

120010-  
2

보안 과제( ), 일반 과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )발간등록번호( O )  
농식품기술융합 창의인재 양성사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-004213-01

# 스마트팜을 이용한 허브식물재배 및 향료 표준화

2022.11. 1.

(주) 오노피아

스마트팜을 이용한 허브식물재배 및 향료 표준화

최종보고서

2021

농림식품기술기획평가원  
농림축산식품부

농림축산식품부  
(전문기관)농림식품기술기획평가원

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “농식품기술융합 창의인재 양성(R&D) 연구개발 사업 스마트팜을 이용한 허브식물재배 및 향료 표준화”(개발기간 : 2020. 01. 29 ~ 2022. 01. 28)연구개발 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022.11.1

주관연구기관명 : (주) 오노피아                      최해욱              (인)

주관연구책임자 : 최해욱

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.

최종보고서							보안등급						
							일반[√], 보안[ ]						
중앙행정기관명					사업명								
전문기관명 (해당 시 작성)					사업명		내역사업명 (해당 시 작성)						
공고번호					총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)								
					연구개발과제번호								
기술 분류	국가과학기술 표준분류	1순위 LB0203	50%	2순위 LB0805	30%	3순위 NC0201	20%						
	농림식품과학기술 분류	1순위 AA0204	50%	2순위 AA0304	30%	3순위 CA0106	20%						
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문											
		영문											
연구개발과제명		국문		스마트팜을 이용한 허브식물재배 및 향료 표준화									
		영문		Standardization of Herb Plant Cultivation and Favouration Using Smart Farm									
주관연구개발기관		기관명		(주) 오노피아		사업자등록번호		778-86-00320					
		주소		(우)화성시 매향선창길28		법인등록번호		134811-0367682					
연구책임자		성명		최해욱		직위		연구소장					
		연락처		직장전화		휴대전화		010-7611-7557					
				전자우편		국가연구자번호		11102912					
연구개발기간		전체		2020. 01. 29 - 2022. 01. 28 ( 24개월)									
		단계 (해당 시 작성)		1단계		2020. 01. 29 - 2021. 01. 28 ( 12개월)							
				2단계		2021. 01. 29 - 2022. 01. 28 ( 12개월)							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원		기관부담		그 외 기관 등의 지원금		합계		연구개발 비외 지원금			
		연구개발비		연구개발비		지방자치단체 기타( )							
		현금		현금		현금		현금		현금			
		현물		현물		현물		현물		현물			
		합계		합계		합계		합계		합계			
총계		200,000	2,500	47,500				202,500	47,500	250,000			
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		이현준		직위		주임연구원					
		연락처		직장전화		휴대전화							
				전자우편		국가연구자번호		11749542					

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

2022년 2월 28일

연구책임자: 최해욱 (인)

주관연구개발기관의 장: 최해욱 (직인)

공동연구개발기관의 장: (직인)

위탁연구개발기관의 장: (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

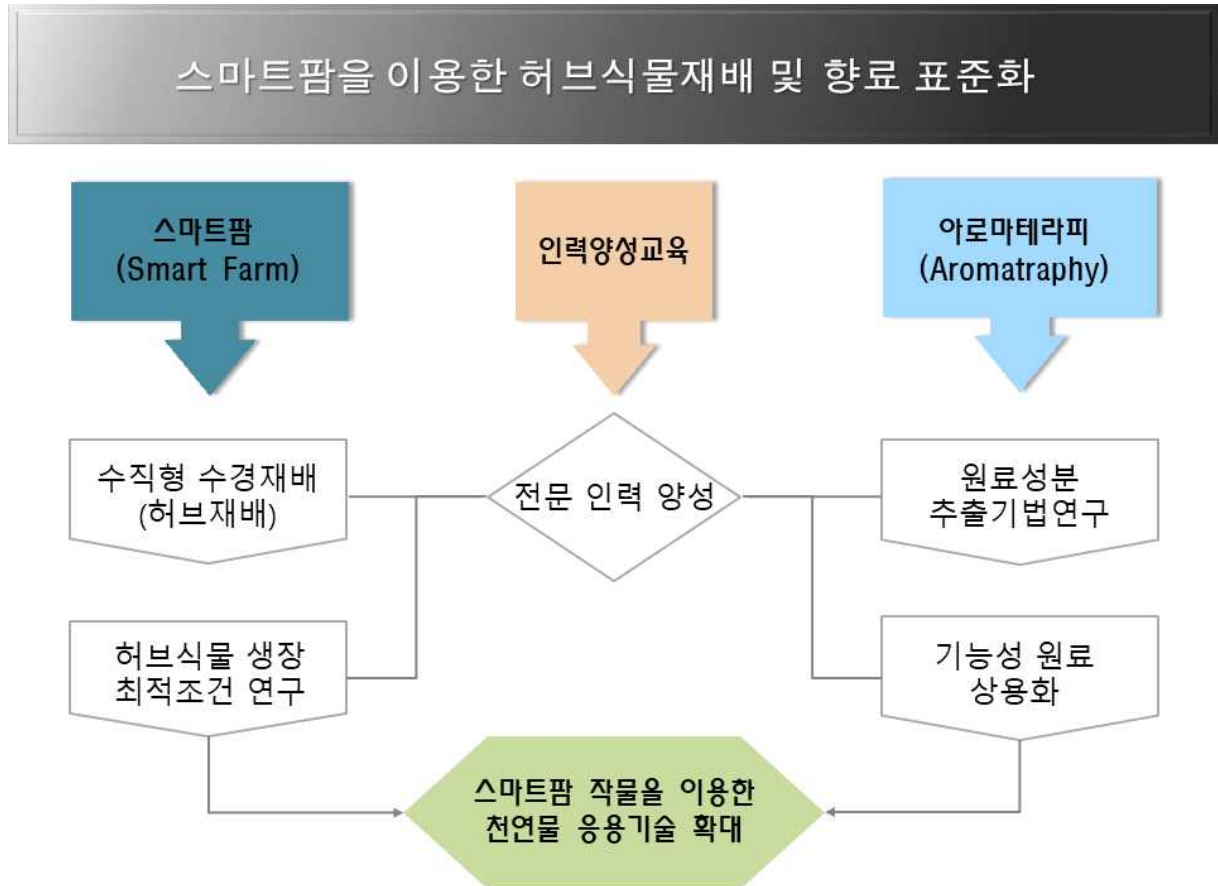
## 〈 목 차 〉

1. 연구개발 과제의 개요 .....	5
2. 연구개발과제의 수행과정 및 수행내용 .....	7
3. 연구개발과제의 수행결과 및 목표 달성정도 .....	89
4. 목표 미달시 원인분석 .....	97
5. 연구개발성과 및 관련분야에 대한 기여정도 .....	98
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획 .....	99



## 1. 연구개발과제의 개요

- 1) 최종목표 : 2022년까지 스마트팜을 이용한 허브식물생산과 이를 활용한 시제품(방향제, 센서 등)을 개발하는데 필요한 전문인력(전공 석사) 양성 및 연구지원 기반구축



## 2) 연구개발 배경

- (1) 농업회사법인(주)오노피아는 현재 방향성분의 혼합(Blending)을 바탕으로 한 방향제 제형 개발분야의 연구를 수행하던 중 국내에서 사용되는 대부분의 천연방향물질(라벤더, 로즈마리, 페퍼민트 등)의 원료가 해외에서 수입되는 점에 착안하여 고부가가치의 천연허브를 생육할 수 있는 스마트팜의 구축과 생육조건 연구가 필요한 점에 주목함
- (2) 현재(2020년 1월) 연구개발인력 3명을 보유하고 있으나 박사급(천연물화학) 1명 외에 학사급(식품공학) 2명으로 구성되어 작물/원예분야 및 ICT분야의 전문인력이 부족하므로 본 사업을 통하여 자체인력의 재교육으로 차기 회사운영에 필요한 인력을 확보할 계획임
- (3) 연구개발 인적 인프라 확보 : 보유하고 있는 다양한 이화학적 실험 및 분석에 필요한 장비들을 운용할 수 있는 필수적인 인적 인프라의 확보



<그림 .1-1> 연구개발 인프라

<표.1-1> 자사보유 실험장비목록

시설 및 장비명	규격	구입 가격	구입 년도	용도 (구입사유)
pH meter	pH 0~14	1	2016	산도측정
점도계	1cp~4kcp	4	2017	점도측정
정밀저울	0.1mg~	4	2016	무게측정
초순수제조기	15l/h	2	2016	초순수 제조
전도도계	1 $\mu$ s/ms~	1.3	2016	전도도측정
GC	-	45	2017	방향성분 측정
분광광도계	190~1100nm	4	-	색도 측정
제경파쇄기	3ton/h	2	2017	포도가공용
발효/숙성탱크	1/2ton	6	2017	발효 및 숙성
압착기	500L	6	2017	과즙추출
이동식펌프	30hl/h	1	2017	다용도 작업
오크통 등	225l	8	2017	와인양조
HPLC	-	50	2017	유기산/폴리페놀
증류기 구성품	300l/h	25	-	증류 및 시작품 제작
휘발산 분석기		9	-	휘발산/아황산 분석
소계				

### 3) 연구개발 필요성 및 타당성

- (1) 아로마테라피 효과는 주로 식물 속 정유(essential oil)에 포함된 여러 가지 천연 향을 자연스럽게 흡입함으로써 두통, 피로, 불면증 등 여러 가지 스트레스성 증상과 피부, 호흡기 질병 등이 치유되는 효능을 지칭하며 최근 정유가 신체의 특정부위에 구체적이고 특징적으로 작용한다는 결과가 다수 보고됨

<표.1-2> 주된 작용기에 따른 아로마 효능

작용기	효능	
phenol류	흥분성 ↑, 살균력 및 면역 조절 작용 ↑	
terpene류	방부 작용 ↑	
alcohol류	세균 및 바이러스의 살균력, 흥분력 ↑	
ketone류	거담, 상처 치유, 지방 분해 작용 ↑	
ester류	진정 작용, 항경련, 항균 작용 ↑	
ether류	항경련 작용 ↑	
oside	독성 작용	
aldehyde	항염증, 진정, 방부, 안정 작용 ↑	
coumarine	독성 작용 ↑	
acide류	항염증, 방부, 보습 효과 ↑	

- (2) 이러한 정유는 식물체에서 증류법에 의해 추출한 terpene계 물질로서 피부질환 치료 및 항 스트레스 작용 뿐 아니라, 항균, 해충방지 등에 탁월한 효과가 있는 것으로 보고되어 있으며 정유에서 향기성분을 추출해서 동정하고 특징을 결정하는 것에 가장 중요함
- (3) 그러나 이러한 정유의 원료인 허브식물은 성장환경에 따라 특성을 결정짓는 지표성분의 차이가 많이 발생하여 이에 대한 표준성장조건의 정립이 필요함
- (4) 이러한 문제점을 해결하기 위해서 성장환경을 조절할 수 없는 노지재배 대신 자동화된 스마트팜을 이용하여 고부가가치의 허브식물을 안정적으로 재배하고 표준화된 생산물(원물/가공품 및 ICT 연계 제품 등)을 활용하여 주관기관의 차기 성장동력으로 이용할 계획

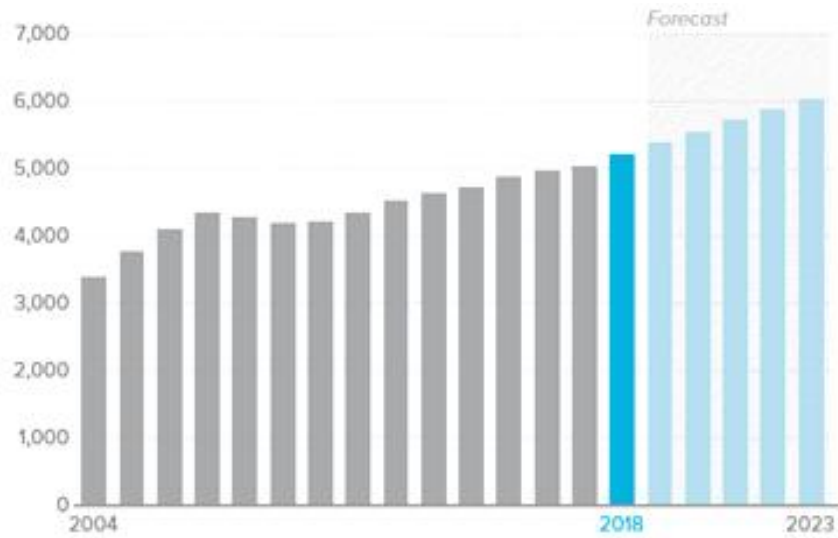
### 4) 연관산업 현황

- (1) 개발기술의 해외시장 현황

- 향료산업, 아로마 테라피 산업은 전세계적으로 증가하고 있으며 미국 방향제 시장은 2018년 약 52억 달러 규모로 향후 5년간 연평균 3%씩 성장하여 2023년에는 60억달러 규모에 이를 전망
- 판매되는 제형은 향초 형태와 전기식 방향제가 시장의 대부분임(향초 32%, 전기식 방향제 32%, 스프레이형 방향제 14%, 자동차 방향제 13%)

<그림.1-2> 미국 방향제 시장 규모 및 전망

(단위 백만달러)



Euromonitor International(2019년 2월)

(2) 개발기술의 국내시장 현황

- 국내의 향기 시장도 급성장을 이루고 있으며 디퓨저, 향초, 아로마 에센셜 오일 등의 제형의 제품 매출이 증가하고 있음
- 온라인 판매업체 ‘티몬’, ‘디퓨저’ 매출 90% 상승, ‘캔들’ 매출 26% 상승하였으며 온라인 쇼핑몰 ‘지마켓’, ‘디퓨저 리필액’ 584%, ‘티 라이트’ 252%, 차량용 디퓨저 115% 매출 상승기록
- 산업통상자원부에 따르면 탈취·향균·방향제 등 국내향기제품시장은 연 2조 5000억원 규모이며 매년 10%에 가까운 성장세를 보이고 있으나 수입제품인 미국 향초 브랜드 ‘양키캔들’ 이 향초시장 점유율의 약 60% 가량을 차지하고 있음

## 2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

### 1) 연구과제 구성

스마트팜을 이용한 허브식물재배 및 향료 표준화 (주관연구책임자 : 최 해 옥)		
총연구개발비(천원)		
정부출연금		주관기관
100,000		25,000

세부과제 (오노피아)		
정부출연금	기업부담금	대응자금
10,000	25,000	
스마트팜을 이용한 허브식물재배 및 향료 표준화		

#### (1) 연차별 주요 개발내용

년차	주요 기술개발 내용	기술개발 비중(%)
1년차	- 특화식물의 선정(3종)과 유효물질의 수율을 고려한 추출방법 표준화 - 실험용 표준 시료제작(3종) - 특화식물에 따른 지표물질선정(3종)과 밸리데이션 확립	50%
2년차	- 소규모 재배용 스마트팜의 설계 및 구축 - 기능성 특화작물의 재배를 위한 양액 조성 등 재배환경 설계 - 스마트팜 재배 특화식물(3종)의 기능지표물질(3종) 동등성 확인 및 밸리데이션 확립	50%
총 계		100%

#### (2) 추진전략 및 방법

가) 1년차 세부개발내용 : 2020년 2월 ~ 2021년 1월

- 시판되는 아로마오일의 성분함량 분석을 통한 밸리데이션 및 적합성 판단
- 원료 성분 추출기법 연구(용매추출, 열수추출, 수증기 증류추출, 유지흡수 등)
- 제작된 천연정유의 품질평가를 통한 허브원료후보식물 선정 및 표준화
- SPME를 이용하여 약 30분간 방향성분을 포집 후 방향성분이 함유된 Fiber를 GC-FID에 수동으로 주입 후 정성분석하여 지표물질 선정(terpene류)

나) 2년차 세부개발내용 : 2021년 2월 ~ 2022년 1월

- 선정된 3종의 허브식물을 고려한 소규모 재배용 스마트팜의 설계 및 구축
- 수경재배 형식을 이용한 실내 허브식물 성장재배 연구
- 재배환경(양액조성, 온도, 광량, 광파장, 습도 등)에 따른 스마트팜 재배 허브식물유래 아로마 오일의 성분 함량 분석 연구

### (3) 목표지표 설정

#### 가) Gas Chromatography를 이용한 에센셜 오일의 방향성분(라벤더 기준)

- 목표수율 선정이유 : 정유 추출용으로 사용되는 *Lanvandula angustifolia*의 주요 정유성분은 Linalool(10~20%), linalyl acetate(30~60%)이며, linalyl acetate의 함유량에 따라 정유의 품질이 달라지기 때문에, 정유 품질 척도의 중요한 요인으로 선정하였다.
- $\alpha$ -terpineol 성분은 monoterpene 알코올류이며, monoterpene 알코올류는 테르펜류중 가장 많이 존재하고 정유로부터 단리가 용이하여 많이 사용되는 테르펜이며, linalool(29.7%) 다음으로 많이 함유되어있는 성분(4.35%)이므로 스마트팜 재배시에 함유량의 변화를 관측하기 위해 목표지표로 설정하였다.
- Camphor 성분이 다량 함유될 경우 향이 좋지 않아 아로마테라피 정유로써 사용할 수 없다. 그래서 해외에서는 Camphor의 함유량이 거의 없는 *Lavandula angustifolia* 학명의 라벤더를 정유용으로 사용하고 있다. 즉, Camphor성분은 아로마 정유 사용의 안정성 지표가 될 수 있다.

#### 나) 스마트팜 시설구축 및 이를 이용한 허브류 재배

- 목표지표 선정이유 : 생장률(발아량/재배량)을 확인함으로써, 스마트팜 시설에 온전히 생육할 수 있는 조건을 확립하는 것이 목표이고 라벤더 에센셜 오일추출시 라벤더의 전초를 사용하기 때문에 개화를 하지 못한 라벤더는 오일추출에 적합하지 않다고 판단하여 불량률을 최소화 할 수 있는 생육 조건을 찾아야 한다.
- *Lanvandula angustifolia*의 오일추출량은 0.5~0.9% 사이로 스마트팜으로 재배된 라벤더의 오일추출량에 대한 통상적인 자료가 없어 노지재배 라벤더의 오일추출량의 최소값을 목표지표로 잡음

## 2) 연차별 연구내용

### (1) 1년차 연구개발내용

#### 가) 생장을 고려한 후보식물의 문헌 및 활용도 조사 : 로즈마리, 라벤더, 페퍼민트 윤경식, 김명녀, 2005. '로즈마리 정유 성분의 분리 및 분석' 전문대학교 대학원. 2외

- 로즈마리 : 로즈마리(Rosemary)는 학명이 *Rosmarinus officinalis* L.이며, 바늘 같은 잎을 가진 상록성 식물로, 꿀풀목 꿀풀과에 속한다. 지중해 연안이 원산지인 허브이며, 푸른잎과 특유의 향을 가졌다. 로즈마리라는 이름은 라틴어라 '바다(marinus)의 이슬(ros)'이라는 뜻의 '로즈마리누스(rosemarinus)'에서 왔다. 주요 생산국은 프랑스, 스페인, 모로코, 튀니지이며, 정유 생산량은 연간 300톤이 생산된다. 약 2m 까지 자라며, 기원 1세기에 고대 로마의 의사 가렌, 디오스코리데스는 로즈마리가 가지고 있는 약효에 대하여 기록하였다. 옛 본초 학자는 이 향은 뇌의 기능을 높이고 기억력을 강하게 한다고 기록을 남기고 있으며, 추억과 기억의 상징으로 남아있다. 현재 까지 알려진 로즈마리 주요 성분으로는 carnosic acid, methyl carnosate, carnosol, rosmanol, rosmadial, gernyl acetate, myrtenol, 1,8-cineole, linalool 등이 보고 된 바 있다.

- 라벤더 : 라벤더(Lavender)는 Lamiaceae 또는 Labiatae 부르는 식물과에 속하는 식물로 약 20여 종을 포함하고 있다. 그 중 대표적으로 Lavandula angustifolia(L. angustifolia)가 라벤더 에센셜 오일에 제조에 이용된다. 프랑스, 스페인 또는 고산지대에서 재배되며 주로 꽃봉오리에서 증류 증류법 또는 용매추출법을 이용하여 에센셜 오일을 추출한다. 로마시대부터 향수와 향료의 원료 등으로 사용된 라벤더 에센셜 오일은 인체에 독성이 낮고 다양한 균에 대해 항균효과를 가지고 있으며, 방부, 항염, 살충 효과 및 상처 치유 효과를 가지고 있다고 알려져 있다. 라벤더 에센셜 오일은 주요 성분인 linalyl acetate와 linalool이외에 중간 정도의 함량으로 나타내는 lavandulyl acetate, terpinen-4-ol, lavandulol 등을 포함하고 있으며, 비교적 낮은 함량으로 포함되어 있는 성분으로는 1,8-cineole, camphor, limonene 등이 존재한다.
- 페퍼민트 : 스피아민트(M. spicata L.)와 워터 민트(M. quatica L.)의 교배종인 페퍼민트(Mentha piperita L.)는 유럽 토착의 다년생초본으로 현재는 세계 여러곳에서 재배되고 있다. 그리스, 로마, 고대 이집트 시대로부터 민트 잎은 수천년 동안 약재로 사용되어 왔으며 1721년에는 페퍼민트가 정식으로 런던 약전(London pharmacopoeia)에 수록되었다. 페퍼민트는 menthol, menthone, menthofuran, neomenthol, limonene, cineole 등의 다양한 화합물을 포함하고 있으며 잎에서 추출한 에센셜 오일의 항산화와 항균, 항바이러스, 항박테리아 등의 생리활성과 열수 추출물의 항산화 및 항균 활성이 앞선 연구들로 알려져 있다.

나) 대상 천연물의 추출조건/수율분석

- 라벤더 : 건조하지 않은 라벤더 3000g을 다음과 같은 조건으로 추출하였다. 추출부위는 꽃, 잎, 줄기 부분을 추출
  - ① 증류기 온도 110℃, 증류시간 6H, 상압 추출
  - ② 증류기 온도 105℃, 증류시간 6H, 감압 추출 0.6bar
  - ③ 증류기 온도 105℃, 증류시간 6H, 감압 추출 0.8bar

<표.2-1> 라벤더의 조건에 따른 추출 수율

원료(g)	오일(g)	수율(%)	조건	대상
3000	22.97	0.766%	상압	꽃과 꽃대
3000	30.5669	1.019%	상압	꽃과 꽃대
3000	33.1216	1.104%	상압	꽃과 꽃대
평균 수율			0.963%	
3000	24.51	0.817%	0.6Bar	꽃과 꽃대
3000	29.064	0.969%	0.6Bar	꽃과 꽃대
3000	22.0301	0.734%	0.6Bar	꽃과 꽃대
평균 수율			0.84%	
3000	24.8384	0.828%	0.8Bar	꽃과 꽃대
3000	13.97	0.466%	0.8Bar	꽃과 꽃대
3000	20.7	0.690%	0.8Bar	꽃과 꽃대
2000	6.413	0.321%	0.8Bar	꽃과 꽃대
평균 수율			0.576%	

④ 상압추출의 경우 평균 수율은 0.963%, 0.6bar 추출은 0.84%, 0.8bar 추출은 0.576%로 상압추출의 평균수율이 가장 높았다.



<그림.2-1> 라벤더 증류

- 로즈마리 : 건조하지 않은 로즈마리 2000g을 다음과 같은 조건으로 추출

- ① 증류기 온도 110℃, 증류시간 6H, 상압 추출
- ② 증류기 온도 105℃, 증류시간 6H, 감압 추출 0.8bar

<표.2-2> 로즈마리의 조건에 따른 추출 수율

원료(g)	오일(g)	수율(%)	대상	조건
2000	2.2267	0.111%	잎과 줄기	상압
2000	4.7032	0.235%	잎과 줄기	상압
2000	2.8871	0.144%	잎과 줄기	상압
2000	4.471	0.224%	잎과 줄기	상압
2000	5.2771	0.264%	잎과 줄기	상압
평균 수율			0.196%	
2000	2.2303	0.112%	잎과 줄기	0.8bar
2000	3.5257	0.176%	잎과 줄기	0.8bar
2000	2.8842	0.144%	잎과 줄기	0.8bar
평균 수율			0.144%	

③ 상압추출의 경우 평균 수율은 0.196%, 0.8bar 추출은 0.144%로 상압추출의 평균 수율이 가장 높았다.



<그림.2-2>로즈마리



- 페퍼민트 : 페퍼민트의 경우, 건조하지 않은 상태에서 증류하였을 때에, 정유 수득이 불가능
  - ① 40℃ 온도에서 48시간 건조한 후, 초자 증류기를 이용하여 초자증류 150분 수행(감압증류 시 수득률 0)

<표.2-3> 페퍼민트의 추출 수율

원료(g)	오일(g)	수율(%)	메모	압력
100	0.1006	0.101%	앞과 줄기	상압
100	0.1812	0.181%	앞과 줄기	상압
100	0.2441	0.244%	앞과 줄기	상압
100	0.1131	0.113%	앞과 줄기	상압
100	0.5351	0.535%	앞과 줄기	상압
100	0.6716	0.672%	앞과 줄기	상압
150	0.5607	0.374%	앞과 줄기	상압
150	0.3654	0.244%	앞과 줄기	상압
150	0.5628	0.375%	앞과 줄기	상압
150	0.3458	0.231%	앞과 줄기	상압
150	0.4731	0.315%	앞과 줄기	상압
96	0.3776	0.393%	앞과 줄기	상압
평균 수율			0.315%	

- ② 건조한 페퍼민트의 평균 수율은 0.315% 이다.



<그림 .2-3> 페퍼민트

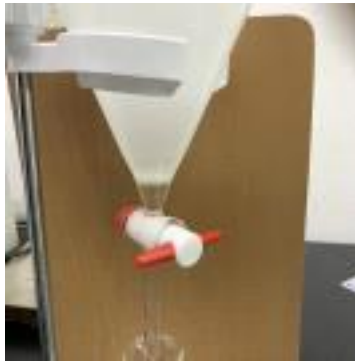
#### 다) 정제 조건

- 수증기 증류 공정을 거치면 오일층과 수용성 방향성분이 희석되어진 hydrosol층으로 나뉘는데 , 이를 분리하기 위해서 다음의 특성을 고려하여 다이클로로메테인(Dichloromethane) ( $CH_2 Cl_2$  )을 용매로 사용
- 유기 화합물로 다양하게 사용할 수 있고 ) 물과는 잘 섞이지 않지만, 타 유기용매와는 친화도가 높으며 저온에서 기화성이 높아 오일에 열변성을 일으키지 않을 수 있는용매
  - ① 물과 오일이 섞여있는 분액 깔대기에 다이클로로 메테인을 소량 넣고 강하게 진탕
  - ② 일정시간 경과 후 용액이 분리되면  $MgSO_4$  를 소량 넣고 섞어주어 잔여 수분을 제거
  - ③ 분액 깔대기에 넣고 잔여 수분이 완전히 제거 후 용액을 저온 가열하여 DCM을 제거(DCM의 기화온도 약 40℃) 후 정량

<페퍼민트 초자 증류>



<증류액 분리>



<정제된 에센셜 오일>

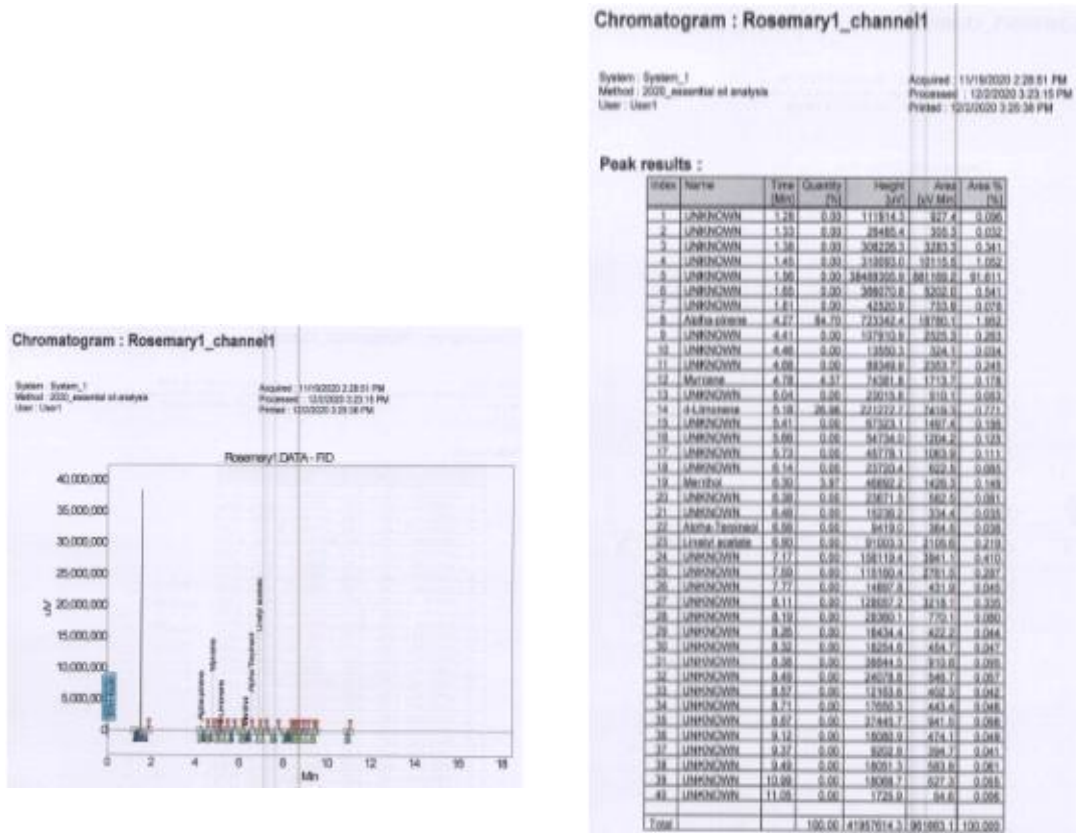


라) 추출성분분석 : 수증기 증류법으로 추출하여 정제한 에센셜 오일의 방향성분을 GC분석.

- GC 측정 조건

Verian 2200 Gas chromatography, Auto-sampler 사용  
 Injector : 280°C, Split Ratio : 100, Flow : 1.0 mL/min  
 Column : HP-5 (30m, 0.320mm, 0.25um)  
 Column Tem : 40°C(2min) rate 20°C up to 280°C(5min)  
 Total Analysis time : 20.00 min, Detector : FID 320°C  
 Carrier gas : N2

<그림.2-4> 로즈마리



- 지표물질 선정 : Myrcene, d-Limonene, Alpha Pinene

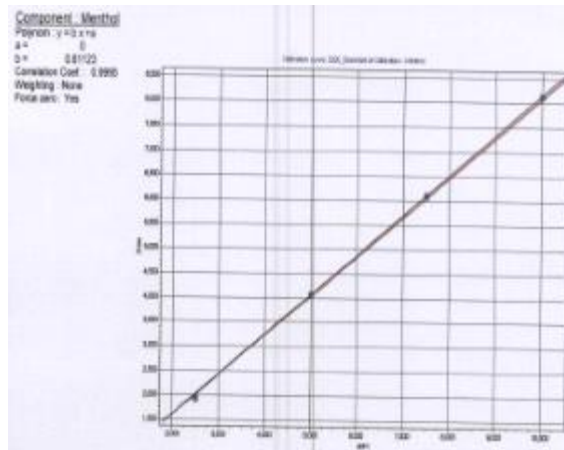


마) 지표물질 3종 선정 및 밸리데이션

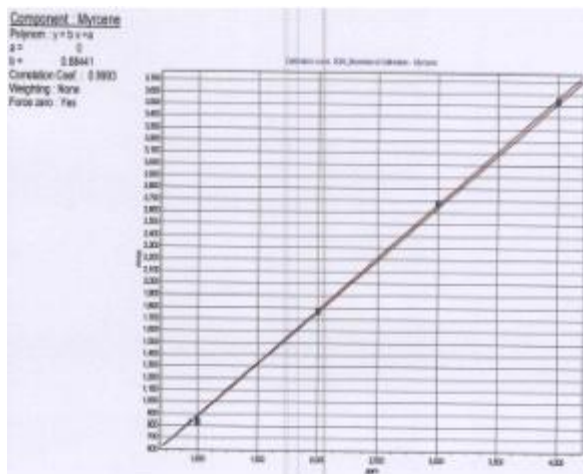
- 선정된 특화식물 3종이 각각 함유하고 있는 대표적인 성분 3가지를 지표성분으로 선정하여 추출한 오일의 성분함량을 측정하는 기준지표로써 사용

- 페퍼민트 지표성분

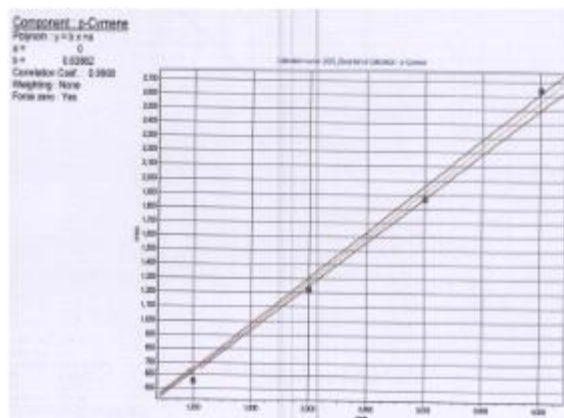
① Menthol calibration



② Menthone

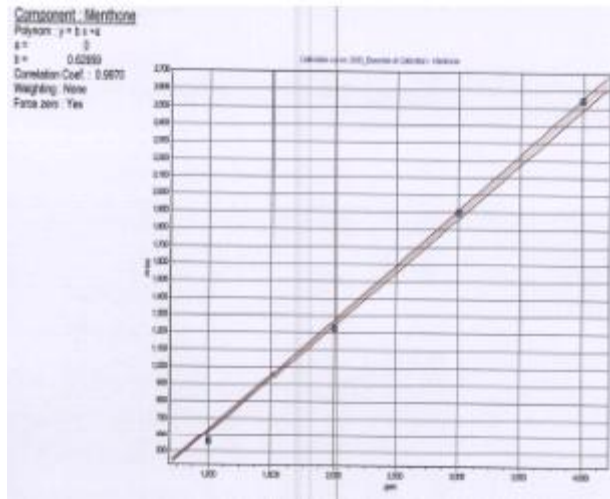


③ p-Cymene calibration

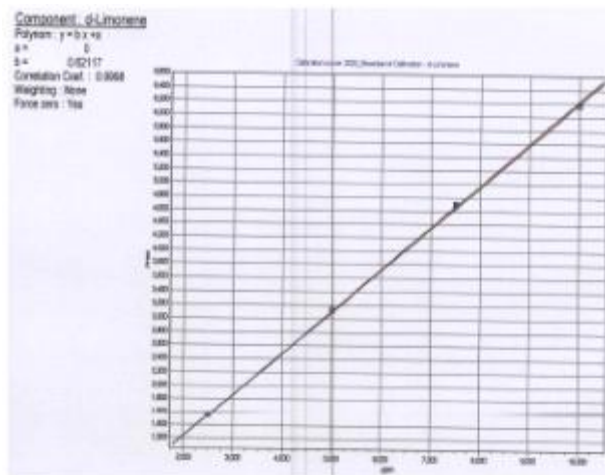


- 로즈마리 지표 성분

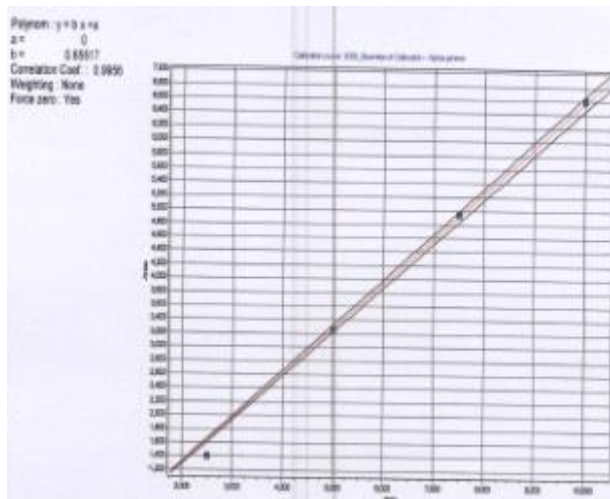
① Myrcene



② d-Limonene



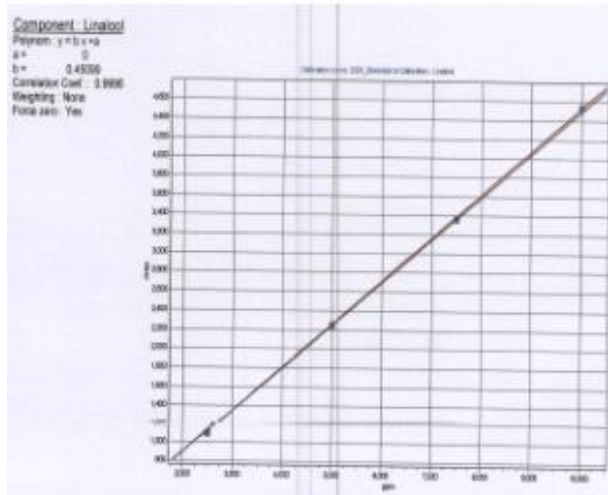
③ Alpha Pinene



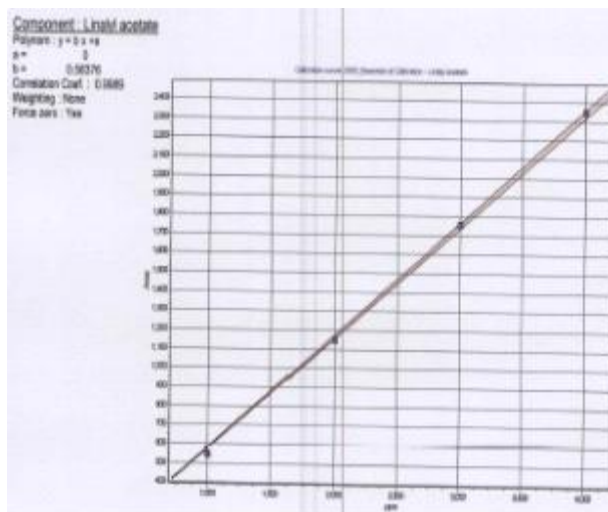


- 라벤더 지표 성분

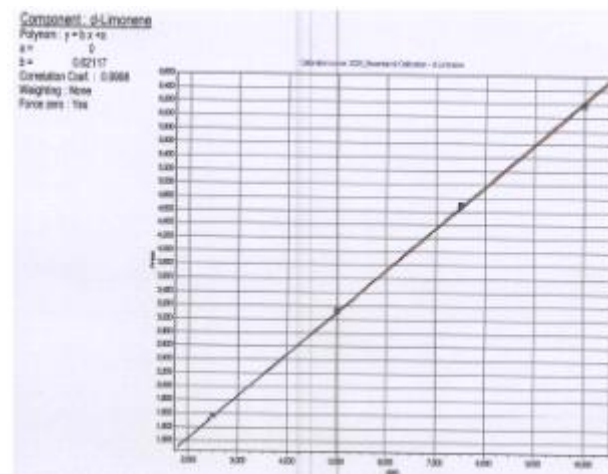
① Linalool



② Linalyl acetate



③ d-Limonene



- GC 측정 조건

Verian 2200 Gas chromatography, Auto-sampler 사용  
 Injector : 280℃, Split Ratio : 100, Flow : 1.0 mL/min  
 Column : HP-5 (30m, 0.320mm, 0.25um)  
 Column Tem : 40℃(2min) rate 20℃ up to 280℃(5min)  
 Total Analysis time : 20.00 min, Detector : FID 320℃  
 Carrier gas : N2

<표.2-4> 페퍼민트의 추출 수율

지표성분	특 징
β-myrcene	Balsam과 같은 향기를 지니고 있는 무색/담황색 액체이며 테르펜계 합성향료의 원료 코롱/소취제로 사용
l-limonene	모노테르펜 성분의 지방족 탄화수소. 감귤류 과일껍질 오일의 주요 성분(Citrus type)
α-Pinene	소나무과 식물에 다량함유, 테르페놀 등의 합성원료 및 천연향료 모방 품에 사용
Menthol	무색의 침상결정물로 향료 및 진정제, 마취제 등에 널리 사용된다
Menthone	Mentha 종의 식물에 다량분포, 박하탈뇌유로 제조하며 민트계/제라늄계 조합향료로 사용
p-Cymene	다양한 식물에 소량존재하며 Carvacrol, Thymol 및 박하뇌의 합성원료로 사용
Linalool	꽃, 향신료 식물에서 자연적으로 발생하는 테르펜 알코올 (Floral Type)
Linalyl acetate	꽃, 향신료 식물에서 자연적으로 발생하는 에스테르.(Floral Type)
Nerol	레몬그라스 등에 포함된 모노테르펜, 네롤의 이성질체가 Geraniol, (Floral type)

바) 천연물 3종의 지표물질 정량분석

- Rosemary : blank peak 제외한 peak의 개수 33개 관측, Alpha-pinene, Myrcene, d-limonene, Menthol, Alpha-terpineol, Linalyl acetate. 총 6개 항목 정량 측정.

<표.2-5> Rosmary 오일

성분명	함량(g/L)
Alpha-pinene	9.65
Myrcene	19.38
d-limonene	119.44
Menthol	17.58
Alpha-terpineol	9.65
Linalyl acetate	36.07

- Lavender : blank peak 제외한 peak의 개수 26개 관측, Myrcene, d-limonene, Linalool, Menthol, Linalyl acetate, Alpha-terpineol. 총 6개 항목 정량 측정.

<표.2-6> Lavender 오일

성분명	함량(g/L)
Myrcene	6.44
d-limonene	76.21
Linalool	421.92
Menthol	27.93
Alpha-terpineol	2.42
Linalyl acetate	479.63

- Peppermint : blank peak 제외한 peak의 개수 20개 관측, Myrcene, p-Cymene, Eucalyptol. 총 3개 항목 정량 측정.

<표.2-7> Peppermint 오일

성분명	함량(g/L)
Myrcene	34.45
p-Cymene	59.47
Eucalyptol	30.80

#### 사) 추출 정유를 이용한 조합향료 개발

- 본 연구에서 개발하는 스마트팜 시설을 이용하여 재배하는 목표작물은 방향성을 가진 허브류로, 방향성 식물들은 주로 추출공정을 통해 얻어진 정유를 제품 원료로 사용하고 있음.
- 천연물에서 추출된 정유의 성분은 육체 및 심리적 치료효과가 있어 Aromatherapy에 주로 이용되고 있으며, 이 외에도 다양한 산업 분야에서 많이 사용되고 있음.
- Rosemary, Lavender, Peppermint와 같은 허브향은 세탁 제품, 실내 방향제 제품에 많이 사용되고 있음.
- 자사에서 연구한 정유 추출기술의 상용화 방안으로 안전확인대상생활화학제품의 분류에 들어가는 방향, 탈취제 품목으로 개발을 진행.
- 시장의 차별성을 위해 공기청정기에 장착되는 방향제의 제형으로 개발하여 기존에 없던 공기청정기 시장의 새로운 분야로 진입 가능성을 확인.
- 분석을 통해 파악된 천연물의 구성성분(추출물)들을 이용하여 향제품(조합품)을 개발하였다. 휘발도와 향취를 고려하여 formulation한 후, 여러 차례에 걸쳐 조합과 향취 검토를 반복하여 수정 실험을 진행.

##### ① Phytoncide타입 조합향료 개발

<표.2-8> 방향제(조향)원액 제작 비율



성분명	함량(%)
Rosemary oil	6.0
Peppermint oil	7.0
Lavender oil	4.0
Cyprus oil	35.0
OTHERS	48.0
합계	100.0

② 조합향료의 안정성 테스트 : 기본적인 향료의 안정성 테스트는 물성 안정성과 향취 안정성을 가혹조건 내에 실험을 진행하여 평가

- 1) 각 향료 조합품 별 300g씩 조합하고 제품 3종씩 준비하여 실험에 활용
- 2) 향료는 변색 효과를 확실히 측정하기 위하여 투명한 실험병을 사용
- 3) 각 견본 별 준비한 3종을 냉암소(서늘하고 그늘진 곳), 일광(일반적으로 옥상이나 공터 등 직사광선을 받을 수 있는 곳에서) 향온기(설정온도 50℃)에 비치하고, 3일/7일 기준으로 각각 시료를 비교 후 결과를 정리

③ 실험 대상 시료는 농도를 달리한 3종 향료 혼합물을 대상으로 하였으며 일주일간 테스트를 진행하면서 변화되는 사항을 관찰. 변성이 있을 시에는 대부분 3~7일안에 변화를 보이며 대부분의 경우 이 기간 안에 변화가 없을 시 안정한 것으로 판단.

<표.2-9> 안정성 시험

농도별	실험 3일	실험 7일
10%	변색/변취 없음	변색/변취 없음
30%	변색/변취 없음	변색/변취 없음
50%	변색/변취 없음	변색/변취 없음

- 조합향료의 향 방출(developing)특성분석 및 향 지속성 개선 방안 연구

- ① 관능 실험 및 선호도 조사 : 조합향료를 대상으로 관능실험 및 선호도 조사를 실시
- ② 향료 개선 작업(지속성 및 향취 개선) : 선호도 조사를 실시하여 평가에 따른 일부 처방 수정작업을 통해 조합향료의 개선 작업 수행
- ③ 향의 조화감을 주기위해 당사의 자체 NATURAL BASE와 PHYTONCIDE BASE를 개발하고, 전체적으로 기존의 향조를 유지하면서 품평 결과를 보완하는 개선작업을 진행



# 상 장

포스터발표 최우수상

제10회 대한미용학회 학술대회 포스터발표 최우수상 수상자  
1. Oenopia Hwa-Seong, 2. Department of Pharmaceutical  
Science and Engineering, Seowon University

GC-MS Analysis of Extracted Cypress Oil depending on steam distillation  
on conditions

귀하가 2020년 온라인 동계학술대회에서 발표한  
상기의 논문은 미용분야의 영역을 넓히고 전문화하  
는데 학술적으로 기여한 바가 크므로 상장을 수여  
합니다.

2020. 12. 12.

대한미용학회장 임 은 진

<그림.2-7> 수상실적

## 출원번호통지서

출원일자 2020.12.24  
특기사항 심사청구(무) 공개신청(무)  
출원번호 10-2020-0182726 (접수번호 1-1-2020-1407106-27)  
(DAS점근코드 62B2)  
출원인명칭 농업회사법인 주식회사 오노피아(1-2017-054400-4)  
대리인성명 (9-2009-001021-2)  
발명자성명  
발명의명칭 식물 복합 추출물을 유효성분으로 함유하는 천연 방향제 조성물 및 이의 용도

## 특 허 청 장

<그림.2-8> 출원 특허

### 기술실시 계약서 (실시권)

(주)이치네트웍스 대표이사(이하 "실시자"라 한다)와 (주)오노리아 대표이사(이하 "오노리아"라 한다)는 오노리아가 개발한 "대형공기질정기용 천연방향제 제조법"에 관한 Know-how(이하 "기술"이라 한다)를 실시자가 실시함에 있어 다음과 같은 계약을 체결한다.

실시대상기술	기술 명: 대형공기질정기용 천연방향제 제조법		
관련연구원목	과 제 명	스마트공공 이동환 피트니스를 세제 및 향료표준화	
	연구책임자	이은희	연구기간: 2021.01.29 ~ 2022.01.28
관련특허현황	기술 특허 등록유무: 등록성분으로 발명되어 천연방향제 조성물 및 이차용도 (출원번호: 2021-0250474)		
실시권 종류	동상실시권	실시지역	전세계
계약기간	계약일로부터 3년		
중액기술료	11,000,000 (부가세 별도)		
경상기술료	매출액의 5% (부가세 별도)		
기 타	* 실시제정자와 사전에 협의된 사항		

본 계약서는 2부중 작성하여 서명 날인하고, 실시자와 오노리아가 각각 1부씩 보관한다.

2021년 10월 25일

"(주)이치네트웍스"

서울특별시 구로구 디지털로 208, 1405호  
대표이사 이은희

"(주)오노리아"

최양서 충청남도 예산군 예산상장길 28  
대표이사 최

<그림.2-9> 기술이전 계약서

# 이지네트웍스-오노피아, 대형 공기청정기용 천연 방향제 기술 이전 협약 체결

발행일 : 2021.12.03 10:56 | 지역 : 2021.12.06 | 24면



<박 [ ] 이지네트웍스 대표는 최재욱 오노피아 대표와 공기청정기용 제조기술 이전을 위한 업무협약을 체결하고 기념촬영했다.>

이지네트웍스(대표 박 [ ])는 산업 바이오 전문기업 오노피아(대표 최 [ ])와 공기청정기에 장착해 사용할 수 있는 대형 공기청정기용 천연방향제 제조기술 이전을 위한 업무협약을 체결했다고 5일 밝혔다.

회사가 오노피아에서 이전받은 대형 공기청정기용 방향제 제조기술은 농림부 산하의 농림식품 기술기획평가원에서 지원받아 수행한 기술개발과제 중 우수기술로 인정받아 '2021년 농식품 R&D 유망기술' 발표회에 전시될 예정이다.

이지네트웍스는 이를 통해 기존 대형 공기청정기 제품에 이전받은 기술로 생산라인에 적용, 피톤치드를 발산해 실내에서도 심심옥 효과를 보는 새로운 공기청정기를 출시할 예정이다.

회사는 서울시 선정 강소기업으로 대형 공기청정기·공기질 관리 전문기업이다. 대표 제품으로는 240㎡(73평형)부터 1121㎡(340평형)까지 청정여 가능한 '유니규(Uni-Q) 슈퍼메가' 제품과 광촉매필터를 활용한 대형 공기청정 살균기, 공기순환기, 공기청정 필터 등 제품들을 제조·판매하고 있다.

<그림.2-10> 보도자료

## 사) 스마트팜 시작품 개발

- 분석용 센서/모듈 상용화 제품 연구



<그림.2-11>호야 적용

- 분석용 센서/ 모듈 연구 : Vitcon IOT-KIT MODLINK 분석용 센서/모듈 연구

### ① 하드웨어

- a) 스마트팜 주위의 온습도와 토양과 배지의 습도를 측정하여 그 값을 OLED와 웹/앱으로 모니터링이 가능한 키트
- b) 식물 성장을 위한 LED 조명, DC 펌프, DC 팬을 자동 제어하거나, pc나 스마트폰을 이용해 원격 제어

### ② 스펙

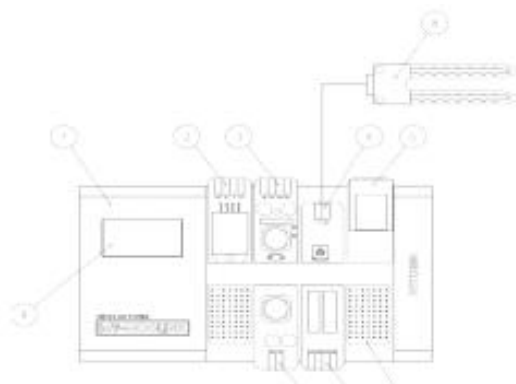
- a) KIT Operating Voltage : DC12V
- b) KIT Operating Current : 2A
- c) 2,4~2,5GHz WiFi Communication

### ③ 외형

- a) 식물 성장 청/적색 LED
- b) USB-LINK를 통한 간편한 코드 업로드
- c) DC FAN을 이용한 환기, 온도조절
- d) LED 조명의 자동 ON/OFF를 위한 타이머
- e) 1.3인치 SH1106 OLED

### ④ 위젯

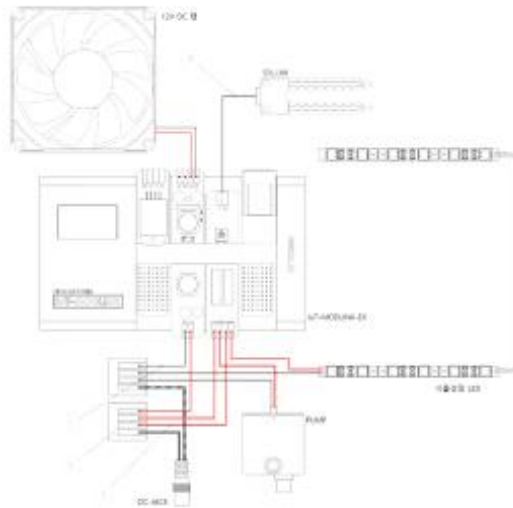
- a) <https://iot.vitcon.co.kr> 에서 프리셋을 사용할 수 있으며, 직접 디자인하여 사용 가능



<그림.2-12> 회로도

- ① Iot-MODLINK-EX - 케이스 타입의 IOT 모뎀 링크 하드웨어 시리얼 핀 4개 사용 가능
- ② DHT22-LINK - 온.습도 측정 모듈
- ③ EVC-ADJ-LINK - PWM 제어로 출력 전압을 3.3VDC~12VDC까지 조절할 수 있는 모듈
- ④ MOISTURE DETECT-LINK - 수분센서와 함께 사용, 센서로부터 아날로그/디지털 값을 받는 모듈
- ⑤ WiFi-LINK - WIFI로 스마트폰, PC 등과 같은 기기와 무선통신 가능한 모듈
- ⑥ EVC-LINK - BASE Board에 외부전원을 공급할 수 있는 모듈
- ⑦ RELAY-LINK - 릴레이가 포함된 모듈로서 최대 250/5A 까지의 접점 ON/OFF 제어 가능
- ⑧ SOIL-LINK - 토양에 꽂아서 습도 측정이 가능하다. MOISTURE DETECT-LINK와 사용
- ⑨ OLED - MODLINK-EX 에 장착된 0.96 인치 OLED DISPLAY
- ⑩ PROTO-LINK - 직접 회로를 구성하여 나만의 링크를 제작할 수 있는 모듈

- ⑤ 기타
  - a) DC PUMP
  - b) LED 조명
  - c) DC FAN



<그림.2-13> 회로도

No	Part Name	Specification	QTY	Remark
1	Wire	검정, 150mm	1	-
2	Wire	빨강, 150mm	3	-
3	커넥터	PCT-214	2	-
4	Wire Harness	MOD-WH1003	1	-

## ⑥ 프로그래밍 source

```
/*
 IoT SMART FARM_V2
 */
#include <DHT_U.h>
#include <VitconBrokerComm.h>
#include "OLED_logo.h"
#include <SoftPWM.h>
using namespace vitcon;
#define DHTPIN A1
#define DHTTYPE DHT22
#define LAMP 17
#define PUMP 16
#define SOILHUMI A6
DHT_Unified dht(DHTPIN, DHTTYPE);
SOFTPWM_DEFINE_CHANNEL(A3); //Arduino pin A3
uint32_t DataCaptureDelay = 4000; //ms
uint32_t StartTime1;
uint32_t StartTime2;
uint32_t StartTime3;
int Soilhumi = 0;
float Temp = 0;
float Humi = 0;
int fanVal = 0;
bool timeset = false;
bool autoMode = false;
bool soilstatus = true;
bool tempstatus = false;
bool lampflag = true;
bool auto_1_execute = false;
bool manu_1_execute = false;
bool oledcnt = false;
bool fan_out_status;
bool pump_out_status;
bool lamp_out_status;
bool Interval_Minute_Up_status;
bool Interval_Hour_Up_status;
uint32_t Hour = 0;
uint32_t Minute = 1;
uint32_t TimeSum = 0;
uint32_t TimeStatus;
/* A set of definition for IOT items */
#define ITEM_COUNT 18
//모드 변경을 위한 함수
void mode_out(bool val) {
    autoMode = val;
}
//Interval 설정 모드로 들어가기 위한 함수
void timeset_out(bool val) {
    timeset = val;
}
//Interval 시간 단위를 설정하는 함수
void Interval_Hup(bool val) {
    Interval_Hour_Up_status = val;
}
//Interval 분 단위를 설정하는 함수
void Interval_Mup(bool val) {
```



```

Interval_Minute_Up_status = val;
}
//manual mode일 때 FAN을 제어하는 함수
void fan_out(bool val) {
    fan_out_status = val;
}
//manual mode일 때 PUMP를 제어하는 함수
void pump_out(bool val) {
    pump_out_status = val;
}
//manual mode일 때 LAMP를 제어하는 함수
void lamp_out(bool val) {
    lamp_out_status = val;
}
//Interval을 0시 0분으로 리셋하는 함수
void IntervalReset(bool val) {
    if (!timeset && val) {
        Hour = 0;
        Minute = 0;
    }
}
/*widget toggle switch*/
IOTItemBin ModeStatus;
IOTItemBin Mode(mode_out);
IOTItemBin StopStatus;
IOTItemBin Stop(timeset_out);
IOTItemBin FanStatus;
IOTItemBin Fan(fan_out);
IOTItemBin PumpStatus;
IOTItemBin Pump(pump_out);
IOTItemBin LampStatus;
IOTItemBin Lamp(lamp_out);
/*widget push button*/
IOTItemBin IntervalHUP(Interval_Hup);
IOTItemBin IntervalMUP(Interval_Mup);
IOTItemBin IntervalRST(IntervalReset);
/*widget label*/
IOTItemInt label_Hinterval;
IOTItemInt label_Minterval;
IOTItemFlo dht22_temp;
IOTItemFlo dht22_humi;
IOTItemInt soilhumi;
IOTItem *items[ITEM_COUNT] = { &ModeStatus, &Mode,
    &StopStatus, &Stop,
    &FanStatus, &Fan,
    &PumpStatus, &Pump,
    &LampStatus, &Lamp,
//index num : 0 ~ 9
    &IntervalHUP, &IntervalMUP, &IntervalRST,
    &label_Hinterval, &label_Minterval,
    &dht22_temp, &dht22_humi, &soilhumi,
//index num : 10 ~ 17
};
/* IOT server communication manager */
const char device_id[] = ""; // Change device_id to yours
BrokerComm comm(&Serial, device_id, items, ITEM_COUNT);
void setup() {
    Serial.begin(250000);

```

```

comm.SetInterval(200);
pinMode(LAMP, OUTPUT);
pinMode(PUMP, OUTPUT);
pinMode(SOILHUMI, INPUT);
//초기설정
digitalWrite(LAMP, LOW);
digitalWrite(PUMP, LOW);
u8g2.begin();
dht.begin();
StartTime1 = millis();
// begin with 60hz pwm frequency
SoftPWM.begin(490);
}
void loop() {
/* DHT22 data acquisition */
if ((millis() - StartTime1) > DataCaptureDelay) { //4초 간격으로 실행
sensors_event_t event1;
sensors_event_t event2;
dht.temperature().getEvent(&event1); //DHT22_Temperature
Temp = event1.temperature;
dht.humidity().getEvent(&event2); //DHT22_Humidity
Humi = event2.relative_humidity;
Soilhumi = map(analogRead(SOILHUMI), 0, 1023, 100, 0); //soil humidity
drawLogo();
StartTime1 = millis();
}
/*Mode change*/
if (!autoMode) { //수동모드일 때
auto_1_execute = false;
ManualMode();
}
if (autoMode) { //자동모드일 때
manu_1_execute = false;
AutoMode();
}
/* Interval time set */
if (timeset && autoMode) //Auto모드에서 시간설정 스위치가 ON일 때
{
TimeStatus = (millis() - StartTime2) / TimeSum ;
}
else
{
TimeSum = (Hour * 60 + Minute) * 60 * 1000; //ms단위로 변환
StartTime2 = millis(); //지속적으로 타임 초기화
if (millis() > StartTime3 + 500) //위젯 버튼 누르는 시간 딜레이주기
{
Hour += Interval_Hour_Up_status;
if (Hour >= 24) Hour = 0;
Minute += Interval_Minute_Up_status;
if (Minute >= 60) Minute = 0;
StartTime3 = millis();
}
}
SoftPWM.set(fanVal);
PumpStatus.Set(digitalRead(PUMP));
LampStatus.Set(digitalRead(LAMP));
if (fanVal > 60) FanStatus.Set(true);
else FanStatus.Set(false);
}

```

```

ModeStatus.Set(autoMode);
StopStatus.Set(timeset);
label_Hinterval.Set(Hour);
label_Minterval.Set(Minute);
dht22_temp.Set(Temp);
dht22_humi.Set(Humi);
soilhumi.Set(Soilhumi);
comm.Run();
}
void ManualMode() {
if (fan_out_status == true)
{
fanVal = 65;
}
else
{
fanVal = 0;
}
digitalWrite(PUMP, pump_out_status);
digitalWrite(LAMP, lamp_out_status);
}
void AutoMode() {
/* a LAMP auto control */
if (timeset) {
if (TimeStatus % 2 == 1) {
digitalWrite(LAMP, LOW);
}
else {
digitalWrite(LAMP, HIGH);
}
}
else if (!timeset) {
digitalWrite(LAMP, LOW);
}
/* a pump auto control */
if (Soilhumi <= 30) { //토양 습도값이 30%이하일 때
digitalWrite(PUMP, HIGH);
}
else if (Soilhumi >= 60) { //토양 습도값이 60%이상일 때
digitalWrite(PUMP, LOW);
}
/* a fan auto control */
if (Temp >= 25) { // 화분 주변 온도가 30*C이상일 때
fanVal = 65;
}
else if (Temp <= 20) { // 화분 주변 온도가 28*C이하일 때
fanVal = 0;
}
}
void drawLogo()
{
oledcnt = !oledcnt; //화면 전환
if (!oledcnt) {
u8g2.clearBuffer();
u8g2.setFontMode(1); // Transparent
u8g2.drawXBM( 0, 0, LOGO_WIDTH, LOGO_HEIGHT, LOGO);
u8g2.sendBuffer();
}
}

```

```
else if (oledcnt) {
u8g2.clearBuffer();
u8g2.setFont(u8g2_font_ncenB08_te);
u8g2.drawStr(1, 15, " SMART FARM");
u8g2.drawStr(15, 36, "Temp.");
u8g2.setCursor(85, 36); u8g2.print(Temp);
u8g2.drawStr(114, 36, "\xb0" );
u8g2.drawStr(119, 36, "C");
u8g2.drawStr(15, 47, "Humidity");
u8g2.setCursor(85, 47); u8g2.print(Humi);
u8g2.drawStr(116, 47, "%");
u8g2.drawStr(15, 58, "Soil Humi.");
u8g2.setCursor(85, 58); u8g2.print(Soilhumi);
u8g2.drawStr(116, 58, "%");
u8g2.sendBuffer();
}
```

자) 프로토 타입 모듈 구성도 설계

① 하드웨어

- a) 스마트 팜 내의 온습도와 토양의 습도를 측정하여 그 값을 LCD에 출력하고 쿨링팬, 열선으로 환경제어
- b) LED조명, 워터펌프를 입력해놓은 값으로 자동제어. 자동 원격제어 불가

			
아두이노 우노	모터 드라이버	릴레이 4CH	IIC통신 모듈
			
다이아프램 펌프	토양 수분 센서	DC 쿨링팬	온습도센서
			
수분센서 작동시험	발아기 장착사진	배양액 수위조절	

② SPEC

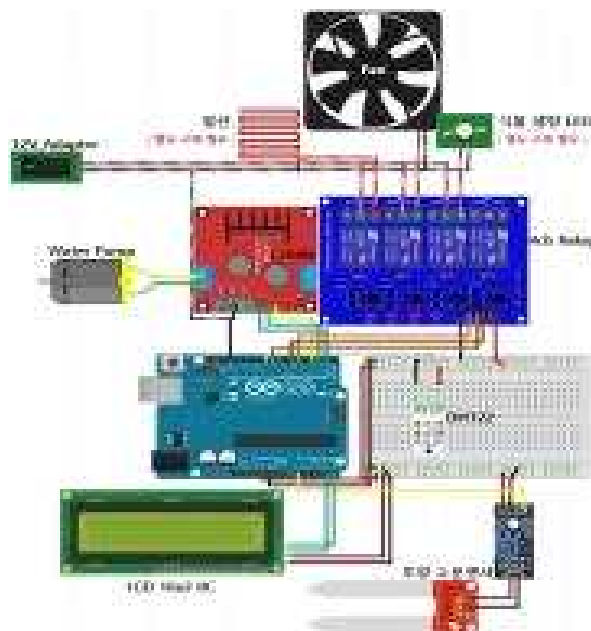
- a) Operating Voltage : DC12V

③ Feature

- a) 식물 성장 Full Spectrum LED
- b) DC Fan을 이용한 환기, 온도조절
- c) 발열패드, 열선을 이용한 난방
- d) IIC통신 모듈 / 16x2 / 1602

④ 구성 및 수량

종류	사양 및 품명	수량
아두이노 우노	Arduino UNO	1EA
모터 드라이버	L298N	1EA
LCD	IIC통신 모듈 / 16x2 / 1602	1EA
온습도 센서	DHT22	1EA
토양수분센서	YL-69 + YL38모듈	1EA
릴레이 4CH	AS0438	1EA
워터펌프	샤플로펌프 / 다이라프램펌프	1EA
DC쿨링팬	60mm x 60mm / 저소음 / 12V	1EA
LED	30cm full spectrum	2EA
발열 패드	5x15CM	1EA
점퍼선	암암 20CM	40EA
점퍼선	암수 20CM	40EA
점퍼선	수수 20CM	40EA
브래드보드	830홀 불투명 AS0075	1EA
PCB 기판	100x150 (2016홀)	1EA
PVC 튜브	내경 6mm	2M



<그림.2-14> 회로도

⑤ 프로그래밍 source

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#define DHYPIN 9
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
float hum;
float temp;
int IN1= 2;
int IN2= 3;
int ena=1;
int relay=8;
int relay2=6;
int relay3=5;
int moisture;
int count = 1;
int i1, i2;
byte t[8] = {
  B01000,
  B10100,
  B01000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
};
void pump(void);
void fan(void);
void screen(void);
void sun(int on_sec, int off_sec);
void lcd_print(void);
void heating(int lowTemp);

void setup() {
  pinMode(IN1,OUTPUT);
  pinMode(IN2,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relay,OUTPUT);
  pinMode(relay2,OUTPUT);
  pinMode(relay3,OUTPUT);
  dht.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.createChar(0, t);
  delay(2000);
}
void loop() {
  Moisture = analogRead(A0);
  hum = dht.readHumidity();
  temp = dht.readTemperature();
  pump();
  fan();
  heating(21);
  sun(10, 10);
  screen();
```

```

    lcd_print();
}
void pump(void)
{
    if(Moisture > 700){
        digitalWrite(IN1,HIGH);
        digitalWrite(IN2,LOW);
        digitalWrite(ena,255);
    }else{
        digitalWrite(IN1,HIGH);
        digitalWrite(IN2,HIGH);
        digitalWrite(ena, 255);
    }
}
void fan(void)
{
    if(temp > 25){
        digitalWrite(relay, HIGH);
    }else{
        digitalWrite(relay, LOW);
    }
}

void heating(int lowTemp)
{
    if(temp < lowTemp) digitalWrite(relay3, Low);
    else digitalWrite(relay3, HIGH);
}
void sun(int on_sec, int off_sec)
{
    if(count==1){
        i1 = on_sec;
        i2 = off_sec;
        count--;
    }
    if(i1 > 0){
        digitalWrite(relay2, LOW);
    }else{
        digitalWrite(relay2,HIGH);
        i2--;
    }
    i1--;
    if(i2 <= 0)
        i2 = off_sec;
        i1 = on_sec;
    }
    delay(1000);
}

void screen(void)
{
    Serial.print(" Moisture : ");
    Serial.print(Moisture);
    Serial.print(" Humidity : ");
    Serial.print(hum,0);
    Serial.print(" %, Temp : ");
    Serial.print(temp, 1);
    Serial.println(" Celsius");
}

```



```
}  
  
void lcd_print(void)  
{  
    int mois = 100 - map(Moisture, 0, 1024, 0, 100);  
    lcd.setCursor(0,0);  
    lcd.print("Temp : ");  
    lcd.print(temp,1);  
    lcd.write(byte(0));  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print("Moisture : ");  
    lcd.print(mois);  
    lcd.print("%");  
}
```

## (2) 2년차 연구개발내용

가) 소규모 재배용 스마트팜의 설계 및 구축 : 연구목적으로 이용할 수 있는 경제성을 가진 소규모 수경재배장치를 고안하여 제작한다. 경제성을 고려하여 최소한의 필요한 장비로 구축하여 연구를 진행하고, 독자적인 software를 사용하여 재배환경 데이터를 확인할 수 있는 스마트팜 시설 구축.

### - 개발의 필요성

- ① 시중에 판매되는 공장형 스마트팜은 초기 투자비용이 높으며 설치를 위한 넓은 면적의 공간이 필요함. 본 연구에서 개발하는 소규모 재배용 스마트팜은, 상가 혹은 이와 비슷한 공간에 설치가 가능한 소규모 수경재배장치로 연구목적으로 개발하였음.
- ② 공장형 스마트팜 시설은 회전율이 빠른 엽채류 작물을 재배하는 것을 중심으로 제작되고 있으며, 본 연구에서는 허브와 같은 고부가가치 작물을 식재할 수 있는 테스트용 스마트팜 기기를 구축하는 것을 목표로 함.

- 발아 장치 제작 : 수경 재배 시스템에 사용할 수 있는 식물을 재배하기 위해 씨앗에서부터 생육할 수 있는 환경을 조성하기 위해 발아에 특화된 장치를 고안 및 제작

### ① 1차 Prototype 구성품 및 제원



<그림.2-15> Prototype 제작을 위한 LED Light(좌), Petri Dish(우)

<표.2-10> LED light specification

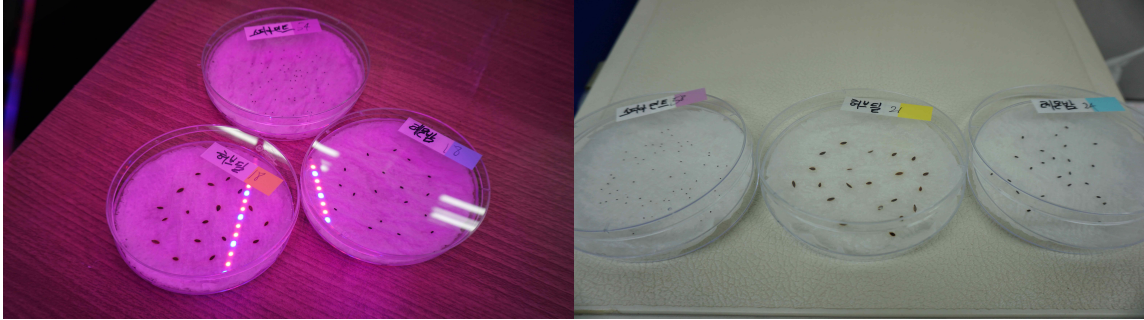
모델명	스마트이 LED 식물성장조명
제조사	제이스토리
소재	알루미늄, PVC
LED 전구	26*Red(610-660nm)/14*Blue(440-460nm)
조명 수명	50000시간
제품 기능	색상조절, 타이머, 밝기조절

### ② 발아테스트

- a) 스피아민트, 레몬밤, 허브딜을 Petri dish에 파종하고 파종된 개체를 수경재배 배지에 이식 가능한지 확인.
- b) 파종 환경은 온도  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ , 습도  $40 \pm 2\%$ 로 유지.

<표.2-11> Plant species for germination test

식물명	과명	학명	원산지	품질
스피아민트	꿀풀과	Mentha species	네덜란드	우수
레몬밤	꿀풀과	Melissa officinalis	네덜란드	우수
허브딜	미나리과	Anthum graveolens LINN	네덜란드	우수



<그림.2-16> LED 조건에서 발아 진행(좌), 형광등 조건에서 발아 (우)

c) 실험 결과

<표.2-12> Measurement of plant germination by light source.

시료명	레몬밤		허브딜		스피아민트	
	파종 수	발아 수	파종 수	발아 수	파종 수	발아 수
LED Light	20	13	18	18	54	1
형광등	22	10	21	12	58	0

- (가) 관찰 결과, 떡잎이 자라지 않고 줄기만 자라는 식물의 웃자람 현상이 관측. 원인은 충분한 광량을 받지 못하였다고 판단.
- (나) LED Light를 사용하여 실험 조건 하에서 10일 동안 보관할 경우, 레몬밤은 65%, 허브딜은 100%, 스피아민트는 1.85%의 발아율을 보였으며, 형광등을 사용했을 때, 레몬밤은 45%, 허브딜은 57%의 발아율을 보였으며, 스피아민트는 발아하지 않음.
- (다) 발아한 식물을 새로운 배지에 옮기는 과정의 소요시간이 오래 걸리는 점, 식재 도중 뿌리가 다쳐 죽어 효율이 떨어짐
- (라) 씨앗의 크기가 작을수록 파종 및 식재의 어려움이 있음.

d) 개선사항

- (가) Petri Dish에 파종 후 식재보다 수경재배에 들어가는 배지에 직파하여 발아할 수 있도록 조치.
- (나) 광원이 더 강한 LED 전등을 사용하여, 발아 후에도 식물이 웃자람 없이 잘 자랄 수 있도록 조치.

② 2차 Prototype 제작 및 발아시험 : 1차 시험 데이터를 바탕으로, 프레임 구성하여 발아를 목적으로 하는 소형 재배장치를 제작. 아두이노 툴을 이용한 간단한 온습도 측정장치 제작 후 시범 구동 진행.

a) 2차 Prototype 구성품 및 제원

(가) Prototype 구조

<표.2-13> Prototype specification

크기	1400*350*900
Frame 재질	Steel, 크롬 도금
Frame 단 높이	450mm, 450mm, 300mm
광원	LED Lamp
난방시스템	필름 난방
공기 순환시스템	통기형 환풍기
단열재	방풍 비닐



<그림.2-17> 완성된 2차 Prototype(좌)과 환풍기(우)

(나) 광원의 종류 및 제원

<표.2-14> LED light specification

모델명	LED PLANT25WC_LINEAR_Full
크기	630*38.5*51mm
제품 소재	알루미늄, 스틸, PC, FR4 등
최대 소비전력	25W
파장대	Full spectrum
광량자속밀도(PPFD)	71umol/m <sup>2</sup> /s (거리 40cm기준)
원산지	대한민국(윤라이팅)

(다) 환풍기

<표.2-15> 환풍기 specification

모델명	HV-5000
크기	184∅ * 85(mm)
제조사	한양테크
소비전력	10W
정격전압	220V, 60Hz

(라) 난방소재

<표.2-16> 난방소재 specification

모델명	PTC 선상필름
크기	1400*350mm
소비전력	4Kw
정격전압	220V, 60Hz

(마) 난방 조절기

<표.2-17> 난방조절기 specification

모델명	SV5
크기	70*120*50mm
제조사	우리엘
접점 용량	18A(저항부하)
최대 출력	4Kw
온도 범위	0~99℃
온도 감지 방식	NTC 써미스타 (5kΩat25℃)

b) 발아 테스트

(가) 로즈마리, 라벤더를 이용하여 발아시험을 진행

(나) 실험 방법 : 로즈마리, 라벤더 씨앗을 스펀지배지, 암면배지를 이용하여 파종하고, 20일 동안 발아시험을 진행. 온도는 24±2℃, 습도는 55±5℃ 조건에서 실험을 진행. LED Light를 사용하여 1일 12시간 조사.

<표.2-18> 광원에 따른 식물의 발아 수 측정

시료명	로즈마리		라벤더	
	파종 수	발아 수	파종 수	발아 수
스펀지 배지	-	-	30	9
암면 배지	20	2	20	3

- (다) 라벤더와 로즈마리 발아율은 60%를 넘기기 힘들.
- (라) 균이 번식하는 배지들이 있음, 배지의 습도가 높아서 곰팡이류가 번식하기 쉽다고 판단. 파종 전에 에탄올을 사용하여 실내 멸균을 진행.
- (마) 흡습성이 좋은 암면 배지는 적은 양의 물로도 배지에 충분한 수분을 공급할 수 있으나, 스펀지 배지는 처음에 반드시 물을 충분히 적신 후, 사용해야 파종 시 상단부의 씨앗에 수분공급이 충분히 됨.

c) 소규모 발아 장치 제조 : 종자의 최적 발아온도 및 습도 테스트가 가능한 장비, 외부 환경에 영향을 받지 않도록 코팅 목재와 방풍비닐로 밀폐하고 단열재, 필름난방 구성으로 다양한 온도 조건으로 종자의 발아온도 테스트가 가능. LED를 설치하여 광발아 또는 암발아 실험이 가능.



<그림.2-18> 소규모 발아장치 Frame(좌), 난방필름 및 방풍 비닐 부착(우)

(가) 구성품 및 제원

크기	1500*600*1500mm
Frame 재질	Steel, 크롬 도금
Frame 단 높이	500mm
광원	LED Lamp
난방시스템	필름 난방
단열재	방풍 비닐 및 목판

구성	개수
full spectrum LED 600mm	4EA
필름 난방 400X200mm	1EA
난방 컨트롤러 0~60℃	1EA
iot 스마트 플러그	1EA

(나) 난방필름을 바닥과 벽 부분에 부착하여 난방 효율을 높임. 온도 컨트롤러로 난방 온도 조절, 방풍 비닐을 설치하여 발아기 내부의 습도를 높게 유지

- 소규모 실내 재배장치 설계 및 설치

① GC 필드를 이용한 간이 재배장치 설계

- a) 박막식 수경재배(이하 NFT)를 이용한 재배장치를 설계.
- b) 박막식 수경재배는 얇은 수위의 양액을 흘려보내어 뿌리의 하단 부분에만 양액이 닿게 하여 뿌리 상단부에는 공기에 노출될 수 있도록 한 재배 방식.
- c) 양액의 사용량이 담액식 수경재배보다 적어 경제성이 좋으며, 양액 공급속도나 비료성분을 쉽게 조절할 수 있어 식물생장에 영향을 주는 요소를 조정하기 쉬움.
- d) 단점으로는 배양액의 양이 적어 양액 순환이 중단되면 뿌리의 건조로 인해 식물에 피해가 발생할 우려.
- e) NFT 방법이 뿌리 과습에 약한 허브류를 재배하기에 적합하다고 판단, 박막식 수경재배 시스템을 이용한 간이 재배장치를 설계.

② 구성품 및 제원

Frame 크기	1500*600*1500mm, (철재 원자재(받침, 기둥), MDF합판(선반))
Uv 멸균램프	SG*4W(135*15.5mm)
광원	LED Lamp (30cm 기준 8500Lux)
펌프	20W 수중펌프(HJ-950)
필드	GC 필드(1030* 120* 65, 포트간격(130mm))
양액 용기	36L (PP)
포트	GC 필드용 포트
포트 배지	황토볼







<그림.2-19> 구성품

- GC필드를 이용한 허브 재배

① 시중에 판매되는 허브를 구매하여, 수경재배 포트에 식재

② 식재식물

	애플민트	스위트바질	페퍼민트	로즈마리
정식 초기				
10일 후				
뿌리				



③ 실험 결과

- a) 애플민트, 스위트 바질, 페퍼민트 모두 10cm 이상 성장
- b) 수직으로 성장하지 못하도록 순자르기 진행
- c) 애플민트, 스위트 바질, 페퍼민트 박막식 수경재배 시스템에 무리없이 적응함.
- d) 실험 과정에서 조치한 양액의 성분이 애플민트, 스위트바질, 페퍼민트에 적합하였음.
- e) 로즈마리는 시간이 지날수록 잎이 점차 시듦.
- f) 로즈마리가 진드기에 감염되어 에탄올로 멸균을 진행하였으나 효과 없음.

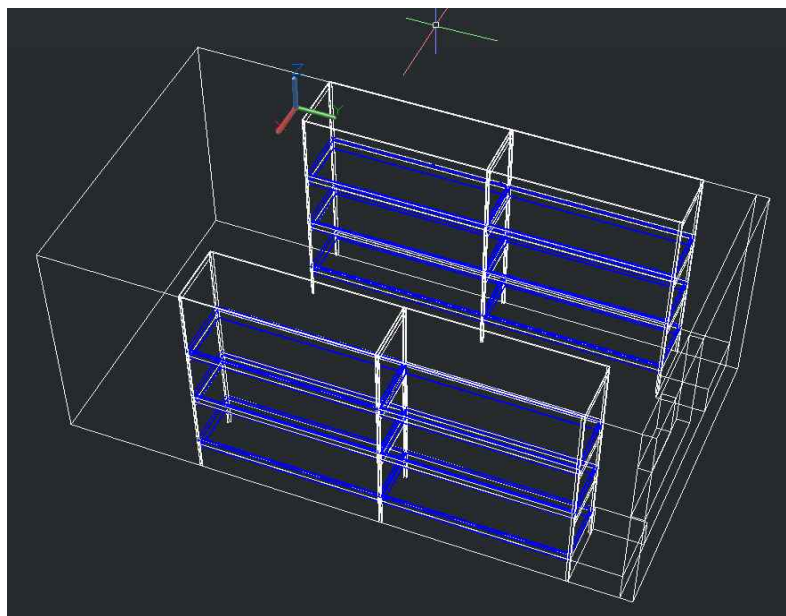
④ 개선사항

- a) 설계된 포트의 식재간격이 짧아 좌우로 넓게 성장하는 식물의 경우, 개체 간 일조를 방해하여 충분한 일조량을 받을 수 없음.
- b) 외부 식물을 식재 할 경우 해충 제거 과정을 거쳐 식재를 진행.
- c) 환경에 예민한 허브 식재 시 주의

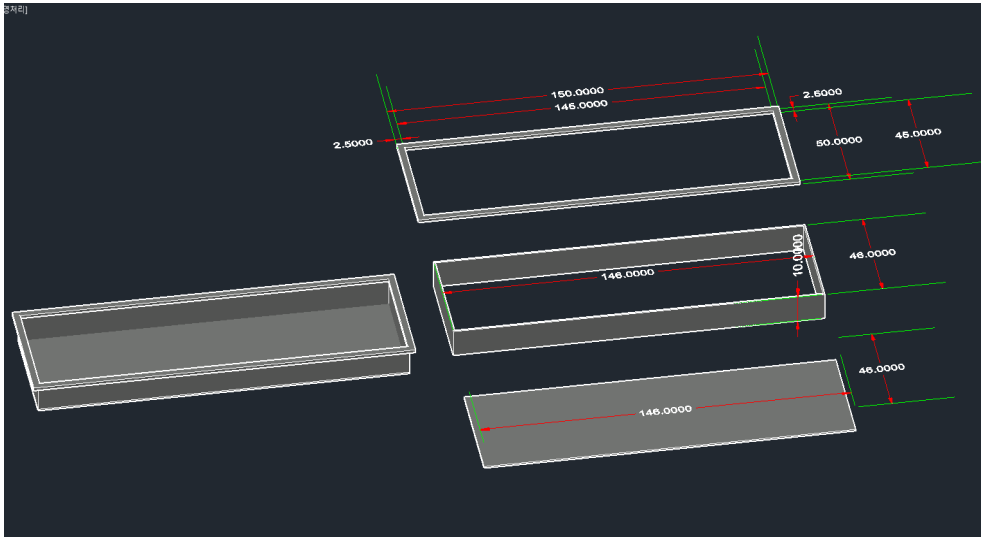
- 2단 순환형 수경재배 필드 제작 및 설치 : 철제프레임에 아크릴을 사용하여 수경재배 트레이를 제작하고, 포맥스를 이용하여 포트를 제작하여 삽입하여 3개의 층으로 이루어진 담액 수경방식(DWT)을 이용한 수경재배 필드 제작

① 구성품 및 제원

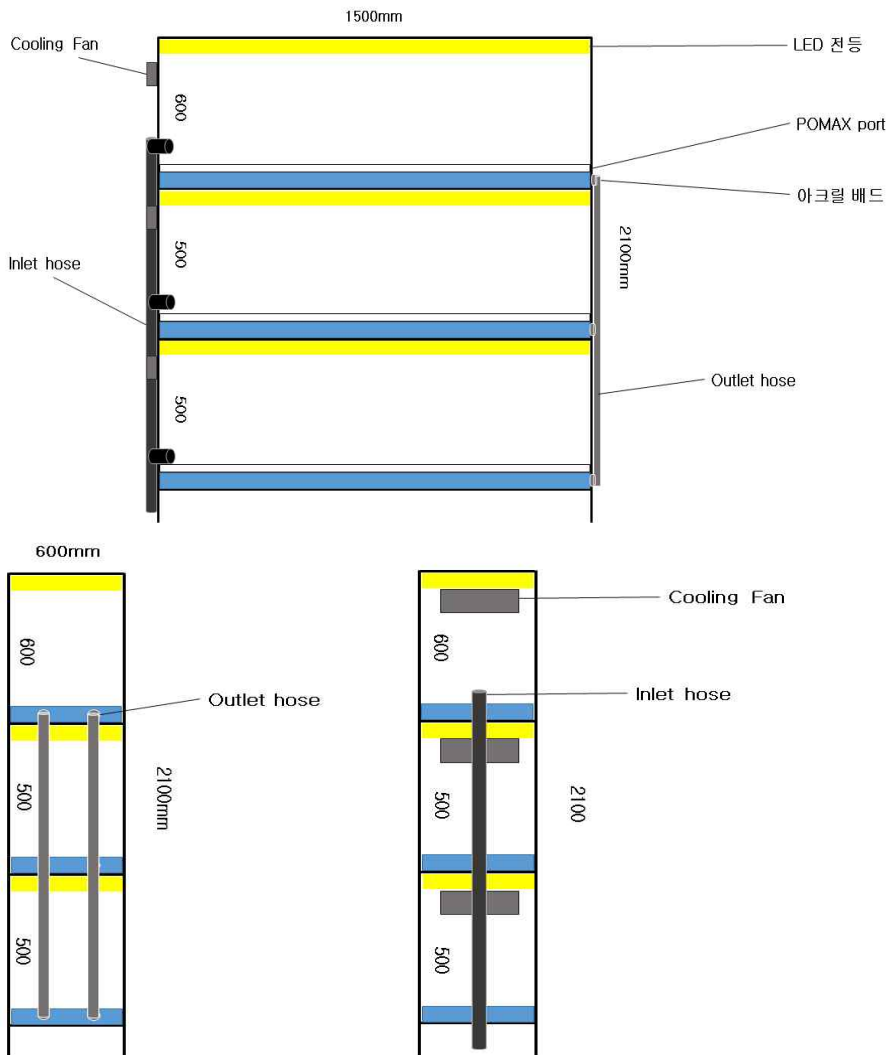
프레임	3000*600*2100mm(1500*600*2100mm 2개)
배드	아크릴(1500*500*110(연결부 5mm)) (PVC)
배드 판	POMAX(1500*600)
Lamp	T-5 삼파장 램프, 윤라이팅 식물 보광등(1200mm)
관수 시스템	배수파이프, 원터치 피팅 사용
Pump	20W 수중펌프(HJ-950)
Cooling system	140*25mm(5V DC팬)



<그림.2-20> 수경재배 프레임 설계도



<그림.2-21> 수경재배 배드 설계도



<그림.2-22> 수경재배 배드 도식도

② 수경재배 필드 제작



<그림.2-23> 프레임 설치(좌상), LED 설치 작업완성(우상, 좌하)



<그림.2-24>(좌로부터) 입수구, 출수구



<그림.2-25> 식물 정식, 포트를 사용한 정식

③ 아크릴 배드 제작 : 아크릴 배드는 양액의 보관 및 재배판의 지지체 역할을 함



<그림 .2-26> 배드 받침제작(좌), 접착제& 실리콘 방수처리(중), 완료된 배드(우)



#### ④ 램프 제원

상단 사용 LED램프 (총 24개 사용)  
사용 LED : 진성전자 LED T5, 60cm, 10W  
중앙 Lux : 약 6500 Lux  
Lamp 간 이격간격 : 10cm  
색온도 : 6400k(주광색)  
정격전압 : 220V, 60Hz

하단 사용 LED 램프(총 6개 사용)  
사용 LED : 윤라이팅 식물보광등 LED 120cm  
중앙 Lux : 약 15700Lux  
색온도 : 복합광 백6 적4 청1  
LED 이격간격 : 15cm  
연결방식 : 직렬

- 수경재배기를 활용한 바질 발아시험

#### ① 실험 조건

- 광량: 약 13000Lux  
- 광주기 : 14/10(h)  
- 쿨링팬 : 24시간 가동  
- 온습도 : 21~24℃, 40~60%,  
- 시판 배양액 사용 및 바질 141개 파종

#### ② 실험 결과

- 1~10일에 발아기에서 본엽 생성되는 것을 확인  
- 본엽 발현 개체는 총 108, 본엽이 발현되지 않는 개체는 30개, 이상이 있는 개체 3개  
정식과정에서 뿌리 유실  
- 스위트 바질에서 대부분 연부 현상 발생하여 성장하지 못함. 실내의 습도조절이 필요



<그림.2-27>스위트 바질 재배

### ③ 고찰

- 수직농장 형태로 면적 대비 활용성 높고 강한 광량으로 식물에게 충분한 양의 광원을 제공.
- 간편한설치 설치의 어려움이 없으며 1,800RPM의 풍속은 식물의 성장을 저지할 만큼 강하지 않으면서, 바람을 전달할 수 있다고 판단.
- 일체형 배드가 아니기 때문에 내구성이 낮고 담액식 배드를 사용할 경우 배지에 미생물 번식으로 인해 배지와 개체가 오염에 취약
- 투명 아크릴 배드를 사용하여 배드 내부에 이끼가 과하게 생성었고 선반식 아크릴 배드의 탈부착이 어려워 아크릴 배드 세척이 어려움
- LED, 팬 등의 환경 조작 요인을 직접 진행해야 하며 LED 광에서 나는 발열량이 많아 열 발생량이 고르지 않음.

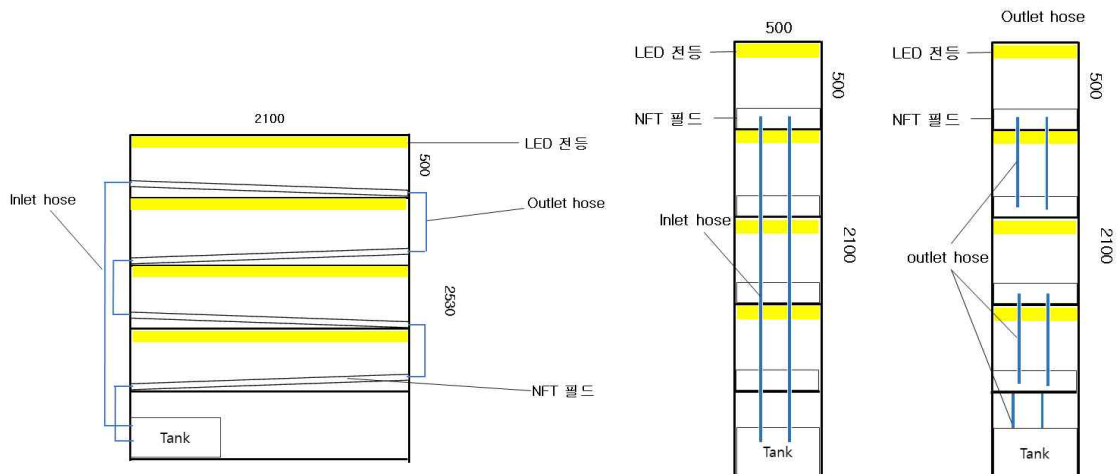
### ④ 개선사항

- 아크릴 배드의 무게 및 장착 어려움으로 더 간단한 구조의 배드를 제작
- 형광등 램프는 강한 빛을 조사할 수 있지만, 발열량이 많아 발열량이 더 적은 제품으로 선정하여 재제조.
- 배지 내 미생물 번식을 최소화하기 위해 불투명한 배지 사용

- Full spectrum LED 수경 재배기 : 담액식 수경재배가 아닌 NFT를 사용한 수경재배 시스템을 이용하여 내구성이 좋고 재단이 쉬운 알루미늄 프로파일을 사용하여 제작.

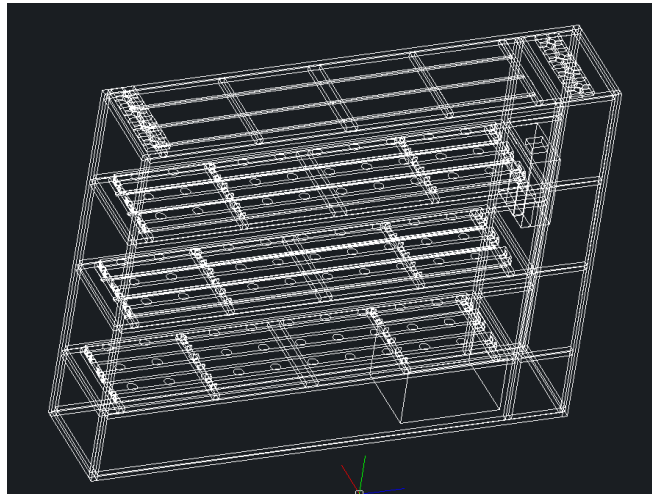
#### ① 제원 및 구성

Frame	2100X500X2530 (알루미늄 프로파일) 층 간격 50cm
프로파일 사이즈	30*30mm
사용 LED	50cm Full spectrum LED
양액 공급장치	75L 용기 + IOT 스마트 플러그
층당 이격간격	50cm
전원 공급장치	400W SMPS 1개
NFT 파이프	2000*80*50mm (PVC)



<그림.2-28> Full spectrum LED 수경재배기 모식도

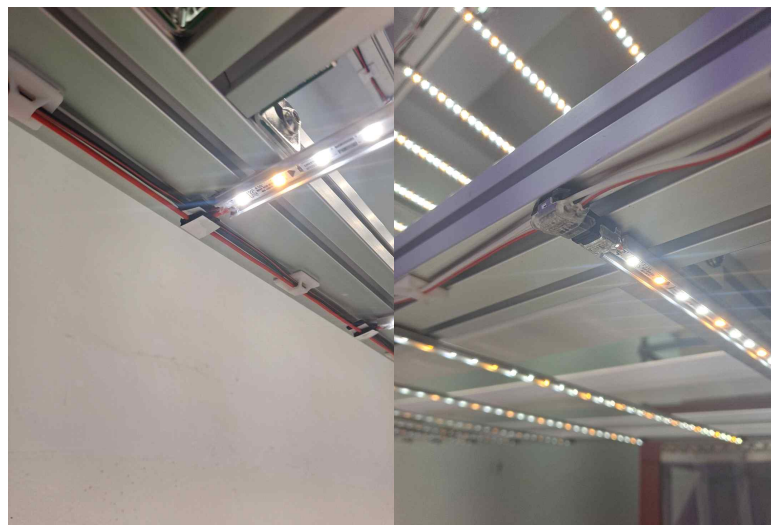
② Full spectrum LED 수경재배기 제작 과정



<그림.2-29> 프레임 설계



<그림.2-30> Full sepctrum 재배기 외형



<그림.2-31> LED 조명부



③ Full Specturm LED 수경 재배기를 이용한 작물 재배 테스트 : 바질, 페퍼민트, 로즈마리, 라벤더를 시중에서 구입하여 배지에 식재 후 박막수경시스템을 사용하여 식물들의 생육을 관찰하고 개선할 사항을 파악.

a) 허브 식재

(가) 프렌치 라벤더와 로즈마리, 페퍼민트, 바질을 대립원에 종묘에서 구입하여 NFT 배지에 식재하였다.



<그림.2-32> 식재할 식물(좌)과 배지로 사용할 하이드로볼(우)

(나) 식물 식재 전 차아염소산나트륨용액을 희석한 증류수를 이용하여 식물을 세척하고 깨끗한 물로 헹구어 하이드로볼을 사용하여 식재.



<그림.2-33> 식재를 완료한 라벤더(좌), 페퍼민트(중), 바질(우)

b) 허브 관찰 : 60일 동안 허브를 관찰하여 배지적응 및 성장 속도를 측정



<그림.2-34> 배지에 적응하지 못한 라벤더(좌)와 로즈마리(우)





<그림.2-35> 60일 동안 성장한 페퍼민트(좌, 중)와 바질(우)

c) 결과

- (가) 실험 중 펌프의 고장으로 인해 로즈마리, 라벤더가 식재된 포트에 영양공급이 원활히 이루어지지 않음
- (나) (가)의 이유로 인하여 뿌리에 수분공급이 중단되어 조치하였으나 라벤더와 로즈마리는 적응하지 못하여 생육이 불가능한 상태가 되었음
- (다) (가)의 이유는 바질과 페퍼민트에도 동일하게 발생 하였지만, 조치 후에도 적응하여 건강하게 생육
- (라) 60일 이후 바질과 페퍼민트는 10cm 이상의 크기를 가지고 있었으며, 바질은 식재 이전 보다 약 2n 개수 만큼의 잎이 자랐고, 페퍼민트는 정확한 계수확인이 어려웠지만, 전체 적으로 잎의 상태가 고르게 생육
- (마) 재배기 1개의 층의 바질을 수확했을 때, 약 300g의 바질을 수확할 수 있었음.
- (바) 페퍼민트는 줄기와 잎을 한꺼번에 수확해야 하기 때문에 더 많은 성장을 요구함.
- (사) 바질의 경우 개체 중 담배모자이크병에 감염된 개체가 2개가 발생하였음 초기에는 발견 되지 않았지만, 성장하면서 바이러스가 활성화되어 증상을 야기했다고 유추할 수 있음
- (아) 그 외에 바이러스나 병균으로 인한 증상은 관측되지 않았음.

- 독립형 아두이노 수경재배기 제작 과정 : 아두이노 시스템과 연동되는 센서를 장착하여 환경 상태 확인이 가능하고 제어가 가능한 수경재배 배드 제작, 차단벽을 설치하여 허브류가 동절기 에도 적정온도를 유지할 수 있는 시스템을 사용하여 재배 LED조명, 워터펌프를 입력해놓은 값 으로 자동제어, 원격제어는 불가

① 독립형 아두이노 수경재배기 특징

- a) 층간 높이 50cm의 허브 재배에 적합한 크기의 수경재배기 제작
- b) 실외 환경에 영향에 받지 않는 독립 환경의 수경재배기  
단열이 기능 및 외부에서 생육환경을 확인할 수 있는 투명 아크릴 도어
- c) 아두이노 IOT 센서를 이용한 수경재배기 내부환경 확인 및 제어  
(온·습도, CO2 농도 확인, 양액 펌프 구동 시간 설정)
- c) 양액의 소모량 감소 및 뿌리 과습 방지를 위한 박막 수경재배 시스템

② 구성요소 및 제원

Frame	2500X560X2000 (알루미늄 프로파일) 층간 간격 50cm
수경재배 필드	2000*80*30 (PVC)
SMPS	DC 12V
광원	식물 성장 Full Spectrum LED
온도 컨트롤러	-50~110℃ NTC 온도센서
히터	12V 50W (최대온도 230℃)
모듈	블루투스, 와이파이 호환 아두이노 보드(27*40.5*4.5)
CO2 센서	NDIR 방식(5V) 0~5000ppm
OLED	128x64px 5V
쿨링팬	DC Fan
펌프	다이어프램 펌프

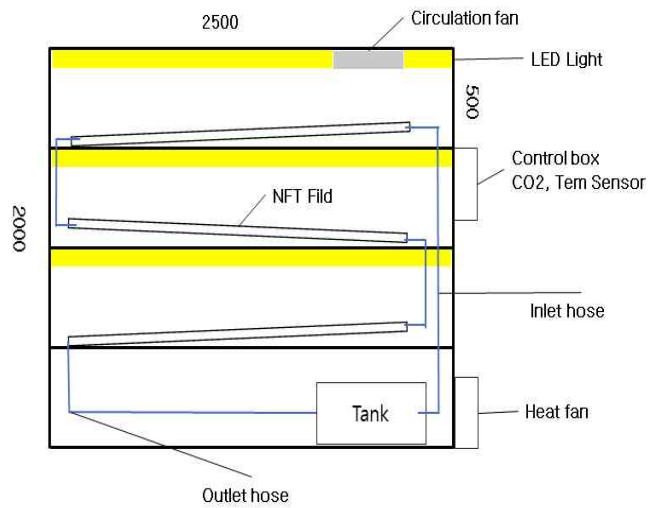
③ 프레임 제작 :

- 30x30mm 의 알루미늄 프로파일을 이용하여 2500\*560\*2000크기의 프레임을 제작.
- 50cm의 간격으로 층을 생성하여 다단식으로 재배할 수 있도록 배치.
- POMAX 4.5T를 사용하여 외벽을 구성하여 프레임 내부와 외부가 분리되도록 구성.
- 폴리카보네이트판을 이어 열고 닫을 수 있도록 문을 설치



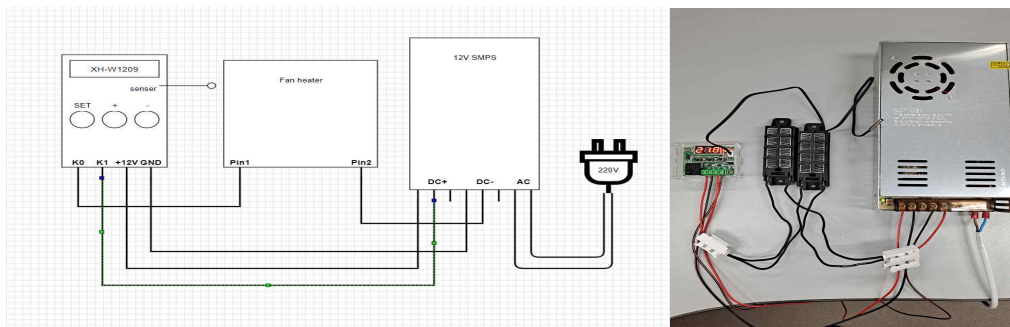
<그림.2-36> 프레임 제작 및 경첩 설치

④ LED Light, NFT 배지 장착 : 천장부분에 LED Light를 부착하고, NFT는 경사를 주어 장착.



<그림.2-37> LED 작동테스트(상), 배양기 모식도(하)

- ⑤ 환경 통제 시스템 제작 : 아두이노에 연동할 온도 컨트롤러, 히터, 팬을 설치 전류공급장치는 12V SMPS를 사용하여 설치, 실내온도가 설정 온도보다 낮을 때, Fan heater가 작동.



<그림.2-38> 배선연결 (좌), Heater 및 전원 연결(우)



<그림.2-40> 온도 컨트롤러(좌), 수경재배기 온도센서(중), Cooling/Heating Fan(우)

(가) 온도 컨트롤러 제원

- ① 모델명 : 미니 디지털 온도 컨트롤러 XH-W1209
- ② 온도제어범위 : -50 ~ 110℃
- ③ 입력 전압 : DC 12V
- ④ 온도 해상도 : -9.9 ~ 99.9 구간은 0.1℃ 그 이외의 구간은 1℃
- ⑤ 사용 온도 센서 : NTC(10K 0.5%) 방수 센서 0.5M
- ⑥ 측정 정밀도 : 0.1℃
- ⑩ 사이즈 : 48 X 40MM
- ⑫ 소비전류 : 접점 OFF시 35mA, 접점 ON시 65mA

(나) 히터 제원

- ① 제품명 : PTC 히터 모듈 12V 50W
- ② 전원 : AC / DC12V (MAX 50W)
- ③ 최대 온도 : 230℃ (오차 약 10℃)
- ④ 극성 : 무극성
- ⑤ 사이즈 : 95 X 31 (mm)

⑥ 아두이노 H/W 및 S/W 제작 및 장착

(가) 모듈



- ①모델명 : [ITM] ESP32-CAM 블루투스,와이파이 웹서버 영상 스트리밍 아두이노 호환 보드 + OV2640 카메라 모듈
- ②크기 : 27x40.5x4.5(±0.2)mm
- ③SPI Flash : 32Mbit
- ④블루투스 : bluetooth4.2BR/EDR and BLE standards
- ⑤와이파이 : 802.11 b/g/n/e/i
- ⑥인터페이스 : UART, SPI, I2C, PWM
- ⑦시리얼 통신 속도 : 115200bps (default)
- ⑧이미지 출력 포맷 : JPEG(OV2640만 지원), BMP, GRAYSCALE
- ⑨스펙트럼 범위 : 2412 ~ 2484MHz
- ⑩안테나 : PCB 온보드 안테나, gain 2dBi

(나) CO2 센서



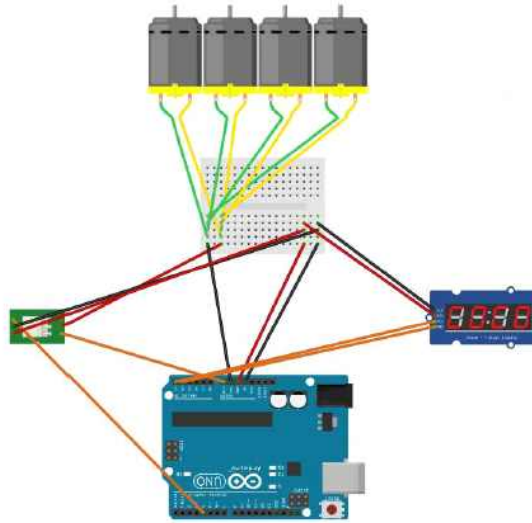
- ①모델명 : [CUBIC] 듀얼 채널 NDIR 방식 Co2 센서 CM1107 5V
- ②Operating principle : Non-dispersive infrared(NDIR)
- ③Measurement range : 0 ~ 5,000ppm
- ④Working temperature : -20℃ ~ 60℃
- ⑤Working humidity : 0 ~ 95%RH (Non-condensing)
- ⑥Storage temperature : -30℃ ~ 60℃
- ⑦Storage humidity : 0 ~ 95%RH (Non-condensing)
- ⑧Accuracy : ±(50ppm+3% of reading) @ 0℃~50℃, 0~85%RH, 0~5,000ppm(Note 1)

(다) 데이터 출력 OLED



- ①모델명 : [ITM] 2.42인치 I2C OLED 화이트
- ②전압 : 5V
- ③인터페이스 : I2C
- ④드라이버 : SSD1309
- ⑤픽셀 : 128x64
- ⑥I2C 주소 : 0x3C

(라) 모듈 구성 및 장착 : 최종적으로 와이파이, 블루투스를 이용하여 재배기의 환경을 확인할 수 있는 시스템 구축을 위해 블루투스와 와이파이가 호환되는 아두이노 보드를 사용.



색상	기능
빨강, 검정	전력 공급선
오렌지	데이터 출력 값
초록, 노랑	Fan 전력 공급선

(마) 아두이노 code

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DHT.h>
#define DHYPIN 9
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
float hum;
float temp;
int IN1= 2;
int IN2= 3;
int ena=1;
int relay=8;
int relay2=6;
int relay3=5;
int moisture;
int count = 1;
int i1, i2;
byte t[8] = {
  B01000,
  B10100,
  B01000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
  B00000,
};
void pump(void);
void fan(void);
void screen(void);
void sun(int on_sec, int off_sec);
void lcd_print(void);
void heating(int lowTemp);

void setup() {
  pinMode(IN1,OUTPUT);
  pinMode(IN2,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  pinMode(relay,OUTPUT);
  pinMode(relay2,OUTPUT);
  pinMode(relay3,OUTPUT);
  dht.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.createChar(0, t);
  delay(2000);
}
void loop() {
  Moisture = analogRead(A0);
  hum = dht.readHumidity();
```

```

temp = dht.readTemperature();
pump();
fan();
heating(21);
sun(10, 10);
screen();
lcd_print();
}
void pump(void)
{
    if(Moisture > 700){
        digitalWrite(IN1,HIGH);
        digitalWrite(IN2,LOW);
        digitalWrite(ena,255);
    }else{
        digitalWrite(IN1,HIGH);
        digitalWrite(IN2,HIGH);
        digitalWrite(ena, 255);
    }
}
void fan(void)
{
    if(temp > 25){
        digitalWrite(relay, HIGH);
    }else{
        digitalWrite(relay, LOW);
    }
}
void heating(int lowTemp)
{
    if(temp < lowTemp) digitalWrite(relay3, Low);
    else digitalWrite(relay3, HIGH);
}
void sun(int on_sec, int off_sec)
{
    if(count==1){
        i1 = on_sec;
        i2 = off_sec;
        count--;
    }
    if(i1 > 0){
        digitalWrite(relay2, LOW);
    }else{
        digitalWrite(relay2,HIGH);
        i2--;
    }
    i1--;
    if(i2 <= 0)
        i2 = off_sec;
        i1 = on_sec;
}

```



```

delay(1000);
}

void screen(void)
{
  Serial.print(" Moisture : ");
  Serial.print(Moisture);
  Serial.print(" Humidity : ");
  Serial.print(hum,0);
  Serial.print(" %, Temp : ");
  Serial.print(temp, 1);
  Serial.println(" Celsius");
}

void lcd_print(void)
{
  int mois = 100 - map(Moisture, 0, 1024, 0, 100);
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Temp : ");
  lcd.print(temp,1);
  lcd.write(byte(0));
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Moisture : ");
  lcd.print(mois);
  lcd.print("%");
}

```

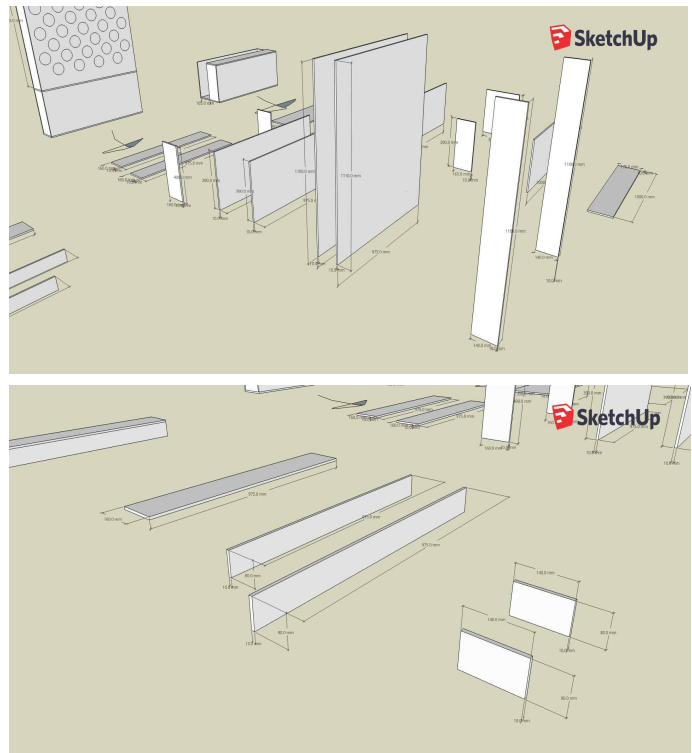
#### ⑦ 테스트 결과

- a) 수경 재배기 내부의 CO2 1500ppm이 넘어 갈 경우 상단에 부착된 Cooling Fan이 가동하여 공기를 순환
- b) LED 작동 정상 작동
- c) 온도 센서에 반응하여 온도가 낮을 경우 팬히터가 작동하여 하단에서 열풍을 공급
- d) CO2 센서의 경우, 메인보드와 결합되어 온도 컨트롤러처럼 특정 위치에 위치하기 위해선 보드와 같이 설치해야하는 번거로움이 있음
- e) 호스 및 기타 문제로 인한 누수의 문제가 생길 경우 전선피복에 물의 접촉으로 인해 기기 고장의 원인이 될 수 있음
- f) Fan Heater가 고온으로 작동 시, 전선 피복이 녹는 문제점 발견

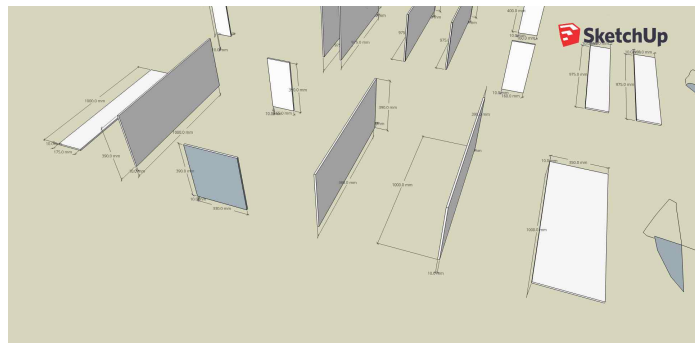
나) 미세먼지 저감식물 바이오월 설치

- 바이오월 설계 : 공기정화식물을 식재하여 공기청정기로 사용할 수 있는 바이오월 고안.

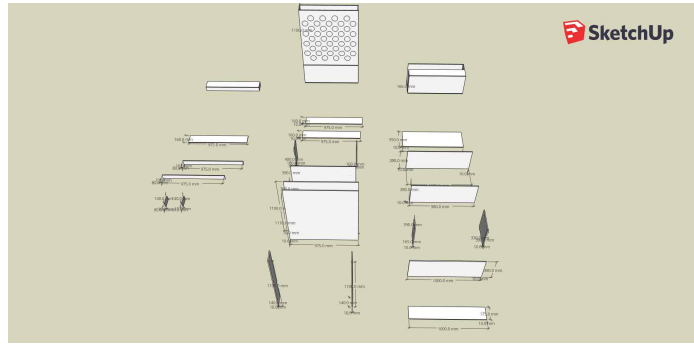
- ① 가로x세로x높이(mm) : 1000x350x2000
- ② 바디 : 포맥스
- ③ 핵심 부품 : 송풍기, 워터펌프, 터치센서, 가스센서, 미세먼지센서
- ④ 워터탱크 : 약 25L
- ⑤ 관수시스템 : 워터펌프를 이용한 미스트노즐
- ⑥ 사용 포트 개수 : 약 50개의 공기정화 식물군



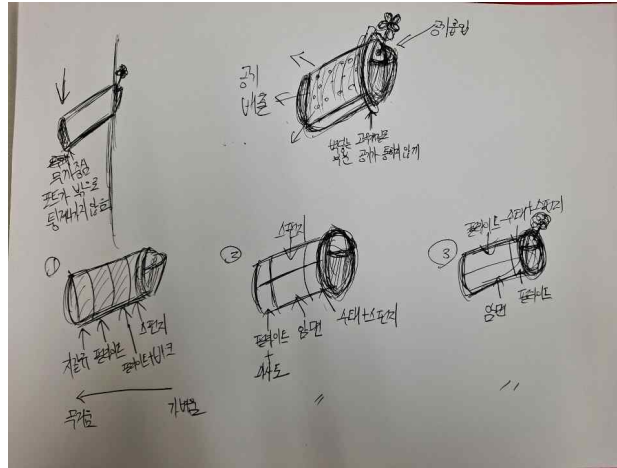
<그림.2-41> 최상단(상), 중단(하) 모식도



<그림.2-42> 하단 모식도



<그림.2-43> 전체구성품 모식도



<그림.2-44> 포트월 구상도

- 시판 바이오월 사용 및 평가 : 시중에 판매되는 바이오월과 동일한 원리로 작동하는 제품을 구입하여 사용 후, 피드백을 조사

- ① 제품명 : 바이오월 스테코 팻 수직농장
- ② 제품규격 : 480 X 870 X 150 cm
- ③ 관리가능 식물 개수 : 12포트
- ④ 소비전력 : (펌프모터) 12V, 19W, 1.6A(Out)/220A(IN), (LED) 12V, 12.6W, 1.1A(Out)/220A(IN)
- ⑤ 물저장능력 : 3.3L/ea X 3ea = 9.9L/2~3회 (약1개월)사용가능
- ⑥ 작동방식 : (BASIC)스위치 ON/OFF (물공급, LED광원공급)
- ⑦ 식재 식물 : 스파티필름(1), 천남금(1), 싱고니움(1), 금사철(2), 스킨답서스(1)



<그림.2-45> 포트월 구상도

- 제품의 장단점 분석

① 장점

- a) 기존 식물 포트를 그대로 제품에 거치할 수 있음.
- b) 급수용 심지가 달린 포트 캡을 사용하여 물을 공급하고 과습을 방지, 내부를 청결하게 유지
- c) 물탱크와 재배 포트가 조립식으로 장착 가능하여 실내 공간 활용성이 좋음
- d) 조립식으로 내부까지 청결하게 관리가 가능

② 단점

- a) 워터 펌프와 관수 시설이 외부로 노출되어 소음이 발생
- b) 기능의 단순함, 전원 on/off만 가능하며 LED나 워터펌프의 타이머기능 없어 상시작동
- c) LED의 위치, 중형 이상의 식물을 키우게 될 경우 LED가 앞에 조사가 불가능하여 광원의 효율이 떨어짐

다) 기능성 특화 작물의 재배를 위한 양액 조성 등 재배환경 설계

- 수경재배 양액 선정

양액 종류	대유 물푸레 1호 A액	대유 물푸레 1호 B액
함유 성분	질소 2%, 칼리 3.5%, 칼슘 2%, 철 0.05%	질소 1.3%, 인산 1.5%, 칼리 5%, 고토 0.7%, 붕소 0.05%, 망간 0.01%, 아연 0.002%
공통 함유성분	글루타민산, 구연산, 아미노산, 당류, 효력증진제 등	

- ① 엽채류에 사용할 경우 생육증진, 수량 증대 및 품질향상을 기대할 수 있음
- ② 육묘기외 전 생육 기간에 사용 가능하며 7~10일 간격으로 사용.
- ③ 희석배수는 육묘기엔 500배, 그 외에는 400배 희석해서 사용하는 것을 권장

- 양액 제조 과정

- ① 수돗물을 사용할 경우 필요한 만큼의 양을 받은 후 1일 동안 방치 하여 잔류염소 제거
- ② 40L 물에 400배 희석배수를 계산하여 A, B 용액을 준비.
- ③ A, B용액을 차례로 물에 희석하여 결정이 생기지 않도록 하여 사용.

- 양액 살균 시스템

① UV 살균

- a) 자외선(UV)은 10~400nm의 파장 영역의 빛으로 100~280 nm 파장영역인 UV-C가 가장 강력한 살균력을 가짐.
- b) 가장 살균력이 높은 파장은 265nm로 알려져 있음.
- c) UV는 세균의 DNA에 pyrimidine dimer를 형성시켜 DNA 복제를 방해하여 돌연변이, 악성형 질변이, 세포사 등의 장애를 주어 바이러스를 포함한 광범위한 미생물에 효과가 있음
- d) 배양액을 조제하여 사용하면 본래 10~15일 가량 사용할 수 있었으나. 배양액의 오염으로 이취가 발생하여 약 7일 주기로 배양액을 교체하였고 양액의 소비량이 높아져서 비효율적이라 판단.

e) UV-C 살균법을 도입하여 양액의 장시간 사용을 가능하게 하기 위함.

② UV-C를 이용한 양액 살균

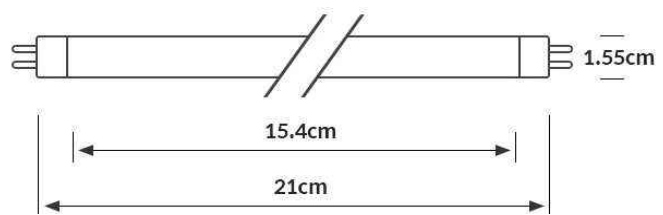
- a) 부식이나 독성이 없음
- b) pH의 변화에 영향을 최소화
- c) 외부 물질과의 반응에 의한 독성 물질 생성이 없음.
- d) 관리가 편리

③ 주의점

- a) 자외선 처리에 의하여 배양액 내의 철분과 망간의 함량이 감소하기 때문에 2주 이후로 배양액을 교체하거나 철, 망간을 보정.
- b) 배양액 내의 용해되어 있는 성분 때문에 투과성이 감소
- c) 자외선을 조사할 때 반사율이 높은 재질을 사용
- d) 자외선을 육안으로 보거나 오래 쬐지 않을 것

<표.2-19> UV-C 운용결과

사용 방법	UV-C 조사(24시간 경과)	UV-C 조사(48시간 경과)	UV-C 조사(72시간 경과)
40L 수돗물 +수산화나트륨 20ml +100ml A용액 +100ml B용액 PH : 5.4 EC : 0.230s/m	pH : 5.8	pH : 6.5	pH : 6.49
	EC : 0.234s/m	EC : 0.25s/m	EC : 0.253s/m
	이취 없음	이취 없음	이취 없음
	부유물 없음	부유물 없음	부유물 없음
	물곰팡이 없음	물곰팡이 없음	물곰팡이 없음



<그림.2-46> UV-C 살균 장치(좌), 사용한 UV-C 제원(우)

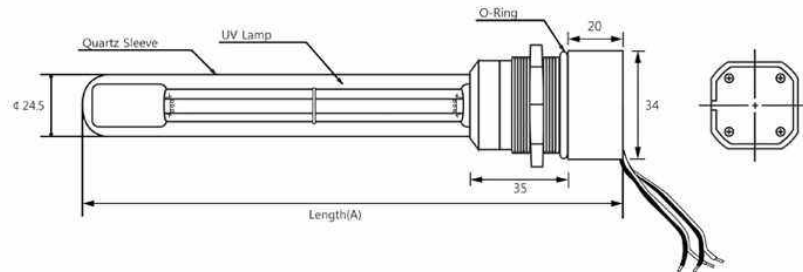


<그림.2-47> UV-C 설치 전(좌), UV-C 설치 후

※ UV-C 설치 전에는 3일이 지난후 벽면에 물곰팡이가 생기고 배양액이 혼탁해짐을 확인, UV-C 설치 후에는 배양액의 탁도가 유지되고 물곰팡이가 생기지 않음.

※ UV-C 사용으로 배양액의 이취와 부유물, 물곰팡이를 제거할 수 있음.

④ 최종 선정 UV-C 램프



<그림.2-48> KDP 14W 제원

제품명	UV-C 이중관 수증램프
모델명	KDP 14W
제조사	KOREX UV SOLUTION(주)
살균선량	균선량 (J/m <sup>2</sup> ) = 살균선조도(W/m <sup>2</sup> )* 조사시간(s)

- 식물의 광보상점 광포화점에 따른 LED 조사시간 계산

① PPFD : (양)자속 밀도(photosynthesis photon flux density) : 광합성에 관여하는 400~700nm 영역의 광(양)자가 단위 면적당, 단위 시간당 식물의 앞에 도달하는 수, 잎채소 (ex 바질,상추)의 경우 필요 PPFD : 200~600umol<sup>-2</sup>·s

렌즈각도	거리(cm)	조도 E(lx)	광합성 광량 자속 밀도 PPFD (Eq)(μmol/(m <sup>2</sup> ·s))	권장설치간격 (cm)
60	10	18818	408	
	20	9654	195	
	30	6088	118	40cm이내
	40	4020	71	50cm이내
	50	2829	51	60cm이내
	60	2056	37	70cm이내
	70	1564	29	80cm이내
	80	1236	22	90cm이내
	90	1000	18	95cm이내
	100	838	15	100cm이내



<그림.2-49> 사용하고 있는 LED 25W 전파장 (Full Spectrum)

	최하단(LED와의 거리30cm)	최상단(15cm)
조도lx	6000	15000
PPFD	118	350

② 광 노출 시간 계산

- a) 식물에게 필요한 빛의 양은 하루 단위로 계산. 이를 표현하기 위해서 DLI(daily light integral)이라는 값을 사용
- b) 전등을 매일 일정 시간씩 켜다고 했을 때 ,PPFD에 하루당 켜 시간만큼 곱한 값으로 구할 수 있음.
- c) PPFD가  $x[\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}]$ 이고 하루에  $y$ 시간씩 빛을 비추었을 때 DLI는 다음과 (식)과 같음.

$$x\left[\frac{\mu\text{mol}}{\text{m}^2\text{s}}\right] \times \frac{1[\text{mol}]}{1.000.000[\mu\text{mol}]} \times \frac{3.600[\text{s}]}{1[\text{hr}]} \times \frac{y[\text{hr}]}{1[\text{day}]} = 0.0036xy[\text{mol}/\text{m}^2\text{day}] \text{ (식)}$$

라) 허브 재배 기술의 확립

- 목표 : 자사에서 제작한 실내 수경재배기기를 이용하여, 바질, 로즈마리, 라벤더, 페퍼민트가 생육 할 수 있는 재배기술을 확립.

- 허브 발아조건 확립

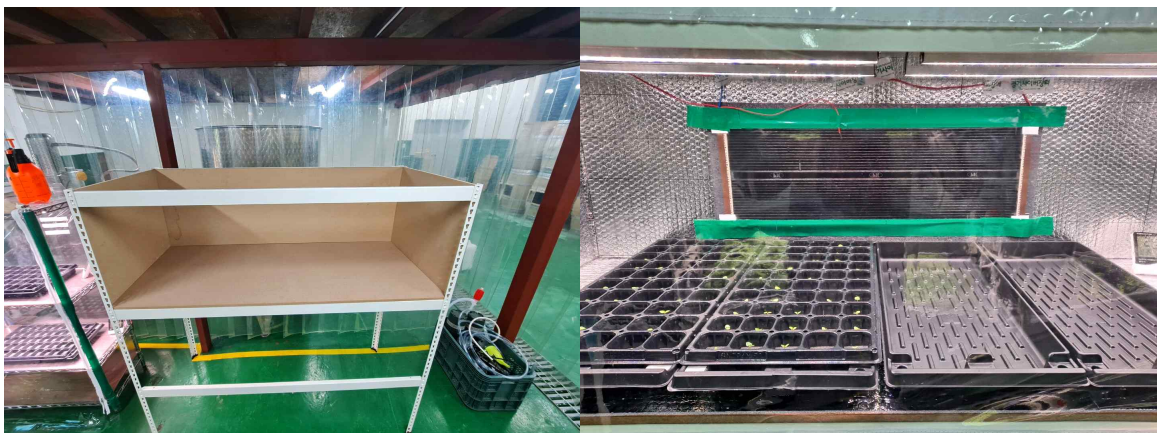
① 개요

- a) 박막식 수경재배 시스템으로는 씨앗을 파종하여 발아하기 어려워 발아 전용 기기를 개발하고, 이를 이용하여 씨앗을 발아시킨 뒤 박막식 수경재배 배지로 식재할 수 있도록 함.
- b) 필름난방으로 구성하여 종자의 발아 온도를 조절 할 수 있음.
- c) LED를 설치하여 광발아 혹은 암실 발아 실험이 가능.
- d) 차후 입력한 온습도에 따른 가슴기 모듈과 쿨링팬 기능도 설치할 예정.

② 식물 발아기의 구성 및 외관

- a) 크기 : 1500 \* 600 \* 400 mm(가로\*세로\*높이)
- b) 소재 : 철제 프레임, 코팅 원목, 정면 방풍 비닐
- c) 발아기 구성

구성	개수
full spectrum LED 60cm	4EA
필름 난방 40X20cm	1EA
난방 컨트롤러 0~60℃	1EA
iot 스마트 플러그	1EA



<그림.2-50> 발아기 외부프레임(좌), LED, 필름난방 설치 (우)



- 기능성 특화작물의 재배를 위한 재배환경 설계

① 개요

- a) 재배환경 설계를 위한 기준 작물 : 스위트 바질
- b) 스위트 바질은 허브류의 일종으로 생육 사이클이 빠르고 재배가 쉬워 재배환경 설계를 위한 기준 작물로 사용하기 적합하다고 판단.
- c) 로즈마리, 라벤더의 경우 발아부터 개화까지 약 2년의 시간이 소요되며, 온습도에 민감하게 반응하여 연구 데이터를 생성하기 어려워 바질을 이용하여 안정적인 재배환경을 설계 한 후, 로즈마리와 라벤더를 식재하는 것으로 목표를 수정.

② 스위트 바질 인공광 식물 성장 시스템 생육관리기준 설정

작목	스위트바질
생육온도 (℃, 주/야)	23/18
광주기 (시간, 주/야)	14/10
인공광원	50W Full Spcetrum LED 120cm , 10W LED T5 60CM
Lux	13000lux, 6000lux
작부체계	발아기 육묘 (25℃ , 10일), 50% 양액 20일, 정상 양액 재배기간 30일
사용양액	A : 질소13%, 칼륨21%, 붕소0.2%, 망간0.07%, 아연0.007%, 칼슘14% B : 질소8.5%, 인산9.5%, 칼륨22%, 고토5.5%, 철0.35%

③ 온도에 따른 스위트 바질의 발아율

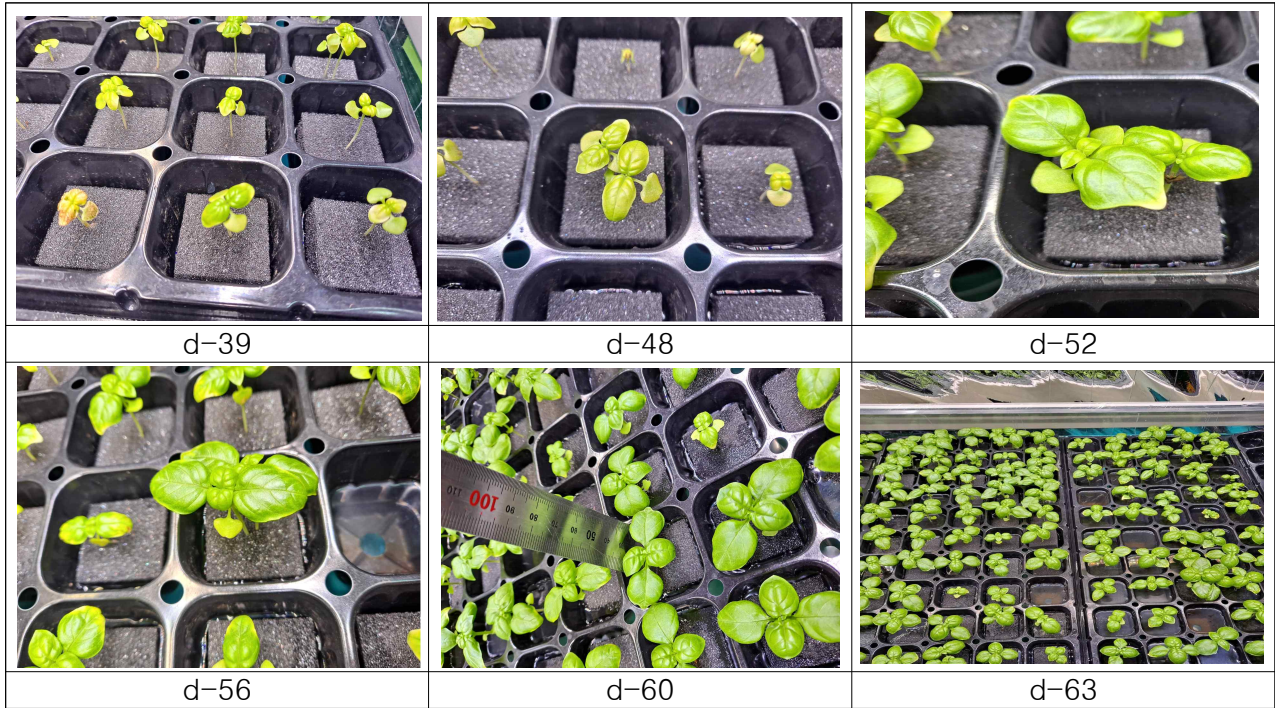
실험	1차	2차	3차	4차	5차	6차
28℃ 80±5%	350/273	200/178				
25℃ 60±5%			100/85			100/92
23℃ 50±5%				100/85		
21℃ 50±5%					100/78	

- a) 온도의 다른 발아율의 차이는 크지 않으나, 발아 속도에 영향을 주는 것을 확인함.
- b) 1차 실험 (온습도 28℃, 80±5%) 에서는 약 4일에 걸쳐 모두 발아
- c) 5차 실험 (온습도 21℃, 50±5%) 에서는 약 8일에 걸쳐 모두 발아

④ 기간에 따른 엽장 크기 비교



엽장(mm)	~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	30~35	35~40	40~45
d-39	60	55							
d-48	9	38	53	15					
d-52	2	10	54	42	7				
d-56	2	3	16	61	28	5			
d-60		1	5	8	43	45	13		
d-63				5	7	33	36	30	4

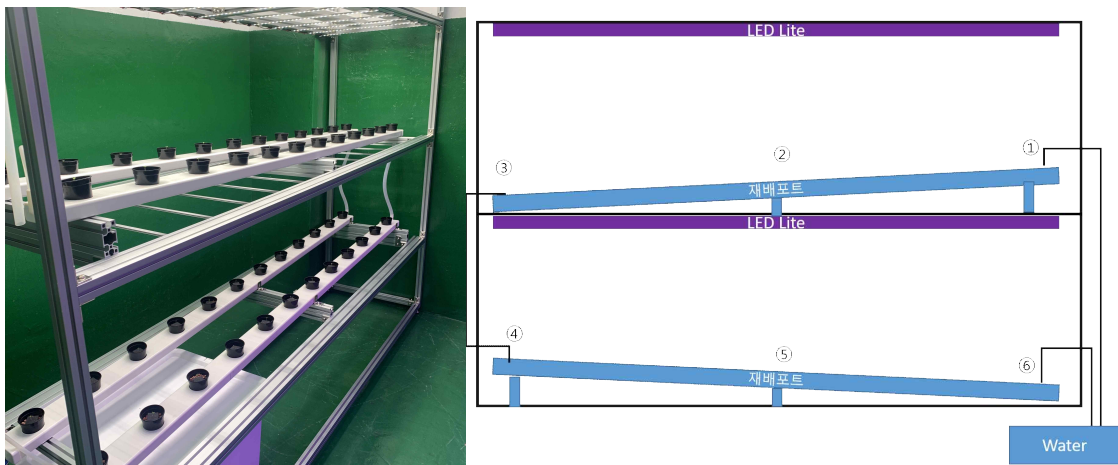


<그림.2-51> 성장 기간에 따른 바질의 엽장 측정

- 박막식 수경재배기를 이용한 허브 재배 연구

선행 연구를 통해 얻은 인공광 식물재배 조건 데이터를 참고하여 박막식 수경재배기를 이용하여 허브 재배를 시도.

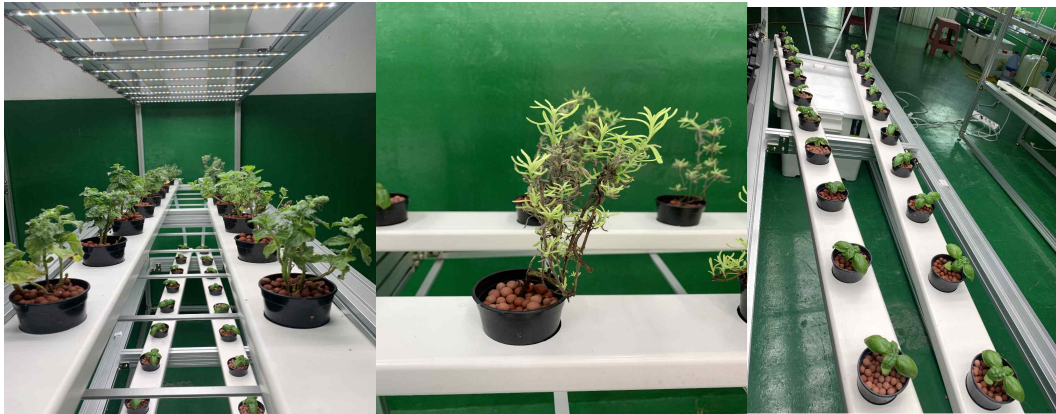
스위트 바질, 로즈마리, 라벤더, 페퍼민트를 식재 후 박막형 수경재배 시스템의 재배 가능성 및 성장률을 관측 및 평가.



<그림.2-52> 실험에 사용된 수경재배기기

① 식물 식재

식물 식재 전 차아염소산나트륨용액을 희석한 증류수를 이용하여 식물을 세척하고 깨끗한 물로 헹구어 하이드로볼을 배지로 사용하여 식재.



<그림.2-53> 박막수경재배 시스템에 적용한 페퍼민트(좌), 로즈마리(중), 바질(우)



<그림.2-54> 8W가 경과한 페퍼민트(좌), 바질(중, 우)

② 박막수경 재배 시스템 생육관리기준 설정

작목	페퍼민트, 바질, 라벤더, 로즈마리		
생육온도 (℃, 주/야)	23/15	광주기 (시간, 주/야)	16/ 8
인공광원	50cm Full spectrum LED		
Lux	4200lux (광원에서로부터 25cm 이격)		
작부체계	정상 양액, 재배기간 90일		
사용양액	A : 질소13%, 칼륨21%, 붕소0.2%, 망간0.07%, 아연0.007%, 칼슘14% B : 질소8.5%, 인산9.5%, 칼륨22%, 고토5.5%, 철0.35%		



<표 2-20> 기간에 따른 작물의 크기 측정

기간(주)	바질	페퍼민트	로즈마리	라벤더
1W	3cm	14.8cm	15cm	18cm
2W	3.2cm	15.3cm	-	-
3W	3.7cm	15.9cm	-	-
4W	4.9cm	16.4cm	-	-
5W	5.1cm	17.0cm	-	-
6W	5.2cm	17.3cm	-	-
7W	5.9cm	17.9cm	-	-
8W	6.5cm	18.5cm	-	-
9W	7.1cm	18.9cm	-	-
10W	7.2cm	20.3cm	-	-
11W	7.1cm	20.6cm	-	-
12W	7.3cm	21.2cm	-	-



<그림.2-55> 초기 식재 길이와 12주 후 식재 길이 비교

- 한계점

① 초기 투자비용 부족으로 인한 한계

- a) 실내 재배를 진행하는 공간에 온도와 습도를 제어할 수 있는 기기가 설치되지 않았으며 이로 인하여 7월~9월 사이에 온도와 습도가 허브가 생육하기에 좋지 않은 환경으로 나타나 성체가 되기 전에 죽어버리는 현상을 다수 관측.
- b) 겨울의 경우, 실내에서 재배하기 때문에 냉해를 입을 환경에 노출되지 않는다는 장점이 있으나, 여름철에 습도와 온도관리가 필수적으로 필요한 것을 확인할 수 있음.
- c) 작은 Capacity로 인하여 지표로 선정한 로즈마리, 라벤더, 페퍼민트 추출 수율을 데이터화 할 수 있는 충분한 수확량을 수확하지 못함.

② 재배기간에 따른 한계

- a) 라벤더, 로즈마리의 경우 파종부터 개화까지 약 2년의 시간이 필요한 작물로 씨앗 파종 단계에서 부터의 생육데이터를 확보하기 어려워 라벤더, 로즈마리의 경우 일정한 크기(15cm) 이상 성장한 개체를 이용하여 수경재배 시스템에 식재하였음.

- b) 라벤더와 로즈마리의 경우, 과제 기간 내에 정유를 수득할 수 있을 정도로 성장하지 않았으며, 박막 수경재배에서는 성장이 느리거나 적응하지 못하고 죽는 경우가 발생하였음
- c) 라벤더, 로즈마리의 뿌리는 습기에 약해 박막식 수경재배를 할 때에도 뿌리가 빨리 젖어 생육저하가 일어나는 것을 확인.
- d) 인공 배지를 사용할 경우 배수와 통기가 유연하지 않아 성장에 방해되는 것을 확인.

## 마) 에센셜 오일 분석을 위한 전자코 플랫폼 제작 및 시험

### - 개요

- ① 본 연구에서 에센셜 오일에 대한 성분 분석을 GC기기를 이용한 정량측정하는 것을 목표 달성 지표로 결정하였으나 향료 품질을 측정하는 대안기술로 전자코 플랫폼을 사용하는 연구를 초과 달성 지표로 선정.
- ② 향료의 관능적인 특징은 향료의 품질과 연관이 있으며 향료의 품질을 측정하기 위해 기기 검사 외에도 관능검사를 진행하고 있음
- ③ 기기검사는 주로 GC를 이용하며 향료에 함유된 성분의 정성, 정량분석이 가능하다. 그러나 향료 각각의 성분조성을 압으로 향료의 관능적인 특징을 결정하는 것은 어려움.
- ④ 전자코는 자연 모사기술 중에서 인간의 후각 체계를 모방한 기술로 식품, 환경, 의료 분야에서 관능평가의 보완 기술로 발전되고 있음.
- ⑤ 전자코는 다양한 화합물로 인해 나타나는 복합 향취를 패턴화하여 분석하며 패턴 특징에 따라 향기를 분류할 수 있고, 데이터값을 대조하여 품질의 변화를 측정할 수 있음
- ⑥ 에센셜오일을 구성하는 향기 성분들은 열과 빛 산소의 유무에 따라 화합물 혹은 산소와 반응하며 생성된 반응물은 향기 품질에 영향을 줌.
- ⑦ 가혹 조건과 저온 조건에 일정 기간 보관한 에센셜오일을 전자코를 이용하여 패턴의 차이와 주성분 분석(PCA)을 통해 나타나는 특징을 분석하여 전자코 플랫폼이 품질 관리 용도로 기술적 가치가 있는지 검증하기 위한 연구를 진행.

### - 전자코의 개념 및 구성

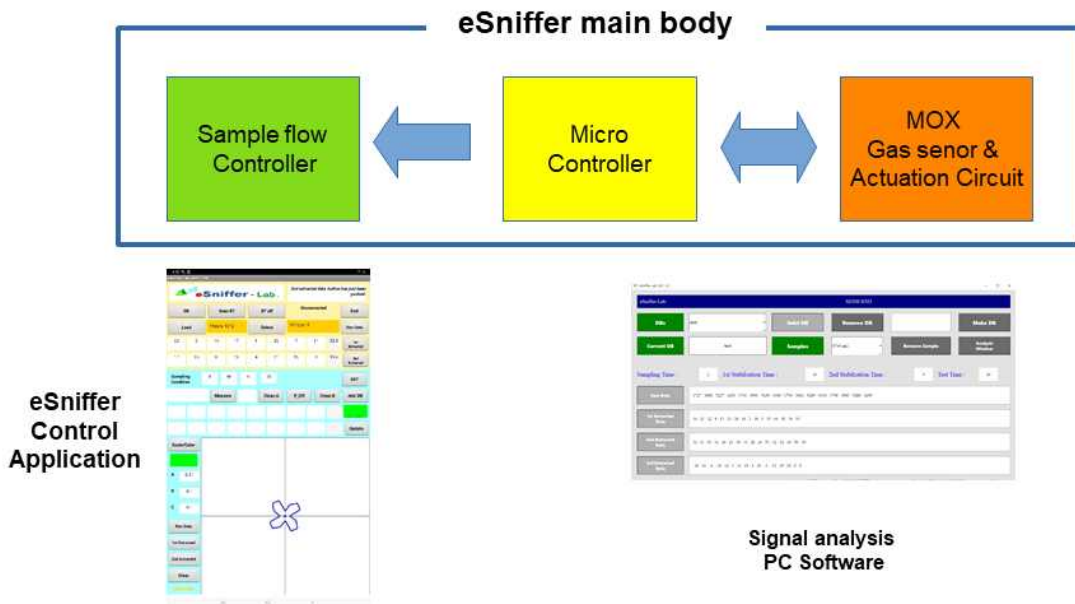
#### ① 개요

- a) 1982년 영국의 워릭(Warwick) 대학의 Persaud 와 Dodd가 처음으로 센서 어레이를 이용하여 인간의 후각을 모방할 수 있다는 개념을 소개.
- b) 그 이후 전자코(electronic nose)라는 개념은 1988년 Gardner 와 Bartlett에 의해 “냄새를 감지하는 완전한 선택성을 가지지 않는 센서어레이와 단일 혹은 복합적인 냄새를 분별할 수 있는 패턴인식 시스템을 가지고 있는 어떤 장치”로 정의.
- c) 냄새를 감지하는 센서는 Metal oxide sensor와 Conducting polymer, Electrochemical sensor, Colorimetric sensor, Ion mobile spectrometer 등이 사용되고 있음.
- d) MOX sensor는 금속산화물의 전자적 구조, 결정 구조, 화학적 조성비, 결정 방향, 금속 산화물의 표면특성 등에 의해 서로 다른 특성을 나타냄
- e) MOS sensor를 사용한 전자코는 단일 화합물을 분석하는 것이 아닌 복합향기를 알고리즘으로 패턴화하여 나타내는 방식으로 기존의 기기분석(GC-MS)과는 다른 방법으로 분석.
- f) 복합 향기를 판별하는 관능법의 보완 시스템으로 이용될 수 있으며 환경, 안전, 질병에 대한 감지목적으로 사용할 수 있으나, 식품 및 화장품, 농업분야에도 이용될 수 있음.

② e-Sniffer Lab

- a) SENSI RND와 협업하여 MOX sensor를 기반으로 한 Virtual array sensor 시스템을 이용한 eSniffer Lab Prototype을 제작.
- b) 근거리 통신망을 사용하여 기기에서 얻어진 데이터를 별도의 software를 사용하여 분석할 수 있는 시스템으로, 임의로 조정된 작동환경에 따라 측정하고자 하는 분석 샘플을 고효율로 측정할 수 있는 전자코 플랫폼.

Prototype eSniffer system composition



<그림.2-56> System configuration of e-Sniffer lab

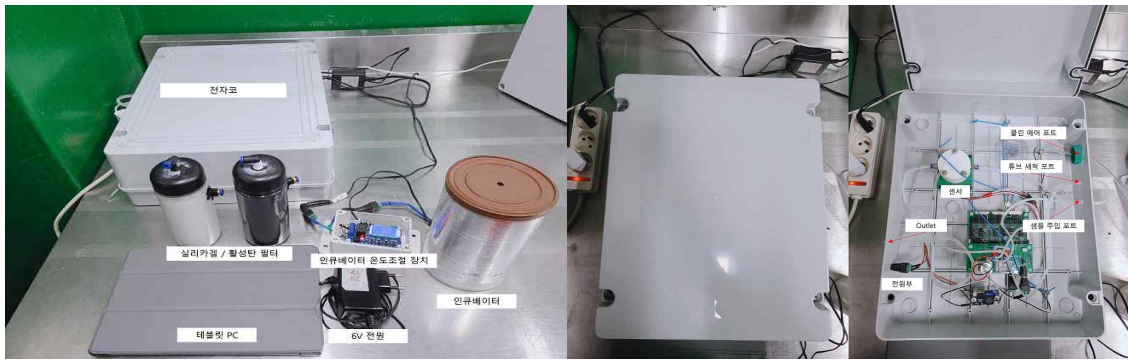
③ 구성

a) 외부 하드웨어 구성

- (가) 전자코 : 향기 분석을 직접적으로 수행하는 전자코 본체
- (나) 실리카겔/활성탄 필터 : 센서 cleaning에 사용되는 무취공기를 제조하기 위한 필터
- (다) 12V DC 전원 : 전자코 전원 공급장치
- (라) 태블릿 PC : 분석 시 전자코를 제어하는 software 작동
- (마) 인큐베이터 및 온도조절 장치 : 시료 온도를 일정하게 유지하여 증기압을 낮춤

b) 내부 하드웨어 구성

- (가) Clean air port : 실리카겔, 활성탄에 의해 여과된 무취공기가 유입되는 포트
- (나) Tube Cleaning port : 샘플 주입포트에 남아 있는 냄새를 제거하기 위한 포트
- (다) Sample injection port : 샘플을 주입하기위해 샘플병과 연결하는 포트
- (라) Sensor Chamber : 주입된 샘플을 chamber 안의 MOX sensor를 이용하여 분석
- (마) Outlet : 전자코 내부로 들어온 가스배출구
- (바) 전원부 : 외부의 12V전원과 연결되어 전자코의 전원을 공급



<그림.2-57> e-Sniffer Hardware

c) Software

- (가) e-Sniffer 하드웨어 구동을 통제하는 것과 센서에서 분석된 시그널을 데이터화 하기위해 별도의 소프트웨어를 사용.
- (나) e-Sniffer 소프트웨어는 Tablet PC와 PC software로 나뉘어있으며, 각각의 소프트웨어에서 진행되는 프로토콜이 있음.

d) Tablet PC software

- (가) Tablet PC에서는 전자코 하드웨어를 직접 컨트롤하는 기능을 주로 사용하며, 측정된 데이터를 방사형 그래프를 통해 나타내어 센서의 반응도를 확인.

e) Analysis Parameter control

- (가) Tablet PC S/W에서 가장 중요한 요소로 전자코 센서 측정을 조절하는 기능.
- (나) 4개의 parameter가 존재하며 입력하는 숫자의 값에 따라 기기의 분석방법이 달라짐.
- (다) 시료마다 sensor에 반응하는 반응성이 각각 달라 적절한 Parameter의 유지가 필요.

- ① 시료 주입시간(A)은 펌프의 작동시간을 조정하여 값이 커질수록 시료의 주입량이 증가.
- ② 센서 접촉시간(B)은 센서에 시료가 접촉하는 시간으로, 센서의 접촉시간이 길어질수록, 반응 값이 증가.
- ③ 시료 제거시간(C)은 센서에 존재하는 시료를 제거하는 시간으로 C의 값이 커질수록 시료 제거시간이 길어져 분석의 효율이 높아짐
- ④ 총 분석시간(D)은 e-Sniffer Lab이 1회 측정하는 총 분석시간을 결정하는 시간으로, 시간이 길어질수록 분석효율이 증가.

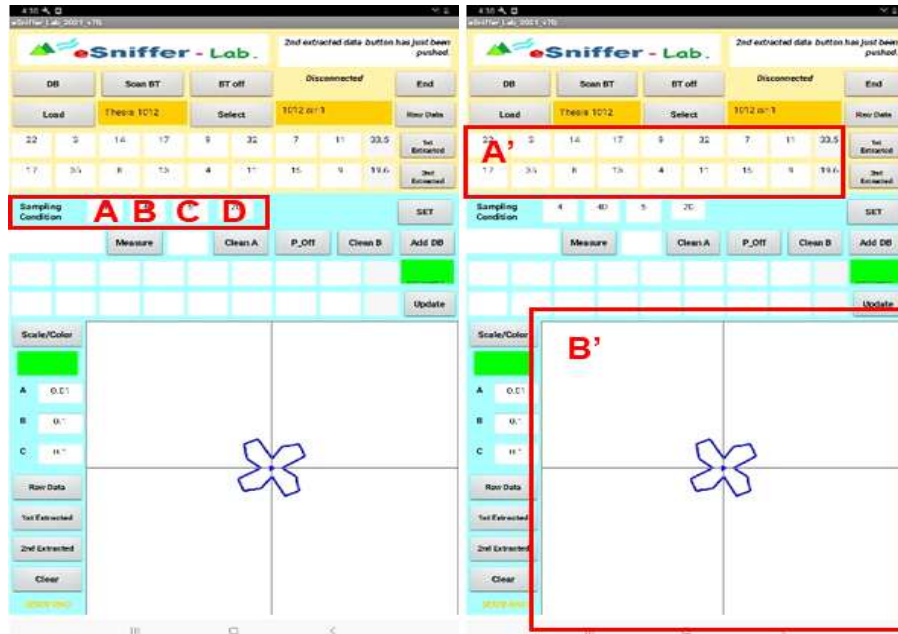
<표.2-21> Electronic nose platform analysis parameter

A	B	C	D
시료 주입시간	센서 접촉시간	시료 제거시간	총 분석시간

f) 반응값 산출 및 방사형 그래프

- (가) 센서에 반응한 시료의 값은 A'에서 수치화된 값으로 나타나며, 나타난 16개의 값은 B'에서 16개의 꼭지점을 가진 방사형 그래프로 출력.
- (나) 시료 측정 시, 방사형 그래프에는 두 개의 다각형 모양이 생성되는데, 한 개는 시료를 분

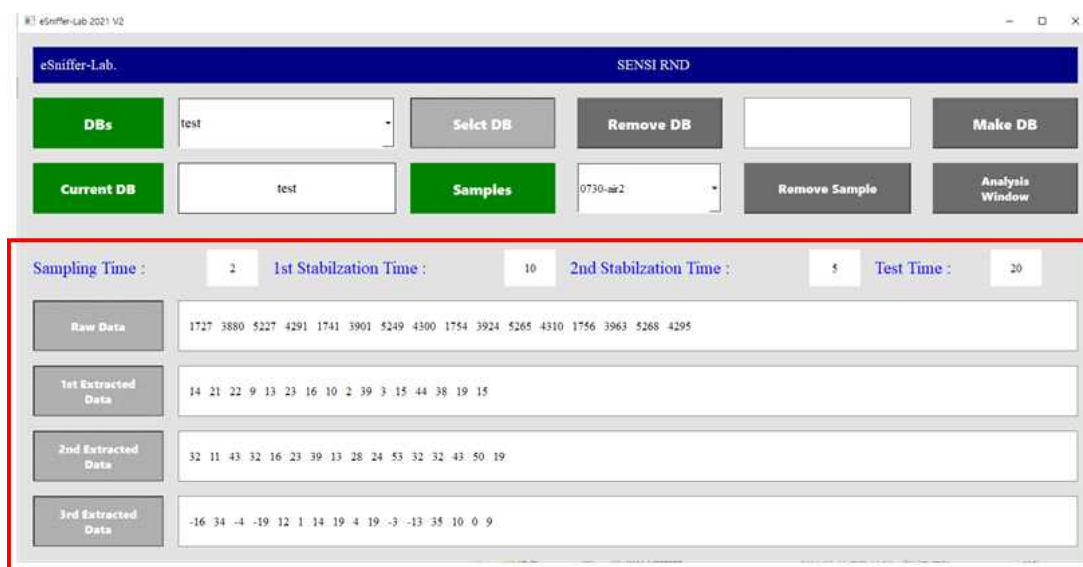
석하기 전 상태의 센서가 반응하는 값, 다른 하나는 시료를 분석하여 나타나는 반응값.



<그림.2-58> e-Sniffer Tablet PC software

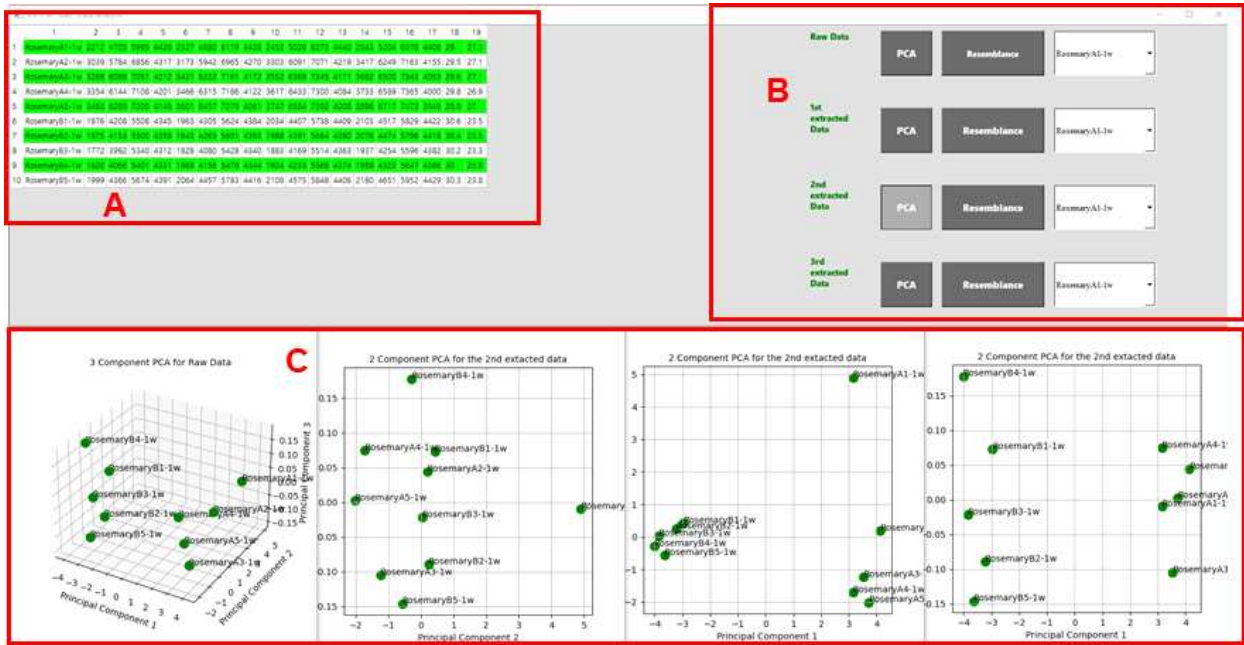
g) PC Software : Tablet PC에서 얻어진 데이터를 정제하여 얻어진 Raw data를 사용하거나 내장된 Data Extraction 기능을 사용하여 특정한 데이터 값을 산출하는 방법을 사용.

- (가) PC Software 첫 화면에서는 Data base를 선택하고 각 data의 분석조건을 확인.
- (나) 불필요한 Data base는 삭제하거나 새로운 Date base를 추가할 수 있음.
- (다) analysis window에서 detail한 분석이 가능.
- (라) analysis window에서는 Data각각의 반응 값과 Data extraction 방식을 통한 주성분 분석 (PCA)이 가능.
- (마) Data extraction 방식에 따라서 나타는 PCA graph는 상이하게 나타남.
- (바) Resemblance 기능으로 각 data 사이의 유사도를 측정할 수 있음.



<그림.2-59> e-Sniffer PC software





<그림.2-60> Data value(A), Extraction Method(B), PCA graph(C)

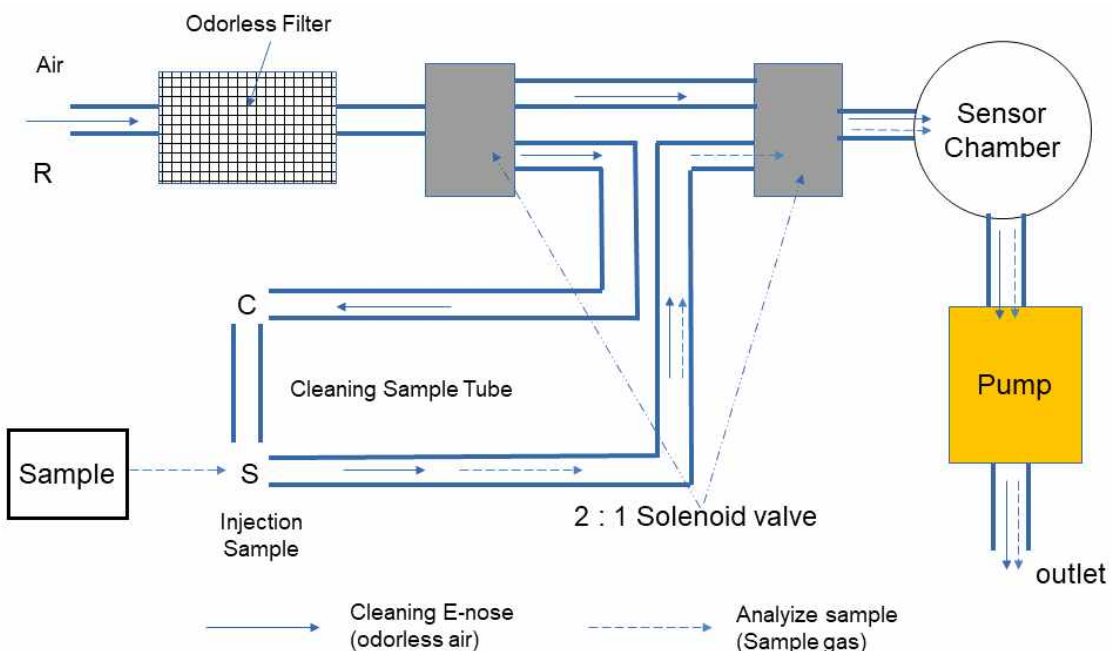
④ e-Sniffer Lab analysis protocol.

a) Preparation : 시료를 분석 전, 전자코 센서챔버와 샘플 튜브에는 잔여 가스가 남아있으면 분석효율이 떨어져 다음과 같은 과정을 통해 샘플 튜브와 센서챔버를 cleaning 진행.

(가) Connector R에 Silica Gel, Activated Carbon Filter를 연결.

(나) Connector C와 Connector S를 연결하고 Cleaning을 진행.

(다) Connector R에서 주입된 무취공기는 C관을 통해서 Sensor chamber를 지나 outlet으로 탈기



<그림.2-61> Odorless air and sample gas route



b) Sample analysis

- (가) 샘플을 규격에 맞는 용기에 보관
- (나) 샘플을 기화시키기 위해 인큐베이터에서 일정 시간 가온 및 방치
- (다) 기화된 샘플을 주입하기 위해 샘플과 e-Sniffer connector S에 연결
- (라) Software를 이용하여 Parameter 입력 후 분석 진행
- (마) 분석 완료 후 software에서 산출되는 데이터를 저장

c) Post-cleaning 및 data analysis

- (가) Preparation 과정과 같이 동일하게 Connector를 연결하여 Sensor 및 Hose Cleaning 진행.
- (나) Sample analysis에서 얻어진 데이터를 PC Software에 이식
- (다) Raw data 혹은 설정된 data extraction method를 사용하여 데이터 추출.
- (라) PCA를 이용하여 Pattern 분석.

- 3종류의 Essential oil 저장조건에 따른 전자코 분석

① 개요

- a) MOX array센서를 장착한 전자코 e-Sniffer lab의 성능테스트를 위해 식물에서 추출한 정유를 essential oil을 사용하여 분석.
- b) 식물에서 얻어진 정유성분은 산화, 중합, 탈수소 반응 등의 화학반응으로 쉽게 변환되며, 이는 관능적인 변화를 야기.
- c) 식물에서 좋은 정유를 추출하더라도 보관이 잘못된다면, 소비자들에게 양질의 에센셜오일을 공급할 수 없어 관능적인 품질점검이 중요함.
- d) 관능평가의 보완 기술로써 가능성과 정유성분이 온도에 따른 변화가 있는지 확인하기 위해 e-Sniffer를 이용하여 다른 환경에 보관된 오일 측정하고 주성분 분석을 통해 분석을 진행.

② 실험 방법

a) 에센셜 오일의 선정

- (가) 에센셜오일은 시중에 판매되는 Lavender, Rosemary, Cypress essential oil을 사용하였다. 선정된 에센셜오일의 특징은 Table 20에 기록.
- (나) 별도의 전처리 과정없이도 쉽게 측정이 가능하다는 것이 e-Sniffer lab기기의 장점이기 때문에, 분석을 위한 별도의 전처리 없이 진행.

<표.2-22> Information of Essential oil on this research.

Name	Lavender	Rosemary	Cypress
Scientific name	Lavandula angustifolia	Rosmarinus officinalis	Cupressus sempervirens
Main chemical components	Linalool Linalyl acetate Lavandulol Geraniol	1,8-Cineole Camphor alpha-Pinene beta-Pinene Borneol	alpha-Pinene delta-3-Carene d-Limonene alpha-Terpinolene
Sensory character (Salvatore, 2008)	sweet, balsamic, herbaceous, floral, woody under notes	fresh woody, balsam, dry grass	refreshing, sweet like juniper berry, pine tree

b) Essential oil preparation

- Lavender, Rosemary, Cypress essential oil을 15g 채취하여 빛이 투과되지 않는 갈색 16ml Vial과 투명한 250ml Glass bottle을 사용하여 Table 21와 같이 보관.
- 고온을 유지하기 위해 incubator (C-IND1(CHANG SHIN SCIENCE))를 사용.
- 각 환경에서 보관한 시료는 제조일 기준으로 4일, 7일, 14일 순으로 시료를 채취하여 전자코 분석을 진행.



<그림.2-62> Essential oil Sampling(L), Essential oil Thermal-deterioration(R)

<표.2-23> Essential oil treatment on this study.

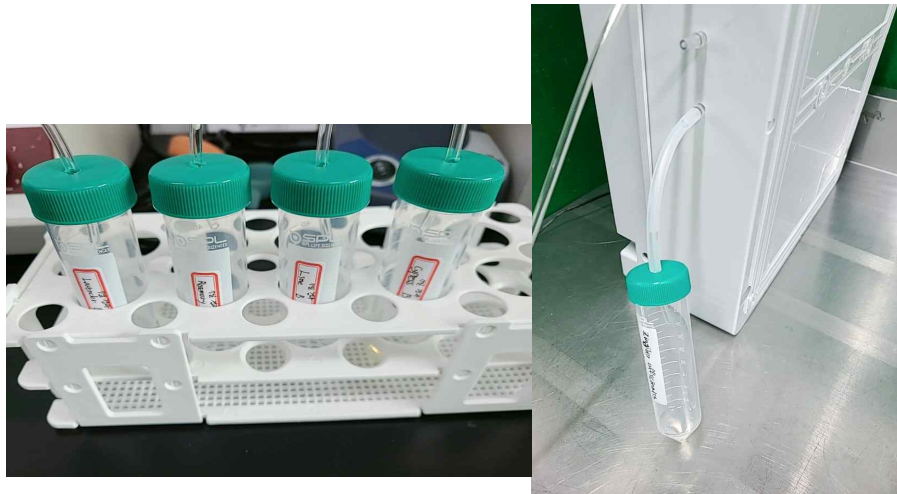
	Condition A	Condition B
Storage Condition	Refrigeration at 4°C	Heat incubating at 50°C
Bottle	16ml Amber vial	250ml clear glass
oxidation	Prevent oxidation	Open cap 2H each day
Sampling period	4, 7, 14 days	4, 7, 14 days

c) e-Sniffer lab analysis method

- (가) 시료를 주입용기는 50ml conical tube를 사용하여 sampling. 시료는 2ml를 사용
- (나) 측정 전 시료를 incubator에 넣어 1시간 동안 incubating
- (다) e-Sniffer 측정 전, 후 무취공기를 주입하여 sensor와 hose를 cleaning을 진행
- (라) 분석을 위한 software parameter는 Table 22와 같이 설정
- (마) 각 시료는 4회 이상 측정하였으며 data는 조건 및 기간별로 database구성.
- (바) 측정된 Raw data를 정제한 후에 주성분 분석을 이용하여 조건별 저장기간에 따라 나타나는 위치값을 확인

<표.2-24> Electronic nose platform analysis parameter.

Sample injection time(A)	Sample react time(B)	Sample remove time(C)	Total analysis time(D)
4	40	5	20



<그림.2-63> Sampling tube(L), Sample Injection(R)

③ 실험 결과

a) 보관 조건별 방사형 그래프 패턴 분석

- (가) 보관 조건에 따른 에센셜 오일을 Day 4, Day 7, Day 14 별로 채취하여 전자코 플랫폼을 사용하여 측정
- (나) Raw data에서 추출된 값을 방사형 그래프를 통해 나타나는 모형은 방사형 그래프로 Figure 60과 같이 나타냄.
- (다) 방사형 그래프는 식1에 의해 계산.

식1 :  $dR = R_1 - R_0$   
 $R_1$  = Sample 반응 후의 값,  $R_0$  = Sample 반응 전의 값.

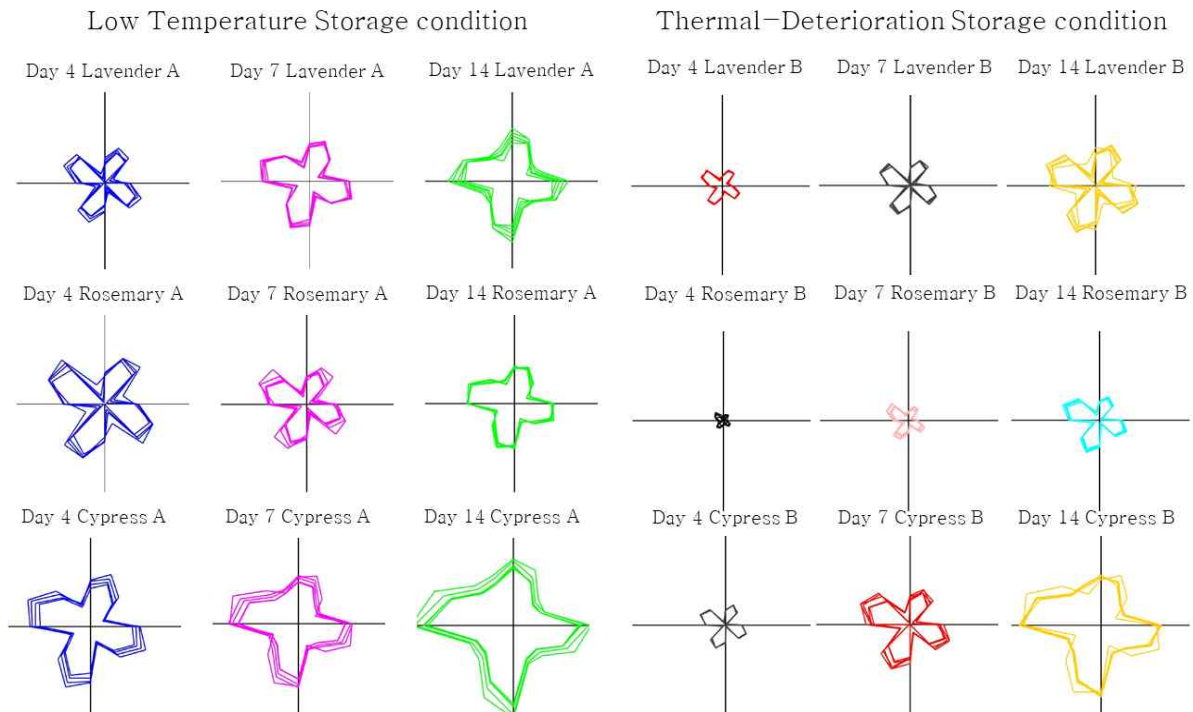
- (라) 방사형 그래프의 크기는 센서에 반응한 강도와 일치함
- (마) A 조건에서 보관한 Lavender, Rosemary, Cypress의 패턴이 B조건인 시료보다 더 강하게 반응하였으며, 센서의 반응 강도도 강하게 나타남.

※ 반응 강도 식은 식2 와 같이 계산.

$$\text{식 2 : } \Delta I = \frac{(R_1 - R_2)^2}{R_2}$$

R1 = Sample 반응 후의 값, R0 = Sample 반응 전의 값.

- (바) Cypress A는 525.00, Cypress B는 297.44로, Cypress A 시료가 227.56만큼 더 반응.
- (사) Lavender A가 301.09, Lavender B가 170으로 Lavender A의 값이 131.09 만큼 더 높음.
- (아) Rosemary A는 327.78, Rosemary B는 67.79로 259.99의 차이를 나타냄.



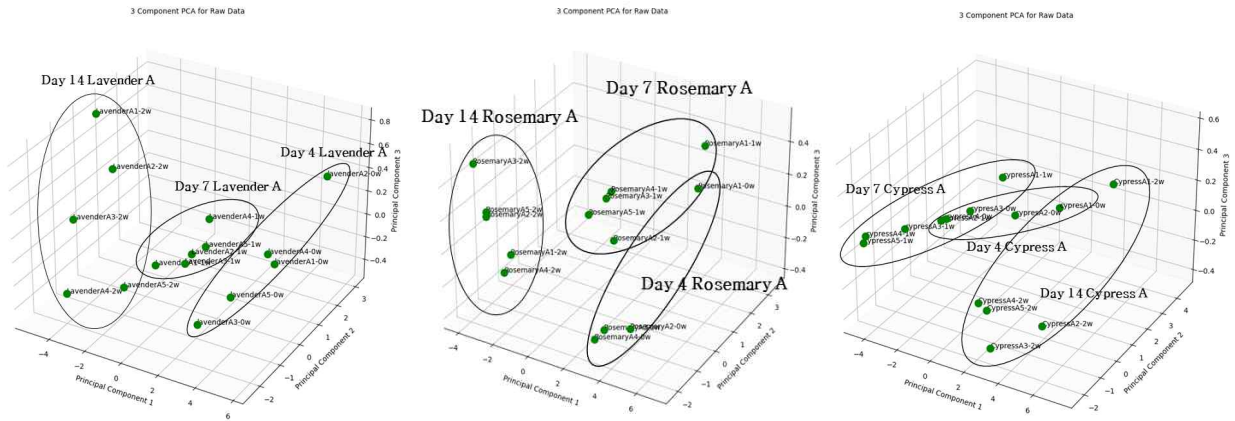
<그림.2-64> Essential oil radar chart depending on storage condition(Left : Low temperature storage condition, Right : Thermal-deterioration Storage condition)

b) 주성분 분석을 이용한 데이터 분석

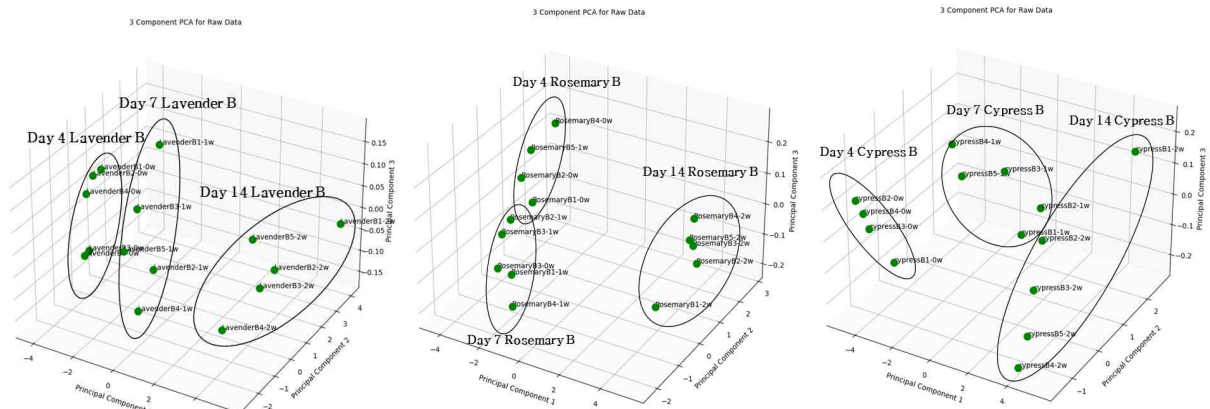
- (가) 식 1에서 구한 데이터 값을 이용하여 각 elements에 대한 분산과 공분산을 계산하고 주 성분 분석을 진행.
- (나) 고유값이 큰 3개의 주성분을 축을 기준으로 하여 측정된 데이터의 위치 값을 PCA graph에 표시.
- (다) e-Sniffer lab을 사용하여 3차원의 PCA 그래프와 분산이 가장 높은 주성분 2개를 가진 2차원의 그래프를 각각 산출.

(1) 3차원 주성분 분석

- ① Lavender A, Rosemary A는 보관 기간이 길어질수록 주성분 1의 값이 감소
- ② Cypress A 시료는 day4에서 0값 기준으로 있으며, day 7의 데이터가(-)값, day 14데이터가 (+) 값에 위치.
- ③ 열화 조건에서는 Cypress, Lavender 시료가 열화가 진행 될수록 주성분 1의 값이 증가
- ④ Rosemary는 3차원 PCA 그래프에서 시간에 따른 경향을 찾기 어려움.



<그림.2-65> 3 Component PCA for Low temperature stored Essential oil analysis data(Left: Lavender. Middle: Rosemary. Right: Cypress).



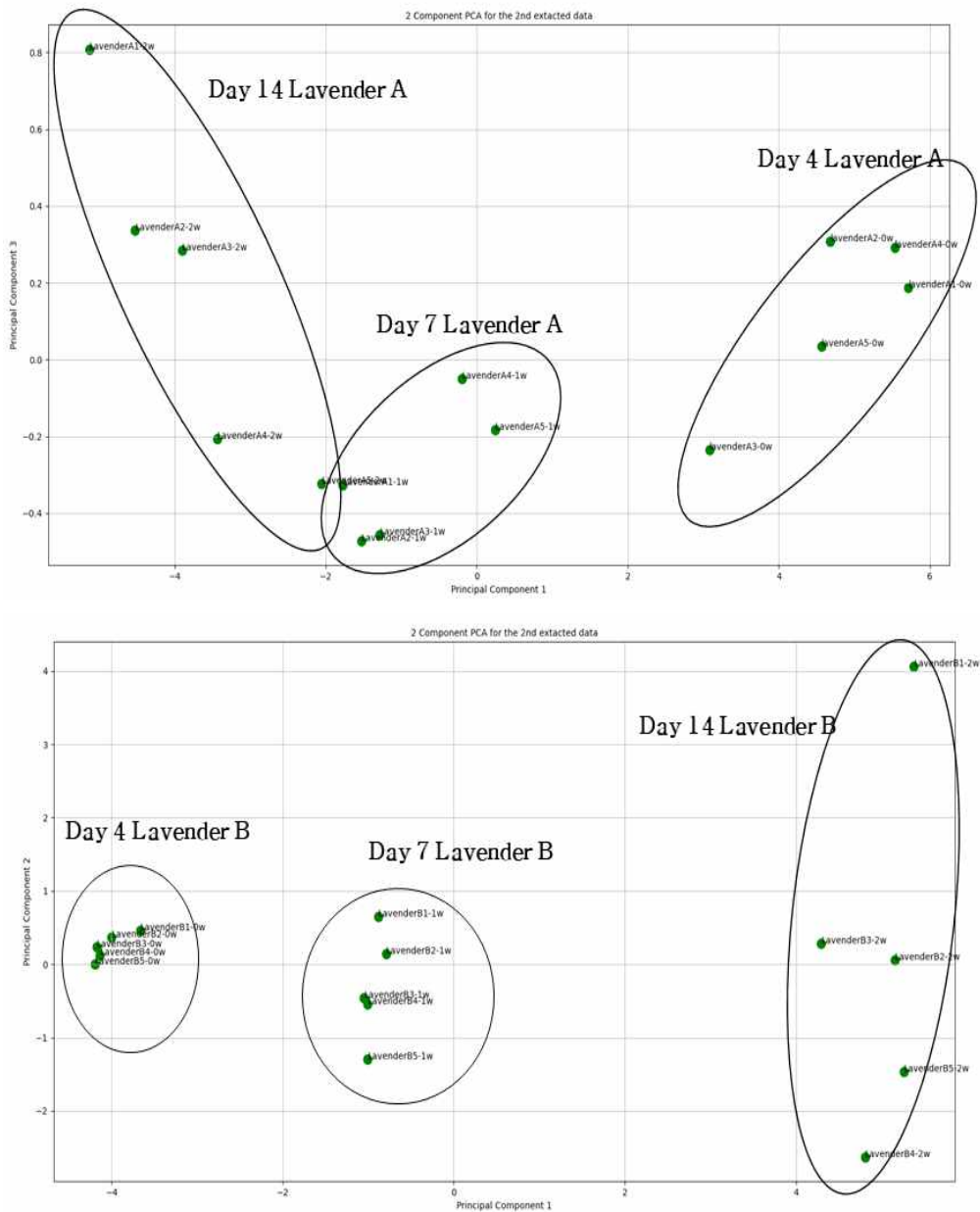
<그림.2-66> 3 Component PCA for thermal-deterioration Essential oil analysis data(Left: Lavender. Middle: Rosemary. Right: Cypress).

(2) 2차원 주성분 분석

- ① 주성분 분석을 분산이 큰 2개의 성분으로 사용하였을 때, 3차원의 주성분 분석 그래프보다 시료간의 위치를 명확하게 확인할 수 있었다.
- ② 열화 조건의 에센셜 오일이 저온 저장 에센셜 오일 보다 동일 시료의 군집이 우수하게 형성.

(라) Lavender essential oil 주성분 분석

- ① Lavender A 시료는 Lavender B 시료와 반대되는 경향을 가지는 것을 확인
- ② A시료는 시간이 길어 질수록 주성분 1의 값이 감소하였지만, B 시료는 보관기간이 길어질수록 주성분 1의 값이 증가
- ③ 동일 시료의 반복측정에 대한 분산의 정도는 Lavender B의 분산이 A보다 낮기 때문에 주성분 1축보다 편차가 낮음
- ④ 에센셜 오일을 구성하는 향료 성분이 열화가 진행됨에 따라 변화 하는 것을 전자코로 분리할 수 있음.

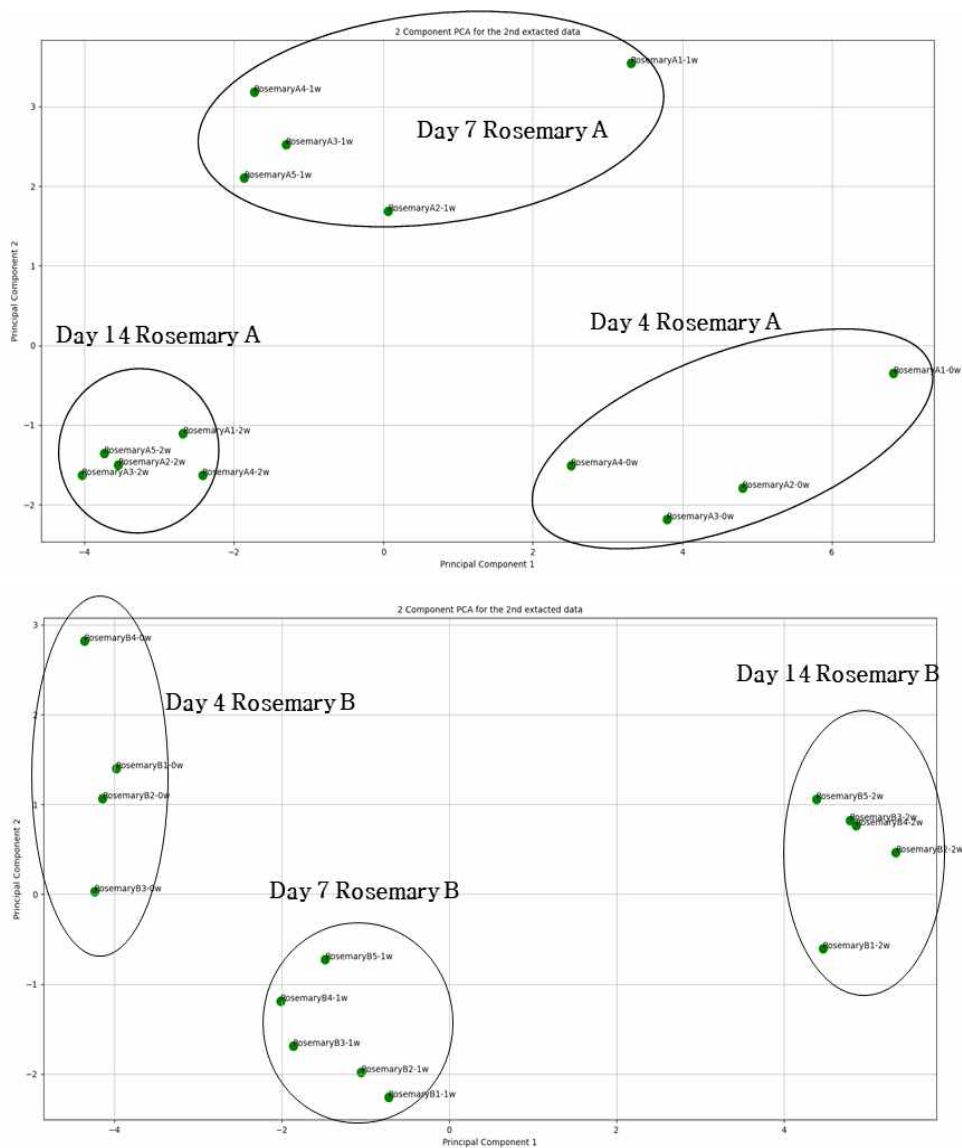


<그림.2-67> 2 Component PCA for Lavender essential oil depending on storage condition. (Up : Low temperature storage condition, Down : Thermal-deterioration Storage condition)



(마) Rosemary essential oil 주성분 분석

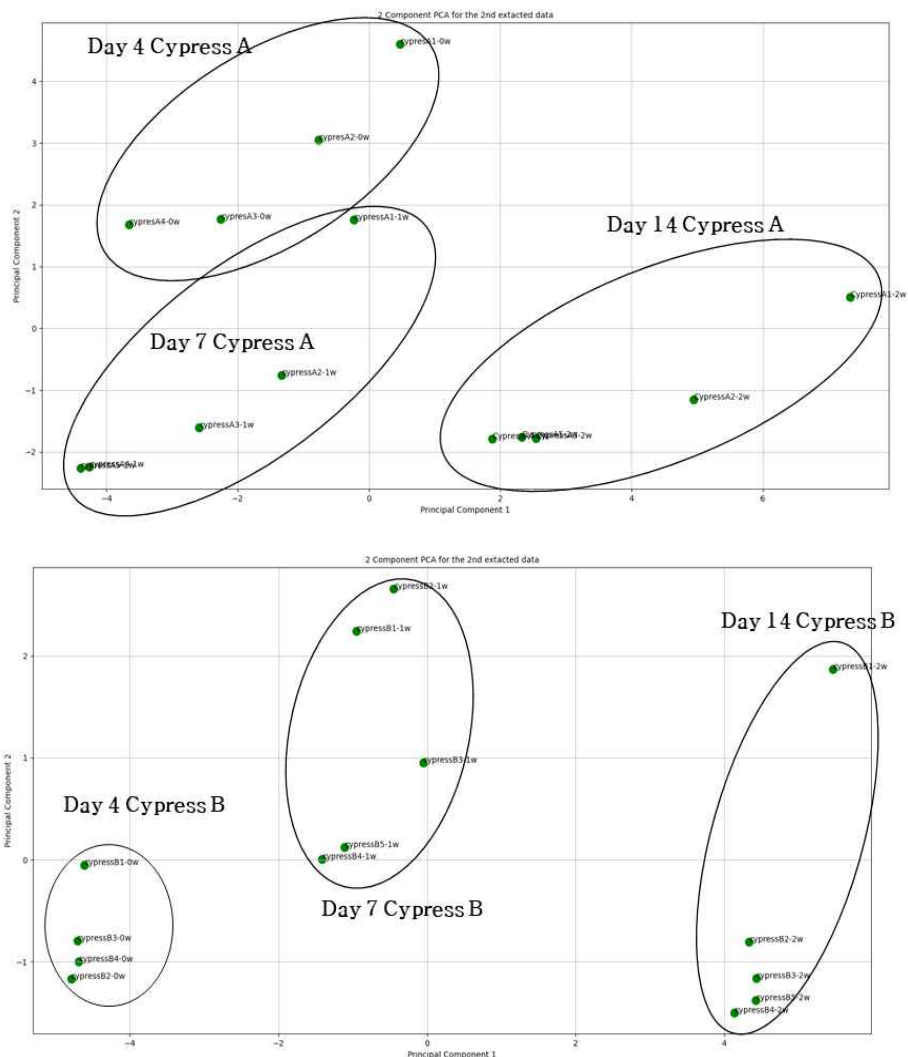
- ① Rosemary A 시료는 보관기간이 길어질수록 주성분 1의 값이 감소하는 경향을 보임
- ② Rosemary B 시료는 보관기간이 길어질수록 주성분 1의 값이 증가
- ③ 시료의 군집은 주성분 1에서 Rosemary B의 시료가 더욱 밀집되었음
- ④ 보관 기간에 따라 나타나는 특징이 Rosemary B가 더 뚜렷하였으며, 전자코가 변화된 화합물의 특징을 잘 구분할 수 있다고 설명할 수 있음



<그림.2-68> 2 Component PCA for Rosemary essential oil depending on storage condition.(Up : Low temperature storage condition, Down : Thermal-deterioration Storage condition)

(다) Cypress Essentil oil 주성분 분석

- ① Cypress A 시료는 Day 4와 Day 7의 시료가 주성분 1에서 분리되지 않았음
- ② Cypress A 시료의 Day 4, Day 7의 데이터는 주성분 2를 이용하여 분리되어짐
- ③ Day 4와 Day 7의 주성분 1 값이 유사하다는 것은 화학성분의 구성이 크게 다르지 않다고 유추할 수 있음
- ④ Cypress A 시료의 Day 14 데이터는 가장 높은 값을 가지고 있어, 보관 기간이 길수록 A조건에서 Cypress 주성분 1의 값은 증가
- ⑤ CYpress B 시료의 데이터는 열화 조건에 오래 노출 될수록 주성분 1의 값이 증가
- ⑥ 보관 기간에 따라 나타나는 특징이 Cypress B가 더 뚜렷하였으며, 전자코가 변화된 화합물의 특징을 잘 구분할 수 있다고 설명할 수 있음.



<그림.2-69> 2 Component PCA for Cypress essential oil depending on storage condition. (Up : Low temperature storage condition, Down : Thermal-deterioration Storage condition)



- 향후 과제

- ① 본 연구를 통해 전자코가 에센셜 오일의 저장조건과 보관 기간에 따라 에센셜 오일의 화합물이 빛과 열, 산소가 있는 환경에서 화학반응이 진행되는 것을 증명할 수 있었음.
- ② 본 연구에서는 시료에 따른 패턴과 PCA에서 나타나는 위치값을 확인함으로써 시료 데이터 간의 차이로 구분하였으나, 향후 인공지능과 머신러닝 기술을 탑재하여 반도체식 전자코의 단점으로 이야기되는 선택성 문제를 해결할 수 있을 것으로 예상된다.
- ③ 전자코 플랫폼을 스마트팜 플랫폼에 장착할 수 있다. 양액의 이취 발생감지 혹은 재배식물이 발산하는 휘발성 유기화합물을 감지하여 병해충에 따른 이상 유무를 점검할 수 있음
- ④ 본 연구에서는 전자코가 에센셜오일의 품질평가를 위한 용도로 연구되었지만, 향후 스마트팜 시스템에 적용할 수 있는 전자코를 제작할 수 있는 선행 연구이기도 함.
- ⑤ 휘발성 유기화합물을 감지하는 전자코가 부착된 스마트팜은 방향 성분을 다량함유하는 허브류 재배 전용 스마트팜으로 별도의 샘플링 없이 작물의 향기 데이터를 분석하여 작물의 품질을 측정하는 기술요소를 핵심으로 하여 개발할 예정.

## 반도체 센서 전자코 플랫폼을 이용한 저온 저장 및 열화 조건에서의 에센셜 오일 패턴 변화 분석

현준이<sup>1</sup>, 김호진<sup>2</sup>, 심현준<sup>3</sup>, 박준원<sup>4</sup>, 최하욱<sup>5,\*</sup>

### Analysis of Low Temperature Stored and Thermal-Deterioration Essential Oil Using Electronic Nose Platform.

Hyun Jun Lee<sup>1</sup>, Jin Ho Kim<sup>2</sup>, Chang Hyun Shim<sup>3</sup>, Jung Yoon Park<sup>4</sup> and Hae Wook Choi<sup>5,\*</sup>

<sup>1,2,4,5</sup>R&D Department, Oseopia Co., Hwarang-e, Gyeonggi 16570, Korea

<sup>3</sup>SENSE RND, Rue de Falga Fourquemaux, 31450, France

(Received November 18, 2021; Revised December 6, 2021; Accepted December 9, 2021)

The chemical components of essential oil easily change due to chemical reactions when the oils are exposed to heat, light and oxygen. Sensory evaluation is one of the methods to measure smell quality. Also, an electronic nose can be used complementarily in place of sensory test. In this work, 3 different essential oil were used which were stored at 4°C and 50°C temperature. The extracted oils were periodically tested using an electronic nose platform. The data obtained from the electronic nose were evaluated via principal component analysis(PCA). The oils stored at 4°C indicated higher value than the oils stored at 50°C temperature. Moreover, each essential oil exhibited a specific characteristic pattern in PCA according to storage conditions and period.

**Keywords :** Electronic nose, Electronic nose platform, Essential oil, Principal component analysis, Sensory evaluation.

## 서 론

에센셜 오일(essential oil)은 식물의 뿌리, 줄기 혹은 잎, 꽃 및 열매 부위에서 증류수출법, 용매추출법 등을 이용하여 식물이 가지고 있는 방향 성분을 추출하여 얻어진 정유 성분이다. 국제 표준화 기구(ISO)에서는 에센셜 오일을 수증기 증류, 건조 증류 혹은 감압류의 정질을 기계적 처리로 제조하는 제품으로

정의한다(Auja & Iria, 2018). 에센셜 오일의 성분은 산화, 중합, 가수분해 등의 화학반응으로 쉽게 변형된다고 알려져 있으며, 에센셜 오일의 변성으로 관능적인 문제를 초래하여, 이것은 소비자의 만족도에 영향을 준다(Claudio & Florian, 2013). 에센셜 오일을 허모아레리피 용도로 사용할 때, 치료적 경험 외에 향기가 주는 심리적, 정서적 영향이 개인에게 미치는 영향도 중요하다(Koh et al., 2011). 에센셜 오일의 물리·화학적 특성을 분석하여 품질을 측정하여 안전성과 인공성을 확인하고, 관능평가를 통해 향기 품질을 측정한다. GC-MS, IR과 같은 분석 기기를 사용하여 에센셜 오일을 구성하는 단일성분을 정성, 정량측정을 통해 품질을 측정할 수 있으며, 관능평가는 숙련된 패널들이 직접 시료의 향을 맡고 평가하는 방법으로, 표준이 없거나 측정할수가 없을 시 높은 재현성을 얻기 힘들고, 주각의 피로

\* 본 연구는 2018년 농림축산식품과학기술평가원에서 지원하는 스마트팜을 이용한 식보식물재배 및 향료 표준화(100100020200104709)와 2020년 한국농업기술진흥원에서 지원하는 숙련감지기와 관능형 여과장치를 탑재한 공기정화기의 개발(10160000002008)의 연구비에 의해 이루어 졌음.

관인생략

# 출원번호통지서

출원일자 2021.12.13  
특기사항 심사청구(유) 공개신청(무)  
출원번호 10-2021-0178164 (접수번호 1-1-2021-1444351-43)  
(DAS접근코드1099)  
출원인명칭 농업회사법인 주식회사 오노피아(1-2017-054400-4)  
대리인성명 ██████████  
발명자성명 ██████████  
발명의명칭 전자 코를 이용하여 천연향료의 변질 여부를 판단하는 방법

## 특 허 청 장

<< 안내 >>

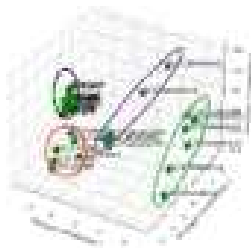
1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 이용하여 특허로 홈페이지([www.patent.go.kr](http://www.patent.go.kr))에서 확인하실 수 있습니다.  
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 은행 또는 우체국에 납부하여야 합니다.  
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호  
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 청정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.  
4. 기타 심사 절차(제도)에 관한 사항은 특허청 홈페이지를 참고하시거나 특허고객상담센터☎ 1544-8080에 문의하여 주시기 바랍니다.  
※ 심사제도 안내 : <http://www.kipo.go.kr>-지식재산제도

<그림.2-71> 출원 특허

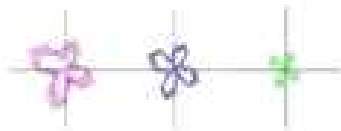


# 반도체 센서 전자코를 이용한 에센셜 오일 분석방법

기술보호기간: 2020.05.04  
 연구자 정보: 김민준, 김민준, 김민준, 김민준  
 기술이전 상담 및 문의: 김민준, 김민준, 김민준, 김민준



[A] 상단 및 3D의 형태로 PCA 그래프



[중요의 향료 원시형 구조물 (외 Rosemary, 8 Geranium, 4 ylang-ylang, 4)]

## 기술개요

- 현재 안전 관능평가요원의 역할을 보조/대체 및 복합적인 후각감소를 측정하기 위해 반도체 센서 기반의 전자코를 이용한 냄새추정 기술에 관한 것임

## 기술개발 배경

- 식품에서 추출된 천연 오일의 성분은 맛, 향, 관능 등에 의해 쉽게 손상 될기 때문에 보관 환경과 방법, 사용기간 등에 향기에 영향을 주며, 천연 오일에 함유된 단일 향기 성분은 GC-MS, HPLC 같은 분석기기로 측정할 수 있으나, 복잡한 정제과 과정과 상대적으로 긴 분석시간이 필요 함
- 복합적인 향기를 측정하는 관능평가원 숙련된 채널들이 시용의 향기를 알고 평가하는 방법므로, 외부이나 측정 정확도가 높을 시 후각의 피로도에 의해 정확성 있는 결과를 얻기 힘든 문제가 있음

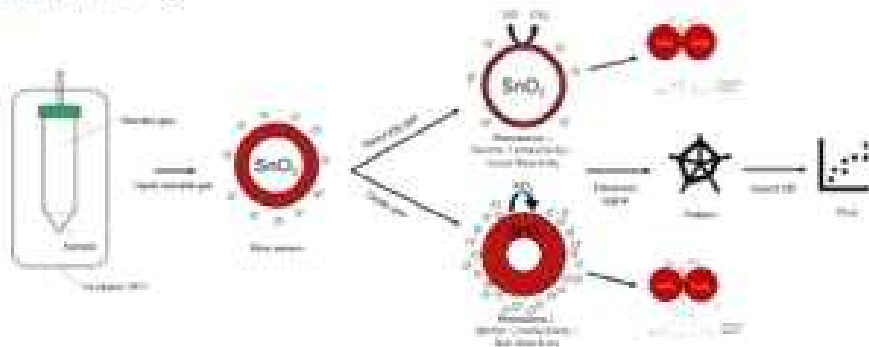
## 기술완성도

TRL 4단계 : 연구실 규모의 부품/시스템 성능평가

	TRL1	TRL2	TRL3	TRL4	TRL5	TRL6	TRL7	TRL8	TRL9
기술개발 단계	개념 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발
기술개발 방법	개념 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발
기술개발 대상	개념 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발
기술개발 결과	개념 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발	기술 개발

## 기술의 특징점

- 전자코 플랫폼은 향기성분에 반응하는 반도체 기반의 센서를 이용하여 단일 혹은 복합적인 향기를 분석할 수 있으며, 이를 단일패턴(Single pattern)으로 인식하고 시각화(Visualization)하여 재현할 수 있음
- 기존의 기기분석과 관능평가업과의 통합적인 분석을 통해 이루어지는 향기의 평가를 전자코 플랫폼 분석의 간단한 평가방법을 통하여 대체 가능



[E-nose sample analysis process]

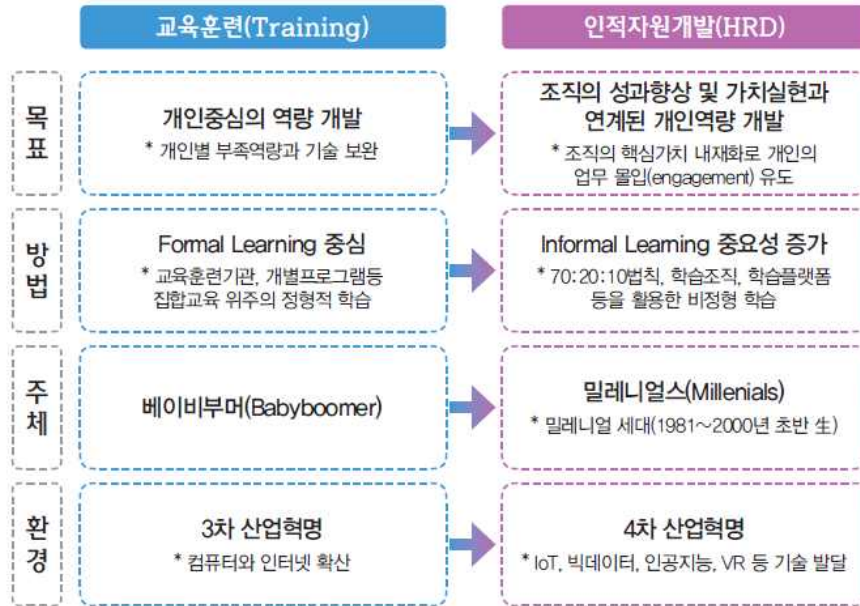
<그림.2-72> IPET 기술소개자료

### 3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

#### 1) 산업연구인력 양성 목표 및 결과

##### (1) 산업연구인력 양성 목표

가) 인력양성 목표 :



<그림 .3-1> 변화하는 4차 산업 교육혁명 트렌드

나) 목표인원 : 2명

다) 인력양성 계획 :

- 농식품산업이라는 포괄적이고 일반화된 분야에서 향후 발전가능성이 높은 특화된 소재(식품, 향료원료)분야에 집중화, 전문화시킨 교육을 통한 전문가를 양성하고자 특성화 분야를 스마트팜 분야로 선정하였음.
- 2020년도부터 농식품산업분야에서도 성장가능성이 높고 고부가산업인 스마트팜을 활용한 허브생산업에 특화를 위하여 와인연구소에서 천연물 연구소로 전환하고 기존인력의 교육공백에 대비하여 신규연구원(최승철) 1명을 추가로 채용=> 차후 김진호로 대체(2021년 5월 4일).

번호	전담인력					수행 교육과정
	성명	생년월일	학위/전공	직책(경력)	입사일	
1	박정운	810510	학사 : 와인발효 식품학	기업부설 연구소장 (6년)	2016 1128	- 뷰티사이언스 (수원대)
2	이현준	920805	이학사 : 식품학	연구원 (3년)	2017 0603	- 향장학 (수원대, 건국대)
3	최승철	950724	이학사 : 식품학	연구원 (신규)	2020 0203	- 식품영양학 (청운대) 혹은 원예학 (한경대)

## (2) 산업연구인력 양성 결과

### ▲ 양성인원 : 2명(석사)

#### ▲ 양성과정

- 이현준 (한국 산업기술대학교 바이오 생명공학)
- 박정윤 (수원대학교 화예조형학)

#### ▲ 수행연구과제와의 양성인력의 역량 강화 연계성

- 이현준 : 식품학(이학사) 전공이며 식품기사 소지자로서 다년간의 정부과제에 참여연구원으로 역할을 수행하였으며 습식분석 및 기기분석 업무를 수행하였으며 상급학위교육으로 전반적인 연구설계능력의 강화를 본사업의 목표로 하고 있음.
- 박정윤 : 식품학(이학사) 전공이며 다년간의 정부과제에 참여연구원으로 역할을 수행하였으며 실험실 관리 총괄 업무를 수행하였으나 기존 미술학사 학위를 고려한 새로운 사업모델 (허브식물 기반의 파생상품)의 기획능력 개발을 본 사업의 목표로 하고있음.

#### ▲ 소속기업 종사자로 연구역량 제고 성과

- 이현준 (바이오 생명공학 석사) : 바이오생명공학 전공과정을 수행하며 본 과제에서 연구한 전공자로서의 심화된 지식과 다년간의 실무경력을 바탕으로 상급학위 이수능력이 충분하다고 판단되어 전문인력(원료개발, 효능분석 등) 양성사업의 대상자로서 기초연구분야의 수행능력 강화완료.
- 박정윤 (화예조형학 석사) : 차후 본사의 주력업종으로 추진하고 있는 향장 및 허브분야의 트렌드 및 시장분석에 따른 제품(방향성을 고려한 기도호), 파생상품 개발업무를 전담하기 위해 전문인력(원료개발, 상품기획 등) 양성사업의 대상자로서 연구수행능력 및 상품개발 능력 강화완료.

#### ▲ 기대 효과 및 향후 인력활용 계획

- 전문인력 양성의 필요성: (주)오노피아는 변화하는 농정사업 전략에 발맞추어 스마트팜 적용 사업추진을 위한 작물/원예분야 및 ICT 적용분야의 전문인력을 본 사업을 통하여 자체인력의 재교육으로 차기 회사운영에 필요한 인력을 확보하여 활용할 예정임.
- 전문인력 양성 추진 전략 : 변화하는 인재개발과 농정 트렌드를 반영한 전문인력 양성

번호	전담인력					수행교육과정
	성명	생년월일	학위/전공	직책(경력)	입사일	
1	박정윤	810510	학사 : 와인발효 식품학	기업부설 연구소장 (6년)	2016 1128	- 화예조형학 석사 (수원대)
2	이현준	920805	이학사 : 식품학	연구원 (3년)	2017 0603	- 바이오 생명공학 석사 (한국산업기술대학교)

## 2) 연구수행 결과

### (1) 정성적 연구개발성과

- 1) 향기 시장의 성장에 따라 아로마테라피(향기치료)가 각광받고 있으며, 이와 같은 방향성분은 원예, 임업에서 생산되는 원료를 가공·추출하여 생산한 것들임
- 2) Aromachology(향기심리치료) 1989년에 냄새로 인한 향기와 정신적 행동에 대한 새로운 학문인 Aromachology는 현재 합성향료를 많이 사용하는 현대의 향료시장에서 재조명되며, 방향성분이 가진 심리적 효능을 강조한 제품들을 출시하며, 이에 향료시장은 다양한 제품군에서 활용될 가치를 지니고 있음.
- 3) 고가의 가격인 천연 아로마오일을 국내에서 생산함으로써, 고부가가치 산업에 국내 기업이 경쟁력을 확보할 수 있는 발판이 됨
- 4) 스마트팜 제조 기술을 이용한 허브는 양액기술을 이용하여 유효 추출물의 성분의 함량을 높여 재배가 가능.
- 5) 국내에서 재배한 허브를 원료로 제조하면 유통비가 절감되며, 원가의 절감에 의한 최종 제품의 가격경쟁력 향상.
- 6) 국내의 허브 재배 시장 확대와 아로마테라피를 이용한 보완의료체제 산업 성장을 기대.
- 7) 재배 원리 및 유효성분 추출 교육을 통하여, 현 시장 트렌드에 맞춘 원료를 개발 할 수 있으며, 이는 회사의 기술경쟁력이 시장성에 맞추어 경제성장을 이룰 수 있는 발판이 됨
- 8) 스마트 농업(무배지 농업)을 사용함으로써, 좁은 공간에 효율적인 작물을 재배하는 연구를 진행함으로써 농업 트렌드에 알맞은 기술개발을 차후 연구개발 할 수 있는 베이스 자료가 됨
- 9) 국내에서는 양액재배 방식으로 재배하는 허브류에 대한 데이터가 없으며 실내 양액재배를 통하여, 해당허브에 적합한 양액배지 조성에 대한 데이터를 확보 할 수 있음
- 10) 좁은 면적에서도 고수익을 낼 수 있는 허브류 혹은 화훼류를 재배하여 면적대비 부가가치 향상
- 11) 자체 생산한 원료를 이용하여 자사에서 추출할 정유의 품질과 추출율을 높일 수 있는 추출 방법을 고안함으로써 고부가 가치의 가공품으로 만들어 상품성을 부여
- 12) ICT 기술과 스마트팜 재배형식의 확장으로, 도시민들의 거주지역 내에서 쉽게 작물을 재배할 수 있는 ‘스마트화분’ 기술 개발의 초행 연구가 될 수 있음

### (2) 정량적 연구개발성과

성과목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용		기타 (타 연구 활용 등)	
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평판IF			학술발표	정책활용		홍보전시
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건				
가중치	10			10		30	10		10				10		20					
최종목표																				
1차년도	1								1				1							
2차년도	1			1		3	10					1	1	2						
합계	2			1		3	10		1			1	2	2						

### (3) 세부 정량적 연구개발성과

#### [과학적 성과]

#### □ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	반도체 센서 전자코 플랫폼을 이용한 저온저장 및 열화조건에서의 에센셜 오일패턴변화 분석	대한미용학회지	이현준	12	대한민국	대한미용학회	비 SCIE	2021년 12월 9일	2505-8084	70

#### □ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	대한미용학회 동계학술제 2020	이현준	2020년 12월 10일		대한민국
2	대한미용학회 동계학술제 2021	김진호	2020년 12월 4일		대한민국

#### □ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식
2021	E-Nos기반의 냄새패턴 분석기술	전자코를 이용한 천연 에센셜오일의 품질 판별	4		기술이전			

#### □ 보고서 원문 : 해당무

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호



생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 : 해당무

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[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	식물 복합 추출물을 유효성분으로 함유하는 천연 방향제 조성물	한국	오노피아	20201224	10-2020-0182726					70	
2	단일전자센서를 기반의 전자코 분석을 통한 에션셜 오일의 품질 판정법	한국	오노피아	20211213	10-2021-0178164						

○ 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	방향제			1						

저작권(소프트웨어, 서적 등) : 해당무

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	기술설명CD	20220110	오노피아				70%

신기술 지정 : 해당무

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호

기술 및 제품 인증 : 해당무

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		

표준화 : 해당무

○ 국내표준

번호	인증구분 <sup>1)</sup>	인증여부 <sup>2)</sup>	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류 <sup>3)</sup>	제안/인증일자

\* 1) 한국산업규격(KS) 표준, 단체규격 등에서 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 2) 제안 또는 인증 중 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 3) 신규 또는 개정 중 해당하는 사항을 기재합니다.

○ 국제표준

번호	표준화단계구분 <sup>1)</sup>	표준명	표준기구명 <sup>2)</sup>	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식 <sup>3)</sup>	제안자	표준화 번호	제안일자

\* 1) 국제표준 단계 중 신규 작업항목 제안(NP), 국제표준초안(WD), 위원회안(CD), 국제표준안(DIS), 최종국제표준안(FDIS), 국제표준(IS) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 2) 국제표준화기구(ISO), 국제전기기술위원회(IEC), 공동기술위원회1(JTC1) 중 해당하는 사항을 기재합니다.

\* 3) 국제표준(IS), 기술시방서(TS), 기술보고서(TR), 공개활용규격(PAS), 기타 중 해당하는 사항을 기재합니다.

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	사이프러스	20210921	오노피아	오노피아	방향제	7개월	환경부	20210506
2	사이프러스 플러스	20210921	오노피아	오노피아	방향제	7개월	환경부	20210506
3	E-Nose	20211001	오노피아	오노피아	향료판별	12개월		

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	통상실시	대형공기청정기용 천연 방향제 제조법	이지네트웍스	20211025	10,000,000원	

\* 내부 자금, 신용 대출, 담보 대출, 투자 유치, 기타 등

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
1	전자코 개발		1,500백만원	1,500백만원	후속 R&D 자금

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식 <sup>1)</sup>	사업화 형태 <sup>2)</sup>	지역 <sup>3)</sup>	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
1	기술이전	신제품개발	국내	방향제	대형공기청정기용 방향제	이지네트웍스	11,000		2021	3년

\* 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)		
기술이전	2021	11,000		11,000	정액기술료
합계		11,000		11,000	

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과		추가 R&D 투자유치			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3년			
	소요예산(천원)	1,500,000			
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후	
		11,000	200,000	500,000	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	0.5%	10%	25%
국외		0.01	0.2%	0.51%	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후	
		11,000	200,000	500,000	
수출		500,000			

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2020년	2021년	
1	방향제 개발	오노피아	1		1
2	전자코 개발	오노피아		1	1
합계			1	1	2

고용 효과

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	2	
		생산인력	1	
	개발 후	연구인력	3	
		생산인력	1	

비용 절감(누적) : 해당무

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
합계				

경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	2021	11,000				1	
기대 목표							

산업 지원(기술지도) : 해당무

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원

기술 무역 : 해당무

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입

[사회적 성과]

법령 반영 : 해당무

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

정책활용 내용 : 해당무

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영 : 해당무

번호	구분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
1		2022		2			1	1	2				

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
1	매치업 스마트팜 전문가 양성	스마트팜 교육	연암대	8	128	3

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비
1	한국산업기술진흥원	국제공동개발사업	악취감지기와 적응형 여과장치를 탑재한 공기정화기의 개발	김종만	1,500백만원

□ 국제화 협력성과 : 해당무

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	중앙지	전자신문	이지네트웍스-오노피아, 대형 공기청정기용 천연 방향제 기술 이전 협약 체결	20211203

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	상	포스터발표 최우수	상장	오노피아	202012	대한미용학회
2	상	포스터발표 최우수	상장	오노피아	202112	대한미용학회

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비 : 해당무

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] : 해당무

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항 : 해당무

### 3) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시판되는 아로마오일의 성분함량 분석을 통한 밸리데이션 및 가공 적합성 판단</li> <li>○ 원료 성분 추출기법 연구(용매추출, 열수추출, 수증기 증류추출, 유지흡수 등)</li> <li>○ 제작된 천연정유의 품질평가를 통한 허브원료후보식물 선정 및 표준화</li> <li>○ 선정된 허브식물을 고려한 소규모 재배용 스마트팜의 설계 및 구축</li> <li>○ 수경재배 형식을 이용한 실내 허브식물 생장재배 연구</li> <li>○ 재배환경(양액조성, 온도, 광량, 광파장, 습도 등)에 따른 스마트팜 재배 허브식물유래 아로마 오일의 성분 함량 분석 연구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시판되는 아로마 오일의 성분함량 분석을 통한 밸리데이션 및 적합성 판단완료</li> <li>○ 제작된 천연정유의 품질평가 및 표준화완료</li> <li>○ 선정된 허브식물을 고려한 소규모 재배용 스마트팜의 설계 및 구축완료</li> <li>○ 허브식물유래 아로마 오일의 성분 함량 분석에 기반한 전자코 개발완료 (추가결과)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 100%</li> </ul>

### 4. 목표 미달 시 원인분석 (해당사항 없음)

## 5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

---

- 1) 스마트 팜 재배시설의 확대로 국산 아로마 정유를 상품화하여 스마트 팜으로 재배하는 재배 농가들에게 더 다양한 작물을 기를 수 있는 교육 실시로 대중적 저변확대
  - 2) 추출 및 제형개발 기술을 응용한 기능성원료의 연구 및 상용화
  - 3) ICT기술과 연계한 새로운 스타일의 아로마테라피 기술 확대 (어플을 통해서 쉽게 진찰 하고 적절한 에센셜 오일을 추천받음 \_ 에센셜 오일 과다사용시에 일어나는 부작용 예방, 아로마 테라피 시장 확대)
  - 4) 앞으로 확장되어가는 향료시장에서 경쟁력을 가지게 되며, 수입에 의존하는 원료를 국내에서 자체 생산할 수가 있음.
  - 5) 전문인력 양성으로 기업의 기술력 향상과 더불어, 국산 임·농산물을 이용한 천연물 응용기술 확대
-

## 6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

- 1) 향기 시장의 성장에 따라 아로마테라피(향기치료)가 각광받고 있으며, 이와 같은 방향성분은 원예, 임업에서 생산되는 원료를 가공·추출하여 생산한 것들임
- 2) Aromachology(향기심리치료) 1989년에 낱새로 인한 향기와 정신적 행동에 대한 새로운 학문인 Aromachology는 현재 합성향료를 많이 사용하는 현대의 향료시장에서 재조명 되며, 방향성분이 가진 심리적 효능을 강조한 제품들을 출시하며, 이에 향료시장은 다양한 제품군에서 활용될 가치를 지니고 있음.
- 3) 고가의 가격인 천연 아로마오일을 국내에서 생산함으로써, 고부가가치 산업에 국내 기업이 경쟁력을 확보할 수 있는 발판이 됨
- 4) 재배 원리 및 유효성분 추출 교육을 통하여, 현 시장 트렌드에 맞춘 원료를 개발 할 수 있으며, 이는 회사의 기술경쟁력이 시장성에 맞추어 경제성장을 이룰 수 있는 발판이 됨
- 5) 스마트 농업(무배지 농업)을 사용함으로써, 좁은 공간에 효율적인 작물을 재배하는 연구를 진행함으로써 농업 트렌드에 알맞은 기술개발을 차후 연구개발 할 수 있는 베이스 자료가 됨
- 6) 국내에서는 양액재배 방식으로 재배하는 허브류에 대한 데이터가 없으며 실내 양액재배를 통하여, 해당허브에 적합한 양액배지 조성에 대한 데이터를 확보 할 수 있음
- 7) 뿌리습기에 예민한 허브류 작물들이 생육할 수 있는 통기성이 뛰어난 배지층을 이용하여 다년생 허브류가 충분히 생육할 수 있는 환경을 제공할 수 있는 환경 통제 시스템의 개발.
- 8) 양액 조절시스템, 식물이 발산하는 휘발성 유기화합물을 전자코로 감시하여 작물의 상태를 확인할 수 있는 시스템 개발.
- 9) 좁은 면적에서도 고수익을 낼 수 있는 허브류 혹은 화훼류를 재배하여 면적대비 부가가치 향상
- 10) 자체 생산한 원료를 이용하여 자사에서 추출할 정유의 품질과 추출율을 높일 수 있는 추출 방법을 고안함으로써 고부가 가치의 가공품으로 만들어 상품성 부여



< 연구개발성과 활용계획표(예시) >

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

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 농림식품기술기획평가원	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2.	1)
	2)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품기술융합창의인재양성(R&D) 연구개발사업 스마트팜을 이용한 허브식물재배 및 향료 표준화 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원)에서 시행한 농식품기술융합 창의인재양성(R&D) 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.