

320110
-01

국
내
산
울
금
을
이
용
한
기
능
성
소
재
화
기
술
개
발

2021

농
림
축
산
식
품
부
농
림
식
품
기
술
기
획
평
가
원

보안 과제(), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개()발간등록번호(O)
농축산물안전유통소비기술개발사업 2021년도 최종보고서

발간등록번호

11-1543000-003823-01

국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발

2022. 01. 17.

주관연구기관 / 동국대학교

협동연구기관 / 진도농협울금가공사업소

농 립 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발”(개발기간 : 2020.10.12. ~ 2021.10.11)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 01. 17.

주관연구기관명 : 동국대학교 산학협력단 (정 영 식)
협동연구기관명 : 진도농협울금가공사업소 (노 춘 성)

(인)
(인)

주관연구책임자 : 이광근
협동연구책임자 : 성정석
협동연구책임자 : 하영일

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 “국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발”(개발기간 : 2020.10.12. ~ 2021.10.11)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2022. 01. 17.

주관연구기관명 : 동국대학교 산학협력단 (정 영 식)
협동연구기관명 : 진도농협울금가공사업소 (노 춘 성)



주관연구책임자 : 이광근
협동연구책임자 : 성정석
협동연구책임자 : 하영일

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서							보안등급			
							일반[<input checked="" type="checkbox"/>], 보안[<input type="checkbox"/>]			
중앙행정기관명		농림축산식품부			사업명	사업명		농축산물안전유통소 비기술개발사업		
전문기관명 (해당 시 작성)						내역사업명 (해당 시 작성)				
공고번호		농축 260-360 호			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)					
					연구개발과제번호		320110-01			
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB1801	30%	LB1909	30%	LB1706	30%			
	농림식품과학기술분류	PA0201	30%	PA0101	30%	PA0103	20%			
총괄연구개발명 (해당 시 작성)		국문	국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발							
		영문	Development of materialization technique using Korean turmeric							
연구개발과제명		국문	국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발							
		영문	Development of materialization technique using Korean turmeric							
주관연구개발기관		기관명	동국대학교			사업자등록번호	2018204468			
		주소	(우: 10326) 경기도 고양시 일산동구 동국로 ○○ 동국대학교 바이오메디캠퍼스 상영바이오관 ○○○호			법인등록번호	110171-002○○○			
연구책임자		성명	이 ○ 근			직위	교수			
		연락처	직장전화	031-961-○○○○			휴대전화	010-○○○○-6026		
			전자우편	○○○○○○@dongguk.edu			국가연구자번호	1012○○○○		
연구개발기간		전체	2020. 10. 12. - 2021. 10. 11. (12개월)							
		1단계	2020. 10. 12. - 2021. 10. 11. (12개월)							
연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비	그 외 기관 등의 지원금 지방자치단체 기타()				합계		연구개발 비 외 지원금
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계		140,000					140,000		280,000	
1단계	1년차	140,000					140,000		280,000	
	n년차									
n단계	1년차									
	n년차									
공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고 역할		기관유형	
공동연구개발기관		동국대학교	성 ○ 석	교수	031-961-○○○○	○○○○○○@dongguk.edu	공동		대학	
		진도농협울금 가공사업소	하 ○ 일	소장	010-○○○ ○-0125	○○○○○○@nonghyup.com	공동		농업인 (단체)공 공(정부) 기관	
위탁연구개발기관										
연구개발기관 외 기관										
연구개발담당자 실무담당자		성명	안 ○ 우			직위	대학원생			
		연락처	직장전화	031-961-○○○○			휴대전화	010-○○○○-8635		
	전자우편		○○○○○○@naver.com			국가연구자번호	1135○○○○			

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022년 01월 17일

연구책임자:

이광근



주관연구개발기관의 장: 동국대학교 산학협력단 정영식 (직인)

공동연구개발기관의 장: 진도농협올금가공사업소 노춘성 (직인)

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2022 년 01 월 17 일

연구책임자: 이광근 (인)

주관연구개발기관의 장: 동국대학교 산학협력단 정 영 식 (직인)
공동연구개발기관의 장: 진도농협올금가공사업소 노 춘 성

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하



< 요약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

사업명	농축산물안전유통소비기술개발사업			총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)			
내역사업명 (해당 시 작성)				연구개발과제번호			농축 260-360 호
기술분류	국가과학기술 표준분류	LB1801	30%	LB1909	30%	LB1706	30%
	농림식품 과학기술분류	PA0201	30%	PA0101	30%	PA0103	20%
총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발						
연구개발과제명	국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발						
전체 연구개발기간	2020.10.12 - 2021.10.11 (12개월)						
총 연구개발비	총 280,000 천원 (정부지원연구개발비: 140,000 천원, 기관부담연구개발비: 천원, 지방자치단체: 천원, 그 외 지원금: 140,000 천원)						
연구개발단계	기초[] 응용[] 개발[<input checked="" type="checkbox"/>] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형 (해당 시 작성)							
연구개발과제 특성 (해당 시 작성)							
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	진도군을 비롯한 국내산 울금의 식품소재로서의 경쟁력 강화와 고부가가치화를 위해, 1) 울금 원료의 표준화; 2) 최적 가공기술 개발; 3) 울금 가공 소재의 품질규격 설정; 4) 울금 가공 소재의 기능성 최적화 연구를 주관기관인 동국대학교와 협동기관인 진도농협울금가공사업소의 공동연구로 진행함.					
	전체 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 울금 원료 표준화 <ul style="list-style-type: none"> • 울금 원료 표준화를 위한 유사품종간의 구별법 제안(형태, 유전학적) • 재배지역(3종), 수확시기별(2종) 원료에 대한 지표성분 분석 (이화학적) • 지표성분 3종 설정 및 분석법 검증 ○ 고부가가치 소재화를 위한 최적 가공기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> • 현 가공공정(분말, 액상 2종)과 신규 공정(분무, 동결, 분무동결 건조 등 8종) 비교를 통한 전처리, 추출, 건조 등의 공정별 조건 최적화 연구 • 울금 소재의 유효성분 흡수율 평가(총 10종 가공 소재 대상) • 울금 소재의 향미성분의 분석 • 유해 성분(중금속, 잔류 농약) 분석을 통한 안전성 평가 ○ 울금 가공소재의 품질규격 설정(지표성분) <ul style="list-style-type: none"> • 식약처 및 건강기능식품협회 고시 규격 및 기준 기반 울금 가공소재의 품질규격 설정 연구 • 일반성분 분석(색도, pH) 					

		<p>○ 울금 소재의 기능성 최적화 연구</p> <ul style="list-style-type: none"> • 주요 유효 성분(4종)의 독성평가 • 유효 성분(2종)의 비만 및 당뇨예방, 숙취해소에 대한 기능성 평가 및 작용 기전 분석
--	--	---

연구개발성과	구분	논문	특허	보고서 원문	연구 시설 · 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
	예상성과 (N/Y)	Y	Y	Y	N	N	N	N	생명 정보	생물 자원	정보	실물
									N	N	N	N

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과	<p>○ 국산 농산물 유래 생리활성성분을 소재 화합에 따라 농가 소득 증대 및 관련 산업 발전 화에 기여할 수 있으며, 새로운 시장에 대한 진입 제품 개발에 따른 성장 동력을 제공 할 수 있음</p> <p>○ 본 사업의 연구결과를 타 농산물에 적용할 수 있을 것으로 기대되며, 농산물 유래 제품 개발의 프로토콜을 마련 및 제공할 수 있음</p> <p>○ 본 사업을 통하여 우수한 인력을 양성하고 국내산 농산물 소재 유래 제품을 다양화시킬 수 있음. 이로 인하여 전반적인 국내산 유래 식품의 소비를 촉진하고 장기적으로는 농식 품 산업 전반의 발전을 기대할 수 있음</p>
---------------------------	--

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	
-----------------------	--

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고 서 원문	연구시 설·장비	기술요 약 정 보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
	3	2						생명 정보	생물 자원		정 보	실 물

연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설· 장비명	규격 (모델 명)	수량	구입 연월일	구입가 격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호

국문핵심어 (5개 이내)	원료 표준화	가공기술	가공기술	지표물질	기능성 최적화
영문핵심어 (5개 이내)	Standardization of raw materials	Processing technique	Quality regulation	Index material	Functional optimization

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요.....	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용.....	5
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도.....	20
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성).....	63
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여정도.....	63
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획.....	64

별첨 자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

○ 국내 울금 천연 원료 개발연구의 필요성

- 국내 생산 건강기능식품(건강기능식품) 중 개별 인정형 기능성 원료의 국내산 소재는 12%로 매우 낮은 실정임. 특히 주요 제품인 수삼, 백삼, 홍삼을 제외한 대부분의 건강기능식품(농식품) 소재는 수입 의존도가 약 70%로 매우 높은 실정임. 이에, 경쟁력 있는 국내 농식품원료에 대한 요구도가 증가되고 있음.
- 인삼 및 홍삼 제품의 뒤를 이룰 만한 히트 건강기능식품을 개발하기 위해서는 경쟁력 있는 국내 농식품 원료의 발굴 및 개발이 시급함. 농식품 원료 중 진도산 울금(*Curcuma longa* L.)은 우수한 생리활성을 보유하고 있음. 하지만 우수한 제품개발, 특히 건강기능식품 개발을 위한 소재화 및 기능성 연구는 상대적으로 미흡하였음.
- 울금의 성분은 주요 성분인 탄수화물 수분 단백질을 제외하고 커큐미노이드(Curcuminoids) 성분과 정유 성분(essential oil)이 각각 6%와 5.8%로 우수 건강기능식품을 개발할 수 있는 원재료로 평가되고 있음. 특히, 커큐미노이드 중에는 커큐민(curcumin)이 70% 이상이며, 많은 선행 연구를 통해 커큐민의 다기능성(항산화, 항비만, 항노화, 항암 등)이 밝혀졌으며 향후 신규 소재화 연구 시 우수한 성과를 기대할 수 있음.
- 커큐민의 체내 흡수율은 1% 이하라고 알려져 있음. 몸에 좋은 성분이라도 신체 내 흡수가 제대로 이뤄지지 않을 경우 기능성을 기대하기 힘들기에 커큐민의 생체이용률을 높일수 있는 방안을 모색해야함.
- 울금의 원료 표준화 및 소재화 연구 또한 수립된 것이 없어 진도산 울금의 제품 다양화 및 기능성 제고를 위한 소재화 연구 기술 개발이 시급함.

○ 기존 울금 소재의 한계점 분석

- 울금 내 주요 유효성분인 커큐민의 경우 많은 연구를 통해 우수한 다기능성을 보유하고 있는 것으로 확인되었으며, 건강기능식품으로도 판매되고 있음. 하지만, 이러한 우수한 기능성 성분을 포함하고 있음에도 불구하고 가공·공정 과정에서 유효 성분들이 손실되는 문제점을 지니고 있음.
- 특히, 커큐민의 경우 체내 흡수율이 매우 낮은 연구결과를 보였으며, 이는 우수한 기능성 효능을 나타내지 못하는 주요 요인으로 볼 수 있음. 따라서 소재 내 유효 주요성분들의 손실을 최소화할 수 있는 가공·공정 조건을 확립할 필요가 있으며, 이에 따른 기능성 증대 및 최적화 기술이 요구됨.
- 본 연구를 통해 울금 내 유효성분의 함량을 극대화시키며, 체내 흡수율을 증진시킬 수 있는 기술 개발을 통해 뛰어난 기능성 효과를 나타내는 최적의 가공·공정 및 추출 조건을 확립하고 건강기능성 제품화를 위한 기반을 마련하였음.
- 울금을 이용한 소재 개발에서 현재까지 미진한 부분은 향미소재로의 개발임. 소비자 기호성에 부합하는 맛과 향은 시장에서의 성공과 직결되는 요인으로 꼽을 수 있음. 울금의 경우 이에 부합하지 않는 관능적 한계를 가지고 있어 지금까지 향미소재로 고려되지 않았지만 향후 향미소재로서의 수요가 증가할 것으로 예상됨.

- 이에 본 연구에서는 기존의 울금 소재의 흡수율을 개선하고, 소비자 기호도를 높일 수 있는 소재를 개발하여 상품성 증대에 기여 하고자 하였음.

○ 울금 가공소재의 품질규격 설정

- 우리가 흔히 커큐민이라 하는 것은 Curcumin, demethoxycurcumin 그리고 bisdemethoxy curcumin의 혼합물이며, 각각 70-77%, 18-20%, 5-10%를 차지하고 있음. 이 물질들은 다른 curcuma종에서도 발견되나 그 양이 현저히 적기 때문에 *Curcuma longa L.*의 지표 성분으로 활용 가능함.
- *Curcuma longa L.*의 주요 성분 중 curcuminoids는 in vitro 및 in vivo 생체측정에 항산화, 항염증, 항암 등의 다양한 활성을 나타내고 있으며 가장 많이 연구된 화학반응 물질 중 하나로 세포 배양, 동물 연구, 임상실험에서 유망한 결과를 보이고 있음.
- 식품 원료로서의 울금은 식품공전을 통해 유해물질 허용기준이 설정되어 있으나, 지표성분의 함량 기준은 마련되어 있지 않음. 이에, 본 연구팀은 Curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin 3종을 지표성분으로 선정하여 현 시장에 적용 가능한 품질규격을 마련함.
- Curcuminoids의 함량은 품종, 재배 조건, 재배 지역, 추출방법 그리고 저장 조건에 따라 다양하게 나타나기 때문에 시판 강황 제품의 품질 결정 요소로 사용되고 있음.
- 울금 가공소재의 품질규격은 앞서 설정한 지표성분(Curcuminoids) 함량을 중심으로 1) 식품의약품안전처에서 고시한 잔류농약 함량 기준, 2) 건강기능식품협회에서 고시한 울금 소재 제품 규격, 3) 일반성분 시험법을 통한 색도와 pH 측정을 바탕으로 하여 설정함.

○ 혼용되어 사용되고 있는 강황과 울금: 울금의 정의 설정의 필요성

- 2015년 한약재와 유사종을 명확하게 구분하지 않은 채, 서로 혼용한 것으로 인하여 가짜 백수오 파동이 일어남. 문제가 되었던 백수오와 이엽우피소는 같은 박주가리과 식물에 포함될 뿐만 아니라 생김새가 매우 유사하여 구분이 어려움. 한국한의학연구원은 가짜 백수오 사태를 계기로 종자에 대한 정확한 기원검증을 위한 유전자 감별기술개발을 연구하는 등 정확한 기원의 한약재를 국내에서 생산하여 공급할 수 있는 방안을 마련하기 위한 연구를 추진하고 있음.
- 울금은 생강과에 속하는 품종 중에 유사종이 많을 뿐 아니라 사용부위에 따라 이름과 품질이 달라지고 성분과 효능에 차이가 있음. 표 1은 울금의 분류학적 구분을 나타낸 것임.

표 1. 울금의 분류학적 구분

학명	한국 명칭	근경	괴근
<i>Curcuma longa</i> L.	울금	강황	울금
<i>Curcuma aromatica</i>	강황	강황	울금
<i>Curcuma zedoaria</i>	봉출	적아출	천옥금
<i>Curcuma wenyujin</i>	온울금	강황	-
<i>Curcuma Kwangsiensis</i>	광서아출	아출	울금
<i>Curcuma aeruginosa</i>	-	아출	울금
<i>Curcuma chuanyujin</i>	천울금	-	천울금

- 표 1에 표기된 바와 같이 인도, 서아시아를 원산지라고 하고 국내에서 일반적으로 재배되어 식용으로 사용되는 울금은 *Curcuma longa* L. 이며, 진도에서 울금으로 재배되는 작물과 일치함.
- *Curcuma zedoaria*는 white turmeric으로 알려져 있으며, 일반 생강과 같은 형태를 가지며 쓴맛이 더 강하여 색도, 맛, 외형에 차이가 있음. *Curcuma aromatica*는 주로 수입되어 강황이라 불리며 재배종보다 야생종이 주를 이루며, 중국산과 일본산이 많음.
- 2016년에 발간된 국제저명학술지에 의하면, *Curcuma longa* L.에 포함된 성분이 다른 유사종에 비해 훨씬 더 다양한 것으로 연구된 바 있으며, 특히 강황으로 불리는 *Curcuma aromatica* 대비 2배 이상의 성분 다양성을 가짐. (그림1)
- 울금 내, 화학적으로 다양한 Terpenoids가 주를 이루며 특히 그중 diphenylalkanoids의 다양성이 가장 높음. 연구자들은 울금이 가지는 여러 bioactivity가 이러한 성분의 다양성에 기반할 수 있다는 점을 주목하고 있음. (그림1)

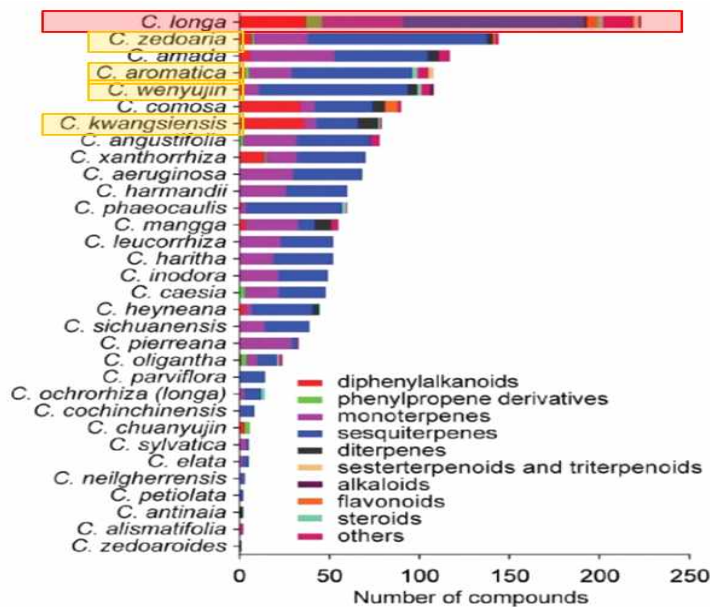


그림 1. *Curcuma longa* 와 유사종 내 포함된 성분 수

(출처: 2016, Wen Sun et al.)

- *Curcuma longa* L.이 함유하는 유효물질 및 향미 성분은 식용으로 사용되고 항암효과, 호흡기 문제, 당뇨 등 여러 약리적 기능성을 보이는 것으로 알려져 있음. 반면 그 유사종인 *Curcuma aromatica*는 일반적으로 화장품으로 활용되는 비율이 높으며, 모기퇴치 효과, 해독 효과 등을 가지는 것으로 알려져 있으며 대표적 지표물질인 curcuminoids의 함량에도 차이를 보임.
- 이에 진도에서 재배되는 *Curcuma longa* L.과 유사종간의 구별법을 제시하여 유사종 혼용에서 올 수 있는 기능성의 차이 및 오용으로 인해 발생할 수 있는 잠재적 약리 효과 감소를 미연에 방지하는 방안이 요구됨.

○ 꾸준히 증가하고 있는 건강기능성식품 시장(항비만, 항당뇨, 숙취해소 관련)

- 전 세계적으로 천연식품 유래 성분을 이용한 의약품, 건강 기능성 식품 개발이 활발하게 이루어지고 있으며, 고령화 사회에 접어들며 건강에 대한 인식이 강화됨에 따라 웰빙 식품에 대한 수요 및 생산이 증가되고 있음.
- 다양한 소재를 기반으로 항비만, 항당뇨, 숙취해소 등 건강 기능성 제품들이 생산되고 있으며, 뛰어난 기능성 및 신제품 개발을 통한 경쟁력 확보 및 차별화가 요구되고 있음. 인류수명 증가 및 생활수준 향상으로 비만(체중초과) 환자가 급증하고 있으며, 비만이 원인이 되어 다양한 질환(당뇨병/당뇨합병증, 뇌졸중, 심근경색 등)을 유발하는 원인이 되고 있음.
- 또한 대사증후군(고혈압, 고지혈증, 비만, 심혈관계 죽상동맥 경화증 등) 요인으로 환경적 요인과 유전적인 요인이 관여하는 것으로 보고 있으며, 비만 등이 대사 증후군과 연관이 높은 것으로 나타남.
- 대사증후군으로 인한 다양한 합병증을 예방하기 위하여 초기 치료 및 예방이 주요 관심사로 대두되고 있으며 비만 등 치료제 개발이 필요함. 비만 치료제 시장은 2012년 7억 5천만 달러에서 2019년 29억 달러로 연평균 20.7%의 높은 성장률로 시장이 확대될 전망(약업신문 등)임. 이에 관련 제품이 출시되고 있지만, 지속적인 복용에 따른 안전성 문제가 시장에서의 성장 제한요인으로 작용하고 있어, 천연물(농산자원) 유래의 안전성이 확보된 소재개발이 필요함.
- 국내 건강기능식품 체중조절(체지방감소) 시장은 식품의약품안전처 기준으로 2014년 979억에서 2015년 1,132억 원으로 15% 이상 지속적인 성장을 하고 있으나, 2015년부터 제품당 수백억 원대의 매출을 올리는 핵심 이슈소재가 풋사과 추출 폴리페놀, 와일드망고 종자추출물, 핑거루트 추출 분말, 보이차 등 대부분이 수입 소재로 국내 농생명 자원 유래의 경쟁력을 가진 대체소재 개발이 요구됨.
- 2014년 1,304억 원 수준이었던 숙취해소제 시장 규모는 2018년 1,847억 원으로 현재까지 1,940억 원대로 성장하였고 연평균 20% 성장세를 보이고 있음. 특히 이러한 성장에는 2~3년 전부터 인기를 끈 '환' 형태의 숙취해소제인 '상쾌환'이 편의점 주요 고객인 20, 30세대에게 인기를 끌면서부터 숙취해소 시장이 증가한 것으로 평가되고 있음.
- 기존 숙취해소 제품은 간 기능의 증진이 알코올 대사에 도움을 주고 알코올로 인한 아세트알데하이드의 피해를 감소시켜 주지만 제형별 효능 차이가 큰 것으로 알려져 있음. 이에 본 연구에서는 국내 농산물인 울금을 이용하여 항비만 및 숙취해소 기능성을 가지는 최적의 제형을 개발하여 효능을 최적화하였음.

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

1) 울금의 원료 표준화

○ 원료의 지표성분 설정 및 분석법 검증

- 농림축산식품부에 따르면 울금은 가을에 수확이 되며 주요 산지는 전라도(진도), 충청도(음성, 옥천, 청양), 제주 등으로 약 70% 이상이 진도에서 생산되고 있음. 울금은 수확 시기에 따라 봄 울금(강황, *Curcuma aromatica*)와 가을 울금 (울금, *Curcuma longa L.*)로 구분되어짐.
- 본 연구에서는 재배지역과 수확시기에 따른 지표성분 분석을 진행하였음. 재배 지역은 경기도(인천광역시 강화군), 충청도(충청북도 음성군), 전라도(전라남도 진도군)로 선정하여 총 3종을 구매하였으며, 수확시기에 따라 봄 울금인 강황(인도산)과 가을 울금 2종을 구매하여 비교 분석하였음.
- 울금의 수확 시기가 가을로 한정되어 있어 저장성을 고려하여 생 울금을 열풍 건조하여 분말화한 것을 대조군으로 설정하였음.
- Curcuminoids의 정성분석을 위해 TLC (Thin layer chromatography)법을 사용하였으며, 정량분석은 HPLC-UV(High phase liquid chromatography - Ultra violet)를 이용하였음.
- Curcuminoids의 정성분석과 정량분석을 위한 시료 준비방법은 아래와 같음.

① TLC법을 이용한 정성분석

- 정성분석을 위한 TLC 방법은 시료 20 μ L를 취하여 박층크로마토그래피 판(TLC Silicagel 60 F254)에 점적 한 후 chloroform:methanol (47:3, v/v)을 전개 용매로 하여 전개함. UV-Lamp를 이용하여 365 nm 파장에서 분석하였음. 표준물질로는 curcumin, demetoxycurcumin, bisdemetoxycurcumin을 사용하였음.

② HPLC-UV를 이용한 정량분석

- 각각의 시료를 ethanol에 희석하여 50 $^{\circ}$ C 조건의 초음파 추출기에서 3시간 동안 추출을 진행하였음. 이후 Primary Secondary Amine(PSA) 시약을 0.2 g 넣은 후 원심분리(12,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 15 min)를 진행 후 상등액을 0.45 μ m membrane filter 사용하여 여과 후 HPLC-UV를 이용하여 분석을 진행하였음.
- Curcuminoids의 정량분석을 위한 HPLC-UV 기기 조건은 아래의 표 2와 같음.

표 2. Curcuminoids 분석을 위한 HPLC-UV 기기 조건

HPLC-UV	
Column	Octadecyl-silica (C18) (250 × 4.6 mm i.d. ; 5 μm)
Mobile phase	2% acetic acid (45% acetonitrile)
Flow rate	1 ml/min
Column temperature	30 °C
Injection volume	20 μl
Detection wavelength	425 nm

- Curcuminoids의 분석법 유효성 검증은 AOAC 방법에 따라, 직선성(Linearity), 검출한계 (LOD), 정량한계 (LOQ), 정밀도 [Precision: 일내정밀도 (Inter-day precision), 일간정밀도 (Intra-day precision)] 및 회수율 (recovery)을 확인하여 검증하였음.
- Curcuminoids (curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin) 정량을 위해 6가지 농도조건(0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0 μg/mL)을 검량곡선 작성에 이용하였음.

○ 색도 분석

- 지표성분으로 설정한 Curcuminoids는 천연색소로, 이화학적 지표로서 색도 측정을 진행하였으며 재배지역과 수확시기가 다른 울금 소재의 색도 측정을 통해 품질규격을 규명하고자 하였음.
- L*값은 명도로 높은 값을 가질수록 밝고 +a*는 적색(Red), -a*는 녹색(Green), +b*는 황색(Yellow), -b*는 청색(Blue)으로 색의 방향을 나타내며 수치가 클수록 색이 선명하다는 의미임. dE*(델타E)는 색차로 총 색도를 의미하며 아래의 공식을 사용하여 계산한 값임.

$$dE^* = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$$

○ 울금과 유사품종간의 구별법 제안

- 국립 수목원에 따르면 *Curcuma longa* L.은 ‘울금’으로 *Curcuma aromatica*는 ‘강황’이라 분류하며 두 식물은 공통적으로 커큐미노이드를 유효성분으로 함유함.
- 우리나라에서 재배되고 식용으로 사용되고 있는 울금은 *Curcuma longa* L.이며, 예로부터 주로 인도, 서아시아에서 재배되던 품종임. 연구에 따르면 *Curcuma longa* L.에 포함된 성분이 같은 속에 속한 타 유사품종보다 더 다양한 것으로 나타났으며 대표적인 유사품종인 *Curcuma aromatica*와는 근경의 형태, 가루의 색 등 여러 차이점이 있음.
- 2018년, 해양수산부 국립수산물품질관리원은 중합효소 연쇄반응법 (Polymerase chain reaction) 이라 불리는 유전자 분석법을 활용해, 먹장어와 유사종간의 genetic authentication을 위한 유전적 구별법을 개발한 사례가 있음.

- 이에 *Curcuma longa* L.과 *Curcuma aromatica* 의 형태적, 유전학적 구별법을 제안하여 추후 혼동을 막고 두 식물체 간의 약리학적 차이에서 오는 오용을 미연에 방지할 수 있음.

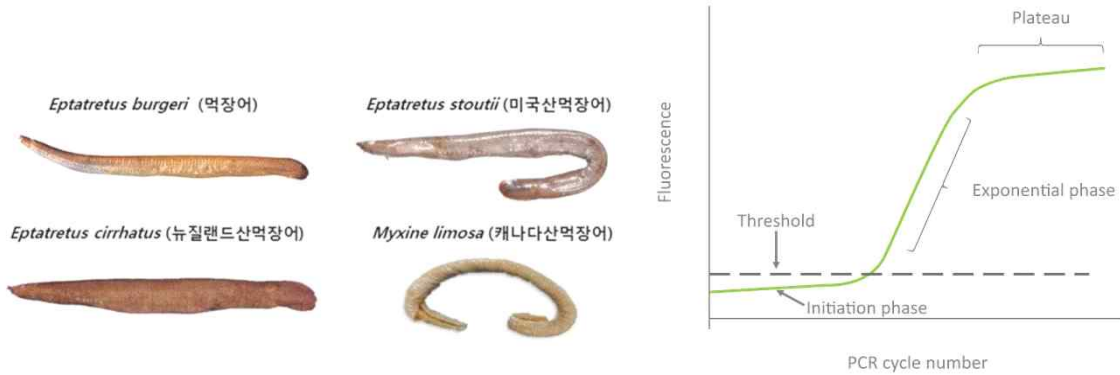


그림 2. 유사종간 구분을 위한 분자 유전학적 기법 활용 예

2) 울금 소재화 최적 가공기술 개발

○ 전처리, 추출, 건조 등의 공정별 조건 최적화

- 현재 진도농협 울금 가공사업소에서는 전처리 과정을 거친 후 저온 건조 방법으로 건조시킨 울금 원료를 1) 열수 추출한 액상 제품과 2)분쇄한 분말 제품을 생산하고 있음. (그림 3)

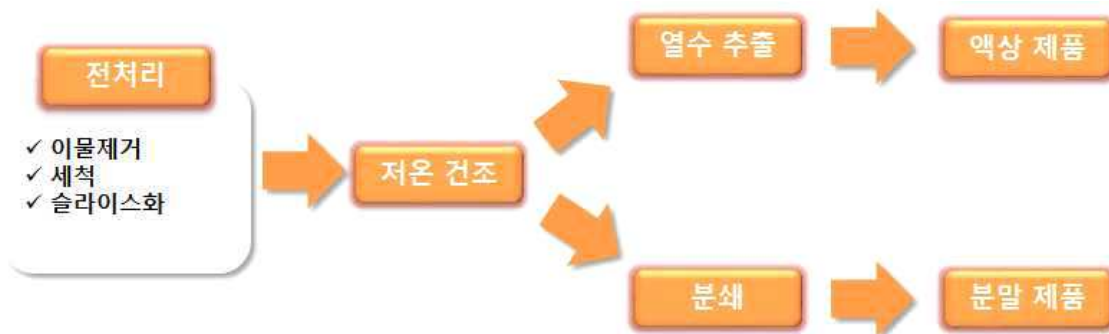


그림 3. 진도농협 울금 가공사업소에서의 울금 관련 제품 가공 공정

- 생 울금을 저온 건조하여 만든 울금 분말 50 g에 용매(열수, 50% 주정, 70% 주정) 500 mL를 이용하여 2시간 동안 Water bath를 이용하여 추출을 진행한 후, 원심분리(8000 rpm, 4 °C, 10분)를 진행함. 50% 또는 70% 주정 추출물은 60 °C 조건에서 감압 농축을 진행하여 비중을 0.99로 맞춤. 추출물은 분무건조, 동결건조, 분무동결건조를 진행하여 시료를 제작하였음.
- 울금 추출물을 건조하기 위한 각 건조 기기들의 건조조건은 아래의 표 3과 같음.

표 3. 울금분말 제조를 위한 건조기기의 조건

Spray drying	
Feed rate	10 mL/min
Inlet temperature	150 °C
Outlet temperature	85 °C

Freeze drying	
Primary freezing condition	-80 °C for more than 24 h
Secondary freezing temperature	-70 °C
Secondary freezing pressure	5 mTorr
Secondary freezing time	7 days

Spray-freeze drying	
Feed rate	43 mL/min
Primary annealing temperature	-20 °C
Primary annealing time	28 h
Secondary annealing temperature	20 °C
Secondary freezing time	16 h

○ 개발된 소재의 지표성분 분석

- 아래의 표 4는 개발된 가공소재의 분류임.

표 4. 최적 가공 소재 개발을 위한 시료 분류

구분	추출	건조	명칭	시료수
Control		액상제품		2
		분말제품		
Sample	열수	분무건조	WSD	3
		동결건조	WFD	
		분무·동결건조	WSFD	
	50% 주정	분무건조	50ESD	3
		동결건조	50EFD	
		분무·동결건조	50ESFD	
70% 주정	동결건조	70EFD	2	
	분무·동결건조	70ESFD		
Total				10

- Curcuminoids의 정성분석을 위해 TLC (Thin layer chromatography)법을 사용하였으며, 정량분석은 HPLC-UV(High phase liquid chromatography - Ultra violet)를 이용하였음.
- Curcuminoids의 정성분석과 정량분석을 위한 시료 준비방법은 아래와 같음.

① TLC법을 이용한 정성분석

- 정성분석을 위한 TLC 방법은 시료 20 μ L을 취하여 박층크로마토그래피 판(TLC Silicagel 60 F254)에 점적 한 후 chloroform:methanol (47:3, v/v)을 전개 용매로 하여 전개함. UV-Lamp를 이용하여 365 nm 파장에서 분석하였음. 표준물질로는 curcumin, demetoxycurcumin, bisdemetoxycurcumin을 사용하였음.

② HPLC-UV를 이용한 정량분석

- 각각의 시료를 Ethanol에 희석하여 50 $^{\circ}$ C 조건의 초음파 추출기에서 3시간 동안 추출을 진행하였음. 이후 Primary Secondary Amine(PSA) 시약을 0.2 g 넣은 후 원심분리(12,000 rpm, 4 $^{\circ}$ C, 15 min)를 진행 후 상등액을 0.45 μ m membrane filter 사용하여 여과 후 HPLC-UV를 이용하여 분석을 진행하였음.

○ 향기성분 분석

- 개발된 소재를 이용하여 추출 용매 및 건조 방법에 따른 향기물질의 추출 효율을 분석하였음.
- 울금 분말에 함유된 향기 물질 성분 분석을 위하여 DVB/CAR/PDMS (Divinylbenzene/Carboxen/Polydimethylsiloxane) fiber가 장착된 SPME (Solid Phase Micro Extraction) 장치에 흡착시킨 다음, 가스크로마토그래피-질량 분석기(Gas chromatography-mass spectrometry, GC-MS)로 분석하였음. GC-MS 분석 조건은 표 5와 같음.
- SPME(Solid Phase Micro Extraction) 법은 유기용매를 사용하지 않는 향기성분의 추출 방법 중 하나로 많은 연구에 사용되고 있는 방법임.
- 내부표준물질로는 1,2-Dichlorobenzene을 사용하였으며, 10 mL 부피 플라스크에 표준물질(0.001 g)을 정량한 후, methanol로 mess-up 하여 100 mg/L의 농도로 제조하였음. Alkane standard(C7-C30)는 10 mL 부피 플라스크에 정량한 후, hexane으로 mess-up 하여 100 mg/L 농도로 제조하였음.

표 5. 향기성분 분석을 위한 GC-MS 기기 조건

GC		GC	
Instrument	Agilent Technologies model 7820A		
Column	DB-WAX (60 m × 0.25 mm I.D. × 0.25 μm, film thickness)		
Oven	rate	Temperature	Hold time
		40 °C	3 min
	10 °C/min	60 °C	0 min
	3 °C/min	150 °C	0 min
	20 °C/min	250 °C	5 min
	10 °C/min	300 °C	5 min
Carrier gas flow	1.0 mL/min Helium		
Injector	250 °C		
Injection mode	Splitless mode		
MS		MS	
Instrument	Agilent Technologies model 5977E		
Fragmentation mode	Electron impact an 70 eV		
Scan range	50-550 m/z		

- 울금 분말을 열수, 50 또는 70% 주정으로 추출한 뒤 동결건조, 분무건조 또는 분무·동결건조한 것을 시료로 사용하였으며 생 울금을 열풍 건조하여 분말화한 것을 대조군으로 사용하였음. 각각의 추출법과 건조법을 통해 준비된 울금 분말 0.1 g과 HPLC-grade water 5 mL, 내부표준물질 10 μL, alkane standard 10 μL를 headspace glass vial (20 mL)에 가한 후, vial cap으로 밀봉하였음.
- Vial headspace 내의 향기성분의 평형을 위해 20분간 포화를 진행하였음. 이후 SPME fiber를 vial 내로 삽입하여 20분간 흡착시켰음. 향기성분이 포집 된 SPME fiber를 GC injector에 주입하여 5분간 탈착 후, splitless mode에서 분석하였음. 이때, 포화 및 흡착은 핫플레이트를 이용하였으며, 온도와 rpm은 각각 40 °C, 400 rpm으로 설정하여 진행하였음.

○ 울금 소재의 유효성분 흡수율 평가

- 최적 가공 소재 개발을 위하여 개발된 소재 8종과 기존 소재 2종 총 10종의 소재로 울금 소재의 유효성분 흡수율 평가를 진행하여 각 소재의 잠재적 유효성분 체내 흡수율을 세포 실험을 통해 확인하였음.
- 유효성분 흡수율 평가에 활용될 Caco-2 cell은 소장세포로, 경구 투여한 약물의 장내 투과성을 평가하는데 주로 사용되는 세포주임. in vitro 환경에서의 Caco-2 monolayer는 사람의 oral absorption과 큰 상관관계를 가지는 것으로 알려져 있음.
- Caco-2 cell monolayer에 유효성분을 처리하고 흡수율을 평가하는 방식으로, 장내 투과성을 세포실험 환경에서 예측하였으며, Caco-2 cell을 이용하여 수행한 흡수율 분석 방법은 아래와 그림 4와 같음.

- 배양된 세포 (Caco-2 cell)을 활용하여, 특정 약물의 체내 투과성을 예측하는 지표로 활용할 수 있음. 이 세포들은 human colon adenocarcinoma로부터 유래되며, 약물의 투과성을 측정하기 위해 만들어진 세포배양판(transwell)에서 배양됨. 세포 배양판에는 하나의 막 (Semi-permeable membrane)을 사이에 두고 2종의 배양액이 있으며, 그 막 위에 Caco-2 cell을 고정시켜 놓고 평가 물질을 처리 후 일정시간 배양하고, intestinal epithelium을 통해 약물이 어느 정도 통과할 수 있는지 측정하며, 측정도구로는 HPLC 기법을 활용하였음.

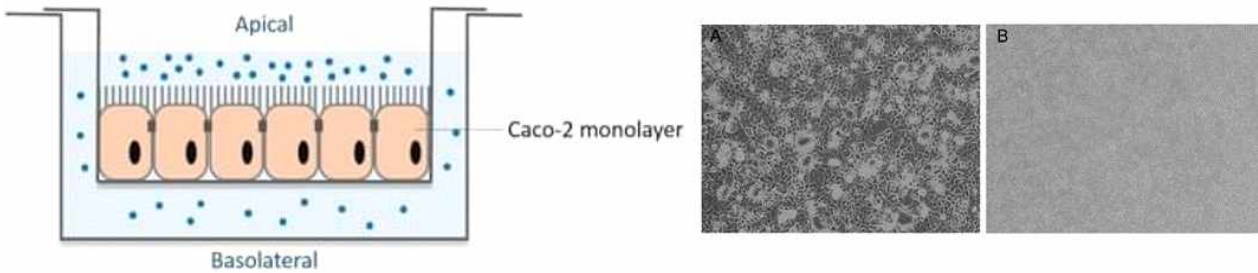


그림 4. 소재별 유효성분의 흡수를 평가 기법

3) 유해성분(중금속, 잔류 농약)분석을 통한 안전성 평가

○ 잔류농약 분석

- 식품의약품안전처에 따르면 강황(Tumeric)의 경우 글루포시네이트(Glufosinate)와 헥사코나졸(Hexaconazole)에 대한 잔류허용기준이 아래 표 6과 같이 명시되어 있음. 이 기준을 바탕으로 개발된 울금 소재의 적합 여부를 판단하였음.

표 6. 강황(Tumeric)에 대한 농약잔류허용기준

식품명 : 강황(Tumeric)	
농약명	Korea MRL
글루포시네이트 (Glufosinate(ammonium))	0.05 mg/kg
헥사코나졸 (Hexaconazole)	0.05 mg/kg

① 글루포시네이트(Glufosinate)

- 울금 내의 잔류농약인 글루포시네이트(Glufosinate)를 분석하기 위해 약 2 g의 샘플에 borate buffer (pH 9.0) 20 mL을 가한 후 진탕하여 1시간 동안 추출하고 4000 rpm에서 10분간 원심분리하였음. 3 mL의 acetonitrile과 3 mL water으로 활성화한 SPE (solid phase extraction) cartridge에 시료 1 mL을 넣고 거름. 걸러진 샘플 200 μ L를 1 mL vial에 담은 후 borate buffer(pH 9.0) 300 μ L와 4-Chloro-3,5-dinitrobenzotrifluoride methanol solution 100 μ L를 넣고 혼합하였음. 혼합물을 60 $^{\circ}$ C에 30분 동안 incubating 한 후 20분 동안 진탕함. 10 μ L HCl (2 M)을 가한 후 0.45 μ m nylon filter로 걸러준 시료를 HPLC-UV로 분석함. HPLC-UV의 기기 조건은 아래의 표 7과 같음.

표 7. 울금 시료 내 Glufosinate 분석을 위한 HPLC-UV 기기 조건

HPLC-UV			
Column	C18 (250 × 4.6 mm i.d. ; 5 μm)		
Column temperature	25 °C		
Flow rate	0.8 mL/min		
Injection volume	20 μL		
Solvent	Solvent A : Acetonitrile		
	Solvent B : 10 mM Dodecyl trimethyl ammonium bromide (DTAB)		
Solvent gradient	Time	Solvent A	Solvent B
	0 min	45%	55%
	10 min	100%	0%
UV wavelength	360 nm		

② 헥사코나졸(Hexaconazole)

- 울금 내 헥사코나졸(Hexaconazole) 분석을 위해 시료 10 g을 50 mL conical tube에 넣고, 증류수 2 mL, acetonitrile 15 mL과 acetic acid 150 μL를 가함. MgSO₄ 6 g과 CH₃COONa 1.5 g을 넣고 1분 동안 혼합하였음. 그 후 4 °C에서 3000 rpm으로 5분 동안 원심분리함. MgSO₄ 900 mg과 PSA 300 mg을 넣은 conical tube에 상층액 6 mL을 취한 뒤 1분간 혼합 후 4 °C, 3000 rpm으로 5분 동안 원심분리하였음. 상층액 3 mL을 농축한 후 n-hexane: acetone (8:2, v/v) 1 mL을 첨가하여 GC-MS로 분석하였음. GC-MS의 기기 조건은 아래 표 8과 같음.

표 8. 울금 시료의 Hexaconazole 분석을 위한 GC-MS 기기 조건

GC			
Carrier gas	1.0 mL/min Helium		
Column	HP-5ms UI		
	(30 m x 0.25 mm, 0.25 μm film)		
Inlet temperature	250 °C		
Oven temperature	Rate	Temperature	Hold time
	10 °C/min	200 °C	5 min
	Post run	300 °C	5 min
Injection mode	Splitless mode		
MS			
Fragmentation Mode	Electron impact at 70eV		
SIM mode	m/z 82, 175, 214		

○ **중금속 분석**

- 건강기능식품의 기준에 따라 중금속 4종(납, 비소, 카드뮴, 수은)을 외부 분석 대행업체를 선정하여 분석함. 분석기관은 ‘한국기능식품연구원’이며 유도결합플라즈마 질량분석(Inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS)를 이용하여 분석하였음.
- 재배 지역에 따른 전라도(전라남도 진도군), 충청도(충청북도 음성군), 경기도(인천광역시 강화군)과 수확 시기에 따른 봄 울금인 강황, 개발된 가공소재 중 50% 주정으로 추출하여 분무건조 공정을 거친 울금 소재의 중금속 함량을 분석하였음.

○ **건강기능식품(울금 소재 제품) 규격을 바탕으로 품질규격 설정**

- 건강기능식품협회에 명시되어 있는 울금 및 강황 관련 건강기능식품의 기준 및 규격은 아래 표 9~11과 같음. ‘울금’으로 검색할 경우, 총 4건의 발효 울금의 분말 및 캡슐에 대한 기준 규격이 존재하며 ‘강황’으로 검색할 경우, 총 8건의 강황 관련 제품의 기준 및 규격이 존재함.
- 건강기능식품협회에서 명시하고 있는 강황 및 울금의 기준 규격과 함께 앞서 지표물질로 선정한 Curcuminoids를 중심으로 하여 개발된 울금 소재의 품질규격을 규명하고자 하였음.

표 9. 강황추출물 혼합분말에 대한 건강기능식품협회 기준 및 규격

기준 및 규격(강황 추출물 혼합분말)	
성상	이미, 이취가 없고 고유의 향미가 있는 진갈색의 분말
p-coumaric acid	표시량 (0.39 mg/g)의 80~120%
마그네슘	표시량 (77.97 mg/g)의 80~150%
납	1.0 mg/kg 이하
총 비소	2.0 mg/kg 이하
카드뮴	0.5 mg/kg 이하
총 수은	0.5 mg/kg 이하
대장균군	음성
총 아플라톡신 (B1)	15.0 mg/kg 이하 (10.0 mg/kg 이하)

표 10. 천양지차 발효울금 캡슐에 대한 건강기능식품협회 기준 및 규격

기준 및 규격(천양지차 발효울금 캡슐)	
성상	이미, 이취가 없고 고유의 향미가 있는 갈색 분말을 내용물로한 적색의 경질캡슐
Curcumin	표시량 (2.4 mg/ 3,030 mg)의 80~120%
카드뮴	1.5 mg/kg 이하
납	1.0 mg/kg 이하
총 비소	1.0 mg/kg 이하
총 수은	0.5 mg/kg 이하
총 아플라톡신 (B1)	10(6) µg/kg 이하
대장균군	음성
붕해	20분 이내

표 11. 발효율금에 대한 건강기능식품협회 기준 및 규격

기준 및 규격(발효율금)	
성상	이미, 이취가 없고 고유의 향미가 있는 갈색 분말
Curcumin	0.8 mg/g (표시량의 80~120%)
납	1.0 mg/kg 이하
총 비소	1.0 mg/kg 이하
카드뮴	1.0 mg/kg 이하
총 수은	0.5 mg/kg 이하
총 아플라톡신 (B1)	10(6) µg/kg 이하
대장균군	음성
총 아플라톡신(B1)	10(6) µg/kg

4) 일반성분 분석

○ 색도

- 지표성분으로 설정한 curcuminoids는 천연색소로, 이화학적 지표로서 색도 측정을 진행하였으며 개발된 율금 소재의 색도 분석을 통해 품질규격을 규명하고자 하였음.
- 기존 제품 2종(분말, 액상)과 개발된 가공 소재 8종을 이용하여 색도를 분석하였음.
- L*값은 명도로 높은 값을 가질수록 밝고 +a*는 적색(Red), -a*는 녹색(Green), +b*는 황색(Yellow), -b*는 청색(Blue)으로 색의 방향을 나타내며 수치가 클수록 색이 선명하다는 의미임. dE*(델타E)는 색차로 총 색도를 의미하며 아래의 공식을 사용하여 계산한 값임.

$$dE^* = \sqrt{L^{*2} + a^{*2} + b^{*2}}$$

○ pH

- pH는 용액의 수소이온농도를 측정하는 척도로서 각 시료의 특징을 알 수 있는 하나의 지표이며 pH 측정을 통해 개발된 율금 소재의 품질규격을 규명하고자 하였음.
- pH 값은 0과 14 사이이며 pH의 값이 7보다 낮으면 산성, 7보다 높으면 염기성이라고 부름. pH 값이 낮을수록 강한 산성을 나타내며 pH 값이 높을수록 강한 염기성을 의미함.
- 지표성분으로 설정한 curcuminoids는 천연색소이기 때문에 알칼리성의 조건에서 불안정한 상태를 나타냄. 또한 pH 7.0 이상의 조건에서 빠르게 trans-6-(4,-hydroxy-3,-methoxyphenyl)2,4-dioxo-5-hexenal, vanillion, ferulic acid 그리고 feruloymethane로 분해되기 때문에 pH 측정은 curcuminoids의 품질을 평가하는 지표로 사용될 수 있음.
- pH는 유리전극으로 된 pH 측정기를 사용하여 측정하였으며 대조군은 분말과 액상 제품으로 설정하였음. 시료는 개발된 가공 소재 8종으로 하였음.

○ 항산화능

① DPPH와 ABTS 분석

- DPPH와 ABTS 실험을 통하여 가공 소재의 항산화능을 알아보하고자 실험을 진행하였음.
- DPPH (2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl)란 화학적으로 안정화된 free radical을 가지는 수용성 물질로, 항산화 물질과 반응해 노랗고 투명해지는 성질을 가짐. 즉, 시료와 반응 시 용액의 색이 투명해질수록 항산화 물질의 함량이 높은 것을 나타냄. 해당 반응의 정도는 흡광도를 이용해 측정하였음.
- 0.1 mM DPPH 용액 2.9 mL와 메탄올에 희석된 시료 0.1 mL를 혼합하여 30분간 방치 후 UV/VIS spectrophotometer를 사용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였음. 양성대조군은 ascorbic acid으로 설정하였음.
- ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid))는 free radical이 시료와 반응하여 nonradical로 전환되면서 760 nm의 파장에서 흡광도 값이 감소되는 정도를 통해 항산화 활성을 측정하는 방법임. 즉, 항산화 활성이 높을수록 시료와 반응하여 용액의 색이 투명해짐.
- ABTS 용액 2850 μ L와 메탄올에 희석된 시료 150 μ L 를 혼합하여 2시간 방치 후 UV/VIS spectrophotometer를 사용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였음. 양성대조군은 ascorbic acid으로 설정하였음.

② Total polyphenol content

- 벤젠고리의 수소 중 하나가 수산기 (OH)로 치환된 물질을 phenol이라고 하는데, 수산기를 2개 이상 가지고 있는 물질을 polyphenol이라 총칭함. 페놀성 화합물이 Fe^{3+} 을 Fe^{2+} 로 환원시키는 능력을 측정하였음.
- Folin-Ciocalteu 용액 2250 μ L와 메탄올에 희석된 시료 300 μ L 를 혼합하여 5분 반응함. 6% 탄산나트륨 용액 2250 μ L을 추가 후 90분 방치 후 UV/VIS spectrophotometer를 사용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였음.
- Total polyphenol content를 측정하기 위해 gallic acid를 이용하여 8가지 농도조건(0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 50.0, 100.0 μ g/mL)을 검량곡선 작성에 이용하였음.

③ Total flavonoid content

- 두 개의 페닐 고리와 헤테로 사이클릭 고리로 구성된 15개의 탄소 골격의 일반적인 구조를 가진 물질을 flavonoid라고 총칭함. 염화알루미늄과 하이드록실기와 반응하여 안정한 복합체를 형성하는 원리임.
- 5% 질산나트륨 용액 400 μ L와 메탄올에 희석된 시료 1000 μ L 를 혼합하여 6분 반응함. 10% 염화알루미늄 용액 400 μ L을 추가 후 메탄올로 부피를 10 mL로 조정함. 15 분 방치 후 UV/VIS spectrophotometer를 사용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였음.
- Total flavonoid content를 측정하기 위해 quercetin을 이용하여 8가지 농도조건(0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 50.0, 100.0 μ g/mL)을 검량곡선 작성에 이용하였음.

5) 울금 소재의 기능성 최적화 연구

○ 주요 유효 성분의 독성평가

- 울금에는 2.5-6%의 curcumin이 포함되어 있다고 알려져 있으며, 이는 울금에 포함된 curcuminoids 성분 중 77%에 해당하는 주요 유효성분임. (17% demethoxycurcumin, 3% disdemethoxycurcumin)
- 선행 연구결과에 따르면, curcumin, demethoxycurcumin, disdemethoxycurcumin은 항산화 기능성, 항암 기능성 등 curcuminoids 가 가지는 바이오 기능성을 공유한다고 알려져 있음.

표 12. 울금내 포함되어 있는 화학적 구성성분

Curcuminoids	Demethoxycurcumin
	Bisdemethoxycurcumin
	Curcumin
Tumerones	Ar-Tumerone
	α -Tumerone
	β -Tumerone
Curcumenes	γ -Curcumene, ar-Curcumene
	Dehydrocurcumene
	Zingiberene
	β -Bisabolene
Alkaloids	β -Sesquiphellandrene
	Berberine, Palmatine, Tembetarine, Magnofloriene, Choline, Tinosporin, Isocolumbin, Tetrahydropalmatine

출처 : 2008, Narismha R. et al.

- 이 밖에도 울금에는 다양한 정유 성분들이 포함되어 있음. 그 중 tumerone 계열이 80% 가량 포함되어 있으며, 선행연구를 통하여 일부 기능성을 가지는 것으로 보고 된 바 있음.

표 13. 울금 내에 포함되어 있는 정유성분

Compound	Percentage (%)
α -Pinene	0.6
Vinyl propionate	1.7
P-Cymene	0.8
1.8-Cineole	0.7
Camphor	0.1
α -Tepineol	0.2
β -Caryophyllene	0.4
γ -Curcumene	0.5
ar-Curcumene	2.6
α -Zingiberene	1.0
β -Sesquiphellandrene	2.4
ar-Tumerol	1.5
α -Cadinol	1.3
ar-Tumerone	33.2
α -Tumerone	23.5
β -Tumerone	22.7
(6R, 7R)-Bisabolone	3.1
(E) α -Atlantone	1.4
Total	97.7

출처 : 2013, Flavio D. F. et al.

- 이에, 본 연구에서는 지표 성분으로 설정한 curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin과 tumerone의 세포독성 평가를 통해 인체 안정성을 확보하였음.
- 위 3종의 유효성분은 울금 내 curcuminoids의 대부분을 차지하며, tumerone은 울금 내 포함된 정유성분 중 80%에 해당함.
- 세포에 선별한 울금 내 유효성분을 농도별로 처리하여 유효성분에 대한 세포독성을 살아있는 세포의 미토콘드리아 탈수소 작용에 의한 색 변화를 흡광도를 이용하여 측정하는 MTT assay를 통해 최적 유효 농도를 규명하고 유효성분의 인체 안정성 확보 기반을 마련하였음.



그림 5. MTT를 활용한 세포독성 평가 모식도

○ 유효성분의 기능성 평가(비만 및 당뇨예방, 숙취해소) 및 작용 기전 분석

① 울금 내 공정 조건별 추출된 유효성분의 항비만 효능 연구

- 울금 내 주요 항비만 성분으로 알려져 있는 curcumin, 울금에 함유된 정유 성분 중 80%를 차지하는 tumerone, 울금 내 curcuminoids의 대부분을 차지하는 demethoxycurcumin과 bisdemethoxycurcumin을 지표물질로 선정하여 항비만 효능을 분석 및 검증하고 울금의 항비만 효능 표준화를 위한 지표물질의 설정 및 함량, 기준 규격을 제시하였음.

② Oil Red O staining을 통한 울금 내 유효 성분의 지방세포 분화 억제 효능 구명

- Oil Red O staining 기법은 세포 내 축적된 지방을 특이적으로 염색하는 방법으로, 이를 통해 물질 처리 후 세포 내 축적된 지방의 증감을 정성적으로 분석할 수 있음.
- 선별한 울금 내 유효성분의 항비만 효능을 분석하기 위해 3T3-L1 지방전구세포를 활용함. 세포에 울금 유효성분의 처리를 통하여 유효성분의 지방세포 생성 억제 효능을 정성적으로 분석하였음.

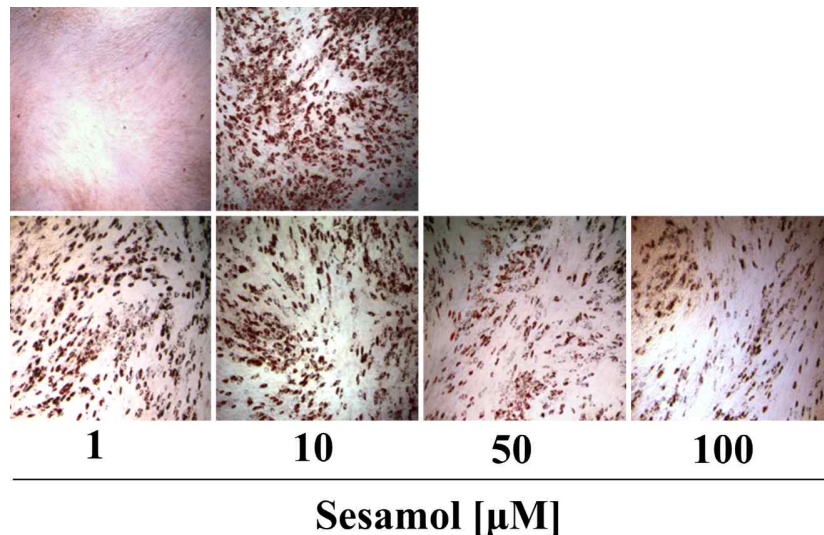


그림 6. 유효성분의 정성적 항비만 효능 분석

③ 지방 분화 특이 마커 분석을 통한 울금 내 유효 성분의 항비만 효능 구명

- 선별한 울금 내 유효성분의 항비만 효능의 정량적 분석을 위하여, 지방세포 분화 및 생성 과정에서 유효성분을 처리한 세포주의 지방 분화 특이 마커 분석을 통하여 울금 내 유효성분의 항비만 효능을 확인하였음.
- PPAR γ 란 지방세포 분화를 촉진하는 단백질로, 지방세포 분화의 master regulator로 알려져 있음. 따라서 이 단백질의 유전자 발현이 감소했다는 것은 지방세포 분화가 억제되었다는 것을 의미함.
- FABP4는 지방 세포 및 대식세포에서 주로 발견되는 지방산의 담체 단백질로 이의 발현을 억제하여 비만 치료 등에 도움을 줄 수 있다고 알려져 있어, FABP4의 발현감소는 항비만 효능을 규명하는 지표로 사용할 수 있음.
- Adiponectin은 최종 분화된 지방세포가 특이적으로 발현하는 단백질로, adiponectin의 발현량이 낮다는 것은 최종 분화된 지방세포가 감소했다는 것을 의미하였음.

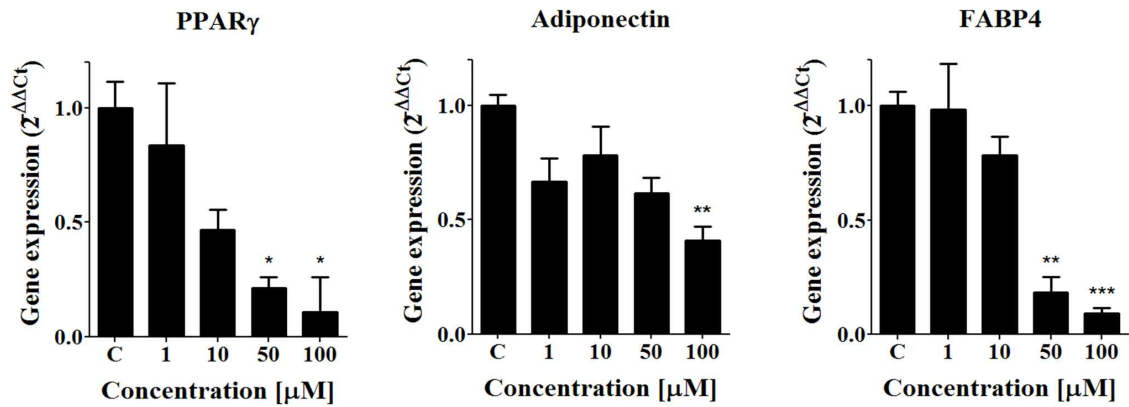


그림 7. 유효성분의 정량적 항비만 효능 분석결과

④ 울금 내 공정 조건별 추출된 유효성분의 당노 효능 연구

- α -glucosidase는 체내에서 α -1,4 linked polysaccharide를 포도당으로 분해하여 에너지원으로 활용하는데 작용함. 포도당은 진핵 생물의 주요 에너지원 중 하나이며 이의 생성에 역할을 하는 α -glucosidase는 식후 고혈당증의 조절을 위한 표적으로 사용됨. 즉 α -glucosidase는 아밀라아제와 같은 효소에 의해 생성된 전분 가수 분해의 중간 분해 산물에서 포도당을 생산하는 데 사용되며 이 효소의 억제능 확인을 통하여, 울금 내 유효 성분의 항당뇨 기능성을 측정하였음.
- 선별한 울금 내 유효성분의 항당뇨 효능 분석을 위하여, α -glucosidase 효소와 pNP-glycoside 기질을 넣은 반응액을 반응시킨 후 pNP-glycoside로부터 유리되어 나오는 반응 생성물인 p-nitro phenol을 ELISA reader를 이용하여 흡광도 값을 분석하였음.

⑤ 울금 내 공정 조건별 추출된 유효성분의 숙취해소 효능 연구

- 울금 내 주요 숙취해소 성분으로 알려져 있는 curcumin과 울금에 함유된 정유 성분 중 80%를 차지하는 tumerone을 지표물질로 선정하여 숙취해소 효능을 분석 및 검증하고 효능 표준화를 위한 지표물질의 설정 및 함량, 기준 규격을 제시하였음.
- Alcohol dehydrogenase (ADH), acetaldehyde dehydrogenase (ALDH)는 간세포에서 발현되는 단백질로서 알콜분해효소의 일종임. 이들의 체내 발현은 체내로 흡수된 알콜의 해독 과정에 관여함.
- ADH는 에탄올을 아세트알데히드로, ALDH는 아세트알데히드를 아세트산으로 분해하여 체내로 들어온 에탄올의 독성을 저감화하는 대사과정에 관여함.

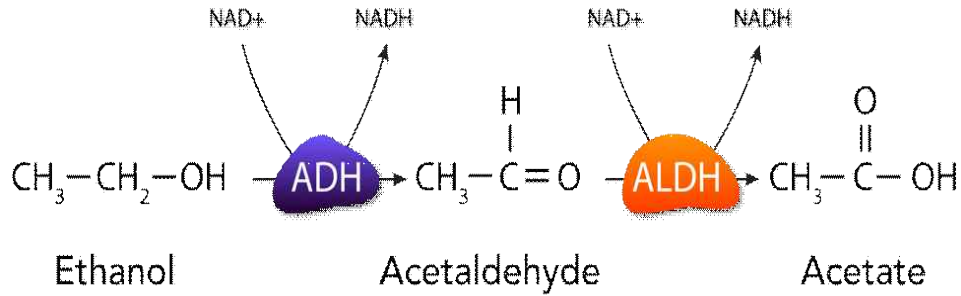


그림 8. ADH, ALDH의 알코올 대사 과정 모식도

- 선별한 울금 내 유효성분의 숙취해소 효능 구명을 위하여, 에탄올 및 유효성분을 ICR Mouse에 7일간 매일 같은 시간에 경구투여하였음.

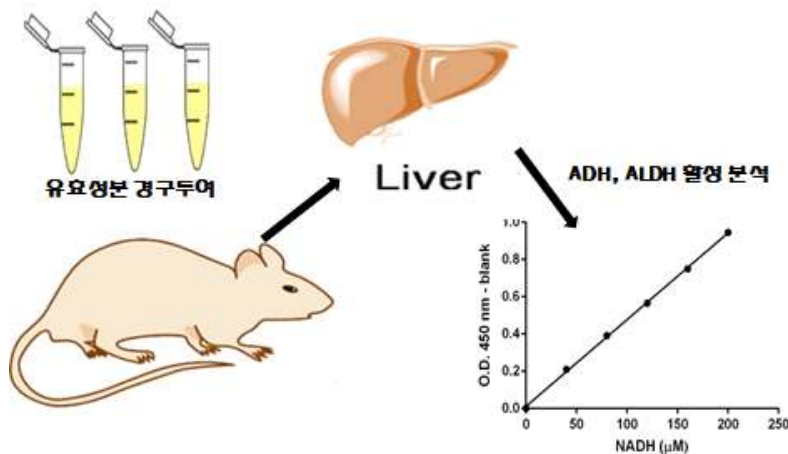


그림 9. in vivo ADH, ALDH 분석 연구 모식도

- 마지막 경구투여 3시간 후 조건별로 실험동물 (mouse)의 간을 채취하고 간에서 추출한 단백질을 ELISA reader를 활용, 흡광도 값 분석을 통해 체내 알코올 대사를 담당하는 효소인 Alcohol dehydrogenase (ADH), Acetaldehyde dehydrogenase (ALDH)의 활성을 in vivo 조건에서 정량적으로 측정하였음.

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

(1) 연구수행 결과

1) 울금의 원료 표준화

○ 원료의 지표성분 설정 및 분석법 검증

① TLC법을 이용한 정성분석

- 재배지역과 수확시기에 따른 울금의 curcuminoids의 정성분석은 TLC 방법을 통해 분석하였음. 분석결과 4종의 시료에서 curcuminoids의 유무 확인하였음. (그림 10).

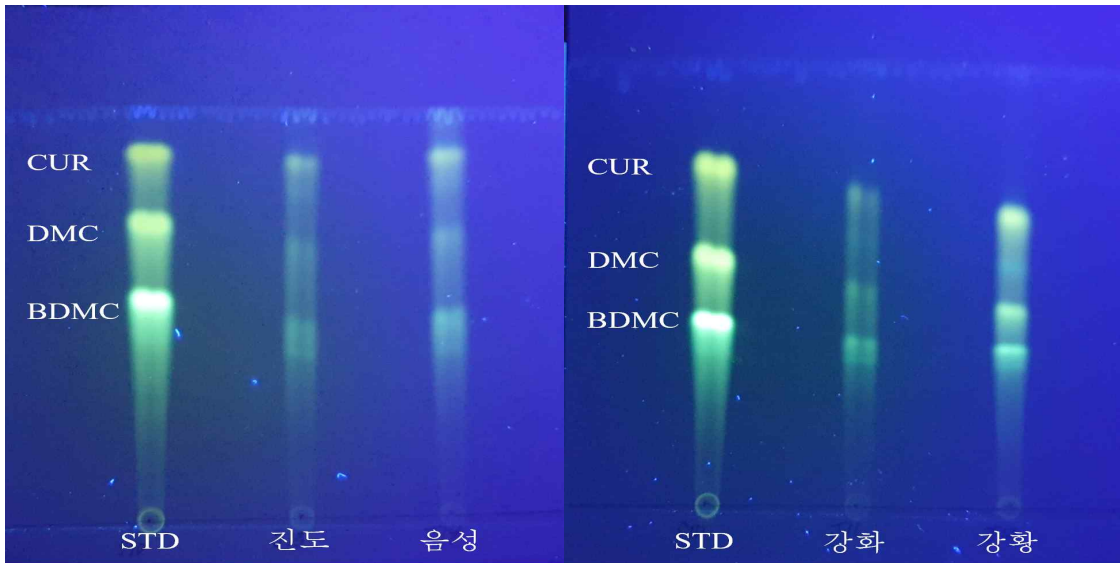


그림 10. 재배지역별, 수확시기별 curcuminoids 정성분석

② HPLC-UV를 이용한 정량분석

- 울금의 curcuminoids 분석 결과는 아래 그림 11과 같음. 이에 지표성분을 curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin으로 설정하여 분석을 진행하였음.



그림 11. Curcuminoids 3종의 HPLC-UV chromatogram

- Curcuminoids (curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin) 정량을 위한 검량 곡선은 아래 그림 12와 같으며, curcuminoids의 검량곡선의 직선성(Linearity), 검출한계 (LOD), 정량한계(LOQ)는 표 14에 기술하였음.

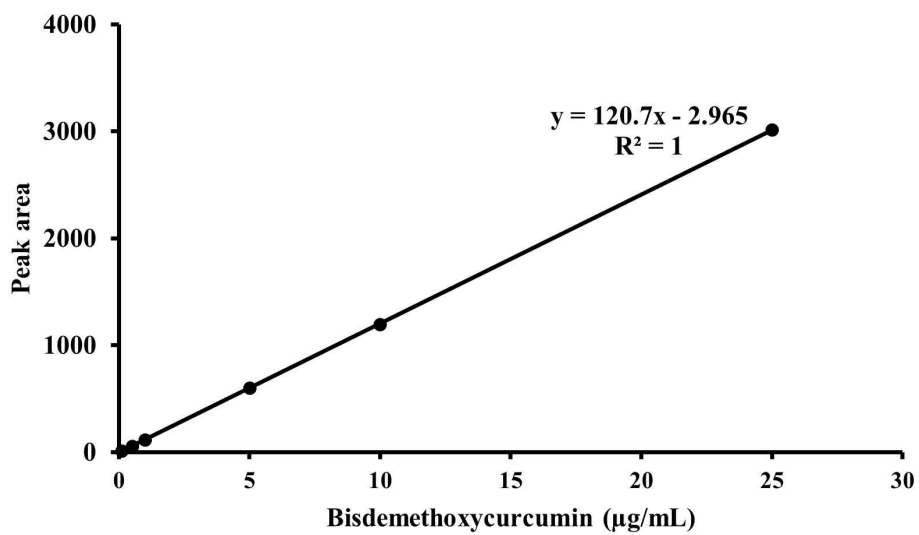
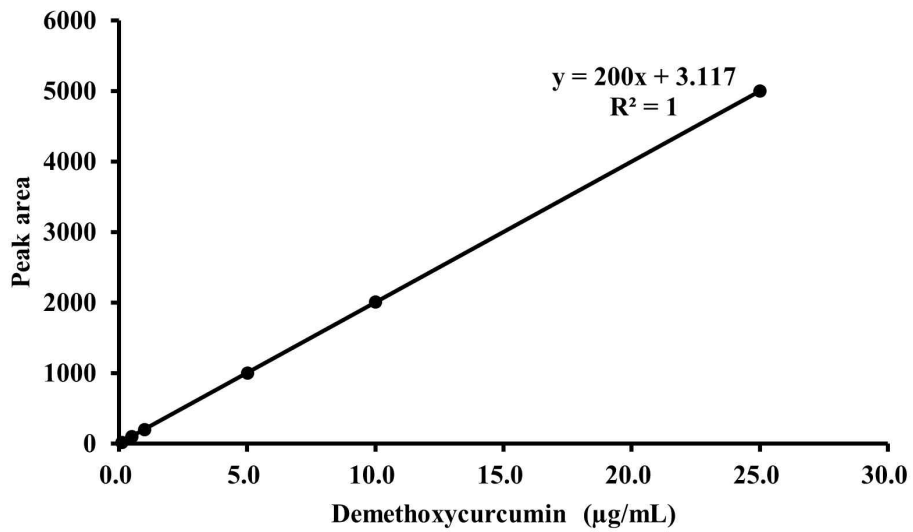
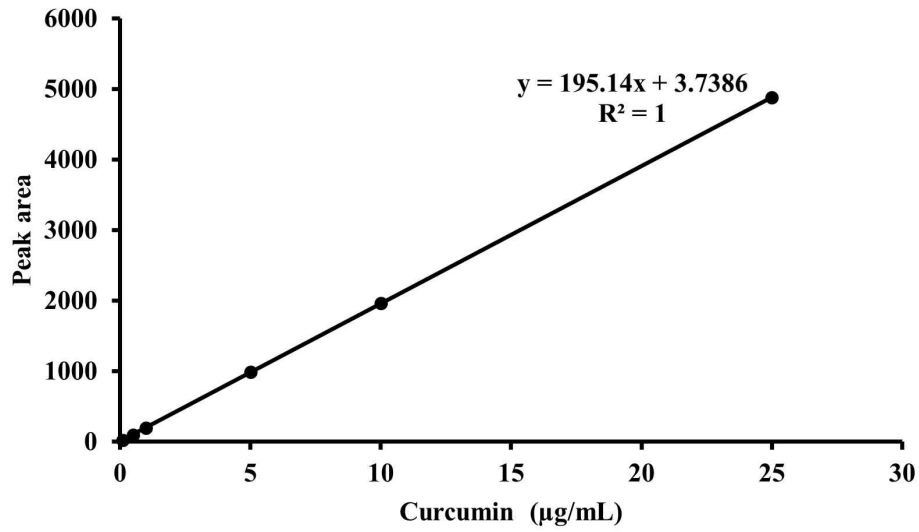


그림 12. Curcuminoids(Curcumin, demetoxycurcumin, bisdemetoxycurcumin)의 검량곡선

표 14. 직선성 확인 및 검출한계, 정량한계

Curcuminoids	Calibration curve		LOD (µg/mL)	LOQ (µg/mL)
	Equation (y = ax + b)	Linearity (R ²)		
Curcumin	y = 195.1x + 3.739	1	0.01	0.03
Demethoxycurcumin	y = 200.0x + 3.117	1	0.01	0.03
Bisemethoxycurcumin	y = 120.7x - 2.965	1	0.01	0.04

- 정밀도와 회수율을 구하기 위하여 검량곡선과 동일한 조건하에 동일한 장비를 사용하여 3 가지 농도(1.0, 5.0, 10.0 µg/mL)에서 실험을 진행하였으며, 일내 정밀도는 각 농도별 실험 샘플 수는 5개로 진행하였고, 일간 정밀도는 5일간 진행하였음 (표 15).

표 15. 정밀도 및 회수율

Curcuminoids	Spiked Concentration (µg/mL)	Precision (RSD, %)		Recovery (%)
		Intraday	Interday	
Curcumin	1	1.19	1.28	93.97
	5	1.50	1.20	103.87
	10	1.48	1.59	109.98
Demethoxycurcumin	1	1.11	1.78	109.04
	5	1.77	1.09	100.96
	10	1.20	2.02	107.81
Bisemethoxycurcumin	1	1.16	1.61	104.53
	5	1.76	1.14	98.14
	10	1.22	1.57	107.99

- Curcuminoids 정량 분석 결과는 표 16과 같음. 수확 시기별 울금을 비교한 결과, 봄 울금 인 강황에서 curcuminoids 함량이 높게 나타났으며 지역별 울금을 비교한 결과, 진도와 강황에서 높은 함량을 나타냄.

표 16. 재배지역별, 수확시기별 curcuminoids 함량

수확 시기	재배 지역	Curcuminoids (mg/g)			
		Curcumin	Demethoxycurcumin	Bisemethoxycurcumin	Total
	진도	0.1840 ± 0.0002 ^b	0.0478 ± 0.0002 ^c	0.0386 ± 0.0003 ^c	0.2705 ± 0.0007 ^b
	가을 음성	0.1668 ± 0.0006 ^a	0.0396 ± 0.0002 ^a	0.0259 ± 0.0003 ^b	0.2323 ± 0.0005 ^a
	강황	0.2056 ± 0.0003 ^c	0.0420 ± 0.0003 ^b	0.0217 ± 0.0002 ^a	0.2693 ± 0.0007 ^b
	봄 울금(강황)	0.3216 ± 0.0004 ^d	0.0910 ± 0.0002 ^b	0.0584 ± 0.0003 ^d	0.4710 ± 0.0007 ^c

1) All values are represented as mean ± standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same column denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

○ 색도분석

- 울금은 수확 시기에 따라 그 종류가 다른데, 가을에 수확되면 울금, 봄에 수확되는 것은 봄 울금, 즉 강황임. 현재 국내에선 봄에 수확하는 봄 울금(강황)이 없어 인도산을 구입하여 실험에 사용하였음.
- 재배 지역(진도, 음성, 강화)과 수확 시기(봄, 가을)가 다른 울금의 색도 차이를 분석하기 위해 본 연구를 진행하였음. 그 결과와 울금 분말 4종의 색도와 사진은 각각 표 17, 표 18 과 같음.

표 17. 재배지역별, 수확시기별 울금의 색도 분석

수확 시기	재배 지역	Color value			
		L*	a*	b*	dE*
	진도	63.87 ± 0.03 ^b	7.01 ± 0.02 ^b	63.5 ± 0.3 ^b	90.4 ± 0.2 ^b
가을	음성	52.87 ± 0.01 ^a	13.54 ± 0.03 ^d	50.1 ± 0.1 ^a	74.13 ± 0.08 ^a
	강화	64.19 ± 0.01 ^c	6.33 ± 0.02 ^a	63.9 ± 0.2 ^b	90.8 ± 0.1 ^c
	봄 울금(강황)	65.08 ± 0.01 ^d	7.85 ± 0.04 ^c	74.7 ± 0.3 ^c	99.4 ± 0.2 ^d

1) All values are represented as mean ± standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same column denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

표 18. 재배지역별, 수확시기별 울금 분말의 사진



- 색도측정 결과 재배 지역과 수확 시기의 다를 경우 색도의 차이가 있었음. 봄 울금인 강황이 가장 밝았고, 음성지역의 울금이 가장 어두운 것을 알 수 있었음.

○ 울금과 유사품종간의 구별법 제안

- *Curcuma longa* L.의 근경은 연한 미색에 가까운 노란빛을 띄며 마디가 선명하게 보이는 특징을 가지고 있으나 *Curcuma aromatica*의 근경은 그보다는 더 진한 노란빛을 띄며 근경에 존재하는 마디 또한 상대적으로 적어 매끈한 모습을 보였음.

- 두 식물체의 근경을 말려 가루를 내게 되면 이러한 특징이 더 두드러져 *Curcuma aromatica*의 근경으로 만든 가루의 경우에 더 진한 노란빛을 띄는 것으로 알려져 있음.
- 2007년, 연구에 따르면 *Curcuma longa* L. 과 *Curcuma aromatica*에 존재하는 trnK 유전자 상의 뉴클레오타이드 위치는 각 종마다 다르다고 알려짐.
- 해당 연구에서는 표적 유전자에서 6개의 영역을 선택하여 조합한 4개의 Primer를 사용하여 사슬 치환반응을 이용해 유전자를 증폭시키는 LAMP 법 (Loop-mediated isothermal amplification)을 활용하였는데 일반적인 중합 효소 연쇄 반응법과 비교하여 Template의 변성반응이 필요하지 않아 증폭 속도가 빠르고 특이성도 높다는 장점을 가짐.
- 이에 문헌에서 제안하는 LAMP 기법을 통해 타깃 DNA의 6개의 구역을 인식하여 *Curcuma longa* L.과 *Curcuma aromatica*를 효과적으로 특정할 수 있는 Primer 서열을 제안함.

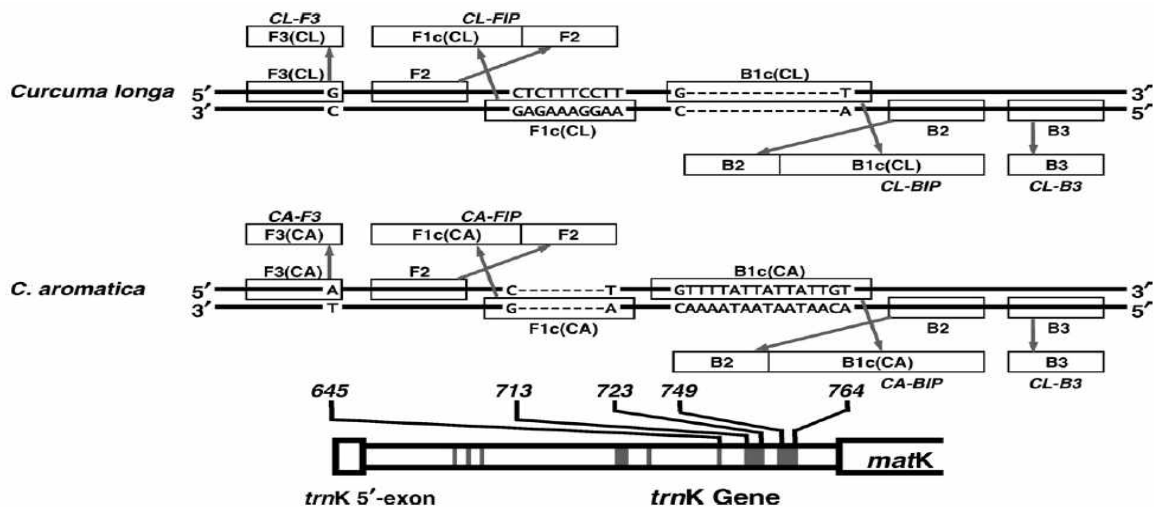


그림 13. *Curcuma longa* L.과 그 유사품종간의 유전학적 차이

(출처 : 2007, Yohei S. et al.)

표 18. *Curcuma longa* L.과 그 유사품종간 유전적 구별법 제안

종명	구분	Primer 서열
<i>Curcuma longa</i> L.	CL-F3	5-TAA AGG GTC ATT ATC CTC TTG-3
	CL-FIP	5-AGG AAA GAG GGA ATC CAA TCA ACC ATT TTT GAT AGA AAA AGG GG-3
	CL-BIP	5-GGT TTT TTA TTA TTA TTG TAT ATA TAC AGT GCA ATA TGG TCA AAA CAG A-3
	CL-B3	5-GGT AGA AGG AAC TTC TTG AG-3
<i>Curcuma aromatica</i>	CA-F3	5-TAA AGG GTC ATT ATC CTC TTA-3
	CA-FIP	5-CCT GTA AGG AAT CCA ATC AAC CAT TTT TGA TAG AAA AAG GGG-3
	CA-BIP	5-ATT GTT TTA TTA TTA TTG TAT ATA TAC AGT GCA ATA TGG TCA AAA CAG A-3

출처 : 2007, Yohei S. et al.

- 결과적으로 울금과 (*Curcuma longa* L.) 그 유사 품종 (*Curcuma aromatica*) 간의 식물체의 특징, 근경의 색과 모양 등 형태학적 구별법과 중합 효소 연쇄반응법을 활용하여 제안한 *Curcuma longa* L.의 genetic authentication을 위한 tool로 활용할 수 있는 특이적 구별법은 진도에서 재배되는 *Curcuma longa* L. 와 유사 종간의 혼용에서 올 수 있는 기능성의 차이 및 잠재적 약리 효과 감소를 미연에 방지할 수 있음.

2) 울금 소재화 최적 가공기술 개발









○ 전처리, 추출, 건조 등의 공정별 조건 최적화

- 70% 주정 추출물의 분무건조 경우, 그림 14와 같이 분무되어 건조되는 중 고온에 의하여 건조물이 탄화됨. 이에 현재 진도농협울금가공사업소에서 사용하는 방식의 대조군 (2종)과 추출방법과 건조 방법을 다르게 하여 제조한 시료(8종)를 이용하여 실험을 진행하였음.



그림 14. 70% 주정 추출물 분무건조

표 19. 건조된 시료의 사진

	열수추출	50% 주정추출	70% 주정추출
분무건조			-
동결건조			
분무·동결건조			

- 본 연구에서 건조된 시료의 사진은 위의 표 19와 같음.

○ 개발된 소재의 지표성분 분석

① TLC법을 이용한 정성분석

- 10종의 시료에 대한 TLC 결과 그림 18과 같음. 왼쪽은 지표성분들을 나타냈고 중앙, 오른쪽은 시료를 나타냄. 액상제품 외 9종의 시료에서는 curcuminoids가 분석됨을 확인하였음.
- 시료명은 FD: Freeze Dry, SD: Spray Dry, SFD: Spray Freeze Dry로 각 건조 방법을 뜻하며, W: Water, E: Ethanol (주정의 농도)로 추출 용매를 뜻함.

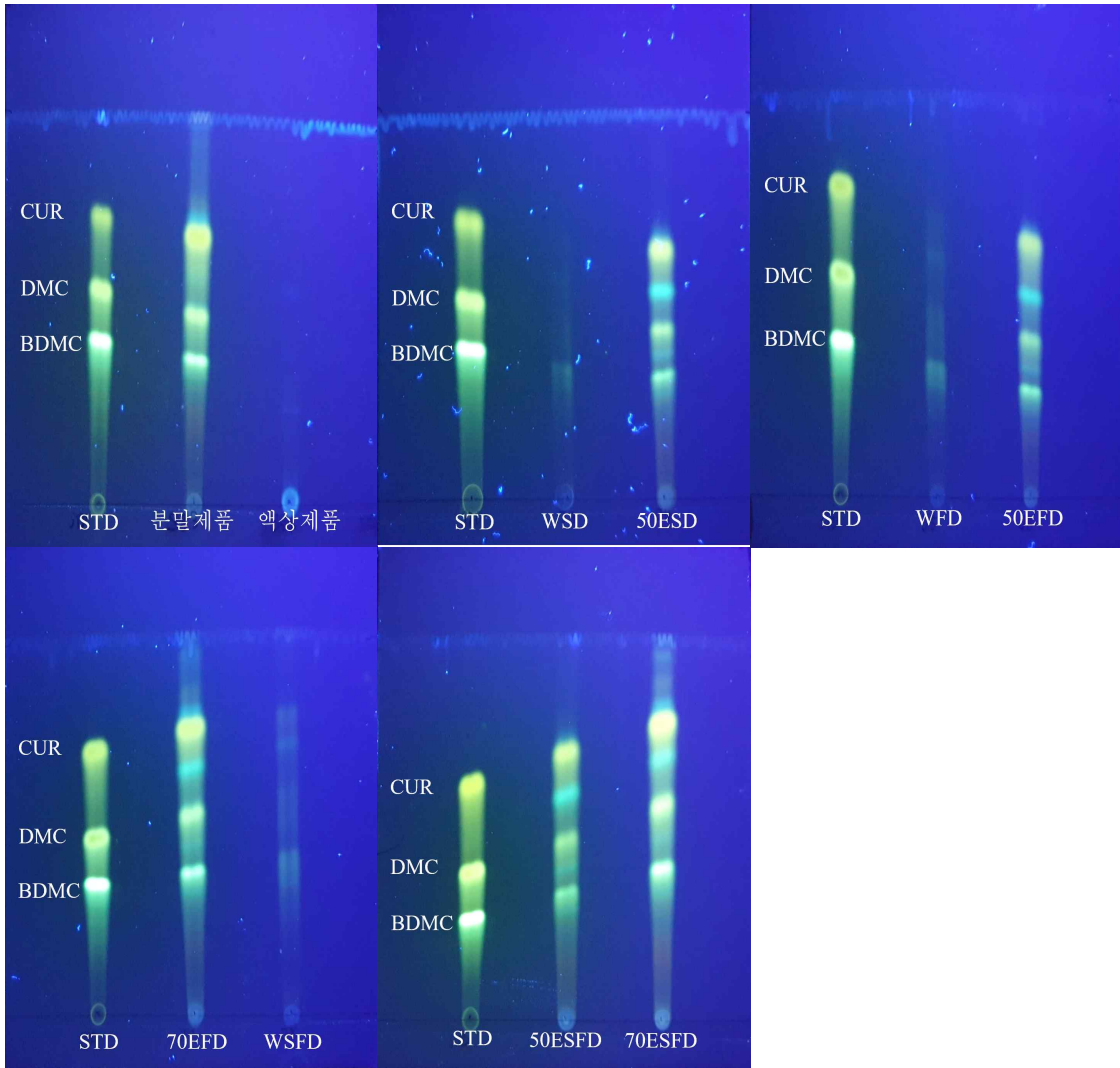


그림 18. 가공소재의 curcuminoids 정성분석 결과

② HPLC-UV를 이용한 정량분석

- Curcuminoids 정량 분석 결과는 표 20과 같음. 액상제품에서는 curcuminoids가 검출되지 않음. 건조 방법을 비교한 결과, 분무·동결건조가 가장 높은 함량을 나타냈음. 추출방법을 비교한 결과, 주정의 농도가 증가할수록 높은 함량을 가졌음.

표 20. 개발된 가공소재의 curcuminoids 정량결과

Sample	Curcuminoids (mg/g)				
	Curcumin	Demethoxycurcumin	Bisemethoxycurcumin	Total	
대조군	액상제품	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	분말제품	1.233 ± 0.002 ^d	0.302 ± 0.002 ^d	0.221 ± 0.004 ^c	1.756 ± 0.007 ^d
시료	WSD	0.611 ± 0.002 ^a	0.182 ± 0.001 ^a	0.151 ± 0.002 ^a	0.945 ± 0.003 ^a
	50ESD	3.448 ± 0.004 ^e	0.865 ± 0.004 ^e	0.544 ± 0.008 ^d	4.86 ± 0.02 ^e
	WFD	0.798 ± 0.002 ^b	0.247 ± 0.001 ^b	0.206 ± 0.003 ^b	1.251 ± 0.003 ^b
	50EFD	4.075 ± 0.003 ^f	1.089 ± 0.004 ^g	0.736 ± 0.007 ^f	5.90 ± 0.01 ^f
	70EFD	8.34 ± 0.02 ^h	2.399 ± 0.006 ^h	1.836 ± 0.009 ^g	12.58 ± 0.03 ^h
	WSFD	0.892 ± 0.003 ^c	0.276 ± 0.001 ^c	0.230 ± 0.003 ^c	1.397 ± 0.003 ^c
	50ESFD	4.227 ± 0.005 ^g	1.060 ± 0.005 ^f	0.67 ± 0.01 ^e	5.95 ± 0.02 ^g
	70ESFD	9.443 ± 0.009 ⁱ	2.704 ± 0.006 ⁱ	2.06 ± 0.02 ^h	14.21 ± 0.02 ⁱ

1) All values are represented as mean ± standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same column denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

3) N.D.: Not detected.

○ 향기성분 분석

- 분말 제품을 대조군으로 선정하여 GC-MS를 통해 향기 성분을 분석하였으며 주요 향기 성분 20종을 지표성분으로 설정하였음. 이를 기준으로 추출 용매 및 건조 방법을 다르게 한 울금 소재의 크로마토그램과 비교하여 향기 성분의 추출 효율을 비교하였음.
- 시료명은 FD: Freeze Dry, SD: Spray Dry, SFD: Spray Freeze Dry로 각 건조 방법을 뜻하며, W: Water, E: Ethanol (주정의 농도)로 추출 용매를 뜻함.
- 주요 향기 성분의 정성을 위해 co-injection, spectrum ratio, kovats retention index 3가지의 방법을 이용함. Mass spectral library인 NIST 14를 이용하여 분석된 시료로부터 얻은 spectrum ratio와 시료 물질의 고유 spectrum ratio를 확인하는 방법으로 정성분석을 진행함. 두 가지의 spectrum ratio의 비교를 통하여 NIST 14에서 산출된 probability 및 match value 등을 확인함. 또한, 시료로부터 분석된 peak의 머무름 시간에 alkane standard의 머무름 시간을 적용하여 kovats index 값을 산출함. 수식은 아래와 같으며, 분석한 향기 성분의 GC-MS 크로마토그램과 kovats index는 그림 15 및 표 21에 서술하였음.

$$I = 100 \times \left[n + \frac{\log(t'_{r(unknown)}) - \log(t'_{r(n)})}{\log(t'_{r(N)}) - \log(t'_{r(n)})} \right]$$

I = Kovats retention index

n = the number of carbon atoms in the smaller n-alkane

N = the number of carbon atoms in the larger n-alkane

t'_r = the adjusted retention time

표 21. 분말 시료의 주요 향기성분 20종

No.	Volatile compounds	RI	RI (Ref.)	Identification
1	β -Pinene	1122	1123	MS ¹⁾ , KI ²⁾
2	α -Terpinene	1205	1200	MS ¹⁾ , KI ²⁾
3	Limonene	1211	1210	MS ¹⁾ , KI ²⁾
4	1,8-Cineole	1226	1223	MS ¹⁾ , KI ²⁾
5	p-Cymene	1282	1284	MS ¹⁾ , KI ²⁾
6	α -Terpinolene	1394	1315	MS ¹⁾ , KI ²⁾
7	p-Cymenene	1452	1452	MS ¹⁾ , KI ²⁾
8	α -Cubebene	1475	1475	MS ¹⁾ , KI ²⁾
9	2-Nonanol	1524	1524	MS ¹⁾ , KI ²⁾
10	Zingiberene	1572	1526	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
11	β -elemene	1615	1593	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
12	caryophyllene	1632	1633	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
13	γ -elemene	1664	1650	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
14	γ -curcumene	1717	1704	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
15	β -bisabolene	1747	1746	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
16	β -sesquiphellandrene	1801	1789	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
17	β -elemenone	2113	2008	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
18	Ar-turmerone	2142	2143	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
19	α -turmerone	2163	2165	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
20	β -turmerone	2166	2166	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co

1) MS, comparison of its mass spectrum in the NIST mass spectrum library

2) Kovats retention index on DB-WAX; R.I (Ref), Retention index on DB-WAX in NIST database

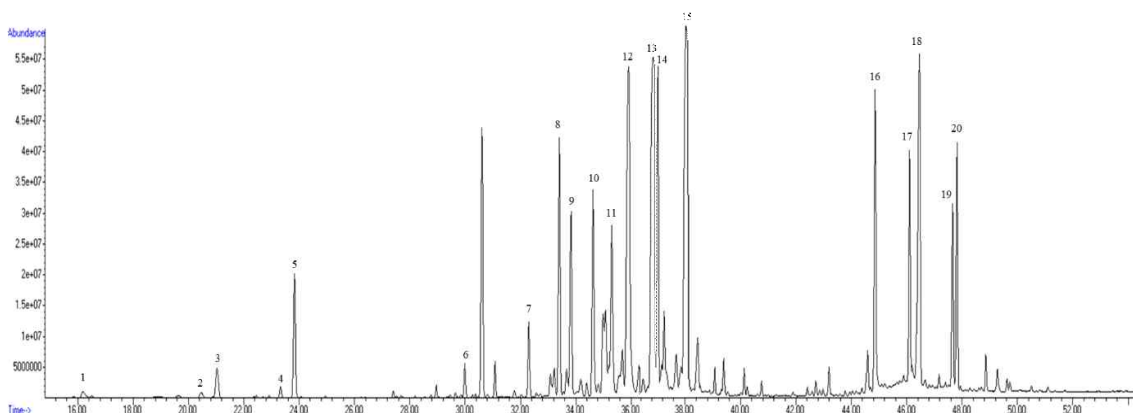


그림 15. 열풍건조 한 울금 분말의 GC-MS 크로마토그램

- 액상 제품의 크로마토그램을 분석하여 13종의 향기 성분을 도출하였음. 아래 그림 16과 표 22는 각각 액상 제품의 GC-MS 크로마토그램과 향기 성분의 kovats index임.

표 22. 액상제품의 주요 향기성분 13종

No.	Volatile compounds	RI	RI (Ref.)	Identification
1	Pentanal	948	948	MS ¹⁾ , KI ²⁾
2	2-Hexanal	1116	1116	MS ¹⁾ , KI ²⁾
3	1,8-cineole	1223	1223	MS ¹⁾ , KI ²⁾
4	6-Methyl-5-hepten-2-one	1345	1345	MS ¹⁾ , KI ²⁾
5	2-Furancarboxaldehyde	1472	1471	MS ¹⁾ , KI ²⁾
6	2-Nonanol	1522	1521	MS ¹⁾ , KI ²⁾
7	Camphor	1545	1543	MS ¹⁾ , KI ²⁾
8	Linalool	1550	1550	MS ¹⁾ , KI ²⁾
9	5-methyl furfural	1587	1587	MS ¹⁾ , KI ²⁾
10	4-Terpineol	1621	1622	MS ¹⁾ , KI ²⁾ ,
11	Linalyl propionate	1696	1696	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
12	Borneol	1697	1698	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co
13	3-Methylacetophenone	1786	1786	MS ¹⁾ , KI ²⁾ , Co

1) MS, comparison of its mass spectrum in the NIST mass spectrum library

2) Kovats retention index on DB-WAX; R.I (Ref), Retention index on DB-WAX in NIST database

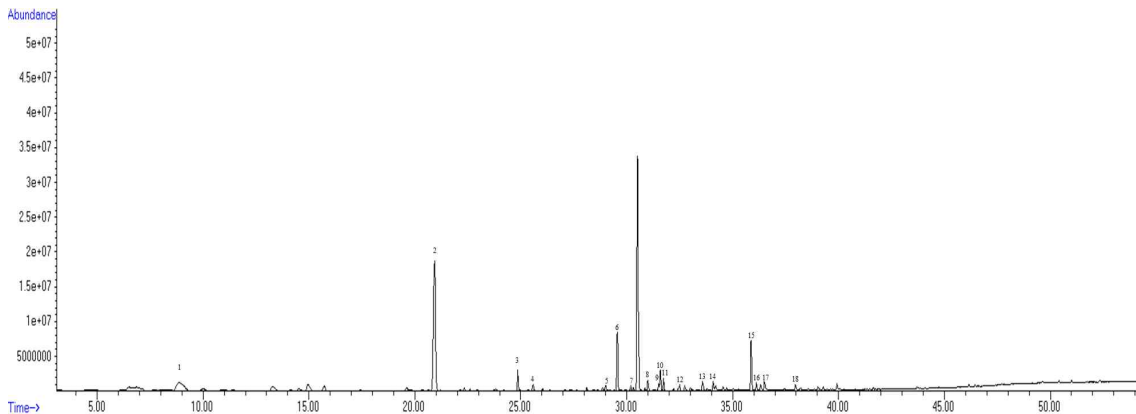


그림 16. 액상제품의 GC-MS 크로마토그램

- 각 원료의 향기 성분 정량을 위해 내부표준물질로 1,2-dichlorobenzene을 spike 하였음. GC-MS를 이용하여 분석한 후 얻은 크로마토그램에서 향기 성분 각각의 area 값과 내부표준물질의 area 값을 산출한 후, 향기 성분 area 값의 내부표준물질의 area 값과 비율을 계산하여 그 값을 정량 값으로 정함. 정량 값은 아래의 식을 이용하여 산출하였음.

$$\text{지표물질의 함량} = \frac{\text{지표물질의 area 값}}{\text{내부표준물질의 area 값}}$$

표 23. 분말제품과 분무건조 시료의 향기 성분 정량 결과

No.	Compounds	Peak area ratio		
		Control	WSD	50ESD
1	β -pinene	0.043 \pm 0.002 ^a	N.D.	N.D.
2	limonene	0.0298 \pm 0.002 ^a	N.D.	N.D.
3	1,8-cineole	0.1611 \pm 0.004 ^b	N.D.	N.D.
4	p-Cymene	0.0380 \pm 0.004 ^a	N.D.	N.D.
5	α -terpinolene	0.45 \pm 0.02 ^c	0.021 \pm 0.001 ^a	N.D.
6	para-cymenene	0.033 \pm 0.002 ^c	N.D.	N.D.
7	α -cubebene	0.014 \pm 0.002 ^c	0.007 \pm 0.001 ^a	N.D.
8	α -terpinene	0.109 \pm 0.018 ^d	0.034 \pm 0.001 ^a	N.D.
9	2-nonanol	0.086 \pm 0.006 ^a	N.D.	N.D.
10	Zingiberene	0.24 \pm 0.04 ^e	0.095 \pm 0.005 ^{bc}	0.059 \pm 0.004 ^{ab}
11	β -elemene	0.899 \pm 0.142 ^e	0.41 \pm 0.01 ^c	0.059 \pm 0.004 ^a
12	caryophyllene	0.658 \pm 0.114 ^e	0.274 \pm 0.024 ^c	0.027 \pm 0.001 ^a
13	γ -elemene	0.760 \pm 0.119 ^e	0.34 \pm 0.01 ^c	0.066 \pm 0.005 ^a
14	γ -curcumene	2.057 \pm 0.397 ^e	0.974 \pm 0.088 ^c	0.178 \pm 0.028 ^a
15	β -bisabolene	6.041 \pm 0.971 ^e	3.397 \pm 0.086 ^c	0.510 \pm 0.042 ^a
16	β -sesquiphellandrene	4.093 \pm 0.635 ^{cd}	2.790 \pm 0.101 ^b	0.565 \pm 0.078 ^a
17	β -elemenone	1.060 \pm 0.098 ^c	0.222 \pm 0.032 ^a	1.215 \pm 0.078 ^b
18	Ar-turmerone	1.086 \pm 0.139 ^c	0.536 \pm 0.063 ^b	0.598 \pm 0.106 ^b
19	α -turmerone	0.556 \pm 0.048 ^d	0.187 \pm 0.03 ^{bc}	0.19 \pm 0.09 ^c
20	β -turmerone	0.737 \pm 0.071 ^c	0.358 \pm 0.034 ^b	0.363 \pm 0.058 ^b
Total		19.142 \pm 2.748 ^e	9.641 \pm 0.453 ^c	3.267 \pm 0.195 ^b

1) All values are represented as mean \pm standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same row denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

3) N.D.: Not detected

표 24. 동결건조 시료의 향기 성분 정량 결과

No.	Compounds	Peak area ratio		
		WFD	50EFD	70EFD
1	β -pinene	N.D.	N.D.	N.D.
2	limonene	0.031 \pm 0.005 ^a	N.D.	N.D.
3	1,8-cineole	0.187 \pm 0.011 ^c	N.D.	N.D.
4	p-Cymene	N.D.	N.D.	N.D.
5	α -terpinolene	0.121 \pm 0.016 ^b	N.D.	N.D.
6	para-cymenene	0.022 \pm 0.003 ^b	0.016 \pm 0.002 ^a	N.D.
7	α -cubebene	0.010 \pm 0.001 ^b	N.D.	N.D.
8	α -terpinene	0.062 \pm 0.002 ^c	N.D.	0.048 \pm 0.007 ^b
9	2-nonanol	1.030 \pm 0.144 ^b	N.D.	N.D.
10	Zingiberene	0.157 \pm 0.003 ^d	0.256 \pm 0.024 ^e	0.125 \pm 0.011 ^{cd}
11	β -elemene	0.644 \pm 0.021 ^d	0.99 \pm 0.07 ^e	0.472 \pm 0.053 ^c
12	caryophyllene	0.418 \pm 0.004 ^d	0.718 \pm 0.066 ^e	0.219 \pm 0.021 ^c
13	γ -elemene	0.498 \pm 0.043 ^d	0.20 \pm 0.04 ^b	0.495 \pm 0.042 ^d
14	γ -curcumene	1.303 \pm 0.027 ^d	0.464 \pm 0.073 ^b	2.1 \pm 0.1 ^e
15	β -bisabolene	4.793 \pm 0.039 ^d	2.180 \pm 0.288 ^b	5.252 \pm 0.567 ^d
16	β -sesquiphellandrene	3.730 \pm 0.037 ^c	4.522 \pm 0.309 ^d	3.721 \pm 0.611 ^c
17	β -elemenone	4.378 \pm 0.132 ^f	2.808 \pm 0.134 ^f	1.504 \pm 0.209 ^d
18	Ar-turmerone	1.375 \pm 0.065 ^{ab}	1.648 \pm 0.039 ^c	2.025 \pm 0.263 ^d
19	α -turmerone	0.581 \pm 0.071 ^d	0.668 \pm 0.057 ^e	0.736 \pm 0.103 ^e
20	β -turmerone	0.731 \pm 0.077 ^c	1.11 \pm 0.18 ^d	1.193 \pm 0.151 ^d
Total		20.0719 \pm 0.32 ^e	15.581 \pm 1.208 ^d	17.86 \pm 1.16 ^e

1) All values are represented as mean \pm standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same row denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

3) N.D.: Not detected.

표 25. 분무동결건조 시료의 향기성분 정량결과

No.	Compounds	Peak area ratio		
		WSFD	50ESFD	70ESFD
1	β -pinene	N.D.	N.D.	N.D.
2	limonene	N.D.	N.D.	N.D.
3	1,8-cineole	0.126 \pm 0.011 ^a	N.D.	N.D.
4	p-Cymene	N.D.	N.D.	N.D.
5	α -terpinolene	0.032 \pm 0.002 ^a	N.D.	N.D.
6	para-cymenene	0.015 \pm 0.002 ^a	N.D.	N.D.
7	α -cubebene	0.009 \pm 0.001 ^b	N.D.	N.D.
8	α -terpinene	N.D.	N.D.	N.D.
9	2-nonanol	N.D.	N.D.	N.D.
10	Zingiberene	0.038 \pm 0.004 ^a	0.049 \pm 0.004 ^a	0.642 \pm 0.055 ^f
11	β -elemene	0.196 \pm 0.014 ^b	N.D.	N.D.
12	caryophyllene	0.122 \pm 0.013 ^b	N.D.	N.D.
13	γ -elemene	0.134 \pm 0.014 ^{ab}	N.D.	N.D.
14	γ -curcumene	0.285 \pm 0.036 ^{ab}	N.D.	N.D.
15	β -bisabolene	1.59 \pm 0.093 ^b	0.15 \pm 0.004 ^a	0.093 \pm 0.009 ^a
16	β -sesquiphellandrene	N.D.	N.D.	N.D.
17	β -elemenone	1.778 \pm 0.083 ^e	0.043 \pm 0.002 ^a	1.067 \pm 0.105 ^c
18	Ar-turmerone	0.281 \pm 0.023 ^a	0.15 \pm 0.004 ^a	5.943 \pm 0.219 ^e
19	α -turmerone	0.099 \pm 0.009 ^{ab}	0.043 \pm 0.002 ^a	0.1 \pm 0.011 ^{ab}
20	β -turmerone	0.292 \pm 0.043 ^b	0.1 \pm 0.004 ^a	0.269 \pm 0.05 ^b
Total		4.998 \pm 0.314 ^b	0.578 \pm 0.009 ^a	8.114 \pm 0.207 ^c

1) All values are represented as mean \pm standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same row denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

3) N.D.: Not detected.

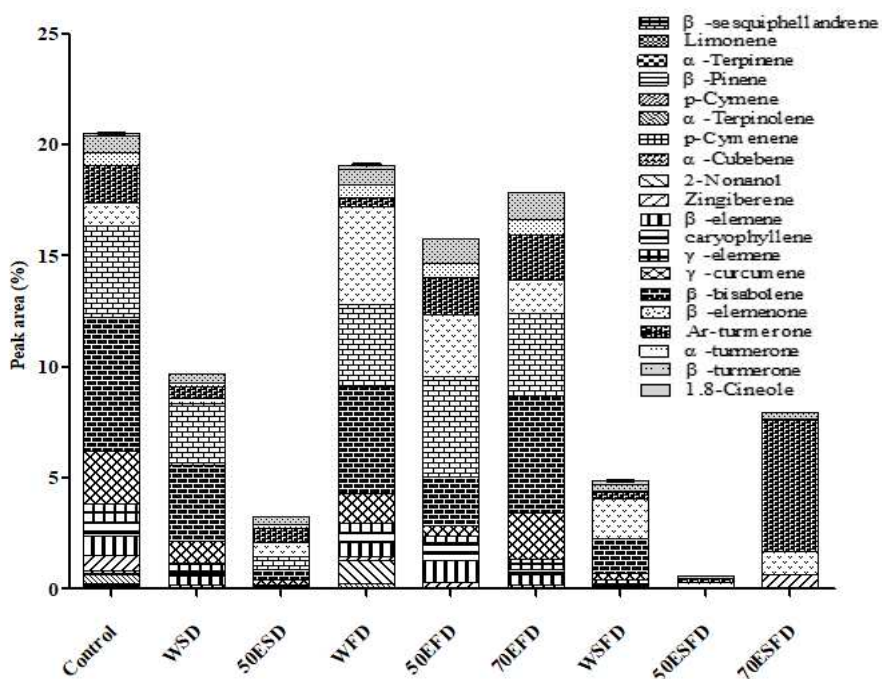


그림 17. 울금 분말의 정량값 비교 결과

- 정량분석 결과, 최적의 추출 용매과 건조 방법을 선정하기 위해 모든 area 값의 합을 정리하여 위의 그림 17과 같이 나타냄. 열수를 이용한 추출방법과 동결건조를 이용한 건조방법에서 총 향기 성분 함량이 가장 높았으며 최종적으로 추출 효율이 가장 높았던 조건은 열수 추출한 동결건조 분말임을 확인할 수 있었음.

표 26. 액상제품의 향기성분 정량 결과

No.	compounds	액상제품
1	Pentanal	0.19 ± 0.02
2	2-Hexanal	0.09 ± 0.05
3	1,8-Cineole	0.078 ± 0.007
4	6-Methyl-5-hepten-2-one	0.023 ± 0.001
5	2-Furancarboxaldehyde	0.24 ± 0.03
6	2-Nonanol	0.037 ± 0.002
7	Camphor	0.081 ± 0.007
8	Linalool	0.040 ± 0.003
9	5-Methyl furfural	0.038 ± 0.003
10	4-Terpeneol	0.038 ± 0.001
11	Linalyl propionate	0.18 ± 0.03
12	Borneol	0.030 ± 0.003
13	3-Methylacetophenone	0.026 ± 0.004
Total		1.906 ± 0.032

1) All values are represented as mean ± standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) N.D.: Not detected.

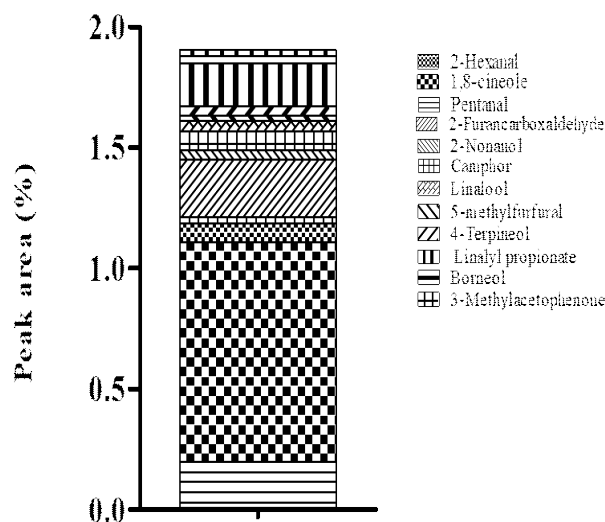


그림 18. 액상제품의 향기정량 결과

- 위의 표 26과 그림 18은 액상제품의 정량 결과임. 액상제품 ‘울금 진액골드’는 울금 추출액 (94.5%, 고형분 2%) 이외에 구기자 추출액, 대추 추출액, 황기 추출액 등이 함유되어 있어 다른 분말 시료와는 다른 주요 성분을 가짐. 따라서 울금 분말에 비해 적은 농도의 향기 성분(총 13종)이 검출되었으며 1,8-Cineole, 2-nonanol을 제외한 11가지는 모두 다른 향기 성분임. 특히, 울금의 정유 성분이라 알려진 ar-turmerone, α -turmerone, β -turmerone은 검출되지 않았음.
- 아래 그림 19는 주성분 분석 (Principal component analysis)을 통해 유의성을 분석한 결과임. Control과 가장 유사한 울금 분말은 WFD였으며, 50EFD와 70EFD가 그 뒤를 이었음. 동결건조 방법이 분무건조와 분무 동결건조 방법에 비해 주요 20가지 향기성분을 많이 함유하고 있는 것을 볼 수 있었음.

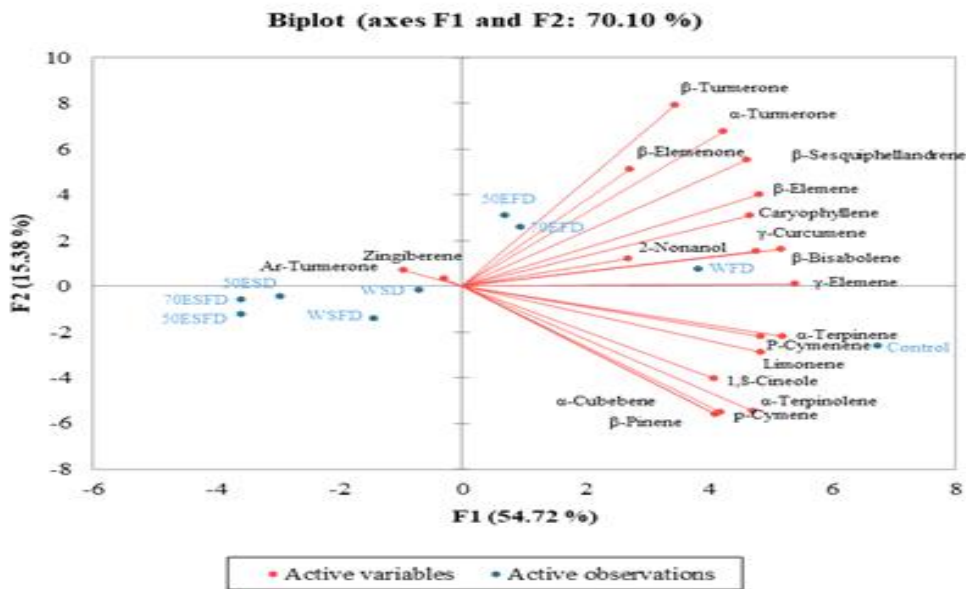


그림 19. 울금분말의 PCA 결과

- 아래 그림 20은 Heatmap 결과임. PCA 결과와 동일하게 동결건조 분말이 Control과 묶여 있는 것을 보아 유사한 향기 성분을 가지며, 다른 건조 방법에 비해 붉은색이 많은 것으로 보아 향기 성분의 함량이 높은 것을 알 수 있었음.

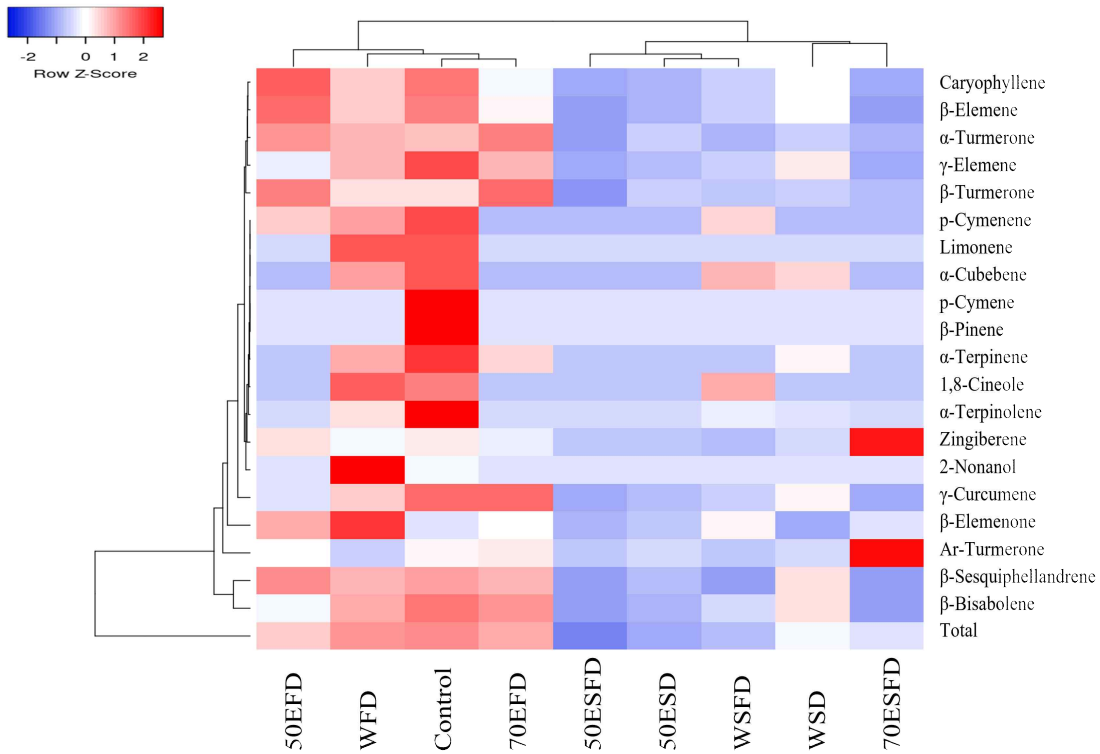


그림 20. 울금 분말 9종의 Heatmap 결과

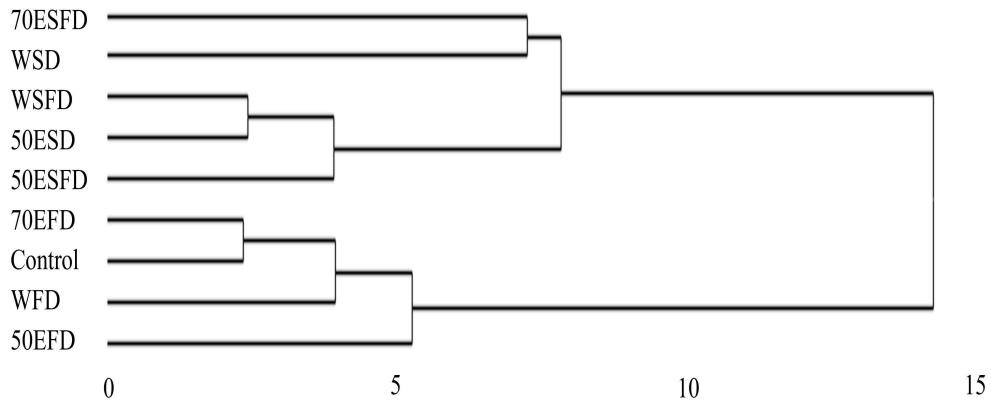


그림 21. 울금분말 9종의 Dendrogram

- 위의 그림 21은 각 건조 분말 간의 상관관계 비교를 위한 Dendrogram임. 묶여있는 분말끼리 유사한 향미 성분을 가지는 것을 의미함. 결론적으로, 70% 주정 추출한 동결건조 분말이 control과 가장 유사한 향기 성분을 가졌음.

○ 울금 소재의 유효성분 흡수율 평가

- 실험 군마다 총 400 µg 의 소재를 처리하였으며, HPLC 분석을 통하여 검출된 curcumin의 양을 8종의 신규 개발 소재와 2종의 기존 소재 (대조군) 총 10종의 소재별 커큐민 함량 분석 결과에 따라 각 실험 군의 curcumin 흡수율을 정량하여 그래프로 나타냄.

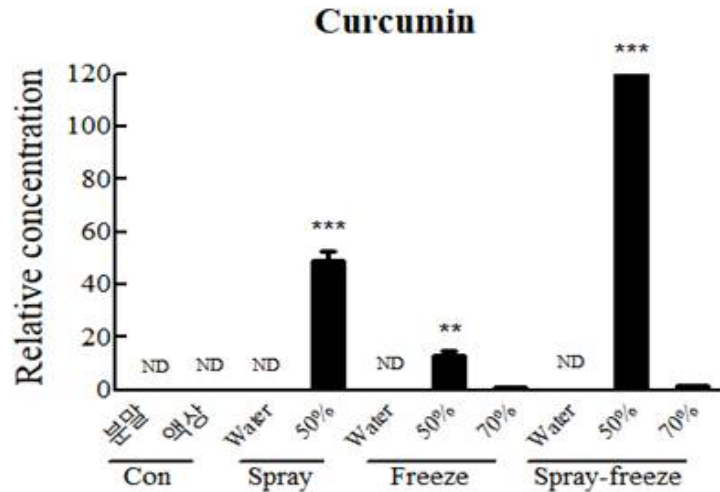


그림 22. 개발된 울금 소재별 유효성분의 흡수를 평가

- 대조군으로 활용된 분말, 액상 제품을 세포에 처리한 결과 세포 내에 흡수된 커큐민을 검출할 수 없었으며, 열수 추출 기법을 통해 개발한 소재에서도 같은 결과를 보였음.
- 주정추출 (50%, 70%)을 통해 개발한 소재의 경우 분무건조, 동결건조, 분무·동결건조 각각의 실험군에서 세포 내에 흡수된 curcumin이 검출되었으며, 50% 주정추출 조건에서 70%와 비교하여 확연하게 높은 수치의 흡수율을 보임을 확인할 수 있었음.
- 분무·동결건조, 분무건조, 동결건조 (각 50% 주정추출 조건) 소재 순으로 높은 세포 내 흡수율을 보임을 확인하였으며 추출 조건 및 소재화 기술 최적화를 통해 세포 내 유효성분 흡수를 높일 수 있는 고효율 소재를 개발하였음.

3) 유해성분(중금속, 잔류농약)분석을 통한 안전성 평가

○ 잔류농약

① 글루포시네이트(Glufosinate)

- 글루포시네이트(Glufosinate) 정량을 위해 6가지 농도 조건(0.1, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 100.0 µg/mL)을 이용하여 검량곡선을 작성하였음. GC-MS 분석을 통해 얻은 글루포시네이트의 면적 값을 y축으로 하고, 농도를 x축으로 하여 검량곡선을 작성하였음.

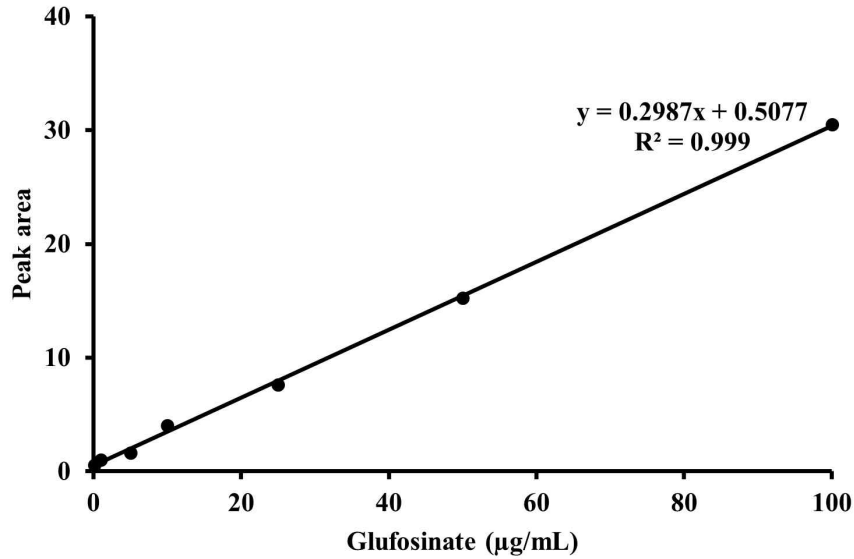


그림 23. 글루포시네이트 검량곡선

표 27. Glufosinate 검량 곡선의 직선성 확인 및 검출한계, 정량한계

Calibration curve		LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)
Equation (y = ax + b)	Linearity (R ²)		
y = 0.2987x + 0.5077	0.999	0.017	0.054

- 정밀도와 회수율을 구하기 위하여 동일한 조건과 장비를 사용하여 3가지 농도(5.0, 10.0, 50.0 µg/mL)에서 실험을 진행함. 일내 정밀도는 각 농도별 실험에 사용된 샘플의 수는 5개로 진행하였고, 일간 정밀도는 5일간 진행하였음 (표 28).

표 28. Glufosinate 분석 정밀도 및 회수율

Spiked Concentration (µg/mL)	Precision (RSD, %)		Recovery (%)
	Intraday	Interday	
5	1.88	1.44	91.09
10	2.29	1.71	105.04
50	1.02	0.69	99.08

② 헥사코나졸 (Hexaconazole)

- 헥사코나졸 (Hexaconazole)의 정량을 위해 8가지 농도조건(0.1, 0.5, 1.0, 5.0, 10.0, 25.0, 50.0, 100.0 µg/mL)을 이용하여 검량곡선을 작성하였음. GC-MS 분석을 통해 얻은 헥사코나졸 (hexaconazole)의 면적 값을 y축으로 하고, 농도를 x축으로 하여 검량 곡선을 작성하였음.

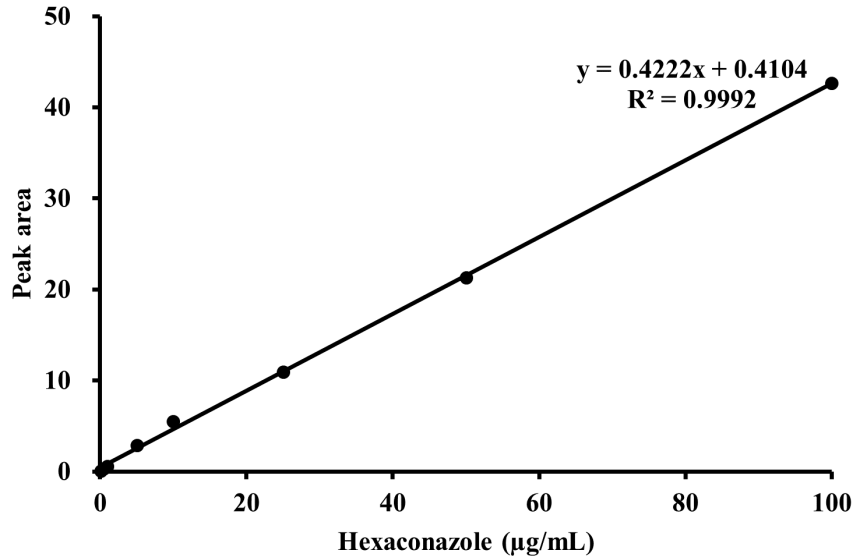


그림 24. 헥사코나졸 검량곡선

표 29. Hexaconazole 검량 곡선의 직선성 확인 및 검출한계, 정량한계

Calibration curve		LOD (mg/kg)	LOQ (mg/kg)
Equation (y = ax + b)	Linearity (R ²)		
y = 0.4222x + 0.4104	0.9992	0.009	0.029

- 정밀도와 회수율을 구하기 위하여 동일한 조건과 장비를 사용하여 3가지 농도(5.0, 10.0, 50.0 µg/mL)에서 실험을 진행하였으며, 일내 정밀도는 각 농도별 실험 샘플 수는 5개로 진행하였음. 일간 정밀도는 5일간 진행하였음 (표 30).

표 30. Hexaconazole 분석 정밀도 및 회수율

Spiked Concentration (µg/mL)	Precision (RSD, %)		Recovery (%)
	Intraday	Interday	
1	2.75	4.51	91.09
10	2.20	1.38	105.04
50	3.08	3.96	99.08

- 정량 분석 후, 글루포시네이트(Glufosinate)와 헥사코나졸(hexaconazole)에 대한 잔류허용 기준과 비교하여 울금 소재의 적합 여부를 판단하였음.
- 울금(Tumeric)의 농약잔류허용 기준이 0.05 mg/kg이며 4가지 시료(수확 시기가 가을이고 재배 지역이 각각 진도, 음성, 강화 그리고 수확 시기가 봄인 강화)에서 글루포시네이트 (Glufosinate)와 헥사코나졸(Hexaconazole) 모두 검출한계(LOD) 이하로 분석되었음. 4가지 시료 모두 울금 소재로서의 적합함을 확인함. 글루포시네이트와 헥사코나졸의 분석 결과는 각각 표 31, 표 32와 같음.

표 31. 울금분말 4종 내의 Glufosinate 함량

수확시기	재배시기	Glufosinate (mg/kg)
가을	진도	N.D.
	음성	N.D.
	강화	N.D.
봄 울금(강황)		N.D.

1) N.D.: Not detected.

표 32. 울금분말 4종 내의 Hexaconazole 함량

수확시기	재배시기	Hexaconazole (mg/kg)
가을	진도	N.D.
	음성	N.D.
	강화	N.D.
봄 울금(강황)		N.D.

1) N.D.: Not detected.

○ **중금속**

- 중금속은 4가지(납, 비소, 수은, 카드뮴)에 대해 분석함. 정량 분석 후, 건강기능식품협회에 명시되어 있는 울금 및 강황 관련 건강기능식품의 기준 및 규격과 비교하였음.
- 건강기능식품협회에 명시된 강황 추출물 혼합분말의 납, 비소, 수은, 카드뮴의 기준 및 규격은 각각 1.0 mg/kg 이하, 2.0 mg/kg 이하, 0.5 mg/kg 이하, 0.5 mg/kg 이하이며 모든 시료가 기준 이하인 것을 확인함. 분석결과는 아래 표 33과 같음.

표 33. 울금 분말 5종의 중금속 함량

수확시기	재배지역	납 (mg/kg)	비소 (mg/kg)	카드뮴 (mg/kg)	수은 (mg/kg)
가을	진도	0.0664	0.0169	0.0897	0.0017
	음성	0.1324	0.0572	0.0283	0.0015
	강화	0.3040	0.1086	0.0564	0.0010
봄 울금(강황)		0.0825	0.0369	0.0506	0.0016
50ESD		0.1024	0.0596	0.0907	0.0020

* ESD: Ethanol Spray drying

4) 일반성분(색도, pH) 분석

○ 색도

- 대조군(분말제품, 액상제품)과 개발된 가공 소재 8종의 색도 분석을 진행함. 그 결과와 시료 10종의 사진은 각각 표 34, 표 35, 표 36과 같음.
- 시료명은 FD: Freeze Dry, SD: Spray Dry, SFD: Spray Freeze Dry로 각 건조 방법을 뜻하며, W: Water, E: Ethanol (주정의 농도)로 추출 용매를 뜻함.
- 색도측정 결과, 동일한 열수 추출물끼리 비교하였을 때 분무 동결건조가 가장 밝았고 동결건조가 가장 어두운 것으로 보아 건조 방법에 따라 색도의 유의미한 차이가 있었음. 50%와 70% 주정 추출물 또한 같은 양상을 보였음.
- 동일한 건조 방법 내에서 비교하였을 때, 세 가지 건조법(동결건조, 분무건조, 분무 동결건조) 모두 열수 추출물이 가장 밝았음. 건조 방법에서 추출 용매(열수, 50% 또는 70% 주정)가 달라지면 색도 또한 달라진다는 것을 볼 수 있었음.

표 34. 울금시료의 색도분석 결과

Sample	Color value				
	L*	a*	b*	dE*	
대조군	분말제품	69.53 ± 0.01 ^g	4.88 ± 0.03 ^c	70.55 ± 0.09 ⁱ	38.54 ± 0.09 ^d
	액상제품	31.50 ± 0.03 ^a	17.70 ± 0.03 ⁱ	48.43 ± 0.02 ^d	60.43 ± 0.05 ^f
시료	WSD	78.22 ± 0.01 ⁱ	2.38 ± 0.02 ^b	46.70 ± 0.02 ^b	91.12 ± 0.02 ^j
	50ESD	63.38 ± 0.02 ^e	9.84 ± 0.02 ^f	54.45 ± 0.02 ^f	84.14 ± 0.02 ⁱ
	WFD	60.55 ± 0.01 ^d	7.39 ± 0.02 ^d	52.72 ± 0.00 ^e	80.62 ± 0.01 ^h
	50EFD	48.07 ± 0.02 ^c	14.48 ± 0.03 ^h	49.31 ± 0.03 ^c	70.37 ± 0.01 ^g
	70EFD	39.47 ± 0.01 ^b	19.46 ± 0.05 ^j	38.7 ± 0.2 ^a	58.60 ± 0.02 ^e
	WSFD	84.00 ± 0.04 ^j	-2.56 ± 0.03 ^a	38.44 ± 0.01 ^a	19.27 ± 0.01 ^a
	50ESFD	68.69 ± 0.04 ^f	10.00 ± 0.02 ^g	63.07 ± 0.03 ^g	31.39 ± 0.03 ^b
	70ESFD	72.62 ± 0.01 ^h	9.04 ± 0.03 ^e	66.49 ± 0.00 ^h	35.00 ± 0.01 ^c

1) All values are shown as mean ± standard deviation (S.D.) (n=3) (p<0.05)

2) Different superscript letters in the same column denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

표 35. 대조군 시료의 사진

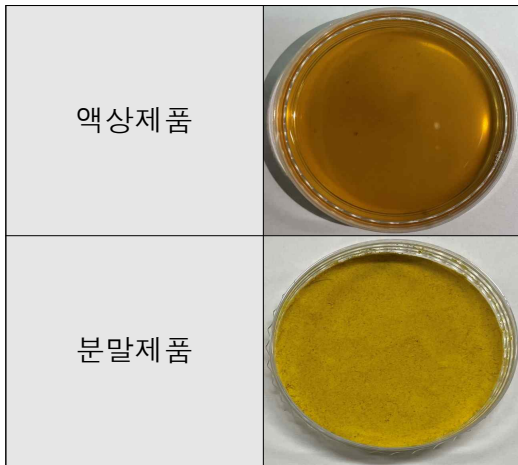
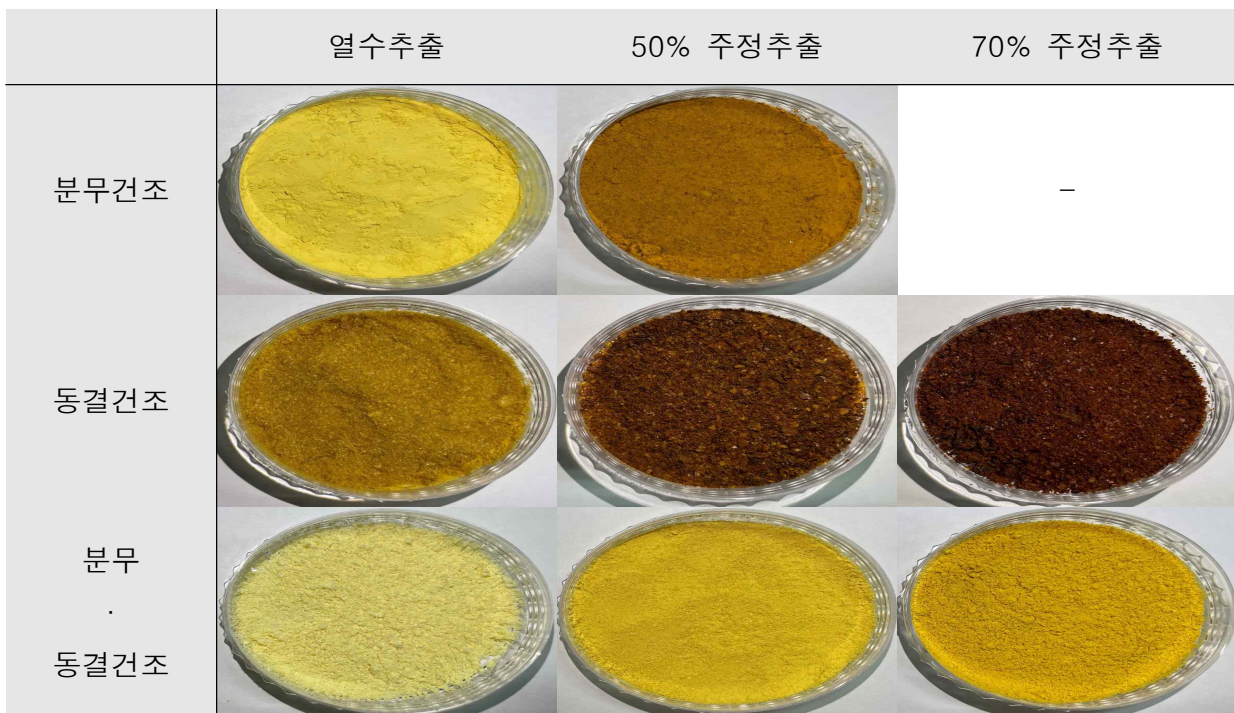


표 36. 개발된 울금소재의 사진



○ pH

- 대조군(액상제품, 분말제품)과 개발된 가공 소재(8종)의 pH 분석을 진행함. 결과는 아래 표 37과 같음.

표 37. 울금 가공소재의 pH

Sample		pH
대조군	액상제품	7.08
	분말제품	6.33
시료	WSD	6.43
	50ESD	6.10
	WFD	6.33
	50EFD	6.20
	70EFD	5.98
	WSFD	6.47
	50ESFD	6.36
	70ESFD	6.20

- 대조군 중 액상제품의 pH가 분말 제품에 비해 높은 값을 가졌음. 열수추출을 진행한 분말은 주정추출(50%, 70%)에 비해 상대적으로 높은 pH 값을 가지는 것을 알 수 있었음.

○ 항산화능

① DPPH와 ABTS 분석

- 항산화능 분석결과 표 38과 같음. 추출방법을 비교한 결과, 주정의 농도가 증가할수록 항산화능이 증가하였음. 건조방법 간의 차이를 비교한 결과, 분무동결건조 방법이 가장 높은 항산화능을 가졌음.

표 38. 울금시료의 항산화능 분석 결과.

Sample		DPPH	ABTS
Control	액상제품	7.8 ± 0.9 ^a	14 ± 1 ^a
	분말제품	8 ± 1 ^a	14.8 ± 0.8 ^a
Sample	WSD	8.5 ± 0.9 ^a	27.9 ± 0.8 ^b
	50ESD	8 ± 1 ^a	29.6 ± 0.7 ^b
	WFD	9 ± 1 ^a	26.0 ± 0.9 ^b
	50EFD	17.7 ± 0.9 ^b	62 ± 2 ^c
	70EFD	17 ± 1 ^b	62 ± 3 ^c
	WSFD	16 ± 1 ^b	59 ± 2 ^c
	50ESFD	23 ± 1 ^c	67 ± 3 ^d
	70ESFD	25 ± 2 ^c	68 ± 4 ^d
	양성 대조군	Ascorbic acid	40 ± 2 ^d

1) All values are represented as mean ± standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same column denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

② Total polyphenol content

- Total polyphenol content 분석을 위한 검량곡선은 아래 그림 25와 같음.

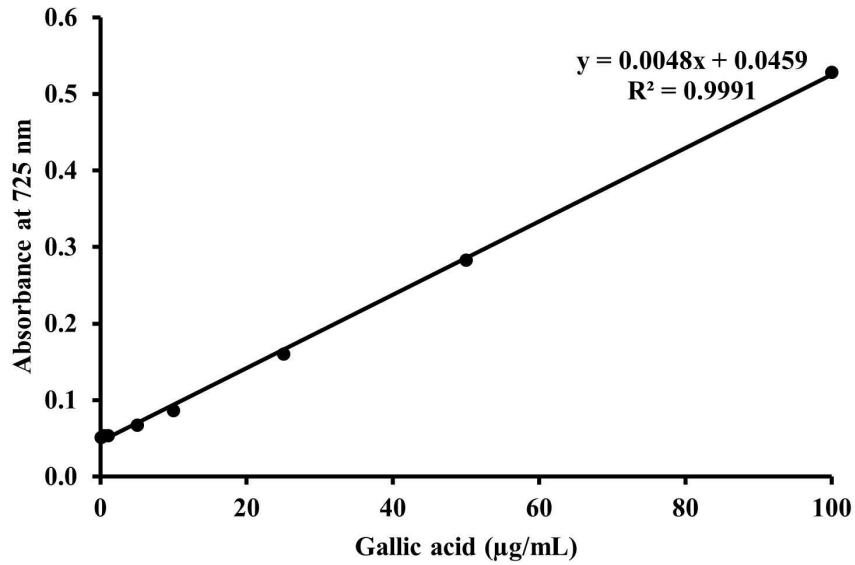


그림 25. Gallic acid의 검량곡선

- Total polyphenol content 분석결과는 아래의 표 39와 같음. 추출방법을 비교한 결과, 주정의 농도가 증가할수록 total polyphenol content가 증가함을 알 수 있었음. 건조방법 간의 차이를 비교한 결과, 분무동결건조한 분말의 total polyphenol 함량이 가장 높은 것을 알 수 있었음.

표 39. 울금 시료의 Total polyphenol content 분석결과.

Sample		Total polyphenol content (mg GAE/g turmeric powder)
대조군	액상제품	8.5 ± 1 ^a
	분말제품	8.7 ± 0.3 ^a
시료	WSD	10.8 ± 0.4 ^b
	50ESD	30 ± 1 ^d
	WFD	13.4 ± 0.4 ^c
	50EFD	32 ± 2 ^e
	70EFD	36.9 ± 0.2 ^f
	WSFD	13 ± 1 ^c
	50ESFD	32 ± 1 ^e
	70ESFD	38.6 ± 0.2 ^g

1) All values are represented as mean ± standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same column denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

③ Total flavonoid content

- Total flavonoid content 분석을 위한 검량곡선은 아래 그림 26와 같음.

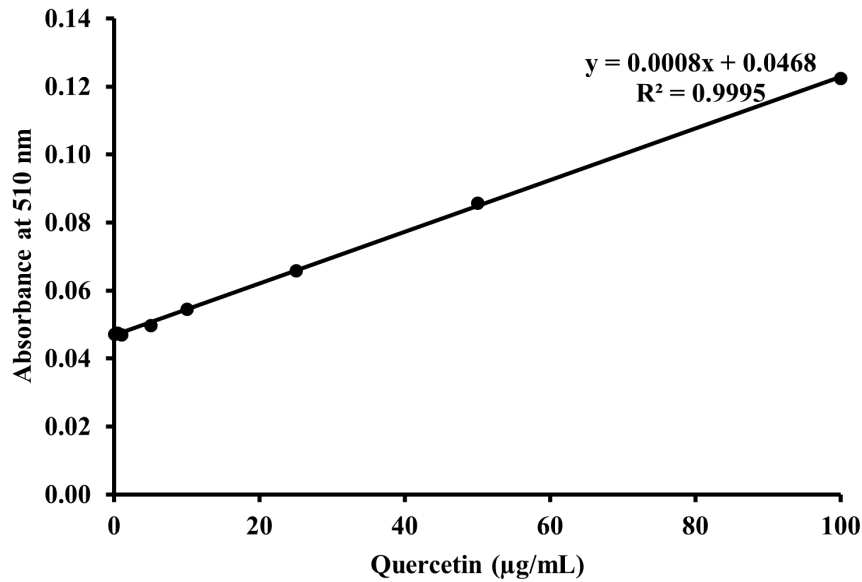


그림 26. Quercetin의 검량곡선

- Total flavonoid content 분석결과는 표 40와 같음. 추출방법 간의 차이를 비교한 결과, 주정의 농도가 증가할수록 total flavonoid content가 증가함을 알 수 있음. 건조방법이 다를 경우 분무동결건조 방법으로 건조한 분말이 가장 높은 total flavonoid 함량을 나타냈음.

표 40. 울금 시료의 Total flavonoid content 분석결과.

Sample		Total flavonoid content (mg QCE/g turmeric powder)
대조군	액상제품	9 ± 1 ^a
	분말제품	9.5 ± 0.8 ^a
시료	WSD	10.9 ± 0.6 ^a
	50ESD	43 ± 1 ^b
	WFD	9.4 ± 0.7 ^a
	50EFD	43 ± 2 ^b
	70EFD	69 ± 1 ^d
	WSFD	10.4 ± 0.8 ^a
	50ESFD	47 ± 2 ^c
	70ESFD	71.8 ± 0.7 ^e

1) All values are represented as mean ± standard deviation (S.D.) (n = 3)

2) Different superscript letters in the same column denote significant differences (Duncan's range test, p < 0.05)

5) 유효성분의 기능성 평가(비만 및 당뇨예방, 숙취해소) 및 작용 기전 분석

○ 주요 유효 성분의 독성평가

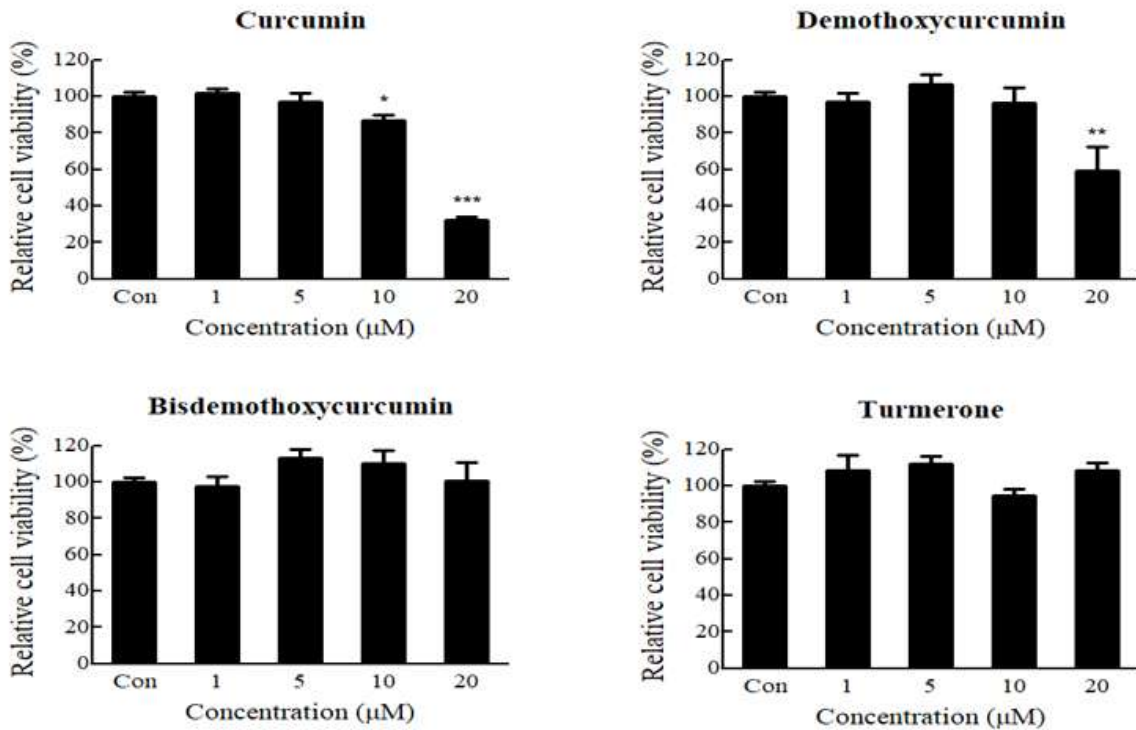


그림 27. 간세포주 (HepG2) 기반 유효성분의 세포독성 평가

- 지표 성분으로 설정한 Curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin, tumerone 의 인체 안정성 확보를 위해 간세포주 (HepG2)에 대한 세포 독성을 확인하였음.
- Curcumin 처리 시, 대조군 대비 10 μM, 20 μM 처리 군에서 통계적으로 유의한 세포 생존을 감소가 나타남. demethoxycurcumin 처리 시, 대조군 대비 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의한 세포 생존을 감소가 나타남. bisdemethoxycurcumin과 tumerone 처리 시, 대조군 대비 모든 처리군 (1 μM, 5 μM, 10 μM, 20 μM)에서 유의한 세포 생존을 변화가 나타나지 않음을 확인하였음. (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ vs Con.)

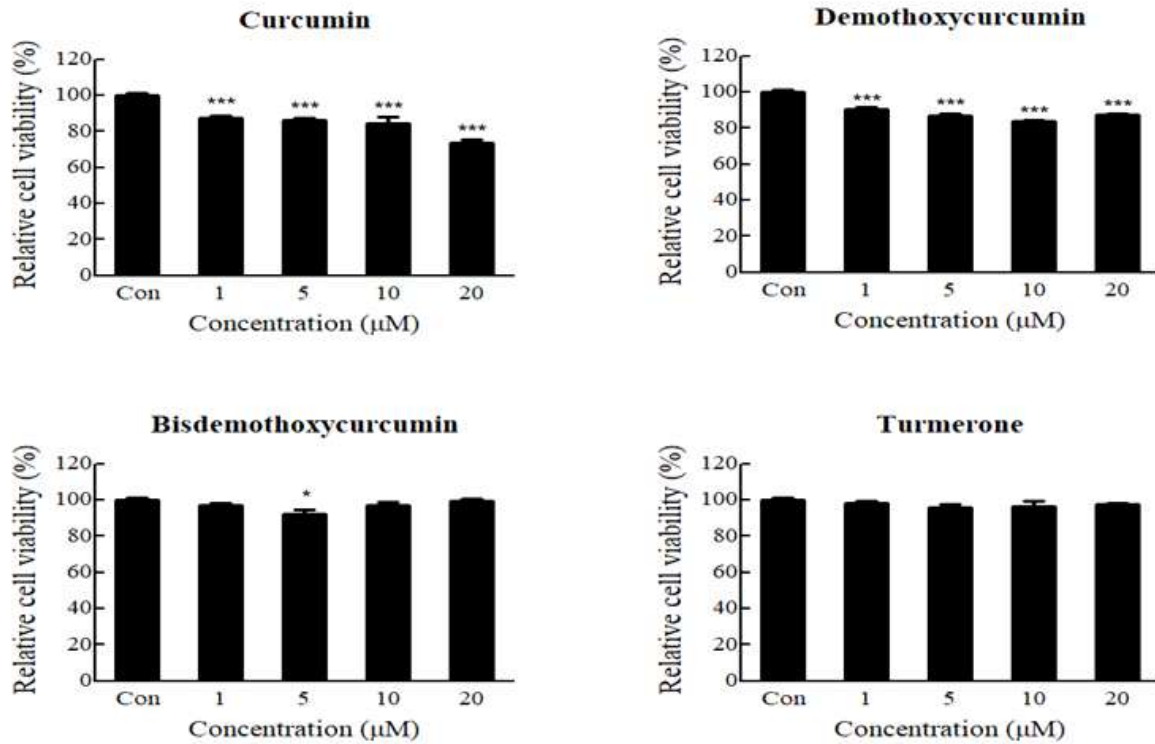


그림 28. 지방전구세포주 (3T3-L1) 기반 유효성분의 세포독성 평가

- 지표 성분으로 설정한 Curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin, tumerone 의 인체 안정성 확보를 위해 지방전구세포주 (3T3-L1)에 대한 세포 독성을 확인하였음.
- Curcumin과 demethoxycurcumin 처리 시, 대조군 대비 모든 처리군 (1 μM, 5 μM, 10 μ M, 20 μM)에서 통계적으로 유의한 세포 생존율 감소가 나타남. bisdemethoxycurcumin 처리 시, 대조군 대비 5 μM 처리군에서 통계적으로 유의한 세포 생존율 감소가 나타남. Tumerone 처리 시, 대조군 대비 모든 처리군 (1 μM, 5 μM, 10 μM, 20 μM)에서 유의한 세포 생존율 변화가 나타나지 않음을 확인하였음. (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ vs Con.)

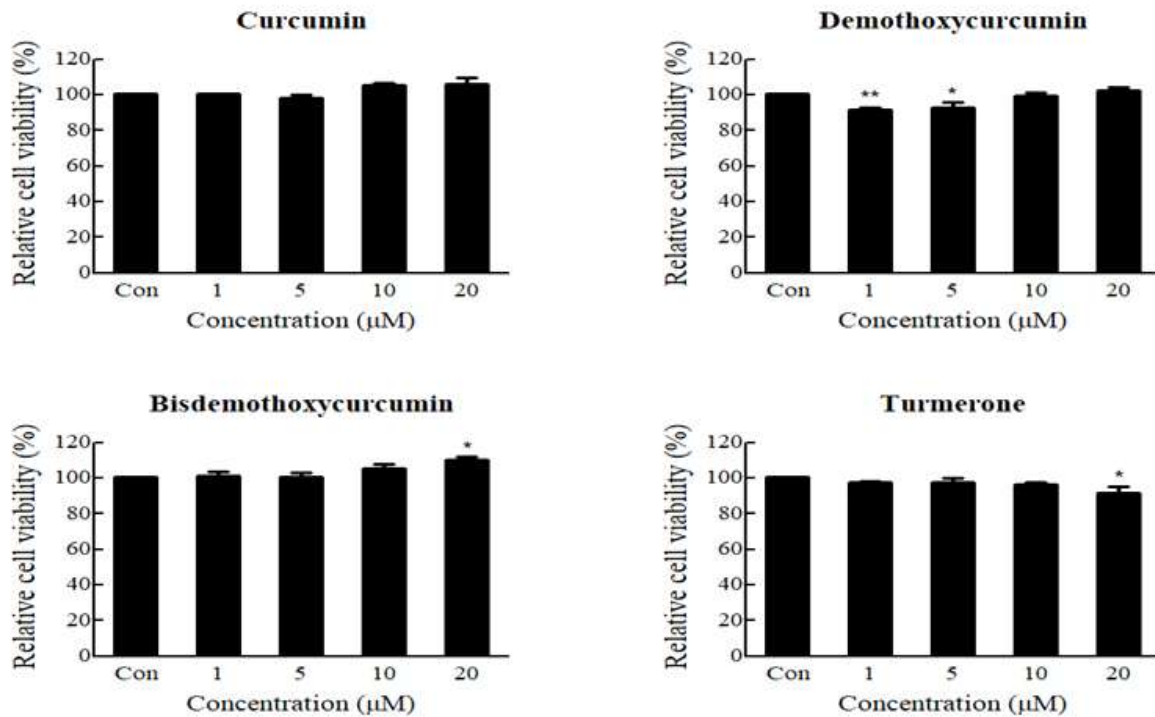


그림 29. 중간엽줄기세포주 (hADMSCs) 기반 유효성분의 세포독성 평가

- 지표 성분으로 설정한 Curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin, tumerone 의 인체 안정성 확보를 위해 중간엽줄기세포주 (hADMSCs)에 대한 세포 독성을 확인하였 음.
- Curcumin 처리 시, 대조군 대비 모든 처리군 (1 μM, 5 μM, 10 μM, 20 μM)에서 통계적으로 유의한 세포 생존율 변화가 나타나지 않음. demethoxycurcumin 처리 시, 대조군 대비 1 μM, 5 μM 처리 군에서 통계적으로 유의한 세포 생존율 감소가 나타남. bisdemethoxycurcumin 처리 시, 대조군 대비 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의한 세포 생존율의 증가가 나타남. tumerone 처리 시, 대조군 대비 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의한 세포 생존율 감소가 나타났음. (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ vs Con.)
- 울금 내 유효성분인 Curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin, tumerone이 기능성을 보임과 동시에 세포 기반 연구에 적합한 세포 생존율을 유지할 수 있는 농도를 설정하여 기능성 평가 및 작용 기전 분석에 대한 후속 연구를 진행하였으며, 울금 내 유효 성분의 biocompatibility 확보의 기반 연구로 사용될 수 있음.

○ 유효성분의 항비만 기능성 평가 및 작용 기전 분석

① Oil Red O staining을 통한 울금 내 유효 성분의 지방세포 분화 억제 효능 구명

- Oil Red O staining 기법은 세포내 축적된 지방을 특이적으로 염색하는 방법으로, 선별한 울금 내 유효성분의 항비만 기능성을 분석하기 위해 3T3-L1 지방전구세포를 활용하였으며 울금 내 유효 성분 처리 후 세포 내 축적된 지방의 증감을 분석하였음.

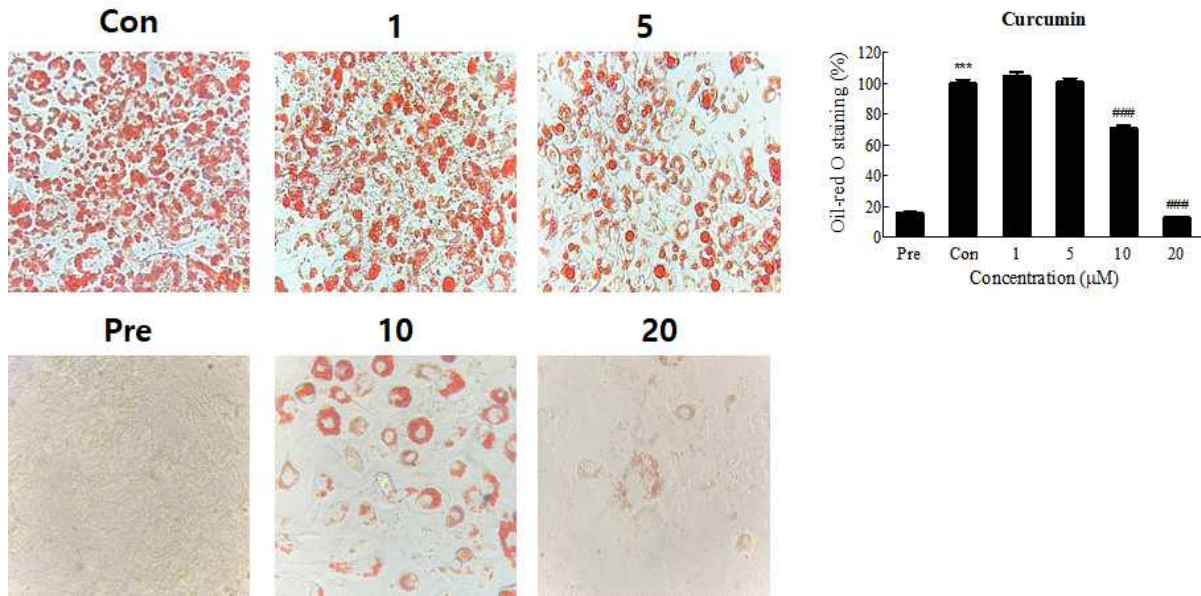


그림 30. 유효성분의 Oil red O 염색법을 활용한 항비만 기능성 분석 (Curcumin)

- Curcumin 처리 시, 대조군 대비 10 μM, 20 μM 처리군에서 세포 내 축적된 지방이 통계적으로 유의하게 감소하는 것을 확인함. 또한, 유효성분의 처리에 따라 축적된 지방이 농도 의존적으로 감소하였음 (***) $p < 0.001$ vs Pre. ### $p < 0.001$ vs Con. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells).

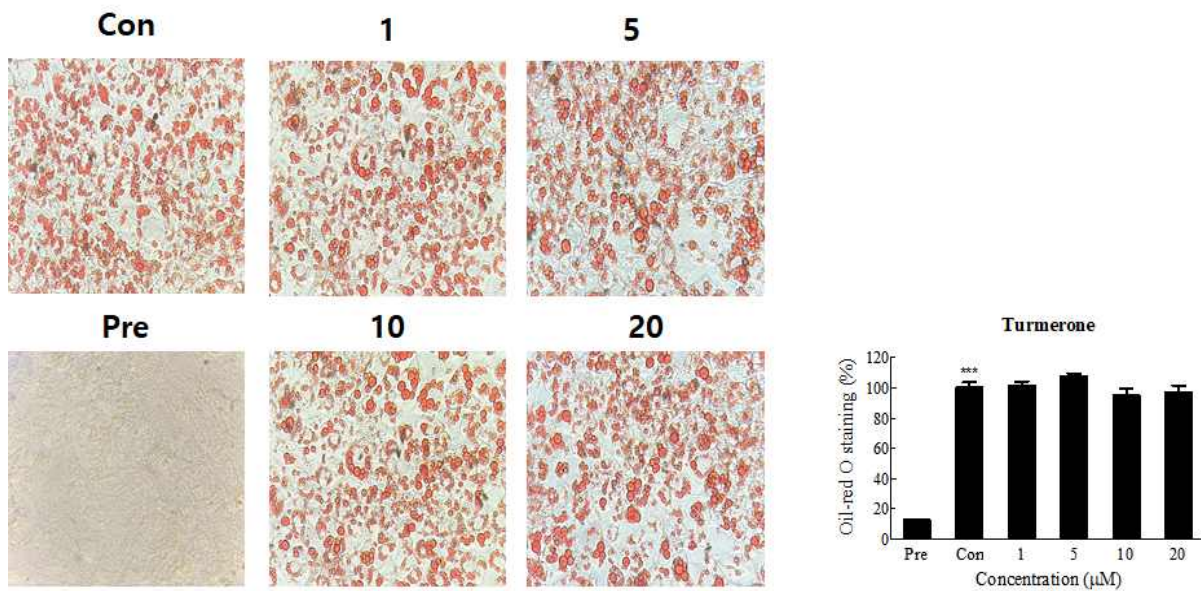


그림 31. 유효성분의 Oil red O 염색법을 활용한 항비만 기능성 분석 (Tumerone)

- Tumerone 처리 시, 대조군 대비 모든 처리군 (1 μM, 5 μM, 10 μM, 20 μM)에서 세포 내 축적된 지방의 증감에 있어 통계적으로 유의한 변화가 없는 것을 확인하였음 (***) $p < 0.001$ vs Pre. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells).

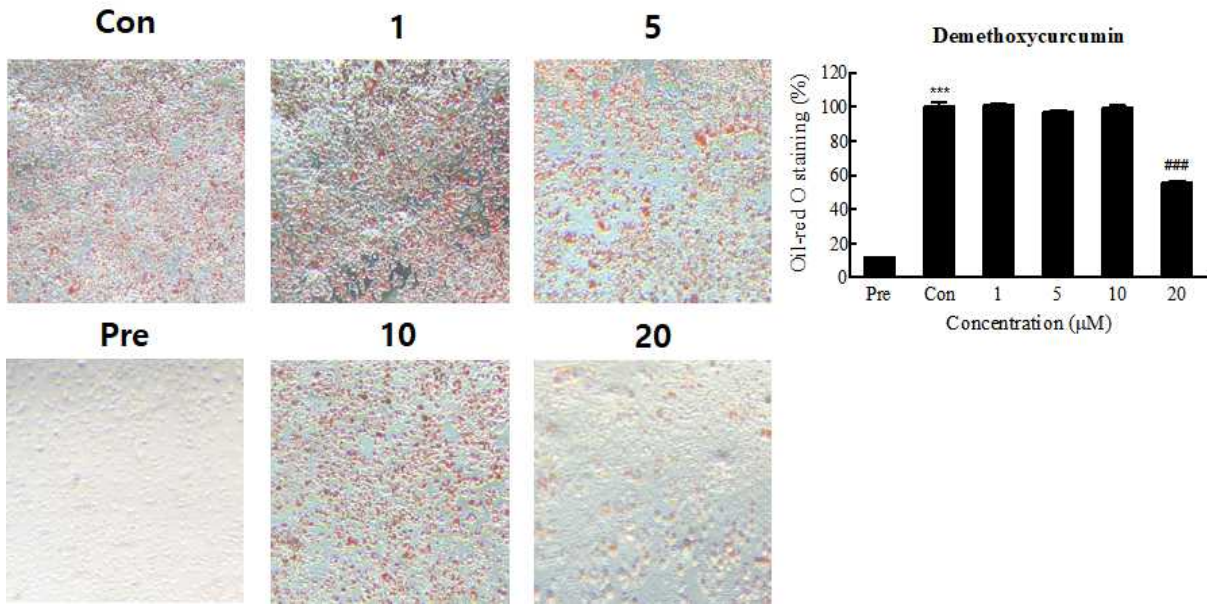


그림 32. 유효성분의 Oil red O 염색법을 활용한 항비만 기능성 분석 (Demethoxycurcumin)

- Demethoxycurcumin 처리 시, 대조군 대비 20 μM 처리군에서 세포 내 축적된 지방이 통계적으로 유의하게 감소하는 것을 확인하였음 (***) $p < 0.001$ vs Pre. ### $p < 0.001$ vs Con. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells).

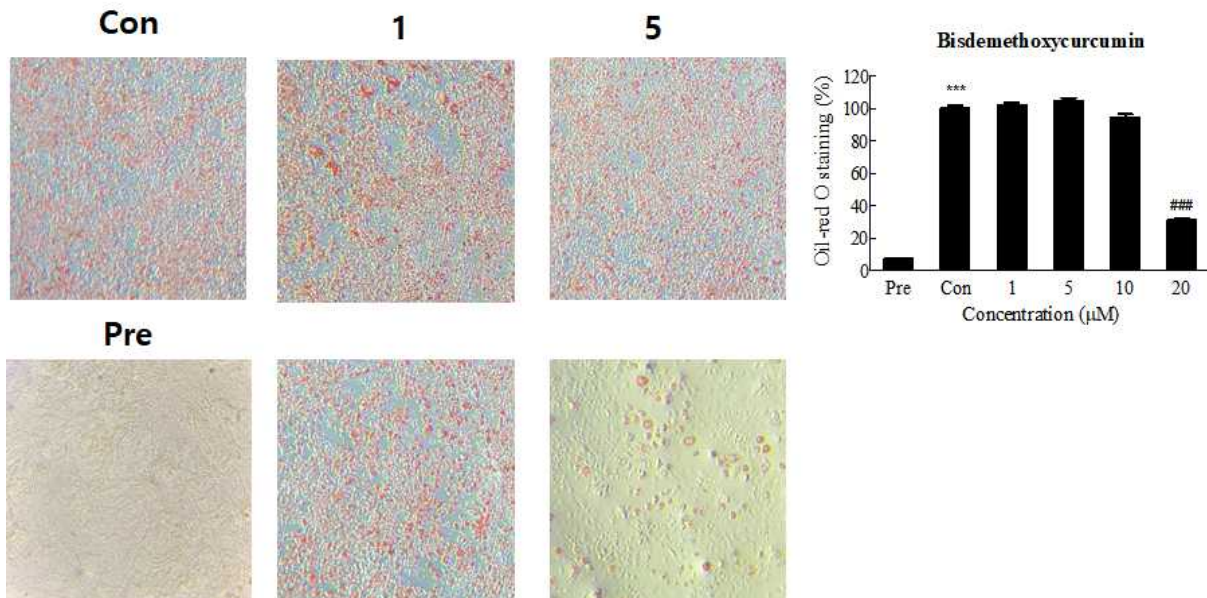


그림 33. 유효성분의 Oil red O 염색법을 활용한 항비만 기능성 분석 (Bisdemethoxycurcumin)

- Bisdemethoxycurcumin 처리 시, 대조군 대비 20 μM 처리군에서 세포 내 축적된 지방이 통계적으로 유의하게 감소하는 것을 확인하였음 (***) $p < 0.001$ vs Pre. ### $p < 0.001$ vs Con. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells).

② 지방 분화 특이 마커 분석을 통한 울금 내 유효 성분의 항비만 효능 구명

- 선별한 울금 내 유효성분의 항비만 효능의 정량적 분석을 위하여, 지방세포 분화 및 생성 과정에서 유효성분을 처리한 세포주의 지방 분화 특이 마커 분석을 통하여 울금 내 유효성분의 항비만 효능을 확인하였음.

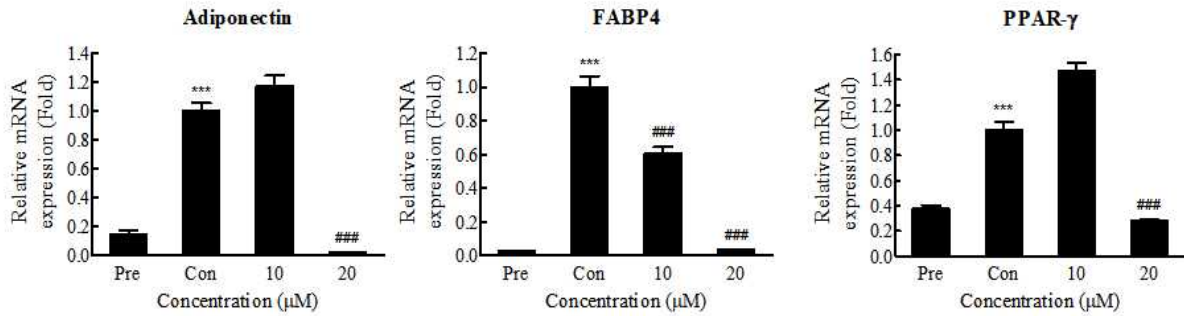


그림 34. 지방분화 마커 발현량 분석을 통한 유효성분의 항비만 기능성 (Curcumin)

- Curcumin 처리 시, adiponectin의 발현은 대조군 대비 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의하게 감소함. FABP4의 경우, 대조군 대비 10 μM, 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의한 농도 의존적 발현 감소가 확인됨. PPAR-γ의 경우, 대조군 대비 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의하게 발현이 감소하였음 (***) $p < 0.001$ vs Pre. ### $p < 0.001$ vs Con. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells.).

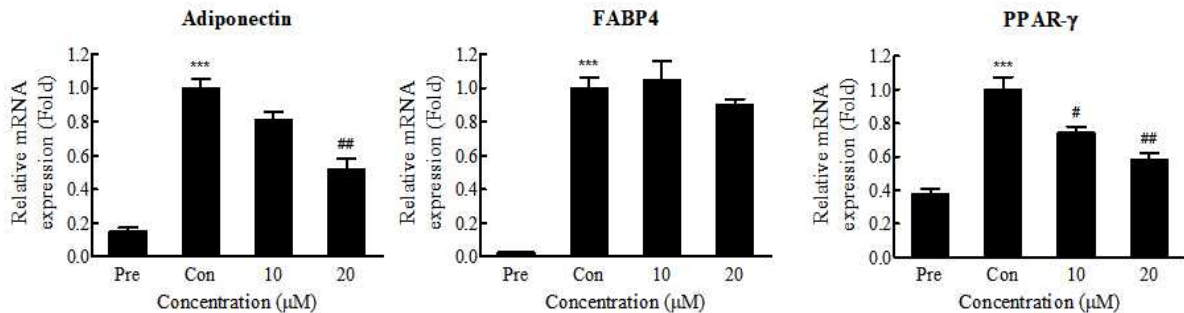


그림 35. 지방분화 마커 발현량 분석을 통한 유효성분의 항비만 기능성 (Tumerone)

- Tumerone 처리 시, adiponectin의 발현은 농도의존적으로 감소하는 경향성을 보이며 대조군 대비 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의하게 감소함. FABP4의 경우, 고농도일수록 발현량이 감소하는 경향성을 보이지만 통계적으로 유의한 발현 변화를 확인할 수 없었음. 지방세포 분화의 master regulator인 PPAR-γ의 발현은 대조군 대비 10 μM, 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의한 농도의존적 감소가 확인되었음 (***) $p < 0.001$ vs Pre. # $p < 0.05$, ## $p < 0.01$ vs Con. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells.).

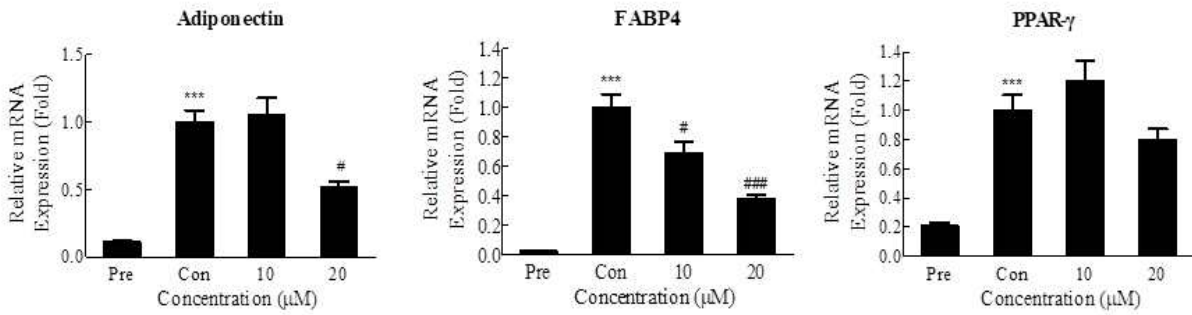


그림 36. 지방분화 마커 발현량 분석을 통한 유효성분의 항비만 기능성 (Demethoxycurcumin)

- Demethoxycurcumin 처리 시, adiponectin의 발현은 대조군 대비 20 μM 처리군에서 통계적으로 유의하게 감소함. 대조군 대비 10, 20 μM 처리군에서 FABP4의 통계적으로 유의한 농도의존적 발현 감소를 확인 할 수 있었음. PPAR-γ의 경우, 고농도일수록 발현량이 감소하는 경향성을 보이지만 통계적으로 유의하지는 않았음. (***) $p < 0.001$ vs Pre. # $p < 0.05$, ### $p < 0.001$ vs Con. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells.)

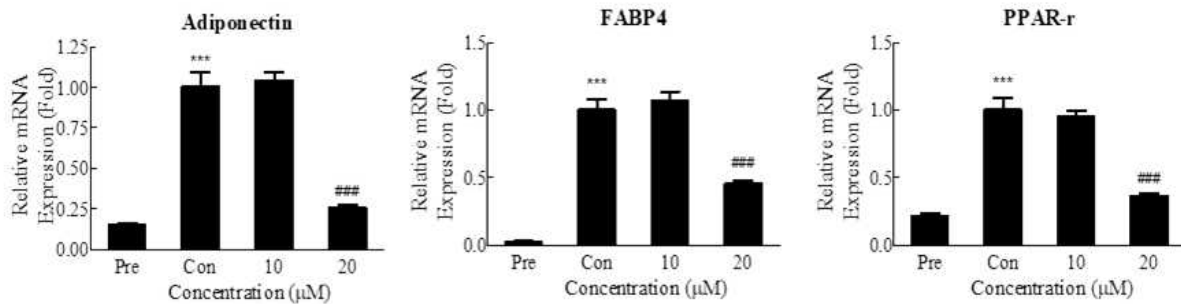


그림 37. 지방분화 마커 발현량 분석을 통한 유효성분의 항비만 기능성(Bisdemethoxycurcumin)

- Bisdemethoxycurcumin 처리 시, adiponectin, FABP4, PPAR-γ의 발현을 20 μM 처리군에서 모두 대조군 대비 통계적으로 유의하게 감소시킨 것이 확인됨. 세가지 지방세포 특이적 유전자 마커 모두 다 고농도일수록 발현이 감소하는 경향성을 보였음 (***) $p < 0.001$ vs Pre. ### $p < 0.001$ vs Con. Pre; Non-differentiated 3T3-L1 cells.).
- Oil Red O 염색법 결과, tumerone을 제외한 curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin은 고농도 (20 μM) 처리군에서 세포 내 지방 축적을 억제하는 것을 확인할 수 있었으며, 특이적 지방 분화 마커 발현량 분석을 통해 curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin, tumerone 모두 고농도 (20 μM) 처리 시 유의하게 혹은 잠재적으로 지방분화 특이적 유전자 발현이 감소하는 경향성을 확인하였으며 이는 울금 소재의 항비만 기능성 제품 개발에서의 기반 자료로 활용될 수 있음.

○ 유효성분의 항당뇨 기능성 평가 및 작용 기전 분석

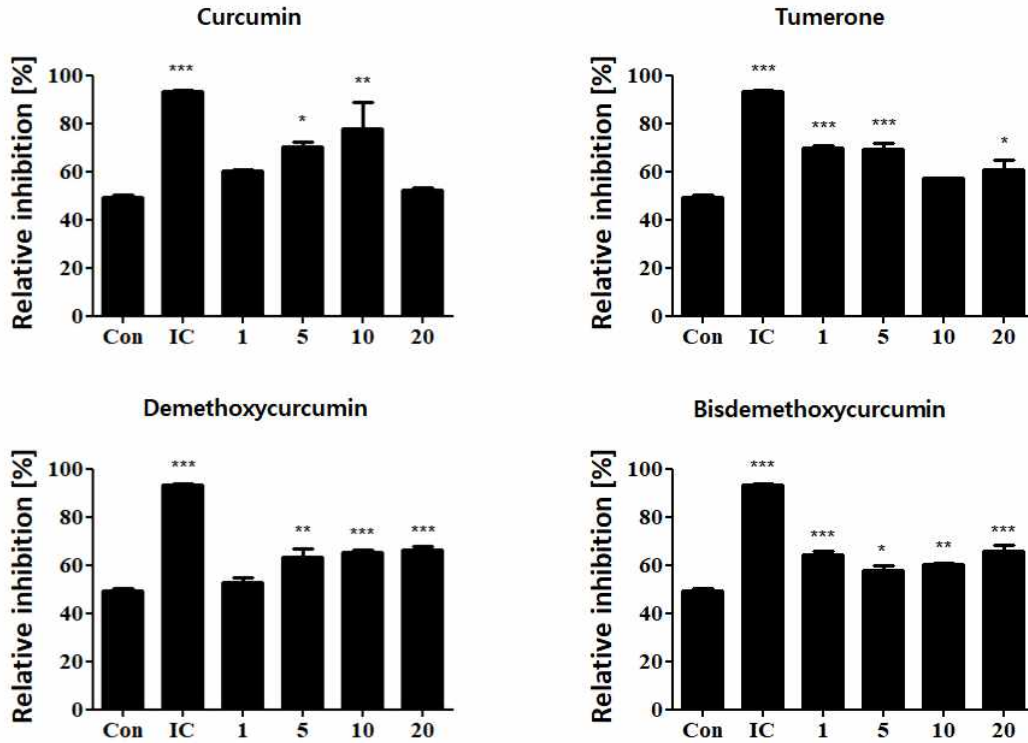


그림 38. α -glucosidase 억제능 분석을 통한 유효성분의 항당뇨 기능성

- Curcumin 처리 시, 5 μ M, 10 μ M 처리군에서 대조군 대비 유의한 α -glucosidase 억제능 증가를 확인할 수 있었지만, 최고농도인 20 μ M 처리군에서는 대조군과 비슷한 수준의 억제능을 보임. Tumerone 처리 시, 10 μ M 처리군을 제외한 모든 처리군에서 대조군 대비 유의한 억제능 증가를 확인하였음.
- Demethoxycurcumin 처리 시, 1 μ M, 5 μ M, 10 μ M 처리군에서 유의한 농도의존적 억제능 증가를 보임. bisdemethoxycurcumin 처리 시, 모든 처리군에서 대조군 대비 유의한 억제능 증가를 확인하였음 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ vs Con.).
- Curcumin, tumerone, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin 모두 양성 대조군 (IC)에 미치지 못하는 억제능을 보이지만, 대조군과 비교하였을 때에는 특정 농도 처리군에서 통계적으로 유의한 α -glucosidase 억제능 증가를 보이는 것을 하였으며 이는 울금 내 유효성분들이 그 자체로 항당뇨 기능성을 가진다는 것을 의미하며 추후 항당뇨 기능성 제품으로의 개발 가능성을 시사함.

○ 유효성분의 숙취해소 기능성 평가 및 작용 기전 분석

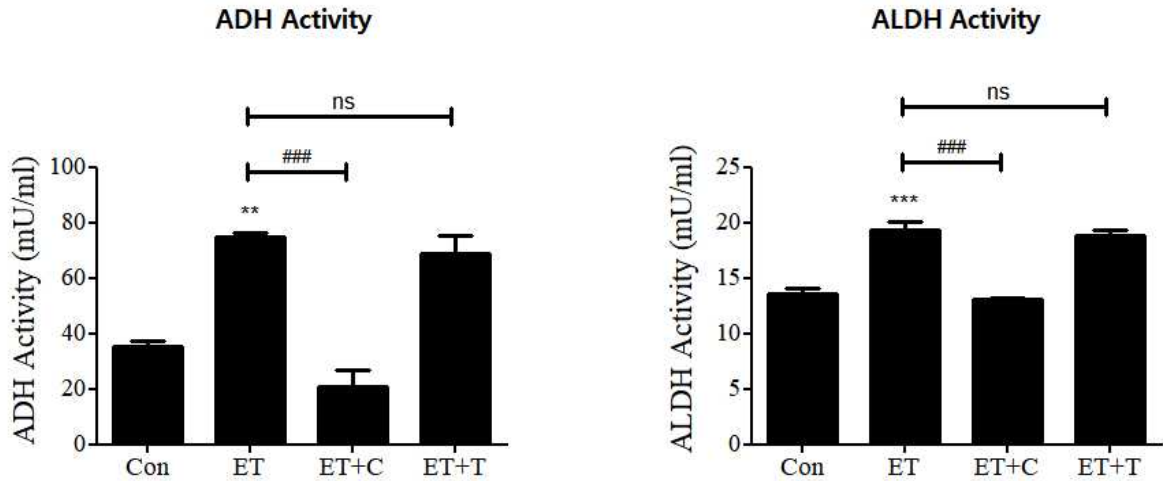


그림 39. ADH, ALDH 효소 활성 측정을 통한 유효성분의 숙취해소 기능성

- 에탄올 처리군에서 ADH, ALDH 효소 활성이 모두 대조군보다 유의하게 증가하였으며, 에탄올과 curcumin 동시처리군에서는 모두 에탄올 처리군 대비 유의한 활성 감소를 보임. 에탄올과 tumerone 동시처리군에서는 ADH, ALDH 효소 활성 모두 증가된 에탄올 처리군과 비교하여 유의한 감소 양상을 보이지 않았음. (** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ vs Con. ### $p < 0.001$ vs ET.).
- Tumerone 처리 시 ADH, ALDH 효소 활성 정도가 에탄올 처리군 대비 감소하지 않아 유의한 변화를 확인하는 것이 불가능하였음.
- Curcumin 처리 시 mouse 간 조직의 ADH, ALDH의 효소활성이 처리 후 특정 시점에서 에탄올 처리군 대비 통계적으로 유의하게 감소하였으며 이 결과는 에탄올 처리로 인한 해독의 필요성으로 증가한 ADH, ALDH 활성을 커큐민 처리군에서 에탄올이 더 빠르게 해독되어 아세트산으로 분해되는 현상에 기인함. 즉 간 조직 채취 시점에 에탄올 단독 처리군 대비 curcumin 처리군에서 기존 해독된 알코올의 절대량이 더 많을 것으로 사료됨.
- 울금의 알코올 분해 능력 분석 및 최적화 가능성 발굴의 기반 연구로서 울금 내 유효성분인 curcumin의 알코올 해독 기능성 및 그 메커니즘 연구의 기초자료를 제공함.

6. 울금 분말을 활용한 제품화

- ‘진도농협울금 100’과 ‘황금면역 101’의 2가지 제품의 개발을 통해 본 연구를 활용한 제품화에 대한 높은 가능성을 보여줌. 두 제품 공히 본 사업과제의 핵심 목표인 울금의 건강기능성 탐색 및 규명의 성과로 제품화됨.
- 건강기능식품에 대한 관심과 수요 증가에 따라 진도산 울금을 활용하여 제품을 개발하였음. ‘진도농협울금 100’은 울금과 한약재를 혼합하여 제조한 것으로 고농축 유산균의 발효를 통해 흡수력을 높인 울금 분말을 혼합하여 액상제품으로 만든 것임.
- 최근, 면역력 강화에 대한 관심이 높아지는 추세로 진도군 관내 조합원들로부터 수매한 울금과 정상적인 면역기능과 세포분열에 필요한 아연과 울금을 기능성 원료로 하여 건강기능식품으로 가공한 ‘황금면역 101’을 개발함.

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

성과목표	연구기반지표										연구기반지표				기타 (타연구활동등)					
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증			학술성과		교육지도	인력양성	정책 활용·홍 보		
	특허출원	특허등록	품질등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치	기술 인증	논문		학술발표				정책 활용	홍보 전시	
												SCI	비 SCI			논문 평균 IF				
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건				
가중치	20					60								5		10		5		
최종목표	2					5						4		4		6		3		
1차 년도	목표	2				2						4		4		6		1		
	실적	2				2						3		5		6		1		
소 계	목표	2				2						4		4		6		1		
	실적	2				2						3		5		6		1		
종료 1차년도		2				2	1,000											1		
종료 2차년도						1	2,000											1		
종료 3차년도							4,000													
소 계		2				3	7,000											2		
합 계	2	2				5	7,000					4		4		6		3		

(3) 세부 정량적 연구개발성과(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비 SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Curcumin Suppresses the Lipid Accumulation and Oxidative Stress Induced by Benzo[a]pyrene Toxicity in HepG2 Cells	Antioxidants	이승철	10(8)	스위스	MDPI	SCI	21.08.20	1008-1314	100
2	Quercetin and Isorhamnetin Attenuate Benzo[a]pyrene-Induced Toxicity by Modulating Detoxification Enzymes through the AhR and NRF2 Signaling Pathways	Antioxidants	김민	10(5)	스위스	MDPI	SCI	21.05.16	1005-0787	50
3	Effects of various pre-treatment and cooking on the levels of biogenic amines in korea and norwegian mackerel	Foods	김양수	10(9)	스위스	MDPI	SCI	21.09.15	2304-8158	60
4	Preparation of turmeric powder with various extraction and drying methods	Powder Technology	박준영	심사중	미국	Elsevier	SCI			100

국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	생화학분자생물학회	이승철	2021.05.25	부산 벅스코	부산광역시
2	한국 분자세포 생물학회	장보영	2021.11.05	제주 ICC	제주도
3	한국식품과학회	박준영	2021.07.09	대전 컨벤션센터	대전광역시
4	한국식품영양과학회	이민주	2021.10.28	부산 벅스코	부산광역시
5	한국식품영양과학회	도수빈	2021.10.28	부산 벅스코	부산광역시

기술 요약 정보

- 해당사항 없음

보고서 원문

- 해당사항 없음

생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

- 해당사항 없음

[기술적 성과]

지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	커큐미노이드 함량이 증가된 울금 분말의 제조방법	대한민국	농협경제 지주 주식회사 (발명자: 이광근, 박준영, 도수빈)	2021.11 .02	10-2021 -014886 7					80	
2	정유성분이 증대된 울금 향료의 제조방법	대한민국	농협경제 지주 주식회사 (발명자: 이광근, 박준영, 도수빈)	2021.11 .25	10-2021 -016413 6					80	

○ 지식재산권 활용 유형

※ 활용의 경우 현재 활용 유형에 √ 표시, 미활용의 경우 향후 활용 예정 유형에 √ 표시합니다(최대 3개 중복선택 가능).

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타

저작권(소프트웨어, 서적 등)

- 해당사항 없음

신기술 지정

- 해당사항 없음

기술 및 제품 인증

- 해당사항 없음

표준화

- 해당사항 없음

[경제적 성과]

시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	진도농협울금 100	21.08.19	진도농협울금 가공사업소		식품			
2	황금면역101	21.03.30	헬스앤라이프		건강기능식품			

기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	특허 출원	정유성분이 증대된 울금 향료의 제조방법	진도농협울금 가공사업소		0	
2	특허 출원	커큐미노이드 함량이 증가된 울금 분말의 제조 방법	진도농협울금 가공사업소		0	

사업화 투자실적

- 해당사항 없음

사업화 현황

번호	사업화 방식 ¹⁾	사업화 형태 ²⁾	지역 ³⁾	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

- * 1) 기술이전 또는 자기실시
- * 2) 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
- * 3) 국내 또는 국외

매출 실적(누적)

- 해당사항 없음

사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

- 해당사항 없음

고용 창출

- 해당사항 없음

고용 효과

- 해당사항 없음

비용 절감(누적)

- 해당사항 없음

경제적 파급 효과

- 해당사항 없음

산업 지원(기술지도)

- 해당사항 없음

기술 무역

- 해당사항 없음

[사회적 성과]

법령 반영

- 해당사항 없음

정책활용 내용

- 해당사항 없음

설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

- 해당사항 없음

전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황											
			학위별				성별		지역별					
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타	
1	학위	2021	1	5			3	3	6					

산업 기술 인력 양성

- 해당사항 없음

다른 국가연구개발사업에의 활용

- 해당사항 없음

국제화 협력성과

- 해당사항 없음

홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	지방TV방송	인포벨, 비즈제이	진도농협올금100 홍보	2021.09.01.

포상 및 수상 실적

- 해당사항 없음

[인프라 성과]

연구시설·장비

- 해당사항 없음

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

2) 목표 달성 수준

추진 목표	달성 내용	달성도(%)
원료의 지표성분 설정 및 분석법 검증	Curcuminoids 중 3종 (curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin)을 지표성분으로 설정하여 분석법을 확립함	100
재배지역별, 수확시기별(4종) 원료에 대한 지표성분 분석	봄 울금 (<i>Curcuma aromatica</i>), 가을울금 (<i>Curcuma longa</i> L.)의 지표성분을 TLC법과 HPLC-UV를 이용하여 분석함	100
울금 가공소재의 지표성분 분석	기존제품(2종)과 개발된 가공소재(8종)의 지표성분을 TLC법과 HPLC-UV를 이용하여 분석함	100
울금 가공소재의 향미성분 분석	기존제품(2종)과 개발된 가공소재(8종)의 향미성분을 HS-SPME-GC-MS를 이용하여 분석함	100
울금 가공소재의 일반성분 분석	기존제품(2종)과 개발된 가공소재(8종)의 일반성분(색도, pH)을 분석함	100
유해성분 분석을 통한 안전성 평가	잔류농약 (Glufosinate, Hexaconazole), 중금속(납, 비소, 카드뮴, 수은)을 분석하여 안정성을 평가함	100
울금 원료 표준화를 위한 유사품종간의 구별법 제안(형태, 유전학적)	울금 원료 표준화를 위하여, 그 유사품종인 <i>Curcuma aromatica</i> 와 형태적, 유전학적 구별법을 제안함	100
주요 유효 성분(4종)의 독성평가	울금 내 유효성분의 생체 적합성 기반 연구로 4종의 독성 평가를 완료함	100
유효 성분(2종)의 비만 및 당뇨예방, 숙취해소에 대한 기능성 평가 및 작용기전 분석	울금 내 유효성분에 대한 항비만, 항당뇨, 숙취해소 기능을 평가하고 그 작용기전을 분석해 부가가치 창출에 기여함	100
국내산 울금 원료 확보	본 연구 시 진도 울금을 제공받아 가공함	100
개발된 울금 소재의 현장적용 가능성 검토	울금으로 '진도농협울금 100'과 '황금면역 101' 시제품을 제작함으로써 울금 소재의 상품화 가능성을 확인함	100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

- 해당사항 없음

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 울금 원료 표준화

- 울금 (*Curcuma longa* L.)은 유사품종이 많으며 사용부위에 따라 이름과 품질이 달라지고 성분과 효능에 차이가 있음. 이에 유사품종을 혼용하여 기능성의 차이 및 오용이 일어남.
- 울금(*Curcuma longa* L.)과 유사품종(*Curcuma aromatica*) 간의 형태학적 및 유전학적 구별법을 제안하였으며 Curcuminoids 중 3종(curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin)를 지표성분으로 설정 후 분석해 이화학적 차이를 제안하였음.

○ 고부가가치 소재화를 위한 최적 가공기술 개발

- 울금(*Curcuma longa* L.) 내 curcuminoids와 정유성분이 각각 6%와 5.8% 함유되어 있으며 curcuminoids 함량의 70% 이상을 차지하는 curcumin은 항산화, 항비만, 항노화, 항암 등 우수한 생리활성을 보유함. 하지만 curcumin의 체내 흡수율은 1% 이하로 생체이용률이 낮음. 또한, 건강기능식품 개발을 위한 고부가가치화 및 기능성 연구는 상대적으로 미흡하였음.
- 기존 소재 2종(분말, 액상제품)과 개발된 소재 8종의 curcuminoids와 정유성분을 분석 후 흡수율을 평가를 이용하여 추출 용매 및 건조 방법을 통한 고부가가치 소재를 개발하였음.
- 잔류농약 (Glufosinate, hexaconazole)과 중금속(납, 비소, 카드뮴, 수은)을 분석하여 잔류농약 및 중금속 허용기준을 통한 안정성 평가를 진행하였음.

○ 울금 소재의 기능성 최적화 연구

- 천연식품 유래 성분을 이용한 의약품 및 건강 기능성 식품 시장이 꾸준히 증가하고 있음. 이에 항비만, 항당뇨, 숙취해소 등의 기능성 및 신제품 개발을 통한 경쟁력 확보 및 차별화가 요구되고 있음.
 - 울금 내 유효성분인 Curcuminoids 3종과 turmerone이 기능성을 보임과 동시에 세포 기반 연구에 적합한 세포 생존율을 유지할 수 있는 농도를 설정함. 비만 및 당뇨 예방, 숙취해소에 대한 기능성 평가 및 작용 기전 분석에 대한 연구를 진행하였음.
-

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

○ 기술 활용방안

- 본 연구에서 얻은 국내산 울금 관련 소재의 가공기술과 향미성분의 소재화 및 품질규격 설정에 대한 데이터베이스는 이후 제품별 소재 개발, 맞춤형 향료 개발 및 균일화된 제품 개발을 위한 기초 자료로 활용할 수 있음.
- 본 연구에서 개발된 울금 가공 소재의 제형을 달리하여 제품화 기술을 타 산업에도 활용할 수 있을 것으로 기대됨.
- 생산에 필요한 지표 물질의 선정을 통하여 유사 제품의 판별 및 제품의 표준화를 위한 기반을 마련할 수 있으며, 향미성분의 분석 및 소재화를 통해 유사 향미 조성의 제품화에 활용이 가능할 것으로 기대됨.
- 울금 내 유효성분의 기능성 분석 및 독성 평가를 통해 해당 유효성분의 최적 기능성을 발굴함과 동시에 체내 안전성을 확보하는 기반 기술을 확보할 수 있음.

○ 제품화 활용방안

- 추출 용매와 건조방법에 따라 제조된 울금 가공 소재의 curcuminoids 함량을 분석함으로써 curcuminoids 함량이 증가된 울금 분말을 제조함. 따라서 국내산 울금의 고부가가치화를 위한 울금 소재의 제품화를 이룰 수 있을 것임. 건강기능성식품에 대한 수요가 증가함에 따라 동남아에서 소비하는 울금 식품 및 건강기능식품에 긍정적으로 적용될 수 있을 것이라 판단됨.
- 정유성분이 증가된 울금 향료를 제조함으로써 향기 성분의 소재화에 대한 데이터베이스는 이후 제품별 최적화된 소재 개발, 맞춤형 향료 개발을 위한 기반 자료로 활용할 수 있을 것으로 기대됨. 따라서 식품 조성물, 화장품 조성물 또는 세정제 조성물에 향기성분으로써 이용할 수 있음.
- 기존의 숙취해소 제품은 간 기능의 증진을 통해 알코올 대사에 도움을 주고, 알코올로 인한 아세트알데하이드의 피해를 감소시켜 주지만 제형별 효능 차이가 크다고 알려져 있음. 국내산 울금을 이용한 기능성에 최적화된 제형 개발을 통해 효능이 뛰어난 제품화로 이어질 수 있음.
- 개발된 울금 소재를 이용하여 말레이시아와 인도네시아를 포함한 동남아시아 전체 식품시장의 약 50%를 차지하는 이슬람 문화권에 대응할 수 있도록 할랄푸드 시장을 공략할 수 있음. 실제 농심에서 할랄푸드 시장을 겨냥하여 인도산 강황을 사용한 ‘강황쌀국수볶음면’을 출시한 바와 같이 다양한 식품군에 적용한 제품화 가능성이 무궁무진함. 이에, 본 연구의 개발 결과를 적극 활용하여 할랄푸드 라인 공장을 가진 기업들과의 교류 및 수출을 목표로 함.
- 중국은 인구가 많다는 장점뿐 아니라 가공 식품 시장이 폭발적으로 성장하고 있기 때문에 중국 시장을 공략할 수 있음. 중국 내에서 건강기능식품 및 향료와 관련한 소비자들의 니즈와 선호도를 예측하고 충족시켜 나갈 수 있도록 제품의 발전이 필요함. 가공된 울금 소재 및 울금으로부터 분리한 향미성분의 소재가 적용될 수 있는 현지 식품을 파악하고 성장시켜나갈 수 있음.

-
- 본 연구를 통해 개발된 울금소재는 대조군에 비하여 높은 함량의 Curcuminoids를 보유하고 있음. 이는 알코올을 분해하는 효소인 ALDH(아세트알데하이드 분해효소)의 생성에 도움을 주는 등 숙취해소에 효과적이라는 연구결과를 활용하여 현재 판매되고 있는 ‘상쾌환’, ‘컨디션’ 등과 같은 숙취해소제로의 개발이 가능할 것으로 보임.
 - 소스는 풍미 증진을 목적으로 식품의 조리시, 또는 조리 후 사용되는 것으로 최근 한식의 세계화로 인하여 간장, 불고기 소스에 대한 관심 증가와 소비자의 건강지향 추세에 따라 오미자, 당귀 등을 첨가하여 기능성을 부가한 소스에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있음. 이에 본 연구에서 개발된 소재를 활용하여 항암, 항비만 등의 기능이 향상된 소스류의 개발이 가능할 것으로 보임.
 - 소비자들이 건강에 대한 관심이 증가하면서 인공색소의 대체제로 천연색소가 많이 사용되고 있으나 천연색소는 유통기한이 짧고 원재료의 향과 맛이 남아있다는 문제점이 있음. 하지만, 본 연구에서 추출 후 남은 잔사는 추출로 인하여 울금의 향미가 일부 제거되어 제과 및 제빵과 같은 식품의 천연 색소로 사용이 가능할 것으로 보임.

○ 사업화 활용방안

- 본 연구개발 과제를 수행하여 얻은 결과를 토대로 시장 확대를 위한 외국 식품전시회에 진출하여 본 소재의 홍보 기회를 확대함.
 - 생리 활성에 대한 가공 공정, 소재 등이 미치는 영향을 파악함으로써 향후 다른 제품 개발의 생리 활성에 부합된 소재 선정에 활용함.
 - 지역 특화 소재를 이용한 향미성분의 소재화를 통하여 세계로 나가는 K-food에 적용하여 한식의 글로벌화를 위한 기초를 다질 수 있음.
 - 본 과제의 울금 가공소재를 각 식품의 Top Flavor보다는 Base Flavor에 적용할 수 있음.
 - 따라서 강한 향으로 소량 사용하는 제품이 아닌 제품 Base로 대량 사용하게 만들어지게 되므로 매출량은 대규모 예상. 음료 회사로는 롯데, 광동, 하이트진로 등의 업체, 그리고 가공식품으로는 CJ, 풀무원, 대상, 오뚜기, 샘표, 신송 등이 판매처로 가능성이 높음.
-

<연구개발성과 활용계획표>

구분(정량 및 정성적 성과 항목)		연구개발 종료 후 5년 이내	
국외논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
국내논문	SCIE		
	비SCIE		
	계		
특허출원	국내		
	국외		
	계		
특허등록	국내	종료 1차년도 (2건)	
	국외		
	계		
인력양성	학사		
	석사		
	박사		
	계		
사업화	상품출시	종료 1차년도 (2건), 종료 2차년도 (1건)	
	기술이전		
	공정개발		
제품개발	시제품개발		
비임상시험 실시			
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	
		2상	
		3상	
	의료기기		
진료지침개발			
신의료기술개발			
성과홍보			
포상 및 수상실적		종료 1차년도 (1건), 종료 2차년도 (1건)	
정성적 성과 주요 내용			

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1.	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2.	1)
	2)

자체평가의견서

1. 과제현황

		과제번호		320110-01	
사업구분	농축산물안전유통소비기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	농축산물안전유통소비기술개발사업				주관
총괄과제	기재하지 않음			총괄책임자	기재하지 않음
과제명	국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발			과제유형	개발
연구개발기관	동국대학교			연구책임자	이광근
연구기간	연차	기간	정부 출연금	정부 외 출연금	계
연구개발비 (천원)	1차년도	2020. 10. 12. - 2021. 10. 11.	140,000	140,000	280,000
	계		140,000	140,000	280,000
참여기업	진도농협울금가공사업소				
상대국				상대국연구개발기관	

※ 총 연구기간이 5차년도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2021년 11월 29일

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
동국대학교 산학협력단	교수	이광근

4. 평가자(연구책임자) 확인 :

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

확약



1. 연구개발실적

1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : ■우수

본 연구의 결과는 국내에서 울금의 원료 표준화 및 소재화 연구가 부족한 실정에서 울금의 제품 다양화 및 기능성 제고를 위한 소재화 연구 기술 개발이라는 의의가 있음. 또한 울금 가공소재의 품질 규격 설정과 유해성분 분석을 통해 울금의 표준화에 기여함과 동시에 안정성을 높이는데 기여할 수 있음.

2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : ■우수

본 연구를 통해 울금 내 유효성분의 기능성 분석과 소재화함에 따라 울금 소재 기능성 제품 시장의 확대를 불러올 수 있음.

3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : ■우수

본 연구에서 진행한 울금 가공 소재의 지표 성분, 향미 성분 및 유해성분 분석을 통해 울금 제품화를 위한 기초자료로 활용될 것으로 예상됨. 또한 유효성분의 기능성 평가 및 작용기전을 분석함으로써 울금의 고부가가치를 창출에 기여하였음.

4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : ■우수

주관기관 및 협동기관 연구진은 여러번의 회의를 통해 성과를 공유하고 문제점을 극복하려고 노력하였음. 목표한 연구개발을 달성하기 위해 성실히 노력한 것으로 사료됨.

5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : ■우수

본 연구를 통해 제품화 2건, 특허 출원 2건, 제품화 2건, SCI 논문게재 4건(1건은 심사중), 학술발표 5건, 홍보·전시 1건을 1년 동안의 사업 수행 기간 안에 달성하였으며, 이는 우수한 성과라고 할 수 있음.

II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
울금 원료 표준화	20	100	울금과 유사품종 간의 형태학적, 유전학적, 이화학적 구별법을 제안
최적 가공기술 개발	60	100	Curcuminoids 및 정유 성분 분석과 흡수율 평가를 통한 최적 가공 기술 개발
품질규격 설정(지표성분)	10	100	식약처 및 건강기능식품협회 고시 규격 및 기준 기반 울금 가공소재의 품질규격 및 일반성분 분석을 통한 품질규격 설정
기능성 최적화 연구	10	100	Curcuminoids 및 turmerone을 이용하여 비만 및 당뇨 예방, 숙취해소에 대한 기능성 평가 및 작용 기전 분석에 대한 연구를 진행
합계	100점		

III. 종합의견

1. 연구개발결과에 대한 종합의견

국내산 울금, 특히 진도산 울금에 대한 생리활성, 표준화, 가공기술개발 등을 성공적으로 완수하였음.

2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

1년간의 단기 연구로 제품화, 논문, 특허 등의 성과를 달성하기 매우 어려운 여건이었음. 논문의 경우 최우수 저널인 Powder Technology는 게재까지 심사 등 시간이 소요된다는 점을 고려해 주기 바람. 게재가 상대적으로 쉬운 저널의 투고는 하지 않았으며 식품분야 상위 25%이내 저널에만 투고하였음

3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

1년간의 단기연구로는 국내산 울금의 우수성을 입증하기가 충분하지 않으므로 3년 이상의 중장기 연구가 향후 진행되어야 할 것으로 판단됨

IV. 보안성 검토

해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

1. 연구책임자의 의견

해당사항 없음

2. 연구개발기관 자체의 검토결과

해당사항 없음

연구성과 활용계획서

1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input type="checkbox"/> 자유응모과제 <input checked="" type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	농축산물안전유통소비기술개발사업
연구과제명	국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발		
주관연구개발기관	동국대학교	주관연구책임자	이광근
연구개발비	정부지원 연구개발비	기관부담연구개발비	기타
	140,000	140,000	총연구개발비 280,000
연구개발기간	2020. 10. 12. - 2021. 10. 11.		
주요활용유형	<input type="checkbox"/> 산업체이전 <input checked="" type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input checked="" type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타() <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:)		

2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
울금의 지표성분 설정 및 분석법 검증	울금 내에 존재하는 Curcuminoids 중 3종(curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin)를 지표성분으로 설정하여 HPLC를 이용한 분석법 검증하였음.
울금 가공소재의 지표성분 분석	기존소재 2종(분말, 액상제품)과 개발된 소재 8종에 존재하는 지표성분 Curcuminoids 중 3종(curcumin, demethoxycurcumin, bisdemethoxycurcumin)의 분석함. 추출방법을 비교한 결과, 주정의 농도가 증가할수록 curcuminoids함량이 증가하였으며, 분무·동결건조방법이 다른 건조방법에 비해 curcuminoids의 함량이 가장 높았음.
울금 가공소재의 향미성분 분석	기존소재 1종 (분말제품)과 개발된 소재 8종에 존재하는 30여 종 이상의 향기성분 중 20가지 지표물질을 선정하였고, 기존소재 1종 (액상제품)에 존재하는 20여 종 이상의 향기성분 중 13가지를 지표성분으로 선정함. 이를 동시분석하는 GC-MS 기반 분석법을 개발하였음.
유해성분 분석을 통한 안전성 평가	안전성을 평가하기 위해 잔류농약 (Glufosinate, hexaconazole)과 중금속(납, 비소, 카드뮴, 수은)을 분석함. 울금 원료 내 잔류농약은 검출되지 않았으며, 중금속 함량은 건강기능식품협회에 명시된 기준 및 규격 이하로 나옴.
울금 원료 표준화를 위한 유사품종간의 구별법 제안(형태, 유전학적)	울금과 (<i>Curcuma longa L.</i>) 그 유사품종 (<i>Curcuma aromatica</i>)간의 식물체의 특징, 근경의 색과 모양 등 형태학적 구별법과 중합효소 연쇄반응법을 통해 활용될

	수 있는 <i>Curcuma longa L.</i> 의 genetic authentication tool을 통해 특이적 구별법을 제안하였음
울금 소재의 유효성분 흡수율 평가	총 10종의 소재 중 분무·동결건조, 분무건조, 동결건조 (각 50% 주정 추출 조건) 소재 순으로 높은 세포 내 흡수율을 보임을 확인하였으며 대조군으로 활용된 기존 분말, 액상 제품 처리군에서는 curcumin이 검출되지 않음. 추출 조건 및 소재화 기술 최적화를 통해 세포 내 유효성분 흡수를 높일 수 있는 고효율 소재를 개발하였음.
주요 유효 성분(4종)의 독성평가	울금 내 유효성분인 Curcuminoids 3종과 turmerone의 기능성 평가 및 작용 기전 분석에 대한 후속 연구를 진행을 위해 생물학적 기능성을 보임과 동시에 세포 기반 연구에 적합한 세포 생존율을 유지할 수 있는 농도를 설정하여, 울금 내 유효성분의 biocompatibility 확보의 기반 연구로 활용하였음.
유효 성분(2종)의 비만 및 당뇨예방, 숙취해소에 대한 기능성 평가 및 작용기전 분석	Curcuminoids 3종 및 tumerone의 고농도 (20 μ M) 처리군에서 세포 내 지방 축적을 억제하는 것을 세포 내 지방 방울 염색을 통해 확인 할 수 있었으며, 특이적 지방 분화 마커 발현량 분석을 통해 유효성분 모두 고농도 (20 μ M) 처리 시 유의하게 혹은 잠재적으로 지방 분화 특이적 유전자 발현이 감소하는 경향성을 확인하였음. 또한, 특정 농도 처리군에서 통계적으로 유의한 α -glucosidase 억제능 증가를 보였음. 울금의 알콜 분해 능력 분석 및 최적화 가능성 발굴의 기반연구로서 울금 내 유효성분인 curcumin의 알콜 해독 기능성을 분석하였으며 및 그 메커니즘 연구의 기초 자료를 제공하였음.

* 결과에 대한 의견 첨부 가능

3. 연구목표 대비 성과

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기타 (타연구활용등)	
	특허 출원	특허 등록	품종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	명	건	건			
가중치	20						60							5	10		5			
최종 목표	2						2					4		4	6		1			
당해 년도	목표	2					2					4		4	6		1			
	실적	2					2					3		5	6		1			
달성률 (%)	100						100					75		100	100		100			

4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	커큐미노이드 함량이 증가된 울금 분말의 제조방법
②	정유성분이 증대된 울금 향료의 제조방법

5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허 출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책 자료	기타
①의 기술						v				
②의 기술						v				

* 각 해당란에 v 표시

6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	커큐미노이드 함량이 증가된 울금 분말의 제조방법을 이용하여 국내산 울금의 소비량과 고부가가치를 향상 시킬 것임.
②의 기술	정유성분이 증대된 울금 향료의 제조방법을 이용하여 국내산 울금의 고부가가치화 시킬 것임.

7. 연구종료 후 성과창출 계획

(단위 : 건수, 백만원, 명)

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권				기술 실시 (이전)		사업화				기술 인증	학술성과			교육 지도	인력 양성	정책 활용· 홍보		기타 (타연구 활용액)	
	특허 출원	특허 등록	품 종 등록	S M A R T	건 수	기술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출		투 자 유 치	논 문				학 술 발 표	정 책 활 용		홍 보 전 시
													S C I	비 S C I						
단위	건	건	건	건	건	백 만 원	건	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	명	건	건			
가중치	20					60								5	10		5			
최종목표	2					5						4		4	6		3			
연구기간내 달성실적	2					2						3		5	6		1			
연구종료후 성과창출 계획	0	2				3	7,000					0		0	0		2			

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

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

1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성

2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리

통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리

3) 실용화에상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

4) 기술 이전 시 선행요건 : 기술실시계약을 체결하기 위한 제반 사전협의사항(기술지도, 설비 및 장 등 기술이전 전에 실시기업에서 갖추어야 할 조건을 기재)

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농축산물안전유통소비기술사업 ‘국내산 울금을 이용한 기능성 소재화 기술 개발’과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 농축산물 안전유통소비기술사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.