

생물 분과



Effects of Controlled Irrigation Frequencies Using Load Cell on Growth and Abscission of Apical Meristem in Different Strawberry Varieties

Saleha Farjana, In Sook Park, Myong Sun Park, Jong Myung Choi*

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

The objective of this study was to investigate the influence of various water content on flower bud initiation as well as abscission of apical meristem in different strawberries. Seedlings were planted in trays of 24 cells filled with a commercial root medium (total porosity, container capacity, and air-filled porosity were 83.9, 74.2, and 9.7%, respectively). The load cells were calibrated to set 4 different irrigation frequencies (51%, 48%, 41%, and 34%). Fertigation was started at 10 days after seedling transplantation and the solutions contained N-P₂O₅-K₂O (18-18-18, Haifa Chemicals Ltd.) in all the treatments with different frequencies until transplanting to plastic boxes. 60 days old seedlings were then transplanted to rectangular sized plastic boxes filled with the same root medium and allowed to grow for another 60 days with equal fertigation levels in all the treatments. The emergence of inflorescence and abscission of apical meristem was investigated visually while plants were growing. Data on growth and tissue nutrient contents of mother plants, and root medium chemical properties were analyzed. The abscission of apical meristem was highly significant, and the maximum was found in plants of 34% treatment in each cultivar. Data on the root medium pH among the treatments (5.41–6.07) were statistically significant. The greatest growth of seedlings in terms of dry weight was observed in plants of 51% treatments, on the other hand the lowest growth was in those of 34%. Furthermore, the tissue nutrient content of ‘Altaking’, ‘Keumsil’, and ‘Vitaberry’ strawberries were statistically significant, and the highest was in 51% on the other hand the lowest was in 34%. In addition, the tissue N content of ‘Altaking’, ‘Keumsil’, and ‘Vitaberry’ strawberries at their highest growth was 3.76, 3.65, and 3.68% respectively, and at the maximum abscission of apical meristems was 2.60, 2.54, and 2.58% respectively, based on the dry weight of the aboveground tissue. However, significant differences observed in dry weights of the seedlings’ and the abscission of apical meristems among treatments of irrigation set-points in all strawberry cultivars tested. The above results indicate that the flower bud differentiation, abscission of apical meristem, and growth of strawberry seedlings were influenced seriously by the irrigation frequencies and the set-point of 51% in irrigation showed best results.

This study was made with the support of the “Development of Digital Cultivation Technology for premium Exports of Newly Breed Korean Varieties of Strawberry” project (Project number: RS-2023-00223015), Republic of Korea.

*Corresponding author, E-mail: choi1324@cnu.ac.kr

아쿠아포닉스 시스템 형태가 제라늄(*Pelargonium*)의 생육에 미치는 영향

Effects of Different System Methods on Growth of *Pelargonium* in Aquaponics

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 제라늄(*Pelargonium*)을 아쿠아포닉스가 적용된 담액과 박막 수경 방식에 여과를 다르게 처리하였을 때 생육에 미치는 영향을 알아보기 위해 수행하였다. 처리구는 수경 방식 3처리로 담액(D), 변형 담액(MD), 박막(N)과 여과 방식 2수준으로 스펀지와 1L의 세리믹 링이 채워진 외부 인공여과기(F)와 화산석(V)을 혼합하여 6처리하였다. 화산석 처리구에는 기포발생기(A)를 장착하였다. 처리구는 담액+인공여과기(DF), 담액+화산석+기포발생기(DVA), 변형 담액+인공여과기(MDF), 변형 담액+화산석+기포발생기(MDVA), 박막+인공여과기(NF), 박막+화산석+기포발생기(NVA)이다. 식물체의 평균 초장 5.2cm, 평균 엽수 4장인 제라늄을 각 처리별 6개체씩 포트에 식재하여 재배조에 정식하였고, 물고기는 금붕어(*Carassius auratus*) 3마리씩(평균 어체중 17.7g) 입어하여 어체중 0.5%를 급이하며 6주간(42일) 실험하였다. 처리 42일째 사육수의 pH와 EC, 어체중, 지상부와 지하부 생육을 조사하였다. 사육수 평균 pH는 인공여과기보다 화산석 처리에서 높은 결과를 보였고, pH 5.5 이하일 때 1N KOH 첨가량은 NF처리에서 35ml로 가장 많았으며, NF>MDF>DVA>MVA>NVA, DF순이었다. 모든 처리의 EC는 0.11dS·m⁻¹부터 시작하였다. 처리 42일째 EC는 DFA처리에서 0.50dS·m⁻¹로 다른 처리보다 높았으며, MDF 처리가 0.37 dS·m⁻¹로 낮았다. 어류의 증체율을 계산한 결과 DF>NVA>NF>MDVA>MDF>DVA순으로 담액 방식에 인공여과기를 장착한 처리구에서 높은 증가율을 보인 반면, 화산석이 장착한 담액 방식에서 다른 처리보다 낮아 여과기에 따른 영향을 받은 것으로 나타났다. 지상부 및 지하부의 생육을 조사한 결과 수경 방식에 따른 영향을 받았지만, 여과에 따른 생육 지표들은 차이를 보이지 않았다. NF와 NVA처리에서 초장은 짧았고, 엽수는 적었지만, 엽이 크게 자라 엽면적이 가장 넓었으며, 분지수 또한 가장 많았다. 뿌리길이는 NVA에서 가장 길었고, DF, DFA, DVA와 MDF처리에서 가장 짧았다. 뿌리의 부피 또한 NVA에서 가장 컸으며, 담액 방식의 처리가 가장 적었다. 이 모든 결과를 종합해보면, 어류의 증체율도 높고, 지상부 및 지하부의 생육이 양호했던 박막 방식에 화산석을 여과로 이용한 아쿠아포닉스 시스템에 제라늄을 재배하는 것이 가장 적합할 것으로 판단된다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원(세부과제번호: 821039033HD02022182102130000)의 지원을 받아 연구되었음.

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

Effect of CO₂ Fertilization and Supplemental Lighting on Cucumber for Low Solar Radiation Period

Jeong Kil Koo¹, Hee Sung Hwang^{2,4}, Jeong Hun Hwang¹, Eun Won Park¹, Jin Yu¹, Ji Hye Yun¹,
So Yeong Hwang¹, Hyeong Eun Choi¹, Seung Jae Hwang^{1,2,3,4,5*}

¹Division of Applied Life Science, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University,
Jinju 52828, Korea

²Division of Crop Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

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

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

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

Cucumber is used and studied in various fields, such as food and beauty, due to their unique taste, aroma, and moisture. The cucumber is a crop that responds sensitively to environment. Therefore, systematic management methods such as nutrient, moisture, temperature, light, and CO₂ concentration are required for cultivation. In particular, in the spring with particulate matter pollution and in the summer with a rainy season, sunlight is blocked, which hinders crop growth and can cause damage that reduces fruit yield. For that reason, the need for supplemental light and CO₂ fertilization research on improving photosynthetic capacity for growth and fruit production is increasing. Therefore, this study evaluated the effect of CO₂ fertilization on cucumbers when supplemental light during periods of low solar radiation. Cucumber seedlings of the 'Sindong' cultivar were planted on July 6, 2023, in a fully saturated coir medium. As for the treatment, supplemental light and supplemental light with 800 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}\text{CO}_2$, and non-treatment was placed as the control. Supplemental light was performed for 4 hours immediately after sunrise, and CO₂ fertilization was performed for 3 hours starting 1 hour after sunrise. The treatment started on July 31, 2023, when it was considered that the female flowers had bloomed. The light intensity of the supplemental light was set to 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Plant height, leaf length, leaf width, number of leaves and nodes, stem diameter, and SPAD were measured every week. In order to investigate the fruit yield, the number of female flowers was checked and harvested for 15 days, and fruit length, fruit width, hardness, and fruit weight were measured at each harvest to evaluate fruit characteristics. As a result of the experiment, there was no significant difference in plant growth and fruit characteristics. However, regarding fruit yield, supplemental light increased by about 18%, and supplemental light with 800 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}\text{CO}_2$ increased by about 31% compared to the control. Fruit yield per plant was significantly higher in supplemental light with 800 than in the control. The results of this study can be used as basic data for cultivation technology that overcomes the low solar radiation period by using supplemental light and CO₂ fertilization.

This work was carried out with the support of “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. RS-2022-RD010422)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

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

Identification of Environmental Stress in Lettuce Seedlings Through Machine Vision-derived Image Features in Controlled Environment

Sumaiya Islam¹, Samsuzzaman², Md Nasim Reza^{1,2}, Ka Young Lee¹, Md Shaha Nur Kabir^{2,3},
Yeon Jin Cho⁴, Dong-Hee Noh⁵, 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

³Department of Agricultural and Industrial Engineering, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur 5200, Bangladesh

⁴Jeonnam Agricultural Research Extension Services, Naju 58213, Korea

⁵Jeonbuk Regional Branch, Korea Electronics Technology Institute (KETI), Jeonju 54853, Korea

Optimal plant growth within a controlled environment highly depends on environmental factors such as light, temperature, water, humidity, and nutrition. Any deviation from the ideal condition of these factors induces abiotic stress in plants, thereby limiting their normal growth potential. Detecting and mitigating plant stress is vital to ensuring the effectiveness and productivity of plant factory operations as well as the final yield. This research presented an approach for early detection of environmental stress during the early growth stage of lettuce seedlings in a controlled environment using image-extracted features. To identify the effects of environmental stress on lettuce seedlings, they were grown for two weeks in five small chambers. The environmental conditions in each chamber were varied, with different temperatures (20, 25, and 30°C), light intensities (50, 250, and 450 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$), and day and night hours (8/16, 10/14, and 16/8 h). A microcontroller with a low-cost RGB camera was used to automatically capture images from the top of the lettuce seedling canopy every day for two weeks. Color, texture, and shape features were extracted from the segmented RGB images of the growing seedlings. A one-way ANOVA and Duncan analysis were performed on the extracted features to check the statistical significance of the treatment effects. Sequential feature selection (SFS) was used to select the most relevant features for developing stressed and non-stressed lettuce seedling classification models. To achieve optimal classification results, a support vector machine (SVM) model was used. The implemented SVM model effectively identified and classified stressed seedlings with an accuracy of 86%. Our proposed research showed promising capability to identify stress in lettuce seedlings during their early growth stages, enabling timely interventions to minimize yield losses within controlled environments. The obtained results show significant promise, and there is potential to further develop the framework into a prototype. This prototype could then be validated in real-world field scenarios to ensure its practical applicability.

This work was supported by the 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) (Project No. 421035-04), Republic of Korea.

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

잔차 연결 기반의 DCGAN 구축을 통한 작물 질병 분류 모델 성능 향상

Improving the Performance of Plant Disease Classification Model through Residual Connection-Based DCGAN

강명용¹, 국중후¹, 강대영¹, 니라지 탐라카르², 자안타 쿠마르 바삭³, 김현태^{4*}

¹경상국립대학교 대학원 스마트팜학과(스마트팜연구소), ²경상국립대학교 바이오시스템공학과(스마트팜연구소),

³경상국립대학교 스마트팜연구소, ⁴경상국립대학교 농업생명과학대학 생물산업기계공학과

Myeong-Yong Kang¹, Jung-Hoo Kook¹, Dae-Young Kang¹, Niraj Tamrakar², Jayanta Kumar Basak³,
Hyeon-Tae Kim^{4*}

¹Department of Smart Farm, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smartfarm), Jinju 52828, Korea

²Department of Bio-systems Engineering, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smart Farm),
Jinju 52828, Korea

³Institute of Smart Farm, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁴Department of Bio-industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National
University, Jinju 52828, Korea

최근 딥 러닝을 기반으로 작물의 질병 분류 모델 구축을 위한 연구가 많이 이루어지고 있다. 모델의 성능을 향상시키기 위해서는 각 클래스에 대한 데이터의 충분한 양과 균일한 분포가 요구된다. 이를 위해 이미지 대칭, 회전과 같은 다양한 이미지 변형을 사용하는 것이 일반적이지만, 이러한 방법들은 데이터의 다양성을 향상시키는 데 제한이 있다. 최근, 실제 이미지로부터 새로운 이미지를 생성할 수 있는 Generative Adversarial Networks (GAN)이 소개되면서 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 잔차 연결 방법을 통해 구조를 변경한 Deep Convolutional Generative Adversarial Networks (DCGAN)을 구축하여 이미지 데이터를 생성하였다. 생성된 이미지 데이터는 이미지 분류 모델로 많이 알려져있는 AlexNet, VGG16, GoogLeNet을 학습시키고 결과를 확인하였다. 또한, 이미지 변형, 일반적인 DCGAN을 통해 데이터 증강을 하여 각각의 이미지 분류모델의 성능을 비교하였다. 그 결과로, 잔차 연결을 통한 변형된 DCGAN을 통한 이미지 데이터 증강 방법이 세 종류의 모든 분류 모델에서 가장 높은 정확도를 보여주었다. 따라서 본 연구에서 제안하는 모델은 작물의 질병 분류 모델 성능 향상을 위해 효과적인 방법으로 활용될 수 있다는 것을 확인하였다.

본 결과물은 2023년 국가과학기술연구회의 빅데이터 기반 친환경 노지 과수용 자율 예찰 시스템 및 방제 플랫폼 개발(CRC23041-000) 사업과 사천시에서 지원하는 스마트팜 확산을 위한 전문인력 양성 및 실용화 기술 개발 연구과제의 지원을 받아 연구되었음.

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

Growth of Grafted Cucumber Seedlings as Affected by Different Cultivars and Supplemental Light Sources during Low Radiation Period

Hyeong Eun Choi¹, So Yeong Hwang¹, Ji Hye Yun¹, Jin Yu¹, Jeong Hun Hwang¹, Eun Won Park¹,
Jeong Kil Koo¹, Hee Sung Hwang^{2,3}, Seung Jae Hwang^{1,2,3,4,5*}

¹Division of Applied Life Science, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University,
Jinju 52828, Korea

²Division of Crop Science, Graduate School of Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

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

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

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

To harvest cucumbers with marketability, high-quality seedlings must be used. Producing seedlings in the greenhouse during the low radiation period deteriorate marketability due to insufficient light for growth. Supplemental lighting with artificial light of different quality can be used to improve low light conditions and produce high-quality seedlings. Therefore, this study was conducted to select the proper supplemental light sources on growth and seedling quality of grafted cucumber seedlings during low radiation. Three cultivars of cucumber were used for scion; NakWonSeongcheongjang, Sinsedae, and Goodmorning baekdadagi. Figleaf gourd (*Cucurbita ficifolia*) 'Heukjong' was used as the rootstock. The seeds were sown on January 26, 2023, grafted on February 9, 2023. After graft-taking, cucumbers in plug trays were treated with RB light-emitting diodes (LED, red and blue LED, red:blue = 8:2), W LED (white LED, R:G:B = 5:3:2), and HPS (high-pressure sodium lamp), respectively. Non-treatment was used as the control. Supplemental lighting was treated for 19 days during 2 hours before sunrise and 2 hours after sunset. The stem diameter and fresh and dry weights of roots have no significant differences by supplemental light sources. The plant height and hypocotyl length were decreased in W LED. However, the leaf length, leaf width, leaf area, and fresh and dry weights of shoots were the highest in RB LED. Seedling qualities such as crop growth rate, net assimilation rate, and compactness were also increased in RB LED and W LED. After transplanting, most growth was not significant, but early yield of cucumber was higher at LED treatments than non-treatment. In conclusion, using RB LED, W LED for supplemental light source during low radiation period in grafted cucumber seedlings improved growth, seedling quality, and early yield of cucumber.

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No.RS-2022-RD010412)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

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

온실 적설분포 모의를 위한 CFD-DEM 연계모델 개발 및 적용

Development and Application of a CFD-DEM Model for Simulating Snow Distribution of Greenhouses

정효혁, 조정화, 최영배, 강솔모, 김다인, 조운우, 이인복*

서울대학교 지역시스템공학과

Hyo-Hyeog Jeong, Jeong-Hwa Cho, Young-Bae Choi, Sol-Moe Kang, Da-In Kim, Yun-Woo Cho,
In-Bok Lee*

Rural Systems Engineering, Research Institute of Agriculture and Life Science, College of Agriculture and Life Sciences,
Seoul National University, Seoul 08826, Korea

최근 이상 기후에 의한 폭설 빈도가 증가로, 일반 건축물에 비하여 낮은 안전율로 설계된 온실에서의 피해액이 증가하고 있다. 이러한 온실의 피해는 작물생산 중단 등 농민에게 2차적인 피해를 야기한다. 적설로 인한 온실 피해는 설계기준을 초과한 과대 하중 및 국부적으로 적설된 눈에 의한 편심하중으로 인하여 발생한다. 특히, 편심하중은 풍환경 및 지붕형태에 영향을 받기 때문에 등분포 하중으로 가정한 현재 기준서를 통해 편심하중을 대비하기에 어려움이 존재한다. 따라서, 본 연구에서는 CFD-DEM 연계모델 개발을 통해 풍환경과 지붕형태에 따른 온실의 적설 분포를 모의하였다. 모델의 검증을 위하여 경사판(15°, 45°)과 1/25로 축소된 온실모형(양지붕형, 복숭아형)을 대상으로 적설 모의실험이 진행되었다. 모형실험 결과와 연계모델의 연산 결과를 통해 모델을 검증하였다. 검증결과, 모든 모형에서 R^2 값이 0.96 이상으로 나타나 모델을 통한 적설 분포 예측이 가능할 것으로 판단되었다. 검증된 모델을 통해 풍환경, 온실의 폭, 지붕면의 경사각, 연동 수를 고려하여 실제 온실크기에 대한 수치해석을 진행하였다. 지면을 기준으로 20 cm의 눈이 적설될 때까지 시뮬레이션한 결과, 평균 적설 하중은 양지붕형 연동 온실에서 59.77 Pa 로 가장 높게 나타났으며, 지점 최대 하중은 복숭아형 연동 온실에서 193.62 Pa 로 나타나 평균하중 대비 최대하중이 3 배 이상 차이 나는 것으로 확인되었다. 이는 온실 설계시 적설 하중을 등분포 하중으로 가정할 경우 국부적으로 초과하중이 발생할 수 있음을 시사한다. 이러한 시뮬레이션 결과는 온실 설계 기준에 대한 참고 자료로 활용될 수 있다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.
(No. 20212020800050)

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

돈사 내 습도, CO₂, 돼지 간 거리에 따른 다중선형회귀분석 기반의 온도 예측 모델

A Temperature Prediction Model Based on Multiple Linear Regression Analysis Considering Indoor Humidity, CO₂, and Pig-to-Pig Distance

서은완¹, 강대영¹, 니바스 찬드라 뎀², 자안타 쿠마르 바삭³, 김현태^{4*}

¹경상국립대학교 스마트팜학과(스마트팜연구소), ²경상국립대학교 대학원 바이오시스템공학과(스마트팜연구소),
³경상국립대학교 스마트팜연구소, ⁴경상국립대학교 농업생명과학대학 생물산업기계공학과

Eun-Wan Seo¹, Dae-Yeong Kang¹, Nibas Chandra Deb², Jayanta Kumar Basak³, Hyeon-Tae Kim^{4*}

¹Department of Smartfarm, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smartfarm), Jinju 52828, Korea

²Department of Bio-systems Engineering, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smart Farm),
Jinju 52828, Korea

³Institute of Smart Farm, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁴Department of Bio-industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National
University, Jinju 52828, Korea

본 연구는 돼지 간의 거리와 돈사 내 온도의 상관관계를 분석하고 회귀분석을 통해 돈사 내에서 돼지가 선호하는 내부 온도를 예측하고자 한다. 구체적으로 돈사 내 돼지 간의 거리와 실내 온도, 습도, CO₂를 측정하여 돼지 간의 거리, 습도, CO₂를 기반으로 다중선형회귀분석을 통해 실내 온도를 예측하는 모델을 만들고자 한다. 실험은 10월 5일부터 11월 19일까지 06시~08시와 14시~16시 시간대의 돈사 내부를 녹화한 영상 데이터와 동일 시각에 LEMS 기기를 통한 환경 데이터(실내 온도, 습도, CO₂)를 분석하였다. 녹화한 비디오에서 돼지들이 쉬고 있을 때의 이미지를 추출하여 ARCMAP 프로그램으로 돼지 간의 거리를 구한 후 거리의 평균값을 계산하였다. 이후 돼지 간의 평균 거리, 습도, CO₂를 독립변수로 설정하고, 온도를 종속변수로 설정 후 python3.7, spyder를 활용하여 다중선형회귀분석 기반의 온도예측모델을 구축하였다. 데이터 분할은 7:3으로 설정하여 진행하였다. 예측모델의 성능지표(MAE 2.5664, MSE 10.3469, Train RMSE 3.115, Test RMSE 3.216, Train R² 0.651, Test R² 0.5386)의 성능 결과가 나타났다. 상대적으로 적은 88개의 데이터를 가지고 분석을 하였기 때문에 향후 다음 추가 실험에서 더 많은 데이터를 분석한다면 더 나은 성능이 나올 것으로 예상된다. 본 연구를 통해 돼지 사육 시 '돼지 간 거리'라는 돼지의 행동으로 돼지가 선호하는 최적의 실내온도를 예측하여 돼지의 사육환경 개선 및 경제적인 효과를 얻을 것으로 기대한다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농식품기술융합창의인재양성사업의 지원을 받아 연구되었음(717001-7).

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

애플 수박의 총 가용성 고형분과 과중에 대한 작물 생육 정보 간의 상관관계 분석

Correlation Analysis of Crop Growth Data on Total Soluble Solids and Fruit Weight of Apple Watermelon

국중후¹, 강대영¹, 강명용¹, 서은완¹, 신승현¹, 시잔 카키², 김현태^{3*}

¹경상국립대학교 대학원 스마트팜학과(스마트팜연구소), ²경상국립대학교 대학원 바이오시스템공학과(스마트팜연구소),

³경상국립대학교 농업생명과학대학 생물산업기계공학과

Junghoo Kook¹, Dae-Yeong Kang¹, Myeong-yong Kang¹, Eun-Wan Seo¹, Seung-Hyun Shin¹,
Sijan Karki², Hyeon-Tae Kim^{3*}

¹Department of Smart Farm, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smartfarm), Jinju 52828, Korea

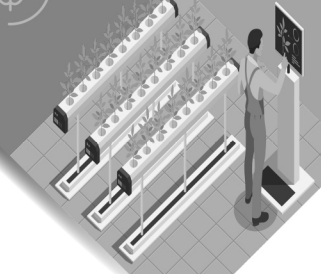
²Department of Bio-systems Engineering, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smart Farm),
Jinju 52828, Korea

³Department of Bio-industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National
University, Jinju 52828, Korea

본 연구는 수박(*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum. & Nakai)의 품종 중 ‘애플미니나이스샷(Applemini niceshot)’의 생육 과정에 따른 총 가용성 고형분, 과중의 관계를 파악하기 위해 실시되었다. 경상국립대학교 실험 온실에서 재배하며 애플 수박 259주 중 35개의 샘플을 무작위 추출하여 엽장, 엽폭, 줄기의 두께, 절간장, 엽록소 함량에 대하여 디지털 캘리퍼스(ABS Digimatic Caliper, Mitutoyo, Japan), 엽록소 측정기(SPAD-502 plus, Minolta, Japan)를 이용하여 생육 정보를 수집하였고, 수확 후 총 가용성 고형분(Total Soluble Solids)은 디지털 굴절계(Model: KERN ORF 2WM, KERN & SOHN GmbH, Balingen, Germany), 과중은 전자저울(FX-300iWP, A&D Company Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였다. 이후 엽장, 엽폭, 줄기의 두께, 절간장, 엽록소 함량에 대하여 각각 생육 시간에 따른 변화량을 계산하고 생육 정보와 TSS 간의 관계, 생육 정보와 과중 간의 관계를 확인하였다. 향후 회귀 모델을 이용한 생육 정보와 TSS 간의 관계를 나타내는 생육 모델을 개발할 수 있을 것으로 보이며, 이는 온실 내 작물에 따른 생육 환경 모델링에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 기술사업화지원사업의 지원을 받아 연구되었음(1545026476).

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



환경 분과



Estimation of Growth Parameters and Total Phenolic Contents of Various Lettuce Cultivars with Computer Vision and Machine Learning

Ju-Seok Jeon¹, Sang-Ki Jeon¹, Jong-Seok Park^{1,2*}

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

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

Lettuce is the most popular leafy vegetables produced in plant factories. The current methods for measuring growth parameters and phenolic contents in the plant factory can be destructive, time-consuming, laborious, and greatly affected by the subjective factors of the experimenters. In this study, we used computer vision to extract the 15 phenotypic variables (size, morphology, and color) from top-view images and machine learning to predict growth parameters (fresh weight, dry weight, and leaf number) and total phenolic contents (TPC) of 34 lettuce cultivars. Extreme Gradient Boosting (XGB) and Support Vector Regression (SVR) were used as prediction models, and a total of 408 images and 102 images were used to predict growth parameters and TPC of the lettuces, respectively. XGB was used for both the prediction model and to explain the importance of each feature, and SVR was performed to improve the accuracy of the prediction model. The XGB model for fresh weight and dry weight showed the highest the feature importance for the projected area, while features related to convex hull were important for leaf number prediction. In the total phenolic contents prediction, the feature importance of the variables related to color and morphology, such as circularity, was high. The SVR model produced better prediction performance than XGB in all criteria. The coefficient of determination (R^2) of the SVR for fresh weight, dry weight, leaf number, and TPC were 0.853, 0.801, 0.730, and 0.616, respectively, and root mean square error (RMSE) were 13.750, 0.824, 2.592, and 0.477, respectively. Furthermore, this study presented the possibility to predict real-time growth parameters and the total phenolic contents of various lettuce cultivars in the plant factories.

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 research was conducted as a joint research fund between Korea Institute of Science and Technology Information(KISTI) and Chungnam National University.

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

물리 정보기반 인공신경망과 전산유체역학을 활용한 자연환기온실의 실시간 유동해석 시뮬레이션 모델 개발

Real-Time Greenhouse Natural Ventilation Simulation Using Physics-Informed Neural Networks with Computational Fluid Dynamics

최영배, 조정화, 정효혁, 강솔희, 김다인, 조윤우, 이인복*

서울대학교 지역시스템공학과

Young-Bae Choi, Jeong-Hwa Cho, Hyo-Hyeog Jeong, Sol-Moe Kang, Da-In Kim, Yun-Woo Cho,
In-Bok Lee*

Rural Systems Engineering, Research Institute of Agriculture and Life Science, College of Agriculture and Life Sciences,
Seoul National University, Seoul 08826, Korea

시설원예는 연중 안정된 생산과 고품질의 작물생산이 가능하며, 꾸준히 증가하고 있다. 대부분의 국내·외 온실은 에너지 사용 등의 문제로 외부 환경에 영향을 받는 자연 환기에 의존하여 내부 공기 환경을 조절한다. 이러한 자연 환기는 온실 내 공기 온도, 습도 및 CO₂ 등에 영향을 미쳐 궁극적으로 작물의 광합성, 호흡 및 증산에 영향을 미친다. 그러나 공기 유동이 온실 환경 조절에 중요한 인자임에도 불구하고 이를 측정하는 것은 고가의 센서 및 장비가 요구되므로 연속적으로 측정하는 것에 한계가 있다. 공기 유동을 예측하기 위해 전산유체역학(CFD) 등의 기술을 사용할 수 있으나 복잡한 검증과정과 긴 연산시간으로 인해 사용이 제한되는 단점이 있다. 이러한 단점을 극복하기 위하여, 컴퓨터 성능과 알고리즘 개발에 따라 기계학습을 이용한 연구가 수행된 바 있다. 그러나 기존의 기계학습 알고리즘은 데이터에만 의존하기 때문에, 비선형성이 강한 유체 흐름 예측에서 한계가 있었다. 따라서 본 연구는 기존의 기계학습 알고리즘에 물리 정보를 연계한 물리정보기반 인공신경망(PINN)을 통하여 전산유체역학 데이터를 학습하고, 이를 통하여 온실 내 자연환기를 효과적으로 예측할 수 있는 모델을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 Ha, 2015의 선행 연구에서 풍동 및 입자 영상 유속계(PIV)를 통해 검증된 CFD 데이터를 통해 PINN 모델을 개발하고 검증하였다. 개발된 PINN 모델은 기존 CFD 모델 대비 약 1040 배 빠른 연산 속도를 보였으며, x 방향 속도, y 방향 속도, 난류 에너지 및 난류 분산률에 대하여 검증한 결과 R² = 0.99의 높은 검증결과를 보였다. 또한, 해당 모델을 통해 CFD 케이스를 최소화하기 위한 시나리오를 분석한 결과 6개의 케이스만으로 0.1 ~ 10 m/s의 모든 풍속 조건에서의 온실 내 자연 환기를 모의할 수 있는 모델을 개발하였다. 이후, 3D 모델, 물질 흐름 모델 및 에너지 모델과 통합하여 자연 환기에 따른 온실 내 환경 변화를 정확하게 예측할 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.
(No. 20212020800050)

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

CNN 모델을 활용한 엽채류 엽면적 예측과 증발산 모델 적용성 평가

Leaf Area Prediction in Leafy Vegetables using CNN Model and Evaluation of Evapotranspiration Model Applicability

강슬모¹, 최영배¹, 조정화¹, 정효혁¹, 김다인¹, 조윤우¹, 이은주², 이인복^{1*}

¹서울대학교 생태조경·지역시스템공학과, ²서울대학교 농업생명과학대학 농업생명과학연구원

Sol moe Kang¹, Young bae Choi¹, Jeong hwa Cho¹, Hyo hyeog Jeong¹, Da in Kim¹, Yun woo Cho¹, Eun ju Lee², In bok Lee^{1*}

¹Department of Rural Systems Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

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

시설원예는 기존의 노지재배와 비교하여 효율적인 에너지 사용효율(EUE) 및 물 사용효율(WUE)을 증대시키고 수확량 및 작물 품질을 향상시킬 수 있는 중요한 수단이다. 이러한 효율성을 극대화하기 위해서는 작물의 증산량 관리는 매우 중요하다. 하지만 작물의 증산량을 직접 측정하는 것은 환경의 변동성과 비용 문제로 어려움이 있다. 이에 따라 최근에는 온실 환경데이터와 기상데이터를 활용한 다양한 증발산 모델이 개발되어왔다. 일반적으로 작물의 증산을 추정하기 위해서는 공기 온도, 습도, 일사량, 기공 저항 및 엽면적 등의 측정데이터와 사전 정보가 필요하다. 이 중 엽면적은 파괴적으로 조사하기 때문에 연속적인 측정이 어렵다. 이에 본 연구에서는 합성곱 신경망(CNN)을 활용하여 엽면적을 추정하는 모델을 개발하였다. 또한, 개발된 CNN 모델을 다양한 증산모델에 적용하여 온실 내에서의 유효성을 평가하였다. 현장 실험은 대전광역시 한국 기계연구원에서 수행했으며, 작물 이미지는 10분 간격으로 촬영했고, 기상데이터는 1분 간격으로 측정했다. 엽면적은 5일 간격으로 파괴조사를 하여 8개체를 대상으로 측정하여 평균을 통해 이미지 라벨링 작업을 수행하였다. 결과적으로 개발된 U-net 기반 CNN 모델은 높은 정확도(R^2 : 0.9986, RMSE (m^2/m^2): 0.0547, MAPE (%): 4.54)를 보였으며, 다양한 증산모델에 적용한 결과도 높은 적용성 ($R^2 > 0.99$)이 나타났다. 이러한 모델을 활용하여 이미지센서와 기상 센서만으로 온실 내 증발산을 예측할 수 있으며, 이를 통해 온실 내 환경 제어 등에 응용할 수 있다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20212020800050)

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

기계학습을 활용 겨울철 온실 에너지 소비 최적화 모델개발

Development of a Machine Learning-Based Model for Optimizing Winter Greenhouse Energy Consumption

오광철^{2*}, 김석준¹, 박선용¹, 조라훈¹, 이충건⁴, 김대현^{1,3}

¹강원대학교 스마트농업융합학과, ²강원대학교 농업생명과학연구원, ³강원대학교 바이오시스템기계공학,
⁴농촌진흥청 국립농업과학원

Kwang Cheol Oh^{2*}, SeokJun Kim¹, SunYong Park¹, LaHoon Cho¹, ChungGeon Lee⁴, DaeHyun Kim^{1,3}

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

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

³Department of biosystems Engineering, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

⁴Department of Agricultural Engineering Energy & Environmental Engineering Division, NIAS, RDA,
Jeonju 54875, Korea

본 연구는 농가에서 겨울철에 사용하는 에너지 최적화를 위하여 인공지능 모델을 활용한 운영 방안이 개발되었다. 최근 지구온난화 문제로 인하여 다양한 분야에서 에너지 절약과 환경 보호의 중요성이 대두되고 있으며 식량 수확량 감소와 더불어 농업환경 시스템의 에너지 저감 연구 필요성도 증대되고 있다. 따라서 스마트농업 온실의 효과적인 냉·난방 부하 제어를 위해서는 내부 환경예측이 필수적으로 요구되며, 다양한 방법이 연구되어 왔다. 하지만 기존 시뮬레이션 분석은 가외 변인(Extraneous variable)인 태양광, 외기 온·습도로 인한 한계점이 존재한다. 이러한 한계점을 극복하기 위하여 최근 각광받고 있는 인공지능을 활용한 기계학습 기반 온실 내부 환경예측 모델개발을 수행하였으며 냉·난방 부하 제어 방법으로 제시하였다. 시뮬레이션의 미래 예측범위는 5분, 10분, 15분, 20분, 25분, 30분 간격으로 이루어졌으며 예측 결과 모델 평균 정확도 및 정밀도는 r^2 0.9527, RMSE 0.5582로 나타났다. 예측 모델을 기반으로 열원 공급 방법을 개선함으로써 기존 시스템 대비 에너지 절감 효과를 얻을 수 있을 것으로 나타났다. 이러한 개선사항을 통하여 농업 온실시스템 에너지 사용량을 감소시킬 수 있다. 더 나아가 최신 스마트팜 기술과 융합을 통한 모델의 전역 최적화를 달성하여 실제 온실 시스템 난방 제어를 효과적으로 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

이 논문은 2023년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (2021R1A6A1A0304424211 and 2022R1C1C2009821).

*Corresponding author, E-mail: ozzang2002@kangwon.ac.kr

복숭아 선별작업장 내부 미세먼지 저감장치 실증적용 및 평가

Field application and Assessment of Micro Dust Reduction System in Peach Sorting Room

서효재, 오병욱, 서일환*

전북대학교 지역건설공학과

Hyo-Jae Seo, Byung-Wook Seo, Il-Hwan Seo*

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

복숭아는 하절기에 수확하여 당일 선별장으로 이송된 후, 작업자들이 과수 봉투를 제거하고, 선별기를 통해 복숭아를 분류 및 포장하는 작업이 진행된다. 복숭아 선별작업 중 복숭아 과수 봉투와 털 제거 작업은 작업자들의 수작업으로 이루어지며, 시설 내부 미세먼지 농도를 증가시키는 원인이 된다. 특히 복숭아 털은 작업자의 피부, 호흡기에 영향을 미쳐 작업환경을 저해하는 요인 중 하나이다. 복숭아 선별작업장 내부의 작업환경을 개선하기 위해선 시설 내부 미세먼지 발생 특성을 반영한 미세먼지 저감방안이 마련되어야 한다. 본 연구에서는 복숭아 선별작업장 내부 미세먼지의 발생 특성을 고려하여 미세먼지 저감장치를 개발하고, 현장 실증을 통하여 설치된 장치의 미세먼지 저감 효율을 평가하였다. 복숭아 선별장 내부의 미세먼지 발생 특성을 파악하기 위해 복숭아 선별 시 과수봉투 제거 작업과 털 제거 작업을 중심으로 미세먼지 모니터링을 수행하였다. 미세먼지 모니터링 결과, 복숭아의 털과 과수봉투 제거 작업 시 가장 높은 미세먼지 농도를 보였으며, 입자는 10-50 μm 의 크기의 바늘과 같은 형상을 보였다. 미세먼지 저감장치 설계 시 작업자의 동선과 미세먼지 발생 특성을 고려하여 미세먼지 저감장치 하부에 배기팬을 설치하여 하강기류를 통해 미세먼지가 저감장치에 포집될 수 있도록 설계하였다. 미세먼지 저감 효율을 평가를 위해 저감장치 가동 전·후의 미세먼지 농도를 비교하였으며, 배출지점의 미세먼지 농도를 동시에 측정하였다. 미세먼지 농도는 광학식 부유분진측정기(Optical Particle Counter, OPC)를 사용하여 과수봉투를 제거하는 지점과 미세먼지 저감장치를 통해 정화된 공기가 장치 외부로 배출되는 지점에서 실시간 측정하였다. 미세먼지 측정높이는 작업자의 동선과 높이 등을 고려하여 복숭아 과수봉투를 제거하는 선별대 측면부 1.5m 높이로 선정하였다. 미세먼지 저감장치 가동을 통해 시설 내부에 확산 영향을 검토하기 위해 복숭아 선별장 중앙부에서 미세먼지 농도를 측정 및 분석하였다. 본 연구를 통해 확보한 기초자료는 농업시설내부 작업환경 개선 기준 마련 및 미세먼지 저감 프로그램 개발 등에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ017075022023)의 지원에 의해 이루어진 것임.

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

드론 방제에 의한 농약의 비산량 실측과 주요 영향 요인 분석

Pesticide Spray Drift caused by Drone Aerial Applications and Its Influencing Factors

이세연¹, 박진선², 최락영¹, Daniel Kehinde Favour¹, 홍세운^{1,2*}, 유승화³, 이춘구³

¹전남대학교 지역·바이오시스템공학과 & (4단계) BK21 기후지능형간척지농업교육연구팀,

²전남대학교 기후변화대응농생명연구소, ³농촌진흥청 국립농업과학원 농업공학부

Se-yeon Lee¹, Jinseon Park², Lak-yeong Choi¹, Daniel Kehinde Favour¹, Se-woon Hong^{1,2*},
Seung-Hwa Yu³, Chun-Gu Lee³

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

²AgriBio Institute of Climate Change Management, College of Agriculture and Life Sciences, Chonnam National University, Gwangju 61186, Korea

³Department of Agricultural Engineering, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Jeonju 55365, Korea

농약 살포는 농업 생산에 핵심적인 역할을 하지만, 이 작업은 비용과 시간이 많이 소요되는 과정으로 알려져 있다. 따라서 효율성을 높이기 위해 항공살포 기술이 점차 보편화되고 있으며, 특히 농업용 드론은 크기가 작고, 취급이 편리하며, 활주로 없이 작동할 수 있어 국내의 소규모 농업에서 더 주목받고 있다. 그러나 농약 살포 시, 농약 액적들이 넓은 범위로 비산되어 환경 오염과 공중적 보건 문제를 야기할 수 있으며, 항공방제의 경우, 높은 고도에서 살포된 농약 액적이 지상에 도달하기까지 바람과 하향풍의 영향을 받아 비산 특성이 더욱 복잡해진다. 농약 비산은 다양한 요인들이 복합적으로 작용하여 영향을 미치지만, 수많은 비산 요인에 의한 비산량을 직접 측정하기 어려워 비산량을 실측한 연구가 매우 부족하며, 일부 요인만을 대상으로 한 연구가 주를 이루었다. 따라서 본 연구는 농약 비산 메커니즘을 종합적으로 이해하기 위해 다양한 비산 요인과 비산량을 정량적으로 측정하여 비산에 영향을 미치는 주요 요인을 규명하였다. 이를 위해 기상 조건, 작물 종류 및 생장 정도, 드론 종류, 노즐 종류, 살포 조건, 약액 종류, 풍하측 작물 종류 등의 비산에 영향을 미치는 변수를 고려하여 비산량 및 퇴적량을 측정하였고, 총 50세트의 비산 측정 데이터베이스를 구축하였다. 또한, 항공 방제 시 비산 요인에 대한 선행 연구를 검토하여 본 연구 결과와 비교 및 평가하였다. 본 연구는 현장 중심의 드론 활용 방제 기술을 확립하고, 농약 비산을 방지 및 방제 효율을 향상시키는 데 기여할 수 있다.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ0170652023)의 지원에 의해 이루어진 것임.

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

CFD를 이용한 온실복합단지의 공기 유동학적 해석

Aerodynamic Prediction for Greenhouse Complex using Computation Fluid Dynamics (CFD)

Anthony Kintu Kibwika, Il-Hwan Seo*

Department of rural construction engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Jeonbuk National University,
Jeonju 54896, Korea

To address the impact of climate change and soaring food insecurity, FAO predicts that food production has to be increased by 60% by 2050. In Korea, adaption of large scale high-tech greenhouses complexes on reclaimed lands has been a potential strategy. The reclaimed land has wind environmental characteristics with frequent higher wind speeds than inland areas. Prior to establishing the greenhouse complexes on the reclaimed lands, it is important to predict issues that may arise inside the large-scale greenhouse as a result of the external environmental factors and greenhouse proximity. To evaluate aerodynamic characteristics in greenhouses, natural ventilation and flow pattern analyzes have been widely used. These analyzes do not take into account the impact of micro-climate effect to crop growth. The purpose of this study was to perform aerodynamic analysis for greenhouse complex with multiple greenhouses using CFD to analyze greenhouse proximity effect. The study also aimed at making ACIDI (Aerodynamic crop damage index) to analyze the model considering aerodynamic impact to crop growth according to direction and frequency of the external wind. It was found that the ventilation of all greenhouses was below the minimum ventilation requirement for tomato crops when the wind direction was 0° and 90°. 75% of the greenhouses satisfied the requirement when the wind direction was 45°. According to wind direction, ACIDI revealed that crops are more prone to aerodynamic damage when the wind direction is 0° and 90° compared to 45°. ACIDI showed up to a 2.2-fold difference according to greenhouse locations, and up to a 15-fold difference in according to wind directions. It was proposed that the greenhouses should be oriented 45° to the external wind direction. Installation and control of an internal auxiliary ventilation system is required to improve internal ventilation performance in the greenhouse complex on the reclaimed land.

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ017075022023)의 지원에 의해 이루어진 것임.

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

Env-8

에너지 절감을 위한 건물 통합형 옥상온실의 동적에너지 분석

Dynamic Energy Analysis of Building Integrated Rooftop Greenhouse for Energy Saving

조정화, 이인복*, 최영배, 정효혁, 강솔모, 김다인, 조운우

서울대학교 지역시스템공학과

Jeong-Hwa Cho, In-Bok Lee*, Young-Bae Choi, Hyo-Hyeog Jeong, Sol-Moe Kang, Da-In Kim,
Yun-Woo Cho

Rural Systems Engineering, Research Institute of Agriculture and Life Science, College of Agriculture and Life Sciences,
Seoul National University, Seoul 08826, Korea

연중 안정적인 대량생산이 가능한 시설 재배는 작물 생육에 적정 환경을 조성해야하며, 농가 경영에 안정성 확보를 위하여 에너지 부하 분석이 필수적이다. 우리나라의 사계절 뚜렷한 기후 탓에 단위 면적당 에너지 부하가 비교적 크다. 옥상온실은 건물에서 버려지거나 활용되지 않는 에너지를 옥상온실에 이용할 수 있고, 온실 최적 운전을 통해 건물의 냉난방 부하를 줄일 수 있는 구조이다. 본 연구는 에너지 절감을 위하여 검증한 옥상온실과 건물 에너지 모델의 케이스를 분석하고자 한다. 계절별, 시간별로 온실이 건물 옥상에 위치함에 따라 일반 온실과 비교하여 절감할 수 있는 구조적 이득을 분석하였다. 또한 건물의 잉여 공기열을 온실과 교환하여 적극적으로 절감하는 에너지 부하량을 분석하였다. 자연환기량 모의는 전산유체역학 시뮬레이션을 이용하여 풍환경에 따라 평가한 질량유량 결과를 입력자료로 사용하였고, 강제환기팬 유량은 현장서 실측한 값을 입력하였다. 최종으로 개발한 옥상온실과 건물의 통합 모델을 이용하여 온실 에너지 부하에 영향을 미치는 열적 요인에 따른 부하 감소량을 분석할 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구결과는 건물과 옥상온실의 에너지 절감 시나리오의 도출 가능성을 제시하였다.

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20212020800050)

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

Differential Day and Night Temperature Treatment for Enhanced Production Efficiency and Cannabinoid Contents in Indoor Hemp Cultivation

Gwonjeong Bok¹, Seungyong Hahm², Juhyung Shin¹, Jongseok Park^{1,2*}

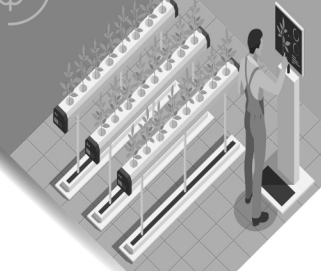
¹Department of Bio-AI Convergence, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

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

This study aimed to determine the optimal day-night temperature difference for indoor cultivation to enhance flower yield and the content of functional components in female hemp plants. Hemp clones were used, and five different levels of temperature difference between day and night (DIF) treatments were applied during the reproductive stage. The daytime and nighttime temperature settings were as follows: 18:30 (negative 12 DIF), 21:27 (negative 6 DIF), 24:24 (0 DIF), 27:21 (positive 6 DIF), and 30:18 (positive 12 DIF). Seven weeks after transplanting, analyses were conducted on growth parameters, leaf gas exchange, total phenolic compounds, DPPH scavenging, and cannabinoid contents. The results revealed that the total shoot biomass was highest at 21:27 and lowest at 30:18. However, the flower biomass, which is the primary production site, was highest at 24:24 and lowest at 18:30. Photosynthesis-related parameters were temperature-dependent and strongly correlated with biomass production. The cannabinoid content in hemp leaves increased under 21:27, while hemp flowers showed an increase under 27:21. These findings suggest that a temperature difference of positive 6 DIF is most conducive to flower production in female hemp, especially in limited indoor space. In the future, these research results can be applied in the field of indoor crop cultivation technology.

This work was partly 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)) and “Cooperative Research Program for Agriculture Science and Technology Development (Project No. PJ017063022023)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

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



조절 분과



Evaluation of Machine Learning Models for the Stress Classification of Pepper Seedlings Grown in a Controlled Environment

Samsuzzaman¹, Sumaiya Islam², Md Nasim Reza^{1,2}, Ka Young Lee², Md Razob Ali¹,
Md Shaha Nur Kabir^{1,3}, Yeon Jin Cho⁴, Dong-Hee Noh⁵, Sun-Ok Chung^{1,2*}

¹Department of Agricultural Machinery Engineering, Graduate School, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

²Department of Smart Agricultural Systems, Graduate School, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea

³Department of Agricultural and Industrial Engineering, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur 5200, Bangladesh

⁴Jeonnam Agricultural Research Extension Services, Naju 58213, Korea

⁵Jeonbuk Regional Branch, Korea Electronics Technology Institute (KETI), Jeonju 54853, Korea

Environmental factors such as temperature, humidity, light intensity, nutrients, and CO₂ levels can greatly affect plant growth, leading to visible changes. Advanced technologies enable stress analysis using image based monitoring of plants. However, acquiring large amounts of data and identifying key features requires machine learning (ML). ML models distinct plant morphological features of various stress conditions, overcoming the manual methods for features like shape, color, and texture analysis. The objective of this study was to evaluate different ML models to classify pepper seedling stress levels by extracting meaningful features from RGB images. Five chambers in a controlled plant factory, two-week-old pepper seedlings were placed and exposed to different environmental conditions of temperatures (20, 25, and 30°C), light intensity (50, 250, and 450 μmolm⁻²s⁻¹), and day-night hours (8/16, 10/14, and 16/8 h). An inexpensive RGB camera integrated with a microcontroller was used to capture images from the top of the pepper seedlings over two weeks. Color, texture, and morphological features were extracted from images using the gray-level co-occurrence matrix (GLCM). To eliminate feature redundancy, sequential forward floating selection (SFFS) and the correlation coefficient matrix were applied. Four machine learning models: artificial neural network (ANN), naive Bayes (NB) classifier, K-nearest neighbor (KNN), and random forest (RF) classifier were used to classify stress conditions in pepper seedlings. The result showed stress effects on pepper seedlings became noticeable after three days, as temperature variations and light intensity levels caused significant differences in stress conditions. However, the day night hours of 8/16 and 10/14 h, showed no significant differences. The accuracy of ANN, KNN, NBC, and RFC classification models was 84.08%, 89.03%, 77.34%, and 61.5%, respectively, which showed the KNN classifier demonstrated better performance, highlighting its robustness with diverse training data. This classification model showed significant potential in plant stress monitoring, enabling real-time monitoring and enhancing growth conditions.

This work was supported by the 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) (Project No. 421035-04), Republic of Korea.

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

Hyperspectral Imaging and Machine Learning Algorithms for Quality Assessment of Medicinal and Aromatic Plants

Hyo In Yoon, Hyein Lee, Jai-Eok Park, Ho-Youn Kim, Sang Min Kim, Jung-Seok Yang, Soo Hyun Park*

Smart Farm Research Center, Korea Institute of Science and Technology (KIST), Gangneung 25451, Korea

Hyperspectral imaging (HSI) has emerged as a powerful tool for monitoring the physiological status of plants and ensures fast, non-destructive, and highly accurate detection. HSI provides both spatial and spectral information and enables the detection of internal traits, especially functional components of medicinal and aromatic plants. HSI data is high-dimensional data that even contains redundant information and noise. Therefore, effective data processing techniques and algorithms are required in HSI analysis. Spectral preprocessing techniques are an important step for suppressing the undesired effects of measurement conditions and enhancing relevant features, such as normalization, derivatives, and smoothing. Feature selection methods are used to reduce the dimensionality, i.e., reduce redundant information and identify important spectral features. HSI-based prediction models are commonly developed with PLSR and machine learning algorithms. We studied to develop an HSI-based model for detection of functional quality in medicinal and aromatic plants. For red mustard (*Brassica juncea* L. Czern) leaves, the final model for glucosinolates and anthocyanins using the AdaBoost algorithm had $R^2 = 0.82$ and RMSE = 4.744 and 1.876, respectively. Prediction performance was lowest in the final model for phenolics, followed by flavonoids and chlorophyll with $R^2 = 0.59, 0.71,$ and $0.73,$ respectively, but was higher than those in PLSR models. For basil (*Ocimum basilicum* L.) plants, the final model for rosmarinic acid using the LightGBM algorithm had $R^2 = 0.81$ and RMSE = 3.92. Our results confirmed not only the applicability of the boosting algorithms, but also the importance of appropriate spectral preprocessing and feature selection methods for each component that can improve prediction performance. Moving forward, our study suggests that hyperspectral imaging-based assessment technology has the potential to be a valuable tool for the medicinal and aromatic plant industry, especially for online monitoring of quality and authenticity.

This work was supported by the Korean Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture and Forestry (IPET), and by the Korean Smart Farm R&D Foundation (KosFarm) through the Smart Farm Innovation Technology Development Program, funded by the Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), the Ministry of Science and ICT (MSIT), and by the Rural Development Administration (RDA) (421026-04).

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

양액의 양분 흡수 모니터링 기반 정밀 양액 관리 시스템의 현장 평가

Field Testing of a Precision Hydroponic Solution Management System based on the Monitoring of Nutrient Uptakes in Closed-loop Soilless Culture

강민석^{1,2}, 김학진^{1,2*}, 안태인³, 조우재⁴, 김주신^{1,2}, 이상현^{1,2}, 박성권^{1,2}, 황지은⁵, 이주영⁶, 장재욱⁷

¹서울대학교 바이오텍공학과, ²서울대학교 융합전공 글로벌 스마트팜, ³서울대학교 식물생산과학부,
⁴경상대학교 생물산업기계공학과 ⁵경기도농업기술원, ⁶한국과학기술연구원, ⁷신한에이텍

Min-Seok Gang^{1,2}, Hak-Jin Kim^{1,2*}, Tae In Ahn³, Woo-Jae Cho⁴, Joo-Shin Kim^{1,2}, Sanghyun Lee^{1,2},
Sung Kwon Park^{1,2}, Ji-Eun Hwang⁵, Ju Young Lee⁶, Jae Wook Jang⁷

¹Department of Biosystems Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²Integrated Major in Global Smart Farm, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

³Department of Plant Science, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

⁴Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

⁵Gyeonggi-do Agricultural Research & Extension Services, Hwaseong 18388, Korea

⁶Smart Farm Research Center, Korea Institute of Science Technology, Gangneung 25451, Korea

⁷SHINHAN A-TEC Co.,Ltd., Changwon 51793, Korea

전기전도도만을 이용해 제어하는 관행 순환식 시스템은 이온의 불균형과 작물의 생육 저해를 야기할 수 있다. 작물의 양분 흡수 비율과 양액을 통한 이온 공급이 균형에 도달할 때까지 적절히 비료를 공급할 수 있다면 장기 재배에서 이온 불균형을 감소시킬 수 있다. 작물 양분 흡수 비율은 배액의 이온 농도 비율을 통해서 추정 가능하며, 이온선택성 전극을 통해 양액 내 개별 이온 농도를 실시간 측정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이온선택성 전극을 이용한 양분 흡수 모니터링을 기반으로 순환식 수경재배 플랫폼에서 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, KNO_3 , NH_4NO_3 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, K_2SO_4 및 pH 조절을 위한 H_3PO_4 를 변량 공급할 수 있는 양분 관리 시스템을 개발하였다. 작물 양분 흡수와 보충 이온의 양은 배액 이온 농도 당량비를 기반으로 추정되었으며, 이온 농도는 연구실에서 제작한 NO_3^- , K^+ , Ca^{2+} 전극을 통해 측정되었다. 비료의 양은 서로 다른 시간 동안 동작하는 도징 채널을 통해 조절되었으며, 총 비료 투입량은 전기전도도 값 이하로 제어되었다. 3개월간 경기도 농업기술원 카이피라, 코르바나 상추 재배 온실에 설치된 순환식 수경재배 플랫폼에서 개발된 시스템을 검증하였다. 배액 이온 농도 비율의 오차는 목표 이온 농도 비율 대비 평균 제공근 오차 10% 미만으로 나타났으며, 목표 이온 농도에 근접한 이온 균형이 지속적으로 유지되었다. 이를 통해 개발된 시스템이 배액 재사용을 위한 새로운 대안이 될 수 있음을 확인하였다.

본 결과물은 농림수산식품기술기획평가원의 스마트팜다부처패키지 혁신기술개발사업(과제번호: 421006-03), 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호:RS-2023-00219322), 한국연구재단 해외협력기반조성-국가간협력기반조성사업(과제번호:2022K1A3A1A9209497611), 4단계 BK21 사업(글로벌 스마트팜 혁신인재양성 교육연구단)의 지원으로 수행되었음.

*Corresponding author, E-mail: kimhj69@snu.ac.kr

Disease Detection in Greenhouse-Cultivated Strawberry through Deep Learning Techniques

Sijan Karki¹, Niraj Tamrakar¹, Jayanta Kumar Basak², Junghoo Kook³, Hyeon-Tae Kim^{4*}

¹Department of Bio-systems Engineering, Gyeongsang National University (Institute of Smart Farm), Jinju 52828, Korea

²Institute of Smart Farm, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

³Department of Smart farm, Graduate School of Gyeongsang National University (Institute of Agric. & Life Sci.),
Jinju 52828, Korea

⁴Department of Bio-industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

The significance of disease impact on strawberry quality and yield has led researchers to investigate effective methods for detecting crop diseases, with deep learning emerging as a crucial approach. This study focused on exploring the use of transfer learning in deep convolutional neural networks (CNNs) to identify various strawberry diseases. Specifically, we employed models pre-trained on the ImageNet dataset and applied them to our own dataset. We assessed the performance of four architectures: VGG19, Inception V3, ResNet50, and DenseNet121, using both fine-tuning and feature extraction techniques in transfer learning. We compared these results to models trained without transfer learning. The target diseases for identification included angular leaf spot, leaf spot, powdery mildew leaf, anthracnose, gray mold, and powdery mildew in both fruit and leaves. The findings of this study consistently demonstrated that ResNet-50 achieved the highest accuracy across all three configurations, reaching a peak accuracy of 94.4%. DenseNet-121 also performed well with an accuracy of 94.1% when fine-tuned. These results underscored the superior performance of fine-tuning compared to using these models solely as feature extractors for strawberry disease identification. Moreover, our research indicated that the application of transfer learning significantly reduced training time and resulted in a lower number of trainable parameters compared to training models from scratch. These outcomes strongly support the practicality and effectiveness of employing transfer learning techniques for precise identification of strawberry diseases. Furthermore, this research suggests the potential for applying transfer learning to a wider range of crops and diseases, which could substantially enhance agricultural disease detection methods.

This work was supported by the National Research Council of Science & Technology (NST) grant by the Korea government (MSIT) (CRC23041-000).

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

돼지의 스트레스 호르몬 추정을 위한 돈사 내부 환경과 돼지 자세의 영향 분석

Analysis of Internal Environment and Posture Effects on Stress Hormone Estimation in Pigs

강대영¹, 강명용¹, 국중후¹, 서은완¹, 신승현¹, 시잔 카키², 김현태^{3*}

¹경상국립대학교 대학원 스마트팜학과(스마트팜연구소), ²경상국립대학교 대학원 바이오시스템공학과(스마트팜연구소),

³경상국립대학교 농업생명과학대학 생물산업기계공학과

Dae-Yeong Kang¹, Myeong-Yong Kang¹, Jung-Hoo Kook¹, Eun-Wan Seo¹, Seung-Hyun Shin¹,
Sijan Karki², Hyeon-Tae Kim^{3*}

¹Department of Smart Farm, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smartfarm), Jinju 52828, Korea

²Department of Bio-systems Engineering, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smart Farm),
Jinju 52828, Korea

³Department of Bio-industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National
University, Jinju 52828, Korea

본 연구는 돈사 내 사육되는 돼지들의 동물복지 실현을 위해서 돈사 내부 환경과 돼지의 자세를 통해 돼지의 스트레스 호르몬 수준을 관계를 구명하여 추정하고자 한다. 돈사 내부 환경은 내부에 설치되어 있는 온도 센서, 습도 센서, 이산화탄소 센서를 통해 세 가지의 환경 데이터를 10분 간격으로 수집하였다. 이번 연구에서 궁극적으로 알아내고자 하는 스트레스 호르몬은 타액 채취를 통해 분석 과정을 거쳐 혈중 스트레스 호르몬 농도 수준을 수집하였다. 돼지의 자세는 돈사 내부 천장에 설치되어있는 RGB-2D 카메라를 통해 동영상을 녹화하여 스트레스 호르몬 분석을 위한 타액 채취를 수행 하기 전 30분 동안의 돼지의 움직임을 관찰하였다. 분석 결과로 스트레스 호르몬과 온도($r=-0.229$), 습도($r=-0.349$), 이산화탄소 농도($r=-0.096$), 온도-습도 지수($r=-0.200$), 돼지가 서 있는 시간($r=-0.291$), 누워있는 시간($r=0.291$), 자세를 바꾸는 횟수($r=0.073$)의 상관성은 습도를 제외하고 매우 낮은 것으로 나타났다. 스트레스 호르몬과 습도 간의 상관성은 약한 양의 상관관계를 띄었다. 본 연구결과로 동물복지 개선을 위해 돈사 내부 환경과 돼지의 움직임을 통해서 돼지의 스트레스 호르몬을 추정할 수 없는 것으로 나타났으며, 추정하기 위해서는 다른 접근을 통한 추가 연구가 필요함을 제시하였다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농식품기술융합창의인재양성사업의 지원을 받아 연구되었음(717001-7).

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

Development of Semantic Segmentation Algorithm for Crop Classification of Jeju Winter Crops using NIA AI HUB

Dong-Wook Kim^{1,2}, GyuJin Jang^{1,2}, Hak-Jin Kim^{1,2*}

¹Department of Biosystems Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²Integrated Major in Global Smart Farm, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

In Korea, the cultivation area of crops is surveyed to predict the crop yield and regulate the crop supply. Particularly, in some regions of central and southern Korea, reporting the cultivation area of crops is mandatory. The purpose of reporting the cultivation area is to improve the chronic overproduction structure of crops and facilitate crop supply and demand regulation through expanded contract farming. Reporting the cultivation area, especially for winter crops, is actively utilized to adjust the crop supply and demand for the following year. However, the existing reporting-based survey of crop-specific cultivation areas is cost-ineffective, time-consuming, and lacks objectivity, making it difficult to utilize for accurate yield prediction. Therefore, there is a need for technology that can obtain information on large-scale agricultural land at once using UAVs, classify crops, and accurately calculate the cultivation area. Previous studies have used deep learning-based CNN technology for crop classification in captured images under ideal indoor conditions or focused on subjects such as trees, resulting in limited research on outdoor field crops in Korea. In this study, the NIA AI HUB, an open-source data for artificial intelligence learning provided by the National Information Society Agency, was used to develop a crop classification algorithm. UAV RGB dataset constructed from the NIA AI HUB targeting major winter crops in Jeju Island, such as radish, cabbage, onion, garlic, broccoli, and carrot, was used. Learning data was constructed by processing RGB images to create an annotation file that displays the type and location of crops in pixel units. A CNN-based semantic segmentation model was developed using the constructed learning data for crop classification. Through a semantic segmentation model, crops were classified on a pixel-by-pixel basis, while locations were displayed and classification performance was evaluated. As a result, the crop classification performance was evaluated by developing a U-Net-based semantic segmentation algorithm for six types of wintering crops in Jeju. Classification accuracy of a specific class was very low due to class imbalance in the training data, but it was confirmed that classification accuracy could be improved through class under-sampling method. When using high-resolution UAV images of 2-4 cm/pixel, the best classification performance was obtained with an overall accuracy of 84.0%, a mean F1 score of 82.4%, and mIOU of 70.4%. Finally, the developed model was applied to random fields in Jeju Island to evaluate its potential for calculating crop cultivation areas.

This work was supported by Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry (IPET) through Open Field Smart Agriculture Technology Short-term Advancement Program, funded by Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA)(322032-3). This study was conducted using open-source data for artificial intelligence learning (NIA AI HUB) provided by the National Information Society Agency.

*Corresponding author, E-mail: kimhj69@snu.ac.kr

애플 수박의 생육 정형화를 위한 비선형 변수 해석

Analysis of Non-linear Variable for Growth Standardization(quantification) on the Apple Watermelon

신승현¹, 국중후¹, 시잔 카키², 김현태^{3*}

¹경상국립대학교 대학원 스마트팜학과(스마트팜연구소), ²경상국립대학교 대학원 바이오시스템공학과(스마트팜연구소),

³경상국립대학교 농업생명과학대학 생물산업기계공학과

Seung-Hyun Shin¹, Jung-Hoo Kook¹, Sijan Karki², Hyeon-Tae Kim^{3*}

¹Department of Smartfarm, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smartfarm), Jinju 52828, Korea

²Department of Bio-systems Engineering, Graduate School of Gyeongsang National University(Institute of Smartfarm), Jinju 52828, Korea

³Department of Bio-industrial Machinery Engineering, College of Agriculture and Life Sciences, Gyeongsang National University, Jinju 52828, Korea

본 연구는 2023년 5월 29일부터 2023년 8월 2일까지 애플 수박 정성적 조사의 분석을 통하여 정성적 데이터를 정형화하고자 수행되었다. 온실은 경상남도 진주시에 위치한 애플 수박 재배 온실로 방향 120SE 비닐 온실1동과 방향 111E 유리 온실 3동이었고, 259개의 애플 수박 모종을 정식하였다. 정성적 조사를 파악하는 방법으로 재배 기간 동안 직접 눈으로 259개의 애플 수박 전수조사를 실시하였다. 객관적인 기준이 있는 정량적 조사와는 달리 정성적 조사는 주관적 요소가 개입되기 때문에 오류를 최소화하고, 정확한 데이터 수집을 위해 오직 한 사람이 실시하였다. 정성적 조사 시 식물의 손상과 외관상 특징 등을 기록하였고, 이 결과를 애플 수박의 손상에 중심을 맞춰 분석하였다. 물리적 손상, 생리적 장애, 병충해, 등으로 분류했더니 각각 16.6%, 46%, 37.5%를 차지하였고, 다시 세분화하여 분류해 이를 정량적으로 지수화시켰다. 따라서 정량적 데이터의 수집 시 못하는 부분들을 파악할 수 있었고, 이를 통해 객관적 지수가 생김에 따라 추후 온실 내 데이터 수집 시 정량적 부분뿐만 아니라 정성적 부분 또한 객관적인 분석이 가능하며 오직 한 사람이 아닌 여러 사람이 동시에 정성적 데이터 수집이 가능한 것으로 판단된다. 본 연구결과는 정성적 데이터의 도출 가능성을 제시하였다. 향후 정량적 데이터를 통해 정성적인 부분을 파악할 수 있는지에 대한 연구도 필요할 것으로 판단된다.

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 기술사업화지원사업의 지원을 받아 연구되었음(1545026476).

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

Assessment of the Growth Status of Hot Pepper (*Capsicum Annuum*) using UAV- thermal and RGB sensors based on Autonomous Flying Mission

Gyujin Jang^{1,2}, Seunghwan Lee¹, Jungun Lee¹, Byoung Ill Choun³, Hakjin Kim^{1,2,4*}

¹Department of Biosystems Engineering, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

²Integrated Major in Global Smart Farm, College of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

³MediPlants, Andong 36759, Korea

⁴Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 08826, Korea

Crop growth monitoring requires a wide range of biophysical parameters for crop management and future yield prediction. Recently, unmanned aerial vehicle (UAV) had highlighted for crop monitoring with high data resolution and low cost compared to airplane and satellite platform. Various image-based sensors mounted on UAV can detect growth status of some crops with specific imagery parameters acquired through image processing or geographic information system (GIS) technique, considering the crop properties and cultivation environment. However, there are a few researches of growth states of hot-pepper (*Capsicum Annuum*) detection, which is widely cultivated as high-income crops in South Korea. Therefore, this research was aimed to find out what imagery traits can be used for growth stated assessment of hot-pepper using RGB and thermal sensors. The study was conducted on hot-pepper actual farm field in Yungwel, which was cultivated for sale. In study field, about 500 hot-peppers were cultivated on rainfed for poorly grown hot-peppers data collection, and others were cultivated on irrigation system. Actually, the hot-peppers in rainfed zone had a lower yield than those in irrigation zone (p-value < 0.01), indicating that hot-peppers grown in rainfed zone were in poor condition. UAV developed for multi-sensor mounting was utilized in this study, which acquired RGB and thermal images simultaneously. Orthoimages was generated from acquired RGB and thermal images using Pix4Dmapper software. Imagery traits were extracted from hot-pepper individuals in RGB and thermal orthoimage, and acquired traits were compared between hot-peppers individuals in rainfed and thosed in irrigation zone. Through this study, we can assess the growth states for hot-peppers using the meaningful imagery data from UAV based RGB and thermal sensors.

This research was supported by the Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries (Project number: 322032031WT011).

*Corresponding author, E-mail: kimhj69@snu.ac.kr

Empowering Indoor Crop Growth with Customized LED Lighting Solutions

Choa Mun Yun, Amarpreet Singh Arora*

Sherpa Space Inc., Daejeon 34028, Korea

Indoor crop cultivation has gained prominence due to its potential to mitigate the challenges posed by traditional outdoor farming, such as climate unpredictability and limited arable land. But these vertical farms have had their own challenges due to the high energy consumption. Customized LED lighting solutions have proven to be a game-changer in this context. Customized LED lighting solutions can be designed to provide the exact light spectrum and intensity that a specific crop needs, resulting in improved plant growth and yield. Additionally, these lighting solutions can be more energy-efficient than traditional lighting systems, which can help to reduce operating costs. Light holds the key to several crucial plant processes. It influences the plant morphology, how they produce beneficial compounds, and how efficiently they carry out photosynthesis. All this happens through the activation of specialized light-sensitive receptors in plants, which respond to different aspects of light like its spectrum, intensity, and duration. The ability to manipulate different wavelengths of light is driving the creation of next-generation LEDs with enhanced abilities to control both the quantity and quality of crops produced. By designing specific “recipes” of light that combine different amounts of UV, Blue, Green, Red, and Far-red wavelengths, we can target specific groups of light receptors in plants, such as Phytochromes, Cryptochromes, Phototropins, and UVR8. These receptors then trigger a range of metabolic reactions within the plants. It's important to note that these tailored light recipes are unique to each type of crop and its various growth stages. A study conducted on medicinal cannabis using our state-of-the-art custom lighting system with quantum dot films has highlighted the incredible impact of light spectrum on plant yield and cannabinoid content. This demonstrates the remarkable potential of LED light spectrum in influencing and enhancing plant growth, not just in terms of physical attributes but also in terms of valuable compounds. In essence, this innovative approach to indoor farming underlines the pivotal role that light plays in shaping plant growth and productivity. By precisely targeting the wavelengths that correspond to peak photosynthetic efficiency, energy consumption can be optimized without compromising plant growth. This not only alleviates the strain on power resources but also aligns with the broader goals of environmentally conscious cultivation practices.

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)(421008-04).

*Corresponding author, E-mail: asarora@sherpaspace.co.kr