

인터넷 온실경영관리시스템 개발에 관한 연구

심근섭 · 강정옥 · 이희주

농촌진흥청 연구원

A Study on the Development of Greenhouse Management System Based on Internet

Keun Seop Shim · Jeong Ok Kang · Hee Ju Lee

Reseacher, Rural Development Administration

Summary

This study was focused on the development of greenhouse management and environmental control system using internet. The essence of this system were remote automatic control unit connected with greenhouse environmental control according to the growth stages of crops. The specific objectives of the study were; 1) to analyze need of greenhouse environmental remote control system, 2) to investigate the important functions related to greenhouse management program, 3) to explore the possibility of diffusing the system using internet. The study was carried out through review of related literature and need assessment from the research and extension workers in charge of greenhouse management using questionnaire survey, interview and field study.

The results of the study were summarized as follows: 1) About 89% of respondents responded positively on the need to establish automatic control system using internet. 2) The greenhouse management and environmental control system using internet was possible to control the greenhouse in remote, automatic, and simultaneous manner, and additionally by cellular phone in emergent situation. 3) The system was possible to precisely control the greenhouse environment, and it was able to connect the environmental control data with information on growth of crops. 4) By networking the farmer, extension educator of agricultural technology center and researcher, web based farm consulting was possible through the system.

Based on the results of the study recommendations were suggested as follows: 1) Thorough spot inspections and field trials should be performed before the diffusion of this system. 2) The costs of the system installation and maintenance should be moderate. 3) The operation of the system should be simple and easy for farmers to adopt. 4) National support should be made to build better internet infrastructure in rural areas.

Key Words : Greenhouse Management System, Remote Control System, Internet Infrastructure

I. 서 론

우리나라의 온실은 1920년 paper house를 시작으로 1952년에는 플라스틱 하우스가, 1990년

대 초에는 유리온실이 도입·설치되었다. 특히 1991년부터 정부가 추진해온 원예시설분야의 현대화, 자동화시설 육성으로 시설농업의 면적은 1991년에 30,107ha에서 2000년에는 비닐하우

이 연구결과는 2001-2003년 농림기술관리센터 농림기술개발과제 사업비의 지원으로 이루어짐.

스 면적이 51,967ha, 유리온실 면적이 235ha로 확대되어 현재 우리나라의 시설재배면적은 일본에 이어 세계 2위에 해당된다.

1990년대 초 국내에 유리온실이 처음 도입되었을 때는 대부분 외국의 시설온실 제품이 그대로 적용되었지만 그 이후 국산화과정을 거쳤다. 서원명 외(1990), 이기명 외(1990), 이변우 (1997), 고학균(1998), 농촌진흥청(1999) 등을 중심으로 컴퓨터를 이용하여 온실 환경을 제어하고, 최적의 재배환경과 생육환경을 찾기 위한 시스템 개발과 연구 등이 지속적으로 추진되고 있다. 초기에는 자동설비에 중점을 둔 연구가 대부분이었으나 점차 시설 내 환경 및 재배의 제어시스템을 이용하여 작물을 효율적으로 생산하고, 농가의 작업환경을 향상시키기 위한 쪽으로 연구의 관심이 옮겨졌다.

특히, 최근에는 온실 내·외의 기후 및 미기상환경의 상호 관련성을 컴퓨터가 인지하고, 계산해서 작물의 최적 생육환경이 조성될 수 있도록 하는 복합 환경제어 방식과 함께 화상시스템을 이용하여 작물의 생육정도를 분석하여 환경을 제어하는 시스템과 인터넷을 이용한 온실의 원격제어 등에 대한 연구가 활발히 추진되고 있다. 인터넷을 이용한 온실 환경의 원격제어는 인터넷이 접속된 곳이면 언제, 어디서나 온실의 환경을 확인하고 제어할 수 있다는 장점을 지니고 있어, 앞으로 활용가능성이 높을 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 농촌인구의 감소와 노령화, 주 5일제 근무의 확산, 여가증대 등의 여러 가지 농업의 내·외적인 변화에 신속하게 대처하기 위한 하나의 방안으로 인터넷을 이용하여 원격으로 온실 환경을 제어하고 온실의 종합경영관리를 함께 할 수 있는 시스템의 개발과 보급 가능성을 분석에 중점을 두고 있다.

본 연구는 인터넷상에서 원격으로 온실 환경을 제어하고 이와 함께 온실의 종합경영관리가 가능한 인터넷온실경영관리시스템의 개발과 보급 및 이용가능성을 분석하는데 목적을 두고 있다. 구체적인 연구의 목적은 다음과 같다. 첫

째, 인터넷을 이용한 온실 환경제어에 대한 요구 및 필요도를 분석한다. 둘째, 온실 환경제어 시스템의 변화방향과 온실경영관리 프로그램의 구성항목에 대한 요구정도를 조사·분석한다. 셋째, 일부 시·군농업기술센터에 보급된 온실 환경관리시스템의 주요기능과 활용가능성을 분석한다. 넷째, 인터넷 온실환경제어시스템과 경영관리시스템의 보급 방안을 모색하고자 한다.

본 연구에서는 연구방법으로 온실환경제어와 경영관리와 관련된 연구문헌의 분석과 설문조사, 전문가협의회, 인터넷온실경영관리 프로그램분석 등의 방법을 활용하였다. 인터넷온실경영관리 프로그램은 현재 농촌진흥청과 (주)농정사이버에서 개발하여 시·군농업기술센터를 중심으로 보급하고 있다.

농업관련기관의 온실담당자를 중심으로 인터넷을 이용한 온실환경제어와 경영관리 시스템에 대하여 면담조사와 설문조사 방법을 통하여 의견을 수렴하였다. 설문조사는 도 농업기술원, 시·군농업기술센터, 시험장에 근무하고 있는 연구사와 지도사 가운데 '전문지도연구회' 회원으로 활동하고 있는 온실담당자를 조사대상으로 2003년 7월 11일부터 7월 26일까지 전자우편을 통하여 실시하였다. 회수된 설문지는 41부이었고, 응답이 불성실한 설문지를 4부를 제외하고 37부를 분석(분석율: 90.2%) 하였다. 주요 조사내용은 담당온실현황, 인터넷이용 온실환경제어, 온실제어 현황 및 향후 변화방향, 인터넷온실경영관리 프로그램에 대한 요구도 및 프로그램 구성항목, 원격환경제어의 만족도와 보완사항, 응답자의 일반사항 등이다. SPSS PC 통계 패키지를 이용하여 통계분석을 실시하였고, 빈도, 백분율, 평균, 표준편차 등의 통계방법을 적용하였다. 통계적 유의수준은 0.05%이다.

II. 컴퓨터에 의한 온실환경관리시스템의 연구동향

작물은 주위환경에 민감하게 반응하므로, 작물의 생장상태에 관한 정보를 파악하고 이를

온실환경제어에 반영하면 작물 생장을 보다 효율적으로 조절할 수 있지만, 1970년대 후반까지도 이러한 작물 반응의 특성을 반영하지 못하고, 정상상태의 환경모델이나 단순한 수확량 예측모델에 대한 연구가 대부분이었다. 1980년대 이후 컴퓨터의 본격적인 도입에 따라 온실환경과 작물반응에 대한 통합적 연구가 수행되었고, 생리학적 지식을 바탕으로 환경제어 방법을 개선하려는 노력이 활발해졌다. 생육환경의 자동제어에는 특정설정장치나 제한요소를 만족시키는 문제와 함께, 시설운용에 대한 최적화의 문제가 포함된다. 이에 따라 최근의 연구에서는 환경제어 시스템의 소요 비용을 최소화하거나 경제적 수익을 최대로 하는 것에 초점을 맞추고 있다.

온실환경을 관리하는 시스템에 대한 연구는 썬모스탯과 타이머를 이용한 간단한 방법에서부터 컴퓨터를 이용하여 복합적인 제어와 분석을 할 수 있는 시스템까지 다양하다. 이 가운데 컴퓨터에 의한 복합환경제어 시스템(integrated control system)이 현재 가장 유연한 복합제어방식으로, 다수의 온실 장비들과 구역의 제어가 가능하며, 네트워크를 이용하여 유지관리를 지원 받을 수 있다(농촌진흥청 농업경영관실·경

기도 농업기술원, 1999).

컴퓨터에 의한 온실환경 관리시스템의 기능은 <표 1>과 같이 복합환경조절, 긴급사태처리, 데이터 수집·해석 등으로 나누어볼 수 있다.

컴퓨터에 의한 온실환경제어의 연구동향을 살펴보면 서원명 외(1990)가 8bit Apple II 컴퓨터를 이용하여 온실의 온도제어시스템을, 이기명 외(1990)가 수경재배의 양액관리 자동화 시스템을, 박중춘(1994)이 IBM-PC를 이용하여 농가보급형 컴퓨터 환경조절시스템(농촌진흥청 농업경영관실·경기도 농업기술원, 1999)을, 이변우(1997)는 토마토 재배용 자동제어시스템을, 고학균 외(1998)가 다동온실내 복합환경의 컴퓨터 제어시스템을 개발하였다.

1990년부터 자동화연구를 시작한 농촌진흥청에서는 1994년~1996년에 온실환경제어 시스템 개발의 현장연구를 통하여 2000년 6월에 상용화 완제품을 개발하였고, 2000년 9월에는 (주)농정사이버에 기술이전을 하였으며 현재 최적 생육환경관리와 경영컨설팅 관리가 동시에 이루어지는 인터넷온실경영관리 네트워크시스템 '그린넷(Green-net)'으로 보급되고 있다. 인터넷 시설관리자동화로 에너지 절감과 생산성 향상

<표 1>

컴퓨터 종합환경관리 시스템의 주요기능

대 분 류	중 분 류	소 분 류
복합환경조절	<ul style="list-style-type: none"> • 환경요소레벨의 설정치 유지 • 설정치 시각에 따른 변경 • 설정치 일사량에 따른 수집 	<ul style="list-style-type: none"> • 실온, CO₂농도, 공기유도 • 실온 • 환기 및 난방설온
긴급 처리	<ul style="list-style-type: none"> • 강풍 • 이상설온 • 기기고장 • 수동 이상설정치 입력 	<ul style="list-style-type: none"> • 천창 • 경보 • 프린터 • 아날로그, 디지털제어 • 백업
데이터 수집·처리	<ul style="list-style-type: none"> • 순간치 • 일평균·최고·최저·일적산 • 긴급처리기록 • 기기작동기록 	<ul style="list-style-type: none"> • 실온, 외기온, 풍향, 풍속 • 적신일사량, 난방기 작동시간 • 기기동작상태, 입력설정치

출처: 문현희, 복합환경관리의 이론과 실제.(<http://www.gcri.com/ghi/ghi23/23-14.htm>)

〈그림 1〉 인터넷 온실경영관리시스템 흐름도

출처 : 인터넷 온실환경관리 서비스 그린넷(<http://www.green-net.or.kr>)

을 도모하고, 최신 ICT 기술을 이용한 생산농가, 기술센터, 연구소간 시설환경계측네트워크화로 인터넷경영컨설팅 지원 등이 가능하다. 이 시스템을 간략히 도식화하면 〈그림 1〉과 같다.

III. 연구결과 및 해석

1. 인터넷 온실경영관리시스템의 발전방향에 대한 조사결과

1) 조사대상자의 일반적 특성

조사대상자의 평균 연령은 41세로 40대 이상이 59.4%로 30대 이하보다 약간 많았다. 근무경력은 최소 1년에서 최대 31년까지이며 평균 근무경력은 15.7년으로, 20년 이상 근무자가 37.8%로 가장 많았다. 온실담당경력은 평균 5년으로 조사되었다. 조사대상자의 학력은 대졸이상이 78.4%로 대부분을 차지하고 있었고, 고졸과

〈표 2〉 조사대상자의 일반적 특성

구 분	빈 도	백 분 율	구 분	빈 도	백 분 율		
연령	~34세	7	18.9	온실담당 경력	1년~ 2년	10	27.0
	35세~39세	8	21.7		3년~ 4년	7	18.9
	40세~44세	11	29.7		5년~ 6년	10	27.0
	45세 이상	11	29.7		7년 이상	10	27.0
	계	37	100.0		계	37	100.0
	최소 29세	최대 54세	평균 41세	최소 1년			최대 13년
학력	고 졸	4	10.8	* 근무경력	~ 9년	11	29.7
	전문대출	4	10.8		10년~19년	12	32.5
	대출이상	29	78.4		20년 이상	14	37.8
	계	37	100.0		계	37	100.0

* 근무경력: 최소 1년 최대 31년 평균 15.7년

전문대출은 각각 10.8%이었다(〈표 2〉 참조).

2) 조사대상자가 담당하고 있는 온실의 특성

조사대상자들이 담당하고 있는 온실의 특성은 〈표 3〉과 같다. 유리온실과 비닐온실을 동시에 관리하는 경우가 많았으며 수경재배(38.6%) 방법을 가장 많이 활용하고 있었다. 온실의 제어형태는 반자동이 75.0%로 가장 많았다.

담당하고 있는 온실의 규모는 최소 50평에서, 최대 1,800평으로 평균 452평이었다. 62.7%가 500평 이하를 담당하고 있었고 500평 이상 담당자는 37.3%이었다. 온실의 유지관리비용은 연

간 최소 10만원에서 최대 2천 7백만원까지로, 연간 평균 유지비용은 445만원으로 조사되었다. 연간 평균 300만원 이상의 유지관리비용이 소요되는 경우는 51.7%로 나타났다.

3) 인터넷을 이용한 온실환경제어의 필요정도

언제, 어디서나 원격으로 온실환경을 제어할 수 있는 시스템에 대해서 조사대상자의 91.9%가 필요하다고 보았다(〈표 4〉 참조). 이와 관련된 정보를 경험한 경우도 89.2%나 되었다(〈표 5〉 참조).

〈표 3〉 담당 온실의 특성

구 分	빈 도	백 분 율	구 分	빈 도	백 분 율		
온실 유형	비닐온실	13	36.1	재배 방법*	토경재배	14	31.8
	유리온실	9	25.0		분화재배	6	13.6
	비닐+유리온실	14	38.9		수경재배	17	38.6
제어 형태	완전자동	8	22.2		조직배양	4	9.1
	반자동	27	75.0		기타	3	6.9
	수동	1	2.8		계	44	100.0
온실 규모	~ 99평	4	11.3	사후 관리 비용	~ 99만원	8	25.8
	100평 ~ 249평	11	31.4		100만원 ~ 299만원	7	22.5
	250평 ~ 499평	7	20.0		300만원 ~ 399만원	6	19.4
	500평 ~ 999평	8	23.0		400만원 ~ 599만원	4	12.9
	1,000평 이상	5	14.3		600만원 이상	6	19.4
최소: 50평 최대: 1,800평 평균 452평			최소 10만원 최대 2,700만원 평균 445만원				

* 중복응답

〈표 4〉 인터넷을 이용한 자동제어의 필요정도

(단위: 명, %)

전혀 필요하지 않음	필요하지 않음	잘 모르겠음	필 요	매우 필요
1(2.7)	2(5.4)	-	23(62.2)	11(29.7)

〈표 5〉 인터넷을 이용한 온실의 자동제어 정보습득 경험

(단위: 명, %)

있 다	없 다
33(89.2)	4(10.8)

4) 온실환경제어시스템의 변화방향

온실담당자들이 원하는 온실환경제어시스템의 변화방향은 <표 6>에 제시되어 있다. 이 결과 현재의 온실환경제어시스템 가운데 확인감

시, 경보장치, 온실의 연동관리 등이 갖추어진 경우는 거의 없었다. 기기제어와 관련해서는 자동의 비율이 약간 높았지만 수동과 자동의 비율이 거의 비슷하였다. 온도제어는 판넬에 부착된 온도조절기를 주로 이용하고 있었다.

<표 6>

온실환경제어 현황과 변화방향

(단위: %)

현재의 온실환경제어 현황		앞으로 온실의 변화방향
1. 확인감시체계	없음(81.1)	- 인터넷을 이용한 감시체계(94.6)
2. 경보장치	없음(81.1)	- 핸드폰으로 연결(83.8)
3. 컴퓨터 1대로 여러온실동제어	없음(86.5)	- 필요(89.2)
4. 기기제어	자동(51.4)	- 인터넷에서 온실전체기기개별 설정제어(91.9)
5. 온도제어	판넬에 부착된 온도 조절기이용 (64.9)	- 컴퓨터로 온도제어 필요(94.6)
6. 현재 온도 편차	약 \pm 4.3°C 정도	- 희망온도편차: 약 \pm 2.1°C 정도
7. 습도제어	수동 (94.6)	- 컴퓨터로 가습기, 유동팬과의 연계제어 필요 (89.2)
8. 난방기(온풍기)	자동(73.0)	- 컴퓨터와 연계된 난방기 필요 (100.0)
9. 일사제어	무 (83.8)	- 컴퓨터와 연계된 일사제어 필요 (86.5)
10. 차광막	수동 (67.6)	- 컴퓨터와 연계된 차광막 필요 (94.6)
11. 유동팬	수동 (67.6)	- 컴퓨터와 연계된 유동팬 필요 (100.0)
12. 환풍기	수동 (54.1)	- 컴퓨터와 연계된 환풍기 필요 (97.3)
13. 강우제어	수동 (62.2)	- 자동 (91.9)
14. 이중창	수동 (70.3)	- 컴퓨터 이용 연계제어 필요성 (창좌, 창우, 온도 시간) 필요 (94.6)
15. 측창외	수동 (54.1)	- 컴퓨터 이용 연계제어 필요성 (창좌, 창우, 온도 시간) 필요 (97.3)
16. 측창내	수동 (59.5)	- 컴퓨터 이용 연계제어 필요성 (창좌, 창우, 온도 시간) 필요 (89.2)
17. 관수	수동 (73.0)	- 자동 (100.0)
18. 내부온도	가능 (67.6)	- 가능 (100.0)
센서 외부온도	불가능 (70.3)	- 가능 (100.0)
이용 지온	불가능 (81.1)	- 가능 (94.6)
측정 강우	불가능 (75.7)	- 가능 (94.6)
가능 풍향	불가능 (81.1)	- 가능 (86.5)
항목 풍속	불가능 (83.8)	- 가능 (89.2)
일사	불가능 (78.4)	- 가능 (100.0)
19. 기기조작	판넬에 부착된 스위치 조작(73.0)	- 웹상에서 제어 (94.6)
20. 기기고장시	해당 기기 외에 정상 운전(51.4)	- 해당 기기 외에 정상운전 (94.6) 컴퓨터 제어고장시 제어판에 부착된 온도설정으로 천창 자동제어 필요(94.6)
21. 정전후 복귀	정상운전 (70.3)	- 정상운전 (97.3)
22. 자료 분석	무 (89.2)	- 유 (94.6)

현재 온도센서의 편차는 4.3°C 정도이지만 희망하고 있는 온도편차는 약 2.1°C 인 것으로 조사되었다¹⁾. 습도제어는 현재 94.6%가 수동으로 이루어지고 있으며, 난방기(온풍기)는 자동제어의 비율이 높은 것으로 나타났다.

일사제어, 차광막, 유동팬, 환풍기, 강우제어, 이중창, 측창외, 측창내, 관수는 자동으로 제어되며 보다는 수동으로 제어되는 비율이 높았다. 센서를 이용하여 측정하고 있는 항목으로는 내부온도, 외부온도, 지온, 강우, 풍향, 풍속, 일사 등이 있는데, 내부온도의 측정이 비교적 많이 이루어지고 있음을 알 수 있다.

기기조작은 주로 판넬에 부착된 스위치의 조작으로 이루어지고 있었다. 기기고장시에는 해당기기 외에는 정상 운전되며, 정전 후 복귀시에도 정상운전되는 비율이 높은 것으로 나타났다. 자료분석 시스템은 현재 인터넷 온실환경제어시스템을 설치한 지역 이외에는 갖추어지지 않는 것으로 조사되었다.

향후 온실은 인터넷을 이용한 감시체계, 핸드폰으로 연결된 경보장치, 컴퓨터 1대로 여러 온실동 제어, 인터넷에서 온실전체 개별기기 제어뿐만 아니라 차광막, 유동팬, 환풍기, 이중창, 측창외, 측창내 등의 연동제어가 가능해야 한다고 보고 있다. 기기의 조작은 웹상에서, 기기고장시에는 해당기기 외에 정상운전, 정전후 복귀시에 정상운전을 요구하고 있었다. 그리고 온실환경에 대한 자료분석이 필요하다고 보고 있다.

5) 인터넷 온실환경제어시스템 이용시 기대 효과

인터넷 온실환경제어시스템 이용시 예상되는 효과는 <표 7>에 제시되어 있다. 무엇보다도 그동안 문제가 되었던 제어시 공간적 제약의 해소에 대한 기대가 가장 큰 것으로 조사되었

1) 현재 온도편차는 최소 0.5°C 에서 최대 15°C 까지로 조사되었다. 향후 온도편차의 범위는 0°C 에서 최대 5°C 정도로 그 범위가 비교적 넓지 않았다.

다(평균 4.19). 또한 작물재배환경에 대한 자료의 보관 및 출력(평균 4.05), 온실내 재배환경에 대한 계측자료의 실시간 분석(평균 4.00) 등과 같이 온실관리의 과학화와 합리화 가능성을 예상하고 있었다. 그러나 연료비나 인건비 절감(평균 3.65) 등에 대한 상대적인 기대정도는 낮은 것으로 나타났다.

6) 인터넷 온실환경제어시스템의 보급

(1) 시스템의 농가보급 가능성

인터넷을 이용한 온실환경제어시스템의 농가보급 가능성에 대한 조사결과는 <표 8>과 같다. 농가보급에 대해서 부정적인 견해를 보이는 경우가 32.4%, 긍정적인 입장은 취하는 경우가 29.7%, 중립적인 입장이 37.8%인 것으로 나타났다. 설치비용의 부담과 시스템 이용자의 이용상의 어려움이 농가보급에 회의적인 주된 요인이다. 그러나 장기적인 측면에서 농촌인구의 감소와 농업인의 인식변화, 영농규모의 확대, 통신망의 확충, 주 5일제 근무의 확산 등의 농업내외적 환경변화에 따라서 인터넷을 이용한 온실의 원격환경제어 시스템의 도입 가능성도 배제해서는 안 될 것이다. 그러므로 농가보급에 앞서 농업기술센터에서 시스템의 이용효과가 검증된 후 개별농가로의 확대보급이 바람직하다고 하겠다.

(2) 인터넷 온실환경제어시스템의 설치 및 사후관리비용

인터넷을 이용한 환경제어시스템의 적정설치비용은 <표 9>와 같이 평균 846만원 정도이고, 연간 사후관리비용은 평균 82만원정도가 적정하다고 보았다.

(3) 농업관련기관의 컨설팅 제공정도

인터넷 온실환경제어시스템이 온실환경과 작물생육관련데이터를 측정, 기록, 분석하여 온실환경제어에 대한 정보제공과 함께 자동으로 온실환경을 제어해 줄 수 있다면 91.9%가 활용할

〈표 7〉

인터넷 온실환경제어시스템 이용 시 기대효과

(단위 : 명, %)

항 목	거의 없다 (1)	없다 (2)	보통 (3)	크다 (4)	매우 크다 (5)	평균 (순위)
노동력 및 인건비 절감	1 (2.7)	1 (2.7)	12 (32.4)	19 (51.4)	4 (10.8)	3.65 (9)
연료비 절감(컴퓨터 환경설정 및 제어로 정밀한 온도 관리)	-	-	14 (37.8)	18 (48.6)	5 (13.5)	3.76 (8)
시스템 제어의 공간적 제약 해소로 언제, 어디서나 온실환경의 제어가 가능	-	-	4 (10.8)	22 (59.5)	11 (29.7)	4.19 (1)
정확한 데이터에 기초한 농가 스스로의 경영분석 가능	-	-	13 (35.1)	18 (48.6)	6 (16.2)	3.81 (7)
원거리 농가경영컨설팅 가능(생산예측정보, 출하시기 조절 등에 대한 전문가의 정보제공 가능)	-	1 (2.7)	11 (29.7)	17 (45.9)	8 (21.6)	3.86 (6)
작물의 생육과 연계된 환경제어 가능(재배환경에 대한 데이터를 통하여 작물생장에 적합한 최적환경 조성)	-	-	11 (29.7)	19 (51.4)	7 (18.9)	3.89 (5)
인터넷상에서 A/S 발생에 의한 모든 환경제어 프로그램의 점검과 보완	-	-	7 (18.9)	26 (70.3)	4 (10.8)	3.92 (4)
온실내 재배환경에 대한 계측자료의 실시간 분석 가능	-	-	5 (13.5)	27 (73.0)	5 (13.5)	4.00 (3)
작물의 재배환경에 대한 자료의 보관, 출력 등으로 지도에 도움	-	-	6 (16.2)	23 (62.2)	8 (21.6)	4.05 (2)

〈표 8〉

인터넷 온실환경제어시스템의 농가보급 가능성

(단위 : 명, %)

불가능함	보급가능성이 적음	보통임	가능성이 높음	가능성이 매우높음
11(2.7)	11(29.7)	14(37.8)	10(27.0)	1(2.7)

〈표 9〉

인터넷 온실환경제어시스템 설치 및 사후관리비용

설 치 비 용			연간 사후관리비용		
구 분	빈 도	백 분 을	구 분	빈 도	백 분 을
100만원	2	9.1	~ 10만원	4	15.4
~ 300만원	7	31.7	~ 50만원	10	38.5
~ 500만원	6	27.3	~ 100만원	7	26.9
~ 1000만원	3	13.6	~ 200만원	2	7.7
~ 5000만원	4	18.1	~ 300만원	3	11.5
합 계	22	100.0	합 계	26	100.0
평균 846만원			평균 821,667원		

의향이 있다고 응답하였다(〈표 10〉 참고). 제공되는 정보의 사용에 대해서 부정적인 입장을 취하는 경우는 5.4%에 불과하였다. 정확한 데이터에 기초하여 온실환경을 관리함으로써 과학적인 영농이 가능하며 이 결과 우수한 품질의 농산물 생산과 경영비 절감 등으로 시장경쟁력도 높일 수 있을 것이다.

또한, 도 농업기술원, 시·군 농업기술센터, 각 시험장 등의 농업관련기관의 전문가들과 인터넷상에서 온실환경에 대한 정보의 공유가 가능해짐에 경영컨설팅에 있어서 시간과 공간의 제한 극복도 어느정도 가능할 것으로 예상된다. 이에 따라 경영컨설팅을 제공해야 한다는 75.7%이고, 제공할 필요가 없다는 부정적인 의견은 8.1%, 잘 모르겠다는 의견은 16.2%로 나타나, 대다수가 농업관련기관에서 온실의 재배와 작물생육환경 정보에 기초한 컨설팅을 제공해야 한다고 보고 있었다(〈표 11〉 참조).

7) 온실의 인터넷경영관리 프로그램

온실경영관리를 위하여 컴퓨터에 자료가 필요한 경우 입력시간은 1일 평균 10분 이내가 적정하다는 의견이 54.1%로 가장 많았고, 30분 이내가 43.2%로 조사되었다(〈표 12〉 참고).

인터넷온실경영관리시스템을 개발할 때 고려해야 할 사항은 다음 〈표 13〉과 같다. 전체평균을 보면 프로그램 조작 및 사용의 간편성이 평균 4.46으로 가장 높게 나타났다. 그 다음으로 정밀한 환경제어 4.08, 전문가의 컨설팅 제공제공 4.00, 다양한 경영분석 정보의 제공 3.97, 농장경영관리프로그램과의 호환성 3.95의 순으로 나타나, 사용이 간편하고, 정밀한 환경제어와 전문가 컨설팅을 우선 고려사항으로 생각하고 있음을 알 수 있었다.

농가경영관리프로그램에 포함되어야 할 항목에 대한 조사결과는 〈표 14〉와 같다.

〈표 10〉 생육환경과 재배환경에 대한 정보제공시 활용가능성

(단위: 명, %)

전혀 활용하지 않을 것임	활용하지 않을 것임	잘 모르겠음	활용할 것임	적극적으로 활용할 것임
-	2(5.4)	1(2.7)	23(62.2)	11(29.7)

〈표 11〉 농업관련기관의 컨설팅제공정도

구 분	빈 도	백 분 율
제공할 필요가 없다	1	2.7
별로 제공할 필요가 없다	2	5.4
보통이다	6	16.2
제공해야 한다	19	51.4
적극적으로 제공해야 한다	9	24.3
합 계	37	100.0

〈표 12〉 온실의 경영관리 프로그램의 1일 자료 입력시간

(단위: 명, %)

10분 이내	30분 이내	1시간 이내	합 계
20(54.1)	16(43.2)	1(2.7)	37(100.0)

〈표 13〉

인터넷 경영프로그램 개발시 고려할 기능

(단위: 명, %)

항 목	전혀필요 없음(1)	필요없음 (2)	보통 (3)	필요 (4)	매우 필요 (5)	평균 (순위)
농장경영관리프로그램과의 호환성	-	1(2.4)	5(12.2)	31(75.6)	4(9.8)	3.93(5)
다양한 경영분석정보의 제공	-	-	7(17.1)	29(70.7)	5(12.2)	3.95(4)
정밀한 환경제어	-	1(2.4)	3(7.3)	28(68.3)	9(22.0)	4.10(2)
전문가의 컨설팅 정보제공	-	-	6(14.6)	30(73.2)	5(12.2)	3.98(3)
프로그램 조작 및 사용의 간편성	-	1(2.4)	2(4.9)	17(41.5)	21(51.2)	4.41(1)

〈표 14〉

인터넷 경영관리프로그램에 포함되어야 할 항목

(단위: 명, %)

항 목	전혀 필요 없음 (1)	필요없음 (2)	보통 (3)	필요 (4)	매우 필요 (5)	평균		
일 작 업 지 지 거 래 일 지	일일노동인력	1(2.7)	3(8.1)	17(45.9)	14(37.8)	2(5.4)	3.35	
	노동시간	1(2.7)	2(5.4)	14(37.8)	19(51.4)	1(2.7)	3.46	
	소요자금	1(2.7)	3(8.1)	6(16.2)	24(64.9)	3(8.1)	3.68	
	소요자재	1(2.7)	1(2.7)	9(24.3)	24(64.9)	2(5.4)	3.68	
	출력방식(일간, 월간, 분기별, 년간)	1(2.7)	1(2.7)	10(27.0)	18(48.6)	7(18.9)	3.78	
	거래처 입력	1(2.7)	4(10.8)	9(24.3)	17(45.9)	6(16.2)	3.62	
	출하거래 입력	1(2.7)	3(8.1)	6(16.2)	24(64.9)	3(8.1)	3.68	
	자재거래 입력	1(2.7)	3(8.1)	9(24.3)	22(59.5)	2(5.4)	3.57	
	기타거래 입력	1(2.7)	3(8.1)	15(40.5)	17(45.9)	1(2.7)	3.38	
	미수금거래처 관리	1(2.7)	5(13.5)	11(29.7)	18(48.6)	2(5.4)	3.41	
재 무 회 계	내부 관리용	거래처별원장	1(2.7)	3(8.1)	11(29.7)	19(51.4)	3(8.1)	3.54
	외부 관리용	현금출납장	1(2.7)	3(8.1)	7(18.9)	23(62.2)	3(8.1)	3.65
	현금흐름표	1(2.7)	3(8.1)	12(32.4)	20(54.1)	1(2.7)	3.46	
	약식손익계산서	1(2.7)	2(5.4)	10(27.0)	21(56.8)	3(8.1)	3.62	
	약식대차대조표	1(2.7)	2(5.4)	14(37.8)	18(48.6)	2(5.4)	3.49	
유통관련	출하단가 변동	1(2.7)	2(5.4)	4(10.8)	20(54.1)	10(27.0)	3.97	
기술, 경영분석	농장종합성적	1(2.7)	2(5.4)	7(18.9)	23(62.2)	4(10.8)	3.73	
	단위면적당 생산량	1(2.7)	2(5.4)	8(21.6)	21(56.8)	5(13.5)	3.73	
	상등품률	1(2.7)	2(5.4)	5(13.5)	25(67.6)	4(10.8)	3.78	
	상품화율	1(2.7)	2(5.4)	5(13.5)	26(70.3)	3(8.1)	3.76	
	단위면적당 노동투하량	1(2.7)	4(10.8)	8(21.6)	21(56.8)	3(8.1)	3.57	
	단위면적당 자본투하량	1(2.7)	4(10.8)	9(24.3)	18(48.6)	5(13.5)	3.59	
	소득 분석	1(2.7)	1(2.7)	2(5.4)	22(59.5)	11(29.7)	4.11	
	순이익 분석	1(2.7)	1(2.7)	4(10.8)	24(64.9)	7(18.9)	3.95	
	경영비 분석	1(2.7)	1(2.7)	3(8.1)	24(64.9)	8(21.9)	4.00	
	생산계획	1(2.7)	1(2.7)	10(27.0)	20(54.1)	5(13.5)	3.73	
계획표	자금계획	1(2.7)	1(2.7)	9(24.3)	19(51.4)	7(18.9)	3.81	
	컨설팅	제시판을 통한 질의 응답형태	1(2.7)	0	5(13.5)	26(70.3)	5(13.5)	3.92
도움말		1(2.7)	0	3(8.1)	24(64.9)	7(18.9)	3.97	

작업일지와 관련해서는 입력된 데이터의 다양한 출력을 프로그램에 포함되어야 할 중요한 항목으로 보았다. 이는 다양한 데이터의 입력도 중요하지만 입력된 데이터를 경영에 효과적으로 활용하기 위하여 비교 가능한 출력을 요구하는 것으로 볼 수 있다. 또한 소요자재와 소요 자금에 대한 기록도 필요하다고 보았다.

거래일지의 항목에서는 출하거래입력과 거래처 입력이 상대적으로 중요한 항목으로, 재무회계에서는 현금흐름표와 현금출납장, 약식손익계산서가 필요하다고 보고 있었다. 유통과 관련해서는 출하단가 변동이 중요하다고 보고 있었고, 기술, 경영분석에서는 소득 분석과 경영비 분석이 가장 중요한 항목으로 받아들여지고 있었다. 생산계획보다는 자금계획 항목의 필요성이 약간 높게 나타났다.

2. 개발된 인터넷 온실경영관리시스템의 주요기능

인터넷온실경영관리시스템은 온실환경관리와 온실경영관리 시스템으로 구성되어 있다. 이 시스템은 환경설정현황 및 작동상태를 관리하는 환경현황(〈그림 2〉 참조)부분과 시간별 온습도 설정관리를 할 수 있는 온도습도설정(〈그림 3〉 참조)부분, 난방기, 측창환풍기 및 개폐기 등 기기설정부분(〈그림 4〉 참조) 및 일자별 시설 내 환경계측정보를 보고서 또는 엑셀로 출력하는 기능을 가지고 있고 특히, 농장경영 및 생장정보를 쉽게 관리할 수 있도록 개발되었다.

온실환경관리시스템은 〈표 15〉에서와 같이 기존의 시스템과 마찬가지로 유리, 비닐온실에 모두 적용가능하다. 그러나 자동화의 수준을 보면 기존의 온실은 반자동 혹은 수동이지만 개발시스템은 인터넷무인자동화가 가능하다. 온도

〈그림 2〉 인터넷 온실경영관리 화면

〈그림 3〉 온습도설정화면

〈그림 4〉 기기설정화면

<표 15>

온실환경제어의 시스템의 특성

구 분	기 존 시 설	개 발 시스템
온 실	유리, 비닐온실	유리, 비닐온실
자 동 화	반자동(수동)	인터넷 무인자동화
온 도 제 어	±3~5°C	±1°C
난방, 창 동작	3단계변온, 2그룹	24단계변온, 16그룹
경 보 장 치	무	핸드폰, 컴퓨터
자 료 분 석	무	일, 월, 연보출력(보관)
확 장 성	무	컴퓨터 멀티 제어

제어도 기존의 시설보다 온도편차가 적으며, 변온단계는 24단계로 작물의 생육상에서 스트레스를 최소화하는데 초점을 맞추고 있다. 기존시설은 경보장치나, 자료분석이나 확장성이 갖추어지지 않았으나 개발된 시스템은 핸드폰, 컴퓨터로 긴급상황시 연락의 기능을 갖추고 있으며, 일, 월, 연 단위의 온실환경에 대한 자료들을 보관하고 분석이 가능하다. 또한 컴퓨터를 통한 멀티제어가 가능하기 때문에 때와 장소에 관계 없이 신속한 온실환경제어가 가능하다.

개발된 온실경영관리시스템의 주요특징을 보면 <표 16>과 같다. 기존프로그램과 개발된 프로그램의 구성항목은 비슷하다. 그러나 자료입력이나 이용에 있어서 상당히 간편해졌고 한눈에 쉽게 결과를 확인할 수 있도록 구성되었다.

특히 기존의 관리프로그램의 대부분은 회계프로그램이 별도로 구성되어 있으나 본 개발시스템에는 포함되어 있고, 작물생육에 대한 기록도 가능하다. 환경에 따른 작물생육정도를 기록과 분석을 통하여 측적의 작물생육을 위한 온실환경의 제어가 농업인의 경험이나 느낌이 아닌 누적된 데이터의 분석을 통한 과학적이고 합리적인 영농이 가능하다.

작물생육기록은 생육조사공통사항과 품목별 생육조사상황으로 구성되어 있다. 공통조사항목은 출현시기, 40% 출현(파종후 40% 출현한 날), 80% 출현, 출현일수(파종한 후 80%가 출현한 날수), 출현율, 천(백)립중, 생체중, 엽장, 엽폭 등이다. 현재 토마토, 오이, 메론, 수박, 딸기, 화훼 품목에 대한 생육조사항목은 <표 17>과

<표 16>

온실경영관리시스템의 특성

구 분	기 존 시스템	개 발 시스템
경영일지입력	복 잡	간 단
회계전표입력	복 잡	간 단
회계프로그램	별도설치	포 함
작물생육기록	무	포함(작물별 측정)
프로그램설치	복 잡	간 단
경영기록관리	복 잡	간 단

〈표 17〉

품 목 별 생 육 조 사 항 목

출처: 인터넷 온실환경관리서비스 그린넷(<http://www.green-net.or.kr>)

같이 초형, 주간의 길이, 단축절간, 주당숙과수, 꽃자루의 자세, 주당청과수, 주당숙과중, 주당청과중, 신미 함량, 과장, 과폭, 과형지수, 개화기, 착색기 등으로 구성되어 있다.

특히, 개발과정 중에 안동, 영동 등의 농업기술센터에 시스템을 설치하여 현장적응성을 검증하였으며, 2003년 12월에는 방울토마토(농가2)에 화상카메라를 설치하여 김천농업기술

센터와 화상경영컨설팅을 가능하게 하였다.

개발된 인터넷 온실경영관리시스템의 활용가능성은 다음과 같이 설명될 수 있다.

첫째, 인터넷 온실환경제어시스템을 통하여 온실관리에서 그동안 애로사항으로 지적된 장

-
- 2) 김천시 봉산면 덕천리 이춘환(43세)의 방울토마토 농장 600평에 사업비 1,170만원(자부담 170만원)이었음.

소 제한을 극복할 수 있다. 언제, 어디서나 인터넷 상에서 온실환경제어 및 관리가 가능하고, 야간이나 기상이변시에도 신속하게 대처할 수 있다. 또한 24단계의 변온단계를 통하여 저녁에서 새벽까지의 생육환경조절도 탄력적으로 조절이 가능하여 연료비의 절감효과도 기대할 수 있다.

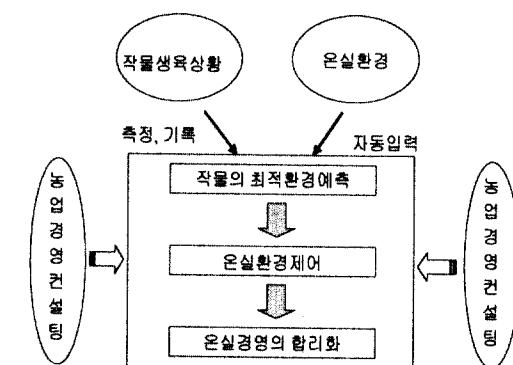
둘째, 농업인의 경험에 의한 온실환경의 설정이 아니라 최적의 작물생육환경을 찾아내고 이 누적된 데이터에 기초하여 온실환경을 제어함으로써 온실의 환경 및 경영관리의 합리화를 꾀할 수 있다. 이 시스템에 관심을 보이는 농가나 농업기술센터 모두 온실의 원격환경제어에만 국한된 시스템이 아니라 온실환경제어에 대한 정보를 공유할 수 있기 때문에 농가경영컨설팅 등이 원격으로 신속하게 이루어질 수 있다는 부분에 관심을 가지고 있다. 특히 웹카메라를 온실 내에 설치할 경우 모니터 상으로 온실제어 현황을 다시 한번 확인 할 수 있으며, 농가경영컨설팅에서도 유용하게 활용될 수 있다.

셋째, 이 시스템의 이용을 통하여 작물생육과 온실환경에 대한 충분한 자료를 보유할 수 있으며 이 자료에 기초하여 연간 영농계획 활동을 수립할 수 있다. 물론 작물생육에 대한 정보는 농업인이 정기적으로 측정하여 입력해야 하는 번거로움이 있지만 이러한 기록 작업이 지속적으로 이루어진다면 작물생육에 대한 매우 중요한 정보를 얻을 수 있다. 지역의 농업기술센터가 농가에 앞서 이 시스템을 도입하여 작물생육과 온실환경에 대한 충분한 자료를 확보하고 있다면 농가경영컨설팅에 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 앞으로 이 시스템이 기상예측시스템, 예찰프로그램 등과 연계된다면 더욱 정밀한 온실환경제어가 가능해 질 것이다.

IV. 결 론

인터넷 온실경영관리시스템은 <그림 5>와 같이 작물생육상황과 온실환경에 기초하여 작물

의 최적환경을 예측하고 온실환경을 제어함으로써 온실경영의 합리화에 목적을 두고 있다. 온실에 웹카메라가 설치되어 있으면 화상경영 컨설팅도 가능하다.



<그림 5> 온실경영의 합리화 방안

앞으로 이 시스템이 농가에 안정적으로 보급되고 영농현장에서 충분히 활용되기 위한 몇 가지 요건들을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 인터넷 온실환경제어 시스템이 농가에 보급되기 이전에 시·군 농업기술센터, 도 농업기술원, 시험장, 농촌진흥청 등 농업관련기관에 먼저 도입되어 현장적용가능성이 검증되어야 한다. 현재 일부 시·군 농업기술센터에 보급되어 운영되고 있지만 전국적으로 확대 보급된다면 작목이나 지역적 특성 등을 고려한 다양한 측면에서 현장적용의 검증이 가능할 것으로 예상된다. 이 과정 속에서 농가보급시 발생할 수 있는 문제들을 보완하고, 작물생육과 온실환경에 대한 충분한 데이터의 보유를 통하여 농가에 시스템이 보급된 후 정확한 정보와 데이터에 기초한 경영컨설팅이 제공될 수 있는 여건이 구축되어야 한다.

둘째, 농가보급을 위해서는 시스템의 설치 및 유지 관리비용이 저렴해야 한다. 시스템의 설치 시 기존 온실의 시설을 최대한 활용할 수 있어야 하며, 새로 온실을 설치하는 경우는 시스템과 온실의 하드웨어적인 부분이 연계될 수 있도록 설계되고 시공되어야 한다. 유지관리비용

은 주로 센서나 온실내의 소모품에 관련된 부분이다. 센서나 기타소모품의 교체시기 등을 매뉴얼에 명시하거나 정기적으로 사용자에게 확인하고 정보를 제공해 줄 수 있는 사후관리시스템이 갖추어져야 한다. 지금까지 농업기계나 시설관련 업체가 대부분 영세하고 업체의 평균 수명이 길지 않아 설비 이용시 사후관리에 어려움을 겪은 경우가 많았다. 따라서 지속적으로 시스템의 보급을 확대하고 이용을 활성화하기 위해서는 전국단위의 유치 보수 및 관리체계가 구축될 수 있어야 한다. 이와 함께 시스템에 사용되는 여러 설비나 시스템의 표준화 작업이 선행되어야 할 것이다.

셋째, 온실환경을 정확히 제어하기 위해서는 각종 측정센서의 품질이 보증되어야 한다. 규모가 큰 온실의 경우 온실내의 환경에 대한 편차가 크므로 측정센서의 위치나 개수가 달라지게 된다. 그러므로 어느 정도 높이에 몇 개의 센서를 설치해야 하는지가 중요한 문제이다. 또한 온실내의 온도가 급격히 상승하여 온도를 낮추기 위하여 창이 열리는 경우 갑자기 낮은 외부 기온이 온실내로 유입된다면 작물의 스트레스는 커지게 된다. 그러므로 온실내·외의 환경변화를 정확히 측정하여 온실내부의 조건에만 맞추는 것이 아니라 온실외부의 환경을 고려한 온실내 환경제어가 필요하다. 변온단계는 최대 24단계까지 설정이 가능하므로 사용자가 번거롭더라도 작물의 스트레스를 최소화하고 최적의 작물생육환경을 조성해 주기 위해서는 세분화된 변온단계의 중요성 및 실제 현장에서 활용할 수 있는 교육이나 홍보가 충분히 이루어져야 할 것이다. 왜냐하면 현재 4~6단계의 변온 단계로 충분히 활용하지 않는 경우가 많기 때문에 세분화된 변온시스템의 경우 번거롭다는 이유만으로 사용률이 낮아질 가능성이 있다.

넷째, 이 시스템의 가장 큰 특징은 인터넷을 통하여 허가된 모든 사람이 장소에 구애받지 않고 온실 환경을 제어하고 온실환경과 작물에 대한 데이터를 공유할 수 있다는 점이다. 환경 제어시스템이나 환경관리에 문제가 발생하여

급한 상황이 발생하였을 때에도 제어장치를 납품한 회사가 출장을 오지 않고 인터넷상에서 바로 조치하여 줄 수 있다. 또한 농업기술센터나 농업관련기관의 연구원들도 데이터의 공유로 환경관리 등의 기술지원과 경영분석도 가능하다. 이는 개별온실에 대한 정보를 농가뿐만 아니라 농업관련전문가 등과 실시간으로 공유가 가능함을 의미한다. 따라서 정보공유 네트워크가 구축되고 지속적인 정보교류의 장이 구축되어야 한다. 앞으로 기상예측정보시스템이나 병충해 예찰정보시스템 등의 정보를 휴대폰이나 팩스, 전화 등을 통해서 농업관련기관에서 농업인들에게 제공해줌으로써 온실의 환경제어를 더욱더 정밀하게 할 수 있을 것이다. 또한 온실제어의 거리제한이 없으므로 위탁관리가 가능하다.

다섯째, 농촌인구의 감소와 노령화, 주 5일제 근무의 확산, 여행이나 여가 등에 대한 관심증대, 인건비 상승 등의 요인에 적극적으로 대처할 수 있는 온실의 원격환경제어시스템의 안정적인 망을 구축하기 위해서는 도시지역에 비해 상대적으로 정보인프라의 구축이 미흡한 농촌지역에 대한 국가차원의 지원이 요구된다.

V. 참고문헌

1. 고학균 · 이대원 · 최창현 · 김채웅 · 김재민 · 권영삼, 1998, “다동온실의 복합환경 제어를 위한 시스템 개발,” 생물생산시설환경, 7(1):1-8.
2. 김기영 · 류관희 · 전성필, 1999, “영상정보를 이용한 자동화 온실에서의 작물 생장 상태 파악에 관한 연구,” 한국농업기계학회지, 24 (1):25-30.
3. 김병률 · 최지현 · 김경필, 2001, 21세기 시설원예산업의 지속발전방안 연구, 서울: 한국농촌경제연구원, 수탁연구보고C2001-22.
4. 김영식 외, 1998, 작물생산의 최적화를 위한 환경인자 및 재배인자 중심의 생장모델 연구 및 재배환경 제어계측의 구축, 토마토의

- 생장모델 개발에 의한 종합적이고 지능적인 시설재배 환경제어에 관한 연구, 상명대학교 산업대학·농촌진흥청.
5. 농림부·서울대학교, 1996, 다동온실내 복합 환경의 컴퓨터 제어시스템 개발, 농림부.
 6. 농림부·서울대학교·한경대학교, 2002, 첨단 온실의 원격 생육환경 감시시스템 개발, 농림부.
 7. 농촌진흥청 농업경영관실·경기도 농업기술원, 1999, 온실 환경제어관리 네트워크 소프트웨어 개발, 농촌진흥청.
 8. 설광언·김병률, 1992, 네덜란드의 시설원예 농업 시찰기, 서울: 한국농촌경제연구원.
 9. 신재훈·김경만·고광현·한원식, 1995, “온실 환경의 자동 계측 및 제어시스템에 관한 연구,” 농업논문집, 37(2):681-686.
 10. 이두순·박현태·박기환, 1999, 유리온실의 경영실태 분석, 서울: 한국농촌경제연구원, 연구보고R400.
 11. 전종길·김경원·오병기·윤진하, 1999, 시설원예용 환경제어장치의 규격표준화 연구, 수원: 농촌진흥청.
 12. 주경수·김영식·이종보·김경수, 1998, “생장모델에 의한 시설재배환경의 동적 자동제어를 위한 실시한 전문가 시스템 개발,” 토마토의 생장모델 개발에 의한 종합적이고 지능적인 시설재배 환경제어에 관한 연구, 상명대학교 산업대학·농촌진흥청.
 13. 통계청, 2000, 2000년 농업총조사.
<http://altair.chonnam.ac.kr%7Ehorti/vegeta.h24/24~1.htm>
www.green-net.or.kr
www.gcri.com/ghi/ghu23/23-14.htm
www.knrda.go.kr/tech/cgi-bin/BIO30307.htm
www.knrda.go.kr/tech/cgi-bin/BIO30308.htm
(2004년 5월 10일 접수, 심사후 수정보완)