

발간등록번호

11-1543000-001820-01

냉방, 보온 효율이 증진 된 시설원에용
하이브리드형 장기성 PO코팅필름 개발 및
사업화
최종보고서

2017. 07. 23

주관연구기관 / 일신화학공업

농림축산식품부

2. 제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “냉방, 보온 효율이 증진 된 시설원예용 하이브리드형 장기성 PO코팅필름 개발 및 사업화”(개발기간 : 2017. 04. ~ 2017. 07.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2017. 07. 23.

주관연구기관명 : 일신화학공업(주) (대표자) 정 철 수 (인)



주관연구책임자 : 박 광 역

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

3. 보고서 요약서

보고서 요약서

과제고유번호	817008-1	해당 단계 연구 기간	2017. 04. 24 ~ 2017. 07. 23	단계 구분	1 / 1
연구사업명	중사업명	기술사업화 지원사업			
	세부사업명	기술사업화 지원사업 기획지원사업			
연구과제명	대과제명	냉방, 보온 효율이 증진된 시설원예용 하이브리드형 장기성 PO코팅필름 개발 및 사업화			
	세부과제명				
연구책임자	박 광 역	해당단계 참여 연구원 수	총: 6 명 내부: 6 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부: 천원 민간: 천원 계: 천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 6 명 내부: 6 명 외부: 명	총 연구개발비	정부: 20,000천원 민간: 천원 계: 천원
연구기관명 및 소속부서명	일신화학공업(주) 기술연구소			참여기업명	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	
요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)				보고서 면수	

4. 국문 요약문

		코드번호	D-01			
연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 연구의 목적 <ul style="list-style-type: none"> - 기술가치 평가실시: 다년간의 농업실용화 사업 경험이 풍부한 특허법률사무소 변리사 및 기술가치평가사 의뢰 - 광전환 기능을 갖는 장기성 코팅 필름 기술개발 전략 수립 - 광전환 기능을 갖는 장기성 코팅 필름 제품개발 전략 수립 - 광전환 기능을 갖는 장기성 코팅 필름의 효과 실험 분석 및 평가 ○ 연구의 내용 <ol style="list-style-type: none"> 1. 하절기 냉방효과 극대화 (하우스 내부 온도 상승 억제) <ul style="list-style-type: none"> 작물 생육에 필요한 가시광선 영역대의 투과율을 유지하면서, 열선(근적외선)의 일부분을 차단하여, 여름철 시설하우스 내의 온도 상승을 억제 2. 동절기 보온기능 극대화 <ul style="list-style-type: none"> 동절기 보온에 관여하는 지구복사열을 내부에 가두어, 겨울철 시설하우스 내부의 보온 유지 및 난방비용 감소 3. 적색광 전환 기술 적용하여 작물 생육에 도움 <ul style="list-style-type: none"> 작물의 광합성 효율 향상을 위해 자외선 영역을 적색광 영역으로 광전환 4. 내농약성(내화학적)의 강화 <ul style="list-style-type: none"> 시설하우스 내의 황훈증, 소독 등에 의한 폴리머의 산화 연쇄반응을 단절 5. 내스크래치성이 우수한 Hard Coating Type 의 적용 <ul style="list-style-type: none"> 시설하우스 피복시 구조물에 의해 발생하는 스크래치에 의한 코팅박의 파손을 억제 					
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> - 기술가치평가 실시 : 광전환 기능을 갖는 장기성 코팅 필름의 기술성 및 사업성 분석 및 평가를 통해 우수한 사업화 가능성 확인 - 광전환 기능을 갖는 장기성 코팅 필름의 효과를 실험을 통해 분석 및 평가 진행, 이를 통한 기술개발의 성공가능성 점검 - 광전환, 광차단, 내후성, 유적성, 투명성, 내스크래치성 등 검증 - 농촌진흥청, 도농업기술원 등과 연계한 필드 테스트 및 현장 검증사업을 진행할 수 있도록 협약 진행 - 하우스 실증실험 수행을 통해 하절기 하우스 내부온도 감소 효능이 있음을 검증하였음. 					
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ul style="list-style-type: none"> - 본 기획연구를 통해 사업화 가능성을 확인하고, 연장 연구 사업으로 연계하여 3년간의 사업화 개발 완료 후 5년간 연평균 ???억원 이상의 가치창출 기대 (기술가치 평가서 근거) - 장기성 필름 분야의 제품에 광전환 기술을 도입하여 특허등록 /제품화 및 사업화 실시. - 광전환 장기성 필름의 우수성 입증을 통해 국내의 농산업을 육성 발전과 고급화를 통한 글로벌 시장 진출 등 세계적 하우스용 필름 소재로 자리매김 할 것으로 기대됨. 					
중심어 (5개 이내)	시설하우스	장기성	광전환	코팅필름	근적외선차단	

5. 영문 요약문

< SUMMARY >

		코드번호	D-02
Purpose& Contents	<ul style="list-style-type: none"> ○ Purpose of Study <ul style="list-style-type: none"> - Conduct technical valuation : We have a patent law firm with a lot of experience in commercialization of agriculture for many years. - Establish technology development Strategy of long-term coating film technology with optical conversion function - Establish Product development Strategy of long-term coating film technology with optical conversion function - Evaluation and test of effect of long-term coating film technology with optical conversion function ○ Contents of the study <ol style="list-style-type: none"> 1. Maximizing the effect of cooling in the summer (suppressing the rise of house temperature) It is necessary to cut off a part of heat ray (near infrared ray) while maintaining the transmittance of visible light ray zone required for growing the crop, 2. Enhance the function of keeping warm in winter By keeping the radiant heat involved in the winter season at the inside, keeping the inside of the greenhouse in winter and saving heating costs 3. Helps to grow crops by applying red light conversion technology To improve the photosynthetic efficiency of crops, it converts the ultraviolet region into the red light region 4. Enhancement of pesticide resistance (chemical resistance) The oxidation chain reaction of the polymer by sulfur fumigation, 5. Application of Hard Coating Type with Excellent Scratch Resistance Suppresses the damage of coating foil caused by scratches caused by structure during house coating 		
Results	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluation of technical value: Good commercialization possibility by analyzing and evaluating technical capability and feasibility of long-term coating film with light conversion function - Analyze and evaluate the effect of long-term coating film with light conversion function through experiments and check the possibility of succeeding technology development <ul style="list-style-type: none"> • Verification of light conversion, light shielding, weather resistance, inheritance, transparency, scratch resistance • Established the consulting and consortium structure for the National Institute of Horticultural Science and the future research and development. - It is verified that the indoor house temperature reduction effect is obtained through the house demonstration experiment. 		
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> - We confirmed the possibility of commercialization through this planning research. In addition, we can expect to generate more than 1.7 billion KRW in annual average over the next five years after completion of three years of commercialization development by linking this research with the extension 		

	<p>research project. (Based on technical value evaluation)</p> <ul style="list-style-type: none"> - We will introduce the light-conversion technology to the products of long-term film field to register the patent, commercialization and commercialization. - It is expected to contribute to the growth and development of the domestic agro-industry through proving the excellence of long-term light-conversion film. 				
Keywords	greenhouse	long-term durability	light transfer	coated film	reflection Near-IR

6. 영문목차

<Table of Contents>

1. Overview of R & D Projects	11
2. Domestic and Overseas Technology Development Status	16
3. Research Contents and Results	18
4. Goal Achievement and Contribution to Related Fields	38
5. Plan to Use Research Results	39
6. Overseas Science and Technology Information Collected During the Research Process	41
7. Security Level of Research and Development Results	43
8. Research Facilities and Equipment Registered in the National Science and Technology Comprehensive Information System	43
9. Implementation of Safety Measures in Laboratories Based on R & D Tasks	43
10. Representative Research Results of R & D Projects	43
11. Miscellaneous	43
12. References	43

7. 본문목차

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	11
2. 국내외 기술개발 현황	16
3. 연구수행 내용 및 결과	18
4. 목표달성도 및 관련분야 기여도	38
5. 연구결과의 활용계획	39
6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보	41
7. 연구개발결과의 보안등급	43
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황	43
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적	43
10. 연구개발과제의 대표적 연구실적	43
11. 기타사항	43
12. 참고문헌	43
<별첨> 자체평가의견서	

1. 연구개발과제의 개요

코드번호

D-03

1-1. 연구개발 목적

가. 사업화 최종 목표:

농작물의 주년재배가 가능하도록 냉방, 보온, 광전환 효율을 증진시킨 하이브리드형 장기성 코팅필름을 개발하고 이를 사업화하여 농가보급 및 해외수출을 확대하고자함

1-2. 연구개발의 필요성

가. 대상사업 (또는 제품) 의 개요 및 사업 필요성

(1) 대상 소재의 개요

(가) 근 적외선 차단 소재

하절기 시설하우스 내부의 온도 상승 억제를 위한 소재로서, 식물의 생육에 필요한 가시광선 영역대의 투과율은 유지하면서, 열 전달 영역인 근 적외선 영역의 투과율을 낮출 수 있는 소재를 시설하우스용 필름에 적용하여, 여름철 시설하우스 내부의 온도를 3~4도 낮출 수 있도록 한다.

(나) 원적외선 차폐 소재

동절기 시설하우스 내부의 온도 유지에 용이하도록 지구복사열을 내부에 가두어 둘 수 있도록 근적외선 영역을 차단하는 소재를 시설하우스용 필름에 적용하여, 겨울철 시설하우스 내부의 보온 효과를 높이고 난방비용의 절감 효과를 가질 수 있도록 한다.

(다) 광전환 소재

식물의 생육에 필요한 가시광선 영역대의 효율을 극대화 하기 위한 소재로서, 자외선 영역의 빛을 흡수하여 가시광선 영역으로 형광방사하는 소재를 시설하우스용 필름에 적용하여, 작물의 광합성 효율을 증진시킬 수 있도록 한다.

(라) 내 화학성 기능 증대 소재

Poly-Olefin 재질의 필름이 농약 성분에 포함된 염소나, 하우스 내부 훈증제에 포함된 황 등에 의해 수명이 현저히 줄어드는 문제를 개선하고자, 내 화학성능을 높일 수 있는 소재를 시설하우스용 필름에 적용하여, 장기간 사용시 의도하지 않은 필름의 수명 저하를 막을 수 있도록 한다.

(마) 내스크래치성 코팅액의 개발 및 적용

시설하우스 구조물에 필름의 피복 시, 내부 유적성능 발현 기능을 가진 코팅막이 시설 구조물에 긁혀 스크래치 등의 발생을 막기 위해서, 내스크래치성능이 향상된 하드코팅 타입의 유적코팅제를 개발, 이를 필름에 적용한 수 있도록 한다.

(2) 대상 사업의 개요

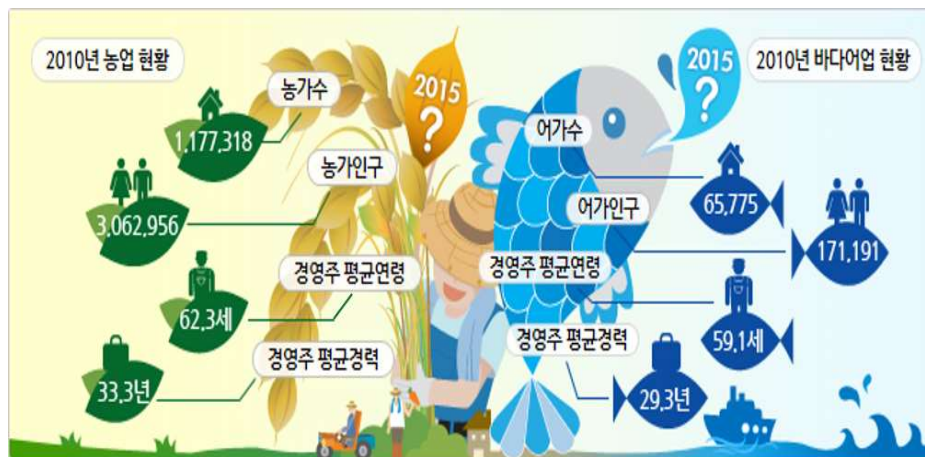
본 연구사업은 4개월 간의 기획연구를 통해 제품화 및 사업화 가능성을 확인하고, 연장 연구사업으로 연계하여 3년간의 사업화 개발 완료 후 5년간 연평균 17억원 이상의 가치창출을 이뤄내는 것을 목표로 함. 따라서 본 기획연구과제를 통해 아래의 사항들을 충족할 수 있는 농식품 분야 기술을 선별하겠음.

- 사업화 가능성이 높은 제품 선별
- 잠재시장 규모가 크고 성장 가능성이 높은 기술 선별
- 시장진입단계 또는 시제품 설계·개발 단계에 있는 기술 선별
- 연평균 3억원 내외, 3년 이내에 사업화 개발완료 가능 기술

(3) 사업 필요성

○ 시설원에 농가 경영환경의 변화

인구의 초고령화 현상은 우리나라 뿐 아니라 세계의 많은 나라에서 사회문제로 대두되고 있음. 고령화 현상은 인구가 밀집되어 있는 도시보다 젊은 층의 인구가 도심으로 유출되는 농어촌에서 더 큰 문제로 이를 해소하기 위한 대안이 시급한 상황임.



<그림 2 2010년 농업 및 수산업종 인구 유출 현황>

- (1) 우리나라의 시설원에 재배면적은 약83,629ha(2016년 기준)으로 1985년 32,000ha면적과 비교하면 260%가 확장된 반면, 시설원에 농가는 185,000농가에서 125,000가구로 약 35% 정도 감소하였음(근거 : 통계청 2016년, 농림어업총조사 2015년)
- (2) 이와 같은 변화는 그동안 국민소득의 증대와 더불어 채소 및 과채류의 소비가 증가하였지만 농촌 인구의 고령화에 따른 농업인구의 감소 결과로, 시설원에 분야는 이제 국민생활과 밀접한 연관을 가지면서 생산성 향상 및 재배환경 개선을 위해 관련 산업의 기술개발의 필요성이 대두되고 있음
- (3) 한중FTA, EU-FTA가 타결 된 이후, 농업전반은 물론 시설원에 분야에서도 큰 타격을 받고 있으며, 관련 산업의 경쟁력 강화를 위해 농민은 물론 농업관련 산업의 R&D투자에 관심이 필요함

- (4) 국내 시설원에 경영비가 급상승되었으며, 한국농촌경제연구원(KREI)의 분석에 의하면 비육우 11%, 비육돈 16%, 미곡 9%, 시설원에 17%의 경영비 상승 요인이 있는 것으로 조사되었음
- (5) 한편, 국내 시설하우스 중, 단동형 시설하우스(1-1S형) 재배를 하는 90% 정도의 시설원에 전업농가는 매년 피복재(필름)를 교체하고 있는 실정이고 이는 곧 농가경영비 상승의 요인이 되고 있음

○ 시설원예용 피복자재 장기성 필름 시장 현황

- (1) 연간 국내에 보급되고 있는 농업용 필름 100,000여톤 중 시설하우스용 피복재는 매년 48,000여톤(한국농업용필름협회 2016년 통계)이 농가에 공급되고 있음
- (2) 기존 하우스용 필름은 유적제가 필름 내부에 첨가되어 있는 형태로 시간이 경과 될수록 유적제가 필름 표면으로 이행되어 유적효과를 발현하는데 일정기간 경과 후, 유적제가 모두 소진되면 차년도 동절기에는 유적효과를 기대할 수 없음
- (3) 이러한 문제로 인하여 안정적이 작물 재배를 위해서 필름의 내구성과 상관없이 매년 필름을 교체해야 하는 실정이었고, 이는 결국 시설원예(비닐하우스) 재배 농가에게 막대한 경제적 부담이 되고 있는 상황임
- (4) 1990년대 후반부터 메탈로센 수지를 압출한 필름에 유적제를 코팅한 일본제품이 국내에 수입판매 되었고 정부 및 지자체 보조금을 통해 근래에 그 수량이 급속도로 증가되어 국내 원예시설자재 시장을 잠식하고 있음
- (5) 2015년 기준 국내 장기성 필름 시장의 약 70% 이상이 일본 수입 장기성 코팅필름으로 이루어져 있으며 중앙정부 및 지자체 단위에서 수입필름에 국한된 조건으로 판매대금의 50% 수준을 보조금으로 지원하고 있는 실정임
- (6) 이는 국고의 일본 유출이라는 문제와 국내 관련 산업의 보호 차원에서 장기성 PO 코팅 필름의 가공기술을 개발해야하는 필요성이 대두되고 있음
- (7) 일신화학공업(주)은 농림축산식품부의 첨단기술개발 사업에 참여하여 2012년 국내 최초로 장기성 PO 코팅필름 및 생산시스템을 개발하여 국내 시설원에 농가에 보급을 한 바 있고, 2016년 1,000톤 이상의 판매 실적을 올렸으며 5년 만에 누적 판매 128억원의 매출을 달성한 바 있음
- (8) 개발 이후, 자체적으로 지속적인 개발, 투자를 통하여 일본 제품과 동등한 품질 개선을 이루었지만, 일본 수입 코팅필름 대비 70% 수준의 판매가격 임에도 불구하고 아직까지 시장의 70%를 일본산 PO 코팅필름에게 내어주고 있는 실정이어서 일본과의 기술격차를 해소하고 신제품을 개발할 필요가 있음
- (9) 이에, 일본 수입 PO 코팅필름과는 기능적으로 차별화 되어 있는 기능성 제품 개발로 농가의 주년재배, 농가 소득 향상 및 수출 증대를 실현 시켜야 함

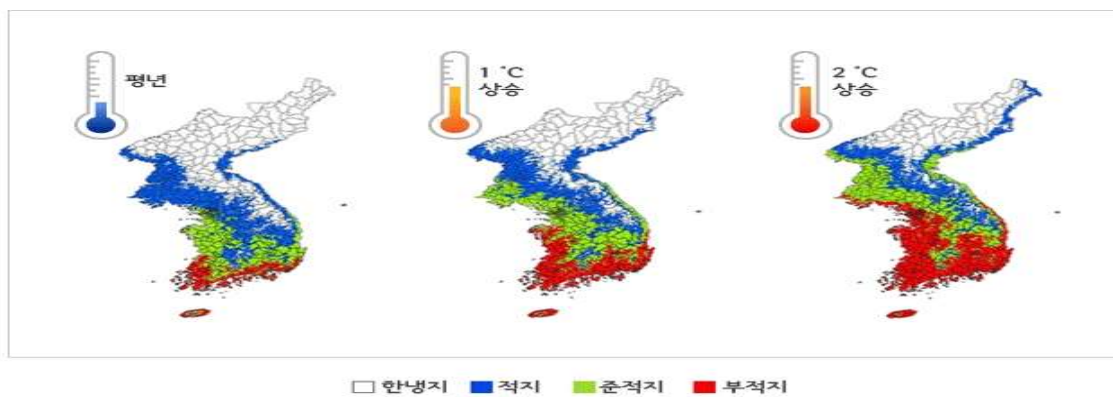
○ 지구온난화에 따른 한반도 기후변화

우리나라도 1912년 이래로 지구온난화와 도시화 효과로 평균기온이 1.5℃가 상승하였음. 특히 여름철보다는 겨울철의 최저 기온이 크게 상승하였고 강수의 횟수보다는 집중 호우 발생의 증가로 강수량이 증가하였음. 그 여파로 1990년대의 겨울은 1920년대에 비해 약 30일 정도 짧아진 반면, 여름과 봄은 20일 정도 길어지고 있음(국토환경정보센터, 2016)



<그림 3 지구온난화로 인한 주요 작물 재배지의 북상>

- (1) 온대기후인 우리나라도 점차 아열대 기후대로 전환되면서 작물의 재배지도 함께 북상하고 있음. 특히 제주도 특산물인 한라봉이 전라북도 김제에서도 재배가 가능한 기온을 형성되어 이제 지역 특산물의 개념이 사라지는 추세임
- (2) 또한, 동절기 일수가 30여일 짧아지고 봄, 여름 일수가 늘어나게 되면서 우리나라도 시설 재배를 활용한 주년재배가 가능하게 되었으며 특히, 기후 변화에 민감한 과수 작물은 생산량과 품질뿐만 아니라, 재배지에도 큰 변동이 생겨 우리 농업 환경에 맞는 재배지 변동 예측 기술을 개발할 필요가 있음.



<그림 4 기온상승으로 인한 과수재배 적지의 변화(농촌진흥청)>

- (3) 이러한 기후변화는 하절기 폭염이 지속되면서 시설하우스 내부의 온도가 상승하여 하

우스에서 작업을 하는 농민이 열사병으로 사망하는 사고가 증가하고 있고, 대부분의 재배작물은 30℃ 이상의 고온에서 정상적인 생육이 불가능하여 고온장애와 고사등의 부작용이 나타나고 있음

- (4) 가시광선의 투광율을 저해하지 않고 하우스 내부로 들어오는 태양복사 에너지의 열선 부분을 억제하여 하절기에 시설내부의 온도를 일정수준으로 낮춰주고, 작물생육의 안정적 환경 유지를 위하여 운용되는 냉방효율을 상승 시키며, 아울러 작업자의 안위를 존속 시킬 수 있는 기능성 피복재의 개발이 시급함

1-3. 연구개발 범위

가. 기술가치 평가실시;

농촌진흥청, 도농업기술원 등과 연계한 필드 테스트 및 현장 검증

다년간의 농업실용화 사업 경험이 풍부한 특허법률사무소 변리사 및 기술가치평가사 의뢰

나. 시제품 생산 및 제품 성능 테스트

- (1) 하절기 냉방 기능을 가진 장기성 코팅필름 개발
 - 가시광선 영역대를 간섭하지 않고 열선(근적외선)의 일부분을 차단
 - 간절기, 하절기 시설하우스 내의 온도상승을 억제
- (2) 동절기 보온 기능을 극대화 시킨 장기성 코팅필름 개발
 - 동절기 시설하우스 내부에서 발생하는 지구복사열의 방출을 억제
- (3) 적색광 전환 기능으로 광전환 효율을 향상시킨 장기성 코팅필름 개발
 - 작물의 광합성 활동 증진을 위해 적색광으로의 광전환
- (4) 내농약성(내화학적)이 강화된 장기성 코팅필름 개발
 - 시설하우스 내의 황훈증, 소독 등에 의한 폴리머의 산화 연쇄반응을 단절
- (5) 내스크러치성이 우수한 Hard Coating Type 장기성 코팅필름 개발
 - 시설하우스 피복 시, 파이프에 긁혀서 발생하는 스크러치에 의한 코팅막 박피 현상 억제

2. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

2-1. 국내외 개발기술동향

가. 현재 유사기술 연구개발 및 제품화 현황(기업체명과 기술명)

- (1) 업체명 : ECC
- (2) 기술명 : 광선택 투과 기능을 갖는 농업용필름
- (3) 기술의 내용
 - 운모, 산화주석, 산화티타늄, 산화안티몬주석 등을 이용하여 태양광선을 차폐
 - 가시광선 차폐율 대비 적외선 차단율이 높은 필름
- (4) 기술의 효과 (경북농업기술원 실증 실험)
 - 하절기 시설하우스내의 온도 하강 효과 있으나 동절기 보온기능 결여
 - 가시광선 및 자외선 차단으로 인하여 작물 정식시기 30일 지연
- (5) 제품화 가능성 없음

나. 개발완료 후 예상되는 최종제품의 형태

시설하우스용 피복재(필름)

2-2. 국내·외 경쟁·대체기술 동향

가. 기존 시설하우스용 피복소재 수준

기존의 시설원예용 자재는 대부분 동절기 단열위주로 개발, 보급 되어왔음. 하지만 농업 인구의 고령화로 인하여 3~5년 사용 가능한 장기성 PO피복재가 보급 되면서 하절기 시설 내의 고온 피해를 억제 할 수 있는 기술의 필요성이 대두되고 있음

현재, 시설 내의 온도 상승을 억제하기 위한 방편으로는 차광막, 차광도료, 스크린(커튼) 등이 있으며 각 기술의 장단점은 아래와 같음



(차광막)



(차광도료)



(차광스크린)

	장 점	단 점
차광막	광차단 효과 우수	가시광선 차단 설치, 제거 어려움 고가 : 20~30만원/a
차광도료	희석 농도에 따라 선택적 광차단 효과	도포 후 도막 지속시간 불균일. -추가 제거작업 필요. 고가 : 10~15만원/a
스크린	광차단 효과 우수 필요시 작동 가능	연동형, 자동화 설비 구축된 시설에서만 가능

3. 연구수행 내용 및 결과

코드번호	D-05
------	------

3-1. 기술가치 평가 실시

가. 기술가치평가 평가대상기술의 개요

본 과제를 통해 개발하려고 하는 기술은 농작물의 주년재배가 가능하도록 냉방, 보온, 광전환 효율을 증진시킨 하이브리드형 장기성 코팅필름에 관한 기술로, 구체적으로 ① 태양복사에너지 중 열선에 해당하는 근적외선 영역대의 파장을 차단하여 하절기 시설하우스 내부의 온도를 3~4℃ 낮추어 작물의 생육과 작업환경을 개선시키고, ② 동절기 지표로부터 발생하는 지구복사열이 시설하우스 외부로 방출되는 것을 억제하여 동절기 야간 보온력을 유지시키며, ③ UV-B와 UV-C 영역을 감쇠하고, ④ 250~650nm 파장 영역의 빛을 흡수하여 450~700nm 파장 영역의 형광방사를 통해 작물의 광합성 증진시키며, ⑤ 내화학적 및 내스크러치성이 강화된 피복 필름에 관한 기술이다.



<그림 5> 광전환 장기성 코팅필름

농업용 하우스 내에서 식물을 재배하는 시설 재배는 노지 재배에 비해 식물의 수확량, 품질이 모두 비약적으로 향상되기 때문에 활발히 이루어지고 있다. 일반적으로 농업용 필름은 투광성, 무적성, 보온성, 방무성, 장수성 등과 같은 일반적인 기능을 갖춤으로써, 비닐하우스 외부 환경의 변화로부터 작물을 보호하고 고품질, 고소득의 농산물을 안정적으로 생산할 수 있도록 한다. 기존 플라스틱 필름을 이용한 온실 내지 비닐하우스가 갖는 문제점은 온실 외부에서 온실 내부로 유입되는 모든 광을 그 파장이나 종류에 상관없이 내부로 유입시키고 외부로 배출한다는 것이다.

이런 이유로 온실 내부의 온도는 외부 환경에 따라 급격하게 변화하게 된다. 여름철 낮에는 온실 내부 온도가 70~80℃까지 상승한 후 밤에는 일교차에 의해 10~30℃까지 하강하는 급격한 환경변화를 가지게 될 뿐만 아니라, 겨울철에는 20~30℃에서 영하의 온도까지

하강하는 급격한 온도 변화를 반복하게 된다. 급격한 온도 변화는 습도뿐만 아니라 온실 내부의 미기상을 변화시키고 결로 발생을 포함한 여러 가지 문제를 발생시킨다.

급격한 온도변화의 가장 큰 문제점은 수확작물의 생산성과 수명에 직접적으로 영향을 준다는 것이다. 일반적인 작물의 생육적온은 작물의 종류에 따라 상이하나, 20℃ 부근에서 형성되는 것이 일반적이다. 생육적온의 범위를 벗어날 경우라도 짧은 기간이나, 작은 변화는 작물이 스스로 극복할 수 있는 능력을 가지고 있으나, 지속적이고, 급격한 변화에서는 대부분 생체리듬을 잃고 정상적인 생육 메카니즘을 이루어내지 못하는 것이 일반적이다.

온실환경의 급격한 변화는 작물뿐만 아니라 농업 종사자의 건강에도 위해를 가하게 된다. 한여름 온실 내의 온도가 80℃까지 상승하는바, 이러한 온실 환경에서 정상적인 작업을 수행한다는 것은 불가능하다고 할 수 있다. 고온기 극복을 위해 다양한 종류의 기술이 개발되어 있으나, 그 설치비가 비싸고, 혹서기에는 그 효과가 미미하거나 사용이 불가능할 뿐만 아니라 기업형 대형온실이 아닌 대부분 영세한 시설농가에서는 적용에 엄두를 내지 못하는 것이 현실이다.

시설농가에서 일반적으로 농업용 필름은 투광성, 무적성, 보온성, 방무성, 장수성 등과 같은 일반적인 기능을 갖추므로써, 비닐하우스 외부 환경의 변화로부터 작물을 보호하고 고품질, 고소득의 농산물을 안정적으로 생산할 수 있도록 한다.

따라서, 태양광 중 작물의 광합성에 필수적인 가시광선의 차단은 최소화하면서 자외선과 적외선 차단율이 높은 광 선택투과 기능을 갖는 농업용 필름이 개발 및 보급되면, 온실 재배농가는 혹서기와 혹한기 재배에서 발생하는 경제적 손실과 문제점을 해소할 수 있게 된다. 즉, 온실 내 작물의 초기 발육 및 생육은 안정화되고, 초기 생육의 안정화와 지속적이고 안정적인 온실 환경 유지로 작물의 수명이 연장될 것이다. 수량은 증대되며, 품질은 향상되어 농업생산성은 증가할 수 있다. 이와 더불어 온실 내 농업 종사자에게도 한여름 혹서기와 한겨울 혹한기에 온실 작업을 편안하게 할 수 있는 작업환경을 부여해 줄 수 있다.

또한 전 지구적인 기상 및 기후변화의 영향으로 이상기후변화가 빈번하게 발생하고, 이를 극복하기 위해 많은 비용의 냉방비와 난방비가 소요되며, 비용과 더불어 많은 양의 이산화탄소를 배출되고 있는바, 위와 같은 광 선택 투과기능을 갖는 농업용 필름은 여름철 냉방비와 겨울철 난방비를 절감해 주고, 기후변화의 주요 원인인 이산화탄소의 배출을 줄여주는 환경 친화적인 기술이자 제품이다

농촌에서 작물의 수확량을 증가시키고 상품성을 향상시키기 위하여 하우스재배나 터널 재배가 성행되고 있으며, 이러한 하우스재배나 터널재배는 LLDPE(Liner Low Density Poly Ethylene), LDPE(Low Density Poly Ethylene), EVA(Ethylene Vinyl Acetate), PVC(Poly Vinyl Chloride)등의 필름이 사용되고 있다. 이러한 필름들을 작물재배에 사용될 경우, 토양으로부터의 수분증발로 인하여 필름표면에 물방울이 맺히게 되는데, 작물의 성장에 필요한 햇빛이 필름에 맺힌 물방울에 의해 투과하지 못하고 산란되어 투과율이 낮아져서 작물의 생육에 문제를 발생시켰다. 이를 보완하기 위해서 친수성 계면활성제를 필름 생산시 내부에 첨가하여, 첨가된 무적제가 필름표면에 배어나와 무적성을 나타나게 하

는 방법이 있다. 이러한 방법은 계면활성제가 배어 나오는 기간이 3개월 내지 6개월 정도에 불과하여 사용 중 무적성이 떨어질 뿐 아니라, 계면 활성제가 투입량의 20-30% 정도만 필름 외부로 배어 나와 제조시 무적제를 과량 첨가해야 하기 때문에 백화현상이 발생하고, 필름을 수시로 교체하여야 하는 것이어서 과중한 경비부담과 불편이 가중되는 문제점이 있었다. 따라서, 농가에서 사용하는 필름의 투명성을 개선하고 필름표면에 물방울이 맺히는 현상을 방지하는 무적성능이 충분하여 햇빛의 투과율을 높이고, 작물의 생육에 도움을 줄 수 있고, 장기적으로 사용할 수 있는 방향으로 농업용 필름이 개발되어야 할 필요가 있다.

또 최근에는, 식물의 수확량 및 품질의 추가적인 향상, 수확 시기의 조정, 재배 기간의 단축 등을 목적으로, 농업용 하우스에 사용되는 농업용 필름에 의해, 식물에 유해한 자외선을 광합성에 유용한 청색계의 광으로 변환하거나, 광합성 효율이 낮은 녹색 내지 황색계의 광을 광합성 효율이 높은 주황색 내지 적색계의 광으로 변환하거나 하는 시도가 이루어지고 있다. 특정한 파장의 광을 다른 파장의 광으로 변환하는 기능을 갖는 파장 변환 필름으로는, 유기계 자외선 흡수제를 포함하는 비(非)불소계 수지 필름과, 파장 변환 재료로서 2 종류의 형광 색소를 포함하는 비불소계 수지 필름을 적층시킨 농업용 파장 변환 필름 등이 있다.

본 과제를 통해 개발하려고 하는 기술은 저밀도폴리에틸렌(LDPE), 선형 저밀도 폴리에틸렌(LLDPE), 선형 초저밀도 폴리에틸렌(VLLDPE), 메타로센 선형 저밀도폴리에틸렌(M-LLDPE) 및 에틸렌 비닐 아세테이트(ethylene vinyl acetate)공중합체로 이루어진 군에서 선택된 어느 하나 이상의 열가소성 수지와, 화학식 1 내지 5 에서 선택된 하나 이상의 화합물을 유효성분으로 포함하는 광전환 기능을 갖는 농업용 필름 조성물로 구성되어 있으며, 투광성, 보온성, 내후성 등과 같은 종래 하우스용 장수 필름의 기능 이외에 근적외선과 자외선을 가시광선으로 전환하는 광전환 기능을 추가적으로 갖춤으로써, 비닐하우스 외부 환경의 변화로부터 작물을 보호하고 고품질, 고소득의 농산물을 안정적으로 생산할 수 있도록 하는 장점이 있다.

나. 기술가치평가 평가대상기술의 기술적용 분야

평가대상기술의 기술적용분야는 농업용 플라스틱 필름 시장이다. 농업용 PE필름은 보온 못자리용을 비롯해 연초경작용, 원예작물용, 뽕나무피복용, 멀칭용, 비닐하우스용 등이 있으며 LDPE, L-LDPE, HDPE, EVA등 폴리올레핀 필름이 주종을 이루고 있으며 일부 PVC와 PC도 사용된다. 농업용 필름은 경작 면적이 상대적으로 부족하고 사계절이 뚜렷한 우리나라에서 영농기술의 발전과 함께 용도가 다양화·세분화 되고 있다. 보온 못자리용으로 시작된 농업용 필름은 멀칭용, 하우스용 그리고 사일리지용으로 확대되었고 각 용도마다 특성화되어 다양한 소재와 기술이 적용되고 있다.

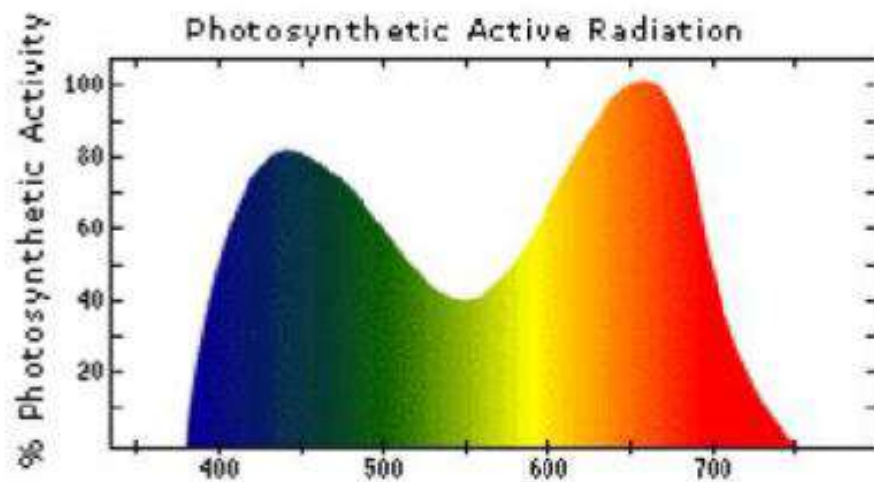
평가대상기술은 투광성, 보온성, 내후성 등과 같은 종래 하우스용 장수 필름의 기능 이외에 근적외선과 자외선을 가시광선으로 전환하는 광전환 기능을 추가적으로 갖춘 농업용 필름으로 광전환 기능 및 광차단 기능을 보유하여 작물 재배에 최적화된 필름으로 하우스용 필름에 적용이 가능하다.

이에 본 평가대상기술이 적용된 하우스용 피복 필름은 자외선 영역의 광을 가시광선 영역으로

광 전환시키는 효과를 통해 작물의 광합성을 촉진함으로써 작물의 생육을 증가시키고, 비닐하우스 외부 환경의 변화로부터 작물을 보호하고 고품질, 고소득의 농산물을 안정적으로 생산할 수 있을 것으로 예상된다.



<그림 6> 평가대상기술의 적용분야: 하우스용 필름



<그림 7> 광합성효율 증진을 위한 형광 방사를 통한 광전환 기술

다. 기술가치평가 결과 요약

(1) 기술가치 평가결과

본 평가에서는 평가대상기술 및 기술제품에 대한 특허의 권리성, 기술성, 시장성 및 사업성 등 종합적인 분석결과를 토대로 본 기술의 가치를 산정하였다.

매출액은 2019년부터 발생하는 것으로 가정하였으며, 본 기술제품의 향후 경제적 수명기간(9년간)이 종료되는 2027년까지 창출할 총 순현금흐름액(순현금유입액)은 12,299백만원으로 추정되었다. 이를 할인율 7.97%를 적용하여 현재가치화 할 경우 평가기준일 현재 사업가치는 5,396백만원, 사업가치 창출에 기술이 공헌한 기술기여도를 곱하여 측정한 기술가치는 1,769백만원으로 산출되었다.

항 목	평가결과
순현금흐름 (2019년~2027년)	12,299백만원
할인율	7.97%
사업가치	5,396백만원
기술기여도	32.80%
기술가치	1,769백만원

<그림 8 사업가치 및 기술가치 평가결과>

(2) 특허기술의 경제적 수명

기술의 경제적 수명 추정은 평가대상기술의 기술수명주기를 고려하여 기술제품의 경제적 수명주기 추정을 의미한다. 동 사업에서 제시한 기술의 경제적 수명은 인용특허수명(TCT : Technology Cycle Time)에 본 평가에 참여한 전문가들이 평가한 기술수명 영향요인(기술 및 시장요인)과 법적 권리존속기한 등을 종합적으로 고려하여 9년으로 추정하였다.

(3) 매출액 추정

평가대상 기술제품의 매출추정은 평가기준일 현재 본 특허기술의 권리확보, 기술성분석에 의한 기술의 유용성 및 경쟁성, 시장성분석 결과에 따른 관련시장의 향후 성장성 및 시장규모 등을 종합적으로 고려하여 추정하였다. 매출액은 2019년부터 발생하는 것으로 가정하였으며, 기술제품의 경제적 수명기간 동안 추정할 향후 매출액은 다음과 같다.

<표 1-3> 평가대상기술제품의 매출추정

(단위 : 백만 원)

구 분	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
매출추정	2,600	5,900	13,400	23,000	30,500	38,800	45,400	51,800	59,000

(4) 원가분석 및 여유현금흐름 추정

평가대상 특허기술이 적용되는 하이브리드형 PO코팅필름에 대하여 매출원가를 추정함에 있어 한국은행 기업경영분석(2016)에서 제시된 고무제품, 플라스틱제품 제조업(C22)에 속한 기업의 2015년 기준 매출액 대비 매출원가 평균값인 81.08%를 참고하였다.

관관비 역시 매출원가율과 유사한 방법으로 추정된 관관비율 및 전문가적 판단을 바탕으로 산정하였으며, 법인세 비용은 법인세법 상 세율에 주민세를 포함한 세율을 적용하였다.

추정 매출액에서 매출원가 및 관관비를 차감한 후 법인세 효과를 고려하여 산출된 세후 영업이익에 감가상각비, 자본적 지출 비용 및 운전자본의 증감액을 고려하여 여유현금흐름을 산출하였다.

(5) 할인율

할인율은 예상되는 경제적 이익을 현재가치로 전환하는 과정에서 적용하는 자본비용을 의미한다. 본 평가에서 할인율은 기술가치평가 시 일반적으로 이용되고 있는 가중평균자본비용(WACC)에 의한 방법을 적용하여 추정하였으며, 본 평가에서 적용할 할인율은 7.97%로 결정하였다. 할인율은 평가대상 기술제품의 경제적 수명동안 매년 동일하다고 가정하였다.

(6) 기술기여도

기술기여도는 기술이 창출한 사업가치 중 기술이 기여한 바를 의미한다. 평가대상 기술의 가치는 사업가치에 기술기여도(산업기술요소에 개별기술강도 비율을 곱하여 결정)를 곱하여 산정하였으며, 최종 기술기여도는 32.80%로 추산되었다.

3-2. 소재 검토 및 적용 평가

가. 적외선 광 차단 기능성 소재

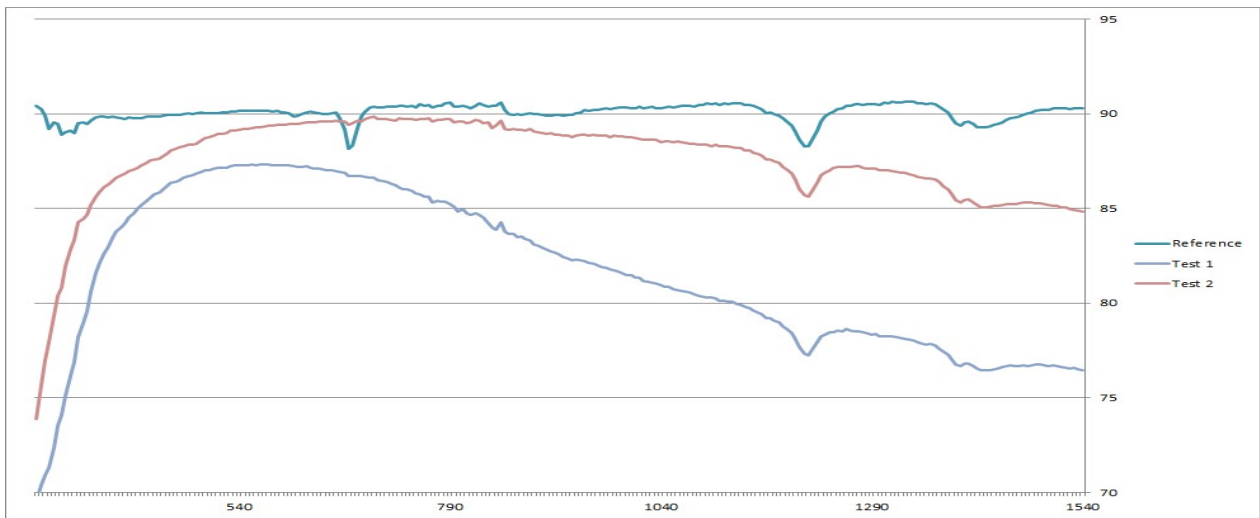
열 에너지는 적외선 파장들로 구성되어 있고 온도에 따라 열을 구성하는 적외선 분포가 다르게 나타난다. 본 장기성 코팅 필름은 가시광선 영역인 450~700nm 파장 영역에 대한 광 투과성을 저해하지 않으면서도 고유한 적외선 반사성능을 갖는 소재를 적용하여 근적외선 반사 효과를 얻고, 이를 통해 외부로부터 조사되는 근적외선으로 인한 하우스 내부의 온도 상승을 방지하는 것을 기대한다.

(1) 재료 선정 및 평가방법

시설하우스용 필름에 적용하기 위해서 필요한 기능을 갖추고 있으면서, 필름 자체에 물성에 크게 영향을 주지 않고, 공압출이 가능하며, 공압출 후 성질이 변하지 않는 소재를 찾아 필름을 성형하고, 1) 광 영역대별 투과율 분석, 2) 소형 모형하우스 내부 온도 모니터링 및 3) 시설하우스에 적용하여 내부 온도 모니터링을 통해 온도상승 억제 효과를 평가하였다.

(2) 평가 결과

- 광특성 분석



<그림 9 테스트 소재 별 광 투과율>

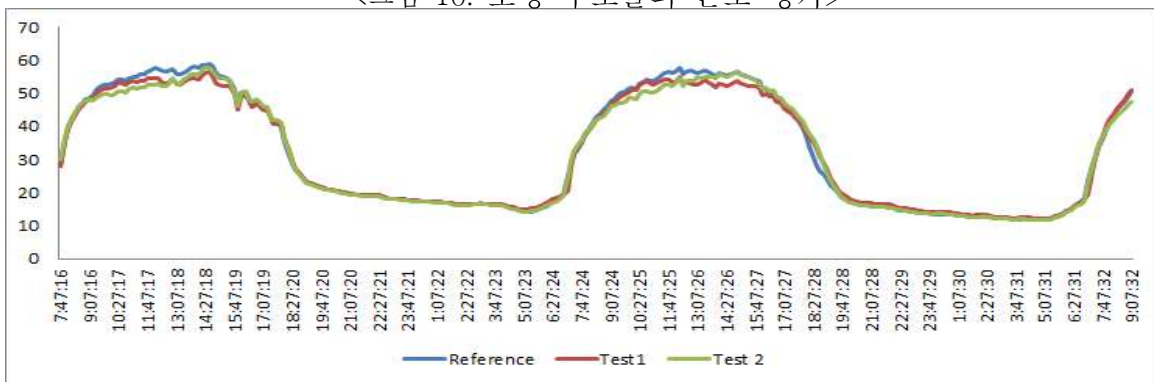
선택한 재료를 적용한 Flm 의 파장대별 투과도를 기존 코팅형 PO 필름과 비교하여 평가하였다. 제품의 개발 목표인 1) 가시광선 영역대의 투과율이 비슷하고 2) 근적외선 영역대의 투과율이 낮아지는 효과를 확인할 수 있었다.

- 소형 모형하우스 내부 온도 모니터링

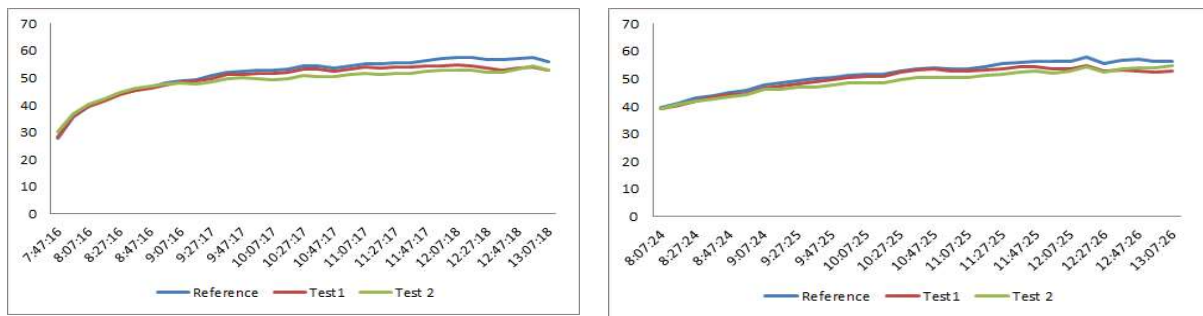
적외선 차폐 소재를 적용한 필름을 소폭 다층 압출 기기에 적용하여 시생산 하였다. 이를 소형 구조물에 적용한 후 내부에 온도계를 설치하여 낮~ 밤 사이의 온도 변화를 모니터링 하였다.



<그림 10. 소형 구조물의 온도 평가>



<그림 11 아이템 별 시간에 따른 온도 그래프>



<그림 12 온도 상승 구간의 온도 그래프(Day1, Day2)>

평가 결과 그림 10 과 같이, 낮시간대에 온도 상승 시 기존 제품 (Reference) 대비 온도 상승 속도가 낮은 것으로 평가되었다. 그림 11 과 같이, 맑은 날 2일 연속 데이터 중 온도 상승 시간대(오전 7~8시 ~ 13시)를 확대하면, 온도 상승 지연 효과가 있어 최대 온도 도달 시점 전후로 2~4도 정도 낮은 것을 확인 할 수 있다. 이에 따라, 적외선 차단 소재는 초기 온도 상승 시점에서 시설하우스 내부의 온도 상승 시간을 지연시켜 냉방 효과를 상승 시킬 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.

- 시설하우스 적용 및 비교평가

기존 시설하우스용 필름을 이용한 온실 내지 비닐하우스가 갖는 문제점은 온실 외부에서 온실 내부로 유입되는 모든 광을 그 과장이나 종류에 상관없이 내부로 유입시키고 외부로 배출하여 온실 내부의 온도가 외부 환경에 따라 급격하게 변화하게 된다는 점이다.

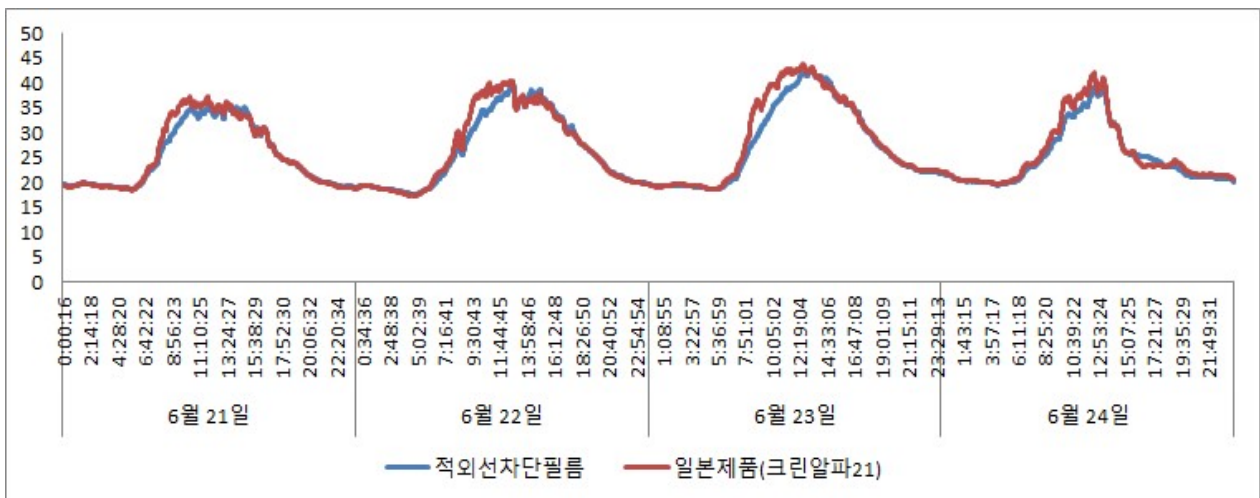
심한 경우에는 여름철 낮에는 온실 내부 온도가 70~80℃까지 상승한 후 밤에는 일교차에 의해 10~30℃까지 하강하는 급격한 환경변화를 가지게 될 뿐만 아니라, 겨울철에는 20~30℃에서 영하의 온도까지 하강하는 급격한 온도 변화를 반복하게 된다. 급격한 온도변화의 가장 큰 문제점은 수확작물의 생산성과 수명에 직접적으로 영향을 주며, 작물뿐만 아니라 농업 종사자의 건강에도 위해를 가하게 된다.

적외선 차폐 소재 1, 2 중 가시광선 영역대의 차단이 기존 제품과 비슷한 수준인 1번 소재를 적용한 시제품을 생산하여 현장 필드테스트를 수행하였다. 측정은 하우스 30m 안쪽, 고랑으로부터 120cm 높이에 온도계를 설치하고, 10분 간격으로 온도를 측정하였다.

그 결과, 일본에서 수입된 장기성 필름과 비교하여 2~4도 낮은 온도를 유지하며 온도 상승이 지연되는 것을 확인할 수 있었다.



<그림 13 하우스 실내 온도 상승억제효과 측정을 위한 필드 테스트 현장>



<그림 14 하우스 실내 온도 상승억제 효과 평가 결과>

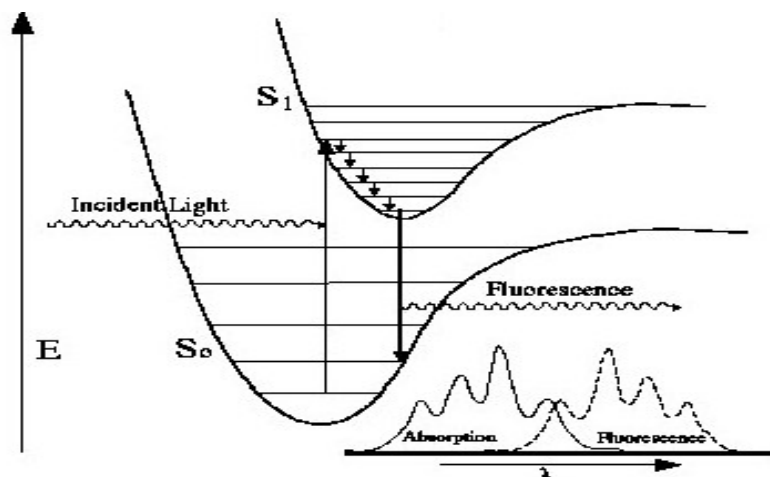
여름철 시설하우스는 내부 온도의 지나친 상승을 막기 위해서 통풍구를 열어 환기를 시킨다. 때문에 주변 환경이나 환기 효율에 따라 내부 온도가 영향을 받게 된다. 이를 고려하여 비교적 가까운 곳에 설치된 시설하우스에 비슷한 수준의 환기가 진행되는 곳을 선택하여 실험을 진행하였으며, 연속된 4일간 재현성 있는 결과를 보여주었다.

이러한 결과를 통해 본 기술을 적용한 장기성 필름은 경쟁 제품에 비해 우수한 작업 환경 개선효과, 하절기 과열방지 효과 등을 달성할 수 있을 것으로 평가된다.

나. 광전환 기능성 소재

농작물의 주년재배가 가능하도록 냉방, 보온, 광차단 효율을 증진시킨 장기성 코팅필름에 광전환 기능을 갖는 유기계 광파장 변환 소재를 적용 가능 여부를 평가하였다. 이를 통해 시설하우스 내로 들어오는 UV-B와 UV-C 영역의 파장을 감쇠하고, 250~650nm 파장 영역의 빛을 흡수하여 이를 다시 450~700nm 파장 영역으로 형광방사를 통하여 작물의 광합성을 증진시키는 효과를 달성하게 된다. 또한, 식물이 동화작용에서 주로 사용하지 않는 녹색 파장(500~600nm)을 적색 파장(600~700nm)파장으로 변환하여 작물의 광합성을 증진시키는 효과를 달성하게 된다.

광파장 변환 소재 내의 전자는 높은 에너지의 빛을 흡수하여 Excitation 한 후, Excited 에너지 준위 중 낮은 Vibrational Level로 순간 이동하게 된다. 그 곳에서 Ground State로 다시 내려가면서 흡수한 에너지 보다 낮은 에너지를 방출하게 된다.

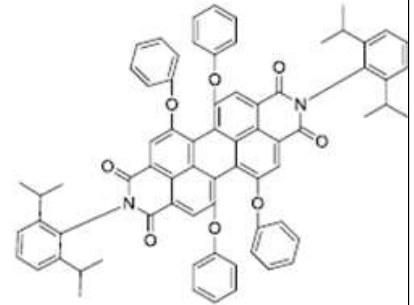
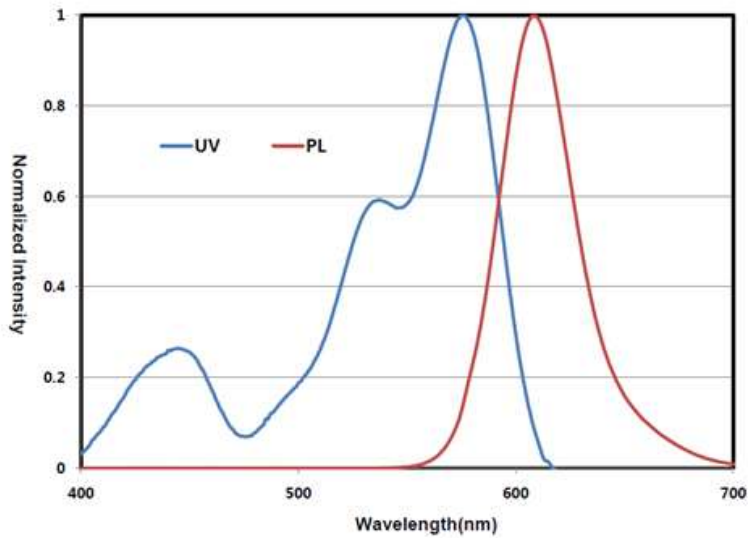


<그림 15 광파장 변환 소재의 에너지 전환 원리>

본 장기성 코팅 필름에 적용되는 광파장 변환 소재는 화학식 1 내지 화학식 5의 구조를 갖으며, 광변환 특성은 아래 그림과 같다.

UV		PL			Q.Y
λ_{max}	$E_{576}(\text{DMF})$	λ_{Ex}	λ_{max}	FWHM	
576nm	48,000	576nm	608nm	39nm	0.943

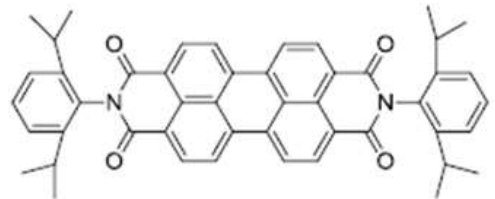
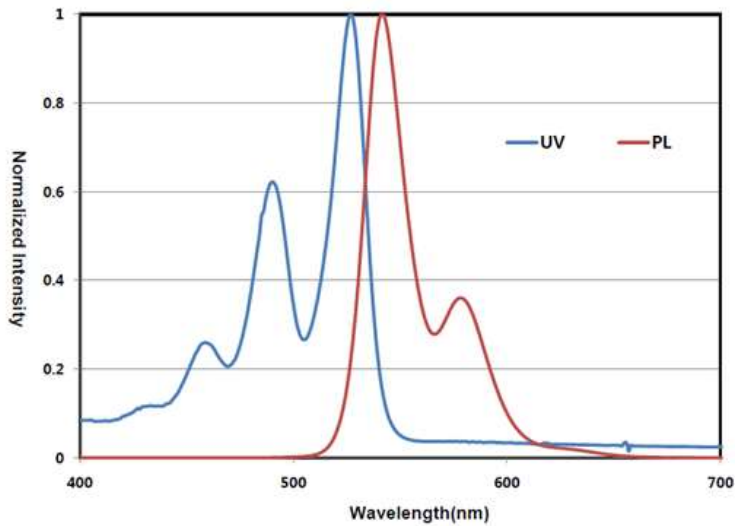
[화학식 1]



<그림 16 광과장 변환 소재(화학식 1)의 에너지 전환 특성>

UV		PL			Q.Y
λ_{max}	$E_{528}(\text{DMF})$	λ_{Ex}	λ_{max}	FWHM	
527nm	77,000	527nm	542nm	23nm	0.750

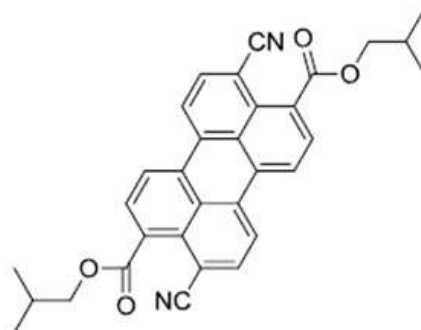
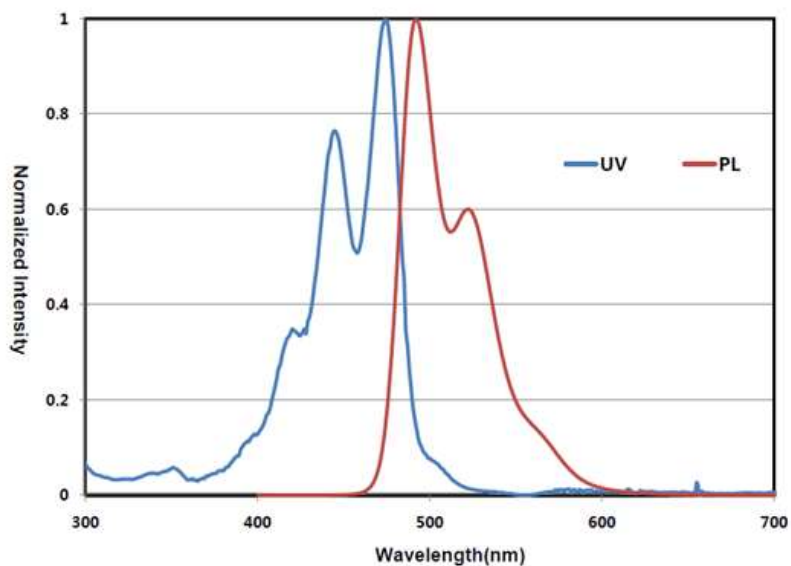
[화학식 2]



<그림 17 광과장 변환 소재(화학식 2)의 에너지 전환 특성>

UV		PL			Q.Y
λ_{max}	$E_{475}(\text{DMF})$	λ_{ex}	λ_{max}	FWHM	
474nm	43,000	474nm	492nm	50nm	0.899

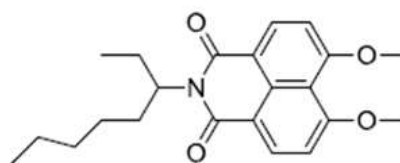
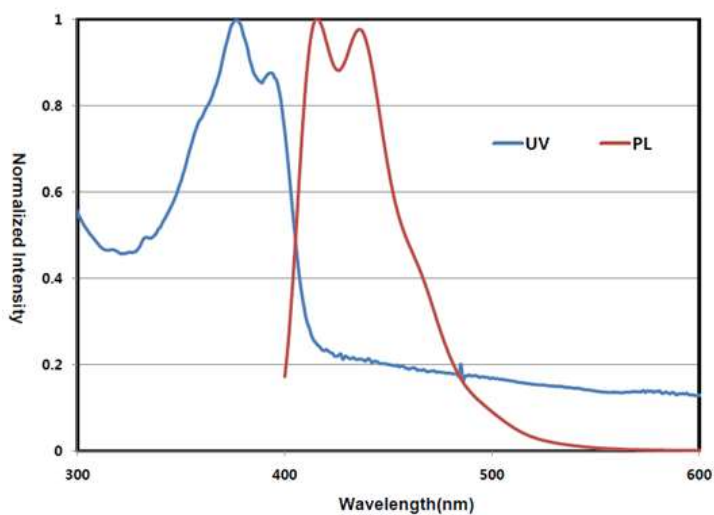
[화학식 3]



<그림 18 광파장 변환 소재(화학식 3)의 에너지 전환 특성>

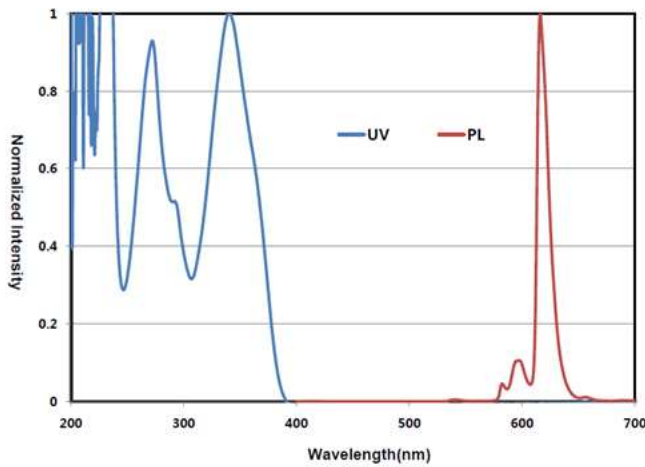
UV		PL			Q.Y
λ_{max}	$E_{378}(\text{DMF})$	λ_{ex}	λ_{max}	FWHM	
377nm	18,000	377nm	416nm	53nm	1.168

[화학식 4]

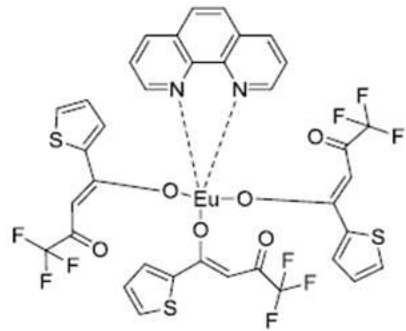


<그림 19 광파장 변환 소재(화학식 4)의 에너지 전환 특성>

UV		PL			Q.Y
λ_{max}	$E_{342}(DMF)$	λ_{ex}	λ_{max}	FWHM	
341nm	54,000	341nm	616nm	11nm	0.762



[화학식 5]



<그림 20 광과장 변환 소재(화학식 5)의 에너지 전환 특성>

본 광과장 변환 소재를 적용하여 구현된 장기성 코팅 필름은 시설하우스 내로 들어오는 UV-B와 UV-C 영역의 파장과, 식물이 동화작용에서 주로 사용하지 않는 녹색 파장(500~600nm)을 450~700nm 파장 영역으로 변환하는 기능을 보유하고 있으며, 이를 통해 동 광전환 기능을 보유한 장기성 필름은 경쟁기술에 비하여 작물의 광합성을 추가적으로 증진시키는 효과를 달성 가능할 것으로 판단되어 기술의 활용성이 높을 것으로 예상된다.

다. 유적코팅액

하우스용 필름을 작물재배에 사용될 경우, 토양으로부터의 수분증발로 인하여 필름표면에 물방울이 맺히게 되는데, 작물의 성장에 필요한 햇빛이 필름에 맺힌 물방울에 의해 투과하지 못하고 산란되어 투과율이 낮아져서 작물의 생육에 문제를 발생시키게 된다. 이를 보완하기 위해서 친수성 계면활성제를 필름 생산시 내부에 첨가하여, 첨가된 무적제가 필름표면에 배어나와 유적성을 나타나게 하는 방법이 있다.

따라서, 농가에서 사용하는 필름의 투명성을 개선하고 필름표면에 물방울이 맺히는 현상을 방지하는 무적성능이 충분하여 햇빛의 투과율을 높이고, 작물의 생육에 도움을 줄 수 있고, 장기적으로 사용할 수 있는 방향으로 농업용 필름이 개발되어야 한다.

유적성 테스트를 위하여 친수성 아크릴계 유-무기 나노 입자 코팅액을 제조하였다. 중합된 친수성 아크릴레이트계 중합체와 분산되어 있는 나노 실리카 10~60nm, 광과장 변환 소재, 그리고 TEOS 6:3.5:0.5, 6:3:1, 6:2.5:1.5 비율로 30분간 고속 교반하여 20%(w/w) 친수성을 갖는 나노입자 코팅액을 제조하였고, 제조된 친수성 아크릴계 유-무기 나노 입자 코팅을 코로나 처리된 천하무적 원단에 바-코다로 일정한 압력과 일정한 속도로 도포하여 70~80℃ 사이에서 열풍건조(30~40sec)를 하여 5종의 농업용 장기성 코팅필름을 제조하였다.

아크릴레이트계 중합체	: 6	6	6
나노 실리카 10 ~ 60nm	: 3.5	3	2.5
TEOS	: 0.5	1	1.5

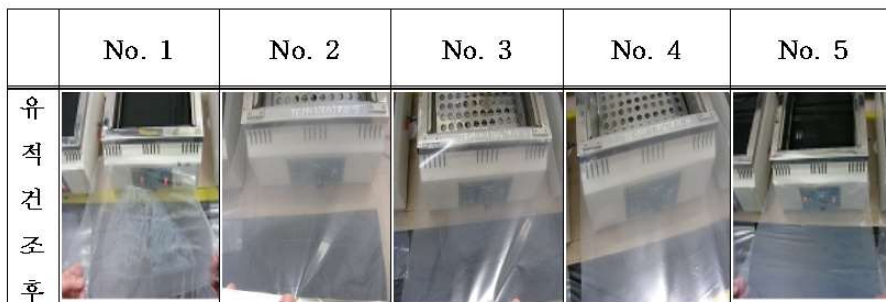
Mixing, 30min
Ethanol

20%-친수성 나노입자 코팅액 제조

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
아크릴레이트계	6	6	6	6	수입품
Nano Silica 10~60nm		3.5	3	2.5	
TEOS		0.5	1	1.5	
Nano Silica 50~60nm	3				
Nano Silica 100~120nm	1				

<그림 21 유적성 테스트를 위한 친수성 나노 입자 코팅액 조성>

상기 제조된 농업용 장기성 코팅필름의 유적성 평가를 실시한 결과, 하기 표와 같이 No. 4, No. 5 > No. 3 > No. 2 > No. 1 순으로 나타났다. 유적성 평가 후 건조를 살펴보면 TEOS 첨가량에 따라 백화현상이 줄어드는 걸 확인할 수 있었다. 백화현상의 줄어들 정도를 확인하기 위해 Haze를 측정하여 백화현상의 줄어들 정도도 동시에 확인하였다. 백화현상의 줄어들 순을 살펴보면 No. 4 > No. 5, No. 3 > No. 2 > No. 1 순으로 나타났다. 이와 같은 결과로 유적과 백화가 상반관계의 형태로 나타나는 것을 확인할 수 있었고, 본 과제에서 제조된 장기성 필름의 유적성이 매우 양호한 것을 확인할 수 있었다. 또한, 농가에 직접 설치하여 시험한 결과 유적성 및 투명성이 매우 양호한 것을 확인하였다.



Haze(%)	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
유적 평가 전	19.9	11.5	11.1	10.5	10.7
유적 건조 후	41.5	12.1	11.6	10.9	11.4

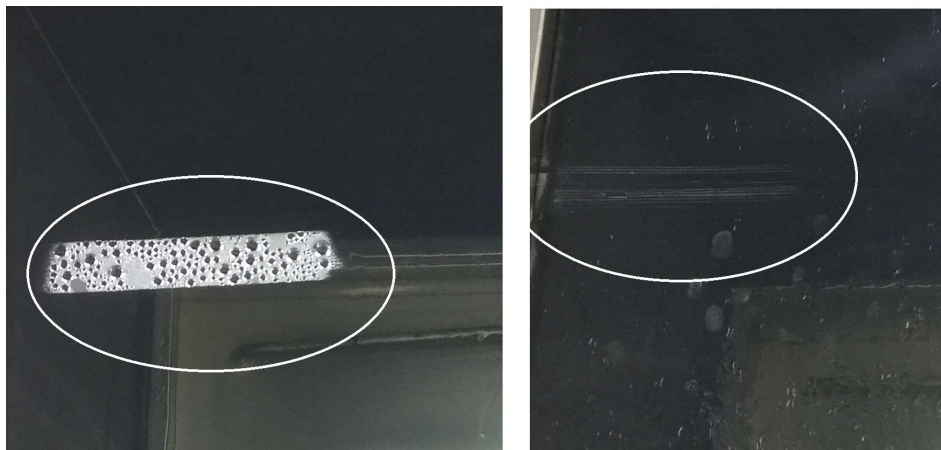
<그림 22 유적성 테스트 결과 및 Haze 테스트 결과>



<그림 23 필드 적용된 필름의 유적성 및 투명성 테스트 사진>





동 기술을 적용한 장기성 필름은 투명성에 영향을 미치지 않으면서도, 필름표면에 물방울이 맺히는 현상을 방지하는 유적성능이 충분하여 작물의 생육에 도움을 줄 수 있는 효과가 있는 것으로 나타났다.

장기성 코팅액 적용에 있어서, 하드 코팅 타입과 일반 코팅 타입을 적용한 샘플을 생산하여 유적 성능 및 Rubbing Test를 진행하여 코팅 강도 및 실험실 유적 평가를 진행하여 비교하였다.



<그림 24 일반 코팅 Vs 하드 코팅의 Rubbing Test 결과>

평가 결과, 하드코팅 타입을 적용한 코팅 면이 내스크래치 성이 더 높은 것으로 평가되었다.

일반 코팅		하드 코팅	
			
D+ 1	D+ 95	D+ 1	D+ 95

<그림 25 일반 코팅 Vs 하드 코팅의 장기 유적실험 결과>

평가 결과, 초기 유적성 발현에서 일반 코팅이 조금 더 빠르게 수막이 형성되는 것으로 관찰되었으나, 일정 시간이 지난 후 일반코팅 타입과 하드코팅 타입의 유적성 발현 정도에 차이가 관찰되지 않았으며, 95일이 지난 시점까지 유적성능 유지에 차이가 없는 것으로 평가 되었다.

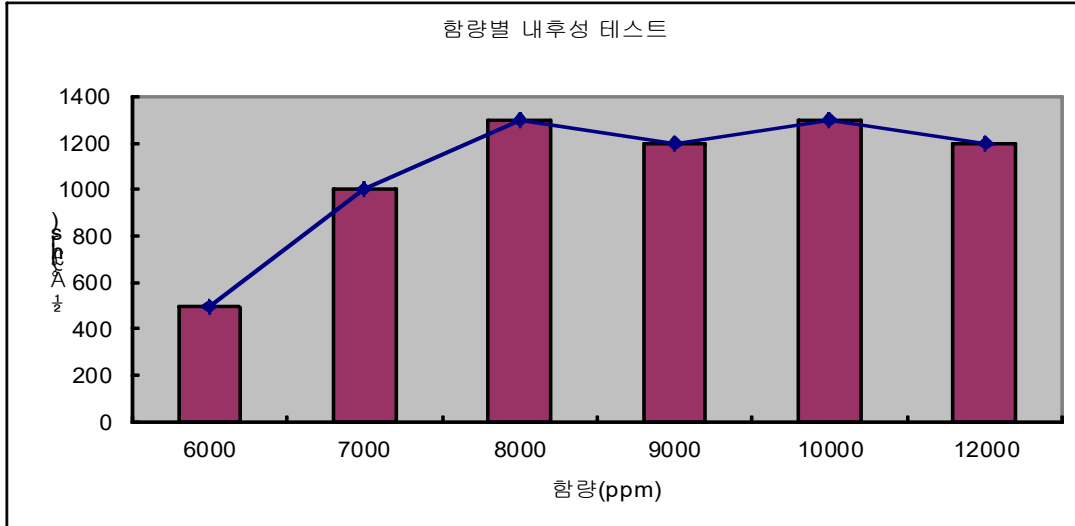
라. 내후성

수원대 환경에너지공학과 팀에서 밝힌 2008년 우리나라의 1일 평균 조사량은 150kj/m²이다. 일신화학에서 보유한 Accelerator Lab Tester의 UV(0.55w/m²)로 1시간동안 조사되는 에너지는 300kj/m²이며 Black 판넬의 온도(60℃), 수분 조건(8H/day) 등을 감안할 때, Accelerator Lab Weathering의 에너지는 1시간당 평균 200kj/m²이다.

Accelerator Lab Weathering Tester 내에서의 1시간은 노지의 1.5일과 흡사한 조건이며, 결과적으로 실험 치의 1,300시간은 노지의 1,950일에 해당하며 이는 약 5.3년 정도의 내구연한을 의미한다. 내후성 시험 장비 (UV2000TM, ATLAS)를 이용하여 UV 차단제가 첨가된 필름의 내후성 검토한 결과, UV 차단제로 UV-3346(1,600±10%, CYTEC INDUSTRIES INC.)를 사용하여 제조한 실시예의 장기성 필름의 내후성과 인장성이 가장 좋은 것으로 나타났다.

Grade		초기	50H	74H	100H	150H	200H	250H
실시예 UV2000	신장율(%)	473	451	475	438	350	312	174
	비율(%)	100	95.3	100.4	92.6	74.0	66.0	36.8
대조군 Zika944	신장율(%)	488	566	549	427	354	236	
	비율(%)	100	116.0	112.5	87.5	72.5	48.4	
대조군 Zika783	신장율(%)	606	621	315	296			
	비율(%)	100	102.5	52.0	48.8			
대조군 SUNXO L944	신장율(%)	629	495	596	390	261		
	비율(%)	100	78.7	94.8	62.0	41.5		
대조군 HS944	신장율(%)	577	593	571	425	268		
	비율(%)	100	102.8	99.0	73.7	46.4		
대조군 YK944	신장율(%)	587	526	574	422	248		
	비율(%)	100	89.6	97.8	71.9	42.2		

<표 1 UV 차단제 종류별 내후성 경시변화>



<그림 26 UV제 함량별 내후성 비교>

또한, UV HALS 계통의 “UV-3346” 자외선 차단제를 각각 6,000, 7,000, 8,000, 9,000, 10,000, 1,200ppm 투입하여 장기성 필름을 제조하고 자외선 차단제의 농도에 따라 내후성을 측정한 결과, 상기 그림 15와 같이 8,000ppm 투입까지 필름의 반감기(Half-life)는 증가하다가 그 후 비슷한 수준을 유지하는 것을 관찰할 수 있었다.

상기와 같은 결과를 토대로 동 기술을 적용한 장기성 필름은 5 ~ 6년 이상 장기 사용할 수 있는 물성을 갖춘 것으로 평가된다.

마. 보온성 소재의 검토 및 적용

일신화학공업은 시설하우스 내부 온도 유지를 위한 보온필름을 제조하는 기술을 이미 확보하고 있다. 필름의 특정 Layer 에 적정 함량의 보온첨가제를 적용하여 보온성능을 얻을 수 있다.

기존 보온첨가제는 함량이 증가할수록 필름의 흐림도가 증가하는 문제를 가지고 있다. 이 문제를 개선하기 위해서 기존 보온첨가제 대비 보온력이 높으면서 흐림도가 낮은 보온첨가제를 검토하여 테스트 및 평가를 진행하였다.

	Haze	직사광	산란광	전체투과도
PE Film	15.09	77.99	13.86	91.85
신규 보온제	28.14	65.17	25.52	90.69
기존 보온제	44.84	50.15	40.77	90.92

<표 2 기존 보온첨가제 대비 신규 보온첨가제의 광 특성 비교>

	PE Film	기존 보온첨가제	신규 보온첨가제
Heat Loss(evening) 100um film	60	25	15

<표 3 기존 보온첨가제와 와 신규 보온첨가제의 열 손실률 비교>

시생산한 필름의 열 손실률 평가 결과, 기존 보온첨가제 대비 열 손실률이 낮은 것으로 평가되었다. 이는 기존 보온첨가제의 산광도 대비 낮은 흐림도를 얻을 수 있으며, 이는 가시광선 영역대의 보존으로 이어질 수 있다. 생물의 장육에 필요한 광선 영역대의 보존과 동시에 보온효과를 증대시킬 수 있는 소재로서, 본 과제에의 결과물에 적용하여 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

3-3. 종합 의견

본 과제의 진행하면서, 처음 목표하였던 총 5가지의 기능성을 시설하우스용 필름에 적용시키는 실험을 진행하였고, 실험 결과 목표하였던 기능성의 발현을 각각 성공하였다. 추후 기능성을 한번에 발현시키는 단계 및 개선 단계를 거쳐, 정식 제품화를 통한 사업화를 진행할 예정이다.

* 핵심기술의 성능향상 수준 목표

평가항목 (가격 및 주요성능 Spec)	단위	기존		개선	평가방법 ³⁾
		해외(일본)	국내	3차년도	
1. 가격(판매가)	원/kg	23,000원/kg	9,000원/kg	10,000원/kg	제품판매가 비교(0.1mm)
2. 근적외선 차폐	±%	0%	0%	30%	NIR-Spectrometer
3. 인장강도	N/cm ²	3,000	2,600	3,000	KS M 3503
4. 원적외선 차폐	%	80%	60%	80%	FT-IR
5. 가시광선 투과율	%	85%	80%	85%	UV-Vis
6. 내화학적	ppm	300이하	300이하	500이상	S, Cl 잔류함량
6. 내스크러치성	kgf	4B	2B	4B	-

- 근적외선차폐 : 현재 시설하우스용 필름 적용 사례 없음.
- 원적외선 차폐율 : 세계최고 수준 일본 스미토모 필름 두께 150 μ m 기준.
- 가시광선 투과율 : 세계최고 수준 PO 수지의 기본 광투과 특성.
- 내화학적 : 필름 산화에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 황(sulfur), 염소(Chlorine)의 농도.
- 내스크러치성 : 연필 경도법에 의한 Coating 강도 측정

4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

코드번호	D-06
------	------

4-1. 목표달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
냉방효율 기능을 가진 장기성 코팅필름 개발	30	100	소형 구조물 평가 결과 온도 상승 억제 효과 확인
동절기 보온 기능을 극대화 시킨 장기성 코팅필름 개발	10	100	보온력 첨가제 기성품 존재하며, 보온효율 향상된 소재 적용 샘플 생산
적색광으로의 광전환 효율을 향상시킨 장기성 코팅필름 개발	20	100	UV Light -> Red Light 소재 검토 및 샘플 생산
내농약성(내화학적)이 강화된 장기성 코팅필름의 개발	20	100	내황성 첨가제 검토 및 필름 생산
내스크래치성이 우수한 Hard Coating Type 장기성 코팅필름 개발	20	100	Hard Coating Type 유적코팅액 적용 평가 결과 양호 확인
합계	100점	100 점	

4-2. 관련분야 기여도

- 본 연구를 통해서 지속적으로 개발해오던 하이브리드형 PO 코팅필름의 핵심 기술의 증명 및 제품화 가능성을 확인할 수 있었다. 이러한 핵심 기술이 적용된 사례는 국내의 장기성 필름 시장에는 아직 없는 것으로 조사되었다.
- 본 기술의 개발 및 적용을 통해, 계절의 변화가 뚜렷한 한국 농업 환경에서 여름철, 겨울철의 계절적 특성으로 인한 농가의 하우스시설재배 시 발생하는 불편함이 크게 해소될 것으로 예상된다. 더불어 일산화학공업의 중국 법인인 산동일신을 통한 생산 및 보급 또는 직접 수출을 통해 중국시장의 진출이 기대되고, 중국 내 계절적 변화가 큰 지역을 중심으로 시장 개척이 가능할 것으로 예상되어, 사업화를 통한 수출액 증대를 기대할 수 있다.
- 한국의 여름철 평균기온이 지속적으로 상승되고 있으며, 이에 따른 기존 시설하우스용 필름의 개선이 필요한 시점이다. 본 과제를 통해 개발하는 필름은 국내 시설하우스의 작업환경 개선에 큰 도움이 될 것이며, 더불어 광전환 기술 등이 통합된 하이브리드형 필름으로서, 작물의 생육 효율을 높이고, 작업 중 발생하는 단점들을 미리 극복할 수 있을 것으로 예상된다.

5. 연구결과의 활용계획

코드번호

D-07

5-1 활용 계획



상품화 : 다기능성 제품의 양산시스템 확립

- 내수 시장 활성화 및 사회적 비용절감효과
- 중국, 일본, 유럽 등 수출 및 기술이전

언론홍보 :

- 일간지, 월간지 등 언론 홍보
- 전국 농업교육지도기관 교육육연계
- 국내외 관련 전시회 참여 통한 대대적인 홍보

공공기관과 공동 연구 수행

- 농진청, 농업기술센터 등

정책자료 : 농업 노동 작업성 개선, 작물 생육 활성화 유도

논문 및 학회 발표 : 정보, 기술의 접근성 향상

1. 홍보 및 전시를 통한 매출 확대
 - ◇ 전국 90여개 대리점을 통한 대농가 홍보
 - ◇ 연구발표회 및 국내외 전시회 참가를 통한 대외 홍보
 - ◇ 농협중앙회 계통구매 계약 등을 통한 농가 보급
 - ◇ 자사 중국법인 '산동일신화학'을 이용한 중국 수출 또는 기술이전
2. 논문 및 학회발표
 - ◇ 정보, 기술의 접근성을 높여 학술적 의미 부여
3. 공공기관 공동연구 수행
 - ◇ 농촌진흥청, 농업기술원과의 협업을 통하여 농가 적용을 위한 실증 Data 확보

5-2. 기대 효과

1. 기술적 측면
 - ◇ 특허 출원 및 등록을 통한 생산, 제조기술 확보
 - ◇ 농가 경영비 절감과 주년채배가 가능
 - ◇ 적외선 차폐 효과를 통한 냉,난방 에너지 효율 상승
 - ◇ 광전화를 통한 작물 생육 증진
 - ◇ 내화학적 향상을 통한 장기 피복 및 친환경 농업 실현

2. 경제적·산업적 측면

- ◇ 수입 대체 효과 시 이에 따른 시장 점유율 정도 작성
 - 현재 국내 보급되고 있는 일본 수입 PO 코팅필름의 규모는 약 4,000톤이며 금액으로 약600억 수준임
 - 고기능성을 갖춘 신칭기술이 도입될 경우, 현재 30% 수준에서 70% 이상의 수입 대체 효과를 기대 할 수 있음
- ◇ 산업화를 통한 경제적 기대효과

(단위 : 백만원)

산업화 기준 항 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
가. 직접 경제효과	3,250	5,750	8,250	10,750	14,250	42,250
나. 경제적 파급효과	3,000	15,000	30,000	36,000	45,000	129,000
다. 부가가치 창출액	3,000	15,000	30,000	36,000	45,000	129,000
합 계	9,250	35,750	68,250	82,750	104,250	300,250

- * 가. 직접 경제효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 제품의 매출액 추정치
- 나. 경제적 파급효과 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통한 농가소득효과, 비용절감효과 등 추정치
- 다. 부가가치 창출액 : 본 연구과제 개발기술의 산업화를 통해 기대되는 수출효과, 브랜드가치 등 추정치

6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

코드번호

D-08

일본의 경우, 1990년대부터 미쯔비시, 세끼쓰이, 쓰미토모 등 대기업에서 막대한 자본과 기술력을 가지고 장기성 코팅 필름을 제조, 판매 하고 있으며 자국의 첨가형 필름 제조산업 및 관련시장의 보호육성을 위하여 한정적인 수량만 자국에 판매하고 나머지는 수출하는 방식의 시장구조를 형성하고 있다.

미쯔비시의 경우, 장기성 코팅필름을 제조하는 원재료 생산부터 필름 제조설비까지 보유하여 원스톱으로 생산관리가 가능하여 높은 기술수준을 보유한 것으로 알려져 있다. 현재 GH501, GH030 등 장기성 코팅필름용 Grade를 국내 및 중국 등에 판매하고 있으며, 2012년 사우디에 25만톤/년 생산 가능한 원료 생산라인을 구축하는 등 장기성 코팅필름 시장에 주력하고 있으며, 최근에는 광전환 소재를 적용한 장기성 코팅필름을 개발하여 판매하고 있다.

최근, 오카모토 외 다수의 업체들이 장기성 코팅필름 시장에 뛰어들었으며 장기성 필름의 품질이 지속적으로 향상되고 있고 현재도 EPPE와 같이 장기성 필름용 전문 수지개발을 통하여 지속적인 연구와 투자가 이루어지고 있다.

한편, 식물의 탄소동화작용에 필요한 청색 및 적색광을 높이고, 식물 성장을 저해하는 자외선광을 줄이는 혼합 희토류 금속산화물이 개발되어 일본, 러시아 및 유럽(이스라엘, 독일, 스위스 등)에서 일부 상용화되고 있다.

이를 통해 작물의 평균 성장기간이 1~2주 내외로 단축되고, 수확량이 약 20%~30% 정도 증가하는 것으로 보고된바 있다.

이들 국가에서는 대부분 유색(有色) 필름을 만들기 위하여 단색(單色) 및 다색(多色)의 유기물 안료를 필름 첨가물로 사용하고 있으나, 광전환 효과의 유효수명이 매우 짧은 것으로 나타났고, 특수 작물에만 효과가 있으며 범용성이 없는 것으로 알려져 있다. 그리고, 고가의 유기 광 변환 첨가제로 인하여 필름의 가격이 크게 상승하는 문제점이 있고, 시간의 경과에 따라 필름 내의 유기 광 변환재의 안정성이 급격히 떨어지고 분해되는 것으로 알려져 있다.¹⁾

또한, 광 변환 소재로 첨가되는 유기 첨가제는 자체적으로 독성이 높고, 환경 위해 물질을 배출하는 것으로 알려져 있다.



<그림 28광전환 형광염료를 이용한 필름>

멕시코(Mexico, Applied Chemistry Center)의 경우에도 광전환 필름을 개발한 것으로 보고된 바 있는데, 농작물의 수확량(특히 상추 30% 증산)이 증대되는 장점이 있으나, 필름의 제작비용이 매우 높고, 필름의 초기 기계적 강도가 기대한 것보다 보다 낮으며, 필름 강도가 시간이 경과함에 따라 급격히 떨어지고, 필름의 수명이 기대 유효기간 (1년)보다 크게 짧은 것으로 보고 된 바 있다.

러시아는 무기 광전환재를 사용하여 농업용 필름(상표명 : “Redlight”)을 제조한 바 있는데, 자외선광이 빨강-주황색 광으로 전환되는 특징이 있고, 농작물의 수확량이 증가하고, 일반 필름 대비 가격 경쟁력이 어느 정도 있는 것으로 보고되었으나, 필름의 물리적·기계적 강도가 하절기에 급격히 감소하는 현상(60~150 μm 의 두꺼운 필름의 인장강도가 약 2개월 동안에 초기 200kg/cm²로부터 60~80kg/cm²까지 약 60% 정도 감소)이 보고된 바 있다.

이스라엘에서는 형광염료를 이용한 식물성장에 관한 연구가 국가적 규모로 진행되고 있으며 빛의 파장 변환 기능과 식물 축성 관계를 이용한 온실 및 비닐 하우스의 실용화가 진행되고 있다.

1) 대표적으로 러시아제 “Polystevan” 제품이 있음

7. 연구개발결과의 보안등급

	코드번호	D-09
○ 일반과제		

8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황: 해당사항 없음

					코드번호	D-10			
구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록번호	

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

	코드번호	D-11
○ 해당사항 없음		

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 : 해당사항 없음

						코드번호	D-12			
번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국 가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인 용횟수 등)	
1							yyyy.mm.dd			

11. 기타사항

	코드번호	D-13
○ 해당사항 없음		

12. 참고문헌

	코드번호	D-14
○ 해당사항 없음		

<별첨작성 양식>

[별첨 1]

연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 냉방, 보온 효율이 증진 된 시설하우스용 하이브리드형 PO코팅필름 개발 및 사업화 (영문) Development and commercialization for hybrid type long-term use greenhouse coated film with advanced performance to resist overheat				
주관연구기관	일신화학공업(주)		주 관 연 구 책 임 자	(소속) 기술연구소	
참 여 기 업				(성명) 박광익	
총연구개발비 (20,000 천원)	계	20,000	총 연 구 기 간	2017. 04. 24.~2017. 07. 23.(3개월)	
	정부출연 연구개발비	20,000	총 참 여 수	총 인 원	6
	기업부담금	0		내부인원	6
	연구기관부담금	0		외부인원	0

○ 연구개발 목표 및 성과

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
냉방효율 기능을 가진 장기성 코팅필름 개발	30	100	소형 구조물 평가 결과 온도 상승 억제 효과 확인
동절기 보온 기능을 극대화 시킨 장기성 코팅필름 개발	10	100	보온력 첨가제 기성품 존재하며, 보온효율 향상된 소재 적용 샘플 생산
적색광으로의 광전환 효율을 향상시킨 장기성 코팅필름 개발	20	100	UV Light -> Red Light 소재 검토 및 샘플 생산
내농약성(내화학적)이 강화된 장기성 코팅필름의 개발	20	100	내황성 첨가제 검토 및 필름 생산
내스크래치성이 우수한 Hard Coating Type 장기성 코팅필름 개발	20	100	Hard Coating Type 유적코팅액 적용 평가 결과 양호 확인
합계	100점	100 점	

○ 연구내용 및 결과

가. 냉방 효율 기능을 가진 장기성 코팅필름 개발

적외선 차단 소재를 적용한 필름을 제조하여 1) 소형 구조물 2) 시설하우스 에 적용하여 온도 저하 효과를 확인함

나. 동절기 보온 기능을 극대화 시킨 장기성 코팅필름 개발

기존 보온 소재를 적용한 기성품 대비 효율이 향상되고 투명도가 증대된 소재 검토 및 시제품 생산하여 적용 가능성 확인

- 다. 적색광으로의 광전환 효율을 향상시킨 장기성 코팅필름 개발
광전환 소재를 적용한 필름 샘플 생산하여 광전환 효과 및 적용 가능성 확인
- 라. 내농약성(내화학적)이 강화된 장기성 코팅필름의 개발
내 화학성 (황(S), 염소(Cl)) 이 증대된 소재를 적용한 필름 생산 및 적용 가능성 확인
- 마. 내스크래치성이 우수한 Hard Coating Type 장기성 코팅필름 개발
하드코팅 타입의 유적코팅액 소재를 찾아 적용 및 평가하여 기능 개선 확인

○ 연구성과 활용실적 및 계획

1. 농촌진흥청, 도농업기술원 등과 연계한 필드 테스트 및 현장 검증사업 완료 후 대농민 홍보, 정책 제안 및 현장 보급
2. 돈사, 우사, 양계장 등 축사 열차단 피복재 개발
3. 인삼 재배시설 열차단 및 광전환 효율 증진 피복재 개발
4. 내농약성, 내스크래치성, 적색광 전환 기능을 보유한 복합기능성 PO 필름 개발

[별첨 2]

자체평가의견서

1. 과제현황

	코드번호	D-15			
	과제번호	817008-1			
사업구분	기술사업화 지원 사업				
연구분야	[농림식품 융복합] [농생명 신소재·시스템] [기능성 소재]	과제구분	단위		
사업명	기술사업화 지원 사업		주관		
총괄과제	기재하지 않음	총괄책임자	기재하지 않음		
과제명	냉방, 보온 효율이 증진된 시설원예용 하이브리드형 장기성 PO 코팅 필름 개발 및 사업화	과제유형	(응용,개발)		
연구기관	일신화학공업 기술연구소	연구책임자	박광역		
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차년도	3개월	20,000,000	0	20,000,000
	2차년도				
	3차년도				
	4차년도				
	5차년도				
	계	3개월	20,000,000	0	20,000,000
참여기업	일신화학공업(주)				
상대국	-	상대국연구기관	-		

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2017. 07. 23

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
기술연구소	이사	박광역

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

본인은 평가대상 과제에 대한 연구결과에 대하여 객관적으로 기술하였으며, 공정하게 평가하였음을 확약하며, 본 자료가 전문가 및 전문기관 평가 시에 기초자료로 활용되기를 바랍니다.

확약	
----	---

I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 적외선 영역 차단을 통한 실내 온도 상승 억제 효과를 적용한 시설하우스용 필름은 아직 개발되지 않은 신기술로서, 기존의 시설하우스용 필름이 가진 계절적 한계를 극복할 수 있는 고부가가치의 기술임
- 또한 농가에서 사용하는 중 발생하는 불편사항 (농약등으로 인한 조기산화, 스크래치 발생) 사전 예방 기술을 함께 접목시켜, 하우스용 필름의 가치를 높이고, 농가 사용 편의성 증대도 이루어 낼 수 있음.
- 이러한 각각의 기술을 한곳에 적용하는 것은 수준높은 기술력을 요구하며, 일신화학공업의 오랜 노하우 및 원천기술을 기반으로 제품화를 진행할 예정임

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 대한민국의 농업 환경 및 계절적 환경의 특성으로 인한 시설하우스용 필름의 단점 및 불편사항을 동시에 개선할 수 있을것으로 기대됨
- 계절적인 특성이 비슷한 중국시장에 적용하여 높은 수출실적을 기대할 수 있음. 현재 중국시장은 시설하우스용 비닐의 고급화가 이루어지지 않았으며, 일신화학공업의 앞선 기술력을 바탕으로 개발한 제품을 통해 시장을 선점할 수 있을 것으로 기대됨

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 적외선 차폐 소재는 소형 구조물 및 시설하우스에 실제 적용한 결과 온도 상승 억제 효과가 확인되었음
- 보온 소재, 광전환 소재, 내 화학성 소재, 하드코팅 타입의 유적코팅액을 적용하여 효과를 검증하였으며, 성능의 동시 적용 평가를 통한 제품화 및 사업화가 가능할 것으로 예상됨.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

- 본 기획과제의 성공적인 수행을 위해 농촌진흥청, 도농업기술원 등과 연계한 필드 테스트 및 현장 검증사업을 공동연구로 진행하기로 하였음.
- 또한 특허법률사무소를 통해 본 기술사업화과제의 기술가치를 평가의뢰 진행하여 높은 수준의 기술 가치를 평가받았음

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

해당사항 없음

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
냉방효율 기능을 가진 장기성 코팅필름 개발	30	100	소형 구조물 평가 결과 온도 상승 억제 효과 확인
동절기 보온 기능을 극대화 시킨 장기성 코팅필름 개발	10	100	보온력 첨가제 기성품 존재하며, 보온효율 증대 소재 검토중
적색광으로의 광전환 효율을 향상시킨 장기성 코팅필름 개발	20	100	UV Light -> Red Light 소재 검토 및 샘플 생산
내농약성(내화학적)이 강화된 장기성 코팅필름의 개발	20	100	내황성 첨가제 검토 및 필름 생산
내스크래치성이 우수한 Hard Coating Type 장기성 코팅필름 개발	20	100	Hard Coating Type 유적코팅액 적용 평가 결과 양호 확인
합계	100점	100 점	

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

본 과제를 통해, 목표하는 각 성능의 발현을 확인하였고, 기술의 동시 적용단계를 남겨두고 있다. 각 성능의 평가 결과는 긍정적이며, 제품화 및 사업화 가능성이 매우 높은 것으로 평가된다.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

해당 기술은 작물의 생육에 관여하는 피복소재의 개발이며 기획연구 수행기간(3개월) 동안 해당기술의 기본적인 성능을 점검하는 것은 가능하나 작물생육을 평가하기에는 어려움이 있음.

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

본 과제는 작물생육에 있어 태양광을 선택적으로 이용하는 기술이므로 하절기, 동절기 기간동안 작물 생육에 관한 실증 평가가 이루어져야 한다. 따라서 3개월간의 연구기획 수행기간 동안에 최적화된 실증평가를 진행하기 불가능하다. 사업화지원 과제 수행 시, 본 연구의 실증평가를 수행하고자 한다.

IV. 보안성 검토

해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

2. 연구기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

[별첨 3]

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야		
연구과제명	냉방, 보온 효율이 증진된 시설원예용 하이브리드형 장기성 PO 코팅 필름 개발 및 사업화			
주관연구기관	일신화학공업(주)		주관연구책임자	박광억
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
연구개발기간	2016. 04. 24. ~ 2017. 07. 23			
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)			

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
냉방효율 기능을 가진 장기성 코팅필름 개발	소형 구조물 평가 결과 온도 상승 억제 효과 확인
동절기 보온 기능을 극대화 시킨 장기성 코팅필름 개발	보온력 첨가제 기성품 존재하며, 보온효율 증대 소재 검토중
적색광으로의 광전환 효율을 향상시킨 장기성 코팅 필름 개발	UV Light -> Red Light 소재 검토 및 샘플 생산
내농약성(내화학적)이 강화된 장기성 코팅필름의 개발	내황성 첨가제 검토 및 필름 생산
내스크래치성이 우수한 Hard Coating Type 장기성 코팅필름 개발	Hard Coating Type 유적코팅액 적용 평가 결과 양호 확인
· · ·	

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과 : 해당사항 없음

성과목표	사업화지표										연구기반지표							
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과		교 육 지 도	인 력 양 성	정책 활용-홍보		기 타 (타 연 구 활 용)
												논문	학술 발표			정 책 활 용	홍 보 전 시	
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치	SC I	비 SC I	학 술 발 표	교 육 지 도	인 력 양 성	정 책 활 용	홍 보 전 시	기 타 (타 연 구 활 용)

7. 연구종료 후 성과창출 계획 : 해당사항 없음

성과목표	사업화지표										연구기반지표							
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과		교육지도	인력양성	정책 활용·홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용 창출	투자유치		논문				학술발표	정책 활용	
											SC I	비 SC I						
최종목표																		
연구기간 내 달성실적																		
연구종료 후 성과창출 계획																		

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함) : 해당사항 없음

핵심기술명 ¹⁾			
이전형태	<input type="checkbox"/> 무상 <input type="checkbox"/> 유상	기술료 예정액	천원
이전방식 ²⁾	<input type="checkbox"/> 소유권이전 <input type="checkbox"/> 전용실시권 <input type="checkbox"/> 통상실시권 <input type="checkbox"/> 협의결정 <input type="checkbox"/> 기타()		
이전소요기간		실용화예상시기 ³⁾	
기술이전시 선행조건 ⁴⁾			

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리
 통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등
- 4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)