

<표지>

(옆면)

(앞면)

117083
-01

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개()발간등록번호()

고부가가치식품개발사업 제1차 연도 최종 보고서

발간등록번호:11-1543000-002486-01

**산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한
친환경 커피포장 봉투 개발**

최종보고서

2018.12.14.

**주관연구기관 /(주)세림비앤지
협동연구기관 /(주)티엘씨코리아**

산가
소능
차한
단
성친
이환
경
우
수커
하피
고포
장
퇴
비봉
화투
가
개
발

최
종
보
고
서

2018

농
림
축
산
식
품
부

농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

농 립 축 산 식 품 부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

<제출문>

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 봉투 개발”(개발기간 : 2017 .11 .01 ~ 2018 .10. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2018 . 12 . 14 .

주관연구기관명 : 세립비엔지 (대표자) 나 상 수
협동연구기관명 : 티엘씨코리아 (대표자) 임 현 영
참여기관명 : (대표자)



주관연구책임자 : 박 기 정
협동연구책임자 : 조 윤
참여기관책임자 :

본 보고서를 “산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 봉투 개발”(개발기간 : 2017 .11 .01 ~ 2018 .10. 31)과제의 최종보고서로 제출합니다.

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

<보고서 요약서>
보고서 요약서

과제고유번호	117083-01	해 당 단 계 연 구 기 간	12개월	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	고부가가치 식품 개발 사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 봉투 개발			
연구책임자	박기정	해당단계 참여연구원 수	총: 6 명 내부: 6 명 외부: 명	해당단계 연구개발비	정부:262,000천원 민간: 87,350천원 계:349,350천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 6 명 내부: 6 명 외부: 명	총 연구개발비	정부:262,000천원 민간: 87,350천원 계:349,350천원
연구기관명 및 소속부서명	(주)세립비엔지			참여기업명 (주)티엘씨코리아	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반
-------------------------	----

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호		2									

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수
---	--------

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>1. 연구의 목적</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 유기필름의 증착문제점을 해결하고, 고습도하에서 배리어성이 저하되지 않으며, 도포가공성이 용이한 유무기 하이브리드 코팅용액을 제조하고, 이를 이용하여 PLA+PEC 필름에 roll-to-roll 코팅 방법으로 필름 표면에 코팅을 하여 수분/산소 차단 기능이 향상된 배리어성 포장재를 개발하고, ○ 친환경 생분해성 수지의 수분 및 산소차단성을 향상시킨 복합소재를 개발하여 커피 포장재로 적용하기 위해, 소재의 생분해성에 영향이 거의 없으며 가스 및 수분차단성이 우수한 소재를 발굴하고 컴파운딩을 통한 복합소재를 제조한 후 코팅용액을 필름에 직접 코팅을 함으로서 가공성, 기계적 물성, 산소차단성이 우수한 커피포장재로의 적용이 가능한 친환경적인 포장재를 개발하는 것이 최종목표이다. <p>1) 산소차단성이 우수한 코팅제 개발 및 복합소재 필름 제조기술 확립</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 산소차단성이 우수한 코팅제 제조방법 개발 ○ 생분해성수지의 산소차단성 향상을 위한 소재 조사/발굴 ○ 생분해성 수지와 산소차단성 향상소재로 구성된 복합소재개발 및 제조 ○ 종이와 합지된 생분해 필름의 접착력 향상 <p>2) 산소차단성이 우수한 생분해성 복합재질 커피포장봉투 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 종이/필름 다층합지 제조 기술 확립 ○ 다양한 규격의 커피포장봉투 개발 ○ 특허출원 ○ 코팅제와 접착력이 우수한 생분해성 복합필름 제조 ○ 안정적인 포장재 제조 방법 표준화 ○ 최적의 포장재 개발을 위한 필름강도 향상 방법 확립 ○ 기능성 포장재 제조 시스템 확립 및 제품 사업화 <p>2. 연구의 내용</p> <p><주관기관 연구개발 계획></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 기존 석유계 플라스틱(PET) 대비 1/3수준의 CO₂ 배출이 가능한 PLA와 생분해성 폴리에스테르수지를 활용하여 환경호르몬 발생이 없고, 퇴비화 시설에서 분해되어 환경오염이 발생하지 않는 자원순환형 커피 포장재 개발 ■ 가스배리어성 박막 코팅 용액을 제조하기 위한 원천기술을 정립하고, 줄-겔법을 이용하여 코팅용액을 제조하여 친환경 PLA/생분해성폴리에스테르 재질인 필름에 적용
------------------------	---

연구의
목적 및 내용

- 유무기 하이브리드 졸-겔 공정을 이용하여 산소 차단성이 우수하고, 고습도하에서도 배리어성이 저하되지 않으며, 도포 가공성이 용이한 배리어성 코팅액을 제조
- 최적의 코팅용액 제조를 위한 정량적 표준화를 확립하였고, 코팅방법은 많이 사용되고 있는 그라비아 롤 코팅 방식을 적용하여 1, 2차 코팅 작업을 수행하여 배리어성을 확보기술 개발
 - 고분자의 가스 및 수분 차단성 향상 확인
 - 필름의 표면 접착성과 인쇄 적정성 향상 확인
 - 고분자의 기계적 강도와, 난연성, 내마모성, 내열성 등 향상 확인
- 1,2차 코팅된 시트/필름을 이용한 커피포장재의 표준화 및 규격화를 확립하고 시제품 생산 후 사업화 추진

<공동개발기관 개발계획>

- 산소차단성능이 우수한 소재의 조사, 발굴
 - 생분해성 수지와 혼화성이 우수하며 산소차단성이 우수한 소재 조사
 - PLA 및 생분해성 폴리에스테르 수지와 발굴된 소재와의 상용성 조사
- 생분해성 수지와 산소차단성 소재와의 최적 구성비 도출 및 컴파운드링 조건 수립
 - PLA, 생분해성 폴리에스테르, 산소차단성 소재를 이용한 복합소재 컴파운드링
 - 컴파운드링 복합소재의 특성평가 (가공성, 기계적 물성, 산소차단성 평가)
 - 커피포장재로 적합한 최적의 구성비 도출
- 생분해성수지와 소수성전분 컴파운드를 통한 산소차단성 향상 연구 진행

구 분	재질별 산소투과도(OTR)
생분해성수지	1,100~1,200
생분해성수지/전분(20%)	800

- 생분해성수지와 수분투과도가 낮은 PEC수지 컴파운드 연구 진행

구 분	재질별 수분투과도(23℃,85% r.h)
생분해성수지	130~135
PEC수지	5~10

연구의
목적 및 내용

○ 본 연구과제를 위한 세부 연구개발 내용은 다음과 같다.

(1) 가스배리어성 박막 코팅 용액 제조를 위한 원천기술 확립

○ 본 과제는 기존의 유기 필름의 문제점인 고습도하에서의 배리어성 저하 문제를 해결하기 위한 다양한 연구 중에서 기능성 무기 소재에 기초하여 코팅제를 제조하고, 무기 폴리머의 경우 가공성이 어려운 단점을 극복하기 위하여 중합성 유기화합물을 혼합하면 유기물의 특이성이 무기물의 그물상 망목구조에 도입되어 가공성 및 수분/산소 배리어성이 우수한 코팅액이 제조된다는 사실을 확인하고, 이 코팅액을 졸-겔법을 이용하여 포장재에 적용하였다.

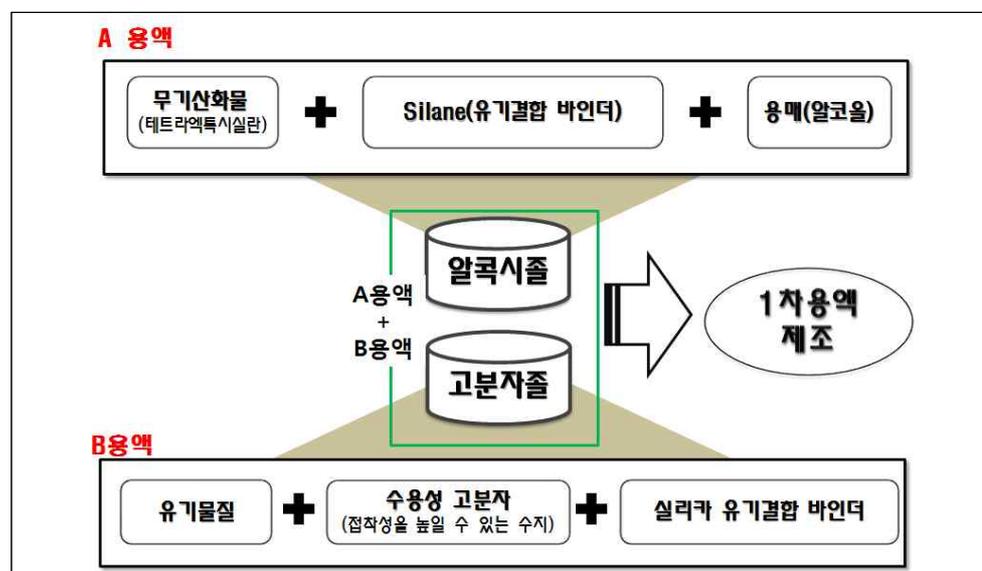
(2) 코팅용액 제조

○ 폴리머(PLA+PEC)에 코팅하기 위한 코팅용액 제조를 위한 실험을 다음과 같이 수행하였다.

① 1차 코팅용액 제조 공정

- 1차 코팅용액을 제조하기 위하여 무기산화물 실란과 용매 및 첨가제를 정량적으로 혼합하여 30~40℃의 온도로 RPM은 720, 10시간 동안 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반을 시키는 작업을 한다.
- 이러한 방식으로 제조된 코팅용액을 24℃에서 2일 이상 숙성시켜 코팅 용액의 분산 상태를 확인한 후, 이 코팅용액을 이용하여 PLA+PEC 필름에 박코트 코팅법을 이용하여 약 3μm의 두께가 되도록 코팅을 하고, 80~100℃로 약 5~10min 정도 건조를 시킨다.
- 다음은 1차 코팅용액의 제조과정을 그림으로 표시하였다.

<1차 코팅용액 제조 구성>



<p>연구의 목적 및 내용</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 1차 코팅용액은 지지체 필름의 결정성 부분과 비결정성 부분 사이의 홀을 막아서 필름 표면에 치밀함을 가하여 수분이 통과되는 것을 막고 자 함이다. <p>② 2차 코팅 용액 제조 공정</p> <ul style="list-style-type: none"> • 수분배리아성 수용성 고분자와 용매 및 첨가제를 정량적으로 혼합하 여, 온도는 약 40 ~ 50℃, RPM은 720, 10시간 동안 교반을 시키어 균일 한 코팅용액을 제조한다. • 상기에서 제조한 코팅용액을 24℃에서 2일 이상 숙성시켜 코팅 용액의 분산상태를 확인을 한다. • 1차코팅을 한 필름에 2차 코팅을 하여 수분 차단성을 더 높이고 또한 필름표면에 접착성, 인쇄 적정성을 높이고자 하였다. <p style="text-align: center;"><2차 코팅용액 제조 구성></p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> <table style="border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">배리어성 수지용액(EVOH)</td> <td style="padding: 0 10px;">+</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">수용성 실리카</td> <td style="padding: 0 10px;">+</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">기능성 첨가제</td> <td style="padding: 0 10px;">+</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">실란 유기 결합바인더</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center; padding: 10px 0 0 0;"> </td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center; padding: 5px 0 0 0;">2차용액 제조</td> </tr> </table> </div> <p>③ 코팅용액 제조 실험</p> <ul style="list-style-type: none"> • 코팅용액 제조를 위한 실험은 크게 여섯 단계로 구분하여 진행하였 다. 1단계에서는 가교역할을 하는 EtOH와 H₂O의 변화를 통하여 조성 액을 제조하였고, 2단계에서는 PAUD 투입량을 변화시키면서 조성액 을 제조하였다. 3단계에서는 PAA를 변화시켰고, 4단계에서는 PAA와 PVOH의 투입량을 변화시키면서 조성액을 제조하였다. 5단계에서는 PAA, PVOH 그리고 변성수지를 투입하여 조성액을 제조 하였고, 6단 계에서는 PVOH와 변성수지를 이용하여 조성액을 제조 하였다. • 이렇듯 단계별로 투입되는 원료 용액을 변화시킨 이유는 본 연구의 목적이 PLA+PEC필름에 제조한 코팅용액을 코팅하여 수분을 배리어 하는 것이므로 이때 사용되는 원료를 각각 정량적으로 사용하여 가장 정확한 배리어 용액을 제조하기 위하여 실험 단계별로 사용되는 원료 의 몰비를 달리하여 제조를 하는 실험공정을 수행한 것이다. 	배리어성 수지용액(EVOH)	+	수용성 실리카	+	기능성 첨가제	+	실란 유기 결합바인더								2차용액 제조						
배리어성 수지용액(EVOH)	+	수용성 실리카	+	기능성 첨가제	+	실란 유기 결합바인더																
2차용액 제조																						

연구의
목적 및 내용

(3) 최적의 코팅용액 제조 비율 확립

○ 1차 투입 용액 조성비

기호	물질명	TEOS	isPOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	변성 수지 A	변성 수지 B	PVOH
A(1)	량(g)	30.8	200	120	20	5.5	0.5	0.3	15	10	10
B(2)	량(g)	30.8	200	130	20	5.5	0.5	0.3	15	10	20
C(3)	량(g)	30.8	200	140	20	5.5	0.5	0.3	15	10	25
<i>D(4)</i>	<i>량(g)</i>	<i>30.8</i>	<i>200</i>	<i>150</i>	<i>20</i>	<i>5.5</i>	<i>0.5</i>	<i>0.3</i>	<i>15</i>	<i>10</i>	<i>30</i>
E(5)	량(g)	30.8	200	160	20	5.5	0.5	0.3	15	10	40

* D(4) 시료가 최적합한 용액 구성비임

○ 2차 투입 용액 조성비

기호	물질명	AUD	EAA	EVOH	EtOH	H ₂ O	NTMS
2차 코팅용액	첨가량(g)	10	5.5	5.6	82.5	55	25

<시료 D(4)의 공인 인증기관 시험결과>

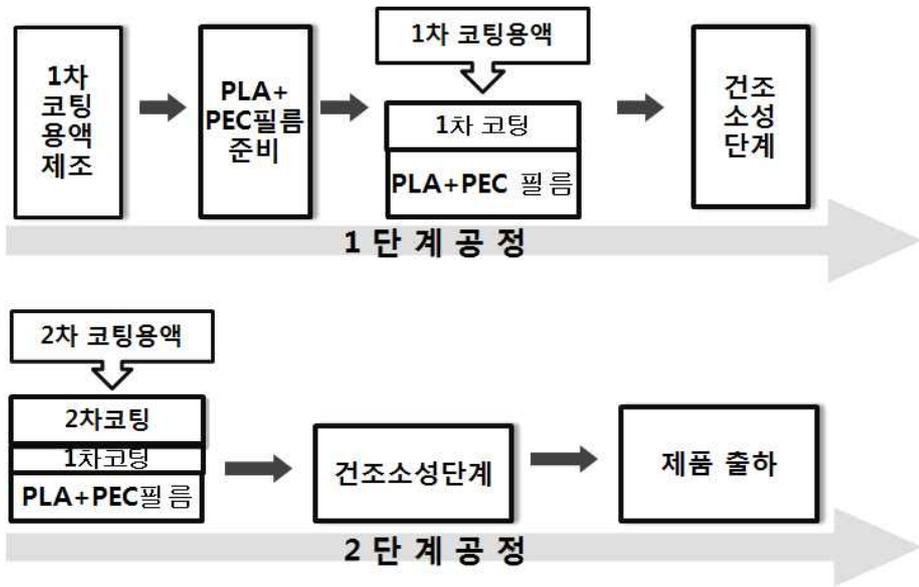
시험항목	시료명	단위	시험결과	시험방법
산소투과도	D(4)	cm ³ /(m ² ·day·atm)	1.84	ASTM D 3985
수분투과도	D(4)	g/(m ² ·day)	0.5	ASTM F 1249

(4) 코팅방법 및 공정

○ 지금까지 제조한 1, 2차 코팅용액을 기재필름에 코팅하는 공정은 이미 설명한 바와 같이 1차 코팅은 기재 필름의 표면을 치밀화하는 과정이다. PLA+PEC고분자 수지는 결정성 부분과 비결정성 부분으로 구분되어있는데, 이를 결정화하는 것으로, PLA+PEC수지를 결정화(치밀화)시키면 표면이 매끄러워져 배리어성 향상을 위한 2차 코팅 과정에서 기재필름을 충분히 코팅시킬 수 있기 때문이다. 코팅 및 제품 제조 공정도는 다음과 같다.

연구의
목적 및 내용

<코팅 및 제품 제조 공정도>

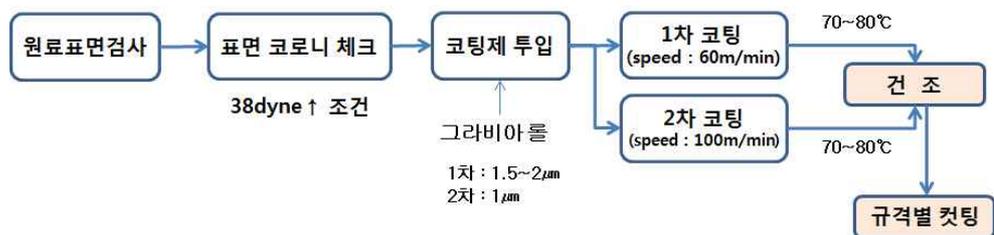


○ 코팅 방법은 실험실에서는 바코드 코팅 또는 스핀 코팅으로 코팅을 수행하였고, 현장에서는 그라비아 롤 코팅 방식으로 진행하였다. 그라비아 롤 코팅 방식은 코팅 수행 시 치밀도가 높고, 코팅 두께가 일정하게 이루어질 수 있는 설비로서, 저렴한 단가가 장점이어서 현장에서 많이 쓰이는 대표적인 코팅방식이다.

○ 현장에서의 코팅 조건은 아래와 같이 구성되었다.

- 코팅 공정 조건 : 표면 코로니 체크 공정
 - 38dyne 상승(↑) 조건
- 코팅두께 1차코팅 : 1.5~2 μ m
2차코팅 : 1 μ m
- 코팅 건조 온도 : 70~80 $^{\circ}$ C (1차, 2차)
- 코팅 속도 : 60m/min (1차) 100m/min (2차)

<코팅 공정도 >



(5) 코팅 필름/시트 제조 후 커피포장용 봉투 포장재에의 적용

- 코팅 공정이 완료된 필름/시트를 커피포장용 포장재로 사용하기 위하여 시제품을 제조하였다. 시제품 제작은 다음과 같은 공정을 통해서 제조되었다. 기재 필름/시트의 표면을 치밀화하기 위하여 1차 코팅용액을 제조 및 코팅하여 건조한 후, 건조소성단계를 거친다. 이후 기재 필름/시트에 배리어성을 증가시키기 위하여 2차 코팅 작업을 수행하고, 다시 건조소성 단계를 거쳐 제품을 생산하다.

<코팅 필름 제조 과정>



연구의
목적 및 내용

- 생산된 제품은 전자기기 부품에 적용하였으며, 기존의 포장재 보다 산소 차단성이 향상되고, 알루미늄을 첨합하는 라미네이트 제품과는 달리 투명성이 좋아, 내용물을 쉽게 확인할 수 있는 기능이 추가되었다.

<코팅 완료된 각종 소재의 포장재 샘플>



연구의
목적 및 내용

(6) 차단성 소재 조사

생분해성 수지와 함께 사용 가능한 차단성 소재에 대해 조사를 진행하고 적용 가능성이 있는 소재에 대해 아래의 표에 나타내었다.

소재	특징
Starch	<ul style="list-style-type: none"> - 생분해성 우수, 가격경쟁력 높음 - 가공성, 기계적 물성 약세 - 가스차단성 우수
Polyketone	<ul style="list-style-type: none"> - EVOH와 동등한 가스차단성 - 분자구조가 linear하며 가수분해가 가능한 관능기 ketone을 가짐 - UV에 취약한 단점이 있음
Polyethylene carbonate	<ul style="list-style-type: none"> - CO₂로 합성된 친환경 수지 - 나일론과 EVOH의 중간 정도의 가스 차단성을 가짐 - 분자구조 내 carboxyl 관능기로 인해 빠르진 않지만 생분해성을 가지는 것으로 알려져 있음

(7) 가스 및 수분 차단성이 향상된 생분해성 복합소재 개발

○ 복합소재의 제조는 twin screw extruder를 이용한 컴파운딩 공정을 통해 수행되었으며, 이로부터 얻어진 복합소재의 가공성은 blown film기를 이용한 필름 압출을 통해 조사하였다.



<컴파운딩기를 이용한 복합소재 제조 공정>

연구의
목적 및 내용



<복합소재 제조설비 및 가공성 평가설비>

① Starch / 생분해성 수지 복합소재 제조

- Starch와 생분해성 수지 복합소재는 1단계 PBAT를 베이스 수지(PBAT 50% : Starch + 첨가제 50%)로 하여 아래의 그림과 같이 Starch master batch 제작한 후,



<PBAT Starch Master Batch 시작품 제작>

- 2단계로 제작된 master batch와 생분해성 수지인 PLA, PBAT를 아래의 표와 같이 여러 조성으로 배합 한 후 blown film 압출을 통해 가공성 확인 및 샘플을 제작하였다.

연구의
목적 및 내용

항목 시료	구성비			압출온도 (°C)	가공결과
	Starch	PLA	PBAT		
STF-1	10	-	90	150~170	블로킹으로 작업불가
STF-2	20	-	80		블로킹으로 작업불가
STF-3	30	-	70		작업상태 양호, 미세한 블로킹
STF-4	40		60		작업상태 양호
STF-5	10	10	80		블로킹으로 작업불가
STF-6	20	10	70		작업상태 양호, 미세한 블로킹
STF-7	30	10	60		작업상태 양호
STF-8	40	10	50		작업상태 양호

<Starch 함유 생분해성 필름 제작 실험>



<Starch M/B 배합원료 & 그로부터 제작된 필름>

② Polyketone / 생분해성 수지 복합소재 제조

- 아래의 표와 같이 PK / 생분해성 수지 복합소재를 twin screw extruder에 의해 compounding하여 준비하였다.

항목 시료	구성비			압출온도 (°C)	가공결과
	M620A	PLA	PBAT		
PK-1	10	-	90	220~240	토출상태 양호
PK-2	20	-	80		서징 발생 / 토출 불안정
PK-3	30	-	70		서징 발생 / 토출 불안정
PK-4	10	90	-		토출상태 양호
PK-5	20	80	-		서징 발생
PK-6	30	10	-		strand 끊어짐 / 샘플제작 불가

<Polyketone과 생분해성 소재 compounding 배합비>

연구의
목적 및 내용

- 컴파운딩 실험결과 PK / 생분해성 소재와의 상용성이 좋지 않은 것으로 관찰되었으며, PK과 일정함량을 초과할 경우 아래의 그림과 같이 서징현상 및 끊어짐 현상이 발생하였다.



정상

서징

불량

<Polyketone과 생분해성 수지의 compounding 토출>

- 얻어진 PK / 생분해성 수지와와의 복합소재의 가공성 실험 및 샘플제작을 Blown film 압출기를 이용하여 시도하였으나 fish eye & gel 발생, 버블안정성 불량 및 블로킹 발생으로 샘플 제작에 실패하였으며 향후 양산 적용도 힘들 것으로 판단되었다.



<Polyketone과 생분해성 수지의 Blown film 가공 테스트>

③ PEC / 생분해성 수지 복합소재 제조

- PEC / 생분해성 수지 복합소재도 여타 복합소재와 같은 방법인 twin screw extruder에 의해 compounding하였으며, 아래의 표에 그 배합비 및 컴파운딩 가공특성을 나타내었다.
- 컴파운딩 결과 PEC / PBAT 복합소재의 경우 느린 냉각과 높은 연성으로 가공이 곤란하였으며, PEC / PLA 복합소재의 경우 PEC의 함량이 높아질수록 연성 증가로 인한 복합소재 제작이 더 용이해짐을 확인할 수 있었다.

연구의
목적 및 내용

항목 시료	구성비			압출온도 (°C)	가공결과
	PEC	PLA	PBAT		
PEC-1	10	90	-	170~180	토출상태 양호하고 PEC의 함량이 증가할수록 Strand가 유연해져 작업성이 좋아짐
PEC-2	20	80	-		
PEC-3	30	70	-		
PEC-4	40	60	-		
PEC-5	50	50	-		
PEC-6	10	-	90	140~160	느린 냉각과 연성으로 cutting성 나쁘고 cutting기에서 말림현상 발생으로 생산속도 낮음
PEC-7	20	-	80		
PEC-8	30	-	70		

<Polyethylene carbonate와 생분해성 수지의 복합소재 제조>

- 제조된 PEC / 생분해성 수지 복합소재를 이용하여 상기 표의 PEC-3, PEC-4, PEC-5가 필름 가공성이 양호함을 확인할 수 있었다. 아래의 그림에 가공성이 양호한 제품과 불량한 제품의 현상을 나타내었다.



PEC-2



PEC-4



PEC-8

<Polyethylene carbonate와 생분해성 수지의 Blown film 가공 테스트>

- 좋은 혼화성 및 가공성에도 불구하고 PEC / PLA 복합소재로 제작된 필름은 개구성과 슬립성이 부족한 문제점을 가지고 있었고 이의 해결을 위해 아래의 표와 같은 첨가제 처방을 통해 개선을 시도하고 그 중 양호한 결과를 보여준 PEC-4b의 조성으로 필름 시작품을 제작하였다.

연구의
목적 및 내용

항목 시료	구성비				가공결과	
	PEC	PLA	AB	S	블로킹	개구
PEC-3a	30	70	1,000ppm	500ppm	X	X
PEC-3b	30	70	1,500ppm	1,000ppm	△	△
PEC-3c	30	70	2,000ppm	1,000ppm	○	△
PEC-3d	30	70	2,000ppm	1,200ppm	○	○
PEC-4a	40	60	2,000ppm	1,200ppm	△	△
PEC-4b	40	60	2,500ppm	1,200ppm	○	○
PEC-5a	50	50	2,500ppm	1,500ppm	X	X
PEC-5b	50	50	3,000ppm	1,500ppm	X	X

<PEC / PLA 복합소재의 첨가제 함량 선정 실험>



<개구성과 슬립성이 향상된 PEC/PLA 복합소재 및
그로부터 제작된 Blown film>

(8) 복합소재의 평가

① 복합소재의 차단성 평가

- 얻어진 복합소재 중 compounding 및 가공성이 양호하여 개발 후 양산성이 있다고 판단되는 Starch / 생분해성 수지 복합소재 STF-4, STF-8과 PEC / PLA 복합소재 PEC-4b를 30um 필름으로 제작하여 투습도와 산소차단성을 측정하였으며, PEC-4b의 경우 기존 나일론 필름과 대동소이한 값을 가짐이 확인되었다.

연구의
목적 및 내용

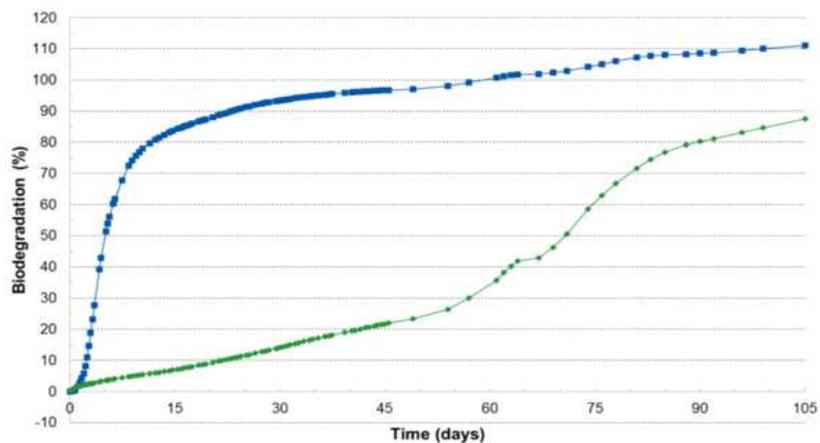
Polymer \ 항목	OTR cm ³ /30μm/ m ² /24hrs	WVTR g/30μm/ m ² /24hrs
PLA	1.025	182.3
PBAT	1.150	132.4
STF-4	1.300	500초과
STF-8	1.400	500초과
PEC-4b	43	120
PA	40~60	155~310
EVOH	0.3~1.2	23~60
mLLDPE	2.600	5.8
HDPE	1,600~2,300	4~12

•OTR : ASTM D 3985-05e1 / 시험기기 ILLINOIS 8003 (SYSTECH, 미국)
 •WVTR ASTM F 1249-13 / 시험기기 PERMATRAN-W, Model 3/61 (Mocon, 미국)
 •시험면적 10cm²
 •투습도 : 검출한계 500g이하

<제작된 복합소재의 차단성 측정 결과>

② 복합소재의 차단성 평가

- 차단성, 가공성에서 우수한 결과를 보여준 PEC / PLA 복합소재인 PEC-4b ISO 14855의 퇴비화 조건에서의 호기적 생분해도 평가를 실시하고 있으며 현재 105일 동안 기준물질인 셀룰로오스 대비 약 90% 정도의 생분해도를 보여주고 있다.



<PEC / PLA 복합소재의 생분해성 평가>

3. 본 과제의 정량적 목표항목 및 달성도

항 목	계 획	실 적	평가방법	달성도 (%)																																				
연구의 목적 및 내용	개발목표	<p>-산소차단성등 기능이 향상된 코팅용액을 제조</p> <p>-이를 이용하여 PLA+PEC 필름에 PVD/CVD ROLL 코팅 등의 방법으로 필름 표면에 코팅을 하여 기능이 향상된 배리어성 포장재를 개발</p> <p>-친환경 생분해성 수지의 수분 및 산소차단성을 향상시킨 복합소재를 개발하여 커피 포장재로 적용하기 위해, 소재의 생분해성에 영향이 거의 없으며 가스 및 수분차단성이 우수한 소재를 발굴하고</p> <p>- 컴파운딩을 통한 복합소재를 제조한 후 코팅용액은 친환경 소재를 이용하여 제조하여 필름에 직접 코팅을 함으로서 가공성, 기계적 물성, 산소차단성이 우수한 커피포장재로의 적용이 가능한 친환경적인 포장재를개발</p>	<p>-유무기 하이브리드 졸-겔 공정을 이용하여 산소 차단성이 우수하고, 고습도하에서도 배리어성이 저하되지 않으며, 도포 가공성이 용이한 배리어성 코팅액을 제조</p> <p>-친환경 생분해성 수지의 수분 및 산소차단성을 향상시킨소재를 컴파운딩을 통한 복합소재를 개발하여 커피 포장재로 적용</p> <p>-산소차단 기능이 향상된 코팅용액을제조하여,PLA+PEC 필름에 그라비아 롤 코팅으로 코팅을 하여 기능이 향상된 배리어성 포장재 개발</p>	공인시험 기관	100%																																			
	정량적 평가항목 및 달성도	<table border="1"> <tr> <td>1. 산소투과도</td> <td>1~2 cc/m².atm</td> <td>한국고분자 시험연구소</td> <td>1.84</td> <td>ASTM D 3985</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>2. 수분투과도</td> <td>1미만 g/m².day</td> <td>한국고분자 시험연구소</td> <td>0.5</td> <td>ASTM F 1249</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>3. 바이오매스 함량</td> <td>40%이상</td> <td>한국의류시험 연구원</td> <td>49</td> <td>ASTM D6866-16</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>4. 인장강도</td> <td>250kf/cm 이상</td> <td>한국화학 시험연구원</td> <td>295.8</td> <td>EL 724:2016</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>5. 신장율</td> <td>50%</td> <td>한국화학 시험연구원</td> <td>732</td> <td>EL 724: 2016</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>6. 해외인증</td> <td>1건</td> <td>미국 BPI인증 생분해성</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>100%</td> </tr> </table>	1. 산소투과도	1~2 cc/m ² .atm	한국고분자 시험연구소	1.84	ASTM D 3985	100%	2. 수분투과도	1미만 g/m ² .day	한국고분자 시험연구소	0.5	ASTM F 1249	100%	3. 바이오매스 함량	40%이상	한국의류시험 연구원	49	ASTM D6866-16	100%	4. 인장강도	250kf/cm 이상	한국화학 시험연구원	295.8	EL 724:2016	100%	5. 신장율	50%	한국화학 시험연구원	732	EL 724: 2016	100%	6. 해외인증	1건	미국 BPI인증 생분해성	-	-	100%		
1. 산소투과도	1~2 cc/m ² .atm	한국고분자 시험연구소	1.84	ASTM D 3985	100%																																			
2. 수분투과도	1미만 g/m ² .day	한국고분자 시험연구소	0.5	ASTM F 1249	100%																																			
3. 바이오매스 함량	40%이상	한국의류시험 연구원	49	ASTM D6866-16	100%																																			
4. 인장강도	250kf/cm 이상	한국화학 시험연구원	295.8	EL 724:2016	100%																																			
5. 신장율	50%	한국화학 시험연구원	732	EL 724: 2016	100%																																			
6. 해외인증	1건	미국 BPI인증 생분해성	-	-	100%																																			

연구개발성과	<p>4. 성과요약 및 기대효과</p> <p>1) 기술적 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 본 연구를 수행한 주관기관(세림비앤지)은 연구사업 결과물인 ‘산소배리어성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 다층필름’이라는 명칭으로 특허 등록을 추진하였고, 현재 특허등록은 수행하고 있다. <p>2) 경제적 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 경제적 성과는 2019년에 약 10억원 정도의 매출이 발생할 것으로 예상되고 있으며, 현재 주관기관인 세림비앤지와 거래하고 있는 업체가 기술개발된 포장재로 전환된다고 가정할 경우 신규 매출업체를 포함하여 약 20억원의 매출을 예상하고 있다. 수출액의 경우 2020년 이후 약20억원 정도로 예상하고 있다. ○ 또한 원가절감은 기존 공정에서는 라미네이팅(합지)를 위하여 AI의 원자재가 투입되었으나, 코팅공정으로 전환하면 AI이 제외되어 그만큼의 원자재 투입(kg당 6,000원)을 절감할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 증착하기 위한 PLA필름을 일부 절감할 수 있고, 합지 또는 증착 시 사용되는 접착제를 절감할 수 있는 것으로 예상하고 있다. ○ 생산성은 기존 생산량 대비 30% 이상 증가가 예상되고 있는데, 그 이유는 라미네이트 공정이 생략되면서 공정단계가 감소되기 때문이고, 라미네이트 공정 시 약 5% 정도의 loss가 발생하였으나 코팅공정으로 전환하면 로스율이 약 3% 이하로 떨어질 것으로 예상하고 있다. ○ 소비자의 친환경제품 수요 증가에 따른 신규시장 성장 가능성과 해외 수출시 바이어들의 친환경재질 포장재 사용 요구가 증가함에 따라, 국내기술에 의한 친환경포장재를 적용한 제품 수출이 용이 ○ 다양한 식품포장에 적용이 가능하여 신규 수요를 창출하고,수출증대에 기여할 수있으며, 재활용이 어렵고 가격이 고가인 알루미늄/PE합지 필름 대체할 수 있수 있으며, 다양하게 적용을 할 수 있는 포장재 생산이 가능함 <ul style="list-style-type: none"> · 농산물 및 과채류 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등) · 식품 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등) <p>3) 산업적,기업적 성과</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 무한 자원인 식물성 소재인 PLA수지를 사용하여 석유 원료 사용을 줄이고, 이산화탄소 저감 효과가 있으며, 퇴비화가 가능한 성질을 이용하여 폐기시 환경에대한 부하가 적다. ○ 친환경 Bio-plastic에 대한 관심 증가로 인한 기업홍보 효과 ○ 다양한 제품에 적용하여 기업의 매출을 증가시키고, 신사업분야에 더 많은 고용을 할 수있어 고용창출 효과를 가질 수 있다.
--------	--

연구개발성과의
활용계획
(기대효과)

- 최근 우리나라는 식품 포장재를 중심으로 해서 기능성 필름에 대한 관심이 계속 증가하고 있고, 이에 관련된 기술수준이 선진국과 견줄만한 기술을 보유하고 있으나. 산업용 포장재에 대한 기술 개발은 아직도 선진국에 비해 뒤쳐져 있는 실정이다.
- 그러나 커피포장제품을 제조하는 국내회사는 제품의 유통, 보관 시에 발생하고 있는 불량률 줄이고자 습기방지 등 기능성이 강화된 포장재의 공급을 요구하고 있지만 아직까지 원하는 기능을 충족시키는 포장재를 개발하는 국내업체는 몇 개에 불과할 정도로 아직까지 기술수준이 떨어져 있는 것이 현실이다.
- 이에 당사는 그동안 기술개발이 충분하지 않았던 산업용 포장재, 그 중에서도 전자기기 부품 포장재의 기술 개발에 추진하기 위하여 R&D 사업을 적극 추진하였으며, 1차적인 결과로 가스배리어성 기능이 향상된 포장재를 제조할 수 있는 기술을 보유하게 되었다.
- 앞으로 당사는 개발된 기술을 기반으로 이외의 기능을 추가하여 다양한 식품포장용 포장재를 개발하기 위하여 노력할 것이며, 개발된 포장재를 의약품 포장재로도 활용이 가능할 수 있도록 연구하여 생산품목의 다양화를 꾀함으로써 사업 확장을 추진할 수 있는 좋은 기회가 되고 있다.
- 또한 포장재는 중소기업이 생산하기에는 매우 적합한 업종이므로 대기업의 침해로부터 보호받을 수 있기 때문에 향후 부가가치성이 대단히 높을 것으로 예상되고 있다.

○ 최근 3년간 매출 실적 (단위 : 백만원)

구분	2015	2016	2017
총 매출액(A)	22,000	24,000	27,000
신청 기술 매출액(B)	0	0	30
신청기술 매출 비중 (B/A*100)	0	0	0.1%

- 주요 판매처
 - 영보 , 코페코, 화이트커피, 기타 커피가공회사
 - 미국 및 캐나다등 북미 커피 제조회사

연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	○ 성과 활용계획 (기술개발 완료후) - 기술개발 후 1년차인 2019년에 매출 10억원 목표 <ul style="list-style-type: none"> • 생분해성 다층필름/종이 합지 봉투 제조를 통한 커피봉투 사업화 추진 • 기존 거래처를 통한 기능성 필름 판매 예정 - 2년차에 다양한 식품포장 봉투에 적용 확대 예정 - 국내 환경마크 인증 및 해외 생분해성 인증마크인 미국의 BPI, 유럽의 DIN인증을 획득하여 해외수출 기반 확보				
	○ 기술개발 완료후 3년간 매출 계획 (단위:백만원)				
	구분	2019	2020	2021	
	총 매출액(A)	30,000	32,000	34,000	
신청 기술 매출액(B)	1,000	2,000	4,000		
신청기술 매출 비중 (B/A*100)	3.3%	6.25%	11.8%		
국문핵심어 (5개 이내)	가스배리어	퇴비화	다층필름	졸-겔법	코팅
영문핵심어 (5개 이내)	Gas barrier	Compostable	Multilayer	sol-gel hybrid	coating

목 차

<요 약 문>	4
제 1 장 연구개발과제의 개요	23
제 1 절 연구개발과제의 개요	24
제 2 절 국내·외 관련기술 및 지식재산권 현황	29
제 3 절 국내·외 시장 현황	41
제 4 절 개발의 필요성	51
제 5 절 연구개발의 범위	56
제 2 장 개발목표 및 개발내용	57
제 1 절 기술개발 목표	58
1. 기술개발 최종목표	58
2. 세부 개발목표 및 역할분담	60
제 2 절 세부 개발내용 및 방법	64
1. 세부 개발내용	64
2. 세부 개발방법 및 과정	66
제 3 절 연구개발의 추진일정	140
제 4 절 정량적 목표항목 및 달성도	143
제 3 장 연구 성과 및 기대효과	145
제 1 절 기술개발 성과	146
1. 기술적 성과	146
2. 경제적 성과	147
3. 기타 성과	149
제 2 절 판로확보 및 사업화 계획	150
1. 판로확보 계획	150
2. 사업화 계획	152
제 3 절 기대효과 및 활용계획	153
1. 기대효과	153
2. 활용계획	154
[참고문헌]	155
[부 록]	156
<시험성적서>	156
<특허출원서>	157
<객관적 증빙자료 및 기타자료>	161

제1장. 연구개발과제의 개요

제1절 연구개발과제의 개요

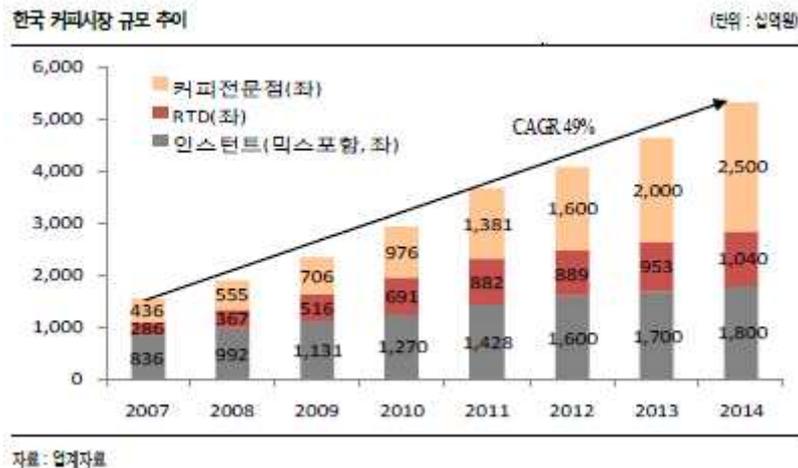
1. 적용 대상 제품(커피)의 개요

■ 커피의 정의

- 식품공전에 따르면 커피라 함은 커피원두를 가공한 것이거나 또는 이에 식품 또는 식품첨가물을 가한 것으로서 볶은커피(커피원두를 볶은 것 또는 이를 분쇄한 것), 인스턴트커피(볶은커피의 가용성추출액을 건조한 것), 조제커피, 액상커피를 의미함. 하지만 식품공전에서는 커피의 종류별로 추가적인 정의에 대하여 제시하지 않음. 현재 판매되는 커피의 종류는 품종별로는 아라비카(Arabica) 커피와 로부스타(Robusta-canephora), 리베리카(Liberica) 종류로 나뉘며, 판매되는 형태는 생두(Green bean), 로스팅 후의 원두포장, 원두를 분쇄한 분말형이나 액상형 등이 있음.

■ 커피의 시장 및 판매현황

- 전 세계 커피시장 규모는 약 2.3조 달러 수준으로 교역규모가 크며, 국내 커피시장 또한 1999년 스타벅스 1호점의 개점 이후 큰 폭의 성장세를 보이고 있음. 현재 커피시장은 인스턴트 믹스커피에서 원두커피로 소비중심이 이동하고 있음. 2007년 기준 한국 커피시장은 인스턴트커피가 53.7%의 비중을 차지했으나, 커피전문점 성장의 영향으로 2014년 기준 33.7%로 하락함. 2014년 한국 커피시장의 규모는 약 5.4조원이며, 인스턴트커피가 1.8조원, 커피전문점이 약 2.5조원으로 형성되어 있음.



<그림-1> 한국커피시장 규모 추이

■ 커피의 가공 방법

- 커피콩의 유통은 생두, 원두, 분쇄의 형태로 이루어지고 있음. 생두의 경우 로스팅을 거치지 않은 것으로 소비자가 직접 로스팅을 해야 하는 번거로움이 있으며 로스팅 과정에 따라 맛과 향이 크게 변할 수 있는 단점이 있음. 하지만 생두는 원두와 분쇄 형태의 커피보다 오래 보관이 가능하며 로스팅을 제대로 할 경우 가장 신선한 커피 음용이 가능함. 원두 형태의 제품은 로스팅 과정을 거친 후 판매하는 것으로 소비자는 분쇄기를 이용하여 원두를

분쇄한 후 추출하는 과정을 거치게 됨.

- 또한 커피는 산지와 품종은 로스팅에 따라 구분됨. 로스팅 시간과 온도에 따라 시나몬, 아메리카, 시티 등으로 분류되나 포장의 형태는 동일함. 분쇄 제품은 가장 간편한 형태로 소비자는 추출만 하여 커피를 얻을 수 있음. 하지만 분쇄 제품의 경우 향과 맛 그리고 보존 기간이 다른 형태의 제품보다 가장 짧은 단점이 있음. 원두, 분쇄 형태의 제품은 향과 맛을 보관 기간에 따라 차이가 크고 보존기간이 짧기 때문에 신선한 커피 또는 고가의 커피를 원하는 소비자들은 원두형태의 제품을 구매하고 직접 로스팅을 하여 추출하는 과정을 거침.

2. 기존 기술(제품)과의 차별성

■ 기존 커피 포장 현황

- 커피는 크게 로스팅 과정을 거치지 않은 생두와 로스팅 과정을 거친 원두의 두 가지 형태로 유통되고 있음. 생두의 경우 유통기한은 통상 2년 정도로 길지만, 직접 로스팅 과정을 거쳐 분쇄 후 음용해야 한다는 단점이 있음. 반면 로스팅을 진행하면 그 향미가 금방 날아가기 때문에 포장 방식에 따라 유통기한이 크게 줄어들어 짧게는 1개월에서 길게는 5개월로 감소함.

- 커피는 생산지가 정해져 있고 전 세계적으로 납품되기 때문에 로스팅 커피의 유통과정이 길어질 경우, 본연의 향이 감소하게 됨. 이에 따라 근래에는 커피의 신선한 향을 느낄 수 있도록 생두를 직접 로스팅하거나 집에서 로스팅하는 방법이 점차 일반화되고 있음. 고급화 커피의 수요가 증가하면서, 그 향과 맛을 최대로 유지하기 위한 포장방식이 요구됨. 생두의 경우 최고 품질을 유지하기 위해선 약 12%정도의 수분을 유지하는 것이 필요함.

- 커피의 형태에 따른 포장방식도 변하게 되는데 생두 형태의 커피는 황마자루, Grain pro bag, 파우치 형태로 포장되어 유통되고 원두와 분쇄 형태의 제품은 파우치, 캔의 형태로 유통되고 있음. 로스팅 과정의 유무에 따라 포장형태는 크게 변하게 되는데 로스팅 과정을 거치게 되면 커피에서 CO2 등 가스가 방출되어 포장에 터지게 되는 경우가 있음. 따라서 로스팅을 거친 커피의 경우 가스조절장치가 포함된 포장재를 사용해야 하지만 원두의 경우 보관 상태에서 가스 생성이 없기 때문에 가스조절장치가 없는 포장재를 사용하고 있음.



<그림-2> 기존 커피 포장재 예시

■ 기존 포장형태의 문제점

- 생두의 품질은 함유 수분이 약 12%정도를 유지하여 보관할 때 가장 이상적인 상태를 보임. 생두의 포장 형태인 황마 자루, Grain bag, Pouch는 유통과정에서의 관리하고자 하는 환경적 요소가 다름. 황마자루의 경우 통기성에 중점을 두었고 Grain bag은 범용적으로 유통의 편리성을 위해 사용하고 있음. Pouch의 경우 차단성과 판매에 중점을 둔 포장임.

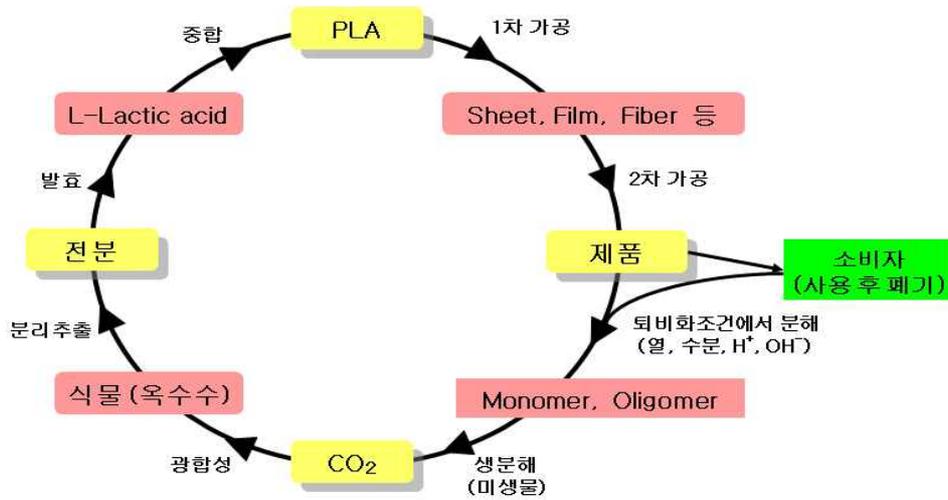
- 황마자루와 Grain probag은 주로 대량의 커피콩의 도매 및 수출을 위해 적용하는 포장 형태이지만 소비자에게 판매를 위한 포장으로는 상품성이 떨어짐. 또한 소비자가 가장 많이 접하는 포장인 Pouch 형태의 포장은 소비자 판매에 중점을 둔 포장 형태로 포장내부(종이)에 알루미늄 접합을 이용함으로써 뛰어난 수분 및 산소차단성을 보유하고 있음. 하지만 알루미늄 접합에 의해 재활용이 어렵기 때문에 폐기 및 처리과정에서 환경에 악영향을 미침.

- 커피와 같은 소모품 포장을 사용한 후의 포장폐기물들은 대부분 생활폐기물로 분류됨. 이러한 폐기물 일부는 환경에 유해한 영향을 끼치는데, 관련 법규 상 유해성 폐기물에 관한 규정은 바젤협약 부속서 3의 유해특성 목록에서 찾아볼 수 있음. 그중에는 반응성, 연소성, 부식성, 독성 외에 감염성이 포함되어 있으며 국내 법규상에도 수질환경보전법, 대기환경보전법, 토양환경보전법 등 8개 법률에 걸쳐 599종 일반오염물질과 294종의 특정유해물질이 등재되어 있음. 유럽 등의 선진국들에서는 자국제품의 보호 및 재활용성을 위해 포장재에 함유된 중금속 함유량을 설정·운영 중이나, 국내에는 그와 같은 규정이 없어 포장 폐기물에 의한 환경오염이 심각한 수준임.

- 따라서 커피 포장재가 환경에 미치는 영향력을 줄이기 위해 기존 알루미늄 접합 포장을 대체 가능한 친환경 생분해 고차단성 포장재를 개발하고자 함. 알루미늄을 대체하기 위해서 PLA와 생분해성폴리에스테르 컴파운드필름에 MMT 나노클레이를 첨가하고 차단성 코팅제를 도포하여 새로운 필름을 개발하며 MMT의 배합 비율에 따른 차단성을 확인하고 커피의 보관에 가장 적합한 비율을 도출하였음. 생두, 원두, 분쇄 형태의 커피 중 **가스조절 장치가 필요하지 않은 원두의 포장재 개발을 목표로 함.**

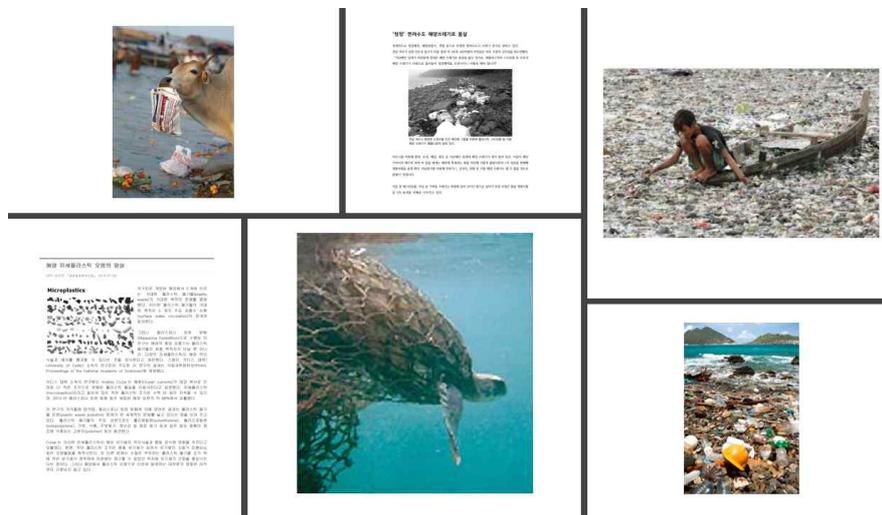
■ 개발대상 기술을 적용한 신소재 필름 현황

- 개발 필름의 소재로 사용할 PLA(Poly lactic acid)는 옥수수 전분에서 추출한 원료로 만든 친환경 수지를 의미함. 재생산 가능한 자원인 식물을 소재로 제조된 친환경 제품이며, 기존 석유 기반 플라스틱에 비해 CO2 저감 효과가 우수하고 정부의 저탄소 녹색성장 발전 계획에 부합하는 제품임. 국내 석유화학 업계에서도 PLA 합성기술을 꾸준히 연구 중임. 해외 기업 중 대표적으로 미국의 Natureworks 사는 140,000/년 규모, 중국에서도 10,000톤/년 단위 수준으로 생산중임.



<그림-3> <PLA 재생 가능 자원>

- 기존 생분해성수지는 산소투과도가 높고 수분 흡습이 잘되어 내구성이 필요한 제품 또는 식품포장재로 사용하기에 문제점이 있었음
- 이산화탄소 저감 효과 및 화석 연료의 사용 저감 효과를 불러오며, 기존 석유계 플라스틱인 PET 대비 PLA 사용 시 1/3 수준의 CO2 배출효과를 얻으며 중금속 걱정을 덜 수 있음. 사용 후 폐기 시에도 토양에서 물과 이산화탄소로 분해되어 환경오염 물질이 남지 않음.
- 플라스틱 제품들은 다양하고 우수한 기능, 낮은 가격 및 사용 편의성으로 인해 풍요로운 인간의 삶과 산업발달에 큰 기여를 해온 반면 처리에 있어 각종 폐비닐, 스티로폼, 플라스틱 용기 등의 소각, 매립에 따른 환경호르몬, 다이옥신, 침출수에 의한 토양오염과 수질오염 등을 유발시킨다.
- 2000년대 이전까지만 해도 이러한 플라스틱 폐기물에 의한 오염은 버려졌을 때 미관 상 나쁘게 보이는 시각적 오염을 가장 크게 인식하였으나 2000년 이후 버려진 폐플라스틱으로 인한 어패류의 폐사, 미세 플라스틱에 의한 생태계 교란, 소각에 의한 미세먼지 및 유해물질 발생 등으로 인한 생태계 오염에 대한 관심이 더욱 높아지고 있는 상황이다.

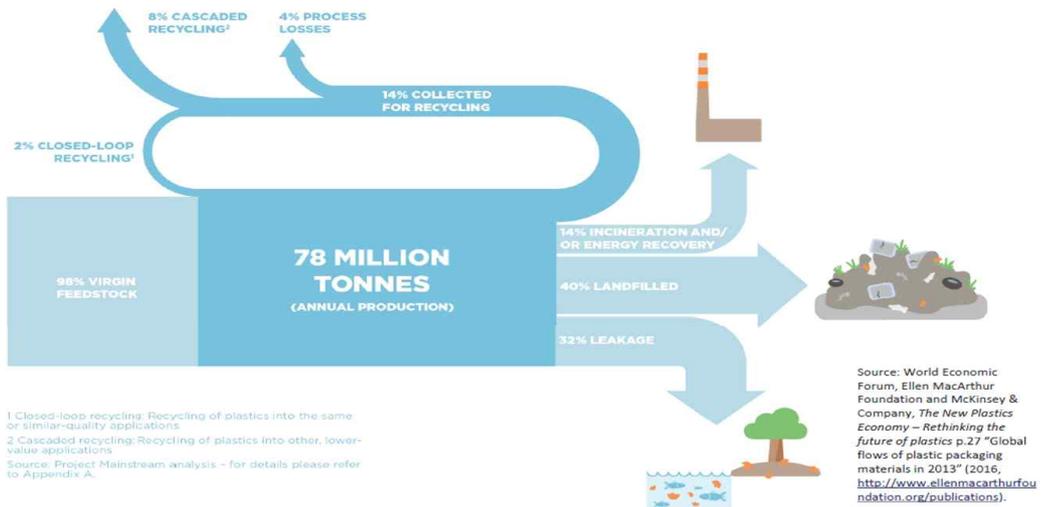


<그림-4> 폐플라스틱에 의한 환경오염 및 관련 기사

- 전 세계적으로 일 년에 약 1억5천만 톤의 플라스틱이 생산되며 그 중 약 1억 톤 가까이가 우리가 흔히 한번만 쓰고 버리는 비닐봉투, 일회용 도시락 용기, 식품포장재 등의 포장용도 제품들이 차지하고 있다.

- 사용된 플라스틱 제품들은 회수를 통한 재활용은 약 10%에 불과하고 32%는 불법투기, 40%는 매립, 14% 정도는 소각으로 처리된다고 합니다. 이렇게 회수되지 않고 버려지거나 투기, 매립, 소각되는 플라스틱 폐기물은 모두 환경오염을 유발하는 원인이 되고 있습니다.

- 이렇게 버려지는 플라스틱에 의한 환경오염을 해결하는 방안으로 세계 각국은 기존 플라스틱의 소비를 억제하는 정책, 기존 플라스틱을 더욱 효율적으로 재활용 할 수 있는 방법과 함께 친환경 플라스틱 사용을 권장 및 의무화하는 정책을 수립하여 시행해 나가고 있다.



<그림-5> 플라스틱 포장재의 폐기 및 순환 ; 출처 World economic forum, 2016

- 그 중 유럽 연합이 가장 적극적으로 대응하고 있으며 2020년까지 사용되는 플라스틱의 50% 이상을 바이오 플라스틱 사용 의무를 법제화하고 있고 미국은 각 주별로 바이오플라스틱 상용화가 이루어지고 있으며 중국 길림성의 경우도 바이오플라스틱 사용 의무화를 도입하였으며 다른 성까지 점차적으로 바이오플라스틱 사용이 확대되고 있는 상황이다.

	대한민국	국내 시장은 일부 제품에 한하여 법제화되어 Bioplastic을 사용 중이나 적극적 규제가 미흡하여 성장이 더딤
	유럽	이미 법제화되어 2020년까지 사용되는 플라스틱의 평균 50% 이상을 Bioplastic으로 사용해야 함 이탈리아는 100% Bioplastic 사용 중이며, 프랑스 독일 등 매년 사용 비율을 높이고 있는 중
	호주	Bioplastic 사업이 이미 10년 전부터 상용화 됨(중국산 사용)
	미국	각 주 별로 Bioplastic이 상용화 됨(대만/중국산, 일부 미국 현지에서 자체가공)
	중국	길림성에 Bioplastic 사용 의무화를 도입하여 매년 성장세를 기록하고 있으며 선전시 등 일부 지역에서도 자발적으로 Bioplastic 사용 중
	인도	최근 2년간 국제 Bioplastic 학회에 각 분야 전문가(학계, 산업계)가 참여하여 높은 관심을 보이고 있음

<그림-6> 국가별 비분해 플라스틱 규제 현황

- 하지만 바이오 플라스틱의 경우 현재 물성이 제한적이어서 기존의 플라스틱 제품을 모두 대체하기에는 현실적으로 어려움이 있는 것이 사실이다. 현재 상용화 판매되고 있는 바이오 플라스틱은 특히 가스차단 능력이 현저히 떨어져서 신선도 유지가 필수적인 식품포장재로의 적용은 전무한 실정이다.

제2절 국내외 관련 기술 및 지식재산권 현황

1. 관련기술 현황

- 포장산업 전반에 걸친 국제경쟁력은 범용 제품의 가격 경쟁력과 고부가 기능성 포장재의 설비 및 기술적 차별화와 포장재 관련 소재의 차별화가 중요시 되고 있다. 따라서 포장재의 제품 보호와 유통성의 기본적인 기능은 국가 간, 관련 제조업체 간 품질 평준화로 인하여 필수 불가결한 경쟁요소가 되어 있어 포장재의 편의성, 기능성 차별성 및 친환경 포장소재 및 선도유지 포장소재 개발 등과 그 제조 기술 향상이 필연적으로 요구된다고 할 수 있다.
- 커피,식품 등 최종 제품의 경박화, 고성능화에 따라 필름 자재에 요구되는 기능은 해마다 다기능화, 고기능화 정도가 강해지고 있다. 또한 시장 확대 및 응용 분야의 다양화와 함께 참가기업 간의 경쟁이 격화되고 있어 종래 일본 기업이 자랑해온 분야에서도 한국, 대만, 중국 등 해외 기업이 대두하고 있어 국제 경쟁이 더욱 치열해지고 있는 상황이고, 해외 기업은 가격 경쟁력을 무기로 시장에서 입지를 강화하고, 일본계 기업은 종래 이상으로 기술력으로 차별화를 꾀할 필요에 직면하고 있는 것이 현실이다.
- 최근 우리나라에서는 식품 포장재를 중심으로 배리어성에 대한 관심이 증가하고 있고, 기술 수준 또한 선진국에 비해 뒤지지 않는 기술력을 보유하고 있다. 배리어성 고분자 필름은 기본 재료가 되는 플라스틱 필름에 코팅이나 증착 등의 표면처리 및 코팅 등의 이차가공 또는 베이스 필름재료 자체의 고기능화 및 하이브리드화 등에 의해 일부 기능을 부여한 필름이며, 전자, 자동차, 에너지, 포장 등 매우 다양한 분야에서 응용되고 있다.
- 생분해성 수지는 자연적으로 발견되거나 혹은 인위적 합성과정을 통해 만들어지고, 분자구조 내에 가수분해 반응이 일어날 수 있는 에스테르(ester), 아마이드(amide), 그리고 에테르(ether) 기능집단으로 이루어져 있다. 합성고분자의 경우 일반적으로 촉매 및 안정제 존재 하에서 축중합 또는 고리열림중합 등의 반응에 의해 합성된다.

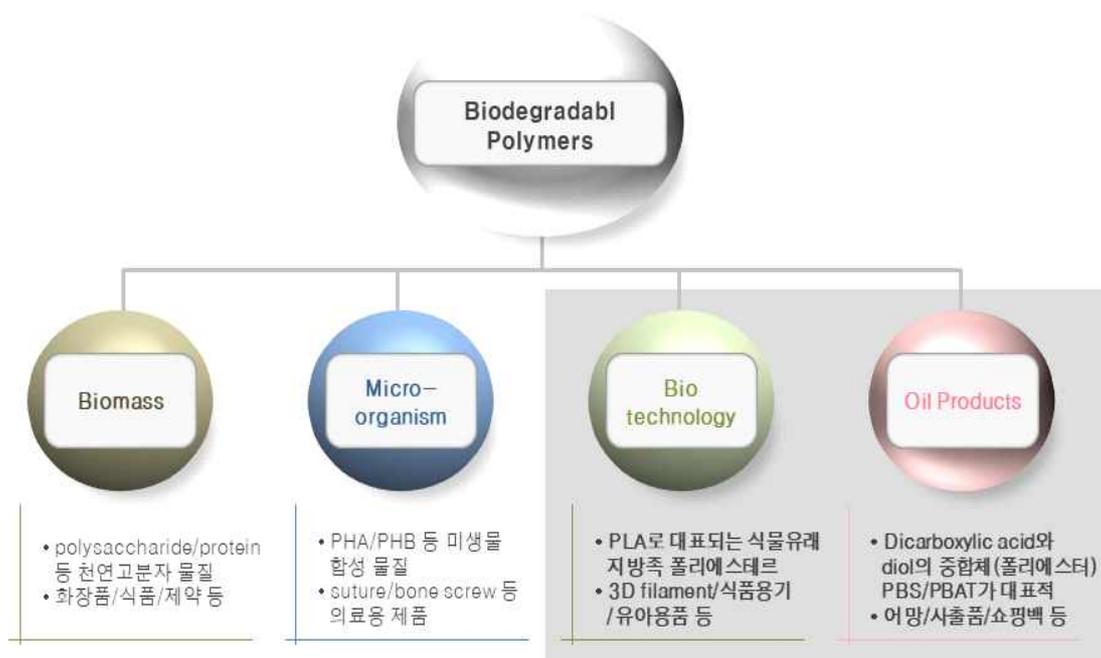
○ 기술현황

- 국내외 생분해성수지를 생산하는 업체는 다수 있으나, 퇴비화가 가능한 PLA와 생분해성 폴리에스테르수지를 활용하여 산소차단성이 우수한 필름을 만드는 업체와 제품은 없음. 현재 일회용 커피컵의 재질이 기존 PP나 PE에서 퇴비화가 가능한 친환경 재질인 PLA나 분해성 소재로 대체되고 있어, 이를 포장하는 필름도 친환경재질 개발이 시급한 상황임.

- 특히 커피 포장에서 기존의 알루미늄 접합 포장재를 대체 가능한 고차단성 포장재 중 친환경 포장재를 이용한 선택이 없음. 따라서 생분해성 소재인 PLA와 폴리에스테르수지를 적용하고 차단성과 수분에 약한 취약점을 보완하기 위해 즐-겔 공정을 이용한 유무기 나노 하이브리드 배리어 코팅 기술을 이용하여 MMT 나노 클레이를 나노 복합체로 사용하여 차단성을 높이고, 개발 코팅제를 2회에 걸쳐 코팅함으로써 수분 차단성을 더욱 향상시키고 필름의 표면에 접착성과 인쇄 적정성을 높이려고 함.
- 미국의 화이트 커피 등 메이저 커피 제조회사들은 일회용커피캡슐을 PLA소재로 적용하려고 개발을 진행 중이며 일부 제품은 생산 중에 있음. PLA용기를 제조 후 후 공정에서 결정화하여 내열성을 향상시키는 연구를 진행 중임.
- 테이크아웃 종이 재질의 커피컵 내부를 PLA로 코팅한 제품을 사용하여 사용 후 폐기 시 퇴비화시설에서 분해되어 환경오염 물질이 발생하지 않는 친환경재질을 선호하고 있으며, 일부 뚜껑 재질도 PLA 재질로 대체하고 있다.
- 대만의 웨이퐁 등 PLA 컴파운드 업체에서 커피 컵 뚜껑을 PLA 컴파운드 재질로 생산하여 해외로 수출하고 있으며, 중국에서는 하이선과 같은 PLA 합성 제조공장 등이 설비 및 CAPA를 증설하여 증가하는 수요에 발 맞추고 있는 실정이다.
- 국내 생분해성 수지 시장은 석유화학물질로부터 얻어지는 단량체의 중합으로 얻어지는 PBS, PBAT수지와 식물로부터 추출되는 단량체를 중합하여 얻어지는 PLA수지가 시장의 주를 이루고 있다.
- PBS, PBAT의 경우 에스엔폴(구 이래화학)이 국내 최초로 개발하여 상업화에 성공하였고 최근에는 신규 생산업체로 (주)지오솔테크가 설립되어 2013년부터 PBS와 PBAT 양산을 시작하였다.
- PLA 수지의 경우 해외에서 수입된 원료로 일회용 포장재에 적용하는 Sheet, 필름, 일회용 사출용품에 적용되고 있다.
- 최근에는 제품 용도에 맞게 서로 다른 생분해성 수지의 컴파운딩을 통한 개질 생분해성 수지들도 개발, 판매되고 있으며 당사인 티엘씨코리아, 프렉스, 우성케미칼 등이 대표적 기업이다.
- PBS 또는 PBAT를 생산, 판매하는 해외기업으로는 독일의 BASF, 일본의 Showa High Polymer, Mitsubishi Chemical, 중국의 Xinfupharm, Tunhe가 대표적이다.
- BASF는 PBAT(상품명 Ecoflex)가 주력상품으로 세계에서 가장 높은 시장 점유율을 가지고 있으며, 농업용 멀칭필름을 주 용도로 영업활동에 전념하고 있다.
- PBS를 세계최초로 상용화하였던 일본의 Showa High Polymer의 경우 최근 생분해성 사업을 철수하였다. 이로부터 생긴 공백을 한국의 (주)지오솔테크, 미쓰비시와 태국의 PTT의 Joint venture 및 중국의 기업들이 대체하고 있다.
- PLA 수지의 경우 높은 투명성, 강한 취성, 늦은 생분해 속도의 특징을 가지며 주로 일회용 포장재, 의료용 소재, 3D Printer filament 용도로 사용되고 있다. 다국적 기업인 Nature works 社 Total-corbion社P 및 중국의 Hisun이 PLA의 대표적 생산기업이다.

Polymer	특성	생산업체 (소재지)	가격 (USD/kg)
PLA	<ul style="list-style-type: none"> 투명성 우수, 인장강도 우수 일반 생활환경에서 내구성 우수 낮은 신장률과 인열강도/충격에 취약 내열성 취약(Tg 50~60℃) 	Natureworks (미국) Total-corbion (태국) HiSun(중국)	2.1~2.7
PBAT	<ul style="list-style-type: none"> Aro/Ali. Copolymer로 낮은 결정성 느린 냉각속도로 인해 단독가공/사용 어려움 PLA/Starch/무기물 등과 혼화성 우수 	BASF(독일) 에스엔폴(한국) 지오솔테크(한국) Xinfu(중국) Tunhe(중국) Novamont (이탈리아) Kingfa(중국)	3.5~4.0
PB(A)S	<ul style="list-style-type: none"> 생분해성 수지 중 PE와 가장 유사한 특성 빠른 경시변화/높은 가격으로 적용 제한적 PLA/무기물과 컴파운딩을 통한 사출제품 생분해성 어구에 사용 중 	에스엔폴(한국) 지오솔테크(한국) Xinfu(중국) Tunhe(중국) PTT-Mitubishi (JV, 태국)	4.2~4.5

〈그림-7〉 주요 생분해 수지의 특성 및 생산업체



〈그림-8〉 유래에 따른 생분해성 수지 분류

2. 국내·외 지식재산권 현황

가. 국내외 지식재산권 현황

- 본 연구사업에서 개발한 기술은 “산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장재”로 산소차단성 등 기능성이 향상된 유무기하이브리드 코팅용액을 제조하고, 이를 이용하여 PLA+PEC 필름에 PVD/CVD ROLL 코팅 등의 방법으로 필름 표면에 코팅을 하여 여러 기능을 향상시킨 배리어성 포장재이다. 2종 이상의 재질로 합지한 제품이 아닌 단일재질의 포장재를 개발하는 것을 특징으로 하고 있고, 전자기기 부품 포장재 외에 식품·의약품 포장재로도 활용할 수 있도록 할 예정이며, 친환경 소재로 된 코팅용액의 사용과 상호보완성이 있는 코팅액의 1,2차도포를 통한 단일재질의 포장재이기 때문에 친환경적인 포장재이다.
- 본 기술과 관련이 있는 특허 및 연구결과를 조사한 결과, 코팅용액의 제조방법 등 개발기술과 일부 유사한 내용이 있지만, 본 기술과 비교할 때 1차 도포로 고분자수지(필름)의 비결정 부분을 억제시키고, 2차 도포를 통하여 산소차단성 기능을 강화하여 배리어성을 높일 수 있도록 하는 등, PLA+PEC 필름에 기능성 보안을 위한 2차례의 코팅용액을 도포하는 과정을 통해 포장재를 제조하는 점에서 다른 특허 및 연구결과와는 포장재 제조 방식의 구성요소에서 큰 차이가 있다.
- 본 기술의 모든 구성요소를 포함하는 특허는 아직 확인하지 못하였고, 본 기술은 다른 기술 및 특허와 비교했을 때 독창성 및 신규성이 있는 것으로 여겨지며, 친환경적 소재의 코팅용액을 제조하고 PLA+PEC 필름에 고분자수지(필름)의 비결정 부분을 억제시키는 1차코팅 용액과 배리어성 기능을 향상시키는 2차코팅 용액을 차례로 도포하는 등, 코팅용액을 2번 도포함으로써 단일재질의 다기능 포장재를 제조하는 기술이 복수의 선행특허들의 구성요소에서 차이가 있고, 그에 따른 친환경적이고, 안정적인 코팅막의 형성에 의해 향상된 배리어 기능의 효과에서 이전의 선행특허들에 비해 차이가 있다. 따라서 본 개발기술을 특허 출원하기 위해 절차를 진행하고 있다.

〈표-1〉 국내/외에 출원된 주요특허 현황

No	발명의 명칭	국가	출원번호	출원인	법적상태
1	가스 배리어성 조성물, 코팅막 및 그들의 제조방법, 및 적층체	KR	2010-70230 57	MITSUI CHEMICALS INC	등록
2	고방습성을 가지는 포장봉지	JP	2007-05123 7	TOPPAN PRINTING CO LTD	공개
3	전자재료용 필름의 투습 방지용 베리어 코팅 수용액	KR	2012-00685 99	(주)티엔에프	공개
4	전자부품 포장 봉투용 방오-방습 대전방지 필름, 및 이를 이용한 전자부품 포장용 방오-방습 대전방지 봉투	KR	2008-00187 68	주식회사 인덱스	등록
5	고방습성 필름 및 그 제조 방법	JP	2003-36252 9	KUREHA CORP	등록
6	가스 배리어성 적층 필름 및 그 제조 방법	JP	1998-32396 0	NAKATO KENKYUSHO: KK	공개
7	가스 배리어성 조성물의 제조 방법 및 가스 배리어성 적층 필름	JP	2008-12748 6	DAINIPPON PRINTING CO LTD	공개
8	방습성이 우수한 적층 필름 및 그것을 이용한 포장 재료	JP	2002-09965 6	TORAY IND INC	공개
9	무기산화물 증착 적층 필름	JP	2003-19541 8	MITSUI CHEMICALS TOHCELLO INC	등록
10	Packaging system to provide fresh packed coffee	US		David Andrew Dalton	공개
11	일회용 커피믹스 포장재	KR	20-2006-001549 9	문우중	공개
12	일회용 액상커피 포장용기	KR	20-2013-000175 6	강성호	공개
13	유기 공중합체, 그 유기 공중합체의 제조방법, 그 유기 공중합체가 코팅된 코팅필름, 그 코팅필름의 제조방법	KR	10-2014-002512 2	한국교통대학교 산학협력단	공개
14	초소수성 나노 입자의 제조방법, 투명 초소수성 표면 제조방법 및 투명 초친수성 표면 제조방법	KR	10-2015-005168 8	한국과학기술원	공개

〈표-2〉 국내/외에 발표된 주요논문 현황

년도	저자	저널명	논문 제목	내용
1999	Kim, G.N	Dissertation	A Study on the Dispersion Characteristics and Mechanical Properties of PP/Organically modified MMT Nanocomposites	PP (polypropylene) / MMT (montmorillonite) 나노 복합체 생산에 필요한 효과적인 분산의 요소를 살펴 보기 위하여 200℃에서 PP의 점도와 혼련 시간을 변화시켜 제조하여 연속 상의 점도와 혼련시간, org-MMT 의 구조가 분산에 미치는 영향을 조사.
2005	Michele De Monte	Food Engineering	Alternative coffee packaging: an analysis from a life cycle point of view	커피포장에 사용된 원자재에 따라 최종 제품 품질을 저해하지 않으면서 환경성을 향상시킬 수 있는지 LCA 방법론으로 확인함.
2007	CLAUDIA SCHEIDIG	Journal of agricultural and food chemistry	Changes in key odorants of raw coffee beans during storage under defined conditions	다양한 조건(온도, 수분 함량 및 산소)에서의 생두 보관 후 커피 향에 영향을 미치는 요소들의 변화량에 대한 연구. 연구 결과 저온상태 수분함량이 적은 상태일수록 생두의 향 변화를 줄일 수 있음을 확인함.
2008	Shyh-Shin Hwang	Polymer Composites	The mechanical/thermal properties of microcellular injection-molded poly-lactic-acid nanocomposites	PLA필름의 물리적 특성과 열특성의 변화를 관찰하기 위한 실험으로 PLA필름에 MMT를 첨가. MMT의 함량이 다른 필름들을 압출기를 사용하여 직접 제작하였고 실험결과 MMT의 함량이 증가할수록 물리적 강도는 감소하며 열 안정성은 증가함.
2010	Kim, J.S., Lee, S.Y. and Yoon, H.G.	J. Korean Soc. Industrial Application	Intercalation Behavior of Clay in Polypropylene/Montmorillonite/Wood Nanocomposites	폴리프로필렌 수지와 몬모릴로나이트(MMT) 그리고 목분(Wood Flour)의 나노복합재료를 이축 압출기를 사용, 용융혼합법으로 혼련하여 시편을 제조한 후 XRD, UTM 등을 이용하여 복합체의 특성을 분석함.
2011	Evagelia Kontou	Journal of Applied Polymer Science	Comparative study of PLA nanocomposites reinforced with clay and silica nanofillers and their mixtures	PLA에 silica와 MMT를 첨가했을 때 물성변화에 관한 연구. 실험결과 silica와 MMT는 PLA에 첨가되었을 때 다른 효과를 나타내고 두 물질의 혼합은 인장 강도에 좋지 않은 영향을 줌. 최적의 나노 필러는 실리카의 경우 2 wt%, MMT의 경우 3 wt%. 두 물질 모두 결정성을 감소시켰으며 두 물질 모두 3%이상의 함량이 포함될 경우 특성 개선에 함량에 따른 일정한 개선효과를 기대하기 어려움.

2011	Fabiana Carmanini Ribeiro	Stored Products Research	Storage of green coffee in hermetic packaging injected with CO2	다른 유형 MAP에 보관하는 동안 생두 커피 (Coffea arabica L.)의 물리적, 화학적 및 감각적 특성을 평가함.
2013	Flávio Meira Borém	Journal of stored products research	Evaluation of the sensory and color quality of coffee beans stored in hermetic packaging	생두의 12개월간의 보관 환경에 따른 색과 향미 연구. 환경은 황마자루, grain pro bag, 진공 big-bag(with co2), 진공 big-bag(without co2)로 구분하여 진행함. 진공 big-bag(with co2), 진공 big-bag(without co2), grain pro bag, 황마자루 순으로 품질이 평가. 따라서 진공상태에서 co2를 충전한 포장으로 생두를 포장할 것을 제시함.
2013	Mery YovanaRen dón	Food chemistry	Impact of chemical changes on the sensory characteristics of coffee beans during storage	커피콩을 15개월 동안 저장하면서 산화과정이 어떤 영향을 미치는지 연구함. 커피의 색 및 세포 구조. 화학 분석의 모든 결과는 저장 중에 곡물에서 발생한 산화 과정에 의한 영향을 받으며 그 품질변화 정도가 산화량과 일치한 다는 결과를 도출함.
2014	Lee, S.	Dissertation	A Study on the Preparation and Properties of PMMA/Poly (butadiene-g-MMA)/MMT Nanocomposites	PMMA의 충격성을 증대시키기 위해 고무상 중합체인 Polybutadiene을 PMMA와 블렌드 하였음. Poly(butadiene-g-MMA)를 첨가함으로써 저하될 수 있는 기계적 물성을 보완하기 위하여 유기화된 MMT를 첨가하였으며 MMT의 박리 및 분산 정도를 확인하고 나노복합체의 모폴로지, 기계적 특성, 열적 특성을 분석함.
2017	Giselle F. de Abreu	Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental	Simultaneous optimization of coffee quality variables during storage	커피콩의 보존을 위한 저장 기간 및 조건의 최적 조합을 결정하는 연구로 50 % 상대 습도, 공기냉각을 통한 10℃의 환경과 습도제어를 하지 않은 25℃의 환경을 조성하였다. 품질을 평가하기 위해 3, 6, 12 개월 간격으로 샘플을 채취했다. 반응최적화 시뮬레이션은 이상적인 냉장 조건에서 활용이 가능함.

○ 국내/외에 출원된 주요 특허 및 논문 중에서 음영으로 표시된 특허는 본 개발기술과 비교적 연관성이 있는 특허로 일본특허 출원 제2003-362529호 “고방습성 필름 및 그 제조 방법”은 당사가 개발하고자 하는 기술과 일부 유사성이 있으나, 용액 제조와 베이스필름 및 도포방법 등에서 차이가 있는 관계로 본 기술을 특허 출원할 때 권리침해 문제가 발생될 가능성이 낮을 것으로 판단된다.

- 대상기술과 관련된 주요 일본 출원인들 중 <표 >의 주요특허 내의 출원인으로는 DAINIPPON PRINTING CO LTD, TOPPAN PRINTING CO LTD, KUREHA CORP, NAKATO KENKYUSHO:KK, MITSUI CHEMICALS INC, MITSUBISHI ALUM CO LTD, TORAY IND INC, MITSUI CHEMICALS TOHCELLO INC 등이 있고, 주요특허 리스트 이외에도 주요특허의 검색 과정에서 나타난 관련된 특허의 출원인으로는, ASAHI KASEI CHEMICALS CORP, MITSUBISHI PLASTIC, KAITO KAGAKU KOGYO KK, KURARAY CO LTD, SAIDEN CHEMICAL INDUSTRY CO LTD, TOYOBO CO LTD 등이 있다.

<표-3> 대상기술관련 주요 일본 출원인 리스트

주요 일본 출원인(기업) list	
주요 특허 내 출원인	DAINIPPON PRINTING CO LTD
	TOPPAN PRINTING CO LTD
	KUREHA CORP
	NAKATO KENKYUSHO:KK
	MITSUI CHEMICALS INC
	MITSUBISHI ALUM CO LTD
	TORAY IND INC
	MITSUI CHEMICALS TOHCELLO INC
주요 특허 이외의 출원인	ASAHI KASEI CHEMICALS CORP
	MITSUBISHI PLASTIC
	KAITO KAGAKU KOGYO KK
	KURARAY CO LTD
	SAIDEN CHEMICAL INDUSTRY CO LTD
	TOYOBO CO LTD
	SUMITOMO BAKELITE CO LTD

나. 본 연구과제와의 관련성

- 본 기술과 연관된 특허 등 선행기술에 대해 조사한 결과 본 기술과 관련된 핵심특허에 대한 분석결과는 다음과 같이 나타나고 있다.

(1) 일본특허 출원 제2003-362529호

특허번호	일본특허 출원 제2003-362529호		
출원일자	2003.10.22	상태	등록
출원인	KUREHA CORP		
제목	고방습성 필름 및 그 제조 방법		
대표청구항			
<p>폴리카르복실산계 중합체(A)의 다가 금속염을 적어도 포함해,해 다가 금속염은 적외선 흡수스펙트럼의 1600~1500 cm⁻¹의 적외광 파수 영역에 흡수 피크를 갖는 것 이며, 해 다가 금속이 2가 이며,폴리카르복실산계 중합체(A)의 모든 카르복시 기본으로 대하고, 0.5 화학 당량 이상의 양의 상기 다가 금속을 포함해,밀도가 1.80 g/cm³이상 이며, 적외선 흡수스펙트럼의 면적비α[피크 면적 S1(3700~2500 cm⁻¹)/피크 면적 S2(1800~1500 cm⁻¹)]가 2.5 이하 이고, 적외선 흡수스펙트럼의 피크 비β[피크 A1(1560 cm⁻¹)/피크 A2(1700 cm⁻¹)]가 1.2이상으로, 수증기 투과도가 15 g/m²·day 이하(40℃, 상대습도90%)인 필름.</p>			

- 일본특허 출원 제2003-362529호 “고방습성 필름 및 그 제조 방법 “은 폴리카르복실산계 중합체의 다가 금속염을 포함하고, 고밀도를 갖는 필름에 관한 것으로, 폴리카르복실산계 중합체와 다가 금속염을 포함하는 용액을 도포하여 얻은 건조 필름을 소정의 조건으로 열처리하여, 필름 중의 수분이 제거되며 고밀도인 구조를 갖고, 높은 산소 가스 배리어성과 우수한 방습성을 가지는 필름을 제조하는 것을 특징으로 한다. 산소 등의 영향에 의해 열화되기 쉽고 습기에 취약한 식품, 음료, 약품, 의약품, 전자 부품 등의 정밀 금속 부품의 포장재, 전자 기기 부재, 포장 용기 등의 재료에 적합하고, 또한 장기간에 걸쳐 안정적인 산소 가스 배리어 성능이 필요하며, 보일, 레토르트 살균 등의 고온 열수 조건하에서의 처리를 필요로 하는 물품의 포장 재료, 또는 방습성을 필요로 하는 전자 부품의 포장 재료로서도 적합함. 높은 방습기능을 나타낼 수 있는 코팅액을 제조하여 PET 필름에 도포하여 포장재를 제조하는 기술의 특징은 본 기술과 유사함을 보여준다.
- 그러나 일본특허 출원 제2003-362529호는 폴리카르복실산계 중합체의 다가 금속염을 포함하는 기능성 코팅용액을 제조하고 PET 필름에 코팅액을 도포하는 것을 특징으로 하고 있지만, 당 사에서 개발하고자 하는 기술은 졸-겔법을 활용한 1차 및 2차 코팅도포 방식에 차이가 있으며, PLA+PEC 필름에 총 2차례의 코팅액의 도포과정을 거쳐 다기능의 포장재를 제조하는 방법이 특징임으로 본 기술과 구성에 있어 차이를 가지고 있다.

(2) Keyword로 분석한 국내외 핵심특허와 본 기술과의 관련성

Keyword		가스배리어, 코팅제		
검색건수		15		
유효특허건수		4		
핵심특허 및 관련성	특허명	가스배리아성 코팅제	가스배리어 필름	가스배리어성 조성물, 코팅막 및 그들의 제조방법
	보유국	일본	일본	일본
	등록년도	2002	2007	2009
	관련성 (%)	50	60	70%
	유사점	코팅액 원료의 유사점(실리카)	코팅액 원료의 유사점	가스배리어성 조성물 및 코팅막 형성 방법
	차이점	코팅액을 필름에 적층하는 적층순서	코팅액 조성물 및 적층의 차이	코팅액 조성물과 대상 기판의 차이

Keyword		가스차단성		방습 포장재
검색건수		6		12
유효특허건수		3		5
핵심특허 및 관련성	특허명	기체차단성 필름제조방법	가스차단성 필름	습기 및 산소 배리어 기판 및 음식포장재를 위한 플렉시블 박막 제조방법
	보유국	일본	한국	한국
	등록년도	2004	2008	2009
	관련성 (%)	50	60%	60%
	유사점	코팅액 원료와 필름의 적용유사점	고습에서의 가스배리어성 우수	습기 및 산소 배리어 필름 제조
	차이점	코팅액 제조방법 및 적층방안	무기 층상 화합물 조성물의차이	스핀코팅 방법을 사용하여 유기 코팅막 제작. 생산성이 낮고 원료의 낭비가 심함

Keyword		Compostable, coating(퇴비화)	sol-gel hybrid(졸-겔법)
검색건수		18,101	3,144
유효특허건수		31	19
핵심논문 및 관련성	논문명	Poly(lactic acid)-Mass production, processing, industrial applications, and end of life.	Novel non-cytotoxic, bioactive and biodegradable hybrid materials based on polyurethanes/TiO2 for biomedical applications.
	학술지명	Adv Drug Deliv Rev	Mater Sci Eng C Mater Biol Appl
	저자	Castro-Aguirre E	González-García DM
	게제년도	2016.04	2017.04
	관련성(%)	20%	30%
	유사점	퇴비화 및 생분해성 수지관련	졸-겔법을 이용한 바이오 메디칼
	차이점	생분해성 수지를 PLA를 이용함	제조법의 차이

- 따라서 향후 대상기술을 사업화할 경우에 기술적인 특징은 참조하되 권리범위를 침해하지 않도록 기술의 특징 및 구성에 차이를 가지도록 기술개발을 수행하고자 한다.

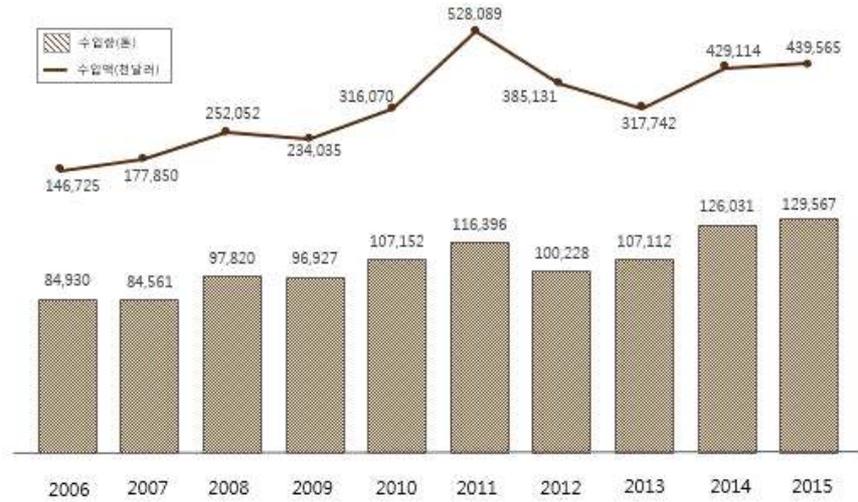
제3절 국내·외 시장현황

1 국내·외 시장규모

■ 국내 커피 생산 및 출하 현황

- 커피류의 생산 규모는 2010년 1조 3190억 원 대비 2015년에는 1조 6074억 원으로 약 21.9% 상승함. 2016년 기준 커피 판매 시장 규모는 6조 4,041억 원으로 2014년 4조 9,022억 원에 비해 30.6% 성장하였음.
- 2015년 생산액 기준으로 가장 많은 비중을 차지하는 품목은 조제커피(41.6%)이며, 액상커피(22.0%), 인스턴트커피(21.4%), 볶은 커피(15.0%) 순임. 그러나 변화하는 추세를 보면 2010년 대비 조제커피 점유율은 57.9%에서 41.6%로 감소하였으며, 볶은 커피는 6.9%에서 15%로 증가함. 이는 커피 소비 트렌드의 변화를 나타냄.
- 커피류의 수출규모는 2015년 기준 1억 9,397만 달러이며, 수입규모는 1억 7,602만 달러로서 무역 흑자 품목임.
- 커피와 생두의 수입 규모는 상승 추세이며, 2006년 대비 2015년까지 10년간 수입량은

84,930 톤에서 129,567 톤으로 52.6% 증가했으며 수입액은 1억 4,673만 달러에서 4억 3,957만 달러로 약 3배(199.6%) 증가함.



<그림-9> 커피와 생두의 수입규모

구분	카페인 제거안한 생두		카페인 제거한 생두		합계	
	수입량(톤)	수입액(천\$)	수입량(톤)	수입액(천\$)	수입량(톤)	수입액(천\$)
2006	83,991	143,689	939	3,036	84,930	146,725
2007	83,615	174,323	946	3,527	84,561	177,850
2008	97,039	248,731	781	3,321	97,820	252,052
2009	96,044	230,593	883	3,442	96,927	234,035
2010	106,384	313,128	768	2,942	107,152	316,070
2011	115,548	522,871	848	5,218	116,396	528,089
2012	99,751	382,461	477	2,670	100,228	385,131
2013	106,360	314,051	752	3,691	107,112	317,742
2014	125,388	425,785	643	3,329	126,031	429,114
2015	128,520	433,933	1,047	5,632	129,567	439,565

※ 수출입무역통계, 관세청

1) HS코드 0901.11.0000(카페인 제거안한 것), HS코드 0901.12.0000(카페인 제거한 것)의 합계값임

2) 1톤 기준으로 작성하는 가운데, 합계값 일의 자릿수에 다소 오차가 발생할 수 있음

<표-4> 수출입무역통계

■ 생분해성 수지의 현황

- 해외 일회용 커피컵 사용량

미국: 580억개, 뉴질랜드 4~5백만개 테이크아웃 커피컵 사용

미국의 대형 커피제조업체인 화이트커피 회사의 경우 일회용 커피 컵 캡슐의 재질을 PLA로 사용하여 월400만개를 생산하고 있으며 미국 캘리포니아주는 2017년 11월 주민투표 실시 후 대형마트, 소매점, 약국 등에서 일회용 비닐봉지 사용 금지 법안 통과 예정 (캘리포니아 주의 연간 일회용 비닐봉지 사용량은 140억개이며, 종이봉지는 14억 개)

- 프랑스(2016.07) 및 이탈리아(2015년)는 법으로 일회용봉투를 사용 금지하였으며, 종이 재질 또는 분해성 재질로 대체 진행 중.

- 현재 미국, 캐나다, 유럽 등에서 일회용 커피 컵으로 사용되는 PP 또는 PE 재질을 생분해성 PLA 재질로 대체하고 있으며, 리드지와 포장봉투 또한 친환경재질로 대체가 요구되고 있어, 수출품으로의 개발이 시급함

유럽의 생분해성수지 사용량: 32만톤(2012년 기준)

<그림-10>서유럽 내 바이오플라스틱 시장점유율



- 미국의 생분해성수지 사용 현황

- 미국 바이오 플라스틱시장은 2007년 중량 기준 3억5000만 파운드 규모임.
- 연간 16% 성장세를 보이며 2012년에는 중량 기준 7억2000만 파운드, 2012년에는 금액 기준 8억4500만 달러에 이를 것으로 예상

■ 국외 제품생산 및 시장 현황

세계의 생분해성 플라스틱 생산량과 수요량은 최근 급증하여 2014년 연간 생산량이 668킬로톤에 달했다. 특히 PSM, PLA, PBS가 대량생산 체제에 돌입하면서 이 3개 제품이 85% 이상의 점유율을 차지하고 있다. 지역별로는 유럽, 북미, 일본이 점유율의 70% 이상을 차지하고 있는데, 최근 아시아 시장의 성장이 두드러지고, 2018년에는 32.3%에 달할 전망이다. 중국도 생분해성 플라스틱의 중요한 공급국으로 성장하여, 2014년 생산량은 380킬로톤에 달했다. 정부의 정책적 지원과 이용 분야의 확대로 다수의 기업이 생산 설비 신설 및 확장에 착수하고 있다.

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 3,812만톤(2002년 기준)으로 주요 소비 산업은 식품용기, 랩(wraps), 네트(nets), 폼(foams) 등의 포장재류와 식품 쓰레기 수거 및 슈퍼마켓용 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 맺었

으며 주요 참가 업체들은 BASF(독일), Cargill Dow(미국), Novamont(이태리), Rodenburg Biopolymers(네덜란드) 등이다. 독일에서는 2005년 6월부터 시행되는 신규 포장법령에 따라 포장 용기류 생산업자, 유통업자 및 소재 생산자들이 생분해성 플라스틱 소재를 사용할 경우 쓰레기 처리비를 별도로 지불할 필요가 없고, 바이오쓰레기통(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)

전세계적으로 유럽의 Novamont, 미국의 Cargill-Dow Polymers, 일본의 Showa Polymers 등 수십개의 기업들이 생분해성 플라스틱 시장에 참여하고 있고 현재 미국 50%, 유럽 40%, 일본이 10%를 점하고 있다.

세계적으로 분해성 플라스틱의 수요는 1998년 미국, 유럽, 일본의 경우 약 18천톤 (\$95 million) 이었고, 2003년까지 매년 약 37%씩 증가하여 약 91천톤 가량이 될것으로 예상된다.(SRI International)

일본 시장의 규모는 확정적이지는 않지만, 2001년에 전년 대비 50% 이상 성장하여 6,000톤 규모의 생분해성 시장을 형성하였으며 매년 20% 이상 빠르게 시장이 확대되고 있으며, 1만톤 규모 형성을 향해 확대 기조에 있는 것으로 추정되고 있다. 현재의 시장 구조는 전분계를 근거로 한 완충재를 대표로 하는 곤포자재 용도 35%, PBS계를 주재료로 한 농림수산 토목자재 용도 30%, PBS 계 및 PLA계를 바탕으로 한 음식물 쓰레기 회수 봉투 등 포장자재 용도 10%, PLA를 주로 한 투명봉투나 필기구류 등의 문구 및 그 외 산업부자재 용도로 25%가 추정되고 있다.

〈표-5〉 분해성 플라스틱의 생산과 소비량 (천톤/년)

	미국	유럽	일본	합계
Annual Capacity	11	29	6	46
Production	10(50%)	8(40%)	1.5(10%)	19.5
Imports	2	1	0.6	3.6
Exports	3	2	0.1	5.1
Consumption	9	7	2	18

자료 : CEH(Chemical Economics Handbook) estimates, 1998

1999년 5월 일본경제신문에 따르면, 세계적으로는 2000년에 930억엔 정도인 생분해성 플라스틱 시장이 2020년에는 1조3828억엔으로 크게 성장할 것으로 예측하였다. 과거 화제가 되었던 곡물 메이저 회사인 Cargill사(현 네이처웍스)와 세계 최대의 유산 메이커인 PURAC사가 미국의 네브래스카(Nebraska)주에 연간 20만톤까지의 증산이 가능한 유산 공장을 완성하였다. 더구나 Cargill사는 화학 최대 기업인 Dow Chemical사와 1999년도 말에는 4만톤의 폴리 유산(상품명: EcoPla)의 공급 체제를 확립하고 구체적인 장래 계획으로서 연간 60만톤 규모의 공장 건설도 공표하였다.(일본 화학 공업일보, 1998년 12월 24일). 또한 Cargill사는 선전용 팜플렛에 1 kg당 1 영국파운드인 폴리 유산의 공급을 공언하였다. 이 가격은 범용 플라스틱의 가격과 비슷한 것으로, 전술한 연 40억 달러의 규모를 이 가격으로 환산하면 약 2백만 톤

의 시장이 된다. 앞으로 생분해성 플라스틱도 본격적으로 유통될 것으로 예상된다. 또한 금세기 초에는 전체 플라스틱 시장의 1~5%를 차지하나, 2010년 이후에는 10% 이상을 점유하는 산업으로 성장할 것으로 전망된다.

〈표-6〉 생분해성 플라스틱 시장규모

(단위 : 억엔)

년도	2000	2005	2010	2020
일본	320	520	1650	4910
세계	930	1,340	6,000	13,852

* 출처 : 일본경제신문, 삼릉 종합 연구소. 1999.5

■ 포장산업의 시장현황

- 포장산업은 최종제품 생산에 투입되는 일반 부품이나 소재산업처럼 중간재산업 특성을 가지고 있으므로 제조업에 대한 의존도가 높고 제조업의 기반 변화에 따라 많은 영향을 받게 된다. 선진국을 포함한 대부분의 국가에서, 제조업 규모나 비중에 따라 다소 차이가 있지만 포장산업이 국가 전체 경제에서 차지하는 비중(GDP의 1%정도)이 일정하게 나타나고 있는 것은 다른 한편으로는 포장산업이 내수의존도가 높은 산업이라는 것을 보여주고 있는 것이다.
- 또한, 포장산업은 상품을 전제로 하는 식품, 전기, 전자, 화장품, 제약 산업과 밀접한 관계가 있다. 과거 포장산업은 상품의 상태를 보존하기 위해 적합한 재료·용기 등으로 포장하는 제품 보호의 기능과 유통성의 기능에 한정되었지만, 최근에는 첨단기술과의 융합 등을 통해 상품의 가치를 향상시키고, 판매 중심의 경영, 친환경과 같은 새로운 패러다임의 확산에 따라 상품의 경쟁력을 높여주는 핵심 요소로 여겨지고 있다. 현재 기능성 필름에 대한 기술혁신이 수요측면의 니즈를 충족시키게 되었고 필름업계의 생산라인도 확대되어 공급이 원활해지고 있다. 따라서, 제조업의 경쟁력을 높여주는 플러스알파 산업으로 부상하면서 포장 및 포장재 기술이 전 세계적으로 주목받고 있으며, 세계 제약 산업, 화장품산업, 전자·전기산업 등 고부가가치산업의 발달은 계속 될 것으로 전망되므로 이들 산업을 수요산업으로 하는 포장시장은 꾸준히 확대되고 발전할 것이다.
- 국내 포장 산업 시장의 규모는 산업통상자원부와 생산기술연구원(패키징기술센터)가 추정 한 패키징 산업 부문 매출 추정을 참고하면, 2017년도에 총 38조 4,227억 원으로, 총 매출액이 21조 2,932억 원인 2015년도에 대비하여 6.8% 증가한 것으로 나타났다.

〈표-7〉 국내 포장산업 시장 규모

구분 산업	생산액(원)				고용(명)	사업체수(개)
	플라스틱	지류	금속	기타		
패키징 산업	20.3조	12.7조	2.7조	2.7조	19.9만	1.5만
	38.4조					

출처 : 산업통상자원부

○ 한편, 전 세계 패키징 산업의 규모는 2016년도 기준 약 8,200억 달러의 규모이며, 2020년까지 약 10,000억 달러의 규모로 성장할 것으로 추정되고 있다. 따라서, 국내 패키징 산업 시장은 전 세계 패키징 산업의 시장의 성장률의 2배로 빠른 증가세를 보이고 있다.

- 해외 일회용 커피컵 사용량

미국: 580억개, 뉴질랜드 4~5백만개 테이크아웃 커피컵 사용

미국의 대형 커피제조업체인 화이트커피 회사의 경우 일회용 커피 컵 캡슐의 재질을 PLA로 사용하여 월400만개를 생산하고 있으며 미국 캘리포니아주는 2018년 11월 주민투표 실시 후 대형마트, 소매점, 약국 등에서 일회용 비닐봉지 사용 금지 법안 통과 예정 (캘리포니아 주의 연간 일회용 비닐봉지 사용량은 140억개이며, 종이봉지는 14억 개)

- 프랑스(2016.07) 및 이탈리아(2015년)는 법으로 일회용봉투를 사용 금지하였으며, 종이 재질 또는 분해성 재질로 대체 진행 중.

- 현재 미국, 캐나다, 유럽 등에서 일회용 커피 컵으로 사용되는 PP 또는 PE 재질을 생분해성 PLA 재질로 대체하고 있으며, 리드지와 포장봉투 또한 친환경재질로 대체가 요구되고 있어, 수출품으로의 개발이 시급함

2. 국내·외 시장내 주요 경쟁사

○ 국내의 경우 식품 포장재 시장은 대부분 중소기업 규모의 업체에서 생산하고 있고, 컨버터 업체 또는 단순 임가공 형태로 제조·공급함으로써 시장을 선도하는 업체는 거의 없는 실정이다. 특히 식품제품 업체에서 직접 생산하여 공급하기 보다는 외주 가공을 통하여 적합한 포장재를 구입하여 사용하는 것이 유리하다고 판단되어 식품제조 업체에서 인라인 형태로 생산을 하지는 않는다.

○ 커피제품의 경우에는 국내에서 생산하는 포장재를 사용하고 있다. 생산하는 업체는 많지만 대부분 중소기업 규모의 업체에서 생산하고 있어서 기술개발 투자에 여력이 없고, 포장재 성능 또한 일본이나 선진국에 비해 기능성이 부족하여 고부가가치 제품에는 적용되지 않고 있으며, 생산하는 업체도 소규모 업체를 중심으로 다수의 업체가 생산하고 있어 수익성 면에서 어려움을 겪고 있다.

○ 식품 포장재로 사용되는 필름/시트를 생산하거나 특수포장재 필름 및 시트를 생산·공급하고 있다. 율촌화학(주), (주)효성, (주)도레이첨단소재 등이 필름/시트 및 특수포장재를 생산하고 있다.

○ 식품 포장재는 중소기업에서 주로 생산하고 있으며 많은 업체가 참여하고 있다. 대표적으로 대안화학(주), 엘엔케이인더스트리, 등이 포장재 필름/시트 등을 제조하여 판매하고 있다.

울촌화학(주)

- 울촌화학(주)는 연포장사업 부문, 필름사업 부문, 전자재료사업 부문 등 3가지 품목을 중심으로 생산하고 있다. 연포장사업은 플라스틱 필름, 종이, 알루미늄 등에 그라비아 인쇄 및 접합, Slitting 등 가공 생산공정을 거쳐 식품 종류인 라면, 스낵, 냉동식품, 레토르트 등과 생활용품류인 섬유유연제, 세제류 및 화장품, 의약품, 산업용 포장지, 치약 등의 포장용 튜브 등 각종 포장지를 제조, 판매하고 있다.
- 필름사업부문은 폴리프로필렌을 주 원료로 사용하여 용융 압출 및 냉각 과정을 거치며, 생산 방식에 따라 OPP, CPP, Shrink Film으로 구분하여 생산하고, 주 용도로는 일상생활에 밀접한 관계를 갖고 있는 식품, 문구, 섬유 등의 제품 포장재와 일반 산업재인 이형용, 전사용으로 사용되고 있다.
- 전자재료사업 부문은 광학 PET Film, 종이 등의 기초 소재에 Silicone, 점착제, 접착제 등을 박막으로 코팅하여 IT, 자동차, 건축산업 등에 사용되는 광학 Film류, 보호 Film, 이형 Film류 생산과 휴대폰의 리튬폴리머 배터리를 포장하는 Cell Pouch 등을 생산 및 판매하고 있다.

(주)효성

- 산업용 섬유는 자동차용, 농업용, 공업용, 운송용, 포장용 등 의류산업을 제외한 전 산업에서 다양한 용도로 사용되고 있으며, 경량화, 고기능화, 고급화 요구에 따라 소재 및 신제품 개발을 통해 사업영역을 지속적으로 확대하고 있다. 주로 폴리에스터 타이어코드 및 Seatbelt용 원사와 카메트를 제작하고 있으며, 이외에도 아라미드, 탄소섬유와 같은 high tech 신소재 제품도 생산하고 있다. 석유화학 부문은 특화제품에 집중하여 품질 우위를 갖춘 특수용도 제품을 생산하고 있다. TAC 필름, 코팅 TAC 필름, 광학용 PET필름 등이 주요 생산품목이다.

도레이첨단소재

- 폴리에스터 필름, 위생재용/생활자재용 부직포, 폴리에스터 원사, 디스플레이/전자정보 재료, 폴리에스터 칩, PLA시트, 기타 탄소섬유 등을 생산하고 있다. 도레이첨단소재 필름 사업은 PET 중합에서 베이스필름, 고차 가공, 연구의 일관체제를 구축하여 업스트림에서 다운스트림까지 커버하고 있다. 모바일용 관련 부재 등 신규 용도의 확대를 위해 신제품 개발에 집중 투자하고 판매시장의 다각화를 추진하고 있다.
- 증착필름은 폴리에스터 필름 기술을 바탕으로 우수한 결점 제어 및 다양한 증착 두께 제어 기술을 확보하여 하이베리어성, 우수한 밀착성, 광택성, 소광성, 가공성 등 고기능성을 부여한 제품을 공급한다. 알루미늄 증착 외에 금, 은, 크롬 등 다양한 금속을 증착한 제품도 생산, 일반식품 포장이나 레토르트용 식품 전자재료 포장용 등 다양한 산업 분야에 응용되고 있다.

대안화학(주)

- 대안화학(주)는 정전기 방지 필름, 범용·기능성 필름, 데코시트 등 식품기능성포장관련 소재를 바탕으로 고기능성 소재산업을 주도하는 중견 기업이다. 2014년 2월에 대안화학(주)은 용인시와 원삼 일반산업단지 조성을 위한 MOU을 체결하기도 하였다.

〈그림-11〉 대안화학(주)의 포장재 관련 제품

	Aluminum Bag (AL-Bag)
	Aluminum Bag은 수분에 의한 부식과 산화를 방지하는 포장재로서, 산소차단 및 수분차단에 큰 효과가 있음

경쟁기업 현황

업 체	제품명	차이점	비 고
당사	SRB F1000	천연무기물을 적용하여 친환경, 생분해 원료 및 필름 생산	생분해성 및 이산화탄소 저감 효과 우수
지오솔테크	SOLPOL	석유계 원료를 합성하여 생분해성 수지 제조	단독 사용은 거의 없고, 다른 생분해수지와 혼합 사용
이탈리아 Novamont	Mater-Bi	바스프 에코플렉스와 전분을 혼합 컴파운딩하여 제조	단순 컴파운딩 기술에 대한 특허 보유
독일BASF	에코플렉스	석유계 원료를 합성하여 생분해성수지 제조	단독 사용은 거의 없음. 전분이나 다른 생분해수지와 혼합 사용.
미국 네이처웍스	PLA	옥수수 전분을 발효시켜 젖산을 만든 후에 합성공정을 거쳐 수지 제조	바이오매스 제품 PET수지 대체 유망

〈표-8〉 경쟁기업 현황

- 해외에서는 특히 일본과 독일에서 OPP필름 및 포장재 기술이 가장 발달하였고, 현재 우리나라는 중국, 인도네시아 및 태국과 함께 경쟁 구도선상에 놓여있다.
- 독일의 OPP 및 BOPP 필름 등의 기능성 포장재 필름 관련 제조업체로는 세계 최대 독일 화학기업인 BASF 사가 시장을 선도하고 있으며, 그 외에도 Henkel, Linde, Wacker Chemie, Altana AG, Buergo.Fol GmbH, Elkeplastic, Siegfried Pohl Verpackungen GmbH, Zeisberger Sued-Folie GmbH, HORNA GmbH Verpackungen, Folien Company GmbH, Heinrich Ludwig

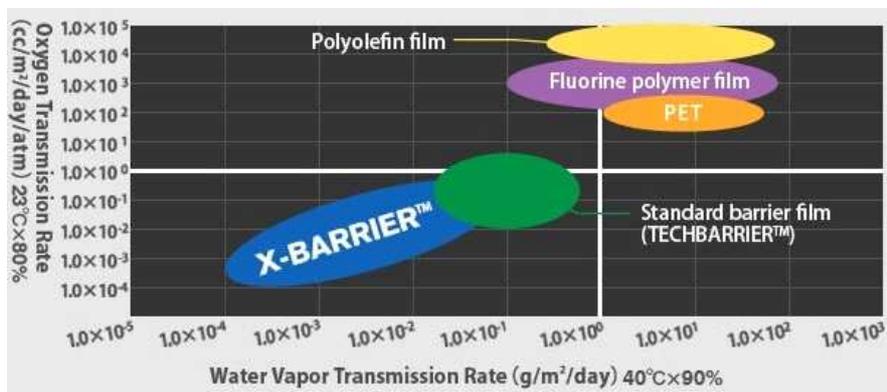
Verpackungsmittel GmbH, NOWOFOL Kunststoffprodukte GmbH & Co. KG, ETIMEX Primary Packaging GmbH, Unipack Handelsgesellschaft GmbH, GmbH & Co. KG Folienverarbeitung 등이 있다.

- 일본의 PET 필름 관련 제조업체로 미츠비시수지 주식회사, TORAY ADVANCED FILM(도레이), Teijin Dupont Films(데이진-듀폰) 등이 있고, 그 외 OPP 및 BOPP 필름 등의 기능성 포장재 필름 관련 제조업체로는 FUTAMURA CHEMICAL, TOYOBO, MITSUI CHEMICALS TOHCELLO, SUN TOX, GUNZE, OJI SPECIALTY PAPER 등이 있다.

일본의 미츠비시수지 주식회사 (MITSUBISHI PLASTIC)

- 일본의 미츠비시수지 주식회사는 세계 최고 수준의 수증기 배리어성을 실현한 투명 배리어 필름 및 시트인 “X-BARRIER” 을 개발하였다.
- “X-BARRIER” 은 투명 필름의 세계 최고 수준인 10^{-4} (g/(m²·d)) 레벨의 수증기 배리어성을 실현한 획기적인 필름으로, 뛰어난 수증기 배리어성은 물론, 산소 및 이산화탄소 등의 각종 가스 배리어성을 겸비하고 있음. 또한, 내열성, 내고온고습성, 내후성, 내굴곡성 등의 기능성을 고객의 요구에 맞춰 제안할 수 있는 고기능 필름이다.
- 기존의 배리어성 필름은 주로 포장 재료 분야를 타깃으로 했지만, 「X-BARRIER」는 앞으로 보급이 기대되고 있는 반도체 팁, 디바이스 보드, 유기 EL디스플레이, 유기 태양전지, 전자 페이퍼 등의 정보 전자 분야를 타깃으로 한 플렉시블한 제품 개발이 가능할 뿐만 아니라, 카테터(Katheter)나 수술용 바늘, 실 등의 의료용 도구, 안약이나 콘택트렌즈 등과 같은 고도의 의료 및 의약품을 위한 포장재 등에도 적용할 수 있다.

〈그림-12〉 미츠비시수지 기업의 관련 제품 정보



- 또한, 식품 포장재의 경우 전 세계적으로 거의 일본이 독점하고 있고 전량 수입되고 있음. 일본의 기능성 식품 포장재 관련 제조업체로는 Sumitomo Chem., Mitsui Chem.(Tohcello), OiKe, DNP, Toyobo, Toray Film, Toppan, Reiko 등이 있음

일본의 Sumitomo Chemical(스미모토 화학)

- 무기 Hybrid 코팅 PP 필름(상품명 Sevix, Grade YOP)을 개발하여 판매하고 있다.

<그림-13> 스미모토 화학의 주요 식품포장재



○ 경쟁기관현황

경쟁사명	제품명	판매가격 (천원)	연 판매액 (천원)
일신화학	바트로	6	60,000
롯데정밀	에스엔폴	5	1,000,000

경쟁사명	제품명	판매가격 (천원)	연 판매액 (천원)
하이선	PLA	3	3,000,000
노바몬트	MATER-Bi	4	140,000,000
바스프	ecovio	4.5	45,000,000

<표-9> 경쟁기관 현황

4절 개발의 필요성

- 당사는 가스 차단포장재(Static Shielding Bag), 습기 차단포장재(Moisture Barrier Bag), 진공 포장재(Nylon Vacuum Bag) 등 식품포장재, 산업용 포장재를 생산하는 포장재 전문 생산업체로서 이미 타 업체에 비해 친환경식품 포장재 제조기술에 많은 노하우를 가지고 있으며, 설립 이래 지금까지 최고 수준의 포장재를 생산하여 판매하는 것을 목표로 하고 있다.
- 식품포장재 제조업계의 현황을 살펴보면 대기업 또는 중견기업에서는 포장재 원료(필름, 시트 등)를 주로 생산하고 있으며, 중소기업은 이러한 원료를 구입해서 포장재를 전문적으로 생산하는 컨버터(가공업체) 업체들이다. 포장재를 생산하는 업체는 현재 군소업체가 난립된 상황으로서 제품 기술력보다는 가격경쟁력에 의해서 기업의 성패가 좌우되고 있다. 그러나 최근 이마저도 중국, 베트남 등 개발도상국에서 저가의 포장재를 대량생산·공급함으로써 가격의 차별화를 통해서는 당사의 기업목표를 달성하기 위한 최선의 방법이 될 수 없게 되었다. 때문에 경쟁에서 우위를 차지하기 위해서는 기존 제품과는 다른 고부가가치 제품의 개발을 통한 차별화 전략이 필요하게 되었다.
- 당사는 이러한 기술 환경의 변화에 부합하면서, 레드오션 영역인 기존의 기술적 차이가 없는 포장재 생산 대신에 기술력으로 무장한 고부가가치의 새로운 포장재를 생산하여 가격경쟁이 아닌 기술력을 바탕으로 한 경쟁을 추구하고자 하였다. 기업이 새로운 성장 동력을 얻기 위해서는 기존의 환경을 답습하는 것이 아니라 새로운 기술 개발이 필요하기 때문에 당사에서 생산하고 있는 제품에 접목할 수 있는 개발기술을 추진하고자 한 것이다.

가. 기술적, 경제·산업적 측면

- 신기술 개발을 추진하고자 하는 거시적인 목표를 세운 후, 당사는 목표에 접근하기 위해서 기술개발에 대한 3가지 방향을 설정하였다. 우선 독창적인 기술 개발을 통한 제품의 차별화 전략을 기본 방향으로 기존 제품 생산과 비교해서 경제적으로 우수하고, 최근 이슈화되고 있는 환경적으로 우수한 제품을 개발하는 것을 연구의 중심으로 설정하였다.
- 기존의 식품포장용 포장재는 대부분 PET 또는 PP를 기반으로 하여 LDPE/Ny/알루미늄 등의 재료를 라미네이트 한 제품이 주류를 이루고 있다. 그러나 당사가 개발하고자 한 기술은 친환경 PLA+PEC원지에 라미네이팅(합지)이 아닌 코팅을 통하여 배리어성 기능을 부여하고자 하였으며, 산소, 습기 차단, 기타 기능성 강화를 목표로 삼았다.
- 라미네이팅(합지)이 아닌 코팅을 선택한 이유는 포장재의 경우 최근 전세계적으로 환경 규제를 많이 받는 제품 중의 하나가 되고 있는 상황이다. 라미네이팅을 하지 않을 경우 라미네이팅에 들어가는 알루미늄 등 타 소재를 줄임으로써 원재료 사용을 절감할 수 있으며, 재활용 공정 시 분리공정이 생략될 수 있어 환경적으로 우수하고 재활용이 용이한 포장재로 거듭날 수 있기 때문이다. 최근 재활용이 용이한 친환경 포장재를 선호하고 세계적으로 포장재 사용규제를 강화하고 있는 추세에서 이중 재료를 통한 라미네이팅(합지)이 아닌 단일 재질을 이용한 포장재는 환경적으로도 우수하기 때문에 각 국의 포장재 사용 제한 규제를 회피할 수 있으며, 타 소재의 절감으로 인하여 제품 생산 시 가격적으로도 기존 포장재에

비해 우수하여 해외 수출에 있어서 유리하게 작용할 수 있어 매출 신장에 큰 효과를 누릴 수 있을 것으로 판단된다.

<기술개발에 대한 3가지 방향>

- 기술성 : 기존 포장재에 비해 기술적으로 우수
 - * 라미네이팅이 아닌 코팅 기술을 통한 제품 제조
 - * 기존 제품보다 기능이 우수한 제품 개발 : 산소, 습기 배리어성 기능 부여
- 환경성 : 유니소재화를 통한 재질/구조의 단순화
 - * 단일소재 사용 및 재활용 공정 시 분리공정 생략 : 재활용 용이
 - * 친환경 재료 사용 : 환경 친화성 제품 개발
- 경제성 : 공정의 일부 생략 및 특수필름 사용 절감
 - * 라미네이팅이 아닌 코팅을 통한 제품 개발로 공정 일부 생략 : 공정 간소화
 - * 라미네이팅을 위한 특수필름 사용 절감 : 생산비용 절감

○ 식품, 가공제품용으로 개발된 포장재는 선도유지 기능이 우수한 포장재로서 농식품을 보관할 수 있는 기간이 연장되어 유통과정에서의 식품 변질을 줄일 수 있기 때문에 경제적인 이익의 창출이 예상됨. 또한 우수한 선도 유지 기능은 농식품류 외에 축산물, 가공식품을 비롯하여 의약품 류의 포장에 까지 적용할 수 있고, 향후 전자제품 및 산업 전반에 활용이 가능하여 시장 전망은 밝다고 할 수 있음.

* 다양하게 적용을 할 수 있는 포장재 생산이 가능함

- 농산물 및 과채류 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등)
- 식품 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등)

○ 또한 기술적인 발전 뿐 만 아니라 환경을 보호하는 측면에서도 포장재를 줄이고 친환경 재료를 사용하고 재활용이 가능하게 설계하는 친환경포장, 그리고 포장재 표준화 등 여러 방법을 통해 제품의 가치를 높이는 품위 포장을 통해 회사의 이미지와 매출에 기여하는 포장에 필요하다.

○ 기존 알루미늄/PE합지 제품보다 친환경적인 재질을 적용하고, 가격적인면에서도 저렴하여 국내 제품뿐만 아니라 외국제품과도 시장에 진출하는데 충분한 경쟁력이 있는 제품 생산이 가능함

- 기존 알루미늄/PE 합지 커피포장봉투: 180원/개,

산소차단코팅/생분해필름 커피포장봉투 : 160~170원/개(예상단가)

- 가격 경쟁력을 확보하기 위한 방안으로 PLA의 수입선(미국, 중국, 필라 등)을 다변화하여 품질이 우수하고 저가인 PLA(2,000원/KG)를 구입하여 가격경쟁력을 확보하고, 해외 국제인증인 생분해인증을 미국(BPI)과 유럽(DIN)에서 획득하여 수출 확대를 위한 마케팅 및 영업에 활용할 수 있다.

- 나노기술을 이용한 유·무기 하이브리드 신소재, 신기술을 이용하여 패키징재의 차단성, 안정성 및 내구성 등의 물성을 강화하고, 제품의 질적 향상과 보존을 위한 가스배리어성을 포함하여 퇴비화 등의 다기능을 포함.

- 또한 인체에 안전한 규소가 주성분인 무기산화물 실란을 사용하여 코팅액을 제조함으로써

써 식품에 직접 접촉하여도 안전하기 때문에 인체에 해가 없고, 사용 후 토양 매립 또는 퇴비화 설비에서 생분해되어 환경부하가 적음.

- 제품 개발 완료전에 국내 환경마크 인증 신청을 통해 중금속검사 및 생분해인증을 받아 제품의 안정성을 확보할 수 있다.
 - 또한 해외인증 공인기관인 OWS의 퇴비화테스트를 통해 중금속함유량 및 토양 잔류물 독성검사를 통과하여 인증을 받아 소비자의 신뢰를 확보하고, 다양한 식품포장지로 용도를 확대할 수 있다.
 - 필름의 주성분인 PLA와 생분해성폴리에스테르수지는 FDA승인을 받은 원료로서 식품포장지에 사용이 가능하며, 특히 PLA는 다양한 식품용기로 만들어서 사용되고 있다.
- 기존 선도유지를 위한 포장소재의 경우 알루미늄과 PE합지로 되어 있어 분리가 어려워 재활용이 되지 않아 폐기 처리해야 되며 소각시 환경오염 물질을 배출할 수 있으나, 당사의 생분해성 재질을 적용한 제품은 환경 친화적이며, 해외시장에 수출 가능성을 높여주어 경제적으로 수출증대에 기여할 수 있음.
- 기능성 포장재 제조를 통한 주관연구기관<(주)세립비앤지>의 사업 다각화 추진 가능

나. 기존 포장재의 문제점 및 개선방향

(1) 기존 포장재의 문제점

- 앞서서도 설명한 바와 같이 기존의 전자기기 부품 포장재는 대부분 PET 또는 PP를 기반으로 하여 LDPE/Ny/알루미늄 등의 재료를 라미네이트 한 제품이 주류를 이루고 있다. 이러한 포장재들은 여러 가지 장점도 있지만 반면에 문제점도 존재하고 있다. 다음 표는 현재 적용하고 있는 전자기기 부품 포장재 현황과 문제점을 정리한 것이다.

〈표-10〉 기존포장재의 현황 및 문제점

포장재	특 성	문 제 점
알루미늄 포일(al)+고분자필름(LDPE, LLDPE, NYLON, PET 등)이 합지된 제품	<ul style="list-style-type: none"> • 산소 및 수분 차단성 우수, 진공밀폐성 우수, 많이 사용하고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 복합필름의 접힘 발생 시 금속의 날카로움으로 내부 물질의 금힘 현상 발생 • 안전성 저하 및 내부 대상물의 손상 유발 가능성 큼
폴리에틸렌 필름 + 무가교 발포 폴리에틸렌		<ul style="list-style-type: none"> • 수분 등의 외부요인에 민감하여 전자기기 제품 포장용으로 적합하지 못함
Nylon, LLDPE와 PET에 금속 혹은 무기산화물 금속 증착 처리한 합지제품		<ul style="list-style-type: none"> • 포장재의 원가가 비싸고 재활용이 안됨. 완성 후 대전처리 필요
PET, 폴리에스테르, 나일론 등의 플라스틱 필름에 알루미늄 등의 금속 물질 증착하거나 알루미늄 호일 합지를 이용한 1종 또는 다중 층의 형성된 필름 제조	<ul style="list-style-type: none"> • 알루미늄 증착 필름과 알루미늄 호일은 높은 투습도를 가지고 있음 	<ul style="list-style-type: none"> • 수분 차폐성능이 떨어지고 봉투로의 제조 시 포장 안정성이 현저하게 저하 • 합지하면 봉투 형태의 포장재 제조 시 바코드를 스캔하지 못하는 단점이 있음

- 기존에 알려진 포장용 필름 및 백은 알루미늄 포일(Al)과 고분자필름(LDPE, LLDPE, NYLON, PET 등)이 합지된 제품(알루미늄 파우치, Al-Bag)으로 고분자 필름 사이에 알루미늄 포일(Al)이 삽입되어 라미네이션 된 복합필름으로 산소 및 수분의 차단특성 및 진공밀폐성이 우수하여 많이 사용되고 있으나, 복합필름의 접힘 발생 시 내부 제품의 굽힘 현상이 일어나 백(봉투)으로 제조하는 경우 포장 안정성이 현저하게 감소하여 내부 대상물의 손상이 쉽게 유발되는 문제점이 있었다.
- 또한 성질이 완전히 다른 폴리머(Nylon, LLDPE)와 PET에 금속 혹은 무기산화물 금속을 증착 처리해 합지하여 사용하는 경우도 있는데, 포장재의 원가가 비싸고 재활용을 할 수가 없으며 완성 후에 따로 대전 처리를 해야 하기 때문에 대전코팅이 불안정하거나 코팅제의 이상으로 제품이나 포장된 완제품에 불량을 초래하고 있고 또한 합지 시에 유기 용매의 잔류로 VOC의 문제가 발생하여 환경적인 문제가 대두되고 있다.
- 이러한 단점을 보완하기 위해 최근에는 PET, 폴리에스테르(Polyester), 나일론 등의 플라스틱 필름에 알루미늄 등의 금속 물질을 증착하거나 알루미늄 포일 합지를 이용, 1종 또는 다중 층으로 형성된 필름을 이용한 산소차단 봉투의 제조가 사용되고 있다. 특히 알루미늄 증착 필름과 알루미늄 포일은 높은 습도차단 장점을 갖고 있어서 최근에 식품, 가공제품 등의 포장용 봉투의 소재로 널리 사용되고 있다.
- 하지만 이 소재 또한 수분 차폐 성능이 떨어지는 단점이 있고, 더욱이 봉투로서 제조하게 되면, 안정성이 현저하게 감소하여 봉투의 기능으로는 부적합하게 된다. 또한 합지하면 봉투 형태의 포장재 제조 시 바코드를 스캔하지 못하는 단점이 있어서 바코드를 별도로 부착하게 되어 생산 비용 증가의 원인이 되고 있다.
- 알루미늄 증착 필름은 금속소재를 사용함으로써 비용이 많이 들고 타 소재와의 합지로 인하여 포장재 재활용의 어려움 등 환경오염이 발생할 수 있으며, 특히 유럽지역에서는 점차 알루미늄 포장지를 환경오염의 주범으로 규정하여 사용 규제를 현실화 하고 있어 이에 따른 알루미늄 소재를 대체할 수 있는 신규소재 개발의 필요가 있다.

(2) 개선방안

- 이번에 당사에서 추진하고자 하는 개발 기술은 그동안 식품포장재의 선도유지를 위해서 연구되었던 합지 복합소재 포장재 제조기법에서 벗어나, 코팅기법을 산소,수분 차단기능을 부여하여 식품, 가공제품 포장재로 적용하는 것이다. 코팅기법을 이용한 포장재 연구는 이미 여러 부문에서 수행되고 있으며, 특히 선도유지를 위한 식품포장재에서 다양한 기능성 부여 기술로 주로 연구되고 있다.
- 포장재에 사용하는 대부분의 코팅기법은 기술적인 면에서 기능성 코팅용액을 한번만 도포하는 방식을 적용함으로써 고분자 수지의 비결정 부분의 브라운 운동을 억제하여 기능을

향상시키기에는 부족한 부분이 있었다. 하지만 당사에서 연구한 개발기술은 1차 도포로 고분자수지필름의 비결정 부분을 억제시키고, 2차 도포를 통하여 산소차단성,수분차단성의 기능을 강화하여 배리어성을 높일 수 있도록 한 점과 유기필름 증착의 문제점인 고습도화에서 배리어성 저하 문제의 해결을 위해 무기소재에 기초하여 코팅재를 개발한 것이 특징이다.

5절 연구개발의 범위

- 유기필름의 증착문제점을 해결하고, 고습도하에서 배리어성이 저하되지 않으며, 도포가공성이 용이한 유무기 하이브리드 코팅용액을 제조하고, 이를 이용하여 친환경 PLA/생분해성 폴리에스테르 재질인 필름에 적용 roll-to-roll 코팅 방법으로 필름 표면에 코팅을 하여 수분/산소 차단 기능이 향상된 배리어성 포장재를 개발하고,
- 또한 2종의 이상의 재질로 구성된 복합재질의 포장재를 재질·구조 개선을 통하여 단순재질의 포장재로 개발하고, 사용 후 폐기 시에 분리배출 및 재활용을 용이하게 하고, 코팅용액은 친환경 소재를 이용하여 제조하여 필름에 직접 코팅을 함으로서 친환경적인 포장재를 개발하고자함
- 기존 석유계 플라스틱(PET) 대비 1/3수준의 CO₂ 배출이 가능한 PLA와 생분해성 폴리에스테르수지를 활용하여 환경호르몬 발생이 없고,퇴비화 시설에서 분해되어 환경오염이 발생하지 않는 자원순환형 커피 포장재 개발
- 본 연구과제의 목표인 가스 및 수분 차단성이 향상된 복합소재 개발을 위해서는 기존 생분해성 소재와 혼화성이 있고 가스 및 수분차단성능이 우수하며 생분해가 가능한 분자구조를 가진 소재의 발굴 및 조사
- 우선적으로 차단성이 우수한 생분해성 복합소재의 개발을 위해 산소차단성능이 있으며 생분해성을 가질 수 있는 분자구조를 지닌 Polyketone, Starch, Polyethylene carbonate 수지의 특성에 대해 조사 및 조사된 수지와 함께 PLA와 PBAT를 이축압출기를 이용한 컴파운딩을 통해 수지간의 혼화성을 검증 및 가공특성을 확인하여 코팅제와 접착력이 우수한 생분해성 필름을 제조 하여 친환경적인 포장재를 개발하고자함 .

1.산소차단성이 우수한 코팅제 개발 및 필름합지 기술 확립

- 산소차단성이 우수한 코팅제 제조방법 개발
- 코팅제와 접착력이 우수한 생분해성 필름 제조
- 종이와 합지된 생분해필름의 접착력 향상
- 생분해성수지의 산소차단성 향상을 위한 소재 조사/발굴

2. 산소차단성이 우수한 커피포장봉투 개발

- 종이/필름 다층합지 제조 기술 확립
- 기능성 포장재 제조 시스템 확립 및 제품 사업화
- 생분해성 수지와 산소차단성 향상 소재로 구성된복합소재 개발
- 안정적인 포장재 제조 방법 표준화
- 최적의 포장재 개발을 위한 필름강도 향상 방법 확립

제2장 개발목표 및 개발내용

제1절 기술개발 목표

1. 기술개발 최종목표

가. 최종목표

- 본 연구에서 최종적으로 개발하고자 하는 과제는 “산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 봉투 개발”이며, 이에 대한 최종 목표 및 제품은 다음과 같다.

<개발기술 목표 및 제품>

- 유기필름의 증착문제점을 해결하고, 고습도하에서 배리어성이 저하되지 않으며, 도포가 공성이 용이한 유무기 하이브리드 코팅용액을 제조하고, 이를 이용하여 PLA복합 필름에 roll-to-roll 코팅 방법으로 필름 표면에 코팅을 하여 수분/산소 차단 기능이 향상된 배리어성 포장재를 개발하고,
- 친환경 생분해성 수지의 수분 및 산소차단성을 향상시킨 복합소재를 개발하여 커피 포장재로 적용하기 위해, 소재의 생분해성에 영향이 거의 없으며 가스 및 수분차단성이 우수한 소재를 발굴하고 컴파운딩을 통한 복합소재를 개발
- PLA, 생분해성 폴리에스테르, 산소차단성 소재를 이용한 복합소재 필름을 제조한 후 코팅용액은 친환경 소재를 이용하여 제조하여 필름에 직접 코팅을 함으로서 가공성, 기계적 물성, 산소차단성이 우수하여 커피포장재료의 적용이 가능한 친환경적인 포장재를 개발하는 것이 최종목표이다.

목표 달성을 위한 방안으로

1. 산소/수분 배리어기능성을 발현을 할 수 있는 코팅용액의 제조 방법 확립
2. 기존 설비 활용을 극대화 하기위해 기능성 코팅용액을 이용하여 PLA+PEC 필름에 그라비아 롤 코팅방법을 이용하여 코팅

3. 개발하고자 하는 조성액은 산소/수분차단 기능 외에 표면 오염방지와 열적인 성질, 기계적인 특성 및 물리화학적인 특성의 다양한 기능을 발현토록 함
4. 개발하고자 하는 코팅용액은 유-무기 하이브리드 고차구조제어의 졸-겔법을 이용하여 산소/수분 배리어성이 발현이 될 수 있도록 용액을 제조

가. 본 연구에서 활용하고자 하는 것은 졸-겔법을 이용한 PLA와 무기화합물의 하이브리드재료로서, PLA의 산소배리어성 향상 및 산소배리어성의 분위기 습도에 의한 의존성 개량을 시도한 것임. 구체적으로는 테트라에톡시실란(tetraethoxysilane, TEOS) 등을 물 등의 용매 중에서 가수분해해, 콜로이드 상의 무기고분자(SiO₂겔 등)를 생성시키는 방법으로 이를 용매중에서 PLA와 혼합함으로써, PLA-무기재료의 하이브리드 화를 도모

나. 특히 유/무기 하이브리드 코팅재료는 용액상태에서 분자레벨에서 조절되고 제조가 되기 때문에 사용면에서 기지재의 표면에 코팅을 하는 공정이 간편하고 다양하게 활용하여 전자기기포장 및 식품·의약품 포장재로 사용하고자 함.

다. 산소/수분 배리어성 등 기능성이 우수하고, 포장재를 사용 하고 난 뒤 발생하는 폐기물은 재활용을 하여도 전혀 문제가 없으며, 소각을 하여도 유해가스가 발생하지 않는 코팅용액을 제조

5. 졸-겔법으로 제조되는 기능성 코팅재료는 도막형성 요소가 유·무기 폴리머로 구성이 된 기능성 코팅제로서 유기물질과 무기물질의 복합코팅제는 유기질과 무기질의 차이점을 서로 상호 조합하여 단일재료보다 우수한 기능적으로 특성을 나타낼 수 있는 복합적인 재료로 제조
6. 소재의 생분해성에 영향이 거의 없으며 가스 및 수분차단성이 우수한 소재를 발굴하고 컴파운딩을 통한 복합소재를 제조, 생분해성 수지와 산소차단성 소재와의 최적 구성비 도출 및 컴파운딩 조건 수립
 - PLA, 생분해성 폴리에스테르, 산소차단성 소재를 이용한 복합소재 컴파운딩
 - 컴파운딩 복합소재의 특성평가 (가공성, 기계적 물성, 산소차단성 평가)
 - 커피포장재로 적합한 최적의 구성비 도출

나. 정량적 기술개발 목표 및 평가방법

- 본 연구에서 개발하고자 하는 포장재의 최종 목표 및 평가방법은 다음과 같다. 시험규격은 국제규격을 기준으로 하되, 상황에 따라 공인 평가기관에서 수행 가능한 기준으로 수행하였다.

<표-11> 정량적 기술개발 목표 및 평가방법

주요 성능지표	단 위	최종 개발목표	세계최고수준 (보유국/보유기업)	가중치 (%)	객관적 측정방법	
					시료 수 (n≥5개)	시험규격
1. 기체차단성 (산소투과도)	cc/m ² .atm	1~2	(미쯔비씨/일본)	40	5	ASTM D 3985
2. 수분투과율 (수분투과도)	g/m ² .day	1미만	(미쯔비씨/일본)	30	5	ASTM F 1249
3. 인장강도	kf/cm	250이상	(도레이/일본)	5	5	EL 724:2016
4. 신장율	%	50이상	(도레이/일본)	5	5	EL 724:2016
5. 바이오매스함량	%	40%이상	-	15	5	ASTM D6866-16
6. 해외인증	건	1	-	5	5	미국 BPI인증
<input type="checkbox"/> 시료수 5개 미만 (n<5개)시 사유						
<input type="checkbox"/> 측정결과의 증빙방법 제시						
* 공인 시험인증기관에서 시험 가능한 규격을 확인하여 협의 하에 정하였음						

2. 세부 개발목표 및 역할분담

가. 개발목표

- 본 연구개발의 최종목표를 달성하기 위해 다음과 같이 세부 목표를 설정하고 세부 목표를 이행하기 위한 주요 내용을 계획하였다.

연구개발의 세부 목표	연구개발의 세부 내용
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가스배리어성 박막 코팅용액 제조 위한 원천기술 확립 	<ul style="list-style-type: none"> - 코팅용액 제조방법 설계 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 졸-겔법을 이용 코팅용액 제조 - 코팅액의 물리적 및 화학공학적으로서의 안전성 확인 - 투명하고, 화학적으로 안정하며, 환경오염을 발생하지않는 안정한 코팅막의 특성과약 - 수용성 배리아 코팅용액 제조설계 도안
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 코팅막의 가스배리어성 발현 특성 확립 	<ul style="list-style-type: none"> - 산소/수분차단 기능 특성 파악 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 포장소재에 코팅/흡착된 방습물질의 release 및 control 특성 파악 ◦ 온도변화에 따른 방습물질 휘발 특성 파악 ◦ 방습물질의 휘발 및 이동 조건 확립
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 화학 적으로안정하며,환경오염이 발생하지 않는 안정한 코팅막 형성확립 	<ul style="list-style-type: none"> - 화학적으로 안정하며, 환경적으로 환경오염을 발생하지 않는 기능성 필름 제조 - 코팅 된 필름을 단계별로 온도를 상승시켜 용매를 증발시키고 코팅막을 치밀화 시킴 - 소성된 표면상태가 기공률을 치밀화시키고, 접착력을높여 안정한 막을 제조하는 방법을 표준화시킴 - 수분/산소 투과방지 단층 보호막 소재 개발 및 공정 확립 (barrier(유기)/polymer) (barrier(무기)/polymer)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 코팅용액 제조기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 1차 코팅용액 제조 및 공정 확립 <ul style="list-style-type: none"> ◦ A용액 : 무기산화물+실란(유기결합바인더)+용매 ◦ B용액 : 유기물질+수용성고분자+실리카 유기결합 바인더 ◦ A용액과 B용액의 혼합 숙성 → 1차용액 제조 - 2차 코팅용액 제조 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 배리어성 수지용액 + 수용성 실리카 + 기능성 물질 혼합 ◦ 혼합 용액을 실란 유기 결합 바인더를 이용하여 2차 용액 제조
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 코팅액 합성 설계, 코팅액 제조기술, 코팅액 제조의 정량적 표준화 확립 	<ul style="list-style-type: none"> - 코팅용액 제조 표준화 확립

연구개발의 세부 목표	연구개발의 세부 내용
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 생분해성 수지와 산소차단성 소재와의 최적 구성비 도출 및 컴파운딩 조건 수립 	<ul style="list-style-type: none"> - PLA, 생분해성 폴리에스테르, 산소차단성 소재를 이용한 복합소재 컴파운딩 - 컴파운딩 복합소재의 특성평가 (가공성, 기계적 물성, 산소차단성 평가) - 커피포장재로 적합한 최적의 구성비 도출
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 복합소재의 생분해성 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 차단성, 가공성에서 우수한 결과를 보여준 PEC / PLA 복합소재인 PEC-4b ISO 14855의 퇴비화 조건에서의 호기적 생분해도 평가를 실시
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 코팅 방법 및 공정 확립 	<ul style="list-style-type: none"> - PLA+PEC 필름의 세척 건조 후 필름에 대기상을 방식으로 코팅 - 1·2차 코팅된 필름 시제품 제조 <ul style="list-style-type: none"> ◦ 개발기간 동안 확립된 실험조건에 근거한 시제품 생산 적용 ◦ 제작된 시제품의 목표한 기능성 및 내구성 시험, 안전성, 인증 평가 확립 ◦ 제조된 제품의 최적합한 효율성을 계산하여 최적의기능성 필름 개발에 대한 기술적 확립 ◦ 코팅된 필름 포장재 생산공정 검토 보완 ◦ 코팅된 필름의 기능성 및 방습 기능 측정 및 검토 <ul style="list-style-type: none"> · 물리/화학적 특성 측정
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 코팅된 PLA+PEC 필름의 제품규격화 및 표준화 확립 	<ul style="list-style-type: none"> - 코팅된 필름을 이용한 커피포장재 표준화 및 규격화 확립
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 코팅된 PLA+PEC 필름의 경제성 및 사업화 검토 	<ul style="list-style-type: none"> - 원료 혼합 및 필름 제조공정 조건 확립 - 최적배합비율 확립
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 제품 개발 및 경제성 분석을 통한 사업화 접목 	<ul style="list-style-type: none"> - 코팅된 필름을 이용한 식품포장재 시장분석 - 코팅된 필름을 이용한 농식품포장재 사업화 추진

나. 수행기관별 업무분장 및 개발목표

○ 본 연구개발은 참여기업이나 위탁기관 없이 주관기관 단독으로 수행하기로 계획하였으므로 주관기관 과 공동연구기관에서 관련 연구를 분담하였다.

수행기관	주요 담당업무 및 목표	기술개발 비중(%)
주관기관	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 가스배리아성 박막 코팅용액 제조 위한 원천기술 확립 ▪ 코팅막의 가스배리어성 발현 특성 확립 ▪ 화학 적으로 안정하며, 환경오염이 발생하지 않는 안정한 코팅막 형성확립 ▪ 코팅용액 제조기술 개발 ▪ 코팅액 합성 설계, 코팅액 제조기술, 코팅액 제조의 정량적 표준화 확립 ▪ 코팅 방법 및 공정 확립 ▪ 코팅된PLA+PEC 필름의 제품규격화 및 표준화 확립 ▪ 코팅된 PLA+PEC 필름의 경제성 및 사업화 검토 ▪ 제품 개발 및 경제성 분석을 통한 사업화 접목 	100%
공동개발기관	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 산소차단성능이 우수한 소재의 조사, 발굴 ▪ 생분해성 수지와 산소차단성 소재와의 최적 구성비 도출 및 컴파운딩 조건 수립 ▪ PLA, 생분해성 폴리에스테르, 산소차단성 소재를 이용한 복합소재 컴파운딩 ▪ 컴파운딩 복합소재의 특성평가 (가공성, 기계물성, 산소차단성 평가) ▪ 베이스 필름의 커피포장재로 적합한 최적의 구성비 도출 	100%
총 계		100%

제2절 세부 개발내용 및 방법

1. 세부 개발내용

- 본 연구개발의 목표를 달성하기 위한 세부 목표 및 세부 내용은 앞 절(제1절 2. 개발목표)에서 설명하였다. 아래의 내용은 이미 제시한 세부 개발목표 및 내용을 다시 한 번 정리한 것이다.

- 가스배리어성 박막 코팅용액을 제조하기 위한 원천기술 확립
- 졸-겔법을 이용한 코팅용액 제조 기술 개발
- 코팅용액 제조방법 설계, 코팅용액 제조의 정량적 표준화 확립
- 기관(필름)에 코팅을 시키는 방법과 공정 확립
- 코팅막의 치밀화 방법 수립
- 코팅막의 가스배리어성 발현 특성 확립
- 코팅액의 물리적/화학적 안전성 확인
- 산소차단성능이 우수한 소재의 조사, 발굴
- 생분해성 수지와 산소차단성 소재와의 최적 구성비 도출 및 컴파운딩 조건 수립
- 컴파운딩 복합소재의 특성평가 (가공성, 기계물성, 산소차단성 평가)
- 베이스 필름의 커피포장재로 적합한 최적의 구성비 도출확인
- 코팅된 PLA+PEC 필름의 커피 포장재 제조 최적 조건 확립
- 코팅된 PLA+PEC 필름의 경제성 및 사업화 검토
- 코팅된 PLA+PEC 필름의 제품 규격화 및 표준화 확립
- 최적합한 효율성을 계산하여 제품 개발 및 경제성 분석을 통한 제품사업

- 본 연구개발은 가스배리어성 박막 코팅 용액을 제조하기 위한 원천기술을 정립하고, 졸-겔법을 이용하여 코팅용액을 제조하는 기술이다. 코팅용액은 1, 2차 용액으로 구분하여 제조하고, 각각의 코팅용액의 특성이 최대한 적용될 수 있도록 하였다.
- 다양한 코팅용액 제조 실험을 수행한 후 최적의 코팅용액 제조를 위한 정량적 표준화를 확립하였고, 코팅방법은 많이 사용되고 있는 그라비아 롤 코팅 방식을 적용하여 1, 2차 코팅 작업을 수행하였다. 1차 코팅은 표면처리를 매끄럽게 하고, 브라운 운동을 억제하기 위한 목적으로 진행하였고, 2차 코팅은 산소/수분배리어성을 확보하기 위해 진행하였다.
- 코팅 작업이 수행된 뒤, 코팅막의 가스배리어성의 특징이 제대로 발현되었는지 확인하기 위하여, 공인 시험기관에 의뢰하여 평가를 수행하였으며, 평가 수행 후 코팅액의 물리적/화학적 안전성을 확인하였다.

- PLA, 생분해성 폴리에스테르, 산소차단성 소재를 이용한 복합소재 컴파운딩 하여 PLA+PEC 필름 제조 및 특성평가
- 최종적으로 표준화가 확립된 코팅 용액을 이용하여 기관에 코팅을 수행하고, 제작된 코팅 포장재를 이용하여 전자부품 포장재로서의 적용이 가능한 지 적용 시험을 수행하였다.
- 식품포장용 포장재 적용 시험을 수행한 후 제품 규격화 및 표준화를 확립하고, 경제성을 검토하는 방식으로 연구를 진행하였다.

2. 세부 개발방법 및 과정

(1) 가스배리어성 박막 코팅용액 제조를 위한 원천기술 확립

(가) 원천기술의 이론적 정립

- 종래 폴리올레핀 필름, 폴리에스테르 필름 등의 열가소성수지 필름은, 그 양호한 가공적성이나 우수한 기계강도, 투명성, 제조성 등의 2차 가공적성으로 인해 포장 필름으로 널리 사용되고 있다. 그리고 이러한 종류의 포장필름에는 식품, 의약품 등을 봉입했을 때 산화열화방지를 비롯하여 금속 부품 등을 포장했을 때의 방습·방오·방청 성능을 높이기 위해 수분, 산소 등에 대하여 그 투과를 조절해야 하는 배리어성의 향상이 도모되어 왔다.
- 배리어성 필름을 제조하는 방법으로는 열가소성수지 필름의 편면 또는 양면 위에 염화비닐리덴계 수지를 주요 성분으로 하는 배리어층을 형성하거나, 폴리비닐알코올계 수지와 무기층상 화합물로 이루어진 배리어층의 적층 방법이 널리 수행되고 있다. 또는 에틸렌-비닐알코올계 수지와 무기층상 화합물로 이루어진 배리어층의 적층 방법이나, 에틸렌-비닐알코올 공중합체의 수성분산액과 무기물 필러를 배합해서 배리어성을 갖게 한 적층체가 시행되고 있다.
- 그러나 최근 염화비닐리덴계 수지를 주요 성분으로 하는 배리어층이 형성된 배리어 필름에서는 해당 필름을 소각할 경우 다이옥신 등의 유기염소계 화합물의 발생이 우려되어, 환경단체로부터 환경오염 문제가 제기되고 있다. 또한 폴리비닐알코올계 수지로 이루어진 필름 및 에틸렌-비닐알코올 공중합체를 포함하는 적층체에 관해서는 고습도하에서 가스배리어성이 저하한다는 것이 알려져, 포장재의 용도가 한정되는 문제점이 발생하고 있다.
- 상기의 고습도하에 있어서의 배리어성의 저하를 개선하기 위해, 무기관 형상입자 및 수용성 고분자를 주성분으로 하는 배리어 필름 또한 연구된 바 있으나, 수용성 고분자로서 고수소결합성 수용성 고분자를 구성성분으로 하고 있기 때문에, 도막(배리어층)의 구성성분을 포함한 도포제의 점도가 높아져 고농도에서의 도포가공이 곤란하다는 단점이 존재하였다.

- 이러한 문제점들을 보완하기 위하여 최근 유무기 하이브리드 제조공법이 관심을 받고 있다. 유무기 하이브리드는 고분자 내에 무기 나노입자나 실리케이트 혹은 그러한 구조들을 분산시켜, 재료의 상의 구분을 최소화하고, 구조적으로 균일한 복합재료를 제조한 것을 말한다. 이러한 복합재료들은 유기 고분자의 유연성과 우수한 가공성을 유지시키고, 무기 나노 소재의 우수한 기계적인 강도와 열안정성을 부가하여 최근에 들어 뛰어난 소재로 각광받고 있다.
- 또한 특정한 특성을 갖는 분자구조 요소들을 선택하여 분자구조의 변경이 가능하고 무기입자의 경우 대부분의 유기 고분자들의 특성에 맞게 적용할 수 있으므로 그 응용분야가 넓다. 유무기 하이브리드는 그 종류가 다양하지만 본 연구사업에서는 크게 졸-겔 공정을 이용한 유무기 하이브리드 재료를 제조하고자 한다.
- 세라믹의 화학제조 공정인 졸-겔법을 이용해 제조한 유무기 하이브리드는 분자구조식으로 매우 균일하기 때문에 투명하며, 광학필름이나 투명 코팅제로도 많이 이용이 된다. 그리고 낮은 온도에서도 제조가 가능하며, 세라믹 코팅이나 유기 고분자들이 갖는 단점들은 이들의 복합적 특성으로 보완할 수 있다. 또한 무기분자의 입자 분산이나 유기분자 말단에 기능성 분자를 추가하여 내마모성, 김서림방지, 대전방지 등 용도에 맞게 필름을 기능성화 할 수 있어 그 이용분야가 매우 넓다고 할 수 있다

〈그림-14〉유무기하이브리드 배리어코팅층 복합화 모식도

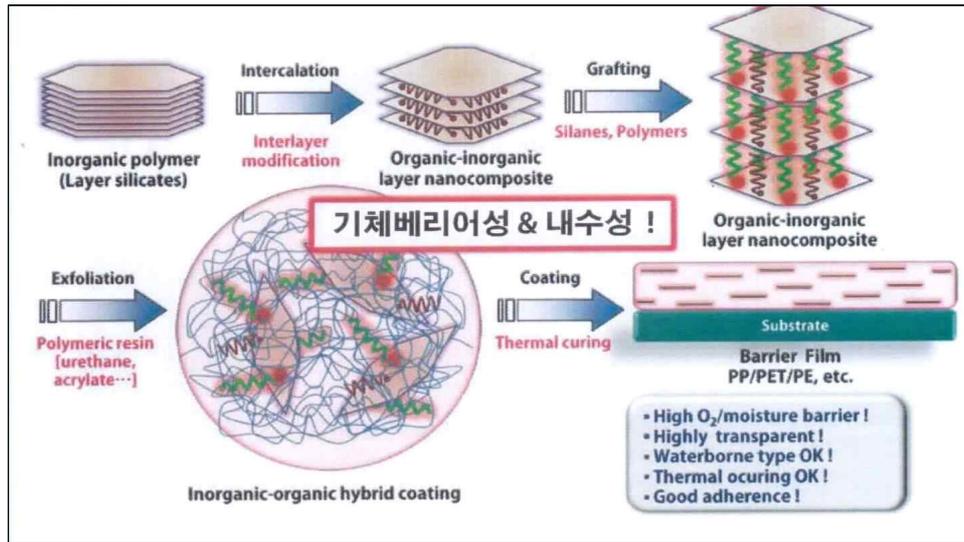


- 따라서 본 개발기술은 스크래치 및 김서림 방지 기능을 강화하고 고습도하에서도 배리어성이 저하되지 않으며, 도포 가공성이 용이한 배리어성 코팅액을 제조하기 위하여 유무기 하이브리드 졸-겔 공정을 이용하여 방오·방습 기능이 강화되고 가스배리어성이 우수한 전자기 부품 포장재를 제조하는 것이다.

(나) 코팅용액 제조방법 설계

- 본 연구과제는 기존의 유기 필름의 문제점인 고습도하에서의 배리어성 저하 문제를 해결하기 위한 다양한 연구 중에서 기능성 무기 소재에 기초하여 코팅제를 제조하는 것을 목표로 삼았으며, 무기 폴리머의 경우 가공성이 어려운 단점을 극복하기 위하여 중합성 유기화합물을 혼합하면 유기물의 특이성이 무기물의 그물상 망목구조에 도입되어 가공성 및 수분/산소 배리어성이 우수한 코팅액이 제조된다는 사실을 확인하고, 이 기술을 포장재에 적용하고자 하였다.

<그림-15>유무기하이브리드 배리어조성물 복합구조



① 졸-겔 공정을 적용한 이유

- 졸-겔 공정이란 금속 알콕사이드 혹은 금속 염이 용액상에서 가수분해되어 생성된 입자 형태의 졸 혹은 고분자 형태의 졸이 축중합 반응에 의한 결합 작용으로 겔화하는 공정을 이용하는 기술이다. 화학적 방법에 의하여 무기재료를 만드는 공정을 광범위하게 일컫는 말로써, 분자단위의 혼합으로 균질도가 매우 높고, 비평형 상태의 물질도 제조 가능하여 무기재료의 합성에 많이 이용되고 있다. 이러한 졸-겔 공정은 1846년 Ebelmen이 silicic acid ester를 물과 반응시켜 투명한 용액을 만든 데에서 기인하였으며, 1970년경 Yoldas에 의해 투명한 알루미나 겔이 합성되면서 급격히 발전하였다.
- 졸-겔 공정을 적용한 이유는 반응물의 크기가 작아짐에 따라 얻게 되는 부가적인 이득 때문이다. 고전적인 제조 공정에서는 그 반응물을 자연으로부터 얻기 때문에 다양한 종류의 불순물들이 함께 유입되며 이를 배제하기가 쉽지 않다. 반면 졸-겔 공정에서는 분자 단위의 반응물을 사용하기 때문에 애초에 순수한 화합물을 사용하면 매우 높은 순도의 최종 생산품을 얻을 수 있다. 또한 건조된 겔을 얻기 전까지의 모든 반응들이 용액 상에서 진행되기 때문에 생성물로 얻는 건조된 겔과 고체상의 생산품은 매우 균질한 조성을 가지게 된다.
- 이것을 포장재로 많이 쓰이는 플라스틱에 적용하면, 플라스틱 자체로는 그 물성에 한계가

있고, 내약품성 및 내용제성, 내후성 등 타 소재에 비해 떨어지는 기능이 있어서, 최근 복합 재료나 하이브리드 혹은 코팅에 의해 기존의 물성을 보완하는 새로운 기술을 많이 적용하고 있다. 그 중 코팅기술은 플라스틱 표면경도나 부착성, 내약품성 및 내용제성을 개선시키고, 우수한 광택을 내는 등 다양한 기능을 적용시킬 수 있었다. 플라스틱은 그 성질이 무르고, 표면이 쉽게 손상되는 경우가 많아서 이리 부분들을 보완하기 위하여 코팅기술을 도입하였으며, 현재 기존의 코팅기술을 개선하여 졸-겔법을 도입한 유무기 하이브리드가 주목받고 있는 상황이다. 유무기 하이브리드는 유기화처리된 무기망목구조 및 입자를 형성하는 졸-겔이 고분자내에 유기적으로 결합되어 기존 필름의 부족의 내열성, 내마모성, 내스크래치성 등을 보완하여, 코팅 기술의 획기적인 대안이 되고 있다.

- 졸-겔 공정의 출발물질로 많이 이용되는 것은 무기염 또는 유기 금속화합물이며, 균일한 졸의 생성, 겔화 및 열처리 단계를 거쳐 원하는 형태로 만들게 된다. 금속 산화물의 전구체인 유기 금속화합물로는 금속 할로젠 화합물과 금속 알콕사이드가 있다.

② 졸-겔법의 정의 및 공정순서

① 졸-겔(Sol-Gel)법의 정의

- 가수분해 또는 탈수축합에 의해서 얻어진 수십, 수백 mm의 colloid입자가 액체 중에 분산된 졸(sol)의 화염가수분해에서 얻어진 실리카 미립자 등을 액체에 분산시켜 졸에서 colloid입자의 응집, 응결에 의해서 졸의 유동성이 손실되어 다공체의 겔(gel)로 되는 반응이다.
- 그 중 졸은 가수분해와 축합반응이 일어났으나 1~1,000nm 크기의 입자들로 구성되어 있으며, 입자의 표면에 하전을 띄고 있어 정전기적 반발력에 의해 안정화 되어 있는 상태를 말하고, 겔은 계속적인 가수분해와 축합반응을 거침으로서 용액 내에 있는 모든 졸들이 하나의 덩어리로 이루어지게 된 상태를 의미한다.

졸(sol)

반응물 염이 녹은 용액으로 일반적으로 1~1000nm 정도의 입자들로 이루어져 있으며, 콜로이드(입자 겔)나 고체무기물 단분자(중합 겔)가 분산되어 있는 현탁액을 말한다. 이 현탁액은 인력이나 중력의 작용이 무시할 정도로 작아 반데르발스 인력이나 표면전화가 주로 작용하여 침전이 발생하지 않고 분산된 콜로이드 형태를 띤다. 콜로이드를 형성하기 위한 전구체는 다양한 반응성 배위체로 감싸진 금속으로 구성, 이렇게 형성된 졸은 그 분산매인 용매의 제거에 의해 겔로 전이된다.

겔(gel)

sol의 반응이 지속되면서 분산된 고체분자들이 고분자화되면서 연속적인 고체 망목구조를 형성하여 유동성을 잃은 상태로 졸과는 달리 유동성이 상실된 겔을 열처리하여 일반적인 세라믹스를 만든다.

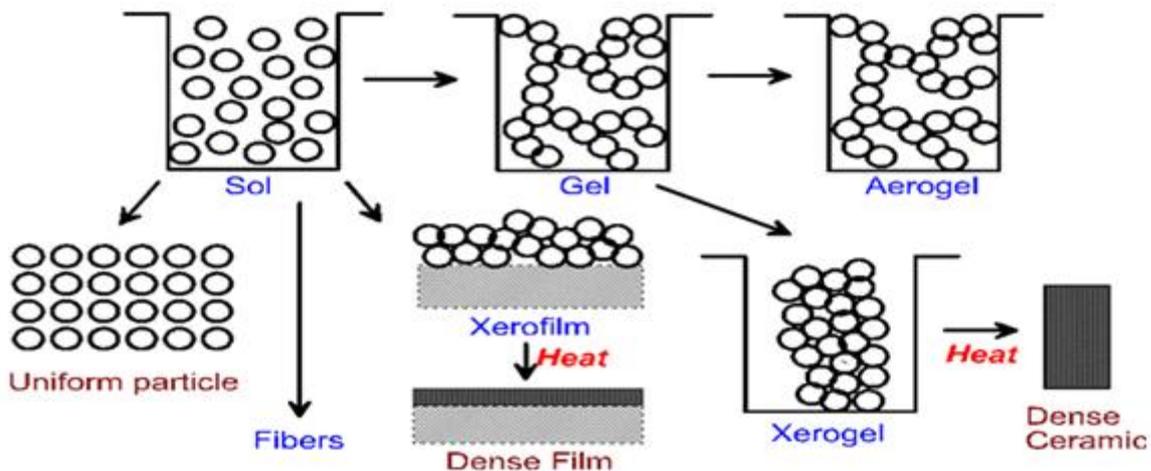
- 졸-겔법에서 물과 알콕사이드의 비율, 용액의 pH, 용매의 종류 및 양 등 여러 가지 요소 등으로 반응속도 및 최종구조물의 구조변화가 일어나며, 실험자에 따라 각각 다른 결과를 낼

만큼 민감한 반응이다. 졸-겔 박막형성에서 중요한 건조속도는 박막제조의 질을 결정하는 중요한 요소 중 하나로 적당한 온도와 열처리 시 알맞은 승온 온도와 냉각속도 조절이 꼭 필요하다.

⑥ 졸-겔(sol-gel)법의 공정순서

- 졸-겔 공정이란 졸-겔 세라믹스를 제조하는 방법이다. 졸은 1~1000nm 정도의 콜로이드 입자들로 이루어진 인력이나 중력의 작용이 무시될 정도로 작아 반데르발스 인력이나 표면전하가 주로 작용하여 침전이 발생하지 않고 분산되어 유동성을 가지는 현탁액 상태를 말한다. 이때 분산매가 물이면 하이드로 졸, 유기물이면 오르가노 졸이라고 한다. 또 분산매가 기체로서 고체 및 액체의 콜로이드 입자가 분산되어 있는 계도 졸에 포함시키는데 이것을 에어로졸이라고 한다.
- 반응이 지속됨에 따라 분산된 고체 분자들이 고분자화 되어 연속적인 고체 망목구조를 이루고 유동성을 잃은 겔 상태가 된다. 이 현상을 겔화라고 하고 한천, 두부, 실리카겔 등이 그 예이다. 이들은 콜로이드 입자의 그물조직 사이에 용매인 물 등이 들어가 굳어버린 것이며, 다시 온도를 올려주면 분자운동이나 그 밖의 원인에 의하여 조직이 파괴되어 다시 유동성 액체로 된다. 그물조직 사이에 물이 들어 있는 겔을 하이드로 겔이라고 하며, 겔의 그물조직 사이에서 용매가 제거되고 공기가 들어간 모양의 다공성 겔을 크세르 겔이라고 한다. 규조토, 산성백토 등이 그 예이다. 이들은 흡착제로 널리 이용된다. 이런 겔을 열처리함으로써 세라믹스를 만들 수 있다.
- 알루미나 졸-겔 공정에서 출발물질은 알루미나로부터 제조되는 중합 겔은 공유결합에 의해 연결되므로 비가역적이고 영구적인 겔로서 화학적 겔로 볼 수 있으며, 콜로이드 졸-겔 공정에서 반데르발스 힘에 의해 형성되는 입자 겔은 분산이 가역적이므로 물리적 겔로 볼 수 있다. 졸-겔을 제조하는 일반적인 공정은 아래에 있는 <그림-16>과 같다.

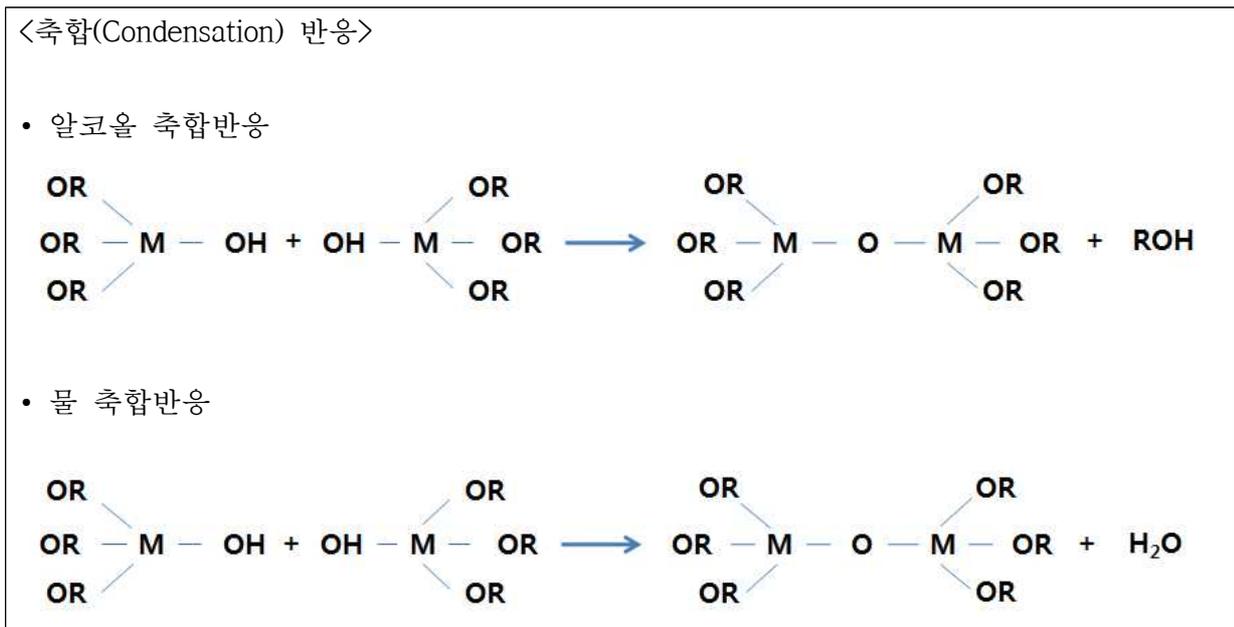
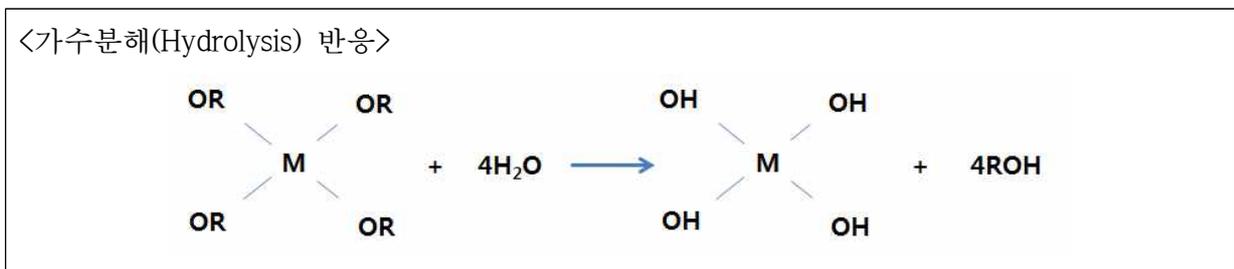
<그림-16> 일반적인 졸-겔법의 공정과정



③ 졸-겔 공정의 메커니즘

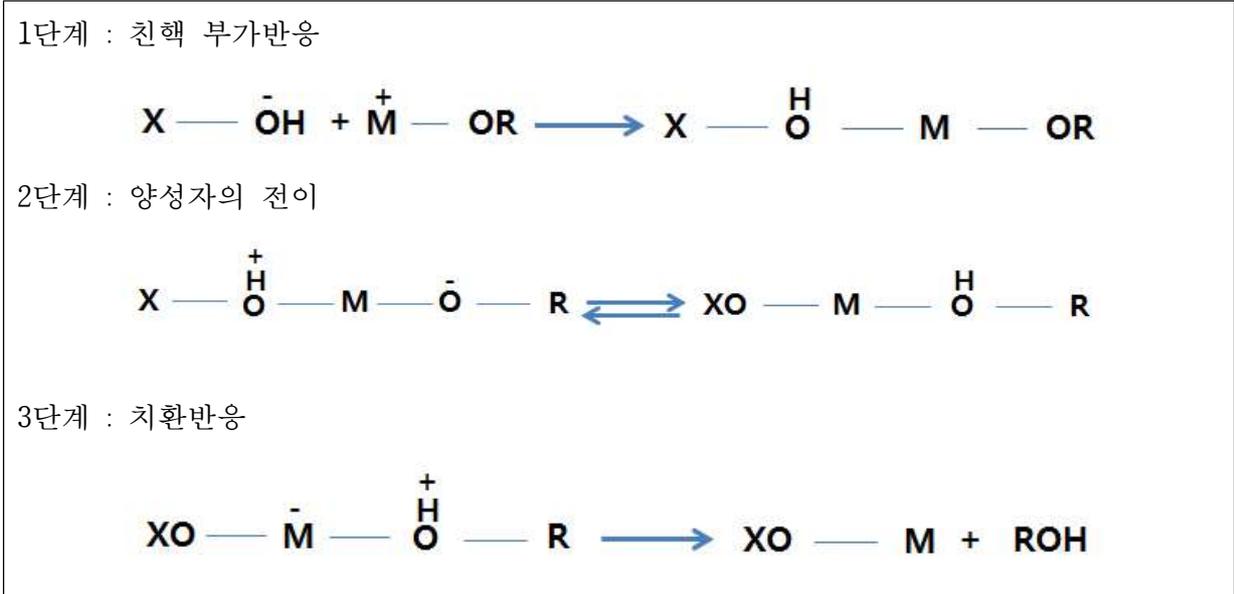
- 졸-겔 반응은 일반적으로 가수분해와 축합반응 2가지의 반응으로 구분된다. 이러한 일반적인 반응과정을 아래 그림으로 나타내었다.
- 일반적으로 졸-겔 공정은 금속 알콕사이드($M(OR)_n$)를 무기 전구체로 사용하여 시작한다. 여기서 M은 Si, Ti, Zr, Al, B 등과 같은 삼차원 네트워크 형성이 가능한 금속 물질을 나타내며, R은 알킬기(C_xH_{2x+1}) 혹은 수소를 나타낸다. 이들 금속 알콕사이드의 알콕시기들이 물과 함께 반응하여 히드록시기로 치환되고 동시에 이들 히드록시기들 사이에서 혹은 히드록시기와 알콕시 기들 사이에서 축합반응이 진행됨으로써 M-O-M 결합을 형성하게 된다. 이때 축합반응에 의한 부산물로서 알코올과 물이 발생하게 되며, 이들 부산물들은 이후 건조과정을 통해 제거된다.

<그림-17> 졸-겔 반응의 가수분해와 축합반응



- 이들 가수분해와 축합반응은 모두 S_N2 메커니즘(친핵성 치환 반응)을 따르며, 그림(-)에 나타난 것과 같이 3가지 단계를 거쳐 진행된다.

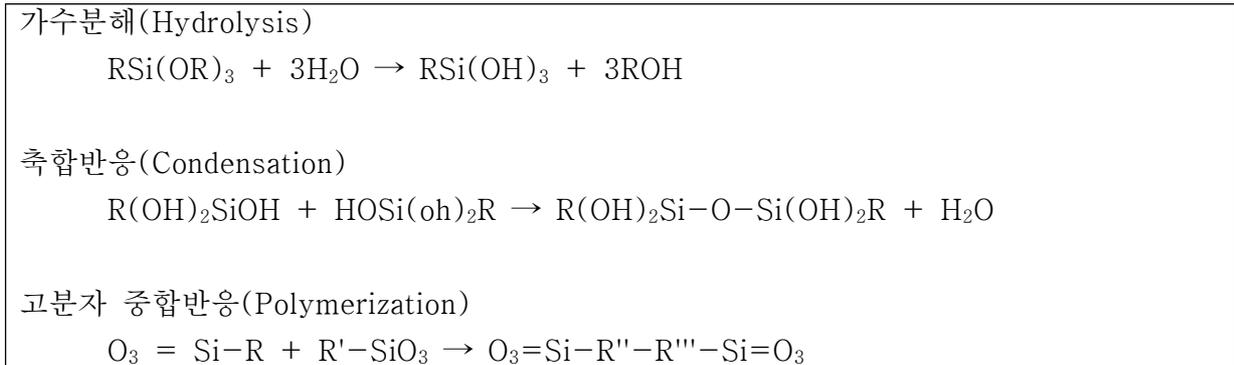
〈그림-18〉 가수분해와 축합반응의 메커니즘



- 또한 이들 X의 화학적 성질에 따라 서로 다른 경로로 반응이 진행된다. 즉, X가 수소 원자 일 때에는 가수분해 반응이 일어나며, M일 때는 축합반응이, R'일 때는 치환반응이 일어난다. 1단계에서는 양으로 하전된 금속원자 M에 음으로 하전된 -OH기의 친핵 부가반응이 발생한다. 2단계에서는 전이 상태에서 도입되는 리간드 XOH로부터 인접 알콕시 기의 음으로 하전된 산소 원자 쪽으로 양으로 하전된 양성자의 재배열이 일어난다. 마지막 3단계에서는 양으로 하전된 ROH의 이탈이 발생하게 된다.
- 졸-겔 공정에서는 촉매로써 어떤 것을 사용하느냐에 따라 위의 반응들이 진행되는 메커니즘이 달라지며, 이에 따라 최종적으로 합성되는 겔의 형상과 최종 생산품의 특성들이 각각 달라진다. 이 외에도 pH, 온도, 시간, 반응물의 농도, 촉매의 성질 및 농도, H₂O/금속원소물 비, 숙성 온도와 시간, 건조 조건 등이 졸-겔 무기질 망상조직의 특성과 성질에 영향을 끼친다.
- 졸-겔 공정을 통한 유-무기 나노 하이브리드 재료의 개략적인 반응을 아래 〈그림〉과 같이 나타낼 수 있다. 가수분해 과정에서는 유기 금속 알콕시 실란(RSi(OR)₃)의 알콕시 기(-OH)가 먼저 물과 산 혹은 염기 촉매에 의해 실라놀(-OH)기로 바뀌게 되며, 축합반응 과정에서는 가수분해 과정에서 생성된 실라놀(-OH)가 먼저 물과 산 혹은 염기 촉매에 의해 실라놀(-OH)기로 바뀌게 되며, 축합반응 과정에서는 가수분해 과정에서 생성된 실라놀(-OH)기가 서로 반응하여 실리카 네트워크를 형성하게 되고, 고분자 중합반응 과정에서는 유기 금속

알콕사이드 내의 단량체 유기그룹이 서로 결합하여 고분자 네트워크를 형성시킴으로써 유-무기 금속 알콕사이드의 종류에 따라 가수분해, 축합반응, 고분자 중합반응의 속도가 각각 현저한 차이를 나타내기 때문에 원하는 성능을 구현하기 위해서는 사용하는 유기 금속 알콕사이드의 각각의 공정 조건을 달리 해야만 균일한 성분 분포를 지닌 유-무기 나노 하이브리드 재료를 제조할 수 있다.

〈그림-19〉 유·무기 복합재료의 졸-겔 프로세스



④ 졸-겔법의 장단점

○ 졸-겔법에는 다음과 같은 장단점이 있다. 이러한 장단점을 파악하여 졸-겔법을 이용한 코팅 방법이 성공적으로 수행될 수 있도록 진행하였다.

<장 점>

- 용액상의 자발적인 혼합이 원자단위까지 균일하게 도달한다.
- 다성분계 재료에서도 균질한 것을 만들기 쉽다.
- 저온 합성이 가능하다.
- 기존 방법으로 제조 불가능한 조성의 세라믹이나 결정체를 만들 수 있다.
- 제조에 응용할 경우 생산효율을 높일 수 있다.

<단 점>

- 생성물과 무관한 용매가 도입되고 건조공정 시간과 비용이 추가된다.
- 재료(알콕사이드)의 단가가 높다.
- 수분에 민감하다.
- 재연성이 떨어진다.

(2) 코팅용액 제조

- 본 개발기술에서 가장 중요한 단계는 코팅액 제조기술의 정립이다. 코팅액 제조 결과에 따라서 본 기술에 대한 성패여부가 좌우되기 때문이다. 이렇기 때문에 본 연구진은 코팅액 개발에 심혈을 기울여 실험을 수행하였다. 코팅용액 제조를 위한 원천기술은 앞 장에서 설명한 바와 같이 졸-겔 공정으로 제조하고자 한다.

(가) 수용성 배리아 코팅용액 제조설계 도안

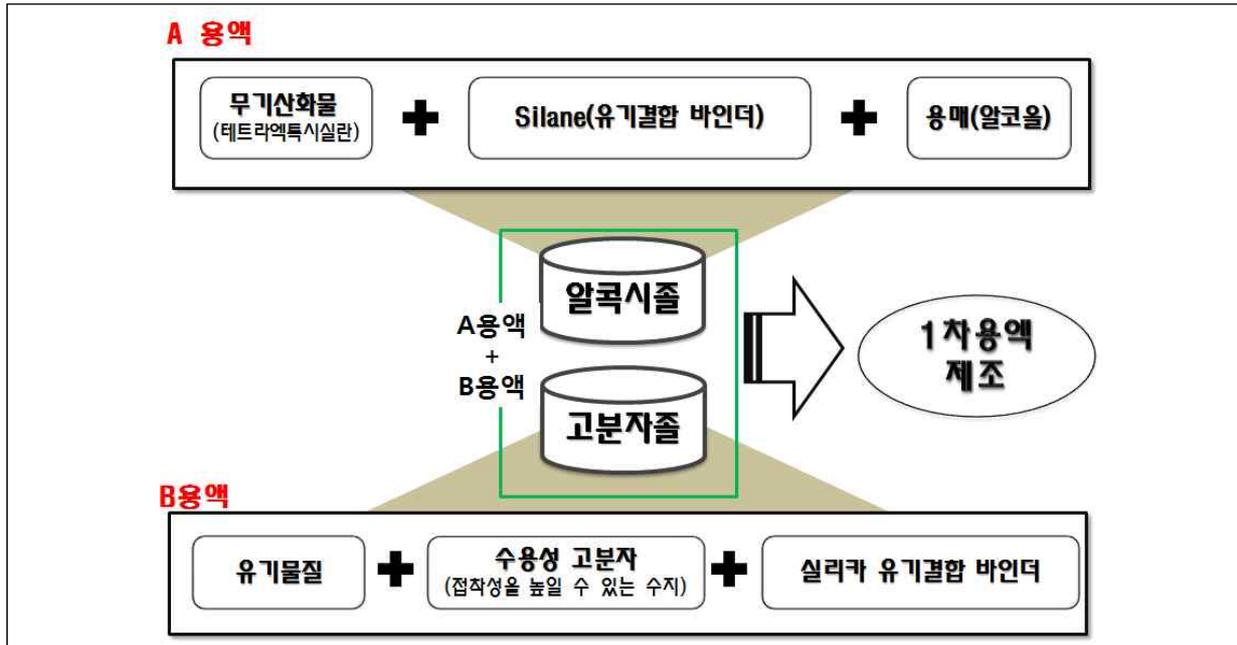
- 비수용성 수지 표면에 산화물(metal oxidation)을 분산하여 유무기하이브리드화의 수용성 코팅용액을 제조하여 사용을 하고자 하는 것은 수지의 비정부 브라운 운동을 억제하기 위한 방법으로 배리어성 효과를 노린 것이다.
- 이러한 특성을 이용하여 보다 충분한 효과를 얻기 위한 방법으로는 필름 수지와 코팅용액의 수지 미립자간의 가교결합을 형성시킬 필요성이 있다.
- 유무기하이브리드화에 의한 기술은 기본적으로 가스배리어의 특성수지에 금속산화물의 미립자를 균일하게 분산을 시키어 수지표면의 기공을 치밀화를 시키는 것이 가스의 차단성을 높이는 가장 중요한 모델작업이다.
- 이러한 방법에 이상적인 하이브리드는 금속산화물이 용액 중에 분자레벨의 크기로 분산을 잘 시키어 호모지니어스한 상태로 제조를 하여 특수한 코팅처리를 이용하여만 기대효과를 발현을 시킬 수가 있다.
- 졸-겔법에 주로 사용되는 금속으로는 Na, Ba, Cu, Al, Si, Ti, Ge, Sn, Sb 등의 금속이나 반금속이 사용되며, 결합되는 알킬기는 메틸, 에틸, 프로필, 부틸기 등이 사용된다. 이 중에서 알콕시실란이 가장 보편적이며, 특히 TEOS(Tetraethoxy Silane)가 가장 많이 사용되는데, 이는 TEOS가 실리콘 수지 제조공정에서 부산물로 얻어지기 때문에 가격이 싸고 다루기 쉽기 때문이다. 본 연구에서는 알콕시실란으로 TEOS를 베이스로 삼고 있다. 그러나 알콕시실란에는 물에 녹지 않기 때문에 공용매로서 메탄올, 에탄올, 프로파올 등의 알코올을 사용한다. 또한 여러 종류의 메탈 알콕사이드를 함께 사용함으로써 다양한 가능성을 갖는 고성능 복합체를 얻고자 한다.

① 1차 코팅 용액 제조 공정

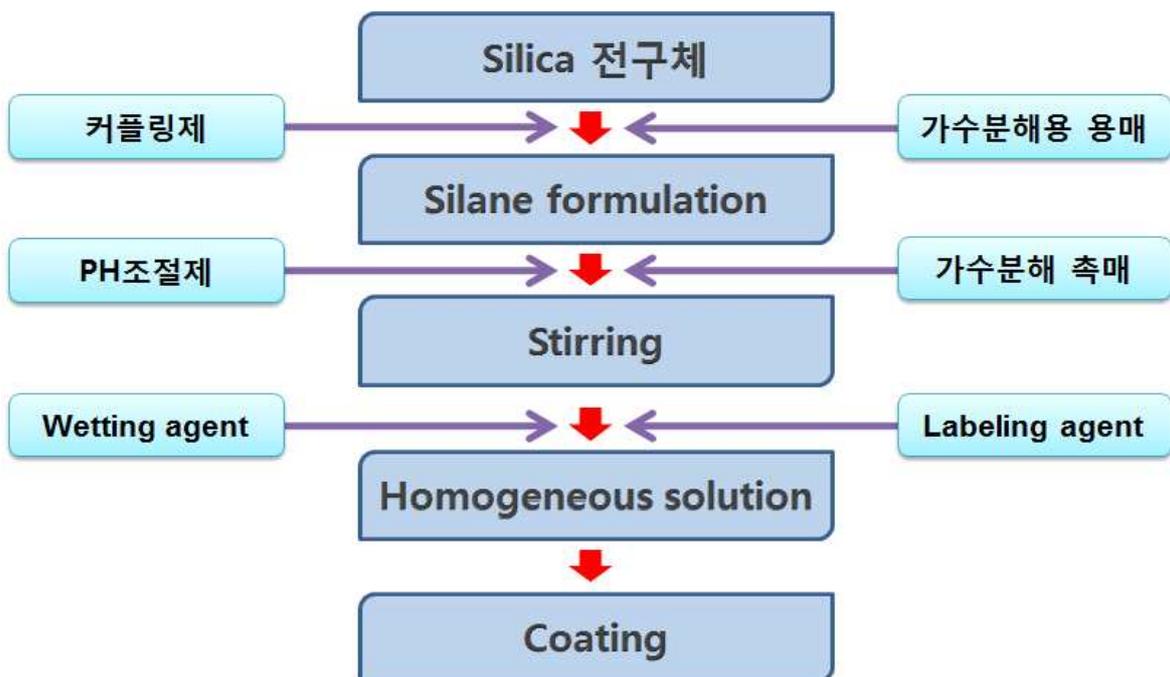
- 1차 코팅용액의 제조를 위해서 무기산화물 실란과 용매 및 첨가제를 정량적으로 혼합하여 30~40°C의 온도로 RPM은 720, 10시간 동안 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반을 시킨다.
- 이러한 방식으로 제조된 코팅용액을 24°C에서 2일 이상 숙성시켜 코팅 용액의 분산 상태를 확인한 후, 이 코팅용액을 이용하여 PLA 복합필름에 박코트 코팅법을 이용하여 약 3 μ m의 두께가 되도록 코팅을 하고, 80~100°C로 약 5~10min 정도 건조를 시킨다.

- 1차 코팅용액은 지지체 필름의 결정성 부분과 비결정성 부분 사이의 홈을 막아서 필름 표면에 치밀함을 가하여 수분이 통과되는 것을 막고자 함이다.
- 다음은 1차 코팅용액의 제조과정을 그림으로 표시하였다.

<그림-20> 1차 코팅용액 제조 구성



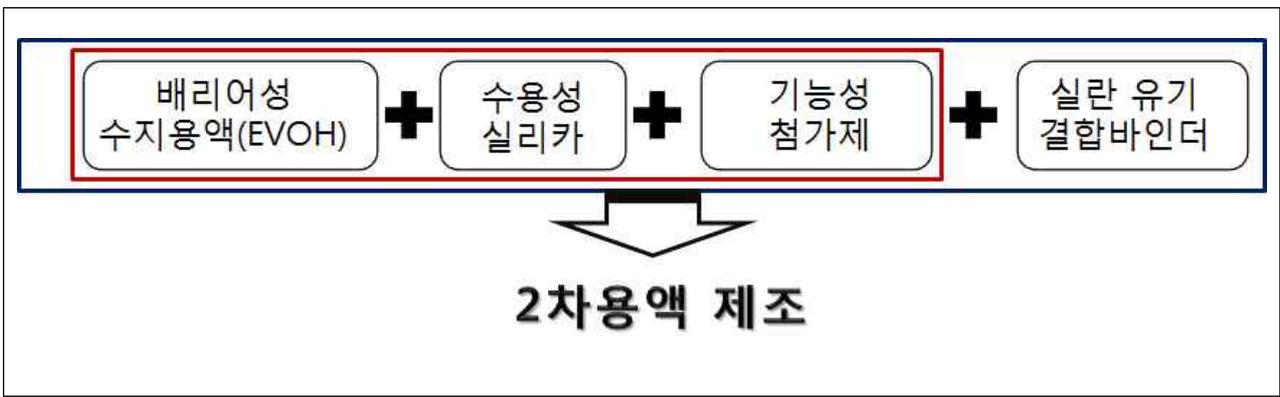
<그림-21> 1차 코팅용액 제조 프로세스



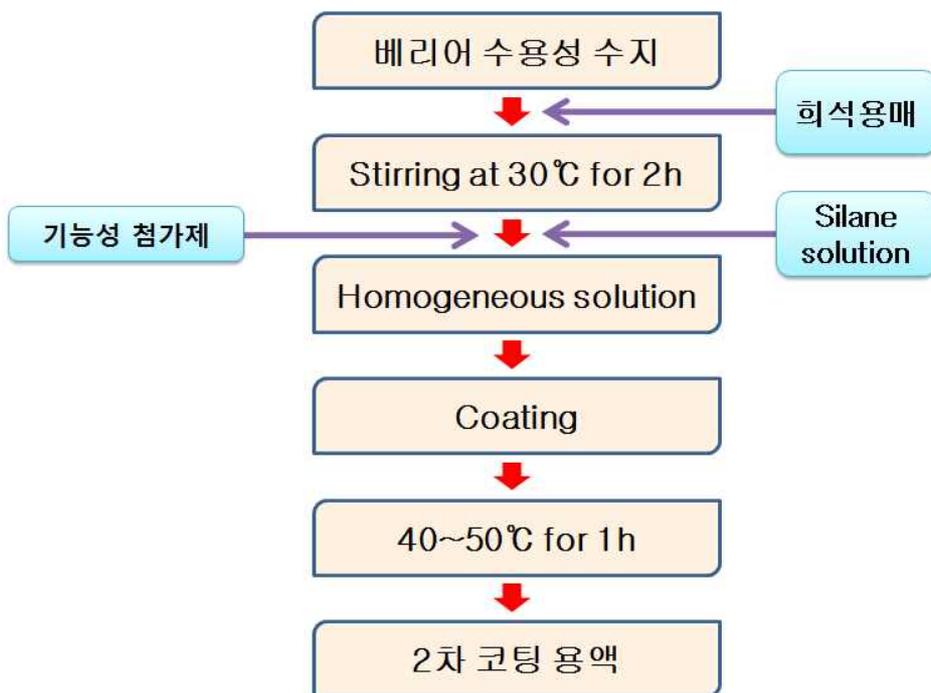
② 2차 코팅 용액 제조 공정

- 2차 코팅용액의 제조 공정은 다음과 같이 정리할 수 있다.
- 수분배리아성 수용성 고분자와 용매 및 첨가제를 정량적으로 혼합하여, 온도는 40~50℃, RPM은 720, 10시간 동안 교반을 시키어 균일한 코팅용액을 제조한다.
- 상기에서 제조한 코팅용액을 24℃에서 2일 이상 숙성시켜 코팅 용액의 분산상태를 확인을 한다.
- 1차코팅을 한 필름에 2차 코팅을 하여 수분 차단성을 더 높이고 또한 필름표면에 접착성, 인쇄 적정성을 높이고자 하였다.

<그림-22> 2차 코팅용액 제조 구성



<그림-23> 2차 코팅 용액 제조 프로세스



(나) 코팅용액 제조 실험

- 코팅용액 제조를 위한 실험은 크게 여섯 단계로 구분하여 진행하였다. 1단계에서는 가교역할을 하는 EtOH와 H₂O의 변화를 통하여 조성액을 제조하였고, 2단계에서는 PAUD 투입량을 변화시키면서 조성액을 제조하였다. 3단계에서는 PAA를 변화시켰고, 4단계에서는 PAA와 PVOH의 투입량을 변화시키면서 조성액을 제조 하였다. 5단계에서는 PAA, PVOH 그리고 변성수지를 투입하여 조성액을 제조 하였고, 6단계에서는 PVOH와 변성수지를 이용하여 조성액을 제조 하였다.
- 이렇듯 단계별로 투입되는 원료 용액을 변화시킨 이유는 본 연구의 목적이 PLA+PEC필름에 제조한 코팅용액을 코팅하여 수분을 배리어 하는 것이므로 이때 사용되는 원료를 각각 정량적으로 사용하여 가장 정확한 배리어 용액을 제조하는 것이므로 실험 단계별로 사용되는 원료의 몰비를 달리하여 제조를 하는 실험공정을 수행한 것이다.
- 실험은 단계별로 2차에서 8차까지 총 26차에 걸쳐 용액 제조 실험을 진행하였으며, 6단계를 통한 실험 후 본 연구에 근사치로 접근한 코팅액 조성비율 5가지를 정리하여 최종적인 실험을 진행하였다.
- 각 실험 단계마다 투입 조성용액을 달리 함으로써 기재필름과 코팅용액간의 접착력과 투명도를 조절하면서 가스배리어성이 최적이 될 수 있도록 하였다.

① 실험 1단계

○ 실험방법

- 아래 물질을 정량적으로 측량을 하여 혼합
- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴

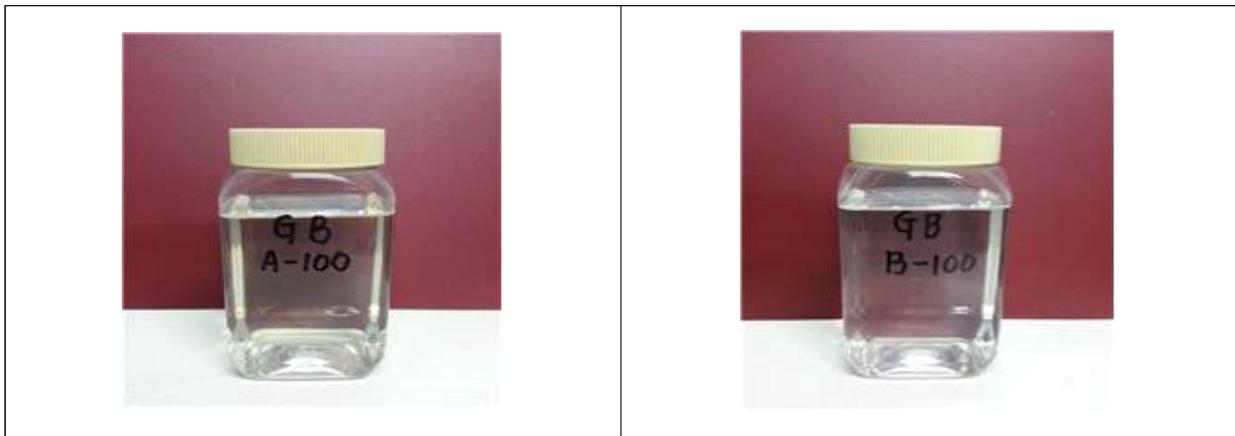
○ 코팅제 제조 실험 몰비

차수	TEOS	EtOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃
1차	30.8(g)	100	350	30	5.5	0.2	0.3
2차	30.8(g)	150	350	30	5.5	0.2	0.3
3차	30.8(g)	200	350	30	5.5	0.2	0.3
4차	30.8(g)	250	350	30	5.5	0.2	0.3
5차	30.8(g)	200	300	30	5.5	0.2	0.3
6차	30.8(g)	250	250	30	5.5	0.2	0.3
7차	30.8(g)	200	200	30	5.5	0.2	0.3
8차	30.8(g)	250	150	30	5.5	0.2	0.3

○ 실험내용

- 투입되는 용액 중에서 1차적으로 alcohol과 H₂O의 양을 변화시키면서 제조하고, 코팅용액의 가수분해 및 축합상태가 진행되면서 이루어지는 코팅용액의 물리/화학적 상태를 확인하고자 하였음
- 제조되는 물질의 양을 변화시키면서 코팅용액을 제조하고, 제조된 코팅용액을 PET필름에 코팅을 하여 코팅 상태를 확인하는 실험을 하고자 함
- 제조된 코팅액은 투명한 상태의 코팅용액을 제조되었고, 24℃에서 24시간 동안 숙성시켰음

<그림-24> 제조된 용액이 상태



○ 실험결과 및 고찰

- 차수별로 조성된 코팅용액으로 코팅을 하였음
 - * 코팅결과 : 투명상태의 코팅이 되었음
- 코팅용액은 48시간동안 보관을 하여도 겔화 현상은 없었음
- 1~3차 실험 : 70℃에서 열을 가하여 소성건조 시켰으나, 코팅상태가 미약함
- 4~6차 실험 : 이전보다 코팅상태가 좋아졌고, 투명상태도 향상되었음
 - * 소수성이 향상되면 접착성 및 코팅상태가 향상된다는 결과를 얻었음
- 7~8차 실험 : 코팅을 하여 건조를 시킨 다음, 다시 코팅이 된 표면에다 접착제를 코팅하고 LDPE필름을 부착하여 30분간 건조 : 코팅상태와 접착력 양호
 - * 코팅상태에서 접착성, 투명성, 굴곡성 등의 물리적 정성적인 상태 실험 수행

<시험결과 >

시험항목	단위	시험방법	시험결과	시험환경
투습도	g/(m ² ·day)	ASTM F 1249:2013	45	(38±2)℃, 100%R.H.

- 소수성이 너무 강하여 경화성이 높으면 코팅 작업 시 롤에 엉키는 현상이 발생할 수가 있으므로 경화속도가 적절히 조절할 필요가 있음

※ 본 실험에서 조성된 코팅용액을 이용하여 PLA복합소재+PE, 종이+PE 필름에 코팅하는 작업 수행 하여 방습효과 및 접착력을 확인하였음

〈그림-25〉 방습효과 확인을 위한 접착력 Test(PLA복합소재+PE, 종이+PE)



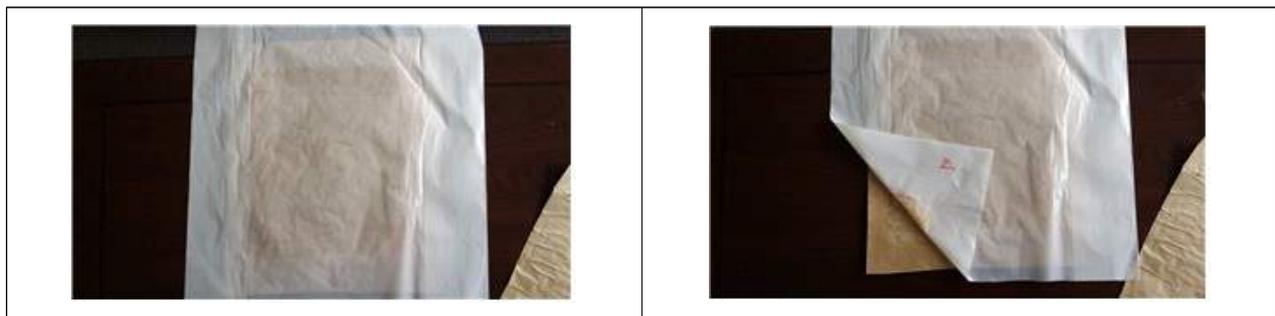
(OTR테스트를 하기 위해 접착 테스트)

(OTR테스트 샘플 접착 실패)



(OTR테스트를 하기 위해 접착 테스트)

(OTR테스트를 하기 위해 접착 테스트)



(방습테스트를 하기 위해 접착 테스트)

(방습테스트를 하기 위해 접착 테스트)



(방습테스트를 하기 위해 접착 테스트)

② 실험 2단계

○ 실험조건

- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴
- 제조된 용액에 변성수지(PAUD) 첨가 : 수분 배리어성 향상 및 내용제성 향상

○ 투입 용액 조성비

차수	TEOS	EtOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	PAUD
9차	30.8(g)	250	150	30	5.5	0.2	0.3	20
10차	30.8(g)	250	150	30	5.5	0.2	0.3	30

- 축합교반이 완료된 물질에 방습기능을 향상시키는 PAUD를 첨가하여 코팅용액을 제조함
- 제조된 코팅액은 반투명한 상태의 코팅용액으로 제조되었고, 24℃에서 24시간 동안 숙성시켰음
- 제조가 된 코팅용액을PLA복합소재 필름에 코팅하고 건조한 다음, 다시 접착제를 코팅하여 LDPE필름을 부착하여 건조시킴. 이후 코팅상태의 접착성, 투명성, 굴곡성 등의 물리적 정성적인 상태를 확인하는 실험을 하였음

○ 결과 및 고찰

- 9~10차 실험에서 조성된 코팅용액으로 코팅한 결과 모두 투명상태의 코팅이 되었음
- 코팅용액은 48시간동안 보관을 하여도 겔화 현상은 없었음
- 1단계 실험에서와 같이 70℃에서 열을 가하여 소성건조 시킨 결과, 투명상태 및 접착력이 향상된 결과를 얻음
- 코팅을 하여 건조 시킨 다음, 다시 코팅이 된 표면에다 접착제를 코팅하고 LDPE필름을 부착하여 30분간 건조한 후 PLA복합소재필름과 LDPE필름의 접착력을 확인한 결과 코팅 상태는 양호하였으나 접착력이 부족하였음
 - * 제조되는 코팅제는 내수성과 접착력이 증가하면서 가스배리어성이 더 증가하도록 하는 목적이 있음
- 제조되는 가스배리어성 코팅용액은 물리화학적 특성이 향상되도록 첨가되는 물질의 양을 변화시키면서 제조를 함

③ 실험 3단계

○ 실험조건

- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴
- 제조된 용액에 변성수지(PAA) 첨가 : 수분 배리어성 향상 및 내용제성 향상
- 용액의 안정성과 접착을 확인하기 위해 EtOH와 isPOH를 바꾸어 사용하였음

○ 투입 용액 조성비

차수	TEOS	EtOH	isPOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	PAA
11차	30.8(g)	250		200	30	5.5	0.2	0.3	20
12차	30.8(g)	250		150	30	5.5	0.2	0.3	30
13차	30.8(g)		200	150	30	5.5	0.2	0.3	20

- 축합교반이 완료된 물질에 투명 PAA를 단계적으로 첨가하여 코팅용액 제조
- 제조된 코팅액은 투명한 상태의 코팅용액으로 제조되었고, 24℃에서 24시간 동안 숙성시켰음
- 70℃에서 열을 가하여 소성건조 시킨 결과, 코팅상태는 양호하게 되었지만 경화속도를 늦출 필요가 있음
- 코팅을 하여 건조 시킨 다음, 다시 코팅이 된 표면에다 접착제를 코팅하고 LDPE필름을 부착하여 30분간 건조 : PLA복합소재필름과 LDPE필름의 접착력 확인

○ 결과 및 고찰

- 코팅제를 사용하여 PLA복합소재필름에 코팅한 상태는 양호함
- 건조한 상태에서도 코팅상태는 양호하나 코팅과정에서 코팅용액의 경화속도가 약간 빠른 상태이므로 경화속도를 늦추는 제조 공정을 추진함
- 제조되는 가스 배리어성 코팅용액은 물리화학적인 투명성, 접착력, 경화성 등의 특성이 조절·향상 되도록 첨가되는 물질의 양을 변화시키면서 제조함
- EtOH 대신 isPOH를 사용한 결과 접착력이 약간 떨어지는 현상이 나타남
→ 접착력을 높이기 위한 첨가제가 필요하다는 결론을 내림

④ 실험 4단계

○ 실험조건

- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴
- 제조된 용액에 변성수지(PAA, PVOH) 첨가 : 수분배리아성 향상 및 내용제성 향상

○ 투입 용액 조성비

차수	TEOS	EtOH	isPOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	PAA	PVOH
14차	30.8(g)	200		150	30	5.5	0.2	0.3	30	30
15차	30.8(g)		200	150	15	5.5	0.2	0.3	30	30
16차	30.8(g)	200		150	20	5.5	0.2	0.3	30	30

- 축합교반이 완료된 물질에 투명 PAA와 PVOH를 단계적으로 첨가하여 최종적으로 코팅용액을 제조함
- 제조된 코팅액은 투명한 상태의 코팅용액으로 제조되었으며, 24℃에서 24시간 동안 숙성시켰음
- 상기 코팅 용액으로 기재필름/시트에 박코드한 결과 투명상태의 코팅이 되었음
- 코팅을 하여 건조 시킨 다음, 다시 코팅이 된 표면에다 접착제를 코팅하고 LDPE필름을 부착하여 30분간 건조 : PLA복합소재 필름과 LDPE필름의 접착력 확인

○ 결과 및 고찰

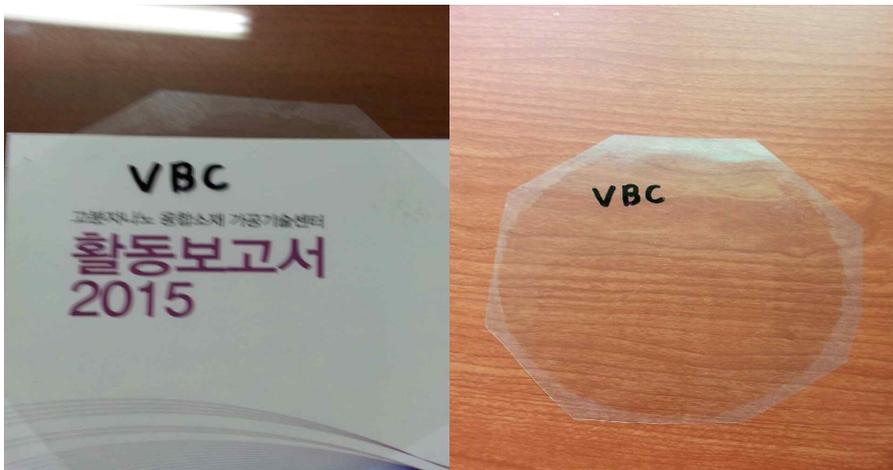
- 코팅제를 사용하여 PLA복합소재 필름에 코팅한 상태는 이전 회차 실험보다 투명상태, 경화상태, 접착력 등이 양호한 결과로 나타남
- 14차 실험과 비교하여 16차 실험에서 METS를 감소시킨 결과 경화속도와 접착력이 더 양호한 것으로 나타남 : 접착력을 높이기 위하여 첨가제가 필요
- 최종적으로 가스 배리어성의 물성이 발현되도록 정량적인 물질 조성비의 조절 실험이 요구되고 있음
- 제조되는 가스 배리어성 코팅용액은 물리화학적인 투명성, 접착력, 경화성 등의 특성이 조절·향상 되도록 첨가되는 물질의 양을 변화시키면서 제조함

※ 평가결과

〈표-11〉 실험 4단계 연구실 자체 정성테스트 평가결과

항목	평가결과(연구실 자체 정성적인 테스트)
접착력	양호
경화도	양호
경도	4H
투명도	95% 이상

〈그림-26〉 코팅이 된 필름의 투명도



⑤ 실험 5단계

○ 실험조건

- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴
- 내용제성을 높이기 위해서 변성수지를 첨가하여 실험 하였음
- 1차코팅을 하여 건조를 시킨 후 2차코팅을 하여 실험을 하였음

○ 투입 용액 조성비

차수	TEOS	EtOH	isPOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	PAA	PVOH	변성수지
17차	30.8(g)		200	150	15	5.5	0.2	0.3		30	20
18차	30.8(g)	200		150	15	5.5	0.2	0.3		30	25
19차	30.8(g)		200	150	15	5.5	0.2	0.3		30	30
20차	30.8(g)	200		150	20	5.5	0.2	0.3	40	30	
21차	30.8(g)		200	130	15	5.5	0.3	0.3		30	40
22차	30.8(g)	200		100	20	5.5	0.5	0.3	35	30	

- 축합교반이 완료된 물질에 METS, PAA, PVOH, 변성수지를 단계적으로 첨가하여 최종적으로 코팅용액을 제조함
- 제조된 코팅액은 투명한 상태의 코팅용액으로 제조되었고, 24℃에서 24시간 동안 숙성시켰음
- 상기 코팅 용액으로 기재필름/시트에 박코드한 결과 투명상태의 코팅이 되었음
- 15~16차 실험에서 1차코팅을 하고 건조시킨 다음, 2차 접착코팅을 하고 LDPE를 부착시킴. 그리고 또 건조를 시킨 후 시간이 지난 다음 접착 상태를 살펴보았음
→ 약간의 기포가 발생하여 첨가제 중 일반수지를 변성수지로 전환하여 실험하였더니 기포 발생이 양호하게 개선되었음

○ 결과 및 고찰

- 실험을 계속적으로 진행하면서 표면상태가 계속 개선되고 있었으나, 계속적으로 정량적인 첨가제의 조건 확인하여 실험을 하기로 함
- 제조되는 GB코팅용액은 물리화학적인 투명성, 접착력, 경화성 조절 등의 특성이 양호하도록 첨가되는 물질의 양을 변화시키면서 코팅용액을 제조하고, 이를 PLA복합소재 필름에 코팅하여 최종적으로 2차 접착코팅을 하여 최종적인 필름의 코팅표면 상태를 평가테스트 수행함

<PLA복합소재 필름에 실험실에서 테스트한 결과>

※ 20차 실험 결과

1차 코팅		2차 코팅	
접착력	양호	접착력	양호
건조상태	양호	건조상태	양호
경도	4H	경도	4H
투명도	95% 이상	투명도	1차보다 떨어짐
표면상태	양호	표면상태	1차보다 고르지 못함
경화상태	양호	경화상태	양호

※ 22차 실험결과

1차 코팅		2차 코팅	
접착력	양호	접착력	양호
건조상태	양호	건조상태	양호
경도	4H	경도	4H
투명도	95% 이상	투명도	1차보다 5% 떨어짐
표면상태	양호	표면상태	1차보다 10% 정도 고르지 못함
경화상태	양호	경화상태	양호

⑥ 실험 6단계

○ 실험조건

- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴
- 내용제성을 높이기 위해서 변성수지의 양을 변화시키면서 실험을 하였음

○ 투입 용액 조성비

차수	TEOS	EtOH	isPOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	PAUD	PAA	PVOH	변성수지
23차	30.8(g)		200	100	20	5.5	0.5	0.3			20	20/20
24차	30.8(g)		200	100	20	5.5	0.5	0.3			15	25/20
25차	30.8(g)		200	100	20	5.5	0.5	0.3			25	25/20
26차	30.8(g)		200	100	20	5.5	0.5	0.3			10	15/10

- 축합교반이 완료된 물질에 PVOH와 변성수지 2가지를 단계적으로 첨가하여 최종적으로 코팅용액을 제조함
- 제조된 코팅액은 투명한 상태의 코팅용액으로 제조되었고, 24℃에서 24시간 동안 숙성시켰음

○ 결과 및 고찰

- 상기 코팅 용액으로 기재필름에 박코드한 결과 투명상태의 코팅이 되었음
- 1차 코팅을 하고 건조시킨 다음, 2차 접착코팅을 하고 LDPE를 부착시킨 다음 또 건조를 시킴. 이때 필름의 접착상태를 정성적으로 관찰하여 기포의 발생상태를 확인
→ 1,2차 코팅한 후 건조한 기재필름/시트는 양호한 것으로 나타남
- 기능성 배리어 코팅용액을 제조하여 1차 코팅 실험을 하고, 다시 2차 코팅 접착 실험을 하여 양호한 정성적인 결과를 확인하였기에 정량적인 실험결과를 확인

<PLA복합소재 필름에 테스트한 결과>

※ 24차 실험결과

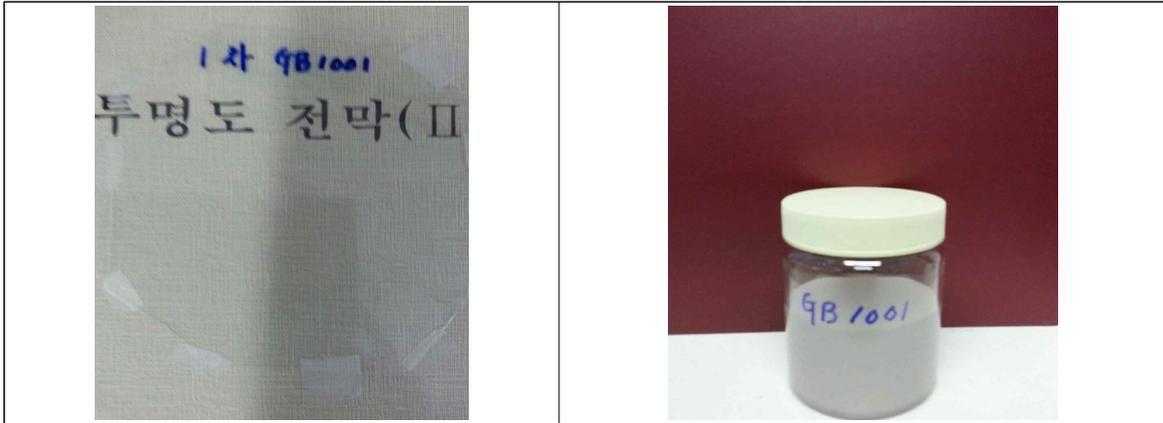
1차 코팅		2차 코팅	
접착력	양호	접착력	양호
건조상태	양호	건조상태	양호
경도	4H	경도	4H
투명도	95% 이상	투명도	93 % 이상
표면상태	양호	표면상태	양호
경화상태	양호	경화상태	양호

※ 25차 실험결과

1차 코팅		2차 코팅	
접착력	양호	접착력	양호
건조상태	양호	건조상태	양호
경도	4H	경도	4H
투명도	95% 이상	투명도	97 % 이상
표면상태	양호	표면상태	양호
경화상태	양호	경화상태	양호

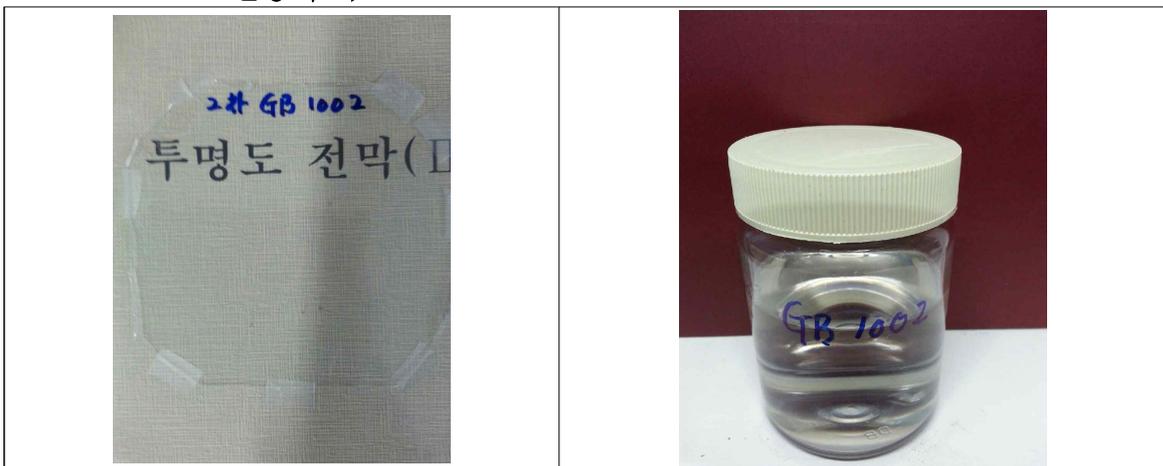
※ 26차 실험후 1/2차 코팅필름의 투명도 및 표면상태도 확인

<그림-27> 1, 2차 코팅필름의 투명도 및 표면상태도



(1차 코팅필름의 투명도 및 표면상태도)

(1차 코팅액의 상태도)



(2차 코팅필름의 투명도 및 표면상태도)

(2차 코팅액의 상태도)

- 측정효과 극대화를 위해 PLA복합소재 필름에 코팅액을 코팅한 후 종이를 합지하여 투습도 Test를 수행하였음

<그림-28> 투습도 Test 극대화를 위한 종이 합지 시험



(VTR Test 후 합지(종이) : 접착 불량)



(접착 불량)



(VTR Test : 접착 양호)



(접착 불량)



(접착 양호)

(다) 최적의 코팅용액 제조 비율 확립

① 1차 최적코팅용액 제조

○ 지금까지 수행했던 용액 제조를 위한 실험결과를 토대로 최적의 코팅용액 제조비율을 정립하고, 관련 실험에 대한 정확한 데이터를 얻기위해 평가기관에 의뢰하였다. 평가용 코팅용액(최적의 코팅용액)의 제조를 위한 실험방법은 지금까지의 용액 제조 실험과 동일한 과정을 통해서 용액을 제조하였다.

○ 실험조건

- 실험 6단계까지 실험을 한 것을 근거로 하여 최종적인 몰비 조성과 물질선택을 하여 최종적인 코팅용액을 제조하는 조성비를 정하였음
- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴

○ 1차 투입 용액 조성비

기호	물질명	TEOS	isPOH	H ₂ O	METS	Cupulin g agent	laber agent	HNO ₃	변성 수지 A	변성 수지 B	PVOH
A(1)	첨가량(g)	30.8	200	120	20	5.5	0.5	0.3	15	10	10
B(2)	첨가량(g)	30.8	200	130	20	5.5	0.5	0.3	15	10	20
C(3)	첨가량(g)	30.8	200	140	20	5.5	0.5	0.3	15	10	25
D(4)	첨가량(g)	30.8	200	150	20	5.5	0.5	0.3	15	10	30
E(5)	첨가량(g)	30.8	200	160	20	5.5	0.5	0.3	15	10	40

- 상기 물질을 정량적으로 측정하여 혼합하였고, 온도는 30~40℃, RPM은 720, 10시간 동안 교반시킴
- TEOS 용액에 H₂O의 양을 조금씩 변화시켰고, 첨가물질은 PVOH의 양을 조금씩 변화시키면서 용액을 제조하였음
- 상기에서 제조한 코팅용액을 24℃에서 2일 이상 숙성시킴

○ 결과 및 고찰

- 이 코팅용액을 이용하여 PLA필름에 박코드 코팅을 수행한 결과, 투명 상태의 코팅필름으로 제조되었고, 경화속도가 양호하고 접착력도 양호한 것으로 나타남

<그림-29> 제조된 코팅용액



- 위 실험 결과를 토대로 실험실에서 자체적으로 평가한 결과 대체로 양호한 것으로 나타났음. 특히 접착력, 건조상태, 투명도 및 표면상태는 당초 목표에 접근한 것으로 나타나고 있음.

<표-> 최적 코팅용액 배합 비율에 대한 자체 평가 결과

용액	접착력	건조상태	투명도	표면상태
A(1)	양호	양호	97% 이상	양호
B(2)	양호	양호	97% 이상	양호
C(3)	양호	양호	97% 이상	양호
D(4)	양호	양호	97% 이상	양호
E(5)	양호	양호	95% 이상	약간 탁함

- 수분투과도(MVTR), 산소투과도(OTR) 및 경도는 정확한 실험결과 데이터를 확보결과 다음과 같은 결과값을 얻었음

〈표-12〉 산소투과도 결과

시료명	시험항목	단위	시험결과		시험방법
			Test 1	Test 2	
A(1)	산소투과도 (23±1)℃	cc/m ² ·day	13.97	—	ASTM D 3985
B(2)	산소투과도 (23±1)℃	cc/m ² ·day	10.17	10.26	ASTM D 3985
C(3)	산소투과도 (23±1)℃	cc/m ² ·day	14.68	14.67	ASTM D 3985
D(4)	산소투과도 (23±1)℃	cc/m ² ·day	14.45	11.27	ASTM D 3985
E(5)	산소투과도 (23±1)℃	cc/m ² ·day	13.68	13.87	ASTM D 3985
PLA	산소투과도 (23±1)℃	cc/m ² ·day	1190	1197	ASTM D 3985

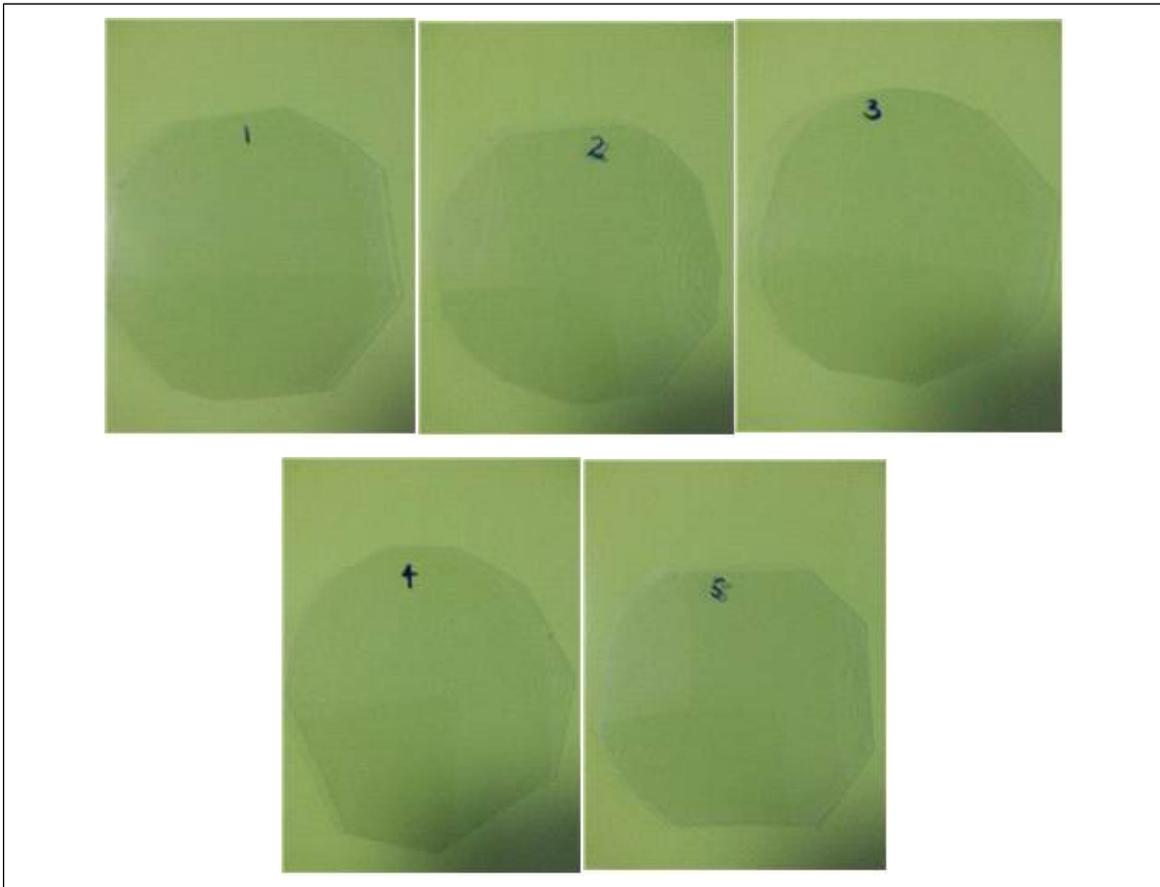
* PLA는 기준값이고, 당사에서 일반적으로 사용하는 기재필름임

〈표-13〉 수증기투과도 결과

시료명	시험항목	단위	시험결과		시험방법
			Test 1	Test 2	
A(1)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	4.836	4.904	ASTM F 1249
B(2)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	4.395	4.390	ASTM F 1249
C(3)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	4.531	4.612	ASTM F 1249
D(4)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	3.549	3.537	ASTM F 1249
E(5)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	3.650	3.446	ASTM F 1249

- 또한 코팅된 필름의 표면상태를 관찰하기 위해 관찰한 결과 아래와 같은 특징이 나타나고 있음을 확인하였음

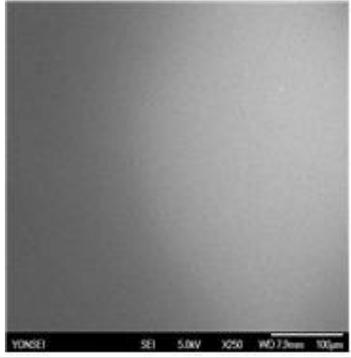
<그림-30> 코팅필름의 표면상태를 관찰하기 위해서 코팅을 한 필름의 모형도



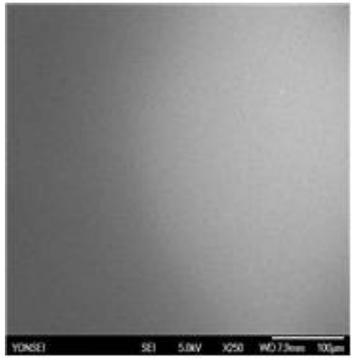
- 필름 모형을 근거로 해서 정확한 코팅필름 표면을 확인하기 위해 시험의뢰기관에 코팅표면을 전자현미경으로 확대하여 찍은 상태의 표면은 다음과 같음

〈표-14〉 코팅 필름 시료 물비와 특성

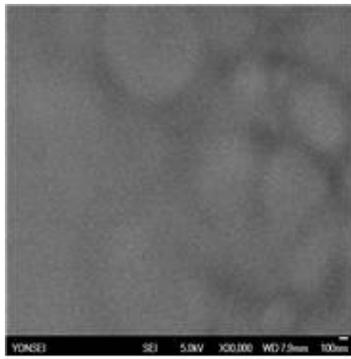
<시료번호 1.>

제조용액 특성 시료 물비	표면특성	비고	코팅 필름 표면
H2O/TEOS=4.75	시료가 균일하게 제조되어 코팅이 양호하게 된 상태임	저장성 미흡	

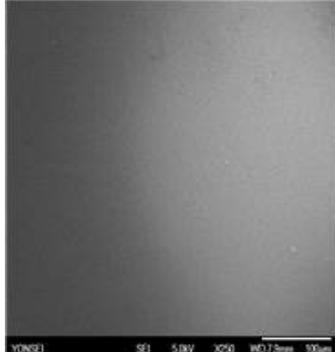
<시료번호 2.>

제조용액 특성 시료 물비	표면특성	비고	코팅 필름 표면
H2O/TEOS=5.15	시료가 균일하게 제조되어 코팅이 양호하게 된 상태임	저장성 미흡	

<시료번호 3.>

제조용액 특성 시료 물비	표면특성	비고	코팅 필름 표면
H2O/TEOS=5.55	시료가 균일하게 제조되지 않아 코팅이 불균일하게 된 상태임	저장성 미흡	

<시료번호 4.>

제조용액 특성 시료 몰비	표면특성	비고	코팅 필름 표면
H2O/TEOS=5.95	시료가 균일하게 제조되어 코팅이 양호하게 된 상태임	저장성 양호	

<시료번호 5.>

제조용액 특성 시료 몰비	표면특성	비고	코팅 필름 표면
H2O/TEOS=6.34	시료가 균일하게 제조되어 코팅이 양호하게 된 상태임	저장성 양호	

② 실험결과에 따른 2차 최적코팅용액 제조

- 지금까지의 실험결과 D(4) 시료로 제조한 코팅용액이 안정성과 보관성, 투명성 등 가장 안정적인 결과를 나타내고 있다.
- D(4) 시료는 산소배리어와 수증기 배리어가 1차 테스트 결과는 다른 시료보다 약간 떨어지지만 이는 용액을 제조하는 원료의 몰비 및 첨가제를 정량적으로 첨가하여 제조를 해서 목표치에 도달하도록 실험계획을 세워 실험하였다.

○ 실험조건

- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴
- 첨가제의 변성수지B를 C로 바꾸어 계량을 하여 실험을 하였다.

○ 2차 투입 용액 조성비

기호	물질명	AUD	EAA	EVOH	EtOH	H2O	NTMS
2차 코팅용액	첨가량(g)	10	5.5	5.6	82.5	55	25

- 상기 물질을 정량적으로 측정하여 혼합하였고, 온도는 30~40℃, RPM은 720, 10시간 동안 교반시킴
- 상기에서 제조한 코팅용액을 24℃에서 2일 이상 숙성시킴

○ 결과 및 고찰

- 이 코팅용액을 이용하여 PLA복합소재 필름에 박코트 코팅을 수행한 결과, 투명 상태의 코팅필름으로 제조되었고, 경화속도가 양호하고 접착력도 양호한 것으로 나타남
- 상기에서 제조한 1차 코팅 용액을 이용하여 코팅을 하고 건조한 필름의 표면상태를 관찰한 사진은 아래와 같음

<그림-31> 1차 코팅 용액을 이용한 기재필름 표면상태 확인



시료번호 A(1)번 1차 코팅



시료번호 B(2)번 1차 코팅



시료번호 C(3)번 1차 코팅



시료번호 D(4)번 1차 코팅



시료번호 E(5)번 1차 코팅



시료번호 D(4)번 1차, 2차 코팅



시료번호 E(5)번 1차, 2차 코팅

- 1차 코팅을 한 필름에 2차 코팅용액을 이용하여 코팅을 하고 건조한 필름의 코팅표면의 상태는 다음 <표-15>와 같음.

〈표-15〉 1,2차 코팅용액 코팅 후 필름 코팅표면 자체 평가표

구분	1차 코팅용액					2차 코팅용액		
	코팅용액특성 시료 몰비	접착력	건조 상태	투명도	표면상태	코팅용액특성 시료 몰비	접착력	투명도
A(1)	H2O/TEOS=4.75	양호	양호	97% 이상	양호	TEOS/EtOH/A UD/H2O =3.8:6:1.2:1	미흡	미흡
B(2)	H2O/TEOS=5.15	양호	양호	97% 이상	양호		미흡	미흡
C(3)	H2O/TEOS=5.55	양호	양호	97% 이상	양호		미흡	미흡
D(4)	H2O/TEOS=5.95	양호	양호	97% 이상	양호		양호	양호
E(5)	H2O/TEOS=6.34	양호	양호	97% 이상	양호		양호	양호

- 위 샘플을 근거로 하여 자체 평가한 결과 당초 목표에 근사치로 접근하였음. 이에 해당 시료들의 정확한 데이터 값을 구하기 위하여 다시 실험한 결과는 다음과 같았다.

〈표-16〉 수증기투과도 결과

시료명	시험항목	단위	시험결과		시험방법
			Test 1	Test 2	
A(1)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	3.28	3.27	ASTM F 1249
B(2)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	3.42	3.52	ASTM F 1249
C(3)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	3.65	3.62	ASTM F 1249
D(4)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	1.40	1.41	ASTM F 1249
E(5)	수증기투과도 (37.8±1)℃, 100%R.H	g/m ² ·day	1.54	1.62	ASTM F 1249

- 역시 D(4) 시료가 가장 우수하게 나타나고 있다. 본 연구팀은 D(4) 샘플을 다시 조정하여 최종적으로 정량적으로 우수한 코팅용액을 제조하기로 하고, D(4) 시료를 다시 배합하여 실험을 수행하였다. 그 결과 가장 좋은 결과를 얻은 배합을 다시 전문시험기관에 의뢰하여 결과를 확인하였다.

○ 최적합성 결과 도출 시험

기호	물질명	TEOS	isPOH	H ₂ O	MTES	Coupling agent	labeling agent	HNO ₃	변성 수지 A	변성 수지 C	PVO H
D(4)	첨가량(g)	30.8	200	150	20	5.5	0.5	0.3	15	10	30

- 지지체 : PLA복합소재 필름 (0.06mm)
- 코팅방법 : 바코트
- 건조 온도 : 80-100℃
- 2차코팅 : 실험5단계에서 제조한 용액

시험결과

<표-17> 수분투과도시험결과

시료명	항목	시험방법	시험결과	시험환경
D(4)	수분투과도 g/(m ² ·day)	ASTM F 1249:2013	0.5	(38±2)℃, 100%R.H.

* 시험성적서

- 산소투과도 및 전광성 투과율에 대한 시험 결과는 다음과 같이 나타나고 있다.

<표-18> 산소투과도 시험결과

시료명	항목	시험방법	시험결과	시험환경
D(4)	산소투과도 cm ³ /(m ² ·day·atm)	ASTM D 3985	1.84	"

* 시험성적서

표 2. 시험방법 및 시험결과

시료명	시험항목	단위	시험방법	시험결과
Koptri-18-06-08937-1	수분투과도	$g/(m^2 \cdot day)$	ASTM F1249에 준함	3.79
	산소투과도	$cm^3/(m^2 \cdot 24hr \cdot atm)$	ASTM D3985에 준함	119.7
Koptri-18-06-08937-2	수분투과도	$g/(m^2 \cdot day)$	ASTM F1249에 준함	3.5
	산소투과도	$cm^3/(m^2 \cdot 24hr \cdot atm)$	ASTM D3985에 준함	9.89
Koptri-18-06-08937-3	수분투과도	$g/(m^2 \cdot day)$	ASTM F1249에 준함	0.5
	산소투과도	$cm^3/(m^2 \cdot 24hr \cdot atm)$	ASTM D3985에 준함	1.84

Note) 시료 두께 - Koptri-18-06-08937-1 : 0.122 mm
Koptri-18-06-08937-2 : 0.133 mm
Koptri-18-06-08937-3 : 0.111 mm

<표-19> 물리적 특성시험결과

시료명	항목	시험결과	시험방법	시험환경
D(4)	인장강도 kf/cm	295.8	EL 724:2016	(23±1)°C
	신장율 %	732	EL 724:2016	(23±1)°C

* 시험성적서

BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD



TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동) TEL (02)2164-0011 FAX (02)2634-1008

성적서번호 : TAK-2018-160754 접수 일자 : 2018년 10월 22일

대표자 : 이상수 시험완료일자 : 2018년 11월 06일

업체명 : (주)세림비앤지

주소 : 경기도 평택시 오성면 오성북로 154-51

시료명 : 생분해 2차 코팅 필름

시험결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
인장강도(가로)	N/mm ²	-	29	EL 724 : 2016
인장강도(세로)	N/mm ²	-	30	EL 724 : 2016
신장율(가로)	%	-	732	EL 724 : 2016
신장율(세로)	%	-	526	EL 724 : 2016

- 용도 : 품질관리용

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로써 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(재발행 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

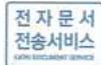
〈표-20〉 바이오매스 함량 시험결과

항목	단위	시험방법	시험결과	비고
바이오매스 함량	%	ASTM D6866-16	49	

* 시험성적서



경기도 안양시 만안구 덕현로48번길 19
(안양동)
T : 031-596-5600 F : 031-596-5790
www.katri.re.kr



시험성적서

신청자 : (주)세림비엔지
주소 : 경기 평택시 오성면 오성북로 154-51 (양교리)
제출처 :
시료명 : 의뢰자 제시시료 1 점
의뢰자 제시 시료명 : 생분해 필름

KATRI NO : SRED18-0000051
접수일자 : 2018.08.28
발급일자 : 2018.09.10
용도 : 품질관리용
PAGE(S) : 1 / 2

시험항목	시험결과
바이오탄소함량 (%) : ASTM D 6866-16 Method B(AMS)	시료1
방사성탄소동위원소함량 (pMC)	49.62
바이오탄소함량	49
*적요	
1. 방사성탄소동위원소함량(pMC)는 2회 측정값의 평균임	
2. 바이오탄소함량은 pMC를 대기보정계수로 나눈 값에 100을 곱하고 이를 정수로 반올림하여 계산함	
3. 대기보정계수(REF)는 ASTM D6866-16 Table 1 중 분석년도에 해당하는 값인 100.5을 적용함	
4. ASTM D 6866에서 바이오탄소함량 평균값의 정밀도는 ± 3 % (절대값) 이고, 방사성탄소동위원소함량의 정밀도는 ±1σ 상대표준편차임	
5. 시료 전처리 및 측정방법 : 흑연화 후 가속질량분석기로 측정	
- 계속 -	시료1

한국의료시험연구원장

시험자 : 이은애

기술책임자 : 신은호



비고 1. 이 성적서는 신청자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.

<표-21> 바이오매스 함량 시험결과

항목	단위	시험방법	시험결과	비고
환경인증	해외	미국 BPI인증	생분해성 환경인증	

* 시험성적서

**CERTIFICATE
for Products**

THIS IS TO CERTIFY that the following PRODUCTS have been found to comply with the specifications established in the American Society for Testing and Materials standard ASTM D6400 and/or D6868 in accordance with the terms and conditions of the "Biodegradable Products Institute - Certification Program for Products Made of Compostable Plastics - Program Rules":

- Film 134 µm made from BG8800 [3240762-1]

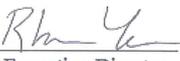
as further described in the application and related information submitted to the Biodegradable Products Institute by Serim B&G Co. Ltd. Corporation, (the "Licensee") a corporation of Korea.

Specific products associated with these certifications can be found on the BPI Product Catalog: <http://products.bpiworld.org/companies/serim-b-g-co-ltd>

This Certificate authorizes the Licensee to use the Certification Program Logo depicted below in relation to such Product , subject to all conditions and terms of the Program Rules and the License Agreement between the Biodegradable Products Institute and the Licensee.



COMPOSTABLE
IN INDUSTRIAL FACILITIES
Check locally, as these do not exist in many communities. Not suitable for backyard composting. CERT # 10528778

By: 
BPI Executive Director

Valid until: June 30, 2021
Certificate #: 10528778-2

제 18992 호

환경표지 인증서

1. 상 호 : (주)세림비앤지
2. 사업자등록번호 : 303-81-37725
3. 소재지 : 경기도 평택시 오성면 오성북로 154-51
4. 공장·사업장소재지 : 경기도 평택시 오성면 오성북로 154-51
5. 대표자성명 : 나상수
6. 대상제품 : EL724. 생분해성 수지 제품
7. 상표명/용도·제공서비스 : 별첨이기
8. 인증기간 : 2018.09.12 부터 2020.09.11 까지
9. 인증사유 : "지역 환경오염 감소, 유해물질 감소"

「환경기술 및 환경산업 지원법」 제17조제3항, 같은 법 시행령 제23조제2항 및 같은 법 시행규칙 제34조제2항에 따라 환경표지대상제품의 인증기준에 적합하므로 환경표지의 사용을 인증합니다.

※ 최초 부여 : 2018.09.12

[별첨]1 / 1

제 18992 호

기본상표명	파생상표명	용도·제공서비스
ECONYL F1000		생분해성 쇼빙봉투(C형)
SRB-F1000		생분해성 쇼빙봉투(B형)
ECONYL(에코널)		생분해성 수지 원료



2018년 09월 12일

한국환경산업기술원

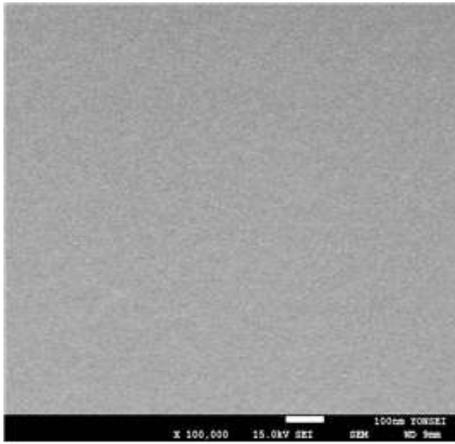


※ 한국환경산업기술원은 「환경기술 및 환경산업 지원법」 제33조제2항 및 같은 법 시행령 제33조제8항에 따라 환경부장관으로부터 환경표지 인증에 관한 업무를 위탁받은 기관입니다.

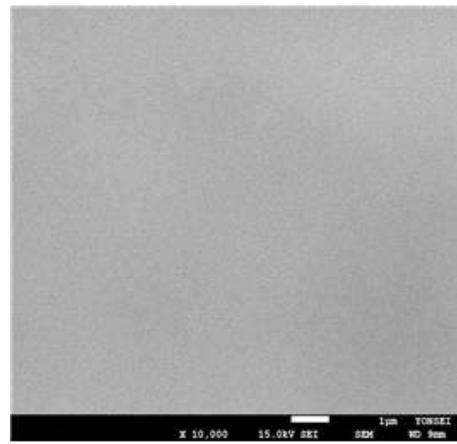
사실확인 : 1877-7360

- 공인 기관 시험 결과 당초 목표한 목표치를 확보한 연구팀은 1,2차 코팅 후 필름 표면의 상태가 어떠한 지 전자현미경으로 관찰하였다. 전자현미경(1만배, 10만배)으로 코팅상태를 확인한 결과, 표면 코팅상태 및 접착력, 경화성 조절 등의 특성이 양호한 것으로 나타난 것을 확인할 수 있었다.

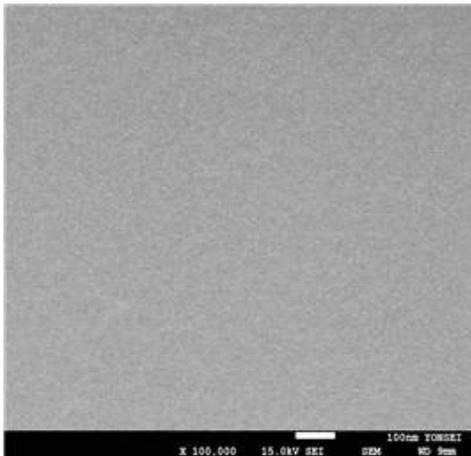
〈그림-32〉 1,2차 코팅 후 필름의 전자현미경 관찰 사진



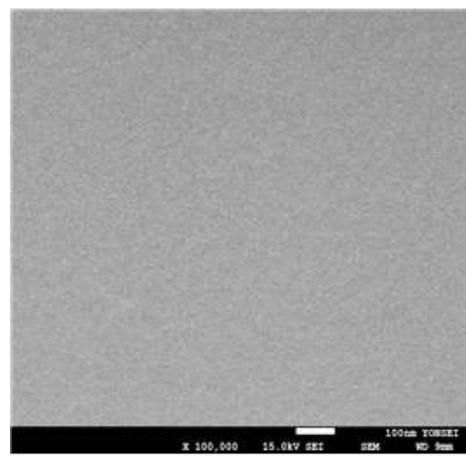
1차 코팅의 표면상태(10,000배)



2차 코팅의 표면상태(10,000배)



1차 코팅의 표면상태(100,000배)



2차 코팅의 표면상태(100,000배)

다. 기술개발 결과

- 지금까지 코팅용액 조성을 위한 최적의 배율을 찾기 위해서 26차례에 걸친 실험을 수행하였다. 그리고 실험 결과를 기반으로 하여 코팅액에 적합한 최적배율 찾아, 본 연구사업의 목표를 달성하기 위하여 재차 용액 제조실험을 수행하였다. 지금까지의 실험에 대한 내용과, 실험을 기반으로 한 최적의 배합비율과 코팅액 제조방법을 다음과 같이 정리하고자 한다.

(1) 용액 제조 실험 현황

○ 실험조건

- 물질을 정량적으로 측량하여 혼합
- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴
- 실험이 진행되면서 수분 배리어성 및 내용제성 향상을 위해 변성수지(PAUD, PAA, PVOH) 를 첨가하여 용액의 특성 변화 관찰
- 용액의 안정성과 접착을 확인하기 위해 EtOH와 isPOH를 바꾸어 사용

○ 실험 차수별 투입 용액비

- 투입 용액의 종류 및 용액비를 조금씩 조절하면서 최적의 코팅용액을 제조하기 위한 실험을 수행하였다.

차수	TEOS	EtOH	isPOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	PAUD	PAA	PVOH	변성수지
1차	30.8(g)	100	-	350	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
2차	30.8(g)	150	-	350	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
3차	30.8(g)	200	-	350	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
4차	30.8(g)	250	-	350	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
5차	30.8(g)	200	-	300	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
6차	30.8(g)	250	-	250	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
7차	30.8(g)	200	-	200	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
8차	30.8(g)	250	-	150	30	5.5	0.2	0.3	-	-	-	-
9차	30.8(g)	250	-	150	30	5.5	0.2	0.3	20	-	-	-
10차	30.8(g)	250	-	150	30	5.5	0.2	0.3	30	-	-	-
11차	30.8(g)	250	-	200	30	5.5	0.2	0.3	-	20	-	-
12차	30.8(g)	250	-	150	30	5.5	0.2	0.3	-	30	-	-
13차	30.8(g)	-	200	150	30	5.5	0.2	0.3	-	20	-	-
14차	30.8(g)	200	-	150	30	5.5	0.2	0.3	-	30	30	-
15차	30.8(g)	-	200	150	15	5.5	0.2	0.3	-	30	30	-
16차	30.8(g)	200	-	150	20	5.5	0.2	0.3	-	30	30	-
17차	30.8(g)	-	200	150	15	5.5	0.2	0.3	-	-	30	20
18차	30.8(g)	200	-	150	15	5.5	0.2	0.3	-	-	30	25
19차	30.8(g)	-	200	150	15	5.5	0.2	0.3	-	-	30	30
20차	30.8(g)	200	-	150	20	5.5	0.2	0.3	-	40	30	-
21차	30.8(g)	-	200	130	15	5.5	0.3	0.3	-	-	30	40
22차	30.8(g)	200	-	100	20	5.5	0.5	0.3	-	35	30	-
23차	30.8(g)	-	200	100	20	5.5	0.5	0.3	-	-	20	20/20
24차	30.8(g)	-	200	100	20	5.5	0.5	0.3	-	-	15	25/20
25차	30.8(g)	-	200	100	20	5.5	0.5	0.3	-	-	25	25/20
26차	30.8(g)	-	200	100	20	5.5	0.5	0.3	-	-	10	15/10

(2) 최적의 용액 제조 실험 결과

○ 실험조건

- 온도 : 30~40℃, RPM : 720, 교반시간 : 10시간
- 가수분해와 축합반응이 완전하게 일어날 수 있도록 교반시킴

○ 투입 용액 조성비 (1차 코팅 용액)

기호	물질명	TEOS	isPOH	H ₂ O	METS	Cupuling agent	laber agent	HNO ₃	변성 수지 A	변성 수지 B	PVOH
A(1)	첨가량(g)	30.8	200	120	20	5.5	0.5	0.3	15	10	10
B(2)	첨가량(g)	30.8	200	130	20	5.5	0.5	0.3	15	10	20
C(3)	첨가량(g)	30.8	200	140	20	5.5	0.5	0.3	15	10	25
D(4)	첨가량(g)	30.8	200	150	20	5.5	0.5	0.3	15	10	30
E(5)	첨가량(g)	30.8	200	160	20	5.5	0.5	0.3	15	10	40

- 상기 물질을 정량적으로 측정하여 혼합하였고, 온도는 30~40℃, RPM은 720, 10시간 동안 교반시킴
- TEOS 용액에 H₂O의 양을 조금씩 변화시켰고, 첨가물질은 PVOH의 양을 조금씩 변화시키면서 용액을 제조하였음
- 상기에서 제조한 코팅용액을 24℃에서 2일 이상 숙성시킴

○ 결과 및 고찰

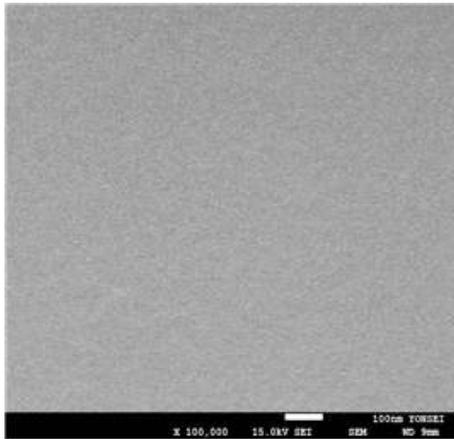
- 제조된 코팅용액을 이용하여 PLA필름에 박코딩 코팅을 수행한 결과, 투명 상태의 코팅필름으로 제조되었고, 경화속도가 양호하고 접착력도 양호한 것으로 나타남
- 1차 코팅을 한 필름에 2차 코팅용액을 이용하여 코팅을 하고 건조한 필름의 코팅표면의 상태는 다음 <표-22>와 같음.

〈표-22〉 실험실 자체 평가표

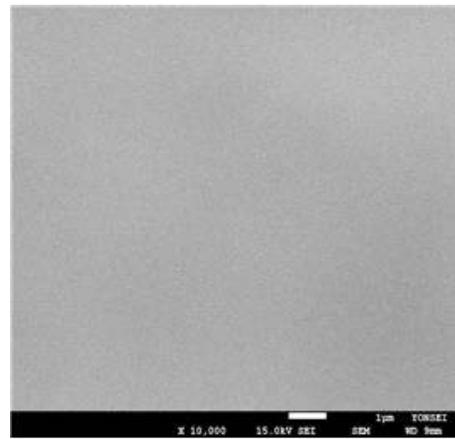
구분	1차 코팅용액					2차 코팅용액		
	코팅용액특성 시료 몰비	접착력	건조 상태	투명도	표면상태	코팅용액특성 시료 몰비	접착력	투명도
A(1)	H ₂ O/TEOS=4.7 5	양호	양호	97% 이상	양호	TEOS/EtOH/ AUD/H ₂ O =3.8:6:1.2:1	미흡	미흡
B(2)	H ₂ O/TEOS=5.1 5	양호	양호	97% 이상	양호		미흡	미흡
C(3)	H ₂ O/TEOS=5.5 5	양호	양호	97% 이상	양호		미흡	미흡
D(4)	H ₂ O/TEOS=5.9 5	양호	양호	97% 이상	양호		양호	양호
E(5)	H ₂ O/TEOS=6.3 4	양호	양호	97% 이상	양호		양호	양호

- 해당 시료를 전자현미경으로 관찰한 결과 다음과 같은 결과가 나왔다.

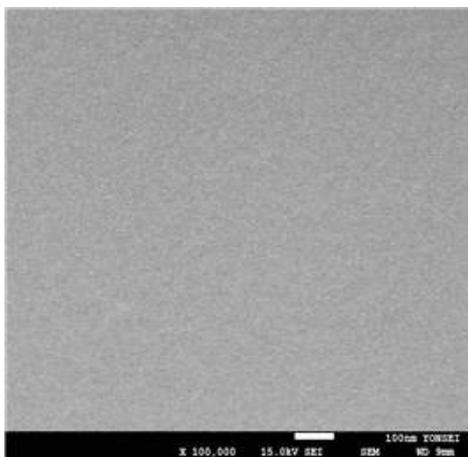
〈그림-33〉 시료 D(4)에 대한 전자현미경사진



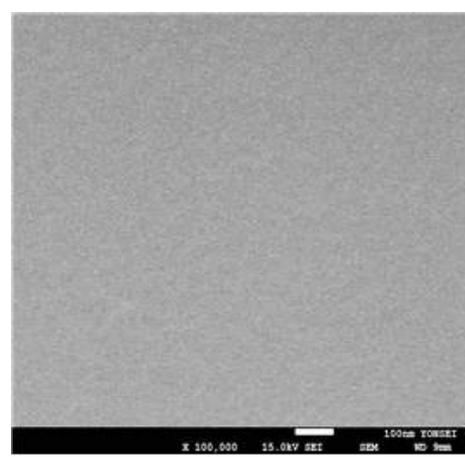
1차 코팅의 표면상태(10,000배)



2차 코팅의 표면상태(10,000배)



1차 코팅의 표면상태(100,000배)



2차 코팅의 표면상태(100,000배)

(3) 코팅용액 제조 표준화 확립

○ 지금까지 26차례의 실험을 진행하면서, 용액 배합 비율에 따른 용액의 특성 및 배리어성 과정을 확인하였다. 이러한 과정을 거친 후 최적의 용액 배합비율을 5가지로 결정하여 최적의 코팅용액 제조를 위한 배합 비율을 결정하였고, A(1), B(2), C(3), D(4), E(5) 시료를 제조하였다.

〈표-23〉 최적의 용액 배합 비율 5가지

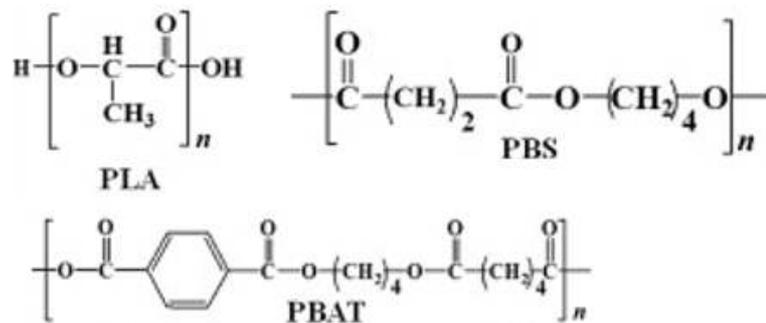
기호	물질명	TEOS	isPOH	H ₂ O	METS	Cupulin g agent	laber agent	HNO ₃	변성 수지 A	변성 수지 B	PVOH
A(1)	첨가량(g)	30.8	200	120	20	5.5	0.5	0.3	15	10	10
B(2)	첨가량(g)	30.8	200	130	20	5.5	0.5	0.3	15	10	20
C(3)	첨가량(g)	30.8	200	140	20	5.5	0.5	0.3	15	10	25
D(4)	첨가량(g)	30.8	200	150	20	5.5	0.5	0.3	15	10	30
E(5)	첨가량(g)	30.8	200	160	20	5.5	0.5	0.3	15	10	40

○ 이 중 시료 D(4)가 실험실 자체 평가 및 인증기관 평가 결과가 당초 목표치에 접근하였기에 본 연구팀은 시료 D(4)를 코팅용액 제조를 위한 최적의 표준화 용액으로 정하였다.

(3) 생분해성수지의 개발

(가) 생분해성 수지의 가스 차단성 및 투습 차단성

-현재 상용화되어 판매, 사용되고 있는 생분해성 수지는 분자구조 내 가수분해가 일어나기 쉬운 carboxyl group을 가지는 지방족(또는 지방족/방향족) 폴리에스테르가 주를 이루고 있다.



〈그림-34〉주요 생분해성 수지의 분자구조

-상술의 주요 생분해성 수지로 만들어진 필름은 가스차단 특성 및 수분차단 특성에서 기존 범용 수지에 비해 열세에 있어 신선도 유지 기능을 필요로 하는 식품 포장 필름으로의 적용에는 한계가 있다.

Polymer \ 항목	WVTR g/30µm/ m/24hrs	O ₂ cm ³ /30µm/ m/24hrs
mLLDPE*	5.8	2,600
HDPE*	4-12	1,600~2,300
PET*	20~50	55~70
PA*	155~130	40~60
PVDC*	0.6~3.2	1.0~14
EVOH*	23~60	0.3-1.2
PLA	182.3	1,025
PBAT	132.4	1,150

* The science and technology of flexible packaging, p.270

<표-24> 주요 수지의 산소투과도 및 투습도

-생분해성 수지의 가스차단 성능 및 수분차단 성능 향상을 통한 식품포장재료의 적용을 위한 연구는 현재도 진행 중에 있으며, Justine Muller 등은 “combination of Poly(lactic) acid and starch for biodegradable food packaging” (Materials 2017)의 연구를 통해 PLA와 Starch의 Blend 또는 다층 필름의 구성을 통해 생분해성 필름의 가스 차단성 및 투습 차단성을 향상시키고자 하였으며, Raja Venkatesan 등은 PBAT와 Ag₂O를 composit하여 생분해성 필름의 가스 차단성, 투습 차단성 및 항균성을 증진시킨 필름(polymer advanced technologies 2018;29)에 대해 연구하였다.

-하지만 이러한 지속적 연구에도 불구하고 현재까지 가스차단성 포장재료의 생분해성 수지의 적용은 양산성, 가격 및 물성의 한계로 적용 범위가 매우 제한적이며 PLA필름에 차단소재 코팅을 통한 일부 제품이 판매되고 있는 실정이다.

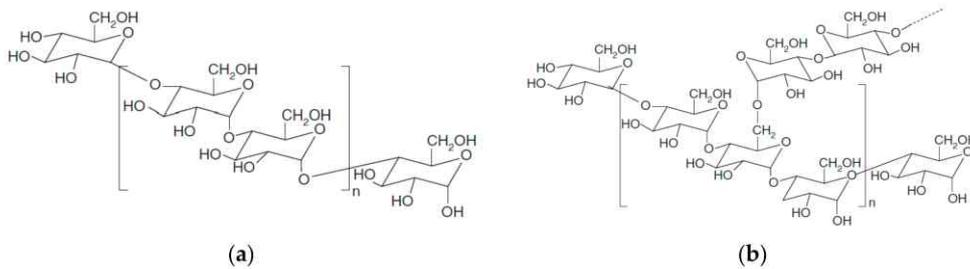
(나) 가스차단소재 조사

-본 연구과제의 목표인 가스 및 수분 차단성이 향상된 복합소재 개발을 위해서는 기존 생분해성 소재와 혼화성이 있고 가스 및 수분차단성능이 우수하며 생분해가 가능한 분자구조를 가진 소재의 발굴 및 조사가 필요하다.

(1) Starch

-Starch는 셀룰로오스, 키틴 등과 함께 지구에 가장 풍부한 biodegradable, renewable 및 biocompatible 물질로 몇몇의 glucose로 구성된 polysaccharide이다.

-천연 Starch는 무색, 무취, 무향이며 필름형성 능력이 우수하며, α -1,4 anhydroglucose 단위로 구성된 선형에 가까운 amylose와[2], α -1,6 glucosidic 사슬에 짧은 α -1,4 사슬이 조밀하게 연결되어 있는 highly branched 고분자 물질인 amylopectin[3]의 두 개의 macromolecular 구성되어 있다.



<그림-35> amylose(a)와 amylopectin(b)의 분자구조

-Starch를 구성하는 이 두 물질의 비율에 따라 starch의 특성이 달라지며 식물의 종류에 따라 얻어지는 starch는 그 구성 비율이 다르다.

Starch	Amylose(%)	Amylopectin(%)
Wheat	30	70
Corn	28	72
Potato	20	80
Rice	20~30	80~70
Cassava	16	84

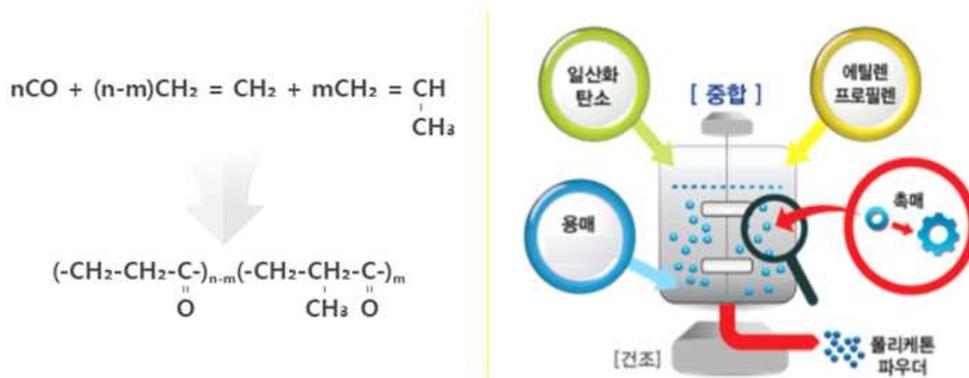
<표-25> Starch 종류에 따른 Amylose와 Amylopectin의 구성비[4]

-Starch-based 필름은 우수한 가스 차단성을 가지는 것으로 알려져 있으며, 그 성능은 필름 제조과정, 필름의 구성에 따라 달라진다. 또한 향, 맛, 투명성 및 무독성 물질로 포장재로 일부 상용화되어 판매되고 있으며, 점차적으로 그 사용이 증대되고 있다.[5~7]

(2) Polyketone

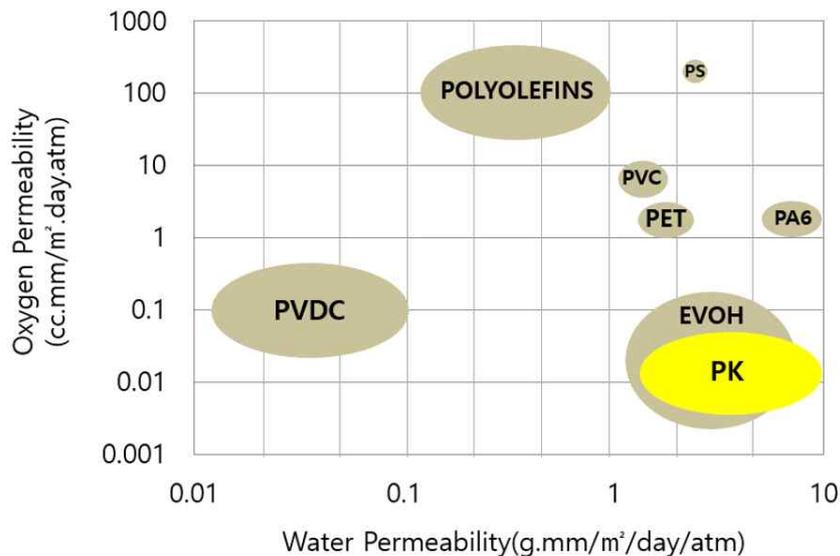
-Polyketone 일산화탄소와 올레핀의 교대 공중합된 고결정성 고분자 물질로 내충격성, 내마모성, 내화학적, 내연료성, 높은 가스차단성을 가진다.

-Polyketone은 1980년대 중반 미국 Shell社가 개발에 성공하여 양산을 시작하였으나 현재 사업에서 철수한 상태이며, 한국의 효성에서 2013년 개발에 양산에 성공, 판매 중에 있다.



<그림-36> Polyketone 제조공정 출처 : 효성 홈페이지

-Polyketone의 가스 차단성은 현존하는 엔지니어링 플라스틱 중 가장 높은 수준에 속하며 EVOH와 동등한 가스 차단성능을 가지는 것으로 알려져 있다.

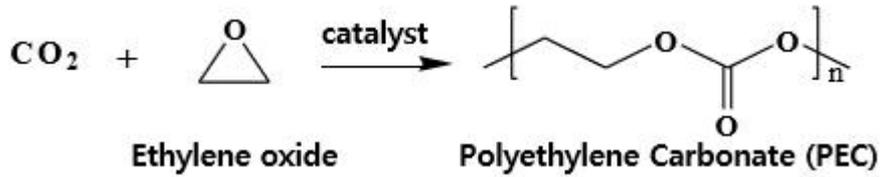


<그림-37> Polyketone(효성)의 가스차단성

-Polyketone은 UV에는 취약한 특성을 가지고 있어 태양광에 노출될 경우 분해반응이 진행되어 분자량 감소로 인한 물성저하 및 분해가 일어난다. 이러한 특성은 커피 포장재로 사용될 경우 사용 시에는 태양광에 직접 노출이 되지 않아 물성의 변화를 야기하지는 않지만 사용 후 내면이 드러날 경우 함께 사용되는 생분해성 수지의 생분해 과정과 광분해 과정이 동시에 일어나고 Polyketone의 경우도 일정량 이상 분자량이 떨어질 경우 가수분해가 일어날 수 있는 ketone 관능기를 가지므로 포장재는 궁극적으로 분해가 가능할 것으로 예상된다.

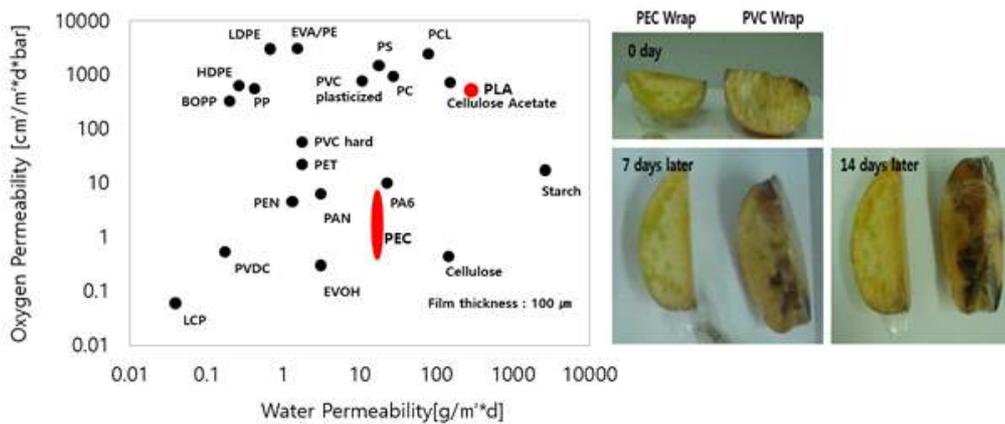
(3) Polyethylene carbonate(PEC)

-Polyethylene carbonate 수지는 이산화탄소와 에틸렌옥사이드를 직접 공중합시킨 투명성 및 충격강도가 우수한 친환경 기능성 고분자이다.



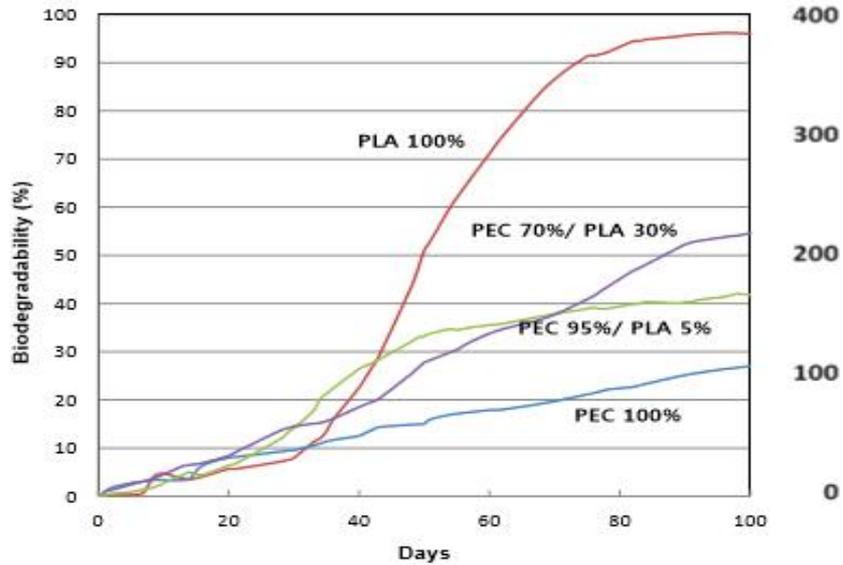
<그림-38> Polyethylene carbonate의 합성방법

-Polyethylene carbonate 나일론과 EVOH의 중간정도의 가스 차단성과 수분 차단성으로 식품 포장재 소재로 적용 시 식품의 신선도를 더욱 오래 유지시킬 수 있는 장점이 있다.



<그림-39> Polyethylene carbonate의 가스 및 수분 차단특성

-또한 다른 생분해성 수지와 혼화성이 좋아 compounding 시 물성저하가 적고 분자 구조 내에 carboxyl group을 가지고 있어 기존 생분해성 수지에 비해 빠르진 않지만 생분해가 일어나는 것으로 알려져 있다.



*시험방법 ASTM D6400, ISO 14855 / 시험기관 : FITI(한국)

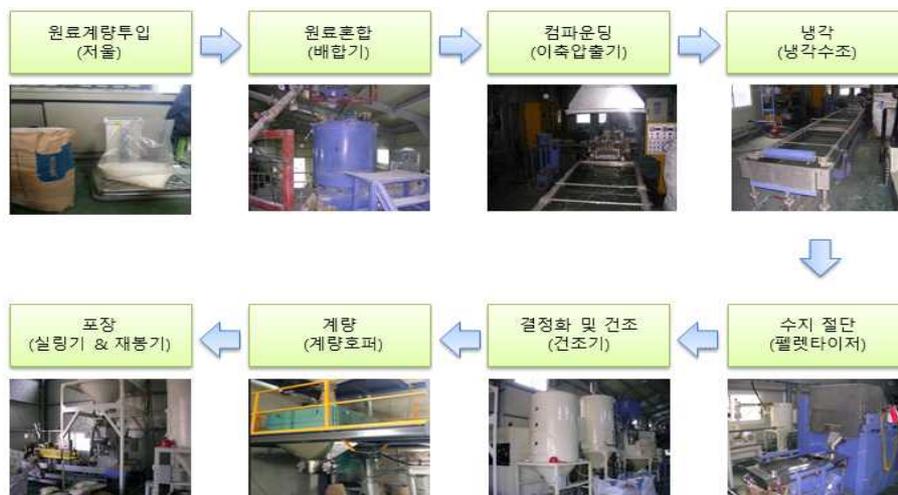
<그림-40> Polyethylene carbonate의 생분해도 테스트 ; 출처 : LG chem

(다) 가스 및 수분 차단성이 향상된 생분해성 복합소재 개발

(1) 복합소재 제조 및 평가방법

-제조설비 ; Ø32mm twin screw extruder, Ø58mm twin screw extruder

-제조 및 평가방법 ; 조사된 차단소재와 생분해성 수지를 이용하여 Starch + 생분해성 수지, PK + 생분해성 수지, PEC + 생분해성 수지의 구성을 기본으로 각각 다양한 조성의 배합으로 아래 그림과 같은 공정을 통하여 compounding하여 복합소재를 제조한 후 Dies 직경이 30mm인 blown film기를 이용하여 복합소재의 가공성을 확인하였다.



<그림-41> 복합소재 제조 공정



〈그림-42〉복합소재 제조설비 및 가공성 평가설비

(2) Starch / 생분해성 수지 복합소재

① 원료

복합소재 제조를 위해 사용된 Starch는 쉽게 구할 수 있고 경제적으로 유리한 큐원의 일반 옥수수 Starch를 사용하였다. PLA는 미국 natureworks社의 Ingeo, PBAT는 지오솔텍의 solpol 1000을 사용하였다.

② Starch 함유 복합소재 제조

-Starch와 생분해성 소재인 PLA와 PBAT를 직접 혼합하여 아래의 표와 같이 twin screw extruder를 이용하여 compounding을 시도하였다.

항목 시료	구성비			압출조건	압출상태		
	Starch	PLA	PBAT	melt temp.	작업성	표면상태	색상
ST-1	5	-	95	140~150	△	○	○
ST-2	10	-	90	145~155	△	△	△
ST-3	15	-	85	150~160	X	X	△
ST-4	5	95	-	175~180	○	△	X
ST-5	10	90	-	175~180	△	X	X
ST-6	15	85	-	175~180	X	X	X

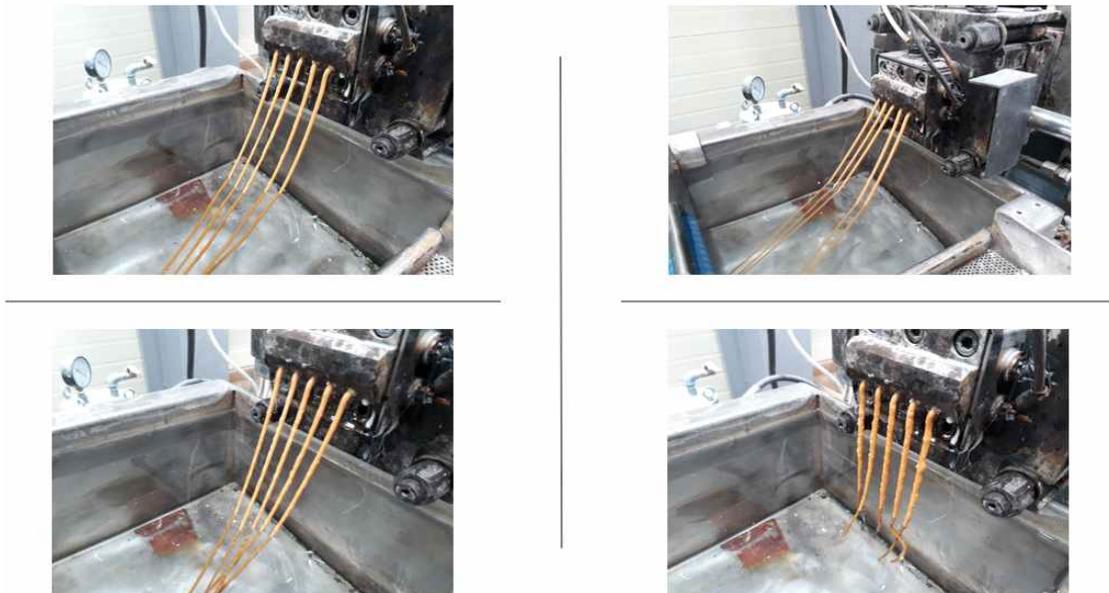
○ : 우수, △ : 양호, X : 불량

〈표-26〉 Starch과 생분해성 수지 직접 compounding

- Starch과 생분해성 소재 직접 compounding 실험 결과 Starch의 함량이 증가할수록 표면상태, 작업성, 색상에 있어 점점 나빠짐을 확인할 수 있었다.
- Starch와 PBAT 복합소재의 경우 PBAT의 연성으로 인해 압출기에서 나오는 수지의 cutting이 원활하지 않고 지속적인 말림 현상으로 양산성이 전체적으로 좋지 않았으며, Starch의 함량이 증가할수록 압출되는 수지의 표면이 나빠지고 설비 압력 증가로 압출온도의 상승을 가져오게 되고 이는 Starch이 탄화되어 색상을 나쁘게 하고 가스가 발생하는 원인이 되었다.
- Starch와 PLA 복합소재의 경우도 Starch 함량 변화에 따른 특성의 변화는 Starch/PBAT 복합소재와 유사한 경향을 보여주고 있으며, PLA의 높은 융점으로 인한 상대적으로 높은 작업온도의 영향으로 인해 Starch의 탄화로 색상은 더욱 어두운 색을 띠었으며 가스발생과 취성으로 인해 압출되는 strand가 쉽게 부러지는 현상이 발생했다.
- 상기 표의 압출상태의 판단은 아래의 그림과 같은 압출 시 토출상태, 색상 및 표면상태를 관찰하여 상대 비교하였다.

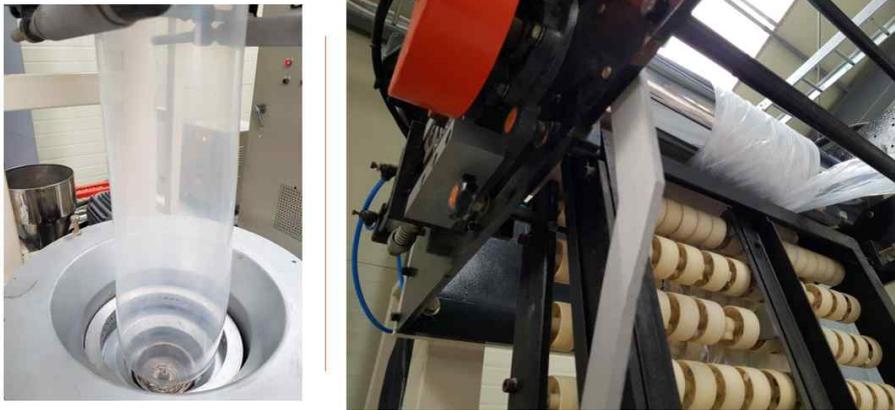


<그림-43> Starch과 생분해성 수지 직접 compounding 제품 색상



<그림-44> Starch와 생분해성 수지 직접 compounding 제품 작업성 및 표면상태

-Starch와 생분해성 수지가 직접 compounding 수지 중 표면 상태 및 색상이 양호한 제품을 ST-1은 Starch이 5% 혼합된 제품으로 Starch 함유로 인한 차단의 효과를 크게 기대하긴 어려우나 이를 이용하여 130℃ ~150℃로 blown film 성형을 시도하였으나 PBAT 수지 특성이 지배적이어서 bubble 형성은 이루어졌으나 1차 nip roll에서 심한 blocking 현상으로 설비에 말림과 필름의 개봉성 불량으로 양질의 제품을 얻을 수 없었다. 이의 해결 방법으로 PLA를 첨가하는 방법을 고려할 수 있으나 이는 가스 및 수분 차단성을 본 과제의 목표에 부합하지 않아 수행하지 않았다.



<그림-45> ST-1 Blown Film 작업

- 상술의 실험결과와 같이 Starch과 생분해성 수지를 Starch과 함께 직접 compounding을 통해 제조하는 방법은 수지와 Starch 간의 혼화성, 분산성 등의 문제로 인해 작업이 어렵고 적합하지 않은 것으로 판단된다.
- 이러한 문제점 해결을 위해 Starch과 생분해성 수지의 compounding 과정에서 Starch을 가소화시킨 master batch를 제작하여 사용해보기로 하였다.
- 가소된 Starch이 함유된 master batch는 PBAT 또는 PLA를 기반으로 하여 가소화된 Starch의 함량 50%를 목표로 시도하였다.
- 적정한 가소화가 진행된 Starch master batch 제작을 위한 첨가제 및 작업조건을 수립하기 위한 아래의 표와 같이 실험을 진행하였으며 Base 수지는 PBAT를 사용하였다. PLA를 사용한 master batch의 경우 아래의 그림과 같이 취성으로 인한 부러짐 현상으로 양산에 적합하지 않았다.



PBAT M/B

PLA M/B

<그림-46> PLA와 PBAT Starch Master Batch

조건 시료	첨가제(%)			가소화 온도(°C)		
	가소제1	가소제2	분산제	140	150	160
ST-7	10	-	-	가소화 안 됨 표면 상태 나쁨	일부 가소화 분산 불량	일부 가소화 분산 불량
ST-8	-	10	-	가소화 안 됨 표면 상태 나쁨	가소화 안 됨 표면 상태 나쁨	가소화가 안 됨 표면 상태 나쁨
ST-9	9	0	1	일부 가소화 분산 불량	일부 가소화 분산 불량	일부 가소화 분산 불량
ST-10	0	9	1	가소화 안 됨 표면 상태 나쁨	가소화 안 됨 표면 상태 나쁨	가소화가 안 됨 표면 상태 나쁨
ST-11	4.5	4.5	1	일부 가소화 분산 불량	양호한 수준의 제품	양호한 수준의 제품
ST-12	6.5	2.5	1	일부 가소화 분산 불량	양호하나 가소제 용출	양호하나 가소제 용출
ST-13	2.5	6.5	1	일부 가소화 분산 불량	일부 가소화 분산 불량	일부 가소화 분산 불량
ST-14	4.5	2.5	0.5	일부 가소화 분산 불량	양호한 수준의 제품	양호한 수준의 제품
ST-15	4.5	2.5	0.3	일부 가소화 분산 불량	양호하나 분산 다소 부족	양호하나 분산 다소 부족

*PBAT 50% : Starch + 첨가제 50%

<표-27>PBAT Starch Master Batch 제조 실험

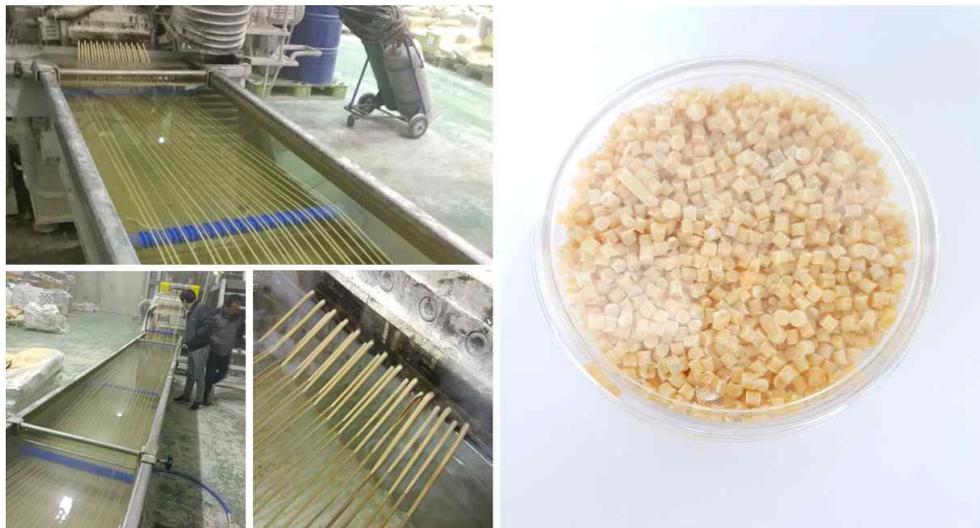
-실험결과 150°C 이상의 작업온도에서 가소화가 원활히 진행되는 것을 확인할 수 있었다.

-가소제는 가소제 1과 가소제 2를 혼합할 경우가 좋은 효과가 있음을 확인하였으며, 가소의

효과는 가소제 1이 그 효과가 좋으나 일정 함량을 초과할 경우 master batch표면에 가소제가 용출되는 것이 관찰되었다. 실험에서는 가소제 1과 2의 비율이 4.5 : 2.5일 경우 가장 좋은 결과를 보여주었다.

-분산제는 Starch의 구조를 잘게 부수어 주는 역할을 하는 첨가제로 0.5% 미만일 경우 그 효과가 떨어지고 0.5%, 1% 첨가 시 그 효과가 차이가 없는 것으로 확인되어 0.5%~1% 범위에서 사용하는 것이 적정한 것으로 조사되었다.

-실험의 결과를 토대로 필름에 사용될 PBAT/Starch master batch를 아래의 그림과 같이 제작하였다.



〈그림-47〉 PBAT Starch Master Batch 시작품 제작

-제작된 master batch를 사용하여 두께 30um이고 Starch 함유량 10 ~ 40%의 필름을 제작하였다.

항목 시료	구성비			압출온도 (°C)	가공결과
	Starch	PLA	PBAT		
STF-1	10	-	90	150~170	블로킹으로 작업불가
STF-2	20	-	80		블로킹으로 작업불가
STF-3	30	-	70		작업상태 양호, 미세한 블로킹
STF-4	40	-	60		작업상태 양호
STF-5	10	10	80		블로킹으로 작업불가
STF-6	20	10	70		작업상태 양호, 미세한 블로킹
STF-7	30	10	60		작업상태 양호
STF-8	40	10	50		작업상태 양호

〈표-28〉 Starch 함유 생분해성 필름 제작 실험



<그림-48> Starch M/B 배합원료 & 그로부터 제작된 펠름

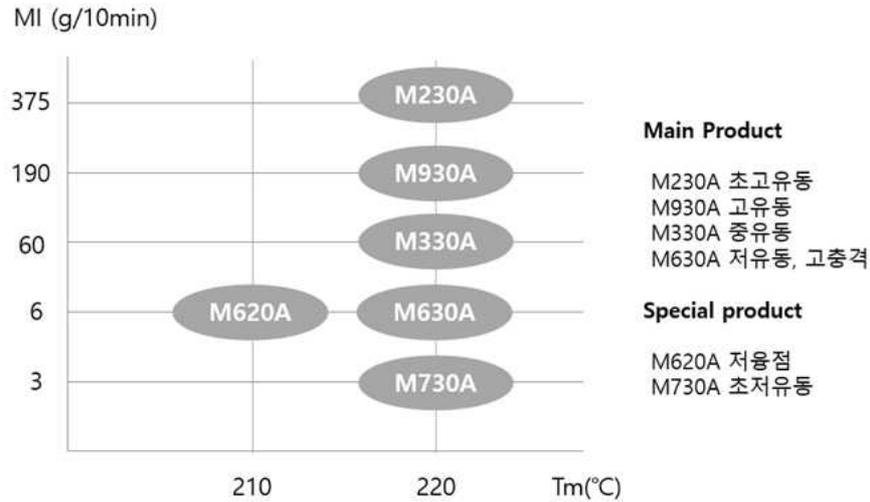
(3) Polyketone(PK) / 생분해성 수지 복합소재

① 원료

복합소재 제조를 위해 사용된 Polyketone은 효성의 상품명 Poketone 중 PBAT, PLA와 용점의 차이가 많지 않으며 압출용 grade인 M-620A를 사용하였으며 PLA는 미국 natureworks社의 Ingeo, PBAT는 지오솔텍의 solpol 1000을 사용하였다.



<그림-49> 실험에 사용된 Poketone



〈그림-50〉 Poketone의 Grade

② PK / 생분해성 수지 복합소재 제조

-PK / 생분해성 수지 복합소재도 Starch 함유 복합소재와 같은 방법으로 twin screw extruder에 의해 compounding하고 blown film기를 이용한 가공특성을 확인하는 방식으로 진행하였다.

-복합소재의 조성은 아래의 표와 같이 우선적으로 PLA와 PBAT 수지를 기반으로 하여 각각 10%~30% 범위로 compounding을 진행하였다.

항목 시료	구성비			압출온도 (°C)	가공결과
	M620 A	PLA	PBAT		
PK-1	10	-	90	220~240	토출상태 양호
PK-2	20	-	80		서징 발생 / 토출 불안정
PK-3	30	-	70		서징 발생 / 토출 불안정
PK-4	10	90	-		토출상태 양호
PK-5	20	80	-		서징 발생
PK-6	30	10	-		strand 끊어짐 / 샘플제작 불가

〈표-29〉 Polyketone과 생분해성 소재 compounding 배합비

-실험결과 PBAT 90% / PK 10%의 조성물을 제외하고는 compounding 작업이 쉽지 않았다. PK의 함량이 20%를 넘기게 되면서 압출기 다이스에서 수지의 토출이 일정하게 나오지 않아 pelletizer까지 수지의 strand를 끌어오기가 원활치 않았다. PK의 함량이 30%에 이르러서는 약간의 당기는 힘만으로도 다이스에서 나오는 용융물이 쉽게 끊어져 작업이 불가능한 상태였다.(참조 그림) 이러한 현상은 PLA, PBAT와 PK의 상용성이 나쁘고 용융 특성이 많이 달라 발생하는 것으로 판단된다.



〈그림-51〉 Polyketone과 생분해성 수지의 compounding 토출

-또한 PK의 용융점이 높아 PLA, PBAT의 초기 열분해 온도인 240℃에 가까운 작업온도에서 compounding이 진행되는 이유로 압출기내에서 수지의 체류가 일어날 경우 흐름성이 높아지거나 탄화되는 현상이 관찰되기도 하였다.

-compounding이 이루어진 시료의 PK-1과 PK-2 가공성 확인을 위하여 Blown film 가공 실험을 진행한 결과 PK-1의 경우 일반적인 PBAT 필름가공온도 범위인 140℃~160℃에서 범 위에서는 PK가 용융이 되지 않아 gel과 fish eye 다량 발생으로 표면이 거칠고 압출이 원활 하지 않았으며, 가공온도를 상승시킬수록 표면상태는 좋아졌으나 가공온도가 180℃를 지나면 서 버블의 안정성이 현저히 나빠지고 블로킹 현상으로 작업이 불가능하였다.

PK-4의 가공테스트 결과 압출온도 185℃~195℃에서는 표면에 작은 gel과 fish eye가 관찰 되었으며 이의 해결을 위해 압출온도를 상승시키자 210℃를 지나면서 수지의 melt tension이 급격히 저하되어 버블형성이 불가능하였다.



〈그림-52〉 Polyketone과 생분해성 수지의 Blown film 가공 테스트

-compounding 및 blown film 가공테스트 결과 PK와 기존 생분해성 수지와 상용성이 좋지 않은 것으로 판단되며, 더욱이 수지간의 용점차이가 너무 커서 가공 상에도 어려움이 발생하는 것으로 확인되었다. 이들 소재간의 복합소재의 연구는 상용화제, 제조방법 등 좀 더 깊은 연구가 필요할 것으로 생각되며, 현재로서는 단가, 기능성, 가공성 측면에서 본 연구의 적용 소재로는 사용이 불가능한 것으로 판단하였다.

(4) PEC / 생분해성 수지 복합소재

① 원료

복합소재 제조를 위해 사용된 Polyethylene carbonate는 Empower materials사 QPAC을 사용하였다. PLA는 미국 natureworks社의 Ingeo 2003D를, PBAT는 지오솔텍의 solpol 1000을 사용하였다.

② PEC / 생분해성 수지 복합소재 제조

-PEC / 생분해성 수지 복합소재도 여타 복합소재와 같은 방법인 twin screw extruder에 의해 compounding하고 blown film기를 이용한 가공특성을 확인하는 방식으로 진행하였다.

-아래의 표에 PEC / 생분해성 수지 복합소재 제조를 위한 compounding 실험 배합비를 나타내었다.

항목 시료	구성비			압출온도 (°C)	가공결과
	PEC	PLA	PBAT		
PEC-1	10	90	-	170~180	토출상태 양호하고 PEC의 함량이 증가할수록 Strand가 유연해져 작업성이 좋아짐
PEC-2	20	80	-		
PEC-3	30	70	-		
PEC-4	40	60	-		
PEC-5	50	50	-		
PEC-6	10	-	90	140~160	느린 냉각과 연성으로 cutting성 나쁘고 cutting기에서 말림현상 발생으로 생산속도 낮음
PEC-7	20	-	80		
PEC-8	30	-	70		

〈표-30〉 Polyethylene carbonate와 생분해성 수지의 복합소재 제조

-실험결과 PEC와 PLA 복합소재 compounding시 50% : 50% 까지 특별한 문제점 없이 compounding이 가능하였다. 또한 PEC의 함량이 증가할수록 취성이 강하던 PLA가 유연성을 증가하여 cutting성 strand 토출성이 좋아 작업성이 좋아지는 것을 확인할 수 있었다.

-이와는 반대로 PEC와 PBAT의 경우는 냉각성능이 나쁘고 연성이 강해 낮은 수온을 유지하며 냉각시간을 증가시킴에도 cutting성이 좋지 않아 작업에 어려움이 많았다.

이러한 소재의 경우 이후 압출을 통한 필름을 제작할 때 blocking이 발생할 소지가 커서 본 연구과제의 목표인 차단성 필름 제작에 어려움이 있을 것으로 예측된다.



<그림-53> Polyethylene carbonate와 PLA compounding



<그림-54> Polyethylene carbonate와 PBAT compounding

-제작된 PEC / 생분해성 수지 복합소재를 이용하여 Blown film 가공테스트를 진행하였다. PEC / PLA 복합소재의 경우 PEC의 함량이 30% 이상일 경우 bubble 안정성이 우수하고 가공성이 쉽게 이루어짐을 확인할 수 있었다. 하지만 PEC의 함량이 증가할수록 blocking성과 슬립성에 문제가 발생하는 것으로 확인되었다.

-PEC-1과 PEC-2의 경우 필름의 고화속도가 빨라 bubble이 균일하게 형성이 되지 않으면서 주름이 많이 발생하였다.

-PEC / PBAT 복합소재의 경우 PEC가 30% 이상인 PEC-8도 blocking이 심해 필름 권취가 불가능하여 본 연구과제의 목표제품 후보군에 제외하였다.



PEC-2



PEC-4



PEC-8

〈그림-55〉 Polyethylene carbonate와 생분해성 수지의 Blown film 가공 테스트

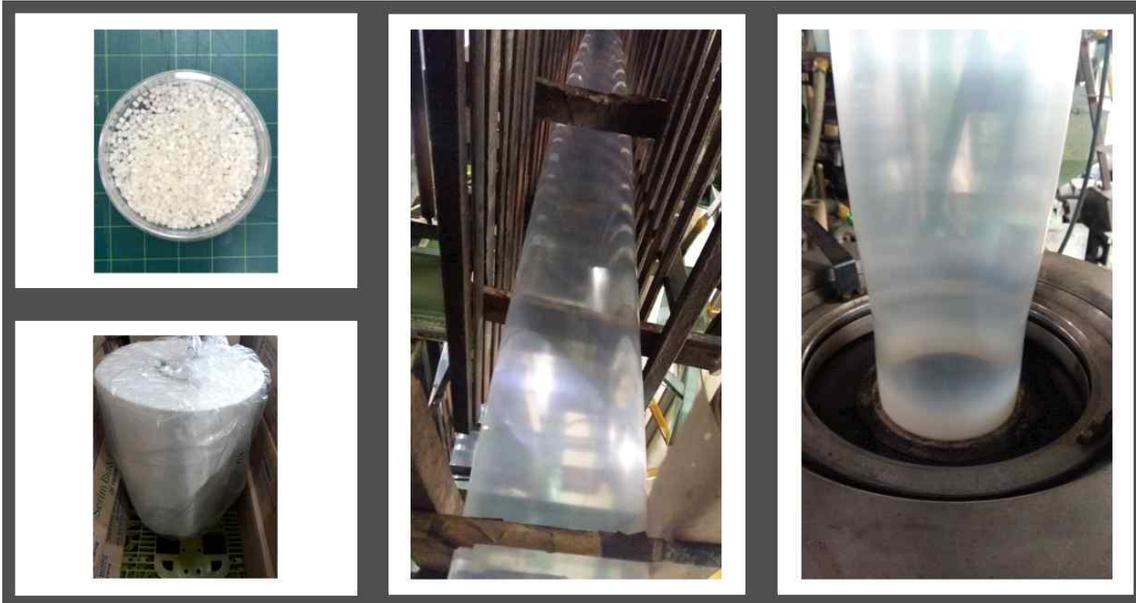
-PEC / PLA 복합소재의 blocking과 슬립성 개선을 위해 PEC-3 ~ PEC-5의 배합성분에 실리카 계열의 antiblocking agent와 amide계 슬립제를 첨가하여 그 특성을 조사하여 그 결과를 아래의 표에 나타내었다.

첨가제의 투입은 농축된 Mater batch를 이용하여 가공현장에서 필름의 상태를 확인하고 첨가량을 결정하였으며 이때 antiblocking master batch는 10%, slip master batch는 5% 제품을 사용하였다.

항목 시료	구성비				가공결과	
	PEC	PLA	AB	S	블로킹	개구
PEC-3a	30	70	1,000ppm	500ppm	X	X
PEC-3b	30	70	1,500ppm	1,000ppm	△	△
PEC-3c	30	70	2,000ppm	1,000ppm	○	△
PEC-3d	30	70	2,000ppm	1,200ppm	○	○
PEC-4a	40	60	2,000ppm	1,200ppm	△	△
PEC-4b	40	60	2,500ppm	1,200ppm	○	○
PEC-5a	50	50	2,500ppm	1,500ppm	X	X
PEC-5b	50	50	3,000ppm	1,500ppm	X	X

〈표-31〉 PEC / PLA 복합소재의 첨가제 함량 선정 실험

- 실험결과 PEC가 증가할수록 blocking성 증가와 슬립성 저하로 인한 많은 양의 첨가제가 필요하였으며 PEC : PLA = 50% : 50%인 경우 첨가제의 증가에도 불구하고 blocking성과 개구성의 문제가 해결되지 않는 것을 확인할 수 있었다.
- 아래의 사진에 상기의 실험결과로 얻어진 시료 PEC-4b로 수지와 그를 이용하여 얻어진 필름을 나타내었다.



<그림-56>개구성과 슬립성이 향상된 생분해성 복합소재 및 그로 제작된 Blown film



<그림-57> 생분해필름 원단 생산

라. 복합소재의 차단성 평가

- 상술의 과제수행으로부터 얻어진 복합소재 중 compounding 및 가공성이 양호하여 개발 후 양산성이 있다고 판단되는 Starch / 생분해성 수지 복합소재 STF-4, STF-8과 PEC / PLA 복합소재 PEC-4b를 30um필름으로 제작하여 투습도와 산소차단성을 측정하였다.

Polymer \ 항목	OTR cm ³ /30μm/ m ² /24hrs	WVTR g/30μm/ m ² /24hrs
PLA	1,025	182.3
PBAT	1,150	132.4
STF-4	1,300	500초과
STF-8	1,400	500초과
PEC-4b	43	120
PA	40~60	155~310
EVOH	0.3~1.2	23~60
mLLDPE	2,600	5.8
HDPE	1,600~2,300	4~12

〈표-32〉 제작된 복합소재의 차단성 측정 결과

*OTR : ASTM D 3985-05e1 / 시험기기 ILLINOIS 8003 (SYSTECH, 미국)

*WVTR ASTM F 1249-13 / 시험기기 PERMATRAN-W, Model 3/61 (Mocon, 미국)

*시험면적 10cm²

*투습도 : 검출한계 500g이하

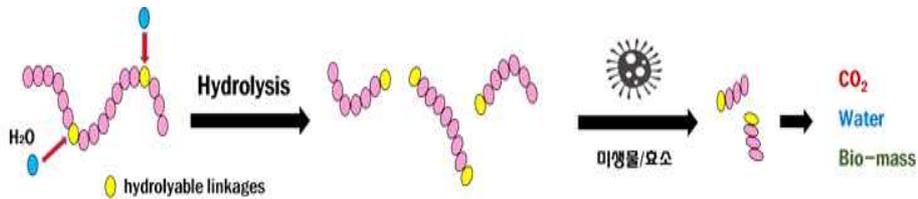
-차단성 측정결과 Starch 함유 필름의 경우 예상과 다르게 투습도, 산소투과도 모두 PLA와 PBAT 단독 필름보다 높은 값을 보여주었다. 이러한 현상의 가장 가능성이 높은 원인으로 Starch 함유 복합소재를 이용하여 필름을 가공하였을 때 필름표면의 Starch입자를 중심으로 미세한 홀이 발생하여 그 홀로 산소와 수분이 더 쉽게 투과되는 것으로 생각된다. 일회용 기저귀의 통기성 필름은 이러한 현상을 이용한 제품 중 하나이다. 현재 정확한 원인 파악을 위하여 전자현미경 분석을 진행 중에 있다.

-PEC-4b 필름의 경우 그 결과값이 기존 식품포장재의 차단성 원료로 가장 많이 사용되는 나일론과 대동소이한 값을 나타내었으며, 생분해성 단독 성분에 비해서는 월등한 수준이었다. 상술의 실험결과에서 언급했듯이 PEC-4b의 소재는 compounding 및 필름 가공성도 우수해서 본 연구과제에서 사용하고자 하는 커피포장재 내지로 사용이 어려움이 없는 것으로 판단하고 있으며, 주관기관에 본 수지를 전달하여 최종커피포장재 적용에 사용할 수 있게 하였다.

마. PEC / PLA 복합소재의 생분해성 평가

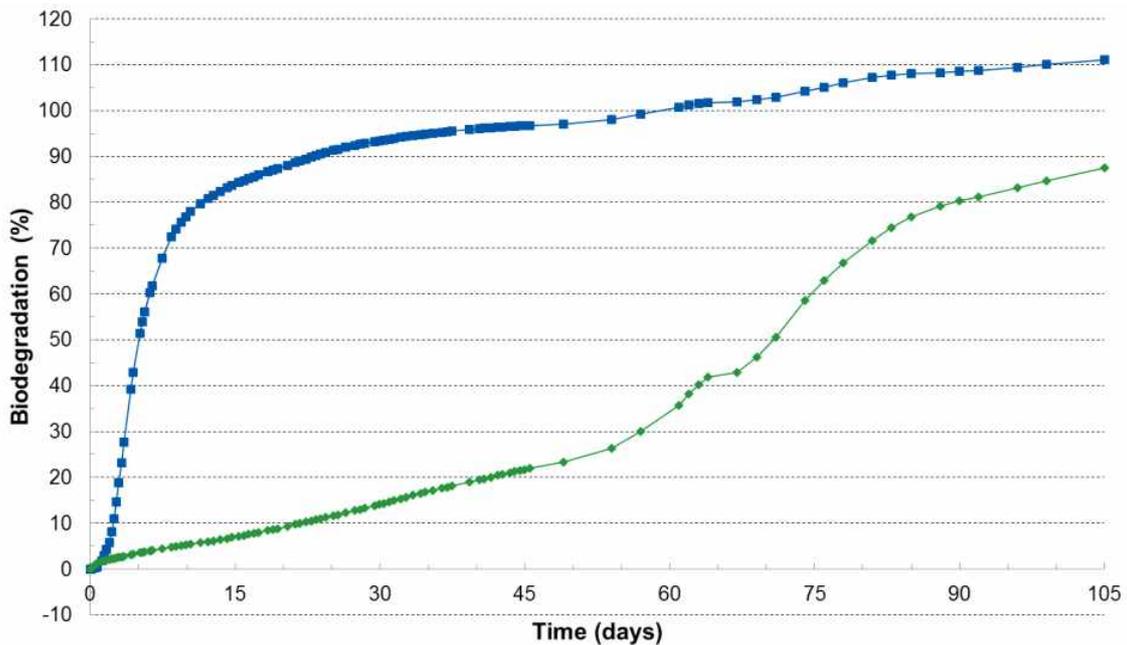
-생분해성 수지는 아래 3단계의 과정을 거쳐 생분해가 일어나게 된다.

- STEP 1. 수분 또는 효소에 의한 가수분해 반응
- STEP 2. 흡수 영양분으로 미생물이 섭취
- STEP 3. 미생물에 흡수된 물질이 대사 작용을 통해 최종적으로 물과 이산화탄소로 자연계에 환원



<그림-58> 생분해 수지의 분해 과정

-일련의 실험결과를 바탕으로 본 연구과제의 목표인 커피포장재에 사용될 복합소재의 후보로 PEC / PLA 복합소재인 PEC-4b로 결정하였으며, 이에 따라 당 소재가 자연에 부하를 주지 않는 소재임을 확인하기 위한 방법으로 ISO 14855의 퇴비화 조건에서의 호기적 생분해도 평가를 실시하고 있으며 현재 105일 동안 기준물질인 셀룰로오스 대비 약 90% 정도의 생분해도를 보여주고 있으며 분해곡선은 계속 우 상향을 유지하고 있다.



<그림-59> PEC / PLA 복합소재의 생분해성 평가

바. 연구수행결과 요약

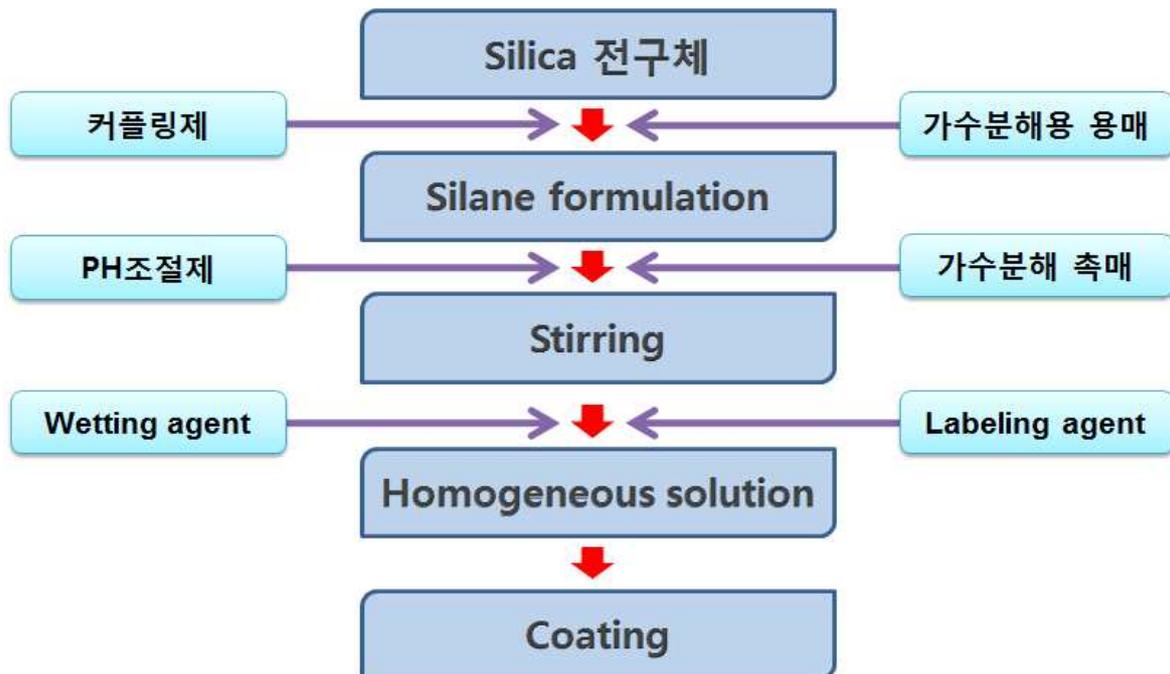
- 본 과제에 있어 협동기관인 티엘씨코리아는 우선적으로 차단성이 우수한 생분해성 복합소재의 개발을 위해 산소차단성능이 있으며 생분해성을 가질 수 있는 분자구조를 지닌 Polyketone, Starch, Polyethylene carbonate 수지의 특성에 대해 조사하였다.
- 조사된 수지와 함께 PLA와 PBAT를 이축압출기를 이용한 컴파운딩을 통해 수지간의 혼화성을 조사 및 가공특성을 확인하였다.
- Polyketone 소재는 기존 생분해성 소재와 상용성이 좋지 않아 컴파운딩 및 필름의 가공에서 좋지 않은 결과를 보여주었다.
- Starch의 경우 직접 투입의 경우 열분해, 분산 등의 이유로 복합소재 제조 및 필름가공에 있어 양질의 제품을 얻을 수 없어, Starch의 가소화를 통한 master batch를 제조한 후 이를 이용한 복합소재 제조 및 필름가공의 방법으로 시료를 확보할 수 있었다.
- PEC 소재의 경우 기존 생분해성 수지와 상용성이 좋아 쉽게 복합소재를 제조할 수 있었으며 가공성도 뛰어났다. 슬립성과 개봉성이 다소 부족한 부분이 있었으나 이러한 문제는 슬립제와 Anti blocking agent 처방을 통하여 해결하였다.
- 컴파운딩을 통해 얻어진 (1) Starch와 생분해성 수지, (2) PEC와 생분해성 수지의 복합소재로 얻어진 필름을 ASTM D 3985-05e1 시험방법으로 산소투과도를 WVTR ASTM F 1249-13 시험방법으로 수분투과도를 측정된 결과 PEC와 생분해성 수지간의 복합소재가 산소투과도 $43\text{cm}^3/30\mu\text{m}/\text{m}^2/24\text{hrs}$, 수분투과도 $120\text{g}/30\mu\text{m}/\text{m}^2/24\text{hr}$ 의 결과로 기존 나일론 소재와 유사한 값을 보여주어 본 연구과제목표와 가장 근접한 것으로 확인하였다.
- 제작된 PEC와 생분해성 수지와 복합소재의 생분해성 실험은 벨기에의 생분해도 측정 시험기관인 OWS의 퇴비화 조건에서의 호기적 생분해도 평가를 진행 중에 있으며 105일 동안 약 90% 정도의 생분해도를 보여주고 있다.

(4) 코팅방법 및 공정

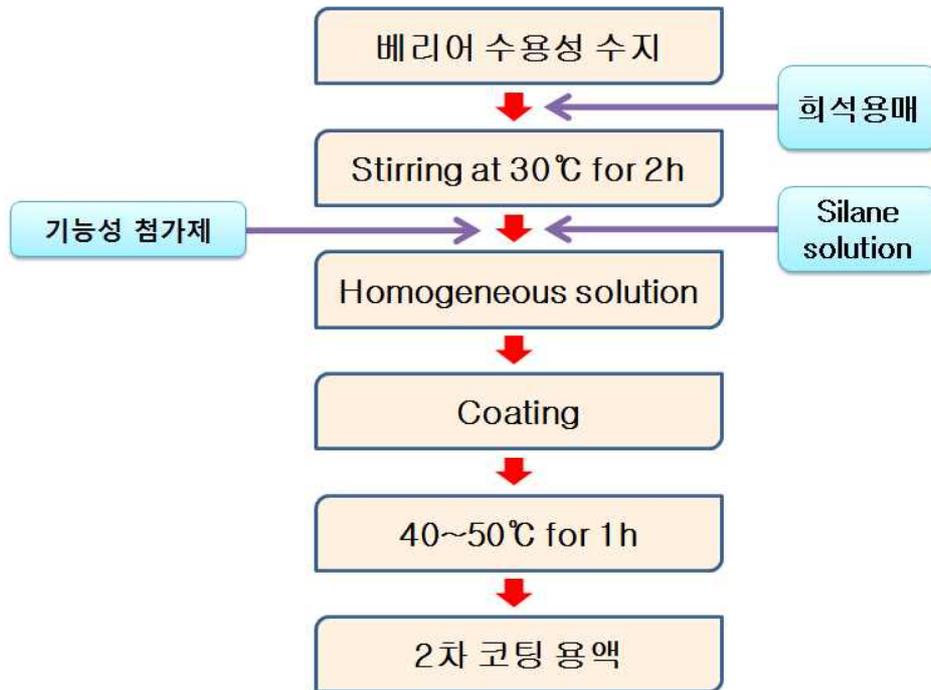
① 1, 2차 코팅 용액을 이용한 코팅 공정

- 라미네이팅의 경우 필름 또는 필름형태의 재료를 베이스 재료에 접합하는 것이지만, 코팅은 베이스 재료에 액체를 도포하는 방법(어느 한쪽은 반드시 액체임)이라서 항상 흐르려고 하는 성질이 있어 얇게 도포하는데는 적합하지만 두껍게 도포하는 데는 바르고 건조하는 공정을 반복해야 하고 시간도 많이 걸리기 때문에 생산성이 낮으며 균일하게 도포하는데 많은 신경을 써야 한다.
- 이렇기 때문에 코팅 공정은 코팅액 제조만큼 중요한 사항이기 때문에 많은 반복 실험을 통하여 최상의 코팅 공정을 확립하는 것이 중요하다. 전 절에서 설명한 바와 같이 본 연구는 다음과 같은 1, 2차 코팅용액 제조 프로세스를 통하여 코팅용액을 제조하였다.
- 1차 제조방법을 통해서 브라운 운동을 억제시키고, 기재필름을 치밀화 하기 위한 알콕시졸과 고분자졸을 혼합한 용액을 제조하였고, 다양한 배리어성 기능을 향상시키기 위하여 2차 코팅용액을 제조하였다.

<그림-60> 1차 코팅용액 제조 프로세스

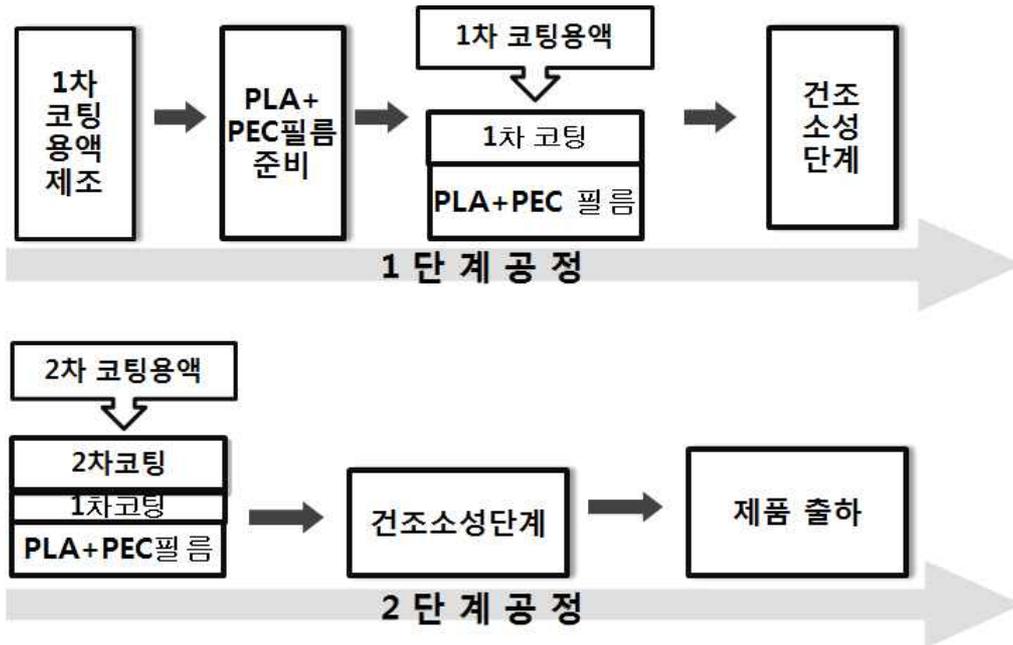


<그림-61> 2차 코팅 용액 제조 프로세스



- 아래 그림은 지금까지 제조한 1, 2차 코팅용액을 기재필름에 코팅하는 공정을 도식화 한 것이다. 이미 설명한 바와 같이 1차 코팅은 기재 필름의 표면을 치밀화하는 과정이다. PLA+PEC 고분자 수지는 결정성 부분과 비결정성 부분으로 구분되어있는데, 이를 결정화하는 것으로, PLA+PEC수지를 결정화(치밀화)시키면 표면이 매끄러워져 배리어성 향상을 위한 2차 코팅 과정에서 기재필름을 충분히 코팅시킬 수 있기 때문이다.

<그림-62> 코팅 및 제품 제조 공정도



○ 기재필름(PLA+PEC)에 배리어성을 부여하기 위해 표면에 다양한 성능을 갖는 코팅용액을 도포하여 안정된 기능성 유기 및 무기 도막을 형성한다. 기재필름에 액상의 코팅용액을 도포하는 대표적인 코팅 방법에는 다음과 같은 것들이 있다.

㉓ 침지법(Dip Coating)

- 코팅시킬 기재를 용액안에 침지하여 끌어올리고 그 여분인 코팅용액이 흐르지 않게 한 후에 건조하는 방법으로 디핑(Dipping)이라고 한다. 이것은 조작성이 간단하고, 코팅용액의 낭비가 적으며 모양이 복잡한 것이나 소형의 부품, 입체적 디자인을 갖는 제품의 표면전체를 코팅하는데 적용된다. 단점으로는 코팅막의 두께가 일치하지 않고 아래 부분에 코팅용액이 묻치기 쉽다.

㉔ 스핀코팅(Spin Coating)

- Spin coating법은 Sol을 회전하는 기관 위에 분사한 후 건조와 열처리 과정을 거쳐 박막을 형성하는 공정이다. 따라서 Spin Coating법은 물질의 얇은 박막으로 코팅되어진 평면인 물체로 구성된 장치에 많이 사용된다. 여기에 코팅재료로 쓰이는 물질들은 어떠한 용매에 용해가 되거나 혹은 액체상태로 존재할 수 있는 물질이어야 한다. 사용하는 액체의 점도

가 적당히 있어야 하며 순수한 물은 점도가 없어서 이러한 스핀코팅에 사용할 수 없고, 끈적이는 액체가 가능하다. 물론 꿀이나 물엿 같은 정도의 점도를 가진 물질도 사용할 수 없다. 그래야만 Spin Coater를 이용하여 코팅시킬 때 코팅재료들이 퍼져나가면서 코팅이 가능하다. 따라서 스핀코팅은 간단하고 막의 두께를 균일하게 얻을 수 있을 뿐만 아니라 용액의 점도 기관의 회전속도를 조절함으로써 막의 두께를 조절할 수 있다. 또한 기공의 크기, 기공의 부피, 표면적과 같은 미세구조를 제어하기가 용이하기 때문에 널리 이용되고 있다.

- 스핀코팅을 이용하여 만들어진 제품으로는 polymers, SOG, SILK와 같은 섬유제품에서 DVD, CD ROM과 같은 전자제품까지 다양하다.
- 본 실험에서 사용하는 코팅법은 실험실 특성을 고려하여 바코팅과 스핀 코팅법을 병행하여 코팅하였다.

㉔ 롤러 코팅(Roller Coating)

- 첫번째 롤은 코팅용액 저장탱크에서 용액을 끌어 올리며, 다른 롤은 끌어올려진 코팅용액을 코팅시키는 어플리케이터롤로 이루어져 있다. 두 롤은 계속 회전하면서 맞물려 있으며, 그 간격은 코팅될 기재의 표면 도막두께에 의하여 조절된다. 단면 및 양면코팅이 가능하다. 종이, 카드보드박스, 필름, 코일메탈, 목재 판넬 등에 사용되며, 평판계 코팅 시 경제적으로 급성장하는 코팅방법이다.

㉕ 스프레이 코팅(Spray Coating)

- 압축 공기를 써서 안개 모양으로 하여 그 압축 공기와 같이 코팅용액을 기재에 분무하여 코팅하는 방법이다. 최초에는 락카도료의 코팅방법으로 발달하였으나, 모든 코팅에 적용 가능하고, 작업 능률이 좋으며, 복잡한 디자인의 제품이나, 넓은 부분에도 균일하게 코팅할 수 있기 때문에 현재 대부분의 코팅용액과 기재가 이 스프레이 코팅법을 사용하고 있다. 단점으로는 오버 스프레이에 의한 도료의 낭비가 많고, 도착 효율이 나쁘다.

㉖ 플로우 코팅(Flow Coating)

- 공중에 떠 있는 기재에 코팅용액을 뿌리는 방법이며 이 방법은 플로 코터 코팅과 커튼 코터 코팅의 2종류로 구분된다. 스프레이법 보다는 코팅용액의 손실이 적으며, 대형이고, 곡면을 갖고 외부표면만 코팅되는 항공기용 윈드실드 등을 코팅하는데 적용된다.

- 플로우 코터 도장

코팅용액을 여러개의 노즐에서 분출시켜서 그 사이에 코팅시킬 기재를 통과시켜 코팅하는 방법이다. 코팅된 상태는 침지법과 유사하나 침지법과 비교하면 탱크의 용량이 작은 것이라도 관계없기 때문에 장소를 별로 차지하지 않는다. 단점으로는 코팅용액의 손실이 있기 때문에 코팅용액 공급해야 하며, 코팅막 두께에 차이가 생긴다.

- 커튼 코터 도장

슬릿에서 커튼 모양으로 하락시켜서 그 아래로 코팅시킬 기재를 통과시키는 것으로 도장

하는 방법이다. 평면상의 것이나 약간의 요철면의 것을 연속적으로 코팅하는 데에 적당하며 여분의 코팅용액을 회수하여 재차 사용할 수 없는 단점이 있다. 코팅 속도는 빠르며 코팅막을 두껍게 도장할 수 있는 동시에 막의 두께는 균일하고 또한 코팅막 상태가 양호하다. 따라서 양산 코팅을 할 수 있는 철판이나 합판의 클리어 도장 등에 사용된다.

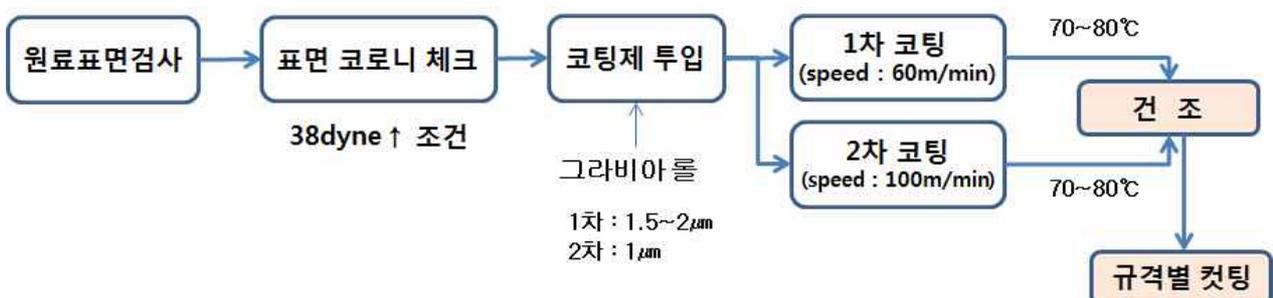
- 본 연구에서는 세척 용매를 이용하여 세척·건조한 후, PLA+PEC 필름에 그라비아 롤 코팅으로 코팅을 시켜 코팅막을 형성한다. 그라비아 롤 코팅방법은 그라비아 롤을 액체에 침적을 하여 코팅하는 방식이다. 그라비아 롤 표면에 묻은 코팅액이 계량되어 지지체에 평활적으로 코팅이 되는 장비이다. 넓은 광폭에도 도막 두께가 균일하게 코팅을 할 수 있는 장비이다. 실험실에서는 바코팅 또는 스핀코팅으로 코팅했지만 현장에서는 그라비아 롤 코팅을 이용하였다. 코팅막은 방습성 및 가스배리어성과 화학적으로는 안정하며, 환경적으로는 환경오염을 발생하지 않는 기능성 포장재로 제조가 되었다.

③ 코팅 공정 표준화

- 이미 설명한 바와 같이 실험실에서는 바코드 코팅 또는 스핀 코팅으로 코팅을 수행하였고, 하였고, 현장에서는 그라비아 롤 코팅 방식으로 진행하였다. 그라비아 롤 코팅 방식은 코팅 수행 시 치밀도가 높고, 코팅 두께가 일정하게 이루어질 수 있는 설비로서, 저렴한 단가가 장점이다.
- 현장에서의 코팅 조건은 아래와 같이 구성하고 있다.

<ul style="list-style-type: none"> ■ 코팅 공정 조건 : 표면 코로니 체크 공정 <ul style="list-style-type: none"> - 38dyne 상승(↑) 조건 ■ 코팅두께 1차코팅 : 1.5~2μm 2차코팅 : 1μm ■ 코팅 건조 온도 : 70~80$^{\circ}$C (1차, 2차) ■ 코팅 속도 : 60m/min (1차),100m/min (2차)

<그림-63> 코팅 공정도



<그림-64> 제조된 코팅액을 필름에 코팅하는 과정



(5) 코팅 필름/ 제조 후 커피 포장재에의 적용

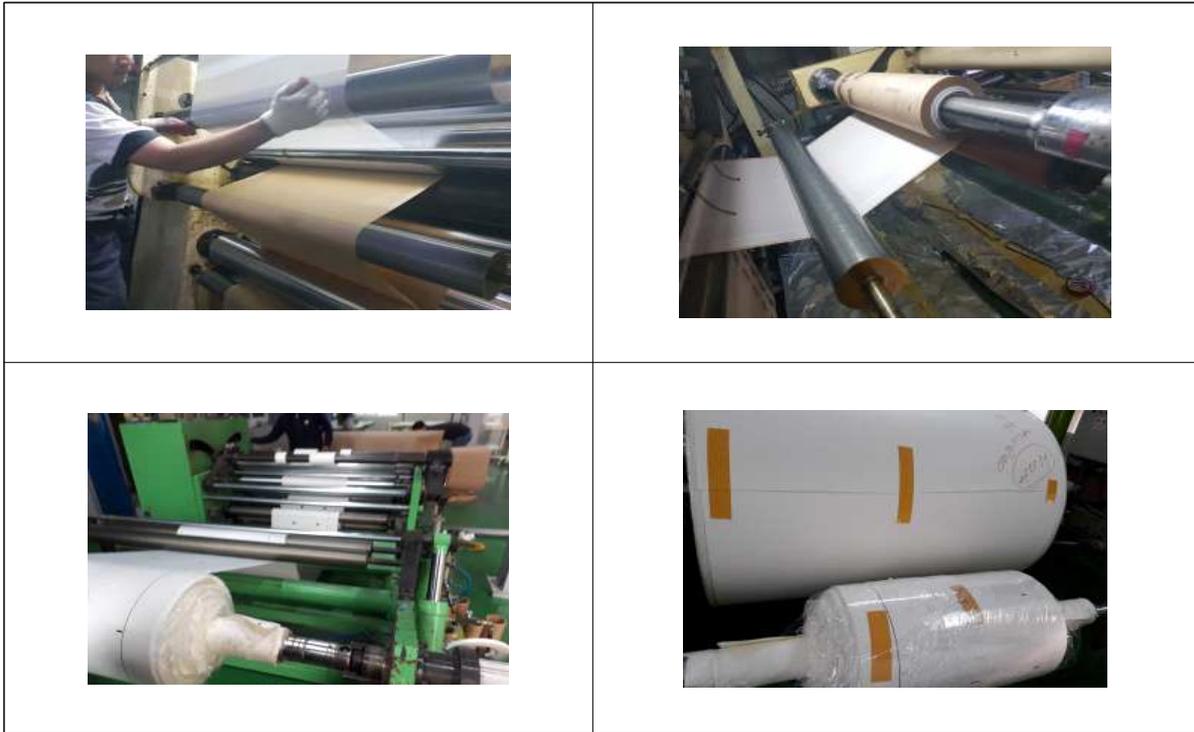
- 코팅 공정이 완료된 필름을 커피포장용 포장재로 사용하기 위하여 시제품을 제조하였다. 시제품 제작은 다음과 같은 공정을 통해서 제조되었다. 기재 필름의 표면을 치밀화하기 위하여 1차 코팅용액을 제조 및 코팅하여 건조한 후, 건조소성단계를 거친다. 이후 기재 필름에 배리어성을 증가시키기 위하여 2차 코팅 작업을 수행하고, 다시 건조소성 단계를 거쳐 제품을 생산하다.

<그림-65> 필름 코팅 제조 과정



- 생산된 제품은 커피포장에 적용하였으며, 기존의 포장재 보다 산소차단성이 우수하였고, 알루미늄을 첩합하는 라미네이트 제품과는 달리 투명성이 좋아, 내용물을 쉽게 확인할 수 있는 기능이 추가되었다.

<그림-66>코팅 완료된필름 합지과정



<그림-67> 코팅 완료된 각종 소재의 포장재



(6) 경제성 및 사업성 검토

■ 경제적 측면

- 당사는 연구개발사업으로 통하여 개발한 가스차단 기능을 향상시킨 식품포장용 포장재를 생산하여 판매 증진을 위하여 다양한 계획을 수립하고자 한다. 당사는 고기능성의 식품

포장용 포장재의 제조와 관련한 뛰어난 기술력을 보유하고 있으며 이와 관련된 특허도 다수 보유하고 있기 때문에 동종 업계에서 우수기업으로 인정받고 있다. 이러한 회사의 가치를 바탕으로 새로 개발된 포장재에 대한 경제성 및 사업성을 다각도로 검토할 예정이다. 우선 개발제품의 신뢰도를 높이기 위해 각 세부 기술에 대한 다양한 성능 시험 및 인증 절차를 다시 한번 검증을 실시하여 제품의 완성도를 높일 예정이며, 국내외 기업들을 상대로 하는 샘플 제공을 통해 제품의 인지도를 높일 계획이다.

○ 새로 개발한 포장재는 기존 플라스틱 포장재에 비해 복합소재 기재필름위에 직접 보호층을 코팅하므로 접착성이 뛰어나면서도 고감도성을 유지할 수 있는 장점이 있다. 나노기술을 이용한 유·무기 하이브리드 신소재, 신기술을 이용하였기 때문에 패키징재의 습기차단성, 안정성 및 내구성 등의 물성이 강화되었고, 제품의 질적 향상과 보존을 위하여 방습성 등의 다양한 기능을 포함하여 외부 습기로부터 커피 보관 및 유통할 수 있는 기간이 연장되어 제품손상을 줄일 수 있기 때문에 경제적인 이익의 창출이 예상되고 있다.

○ 또한 우수한 산소/수분차단성은 식품포장외에 가공식품을 비롯하여 의약품류의 포장에 까지 적용할 수 있고, 향후 산업 전반에 활용이 가능하여 시장 전망은 밝다고 할 수 있다.

- 농산물 및 과채류 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등)
- 식품 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등)
- 의약품 포장재 (약품의 산화방지로 인한 내구성 연장)

○ 또한 친환경적인 소재로 코팅액을 제조함으로써 기존 라미네이트 제품보다 일부 공정과 재료가 생략되기 때문에 경제적으로 저렴하게 생산을 할 수 있어 제품의 생산 단가를 낮추는 것이 가능하기 때문에 국내 제품 뿐만 아니라 외국의 포장재와도 충분한 경쟁력이 있는 제품이라고 예상하고 있다.

○ 또한 인체에 안전한 규소가 주성분인 무기산화물 실란을 사용하여 코팅액을 제조함으로써 식품에 직접 접촉하여도 안전하기 때문에 인체에 해가 없고, 사용 후 토양 매립 또는 퇴비화 설비에서 생분해되어 환경부하가 적음.

○ 해외인증 공인기관인 OWS의 퇴비화테스트를 통해 중금속함유량 및 토양 잔류물 독성검사를 통과하여 인증을 받아 소비자의 신뢰를 확보하고, 다양한 식품포장지로 용도를 확대할 수 있다.

○ 현재 포장산업 전반에 걸친 국제경쟁력은 범용 제품의 가격 경쟁력과 고부가 기능성 포장재의 설비 및 기술적 차별화와 포장재 관련 소재의 차별화가 중요시 되고 있기 때문에 포장재의 기본적 특성인 제품 보호와 유통의 기능은 국가 간 또는 관련 제조업체 간의 평준화로 인하여 최근에는 포장재의 편의성, 기능성, 차별성 및 친환경 포장소재 또는 선도유지 포장소재, 퇴비화 가능 등의 다기능을 포함하는 신기술의 개발과 제조 기술의 향상이 경쟁에 있어서 필연적으로 요구되어지고 있다.

- 또한 인체에 안전한 규소가 주성분인 무기산화물 실란을 사용하여 코팅액을 제조함으로써 식품에 직접 접촉하여도 안전하기 때문에 인체에 해가 없고, 사용 후 토양 매립 또는 퇴비화 설비에서 생분해되어 환경부하가 적음.
- 최근 우리나라에서 식품 포장재를 중심으로 해서 기능성 필름에 대한 관심이 계속 증가하고 있고, 이에 따른 기술수준이 선진국에 비해서 떨어지지 않고, 제조 기술은 많은 투자를 통해서 다양한 결실을 맺고 있지만 산업용 포장재에 대한 기술 개발은 아직도 선진국에 비해 뒤처지고 있는 실정임을 감안한다면, 당 사에는 개발한 가스배리어성 기능이 향상된 포장재 제품은 부가가치성이 대단히 높을 것으로 예상하고 있다.
- 기존 알루미늄/PE합지 제품보다 친환경적인 재질을 적용하고, 가격적인면에서도 저렴하여 국내 제품뿐만 아니라 외국제품과도 시장에 진출하는데 충분한 경쟁력이 있는 제품 생산이 가능함
 - . 기존 알루미늄/PE 합지 커피포장봉투: 180원/개,
산소차단코팅/생분해필름 커피포장봉투 : 160~170원/개(예상단가)
 - . 가격 경쟁력을 확보하기 위한 방안으로 PLA의 수입선(미국, 중국, 필라 등)을 다변화하여 품질이 우수하고 저가인 PLA(2,000원/KG)를 구입하여 가격경쟁력을 확보하고, 해외 국제인증인 생분해인증을 미국(BPD)과 유럽(DIN)에서 획득하여 수출 확대를 위한 마케팅 및 영업에 활용할 수 있다.
- 현재의 중소기업의 포장 산업 시장동향은 성장속도는 높으나, 포장재 제조 관련 기술적 존재감과 경쟁력은 미미하고, 필름/시트 제조 및 포장재 제조와 관련된 신 기술의 경우 해외 포장 관련 선진 기업에 의해 독점되고 있기 때문에, 당사에서 개발하고자 하는 기술을 제품으로 상용화 및 판매할 경우 시장성이 우수할 것으로 예상되며, 산소/수분 차단 등의 고기능의 친환경 포장재 제조 기술로 시장에 성공적으로 진출할 경우, 시장 점유율과 매출이 증가할 것으로 예측하고 있다.

■ 산업적인 측면

- 기존 선도유지를 위한 포장소재의 경우 알루미늄과 PE합지로 되어 있어 분리가 어려워 재활용이 되지 않아 폐기 처리해야 하며 소각시 환경오염 물질을 배출할 수 있으나, 당사의 생분해성 재질을 적용한 제품은 환경 친화적이며, 해외시장에 수출 가능성을 높여주어 경제적으로 수출증대에 기여할 수 있음.
- 친환경재질 또는 바이오매스 제품에 대한 해외시장의 수요가 증가함에 따라 친환경포장 용기 및 포장재에 대한 수요 시장이 성숙기를 지나면서부터 거의 모든 식품 포장재에 이용될 것으로 전망됨.
- 원천기술개발 및 응용기술에 대한 정부지원의 확대를 통해 패키징 전문 연구기관 및 전문인력 양성하고, 관련 산업 기술과의 지속적인 융합을 바탕으로 기술 수준을 끌어올려 각종 규제에 대처할 수 있는 역량을 집중해 향후 국가경쟁력 향상을 위한 중요한 핵심기술로 작용함.

■ 기업적인 측면

- 기능성 포장재 제조를 통한 주관연구기관<(주)세림비앤지>의 사업 다각화 추진 가능
- 기능성 포장재 수요 증가에 따른 매출 확대
- 기술개발 성공 시 응용 기술 개발 가능
- 특허권 보유로 인하여 특허사용권 판매를 통한 수익 증대

〈표-33〉 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 현황

판매처	국가 명	판매 단가 (kg/천원)	예상 연간 판매량(kg)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금 (천원)	관련제품
코페코	국내	5.8	40,000	5	1,160,000	커피포장봉투
영보	국내	5.5	30,000	5	825,000	리드지

제3절 연구개발 추진일정

1. 세부 추진일정 및 역할분담(주관)

차수	세부 개발내용	수행기관 (주관/참여/ 수요처/ 위탁 등)	기술개발기간(개월)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
			'17 /1 1	'17 /1 2	'18 /0 1	'18 /0 2	'18 /0 3	'18 /0 4	'18 /0 5	'18 /0 6	'18 /0 7	'18 /0 8	'18 /0 9	'18 /1 0	
1차 년도	1. 계획수립 및 자료조사	주관	■												
	2. 피착고분자 특성 파악	주관	■	■											
	3. 코팅액 합성 설계	주관		■	■	■	■	■	■	■					
	4. 코팅액 제조기술개발	주관			■	■	■	■	■	■					
	5. 코팅액 제조의 정량적 표준화 확립	주관						■	■	■	■				
	6. 코팅막의 가스 배리어성 발현 특성 확립	주관							■	■	■				
	7. 코팅제품에 대한 특성 평가	주관							■	■	■				
	8. 코팅방법 및 공정 확립	주관								■	■	■			
	9. 시제품 가공 및 문제점 보완	주관									■	■			
	10. 코팅된 필름의 제품 규격화 및 표준화 확립	주관									■	■	■		
	12. 코팅된 필름의 경제성 분석을 통한 사업화 접목	주관												■	■
	13. 보고서 작성	주관													■

2. 세부 추진일정 및 역할분담(공동)

차수	세부 개발내용	수행기관 (주관/참여/ 수요처/ 위탁 등)	기술개발기간(개월)														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
			'17 /1 1	'17 /1 2	'18 /0 1	'18 /0 2	'18 /0 3	'18 /0 4	'18 /0 5	'18 /0 6	'18 /0 7	'18 /0 8	'18 /0 9	'18 /0 10	'18 /1 0		
1차 년도	1. 계획수립 및 자료조사	협동	■														
	2. 산소차단성능이 우수한 소재의 조사, 발굴	협동	■	■													
	3. 생분해성 복합소재 개발	협동		■	■	■	■	■	■	■							
	4. 복합소재의 차단성 평가	협동									■	■	■	■			
	5. 복합소재의 생분해성 평가	협동									■	■	■	■			
	6. 컴파운딩 복합소재의 특성 평가	협동									■	■	■	■			
	7. 커피포장재로 적합한 최적의 구성비 도출	협동														■	
	8. 시제품 가공 및 문제점 보완	협동														■	■
	9. 보고서 작성	협동															■

3. 사업성과 매출 실적

1) 사업화 성과

항목	세부항목			성 과
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	0.05억원
			향후 3년간 매출	50억원
		관련제품	개발후 현재까지	0억원
			향후 3년간 매출	10억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : 10 % 국외 : 5 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : 5 % 국외 : 2 %
			향후 3년간 매출	국내 : 10 % 국외 : 5 %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		6위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		4위

2) 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3			
	소요예산(백만원)	200			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
			20	40	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내		10	30
국외			5	10	
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	투명창이 있는 식품포장지			
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)		10	40	
	수 출		10	40	

제4절 정량적 목표항목 및 달성도

1. 목표

- 유기필름의 증착문제점을 해결하고, 고습도하에서 배리어성이 저하되지 않으며, 도포가공성이 용이한 유무기 하이브리드 코팅용액을 제조하고, 이를 이용하여 PLA복합 필름에 roll-to-roll 코팅 방법으로 필름 표면에 코팅을 하여 수분/산소 차단 기능이 향상된 배리어성 포장재를 개발하고,
- 친환경 생분해성 수지의 수분 및 산소차단성을 향상시킨 복합소재를 개발하여 커피 포장재로 적용하기 위해, 소재의 생분해성에 영향이 거의 없으며 가스 및 수분차단성이 우수한 소재를 발굴하고 컴파운딩을 통한 복합소재를 제조한 후 코팅용액은 친환경 소재를 이용하여 제조한 코팅제를 필름에 직접 코팅을 함으로서 가공성, 기계적 물성, 산소차단성이 우수한 커피포장재로의 적용이 가능한 친환경적인 포장재를 개발하는 것이 최종목표이다.

1) 산소차단성이 우수한 코팅제 개발 및 복합소재 필름 제조기술 확립

- 산소차단성이 우수한 코팅제 제조방법 개발
- 생분해성수지의 산소차단성 향상을 위한 소재 조사/발굴
- 생분해성 수지와 산소차단성 향상 소재로 구성된 복합소재 개발 및 제조
- 종이와 합지된 생분해 필름의 접착력 향상

2) 산소차단성이 우수한 생분해성 복합재질 커피포장봉투 개발

- 종이/필름 다층합지 제조 기술 확립
- 다양한 규격의 커피포장봉투 개발
- 특허출원
- 코팅제와 접착력이 우수한 생분해성 복합필름 제조
- 안정적인 포장재 제조 방법 표준화
- 최적의 포장재 개발을 위한 필름강도 향상 방법 확립
- 기능성 포장재 제조 시스템 확립 및 제품 사업화

2 목표 달성도

항 목	계 획		실 적		평가방법	달성도 (%)
개발목표	<p>-산소차단성등 기능이 향상된 코팅용액을 제조</p> <p>-이를 이용하여 PLA+PEC 필름에 PVD/CVD ROLL 코팅 등의 방법으로 필름 표면에 코팅을 하여 기능이 향상된 배리어성 포장재를 개발</p>		<p>-유무기 하이브리드 졸-겔 공정을 이용하여 산소 차단성이 우수하고, 고습도하에서도 배리어성이 저하되지 않으며, 도포 가공성이 용이한 배리어성 코팅액을 제조</p>		공인시험기관	100%
	<p>-친환경 생분해성 수지의 수분 및 산소차단성을 향상시킨 복합 소재를 개발하여 커피 포장재로 적용하기 위해, 소재의 생분해성에 영향이 거의 없으며 가스 및 수분차단성이 우수한 소재를 발굴하고</p> <p>- 컴파운딩을 통한 복합소재를 제조한 후 코팅용액은 친환경 소재를 이용하여 제조하여 필름에 직접 코팅을 함으로서 가공성, 기계적 물성, 산소차단성이 우수한 커피포장재로의 적용이 가능한 친환경적인 포장재를 개발</p>		<p>-친환경 생분해성 수지의 수분 및 산소차단성을 향상시킨 소재를 컴파운딩을 통한 복합 소재를 개발하여 커피 포장재로 적용</p> <p>-산소차단 기능이 향상된 코팅용액을 제조하여, PLA+PEC 필름에 그라비아 롤 코팅으로 코팅을 하여 기능이 향상된 배리어성 포장재 개발</p>			
정량적 평가항목 및 달성도	1. 산소투과도	1~2 cc/m ² .atm	한국고분자 시험연구소	1.84	ASTM D 3985	100%
	2. 수분투과도	1미만 g/m ² .day	한국고분자 시험연구소	0.5	ASTM F 1249	100%
	3. 바이오매스 함량	40%이상	한국의류시험 연구원	49	ASTM D6866-16	100%
	4. 인장강도	250kf/cm 이상	한국화학 시험연구원	295.8	EL 724:2016	100%
	5. 신장율	50%	한국화학 시험연구원	732	EL 724: 2016	100%
	6. 해외인증	1건	미국 BPI인증	생분해성	-	100%

제3장 연구성과 및 기대효과

제1절 기술개발 성과

1. 기술적 성과

가. 특허(실용신안) 등 자료목록(관련자료 별첨)

- 본 연구를 수행한 주관기관은 연구사업 결과물인 ‘산소배리어성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 다층필름’, “생분해성 라미네이팅이 다층 코팅된 커피 및 음료용 생분해성 커피컵” 이라는 명칭으로 특허출원이 완료된 상태이며, 특허등록을 추진하고 있다.
- 본 기술과 유사한 특허자료는 「제1장 제2절 국내·외 관련기술 및 지식재산권 현황」에서 서술하였다. 일부 유사한 특허기술이 존재하지만 주관기관에서 수행한 기술은 코팅을 두 번 수행하여 1차로 기판을 치밀화 한 다음, 2차로 기능성을 부여한 기술로서 이전의 코팅기술과는 많은 부분에서 상이한 점을 나타내고 있기 때문에, 본 기술에 대한 특허 등록은 무난히 마칠 것으로 예상하고 있다.
- 특허 신청과 관련된 자료는 별첨으로 첨부하였다.

〈표-34〉 특허출원현황

번호	종류	명칭	출원(등록)일	국명	출원(등록)번호	발생차수
1	특허출원	산소배리어성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 다층필름	2018.09.18	대한민국	2018-0111463	1 차년도
2	특허출원	생분해성 라미네이팅이 다층 코팅된 커피 및 음료용 생분해성 커피컵	2018.10.25	대한민국	2018-0128037	1 차년도

나. 인증 실적 등 (국내 및 국외)

해외인증 공인기관인 OWS의 퇴비화테스트를 통해 중금속함유량 및 토양 잔류물 독성검사를 통과하여 인증을 받아 소비자의 신뢰를 확보하고, 관기관에서 개발한 사업실적은 중심으로 하여 국내외에서 시행하고 있는 환경인증을 취득하였다.

〈표-35〉 환경인증 현황

번호	종류	명칭	일시	국명	인증기관명	발생차수
1	환경인증	환경마크 인증	2018.09.12	대한민국	한국 환경 산업 기술원	1 차년도
2	환경인증	생분해성(퇴비화)	2018.06.30	미국	미국 BPI	1 차년도

2. 경제적 성과

가. 매출액 및 예상 매출액 등

〈표-36〉 매출예상 현황

(단위 : 백만원)

구분	2018년	2019년	2020년	2021년
① 매출액	6.0	1000	2000	4000
③ 수출액	-	1000	2000	4000
④ 수입대체액	-	-	-	-
⑤ 원가절감액	-	-	20% 감소	-

나. 매출액 및 예상 매출액 등 산출방법 및 근거

(1) 매출액

- 현재 거래하고 있는 업체가 기술개발 포장재로 전환할 경우 신규 매출업체를 포함하여 약 10억원 정도의 매출액이 발생할 것으로 예상

(2) 수출예상액 :

- 2019년 이후 현재 거래하고 있는 업체가 기술개발 포장재로 전환할 경우 수출액 20억원 정도로 예상

(3) 원가절감액 : 기존 투입 원자재비 대비 20% 감소 예상

기존 알루미늄/PE합지 제품보다 친환경적인 재질을 적용하고, 가격적인면에서도 저렴하여 국내 제품뿐만 아니라 외국제품과도 시장에 진출하는데 충분한 경쟁력이 있는 제품 생산이 가능함

- 기존 알루미늄/PE 합지 커피포장봉투: 180원/개,

산소차단코팅/생분해필름 커피포장봉투 : 160~170원/개(예상단가)

- 가격 경쟁력을 확보하기 위한 방안으로 PLA의 수입선(미국,중국,푸락등)을 다변화하여 품질이 우수하고 저가인 PLA(2,000원/KG)를 구입하여 가격경쟁력을 확보하고,해외 국제인증인 생분해인증을 미국(BPI)과 유럽(DIN)에서 획득하여 수출 확대를 위한 마케팅 및 영업에 활용할 수 있다.

▶ 기존 합지 원자재 투입 절감액 : 2018년 기준 원료 1종 save 함

· Al 제외 : 6,000원/kg 절감

· 접착제 : 포장지 접합선에 따라 변동

3. 기타 성과

가. 고용창출

* 아직 본격적으로 생산하여 판매되는 상황이 아니어서 생산인력 증원에 대해서는 현재 고려하지 않고 있지만, 기술개발을 하고, 또한 개발된 제품을 타 용도로 사용하기 위해서 지속적인 연구를 수행해야 되는 상황이기 때문에 연구인력 1명을 추가로 고용할 예정임

항목		세부 항목	성 과
고용 효과	개발 전	연구인력	4명
		생산인력	6명
	개발 후	연구인력	5명
		생산인력	8명

〈표-37〉 고용 현황

나. 기타 성과

- 최근 우리나라는 식품 포장재를 중심으로 해서 기능성 필름에 대한 관심이 계속 증가하고 있고, 이에 관련된 기술수준이 아직도 선진국에 비해 뒤쳐지고 있는 실정임
- 하지만 산소/수분 차단성을 요구하는 제품을 제조하는 국내회사는 제품의 유통, 선적, 보관 시에 발생하는 불량을 줄이고자 습기방지, 산소차단 등 기능성이 강화된 포장재의 공급을 요구하고 있음. 그러나 이러한 기능을 충족시키는 포장재를 개발하는 국내업체는 몇 개에 불과할 정도로 아직까지 기술수준이 떨어지고 있는 것이 현실임
- 이에 당 사는 그동안 기술개발이 충분하지 않았던 산업용 포장재, 그 중에서도 식품 포장재 의기능성부여 제품 개발을 추진하기 위하여 R&D 사업을 적극 추진하였으며, 1차적인 결과 로 가스배리어성 기능이 향상된 포장재를 제조할 수 있는 기술을 보유하게 됨
- 앞으로 당 사는 개발된 기술을 기반으로 하여 다양한 농식품 포장재를 개발하기 위하여 노력할 것이며, 개발된 포장재를 의약품, 기능성식품 포장재로도 활용할 수 있도록 연구 단계에서 추진하였기 때문에 생산품목의 다양화를 꾀할 수 있어서 사업 확장을 추진할 수 있는 좋은 기회가 되고 있음
- 또한 포장재는 중소기업이 생산하기에는 매우 적합한 업종이므로 대기업의 침해로부터 어느 정도 보호받을 수 있기 때문에 향후 부가가치성이 대단히 높을 것으로 예상되고 있음

제2절 판로 확보 및 사업화 계획

1. 판로확보 계획

(1) 제품 양산계획

- 현재 당사에서 사용하고 있는 시설로는 새로 개발된 제품을 대량으로 양산할 수 있는 체제가 구축되지 않았기 때문에 대량 양산을 위해서는 코팅 장치를 비롯한 일부 설비 및 기계를 보강하여야 함. 이에 당사는 다음과 같은 사항을 고려하여 제품 양산할 수 있는 능력을 갖추하고자 함.
 - 고부가가치 전자기기 부품 포장재 상품화 및 제품화 가능성 확인
 - 제품 개발과정에서 공인 시험인증기관에서 발급받은 시험성적서를 바탕으로 새롭게 개발된 포장재에 대한 기존/신규 거래처 및 투자자에 대한 신뢰성 확보
 - * 신규 주문 및 신규 투자 확보
 - 개발된 포장재를 기존 거래처를 중심으로 시험 판매 후 제품에 대한 호응도 및 만족도를 확인하여 대량 양산 체제 구축 계획 추진
 - * 대량 생산 위주로 구축하되, 아직 시장의 평가가 미흡하므로 소량 판매도 병행
 - 기존 거래처 및 주 수요처인 전자기기 부품 제조업체를 중심으로 영업망 확보
 - 산소차단 기능이 향상된 고기능성 코팅 포장재 상품화 전략 구축
 - 새로 개발된 포장재의 적용 제품 등에 대한 적용을 통하여 고객 만족도를 확보하고 상품화 전략 추진
 - 제품 판매 또는 특허 기술 사용권을 통한 수익성 증대 추진
 - * 당사에서 개발된 기술의 사용 요청이 있을 경우, 특허 기술 사용권, 기술제휴 등을 통한 기술공유 추진

(2) 판로확보 및 판매전략

- 제품홍보 : 기술개발 후 전자기기 부품 포장재 관련 고객사들에게 직·간접적으로 서비스를 제공하여 홍보 활동 강화
 - 포장 및 플라스틱 관련 매체에 당사 제품 소개(월간포장, 포장계, 플라스틱코리아 등)
 - 전자제품 관련 신문, 잡지 또는 각종 매체에 신제품 소개
 - 전시회 참가

- 포장 전시회 : 국내 전시회 코리아 팩(KOREA PACK), 일본에서 개최하는 동경 국제 포장 박람회(TOKYO PACK)와 일본 포장 박람회(JAPAN PACK), 독일에서 개최되는 세계 최대의 포장 전문 무역전시회인 INTERPACK과 그 외 국내외 포장 전시회에 개발 제품을 출품하여 개발 제품에 대한 기능 홍보
- 기존 제품과의 품질 비교를 통해 당 사 제품의 우수성 홍보

○ 판로확보 계획 : 기존 거래처에 신제품에 대한 홍보 및 대체 공급 추진

- 당사의 기존 거래처로는 각종 포장재 수출 전문업체인 (주)코페코와, 식품 전문 업체인 대상 청정원 및 CJ 등에 개발제품에 대한 홍보 및 대체공급 추진
- 신규 거래처 확보를 통한 제품 공급

(3) 제품개발 후 국내·외 주요 판매처 현황

○ 기존 거래처에 신제품에 대한 홍보 및 대체 공급 추진

• 당사의 기존 거래처로는 각종 식품포장재 전문 수출업체인 (주)코페코와, 식품 전문 제조업체인 대상 청정원과 풀무원 등이 있고, 신규로 거래가 가능한 업체로는 새로 개발된 산소/수분 차단성 기능을 가진 친환경 포장재를 홍보하여 개발 제품을 거래하고자 함.

- 아래에 표시된 예상판매금액은 현재 거래하고 있는 금액을 전부 신규 포장재로 대체했을 경우에 발생할 수 있는 판매대금으로, 초창기에는 이보다 낮은 금액의 매출이 예상되고 있음. 그러나 시간이 지날수록 점차 새로 개발된 포장재로 대체될 수 있고, 각 국의 환경 규제 강화 등 여러 가지 요인으로 인하여 매출액 상승을 예상하는 바, 향후 8~10년 후에는 새로 개발된 포장재로 대체될 가능성이 있고, 매출액 역시 증가될 것으로 예상됨

○ 신규 업체와의 거래

- 기존 제품과 비교하여 품질의 우수성, 단일재질을 사용한 친환경성 및 가격의 우수성을 홍보하여 기존 포장재 개발 포장재로 대체할 수 있도록 유도하여 신규 판로를 개척하고자 함. 특히 새로 개발된 포장재가 전자기기 부품 뿐 만 아니라 식품포장재에도 적용이 될 수 있도록 연구 중에 있으며, CJ 및 외국의 일부 업체에서 현재 관심을 보이고 있음.
- 또한 전시회 참가 등, 포장 잡지 및 식품관련 잡지 등에 홍보를 통하여 새로운 포장재의 우수성을 홍보하여 현재 추진 중인 업체 이외에 새로운 사용업체와의 접근을 통하여 매출액 증가를 꾀하고자 함

○ 개선된 산소/수분 차단 기능을 활용한 신규 용도 개발 및 판매

- 다양한 식품 포장재 등
 - * 식품제조업체의 다양한 제품의 포장재로 적용 추진
 - * 투명창이 있는 스파게티 포장봉투, 기타 식품 포장재

〈표-38〉 예상 판매처 및 판매 매출액

판매처	국가 명	판매단가 (천원)	예상연간 판매량(개)	예상 판매기간(년)	예상 총판매금 (천원)	관련제품
코페코	한국	170원/	2,000,000	5년	17억	식품용 포장지
대상 청정원	한국	200원/	500,000	5년	5억	식품포장지
CJ제일제당	한국	200원/	100,000	5년	1억	식품포장
기타	미국	170원/	500,000	5년	4.25억	식품포장

* 유사업종 업체에 판매 가용

2. 사업화 계획

항 목	세부 항목	예상 결과 및 기대효과		
사업화 계획	사업화 제품	산소/수분 포장지		
	사업화 소요기간(년)	1년		
	투자계획 (백만원)	기 자 재	평판 필름 압출기(80)	
		재반시설	슬렛타 설비, 금액 (30)	
		기 타		
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타제품 개발계획	<ul style="list-style-type: none"> • 졸-겔법에 의한 코팅 포장재 제조공법을 이용하여 가스배리어성이 높은 의약품, 식품 포장재 등으로 개발 추진 - 제약업체 및 식품제조업체와 협의 		
무역수지 개선효과	(단위 : 백만원)	개발종료 해당년	3년후	5년후
	수입대체(내수)		1000	4000
고용창출		개발종료 해당년	3년후	5년후
		1	3	6

1. 기대효과

○ 경제적 측면

- 개발된 포장재는 기존 플라스틱 포장재에 비해 시트위에 직접 보호층을 코팅하므로 접착성이 뛰어나면서도 고감도성을 유지할 수 있음
- 나노기술을 이용한 유·무기 하이브리드 신소재, 신기술을 이용하여 패키징재의 차단성, 안정성 및 내구성 등의 물성을 강화하고, 제품의 질적 향상과 보존을 위한 가스배리어성을 포함하여 방습성등의 다기능을 포함
- 또한 우수한 산소/수분차단성은 가공식품을 비롯하여 의약품류의 포장에 까지 적용할 수 있고, 향후 가공식품 및 산업 전반에 활용이 가능하여 시장전망은 밝다고 할 수있음
 - * 다양하게 적용을 할 수 있는 포장재 생산이 가능함
 - 농산물 및 과채류 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등)
 - 식품 포장재 (식품포장 기간연장 및 신선도 유지 등)
 - 의약품 포장재 (약품의 산화방지로 인한 내구성 연장)
 - 산업용 포장재 (산화에 따른 녹방지용 포장재 등)
- 또한 친환경적인 소재로 코팅액을 제조함으로써 환경에의 문제점이 적음
- 기존 라미네이트 제품보다는 경제적으로 저렴하게 생산을 할 수 있는 기술을 확보하여 제품의생산 단가를 낮출 수 있기 때문에 국내 제품 뿐만 아니라 외국의 식품포장재와도 충분한 경쟁력이 있는 제품 생산이 가능함

○ 산업적인 측면

- 기존 식품포장을 위한 포장소재의 경우 제작 시 요구되는 라미네이트 공정을 없애거나 줄일수 있어 공정 간소화를 추진할 수 있고, 투입재료를 일부 제거할 있어 포장재 두께를 얇게 제작 하여 환경친화적이며, 제품 단가를 낮출 수 있어 경제적으로 큰 효과를 가져올 수 있음
- 기존 포장재에 내마모성, 수분 및 산소 투과방지 보호막 기능을 추가함으로써 자체 기술력 확보를 통한 브랜드가치를 높여 많은 수요 증대를 기대
- 휴대성이 우수한 플라스틱 식품 용기 시장이 급속도로 상승함에 따라 포장 용기 및 포장재에 대한 수요 시장이 성숙기를 지나면서부터 거의모든 식품포장재에 이용될 것으로 전망됨
- 원천기술개발 및 응용기술에 대한 정부지원의 확대를 통해 포장소재 전문 인력 양성하고, 관련 산업 기술과의 지속적인 융합을 바탕으로 기술 수준을 끌어올려 각종 규제에 대처할 수 있는 역량을 집중해 향후 국가경쟁력 향상을 위한 중요한 핵심기술로 작용

○ 기업적인 측면

- 기능성 포장재 제조를 통한 주관연구기관의 사업 다각화 추진 가능
- 기능성 포장재 수요 증가에 따른 매출 확대
- 기술개발 성공 시 응용 기술 개발 가능
- 특허권 보유로 인하여 특허사용권 판매를 통한 수익 증대

2. 활용계획

○ 기술개발 완료후 3년간 매출 계획

(단위:백만원)

구분	2019	2020	2021
총 매출액(A)	30,000	32,000	34,000
신청 기술 매출액(B)	1,000	2,000	4,000
신청기술 매출 비중(B/A*100)	3.3%	6.25%	11.8%

<표-39> 개발완성후 매출계획

- 산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 식품포장 필름을 개발하여 장기간의 선도유지가 가능한 고부가가치 생분해성 수지 생산성 확대 및 친환경 기술 사업화는 개발 과제 of 성공 시 다음과 같은 절차로 사업화 전략을 진행할 예정.

1) 생분해성 필름의 다양한 종류의 패키징 상품화 및 제품화

- 정부 공인 인증 기관에서 친환경 생분해성 수지의 안정성 확보 및 신뢰성 확보
- 인증된 제품을 기존 거래처를 중심으로 테스트 실시
- 테스트를 통한 생분해성 수지 제품의 보증 시 상품화 구축

2) 고기능성 생분해성 수지 기술 단일 상품화 전략 구축

- 생분해성 수지에 의한 친환경 기술 판매 : 기존 수지 생산기술 융합을 통한 특성화 전략 구현
- 제품 판매 및 특허 사용권 판매를 통한 수익성 증대

3) 패키징용 생분해성 수지 생산 System화 구축

- 공장라인 신설 또는 전문생산업체 OEM을 통한 생산라인 구축

○ 연도별 사업화 전략

- 기술개발 후 1년차에 매출 10억원 목표
 - 생분해성 수지 생산 및 제조를 통한 사업화 추진
 - 기존 거래처를 통한 커피봉투 제조용 필름 판매 예정
- 2년차에 완제품 생산 및 온라인 영업망을 통한 생산 확대 예정, 매출 20억 목표
- 3년차 이후에 완벽한 시스템 검증을 통한 대량화를 통한 매출 증대 예상(3년차 40억원 이상 목표)

참고문헌

- [1] Muller, J.; Jiménez, A.; González-Martínez, C.; Chiralt, A. Influence of plasticizers on thermal properties and crystallization behaviour of Poly(lactic acid) films obtained by compression moulding. *Polym. Int.* 2016, 65, 970–978. [CrossRef]
- [2] Campos, C.A.; Gerschenson, L.N.; Flores, S.K. Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Technol.* 2011, 4, 849–875. [CrossRef]
- [3] Durrani, C.M.; Donald, A.M. Physical characterisation of amylopectin gels. *Polym. Gels Netw.* 1995, 3, 1–27. [CrossRef]
- [4] Carvalho, A.J. *Starch: Major Sources, Properties and Applications as Thermoplastic Materials*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2008; pp. 321–342.
- [5] Ortega-Toro, R.; Jiménez, A.; Talens, P.; Chiralt, A. Effect of the incorporation of surfactants on the physical properties of corn starch films. *Food Hydrocoll.* 2014, 38, 66–75. [CrossRef]
- [6] Acosta, S.; Jiménez, A.; Cháfer, M.; González-Martínez, C.; Chiralt, A. Physical properties and stability of starch-gelatin based films as affected by the addition of esters of fatty acids. *Food Hydrocoll.* 2015, 49, 135–143. [CrossRef]
- [7] Souza, A.C.; Goto, G.E.O.; Mainardi, J.A.; Coelho, A.C.V.; Tadini, C.C. Cassava starch composite films incorporated with cinnamon essential oil: Antimicrobial activity, microstructure, mechanical and barrier properties. *LWT Food Sci. Technol.* 2013, 54, 346–352. [CrossRef]

[부 록]

<시험성적서>



www.polymer.co.kr
Test report no.: 18-5444
페이지 1 / 10

TEST REPORT

1. 의뢰기관 : 기관명: (주)세령비앤지 주소: 경기 평택시 오성면 오성북로 154-51
2. 의뢰일자 : 2018. 08. 27.
3. 용도 : 품질관리용
4. 시험대상품목 또는 물질, 시료명 : 표 1 참조
5. 시료형상 : Film
6. 시험항목 : 산소투과도, 수분투과도
7. 시험방법 : 표 2 참조
8. 시험기간 : 2018. 08. 27. ~ 2018. 09. 14.
9. 시험결과 : 표 2 참조
10. 시험자 : 김성빈 분석원

확인	실무자 직 위: 분석원 성명: 김성빈 (서명: <i>Seolbin Kim</i>)	승인자 직 위: 시험책임자 성명: 민경호 (서명: <i>Kyoung-ho Min</i>)
----	--	--

2018년 9월 14일

극제공인시험기관 한국고분자시험연구소



본 Test report 는 의뢰자가 제공한 시료를 이용한 측정결과입니다.
본 Test report 는 사진촬영 없이 선전, 방송 및 광고, 법적소송의 용도로 사용할 수 없습니다.
※ 별도의 요청이 없는 경우 제공된 시료는 시험 완료 2 주 후 자동 폐기합니다.

한국고분자시험연구소 (주)02791 서울특별시 성북구 휘양로18가길 21(삼월리동) TEL: 1588-1574 FAX: 02-963-2587



www.polymer.co.kr
Test report no.: 18-5444
페이지 2 / 10

TEST REPORT

표 1. 시료명 및 시료사진

No	시료에 기재된 시료명	시험에 사용된 시료명	시료사진
1	1 차	Koptri-18-06-12362-1	
2	2 차	Koptri-18-06-12362-2	
3	Blank	Koptri-18-06-12362-3	

비행) 상정서에 기재된 시료명 : 없음

한국고분자시험연구소 (주)02791 서울특별시 성북구 휘양로18가길 21(삼월리동) TEL: 1588-1574 FAX: 02-963-2587



www.polymer.co.kr
Test report no.: 18-5444
페이지 3 / 10

TEST REPORT

표 2. 시험방법 및 시험결과

시료명	시험항목	단위	시험방법	시험결과
Koptri-18-06-12362-1	산소투과도	$\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \cdot \text{m} \cdot 24\text{hr} \cdot \text{atm}}$	ASTM D3985에 준함	10.1
	수분투과도	$\frac{\mu\text{l}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}$	ASTM F1249에 준함	3.43
Koptri-18-06-12362-2	산소투과도	$\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \cdot \text{m} \cdot 24\text{hr} \cdot \text{atm}}$	ASTM D3985에 준함	3.16
	수분투과도	$\frac{\mu\text{l}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}$	ASTM F1249에 준함	2.37
Koptri-18-06-12362-3	산소투과도	$\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^2 \cdot \text{m} \cdot 24\text{hr} \cdot \text{atm}}$	ASTM D3985에 준함	21.1
	수분투과도	$\frac{\mu\text{l}}{\text{m}^2 \cdot \text{day}}$	ASTM F1249에 준함	74.1

Note) 시료 두께 - Koptri-18-06-12362-1 : 0.108 mm
Koptri-18-06-12362-2 : 0.113 mm
Koptri-18-06-12362-3 : 0.113 mm

한국고분자시험연구소 (주)02791 서울특별시 성북구 휘양로18가길 21(삼월리동) TEL: 1588-1574 FAX: 02-963-2587

TEST REPORT

1. 의뢰기관 : 기 공 명: (주)세원비앤지 주 소: 경기 평택시 오성면 오성북로 154-51
2. 의뢰일자 : 2018. 09. 18.
3. 용도 : 연구용
4. 시험대상품목 또는 물질, 시료명 : 표 1 참조
5. 시료형상 : Film
6. 시험항목 : 표 2 참조
7. 시험방법 : 표 2 참조
8. 시험기간 : 2018. 09. 18. ~ 2018. 09. 21.
9. 시험결과 : 표 2 참조
10. 시험자 : 영그리

확인	실무자 직 위: 연구원 성 명: 영 그 리 (서명: <i>Youngrui</i>)	승인자 직 위: 시험책임자 성 명: 민 경 호 (서명: <i>Min Kyung-ho</i>)
----	--	--

2018년 9월 21일

국재공인시험기관 한국고분자시험연구소

본 Test report는 의뢰자가 제공한 시료를 이용한 측정결과입니다.
본 Test report는 사전협의 없이 선전, 방송 및 광고, 발췌소송의 용도로 사용할 수 없습니다.
※ 별도의 요청이 없는 경우 제공된 시료는 시험 완료 2 주 후 자동 폐기합니다.

TEST REPORT

표 1. 시료 정보 및 사진

No.	시료에 기재된 시료명	시험에 사용된 시료명	시험사진
1	Blank	Koptri-18-06-08937-1	
2	1차 코팅	Koptri-18-06-08937-2	
3	2차 코팅	Koptri-18-06-08937-3	

별첨) 상형사에 기재된 시료명 : 해당사항 없음.

표 2. 시험항목 및 시험결과

시료명	시험항목	단위	시험방법	시험결과
Koptri-18-06-08937-1	수분투과도	$g/(m^2 \cdot day)$	ASTM F1249에 준함	3.79
	산소투과도	$cm^3/(m^2 \cdot 24hr \cdot atm)$	ASTM D3985에 준함	119.7
Koptri-18-06-08937-2	수분투과도	$g/(m^2 \cdot day)$	ASTM F1249에 준함	3.5
	산소투과도	$cm^3/(m^2 \cdot 24hr \cdot atm)$	ASTM D3985에 준함	9.89
Koptri-18-06-08937-3	수분투과도	$g/(m^2 \cdot day)$	ASTM F1249에 준함	0.5
	산소투과도	$cm^3/(m^2 \cdot 24hr \cdot atm)$	ASTM D3985에 준함	1.84

Note) 시료 두께 - Koptri-18-06-08937-1 : 0.122 mm
Koptri-18-06-08937-2 : 0.133 mm
Koptri-18-06-08937-3 : 0.111 mm



BEYOND ASIAN HUB, TOWARD GLOBAL WORLD

TEST REPORT

우 13810 경기도 과천시 교육원로 98(중앙동) TEL: (02)2164-0011 FAX: (02)2634-1008

상적서번호 : TAK-2018-160754 접수 일자 : 2018년 10월 22일

대표자 : 이상수 시험완료일자 : 2018년 11월 06일

업체명 : (주)세원비앤지

주소 : 경기도 평택시 오성면 오성북로 154-51

시험명 : 생분해 2차 코팅 필름

시험결과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
인장강도(가로)	N/mm ²	-	29 EL 724 : 2016	
인장강도(세로)	N/mm ²	-	30 EL 724 : 2016	
신장율(가로)	%	-	732 EL 724 : 2016	
신장율(세로)	%	-	526 EL 724 : 2016	

- 용도 : 용접관리용

비고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시험명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며, 성적서의 진위확인용 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인 가능합니다.
2. 이 성적서는 용도, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서도 원본(제발행 도함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본(파일본)은 결과치 참고용입니다.

시험 성적서

신청자 : (주)세림비엔지
주소 : 경기도 평택시 오성면 오성북로 154-51 (일교리)
제출처 : 의뢰자 제시서류 1점
시료명 : 의뢰자 제시 시료명 : 생분해 필름

KATRI NO : SRED19-0000051
접수일자 : 2018.09.28
발급일자 : 2018.09.10
총 페이지 : 1/2

시험항목	시험결과
바이오파인소화량 (%) : ASTM D 6866-16 Method B(ASS)	시료1
방사성탄소동위원소화량 (pMC) 바이오파인소화량	49.62 49

*비고
1. 방사성탄소동위원소화량 (pMC)는 2회 측정값의 평균값
2. 바이오파인소화량 (pMC)은 대기보정계수를 나눈 값에 100을 곱하고 이를 정수로 반올림하여 계산함
3. 대기보정계수 (REF)는 ASTM D5866-16 Table 1 중 본시험년도에 해당하는 값인 100.5를 적용함
4. ASTM D 6866에서 바이오파인소화량 평균값의 정밀도는 ±3% (절대값) 이고,
방사성탄소동위원소화량의 정밀도는 ±1% 상대표준편차임
5. 시료 전처리 및 측정방법 : 축연회 후 가속질량분석기로 측정

- 계속 -

시료1

한국의류시험연구원장

시험자 : 이은혜
기술책임자 : 신은호

*비고 1. 이 성적서는 신청자가 제시한 시료 및 시료명만으로 시험한 결과로서 만약 제출한 시료와 다른 시료를 제출하였을 경우에는 적용하지 않습니다.

제 18992 호

환경표지 인증서

- 상 호 : (주)세림비엔지
- 사업자등록번호 : 303-61-37725
- 소재지 : 경기도 평택시 오성면 오성북로 154-51
- 공장·사업장소재지 : 경기도 평택시 오성면 오성북로 154-51
- 대표자성명 : 나상수
- 대상제품 : EL724, 생분해성 수지 제품
- 상표명/용도·제공서비스 : 별첨이기
- 인증기간 : 2018.09.12 부터 2020.09.11 까지
- 인증사유 : "지역 환경오염 감소, 유해물질 감소"

「환경기술 및 환경산업 지원법」 제17조제3항, 같은 법 시행령 제23조제2항 및 같은 법 시행규칙 제34조제2항에 따라 환경표지대상제품의 인증기준에 적합하므로 환경표지의 사용을 인증합니다.

※ 최초 부여 : 2018.09.12

2018년 09월 12일

한국환경산업기술원

※ 한국환경산업기술원은 「환경기술 및 환경산업 지원법」 제17조제2항 및 같은 법 시행령 제33조제8항에 따라 환경부장관으로부터 환경표지 인증에 관한 업무용 위탁받은 기관입니다.

사실확인 : 1577-7360

CERTIFICATE
for Products

THIS IS TO CERTIFY that the following PRODUCTS have been found to comply with the specifications established in the American Society for Testing and Materials standard ASTM D6400 and/or D6868 in accordance with the terms and conditions of the "Biodegradable Products Institute - Certification Program for Products Made of Compostable Plastics - Program Rules":

- Film 134 µm made from BG8800 [3240762-1]

as further described in the application and related information submitted to the Biodegradable Products Institute by Serim B&G Co. Ltd. Corporation, (the "Licensee"), a corporation of Korea.

Specific products associated with these certifications can be found on the BPI Product Catalog: <http://products.bpiworld.org/companies/serim-b-g-co-ltd>

This Certificate authorizes the Licensee to use the Certification Program Logo depicted below in relation to such Product, subject to all conditions, and terms of the Program Rules and the License Agreement between the Biodegradable Products Institute and the Licensee.



By: *Rh Y*
BPI Executive Director

Valid until: June 30, 2021
Certificate #: 10528778-2

[별첨] 1 / 1

제 18992 호

기본상표명	파생상표명	용도·제공서비스
ECONYL F1000		생분해성 쇼핑봉투(C형)
SRB-F1000		생분해성 쇼핑봉투(B형)
ECONYL(에코닐)		생분해성 수지 원료

친환경
환경부

<특허 출원서>

2018-09-18

【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【출원구분】 특허출원
【출원인】
【명칭】 (주)세원비엔지
【특허고격번호】 1-2005-013214-8
【대리인】
【성명】 이희영
【대리인번호】 9-2000-000307-8
【포괄위임등록번호】 2005-026024-3
【발명의 국문명칭】 산소 배리어성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 다층필름

【발명의 영문명칭】 Eco-friendly coffee packaging multilayer film with excellent oxygen barrier and composting

【발명지】
【성명】 이상수
【특허고격번호】 4-2016-082198-1
【발명지】
【성명】 박기정
【성명의 영문표기】 PARK, Ki Jeong
【주민등록번호】 *****
【우편번호】 17819
【주소】 경기도 용택시 오성면 속성시장길 26-17, 인성하우스 304호 2F-1

【출원언어】 국어
【심사청구】 청구
【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】
【과제고유번호】 117083-01
【부처명】 농림축산식품부
【연구관리 전문기관】 농림식품기술기획평가원
【연구사업명】 고부가가치식품기술개발
【연구과제명】 산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 필름 개발
【기여율】 1/1
【주관기관】 (주)세원비엔지
【연구기간】 2017.09.25 ~ 2018.09.24
【특지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

【발명의 영문명칭】 Biodegradable paper cup coated with multilayered biodegradable laminating for coffee and beverage

【발명지】
【성명】 이상수
【특허고격번호】 4-2016-082199-1
【발명지】
【성명】 박기정
【성명의 영문표기】 PARK, Ki Jeong
【주민등록번호】 *****
【우편번호】 17819
【주소】 경기도 용택시 오성면 속성시장길 26-17, 인성하우스 304호 2F-1

2018-10-25

【서지사항】

【서류명】 특허출원서
【출원구분】 특허출원
【출원인】
【명칭】 (주)세원비엔지
【특허고격번호】 1-2005-013214-3
【대리인】
【성명】 이희영
【대리인번호】 9-2000-000307-8
【포괄위임등록번호】 2005-026024-3
【발명의 국문명칭】 생분해성 라미네이션이 다중 코팅된 커피 및 음료용 생분해성 종이컵

【출원언어】 국어
【심사청구】 청구

【이 발명을 지원한 국가연구개발사업】
【과제고유번호】 117083-01
【부처명】 농림축산식품부
【연구관리 전문기관】 농림식품기술기획평가원
【연구사업명】 고부가가치식품기술개발
【연구과제명】 산소차단성이 우수하고 퇴비화가 가능한 친환경 커피포장 필름 개발
【기여율】 1/1
【주관기관】 (주)세원비엔지
【연구기간】 2017.09.25 ~ 2018.09.24
【특지】 위와 같이 특허청장에게 제출합니다.

<객관적 증빙자료 및 기타자료>

Contract No.: CP518-3210-1-R0-NEW
 Date: 16-Jan-2018
 Attn: MR. KIM SUN JONG
 Title: GENERAL MANAGER
 Company: TLC KOREA CO., LTD.
 Address: 74 MAKGOL-GIL, HOJEONG-MYeon, WONJU-SI, GANGWON-DO, KOREA
 Postal Code: 26300



Dear MR. KIM SUN JONG,

RE: CHINAPLAS 2018
 (14-Apr-2018 To 27-Apr-2018)
 THE 32ND INTERNATIONAL EXHIBITION ON PLASTICS AND RUBBER INDUSTRIES
 NATIONAL EXHIBITION AND CONVENTION CENTER, HONGQIAO, SHANGHAI, P.R. CHINA

Thank you very much for your support and participation in the captioned exhibition. In accordance with your application, the following documents are issued and enclosed for your kind perusal.

1. Space Rental Contract & Invoice (No. CP518-3210-1-R0-NEW)
2. NECC Layout Plan
3. Theme Zones Pavilions Plan
4. Hall Floorplan & Venue Facility Plan
5. "CHINAPLAS Exhibitor Zone" at www.Chinaplas/Online.com (Including login name and password)
6. Order Terms Checklist & Other Important Deadlines

If we can be of further assistance or there is any change in the contact details of your corresponding party for CHINAPLAS 2018, please feel free to contact us at Email: cskim@chinaplas.com.cn or contact our sales agent: World Marketing Inc. - Mr. Sang-Gil Park, Tel: +82 2 2205 8100, Fax: +82 2 2205 3384, Email: wmc2109@naver.com

Yours sincerely,
 ADSALE EXHIBITION SERVICES LTD

Contract No.: CP518-3210-1-R0-NEW
 EXHIBITION NAME: CHINAPLAS 2018
 THE 32ND INTERNATIONAL EXHIBITION ON PLASTICS AND RUBBER INDUSTRIES



EXHIBITION DATE: 24-Apr-2018 To 27-Apr-2018
 ADSALE EXHIBITION SERVICES LTD
 SPACE RENTAL CONTRACT

BETWEEN: TLC KOREA CO., LTD. (Exhibitor)
 Address: 74 MAKGOL-GIL, HOJEONG-MYeon, WONJU-SI, GANGWON-DO, KOREA

Postal Code: 26300 Email: kimg@chinaplas.com.cn
 Tel: +82 33 7529157 Fax: +82 33 7529158

AND ADSALE EXHIBITION SERVICES LTD ("Organizer")
 6th Floor, 121 Jara Road, North Point, Hong Kong
 Tel: +852 28118897 Fax: +852 21450024 Email: exhibition@adsale.com.hk Web site: http://www.adsale.com.hk
 WHEREBY IT IS AGREED AND DECLARED AS FOLLOWS:

1. The Organizer agrees to organize and the Exhibitor agrees to participate in the Exhibition based on the conditions stipulated on the reverse side of this contract which are hereby accepted.
2. The Exhibitor shall rent and the Organizer shall license for the use of Exhibition stand space of the size and rate as follows:

BOOTH DETAILS	COST OF PARTICIPATION
Booth No.: 7.2P21 Hall: 7.2H	
Total Area: 12 sqm (3 m x 4 m), Package Stand	USD 4,750.00
1% Surcharge for 2 States Open (USD 4,750.00 x 1% = USD 47.50)	WAIVED
Total	USD 4,750.00

3. The Exhibitor undertakes to pay the amount and at the times as set out in the enclosed Invoice
4. This duly completed Contract should reach the Organizer within 2 weeks from the above Contract date. The Organizer may elect to waive this offer of the Contract and deposit is not returned within the said period.
5. In case this is a revision of a signed Contract ("the original Contract"), all the terms and conditions in the last edition of the original Contract shall remain valid until this revised Contract is duly signed by both parties.
6. Please arrange for payment to be made to the appropriate bank account (please refer to the invoice for payment instruction).

Confirmed and agreed by the parties:
 For and on behalf of THE EXHIBITOR For and on behalf of THE ORGANIZER

(차이나플라스 2018)

제목: 자영업 신청서 및 성과보고서 해외전시회 개별 참가자명 사명서

① 2018년 해외전시회 개별 참가자명 신청서

회 사 명	에이엠씨엔지	대표자	나 상 수	설립일	2003.10.24
창립원 수	55명	유형급	500백만원	전년도 매출액	USD 138,690
주 소 재 지	우편번호: 17818 (전화) 031-684-9935 (팩스) 031-684-9837 주 소: 경기도 평택시 오성면 오성로 354-51				
사업자등록번호	308-81-37725				
주 상 선 통	한원정 플라스틱	기업형태	법인(주), 개인() 기타()		
업 급 과 목	290301-04-004008	은행명/계좌번호	국민은행/(주)에이엠씨엔지		
결 산 기	결산일	부서 / 직위	해외영업팀/부팀장		
담당자 연락처	010-2622-0430	담당자 E-mail	kjh@emceng.com		
전시회(전시국)	도쿄 2018	전시회(명칭)	TOKYO PACK 2018		
개회기간	2018.10.02~2018.10.05	개회지/도시명	일본/도쿄		
전시품목	원형질 포장 패키지	부스면적	18 sqm		
참가종비용	입차비	송차비	운송비	상환세차비	기타(전시회 참가비 제외)
	25007천원	6424천원	15000천원	980천원	720천원
수출수입액	USD 1,520,000	제작수입액	USD 438,000		
관련사항	나상수 대표이사, 후원금 차장, 김지현 주임 3명				

첨 구 리

1. 전시회 참가 절차보고서 1부(1~3페이지)
2. 전시회 부회 측이 발행한 부스입찰요청서, 운송비 양수증(Invoice) 사본 1부.
3. 부스입찰요청서외 외국환 송신서(또는 카드결제내역서) 각 1부
 ※ 현금으로 지급한 비용에 대해서는 지원금 인정하지 않음
4. 운송비 내역은 전자세금계산서 원부 제출
5. 전시회 부스번호가 다른 일정 사업회사상호 및 부스번호가 표기되어야 함(각 1부)
6. 회사 인감을 넣은 원본과 통장사본 1부
7. 참가 전시회 Estructure 1부 혹은 전시회 주최측 발행한 참가확인서 원본 or 기타 참가 확인할 수 있는 자료
8. 지방세 납세증명서(3개월 이내)
9. 사업과목특성명

적금금액: 원천 (※ 본란은 기재하지 마세요.)

2018년 경기도 해외전시회 개별 참가자 명 지원금을 신청하면서 상기 기재된 내용들은 모두 사실이며 허위나 불확실 경우 지원금을 연방할 것을 약속합니다.

2018년 10월 15일
 신청일 예정: 에이엠씨엔지
 대표 자: 나 상 수 (인)
 경기도경제과학진흥원 귀중

문의: ☎ 031-299-6470, FAX 031-299-6296, 담당부서: 전시팀 rab@ba.co.kr

(도쿄팩 2018 전시회 참가)

TEST REPORT

주요 시험: 충격 시험, 인장 시험, 열안정성 시험, 열변형 온도 시험, 열변형 온도 시험, 열변형 온도 시험

시험일자: 2018-09-05
 대 표 자: 나 상 수
 주 소 재 지: 경기도 평택시 오성면 오성로 354-51
 주 소: 경기도 평택시 오성면 오성로 354-51
 사 명: 에이엠씨엔지

시험항목	단위	시험조건	결과	시험방법
충격	kJ/m²	-	충격시험 10 J/m²	200C
인장	MPa	-	충격시험 10 J/m²	100C
인장	MPa	-	충격시험 10 J/m²	100C
인장	MPa	-	충격시험 10 J/m²	100C
인장	MPa	-	충격시험 10 J/m²	100C
인장	MPa	-	충격시험 10 J/m²	100C

시험결과: 인장 시험 결과, 인장 시험 결과, 인장 시험 결과

주 소 재 지: 경기도 평택시 오성면 오성로 354-51
 주 소: 경기도 평택시 오성면 오성로 354-51
 사 명: 에이엠씨엔지

2018.09.05

KTR 한국화학융합시험연구원

(커피포장 필름 중금속 분석)

주 의

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