

115072-02

할랄식품  
수출을 위한  
항균 및  
항곰팡이

기능을 부여한  
산화생분해  
필름 개발

최종  
보고서

2018

농림축산식품부

# 수출전략기술개발사업 R&D Report

보안과제( ), 일반과제( O ) / 공개( O ), 비공개( )  
수출전략기술개발사업 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-002172-01

**할랄식품 수출을 위한 항균 및 항곰팡이 기능을 부여  
한 산화 생분해 필름 개발**

**최종보고서**

2018. 02. 21.

주관연구기관 / 한국식품안전협회  
협동연구기관 / 인하대학교  
협동연구기관 / 제이캠

**농림축산식품부**

# 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “할랄식품 수출을 위한 향균 및 항곰팡이 기능을 부여한 산화 생분해 필름 개발”(개발기간 : 2015. 12. 18 ~ 2017. 12. 17)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018. 02. 21.

주관연구기관명 : 한국식품안전협회 (대표자) 임기섭



참여기관명 : 인하대학교 산학협력단 (대표자) 이성규



참여기관명 : (주)제이캠 (대표자) 진용현



주관연구책임자 : 심준호

참여기관책임자 : 이익모

참여기관책임자 : 진용현

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

## 보고서 요약서

|                          |           |   |                                |                       |   |
|--------------------------|-----------|---|--------------------------------|-----------------------|---|
| 과제고유번호                   | 115072-02 | 해 당 단 계<br>연 구 기 간                          | 2015.12.18.<br>~<br>2017.12.17 | 단 계 구 분               | (해당단계)/<br>(총 단 계)                                  |
| 연구사업명                    | 단 위 사 업   | 농식품기술개발사업                                   |                                |                       |   |
|                          | 사 업 명     | 수출전략기술개발사업                                  |                                |                       |   |
| 연구과제명                    | 대 과 제 명   | 할랄 식품 수출을 위한 향균 및 항곰팡이 기능을 부여한 산화 생분해 필름 개발 |                                |                       |   |
|                          | 세부 과제명    |   |                                |                       |   |
| 연구책임자                    | 심준호       | 해당단계<br>참 여<br>연구원 수                        | 총: 명<br>내부: 명<br>외부: 명         | 해당단계<br>연 구 개 발 비     | 정 부: 천원<br>민 간: 천원<br>계: 천원                         |
|                          |           | 총 연구기간<br>참 여<br>연구원 수                      | 총: 16 명<br>내부: 15 명<br>외부: 1 명 | 총 연구개발비               | 정 부: 400,000 천원<br>민 간: 139,663 천원<br>계: 539,663 천원 |
| 연구기관명 및<br>소 속 부 서 명     | 한국식품안전협회  |   |                                | 참여기관명<br>인하대학교<br>제이캠 |   |
| 위 탁 연 구                  | 연구기관명:    |   |                                | 연구책임자:                |   |
| 연구개발 성과 요약 - 다음 쪽에 상세 서술 |           |   |                                | 보고서 면수<br>76쪽         |   |

|                |   |
|----------------|---|
| 연구의<br>목적 및 내용 | <p>1. 연구 목적<br/>할랄식품 수출을 위한 향균 및 향곰팡이 기능을 부여한 산화생분해 필름 개발</p> <p>2. 연구 내용</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 올레핀 소재인 폴리프로필렌(Polypropylene, PP)을 이용한 향균, 향곰팡이 산화 생분해필름 개발</li> <li>○ 산화 생분해 필름의 향균, 향곰팡이 지속적인 성능 발현을 위한 가공기술 개발</li> <li>○ 향균 처방에 따른 향균 지속력 조절을 통해 산화 생분해 필름과 복합적 기능을 보유</li> <li>○ 향균, 향곰팡이 산화 생분해 필름의 평가 및 분석</li> <li>○ 할랄 가공식품의 포장재로서 향곰팡이 산화 생분해 필름 적용</li> <li>○ UV/thermal degradation, 기술적 지표 분석.</li> <li>○ 떡, 밥 관련 향균 향곰팡이 식품적용 필름의 적합성- 실험적 유도</li> </ul> |
|----------------|---|

|        |                   |   |
|--------|-------------------|---|
| 연구개발성과 | 구분                | 구체적인 내용   |
|        | 상품형태              | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 상용화 형태 : 고객사 규격(두께, 폭, 길이) 별 Mother/Slitting Roll Type</li> <li>○ 예상 단가 : 6,000 원/kg → 5,500 원/kg</li> </ul>   |
|        | 주요 고객군            | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 : CJ, 농심, 풀무원, 삼영화학 등</li> <li>○ 국외 : 중동, 동남아, 중국 등의 이슬람 경제권</li> </ul>   |
|        | 상용화 능력 및 자원보유     | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 식품안전 관련 전문 인력 확보                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 유일 식품안전 관련 협회</li> <li>- 식품 기술사 및 식품 포장 기술사 등 풍부한 인력 인프라</li> <li>- 국내 대기업 및 중소기업 다수의 컨설팅 및 고문</li> <li>- 관련 전문 인력 양성(박사, 석사)</li> </ul> </li> </ul> |
|        | 수익창출 방안 (비즈니스 모델) | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고객사 인증 완료 후 추가 할랄 가공 식품 판매 추진</li> <li>○ 국내 고객사 납품 후 국외 인증을 통해 수출 추진</li> </ul>  |

|                           |   |
|---------------------------|---|
| 연구개발성과의<br>활용계획<br>(기대효과) | <p>1) 기술적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 친환경 산화 생분해 필름 확보</li> <li>○ 향균, 향곰팡이 성능을 지닌 산화 생분해 필름 확보</li> <li>○ 친환경 소재 인증</li> </ul> <p>2) 경제·산업적 측면</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 국내 할랄 식품의 중동 수출 금액은 2014년도 기준으로 약 7,300억 원이며 이중, 포장재가 차지하는 10% 이상의 비율로 친환경 산화 생분해 필름 시장의 큰 성장이 예상 됨.</li> <li>○ 기술 고용 창출</li> <li>○ 산화 생분해 필름으로 인한 수거 및 재활용에 의한 사회·경제적 비용 절감과 함께 용기 폐기물 감소의 효과로 인한 처리 용지 및 시설 감축 가능.</li> <li>○ 다양한 분야에 적용 가능                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농어촌용 플라스틱 필름 제품 대체 가능 (농업용 폐비닐 연간 30만 톤 대체 가능)</li> <li>- 생활, 산업, 의료등 다양한 필름 포장재 소재 대체 가능</li> </ul> </li> </ul> |
|---------------------------|---|

|                |    |       |        |         |      |
|----------------|----|-------|--------|---------|------|
| 중심어<br>(5개 이내) | 중동 | 할랄 음식 | cPP 필름 | 산화생분해필름 | 향균필름 |
|----------------|----|-------|--------|---------|------|

## < SUMMARY >

|                          | 코드번호  | D-02       |          |                        |                     |
|--------------------------|---|------------|----------|------------------------|---------------------|
| Purpose&<br>Contents     | <p>1. Purpose<br/>Design of Oxo-Biodegradable Film Having Anti-Microbial and Anti-Funngal Chracteristics Suitable Halal Foods For Export</p> <p>2. Contents</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Development films for anti-bacterial, anti-fungi properties using polypropylene (PP) of olefin material.</li> <li>○ Development of processing techniques to continuously antimicrobial and anti-mucous performance of oxo-biodegradable film.</li> <li>○ It has a combined function with oxidant film by adjusting the antimicrobiotic persistence according to antimicrobial prescribing.</li> <li>○ Evaluation and analysis of antimicrobial and anti-mucosal oxo-biodegradable film.</li> <li>○ Preparing films for halal food with anti-oxidizing film applied.</li> <li>○ UV &amp; thermal degradation, technical indicator analysis.</li> <li>○ Suitability of Anti-bacterial food film for rice base foods.</li> </ul>  |            |          |                        |                     |
| Results                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Meet the needs of each customer: Mother/Slitting Roll Type</li> <li>○ Estimated price: 6 \$/kg → 5 \$/kg</li> <li>○ Secure domestic and overseas customers</li> <li>○ Securing domestic experts about food safety related.</li> <li>○ A rich workforce infrastructure, such as food professional engineers and food packaging professional engineers.</li> <li>○ Consulting with a number of domestic enterprises.</li> <li>○ Training of the specialist personnel (doctor, master's degree).</li> </ul>   |            |          |                        |                     |
| Expected<br>Contribution | <p>1) Technical aspects</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Developing eco - friendly oxo-biodegradable film</li> <li>○ Securing oxo-biodegradable film with antimicrobials performance</li> <li>○ Certification of Environment-Friendly Materials</li> </ul> <p>2) Economic and industrial aspects</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ As of 2014, the export amount of halal food products to the Middle East from Korea is estimated to be 730 billion won, of which more than 10 % of packaging materials are expected to make up for a large growth in the environment-friendly.</li> <li>○ Creating technical employment</li> <li>○ Reduction in the social and economic costs of waste collection and recycling due to oxo-biodegradable film.</li> <li>○ Replacement of plastic film for farming and fishing villages(Replace 300,000 tons per year of waste plastic for agriculture)</li> <li>○ Replacement of various film packaging materials such as lifestyle, industry, and medical care</li> </ul> |            |          |                        |                     |
| Keywords                 | Arab  | Halal Food | cPP Film | Oxo-biodegradable film | Anti-Bacterial film |

## < 목 차 >

|   |    |
|---|----|
| 1. 연구개발과제의개요 .....                      | 1  |
| 2. 국내외 기술개발 현황 .....                    | 7  |
| 3. 연구수행 내용 및 결과 .....                   | 12 |
| 4. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 .....             | 45 |
| 5. 연구결과의 활용계획 등 .....                   | 45 |
| 6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....            | 49 |
| 7. 연구개발성과의 보안등급 .....                   | 56 |
| 8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비현황 .....   | 56 |
| 9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적 ..... | 56 |
| 10. 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....              | 57 |
| 11. 기타사항 .....                          | 58 |
| 12. 참고문헌 .....                          | 58 |

<별첨> 자체평가의견서

# 1. 연구개발과제의 개요

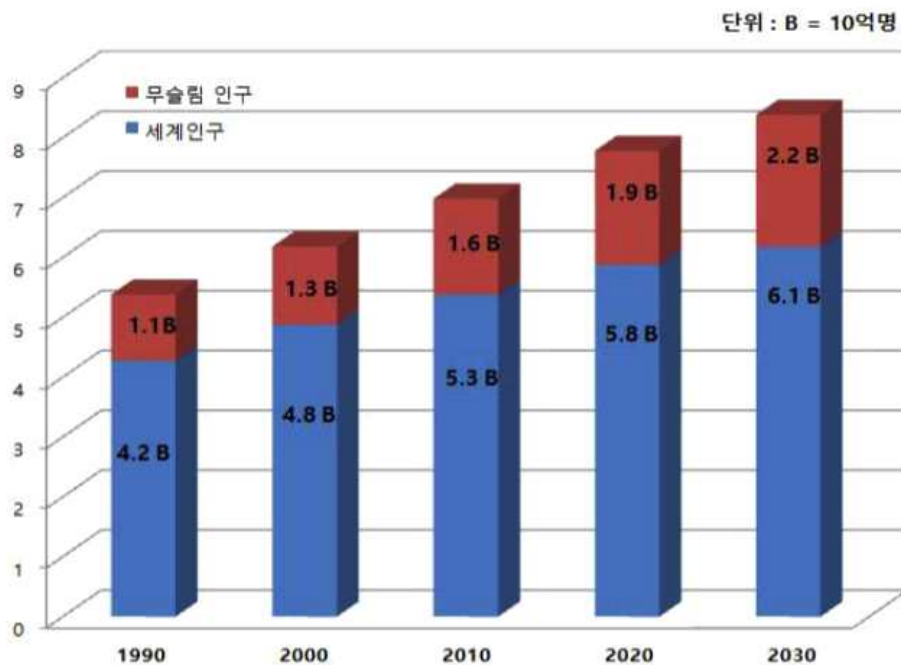
|      |      |
|------|------|
| 코드번호 | D-03 |
|------|------|

## 가. 연구개발 목적

- 할랄식품 시장은 2012년 1조 800억 달러 규모로, 중동, 인도네시아, 말레이시아 등 이슬람 국가들의 경제성장세 속에 2018년에는 1조 6260억 달러까지 커질 것으로 전망됨.
- 국내 120여개 식품 업체도 430여개 품목에 대해 할랄 인증을 획득하였으며, 라면·과자·커피 등 가공제품 위주로 수출이 진행되고 있음.
- 할랄 가공식품의 중동 수출을 위해서는 환경규제로 인해 포장재에 친환경 분해 소재를 적용해야 함. 이를 위해 본 과제에서는 할랄 가공 식품의 중동 수출을 위한 친환경 항균, 항곰팡이 산화 생분해 포장재를 개발 하고자 함.
- 최종적인 식품의 Spoilage로 부패를 방지하여 보존기간을 늘리고, 보존기간동안 항균력, 항곰팡이성을 갖게 함으로서, 식품을 보호하는 기능을 가진 식품포장재로 중동 수출과 여러 식품 분야에 적용한다.
- UAE는 2014년 1월 1일부터 15개 제품군에 일반 포장재 등을 사용한 제품 역내 수입 및 유통을 전면 금지하고, 산화 생분해 플라스틱을 사용한 제품만을 예외 조항으로 하고 있음.
- UAE는 산화생분해 관련 규격기준을 제정하고, 관련 법안도 발표하였으며, 현재는 UAE에 국한되고 있지만 아랍권 국가, 인도, 필리핀 등으로 빠른 속도 확산 가능성이 있음.
- 중동 수출을 위해서는 환경규제 법률도 필수요건으로 판단, 할랄 식품 전용 필름 개발이 필요
- 올레핀 소재인 폴리프로필렌(Polypropylene, PP)을 이용한 항균, 항곰팡이 산화 생분해 필름 개발
- 산화 생분해 필름의 항균, 항곰팡이 지속적인 성능 발현을 위한 가공기술 개발
- 처방에 따른 항균 지속력 조절을 통해 산화 생분해 필름과 복합적 기능을 보유
- 항균, 항곰팡이 산화 생분해 필름의 평가 및 분석
- 할랄 가공식품의 포장재로서 항균, 항곰팡이 산화 생분해 필름 적용

## 나. 연구개발의 필요성

- 인구 증가로 이들의 독특한 식사법인 할랄(Halal)이 주목받고 있음. 무슬림들은 율법에 따라 할랄을 소비하고 있으며 먹을 수 있는 것과 먹을 수 없는 것을 엄격히 구분하고 있음. 할랄 제품과 서비스는 무슬림 사이에서 수용 가능성이 높고, 일반 소비자도 할랄 제품을 찾고 있고 있기 때문에 글로벌 시장에서 할랄 제품 시장은 확대 될 것으로 예상된다.
- 세계 전체 인구의 증가속도보다 무슬림 인구의 증가 속도가 빠른 나타나고 있음. 1990년부터 2010년까지 20년 동안 세계 무슬림 인구는 연평균 2.2%씩 증가 해왔음. 향후, 무슬림 인구는 20년 동안 비 무슬림의 인구 증가율보다 약 2배의 비율로 증가 할 것으로 예측되고 있음.



\*자료출처: Pew Research Center

### <세계 무슬림 인구 추이와 전망>

- 무슬림의 인구 증가로 할랄 식품에 대한 수요가 증가할 뿐 아니라 할랄 산업의 범위도 화장품, 개인 위생용품, 의약품, 의류와 같은 제조업부분으로 확대 될 것으로 예상된다.
- 무슬림의 지역 분포를 보면 동남아시아와 아태지역이 전체의 62.1%, 중동 및 북아프리카 지역이 전체의 19.9%, 남아프리카 지역이 15%를 차지해 동남아시아 및 중 동 지역이 할랄 식품의 주된 소비처임을 알 수 있음.
- 할랄 식품시장은 무슬림 인구의 증가, 이들의 경제적 성장으로 계속 확대되고 있음. 톰슨 로이터(Thomson Reuters)의 최근 연구는 세계 할랄 식품시장이 2012년 1조 880억 달러에서 연평균 6.9% 증가하여 2018년 1조 6,269억 달러 수준으로 성장 할 것으로 전망



하였음. 이는 2012년 전 세계 식품 시장 6조 5,500억 달러의 16.6%를 차지하는 수준으로 2018년까지 할랄 식품이 전 세계 식품시장에서 차지하는 비중이 17.4%로 성장 할 것으로 예상됨.

**<2012년 국가별 할랄 식품 시장>**

(단위: 억 달러)

| 지역      | 시장규모 |
|---------|------|
| 인도네시아   | 197  |
| 터키      | 100  |
| 파키스탄    | 93   |
| 이집트     | 88   |
| 이란      | 77   |
| 나이지리아   | 53   |
| 사우디아라비아 | 44   |
| 방글라데시아  | 43   |
| 인도      | 38   |
| 러시아     | 34   |
| 이라크     | 26   |

\* 자료출처 : Thomson Reuters, State of the Global Islamic Economy, 2013

- 2014년 기준 할랄 관련 시장에 대한 한국 농식품 수출액은 약 6억 8000만 달러로서, 걸프 산유국(GCC)에 3억 3000만 달러, 인도네시아 1억 8000만 달러, 말레이시아 9000만 달러, 태국 8000만 달러 등 수출 실적을 올렸다. 이 중, 우리나라의 할랄 농식품 수출액은 작년 기준 6억 8,000만 달러(약 7,300억 원)로, 세계 시장의 0.1%도 공략하지 못함. 특히 중동지역의 대다수 아랍 국가들은 자국에서 소비되는 식량의 80% 이상을 수입에 의존하고 있음.
- 2013년 UAE는 향후 3년 내 이슬람 경제 중심지로의 도약을 목표로 7개의 핵심 추진사업을 발표하였으며, 이 중 두 개의 핵심 추진분야가 할랄 허브 육성에 관한 것임.
- UAE는 2014년 1월 1일부터 15개 제품군에 일반 포장재 등을 사용한 제품 역내 수입 및 유통을 전면 금지하고, 산화 생분해 플라스틱을 사용한 제품만을 예외 조항으로 하고 있음.
  - 산화생분해(Oxo-Biodegradable) 포장재만 UAE 역내 수입 및 유통 가능
  - 식품포장의 경우 빵류, 견과류, 사탕류 등을 포함하는 일회용 제품 규제

**<15개 대상 제품 목록>**

|           | <b>항목</b>                                  |
|-----------|--|
| 1         | 쇼핑백, 쓰레기 봉투, 일회용 팩을 포함한 모든 캐리어             |
| 2         | 택배 및 보안 봉투                                 |
| 3         | 잡지 신문 등 우편봉투                               |
| 4         | 플라스틱 접시, 플라스틱 컵 등 식탁용 나이프, 포크, 숟가락 등       |
| 5         | 버블랩, 완충 포장재                                |
| 6         | 플라스틱 랩                                     |
| 7         | 오버랩 포장                                     |
| 8         | 스트레치 필름                                    |
| 9         | 점착 필름                                      |
| 10        | 수축 필름                                      |
| 11        | 판지, 종이갑 등의 플라스틱 라이너                        |
| 12        | 장갑, 신발커버, 앞치마등의 플라스틱 재질 제품 및 일회용 퍼스털 케어 제품 |
| 13        | 플라스틱 재질의 원예, 농업용 모종팩                       |
| 14        | 테이블 커버                                     |
| <b>15</b> | <b>빵, 견과류, 과자 및 모든 식품 포장용 백</b>            |

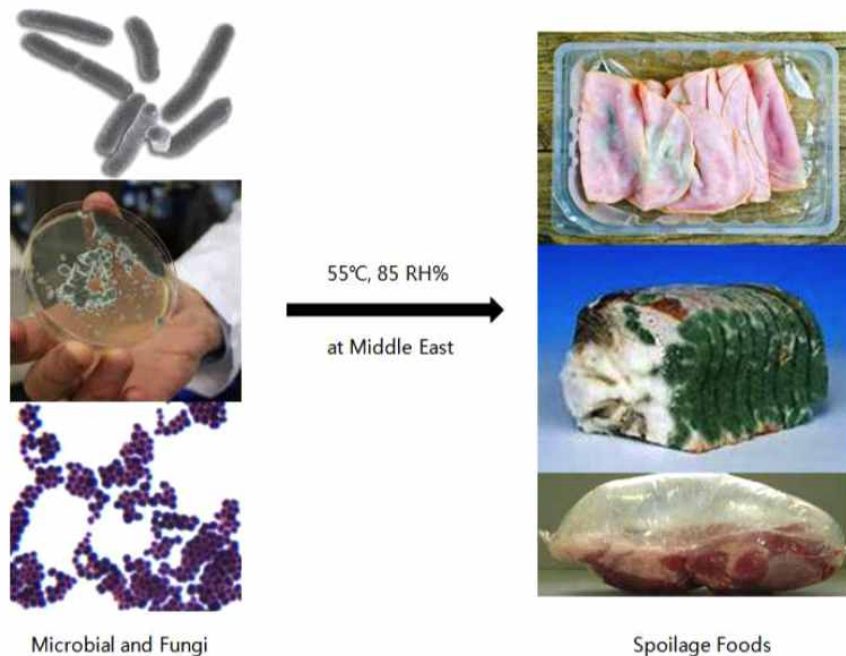
- UAE는 산화생분해 관련 규격기준을 제정하고, 관련 법안도 발표하였으며, 각국 의 수출 업체는 ECAS(Emirates Conformity Assessment Scheme)에 등록 인증을 해야 함.
- 현재는 UAE에 국한되고 있지만 아랍권 국가, 인도, 필리핀 등으로 빠른 속도 확산 가능성이 있음.
- 특히 캐나다는 산화생분해 플라스틱 관련 규제에 대해 호의적이며, 영국은 산화 생분해 플라스틱 사용이 인정되고 있고, 인도는 산화생분해 도입을 2012년부터 도입을 검토 중 임.
- 일상 생활용품의 40%가 플라스틱으로 구성될 만큼 사용 비중이 높으며, 대부분의 폐기물이 매립되는 형태라서 자연 생태계서 문제가 심각함.
  - 2013년 이전 유통되던 쇼핑백 및 식품포장재 필름의 53.3%는 난분해성 플라스틱으로 매립 및 소각 시 CO<sub>2</sub> 및 다이옥신 방출로 인해 동식물의 생태 환경에 나쁜 영향을 끼침
- 국내산 농축수산물을 이용한 할랄 가공식품의 중동 수출의 확대를 위해서는 환경규제로 인해 중동의 자연환경(고온 및 다습)하에서 자연 노출 시 산화 생분해가 가능하며, 고온

에서 포장물을 효과적으로 보호 할 수 있는 열적 안정성이 기존의 PE 보다 우수한 폴리올레핀 소재 필름 개발이 필요함.

- 중동지역은 아열대 기후로 최고온도는 55 ℃, 최고습도는 90%로 일반적인 기후 조건 에 비해 매우 고온다습하다. 따라서 식품이 기후에 짧은 시간 노출되더라도 곰팡이와 미생물 이 급격히 번식할 수 있다. 미생물의 증식은 일정한 조건이 형성된 경우 급격하게 활성화 되므로 지역적 특성을 고려하여 내용물의 안전한 저장을 보장할 수 있는 기능성이 부여된 포장재이 개발이 필요하다.

<식품 부패 원인균>

| 구분              | 종류   |
|-----------------|--|
| 호기성 또는 통성혐기성 세균 | Bacilus, Pseudomonas, Alcaligenes, Proteus, Serratia, Escherichia, Enterobacter, Flavobacterium, Micrococcus, Streptococcus, Lactobacillus |
| 저온 세균           | Pseudomonas, Flavobacterium, Alcaligenes, Chromobacterium, Enterobacter  |
| 편성혐기성 세균        | Clostridium  |
| 곰팡이             | Aspergillus, Penicillium, Mucor, Rhizopus, Neurospora  |
| 효모              | Saccharomyces, Torulopsis, Zygosaccharomyces   |



<세균 및 곰팡이에 의한 주요 식품의 부패>

- 일반적으로 수분이 함유된 식품의 경우는 단기간 노출에 의해서도 세균과 곰팡이에서 안전하지 않을 수 있다. 식품이 함유하고 있는 수분에 의하여 적정한 조건이 형성되면 미생

물이 단시간 내에 급속히 성장하게 된다.

- 또한, 식품 수출을 위하여 국내에서 중동 지역까지 선박을 통해 이송 시 2 ~ 3개월 이상 기한이 소요되며, 이때의 기후 환경인 온도 50 ℃와 상대습도 80% 이상의 조건에 식품이 노출되면 일반 부패세균들인 호기성 세균과 곰팡이 효모 등이 성장하게 되어 식품의 부패를 촉진하게 한다.
- 식품을 보존하기 위해서는 여러 가지 포장방법 중 진공포장과 산소차단 등의 가공 방법을 활용하게 되는데, 이번 과제에서는 식품 포장재에 내열성을 부여하고, 나아가서 항균, 항곰팡이성을 부여한 기능을 가진 포장재의 개발이 필요하다.
- 식품용기나 시트 필름이 미생물이나 물리적 요인으로 변질되지 않으며 자연산화와 분해가 될 수 있는 포장용 필름에 관한 다양한 적용 연구가 필요하다.
- 식품포장(과자, 육가공품, 파우치)이나 의약품 포장재는 주로 다층필름이 사용된다. 특히 폴리프로필렌(Polypropylene, PP)이나 폴리에틸렌(Polyethylene, PE) 등의 폴리올레핀계 필름으로 다양한 구조의 다층 필름 화하여 사용되고 있다.
- 경제성과 재생성 등에서 유리함은 물론 인장강도, 표면경도, 내충격 강도 등의 기계적 물성과 광택성, 투명성 등의 광학적 특성, 그리고 무독, 무취 등의 식품 위생성 등에서도 뛰어나 식품 포장재로서 많이 사용된다.
- 현재는 미생물과의 전쟁의 시대에 살고 있다. 세계적으로 식품 매개질병(food borne disease)에 대한 관심이 증가하고 있고, 식품매개 미생물 및 곰팡이의 성장을 조절할 수 있는 기술에 대한 요구가 증가하고 있다. 그러나 항균제에 대한 여러 의견이 있다.
- 식품포장에 적용하기 위해서는 고분자 플라스틱에 상용성의 문제와 항균력을 발현할 수 있는 가공기술이 도입되어야 하므로, 항균제의 선정에 많은 어려움이 있는 것이 사실이다.
- 최근에는 기능성 무기물을 플라스틱에 도입하여 기체 차단성, 산소흡수성, 항균성을 부여하는 다양한 연구가 널리 진행되고 있다.
- 본 연구에서는 항균과 항곰팡이 기능을 부여하기 위해 2Hydroxypropyl 3Piperazinyl Quinoline Carboxylic acid Methacrylate(HPQM)과 UV에 취약한 폴리프로필렌수지에 자외선 차단기능과 항균기능이 있는 ZnO를 연포장 필름적용이 가능한 정도로 첨가하여, 자외선 노출 조사 후 물성의 변화를 확인하고, rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트 산화분해 필름의 물성 변화와 수출 가능한 식품 포장을 위해 항균성능을 실험을 통하여 평가하고자 한다.

### 다. 연구개발 범위

- 올레핀 소재인 폴리프로필렌(Polypropylene, PP)을 이용한 항균, 항곰팡이 산화 생분해필름 개발
- 산화 생분해 필름의 항균, 항곰팡이 지속적인 성능 발현을 위한 가공기술 개발
- 항균 처방에 따른 항균 지속력 조절을 통해 산화 생분해 필름과 복합적 기능을 보유
- 항균, 항곰팡이 산화 생분해 필름의 평가 및 분석
- 할랄 가공식품의 포장재로서 항곰팡이 산화 생분해 필름 적용
- UV/ thermal degradation, 기술적 지표 분석,
- 떡, 밥 관련 항균 항곰팡이 식품적용 필름의 적합성- 실험적 유도

## 2. 국내외 기술개발 현황

코드번호

D-04

### 가. 국내 현황

- 국내에서 분해성 플라스틱과 관련된 연구는 1990년대 이후 SK, 대상 등 대기업 및 연구기관, 벤처기업들을 중심으로 꾸준히 이루어지고 있지만, 아직은 시장 규모가 작고, 높은 가격으로 인해 사업화는 활발하지 못한 실정이다. 과거에 쓰레기 종량제 봉투, 음식물 쓰레기 봉투 등 일부 분야에서 사용이 되었지만 현재는 거의 실용화가 이루어지지 않고 있다.
- 쇼핑백의 경우 사용을 억제하기 위해 쇼핑몰이나 백화점등에서 유상 제공하고 있으나 사용이 크게 줄지 않아 정책의 실효성을 거두지 못하고 있다. 이에 따라 사용할 수 있는 환경친화형 쇼핑백이 출시되고 있어 대체 전망은 밝다.
- 정부 시책 및 시민들의 환경 의식 고취, 교토의정서에 의한 지구 온난화 등의 인식 전환에 의해 환경 피해를 줄이기 위한 움직임이 활발하다. 소비자들의 높아진 의식 구조로 환경 배려형 상품의 수요가 늘어가고 있으며, 분해성 플라스틱의 수요도 급속하게 증가하고 있는 추세이다.
- 자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법률시행으로 분해성 시장이 확대되고 있으며 이마트, 홈플러스, 롯데마트 등 대형마트, 중소형 마트, 백화점 등의 식품매장은 이미 플라스틱 대체품인 펄프 트레이가 사용되고 있고, 베이커리 업체, 도시락 용기 등은 법적 규제에 의해 생분해성 소재 또는 천연소재로 시장 교체가 이루어지고 있다. 풀무원, 삼성전기, 제과 업체, 화장품 업체 등 기억의 식품 포장재, 산업용 포장재 수요가 급속

히 증가하고 있는 실정이다.

- 국내 시장규모는 정확하게 파악이 되지 않고 있다. 다만, 국내 1회용품 대비 분해성 고분자 시장을 추정 비교해 보면 다음 표와 같다.
- 국내 기업들은 정부의 방침에 따라 식품 포장재, 산업용 포장재, 면도기, 칫솔, 포크, 수저 등의 다양한 일회용 플라스틱 제품에 대한 대체원료를 출시하여 일회용 플라스틱 제품을 급속하게 생분해성 소재로 대체하고 있어, 추후 분해성 플라스틱의 국내시장 규모는 최소 5조 원 이상이 될 것으로 예상하고 있다.
- 특히 식품 포장 및 용기의 경우 수거체계가 미흡하고, 고추 기름 등 이물질에 오염이 되어 있는 경우가 많고, 수거비가 과다하게 소요되는 등 현실적으로 수거에 의한 재활용이 어려운 실정이다. 이러한 재활용의 어려움 및 소각에 따른 환경 문제가 상존하고 있는 현 실정에서, 퇴비화가 진전될 경우 일반 음식 쓰레기와 동시처리가 가능하다는 장점으로 향후 급속한 대체가 예상된다.

**<국내 1회용품 시장과 분해성 고분자 시장(추정)>**

(단위: 억원)

| 구분      | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  |
|---------|-------|-------|-------|-------|
| 1회용품 시장 | 4,000 | 4,600 | 5,300 | 6,100 |
| 분해성 시장  | 1,600 | 2,300 | 3,200 | 4,270 |

- 수출 제품에 대한 친환경 재질 사용 및 포장재 감량 의무화 확대
- 농원예용 발포 시트 : 농산물, 과일 포장재 등 연 1조 원 규모로 시장 확대
- 유럽, 미국 등 제품 수출시 생분해성 친환경 제품 미사용 시 수출 불가
- \* 참고 문헌 : 통계청 자료 2002년, KISTI 기술평가 보고서, 화학편람 등

**나. 국외 현황**

- The Freedonia Group에서 발표한 “Degradable Plastics to 2008” 보고서에 따르면 미국의 분해성 합성수지 수요는 매년 9% 정도씩 증가하여 2008년까지 4.6억 달러에 이를 것으로 전망하고 있으며, Nikkei Biotechnology Annual Report에 따르면 유럽, 일본 등의 천연물 포장재 시장은 환경 규제에 의해 급속히 성장하여 9조 이상이 될 것으로 전망하고 있다.
- 인도, 방글라데시 등 동남아 지역은 전통적으로 플라스틱 포장재의 사용량이 많고, 유럽 등지로 제품을 수출하는 생산 기지의 역할을 하고 있었는데 최근 플라스틱에 대한

사용 규제가 강화되면서 분해성 제품에 대한 수요가 급증하고 있는 추세이다.

- 서유럽의 폴리머 시장 규모는 연간 3,812만 톤(2002년 기준)으로 주요 소비 산업은 식품용기, 랩(wraps), 네트(nets), 폼(foams) 등의 포장재류와 식품 쓰레기 수거 및 슈퍼마켓 용 플라스틱 백, 케이터링 제품(일회용 접시와 컵), 농업, 위생용품 등이다. 이중 첫 번째와 두 번째 그룹인 포장재와 플라스틱 백에 대하여 유럽의 플라스틱 업계에서 유럽의 ‘생물분해 가능한 재료/제품’ 규격을 준수한 제품을 생산한다는 자율 협정을 맺었으며 주요 참가 업체 들은 BASF(독일), Cargill Dow(미국), Novamont(이태리), Rodenburg Biopolymers(네덜란드) 등이다.(출처, KOTRA 2005. 4)
- 독일에서는 2005년 6월부터 시행되는 신규 포장법령에 따라 포장 용기류 생산업자, 유통업자 및 소재 생산자들이 분해성 플라스틱 소재를 사용할 경우 쓰레기 처리비를 별도로 지불할 필요가 없고, 바이오 쓰레기통(밤색) 또는 일반 쓰레기통(회색)에 추가 비용 없이 버릴 수 있도록 하고 있으므로 기존의 플라스틱 제품 보다 높은 원자재 가격을 보완할 수 있다. (출처, KOTRA 2005. 7)

#### 다. 국내외 관련 업체 및 특허 현황

##### (1). 국내외 항균 첨가제 업체

| No | 내용  |
|----|---|
| 1  | <b>동방화학:</b> Anti-Microbial masterbatch 은 입자<br><a href="http://www.dongbangcolor.com/">http://www.dongbangcolor.com/</a>   |
| 2  | <b>MST:</b> 천연물추출 원료 항균신소재(목단피), 유기계 항균 마스터배치, 생분해성 및 항균필름<br><a href="http://www.biocleanact.com/">http://www.biocleanact.com/</a><br><a href="http://www.mst21.com/">http://www.mst21.com/</a>  |
| 3  | <b>Green T Industry:</b> <a href="http://www.greentindustry.com/">http://www.greentindustry.com/</a><br>organic 추출물<br>JIS Z 2801: 2010, KS K 0693: 2011<br>LDPE film, 스폰지, ABS사출, LDPE 비닐, PP 인젝션  |
| 4  | <b>㈜더몰론코리아(퓨리톤):</b> <a href="http://www.puuritone.co.kr/html/mn03/mn03_01_02.html">http://www.puuritone.co.kr/html/mn03/mn03_01_02.html</a><br>항균 마스터배치, 항균 첨가제<br>순수 무기계 항균제 (은나-은나노 유해성 해결)<br>JIS I 1902  |
| 5  | <b>㈜이노켄텍 :</b> <a href="http://lee98113460.wixsite.com/">http://lee98113460.wixsite.com/</a><br>항균마스터배치(PP, PE, ABS, PC, PVC 등)<br>유기항균제( ZPT, TCS, TCC, OIT, DCOIT,MBIT, BBIT, OBPA, NPT),<br>무기항균제(Zirconium phosphat e + Ag ion, Glass + Ag ion, Ark shell) - food |

|   |  |
|---|--|
|   | contact 가능<br>항균성능평가 - JIS Z 2801 ( film contact method )<br>항곰팡이성능평가 - ASTM G 21, JIS I 1902 ( halo test method ) |
| 6 | SAM-A C&I: <a href="http://www.samacni.co.kr/">http://www.samacni.co.kr/</a><br>Antibiotic Agent 은나노               |

(2). 항균제 관련 국내 특허

| No | 내용  |
|----|---|
| 1  | 3d 프린터용 항균 필라멘트 제조 방법 및 이에 따라 제조된 3d 프린터용 항균 필라멘트 (2015)<br>- (주)비엔케이<br>- WO 2016035949 A1<br>- 플라스틱 수지 및 무기 항균제, 유기 항균제, 금속 항균제, 암모늄염 항균제, 구아니딘 항균제, 구리 화합물 항균제, 서방성 고분자 항균제 및 천연 항균제 |
| 2  | 항균 섬유 소재, 항균 섬유, 항균 섬유 제조용 마스터배치, 및 항균 섬유의 제조방법 (2014)<br>- (주)나노미래생활<br>- WO 2015105214 A1<br>- 비표면적이 높고, 용융온도가 낮고, 안정적인 결정구조를 가진 산화아연 나노입자 마스터배치                                      |
| 3  | 펠릿형 항균성 마스터배치 (2012)<br>- (주)더몰론코리아, Thermolon Korea Co.,Ltd<br>- WO2012111894 A1<br>- 합성수지와 분산력이 우수한 은 나노입자를 흡착시킨 실리카 나노튜브 항균제를 혼합하여 제조한 펠릿형 항균성 마스터배치                                 |
| 4  | 은-실리카 나노복합체를 포함하는 폴리에스테르 마스터배치 및 그 제조방법 (2011)<br>- 주식회사 엔피텍<br>- WO 2012128406 A1<br>- 은-실리카 나노복합체를 제조하고 이를 포함하는 폴리에스테르 마스터 배치를 제조   |
| 5  | 생분해성 수지 조성물 및 그로부터 제조되는 어망 (2015)<br>- 롯데정밀화학<br>- WO 2016068432 A1<br>- 생분해성 수지로서 PBSAT 수지 (PBSAT: polybutylene succinate-co-adipate-co-terephthalate)                                 |
| 6  | 생분해성 수지를 포함한 발포용 수지 조성물 및 그것으로부터 제조된 발포체 (2013)<br>- 삼성정밀화학<br>- WO 2014021544 A1<br>- 에틸렌-비닐아세테이트 수지, 이중 결합이 포함된 모노머가 결합된 생분해성 폴리에스테르  |



수지

(3). 항균 포장재 관련 국내 특허

| No | 내용  |
|----|---|
| 1  | <b>㈜나노미래생활</b><br>항균 플라스틱 소재, 항균 플라스틱, 항균 플라스틱 제조용 마스터배치, 및 항균 플라스틱의 제조방법<br>산화아연, 등록번호 10-1334283, 등록일자 2013년 11월 22일  |
| 2  | <b>에이비씨나노텍 주식회사</b><br>은(이온) 담지 무기계 항균제 및 이를 함유한 열가소성 수지 마스터배치<br>무기계 항균제, 은(Ag), 항균, 열가소성수지 마스터배치<br>등록번호 10-0587465, 등록일자 2006년 05월 30일   |
| 3  | <b>코아 가라스 가부시키가이샤 (일본)</b><br>마스터 배치에 유래해서 되는 항균성 수지 조성물, 항균성 섬유, 항균성 필름 및 마스터배치에 유래해서 되는 항균성 수지 조성물의 제조방법, 은 이온, 등록번호 10-1372662, 등록일자 2014년 03월 04일                                       |
| 4  | <b>강석주, 신현경</b><br>은 나노 분말을 이용한 항균섬유의 제조방법, 등록번호 10-0535916, 등록일자 2005년 12월 05일   |
| 5  | <b>나노폴리(주)</b><br>항균, 살균 및 냄새제거 기능을 갖는 금속의 나노입자를 이용한 고농도 플라스틱 마스터 배치 칩의 제조 및 그 성형품 제조방법, 백금(Pt), 금(Au), 이산화티타늄(TiO <sub>2</sub> ), 은(Ag) 등의 금속의 나노입자<br>등록번호 10-0599532, 등록일자 2006년 07월 05일 |
| 6  | <b>(주)광진상사, 강선철</b><br>항균성 마스타 배치를 이용한 모노사 및 이를 이용한 식품포장용 트레이<br>은이온, 등록번호 10-0786171, 등록일자 2007년 12월 10일   |
| 7  | <b>김미순</b> , 식품포장용 항균 필름의 제조방법 및 이로부터 제조된 신선도 유지 및 세균성 부패 억제 항균 필름 천연추출물, 유기물 혼합<br>공개번호 10-2014-0017281, 공개일자 2014년 02월 11일  |
| 8  | <b>전순희</b> : 백금 나노 항균 수지 필름의 제조 방법 및 이로부터 제조된 신선도 유지 백금 나노 항균 수지 필름, 은 나노, 백금 나노, 등록번호 10-1547448, 등록일자 2015년 08월 19일   |
| 9  | <b>한국식품연구원</b> : 항산화 및 항균특성을 갖는 식품포장용 필름 및 그 제조방법   |

|    |  |
|----|--|
|    | 유기계 , 등록번호 10-0656984, 등록일자 2006년 12월 06일  |
| 10 | <b>주식회사 지큐지원:</b> 항균력을 가진 기능성 식품 포장재 제조 방법<br>미세 분말, 등록번호 10-1623060, 등록일자 2016년 05월 16일   |
| 11 | <b>NP-TECH.:</b> POLYESTER MASTERBATCH HAVING OUTSTANDING<br>ANTIMICROBIAL PROPERTIES AND A PRODUCTION METHOD THEREFOR<br>은-황 나노복합체, 국제출원번호 PCT/KR2010/008617, 국제출원일: 03.12.2010 |

### 3. 연구수행 내용 및 결과

|   | 코드번호 | D-05 |
|---|------|------|
| <b>가. 연구 배경</b>   |      |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 식품포장(과자, 육가공품, 파우치)이나 의약품포장재는 주로 다층필름이 사용된다. 특히 폴리프로필렌(PP)이나 폴리에틸렌(PE) 등의 폴리올레핀계 필름으로 다양한 구조의 다층필름 화하여 사용되고 있고, 경제성과 재생성 등에서 유리함은 물론 인장강도, 표면경도, 내충격 강도 등의 기계적 물성과 광택성, 투명성 등의 광학적 특성, 그리고 무독, 무취 등의 식품 위생성 등에서도 뛰어나 식품 포장재로서 많이 사용된다.</li> <li>○ 현재는 미생물과의 전쟁의 시대에 살고 있다. 세계적으로 식품 매개질병(food borne disease)에 대한 관심이 증가하고 있고, 식품매개 미생물 및 곰팡이의 성장을 조절할 수 있는 기술에 대한 요구가 증가하고 있다.</li> <li>○ 항균제에 대한 여러 의견이 있고, 식품포장에 적용하기 위해서는 고분자 플라스틱에 상용성의 문제와 항균력을 발현할 수 있는 가공기술이 도입되어야 하므로, 항균제의 선정에 많은 어려움이 있는 것이 사실이다.</li> <li>○ 최근에는 기능성 무기물을 플라스틱에 도입하여 기체 차단성, 산소흡수성, 항균성을 부여하는 다양한 연구가 널리 진행되고 있다.</li> <li>○ 다양한 무기계 항균제중 산화아연은 특히 자외선 차단성능과 항균성을 가지고 있어서 감지기와 화장품 기능성 포장 소재 등 기능성 필러로 적용되고 있다.</li> <li>○ 고분자 나노복합소재는 주로 다양한 제품에 적용되며, 자동차, 우주항공, 전자 포장들의 응용에 사용 되는데, 일반적으로 재료가 햇빛강도, 온도, 습기, 노출시간, 중합체의 유형이나 열안정제, UV 안정제, 수분흡수제 등의 첨가 여부 등 환경의 여러 요소에 의존하</li> </ul> |      |      |

게 된다. 그중에 고분자 중합체의 광분해를 유도할 수 있는 자외선(UV)조사는 내구성과 관련하여 자주 거론되는 원인이다.

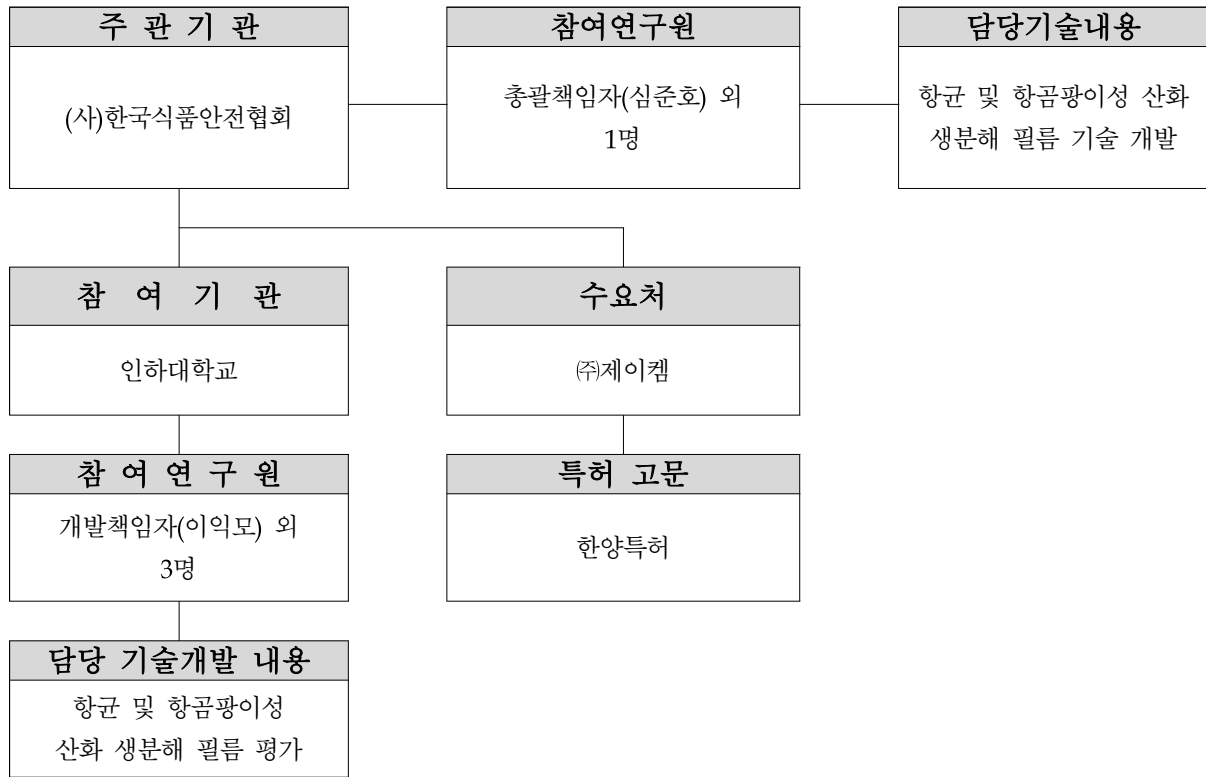
- 폴리프로필렌(PP)는 옥외환경에 상당히 많은 부분에 응용되고 있는 소재중 하나이다. UV 열화는 화학적 물리적 기계적 성질을 변화시키게 되어, 일반적으로 광을 받은 PP는 용해 및 결정성의 변화를 유발하게 된다.
- 폴리프로필렌 수지는 기체 차단성이 나빠 산화분해를 일으키고 산소투과가 용이하므로, 성형된 필름에 산화분해첨가제를 첨가하면 더욱 분해가 빨라질 수 있다.
- 산화분해 첨가제에 의한 분해 메커니즘은 전이금속촉매가 함유된 금속화합물을 사용하여 폴리머의 광산화를 유도함으로써 폴리머가 광분해 반응을 할 수 있도록 하는 방법으로 Pro-oxidant에 의해 자외선과 열에 노출된 고분자의 경우 촉매에 의하여 분해 라디칼을 생성하게 된다. 고분자에 형성된 라디칼은 산화반응으로 과산화물 및 카르보닐기 중간체를 형성하게 된다.
- 카르보닐 발색단은 280 ~ 390 nm의 자외선 에너지를 흡수하여 분해반응이 일어나며, 이과정은 광화학적 탈 카르보닐기 반응이라고 불리는 Norrish I (90% 이상), Norrish II (10% 이하) 반응에 의해 일산화탄소가 생성되어 방출되면서 광분해로 고분자가 절단된다.
- 분해성 포장재에 대한 요구는 현재 생분해성 고분자의 경우 매립 시 미생물에 의한 분해를 의미하나, 건조한 기후와 습기가 적은지역의 경우 분해가 어려우므로 물리적 분해를 요구하게 되었다. 특히 중동지역의 경우에 해당되며, 이 지역은 일상 생활용품의 40%가 플라스틱으로 구성될 만큼 사용 비중이 높으며, 대부분의 폐기물이 매립되는 형태로 자연 생태계에 문제가 심각하다.
- 이에 UAE는 2014년 1월 1일부로 15개 제품군에 대한 일반 포장재 등을 사용하는 제품 역내 수입 및 유통을 전면 금지하고, 산화 생분해 플라스틱을 사용한 제품만을 예외 조항으로 하고 있다.
- 현재는 UAE와 아랍권 국가 및 인도, 필리핀 등으로 빠른 속도로 확산되고 있고, 캐나다는 산화생분해 플라스틱 관련 규제에 호의적이며, 영국은 산화생분해 플라스틱 사용을 인정되었고, 인도도 검토되고 있다.
- 2020년 400조 원 규모로 성장하는 할랄 시장에서 수출을 위한 준비 중 산화생분해 포장재의 선택이 큰 인증의 축을 차지하게 될 것이다. 그러므로 식품용기나 시트 필름이 미생물이나 물리적 요인으로 변질되지 않으면서, 자연산화와 분해가 될 수 있는 제품으로 다양한 적용연구가 필요하다.

## 나. 연구 개발의 추진 전략 및 체계

### (1) 연구개발 추진 전략·방법

- 항균, 항곰팡이 성능 지속성평가를 위한 속성시험
  - 3M petri film을 이용한 식품(떡, 밥 등)의 필름 적용 시 기존제품과 비교실험 및 경시변화에 따른 균 저지 지속력 평가
  
- 산화분해 필름의 경우
  - 열(Thermal), UV degradation 실험: 노출시간과 시간에 따른 성능치의 감소율(5% 미만 지점)
  - 노화된 필름의 분자량 변화(5,000 Dalton 이하) 검사.
  
- 식품적용 기능성 항균/산화분해 필름의 평가
  - 유통기한 안에는 항균 성능을 유지하고, 폐기시점에서 항균기능성이 저하되고, 산화분해도가 상승 하도록 조건 설정
  - 경시변화에 따른 항균성 성능검사.
  - 수출용 신규 가공 식품의 포장재 평가: 쌀국수, 쌀칼국수 등에 적용
  
- 기술 개발을 위한 협력체계 구축
  - 항균 필름의 제조 및 평가
  - 산화분해 필름의 제조 및 평가
  - 항곰팡이 필름의 제조 및 평가
  - 항균/산화분해 필름의 제조 및 평가
  - 항곰팡이/산화분해 필름의 제조 및 평가
  - 열 노출, UV 노출 평가에 따른 경시변화 관찰: FT-IR, DSC, TGA, Tensile test,
  - 산화 분해된 필름의 입자로 분자량, VOC, 중금속 분석으로 안전성 평가.
  - 항균/산화분해 필름, 항곰팡이/산화분해 필름으로 성능평가
  - 식품적용 기능성 필름(항균/산화분해)의 설계/제조 및 평가.
  - 년 3회 기술개발을 위한 사업추진 회의 개최
  - 기술 현황 및 특허 대응 관련 하여 지속적인 모니터링 실시

(2) 연구개발 추진체계



(3). 추진 일정

| 일련<br>번호 | 연구내용                          | 추진 일정 |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
|----------|-------------------------------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|---|
|          |                               | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |   |
| 1        | 계획수립 및 자료조사                   | ■     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 2        | 항균필름 제조                       |       | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 3        | 산화생분해 필름 제조                   |       | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 4        | 항균/산화생분해 필름 제조                |       | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 5        | 항곰팡이/산화생필름 제조                 |       | ■ | ■ | ■ | ■ |   |   |   |   |    |    |    |   |
| 6        | 필름의 성능평가(생분해도, 분자량 변화)        |       |   | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |    |    |    |   |
| 7        | 필름의 성능평가<br>(항균, 산화분해, 항곰팡이성) |       |   |   |   |   |   |   |   | ■ | ■  | ■  |    |   |
| 8        | 식품포장의 안전성 평가                  |       |   |   |   |   |   |   |   | ■ | ■  | ■  |    |   |
| 9        | 최종 보고서                        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | ■  | ■ |

## 다. 연구 방법

### (1) HPQM/PP 필름 제조 및 평가

#### (가) 산화 분해 필름 개발

- 폴리프로필렌의 산화 생분해 기능을 부여한 Master Batch(M/B) 처방
- M/B 함량 처방에 따른 산화 생분해성 평가(0.5, 1, 3, 5 wt%)
- 필름 두께에 의한 산화 생분해성 평가(15, 45, 120  $\mu\text{m}$ )

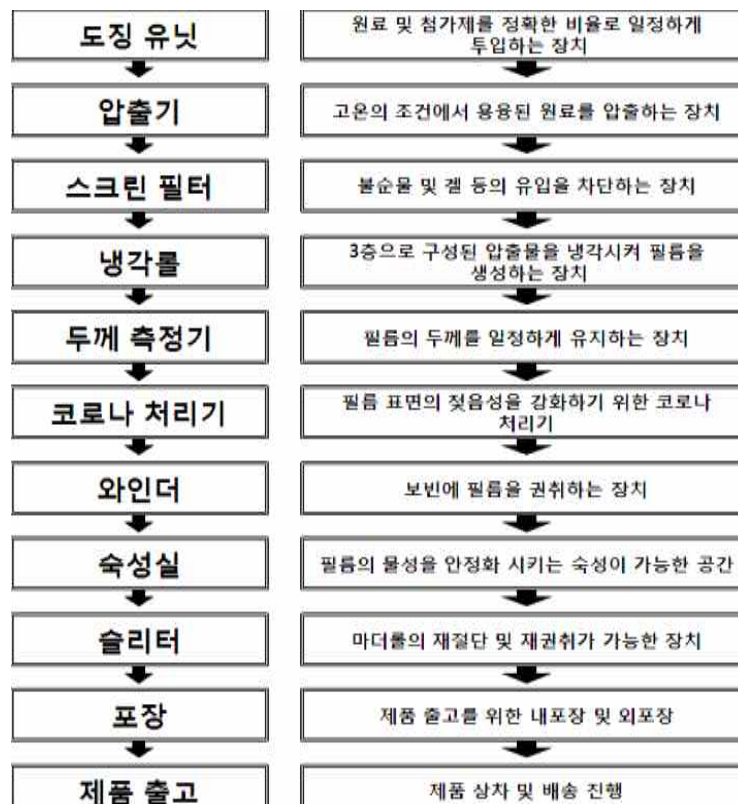
#### (나) 항균성을 지닌 산화 생분해 필름 개발

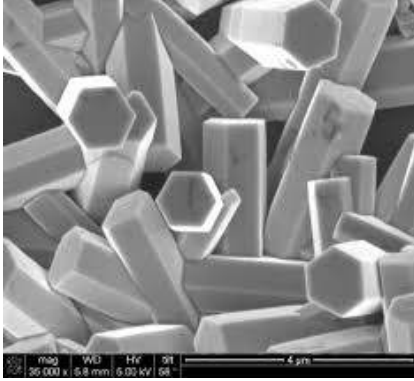
- 항균성을 위한 M/B 처방 및 공정 기술 개발
- M/B 처방을 통한 항균력 기간 조절 공정 기술 개발
- Pilot 장비를 이용한 시제품 제작 및 평가(시제품 10회 제작)
- 시제품 폭: 500 mm

#### (다) 양산 장비를 이용한 시제품 제작 및 평가

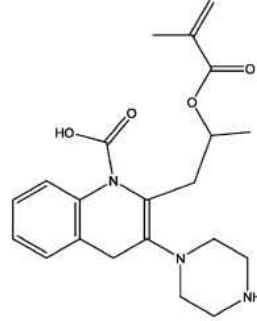
- 제품 폭: 3,600 mm
- SML CPP Line(Austria SM L社)
- Double side Corona Treatment(Line Speed 350 m/min)
- 공정 안정화를 통한 필름 생산

### <필름 제조 공정>





<SEM Image of ZnO Powder>



2-hydroxypropyl-3-piperazinyl-quinoline carboxylic acid methacrylate

<HPQM>

<유/무기계 항곰팡이제>

| 구분        | 유기계   |   | 무기계   |
|-----------|---|---|---|
|           | 합성계   | 천연계   |   |
| 종류        | <ul style="list-style-type: none"> <li>알콜계</li> <li>할로겐계(IPBC)</li> <li>페놀계(이소프로필 메틸 페놀)</li> <li>피리딘계(징크 피리치온)</li> <li>이미다졸계(카르벤다진)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>키토산</li> <li>폴리리진</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>은, 제올라이트</li> <li>산화티탄</li> </ul>                                      |
| 곰팡이 스펙트럼  | 넓음  | 낮음  | 비교적 낮음  |
| 효과        | 곰팡이와 세균에도 효과가 강함  | 곰팡이보다는 세균에 효과가 강함   | 곰팡이보다는 세균에 효과가 강함   |
| 열 안정성     | 낮음  | 낮음  | 높음  |
| 경구독성      | 비교적 독성 높음   | 독성 낮음   | 독성 낮음   |
| 항곰팡이 메커니즘 | <ul style="list-style-type: none"> <li>알콜계 [단백질 변성, 대사기구 방해]</li> <li>페놀계 [세포막손상, 단백질과의 반응]</li> <li>할로겐계 [단백질 황성분 산화 및 파괴]</li> <li>피리딘계 [세포막 손상]</li> <li>이미다졸계 [전자전달계 방해]</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>살균효과</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>은 제올라이트 [전자전달계 방해, 세포막 손상, DNA와의 결합]</li> <li>산화티탄 [세포막 손상]</li> </ul> |



<항균 및 산화 분해 Master Batch>



<필름제작용 Olefin Rubber>



<Lab Scale 시제품 제작>



<Compounding>





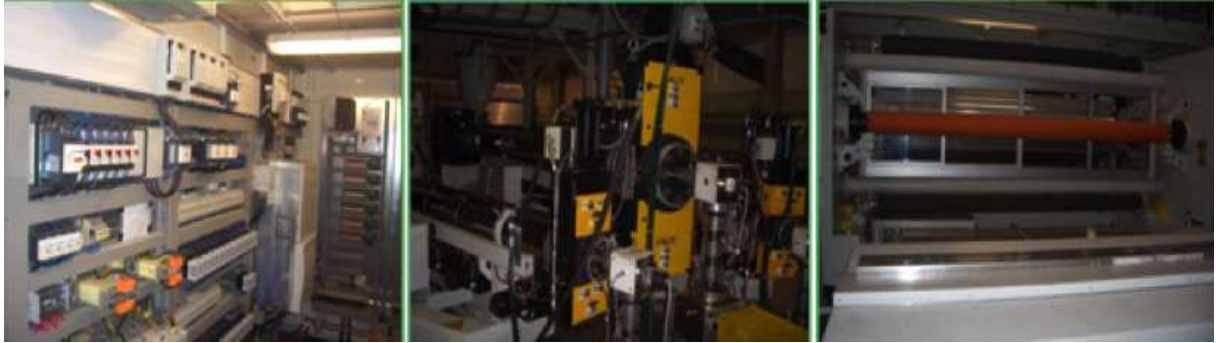
<Mixing Process>



<Pelletizing Process>



< Casting Film Machine >



<양산용 Casting Film Machine>



<Multi-layer Casting>



<Analyzing>

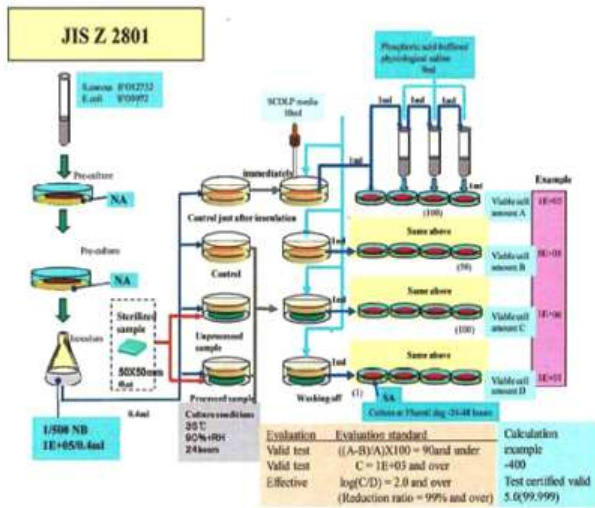
(라) 산화 분해 필름 평가

- 산화 분해 필름의 분해력 및 물성평가(국내 평가 인증)  
: 산화분해도 시험(ASTM D 6954-04)



(마) 항균성 및 항곰팡이성 평가

→ 항균 효능 실험 : 균 증식 24시간 후 세균 감소율: 99.9%



<사용균주>-선택

대장균 (Escherichia coli) ATCC 25922

황색포도상구균 (Staphylococcus aureus) ATCC6538

녹농균 (Pseudomonas aeruginosa) ATCC15442

폐렴균 (Klebsiella pneumoniae) ATCC 4352

살모넬라 (Salmonella typhimurium) KCCM 11862

연쇄상구균 (Streptococcus mutans) ATCC25715

MRSA (Staphylococcus aureus subsp. Aureus) ATCC 33491

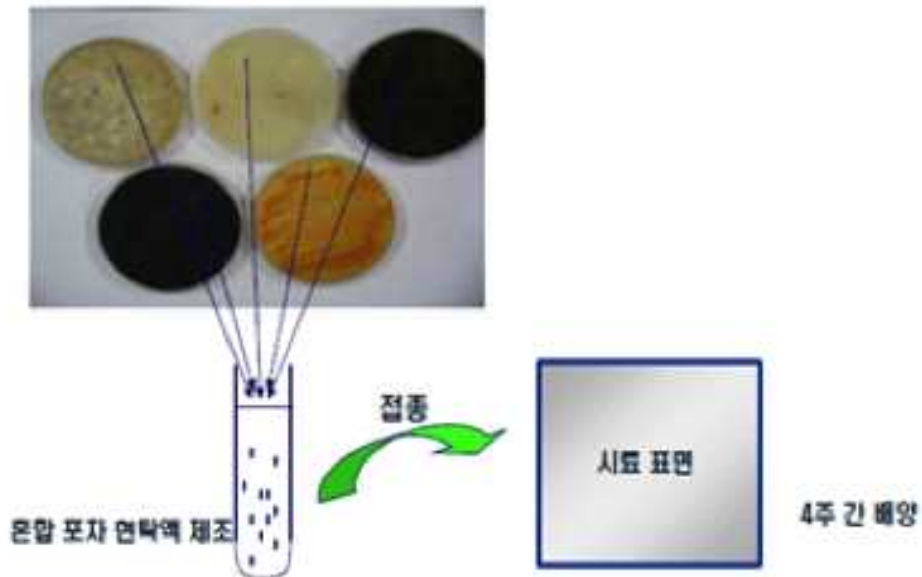
칸다다 (Candida albicans) ATCC 10231

무좀균 (Trichophyton rubrum) ATCC 28188

유황산화균 (Acidithiobacillus thiooxidans) IFO 1370

→ 항곰팡이 실험 : 2-4주간 까지 곰팡이 발육 인지 없어야함

**ASTM - G21**



(바) HPQM/PP Composite Film의 항곰팡이성 평가

○ 시험 구성

(1) 시료: 대조군 1점, 시험군 1점(HPQM 필름)

(2) 시험방법: 항진균제(chloramphenicol)과 활성 차이 비교 분석

(3) 균종: 진균 20종

<인체 병원성 및 식물성 진균>

| #  | 균종   | 비고     |
|----|--|--------|
| 1  | <i>Aspergillus niger</i> ATCC 9642               | 인체 병원성 |
| 2  | <i>Trichothecium roseum</i> KACC 40956           | 식물 병원성 |
| 3  | <i>Fusarium oxysporum</i> KACC 41083             |        |
| 4  | <i>Sclerotium rolfii</i> KACC 47750              |        |
| 5  | <i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(IA) KACC 40105    |        |
| 6  | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> KACC 40172       |        |
| 7  | <i>Collectotrichum coccodes</i> KACC 40802       |        |
| 8  | <i>Sclerotium cepivorum</i> KACC 40582           |        |
| 9  | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> KACC 40804 |        |
| 10 | <i>Botrytis cinerea</i>                          |        |

○ 실험 과정

(1) 검체 준비

① Film

- Test piece [50×50 mm (±2)]
- 대조군의 경우 항균물질이 처리되어 있지 않은 필름을 사용
- 필름은 병원성 진균 당 3개씩 준비
- 필름은 Autoclave를 이용하여 멸균 (121 °C, 15 분)

② 진균

- PDA에 25 ± 1 °C에서 7일 ~ 20일 배양
- 10 ml 멸균수 (또는 0.05 g/L SDS 가 포함된 멸균수)에 진균 포자를 접종
- Vortex mixer를 이용하여 진균 포자 현탁액 제조 (5 ~ 10분)
- 포자 현탁액의 농도를 1×10<sup>6</sup> ~ 2×10<sup>6</sup> spores/ml 로 조절하여 사용

(2) 처리

- ① 포자현탁액 100 μl를 nutrient-salt agar에 도말
- ② 필름 3개를 각각 포자현탁액이 도말된 nutrient-salt agar의 중앙에 옮김
- ③ 25 ± 1 °C에서 28일간 배양 (7일마다 중간 결과 확인)

(3) 진균 수 측정

- ① 포자 현탁액을 Serial dilution으로 10배 희석 한 뒤, PDA 배지에 100 μl도말
- ② 25 ± 1 °C에서 7일 ~ 14일간 배양
- ③ Colony 수 측정 (30 ~ 300개의 colony가 있는 plate에서 측정)

#### ④ 진균 수 계산

(Colony 수×희석배율(역수)×PDA 배지 도말양(역수) spores/ml)

#### (2) ZnO/Pre-Oxidant/PP 필름 제조 및 평가

##### (가) 실험 재료

- 산화분해 첨가제(Pro-oxidant)는 유럽에서 유통되고 United Arab Emirates Standard 5009: 2009)를 만족하는 첨가제인 d2w<sup>®</sup>(Symphony Environmental Ltd, UK)를 마스터배치 상태로 구매하여 사용하였다.
- UV 차단기능과 향균기능의 성능 발현을 위한 산화아연(ZnO powder, Nano, Future and Life, Inc. Gunsan Factory, Korea)은 구매하여 사용하였다.
- 향균마스터배치 제조용 호모 폴리프로필렌(homo-PP)은 밀도, 0.91 g/cm<sup>3</sup>, MI(Melt Index), 8 g/10 min의 HF400(Hanwha TOTAL Petrochemical Co., Ltd, Daesan Plant, Korea)로 산화분해 필름용 폴리프로필렌 랜덤 터폴리머(random-tPP)는 밀도, 0.890 g/cm<sup>3</sup>, MI, 7.0 g/10 min의 SEETEC PPT3410(LG Chem Ltd. Daesan Complex, Korea)으로 구매하여 사용하였다. 일반적인 첨가제는 제조사에서 제공받아 사용하였다.
- 자외선 조사에 사용한 램프는 UV B(USHIO G5T8E, Low Pressure Mercury ARC Black light, Ushio America)는 14.7 W, 306 nm의 mid range Fluorescent lamp를 구매하여 사용하였다.

##### 나) 향균마스터배치의 제조

- 향균기능을 갖는 마스터배치(ZnO MB)를 일정 배합비율에 따라 제조하였고, ZnO를 포함한 첨가제를 믹서에 투입한 후 140 °C 이상의 압출온도로 용융 혼합시키고, 다이 직경이 51 mm의 트윈 압출기(JTE-50HS, JINSAN PLASTIC RUBBER, Korea)를 이용하여 산화아연 향균 마스터배치를 제조하였다.
- 수분의 재흡수를 방지하기 위해 냉각한 다음 2 ~ 3 mm 크기로 커팅하고, 건조시키고, 습기와 빛 차단을 위한 알루미늄 포장백에 보관하여 사용하였다.

##### 다) 산화분해촉매를 함유한 r-PP/ZnO nanocomposite 다층 유연필름의 제조

- 시험시편의 구성으로는 여러 물성치의 비교를 위하여, 산화분해 촉매나 향균MB를 함유하지 않은 컨트롤 폴리프로필렌필름을 사용하였다.
- 각기 다른 3개의 압출기를 통하여 산화분해촉매는 내층에 집중되도록 하였고, 식품접촉이 가능한 부분은 ZnO MB가 집중되도록 하고, 외층에는 코로나처리를 하여, 라미네이션이나 인쇄에 적합하도록 설계하여, 티 다이 압출 다층 필름 생산라인(Multi-Layer

T-die Extrusion Film Production Line, HANKOOK E.M LTD. Korea)에서 제조하였다.

라) 산화분해필름의 열과 자외선 노출평가실험

- 산화분해 필름 시편의 두께(Peacock, OZAKI MFG.Co., LTD, Tokyo, Japan)는 50  $\mu\text{m}$ 이었다. 열 분해성 평가를 위하여  $13 \times 80 \text{ mm}$ 의 크기로 자른 필름을  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ 가 고정된 oven에 넣고 일정 간격으로 샘플을 채취하였다.
- 광분해 시험의 경우 ASTM D5208-1에 준하고, 시편은  $13 \times 80 \text{ mm}$ 의 크기로 필름을 잘라 UV B램프(14.7 Watts, 306 Mid range Lamp, USHIO G15T8E) 6개가 장착된 UV조사장치(UV-X000, Dong Seo Science Co., Ltd. Korea)에서 실험하였다.
- 챔버 내에는 공기가 순환하지 않는 시스템으로, 필름이 챔버 내의 UV B 램프 아래 25.5 cm 지점에 고정하여 넣고, 일정 간격으로 샘플을 채취하였다.
- 채취한 필름시편은 FT-IR, UTM, GPC, SEM으로 열과 자외선의 노출 경시변화를 측정하였다.

마) 산화분해필름의 물성 평가

- 필름시편에 열과 자외선 노출로 노화된 시료의 적외선 스펙트럼은 산화분해과정의 부산물인 카보닐 그룹(알데히드, 케톤, 카르복실산 등)의 증거로 평가되며, 이들의 존재 및 축적이 지표가 된다.
- 노화가 진행된 정도를 식1)의 방법에 따라 적외선스펙트럼에서 얻은 결과로 카보닐 인덱스(CI, Carbonyl Index), 하이드록실 인덱스(HI, Hydroxyl index)로 계산하여 측정하였다.
- 일반 투과시험으로는 필름의 두께가 50  $\mu\text{m}$ 로 두꺼워 측정의 어려움이 있어, 본 실험에서는 ATR(Attenuated Total Reflectance) 액세서리를 이용하여, 산화분해 필름의 경시변화를 FT-IR(Frontier, PerkinElmer, United States)장비로  $4000 \sim 550 \text{ cm}^{-1}$  범위에서 분석하였다.

$$\text{CI} = A_{1725}/A_{2722} \quad \text{and} \quad \text{HI} = A_{3500}/A_{2722} \quad \text{-----식1)}$$

- 노화된 시편의 인장항복점과 신율 파단점은 ASTM D882: 2010 시험방법에 따라 실험하고, UTM(Instron 3365, Illinois Tool Works Inc. Great Britain) 장비로 측정하였다.

- 노화 시편의 표면의 이미지 변화는 SEM(FE-SEM/EBSD S-4300SE, Hitachi, Tokyo,

Japan)으로 촬영하였고, 시편은 미리 Pt/Pd 코팅전처리 후 이미지를 측정하였다. 그리고 열과 자외선조사로 열화된 시편의 분자량 감소평가를 실시하였다. 고온 GPC(Agilent PL-GPC220, Agilent Technologies, United States)로 컬럼은 2 x PL gel mixed-D(7.5 X 300 mm), 용매는 TCB(Trichlorobenzene)를 사용하였다. 기기 조건으로는 주입구와 검출기의 온도는 160 °C, 굴절 검출기를, 유속 1.0 ml/min, 주입량 200  $\mu$ l이다.

- 표준시료는 polystyrene의 분자량 364,700 ~ 605 g/mol까지의 10개 포지션 분자량 표준물질로 보정하여 데이터처리 하였다. 시료의 전처리는 일정량을 취하여 용매 TCB에 완전히 녹인 후 0.45  $\mu$ m PTFE filter로 여과 후 분석시료로 사용하였다.

바) r-PP/ZnO 나노 컴포지트 산화분해필름의 항균성능 평가

- 제조된 산화분해 나노컴포지트 필름의 항균성능을 평가는 JIS Z 2801: 2010 시험방법으로 진행하였다. 박테리아 성장에 대한 복합체의 저항성을 측정하여 항균성을 분석하는데 사용된다. 사용된 균주는 식중독 균주로 Staphylococcus aureus ATCC 6538P(Korean Agricultural Culture Collection), Escherichia coli ATCC 8739(Korean Culture Center of Microorganisms)을 구입해 사용하였다.

- 박테리아 용액을 페트리접시에 놓은 샘플의 표면에 적용하였다. 페트리 접시 뚜껑을 다시 넣기 전에 사용필름을 멸균 처리된 필름(stomachre 400 Poly-bag) 으로 덮고, 항온항습기의 내부온도를 35  $\pm$  1 °C에서, 습도를 90%로 유지하였고, 24시간 배양하였다.

- 박테리아가 부착된 각 시료, 필름 및 페트리 접시의 표면을 중화용액으로 세척하고, 제곱 센티미터 당 다수의 박테리아를 측정하였다.

- 균 세척 후 식2)에 따라 viable bacteria를 측정하고, r-PP/ZnO 나노컴포지트 필름의 미생물 감소율은 식3)에 따라 항균성 활성치[Antimicrobial Activity, R(%)]로 계산하여 평가하였다.

$$\text{Viable bacteria} = (C \times D \times V)/A \text{ -----식2)}$$

여기서

N: 1 cm<sup>2</sup> 당 viable bacteria 수

C: Colony 개수

D: 희석 배율

V: 세척에 사용된 SCDLP 용액 (mL)

A: cover film의 면적 (cm<sup>2</sup>)이다.

$$R = (U_t - U_0) - (A_t - U_0) = U_t - A_t \text{ -----식3)}$$



여기서

$R$ : antibacterial activity

$U_0$ : untreated test piece의 병원성 미생물 접종 직후 viable bacteria log값

$U_t$ : untreated test piece의 병원성 미생물 접종 24시간 배양 후 viable bacteria log값

$A_t$ : test piece의 병원성 미생물 접종 24시간 배양 후 viable bacteria log값

- 이 결과로서 알 수 있는 것은 활성치가 1이상인 경우 90.00%, 2이상인 경우 99.00%, 3이상인 경우 99.90%, 4이상인 경우 99.99%이상의 항균효과를 나타내는 값으로 평가할 수 있다.

사) 식품 유연 포장용 산화분해필름의 안전성 평가

- 국내법 KFDA 식품접촉가능한 소재 폴리프로필렌 기준에 따른 시험방법으로 중금속 납 함량측정(mg/l), 총 용출량(mg/l)으로 3대 유사용매인 물, 4%초산, n-헥탄 시험을 진행하였고, 과망간산칼륨 소비량(mg/l)을 식품공전의 기구 및 용기포장의 기준 규격 중 합성수지제 시험방법에 의거하여 측정하였고, 식품 포장재로서의 적용가능 여부를 판정하였다.

- 항균, 항곰팡이 성능 지속성평가를 위한 속성시험

- 1차 실험: 미생물 감소 평가는 JIS Z 2801 시험법에 따라 필름으로 실시
- 2차 실험: 식품에 적용하여 시험평가(현재 시험법이 없어서 시험 안됨, 시험 방법 부재)

- 산화분해 필름의 경우

- 열(Thermal) 분해: 온도 80 °C 조건설정으로 열분해 가속시험
- UV degradation 실험: UV B 307 nm 14.7 W 6개가 설치된 챔버 내에서 공기 회전 없이 경시변화 관찰
- 노화된 필름의 분자량감소 변화(5,000 Dalton 이하) 검사: UAE 5009: 2009 기준이 5,000 g/mol 이하인데, 본 연구에서 열분해 480시간 노출 이후, UV B 72시간 노출 후 Mn 1,294 g/mol 이고, Mw는 5,920 g/mol로 고분자가 분해되었다.

- 식품적용 기능성 항균/산화분해 필름의 평가

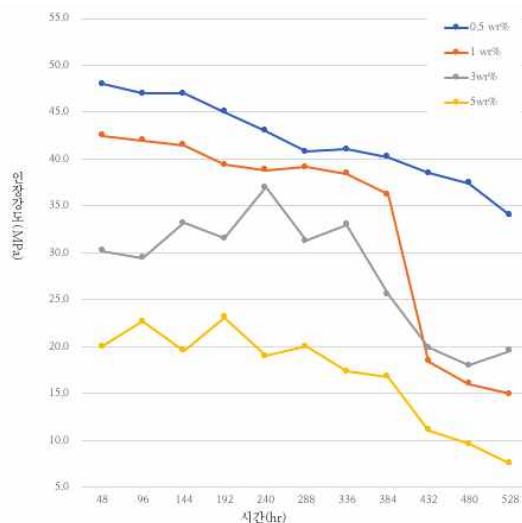
- Pro-oxidant(d2w<sup>®</sup>) 함유한 rPP/ZnO 나노컴포지트 필름은 특히 PP 는 열과 광분해가 있는 소재로 알려져 있는데, ZnO를 나노컴포지트화 제조한 필름의 경우 광차단성과 열차단의 효과로 분해가 감소되었지만, 일정시간이 지난 후에는 산화분해가 일어남으로서 목적한 성능을 발현하였다.

## 라. 연구 결과

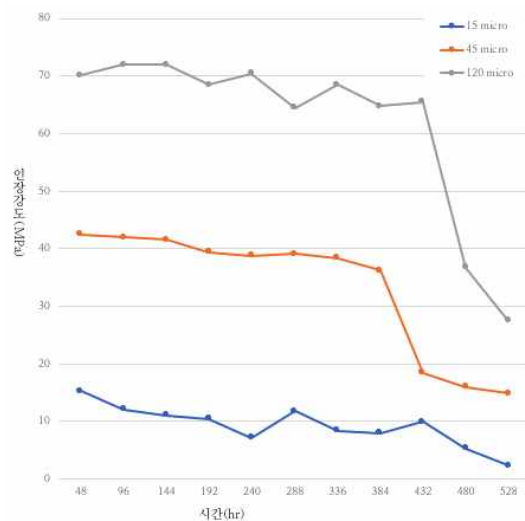
(1) HPQM/PP 필름 평가 결과

(가) 산화 생분해성

- 통상 연포장용으로 많이 사용되는 45  $\mu\text{m}$  두께의 필름을 기준으로 하여 산화분해성 M/B의 농도를 0.5, 1, 3, 5 wt%로 하여 0시간에서 528시간까지 가속화 평가(80  $^{\circ}\text{C}$ , 14.7 W UV B 조건)를 진행하였다
- 0.5wt%의 M/B를 첨가한 필름의 경우에는 0 hr, 48 MPa에서 528 시간, 34MPa로 완만하게 감소하였다. 이와 같은 결과는 M/B의 농도가 낮으므로 해서 필름 내에서 균일하게 산화생분해가 발생하지 않은 것으로 사료된다.
- 1wt% 농도의 M/B를 첨가한 경우에는 384 시간이 경과한 시점에서 인장강도의 저하가 급격히 일어남을 볼 수 있었다. 이는 1 wt% M/B 농도에서 필름 내부에 균일하게 산화생분해가 발생한 것으로 판단된다.
- 3, 5 wt% M/B 농도에서는 필름 내부에 과량의 산화분해 M/B가 분산되어 부분적으로 농도의 불균일화가 발생되어 부분적으로 산화분해 촉매의 농도가 높아졌기 때문에 필름의 산화분해가 불균일하게 발생한 것으로 판단된다.



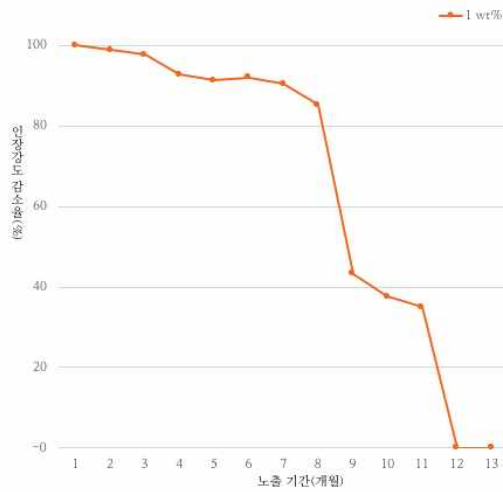
<농도별 산화생분해성 평가>



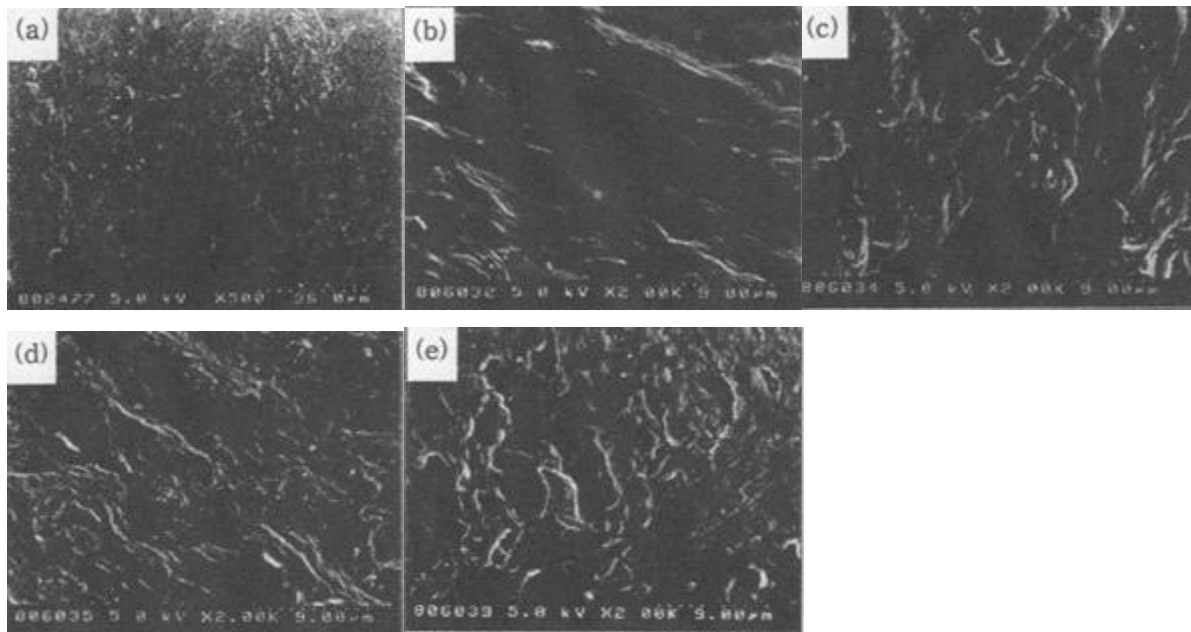
<두께별 산화생분해성 평가>

- 농도별 산화분해 결과를 바탕으로 하여 가장 균일하게 산화분해가 발생한 1wt% 농도를 기준으로 하여 필름의 두께를 15, 45, 120  $\mu\text{m}$ 로 변화시키면 산화생분해 특성을 관찰하였다.
- 15  $\mu\text{m}$ 두께의 필름에서는 두께에 비하여 상대적으로 M/B의 함량이 높음으로 인하여 초기 인장강도는 약 15MPa 수준이었으며, 528시간 경과후 약 3MPa 이하 수준의 인장강도를 나타내었다.
- 120  $\mu\text{m}$  두께의 필름은 폴리머 matrix에 비하여 저농도의 M/B함량과 부분적인 산화생분해로 인해 45  $\mu\text{m}$  필름 보다 높은 인장가도 수치를 나타내었다.

- 45  $\mu\text{m}$ 을 초기 인장강도(약 45MPa) 대비 물성 저하 비율을 1개월 단위로 관찰하였다. 그 결과 8개월부터 급격히 물성의 감소가 나타났으며 12개월 차에는 필름의 물성 평가가 불가능 할 수준으로 산화생분해가 진행하였다.



<기간별 산화생분해성 평가>



<산화생분해 진행에 의한 필름의 표면 변화>

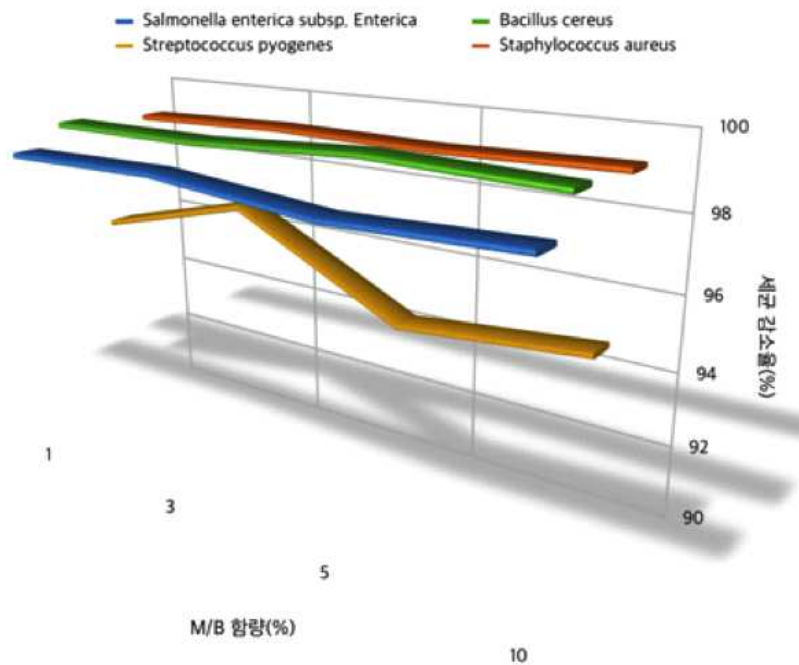
- 산화생분해가 진행한 필름의 표면 조도 변화를 전자현미경으로 관찰한 결과 초기(a), 2개월(b), 4개월(c), 6개월(d) 그리고 8개월(e) 경과함에 따라 필름 표면의 조도의 변화가 발생함을 관찰 할 수 있었다. 이는 폴리머 결정(crystalline) 및 도메인(domain) 간의 분자쇄(chain scission) 분해(degradation) 등이 발생하여 표면(morphology)의 조도(roughness)차가 심해진 것으로 판단된다.

(나) 항균성 평가

- 항균 Mater batch 함량에 따른 시제품 제작 및 항균 평가 준비
- 6 가지 세균에 대한 항균성 평가 진행
- 1wt% 시제품에서 항균성이 발현되지만, 전체적으로 3wt%일 경우 안정적인 항균성 발현을 확인 함

| Viablebacteria(N,Cell/cm <sup>2</sup> ) |           |          |          |          |          |           |          |          |          |          |
|---|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 구분                                      | 0 hr      |          |          |          |          | 24 hr     |          |          |          |          |
|   | Reference | 1%       | 3%       | 5%       | 10%      | Reference | 1%       | 3%       | 5%       | 10%      |
| Pseudomonas aeruginosa                  | 9.80E+04  | 6.80E+04 | 5.30E+04 | 6.40E+04 | 5.50E+04 | 4.20E+05  | 4.00E+05 | 4.20E+05 | 3.90E+05 | 4.20E+05 |
| Salmonella enterica subsp. Enterica     | 8.50E+04  | 4.70E+04 | 4.20E+04 | 3.70E+04 | 3.80E+04 | 6.00E+05  | 8.40E+03 | 7.80E+03 | 1.00E+04 | 9.00E+03 |
| Bacillus cereus                         | 8.80E+03  | 7.60E+03 | 9.40E+03 | 8.20E+03 | 8.00E+03 | 8.20E+05  | 6.40E+03 | 6.20E+03 | 4.20E+03 | 5.20E+03 |
| Escherichia coli                        | 2.20E+05  | 1.60E+05 | 2.20E+05 | 1.60E+05 | 9.70E+04 | 4.10E+05  | 4.20E+05 | 4.60E+05 | 4.10E+05 | 3.90E+05 |
| Streptococcus pyogenes                  | 1.60E+05  | 6.20E+03 | 3.80E+03 | 4.20E+04 | 9.80E+03 | 2.20E+05  | 8.60E+03 | 6.00E+03 | 1.10E+04 | 1.00E+04 |
| Staphylococcus aureus                   | 6.50E+04  | 6.20E+04 | 4.00E+04 | 4.30E+04 | 8.40E+04 | 1.60E+05  | 1.50E+03 | 1.30E+03 | 1.40E+03 | 1.20E+03 |

| 함량(wt%) | Salmonellaentericasubsp. Enterica | Baclluscereus | Streptoceccuspyogenes | Staphylococusaureus |
|---------|-----------------------------------|---------------|-----------------------|---------------------|
| 1       | 98.60                             | 99.22         | 96.09                 | 99.06               |
| 3       | 98.70                             | 99.24         | 97.27                 | 99.19               |
| 5       | 98.33                             | 99.49         | 95.00                 | 99.13               |
| 10      | 98.50                             | 99.37         | 95.45                 | 99.25               |



(다) 항곰팡이성 평가 결과

1) 진균 수 측정 결과

| #  | 균종   | Spores/mL         | 비교          |                      |
|----|--|-------------------|-------------|----------------------|
| 1  | <i>Aspergillus niger</i> ATCC 9642               | $3.4 \times 10^6$ | 10배 농축 후 사용 | 인체 병원성<br><br>식물 병원성 |
| 2  | <i>Trichothecium roseum</i> KACC 40956           | $2.0 \times 10^6$ | 10배 농축 후 사용 |                      |
| 3  | <i>Fusarium oxysporum</i> KACC 41083             | $4.0 \times 10^6$ | 10배 농축 후 사용 |                      |
| 4  | <i>Sclerotium rolfsii</i> KACC 47750             | $6.4 \times 10^7$ |             |                      |
| 5  | <i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(IA) KACC 40105    | $3.3 \times 10^7$ |             |                      |
| 6  | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> KACC 40172       | $9.5 \times 10^6$ | 10배 농축 후 사용 |                      |
| 7  | <i>Collectotrichum coccodes</i> KACC 40802       | $4.0 \times 10^6$ | 10배 농축 후 사용 |                      |
| 8  | <i>Sclerotium cepivorum</i> KACC 40582           | $2.2 \times 10^6$ | 10배 농축 후 사용 |                      |
| 9  | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> KACC 40804 | $3.7 \times 10^6$ | 10배 농축 후 사용 |                      |
| 10 | <i>Botrytis cinerea</i>                          | $2.4 \times 10^7$ |             |                      |

2) 항진균 활성



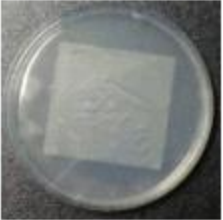

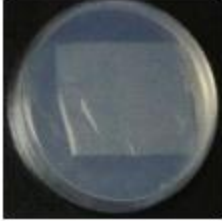


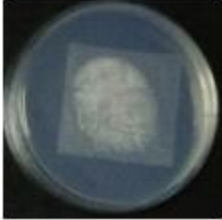


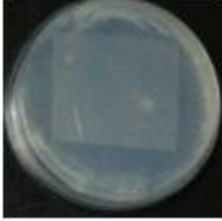

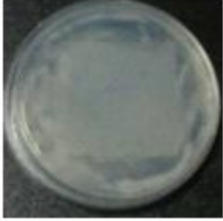
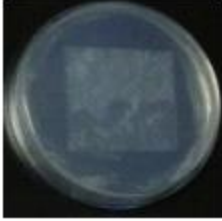
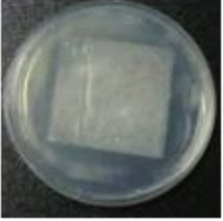
○ 48 시간


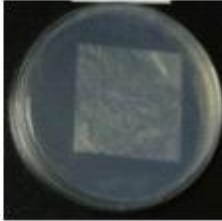





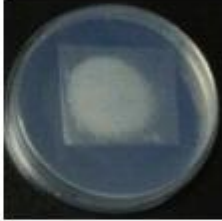


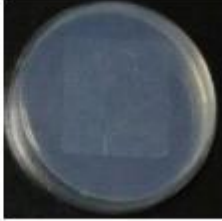


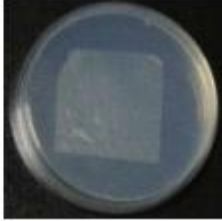

| #  | 균종   | 시료  |               |          |
|----|--|-----|---------------|----------|
|    |  | 대조군 | Cycloheximide | 10% HPQM |
| 1  | <i>Aspergillus niger</i> ATCC 9642               | 4   | 1             | 1        |
| 2  | <i>Trichothecium roseum</i> KACC 40956           | 4   | 2             | 2        |
| 3  | <i>Fusarium oxysporum</i> KACC 41083             | 1   | 0             | 0        |
| 4  | <i>Sclerotium rolfsii</i> KACC 47750             | 4   | 1             | 4        |
| 5  | <i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(IA) KACC 40105    | 4   | 1             | 1        |
| 6  | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> KACC 40172       | 4   | 1             | 2        |
| 7  | <i>Collectotrichum coccodes</i> KACC 40802       | 0   | 0             | 0        |
| 8  | <i>Sclerotium cepivorum</i> KACC 40582           | 1   | 0             | 1        |
| 9  | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> KACC 40804 | 0   | 0             | 0        |
| 10 | <i>Botrytis cinerea</i>                          | 0   | 0             | 0        |

→ 균종 1, 2, 3, 5, 6에서 10% HPQM 필름의 항진균 활성이 있는 것으로 확인

→ 균종 4는 chloramphenicol과 비교 시 항진균 활성이 많이 떨어지며, 진균 성장치 차는 최대 50% 이상이었음

→ 균종 6은 chloramphenicol과 비교 시 항진균 활성이 많이 떨어지며, 진균 성장치 차는 최대 20% 수준이었음

| # | 균종  | 시료  |  |   |
|---|---|---|--|---|
|   |   | 대조군   | Cycloheximide  | 10% HPQM film   |
| 1 | <i>Aspergillus niger</i> ATCC 9642            |    |    |    |
| 2 | <i>Trichothecium roseum</i> KACC 40856        |    |    |    |
| 3 | <i>Fusarium oxysporum</i> KACC 41083          |    |    |    |
| 4 | <i>Sclerotium rolfsii</i> KACC 47750          |  |  |  |
| 5 | <i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(1A) KACC 40105 |  |  |  |


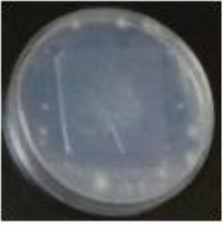








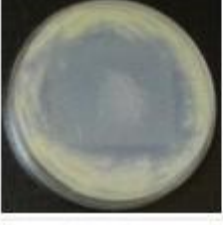


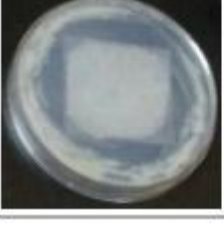

| #  | 균종   | 시료  |  |   |
|----|--|---|--|---|
|    |  | 대조군   | Cycloheximide  | 10% HPQM film   |
| 6  | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i><br>KACC 40172    |    |    |    |
| 7  | <i>Collectotrichum coccodes</i><br>KACC 40802    |    |    |    |
| 8  | <i>Sclerotium cepivorum</i><br>KACC 40582        |    |    |    |
| 9  | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> KACC 40804 |  |  |  |
| 10 | <i>Botrytis cinerea</i>                          |  |  |  |

○ 72 시간




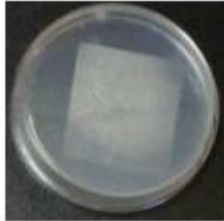
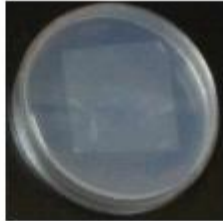


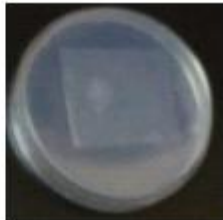







| # | 균종   | 시료  |               |          |
|---|--|-----|---------------|----------|
|   |  | 대조군 | Cycloheximide | 10% HPQM |
| 1 | <i>Aspergillus niger</i> ATCC 9642             | 4   | 1             | 2        |
| 2 | <i>Trichothecium roseum</i> KACC 40956         | 4   | 3             | 3        |
| 3 | <i>Fusarium oxysporum</i> KACC 41083           | 4   | 1             | 1        |
| 4 | <i>Sclerotium rolfsii</i> KACC 47750           | 4   | 3             | 4        |
| 5 | <i>Rhizoctonia solani</i> AG-1 (IA) KACC 40105 | 4   | 2             | 3        |
| 6 | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> KACC 40172     | 4   | 2             | 3        |

|    |  |   |   |   |
|----|--|---|---|---|
| 7  | <i>Collectotrichum coccodes</i> KACC 40802       | 1 | 0 | 0 |
| 8  | <i>Sclerotium cepivorum</i> KACC 40582           | 2 | 1 | 2 |
| 9  | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> KACC 40804 | 4 | 0 | 0 |
| 10 | <i>Botrytis cinerea</i>                          | 4 | 1 | 1 |

- 균종 1, 3, 9, 10에서 10% HPQM 필름의 항진균 활성이 있는 것으로 확인
- 균종 2, 4, 5, 6은 48시간 보다 진균의 성장 진행이 확인되어 활성이 떨어졌음
- 균종 1, 4, 5, 6, 8에서 항진균제에 비해 활성이 약 30% 수준으로 떨어졌음

| # | 균종  | 시료  |  |   |
|---|---|---|--|---|
|   |   | 대조군   | Cycloheximide  | 10% HPQM film   |
| 1 | <i>Aspergillus niger</i> ATCC 9642            |    |    |    |
| 2 | <i>Trichothecium roseum</i> KACC 40956        |   |   |   |
| 3 | <i>Fusarium oxysporum</i> KACC 41083          |  |  |  |
| 4 | <i>Sclerotium rolfsii</i> KACC 47750          |  |  |  |
| 5 | <i>Rhizoctonia solani</i> AG-1(IA) KACC 40105 |  |  |  |



| #  | 균종   | 시료  |  |   |
|----|--|---|--|---|
|    |  | 대조군   | Cycloheximide  | 10% HPQM film   |
| 6  | <i>Sclerotinia sclerotiorum</i><br>KACC 40172    |    |    |    |
| 7  | <i>Collectotrichum coccades</i><br>KACC 40802    |    |    |    |
| 8  | <i>Sclerotium cepivorum</i><br>KACC 40682        |    |    |    |
| 9  | <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> KACC 40804 |  |  |  |
| 10 | <i>Botrytis cinerea</i>                          |  |  |  |

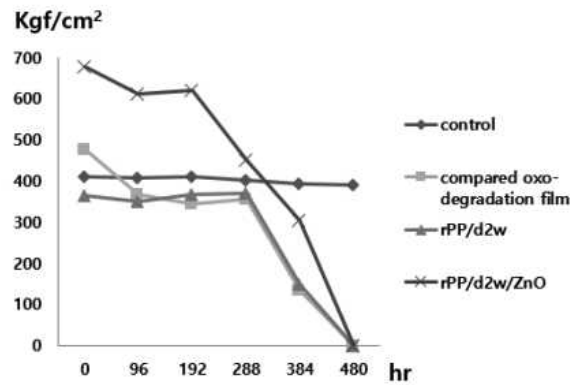
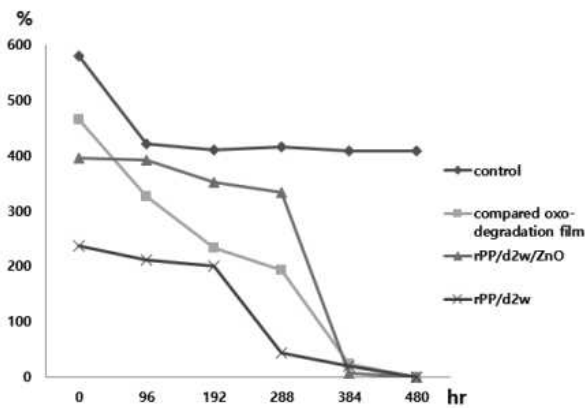
※ 향진균 활성치 측정 방법

| 단계        | 배지에서 확인 되는 정도 | 표기 |
|-----------|---------------|----|
| 자라지 않음    | 0%            | 0  |
| 거의 자라지 않음 | 최소 10%        | 1  |
| 약간 자람     | 10 - 30%      | 2  |
| 어느 정도 자람  | 30 - 60%      | 3  |
| 많이 자람     | 60% 이상        | 4  |

(2) ZnO/Pre-Oxidant/PP 필름 평가 결과

(가) 항균 기능을 보유한 산화분해 다층필름시편의 열/자외선 노출 처리 시 물성의 변화

- 폴리프로필렌의 경우 65 °C 이상의 온도에 노출되게 되면 결정 입자 세그먼트가 새로운 결정구조를 형성하고, 따라서 결정의 성장을 유도하게 된다. 이러한 결정의 증가는 특히 화학적 결정의 형태로 변하게 되어, 광화학적 형성으로 탄화수소 및 하이드로 옥시 산화물을 형성시키게 된다. 이는 더 큰 결정을 촉진한다.
- 이로서 엔지니어링 물리적 특성이 심각하게 저하되고 실질적으로 표면의 수축으로 인한 균열이 형성된다.
- 열 노출 분해실험은 80 °C 오븐에서 열처리한 시편의 4일 간격 샘플링 하여 인장강도와 신율을 측정하였다.
- 열에 의한 노화에서 인장강도는 rPP/d2w<sup>®</sup>의 경우 192시간 노출이후에 급격히 강도가 떨어졌고, 신율은 288시간 까지 유지하였는데, rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트의 경우 인장강도는 40% 상승하였고, 384시간 노출시점까지 강도를 유지하였다. 그러나 비교시편의 경우 신율이 시간이 경과하면서 급격하게 감소되는 것이 확인되었고, 인장강도는 288시간까지 유지하였으나 그 후 감소량이 커지는 경향을 보여 본 연구에서 개발한 시편과 차이가 있었다. 이 실험에서 rPP/d2w<sup>®</sup> 와 rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO시편의 경우 물성적으로 개선된 결과를 얻었다.



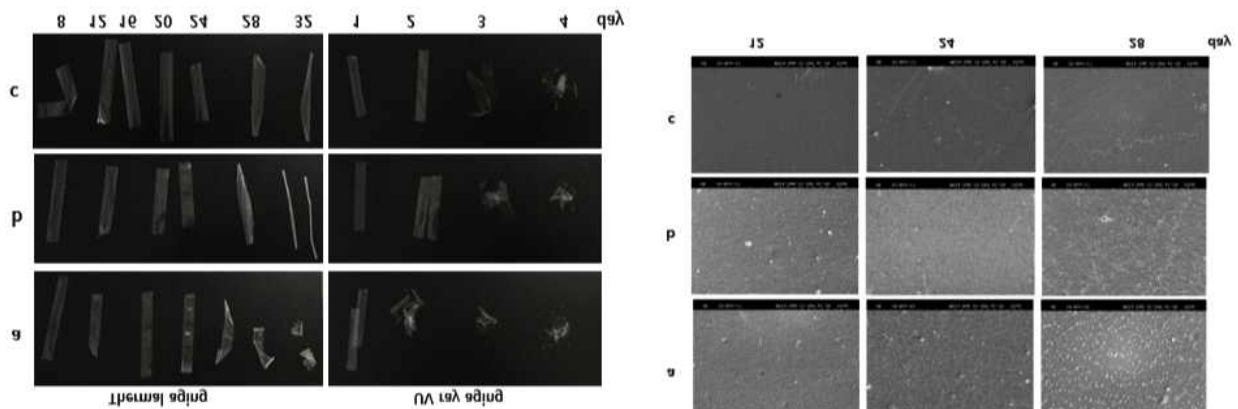
- 자외선 조사를 통한 물성변화에서는 UV B 램프아래 25.5 cm의 거리를 두고 조사하였고, 챔버내에서 공기 회전 없이, 24시간에 한번씩 샘플링하여 신율과 인장강도를 측정하였다.
- rPP/d2w<sup>®</sup>의 경우 24시간이후 물성변화가 생겼고, rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO의 경우 인장강도에서 시간에 따라 감소를 나타내었으나 72시간까지, 신율에서는 48시간까지 물성을 유지하여, 산화분해 비교시편과의 물리적 물성의 차이를 확인하였고, ZnO 나노컴포지트의

결과 물리적 기계적 물성이 보완되었으며, 480시간이 지나면 물성의 기능이 상실하고 분해가 일어나는 결과를 얻었다.

- 이결과로서 rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트의 경우 인장강도가 40%정도 상승하였고, 반면 신율은 30%정도 감소효과를 얻었다. 이번 실험을 통하여 폴리프로필렌은 열적 분해보다는 자외선 분해가 더 취약한 것을 확인하였다.
- 고분자 나노복합체는 특히 나노무기필러의 경우 고분자 매트릭스의 기계적, 물리적 특성을 향상시킬 수 있고, 특히 열가소성 폴리머의 경우 가공의 용이성을 주어 비용절감의 효과가 있어 많은 응용이 되고 있다.
- rPP/d2w<sup>®</sup>필름의 경우 큰 입자가 보이고, 열적 손상에 의한 필름표면의 결정입자의 형성이 일어남으로서 고분자의 사슬절단의 과정을 거치고 있음을 확인할 수 있었고, 비교시편의 경우 열과 자외선의 노출로 인하여 필름이 수축하는 현상이 발견되었고, 미세한 주름이 점차 성장하는 모습이 d2w<sup>®</sup>의 결정입자의 모습이 아닌 실같은 모양으로 형성됨을 확인하였다.
- 열과 자외선의 노출에 견디는 정도가 많이 향상하였고 고분자의 혼화성을 향상시키며, 물리적 성질인 입자를 잘 분산시킴으로서 유연필름제조에 유용한 효과를 주었다.

(나) Morphology of films

- UV 노출 조사로 인하여 분해된 폴리프로필렌의 분자량변화를 GPC 분석을 통하여 확인하였다.
- 14.7W의 UV B 램프가 6개 장착한 UV가속화 분해 조사기의 챔버에서 일정시간 조사하였고, UV처리 72시간 이후 분해된 필름의 rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO과 비교 시편을 가지고 미처리 시편과 같이 분자량을 측정하였다.



<열과 자외선 노화로 인한 균열필름의 SEM 이미지>

(다) 분자량 변화

- rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트 필름의 분자량은 72시간 경과 후 Mn은 1,294 g/mol, Mw는 5,920 g/mol로 나타났다.
- 비교 시편의 경우 Mn 1,359 g/mol, Mw 6,522 g/mol로 분석되어, UAE S 5009 기준이나, ASTM D 6954 기준인 5,000 g/mol에 근접한 결과를 얻었다.

<분자량 감소평가>

Reduced molecular weight of rPP/d2w/ZnO after UV exposed

| Molecular weight (g/mol) | rPP/d2w/ZnO nanocomposite |              | Compared oxo-degradation film |               |
|--------------------------|---------------------------|--------------|-------------------------------|---------------|
|                          | UVtest 0 hr               | UVtest 72 hr | UVtest 0 hr                   | UV test 72 hr |
| Mn                       | 85,431                    | 1,294        | 34,715                        | 1,359         |
| Mw                       | 144,317                   | 5,920        | 125,293                       | 6,522         |
| Mn                       | 187,100                   | 24,083       | 178,905                       | 22,715        |
| PDI                      | 1.689                     | 4.575        | 3.609                         | 4.799         |

- 일반적으로 광분해와 산화반응의 메커니즘은 라디칼 반응을 포함하며, 주로 고에너지의 광자의 충돌에 의하거나 빛을 흡수하여 중합체내에서 남은 미량의 금속과 같은 분순물의 존재로 인해 형성된다.
- 처음에는 빛에 의해 여기 된 라디칼에 의해서 폴리머 사슬이 위치에 상관없이 절단되는 반응(chain scission reaction, Norrish type I)으로 카보닐그룹의 알파위치결합의 절단으로 아실 라디칼과 알킬라디칼이 생성되며 탈카르보닐화 반응으로 일산화탄소방출로 이어진다.
- Norrish type II는 unzipping reaction으로 1.4biradical 생산을 위해 자극받은 카보닐 화합물에 의해 Y-hydrogen의 광화학적 분자내의 제거를 의미하며, 폴리머의 끝에서부터 차례로 기본화합물로 절단되어 두개의 안전화 된 분자를 생성하는데, 하나는 분자량이 감소한 폴리머이고, 나머지는 하나는 저분자량체이다.

(라) 카르보닐 & 하이드록실 인덱스

- 폴리프로필렌의 광산화의 결과 케톤이나 에스테르, 산과 같은 카보닐기의 하이드로 퍼 옥사이드가 형성된다.
- 폴리머 백본에 카보닐그룹이 도입되면 광화학적 분해가 가속화 된다. FT-IR에서 폴리프로필렌의 광산화 과정에서 나타나는 케톤이나 에스테르, 산과 같은 카보닐기의 하

이므로 퍼옥사이드가 형성된다. 이 분해 생성물의 흡수피크로 적외선분광기의 주된 피크는  $1725\text{ cm}^{-1}$  에서는 카보닐그룹이 나타나고,  $3500\text{ cm}^{-1}$ 에서 하이드록실기의 존재를 나타낸다. 메틸렌의 진동피크인  $2722\text{ cm}^{-1}$  흡광도피크는 산화분해에 둔감하다. 상대 흡광도에 대한 변화는 분해과정에서 모니터링하여, 카보닐지수와 하이드록실지수를 측정하였다.

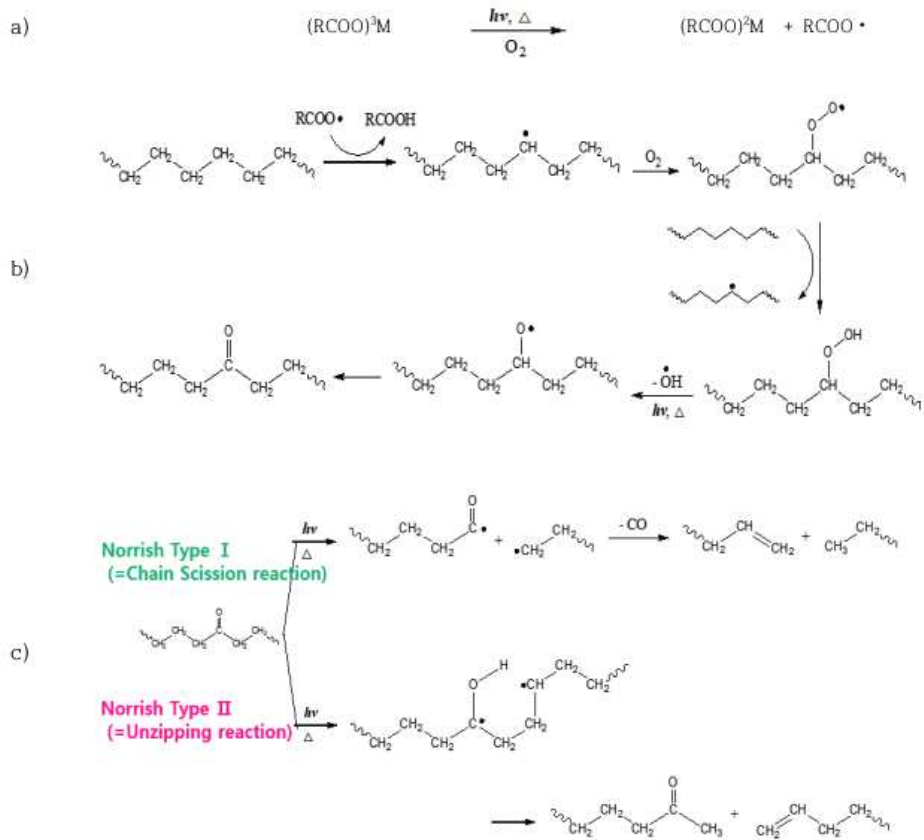
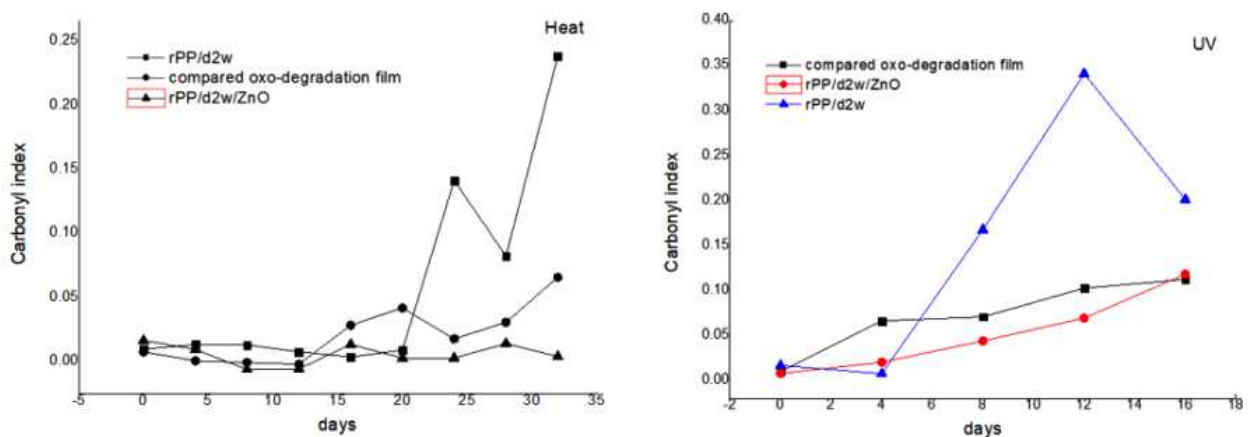
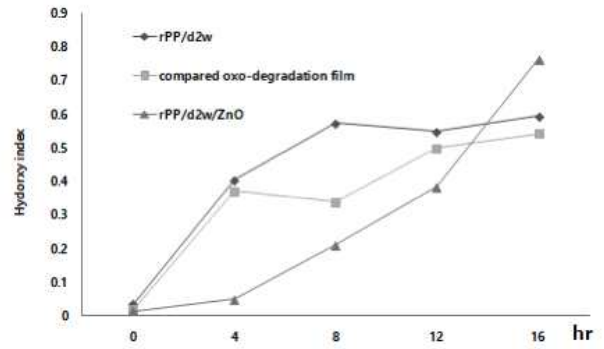
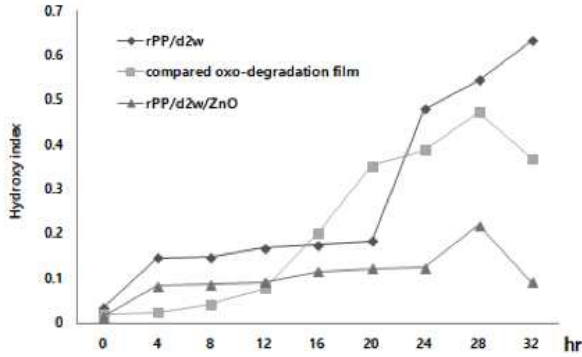


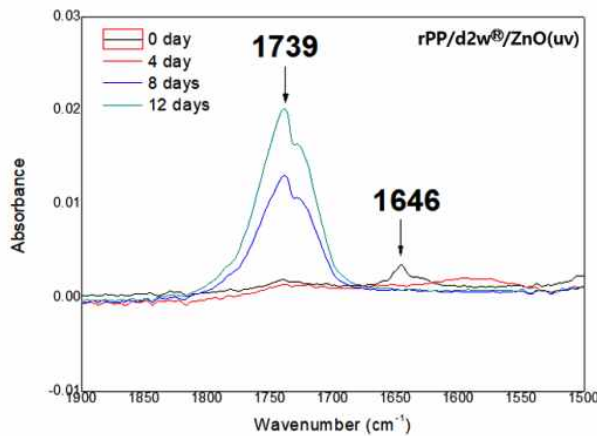
Fig. 1. Mechanism of polyolefin photodegradation a) pro-oxidant, b) oxidation, c) degradation





<카보닐 인덱스와 하이드록실 인덱스>

- FT-IR에서 폴리프로필렌의 광산화 과정에서 나타나는 케톤이나 에스테르, 산과 같은 카보닐기의 하이드로 퍼옥사이드가 형성된다. 이 분해 생성물의 흡수피크로 적외선분광기의 주된 피크는  $1725\text{ cm}^{-1}$  에서는 카보닐그룹이 나타나는데, 카보닐그룹의 UV 광산화과정의 변화를 스펙트럼으로 확인하였다.



(마) 제조된 식품적용 산화분해필름의 항균성과 안전성

- 미생물저항분석실험 결과 ZnO의 함량을 달리한 시험에서 E 필름시편의 경우 감소율이 99,9%를, F 필름 시편의 경우 99,99%의 감소율을 나타내는 항균결과를 얻었다.
- 제조된 필름 E와 F의 경우 ZnO함량이 0.5%, 1%로 적용하였는데, 함량이 높아질수록 투명도가 낮아지므로 연포장에 적용 시 투입량이 한정되므로 성능에 제한이 되었다.
- 항균시험결과 미생물 초기농도의 황색포도상구균의 경우  $2.9 \times 10^5$ , 대장균의 경우  $3.6 \times 10^5$ 이 24시간이후에 황색포도상구균과 대장균군 모두 99.9%, 99.99%의 미생물 감소율(R%, Reduction)을 나타내어서 항균력이 있음을 확인하였다.
- ZnO의 첨가가 고분자의 상용성을 향상시켰고, 열과 자외선차단효과로 분해를 감소시키는 효과로 작용하였다.

- ZnO를 첨가한 경우 기계적 물성상승과 열 안전성과 자외선차단성을 나타내었다. 산화 분해능은 80 °C 온도에서 480시간 노출 경과한 후, UV조사로 72시간 노출 이후 시점의 분자량은 수평균분자량이 1,294 g/mol, 무게평균분자량이 5,920 g/mol로 분해되는 결과를 얻었다.
- 이것으로 UAE 5009: 2009, ASTM 6954의 기준에 준한 필름을 제조할 수 있었다. 비교시료로 사용한 산화분해필름보다 분자량이 적은 결과를 얻어서, 추후 생 분해도가 더 높을 것을 예상할 수 있었다. 식품포장으로서 안전성분석에서는 국내법 중 식품접촉 플라스틱 폴리프로필렌의 기준에 적합하였다.

**<Safety Analysis on the Pro-oxidant contained r-PP/ZnO nanocomposite Multi-Layered Film>**

| Sample name and Safety analysis items     |                                | MFDS Specification | B. Control (untreated PP) | E. Pro-oxidant /r-PP/ZnO Film | F. Pro-oxidant /r-PP/ZnO Film |
|---|--------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Migration Pb(mg/ ℓ )                      |                                | Not more than 1    | ND                        |                               | ND                            |
| Consumption of KMnO <sub>4</sub> (mg/ ℓ ) |                                | Not more than 10   | 0.9                       |                               | 2.2                           |
| Overall migration                         | as water (mg/ ℓ )              | Not more than 30   | 5.5                       |                               | 4.5                           |
|   | as n-heptane (mg/ ℓ )          | Not more than 150  | 9.0                       |                               | 8.0                           |
|   | as 4% acetic acid (mg/ ℓ )     | Not more than 30   | 6.0                       |                               | 12.0                          |
|   | as 50% ethanol (mg/ ℓ )        | Not more than 30   | -                         |                               | -                             |
| Antimicrobial Activity                    | <i>Staphylococcus aureus</i>   |                    |                           |                               |                               |
|   | Control (inoculated)           |                    | 2.9×10 <sup>5</sup>       | 2.9×10 <sup>5</sup>           | 2.6×10 <sup>5</sup>           |
|   | 24hr after bacterial reduction |                    | 8.3×10 <sup>5</sup>       | <10                           | <10                           |
|   | Antibacterial Activity Value   |                    | 0.12                      | 5.0                           | 5.52                          |
|   | Reduction(%)                   |                    | 24.5                      | 99.9                          | 99.99                         |
|   | <i>Escherichia coli</i>        |                    |                           |                               |                               |
|   | initial bacterial content      |                    | 3.6×10 <sup>5</sup>       | 3.6×10 <sup>5</sup>           | 2.6×10 <sup>5</sup>           |
|   | 24ha after bacterial reduction |                    | 1.1×10 <sup>5</sup>       | <10                           | <10                           |
|   | Antibacterial Activity Value   |                    | 0.10                      | 5.1                           | 5.57                          |
|   | Reduction(%)                   |                    | 21.4                      | 99.9                          | 99.99                         |
| Appearance                                |                                |                    | Transparency              | Hazy                          | white hazy                    |

## 마. 연구 요약

- 본 연구에서는 식품포장용 pro-oxidant(d2w<sup>®</sup>) 함유 rPP/ZnO 나노컴포지트 유연 필름을 제조하였고, 이의 기계적 특성과 항균기능을 조사하였다.
- 산화분해필름은 일정조건의 Heat and UV 처리를 거친 후 특성분석으로 FT-IR, SEM, UTM, GPC를 측정하여 물성변화를 관찰하였다.
- 카보닐 지수와 하이드록실 지수에서 열과 자외선에 노출율이 많아질수록 수치는 상승하였다. 표면분석에서는 rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트 필름의 경우 표면이미지가 매끈하여 ZnO의 첨가가 고분자의 상용성을 향상시켰고, 열과 자외선 차단 효과로 분해를 감소시키는 효과로 작용하였다.
- 항균력 시험에서는 그람음성균은 대장균으로 그람양성균은 황색포도상구균으로 항균력을 측정하였다.
- 결과로는, ZnO는 시험에 사용한 농도에서 3로그이상의 미생물감소율을 나타내었다. 그러나 유연 필름용으로는 ZnO의 농도가 높아질수록 투명도가 떨어지므로 사용에 제한이 있었다.
- rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO가 함유한 시편에서 인장강도는 40% 상승하였고, 신율은 30% 감소되었다. ZnO를 첨가한 경우 기계적 물성상승과 열 안전성과 자외선차단성을 나타내었다.
- 산화 분해능은 80 °C 온도에서 480시간 노출 경과한 후, UV 조사로 72시간 노출 이후 시점의 분자량은 수평균분자량이 1,294 g/mol, 무게평균분자량이 5,920 g/mol로 분해되는 결과를 얻었다.
- 이것으로 UAE 5009: 2009, ASTM 6954의 기준에 준한 필름을 제조할 수 있었다. 비교시료로 사용한 산화 분해 필름보다 분자량이 적은 결과를 얻어서, 추후 생 분해도가 더 높을 것을 예상할 수 있었다. 식품포장으로서 안전성분석에서는 국내법 중 식품 접촉 플라스틱 폴리프로필렌의 기준에 적합하였다.



**<성과목표에 대한 자체평가>**

| 구분<br>(연도)         | 세부과제명                   | 세부연구목표                           | 연구개발 수행내용   | 연구결과  |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|---|---|
| 1차<br>년도<br>(2016) | 산화 분해<br>평가<br>기술<br>확립 | 기능성 첨가제<br>관련 시장 조사<br>및 샘플 구입   | 국내외 시장 조사   | 기능성첨가제 시장의 성장하고<br>있고 특히 소비재시장이 활성화<br>예상   |
|                    |                         | 산화분해 필름의<br>입수 및 분석              | 국내외 특허 및 논문 조사  | 국내 특허 6개, 해외 7개<br>국내 논문 다수   |
|                    | 항균 평가<br>기술<br>확립       | 기능성 첨가제<br>관련 시장 조사<br>및 샘플 입수   | 성능평가방법 조사   | JIS Z 2801<br>(황색포도상구균 및 대장균)   |
|                    |                         | 항균 필름의 제<br>조 및 분석               | 국내외 특허 및 논문 조사  | 다수  |
|                    | 항곰팡이<br>평가<br>기술<br>확립  | 기능성 첨가제<br>관련 시장 조사<br>및 샘플 구입   | 성능 평가 방법 조사   | ASTM G21 (Aspergillus<br>niger를 포함한 5종의 곰팡이균<br>적용 시험 방법)   |
|                    |                         | 항곰팡이 필름의<br>제조 및 분석              | 국내외 특허 및 논문조사   | 다수  |
| 2차<br>년도<br>(2017) | 산화생분해<br>평가             | 열분해                              | 온도 80 °C 조건설정으로<br>열분해 가속시험   | FT-IR, TGA, DSC UTM<br>(Tensile strength, elongation)   |
|                    |                         | UV                               | UVB 307 nm 14.7 W 6개<br>가 설치된 챔버 내에서 공기<br>회전 없이 경시 변화<br>관찰(시간당 시료채취후<br>평가)                           | FT-IR, TGA, DSC UTM<br>(Tensile strength, elongation)   |
|                    |                         | 생분해                              | 1,2 단계이후의 평가<br>고분자의 분자량 저하 정도,<br>고온 GPC로 평가   | UAE 5009: 2009 기준이<br>5,000 g/mol이하인데,<br>본연구에서 열분해<br>480시간노출이후, UVB 72시간<br>노출후 Mn 1,294 g/mol 이고,<br>Mw는 5,920 g/mol로 분해<br>되었다. |
|                    | 항균첨가제<br>평가             | 황색포도상구균                          | JIS Z 2801  | 99.9% 감소율   |
|                    |                         | 대장균                              | JIS Z 2801  | 99.9% 감소율   |
|                    | 항곰팡이<br>첨가제 평가          | ASTM G21 기<br>준 5종 곰팡이<br>균      | ASTM G21  | 곰팡이 균 생성하지 않음   |
|                    | 식품적용<br>필름의<br>안전성평가    | MFDA 식품 기<br>구 및 용기포장<br>관련 기준규격 | 식품접촉 PE, PP material<br>기준 검사항목<br>- 납<br>- 과망간산칼륨 소비량<br>- 총 용출(물, 4%초산,<br>20%알콜)<br>- 1-헥산<br>- 1-옥텐 | 기준 적합   |
|                    | 식품포장<br>적용 시편<br>제작     | 밥, 떡류(파우치<br>로 시험 진행)            | 시험 방법 없음  | 시험중   |
|                    |                         | 신선식품류(식품<br>tray로 진행)            | 시험 방법 없음  | 시험 계획 중 1차 실패   |

(참고) 식품도입 항균력 보존력 시험(현재 시험방법은 없음)

1. 사용파우치: rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트 투명 파우치와 Ziploc<sup>®</sup> 지퍼백(LDPE/LLDPE)
2. 밥에 대한 보존력 시험 (진행중)
3. 밥 이외의 신선식품의 보존력 시험: 사용 트레이(식품 용기 tray: rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트 필름을 내장한 용기)와 일반 LLDPE 내장한 필름으로 비교실험 - 계획 중

|                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| 18 °C 실온 보관실험(맛, 냄새 변화) | 7 °C 냉장보관 실험(맛 냄새 변화) |
|-------------------------|-----------------------|



블랙: rPP/d2w<sup>®</sup>/ZnO 나노컴포지트필름을 내장한 용기



투명:일반 LLDPE 내장 한 용기



#### 4. 목표달성도 및 관련분야 기여도

|               |        |       |       |            |     |     |     |     |       |       |       | 코드번호 | D-06  |       |       |       |          |       |                |
|---------------|--------|-------|-------|------------|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|----------------|
| 4-1. 목표달성도    |        |       |       |            |     |     |     |     |       |       |       |      |       |       |       |       |          |       |                |
| 성과목표          | 사업화    |       |       |            |     |     |     |     |       |       | 연구기반  |      |       |       |       |       |          |       |                |
|               | 지식 재산권 |       |       | 기술 실시 (이전) |     | 사업화 |     |     |       |       | 기술 인증 | 학술성과 |       |       | 교육 지도 | 인력 양성 | 정책 활용·홍보 |       | 기타 (타 연구 활용 등) |
|               | 특허 출원  | 특허 등록 | 품종 등록 | 진수         | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용 창출 | 투자 유치 |       | 논문   |       | 학술 발표 |       |       | 정책 활용    | 홍보 전시 |                |
|               |        |       |       |            |     |     |     |     |       |       |       | SCI  | 비 SCI |       |       |       |          |       |                |
| 최종 목표         | 2      | 1     | -     | -          | -   | 2   | 1   |     | 37    | -     | -     | -    | 1     | 1     | -     |       | -        | -     | -              |
| 최종 달성         | 4      |       |       |            |     | 1   | 1   |     |       |       |       |      | 1     | 1     |       | 2     |          |       |                |
| 달성률 (%)       | 200    | -     | -     | -          | -   | 50  | 100 | -   | 29    | -     | -     | -    | 100   | 100   | -     |       | -        | -     | -              |
| 4-2. 관련분야 기여도 |        |       |       |            |     |     |     |     |       |       |       |      |       |       |       |       |          |       |                |
| ○             |        |       |       |            |     |     |     |     |       |       |       |      |       |       |       |       |          |       |                |

#### 5. 연구결과의 활용계획

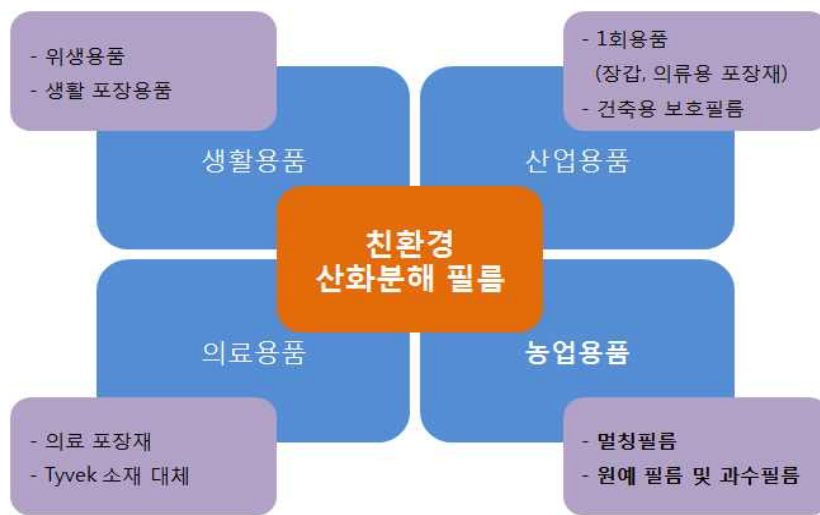
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 코드번호 | D-07 |  |  |  |  |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|------|--|--|--|--|
| <p><b>가. 기술적 측면</b></p> <p>○ 식품 포장재 재료는 라이프 스타일의 변화 및 환경 의식이 점점 높아짐에 따라 종래보다 훨씬 많은 기능이 요구되며, 특히, 식품 패키징에 있어서는 단순히 내용물을 보호하는 것이 아닌 시인성, 폐기성, 환경성 등의 부가가치가 한층 요구되고 있음.</p> <p>○ 친환경 산화 생분해 필름 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경규제 강화로 인해 기존 비분해 플라스틱 포장재 대체</li> <li>- 국내 cPP 필름용 산화 생분해 필름 확보</li> </ul> <p>○ 항균, 항곰팡이 성능을 지닌 산화 생분해 필름 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고기능성 항균, 항곰팡이 성능을 지닌 산화 분해 필름 개발</li> <li>- 식품의 가장 중요한 항목이 곰팡이 및 세균 증식 억제를 통한 장기간 선도 유지 및 보관이 가능해짐</li> </ul> <p>○ 친환경 소재 인증</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 국내 최초 CPP 필름에 친환경 산화 생분해 인증 획득 가능</li> <li>- 국제적 환경 규제 강화로 인해 친환경 인증에 대한 법제화가 이루어짐</li> </ul> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |      |      |  |  |  |  |

**< 친환경 인증 마크 및 시험 기준 방법 >**

| 국가  | 시험기준       | 인증명   | 인증마크   |
|-----|------------|-------|--|
| 스웨덴 | SPCR 141   | SP 인증 |  |
| UAE | UAE S 5009 | ECAS  |  |

\* SP : Science Partnet

ECAS : Emirates Conformity Assessment System



**나. 경제·산업적 측면**

- UAE의 비분해 플라스틱 역내 수입 규제 조치에 따라 국내 수출업체들의 수출 악영향, 또는 거액의 과태료를 부과해야 할 큰 부담을 질 수 있음.
- 현재 UAE ESMA(Emirates Authority for Standardization and Methrology) 승인 포장재 생산기업은 90여개 업체가 있으나, 대부분 두바이, 아부다비 등 UAE 업체이고 한국 등 해외업체는 없음.
- 국내 할랄 식품의 중동 수출 금액은 2014년도 기준으로 약 7,300억 원이며 이중, 포장재가 차지하는 10% 이상의 비율로 친환경 산화 생분해 필름 시장의 큰 성장이 예상 됨.
- 기술 고용 창출: 친환경 산화 생분해필름 기술력을 보유하게 되어 이런 역량을 바탕으로 기능성 패키징 소재에 대한 경쟁력 우위 확보가 가능하므로 향후 전후방 산업과의 연계가 이루어질 수 있고, 이에 따라 국산화 및 수출 증대가 가능. 따라서 신규 연구 인력 및 생

산 인원 고용이 증가할 것으로 판단됨.

- 산화 생분해 필름으로 인한 수거 및 재활용에 의한 사회·경제적 비용 절감과 함께 용기 폐기물 감소의 효과로 인한 처리 용지 및 시설 감축 가능.
- 다양한 분야에 적용 가능
  - 농어촌용 플라스틱 필름 제품 대체 가능(농업용 폐비닐 연간 30만 톤 대체 가능)
  - 생활, 산업, 의료 등 다양한 필름 포장재 소재 대체 가능
- 식품산업에서 포장의 중요성을 알리고, 특히 할랄 적용에 하나의 방법인 산화생분해 시스템을 알리고, UAE의 수출확대를 기대

### 다. 향후 수출 기대

- 2017년 11월 중국 심천 “Film Expo Shenzhen 2017” 에 본 과제의 성과물로서 “Strategies to penetrate the global market for food industry - Development and Strategies for Halal Food Packaging” 로 포스터 및 “항균, 항곰팡이성을 갖는 산화 생분해 필름” 전시.
- 전시 후 2017년 12월 중국 및 일본 상사로부터 “샘플 제공 요청서” 와 “구매 의향서” 를 전달 받음.
- 중국의 경우 이슬람 문화권인 신장위구르 지역과 함께 다양한 이슬람권의 내국인이 분포하고 있음. 이로 인해 이슬람 할랄 식자재의 포장재로서 본 과제 결과물에 많은 관심을 나타내었음.

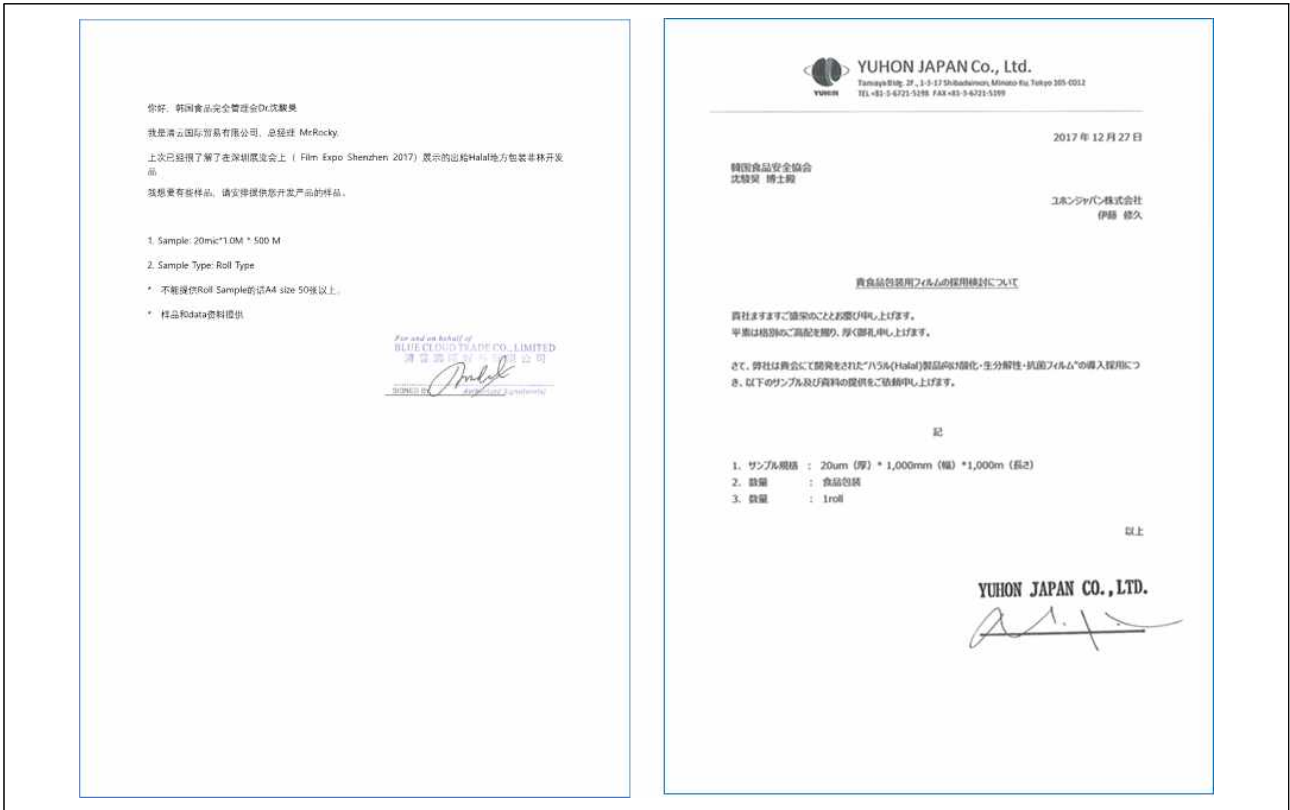


Lead Exhibitors: Kazakhstan  
Address: 42/F, Impressional Center, 181 Yixiang Road, Jingan  
District, Shanghai 200071, P.R.China  
Phone: 0086 21 22171990  
Tel: +86 21 22171990  
Web: www.film-expo.com

Visitor, please contact:  
China  
Tel: +86 10 5161 1628  
Fax: +86 10 6118 8016  
E-mail: hudson.3@chinaexpocenter.com







6. 연구과정에서 수집한 해외과학기술정보

|      |      |
|------|------|
| 코드번호 | D-08 |
|------|------|

가. 해외 특허

(1) 항균제 관련

| No | 내용   |
|----|--|
| 1  | <p>Antimicrobial and antiviral polymeric master batch, processes for producing polymeric material therefrom and products produced therefrom (2015)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The Cupron Corporation</li> <li>- US 20150218321 A1 (WO 2006100665 A2)</li> <li>- water insoluble particles of ionic copper oxide</li> </ul> |
| 2  | <p>Nanometer composite antibiotic plastic master batch (2014)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CN 104804320 A</li> <li>- nano-silver plastic masterbatch</li> </ul>  |
| 3  | <p>Antibacterial polypropylene masterbatch (2013)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CN 103509246 A</li> <li>- silver zeolite antibacterial agent를 PP에 적용</li> </ul>   |
| 4  | <p>High-transparency nano silver inorganic antimicrobial master batch for polyolefin plastics, and preparation method and application thereof (2013)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- CN 103601959 A</li> </ul>  |

|   |   |
|---|---|
|   | - high-transparency nano silver inorganic antimicrobial master batch for polyolefin plastics  |
| 5 | <b>Polypropylene antibacterial plastic container and preparation method thereof (2013)</b><br>- CN 104119603 A -중국회사<br>- (PP) 64~84% high melt strength polypropylene plastic particles (HMSPP) 10~16% of nano silver antimicrobial plastic masterbatch 2% ~ 8% titanium dioxide plastic masterbatch 2% ~ 15%.   |
| 6 | <b>Improved antimicrobial effects in polymers (2013)</b><br>- Basf Se<br>- WO 2014099923 A1<br>- zinc, copper, elemental silver, colloidal silver and, silver compounds   |
| 7 | <b>Fruit and vegetable fresh-keeping packaging material antibacterial master batch (2012)</b><br>CN 103819778 A<br>12-14% of nano-montmorillonite, 7-9% of nano-titanium dioxide, 6-8% of a silane coupling agent, 6-8% of oxidized polyethylene wax, 4-6% of glycerin monostearate, 3-5% of a hindered amine stabilizer and the balance of polyethylene resin. |

(2) 항균 포장재 관련

| No | 내용  |
|----|---|
| 1  | <b>Shanghai Xiner Low-carbon Environmental Technology Co., Ltd. (중국)</b><br>Sulfur antibacterial masterbatch and manufacturing method thereof<br>유황<br>출원번호 201210090485 (2012.03.30)   |
| 2  | <b>Antibacterial polypropylene masterbatch (중국)</b><br>Qingdao Yishibao Plastic Co., Ltd.<br>Silver Zeolite<br>201310469204 (2013.10.10)  |
| 3  | <b>PolyOne Corporation POLYONE CORPORATION (미국)</b><br>ANTIMICROBIAL POLYMER CONCENTRATES AND COMPOUNDS<br>silver and zinc pyrithione<br>15/024881 (2014.10.01.)<br>International Classes:<br>A01N59/16; C08K3/32; C08K5/09; C08K5/46; C08L23/12; C08L69/00; C08L101/00 |



나. 해외 논문

| No | 내용   |
|----|--|
| 1  | <p>Composite polymer antimicrobial masterbatch structure [Machine Translation]. (2016)<br/>                     - CN 205474152 U 2016081<br/>                     - nanosilver core</p>  |
| 2  | <p>Antimicrobial resin product obtained by mixing natural closed shell-derived calcium oxide powder with an antimicrobial masterbatch<br/>                     - Jung, In Ho; Jung, An Hyeong (2015) KR 2015021218A<br/>                     - calcium oxide</p>   |
| 3  | <p>Antibacterial master batch, nano antibacterial super tough plastic added with the antibacterial master batch, preparation and application thereof (2014)<br/>                     CN 103819787 A<br/>                     nano-montmorillonite 12-14, nano titanium dioxide 7-9, silane coupling agent 6-8, oxidized polyethylene wax 6-8, stearyl monoglyceride 4-6, hindered amine stabilizer 3-5%, and polyethylene resin as balance</p> |
| 4  | <p>C.Citterio, L.Mercante, M.Rodighiero, K,Brocchini(2010)<br/>                     Innovative Antimicrobial Thermoplastic Compositions, 발행처 : LATi (이탈리아)<br/>                     다양한 종류의 금속 무기계 첨가제 test, ISO 22196:2007</p>  |
| 5  | <p>Sangmook Lee(동국대), Jae Wook Lee(서강대)<br/>                     Color Stabilization of Low Toxic Antimicrobial Polypropylene/Poly(hexamethylene guanidine) Phosphate Blends by Taguchi Technique<br/>                     Macromolecular Research, Vol. 17, No. 6, pp 411-416 (2009)</p>  |
| 6  | <p>PolyOne Corporation POLYONE CORPORATION (미국)<br/>                     ANTIMICROBIAL POLYMER CONCENTRATES AND COMPOUNDS<br/>                     silver and zinc pyrithione, 15/024881 (2014.10.01.) , International Classes:<br/>                     A01N59/16; C08K3/32; C08K5/09; C08K5/46; C08L23/12; C08L69/00; C08L101/00</p>   |
| 7  | <p>Anh Quoc Le, Van Phu Dang, Ngoc Duy Nguyen, Cao Tung Vu, Quoc Hien Nguyen1,(베트남)<br/>                     Preparation of Polypropylene/Silver Nano-Zeolite Plastics and Evaluation of Antibacterial and Mechanical Properties<br/>                     International Journal of Composite Materials 2016, 6(4): 89-94</p>   |
| 8  | <p>Douglas N. Simoes, Michele pittol, Vanda F. Ribeiro, Daiane Tomacheski, Ruth M. C. Santana (브라질) ,</p>  |

|   |  |
|---|--|
|   | Antimicrobial-properties-of-sebs-compounds-with-zinc-oxide-and-zinc-ions<br>International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and<br>Biotechnological Engineering Vol:10, No:6, 2016           |
| 9 | <b>Nicola Cioffi(Dipartimento di Chimica, Universit  Degli Studi di Bari,이탈리아)</b><br>Investigation of Industrial Polyurethane Foams, Modified with Antimicrobial Copper<br>Nanoparticles, Materials 2016, 9, 544; |

**다. 국내외 항균 첨가제 업체**

| No | 내용  |
|----|---|
| 1  | <b>Plastika kritis</b> : <a href="http://www.plastikakritis.com/">http://www.plastikakritis.com/</a> 그리스<br>antimicrobial masterbatch - combination of a bromine and antimony trioxide<br>Photo-Oxo degradable masterbatches, 식품 적합 X |
| 2  | <b>addmaster</b> : <a href="http://www.addmaster.co.uk/">http://www.addmaster.co.uk/</a> UK<br>antimicrobial , 은 이온, ISO 22196:2011   |
| 3  | <b>imcd</b> : <a href="http://www.imcdgroup.com/">http://www.imcdgroup.com/</a> 네덜란드 Antimicrobial  |
| 4  | <b>NASSOLKEM, BULBUL MASTERBATCHES</b> : <a href="http://www.bulbul.in">http://www.bulbul.in</a> 인도<br>antimicrobial additive masterbatches, combination of Zinc dimethyldithio carbamate   |
| 5  | <b>RTP</b> : <a href="http://www.rtpcompany.com/">http://www.rtpcompany.com/</a> 미국<br>Antimicrobial Masterbatch 은이온 EPA - pr2000-1   |
| 6  | <b>Clariant</b> : <a href="http://www.clariant.com/en/Corporate">http://www.clariant.com/en/Corporate</a> 독일<br>antimicrobial masterbatch 은이온 JIS Z 2801:2000   |
| 7  | <b>Smartpolymer</b> : <a href="http://www.smartpolymer.de/">http://www.smartpolymer.de/</a> 독일<br>antimicrobial masterbatch zinc Din en ISO20743  |
| 8  | <b>Ferro-plast</b> : <a href="http://www.ferroplast.com/">http://www.ferroplast.com/</a> 이탈리아<br>antimicrobial masterbatch 무기계 JIS Z 2801:2000, ISO 22196:2007  |

**라. 산화 생분해필름의 국제 인증 항목/평가 기준 조사**

○ 산화 생분해 플라스틱은 다양한 방법으로 연구개발이 진행되었고, 생분해 플라스틱의 단점을 보완하려는 움직임이 활발하였으나, 산화생분해 관련 규격기준인 ASTM D 6954에서 산화생분해의 정의 시험 방법 등이 규정되었으나, 최종 생분해기간이 명시되지 않아 그 기준이 애매한 측면이 있어 국제적으로 인정받지 못하고 있었다.

○ 최근 UAE(아랍 에미리트)에서 산화 생분해관련 규격기준인 UAE standard

5009-2009(Standard Specification for Oxo-Biodegradation of Plastic bags and other disposable plastic objects)를 제정 하였다.

- 2014년 1월 1일부터 전면 시행하여, 산화 생분해 포장재 및 제품만 UAE 역내 수입을 허용하고, 비분해 포장재 사용을 금지하면서 다시 산화생분해 플라스틱이 재조명되고 있다.
- 산화생분해 관련 규격 기준인 UAE S 5009-2009는 여러 가지 국제규격기준을 토대로 만들어 졌다.
  - (1) ISO 14851(플라스틱 물질을 수계 배양액의 호기적 생분해도 측정방법 - 폐쇄 호흡계를 이용한 이산화탄소 발생량측정)
  - (2) ISO 14852(플라스틱 물질을 제어된 퇴비화 조건에서 호기적 생분해도 및 붕괴를 측정하는 방법 - 발생 이산화 탄소량 측정)
  - (3) ISO 14855-1(컴포스트 조건 내 호기성적 생분해도 및 붕괴도-발생 이산화 탄소량 측정)
  - (4) ISO 14855-2(생분해)
  - (5) ISO 17556 Plastics(Oxo-Biodegradable Plastics associations 기준)
  - (6) ASTM D 6954(산화 생분해)
  - (7) ASTM D 883(플라스틱 관련 학술용어 정의)
  - (8) BS 8472(Non Toxicity, ASTM D 6954 유사 - 영국 표준협회)의 기준을 근거로 제정
- 이것을 근거로 한 규정을 요약하면 생분해가 어려운 사막기후인 UAE는 열과 UV를 통한 산화 생분해를 기본으로 하고 있으며, 우선 UAE 기후 조건에서 산화 분해가 되며, 그 이후 산화 분해된 입자들이 물과 이산화탄소 및 바이오매스로 분해가 되어야 한다.
- 물성감소, 분자량 감소, 중금속 관련 규정등 상세한 측정방법과 기준이 있는 상당한 신뢰도를 필요로 한다.
- 이와 같은 이유로 본 과제에 추구되는 산화 생분해 필름에 대한평가는 열과 UV를 통한 산화 생분해를 기본으로 하고, 산화분해 된 입자가 물과 이산화탄소 및 바이오매스로 분해되는 것을 물 성분분석, 분자량분석, 중금속등으로 평가를 위한 실험적 설비 구축 및 시험 setting하였다.

| 구분         | 평가 분석 조건                                       | 평가분석 방법                              |
|------------|--|--------------------------------------|
| 산화 생분해 첨가제 | 1. 열조건: 68 ℃, 85 ~ 90% 습도 조건에서 경시변화            | Thermal degradation<br>ASTM D2565-89 |
|            | 2. UV 노출조건: 수은, UV A BLB 노출 아래 10 cm 조건 경시변화   | Photo degradation<br>ASTM D3826-95   |
|            | 3. 폴리머 유기/무기 첨가제는 화학명/일반명 ESMA 신고, 등록, 함량까지 등록 | FT-IR, TGA, DSC, Tensile test        |

-무생물적 분해: UAE처리 환경에서 분해되는지 분해량(분해정도) 확인

- ① 기계적강도: 처리후 신장률 5%이하로 될 것
- ② 분자량측정: 평균분자량 5,000 Dalton 이하
- ③ 무생물적 분해후 gel 잔사 함량: 5% 이하
- ④ 무생물적 분해후 잔류물의 중금속 함량 기준치 이하

| Element | ppm | Element | ppm  |
|---------|-----|---------|------|
| Zn      | 150 | Cr      | 50   |
| Cu      | 50  | Mo      | 1    |
| Ni      | 25  | Se      | 0.75 |
| Cd      | 0.5 | As      | 5    |
| Pb      | 50  | F       | 100  |
| Hg      | 0.5 |         |      |

4. 산화분해 입자를 상대로 분자량, 생분해도, 중금속 분석으로 분해도 평가

: 6개월 내 적어도 60%의 유기탄소가 CO<sub>2</sub>로 전환 , 3회 반복시험 (Biodegradation period)

①산화 생분해 단계별 시험(ASTM D 6954)

- 1단계 : 산화 분해 측정

: 열산화(20 ~ 70 °C), 광산화 → 저분자 고분자와 유기화합물 분해 및 붕괴 진행

: VOC 및 분자량 측정(분자량 및 무게 감소)

- 2단계 : 생분해도 측정

: 이산화탄소 발생량, 생분해 잔류물

- 3단계: 생분해 잔류물 독성시험(UAE체택 안함.)

ISO 14855

ASTM D 6954

**마. ECAS 신청 및 등록 절차**

○ 포장재 생산등록을 위해서는 산화 생분해 첨가제로 승인된 공급자(Approved supplier)에게 원료 공급을 받아야 한다.

○ 2014년 현재 승인된 첨가제 공급자는 8개로 태국, 영국, 미국, 태나다, UAE, 스웨덴에 공장 및 실험실을 운영하고 있는 업체이다.

**UAE 아랍 에미리트 첨가제 인증 등록 업체**

Symphony Environmental Ltd. 사의 d<sub>2</sub> w



|   |  |
|---|--|
|   |   |
| Wells 사의 revert   |  <p>Reduce, Reuse, Recycle, Reverte®<br/>making ordinary plastics biodegradable*</p> |
| EPI 사의 TDPA   |    |
| P-life사의 SMC2360, SMC54 (Catalyst type)/NA207-66PL-10, NA207-66PL-20 (Master batch type)  |    |
| Willow ridge plastics bin hilal enterprises 사의 (BDA/PDQ-H/PDQ-M/OxoTerra™)  |    |
| EnerPlastics사의 OBD additive   |   |
| KAUKAWALA GENERAL TRADING FZC 사의 (OxoEliteF Food grade Oxo-Biodegradable additive. OxoEliteR Oxo-Biodegradable additive for non-food applications.) |   |
| ADD-X BIOTECH (SWEDEN)사의 Addiflex   |  <p>Addiflex® Nature's solution for plastic waste</p>                              |

○ 승인된 첨가제로 이용하여 제품을 제조하고, 다시 승인된 공급자에게 보내 테스트 결과 보고서(test report)를 받아 UAE내 수입상(Trader)에게 송부해야 함.

- UAE S 5009: 2009의 무생물적 테스트 보고서
- 화학분해 후 분해되지 않은 잔류물의 화학적 분석
- 호기적 생분해 시험결과

○ UAE내 수입상은 테스트 결과 보고서 및 신청양식과 사업자등록(Trade Licence)을 동봉해 ESMA에 ECAS 인증을 신청해야 함.

- 인증비용: 실험실 테스트비용, 신청비(600 UAE 디르함, 약 164불), 서류 검사비(2,500 UAE 디르함, 약 682불), 1인 1일 투입기준으로 추가인원 및 시간 필요시 추가비용 해당됨, 증명서 발급비(500 UAE 디르함, 약 137불)
- 소요시간 : 실험결과 보고서 발급 : 2개월, ECAS 인증 : 5일

## 7. 연구개발결과의 보안등급

|   |      |      |
|---|------|------|
|   | 코드번호 | D-09 |
| ○ |      |      |

## 8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

## 9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전조치 이행실적

|  |      |      |
|--|------|------|
|  | 코드번호 | D-11 |
| <p>1. 연구실 안전점검 실시</p> <p>1) 일상점검 - 연구 활동 종사자가 연구개발 활동에 사용되는 기계, 기구, 전기, 약품, 병원체 보관상태 및 보호 장비의 관리상태 등을 육안으로 관찰 및 점검. 연구개발 활동을 시작하기 전에 매일 1회 실시</p> <p>2) 정기점검 - 연구개발 활동에 유해화학물질 관리법 제2조 7호에 의거하여 사용되는 기계, 기구, 전기, 약품, 병원체 등의 보관상태 및 보호 장비의 관리상태 등을 안전점검기기를 이용하여 매년 1회 점검</p> <p>3) 특별안전점검 - 폭발사고, 화재사고 등 연구 활동 종사자의 안전에 치명적인 위험을 야기할 가능성이 있을 것으로 예상되는 경우에 연구주체의 장이 필요하다고 인정하는 경우에 별도 실시</p> |      |      |

2. 정기 및 수시 안전교육 실시

- 1) 정기 안전교육 - 연구 활동 종사자에 매월 1시간 이상씩 연구실 안전 환경 조성 법령에 관한 사항, 연구실내 유해·위험 요인에 관한 사항, 안전한 연구 개발 활동에 관한 사항, 물질 안전 자료에 관한 사항, 그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항 등을 교육
- 2) 수시 안전교육 - 신규로 연구개발 활동에 참여하는 연구 활동 종사자가 생기거나 연구내용에 있어 변경이 있을 시, 연구실 안전 환경 조성 법령에 관한 사항, 연구실내 유해·위험 요인에 관한 사항, 보호 장비 및 안전장치 취급과 사용에 관한 사항, 연구실 사고사례 및 사고예방 대책, 안전 표지, 물질 안전 자료, 그 밖에 연구실 안전관리에 관한 사항 등을 2시간 이상 교육

3. 정기 및 수시 건강검진 실시

- 1) 정기 건강검진 실시 - 산업안전보건법 시행규칙 별표 12조2항에 의거하여 상주 연구 활동 종사자에게 2년 주기 1회 이상의 건강 검진을 실시
- 2) 수시 건강검진 실시 - 신규로 연구개발 활동에 참여하는 연구 활동 종사자가 생기거나 연구과제의 성격상 연구 활동 종사자의 인체에 치명적인 위험 물질에 노출될 위험이 있다고 연구주체의 장(연구실내 책임자)이 판단하였을 경우에 수시 건강검진 실시

10. 연구개발과제의 대표적 연구실적

| 번호 | 구분<br>(논문/특허/기타) | 논문명/특허명/기타  | 소속<br>기관명 | 역할   | 논문게재지/<br>특허등록국가 | 코드번호             |                 | D-12                         |                           |
|----|------------------|---|-----------|------|------------------|------------------|-----------------|------------------------------|---------------------------|
|    |                  |   |           |      |                  | Impact<br>Factor | 논문게재일<br>/특허등록일 | 사사여부<br>(단독사사<br>또는<br>중복사사) | 특기사항<br>(SCI여부/인용횟수<br>등) |
| 1  | 논문               | 산화분해촉매를 함유한 rPP/ZnO나노컴포지트 유연 식품포장필름 제조 및 물성 특성 연구       | 인하대학교     | 제1저자 | 한국포장학회지          |                  | 2017.12         |                              | 비SCI                      |
| 2  | 특허               | 산화생분해성 필름용 수지 조성물 및 이의 제조방법                             | 한국식품안전협회  | 출원인  | 한국               |                  |                 |                              |                           |
| 3  | 특허               | 향균필름용 수지 조성물 및 이를 사용한 필름                                | 한국식품안전협회  | 출원인  | 한국               |                  |                 |                              |                           |
| 4  | 특허               | 산화생분해성 필름용 수지 조성물, 이의 제조방법 및 이에 의해 제조되는 통기성의 산화생분해성 필름  | 한국식품안전협회  | 출원인  | 한국               |                  |                 |                              |                           |
| 5  | 특허               | 산화생분해성 향균 필름용 수지 조성물, 이의 제조방법 및 이에 의해 제조되는 산화생분해성 향균 필름 | 한국식품안전협회  | 출원인  | 한국               |                  |                 |                              |                           |
| 6  | 세미나              | 포장재 개발 동향 및 전망  | 한국식품안전협회  | 발표자  | 한국               |                  | 2016.09.22      |                              |                           |
| 7  | 세미나              | 할랄 식품용 포장재 개발 및 대응전략                                    | 한국식품안전협회  | 발표자  | 한국               |                  | 2017.09.20      |                              |                           |

## 11. 기타사항

|   | 코드번호 | D-13 |
|---|------|------|
| ○ |      |      |

## 12. 참고문헌

|   | 코드번호 | D-14 |
|---|------|------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hwang, D.S., Kwon, D.H. and Yun, H.S. 2012, Multi-Layer Film and Method For Manufacturing The Same, Korea patent, 10-2012-0108271.</li> <li>2. Espitia, P.J.P., Soares, N.D.F.F., Coimbra, J.S.D.R., Andrade, N.J.D., Cruz, R. S., and Medeiros, E. A. A. 2012. Zinc oxide nanoparticles: Synthesis, antimicrobial activity and food packaging applications. Food Bioprocess Technol. 5: 1447~1464.</li> <li>3. Kim, D.W., Lee, S. N., Kwon, H. O., and Seo, J. 2015. Water resistance and antimicrobial properties of poly(vinyl alcohol) composite films containing surface-modified tetrapod zinc oxide whiskers. Macromol. Res. 23: 1134~1143.</li> <li>4. Choi, H. Y. and Lee, Y. S. 2013. Characteristics of moistureabsorbing film impregnated with synthesized attapulgite with acrylamide and its effect on the quality of seasoned laver during storage. J. Food Eng. 829~839.</li> <li>5. Tankhiwale, R. and Bajpai, S. K. 2012. Preparation, characterization and antibacterial applications of ZnO-nanoparticles coated polyethylene films for food packaging, Colloids. Surf. B. Biointerfaces. 90: 16~20.</li> <li>6. Kim, I. S., Lee, H. J., Kim, D.W., and Seo, J. C. 2016. Preparation and Characterization of Low Density Polyethylene (LDPE) and Flower-like Zinc Oxide (FZnO) Composite Films, Korean J. Packag. Sci. &amp; Tech. 22(3): 85~93.</li> <li>7. Allen, N. S., &amp; Edge, M. 1992. Aspects of degradation and stabilization of polymers. Fundamental of polymer degradation and stabilization (Chap 4). London: Elsevier Applied Science.</li> <li>8. Massardier, V. and Louizi, M. 2015. Photodegradation of a polypropylene filled with lanthanide complexes, Polímeros, 25(6): 515~522.</li> <li>9. Ham, C.S. and Yoo, J.K. 2014, Polymer composition for oxo-biodegradable film with high strength in early age and method of manufacturing the same, oxo-biodegradable film thereby, Korea Patent 101365615.</li> <li>10. B. Singh and N. Sharma, 2008, Mechanistic implications of plastic degradation, Polym. Degrad. Stab. 93: 561-584.</li> <li>11. You, Y.S., Oh, Y.S., Un-Su Kim, U.S. and Choi, S.W. 2015. National Certification Marks and Standardization Trends for Biodegradable,</li> </ol> |      |      |



- Oxo-biodegradable and Bio based Plastics, CLEAN TECHNOLOGY, 21(1) : 1~11.
12. Enurates Authority for Standards & Metrology (ESMA) –UAES 5009/2009:Standard & specification for Oxo-Biodegradation of Plastic bags and other disposable plastic objects.
  13. ASTM D 5208–01. 2001. Standard Practice for Fluorescent Ultraviolet (UV) Exposure of Photodegradable Plastics. USA.
  14. Carvalho, C.L., Silveira, A.F. and Derval, S.R. 2013. A study of the controlled degradation of polypropylene containing pro-oxidant agents, 2 : 623~634.
  15. Wen. Z. Q., Hu. X.Z., and Shen. D.Y. 1988, The FTIR Studies of Photo-oxidative degradation of Polypropylene, Chinese Journal of Polymer Science, 6(3): 285~288.
  16. ASTM D882:2001 Standard Test Method For Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting.
  17. Japanese Industrial Standard Jis Z 2801 : 2010
  18. MFDS “ Standards and Specifications for Food Utensils, Containers and Packages”
  19. Esthappan, S. K., and Joseph, R., 2014, Resistance to Thermal Degradation of Polypropylene in Presence of Nano Zinc Oxide, Progress in Rubber, Plastics and Recycling Technology, 30(4): 211~219.
  20. Jang, S. H., You, Y. S., Lee, Y. S., Kim, J. N. and Park, S. I., 2008, A Review on Photodegradable Plastics as a Packaging Material, J. Korea Soc. Packag. Sci. & tech. 14(2), 81~88.
  21. Liu, J., Hu, J., Liu, M., Cao, G., Gao, Jianguo. and Luo, Y. 2016, Migration and characterization of nano-zinc oxide from polypropylene food containers. Am. J. Food Technol., 11: 159~164.

## 연구개발보고서 초록

|                        |   |            |                  |                                 |      |
|------------------------|---|------------|------------------|---------------------------------|------|
| 과 제 명                  | (국문) 할랄식품 수출을 위한 항균 및 항곰팡이 기능을 부여한 산화생분해 필름 개발<br>(영문) Development of an Anti-oxidizing Film with Anti-bacterial and Anti-fungi Functions for Exporting Halal Foods |            |                  |                                 |      |
| 주 관 연구 기관              | 한국식품안전협회  |            | 주 관 연 구<br>책 임 자 | (소속) 한국식품안전협회                   |      |
| 참 여 기 업                | 인하대학교, 제이캠  |            |                  | (성명) 심준호                        |      |
| 총 연구개발비<br>(539,663천원) | 계   | 539,663 천원 | 총 연 구 기 간        | 2015.12.18. ~ 2017.12.17( 2년 월) |      |
|                        | 정부출연<br>연구개발비   | 400,000 천원 | 총 참 여<br>연 구 원 수 | 총 인 원                           | 16 명 |
|                        | 기업부담금   | 139,663 천원 |                  | 내부인원                            | 15 명 |
|                        | 연구기관부담금   | -          |                  | 외부인원                            | 1 명  |

○ 연구개발 목표 및 성과

- 할랄 가공식품의 중동 수출을 위해서는 환경규제에 적극 대응하기 위해 기존의 주정 처리를 대신하여 포장재에 항균 및 항곰팡이성을 부여 하였으며, 자연 상태에서 일정기간 경과후 산화분해생분해가 발생하는 친환경 포장재를 개발하였음.

○ 연구내용 및 결과

- 친환경 산화 생분해 필름 확보
- 균, 항곰팡이 성능을 지닌 산화 생분해 필름 확보
- 친환경 산화 생분해필름 기술력을 보유하게 되어 이런 역량을 바탕으로 기능성 패키징 소재에 대한 경쟁력 우위 확보가 가능하므로 향후 전후방 산업과의 연계가 이루어질 수 있고, 이에 따라 국산화 및 수출 증대가 가능. 따라서 신규 연구 인력 및 생산 인원 고용이 증가할 것으로 판단됨.
- 산화 생분해 필름으로 인한 수거 및 재활용에 의한 사회·경제적 비용 절감과 함께 용기 폐기물 감소의 효과로 인한 처리 용지 및 시설 감축 가능.
- 다양한 분야에 적용 가능: 농어촌용 플라스틱 필름 제품 대체 가능(농업용 폐비닐 연간 30만 톤 대체 가능), 생활, 산업, 의료등 다양한 필름 포장재 소재 대체 가능
- 식품산업에서 포장의 중요성을 알리고, 특히 할랄 적용에 하나의 방법인 산화생분해 시스템을 알리고, UAE의 수출확대 기대

○ 연구성과 활용실적 및 계획

- 2017년 11월 중국 심천의 “Film Expo Shenzhen 2017” 전시 후, 중국 및 일본 상사로부터 샘플 제공 및 향후 양산 필름의 구매의향 요청

# 자체평가의견서

## 1. 과제현황

|                     |   |         |         |           |            |
|---------------------|---|---------|---------|-----------|------------|
|                     |   |         | 코드번호    | D-15      |            |
|                     |   |         | 과제번호    | 115072-02 |            |
| 사업구분                |   |         |         |           |            |
| 연구분야                | 농식품기술개발사업                                 |         |         | 과제구분      | 단위         |
| 사업명                 | 수출전략기술개발사업                                |         |         |           | 주관         |
| 총괄과제                | 기재하지 않음                                   |         |         | 총괄책임자     | 기재하지 않음    |
| 과제명                 | 할랄식품 수출을 위한 향균 및 항곰팡이 기능을 부여한 산화생분해 필름 개발 |         |         | 과제유형      | (기초,응용,개발) |
| 연구기관                | 한국식품안전협회                                  |         |         | 연구책임자     | 심준호        |
| 연구기간<br>연구비<br>(천원) | 연차  | 기간      | 정부      | 민간        | 계          |
|                     | 1차년도                                      | 12개월    | 21,000  | 70,000    | 280,000    |
|                     | 2차년도                                      | 12개월    | 19,000  | 69,663    | 259,663    |
|                     | 3차년도                                      |         |         |           |            |
|                     | 4차년도                                      |         |         |           |            |
|                     | 5차년도                                      |         |         |           |            |
| 계                   | 24개월                                      | 400,000 | 139,663 | 539,663   |            |
| 참여기업                | 인하대학교, 제이캠                                |         |         |           |            |
| 상대국                 | 상대국연구기관                                   |         |         |           |            |

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망


## 2. 평가일 :

## 3. 평가자(연구책임자) :

|          |       |     |
|----------|-------|-----|
| 소속       | 직위    | 성명  |
| 한국식품안전협회 | 책임연구원 | 심준호 |

## 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 | 심준호 |  |
|----|-----|---|

## I. 연구개발실적

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

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

산화생분해성과 향균, 항곰팡이성을 동시에 갖는 식품 포장용 필름을 국내 최초로 개발하였음  
연구결과의 우수성: 우수  
연구결과의 창의성: 아주 우수

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

식품 포장용 뿐만 아니라 일반 농업용 필름 등과 같이 사용 후 매립 또는 폐기 되는 용도로서 사용이 가능하여 친환경적인 필름으로서 사용 가능함.  
파급효과: 우수

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

할랄 식품용 포장재로서 기존의 연구 목표였던 중동 지역향 뿐만 아니라 중국 및 동남아 등지로의 판로 개척도 가능할 것으로 판단됨. 이는 2017년 11월 중국 심천의 “Film Expo Shenzhen 2017” 전시후 중국 및 일본 상사에서 적극적인 샘플 제공 및 구매 의향을 타진 받고 있음.  
연구 활용 가능성: 아주 우수

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

연구 책임자와 참여 연구원 들의 성실한 연구 수행으로 목표한 기술 개발 성과를 달성하였음  
성실도: 우수

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : (아주우수, 우수, 보통, 미흡, 불량)

4건의 특허 출원과 1건의 논문 등재 그리고 2건의 학술 세미나의 업적을 얻음.  
공개 연구개발성과: 우수

## II. 연구목표 달성도

| 세부연구목표<br>(연구계획서상의 목표) | 비중<br>(%) | 달성도<br>(%) | 자체평가 |
|------------------------|-----------|------------|------|
| 산화 생분해력                | 40        | 100        | 100  |
| 항균                     | 30        | 100        | 100  |
| 항곰팡이                   | 30        | 100        | 100  |
| 합계                     | 100점      |            |      |

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

- 산화생분해성을 갖는 항균 및 항곰팡이성 필름의 기술적 개발 완료하였습니다.
- 사업화 지표 및 연구기반 지표에서 일부 미진한 부분이 있었습니다.

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

- 사업화 지표 및 연구기반 지표에서 구체적으로 미흡한 부분은 당초 특허 2건 출원 1건 등록의 목표에서 4건 출원 실적을 달성. 그러나 1건은 등록 심사가 진행 중.
- 연구 논문의 경우 2017년 12월 비SCI 등급의 학술지에 등재가 결정.
- 매출의 경우 본 기술 개발 과정에서 얻은 연구 결과물로서 참여기업에서 일정액 매출은 달성하였으나 초기 제시한 목표를 달성하지 못함.
- 필름의 매출에 앞서 양산화 과정과 업체의 자체적인 검증 기간을 고려하지 못한 원인으로 사료.

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 본 연구의 결과물인 산화생분해 필름의 경우 기존의 PLA와 같은 에스터계의 생분해 필름이 갖지 못한 우수한 기계적 물성 확보
- 다양한 분야의 친환경 포장재로서 활용 가능성이 높은 것으로 판단
- 이와 같은 소재는 식품용, 전자제품용, 농업용 등으로 활용 범위를 넓혀 갈수 있을 것으로 예상.

#### IV. 보안성 검토

○ 연구책임자의 보안성 검토의견, 연구기관 자체의 보안성 검토결과를 기재함

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

##### 1. 연구책임자의 의견

|  |
|--|
|  |
|--|

##### 2. 연구기관 자체의 검토결과

|  |
|--|
|  |
|--|

[별첨 3]

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

|        |   |           |         |           |
|--------|---|-----------|---------|-----------|
| 사업추진형태 | <input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제   |           | 분 야     |           |
| 연구과제명  | 할랄식품 수출을 위한 항균 및 항곰팡이 기능을 부여한 산화생분해 필름 개발   |           |         |           |
| 주관연구기관 | 한국식품안전협회  |           | 주관연구책임자 | 심준호       |
| 연구개발비  | 정부출연<br>연구개발비   | 기업부담금     | 연구기관부담금 | 총연구개발비    |
|        | 400,000천원   | 139,663천원 | -       | 539,663천원 |
| 연구개발기간 | 2015. 12. 18. ~ 2017. 12. 17.(24개월)   |           |         |           |
| 주요활용유형 | <input type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타(                      )<br><input type="checkbox"/> 미활용 (사유:                      ) |           |         |           |

### 2. 연구목표 대비 결과

| 당초목표              | 당초연구목표 대비 연구결과                               |
|-------------------|--|
| ① 산화생분해력: 8개월/분해  | 8개월 후 완전 산화생분해 달성                            |
| ② 항균: 99.9%/5개월   | 6 종류의 균에 대한 항균성 확보                           |
| ③ 항곰팡이: 99.9%/5개월 | 의용 “클로람페니콜”과 비교하여 6개 인체 및 식물성 진균에 대한 항진균성 확보 |

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

### 3. 연구목표 대비 성과

| 성과 목표 | 사업화지표  |      |      |            |     |     |     |     |      |      | 연구기반지표 |      |      |         |      |      |      |          |      |             |
|-------|--------|------|------|------------|-----|-----|-----|-----|------|------|--------|------|------|---------|------|------|------|----------|------|-------------|
|       | 지식 재산권 |      |      | 기술 실시 (이전) |     | 사업화 |     |     |      |      | 기술인증   | 학술성과 |      |         |      | 교육지도 | 인력양성 | 정책 활용·홍보 |      | 기타 (타연구활용등) |
|       | 특허출원   | 특허등록 | 품종등록 | 건수         | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 |        | 논문   |      | 논문평균 IF | 학술발표 |      |      | 정책활용     | 홍보전시 |             |
|       |        |      |      |            |     |     |     |     |      |      |        | SCI  | 비SCI |         |      |      |      |          |      |             |
| 단위    | 건      | 건    | 건    | 건          | 백만원 | 건   | 백만원 | 백만원 | 명    | 백만원  | 건      | 건    | 건    | 건       | 명    | 건    | 건    |          |      |             |
| 가중치   |        |      |      |            |     |     |     |     |      |      |        |      |      |         |      |      |      |          |      |             |
| 최종목표  | 2      | 1    |      |            |     | 2   | 1   |     | 37   |      |        | 1    |      | 2       |      |      |      |          |      |             |

|             |     |   |  |  |     |   |  |  |   |  |  |     |  |     |  |     |  |     |
|-------------|-----|---|--|--|-----|---|--|--|---|--|--|-----|--|-----|--|-----|--|-----|
| 연구기간 내 달성실적 | 4   | 0 |  |  | 2   | 3 |  |  | 0 |  |  | 1   |  | 2   |  | 2   |  | 4   |
| 달성율(%)      | 200 |   |  |  | 100 |   |  |  |   |  |  | 100 |  | 100 |  | 200 |  | 400 |

#### 4. 핵심기술

| 구분 | 핵심기술명                             |
|----|-----------------------------------|
| ①  | 산화생분해성 필름용 수지 조성물 및 제조 방법         |
| ②  | 항균 필름용 수지 조성물 및 제조 방법             |
| ③  | 항곰팡이 필름용 수지 조성물 및 제조 방법           |
| ④  | 통기성을 갖는 산화생분해성 필름의 수지 조성물 및 제조 방법 |

#### 5. 연구결과별 기술적 수준

| 구분    | 핵심기술 수준 |       |         |            |            | 기술의 활용유형(복수표기 가능) |             |         |       |    |
|-------|---------|-------|---------|------------|------------|-------------------|-------------|---------|-------|----|
|       | 세계 최초   | 국내 최초 | 외국기술 복제 | 외국기술 소화·흡수 | 외국기술 개선·개량 | 특허 출원             | 산업체이전 (상품화) | 현장애로 결해 | 정책 자료 | 기타 |
| ①의 기술 |         | V     |         |            |            | V                 | V           |         |       |    |
| ②의 기술 |         | V     |         |            |            | V                 | V           |         |       |    |
| ③의 기술 |         | V     |         |            |            | V                 | V           |         |       |    |
| ④의 기술 |         |       |         |            | V          | V                 |             |         |       |    |

\* 각 해당란에 v 표시

#### 6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

| 핵심기술명 | 핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과  |
|-------|--|
| ①의 기술 | - 할랄 식품 수출용 포장용 필름 제조 및 판매<br>- 일반 신선 식품, 농업 및 산업용 필름 제조 및 판매      |
| ②의 기술 | - 할랄 식품 수출용 포장용 필름 제조 및 판매<br>- 일반 신선 식품, 화장품, 위생용품용 포장 필름 제조 및 판매 |
| ③의 기술 | - 할랄 식품 수출용 포장용 필름 제조 및 판매<br>- 일반 신선 식품, 화장품, 위생용품용 포장 필름 제조 및 판매 |
| ④의 기술 | - 할랄 식품 수출용 포장용 필름 제조 및 판매<br>- 일반 신선 식품, 화장품, 위생용품용 포장 필름 제조 및 판매 |

#### 7. 연구종료 후 성과창출 계획

| 성과목표 | 사업화지표  |           |     |     | 연구기반지표 |     |     |          |         |
|------|--------|-----------|-----|-----|--------|-----|-----|----------|---------|
|      | 지식 재산권 | 기술실시 (이전) | 사업화 | 기술인 | 학술성과   | 교육지 | 인력양 | 정책 활용·홍보 | 기타 (타연) |
|      |        |           |     |     |        |     |     |          |         |



|             | 특허출원 | 특허등록 | 품종등록 | 건수 | 기술료 | 제품화 | 매출액 | 수출액 | 고용창출 | 투자유치 | 증 | 논문  |      | 논문평균IF | 학술발표 | 도 | 성 | 정책활용 | 홍보전시 | 구활용등) |
|-------------|------|------|------|----|-----|-----|-----|-----|------|------|---|-----|------|--------|------|---|---|------|------|-------|
|             |      |      |      |    |     |     |     |     |      |      |   | SCI | 비SCI |        |      |   |   |      |      |       |
| 단위          | 건    | 건    | 건    | 건  | 백만원 | 건   | 백만원 | 백만원 | 명    | 백만원  | 건 | 건   | 건    | 건      | 건    |   | 명 |      |      |       |
| 가중치         |      |      |      |    |     |     |     |     |      |      |   |     |      |        |      |   |   |      |      |       |
| 최종목표        | 2    | 1    |      | 2  |     | 1   | 37  |     |      | 30   |   | 1   | 1    |        |      |   |   |      |      | 1     |
| 연간내 달성실적    | 4    |      |      |    |     |     |     |     |      |      |   |     | 1    |        | 2    |   |   |      |      | 5     |
| 연간후 성과창출 계획 | 3    | 1    | 2    | 2  |     | 1   | 45  |     |      |      |   | 1   | 2    |        |      |   |   |      |      |       |

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

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

- 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) 기술이전시 선행조건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장비 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발 사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.