

과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
어젠다코드	1-5-1	기술분야 및 품목표준코드	C05 AE03AE3303	
과제명		수행기간	과제책임자	
표현형 분석기를 활용한 채소 생산 스마트 기술 확립		'19~'21	원예연구과	진효정
1) 이미지 정보를 이용한 채소 육묘기 스트레스 진단 기술 개발		'19	원예연구과	진효정
2) 영상정보를 이용한 병해충 진단 기술 개발		'20~'21	원예연구과	진효정
색인용어	표현형 분석기, 이미지 정보, 육묘기, 채소, 스트레스			

이미지 정보를 이용한 채소 육묘기 스트레스 진단 기술 개발
**Development of Stress Assessment Technique for Vegetable Seedling Machine Using
Image Information**

Hyo-Jeong Jin*, Kyong-Hee Jeong*, Ju-Youl Oh*, Hae-Suk Yoon* and Hee-Dae Kim*

**Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea*

ABSTRACT : This research was conducted to estimate moisture content in vegetable seedlings, such as paprika, tomato and lettuce using hyperspectral imagery. Using a hyperspectral image acquisition system, the vegetation index of paprika, tomato and lettuce seedlings was calculated after providing water stress. Then, the moisture content in each seedling was measured by using a frequency domain reflectometry(FDR) sensor.

Results of different treatment of irrigation amount, it was found that the normalized difference vegetation index(NDVI) decreases when water stress occurs. Paprika was able to visually confirm moisture stress under NDVI 0.59 or less, lettuce was NDVI 0.48 or less, and tomato was NDVI 0.38 or less. In healthy plants, the ratio of bin4 with a value between 0.6 and 1 of NDVI increased, and when plants are stressed, the ratio of bin3 with a value between 0.4 and 0.6 of NDVI was increased.

The Coefficient of determination(R^2) of the medium moisture content and NDVI was 0.84 in paprika, 0.81 in lettuce, and 0.53 in tomato. Therefore, NDVI will be able to estimate the moisture stress and media moisture content of paprika and lettuce. In the future, it is necessary to increase the accuracy by increasing the number of samples and the water content range.

Key words : Phenotype analysis, image information, vegetable, stress

1. 연구목표

과채류 재배시 육묘 단계의 묘의 소질이 정식 후 뿌리 활착, 착과, 수량 등에서 현저한 차이를 보이기 때문에 육묘 관리는 매우 중요하다. 일반적으로 작물의 스트레스는 파괴적인 방법을 적용하여 항산화 물질 추출 및 생육특성 등을 측정하여 분석하는데 이러한 파괴적인 분석방법은 작물의 성장에 따른 동일한 작물에 대한 생육특성을 찾기 어렵기 때문에 비파괴적인 방법을 이용하여 모종의 특성을 분석하는 기술이 필요한 실정이다. 최근 이러한 목적에 부응하기 위하여 정부 및 대학 등에서 표현체 관련 연구를 일부 수행중이나 표현체 연구 인프라 구축, 요소기술 개발을 시도하고 있는 초기단계이다. 따라서 본 시험은 이미지 정보를 이용하여 비파괴적으로 채소 육묘기 수분 스트레스를 분석하고자 수행하였다.

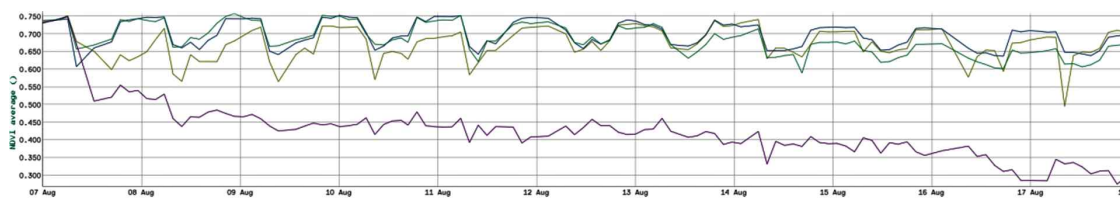
2. 재료 및 방법

본 연구는 파프리카, 토마토 등의 과채류 육묘기에 표현형분석기의 활용가능성을 확인해 보고, 영상정보를 이용하여 비파괴적으로 수분스트레스 진단 가능성을 검토해보고자 수행되었다. 시험은 파프리카 시로코, 상추 토말린, 토마토 데프니스를 시험품종으로 하였다. 파프리카 모종을 암면에 정식한 후 0, 100, 200, 300ml로 관수량을 달리 처리하였다. 상추는 모종을 화분에 정식한 후 0, 50, 100, 150ml로 관수량을 달리 처리하였고, 토마토의 경우 모종을 암면에 정식한 후 0, 80, 100, 120ml로 관수량을 달리 처리하였다. 매일 관수 30분 후 표현형 분석기(PlantEye F500, Phenospex)를 사용하여 영상촬영을 통해 식생지수(NDVI)를 측정하였고, FDR 센서로 수분함량(%)를 측정하였다.

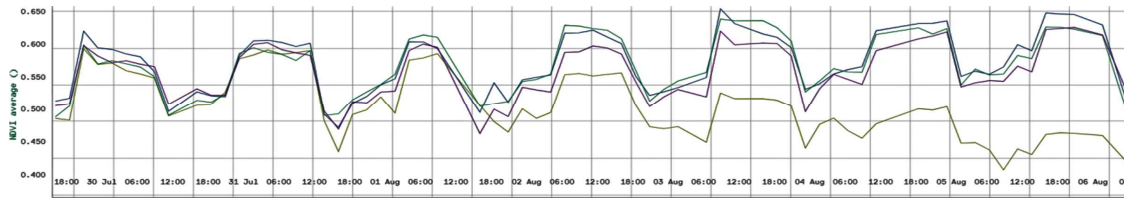
3. 결과 및 고찰

식생지수(NDVI:Normalized Difference Vegetation Index)는 근적외선과 적색영역의 파장대의 반사도로 계산되며 일반적으로 생장이 빠른 식생은 클로로필을 비롯한 기타 색소에 가시광선의 붉은 파장을 많이 흡수하고, 근적외선 파장에 대해서는 높은 반사율을 보인다. 따라서 식생 지수는 영상의 각 밴드가 식생에 대해 나타내는 반사도를 이용하여 식생의 유무와 상태를 표현하는데 쓰인다.(채효석 등., 2006)

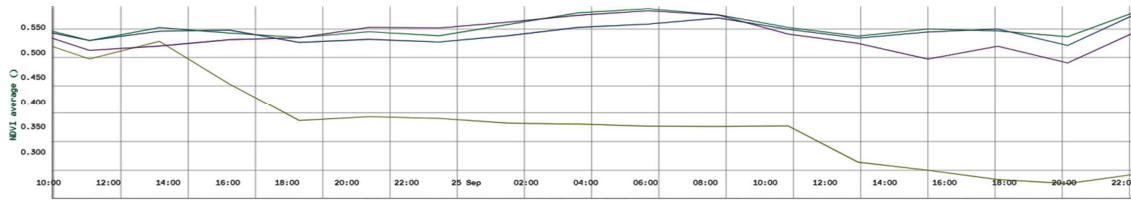
관수량별 식생지수(NDVI) 변화는 그림 1과 같다. 관수량을 달리하여 처리한 결과 수분 스트레스를 받으면 NDVI가 감소하는 것을 알 수 있고 파프리카는 NDVI 0.59이하, 상추의 경우 NDVI 0.48이하, 토마토의 경우 NDVI 0.38이하에서 가시적으로 수분 스트레스를 확인할 수 있었다.



<파프리카>



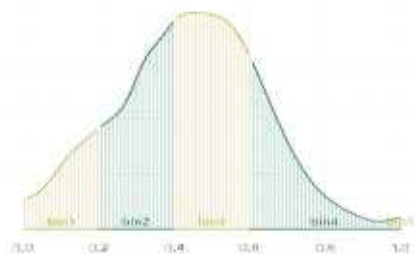
<상추>



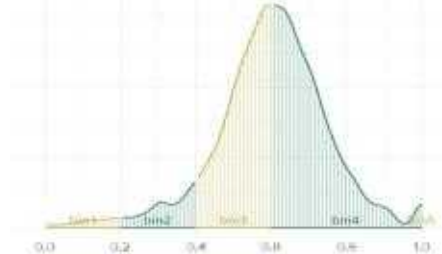
<토마토>

그림 1. 관수량별 식생지수(NDVI) 변화

관수량을 달리 처리한 결과 나타나는 NDVI bin의 분포도는 그림 2와 같다. 건강한 식물체는 NDVI 값이 0.6에서 1사이의 값을 가지는 bin4의 비율이 높지만 수분스트레스를 받으면 NDVI 값이 0.4에서 0.6사이의 값을 가지는 bin3의 비율이 증가하는 것을 나타낸다.



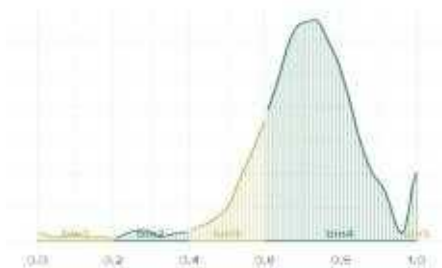
수분 스트레스를 받은 상추



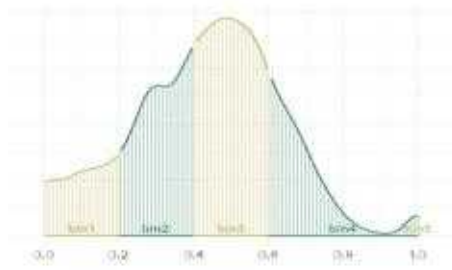
건강한 상추



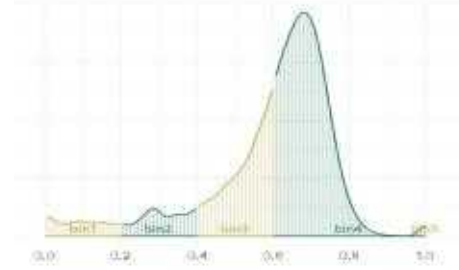
수분 스트레스를 받은 파프리카



건강한 파프리카



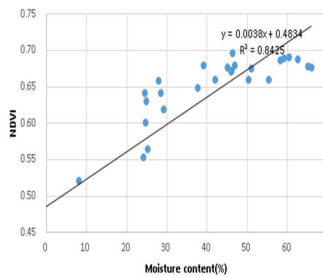
수분 스트레스를 받은 토마토



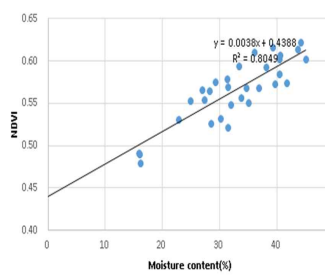
건강한 토마토

그림 2. NDVI bin 변화

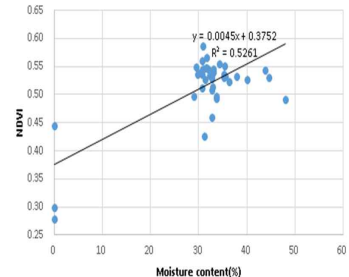
파프리카, 상추, 토마토의 배지 수분함량과 식생지수(NDVI)의 상관관계는 그림 2와 같다. 배지 수분함량과 식생지수(NDVI)와의 결정계수(R^2)는 파프리카에서 0.84, 상추에서 0.81로 높았으며 토마토에서는 0.53으로 낮았다. 따라서 식생지수(NDVI)로 파프리카 및 상추의 배지 수분함량을 추정할 수 있으며 추후 샘플 수 및 수분함량 범위를 늘려 정밀도를 높이는 것이 필요할 것으로 판단된다.



파프리카



상추



토마토

그림 3. 배지 수분함량과 식생지수(NDVI)의 상관관계

4. 적요

- 가. 관수량을 달리하여 처리한 결과 수분 스트레스를 받으면 NDVI가 감소하는 것을 알 수 있고 파프리카는 NDVI 0.59이하, 상추의 경우 NDVI 0.48이하, 토마토의 경우 NDVI 0.38이하에서 가지적으로 수분 스트레스를 확인할 수 있었음.
- 나. 건강한 식물은 NDVI 0.6에서 1사이의 값을 가지는 bin4의 비율이 높고 수분스트레스를 받으면 NDVI 0.4에서 0.6사이의 값을 가지는 bin3의 비율이 증가함.
- 다. 배지 수분함량과 NDVI와의 결정계수(R^2)는 파프리카에서 0.84, 상추에서 0.81로 높았으며 토마토에서는 0.53으로 낮았음.
- 라. 따라서 식생지수(NDVI)로 파프리카 및 상추의 수분 스트레스 유무 및 배지 수분함량을 추정할 수 있으며 추후 샘플 수 및 수분함량 범위를 늘려 정밀도를 높이는 것이 필요함.

5. 인용문헌

박중석 등. 2009. TDR 센서를 이용한 암면 슬라브 수분 특성 분석 및 파프리카 재배의 적용 예. 한국생물환경조절학회지. 18(3):328-243.

김성현 등. 2018. 초분광영상 이용 오이 및 수박 묘의 수분함량 추정. 시설원예·식물공장. 27(1):34-39.

강정균 등. 2016. 초분광 영상을 이용한 오이, 토마토 모종의 수분함유량 추정. 한국농업기계학회. 21(1)123-124.

박은수 등. 2013. 초분광 근적외선 반사광 영상을 이용한 고추의 수분스트레스 표현형 검정 기술 개발. 한국농업기계학회. 18(2):127-128.

김시흥 등. 2015. 일중 수분 스트레스 시간이 토마토 생육 및 뿌리 형태에 미치는 영향. 한국 농업기계학회/한국생물환경조절학회. pp.407-408.

박은수 등. 2015. 초분광 영상 기술을 이용한 무 잎의 수분 스트레스 표현형 측정기술 개발. 한국농업기계학회/한국생물환경조절학회. pp.491-92.

안치국 등. 2012. 초분광 반사광 영상을 이용한 상추(*Lactuca sativa* L) 종자의 활력 비파괴 측정기술 개발에 관한 연구. 비파괴검사학회지. 32(5)518-525.

농촌진흥청. 2009. 농업용 무인헬기 개발과 이용동향 심포지엄. pp. 125.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2019년도 (1년차)	기초활용	○ 식생지수에 따른 과채류의 수분함량 변화

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도
						'19
1) 이미지 정보를 이용한 채소 육묘기 스트레스 진단 기술 개발	책 임 자	원예연구과	농업연구사	진 효 정	총괄수행	○
	공동연구자	원예연구과	농업연구사	정 경 희	조사분석	○
	공동연구자	원예연구과	농업연구사	오 주 열	조사분석	○
	공동연구자	원예연구과	농업연구관	윤 혜 숙	조사분석	○
	공동연구자	원예연구과	농업연구관	김 희 대	평가검토	○