

순환식 수경재배를 위한 양액 재공급 시스템 설계

고경일, 이명훈*

*순천대학교,

koruddlf@gmail.com, *leemh5544@gmail.com

Design of Liguantum Re-Supply System for Circular Hydroponic Cultivation

Ko Kyeong Il, , Lee Meong Hun*

*Sunchon National Univ.

요약

수경재배 시 필요한 것 중 하나가 양액이다. 초기 대부분의 수경재배 농가의 경우 배액을 폐기하는 비순환식 양액 공급이 이루어졌다. 이러한 폐양액은 수자원 및 토양의 오염원으로 작용할 수 있기에 본 연구에서는 순환식 수경재배 방식에서 원활한 양액 재공급을 통하여 양액 사용량을 절감하고 양액을 모니터링 할 수 있는 양액 재공급 시스템을 설계하였다. 양액 재공급 시스템은 양액 및 배액 탱크와 양액 제어장치로 구성된 양액 공급 환경에서 배출되는 배액을 여제 기반 수처리 장치와 UV-C 살균 장치로 구성된 여과 환경을 통하여 재사용 양액을 생성하고 신규 용수와 혼합하여 작물에 재공급하는 시스템이다. 본 연구 결과물인 양액 재공급 시스템을 현장에 적용한다면 기존 해외 양액 재공급 시스템이 가지고 있는 대규모에 적합한 시설 장비 및 비싼 구축 비용 문제를 해결하여 국내 수경재배 농가 현장에 맞는 시스템을 제공하고 비순환식 수경재배 농가에서는 양액 재공급을 통한 양액 비용 절감 및 배액 처리 비용을 절감 할 수 있을 것이며, 배액을 최소화하여 환경문제를 해결할 수 있을 것이다.

I. 서론

2050 탄소중립이 2020년 10월에 선언된 이후 ‘기후위기 대응을 위한 탄소중립·녹색성장 기본법안’이 2021년 9월에 공포되는 등 정부 차원의 탄소중립 실천이 급진적으로 이루어지고 있다. 농업분야에서도 온실가스 감축수단을 통한 감축목표 달성을 위하여 저탄소농업 인증제도 등 정책을 시행하고 있으며, 저탄소농업 실현을 위한 다양한 기술들이 개발되어 지고 있다[1].

저탄소농업기술은 농축산물 생산에 투입되는 농약, 비료, 농자재와 에너지의 절감을 통하여 온실가스 배출을 줄이는 농법 및 기술을 의미한다. 저탄소 농업기술은 현재 효과면에서 4개군의 19개 세부기술로 구분되며, 과학계에서 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O) 등 온실가스 저감효과가 증명된 기술들을 포함하고 있다[2].

수경재배 방식을 사용하는 농가에서도 탄소 절감을 위하여 다양한 기술들이 개발 및 연구되고 있다. 수경 재배의 경우 한정된 자원으로 물을 보다 효율적으로 사용할 수 있는 방법으로 대표적인 수경재배 작물인 토마토의 경우 1kg를 생산하기 위하여 수경재배에서 사용되는 물의 양이 대략 15-18L인 반면에 토양에서 생산에 사용되는 물의 양은 약 60L로 매우 뛰어난 물 자원 절감 기술이다[3].

이러한 수경재배 시 필요한 것 중 하나가 양액이다. 수경재배의 경우 근권 양분의 불균형을 해소하고 온실 내 불 균일한 환경에 의한 작물 간 생육량 차를 해소하기 위하여 물과 양분을 함유한 양액 공급이 반드시 필요하다. 초기 대부분의 수경재배 농가의 경우 양액이 작물에 공급된 이후 발생하는 폐양액에 대하여 폐기하는 비순환식 양액 공급이 이루어졌다. 이러한 폐양액은 수자원 및 토양의 오염원으로 작용할 수 있으며, 폐양액의 경우에도 작물 재배에 필요한 양분을 충분히 가지기 때문에 폐양액을 재사용하는 순환식 수경재배 방식이 개발되고 있다[4].

이에 본 연구에서는 순환식 수경재배 방식에서 원활한 양액 재공급을 통하여 양액 사용량을 절감하고 양액을 모니터링 할 수 있는 양액 재공급 시스템을 설계하였다.

II. 본론

본 논문은 국내 수경재배 환경에 맞는 순환형 수경재배를 위하여 그림 1과 같은 양액 재공급 시스템 구조를 설계하였다.

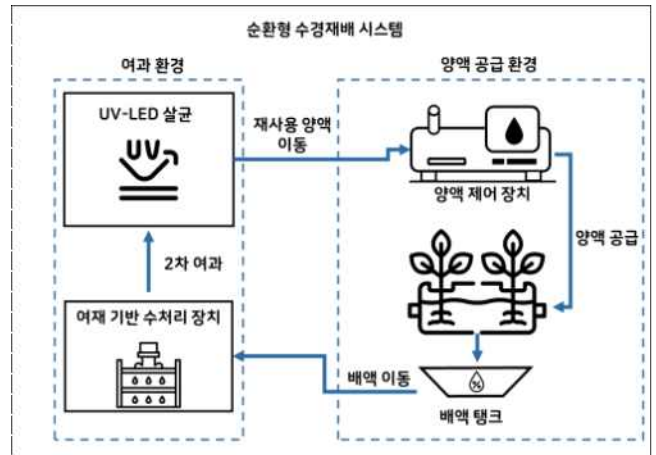


그림 1 양액 재공급시스템 구조도

Fig.1 Correlation Analysis

본 연구에서 설계하고자하는 양액재공급시스템은 배액 및 양액 공급 장치와 2단계 여과장치로 구성된다.

기존 네덜란드 및 농업 선진국의 수경재배 시스템의 경우 1ha 이상의 대규모 수경재배 농장에서 사용하기 위하여 설계된 순환형 수경재배 시스템으로 3단계 이상의 양액 여과 시설과 이를 수용하는 공간 부피가 크며 그에 따라 설치 및 운용에 큰 비용이 든다[5]. 이에 본 논문에서는 소규모 농가가 대다수를 차지하는 국내 환경에서 활용하기 위하여 2단계 여과의 물리적 여과를 통한 배액 여과 환경과 재사용 양액을 신규 양액과 조합하여 다시 양액을 공급하는 양액 공급 환경으로 구성되는 양액 재공급 시스템을 설계하였다.

우선, 초기 공급된 양액은 수경재배 작물에게 공급된 이후 배액 탱크에 저장된다. 배액 탱크의 경우 수위센서를 설치하여 일정량 이상의 배액이 저장된 시점에서 전자밸브를 통하여 여과환경으로 배액을 전달하게 된다.

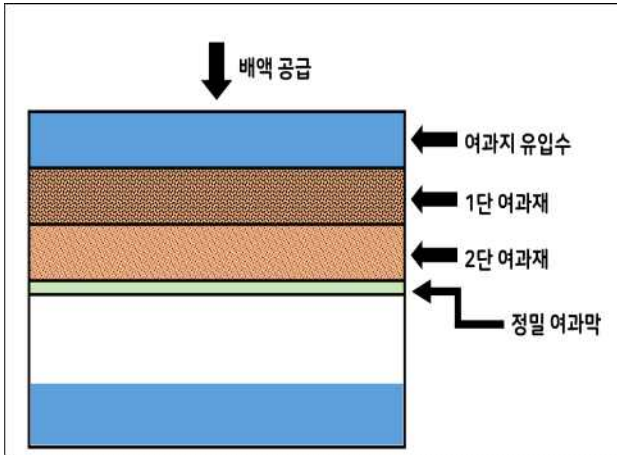


그림 2 여재 기반 수처리 장치 구조도

Fig.2 Correlation Analysis

전달된 배액은 그림 2와 같은 1차 여과장치인 여재 기반 수처리 장치로 이동된다. 여재 기반 수처리 장치는 2단 여재층과 미세 물질 여과를 위한 정밀여과막의 3단계로 구성된다. 여재 기반 수처리 장치로 유입된 배액은 1단 여재층(자갈 및 모래)을 통하여 불순물(모래, 작물 부산물 등) 제거 작업을 위한 물리적 여과를 진행한 이후 2단 하부 여재층(고운 모래)를 통과하면서 모래층 내의 미생물층을 통하여 생물학적 여과를 진행하게 된다. 마지막으로 정밀여과막 통과를 통하여 일부 박테리아 및 바이러스 제거 과정을 수행하게 된다. 이후 2차 여과장치인 UV-LED 여과장치로 이동된 배액은 UV 살균을 통하여 최종적으로 식물성 세균 및 바이러스에 대한 살균과정을 거치게 된다.

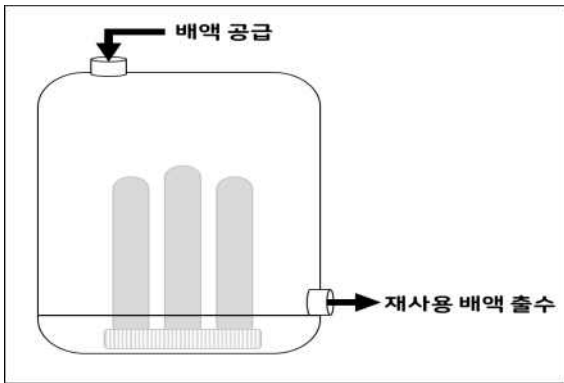


그림 3 UV-C 살균 장치 구조도

Fig.2 Correlation Analysis

UV 살균 방식은 10~400nm의 파장 영역의 빛으로 바이러스, 박테리아, 효모, 곰팡이와 같은 미생물들의 DNA에 흡수되어 구조를 파괴하고 살아 있는 세포들을 비활성화 시켜 사멸 시키는 효과적인 살균 방식 중 하나이다. 이 중 본 연구에서 살균에 사용되는 UV-C는 100~280nm의 파장영역을 가진 UV로 광선의 파장이 짧아 특히 미생물을 죽이는데 효과적이다. 또한, UV 살균 방식의 경우 화학적 살균방식을 위하여 사용되는 염소, 및 오존 등의 화학약품에 의한 2차 환경 오염 문제가 없으며 약품 구매에 소모되는 비용 절감 효과가 있다.

이러한 과정을 통하여 생성된 재사용 양액은 최초 양액 공급 이후 작물의 수분 및 양분 흡수와 증발, 여과 중 손실 등의 이유로 공급 시기 대비 30%

분량이며 기존 양액 대비 양액 내 영양소가 부족하기 때문에 신규 양액과 혼합하여 작물에게 제공되어야 한다. 이에 본 시스템은 기존 양액공급기의 양액 원수 공급 시에 재사용양액과 원수를 3:7 비율로 혼합하여 양액 공급기에 제공하고 양액공급기 내에 EC센서와 pH센서를 설치하여 양액의 양분을 추산하고 양액 원재 혼합을 통하여 최종적으로 양액을 배합하여 공급이 이루어지도록 설계하였다.

III. 결론

본 논문에서는 순환식 수경재배 환경에서 양액의 재사용을 위한 양액 재공급 시스템을 설계하였다. 양액 재공급 시스템의 경우 배액을 저장하고 1단계로 여재 기반 수처리 장치를 통하여 물리적 여과 및 생물학적 여과를 수행한 이후 2단계로 UV-C 살균을 통하여 바이러스, 세균 등의 살균을 수행하여 재사용양액을 생성하고 이러한 재사용양액의 양분 분석을 통하여 신규 용수와 혼합하여 양액을 제공할 수 있도록 하였다.

본 연구 결과를 현장에 적용한다면 기존 해외 양액 재공급 시스템이 가지고 있는 대규모에 적합한 시설 장비 및 비싼 구축 비용 문제를 해결하여 국내 수경재배 농가 현장에 맞는 순환식 수경재배 환경을 제공할 수 있을 것이다.

또한, 비순환식 수경재배 농가에서는 양액 재공급을 통한 양액 비용 절감 및 배액 처리 비용을 절감 할 수 있을 것이며, 배액을 최소화하여 환경 문제를 해결할 수 있을 것이다.

ACKNOWLEDGMENT

"본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT연구센터사업의 연구결과로 수행되었음" (RS-2024-00259703)

참 고 문 헌

- [1] 대한민국 정책브리핑, "2050 탄소중립", 2021.
- [2] 정만철, 유갑상, 윤영호, "저탄소농업의 기술체계분석과 기술관행의 온실가스 저감효과 분석", 경영컨설팅연구, 315-328, 2022
- [3] 이상돈, "순환식 수경재배 시스템," 한국원예학회 학술발표요지, 한국원예학회. 32-32, 2021.
- [4] 이승윤, 김유창, "순환식 수경재배를 위한 수처리 기술," 대한환경공학회지, 501-513, 2019.
- [5] 이재경, 설병문, "지능형 스마트 팜 활용과 생산성에 관한 연구: 토마토 농가 사례를 중심으로", 벤처창업연구, 185-199, 2019.