

일조량에 따라 빛의 세기를 자동 조절하는 스마트 팜용 LED

안심정진, 석의태, 서승현
한양대학교 ERICA 전자공학부

Automatically adjustable LED for illumination of Smart farm according to the amount of sunlight

Sim-Jeong-Jin, Ahn, Ui-Tae, Seok, Seung-Hyun, Seo
Dept. of Electronics, Hanyang University ERICA

요 약

환경오염으로 인하여 일조량 감소가 점점 심해지고 있으며 이로 인해 농작물의 피해가 보고되고 있다. 부족한 일조량을 보충하기 위하여 LED 를 도입한 스마트 팜을 도입하고 있지만, 같은 양의 LED 빛을 일정시간 지속적으로 쬐어줌으로써 비용적인 문제가 발생하여 꺼려하는 청장년층 사람들이 나타나기 시작하였다. 그리하여 본 논문에서는 야외 일조량에 따른 밝기를 변경하여 기존 스마트 팜 보다 효율적인 방식을 제안하고자 한다.

1. 서론

최근 날씨의 이상변화로 인해 농작물들의 피해가 증가하고 있는 추세이다. 그 중에서도 미세먼지로 인한 일조량 감소가 부각되고 있으며, 실제로 복숭아, 딸기 등의 일조량 감소로 인해 생산량이 20~30% 감소한 현상이 발생했다.[1] 이렇게 환경오염으로 인해 나타난 일조량의 부족을 보충하기 위해 대안 방안으로 스마트 팜이 대두되고 있으며 보급률도 증가하고 있다.[2] 스마트 팜은 외부 환경에 상관없이 일정량의 빛을 줄 수 있다는 장점이 있다. 이러한 스마트 팜의 장점에도 불구하고 일부 농가에서는 지속적으로 내리 쬐는 빛으로 인해 스마트 팜의 비용적 문제와 복잡한 추가 조작으로 인해 도입을 꺼려하고 있다.[3]

이러한 문제를 해결하기 위해, 본 논문에서는 일조량에 따라 빛의 밝기를 자동으로 조절하는 스마트 팜을 도입을 제안하여 비용적 문제를 감소시키고자 한다. 딸기의 대조군 실험을 진행하여 일조량 반응 LED 의 결과값을 분석하였다.

2. 실험 시스템 구축

2.1 실험 설계

그림 1 은 식물재배용 틀의 시스템 크기를 개략적으로 도식화한 것이다. LED 조명과 식물 간의 거리를 15cm 의 차이를 두었으며, 화분 모양의 면적은 지름 10cm 로 지정하였다. 틀의 상판, 하판을 아크릴로 설치하여 기존 일조량에 방해가 없이 하였다.

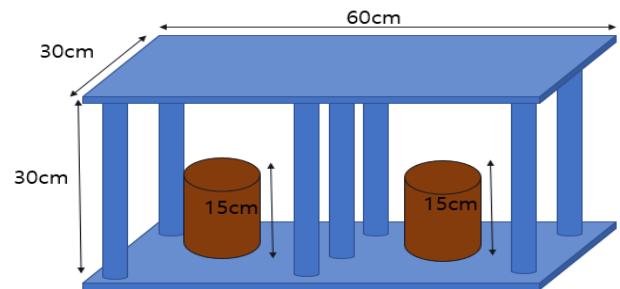


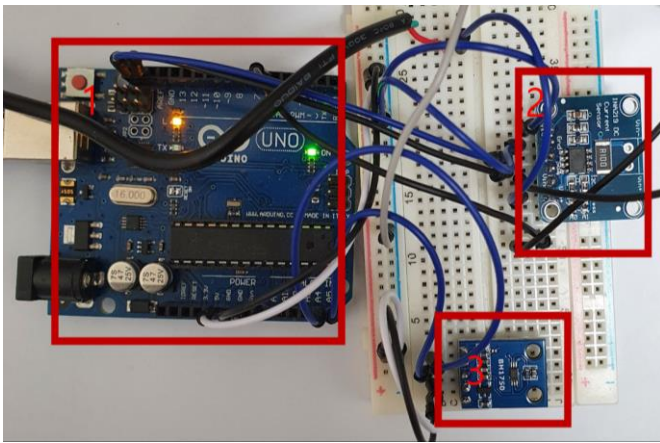
그림 1 식물재배틀 구조

LED 는 WS2312B 칩을 사용한 외경 68mm, 내경 54mm 인 링형 LED 로 설계하였다. 구동 전압은 DC 4~7V 이다. 식물은 광합성에 따라 생장의 변화가 일어나며 광합성의 정도는 제공되어지는 빛의 파장에 변화된다. 가시광선의 전체 영역을 제공하는 것보다 빛의 적색(660nm), 와 청색(450nm)의 빛을 1:1 로 제공하는 것이 효율이 증대함이 밝혀져 있다.[4] 따라서 본 실험에서는 청색광과 적색광의 비율을 동일하게 설계하였다. 식물의 전반적인 성장은 광강도가 높아짐에 따라 잎의 성장이 되며 일별 성장 또한, 현저히 증가한다.[5] 이를 실험에 반영하기 위하여 식물 재배틀을 기준으로 하여, 대조군은 300lux, 실험군은 0~800lux 를 빛의 밝기에 따라 변화하여 식물에게 제공하였다.

그림 2 는 전류센서와 조도센서로 구성된 제어장치의 구성도이다. LED 의 출력을 외부 밝기에 따라 조절하기 위해서 아두이노의 map 함수를 사용하였다. map 함수는 숫자를 범위를 변환하는 함수이다. 이를 이용하여 LED 의 출력 가능한 단계인 0~255 범위를 조도센서에서 측정 한 lux 값 0~2000 으로 세분화할 수 있다. 즉, 측정 한 lux 값이 2000 일 경우 LED 는 작동하지 않으며 lux 값이 1000 일 경우 LED 는 125, lux 값이 0 일 경우에는 LED 는 최대 밝기로 작동을 한다. 조도는 전력의 10.76391 배, 발광 효율(lm/W)를 제곱미터의 표면적으로 나눈 값이다. 식으로 표현하면 다음과 같다.

$$LUX = \frac{P(W) \times \eta(\frac{lm}{W})}{A(m^2)}$$

LED 를 최대 2300mW 로 작동이 가능하므로 식물에게 제공되는 빛의 양을 0~800lux 사이로 조절 가능하다.



1	Arduino Uno
2	전류센서 모듈 INA219
3	디지털 조도 센서 모듈 BH1750

그림 2 제어시스템 구조

2.2. 실험 방법

기존 실외형 스마트 팜의 경우 일몰과 일출 시간에 LED 를 가동하므로 본 실험도 5~9 시, 17~21 시 사이에 진행하였다.[6] 대조군은 일조량에 상관없이 1600mWh 를 제공하여 300lux 값을 출력하였다. 실험군은 측정된 일조량에 따라 0~800lux 를 유동적으로 출력하였다. 또한 빛의 파장은 660nm 와 450nm 를 동일한 비율로 설정한다.

식물의 성장을 딸기의 줄기 길이, 열매의 개수와 크기에 비교를 하여 일별로 기록하며 사용한 전력량 또한 기록한다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 3 은 일자 별 딸기의 줄기 성장을 비교한 것이다. LED 빛을 제공한 결과 그 이전의 성장 보다 2 개의

딸기 모두 성장이 증가한 것을 확인하였으며 실험군에서 대조군에 비해 성장속도가 증가함을 확인하였다. 그러나 두 딸기 모두 10 일차 이후의 성자의 변화는 미비하였다.

그림 4 는 실험군에 사용된 전력사용량으로 대조군이 사용한 1600mWh 와 비교하면 3 일차, 5 일차 기상 악화로 인한 증가를 제외하면 그 이하의 전력량을 사용하고 있는 것을 확인하였다.

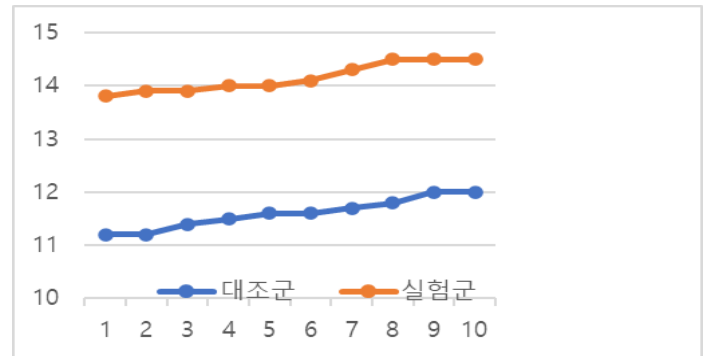


그림 3 일 별 줄기 성장

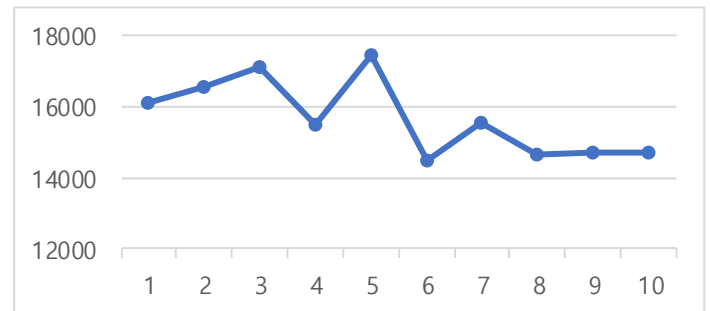


그림 4 일 별 전력사용량



그림 5 대조군(좌) 실험군(우)

이외에도 대조군에서 일조량 부족으로 발생할 수 있는 꽃받침 마름증상이 나타난 반면 실험군에서는 이상 증상이 나타나지 않았다.[7] 이를 토대로 실험군에서 상대적으로 적은 전력량으로 효율적인 광량을 제공함을 알 수 있었다.

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서 우리는 일조량에 따라 빛의 세기를 자동 조절할 수 있는 스마트팜용 LED 를 제작하여 딸기의 생장 실험을 하였다. 본 실험을 통해 일조량에 따른 LED 의 세기에 변화를 주었을 경우 식물의 생장에 효율성을 확인하였다. 실험에서 대상으로 한 딸기를 제외한 다른 농작물에서도 적용이 가능하므로 다양한 작물에서의 실험이 추가적으로 필요하다. 또한 조도 센서를 포함한 온 습도 센서, CO2 센서 등을 포함하여 다른 외부요인들도 측정할 실험이 필요함이 판단된다. 본 논문에서 실시한 실험의 경우 딸기를 제외한 다른 농작물에서도 적용이 가능하므로 다양한 작물에서의 실험이 추가로 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- [1] 남원근, 일조량 부족 딸기 수확량 크게 감소, 홍성신문, 2010.04.02,
<http://www.hsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=43558>
- [2] 농림축산식품부,
<https://www.mafra.go.kr/mafra/2871/subview.do>
- [3] 한우준, 권순창, 청년 스마트팜, 비용은 어찌고 판매는 어찌려나, 한국농정, 2018.09.02,
<http://www.ikpnews.net/news/articleView.html?idxno=35211>
- [4] 정동범, 양환우, 박대희, 식물성장요 LED 모듈의 파장 변화에 따른 PPFD 특성연구, 원광대학교, pp. 39, 2016
- [5] 홍지완, 식물공장의 LED 광강도 변화에 따른 식물성장 변화에 관한 연구, 신라대학교 건축학부, pp. 310, 2020
- [6] 권죽국 et al., 스마트 온실 환경관리(2018), 농천진흥청, p13
- [7] 박정완, 충남도농기원, 딸기'꽃받침 마름증상'예방법 밝혀, 농업인신문, 2021.01.22,
<https://www.nongupin.co.kr/news/articleView.html?idxno=92265>