

한국원예학회 춘계 학술대회 심포지엄 발표자료
(2019. 5. 24. 경주)

시설원예 에너지절감 패키지 기술 연구결과와 활용방안

농촌진흥청 국립원예특작과학원 전희

보고 순서

I 사업 개요

II 연구 목표

III 추진 체계

IV 연구 방법

V 주요 성과

VI 기대 효과

I. 사업 개요

□ 사업단 임무

- 농업에너지절감모델개발사업단 과제별 예산 편성 및 운영 총괄
- 농업에너지절감 냉난방 패키지 기술 분석 및 도입 검토
- 농업에너지절감 실증연구과제 선정, 지원 및 평가
- 패키지 기술 실증에 의한 확산 정책모델 제시 및 지원방안 강구

*정책기관 : 농림축산식품부(총괄/과학기술정책과, 사업/원예경영과)

*주관기관 : 농촌진흥청 국립원예특작과학원

*전문기관 : 농림식품기술기획평가원

□ 사무국 인력

계	연구관	민간인 전문가(인턴)
6명	2명(사업단장 1, 사무국장 1)	4명(운영 2, 행정 2)

□ 과제 현황

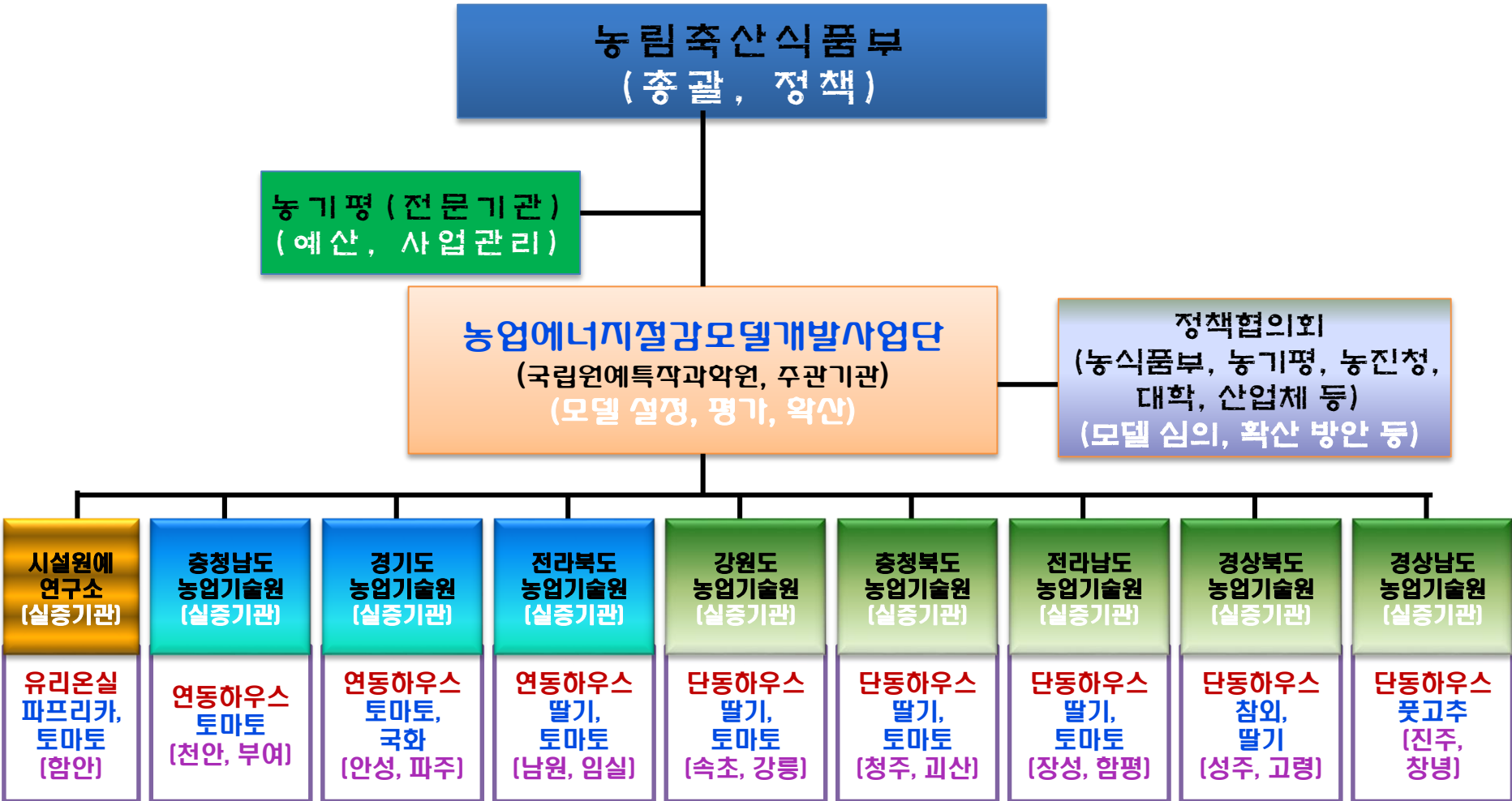
과제명	주요 내용	과제 (개)
운영과제	○ 과제 기획, 평가, 조사분석, 확산 등	1
행정과제	○ 사무국 운영, 예산 집행 및 정산 등	1
실증과제	○ 에너지절감 패키지 실증모델 개발 등	9
계		11

*실증연구기관 : 연동하우스(경기, 충남, 전북), 단동 하우스(강원, 충북, 전남, 경북, 경남),
유리온실(시설원예연구소, 2년차 완결)

*사업기간 : 2014. 6. 24 - 2017. 8. 23(3년 2개월)

*사업예산 : (1년차) 20억원 - (2년차) 20억원 - (3년차) 10억원(자체 구조조정)

□ 사업단 및 협력기관 구성도



* [실증연구장소] : 29개소

II. 연구 목표

(농업에너지절감사업 정책 목표)

최종목표

시설농업 에너지 절감 및 국제경쟁력 강화

농식품부
정책목표
(2020~)

- 연간 5000억원 정도 난방비 절감 실증모델 제시 및 확산 기여
- 연간 3조원 이상 생산성 향상(내수시장 안정화 및 농가소득 증대)
- 연간 7% 이상 농산물 및 플랜트 수출 증대 기여(수출 기반 강화)

사업단
연구개발
확산목표

- 시설농업 에너지 절감 및 생산비 절감으로 지속 가능한 영농기반 조성
 - 시설재배 작물별 생산비 절감 : 30~50% → 20~30%
 - 에너지절감, 시설현대화, ICT 이용 시설 자재 및 장치 분야 내수 증진
 - 신재생에너지, 보온, 온실 플랜트 등 시설 자재 및 장치 분야 수출 증진

□ 통합형 농업에너지절감 패키지기술 혁신모델 목표

◆ 시설 냉난방 개별기술의 패키지 적용으로 효과적인 에너지 절감 실현

⇒ 난방비 비중 : (현재) 30 ~ 40% → (목표) 20 ~ 30%

*난방유 절감계획 : ('13, 기준) 970천kℓ → ('22) 776(20% ↓)

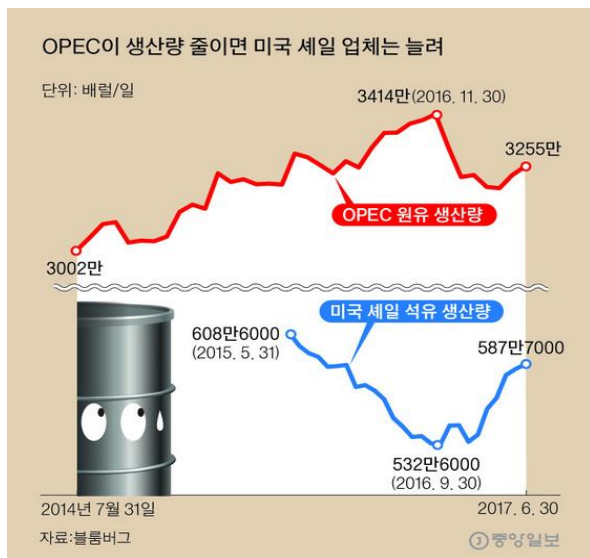
□ 농업에너지절감 실증연구 확대 및 고도화 추진 목표

1년차 목표(성과) (모델설정, 사무국 설치)	2년차 목표(성과) (실증연구 확대)	3년차 목표(성과) (실증모델 고도화)
- 실증현장 : 12(12)개소 - 연구작목 : 3개 (파프리카, 딸기, 토마토) - 확산모델 : 1개	- 실증현장 : 15(17)개소 - 연구작목 : 6개 (파프리카, 딸기, 토마토, 풋고추, 참외, 국화) - 확산모델 : 4개	- 실증현장 : 8(8)개소(축소 추진) - 연구작목 : 5개 (딸기, 토마토, 풋고추, 국화, 참외) - 확산모델고도화 : 8개

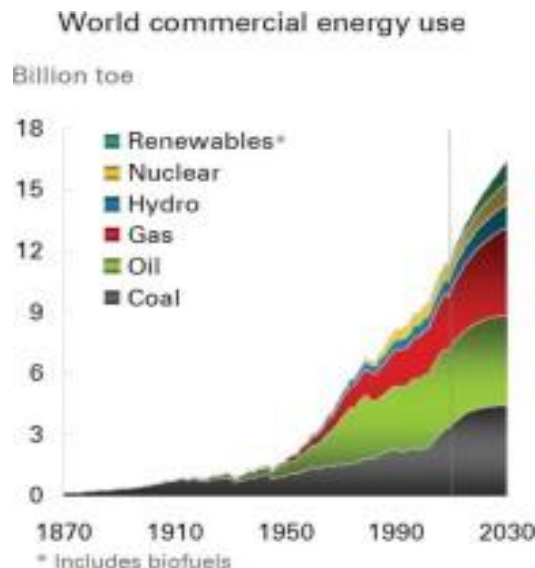
Ⅲ. 추진 전략 및 체계

□ 여건 변화

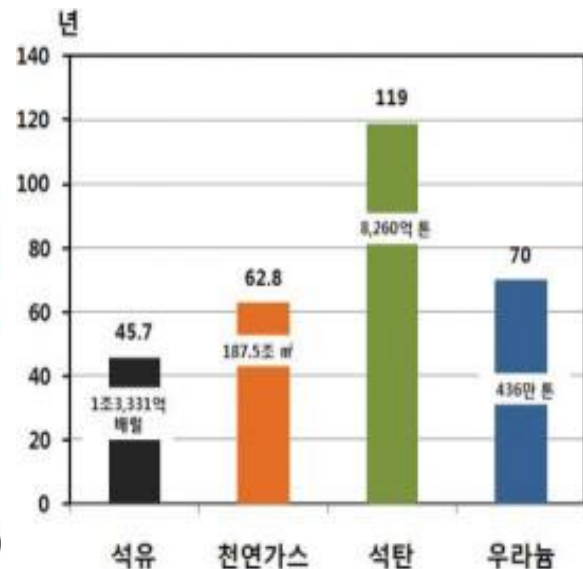
- 국제 유가변동에 따라 농업에너지절감 기술개발 및 정책 추진에 변수가 작용하고 있으나 **중장기적으로 유가 등락에 따른 에너지 수급 대책 필요**
- 석유, 석탄, 천연가스, 우라늄 등 부존자원 한계와 기후변화 대응이 필요하여 **태양광, 지열, 풍력 등 친환경적 신재생에너지 이용기술 수요가 급격히 증가**



석유 대체 에너지 원료 생산현황



세계 에너지 수요 전망



에너지원별 잔존 현황

□ 추진 전략 및 체계

- 에너지절감 패키지 기술 실증모델을 고도화하여 생산성을 향상하고,
- 정책사업은 물론 다양한 지역 특화사업을 추진하여 확산에 집중 하는 한편,
- 미래 수요에 대비하고자 친환경 에너지기술 개발 등을 지속적으로 추진함
 - 농촌진흥청, 농업기술원, 농산업체 등과 연계하여 지속적인 연구개발, 확산 추진



☐ 에너지절감 패키지기술 개발 실증 모델 구성 기본 방침

(시설원에 현황을 감안하여 에너지 효율 및 생산성 제고 기술을 패키지화 하였음)

시설유형(실증기관)	패키지 기술 기본 실증모델	구분	대상작목	적용지역
단동 I (강원도원)	다겹보온+근권난방+수막	난방	딸기, 토마토	강원지역
단동II(충북도원)	다겹보온+공기열 히트펌프+반사필름	난방	딸기, 토마토	중부내륙지역
단동III(전남도원)	다겹보온+국부난방+수막 공기열 히트펌프+다겹보온	난방 난방	딸기, 토마토 딸기	남부지역 남부지역
단동IV(경북도원)	기능성 다겹보온+공기순환+연결통	난방	딸기, 참외	중남부지역
단동 V (광복형) (경남도원)	알미늄 스크린+공기유동장치+덕트개선	난방	풋고추	남부지역
연동 I (경기도원)	다겹보온+지중저수열장치+팬코일	냉난방	토마토, 국화	중부지역
연동II(충남도원)	냉방(세무+수시차광) 난방(국부난방+알루미늄스크린)	냉방 난방	토마토 토마토	전국 중부지역
연동III(전북도원)	다겹보온+열회수환기시설	난방	토마토, 딸기	중남부지역
유리온실 (시설원에연구소)	지중저수열+다겹보온+근권난방 지중저수열+세무냉방+수시차광	난방 냉방	토마토 파프리카	전국 전국

(시설유형 선정 근거, 2014.7.11 정책협의 등) : 시설채소 생산 온실면적 및 중요도 고려(단동 87.7%, 연동 11.6%, 유리 0.7%)
 가. 시설유형 및 작목 선정 : 지역별 시설농업에 대표적으로 이용하는 종류와 작목을 선정함
 나. 패키지 모델 구성 : 지역 특성(작목, 시설, 환경)을 감안하여 우수한 단위기술을 패키지 구성
 다. 적용지역 : 패키지 모델이 효율적으로 확산될 수 있는 지역임

IV. 연구 방법

□ 연구 추진 방법

연구 범위	연구수행방법	구체적인 내용
유리온실 에너지절감 시설구축, 생산성 구명	유리온실 에너지절감 기술투입 토마토, 파프리카 생육과 수량 조사	<ul style="list-style-type: none"> · 지중저수열시스템 등 패키지기술 투입 · 초장, 엽수, 과중, 과수, 당도 등 조사
연동하우스 에너지절감 시설구축, 생산성 구명	연동비닐하우스 에너지절감기술투입 토마토, 국화 생육과 수량 조사	<ul style="list-style-type: none"> · 다겹보온 등 패키지기술 투입 · 초장, 엽수, 과중, 과수, 당도 등 조사
단동하우스 에너지절감 시설구축, 생산성 구명	단동비닐하우스 에너지절감기술투입 딸기, 토마토 생육과 수량 조사	<ul style="list-style-type: none"> · 공기열 히트펌프 등 패키지기술 투입 · 초장, 엽수, 과중, 과수, 당도 등 조사
패키지기술 도입 온실의 계측장치 설계 및 설치	환경계측장치 설치 및 측정 (온실 내외 광도, 습도, 온도 등)	<ul style="list-style-type: none"> · 환경센서 설치 및 조사 (처리별 3개 지점에서의 환경 측정치)
개발기술의 에너지절감, 환경개선 효과 분석	기존 기술 대비 에너지 절감효과 비교, 온실가스 저감 효과 분석	<ul style="list-style-type: none"> · 경제성분석 : 투자 대비 소득 증가분 · 배출저감효과 : 절감량×탄소배출계수

○ 연차별 실증과제 시험연구 추진 내용(현장 문제점 개선 및 보완 실시)

실증과제	시험시기	시험작물	처리내용 (패키지 조합)
연동 비닐하우스 I (경기농업기술원)	1년차('14.9-'15.6) 2년차('15.9-'16.5) 3년차('16.9-'17.6)	토마토 국화 국화	지중저수열+다겹보온 지중저수열+다겹보온 지중저수열(저수조보완)+다겹보온
연동 비닐하우스 II (충남농업기술원)	1년차('14.9-'15.8) 2년차('15.9-'16.5) 3년차('16.9-'17.6)	토마토 토마토 토마토	근권냉난방+세무냉방 알미늄스크린+근권난방 알미늄스크린+근권냉난방
연동 비닐하우스 III (전북농업기술원)	1년차('15.9-'16.5) 2년차('16.9-'17.6)	딸기, 토마토 딸기, 토마토	PO필름+알미늄스크린+다겹보온 열회수난방기+알미늄스크린+다겹보온
단동 비닐하우스 I (충북농업기술원)	1년차('14.9-'15.6) 2년차('15.9-'16.5) 3년차('16.9-'17.6)	딸기 토마토 딸기	공기열교환+국부난방(측면)+다겹보온 공기열교환+국부난방(측면)+다겹보온 공기열교환+다겹보온+덕트개선
단동 비닐하우스 II (전남농업기술원)	1년차('14.9-'15.6) 2년차('15.9-'16.5) 3년차('16.9-'17.6)	딸기, 토마토 딸기 딸기	공기열교환+국부난방(측면)+다겹보온 공기열교환+상부개방다겹보온 공기열교환+상부개방다겹보온(ICT 적용)
단동 비닐하우스 III (강원농업기술원)	1년차('14.9-'15.6) 2년차('15.9-'16.6) 3년차('16.9-'17.6)	딸기 토마토, 딸기 딸기	다겹보온+근권난방+수막 방열관+근권난방+열회수기 다겹보온+근권난방+수막+열회수기
단동 비닐하우스 IV (경북농업기술원)	1년차('15.9-'15.6) 2년차('16.9-'17.6)	딸기, 참외 참외	다겹보온커튼+국부난방(지표)+PO필름 기능성보온덮개+연결동+탄산솔+유동팬
단동 비닐하우스 V (경남농업기술원)	1년차('15.9-'16.6) 2년차('16.9-'17.6)	풋고추 풋고추	알미늄스크린+공기유동+덕트개선 알미늄스크린+공기유동+덕트개선(열선)
유리온실 (시설원예연구소)	1년차('14.9-'15.6) 2년차('15.9-'16.6)	파프리카 토마토	지중저수열+다겹보온+근권난방 지중저수열+다겹보온+근권냉난방

○ 투입 에너지 조사 및 경제성 분석 방법

경제성 분석(부분 예산법)

손실 부분	이익 부분
<ul style="list-style-type: none"> - 고정비 - 변동비 	<ul style="list-style-type: none"> - 에너지 절감액 - 수량증가액 - 기타 비용 절감액
소계(A)	소계(B)
농가소득(B-A)	

고정비

- 감가상각비 : 시설비/내구연한
- 수선비 : 감가상각비 1%
- 고정이자 : 감가상각비 3%

변동비

- 등유 : 실증연구기간 내 추가 투입된 등유 량, 비용
- 전기 : 실증연구기간 내 추가 투입된 전기 량, 비용
- 임금 : 고용 노동력에 대한 추가 인건비
- 자재 : 추가 투입된 재료비 등

○ 이산화탄소 배출량 계산방법(단위, tCO₂)

과제명 (기관)		에너지 사용량		에너지 절감량 (이산화탄소배출량)		이산화탄소 배출 절감량 (tCO ₂)	시험 작물
		등유 (L)	전기 (kWh)	등유 (L)	전기 (kWh)		
연동 I (충남도원)	패키지	A	B	C-A	-	(C-A)r - (D-B)o	토마토
	대조	C	D	-	D-B	-	

- r ; (등유의 발열량*탄소배출계수)*(이산화탄소분자량/원자량)

- o ; (전기의 발열량*탄소배출계수)*(이산화탄소분자량/원자량)

○ 에너지종류별 탄소배출 기준표

*tc, tCO₂ : IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change) 개발 배출계수

구분	기준 단위	석유환산계수	탄소배출계수	CO ₂ 배출량 (tCO ₂)
등유	1ℓ	0.820	0.812	0.00244
경유	1ℓ	0.842	0.837	0.00258
전기	1kWh	0.230	-	0.00047
B-C유	1ℓ	0.936	0.875	0.003
천연가스(LNG)	1kg	1.178	0.637	0.00275
도시가스(LPG)	1Nm ³	1.38	0.713	0.00361
원유	1kg	1.01	0.829	0.00307
국내무연탄	1kg	0.74	0.783	0.00212
수입무연탄	1kg	0.492	1.100	0.00198
코크스	1kg	0.7	1.210	0.00311



검색어 입력 검색

경영공시 사이트맵 English Chinese

- 정부30 정보공개
- 공단소개
- 정보마당
- 에너지효율향상
- 기후변화대응
- 신·재생에너지
- 홍보교육마당
- 전자민원

기후변화대응

- 통계분석 기반구축
- 온실가스 검·인증
- 국제협력
- 해외진출지원 오픈 플랫폼

EG-TIPS
ENERGY GHG TECHNOLOGY INFORMATION PLATFORM SERVICE

에너지절감 지식포털

읽을거리
• CDM 우수사례 모으다 나누다

해외진출지원 오픈플랫폼

CDM 등 온실가스 검·인증 +

즐겨찾는 메뉴

- 석유화산톤/온실가스 배출량 자동계산
- 온실가스 실적등록
- 에너지사용량신고
- 탄소중립프로그램
- CDM 등 온실가스 검 인증
- 에너지 온실가스 기술정보 플랫폼

- 청경색 KEA**
- 청렴자료실
 - 사규규정
 - 제·개정 예고
 - 수익계량현황
 - 지체감사결과
 - 업무추진비
 - 선물반송 처리결과
 - 부패공직자현황
 - 국민권익위 부패방지 시책평가결과
 - 국민권익위 청렴도 측정결과
 - 공익신고
 - 복자보조금 부정신고센터
 - 국민권익위

석유환산톤(TOE) 및 이산화탄소배출량(tCO₂)자동계산 OIL CONVERSION TONS CALCULATED

석유환산톤(toe) 및 이산화탄소배출량(tCO₂) 계산기 석유환산톤(toe) 이산화탄소배출량(tCO₂)

• 아래 계산기에 알맞은 수를 넣어주시고, 계산하기 버튼을 눌러주세요.

석유환산톤(toe)계산기

계산결과	0.00088 _{toe}
kgoe 환산	0.879 _{kgoe}

에너지원: 등유

석유환산톤계수: 0.879

등유: 1 ℓ

계산하기

toe(ton of equivalent) 계산방법

- toe는 국제에너지기구(IEA)에서 정한단위로 석유환산톤입니다.
- toe = 연료발열량(kcal)/(10⁷kcal)

이산화탄소배출량(tCO₂)계산기

계산결과	4.58009 _{tCO₂}
------	------------------------------------

에너지원: 등유

(순발열량) 석유환산계수: 0.820

탄소배출계수: 0.812

등유: 1876 ℓ

계산하기

tc, tCO₂계산방법

- 우리나라는 국가고유 배출계수를 현재 개발중이므로 IPCC에서 만든 배출계수를 사용하고 있습니다.

V. 주요 연구 성과

□ 정량적 성과

구 분	지식재산권		논문		학술 발표	기술 이전	교육 지도	현장 평가회	세미 나	영농 활용	정책 반영	홍보	자료 발간
	출원	등록	SCI	비 SCI									
목표	1	1	2	8	25	1	25	10	10	12	8	180	5
실적	1	1	-	4	38	1	38	24	17	14	5	194	10

○ 에너지절감 패키지기술 실증모델 개발 및 확산 성과

- 지중열저수장치, 공기열교환장치 등 신재생에너지 이용 에너지절감 패키지기술 개발
- 유리온실 에너지절감 패키지기술 지원 등 농업에너지절감이용효율화사업 반영
- 산업 성과 : 특허 및 기술이전(유리온실 태양광 패널 이용기술)
- 확산 성과 : 현장평가 24회, 영농활용 14건, 매뉴얼 제작 8종, 홍보전시 등 194건

○ 에너지절감 우수사례 및 신기술 검토 : 국내(14건), 국외(4건), 신재생에너지정책 등

실증과제별 연구개발 성과 (총괄)



고도화된 패키지 기술의 에너지 절감 및 생산성 향상 효과

실증과제 (실증기관)	시험작물	패키지 기술	에너지절감율 (난방비절감)	생산성 향상 (수량증가)
연동 비닐하우스 I (경기농업기술원)	국화	지중저수열장치(보조물탱크 설치)+ 다겹보온시설	77%	28.6%
연동 비닐하우스 II (충남농업기술원)	토마토	2중 알미늄스크린시설(보온 및 차광)+ 근권냉난방장치	50.5%	17%
연동 비닐하우스 III (전북농업기술원)	딸기	2중 다겹보온+열회수장치 (내부 공기열 이용)	33.6%	13.3%
단동 비닐하우스 I (충북농업기술원)	토마토	공기열교환(공기 대 공기 방식) + 다겹보온시설+덕트개선(측면 공기매트)	35.3%	16%
단동 비닐하우스 II (전남농업기술원)	딸기	공기열교환(공기 대 물)+ 상부개방형 다겹보온시설+ ICT 이용 복합환경조절(실시간 조절)	81%	12.4%
단동 비닐하우스 III (강원농업기술원)	딸기	다겹보온시설+근권난방장치+ 열회수장치(내부 공기열 이용)	77%	105%
단동 비닐하우스 IV (경북농업기술원)	참외	기능성보온덮개+연결동설치+ 공기유동팬(순환형)+탄산시비	-	45%
단동 비닐하우스 V (경남농업기술원)	풋고추	알미늄스크린보온시설+ 공기유동팬+스테인레스온수배관(지표면)	13%	9.8%
유리온실 (시설원예연구소)	파프리카	지중저수열장치(복합열이용)+ 다겹보온시설+근권냉난방장치	85%	12.1%

- 실증과제별 패키지 실증모델과 재배 기술을 고도화하여 나타난 최종 연구결과임

□ 에너지절감 패키지 기술별 농기자재 비용(유리온실, 연동하우스)

실증연구과제 (수행기관)	패키지 기술 구성 농기자재 (자재, 장치, 시설 등)	내구연한(년)	설치비	감가상각비	수리비(1%)	이자(3%)
유리온실 (시설원예연구소)	지중저수열 냉난방장치(물탱크)	12(25)	88,000	7,333	73.3	219.9
	알루미늄(AL) 다겹보온커튼	10	18,000	1,800	18.0	54.0
	근권난방장치	10	2,000	200	2.0	6.0
	포그시스템	8	7,000	875	8.8	26.4
	팬코일유닛	10	4,000	400	4.0	12.0
	차광스크린	10	14,000	1,400	14.0	42.0
연동하우스 I (충남농업기술원)	2중 알루미늄(AL) 스크린	10	10,800	1,080	10.8	32.4
	국부난방장치	15	8,000	533	5.3	15.9
	포그시스템	8	9,000	1,125	11.3	33.9
	근권냉방장치	12	5,800	483	4.8	14.4
연동하우스II (경기농업기술원)	지중저수열 냉난방장치(물탱크)	10	12,000	1,200	12	36
	다겹보온커튼	10	10,000	1,000	10	30
연동하우스III (전북농업기술원)	보온다겹커튼(남원, 구동축 추가)	10	20,803	2,080	20.8	62.4
	보온다겹커튼(임실)	10	17,110	1,711	17.1	51.3
	열회수장치(남원)	10	14,830	1,483	14.8	44.4
	열회수장치(임실, 인건비 추가)	10	14,850	1,485	14.9	44.7

- 유리온실 : 시설을 연간 활용하기 위해 냉난방시설을 에너지절감 패키지 기술로 투입하였음
- 연동하우스 : 지역별 최적화된 에너지절감 패키지 기술을 투입하였음

에너지절감 패키지 기술별 농기자재 비용(단동하우스)

실증연구과제 (수행기관)	패키지 기술 소요 농기자재 (자재, 장치, 시설 등)	내구연한(년)	설치비	감가상각비	수리비(1%)	이자(3%)
단동하우스 I (충북농업기술원)	공기열교환장치(유류보조난방)	10	30,000	3,000	30	90
	권취식 다겹보온커튼	10	10,000	1,000	10	30
	전열선	10	1,600	160	1.6	4.8
	수막시설	10	4,000	400	4	12
	공기열매트(덕트개선)	5	10,000	1,000	10	30
단동하우스 II (전남농업기술원)	축열식 공기열교환장치	10	64,000	6,400	64	192
	상부개폐식 다겹보온커튼	10	18,000	1,800	18	54
	복합환경조절장치(ICT 이용)	10	12,000	1,200	12	36
	전열선	10	10,000	1,000	10	30
	순환식수막장치	10	24,000	2,400	24	72
단동하우스 III (강원농업기술원)	다겹보온커튼	10	20,218	2,021.8	20.2	60.6
	근권난방장치	12	5,326	532.6	5.3	15.9
	수막재배시설	10	4,826	482.6	4.8	14.4
	열회수장치	10	7,425	742.5	7.4	22.2
단동하우스 IV (경북농업기술원)	기능성 다겹보온커튼	10	7,500	750	7.5	22.5
	공기유동팬	5	1,100	220	2.2	6.6
	연결동	10	1,000	100	1	3
	탄산시비제	1	60	60	-	-
	PO필름	5	3,500	700	3	21
	전열선	5	1,500	300	-	9
단동하우스 V (경남농업기술원)	보온커튼	10	7,348	734.8	7.3	21.9
	공기유동팬	10	1,889	188.9	1.9	5.7
	나노합금전열선	10	11,406	1,140.6	11.4	34.2
	온수배관(표면)	10	10,630	1,063	10.6	31.8
	온풍덕트	5	8,206	1,641.2	16.4	49.2

* 사용빈도가 높은 기술 중 효과가 높은 기술은 농식품부와 지자체 사업으로 구분하여 확산할 계획임

에너지절감 패키지 기술별 경제성 분석

실증연구과제 (수행기관)	패키지 기술(작물)	추가비용(A)			수익(B)			소득 (B-A) 천원/10a
		고정비1)	변동비2)	소계	에너지 절감액	수량 증가액	소계	
유리온실 (시설원예연구소)	지중저수열+AL다겹보온+근권난방(토마토, 80% 보조)	4,095	-	4,095	4,940	-	4,940	845
	지중저수열+AL다겹보온+근권냉난방(파프리카, 80% 보조)	4,095	2,100	6,195	9,153	3,779	12,932	6,737
연동하우스 I (충남농업기술원)	2중AL스크린+근권냉난방(토마토)	1,610	571	2,181	1,268	3,985	5,253	3,072
연동하우스II (경기농업기술원)	지중저수열+다겹보온(국화, 80% 보조)	12,480	593	13,073	7,583	48,600	56,183	43,110
연동하우스III (전북농업기술원)	2중다겹보온+열회수(토마토)	1,152	262	1,414	1,175	1,759	2,934	1,520
	2중다겹보온+열회수(딸기)	1,786	310	2,096	768	3,160	3,928	1,832
단동하우스 I (충북농업기술원)	공기열교환+다겹보온+덕트개선(토마토, 50%보조)	1,500	815	2,315	815	2,106	2,921	606
	공기열교환+다겹보온+덕트개선(딸기, 50%보조)	1,500	815	2,315	815	1,700	2,515	200
단동하우스II (전남농업기술원)	공기열교환+다겹보온+복합환경조절(딸기, 50%보조)	2,798	2,572	5,370	1,878	19,828	21,706	16,336
	공기열교환+다겹보온+복합환경조절(딸기)	5,596	4,911	10,507	1,878	19,828	21,706	11,199
단동하우스III (강원농업기술원)	다겹보온+근권난방+수막재배(딸기)	3,066	317	3,383	741	10,510	11,251	7,868
단동하우스IV (경북농업기술원)	다겹보온+유동팬+연결동+탄산시비(참외)	488	117	605	(178)	974	1,152	547
	다겹보온+PO필름+전열선(딸기)	2,593	345	2,938	126	5,841	5,967	3,029
단동하우스V (경남농업기술원)	보온커튼+유동팬+온수배관(풋고추)	711	170	881	14	2,514	2,528	1,647
	보온커튼+유동팬+나노합금전열선(풋고추)	1,255	251	1,506	468	3,698	4,157	2,651

1) 고정비 : 시설(장치) 감가상각비, 잔존율(0%), 수리비(1%), 고정이자(3%) 등

2) 변동비 : 인건비, 재료비(소모성) 등

□ 온실가스 저감효과 분석 결과(이산화탄소, 10a 기준)

과제명 (기관)		에너지 사용량		에너지 절감량 (이산화탄소배출량)		이산화탄소 배출 절감량 (tCO ₂)	비고
		등유(L)	전기 (kWh)	등유(L)	전기 (kWh)		
연동 I (충남)	패키지	1,836	-	1,876	-	4.58009	토마토
	대조	3,712	-	-	-	-	
연동 II (경기)	패키지	-	57,927	12,000	-	2.04231	국화
	대조	12,000	-	-	57,927	-	
연동 III (전북)	패키지	2,820	5,290	1,680	-	3.78916	딸기
	대조	4,500	4,626	-	664	-	
단동 I (충북)	패키지	963	11,356	751	5,468	4.58953	딸기
	대조	1,714	16,824	-	-	-	
단동 II (전남)	패키지	-	10,323	4,237	-	5.92110	딸기
	대조	4,237	922	-	9,401	-	
단동 III (강원)	패키지	553	9,040	1,800	-	0.14122	딸기
	대조	2,353	-	-	9,040	-	
단동 V (경남)	패키지	33,412	11,745	5,068	619	3.89572	풋고추
	대조	38,480	12,364	-	-	-	
유리 (시설)	패키지	-	35,082	14,071	-	18.01832	파프리카
	대조	14,071	364	-	34,718	-	

* 농업 농촌 자발적 온실가스 절감사업(모니터링 실시) : 1톤당 1만원(에너지) 정부 구매 실시

□ 시설농업 면세유 공급량 및 이산화탄소 배출량(2014 기준)

구분	면세유 공급량 (kl)	이산화탄소 배출량 (tCO2)
휘발유	79,094	164,178.03
등유	187,163	456,942.24
경유	1,344,849	3,475,221.61
중유	30,449	91,340.66
운활유	341	896.60
LPG	2,794	10,065.53
계	1,644,690	4,107,304.01 (20% 적용 시 약 80만톤 절감)

* 시설농업 면세유의 이산화탄소 배출량은 국가 전체 배출량의 0.5%에 해당

(전망) 시설농업이 차지하는 이산화탄소 배출량은 적으나, 기후변화 대응방안으로 농업분야의 탄소배출계수 개발이 추진되고 있어 앞으로 에너지절감 농가의 탄소거래는 늘어날 것임

□ 정책제안 건명

건의대상기관	기술개발기관	정책제안 제목
농림축산식품부	강원농업기술원	강원지역 단동하우스 딸기 에너지절감 패키지기술 지원
농림축산식품부	경기농업기술원	경기지역 연동하우스 국화 에너지절감 패키지기술 지원
농림축산식품부	충남농업기술원	충남지역 연동하우스 토마토 에너지절감 패키지기술 지원
농림축산식품부	충북농업기술원	충북지역 단동하우스 토마토 에너지절감 패키지기술 지원
농림축산식품부	전북농업기술원	전북지역 연동하우스 딸기 에너지절감 패키지기술 지원
농림축산식품부	전남농업기술원	전남지역 단동하우스 딸기 에너지절감 패키지기술 지원
농림축산식품부	경북농업기술원	경북지역 단동하우스 참외 에너지 효율화 패키지기술 지원
농림축산식품부	경남농업기술원	경남지역 단동하우스 풋고추 에너지절감 패키지기술 지원
농림축산식품부	시설원예연구소	(유리온실 파프리카/토마토 에너지절감 패키지기술 지원)

*정부의 제한된 예산으로 에너지절감 실증모델 신청농가에 우선적으로 지원하여 효과를 높이고자 함
 (사업 종료 후 결과평가보고서에 본 패키지기술을 신청할 경우 에너지절감사업 등 정책사업 신청 시 10% 가산점을 주기로 하였음)

VI. 기대효과

□ 정책지원 시 기대효과 : **농가소득증대 743억원**

(수량증가액 635.5억원+에너지절감액 107.7억원)

실증연구과제 (수행기관)	적용 패키지 기술 (작물, 보조율)	에너지절감 효과 (천원, ha)	수량증대 효과 (천원, ha)	합계 (백만원)
유리온실 (시설원예연구소)	지중저수열+AL다겹보온+근권냉난방 (파프리카, 80% 보조)	91,530×35ha= 3,303,550	37,790×35ha= 1,322,650	4,626
연동하우스 I (충남농업기술원)	2중AL스크린+근권냉난방 (토마토)	12,569×96ha= 1,206,624	39,852×96ha= 3,825,792	5,032
연동하우스II (경기농업기술원)	지중저수열+다겹보온 (국화, 80% 보조)	75,832×30ha= 2,274,960	486,000×30ha= 1,458,000	3,733
연동하우스III (전북농업기술원)	2중다겹보온+열회수 (딸기)	7,689×230ha= 1,768,493	31,599×230ha= 7,367,811	9,136
단동하우스 I (충북농업기술원)	공기열교환+다겹보온+덕트개선 (토마토, 50%보조)	8,150×150ha= 1,222,500	17,000×150ha= 7,150,000	8,372
단동하우스II (전남농업기술원)	공기열교환+다겹보온+복합환경조절 (딸기, 50% 보조)	18,780×30ha= 563,400	198,280×30ha= 5,948,400	6,512
단동하우스III (강원농업기술원)	다겹보온+근권난방+수막재배 (딸기)	7,410×45ha= 333,900	78,680×45ha= 3,540,000	3,874
단동하우스IV (경북농업기술원)	다겹보온+유동팬+연결동+탄산시비 (참외)	-	5.5톤×4,693ha= 15,340,000	15,340
단동하우스V (경남농업기술원)	보온커튼+유동팬+온수배관 (풋고추)	142×700ha= 99,400	25,141×700ha= 17,598,700	17,698
계		10,772,827천원	63,551,353천원	74,323

- 1) 면적 : 지역별 해당작목 시설 재배 면적 기준
- 2) 보조율 : 현행 농업에너지이용효율화 사업 보조율 적용

□ **전부 자부담 시 기대효과 : 농가소득증대 284억원**
(단위면적당 소득증가분×적용면적)

실증연구과제 (수행기관)	적용 패키지 기술(작물)	생산성 향상 효과 (천원, ha)
연동하우스 I (충남농업기술원)	2중AL스크린+근권냉난방(토마토)	30,720×9.6ha = 294,912
연동하우스Ⅲ (전북농업기술원)	2중다겹보온+열회수(딸기) 2중다겹보온+열회수(토마토)	15,200×3.0ha = 45,600 18,320×3.5ha = 64,120
단동하우스Ⅱ (전남농업기술원)	공기열교환+다겹보온+복합환경조절(딸기)	111,990×3.0ha= 335,970
단동하우스Ⅲ (강원농업기술원)	다겹보온+근권난방+수막재배(딸기)	78,680×4.5ha= 354,060
단동하우스Ⅳ (경북농업기술원)	다겹보온+유동팬+연결동+탄산시비(참외)	54,770×465ha= 25,468,050
단동하우스Ⅴ (경남농업기술원)	보온커튼+유동팬+나노합금전열선(풋고추)	26,600×70ha= 1,862,000
계		28,424,712천원

- 1) 단위면적당 소득증가분 : 경제성분석 결과 수익에서 추가비용을 제외한 금액
- 2) 적용면적 : 정책지원 시 보급 가능한 면적의 10% 적용

※ **정책지원 필요성**

- 정책지원 시 기존 기술 대비 추가 비용을 줄일 수 있어 초기 부담을 경감시킴(개보수 연착륙)
- 정책지원 과정에서 검증된 자재를 사용하여 효과와 내구성을 확보할 수 있음(기술 신뢰성)
- 우수 농자재에 대한 국내 보급 및 수출 기반 조성에 간접적인 지원방안임(FTA 대응)

□ 농산업체 육성 및 수출 경쟁력 제고

○ 시설농업 에너지절감 농자재 산업 육성 효과(2016, 한국농자재산업협회)

- 농자재 산업체에 연구개발 지원으로 **내수 증진** : 연간 300억원
- 국제 경쟁력 확보로 **외국산 농자재 대체** 효과 : 연간 200억원

○ 국외 농자재 진출 기반 조성 및 시설농업 영농기술 수출

- 온실 플랜트 수출 활성화(KOICA, KOPIA 연계) : 연간 100억원
- 중국, 러시아, 중앙아시아, 동남아시아에 국내 농업기술 수출 : 연간 200억원

□ 지속 가능한 농업, 농촌사회 건전성 유지

○ 귀농인의 영농 작물 선호도(2016, 농촌진흥청)

- 딸기 > 토마토 > 풋고추 > 멜론

* 귀농 초기 시설농업 에너지절감 패키지 기술 실천으로 생산성 향상 및 환경개선 유도