



고추 '목마름' 신호 전에 수기로 물 준다...

킬로파스칼

토양 수분 -20kPa일 때 수량 가장 많아

- 농촌진흥청, 시설 고추 대상 토양 수분 감지기 활용 물 공급 기준 제시
- 토양 수분 장력 -20킬로파스칼(kPa) 도달 시 자동 물 대기 설정 시 안정적
- 타이머 방식 대비 수량 14.6% 많아... 여름철 정밀한 물 관리 가능

시설 고추는 여름철 기온과 햇빛 변화에 따라 필요한 물의 양은 빠르게 달라진다. 농업인의 경험만으로 물 주는 시점을 정하면 뿌리 주변의 수분을 일정하게 유지하기 어렵다.

농촌진흥청(청장 이승돈) 국립원예특작과학원은 토양 수분 장력 값을 이용해 시설 고추에 물 주는 시점을 정하는 기준을 제시했다.

< 토양 수분 장력 >

토양 수분 장력은 흙 입자가 물을 끌어당기는 힘을 압력 단위인 킬로파스칼(kPa)로 나타낸 값이다. 이번 실험에서는 마이너스 20킬로파스칼(-20kPa), 마이너스 40~마이너스 30킬로파스칼(-40~-30kPa), 마이너스 60~마이너스 40킬로파스칼(-60~-40kPa)을 물 주기 시작점으로 설정했다. 이때 음수의 절댓값이 커질수록 흙은 더 마른 상태이고, 고추가 물을 빨아들이기 힘든 상태를 뜻한다. *음수의 절댓값: 마이너스(-) 기호 뒤 숫자

먼저, 비가림 시설 고추 뿌리 주변에 토양 수분 장력 감지기(센서)를 설치하고, 토양이 마른 정도에 따라 자동으로 물을 공급하는 실험을 했다. 비교를 위해 정해진 시간에 맞춰 물이 들어가는(타이머) 방식도 진행했다.

실험 결과, 토양 수분 장력이 마이너스 20킬로파스칼(-20kPa)에 도달했을 때 물을 공급한 고추 뿌리 주변의 수분이 비교적 안정적으로 유지된 것을 확인할 수 있었다. 흙 속에 물이 충분히 유지되면서 흙의 온도(지온) 변화도 적었고, 뿌리 발달도 양호했다. 주요 양분인 질소·인·칼륨을 흡수해

이용하는 효율도 세 가지 조건 가운데 가장 높게 나타났다.

반면, 흠이 더 메마른 상태인 마이너스 40~30킬로파스칼(-40~-30kPa)이나 마이너스 60~40킬로파스칼(-60~-40kPa) 조건에서 물을 주기 시작한 고추는 자람새 후반에 뿌리의 수분 흡수 능력이 떨어지며 전반적인 생육이 위축되었다.

수량 차이도 뚜렷하게 나타났다. 마이너스 20킬로파스칼(-20kPa) 조건에서 8월 홍고추의 상품 수량은 10아르(a, 약 300평)당 1,360킬로그램(kg)으로, 기존 타이머 방식보다 14.6퍼센트(%) 증가했다. 또한 마이너스 40~30킬로파스칼(-40~-30kPa) 조건보다는 13.3퍼센트(%), 마이너스 60~40킬로파스칼(-60~-40kPa) 조건보다는 39.9% 더 많았다.

* 고추는 첫 수확 후 5~8주 기간인 8월에 수량이 가장 많았음

농가에서 이 기술을 활용하려면 고추 포기의 점적 호스에서 10~15센티미터(cm) 옆, 지표면 아래 10~15센티미터(cm) 깊이의 뿌리 층에 수분 장력 감지기(센서)를 설치한다*. 감지기값을 자동 물 대기 시스템(관수 장치)과 연결해 마이너스 20킬로파스칼(-20kPa)에 도달하면 물 공급을 시작하고, 토양 수분이 회복되면 공급을 멈추도록 설정한다. 이 기준은 여름철 고온기에 관수 시점을 정밀하게 잡는 데 의미가 있다.

* 뿌리 층에 감지부가 흠과 빈틈없이 닿도록 묻고 관비 공급기 제어부에 연결함

농촌진흥청 국립원예특작과학원 시설원예연구소 유인호 소장은 “이번 연구는 토양 수분 상태를 실시간으로 측정해 고추가 필요한 때 물을 주는 데이터 기반 기술”이라며, “고온기 수분 스트레스를 줄이고 품질 좋은 고추를 안정적으로 생산하는데 현장 활용도를 높이는 방향으로 더욱 보완, 발전시켜 나가겠다.”라고 전했다.

붙임. 시설재배 고추 수분 장력 감지기(센서) 기반 최적 관수 개시점 설정

담당 부서	국립원예특작과학원 시설원예연구소	책임자	소 장	유인호 (055-580-5501)
		담당자	연구관	여경환 (055-580-5520)
농촌진흥청에서 연구·개발한 농업의 모든 것 농사로				

그림 1. 수분장력센서 기반 관수처리에 따른 고추 생육 비교(8월)

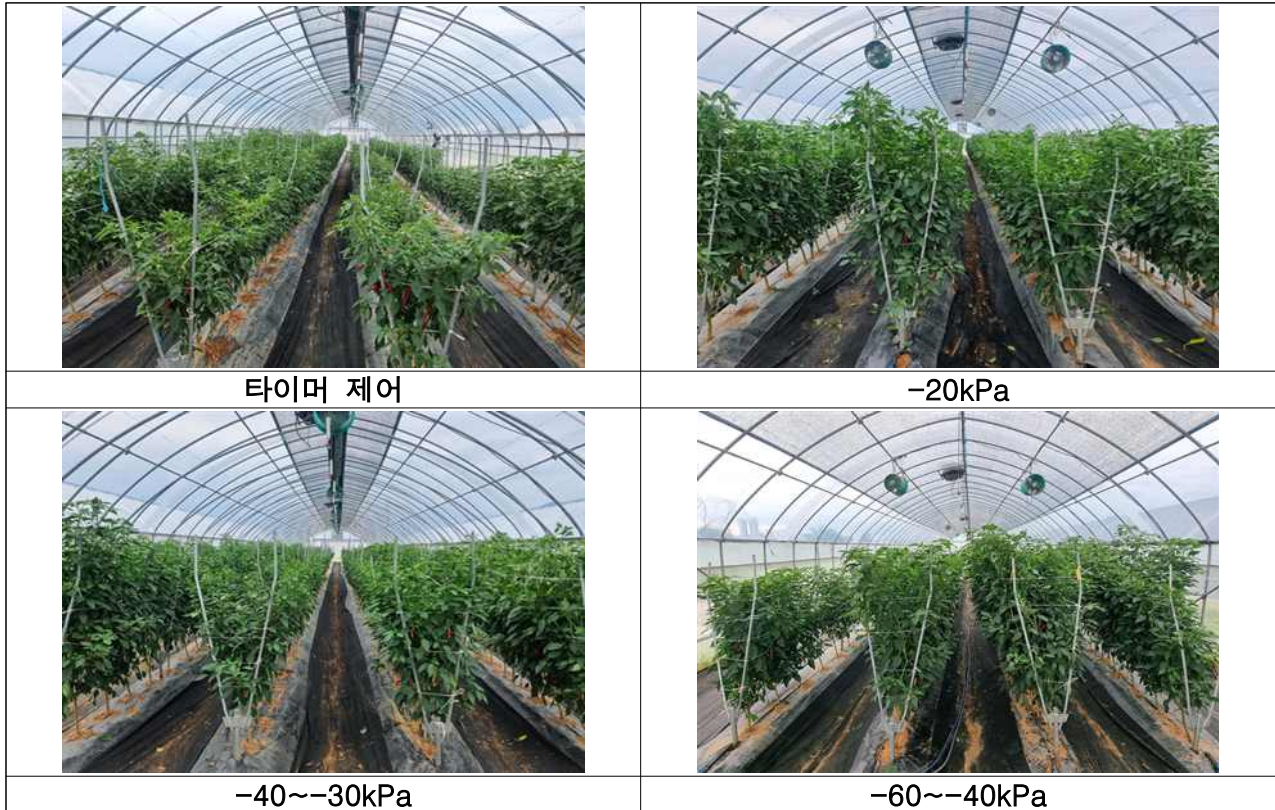


그림 2. 고추 관비재배 시 수분장력센서 설치 방법



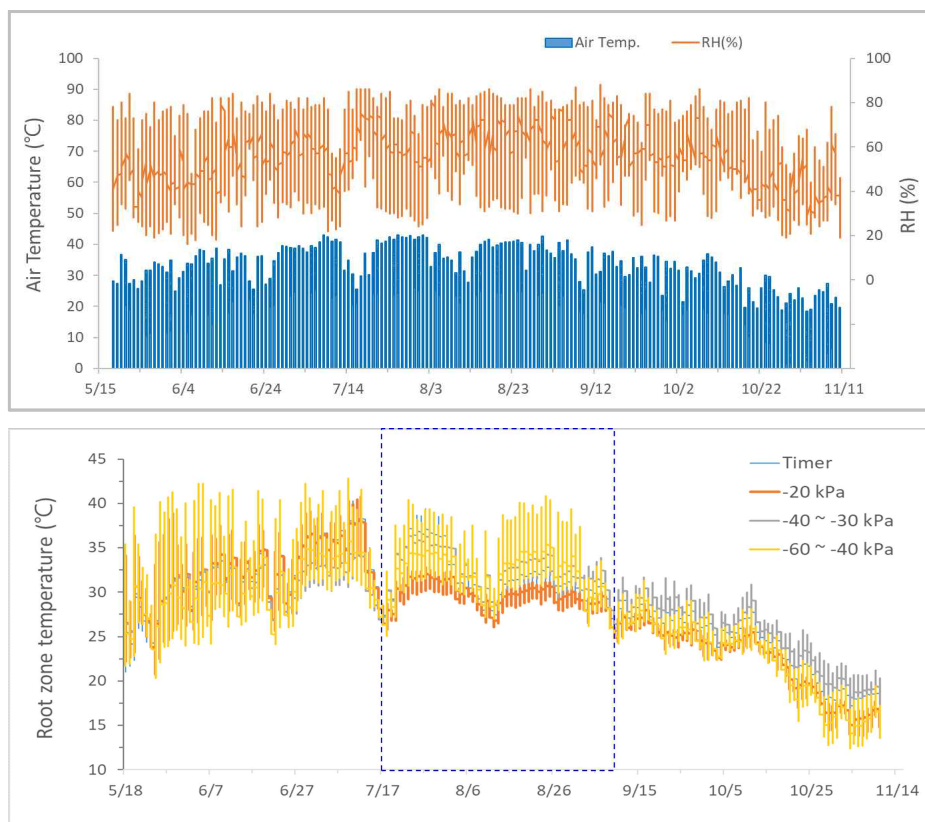
* 수분장력센서는 점적호스에서 10~15cm 옆, 지표면 아래 10~15cm 깊이의 뿌리층에 센서의 감지부를 점토로 공처럼 둥글게 만들어 공극이나 틈새가 생기지 않도록 접촉면을 최대한 달게하여 묻음

표 1. 생육 시기별 관수량(L/m^2), 관수일수(d), 주당 일일 관수량($L/plant/d$)

생육시기	구분 / 처리	Timer	-20 kPa	-40~-30 kPa	-60~-40 kPa
5.1~5.31	관수량(L/m^2)	91.8	55.9	48.1	48.5
	관수일수(일)	11.0	12.0	10.0	10.0
6.1~6.30	관수량(L/m^2)	40.0	93.0	47.8	32.6
	관수일수(일)	9.0	26.0	18.0	8.0
7.1~7.30	관수량(L/m^2)	9.9	23.4	11.8	9.7
	관수일수(일)	11.0	30.0	18.0	19.0
8.1~8.31	관수량(L/m^2)	8.8	31.6	7.2	8.1
	관수일수(일)	10.0	29.0	12.0	8.0
9.1~9.30	관수량(L/m^2)	8.0	9.6	6.4	5.3
	관수일수(일)	10.0	16.0	7.0	7.0
10.1~11.10	관수량(L/m^2)	9.5	7.6	6.0	5.8
	관수일수(일)	11.0	11.0	6.0	6.0
전체 재배기간 (5.1~11.10)	총관수량(L/m^2)	167.9	221.2	127.0	109.6
	관수일수(d)	62.0	124.0	71.0	58.0
	관수량($L/m^2/d$)*	2.71	1.78	1.79	1.89
	관수량($L/plant/d$)**	1.14	0.75	0.75	0.79
	관수빈도(d)/1회	2.42	1.21	2.11	2.59

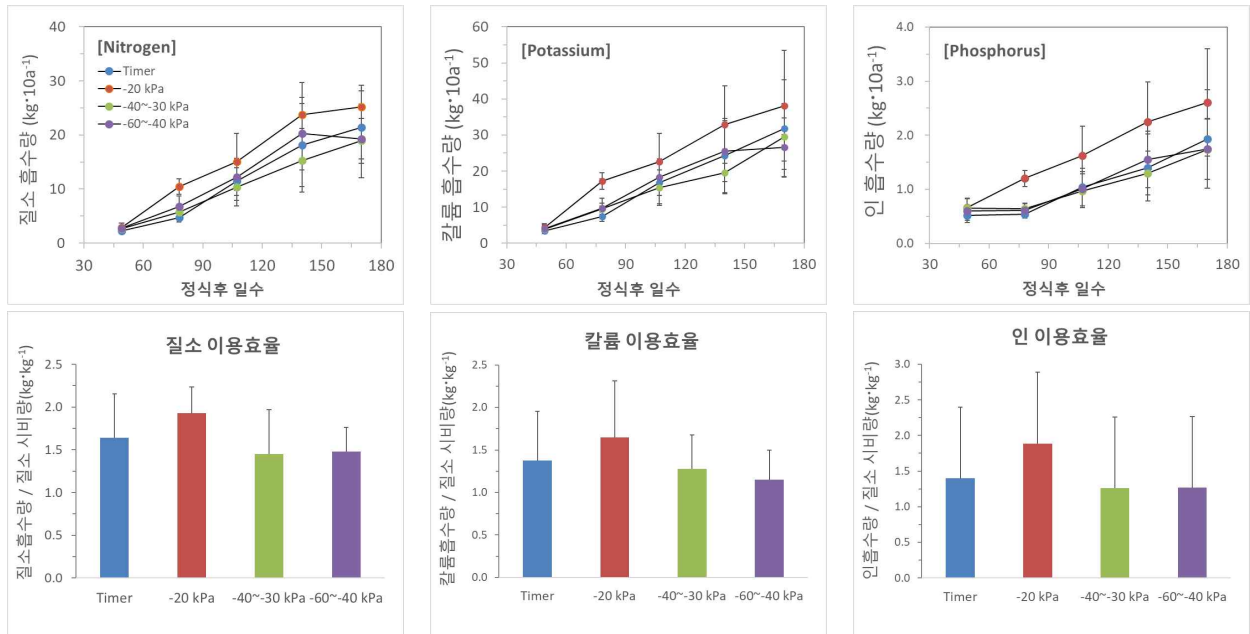
* 총관수량/관수일수, ** 총관수량/관수일수/2.38 plants/ m^2

그림 3. 수분장력센서 기반 관수처리에 따른 지온 변화



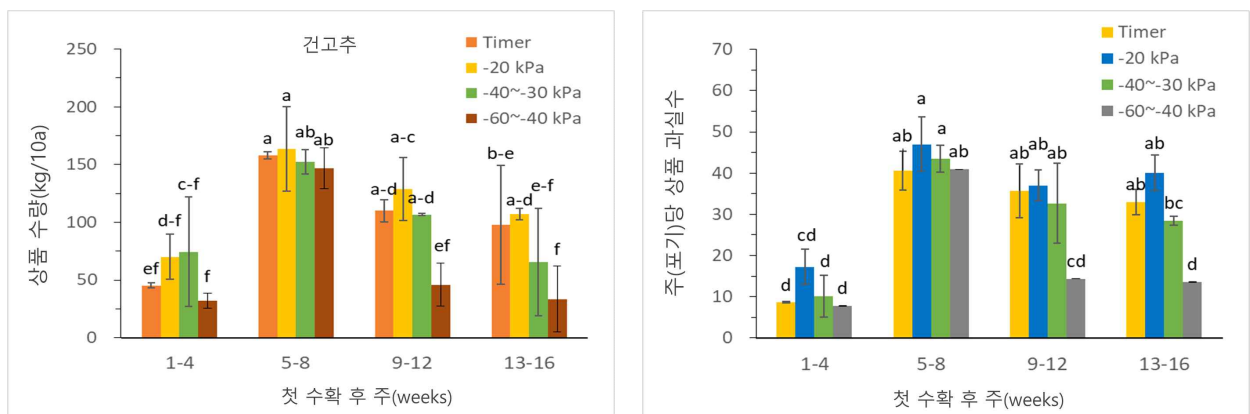
* 기온이 높아지면 토양 표면 또한 가열되어 지온이 상승하는데, 관수량이 많을수록 토양이 천천히 데워지고 천천히 식으므로, 토양의 온도 변화가 작아짐. 관수량이 적었던 -60~-40kPa 처리에서 고온기에 기온 변화에 따라 지온의 변화도 크게 나타남

그림 4. 수분장력센서 기반 관수처리에 의한 고추의 양분 흡수량(shoot+ root, $\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$) 및 양분 흡수율($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$)



- * 고추의 양분흡수량을 시기별로 분석한 결과, 근권의 전기전도도(EC)가 낮았던 -20kPa 처리구에서 작물에 의한 양분의 흡수량(지상부+뿌리, $\text{kg} \cdot 10\text{a}^{-1}$)도 높게 나타났음
- * 총 양분흡수율(%)은 전체기간 식물체의 총양분흡수량/총시비량을 계산하여 분석하였으며, 양분(질소, 칼륨, 인)의 양분이용효율은 -20kPa에서 가장 높게 나타났음

그림 5. 수분장력센서 기반 관수처리에 의한 건고추의 생육 시기별 생산성 분석

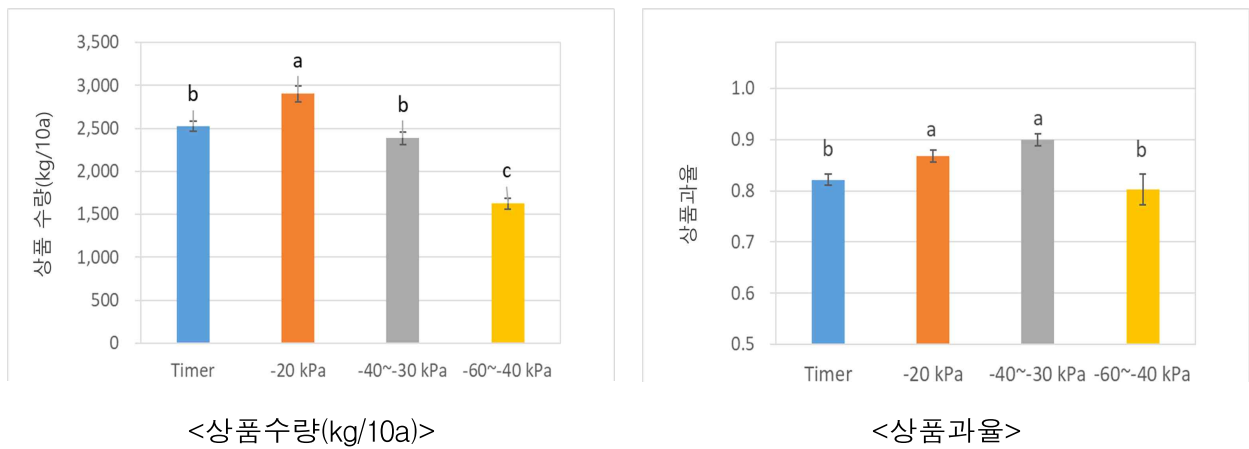


<첫 수확 후 주수(weeks)별 상품수량(kg/10a)>

<첫 수확 후 주수(weeks)별 상품과율>

- * 전체기간 상품과의 총생산량은 -20kPa 처리에서 가장 높았고, -60~-40kPa 처리에서 가장 낮았으며 주당 상품과수는 -60~-40kPa 처리를 제외하고 통계적으로 유의성이 나타나지 않았음. 생육시기별 생산성을 분석한 결과, 첫 수확(7.1.) 후 5~8주 기간에 생산량 및 주당 과실수가 가장 많았는데, -20kPa 처리구에서 가장 많았음

그림 6. 수분장력센서 기반 관수처리에 의한 홍고추의 생산성 분석



- * 수분장력센서 기반 관수개시점 설정에 따른 홍고추의 상품수량과 상품과율을 분석한 결과, 전체기간 상품과의 총생산량은 -20kPa 처리에서 가장 많았고, -60~-40kPa 처리에서 가장 적었으며, 상품과율은 -20kPa, -40~30kPa 처리에서 높게 나타났음