

딸기 재배시설의 온실환경시스템 연구

배석환, 조현욱, 이명배, 박장우, 조용운, 신창선
순천대학교 정보통신공학과
e-mail: osd0849@gamil.com

A Study of Greenhouse Environment System on Strawberry Cultivated

Seok-Hwan, Bae, Hyun-Wook, Cho, Myeong-Bae Lee
Jang-Woo Park, Yong-Yun Cho, Chang-Sun, Shin
Dept. of Information and Communication Engineering,
Sunchon National University

요 약

본 논문은 딸기 재배 시설에서의 이루어지고 있는 온실 환경에서 생장 관리 기술의 생장 상태 및 환경 변화를 인지하는 과정에서 수집되는 환경데이터와 제어장치 간의 상관관계를 비교 및 분석하고, 이를 통해 전력소비량에 대한 에너지효율을 높이면서 최적의 생장 환경을 제공할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 딸기 재배 시설의 품질 향상 및 생산량 증대를 지원하는 온실 생장 환경 모니터링 시스템 개발에 대한 연구이다. 향후에는 다양한 환경데이터와 제어장치 간의 상관관계의 정밀 분석을 통해 온실환경제어 시스템을 개선할 수 있는 연구가 될 것으로 기대된다.

1. 서론

온실 환경제어는 온실의 작물 생장 환경을 최적으로 유지하기 위하여 다양한 환경정보를 인지하여 원예시설 내·외부에 설치되어 있는 환경제어장치를 효율적으로 관리하는 고도로 발달된 작물 온실 환경제어 방식이다. 온실 환경제어를 사용함으로써 작물에 적합한 환경을 조성시킴으로써 고품질 생산이 가능하며 온실내의 환경제어장치를 주변 환경 상황에 고려하여 제어함으로써 개별제어보다 상대적으로 에너지를 절감 시킬 수 있다. 또한 자동 관리를 통해 노동력 감소의 효과를 얻을 수 있다.

본 논문은 딸기 재배 시설에서의 이루어지고 있는 온실 환경에서 생장 관리 기술의 생장 상태 및 환경 변화를 인지하는 과정에서 수집되는 환경데이터와 제어장치 간의 상관관계를 비교 및 분석하고, 이를 통해 전력소비량에 대한 에너지효율을 높이면서 최적의 생장 환경을 제공할 수 있는 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 딸기 재배 시설의 품질 향상 및 생산량 증대를 지원하는 온실 생장 환경 모니터링 시스템 개발에 대한 연구이다. 향후에는 다양한 환경데이터와 제어장치 간의 상관관계의 정밀 분석을 통해 온실 환경제어 시스템을 개선할 수 있는 연구가 될 것으로 기대된다.

2. 관련연구

2.1 국내현황

첨단 원예 시설에서 기계화와 자동화가 가장 많이 이루어지고 있는 작업은 보온, 난방, 가습 및 제습, 환기 등 시설내의 환경관리 작업이다 따라서 시설 자동화라하면 일반적으로 이들 환경관리의 자동화를 의미한다. 환경관리의 기계화와 자동화 현황은 보온커튼, 온수난방, 패드 앤드 팬, 환기창 또는 환기팬을 사용하며 대부분의 첨단원예시설은 복합 환경제어에 의해 모든 환경관리 작업이 자동으로 이루어지고 있다. 그러나 첨단 원예시설의 복합 환경제어 시스템은 외국에서 직수입되거나 극히 일부만이 국산화되고 있는 실정이므로 복합 환경제어용 자동화기기의 완전 국산화와 아울러 우리나라 기후조건과 재배 작물에 알맞은 복합 환경제어용 소프트웨어의 개발이 시급히 요구되고 있는 실정이다. [1]

원예시설 내/외부 환경 정보, 생체정보 수집을 위한 각종 센서 설치 및 센서 네트워크를 구축하여 여러 정보를 다 이네믹하게 수집 분석하여 작물의 최적 생장환경관리를 위한 온실용 복합 환경제어 시스템을 구축하여 생장환경 정보 활용을 위한 웹 기반의 온실 환경 원격 모니터링 시스템을 구축하였다.[3]

2.2 국외현황

시설원예의 발상지인 유럽에서는 시설의 양적 및 질적

발전이 꾸준히 이루어져 다른 대륙보다 그 면적이 압도적으로 크고 질적인 면에서도 선도적인 위치를 차지하고 있다.

유리온실의 면적이 가장 큰 나라는 네델란드로 9,250ha에 달하고, 플라스틱온실은 일본이 46,737ha로 가장 크다. 동양에서는 중국의 시설면적이 상당히 클 것으로 추측되나 공식적인 통계자료를 입수하기 어려워 그 실상을 정확하게 파악할 수 없다. 유럽은 유리온실 비중이 크며 동양은 플라스틱온실의 비중이 크다. [2]

구 분	유리온실	플라스틱온실	합 계
네델란드	9,250	100	9,350
일본	2,974	46,737	49,711
프랑스	2,000	4,000	6,000
이탈리아	1,600	15,400	17,000
스페인	50	12,100	12,150

표 1. 외국의 시설재배 현황(1992년. 단위 :ha)

3. 시설 재배환경 관리

3.1 딸기재배 시설 환경관리

3.1.1 온도

3.1.2

딸기를 정식한 후 낮 기온 25~27℃, 야간 기온 10℃ 정도로 목표로 관리한다. 출퇴기부터 낮 동안 기온을 낮추어 과실이 비대하는 시기에는 낮 온도를 25℃, 밤 온도를 6~7℃로 관리한다. 봄이 되어 밤과 낮의 온도가 충분히 올라가면 충분히 환기하여 낮 동안 기온이 높아지지 않도록 한다. 또한 밤 동안 기온이 높으면 호흡 소모가 증가하여 생육이나 수량이 떨어지고 과실의 온도가 밤에도 떨어지지 않고 높아져 과실이 충분히 성숙하기 전에 착색이 진행되어 품질 저하를 초래한다. [4]

3.1.3 습도

적정 주간 습도 70%±5%(또는 60%대) , 야간 습도 90%~95% 로 유지하고, 햇빛이 나지 않고 비오고 흐린 날 씨만 지속되는 이상기후가 이어질 때 온실 내 광합성 량 부족과, 흐리고 비오는 날로 인한 상대습도 상승에 따라 증산 작용이 떨어지고 이로 인한 딸기의 영양흡수가 부진하게 되어 과일은 작아지고,익은 시들고 황화현상과 습해 증상 등이 발생되어 향후 농가의 수확량이 떨어진다. 조치 사항으로 주간에 온수 보일러 및 온풍기,전기히터,환풍기 등을 필수로 가동해서 주간(해 뜨는 시간부터 해지는 시간)온실내의 습도(70%±5%)를 낮추는 기본 관리가 필요하다. [5]

3.1.4 토양수분

딸기는 비교적 약간 습한 토양을 좋아하며 건조에는 약한 채소이다. 토양에 대한 적응 범위가 상당히 넓어서 토성을 별로 가리지는 않으나 대체로 통기와 보수력이 좋고

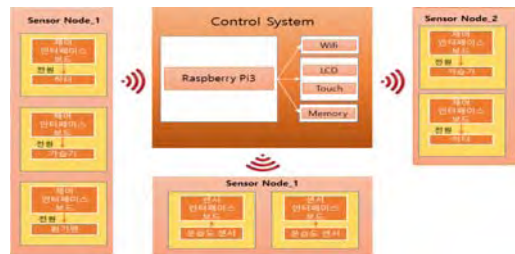
비옥한 양토에서 생육이 가장 좋다. 토양수분은 개화기에는 약간 건조한 편이 좋지만 개화 후 수확기까지는 대체로 다습한 조건이 과실의 비대에 좋다. 그러나 수확기에 과습하게 되면 병해가 심하며 특히 과실에 각종 병해충의 피해가 크므로 가급적 과습 상태는 피하는 것이 좋다. 노지 월동기간 중에는 저온기 이므로 수분 요구량이 크지 않으나 꽃눈의 발육기간인 가을과 초겨울에 토양수분이 부족하게 되면 이듬해의 수량이 감소되기 때문에 겨울의 가뭄이 심한 때에는 가능하면 적절히 관수하는 것이 좋고 쟁이나 건조, 낙엽 등으로 피복하여 월동을 안전하게 함과 동시에 수분의 지나친 증산을 억제하는 것이 바람직하다. [7]

3.1.5 광

작물은 광도가 강할수록 탄수화물의 생성량이 많아지나 여기에는 한계가 있기 때문에 작물에 따라 각기 다른 광의 적정조도를 알고, 광량이 많으면 차광을, 적으면 보광을 해야 한다. 작물별로 어느 한계 이상으로 광도가 강해지면 광합성은 그 이상 증가 되지 않게 되는데 이 한계점을 광 포화점이라 합니다. 딸기작물은 대개 광 포화점을 60,000lux라고는 하지만 15,000~ 40,000 lux정도가 생산의 적정 수준이다.[6]

4. 본론

4.1 시스템 구성도

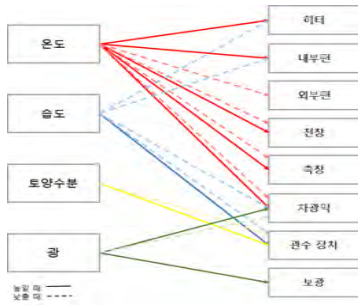


(그림 1) 생장 환경자율제어 시스템 구성도

다음 (그림 1)은 생장 환경자율제어 시스템 구성도이다. 라즈베리파이를 이용한 센서 노드들과의 무선네트워크 통신하고 센서 노드에서 수집되는 데이터들을 데이터베이스에 저장한다. 이를 통해 환경요소를 제어하기 위해 동작되는 제어장치들의 동작시간들을 알 수 있다.

4.2 시스템 설계

제안하는 시스템은 딸기 재배 시설에서의 이루어지고 있는 온실제어환경에서 생장 상태 및 환경 변화를 인지하는 과정에서 수집되는 환경데이터와 제어장치 간의 상관관계를 비교 및 분석하고, 이를 통해 상황에 맞는 제어장치 동작을 통해 전력소비량을 줄이면서 최적의 생장 환경을 제공하여 에너지효율을 높이고 작물 재배에 대한 생산량 증대와 품질향상이 가능하다.



(그림 2) 환경 요소 및 제어장치 간의 상관관계도

다음 (그림 2)는 딸기재배시설에서의 주로 이용되는 환경 요소 및 제어장치 간의 상관관계도이며, 재배 환경요소를 증감시킬 수 있는 장치들과의 연관성을 판단할 수 있다.

5. 시스템 구현 및 실험

본 절에서는 딸기 재배시설의 환경제어를 위해 이용되는 제어장치들의 일부를 표현하여 온실 환경제어 시스템에 대한 전력소비량을 측정하기 위한 실험을 하였다. 다음 (그림 3)과 (그림 4)는 온실 환경에서 이용되는 제어장치들의 일부를 표현하여 전력소비량을 실험하기 위해 두 개의 테스트베드(a,b)를 구성하였다.



(그림 3) 온실 환경 테스트베드(a)



(그림 4) 온실 환경 테스트베드(b)

테스트베드(a)에서는 일반 온실하우스를 표현하여 on/off 형태로 히터와 가습기를 이용하여 온도와 습도를 조절하였다. 테스트베드(b)에서는 온실 환경제어시스템을 이용하는 하우스를 표현하여 히터와 가습기, 그리고 내부 팬을 이용하였다. 여기서 히터와 내부 팬을 병행 자동 제어하여 온도와 습도를 조절하였다. 테스트베드(a,b)에서 수집되는 데이터들이 LED를 통해 데이터를 서버 측으로 송신하고 있는 모습을 볼 수 있다.



(그림 5) 테스트베드(a,b) 내부 구조 모습

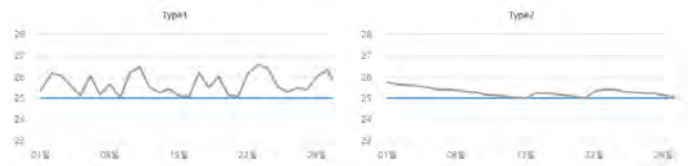
Date/Time	Temp	Humid	Heater	Humidifier
2016-11-21 12:05:01	25.66	36.46	off	on

Date/Time	Temp	Humid	Heater	Humidifier	Cooler
2016-11-21 12:05:01	25.70	36.46	off	on	off

(그림 6) 실시간 모니터링 시스템

다음 (그림 5)은 아두이노를 이용한 테스트베드(a,b)의 내부 구조이다. 전원공급 장치와 무선네트워크통신을 통해 서버와 송수신하며 환경상태를 최적화 할 수 있도록 제어장치들을 동작할 수 있도록 구성되어 있다.

(그림 6)은 테스트베드(a,b)의 환경을 실시간으로 모니터링하기 위한 시스템이다. 실시간 측정되는 환경요소 값과 제어장치들의 동작여부를 확인 할 수 있다.



(그림 7) 테스트베드(a,b)의 온도 데이터

다음 (그림 7)을 통해 두 개의 테스트베드를 이용하여 한 달 간 실험하여 수집한 온도데이터를 그래프로 표현하였다. 여기서 Type1은 테스트베드(a)이며 Type2는 테스트베드(b)를 측정된 값이다. 이를 통해 테스트베드(a)가 테스트베드(b)보다 적정온도 유지하는데 좋다.

heater	date	hour	minu	sec	cnt	heater	date	hour	minu	sec	cnt		
off	2016-11-19	19:40	19	40	19	20	1644899	on	2016-11-19	19:49	19	49	9
off	2016-11-19	19:49	19	49	19	105	1644539	on	2016-11-19	19:51	19	51	10
off	2016-11-19	19:52	19	52	2	110	1644722	on	2016-11-19	19:54	19	54	30
off	2016-11-19	19:54	19	54	41	114	1644881	on	2016-11-19	19:57	19	57	28
off	2016-11-19	19:57	19	57	37	122	1645057	on	2016-11-19	20:00	20	0	14

(그림 8) 히터 동작시각에 대한 일부 데이터

(그림 8)은 히터가 동작한 시각들을 수집한 데이터베이스에 일부분을 나타낸 그림이다. 이를 통해 전력소비량을 약 한달 간 동작 시간을 측정해보았더니 테스트베드(a)는 약 43시간 정도, 테스트베드(b)는 약 42시간 정도의 동작이 이루어졌다.

6. 결과

본 논문에서 제안하는 시스템은 딸기 재배 시설에서의 이루어지고 있는 온실제어환경에서 생장 상태 및 환경 변

화를 인지하는 과정에서 수집되는 환경데이터와 제어장치 간의 상관관계를 비교 및 분석하고, 이를 통해 상황에 맞는 제어장치 동작을 통해 전력소비량을 줄이면서 최적의 성장 환경을 제공하기 위한 연구를 하였다. 연구를 진행하는 과정에서 테스트베드(a,b)를 비교하여 실험을 진행하였고 이에 따라 테스트베드(b)가 테스트베드(a)에 비해 온도 편차가 낮다는 것을 알 수 있고, 전력소비량은 거의 비슷하였다. 결과적으로 온실 환경제어 시스템을 이용하였을 때 일반 온실 하우스보다 에너지 효율이 높다는 결과를 도출하였다. 이번 연구에서는 온실 하우스의 일부를 표현하여 실험하였지만 향후에는 다양한 환경요소와 제어장치들의 상관관계를 정밀 분석하여 온실 환경제어 시스템 개선될 수 있는 연구가 될 것으로 기대된다.

감사의 글

본 논문은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산 식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업의 지원에 의해 이루어진 것임(315001-5),(315018-3)

참고문헌

- [1] 박영만, 안동순 ‘복합환경 통합 시스템 개발에 관한 연구’,한국OA학회 논문지 제5권 제1호, 2000.2
- [2] 김창수, ‘지능형 온실시스템에 의한 작물의 생육 환경제어에 관한 연구’울산대학교 산업대학원 : 메카트로닉스 2006. 8
- [3] 김경옥,박경옥,김종찬,장문석 ‘웹기반의 온실환경 원격 모니터링 시스템 구축’ 한국전자통신학회논문지 2011.2
- [4] 농촌진흥청 ‘딸기고설재배기술’ 자료참조
- [5] BVB원예상토 기술자료실 ‘습도 관리’ 자료참조 2015.12 www.bvbkorea.co.kr/
- [6] “야간 광 조절‘ 자료참조 http://korean-kr.blogspot.kr/2012/01/blog-post_3521.html
- [7] 농촌진흥청, 2015.02 ‘토양 및 수분 적응성’ 자료참조