

자외선 광원을 이용한 살균 모듈 개발

염성관 · 정희원 · 신광성*

원광대학교

Hydroponic Cultivation Using an Ultraviolet LED

Sungkwan Youm · Jeong Heewon · Kwang-Seong Shin*

Wonkwang University

E-mail : skyoum@gmail.com / dkffk3246@naver.com / waver0920@wku.ac.kr

요 약

수경 재배는 고품질의 녹색 식물 생산에 상당한 관심을 가지고 있다. 그러나 수경 재배에서 식재 운영 체제를 구축하면 순환하는 배양액 전체에 유해한 박테리아가 번식하는 등 만성적 인 문제가 발생할 수 있다. 배양액 오염을 방지하기 위해 자외선 살균 시스템을 사용하는 것에 대한 광범위한 연구가 수행되었다. 이 연구에서 제안 된 모듈은 270 ~ 285nm 파장을 방출하는 UV-C LED를 사용하여 센서 및 컨트롤러와 함께 설계되었다. 모듈은 대장균, *Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas cichorii* 및 *Fusarium oxysporum*을 제거하는 능력을 조사하기 위해 다른 배양액 유속에 대해 300, 500 및 700mW를 방출하도록 설정되었다.

ABSTRACT

Hydroponic cultivation is of considerable interest to the production of high-quality green plants. However, establishing the planting operating systems in hydroponic cultivation may result in chronic problems, such as the reproduction of harmful bacteria throughout the circulating culture fluid. Extensive research has been conducted on using an ultraviolet sterilization system to prevent culture fluid contamination. In this study, the proposed module, using UV-C LEDs that emit wavelengths between 270 and 285 nm, was designed along with a sensor and controller. The module was set to emit 300, 500, and 700 mW, for different culture fluid flow rates, to investigate its capacity to eliminate *Escherichia coli*, *Clavibacter michiganensis*, *Pseudomonas cichorii*, and *Fusarium oxysporum*.

키워드

수질, 광원, 적외선, 결정계수

1. 서 론

최근 다양한 스마트 팜 시스템이 도입되면서 고품질의 녹색 식물 생산에 대한 관심이 높아지고 있다. 녹색 식물 성장에는 빛, 온도 및 습도와 같은 완전히 충분한 자연 환경이 필요합니다. 자연 환경을 제공하는 것이 스마트 팜 구축의 핵심이다. 토양을 사용하지 않고 작물을 재배하는 방법인 수경 재배는 스마트 팜에서 널리 퍼져 있다.

수경법은 토양없이 작물을 유지하고 필요한 모든 요소를 포함하는 액체 비료에서 재배하는 몇

가지 방법을 설명한다. 또한 양수 및 미토콘드리아 재배를 의미합니다. 토양 재배는 시설비가 저렴하다는 장점이 있지만 식물 성장에 필요한 것보다 더 많은 비료를 사용하고 재식 실패와 같은 단점이 있다. 수경법은 비료와 성장 환경을 효율적으로 관리하여 단위 면적당 고품질의 과일과 채소를 생산할 수 있으며, 작물 순환과 관련된 걱정이 없다 [1,2].

본 연구에서는 제안된 UV-C LED (270 - 285 nm) 시스템을 적용하여 수경 재배 중 유해 미생물에 대한 살균 효과를 분석했습니다. 모듈에는 살균 효과를 높이기 위해 크리스탈 렌즈가 포함되어 있

* corresponding author

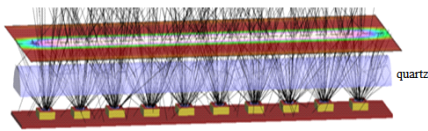
습니다. 살균이 흐르는 유체에 미치는 영향을 분석하기 위해 배양액의 유량에 따른 살균율을 분석하였다.

II. 자외선을 이용한 살균 시스템

LG 이노텍 제품 (LEUVA66H70HF00)을 적용하여 개별 광 출력이 70mW 인 UV-C LED 광원 14개를 인쇄 회로 기판에 배치했다. 본 연구에 사용된 UV-C LED의 파장 범위는 200 ~ 285nm이며 피크 파장은 278nm이고 복사 플럭스는 70mW이다. 광 출력을 높이기 위해 석영과 원통형 렌즈를 적용하고 열로 인한 손실을 줄이기 위해 알루미늄 방열판을 몸체에 적용했다. 그림 1 (a)는 UV-C LED의 모듈을 보여줍니다. 석영 실린더 렌즈가 모듈에 적용되었다. 석영 실린더 렌즈는 UV LED를 사용하는 집광 장치에 가장 일반적으로 적용되는 구조이다. 그림 1 (b)와 같이 LED 모듈을 모델링하여 광학 시뮬레이션을 수행했다. 조사 강도는 크리스탈 실린더 집광 렌즈를 사용하지 않은 경우에 비해 약 8 % 향상되었다.



(a)



(b)

그림 1. 자외선 광원 모듈

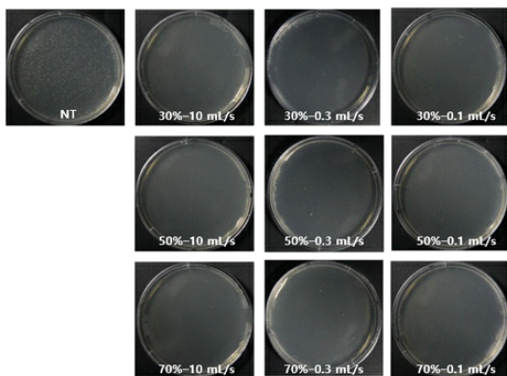


그림 2. *E. coli* 살균율

*E. coli*는 사람과 동물의 환경, 음식 및 장에서 발견되는 박테리아이다. 대장균은 수경 재배로 생산된 채소를 섭취하는 과정에서 식중독을 유발할

수 있다. 따라서 수경 환경에서는 *E. coli* 생성을 통제해야한다. 그림 2은 UV-C LED에 의한 *E. coli*의 살균율을 보여준다. 그림에서 NT는 조사 전에 *E. coli*에서 재배되었으며 출력 전력 및 유량에 대해 표시된다. 관찰 할 수 있듯이 박테리아 이미지는 30 % -10 mL / s에서 흐릿하게 나타나고 오른쪽 하단 이미지에서 덜 잘 보인다. 그림의 % 및 mL/s 기호는 각각 UV-C LED의 출력과 유체의 유량을 나타낸다.

III. 결론

본 연구에서 수경 재배에서 발견되는 유해 미생물에 대한 미생물 살균 효과는 UV-C (270 - 285 nm) LED 광원을 사용하여 조사했다. 대장균, *C. michiganensis*, *P. cichorii*, *F. oxysporum* 4 종 미생물의 살균율을 광 출력 조절기와 순환계가 적용된 UV 모듈을 이용하여 조사했다. 4 가지 종류의 미생물 모두에 대해 광 출력이 증가함에 따라보다 높은 살균력을 나타내었으며, 시스템은 각 종류의 미생물에 대해 유사한 효과를 나타냈다. 광 출력이 증가함에 따라 더 높은 살균력이 관찰되었다. 또한 광 노출 시간, UV 광 강도 및 광원 거리간에 관계가있어보다 광범위한 실험을 수행할 경우 관계를 공식화 할 수 있음을 보여준다.

Acknowledgement

이 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. 한국연구재단에서 부여한 과제번호 : NRF-2018R1D1A1B07050277)

References

- [1] 김정호 “식물공장기술개발사업화 - 동향및 전망” IT-BT 융복합 pp. 15-31, 2011.6.
- [2] TTA, 스마트팜 ICT 표준화전략맵 pp. 447-521, 2014