

표지

(옆면)

(앞면)

116154-01

보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( ), 발간등록번호(O)  
농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업 최종보고서

11-1543000-002205-01

마이크로캡슐을 이용한 오미자의 신맛 감소  
기술의 개발  
최종보고서

마이크로캡슐  
을  
이용한  
오미자의  
신맛 감소  
기술의 개발

최  
종  
보  
고  
서

2018

농  
림  
축  
산  
식  
품  
부  
  
농  
림  
식  
품  
기  
술  
기  
획  
평  
가  
원

2018. 03. 21.

주관연구기관 / 한국화학연구원  
참여기관 / (주)프라임오라

농림축산식품부

(전문기관) 농림식품기술기획평가원

제출문

## 제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

'농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업(마이크로캡슐을 이용한 오미자의 신맛 감소 기술의 개발)'(연구개발 기간 : 2016.12.05. ~ 2017.12.04.) 과제의 최종보고서 9부를 제출합니다.

2018. 03. 21.

주관연구기관명 : 한국화학연구원 (대표자) 김 성 수  
참여기관명 : (주)프라임오라 (대표자) 김 민 선



주관연구기관책임자: 정 유 진  
참여기관책임자: 김 상 욱

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

**보고서 요약서**

과제 고유 번호	116154-01	해당 단계 연구 기간	12개월	단계구분	1/1
연구사업명	중사업명	농식품기술개발사업			
	세부사업명	농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업			
연구과제명	대과제명	(해당 없음)			
	세부과제명	마이크로캡슐을 이용한 오미자의 신맛 감소 기술의 개발			
연구책임자	정유진	해당단계 참여연구원 수	총: 3 명 내부: 3 명 외부: 0 명	해당단계 연구개발비	정부: 90,000 천원 민간: 30,000 천원 계: 120,000 천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 3 명 내부: 3 명 외부: 0 명	총 연구개발비	정부: 90,000 천원 민간: 30,000 천원 계: 120,000 천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국화학연구원/그린정밀화학연구센터			참여기업명	(주)프라임오라
국제공동연구	상대국명:				상대국 연구기관명:
위탁연구	연구기관명:				연구책임자:

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	일반
<p>오미자 신맛 감소를 위해 텍스트린 화합물(<math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-cyclodextrin, maltodextrin)을 사용하여 유기산 주성분(citric acid, malic acid)을 포접·마이크로캡슐화함. 유기산의 감소를 확인하기 위하여 포접·마이크로캡슐화 후 포접율(%)을 LC/MS, FT-IR 분석법을 이용하여 분석하였으며 다양한 특성분석(입자모양, 분산도, 안정성 등)을 위하여 SEM, 입자크기 측정기, 분산도, Stability test, 독성평가, 관능평가 등을 수행하였음. 오미자 유기산의 캡슐화 기술을 개발함으로써 식품 및 다양한 분야에서의 응용성이 기대됨</p>	
<p>보 고 서 면수: 51</p>	

## 요약문

<b>연구의 목적 및 내용</b>	<p>오미자는 다양한 성분 중 유기산의 주성분인 시트르산(citric acid)과 말산(malic acid)에 의해 특유의 시고 짙은 맛이 나며 이는 식품으로 활용 시 개선이 필요함. 따라서 오미자 신맛감소를 위해 유기산의 주성분을 다양한 종류의 텍스트린 화합물(<math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, <math>\gamma</math>-cyclodextrin, maltodextrin)을 이용하여 여러 가지 실험방법(온도, 시간, 혼합방식 등)으로 포접, 마이크로캡슐화를 하고 이 중 효율이 높은 포접, 마이크로캡슐화 방법을 선택하여 다양한 특성(입자모양, 분산도, 안정성, 독성평가, 관능평가 등)을 분석하여 식품분야에 응용될 수 있는 기술을 개발함</p>				
<b>연구개발성과</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ 오미자 신맛 감소를 위한 방법으로 다양한 종류의 텍스트린 화합물을 이용하여 다양한 실험방법을 통해 오미자 원액 내 유기산 포접 함량을 수치화하고 최고 수율로 유기산을 포접할 수 있는 기술을 개발함</li> <li>□ 포접 후 포접, 캡슐의 안정성, 독성, 관능평가 등을 평가함으로써 다양한 식품분야에 응용될 수 있는 기술을 개발함</li> <li>□ 포접한 성분분석, 수치화된 포접율, 안정성 평가 부분은 기존의 텍스트린 화합물을 이용한 식품 응용부분과 차별성이 있는 개발 성과임</li> <li>□ 구체적인 연구개발 성과는 아래와 같음             <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다양한 텍스트린 화합물로 포접하기 전 오미자 추출물 성분을 분석함                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- LC/MS, FT-IR 등으로 오미자 추출물의 성분을 분석</li> </ul> </li> <li>• 포접 또는 흡착 후 성분을 분석함                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- LC/MS, FT-IR 등으로 포접 또는 캡슐화 후의 성분을 성분 전과 비교하여 유기산의 포접율을 수치화함</li> <li>- 다양한 실험방법에서 포접율을 비교함으로써 실험 조건 최적화</li> </ul> </li> <li>• 유기산 포접율                      말토크스트린으로 포접&gt;알파, 감마 사이클로덱스트린을 혼합하여 포접&gt;감마 사이클로덱스트린으로 포접&gt;알파 사이클로덱스트린으로 포접&gt;베타 사이클로덱스트린으로 포접                 </li> <li>• 포접 또는 흡착 후 안정성 평가, 관능평가, 안전성 평가를 수행함                 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 식품으로의 응용성을 살펴보기 위한 다양한 평가에서 우수함을 보임</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>				
<b>연구개발성과의 활용계획 (기대효과)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 오미자 유기산의 주성분인 시트르산과 말산을 높은 효율로 포접함으로써 기존 신맛에 의한 오미자 식품개발의 문제점을 해결하고 다양한 기능성 식품소재로 활용성을 제시함</li> <li>▪ 매실, 오렌지, 귤 등 유기산을 함유한 소재를 재료로 하는 식품 가공 산업 발전에도 기여</li> <li>▪ 매실, 고추, 마늘, 깻잎 등 관능적 특성으로 인하여 식품소재 개발에 제약이 받고 있는 고부가가치 식품소재 개발에 응용</li> </ul>				
<b>국문핵심어 (5개 이내)</b>	오미자	포접	캡슐화	신맛제거	식품원료

## < 목 차 >

제 1 장 연구개발과제의 개요 .....	5
제 1 절 연구개발의 목적 .....	5
제 2 절 연구개발의 필요성 .....	5
제 2 장 국내외 기술개발 현황 .....	9
제 1 절 국내외 기술개발 현황 .....	9
제 2 절 연구사례 조사·분석 및 시사점 .....	19
제 3 장 연구수행 내용 및 성과 .....	20
제 1 절 연구범위 및 연구수행 방법 .....	20
제 2 절 연구수행 내용 및 성과 .....	21
제 4 장 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	38
제 1 절 연구개발 로드맵 .....	38
제 2 절 연구개발목표의 달성도 .....	39
제 3 절 관련 분야 기술발전 기여도 .....	41
제 5 장 연구개발성과의 활용계획 .....	42
제 1 절 추가연구의 필요성 .....	42
제 2 절 연구개발성과를 활용한 마케팅 추진전략 .....	43
제 3 절 타 연구에의 응용 .....	46
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 .....	48
제 7 장 연구개발과제의 대표적 연구실적 .....	49
제 8 장 참고문헌 .....	50
<별첨> 주관연구기관의 자체평가 의견서	

# 제 1 장 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적

1. 오미자는 다양한 성분 중 유기산의 주성분인 시트르산(citric acid)과 말산(malic acid)에 의해 특유의 시고 짙은 맛이 나며 이는 식품으로 활용 시 개선이 필요함. 따라서 오미자 신맛감소를 위해 유기산의 주성분을 다양한 종류의 덱스트린 화합물( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -cyclodextrin, maltodextrin)을 이용하여 여러 가지 실험방법(온도, 시간, 혼합방식 등)으로 포접, 마이크로캡슐화를 하고 이 중 효율이 높은 포접, 마이크로캡슐화 방법을 선택하여 다양한 특성(입자모양, 분산도, 안정성, 독성평가, 관능평가 등)을 분석하여 식품분야에 응용될 수 있는 기술을 개발함

## 제 2 절 연구개발의 필요성

1. 연구개발 대상 기술의 정의 및 개념

가. 기술의 정의

- (1) 덱스트린 화합물을 이용한 포접 및 마이크로 캡슐화

(가) 덱스트린(dextrin) 화합물 종류

- ① 덱스트린은 녹말보다 작은 다당류의 총칭이며 가수분해의 정도에 따라 백색, 담황색, 황색의 3종류가 있으며 식품에 이용할 수 있음
- ② 사이클로덱스트린(cyclodextrin, CD)은 환상 올리고당으로, 포도당분자가 6~12개가 개발되었음. 이 중 6개를 알파-사이클로덱스트린( $\alpha$ -cyclodextrin)이라 하며, 포도당 분자가 하나씩 증가하면 베타( $\beta$ -), 감마( $\gamma$ -), 델타( $\delta$ -), 엡실론( $\epsilon$ -), 제타-사이클로덱스트린( $\zeta$ -cyclodextrin)으로 명명함
- ③ 사이클로덱스트린은 포도당분자가 많아질수록 내부 공경이 커지므로 큰 분자물질을 포접할 수 있으며, 다양한 성질을 가짐. 휘발을 막아주고 공극 내부의 포접물질을 서서히 방출하며 난용성물질에 대한 유화기능이 있음. 또 산화나 광분해를 막아주고 조해나 흡습 및 변색을 방지함
- ④ 다양한 특성과 전분에 효소를 첨가해 만든 천연성분의 장점으로 홍삼을 비롯한 건강기능식품, 어린이용 감기시럽, 탈취제 등 다양한 분야에 사용되고 있음
- ⑤ 말토덱스트린(maltodextrin)은 녹말을 아밀라아제 또는 묽은 산으로 분해해서 생성된 덱스트린 중 백아당이 되기까지 사이의 저분자이며 아크로덱스트린보다 중합도가 작은 것을 총칭함. D-글루코오스만으로 구성되어 있으며 합성법에 따라 곁가지에 의해 다양한 구조를 가지고 있음. 무정형 백색의 고체이며, 물, 70% 에탄올에 녹는 성질을 가지고 있음

(나) 포접 및 마이크로 캡슐화

- ① 포접은 어떤 물질 분자를 다른 분자가 둘러싸는 것을 일컫음. 휘발성 성분이나 산화하기 쉬운 성분을 안정화시키는 기능을 가짐
- ② 폐수의 정화, 식품, 의약품 산업 등 다양한 분야에 응용

- ③ 마이크로캡슐이란 직경이 수  $\mu\text{m}$ (마이크로미터)에서 수백  $\mu\text{m}$  사이에 불과한, 눈에 보이지 않는 아주 작은 용기를 일컫음. 불안정하거나 지속성이 약한 유효성분을 고분자, 세라믹 또는 유무기 복합제로 둘러싸거나, 코팅하는 기술이 마이크로캡슐의 근본 기술임
- ④ 마이크로캡슐화는 1940년대 약물전달 시스템(DDS·drug delivery system)에서 정립된 이후 주로 제약·향장 산업에서 활용되고 있음. 식품과 향기제품을 비롯한 다양한 일상 생활용품에 마이크로캡슐을 적용하려는 시도는 이어지고 있으며 식품 분야에 적용될 경우 다양한 기능성 wellness 식품의 개발이 가능함

#### 나. 기술의 개념

##### (1) 오미자 신맛 감소를 위한 텍스트린 화합물을 이용한 포집 및 마이크로캡슐화

###### (가) 오미자의 특성

- ① 최근 천연물에 대한 관심이 높아지면서 오미자(*Schizandra chinensis* Baillon)를 활용한 다양한 기능성 식품, 식품 첨가제, 치료용 조성물 등이 개발되고 있음. 오미자는 예로부터 식품, 기호음료, 한방의학적 용도로 널리 이용되었으며, 동의보감에서는 체내의 비생리적 작용을 조절하는 역할을 하고 심장, 간장, 소갈에 효능이 있으며 폐와 신장을 보호하는 기능이 있다고 보고됨. 유럽식품안전청(EFSA)은 신체활력과 저항성을 증대시켜주고, 세계보건기구(WHO)는 신체적 정신적 피로회복과 평상시 몸의 건강성을 증진시켜준다고 보고함
- ② 웰빙이라는 건강 트렌드 변화 및 건강식품, 기능성 식품을 선호하는 식품 소비패턴의 변화로 건강한 삶을 추구하는 사회적 분위기에 따라 약용작물인 오미자는 보약의 개념을 넘어 식품, 의약품, 한방, 미용, 공업, 생활소재 등 다양한 형태의 제품 원재료로 이용됨. 또한 특이적이고 기능적인 물질의 추출 및 합성함으로써 소비자 요구에 부응하는 신소재, 신물질 개발방향으로 나아가고 있음
- ③ 우리나라 오미자는 대부분 생과, 엑기스 형태로 판매되고 있음. 고부가가치화를 위해 다양한 오미자 가공법과 활용방안에 대한 연구가 필요함

###### (나) 오미자와 텍스트린 화합물의 결합으로 인한 포집 및 마이크로캡슐화 기술 개발

- ① 최근 세계 음료시장의 건강 기능성을 지닌 소재를 이용한 제품이 차지하는 비중이 점차 커지는 추세에 따라 식품 분야에서도 포집 및 마이크로캡슐화 기술을 적용한 제품을 개발 중이지만 유산균의 캡슐화와 코팅기술, 홍삼 제품의 제조에서 일부 상업화를 이루었을 뿐 오미자를 비롯한 다양한 소재에 활용할 수 있는 기술의 개발과 상업화는 이루어지지 않았음
- ② 오미자의 경우 피로회복, 스트레스 완화, 인지기능 개선 등 다양한 생리활성을 가지고 있어 wellness 식품 소재로써 주목을 받고 있으나 시트르산, 말산 등 오미자의 풍부한 유기산으로 인한 신맛이 soft drink 등 기호성 식품 개발의 장애요인이 되고 있음
- ③ 이러한 문제는 오미자만의 문제가 아니라 매실, 마늘, 고추, 깻잎 등과 같이 기능적으로는 식품 소재로써 가치가 인정되지만 독특한 관능적 특성으로 인하여 가공 제품으로 개발에 제한을 받는 다른 작물의 경우도 같은 문제점을 안고 있어, 이들 작물의 관능적 특성을 제어하는 식품 가공 기술의 개발이 절실하게 요구되는

상황이며 포집 및 마이크로캡슐화가 이의 해결책이 될 수 있음

## 2. 연구개발의 필요성, 중요성 및 연구의 차별성

### 가. 연구의 필요성 및 중요성

※ 오미자의 경우 피로회복, 스트레스 완화, 인지기능 개선 등 다양한 생리활성을 가지고 있어 Wellness 식품 소재로써 주목을 받고 있으나 유기산의 주성분인 시트르산과 말산에 의해 특유의 시고 짠 맛으로 인해 soft drink 등 기호성 식품 개발의 장애요인이 되고 있어 시급한 개선이 필요함

- (1) Wellness 식품 소재로서의 오미자의 가치가 조명받으며 최근 국내 오미자 재배면적이 급속히 증가하여 2013년 기준으로 9,646톤 규모이던 오미자 생산량이 지방자치단체들의 신규 재배 지원에 따라 생산량이 급격히 증가하여 2016년에는 1만5000톤을 넘어 공급과잉이 될 것으로 예측됨
- (2) 특정 농산물이 제대로 소비되려면 가공 산업이 번창하고 유통도 활발해야 함. 오미자의 경우 오미자청·오미자빵과 음료 등이 개발되었지만 대중성을 확보하지는 못하고 있으며 생산시설이나 판매망 등이 영세한 상황임
- (3) 오미자가 wellness 식품 소재로 조명을 받고, 기능성을 바탕으로 한 제품 개발 지원에도 불구하고 오미자를 이용한 가공식품의 개발이 미진한 것은 오미자의 신맛이 소비자의 기호성에 저해하는 요인으로 작용하기 때문으로 판단됨
- (4) 제품화된 경우도 신맛을 중화하기 위해 과도한 설탕을 사용하거나, 제품 속의 오미자 함량이 미미한 경우가 대부분이라 소비자의 욕구를 충족시키지 못하고 있음
- (5) 오미자만의 문제가 아니라 매실, 마늘, 고추, 깻잎 등과 같이 기능적으로는 식품 소재로써 가치가 인정되지만 독특한 관능적 특성으로 인하여 가공 제품으로 개발에 제한을 받는 다른 작물의 경우도 같은 문제점을 안고 있어, 이들 작물의 관능적 특성을 제어하는 식품 가공 기술의 개발이 절실하게 요구되는 상황임
- (6) 홍삼은 기능적 유효성에도 불구하고 주로 장년층과 고령층의 건강제품으로만 판매되다가 쓴맛을 제어하기 시작하면서 대중적 기호성을 확보하게 되고 어린이들을 위한 제품이 개발되면서 관련 제품 시장과 홍삼의 수요는 급성장하게 되었음. 청국장은 특유의 냄새를 감소시킴으로써 대중적 음식이 되었고 건강식품으로써의 가치를 외국에서도 인정받게 되었으며, 홍삼과 청국장을 이용한 다양한 연구가 이루어지고 있음
- (7) 홍삼과 청국장의 예에서 보듯이 오미자의 신맛을 제어하는 식품 가공 기술의 개발은 오미자 가공 제품 개발을 활성화할 것이며 오미자에 대한 수요 증대로 이어질 것임. 매실, 고추, 마늘, 깻잎 등 다른 작물에도 적용 가능한 기술의 개발은 오미자 뿐만 아니라 농가 전체의 소득향상으로 이어질 것이며 농업이 6차 산업으로 가는 지름길이 될 것임

### 나. 연구의 차별성

- (1) 다양한 종류의 텍스트린 화합물을 이용하여 식품 원료들을 포집 및 마이크로캡슐화한 경우 관능적 특성의 변화만을 보여주거나 정확한 포집 성분분석이 이루어지지 않고 있음



- (2) 천연물의 식품으로의 응용에서 정확한 성분분석 및 표준화의 부재가 단점으로 제시됨
- (3) 본 과제를 통한 오미자 신맛 감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발은 포접한 성분을 정확히 분석, 수치화된 포접율을 제시, 시간이 지남에 따른 포접율 변화정도(안정성)를 관찰함에 있어 기존의 텍스트린 화합물을 이용한 식품 응용부분과 차별성이 있는 개발 성과임. 이는 천연물의 식품으로 응용에서 단점을 해결한 부분임

### 3. 연구개발의 과학기술, 사회경제적 중요성

#### 가. 기술적 측면

- ※ 다양한 텍스트린화합물을 이용한 오미자 유기산의 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발 통해 오미자의 신맛으로 인한 기호성 식품 개발의 문제점을 해결하고 포접 및 마이크로캡슐화를 이용한 성분 분석 및 기능성 소재 개발 분야에 대한 연구경험 및 노하우를 축적함과 동시에, 이를 바탕으로 건강/기능성/창상피복제 소재들로의 적극 활용을 통해 전방위적 활용가능성과 산업화 선도소재로 개발가능

#### 나. 경제·산업적 측면

- ※ 오미자 유기산 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발은 식품산업뿐만 아니라 의약품, 화장품 분야 등 상호간의 기술 및 소재를 활용한 융합산업으로의 전개가 가능하고 새로운 가치 창출이 가능한 연구분야임

#### 다. 사회적 측면

- ※ 생활수준의 향상과 고령화사회의 가속화로 항노화 산업이 중요시 되고 있으며, wellness 식품소재인 오미자 기반 기능성 식품(음료) 연구개발은 타산업과의 연계 가능성이 높고, 다양한 사회적 가치와 결합하여 높은 시너지 창출이 가능한 첨단 미래형 산업이라 할 수 있음

## 제 2 장 국내외 기술개발 현황

### 제 1 절 국내외 기술개발 현황

#### 1. 국내 기술 수준 및 시장 현황

##### 가. 기술현황

(1) 말토덱스트린 또는 사이클로덱스트린을 이용한 미세캡슐화공정이 옥수수 수염 추출물의 수분흡습과 생리활성에 미치는 영향(이인경, 임지은, 김선림, 강현중, 김우경, 김명환, 산업식품공학회지, 2017, 21(3), 292-298)

- ① 단국대학교 식품영양학과 김명환 교수팀은 옥수수 수염 추출물을 핵물질로 사용하였고 피복물질로는 말토덱스트린, 사이클로덱스트린, 말토덱스트린과 사이클로덱스트린을 1:1(w/w)로 혼합한 피복물질을 이용하여 hydro-shear homogenizer로 emulsification한 후 동결건조하여 평균직경 28.84  $\mu\text{m}$  크기의 미세캡슐을 제조함(그림 1)

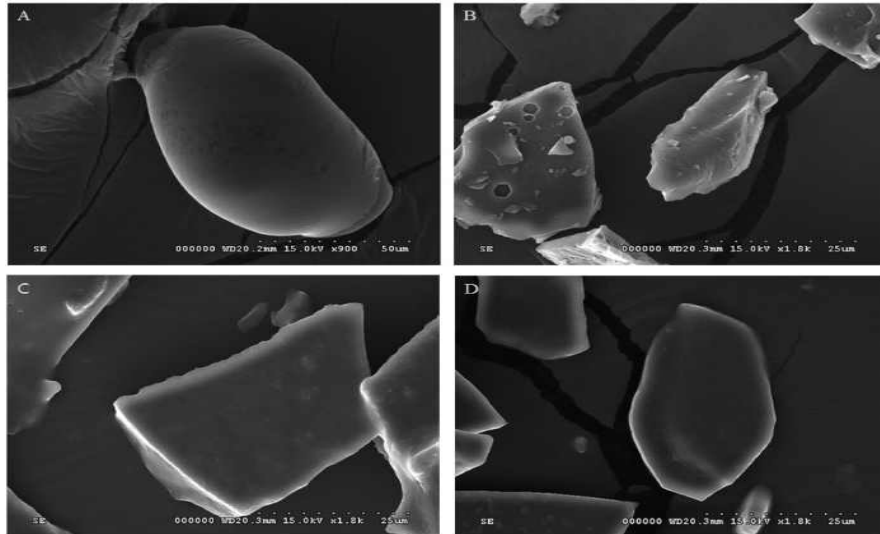


그림 1. 동결건조한 옥수수 수염 추출물 B. 말토덱스트린을 이용하여 제조한 미세캡슐 C. 사이클로덱스트린을 이용하여 제조한 미세캡슐 D. 말토덱스트린과 사이클로덱스트린을 이용하여 제조한 미세캡슐

- ② 제조된 미세캡슐화를 기능성 향산화 식품 또는 미백 화장품 소재로서의 흡습제어, 향산화 효과(DPPH radical 소거능, hydroxyl radical 소거능) 및 미백 효과(tyrosinase 저해활성)의 증진 정도를 비교 분석함
- (2) 감마오리자놀 함유 칼슘-펙틴 미세 및 나노캡슐의 제조와 입자 크기에 따른 캡슐특성(이슬, 김은서, 이지수, 이현규, 한국식품과학회지, 2017, 49(1), 110-116)
- ① 한양대학교 식품영양학과 이현규 교수팀은 감마오리자놀의 산화안정성을 증진시키기 위해 천연 다당류인 펙틴, 염화칼슘( $\text{CaCl}_2$ ) 농도, 경화시간 및 감마오리자놀 농도를 달리하여 펙틴 겔 미세캡슐과 나노캡슐을 제조함
- ② 감마오리자놀 함유 펙틴 미세캡슐은 제조 조건에 따라 2.25-2.29  $\mu\text{m}$  범위의 지름을 가진 균일한 구형으로 형성되며, 나노캡슐의 입자 크기는 표 1과 같음. 또한 입자

크기에 따른 두 캡슐 제형을 비교분석했을 때 감마오리자놀 포집 효율은 입자 크기 증가로 인한 내부 포집 공간 증가로 미세캡슐에서 더 높게 나타남

	Pectin (% w/v)	$\gamma$ -Oryzanol (% w/v)	CaCl <sub>2</sub> (M)	Particle size (nm)	Encapsulation efficiency (%)
Effect of pectin	0.010		2	538.9±80.9 <sup>b</sup>	
	0.050		2	462.9±97.2 <sup>b</sup>	
	0.075		2	756.4±89.5 <sup>c</sup>	
	0.100		2	923.8±75.2 <sup>c</sup>	
Effect of CaCl <sub>2</sub>	0.05		1	551.4±39.2 <sup>b</sup>	
	0.05		2	462.9±97.2 <sup>b</sup>	
	0.05		3	464.2±28.0 <sup>b</sup>	
	0.05		4	445.4±69.9 <sup>b</sup>	
Effect of $\gamma$ -oryzanol	0.05	0.6	2	434.4±85.8 <sup>a</sup>	15.34±1.65 <sup>a</sup>
	0.05	1.2	2	347.7±58.1 <sup>a</sup>	17.70±2.04 <sup>a</sup>
	0.05	2.4	2	339.2±74.1 <sup>a</sup>	13.53±1.98 <sup>a</sup>
	0.05	4.8	2	326.5±99.4 <sup>a</sup>	5.31±0.79 <sup>a</sup>

<sup>a</sup>Different letters in the same column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

<sup>1</sup>All data are presented as mean±standard deviation.

표 1. 제조 조건에 따른 감마오리자놀 함유 펙틴 나노캡슐의 크기 및 포집 효율

③ 5°C, 25°C, 45°C, pH 3, 7, 10의 모든 저장 조건에서 미세캡슐은 48시간 동안 약 90% 이상의 입자 안정성을 보였고, 나노캡슐은 7일 동안 약 94% 이상의 더 높은 입자 안정성을 보여주어 미세와 나노캡슐화는 감마오리자놀의 안정성에 효과적임을 보여줌. 또한 캡슐화에 의한 감마오리자놀의 지질 과산화 억제는 캡슐화하지 않은 대조군에 비해 약 34.42-68.26% 낮은 과산화지질 생성량을 나타내었음

(3) 알긴산 나트륨을 이용한 유산균 캡슐화의 상업화 공정 개발(김지연, 유성식, 한국화학공학회지, 2017, 55(3), 313-321)

① 한국기술교육대학교 에너지·신소재·화학공학부 유성식 교수팀은 바이오 고분자인 알긴산 나트륨을 이용하고, 보다 공정이 단순한 사출방식을 이용하여 생존율 및 장기보존성이 기존 기술과 동등 이상의 품질을 가지는 사출비드제조 공정의 대량생산 기술 및 고효율 건조 기술을 개발함(그림 2)

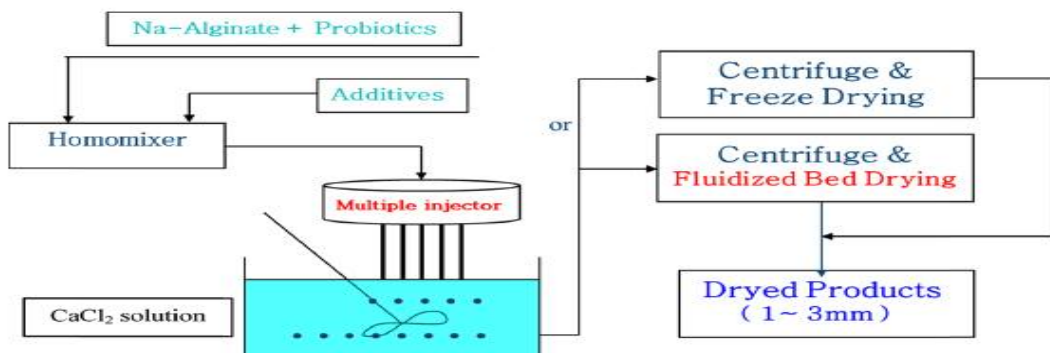


그림 2. 알긴산 나트륨과 염화칼슘 용액을 이용한 칼슘-알긴산 유산균 캡슐의 제조 공정

② 또한 식품과 섬유 산업 분야에서 추가 코팅제로 사용되고 있는 키토산을 병용하여 본 기술로 유산균을 캡슐화하여 알긴산칼슘과 키토산-알긴산 캡슐의 표면과 단면을 SEM으로 비교 측정된 결과 키토산을 첨가한 경우 키토산과 알긴산의 정전기적 반응에 의해 가교 밀도가 높고, 기공도 균일한 것을 확인함(그림 3)

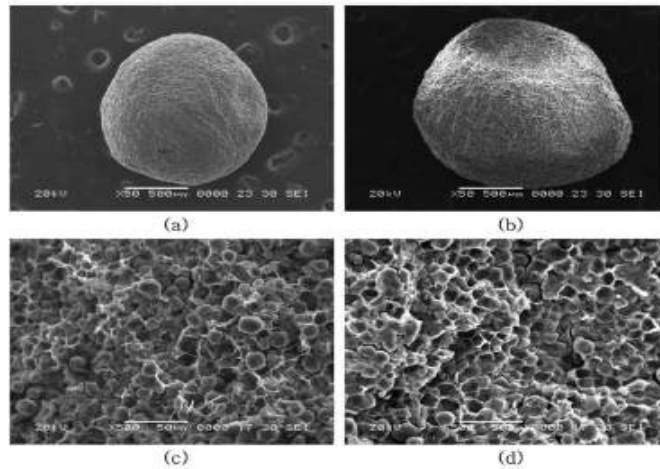


그림 3. 알긴산칼슘 캡슐의 표면(a)과 단면(c);  
키토산-알기네이트 캡슐의 표면(b)과 단면(d)

- ③ 캡슐이 소화기관에 투입 되었을 때 안정성을 알아보기 위해 pH 안정도, 팽윤 그리고 방출 실험을 하여 산성에서는 단순 팽창만 일어나고 안정하지만 pH 7 이상의 상태에서는 팽창과 붕해가 동시에 일어나 내부 물질을 완전히 방출함을 알 수 있었음. 이를 통해 캡슐이 위산에 잘 견뎌내고, 소장과 대장에서 붕해가 잘 일어날 수 있음을 보여줌
- (4) 생전분과 구연산전분을 이용한 단풍취 추출물 미세캡슐의 물리화학적 특성(전아정, 김태훈, 김현석, 산업식품공학회지, 2016, 20(4), 285-292)
- ① 대구대학교 식품공학과 김현석 교수팀은 단풍취 추출물을 핵물질로 찰옥수수 전분을 외벽물질로, 구연산을 가교물질로 하여 분무건조된 미세캡슐을 제조하여 이들의 물리화학적 특성 및 항산화 활성을 분석함
- ② 단풍취 추출물 미세캡슐은 전반적으로 구형을 나타내었지만 건열처리로 인한 추가적인 탈수와 구연산과 전분분자들 사이의 가교반응으로 심한 함몰현상과 접힘현상이 발생됨(그림 4)

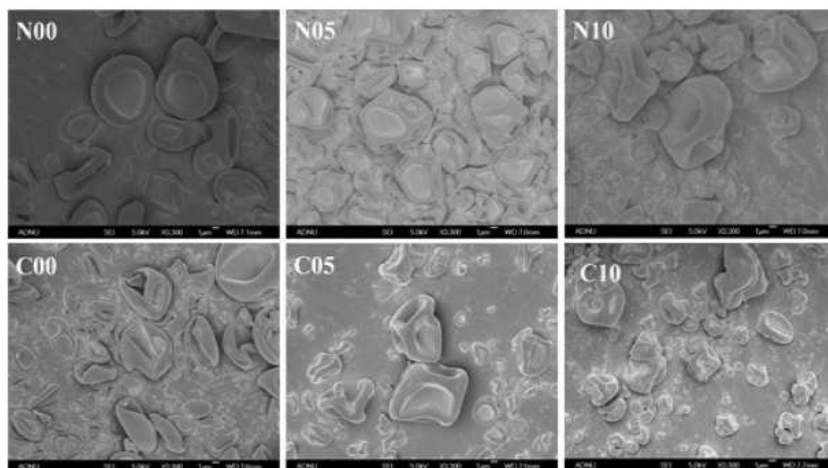


그림 4. 생전분을 이용한 마이크로캡슐(N00-N10)과 구연산전분을 이용한 마이크로캡슐(C00-C10)의 이미지

- ③ 단풍취 추출물 미세캡슐은 수용성 환경에서 자유라디칼들을 용이하게 소거함. 이를 통해 단풍취 추출물 미세캡슐은 항산화 활성을 유지하며 가공적성이 개선되어 활용성이 높은 기능성 식품소재로서의 잠재력을 보유하고 있는 것으로 판단됨
- (5) 자색고구마 추출물 분무건조 분말의 품질특성(채호용, 홍주현, 한국키틴키토산학회지, 2016, 21(4), 271-277)
- ① 대구가톨릭대학교 식품공학전공 홍주현 교수팀은 자색고구마 추출물에 부형제로 말토덱스트린과 사이클로덱스트린을 각각 10%, 20% 비율로 첨가하여 고속균질기로 균질화 한 후 분무건조공정방법으로 분말화 시킴
- ② 자색고구마 추출물 분무건조 분말의 입자표면구조는 그림 5에 나타나 있으며, 분무건조 분말의 입자크기는 동결건조분말이 분무건조 분말보다 더 커졌고 분무건조 분말의 부형제 첨가량이 증가할수록 입자크기가 더 커짐

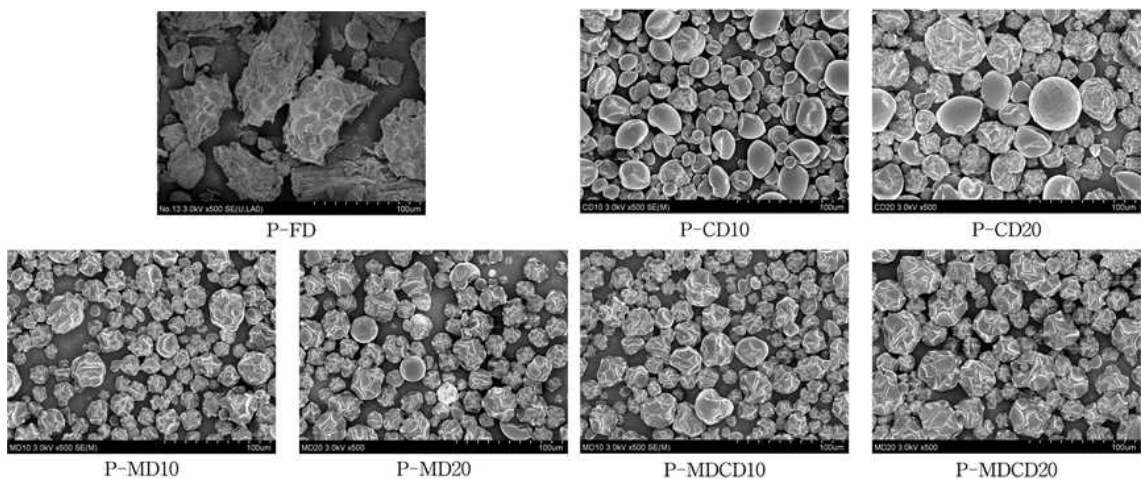


그림 5. 부형제에 따른 자색고구마 추출물 분말의 SEM 이미지

- ③ 저장기간에 따른 안토시아닌 함량은 빛을 차단한 구간과 빛을 차단하지 않은 구간의 동결건조 분말이 4주간 저장시 0주차와의 비교에서 각각 83.08%와 65.43%를 나타내었으며 분무건조 분말은 88.26-92.13%, 83.20-94.22%로 나타나 분무건조 분말의 저장안정성이 우수함을 확인함

#### 나. 시장현황

##### (1) 건강기능식품 시장규모(2015년 기준, 그림 6 참조)

- ① 국내 건강기능식품 시장규모는 2011년 이후 지속적인 성장세를 보이고 있음
- ② 생산액은 2014년도에 비해 2015년 11.8% 증가함
- ③ 최근 5년간 건강기능식품 생산액의 평균 성장률은 7.4%로 국내 제조업 국내총생산(GDP) 성장률인 2.3%에 비해 3.2배나 높은 수준임

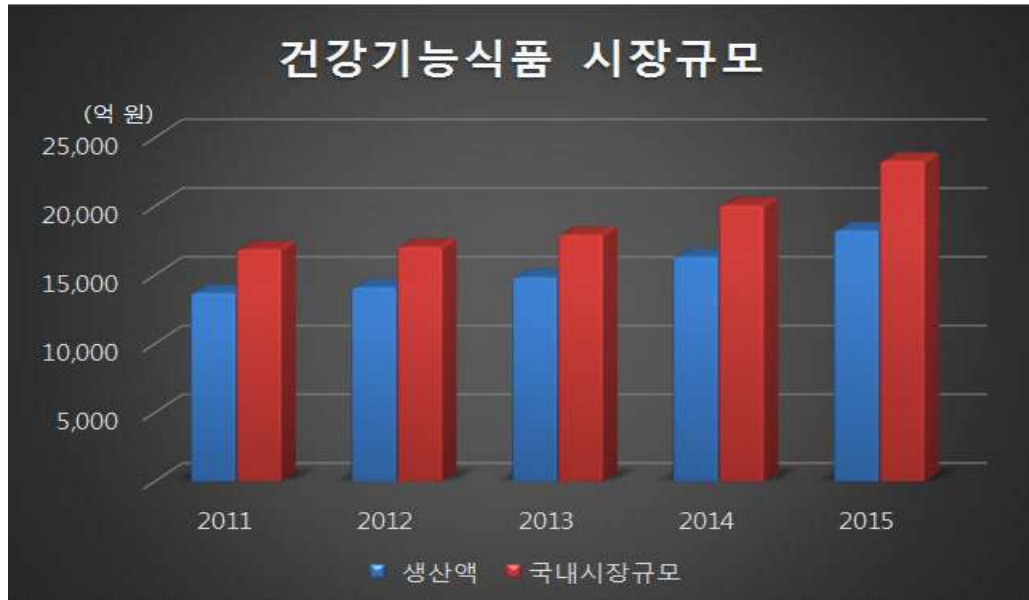


그림 6. 연도별 국내 건강기능식품 시장 규모  
(출처: 건강기능식품 생산실적 식품의약품안전처, 2016)

#### 다. 경쟁기관현황

- (1) 말토덱스트린 또는 사이클로덱스트린을 이용한 미세캡슐화공정이 옥수수 수염 추출물의 수분흡습과 생리활성에 미치는 영향(단국대학교 식품영양학과 김명환 교수팀)
- (2) 감마오리자놀 함유 칼슘-펙틴 미세 및 나노캡슐의 제조와 입자 크기에 따른 캡슐특성(한양대학교 식품영양학과 이현규 교수팀)
- (3) 알긴산 나트륨을 이용한 유산균 캡슐화의 상업화 공정 개발(한국기술교육대학교 에너지·신소재·화학공학부 유성식 교수팀)
- (4) 생전분과 구연산전분을 이용한 단풍취 추출물 미세캡슐의 물리화학적 특성(대구대학교 식품공학과 김현석 교수팀)
- (5) 자색고구마 추출물 분무건조 분말의 품질특성(대구가톨릭대학교 식품공학전공 홍주현 교수팀)

#### 라. 지식재산권현황

- (1) 마이크로캡슐화된 수산양식용 사료(공개번호: 10-2017-0107055, 발명인: 나가타 료이치, 카와카미 유타카)
  - ① 사육수를 오염시키지 않고 뱀장어 렙토세팔루스 유생을 효과적으로 시라스우나기까지 성장시킬 수 있는 마이크로캡슐화 된 사료를 유화, 증발 공정을 통하여 제조
- (2) 마이크로캡슐화 된 암팔라야 추출물을 함유하는 땀복용 코팅 조성물(공개번호: 10-2017-0057936 발명인: 최향희)
  - ① 인공적인 첨가제를 사용하지 않고 과육, 껍질, 씨앗의 과실 모두를 미세 분말화하여

과실을 완전하게 느끼고 섭취할 수 있게 하는 방법으로 섭취를 용이하게 하기 위한 고형화 및 캡슐화를 위한 방법

- (3) 꾸지뽕 나무의 잎과 열매 추출물이 혼합 조성된 꾸지뽕 건강식품의 제조방법(공개번호: 10-2017-0024318, 발명인: 이준상, 이영호)
- ① 항산화, 항암, 항균, 항염, 항당뇨 항아토피 효과 등의 생리활성 효과가 있는 꾸지뽕 나무의 잎과 열매추출물에 다시마, 미역 등의 해조류 추출물을 넣어 환, 정제, 캡슐들의 형태로 성형
  - ② 당도, 외관, 향미 및 영양도 향상시키고 소화흡수율도 높임으로써 소비자의 다양한 기호를 만족시킬 수 있는 꾸지뽕 나무의 잎과 열매 추출물이 혼합 조성된 꾸지뽕 건강식품 제조
- (4) 연어 오일의 미세캡슐화 방법 및 그에 의해 제조되는 연어 오일 미세캡슐(공개번호: 10-2017-0069483, 발명인 이원경, 민진기)
- ① 초임계 추출 또는 압착 추출한 연어 오일을 분무 건조하여 장시간 저장하더라도 지방 산패도가 낮고 적절한 품질 유지가 가능하도록 미세캡슐화 함
- (5) 마이크로캡슐화 공법을 도입하여 맛을 개선한 아로니아 추출액의 제조방법 및 상기 아로니아 추출액이 포함된 식품(공개번호: 10-2016-0043584, 발명인: 김구환, 정광호)
- ① 마이크로캡슐화 공법을 통해 품질을 개선한 아로니아 추출액의 제조방법 및 아로니아 추출액이 포함된 식품개시
  - ② 아로니아 열매 고유의 짠맛과 쓴맛을 마이크로 캡슐화 공법을 통해 완화시킬 수 있는 방법

#### 마. 표준화현황

- (1) 현재까지 미세캡슐화를 통한 식품소재의 표준화 현황 없음

## 2. 국외 기술 수준 및 시장 현황

### 가. 기술현황

- (1) 유산균 (*Lactobacillus acidophilus*)의 캡슐화로 습열에 강한 다층 마이크로캡슐 합성(Pitigraisorn, P.; Srichaisupakit, K.; Wongpadungkiat, N.; Wongsasulak, S. *Journal of Food Engineering*, 2017, 192, 11-18)
- ① 태국 King Mongkut's University of Technology Thonburi의 Wongsasulak 그룹은 *Lactobacillus acidophilus*(유산균)을 알긴산을 이용하여 계란 흰자와 스테아르산(stearic acid)으로 이루어진 혼합물로 캡슐화함(그림 7)
  - ② 수분과 열에 강한 성질을 보이며 90% 이상의 캡슐화 효율로 제조됨
  - ③ 열에 민감한 미생물의 보호에 탁월한 마이크로캡슐 구조를 가짐

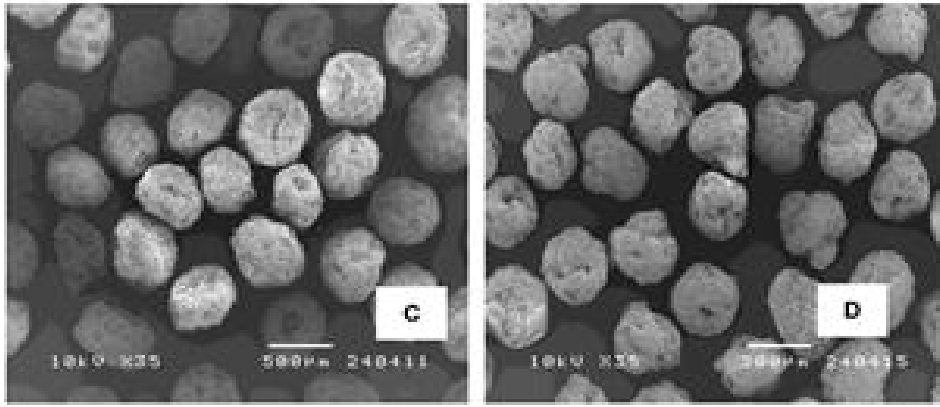


그림 7. 계란 흰자와 스테아르산으로 캡슐화된 *Lactobacillus acidophilus* 이미지, (c) 계란 흰자:스테아르산=1:0.05 (d) 계란 흰자:스테아르산=1:0.25

(2) 우유 내 항리스테리아 활성을 가지는 마늘 추출물을 함유한 포스파티딜 콜린(phosphatidylcholine) 나노 베지클의 개발과 특성 (Cristian, M. B. P.; Cacicano, P. Z. N.; Adriano, B. Food Chemistry, 2017, 220, 470 - 476)

① 브라질의 Universidade Federal do Rio Grande do Sul의 Adriano Brandelli 그룹은 마늘 추출물을 인지질 나노 소포를 이용해 필름 hydration 방법으로 캡슐화하여  $174.7 \pm 17.3$  nm 크기의 리포솜을 제조함(그림 8)

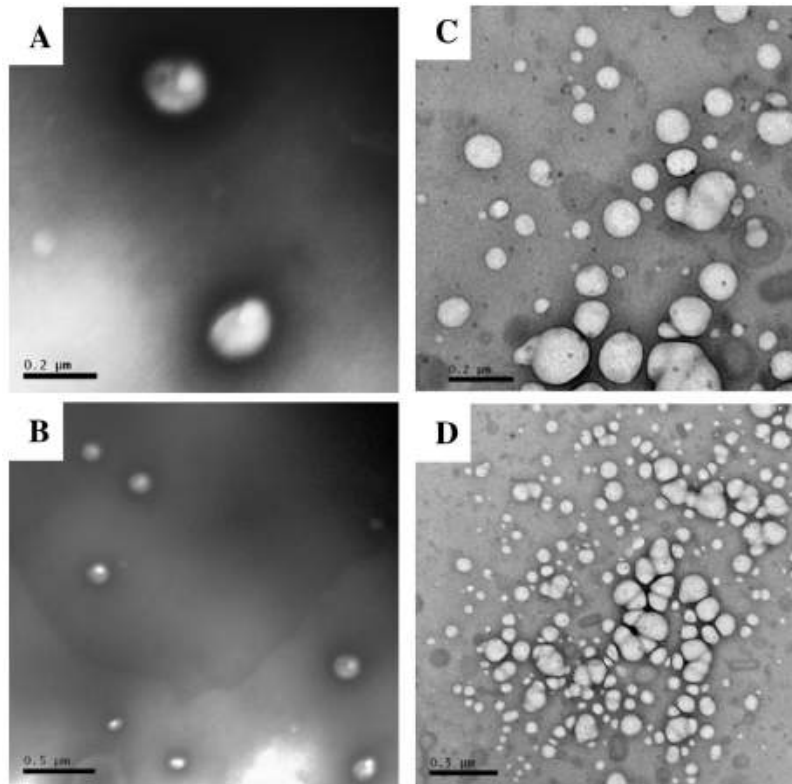


그림 8. 마늘 추출물을 캡슐화한 리포솜의 TEM 이미지

② 리포솜의 마늘 추출물 포집 효과는  $47.5 \pm 7.3\%$ 이고,  $-16.2 \pm 5.5$  mV의 제타 전위를 가짐. 또한 37°C에서 24시간 동안 마늘 추출물과 캡슐화한 마늘 추출물의 항균력을 평가하였을 때 불안정한 마늘 추출물은 리포솜 형태로 캡슐화를 통해 안정한



시스템을 가졌으며, 이 기술을 이용해 항리스테리아 효과를 가진 식품 저장과 같은 기술에 이용할 수 있음

(3) 커피 찌꺼기에서 추출한 향산화성 페놀 화합물에 다양한 코팅물질을 이용하여 동결건조와 분무건조 방법으로 캡슐화(Lina, F. B.; Monica, J. R.; Carlos, E. O.; José, A. T.; Solange, I. M. Food Chemistry, 2017, 237, 623-631)

① 덴마크의 Technical University of Denmark의 Solange I. Mussatto 그룹은 커피 찌꺼기에서 추출한 페놀 화합물을 보호하고 항산화효과를 보존하기 위해 말토덱스트린, 아라비아 고무(gum arabic), 말토덱스트린과 아라비아 고무를 1:1로 혼합한 피복물질을 이용하여 동결건조와 분무건조 기술을 이용하여 미세캡슐을 제조함(그림 9)

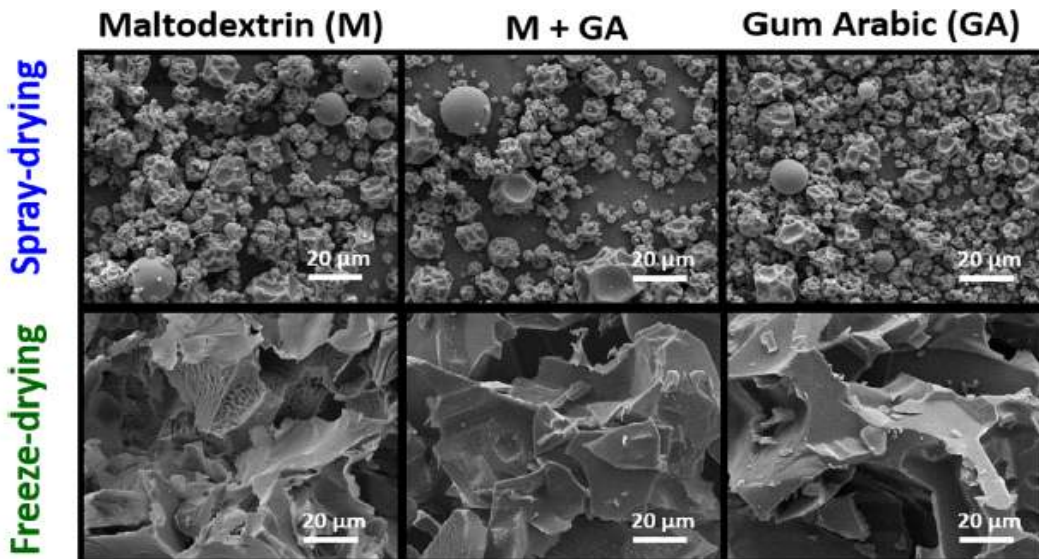


그림 9. 말토덱스트린(M), 말토덱스트린과 아라비아 고무(M+GA), 아라비아 고무를 이용하여 분무건조와 동결건조 방법으로 제조한 미세캡슐의 SEM 이미지

② 말토덱스트린을 피복물질로 사용하여 동결건조 방법으로 캡슐화하였을 때 캡슐화된 페놀 화합물의 양과 플라보노이드의 양, 항산화 효과는 각각 62%, 73%, 73-86%로 가장 좋은 결과를 나타냄

(4) 안토시아닌이 풍부한 자보티카바(jaboticaba) 찌꺼기에서 얻어진 추출물에 말토덱스트린, 펙틴, 분리대두단백을 캐리어(carrier) 물질로 이용한 캡슐화(Ana, C. P. S.; Poliana, D. G.; Ligia, D. F. M., Food and Bioproducts Processing, 2017, 102, 186-194)

① 브라질의 Universidade Federal do Rio Grande do Sul(UFRGS)의 Ana Cardinale Pereira Souza 그룹은 말토덱스트린, 펙틴, 분리대두단백을 캐리어 물질로 이용하여 자보티카바 찌꺼기에서 얻어진 안토시아닌이 풍부한 추출물을 동결건조 방법으로 캡슐화함. 동결건조 분말은 불균일한 표면을 가지고 있음(그림 10)

② 캡슐화된 물질은 2.56-4.15%의 낮은 수분 함량, 15.10-21.28%의 낮은 용해도, 10.80-12.70 g 100 g<sup>-1</sup>의 흡습성, 311.66-370.89 μm의 입자 크기 분포를 나타냄

③ 캡슐화된 분말은 130°C까지 열적 안정성을 보였으며, 세 가지 캐리어 물질 모두를 사용하여 캡슐화한 분말의 색깔은 170일까지 안정성을 보였음. 종합적 결과를

바탕으로 자보티카바 주스에서 생산된 찌꺼기 추출물은 항산화 효과를 가진 천연 색소로도 이용 가능한 것으로 판단됨

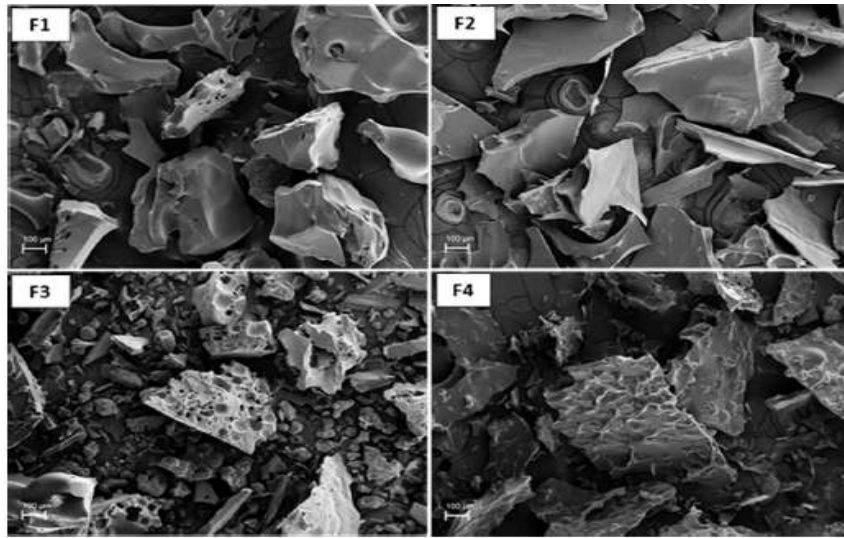


그림 10. (F1) 말토덱스트린 (F2) 말토덱스트린과 펙틴 (F3) 말토덱스트린과 분리대두단백 (F4) 말토덱스트린, 펙틴, 분리대두단백을 이용하여 캡슐화된 안토시아닌 동결건조 분말의 SEM 이미지

(5) 분무 건조 방법을 이용한 녹차추출물의 캡슐화 최적 조건 확인(Dipali, D. T.; B. Priya P.; Arun, K., Food Measure, 2017, 11(1), 85-92)

- ① 인도의 SRM University의 B. Priya 그룹은 항산화 물질의 포집을 위해 녹차추출물을 마이크로캡슐화하여 말토덱스트린을 이용하여 분무 건조기로 제조함
- ② 그림 11은 조건에 따른 (a) 수분 함량, (b) 총 항산화 활성, (c) 총 페놀 함량의 반응 표면 플롯(Response surface plot, 3d)을 나타낸 데이터임. 건조 온도 120°C, 25% 녹차추출물과 말토덱스트린의 비율 1:2에서 수분 함량과 총 페놀 함량, 항산화 효과가 최적 조건임을 확인함

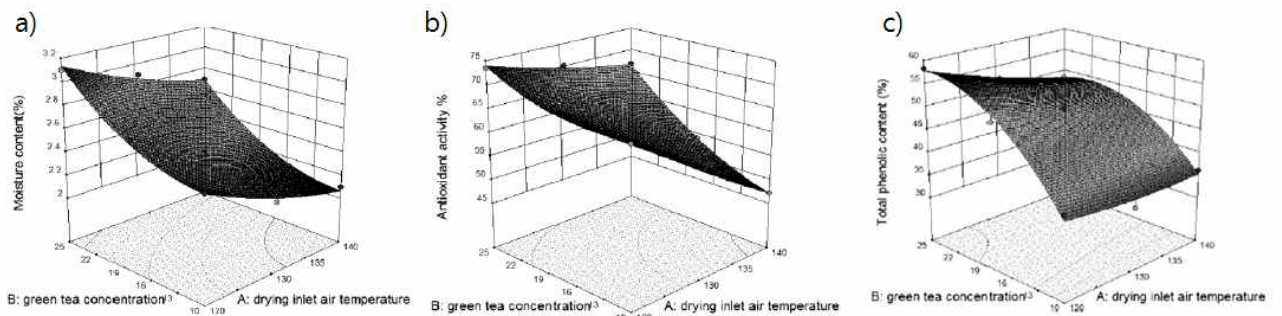


그림 11. (a) 수분 함량, (b) 총 항산화 활성, (c) 총 페놀 함량의 반응 표면 플롯

## 나. 시장현황

(1) 건강기능식품 시장규모(2015년 기준, 표 2 참조)

- ① 세계 건강기능식품의 시장규모는 1,179억 달러로 추산됨

- ② 가장 큰 규모를 차지하는 곳은 미국으로 404억 원 규모임
- ③ 한국은 세계점유율 1.78% 수준인 21억 달러 규모의 시장을 형성하고 있음

(단위: 억 달러)

국가	2015년	2020년	연평균 성장률	점유율 (2015년 기준)
미국	404	568	7.1%	34.3%
서유럽	168	190	2.5%	14.2%
중국	163	267	10.4%	13.8%
일본	109	122	2.3%	9.2%
중국, 일본 외 아시아	118	187	9.5%	10.0%
남미	89	155	11.7%	7.5%
그 외	127	188	8.2%	10.8%
합계	1,179	1,677	7.3%	100%

표 2. 세계 건강기능식품 예상 시장 규모

(출처: NBJ's global supplement & nutrition industry report, Nutrition Business Journal, 2014)

#### 다. 경쟁기관현황

- (1) 유산균(Lactobacillus acidophilus)의 캡슐화로 습열에 강한 다층 마이크로캡슐 합성 기술(태국 King Mongkut's University of Technology Thonburi의 Wongsasulak 그룹)
- (2) 우유 내 항리스테리아 활성을 가지는 마늘 추출물을 함유한 포스파티딜 콜린(phosphatidylcholine) 나노 베지클의 개발과 특성(브라질 Universidade Federal do Rio Grande do Sul의 Adriano Brandelli 그룹)
- (3) 커피 찌꺼기에서 추출한 향산화성 페놀 화합물에 다양한 코팅물질을 이용하여 동결건조와 분무건조 방법으로 캡슐화(덴마크 Technical University of Denmark의 Solange I. Mussatto 그룹)
- (4) 안토시아닌이 풍부한 자보티카바(jaboticaba) 찌꺼기에서 얻어진 추출물에 말토덱스트린, 펙틴, 분리대두단백을 캐리어(carrier) 물질로 이용한 캡슐화(브라질 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)의 Ana Cardinale Pereira Souza 그룹)
- (5) 분무 건조 방법을 이용한 녹차추출물의 캡슐화 최적 조건 확인(인도 SRM University의 B. Priya 그룹)

#### 라. 지식재산권현황

- (1) Composition comprising an onion extract and liposomes(공개번호: 20180028587, 미국, 2018, MERZ PHAMA GmbH & CO. KGaA AIR PRODUCTS AND CHEMICALS INC.)
  - ① 양파추출물을 리포솜으로 캡슐화하여 흉터를 치료하는데 사용하기 위한 조성물로 사용
- (2) Green tea extract composition for hepatic fibrosis and method of making the same(공개번호: 20170087200, 미국, 2016, Kuwait university)

- ① 키토산 나노입자, 녹차추출물, 증류수를 교반하여 간섬유화증환자에 필요한 치료 조성물로 활용가능한 캡슐 제조
- (3) Preparation method of long-circulation lipidosome of olive polyphenol extract rich in hydroxytyrosol and verbascoside(공개번호: CN-201710222330, 중국, 2017, Institute of Chemical industry of Forest products, CAF Longnan xiangyu olive development co., ltd.)
  - ① 폴리페놀이 풍부한 올리브 추출물을 hydroxytyrosol과 verbascoside를 이용하여 리포솜을 합성하는 방법. 합성된 리포솜은 올리브 폴리페놀 추출물의 생물학적 활성이 증가되고, 높은 캡슐화 효율과 균일한 입자 크기 분포, 내산화성 및 항균 효과를 가지고 있음
- (4) Bitterless bacopa monnieri extract composition for memory improvement and a method of synthesizing the same
  - ① 말린 Bacopa monnieri를 분쇄하여 얻은 추출물을 에틸 아세테이트로 추출하고 농축하여 진공에서 건조시킨 후 캡슐 및 알약(tablet) 형태로 제조하여 식품 및 음료에 투여함

마. 표준화현황

- (1) 현재까지 미세캡슐화를 통한 식품소재의 표준화 현황 없음

## 제 2 절 연구사례 조사·분석 및 시사점

1. 다양한 종류의 텍스트린 화합물을 이용하여 식품 원료들을 포접 및 마이크로캡슐화한 것은 매우 중요하게 인식되고 있으나, 대부분의 경우 관능적 특성의 변화만을 보여주거나 정확한 포접 성분분석이 이루어지지 않고 있으므로 인해 포접한 성분을 정확히 분석, 수치화된 포접율을 제시, 시간이 지남에 따른 포접율 변화정도(안정성)를 관찰하는 것이 매우 중요함
2. 오미자가 wellness 식품 소재로 조명을 받고, 기능성을 바탕으로 한 제품 개발 지원에도 불구하고 오미자를 이용한 가공식품의 개발이 미진한 것은 오미자의 신맛이 소비자의 기호성에 저해하는 요인으로 작용하기 때문이며, 제품화된 경우도 신맛을 중화하기 위해 과도한 설탕을 사용하거나, 제품 속의 오미자 함량이 미미한 경우가 대부분이라 소비자의 욕구를 충족시키지 못하고 있음
3. 이에 따라 오미자의 신맛을 제어하는 식품 가공 기술의 개발은 오미자 가공 제품 개발을 활성화할 것이며 오미자에 대한 수요 증대로 이어질 것임

# 제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

## 제 1 절 연구범위 및 연구수행 방법

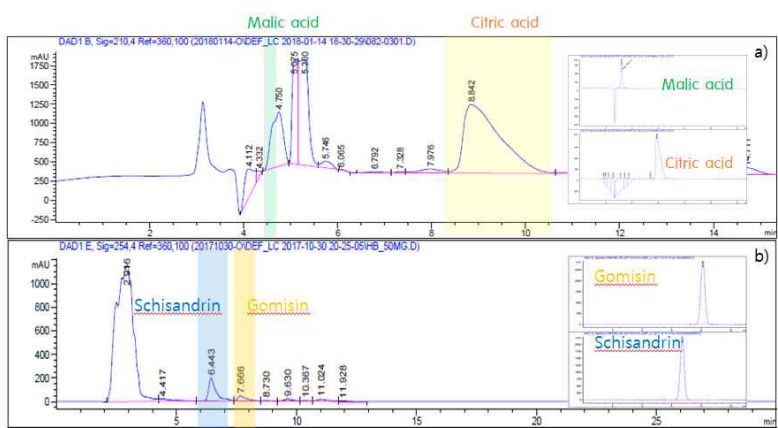
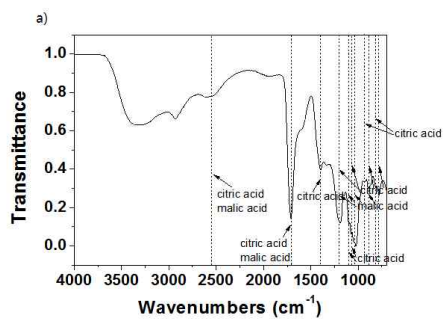
### 1. 1차년도

연구범위	연구수행방법(이론적·실험적 접근방법)
	구체적인 내용
○ 오미자 추출 원액 성분 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 포접 및 마이크로캡슐화의 포접율을 확인하기 위한 오미자 추출 원액 성분 분석</li> <li>○ 열수추출법을 사용하여 오미자 원액을 제조함</li> <li>○ 오미자 추출액을 LC-MS, FT-IR을 이용하여 성분 분석함</li> </ul>
○ 텍스트린 화합물을 이용한 오미자 유기산 포접 및 마이크로캡슐화	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ α-, β-, γ-사이클로텍스트린 및 말토텍스트린을 이용한 오미자 유기산 포접 및 마이크로캡슐화</li> <li>○ 오미자 원액에 α-, β-, γ-사이클로텍스트린, 혼합 사이클로텍스트린 및 말토텍스트린을 혼합하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화</li> <li>○ 유기산 주성분인 말산과 시트르산 포접율을 높이기 위하여 텍스트린의 양, 반응온도, 시간, 혼합방식 등을 조절하여 최적화</li> </ul>
○ 오미자 유기산 포접 및 마이크로캡슐화 후 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 오미자 신맛을 나타내는 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 텍스트린 화합물로 포접 및 마이크로캡슐화한 후 포접율(%), 분산도, SEM 이미지, 안정성 분석</li> <li>○ 오미자 원액에 α-, β-, γ-사이클로텍스트린, 혼합 사이클로텍스트린 및 말토텍스트린을 혼합하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화 후 LC-MS, FT-IR의 분석방법을 사용하여 포접율(%) 확인</li> <li>○ 말산과 시트르산의 포접 및 마이크로캡슐화 후 분산도 측정</li> <li>○ 시간에 따른 말산과 시트르산을 α-, β-, γ-사이클로텍스트린, 혼합 사이클로텍스트린 및 말토텍스트린을 혼합하여 포접한 포접율(%) 감소량을 LC-MS를 통해 살펴봄으로서 포접 및 마이크로캡슐화의 안정성 확인</li> <li>○ 오미자 신맛을 나타내는 유기산 주성분인 말산과 시트르산의 포접율, 분산도, SEM 이미지 분석 및 안정성 확인에 따른 식품(음료)으로의 응용성 확인</li> </ul>
○ 오미자 신맛감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 후 성능평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 오미자 신맛감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 후 독성평가, AchE 저해실험, 페놀&amp;플라보노이드 함량 실험, 관능평가를 통한 성능평가 및 식품(음료)으로의 응용성 확인</li> </ul>

- 오미자 원액에  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -사이클로덱스트린, 혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 혼합하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포집 및 마이크로캡슐화 후 동결건조하여 세포독성, AchE 저해실험, 페놀&플라보노이드 함량 실험, 관능평가를 통한 성능평가
- 신맛 감소를 위한 포집 및 마이크로캡슐화 후 성능평가를 통한 식품(음료)으로의 응용성 확인

## 제 2 절 연구범위 및 연구수행 방법

### 1. 1차년도

연구 내용	연구 결과																																				
<p>○ 오미자 추출 원액 성분 분석</p>	<p>○ 열수추출법을 사용하여 오미자 원액을 제조함</p> <p>○ 오미자 추출액을 LC-MS, FT-IR을 이용하여 성분 분석을 하였을 때 유기산, 리그난 화합물이 관찰되었으며 이 중 오미자 신맛을 나타내는 성분에는 말산과 시트르산이 주성분임을 확인함</p> <p>오미자 내 성분분석(HPLC)</p>  <p>오미자 내 유기산(FT-IR)</p>  <table border="1" data-bbox="1077 1590 1428 1848"> <thead> <tr> <th>Wavenumber (cm<sup>-1</sup>)</th> <th>Assignment</th> <th>유기산</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2614</td><td>C-H</td><td>Citric, Malic acid</td></tr> <tr><td>1712</td><td>C=O</td><td>Citric, Malic acid</td></tr> <tr><td>1394</td><td>C-H</td><td>Citric acid</td></tr> <tr><td>1189</td><td>C-O</td><td>Citric, Malic acid</td></tr> <tr><td>1098</td><td>C-O</td><td>Citric, Malic acid</td></tr> <tr><td>1074</td><td>C-O</td><td>Citric, Malic acid</td></tr> <tr><td>1024</td><td>C-O</td><td>Malic acid</td></tr> <tr><td>931</td><td>C-H</td><td>Citric acid</td></tr> <tr><td>892</td><td>C-H</td><td>Citric, Malic acid</td></tr> <tr><td>814</td><td>C-H</td><td>Citric acid</td></tr> <tr><td>779</td><td>C-H</td><td>Citric acid</td></tr> </tbody> </table>	Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Assignment	유기산	2614	C-H	Citric, Malic acid	1712	C=O	Citric, Malic acid	1394	C-H	Citric acid	1189	C-O	Citric, Malic acid	1098	C-O	Citric, Malic acid	1074	C-O	Citric, Malic acid	1024	C-O	Malic acid	931	C-H	Citric acid	892	C-H	Citric, Malic acid	814	C-H	Citric acid	779	C-H	Citric acid
Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Assignment	유기산																																			
2614	C-H	Citric, Malic acid																																			
1712	C=O	Citric, Malic acid																																			
1394	C-H	Citric acid																																			
1189	C-O	Citric, Malic acid																																			
1098	C-O	Citric, Malic acid																																			
1074	C-O	Citric, Malic acid																																			
1024	C-O	Malic acid																																			
931	C-H	Citric acid																																			
892	C-H	Citric, Malic acid																																			
814	C-H	Citric acid																																			
779	C-H	Citric acid																																			

○ 텍스트린 화합물을 이용한 오미자 유기산 포접 및 마이크로캡슐화

○ 오미자 원액에  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -사이클로덱스트린, 혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 혼합하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화 한 후 각각의 텍스트린 화합물에서 최고 포접율을 보인 최적의 방법 찾아냄

**Dextrin류를 이용한 오미자 유기산 포접 최적조건**

	반응방법	양(mg)	온도	반응시간(min)
Maltodextrin	Stir 500rpm	12000	상온(27°C)	30
난소화성 Maltodextrin	Stir 500rpm	9000	상온(27°C)	60
$\alpha$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	200	상온(27°C)	30
$\beta$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	50	상온(27°C)	30
$\gamma$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	400	상온(27°C)	30
$\alpha$ -, $\gamma$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	$\alpha$ -200, $\gamma$ -300	상온(27°C)	30

○ LC-MS를 사용하여 유기산 포접율을 확인하였으며, 그 순서는 아래와 같음

말토덱스트린으로 포접>알파, 감마 사이클로덱스트린을 혼합하여 포접>감마 사이클로덱스트린으로 포접>알파 사이클로덱스트린으로 포접»베타 사이클로덱스트린으로 포접

○ 오미자 신맛 감소를 위한 유기산 포접 및 마이크로캡슐화에서 말토덱스트린이 가장 큰 포접율(시트르산: 48 %, 말산: 100%)을 보였음

○ 오미자 유기산 포접 및 마이크로캡슐화 후 평가

○ 오미자 원액에  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -사이클로덱스트린, 혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 혼합하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화 후 LC-MS, FT-IR의 분석방법을 사용하여 포접율(%) 확인

온도, 시간, 난소화성 Maltodextrin 양에 따른 유기산 포접량 관찰 10ml 오미자 추출물 + 3, 6, 9g 난소화성 Maltodextrin, 상온(27°C), 고온(70°C), 10, 30, 60, 180min, Stir 500rpm

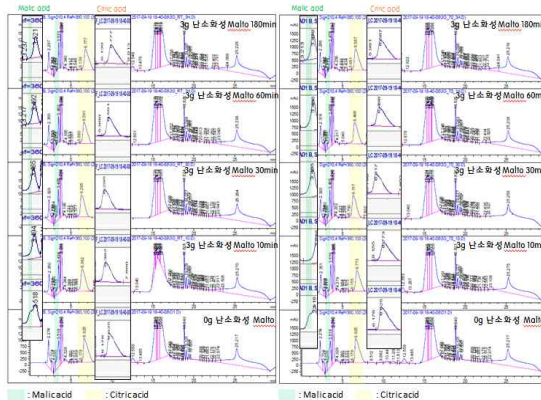


Fig 10. 상온에서 실험한 시간에 따른 유기산 포접반응(HPLC결과)

Fig 11. 고온에서 실험한 시간에 따른 유기산 포접반응(HPLC결과)

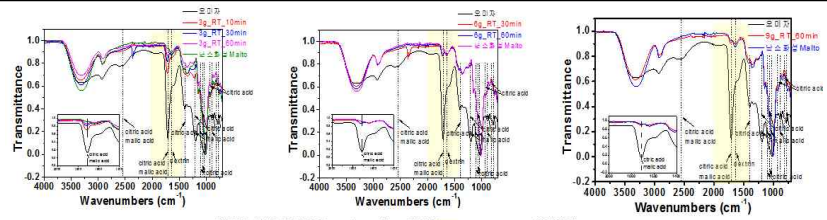


Fig.18. 상온에서 실험한 시간에 따른 Normalization된 FT-IR 데이터 (Inset: 1400~2000cm<sup>-1</sup> 구간 확대)

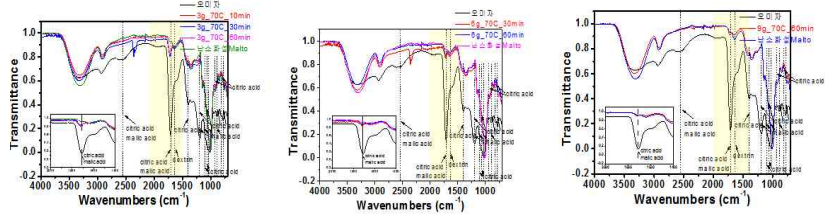


Fig.19. 고온에서 실험한 시간에 따른 Normalization된 FT-IR 데이터 (Inset: 1400~2000cm<sup>-1</sup> 구간 확대)

### Dextrin류를 이용한 유기산 포접율(%)

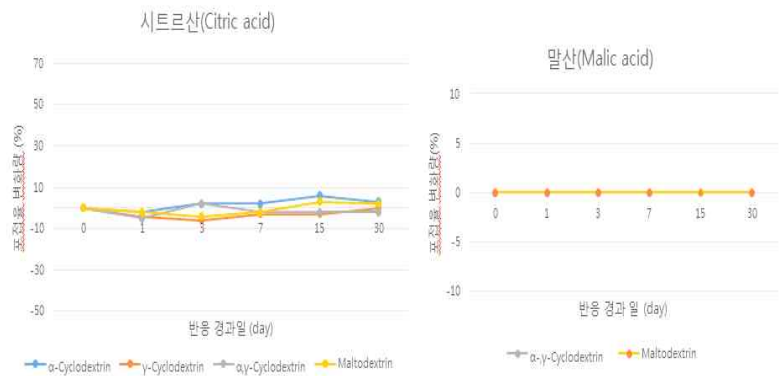
	양(mg)	반응시간 (min)	포접율(%)
Maltodextrin	12000	30	말산: 100% 시트르산: 48%
α-Cyclodextrin	200	30	말산: 100% 시트르산: 16%
β-Cyclodextrin	50	30	말산: 1% 시트르산: 1% 미만
γ-Cyclodextrin	400	30	말산: 100% 시트르산: 20%
α-, γ-Cyclodextrin	α-200, γ-300	30	말산: 100% 시트르산: 27%

- 말산과 시트르산의 포접 및 마이크로캡슐화 후 분산도 측정
  - 에탄올로 분산시켰을 때
    - α-사이클로덱스트린으로 포접한 것은 용매에 빠르게 침전됨
    - γ-사이클로덱스트린으로 포접시킨 것과 α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접시킨 것은 용매에 안정되게 분산되었고, 시간이 흐름에 따라 서서히 가라앉는 것으로 보임
    - 분산안정도 테스트 결과에 따르면 γ-사이클로덱스트린으로 포접시킨 것과 α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접시킨 것은 모두 21시간 후에 가라앉았음
    - 말토덱스트린으로 포접시킨 것은 3시간 동안 많은 양의 샘플이 가라 앉은 것으로 보임
  - ⇒ 따라서 분산안정도는 γ-사이클로덱스트린으로 포접시킨 것과 α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접시킨 것이 좋은 편임



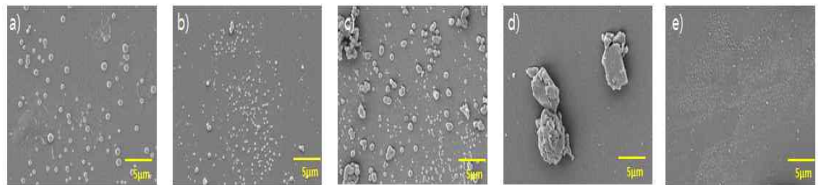
■ 증류수를 분산시켰을 때: 대부분 녹아 샘플을 넣은 직후 최대 투광도를 나타냄

○ 시간에 따른 말산과 시트르산을  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -사이클로덱스트린, 혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 혼합하여 포집한 포집율(%) 감소량을 LC-MS를 통해 살펴봄으로서 포집 및 마이크로캡슐화의 안정성 확인



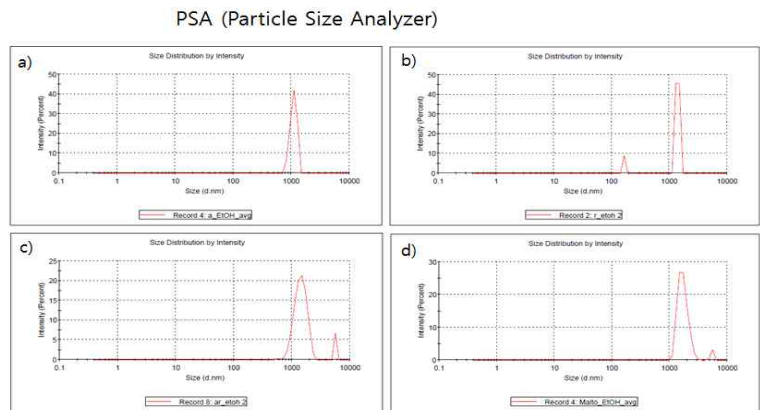
○ 유기산 포집 및 마이크로캡슐화 후에 입자모양(SEM 이미지) 과 입자크기(입자크기 측정기) 측정함

■ 입자모양 측정(SEM 이미지)



a)  $\alpha$ -Cyclodextrin, b)  $\gamma$ -Cyclodextrin, c)  $\alpha$ -,  $\gamma$ -Cyclodextrin, d) Maltodextrin

■ 입자크기 측정(입자측정기)



a)  $\alpha$ -Cyclodextrin, b)  $\gamma$ -Cyclodextrin, c)  $\alpha$ -,  $\gamma$ -Cyclodextrin, d) Maltodextrin

	Particle Size (nm)	
<u>α-Cyclodextrin</u>	1091	
<u>γ-Cyclodextrin</u>	1382	164.2
<u>α-, γ-Cyclodextrin</u>	1422	5560
Maltodextrin	1701	5425

⇒ γ-사이클로덱스트린으로 포접했을 때 α-사이클로덱스트린으로 포접한 경우보다 입자 크기가 더 크게 측정됨. α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접한 경우에는 1.4μm 크기의 입자들이 주로 측정되었고, 5μm 크기의 입자들도 작은 비율로 측정됨. 말토덱스트린으로 포접한 경우 1.7μm 크기의 입자들이 주로 관찰되었고 5μm 크기의 입자들도 소량 측정됨

○ 오미자 신맛을 나타내는 유기산 주성분인 말산과 시트르산의 포접율, 분산도, SEM 이미지 분석 및 안정성 확인에 따른 식품(음료)으로의 응용성 확인

○ 세포독성평가: 포접 효율이 좋은 γ-사이클로덱스트린, α-, γ-혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 이용하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화 후 동결건조하여 세포독성 테스트를 진행한 결과 최종 농도 1000 μg/ml까지 90%이상의 음성반응이 나왔음(세포독성 없음)

○ 오미자 신맛감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 후 성능평가



● 붉은 색으로 보이는 것이 세포독성이 없음을 나타냄

○ AchE 억제실험: 샘플농도가 500ppm에서는 α-, γ-혼합 사이클로덱스트린만이 활성이 저해되었음

○ 페놀함량: γ-사이클로덱스트린, α-, γ-혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 이용하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화한 경우 오미자 원액과 동일한 함량을 보임

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 플라보노이드함량: <math>\alpha</math>-, <math>\gamma</math>-혼합 사이클로텍스트린을 이용하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화한 경우 오미자 원액과 동일한 함량을 보임</li> <li>○ 관능평가: <math>\alpha</math>-, <math>\gamma</math>-혼합 사이클로텍스트린을 이용하여 포접한 샘플이 신맛, 단맛, 종합적 기호도에서 가장 우수한 평가를 받았으며, 색은 <math>\gamma</math>-사이클로텍스트린 샘플, 목넘김은 말토텍스트린 샘플의 평가가 가장 좋은 것으로 나타났음</li> <li>○ 세포독성, AchE, 페놀 및 플라보노이드 함량, 관능평가에서 <math>\alpha</math>-, <math>\gamma</math>-혼합 사이클로텍스트린을 사용하여 포접 및 마이크로캡슐화 시킨 경우가 가장 좋은 결과를 보임</li> <li>○ 신맛 감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 후 성능평가를 통한 식품(음료)으로서는 <math>\alpha</math>-, <math>\gamma</math>-혼합 사이클로텍스트린을 사용하여 포접 및 마이크로캡슐화한 것을 응용하면 될 것으로 유추됨</li> </ul>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## ◇ 마이크로캡슐을 이용한 오미자 신맛 감소 기술의 개발

### 핵심 연구성과 요약

- 본 연구는 오미자 신맛감소를 위해 유기산의 주성분을 다양한 종류의 텍스트린 화합물( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -cyclodextrin, maltodextrin)을 이용하여 여러 가지 실험방법(온도, 시간, 혼합방식 등)으로 포접, 마이크로캡슐화를 하고 이 중 효율이 높은 포접, 마이크로캡슐화 방법을 선택하여 다양한 특성(입자모양, 분산도, 안정성, 독성평가, 관능평가 등)을 분석하여 식품분야에 응용될 수 있는 기술을 개발함
- 본 과제를 통한 오미자 신맛 감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발은 포접한 성분을 정확히 분석, 수치화된 포접율을 제시, 시간이 지남에 따른 포접율 변화정도(안정성)를 관찰함에 있어 기존의 텍스트린 화합물을 이용한 식품 응용부분과 차별성이 있는 개발 성과임. 이는 천연물의 식품으로 응용에서 단점을 해결한 부분임

### 연구 배경

- 오미자가 wellness 식품 소재로 조명을 받고, 기능성을 바탕으로 한 제품 개발 지원에도 불구하고 오미자를 이용한 가공식품의 개발이 미진한 것은 오미자의 신맛이 소비자의 기호성에 저해하는 요인으로 작용하기 때문으로 판단되며 제품화된 경우도 신맛을 중화하기 위해 과도한 설탕을 사용하거나, 제품 속의 오미자 함량이 미미한 경우가 대부분이라 소비자의 욕구를 충족시키지 못하고 있음
- 특히, 우리나라 오미자는 대부분 생과, 액기스 형태로 판매되고 있음. 고부가가치화를 위해 다양한 오미자 가공법과 활용방안에 대한 연구가 필요함
- 최근 세계 음료시장의 건강 기능성을 지닌 소재를 이용한 제품이 차지하는 비중이 점차 커지는 추세에 따라 식품 분야에서도 포접 및 마이크로캡슐화 기술을 적용한 제품을 개발 중이지만 유산균의 캡슐화와 코팅기술, 홍삼 제품의 제조에서 일부 상업화를 이루었을 뿐 오미자를 비롯한 다양한 소재에 활용할 수 있는 기술의 개발과 상업화는 이루어지지 않았음
- 다양한 종류의 텍스트린 화합물을 이용하여 식품 원료들을 포접 및 마이크로캡슐화한 것은 매우 중요하게 인식되고 있으나, 대부분의 경우 관능적 특성의 변화만을 보여주거나 정확한 포접 성분분석이 이루어지지 않고 있으므로 인해 포접한 성분을 정확히 분석, 수치화된 포접율을 제시, 시간이 지남에 따른 포접율 변화정도(안정성)를 관찰하는 것이 매우 중요함
- 오미자 유기산 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발은 식품산업뿐만 아니라 의약품, 화장품 분야 등 상호간의 기술 및 소재를 활용한 융합산업으로의 전개가 가능하고 새로운 가치 창출이 가능한 연구분야임

### 연구 방법

- 오미자는 열수추출법을 사용하여 오미자 원액을 추출하고 냉동보관 후 해동하여 실험에 사용함
- 다양한 텍스트린화합물( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, 혼합사이클로텍스트린, 말토텍스트린)을 사용하여

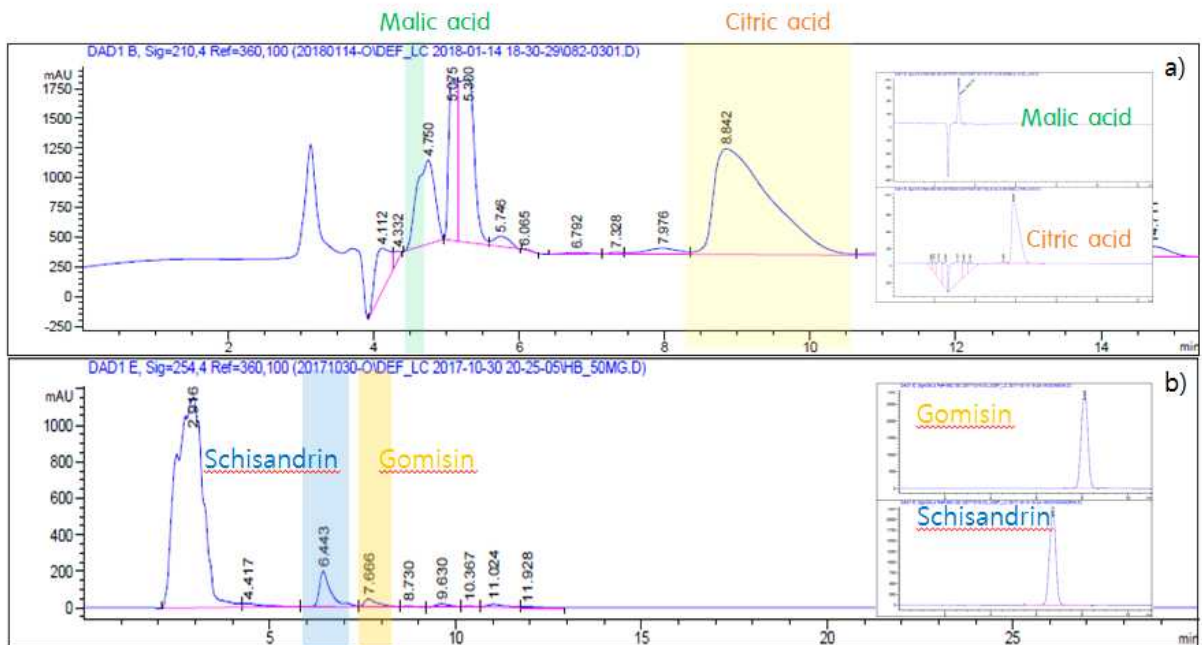
텍스트린 화합물의 양, 반응온도(상온, 70°C), 반응시간(10분~900분), 혼합방법(교반기, 균질기) 등을 달리하여 오미자 유기산의 주성분인 시트르산과 말산을 최고의 효율로 포접 및 마이크로캡슐화 시키기 위한 최적의 방법을 개발함

- LC-MS와 FT-IR의 분석법을 사용하여 포접된 유기산 종류의 성분분석 및 포접율을 수치화할 수 있었으며 시간이 지남에 따른 안정성(포접율의 변화)을 관찰하였음
- 다양한 텍스트린화합물로 포접한 후 동결건조하여 분쇄한 후 SEM 이미지 분석 및 분산도를 측정하여 마이크로캡슐화 정도를 관찰하였음
- 오미자 원액에 다양한 텍스트린 화합물을 혼합하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화한 후 동결건조하여 세포독성, AchE 저해실험, 페놀&플라보노이드 함량실험, 관능평가를 통해 식품(음료)으로의 응용성을 확인함

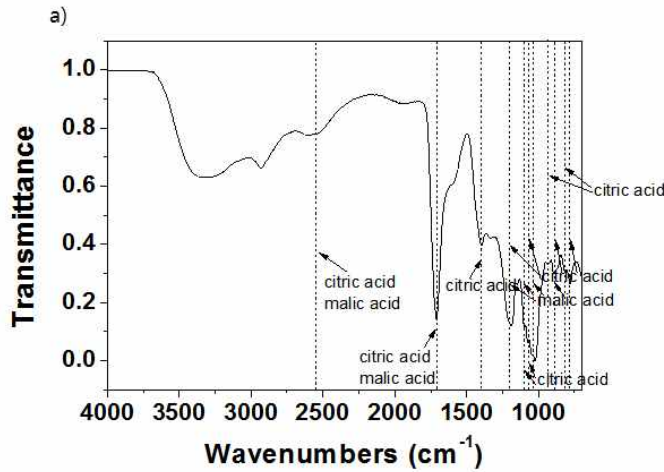
## 연구 결과

- 열수추출법을 사용하여 추출한 오미자 원액의 성분을 분석함. 오미자 원액에는 신맛을 나타내는 유기산인 시트르산과 말산이 주 성분임을 알 수 있음

### 오미자 내 성분분석(HPLC)



오미자 내 유기산(FT-IR)



Wavenumber (cm <sup>-1</sup> )	Assignment	유기산
2614	C-H	Citric, Malic acid
1712	C=O	Citric, Malic acid
1394	C-H	Citric acid
1189	C-O	Citric, Malic acid
1098	C-O	Citric, Malic acid
1074	C-O	Citric, Malic acid
1024	C-O	Malic acid
931	C-H	Citric acid
892	C-H	Citric, Malic acid
814	C-H	Citric acid
779	C-H	Citric acid

- 신맛 감소를 위한 오미자 유기산의 주성분인 시트르산과 말산을 최고의 효율로 포접 및 마이크로캡슐화 시키기 위한 최적의 방법을 개발함
  - 덱스트린 화합물의 양에 따른 용해도

오미자 추출물 1ml에 각 Cyclodextrin의 용해도



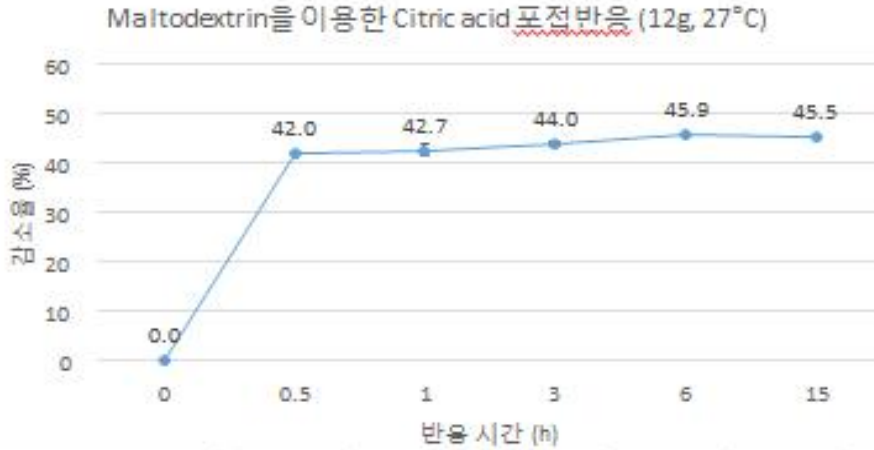
○: 완전히 용해됨 X: 일부 용해되지 않음

종류 \ 양 (mg)	50	70	100	200	300	400	500
α-Cyclodextrin	○	○	○	○	X	X	X
β-Cyclodextrin	○	X	X	X	X	X	X
γ-Cyclodextrin	○	○	○	○	○	○	X

Cyclodextrin 최적의 양은 α-Cyclodextrin 200mg, β-Cyclodextrin 50mg, γ-Cyclodextrin 400mg로 확인 할 수 있었음

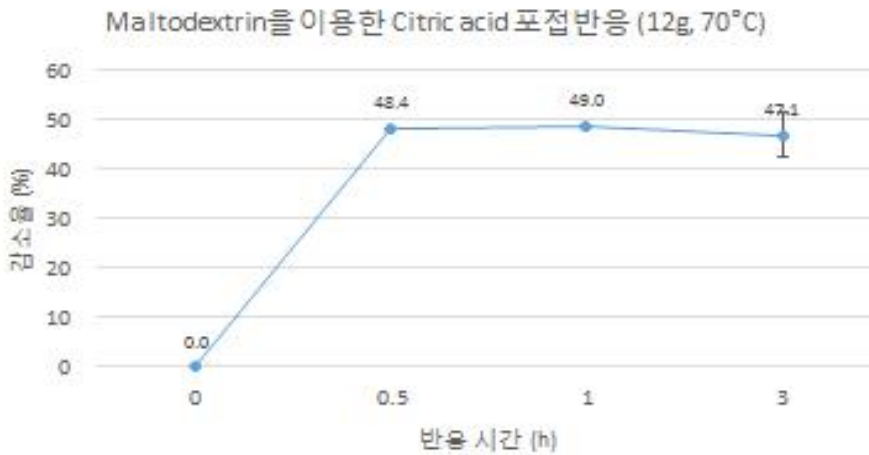
⇒ α-사이클로덱스트린은 200mg, β-사이클로덱스트린은 50mg, γ-사이클로덱스트린은 400mg, α,γ-혼합사이클로덱스트린은 α가 200mg, γ가 300mg, 말토덱스트린은 1200mg이 유기산을 최고의 효율로 포접할 수 있는 덱스트린 양임

- 덱스트린화합물로 포접할 시 반응시간(10분~15시간) 및 온도(상온, 70°C)



반응시간(h)	0	0.5	1	3	6	15
감소율(%)	0	42.0	42.7 ± 1.2	44.0 ± 0.4	45.9	45.5

상온에서 실험한 반응시간에 따른 Citric acid 포접양(HPLC 분석)

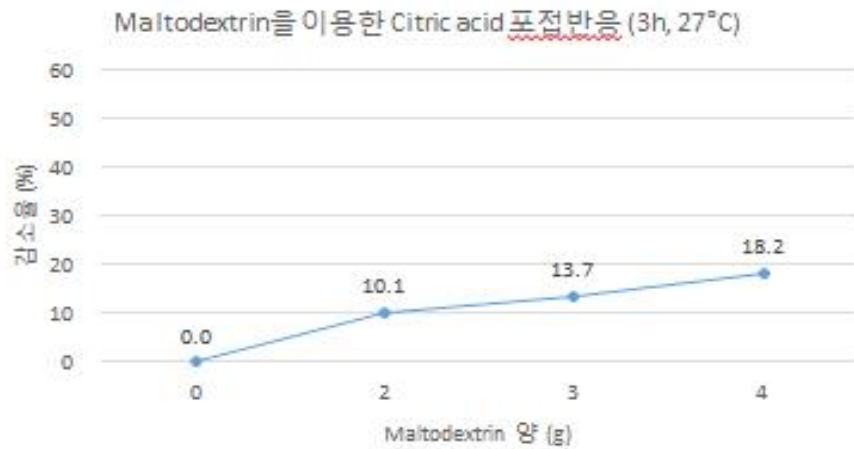


반응시간(h)	0	0.5	1	3
감소율(%)	0	48.4	49.0	47.1 ± 4.7

고온에서 실험한 반응시간에 따른 Citric acid 포접양(HPLC 분석)

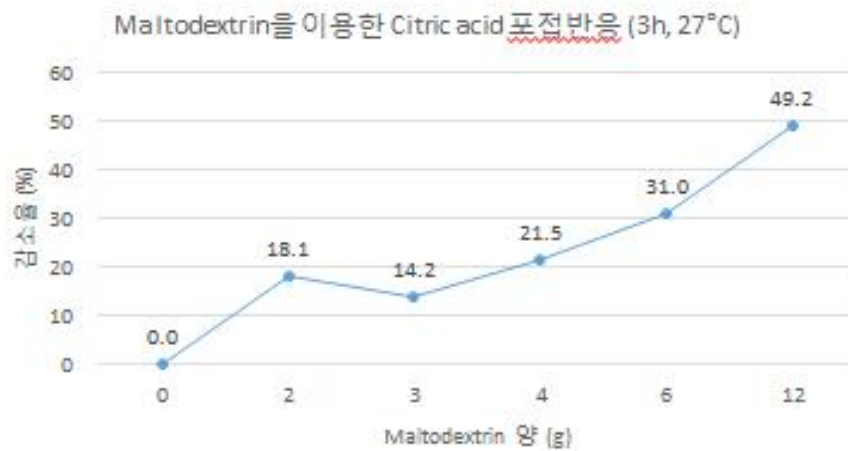
⇒ 덱스트린화합물의 포접율을 높이기 위해 반응온도와 시간을 조절하여 포접율을 LC-MS 및 FT-IR로 관찰한 결과 반응온도는 상온과 70°C에서 유사한 결과를 보였으며 반응시간은 30분에서 포접정도가 포화되는 것을 관찰할 수 있었음(대표적으로 말토덱스트린을 이용한 시트르산 포접을 참고). 이 결과에 따라 신맛감소를 위한 유기산 포접을 위한 최적의 온도는 상온(경제성 고려), 반응시간은 30분임을 알 수 있었음

- 텍스트린화합물로 포접할 시 혼합방법(교반기, 균질기)



Maltodextrin 양(g)	0	2	3	4
감소율(%)	0	10.1	13.7	18.2

균질기(6000rpm)를 이용한 Maltodextrin 양에 따른 Citric acid 포접량(HPLC 분석)



Maltodextrin 양(g)	0	2	3	4	6	12
감소율(%)	0	18.1	14.2	21.5	31.0	49.2

교반기(500rpm)를 이용한 Maltodextrin 양에 따른 Citric acid 포접량(HPLC 분석)

⇒ 텍스트린화합물의 포접율을 높이기 위해 혼합방법을 달리하여 포접율을 LC-MS 및 FT-IR로 관찰한 결과 균질기를 사용하여 6000rpm으로 혼합한 경우보다 교반기를 사용하여 500rpm으로 혼합하였을 때 더 높은 포접율을 보였음. 따라서 신맛감소를 위한 유기산 포접을 위한 최적의 혼합방식은 교반기를 사용하여 500rpm으로 혼합하였을 때임을 알 수 있었음



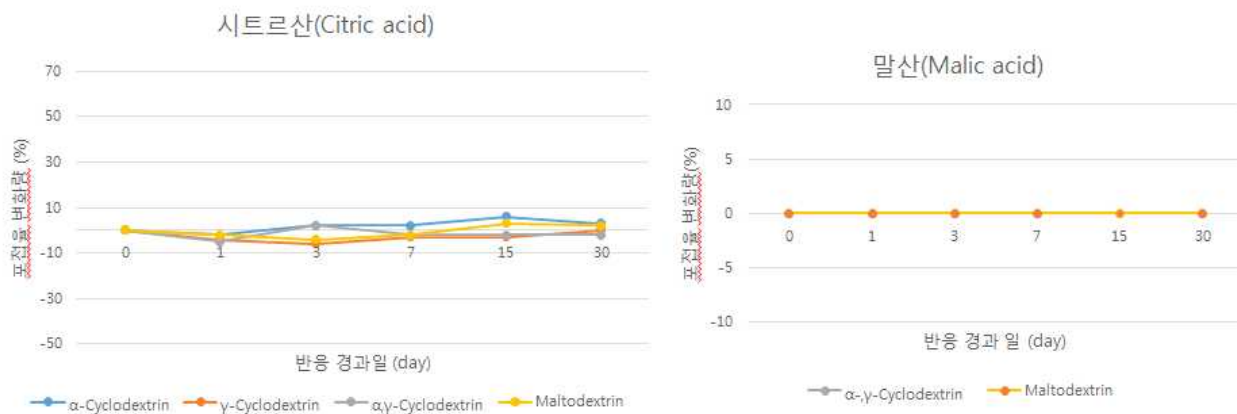
- 오미자 신맛을 감소시키기 위한 각각의 덱스트린 화합물을 이용한 최고의 포접율을 보인 최적의 실험방법의 결과는 아래 표와 같음

**Dextrin류를 이용한 오미자 유기산 포접 최적조건**

	반응방법	양(mg)	온도	반응시간 (min)	포접율(%)
Maltodextrin	Stir 500rpm	12000	상온(27°C)	30	말산: 100% 시트르산: 48%
$\alpha$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	200	상온(27°C)	30	말산: 100% 시트르산: 16%
$\beta$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	50	상온(27°C)	30	말산: 1% 시트르산: 1% 미만
$\gamma$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	400	상온(27°C)	30	말산: 100% 시트르산: 20%
$\alpha$ -, $\gamma$ -Cyclodextrin	Stir 500rpm	$\alpha$ -200, $\gamma$ -300	상온(27°C)	30	말산: 100% 시트르산: 27%

⇒ 최고의 포접율을 보인 방법은 오미자 원액 1g에 말토덱스트린을 1200mg 혼합하여 상온에서 500rpm 교반기를 이용하여 30분 반응 보낸 것으로 이 때 포접율은 말산이 100%, 시트르산이 48%임을 알 수 있었음. 그 다음으로는  $\alpha$ -,  $\gamma$ -덱스트린을 200mg, 300mg 혼합하여 사용한 것이며  $\beta$ -사이클로덱스트린의 경우 최저의 포접율을 보임을 알 수 있음

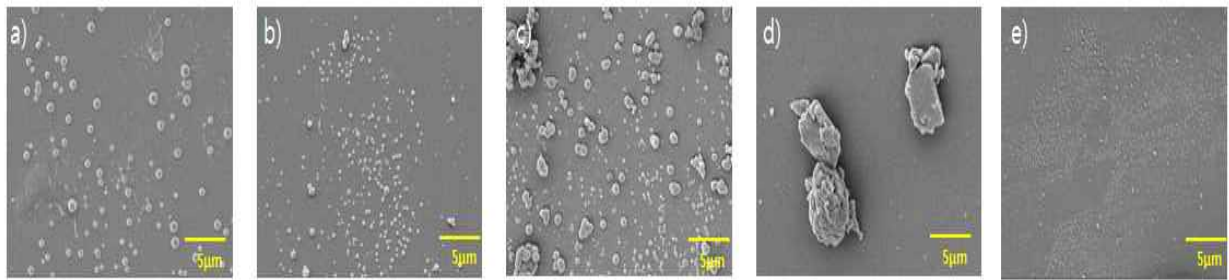
- 오미자 신맛감소를 위한 덱스트린화합물을 이용하여 유기산을 포접한 후 식품(음료)로의 응용성을 살펴보기 위하여 포접 시간에 따른 말산과 시트르산 포접율(%) 감소량을 LC-MS를 통해 살펴봄으로서 포접 및 마이크로캡슐화의 안정성 확인을 확인하였음



⇒  $\alpha$ -사이클로덱스트린,  $\gamma$ -사이클로덱스트린,  $\alpha$ -와  $\gamma$ -사이클로덱스트린을 혼합한 것, 말토덱스트린을 넣어 반응 했을 때 시간에 따른 포접율의 변화(안정성)를 살펴보면 30일 경과 후에도 포접율이 크게 변하지 않는 것으로 보임(포접 후 안정성을 가지는 것으로 확인)

- 최적의 방법으로 오미자 신맛감소를 위한 텍스트린화합물을 이용하여 유기산을 포접한 후 포접화합물을  $-25\sim-20^{\circ}\text{C}$  온도의 동결건조기를 통해 3~7mtorr 조건하에서 36~72시간 동안 동결건조한 후 몰탈(mortar)로 갈아서 SEM 이미지 분석, 입자사이즈, 분산안정도를 측정하여 마이크로캡슐화된 정도를 확인하였음
  - SEM 이미지 분석

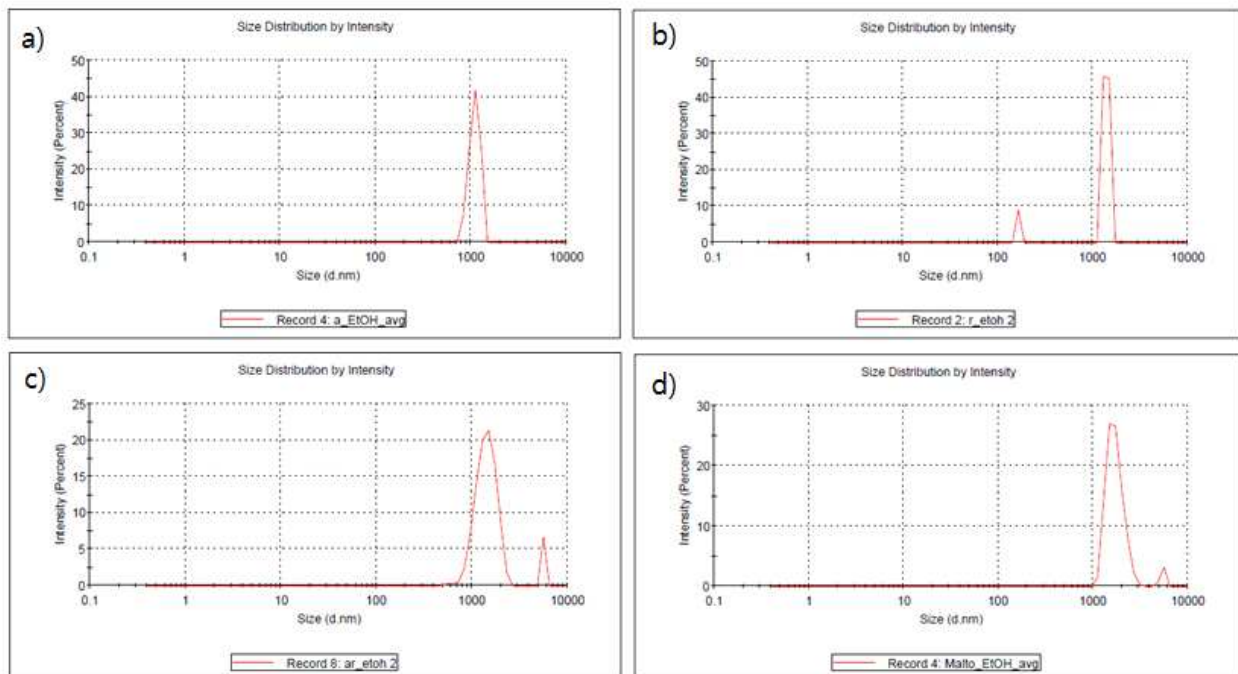
### SEM 이미지



a)  $\alpha$ -Cyclodextrin, b)  $\gamma$ -Cyclodextrin, c)  $\alpha$ -,  $\gamma$ -Cyclodextrin, d), e) Maltodextrin

- 입자사이즈 분석

### PSA (Particle Size Analyzer)



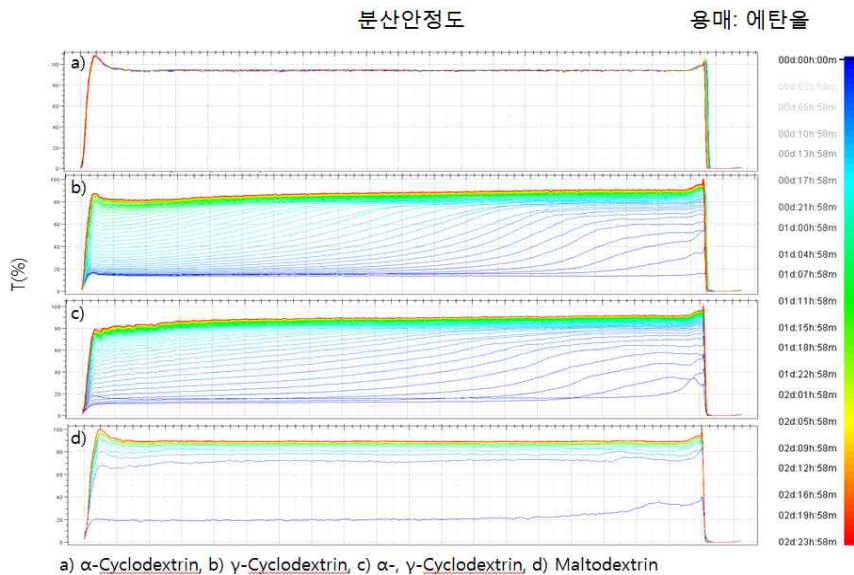
a)  $\alpha$ -Cyclodextrin, b)  $\gamma$ -Cyclodextrin, c)  $\alpha$ -,  $\gamma$ -Cyclodextrin, d) Maltodextrin

	Particle Size (nm)	
<u>α-Cyclodextrin</u>	1091	
<u>γ-Cyclodextrin</u>	1382	164.2
<u>α-, γ-Cyclodextrin</u>	1422	5560
Maltodextrin	1701	5425

⇒ γ-사이클로덱스트린으로 포접했을 때 α-사이클로덱스트린으로 포접한 경우보다 입자 크기가 더 측정됨. α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접한 경우에는 1.4μm 크기의 입자들이 주로 측정되었고, 5μm 크기의 입자들도 작은 비율로 측정됨. 말토덱스트린으로 포접한 경우 1.7μm 크기의 입자들이 주로 관찰되었고 5 μm 크기의 입자들도 소량 측정됨

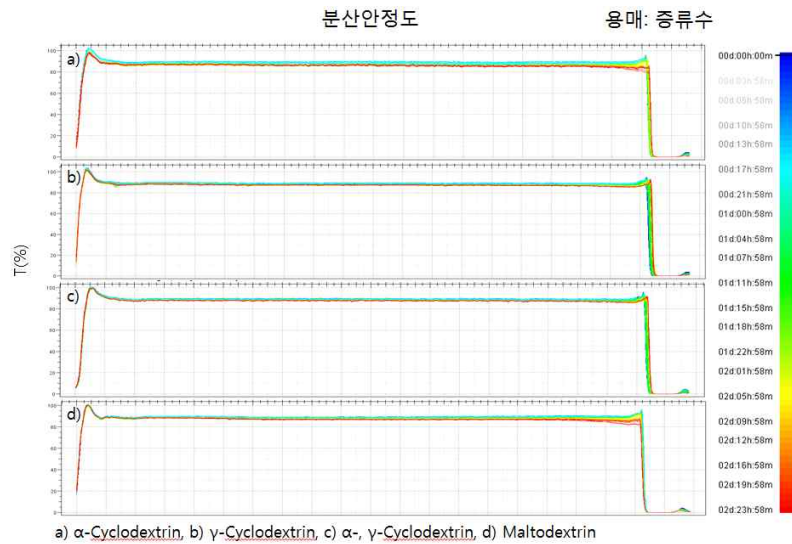
- 분산안정도 분석

■ 에탄올로 분산시켰을 때



- α-사이클로덱스트린으로 포접한 것은 용매에 빠르게 침전됨
  - γ-사이클로덱스트린으로 포접시킨 것과 α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접시킨 것은 용매에 안정되게 분산되었고, 시간이 흐름에 따라 서서히 가라앉는 것으로 보임
  - 분산안정도 테스트 결과에 따르면 γ-사이클로덱스트린으로 포접시킨 것과 α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접시킨 것은 모두 21시간 후에 가라앉았음
  - 말토덱스트린으로 포접시킨 것은 3시간 동안 많은 양의 샘플이 가라 앉은 것으로 보임
- ⇒ 따라서 분산안정도는 γ-사이클로덱스트린으로 포접시킨 것과 α-와 γ-사이클로덱스트린을 혼합하여 포접시킨 것이 좋은 편임

■ 증류수를 분산시켰을 때: 대부분 녹아 샘플을 넣은 직후 최대 투광도를 나타냄



○ 신맛 감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 후의 식품(음료)으로의 응용성을 살펴보기 위하여 다양한 성능평가를 경북테크노파크에서 수행하였으며 그 결과는 아래와 같음

- 세포독성평가: 포접 효율이 좋은  $\gamma$ -사이클로덱스트린,  $\alpha$ -,  $\gamma$ -혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 이용하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화 후 동결건조하여 세포독성 테스트를 진행한 결과 최종 농도 1000 $\mu$ g/ml까지 90%이상의 음성반응이 나왔음(세포독성 없음). 오미자 원액의 경우 77%의 세포생존율을 보였음. 세포독성평가 시 세포생존율이 70% 이상이면 음성으로 세포독성이 없는 것으로 판정됨

- 샘플명: A: 말토덱스트린으로 포접, C:  $\gamma$ -사이클로덱스트린으로 포접, D: 혼합사이클로덱스트린으로 포접( $\alpha$ -,  $\beta$ -), F: 오미자 원액

Sample	Concentration (ug/ml)	Viability (%)						Viability Av	Stdev.
		#1	#2	#3	#4	#5	#6		
A	1000	101.277	102.879	104.899	102.631	102.685	105.093	103.244	1.47287
	500	98.9127	100.041	100.224	101.524	101.6	101.18	100.58	1.04778
	250	95.828	99.9875	101.557	98.8374	102.9	100.127	99.8728	2.42941
	125	98.2893	98.8267	99.4716	100.202	102.771	101.309	100.145	1.6668
	0	97.0748	98.3538	100.729	102.965	100.826	95.1079	99.176	2.86803
C	1000	104.616	101.644	98.5501	102.492	102.086	105.021	102.402	2.33578
	500	99.2377	100.048	96.7082	99.1272	99.2745	102.393	99.4648	1.8285
	250	95.419	98.4273	97.9975	96.2785	94.6822	97.8133	96.7696	1.53412
	125	97.1748	100.601	97.7888	97.224	95.1734	95.0629	97.1707	2.02887
	0	96.1311	95.2348	99.0658	99.4342	95.2962	96.9415	97.0173	1.84218
D	1000	96.1803	93.3561	95.4804	95.7873	97.2853	94.0315	95.3535	1.43925
	500	83.9137	92.3247	90.9126	98.3168	92.3984	88.8498	91.1193	4.73301
	250	88.0025	87.9166	95.8242	92.0546	91.3792	88.727	90.6507	3.08075
	125	90.3724	89.0094	85.7432	85.0188	88.0762	83.8523	87.012	2.52906
	0	91.6739	93.1228	94.277	95.9838	95.8978	99.4219	95.0629	2.69861
F	1000	77.2	81.8	78	77.2	71.4	76.6	77	3.3
	500	76.9	83.7	83.1	73.6	70.8	76.1	77.4	5.1
	250	80	80.6	73.5	71.2	75.4	75.3	76	3.7
	125	88.1	84.1	90.4	84.5	86.4	84.7	86.4	2.5
	0	100.1	104	96.1	102.4	96.6	100.6	99.9	3.1



- 붉은 색으로 보이는 것이 세포독성이 없음을 나타냄

- AchE 억제실험: 샘플농도가 500ppm에서는  $\alpha$ -,  $\gamma$ -혼합 사이클로덱스트린만이 활성이 저해되었음

- 페놀함량:  $\gamma$ -사이클로덱스트린,  $\alpha$ -,  $\gamma$ -혼합 사이클로덱스트린 및 말토덱스트린을 이용하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화한 경우 오미자 원액과 동일한 함량을 보임

gallic acid					말토덱스트린(A)	혼합사이클로덱스트린(B)	오미자원액(C)
10	50	100	500	1000			
0.1736	0.558	1.1103			0.0942	0.096600004	0.100000001
0.1734	0.5728	1.1243	3.9824		0.095399998	0.096900001	0.098700002
0.1752	0.5767	1.1459			0.0964	0.097499996	0.098999999
0.1769	0.5777	1.0996	3.9981		0.0964	0.097800002	0.100299999
0.1748	0.5713	1.1200	3.9902		0.0956	0.0972	0.0995

sample 'A' 중 Total phenol compound content (GAE mg/g)	=	0.0956 /100(ppm)	=	0.956 (GAE mg/g)
sample 'B' 중 Total phenol compound content (GAE mg/g)	=	0.0972 /100(ppm)	=	0.972 (GAE mg/g)
sample 'C' 중 Total phenol compound content (GAE mg/g)	=	0.0995 /100(ppm)	=	0.995 (GAE mg/g)

- 플라보노이드함량:  $\alpha$ -,  $\gamma$ -혼합 사이클로덱스트린을 이용하여 유기산 주성분인 말산과 시트르산을 포접 및 마이크로캡슐화한 경우 오미자 원액과 동일한 함량을 보임

Taxifolin					말토덱스트린(A)	혼합사이클로덱스트린(B)	오미자원액(C)
10	50	100	500	1000			
0.0598	0.0724	0.0664	0.104	0.1218	0.061500002	0.061999999	0.115099996
0.057	0.0615	0.067	0.0991	0.126	0.054499999	0.053100001	0.103
0.0805	0.0661	0.0643	0.1023	0.1397	0.057999998	0.197600007	0.127599999
0.0569	0.0611	0.0622	0.1595	0.1581	0.062199999	0.092600003	0.055599999
0.0635	0.0653	0.0650	0.1162		0.0590	0.1013	0.1003

sample 'A' 중 Total flavonoid compound content (TAE mg/g)	=	0.0590 /100(ppm)	=	0.5905 (TAE mg/g)
sample 'B' 중 Total flavonoid compound content (TAE mg/g)	=	0.1013 /100(ppm)	=	1.01325 (TAE mg/g)
sample 'C' 중 Total flavonoid compound content (TAE mg/g)	=	0.1003 /100(ppm)	=	1.00325 (TAE mg/g)

- 관능평가:  $\alpha$ -,  $\gamma$ -혼합 사이클로덱스트린을 이용하여 포접한 샘플이 신맛, 단맛, 종합적 기호도에서 가장 우수한 평가를 받았으며, 색은  $\gamma$ -사이클로덱스트린 샘플, 묵넘김은 말토덱스트린 샘플의 평가가 가장 좋은 것으로 나타났음

<관능검사 결과>

Sample	말토덱스트린 으로 포접	$\gamma$ -사이클로덱스트린 으로 포접	혼합사이클로덱스트린 ( $\alpha$ -와 $\gamma$ -)으로 포접	오미자 원액
sourness	3.6471±1.2217	3.2353±1.3932	3.7059±1.6869	2.4706±1.7000
sweetness	3.2941±1.2127	3.0588±1.2976	3.8824±1.6538	2.5294±1.4194
colour	3.1176±1.3639	4.4706±1.4628	4.2941±1.4902	4.3529±1.3201
texture	4.3529±1.5869	4.0588±1.1974	4.1176±1.1663	3.1176±1.2690
overall	3.0000±1.1339	3.5333±1.2460	3.9333±1.4376	2.7333±1.3870

- 1) 덱스트린으로 포접된 동결건조 분말과 오미자 원액 분말을 뜨거운 물에 섞음
- 2) 모든 수치값은 평균값과 표준편차로 표시함
- 3) 모든 샘플은 블라인드 테스트로 진행됨

⇒ 세포독성, AchE, 페놀 및 플라보노이드 함량, 관능평가에서  $\alpha$ -,  $\gamma$ -혼합 사이클로덱스트린을 사용하여 포접 및 마이크로캡슐화 시킨 경우가 가장 좋은 결과를 보임. 신맛 감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 후 성능평가를 통한 식품(음료)으로서는  $\alpha$ -,  $\gamma$ -혼합 사이클로덱스트린을 사용하여 포접 및 마이크로캡슐화한 것을 응용하면 될 것으로 유추됨

# 제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

## 제 1 절 연구개발 로드맵

1차년도														연구개발비 (단위: 천원)	책임자 (소속 기관)
일련 번호	연구내용	월별 추진 일정													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	계획수립 및 자료조사	■												120,000	정유진 (한국화학연 구원)
2	오미자 추출물 분석		■	■											
3	오미자의 성분 중 몇 가지 성분 요소(예를 들면 유기산의 주성분인 malic acid와 citric acid)를 말토덱스트린, 사이클로덱스트린, 쿠커비투릴 등을 이용하여 포접, 마이크로 캡슐화를 시도				■	■	■	■	■						
4	포접 또는 캡슐화 후 성분분석				■	■	■	■	■						
5	포접 또는 캡슐화 전·후 활성도 측정 (AChE 억제, 세포 사멸율)								■	■	■				
6	관능 평가										■	■			

## 제 2 절 연구개발목표의 달성도

### 1. 연구개발목표의 달성도

연구목표 및 평가착안점	달성도 (%)	내 용
○ 오미자 추출 성분 분석	100 %	○ 오미자 열수추출 후 오미자 성분분석 - 유기산: 말산, 시트르산 등 (주성분) - 리그난: 시잔드린, 고미신 등
○ 오미자의 성분 중 몇 가지 성분 요소 (예를 들면 유기산의 주성분인 malic acid와 citric acid)를 포접 또는 마이크로캡슐화함	100 %	○ 다양한 방법 (다양한 종류의 텍스트린, 쿠커비투릴 등)으로 오미자의 성분 중 몇 가지 성분 요소 (예를 들면 유기산의 주성분인 malic acid와 citric acid)를 포접 또는 마이크로캡슐화 성공 유·무
○ 포접 또는 캡슐화 후 성분을 분석함 (오미자의 성분 중 몇 가지 성분 요소 함량 감소)	100 %	○ 포접 또는 캡슐화 전·후 신맛을 나타내는 유기산의 주성분인 시트르산과 말산을 LC-MS, FT-IR 방법을 이용하여 분석한 뒤 함량 감소 정도(포접율) 확인 ○ 유기산 포접 및 캡슐화 후 안정성, SEM 이미지 분석, 분산도, 입자크기 등을 측정하여 포접 및 캡슐의 다양한 성능을 분석함
○ 포접 또는 캡슐화 전·후 활성화도 측정 (AChE 억제, 세포 사멸을 등)	100 %	○ 유기산 포접 또는 캡슐화 전·후 세포독성, AChE 억제, 페놀&플라보노이드 함량을 측정하여 포접 후에도 성능 및 활성화도가 유지됨을 보여줌
○ 신맛감소 측정을 위한 관능 평가수행	100 %	○ 관능평가를 통해 포접 및 캡슐화 후 신맛감소를 평가함
○ 연구실적	100 %	○ 특허 1편, 학술발표 2편, 인력양성 1건, 기타연구활동(기술메뉴얼 작성) 1건 (참고) 당초 목표에는 논문1편 출력이 계획되어 있었으나 특허 출원으로 인하여 논문 출력이 지연되어 2018년 논문 출판으로 계획 변경함. 하지만 학술발표 1건이 당초 목표였으나 2건을 발표하고 당초 목표에 없던 인력양성 1건을 달성하여 기존 목표치는 초과하였다고 봄



2. 목표달성도에 대한 자체평가

평가착안점	자체평가
○ 오미자 추출 성분 분석	○ 오미자 열수추출 후 오미자 원액을 LC-MS, FT-IR을 통해 성분 분석함 - 유기산: 말산, 시트르산 등 (주성분) - 리그난: 시잔드린, 고미신 등
○ 오미자의 성분 중 몇 가지 성분 요소 (예를 들면 유기산의 주성분인 malic acid와 citric acid)를 포접 또는 마이크로캡슐화함	○ 다양한 종류의 덱스트린(말토덱스트린, $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -, 혼합사이클로덱스트린)화합물을 이용하여 여러 실험 조건에서 오미자 신맛을 나타내는 유기산의 주성분인 시트르산과 말산을 포접 또는 마이크로캡슐화 함 ○ 최고의 포접율을 나타내는 최적의 포접 및 캡슐화 방법 개발
○ 포접 또는 캡슐화 후 성분을 분석함 (오미자의 성분 중 몇 가지 성분 요소 함량 감소)	○ 포접 또는 캡슐화 전·후 신맛을 나타내는 유기산의 주성분인 시트르산과 말산을 LC-MS, FT-IR 방법을 이용하여 분석한 뒤 함량 감소 정도(포접율) 확인 ○ 유기산 포접 및 캡슐화 후 안정성, SEM 이미지 분석, 분산도, 입자크기 등을 측정하여 포접 및 캡슐의 다양한 성능을 분석함
○ 포접 또는 캡슐화 전·후 활성화도 측정 (AchE 억제, 세포 사멸을 등)	○ 유기산 포접 또는 캡슐화 전·후 세포독성, AchE 억제, 페놀&플라보노이드 함량을 측정하여 포접 후에도 성능 및 활성화도가 유지됨을 보여줌
○ 신맛감소 측정을 위한 관능 평가수행	○ 관능평가를 통해 포접 및 캡슐화 후 신맛감소를 평가함
○ 연구실적	○ 특허 1편, 학술발표 2편, 인력양성 1건, 기타연구활동(기술메뉴얼 작성) 1건 (참고) 당초 목표에는 논문1편 출판이 계획되어 있었으나 특허 출원으로 인하여 논문 출판이 지연되어 2018년 논문 출판으로 계획변경함. 하지만 학술발표 1건이 당초 목표였으나 2건을 발표하고 당초 목표에 없던 인력양성 1건을 달성하여 기존 목표치는 초과하였다고 봄

### 제 3 절 관련분야 기술발전예의 기여도

1. 본 과제를 통한 오미자 신맛 감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발은 포접한 성분을 정확히 분석, 수치화된 포접율을 제시, 시간이 지남에 따른 포접율 변화정도(안정성)를 관찰함에 있어 기존의 텍스트린 화합물을 이용한 식품 응용부분과 차별성이 있는 개발 성과이며, 이는 천연물의 식품으로 응용에서 단점을 해결한 부분임
2. 기존의 오미자, 매실 등을 소재로 한 식음료 제품의 경우 신맛으로 인해 개발의 제한뿐 아니라 상업화된 제품 또한 원재료 함량이 미미하거나 단맛으로 중화시키기 위해 과도한 정제당을 사용하여 건강상의 우려가 되고 있으나 본 사업을 통해 개발될 기술은 이러한 단점을 해소시키는 식음료 제조 기술의 향상을 가져올 것임
3. 본 연구과제를 통해 개발되는 오미자 신맛감소를 위한 유기산의 포접 및 마이크로캡슐화 기술은 식품 및 다양한 분야에서의 응용성이 기대됨
3. 홍삼과 청국장의 예에서 보듯이 오미자의 신맛을 제어하는 식품 가공 기술의 개발은 오미자 가공 제품 개발을 활성화할 것이며 오미자에 대한 수요 증대로 이어질 것임
4. 본 연구과제를 통해 개발되는 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발은 오미자 뿐만 아니라 매실, 고추, 마늘, 깻잎 등 다른 작물에도 적용 가능하며, 이는 농가 전체의 소득향상으로 이어질 것이며 농업이 6차 산업으로 가는 지름길이 될 것으로 기대됨
5. 약용작물 소재의 방향성 성분, 피토케미컬의 마이크로캡슐화 기술 개발의 기반이 될 것으로 전망

# 제 5 장 연구개발결과의 활용계획

## 제 1 절 추가연구의 필요성

### 1. 연구개발결과의 활용방안

#### 가. 오미자 신맛감소를 위한 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발

##### (1) 식·음료 제조기술의 향상

(가) 기존의 오미자, 매실 등을 소재로 한 식음료 제품의 경우 신맛으로 인해 개발의 제한뿐 아니라 상업화된 제품 또한 원재료 함량이 미미하거나 단맛으로 중화시키기 위해 과도한 정제당을 사용하여 건강상의 우려가 되고 있으나 본 사업을 통해 개발될 기술은 이러한 단점을 해소시키는 식음료 제조 기술의 향상을 가져올 것임

##### (2) 기호성 식품소재의 다양화

(가) 오미자의 신맛을 감소시킬 수 있는 기술은 오미자 뿐만 아니라 매실, 마늘 등 다양한 Wellness 소재의 기호성을 향상시킬 수 있어 기호성 식품 소재로 개발과 시장 확장이 가능함

(나) 종래 식품업계에서 유산균과 홍삼 제품 등 일부에만 적용되던 마이크로캡슐화 기술을 오미자, 매실, 오렌지 등 유기산으로 인하여 신맛을 가지는 소재에 전반적으로 사용할 수 있을 것으로 전망됨

(다) 약용작물 소재의 방향성 성분, 피토케미컬의 마이크로캡슐화 기술 개발의 기반이 될 것으로 전망

(라) 식품 분야에서의 수용성 추출물의 마이크로캡슐화 기술은 향료산업에서의 하이드로졸의 활용도를 높일 수 있을 것으로 전망됨

##### (3) 제품화 방안

(가) 오미자의 관능성을 개선한 마이크로캡슐의 소재 사업화

(나) 오미자를 주재료로 한 기능성 조성물 추출물 마이크로캡슐의 소재 사업화(음료 외 기타 식품업체와 공동으로 Wellness 식품의 개발)

### 2. 기대성과

#### 가. 기술적 측면

(1) 다양한 텍스트린화합물을 이용한 오미자 유기산의 포접 및 마이크로캡슐화 기술개발 통해 오미자의 신맛으로 인한 기호성 식품 개발의 문제점을 해결하고 포접 및 마이크로캡슐화를 이용한 성분 분석 및 기능성 소재 개발 분야에 대한 연구경험 및 노하우를 축적함과 동시에, 이를 바탕으로 식품/건강/기능성/창상피복제 소재들로의 적극 활용을 통해 전방위적 활용가능성과 산업화 선도소재로 개발가능

#### 나. 경제적·산업적 측면

(1) 오미자의 기호성 향상을 통한 오미자 가공 산업의 발전에 기여함

(2) 매실, 오렌지, 귤 등 유기산을 함유한 소재를 재료로 하는 식품 가공 산업 발전에 기여할

수 있을 뿐만 아니라 식품 가공 산업의 발전을 통해 오미자, 매실, 오렌지, 귤 등 해당 소재 농업의 발전과 농가 소득에 기여함

- (3) 오미자 유기산 포집 및 마이크로캡슐화 기술개발은 식품산업뿐만 아니라 의약품, 화장품 분야 등 상호간의 기술 및 소재를 활용한 융합산업으로의 전개가 가능하고 새로운 가치 창출이 가능한 연구분야임

다. 사회적 측면

- (1) 생활수준의 향상과 고령화사회의 가속화로 항노화 산업이 중요시 되고 있으며, wellness 식품소재인 오미자 기반 기능성 식품(음료) 연구개발은 타산업과의 연계 가능성이 높고, 다양한 사회적 가치와 결합하여 높은 시너지 창출이 가능한 첨단 미래형 산업이라 할 수 있음
- (2) 오미자, 매실, 마늘 등 고령친화적인 소재의 친숙성과 소재 활성화는 식품 시장에서 소외되어 있는 고령층을 소비자층으로 하는 고령친화 식품을 개발하고 고령사회의 고령층 복지에 기여할 수 있음
- (3) 마이크로캡슐화 기술은 일상적으로 접하는 식품(경구적 경로), 향기(경비적 경로), 향장(경피적 경로)를 통한 다양한 고령친화적 생활 care제품의 개발로 고령 사회의 문제 해결에 기여할 수 있음

제 2 절 연구개발성과를 활용한 마케팅 추진전략

1. 기존 오미자 관련 제품 수정 및 보완

- 가. “행복한 꿈” 제품 개발 : 중장년층을 위한 항스트레스 관련 기능성 오미자 음료 개발 진행 중(산미 감소를 통한 레시피 개발 진행 중)
- 나. “행복한 꿈” 디자인 개발 : 소비자 및 MD 요구사항을 반영한 디자인 개발
- 다. “행복한” 브랜드 개발 완료 : 시안 확정 및 수정, 보완 예정



그림 12. “행복한” 브랜드 컨셉 및 디자인 개발



그림 13. “행복한” 브랜드 내 연령별 맞춤형 오미자 음료 디자인 개발

## 2. 마케팅 전략의 다각화

가. 국내: JW신약과의 협업을 통한 출시 제품에 대한 온·오프라인 매장 입점 확대



그림 14. 온·오프라인 마케팅 모식도

나. 국외: 미얀마/홈쇼핑 관련 협약 체결 완료, 계약 체결에 의한 준비사항 진행 중  
중국/심양 기원그룹과의 현지 생산을 위한 국제 공동 R&D 관련 협의 중  
필리핀/수출친구맺기 완료, 음료시장조사 진행 중



그림 15. 중국사업 진출을 위한 협약 체결

**미안마 수출관련 MOU 및 공급계약 체결**



**협약서**

이와 관련하여 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

**협약서**

1. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

2. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

3. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

4. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

**제품 납품 계약서**

이와 관련하여 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

제품명	단위	수량	단가	합계
제품명	단위	수량	단가	합계
제품명	단위	수량	단가	합계
제품명	단위	수량	단가	합계
제품명	단위	수량	단가	합계

1. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

2. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

3. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

4. 양 당사자는 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 이 MOU를 체결한다. 본 MOU는 양 당사자 간의 상호 이익을 증진시키고자 합의하여 체결된 것으로, 양 당사자는 본 MOU를 통해 상호 이익을 증진시키고자 합의한다.

그림 16. 미안마 수출관련 MOU 및 공급계약 체결

- 다. 국내외 시장 진출을 위한 제품 홍보 및 전시회 확대
- 라. 온라인 쇼핑몰 입점 및 기존 특가 홈페이지를 활용한 공격적 마케팅
- 마. 약국 및 편의점 입점을 위한 계약 협의 중



그림 17. 똑나 “http://ddokna.com” 온라인 홈페이지 제작 및 제품홍보

**똑나 Blog 후기!**

맛있고 건강하게 똑똑한 어린이용으로

블로그, 카페, FB, SNS에 대한 다양한 후기와 리뷰를 소개합니다.

**REVIEW 01**

유아용 똑나 블로그 리뷰를 소개합니다. 맛있게 먹어주는 똑나 블로그 리뷰를 소개합니다. 맛있게 먹어주는 똑나 블로그 리뷰를 소개합니다.

**REVIEW 02**

유아용 똑나 블로그 리뷰를 소개합니다. 맛있게 먹어주는 똑나 블로그 리뷰를 소개합니다. 맛있게 먹어주는 똑나 블로그 리뷰를 소개합니다.

**유아용 똑나 블로그 리뷰는 행복한다! - 똑나 - 먹이귀여워요~** 2017.05.17.

이제라도 안된다 싶어 아이들한테 안상에 좋은 제품을 찾다가 똑나 블로그는 행복한다. 일명 '똑나' 블러그 보강성화를 돕는 원료들이 들어있는 음료 제품이에요. 똑나... 블러그 내 검색

**유아용 똑나 블로그 리뷰는 행복한다! - 가연 - 비교 후기-** 2017.06.08.

셋 아이보다나 똑나를 해드보면 뭐 하나 모자람없이 해주고 싶은 마음이 커요 남편이 가지고 있다는 것도 사주고 싶고 둘째, 여년에 후다하는 건 다 먹이고 싶은 마음... 블러그 내 검색

**유아용 똑나 블로그 리뷰는 행복한다! - 가연 - 비교 후기-** 2017.06.18.

선물해준거인데 반응이 좋아서 재 먹어도 부딪지만... ㅋㅋ 재가 구하면 울음까지 날거면 새 조카보로 미모의 포스팅 마쳐봅니다 -> [똑나블러그는 행복한다! - 가연 - 비교 후기] V-I-O-L-E-T blog.naver.com/malsenw1242/22100848715... 블러그 내 검색

**똑나 블로그 리뷰는 행복한다! - 가연 - 비교 후기-** 2017.05.18.

<똑나블러그는 행복한다!> 먹은듯, 놓았, 오마가가 들어간 똑나를 아이가 또 씹고 안 먹는다... 블러그 내 검색

그림 18. 국내 전문 마케팅업체와의 협업을 통한 온라인 마케팅

### 3. 오미자 음료 SWOT분석

<p><b>(주)프라임오라 청소년용 오미자음료 SWOT분석</b></p> <p>청소년용 Wellness Drink Relaxing Drink</p>	<p><b>O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>인구 구조 변화</li> <li>심리적 사회 환경 변화</li> <li>환경적 사회 환경 변화</li> <li>음료 소비 시장의 다변화</li> </ul>	<p><b>T</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>특정 업체 시장 지배력</li> <li>특정 소재 시장 지배력 (정관장, 팔도)</li> </ul>
<p><b>S</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>복합 기능성</li> <li>한의학 기반의 혼합물 구성</li> </ul>	<p><b>S O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Targeting : Kids</li> <li>Anti-stress 기능성 검증</li> <li>BOM(인지기능) * 홍삼(집중력)</li> <li>생활 환경(미세먼지/실내) * 기도 뮤신 증가</li> <li>성장 촉진</li> </ul>	<p><b>S T</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>소재 차별성</li> <li>Kids에 맞는 복합 기능성</li> <li>혼합물 구성 기술 특허</li> </ul>
<p><b>W</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>소재의 대중성 미확보</li> <li>실험 Data 미완</li> <li>공급 안정성 부족</li> <li>낮은 브랜드 파워</li> <li>유통망 부족</li> </ul>	<p><b>W O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>소재 부각 - 선행 연구 문헌 활용</li> <li>정부 R&amp;D 등 기술 기반</li> <li>소재의 건강기능식품 원료화</li> <li>실험 Data 확보</li> <li>안정적 업체와 OEM 계약</li> <li>판매원 : JW신약</li> </ul>	<p><b>W T</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>전문 홍보마케팅 업체와 출판 계약</li> <li>또는 런칭개런티 기반 계약</li> <li>소재와 결부된 기능성 이슈화</li> <li>어린이 기호 식품 품질 인증 등 건강 음료</li> <li>소록마을, 자연드림 등 전문 매장 유통을 통한 브랜드 이미지 구축</li> <li>특정 소재의 대체 이미지 재고</li> </ul>

표 3. (주)프라임오라 청소년용 오미자음료 SWOT 분석

### 4. 사업화 계획

연 도		2018년	2019년
사업목표		소재개발	동물실험
사업화과제		오미자 일반음료	오미자 릴렉스 음료
사업화 품 목		제품명 : 팬썰아	제품명 : 행복한꿈
투자 계획	인 건 비	100,000천원	250,000천원
	재료비 및 설비투자비	10,000천원	35,000천원
	경상운영비	50000천원	50,000천원
	계	160,000천원	335,000천원
생 산 계 획		33만 ea	65만 ea
성과 목표	매출	100,000천원	300,000천원
	수출	-	-
	계	100,000천원	300,000천원

### 제 3 절 타 연구에의 응용

#### 1. 연구개발결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

가. 본 연구개발이 성공적으로 마무리될 경우 오미자 유기산 및 생리활성 물질을 이용한 다양한 식품, 화장품 등의 소재로의 개발 및 활용이 활발히 이루어질 것으로 판단되며, 지속적인 연구 지원이 필요하다고 생각됨

#### 2. 산업으로의 응용

가. 본 기술은 국내의 식품가공 업체의 참여를 통하여 오미자 신맛을 감소시키는 포집 및

마이크로캡슐화 기술을 바탕으로 음료 외 기타 wellness 식품의 개발이 가능함

- 나. 포집 및 마이크로캡슐화 기술을 통하여 오미자추출물 내 생리활성 물질을 소재로 활용함으로써 한국만의 차별화된 소재 발굴과 오미자를 소재로 사용함으로써 국내 농산물 생산량증가와 소비 촉진을 통한 농산물 수급 불균형 개선 가능함
- 다. 오미자 유기산을 비롯한 유효성분을 이용한 기능성 소재 개발 기술은 부작용이 적은 새로운 기능성 식품 및 화장품 소재 개발, 천연물질 활용 등의 비화화적인 공정 활용, 한의학적 소재 및 복합 기능성 식품 및 화장품 등의 소재 개발 기술로 이용되어 해외에서 들어오는 기술에 대하여 기술 장벽의 역할을 할 것임



## 제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

### 1. 과거 해외 연구사례

- 가. 일본 에스비사는식이섬유인 난소화성텍스트린을 배합하여 당이 천천히 흡수되도록 하여 식사 후 혈당치가 급격히 올라가는 것을 방지하는 무균쌀밥을 개발함
- 나. Vélaz 그룹은  $\beta$ -사이클로텍스트린의 공동에 항염제인 naproxen(NAP)과 nabumetone(NAB), 항균제인 naftifine(NF)과 terbinafine(TB)를 포접시켜 약물 방출 프로파일을 관찰함
- 다. 미국에서는  $\beta$ -cyclodextrin과 수용성물질을 혼합한 뒤 분쇄방법 (ball mill)을 이용하여 쓴맛을 감소시키는 과정을 관찰함
- 라. 호주 Bhandari 그룹(The University of Queensland)에서는 요거트 내 유산균을 캡슐화하는 기술을 개발함

### 2. 텍스트린 관련 연구동향

- 가. 사이클로텍스트린의 용도는 의약품 제제, 식·음료용 제제, 사이클로텍스트린유도체의 개발, 탈취제가 주류를 이루고 있으나 약품을 비롯한 유효성분의 전달체제 개발, 화장품이나 방향제의 조성, 세제·살균·살충제 등의 조제, 환경개선제 등으로 이용범위가 확대되고 있음
- 나. 사이클로텍스트린 연구관련 해외 출원내용은 의약품 제제(98건), 식음료 제제(32건), 사이클로텍스트린유도체 제조(30건), 탈취제 제조(24건), 효소제제의 개발과 고정화(24건), 항균 및 살충제 개발(13건), 전달체제의 개발(10건), 세제와 계면활성제의 조성(10건), 화장품 제제(9건)임
- 다. 식·음료로 사용되는 사이클로텍스트린의 경우에는 맛과 향을 나타내는 유기분자의 일부분 내지 전체를 공동 내에 포접함으로써 고미나 이취를 제거하는데 사용됨

### 3. 해외 관련분야의 환경변화

- 가. 미국과 유럽 등 식품산업 선진국의 식품산업 R&D 투자는 정부 주도보다는 민간기업들이 자체 투자와 기술경쟁력 강화로 식품산업을 선도하고 있음
- 나. 미국, 유럽, 일본 등 식품선진국에서는 식품산업관련 기술을 단순한 식량 확보 차원이 아닌 노화억제, 장수, 안전, 건강수명 연장 등 국민의 건강을 최우선으로 삶의 질을 향상시킬 수 있는 분야로 기능성 식품을 주목하고 이에 대한 연구가 활발히 진행 중임

## 제 7 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문게재지/ 특허등록국가	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/인용 횟수 등)
1	특허 출원	오미자의 신맛을 감소시킨 오미자 포집화합물 및 그 제조방법	한국화학연구원/ (주)프라임오라	주발명자	대한민국	2017.10.24	단독사사	
2	기타 (학술 발표)	사이클로덱스트린을 이용한 오미자 내 유기산 포집	한국화학연구원	주저자 및 교신저자	대한민국	2017.11.02	단독사사	한국산업 식품공학회 2017년 추계
3	기타 (학술 발표)	오미자 신맛 개선을 위한 말토덱스트린의 활용	한국화학연구원	주저자 및 교신저자	대한민국	2017.11.02	단독사사	한국산업 식품공학회 2017년 추계
4	기타 (인력 양성)	“중소중견기업 맞춤형 석박사 연수사업”으로 석사 1명 기술교육 및 인력양성	한국화학연구원	-	-	-	-	한국산업 기술진흥협회
5	기타 (기술 매뉴얼 작성)	오미자 신맛 감소를 위한 텍스트린 화합물의 활용	한국화학연구원	-	-	-	-	-

## 제 8 장 참고문헌

- [1] I. G. Lee et al., 산업식품공학회지, 21(3), 292-298 (2017)
- [2] S. Lee et al., 한국식품과학회지, 49(1), 110-116 (2017)
- [3] J. Kim et al., 한국화학공학회지, 55(3), 313-321 (2017)
- [4] A. Jeon et al., 산업식품공학회지, 20(4), 285-292 (2016)
- [5] H. Y. Chae., 한국키티탄키토산학회지, 21(4), 271-277 (2016)
- [6] <http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=675>
- [7] 나가타 료이치 외 1명, 대한민국, 공개번호 10-2017-0107055 (09. 22. 2017)
- [8] 최향희, 대한민국, 공개번호 10-2017-0057936 (05. 26. 2017)
- [9] 이준상 외 1명, 대한민국, 공개번호 10-2017-0024318 (08. 30. 2017)
- [10] 이원경 외 1명, 대한민국, 공개번호 10-2017-0069483 (06. 21. 2017)
- [11] 김구환 외 1명, 대한민국, 공개번호 10-2016-0043584 (04. 22. 2016)
- [12] P. Pitigraisorn et al., Journal of Food Engineering, 192, 11-18 (2017)
- [13] M. B. P. Cristian et al., Food Chemistry, 220, 470 - 476 (2017)
- [14] F. B. Lina et al., Food Chemistry, 237, 623-631 (2017)
- [15] C. P. S. Ana et al., Food and Bioproducts Processing, 102, 186-194 (2017)
- [16] D. T. Dipali., Food Measure, 11(1), 85-92 (2017)
- [17] P. Boderke et al., 미국, 공개번호 US-20180028587 (02. 01. 2018)
- [18] A.M. Safer et al., 일본, 공개번호 US-2017/0087200 (03. 30. 2017)
- [19] C. Wang et al., 중국, 공개번호 CN-201710222330 (03. 28. 2017)
- [20] B. Mishra et al., 인도, 공개번호 WO-2017/103831 (06. 22. 2017)
- [21] <https://www.prnewswire.com/news-releases/nutrition-business-journal-unveils-the-2014-global-supplement-nutrition-industry-report-244875201.html>

## 뒷면지

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농식품 창업·벤처지원 R&D 바우처 시범사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.