



포스터발표



딸기 수직재배 시스템 개발

Development of Strawberry Vertical Cultivation System

강민구*, 원도연, 백창현, 박나윤, 최지혜, 서영진

경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소

Min-gu Kang*, Do-Yeon Won, Chang-Hyun Baek, Na-yun Park, Ji-hye Choi, Young-jin Seo

Seongju Korean Melon Fruit Vegetable Research Institute, Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services(GBARES), Seongju 40054, Korea

본 연구는 시설하우스 시공금액증가로 인한 급진적인 부담이 늘어나고, 기존 딸기 스마트팜 재배기술은 생산성 향상에 한계에 있기 때문에 딸기 수직재배 방식 개발을 통한 공간 이용성 향상을 극대화하기 위해 실시하였다. 기존 식물공장에서는 재배상을 다단으로 수직배치하여 재배하였으며, 분무경 또는 NFT 방식으로 엽채류가 재배되었고, 딸기는 분무경 방식으로는 재배가 어려웠다. 따라서 딸기 수직재배는 고품배지경을 기본 방향으로 설정하였으며, 딸기 다단 수직재배를 하기 위해 파이프형 딸기 수직재배 화분을 개발하였다. 딸기 수직재배 화분은 다음과 같은 특징을 가진다. 첫째, 딸기 수직 수경재배를 위한 화분구조, 둘째, 수직 아파트형 다단형태의 내부 배수기능을 갖는 구조, 셋째, 딸기 적정 재배를 위한 배지 부피설정 및 꽃대 꺾임 방지구조를 포함한다. 넷째, 광량확보를 위한 각도 조절부 및 고정을 위한 구조를 넣었다. 개발된 딸기 수직재배 화분은 기존 농가형 고설 베드 위에 설치가 가능하며, 생산성은 고설재배 1단과 동일한 수량을 관찰하여 3단 재배시 3배 증가하였다. 따라서 1단 재배에서 3단 수직재배에 따른 초기 투자비용은 1년내 회수 가능한 것으로 분석되었다. 본 재배시스템은 시설하우스 건축비용 및 작물관리 비용 절감, 단위면적당 생산성 증가가 기대된다. 본 연구결과는 기존 딸기 스마트팜 시설을 이용하여 다단재배를 통한 단위면적당 생산성을 극대화 할 수 있는 새로운 딸기 재배방식으로 가능성을 제시하였다.

*Corresponding author, E-mail: ilovegeoje@korea.kr

백강균(*Beauveria bassiana*)을 활용한 참외 담배가루이 관리 효과

Effect of Whitefly Management on Korean Melon Using *Beauveria bassiana*

강민구*, 원도연, 박나윤, 백창현, 최지혜, 서영진

경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소

Min-gu Kang*, Do-Yeon Won, Na-yun Park, Chang-Hyun Baek, Ji-hye Choi, Young-jin Seo

Seongju Korean Melon Fruit Vegetable Research Institute, Gyeongbuk Agricultural Research and Extension
Services(GBARES), Seongju 40054, Korea

최근 다양한 분야에서 탄소배출이 발생하며, 이는 환경문제로 대두되고 있다. 농업분야에서 탄소중립을 위해 화학농약의 사용을 줄이는 것이 탄소중립 실현의 핵심방법이다. 참외재배에 있어 최근 기후 변화 및 약제내성 등에 의해 담배가루이에 의한 참외 피해가 많이 발생하고 있다. 본 연구는 탄소중립 실현과 담배가루이 초기발생 밀도를 줄이기 위해 곤충병원성 미생물제를 활용하여 담배가루이 관리 효과 시험을 수행하였다. 처리내용으로는 곤충병원성 미생물제로 제품화가 되었던 미생물제 A(참총충, *Isaria javanica*), 경북대학교에서 선발한 미생물제 B(백강균, *Beauveria bassiana*), 관행농약방제, 무처리로 4처리로 수행하였다. 처리방법은 담배가루이가 초발생 후 주1회 경엽살포 처리를 하였다. 무처리구를 비롯하여 미생물제 A, 관행처리구에서 6월 1일 이후로 담배가루이의 밀도가 급격히 증가되었다. 반면 미생물제 B처리구에서는 6월 15일 이후 급격히 증가됨을 확인하였다. 해충관리에 있어서 초기 밀도를 줄이는 것이 중요한데 본 연구결과로 미생물제 B를 활용하였을 때 대발생되는 시기를 약 15일 정도는 늦출 수 있는 것을 확인하였다. 본 연구 결과는 참외재배에 있어 담배가루이의 초기발생을 줄임으로써 화학농약 살포를 줄일 수 있는 가능성을 볼 수 있었으며, 추후 반복 시험 및 처리 방법에 대한 시험을 통해 미생물제 활용한 참외 재배관리방법을 고도화한 후 탄소중립 및 고품질 참외 재배에 기여 할 것으로 보인다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ017033)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: ilovegeoje@korea.kr

베타카로틴 참외 행잉거터 하향유인식 수직 재배 효과

Effect of Downward Stem Attract of Beta-Carotene Korean Melon in Hanging gutter Cultivation

강민구*, 원도연, 박나운, 백창현, 최지혜, 서영진, 김종수

경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소

Mingu Kang*, Doyeon Won, Nayun Park, Changhyeon Baek, Jihye Choi, Youngjin Seo, Jongsoo Kim

Seongju Korean Melon Fruit Vegetable Institute, GBARES, Seongju 40054, Korea

본 연구는 농촌노동인구 감소에 대비한 농업로봇을 이용한 자동화 및 규모화된 참외 수직재배 생산 모델을 개발하기 위해 베타카로틴 참외를 이용하여 행잉거터에서 참외 줄기를 하향유인하여 재배를 실시하고 그 효과에 대해 분석하였다. 참외 유인방법에 따른 전신에 미치는 근골격계 부담을 REBA(Rapid Entire Body Assessment) 법으로 평가하면 포복재배의 경우 3단계인 높은 위험단계로 평가되며, 상향유인의 경우 1단계인 낮은 위험, 하향유인의 경우 0단계인 무시수준으로 나타난다. 유인재배를 하는 시설오이의 농작업 시간은 864시간이며, 포복재배를 하는 참외는 252시간으로 상향으로 유인재배시 줄기 고정작업으로 농작업 시간이 증가할 수 있기 때문에 효과적인 줄기유인방식에 대한 검토가 필요하다. 줄기를 상향유인하는 것보다 행잉거터를 이용하여 하향으로 유인하면 줄기를 유인줄에 고정하는 작업에 소요되는 시간을 대부분 줄일 수 있기 때문에 수직재배 전환에 따른 농작업시간 증가 부담을 줄일 수 있는 재배방식으로 판단된다. 참외 수직재배는 오이와 달리 1회 6~8개의 과실을 동시에 착과하여 일시 수확하는 재배방식으로 재배되기 때문에 토마토, 오이처럼 장기간 지속적으로 연속 수확하는 작목과 달리 수직재배 전환에 따른 농작업 시간을 증가를 방지하고 포복재배에 비해 농작업량을 획기적으로 감소시키고 근골격계 부담을 줄일 수 있는 방법으로 판단된다. 본 연구결과는 참외 재배기술을 수평적인 방법에서 수직방법으로 전환하기 위한 방안으로 행잉거터를 이용한 하향유인식 수직재배 방법이 매우 효과적인 방법이 될 수 있음을 시사하였다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: RS-2023-00231307)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: ilovegeoje@korea.kr

참외 고설수경재배의 하우스 형태에 따른 복사특성 연구

A Study on Radiation Characteristics According to House Shapes of Melon Elevated-Bench Cultivation

강민구*, 백창현, 원도연, 박나윤, 최지혜, 서영진

경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소

Min-Gu Kang*, Chang-Hyeon Baek, Do-Yeon Won, Na-Yun Park, Ji-Hye Choi, Young-Jin Seo

Seongju Korean Melon Fruit Vegetable Research Institute, Gyeongbuk Agricultural Research and Extension Services(GBARES), Seongju 40054, Korea

본 연구는 참외 고설수경재배에서 연동하우스와 단동하우스의 복사환경 특성에 대해 분석하고자 관측을 실시하였다. 참외의 관행재배는 포복형 재배로 온실의 고온 환경에서 장시간의 노동은 작업자에게 큰 어려움이 따른다. 이에 고설재배를 적용하여 농작업 환경을 개선하고자 하였으며, 고설재배 시설에 의한 주변의 복사환경은 크게 달라져, 하우스 형태에 따른 정량적인 복사 영향을 확인하고자 하였다. 두 하우스 모두 조광필름으로 피복되어 있으며, 연동하우스의 경우 32m(폭)×42m(길이)×6.2m(동고)에 4층 4열로 48지점에 센서를 설치하였고 단동하우스는 6.4m(폭)×45m(길이)×3.6m(동고)의 규모에 4층 2열로 24지점에 센서를 설치하였다. 센서설치 위치는 각 높이별 2m, 1.5m, 터널내부온도, 지온(상토, 토양)의 위치에 설치하였으며, 각 위치에 기온과 엽온의 복사량을 추정하고자 그린볼(녹색구)을 설치하였다. 연구결과는 하우스의 높이별 평균일사량 비교시 연동하우스보다 단동하우스가 약 6.0~143.7 Mj/day가 많았다. 또한 각 하우스의 1.5m 높이를 기준으로 연동하우스는 터널 내부지점 보다 28.8 MJ/day(6.0%), 2m지점 보다 46.5 Mj/day(9.6%)가 많게 나타났으며, 단동하우스는 터널 내부지점보다 166.2 Mj/day(26.4%), 2m지점 보다 62.1Mj/day(9.9%)가 많았다. 이처럼 1.5m 위치의 복사량은 하단부의 고설재배 구조물에서 재방사된 상향복사와 2m 부근의 상부구조물과 필름주변의 하향복사로 인한 결과이다. 본 연구결과 고설수경재배시 온실의 환경 특성을 확인할 수 있었으며, 작물의 생장 특성과 온실환경에 대한 연구를 진행하기 위해서는 복사에 대한 이해와 관측이 필요하다.

본 연구는 농촌진흥청 지역특화연구사업(세부과제번호: RS-2021-RD012433)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: ilovegeoje@korea.kr

참외 화분매개 곤충 활용 현황 및 뒤영벌 이용 확대

Current Status of Use of Insect Pollinators of Korean Melon and the Expansion Use of Bumble Bee

강민국¹, 원도연¹, 박나윤¹, 백창현¹, 최지혜¹, 서영진¹, 김종수¹, 이경용²

¹경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소, ²국립농업과학원 농업생물부

Mingu Kang^{1*}, Doyeon Won¹, Nayun Park¹, Changhyeon Baek¹, Jihye Choi¹, Youngjin Seo¹,
Jongsoo Kim¹, Kyeongyong Lee²

¹Seongju Korean Melon Fruit Vegetable Institute, GBARES, Seongju 40054, Korea

²Department of Agricultural Biology, The National Institute of Agricultural Science, RDA, Jeonju 55365, Korea

본 연구는 화분매개 곤충을 이용한 참외 인공수정 방법의 다양화를 위해서 실시되었다. 참외는 1주에서 25~30과의 과실을 연속적으로 생산하기 때문에 화분매개 곤충의 이용이 필수적이다. 수정작업은 2월까지의 착과제를 이용하여 인공수정을 시키고 3월 이후에는 대부분 꿀벌을 이용하고 있다. 하지만 최근 꿀벌의 수급불안정으로 뒤영벌이 활용되고 있으며, 뒤영벌의 안정적인 이용기술 개발이 요구되고 있다. 2023년 참외 주산지인 성주군의 화분매개 곤충 활용 빈도는 꿀벌 95%, 뒤영벌 5%가 사용된 것으로 추정된다. 화분매개 곤충의 주요 투입 시기는 2월 상순 5%, 2월 중순 11%, 2월 하순 28%, 3월 상순 44%, 3월 중순 6%, 3월 하순 6%였다. 화분매개 곤충 제거 시기는 5월 하순 31%, 6월 상순 13%, 6월 중순 6%, 6월 하순 31%, 7월 상순 13%, 7월 중순 6%이었다. 화분매개용 꿀벌 구입가격은 지난해 13만원에서 금년 25만원으로 2배 정도 상승하였다. 꿀벌 대체수단으로서 뒤영벌통 설치장소에 따른 영향을 평가하기 위해 벌통을 참외 하우스 내부와 외부에 설치하여 벌통 온도, 습도, 봉군유지기간, 생산성을 시험하였다. 외부설치는 최저기온이 영상 5도가 넘는 시기부터 설치가 가능하였으며 성주군 기준으로 3월 10일 경이 적합하였다. 내부 설치의 경우 2월 하순부터 5월 중순까지 이용이 가능하였으며, 5월 10일 이후 온도가 급격히 증가하여 봉군이 붕괴되었다. 5월까지 참외 생산량은 내부와 외부가 동일하였지만 7월까지 누적생산량은 내부 설치시 외부보다 17% 감소하였다. 본 연구결과는 시설참외에서 꿀벌 대체 화분매개 곤충으로 뒤영벌이 1차 투입(3월~5월), 2차 투입(5~7월)을 통해 참외 화분매개에 효과적으로 이용될 수 있음을 시사하였다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: RS-2021-RD009627)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: ilovegeoje@korea.kr

수직농장 내 백색 광원의 구성에 따른 토마토 묘의 생육 및 생리활성 특성

Growth and Physiological Activity Characteristics of Tomato Seedlings Grown on Compositions of White Light Sources in a Vertical Farm

강인제¹, 양규식¹, 심한솔², 장성남², 강민지², 김예린², 조두용², 박영삼⁴, 김진하⁴,
조계만^{2,3}, 손기호^{1,2*}

¹경상국립대학교 원예과학부, ²경상국립대학교 생명자원과학부, ³경상국립대학교 식품과학부, ⁴삼성전자

In-Je Kang¹, Gyu-Sik Yang¹, Han-Sol Sim², Seong-Nam Jang², Min-Ji Kang², Ye Lin Kim²,
Du Yong Cho², Youngsam Park⁴, Jin-Ha Kim⁴, Kye Man Cho^{2,3}, Ki-Ho Son^{1,2*}

¹Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

²Department of GreenBio Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

³Department of Food Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

⁴LED Business Team, Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon 16677, Korea

토마토(*Solanum lycopersicum* L.)의 묘소질은 정식 후 생육, 꽃의 소질, 과실의 모양 및 크기, 수량 등에 많은 영향을 미친다. 본 연구는 수직농장 내 토마토 묘 재배 시 백색 광원의 종류에 따른 묘소질 특성을 평가하기 위하여 수행되었다. 광질 처리는 발아 후 3주간 일반 백색광(A), 식물생장용 백색광(2 watt의 red 칩 추가; B, 1 watt의 red 칩 추가; C), 청색 파장 특정 백색광(특수 청색 파장; D)으로 구성하였으며, 처리구별 청색 파장 peak는 A, B, C는 450 nm, 그리고 D는 436 nm로 설정하였다. 토마토 묘를 다단식 수직농장에서 온도 25°C, 습도 70%, 광주기 12/12h, 광도 $275 \pm 5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 재배하였으며, 관수는 Coseal 토마토 양액(pH 6.5, EC 1.6 dS/m)으로 저면 관수 하였다. 연구 결과, 전반적으로 A < B < C < D 처리순으로 지상부 및 지하부 생육, 엽면적, 엽수, 줄기직경, Compactness 등 유의적으로 높은 묘소질 특성을 보였으며, 에너지이용효율(EUE) 및 광이용효율(LUE) 또한 높은 결과를 나타냈다. 이는 토마토 묘 생산 시, LED 구성 및 파장이 중요함을 시사하며, 수직농장에서 사용되는 백색 광원의 적절한 파장 설계에 따라 고품질의 토마토 묘 생산이 가능할 것으로 사료된다.

본 연구는 삼성 전자(2023-2024)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: sonkh@gnu.ac.kr

Changes in Soil Moisture Contents of 4 Garden Plant Species during A Week No-Irrigation Condition for Selection of Drought-Resistant Plant Materials

Baul Ko, Woo Young Kim, Hyeong Seok Lee, Tae Eui Song Seung Won Han, Na Ra Jeong*

Urban Agriculture Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

Due to the increasing concentrations of greenhouse gases in the atmosphere, meteorological disasters such as droughts and floods have become more frequent. This has resulted in damage to plant growth due to a variety of environmental stresses. In particular, urban street gardens, which have been increasingly utilized recently, are more susceptible to weather-related damage due to the challenges of continuous and intensive management compared to other crops. This study was conducted to investigate the changes in soil moisture content in four garden plants, including '*Hosta longipes*', which are widely used in urban street gardens, under a one-week water deprivation condition. The goal was to provide foundational data for plant design. The experiment was conducted inside a greenhouse made of plastic film. Taking into consideration the light requirements of the garden plants, 50% shading was provided using screens. Test plants were transplanted into plastic pots (diameter: 15cm, height: 15cm) and were cultivated for approximately a month. Soil moisture content was determined based on the weight reduction after fully saturating the pots, with measurements taken every morning. The biomass of the plants was not taken into consideration. During the experimental period, the temperature inside the greenhouse ranged from 21-27°C. After a week without irrigation, the soil moisture content of the four test plants ranged between 23-70%. '*Hosta longipes*' showed the least water loss at 70%, while '*Aruncus dioicus*' exhibited the most significant loss at 23%. The difference in water loss among plants is believed to be attributed to varying levels of evapotranspiration, influenced by leaf area. Moreover, the decrease in moisture content did not exhibit a clear correlation with the average daily temperature. The linear regression relationships between average daily temperature and plant-specific moisture loss were as follows: for '*Mukdenia rossii*' $Y=7.9634x-132.65$ ($R^2=0.3037$), for '*Aster koraiensis*' $Y=8.4732x-148.02$ ($R^2=0.2463$), for '*Hosta longipes*' $Y=2.8257x-36.037$ ($R^2=0.0907$), and for '*Aruncus dioicus*' $Y=9.3481x-158.98$ ($R^2=0.163$). It is believed that factors contributing to moisture loss are more influenced by humidity than temperature. In the future, we plan to conduct tests not to identify soil moisture content but also to explore other factors for evaluating drought resistance

※ This study was carried out with the Rural Development Administration's research project(PJ01603701) and supported by 2023 the RDA Fellowship Program of National Institute Horticultural and Herbal Science, Rural Development Administration, Republic of Korea.

*Corresponding author, E-mail: jnr202@korea.kr

현장 조사를 통한 지황 육묘 연구의 방향성 설정

Setting the Direction for '*Rehmannia glutinosa*' Seedling Research Based on Field Investigation

고바을¹, 최유진², 배효준², 정지희², 이상욱³, 김호철^{2,4,5}, 배종향^{2,4,5*}

¹국립원예특작과학원 도시농업과, ²원광대학교 원예산업학부, ³원광대학교 생명환경학과,

⁴원광대학교 생명자원과학연구소, ⁵원광대학교 식물육종연구소

Baul Ko¹, Hyo Jun Bae², Ji Hee Jeong², Sang Uk Lee³, Ho Cheol Kim^{2,4,5}, Jong Hyang Bae^{2,4,5*}

¹Urban Agriculture Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

²Department of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

³Department of Biological and Environmental Studies, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

⁴Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

⁵Institute of Plant Breeding Research, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

우량묘의 이용은 작물의 정식 후 생육 및 생산성 증대에 최우선으로 고려될 수 있는 방안임에도 불구하고, 약용 작물에서는 여러 가지 요인으로 현장에서 적극적인 활용이 미흡한 실정이다. 특히, 지황은 경옥고의 주 원료로 이용되는 작물로 심혈관 질환 예방, 혈당 조절 등에 효과가 있어 활용도가 높다. 본 연구는 지황의 주산지인 금산과 정읍의 재배 농가 현황조사를 통하여 지황 육묘의 방향성을 설정하고자 수행되었다. 지황의 파종방법은 생산된 작물의 일부를 종근으로 활용하여 직접 토양에 심는 영방번식방법이 주로 활용되고 있다. 이러한 방법은 약 30-40% 수준의 손실률을 갖는데, 현장에서는 손실률 40%를 기준으로 이상이면 보식을 하며, 손실이 40% 미만일 경우 확인이 어렵고, 노동력 투여, 보식한 작물의 생육차이 등으로 인하여 보식을 수행하지 않는다, 특히, 손실 확인 후 보식이 이루어지기 때문에 최초 파종한 작물과 보식한 작물 간 생육차이가 뚜렷한데 이를 해소하기 위하여 일부 농가에서 플러그트레이를 이용한 묘를 생산하여 활용하였다. 지황의 플러그묘 활용 시 정식 후 균일한 생육, 잔뿌리발생, 손실률 감소 등의 효과가 있으나, 지황의 판매단가를 고려하였을 때, 경제성에 부합하지 않는다. 따라서 지황 육묘 연구는 파종 후 손실률을 낮추고, 경제성에 부합할 수 있는 방향에 집중하여 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 상기 조건에 따라 도출된 육묘방법은 조직배양묘 양산 또는 종자 번식을 이용한 종근 육성이며, 플러그 트레이를 이용한 육묘는 농가의 경제성이 최우선적으로 고려되어야 할 것으로 생각된다. 향후 상기 제시된 방법을 통하여 육묘연구 및 육성된 묘를 이용한 현장 실증시험을 수행할 예정이다.

본 연구는 농촌진흥청 농업정책지원기술개발(PJ01701802)의 지원으로 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: bae@wku.ac.kr

Evaluation of Spatial and Horizontal Variability Inside the Greenhouse Using Suspension-type Dehumidifiers for Placement of Dehumidifier

Md Ashrafuzzaman Gulandaz^{1,3}, Md Sazzadul Kabir¹, Mohammad Ali², Kayoung Lee¹,
Md Asrakul Haque², Seung-Ho Jang³, Sun-Ok Chung^{1,2*}

¹Department of Smart Agricultural Systems, Graduate School, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²Department of Agricultural Machinery Engineering, Graduate School, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

³Farm Machinery and Post-Harvest Process Engineering Division, Bangladesh Agricultural Research Institute,
Joydebpur, Gazipur 1701, Bangladesh

⁴Shinan Green-tech Co. Ltd., Suncheon 58027, Korea

Temperature and humidity management are the primary factors influencing greenhouse productivity. This study aims to explore the use of suspension-type dehumidifiers in smart greenhouses for maintaining optimal temperature and humidity levels. It investigates the influence of dehumidifier placement and compares the efficiency of heating and dehumidification systems using spatial and horizontal variability analysis. A dehumidifier system includes a 0.65 kW compressor, a 0.12 kW fan, and a coil that provides 2.9 kW to 3.5 kW of heating power was used. There are four possible installation layouts, including a single unit at the center, two units facing the opposite direction from the center to the sides, individual units on either side of the center, and paired units facing the center. The study employs 27 temperature and humidity sensors strategically placed across three layers (top, middle, and bottom) and three sections to monitor greenhouse conditions. Additional sensors are strategically placed in the vicinity of the dehumidifier and in the external environment around the greenhouse. Data collection is facilitated by a server-based system that allows for wireless transmission of data, as well as its storage and remote control of the dehumidifier. The findings of research demonstrated that it takes around 30 minutes to achieve dehumidification levels ranging from 90% to 70%. Additionally, temperature variations of 5°C were recorded in the top layer after 20 minutes and in the bottom layer after 33 minutes. The results highlight the significant impact of the placement of suspension-type dehumidifiers on their effectiveness and the consequent effects on the regulation of temperature and humidity inside greenhouse. This research contributes to the refinement and optimization of intelligent greenhouse technologies, enhancing both efficiency and effectiveness.

This work was supported by the Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, and Forestry (IPET), through the Technology Commercialization Support Program, funded by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA) (Project No. 821051-03), Republic of Korea.

*Corresponding author, E-mail: sochung@cnu.ac.kr

UAE 사막형 온실의 용수절감 설비 성능평가

Performance Analysis on Water Saving Facility of Greenhouse for Desert Climate in UAE

권진경*, 이시영, 윤성욱, 김성현, 장세훈

국립농업과학원 에너지환경공학과

Jin Kyung Kwon*, Si Young Lee, Sung Wook Yun, Sung Heon Kim, Se Hun Jang

Energy and Environmental Engineering Division, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 54875, Korea

본 연구에서는 UAE 아부다비농업식품안전청(ADAFSA)의 Al Kwaitat 연구센터에 설치한 반밀폐형의 사막형 온실에 설치한 용수절감 설비에 대한 성능평가를 수행하였다. 냉방용량 294kW(84RT)의 히트펌프(칠리) 2대가 200톤 용량의 축열조에 연결되어 있으며 축열조의 냉수와 팬코일유닛 및 행잉거더 하부덕트를 통해 온실을 냉방한다. 용수절감 설비는 팬코일유닛 열교환기에서 발생하는 응축수를 공조실 중앙 바닥에 설치한 응축수 집수 버킷으로 집수한 후 이를 온실 외부 응축수 버퍼탱크(3톤)와 메인탱크(18.9톤)로 보내 재활용하는 방식이다. 온실상부에 제습기를 설치하였으나 열교환기가 직사광선의 영향을 받아 제습기를 통한 응축은 거의 발생하지 않았다. 양액, 냉방 설비별 용수사용량과 응축수 회수량의 분석을 위해 디지털 유량계를 16개 지점에 설치하였으며, 온실의 총 용수공급량과 배출량을 분석한 결과 양액과 포그용 공급용수는 기후조건에 따라 변화하나 배출량은 일 1.4톤 정도로 큰 변화가 없었다. 양액용 원수 공급량과 응축수량을 분석한 결과 응축수량이 양액원수 사용량에 비해 부족하여 양액조제용으로 활용은 어려운 것으로 나타났다 RO처리수는 1구역의 양액 제조 및 온실 전체 포그용수로 공급되며 1구역의 양액 제조용 사용량이 온실 전체 포그 사용량보다 많은 것으로 나타났다. 쿨링패드 사용량과 응축수 회수량 약간의 연관성을 보이거나 온도, 습도 등의 다른 요인과의 추가분석이 필요하였다. 쿨링패드 용수 사용량은 온실 외부 온습도의 영향을 받으므로 유동적이며 응축수 회수량보다 대부분 많았으며, 포그는 온실 내부 조건에 따라 또는 시간설정에 따라 운용하였으므로 물사용량은 비교적 일정하였다. 분석기간의 전체 용수사용량은 양액용 원수, 쿨링패드 용수, 포그 용수, 응축수 회수량이 각각 117.2톤, 117.9톤, 28.9톤, 84.72톤으로 응축수 회수량은 온실 총공급 용수량의 32.1%를 회수하며, 기화식 냉방(쿨링패드 및 포그) 사용량의 57.7%, 양액용 원수의 72.3%를 공급할 수 있는 것으로 분석되었다. 팬코일유닛의 열교환기 표면온도는 순환펌프 가동, 정지에 따라 야간에 약 8~14°C, 주간에 17~18°C의 범위를 나타내었으며, 이는 공조실 하부 공간 공기의 야간 이슬점 온도 17~18°C, 주간 이슬점 온도 약 23~25°C보다 낮아 팬코일유닛의 열교환기에서는 대부분의 분석 기간에 응축이 발생하는 것으로 나타났다. 온실 냉방 중인 분석 기간 중 팬코일유닛의 일평균 응축수 회수량은 2.98m³/day이었으며 최대는 5.37m³/day, 최소는 1.29m³/day로 편차가 크게 나타났다. 일적산 응축수 회수량의 경향성은 공조실 하부의 일적산 상대습도, 공조실 하부의 이슬점온도와 팬코일유닛 열교환기 표면온도의 차에 비례하였다.

본 연구는 농촌진흥청 공동연구개발사업(과제번호: PJ0162922022)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: cen55@korea.kr

마늘 재배 시 지중 자동관수에 의한 적정 토양수분 유지 효과

Effect of Maintaining Appropriate Soil Moisture in Garlic Cultivation by Automatic Underground Irrigation Management System

김 건*, 이중환, 이지은, 원종건

경상북도농업기술원 원예경영연구과

Geon Kim*, Joong Hwan Lee, Ji Eun Lee, Jong Gun Won

Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu 41404, Korea

2023년 마늘의 국내 재배면적은 24,629ha이며 한국인의 마늘 소비량은 1인당 연간 약 6kg 정도로 많은 양을 소비하고 있으나 대부분 노지에서 마늘 재배가 이루어지기 때문에 기상 상황에 대한 영향을 많이 받아 수급이 불안정한 편이다. 특히 마늘은 월동 이후 생육이 재생되는 시기부터 인편 비대기까지 마늘의 수분 요구량이 점차 증가하다가 수확기가 다가옴에 따라 지상부의 잎이 마르면서 점차 수분 요구량이 감소하기 때문에 이 시기의 수분관리가 매우 중요하다. 대부분의 마늘 재배 농가에서 사용하는 스프링클러 관수는 평탄하지 않은 토양표면과 비닐피복으로 불균일한 관수가 이루어지기 쉬워 마늘의 생육 및 생산량이 낮아질 수 있다. 본 연구에서는 마늘 재배 시 생육단계별 적합한 토양 용적수분함량을 유지하기 위해 센서에 의한 지중 자동관수 기술을 적용하여 마늘 생육 및 생산량을 스프링클러 처리와 비교하였다. 마늘 지중 자동관수 인식 센서는 TDR(time domain reflectometry)방식으로 지표면으로부터 깊이 20cm에 매설하여 실시간으로 토양 용적수분함량을 측정하도록 설치했으며, 지중관수관은 지표면으로부터 40cm, 30cm에 위치에 각각 100cm 간격으로 매설하고, 토양 층위별 용적수분함량을 측정하기 위해 지표면으로부터 10cm, 20cm, 30cm, 40cm 깊이에 FDR(frequency domain reflectometry)방식의 센서를 매설하였다. TDR 센서에 의해 인식되는 관수개시점 설정은 마늘의 생육단계(생육 재생기 ~ 인편비대후기)에 따라 토양 용적수분함량 21.6% ~ 18.9% 범위가 유지될 수 있도록 자동관수 시스템을 설정하여 물 소비량을 절약하고자 했다. 마늘 재배기간에 해당하는 2022년 10월부터 2023년 6월까지 대구지역의 평균온도는 11.3°C였으며, 누적 강수량은 535.3mm로 작년과 비교하여 105.9% 증가했다. 많은 강수량으로 인하여 마늘을 재배하는 기간 동안 높은 토양 용적수분함량을 나타냈다. 센서에 의한 지중 자동관수는 총 40cm 처리에서 17.32ton/160m², 30cm 처리에서 3.81ton/160m² 자동관수 되었으며, 스프링클러 처리에서는 육안으로 작물 상태와 토양을 확인하며 마늘 재배기간 동안 총 1ton/160m² 관수했다. 마늘 지상부 생육은 지중 자동관수 처리구에서 스프링클러 처리구에 비해 초장 4.1%, 엽장 1.8%, 엽초경 7.6%, 엽초장 5.9% 높은 값을 나타내었으며, 생산량으로는 스프링클러 처리에서 940kg/10a 생산하고 40cm 처리에서는 약 21% 증가한 1,138kg/10a 생산했다. 이번 연구를 통해 재배자의 축적된 경험에 의해 작물의 관수 여부를 결정하던 관행의 농업에 비해 센서를 활용한 지중 자동관수 할 경우 적절한 토양 용적수분함량의 유지를 통해 마늘 생산량은 향상되고 노동력은 절감될 것으로 기대되며, 물 소비량을 절약하기 위해 지중 자동관수에 적합한 적정 규격의 지중관수관에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 농촌진흥청의 노지 밭작물 관배수 통합 자동제어 물관리 기술 개발 과제(PJ0162782022)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: 1128kg@korea.kr

Electric Field modifies Lettuce Root Growth Dynamics: Real-time Image Analysis and Allometric Scaling

Dahae Kim, Taewon Moon, Tae In Ahn*

Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

Electric fields, originating from electric charges, are a crucial environmental factor to which plants have adapted over time through evolution. Several studies have shown improved seed germination, plant growth, and yield in the presence of external electric fields. However, the current literature provides minimal insight into the immediate morphological responses upon initial exposure. Real-time image analysis is necessary to elucidate the influence of electric fields on plant growth changes. This study aimed to analyze the influence of electric fields on the growth of lettuce roots under different orientations in a controlled environment. The experiments were conducted from seed germination to the early seedling stage. Lettuce seeds were grown on half-strength MS medium gel plates, and seedlings were hydroponically cultured using the Hoagland nutrient solution. The plants were exposed to four distinct electric field conditions: vertical, horizontal, ambient, and non-electric fields. Stainless steel mesh electrodes were used to maintain continuous electric field application for five days, with a high DC voltage generator set to 5 kV m^{-1} . A Faraday cage was used to form non-electric fields as an electromagnetic blocker ensuring the absence of electric fields. Root growth was observed with timelapse images which were collected every 30 minutes. Images were analyzed to quantify changes in root length. The allometric growth equation was used to determine the root size, compared to the plant fresh weight. Both vertical and horizontal electric fields accelerated root growth immediately after sowing compared to the ambient and non-electric fields. Interestingly, at the early seedling stage, the root growth of the vertical and horizontal treatments showed less contribution to the total plant allometric slope than the ambient and non-electric field treatments. These results emphasize the intricate effects of electric fields on distinct stages of plant development, which may enhance the unequal growth of specific plant organs. This study establishes a groundwork for considering electric fields as a manageable environmental factor capable of modifying plant responses.

This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the ITRC(Information Technology Research Center) support program(RS-2023-00259703) supervised by the IITP(Institute for Information & Communications Technology Planning & Evaluation).

*Corresponding author, E-mail: tiahn@snu.ac.kr

일사감응 LED 보광과 이산화탄소 시비가 토마토 생육 및 생산량에 미치는 영향

Effects of Light and Carbon Dioxide Enrichment on Tomato Growth and Yield

김도현, 윤성준, 송욱진, 이규원, 윤정원, 박경섭*

목포대학교 원예학과

Do-Hyeon Kim, Seong Jun Yoon, Wook Jin Song, Gyu Won Lee, Jeong Won Yoon, Kyoung Sub Park*

Department of Horticultural Science, Mokpo National University, Muan 58554, Korea

토마토는 세계적으로 생산액이 가장 높은 채소로 가지과 과채류 작물이다. 토마토의 단위면적당 생산량은 네덜란드 65kg/m^2 , 우리나라 선도 농가는 35kg/m^2 로 약 54% 수준이며 우리나라의 토마토 생산성은 네덜란드에 비해 현저히 떨어지기 때문에 국내 토마토 생산성을 높이는 방안이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 목포대학교 부속농장 내 플라스틱 하우스에서 무처리구, 보광 처리구, 이산화탄소 처리구와 보광 및 이산화탄소 복합 처리구가 토마토의 생육과 생산량 향상에 기여하는 영향에 대해 구명하고자 수행하였다. 실험에서 실시한 보광은 일일 적산광량(DLI)을 이용한 보광 방식을 채택하였으며 06시부터 22시까지 $100\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 이하에 작동되게 설정하였다. 그리고 이산화탄소 시비는 식음료용 액화 탄산가스를 이용하여 $600\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 로 유지되게 설정하였다. 생육조사는 초장, 경직경, 엽수, 엽면적, 건물중 등의 항목을 2주 간격으로 총 5회 진행하였다. 작물 생육은 초장, 경직경, 엽면적, 생체중을 제외한 다른 항목이 복합 처리구에서 가장 높은 수치를 보였으며, 처리에 따른 수확량은 무처리를 기준으로 복합 처리, 이산화탄소 처리, 보광 처리 순으로 32%, 20%, 18% 증가하였다. 본 연구에서는 복합 처리, 이산화탄소 처리, 보광 처리, 무처리 순으로 생육 및 생산에 효과적인 영향을 확인하였고 이는 보광 처리와 이산화탄소 시비를 적용할 수 있는 시설 온실 내에서 복합 처리가 과채류의 생산성 증진에 기여할 수 있으리라 판단된다.

본 연구는 농림식품기술기획평가원 및 스마트팜연구개발사업단의 연구사업(세부과제번호: 421004-04)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: unicos75@mnu.ac.kr

Assessment of Growth, Yield and Fruit Quality of Hydroponically grown Mini Paprika (*Capsicum annuum L.*) in Plant Factory

Dongpil Kim^{*}, Mi Young Roh, Kyungyi Choi, Mi Young Lim, Seungri Yoon

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

In Korea, there is a high demand for mini paprikas as fresh fruits. This study aimed to evaluate the feasibility of cultivating mini paprikas in a plant factory and to identify the most suitable variety and cultivation conditions. Four mini paprika varieties (Raon red (RR), Raon orange (RO), Red rocket (RT), and Yellow rocket (YT)) were cultivated in a plant factory. The light intensity was set to the $400 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ of PPFD and 16 h photoperiod with a red-blue spectral ratio of 8:2. Day and night temperatures were maintained at 27°C and 18°C, respectively. Plant sowing and seedling transplantation were conducted on March 30 and April 10, respectively, and the first harvest occurred 88 days after planting. There was no significant difference in plant height and leaf area among the varieties. However, the yield varied significantly, with YT having the highest yield (150.2 g/plant) and RR the lowest (60.6 g/plant). Interestingly, a trade-off was observed between soluble sugar content and production; RR had the highest sugar content (10.0 Brix°), while YT had the lowest (7.8 Brix°). The study also found that lower leaves naturally fell off as the crop grew due to the lack of light capture at lower canopy from constant irradiation angle of LED in the plant factory, resulting in a more compact plant morphology than open field cultivation. The RO variety seems to be the most suitable for cultivation in plant factories, considering the overall growth results such as compact morphology and higher soluble sugar content. However, varieties such as RR had difficulty in fruit development, dynamic air temperature control will be necessary to optimize the vegetative-reproductive balance of certain varieties.

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ01604801)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

^{*}Corresponding author, E-mail: kimdongpil@korea.kr

지능형 양액공급기 EC센서의 유지보수 주기 검증 방법 연구

Study on the Verification Method of the Maintenance Cycle for EC Sensors in Intelligent Nutrient Solution Supply

김만중, 김태현, 임동혁, 백정현*

국립농업과학원 농업공학부 스마트팜개발과

Manjung Kim, Taehyun Kim, Donghyeok Im, Jeunghyun Baek*

Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 54875, Korea

본 연구는 유지보수가 원활하고, 정비주기가 긴 개선EC센서의 객관적인 지표 생성 및 실험법을 만들기 위하여 기존EC센서와 개선EC센서 사이의 유지보수 기간 및 정비주기 검증을 위하여 실시되었다. 기존EC센서는 두 개의 얇은 전극판 사이의 전기전도도를 측정하기 위하여 개발된 센서로 평균적으로 3개월의 정비 주기를 가지도록 권고된다. EC는 양액재배에서 PH와 함께 중요하게 고려되어야 할 요소이지만 실제 농가에서 사용하는 경우EC센서의 정비를 권고되는 시기에 정확히 수행하기 어렵고, EC센서의 측정오차가 미세하게 꾸준히 누적됨으로 문제가 없는 것으로 판단하여 계속적으로 사용하고 있다. EC센서의 전극판은 금속재질로 구성되어 있어 양액 성분의 침착에 따라 측정오차가 발생하게 된다. 따라서 전극의 크기를 넓게 하여 일부분이 침착되더라도 측정오차가 커지지 않고, 전극만 교환할 수 있도록 개선형 EC센서를 개발하였다. 그러나 기존EC센서와 개발된 개선형EC센서의 정비주기를 측정하기 위한 기준이 없어 본 연구를 통하여 EC센서의 정비주기를 측정할 수 있도록 실험장치와 실험법을 고안하였다. 실험장치는 1개의 순환펌프와 원수통, EC센서의 값을 읽을 수 있는 인디케이터, 순환펌프를 제어하고 측정된 EC값을 기록 할 수 있는 제어부로 구성하였으며, 양액을 계속적으로 순환 시킬 수 있는 구조로 설계, 제작하였다. 실험을 위하여 장미 급액관리방법에 따라 계절별로 EC를 봄, 여름, 가을, 겨울 순으로 1.6, 0.8, 1.6, 2.0으로 설정하고 공급주기를 기존의 1/10로 가속하여 실험 테이블을 작성하였다. 측정은 양액의 EC를 포터블 EC측정기, 개선EC센서, 관행EC센서 3개로 각각 측정하고, 측정날짜 및 시간, 온도를 같이 기록하도록 하였다. 위의 방법을 통하여 1년동안 양액기의 순환을 36일의 실험으로 단축 할 수 있다. 위의 연구를 통해 개선형 EC센서의 정비주기를 평가하여 객관적인 지표를 작성할 수 있으며, 다른 EC센서의 정비 주기를 측정하는데 참고 될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구는 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처페키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421027-04).

*Corresponding author, E-mail: butterfly@korea.kr

몇 가지 LED 광질이 수경재배 시 곤달비(*Ligularia stenocephala*)의 생육과 품질에 미치는 영향

Effect of LED Qualities on Growth and Quality of *Ligularia stenocephala* Grown in Hydroponics

김민지¹, 이다영¹, 이주환¹, 권용범¹, 노유한¹, 최인이², 김용득³, 김지동⁴, 강호민^{1,2*}

¹강원대학교 스마트농업융합학과, ²강원대학교 농업생명과학연구원, ³철원플라즈마산업기술연구원, ⁴(주)퓨처그린

Min-Ji Kim¹, Da Young Lee¹, Joo Hwan Lee¹, Yong Beom Kwon¹, Yoo Han Roh¹, In-Lee Choi²,
Yongduk Kim³, Jidong Kim⁴, Ho-Min Kang^{1,2*}

¹Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Agricultural and Life Science Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

³Cheorwon Plasma Research Institute, Cheorwon 24062, Korea

⁴FutureGreen Co., Ltd., Yongin 17095, Korea

본 연구는 폐쇄형 식물공장에서 수경재배 시 LED의 다양한 광질이 곤달비의 생육과 내부 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행하였다. 곤달비는 45일간 육묘된 모종을 우레탄 스펀지에 정식하여 원예연구소에서 조성한 양액을 이용해 5주간 순환식 담액 수경으로 재배하였다. LED는 Blue+Red(BR)-LED, White(W)-LED, Blue(B)-LED, Red(R)-LED와 Blue+Red+FR(QD)-LED를 사용하였다. 식물공장 내 온습도는 20±2°C, 75±5%였으며, 광도는 150±10 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, 광주기는 16/8시간(명기/암기)으로 재배하였다. 초장, 엽장, 엽폭은 QD-LED에서 가장 길었고, B-LED에서 가장 짧았다. 엽수는 B+R-LED에서, 지상부 및 지하부 생체중은 QD-LED에서 유의하게 가장 높았다. 지상부 및 지하부 건물물과 엽두께는 B-LED에서 가장 우수하였다. 정규식생지수인 NDVI와 클로로필 함량은 B-LED에서 가장 높았으나 처리구간의 통계적 유의성은 없었다. DPPH 라디칼 소거능과 총 페놀 함량은 QD 및 B-LED에서 높았으며 BR-LED에서 가장 낮았다. 위의 결과를 종합해보면, 곤달비의 생육은 QD-LED에서 가장 우수하며 내부 품질은 QD와 B-LED에서 향상되어, 곤달비 재배 시 QD나 B-LED 조사가 적합하다고 판단된다. 본 연구 결과는 폐쇄형 식물공장에서 곤달비 수경재배 시 인공광을 활용한 생육 및 품질 증진 가능성을 제시하였다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 기술사업화지원사업의 지원을 받아 연구되었고(122056-3), 한국연구재단의 기초연구사업(NRF-2021R1A6A1A03044242)의 지원을 받아 수행됨

*Corresponding author, E-mail: hominkang@kangwon.ac.kr

수직농장 내 우슬 (*Achyranthes japonica* Nakai)의 재배밀도와 수직농장 형태에 따른 생장 효율 비교

Comparison of Growth Efficiency of Woosul (*Achyranthes japonica* Nakai) According to a Density of Planting and Types of Vertical Farming Systems

김예린¹, 장성남¹, 조두용¹, 정종빈¹, 김수철², 고진석², 신갑균², 조계만^{1,3}, 손기호^{1,4*}

¹경상국립대학교 생명자원과학과, ²드림팜, ³경상국립대학교 식품과학부, ⁴경상국립대학교 원예과학부

Ye Lin Kim¹, Seong-Nam Jang¹, Du Yong Cho¹, Jong Bin Jeong¹, Su Cheol Kim², Jin Seok Ko²,
Gab Gyun Shin², Kye Man Cho^{1,3}, Ki-Ho Son^{1,4*}

¹Department of GreenBio Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

²DreamFarm Ltd., Jinju 52847, Korea

³Division of Food Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁴Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

우슬 (*Achyranthes japonica* Nakai)은 Amaranthaceae과에 속하는 식물로 뿌리에 사포닌, 엑디스테론 등의 성분이 함유되어 있어 한약재로 이용되고 있다. 그러나 우슬은 채취의 어려움과 공급량 부족으로 재배기술 개발의 필요성이 요구되고 있다. 따라서 수직농장의 고부가 작물로 활용하기 위해 우슬의 새싹 재배 가능성과 재배법을 확립하고자 실시하였다. 우슬 종자를 증류수에 4일간 침종 후, 인삼전용배지가 채워진 재배 트레이에 파종하였다. 적정 재배밀도(파종량/단위면적당)를 구명하기 위해 파종량은 0.5g, 1g, 2g으로 실시하였다. 우슬 재배를 위한 수직농장 환경은 광조건 $180 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 습도 50%, 온도 23°C, 광주기 12/12h로 유지되었고, 파종 후 27일간 재배하였다. 생체중과 건물중은 파종량이 많을수록 높았으나, 처리구별 식물체 생체중은 유의적 차이가 없었다. 파종량 대비 생장효율(g/g)을 분석한 결과 0.5g과 1g 처리구가 2g 처리구에 비해 약 1.6배 및 1.4배의 효율을 보였다. 따라서 본 연구를 통해 우슬 새싹 재배 시 파종량은 1g 이하 및 단위면적(m^2) 당 14g 이하가 적당하다고 판단된다. 또한, 태양광 병용형인 양지형과 완전 밀폐형인 음지형 수직농장에서 실증 재배하였을 때, 생체중과 건물중은 음지형 수직농장에서 양지형 수직농장보다 약 2.4배 및 3배 높았다.

본 연구는 농림식품기술기획평가원 기술사업화지원사업(과제번호: 821037031HD020)의 지원에 의해 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: sonkh@gnu.ac.kr

LSTM을 활용한 온실 환경의 시간별 예측

LSTM-Based Greenhouse Climate Forecasting across Varying Time Intervals

김요엘¹, 안주연^{1,2}, 박현지¹, 박수현³, 서현권^{1,2*}

¹세종대학교 스마트생명산업융합학과, ²디지로그 주식회사, ³한국과학기술연구원 스마트팜융합연구센터

Yoel Kim¹, Ju Yeon Ahn^{1,2}, Hyeonji Park¹, Soo Hyun Park³, Hyun Kwon Suh^{1,2*}

¹Department of Integrative Biological Sciences and Industry, Sejong University, Seoul 05006, Korea

²DIGILOG Inc., Seoul 05006, Korea

³Smart Farm Research Center, Korea Institute of Science and Technology, Gangneung 25451, Korea

작물의 생장은 온도, 습도 등의 환경 변화에 영향을 받는다. 온실 재배는 작물에 맞는 환경을 조성함으로써 안정적인 생산을 계획하는 데 유리하며 환경 조절을 위한 최선의 결정을 하기 위해 온실 기상 예측은 필수적이다. 본 연구는 온실 내 외부 환경 데이터와 온실 구동기 작동 정보를 이용하여 작물에 주요한 영향을 미치는 온도, 상대 습도, 이산화탄소 농도의 간격 별 미래 시점(5분, 15분, 30분 후)을 예측하고자 한다. 모델은 환경 데이터가 연속적이며 비선형적 변화를 보이는 것을 고려하여 LSTM을 선정하였고, 제2회 Autonomous Greenhouses International Challenge의 Automatoes 팀의 방울토마토 재배 데이터를 사용하였다. 각각의 환경마다 최적의 예측 결과를 도출하고자 했고, 따라서 환경 대상마다 다른 길이의 sliding window를 설정, 모델 은닉층과 노드 수의 구성도 다르게 하였다. 온도의 경우 5분, 15분, 30분 후 RMSE는 2.46, 2.30, 3.14의 수치를 나타냈다. 온도, 상대 습도 예측 결과 모두 환경 변화의 추세를 따르며 적절히 예측되는 것을 볼 수 있었다. 이산화탄소 농도에 대한 예측은 5분, 15분, 30분 후 RMSE가 100.36, 106.67, 106.35로 나타났고, 추후 연구에서 관련 변수들을 더 추가한다면 좀 더 정밀한 예측이 가능할 것으로 예상된다. 본 연구 결과를 토대로 머신러닝 기반의 온실 환경제어 효율성 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대한다.

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421026-04)

*Corresponding author, E-mail: davidsuh79@sejong.ac.kr

IoT 기반 근권부 환경 모니터링 시스템을 이용한 최적 분무량 결정

Determination of Optimal Aeroponic Volume Rate using IoT-based Root-zone Environmental Monitoring System

김인수¹, 신영현², 장영균³, 조우재^{1,2*}

¹경상국립대학교 애그로시스템공학부 생물산업기계공학과, ²경상국립대학교 바이오시스템공학과, ³그린씨에스

In Su Kim¹, Yung Hyeon Shin², Young Kyun Jang³, Woo Jae Cho^{1,2*}

¹Division of Agro-System Engineering, Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

²Department of Biosystems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

³GreenCS, Damyang 57309, Korea

분무경은 작물의 뿌리 부분(근권부)를 고형배지나 양액에 두지 않고 베드 내부 공기 중에 노출시켜 적절한 양의 양액만을 분무하여 물과 영양소를 절약할 수 있는 재배 방식이다. 그러나 근권부가 대기와 접촉하기 때문에 온도와 습도가 베드 내부의 대기 상태에 따라 쉽게 변하며 적절하지 않은 근권부 환경은 작물의 질적·양적 수확량에 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라 분무량의 적절한 조절로 근권부 환경의 정밀 제어가 필수적이며, 이는 분무기에 공급하는 유량의 조절로 이뤄질 수 있다. 그러나 공급하는 유량의 변화가 근권부의 환경을 어떻게 조성하는 지 알기 어렵기에 본 연구에서는 이전 연구에서 개발한 근권부 모니터링 시스템을 이용해서 유량에 따라 분무경 베드 근권부 환경을 모니터링 함으로써 최적의 유량을 결정하고자 하였다. 사용된 근권부 모니터링 시스템은 IoT 기술을 활용하여 Wi-Fi 통신을 통해 근권부의 온습도 데이터를 3초에 한 번 수집할 수 있다. 본 연구에서는 시간별·위치별 센싱값을 기반으로 작성된 분포도를 활용하여 각 베드의 근권부 온습도를 대표하는 지점을 도출해 근권부 환경을 측정하였다. 각 유량에 따른 근권부 환경 상태와 식물의 생장을 비교하기 위해 0.5L/min, 0.8L/min, 1.1L/min의 세 조건 하에 각각 3개의 베드에 20분 휴무/20초 동작의 사이클로 분무하였고, 각 베드는 5개의 상추를 정식하였다. 양액은 호글랜드 조성을 기준으로 EC 1.5 dS/m, pH 5.8로 제작하여 사용하였으며, 7일마다 기존 양액을 폐기하고 새로이 조성하여 사용하였다. 상추의 생육 상태는 주 2회 작물 높이, 최장잎의 길이, 엽폭의 조사를 통해 측정했으며 근권부의 환경에 따른 상추들의 생육 상태를 21일간 재배하며 비교 분석하였다. 추후 연구에서는 모니터링 시스템과 연동된 제어기로 최적의 근권부 환경을 조성할 수 있는 적응형 분무 제어 시스템을 개발하고자 한다.

본 연구는 중소벤처기업부 중소기업기술혁신개발사업(S3259214)과 연구재단 생애초기연구 지원사업(2021R1G1A10949551361382116530103)의 지원을 받아 수행되었음

*Corresponding author, E-mail: woojae56@gnu.ac.kr

감귤 부산물 활용 바이오매스 연료 개발을 위한 특성 연구

Characteristics Study for Development of Biomass Fuel Using Citrus by-Products

김재홍*, 박경진, 권순화

국립원예특작과학원 감귤연구소

Jae Hong Kim*, Kyung Jin Park, Soon Hwa Kwon

Citrus Research Institute, NIHHS, RDA, Seogwipo 63607, Korea

감귤박은 바이오매스의 한 종류로 목재, 볏짚 등 일반적으로 고형 연료화되고 있는 바이오매스와 달리 셀룰로스, 헤미셀룰로스, 리그닌 이외에 포도당과 과당 형태의 당성분을 함유하고 있으며, 회분 함량이 4.53%로 10% 이상인 석탄에 비하여 낮으며, 저위발열량은 4,130kcal/kg으로 1급 목재 펠릿 저위발열량 기준인 4,300kcal/kg에 버금가는 연료적 특성을 가지고 있다. 목질계 바이오매스 연료는 상대적으로 회분 함량이 낮고, 반탄화 후 석탄과 유사한 TGA 곡선 형태를 지니고 있어 바이오매스 석탄 혼소발전에서 바이오매스의 혼소량을 증가시킬 수 있음을 시사한다. 감귤박의 물리·화학적 조성 분석결과 수분 90%~95%, 회분 4.54%, 저위발열량 4,130kcal/kg, 염소 0.13%, 황 0.08%, 수은 0.01이하, 비소 0.1%이하, 카드뮴 0.1%이하, 납 1.5%이하, 크롬 2.6%로 함수율을 제외하고 비성형 Bio-SRF 품질기준을 모두 만족하는 것으로 분석되었다. 건조실험에서 감귤즙 착즙공장에서 바로 가져온 재료의 수분함량 93.64%의 감귤박 40kg을 8개 트레이에 나눠서 각각 30mm 두께로 펼쳐서 60°C로 실험용 건조오븐(Labostar HM-MCO-801, 한미하이테크, Korea)에 건조시킨 결과, 시간에 따른 함수율의 변화는 12시간 후 함수율 75.73%, 24시간 후 함수율 64.62%, 36시간 후 55.23% 48시간 후 48.64% 최종적으로 120시간 후 2.56%로 나타났다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: RS-2023-00230787)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: kjh3368@korea.kr

스마트팜 환경에 따른 딸기의 생체정보 모니터링 및 생육 특성과의 관계 평가

Monitoring of Bioinformatics of Strawberry and Its Relation to Strawberry Growth Characteristics According to Different Environmental Conditions in Smart Farm

김정연¹, 신수경¹, 류시욱¹, 박종원², 박진희^{1*}

¹충북대학교 환경생명화학과, ²충청남도농업기술원 원예연구과 스마트팜팀

Jeong Yeon Kim¹, Su Kyeong Sin¹, Si wook Ryu¹, Jongwon Park², Jin Hee Park^{1*}

¹Department of Environmental and Biological Chemistry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

²Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

딸기는 환경의 영향에 따라 생육과 품질이 달라지기 때문에 생육에 적절한 환경을 유지하는 것이 중요하다. 본 연구는 스마트 온실의 환경 조건에 따라 딸기의 생체정보와 본주의 생육 상태 및 수확 후 딸기의 특성이 어떻게 달라지는지 평가함으로써 환경 조절에 생체정보를 활용하는 것을 목적으로 한다. 스마트 온실 내부의 구역에 따라 배지의 온도와 수분함량, 대기의 온습도에 따라 딸기의 생체정보를 모니터링하였다. 생체정보는 딸기 줄기 하단부에 스테인리스 니들로 구성된 센서를 삽입하여 식물의 양수분 흡수에 따라 달라지는 전기적 신호를 분석함으로써 모니터링하였으며 생육 평가를 위해 SPAD, 엽록소 형광, 잎의 원소 함량을 분석하였고 딸기의 생육 특성 및 수확 특성을 분석하였다. 스마트 온실 내부의 온습도와 배지의 온도는 구역에 따라 큰 차이가 없었으나 배지의 수분 함량이 구역별로 달랐으며 딸기의 전기적 신호는 수분 함량이 높을 때 높게 나타났다. 이를 생육 특성과 연계시키기 위해 주성분분석을 실시한 결과 전기적 신호는 딸기 잎의 SPAD 값이 높을수록 높았으며 잎의 Ca 함량도 높아 딸기의 양수분 흡수가 높을 때 전기적 신호가 높으며 이는 딸기의 품질과도 관련이 있음을 나타냈다. 따라서 식물의 생체정보를 모니터링하면서 전기적 신호가 낮을 경우 양수분을 공급하면 스마트팜에서 식물의 생산성을 증대시킬 수 있을 것이다.

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421007-04).

*Corresponding author, E-mail: pjinh@chungbuk.ac.kr

온실 냉방을 위한 지중 튜브 통과 공기의 온도 특성 분석

Analysis of Temperature Characteristics of Air Passing Through Underground Tubes for Greenhouse Cooling

김진구*, 이태석, 한길수
국립원예특작과학원 시설원예연구소

Jingu Kim*, Taeseok Lee, Kilsu Han
Protected Horticulture Research Institute, NIHHIS, RDA, Haman 52054, Korea

본 연구는 고온기 온실 냉방에 지중열을 이용하기 위한 기초연구로 진행되었다. 폭 8m 길이 40m 높이 3.3m인 단동비닐하우스를 시험온실로 선정하고 온실 길이와 같은 40m 길이의 튜브를 지중에 매립하여 공기를 매질로 지중열을 이용하는 시험을 실시하였다. 튜브는 지름 20cm PE 재질의 구멍이 있는 유공관과 구멍이 없는 무공관 두 종류를 선정하여 사용하였고 각각 40cm, 80cm, 120cm 깊이로 지중에 매립하여 시험하였다. 지중에 매립된 튜브의 한쪽 구멍은 온실 외부 지상에 노출 시키고 반대편 구멍은 온실 내부에 노출되도록 설치하여 송풍팬 압력으로 외부 공기가 지중 튜브를 통과한 후 온실 내부로 유입될 수 있도록 하였다. 시험 결과 지중 튜브 종류 및 매립 깊이별 냉방성능은 120cm 깊이 유공관 > 120cm 무공관 > 80cm 유공관, 80cm 무공관, 40cm 유공관 > 40cm 무공관 순으로 높았다. 7월2일 14:45 외부기온이 32.8°C일 때 120cm 깊이 유공관을 통과한 공기의 온도는 24.9°C로 외부기온과 7.9°C 차이를 나타내었으며, 7월1일~3일 3일간 외부기온이 지중관을 통과한 공기의 온도보다 높을 때의 온도차 평균은 3.1°C로 나타났다. 8월에는 외부기온 36°C 까지 오른 8월20일 14:30에 120cm 깊이 유공관을 통과한 공기의 온도는 28.3°C로 외부기온과 7.7°C 차이를 나타내었고 8월20일~21일 냉방에 사용할 수 있는 외부기온과 지중튜브 통과 공기 온도차 평균이 4.5°C로 나타났다. 시험에 사용된 20cm 지름의 지중 튜브 1공당 풍량 540m³/h와 공기체적비열 0.29kcal/m³·°C를 적용하는 경우 120cm 깊이로 매설된 유공관의 가용 열량은 7월2일 순간 최대 1237.1kcal/h, 7월1일~3일 평균 485.5kcal/h로 나타났으며 8월20일 순간 최대 1205.8kcal/h, 8월20일~21일 평균 704.7kcal/h로 나타났다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01679002)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: jgkim72@korea.kr

랜덤포레스트 기법을 활용한 토마토 작물 생육 및 수확량 예측 모델

Prediction Model of Tomato Growth and Yield Using Random Forest Algorithm

김진현*, 윤승리, 신민주, 방지웅, 정호정

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Jin Hyun Kim^{*}, Seungri Yoon, Minju Shin, Jiwoong Bang, Ho Jeong Jeong

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

본 연구는 머신러닝 기법을 활용하여 토마토의 환경 요인에 따른 생장을 예측하기 위하여 실시되었다. 공공데이터에 공개된 스마트팜 우수농가 2018년에서 2021년까지 수집된 경남, 전남의 완숙토마토 데프니스 품종을 재배한 농가(n=20)의 재배환경 및 생육정보를 분석하였다. 온도, 일사량의 평균, 누적값을 입력변수로하여 초장, 생장길이, 엽수, 엽장 및 출하량을 추정하는 식을 랜덤포레스트(Random Forest) 알고리즘을 사용하여 분석하였다. 초장, 엽수의 경우 높은 정확도($R^2=0.86$)를 보였으나, 정식 후기에 일정하게 수렴하는 생장길이, 엽장, 엽폭의 경우 상대적으로 낮은 정확도를 나타냈다($R^2=0.65$). 농업 빅데이터 기반 머신러닝 모델을 활용하여 환경요인에 따른 작물의 생육량, 출하량을 예측할 수 있으며, 더불어 작형별, 품종별 온실환경에 따른 분석이 가능하다. 추후 이산화탄소, 상대습도, 광합성량, 과실정보 등을 반영하여 복합적인 모델 개발이 가능하며, 생육에 적합한 온도 및 일사량 분석이 가능하다. 머신러닝-과정기반 융합 모델 개발을 통한 작물 생육 모델 고도화 연구가 필요하다.

본 연구는 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제고유번호 421001-03)

*Corresponding author, E-mail: weatherboy@korea.kr

건물에너지 시뮬레이션을 이용한 식물공장 내 에너지 부하 분석

Energy Load Analysis Inside a Plant Factory Using Building Energy Simulation

김찬민, 김락우*, 이승헌, 안수빈, 이선형

공주대학교 스마트팜공학과

Chan-min Kim, Rack-woo Kim*, Seung-hun Lee, Su-been Ahn, Sun-hyoung Lee

Department of Smart Farm Engineering, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

최근 기후변화의 영향으로 전 세계적으로 극단적 기상 현상이 증가하고 있으며 이는 농작물의 생산 안정성을 저해시켜 식량안보를 위협하고 경제적 피해를 유발한다. 이러한 기후변화에 대한 대응책으로 기후나 계절의 영향을 받지 않는 시설 내에서 내부 환경을 조절해 작물에 최적의 조건을 제공할 수 있는 식물공장이 제시되고 있다. 그러나 식물공장에서는 환경 조건을 인위적으로 조성하기 때문에 안정성 및 균일성을 유지하기에 한계가 있다. 또한 식물공장 내부의 에너지 환경 인자들은 매우 다양한 요인들이 연관되어 있으며 에너지 흐름에 대한 추적이 어려워 비효율적 운영 및 에너지 과투입 등의 문제가 지속적으로 발생하고 있다. 이에 본 연구에서는 건물에너지 시뮬레이션 (Building Energy Simulation, BES)을 이용하여 식물공장의 동적 에너지부하 분석을 해석하고자 하였다. BES를 이용하여 식물공장의 에너지 교환 및 부하를 동적으로 해석하였으며 여러 상용 프로그램 중 TRNSYS를 이용하였다. 식물공장 내 작물 에너지 교환을 구현하기 위해 선행 연구들의 식을 사용하여 동적 에너지 교환 모델을 설계하였다. 선행 연구에서 검증된 BES 모델을 사용하여 예산지역의 기상데이터를 사용하여 에너지 부하 분석을 실시하였으며 이를 바탕으로 식물공장 내 에너지 절감 방안을 제시하였다.

본 연구는 3단계 산학협력 선도대학 육성사업(고유과제번호: 1345370689)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: rwkim@kongju.ac.kr

새싹대마의 대량생산을 위한 재배시스템 개발

Development of Cultivation System for Mass Production of Hemp Sprouts

김현경, 정지은, 오용석, 오창민, 이공인*

플랜티팜(주) AgT 연구소

Hyun-Kyung Kim, Ji-Eun Jeong, Yong-Seok Oh, Chang-Min Oh and Gong-In Lee*

AgT Research Center, PlanTFarm Co., Ltd., Pyeongtaek 17706, Korea

새싹대마는 기능성 성분이 다양하고 도취성분(THC)도 함유되어 있지 않아 식의약소재로서 활용 가능성이 큰 작물이다. 본 연구는 국내산 대마(*Cannabis sativa*) 새싹의 대량생산에 관한 기초 자료를 얻기 위해 켈형 및 직립형 재배시스템에 대해 검토하였다. 켈형 재배시스템은 4공간으로 분할된 드럼, 원수 공급부 및 분사 노즐, 원수 냉각부, 배수부, 제어부 등으로 구성하여 드럼 회전 속도, 관수 온도, 관수 횟수 등에 대한 최적 조건 구명이 가능하도록 제작했다. 직립형 재배시스템은 5단의 재배 베드, LED 조명장치, 관수장치 등으로 구성하여 관수 시간, 관수 횟수, 광질, 광량 등에 대한 최적 조건 구명이 가능하도록 제작했다. 켈형 드럼 내의 1개 room에 청삼 종자를 1kg, 2kg, 4kg, 6kg씩 투입해서 8일간 재배한 결과, 1kg 및 2kg 처리 시 각각 2.9kg, 3.4kg으로 생산량이 양호한 반면, 4kg 및 6kg 처리에서는 3일 이후부터 부패로 인해 수확이 불가하였다. 직립형의 경우 SUS 재질의 메시망 트레이(L600×W300×H40mm, 100mesh)에 청삼 종자를 100g, 150g, 200g, 250g, 300g씩 파종하여 6일간 재배한 결과, 생산량은 각각 314g, 443g, 653g, 829g, 995g으로 나타나, 250g 및 300g 처리에서 가장 양호한 경향을 보였다. 1회 최대 생산량에 있어서는 켈형은 원통 드럼 내의 4개 room에 각 1kg 종자 투입 시 8일 후 약 12kg 정도 생산이 가능했고, 직립형은 5단 재배 베드 내의 60개(12개/단)의 트레이에 300g씩 파종 시 6일 후 약 60kg의 생산량을 얻을 수 있었다. 따라서 직립형 재배시스템은 켈형 대비 공간 이용효율 및 생산성 증대, 작업 편의성 등이 향상되어 새싹대마의 대량생산에 최적의 재배시스템이라는 것을 확인했다. 금후 수확 후 종피 분리 및 세척 방법 등과 연계된 대량생산 기술을 확립할 필요가 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2022-RD010369)의 지원에 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: lgi5980@tfarm.co.kr

단동온실의 구조 안전성 분석 연구

A Study on the Structural Safety of Single-span Greenhouse

김형권^{1*}, 이시영¹, 김성현¹, 차미혜², 이근향²

¹국립농업과학원 농업공학부, ²남양주시 농업기술센터

Hyung-Kweon Kim^{1*}, Si-Young Lee¹, Seong-Heon Kim¹, Mi-Hye Cha², Geun-Hyang Lee²

¹Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Jeonju 54875, Korea

²Namyangju-si Agricultural Technology Center, Namyangju 12140, Korea

최근 시설농업은 농축산 생산시설의 최적 생육환경 조성을 위하여 ICT, 로봇 등 첨단과학기술이 접목된 지능화 온실에 대한 요구가 꾸준히 증가하고 있다. 이에 따라 온실의 설계 및 제작에서 보온, 냉·난방, 환기 등을 위한 각종 환경조절 장치의 투입이 필수적으로 요구된다. 반면, 농업시설은 대부분 가설건축물로서 바람이나 눈 등에 상대적으로 취약하고, 이상기후로 인하여 심화되는 외부기상환경에 의한 붕괴·파손 등의 피해가 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 시설원에 중 보급면적이 많은 단동온실을 대상으로, 농업시설의 구조 안전성을 강화하고 체계화하기 위하여 풍하중과 적설하중에 대한 분석 연구를 수행하였다. 바람이 온실에 닿으면 풍하중이 작용한다. 온실의 풍하중을 계산하기 위해서는 설계풍압, 설계속도압, 설계풍속 등의 산정이 선행적으로 요구된다. 또한, 눈이 지붕에 쌓이면 적설하중이 작용한다. 온실의 적설하중은 눈의 평균단위중량, 설계적설심, 노출계수, 지붕경사도계수 등에 의하여 산정되고 있다. 이러한 풍하중과 적설하중이 온실의 구조 안전성을 초과할 경우 온실이 파괴될 수 있다. 본 연구에서는 하중 계산에 필요한 각각의 인자들을 고려하여 지역별 단동온실의 풍하중과 적설하중을 분석하였다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01677816)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: khgweon@korea.kr

파프리카 순환식 수경재배 시 양분 보정에 따른 배액 이온 변화 및 과실 수량

Drainage Ion Changes and Fruit Yield of Sweet Pepper as Affected by Nutrient Correction in Closed-loop Hydroponics with Coir Substrate

노미영, 임미영, 최경이, 김동필*

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Mi Young Roh, Mi Young Lim, Gyeong Lee Choi, Dongpil Kim*

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

이산화탄소, 양수분, 화학물질 등의 배출 제로화를 통한 지속가능하고 회복가능한 농업 생태계를 구축하기 위해 네덜란드는 2030년까지 순환농업으로의 전환을 추진하고 있다. 작물을 재배하면서 배출되는 물과 비료를 회수해 재사용하는 순환식 수경재배는 비료염에 의한 수질오염을 방지하고 물과 비료의 사용량을 절감해 환경오염 경감과 자원 절감 측면에서 매우 효과적이다. 그러나 순환식 수경재배에서 배액을 지속적으로 재사용하면 Ca, Mg, SO₄와 같은 이온들의 집적이 발생하는데, 이러한 양분 불균형을 최소화하기 위해 양분 보정 시험을 수행하였다. 파프리카 ‘시로코’ 품종을 2022년 10월 20일에 코이어 슬라브에 정식한 후 2023년 6월 12일까지 재배하였고 처리구는 비순환식 1처리, 순환식 3처리(양분 무보정, 2주 간격 분석 후 양분 보정, 4주 간격 분석 후 양분 보정)로 하였다. 배액의 EC는 모든 처리에서 유사하였으나 배액의 pH는 순환식에 비해 비순환식에서 재배기간 동안 지속적으로 낮게 유지되었다. NO₃-N은 2주 간격 분석 후 양분 보정한 순환식 처리에서, Ca와 Mg는 모든 처리에서 배액 내 적정범위 수준을 유지하였다. Na와 Cl은 재배기간 동안 비순환식에서는 각각 30mg L⁻¹, 40mg L⁻¹ 이하로 유지된 반면, 순환식에서는 허용범위 이하이나 지속적으로 상승하여 비순환보다 2배 이상 증가하는 경향을 나타내었다. 과실 수량은 2주 간격 분석 후 양분 보정한 순환식 처리에서 가장 높았다. 따라서, 순환식 수경재배에서 배액 내 양분 불균형 최소화를 위해서는 주기적인 양분 보정과 작물 생육에 영향을 미치는 Na, Cl 등의 집적에 대한 관리가 필요하다고 판단된다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01604802)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: kimdongpil@korea.kr

Effect of Different Variety and Substrates on the Growth, Yield and Quality Indexes of Strawberry grown in Pot in Hydroponics System

MG Rabbani¹, Minkyung Kim¹, Kyeong Ho Kim¹, Md Rayhan Ahmed Shawon², Ki-Young Choi^{1,2*}

¹Department of Agriculture and Industries, Kangwon National University Graduate School, Chuncheon 24341, Korea

²Division of Future Agriculture Convergence, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

The present study sought to assess the growth, yield and quality indexes of strawberry plant in different variety and substrates. To analyze the significant effect for the growth and fruit yield among the growing substrates such as biochar, coir-dust and artificial substrate and three variety like Seolhyang, Gumsil and Santha were assayed. Irrigation was supplied 327ml, (EC 1.2dS·m⁻¹, pH 5.8) on average per day. Results showed that these cultivars responded differently to different substrates under this investigation. The total number of fruits and the total fruit weight per plant in Santha strawberry variety, the coir-dust substrate gave the higher result with significance differences than biochar and artificial substrates. On the other hand, the total production of non-marketable fruits was the lowest in coir-dust substrate under the variety of Santha. According to the fruit quality, Seolhyang, Gumsil and Santha variety of strawberry disclosed the higher number of soluble solid content in biochar substrate. Although acidity value of Seolhyang and Santha was maximum in biochar substrate, but Gumsil variety gave the higher value in coir-dust substrate. Coir-dust substrate showed the highest value of firmness for Seolhyang and Santha. However, Gumsil had the maximum value under soil substrate. In respect to the growth data, Seolhyang gave the highest value of petiole length in artificial substrate soil substrate than gumsil and santha with biochar and coir-dust substrates and the SPAD values were vary due to varieties and substrates effect in November, December, January and February. As the growing substrates and the variety of strawberry have significant effect on the growth, yield and quality indexes of strawberry plant, the variety Santha showed maximum performance on coir-dust substrates than biochar and artificial substrates.

This work was supported by Korea Agency of Education, Promotion and Information Service in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (20210412000000869133) and Rural Development Administration National Institute of Agricultural Sciences (RS-2023-00227531).

*Corresponding author, E-mail: choiky@kangwon.ac.kr

영농형 태양광 패널의 사용에 따른 환경조건의 변화가 배추의 생장 및 품질 특성에 미치는 영향

Effects of Changes in Environmental Characteristics by Solar Panels for Agrivoltaics on Growth and Quality Characteristics of Kimchi Cabbage

민상윤¹, 박정민², 오욱^{2*}

¹영남대학교 원예생명과학과, ²제주대학교 생물산업학부 원예환경전공

Sang Yoon Min¹, Jeongmin Park², Wook Oh^{2*}

¹Department of Horticulture and Life Science, Yeungnam University, Gyeongsan 38541, Korea

²Department of Horticultural Science, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

영농형 태양광 발전(agrovoltatics, AV) 시스템은 농지의 상부에 태양광 패널을 설치하여 전기를 생산하고 하부 농지에서는 작물 재배를 지속하는 시스템으로 농지의 감소 없이 작물과 전기를 동시에 생산하여 농가 소득을 증진할 수 있다. 다만, 패널에 의한 음영 등 환경 변화가 작물 수량 및 품질에 영향을 줄 수 있어 그 양상을 평가해야 한다. 본 연구에서는 AV 패널 하부에 배추(*Brassica rapa* ssp. *pekinensis*)를 식재한 후 재배 기간 중 환경 요인, 작물 생장 및 품질 특성을 분석하였다. 2023년 4월 7일, 영남대학교 AV 실증센터의 패널 하부 토양(패널구)과 개방지 토양(대조구)에서 배추 ‘하이스타’를 식재하고 관행의 재배 관리를 실시하였고, 11주 후 생장 및 품질 특성을 비교 분석하였다. 그 결과, 패널구 식물들은 구고와 구폭, 구형지수, 엽폭, 엽형지수, 구중, 생체중, 건물중이 더 컸으며 경도는 낮았고 엽장과 당도에서는 차이가 없었다. 열화상 카메라 촬영을 통한 환경 분석 결과, 패널구의 엽온은 08:00 ~ 18:00까지 대조구보다 조금 낮았으며 14:00에 최고치를 기록하였고, 패널구의 지표면온도는 08:00 ~ 16:00까지 대조구보다 낮았으며 역시 14:00에 최고치를 기록했다. 결론적으로 AV 패널은 식물체에 도달하는 빛과 지표면온도를 포함한 미세기후를 변화시켰고, 이 변화는 봄배추의 생장에 오히려 긍정적인 영향을 준 것으로 보인다.

본 연구는 농림축산식품부(MAFRA)의 재원으로 농식품기술기획평가원(IPET)의 농업에너지자립형 산업모델 기술개발사업(322005-02)의 지원을 받아 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: wookoh@jejunu.ac.kr

하절기 참외 연장재배 시 주요 병해충 발생양상

Occurrence of Major Diseases and Pests During Extended Cultivation of Korean Melon in the Summer Season

박나윤*, 원도연, 강민구, 백창현, 최지혜, 서영진

경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소

Na-Yun Park*, Do-Yeon Won, Min-Gu Kang, Chang-Hyeon Baek, Ji-Hye Choi, Young-Jin Seo

Seongju Korean Melon Fruit Vegetable Research Institute, Gyeongbuk ARES, Seongju 40054, Korea

참외는 12~1월에 정식하여 6~7월까지 수확하는 재배작형이 대부분이다. 농가들은 9월까지 연장재배를 희망하지만 4~5월부터 기온이 점차 증가함에 따라 병해충 밀도가 급격히 증가하여 더 이상 참외재배가 어려워진다. 따라서 본 연구는 하절기 참외 병해충 관리를 위해 7월 이후의 병해충 발생 양상을 조사하였다. 참외 주산지인 성주 4개 지역을 선택하여 2022년 7월부터 10월까지 약 10일 간격으로 병해충 발생양상을 조사하였으며, 환경 데이터를 함께 수집하였다. 가루이류는 7월에 네 지역 모두 트랩당 2,000마리 이상 대발생하였으며 시간이 지남에 따라 전체적으로 감소하는 패턴을 나타내었다. 총채벌레류는 대체로 200마리 이하로 유지되는 일정한 패턴을 나타내었다. 가루이류와 총채벌레류 발생은 각각의 농가에 따라 증감패턴이 다르게 나타났다. 흰가루병은 조사 시기 동안 발생하지 않았으며, 고온건조한 환경으로 병 발생이 억제된 것으로 판단되었다. 7월 이후의 환경적 요소와 농가의 하우스관리가 병해충 발생양상에 영향을 미친다는 본 연구결과는 하절기 연장재배 시 병해충 관리를 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01703303)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: konjit@korea.kr

자연풍에 의한 단동비닐하우스 내부의 유동장 및 환기 특성의 해석적 고찰

Computational Analysis of Flow Field and Ventilation Characteristic by Natural Wind in Single Span Greenhouse

박동욱, 이선진, 성원석*

(주)다온알에스

Donguk Park, Seonjin Lee, WonSuk Sung*

DAONRS Inc., Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

비닐하우스(비닐 온실) 내부에서 공기는 에너지 및 수분 그리고 이산화탄소등의 운반체로 작물의 적절한 생육 환경 조성을 위한 주요제어대상이다. 시설내의 공기는 풍력 및 중력 환기에 의해 적절한 온도와 습도 그리고 이산화탄소 농도로 치환되어진다. 풍력환기 시 시설내부로 유입되는 외기의 흐름을 전산유체역학(CFD)해석을 통해 고찰하였다. 또한, 공기의 흐름을 유도하기 위한 배플(Baffle)의 유효성을 검증하였다. 대상모델은 농림축산식품부 고시에 따른 내재해형 비닐하우스 35종(연동 5, 단동 19, 광폭 8, 과수 3)에서 수박 참외 등과 같이 토경을 하는 중소농가에서 선호하는 단동형으로 하였다. 해석을 위한 풍속은 보퍼트 2~4단계(2%~10%), 풍향은 해석 대상의 대칭성을 고려하여 시설투영면적의 도심을 원점으로 길이방향을 X축으로 하는 우수직교좌표계에서 2사분면 X축 기준 시계방향 0°, 15°, 30°, 45°, 90°로 설정하였다. 유입되는 외기의 속도를 고려하여, 시설내부 대류에 의한 유동은 없는 것으로 가정하여 ANSYS CFX로 수행하였다. 풍속 5%, 풍향 90°에서 해석 결과를 고찰하였을 때, 측창 개방에 따른 시설내부의 유동은 풍속이 강할수록 유입측창에서 대면측창으로의 유동이 강하게 나타났으며, 측창개방 높이는 유입되는 기류에 하강하려는 힘은 측벽을 타고 흐르는 하강기류가 원인으로 판단된다. 저온기 또는 혹서기에는 측창개방 높이가 낮아 이러한 현상이 빈번하게 발생하고 작물에 열충격에 의한 직접적인 스트레스의 원인이 될 것으로 판단된다. 측창에 인접하여 배플을 설치하고 해석을 수행하였다. 배플은 저온기 및 혹서기의 낮 동안 시설 측창개방 시 발생하는 하강기류를 상부로 유도하여 작물과 외기의 직접접촉을 막고 상부에 존재하는 고온다습한 공기층으로 유도하였으며, 측창에 근접하여 설치하는 것이 효과적임을 확인하였다. 단동의 경우 외부환경에 영향을 받는 관계로 합리적인 생육환경조성을 위해 시설단지에 기상대를 구축하고 해당 국지기상정보(온도 및 풍향풍속)를 고려한 시설관리 제어기설계에 반영하는 것을 고려할 필요가 있다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 기술사업화지원사업의 지원을 받아 연구되었음(821046033SB010).

*Corresponding author, E-mail: wssung@daonrs.kr

Instrument-free, Portable Ways to Monitor Plants under Stress

Mallesh Santhosh¹, Suhwan Hwang², Tusan Park^{1,2*}

¹Smart Agriculture Innovation Center, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Major in Bio-industrial Machinery Engineering, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

Recently, abiotic stress in plants (for instance, drought, salinity, flood, exposure to heavy metals and extreme temperature) due to rapid global climate changes bring frequent and severe extreme weather events makes plants vulnerable and disturbs plant growth. Plants when exposed to stressful conditions, accumulates array of metabolite, phyto-hormones and proteins. These molecules also serve as early marker to detect whether the crop is under stressful condition or not. The traditional investigation of plant signaling molecules utilizes bulk, sophisticated instruments such as HPLC or GC etc. not suitable for on-site and real-time measurement. Thus portable, simple, easy to applicable at on-site devices are in need for such real time and continuous measurement of the signals. However very limited studies are conducted to monitor the chemical signals in plants under stress which might provide real insight plant response to the stress conditions. Among the signaling molecule proline plays significant and beneficial role as osmolyte, metal chelator and as anti-oxidative defense and regulator molecule. Thus the proline content is one of the potent bio-marker for the early detection of abiotic stress in plant. In our laboratory we are conducting research to develop mobile phone integrated optical / fluorescence /electrochemical device for detecting stress signaling molecules. Apart from these we are utilizing paper-based platform (either microfluidic or nitrocellulose membrane) which offers significant advantages including cost-effectiveness, ease of fabrication and use. Till now we have successfully fabricated semi-enclosed paper-based sensor with mobile phone integration to monitor the proline content from young stressed A. Thaliana plants. Integrated electrochemical methods on paper platform, to combine exciting features of these two methods to detect proline in portable instrument. Another important biomarker which accumulates more when plant exposed to water stress is alcohol dehydrogenase (ADH) /Pyruvate decarboxylase (PDC), we have developed nitrocellulose membrane based lateral flow assay device for quantifying ADH on test strip. Mobile-phone integrated fluorescence device also fabricated to monitor NADH, which is another important biomolecules on paper platform. These demonstrated that these devices have better field applicability for real time, on-site application for instrument free biomolecule detection. Still work need to be carried out to continuous monitor these molecules. With the advent of mobile phone technology, internet of things and integration of AI, we feel that these technology has huge practical applicability and scope for commercialization. We also feel that the major challenges in the commercialization of sensors may be due to the limited studies of these sensors. With extensive studies, developing sensor for large number of stress molecules and implementation of AI can provide solution to monitor plant under stress in more effective ways and attracts investor.

This research was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry (IPET) through Agriculture, Food and Rural Affairs Convergence Technologies Program for Educating Creative Global Leader, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA) (Project No. 320001-4), Republic of Korea.

*Corresponding author, E-mail: tusan.park@gmail.com

지상 방제에 의한 사과나무의 엽면적지수 및 포집 위치에 따른 농약 비산특성 분석

Pesticide Spray Drift Assessment for Orchard Sprayer Applications in Apple Trees Based on Leaf Area Index and Sampling Locations

박진선¹, 이세연², 최락영², Daniel Kehinde Favour², 홍세운^{1,2*}

¹전남대학교 기후변화대응농생명연구소,

²전남대학교 지역바이오시스템공학과&기후지능형 간척지 농업 교육연구팀(BK21 four)

Jinseon Park¹, Se-yeon Lee², Lak-yeong Choi², Daniel Kehinde Favour², Se-woon Hong^{1,2*}

¹AgriBio Institute of climate Change Management, College of Agriculture and Life Sciences,

Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

²Department of Rural and Biosystem Engineering and Education and Research Unit for Climate-Smart

Reclaimed-Tideland Agriculture, College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University,

Gwangju 61186, Korea

농업인구의 고령화 및 여성농업인의 증가로 물리적 노동력이 집중되는 방제 작업에 기계화·자동화에 대한 필요성이 증대되고 있다. 이와 같은 사회적 요구는 경농 분야뿐만 아니라 과수 원예분야에도 확대되고 있다. 대표적으로 과수의 방제 작업 효율 증대를 목적으로 활용되는 스피드 스프레이어(Speed Sprayer, SS기)는 과수 농가의 인력 부족 문제 해결 및 작업 시간 단축에 기여하고 있다. 그러나 살포 방법의 특성 상 살포된 약액이 비산될 위험성을 내포하고 있다. 2019년 본격 시행된 농약허용기준강화제도(Positive List System, PLS)에 따라 비의도적 농약오염에 대한 사회적 관심 또한 더욱 증대되어 농약 비산 측정 및 정량화 방법에 대한 필요성이 증대되고 있다. 농약 비산은 다양한 환경적·기술적 요인에 영향을 받는 것으로 알려져 있으나, 본 연구에서는 방제 시기에 따라 달리 나타나는 엽면적지수의 차이에 따른 비산 특성을 규명하고자 한다. SS기를 활용한 방제 실험 수행을 위해 전남 나주에 위치한 전남대학교 농장에 시험포를 조성하였고, 대상 과수는 사과나무이며 5 그루를 방제 및 비산 약액 포집 대상으로 구성하고, 5회에 걸쳐 약액 살포 및 포집 실험을 수행하였다. 나무 사이의 거리는 3.4m이며, 포집 위치는 나무 뒤편과 나무 사이로 구분하였다. 비산 측정법은 국제 표준인 ISO 22866에 기반하여 측정 위치는 수평 거리 1, 3, 9m, 수직 거리 1, 2, 3m에 나일론 스크린을 거치하여 포집하고, 총유기탄소량(Total Organic Carbon, TOC) 측정 기법을 활용하여 정량화하였다. 엽면적지수의 측정은 LI-3000C (LI-COR, NE, US)를 활용하여 비파괴 측정하였다. 그 결과 나무 뒤편과 나무 사이 모두 수평 관측 거리 9m 지점까지 비산 약액이 관측되었고, 수직 관측 지점 또한 3m 지점까지 비산 약액을 포집할 수 있었다. 나일론 스크린을 통해 포집된 비산 약액의 농도는 1m 지점에서 가장 높게 나타나고, 잎의 밀도가 가장 높은 2m 지점에서 큰 폭으로 감소하는 경향을 보였고, 수고보다 높은 3m 지점에서 가장 낮은 값을 나타냈다. 엽면적지수에 따른 비산 특성의 규명은 잎이 증가하였다가 적과 후 하계전정 과정 및 잎따기 등을 거치며 엽면적이 감소하면서 방제 시 약액 비산이 증가할 우려가 있고, 이에 대응할 수 있는 기초 연구로 의의를 갖는다.

본 연구는 한국연구재단(세부과제번호: 2019R1H1A3A01055863)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: hsewoon@jnu.ac.kr

환경 및 생체데이터를 활용한 스마트 축산 설립 기초 데이터설립

Foundation of Basic Data for Establishing Smart Livestock Farming Using Environmental and Biological Data

박진원, 서일환*

전북대학교 지역건설공학과

Jin-Won Park, IlHwan Seo*

Department of Rural Construction Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

본 연구는 돈사 내부의 다양한 생체데이터 및 환경 데이터간의 관계를 파악하고자 한다. 식습관의 변화로 인해 돼지고기의 소비가 증가하였다. 이로 인해 사육두수가 지속적으로 증가하고 있다. 축사 내부 환경은 생산성을 높이기 위해 매우 중요한 요소이다. 동물의 스트레스 및 면역력에 영향을 주는 내부 환경은 적절한 조절이 필요하다. 돈사 내부 환경을 조절하기 위해서는 돼지의 생체데이터 및 환경데이터가 주된 요소이다. 안정적인 환경 조건을 유지할 수 있는 실험용 인큐베이터를 구축하였으며, 실험 과정을 쉽게 모니터링할 수 있도록 했다. 구축된 실험용 인큐베이터 활용하여 내부 온도와 습도 등의 환경 데이터를 자동으로 측정하였고, 돼지의 체온, 증체량, 급이량, 급수량, 그리고 돈분열량을 측정하였다. 이 측정은 자돈부터 비육돈까지의 단계에서 이루어졌다. 환경 데이터를 실시간으로 모니터링하기 위해 여러 지점에 모니터링 시스템을 설치하였고, 생체 데이터는 일정한 시간 간격으로 주기적으로 측정하였다. 본 연구결과는 스마트축산을 설립하기 위한 기초 데이터 활용할 수 있다.

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421019-04)

*Corresponding author, E-mail: ihseo@jbnu.ac.kr

데이터 코드 기반 온실 환경 모니터링 및 제어 기술 개발

Development of Greenhouse Monitoring and Control based on Data Code

방지웅*, 한민희, 김진현, 안철근

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Jiwoong Bang*, Minhee Han, Jin Hyun Kim, Chul Geon An

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

데이터 기반 복합환경관리 기술 개발의 중요성이 대두되면서 온실 내 센서, 단순 제어기 등과 연계하여 다양한 응용 서비스를 개발할 수 있도록 API(Application Programming Interface)를 제공하는 기업이 늘어나고 있다. 국내 스마트팜 기업에서 제공하는 API는 스마트팜 온실의 온실 통합 제어기와 양액기 노드 간 RS485 기반 모드버스 인터페이스(KS X 3288)와 클라우드 서버를 활용한 RESTful API(Representational State Transfer API)이 있다. KS X 3288은 스마트팜 장비의 상태 조회 및 제어를 위해 레지스터 맵을 정의하여 사용하고 있으나 연결 노드 수의 한계 및 추가 기능에 대한 자유도가 낮다. 반면에 RESTful API는 데이터의 중요성 높아지면서 데이터 수집을 위한 클라우드 서버 도입이 늘어나고 응용 서비스 개발이 편리한 RESTful API 사용이 점차 확대되고 있다. 하지만 기업별로 독자적인 RESTful API 제공이 늘어나면서 복합환경제어기와 연동을 위한 개발 비용도 증가하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 기업이 요구하는 서비스 개발의 편의성과 이종 스마트팜 장비 간 유기적인 연계를 위해 국제 표준 사물인터넷 통신 프로토콜 인 MQTT(Message Queueing Telemetry Transport)와 발행-구독(Publish-Subscribe) 모델, 표준 데이터 코드를 기반으로 하는 PS API(Publish-Subscribe API)를 개발하였다. PS API는 토픽(Topic) 정의를 통해 기업에서 자유롭게 응용 서비스를 구현할 수 있고 데이터 코드-토픽 매핑(mapping)을 통해 기업마다 다른 API를 표준화된 데이터 코드로 제공할 수 있는 구조이다. 데이터 코드를 구독하면 해당 API에서 제공하는 값을 조회할 수 있으며, 데이터 코드 값을 변경하면 그 즉시 매핑된 API로 값을 발행하여 동작하는 방식이다. 표준 데이터 코드는 시설원에 분야 스마트팜 수집 데이터 규격 (SPS-X KOAT-0009-7470)을 참고하여 개발하였고 PS API 적용 및 편의성 제고를 위해 용어에 대한 축약어 생성 규칙 및 대/중/소 분류체계를 개발하였다. 표준 데이터 코드 기반 온실 환경 모니터링 및 제어 기술을 통해 센서, 구동기, 단순 제어기 개발 기업은 응용 서비스 개발 시 높은 자유도 및 기능 개발의 편의성을 제공할 수 있고 복합환경제어기 개발 기업은 타 기업의 API 사용 방식을 알지 못하더라도 종합적인 스마트팜 장비 관리가 가능하다. PS API는 차세대 온실 종합관리 플랫폼에 적용되어 국내 스마트팜 기업에서 사용할 수 있도록 오픈소스로 2023년 10월 중순에 제공될 예정이다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ016073)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: bang21c@korea.kr

Vegetative Growth of Strawberry “Maehyang” Cultivated under Different Growing Mediums in Vertical Farms

Kyeong-Su Seo^{1,2}, Sang-Min Ko³, Young-Jae Cho³, Myung-Min Oh^{1,2*}

¹Division of Animal, Horticultural and Food Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

²Brain Korea 21 Center for Bio-Health Industry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

³Algafarmtec, Paju 10863, Korea

To increase strawberries (*Fragaria × ananassa*) productivity in vertical farms, hydroponic cultivation using a growing medium must be implemented. In this study, we determined a suitable growing medium during the vegetative stage of virus-free “Maehyang” strawberry plantlets. After 7 weeks of in-vitro culture, strawberry plantlets were transplanted into three different growing mediums: polyurethane (PU), phenol resin (PR), and organic polymer (OP). Transplanted plantlets were drip-irrigated with Yamazaki nutrient solution (pH 5.8 and EC 0.5 dS·m⁻¹) in a container-type vertical farm equipped with warm-white LEDs (200 μmol·m⁻²·s⁻¹ of photosynthetic photon flux density for 14-h). The growing conditions were maintained at 23°C air temperature, 70% relative humidity, and 500 μmol·mol⁻¹ CO₂ concentration. Fresh weight and number of runners, leaves, and axillary buds were measured and counted every week, and fresh weight of shoot and root, crown diameter, and root activity were measured at 15 weeks of cultivation according to the medium. We also measured volumetric water content (VWC) for each medium. Strawberry plantlets grown in OP significantly increased fresh weight and number of runners among the mediums at 10 weeks of transplanting. However, there was no significant difference in PR at 11 weeks of transplanting. After 15 weeks of transplanting, the highest fresh weight and number of leaves, axillary buds, and fresh weight of root were shown in PR. Moreover, the root activity in PR increased by 30% and 11% higher values than in PU and OP, respectively. The VWC of PU, PR, and OP were 8~12%, 15~28%, and 31~40%, respectively. A high VWC of OP may improve the initial rooting stage of strawberry plantlets and lead to the development of runners, but its high nutrient content may inhibit root osmosis. These results suggested that phenol resin was a proper growing medium for the hydroponic cultivation of strawberries at a vegetative stage in vertical farms. Following are results of a study on the “Leaders in INdustry-university Cooperation 3.0” Project, supported by the Ministry of Education and National Research Foundation of Korea

*Corresponding author, E-mail: moh@cbnu.ac.kr

과정기반 작물모형과 NDVI를 이용한 웹 기반 밀 재배관리 의사결정 지원 시스템 개발

Development of Web-Based Decision Support System for Wheat Cultivation using Process-Based Crop Model and NDVI

석승원, 정재영, 전해진, 김솔희, 김태곤*

전북대학교 스마트팜학과

Seungwon Seok, Jaeyoung Jung, Hyejin Jeon, Solhee Kim, Taegon Kim*

Department of Smart Farm, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

작물 모형을 활용한 의사결정 지원 시스템(Decision Support System, DSS)은 재배 환경과 관리 방법에 따른 작물의 생육 예측 결과를 제공함으로써 작물관리에 대한 농가의 의사 결정에 도움을 줄 수 있다. 특히, 과정 기반 작물모형(Process-based Crop Model)은 통계기반 작물모형과 달리 식물의 생리기작과 환경 요인의 관계를 바탕으로 작물 성장을 시계열로 모의하기 때문에, 생육시기별로 환경요인 및 영농방식에 대한 평가가 가능하다. 또한, 원격탐사 기반의 정규식생지수(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)를 이용하여 작물 수확량 및 생육을 예측하는 연구가 활발히 진행되고 있어, 생육조사가 이루어지지 않은 대상필지에 대하여 평가정보를 추가적으로 수집가능하다. 다만 원격탐사를 통한 NDVI 연구는 대규모 생산단지나 행정경계 단위에서 분석이 이루어지고 있고, 필지 단위에서의 활용 사례가 미비하며, 단순회귀분석을 넘어, 작황정보를 과정 기반 작물 모형과 결합하여 생산량을 추정하는 데에 적용한 사례는 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구는 밀 재배를 대상으로 NDVI 지수와 과정 기반 작물 모형을 활용하여 필지 단위로 정보를 제공할 수 있는 웹기반 의사결정 지원 시스템을 개발하고자 한다. NDVI 값은 Google Earth Engine의 Python API를 활용하여 약 5일 간격으로 업데이트 되는 Sentinel-2 위성 영상으로부터 각각 RED, NIR 밴드 값을 추출 및 계산하여 분석 서버에 저장하도록 자동화하였다. NDVI 값의 시계열 변화를 확인하기 위해 서버에 저장한 NDVI 시계열 값을 시각화하여 대시보드에 출력하고, 계산에 사용된 위성 영상도 함께 출력하여 NDVI 값과 현재 작물 상태를 비교할 수 있도록 설계하였다. 밀 생산량 추정을 위한 작물모형은 APSIM을 이용하였다. 기상 시나리오는 기상청 API를 이용하여 수집한 과거 40년 자료를 활용하여 구축하고, 이에 따른 밀의 생산량과 토양 수분 함량을 시뮬레이션하였다. 모형 구동 결과는 GDD(Growing Degree Day)를 이용하여 밀의 생육단계를 구분하여 생육단계별 분석이 가능하도록 설계하였다. 이를 통해 사용자는 실시간으로 정량화 된 생육 정보를 제공받을 수 있으며, 다양한 기상의 시나리오 예측 결과 분석을 통한 재배 전략을 수립할 수 있을 것으로 기대한다. 향후 각 생육단계에 따른 NDVI와 APSIM을 포함한 Aquacrop, DSSAT 등의 다양한 작물 모형을 결합한 하이브리드 모형을 완성하여 생육 예측 정확도를 향상할 것으로 기대한다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ017048)과 한국연구재단 이공분야기초연구사업(과제번호: NRF-2022R1G1A1011147)의 지원에 의해 이루어진 것임

*Corresponding author, E-mail: taegon@jbnu.ac.kr

당근(*Daucus carota* L.)의 생육 단계별 이온 흡수 양상

Ion Absorption Patterns of Carrot(*Daucus carota* L.) at Different Growth Stages

성보현¹, 곽나영¹, K.P.S. 쿠마라테나¹, 조영열^{1,2*}

¹제주대학교 원예학과, ²제주대학교 아열대농업생명과학연구소, 친환경연구소

Bo Hyun Sung¹, Nayoung Kwak¹, K.P.S. Kumaratenna¹, Young-Yeol Cho^{1,2*}

¹Department of Horticultural Science, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

²Research Institute for Subtropical Agriculture and Animal Biotechnology, SARI, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

본 연구에서는 당근(*Daucus carota* L.)의 생육 단계별 이온 흡수 양상을 구명하고자 시행되었다. 완전제어형 식물공장 내의 NFT 시스템에서 재배되었으며, 실험에 사용된 품종은 손가락당근(Songarak F₁, 아시아종묘)이었다. 양액 내 이온 농도 분석에는 휴대용이온분석기(Rapid-d PIA-001, (주)테크넬, Korea)를 사용하였으며, 분석한 이온은 Ca, NO₃, P, K이었다. 분석에는 정식 후 일수(DAT) 0, 2, 13, 23, 34, 43, 55, 65의 EC 보정 전과 보정 후 양액이 수집, 측정되었다. DAT 0의 보정 후 양액과 DAT 2의 보정 전 양액의 이온 농도를 측정하여 차이를 계산하였고, 그 값의 누적 양을 각 기간 당 개체 수와 소요일수에 따라 분석하였다. 같은 방법으로 나머지 수집일의 양액 분석을 수행하였다. 양액의 정식 후 일수에 따른 Ca의 누적 농도 변화는 직선 형태로 증가하는 양상을 나타내었고, NO₃의 누적 농도 변화는 직선 형태이나 감소하는 양상을 나타내었다. K의 누적 농도 변화는 기울기가 증가하다가 감소하는 이차 곡선 형태를 보였고, P의 누적 농도 변화는 기울기가 감소하다가 증가하는 이차 곡선 형태를 보였다. 증가하는 직선 양상을 보이는 Ca의 경우 수분의 흡수와 동시에 식물체에 흡수되므로 누적 양이 일정한 형태를 보였으며, 반대의 양상인 NO₃는 수분의 흡수에 비하여 적은 양의 이온이 일정하게 식물체 내로 흡수됨을 보였다. 아래로 볼록한 이차 곡선의 형태를 보이는 P는 DAT 35을 전후하여 그 기울기가 변화하였으며, DAT 35전 기간은 수분 흡수에 비하여 이온의 흡수가 느렸으나 점차 P 이온의 흡수가 증가하였고, DAT 35 후의 기간은 수분의 흡수와 함께 흡수가 나타났으나 점차 P 이온의 흡수가 감소하였다. K는 위로 볼록한 경향을 보였고, P와 반대의 해석이 가능하였다. 이 실험 결과를 바탕으로 직선 형태를 보이는 Ca와 NO₃는 재배 동안 일정하게 식물체가 흡수하며, 위로 볼록한 이차 곡선 형태를 띄는 K는 식물체의 이온 흡수가 점차 적어졌으며, 아래로 볼록한 이차 곡선 형태를 띄는 P는 식물체의 이온 흡수가 점차 증가했음을 확인하였다. 이에 따라 생육 단계별 배양액 조성이 필요하다는 것이 판단되었다. 식물공장에서 당근재배를 위한 생육단계별 맞춤 전용 배양액 조성이 상업화될 수 있을 것이다.

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술사업의 지원을 받아 연구되었음(421033043HD050).

*Corresponding author, E-mail: yycho@jejunu.ac.kr

Effects of High and Low Temperature Stress on PSII System, Growth Parameters, and Secondary Metabolites in Two Lettuce Cultivars

Yu Kyeong Shin¹, Solly Kang¹, Young Eun Jeon¹, Wooseok Cho¹, Jun Gu Lee^{1,2,3*}

¹Department of Horticulture, College of Agriculture & Life Sciences, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

²Core Research Institute of Intelligent Robots, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

³Institute of Agricultural Science & Technology, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

Anthocyanins, a group of water-soluble flavonoid compounds, exhibit diverse defense mechanisms within plant leaves, effectively scavenging excessive photosynthetic reactive oxygen species. The perturbing impacts of pronounced temperature fluctuations, driven by climate change, exert deleterious effects on photosynthesis, thereby engendering instability in both yield and production quality. The aim of this study was to investigate the physiological modulations across cultivars with varying anthocyanin content under different temperature regimes. The plant materials were ‘Cheongchima’ and ‘Jeokchima’ (Asia Seed Co. Ltd., Seoul, Korea), sown in 50-cell plug trays (54.4 × 28.2 × 5.4 cm) containing bed soil (Chorok-i, Nongwoobio Co. Ltd., Suwon, Korea). Subsequent to sowing, seeds were incubated for 12 days prior to experimentation. The experimental environment was maintained within an closed artificial light growth chamber, with three distinct temperature spaces [control: 24/20°C, High: 36/32°C, and Low: 12/8°C (day/night)], supplemented by warm white LED illumination at PPFD 200±10 μmol·m⁻²·s⁻¹ throughout the experimental period. Measurements comprised chlorophyll fluorescence and leaf temperature recorded at intervals of 0, 3, 6, 9, and 12 days after temperature treatments. Growth parameters such as shoot fresh and dry weight, leaf length, leaf width, hypocotyl length, and SPAD values were measured. Secondary metabolites were quantified, including proline, chlorophyll, and anthocyanin content. Both Non-photochemical quenching (NPQ) and the fluorescence decrease ratio (Rfd) exhibited attenuation under conditions of high or low temperatures, in comparison to the control. Notably, growth parameters at low temperature levels showed diminished values relative to both the control and high-temperature conditions. Additionally, an inverse relationship between escalating temperatures and SPAD values was observed. Prolonged exposure to elevated temperatures, whether high or low, resulted in a consistent increase of proline content. Conversely, constituents such as chlorophyll, total phenols, and total flavonoids exhibited fluctuation patterns. The ‘Jeokchima’ exhibit increased anthocyanin content under cooler temperature conditions, while a decrease was found under high-temperature treatments. These results indicated that complex relationship between temperature and anthocyanin biosynthesis, even within the same cultivar. These findings showed the protective capacity of anthocyanin-enriched lettuce cultivars in maintaining photosynthetic functionality under fluctuating temperature circumstances. Furthermore, the potential utility of chlorophyll fluorescence parameters, including Y(NO), NPQ, and Rfd, for non-invasive assessment of anthocyanin levels was found.

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2020R1F1A1068658) and (NRF-2022R1C1C2012951).

*Corresponding author, E-mail: jungu@jbnu.ac.kr

A Process-based Model Using Cropbox for Cucumber Cultivation

Ha Rang Shin¹, Ha Seon Sim¹, Yu Hyun Moon¹, Tae Yeon Lee¹, Soo Bin Jung¹, Yong Jun Kim¹,
Na Kyoung Kim¹, Jung Su Jo², His-Chun Hung³, Hyungmin Rho³, Sung Kyeom Kim^{1*}

¹Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Sciences, Kyungpook National University,
Daegu 41566, Korea

²Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

³Department of Horticulture and Landscape Architecture, College of Agriculture and Life Sciences,
National Taiwan University, Taipei 10617, Taiwan

Process-based models simulate plant interactions with their environment using fundamental principles of physiology and ecology, allowing predictions on plant responses to environmental changes like temperature and radiation. Cropbox is a software tool with a declarative language and an integrated interface designed for the development and refinement of crop models. This study aimed to was to modify the Cropbox-based garlic model to create a process-based cucumber crop model, reflecting its growth and cultivation practices. The cultivation experiment for data collection was conducted from October 19, 2021, to April 27, 2022, for calibration. Harvested fruit weight data was collected at daily intervals, leaf count was recorded weekly, and the Leaf Area Index (LAI) was measured eight times throughout the cultivation experiment. The photosynthesis measurements of CO₂ response were conducted in 10 levels of CO₂ concentration ($\mu\text{mol mol}^{-1}$) (0, 100, 200, 300, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500) for modeling. The evaluation of the model is based on the RMSE(Root Mean Square Error) and EF. Following model evaluation results after calibration, RMSE (Root Mean Square Error) values for the leaf count model, LAI model, and accumulated fruit mass estimation model were 2.39, 0.49, and 262.65, respectively. These models' the Nash-Sutcliffe efficiency coefficients (EF) stood at -4.99, 0.80, and 0.86, respectively. Those state values in terms of leaf count, LAI, and accumulated fruit mass were differed in EF and RMSE. This study is anticipated to serve as foundational data for process-based modeling of cucumber crops, enabling yield predictions and cultivation strategy formulation based on environmental factors.

This study was carried out with financial assistance from the Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry (IPET) through Technology Development Program for Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), South Korea (Project No. 421001-03).

*Corresponding author, E-mail: skkim76@knu.ac.kr

내륙지역 만감류 재배 온실의 구조 실태 및 희망 규격 조사

Structural Condition and Desired Standard Survey of Late Maturing Citrus Cultivar for Greenhouse in Inland Area

신현호, 최만권*, 조명환, 권기범

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Hyunho Shin, Mankwon Choi*, Myeongwhan Cho, Kibum Kweon

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

본 연구에서는 내륙지역의 전라북도, 경상북도 및 경상남도의 만감류 재배 농가를 대상으로 재배 온실 규격과 희망 규격을 조사하였다. 그 조사 결과를 바탕으로 만감류 시설재배 시 적합한 비닐온실 모델 개발에 필요한 적정 규격을 선정하기 위한 기초 연구를 수행하였다. 조사 방법은 만감류 재배 농가를 직접 방문하여 실측과 면접 조사를 수행하였다. 농가 조사 자료를 분석한 결과, 온실의 동 형식 비율은 연동온실이 60%이었고, 단동온실은 40%이었다. 동 형식에 따른 온실의 규격 차이를 고려하여 연동온실과 단동온실로 구분하고 온실의 규격을 분석하였다. 온실의 평균 규격은 연동온실의 경우에 폭 6.6m, 측고 3.3m 및 동고 5.0m이었고, 단동온실의 경우에는 폭 7.2m, 측고 1.9m 및 동고 3.4m이었다. 단동온실이 폭은 0.6m 넓었고, 연동온실은 측고와 동고가 각각 1.4m, 1.6m 높게 나타났다. 한편, 연동온실 농가는 종 방향으로 2-3그루를 평균 재식간격(횡방향) 2.5m로 재식하였다. 평균 수고는 2.1m이고 평균 수령은 10.8년이었다. 단동온실 농가는 종 방향으로 2-3그루를 평균 재식간격 2.9m로 재식하였다. 평균 수고는 2.2m이고 평균 수령은 9.6년이었다. 단동온실이 재식간격(횡방향)은 0.4m 넓었고, 수고는 0.1m 높았다. 단동온실의 재식간격이 연동온실에 비해 넓은 것은 단동온실의 폭이 영향을 미친 것으로 판단되었다. 수고는 단동온실이 0.1m 높았으나 동 형식 및 규격에 의한 차이보다는 대부분의 농가에서 재배관리 및 작업의 편의성을 위하여 일정 높이로 제한하여 재배하고 있는 점이 영향을 미친 것으로 보였다. 내륙지역의 농가가 희망하는 구조 규격은 과수의 수고, 겨울철 보온을 위한 커튼 설치, 여름철 환기, 온실 관리 및 작업환경을 고려하여 동 형식은 연동 온실이고, 측고 1.8-4.0m, 동고 3.2-8.0m 및 폭 5.6-10.0m이었다. 기후 변화 등으로 인하여 내륙지역의 만감류 재배 면적이 증가하고 있다. 따라서 본 연구 결과를 바탕으로 만감류 재배에 적합한 온실의 규격을 산정하고 안전성 및 구조 설계 검토에 관한 추가 연구가 필요할 것으로 판단된다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01719201)의 지원 및 2023년도 농촌진흥청 국립원예특작과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: choimk82@korea.kr

Estimation of Fruit Weight of Strawberry on Achenes Number by Image Process using YOLOv5

Ha Seon Sim¹, Yu Hyun Moon¹, Tae Yeon Lee¹, Ha Rang Shin¹, Soo Bin Jung¹, Yong Jun Kim¹, Na Kyoung Kim¹, Jung Su Jo², Hyeonji Park³, Hyun Kwon Suh³, Sung Kyeom Kim^{1*}

¹Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Sciences, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Department of Horticulture, College of Agriculture and Sciences, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

³Department of Integrative Biological Sciences and Industry, Sejong University, Seoul 05006, Korea

Fruit size and weight are correlated with the achenes number (AN) per strawberry and fruit weight of strawberries is highly related to the evaluation of fruit yield. The objective of this study was to count the AN in a 'Seolhyang' strawberry (*Fragaria×ananassa*) image using YOLOv5, and to estimate the fruit weight of a strawberry using fruit length and width (FL and FW). The strawberry plants were transplanted in a glasshouse (16 m length × 8 m width; 128 m²) at Kyungpook National University located in Gunwi, Republic of Korea (36.06 °N, 128.38 °E). The experiment was performed from 21 September, 2022 to 13 April, 2023 and fruit weight, FL, FW, and image data for detecting AN were collected from 28 March to 11 April, 2023. Using YOLOv5, the AN was counted from 56 strawberry images (pink and red stage) and estimated fruit weight using FL, FW, and AN. The fruit weight calculated by the AN was relatively low coefficient of determination R², which was 0.64. The nonlinear regression analysis was therefore conducted using the AN, FL, and FW to estimate fruit weight. The equation of the fruit weight estimated using the AN and FW was $0.09905 \times 10^{-9} \times (AN^3 - 93.358 \times AN^2 - 73462 \times AN - 11072 \times 10^3) \times (FW^3 - 103.94 \times FW^2 + 2943.7 \times FW - 28665)$ and showed the highest R², the lowest root mean error square (RMSE), which were 0.95 and 1.3, respectively. The measured average fruit weight of the 56 samples was 12.9±5.7 g and the average fruit weight estimated using the AN and FW was 13.0±5.6 g. The regression model developed in this study can be useful for estimating strawberry fruit weight and is expected to be used as a non-destructive crop information prediction method.

This work was carried out with the support of an Institute of Information Communications Technology Planning Evaluation (IITP) grant funded by the Korean Government (MSIT) (No. 2021-0-01578).

*Corresponding author, E-mail: skkim76@knu.ac.kr

Far-red 보광 처리 주기에 따른 콩 이소플라본 함량의 변화 양상

Effect on Isoflavone Contents of Soybean Plants by Controlling a Day-night Periodicity of Supplemental Far-red Lighting

심한솔¹, 김예린¹, 조계만^{1,2}, 권혁준³, 이학성³, 손기호^{1,4*}

¹경상국립대학교 생명자원과학부, ²경상국립대학교 식품과학부, ³콜마비엔에이치 소재연구센터,

⁴경상국립대학교 원예과학부

Han-Sol Sim¹, Ye Lin Kim¹, Kye Man Cho^{1,2}, Hyuk Joon Kwon³, Hak Sung Lee³, Ki-Ho Son^{1,4*}

¹Department of GreenBio Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

²Department of Food Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

³Ingredient R&D center, HK Kolmar R&D Complex, Seoul 06800, Korea

⁴Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

콩(*Glycine max* L.)에는 식물성 에스트로젠인 이소플라본이 함유되어 있어 항산화, 항암 작용 및 갱년기 여성에게 건강상의 효능을 가진다. 본 연구는 수직농장 내 효율적인 이소플라본 소재 생산을 위하여 Far-red 보광 처리 주기에 따른 콩 식물체의 부위별 이소플라본 함량 변화를 확인하고자 실시되었다. 수직농장 내 환경은 온도 25°C, 습도 60%, 광주기 12/12h, 광도(백색 LED) $210 \pm 10 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 로 유지하였으며 담액수경 시스템을 통해 재배하였다. Far-red 보광 처리구는 $300 \pm 10 \mu \text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 의 세기로 주간(day), 야간(night), 주야간(day & night) 처리로 구성하여 총 2주간 조사시켜주었다. 연구 결과, 모든 처리구는 대조구와 비교하여 지상부 및 지하부의 생육과 총 이소플라본 함량을 유의적으로 증가시켰다. 특히 주야간 처리는 지상부의 glycoside와 malonyl glycoside 이소플라본 함량을 유의적으로 증가시켰으며 지하부의 aglycone 이소플라본 함량에서 큰 증가 양상을 보였다. 본 연구를 통해 Far-red 보광 처리가 다수의 개별 isoflavone 농도에 긍정적으로 작용한 것을 확인하였고, 이는 생육기간동안 적절한 Far-red 보광 처리를 수행함으로써 타겟 isoflavone의 효율적인 생산이 가능할 것으로 사료된다.

본 연구는 한국연구재단 바이오, 의료기술개발사업(세부과제번호: 2020M3A9I3038560) 및 산업통상자원부 한국산업기술평화지원 월드클래스플러스프로젝트지원(세부과제번호: P0024386)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: sonkh@gnu.ac.kr

고온기 수출딸기 ‘금실’의 수확시 착색도 및 수확용기가 저장성에 미치는 영향

Effect of Fruit Coloration and Harvesting Container on Storage Quality of Strawberry ‘Keumsil’ for Export during High Temperature Season

안재욱*, 박은지, 정경희, 윤혜숙

경남농업기술원 원예연구과

Jae Uk An*, Eun Jee Park, Kyong Hee Joung, Hae Suk Yoon

Department of Horticulture Research, Gyeongsangnam-do Agricultural Research and Extension Services, Jinju 52733, Korea

신선딸기 수출은 12월부터 다음해 5월까지 약 6개월 정도 진행되며, 생산시기의 온도가 높아질수록 저장·유통의 편의성을 위해 딸기의 숙도를 낮추어 수확하는 경향이 있다. 금실 딸기의 경우 기존 미숙과(50% 착색수준) 수출에 맞추어진 수확후 관리 방식으로는 수출 대상국의 마트에 상품이 진열될 때까지도 적색에 도달하지 못하는 등 상품성 저하로 클레임이 자주 발생하였다. 따라서 본 연구는 금실 딸기의 고온기 수확시 착색수준에 따라 예냉 및 선별, 저장기간 동안 착색 진행 등 품질변화를 관찰하였고, 손자국, 과피상처 등 외관 손상을 경감할 수 있는 방법에 대하여 검토하였다. 딸기의 수확기는 착색도가 기준이 되므로, 착색수준에 따른 과실 특성을 조사하였다. 금실의 착색수준이 90% 까지 진행한 경우, 착색도 50%와 비교하여, 과중은 27.8%나 증가하였고, 경도는 35.3%나 감소하였으나, 당도의 증가는 9.2% 정도로 크지 않았다. 착색수준을 50%, 70%, 90%, 3단계로 나누어 수확한 후 예냉, 선별, 저장기간을 거치면서 과실특성 변화를 측정하였다. 착색수준 50%에서 수확하였을 때, 저장중 경도와 외관지수는 우수하였지만 당도가 낮았다. 착색 수준 90%에서 수확한 경우에는 과중과 당도는 우수하였지만 시간이 경과함에 따라 손자국, 눌림 상처로 인한 품질저하가 눈에 띄게 나타났다. 착색수준 70% 이상에서 수확한 과실은 시간이 경과함에 따라 과실의 90% 까지 착색이 되었지만, 착색수준 50%인 경우에는 과실의 착색진행이 72%에서 중단되어 품질저하의 원인이 되었다. 농가에서 수확 용기로 많이 사용하고 있는 원형대야와 과실을 1단만 담을 수 있는 사각상자(1단 사각용기)를 사용하였을 때, 외관손상도를 비교하였다. 과실의 착색도 50%일 경우에는, 수확용기에 따라 저장성 차이를 보이지 않았지만, 착색도 70% 이상인 경우에는 1단 사각용기에 수확한 과실의 저장성이 매우 우수한 것으로 나타났다. 이상의 결과를 종합해 볼 때, ‘금실’ 딸기의 수출 클레임을 경감하기 위해서는 착색수준 70% 이상 진행되었을 때 수확하여야 하며, 작업시 과피 상처 등을 줄이기 위해서는 1단 사각용기를 수확용기로 이용하는 것이 적절할 것으로 판단되었다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(연구개발번호: RS-2023-00223015)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: wodnr2@korea.kr

상추의 생육 및 식미 관능 평가와 에너지 효율 측면에서 수직 농장 내 다양한 백색 광원의 효과

Effect of the Different White LED Sources on Growth, Sensory Evaluation, and Energy Efficiency of Lettuce in a Vertical Farm

양규식¹, 장성남², 심한솔², 강민지², 김예린², 강인제¹, 김다은³, 이영승³, 김진하⁴, 박영삼⁴, 손기호^{1,2*}

¹경상국립대학교 원예과학부, ²경상국립대학교 생명자원과학부, ³단국대학교 식품영양학과, ⁴삼성전자

Gyu-Sik Yang¹, Seong-Nam Jang², Han-Sol Sim², Min-Ji Kang², YeLin Kim², In-Je Kang¹,
Da-Eun Kim³, Youngseung Lee³, Jin-Ha Kim⁴, Youngsam Park⁴, Ki-Ho Son^{1,2*}

¹Division of Horticultural Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

²Department of GreenBio Science, Gyeongsang National University, Jinju 52725, Korea

³Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Cheonan 31116, Korea

⁴LED Business Team, Samsung Electronics Co., Ltd., Suwon 16677, Korea

최근 수직농장에서 백색 LED는 식물 재배에 효율적인 광원으로 적용되어왔다. 본 연구는 백색 광원의 종류에 따른 상추 두 품종의 생육 및 식미 특성을 평가하기 위해 수행되었다. 두 품종의 상추를 DFT 시스템을 이용하여 온도 23°C, 습도 70%, 광도 $200 \pm 10 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 광주기 16/8h로 설정하여 4주간 재배하였다. 광원 처리는 백색 광원(2 watt의 red 칩을 추가한 일반 백색 LED; 2WR, 1 watt의 red 칩을 추가한 일반 백색 LED; 1WR, 1 watt의 red 칩을 추가한 청색 특정 LED; 1WRS)으로 처리되었다. 2WR 및 1WR의 청색 파장은 450 nm, 그리고 1WRS는 436 nm로 이용하였다. 연구 결과, 지상부의 생육 및 광합성율은 두 품종 모두 1WRS에서 유의적으로 높았다. 식미 관능 평가 결과 또한 1WRS에서 수분 및 부드러움이 긍정적으로 나타났으며 특히, 크리스탈 그린 품종은 부드러운 조직감 특성에서 높게 평가되었다. 에너지 측면에서, 광 이용 효율(LUE)은 1WRS이 다른 광에 비해 최대 약 24%정도 높았고, 에너지 이용 효율(EUE)은 1WR이 최대 약 23%정도 높았다. 이러한 결과는 1WRS가 상추의 생육과 식미 관능 평가에 긍정적으로 작용하였으며 에너지 효율 측면에서 수직농장에 바람직하게 사용될 수 있음을 시사한다.

본 연구는 삼성 전자(2023-2024)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: sonkh@gnu.ac.kr

방풍·방충 네트 폐쇄율 산정에 관한 연구

Study on the Evaluation of Blockage Ratio for Windbreak and Anti-insect Nets

염성현^{1*}, 강승희², 류희룡¹, 윤홍기³, 이우수³, 유영지¹

¹국립농업과학원 안전재해예방공학과, ²전북대학교 항공우주공학과, ³충청남도농업기술원 원예연구과

Sung Hyun Yum^{1*}, Seung-hee Kang², Hee-Ryong Ryu¹, Hong-Ki Yoon³, U-Su Lee³, Yeongji Yu¹

¹Disaster Prevention Engineering Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Jeonju 54875, Korea

²Department of Aerospace Engineering, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

³Research Division for Horticulture, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services, Yesan 32418, Korea

방풍시설은 바람을 줄이기 위하여 주요 과원에 설치되며 네트의 크기는 풍속저감 효과와 방풍시설의 구조안전성에 직접적인 영향을 미친다. 네트와 파이프, 기초로 이루어진 방풍 시설은 네트가 촘촘할수록 방풍 효과가 크고, 높이가 클수록 방풍 유효면적은 증대하나 그만큼 풍하중이 커져 파이프 규격이 강화되어야 한다. 네트가 포함된 농업시설에서의 열유동 해석과 구조설계를 위해서는 풍속별 압력강하 특성치가 필요하며 이는 풍동실험을 통해 직접적으로 구할 수 있으나 많은 시간과 노력이 필요하다. 본 연구는 네트별 압력강하 상관성 분석을 위한 자료로 영농현장에서 이용되는 네트의 폐쇄율을 산정하기 위하여 수행되었다. 연구에 사용된 네트는 풍동실험을 통해 압력강하 특성이 제시된 네트 3종과 압력강하 특성이 산정되지 않은 네트 26종 등 총 29종으로 각 네트를 촬영한 후 영상 이미지 처리 기법을 이용하여 폐쇄율을 산정하였다. 네트 촬영 시 카메라 렌즈와 네트 사이 거리는 90cm로 고정하였으며 네트의 회전 각도에 따른 심도 변화를 최소화하기 위해 조리개 값(F)은 18로 설정하였고, 실제 조명과 압실은 사용하지 않았으며 조명은 네트에 평행하게 설치하였다. Blockage 측정은 촬영된 사진에서 네트 부분만 영역을 분리한 후 Grayscale 영상처리 기법을 사용하여 계산하는 방식을 사용하였다. 프로그램은 Matlab R2020b를 사용하여 코딩하였다. 폐쇄율 산정 결과, 네트가 촘촘할수록 폐쇄율은 증가하고 그 반대의 경우에는 감소하는 것으로 나타났다. 주어진 네트에 대하여 회전 각도가 클수록 폐쇄율은 다소 커지는 것으로 나타났다. 풍동실험을 통해 압력강하가 산정된 네트 중 영농현장에서 이용 중인 방풍네트와 유사한 가로 12mm×세로 4mm 네트의 폐쇄율은 네트의 회전 각도(θ , 풍향 각도)에 따라 0.4242($\theta=0^\circ$), 0.4273(15°), 0.4539(30°), 0.4957(45°), 풍동실험을 수행하지 않은 네트 중 사각 모양의 셀 형태로 영농현장에서 이용 중인 방풍네트와 유사하다고 볼 수 있는 가로 6.8mm×세로 4.2mm 네트의 폐쇄율은 0.3497($\theta=0^\circ$), 0.3586(15°), 0.3749(30°), 0.4182(45°)인 것으로 나타났다. 또한 네트의 크기가 커서 어망으로 불리고 노지 키위 재배시 방풍네트로 이용되는 가로 21mm×세로 15mm 네트의 경우에는 0.1466($\theta=0^\circ$), 0.1566(15°), 0.1571(30°), 0.1675(45°)로 폐쇄율이 매우 작았으며 회전 각도에 따른 차이도 작은 것으로 나타났다. 향후 손실계수 실험치를 통해 압력강하를 산정할 수 있을 것으로 기대되었다.

본 연구는 농촌진흥청 국립농업과학원 농업기초기반연구사업(연구개발과제번호: PJ01722301)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: shyum@korea.kr

로드셀 기반 자동관수시스템을 이용한 토레니아 삽수 플러그 육묘 시 최적 관수개시점 구명

Optimum Irrigation Threshold Levels for *Torenia fournieri* Cutting Plug Propagation Using Load Cell-Based Automated Irrigation System

오성현, 김종윤*

고려대학교 식물생명공학과

Sunghyun Oh, Jongyun Kim*

Department of Plant Biotechnology, Korea University, Seoul 02841, Korea

본 연구는 로드셀 기반 자동관수시스템을 통하여 토레니아(*Torenia fournieri*)의 플러그트레이 삽목 시 최적 육묘를 위한 적정 용적수분함량 관수개시점을 구명하고자 수행하였다. (주)우리씨드 농장에서 채취한 토레니아 삽수를 사용하였으며, 72구 플러그트레이에 Sunshine Mix #5 상토를 충전하여 삽목하였다. 관수개시점 처리는 플러그트레이 중량변화를 통해 상토 용적수분함량을 측정하는 알고리즘을 도입하여 특정 용적수분함량값 이하로 떨어졌을 때 두상관수가 이루어지도록 하였다. 처리구는 매일 오전(대조구) 또는 상토 용적수분함량이 각각 0.30, 0.45, 0.60m³·m⁻³에 도달하였을 때 3분간 포그 관수하였으며, 4반복 난괴법으로 실험을 진행하였다. 20일 간의 실험 결과 토레니아 삽수의 생존율과 발근율은 관수개시점 처리에 따른 차이가 없었다. 처리 20일 후, 지상부 생육 지표는 대조구가 다른 처리구에 비해 낮았으며 0.45m³·m⁻³ 처리구의 지상부 생육 지표가 다른 처리구에 비해 높았다. 뿌리 생육의 경우 0.30m³·m⁻³ 처리구의 근장만이 다른 처리구들에 비해 짧게 나타났다. 0.30, 0.45, 0.60m³·m⁻³ 처리구의 총 관수량은 각각 대조구의 8.3%, 10.7%, 16.7%로 대조구에 비해 83.3% 이상 관수량을 절약하여 관수효율을 높일 수 있었다. 결론적으로, 로드셀 기반 자동관수시스템을 통하여 플러그 육묘의 관수효율을 높일 수 있었으며, 토레니아 삽목에 있어 육묘의 생육을 저하하지 않으며 관수효율도 높은 0.45m³·m⁻³이 관수개시 상토 용적수분함량으로 가장 적합한 것으로 나타났다. 본 연구는 플러그 육묘 시 로드셀 기반 자동관수시스템을 통하여 관수효율을 높이면서도 고품질 육묘생산이 가능한 효율적 육묘 기술에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구는 농촌진흥청 농업정책지원기술개발사업(PJ016184)의 지원에 의하여 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: jongkim@korea.ac.kr

수박 재배 온실 유형 간 환경 수준과 과실 비대 차이

Differences in Environmental Levels and Fruit Enlargement between Greenhouse Types in Watermelon Cultivation

우승미¹, 최주호², 백수현², 정주형³, 김호철^{2,4,5*}

¹원광대학교 일반대학원 원예학과, ²원광대학교 원예산업학과, ³전북농업기술원 수박시험장,

⁴원광대학교 생명자원과학연구소, ⁵원광대학교 식물육종연구소

Seung Mi Woo¹, Ju Ho Choi², Soo Hyun Beak², Ju Hyung Jeong³, Ho Cheol Kim^{2,4,5*}

¹Department of Horticulture, Graduate School of Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

²Department of Horticulture Industry, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

³Watermelon Experiment Station, Jeonbuk Agricultural Research & Extension Services, Gochang 56469, Korea

⁴Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

⁵Institute of Plant Breeding Research, Wonkwang University, Iksan 54538, Korea

본 연구는 씨 없는 수박의 과실 비대에 대한 온실 유형 간 환경 요소의 효율 차이를 알아보기 위해 수행되었다. 연구 온실은 행거형 지주(∩형) 및 수정 재배로 수박 ‘블랙보이(Black Boy)’를 재배 중인 단동형(SS) 및 연동형(MS) 온실이였다. 수정일부터 수확일은 각각 SS에서 6월 2일~7월 4일(33일), MS에서 6월 18일~7월 18일(31일) 이었다. 온실 유형 간 내부의 일평균기온은 각각 28.5 ± 2.8 과 $31.6 \pm 1.7^\circ\text{C}$ 였고, 일평균광도는 292.8 ± 96.5 와 $376.5 \pm 118.3 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 MS에서 SS보다 높았다. 이에 따른 적산온도와 누적광량은 SS에서 939.3°C 와 $452.2\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ 에 비해 MS에서 980.9°C 와 $546.2\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ 로 각각 1.1배와 1.2배 높았다. 누적광량이 $1\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ 증가 할 때 주당 전체 과실 체적량은 SS에서는 2.8, MS에서는 $4.7\text{cm}^3\cdot\text{plant}^{-1}$ 증가하였고, 적산온도가 1°C 증가할 때 각각 3.1과 $6.3\text{cm}^3\cdot\text{plant}^{-1}$ 증가하여 MS에서 SS보다 각각 1.7배, 2.0배 이용 효율이 높았다. 이에 따라서 체적량 이 큰 연동 온실이 단동 온실에 비해 환경 수준이 높은 반면 변이계수(CV)가 낮아 수박 생육에 더 효율적인 것으로 판단된다.

본 연구는 전북농업기술원 ‘지역특화작목기술개발’ 과제의 일환으로 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: go-hc@daum.net

Analysis of Seed Germination in Vegetables and Herbs for Cultivation in Urban Plant Factory

Young Woo, Dong Hyun Han, Se Hui Ban, In Seo Hong, Yoo Min Ha, Jae Ho Jung, Yurina Kwack*

Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

A limited number of crops are still cultivated commercially in plant factories for profitability. As plant factories require significant initial investment and ongoing maintenance costs, it is essential to select highly profitable crops that can achieve maximum production in a short period of time. Rapid and uniform germination is essential to reduce the cultivation period, the cost of materials such as seed and media, and the labor and time required for transplanting in a plant factory. In this study, we investigated the germination rates and days in 27 crops (7 varieties in cabbage group, 9 varieties in lettuce group, 6 varieties in herb group, and 5 varieties in other vegetable group) in order to identify suitable crops for the cultivation in urban plant factory. Among the four groups, the crops in the cabbage group had the highest germination rate. The seeds of Chinese cabbage were germinated 100% for four days after sowing, and pak-choi and arugula had the high germination rate of more than 97%. In the lettuce group, the germination rate in green and red chima, oak leaf, and butterhead lettuces were in excess of 85%; and the average germination time was shortest for green romaine lettuce (3.8 days) and longest for green chicory lettuce (5.1 days). In the herb groups, all crops except red sorrel had germination rates above 70%, and the average germination times varied from 5.2 days for basil to 12.5 days for parsley. In other vegetable group, Chinese leek and spinach had low germination rates below 60%, and the average germination time was about 8 days in water spinach and Chinese leek. The results can be used as a guide to select the optimal crops for efficient cultivation in urban plant factories.

This study was supported by the project “Evaluation of Crop Cultivation under Hybrid Lighting Condition (Project No. KIER2023-360-05-01-14)” of Korea Institute of Energy Research, Republic of Korea.

*Corresponding author, E-mail: yurina911@uos.ac.kr

폐쇄형 식물공장에서 다양한 광질의 LED가 바질(cv. Dark opal)의 생육 및 품질에 미치는 영향

Effects of Various Light Qualities of LED on the Growth and Quality of *Ocimum basilicum* L.(cv. Dark opal) in Closed-Type Plant Factory

이다영¹, 김민지¹, 이주환¹, 권용범¹, 노유한¹, 최인이², 김용득³, 김지동⁴, 강호민^{1,2*}

¹강원대학교 스마트농업융합학과, ²강원대학교 농업생명과학연구원, ³철원플라즈마산업기술연구원, ⁴(주)퓨처그린

Da Young Lee¹, Min Ji Kim¹, Joo Hwan Lee¹, Yong Beom Kwon¹, Yoo Han Roh¹, In-Lee Choi²,
Yongduk Kim³, Jidong Kim⁴, Ho-Min Kang^{1,2*}

¹Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Agricultural and Life Science Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

³Cheorwon Plasma Research Institute, Cheorwon 24062, Korea

⁴FutureGreen Co., Ltd., Yongin 17095, Korea

본 연구는 폐쇄형 식물공장에서 다양한 광질 조사에 따른 다크 오팔 바질의 생육 및 품질 변화를 알아보기 위해 수행되었다. 다크 오팔 바질(cv. Dark opal)은 우레탄 스펀지에 파종하여 3주간 육묘하였다. 첫 번째 본엽이 출현하였을 때 정식하였고, 일본 원시 표준액을 이용하여 6주 동안 담액 수경으로 재배하였다. LED는 백색(White), 청색(Blue), 적색(Red), 청색+적색(Blue+Red), 청색+적색+근적색(QD)을 사용하였으며, $180 \pm 10 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 광도로 16/8시간(명기/암기) 처리하였다. 초장은 다른 처리구에 비해 QD-LED에서 평균 51% 더 길었으며, 엽장 및 엽폭은 각각 Red, Blue+Red-LED에서 길었다. 엽수는 QD와 Blue-LED에서 가장 많았고 지상부 및 지하부 생체중은 각각 QD, Blue+Red-LED에서 높았다. 정규 식생지수(NDVI)와 엽록소 함량 지표인 SPAD는 다른 처리구에 비해 Blue+Red-LED에서 각각 평균 6, 9% 더 높은 값을 보였다. DPPH 라디칼 소거능도 Blue+Red-LED에서 42%로 가장 좋았다. 안토시아닌 함량을 대변할 수 있는 ARII은 QD-LED에서 가장 높았고, 총 페놀 함량도 QD-LED에서 가장 높았으나 처리구 간의 통계적 유의성은 없었다. 결과를 종합해보면, 다크 오팔 바질의 생육은 QD-LED, 품질은 ARII을 제외하고 Blue+Red-LED에서 높은 경향을 보여, 폐쇄형 식물공장 내 다크 오팔 바질 재배 시, 단일 광이 아닌 청색+적색광이나 근적색광을 추가하는 것이 적합하다고 판단된다. 본 연구 결과는 LED를 이용한 바질의 실내 수경 재배 시, 다양한 광질의 조합을 통한 품질 향상의 가능성을 제시하였다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 기술사업화지원사업의 지원을 받아 연구되었고(122056-3), 한국연구재단의 기초연구사업(NRF-2021R1A6A1A03044242)의 지원을 받아 수행됨

*Corresponding author, E-mail: hominkang@kangwon.ac.kr

Leaf Gas-exchange Model Parameterization and Simulation for Estimating Photosynthesis in Red Pepper

Seong Eun Lee*, Hyun Hee Han, Byung-Hyuk Kim

Research Institute of Climate Change and Agriculture, NIHHS, RDA, Jeju 63240, Korea

Process-based model (PBM), based on the interactions between endogenous physiological processes and many environmental factors, can be a powerful tool for estimating crop growth and productivity. Carbon acquisition and biomass accumulation are the main components in PBM, so it has become important to understand and integrate gas exchange process in crop model. This study aimed to assess the applicability of FvCB model (a leaf model of C_3 photosynthesis proposed by Farquhar, von Caemmerer, and Berry (1980)) in red pepper (*Capsicum annuum* cv. 'Supermanitta'). For parameterization, it was grown in a temperature gradient chamber, and used in measuring leaf net CO_2 assimilation rate (A), and then, parameter estimation was carried out for four parameters including V_{cmax} (maximum rate of carboxylation), J_{max} (maximum rate of electron transport), TPU (rate of triose phosphate utilization), and R_d (Dark respiration rate). The gas-exchange model calibrated in this research is expected to be able to explain the photosynthetic responses of red pepper under various environmental conditions ($R^2=0.95^{**}$).

This research was supported by the Rural Development Administration (Project No. PJ01608301).

*Corresponding author, E-mail: pplm96@korea.kr

PO필름 피복 시설 무화과 하우스 내 차광방법이 온실내부의 온도변화에 미치는 영향

Effect of Shading Methods on Inside Air Temperature Change in Fig(*Ficus carica* L.) under Polyolefine Greenhouse

이소미*, 윤창용, 조윤섭

전라남도농업기술원 과수연구소

So-mi Lee, Changyong Yoon, Yunsup Cho

Fruit Research institute of Jeollanamco Agricultural Research and Extension Services, Haenam 59021, Korea

최근 온실의 대형화, 고정화 및 자동화되어 주년생산을 위한 연중 재배체계가 시도되면서 하절기의 고온현상은 작물의 생장을 저해하고 온실내의 작업환경을 악화하는 등의 많은 문제를 야기하고 있다. 이러한 여름철 온실의 고온현상 및 작업 환경을 개선할 수 있는 적극적인 대책이 시급한 실정이다. 이에 본 연구는 무화과 여름철 고온기 극복을 위해 내부 쿨넛(외부광이 $700\text{w}\cdot\text{m}^2$ 이상일 때 차광스크린이 작동)과 겨울철에도 사용가능한 보온커튼(3겹)을 활용하여 차광에 의한 시설 내 온도 상승 억제와 겨울철 차광에 의한 시설 내 온도 상승 여부를 비교하고자 수행하였다. 2023년 1월 전남 해남군 송지면의 보온커튼 처리구는 -8.4°C , 대조구는 -12.4°C 였고 내부 최고 온도는 보온커튼 처리구 37.1°C , 대조구는 26.4°C 였다. 평균 내부 온도는 대조구 3.8°C , 보온커튼 처리구는 9.2°C 로 평균 5°C 이상의 시설 내 온도 상승 효과가 있었다. 해남의 8월 보온커튼 차광처리구의 시설내부 하우스 온도는 42.8°C , 대조구 45.6°C 로 보온커튼 처리구가 2.8°C 가 낮았다. 같은 해 1월 전남 영암군 미암면 쿨넛 차광에 의한 시설내부 하우스 최저온도는 -5.9°C , 대조구는 -5.7°C 였고 최고온도는 쿨넛 처리구 36.4°C , 대조구는 38.8°C 로 시설 내 온도 상승 효과는 없었다. 그러나 8월 쿨넛 처리구의 하우스 내부 최고 온도는 39.2°C , 대조구는 43.9°C 로 쿨넛 처리구가 4.7°C 낮아 차광처리에 의해 온실 내부의 온도가 감소하는 것을 확인하였다. 또 하우스 내부 최저 온도는 20.8°C , 대조구는 21.0°C 였다. 쿨넛의 8월 일일 누적 일사량 평균값은 대조구는 815.4 J/cm^2 , 쿨넛 처리구는 590.8 J/cm^2 로 약 28%의 차광효과가 있었다. 해남의 보온커튼의 8월 일일 누적 일사량 평균값은 988.6 J/cm^2 대조구 1053.5 J/cm^2 였다.

본 연구는 전라남도에서 연구비를 지원받아 전라남도농업기술원 연구사업 「시설 무화과 스마트팜 실증연구」(과제번호: LP0046312023)에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: iamsom@korea.kr

시설 무화과 피복자재 종류가 장마철 시설 내 광환경 변화와 과피 착색에 미치는 영향

Effect of the Types of Covering Materials of the Light Environment on a Plastic Greenhouse and Coloring of Fig during the Changma period 2023

이소미^{1*}, 김현문², 박경섭², 구희웅², 손정환³

¹전라남도농업기술원 과수연구소, ²목포대학교 원예학과, ³바우어에너지

So-mi Lee^{1*}, Hyun Mun Kim², Kyoung Sub Park², Hei Woong Goo², Junghwan Son³

¹Fruit Research institute of Jeollanamco Agricultural Research and Extension Services, Haenam 59021, Korea

²Department of Horticulture, Mokpo National University, Muan 58554, Korea

³BauerEnergy, Agricultural Corp., Jinju 660921, Korea

여름철 높은 일사량은 작물의 과도한 호흡을 유발하여 광합성을 감소시킨다. 또한 주로 하절기에 발생하는 장마는 온실의 내부에 저일조 환경을 유발한다. 저일조 환경은 작물의 생육과 생산량을 감소시키는 원인이 될 수 있다. 본 연구는 시설 내 상자재배 무화과의 장마철 광부족에 따른 착색 불량 및 장마 이후 위조에 따른 생육저하, 순맛이, 착과불량 등의 농가 현장 애로사항을 해결하고자 실시되었다. 2023년 7월 14일, 직조필름 0.18mm, PO(polyolefin, 0.15mm)계 필름, PE(polyethylene, 0.1mm)필름을 단동 하우스에 피복하여 조사하였다. 광량자속밀도값(PPFD)은 PO 필름은 74.4%, PE 필름 68%, 직조필름은 64.8% 였고 400~700nm 파장대의 광합성유효광(PAR)의 투과율은 PO>PE> 직조순이었다. 외부 환경 33°C일 때 직조 필름이 피복된 하우스 내부 온도는 35±1°C로 PO와 PE 대비 5°C가 낮았다. 8월 26~29일 비가 내린 후 8월 30일에 수확된 과실의 평균 과중은 직조 89.8g와 PE 90.8g으로 유의적인 차이가 없었지만 PO는 85.0g으로 가벼웠다. 당도는 직조필름 처리구 16.0°Brix, PE와 PO는 15.6°Brix로 직조필름을 피복한 처리구가 높았다. 또한 과피색이 붉은색이 짙어질수록 높은 값을 보이는 a*은 직조필름>PE>PO 순으로 높았고 착색이 불량할수록 높은 값을 보이는 과실의 밝기(L*값)와 황색도(b*)는 PO>PE>직조 필름 순서로 값이 높았다. 이에 따른 2023년 장마기간 직조필름 처리구의 상품과는 PO 대비 35% 이상이었고 PE 대비 20% 이상의 증수효과가 있었다. 이상의 결과로 여름철 고온기 시설내부 환경 개선 및 장마철 광환경 개선을 위해 하우스 피복자재로 직조필름의 사용이 필요할 것으로 생각된다.

본 연구는 농촌진흥청 지역농업연구기반 및 전략작목육성 연구사업 「무화과 부가가치 증진을 위한 상품 개발 및 저장 유통 개선 연구」 (과제번호: PJ017009)과 전라남도 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: iamsom@korea.kr

사과 ‘홍로’ 수확기 진단을 위한 과실 품질 지표 분석

Analysis of Fruit Quality Indicators for Diagnosis of Harvest of ‘Hongro’ Apple

이슬기*, 조정건, 정재훈, 이동용, 장시형, 한점화

국립원예특작과학원 과수과

Seul Ki Lee*, Jung Gun Cho, Jae Hoon Jeong, Dongyong Lee, Sihyeong Jang, Jeom Hwa Han

Fruit Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Wanju 55365, Korea

기후변화에 의해 사과의 숙기가 촉진되거나 지연되어 관행적인 수확기와 일치하지 않으며, 작업자의 경험에 의해 수확되어 적숙기에 도달한 고품질의 과실 생산이 어려울 수 있다. 따라서 본 연구는 객관적인 수확기 진단 기술 개발을 위한 사과의 주요 품질 지표를 선별하고자 수행되었다. 사과 ‘홍로’를 대상으로 만개(2022.4.18.) 후 59일부터 164일까지 약 10일 간격으로 수체 중앙부의 과실 20(1~7차)~30(8~13차)개를 수확하여 과중·크기·경도·당도·색도·전분 함량 등 과실 특성을 조사하였다. 통계 분석은 과실 품질 지표 간의 상관 분석과 차원 축소를 위한 주성분 분석(PCA), 부분최소제곱회귀(PLSR)를 수행하였다. 사과의 수확기 판정 방법 중 하나인 과육의 전분 함량과 과실 품질 항목 간의 상관분석을 한 결과, 과실 정면·후면의 경도(0.89, 0.82)와 산도(0.87)가 높은 상관 관계를 보였다. PCA 분석 결과, 주성분 4까지 전체 특성을 82% 설명할 수 있었으며, 주성분 1은 색도와 관련, 주성분 2는 크기와 관련된 특성이었다. 또한 수확기 진단에 활용 가능한 전분 함량, 산도, 당도, 경도, 색도 a^* 를 이용하여 PLSR 분석을 수행 한 결과, 색도 a^* 는 잠재 변수(Latent variable) 4 기준으로 Cal, Val모델의 R^2 , RMSE가 각각 96%, 3.50 그리고 94%, 3.59로 가장 높게 나타내었으며 산도(Cal:78%, Val:74%), 경도(Cal:64%, Val:60%), 전분 함량(Cal:64%, Val:59%), 당도(Cal:31%, Val:28%) 순으로 높은 예측 성능을 보였다. 과실 품질 별 PLSR 모델들의 VIP(Variable Importance Projection)을 통해 주요 변수를 상위 5개로 나타내었을 때 과중, 전분 함량, 경도, 색도 a^* 가 공통적으로 포함되었다. 따라서 사과의 수확기 진단을 위한 후보 지표는 전분 함량과 상관 관계가 높은 경도, 산도를 선별할 수 있으며, 보조 지표로 색도, 당도를 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2021-RD009224)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: Isk0729@korea.kr

식물공장형 육묘시스템 내 광도에 따른 배추 품종별 생육특성

Characteristics in Growth of Chinese Cabbage (*Brassica rapa*) Seedling Stage Grown Under Different Light Intensity Conditions in a Closed Transplant Production System

강윤아, 이영훈*, 용영록

강릉원주대학교 식물생명과학과

Yuna Kim, Young Hun Lee*, Young Rog Yeoung

Department of Plant Science, College of Life Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 25457, Korea

본 연구는 배추 규격묘 생산을 위하여 식물공장형 육묘 시스템 내 적정 광 환경을 구명하고자 수행되었다. 실험에 사용된 품종은 춘광, 오대, 청명가을 3가지 품종으로 162구 트레이에 원예용 상토를 이용하여 충진하고 파종하였다. 온도 25°C, 습도 90% 조건에서 하루 동안 발아시킨 뒤 식물공장형 육묘 시스템에 이동하여 처리하였다. 식물공장형 육묘 시스템의 환경조건은 온도 25°C, 상대습도는 60% 이상, CO₂는 450ppm 이상으로 설정하였다. LED 광원의 비율은 red(660nm), blue(430nm), white(420-700nm)를 1:1:1의 비율로 처리하였고, 광량 처리구는 3개의 광도(200, 300, 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)를 조합하였다. 광주기는 12/12시간(명기/암기)으로 29일간 육묘하였다. 실험결과 초장, 엽수 등 배추묘의 생육은 약 20일까지는 300 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 처리에서 높게 나타났으며, 이후에는 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 처리에서 높게 나타났다. 생체중과 건물중은 재배기간에 관계없이 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 처리에서 가장 높게 나타났다. 품종 간의 유의성 있는 차이는 나타나지 않았으며, 식물공장형 육묘 시스템에서 배추 육묘 시 적정 광도는 400 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 처리가 적합한 것으로 판단되었다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: RS-2022-RD010412)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: hunly@gwnu.ac.kr

돈분발효액비 활용한 상추 수경재배에서 배지 내 염류집적 및 생육 특성 분석

Analysis of Salt Accumulation and Growth Characteristics in Coir Substrates during Lettuce Hydroponics using Pig Manure Fermented Liquid Fertilizer

이원경^{1*}, 전신재², 곽유신², 윤병성², 조태희², 박준영², 원재희¹

¹강원특별자치도농업기술원 원예연구과, ²강원특별자치도농업기술원 산채연구소 과채류시험장

Wonkyung Lee^{1*}, Shinjae Jeon², Yushin Kwak², Byeongsung Yoon², Taehee Cho²,
Junyoung Park², Jaehye Won¹

¹Horticultural Research Department, Gangwon State ARES, Chuncheon 24203, Korea

²Fruit Vegetable Research Station, Gangwon State ARES, Cheorwon 24054, Korea

상추 배지경 재배에서 돈분발효액비와 양액비로 연용에 따른 배액의 변화와 상추의 생육특성을 분석하기 위해 수행하였다. 전년도 사용한 코코피트(2년차)와 새 코코피트(1년차)를 스티로폼 성형베드에 1주당 4리터의 부피로 각각 채웠고, 처리별로 돈분발효액비와 원예원 상추전용액을 EC 1.5 dS·m⁻¹ 기준으로 희석하여 공급했다. 돈분발효액비의 화학적 특성은 1.5dS·m⁻¹, pH 7.7, NO₃-N 42.0, NH₄-N 24.4, PO₄-P 1.4, K 266.8, Ca 37.1, Mg 10.8, Na 70.1, Cl 165.8mg·L⁻¹였으며, 돈분발효액비 내 다량원소 중 질산태질소, 인, 칼슘 함량은 각각 원예원 상추전용액의 22.5%, 6.2%, 22.6%로 부족하였고, 암모늄태질소, 칼륨 함량은 각각 268.1%, 142.3%로 많았다. 돈분발효액비 처리구의 배지 연용기간에 따른 상추 생육은 1년차 배지보다 2년차 배지에서 생체중과 엽수가 높았으나, 양액공급 대조구보다 모두 적었고 그 원인은 공급된 배양액 내 양분의 불균형과 높은 나트륨(81.4mg·L⁻¹)과 염소(197.9mg·L⁻¹) 함량 때문에 생육이 억제된 것으로 사료되었다. 금후 돈분발효액비의 활용을 위한 수경재배용 단용 화학비료 첨가 등 추가적인 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

본 연구는 (재)스마트팜연구개발사업단공동연구사업(과제번호 : 421009-04)의 지원에 의해 이루어진 것임

*Corresponding author, E-mail: wklee1601@korea.kr

배지의 용적밀도와 Hilhorst 모델식 상수($\epsilon_{\sigma_b=0}$)간의 상관관계

Correlation between Bulk Density and Hilhorst Model Constants ($\epsilon_{\sigma_b=0}$) of Media

이재범, 김종윤*

고려대학교 식물생명공학과

Jaebeom Lee, Jongyun Kim*

Department of Plant Biotechnology, Korea University, Seoul 02841, Korea

본 연구는 배지(토양 및 상토)의 용적밀도(bulk density, BD)를 통해 Hilhorst 모델식 내 상수 $\epsilon_{\sigma_b=0}$ (bulk EC가 0일 때의 유전율)을 추정하는 방안에 대하여 모색하고자 수행하였다. 배지는 국내 노지 토양 4종류, 상토 3종류로 총 7종류의 시료를 준비하여 3반복으로 실험을 진행하였다. 각 배지 시료별로 증류수 100mL를 가하여 균질한 수 분 상태로 혼합한 뒤, 440mL 화분에 일정한 답압으로 충전하여 토양센서(TEROS 12, Meter Group)를 설치한 뒤 시료를 충분히 건조시키며 센서의 σ_b 값과 유전율의 변화를 측정하고 회귀분석을 통해 각 시료의 $\epsilon_{\sigma_b=0}$ 를 산출하였다. 각 시료의 용적밀도는 80°C 오븐에 2주간 추가로 건조한 무게를 통하여 측정하였다. 배지의 용적밀도에 따른 $\epsilon_{\sigma_b=0}$ 의 변화를 분석한 결과, 7종류의 모든 시료에서 전체적으로 용적밀도가 증가할수록 $\epsilon_{\sigma_b=0}$ 값이 증가함을 확인할 수 있었다($\epsilon_{\sigma_b=0} = 1.7789 \times BD + 1.3197$, $r^2 = 0.8292$, $P < 0.001$). 이는 배지의 종류와 상관없이 유의한 상관관계를 보였으며, 동일 배지의 다른 용적밀도의 경우에서도 $\epsilon_{\sigma_b=0}$ 의 차이가 있는 것으로 나타났다. 본 결과를 일반화하기 위해서는 더 많은 배지 종류 및 다양한 용적밀도를 통한 검증이 필요하겠으나, 배지별로 다른 $\epsilon_{\sigma_b=0}$ 값을 용적밀도를 통해 쉽게 추정할 수 있는 가능성을 보여주었다. 본 연구는 FDR 센서를 통해 배지의 양수분 관리를 위한 EC 측정을 알맞게 하기 위한 기반자료로, 토양센서의 현장 적용에 도움이 될 것으로 판단된다.

본 연구는 농촌진흥청 농업정책지원기술개발사업(PJ015643)의 지원에 의하여 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: jongkim@korea.ac.kr

재사용 암면 배지의 물리적 특성 변화 분석

Analyzing Changes in Physical Properties of Reuse Rockwool Substrate

이재성, 신종화*

국립안동대학교 원예육종학

Jae Seong Lee, Jong Hwa Sin*

Department of Horticulture and Breeding, Andong National University, Andong 36729, Korea

암면은 무기 배지로서 화학적으로 불활성 하며, 우수한 보수성과 공극률을 가지고 있으므로 작물 재배에 많이 이용된다. 그러나 암면 배지를 사용한 후 폐기 처리에 비용적 부담과 구매비용이 높다는 단점이 있다. 배지의 재사용은 이러한 문제들을 대처할 방법으로 고려될 수 있다. 하지만 배지 재사용 시 작물 뿌리에 의한 배지의 물리적 특성 변화가 일어날 수 있으며, 물리적 특성 변화는 작물 근권환경 관리에 있어서 매우 중요한 요인이다. 따라서 본 연구는 토마토 재배에 사용된 암면 배지의 재사용 가능성을 위한 물리적 특성 비교 분석하고자 수행되었다. 실험은 2023년 3월 28일부터 7월 5일까지 토마토 재배에 사용된 암면 배지와 신규 암면 배지를 사용하여 물리적 특성을 측정 및 비교하였다. 물리적 특성 비교를 위해 두 종류 배지의 부피, 무게, 밀도, 최대포화용수량, 공극률, 중력수 배출 시간 및 양, 최대함수율을 비교하였다. 결과로 재사용된 암면 배지와 신규 암면 배지 간에 물리적 특성 차이를 확인했으며, 이러한 변화는 배지 내에 작물 뿌리 배치 등으로 인한 배지의 구조 변화가 영향을 준 것으로 판단된다. 위 결과를 통해 암면 배지의 재사용 가능성을 평가하고, 재사용 암면 배지의 물리적 특성 변화를 이해하는 데 도움이 될 것으로 판단된다. 또한 배지 재사용 가능성을 평가함에 있어서 물리적 특성 뿐만 아니라 화학적 특성 변화에 대한 추가적인 연구도 진행되어야 할 것으로 판단된다.

*Corresponding author, E-mail: shinjh@andong.ac.kr

대마 재배용 컨테이너형 식물공장 내 대류팬 설치를 통한 유동장 변화 전산 유체 해석

Analysis of Flow Field Variation through Installation of Circulation Fans in Containerized Plant Factory for Hemp Cultivation: Computational Fluid Dynamics Approach

이정민*, 김승희, 허정욱, 이승철

농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Jeong-min Lee*, Seounghee Kim, Jeong-wook Heo, Seungchul Lee

Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

국내 헴프 생산 연구를 위해 구축한 대마 전용 컨테이너 재배시설의 실내 환경 분석 결과 유동 정체 현상으로 인해 일부 구간에서 재배상 내 온도와 유속 분포가 균일하지 않은 문제가 도출되었다. 실내 환경의 균일성 개선을 위해 유동팬 설치가 필요함에 따라 본 연구에서는 전산 유체 해석을 활용하여 유동팬 설치 유무에 따른 컨테이너형 대마 재배시설 내 온도 분포 및 공기 유동 변화를 분석하였다. 재배실(W:3m* L:8m* H:3.1m) 내부는 대마의 재배 특성을 관찰하기 위한 2단 재배대(W:0.86m* L:6m* H:2.85m, 층별 높이 0.96m)와 LED 승강형 재배대(W:0.86m* L:6m* H:2.85m)를 좌우로 배치하였으며 공기조화를 위해 재배대 상·하단에 공조 덕트를 설치하여 공기 특성에 따라 상·하 방향으로 냉난방이 이루어지도록 설계하였다. 또한 2단 재배대에는 개별 제어 가능한 120mm * 120mm * 30mm 규격의 유동팬을 18개씩(10.21N/m^3), 승강형 재배대 앞쪽에는 송풍기(blower)를 설치하여 온도분포 개선과 작물 생육 촉진을 위한 조치를 취하였다. 설계 내용을 바탕으로 재배실 내부 공간을 3차원 모델링하였고(NX Siemens), Fluent(Ansys, USA)를 활용하여 유동팬 설치 전후 온도 및 유속 분포 변화를 분석한 결과, 온도는 설치 전에 비해 균일화된 온도분포를 보여주며 $27.5\pm 1.7^\circ\text{C}$ 로 안정적인 변화를 나타내었고 유속의 경우 0.12%로 재배상 내 공기의 흐름이 발생하여 헴프 생육을 위한 실내환경이 개선되었다. 유동팬 설치를 통해 기존 재배실 중앙부에서 발생하였던 유동 정체 현상이 해소되어 온도 분포의 균일성이 향상됨을 확인하였다. 본 시뮬레이션 분석 결과를 바탕으로 재배공간 내 대마 품종 ‘청삼’ 재배실험을 수행하고 생육 특성을 조사할 계획이다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ016793012022)의 지원에 의해 이루어진 것임

*Corresponding author, E-mail: farmloverljm@korea.kr

대마 재배용 컨테이너형 식물공장 육묘실 내 유동장 전산 유체 해석

CFD Analysis of Flow Field in Containerized Plant Factory Seedling Room for Hemp Cultivation

이정민*, 김승희, 허정욱

농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Jeong-min Lee*, Seounghee Kim, Jeong-wook Heo

Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration,
Jeonju 54875, Korea

현재 의료용 대마 헴프 생산의 목적은 원물 내 CBD(Cannabidiol) 성분 함량 극대화에 초점을 맞추고 있으며 함량 증대, 대마 품종 선발과 관련된 선행 연구가 국내외에서 다수 이루어지고 있다. 법적으로 마약류로 분류되어 있어 관련 규제가 많기에 해외 대비 상대적으로 연구 진행이 미진한 국내 헴프 연구의 활성화를 위해 본 연구에서는 대마 전용 생산 시설 구축을 위한 컨테이너 구조의 육묘용 공간을 조성하여 실내 공기 상태를 전산 유체 해석을 통해 분석하였다. 육묘실(W:3m* L:4m* H:2.4m) 내부는 재배실 정식 전 발아, 육묘를 목적으로 3단 재배대(W:0.76m*L:2m*H:2.1m, 층별 높이 0.55m) 2개를 실내 좌우측에 각각 배치하고 육묘실 내부 공기조화를 목적으로 13kW 출력의 공조시스템과 폐열회수 환기시스템을 설치하여 아래 방향으로 공기가 유입되도록 토출구를 배치한 형태이다. 전산 유체 해석을 위해 육묘실 내부 공간을 3차원 모델링하고(NX Siemens), Fluent(2022 R1, Ansys, USA)를 활용하여 모델 내 유동 분석용 격자를 생성하였다. 그리고 조명의 발열 유속 700W/m², 공조시스템 토출 풍속 8m/s, 실내 설정 온도 23°C, 육묘실 내부는 열 출입이 발생하지 않는 단열 조건으로 가정하여 경계 조건 및 난류 모델을 설정하였고 이를 기반으로 육묘 공간을 총 27지점으로 나누어 온도 및 유속 분포를 분석한 결과, 각각 26.71±1.4°C, 0.52±0.24‰로 헴프 생육에 적정수준의 환경 범위가 조성됨을 확인하였다. 하지만 공조시스템 토출 공기가 직접적으로 접촉하는 육묘실 중심부에서 3.74‰로 상대적으로 빠른 유속이 형성되어 중심부 인근 대마 유묘의 생육을 저해할 우려가 있으므로 토출부 전면에 유속을 제어하기 위한 가림판 설치의 필요성을 확인했다. 향후 본 시뮬레이션 분석 결과와 컨테이너 육묘실 내 센서 측정값을 비교하고 육묘실에서 광 조건에 따른 대마 초기 생육 변화를 분석할 예정이다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ016793012022)의 지원에 의해 이루어진 것임

*Corresponding author, E-mail: farmloverljm@korea.kr

생강 노지재배 빅데이터 수집 및 괴경중 상관분석

Big Data Collection and Correlation Analysis of Tuber-weight in Field Culture of Ginger

이종원*, 손경민, 김은솔, 박권서

충청남도농업기술원 양념채소연구소

Jong-Won Lee*, Kyeong-Min Son, Eun-Sol Kim, Kwon-Seo Park

Seasoning Vegetable Research Institute, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services,
Taeon 32155, Korea

생강은 원산지가 인도, 말레이시아 등 동남아 지역으로 추정되며 우리나라에서는 겨울철 저온의 영향으로 1년 생 초본과 같이 생육한다. 대부분 노지에서 재배되고 있고 4월 중순부터 5월 상순까지 정식하여 10월 하순부터 11월 초순까지 수확하는 비교적 재배기간이 긴 작물에 속한다. 생강은 외기온도에 비해 서서히 상승되는 지온의 영향을 받아 정식 후 40~50일 지나서 출현되는 특징이 있다. 또한 7~8월 장마 및 고온기를 지나면서 뿌리썩음병의 만연으로 20% 안팎의 수량이 감소되고 있어 재배기간 중 기상 및 토양환경의 변화를 모니터링하여 선제적으로 대응하는 과학적 영농기술이 요구되고 있다. 또한 최근 농촌인구 감소, 고령화 등으로 농업의 어려움이 가중되고 있는 상황으로 빅데이터에 기반한 스마트농업이 미래농업의 대안으로 부각되고 있다. 본 시험은 2022년 충남의 생강 주산지인 태안지역에서 3개소(농가)를 선정하여 생강의 정식부터 수확까지 재배지에 측정장비를 설치하여 기상환경(기온, 습도, 일사량 등 5항목) 및 토양환경(지온, 함수량 등 4항목)의 변화를 실시간 모니터링하였고 시기별 데이터를 분석하였다. 또한 출현기부터 수확기까지 시기별로 지상부(초장, 엽수 등 6항목) 및 지하부(괴경중, 근수 등 5항목)의 생육을 조사하였다. 수확기 생육조사 결과, 괴경중과 높은 상관관계를 보이는 항목들로는 생체중(상관계수 0.966), 괴경장(0.790), 경수(0.716), 괴경고(0.697), 근수(0.509) 순으로 조사되었다. 이 중 ‘괴경중’과 상관지수가 높은 지상부 조사항목은 ‘경수’로 분석되었다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ016947)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: jwis9798@korea.kr

생강 조직배양시 배양병내 재식밀도에 따른 순화재배 특성

Characteristics of Acclimated Cultivation according to Planting Density in Culture Bottle during Tissue Culture of Ginger

이종원*, 김은솔, 손경민, 박권서

충청남도농업기술원 양념채소연구소

Jong-Won Lee*, Eun-Sol Kim, Kyeong-Min Son, Kwon-Seo Park

Seasoning Vegetable Research Institute, Chungcheongnam-do Agricultural Research and Extension Services,
Taeon 32155, Korea

국내 씨생강 소요량의 50% 정도는 매년 중국으로부터 수입되어 사용되고 있다. 하지만 수입 씨생강은 정식 후 발아율이 불균일하여 종종 농가 현장에서 피해가 발생하고 있는 실정으로 신뢰성 있는 국내산 씨생강의 공급이 요구되고 있다. 아울러 본 시험은 조직배양을 통한 우량 씨생강 생산시스템 개발을 위해 조직배양 단계에서 배양병내 재식밀도에 따른 순화재배 특성을 구명하기 위해 실시되었다. 생장점배양을 거쳐 계대배양 단계에서 배양병내 조직배양묘(모듬)을 2, 4, 6개로 하여 본포 순화재배 정식 전까지 기내 관리 후 2022년 4월 25일에 본포(비가림하우스)에 정식하였다. 재배방법은 양액재배로서 재배용기는 플라워박스(60*20*15cm)를 사용하였고 배지는 원예용상토(코코피트 51%, 피트모스 10%, 질석 13%, 펄라이트 15%, 제오라이트 10%, 기타 0.5%)에 왕겨 15%를 첨가하여 사용하였다. 양액은 폴리피드를 2회/주 관주하였다. 수확기 생육조사 결과, 순화재배에 따른 생존율은 배양병내 재식밀도 2개(77.8%), 4개(72.9%), 6개(59.7%) 순으로 조사되었고 괴경중도 같은 경향으로 각각 352.6g, 183.1g, 119.0g으로 조사되어 수량지수는 2구(100), 4구(97), 6구(78)로 분석되었다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ016947)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: jwis9798@korea.kr

오이 접목묘의 엽질소 함량 예측을 위한 비파괴 측정 지표 선발

Non-destructive Measurement Index Selection for Predicting Leaf Nitrogen Content of Grafted Cucumber

이지은*, 이중환, 김건, 원종건

경상북도농업기술원 원예경영연구과

Ji Eun Lee*, Joong Hwan Lee, Geon Kim, Jong Gun Won

Gyeongsangbuk-do Agricultural Research & Extension Services, Daegu 41404, Korea

엽록소는 광합성에 필요한 빛을 흡수하는 색소로 그 함량이 식물체내 질소의 이용성에 따라 결정되므로 생육기간 동안 엽록소 함량은 질소 함량과 상관관계가 높다. 최근에는 비파괴적으로 질소 함량을 추정하기 위해 분광 반사특성을 이용하려는 연구가 계속되고 있다. 본 연구는 스마트육묘 표준 자동 생육진단시스템을 개발하기 위해 오이 품종별로 질소 공급 수준에 따른 접목묘의 엽 질소함량을 예측하기 비파괴적으로 측정 가능한 지표들을 선발하기 위해 수행되었다. 실험재료는 오이(*Cucumis sativus* L.) 3품종으로 접목활착 종료 직후의 모종을 이용하였다. 육묘용 양액은 표준농도(N-P-K-Ca-Mg = 8.0-2.4-2.4-4.8-1.6me·L⁻¹)에서 질소 함량을 N0, N0.5, N1, N2, N4의 5수준으로 처리하였고, 접목활착 종료 4일 후부터 2-3일 간격으로 40공 연결트레이 내 상토가 충분히 젖도록 양액을 두상관수하였다. 엽록소 함량은 잎 0.5g을 80% 아세톤으로 추출하였고, UV/VIS spectrophotometer로 652nm에서 흡광도를 측정하여 총 엽록소 함량을 계산하였다. 비파괴 측정은 휴대용 장비를 이용하여 SPAD, 식생지수와 엽록소형광을 측정하기 위해 엽록소 함량을 분석한 잎과 동일한 위치에 측정하였다. 품종별로 질소 농도가 높을수록 초장, 엽수, 엽면적 등 형태적 지표와 충실도를 나타내는 엽 건물물, 비엽면적에 있어서도 통계적 유의성을 나타내었다. 초장, 엽수, 엽면적 및 생체중은 질소 농도가 높아질수록 증가하였으나, 지상부 건물물은 질소 농도가 높을수록 감소하였고, 비엽면적 지수는 질소 농도가 높을수록 증가하였으며, 모든 품종에서 동일한 반응을 나타내었다. 엽록소 함량과 상관성이 높은 것은 식생지수의 다양한 지표들 중 NDVI, SR, GM1 지수에서 0.83~0.82 정도로 매우 높은 정의 상관관계를 나타내었고, G 지수는 매우 높은 부의 상관관계를 나타내었다. 엽록소형광에서는 0.5 이하의 낮은 상관관계를 나타내어 질소 함량을 예측하는 지표로는 부적합할 것으로 판단되었다. 따라서 오이의 엽 질소 함량을 비파괴적으로 예측하기 위해 다양한 식생지수들을 개발하고 활용하는 것이 적합할 것으로 생각된다.

본 결과물은 농림축산식품부, 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원, (재)스마트팜 연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신 기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호 421035-04)).

*Corresponding author, E-mail: syje@korea.kr

Changes in Growth and Mineral Absorption Ratios of Lettuce Seedlings Grown under Various Light Spectrum

Jihye Lee^{1,2}, Mung-Min Oh^{1,2*}

¹Department of Animal, Horticultural, and Food Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

²Brain Korea 21 Center for Bio-Health Industry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Light quality affects crop morphology and photosynthesis in vertical farms. Furthermore, the mineral absorption rate of plants varies depending on the quality of light used, suggesting that different light qualities in vertical farms can influence the mineral absorption patterns of crops. However, research on mineral absorption patterns according to different light quality is still limited. Therefore, we investigated the absorption ratios of various minerals of lettuce seedlings cultivated in different light qualities. *Lactuca sativa* L. 'Fairly' was cultivated for 12 days under the following conditions: 20°C temperature, 70% relative humidity, and a CO₂ concentration of 500 μmol·mol⁻¹. Hoagland nutrient solution (electrical conductivity 1.2 dS·m⁻¹ and pH 5.8) was subirrigated. The nutrient solution was exchanged at 6 days of treatment. Light intensity was set at 200 μmol·d⁻²·s⁻¹ with a 16-h light period. We applied 10 different lighting treatments, varying the ratios of red, green, and blue light (R1, G1, B1, RG11, RB11, GB11, RGB111, RGB411, RGB141, RGB114) and white LED was used as control. In the first growth measurement, R1 exhibited the highest shoot fresh and dry weights, 1.6 times higher than the control. Root fresh weight was the highest in RG11, significantly 1.5 times higher than the control. The leaf area of B1 showed a 2-fold difference compared to RGB114. Among the mixed light conditions, RGB114 exhibited the lowest growth. In the second growth measurement, RG11 showed the highest shoot fresh and dry weights, 1.8 times and 1.6 times higher than the control. There were no significant differences in root fresh and dry weights based on light qualities. Leaf area was significantly 2 times higher in G1 compared to RGB114. Additionally, the number of leaves was 1.2 times significantly higher in RGB111 compared to B1, and SPAD values were 1.5 times significantly higher in the RG11 compared to the G. Mineral absorption rates also varied depending on the light qualities used. In this study, we obtained the basic data on mineral absorption ratios depending on the light qualities used. In the future, additional research should be required to provide nutrient solutions with optimal mineral ratios tailored to light quality condition of each vertical farms.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (grant number 2020R111A3074865).

*Corresponding author, E-mail: moh@cbnu.ac.kr

글루탐산과 키토산 혼용 처리가 배추의 고온 스트레스 경감에 미치는 효과

Effect of Mixed Application of Glutamic Acid and Chitosan on Alleviation of High Temperature Stress in Korean Cabbage

이진형^{1*}, 이희주¹, 위승환¹, 이혜진¹, 이상규¹, 남춘우¹, 장성회²

¹국립원예특작과학원 채소과, ²세계채소센터 한국사무소

Jin-Hyoung Lee^{1*}, Hee-Ju Lee¹, Seung-Hwan Wi¹, Hye-Jin Lee¹, Sang-Gyu Lee¹,
Chun-Woo Nam¹, Seong-Hoe Jang²

¹Vegetable Research Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, RDA, Wanju 55365, Korea

²World Vegetable Center Korea Office (WKO), Wanju 55365, Korea

본 연구는 고온 스트레스 조건에서 글루탐산과 키토산의 혼용 경엽처리가 배추의 생장 및 생리활성 반응에 미치는 영향을 구명하고자 하였다. 배추 ‘춘광’을 와그너포트(1/2000아르)에 정식 후 21일부터 7일간 적온(20/16°C) 및 고온(30/26°C) 조건에서 실험하였다. 고온 스트레스 처리 전 글루탐산 10ppm, 키토산 40ppm을 단용 및 혼용하여 각각 주당 100mL을 4일 간격으로 2회 엽면살포하였고, 대조구와 무처리는 물을 처리하였다. 생리활성제 처리 후 4일에 광합성 특성과 항산화효소 활성을 측정하고, 정식 후 31일에 생육 특성을 조사하였다. 생리활성제 단용 및 혼용 처리시 배추의 광합성속도, 기공전도도 및 증산속도는 무처리 대비 15-30% 이상 증가하였고, 1회차에는 글루탐산 단용, 2회차는 글루탐산과 키토산 혼용 처리가 가장 높았다. 1회차 처리 후 항산화효소 활성은 SOD와 CAT에서 혼용 처리구, POD는 키토산 처리가 가장 높았고, H₂O₂ 함량은 글루탐산 처리구가 가장 낮아 유의한 차이를 보였다. 반면 2회차에서는 증가하는 경향을 보였으나 처리 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 생리활성제 처리구의 생체중이 무처리 대비 증가하는 경향을 보였으며 혼용 처리가 206.7g으로 무처리 185.4g에 비해 10% 이상 증가하였다. 결과적으로 글루탐산과 키토산의 혼용 처리가 단용 처리에 비해 고온에 의한 피해를 완화 시켰으며, 이는 생리활성제의 혼용 처리가 환경 스트레스에 대한 피해 경감 연구에 효율적으로 활용할 수 있다고 사료 된다.

본 성과물(학술발표)은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2020-RD009367) 및 2023년도 농촌진흥청 국립원예특작과학원 전문연구원 과정 지원사업에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: leejh0820@korea.kr

Analysis of the Relationship between Strawberry Crown Temperature and Budding, Flowering

Taeseok Lee*, Jingu Kim, Kilsu Han

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

This research was aimed to analysis of the effect of crown heating on the budding, and flowering of strawberry. In December, January, and February, when the outside temperature was low, the average strawberry crown temperatures at daytime were 15.1°C, 15.4°C, 16.8°C respectively in the test zone, 13.6°C, 13.8°C, 16.0°C respectively in the control zone. The average strawberry crown temperature at daytime in the test zone was 1.3°C higher than that of the control zone. At nighttime, the average strawberry crown temperatures were 9.8°C, 10.7°C, 11.4°C respectively in the test zone, 7.3°C, 7.6°C, 8.8°C respectively in the control zone. The average strawberry crown temperature at nighttime in the test zone was 2.7°C higher than that of the control zone. The correlation coefficient of budding date and flowering date was 0.98, showing a high positive correlation. As a result of performing correlation analysis and regression analysis on strawberry crown temperature and budding period, the correlation coefficient was -0.86 and the determination coefficient was 0.74. This study shows that the period of budding tended to be shorter as the crown temperature was higher.

This research was supported by the Rural Development Administration (Project No. PJ016660).

*Corresponding author, E-mail: taeseok84@korea.kr

P-67

관부 난방으로 인한 딸기 재배 환경 및 생산성 변화 분석

Analysis of Changes in Strawberry Cultivation Environment and Productivity due to Crown Heating

이태석*, 김진구, 한길수

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Taeseok Lee*, Jingu Kim, Kilsu Han

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

본 연구는 고설 딸기를 재배할 때 온수, 연질 파이프를 이용해 관부의 온도를 높게 관리하면 관부 및 배지 온도는 어떻게 변화는지, 딸기의 수확량 및 품질에도 영향이 있는지 살펴보기 위해 실시되었다. 동절기(12월, 1월, 2월)의 딸기 관부 온도는 관부 난방 시험구가 대조구에 비해 주간 평균 1.3°C, 야간 평균 2.7°C 높게 나타났으며, 배지 온도는 시험구가 대조구에 비해 주간 평균 1.7°C, 야간 평균 2.4°C 높은 것으로 나타났다. 수확이 시작된 12월부터 이듬해 3월말까지의 수확량은 시험구 392.6 g/plant, 대조구 346.0 g/plant로 시험구에서 약 13.5% 높게 나타났다. 딸기의 품질은 농산물 표준규격에 따라 2L, L, M, S 등급으로 나누었는데, 조사주에서 총 386개가 수확된 시험구에서는 2L 등급 95개(24.6%), L 등급 146개(37.8%), M 등급 98개(25.4%), S(12.2%) 등급 47개로 나눌 수 있었다. 대조구는 총 337개가 수확되었으며, 각 등급별로 2L 등급 85개(25.2%), L 등급 112개(33.2%), M 등급 87개(25.8%), S(15.7%) 등급 53개로 나눌 수 있었다. 관부 난방을 한 시험구에서 2L, L, M 등급의 수확량이 대조구에 비해 더 많았으며, 비율도 더 크게 나타났다. 본 연구결과를 통해 딸기의 관부 온도를 높게 관리함으로써 딸기의 품질을 높일 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ016660)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: taeseok84@korea.kr

Evaluation of Photosynthetic Factors Affected on Water Use Efficiency in Strawberry Plants

Tae Yeon Lee¹, Ha Seon Sim¹, Yu Hyun Moon¹, Ha Rang Shin¹, Soo Bin Jung¹, Yong Jun Kim¹,
Na Kyoung Kim¹, Jung Su Jo², Sung Kyeom Kim^{1*}

¹Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Sciences, Kyungpook National University,
Daegu 41566, Korea

²Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University,
Gwangju 61186, Korea

Water is a scarce resource, and comprehensive strategies for its future management in crops are essential. Enhancing irrigation water use efficiency (iWUE) is necessary to augment agricultural productivity and sustainability. This study aimed to evaluate the impact of photosynthetic efficiency attributed to Growing Degree Days (GDD) and its consequential influence on water use efficiency in strawberry (*Fragaria × ananassa*). ‘Seolhyang’ strawberry was cultivated in a tunnel-type greenhouse (25 × 7 m) at Kyungpook National University. The photosynthetic rate was measured using a portable photosynthesis system on the third leaf with fully unfolded (n=3), with measurements conducted on thirteen times the period from October 24, 2022, to April 11, 2023. Leaf temperature (T_{leaf}) range was from 20°C to 25°C. The ‘plantecophys’ R package was used to estimate V_{cmax} and J_{max} through the FvCB model. V_{cmax} was positively correlated with J_{max} ($r=0.57$), T_{leaf} ($r=0.67$), and respiration ($r=0.78$). J_{max} showed positive correlation with V_{cmax} and T_{leaf} . There was no correlation between photosynthetic efficiency (V_{cmax} and J_{max}) and iWUE. iWUE was not correlated with net photosynthetic rate but showed a negative correlation with transpiration ($r=-0.89$). The vapor pressure deficit value in the chamber could be considered a result of transpiration. In instances of reduced water use efficiency, it was noted that VPD levels consistently stayed below 1.2, signifying a relatively elevated rate of transpiration. The photosynthetic efficiency of strawberries showed consistent levels regardless of GDD. Instead, the study emphasized the significance of inhibiting excessive transpiration to enhance iWUE.

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korea government (MSIT) (No. 2019R1I1A3A01063693)

*Corresponding author, E-mail: skkim76@knu.ac.kr

Structural Behavior of Timber Pile Connections: Pull-out and Bending Test Analysis

Haksung Lee^{1*}, Mankwon Choi², Yangyeol Oh¹, Heekyoung Ock¹, Kwang-Seung Lee¹,
Hyeonsuk Cho¹, Bang Hun Kang¹

¹Reclaimed Land Agriculture Research Team, NICS, RDA, Wanju 55365, Korea

²Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

The national managed reclaimed land covers approximately 30,000 hectares, with the creation of export-oriented horticultural areas accounting for around 2,936 hectares. In the development of such large-scale horticultural facilities, a prominent issue is the economical construction of greenhouse foundations, taking into account the soft soil characteristics. Given that constructing foundations like PHC(Pretensioned spun High strength Concrete) piles, commonly used for buildings, requires a substantial budget, there is growing interest in greenhouse foundations, such as timber piles, that are suitable for greenhouse purposes and provide structural integrity. This is due to their cost-effectiveness. The purpose of this study is to verify the structural safety of greenhouse foundation construction using timber piles that are cost-effective compared to PHC piles and can be connected on-site. In the case of timber piles, they are cut and transported at approximately 6-meter intervals, considering transportation during the logging process. During the construction process, extending construction to the level of weathered soil is required to meet the required bearing capacity of 100 kN/m². To facilitate this extension, it is necessary to verify the structural stability of the connecting structures. In some construction cases and research, steel pipe forms have been applied for extension construction. However, in this study, a screw bolt type connection method was adopted to enhance construction convenience, and its structural safety was compared and examined in relation to the conventional method. Two testing methods, pull-out tests and bending tests, were used for comparison. In the pull-out test, the screw bolt type connection method resulted in a pull-out resistance of 33.2 kN, which is approximately 48% higher than the pipe-type method. In the bending test, the pipe-type method showed a load range about 21% higher at 41.8 kN. From the perspective of pull-out resistance, the connection method demonstrated superiority, while in terms of bending resistance, the pipe-type method performed better. Further investigation is needed to assess the correlation with external wind loads permissible in greenhouses and to determine an appropriate connection structure.

This research was supported by the Rural Development Administration (Project No. PJ016798012023).

*Corresponding author, E-mail: lhs0221@korea.kr

Study on the Estimation of Reference Evapotranspiration for Crop Cultivation in the Saemangeum Reclaimed Land

Haksung Lee^{*}, Yangyeol Oh, Heekyoung Ock, Kwang-Seung Lee, Seo Young Jeoug, Bo-seong Seo,
Young-Tae Shin, Hyeonsuk Cho, Bang Hun Kang

Reclaimed Land Agriculture Research Team, NICS, RDA, Wanju 55365, Korea

In accordance with the comprehensive development plan for reclaimed lands outlined by the government (MAFRA, 2019), there is a growing interest in the large-scale cultivation of crops using reclaimed lands. Taking into consideration this governmental direction, experimental research projects are underway in the Saemangeum reclaimed land to support improvements in food self-sufficiency and the production of various crops that can serve as imports substitutes. Crops are highly sensitive to growth stages, seasons, and agricultural environments, and they are directly affected by soil moisture deficits and drought. Prolonged drought conditions can lead to soil moisture deficiency and increased water stress, potentially exerting a significant impact on crop productivity. In this study, prior to estimating crop evapotranspiration, the determination of reference evapotranspiration for the reclaimed lands of the Saemangeum reclaimed land is undertaken. The objective is to calculate the reference evapotranspiration using the FAO Penman-Monteith (PM) formula and the Hargreaves (HG) formula. To achieve this, data collected from meteorological observations within the extensive experimental site of the reclaimed lands in the Saemangeum from may to september 2023 served as the basis for reference evapotranspiration calculations. The PM formula utilized temperature, humidity, wind speed, solar radiation, and atmospheric pressure data, while the HG formula was solely temperature-based for reference evapotranspiration estimation. A correction factor of 0.00206 was applied to the HG formula. The reference evapotranspiration calculated using the PM formula was approximately 4.23 mm/day, whereas the HG formula yielded a reference evapotranspiration of about 9.4 mm/day. The results obtained through the HG formula exhibited an error range of 38.5% to 68.5% compared to the PM formula. Both the PM and HG formulas showed a considerable margin of error, and future work aims to refine the coefficients through on-site lysimeter data. Additionally, the applicability of the HG formula using only temperature data will be further examined

This research was supported by the Rural Development Administration (Project No. RS-2023-00232338).

^{*}Corresponding author, E-mail: lhs0221@korea.kr

NFT 시스템을 활용한 아쿠아포닉스에서 무기 배지가 칼랑코에(*Kalanchoe blossfeldiana*)의 생육에 미치는 영향

Effects of Media on the Growth of *Kalanchoe blossfeldiana* in Aquaponic Using the NFT System

이현진¹, 신호섭¹, 윤여중², 최기영^{1,3*}

¹강원대학교 농산업학과, ²(주)유니플랜텍, ³강원대학교 미래농업융합학부

Hyoun-Jin Lee¹, HyoSub Shin¹, Ye-joong Yun², Ki-Young Choi^{1,3*}

¹Department of Agriculture And Industries, Kangwon National University Graduate School, Chuncheon 24341, Korea

²Uni Plantech Co., Ltd., Gimje 54324, Korea

³Division of Future Agriculture Convergence, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

본 실험은 NFT 시스템을 활용한 아쿠아포닉스에서 포트묘의 지지물로 무기 배지 원이 칼랑코에(*Kalanchoe blossfeldiana*)의 생육과 생리반응에 미치는 영향을 알아보고자 수행하였다. 무기 배지 4종류[난석(O), 펄라이트(P), 화산석(V), 하이드로볼(H)]를 네트포트($\varnothing 7 \times 7 \text{cm(H)}$)에 충전하고 재배조(103(L) \times 13(W) \times 6(H)cm) 2조에 처리별 칼랑코에 16개체를 정식하고, 42일간 실내 환경(온도 25°C, 습도 60%)이 조절되는 재배실에서 재배하였다. 3마리의 금붕어(*Carassius auratus auratus*)는 아쿠아 수조(15L)에서 사육하였으며, 여과를 위해 외부 여과기를 장착하여 24시간 순환하였다. 재배기간동안 아쿠아 수조의 EC는 H처리가 0.38dS·m⁻¹로 축적이 적었고, P처리에서 0.51dS·m⁻¹ 수준으로 가장 높았다. 사육수 최고와 최저 pH의 차이는 P, O, H, V처리 순이었고, 평균 pH는 H, O, V, P인 배지에서 각각 5.91, 5.88, 5.4, 5.8이었다. 처리 42일째 엽록소 형광(FP110/D)을 측정한 결과 P처리에서 최대 광합성 효율(Fv/Fm)과 식물의 건전함(Mo, maximal fractional rate of photochemistry)은 낮았고, 에너지 손실율(DIo/RC)은 높았다. 총 엽록소 함량 역시 P처리에 가장 적었다. 생리장애 발생은 H처리에서 6.3%로 가장 적었고, V와 P처리에서는 처리 후 6일부터 발생하였으며, P처리는 처리 39일째 모든 개체에서 관찰되었다. 처리 42일째 생육은 H, O, V처리에서 양호하였다. 이상의 결과 NFT 시스템을 적용한 아쿠아포닉스의 포트 내 무기처리는 하이드로볼이 가장 양호하였다.

본 연구는 농림식품기술기획평가원(세부과제번호: 821039033HD02022182102130000)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: choiky@kangwon.ac.kr

고추 육묘 중 상토 내 토양수분 스트레스가 묘 생육에 미치는 영향

Effect of Water Stress on Growth of Hot Pepper Seedling during Nursery Period

이혜진*, 이상규, 이희주, 위승환, 이진형

국립원예특작과학원 채소과

Hye-jin Lee*, Sang-Gyu Lee, Hee-Ju Lee, Seung-Hwan Wi, Jin-Hyoung Lee

Department of Vegetable Research, NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea

채소 육묘 기간 중의 생육상태는 아주 심은 후의 생육과 생산성에 영향을 크게 미치기 때문에 육묘 환경관리는 매우 중요하다. 특히 묘 뿌리가 잘 발달하고 병이 발생하지 않도록 관수 관리하는 것이 중요한데, 고추의 뿌리는 천근성이어서 수분 스트레스에 민감하다고 알려져 있다. 본 연구에서는 고추 육묘 중에 상토 내 토양수분의 과습과 부족이 묘 생육에 미치는 영향을 알아보고자 하였다. 실험은 완주군에 있는 국립원예특작과학원 육묘 온실에서 수행하였다. 파종 후 24일째에 공시품종 ‘신흥’ 접수와 ‘탄탄’ 대목을 접목하였으며, 접목 후 7일째부터 하절기 고추 접목묘 육묘 적정 일수인 50일까지 토양 수분 처리를 3수준(과다, 부족, 적정)으로 나누어 관수하였다. 토양 수분 적정 처리는 관행대로 트레이 상토 건조 상태에 따라 적절하게 두상관수하였으며, 토양 수분 과다는 적정 대비 관수 횟수를 2배, 토양 수분 부족은 관수 횟수를 1/2배로 관수하였고 관수량은 트레이당 1L로 동일하게 처리하였다. 처리결과, 토양 수분 과습과 적정 처리 시 상토 수분 함량이 약 70%로 유지되었으며, 토양 수분 부족 처리의 수분 함량은 약 40%로 두 처리보다 낮았다. 토양 수분 과습과 적정 처리 시 토양 수분 부족 처리보다 초장이 길었으며, 엽수가 많았고, SPAD, 엽면적, 생체중, 건물중 값이 큰 것으로 나타났다. 토양 수분 과습과 적정 처리 간에 상토 수분 함량이 비슷하여 생육에 차이가 없었는데, 이는 과다 관수 후 배수가 충분히 되었기 때문으로 보인다. 반면 토양 수분 부족시 두 처리에 비교하여 생육이 저해되었다. 그러므로 고추 육묘 시 상토 내 토양 수분이 부족하지 않도록 주의를 기울여야 함을 시사한다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: RS-2022-RD010243)의 지원으로 수행함

*Corresponding author, E-mail: lhj5157@korea.kr

시설 과채류 수경재배 시 양액의 급배액 모니터링 및 급액량 관리 프로그램 개발

Development of a Program to Monitor Nutrient Supply and Drainage and Manage the Amount of Nutrient Solution During Hydroponic Cultivation of Greenhouse Fruits and Vegetables

김동필, 방지웅, 노미영, 최경이, 임미영*

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Dong Pil Kim, Ji Woong Bang, Mi Young Roh, Gyeong Lee Choi, Mi Young Lim*

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

시설원에 과채류 수경재배 시 양액의 급배액량, pH 및 EC 변화를 모니터링하고 급액량 관리 프로그램을 개발하기 위해 먼저 배지 종류에 따른 관수방법을 테스트 하였다. 배지 종류는 코이어 배지 2종, 암면 및 펄라이트 4처리구를 설정하여 수경재배를 실시하였다. 생육 초기에는 동일한 관수방법을 적용하여 배액율을 관찰 하였고, 후기에는 각 배지 종류에 따른 관수전략을 각각 다르게 적용하여 관수방법을 제어하였다. 배액율 40%를 목표로 설정하였을 때 코이어(침6:더스트4)와 펄라이트의 경우 소량다회, 코이어(침5:더스트5)와 암면의 경우 다량소회 관수전략을 적용하였을 때 배액율(%)을 목표값에 비슷하게 유지 할 수 있었다. 과채류 수경재배 시 급액량은 각 배지 종류 및 생육단계에 맞는 관수전략을 설정하여 매번 양액공급기에 설정치를 반영하여야 한다. 총급액량은 같지만 배지 상태 및 생육단계 마다 1회 관수량과 관수횟수를 각각 다르게 처리하여야 목표하는 배액율(%)이 유지되므로 관수량 설정값을 지속적으로 재설정 하는 반복적인 작업이 필요한 것이다. 따라서, 이러한 연구결과를 기반으로 양액 급배액 상태를 모니터링하고 배액율(%) 목표값에 적당한 관수량을 산출할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 이 프로그램은 HTML5 표준 웹 기반 애플리케이션으로 구현하였으며 N-Screen 지원을 통해 다양한 모바일 장치 및 PC 브라우저에서 동작이 가능하게 제작하였다. 본 프로그램을 이용하여 스마트팜 온실의 양액 급액량과 배액량을 이용한 배액율(%)을 산출하고, 급배액량, pH 및 EC 변화 그래프 작성, 최종적으로 목표 배액율(%) 설정을 위한 급액량 관리를 위한 설정값을 산출할 수 있다. 따라서 과채류 수경재배 시 양액의 급배액 변화 및 배액율(%)을 모니터링하고 작물 또는 생육단계별 최적 급액 관리가 이루어질 수 있으므로 물과 비료 절감형 스마트팜 운영이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01604801)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: ericalim@korea.kr

Modeling the Temporal Dynamics of Lettuce Growth in Response to Red, Green, and Blue Spectral Irradiance Ratios

Eunjeong Lim¹, Myung-Min Oh^{2,3}, Tae In Ahn^{1*}

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²Division of Animal, Horticultural and Food Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

³Brain Korea 21 Center for Bio-Health Industry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Simulating plant growth responses *in silico* enables rapid hypothesis testing and analysis, facilitating maximization of crop potential. Traditional crop models are mostly based on solar irradiance rather than spectral distribution. However, recent reports have shown the effects of light quality on plant growth through artificial lighting experiments. Incorporating the spectral distribution into a crop model will allow for predicting plant responses in controlled environment agriculture. Therefore, this study aims to link the spectral effects with Van Henten's lettuce growth model (Van Henten, 1994) to enable the model to replicate the intricate dynamics of plant growth related to photosynthesis and photomorphogenesis. Two identical cultivation trials were carried out with butterhead lettuce under diverse light conditions using red, green, and blue LEDs to develop and verify the model. The model improvement was based on objective parameters such as photosynthesis efficiency and morphological changes. First, coefficients were assigned to each red, green, and blue range based on the lettuce's relative absorbance and action spectrum when grown indoors. The study assessed how chlorophyll concentration and leaf expansion are impacted by the spectral properties of light, considering the combination and intensity of lighting sources and their effect on the photosynthesis process. Furthermore, two limit rules were applied when plants were exposed to 100% blue light and photoinhibition stress. The SPAD and leaf area measurements were compared to chlorophyll concentration and leaf expansion coefficients, resulting in R^2 values of 0.76 and 0.57, respectively. The prediction of shoot dry weight showed a much more improved result than the original Van Henten model with an R^2 of 0.65. From the analysis of the influence of red, green, and blue photons on shoot dry weight, a tendency towards red dominance was observed, and exceptional plant growth phenomena were simulated. In conclusion, this study revised the formal model by taking into account the input of photosynthetically active radiation in three wavelength ranges: red, green, and blue, while also including relevant structures concerning photosynthesis and photomorphogenesis. Our model exhibits the potential for determining effective light treatments in cultivations employing artificial lighting.

This work was supported by the New Faculty Startup Fund from Seoul National University.

*Corresponding author, E-mail: tiahn@snu.ac.kr

선형 회귀 분석을 이용한 온실 내 최적의 센서 위치 탐색

Exploring the Optimal Sensor Installation Location in a Greenhouse Using Linear Regression

장세훈, 윤성욱*, 강태경, 권진경, 손진관, 현창식

농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Se-Hun Jang, Sung-Wook Yun*, Tae-Gyoung Kang, Jin-Kyung Kwon, Jin-Kwan Son, Chang-Sig Hyun

Division of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, RDA,

Jeonju 54875, Korea

농업 시설은 외부 환경으로부터 농작물을 보호하고, 내부 환경을 제어하여 생산의 안정성과 효율성을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다. 일반적으로 내부 환경을 제어하기 위해 환경 센서를 이용하며, 환경 센서는 온실 내 다양한 환경 요인들을 감지하고 모니터링하여 최적의 재배 환경을 조성하는데 도움을 준다. 관행적으로 농업 시설 내 환경 센서의 설치 위치는 재배자의 경험에 의존하여 결정된다. 하지만, 이는 온실 내부의 환경을 대표하기에는 부적절할 수 있다. 시설 내 다양한 위치에 센서를 설치하는 것도 대안이 될 수 있지만, 설치 비용 등의 부담이 따른다. 따라서, 온실 내부 환경을 대표할 수 있는 센서 설치 위치 선정은 농업 시설 운영에 중요한 문제다. 본 연구에서는 농업 시설 내 최적의 환경 센서 설치 위치 탐색을 목적으로 수행되었다. 실험은 반밀폐형 벤로형 온실[(16 * 8.5 * 39 m), 층고 7m]에서 진행되었고 주야간 온도는 각각 28 및 18°C로 설정했다. 실험기간 동안 토마토(*Solanum lycopersicum* L. '데프니스')를 재배했다. 설치된 환경 센서는 총 60개였으며, 재배공간 내에서 일정한 간격으로 x축, y축 그리고 z축에 각각 4줄, 3줄 그리고 5층의 센서가 배치되었다. 데이터는 23년 4월 17일부터 7월 18일까지 10분 간격으로 온도와 습도 데이터가 측정되었다. 측정된 데이터는 python을 이용하여 전체 평균에 대한 각 센서의 온도 및 습도 값(A그룹), 식물의 생장점이 주로 위치한 2, 3층의 센서 평균에 대한 각 센서의 온도 및 습도 값(B그룹)의 R^2 를 계산했다. A그룹의 온도에 관한 R^2 가 높았던 위치는 29번에서 0.9956로 가장 높았으며, 38번에서 0.9953가 다음으로 높았다. 습도는 27번에서 0.9789로 가장 높았으며, 25번에서 0.9769가 다음으로 높았다. 반면, B그룹의 온도의 R^2 는 44번에서 0.9943 가장 높았으며, 38번에서 0.9931이 다음으로 높았다. 그리고 습도는 25번에서 0.9806으로 가장 높았다. 반면에, A그룹 온도와 습도 값의 R^2 가 가장 낮았던 위치는 각각 46번 센서 0.8500, 16번 0.4716 이었으며, B그룹에서는 46번 0.8099와 16번 0.4122으로 A그룹과 동일한 위치로 계산되었다. 실험이 진행된 온실에서 최적의 센서 설치 위치는 온도와 습도 각각 38번과 25번 부근으로 판단할 수 있었다. 본 연구를 통해 간단한 회귀 방법으로 온실 내부 환경을 대표할 수 있는 센서 위치 탐색 방법에 대한 가능성을 제시할 수 있었다. 하지만, 범용적으로 사용하기 위해서는 탐색 방법에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(PJ016761012023)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: wookswooks@korea.kr

Influence of Three Plant Growth Regulators on the Shoot Growth and Flowering of 'Irwin' Mango Trees

Yeon Jin Jang^{*}, Seong-Cheol Kim, Mockey Lee

Research Institute of Climate Change and Agriculture, National Institute of Horticultural and Herbal Science,
Jeju 63240, Korea

Mango(*Mangifera indica* L.) is popular subtropical fruit tree included in the genus Anacardiaceae. Mango trees need low temperature or drought for flowering. Before winter season, the bearing branch should be hardened completely. Influence of three growth regulators were studied for suppressing vegetative growth and improving flowering. Vegetative growth and Flowering Characteristics of 'Irwin' mango trees were investigated in the Research Institute of Climate Change and Agriculture, NIHHS, Jeju, Korea. Three plant growth regulators were treated at Nov 18 and Dec 2, 2022; NAA, Paclobutrazol, Prohexadione-Ca. Experimental was conducted by randomized block design. We sprayed them on bearing branches. Only one plant growth regulator was treated on each tree. there were seven treatments; control, 200, 400 $\mu\text{g/ml}$ of NAA, Paclobutrazol, 250, 500 $\mu\text{g/ml}$ of Prohexadione-Ca. The shoot growth rate was investigated three times by 10 days after treatment. The flowering rate, flowering and shoot characteristics were investigated during flowering period. First time, 400 $\mu\text{g/ml}$ of NAA had the lowest value of shoot growth rate. However, at the third investigation, 400 $\mu\text{g/ml}$ of paclobutrazol treated group had the lowest value of shoot growth rate. The shoot growth rate of NAA increased with time. The flowering rate was the highest value in 200 $\mu\text{g/ml}$ of paclobutrazol treated group. and 400 $\mu\text{g/ml}$ of paclobutrazol treated group had the highest value of panicle length and diameter. During flowering period, shoot growth rate was the lowest in paclobutrazol treated group. we concluded that paclobutrazol is suited growth regulator for suppressing shoot growth and increasing flowering rate, panicle quality.

This research was supported by the Rural Development Administration (Project No. PJ016666).

*Corresponding author, E-mail: ind03026@korea.kr

토마토 양액 재배 시 배출 배액 재이용에 의한 탄소배출 저감 효과

Effect of Reducing Carbon Emissions by Reusing Discharged Water from Tomato Nutrient Solution Cultivation

장재경^{1*}, 강금춘¹, 류현주²

¹국립농업과학원 에너지환경공학과, ²국립농업과학원 작물보호과

Jae Kyung Jang^{1*}, Geum Choon Kang¹, Hyunjoo Ryu²

¹Energy & Environmental Engineering Division, National Institute of Agricultural Sciences, Jeonju 54875, Korea

²Crop Protection Division, National Institute of Agricultural Sciences, Wanju 55365, Korea

우리나라 양액 배액은 대부분 비순환 방식으로 버려지고 있어 양액 배액에 포함된 양액 성분과 함께 많은 수자원이 낭비가 많이 되고 있다. 최근 기후변화로 인한 기상이변 현상으로 고온, 가뭄 현상이 발생하여 농업 분야에도 물 부족 현상으로 어려움을 겪는 일이 증가하고 있다. 또한, 배액을 방류하였을 때는 토양오염, 수질오염 등 환경오염을 야기하기 때문에 환경관리까지 고려하였을 때는 많은 환경부담금이 발생하게 된다. 우리나라 양분 관리 측면에서 이미 토양의 N과 P 농도가 다른 나라와 비교하여 매우 높은 상태임을 고려하였을 때 양액 배액 재이용하는 것은 자원절약 및 탄소중립 측면에서 매우 중요하다. 본 연구에서 개발한 양액 배액 살균시스템을 수경재배 과정에서 발생하는 배액을 처리 순환시켰을 때 양분 재이용에 따른 이산화탄소 배출 저감 효과가 어느 정도 되는지 알아보기 위하여 이산화탄소 배출량을 산출하였다. 토마토 재배 양액 조성을 기준으로 양액 A액(질산칼슘, 질산칼륨, 칼레이트 철)과 B액(질산 칼륨, 황산마그네슘, 일인산칼륨, 황산칼리) 그리고 미량원소(붕산, 황산구리, 황산아연, 황산망간, 폴리브덴산나트륨)를 대상으로 성분별 배출계수를 적용하여 kg당 kg CO₂로 계산하여 배출량을 산출하였다. 그 결과 양액 A액 1톤당 배출량은 538.28 kg CO₂/ton, B액 배출량은 톤당 590.85 kg CO₂/ton, 미량원소는 붕산을 이용한 것으로 계산하였을 때 2.1 kg CO₂/ton으로 나타났다. 따라서 양액 급액량 대비 30%가 배출되는 배출된다고 하였을 때 338.8 kg CO₂/ton을 탄소배출을 감소시킬 수 있으며, 이 값을 손 등(19)이 발표한 우리나라 원예시설에서 배출되는 배액량인 1,867~3,428 ton/ha에 대입하였을 때, 1ha당 633~1,161 ton CO₂ 감소가 가능한 것으로 나타났다. 따라서 양액 배액을 재이용하는 순환식 수경재배 확산은 자원절약, 환경 부하 저감뿐 아니라 탄소배출 저감을 위해서도 중요할 것으로 판단된다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호 : PJ016778172023)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: jkjang1052@korea.kr

고온기 온실 내 토마토 재배에서 상품과 생산 증대를 위한 적엽처리 비교

Comparing Tomato Yield in Greenhouse Cultivation during High-temperature Period: The Impact of Defoliation Methods

전기범, 김시은, 박재억*

한국과학기술연구원 강릉분원 천연물연구소 스마트팜융합연구센터

Ki Beom Jeon, Sieun Kim, Jai-Eok Park*

Smart Farm Research Center, KIST Gangneung Institute of Natural Products, Gangneung 25451, Korea

최근 그린바이오 산업에 대한 관심과 연구가 주목받으며, 식물기반 유용 단백질 생산을 위한 플랫폼으로써 스마트팜이 활용되고 있다. 그 중, 식물유래 백신 생산용으로 담배와 토마토 등이 활용되고 있으며, 이들을 대량생산하는 시설에서의 질적·양적 재현성이 성공적인 산업화를 위한 주요 요인 중 하나이다. 스마트팜과 같이 환경을 활용하는 식물생산 플랫폼에서는 계절별 변화하는 환경 속에서도 질적·양적 재현성 확보를 위해 데이터 기반 환경제어 및 생육관리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 한편, 봄에서 여름 사이는 식물의 생육속도가 증가하며, 온실 내부는 고온과 고광량에 노출되어 생산량의 안정화가 어려운 시기이기도 하다. 따라서, 이러한 환경조건에서도 원료 생산성의 안정화에 대한 방안이 필요하다. 작물에서 광량과 온도의 비율(Ratio Temperature to Radiation)은 영양생장 또는 생식생장 유도에 영향을 주며, 생산량의 증대를 위해서는 한쪽으로 치우친 성장상태 대신 지속해서 균형 잡힌 성장상태를 유지해야 한다. 여름의 경우 고광량과 고온의 환경에 노출되며, 작물의 성장상태 또한 영양생장으로 치우쳐지기 쉽다. 이러한 환경조건에서 sink-source의 조절을 통한 성장상태의 균형을 유도하여, 고온기에 생산량 유지의 방안이 될 수 있다. 따라서 본 연구는 온실의 환경관리뿐만 아니라 적엽과 같은 작물관리 방법에 따른 성장상태를 지속적으로 확인하고, 생산량에 얼마나 영향을 미치는지 알아보기 위해서 진행되었다. 실험은 한국과학기술연구원 강릉분원 스마트 T팜(37.796°N, 128.857°E)에서 2023년 1월 1일부터 2023년 7월 21일까지 진행되었다. 토마토 품종은 데프니스 종을 사용하였다. 적엽처리는 Leaf-20(20엽 유지), Leaf-15(15엽 유지), TR1-15(화방당 2엽, 15엽 유지), TR2-15(화방당 1엽, 15엽 유지)으로 총 4가지 처리를 하였으며(3 replications of 3 plants), 생육조사는 수확량, 주간생장량, 엽장, 엽폭, 줄기직경, 수확화방, 배꼽썩음과 개수의 항목을 매주 1회 조사하였다. 각 처리별로 주간생장량과 줄기직경을 통한 성장균형을 확인하였을 때, Leaf-20, Leaf-15에서 중앙값의 오차율이 각각 6.3%, 10.5%로 가장 낮았다. 실험기간동안 누적 생산량에서 유의적인 차이는 보이지 않았지만 Leaf-20에서 70.92kg로 가장 많이 생산되었다. 또한 180~210g 상품과는 Leaf-15에서 17.01kg으로 가장 많이 생산되는 경향이 있었으며, 배꼽썩음과 발생은 Leaf-20, TR2-15에서 각각 14, 18개로 가장 많았다. 따라서 고온기 재배 시 작물관리 방법에 대한 기초 데이터로 사용될 수 있을 것으로 판단되며, 추가적으로 성장균형 판단의 정확도를 높이기 위해 엽의 두께, 착과부화과 같은 생육지표의 추가와 지표간에 상관관계에 관한 연구가 필요로 할 것으로 사료된다.

*Corresponding author, E-mail: j-park@kist.re.kr

Photosynthate Partitioning and Fruit Quality according to Fruit Setting Location during Watermelon (*Citrullus lanatus*) Hydroponic Cultivation

Yu-Min Jeon^{1*}, Kyu-Hoi Lee¹, So-Yeon Lee¹, Gyeong-Jin Jun¹, Geon-Sig Yun¹, Eun-Hye Kim¹,
Guem-Jae Chung¹, Cheol-Ku Youn¹, Ju-Hyoung Kim²

¹Watermelon Research Institute, Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Service, Eumseong 27668, Korea

²Chungcheongbukdo Agricultural Research and Extension Service, Cheongju 28130, Korea

This research was aimed to establish the hydroponic cultivation technology of large sized watermelon for year-round production of high quality by analyzing photosynthate partitioning and fruit quality according to fruit setting location. Watermelon with 3~4 leaves were transplanted and 3 second-stems attracted vertically in a greenhouse (32×9×4 m, L×W×H) equipped with arch-shaped vertical hydroponic system and cultivated in following growth conditions (Temp. 24°C, RH 71%, PPFD 1,005 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) for 87 days. Fruit setting location treatments were 0 cm (Ground), 65 cm (Proximal) and 130 cm (Air) from ground. As a results, the light and temperature conditions according to the fruit setting location were highest at 130 cm. Light values were 44% and 62% and temperature values were 2%, 5% higher than 65 cm and 0 cm, respectively. According to thermography camera measurements, greenhouse and leaves temperature increased according to increase of fruit setting location from ground. Contrastively, fruit showed the highest surface temperature at 0 cm from 3 hours after sunrise until dawn due to the heating of the ground. Length-related growth characteristics such as plant height, number of nodes and leaves, and petiole and node length showed the lowest value in 130 cm treatment from the 8th week after transplanting. In particular, plant height of 0 cm treatment was significantly 16% higher than value of 130 cm due to the influence of overgrowth. Photosynthetic rate was highest in 130 cm, which was significantly 82% higher than the 0 cm which is the lowest value. Sap flow of fruit stalk showed highest value in 0 cm from 16 to 40 days after flowering but lowest value in 0 cm from 40 days after flowering to harvest. Sap flow of 0 cm was lower 16% and 25% than 65 cm and 130 cm at harvest, respectively. Fruit quality such as fruit weight tended to improve as the fruit setting location increased. In particular, the highest fruit setting location of 130 cm showed a significantly higher fruit weight of 22% compared to the lowest fruit setting location of 0 cm. Among all treatments, the 0 cm showed non-commodity fruits with empty interior. It was determined that emptying of the inside of the fruit was caused by the decrease of sap flow into flesh compared to the expansion of the pericarp according to the high temperature. This study provided the potential utilization of hydroponic cultivation technology in the large sized watermelon for year-round production of high quality by establishing fruit setting location.

This research was supported by “Bigdata collection and modelling to improve productivity of strawberry and watermelon in greenhouse” of the Rural Development Administration (Project No. PJ015332).

*Corresponding author, E-mail: yumin153@korea.kr

Growth and Photosynthesis Characteristics of Lettuce According to Air Anion Treatment Period

Hye-Won Jeon^{1,2}, Myung-Min Oh^{1,2*}

¹Division of Animal, Horticultural and Food Sciences, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

²Brain Korea 21 Center for Bio-Health Industry, Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

Previous research has demonstrated the positive impact of air anion on plant growth through changes in photosynthesis and respiration. In this study, we investigated the effects of air anions on lettuce growth and photosynthesis and determined the proper exposure durations to air anions. Two-week-old seedlings of butterhead lettuce (*Lactuca sativa* L. 'Fairly') were transplanted in a vertical farm module at 20°C air temperature, 70% relative humidity, 600 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ carbon dioxide, and 250 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ photosynthetic photon flux density for 16 h with white light-emitting diodes (LEDs). Lettuce plants were grown 4 weeks after transplanting in nutrient film technique systems using Hoagland's nutrient solution (EC 1.2 $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$, pH 5.8). Air anion treatments were divided into three groups: control (Con), air anion treatment during a 16-h light period (Group L), and air anion treatment during all day (Group A). The concentration of air anion for Group L and Group A was maintained at 5.0×10^5 ions $\cdot\text{cm}^{-3}$. Shoot fresh weight, number of leaves, and leaf area were measured as growth parameters, and transpiration rate, stomatal conductance, and net photosynthesis rate were measured as photosynthetic characteristics at 4 weeks of treatment. As a result, shoot fresh weight, number of leaves, and leaf area were highest in the following order: Group L, Group A, and Con. Specifically, Group L showed a 6% and 8% significantly improved fresh weight and leaf area compared to Group A and Con, respectively. The number of leaves also showed about 4% increase compared to Con. Similarly, net photosynthesis rate, stomatal conductance, and transpiration rate showed similar results with the growth. Although there was no significant difference, Group L had an improved trend in net photosynthesis rate compared to Con. Our results suggested that air anion treatment during the light period was enough to promote the growth and photosynthesis characteristics of lettuce in vertical farms.

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (grant number 2020R111A3074865).

*Corresponding author, E-mail: moh@cbnu.ac.kr

안정적인 밀 재배기술개발을 위한 토양수분 정밀 모니터링 시스템 구축

Establishment of Precision Soil Moisture Monitoring System for Stable Wheat Cultivation Technology Development

전혜진, 석승원, 정재영, 하다은, 김솔희, 김태곤*

전북대학교 스마트팜학과

Hyejin Jeon, Seungwon Seok, Jaeyoung Jung, Da-Eun Ha, Solhee Kim, Taegon Kim*

Department of Smart Farm, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

국내에서 밀은 주식인 쌀 다음으로 많이 소모되는 만큼 산업적으로 매우 중요한 위치를 차지하고 있으며 수입에 거의 의존하는 국내에서는 자급률 향상이 무엇보다 중요하게 인식되고 있다. 현재 밀 자급률을 10%까지 향상하기 위하여 밀 재배 연구가 활발히 진행 중이다. 국내에서 재배하는 밀은 대부분 추파재배로, 초기생육기인 봄철과 수확기 기상의 영향을 받는다. 기상에 따라 생산량과 품질의 차이가 크기 때문에, 현재 국내에서는 지역별, 품종별 재배관리기술 개발 연구가 진행 중이다. 특히, 토양수분은 광합성 및 증산에 의한 온도조절 등 작물생육에 있어서 주요한 생리 작용에 관여하기 때문에 적절한 토양수분관리는 밀 생장과 수확량 관리 측면에서 매우 중요하며, 재배관리기술 개발 과정에서 안정적인 연구성과 도출을 위해서는 관리범위 내에서 실험필지가 운영되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 기상정보와 필지별 토양수분함량을 고려하여 고품질 밀 생산 기반을 구축할 수 있도록 밀재배관리 정밀모니터링 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 실시간 토양수분 데이터 뿐만 아니라, 최근 기상데이터, 기상예보 등 실험필지 관리에 필요한 기초적인 환경정보를 수집하여 제공한다. 기상자료는 기상청 API에서 제공하는 과거기상 및 현재 기상현황, 중단기예보 정보를 수집하고, 밀 시험재배 필지마다 설치된 토심별 토양수분 센서의 관측 정보를 이용하였다. 분석기능으로 재배기간 동안 기온과 강수량 정보를 수집하여 과거 기상 데이터와 비교분석한 기상분석과 실제 밀 생산량과 토양수분함량을 모델 예측값과 비교하여 수분모형의 적합성을 평가할 수 있는 모형분석 기능으로 구현하였다. 이를 통해 연구자는 현장상황을 실시간으로 관측함으로써, 실험필지를 안정적으로 관리하고, 수분변화에 따른 생육반응을 조기에 감지할 수 있어, 현장 맞춤형 재배관리기술 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대된다. 향후 생육조사를 통한 생육단계별 작황조사, 실험구별 생산량 데이터를 수집하여 최적의 수분모형 개발에 기여하고 더 나아가 정밀모니터링을 통해 안정적인 고품질 밀 생산 및 국내 밀 자급률 향상에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(사업번호: PJ015965 및 PJ017048) 지원으로 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

*Corresponding author, E-mail: taegon@jbnu.ac.kr

배지의 바이오차 혼합이 딸기 모주의 생육 및 자묘 발생에 미치는 영향

Effect of Mixing Biochar in Medium on Growth and Seedling Development of Strawberry Mother Plants

정경희*, 안재욱, 박은지, 김지영, 윤혜숙

경상남도농업기술원 원예연구과

Kyong Hee Joung*, Jae Uk An, Eun Jee Park, Ji Young Kim, Hae Suk Yoon

Department of Horticulture Research, Gyeongsangnam-do Agricultural research and extension services, Jinju 52733, Korea

본 연구는 딸기 모주용 상토에 바이오차 혼합비율을 달리하였을 때 모주의 생육 및 자묘의 발생 효과를 검토하고자 수행하였다. ‘설향’과 ‘금실’ 모주를 2023년 3월 30일에 더스트 비율이 100인 코코피트에 시판 바이오차 (pH 7.0, EC 0.07, T-N 0.58%, 수분 26%, 유기물 함량 73.2%)를 무처리(대조구), 10%, 30%, 50% 부피비로 혼합 처리한 다음 딸기 재배용 포트(1000×270×80mm, 표준상토량 20.7L)에 8주씩 정식하였다. 정식 후 92일째인 2023년 6월 30일에 모주의 생육과 자묘의 발생량을 측정하였다. 모주의 초장은 ‘설향’이 바이오차 30% 처리구에서 52.4cm, ‘금실’이 바이오차 10% 처리구에서 57.8cm로 가장 길었다. 모주의 엽수, 엽폭은 바이오차가 혼합된 모든 처리구에서 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 모주의 엽면적은 두 품종 모두 바이오차 혼합비율이 높을수록 증가하다 바이오차 50% 혼합 처리구에서 줄어들었다. 모주의 관부직경은 두 품종 모두 바이오차 30% 처리구에서 가장 컸으며, ‘금실’은 처리에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. ‘설향’과 ‘금실’, 두 품종 모두 모주의 엽수, 엽폭, 엽면적, 관부직경, 지상부의 건물중 등은 바이오차 처리구에서 무처리구 대비 우수하였으나, 바이오차 혼합비율에 따른 경향을 찾기는 어려웠다. 자묘 발생량은 ‘설향’의 경우 모든 바이오차 처리구에서 무처리구에 비해 높은 경향을 보였는데, 50% 처리구에서 주당 20.5개로 무처리 대비 24.8%로 가장 많았으며, 바이오차 10% 처리구에서는 19.0개로 무처리구 대비 15.4%의 증수 효과를 보였다. ‘금실’은 바이오차 10% 처리구에 13.3개로 무처리구 대비 6.3% 증수를 보였으나, 다른 처리구에서는 오히려 무처리구에 비해 발생량이 줄어들어 품종에 따른 바이오차의 처리효과가 달리 나타났다. 두 품종 모두 바이오차 처리에 따른 병충해나 생리적인 장애는 보이지 않았다. 바이오차의 첨가는 배지의 유기물, 무기성분 및 양이온치환능력 등을 향상시켜 모주의 생육이 증가하였으며, 이는 자묘발생량의 증가로 이어졌을 거라 판단된다. 위의 결과로 ‘설향’과 ‘금실’ 두 품종 모두 딸기의 자묘 발생량을 증대시키기 위한 경제적인 바이오차의 혼합 비율은 10%가 적합하며, 더욱 정밀한 효과 규명을 위해서는 품종별 추가적인 연구가 수행되어야 할 것으로 판단되었다.

*Corresponding author, E-mail: jamhee@korea.kr

Effect of Light Intensity and Photoperiod on Growth and Development of Grafted Cucumber Transplants Cultivated in a Plant Factory Using Artificial Light and Evaluation of Female Flower Development After Transplanting in a Greenhouse

Soo Bin Jung¹, Ha Seon Sim¹, Yu Hyun Moon¹, Tae Yeon Lee¹, Ha Rang Shin¹, Yong Jun Kim¹,
Na Kyoung Kim¹, Jung Su Jo², Seung Jae Hwang^{3,4,5}, Sung Kyeom Kim^{1*}

¹Department of Horticulture Science, College of Agriculture and Sciences, Kyungpook National University,
Daegu 41566, Korea

²Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

³Division of Horticultural Science, College of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University,
Jinju 52828, Korea

⁴Institute of Agriculture & Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁵Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

Recently, extreme weather conditions frequently occur due to climate change, a plant factory with artificial light (PFAL) is attracting attention. The objective of this study is to evaluate the effects of light intensity and photoperiod with white LEDs on growth of grafted cucumber transplants cultivated in PFAL. The scions of three cucumber cultivars, ‘Goodmorningbaekdadagi (GB)’, ‘Nakwonseongcheongjang (NS)’, and ‘Shinsedae (SD)’, and the figleaf gourd rootstocks, were grafted eight days after sowing. After forming the graft union, the control transplants were cultivated in a semi-closed greenhouse with an average photosynthetic photon flux (PPF), $460 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, and treated transplants were cultivated in the PFAL under the combination of three PPF light intensity levels (200, 300, $400 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) and different photoperiod conditions ($12/12$, $16/8$, $20/4\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$) for seven days and then transplanted into the semi-closed greenhouse and grown for three weeks. The results showed that at the lowest light intensity at the same photoperiod, dry weight was the lowest in the cultivar ‘NS’, and ‘SS’. The plant height was the shortest at the highest light intensity of the same photoperiod in cultivar ‘GM’. Compared to the cultivar ‘NS’, which had a similar number of female flowers per node under control conditions, the cultivar ‘GM’ showed 37% fewer number of female flowers per node when grown under artificial light. The higher the light intensity, the fewer number of female flowers per node at 12 and $20\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ for the cultivar ‘NS’ and $16\text{h}\cdot\text{d}^{-1}$ for the cultivar ‘SS’. Female flower differentiation of cucumber is one of the important factors, as it significantly affects the early yield. The results indicated that the growth and development of grafted cucumber varied among cucumber cultivars, light intensity and photoperiod treatments. This research can offer fundamental data for the environmental management of grafted cucumber transplants in terms of light intensity and photoperiod conditions.

This work was supported by the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No. RS-2022-RD010412)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

*Corresponding author, E-mail: skkim76@knu.ac.kr

공기열과 폐열을 이용한 에너지자립형 스마트팜 모델 개선 연구

A Study on the Improvement of the Energy Independent Type Smart Farm Model Using Air Heat and Waste Heat Sources

정수호*, 정종모, 조혜성, 이형석, 안호섭, 조연진, 김희곤

전라남도농업기술원 원예연구소

Soo-Ho Jung*, Jong-Mo Jung, Hye-Sung Cho, Hyeong-Seok Lee, Ho-Sub An, Yeon-Jin Cho,
Hee-Gon Kim

Horticultural Research Institute, JARES, Naju 58213, Korea

우리나라는 2013년부터 지구온난화 방지를 위한 온실가스 감축 의무국이 되었다. 이러한 변화로 온실가스 배출 권리를 상품처럼 사고파는 탄소배출권이 세계 거래 시장에 형성됨에 따라 산업 구조에 변화를 가져올 것으로 예상된다. 정부는 「재생에너지 3020 계획」, 「2050 탄소 중립」 등 기후변화 위기 극복을 위한 신재생에너지 도입과 화석연료 사용 저감을 위한 분위기가 조성되고 있다. 시설채소의 경우 경영비 중 광열비 비중이 30%까지 차지하고 있어 국제 유류값 상승과 수급의 불안정으로 경제적 피해가 증가하고 있다. 전라남도농업기술원은 지난 2016년부터 한국전력 전력연구원과 공동으로 태양광 패널을 이용하여 원예작물 재배 온실의 에너지자립을 위한 스마트팜 연구 시설을 설치하여 운영하고 있다. 본 유리온실은 벤로형(1,320㎡)으로 공기열 히트펌프를 이용하여 축열조의 냉온수를 난방 에너지원으로 활용하였다. 시설 내 파프리카 재배에서 태양광 에너지 생산에 대한 연평균 에너지소비 대비 발전량은 50~65%로 나타났다. 파프리카는 고온성 작물로서 연중 원활한 재배를 위해 난방 설정온도는 29°C, 난방 설정온도는 18°C를 기준으로 제어하였다. 본 연구는 폐열 에너지를 활용하여 공기열 히트펌프 사용으로 인한 에너지 소비량을 절감하는 것을 목표로 하며 난방(7°C 기준) 325kW, 난방(50°C 기준) 305kW에 달하는 공기열 히트펌프에 냉수 열량 19.4kW 흡수식 냉동기, 온수 열량 47.3kW 펠릿 보일러 설비를 추가하였다. 해당 설비를 활용한 파프리카 재배 시 예상되는 공기열 히트펌프 사용에 대한 에너지 절감률은 기존 공기열 히트펌프 에너지 소비량 대비 공기열과 폐열을 결합한 에너지 소비량으로 나누어 계산했으며, 그 결과 난방부하량 100% 기준 6.0%, 난방부하량 100% 기준 15.9%로 예상된다. 하지만 재배 작물, 외부 환경 및 배관 내에서 발생하는 열 손실을 고려하면 약 10% 정도의 편차가 있을 것으로 예측된다. 향후 위와 같은 복합 열원을 활용하여 에너지자립형 스마트팜 모델개발을 위해 다양한 외부 환경에서 공기열 히트펌프, 흡수식냉동기, 펠릿보일러를 연계하여 현장에서 실증하면서 더 많은 데이터 확보가 필요하고 지열, 수력 등 다양한 신재생 에너지를 연계 활용한 연구가 필요하다.

본 연구는 2023년도 정부(산업통상자원부)의 재원으로 한국에너지기술평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (20202020900060, 미세먼지 저감형 굴뚝 폐열 활용 스마트팜 연계 운영 기술 개발 및 실증)

*Corresponding author, E-mail: aosi274@korea.kr

Analysis of Cultivation Environment and Energy Usage in Semi-Closed Greenhouses in Hot Region

Sun-Mok Jeong^{*}, Buung Choi, YoungJoon Kim, Yu-Ri Choi, SangHeon Choi, ChangWook Park,
Hyun Don Ham

Research & Development Department, GREEN PLUS CO., LTD, Yesan 32446, Korea

Greenhouses are used to grow crops in desert areas as a means of actively controlling the plant growing environment. The United Arab Emirates (UAE), which has a desert climate, generally grows crops using polycarbonate (PC) and Net greenhouses. However, existing greenhouses in the UAE have the disadvantages of increased water and power consumption and difficulty controlling the environment within the greenhouse. Therefore, Green Plus Co., Ltd. built a semi-closed greenhouse with a Korean-style cooling package in the ADAFSA research site in the UAE to create an optimal environment. The Korean-style cooling package includes improved fan-pads, fog, Fan Coil Unit(FCU), heat pump, and storage tank, etc. Additionally, sensors were installed to analyze the environment and required water and power during the crop cultivation period in the greenhouse. The measurement period was analyzed from March after crop transplanting to May, when the crop was harvested. As a result of the measurement, the average external temperature was 28.5°C and the average temperature inside the greenhouse was 23.4°C. Water and power usage increased as external temperature increased. It was analyzed that water was used on average at about 260 tons/month and electricity was used at about 69,000 kWh/month. The results of this study are expected to be used as basic data for calculating the system and energy consumption required for environmental control when exporting greenhouses to desert regions in the future.

This study was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry(IPET) through Smart Farm Innovation Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(421008-04).

*Corresponding author, E-mail: jsm1234@greenplus.co.kr

몽골 K-smart farm에서 적합한 오이 품종 선발

Selection of Cucumber Cultivars Appropriate in Mongolia

정영애¹, NASANJARGAL Tovuudorj², 서명훈¹, 최은영³, 최기영⁴, 이용범^{1*}

¹사단법인 국제원예연구원, ²몽골생명과학대 농생태학부, ³한국방송통신대학교 농업생명과학과,

⁴강원대학교 미래농업융합학부

YoungAe Jeong¹, NASANJARGAL Tovuudorj², MyeongWhoon Seo¹, Eun-Young Choi³,
Kiyoun Choi⁴, Yongbeom Lee^{1*}

¹International Horticultural Institute, Seoul 02024, Korea

²School of Agroecology, Mongolian University of Life Sciences, VWP5+JPX, Ulaanbaatar 17024, Mongolia

³Department of Agriculture and Life Science, Korea National Open University, Seoul 03087, Korea

⁴Division of Future Agriculture Convergence, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

북방형 스마트팜 수출 대상국의 하나인 몽골의 오이 생산량은 2021년 기준으로 547ha에서 6,161.26톤(1.126kg·m⁻²)이며, 이는 몽골 내에서 토마토와 배추속 채소의 수량이나 다른 아시아국가의 오이 수량에 비해 매우 적은 수준이다. 본 연구는 몽골의 한국형 스마트 온실재배에서 가을 작형에 적합한 오이 품종을 선발하고, 현지 기상과 알맞은 온실 환경을 구명하고자 수행하였다. 실험은 몽골국립농업대의 7연동 스마트 온실(Ulaanbaatar)에서 2022년 6월 12일부터 10월 30일까지 수행하였다. 오이는 유럽형 중과형 품종인 ‘Susan’과 ‘Zeco’, ‘Cleopatra’, 국내 다다기 품종인 ‘Bekdadaki’를 선정하여 2022년 6월 12일에 파종하고 7월 20일에 정식하였다. 과실 수량은 8월 21일부터 10월 30일까지 수확하여 조사하고, 기상환경은 7월 8일부터 10월 30일까지 기온, 상대습도, 일사량 데이터를 취합하여 분석하였다. 오이 수량은 ‘Susan’(1.51) < ‘Cleopatra’(2.30) < ‘Zeco’(2.74) < ‘Bakdadaki’(3.21kg·m⁻²) 순으로 다다기 품종이 유럽형 중과형보다 2배 이상 많았으며 몽골 노지재배의 단위 면적당 수량보다 월등히 높았다. 온실 환경은 측정 기간에 기온의 범위가 3-45°C, 상대습도가 13-97%, 일사량이 최고 830w·m²를 보였다. 따라서 광합성에 적절한 상대습도 60-85%와 기온 환경 조성을 위한 Fog 시스템의 도입과 주간 광량이 높은 11시-3시에 40-60% 차광스크린의 사용이 필요한 것으로 보이며, 야간 온도가 생육온도 이하로 하강할 때 난방을 위해 몽골에서 정책적으로 무상 공급되는 심야전기를 활용한 탄소섬유난방 기술의 활용이 필요한 것으로 판단된다. 결과를 종합하면 몽골의 가을 작형에서 오이의 수량은 국산 품종인 ‘Bekdadaki’가 많으나 현지 선호도가 높지 않아 추후 다양한 품종 선발과 그에 따른 적합한 유인 방법에 관한 연구도 필요할 것으로 보인다. 또한, 봄-가을 2작기 재배시 연간 50~70ton/ha의 수량이 예측되어 국내 FAO 통계에 근접한 생산가능성을 보여주고 있으며, 본 연구의 결과는 최근 몽골을 포함한 북방지역 국가들의 신선 채소 수요가 증가하는 추세에서 각 국가에 적합한 스마트 온실의 수출과 함께 맞춤형 재배 기술, 에너지 사용과 환경조절에 관한 연구에 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

본 연구는 재단법인 스마트팜연구개발사업단(세부과제번호: 421009-04)의 지원을 받아 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: hydopo@uos.ac.kr

ViT 기반 해충 분류 모델 및 웹기반 서비스 개발

Development of Insect Classification Model and Web-Based Service Based on ViT

정재영¹, 하다은¹, 양희원¹, 전해진¹, 석승원¹, 김솔희¹, 신태영², 김태곤^{1*}

¹전북대학교 스마트팜학과, ²전북대학교 농생물학과

Jaeyoung Jung¹, Daeun Ha¹, Huiwon Yang¹, Hyejin Jeon¹, Seungwon Seok¹, Solhee Kim¹,
Taeyoung Shin², Taegon Kim^{1*}

¹Department of Smart Farm, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

²Department of Agricultural Biology, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

해충은 발생시기와 그 종류가 매우 다양하며, 피해 정도가 크기 때문에 농산물의 품질과 생산성 제고를 위해 해충에 대한 예찰 및 적절한 방제가 중요하다. 그러나 기존의 해충 검출은 사람의 육안으로 확인한 후, 전문가에 의해 예찰 및 방제가 수행되어 많은 비용과 시간이 투자되었다. 딥러닝 기반의 이미지 분석 기법을 통해 해충을 자동 인식 및 분류함으로써 전문가 지식을 모델에 내재하고, 해충 진단에 필요한 노동력 및 처리 시간을 줄일 수 있다. 본 연구에서는 엽채류에 발생한 해충 이미지 데이터를 활용하여, 해충을 인식하고 분류할 수 있는 딥러닝 모델을 개발하고, 웹 기반 서비스로 활용할 수 있도록 파일럿 시스템을 구현하였다. 분류 모델 알고리즘은 딥러닝 모델 중 이미지 인식 및 처리 작업에서 높은 성능을 발휘하는 ViT(Vision Transformer)를 이용하였으며, 기존의 연구에서 주로 사용되었던 CNN(Convolutional Neural Network) 모델과 그 성능을 비교하였다. 모델에 사용한 기초 이미지 데이터 세트는 총 2,253장으로 정상(188장), 진딧물(742장), 담배가루이 성충(708장), 약충(615장)으로 구성되어 있다. 이미지 회전, 반전 등의 데이터 증강 기법을 적용해 총 6,759장의 이미지 및 지도학습용 라벨 데이터 세트를 딥러닝 모델 학습에 사용하였다. 모델의 불균형한 학습을 방지하고자 데이터 세트를 각 클래스별로 8:2 비율로 나누어 학습 데이터와 검증 데이터로 사용하였다. 모델 평가 지표로 Accuracy, F1-score를 사용하였다. 검증데이터를 이용한 분류 결과 CNN 99.78%, ViT 99.93%의 Accuracy를, F1-score의 경우 CNN과 ViT 각각 96%, 99%의 성능을 나타내었다. 개발한 해충 분류 모델은 Gradio를 이용하여 웹서비스를 구현하였다. 사용자는 직접 촬영한 이미지를 개발한 웹서비스에 입력하면, 이미지에 찍힌 해충을 확인할 수 있다. 향후, 본 모델을 활용하여 농업 현장에서 실시간으로 해충 감지 및 분류를 수행할 수 있고, 이를 바탕으로 적절한 방제 대책을 수립하는 데 기여할 수 있다.

본 연구는 한국연구재단 이공분야기초연구사업(과제번호: NRF-2022R1G1A1011147)과 농림축산식품부의 재원인 농림식품기술기획평가원의 농식품기술융합창의인재양성 사업(과제번호: 321001-03)의 지원을 받아 수행된 연구임.

*Corresponding author, E-mail: taegon.k@gmail.com

Determination of Selecting Standard using Predicted Crop Size for Lettuce Seedlings Cultivated in Plant Factory

Jae Ho Jeong, Se Hui Ban, Young Woo, Yoo Min Ha, Dong Hyun Han, In Seo Hong, Yurina Kwack*

Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

In a plant factory, selecting the uniform and healthy seedlings is important to ensure a consistent yield at a scheduled time. Therefore, it is necessary to develop a technique for identifying non-destructively healthy and unhealthy seedlings. The objectives of this study were (1) to determine whether predicted crop size (PCS) to estimate the growth of lettuce during the cultivation period in a plant factory; and (2) to investigate the differences in the growth of lettuce after transplanting the seedlings graded according to PCSs. ‘Frill ice’ lettuce seedlings were cultivated for 13 days in a plant factory; and the image data of seedlings were collected using a camera and the fresh weight and leaf area were measured every day during the seedling cultivation period. Before transplanting, we calculated the PCSs of seedlings and classified into four different grades for transplanting. The lettuce plants were cultivated for 27 days after transplanting, and the image and growth data (number of leaves, leaf area, SPAD value, and fresh weight) were collected every seven days. During the seedling stage, the PCS of lettuce was more highly correlated with the fresh weight than with the leaf area. We classified into A, B, C, and D grades according to the PCS and fresh weight. In the early stage of cultivation, the growth of lettuce decreased with decreasing the grade of seedlings, however, the difference in the growth of lettuce between A, B, and C grades was reduced after the middle stage of cultivation. At the harvest time, the yield of lettuce was significantly reduced only in the D grade. During the whole cultivation period, the correlation between PCS and fresh weight was high with a coefficient of determination (R^2) of 0.96. From the result, we confirmed that the criteria for lettuce seedlings with promising yield after transplanting can be determined non-destructively based on PCS.

This research was carried out with the support of “Smart Farm Innovation Technology Development Program (Project No. 423001021HD030)”, Korea Smart Farm R&D Foundation.

*Corresponding author, E-mail: yurina911@uos.ac.kr

소형 간이 육묘상 냉난방을 위한 원터치 컨트롤 기기 개선

Improvement of One-Touch Control Device for Air Conditioning and Heating of Small and Simple Seedlings

정종모*, 안호섭, 조연진, 이형석, 김희곤

전라남도농업기술원 원예연구소

Jong-Mo Jung*, Ho-Sub An, Yeon-Jin Cho, Hyeong-Seok Lee, Hee-Gon Kim

Horticultural Research Institute, JARES, Naju 58213, Korea

시설 과채류를 연중 생산하고자 고온기인 여름철 재배가 늘어나는 추세이다. 고온기의 육묘는 거의 고온장일 조건에서 육묘 과정을 거치게 되어 박과 채소의 착과 습성을 낮추는 큰 요인으로 작용하고 있다. 일반적으로 과채류는 저온 단일 조건의 육묘하에서 화아분화가 잘 이뤄지고 있어 수확 시기를 결정하고 착과량 증진을 위한 육묘 연구가 이뤄지고 있다. 오이는 고온장일 육묘 조건에서 화방이 불균일하게 개화하고, 절성성이 매우 낮아진다. 야냉육묘 전용 시설은 설치비용이 고가이고 육묘판을 입출고하는데 번거로움이 있다. 최근 냉난방 장치를 이용하여 소형 간이 육묘장에서 농가 개별단위로 근권과 공중 냉난방 온도를 조절하여 육묘하는 기술이 필요한 실정이다. 그러나 냉난방을 이용하기 위한 전용 컨트롤은 고가이면서 정밀한 기기이어서 농업 생산 현장에 적용하기에 부담스러운 면이 없지 않았다. 또한 기존의 고도화되지 않은 컨트롤 방식은 주변 장치를 이용하여 냉방이나 난방할 경우 각각의 온도를 설정하여 순환펌프 작동과 FCU 가동을 위한 전원 공급 방식을 바꾸어야 하거나, 컨트롤 박스에 여러 개의 작동기를 달아서 운영해야 하는 문제점이 있다. 따라서 본 연구는 간이 육묘장에 여름철과 겨울철 등 전천후 냉난방을 위한 원터치 방식의 제어 박스를 제작하여 전라남도농업기술원 시험 포장에서 수행하였다. 간이 육묘장의 구조는 육묘를 위한 육묘 베드에 냉온수 순환을 위해 직경 16mm의 XL 호스를 12~15cm 간격으로 바닥에 설치하고 설정 온도 값을 감지하여 순환펌프를 작동하도록 하였다. 또한 육묘상의 공중온도 조절을 위해 온도 감지를 통한 뱀코일유닛(FCU) 작동과 순환펌프를 동시에 작동하도록 하였다. 축열을 위한 물통은 200ℓ 로 냉방과 난방이 가능한 쿨링기와 히팅기를 부착하였다. 본 연구에서는 컨트롤박스의 냉난방을 위한 원터치 방식으로 유용한 활용이 되도록 냉난방에 들어가는 FCU 부하와 냉온수 순환 Pump 부하 전원을 동시에 가동하게 되면 편리하게 원터치 방식으로 개선하여 사용하였다. 즉 난방하고자 할 때는 온도 감지를 통한 히팅기 작동과 FCU, 순환 펌프가 모두 작동되고 냉방을 할 경우에는 쿨링기와 FCU, 순환펌프가 모두 작동되도록 하였다. 다시 말해 컨트롤박스에 냉방, 정지, 난방의 전환 스위치만 조작하게 되면 다른 펌프나 FCU 전원을 바꾸지 않아도 작동이 가능하게 하였다. 또한 FCU 작동기에는 속도 조절이 가능한 전류조절기를 부착하여 강풍에 의한 탈수 현상을 방지할 수 있고, 어린 묘상에서는 미세풍으로 환경조절에 유리하도록 조절하였다. 이러한 시설에서 근권부의 냉수 순환으로 냉각기에서 냉각된 물을 순환시킨 결과 육묘장 바닥면은 18~22℃로 온도 조절이 가능하였고, 야간 공중 온도는 FCU에 냉각수를 순환시켜 25℃내외로 육묘가 가능하였다. 또 근권부의 최고 온도는 21~24℃로 비교적 낮게 유지되어 냉각수 순환으로 공중온도와 근권부 온도를 낮출 수 있었다. 고온기에 육묘한 ‘장형낙합’ 오이 품종의 절성성은 무처리의 33%에 비해 저온 처리구에서 43.7%로 양호하였다. 따라서 농가에서 자가 육묘를 목적으로 하는 소형 간이 육묘상 내부의 공중온도나 근권부의 냉난방을 컨트롤박스 패널상에서 원터치에 의한 생육환경 조절이 가능하여 저비용으로 활용도가 높아질 것으로 생각된다.

*Corresponding author, E-mail: cucumb@korea.kr

스프레드시트 기반 온실 환경조절 모델링 도구 개발

Development of Modeling Tool for a Greenhouse Environment Control Based on Spreadsheet

정현우*, 방지웅, 한민희, 신민주, 김진현

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Hyeonwoo Jeong*, Jiwoong Bang, Minhee Han, Minju Shin, Jinhyun Kim

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, Haman 52054, Korea

최근 ICT 기술과 센서 기술, 인공지능 기술의 발달과 함께 스마트팜 기술에 관한 관심과 개발이 급증하고 있다. 시설원예 스마트팜 기술은 복합환경 제어 시스템을 기반으로 작물을 생산하는 온실의 환경을 원격, 자동으로 적정하게 유지, 관리할 뿐만 아니라 작물의 생장량과 수확량을 예측하여 온실의 경영비 절감, 노동력 투입 감소 등 농업경영인에게 많은 장점을 가질 수 있다. 하지만 시설원예 스마트팜에서 이용되는 기존의 복합 환경 조절 장치는 이용자의 접근성이 어렵고 소프트웨어를 사용 시 임의 수정이나 신규 기능을 추가하는 것이 불가능하여 이를 기반으로 한 온실 내 환경과 작물의 생육을 조절하는 알고리즘 및 모델 개발에 어려움이 있다. 또한 연구자의 측면에서도 이를 이용한 온실의 환경조절 자동화 알고리즘을 개발하는데 어려움이 발생한다. 따라서 본 연구는 스프레드시트를 기반으로 온실의 환경제어 및 생육 모델을 개발할 수 있는 도구를 개발하고자 수행되었다. 본 연구에서 개발한 스프레드시트 기반 온실 환경조절 모델링 도구는 온실에 설치된 구성 요소별 데이터를 스프레드시트 수식을 통해 실시간 수신 및 출력하며 이를 이용하여 온실의 장치를 제어하는 명령 송신을 지원하고자 한다. 또한 생육단계별로 구분하여 작물의 목표 생육을 설정하고 환경 관리하며 이를 이용해 작물의 생육과 환경을 진단하고 예측할 수 있다. 본 연구에서 개발한 온실 환경조절 모델링 도구는 오픈소스 기반으로 개발하여 차세대 온실 종합관리 플랫폼과 연계할 수 있도록 공개할 예정이다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ016689)의 지원에 의해 이루어진 것임.

본 연구는 2023년도 농촌진흥청 (국립원예특작과학원) 전문연구원 과정 지원 사업에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: choice0013@korea.kr

오픈 소스 프로그램을 이용한 지하부 환경 계측 시스템 설계

Design of a Root-zone Monitoring System using Open-source Program

조영열^{1,2*}, 객나영¹, 쿠라마테나게 피우미 사우미야 쿠마라테나¹, 성보현¹

¹제주대학교 원예학과, ²제주대학교 아열대농업생명과학연구소, 친환경연구소

Young-Yeol Cho^{1,2*}, Nayoung Kwak¹, Kumarantennage Piumi Saumya Kumaratenna¹, Bo Hyun Sung¹

¹Department of Horticultural Science, College of Applied Life Sciences, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

²Research Institute for Subtropical Agriculture and Animal Biotechnology, SARI, Jeju National University, Jeju 63243, Korea

농업분야는 최근 스마트팜 전환으로 되면서, 환경 계측에 대한 중요성이 대두되고 있다. 스마트팜 요소들 중에서 중요한 요인 중 하나는 환경 계측이다. 환경 계측에 중요한 항목으로는 온도, 상대습도, 이산화탄소 및 토양 수분함량 등이 있다. 본 연구는 오픈 소스 프로그램인 아두이노와 노드 레드를 이용하여 지하부 환경 계측 모니터링 시스템을 설계하기 위함이다. 지하부 환경 계측 시스템은 센서가 환경 데이터를 수집하여 사용자에게 편리하게 환경을 모니터링할 수 있는 시스템이다. 농가에 설치된 아두이노와 지하부 환경 측정 센서가 환경 데이터를 수집하여 컴퓨터에 데이터를 전송한다. 전송된 데이터는 노드 레드로 작성되어 시각화되며, 하드 드라이브에 텍스트 파일(txt)로 저장된다. 데이터의 형태는 JSON(JavaScript Object Notation) 형태로 전송된다. 실험에 사용된 센서는 토양수분 센서(5TE, Decagon Devices, Pullman, USA)로, 시간 영역 반사분광법(Time Domain Reflectometry, TDR)을 기반으로 동작하여, 전기적인 신호를 이용하여 토양 속의 수분 함량을 측정한다. 저장되는 데이터는 토양수분함량, 토양 온도와 토양 EC 등이다. 환경 측정값이 들어오지 않거나, 튀는 현상은 Python 프로그램을 이용하여 수정하였다. 아두이노의 시리얼 화면과 노드 레드의 사용자 인터페이스에 출력되는 화면으로 센서에 위한 환경 자료가 잘 수집되어 디스플레이되는 것을 볼 수 있었다. 토양수분센서와 아두이노를 이용하여 환경 데이터를 수신받고, 사용자는 환경 요인들에 대해 데이터화하는 농장 환경 모니터링 시스템을 설계하였다. 본 연구결과는 저가의 오픈 소스 플랫폼과 환경 계측 모니터링 시스템 개발로 작물의 수확량을 증가시킬 수 있으며, 시스템 자동화를 위한 센서의 비용과 유지 관리 비용을 감소시킬 수 있을 것이다.

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술사업의 지원을 받아 연구되었음(4210090 43HD020).

*Corresponding author, E-mail: yycho@jejunu.ac.kr

스마트팜 활성화를 위한 전남 지역 현장지원센터 운영

Operation of a Field Support Center in Jeonnam to Activate Smart Farms

조혜성*, 정수호, 이형석, 조연진, 안호섭, 윤가윤, 정종모, 김희곤

전라남도농업기술원 원예연구소

Hye-Sung Cho*, Soo-Ho Jeong, Hyeong-Seok Lee, Yeon-Jin Cho, Ho-Sub An, Ga-Yun Yun,
Jong-Mo Jung, Hee-Gon Kim

Jeollanam-do Agricultural Research & Extension Services, Naju 58213, Korea

세계 스마트농업 시장은 2020년 138억 달러에서 2025년에는 220억 달러로 연평균 9.8%의 성장률이 전망된다. 우리나라는 2025년까지 연평균 15.5%의 높은 성장이 예상된다. 전남 스마트팜 현장지원센터는 스마트팜 확산 사업의 일환으로 2014년 농림축산식품부의 공모사업에 선정되어 ICT 교육온실과 데이터 수집센터가 구축되었다. 농식품 ICT 융복합 확산사업 시설원예농가의 데이터가 연계되었고 2019년부터는 전남농업기술원에서 개발한 A/S가 간편하고 작은 규모의 시설원예에서 활용 가능한 단동보급형 스마트팜 농가의 데이터 모니터링이 추가되었다. 2022년 전남 현장지원센터 사업은 작물재배 컨설팅에 44%의 예산이 소요되었고 스마트팜 유지보수에 37%, 교육과 홍보에 13%를 활용하였다. 작년까지 데이터 연계 농가는 148호였으며, A/S컨설팅은 77호, 생육 컨설팅은 134회, 콜센터 상담은 77건을 추진하였다. 또한 스마트팜 홍보 리플릿을 1,000부 제작하여 농업인에 배부하였다. 2023년까지 연계된 농가는 22개 시군에 총 215호이고 화순군 35농가, 강진, 영광군 18, 장성군 14, 광양시, 담양군, 보성군, 장흥군이 각 13농가이다. 딸기 농가가 91호로 가장 많고, 토마토 24, 파프리카 18, 오이 13, 방울토마토 11, 호박 10호 순이며, 그 외에 풋고추, 멜론, 양파, 열대과수, 수박, 가지 등이다. 현장지원센터에는 단동보급형 스마트팜 농가가 135호, ICT 융복합 확산사업 농가는 75호 연계되었다. 80여 개의 환경데이터가 수집되고 있으며 그래프가 다양하게 제공된다. 앞으로 환경데이터 뿐 아니라 생육데이터의 체계적인 수집과 상호 관계의 구명을 통한 인공지능 기술 개발로 정밀농업 실현에 기여하고자 한다.

*Corresponding author, E-mail: cometcho@korea.kr

미세살수와 탄산칼슘 및 카올린 엽면살포가 온주밀감의 일소 발생과 과실 품질에 미치는 영향

Effects of Water Microspraying, Foliar Application of Calcium Carbonate and Kaolin Solution on Sunburn and Quality of Fruits in Satusma Mandarin

좌재호^{1*}, 박요섭², 한승갑², 김상숙², 김미선², 윤석규³

¹국립원예특작과학원 남해출장소, ²국립원예특작과학원 감귤연구소, ³국립원예특작과학원 파속채소연구소

Jae Ho Joa^{1*}, Yo Sup Park², Seung Gap Han², Sang Suk Kim², Mi Sun Kim², Seok Kyu Yun³

¹Namhae Branch, NIHHS, RDA, Namhae 52430, Korea

²Citrus Research Institute, NIHHS, RDA, Seogwipo 63607, Korea

³Allium Vegetable Research Institute, NIHHS, RDA, Muan 58545, Korea

국내 감귤 재배면적의 75%는 노지 온주밀감으로 7-9월은 과실 비대가 왕성하며 수확기인 11월까지 과실의 품질은 기온, 햇빛, 강우 등 기상환경의 영향을 받는다. 여름철 강한 일사는 과실 표면온도를 높여 고온이 일정 시간 이상 지속되면 과실의 증산이 촉진되면서 과피가 황화되거나 갈색 혹은 흑색 부정형 괴사 반점 증상이 나타나는 일소 증상이 발생할 수 있다. 본 연구는 ‘암기조생’ 감귤 과실의 표면온도와 일사량 간의 상관관계를 분석하여 일소가 유발되는 과실 표면온도를 예측하고 일소 발생을 경감시키고자 수행하였다. 이를 위해 기온이 31°C일 때 30분 간격으로 5분 미세살수와 1% 탄산칼슘, 4% 카올린 용액을 10일 간격으로 3회 엽면살포하여 일소과 발생과 과실 품질을 조사하였다. 과실 표면온도는 일사량과 $R=0.788(p<0.01)$ 로 유의한 정의 상관관계를 나타냈으며 한낮에는 기온보다 최고 16°C가 높았다. 과실 표면온도를 추정하는 회귀식 $y=0.099 \times (\text{대기온도}) + 0.018 \times (\text{일사량}) + 20.779 (R=0.687, p<0.01)$ 을 도출하였다. 30분 간격으로 5분 미세살수시 수관 내부 온도가 무처리보다 5.1°C 낮았다. 일소과 발생률은 미세살수가 2.1%로 무처리보다 2배 이상 낮았고 통계적으로 유의성을 나타냈으나, 과실 품질은 처리 간에 비슷하였다. 감귤재배 시 햇빛을 반사하거나 미세살수를 활용하면 과실 표면온도를 낮추어 일소 발생을 줄일 수 있을 것으로 보인다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01414601)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: choa0313@korea.kr

대기 및 근권부 온도 처리에 따른 파프리카와 토마토 발아특성 비교

Comparison of Germination Characteristics According to Atmospheric and Root Zone Temperature Treatments in Paprika and Tomato

주세훈¹, 김은지², 고윤¹, 박진섭³, 김지혜³, 송인희⁴, 나해영^{3*}

¹목포대학교 일반대학원 원예학과, ²목포대학교 생명자원개발이용학협동과정, ³목포대학교 원예과학과,
⁴목포대학교 부속농장

Se Hun Ju¹, Eun Ji Kim², Yoon Go¹, Jin Sub Park³, Ji Hye Kim³, In Hee Song⁴, Haeyoung Na^{3*}

¹Department of Horticultural Science, Graduate School of Mokpo National University, Muan 58554, Korea

²Graduate School of Mokpo National University, Interdisciplinary Program of Development and Utilization of Biological Resources, Muan 58554, Korea

³Department of Horticultural Science, Mokpo University, Muan 58554, Korea

⁴Affiliate Farm, Mokpo National University, Muan 58554, Korea

본 연구에서는 양액 온도 조절을 통해 근권부 온도를 조절한 후 각각 다른 대기온도와 근권부 온도가 파프리카와 토마토의 발아에 미치는 영향을 구명하고자 실험을 수행하였다. 파프리카와 토마토는 대기 온도가 25°C일 때 발아율이 각각 85%, 90%로 가장 높았다. 그리고 토마토는 발아 개시일에 차이가 없었으나 파프리카는 발아 개시일이 1일 단축되었다. 파프리카는 대기 온도 20, 25, 30°C에서 근권부 온도를 30°C로 조절하였을 때 발아율이 각각 72, 100, 100%로 가장 높았으며, 대기온도가 35°C일 때 근권부 온도 15, 20, 25, 30°C의 발아율이 각각 70, 58, 59, 63%로 근권부 온도 15°C일 때 발아율이 가장 높았다. 토마토는 대기온도 20, 25, 30, 35°C 모든 처리구에서 근권부 온도를 20°C로 처리하였을 때 발아율이 가장 높았다. 각각 다른 대기온도에서 토마토와 파프리카의 최적 발아를 위한 근권부 온도는 각각 달랐으며, 특히 대기온도의 변화에 따라 최적 근권부 온도가 변화하는 것을 확인하였다. 본 연구를 통해 저온기 및 고온기에 양액으로 근권부 온도를 조절하여 발아율을 향상시킬 수 있는 국소냉난방 시스템을 구축하였으며 저온기 및 고온기의 최적 근권부 온도를 구명하였다. 위의 결과는 이상기후에 대응하여 에너지를 절감할 수 있는 국소냉난방 시스템구축에 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(421041-03)

*Corresponding author, E-mail: somerze@mokpo.ac.kr

전산유체역학 시뮬레이션을 활용한 강제환기식 육계사의 영역 기반 환기 제어 알고리즘 개발

Development of Zone-based Ventilation Control in a Mechanically-Ventilated Poultry House using Computational Fluid Dynamics Simulations

최락영¹, Daniel Kehinde Favour¹, 박진선², 이세연¹, 채영현³, 홍세운^{1*}

¹전남대학교 지역·바이오시스템공학과 & BK21 기후지능형 간척지 농업 교육 연구팀,

²전남대학교 농업생명과학대학 & 기후변화대응농생명연구소, ³전남대학교 산학협력단

Lak-yeong Choi¹, Daniel Kehinde Favour¹, Jinseon Park², Se-yeon Lee¹, Yeonghyun Chae³,
Se-woon Hong^{1*}

¹Department of Rural and Biosystems Engineering, Chonnam National University & Education and Research Unit for Climate-Smart Reclaimed-Tideland Agricultural (BK21 four), Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

²AgriBio Institute of Climate Change Management, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

³Chonnam National University R&BD Foundation, Gwangju 61186, Korea

육계사 실내 미기상 환경은 육계의 생육 상태와 실내외 환경의 영향을 크게 받으며 그에 맞는 환경 조절이 필수적이다. 강제환기식 육계사는 환기팬 운영을 통해 암모니아, 이산화탄소, 미세먼지 등의 유해 성분을 제거하고 온습도를 조절하여 적정환경을 유지한다. 최근 2세대 가금 스마트팜 개발이 진행되면서, 모든 개체의 품질 향상을 목적으로 균일한 환경을 구성하는 연구가 진행되고 있고, 실내외 환경변화에 따른 능동적인 환기제어가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 전산유체역학 시뮬레이션을 이용하여 육계사 실내 미기상의 기온 분포와 공기유동을 분석하여 실내외의 환경에 따른 능동적인 환기 제어알고리즘을 개발하고자 하였다. 본 연구에서 선정된 육계사는 2세대 가금 스마트팜 기술 개발을 목적으로 영역기반의 환경을 제어하기 위해 실내 6개의 영역에서 온습도를 측정할 수 있다. 또한 영역별 미기상 제어를 위해 터널팬, 크로스팬, 온풍기를 개별 작동할 수 있으며 60개의 측면 입기구를 영역별로 나누어 제어할 수 있다. 기존에 사용하고 있는 환기 방식의 경우, 겨울철 터널팬 근처에서 많은 환기량과 침기로 인해 기온이 낮았다. 영역별로 측면 입기구의 동작을 다르게 하여 기존의 공기유동을 변경하는 새로운 환기 알고리즘을 개발한 결과, 새로운 환기 알고리즘은 기존의 환기 효율을 유지시키면서 실내의 분균일한 기온 분포가 개선되는 효과를 보였다. 본 연구에서 개발된 새로운 환기 알고리즘은 추후 실제 육계사에서 현장 실험을 통해 검증될 것이다.

본 결과물은 농림축산식품부 및 과학기술정보통신부, 농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원과 재단법인 스마트팜연구개발사업단의 스마트팜다부처패키지혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음 (과제 번호: 421024-04)

*Corresponding author, E-mail: hsewoon@jnu.ac.kr

Changes in CO₂ Absorption Amount Due to Photosynthesis in Bryophytes in a High-Concentration CO₂ Environment

SangHeon Choi^{1,2}, YoungJoon Kim¹, Yu-Ri Choi¹, Buung Choi¹, ChangWook Park¹, HyunDon Ham¹,
Sun-Mok Jeong^{1*}

¹Research & Development Department, GREEN PLUS CO., LTD, Yesan 32446, Korea

²Department of Agricultural Engineering, College of Industrial Sciences, Kongju National University, Yesan 32588, Korea

This study was conducted to investigate the CO₂ absorption of plants when grown indoors. To investigate the change of CO₂ concentration, a closed case was manufactured and blocked from the outside. The internal CO₂ concentration was supplied to about 5,000 ppm, and then bryophytes were placed and observed for about two weeks. For bryophytes, *Hypnum tamariscinum* Hedw., *Hypnum plumaeforme* Wilson., *Leucobryum juniperoides*, and *Racomitrium canescens* were placed to compare the CO₂ absorption by variety. Inside the case, a fog generator for moisture supply, a nutrient solution circulation device, and an LED bar for photosynthesis were installed. The photosynthetic photon flux density(PPFD) accepted by bryophytes inside the case is about 150 μ mol/m²/s. The internal temperature was maintained at about 20°C, and the relative humidity was maintained at about 80-90%. The experimental groups were divided into treatment group and control group according to the presence or absence of CO₂ supply. Additionally, we investigated changes in CO₂ concentration inside the case depending on the presence or absence of bryophytes. As a result of this study, it was confirmed that the concentration of CO₂ decreased due to photosynthesis during the 12-hour light conditions, and slightly increased or maintained under dark conditions. Among the experimental groups, the bryophyte with the highest CO₂ absorption was found to be *Hypnum plumaeforme* Wilson.. Based on the results of this study, it is expected that a prediction model for CO₂ consumption or emissions when growing crops in a smart greenhouse will be developed.

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation(IITP) grant funded by the Korea government(MSIT)(No.2022-0-00597, Development of digital twin platform technology for integrated management of carbon emissions in agricultural and livestock facilities)

*Corresponding author, E-mail: jsm1234@greenplus.co.kr

딸기 엽의 질소함량 변화와 광합성 특성 분석

Estimating of Strawberry Canopy Photosynthetic Efficiency by Analyzing Nitrogen Distribution and Photosynthetic Characteristics

최수영, 이준우*

전북대학교 스마트팜학과

Sooyoung Choi, Joonwoo Lee*

Department of Smart Farm, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

작물을 생산하는 온실 내부 시설의 효율적인 환경제어를 위해 작물 군락과 온실 내부 미기상 사이의 물질 수지 분석이 필요하다. 이러한 문제를 고려하기 위해 작물 군락의 정밀한 이산화탄소 수지 분석이 필요하다. 특히 국내 시설 재배 딸기는 주로 일정한 엽수를 유지하는 방식의 적엽 관리를 통해 재배되기 때문에, 딸기의 군락 이산화탄소 수지 분석을 위해선 딸기 군락을 구성하는 모든 엽의 광합성 특성을 분석할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 딸기 군락을 구성하는 모든 엽의 광합성 특성과 질소 함량사이의 관계를 분석하고 이를 통해 딸기 군락 광합성 효율을 추정하고자 한다. 시험 품종은 Strawberry(*Fragaria* × *ananassa* Dutch.cv. Seolhyang)로 2021년 9월에 정식되었고 담양에 소재한 유리온실, 연동형 플라스틱 온실에서 재배되었다. 작물 재배 시 딸기의 엽이 5장으로 유지하는 방식으로 재배관리 하였다. 딸기 엽의 광합성 특성 및 질소함량을 분석하기 위해서 5개의 모든 엽에서 정식 후 3주, 9주, 12주, 21주 총 4번에 걸쳐 조사되었다. 광합성 특성은 CO₂ 농도 및 광량 변화에 따른 광합성 측정이 광합성 분석기(Li-6800, Li-COR, Ne, USA)를 사용하여 진행되었다. 측정 결과를 R Studio(R Studio, Boston, USA)로 사용하여 FvCB model을 통해 fitting하였고, 최대 카르복실화 능력(V_{cmax})와 최대 전자수송율(J_{max})을 도출하였다. 엽의 질소 함량 또한 분석한 광합성 특성과의 관계를 분석하기 위해 5개 모든 엽에서 진행되었다. 딸기에서는 엽령에 따른 광합성 특성 및 전질소 함량에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이러한 결과는 기존에 5장을 유지하는 재배방식이 광합성 및 질소함량 측면에서 적합한 재배관리 방식임을 알 수 있다. 또한 본 연구를 통해 도출한 딸기의 주요 광합성 모델 지표 결과는 앞으로 다양한 환경 조절 기술에 따른 딸기의 이산화탄소 수지를 선정하는데 유용한 자료로 활용될 수 있다.

본 연구는 농림축산식품부,과학기술정보통신부,농촌진흥청의 재원으로 농림식품기술기획평가원, (재)스마트팜 연구개발사업단의 스마트팜 다부처패키지 혁신기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(과제번호 421004-04).

*Corresponding author, E-mail: jw.lee@jbnu.ac.kr

식물생장상의 실시간 내부환경변화 모니터링을 위한 웹기반 대시보드 개발

Development of a Web-Based Dashboard for Real-Time Environmental Changes in a Plant Growth Chamber

하다은, 전해진, 김솔희, 김태곤*

전북대학교 스마트팜학과

Da-Eun Ha, Hyejin Jeon, Solhee Kim, Taegon Kim*

Department of Smart Farm, Jeonbuk National University, Jeonju 54896, Korea

식물생장상(Plant growth chamber, 챔버)은 실험 조건에 따라 온도, 습도, 광도 등을 조절하여 생장 환경 조건을 재현할 수 있다는 점에서 연구 개발에 많이 사용되고 있는 실험 장비이다. 그러나 챔버 내의 환경을 일정 조건으로 설정하더라도 외부 요인에 의해 내부환경이 변할 수 있다. 이는 실험 실패로 이어질 수 있기 때문에, 항상성을 보장하는 신뢰성이 높은 고가의 챔버를 활용하거나, 챔버 내 환경변화를 연구자가 직접 모니터링하면서 관리해야 한다. 본 연구는 실시간 자동 모니터링 시스템을 통해 챔버 내부 환경 변화를 손쉽게 파악할 수 있는 방안으로 웹기반 대시보드를 설계하고, 개발하였다. 연구자가 챔버 내부 환경을 실시간으로 확인할 수 있도록 챔버 내부에서 설치된 센서의 측정값을 시각화하여 대시보드에 표출하였다. 또한 측정값이 기준치에서 벗어났을 때 빠른 시간안에 대처할 수 있도록 연구사용자에게 알림을 보내는 기능을 구현하였다. 시스템 구현을 위하여 챔버 내부 환경을 계측하기 위한 초소형/초저가 컴퓨터인 라즈베리파이(Raspberry Pi)와 온도, 습도, 광도 센서를 설치하였다. 각각의 센서 측정값은 3분 간격으로 실시간으로 IoT 분석플랫폼인 ThingSpeak에 전송하여 저장한다. Python으로 개발한 분석 프로그램을 통하여, ThingSpeak API로부터 JSON 파일을 불러오고 한번에 하루치 계측값(480개/일)을 CSV파일로 변환하여 저장한다. 실시간으로 자료를 축적하는 과정에서 중복저장된 데이터포인트를 제외하여 분석이 용이하도록 하였으며, 실시간 내부환경 데이터베이스를 구축한다. 구축한 데이터베이스를 기반으로 Streamlit을 이용하여 대시보드를 제작하였다. Streamlit은 데이터 시각화와 분석을 웹 애플리케이션으로 개발할 수 있는 Python 라이브러리이다. 구현한 대시보드는 챔버안의 온도, 습도, 광도 값을 실시간 그래프로 보여 주며, 수집한 원본 데이터를 CSV로 다운받을 수 있도록 다운로드 기능을 제공하여, 시스템의 활용성을 높였다. 모바일 기기에 푸시 알림을 보낼 수 있는 서비스인 ntfy를 활용해 실시간으로 수집되는 온도, 습도, 광도 값들이 사용자가 설정한 기준치를 벗어날 때, 즉시 알림을 보내도록 기능을 구현하였다. 본 연구로 제작된 대시보드를 통해 사용자는 원격으로 챔버 내부의 환경변화를 실시간으로 모니터링 하고 이상관측이 발생하였을 때 알림을 보냄으로써 챔버내부환경 변화를 신속하게 인지하고 대응하여 챔버를 활용한 연구에 있어서 리스크를 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

본 연구는 한국연구재단 이공분야기초연구사업(과제번호:NRF-2022R1G1A1011147)연구재단의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: taegon@jbnu.ac.kr

Climate Data Prediction Based on Machine Learning Using Weather Big Data

Seung-un Ha¹, Sang-ki Jeon¹, Xin Wang¹, Jong-seok Park^{1,2*}

¹Department of Bio-AI Convergence, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²Department of Horticultural Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

As precision agriculture developed, many sensors are being researched for data collection. However, it is very difficult to collect data in open fields using sensors. In open sites, technology is needed to minimize the use of sensors and other equipment due to problems such as malfunctions due to long-term use. Through machine learning, field environmental data can be predicted using past weather big data. We used 23 types of weather big data provided by local meteorological offices (Daejeon) collected from January 1, 2023 to August 27, 2023. Decision tree (DT), random forest (RF), XGBoost (XGB), and multiple linear regression (MLR) were used as machine learning models, and the temperature and humidity, wind speed, atmospheric pressure, and solar radiation values of the outdoor test site where the weather station was installed were predicted. A total of 2,882 data points were split in a 7:3 ratio for training and testing. Grid search was used to find the optimal hyper parameters, and the models were compared with each other. The highest coefficients of determination were observed at 0.99 for atmospheric pressure, 0.96 for air temperature 0.52 for average wind speed, 0.86 for relative humidity, and 0.83 for average solar radiation. Wind speed showed relatively low prediction accuracy in all models, but the MLR model predicted air pressure, temperature, and relative humidity best, and the average wind speed and average solar radiation were predicted best by the XGB model. The five climate factors predicted in this experiment can be used in the Penman-monteith formula to calculate total evapotranspiration. This can contribute to the development of irrigation algorithms for field crops without generating sensor error values.

This work was supported by Institute of Information & communications Technology Planning & Evaluation (IITP) grant funded by the Korea government(MSIT) (No.RS-2022-00155857, Artificial Intelligence Convergence Innovation Human Resources Development (Chungnam National University)). This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry(IPET) and Korea Smart Farm R&D Foundation(KosFarm) through Smart Farm Innovation Technology Development Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA) and Ministry of Science and ICT(MSIT), Rural Development Administration(RDA)(421034-04).

*Corresponding author, E-mail: jongseok@cnu.ac.kr

Application of JS Microbial Fertilizer for Cultivation of Sweet Potato Seedlings in Greenhouse

Dong Hyun Han, Seungah Kim, Se Hui Ban, In Seo Hong, Jae Ho Jeong, Young Woo, Yoo Min Ha,
Sun hyung Kim, Yurina Kwack*

Department of Environmental Horticulture, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

Sweet potato is one of the seven most important crops in the world, valued mainly for its nutritional value due to the high protein and carbohydrate content of tuber. In recent, it has been reported that the leaves and stems of the sweet potato contain a high level of nutrients such as vitamin C and lutein. *Bacillus subtilis* JS is plant growth-promoting rhizobacteria, and plays a positive role of carbon dioxide assimilation and photosynthesis. The objective of this study was to investigate the effect of JS microbial fertilizer on seedling cultivation in sweet potatoes developed for leaf and stem utilization. The tissue-cultured propagules of 'Tongchaeru' and 'Suioh' sweet potato were transplanted in the 72-cell plug trays filled with horticultural medium. They were cultivated for 28 days in a greenhouse and three different JS microbial fertilizers including two mutants (JS, JS-C₁, and JS-C₃) were applied directly to the rhizosphere every three days. The growth of sweet potato seedlings was promoted by the application of JS microbial fertilizers. Among three types of JS microbial fertilizers, JS-C₁ showed the most positive effect on the shoot dry weight in sweet potato seedlings. From the results, we confirmed the positive effects of JS microbial fertilizers on sweet potato seedling cultivation in a greenhouse and it is our view that further studies are needed to determine the appropriate amount and timing of JS microbial fertilizer application to increase their effectiveness.

*Corresponding author, E-mail: yurina911@uos.ac.kr

온실 복합환경관리에 최적화된 데이터 명명법 설계

Concise Identifier Naming Optimized for Integrated Environmental Control of Greenhouse

한민희*, 안철근, 방지웅, 정현우, 김진현

국립원예특작과학원 시설원예연구소

Minhee Han*, Chul Geon An, Jiwoong Bang, Hyeonwoo Jeong, Jin Hyun Kim

Protected Horticulture Research Institute, NIHHS, RDA, Haman 52054, Korea

스마트팜 온실에서는 다양한 센서로 수집한 환경 데이터를 바탕으로 복합환경관리를 자동화한다. 간결하고 일관적인 데이터 명명법을 이용하면 효율적인 데이터 분석이 가능하다. 2022년 한국농업기술진흥원에서 ‘시설원예 분야 스마트팜 수집 데이터 규격(SPS, 표준번호: SPS-X KOAT-0009-7470)’을 제시하였으나, 변수명이 길어 사용하기 어렵고, 데이터 분석에 자주 쓰이는 요약변수 정의 코드가 없으며, 작물 모델링 등에 필요한 센서 위치 정보의 표기 방법이 부족한 등 개선 여지가 있다. 따라서, 본 연구에서는 효율적인 온실 환경 데이터 분석을 위해 스마트팜 온실과 장치의 특성을 고려한 데이터 명명법을 설계하였다. 첫째, 단축 변수를 사용하여 소스코드 작성 및 열람 편의성을 개선했다. 기존 SPS 규격의 엘리먼트명을 기반으로 시설 농업 시스템 내 모니터링 변수들을 축약된 문자열로 정의해, python, R 등 개발환경에서 사용하기 쉽게 했다. 예로, SPS에서 ‘internal environment temperature’로 정의하는 ‘내부 온도’를 본 명명법에서는 앞글자를 따서 ‘IE TE’로 정의한다. 둘째, 데이터 분석에 중요한 요약변수(평균, 최대, 적산 등) 정의 코드를 추가했다. 총 6자의 코드는 대분류/중분류/소분류 3단계 분류체계 아래 각 2자로 이루어지고, 소분류 코드를 통해 사용자가 추가 연산 없이 요약변수에 편리하게 접근할 수 있도록 했다. 예를 들어, ‘일 최고 건구온도’를 ‘WMDTHD’로 정의한다(WM: weather monitoring, 날씨 모니터링; DT: dry bulb temperature, 건구온도; HD: highest daily, 일 최고). 셋째, 온실 내외부 센서와 구동기 등의 공간적 위치를 확인할 수 있도록 위치 코드 규칙을 추가했다. 온실 구조물과 상대적 위치에 A-Z 중 문자를, 순서와 거리에 숫자 코드를 부여해 해당 데이터가 수집된 위치를 명확히 확인할 수 있도록 했다. 예로, 3번째 거터의 2번째 거터 케이블에서 수집한 건구온도는 ‘WMDT_IG3C2’로 정의한다(WMDT: 건구온도; I: 온실 내부; G3: 3번째 거터; C2: 2번째 거터 케이블). 이 명명법을 활용해 온실 복합환경관리를 목적으로 하는 데이터 관리 및 분석 작업을 쉽고 신속하게 수행할 수 있을 것이다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01607302)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: hanmh109@korea.kr

삼채 연중 생산을 위한 식물공장 광환경 제어 효과

Effects of Light Environmental Control for Year-Round Production of Hooker Chive (*Allium hookeri*, Thwaites) in a Plant Factory System

허정욱^{1*}, 심창기², 이성현³, 이정민¹

¹농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부, ²농업환경부, ³농식품자원부

Jeong-Wook Heo^{1*}, Chang Ki Shim², Seonghyun Lee³, Jeong Min Lee¹

¹Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, RDA, Jeonju 54875, Korea

²Department Agricultural Environment, National Academy of Agricultural Science, Jeonju 54875, RDA

³Department of Agrofood Resources, National Academy of Agricultural Science, Jeonju 54875, RDA

뿌리부추라고 불리는 삼채는 주로 뿌리 부위를 식용 또는 약용하고 있는 작물로, 지상부 신선 잎을 이용하지 않는 작물중 하나이지만 최근 들어 뿌리 이외에 잎의 영양에 대한 연구 결과가 보고되면서 신선 잎에 대한 관심이 고조되고 있다. 지금까지 삼채는 노지에서 토경재배로 뿌리를 생산하고 있어 연중 신선 잎 수확회수가 3~5회 정도로 한정적으로 엽채류로서 안정적 공급이 곤란한 작물이다. 본 연구에서는 삼채 신선 잎 안정생산을 위하여 인공광 재배시설인 식물공장 시스템내 광질이나 광강도 제어가 잎 생장에 미치는 영향을 조사하였다. 배양액은 재배기간 동안 EC 1.5 dS/m 및 pH 6.0으로 제어한 관행 Yamazaki 잎상추액을, 광원은 LED와 형광등을 광강도는 100~200 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 로 제어하면서 5주간 담액방식으로 수경재배하였다. 대조구로는 재배기간 동안 150 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 제어한 형광등 조사구 및 자연광 온실 재배구로 하였다. 식물공장 조건에서 삼채 잎 수확회수는 정식 일로부터 1년간 5주 간격으로 수경재배하여 수확하면 10회까지 수확 가능하여 최대 230% 이상 증가하였다. 또한 온도제어가 가능한 온실조건에서 토경재배한 경우에는 최장 5회까지 재배가능 하였으나 5회 이후에는 잎수확량 및 생장이 급격히 감소하여 고사가 진행되는 것으로 확인되어 노지 조건에서는 수확회수가 5회 이하로 한정적인 것을 확인하였다. 이로써 토경재배에 비해 인공광을 채택하는 식물공장에서는 1회 종근 정식으로 연중 삼채 신선 잎을 계획적으로 수확할 수 있었으며 본 연구 결과를 통하여 신선 엽채류로서 삼채 잎의 이용 가능성을 제시하였다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01580201)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: wooncho@korea.kr

순환식 아쿠아포닉스 시스템내 수경재배 실생묘의 생장

Growth of Hydroponically Cultured Seedlings in the Aquaponics System of Water Recycling Type

허정욱^{1*}, 백정현¹, 심창기², 이정민¹

¹농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부, ²농업환경부

Jeong-Wook Heo^{1*}, Jeong Hyun Baek¹, Chang Ki Shim², Jeong Min Lee¹

¹Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, RDA, Jeonju 54875, Korea

²Department Agricultural Environment, National Academy of Agricultural Science, RDA, Jeonju 54875, Korea

본 연구에서는 유리온실 조건에서 Biofloc 기술을 적용한 순환식 아쿠아포닉스 시스템내 동자개 양식수를 활용한 수경재배 및 MGS (Mobile Gutter System)내 화학비료 기반의 관행 수경재배 실생묘의 생장 특성을 조사하였다. 10cm 미만의 동자개 치어는 6개월간 혼합사료를 급여하면서 아쿠아포닉스 시스템내 수조에서 양식하였다. 공시작물은 본엽이 3~4매 전개한 엔다이브 및 아바타 실생묘로 하였으며 재배기간은 5~6주로 하였다. 2단 재배 베드를 갖는 아쿠아포닉스 시스템에서는 화학비료 기반의 배양액 대신 물고기 양식수를 공급하였으며, 상단과 하단 베드의 광강도를 균일하게 유지하기 위하여 하단에 백색과 적청 혼합색의 LED 광원을 4시간/일 보광하였다. 관행 MGS 처리구에서는 Yamazaki 잎상추액을 공시하였고 재배기간 동안 EC 1.5 dS/m 및 pH 6.0으로 제어하였다. 재배종료시 아쿠아포닉스 시스템내 순환수 EC와 pH는 각각 0.5 dS/m 및 5.8로 측정되었다. 수경재배 5주차 엔다이브 전개엽수는 아쿠아포닉스 시스템에서 15% 이상 증가하였으나 SPAD치는 오히려 MGS에서 17% 증가하였다. 아바타 실생묘의 건물중은 혼합색 보광 아쿠아포닉스 시스템에서 MGS 대비 약 18% 유의하게 증가하였으나 생체중과 엽장 신장은 MGS에서 각각 27% 및 23% 증가하는 것으로 나타났다. 한편 전개엽수는 혼합색 보광 아쿠아포닉스 시스템에서 최대였으며 MGS에서 최소였으며 엔다이브와 달리 SPAD치는 백색 보광 재배구를 제외한 아쿠아포닉스 시스템에서 유의하게 증가하였다. 이로써 화학비료를 사용하지 않는 아쿠아포닉스 시스템을 활용한 엔다이브와 아바타 실생묘 수경재배시 관행 MGS 대비 잎내 색소함성이나 생체중은 낮아지는 경향을 보였으나 전개엽수 증가에 있어서는 유리한 것으로 나타났다. 화학비료 대신 물고기 배설물 분해수를 사용하는 아쿠아포닉스 시스템에서 작물의 생장 차이는 작물 종이나 보광하는 광질의 차이에 기인하는 것으로 판단되지만 배양액에 포함된 질소 농도 또한 관행 97 mg/L 대비 23 mg/L로 현저히 낮은 것으로 측정되어 생육 후반기 생육에 필요한 질소 부족 또한 생육 저하의 원인으로 판단되었으며 본 연구 결과는 아쿠아포닉스 시스템내 재배작물의 종류나 생육지표별 차이는 있으나 시스템을 활용한 작물의 유기적 수경재배 가능성을 제시하였다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01579601)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: wooncho@korea.kr

인공광형 식물공장내 원예작물의 생육 및 환경 모니터링 시스템 구축

Monitoring-System Establishment of the Growth and Environment of Horticultural Plants in the Plant Factory System of an Artificial Light Type

허정욱*, 백정현, 이정민

농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부 스마트팜개발과

Jeong-Wook Heo, Jeong Hyun Baek, Jeongmin Lee

Department of Agricultural Engineering, National Academy of Agricultural Science, RDA, Jeonju 54875, Korea

본 연구에서는 인공광형 식물공장 조건에서 재배하는 작물의 생육 및 온도, EC 등 재배환경을 실시간으로 파악하기 위한 환경 모니터링 시스템을 구축하였다. 데이터 수집을 위하여 범용 센서인 EC 및 pH 센서를 설치하였으며, 데이터의 전송과 처리를 위해 아두이노(Wemos D1R1)를 사용하였으며, 개별 센서의 연결과 수집을 위해 텐타클 쉴드(Whitebox Labs Tentacle shield)를 활용하였다. 아두이노에서는 실시간으로 데이터를 취득 후, 네트워크를 통해 농업공학부내 클라우드로 전송하였다. 작물 생육 영상 데이터를 위하여 IP 카메라와 NVR(Network Video Recorder)을 구성하였으며 NVR은 카메라 영상 전송과 전력공급을 위하여 PoE (Power of Ethernet)로 구성하였고 생육 영상을 웹으로 실시간 스트리밍하기 위하여 Web Sockek으로 변환하였다. 작물 영상과 재배환경 데이터 전처리 및 저장을 위하여 아두이노에서 클라우드 웹 인스턴스로 데이터를 전송하였다. 또한 웹 인스턴스는 데이터 저장 모듈과 시각화 모듈로 구성하여 실시간으로 작물 생육과 환경 데이터를 시각화하였으며 작물 생육과 환경 모니터링 시스템을 이용하여 실시간 모니터링이 가능하였다. 따라서 인공광형 식물공장과 같이 폐쇄된 재배공간내 작물 생육 및 환경변화를 실시간 파악할 수 있었으며, 이를 통해 재배실내 작물 및 환경관리 효율을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구결과는 인공광형 식물공장 조건에서 재배작물의 실시간 생육과 재배환경을 통합 관리할 수 있는 가능성을 제시하였다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01728501)의 지원에 의해 이루어진 것임.

*Corresponding author, E-mail: wooncho@korea.kr

인공광 이용형 식물공장을 활용한 오이묘의 묘소질 및 정식 후 생육특성 비교

Comparison of Seedling Quality and Growth Characteristics After Transplanting of Cucumber Seedlings Using a Plant Factory with Artificial Lighting

현순재¹, 양휘찬², 김용호², 배윤형², 장동철^{1,2*}

¹강원대학교 원예학과, ²강원대학교 스마트농업융합학과

Soonjae Hyeon¹, Hwichan Yang², Youngho Kim², Yunhyeong Bae², Dongcheol Jang^{1,2*}

¹Department of Horticulture, College of Agriculture and Life Science, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

²Interdisciplinary Program in Smart Agriculture, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

본 연구는 인공광 이용형 식물공장에서도 육묘한 묘와 온실묘의 생육을 비교하여 인공광 이용형 식물공장의 상업적 사용 가능성을 검토하고자 수행하였다. 오이의 공시품종은 ‘청춘’으로 2023년 4월 11일에 파종하였다. 파종 후 11일차에 원통형 종이포트를 이용해 50구 플러그 트레이에 가식하였고, 파종 후 24일차에 플라스틱 온실에 정식하였다. 온실에서 육묘한 묘(Greenhouse; GH)와 인공광 이용형 식물공장에서도 가식 후 온실에서 육묘한 묘(Plant factory to Greenhouse; PG), 인공광 이용형 식물공장에서 육묘한 묘(Plant Factory; PF) 총 3가지의 처리구로 구분하였다. 오이의 정식 전 생육 비교 결과 초장은 GH, PG, PF 각각 6.6, 9.7, 18.0cm로 GH가 가장 짧았고, PF가 가장 길었다. 초장의 상대생장률은 PF가 가장 높았지만, 초장이 가장 짧았던 GH가 PG보다 높았다. 생체중과 건물중은 GH가 가장 가벼웠고, PF가 가장 무거웠다. 총실도 또한 GH가 가장 낮고, PF가 가장 높았다. 정식 후 초기생육 비교 결과 GH, PG, PF의 초장은 각각 7.0, 14.1, 25.7cm로 GH가 가장 짧고, PF가 가장 길었으나, 생육 후기로 갈수록 길이가 역전되어 GH가 182.7cm로 가장 길고, PF가 179.2cm로 가장 짧았다. 앞선 결과들을 통해 식물공장에서 육묘된 묘가 생육 초기 생장이 빠른 경향성을 파악하였다. 따라서 인공광 이용형 식물공장의 생육 속도가 빠른 점을 이용해 육묘 기간을 단축하여 묘의 생산 비용 및 시간을 절약할 가능성을 확인하였지만, 정식 후 생산성의 지표가 부족하여 이에 관한 추가 연구를 진행 중이다.

본 연구는 농림축산식품부 기술사업화지원사업(과제번호: 821045-3)의 지원을 받아 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: jdc@kangwon.ac.kr

Modeling the Temporal Dynamics of Lettuce Growth in Response to Red, Green, and Blue Spectral Irradiance Ratios

Taewon Moon^{1,2}, Junyoung Park¹, Inha Hwang¹, Dongpil Kim¹, Tae In Ahn^{1*}

¹Department of Agriculture, Forestry and Bioresources, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

The response of the crops can be diverse with its genetic and environment conditions. It is not practical to determine crop response to a specific environmental factor with all other external conditions tightly controlled based on some strict treatments. Greenhouse cultivation is homogeneous enough, but environment such as radiation can varied with positions resulting in productive variations. Estimating responses of the individual crops in greenhouses could enable quantification of environmental impacts on crops with small batch treatments. Recently, high-quality quantification tools such as object detection and ray-tracing simulation were developed. Comparison of accumulated radiation and water use with reproductive features utilizing these technologies could establish physiological direction for efficient cultivation strategy. Side-view videos of the transplanted crops were collected by a gimbal camera from Apr 06 to Jun 24, 2020. Images were captured from videos with an interval of one sec. YOLOv7, an object detection model based on convolutional neural network and attention mechanism, detected unmaturing, breaking, and matured fruits in the extracted images. Since the vegetative features such as leaf numbers and leaf areas were hard to detected even with object detection methodology, green pixels were simply summated and represented the vegetative changes. Developed methodology could be used to quantify other important environment factors for crop cultivation system for an efficient cultivation.

This work was supported and funded by IPET and KosFarm through Smart Farm Innovation Technology Development Program, funded by MAFRA and ICT (MSIT), RDA (423001-02).

*Corresponding author, E-mail: tiahn@snu.ac.kr