 광선 품질에 따른 인투머센스 억제 효과는 다른데 고추 (*Capsicum annuum* L.)도 토마토와 같은 가지과 작물로 다양한 빛 품질이 고추 묘목에서 인투머센스 발생에 미치는 영향을 조사함
- 고추 묘목은 광선 처리가 R100, B100, G100, R5G5, R5B5, B5G5, R5G2B3, R4B4Fr2 및 R5B5 + UV 0.4 $\mu\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 로 설정된 폐쇄식 식물 생산 시스템에 배치하고 하루에 12시간 동안 $100 \pm 10 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 의 광자 광속도를 제공받아 그 결과를 도출함



출처: 직접촬영



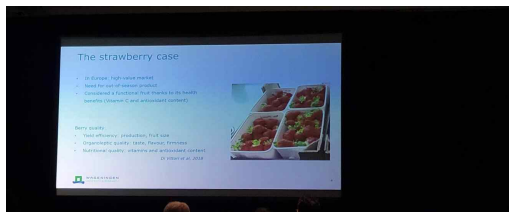
☐ #11. Growth comparison of corn salad and frill lettuce under the same environmental conditions with artificial light 참석 및 토론

- 일시 : 2023년 10월 23일 15:40

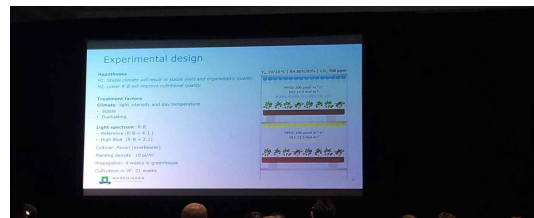
- 참석자 : Teeranuch Joilek, Maitree Munyanont, Thanit Ruangsangaram, Dannisa Fathiya Rachma, Tomoka Endo, Na Lu, Michiko Takagaki, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등
토론 참가자

- 주요 내용

- 인공 광조건에서 재배되는 식물 공장 (PFAL)은 신선한 소비용 야채로 인기를 끌고 있는 식물 생산 시스템임
- 상추 (*Lactuca sativa* L.)는 PFAL 시스템에서 재배되는 상업용으로 가장 인기 있는 작물이나 여러 종류의 야채에 대한 시장 수요가 증가하고 있음
- 콘 샐러드 (*Valerianella locusta* L. Laterr.)는 유럽에서 원래 재배되는 초록색 잎 채소로, 상추보다 3배 높은 비타민 C를 함유하고 있으며 베타 카로틴, 비타민 B6, 철분 및 칼륨이 풍부함
- 콘 샐러드는 신선한 소비용으로 인기 있는 식물 카테고리 중 하나로 여겨지며 실제로 콘 샐러드는 오픈 필드 또는 온실에서 재배되지만 PFAL에서 재배될 때의 성장 특성은 불분명함
- 본 연구에서는 PFAL에서 콘 샐러드와 상추의 상대 성장률 (RGR)을 포함한 성장 특성을 비교함
- 신선 및 건물 중량, 잎 수, SPAD, 잎 면적 및 RGR을 측정하고 분석 결과 동일한 재배 조건에서 상추가 콘 샐러드보다 더 빨리 자라며, 동일한 수율 (예: 식물당 60g)을 얻기 위해 콘 샐러드가 두 배의 시간이 필요하다는 것을 보여줌



출처: 직접촬영



☐ #12. Effect of different lighting under various wavelengths on seed germination inside a vertical farming system **참석 및 토론**

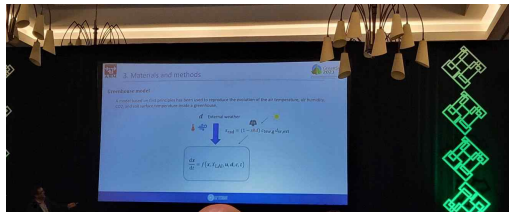
- 일시 : 2023년 10월 23일 16:00

- 참석자 : Christos Vatistas, Dr. Dafni Avgoustaki, Thomas Bartzanas, 이은석 연구위원, 김성준 민경훈
부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

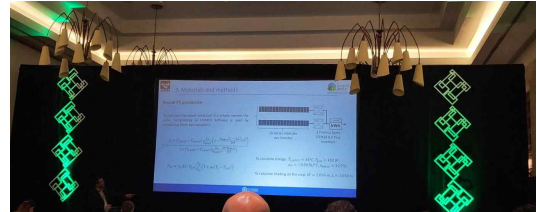
- 주요 내용

- 제어환경농업(CAE)은 습도, 온도, 빛 및 이산화탄소와 같은 정밀한 환경 제어를 적용하는 혁신적인 농업 시스템임
- 재배 영역 내부의 환경 조건을 규제함으로써 식물의 성장과 생산성을 최적화함

- 수직 농장(VFs)은 식물 성장을 위해 인공 조명을 사용하는 CAE 시스템으로, 다양한 환경, 크기 및 위치에서 작동하도록 설계될 수 있음
- VFs는 수직 방향을 활용하며 식물이 선반에 자라기 때문에 평방 미터 당 생산량을 증가시킴
- 지역 식품 생산과 결합된 VFs는 식품 이동 거리 제거로 인한 이산화탄소 배출 감소에 중요한 기여함
- VF 시스템의 가장 중요한 단점은 조명을 위한 높은 에너지 소비로 본 연구는 소형 VF 시스템에서 다섯 가지 다른 조명 조건과 세 가지 다른 광주기에 대한 종자 발아에 미치는 영향을 조사함
- 적용된 조명 조건은 a) 빨간 빛, b) 파란 빛, c) 원적외선 빛, d) 빨간색-파란색 빛 및 e) 빨간색-파란색-원적외선 빛의 조합임
- 빛 스펙트럼은 상추, 양배추, 시금치 및 루꾸라이스 같은 네 가지 다른 종류의 종자에서 테스트되었고 종자는 VF 내부의 다양한 육묘 토기에 놓여 다양한 조명 조건과 광주기에 노출되었으며 8일 동안 유지됨
- 종자는 빛과 접촉하여 하루에 12시간 또는 24시간 동안 또는 빛과 20cm 떨어진 곳에서 4시간 동안 노출되어 모든 조명 처리에 대한 에너지 소비가 모니터링됨
- 더 낮은 광주기 수요와 따라서 감소된 에너지 소비로 더 높은 발아율을 제공하는 빛 스펙트럼이 무엇인지 조사하는 것이었고 그 결과 빛이 종자 발아에 큰 영향을 미치며, 4시간 동안의 광주기는 만족스러운 발아 결과를 제공할 수 있으며 에너지 소비가 크게 감소됨을 보여줌



출처: 직접촬영



□ #PS. #01-17. Conditions and Directions to Distribute the Rooftop Greenhouse in Korea: Optimal Selection Methods and Empirical Application of RGB Building: Focused on Daejeon City 발표 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 17:00

- 참석자 : 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 기후 변화로 인해 인류는 종합적인 변화에 직면하고 있으며 지구 온난화로 인한 날씨 환경의 변화는 농업의 재배 환경과 생산에 변화를 가져옴
- 다양한 연구들은 동시에 도시와 농촌 지역이 직면한 기후 변화에 대한 대책을 제안해왔고 여러 대책 중에서도 도시 농업은 희망적인 방법으로 떠오르고 있음
- 도시 농업은 생산 지역과 소비 지역 간의 거리를 줄이는 것으로, 생산 및 소비 과정 전체에서 배출되는 온실 가스를 줄일 수 있으며 도시 환경을 개선함

- 한국에서는 도시 농업이 2010년경 도입되어, 건물 옥상과 빈터를 활용하는 방향으로 발전하고 있음
- 2020년 이후 지속 가능한 도시 농업 환경의 대안으로서 옥상 온실에 대한 많은 연구가 진행되고 있으나 한국에서는 건물과 온실의 결합에 대한 법과 규정이 없음
- 이전의 유럽 연구에서는 옥상 온실의 장점으로 농산물 생산, 여분의 열 에너지 사용, 비 저장 및 활용, 경계 및 감정적 활동 확보 등을 제안하였고 본 연구에서는 이러한 장점을 한국에 적용하는 방법을 찾는 것임
- 한국의 새로운 정책 체계를 수립하거나 기존 시스템을 수정하기 위해서는 보편적 이익의 증거가 필요하며 옥상 온실이 많은 시민들에게 보편적 이익을 제공할 수 있다는 개념을 제안함
- 또한 옥상에 온실을 설치함으로써 발생할 수 있는 안전, 소방, 경관 및 농업 생산자와의 갈등에 대한 해결책도 다루며 결국 옥상 온실의 긍정적 가치와 부정적 조건을 분석하고, 한국의 도시 농업에 대한 대안으로 옥상 온실을 제안함

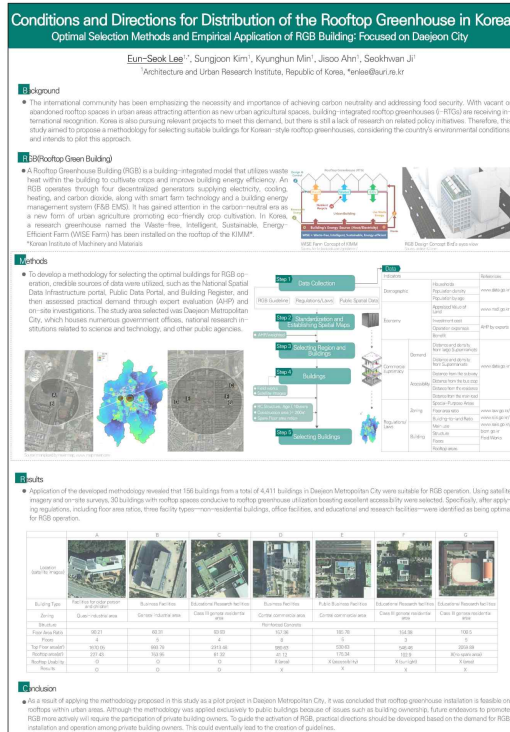
□ **#PS. #01-17. Conditions and Directions to Distribute the Rooftop Greenhouse in Korea: Identification of factors for active use of Korea's rooftop greenhouse through analyzing foreign exemplary cases 발표 및 토론**

• 일시 : 2023년 10월 23일 17:00

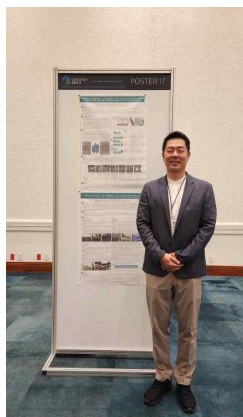
- 참석자 : 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 옥상온실 운영에 대한 4개의 사례를 분석함
- 각 대상 지역의 운영 모델을 조사한 결과, 캐나다의 Lufa Farms는 현지 생산자와 협력하고 이들과 소비자 간에 직접 계약을 맺어 주류생산자협동모형(CSA 모델)을 구축함
- 미국의 Gotham Greens는 장기 계약을 통해 소비자와 생산자를 직접 연결하여 슈퍼마켓과의 계약을 유지
- Bright Farms는 고정된 작물 가격을 통해 생산자와 소비자 간의 유통 시스템을 유지
- 캐나다의 혁신적인 지붕 온실인 Local Garden은 운영을 통한 수입 생성보다 기계 유지보수에 더 많은 비용을 지불하다가 파산함
- 한국의 옥상온실을 운영함에 있어서는 민간과 공공이 협력하여 별도의 운영거버넌스를 만드는 것이 필요



- 건축공간연구원 포스터 세션 발표 자료 (주 발표자 : (좌) 이은석 연구위원, (우) 민경훈 부연구위원)
출처: 연구진 작성

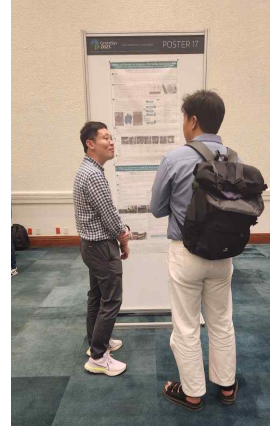
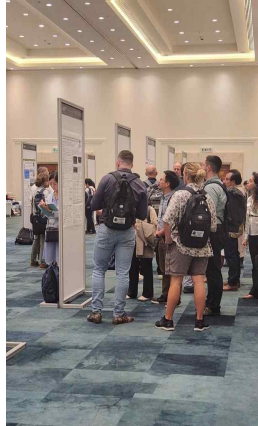


출처: 직접촬영

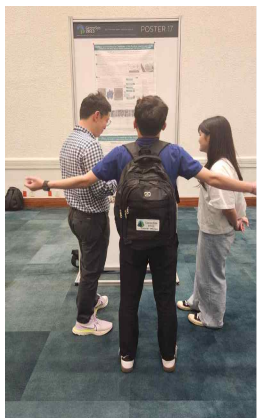


출처: 직접촬영

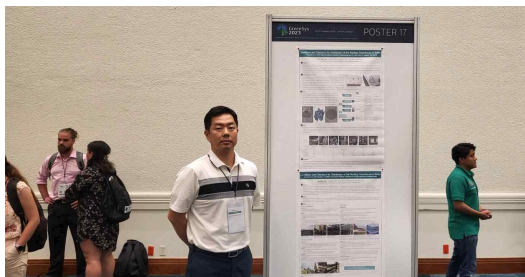




출처: 직접촬영

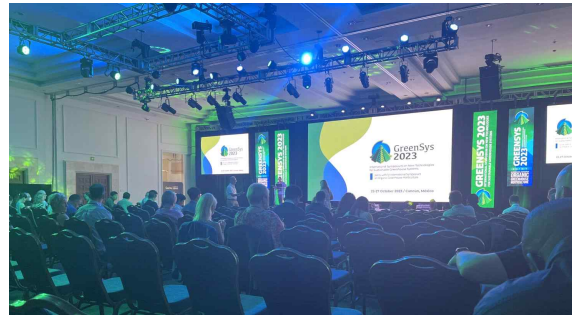


출처: 직접촬영



출처: 직접촬영

DAY 2 : 12개 ORAL SESSION 참석 및 토론, 2개 AURI POSTER SESSION 발표



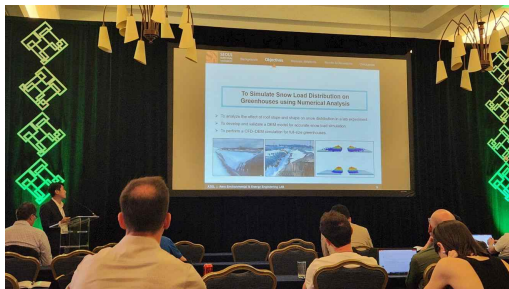
출처: 직접촬영

□ #1. The riddle of soil biological assessments in organic greenhouse horticulture 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 23일 10:00

- 참석자 : Beatrix Alsanius, Anna Karin Rosberg, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

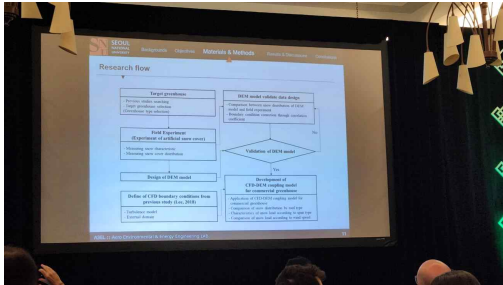
- 토양은 음식물 및 비음식물 작물의 생산을 위한 동적이고 생동적인 자원이며, 생태계 및 생태계 기능의 전역 균형에서 중요한 역할을 하는 기본 자료임
- 토양의 품질과 건강 상태는 농업 생태계의 지속가능성, 환경 품질 및 식물, 동물 및 인간의 건강을 나타내는 지표로 사용됨
- 토양 생물학적 요인뿐만 아니라 물리적, 화학적 및 생물학적 상호 작용뿐만 아니라 온도, 습도, 기후, 경영 관행과 같은 다른 외부 요인과 함께 고려되어야 함
- 유기농 온실 농업에서 토양 생물학적 상태와 과정을 기술하기 위해 다양한 방법이 사용될 수 있음
- 복잡한 상호작용의 본질을 이해하고 적절한 결론을 도출하기 위해서는 방법 선택, 수집 절차, 토양 생물학적 데이터의 분석 및 해석과 관련된 개념화 및 맥락화가 필요함
- 주로 스웨덴 및 유럽에서 진행된 다양한 유기농 온실 농업 프로젝트에서 나온 사례 소개

□ #2. Transforming Agriculture for a Changing Climate: Harnessing Precision Technologies and Controlled Environments to Enhance Food Security in Arid and Semi-arid zones 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 10:20

- 참석자 : Hicham Fatnassi, Rashyd Zaaboul, Ali El Battay, Jeetendra Prakash Aryal, Nazim Gruda, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 농업 분야의 여러 혁신 기술들은 기후 변화 대응과 빈곤 및 발전도상 국가의 소규모 농업인들의 생계를 개선할 수 있는 잠재력을 가진
- 정밀 농업, 통합 해충 관리, 보전 농업, 덮개 작물, 재생 에너지로 운영되는 농업과 같은 기술들은 투입 비용을 크게 줄이고 수확 생산성과 영양 가치를 증대시킬 수 있음
- 농업 분야의 이러한 혁신적인 방법들은 여성과 청소년에게 더 나은 일자리 기회를 제공할 뿐만 아니라 농업인과 취약한 커뮤니티 양측에 이로운 지속 가능한 복원력 있는 식량 시스템을 만들 수 있음
- 정밀 농업(Precision Agriculture, PA)은 고급 센서와 분석 도구를 사용하여 작물 생산을 최적화하고 경영 결정을 지원하는 기술로, 수확량 증대와 투입량을 줄이며 자원 효율성을 높일 수 있는 농업 방식
- 이는 이산화탄소 배출 저감과 자원절약, 정밀 농업 기술과 CEA(Controlled Environment Agriculture)의 적용을 통해 미래 기후 조건 하에서 지속 가능한 작물 생산을 위한 적응 전략임
- 본 연구는 기후 변화가 농업에 미치는 영향과 미래 기후 조건 하에서 지속 가능한 작물 생산을 위한 정밀 농업 기술과 CEA의 다양한 적응 전략을 분석한 것임
- 세계의 식량 보안에 미치는 기후 변화의 영향을 다루며, 특히 발전도상 국가의 건조한 지역에서의 영향에 중점을 두고 있음
- 온실 및 수직 재배 시스템과 같은 제어된 농업의 다양한 기술들이 극심한 기상 조건으로부터 작물을 보호하고 자원 사용을 줄이며 작물 수확량을 향상시킬 수 있음
- 정밀 농업 기술과 제어된 환경 농업의 적응 잠재력을 실현하기 위해 농업인들이 새로운 기술과 작물 생산 시스템을 도입하도록 장려하는 정책적인 변화가 필요
- 농업 생산성과 지속가능성을 높이기 위해 농부들에게 실시간 정보(토양 수분, 영양소 수준, 작물 건강 등)를 제공함으로써 데이터 기반 농업이 정밀 농업에서의 중요한 역할을 하게 됨

□ #3. Development, Correction, and Testing of a Semi-Open Chamber System for Gas Exchanges Measurement of Cucumber Seedlings 참석 및 토론

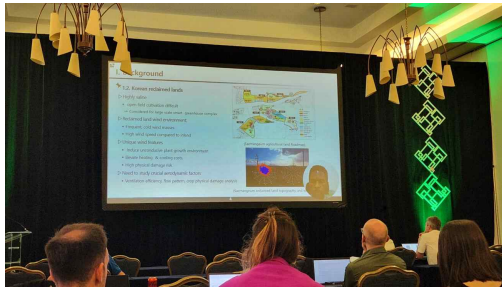
• 일시 : 2023년 10월 24일 10:40

- 참석자 : Yu Hyun Moon, Ui Jeong Woo, Ha Seon Sim, Tae Yeon Lee, Ha Rang Shin, Jung Su Jo, Sung Kyeom Kim, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 전체 작물의 순 CO₂ 흡수율은 수확량에 직접적인 영향을 미침
- 광합성 특성에 관한 대량의 데이터는 작물 상태의 페노타입화를 가능하게 하여 수확량을 향상시킬 수 있음
- 광합성 특성 데이터를 수집하는 데에는 시간 제약이 있고 탄소 흡수의 생화학적 한계에 대한 데이터 수집을

위해서는 안정된 상태와 불안정한 상태에서 CO2 농도의 즉각적인 광합성율 측정이 필요함



출처: 직접촬영

- 본 연구는 전체 수초의 가스 교환율을 위한 반개방식 챔버 시스템을 개발하였으며, 안정된 상태 및 불안정한 상태에서의 측정 기술을 사용하여 생화학적 광합성 데이터를 수집 분석함

- 챔버 부피에 의한 측정 오류를 수정하는 과정에서, 참조 및 샘플 CO2 농도의 변화 및 누출 속도와 관련된 세 가지 요인에 의한 측정 총 오류가 확인됨

- 이 측정 방법은 안정된 상태 및 불안정한 상태에서의

FvCB 모델 파라미터 및 광합성율의 추정 값 비교를 통해 평가되었고 총 오류는 10%를 초과하지 않았음

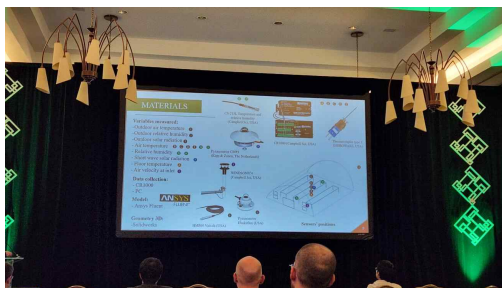
- 안정된 상태 및 불안정한 상태에서의 FvCB 모델의 제공 평균 제공 오차는 각각 0.48 및 0.64로 나타남

□ #4. Cultivar selection of mizuna for optimal space station performance 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 11:00

- 참석자 : Ethan Darby, Sarah Parker, Kellie Walters, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 현대 CEA 기술에서 제공하는 환경 조건의 정밀한 제어에도 불구하고, 원예 및 영양적 특성의 표현을 최적화하기 위해 식물 유전자형이 중요

- 환경 조건이 덜 유연한 경우, 예를 들어 국제 우주 정거장 (ISS) 및 기타 우주 여정에서의 경우에는 더욱 중요

- Brassica rapa var. nipposinica(미즈나)는 우주 비행사 식사의 한계를 보완하기 위한 잎채소임

- 미즈나가 우주 정거장의 고정된 환경 조건, 특히 이산화탄소의 과도한 농도에 어떻게 반응하는지는 알려져 있지 않음

- 우주 정거장의 환경에 대한 응답에서 더 많은 품종 간(미즈나 - 머스터드) 또는 품종 내 (미즈나 - 미즈나) 차이가 있는지 여부도 불분명함

- 본 연구는 어떤 품종이 더 나은 유전자형을 제공하는 지를 빛 최적화 연구를 통해 결정하는 것임

- 미즈나를 포함한 12개의 미나리 품종을 포함한 머스터드 그린 22개 품종이 ISS와 유사한 조건에서 재배되어 가장 높은 수확량과 영양 농도를 제공하는지를 살펴봄

- 식물은 31일 동안 재배되었고, 수확되어 빠르게 동결시켰는데 동결 전에 형태학적 질량 데이터가 수집되었음

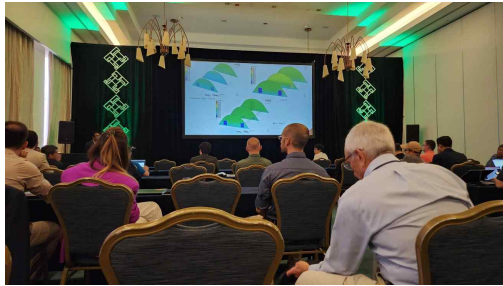
- 결과적으로 '그린 아마라' (B. carinata)가 가장 좋은 전반적인 영양소 프로필을 제공하고, '하이브리드 레드' 미즈나는 더 완전한 식이 보충제를 위한 보완 프로필을 제공함

□ #5. Modeling and Optimization of Ultraviolet LED Nutrient Solution Sterilization Module 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 11:20

- 참석자 : Kun Li, Ruifeng Cheng, Haochun Ke, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

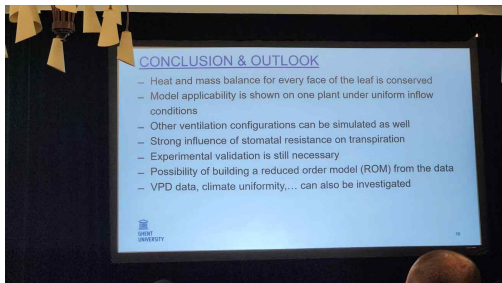
- 자외선 LED 영양액 살균 (UV-NSS) 모듈의 자외선 복사 분포에 대한 구조적 매개 변수의 영향을 밝히고 최적화하기 위해 광학 공학 소프트웨어 Tracepro를 사용한 연구를 진행
- 모듈에서 튜브의 내경, 튜브 벽의 두께, 튜브-램프 간격 및 빛 막대의 내부 표면의 양방향 반사 분포 함수 (BRDF)가 매개 변수 요인이며, 유효 자외선 복사율 (EURR)과 복사 간격(ID)이 응답 변수
- UV-NSS 모듈 모델이 내경 28mm, 튜브 벽 두께 2mm, 튜브-램프 간격 4mm 및 BRDF 0을 가질 때 EURR은 12.14%, ID는 0.3206이며, 자외선 조사량과 측정값의 차이는 3.68%로 매우 작음
- EURR을 최대화하고 ID를 최소화하는 목표를 가지고 실제 상황을 고려하여 응답 표면 방법을 사용하여 매개 변수 요소의 최적 조합으로 튜브의 내경은 50mm, 튜브 벽 두께는 3mm, 튜브-램프 간격은 0.6mm, BRDF는 0.55임

□ #6. Comprehensive CFD model to analyze potential Mexican greenhouse horticulture zones 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 11:40

- 참석자 : Jorge Flores, C. Ernesto Aguilar, Edwin Villagran, Abraham Rojano, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 멕시코는 농산물의 고품질 생산을 증가시키고 시장에서 연중 공급하기 위한 전략적 정부 정책 결과로써 작물 생산을 크게 증가시킴
- 온실에서의 작물 생산은 작물 관리 및 환경의 적절한 관리에 대한 지식이 필요함
- 지역 자연 자원의 이용 가능성을 알아야만 온실을 유리한 농산물 생산 시스템으로 만들 수 있음

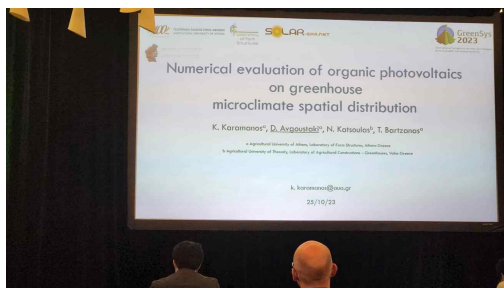
- 멕시코의 여러 지역에서는 겨울이나 여름에 온도 변화가 10도 미만이고 고 복사량을 가진 온화한 기후로 원예 생산을 위한 유리한 기후 조건임
- 국가 지리적 조건으로 인해 날씨 조건의 큰 변동성을 처리할 수 있는 저비용 기술 온실을 위해 생산 비용은 지역마다 난방 및/또는 냉방에 따라 다양한 양상을 보임
- 본 연구는 계산 유체 역학(CFD)에서 파생된 수치 결과를 사용하여 전형적인 온실을 관찰하는 것임
- 이 조사는 교회 교차보기 모양의 온실에 중점을 두고 내부 환경을 고려하여 공기 온도를 분석함
- 이러한 유형의 온실은 멕시코의 여러 지역에서 자주 볼 수 있으므로 이 연구에서는 날씨 조건의 영향을 평가하고 에너지 효율성 평가를 통해 이에 미치는 영향을 밝혀냄
- 시뮬레이션 결과로 도출된 이러한 정보들은 작물 주기의 계획 및 관리에 유용한 정보를 제공할 수 있으며, 현지 기후 요인을 고려하여 더 나은 파종 일정, 기계 조건 및 온실을 위한 부수적 시스템을 마련할 수 있음

□ #7. Vinblastine production of *Catharanthus roseus* in the plant factory using artificial lighting 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 12:00

- 참석자 : Taro Fukuyama, Tatsuki Hanyu, Shun Ishizu, Rio Saito, Keiko Ohashi-Kaneko, 이은석 연구위원, 김성준-민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 이 연구에서는 항암제 제조에 사용되는 물질인 비나블라스틴을 생산하기 위한 *Catharanthus roseus*(로즈페라)의 식물 공장에서의 적합한 재배 방법을 제안함
- *C. roseus*의 생체량은 28일 동안 단색적인 적광에 노출된 식물의 경우 파란색 빛을 포함한 빛에 노출된 식물보다 더 높았음
- 비나블라스틴 전구체 농도는 다양한 빛 조건 하에서 재배된 식물들 간에 차이가 없음
- 여러 빛 조건 중에서도 단색적인 적광이 *C. roseus* 재배에 우수한 것으로 입증됨
- 28일 동안 단색적인 적광 하에서 재배된 식물은 잎이 자라기 전에 최대한 UV-A(자외선 A) 빛에 노출된 경우 최대한 많은 양의 비나블라스틴을 축적함
- 비나블라스틴이 잎에서 축적되기 위한 효과적인 UV-A 파장과 강도는 각각 385 nm 및 25 W m⁻²임
- 비나블라스틴 생산을 위한 *C. roseus*의 가장 적합한 재배 방법은 식물이 잎 사이의 상호 차단이 발생하기 전에 단색적인 적광 하에서 재배한 다음 385 nm의 UV-A 빛을 25 W m⁻²의 강도로 5일 동안 조사하는 것임

□ #8. Autonomous greenhouse and crop control in cucumber 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 12:20

- 참석자 : Anja Dieleman, Anna Petropoulou, Ilias Tsafaras, Monique Bijlaard, Anne Elings, Feije De Zwart, Bart van Marrewijk, Guido Jansen, Selwin Hageraats, Georgios Ntakos, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 현재 원예 분야는 여러 가지 도전에 직면하고 있는데 그중 하나는 생산 시스템의 모든 측면을 감독할 수 있는 충분히 자격을 갖춘 직원의 제한된 가용성임
- 다른 요소로는 전기, 천연 가스, 이산화탄소 및 비료와 같은 자원 증가 비용임
- 생산 시스템의 복잡성이 증가하면서 보다 데이터 중심의 접근 방식으로 나아가야 하며 AGROS 공공-민간 파트너십 프로젝트에서는 '자율 온실'을 실현하기 위해 노력하고 있음
- 이 프로젝트에서는 인공지능을 통해 원격으로 제어되는 재배 시스템을 구현하고 있으며, 이를 위해 필수적인 작물 속성을 측정하는 지능형 센서를 활용함
- 센서는 생산 관리를 지원하기 위해 작물 속성에 대한 정보를 제공함
- AGROS 프로젝트에서는 자율적으로 제어되는 오이 재배를 실현하기 위한 기본 구성 요소를 연구함
- 작물 관리와 기후 제어를 위해 필수적인 식물과 센서를 선정하여 테스트함
- 아직 자동으로 측정할 수 없는 식물 잎의 신생 수와 같은 특성에 대한 시각 기술도 개발되어 테스트함
- 자율 제어를 위해 두 가지 접근 방식이 선택되었는데 첫 번째는 '디지털 트윈'으로, 이는 오이 온실과 작물을 기반으로 한 가상 표현임
- 두 번째 접근 방식은 '강화 학습'으로, 이는 오이 재배의 순이익을 기준으로 원하는 행동을 보상하는 기계 학습 교육 방법임
- 향후 몇 달 동안 이러한 제어의 결과와 배운 점을 계속 모니터링할 계획임

□ #9. Utility-Purpose Small Robots for Farmers: A Case Study on Harvesting Apples 참석 및 토론

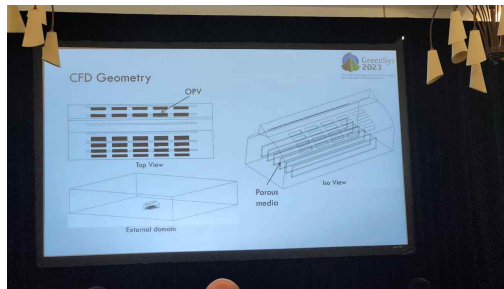
• 일시 : 2023년 10월 24일 12:40

- 참석자 : Ryota Sakata, Takayuki Tsukamoto, Keita Yoshinaga, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 농업 산업은 특히 사과 농업에서 수확과 과일 운반과 같은 작업에 노동 인력 부족 문제에 직면함

- 이 문제를 해결하기 위해 소형 다용도 로봇이 개발되었고 이 크롤러 유형의 로봇은 울퉁불퉁한 지형과 경사를 탐색할 수 있도록 설계되었으며, 자율 주행 능력을 갖추기 위해 LiDAR 감지 장치가 장착되어 있음
- 본 연구에서는 이 로봇이 사과를 운반하는 능력을 테스트했고, 결과적으로 이 로봇은 1.4 km의 총 이동 거리에서 수확한 사과 297.5 kg을 운반할 수 있었으며 이는 두 명의 인간 노동자의 작업에 해당함
- 이러한 결과는 이 로봇의 사용이 사과 농업 산업에서 노동 인력을 상당히 절약할 수 있음을 시사함



출처: 직접촬영

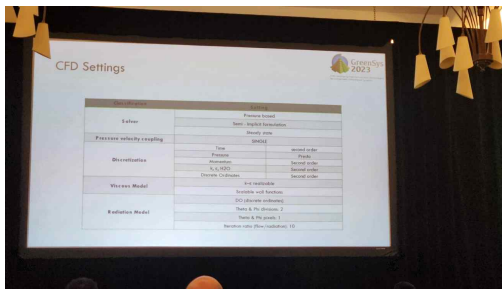
- 로봇의 수를 늘리고 사용을 최적화함으로써 사과 농업인은 노동 비용을 줄이고 생산성을 높일 수 있음
- 결론적으로, 이 소형 다용도 로봇은 농업 산업이 직면한 노동 인력 부족 문제에 대한 실용적인 해결책을 제시할 뿐 아니라 노동 비용을 낮추고 노동자의 안전을 향상시킴

□ #10. Seedling Vigor and Germination Rate of Lettuce Cultivars Quantified Using a Simple and Automated Imaging Technique 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 15:00

- 참석자 : Mark Iradukunda, Marc W. van Iersel†, Rhuanito S. Ferrarezi, 이은석 연구위원, 김성준-민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 좋은 품질의 씨앗을 정확하게 평가하는 것은 중요하지만 대부분의 씨앗 평가 방법은 느리고 파괴적이며 특수 기술이 필요함
- 일부 상용화된 컴퓨터 기반 도구들도 있지만, 비용이 비싸기 때문에 본 연구에서는 비침입적이고 빠르며 저렴한 이미지 분석 기술을 사용하여 발아율, 유사한 씨앗 크기를 갖는 식물들의 균일성, 발아 시간의 유사성, 그리고 식물 성장 속도를 정량화 할 수 있는 방법을 찾음
- 아황화염화합물 형광 이미징 (장판에 닫힌 어두운 텐트에 장착된 단파 통과 필터 및 푸른 빛 LED로 구성된 단일파색 카메라를 사용)을 이용하여 9개의 상추(Lactuca sativa) 품종을 흙 없는 셀 트레이에 심었고, 성장 챔버에 보관함
- 씨앗 발아 이미지는 일주일에 세 번, 두 주 동안 촬영되었고, Python 코드를 사용하여 이미지를 다운로드하고 분석함
- 본 방법은 간단하고 경제적이며 자동화된 이미지 기술이 씨앗 집단, 발아 및 씨앗 식물 활기를 평가하는 데 도움이 될 수 있음을 보여줌

□ #11. The impact of automation and digitalization on management and labor in greenhouse operations in German horticulture – a mixed methods investigation 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 15:20

- 참석자 : Kai Sparke, Mira Lehberger, Sam Schroder, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 노동자의 기술 부족, 에너지 가격 상승, 또는 구조적 변화는 독일 원예사업의 문제이며 기술적 혁신은 이러한 문제들을 해결하는 데 기여할 수 있음
- 본 연구는 원예 관리자와 직원 모두에게 초점을 맞추고 디지털화와 자동화가 그들과 그들의 업무에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 연구함

- 질적 및 양적 경험에 기반한 혼합 방법론 설계 접근 방식으로 PRISMA 방법을 사용하여 체계적인 문헌 검토 (SLR)를 실시함
- SLR의 결과에 따르면 디지털화와 자동화는 원예 직원에게 다음과 같은 다섯 가지 중요한 측면에서 영향을 미침: (i) 수행해야 하는 작업의 양 및 (ii) 유형, 그들이 수행하는 (iii) 건강 및 (iv) 소득 그리고 (v) 직업에 필요한 기술.
- 2021년에는 독일의 원예 회사들에서 그린하우스 생산과 관련된 8명의 관리자와 15명의 직원을 대상으로 질적 현장 연구를 실시함
- 2023년 봄에는 두 그룹의 참여자를 대상으로하는 양적 온라인 설문 조사를 통해 기술적 혁신의 원예 작업에 미치는 이점과 방해 요인을 탐색할 예정임

□ #12. Navigation of a Differential Robot for Transporting Tasks in Mediterranean Greenhouses 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 24일 15:40

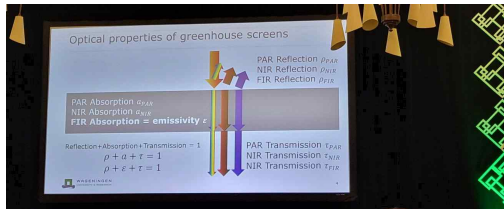
- 참석자 : Jorge Antonio Sanchez Molina, Angel Lopez-Gazquez, Francisco Jose Manas-Alvarez, Jose Carlos Moreno Ubeda, Fernando Canadas, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 농업은 사회의 인구 증가를 지속시키는 데 중요한 역할을 하며, 동물과 인간 영양에 중요한 역할을 함
- 농업의 지속 가능성을 추구함에 있어서 자동화 및 특히 로봇화는 최적의 문제 해결 도구가 될 수 있음
- 온실 내의 정밀 농업은 수량과 품질 생산을 최적화하고 이익을 극대화할 수 있게 함
- 세계 온실 면적의 92%가 지중해 지역 형태의 온실로 사용되고 있으며 온실에서 수행되는 많은 작업이 있지만

로봇을 사용하여 수행할 수 있는 작업이 모두 가능한 것은 아님

- 가장 일반적인 작업 중 하나는 운송으로 본 연구에서는 농업 협력 로봇 내부의 IoT (AGRICOBOT) 프로젝트의 결과를 도출하였음



출처: 직접촬영

- AGRICOBOT I 로봇은 온실 내에서 수확한 과일, 도구 등을 운송하기 위한 다기능 로봇 플릿의 일부로 일반 상용 모바일 플랫폼을 기반으로 설계되었음
- 이 연구는 이 로봇의 세부 사항을 설명하고, 스페인 남부 알메리아에 위치한 온실의 3D 모델을 사용하여 Gazebo에서 그 작동을 검증한 것임

□ #PS. #02-28. Conditions and Directions to Distribute the Rooftop Greenhouse in Korea : Directions for Establishing Korean Rooftop Greenhouse Guideline through Investigating advanced overseas cases 발표 및 토론

- 일시 : 2023년 10월 24일 17:00

- 참석자 : 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 옥상온실가이드라인에 대한 국외사례 분석 결과 제시
- 첫 번째 유형은 국가가 주도적으로 가이드라인을 작성한 경우로 가이드라인은 관련 법령을 기반으로 설치, 운영 및 허가를 진행
- 두 번째 유형은 관련 기관들이 공동으로 제시한 경우로 연구 기관들은 옥상 온실의 장점을 홍보하고 옥상 온실 운영의 안정된 측면을 도입하여 비즈니스 및 재정 계획과 같은 안정된 온실 운영을 촉진하고 이익을 확대하기 위해 가이드라인을 작성함
- 한국의 옥상 온실 가이드라인은 해당 목표, 대상, 관련 법령, 행정 절차 및 한국 맥락을 반영하며 관련 전문가들과 지속적으로 논의되어야 합니다.

□ #PS. #02-28. Conditions and Directions to Distribute the Rooftop Greenhouse in Korea : Propose for Korean RGB(Rooftop Greenhouse Building) Operation Models 발표 및 토론

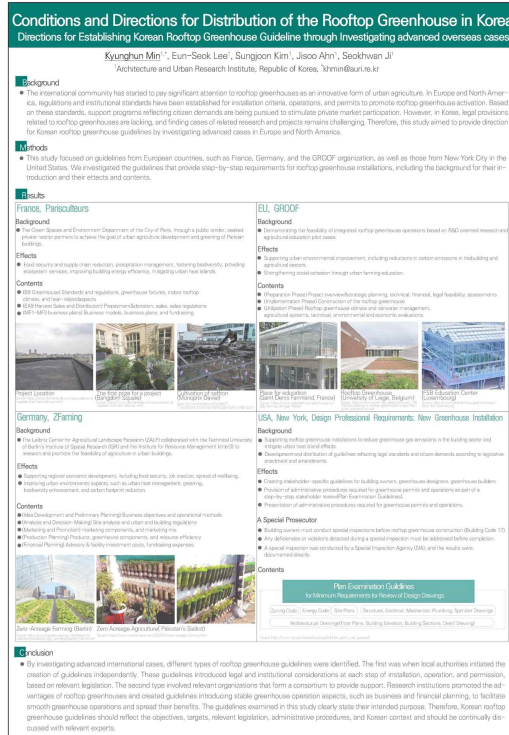
- 일시 : 2023년 10월 24일 17:00

- 참석자 : 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

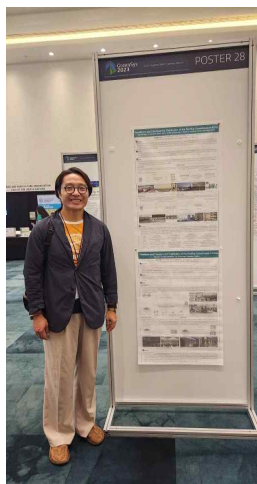
• 주요 내용

- 이 연구에서 제안된 세 가지 운영 모델은 온실 운영 목표가 각각 다르지만 모두 경쟁력을 향상시키기 위해 생산에서 소비자까지의 유통 사슬을 최소화하는 공통 목표를 공유함

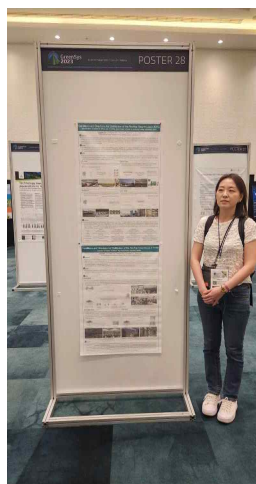
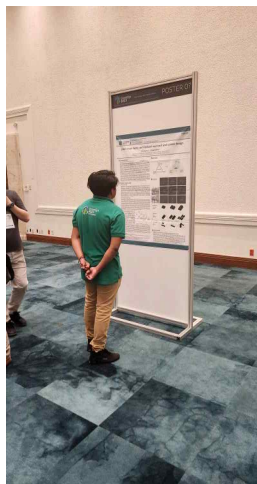
- 개별 모델은 온실 운영자가 다양한 활동을 조율하여 추가 수입을 창출하는 데 최적화되었으며, 공공 모델은 수입 창출보다는 사회 참여와 통합에 중점을 둔 운영
- 개인 및 공공 협력이 포함된 반-공공 모델을 활성화하기 위해서는 건물 소유자의 적극적인 참여를 필요로 하는 인센티브, 지원 체계 및 활발한 참여가 필요함



- 건축공간연구원 포스터 세션 발표자료 (주 발표자 : (좌) 김성준 부연구위원, (우) 안지수 연구원)
 출처: 연구진 작성



출처: 직접촬영

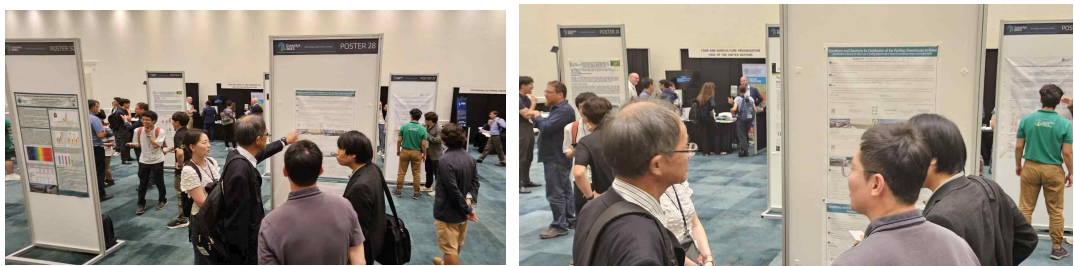




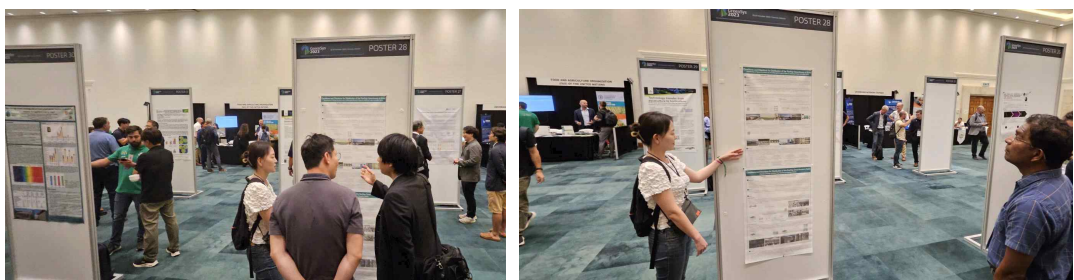
출처: 직접촬영



출처: 직접촬영

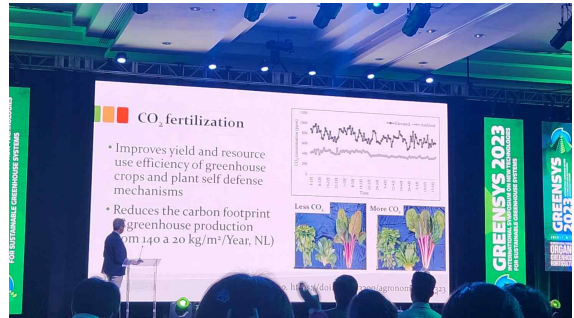
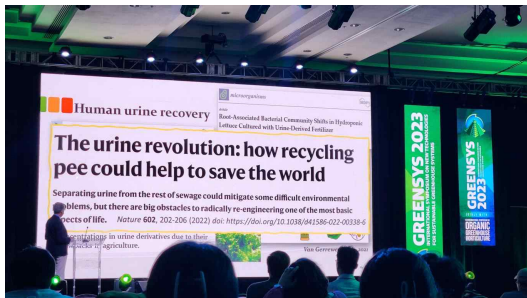
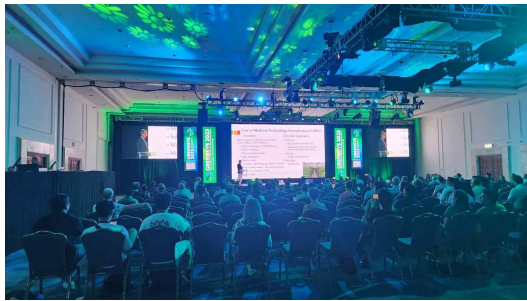


출처: 직접촬영



출처: 직접촬영

DAY 3 : 7개 ORAL SESSION 참석 및 토론



출처: 직접촬영

□ #1. Diversifying the application of CFD technology on Greenhouse R&D 참석 및 토론

- 일시 : 2023년 10월 25일 10:00
 - 참석자 : In bok lee, 이은석 연구위원, 김성준-민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자
- 주요 내용



출처: 직접촬영

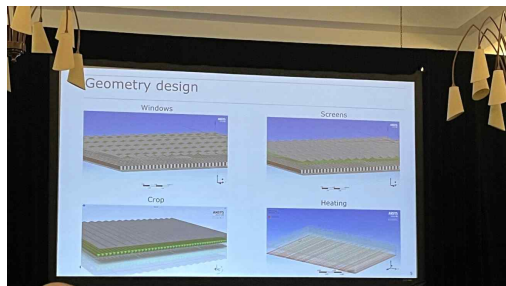
- 1960년대에 첫 번째 CFD (Computational Fluid Dynamics) 프로그램이 개발되었으나 당시 컴퓨터 자원이 제한적이었기 때문에 CFD는 매우 제한적으로 사용되었음
- 1980년대에 상용 CFD 코드가 등장하면서 주로 항공, 자동차 및 핵 분야로 응용 범위가 확대됨
- CFD가 1980년대에 첫 번째로 온실 연구에서 사용된 이후로, 이는 농업 분야뿐만 아니라 통풍, 구조 설계, 환경 제어, 식물 생리학, 에너지 등과 같은 다양한 연구를 위해 온실 연구에서도 널리 사용되고 있음
- CFD 프로그램과 관련 이론의 발전과 함께 컴퓨터의 발전에 따라 계산 시간이 크게 단축되었고 CFD 계산의 정확도가 크게 향상됨
- 연구 목적에 따라 상용 CFD뿐만 아니라 무료 라이선스의 오픈-CFD도 다양한 방법으로 활용됨
- 최근에는 큰 데이터 분석을 통해 알고리즘을 개발하고 이를 모듈화한 다음 CFD 주요 모듈에 통합하여 CFD 계산 결과의 신뢰성을 크게 향상시키려는 시도가 이루어지고 있음

□ #2. Evaluating possibilities to create homogeneous greenhouse climate at night time through 3D climate simulations 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 25일 10:40

- 참석자 : Ilias Tsafaras, Silke Hemming, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등
토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 온실 기후는 일반적으로 상당한 크기의 온실 영역을 대표하는 측정 상자에 의해 기록된 기후 데이터를 기반으로 제어됨
- 온실 기후는 수평적으로나 수직적으로 한 지점에서 다른 지점으로 상당한 변동을 보일 수 있음
- 정밀한 기후 제어는 온실 온도와 습도의 공간적 변화를 고려해야 함
- 온실 기후 분포는 CFD(Computational Fluid Dynamics) 기술을 사용하여 연구하고 시각화할 수 있음
- 유효한 3차원 온실 모델을 사용하여 에너지 절약 스크린의 사용, 스크린 갭 적용, 스크린 팬의 사용 및 온실을 작은 구획으로 나누는 수직 스크린 또는 필름의 효과 등을 시뮬레이션하여 온실 기후의 균일성에 미치는 영향을 모의 실험하였음
- 시뮬레이션 결과에 따르면 온실을 작은 구획으로 나누기 위해 수직 스크린을 사용하면 온실 내 가장 차가운 지점과 가장 따뜻한 지점 간의 차이 및 작물 높이에서 온실의 길이와 너비에 걸쳐 온도와 습도 변화 측면에서 기후의 이질성을 최대 50%까지 줄일 수 있음
- 이러한 스크린의 방향은 외부 풍향과 함께 고려되어야 하며 스크린 위에 작은 간격과 스크린 팬도 온실 기후의 균일성을 최대 40%까지 향상시킬 수 있음

□ #3. CFD model design optimization and verification in large-scale Venlo greenhouse complex for tomato cultivation 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 25일 11:00

- 참석자 : Anthony Kintu, IlHwan Seo, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론
참가자

• 주요 내용

- 온실 재배는 기후 변화와 식량 불안정성에 대응하기 위한 효과적인 방법으로 부각되고 있음
- 효율적인 온실 재배를 방해하는 주요 문제로는 소규모 생산과 에너지 효율이 있음
- 상용화 전에 작물 성장과 에너지 효율과 공기 역학적 요인에 대한 사전 연구를 수행해야 하므로 실험용 대규모



출처: 직접촬영

모 구조물을 건설하는 것은 경제적이지 않음

- CFD(Computational Fluid Dynamics) 모델링과 시뮬레이션은 이러한 사전 연구를 수행하는 대안으로 대규모 CFD 모델은 계산 격자 셀의 큰 볼륨으로 인한 계산 능력의 제한과 함께 현장 데이터 획득과 관련된 어려움으로 인해 모델 검증이 불가능함

- 여러 온실과 동시에 대기 조건을 갖춘 대규모 CFD 모

델을 시뮬레이션하는 것은 어려움

- 본 연구의 주요 목표는 건설 전에 얻기 어려운 현장 데이터를 사용하지 않고 대규모 Venlo 온실 복합체를 위한 CFD 모델 설계 최적화 및 검증 지침을 개발하는 것임
- 모델 설계 최적화 및 정확성 검증은 개선된 격자 독립성 테스트(GIT) 및 벽 Y+ 방법을 사용하여 2ha 모델 온실의 2D 반복 시뮬레이션에서 구현되었음

□ #4. Ventilation Rate Prediction for Naturally Ventilated Greenhouses using CFD Driven Machine Learning Model 참석 및 토론

- 일시 : 2023년 10월 25일 11:40

- 참석자 : Hyo-Hyeog Jeong, In-bok Lee, Jeong-hwa Cho, Young-bae Choi, Sol-moe Kang, Da-In Kim, 이은석 연구위원, 김성준-민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

- 주요 내용



출처: 직접촬영

- 한국은 농지는 감소하지만 안정적인 작물 생산을 위한 수요 증가로 인해 온실 면적이 늘어나고 있음
- 높은 생산성을 유지하기 위해 온실 내부의 기온, 습도 및 이산화탄소와 같은 공기 환경을 적절하게 유지해야 하며 특히, 적절한 자연 환기는 추가 에너지를 소비하지 않으면서 적절한 내부 공기 환경을 유지하는 효과적이고 경제적인 방법임

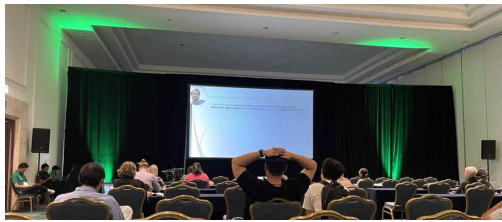
- 계산 유체 역학(CFD) 기술은 자연 환기의 정량적 분석과 예측에 활용되고 있음
- CFD 모델링에는 상당한 계산 시간이 필요하기 때문에 한정된 시뮬레이션만 가능한 반면에 기계 학습(ML) 모델을 기반으로 한 기술은 비교적 짧은 계산 시간이 소요되지만 교육 데이터셋을 구축하는 데 상당한 노력이 필요함
- 본 연구의 목적은 온실의 작물 그룹에서 각 영역별로 자연 환기 비율을 예측하기 위한 ML 모델을 개발하고 CFD 계산 결과를 교육 데이터셋으로 활용하는 것임
- CFD 시뮬레이션은 외부 풍향과 풍속, 그리고 창문 개방 조건을 고려하여 수행되었는데 온실의 27개 영역에 대해 추적 가스 감소(TGD) 방법으로 환기 비율을 계산함

□ #5. Recirculating the air from the attic as a pre-renovation control strategy in a greenhouse-type solar dryer 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 25일 12:20

- 참석자 : Jose Olaf Valencia Islas, Murat Kacira, Irineo Lorenzo Lopez Cruz, Gene Giacomelli, Agustin Ruiz Garcia, Peiwen Li, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용



출처: 직접촬영

- 온실 내부의 자연 대류로 인해 공기 밀도의 차이가 발생하여 더 따뜻하고 밀도가 낮은 공기가 내부 체적에서 위로 이동하고 가장 차가운 밀도가 높은 공기가 바닥 쪽으로 이동함
- 온실형 태양 건조기에서는 공기 온도가 물로 포화되어 공기가 배출되기 전까지 자연 대류가 주된 현상임
- 대부분의 시설은 자연 대류와 온실 덮개의 가열로 인해 직 온도 계층화를 활용하지 않고 있음
- 본 연구에서는 공기 배출 전에 온실 다락에 있는 공기를 순환시켜 내부 공기 균일도 향상시키고 공기 이동을 증가시키며 건조에 더 나은 환경을 제공하기 위한 전략을 검토함
- 온실 내부의 공기 움직임은 ANSYS-Fluent를 이용하여 시뮬레이션하였음
- 다락에 공기 흡입 위치와 건조 테이블 아래에 공급 위치를 결정하기 위해 두 가지 다른 전략이 시험되었으며, 최상의 결과는 온실 뒷부분에서 공기를 흡입하고 그것을 건조 벤치 아래의 세 가지 다른 줄에 순환시키는 것이었음
- 온실과 건조해야 하는 각 제품의 요구에 따라 순환 시스템의 프로토타입을 제안할 수 있음

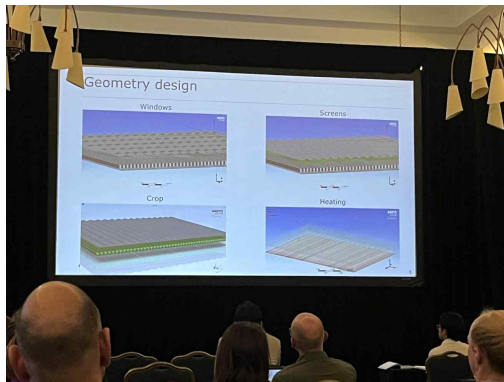
□ #6. Analysing the Local Climate in a Plant Factory in CFD by Simulating the Heat and Mass Transfer of the Plants using a Realistic Plant Model 참석 및 토론

• 일시 : 2023년 10월 25일 15:00

- 참석자 : Wito Plas, Michel De Paepe, Toon Demeester, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

• 주요 내용

- 기후 제어는 수직 농장이나 온실에서 최적의 식물 성장을 달성하는 데 있어서 중요한 요소임
- 계산 유체 역학(CFD)은 원하는 기후 조건을 시뮬레이션하는 데 유용한 도구로, 여러 가지 환기 방법을 비교할 수 있게 해줌
- 이전 연구에서는 식물을 다공성 영역으로 나타내고 에너지와 증발에 대한 전달 방정식에 추가 소스 항을 포함시켜 모델링하였음



출처: 직접촬영

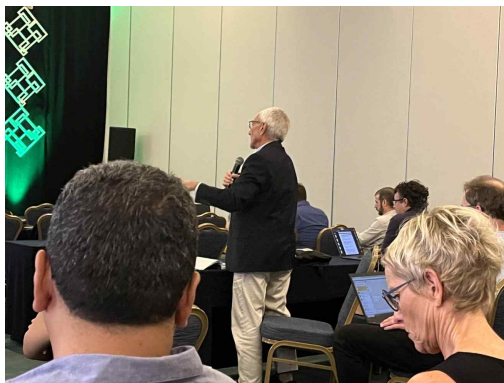
- 본 연구에서는 더 현실적인 접근 방법을 도입하여 온실 모델 내부에 있는 다양한 잎과 같은 현실적인 식물 기하학을 포함하였음
- 식물의 열 및 물질 전달은 잎 경계에서 정확하게 고려되어 식물 덮개 전체에 걸쳐 온도와 습도를 현실적으로 표현함
- 이 모델은 식물 공장과 유사한 환경에서 재배된 바질의 실험 데이터를 사용하여 유효성을 검증하였음
- 연구 결과 밤에는 왼쪽에서 오른쪽으로 증발 그라디언트가 나타나고, 낮에는 위에서 아래로 증발 패턴이 나타난 것을 보여주었음

□ #7. Numerical evaluation of organic photovoltaics on greenhouse microclimate spatial distribution 참석 및 토론

- 일시 : 2023년 10월 25일 15:40

- 참석자 : Konstantinos Karamanos, Dafni D. Avgostaki, Nikolaos Katsoulas, Thomas Bartzanas, 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 등 토론 참가자

- 주요 내용



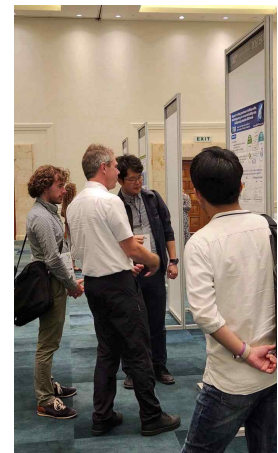
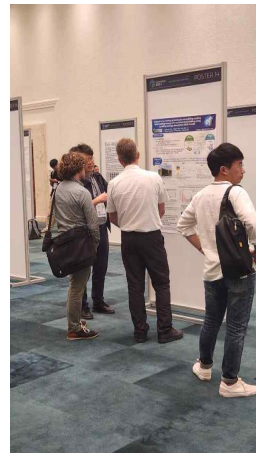
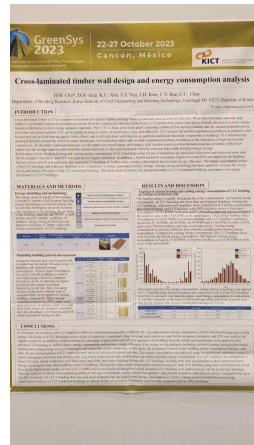
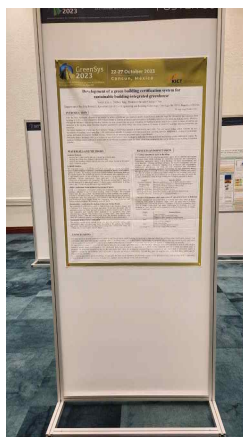
출처: 직접촬영

사용을 기반으로 하는 원예 산업(온실/유리 온실)이므로 재생 에너지원의 사용은 집중적 농업 생산 시스템의 지속 가능성을 위해 필수적임

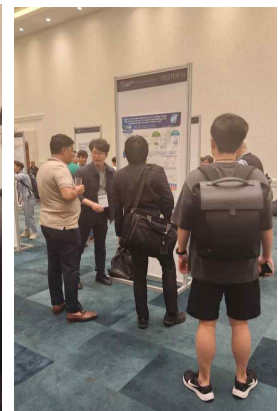
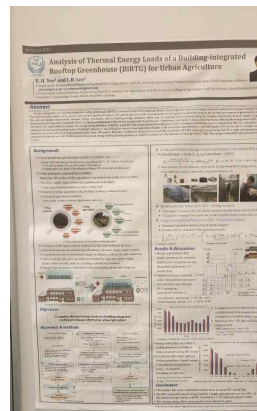
- 유럽 그린 딜(European Green Deal)은 자원의 효율적인 사용을 촉진하기 위한 로드맵을 제공하며, 깨끗하고 원형 경제로 전환하여 기후 변화를 막고 생물 다양성 상실을 되돌리고 오염을 줄이는 조치를 제시함
- 농업 분야에서 화석 연료 사용은 부정적인 영향을 미치고 있으며, 이는 온실 가스 (GHG) 배출의 주요 원인 중 하나로 전환되어 글로벌 기후 변화와 식량 안보를 위협하고 있음
- 농업의 에너지 소비가 많은 부분 중 하나는 화석 연료 사용을 기반으로 하는 원예 산업(온실/유리 온실)이므로 재생 에너지원의 사용은 집중적 농업 생산 시스템의 지속 가능성을 위해 필수적임
- 유기 태양 전지 (OPV)는 독특한 투명성, 유연성, 특히 맞춤형 가능성 (색상 및 모양) 및 통합 가능성과 같은 특성을 제공하는 신흥 태양 전력 기술로, 고전적인 태양 전지 기술로 해결할 수 없는 다양한 응용 분야를 대상으로 함
- 본 연구의 목표는 온실 구조물의 지붕에 통합된 다양한 매개 변수 (기후 조건, 온실 유형, OPV 구조 사양, 작물)에 대한 OPV의 미기후 공간 분포의 수치적 (CFD) 평가임
- 수치 모델은 중부 그리스에 위치한 160m² 플라스틱 실험용 온실을 대상으로 개발되었으며 상용 CFD 소프트웨어 (ANSYS FLUENT 19.2)를 사용함

□ #8. R&D 타기관 POSTER SESSION 참석 및 토론

- 일시 : 2023년 10월 25일 16:00
 - 참석자 : 이은석 연구위원, 김성준·민경훈 부연구위원, 안지수 연구원 외 기타 기관 토론 참가자
- 주요 내용
 - 세부 기관별 옥상온실 포스터 세션 참석 및 토론



출처: 직접촬영



출처: 직접촬영

2. 출장 성과 및 시사점 요약

- 지속가능한 온실시스템을 위한 신기술 및 도시에서의 옥상온실 관련된 세계 최정상급 인사와 발표를 통해 관련 분야의 다양한 최신 정보와 자료를 수집하고 지역별 정책 및 연구 동향, 경험과 방법론에 대한 정보 습득
 - 온실가스 감축과 기후위기와 함께 식량안보 차원에서 도시농업은 중요한 화두임
 - 도시농업을 활성화 하기 위해서는 부족한 대지를 활용하는 기술이 필수적이며 이것이 기존 지가가 높은 도심에 옥상을 활용한 온실을 구축하는 것임
 - 단순한 온실이 아닌 건물과 통합하여 에너지 발생 및 탄소배출, 원예 재배를 활용한 생산이라는 전체 순환 시스템을 구축하기 위해 국가 R&D과제를 수행중이며 지난 2년간의 성과를 각국 전문가들과 공유하고 토론하는 자리를 갖는 계기가 되었음
 - 옥상온실을 국가가 주도하는 R&D로써 건축적 관점에서 바라보는 것에 많은 전문가들이 관심을 갖게 되었으며 이를 운영하기 위한 농업 관련한 신기술, 로봇틱스 등의 관점에서도 많은 정보를 얻을 수 있었음
- R&D 연구 성과와 정책 현안의 공유를 통해 기관 차원의 대외적 인지도와 역량 강화
 - 국가차원 뿐 아니라 정부출연연구기관으로서 건축공간연구원은 옥상온실의 계획 및 관련 법령 및 제도관련 연구 성과를 발표하였으며 이와 관련하여 일본과 벨기에를 비롯한 유럽의 전문가들에게 관련 연구를 진행해 왔다는 것을 알리고 그들의 노하우를 배우는 계기가 되었음
 - FAO, OECD 등 다양한 정책입안자, 연구자, NGO 들에게 건축공간연구원을 알리고 향후 협력할 수 있는 연구 분야에 대해 지속적인 교류를 시작할 수 있는 토대를 마련함
- 해외 유관기관 및 학계 전문가, 실무자들과의 지속적인 교류를 통해 후속 연구를 위한 대안 및 사례 발굴, 국제적 연구 협력 네트워크 구축
 - 도시 및 우주 온실, 식량 분야에서 세계 최고수준의 연구성과를 보이고 있는 애리조나 주립대학과의 구체적인 연구협력방안을 논의하는 기회를 마련함
 - 한국의 국립생태원의 모델이 된 바이오스피어2 프로젝트를 직접 담당한 전문가를 통해 관련 브리핑을 듣고 미래 기후위기에 대응하는 한국만의 새로운 생태계 모델에 대한 연구아이디어를 발전시키고자 함
 - 벨기에의 경우 온실건축과 관련하여 전문가들로 이루어진 기관이 전담하여 관련 기술을 상당히 발전 시키고 있었으며, 독일의 경우 AI 및 로봇을 활용한 작물재배 기술이 이미 세계최고 수준임을 확인하였음
 - 식량안보 차원에서도 이와 같은 도심농장 및 전동화, 로봇틱스 및 인공지능의 활용은 필수적일 것이며 본 연구원에서도 이와 관련된 다양한 연구주제를 발굴하고 이와 같은 세계적인 기관들과 지속적으로 교류할 수 있는 방안 마련이 시급함