

전략체계	지속 - 4 - 4		수행시기	전반기 (계속)	
기술분야코드	V2	기술유형코드	P02	작목구분코드	CP-03-CP33
과제종류	공동연구		과제번호	PJ015090	
과제명	기후변화 대응 돌발·남방계해충 발생 실태조사 및 영향·취약성 평가				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	박 홍 현		농업연구관	국립농업과학원	
연구기간	2020~2023		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 강원지역 돌발, 남방계해충의 발생실태 및 피해조사			농업환경연구과	황세정	'20~'23
키워드	기후변화, 남방계해충, 돌발해충, 실태조사				

## ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the occurrence and damage caused by sporadic and subtropical insect pests in the Gangwon State and to assess vulnerability. Surveys on three types of sporadic insect pests and four types of subtropical insect pests were conducted from 2020 to 2023, covering 18 cities and counties in Gangwon State. Results of the subtropical insect pests hatching rate survey revealed a significant correlation with the lowest winter temperatures. The lowest temperature was recorded in January 2021 at  $-16^{\circ}\text{C}$ , while 2021 and 2022 exhibited patterns similar to the average. *Ricania* sp. exhibited a high hatching rate of approximately 80% in 2020 and 2023, while *Lycorma delicatula* showed a similarly high hatching rate of 70.9% in 2020. Regarding the surveys on sporadic and subtropical insect pests, the highest occurrence of the *Metcalfa pruinosa* was observed in 2022, notably with the highest density in the Yeongwol area. *Ricania* sp. nymphs showed high densities in Yangyang, while adults showed high densities in Wonju. The *Scirotothrips dorsalis* exhibited a low occurrence level in the Gangwon region. The *Riptortus clavatus* showed the highest density in August 2021, particularly in Cheorwon and Inje. The *Spodoptera litura* exhibited high occurrence densities in Yeongwol and Gangneung in 2023, while the *Halyomorpha halys* showed a high density during the flowering and ripening seasons, particularly in 2022.

## 1

### 연구목표

최근 기후변화에 따라 농작물 병해충의 종류가 다양해지고 발생밀도 또한 증가하고 있다. 또한 작물의 병해충에 대한 내성과 저항성이 변함에 따라, 강원도에 발생하는 돌발해충과 남방계해충의 발생양상과 피해정도를 파악하여 농업인의 피해를 최소화하고 해충 발생에 대한 조기대응 및 주요 작물에 발생하는 해충의 위험도 평가를 실시하여 대책 수립을 위해 본 과제를 수행하였다. 강원지역에 발생하는 돌발해충과 남방계해충의 발생양상과 피해정도를 파악하는 것은 농가 피해를 사전에 예방할 수 있는 중요한 기초자료가 될 수 있다. 하지만 이러한 해충의 적응대책 수립의 기초자료가 되는 영향평가와 취약성평가를 위한 자료는 미흡한 실정이고, 2017년부터 농촌진흥청 주관으로 영향·취약성 평가를 위한 해충 발생조사를 실시하고 있다. 강원지역에서 발생하는 돌발해충과 남방계해충의 발생실태와 피해조사를 실시하여 각 해충별 취약성 평가를 통한 해충관리 전략기술 개발이 필요하였다.

본 연구과제에서는 돌발해충 3종과 남방계해충 4종에 대한 강원지역 발생실태 및 피해 조사를 실시하였다.

## 2

### 재료 및 방법

#### <제1세부과제 : 강원지역 돌발·남방계해충 발생실태 및 영향·취약성 평가>

##### (시험 1) 돌발해충 부화율 조사

강원지역에 발생하는 돌발해충 중 갈색날개매미충과 꽃매미의 월동난 부화율 조사를 2020년도부터 2023년도까지 수행하였다. 조사대상 월동난은 2월 중순에 춘천, 원주, 강릉, 고성에서 채집하였고, 갈색날개매미충은 복숭아나무에서 꽃매미는 포도나무에서 주로 채집하였으며, 과원 주변 기타수목에서도 월동난을 채집하였다.

갈색날개매미충은 신초에 산란하는 산란특성이 있기 때문에 갈색날개매미충의 월동난이 있는 신초를 전정가위를 이용하여 채집하였다. 채집한 월동난은 수분이 날아가지 않도록 250ml 비이커에 증류수를 채워 부화를 유도하였다. 꽃매미는 월동난을 나무 표피에 산란하기 때문에 커터칼을 이용하여 월동난이 붙어있는 나무표피와 함께 채취하여 패트리디쉬 하나에 월동난과 하나를 넣어 증류수로 채워진 리빙박스에 넣어서 부화를 유도하였다.

채집한 월동난은 각각 상온에서 24시간 처리 후 온도와 습도가 일정하게 유지되는 인큐베이터에서 부화를 유도하였고, 인큐베이터의 온도와 습도는 각각  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 60%로 유지하였다. 채집 후 20~30일 전후로 약충의 부화가 시작되면 매일 부화한 약충을 제거해 주었다. 일정 시간이 흐른 뒤, 더 이상 월동난에서의 약충 부화가 일어나지 않으면 실체현미경을 통해 전체 월동난의 수와 부화한 월동난의 수를 관찰하여 부화율을 계산하였다.

## (시험 2) 돌발·남방계해충 발생양상 및 피해 조사

강원지역 돌발·남방계해충의 발생양상 및 피해조사는 2020년부터 2023년까지 이루어졌으며, 각 연차별로 조사한 해충수와 조사지점에 차이가 있었다. 2020년에는 돌발해충 1종(미국선녀벌레, 남방계해충 2종(볼록총채벌레, 썩덩나무노린재)에 대한 조사가 이루어졌으며, 2021년에는 돌발해충 2종(먹노린재, 갈색날개매미충), 남방계해충 1종(툽다리개미허리노린재)의 조사를 실시하였다. 2022년부터 2023년까지는 돌발해충 1종(미국선녀벌레), 남방계해충 2종(담배거세미나방, 썩덩나무노린재)를 조사하여 4년 동안 3종의 돌발해충 3종 남방계해충 4종의 발생실태를 조사하였다.

미국선녀벌레는 감나무, 갈색날개매미충은 복숭아나무에서 조사하였으며, 5주에서 주당 20가지에 대한 평균 발생 밀도를 조사하였다. 하지만 강원도에서는 감나무 과원이 존재하지 않아 5주에 대한 조사가 어려워 최소 1주에서 조사를 실시하였다.

볼록총채벌레는 포도 과원에서 조사하였으며, 과원에 끈끈이트랩(15\*20cm)을 5개 설치하여 조사를 진행하였다. 끈끈이트랩 설치 일주일 후 수거하였고, 현미경을 통해 포획된 볼록총채벌레의 밀도를 조사하였다.

먹노린재는 월동기와 약충기, 성충기 2회 조사하였으며, 논에서 조사하였다. 20포기에 발생한 먹노린재의 밀도를 조사하였다.

툽다리개미허리노린재, 담배거세미나방, 썩덩나무노린재는 콩 포장에서 조사하였으며, 페로몬 트랩을 이용한 트랩 조사로 진행하였다. 포장 가장자리에 트랩을 설치한 후 일주일 뒤에 수거하여 트랩에 포획된 해충의 밀도를 확인하였다.

해충별 조사작물, 방법, 시기에 대한 내용은 표 1에 구체적으로 작성하였다.

표 1. 돌발 및 남방계해충 조사방법 및 조사시기

구분	해충명	조사작물	조사방법	조사시기
돌발해충	미국선녀벌레	감	•1주, 주당 1가지, 약·성충수 조사	약충(6월) 성충(9월)
	갈색날개매미충	복숭아	•5주, 주당 10가지, 난괴, 약·성충수 조사	난괴(4월) 약충(6월) 성충(9월)
	먹노린재	벼	•월동기: 월동장소 1㎡내 성충수 조사 •약성충기: 20포기, 포기당 약성충수 조사	월동성충(4월) 약성충(7월)
남방계해충	볼록총채벌레	포도	•5주, 끈끈이트랩에 포획된 약·성충수 조사	개화기(5월) 과실바대기(9월)
	툽다리개미허리노린재 담배거세미나방 썩덩나무노린재	콩	•페로몬트랩에 포획된 약·성충수 조사	생육기(4회)

### 3 결과 및 고찰

#### <제1세부과제 : 강원지역 돌발·남방계해충 발생실태 및 영향·취약성 평가>

##### (시험 1) 돌발해충 부화율 조사

갈색날개매미충과 꽃매미의 부화율 조사를 위해 돌발해충 부화율에 가장 영향을 많이 끼치는 요인으로 알려져 있는 동계 최저기온을 조사하였다. 2020년부터 2023년까지 춘천의 동계 최저기온을 조사하였으며, 조사시기는 12월부터 2월까지로 설정하였다.

2020년은 1월 상순 영하 16도까지 내려가면서 4년 중 가장 낮은 온도를 보이다가 1월 중순부터 동계 최저기온이 상승하는 양상을 보였다. 2021년과 2022년 동계 최저기온의 경우 평년과 비슷한 양상을 보였다. 2023년 동계 최저기온은 12월은 평년보다 최고 5도 이상 낮은 온도를 나타내다가 1월 상순부터는 평년기온보다 높은 기온을 확인하였다. 월동난 부화율 조사는 강원도 영서 2지역(춘천, 원주), 영동 2지역(강릉, 고성)을 대상으로 4년간 갈색날개매미충과 꽃매미에 대한 월동난 부화율을 조사하였다.

갈색날개매미충 부화율 조사결과, 2020년에는 80.0%의 부화율을 보이다가 2021년 2022년 부화율이 점차 감소하는 양상을 보이다가 2023년 다시 약 80%의 부화율을 보였다. 꽃매미도 마찬가지로 2020년 70.9%의 부화율을 보이다가 2021년, 2022년 부화율이 52.8%, 51.5%로 줄어드는 양상을 보였다. 꽃매미의 경우 월동난괴에 기생하는 기생좀벌에 의해 머미 발생이 증가하여 2023년도에는 부화율 측정이 불가하였다.

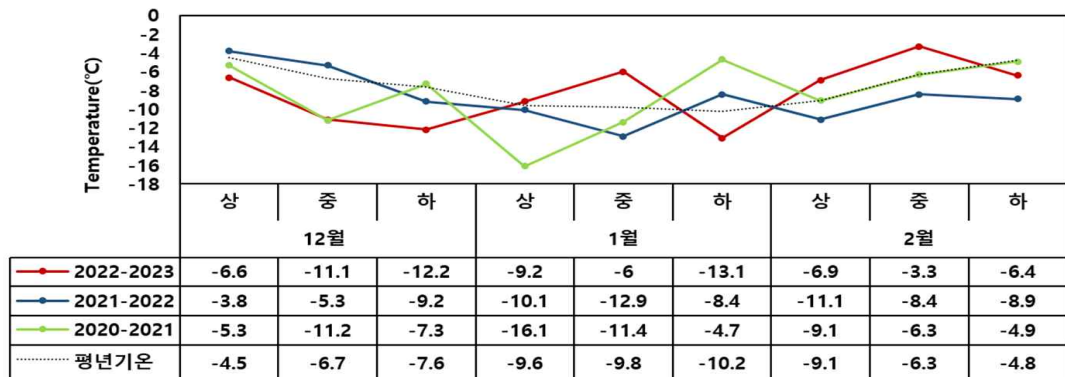


그림 1. 연도별 동계최저기온(2020~2023)

표 2. 연도별 돌발해충 월동난 부화율(2020~2023년)

구분	2020	2021	2022	2023
갈색날개매미충	80.0	60.8	54.5	80.4%
꽃매미	70.9	52.8	51.5	- <sup>a</sup>

<sup>a</sup>꽃매미 기생좀벌에 의한 머미발생 증가로 부화율 측정 불가

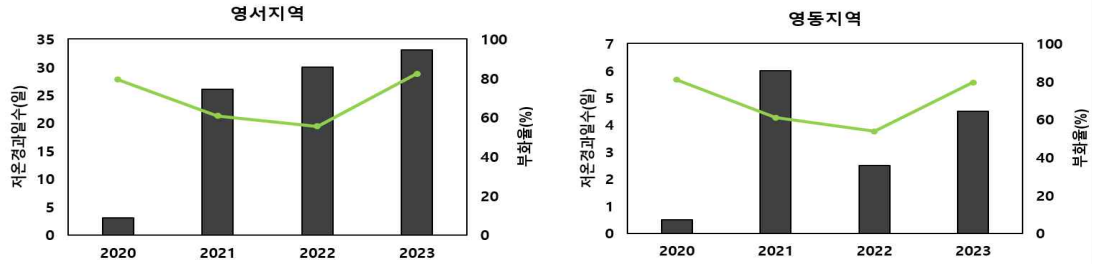


그림 2. 최저기온(-10℃ 이하) 경과일수에 따른 지역별 부화율

### (시험 2) 돌발·남방계해충 발생양상 및 피해 조사

강원지역에 발생하는 미국선녀벌레의 발생양상을 2020년부터 2023년까지 18개 시군을 대상으로 기주작물은 감으로 선정하여 조사하였다. 약충은 7월 상순 성충은 9월 상순에 조사하였고, 그 결과, 2020년도에는 약충이 가지당 0.1마리 낮은 밀도로 발생하였고, 2022년에는 영월에서 가지당 10.3마리로 최고 발생밀도를 보였다. 18개 시군 평균 발생밀도는 가지당 2.3마리로 2020년도보다 발생밀도가 증가하였다. 2023년에는 정선에서 발생밀도가 가지당 3.3마리로 가장 높았고, 18개 시군 평균 0.7마리의 발생밀도를 보였다. 성충의 발생은 약충보다 낮은 밀도를 나타냈고, 3년 조사결과, 2022년 가지당 평균 1.0마리의 발생밀도를 제외하고는 낮은 발생밀도를 확인하였다.

표 3. 시군과 연도별 미국선녀벌레 발생양상(감, 2020~2023년)

(단위 : 마리/가지)

시군	약충			성충		
	2020	2022	2023	2020	2022	2023
춘천	0	2.7	0	0	3.3	0
원주	0.3	8.3	1.7	0	5.3	0
강릉	0	0	0	0	0	0
동해	0	3.0	0	0	2.3	0
태백	0	0	0	0	0	0
속초	0	0	0	0	0	0
삼척	0	1.3	1.3	0	1.0	0
홍천	0.3	6.3	2.7	0	0.3	0
횡성	0.7	3.7	0	0.1	1.3	0
영월	0	10.3	0	0.1	2.7	0
평창	0	0	0	0	0	0
정선	0	2.0	3.3	0	1.0	0
철원	0	2.3	3.0	0	0	0
화천	0	0	0	0	0	0
양구	0	1.3	1.7	0	0	0
인제	0.2	0	0	0.2	0	0
고성	0	0	0	0	0	0
양양	0	0	0	0	0	0
평균	0.1	2.3	0.7	0.02	1.0	0.0

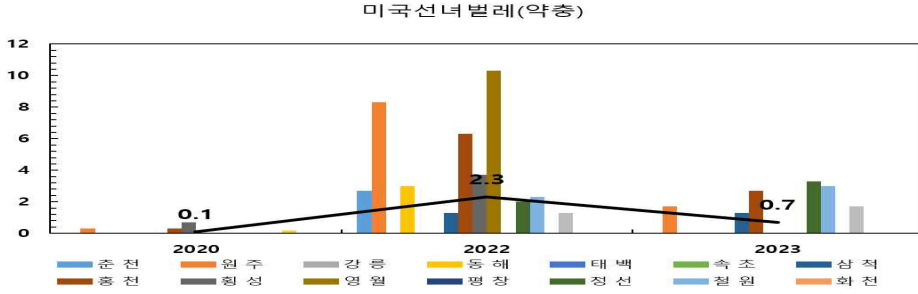


그림 3. 미국선녀벌레 발생양상

갈색날개매미충은 복숭아 과원에서 2021년에 18개 시군을 조사하였다. 약제방제로 인해 과원에서 해충발생이 적을 것을 고려하여 복숭아 과원 주변의 기타 수목에 대한 밀도조사도 추가적으로 진행하였다. 복숭아 과원에서는 농가의 약제살포로 인해 갈색날개매미충을 육안으로 확인하기 어려웠다. 난괴는 18개 시군 가지당 평균 1.6개의 난괴를 확인하였다. 복숭아 과원 주변에 약제방제가 이루어지지 않은 기타수목을 추가로 조사한 결과, 양양에서 가지당 9.9마리로 가장 높은 발생밀도를 확인하였으며, 18개 시군의 평균 발생밀도를 조사한 결과, 가지당 평균 1.6마리의 약충발생을 보였다. 성충의 경우 복숭아 과원과 주변 수목에서의 발생밀도가 매우 낮았다.

표 4. 시군별 갈색날개매미충 발생양상(복숭아, 2021년)

(단위 : 난괴 개/가지, 약충 마리/가지)

시군	복숭아			기타수목	
	난괴	약충	성충	약충	성충
춘천	1.1	0	0	0.7	0.7
원주	4.6	0	0	4.0	2.5
강릉	2.7	0	0.9	0.7	1.1
동해	0.2	0	0	3.7	0.9
태백	0	0	0	0	0
속초	4.1	0	0	4.1	1.5
삼척	0.7	0	0	0	0
홍천	5.3	0	0	0	0.4
횡성	2.7	0	0	1.1	1.2
영월	0.2	0	0	0.1	0
평창	2.5	0	0	0	1.1
정선	1.5	0	0.2	0	0.1
철원	0	0	0	0	0
화천	0	0	0	0	0.7
양구	0	0	0	0	0
인제	0.5	0	0	0.2	1.4
고성	1.5	0	0	3.5	1.4
양양	0.3	0	0.5	9.9	1.3
평균	1.6	0.0	0.1	1.6	0.8

2020년에 조사를 진행한 볼록총채벌레는 개화기 때 속초와 원주에서 각각 트랩당 1마리와 3마리의 발생 이외에는 확인할 수 없었으며, 2021년 조사를 진행한 먹노린재의 발생은 강원지역에서 확인할 수 없었다.

표 5. 볼록총채벌레 발생양상(포도, 2020년)

(단위 : 마리/트랩)

시 군	볼록총채벌레		총채벌레	
	개화기	과실비대기	개화기	과실비대기
춘천	0	0	4	0
원주	1	0	12	0
강릉	0	0	4	24
동해	0	0	40	1
태백	0	0	0	0
속초	0	0	4	0
삼척	3	0	13	3
홍천	0	0	10	0
횡성	0	0	17	0
영월	0	0	1	0
평창	0	0	4	1
정선	0	0	0	0
철원	0	0	2	0
화천	0	0	0	0
양구	0	0	4	0
인제	0	0	25	2
고성	0	0	19	0
양양	0	4	12	5
평균	0.2	0.2	9.5	2.0

톱다리개미허리노린재는 공에서 2021년에 발생조사를 실시하였다. 개화기, 등숙기, 생육후기 총 3회 발생조사를 하였고, 그 결과 등숙기에 가장 높은 발생밀도를 보였다. 개화기 때 철원에서 트랩당 153마리 발생하여 최고발생밀도를 보였으며, 등숙기에는 강릉, 동해, 태백, 고성을 제외한 13개 시군에서 모두 발생을 확인하였다. 특히 철원의 경우 등숙기에서 트랩당 100마리 이상으로 개화기와 등숙기에 가장 높은 발생밀도를 보인 지역이었다. 생육후기에는 해충의 발생밀도가 감소하는 양상을 보였으며, 18개 시군 평균 트랩당 11.7마리의 발생밀도를 확인하였다.

표 6. 톱다리개미허리노린재 발생양상(공, 2021년)

(단위 : 마리/트랩)

시 군	개화기	등숙기	생육후기
춘 천	9	100	30
원 주	0	17	20
강 릉	0	0	0
동 해	0	0	0
태 백	3	0	1
속 초	77	54	14
삼 척	4	0	13
홍 천	25	29	8
횡 성	16	65	2
영 월	15	15	10
평 창	19	15	3
정 선	1	46	3
철 원	153	119	55
화 천	17	37	21
양 구	1	42	10
인 제	17	112	13
고 성	0	0	0
양 양	5	7	7
평 균	20.1	36.6	11.7

담배거세미나방은 2022년부터 2023년까지 2년간 공을 대상으로 조사하였다. 개화기인 7월과 등숙기인 9월 2회 조사를 진행하였으며, 포장에 페로몬트랩을 설치하여 조사하였다. 2022년보다 2023년에 개화기와 등숙기에 모두 담배거세미나방의 발생이 증가하는 양상을 보였다. 2022년 개화기 조사 결과, 원주, 강릉, 평창, 양양을 제외한 시군에서 발생을 확인할 수 있었으며 춘천과 횡성에서 트랩당 19마리로 최고 발생밀도를 보였다. 2023년에는 속초를 제외한 모든 시군에서 담배거세미나방의 발생을 확인하였고, 횡성에서 트랩당 68마리로 최고발생밀도를 보였다. 18개 시군의 평균 발생밀도는 2022년 트랩당 4.3마리 2023년 트랩당 20.4마리로 확인되었다. 등숙기 조사결과, 2022년 원주, 태백을 제외한 모든 시군에서 발생을 확인하였고, 춘천에서 트랩당 26마리로 최고발생밀도를 보여 18개시군 평균 8.1마리의 발생밀도를 보였다. 2023년에는 18개 시군에서 모두 발생을 확인하였으며 강릉에서 트랩당 163마리로 최고발생밀도를 보였고, 18개 시군 평균 트랩당 52.5마리의 담배거세미나방을 확인하였다.

표 7. 담배거세미나방 발생양상(공, 2022~2023년)

(단위 : 마리/트랩)

시 군	개화기		등숙기	
	2022	2023	2022	2023
춘천	19	65	26	18
원주	0	1	1	70
강릉	0	1	0	163
동해	1	3	8	9
태백	1	15	0	4
속초	4	0	7	24
삼척	1	37	8	126
홍천	1	12	9	56
횡성	19	68	5	51
영월	3	13	10	140
평창	0	14	1	21
정선	5	24	7	36
철원	4	15	14	8
화천	1	1	1	2
양구	6	30	10	5
인제	3	21	15	146
고성	9	47	5	54
양양	0	1	18	12
평균	4.3	20.4	8.1	52.5

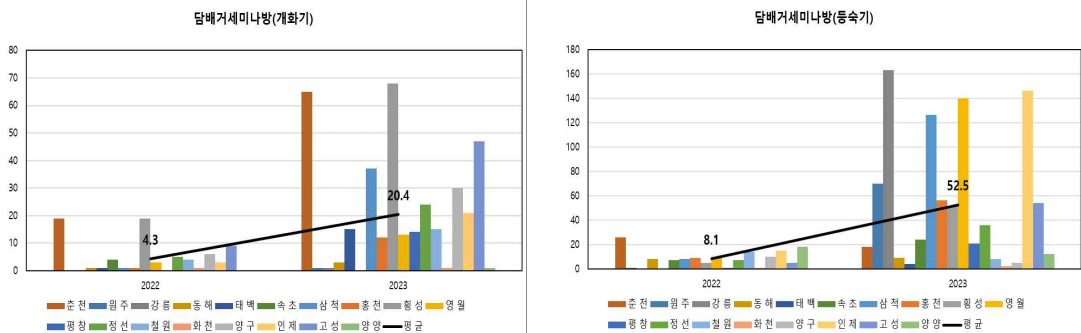


그림 4. 담배거세미나방 발생양상

씩덩나무노린재는 2020년부터 2023년까지 공에서 개화기, 등숙기 2회에 걸쳐 발생밀도를 조사하였다. 개화기 조사결과, 2022년 18개 시군 평균 트랩당 5.33마리로 최고 발생밀도를 보였으며, 횡성에서 22마리의 발생을 확인할 수 있었다. 등숙기도 마찬가지로 2022년 발생밀도가 가장 높았고, 특히 삼척에서 트랩당 313마리로 썩덩나무노린재의 높은 발생밀도를 확인하였다.

표 8. 썩덩나무노린재(공, 2020~2023)

(단위 : 마리/트랩)

시 군	개화기			등숙기		
	2020	2022	2023	2020	2022	2023
춘천	9	1	0	71	1	1
원주	9	7	2	9	28	2
강릉	0	4	5	5	142	15
동해	2	2	12	40	37	111
태백	0	2	2	0	28	9
속초	6	4	0	0	29	3
삼척	0	3	3	0	313	99
홍천	0	8	0	36	2	9
횡성	1	22	6	96	15	18
영월	8	11	14	4	92	49
평창	0	5	0	0	84	11
정선	0	1	1	5	2	11
철원	0	1	1	0	21	3
화천	0	18	26	0	169	30
양구	1	2	1	5	140	1
인제	3	2	0	7	50	44
고성	9	2	0	12	47	6
양양	3	1	0	43	57	45
평균	2.8	5.3	4.1	18.5	69.8	25.9

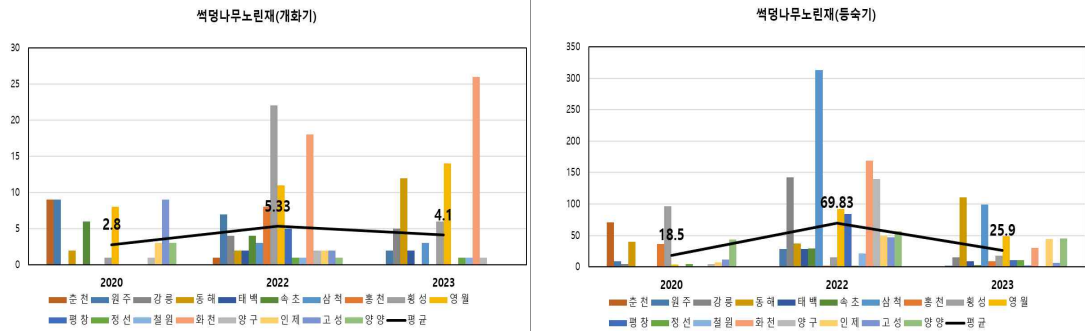


그림 5. 썩덩나무노린재 발생양상

## 〈제1세부과제 : 강원지역 돌발·남방계해충 발생실태 및 영향·취약성 평가〉

### (시험 1) 돌발해충 부화율 조사

- 가. 2021년 동계 최저기온은 1월 상순 영하 16℃로 4년 중 가장 낮은 온도를 보였음
- 나. 2021년과 2022년 동계 최저기온은 평년과 비슷한 영상을 보였으며, 2022년 12월은 평년보다 최고 5도 이상 낮은 온도를 보이다가 1월 상순부터 평년기온을 되찾았음
- 다. 갈색날개매미충은 2020년과 2023년 약 80%로 높은 부화율을 보이다가 2021년과 2022년 60.8%와 54.8%로 낮은 부화율을 나타냈음
- 라. 꽃매미도 갈색날개매미충과 같은 양상의 부화율을 나타냄. 2020년 70.9%로 높은 부화율을 보이다가 2021년과 2022년 약 50%로 낮은 부화율을 보였음
- 마. 꽃매미의 경우 월동난괴에 기생벌의 산란율이 높아지면서 2023년 부화율 측정이 어려워졌음

### (시험 2) 돌발·남방계해충 발생양상 및 피해 조사

- 가. 미국선녀벌레는 2022년 약충과 성충의 밀도가 가장 높았으며, 약충은 영월에서 가지당 평균 10.3마리, 성충은 원주에서 가지당 평균 5.3마리로 최고발생밀도를 보였음
- 나. 갈색날개매미충은 난괴는 2021년 홍천 북송아 나무에서 가지당 평균 5.3마리로 최고발생밀도를 보였으며, 약충과 성충은 과원 주변에 있는 기타수목에서 발생을 확인하였음. 약충은 양양지역세어 가지당 평균 9.9마리, 성충은 인제와 고성지역에서 가지당 평균 1.4마리로 최고발생밀도를 보였음
- 다. 볼록총채벌레는 트랩당 평균 0.2마리로 강원지역에서의 발생은 아주 낮았음
- 라. 톱다리개미허리노린재는 2021년 등숙기에 철원지역에서 가장 높은 밀도를 보였으며, 트랩당 평균 119마리로 나타났음
- 마. 담배거세미나방은 개화기와 등숙기 모두 2023년에 최고발생밀도를 보였고, 트랩당 평균 20.4마리, 52.5마리의 밀도를 보였음.
- 바. 썩덩나무노린재는 개화기와 등숙기 모두 2022년에 최고발생밀도를 보였고, 트랩당 평균 5.3마리, 69.8마리의 밀도를 보였음

- 양창열, 강택준, 정재아, 전홍용. 2007. 배추좀나방의 성페로몬 탐색 및 이용연구. 원예연구소 시험연구보고서 406-411.
- 김명화, 이승찬. 1991. 남부지방에서 배추좀나방의 발생생태에 관한 연구. 한국응용곤충학회지 30(3):169-173.
- 박태선, 고숙주, 임성언, 현승원, 송창훈. 1993. 제주도에서 배추좀나방의 발생생태에 관한 연구. 농촌진흥청 농업논문집 35(2):364-370.

- 권민, 권혜진, 이승환. 2005. 도둑나방의 온도별 발육특성과 고랭지배추 재배포장에서의 발생 소장. 한국응용곤충학회지 44(3):225-230.
- 강택준, 전홍용, 김형환, 양창열, 김동순. 2009. 양배추에서 생육초기 도둑나방의 경제적피해수준 설정. 한국응용곤충학회지 제48권 제2호 통권153호 pp.237-243.
- Choi, D.S., Kim, D.I., Ko, S.J., Kang, B.R., Park, D.J., Kim S.G., Choi, K.J., 2012. Environmentally-friendly control methods and forecasting the hatching time *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) in Jeonnam province. Korean J. Appl. Entomol. 51, 371-376
- Lee, J.S., Kim, I.K., Koh, S.H., Cho, S.J., Jang, S.J., Pyo, S.H., Choi, W.I., 2011. Impact of minimum winter temperature on *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) egg mortality. J. Asia-Pacific Entomol. 14, 123-125
- Park, J.D., Kim, M.Y., Lee, S.G., Shin, S.C., Kim, J.H., Park, I.K., 2009. Biological characteristics of *Lycorma delicatula* and the control effects of some insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 48, 53-57.
- Lee, Y.S., Jang, M.J., Kim, J.Y., Kim, J.R., 2014. The Effect of Winter Temperature on the Survival of Lantern Fly, *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) Eggs. Korean J. Appl. Entomol. 53(3): 311-315
- Choi, D.S., Kim, D.I., Ko, S.J., Kang, B.R., Park, J.D., Kim, S.G., Choi, K.J., 2012. Environmentally-friendly Control Methods and Forecastin the Hatching Time *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) in Jeonnam Province. Korean J. Appl. Entomol. 51(4): 371-376
- Lee, K.Y., Kim, S.K., Kim, I.H., Kim, K.S., 2011. Seasonal Occurrence of Spot Clothing Wax Cicada, *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) and It's Control Efficacy Using EFAM at the Vineyards. The Korean Journal of Pesticide Science Vol. 15, No. 3, pp. 303~309
- Park, J.D., Kim, M.Y., Lee, S.G., Shin, S.C., Kim, J.H., Par, I.K., 2009. Biological Characteristics of *Lycorma delicatula* and the Control Effects of Some Insecticides. Korean J. Appl. Entomol. 48(1): 53~57
- Kim, S.K., Lee, G.Y., Shin, Y.H., Kim, G.H., 2010. Chemical control Effect Against Spot Clothing Wax Cicada, *Lycorma delicatula* (Hemiptera: Fulgoridae) Nymphs and Adults. The Korean Journal of Pesticide Science Vol. 14, No. 4, PP. 440~445

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2020(1년)	홍보	돼지열병, 코로나에 병해충 창궐 우려까지..농민들 걱정 태산 등
	컨설팅	포도해충 현장기술지원 결과 보고
2021(2년)	학술발표	강원지역 동계 최저기온에 따른 돌발해충 부화율 조사
	홍보	강원도농업기술원 “도내 돌발해충 부화율 급감” 등
2022(3년)	영농활용	강원지역 콩 재배지 썩덩나무노린재 적정 방제시기 설정
	유전자원분양	파밤나방, 담배거세미나방 유전자원 분양
	홍보	강원도농업기술원 “올해 외래해충 줄어들 듯”
	컨설팅	고추 재배기술 컨설팅
2023(4년)	학술발표	강원지역 돌발해충 발생양상
	홍보	강원도농업기술원, 돌발해충 관계기관 간 협업방제 연사회 개최 등

성과지표	연도	1년차 (2020)		2년차 (2021)		3년차 (2022)		4년차 (2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI										
	비SCI										
특허	출원										
	등록										
학술 발표	국제										
	국내			1	1			1	1	2	2
품종	출원										
	등록										
영농 활용	기술										
	정보					1	1			1	1
기술이전											
정책활용											
유전자원 분양						1	1			1	1
홍보		1	1	4	2	3	5	3	3	11	11
현장컨설팅		1	1			1	1			2	2
계		-		-		-		-		-	-

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도			
					'20	'21	'22	'23
과제책임자	국립농업과학원	농업연구관	박홍현	과제 총괄	○	○	○	○
세부책임자	농업환경연구과	농업연구사	황세정	세부주관 수행	○	○	-	○
공동연구자	농업환경연구과	농업연구관	이재홍	평가분석 지원	○	○	○	○
	농업환경연구과	농업연구사	문윤기	평가분석 지원	-	-	-	○
	농업환경연구과	농업연구사	방경린	평가분석 지원	○	○	○	○
	농업환경연구과	농업연구사	김문중	평가분석 지원	-	-	-	○
	농업환경연구과	농업연구관	김기선	평가분석 지원	○	○	-	○
	농업환경연구과	공무직	황미란	현장조사 지원	○	○	○	○
	농업환경연구과	공무직	박슬기	현장조사 지원	○	○	○	○

전략체계	혁신 - 2 - 1		수행시기	전반기 (계속)	
기술분야코드	V1	기술유형코드	S02	작목구분코드	FR-03-FR31
과제종류	기관고유		과제번호	LP004573	
과제명	지역 농특산자원 우수소재 개발 및 산업화				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	이재희		농업연구사	강원도원 농업환경연구과	
연구기간	'21 ~ '23		참여연구기관		
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 항비만 기능성 식품 소재 개발			농업환경연구과	이재희	'21 ~ '23
3) 발효 더덕의 유용 생리활성 탐색			농업환경연구과	이재희	'23 ~ '23
키워드					

## ABSTRACT

This studies aimed at harnessing the potential of regional agricultural resources in Gangwon Province, South Korea, for developing and industrializing superior materials. Specifically, it focused on the exploration of anti-obesity functional food ingredients and investigating the beneficial physiological activities of fermented Deodeok (*Codonopsis lanceolata*). The urgency of this research is underscored by the WHO reports on the global rise in obesity, linked to poor diet, lack of exercise, and lifestyle changes, necessitating innovative solutions for effective obesity management and prevention. The study encompassed two main subtasks: Development of Anti-Obesity Functional Food Ingredients and Exploration of Useful Physiological Activities in Fermented Deodeok. *Aceriphyllum rossii* was selected as an anti-obesity material and underwent hot water and ethanol extraction processes for standardization of raw materials, analyzing growth characteristics and indicator components. Additionally, the potential as an anti-obesity material was demonstrated through cell line and animal experiments. Deodeok was evaluated for antioxidant and anti-inflammatory efficacy through drying and fermentation processing steps.

## 1

### 연구목표

세계보건기구(WHO)의 보고에 따르면, 전 세계적으로 비만인 인구가 급격히 증가하고 있으며, 이는 부적절한 식습관, 운동 부족, 생활 습관의 변화와 밀접하게 관련되어 있다. 이로 인해 비만을 효과적으로 관리하고 예방할 수 있는 새로운 접근 방법의 필요성이 대두되었다. 기능성 식품 소재는 특정 건강상의 이점을 제공할 수 있으며, 이는 비만 관리에 있어서도 마찬가지이다. 자연에서 유래한 식물, 해양 생물, 미생물 등에서 추출한 다양한 생리활성 물질이 비만을 억제하거나 체중 감량을 촉진하는 데 기여할 수 있는 것으로 알려져 있다(김, 2006; 김, 2020). 지방 축적을 억제하고, 체중 감량을 촉진하는 등의 메커니즘을 통해 이루어질 수 있다(장, 2023; 정, 2018). 따라서, 이러한 기능성 소재의 발굴 및 개발은 비만 예방 및 관리 전략의 중요한 구성 요소로 여겨지고 있다. 비만 관리를 위한 기존의 약물 치료는 효과적일 수 있으나, 장기적인 사용에서의 안전성 문제나 부작용이 보고되기도 한다. 이에 비해, 기능성 식품 소재는 상대적으로 부작용이 적고 안전성이 높은 대안으로 주목받고 있다. 소비자들 사이에서도 자연 유래 성분을 선호하는 경향이 증가하고 있으며(장, 2018), 이는 기능성 식품 소재에 대한 연구와 개발을 더욱 촉진시키고 있다.

강원지역은 더덕의 주산지로서, 생육에 적합한 기후와 토양 조건을 갖추고 있어 더덕 재배에 유리하다. 더덕은 산지에서 자생하는 경우도 많으나, 약용 및 식용으로의 가치가 높아 집중적으로 재배되기도 한다. 더덕은 전통적으로 약용 및 식용으로 사용되어 왔으며, 항산화, 항염 등에 우수하다고 알려져 있다. 하지만 구증구포 처리한 흑더덕, 발효더덕에 대해서는 연구가 많이 부족한 실정이다. 이에 따라, 강원지역의 기능성 소재를 발굴 및 연구하여 재배 농가 및 관련 가공산업 등의 지역 경제 활성화와 지속 가능한 자원 보호가 필요하다.

## 2

### 재료 및 방법

#### <제1세부과제 : 항비만 기능성 식품 소재 개발>

##### (시험 1) 기능성 소재의 원재료 표준화

본 연구는 2021년 강원특별자치도 양구군 대월리에서 재배한 돌단풍을 이용하였다. 45 x 6 m의 비가림 재배를 한 것이며, 정식은 4월 7일에 하여 6~9월까지 매달 수확하였고, 재배지의 기상환경 및 수확량 등 생육조사를 하였다. 또한, 시기 및 추출용매별 지표성분 함량을 조사하였다.

##### (시험 2) 기능성 소재로서의 유효성 평가

돌단풍 30% 에탄올 추출물을 이용하여 항비만 및 항산화 등 생리활성 효능평가를 수행하였다. 효소 및 세포주를 이용하여 유효성 있는 항목에 대해 동물실험을 진행하였다.

## <제2세부과제 : 발효 더덕의 유용 생리활성 탐색>

### (시험 1) 발효더덕의 항산화 활성 평가

본 연구는 강원특별자치도 횡성군에서 재배한 더덕을 사용하였으며, 건조더덕, 흑더덕, AFY-6로 발효한 흑더덕을 시료로 열수 추출하여 생리활성 평가를 진행하였다. 시료 3종을 대상으로 DPPH 라디칼 소거능 등 항산화 검정을 진행하였으며, 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 분석을 실시하였다.

### (시험 2) 발효더덕의 항염 활성 평가

건조더덕, 흑더덕, 발효흑더덕 추출물의 항염 효능 평가를 위해 마우스대식세포(RAW264.7)를 이용하여 각 추출물의 세포독성 및 NO 생성 저해 효능 실험을 진행하였다.

## 3 결과 및 고찰

## <제1세부과제 : 항비만 기능성 식품 소재 개발>

### (시험 1) 기능성 소재의 원재료 표준화

돌단풍 재배 지역에 정식 직후 HOBO(Onset Computer Corp., MA USA)를 설치하여 시간마다의 기상상황을 파악하였고(그림 1), 주기적으로 초장, 옆폭, 엽장을 측정하여 생육특성을 파악하였다(그림 2).



그림 1. 돌단풍 재배지 기상데이터

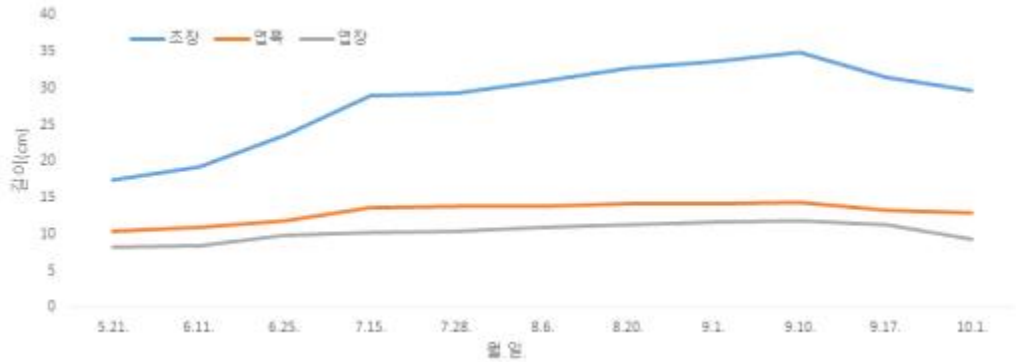


그림 2. 돌단풍 앞의 생육조사

2021년 6월 수확 시, 돌단풍을 채취하여 돌단풍 표본을 제작하였으며(그림 3), 월별 수확량을 조사하였다(표 1, 표 2). 2021년에는 8월에 수확한 것이 10a당 생산량이 1,126.4 kg으로 가장 많았으며, 9월은 10a당 493.5 kg로 가장 생산량이 적었다. 하지만 2022년에는 5월에 수확한 것이 10a당 2,666.7 kg로 가장 많았다. 각 연도의 기상상황은 비슷하였으나, 돌단풍은 영년생 작물로 일년생 작물과 달리 정식 직후 생산성은 낮으나, 시간이 지남에 따라 생산성이 증가하므로 이와 같은 결과가 나온 것으로 사료된다.



그림 3. 돌단풍 표본 제작

표 1. 2021년 월별 생산량 비교

수확일자	6. 11.	7. 15.	8. 30.	9. 30.
생산량(생체)	59.8 kg	50.8 kg	51.2 kg	67.3 kg
생산면적(m <sup>2</sup> )	180	45	45	135
생산량(건체)	11.8 kg	11.0 kg	9.5 kg	11.2 kg
10a당 생산량	328.9 kg	1117.6 kg	1126.4 kg	493.5 kg

표 2. 2022년 월별 생산량 비교

수확일자	5. 23.	6. 20.	7. 18.
생산량(생체)	240.0	133.2	117.1
생산량(건체)	22.0	21.3	17.1
10a당 생산량	2,666.7	1,480.0	1,301.1

※수확시기별 생산면적은 90 m<sup>2</sup>로 동일함

수확시기 및 추출용매별 수율을 측정한 결과(표 2), 30% 에탄올로 추출한 8월에 수확한 돌단풍의 추출수율이 31.33%로 가장 높았으며, 8월에 수확한 100% 에탄올 추출물이 9.56%로 수율이 가장 낮았다. 6~9월 수확한 돌단풍 모두 30% 에탄올로 추출한 것이 수율이 우수하였다. 돌단풍의 지표성분 설정을 위해 QTOF-MS 이용하여 돌단풍 추출물을 분획 분석한 결과 29개의 피크를 확인하였다(그림 4). 다량 함유 성분으로는 rutin, nicotiflorin, chlorogenic acid (클로로겐산)이며, 이외에도 flavonoid, phenolic 그리고 tannin 계열의 화합물이 포함된 것을 확인하였다. 클로로겐산는 항비만에 대한 연구결과는 상당히 보고되어 있으므로(Clifford, 1999; Farah, 2006), 클로로겐산으로 지표성분을 설정하였다. 이에 대한 분석법을 설정하였으며(표 3), 그 크로마토그램(chromatogram)은 그림 5와 같다. 2022년에 수확한 돌단풍을 대상으로 열수 및 10%, 20%, 30% 에탄올 추출하여 클로로겐산의 함유량을 분석하였다(그림 6). 5월, 6월 수확 시료의 클로로겐산의 함량은 비슷하였으나, 7월에 수확한 돌단풍 추출물의 경우, 추출용매별 모두 400 mg/100g을 초과하였다.

표 3. 원료 및 용매별 추출수율

수확시기	추출용매	동결건조량(g)	수율*(%)
6월 돌단풍 수확	열수	8.78	29.27
	에탄올10%	8.91	29.70
	에탄올30%	9.40	31.33
	에탄올50%	8.81	29.37
	에탄올70%	9.32	31.07
	에탄올100%	3.61	12.03
7월 돌단풍 수확	열수	8.76	29.20
	에탄올10%	8.62	28.73
	에탄올30%	8.92	29.73
	에탄올50%	9.33	31.10
	에탄올70%	5.8	29.00
	에탄올100%	6.8	13.60

8월 돌단풍 수확	열수	6.02	30.10
	에탄올10%	6.01	30.05
	에탄올30%	6.4	32.00
	에탄올50%	6.57	32.85
	에탄올70%	5.68	28.40
	에탄올100%	4.78	9.56
9월 돌단풍 수확	열수	5.79	28.95
	에탄올10%	5.32	26.60
	에탄올30%	5.91	29.55
	에탄올50%	5.87	29.35
	에탄올70%	5.11	25.55
	에탄올100%	6.3	12.60

\*수율(%) = 동결건조량/추출 시료량(30 g) × 100

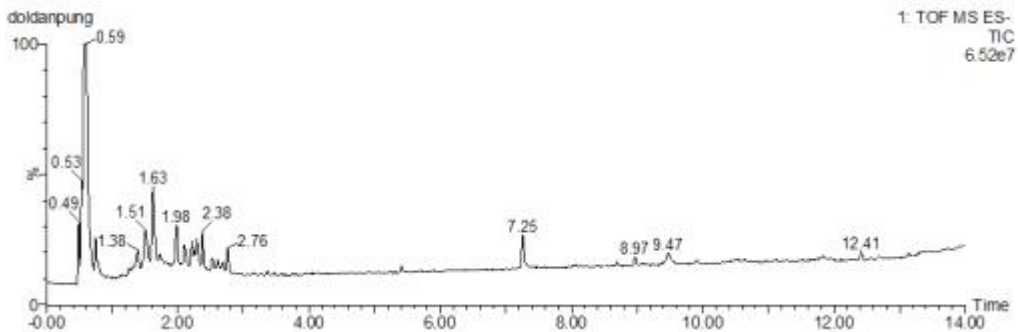


그림 4. 돌단풍 추출물의 QTOF-MS 크로마토그램

표 4. 돌단풍추출물의 chlorogenic acid의 분석법

HPLC system	Nanospace SI-2, 3133		
Detector	260 nm (Nanospace PDA 85, 3185)		
Column	Capcellpak-C18 UG120 (C18, 4.6 x 250 mm, 5 μm)		
Solvent	- A : 0.2% Acetic acid - B : Methanol		
UV	330 nm		
Injection volume	5.0 μL		
Flow rate	0.8 mL/min		
Oven temp	30°C		
Gradient	Time(min)	B(%)	A(%)
	Initial	75	25
	5	75	25
	10	50	50
	14	75	25
	20	75	25

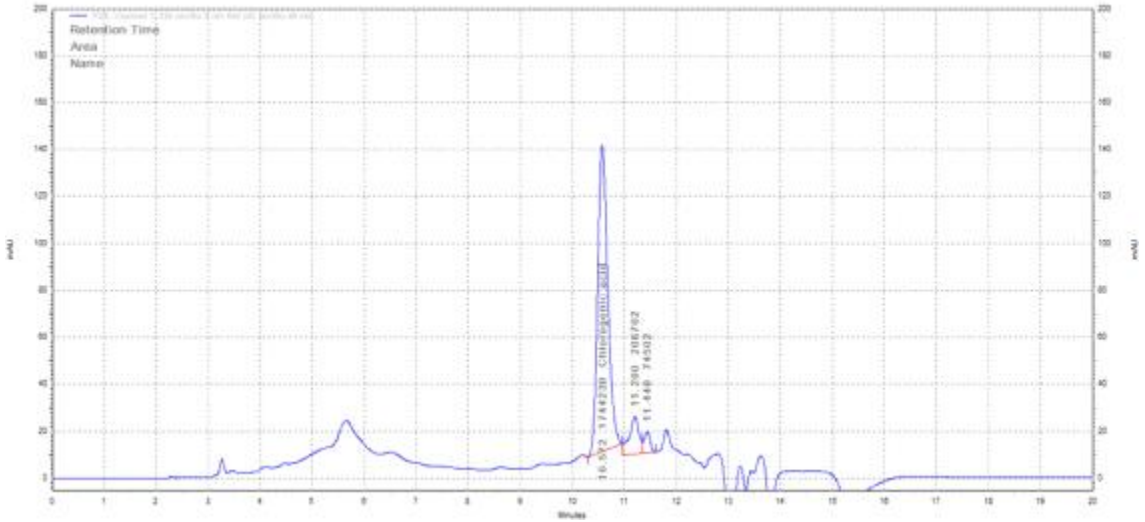


그림 5. 돌단풍추출물 내 클로로겐산(chlorogenic acid)의 크로마토그램

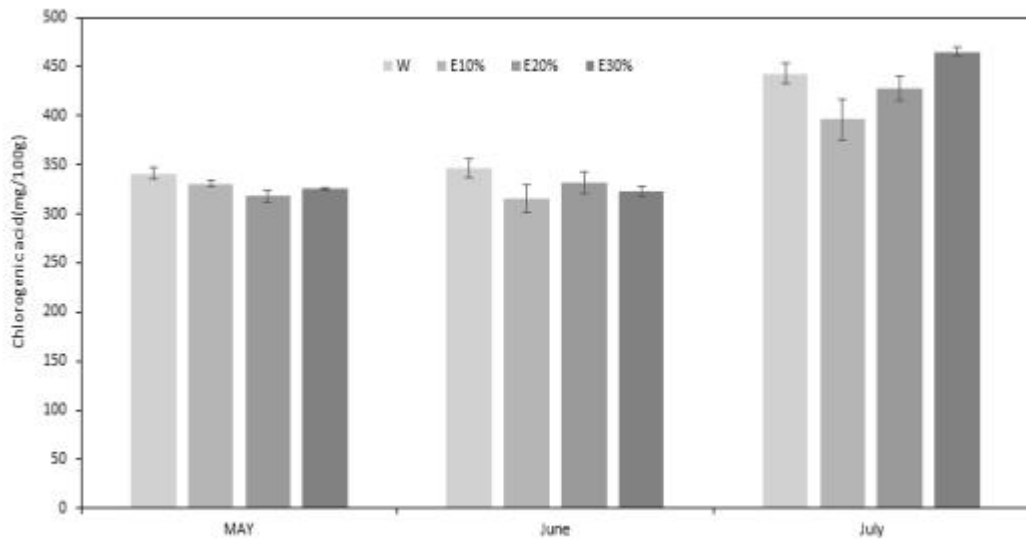


그림 6. 수확시기 및 추출용매별 클로로겐산 함량(mg/100g)

### (시험 2) 기능성 소재로서의 유효성 평가

돌단풍추출물 열수 및 에탄올 10%, 30%, 50%, 70%, 100% 추출하여 각 시료별 췌장지질분해효소(pancreatic lipase)의 억제 활성을 검정한 결과(그림 7), 저농도(1 mg/mL)에서 돌단풍잎추출물의 췌장지질분해효소저해활성이 약 39.5%의 값을 나타냈다. 또한, 에탄올100%추출물의 경우, 약 75%의 저해활성을 보였다. 돌단풍추출물의 각 추출용매별 총폴리페놀 및 총플

라보노이드함량을 확인한 결과는 표 4와 같다. 추출용매의 에탄올 비율이 높을수록 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량이 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

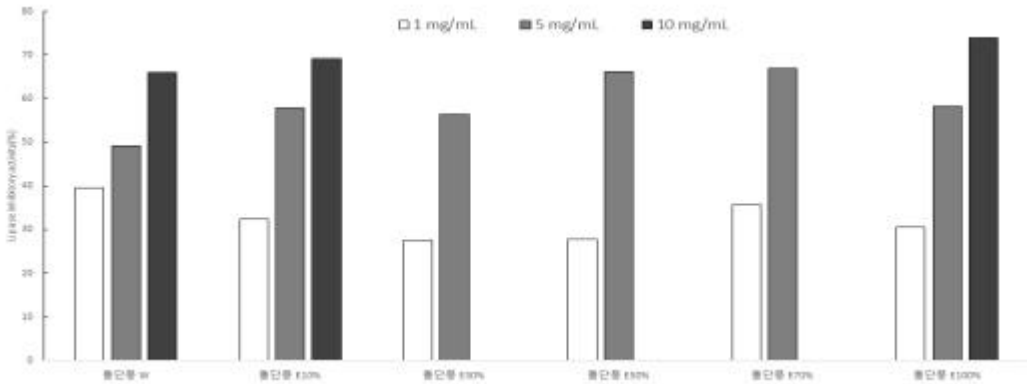


그림 7. 돌단풍잎추출물에서의 채장지질분해효소 저해활성(%)

표 5. 돌단풍 잎 추출물의 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량

Extraction solvent (1 mg/mL)	Contents(mg/g)	
	Total polyphenol	Total flavonoid
Water	231.11±2.59	99.92±3.50
10% EtOH	293.44±8.59	147.22±2.64
30% EtOH	342.16±23.65	174.68±5.28
50% EtOH	381.28±36.98	180.78±3.96

돌단풍의 각 추출용매별 항산화능을 검정하기 위해 DPPH 라디칼 및 ABTS 라디칼 소거능을 확인하였으며, 환원력을 실험하였다(표 5). 추출용매의 에탄올 비율이 높을수록 자유라디칼 소거능 및 환원력이 우수함을 볼 수 있었다. 특히, 환원력은 열수 및 에탄올 추출물은 비타민C 대비 모두 더 큰 값을 나타냈다.

표 6. 돌단풍 잎 추출물의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능, 환원력 검정

Extraction solvent	Anti-oxidant activity(%)		Reducing power ( $\mu$ g Trolox/mL)
	DPPH SA	ABTS SA	
Water	56.61±2.33	-	0.340
10% EtOH	69.17±0.67	4.88±0.55	0.403
30% EtOH	76.45±1.47	7.30±1.28	0.457
50% EtOH	78.81±0.31	6.58±0.94	0.490
Ascorbic acid	93.35±0.14	11.03±3.53	0.338

돌단풍 30% 에탄올 추출물을 대상으로 간암세포(HepG2)에서의 지질 축적 억제 효능 실험을 진행하였다. 간암세포에서의 돌단풍추출물의 세포독성실험을 선행하여 90% 이상 세포생존율을 보이는 농도한에서만 지질 분화 억제능 검정을 진행하였다(그림 8). 돌단풍추출물 400  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 은 대조군(무처리) 대비 약 40% 지질 축적 억제가 되었음을 확인하였다(그림 9). 항비만 대표 소재인 가르시니아카모보니아추출물과 비교하여 볼 때, 간암세포에서 2배 이상 지질 축적을 억제함을 알 수 있다. 또한, 돌단풍추출물의 농도 의존적으로 지질 축적이 억제되는 것을 보였으며, 돌단풍추출물 50  $\mu\text{g}/\text{mL}$ 의 최소 농도에서도 대조군 대비 지질 분화 억제가 통계적으로 유의적임을 확인하였다(그림 10). 간암세포에 돌단풍 추출물을 처리하여 총지질과 총콜레스테롤 함량의 변화 정도를 확인한 결과(그림 11), 돌단풍추출물 300  $\mu\text{g}/\text{mL}$  처리 시, 총지질 및 총콜레스테롤은 약 75% 감소되었으며, 농도 의존적으로 각 함량이 감소됨을 볼 수 있었다.

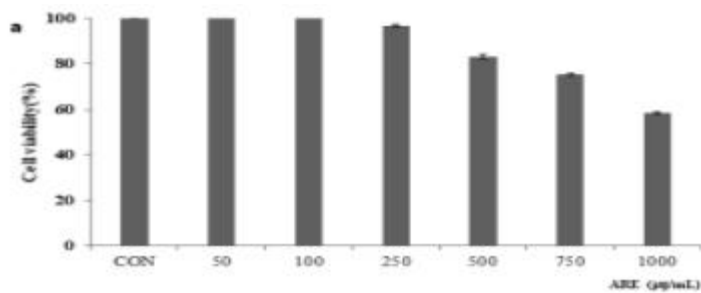


그림 8. 돌단풍 추출물 처리한 HepG2 세포 생존률

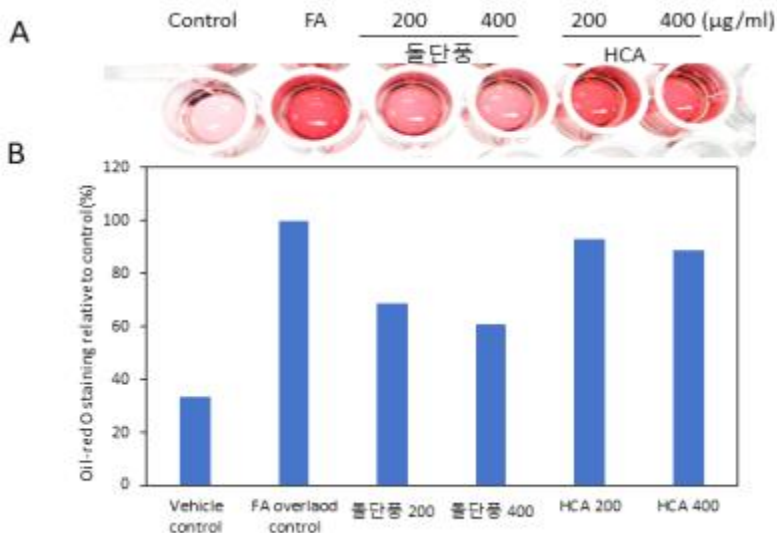


그림 9. HepG2 세포에서 돌단풍 추출물의 지질 축적 억제 효과 (A) Oil red o staining 후 세포 사진 (B) 흡광광도 분석

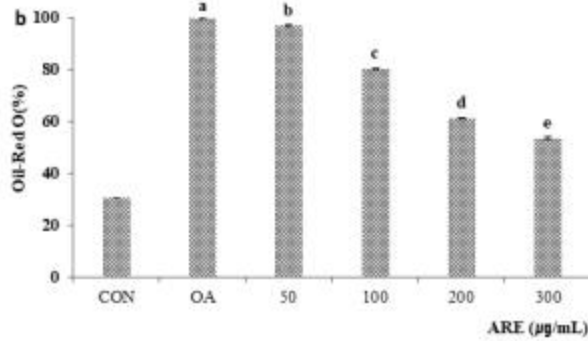


그림 10. 돌단풍 추출물의 지질분화 억제능

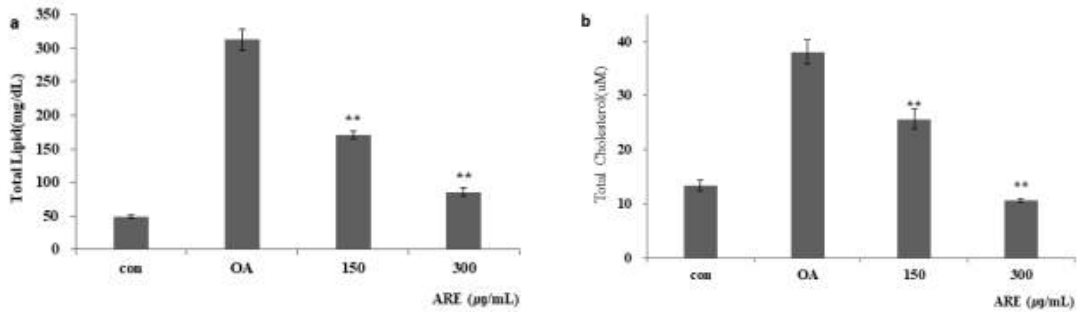


그림 11. 돌단풍 추출물 처리한 HepG2세포의 총지질(a) 및 총콜레스테롤(b)  
\*\*, p<0.01 by t-test

고지방식이 유도 마우스(C57BL/6J) 모델을 이용하여 돌단풍추출물의 항비만 효능 평가를 진행하였다. 8주간 총열량의 60%가 지질로 구성된 식이를 급여하였으며, 5주차에 돌단풍추출물을 농도별로 일정시간에 경구투여하였다. 순화기간(1주) 후 비만유도기간 4주간 체중 증가는 실험군 간의 유의한 차이를 보였으며, 정상식이군(ND) 대비 고지방식이군(HFD) 체중이 유의하게 증가되어 고지방식으로 인해 비만이 유도되었음을 알 수 있었다(표 6). 또한, 식이효율은 그 값이 작을수록 비만조절 효과가 있는 것으로, 본 실험에서는 고지방식이군이 정상군보다 식이효율이 높게 나온 것으로 보아, 정상적으로 고지방식이가 유도되었음을 알 수 있다. 고지방식이 유도 후 4주간 돌단풍 추출물을 투여한 결과(표 7), 돌단풍추출물 200 mg/kg 투여군은  $2.64 \pm 0.72$  g 체중이 증가하여 HFD군보다 유의하게 적은 체중 증가를 나타내었으며 식이효율은 ND군과 돌단풍추출물 200 mg/kg 투여군과 유사한 값을 나타냈다. 이는 고지방식이 후 돌단풍추출물 투여를 통해 체중 및 식이효율이 정상범위로 회복되었음을 나타내는 것이다. 부검 후 간, 신장, 지방조직의 무게를 측정한 결과(표 8), 간 조직 및 신장의 무게는 유의한 차이를 보이지 않았으나 부고환 지방 조직 무게는 HFD군 대비 돌단풍추출물 투여군은 유의적으로 감소된 것을

확인하였다. 또한, 골밀도측정장비를 이용해 지방분포를 분석한 결과(그림 12), HFD군은 ND군 대비 238.35% 높게 지방량이 측정되었고, HFDAR100군 및 HFDAR200군 모두 HFD군 대비 유의한 감소를 보였다.

표 7. 4주간 고지방식이 유도한 마우스의 무게(g) 및 식이효율(%)

그룹	체중 (g)		체중 증가량 (g)	식이섭취량 (g/day)	식이효율(FER <sup>1)</sup> (%)
	Initial	Final			
ND	20.57±0.79 <sup>NS</sup>	23.05±1.01 <sup>*</sup>	3.38±1.10 <sup>*</sup>	3.10±0.21	3.52±0.97 <sup>*</sup>
HFD	21.83±0.88	24.63±1.63	5.14±1.73	2.62±0.21 <sup>*</sup>	7.11±2.17

<sup>1)</sup>FER, Food efficiency ratio=(body weight change (g)/food intake (g))×100.

<sup>\*</sup>, p<0.05 by DMRT.

표 8. 고지방식이 유도 후 4주간 돌단풍 추출물 투여한 마우스의 무게 변화(g)

그룹	체중 (g)		체중 증가량 (g)	식이섭취량 (g/day)	식이효율 (FER <sup>1</sup> )(%)
	Initial	Final			
ND	23.32±1.25 <sup>NS</sup>	26.35±1.92 <sup>b</sup>	2.87±0.94 <sup>b</sup>	3.02±0.21 <sup>a</sup>	3.31±1.07 <sup>b</sup>
HFD	24.63±1.63	30.62±2.96 <sup>a</sup>	5.42±1.83 <sup>a</sup>	2.70±0.11 <sup>ab</sup>	7.42±2.50 <sup>a</sup>
HFDAR100	24.83±1.07	27.79±2.87 <sup>ab</sup>	3.39±1.63 <sup>ab</sup>	2.64±0.12 <sup>b</sup>	4.75±2.28 <sup>ab</sup>
HFDAR200	25.00±1.76	28.29±2.76 <sup>ab</sup>	2.64±0.72 <sup>b</sup>	2.71±1.41 <sup>ab</sup>	3.61±0.99 <sup>b</sup>

표 9. 고지방식이유도 마우스의 실험군별 장기 무게(g)

그룹	간 무게 (g)	신장 무게 (g)	부고환 지방조직 (g)
ND	0.73±0.09 <sup>NS</sup>	0.30±0.07 <sup>NS</sup>	0.26±0.14 <sup>c</sup>
HFD	0.86±0.11	0.32±0.03	0.92±0.24 <sup>a</sup>
HFDAR100	0.81±0.07	0.31±0.04	0.65±0.17 <sup>b</sup>
HFDAR200	0.84±0.06	0.31±0.03	0.67±0.16 <sup>b</sup>

p<0.05 by DMRT.

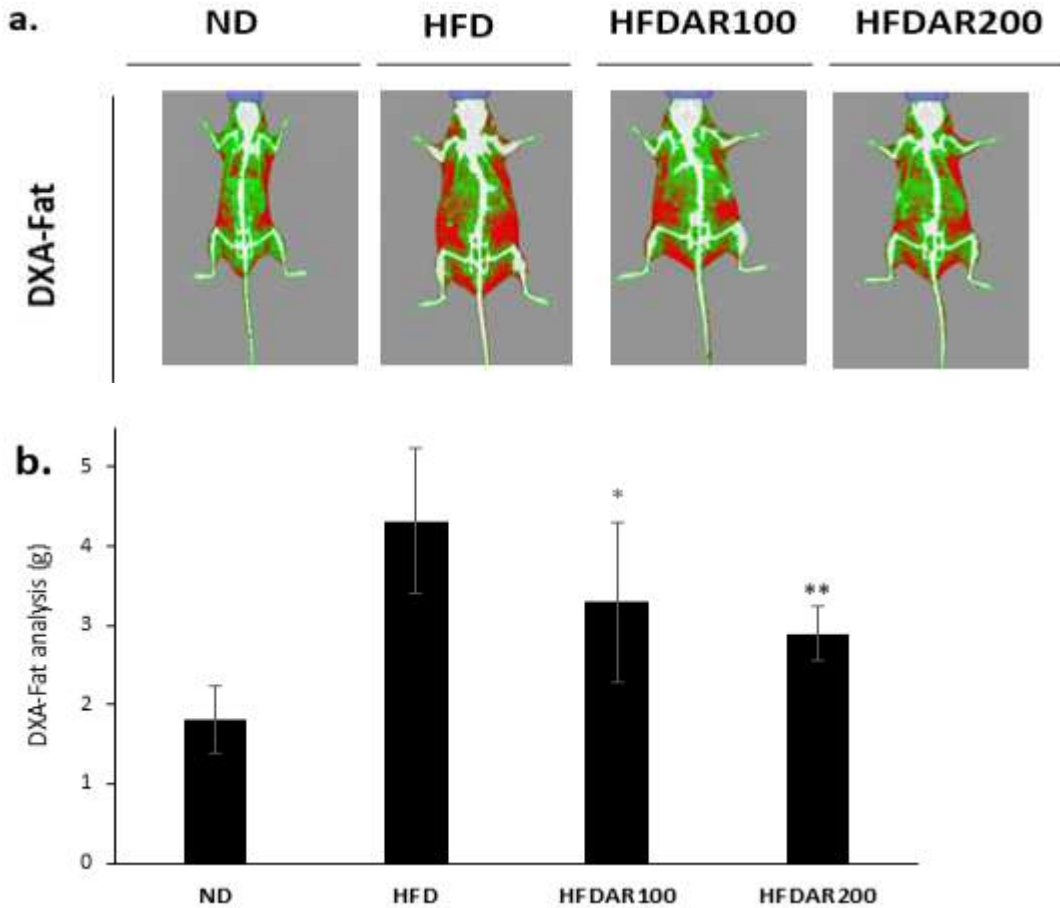


그림 12. 고지방 식이를 유도한 마우스의 지방분포에 대한 돌단풍 추출물의 완화효과  
\*,  $p < 0.05$  \*\*,  $p < 0.01$  compared with HFD by t-test.

### <제2세부과제 : 발효 더덕의 유용 생리활성 탐색>

#### (시험 1) 발효더덕의 항산화 활성 평가

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능은 건조더덕추출물 대비 흑더덕 및 발효흑더덕 추출물이 약 1.5배 더 높았으며(그림 13), 총폴리페놀 및 총플라보노이드 함량 역시 건조더덕추출물 대비 흑더덕 및 발효흑더덕 추출물이 더 많은 양을 함유하였다(그림 14). 하지만, 흑더덕추출물과 발효흑더덕추출물간의 차이는 모든 항목 검정 결과 유의차를 보이지 않았다.

#### (시험 2) 발효더덕의 항염 활성 평가

건조더덕, 흑더덕, 발효흑더덕 추출물의 마우스대식세포의 세포독성을 평가한 결과(그림 15),

시료 3종 모두 세포생존율이 약 98%로, 독성이 거의 없음을 보였다. 마우스대식세포의 NO 생성 저해 효과는 양성대조군 대비 시료 3종 모두 50% 이상 NO 생성량이 감소됨을 볼 수 있었다(그림 16).

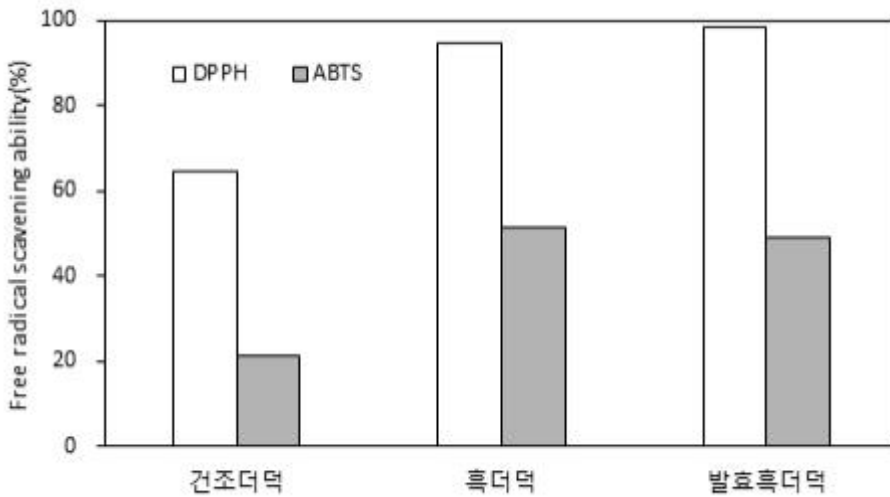


그림 13. 더덕, 흑더덕, 발효흑더덕의 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능(%)

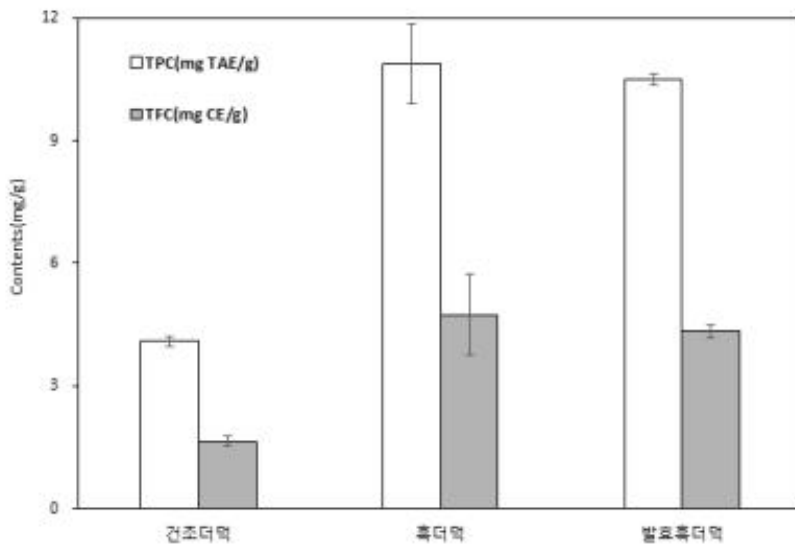


그림 14. 더덕, 흑더덕, 발효흑더덕의 총폴리페놀 및 총플라이드 함량

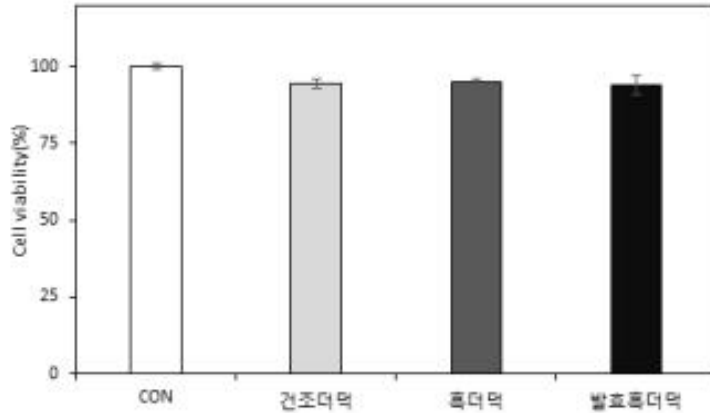


그림 15. 마우스대식세포(RAW264.7)의 세포 생존율(%)

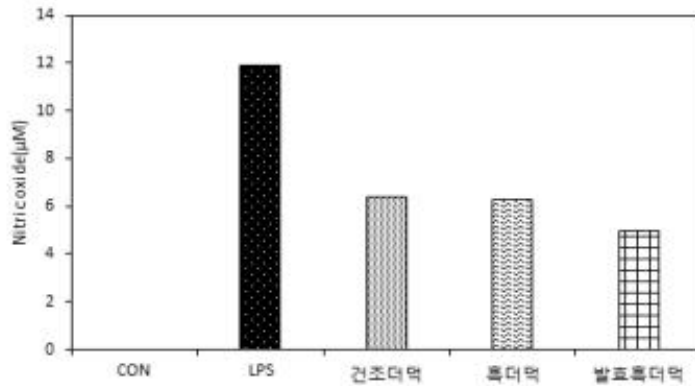


그림 16. 마우스대식세포(RAW 264.7)의 NO 생성량(µM)

## 4 적 요

### <제1세부과제 : 항비만 기능성 식품 소재 개발>

#### (시험 1) 기능성 소재의 원재료 표준화

- 가. '21년 중 한달 내 가장 많은 수확한 양은 1,126.4 kg/10a였으나, 그 다음 해에는 2,666.7 kg/10a로 전년 대비 2.3배 많은 생산량을 보임. 영년생
- 나. 열수 및 에탄올 추출물 중 30% 에탄올 추출물이 가장 높은 추출수율을 보였음.
- 다. 돌단풍추출물의 QTOF-MS 분석을 통해 rutin, nicotiflorin, chlorogenic acid 등 유용한 성분이 많이 함유되어 있음
- 라. 돌단풍의 지표성분으로 클로로겐산을 설정하였으며, 그 분석법을 확립함

## (시험 2) 기능성 소재로서의 유효성 평가

- 가. 돌단풍추출물의 췌장 지질분해효소의 저해능은 우수함. 에탄올로 추출한 경우, 약 75%의 저해율을 보임
- 나. 돌단풍 에탄올 추출물은 DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 높았으며, 환원력 또한 우수하였음. 항산화 능력이 우수함을 나타냄
- 다. 간암세포에서 돌단풍추출물은 세포독성이 없는 범위 내에서 약 40% 감소하여 지질 축적 억제효과가 탁월하였음
- 라. 지질이 축적된 간암세포에서 돌단풍추출물을 처리 한후 총지질 및 총콜레스테롤의 감소가 이루어졌음
- 마. 고지방식이 유도 비만마우스 모델에서 돌단풍추출물의 경구투여로 체중 감소가 이뤄졌으며, 식이효율을 개선시켜 항비만 소재로 가능성이 있음을 보여줌

## <제2세부과제 : 발효 더덕의 유용 생리활성 탐색>

### (시험 1) 발효더덕의 항산화 활성 평가

- 가. 항산화 활성은 건조더덕추출물 대비 흑더덕 및 발효흑더덕추출물이 약 1.5배 높았음
- 나. 그러나, 흑더덕 및 발효흑더덕추출물간의 유의차는 보이지 않음

### (시험 2) 발효더덕의 항염 활성 평가

- 가. 건조더덕, 흑더덕, 발효흑더덕추출물 모두 마우스대식세포에서 세포 독성은 보이지 않음
- 나. NO 생성량 저해를 통해 항염 활성 평가를 진행한 결과, 3종 시료 모두 50%이상 NO 생성량이 감소된 것을 확인함.
- 다. 하지만, 3종간 NO 생성량의 유의차가 거의 없음

## 5

## 인용문헌

- 장판식. 2023. 마디풀을 활용한 췌장 라이페이스 저해 기반-항비만 건강기능식품 소재 개발. pp 8. 서울대학교.
- 정현주. 2018. 한국 자생식물을 이용한 새로운 항비만 치료제 개발. pp 6. 원광대학교.
- 김석중, 이신호, 오영숙. 2006. 부작용이 낮은 항비만 기능성 식품의 개발. pp 6. 대구가톨릭대학교.
- 장지태. 2018. 제주감태 유래 항비만 기능성식품 소재 및 관련 응용제품 개발. pp 9. (주)아쿠아그린텍
- 황대일. 2013. 항비만 기능성 소재 개발을 위한 전호의 활성성분 및 효능작용기전 분석. pp 10~15. 안동대학교.
- 김창호, 김상무, 조관형, 2020. 멧게 유래 바나듐을 이용한 기능성 식품 소재 개발. pp 7. 파

마리서치바이오.

Clifford, M. N. (1999). Chlorogenic acids and other cinnamates - nature, occurrence and dietary burden. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79(3), 362-372.

Farah, A., & Donangelo, C. M. (2006). The effect of chlorogenic acid enriched coffee on glucose absorption in healthy volunteers and its effect on body mass when used long-term in overweight and obese people. *Journal of International Medical Research*, 34(6), 600-608.

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	학술발표	Antioxidant and anti-inflammatory activities of <i>Aceriphyllum rossii</i> extracts
	홍 보	돌단풍 잎을 활용한 항당뇨 및 당뇨합병증 예방제로서의 가능성
2022(2년)	학술발표	Analysis of the Compounds from <i>Aceriphyllum rossii</i> and the effect on lipid metabolism
	홍보	돌단풍 잎을 활용한 항당뇨 및 당뇨합병증 예방제로서 가능성
	논문게재	Antioxidant activities of <i>Aceriphyllum rossii</i> leaves extracts with different solvents
2023(3년)	학술발표	Inhibitory Activity of <i>Aceriphyllum rossii</i> against Pancreatic Lipase
	논문게재	Anti-obesity of <i>Aceriphyllum rossii</i> leaves extracts with different solvents
	학술발표	Antioxidant and Anti-Inflammatory Potential of Black <i>Codonopsis lanceolata</i>

성과지표		연도		1년차 (2021)		2년차 (2022)		3년차 (2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
논문 게재	SCI										
	비SCI			1	1					1	1
학술 발표	국제	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
	국내							1	1	1	1
홍보		1	1	1	1					2	2
계		2	2	3	3	3	3	3	3	8	8

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
과제책임자	농업기술원	농업연구사	이재희	과제 총괄	○	○	○
세부책임자	농업기술원	농업연구사	이재희	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	농업기술원	농업연구사	이재형	시험수행 및 평가	-	-	○
	"	"	이기연	시험수행 및 평가	○	○	○
	"	"	김경대	시험수행 및 평가	○	○	-
	"	농업연구관	장은하	품질조사 지원	○	○	-
	"	"	서영호	품질조사 지원	-	-	○
	"	"	김기선	평가분석 자문	-	-	○