

시설농업 에너지절감 패키지 기술 매뉴얼

▶▶ 통합형 농업혁신모델개발사업 ◀◀

2017. 8.



농촌진흥청 국립원예특작과학원
농업에너지절감모델개발사업단



시설농업 에너지절감
패키지 기술 매뉴얼

목 차

I. 유리온실 에너지절감 패키지 기술 / 시설원예연구소	5
II. 토마토 연동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 충남	9
III. 토마토 연동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 경기	13
IV. 국화 연동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 경기	16
V. 딸기 연동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 전북	19
VI. 딸기 단동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 충북	23
VII. 토마토 단동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 충북	25
VIII. 딸기 단동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 전남	27
IX. 딸기 단동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 강원	30
X. 참외 단동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 경북	34
XI. 딸기 단동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 경북	38
XII. 시설풋고추 단동하우스 에너지절감 패키지 기술 / 경남	42

I 유리온실 에너지절감 패키지 기술(시설원예연구소)

□ 시설 자재와 장치

○ 지중열 냉난방 시스템(냉난방)



- 지하수 저장 물탱크의 수열을 열원으로 온실 냉난방용 냉온수를 생산하는 농업용 히트펌프 장치, 난방운전과 냉방운전이 모두 가능한 다목적 공조기
 - 농림축산식품부의 ‘농업에너지이용효율화사업’으로 설치비 지원을 하고 있으며, 사업신청 시 농어촌공사(위탁시행기관)의 현장조사(지역, 시설, 재배작물) 지원으로 난방부하를 산출하여 시설용량과 사업비 결정

○ 알루미늄 다겹보온커튼(난방)



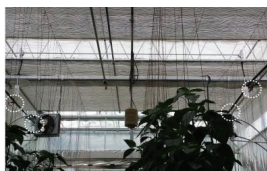
- 6겹(부식방지보온필름/증착 알루미늄/알루미늄 박막/부식방지 보온필름/방수부직포/흡수부직포)으로 구성된 두께 약 2mm의 유리온실용 다겹보온커튼
 - 반사성 표면으로 열손실의 대부분을 차지하는 복사열손실 최소화, 얇은 두께로 권취모터 소형화를 통한 설치비 절감
 - 온실의 측벽 및 마구리벽에 설치하며 권취축 끝에 장착된 개폐모터에 의해 보온커튼을 주간에 감거나 야간에 난방시간에 펴으로써 보온성 개선

○ 근권 난방장치(난방)



- 수경재배 베드의 슬라브 하부에 온수용 엑셀(XL) 배관(Ø200mm)을 2열로 설치, 지중열 시스템에 의한 온실 공간 난방 시 지중열 시스템의 축열조에서 온수를 공급받아 순환펌프로 통수
 - 근권 냉방/난방 시 냉온수 순환펌프는 지중열 냉난방 시스템을 이용한 온실 공간 난방 또는 냉방시스템과 동시에 가동

○ 차광스크린 및 포그시스템(냉방)



- 차광스크린은 알루미늄 스크린으로 차광률 30%와 60%의 2중 커튼을 사용, 온실내부의 온도에 따라 천창과 연동하여 운전
- 포그시스템은 2류체 저압포그노즐을 사용하며 분무 입자경 약 40µm이하로 분사할 수 있어 기화잠열에 의한 냉방효과 큼

□ 선택 및 관리 시 주의사항

○ 지중열 냉난방 시스템

- 동절기 작물별 적정 난방온도 설정, 하절기 생육적온(27°C) 이하로 냉방온도 설정, 난방시 다겹보온커튼, 냉방시 차광스크린을 펼친 상태에서 시스템 가동

○ 알루미늄 다겹보온커튼

- 동절기 일몰전 펼침 및 일출전 개방, 시간 또는 온실온도로 자동제어 설정하며 일반 다겹보온커튼과 동일한 개폐 관리, 유리온실용으로 측벽 커튼만 개발된 상태, 상부는 차광스크린과 부직포 커튼 전장 필요

○ 근권 난방장치

- 동절기는 지중열 냉난방 시스템의 축열조 온수를, 하절기는 축냉조의 냉수를 순환펌프로 공급, 시설규모가 큰 경우 순환펌프의 용량확대로 온도편차 최소화 필요, 온수관 온도는 25°C(근권 온도 20°C 내외)로 관리

○ 차광스크린

- 온실내부 온도 27~30°C에서 펼침, 일사량 확보를 위해 차광율 30% 스크린을 먼저 펼친 후 차광율 60% 스크린을 펼침, 동절기 난방시 상부 보온커튼으로 부직포 커튼과 함께 활용

○ 포그시스템

- 온실내부 온도 27~30°C에서 가동, 작물군락 상부에 설치, 지속분무에 의한 성능감소 방지를 위해 간헐분무 필요, 천창 개방상태에서 분무

□ 실증연구 결과

○ 시험 개요

- 시험장소 : 경남 함안군 함안면 진함로 1425(시설원예연구소)
- 시설규모 : 벤로형 유리온실(동고 5.5m, 폭 12.8m, 길이 36m, 남북동) 2동(각 461㎡)
- 재배작형 : 축성재배(파프리카: 쿠프라, 토마토: 244), 양액재배
- 재배기간 : 파프리카(2014. 2. 26. 정식), 토마토(2015.9.23. 정식)
- 시험내용 : 난방패키지 및 관행난방(경유보일러+부직포커튼), 냉방패키지 및 관행 온도관리(천창환기+차광스크린)

○ 패키지 기술 : 난방(지중열 난방+알루미늄 다겹보온커튼+근권난방)
냉방(지중열 냉방+차광스크린+포그장치)



지중열 냉난방 시스템



알루미늄 다겹보온커튼



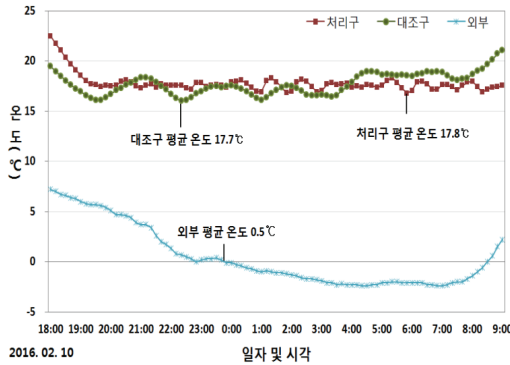
근권 난방장치



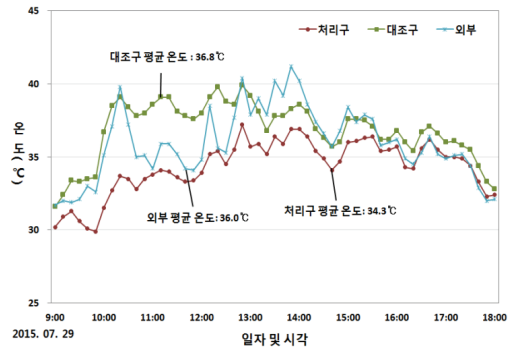
차광스크린 및 포그장치

○ 에너지이용 극대화 효과

- 냉난방패키지 및 관행온실 온도 비교



<토마토 재배 난방온도>



<파프리카 재배 냉방온도>

- 파프리카, 토마토 난방에너지 및 비용 비교

(10a 기준)

작 물	파프리카			토마토		
	관행난방		난방패키지	관행난방		난방패키지
연료소모량 (L, kW)	유류사용 (L)	전력소비 (kWh)	전력소비 (kWh)	유류사용 (L)	전력소비 (kWh)	전력소비(kWh)
	14,071	364	35,082	25,374	624	98,427
난방비(천원)	9,850	16	1,509	17,762	27	4,232
합 계(천원)	9,866(A)		1,509 (B)	17,789 (A)		4,232 (B)
비 고(B/A)	0.153			0.24		

○ 생산성 효과

- 냉방패키지 적용에 의한 파프리카 수확 증대

구 분	상 품 과	
	수량(kg)	상품과율(%)
관행(A)	579.1	90.0
냉방패키지(B)	649.2	91.8
비교 (B/A*100)	112.1	102.0

○ 경제성 분석(현행 지중저수열장치 자부담 20% 적용)

- 파프리카 재배

(만원/ha)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 감가상각비 3,122 - 수리보수비 389 - 고정자본이자 584 연간 총고정비 4,095 - 여름철 냉방비 2,100 연간 총 비용(A) 6,195 	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 하절기 파프리카 증수 3,779 - 동절기 난방비 절감 9,153 <p>연간 총 증가수입(B) : 12,932</p>
○ 추정수익액(B-A) = 6,737만원/년	

- 토마토 재배

(만원/ha)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<p>○ 증가되는 비용:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 감가상각비 3,122 - 수리보수비 389 - 고정자본이자 584 연간 총고정비 4,095 연간 총 비용(A) 4,095 	<p>○ 증가되는 이익</p> <ul style="list-style-type: none"> - 동절기 난방비 절감 4,940 <p>연간 총 증가수입(B) : 4,940</p>
○ 추정수익액(B-A) = 845만원/년	

* 면세유: 700원/L 적용, 전력 단가 kW당 43원(기본요금 포함) 적용

□ 확산 효과

- 유리온실에 적합한 냉난방 에너지절감 패키지기술로 히트펌프의 냉난방 기능을 기본으로 하여 동절기 난방비용 절감 및 하절기 수확량 증대 가능
- 대상시설 : 유리온실 100ha(국내 유리온실 403ha의 25%)
- 파급효과
 - 파프리카 등 고온성 작물 재배 농가 난방비 절감액 92억원
 - 파프리카 하절기 생산성 증가로 농가 소득 증가액 38억원

※ 문의 : 국립원예특작과학원 시설원예연구소 권진경(전화 : 055-580-5542)

II 토마토 연동하우스 에너지절감 패키지 기술(충남농업기술원)

□ 시설 자재와 장치

○ 알루미늄스크린



■ 설치위치 : 보온다겹스크린 위쪽

- 기존 보온덮개에서 단열 및 차광 효과가 높은 알루미늄 스크린 1겹을 추가하였음
- 알루미늄 순도 99.9% 이상의 소재
- 특성 : 수평 알루미늄 스크린(보온72%, 차광86%)
- 재질 : 폴리에스터 실, 순수 알루미늄(75% 코팅, XLS 18 ULTRA FIREBREAK)



■ 설치위치 : 측면커튼 안쪽

- 기존 보온덮개에서 단열 및 차광 효과가 높은 알루미늄 스크린 1겹을 추가하였음
- 측면 권취식 보온커튼
- 재질 : 알루미늄 보온용(XLS 10 ULTRA FIREBREAK)
- 특성 : 보온 강화(에너지 절감47%)

○ 국부난방장치



■ 설치위치: 베드로부터 5cm양쪽, 2줄(줄간격 :10cm) 지상으로부터 15cm

- 식물체에 집중난방으로 에너지 효율적 이용 가능
- 온도 분포가 온풍기에 비해 일정온도 분포 유지 관리 가능
- 재질 : 경질 PE흑색관(Ø15mm)
- 특성 : 온수공급에 의한 난방

□ 선택 및 관리 시 주의사항

○ 알루미늄 스크린

- 커튼조합은 수평2중(1중-보온덮개 2중-알루미늄 스크린), 측면보온스크린(1중-보온덮개, 2중 알루미늄 커튼)으로 이루어져 구동은 예인식으로 이루어져 감속기 관리 및 예인줄, 예인클립 파손 등에 의한 작동 여부 수시 확인해야 함

○ 국부난방장치

- 배관재질은 PE 흑색 15mm관을 이용하여 베드 하부에 설치함으로써 온도에 의한 배관의 처짐 증상이 발생 할 수 있으므로 수시 확인하여 배관끼리 붙지 않게 하고, 정상 가동 위한 보일러 온도 및 난방온도 확인

□ 정식

○ 정식묘 : 1화방 개화전 묘를 사용



(필라이트배지)



(암면배지)



(코이어배지)

○ 정식 준비 및 방법



- 정식준비

- 필라이트, 암면, 코이어 배지를 이용한다.
- 정식 전 충분히 관수한다. (EC 1.5dS/m, pH 5.5~6.5)

- 정식방법

- 정식시 육묘상토가 보이지 않을 정도의 깊이로 심는다.
- 재식거리는 배드 설치 높이에 따라 다르나 3.3m²당 8~10주 심는다. (가을정식 8주, 봄정식 10주)
- 정식 후 배드 상황에 따라 측면 또는 밑에 배액 구멍을 낸다.

□ 유인 및 정리



1. 두 손으로 각각 집게와 끈을 잡는다.
2. 끈과 함께 줄기를 잡고 푼다.
3. 줄기 목표위치 끈에 집게를 물린다.
4. 줄기 목표지점에 집게를 물린다.
5. 줄기와 집게에서 두 손을 놓는다.
6. 유인이 잘 되었는지 확인 한다

□ 관수 및 수확



- 양액 관리

- 1회 급액량 : 100~150mL/주, 3cc/m²/J 기준으로 작물의 상태, 배지 내 함수량 등을 고려 공급
- 시비 : 정식 후 4화방 개화까지 EC 2.0dS/m pH5.5~6.5
- 5화방 이후 : 배액 농도에 따른 변동관리 (ΔEC 1.0dS/m)
- 7화방 이후 수확 종료 15일 전 : ΔEC 1.0~1.5dS/m로 관리



- 수확 시기

- 일반 토마토 : 도색계 (30% 착색)
적색계 (100% 착색)
- 방울 토마토 : 60~70%이상 착색

□ 실증연구 결과

○ 시험 개요

- 시험 장소 : 김예석 농가(충남 부여군 양화면 수원리)
- 시설 규모 : 연동형 비닐하우스 2,000평 2동(폭7m×높이3.0m×길이95m(남북방향))
- 시험내용(패키지 기술)
 - 대조구 : 온풍난방 + 천창다겹보온커텐(2중) + 다겹보온커텐(측면)+ 베드난방
 - 패키지 : 대조구+알루미늄커텐(천창, 측창)+국부난방
- 재배개요 : 정식-2016. 10. 6, 수확-2016. 12. 23~6. 14, 품종-TY 요요

○ 패키지 기술 : 국부난방+알루미늄커텐(측면, 천창)



국부난방장치



측면 알루미늄커텐



천창 알루미늄커텐

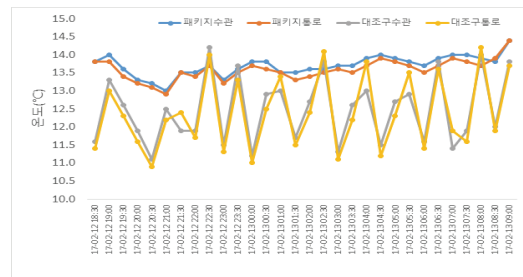
○ 생산성 향상 및 국부난방 효과

- 수량 및 처리 간 온도차

구 분	수 량 (kg/10a)	처리간 온도차(°C)	
		통 로	수 간
대조구	6,402(100)	13.4	13.4
패키지	7,482(117)	13.6	13.9(0.5↑)
LSD(5%)	163.7		
CV(%)	1.9		

* 수량조사 : 2016. 12. 23. ~ 2017. 5. 2.

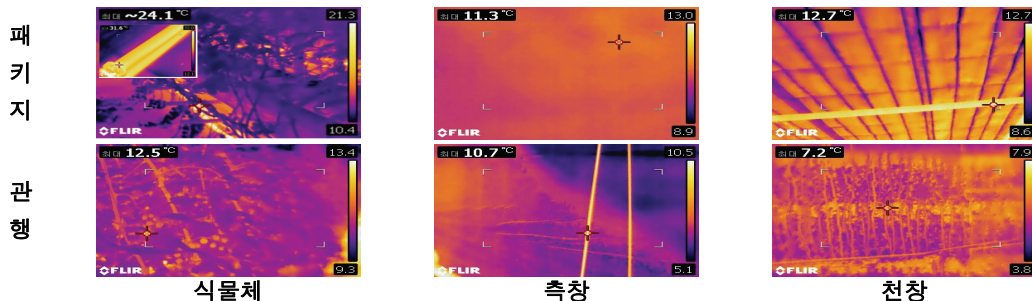
- 수량 및 처리 간 온도차



- 시설 내부 열화상이미지 비교

(관 행) 하우스 측면, 천창에서 열손실 발생, 식물체에서 온도가 낮음

(패키지) 국부난방처리 가 식물체 부위의 온도가 최고 6.9°C 높았음, 천창에서 알루미늄커텐의 단열효과로 인해 커텐부의 온도가 높음



* 촬영시각 : 2016. 2. 9, 04:30

○ 에너지절감 효과

구 분 사용기간	유류 사용량(L/10a)	
	관 행	패키지
'16. 11. 13~'16. 12. 12	742	374
'16. 12. 13~'17. 1. 12	868	416
'17. 1. 13~'17. 2. 12	1,292	642
'16. 2. 13~'17. 3. 12	810	404
합 계	3,712	1,836
합계(원)	2,487,040(100)	1,230,120(49.5)

※ 조사시기 : 2016. 11. 13 ~ 2017. 3. 12, 유류 : 등유(670원/L, 면세유)

○ 경제성 분석

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 비용 - 연동 비닐하우스용 패키지 설치 • 감가상각비 : 1,610,000원 * 알루미늄필름 : 10,800,000원÷10년 = 1,080,000원 * 국부난방 : 8,000,000원÷15년 = 530,000원 * 박스가격 : 1.080kg÷5kg/박스 = 216박스×700원/박스=151,200원 * 박스작업인건비 : 216박스×15분=3,240분÷60분=54시간÷8시간/인≒7인×60,000원=420,000원 - 계(A) : 2,181,200원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 이익 - 에너지절감 효과 : 51% · 3,712L/작기×670원(등유)=2,487,040×0.51 =1,268,390원 - 수량증가 효과 : 17% · 7,482-6,402kg=1.080kg×3,690원/kg = 3,985,200원 - 계(B) : 1,268,390원+3,985,200원=5,253,590원
<ul style="list-style-type: none"> ○ 추정수익액(B-A) = 5,253,590원-2,181,200원= 3,072,390원(패키지 기술적용 효과) 	

※ 가격적용 : 3,690원/kg(평년 평균가격)

□ 확산 효과

- 충남지역 연동형 비닐하우스를 이용한 토마토 재배시 에너지 절감 51%와 17%의 수량증가 효과로 경영구조 개선으로 안정적인 영농활동 및 경쟁력 강화로 내수 기반 확충 및 수출 증대 기여
- 패키지 적용 효과(충남, 96ha)
- 에너지절감(637백만원)+소득증가(2,880백만원)=3,517백만원/년

※ 문의 : 충청남도농업기술원 과채연구소 김경제(전화 : 041-635-6363)

III 토마토 연동하우스 에너지절감 패키지 기술(경기농업기술원)

□ 시설 장치

○ 지중저수열 시스템(냉난방)



- 지하수 저장 물탱크의 수열을 열원으로 온실 냉난방용 냉온수를 생산하는 농업용 히트펌프 장치, 난방운전과 냉방운전이 모두 가능한 다목적 공조기
- 농림축산식품부의 '농업에너지이용효율화사업'으로 설치비 지원을 하고 있으며, 사업신청 시 농어촌공사(위탁시행기관)의 현장조사(지역, 시설, 재배작물) 지원으로 난방부하를 산출하여 시설용량과 사업비 결정

○ 다겹보온커튼(난방)



- 5겹(마트지2, PE폼2, 부직포1)으로 구성된 다겹 보온커튼
- 두께가 얇아 소형 권취모터를 사용할 수 있어 설치비가 절감되고 구동이 용이함
- 온실의 측벽 및 마구리벽에 설치하며 권취축 끝에 장착된 개폐모터에 의해 보온커튼을 주간에 감거나 야간에 난방시간에 펌으로써 보온성 개선

□ 관리 방법

○ 지중저수열 시스템

- 온도설정 : 동절기 재배작목에 맞는 난방온도 설정(일반 난방기와 동일)
- 주의사항 : 정전이나 전기적인 문제로 시스템 정지시 무선인터넷을 통한 핸드폰 알림 장치 필요, 충분한 지하수원 필요

○ 다겹보온커튼

- 개폐시점 : 동절기 일몰전 및 일출전 개폐, 시간 또는 온실온도로 자동제어 설정하며 일반 보온커튼과 동일한 개폐 관리
- 주의사항 : 개폐모터 리미트 고장 점검 및 예인선 단선 여부 수시 확인 필요

□ 실증연구 결과

○ 시험장소 : 경기도 안성시 대덕면 명당리 조효동 농가

○ 패키지 기술 : 지중저수열 시스템 + 다겹보온커튼



토마토 지중저수열시스템
(TRHP-400W(40RT))

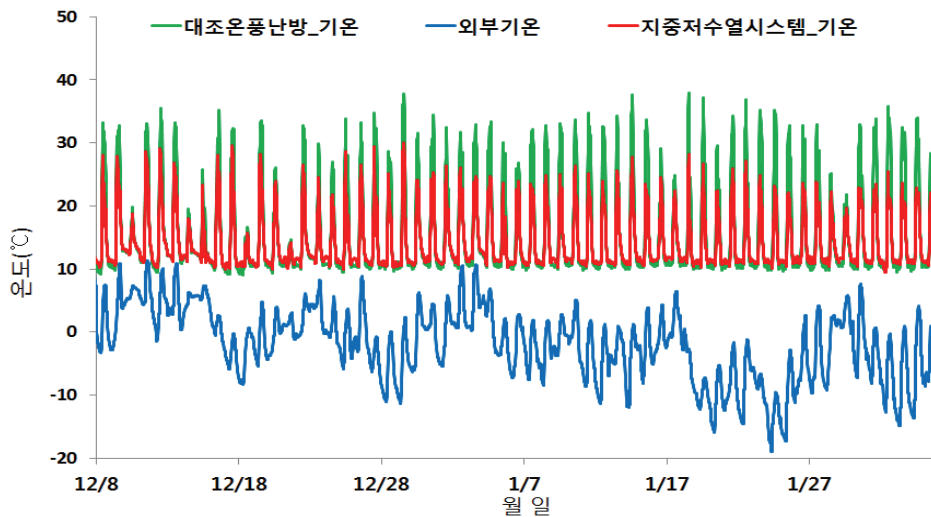


다겹보온커튼과 팬코일유닛

○ 시험 개요

- 시설규모 : 토마토(1-2W 3연동형비닐하우스, 동서동, 재배면적 2,600m²)
- 재배방식 : 토경재배
- 작목(품종,재배기간) : 방울토마토(꼬꼬, 2015.10.4. 정식, 2016.5.13. 종료)
- 시험내용 : 난방패키지(지중저수열 시스템+다겹보온커튼) 및 관행난방(경유보일러+다겹보온커튼)의 온실환경, 생육, 수량, 에너지사용 분석

□ 온도 비교



<토마토 재배 난방온도>

○ 에너지절감 효과

□ 난방에너지 및 비용 비교

작 물	방울토마토			비 고
	전기소모량 (kw/10a)	경유소모량 (L/10a)	환산금액 (원)	
난방처리				
다겹보온커튼 + 지중저수열시스템	12,120	-	610,955	농사용을 39.2원 기본요금 70kw*1,150원
다겹보온커튼 + 온풍, 온수난방	-	1,688	1,755,000	경유 1,040원/L 온풍난방
절감액			1,144,045	65.2% 절감

○ 경제성 분석

□ 국화 (원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> · 지중저수열 시스템 (자부담 20%, 내구연한 15년 : $119,080,000 \times 20\% \div 15년$) = 1,587,700원 · 온풍난방기 (내구연한 6년*환산율2.5 : $3,200,000 \div 6년 \times 2.5$) = 1,333,250원 · 1,587,700원-1,333,250원 = 254,450원 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지절감비용 : 2,463,530원
소계 254,450원	소계 2,463,530원
○ 추정수익액(B-A) = 2,209,080원/년	

□ 방울토마토 (원/10a)

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> · 지중저수열 시스템 (자부담 20%, 내구연한 15년 : $119,080,000 \times 20\% \div 15년$) = 1,587,700원 · 온풍난방기 (내구연한 6년*환산율2.5 : $3,200,000 \div 6년 \times 2.5$) = 1,333,250원 · 1,587,700원-1,333,250원 = 254,450원 	<ul style="list-style-type: none"> · 에너지절감비용 : 1,144,000원
소계 254,450원	소계 1,144,000원
○ 추정수익액(B-A) = 889,550원/년	

□ 확산 효과

- 대상시설 : 전국 연동비닐하우스 300ha
- 파급효과
 - 토마토 등 고온성 작물 재배 농가 난방비 절감액 7,517백만원

※ 문의 : 경기도농업기술원 원예연구과 심상연(전화 : 031-229-5802)

Ⅳ 국화 연동하우스 에너지절감 패키지 기술(경기농업기술원)

□ 시설 장치

○ 지중저수열 시스템(냉난방) + 고도화 시설(열교환탱크 5ton증설)



- 지하수 저장 물탱크의 수열을 열원으로 온실 냉난방용 냉온수를 생산하는 농업용 히트펌프 장치, 난방운전과 냉방운전이 모두 가능한 다목적 공조기
- 농림축산식품부의 '농업에너지이용효율화사업'으로 설치비 지원을 하고 있으며, 사업신청 시 농어촌공사(위탁시행기관)의 현장조사(지역, 시설, 재배작물) 지원으로 난방부하를 산출하여 시설용량과 사업비 결정

○ 다겹보온커튼(난방)



- 5겹(마트지2, PE폼2, 부직포1)으로 구성된 다겹 보온커튼
- 두께가 얇아 소형 권취모터를 사용할 수 있어 설치비가 절감되고 구동이 용이함
- 온실의 측벽 및 마구리벽에 설치하며 권취축 끝에 장착된 개폐모터에 의해 보온커튼을 주간에 감거나 야간에 난방시간에 펴으로써 보온성 개선

□ 관리 방법

○ 지중저수열 시스템

- 온도설정 : 동절기 재배작목에 맞는 난방온도 설정(일반 난방기와 동일)
- 주의사항 : 정전이나 전기적인 문제로 시스템 정지시 무선인터넷을 통한 핸드폰 알람 장치 필요, 충분한 지하수원 필요

○ 다겹보온커튼

- 개폐시점 : 동절기 일몰전 및 일출전 개폐, 시간 또는 온실온도로 자동제어 설정하며 일반 보온커튼과 동일한 개폐 관리
- 주의사항 : 개폐모터 리미트 고장 점검 및 예인선 단선 여부 수시 확인 필요

□ 실증연구 결과

○ 시험 개요

○ 시험장소 : 경기도 파주시 적성면 담안길 구광희 농가

○ 패키지 기술 : 지중저수열 시스템 + 다겹보온커튼 + 고도화기술



국화 지중저수열시스템
(TRHP-300W(30RT))



국화 시험포장

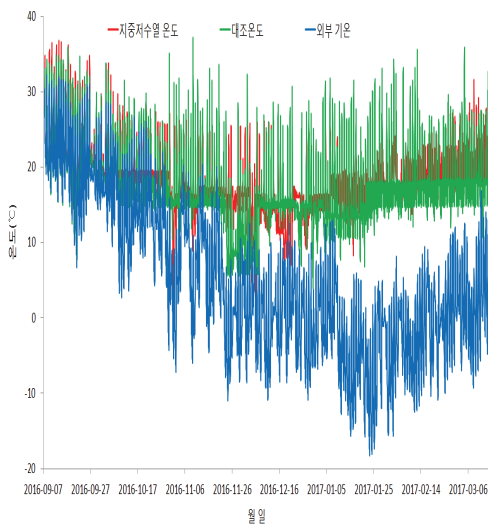


연동비닐하우스전경

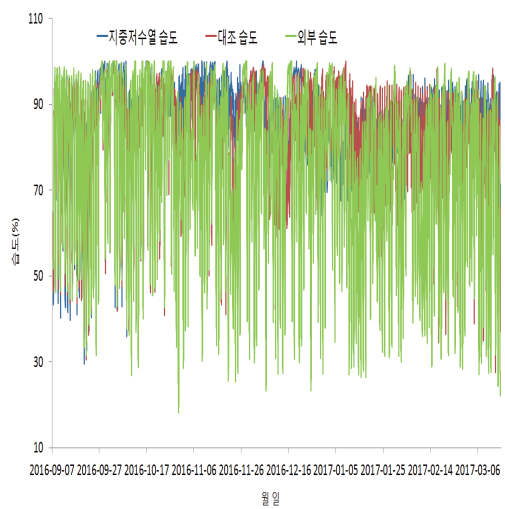
○ 시험 개요

- 시설규모 : 1-2W 3연동형비닐하우스, 남북동, 재배면적 1,008m²
- 재배방식 : 토경재배
- 작목(품종,재배기간) : 국화(본본다크 등3종, 2016.12.21. 정식, 2017.4.10. 종료)
- 시험내용 : 난방패키지(지중저수열 시스템+다겹보온커튼) 및 관행난방(온수보일러+다겹보온커튼) + 고도화시설(열교환탱크 5ton 증설)의 온실환경, 생육, 수량, 에너지 사용 분석

□ 온·습도 비교



<재배기간 중 온도변화>



<재배기간 중 습도변화>

○ 에너지절감 효과

□ 난방에너지 및 비용 비교

난방처리	전기소모량 (kw/10a)	기름소모량 (L/10a)	환산금액 (원)	이산화탄소 배출절감 (tCO ₂ /10a)
다겹보온커튼 + 지중저수열시스템	57,927	-	2,316,720	2.04231
다겹보온커튼 + 병커C 온수난방	-	12,000	9,900,000	
절감액 (등유 사용시)			7,583,280	77% 절감

- 지중저수열시스템 = 전기소모량 57,927kw/10a(농사용 을요금 39.2원/kw, 기본요금 70kw*1,150원),
46,000원 + 2,270,720원 = 2,316,720원

- 등유 온수난방 = 등유 12,000L/10a(면세유 825원/L), 9,900,000원

○ 경제성 분석

손실적요소(A)	이익적요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> · 지중저수열 시스템 (내구연한 10년 : 120,000,000÷10년) = 12,000,000원 · 수리비 120,000 + 이자 360,000 = 480,000원 · 국화 관리 추가 인건비 : 1,500,000원 · 온풍난방기 (내구연한 6년*환산율1.7 : 3,200,000÷6년*1.7) = 906,670원 · 13,980,000원-906,670원 = 13,073,330원 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지절감비용 - 7,583,280 생산물 소득 - 48,600,000원
<ul style="list-style-type: none"> · 소계 13,073,330원 	<ul style="list-style-type: none"> · 소계 56,183,280원
추정수익액(B-A) = 43,109,950원/10a(동계작형)	

□ 확산 효과

○ 대상시설 : 경기 국화 연동비닐하우스 40.5ha

○ 파급효과 : 연간 172억 소득증대

- 국화재배 농가 난방비 및 소득 증대 43백만원/10a/년

: 4,300백만원/ha×40.5ha(경기 국화 재배면적)×10% = 17,200백만원

※ 문의 : 경기도농업기술원 원예연구과 심상연(전화 : 031-229-5802)

□ 시설 장치

○ 다겹보온장치



- 커튼지는 물이 고이지 않는 재질을 선택한다.
- 예인로프는 $\phi 3.5$ 를 사용하며 매 1m간격으로 설치하고 커텐 처짐을 방지하기 위해 커텐 밑에 받침선은 $\phi 3$ 을 2m 간격에 5줄을 설치한다.
- 각종 롤러는 작동 중 커텐이 끼지 않도록 제작된 것을 사용한다.
- 예인로프는 수평개폐 되도록 당김 정도를 균일하게 조정하여 권취 드럼에 고정해야한다.
- 수평커텐 작동 모터(1hp)는 사용하며 중앙 절개식으로 설치한다.
- 축 파이프는 $\Phi 48.1 \times 2.1T$ 파이프를 축 베어링에 끼어 온실좌우측 중 한쪽만 선택하여 기둥에 고정한다
- 커텐지는 다겹보온(5겹) 커텐지를 설치한다.

○ 열회수형환기장치



- 판형 열교환기의 구조는 일정한 간격을 갖고 급기와 배기가 서로 분리된 상태로 교차하는 방향으로 흐르며 열에너지만 주고 받을 수 있어야 하며 케이스는 스텐레스로 제작한다.
- 제어장치는 온도제어, 시간제어, 외부제어 중 하나를 선택하면 자동으로 작동하며 과열시 전원을 차단하는 과열방지기가 부착되어 있어야 한다.
- 열회수형환기장치는 난방기능 (6만kcal)기능을 가져야 한다.
- 온도와 습도를 원하는 시간에 자동설정 가능하여야 한다.
- 소비전력에 알맞은 인입전기 시설을 확인하고 열회수형환기장치에 접속한다.
- 토출구에 덕트를 설치하고 송풍기를 작동하여 바람이 골고루 나오는지 확인하고 난방기능과 제습기능이 제대로 이루어지는지 확인한다.

□ 관리 방법

○ 다겹보온장치

- 커튼조합 : 5중다겹(천창/측면 독립 권취형)
- 개폐시점 : 일몰, 일출 후 1시간 전후에 개폐
- 설정온도 : 10°C
- 관리방법 : 자동/수동 콘트롤러 제어
- 주의사항 : 개폐시 최소 3단계로 나누어 실시할 것

○ 열회수형환기장치

- 난방방식 : 유류보일러(6만kcal/h)
- 개폐시점 : 오전 8~10시 사이에 가동
- 설정온도 : 10°C
- 주의사항 : 변온장치가 부착되어 있어야 효율성 높음

□ 자묘관리



- 10a당 300~400주 정식
- 적절한 런너 배치 및 하엽 제거로 관부 비대 촉진
- 비가림 재배 실시, 질소 시비 적게 공급
- 포트받기 실시 후 질소 중단
- 상토는 코코피트가 많이 함유되어 것을 사용

□ 정식



- 정식 후 온도를 최저 10°C 이상으로 관리
- 정식 후 건조하지 않도록 충분한 관수
- 11월 중·하순경에 저온피해를 받지 않도록 보온관리 철저
- 보온은 10월 중하순경으로 야간온도가 10°C 이하가 되는 시점

□ 양액관리



- pH : 5.8~6.25
- EC : 개화기 전 0.8~0.8, 개화 후 착과비대기 1.0~1.2 dS/m
- 공급량 : 급액량의 10% 정도가 배수되도록 공급

□ 재배관리



- 1~2화방 수확시기에 충분한 엽수 확보
- 1화방에 과다한 착과 방지로 2화방 생육 촉진 유도
- 저온으로 인한 세력약화는 꽃숙음이나 전조처리 실시
- 딸기의 경도 증진을 위해 칼슘과 규산 처리
- 수확 : 착색 85~90%

□ 농식품부 정책사업명(농업에너지절감이용효율화사업)

- 지원 내역
 - 열회수형 환기장치, 보온다겹장치
- 지원 자격 및 대상 시설 요건
 - 딸기 시설하우스 농가(연동 비닐하우스 0.2ha 이상)
- 지원 형태
 - 전액 국비 내지는 보조금 지원

□ 지자체 지원사업명(전북지역 고설재배 딸기 에너지절감 효율화 사업)

- 지원 내역
 - 딸기 연동하우스 에너지절감 패키지(보온다겹커튼 + 열회수형환기장치)
- 지원자격 및 대상 시설 요건
 - 전북지역 딸기 재배단지 : 567ha('15)
 - 대상시설 : 연동형 비닐하우스 0.2ha 이상
- 지원 형태 : 국비 80%, 자부담 20%
 - 보온다겹커튼(5겹), 열회수형환기장치(6만kcal/h)

□ 실증연구 결과

○ 시험 개요

- 시험장소 : 남원시 신정동 413 (하분숙 농가)
- 시설규모 : 5연동 비닐하우스
- 재배작형 : 축성재배(설향), 고설 수경재배
- 재배기간 : 정식(2016. 9. 5.), 수확(2016. 11. ~ 2017. 5.17)
- 시험매용 : 패키지기술(보온다겹+열회수형환기장치), 관행(보온다겹+등유난방)

○ 패키지 기술 : 열회수형환기장치 + 보온다겹장치



○ 에너지절감 효과 : 33.6% 절감

처리농가	전기사용량		유류사용량		총에너지 사용금액 (원)	에너지 절감률 (%)
	사용량 (Kw)	금액 (원)	사용량 (L)	금액 (원)		
에너지패키지투입농가 (보온다겹+열회수형환기장치)	5,897	247,084	3,000	1,272,420	1,519,504	33.6
대조농가 (보온다겹+기름난방)	5,015	210,128	4,900	2,078,286	2,288,414	

* 농업용 전기 사용기준 : 41.9원/kWh, 면세유 등유 : 402.19원/L

○ 생산성 향상 효과 : 수량 13.3% 증가

처리농가	품종	생산기간	상품수량 (kg/10a)	수량지수(%)
에너지패키지투입농가 (보온다겹+열회수형환기장치)	설향	'16.11~' 17.5.27	4,158	113.3
대조농가 (보온다겹+기름난방)	설향	'16.11~' 17.5.27	3,669	100

○ 경제성 분석

손실적요소(A)	이익적요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 연간총고정비용: 1,785,923원 - 감가상각비 : 1,363,300 - 수리비 : 13,633 - 고정이자 : 408,990 ○ 수확 인건비용 : 261,520원 - 여 7,472원×35시간= 261.520원 ○ 포장재 비용 : 49,000원 - 500원×98개 = 49,000원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 에너지절감비용(33.6%) : 768,910원 대조 2,288,414원 - 패키지 1,519,504원 = 1,174,872원 ○ 농약비 절감 : 135,000원 - 살균제 3종 ×18,000원×3회=135,000원 ○ 농약방제 노동력 절감 : 68,166원 - 남 12,756원×6시간=76,536원 ○ 생산수량 증대(11.3%) : 3,159,918원 - 489kg ×6,462원 = 3,159,918원
소계 2,096,443원	소계 4,131,994원
추정수익액(B-A)=2,035,551원	

* 2015년 지역별 농산물 소득자료(전북, 딸기) 노동비 : 남자 12,756원, 여 7,472원/일, 단가 : 6,462원/kg, 포장비 : 500원

□ 확산 효과

- 전북지역 연동형 비닐하우스를 이용한 딸기 고설재배시 시설 에너지 이용 효율 극대화를 위해 보온다겹커튼과 열회수형환기장치 투입시 생산성 향상 및 에너지 절감 효과가 뛰어나 소득향상과 경영비 절감 효과 우수
- 딸기 재배농가에 본 에너지 패키지 투입으로 10a당 2,035천의 소득향상 효과
- 에너지 절감 파급효과(적용면적×난방비용×에너지절감비율(%)/100) : 17,204백만원/년
 · 230ha × 22백만원 × 0.34 = 17,204백만원

※ 문의 : 전라북도농업기술원 김치선(전화 : 063-290-6131)

VI 딸기 단동하우스 에너지절감 패키지 기술(충북농업기술원)

□ 시설 장치

○ 공기열히트펌프



【특성】

- 히트펌프의 기본적인 사이클은 압축기, 응축기, 팽창밸브 및 증발기로 구성되며, 냉매가스의 압축과 증발로 대기중으로부터 열교환을 통해 저온 저밀도 열원을 고밀도 열원으로 바꾸는 기계장치(반영구적임)
- 영하 20℃에서 안정적으로 60℃온수 생산 가능
- 10RT용량 토마토 300평 13℃, 딸기 600평 8℃의 난방 가능

【설치요령】

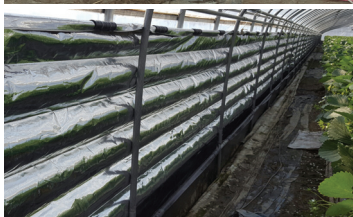
☞ 하우스 외부에는

- 4,000MM*4,000*200MM/H로 콘크리트로 기초베이스를 만든다.
- 히트펌프10R/T, 축열조(5톤)에 순환펌프와 배관을 연결한다
- 20L 기름통을 설치하여 급탕보일러에 기름호수로 연결한다.

☞ 하우스 내부에는

- 급탕보일러(50,000KCAL)와 기름유량계와 순환펌프를 설치 하여 배관을 축열조에 연결한다.
- 순환펌프를 출수배관에 1개, 회수배관에 1개를 설치하여 웬코일 유닛트에 온수를 흘려 보낸다. 웬코일유닛트 설치는 하우스 측창 측고나 고설베드 밑에 20M단위로 설치한다.
- 유동웬은 95M 하우스에 8개를 청장에 설치하여 속도제어기로 하우스 내부 온도가 일정하도록 유지시킨다.
- 중앙자동제어는 히트펌프 조절기,실내온도센서, 축열온도센서, 순환모터가동센서, 웬코일가동센서, 외부온도센서, 배관온도센서로 구성되어 있다.

○ 공기막단열재(덕트개선)



【특성】

- 알루미늄. pet. 타포리마대직물. 직조중착필름 2겹, 20cm 간격 재봉
- 보온성(%) 56.3
- 열전도율(w/m·℃) 0.047
- 복사열 차단과 광의 이용 효율을 증진
- 외, 내부 찬 공기 차단으로 보온력 향상

【설치요령】

- 하우스 내 길이에 맞게 파이프 (25mm)위, 아래 기둥 설치
- 예인선과 개폐모터로 상하 조절
- 개폐모터를 분전함에 연결하여 제어(자동, 수동)
- 덕트를 파이프에 펼쳐 걸치고 클립 1~2m 간격 고정

○ 다겹보온커튼



【특성】

- 커튼조합 : 마트지+부직포+니들펀칭+양면피폰+마트(5겹)
- 마트지는 보온효과, 마트천은 UV처리로 태양광선에 오래유지 가능하도록 양면에 설치함
- 부직포는 하우스내 습도 조절 기능을 하며, 니들펀칭은 부직포의 일종으로 공기층 형성으로 보온효과 높임
- 양면피폰은 단열작용하여 부직포와 마트지사이에서 열의 이동 차단하여 하우스내 온도 하강을 막아줌



【설치요령】

- 1) 개폐파이프는 KS 2.1t의파이프를 사용하여 개폐시축이 휘거나 부러지지 않게 함
- 2) 다겹치는 보온율이 70% 이상의 품질보증서 발행되는 천을 사용함
- 3) 다겹천 작업시 천을 고무퍼서 천의 처짐이나 천의 뭉쳐짐이 없도록 함
- 4) 개폐축에 천을 작업할시 크립을 채우고 크립 위에 피스작업을 하여 천의 미끄러짐이나 천이 크립에서 이탈하지 않도록 한다
- 5) 천의 중앙에 크립이나 끈 또는 파이프를 이용하여 다겹천이 열림상태에서 이탈하지 않도록 함
- 6) 모터는 천의 중량을 감당할 수 있도록 300W정도의 용량을 가진 모터를 사용함
- 7) 전선은 VCT 1,5mm이상의 전선을 사용함

□ 관리 방법

○ 공기열히트펌프

- 가동시점 : 정식전일 부터 가동
- 설정온도 : 축열탱크 설정온도는 45℃로 설정하고, 시설 내 팬코일 유니트 작동온도는 8℃로
- 주의사항 : 가동중 소음, 물 누스, 냉난방 가동 여부 확인

○ 공기막단열재(덕트개선)

- 개폐시점 : 타이머 수동, 자동 설정으로 조절
- 설정온도 : 작물별 온도 8 ~ 12℃
- 주의사항 : 파손주의, 겹침주의, 덕트 연결 부위 주의

○ 다겹보온커튼

- 개폐시점 : 일출 후 30분 정도
- 설정온도 : 시간 제어
- 주의사항 : 접합부 오일바르기, 과부하 등 전기사용 주의

VII 토마토 단동하우스 에너지절감 패키지 기술(충북농업기술원)

□ 시설 장치

○ 공기열히트펌프



【특성】

- 히트펌프의 기본적인 사이클은 압축기, 응축기, 팽창밸브 및 증발기로 구성되며, 냉매가스의 압축과 증발로 대기중으로 부터 열교환을 통해 저온 저밀도 열원을 고밀도 열원으로 바꾸는 기계장치(반영구적임)
- 영하 20℃에서 안정적으로 60℃온수 생산 가능
- 10RT용량 토마토 300평 13℃, 딸기 600평 8℃의 난방 가능

【설치요령】

☞ 하우스 외부에는

- 1) 4,000MM*4,000*200MM/H로 콘크리트로 기초베이스를 만듦
- 2) 히트펌프10R/T, 축열조(5톤)에 순환펌프와 배관을 연결
- 3) 20L 기름통을 설치하여 급탕보일러에 기름호수로 연결

☞ 하우스 내부에는

- 1) 급탕보일러(50,000KCAL)와 기름유량계와 순환펌프를 설치하여 배관을 축열조에 연결
- 2) 순환펌프를 출수배관에 1개, 회수배관에 1개를 설치하여 웬코일유닛트에 온수를 흘려 보내고, 웬코일유닛트 설치는 하우스 측창 측고나 고설베드 밑에 20M단위로 설치
- 3) 유동웬은 95M 하우스에 8개를 청장에 설치하여 속도제어기로 하우스내부 온도가 일정하도록 유지시킴
- 4) 중앙자동제어는 히트펌프 조절기,실내온도센서, 축열온도센서, 순환모터가동센서, 웬코일가동센서, 외부온도센서, 배관온도센서로 구성됨

○ 공기막단열재

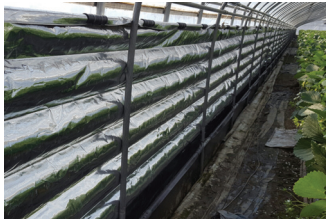


【특성】

- 알루미늄. pet. 타포리마대직물. 직조중착필름 2겹, 20cm 간격 재봉
- 보온성(%) 56.3
- 열전도율(w/m-℃) 0.047
- 복사열 차단과 광의 이용 효율을 증진
- 외, 내부 찬 공기 차단으로 보온력 향상

【설치요령】

- 하우스 내 길이에 맞게 파이프 (25mm)위, 아래 기둥 설치
- 예인선과 개폐모터로 상하 조절
- 개폐모터를 분전함에 연결하여 제어(자동, 수동)
- 덕트를 파이프에 펼쳐 걸치고 클립 1~2m 간격 고정



○ 다겹보온커튼



【특성】

- 커튼조합 : 마트지+부직포+니들펀칭+양면피폰+마트(5겹)
- 마트지는 보온효과, 마트천은 UV처리로 태양광선에 오래유지 가능하도록 양면에 설치함
- 부직포는 하우스내 습도 조절 기능을 하며, 니들펀칭은 부직포의 일종으로 공기층 형성으로 보온효과 높임
- 양면피폰은 단열작용하여 부직포와 마트지사이에서 열의 이동 차단하여 하우스내 온도 하강을 막아줌



【설치요령】

- 1) 개폐파이프는 KS 2.1t의 파이프를 사용하여 개폐시축이 휘거나 부러지지 않게 함
- 2) 다겹처는 보온율이 70% 이상의 품질보증서 발행되는 천을 사용함
- 3) 다겹천 작업시 천을 고루펴서 천의 처짐이나 천의 뭉쳐짐이 없도록 함
- 4) 개폐축에 천을 작업할시 크립을 채우고 크립 위에 피스작업을 하여 천의 미끄러짐이나 천이 크립에서 이탈하지 않도록 한다
- 5) 천의 중앙에 크립이나 끈 또는 파이프를 이용하여 다겹천이 열림상태에서 이탈하지 않도록 함
- 6) 모터는 천의 중량을 감당할 수 있도록 300W정도의 용량을 가진 모터를 사용함
- 7) 전선은 VCT 1.5mm이상의 전선을 사용함

□ 관리 방법

○ 공기열히트펌프

- 가동시점 : 정식전일 부터 가동
- 설정온도 : 축열탱크 설정온도는 55℃로 설정하고, 시설 내 팬코일 유닛 작동온도는 10℃로 설정한다.
- 주의사항 : 가동중 소음, 물 누스, 냉난방 가동 여부 확인

○ 공기막단열재(덕트개선)

- 개폐시점 : 타이머 수동, 자동 설정으로 조절
- 설정온도 : 작물별 온도 8 ~ 12℃
- 주의사항 : 파손주의, 겹침주의, 덕트 연결 부위 주의

○ 다겹보온커튼

- 개폐시점 : 일출 후 30분 정도
- 설정온도 : 시간 제어
- 주의사항 : 접합부 오일바르기, 과부하 등 전기사용 주의

□ 시설 장치

○ 상부개방형 다겹보온장치



1. 특성

- 방 식 : 상부개방형
- 커튼조합 : 마트지2, PE폼1,부직포2
- 작동방식 : 랙 앤 피니언 방식

2. 설치 요령

- 측면 랙이 설치되는 부분은 수평이 되어야 함
- 랙의 설치간격은 4m로 설치한다.
- 모든 랙이 피니언과의 간격이 일정하도록 하여야 작동 모터의 부하가 적다.

○ 축열식 공기열히트펌프



1. 특성

- 공기열 히트펌프 용량 및 냉매 : 20kw/h, R407
- 축열탱크용량 : 30Ton

2. 설치 요령

- 히트펌프 설치위치는 시설외부에 설치하고 직접 바람이 맞지 않는 곳에 설치한다.
- 축열탱크 내부 보온재 10cm이상으로 한다.

□ 시설 관리 방법

○ 상부개방형 다겹보온장치

- 개폐시점 : 일출 후 1시간 후 개폐하되, 30분당 10%씩 개폐하도록 한다.
- 주의사항 : 기어가 마모되지 않도록 접합부에 오일을 주기적으로 피복해 한다.

○ 축열식 공기열히트펌프

- 설정온도 : 축열탱크 설정온도는 55℃로 설정하고, 시설 내 팬코일 유닛 작동온도는 10℃로 설정한다.
- 주의사항 : 열탱크 위치는 내부에 설치하는 것이 열 손실이 적다.

○ 패키지 시설을 통한 난방효율 향상

- 축열식 공기열히트펌프는 축열 설정온도를 55℃로 설정하고 야간에는 외기온도가 낮아 열 생산효율이 낮아질 수 있으므로 45℃설정한다.
- 온실사이의 난방수 이동배관은 단열재로 피복하여 열손실을 줄인다

○ 정식 후 냉방기능 활용

- 딸기 정식초기 혹은 생육후기 고온기에 야간냉방을 적용할 때는 온도설정은 16 °C전후로 사용하되, 일출 전 3시간 전부터 냉방량을 줄여 온도가 온도가외기와 비슷한 수준이 되도록 관리해야 결로가 발생하지 않는다.
- 여름철 냉방에 공기열 히트펌프로 생산한 냉수를 활용할 경우 주간에 사용하기 보다는 야간온도를 낮추는데 사용하고, 보온커튼이 설치되었다면 냉방효율 증진을 위해 커튼을 폐쇄한 후 사용한다.

○ 적엽작업에 의한 병원균 침투 예방

9~10월 야간기온이 낮아져 시설 내 습도가 높아지고 결로가 발생하게 되는데 이 시기 적엽작업은 상처부위로 병원균이 침투할 수 원인이 된다. 40°C의 온도로 난방을 적절히 사용할 경우 병원균 침투를 예방할 수 있다.

○ 시설 내 잿빛곰팡이 등 병해 예방

강우 등으로 잿빛곰팡이병이 우려될 경우, 부분난방이 될 수 있도록 설정하면 병해를 예방할 수 있다.

○ 생육후기 이상고온으로 인해 고온장해 예방

기상이변으로 정식초기 혹은 생육후기 폭염발생 시 상부에 설치된 다겹보온커튼을 오전 10시부터 오후 3시까지 폐쇄하고 냉방을 실시하면 고온장해를 피할 수 있다.

□ 농식품부 정책사업명(농업에너지절감이용효율화사업)

○ 지원 내역 : 축열식 공기열히트펌프, 다겹보온커튼, 팬코일유닛 등

○ 지원 자격 및 대상 시설 요건

- 대상시설 요건
 - 농가별 농작물 재배온실 면적 1,000㎡ 이상 10,000㎡ 미만의 단열기준을 충족한 농업시설
 - 시설 부지확보는 자부담이 원칙, 보조금 지원한도 초과사업비는 지방비 또는 자부담으로 시행
 - 한국산업기술시험원, 한국기계전기전자시험연구원, 한국냉동공조인증센터 등 공인인증시험기관에서 '농업용냉난방기 검정방법'에 따른 성능인증시험을 받은 제품인면서, 한랭지 난방효율(COP2) 2.0 이상인 제품

○ 지원 형태

- 국고(보도 20%, 용자 30%), 지방비 30%, 자부담 20%

○ 지원한도액 기준 및 범위

- 다겹보온커튼
 - 상부개방형다겹보온커튼 : 25천원/㎡
 - 권취식 다겹보온커튼 : 13천원/㎡
- 축열식 공기열히트펌프를 이용한 난방시설 : 865천원/kW

○ 신청기관 : 시군농업기술센터

□ 실증연구 결과

- 시험장소 : 장성군 진원면 용산리 (김인종 농가)
- 패키지 기술 : 상부개방형 다겹보온커튼+축열식공기열히트펌프
- 수광량 개선효과 : 시설 내 수광률 12% 상승
- 에너지절감 효과 : 난방연료비 59% 절감

적용기술	전기사용량 (KW/10a)	유류사용량 (l /10a)	에너지비용 (원/10a)	비용절감효과 (%)
상부개방형다겹보온커튼 + 축열식공기열히트펌프	5,966	-	256,538	59
권취식다겹보온커튼 + 수막 + 등유온수보일러	-	779	623,200	-

- 생산성 향상 효과 : 수량 7% 상승

적용기술	과중 (g)	과장 (mm)	과폭 (mm)	가용성 고형물함량 (° Bx)	수량 (kg/10a)
상부개방형다겹보온커튼 + 축열식공기열히트펌프	18.4	42.1	32.8	9.2	4,527
권취식다겹보온커튼 + 수막 + 등유온수보일러	17.5	41.2	32.7	8.5	4,231

- 경제성 분석

시설 감가상각비 및 고정비는 10a당 1,515천원이 증가하나, 수광량 상승에 따른 생산성 향상으로 조수익은 2,503천원이 증가하고, 에너지 절감도 366천원이 가능해 1,000㎡당 1,118천원의 소득이 향상

□ 확산 효과

전국 2,770ha 중 30% 확산 시 연간 난방연료비 30억 절감, 생산액 144억 증가 기대

※ 문의 : 전남농업기술원 김효중 (전화 : 061-330-2545)

Ⅸ 딸기 단동하우스 에너지절감 패키지 기술(강원농업기술원)

□ 시설 자재와 장치

○ 다겹보온장치(권취식)



■ 구성 : 커튼(5겹)+에인로프(낙하선줄 Φ 4mm)+개폐모터+콘트롤러 제어함

- 커튼설치는 천창 및 측면 독립권취형으로 각기 제어되도록 설치
- 천창커튼지는 다겹(5겹*숨6온스), 측면 및 마감커튼지는 다겹(5겹*숨8온스)사용
- 측 커튼 개폐 에인로프는 25mm, 또는 낙하선줄 Φ 4mm를 사용, 당김 권취식 설치
- 천창 및 측면커튼사이에는 중간치마(5겹*8온스), 측면에는 1끈치마(0.1T) 설치
- 측면 권취축은 Φ 25×1.5t, 천창 권취축은 Φ 33.5×2.1t 파이프를 사용
- 개폐모터는 내습형, 리미트 장치는 수분으로부터 보호되도록 내장형을 사용
- 천창 다겹커튼설치는 1,2중 사이 간격을 30~40cm를 유지하도록 설치

○ 수막시설



■ 구성 : 전기양수기(220V,1HP)+ 분사호스

- 원수탱크(P.E원형 3000L)에서 여과기(50mm)를 거쳐 이물질이 걸러낸 후 분수호스로 이송이 용이하도록 설치
- 분수호스를 호스고리에 이용하여 평평하게 고정
- 퇴수는 1,2중 치마부분에 방수천막지를 구배를 잡아 평평하게 고정 설치

○ 근권난방



■ 장치 : 전기식 축열보일러, 유류보일러 병행 운영

- 전기식축열보일러는 1.5t, 유류보일러 50,000kcal/h
- 순환모터는 220v, 1HP사용하여 일정온도에서 순환되도록 설정

□ 관리방법

○ 다겹보온장치

- 커튼조합 : 5중다겹(천창/측면 독립 권취형), 내구성 : 7년
- 개방시점 : 10:00~17:00, 폐쇄시점 : 17:00~10:00
- 관리방법 : 자동/수동 콘트롤러 제어해야 하며 전동장치는 내습형 개폐모터/리미트 사용

○ 수막시설

- 수막방식 : 2라인 분사호스(220v-1HP, 살수량 : 200L/min./10a)
- 관리방법 : 물탱크 또는 지하수를 사용할 경우 충분하게 용수량을 확보해야함

○ 근권난방

- 난방방식 : 전기식축열보일러 1.5t, 유류보일러(5만kcal/h, 내구성 10년), 설정온도 : 15°C
- 관리방법 : 온도센서 이용 자동 온도조절로 하우스 베드내 온도를 균일하게 관리

□ 고설베드 정비



- 배지 소독 : 작물 철거 전 원수만 공급해 염류세척
 - P3(페론산) 200~500배액으로 관주, 3~4시간 경과 살균 종료
 - 급액라인에 P3남아있으면 정식초기 활착에 영향
- 코코피트배지 충전 및 포습
 - 작물 철거 전 배지는 말리고, 오염된 배지는 제거
 - A액을 이용해 EC 0.6dS/m로 포습(80cc 씩 수회)

□ 정식



- 정식시기 : 9월 상~10월 중순
 - 묘령이 길수록(60일 이상), 체내 질소가 적을수록 조기정식 가능
- 재식밀도 : 9,000~10,000주/10a
- 관부가 1/2~2/3정도 묻히게 정식
 - 정식깊이가 깊으면 활착지연 및 생장점 고사, 얇으면 활착불량
- 수확이 용이하게 30~40° 기울여 화방이 바깥쪽을 향하도록 정식

□ 양액재배



- 원수 분석(EC, pH 등) 후 사용
- 일기와 생육단계별 EC 관리(정식, 개화, 수확)
 - 정식기, 고온기, 맑은날 : 낮게 공급
 - 착과기, 저온기, 흐린날 : 비교적 높게 공급
- 적정 pH 유지 : 5.2~6.2
- 적정 근권온도 유지 : 주간 18~21°C, 야간 8°C 이상
- 급액 간격 조절 및 함수율(55~70%)유지 : 소량 다회 또는 다량 소회

□ 재배관리



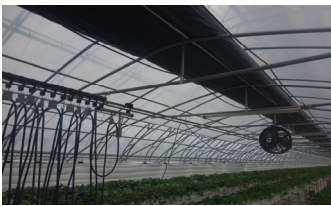
- 무병건전묘 선발(화아분화 검경)
- 야간 5°C 이상으로 온도관리
- 화방당 5~7과 적과
- 잿빛곰팡이병 방제 철저
- 개화기 약제살포 금지/꿀벌방사(8,000마리/10a)
 - 18~21°C에서 활동이 왕성하며, 14°C이하에서 활동이 둔해진다.

□ 실증연구 결과

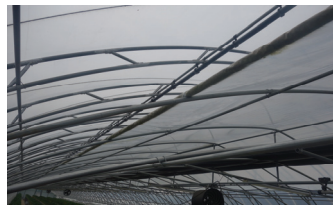
○ 시험 개요

- 시험장소 : 강원도 속초시 노학동 1126-1(김은수 농가)
- 시설규모 : 아치형 단동형 2중 비닐하우스(폭 9m×높이 4.2m× 길이72m) 4동(0.2ha)
- 재배작형 : 동계재배(품종 : 설향), 고설재배
- 재배기간 : 정식(2015. 9. 4.), 수확(2015. 12. 10.~2016. 6. 25.)
- 시험내용 : 다겹보온커튼+수막시설+근권난방, (대조 : 전기온풍기 11.5kW)

○ 패키지 기술 : 다겹보온커튼 + 수막시설 + 근권난방



다겹보온커튼



수막시설



근권난방

○ 에너지절감 효과

패키지기술	에너지 사용량 (kwh/10a)	전기요금 (원/10a)	절감율 (%)
대조구(전기온풍기)	30,117.5	1,531,111	0
패키지A(다겹보온커튼)	24,277.1	1,252,871	18.2
패키지B(다겹보온커튼+근권난방)	21,834.5	1,136,507	25.8
패키지C(다겹보온커튼+근권난방+수막시설)	14,551.8	789,554	48.4

※ 난방시기(2년 평균) : 1년차('14.12 ~ '15.01), 2년차('15.12 ~ '16.01)

※ 전력 단가(농사용(을)-고압) : kwh당 51~54원(70kW 기본요금 1,210원/kW 포함) 적용

○ 생산성 효과

패키지기술	수확과수 (개/10주)	평균과중 (g)	상품수량 (kg/10a)	판매금액 (천원/10a)
대조구(전기온풍기)	134.7	16.8	2,263.0	22,630
패키지A(다겹보온커튼)	148.2	18.5	2,738.2	27,382
패키지B(다겹보온커튼+근권난방)	138.4	22.0	3,036.8	30,368
패키지C(다겹보온커튼+근권난방+수막시설)	143.2	23.2	3,313.9	33,139

※ 재식주수 : 10,000주/10a, 판매가격(2년 평균) : 10,000원/1kg(농협 평균 납품단가)

※ 수확시기(2년 평균) : 1년차('14.12 ~ '15.04), 2년차('15.12 ~ '16.04)

○ 경제성 분석

손실적 요소(A)(ha/천원)	이익적 요소(B)(천원/ha)
○ 증가되는 비용 : - 감가상각비 29,482 - 수리보수비 295 - 고정자본이자 884 * 연간 총고정비 30,661 - 인건비 2,636 - 포장비 539 연간 총 비용(A) : 33,836	○ 증가되는 이익 : - 딸기 증수 105,100 - 난방비 절감 7,416 연간 총 증가수입(B) : 112,516
○ 추정 수익액(B-A) = 78,680천원/년	

※ 2016 농업과학기술 경제성 분석 기준자료집 : 내구연한, 농업노임(여자), 생산 단가(축성재배, 시설딸기)

□ 확산 효과

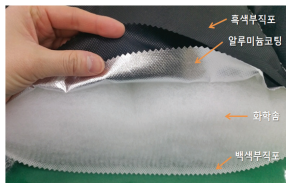
- 중부지역 단동형 비닐하우스를 이용한 딸기 재배시 시설 에너지 이용 효율 극대화를 위해 기존 2중 비닐피복과 수막시설 및 근권난방에 다겹보온커튼을 설치하면 단편적인 시설투입보다 34.2% 수량이 증대되며, 난방비도 48.2% 절감할 수 있었음
- 파급효과는 7,410천원/ha/년 에너지절감, 78,680천원/ha/년 농가소득 향상 기대

※ 문의 : 강원도농업기술원 원예연구과 원재희(전화 : 033-248-6061)

X 참외 단동하우스 에너지절감 패키지 기술(경북농업기술원)

□ 시설 자재와 장치

○ 기능성 보온덮개



■ 구성 : 백색부직포(55g)+화학솜(15온스)+알루미늄코팅부직포(35g)
+흑색부직포(55g)

- 기존 보온덮개에서 단열효과가 높은 알루미늄 코팅 부직포 1겹을 추가하였음

<알루미늄 코팅 부직포 성능>

- 알루미늄 순도 99.9% 이상의 소재를 압축 분사 도포 방식 이용
- 투습도 3,927g/m²24h, 단열(IR 반사율) 78~95%, 항균작용

○ 연질강화필름



■ PO(Polyolefin film)계 필름 : 0.15mm 두께

- 단동 비닐하우스 외피복용 연질 필름으로 5년 이상 장기 사용 가능
- 저온기 외부 기온으로부터 보온 효과 탁월함
- 고온기 산란광(빛 흩어짐) 비율이 증대하여 여름철 작물 생육에 이로움

○ 연결하우스



■ 표준 규격하우스 5동 이상 한쪽 측면을 T자 형태로 연결한 하우스

- 단동하우스 한쪽 면을 연결하여 단동형과 연동형의 장점을 복합한 시설형태
- 시설 내 광량 증가로 인해 온도가 빠르게 올라가고 초기 생육이 좋음
- 수정별 관리와 수확 운반 등 작업 환경을 개선하여 노동력 절감 효과

□ 선택 및 관리 시 주의사항

○ 기능성 보온덮개

- 알루미늄 코팅 소재 선택 시 투습 기능 여부를 확인하여, 터널 내 습도가 과도하게 올라가지 않도록 환기관리에 주의해야 함 (저온기 다습하게 관리 될 경우 병 발생 가능성이 매우 높아짐)

○ 연질강화필름

- 광 투과율이 높고 보온력이 검증 된 장기성 필름을 선택해야 하고, 투과되는 광선이 산광(散光)되는 것이 좋고, 생육에 유효한 파장대의 광선이 차단되지 않아야 함

○ 연결하우스

- 참외 무가운 재배 시 단동형 하우스는 남북동 방향으로 설치하는 편이기 때문에 북서풍의 바람을 피하기 위해 북쪽면에 연결하우스를 설치하는 것이 보온관리에 유리함
- 바람이 많이 부는 지형에서는 골조용 파이프 규격, 간격, 설치 높이를 정해야 안전함

□ 파종 및 정식

○ 파종 및 육묘



- 파종 : 줄뿌림(정식모종 수 2배)
- 파종기 : 정식 기준 육묘일수 40~45일 역산
- 접목 : 편엽합접(대목 : 호박)
- 접목시기
 - 참외 : 본잎 1매 완전전개
 - 호박 : 떡잎 전개 시



- 육묘상 : 전열온상(25~30°C)
- 접목직후 관리 : 4~5일 활착을 위해 시들지 않도록 관리
- 접목활착 후 관리 : 집게핀 제거 후 광량을 높여 묘소질 향상
- 육묘 후기 관리 : 어미 덩굴의 본잎 4~5매를 남기로 순치기(아들덩굴 유인)

○ 정식



- 정식준비
 - 정식 2개월 전 퇴비와 밀거름을 사용하고 깊이 갈아엎은 다음 로터리 작업을 해야 가스장해 방지 가능
 - 하우스 길이 방향으로 넓은 이랑 2개를 만들고, 외부보다 내부를 25~30cm 높게 만들어 야 지온상승 효과 높음
- 정식방법
 - 참외는 무가온 재배이기 때문에 저온기에는 지온 확보가 가장 중요하며, 지온 14°C 이하가 되면 뿌리털 발생이 정지 되므로 뿌리의 분포가 많은 10~20cm 지온이 최저 15°C 이상 유지해야 함
 - 포기간격 40~50cm로 육묘용 상토가 약간 보일 정도로 얇게 심으며, 접목 부위가 완전히 노출되게 심어야 함

□ 덩굴고르기와 순지르기



- 어미덩굴 순지르기 : 육묘 후기 또는 정식 초기에 아들덩굴을 고르게 발생시키기 위해 실시하며, 본 잎 3~4매를 남기고 실시
- 아들덩굴 순지르기 : 아들덩굴이 30~40cm 정도 자랐을 때 한 포기 내에서 덩굴길이 비슷한 것을 2개 남기고 나머지는 잘라냄
- 손자덩굴 순지르기 : 참외는 손자덩굴에서 착과시키므로 손자덩굴 몇 개를 남길 것인가를 결정한 후 착과시킬 숫자보다 1~2개정도 남기고 나머지는 제거
- 착과지 관리 : 암꽃이 착생한 다음의 잎을 한 장 남기고 인공수정(착과제) 직전에 순지르기

□ 시설환경관리



- 광환경 관리
 - 일조량이 많으면 암꽃이 충실해지고 결실률이 좋아지므로, 저온기에는 햇빛을 조금이라도 더 이용할 수 있는 관리가 절대적으로 필요하므로 외피복자재 이용시 광 투과율이 우수한 것을 선택해야 함
- 온도 관리
 - 참외는 고온성 작물로 낮온도 30°C 전후, 밤온도 18~20°C가 생육 적온임
 - 낮온도를 높게 관리하면 숙기는 단축되지만 상품성이 낮은 과실을 생산할 가능성이 높으므로 환기에 신경써야하고, 밤온도를 높게 관리하면 생육이 왕성하고 수확기가 단축됨(야간 다검보온덮개를 이용한 단열 효과 중요)



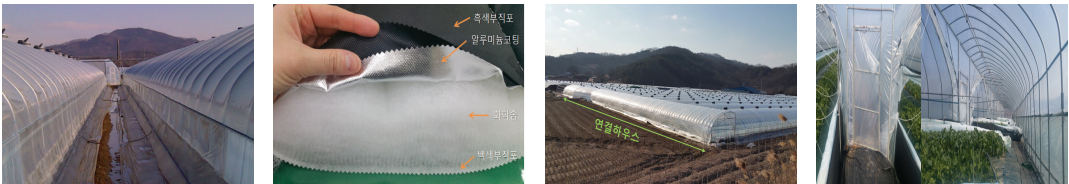
- 수분 관리
 - 저온기에 많이 발생하는 발효과는 주로 착색기 이후 토양수분이 과다하고 저온, 다습 등 증산이 억제되는 기상조건에서 쉽게 발생하므로 점적호스를 이용한 적정 관수(관수 개시점 : -30~-50kPa)를 실시하는 것이 중요
- 공기(탄산가스) 관리
 - 이산화탄소는 광합성에 필수적인 요소로 대기 중에서 공급되지만 저온기 환기를 자주하지 못하는 참외재배 특성상 인위적으로 탄산가스를 시비하는 것이 품질 및 수량 증대에 필수적임

□ 실증연구 결과

○ 시험 개요

- 시험장소 : 경북 성주군 월항면 월항로 322-83(박진순 농가)
- 시설규모 : 단동형 1중 비닐하우스(폭6.3m×높이2.5m×길이80m, 남북방향) 12동(6,048m²)
- 재배작형 : 축성재배(참사랑풀참외/에이스토좌 접목묘), 토경재배
- 재배기간 : 정식(2015. 12. 14.), 수확(2016. 2. 28.~2016. 4. 30.)
- 시험내용 : 패키지기술, 관행(0.08mm PE필름+15온스 보온덮개)

○ 패키지 기술 : 기능성 보온덮개+PO계 필름+연결하우스



외피복재(좌 : PO, 우 : PE)

기능성보온덮개

10동 연결하우스

연결하우스 내부

○ 에너지이용 극대화 효과

- 저온기 시설 내·외부 야간(18:00~09:00) 평균 기온 및 지온 편차 비교

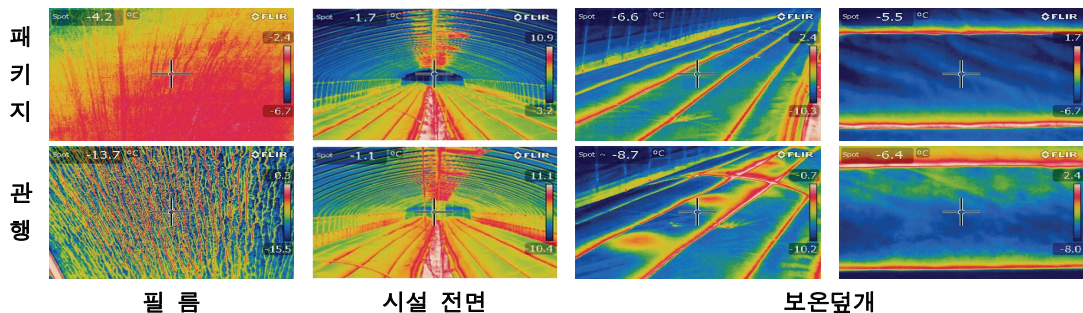
측정시기	외부야간 기온(°C)	야간평균기온(°C)			야간평균지온(°C)		
		패키지	관행	편차	패키지	관행	편차
12월	-4.9	20.7	17.5	3.2	24.4	22.2	2.2
1월	-8.5	17.6	15.7	1.9	22.2	20.6	1.6
2월	-0.6	19.0	18.0	1.1	22.2	21.2	1.0

* 측정일자 : 12월(25~29일), 1월(22~26일), 2월(24~28일)

- 시설 내부 열화상이미지 비교

(관행) 보온덮개 양쪽 측면부 새는 열로 인해 표면 온도 상승(열손실 발생)

(패키지) 필름 최저온도 -6.7°C로 관행 대비 8.8°C 상승(야간 보온력), 보온덮개 알루미늄 단열효과로 인해 밖으로 새는 열이 적어 표면 방출 온도 0.9~1.3°C 낮음(단열 효과)



필름

시설 전면

보온덮개

* 촬영시간 : 2016. 2. 24, 22:00

○ 생산성 효과

처리내용	첫수확소요일수 (일)	수확과수 (개/10a)	수확량 (kg/10a)	수확지수
패키지	76	5,090	1,734.0	147
관행	83	3,480	1,182.6	100

※ 수확소요일수 : 정식~첫수확일, 수확시기 : 2016. 2. 28 ~ 2016. 4. 30 까지

○ 경제성 분석

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 비용 - 단동 비닐하우스용 패키지 설치 · 감가상각비 : 477,320원 · * 기능성보온덮개 : 458,000원 ÷ 5년 = 91,600원 · * PO필름 : 2,000,000원 ÷ 7년 = 285,720원 · * 연결하우스 : 1,000,000원 ÷ 10년 = 100,000원 · 고정비용 용역비 : 42,360원 · * 기능성보온덮개 : 458,000원 ÷ 2 × 0.49 × 0.05 = 5,610원 · * PO필름 : 2,000,000원 ÷ 2 × 0.49 × 0.05 = 24,500원 · * 연결하우스 : 1,000,000원 ÷ 2 × 0.49 × 0.05 = 12,250원 · 수선비 : 6,740원 · * 기능성보온덮개 : 458,000원 ÷ 2 × 0.49 × 0.06 = 6,740원 - 수확노동력 증가 : 300,000원 · 100,000원 × 3회 = 300,000원 - 계(A) : 826,420원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 수입 - 단가 : 46,100원/10kg - 수량증가 : 2,541,950원 <li style="padding-left: 20px;">551.4kg/10a × 4,610원 = 2,541,950원 - 계(B) : 2,541,950원
○ 추정수익액(B-A) = 1,715,530원	

※ 패키지 투입시 기존 제품과의 차액 증가분 적용, 단가 : 2016년 3~4월 평균 참외(중품, 10kg)가격, 서울시농수산물공사

□ 확산 효과

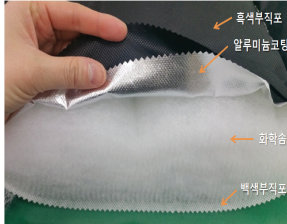
- 경북지역 단동형 비닐하우스를 이용한 참외 재배시 시설 에너지 이용 효율 극대화를 위해 광 투과율이 높은 PO계 필름과 단열 효과가 뛰어난 알루미늄코팅 보온덮개 이용시 생산성 향상 및 고품질의 참외를 연중 안정 생산 가능
- 단동형 비닐하우스를 연결해 주는 연결하우스는 단동형의 장점에 연동형의 효과를 가져와 시설 내 환경 관리가 용이하고 본포관리, 수확운반 시설 등의 작업 환경을 개선시켜 노동력을 절감할 수 있음
- 파급효과(소득증가분 × 성주 재배면적 × 적용비율) : 약 125억원/년
 - 17,155천원/ha × 3,655ha(경북 성주 참외 재배면적) × 20% = 12,540백만원

※ 문의 : 경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소 이지은(전화 : 054-931-6789)

XI 참외 단동하우스 에너지절감 패키지 기술(경북농업기술원)

□ 시설 자재와 장치

○ 기능성 보온덮개



■ 구성 : 백색부직포(55g)+화학솜(15온스)+알루미늄코팅부직포(35g)+흑색부직포(55g)

- 기존 보온덮개에서 단열효과가 높은 알루미늄 코팅 부직포 1겹을 추가하였음

<알루미늄 코팅 부직포 성능>

- 알루미늄 순도 99.9% 이상의 소재를 압축 분사 도포 방식 이용
- 투습도 3,927g/m²24h, 단열(IR 반사율) 78~95%, 항균작용

○ 연결하우스



■ 표준 규격하우스 5동 이상 한쪽 측면을 T자 형태로 연결한 하우스

- 단동하우스 한쪽 면을 연결하여 단동형과 연동형의 장점을 복합한 시설형태
- 시설 내 광량 증가로 인해 온도가 빠르게 올라가고 초기 생육이 좋음
- 수정별 관리와 수확 운반 등 작업 환경을 개선하여 노동력 절감 효과

○ 탄산가스발생제



■ 탄산시비 형태 : 고체분말형 고농도 탄산가스발생제 활용

- 10a 당 10~20봉지(100g/봉)를 하우스 내부 상단 또는 이랑 위에 설치
- 설치시기 : 1~2월경으로 과실 착과 후부터 환기가 어려운 저온기에 실시

○ 공기순환팬



■ 규격 및 용량 : 소형 프로펠러팬(용량 30m³/min)

- 바닥면적 당 0.6m²/min 기준으로 100m 하우스에 공기순환팬 10대를 작물 상단부 1~1.5m 높이로 2줄 설치
- 공기 흐름 방향은 열원에서 공기를 불어내서 다시 돌아오는 방향으로 배치

□ 선택 및 관리 시 주의사항

○ 탄산가스발생제

- 설치와 사용법이 간편하지만 탄산가스 농도와 발생시간을 조절할 수 없고 내부 환경조건에 따라 사용기간 다르므로 약 1개월 전후로 확인 후 교체해야 함
- 과도하게 설치할 경우 이취가 발생하여 환기가 부족한 시설 내에서는 농작업에 불편함을 줄 수 있으니 적정 사용량을 권장함

○ 공기순환팬

- 수평적인 공기 흐름을 만들기 위해 작물 군락 위에 팬을 설치하는 것이 효과적임
- 최소 기류속도는 0.2m/s이고, 적정 기류속도는 0.3~0.5m/s이며, 1m/s를 초과해서는 안됨
- 동절기 시설 내 불균일한 기온 분포와 다습한 환경을 개선하기 위해 시설 내부의 온도가 33±2°C 이상일 때 작동하도록 함

□ 파종 및 정식

○ 파종 및 육묘



- 파종 : 줄뿌림(정식모종 수 2배)
- 파종기 : 정식 기준 육묘일수 40~45일 역산
- 접목 : 편엽합접(대목 : 호박)
- 접목시기
 - 참외 : 본잎 1매 완전전개
 - 호박 : 떡잎 전개 시



- 육묘상 : 전열온상(25~30°C)
- 접목직후 관리 : 4~5일 활착을 위해 시들지 않도록 관리
- 접목활착 후 관리 : 집게핀 제거 후 광량을 높여 묘소질 향상
- 육묘 후기 관리 : 어미 덩굴의 본잎 4~5매를 남기로 순치기(아들덩굴 유인)

○ 정식



- 정식준비
 - 정식 2개월 전 퇴비와 밀거름을 시용하고 깊이 갈아엎은 다음 로터리 작업을 해가 가스장해 방지 가능
 - 하우스 길이 방향으로 넓은 이랑 2개를 만들고, 외부보다 내부를 25~30cm 높게 만들어야 지온상승 효과 높음
- 정식방법
 - 참외는 무가온 재배이기 때문에 저온기에는 지온 확보가 가장 중요하며, 지온 14°C 이하가 되면 뿌리털 발생이 정지 되므로 뿌리의 분포가 많은 10~20cm 지온이 최저 15°C 이상 유지해야 함
 - 포기간격 40~50cm로 육묘용 상토가 약간 보일 정도로 얇게 심으며, 접목 부위가 완전히 노출되게 심어야 함

□ 덩굴고르기와 순치르기



- 어미덩굴 순치르기 : 육묘 후기 또는 정식 초기에 아들덩굴을 고르게 발생시키기 위해 실시하며, 본 잎 3~4매를 남기고 실시
- 아들덩굴 순치르기 : 아들덩굴이 30~40cm 정도 자랐을 때 한 포기 내에서 덩굴길이 비슷한 것을 2개 남기고 나머지는 잘라냄
- 손자덩굴 순치르기 : 참외는 손자덩굴에서 착과시키므로 손자덩굴 몇 개를 남길 것인가를 결정한 후 착과시킬 숫자보다 1~2개정도 남기고 나머지는 제거
- 착과지 관리 : 암꽃이 착생한 다음의 잎을 한 장 남기고 인공수정(착과제) 직전에 순치르기

□ 시설환경관리



- 광환경 관리
 - 일조량이 많으면 암꽃이 충실해지고 결실률이 좋아지므로, 저온기에는 햇빛을 조금이라도 더 이용할 수 있는 관리가 절대적으로 필요하므로 외피복자재 이용시 광 투과율이 우수한 것을 선택해야 함
- 온도 관리
 - 참외는 고온성 작물로 낮온도 30°C 전후, 밤온도 18~20°C가 생육 적온임
 - 낮온도를 높게 관리하면 숙기는 단축되지만 상품성이 낮은 과실을 생산할 가능성이 높아지므로 환기에 신경써야하고, 밤온도를 높게 관리하면 생육이 왕성하고 수확기가 단축됨(야간 다검보온덮개를 이용한 단열 효과 중요)



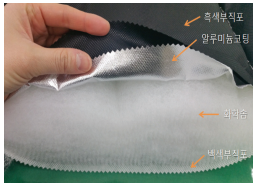
- 수분 관리
 - 저온기에 많이 발생하는 발효과는 주로 착색기 이후 토양수분이 과다하고 저온, 다습 등 증산이 억제되는 기상조건에서 쉽게 발생하므로 점적호스를 이용한 적정 관수(관수 개시점 : -30~-50kPa)를 실시하는 것이 중요
- 공기(탄산가스) 관리
 - 이산화탄소는 광합성에 필수적인 요소로 대기 중에서 공급되지만 저온기 환기를 자주하지 못하는 참외재배 특성상 인위적으로 탄산가스를 시비하는 것이 품질 및 수량 증대에 필수적임

□ 실증연구 결과

○ 시험 개요

- 시험장소 : 경북 성주군 월항면 월항로 322-83(박진순 농가)
- 시설규모 : 단동형 1중 비닐하우스(폭6.3m×높이2.5m×길이80m, 남북방향) 12동(6,048m²)
- 재배작형 : 축성재배(참다복꽃참외/왕중왕토좌 접목묘), 토경재배
- 재배기간 : 정식(2016. 12. 14.), 수확(2017. 3. 1.~2017. 5. 5.)
- 시험내용 : 고도화패키지기술, 대조(0.15mm PO필름+15온스 보온덮개)

○ 고도화 패키지 기술 : 기능성 보온덮개+연결하우스+탄산가스발생제+공기순환팬



기능성보온덮개



연결하우스



탄산가스발생제

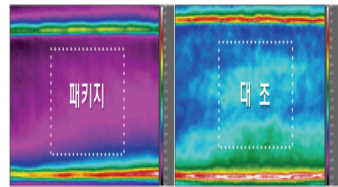


공기순환팬

○ 에너지이용 극대화 효과

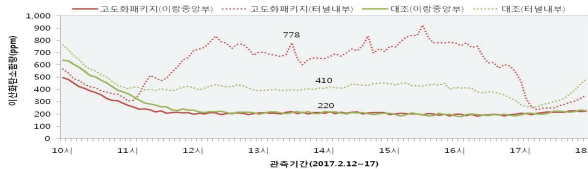
- (기능성보온덮개) 야간 표면 방출 온도

처리내용	평균온도 (°C)	중앙온도 (°C)	최대온도 (°C)	최소온도 (°C)
고도화패키지(A)	-4.6±0.4	-4.7	-3.1	-5.2
대 조(B)	-2.3±0.5	-2.3	-1.0	-3.4
편 차(A-B)	-2.3	-2.4	-2.1	-1.8



※ 측정조건 : 2017. 2. 15. 22시경(3지점 평균), 적외선카메라(Emissivity 0.95)

- (탄산가스발생제) 이산화탄소 함량 일변화와 광합성 능력



처리내용	광합성률 (μmolCO ₂ ·m ⁻² ·s ⁻¹)	엽록소함량 (mg/g fresh wt.)
고도화패키지	26.21 a ²	1.35 a
대 조	23.64 b	1.16 b

※ 측정지점 : 시설 중앙 바닥~45cm 높이, 터널 이랑~15cm 높이(식물체 부위)

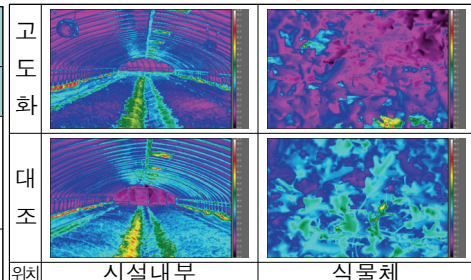
※ 측정일시 : 2017. 2. 15. 12시경, 상업 10매

²Mean separation within columns by DMRT at 5% level.

- (공기순환팬) 주간 10~17시 월별 평균 기온

- 주간 시설내부 열분포

처리내용	1월 주간 평균기온(°C)			2월 주간 평균기온(°C)		
	상단	중단	하단	상단	중단	하단
고도화패키지(A)	26.9	28.4	27.6	31.0	32.2	32.5
대 조(B)	25.5	28.5	25.6	30.1	32.7	31.5
편 차(A-B)	1.4	-0.1	2.0	0.9	-0.5	1.0



※ 측정기간 : 맑은 날 기준 - 1월(1, 3, 4, 7, 8, 10, 11일), 2월(1, 2, 3, 4, 6, 7, 9일)

○ 생산성 효과

처리내용	상품수량 (kg/10a)	상품과율 (%)	조수입 (원/10a)	수확지수
고도화패키지	1,402	87.2	7,930,250	114
대 조	1,229	85.7	6,955,380	100

※수확기간 : 2017. 3. 1 ~ 2017. 5. 5 까지

※단가 : 시설참외5,658원/kg(3~5월 평년 평균), 2016 농업과학기술 경제성분석 기준자료집

○ 경제성 분석

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 비용 - 감가상각비 472,000원 - 수리보수비 3,000원 - 고정자본이자 13,000원 * 연간 총고정비 488,000원 - 인건비 67,000원 - 포장비 50,000원 - 연간 총 비용(A) : 605,000원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 이익 - 수량증가 974,873원 172.3kg/10a × 5,658원 = 974,873원 - 수정용 별 감소 120,381원 - 병방제 농약비 절감 3,785원 - 노동력 절감 53,632원 - 연간 총 증가수입(B) : 1,152,671원
<ul style="list-style-type: none"> ○ 추정 수익액(B-A) = 547,671원 	

※ 2016 농업과학기술 경제성 분석 기준자료집 : 내구연한, 농업노임(여자), 생산 단가(시설참외 2015 평년 3~5월)

※ 연결하우스 영농활용 참고자료 활용 : 참외 연결하우스의 활용 만족도와 경영성과, 2013

- 시험연구내역 분석자료

구분	내구성 (년)	설치비 (천원/10a)	감가상각비 (천원/년)	수리비 (천원/년)	고정이자 (천원/년)	연간비용 (천원)
기능성보온덮개	5	458	92	-	3	95
연결하우스	10	1,000	100	1	3	104
탄산가스발생제	-	60	60	-	-	60
공기순환팬	5	1,100	220	2	7	229
계		2,618	472	3	13	488

※잔존율: 0 %, 수리비: 1%, 연이율: 3 %

□ 확산 효과

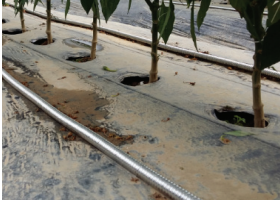
- 경북지역 단동 비닐하우스를 이용한 참외 재배시 시설 에너지 이용 효율 극대화를 위해 고도화 기술(기존 패키지+탄산가스발생제+공기순환팬)을 투입시 시설 환경 개선 및 생산성 향상
- 파급효과(소득증가분×경북 재배면적×적용비율) : 약 51억원/년
 - 5,477천원/ha × 4,652ha(경북 참외 재배면적) × 20% = 5,096백만원

※ 문의 : 경상북도농업기술원 성주참외과채류연구소 이지은(전화 : 054-931-6789)

XII 시설꽃고추 단동하우스 에너지절감 패키지 기술(경남농업기술원)

□ 시설 자재와 장치

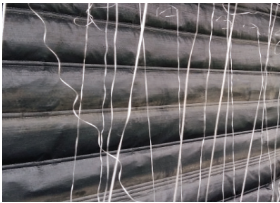
○ 온수배관



■ 전기온수보일러 용 스테인리스 온수배관

- 재질 : 스테인리스 주름관 15mm
- * 전기온수보일러 : KCS3000 전기보일러(120kw), 온수 및 히터조절 변온시스템

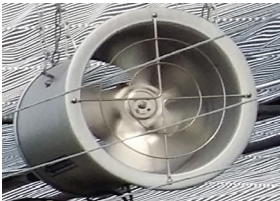
○ 수직 보온커튼



■ 보온용 측면다겹보온지(오리털) 커튼

- 구성 : 오리털(7~9온스)+솜(3온스)
- 개폐장치 : 모터(DC24V, 100V)

○ 공기 유동장치



■ 공기유동팬

- 성능 : 시간 온도 자동 제어
- 용량 : 13w, 47m³/분
- * 공기유동팬설치기준 : 온실바닥면적 m² 당 0.6m³/min(진흥청, 2011)

○ 수평 보온커튼(옵션)



■ 수평보온커튼

- 재질 : 알루미늄스크린(알루미늄, 연사, 폴리에틸렌)
- 성능 : 중앙절개식, 보온율 44%, 차광율 85%
- 개폐장치 : 기어(40A 35조), 구동모터(3상 380v 400w)

□ 선택 및 관리 시 주의사항

○ 온수배관

- 작물 하단 토양 표면에 2열로 설치를 하여 열효율을 높여야 함

□ 파종 및 육묘



- 파종 : 플러그육묘 (발아적온 : 28~30°C/최저 20°C이상)
- * 축성재배 시 10월중 파종이나 장기재배 시 8월 파종
- 육묘기에 꽃눈분화가 이루어지므로 과습하지 않도록 육묘관리 철저히 해야함
- 정식 전 진딧물, 응애, 총채벌레, 바이러스, 역병, 곰팡이 등과 같은 병해충 관리는 철저히 해야함
- 축성, 반축성 재배시 제 1번화 개화되는 70~80묘 준비, 고온기 억제재배 시 40~50 일묘 준비-
- 자가육묘 보다 전문육묘장을 이용하는 사례 증가 추세임
- 접목묘 이용 (역병 등 저항성 대목)

□ 정식



- 본포의 토양시료를 준비하여 농업기술센터에서 토양시비처방을 받음
- 본포준비
 - 아추시기 2주전 밑거름을 살포하되 하우스 내에서 비료에 의한 가스발생 피해 없도록 주의해야함
 - 2줄기 정식(180~210cm*40~45cm), 1줄기 정식 또는 밀식(150~120cm*35~40cm)
- 정식방법
 - 정식전날 플러그묘 물을 주고 가능하면 본포 땅온도가 25°C되도록 가온하는 것이 좋음
 - 정식깊이는 플러그묘 깊이 정도로 심는 것이 좋음

□ 정지 유인



- 지주설치 : 시설재배에서 일반적으로 1.5m높이로 철사를 늘리고 유인끈으로 가지를 수직 또는 45°각도로 유인
 - * 직경 22mm 파이프 이용 V자형으로 2m 높이로 설치하기도 함
- 유인 : 6개월 후 키가 2.5m 이상이 되므로 그 전에 상단부 절단 또는 옆으로 유인 작업이 필요함
- 정지 : 1과에 필요한 엽수는 9매로 지나 앞 정리가 필요함. 7~12절에 1번화가 착화하므로 바로 아래 결가지를 2분 남기고 그 밑의 결가지는 제거하되 작업은 맑은 날에 하는 것이 좋음
- 초기 과번무시 착과가 안될 수 있으므로 시비량을 줄이거나 원줄기를 높여 스트레스를 줌, 방아다리에서 착과된 첫 열매도 너무 일찍 제거하지 않으며 CO₂ 시용 농가는 착과된 후 공급할 것

□ 시설환경관리



- 광환경 관리
 - 고추는 광포화점이 30klux정도로 높지 않아 광선투과율이 좋고 물방울이 맺히지 않는 피복자재로 피복
- 온도 관리
 - 풋고추의 착과 및 과실비대는 18~20°C가 적정온도이며 밤온도가 주요 요인으로 15°C이상으로 관리하여 생리장해가 오지 않도록 함. 낮 온도의 35°C이상이 되면 개화가 많아도 낙화가 되므로 주의요함

- 관수 및 양분 관리

- 추비는 정식 후 30~35일에 실시하 되, 1회 추비량은 10a 성분량으로 질소를 1.5kg 내외로 하고 하우스 내 가스발생 피해 방지를 위해 가급적 액비로 관수. 관수량은 3~4일에 1회로 하되 기상, 토양여건에 따라 조정 필요함. 고추는 천근성 작물로 건조와 다습에 영향을 받으므로 개화기때 건조는 낙화낙과의 원인이 되어 수량에 영향을 미침
- * 시설재배시 표토는 비닐피복되어있어 증발은 줄어든다 지온상승으로 수분흡수과 촉진되어 증산량이 증가...관수개시점은 -50kPa이며 시설내 하루 증발되는 물은 2~3mm로 10a 기준 2~3톤이 되므로 그 정도 물을 관수해야하나 지하수위에 따라 조절해야함

- 습도 관리

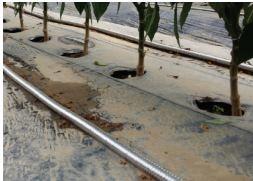
- 착과에 적합한 최소 공중습도는 80%이상으로 고추 개화시간인 6시~10시에 환기에 주의해야 함

□ 실증연구 결과

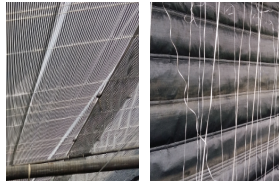
○ 시험 개요

- 시험장소 : 경상남도 창원군 도천면(김리연 농가)
- 시설규모 : 단동형 1/2형 비닐하우스 2동(3,000m³)
- 재배작형 : 시설내 토경재배
- 재배기간 : 정식(2016. 9. 13.), 수확(2016. 12. 21.~2017. 4. 20.)
- 시험내용 : 패키지기술, 관행(PE온수배관(중방위)+수평보온커튼)

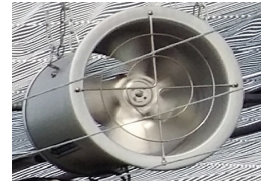
○ 패키지 기술 : 스텐온수배관(표면)+수평·수직보온커튼+공기유동장치



스텐온수배관(표면)



수평·수직 보온커튼

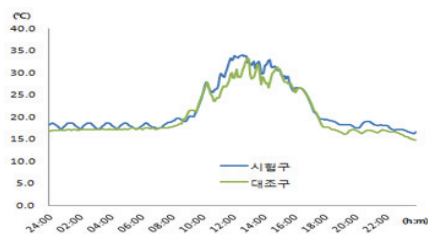


공기유동장치

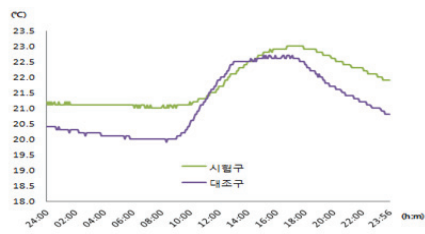
○ 에너지이용 극대화 효과

- 겨울철 토양 온도 변화

측정시기	평균 지온(°C)			최저 지온(°C)		
	패키지	관행	편차	패키지	관행	편차
12월	21.5	20.7	0.8	19.6	17.3	2.3
1월	21.2	20.5	0.7	19.7	18.1	1.6
2월	21.8	20.7	1.1	19.6	18.8	0.8



<내부온도>



<토양온도>

○ 생산성 효과

처리내용	전체수량 (kg/10a)	상품수량 (kg/10a)	상품율 (%)	수량지수
패키지	5,452	5,401	99.1	109.8
관행	5,002	4,919	98.3	100.0

※ 수확시기 : 2016. 12. 21 ~ 2017. 4. 20 까지

○ 경제성 분석

손실적 요소(A)	이익적 요소(B)
<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 비용 - 단동 비닐하우스용 패키지 설치 · 감가상각비 : 684.21천원 * 수직보온커튼 : 2,595,700원 ÷ 10년 = 259,570원 * 공기유동장치 : 2,134,400원 ÷ 10년 = 213,440원 * 스텐주름관-PE : 4,964,100원 - 2,852,100원 = 2,112,000원 · 수리비 : 6.84천원 · 고정자본이자 : 2052천원 - 인건비 : 111.96천원 - 포장비 : 5784천원 - 계(A) : 881.37천원 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 증가되는 수입 - 수량증가 : 2,514.11천원 - 난방비 절감 : 14.24천원 - 계(B) : 2,528.35천원
<ul style="list-style-type: none"> ○ 추정수익액(B-A) = 1,646.98천원/년/10a 	

※ 노동비 : 2015년 농축산물소득자료집(경남, 시설고추, 6,653kg/10a, 1,545천원) / 포장비 : 1,200원/박스

□ 확산 효과

- 경남지역 단동형 비닐하우스를 이용한 풋고추 재배 시 시설 에너지 이용 효율 극대화를 위해 PE 중방위 온수 배관 대신 스테인리스 표면 온수 배관을 설치하고 패키지로 보온커튼 및 공기유동장치를 설치하면 안전 생산 가능
- 파급효과(소득증가분×경남 재배면적×적용비율) : 약 247,000천원/년
 - 16,469천원/ha × 1,488ha(경남 시설풋고추 재배면적) × 1% = 247,000천원

※ 문의 : 경상남도농업기술원 화훼연구소 정완규(전화 : 055-254-1610)

시설농업 에너지절감 패키지 기술 매뉴얼

농촌진흥청 국립원예특작과학원 농업에너지절감모델개발사업단

발행일 : 2017년 8월 20일

발행인 : 국립원예특작과학원장 황정환

편집인 : 김영철, 전희, 박성옥, 조명래, 김대현

집필인 : 국립원예특작과학원 김영철, 전희, 박성옥, 서태철, 남춘우, 안세웅

국립원예특작과학원 시설원예연구소 권진경

국립농업과학원 전종길

강원농업기술원 원재희

경기농업기술원 심상연

충북농업기술원 노재관

충남농업기술원 김경제, 이문행

전북농업기술원 김치선, 김정만, 엄미정, 김은지, 정현수

전남농업기술원 김효중, 손동모

경북농업기술원 이지은, 신용습, 도한우, 손형락, 정종도, 오수환

경남농업기술원 정완규, 김우일, 이선영, 안철근, 오주열

ISBN : 978-89-480-4725-7 93520