딸기 수경 재배 환경에서의 다중 선형 회귀 모델 기반의 양액 적정 흡수량 분석 연구

임종현, 이명배, 조현욱, 신창선, 박장우, 조용윤**
순천대학교 정보통신공학과
e-mail:sshb56@s.scnu.ac.kr

An Analysis Study for Optimal Uptake of Nutrient Solution Based on Multiple Linear Regression Model in Strawberry Hydroponic Environments

Jong-Hyun Lim, Myeong-Bae Lee, Hyun-Wook Cho, Chang-Sun Shin, Chang-Woo Park, Yong-Yun Cho*
Dept of Information & Communication Engineering, Sunchon University

요 약

우리 나라의 딸기 수경재배 면적은 2002년 5ha로 시작해서, 2007년에는 84ha, 2012년에는 317ha, 2017년에 1,575ha로 매년 30% 이상 급속하게 성장하고 있다. 이런 경향은 수경재배가 토양재배보다 작업이 용이하여 노동시간이 절약되며, 수량을 더 많이 생산할 수 있기 때문이다. 하지만, 공급양액을 배액으로 흘려버리는 비순환식 수경재배 방식이 증가 하면서 환경오염을 유발시킬 뿐만 아니라 수경재배 운영비용의 증가를 가져오고 있다. 본 논문은 작물 생장에 최적화된 양액공급을 위해 상관관계 분석 및 다중 선형 회귀 모델 기반의 딸기 수경재배 환경에서의 최적 양액 흡수량을 분석하고 추정해 보았다. 분석 결과, 수경재배 환경정보(일사량, 온도, 습도, CO_2 등)를 대상으로 일사량 및 온도가 습도 및 CO_2에 비해 딸기재배를 위한 양액 흡수량에 더 큰 영향을 주는 것으로 분석되었고, 다중 선형 회귀 모델을 통한 회귀식의 R-Square값은 0.358으로 나타났다.

1. 서론

우리나라의 과채류 수경재배 방식은 근권 안정화를 목적으로 공급양액의 일정비율을 배액으로 흘려버리는 비순환식 수경재배 방식을 주로 사용한다. 우리나라 딸기 수경재배 면적은 2002년 5ha로 시작해서, 2007년에는 84ha, 2012년에는 317ha, 2017년에 1,575ha로 매년 30% 이상 급속하게 성장하고 있다. 이런 경향은 수경재배가 토양재배보다 작업이 용이하여 노동시간이 절약되며, 수량을 더 많이 생산할 수 있기 때문이다.[1] 그러나, 수경재배면적 확대는 환경오염을 유발시킬 뿐만 아니라 양액비용을 증가시켜 생산비 가중의 원인이 된다.[2] 본 논문에서는 딸기 수경재배 시설 환경에서 양액의 오남용을 줄이고, 전체 생산비용을 개선을 위해 데이터분석 기반의 최적 양액흡수량 연구를 진행하였다.

2. 관련 연구

양액흡수량 관련 기존의 연구로는 장미 양액재배의 정밀한 급액 기준을 마련하기 위해 식물체의 양액 흡수에 관여하는 주된 환경요인을 선발하고, 또 식물체의 생육단계에 따른 환경요인별 양액흡수량을 추정하는 연구가 진행 되었다.[3] 또한, 오이 재배 환경을 대상으로 순환식 펄라이트재배에서 배액 재사용을 위해 양액 전기전도도(EC)별로 양액흡수량과 무기이온별 흡수 특성을 조사하고 양액의 전기전도도(EC)와 양액흡수량을 이용한 무기이온별 흡수량을 예측하는 연구가 진행되었고[4] 멜론 수경재배시 폐양액을 발생시키지 않는 배액제로형 수경재배기술 개발을 위하여 배액률에 따른 근권환경 변화와 재배기간 동안의 급액량과 배액량, 과실품질 등에 미치는 영향에 대한 연구가 진행 되었다.[5]

3. 딸기 수경재배 환경에 따른 양액흡수량 분석

3.1 분석 대상 데이터

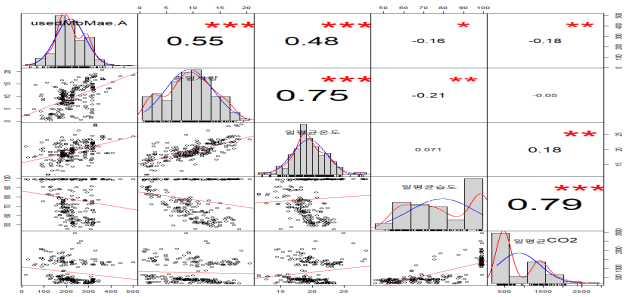
본 논문에서는 실제 딸기 수경재배 단지에서 2015년 09월부터 2016년 5월 까지 9개월간 발생한 양액흡수량 데이터와 일별 총일사량 및 평균 온도, 습도, CO_2 데이터를 사용하였다.

3.2 상관관계 분석

일반적으로, 온실 환경에서 양액의 흡수량은 다양한 환경데이터(온도, 습도, 일사량, CO_2 농도 등)와 상당한 관련성이 있다고 추정될 수 있다. 본 논문에서는 이러한 환경데이터와 실제 양액 흡수량과의 실제 연관성을 확인하기

* 교신저자(Corresponding Author)

위해 상관관계 분석을 실시하였다.



(그림 1) 환경과 양액 흡수량간의 상관관계

(그림 1)은 온실 환경 데이터와 양액 흡수량간의 상관관계 분석 결과를 나타낸다. 총 일사량과 일 평균온도에 대하여 0.55, 0.48의 상관관계 계수를 보이며 일평균 습도 및 CO_2에 비해 높은 상관관계를 가지는 것을 볼 수 있다.

3.3 다중선형회귀모델을 통한 양액 흡수량 예측

본 논문에서는 분석된 환경데이터의 상관관계 정보를 고려하여 다중회귀분석모델을 기반으로 하는 작물 양액 흡수량 예측 실험을 진행하였다. 이를 위해, 독립 변수로 환경변수를 사용하였고, 종속 변수를 양액흡수량을 설정하였다.

아래의 <표 1>은 만들어진 선형 모델에서 추정된 회귀식의 계수(Coefficients)들과 그에 대한 정보들을 보여주며, Pr(>|t|)열은 t 분포를 사용하여 각 변수가 얼마나 유의한지를 판단할 수 있는 p-value를 나타낸다.

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>|t|)
Intercept	24.722	39.993	0.618	0.5371
총일사량	6.141	1.383	4.442	1.4e-05
일평균온도	6.375	2.317	2.751	0.0064
일평균CO2	-0.043	0.011	-3.747	0.0002
일평균습도	0.692	0.383	1.806	0.0722

<표 1> 추정된 계수 및 정보

분석 내용에 따르면, 총일사량과 일평균온도 및 CO_2의 p-value는 각각 1.4e-05, 0.0064, 0.0002로 나타나 0.05보다 작으므로 유의하다고 할 수 있고, Intercept(절편) 및 일평균습도의 p-value는 0.05보다 커 유의하지 않음(0으로 봐도 됨)을 뜻한다. 표 1의 결과에 따르면 양액흡수량에 대한 회귀식은 y(양액흡수량) = 6.141*총일사량+6.375*일평균온도-0.043*일평균 CO_2

R-Square라는 결정계수(coefficient of determination)는 회귀식의 검정에 쓰이는 중요한 결과이다. 결정계수란 독립변수로부터 예측되는 종속변수의 분산 비율을 의미하며 0~1사이의 값을 가지고 1에 가까울수록 독립변수가 종속변수를 정확히 예측할 수 있다는 것을 의미한다. 위 회귀식의 R-Square 값은 0.358으로 총일사량 및 일평균온도, CO_2로 양액 흡수량을 약 36% 예측가능 하다고 볼 수 있다.

4. 결론

본 논문은 작물 생장에 최적화된 양액공급을 위해 상관관계 분석 및 다중 선형 회귀 모델 기반의 딸기 수경재배 환경에서의 최적 양액 흡수량을 분석하고 추정해 보았다. 일사량, 온도, 습도, CO_2에 대하여 흡수량을 분석한 결과 일사량 및 온도가 습도 및 CO_2에 비해 양액흡수량에 영향을 주는 것으로 분석되었고, 다중 선형 회귀 모델을 통한 회귀식은 y(양액흡수량) = 6.141*총일사량+6.375*일평균온도-0.043*일평균 CO_2 도출 되었다. 또한, 회귀식에 대한 R-Square값은 0.358으로 나타났다.

연구 결과 양액흡수량과 일사량 및 온도, CO_2의 상관관계를 확인할 수 있었으나 오차가 많아 유의미한 예측 결과를 얻을 수 없었다. 그 원인으로는 실측된 환경정보의 양이 다소 부족하여 데이터 분석 과정에서 충분한 예측 정보를 얻는 데에 어려움이 있었고, 분석 데이터와 양액흡수량에 영향을 미치는 다른 요인, 예를 들어 양액의 PH, EC 등과 같은 추가 정보가 있을 것이라 판단된다. 향후에 양액의 성분 등 다른 환경 요소를 포함한 새로운 데이터를 수집하여 양액흡수량을 연구하고 최적의 양액공급을 알아내 환경오염 예방 및 생산비 감액에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgement

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science &Technology Development (Project No. PJ01188605)" Rural Development Administration, Republic of Korea and, this research was supported by IPET (Korea Institute of Planning and Evaluation for Technology in Food, Agriculture, Forestry and Fisheries) through Advanced Production Technology Development Program, funded by MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs) (No. 315001-5)

참고문헌

[1] 경남일보(2017) [농업이야기] 딸기 수경재배의 미래 윤혜숙(경남도농업기술원 농업연구관) http://www.gnnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=310932

[2] 황연현, 안철근, 장영호, 윤혜숙, 안재욱, 손길만, 노치웅, 정병룡(2012). 토마토 수경재배 시 배액제로 센서를 이용한 배액제로화가 근권환경, 생육 및 수량에 미치는 영

향, 생물환경조절학회지21(4). 2012.12, 398-403
[3]김완순, 김형준, 조삼증, 노미영(2001). 주요 환경요인에 따른 절화 장미의 양액흡수량 추정. 시설원예연구14(1) 2001.9,5-9
[4]김형준, 우영희, 김완순, 조삼증, 남윤일(2001). 순환식 펄라이트재배에서 전기전도도와 양액흡수량을 이용한 오이 양분 흡수 모델링. 생물환경조절학회지 10(3), 2001.9, 133-140
[5]장영호, 황연현, 안철근, 윤혜숙, 안재욱, 임채신, 손길만(2012). 멜론 수경재배 시 배액제로화가 근권환경 및 수량에 미치는 영향. 생물환경조절학회지 21(4), 2012.12, 348-353