

어젠다코드	1 - 8 - 1		수행시기	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	H02	작목구분코드	VC-06-140104 VC-06-1412
과제종류	농업공동연구		세부사업(약어)	지역특화	
과제명	곰취·산마늘 수확 후 품질향상 및 원산지 판별기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	노희선		농업연구사	강원도원 농식품연구소	
연구기간	2016 ~ 2018		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 곰취·산마늘 저장, 유통 및 품질 향상 기술 개발			농식품연구소	노희선	'16~'18
2) 곰취·산마늘 경쟁력 확보를 위한 유통실태 조사 및 규격화			작물연구과	안용진	'16~'18
3) 곰취·산마늘 분자마커를 이용한 품종 및 원산지 판별 기술			산채연구소	김용복	'16~'18
색인용어	곰취, 산마늘, 저장, 유통, 규격화, 분자마커				

ABSTRACT

This study was conducted to induce high quality production and develop molecular markers by inducing high quality production, variety and origin by providing distribution standards and increasing storage of main vegetables (*Ligularia fischeri* Turcz., *Allium ochotense*) in Gangwon. The results showed that the physiological characteristics were found after the harvesting of *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense*, the proper film selection for parcel sites, and the commercial properties and quality characteristics of each storage temperature were saved. In addition, heat water treatment and micro-bubble cleaning technology were developed, and temperature environment and quality were monitored during product distribution. The design of *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense* parcels (eight kinds of packing prototype) was developed to demonstrate the actual site of the packaging prototype (9 o'clock, 170,000). After harvesting *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense*, the management manual was developed and 1,600 copies were distributed at 18 o'clock. In addition, the production farms to secure the competitiveness of *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense* were surveyed and the management performance of *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense*, and financial decision-making data were prepared and utilized for farming, and the booklet germination (*Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense* management, and cultivation techniques) was conducted. In addition, 20 systems (domestic and

foreign) of *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense* (domestic and foreign) were sequenced. A molecular marker of the SNP specific to *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense* species or variety/system was developed, and a study of the characteristics of *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense* collection and formative characteristics (cultivation, growth) was conducted. By developing molecular markers for the determination of *Ligularia fischeri* Turcz. and *Allium ochotense* variety and origin, the domestic forest was differentiated by the development of molecular markers by efficiently managing and protecting domestic forest varieties/systems, and the manufacture and dissemination of kits for identifying species.

1. 연구목표

강원도 산채재배 재배현황은 2017년 기준 농가수 7,650호, 재배면적 3,734ha이며, 이중 곰취는 871호, 201ha, 산마늘은 574호, 172ha로 곰취, 산마늘은 산채 중에서도 소비자의 선호도가 높고, 최근에 재배면적이 급격히 증가하고 있어 강원도 산채재배농업인에게는 경제적으로도 중요한 작목 강원도 주력산채이다. 강원도 청정 이미지와 건강에 대한 소비자들의 원도 주력 산채(곰취, 산마늘) 재배기술 연구에 이어 수확 후 손실을 최소화하는 관리 기술을 개발하여 저장성 증대 및 품질 향상을 하고자 하였다. 더불어, 최근 소비자의 식품 소비트렌드인 소량화, 간편화, 합리화, 고급화, 안전중시, 건강중시, 다양화('15, 농경연) 변화에 맞는 곰취, 산채 포장, 유통 전략을 수립하여, 곰취, 산마늘 유통 규격기준 제시로 고품질 생산 유도하는 효과를 꾀하고, 곰취, 산마늘 소비자 및 유통업자의 선호 규격 조사 분석 자료 제공하고자 하였다. 또한, 산채에 대한 소비자들의 수요가 증가함에 따라 외국종과 국내 종을 구분하기 위하여 SNP 기반 PCR 프라이머 개발을 통한 곰취, 산마늘 종, 계통, 원산지 판별기술 개발로 외국산의 국내산 원산지 둔갑을 방지하고자 하였으며, 미래자원으로 각광받고 있는 산채자원 육종의 고도화 및 효율화를 도모하고, 최근 기능성에서 주목을 받고 있는 산채를 기능성 식품으로 개발하고자 산채 전사체 정보 활용 유용유전자 발굴하고 기능성식품으로의 개발 가능성 제시하고자 본 연구를 실시하였다.

2. 재료 및 방법

〈제1세부과제: 곰취, 산마늘 저장, 유통 및 품질향상 기술 개발〉

1. 연구내용(재료 및 방법)

(시험 1) 곰취, 산마늘 수확 후 생리적 특성 구명

시험재료로는 태백에서 수확한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 화천에서 수확한 울릉산마(*Allium ochotense*)를 수확 후 즉시 밀폐용기에 넣어 2, 8, 24℃ 인큐베이터(Sanyo, Japan)에 저장하여 1시간 간격으로 생체중, 이산화탄소 발생량을 측정하여 호흡율을 계산하였다. 이산화탄소 함량은 밀폐용기에 구멍을 뚫어 septum을 부착한 뒤 이동식 가스분석기(Checkmate 9900, PBI Dansensor, Denmark)를 이용하여 측정하였다.

(시험 2) 곰취, 산마늘 소포장용 적정 필름 선발

시험재료로는 태백에서 수확한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 화천에서 수확한 올롱산마(*Allium ochotense*)을 구입하여 레이저 미세천공으로 산소투과율이 0, 3,000, 5,000, 7,000, 10,000 cc/m²·day·atm 인 polypropylene(PP) 방담 포장필름(Daerung Packing Film, Korea)을 사용하였다. 포장방법은 약 100g 무게로 달아 실링처리하여 밀폐하였으며, 밀폐 후 4℃ 저장하였다. 조사항목은 중량, 이산화탄소, 산소, 엽록소 함량(SPAD-502, Minolta, Japan), 종합선도평가(10점 척도), 이취정도(5점 척도)를 10반복으로 조사하였다.

(시험 3) 곰취, 산마늘 저장온도별 상품성 및 품질 특성 구명

시험재료로는 태백에서 수확한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 화천에서 수확한 올롱산마(*Allium ochotense*)을 구입하여 polypropylene(PP) 방담 포장필름(Daerung Packing Film, Korea)을 사용하였다. 포장방법은 약 100g 무게로 달아 실링처리하여 밀폐하였으며, 밀폐 후 2, 8, 24℃ 저장하였다. 조사항목은 중량, 이산화탄소, 산소, 엽록소 함량(SPAD-502, Minolta, Japan), 종합선도평가(10점 척도), 이취정도(5점 척도)를 10반복으로 조사하였다.

(시험 4) 곰취, 산마늘 초음파 공기방울 세척기술

태백에서 수확한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 올롱산마(*Allium ochotense*)을 구입하여 시험재료로 사용하였다. 초음파 공기방울 세척기(B-SONIC 1200, (주) TSKF, 150L, 2kW)는 황성군농업기술센터에서 보유한 기기를 사용하였다. 초음파세기는 40Khz로 1, 3, 5분간 버블 세척하였다. 대조구로 비세척과 일반 물세척, 차염소산나트륨 200mg/L 농도에서 5분간세척 하여 비교하였다. 물기를 제거하고, polypropylene(PP) 방담 포장필름(Daerung Packing Film, Korea)에 약 100g 무게로 달아 밀폐 포장한 후 4℃에 저장하였다. 조사항목은 엽록소 함량(SPAD-502, Minolta, Japan), 종합선도평가(10점 척도)를 10반복으로 조사하였다.

(시험 5) 곰취, 산마늘 heat shock 처리에 의한 세척기술

40~60℃ 증열수 세척으로 저장품질이 향상에 효과가 있다고 보고되고 있어 곰취와 산마늘에 적용하였다. 시험재료로는 태백에서 수확한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 올롱산마(*Allium ochotense*)을 구입하여 사용하였다. 열수수조에 넣고 온도는 40℃, 50℃, 60℃로 각각 맞추고 1분, 2분, 3분 침지하였다. 열수처리 후 냉풍건조기에서 35℃로 약 30분 건조시켰고 남은 표면 물기는 종이타월로 제거하였다. 대조구는 수돗물 세척구과 비세척구로 하여 비교하였다. polypropylene(PP) 방담 포장필름(Daerung Packing Film, Korea)에 약 100g 무게로 달아 밀폐 포장한 후 4℃에 저장하였다. 조사항목은 엽록소 함량(SPAD-502, Minolta, Japan), 종합선도평가(10점 척도), 비타민C 함량을 10반복으로 조사하였다. 비타민 C함량은 곰취 15g에 10% metaphosphoric acid 50mL 첨가하여 추출 후 30분 Shaking한 다음 filter paper에 여과한 후 10% metaphosphoric acid를 가하여 50mL로 맞춘 후 0.45µm membrane filter에 통과시킨 용액을 HPLC(Waters 2690,

Waters Co., Ltd., Miliford, MA, USA)을 이용하여 분석하였다. 분석조건은 다음과 같이, mobile phase은 25mM KH₂PO₄(pH 2.5), column은 250×4.6mm, 5 μm(prevail organic acid), 유속은 1mL/min, injection volume 10 μL이며 420nm에서 흡광으로 검출하였다. 표준품으로서는 ascorbic acid(Sigma Chemical Co., St, Louis, MO, USA)를 사용하였다.

(시험 6) 곶취, 산마늘 마이크로버블 세척기술

마이크로 버블은 직경이 50μm이하의 미세한 버블이 균과 결합되어 파괴되거나 수산화기(OH⁻)에 의한 살균작용으로 저장 품질을 높여주는 효과가 있다고 알려져 있다. 시험처리는 한국식품연구원 마이크로버블장치로 실험하였으며, 마이크로버블 입자는 3,200리터 수조에서 10μm이하 크기가 약 47%로 대부분을 차지하였으며, 20μm이하 입자가 약 68%, 30μm이하 입자들은 약 83%, 50μm 이상의 입자는 약 4% 수준으로 기존 마이크로버블보다 입자가 더 미세한 수준이었다. 마이크로 버블이 파괴되지 않고 유지되는 시간은 최대 184±6.4초로 물색은 Hunter L*57.98±5.89, a*-0.34±0.04, b*-0.98±0.05 로 불투명한 우유빛을 띄었다. 가동조건은 0.5~0.6Mpa 펌프압력, 분당 2.7~3L 공기주입량, 유속 120L/min이 요구되었다. 시험재료로는 태백에서 수확한 곶취 (*Ligularia fischeri*)와 울릉산마늘(*Allium ochotense*)을 구입하여 사용하였다. 수조온도는 40℃로 각각 맞추고 1분, 3분, 5분간 마이크로버블 처리하였다. 처리 후 멸균거즈로 물기를 제거하였다. 대조구로 비세척과 일반 물세척, 차염소산나트륨 200mg/L 농도에서 5분간세척 하여 비교하였다. 처리구별 총균과 진균수를 측정하였다. 이를 위하여 세척 처리 후 시료 25g을 취하여 0.85% 멸균 식염수로 10배 가한 다음 이를 균질기(Bag Mixer Interscience Laboratories, Inc., Weymouth, MA)를 이용하여 균질화 하였다. 일반세균은 균질화 된 시료를 멸균식염수 9mL 단계 희석한 다음 희석액 1 mL을 Petri dish에 분주하고 plate count agar(MB Cell, Korea)를 약 15mL 부어 고르게 혼합한 후 35±1℃에서 48±2시간 배양하였다. 진균은 일반세균과 동일하게 potato dextrose agar(MB Cell, Korea)를 이용하여 25±1℃에서 5~7일간 배양하였다. 성장한 집락의 수를 계수하여 시료 1g당 CFU(Colony Formation Unit)/g으로 나타내었다. 세척 건조한 샘플은 polypropylene(PP) 방담 포장필름(Daerung Packing Film, Korea)에 약 100g 무게로 달아 밀폐 포장한 후 4℃에 저장하여, 엽록소 함량(SPAD-502, Minolta, Japan), 종합선도평가(10점 척도), 비타민C 함량을 10반복으로 조사하였다. 효과가 좋은 마이크로버블 처리구는 전자현미경으로 500배, 3000배, 20,000배 확대하여 조직을 촬영하였다.

(시험 7) 곶취, 산마늘 상품 유통 시 온도환경 및 품질 모니터링

태백농가에서 수확한 곶취(*Ligularia fischeri*)와 울릉산마늘(*Allium ochotense*)을 농가 수확 시간별(8시, 11시) 구입하여 공동선별, 택배발송, 농식품연구소 도착 등 단계별로 온도변화를 자동온도측정 데이터로거(testo-174)로 측정하였으며, 연구소 도착 후 100g씩 polypropylene(PP) 방담 포장필름(Daerung Packing Film, Korea)으로 밀폐포장 한 후 4℃ 저장하고, 선유유지기간을 조사하였다. 또한, 태백농협 산채공동선별장(APC)에서 냉장유통차, 대형유통센터(이마트), 판매대 진열, 소비자 구입 후 까지 유통단계별 온도변화 모니터링 하였다.

(시험 8) 곱취, 산마늘 포장 디자인 개발

곱취와 산마늘에 적합한 소포장 디자인을 하였다. 디자인 단계에서 생산단체, 유통업체, 소비자 요구사항 반영하기 위하여 의견수렴 하였고, 제2세부과제 연구결과 도출된 규격에 맞게 제작하였다. 소포장 비닐 5종, 상자는 유통 상자와 선물용 상자 2종, 비닐쇼핑백 1종 총 8종 7만개 제작하였다.

(시험 9) 곱취, 산마늘 포장 시제품 현장 실증

곱취와 산마늘 소포장 시제품을 농가 현장에 적용 실증하기 위하여 도내 9시군에 소포장 비닐 2종, 상자는 유통 상자와 선물용 상자 2종, 비닐쇼핑백 2종(중, 대) 총 6종 7만개 보급하여 농가에서 사용 후 좋은 점과 개선 점에 대한 현장 의견을 수렴하였다. 의견 수렴 후 추가 제작을 하여 배포하였다.

(시험 10) 곱취, 산마늘 수확 후 관리 매뉴얼 개발

앞선 연구결과를 토대로 곱취와 산마늘의 수확 후 관리 매뉴얼을 제작하였다. 작물 당 수확 적기 판정, 수확 선별 요령 및 기준, 저장조건, 포장방법, 수송, 매장 내 판매관리 등 작업단계별 주의사항들을 기술하였으며, 태백 등 18개 시군에 총 1,600부를 도원 기술보급과의 협조를 받아 배포하였다.

<제2세부과제: 곱취, 산마늘 경쟁력 확보를 위한 유통실태조사 및 규격화>

1. 연구내용(자료 및 방법)

(시험 1) 수입 농산물 지역별 관세청 통관내역 및 해외 현지조사

조사품목으로는 주요 산채류를 대상으로 수출입 문헌조사를 실시하고 해외 현지조사를 통해 북유럽 식품 소비행태, 식문화 조사 분석 및 업체류 시장 실태를 조사하여 수출입량, 수출입 금액, 산채 시장현황 등을 조사 분석하였다.

(시험 2) 곱취, 산마늘 재배농가 경영실태 및 소득조사 분석

조사품목은 곱취, 산마늘 재배농가 30호(작목별 15호)를 대상으로 농가를 방문 면접조사하고 경영실태 및 소득조사 분석을 실시하여 각 작목에 대한 수확량, 경영비, 총수입, 소득 등을 조사 분석하였다.

(시험 3) 곱취, 산마늘 재배농가 출하실태 및 유통경로 분석

곱취, 산마늘 재배농가 30호(작목별 15호)를 대상으로 농가를 방문 면접조사하고 출하실태 및 유통경로를 분석하여 출하량, 판매처, 유통비용, 직거래 유형 등을 조사 분석하였다.

(시험 4) 전통시장 및 도매시장 판매현황 및 유통실태 조사

곱취, 산마늘을 취급 판매하고 있는 시장 4개소를 방문 조사하여 취급량, 구매 및 판매금액, 주요 거래선 등에 관하여 조사 분석하였다.

(시험 5) 소매시장 및 대형유통업체(마트) 판매현황 및 유통실태 조사

곰취, 산마늘을 취급 판매하고 있는 소매시장 및 대형유통업체(마트) 4개소를 방문 조사하여 취급량, 구매 및 판매금액, 주요 거래선 등에 관하여 조사 분석하였다.

(시험 6) 곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격 조사

곰취, 산마늘 축제현장의 소비자를 대상으로 면접 설문조사하여 소비실태, 구입금액, 구입빈도, 선호 규격 등을 조사 분석하였다.

(시험 7) 산채류 경쟁력 확보를 위한 일본의 상품화 및 유통실태 조사

산채류(산마늘, 곰취 등) 일본시장 소비, 판매현황 및 유통실태를 조사하기 위하여 농가방문, 가공품 판매장, 부가가치 향상 농식품 가공현장 등을 방문하고 국내시장 적용 및 수출가능성을 검토하였다.

(시험 8) 곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격 조사

대형마트 곰취, 산마늘 소비자를 대상으로 면접 설문조사하여 소비실태, 구입금액, 구입빈도, 선호 규격 등을 조사 분석하였다.

(시험 8) 곰취, 산마늘 유통업체의 선호 규격 조사 및 규격화

곰취, 산마늘 유통업체 중도매인을 대상으로 시장에서 면접 설문조사하여 유통업체 선호 규격을 조사 분석하였다.

(시험 9) 미국 동부지역 산채류 정보 수집 및 식품 소비트렌드 변화

미국 동부지역 산마늘 자생지를 방문하여 생육환경 및 생육상황을 조사하였고, 재미교포사회를 중심으로 한 산채류 소비시장 및 소비트렌드 변화와 마케팅 정보를 수집 분석하였다.

<제3세부과제: 곰취 산마늘 분자마커를 이용한 품종 및 원산지 판별기술>

1. 연구내용(재료 및 방법)

(시험 1) 곰취 산마늘 수집 및 형태적 특성 조사

본 연구에 사용된 곰취(*Ligularia fischeri*), 곤달비(*Ligularia stenocephala*), 울릉산마늘(*Allium ochotense*), 산마늘(*Allium microdictyon*)은 산채연구소 유전자원보존포장에서 증식증인 개체를 이용하였다. 곰취는 육성품종 4종, 수집종 7종으로, 육성품종으로는 산채연구소에서 육성한 “진향곰취”, 농촌진흥청 고령지연구소에서 육성한 “쌈마니”, “곰마니”, “다목이”이며, 수집종으로는 한대리곰취, 백두산 수집종, 제주도 수집종, 지리산 수집종, 화천 수집종 3종 등이다. 곤달비는 양구 수집종, 흑산도 수집종, 울릉도 수집종 등 3종이다. 산마늘은 오대산 수집종, 중국 수집종

2종, 몽골 수집종이다. 울릉산마늘은 울릉도 수집종, 태백산 수집종이다. 수집한 곰취, 곤달비, 울릉산마늘, 산마늘의 출현율, 초장, 엽수, 경장, 경경, 엽폭, 엽장을 은 2016년도에 농촌진흥청 농업과학기술연구조사분석기준(제4판)(농촌진흥청 2003)에 따라 조사하였다.

(시험 2) AS-PCR(Allele-Specific PCR)을 이용한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 곤달비(*Ligularia stenocephala*)의 분자적 동정

(1) 시료 및 DNA 추출

산채연구소 유전자원포장에서 증식 중에 있는 곰취 3종과 곤달비 1종을 시료로 사용하였다 (Table 1). 각 시료의 잎 조직을 액체질소로 얼린 후 갈아서 고운 분말로 만들었다. 총 genomic DNA는 plant DNA isolation mini kit (DNeasy Plant Mini Kit, Qiagen, Germany)을 사용하여 추출하였다.

표 1. 시험에 사용된 곰취속 시료

수집지역/품종	학명
한 대리, 제주도,오대산	<i>L. fischeri</i>
지리산(흑산도)	<i>L. stenocephala</i>

(2) PCR 증폭

rbcL, *matK*, *trnH-psbA* 영역을 특정 프라이머를 이용하여 증폭하였다(Hamilton 1999; Kress et al. 2009; Levin et al. 2003; Tate and Simpson 2003; Yang et al. 2004) (Table 2). 각각의 PCR은 총 용량을 20 μ l로 정하고, 20ng 주형 DNA, 2 μ l 10 \times PCR 완충액, 0.20mM dNTPs, 0.5 μ M 정방향과 역방향 프라이머, 0.025U i-star max DNA polymerase (Intron Biotechnology, Korea)를 포함하여 수행하였다. PCR 조건은 다음과 같다: 95 $^{\circ}$ C에서 5분간 전 변성, 95 $^{\circ}$ C에서 30초 변성 35 cycles, 55 $^{\circ}$ C에서 35초 프라이머 결합, 72 $^{\circ}$ C에서 45초 신장. 최종 cycle에서 72 $^{\circ}$ C에서 5분간 신장을 실시하여 완전한 신장이 이루어지도록 하였다. PCR 산물은 1.0% agarose gel 전기영동, ethidium bromide로 염색하고 자외선 하에서 시각화하여 분리하였다.

표 2. 바코딩 영역의 증폭을 위한 올리고뉴클레오타이드 염기서열 정보

Marker	Genomic source	Type	Primer name	Primer sequence (5'-3')	References
<i>matK</i>	Plastid	Protien coding	matKnf	CTA TAT CCA CTT ATC TTT CAG GAG	Yang et al.(2004)
			matKnr	AAA GTT CTA GCA CAA GAA AGT CGA	
<i>rbcL</i>	Plastid	Protien coding	rbcLaF	ATG TCA CCA CAA ACA GAG ACT AAA GC	Levin (2003) Kress et al.(2009)
			rbcLaR	GTA AAA TCA AGT CCA CCR CG	
<i>trnH-psbA</i>	Plastid	Inter-genic spacer	psbA	CGA AGC TCC ATC TAC AAA TGG	Hamilton (1999) Tate and Simpson(2003)
			trnHf	CGC GCA TGG TGG ATT CAC AATCC	

(3) DNA 시퀀싱 및 분석

PCR 산물을 제조자의 지침에 따라 PCR DNA purification kit (Gene All, Korea)를 사용하여 정제하였다. 정제된 산물은 pGEM-T vector (Promega, USA)에 cloning 하였다. ABI4000 sequencer (ABI Inc., USA)로 각각의 accession으로부터 3가지 clone을 시퀀싱하였다. 시퀀싱은 양방향으로 수행하여 시퀀싱 에러를 회피하고 시퀀스 변형을 검증하고자 하였다. 각 시료(곰취, 곤달비)의 공통염기배열을 생성하여 두 종 간의 SNP를 비교하고 확인하였으며, 이때 사용된 도구는 온라인 다중 염기서열 정렬 프로그램인 MAFFT ver. 7 로 기본 매개 변수를 사용하였다. (<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/mafft/>)

(4) 프라이머 디자인과 분석

곰취와 곤달비에 특이적인 SNP 대립유전자를 검색하기 위하여 사용된 유전형 분석 방법은 allele-specific PCR technique 을 사용하여 개발되었다. 이를 위하여, matK 영역의 염기서열 위치 759에서 탐색된 SNP 대립유전자를 최종 후보로 선발하였다. 곰취와 곤달비 대립유전자 각각을 증폭하기 위하여 3' 말단에서 specific mismatch를 사용하여 프라이머를 디자인하였다. single match 로는 식별이 되지 않는 것으로 나타나, 프라이머의 3' 말단에서 마지막 4개 염기 안에서의 염기쌍 교체를 신중하게 도입하였다. 한 SNP 위치에서, 각각의 종에 특이적인 3개의 염기 중에서 가능한 9개의 mismatch가 발생하였다. 종 특이 프라이머와 공통 프라이머 matKnf (5'-CTA TAT CCA CTT ATC TTT CAG GAG -3')의 가능한 모든 조합을 검사하였다. PCR 조건은 다음과 같다: 95°C에서 5분간 전 변성, 95°C에서 30초간 변성 35 cycle, 63°C에서 35초간 접합, 72°C에서 45초간 신장. 최종 cycle은 72°C에서 5분간 신장하여 신장이 완전히 이루어지도록 한다. PCR 산물은 1.0% agarose gel 전기영동을 실시하고 Et-Br로 염색하고 자외선 하에서 시각화하여 분리한다. 실시방법을 그림. 1에 도식화하였다.

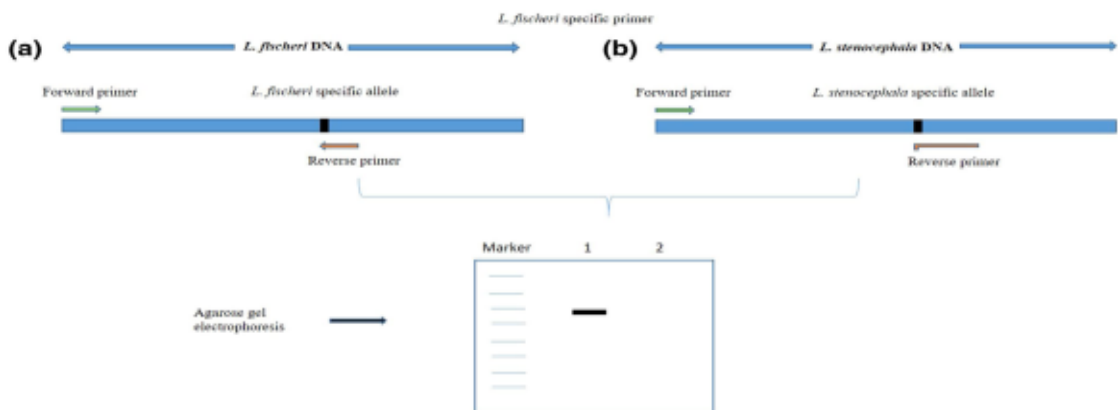


그림. 1 allele-specific PCR 모식도. 곰취, 곤달비 구별을 위한 SNP site에 상응하는 3' 말단 프라이머 사용

- a 곰취 특이적 프라이머가 곰취 대립유전자와 완벽하게 매칭되고 agarose gel 상에서 시각화됨
- b 곰취 특이적 프라이머는 3' 말단이 미스매칭되어 곤달비 대립유전자를 증폭하지 않음(아가로스겔에 나타나남)

(시험 3) SNPs(single nucleotide polymorphisms)에 기반한 multiplex-PCR로 울릉산마늘(*Allium ochotense*)과 산마늘(*Allium microdictyon*)의 분자적 동정

(1) 재료 및 DNA 추출

분석에 사용된 시료인 울릉산마늘(*Allium ochotense*)과 산마늘(*Allium microdictyon*)은 울릉도, 태백산, 오대산, 백두산, 중국, 몽골에서 수집하여 산채연구소에서 유전자원보존포장에서 증식 중인 개체를 사용하였으며, 각 시료 당 6개의 잎을 채취하여 사용하였다. 각 시료의 식별부호를 부여하고(표 3), 각 시료의 잎을 액체질소를 이용하여 동결, 미세한 분말로 분쇄하였다. genomic DNA를 Plant DNeasy Plant Mini Kit (Qiagen, Germany)을 이용하여 제조자의 지침에 따라 추출하였다.

표 3. 본 실험에 사용된 부추 속 시료의 식별부호와 수집지역

시료 코드	수집지역	종
TP	태백산	울릉산마늘(<i>A. ochotense</i>)
UL	울릉도	
OD	오대산	산마늘(<i>A. microdictyon</i>)
BH	백두산	
CH	중 국	
MO	몽 골	

(2) PCR 증폭과 겔 전기영동

ITS, *matK*, *rbcL*, *trnH-psbA* 영역을 특이적 프라이머를 사용하여 증폭하였다[37-41] (표 4). 20ng 주형 DNA를 포함하는 PCR 반응 용액(총 부피 20μl), 2μl 10×PCR 완충액, 각각의 0.20mM dNTPs, 0.5μM 정방향, 역방향 프라이머, 0.025 U i-star max DNA polymerase (Intron Biotechnology, Korea). 증폭은 다음과 같이 수행되었다: 95°C에서 5min 간 전 변성; 95°C에서 30s 간 변성 30회, 55°C에서 35s 간 프라이머 결합, 72°C 45s간 합성; 완전히 합성하도록 72°C 5min간 최종 합성. PCR 산물을 1.0% 아가로스 겔 전기영동으로 검사하고 자외선 하에서 Et-Br 염색으로 시각화하였다.

표 4. 각 바코딩 영역과 염기서열의 증폭에 사용된 프라이머 세트

마 커	유전체기원	종 류	프라이머 명칭	프라이머 염기서열 (5'-3')	참고문헌
<i>ITS</i>	Nuclear	Transcribed spacers and 5.8S gene	AB 101	ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTCC	37
			AB 102	TAGAATTCCCCGGTTCGCTCGCCGTTAC	
<i>matK</i>	Plastid	Protein coding	matK-390F	CGATCTAATTCATTCAATATTTTC	38
			matK-1326R	TCTAGCACACGAAAGTGAAGT	
<i>rbcL</i>	Plastid	Protein coding	rbcLaF	ATGTCACCACAAACAGAGACTAAAGC	39
			rbcLaR	GTAAAATCAAGTCCACCRCG	
<i>trnH-psbA</i>	Plastid	Intergenic spacer	psbA	CGAAGCTCCATCTACAAATGG	40
			trnHf	CGCGCATGGTGGATTCAACAATCC	

ITS(internal transcribed spacer), matK(maturase K), rbcL(ribulose-bisphosphate carboxylase), trnH-psbA(hloroplast psbA-trnH intergenic region)

(3) DNA 염기서열분석

성공적으로 증폭된 PCR 결과물을 PCR DNA 정제 키트 (Gene All, South Korea)을 이용하여 제조사의 지침에 따라 정제하였고, pGEM-T 벡터(Promega, USA)로 클로닝하였다. 각각의 PCR 산물의 three clones 를 ABI4000 machine (ABI Inc., USA)을 이용하여 염기서열 분석을 실시하였다. 염기서열은 양방으로 수행하여 염기서열 분석시의 오류를 피하고 염기서열의 변이를 검증하고자 하였다. 각 시료에 대한 컨센서스 서열은 온라인 다중서열 정렬 프로그램인 MAFFT version 7(<http://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/mafft/>)을 디폴트 변수로 하여 사용하여 작성하여 SNPs를 동정하고, 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)간의 컨센서스 서열의 차이를 비교하였다. MEGA version 5 패키지(Hall 2013)로 representative sequences(대표 서열)을 이용하여 neighbor-joining 계통수를 작성하였다.

(4) ARMS-PCR

산마늘(*A. microdictyon*)과 울릉산마늘(*A. ochotense*) 특이적 SNP 대립유전자를 ITS 영역의 680bp에서 찾았으며, Batch Primer version 3(You et al. 2008)로 2개의 중 특이 프라이머를 작성하였다. 울릉산마늘의 증폭을 위해 작성된 정방향 primer ITS-SNP1 (5'-AGACGGTTCGTCGTTAGGATTGAAC-3')는 산마늘에서는 작동하지 않았다. 이에 따라 역방향 primer ITS-SNP2(5'-AACTCGATCAACATTCGCCTCA-3')를 산마늘의 판별을 위한 프라이머로 작성하였다. ITS-SNP1과 ITS-SNP2(표 5)의 밑줄 친 염기는 Liu et al.(2012)의 프로토콜에 따라 C를 A로, T를 G로 각각 치환하여 불안정화시켰다. 3' 말단에서 특이적으로 불일치된 이러한 프라이머들은 하나의 대립유전자가 다른 대립유전자에 대하여 편향적으로 증폭되며, inner primers로 지정하였다. 두 개의 universal primers인 ITS-OF(정방향, 5'-GTCGATGAAGAACGTAGCGAAATG-3'), ITS-OR(역방향, 5'-TGA TATGCTTAAACTCAGCGGGTG-3')는 두 *Allium* species 에 공통적이었고, ARMS technique에서 outer primers로 지정하였다. ARMS-PCR를 다음의 thermal profile로 실시하였다: 95°C에서 5분간 전 변성; 95°C에서 30초간 변성 30회, 67°C에서 30초간 프라이머 결합, 72°C에서 30초간 합성; 72°C에서 5분간 최종 합성. 반응 혼합물은 0.5μM primers(outer, inner 프라이머 세트 각)인 것을 제외하고 전술한 것과 동일하였다.

표 5. 울릉산마늘(*Allium ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)의 구별을 위한 프라이머 세트의 염기서열

프라이머	염기서열	방향	시작점	크기	T _m (°C)	특이성
ITS-OF	5'-GTCGATGAAGAACGTAGCGAAATG-3'	정방향	429	24	61	공 통
ITS-OR	5'-TGATATGCTTAAACTCAGCGGGTG-3'	역방향	843	24	62	공 통
ITS-SNP1	5'-AGACGGTTCGTCGTTAGGATTGAAC-3'	정방향	657	24	62	<i>A. ochotense</i> 특이성
ITS-SNP2	5'-AACTCGATCAACATTCGCCTCA-3'	역방향	703	22	61	<i>A. microdictyon</i> 특이성

T_m: 결합 온도

(5) Allele-specific PCRs

개발된 방법의 검증을 위하여 전술한 특이 프라이머, 반응혼합물, PCR 반응조건을 가지고 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)에 대하여 allele-specific PCR을 실시하였다.

(시험 4) 약리성분 연관 isoforms와 생합성 유전자를 구명하기 위한 고품취 전사체 심층분석

(1) 분석 시료

곰취 시료는 산채연구소에서 분양받아 분석에 사용하였고, 곰취 잎은 6월 달에 채취 즉시 액체질소로 동결시키고 막자사발을 이용하여 고운 분말로 갈았다.

(2) RNA 분리 및 cDNA library 준비

Total RNA를 제조사의 프로토콜에 따라 Hybrid-RTM kit (Gene All Biotechnology Co., Korea)을 이용하여 추출하였다. 미량을 사용하여 RNA를 정량하였으며, RNA Integrity Number (RIN)는 A2100 Biosystem (Agilent Technologies Inc., USA)를 사용하여 정성분석하였다. 연구에 사용된 RNA 시료는 농도가 1-10 μ g, RIN 수치가 8 이상이었다. first-strand cDNA는 clontech SMARTer PCR cDNA synthesis kit (Takara Bio USA Inc, USA)를 이용하여 합성하였다. optimization 후 large-scale double-stranded cDNA를 합성하였고, size selection을 위하여 BluepippinTM system (sage Science Inc, USA)을 이용하여 정제 및 elution을 실시하였다. PCR 생성물은 2회 더 AMPure PB beads (Pacific Bioscience Inc, USA)을 이용하여 재 정제하였다. DNA 손상 복구 및 blunt end ligation 후에 SMRT bell library kit를 사용한 SMRT bell adapter로 annealing 하여 template library를 작성하였다. template은 Blue pippinTM system을 사용하여 1-2kb, 2-3kb, 3-6kb 범위의 library를 작성하기 위하여 elution 하였다.

(3) Pac Bio Iso-sequencing 과 데이터 분석

SMRT bell template libraries를 Pac Bio RS II platform (Pacific Biosciences of California Inc., USA)로 sequencing 하였다. SMRT sequencing은 국립서울대학교(Seoul, Korea)부속 National instrumentation center for environmental management (NICEM)에서 7 SMRT cell로 수행하였으며, <2kb library를 위해서는 3개의 cell을, 2~3kb library를 위해서는 3개 cell을, 3~6kb library를 위해서는 4개의 cell을 사용하였다. Full-length cDNA sequences를 mRNA의 5' end에서 poly-A tail 방향으로 sequencing 되었다. Raw data를 Pacific Biosciences의 ToFU (transcript isoform full-length and unassembled) pipeline(GitHub version, Pacific Biosciences of California, Inc. USA.)을 이용하여 처리하였다. 처리과정에서 raw read는 프라이머와 polyA tail detection에 따라 각각 full-length (FL)와 non-full length (nFL)로 분류하였다. FL read를 동형체 데이터로 만들기 위하여 클러스터링하였으며 Quiver(ToFU pipeline에 포함)를 이용하여 nFL과 재 클러스터링 하였다. initial transcript consensus sequences를 high-quality(accuracy > 99%) 와 low-quality로 필터링하고 범주화하였다. 중복 서열을 CD-HIT software(클러스터링과 단백질 또는 뉴클레오타이드 서열 비교에 사용)를 이용하여 최종 전사체 isoform 서열에서 제거하였다. CD-HIT-EST of CD-HIT package v4.6 (Weizhong Li's lab at UCSD, USA)를 이용, 역치는 0.99 identities로 하여 총 전사체 동형체의 orthologous 유전자를 분석하였다. 후보 코딩 영역은 TransDecoder (The Broad Institute, USA)를 이용하여 구명하였다.

(4) 기능성 주석달기 및 분류

BLASTX 분석을 the UniProt and the NCBI non-redundant (nr) protein databases (DBs)에 대하여 후보 코딩영역을 이용하여 실시하여 1 \times 10⁻⁶ E-value cutoff 에서 다른 종의 유전자의 서열 유사도를 결정하였다. 세포존재론(GO)와 Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes

(KEGG) 경로 분석을 서열 주석달기 프로그램인 Blast2GO (BioBam Bioinformatics SL, Spain)를 실행하면서 GOstats program (Roswell Park Center Institute, USA)을 이용하여 실시하였다. 검색된 GO 용어는 biological function, cell component, molecular function의 3개 주 범주로 분류되었다. KEGG 데이터베이스에 대한 similarity hit에 근거하여 unique enzyme commission (EC) number를 전사체에 부여하였으며, KEGG 생화학 경로를 매핑하기 위하여 사용하였다. 조합된 데이터를 read length, GO, gene bank number, species를 기준으로 정렬하였다. 유전자 주석달기와 GO 분석을 서울대학교 NICEM(Seoul, Korea)에서 실시하였다.

(5) 동형체 그룹화

동형체 그룹을 파악하기 위하여 pipeline 사용하여 full-length cDNA sequences 의 동형체를 구하였다 [74]. 곱치는 reference genome 이 없기 때문에, 총 비중복 고순도 전사체를 정렬하여 가장 길이가 긴 추정 orthologous consensus read를 만들고 선택적 접합에 의한 동형체 염기서열을 검토하기 위한 reference 로 사용하였다. 이 절차는 3번에 걸쳐서 수행되었으며 이어서 아미노산 펩타이드 시퀀스를 재 클러스터링하였다. 마지막으로 얻어진 동형체를 GMAP을 이용 전사체 consensus sequence의 정렬과 TOFU pipelines을 이용한 중복 전사체 필터링으로 검증하였다.

(시험 5) 분자육종 지원을 위한 SSR primer 선발 및 분석

(1) EST 유전체 정보

전술한 곱치 전사체 정보를 이용하였다.

(2) 곱치 전사체 정보로부터 EST-SSR 분자마커 개발

전사체 내의 SSR-motif를 탐색하고 분자마커로 전환시켜 수집 유전자원들의 평가 및 분자육종에 활용하고자 하였다. 먼저 PacBio isoform에서 개발한 유전자 EST sequence에서 SSR site를 조사하고 후보 서열들로부터 100-300bp 정도 크기의 PCR 산물들이 증폭 가능하도록 primer를 디자인하였다. NICEMSSRFiner 프로그램을 이용하여 SSR repeat를 조사하였으며, 반복서열 수는 2, 3, 4의 set((NN)n, (NNN)n, (NNNN)n)으로 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

〈제1세부과제: 곱치, 산마늘 저장, 유통 및 품질향상 기술 개발〉

(시험 1) 곱치, 산마늘 수확 후 생리적 특성 구명

호흡율은 단위시간 및 생체중 당 호흡으로 발생하는 CO₂ 량으로 호흡량이 많을수록 호흡 시 발생하는 열로 수확 후 저장품질이 급속도로 나빠지고, 선도유지기간이 짧아진다. 그러므로 같은 온도조건에서 호흡율이 높다는 것은 저장에 불리한 작목이다. 이러한 작물의 저장 품질 향상을 위해서는 호흡율을 낮추기 위한 노력이 필요하다. 곱치 수확 후 호흡율 변화는 온도별로 저장 1.5시간 후 2℃에서 30CO₂mg/kg/hr, 8℃ 39CO₂mg/kg/hr, 24℃ 81CO₂mg/kg/hr로 온도 높을수록 호흡율을 높였다. 또한, 저장 3시간 후 시간이 경과함에 따라 호흡율이 감소하였다(그림 1). 산마늘 수확 후 호흡율 변화는 저장 1.5시간 후 2℃와 8℃ 8CO₂mg/kg/hr, 24℃ 22CO₂ mg/kg/hr로 온도 높을수록 호흡율을 높였으며, 저장 16시간 후 호흡율이 감소하였다(그림 2).

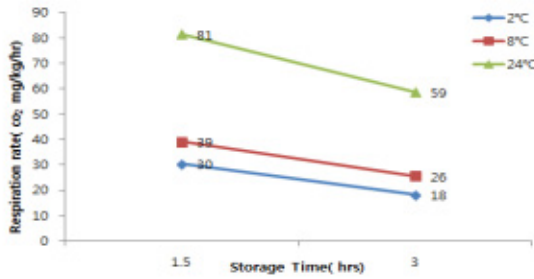


그림 1. 곰취 저장 온도별 호흡율 변화

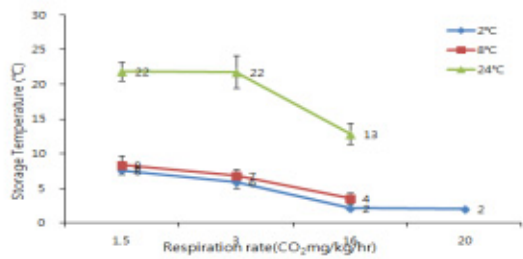


그림 2. 산마늘 저장 온도별 호흡율 변화

(시험 2) 곰취, 산마늘 소포장용 적정 필름 선발

곰취 포장 필름별 품질을 조사한 결과 생체중감소율은 기존 개방형 포장(양구곰취포장)에서 저장 7일 3%, 35일 16%로 컸다. 종합선도 평가시 상품판매 가능한 품질 유지기간은 개방형 기존 포장 필름(양구곰취포장지) 7일, 산소투과율 3,000~5,000cc/m²·day·atm인 폴리프로필렌필름 21일로 3배 연장되었다. 이산화탄소함량은 산소투과율 0에서 높았으며, 산소함량은 가장 낮았다(그림 3).

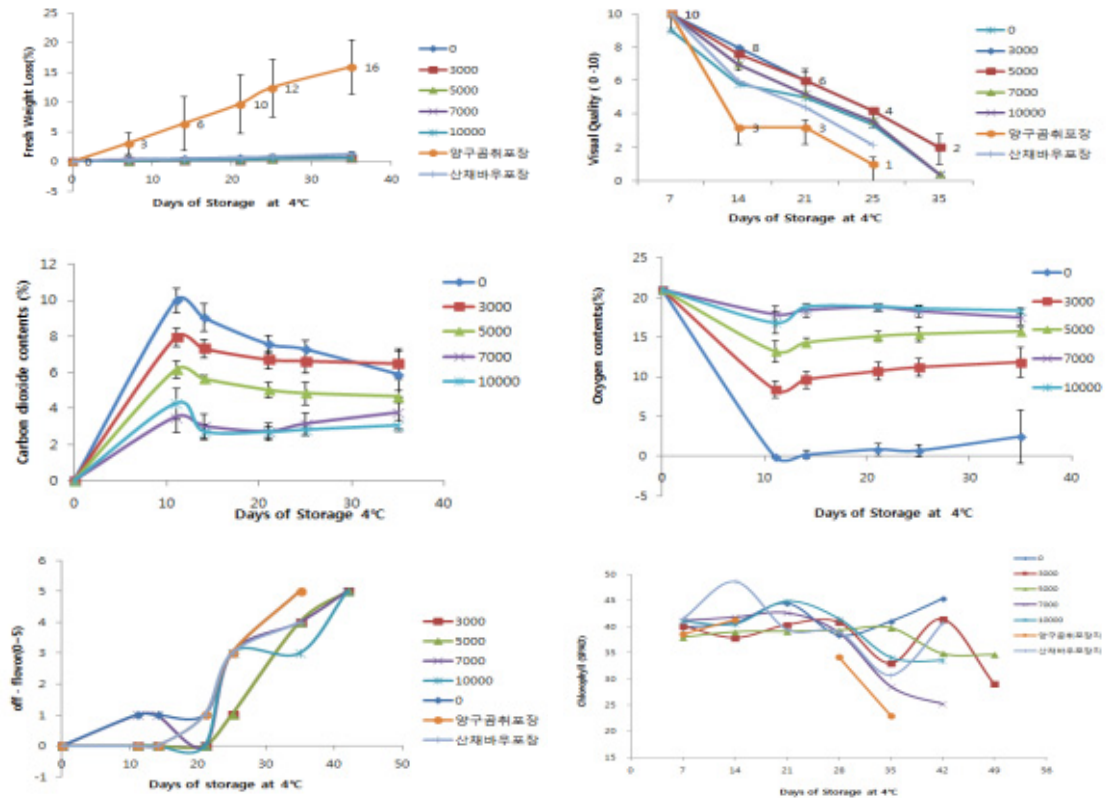


그림 3. 곰취 포장필름별 생체중감소율, 선도평가(0-10), 이산화탄소, 산소함량, 이취(0-5) 및 엽록소함량 변화



곰취 포장 필름시험



개방형 기존(양구곰취포장지)



온도시험(2, 8, 24℃)

산마늘 포장 필름별 품질은 생체중 감소율은 기존 개방형 포장(양구곰취포장지)에서 저장 7일 후 5%, 저장 42일차 30%로 가장 컸으며, 종합선도 평가시 상품판매 가능한 품질 유지기간은 개방형 기존 포장필름(양구곰취포장지) 14일에 비하여 산소투과율 3,000~5,000cc/m²·day·atm 폴리프로필렌필름에서 28일로 2배 연장되었으며, 이때, 이산화탄소 함량은 5%, 산소함량은 14%를 유지하였다(그림 4).

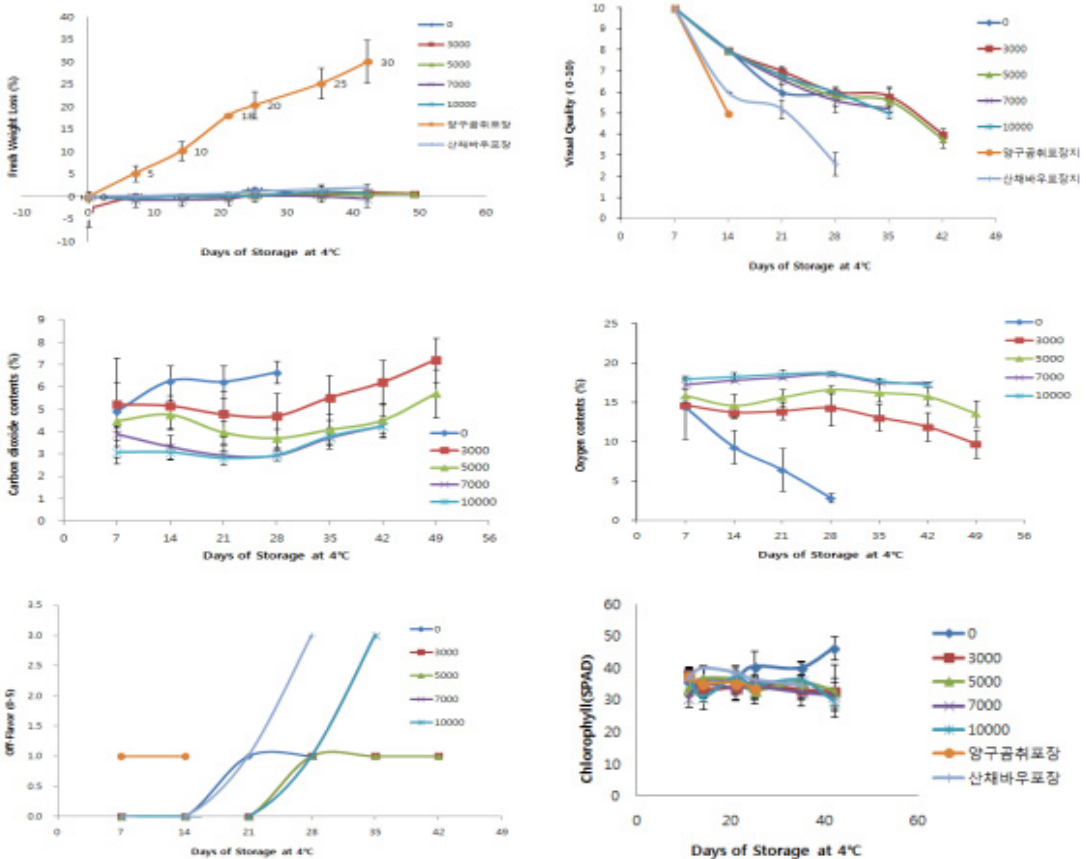


그림 4. 산마늘 포장필름별 생체중감소율, 선도평가(0-10), 이산화탄소, 산소함량, 이취(0-5) 및 엽록소함량 변화



산마늘 포장 필름시험



개방형 기존(양구곰취포장지)



온도시험(2, 8, 24°C)

(시험 3) 곰취, 산마늘 저장온도별 상품성 및 품질 특성 구명

곰취 저장온도별 품질은 2°C 저장 시 17일까지 생체중 감소율이 0.6%로 낮았으나, 24°C 3일 차에 0.7% 감소 후 검게 변색되었다. 판매가능한 선도유지 기간은 2°C와 8°C에서 12일, 24°C에서는 2일로 짧았으며, 식용가능한 기간은 2°C 17일, 8°C 14일, 24°C 3일 이었다(그림 5).

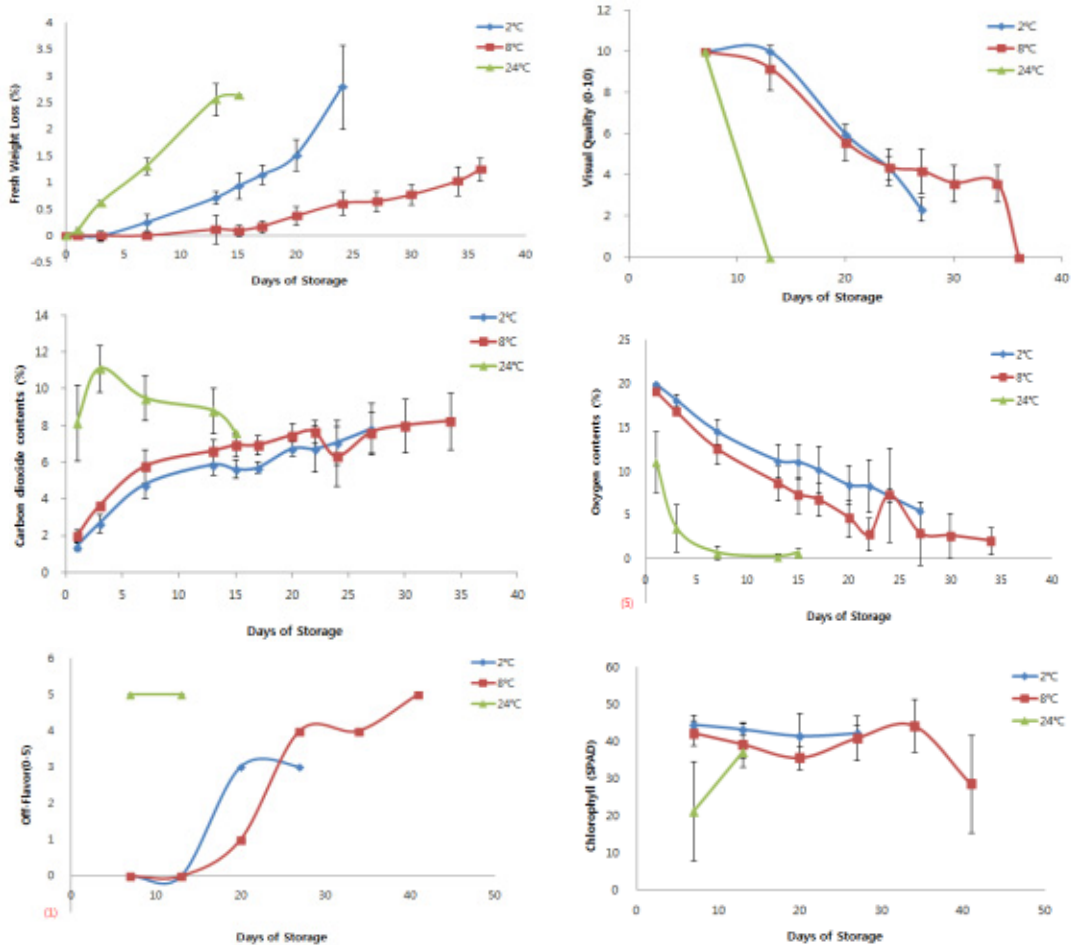


그림 6. 산마늘 저장온도별 생체중감소율, 선도평가(0-10), 이산화탄소, 산소함량, 이취(0-5), 엽록소 변화

산마늘 저장중 병해 발생하는 것이 관찰되었다. 잎이 시들음 및 줄기 끝 갈변 증상 발생으로동정 결과 잎마름병을 일으키는 *Cladosporium alliicola*(그림 7)으로 판명되었다. 이는 저장 전 산마늘에 감염되어 있다가 발병된 것으로 생각되었다. 이를 해결하기 위해서는 재배 시 농가포장에서 방제할 수 있도록 지도 필요하며, 수확 후 친환경적인 세척기술 개발의 필요하다고 생각되었다.

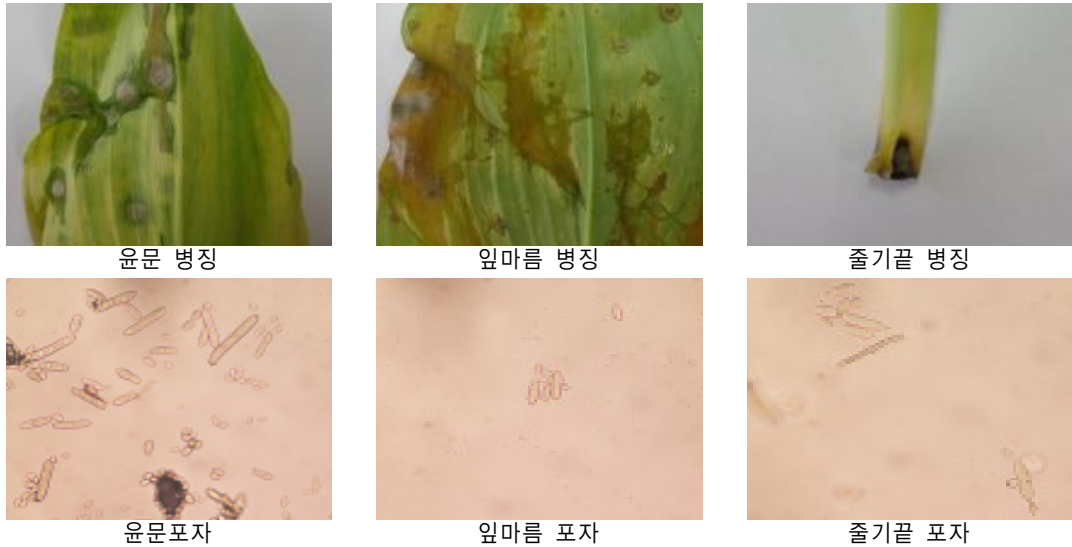


그림 7. 산마늘 저장 중 발생한 병징 및 병포자

(시험 4) 곱취, 산마늘 초음파 공기방울 세척기술

산채의 세척을 위하여 도내 시군에 보급되어 있는 초음파 공기방울 세척기를 활용하였다. 황성군 농업기술센터 초음파공기방울 세척기(B-SONIC 1200, (주) TSKF)를 사용하였으며, 초음파 세기는 40 Khz로 1, 3, 5분간 버블 세척하였다.



그림 1. 초음파 공기방울 세척기

곱취 초음파 공기방울 세척결과 갈색반점이 12일 비세척과 일반세척에서, 14일 전 시험구 발생하여, 초음파 공기방울 세척처리 시 2일 정도 늦게 갈색반점 발생하였으나, 큰 차이는 보이지 않았다. 엽록소 함량은 전체적으로 저장 후반으로 가면서 감소하였다.



그림 2. 곰취 초음파 공기방울 세척시 갈변 진행 정도(21일)



그림 3. 곰취 갈색반점

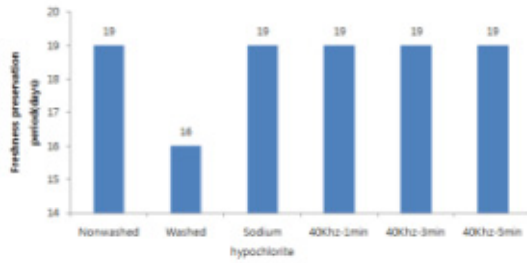


그림 4. 곰취 초음파 공기방울 세척 4°C 소포장 저장시 선도유지기간



그림 5. 곰취 초음파 공기방울 세척 이물질 제거가 안된 사진

산마늘 초음파 공기방울 세척결과 선도유지기간은 일반세척 9일, 초음파공기방울세척 5분 처리 14일이었다. 줄기 끝 곰팡이 발생은 비세척에서 저장 26일차에 발생하였으며, 차아염소산나트륨 처리에서 곰팡이 발생 없었으나 무름증상 발생하였다. 엽록소 함량은 저장 후반으로 갈수록 감소하였다.



비세척 세척 차아염소산 나트륨처리 1분 3분 5분 초음파공기방울

그림 6. 산마늘 44일 저장구



(차아염소산나트륨처리)

그림 7. 무름증상

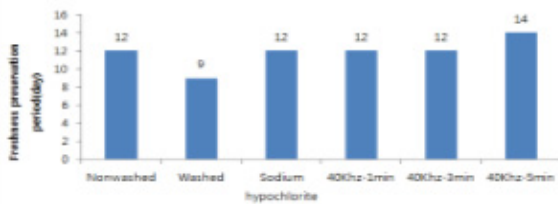


그림 8. 산마늘 초음파 공기방울 세척 4°C 소포장 저장 시 선도유지기간



그림 9. 산마늘 초음파 공기방울 세척 이물질 제거가 안된 사진

(시험 5) 곰취, 산마늘 heat shock 처리에 의한 세척기술

곰취 열수세척을 위하여 40°C, 50°C, 60°C에서 처리한 결과 50°C이상에서 갈변되었다(그림 10).

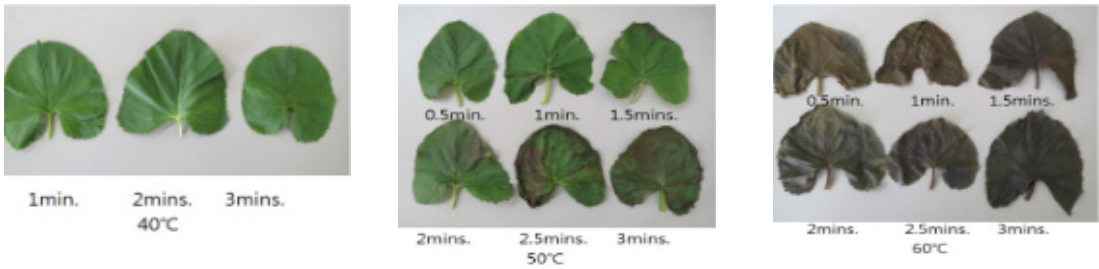


그림 10. 곰취 열수세척 온도별 처리 후 잎 상태

곰취는 엽조직이 얇아 40°C의 온도에서 열수세척하는 것이 적합한 것으로 판단되었다. 대조구로 사용된 처리구와 40°C 열수세척하는 것의 판매 가능한 선도유지기간을 비교한 결과 비세척, 와류식 세척, 40°C 1분 처리에서는 모두 17일, 40°C, 2~3분 처리는 23일로 6일 이상 연장되어 비세척에 비해 열수 세척처리시 저장성이 높았다. 하지만, 표면에 남아있는 일반세균, 진균수는 비세척에 비해 감소되지 않았다. 또한, 열수 세척처리 후 비타민C가 크게 감소되지 않아서 열에 약한 영양소의 파괴는 크지 않은 것으로 판단되었다.

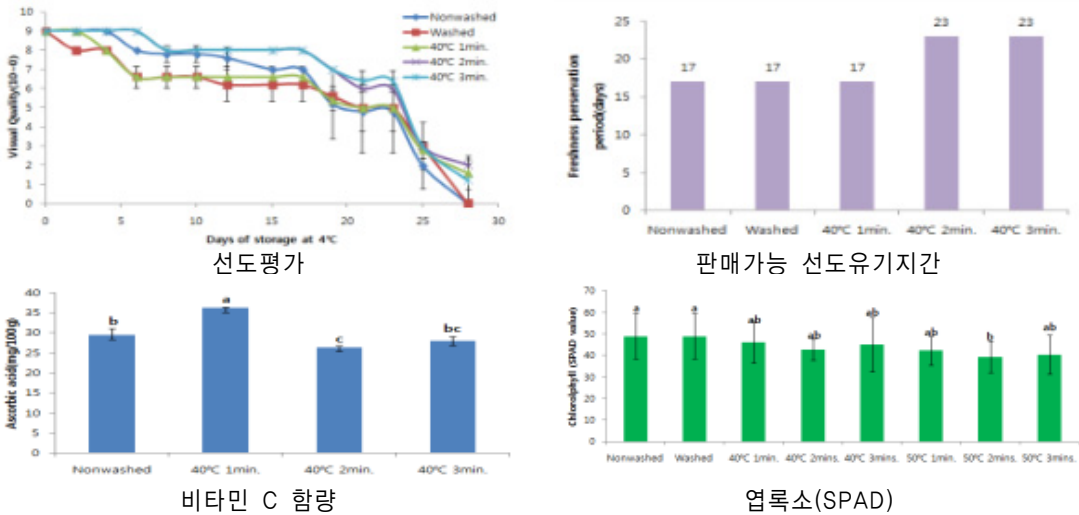


그림 11. 곰취 heat shock 온도별 처리후 선도평가(0-10), 선도유지기간, 비타민C, 엽록소 함량



그림 12. 곰취 비세척, 와류식 세척, 40°C, 3분 heat shock 처리 후 저장

산마늘 열수 세척처리 시 40℃, 50℃의 처리에서는 엽에 피해가 없었으나 60℃ 이상에서는 진한 녹색 수침상으로 변하는 등 데침 증상과 같은 피해증상 보였다(그림 13). 곰취에 비하여 잎조직이 두껍고 질긴 구조로 곰취에 비하여 비교적 높은 온도에서도 세척이 가능한 것으로 판단되었다.



그림 13. 산마늘 heat shock 온도 및 처리시가별 잎 상태

산마늘의 선도유지기간은 비세척 15일, 50℃ 2분 처리 시 35일로 20일 증가하였으며, 줄기 끝 곰팡이 발생은 비세척과 일반세척은 저장 37일에 40℃ 처리에서는 39~42일차에 나타났으나 50℃ 처리에서는 없었다. 줄기끝의 무름증상은 50℃ 1분 처리에서는 나타나지 않았다. 곰취와 마찬가지로 세척 후 표면의 일반세균, 진균수는 비세척에 비해 감소되지 않았다. 이는 열수에 의한 살균 작용에 의한 저장성 증가보다는 열수처리에 의한 진한 녹색과 표면의 코팅효과 등으로 원인을 해석할 수 있다. 엽색은 저장 후반으로 가면서 녹색이 더 진해지고 수침형으로 변하거나 부분적으로 황화되었으며 40℃ 3분 처리 시 엽록소 함량이 가장 많았다. 열수 세척처리 후 비타민C 함량이 감소되지 않아 40~50℃ 열수세척에 의한 열에 약한 영양분의 손실이 없는 것으로 생각되었다.

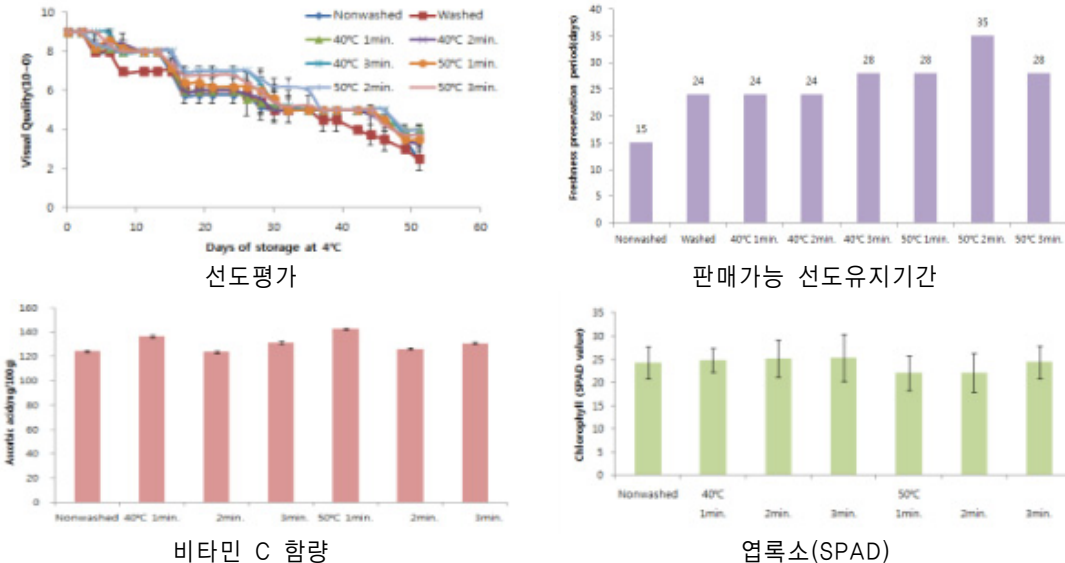


그림 14. 산마늘 heat shock 온도별 처리후 선도유지기간 및 비타민C 함량



그림 15. 산마늘 heat shock 온도별 처리별 51일 저장시 잎과 줄기 상태

저장 중 병해 및 생리장해 발생하는 것을 관찰할 수 있었는데, 곰취는 갈색반점 증상, 산마늘은 유통 시 비세척구에서 윤문증상과 줄기 끝 무름, 곰팡이 발생이 많았다. 앞으로 수출 등의 장기 저장을 위해서는 산채의 안정성을 위해서는 친환경적인 세척이 필수적이라고 생각되었다.



그림 16. 저장 중 병해 및 곤충사진

(시험 6) 곰취, 산마늘 마이크로버블 세척기술



그림 17. 마이크로 버블 세척 장치(한국식품연구원)

곰취 마이크로버블 세척결과 선도유지기간은 비세척 22일, 40℃ 마이크로버블 3분 처리시 40일로 저장기간 연장 효과가 좋았다(그림 18).

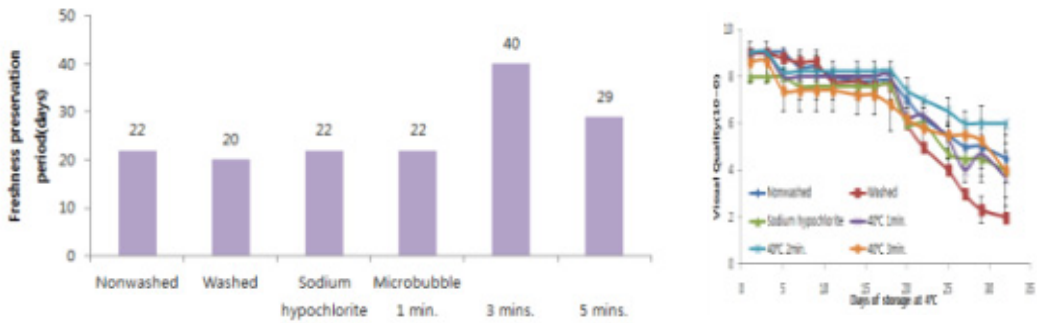


그림 18. 곰취 마이크로버블 세척 처리 저장시 선도유지기간

마이크로버블 처리구에서 갈색 반점 발생이 없었으나 저장 20일차 비세척과 와류식 세척에서 발생함 특히, 와류식 세척에서 크게 발생하였다.

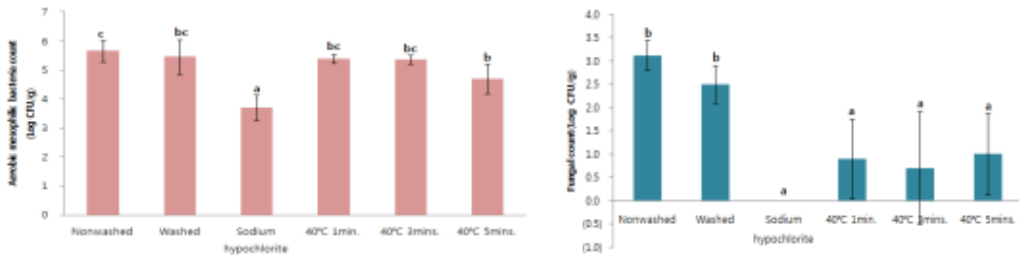


그림 19. 곰취 세척방법 및 마이크로버블처리 후 총균 및 진균수

차아염소산나트륨 처리 시 총균 수와 진균 함량이 가장 많이 감소하였으나(그림 19), 전자현미경으로 세포사진을 찍은 결과 세포에 물리적인 피해를 받은 것을 확인 할 수 있었으며, 마이크로버블 처리 시 세균이 파괴된 것으로 추측되는 사진도 볼 수 있었다(그림 22).



비세척 차아염소산처리 40℃마이크로버블 3분 처리

그림 20. 곰취 34일 저장구 34일 저장구



그림 21. 갈색점 발생

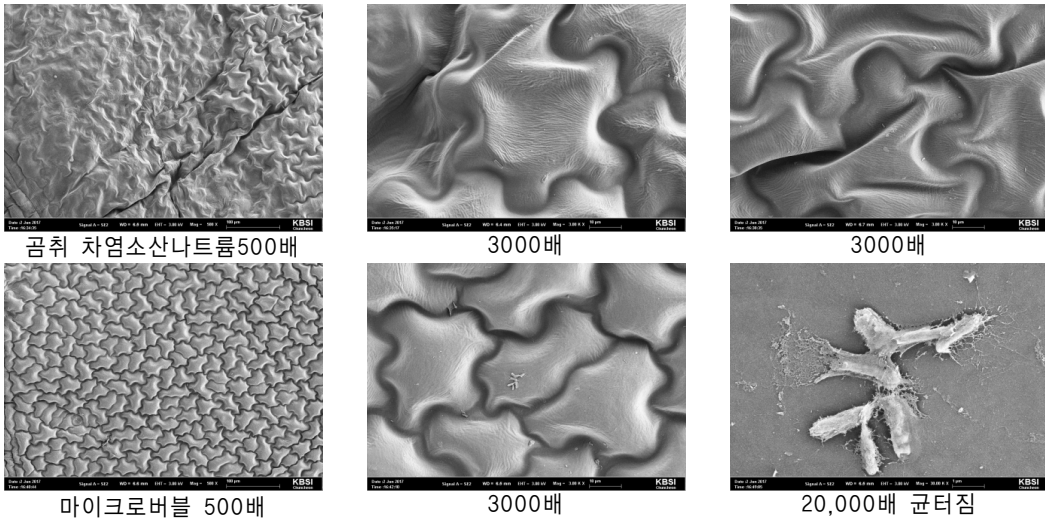


그림 22. 곰취 차염소산나트륨과 마이크로버블 세척 후 앞 표면 전자현미경 사진

산마늘 마이크로버블 세척결과 판매가능한 선도유지기간은 비세척 16일, 40도 마이크로버블 5분 처리 시 21일로 처리 시 저장기간 연장효과 있었다.

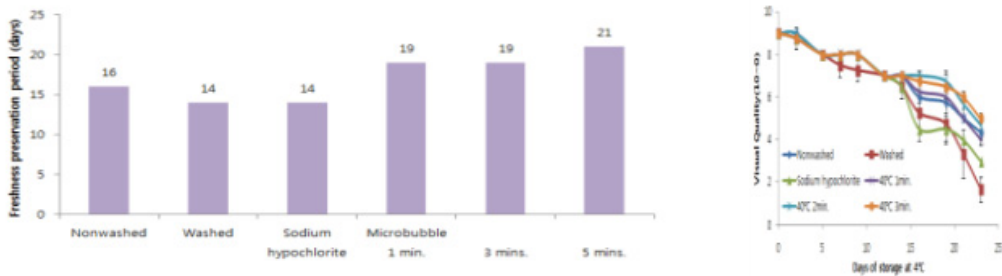


그림 23. 산마늘 마이크로버블 세척 처리 저장 선도유지기간

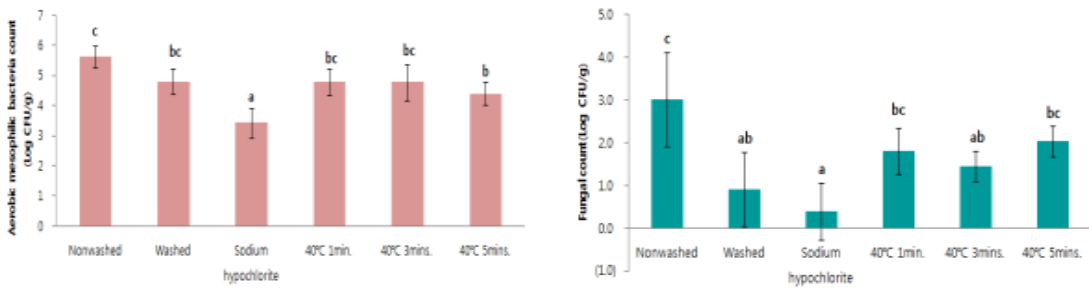


그림 24. 산마늘 세척방법 및 마이크로버블처리 후 총균 및 진균수

저장 후반기에 무름증상과 곰팡이 발생이 있었는데, 마이크로버블 처리한 경우에는 곰팡이 발생이 없었다. 또한, 엽록소 함량은 저장 후반으로 갈수록 감소했으나 40°C 마이크로버블 처리에서는 초기와 거의 같은 값을 유지하였으며, 차아염소산나트륨 처리시 진균 함량이 감소하였으나 전자현미경 확인 결과 세포피해 증상을 확인할수있었다.



비세척 와류세척 차염소산처리 1분 3분 5분
40°C마이크로버블

그림 25. 산마늘 23일 저장구

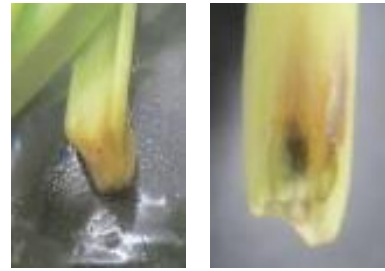
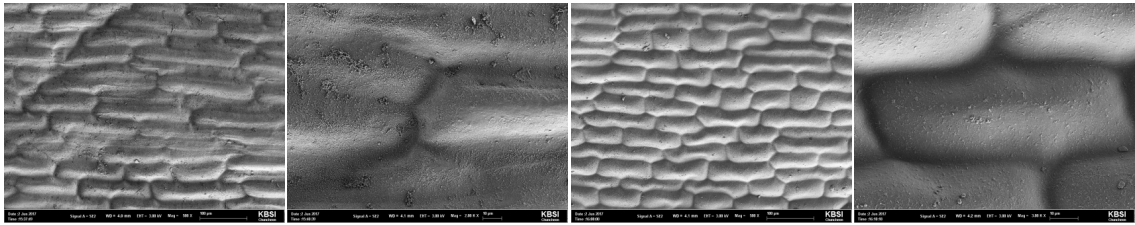


그림 26. 무름증상과 곰팡이 발생



차염소산나트륨 500배 3000배 마이크로버블 500배 3000배

그림 27. 산마늘 차염소산나트륨과 마이크로버블 세척 후 잎 표면 전자현미경 사진

(시험 7) 곰취, 산마늘 상품 유통시 온도환경 및 품질 모니터링

곰취 농가 수확 시간별 품온 변화를 모니터링하기 위하여 태백시 김옥영 농가에서 2017년 5월 11일 8시 첫 수확, 11시 마지막 수확을 한 곰취를 가지고 온도변화를 측정하였다. 농가는 비가림 하우스 재배하였으며, 8시 온도 16.8℃, 상대습도 92.7%, 11시 온도 38.4℃, 상대습도 47.4%로 온도차 21.6℃로 크게 나타났다. 수확 후 바로 저온저장고에서 예냉처리를 하고, 냉장운반차로 태백농협 공동선별장에 입고된 후 선별 및 포장하여 택배로 연구소에 도착하였으며, 단계별 온도는 표 1과 같았다. 이때, 첫 수확 시 판매가능한 선도유지기간은 10일, 마지막 수확한 경우는 13일로 11시 전까지 수확한 경우 적절한 예냉과 냉장유통 시스템으로 잘 관리되어서 좋은 선도유지기간을 확보할 수 있었던 것으로 생각되었다.

표 1. 곰취 농가 수확, 공동선별, 택배 단계별 온도변화

구분	날짜(월.일)	5.11		5.15	5.16				
첫수확	시간(시:분)	08:00	14:15	14:40	12:00				
	온도(℃)	16.8	10.2	4.5	19.8				
마지막수확	시간(시:분)	11:00							
	온도(℃)	38.4	23.9	4.8	18.6				
온도차	경로/상태	21.6	13.7	0.3	-1.2				
경로/상태		수확	저온 저장고	저장고에서 꺼냄	냉장차 운반	공동선별장 저장고	선별 및 포장	택배	연구소도착

산마늘 농가 수확 시간별 품온 변화는 태백시 손재호 농가에서 2017년 5월 11일 7시 첫수확, 11시 마지막 수확하였다. 농가의 재배방식은 노지재배로 오전 7시 온도 14.0℃, 11시 온도 37℃로 온도차는 23℃로 컸다. 첫 수확 시 판매가능한 선도유지기간이 24일, 마지막 수확이 22일로 첫 수확 시간에서 좀 더 긴 선도유지기간을 가지고 있었으나 큰 차이 없었다. 결과적으로 11시 이전에 수확하여 저장고에서 예냉을 하고 냉장운반차로 유통하면 5월 택배시에는 선도유지 기간에는 문제가 없는 것으로 판단되었다.

표 2. 산마늘 농가 수확, 공동선별, 택배 단계별 온도변화

구분	날짜 (월.일)	5.11		5.15		5.16		
첫수확	시간 (시:분)	07:00	15:00	15:20		12:00		
	온도 (℃)	14.0	14.3	4.6		18.3		
마지막수확	시간 (시:분)	11:00						
	온도 (℃)	37.0	20.4	4.7		18.2		
온도차	경로/상태	23.0	6.1	0.1		- 0.1		
경로/상태		수확	저온 저장고	저장고에서 꺼냄	냉장차 운반	공동선별장 저장고	선별 및 포장	택배 연구소도착

태백 곰취, 산마늘 공동선별 후 이마트 까지 유통단계별 온도변화는 선별장내 품온 27℃로 다소 높았으며, 냉장차, 물품센터, 이마트 춘천점까지 온도가 12.6~15℃를 유지하였다. 그러나, 이마트 판매대 온도는 20℃로 다소 높았다. 그 원인은 상품의 포장 크기가 커서 일반 냉장진열대에 진열 되지 못하고, 일반 상온 진열대에 진열되어 있어 상품의 저장성 크게 떨어지는 문제 발생하였다. 이를 해결하기 위해서는 냉장진열대에 진열이 되는 냉장진열용 40~100g 정도의 소포장이 필요한 것으로 판단되었다. 곰취와 산마늘의 경우 오랜 기간 저장고에서 저장 후 출하되는 경우에는 하루 만에 잎색이 황색으로 변하여 상품성이 바로 떨어지므로 태백농협 저장고 저장기간 한도를 정한 후 출하하는 것이 필요하다고 생각되었다.

표 3. 곰취, 산마늘 태백농협 선별장에서 대형마트 유통단계별 온도변화

날짜 (월.일)	5.11				5.12			5.13
시간 (시:분)	15:00	15:40	17:50	19:00	09:00	20:00	21:00	10:30
온도 (℃)	27.0	17.5	13.5	12.6	15.0	20.0	19.9	4.0
경로/상태	선별포장	냉장차	남원주 강일로지스	여주 물류센터	이마트	판매대 회수	4℃ 저장고입고	4℃저장고 온도평형



태백농협집하장



자동밀폐포장



이마트 납품용 포장



냉장운반차



이마트 여주물류센터



냉장차 도킹



집하장과 냉장차 도킹구



시험상자



도착지별 분류



춘천 농협 하나로 마트



이마트 판매대



홈플러스 판매대

그림 28. 태백농협 선별장에서 대형마트 유통단계

(시험 8) 곰취, 산마늘 포장 디자인 개발

강원도 내 시군별 유통상자 개발 현황을 파악하기 위하여 춘천 등 18개 시군 중 양양 등 12개 시군 산채관련 상자 및 포장시제품 관련 자료 수집하였다. 대부분의 경우 포장상자가 주로 개발되었으며, 스티커, 쇼핑백 등도 제작한 시군도 있었다. 상자규격은 500g, 1kg, 2kg, 4kg, 8kg로 다양하였다. 하지만, 지자체별로 다른 브랜드와 디자인 사용하고 있어 생소한 브랜드가 많았으며, 전체적으로 브랜드파워가 약한 한계를 보였다. 이를 보완하기 위하여 강원도 전체를 통합하는 강한 브랜드에 대한 요구가 컸으며, 강원도청에서 만든 강원 산나물 엄지척 로고를 이용하여 강력한 통합 브랜드에 맞는 포장 디자인을 개발하고자 하였다.



강릉 개두릅 상자



양구 곰취 상자



양양 산채 상자



인제 곰취 상자



홍천 산채 상자



영월 산채 상자

그림 1. 강원도 시군별 산채 유통 상자

곰취, 산마늘 소포장 디자인 시 농가보급용으로 100~150g 포장 가능한 소포장용 비닐봉지를 접착선을 넣어 자동 밀폐포장기계 없이도 사용가능하게 디자인 하였다. 또한, 강원도산나물 통합 브랜드 ‘엄지척’ 로고 사용하였다. 여기에 QR코드를 넣어 휴대폰으로 찍으면 강원도농업기술원 홈페이지로 연결하여 산나물 레시피 검색이 가능하게 하여 산나물에 익숙하지 않은 젊은층 소비를 유도하고자 하였다.



곰취 소포장 (엄지척)



산마늘 소포장 (엄지척)

그림 2. 곰취, 산마늘 소포장 (농가보급형)



그림 3. 곶취, 산마늘 소포장 QR 코드 사용

표 2. 산채 소포장 봉지 디자인 사이즈 및 시제품 가격

구 분	폭(mm)		높이 (mm)	최소주문단위 (개)	단가 (원)
	위	아래			
곶 취	270	140	300	20,000	65
산마늘	280	85	380	19,300	78

* 방담처리 폴리프로필렌(PP) 소재, 6도 인쇄

농가보급형과 동시에 대형마트 판매를 위하여 강원농협본부와 공동으로 맑은청 로고를 넣은 곶취, 산마늘, 어수리 소포장 디자인을 제작하여 이마트 판매용으로 시제품을 만들어 출시하였다. 이 시제품은 대형밴더 유통용으로 100~150g 포장 가능한 소포장용 비닐봉지로 농가용과 차별화를 위하여 강원농협본부 브랜드 ‘맑은청’ 로고 사용하였다.



곶취 소포장 (농협 맑은청 공동)



산마늘 소포장 (농협 맑은청 공동)



어수리 소포장 (농협 맑은청 공동)



강원산나물 소포장 출시 강원농협 강원본부(본부장 함정문)와 강원도농업기술원(원장 김태세)이 18일 충청 이마트에서 산나물을 120g으로 포장한 '강원산나물 소포장 상품'을 출시했다. 강원산나물은 곶취, 산마늘, 어수리 등을 국내 스키 브랜드에 맞춰 소포장으로 출시했다.

그림 4. 곶취, 산마늘, 어수리 소포장 (이마트 출하용)

또한, 제작 희망이 높았던 포장 시제품은 상자로 곱취, 산마늘 상자 디자인은 선물용(1kg)과 유통용(1, 2kg) 상자 디자인 하였다. 소비자 희망 구입 단위는 대부분 1 kg 미만을 선호하였으나 아직 농가에서는 2kg 이상의 상자에 대한 수요도 있는 것으로 판단되어 2kg 유통용 상자도 같이 디자인 하였다. 상자에도 강원도산나물 통합브랜드 엄지척 로고 사용하였으며, 디자인은 맑고 청정한 강원도 산채 이미지와 밝고 세련되게 디자인 하였다. 디자인안은 농협경제지주 강원지역본부, 태백농협, 인제농협, 도깨비산채(영월) 연계 하여, 유통업체, 생산농가, 소비자 패널의 기호도 조사(n=24) 로 현장요구를 반영하여 디자인을 최종 선정하였다.



그림 5. 산나물 상자(선물용, 유통용)와 쇼핑백

표 3. 산나물 상자 디자인별 사이즈 및 시제품 가격

구 분	가로 (cm)	세로 (cm)	높이 (cm)	두께 (cm)	무게 (g)	최소주문단위 (개)	단가 (원)	비고
선물용	39.5	22/16.5	21	0.2	414	5,000	920	1 kg
유통용	39.5	22	13	0.2	353	5,000	750	"

산나물 비닐 쇼핑백 디자인은 농가체험 및 간단한 판매 등 다용도 비닐쇼핑백에 대한 수요반영 하였다. 크기는 현장사정에 맞게 사용할 수 있도록 중, 대로 2가지 크기로 제작하였다.

표 4. 산나물 비닐 쇼핑백 사이즈 및 시제품 가격

구 분	가로 (cm)	세로 (cm)	폭 (cm)	최소주문단위 (개)	단가 (원)	비고
중	30	40	9	10,000	80	-
대	39	48	6.5	10,000	102	-

(시험 9) 곱취, 산마늘 포장 시제품 현장 실증

곱취, 산마늘 소포장 시제품은 소포장 봉지(농가보급형, 엄비척) 2종, 상자(유통용, 선물용) 2종, 쇼핑백(중, 대) 2종 총 6종 7만개를 『인제』 등 도내 9개 시군에 보급하여 실증하였다(표 1).

표 1. 곰취, 산마늘 포장 시제품 능가분양현황 (2018.5.4.)

(단위: 개)

시군명	성명 (법인명)	소포장 봉지		상 자		쇼핑백		소계
		곰취	산마늘	유통용	선물용	중	대	
양양	노명호	1,000	1,000	500	500	1,000	1,000	5,000
인제	심영준	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	6,000
영월	이미순	3,000	3,000	500	500	1,000	1,000	9,000
홍천	전학근	3,000	2,000	300	300	1,000	1,000	7,600
고성	홍성문		3,000	500	500	1,000	1,000	6,000
강릉	솔내마을	3,000	3,000	500	500	1,000	1,000	9,000
횡성	김학석, 윤혁재	4,800	3,000	1,000	1,000	1,500	1,500	12,800
동해	정연근	3,000		500	500	1,000	1,000	6,000
삼척	백용운	3,000	3,000	300	300	1,000	1,000	8,600
소계		21,800	19,000	5,100	5,100	9,500	9,500	70,000



동해 정연근 농가



횡성 김학석 농가



횡성 윤혁재 유통회사

그림 1. 곰취, 산마늘 포장 시제품 인수



곰취 유통상자 포장



영월 산마늘 소포장/선물상자



횡성 농촌체험 곰취 소포장



인제곰취(신북농협) 곰취, 산마늘(이마트)



태백 농협 곰취 소포장



홍천 산나물 포장 상자

그림 2. 곰취, 산마늘 포장 시제품 현지 적용

곰취, 산마늘 소포장 시제품 현장 사용한 후기를 농가별로 청취하여 피드백 한 결과 표2와 같이 다양하였다. 농가의 규모나 판매방식에 따라 선호하는 포장재가 달랐으며, 요구하는 것들도 다양하였다. 이 중에서 공통된 사항은 포장디자인이 고급스러워 브랜드 이미지 제고에 좋다는 평이 대세였다. 또한, 상자에 넣을 속지에 대한 수요가 있었으며, 상자에 표기한 1kg, 2kg 등 용량의 표시는 제거해달라는 것이 우세하였다. 이에 상자용 속지 추가 제작 및 상자에 용량 표기 생략하여 추가 제작 배포완료(4종 수정제작, 총 6종 104,300개)하였다. 결과적으로, 농가 시제품 현장 적용으로 유통상자 등 총 6종, 174,300개가 보급되었다.

표 2. 곰취, 산마늘 포장 시제품 현장 사용 후기

시군명	성명(법인명)	사용후기
양양	노명호	- 디자인은 고급스러워 가락시장에서 사용하기는 아깝다. - 개별소포장 좋고, 불편한 없었음, 쇼핑백은 두루 좋았음
인제	심영준	- 심플하고 좋음, 생체 판매에 좋음, 소포장 속지는 반응 좋았음
영월	이미순	- 소포장은 작업이 어려워 한계가 있음 - 선물상자반응 좋음, 쇼핑백은 선물상자 들어갈 큰 쇼핑백도 필요함 - 유통상자에 들어가는 속지도 함께 제작 희망
홍천	전학근	- 소포장지는 효용이 좋안 눈개승마도 제작 희망 - 소포장에 포장(200g 5개) 후 선물상자에 넣어 보내면 품질이 좋아 만족함. : 산마늘 17~20천원(소매), 1만원(도매), 곰취 12천원(소매), 10천원(도매)/kg - 1kg에서 더 큰용량이(4kg) 필요 - 1kg,선물용 상자는 목나물 포장용으로 사용해도 효과적 - 민박손님과 연계(2천명) 선물상자 포장이 잘 맞음 - 텀마케팅이 중요. 산마늘 판매 시 소포장 비닐봉지에 눈개승마 100g 넣어 보내니 재구매율 좋음. - 소포장 비닐봉지에 산나물로 표시하면 품목 제한 줄어 다용도 활용 가능
고성	홍성문	- 전체적으로 넘 좋았음 - 유통용 상자가 사용하기 좋음
강릉	솔내마을 농업회사법인	- 고급스러운 이미지와 디자인이 편리하고 좋았음 - 아쉬운 점은 어려가지 다용도로 사용가능하도록 통합 표시 필요 - 상자재질이 단단하여 수분을 먹었을 때 품질이 유지되어 좋았음 - 쇼핑백은 흔하고 평범함 - 소포장 봉지 반응 좋음(홈플러스 퀄리티). - 강릉 특산물인 갯방풍도 적용 희망함
횡성	김학석	- 단점은 선물용상자의 경우 대량출하 시 적재가 나빠 택배 시 피함. - 다른 것은 모두 좋았음 - 여행사, 학교 행사가 많고 가공 체험시 활용도 높음
	윤혁재	- 선물용박스는 단단하고 좋으나 1kg포장해서 판매할 경우 가격 부담걱정 - 속비닐을 사용해야 하는 번거로움 - 중량표시가 없으면 활용도 높아짐 - 출하용박스는 선물박스로 쓰려면 외포장 비닐이 필요하고, 숨구멍이라도 있으면 잡기가 용이 할 것 같음. - 비닐팩은 안에 내용물도 보이고 색도 좋고, 위쪽이 넓어 넣기가 용이하나70% 내용 물을 담으면 밖으로 나옴. 박스와 쓰기에는 사이즈가 작아 좀 더 크게 제작하면 사용하기가 좋을 것 같음 - 소포장지는 윗부분 접착제 부분이 접혀서 모양이 안이뽀고, 숨구멍이 없어 습기가 참. - 결과적으로 디자인재질은 좋으나 실질적으로 100% 자부담시 사용하기에는 부담스러움
동해	정연근	- 소포장 후 고급스러우나 매장진열 시 내용물이 잘 보이지 않아 불편함 - 선물용상자 및 유통용 상자는 만족도 높음(가격대비 고품질임)
삼척	백용운	- 소포장은 넣기가 어려움, 쇼핑백은 직거래 시 많이 사용 - 상자는 좀 더 컸으면 좋겠음 개인적으로 5kg가 가장 많이 사용됨

(시험 10) 곰취, 산마늘 수확 후 관리 매뉴얼 개발

곰취와, 산마늘의 앞선 시험 결과를 토대로 수확 후 관리 매뉴얼 단계별로 정리하여 제작하여 ‘태백’ 등 도내 18개 시군에 1,600부 보급하였다.



<제2세부과제: 곰취, 산마늘 경쟁력 확보를 위한 유통실태조사 및 규격화>

(시험 1) 수입 농산물 지역별 관세청 통관내역 및 해외 현지조사

(1) 주요 산채류 국가별 관세청 통관내역

2015년도 주요 산채류 수출입 실적을 살펴보면 취 냉동이 수출을 54.8톤, 208천불 하였는데 그 중 대부분이 미국으로 54.5톤, 207천불을 수출하였고, 취 건조는 전량 중국으로부터 16.6톤, 67천불 수입하였다. 고사리 건조는 2,314톤, 15,476천불 수입하였는데 그 중 중국이 2,299톤, 15,429천불로 대부분을 차지하였다.

표 1. 2015년도 주요 산채류 수출입 실적 단위: 천불(USD 1,000) / 톤(TON)

구 분	취 냉동	취 건조	고사리 냉동	고사리 일시적 처리('14)	고사리 건조	곤드레 냉동('16)
수출중량	54.8	1	8.9	0.0	13.8	1.7
최다국가	미국(54.5)	UAE(0.4)	미국(8.7)	-	중국(5.8)	미국(1.5)
수출금액(a)	208	26	43	0	214	7
최고국가	미국(207)	미국(8)	미국(42)	-	호주(89)	미국(6)
수입중량	0.0	16.6	53.8	17.0	2,314	0.0
최다국가	-	중국(16.6)	중국(53.8)	중국(17.0)	중국(2,299.0)	-
수입금액(b)	0	67	72	11	15,476	0
최고국가	-	중국(67)	중국(72)	중국(11)	중국(15,429)	-
무역수지(a-b)	208	△41	△29	△11	△15,262	7

* 취(참취, 개미취, 곰취, 미역취), 곤드레(고려엉겅퀴)

* 고사리 일시적 처리는 '14년도, 곤드레 냉동은 '16년도 자료임

2015년도 취(참취, 개미취, 곰취, 미역취) 냉동 수출은 전체 54.8톤, 208천불 하였는데 그 중 미국 54.5톤, 207천불, 호주 0.2톤, 1천불, 싱가포르 0.1톤을 수출하였고, 2016년도에는 미국으로만 전량 21톤, 62천불 수출하였다.

표 2. 취(참취, 개미취, 곰취, 미역취) 냉동 3개년 수출입 실적(품목코드: 0710808010)

단위: 천불(USD 1,000) / 톤(TON)

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
총계		102.3	3.6	357	13	344
소계(2014)		26.4	0	86	0	86
2014	영국	0.0	0.0	0	0	0
2014	호주	3.3	0.0	11	0	11
2014	일본	0.0	0.0	0	0	0
2014	미국	23.1	0.0	75	0	75
소계(2015)		54.8	0	208	0	208
2015	싱가포르	0.1	0.0	0	0	0
2015	호주	0.2	0.0	1	0	1
2015	미국	54.5	0.0	207	0	207
소계(2016)		21.0	0	62	0	49
2016	미국	21.0	3.6	62	13	49

2014년도 취 건조는 중국으로부터 13.7톤, 27천불 수입하였고, 2015년도는 중국으로부터 16.6톤, 67천불, 2016년도에도 중국으로부터만 19.1톤, 73천불 수입하여 매년 점진적으로 증가하고 있다.

표 3. 취(참취, 개미취, 곰취, 미역취) 건조 3개년 수출입 실적(품목코드: 071290209)

단위: 천불(USD 1,000) / 톤(TON)

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
총계		3.0	49.4	89	167	-78
소계(2014)		0.4	13.7	23	27	-4
2014	영국	0.0	0.0	1	0	1
2014	몽골	0.0	0.0	1	0	1
2014	캐나다	0.0	0.0	1	0	1
2014	중국	0.0	13.7	0	27	-27
2014	아랍에미리트연합	0.1	0.0	2	0	2
2014	뉴질랜드	0.0	0.0	1	0	1
2014	호주	0.0	0.0	0	0	0
2014	미국	0.3	0.0	16	0	16
2014	필리핀	0.0	0.0	1	0	1
소계(2015)		1	16.6	26	67	-41

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
2015	미국	0.2	0.0	8	0	8
2015	알제리	0.2	0.0	4	0	4
2015	체코공화국	0.0	0.0	1	0	1
2015	중국	0.0	16.6	0	67	-67
2015	캐나다	0.0	0.0	1	0	1
2015	호주	0.2	0.0	5	0	5
2015	아랍에미리트연합	0.4	0.0	7	0	7
소계(2016)		1.4	19.1	41	73	-32
2016	미국	1.0	0.0	29	0	29
2016	인도네시아	0.0	0.0	1	0	1
2016	호주	0.4	0.0	10	0	10
2016	싱가포르	0.0	0.0	1	0	1
2016	중국	0.0	19.1	0	73	-73

중국으로부터의 고사리 냉동 수입규모는 2011년 53.9톤 60천불, 2012년 107.6톤 120천불, 2013년 43.4톤, 49천불, 2014년 58.9톤 69천불, 2015년 53.8톤 72천불, 2016년 72.8톤, 93천불로 2012년에 107.6톤 120천불로 전년에 비하여 2배 정도로 급격히 늘어났으나 후년에 절반 이하로 감소하였다가 이후 계속해서 증가하고 있다.

표 4. 고사리 냉동 6개년 수출입 실적(품목코드: 0710805000) 단위: 천불(USD 1,000) / 톤(TON)

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
총계		14.3	390.3	87	462	-375
소계(2011)		1.2	53.9	9	60	-51
2011	알제리	1.2	0.0	9	0	9
2011	중국	0.0	53.9	0	60	-60
소계(2012)		2	107.6	18	120	-102
2012	중국	0.0	107.6	0	120	-120
2012	알제리	2.0	0.0	18	0	18
소계(2013)		0.0	43.3	0	49	-49

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
2013	중국	0.0	43.3	0	49	-49
소계(2014)		1.1	58.9	11	69	-58
2014	중국	0.0	58.9	0	69	-69
2014	이라크	0.2	0.0	0	0	0
2014	영국	0.0	0.0	1	0	1
2014	미국	0.5	0.0	9	0	9
2014	알제리	0.1	0.0	0	0	0
2014	독일	0.3	0.0	1	0	1
소계(2015)		8.9	53.8	43	72	-29
2015	이라크	0.2	0.0	1	0	1
2015	미국	8.7	0.0	42	0	42
2015	중국	0.0	53.8	0	72	-72
소계(2016)		1.1	72.8	7	93	-86
2016	독일	1.0	0.0	4	0	4
2016	호주	0.1	0.0	3	0	3
2016	중국	0.0	72.8	0	93	-93

고사리 일시적 처리 수입규모는 2014년도에 전량 중국으로부터 17톤, 11천불 수입하였다.

표 5. 고사리 일시적 처리 3개년 수출입 실적(품목코드: 0711905010)

단위: 천불(USD 1,000) / 톤(TON)

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
총계		0.0	26.2	0	17	-17
소계(2011)		0.0	9.2	0	6	-6
2011	미국	0.0	0.0	0	0	0
2011	중국	0.0	9.2	0	6	-6
소계(2013)		0.0	0.0	0	0	0
2013	미국	0.0	0.0	0	0	0
소계(2014)		0.0	17.0	0	11	-11
2014	중국	0.0	17.0	0	11	-11

2016년도에 고사리 건조는 1,605톤, 10,410천불 수입하였는데, 그 중 중국이 1,598톤, 10,400천불로 대부분을 차지하였다.

표 6. 2016년도 고사리 건조 수출입 실적(품목코드: 0712902010)

단위: 천불(USD 1,000) / 톤(TON)

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
계		9.4	1604.7	124	10,410	-10,286
2016	대만	0.1	0.0	2	0	2
2016	알제리	0.0	0.0	1	0	1
2016	북마리아나군도	0.3	0.0	4	0	4
2016	뉴질랜드	0.0	0.0	1	0	1
2016	필리핀	0.0	0.0	1	0	1
2016	사우디아라비아	0.2	0.0	3	0	3
2016	영국	0.0	0.0	3	0	3
2016	인도네시아	0.0	0.0	1	0	1
2016	이라크	0.2	0.0	0	0	0
2016	쿠웨이트	0.0	0.0	1	0	1
2016	마다카스카르	0.0	6.2	0	6	-6
2016	미얀마	0.0	0.1	0	0	0
2016	호주	1.4	0.0	38	0	38
2016	캐나다	0.3	0.0	6	0	6
2016	중국	6.4	1,598.3	38	10,400	-10,361
2016	독일	0.2	0.0	3	0	3
2016	미국	0.3	0.1	22	4	18

2016년도 고려영경귀(곤드레) 냉동 수출실적은 1.7톤, 6천불인데, 미국에 1.5톤, 6천불, 북마리아나군도에 0.2톤, 1천불을 수출하였다.

표 7. 2016년도 고려영경귀(곤드레) 냉동 수출입 실적(품목코드: 0710808020)

단위: 천불(USD 1,000) / 톤(TON)

기간	국가명	수출중량	수입중량	수출금액	수입금액	무역수지
총계		1.7	0.0	6	0	6
소계		0	0	0	0	0
2016	북마리아나군도	0.2	0.0	1	0	1
2016	미국	1.5	0.0	6	0	6

(2) 북유럽 식품 소비행태, 식문화 조사 분석 및 업체류 실태 조사

(가) 농식품 수입현황

북유럽은 산림 및 어업산업 위주 국가로 농업 비중이 낮아 신선 및 가공 농식품은 수입에 주로 의존하며 지속적으로 증가하고 있다. 주요 품목으로는 채소, 과일, 육류(닭고기), 음료 등이 전체 수입의 50%를 차지하고 있으며, 수입경로는 노르웨이의 경우 스웨덴을 통한 EU국, 스웨덴은 주변 EU국과 교역을 통하여 수입하고 있다. 수출상품의 경우 주로 독일 및 네덜란드를 통하여 EU국가로 진입하고 있으며 최근 들어 온라인 마켓의 활용도 증가추세에 있다.

(나) 식문화 및 식품 소비행태

식생활이 검소하고 단순한 조리방법으로 외국 웰빙 식문화 확산에 유리하며, 기후조건 및 경지면적 부족으로 빵, 감자, 육류·유제품, 어류 위주의 식생활을 영위하고 있다. 전 국토 대비 경지면적 비율은 노르웨이 3%(초지 65%, 곡류 30% 이용), 스웨덴은 6.5%에 불과하며, 과거 인도 식문화가 크게 유행한 적이 있으며 현재는 일본의 스시 식문화에 대한 선호도가 증가하고 있는 추세이다. 현지인은 건강한 식품 소비를 중요시하고 있으며, 아시아 식품을 웰빙식으로 인식하고 있다. 한식당 고객은 90% 이상이 현지인으로 한식문화의 확산 가능성 높으며 한류문화 열풍 등으로 고추장을 활용한 한식에 대한 선호도가 매우 좋은 반면, 홍보 부족으로 인하여 한식의 먹는 법 및 조리법 등을 생소하게 인식하고 있어 아직은 대중성이 부족하고 일반에게 널리 알려져 있지 않다.

(다) 농식품 유통 및 시장

농식품의 품질 및 안전성에 대한 인식이 높고 이러한 제품들에 대한 소비성향이 강하다. 유기농, 글루텐 프리, 품질인증 가공 농식품이 많으며, 신선농산물은 로컬푸드와 자국산 농산물의 소비성향이 강한데 자국산 농산물 제품에 자국산 국기를 표시하고 있다.

한국식품은 스웨덴 현지 식품매장 내에 진입하여 유통되고 있으나 아직 노르웨이에서는 본격적으로 유통되지 않고 있다. 식품 안전규정 및 장거리 유통에 따른 품질경쟁력 확보가 중요한데 EU 내 통관절차의 까다로움과 유통기간 등에 따른 부담과 애로사항을 해소하는 방안이 필요하다. 신선제품의 경우 주로 독일 및 네덜란드를 통하여 중개무역(EU 규정 및 개별 국가 규정 모두 충족)의 형태로 이루어지고 있다. 여성의 사회 활동률이 높아 냉동 및 간편 조리 식품의 수요가 증가하고 있고, 신선식품 등은 주로 EU 내에서 수입되며 자국산 위주의 소비로 수출상품의 경쟁력 확보에 어려움이 있다. 한류(드라마, k-pop 등)와 결합한 한국문화의 확산이 필요하며 국가적 차원의 홍보 지원이 있어야 한다. 일본의 경우 일본을 인식시키고 일본 식문화 확산을 위해 20여 년 동안 TV 등을 통해 지속적인 문화 소개(다큐멘터리 등)를 하여 스시문화를 확산시켰다. 한국식품의 수입을 희망하고 있으나 현지의 시장규모가 작아서 망설이고 있는 실정이다. 태국정부는 태국식품의 시식행사 등 개최에 따른 비용을 지원하고 있어 식문화 확산에 기여하고 있는데, 우리나라도 현지 대사관 등을 통하여 한식문화 및 농식품에 대한 소비자의 인식을 확산시키는 노력이 필요하다.

(라) 틈새시장 및 업체류 실태 조사

쌀 소비 촉진 및 수출확대를 위해 한국식 쌀라면에 대한 현지의 수요를 개발할 필요가 있다. 아시아 식품 중 라면의 판매율이 높으며 특히, 한국제품의 선호도가 높는데 신라면의 경우 수요가 공급을 상회하고 있다.

최근의 식품 소비 트렌드는 육류 소비를 줄이고 채소류 소비가 증가하고 있는데, 육류의 경우 쇠고기 소비가 줄고 있는 반면 닭고기 소비가 늘어나고 있고, 신선채소의 소비가 증가하고 있다.

현지 농식품 수입업체 및 한식당에서 추천하는 수출유망 품목으로는 신선식품의 경우 업체(산채)류, 참외, 배, 무, 고추, 파 등의 신선농산물과 굴, 조개 등의 해산물이 있고, 가공식품으로는 삼계탕, 양념·소스류, 고춧가루 등이 있고 해산물로는 젓갈류가 있는데 다만 냄새를 제거할 필요가 있다.

식문화 및 소비 트렌드 조사를 통한 수출유망 품목으로는 신선식품의 경우 배, 복숭아, 신선채소류 등이 있고, 가공식품으로는 산채건조물, 산채건조비빔밥, 냉동과일, 냉동삼계탕, 절임류(매실장아찌 등), 수정과 음료 등이 있다. 육류소비 중에서도 특히 닭고기 소비가 증가하고 있으므로 한류 및 음식 문화소개로 레토르트 삼계탕, 현지인 입맛에 맞춘 닭갈비 소스 제품 개발 등으로 가공식품 수출을 추진할 수 있다. 채소와 과일의 1인당 소비가 최근 증가추세이고 과일이 최상위 수입 품목이므로 한국 농산물의 시험수출을 추진해 볼 필요성이 있다.

(시험 2) 곰취, 산마늘 재배농가 경영실태 및 소득조사 분석

(1) 곰취 재배농가 경영실태 및 소득조사 분석

2017년도 곰취의 강원도 재배농가수와 재배면적은 871호 200.9ha 이고, 노지 381호 140.3ha, 비가림 380호 49.7ha, 시설 110호 10.9ha로 나타났다.

표 8. 곰취 2017년 강원도 재배면적 (단위: 호, ha)

작목명	계		노 지		비 가 림		시 설	
	농가수	면적	농가수	면적	농가수	면적	농가수	면적
곰 취	871	200.9	381	140.3	380	49.7	110	10.9

강원도의 곰취 재배 작형은 보통 10월~11월에 정식하고, 정식 후 1~3년차 사이에 수확 및 판매를 한다.

표 9. 곰취 강원도 재배작형

작목명	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
	곰취	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
										○ ○ ○ ○ ○ ○		
					■ ■ ■ ■ ■ ■							

주) ○: 정식(종묘), ■: 수확 및 판매(정식 후 1~3년차)

곰취의 수익성은 10a당 수량이 1,100kg, 단가가 kg당 9,300원으로 총수입이 10,230,000원이었으며, 경영비가 4,077,680원으로 소득은 6,152,320원, 소득율은 60.1%로 분석되었다.

표 10. 곰취 수익성 (기준: 년/10a)

구 분		금액(원)	비고
총수입	수 량(kg)	1,100	
	단 가(원)	9,300	
	금 액(원)	10,230,000	
경 영 비		4,077,680	
소 득		6,152,320	소득율: 60.1%

곰취의 경영비를 살펴보면 종묘비가 1,273,364원으로 전체의 31.2%를 차지하여 가장 높았고, 고용노력비 25.1%, 시설감가상각비 13%, 제재료비 12.5%의 순이었다.

표 11. 곰취 경영비 (기준: 년/10a)

구 분	금 액(원)	구 성비(%)	비 고
종 묘 비	1,273,364	31.2	
무 기 질 비 료 비	25,314	0.6	
유 기 질 비 료 비	261,115	6.4	
농 약 비	128,517	3.2	
광 열 동 력 비	24,248	0.6	
제 재 료 비	511,474	12.5	
소 농 구 비	15,764	0.4	
대농구감가상각비	148,578	3.6	
시설감가상각비	531,812	13.0	
수 선 비	43,580	1.1	
기 타 요 금	40,243	1.0	
임 차 료	42,654	1.1	
위 탁 영 농 비	9,273	0.2	
고 용 노 력 비	1,021,744	25.1	123시간
계	4,077,680	100	

(2) 산마늘 재배농가 경영실태 및 소득조사 분석

2017년도 산마늘 강원도 재배농가수와 재배면적은 574호 172.3ha이고, 노지 487호 153.8ha, 비가림 60호 11.4ha, 시설 27호 7.1ha로 나타났다.

표 12. 산마늘 2017년 강원도 재배면적 (단위: 호, ha)

작목명	계		노 지		비 가 림		시 설	
	농가수	면적	농가수	면적	농가수	면적	농가수	면적
산마늘	574	172.3	487	153.8	60	11.4	27	7.1

강원도의 산마늘 노지 재배작형은 보통 9월~10월에 정식하고, 정식 후 1~8년차 사이에 수확 및 판매를 한다.

표 13. 산마늘 강원도 재배작형

작목명	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
(재배형태)	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
산마늘 (노지재배)				■	■	■	■	■	○	○	○	○

주) ○: 종구정식, ■: 수확 및 판매(정식 후 1~8년차)

산마늘의 수익성은 10a당 수량이 550kg, 단가가 kg당 16,333원으로 총수입이 8,983,150원이었으며, 경영비가 3,505,130원으로 소득은 5,478,020원, 소득율은 61.0%로 분석되었다.

표 14. 산마늘 수익성 (기준: 년/10a)

구분	금액(원)	비고
총수입	수량(kg)	550
	단가(원)	16,333
	금액(원)	8,983,150
경영비	3,505,130	
소득	5,478,020	소득율: 61.0%

산마늘의 경영비를 살펴보면 고용노력비가 1,262,356원으로 전체의 36.0%를 차지하여 가장 높았고, 종묘비 28.6%, 제재료비 11.1%, 유기질비료비 9.5%의 순이었다.

표 15. 산마늘 경영비 (기준: 년/10a)

구분	금액(원)	구성비(%)	비고
종묘비	1,002,585	28.6	
무기질비료비	5,392	0.2	
유기질비료비	332,262	9.5	
농약비	5,333	0.2	
광열동력비	9,210	0.3	
제재료비	389,248	11.1	
소농구비	23,444	0.7	
대농구감가상각비	165,420	4.7	
시설감가상각비	71,909	2.0	
수선비	47,471	1.3	
기타요금	107,281	3.1	
임차료	31,533	0.9	
위탁영농비	51,686	1.5	
고용노력비	1,262,356	36.0	144시간
계	3,505,130	100	

(시험 3) 곰취, 산마늘 재배농가 출하실태 및 유통경로 분석

(1) 곰취 재배농가 출하실태 및 유통경로 분석

곰취의 평년 가격변화는 3월 상순에서 4월 상순까지가 kg당 10,000원 정도로 매우 높았으며 4월 중순에 8천 원대에서 계속 하락하여 6월 하순에는 5천 원대까지 하락하였다.

표 16. 곰취 가격 동향 (단위: 원/kg, %)

시기별	3월			4월			5월			6월		
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
'16년(a)	6,317	6,705	7,911	6,377	5,174	5,035	4,748	4,477	4,177	3,755	-	-
'15년	6,671	7,263	8,180	7,377	7,315	6,505	6,025	6,006	5,692	4,675	4,003	3,996
평년(b)	9,897	10,062	9,982	10,531	8,496	7,398	7,354	6,928	7,099	6,460	6,011	5,989
대비(a/b)	64	67	79	61	61	68	65	65	59	58	-	-

곰취 출하시기별 비율은 3월이 4%로 작았으며 4월 하순에서 5월 중순까지가 67%로 전체의 2/3를 차지하여 성출하기임을 알 수 있다.

표 17. 곰취 출하시기별 비율

시기별	3월			4월			5월			6월		
	상	중	하	상	중	하	상	중	하	상	중	하
비율(%)	1	1	2	3	7	22	25	20	9	6	3	1

곰취 출하처별 kg당 수취가격은 식당납품이 12,000원, 소비자직거래 11,267원, 우체국쇼핑 10,000원, 농협·원협 등이 9,450원, 지자체판매관 9,333원, 중도매인 8,450원, 산지수집산 7,450원의 순으로 높았고, 가락시장이 6,750원으로 가장 낮았다.

표 18. 곰취 출하처별 수취가격 (단위: 원/kg)

구분	산지 수집산	우체국 쇼핑	농협· 원협 등	기업형 슈퍼마켓	가락 시장	식당 납품	소비자 직거래	지자체 판매관	중도 매인	평균 가격
평균	7,450	10,000	9,450	9,000	6,750	12,000	11,267	9,333	8,450	9,300

곰취 출하 포장규격은 1kg가 63%, 2kg 24%, 4kg 12%, 500g 1%의 순이었다.

표 19. 곰취 출하 포장규격 실태 (단위: %)

규격	500g	1kg	2kg	4kg	포장안함	합계
비율	1	63	24	12	0	100

(2) 산마늘 재배농가 출하실태 및 유통경로 분석

산마늘의 출하시기별 비율은 3월이 4%로 작았으며, 4월이 88%로 대부분을 차지하였고 5월 상순이 8%였다.

표 20. 산마늘 출하시기별 비율

시기별	3월			4월			5월		
	상	중	하	상	중	하	상	중	하
비율(%)	1	-	3	18	35	35	8	-	-

산마늘 출하처별 kg당 수취가격은 식당납품과 소비자직거래가 20,000원, 우체국쇼핑, 농협·원협 등과 지자체판매관이 17,000원, 기업형 슈퍼마켓과 중도매인 15,000원, 가락시장 14,000원의 순으로 높았고, 산지수집상이 12,000원으로 가장 낮았다.

표 21. 산마늘 출하처별 수취가격 (단위: 원/kg)

구분	산지 수집상	우체국 쇼핑	농협, 원협 등	기업형 슈퍼마켓	가락 시장	식당 납품	소비자 직거래	지자체 판매관	중도 매인	평균 가격
평균	12,000	17,000	17,000	15,000	14,000	20,000	20,000	17,000	15,000	16,333

산마늘 출하 포장규격은 4kg 32%, 2kg 28%, 1kg 12%, 5kg 10%, 10kg 4%의 순이었다.

표 22. 산마늘 출하 포장규격 실태 (단위: %)

규격	1kg	2kg	4kg	5kg	10kg	포장안함	합계(%)
비율	12	28	32	10	4	14	100

산마늘의 수확방법으로는 앞만 수확이 90%, 줄기째 수확이 10%인 것으로 조사되었다.

표 23. 산마늘 수확방법 (단위: %)

방법	앞만 수확	줄기째 수확	합계
비율	90	10	100

산마늘의 엽장규격은 16~20cm 52%, 21~25cm 46%, 15cm 이하 2%의 순이었다.

표 24. 산마늘 엽장규격 (단위: %)

규격	15cm 이하	16~20cm	21~25cm	26cm 이상	합계
비율	2	52	46	0	100

(시험 4) 전통시장 및 도매시장 판매현황 및 유통실태 조사

전통시장 및 도매시장 판매현황 및 유통실태를 조사하기 위하여 서울경동시장의 A, B업체, 춘천시 농수산물도매시장에 있는 C, D업체 및 농협강원지역본부 연합 사업단으로 나누어서 판매현황 및 유통실태를 조사하였다.

(1) 곶취

서울경동시장 A, B업체와 춘천도매시장 D업체의 판매점포수는 각 1개였고, 춘천도매시장 C업체의 판매점포수는 3개였다. '16년 농산물 매출액은 서울경동시장 A업체 3,500백만원, 서울경동시장 B업체 1,000백만원, 춘천도매시장 C업체 2,900백만원, 춘천도매시장 D업체 400백만원, 농협강원지역본부 연합사업단이 151,500백만원인 것으로 조사되었다.

표 25. 전통시장 및 도매시장 유통업체 기본현황 (단위: 개, 백만원)

구 분	판매점포수	'16년 총 매출액	'16년 농산물 매출액
서울경동시장 A업체	1	3,500	3,500
서울경동시장 B업체	1	1,000	1,000
평균	1	2,250	2,250
춘천도매시장 C업체	3	2,900	2,900
춘천도매시장 D업체	1	600	400
평균	2	1,750	1,650
농협강원지역본부 연합사업단	-	151,500	151,500

2017년 곶취 판매액은 서울경동시장 업체 평균이 115,000천원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 1,500천원이고, 농협강원지역본부 연합사업단이 348,000천원으로 유통의 큰 부분을 차지하고 있다. 평균 구입단가는 서울경동시장 업체 평균이 10,463원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 9,500원이고, 농협강원지역본부 연합사업단은 9,000원이었다.

표 26. 2017년 곶취 판매액 및 평균 구입단가 (단위: 천원, 원/kg)

구 분	'17년 곶취 판매액(천원)			'17년 평균 구입단가 (원/kg)
	쌈채	절임	합계	
서울경동시장 A업체	150,000	-	150,000	10,575
서울경동시장 B업체	80,000	-	80,000	10,350
평균	115,000	-	115,000	10,463
춘천도매시장 C업체	2,000	-	2,000	9,000
춘천도매시장 D업체	1,000	-	1,000	10,000
평균	1,500	-	1,500	9,500
농협강원지역본부 연합사업단	348,000	-	348,000	9,000

시기별 판매단가는 4월 상순이 가장 높았고 4월 중순에도 12,000원대의 높은 가격을 유지하였으며, 5월 이후에는 10,000원에서 11,000원대 사이의 가격을 형성하였다. 평균 판매단가는 서울경동시장 업체 평균이 11,750원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 11,390원천이고, 농협강원지역본부 연합 사업단은 11,660원으로 거의 비슷하였다.

표 27. 시기별 판매단가 (단위: 원/kg)

구 분	4월			5월			평 균
	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
서울경동시장 A업체	14,000	13,500	13,000	12,000	11,000	10,000	12,250
서울경동시장 B업체	12,500	12,000	11,500	11,000	10,500	10,000	11,250
평균	13,250	12,750	12,250	11,500	10,750	10,000	11,750
춘천도매시장 C업체	-	-	10,000	10,000	-	-	10,000
춘천도매시장 D업체	12,000	12,000	11,500	11,500	11,500	-	11,700
평균	12,000	12,000	10,750	10,750	11,500	-	11,390
농협강원지역본부 연합사업단	14,000	12,800	10,500	10,500	10,500	-	11,660

구매처별 구매비율을 보면 서울경동시장 업체는 생산농가, 산지유통인, 지역농협에서, 춘천시농수산물도매시장 업체는 생산농가의 출하물량과 서울시농수산물식품공사 가락, 강서시장에서 구매하고 있으며, 농협강원지역본부 연합사업단은 APC에서 전량 구매하고 있다.

표 28. 구매처별 구매비율 (단위: %)

구 분	생산 농가	산지 유통인	지역 농협	영농조합 법인	벤더 업체	APC	가락, 강서시장	계
서울경동시장 A업체	60	40	-	-	-	-	-	100
서울경동시장 B업체	50	-	50	-	-	-	-	100
춘천도매시장 C업체	100	-	-	-	-	-	-	100
춘천도매시장 D업체	-	-	-	-	-	-	100	100
농협강원지역본부 연합사업단	-	-	-	-	-	100	-	100

판매처별 판매비율을 보면 서울경동시장 업체는 시장내외 도소매점, 춘천시농수산물도매시장 업체는 지역 내 식당과 소형 수퍼에 판매하고 있고, 농협강원지역본부 연합 사업단은 롯데마트, 이마트, 홈플러스 등 대형마트에 대부분 납품하고 G마켓, 농협a마켓, 이마트몰 등 온라인 쇼핑몰에 일부 판매하고 있다.

표 29. 판매처별 판매비율 (단위: %)

구 분	도소매점	식당	소형수퍼	대형마트	온라인	계
서울경동시장 A업체	100	-	-	-	-	100
서울경동시장 B업체	100	-	-	-	-	100
춘천도매시장 C업체	-	50	50	-	-	100
춘천도매시장 D업체	-	20	80	-	-	100
농협강원지역본부 연합사업단	-	-	-	95	5	100

판매상품 업장규격은 서울경동시장 업체는 6~10cm 20%, 11~15cm 60%, 15cm 초과 20%, 춘천시 농수산물도매시장 업체에서는 규격 기준이 따로 없었고, 농협강원지역본부 연합사업단은 11cm 이상~15cm 미만이 95%였고 15cm 이상이 5%였다.

표 30. 판매상품 업장 규격 (단위: %)

구 분	6cm 미만	6~10	11~15	15 초과	기준 없음	계
서울경동시장 A업체	-	-	60	40	-	100
서울경동시장 B업체	-	40	60	-	-	100
춘천도매시장 C업체	-	-	-	-	100	100
춘천도매시장 D업체	-	-	-	-	100	100
농협강원지역본부 연합사업단	-	-	95	5	-	100

인증제품 판매비율은 서울경동시장 업체는 무인증 제품을 판매하였고, 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 GAP 인증과 무인증제품을 판매하고 있었으며, 농협강원지역본부 연합 사업단은 무인증 제품이 98%였고 무농약 인증제품이 2%였다.

표 31. 인증제품 판매비율 (단위: %)

구 분	무농약	유기	GAP	무인증	계
서울경동시장 A업체	-	-	-	100	100
서울경동시장 B업체	-	-	-	100	100
춘천도매시장 C업체	-	-	-	100	100
춘천도매시장 D업체	-	-	100	-	100
농협강원지역본부 연합사업단	2	-	-	98	100

포장재질별 판매비율은 서울경동시장 업체와 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 전부 종이박스로 제품을 판매하였고, 농협강원지역본부 연합 사업단에서는 종이박스가 95%, 비닐 포장재가 2%였다.

표 32. 포장재질별 판매비율 (단위: %)

구 분	종이박스	비닐	스티로폼	플라스틱	포장안함	계
서울경동시장 A업체	100	-	-	-	-	100
서울경동시장 B업체	100	-	-	-	-	100
춘천도매시장 C업체	100	-	-	-	-	100
춘천도매시장 D업체	100	-	-	-	-	100
농협강원지역본부 연합사업단	95	5	-	-	-	100

포장중량별 판매비율은 서울경동시장 업체는 1kg 10%, 2kg를 90%로, 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 전부 1kg 단위로 제품을 판매하고, 농협강원지역본부 연합 사업단에서는 200g 50%, 300g 45% 소분 포장하여 판매하고 1kg 단위는 5%에 불과하였다.

표 33. 포장중량별 판매비율 (단위: %)

구 분	200g	300g	1kg	2kg	4kg	계
서울경동시장 A업체	-	-	20	80	-	100
서울경동시장 B업체	-	-	-	100	-	100
춘천도매시장 C업체	-	-	100	-	-	100
춘천도매시장 D업체	-	-	100	-	-	100
농협강원지역본부 연합사업단	50	45	5	-	-	100

서울경동시장 업체와 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 생산자 브랜드 그대로 판매하고 있었고, 농협 강원지역본부 연합 사업단에서는 맑은칭이라는 자체 브랜드를 도입하여 판매하고 있었는데 소비자 인지도 제고를 통한 직거래 사업 확대를 위해 자체 브랜드 규모를 지속적으로 확대할 계획이다.

표 34. 브랜드 판매비율 및 계획 (단위: %)

구 분	브랜드 판매비율		자체 브랜드명	자체 브랜드 계획		
	생산자	자체		확대	축소	유지
서울경동시장 A업체	100					
서울경동시장 B업체	100					
춘천도매시장 C업체	100					
춘천도매시장 D업체	100					
농협강원지역본부 연합사업단		100	맑은칭	√		

(2) 산마늘

2017년 산마늘 판매액은 서울경동시장 업체 평균이 85,000천원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 550천원이고, 농협강원지역본부 연합 사업단이 453,000천원으로 유통의 큰 부분을 차지하고 있다. 평균 구입단가는 서울경동시장 업체 평균이 11,670원, 춘천시농수산물도매시장 업체평균이 13,000원이고, 농협강원지역본부 연합사업단은 15,000원이었다.

표 35. 2017년 산마늘 판매액 및 평균 구입단가 (단위: 천원, 원/kg)

구 분	'17년 산마늘 판매액(천원)			'17년 평균 구입단가 (원/kg)
	쌈채	절임	합계	
서울경동시장 A업체	80,000	-	80,000	12,690
서울경동시장 B업체	90,000	-	90,000	10,650
평균	85,000	-	85,000	11,670
춘천도매시장 C업체	500	-	500	18,000
춘천도매시장 D업체	600	-	600	8,000
평균	550	-	550	13,000
농협강원지역본부 연합사업단	411,000	42,000	453,000	15,000

시기별 판매단가는 4월 상순이 가장 높았고 서울경동시장에서는 4월 중순 14,000원대의 높은 가격을 유지하였으며, 5월 이후에는 10,000원에서 11,000원대 사이의 가격을 형성하였다. 평균 판매단가는 서울경동시장 업체 평균이 12,542원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 15,000원 이고, 농협강원지역본부 연합 사업단은 22,720원 순으로 조사되었다.

표 36. 시기별 판매단가 (단위: 원/kg)

구 분	4월			5월			평 균
	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
서울경동시장 A업체	19,000	15,000	14,000	12,000	11,000	10,000	13,500
서울경동시장 B업체	14,000	13,000	12,500	10,000	10,000	10,000	11,583
평균	16,500	14,000	13,250	11,000	10,500	10,000	12,542
춘천도매시장 C업체	-	-	20,000	20,000	-	-	20,000
춘천도매시장 D업체	-	-	10,000	10,000	-	-	10,000
평균	-	-	15,000	15,000	-	-	15,000
농협강원연합사업단	28,000	23,200	20,800	20,800	20,800	22,720	22,720

구매처별 구매비율을 보면 서울경동시장 업체는 생산농가, 산지유통인, 지역농협에서, 춘천시 농수산물도매시장 업체는 생산농가의 출하물량과 서울시농수산물식품공사 가락, 강서시장에서 구매하고 있으며, 농협강원지역본부 연합사업단은 APC에서 전량 구매하고 있다.

표 37. 구매처별 구매비율 (단위: %)

구 분	생산 농가	산지 유통인	지역 농협	영농조합 법인	벤더 업체	APC	가락, 강서시장	계
서울경동시장 A업체	60	40	-	-	-	-	-	100
서울경동시장 B업체	50	-	50	-	-	-	-	100
춘천도매시장 C업체	100	-	-	-	-	-	-	100
춘천도매시장 D업체	-	-	-	-	-	-	100	100
농협강원지역본부 연합사업단	-	-	-	-	-	100	-	100

판매처별 판매비율을 보면 서울경동시장 업체는 시장내외 도소매점, 춘천시농수산물도매시장 업체는 지역 내 식당과 소형수퍼에 판매하고 있고, 농협강원지역본부 연합사업단은 롯데마트, 이마트, 홈플러스 등 대형마트에 대부분 납품하고 G마켓, 농협 a마켓, 이마트몰 등 온라인쇼핑몰에 일부 판매하고 있다.

표 38. 판매처별 판매비율 (단위: %)

구 분	도소매점	식당	소형수퍼	대형마트	온라인	계
서울경동시장 A업체	100	-	-	-	-	100
서울경동시장 B업체	100	-	-	-	-	100
춘천도매시장 C업체	-	50	50	-	-	100
춘천도매시장 D업체	-	20	80	-	-	100
농협강원지역본부 연합사업단	-	-	-	95	5	100

판매상품 업장규격은 서울경동시장 업체는 16~20cm 20%, 21~25cm 60%, 25cm 초과 20%, 춘천시 농수산물도매시장 업체에서는 규격 기준이 따로 없었고, 농협강원지역본부 연합 사업단은 21cm~25cm가 95%였고 25cm 초과가 5%였다.

표 39. 판매상품 업장 규격 (단위: %)

구 분	16cm 미만	16~20	21~25	25 초과	기준 없음	계
서울경동시장 A업체	-	-	60	40	-	100
서울경동시장 B업체	-	40	60	-	-	100
춘천도매시장 C업체	-	-	-	-	100	100
춘천도매시장 D업체	-	-	-	-	100	100
농협강원지역본부 연합사업단	-	-	95	5	-	100

인증제품 판매비율은 서울경동시장 업체와 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 무인증 제품을 판매하고 있었고, 농협강원지역본부 연합 사업단은 무인증 제품이 98%였고 무농약 인증제품이 2%였다.

표 40. 인증제품 판매비율 (단위: %)

구 분	무농약	유기	GAP	무인증	계
서울경동시장 A업체	-	-	-	100	100
서울경동시장 B업체	-	-	-	100	100
춘천도매시장 C업체	-	-	-	100	100
춘천도매시장 D업체	-	-	-	100	100
농협강원지역본부 연합사업단	2	-	-	98	100

포장재질별 판매비율은 서울경동시장 업체와 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 전부 종이박스로 제품을 판매하였고, 농협강원지역본부 연합 사업단에서는 종이박스가 95%, 비닐 포장이 2%였다.

표 41. 포장재질별 판매비율 (단위: %)

구 분	종이박스	비닐	스티로폼	플라스틱	포장안함	계
서울경동시장 A업체	100	-	-	-	-	100
서울경동시장 B업체	100	-	-	-	-	100
춘천도매시장 C업체	100	-	-	-	-	100
춘천도매시장 D업체	100	-	-	-	-	100
농협강원지역본부 연합사업단	95	5	-	-	-	100

포장중량별 판매비율은 서울경동시장 업체는 1kg 40%, 2kg 10%, 4kg 50%, 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 전부 1kg 단위로 제품을 판매하고, 농협강원지역본부 연합 사업단에서는 200g 50%, 300g 45% 소분 포장하여 판매하고 1kg 단위는 5%에 불과하였다.

표 42. 포장중량별 판매비율

(단위: %)

구 분	200g	300g	1kg	2kg	4kg	계
서울경동시장 A업체	-	-	80	20	-	100
서울경동시장 B업체	-	-	-	-	100	100
춘천도매시장 C업체	-	-	100	-	-	100
춘천도매시장 D업체	-	-	100	-	-	100
농협강원지역본부 연합사업단	50	45	5	-	-	100

서울경동시장 업체와 춘천시농수산물도매시장 업체에서는 생산자 브랜드 그대로 판매하고 있었고, 농협 강원지역본부 연합 사업단에서는 맑은칭이라는 자체 브랜드를 도입하여 판매하고 있었는데 소비자 인지도 제고를 통한 직거래 사업확대를 위해 자체 브랜드 규모를 지속적으로 확대할 계획이다.

표 43. 브랜드 판매비율 및 계획

(단위: %)

구 분	브랜드 판매비율		자체 브랜드명	자체 브랜드 계획		
	생산자	자체		확대	축소	유지
서울경동시장 A업체	100					
서울경동시장 B업체	100					
춘천도매시장 C업체	100	100				
춘천도매시장 D업체	100	100				
농협강원지역본부 연합사업단		100	맑은칭	√		

(시험 5) 소매시장 및 대형유통업체(마트) 판매현황 및 유통실태 조사

소매시장 및 대형유통업체(마트) 판매현황 및 유통실태를 조사하기 위하여 춘천지역본사 A, B마트, 춘천 C하나로마트, 대형 D마트 및 농협경제지주청과사업국으로 나누어서 판매현황 및 유통실태를 조사하였다.

(1) 꼽취

판매점포수는 춘천지역본사 A마트 7, 춘천지역본사 B마트 5, 춘천 C하나로마트 2, 대형 D마트 116, 농협경제지주청과사업국 350개였다. '16년 농산물매출액은 춘천지역본사 A마트 10,000백만원, 춘천지역본사 B마트 9,000백만원, 춘천 C하나로마트 10,000백만원, 대형 D마트 640,700원, 농협경제지주청과사업국이 750,000백만원인 것으로 조사되었다.

표 44. 소매시장 및 대형유통업체 기본현황

(단위: 개, 백만원)

구 분	판매점포수	'16년 총 매출액	'16년 농산물 매출액
춘천지역본사 A마트	7	50,000	10,000
춘천지역본사 B마트	5	60,000	9,000
춘천 C하나로마트	2	36,500	10,000
평 균	5	48,833	9,666
대형 D마트	116	6,958,800	640,700
농협경제지주청과사업국	350	750,000	750,000

2017년도 곰취 판매액은 춘천지역 마트 평균이 3,946원천이고, 대형 D마트 120,000천원, 농협경제지주 청과사업국 69,000천원이었다. 평균 구입단가는 춘천지역 마트 평균이 9,667원이고, 대형 D마트 6,000원, 농협경제지주 청과사업국 10,700원이었다.

표 45. 2017년 곰취 판매액 및 평균 구입단가 (단위: 천원, 원/kg)

구 분	'17년 곰취 판매액(천원)			'17년 평균 구입단가 (원/kg)
	쌈채	절임	합계	
춘천지역본사 A마트	4,000	-	4,000	9,000
춘천지역본사 B마트	5,100	-	5,100	10,000
춘천 C하나로마트	2,737	-	2,737	10,000
평 균	3,946	-	3,946	9,667
대형 D마트	80,000	40,000	120,000	6,000
농협경제지주청과사업국	69,000	-	69,000	10,700

춘천지역 마트는 고정가격으로 A마트는 9,900원, B마트는 12,000원으로 판매하였고, C하나로마트는 12,800원을 기준으로 행사가격으로 9,800원에도 판매하였고, 농협경제지주 청과사업국은 평균 10,375원에 판매하였다.

표 46. 시기별 판매단가 (단위: 원/kg)

구 분	3월			4월			5월			6월			평균
	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
춘천지역본사 A마트	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900	-	-	-	9,900
춘천지역본사 B마트	-	-	-	-	-	-	12,000	12,000	12,000	-	-	-	12,000
춘천 C하나로마트	12,800	9,800	12,800	12,800	9,800	12,800	12,800	9,800	12,800	12,800	-	-	12,050.00
대형 D마트	-	-	-	-	-	8,000	8,000	8,000	8,000	-	-	-	8,000
농협경제지주 청과사업국	18,000	9,650	13,100	13,000	10,000	9,900	9,200	8,450	7,300	8,400	9,200	8,300	12,275.00

구매처별 구매비율을 보면 춘천지역 A마트는 영농조합법인으로부터 전량 구매하고 있으며, 춘천지역 B마트와 춘천 C하나로마트는 생산농가로부터 전량 구매하고 있고, 대형 D마트는 지역농협으로부터 100%, 농협경제지주 청과사업국은 산지시장 10%, 지역농협 90%였다.

표 47. 구매처별 구매비율 (단위: %)

구 분	생산 농가	산지 시장	지역 농협	영농조합 법인	벤더 업체	APC	가락, 강서시장	계
춘천지역본사 A마트	-	-	-	100	-	-	-	100
춘천지역본사 B마트	100	-	-	-	-	-	-	100
춘천 C하나로마트	100	-	-	-	-	-	-	100
대형 D마트	-	-	100	-	-	-	-	100
농협경제지주 청과사업국	-	10	90	-	-	-	-	100

판매처별 판매비율을 보면 소매점 및 대형 마트의 특성상 모든 업체가 100% 소비자에게 판매하고 있었고, 농협경제지주 청과사업국은 계통 하나로마트 80%, 일반거래처 10%, 군납·급식 10%였다.

표 48. 판매처별 판매비율 (단위: %)

구 분	소비자	하나로마트	일반거래처	군납·급식	계
춘천지역본사 A마트	100	-	-	-	100
춘천지역본사 B마트	100	-	-	-	100
춘천 C하나로마트	100	-	-	-	100
대형 D마트	100	-	-	-	100
농협경제지주 청과사업국	-	80	10	10	100

판매상품 업장규격은 춘천지역 A, B마트는 규격기준이 따로 없었고, C 하나로마트는 전량 11~15cm 이었으며, 대형 D마트는 11~15cm 80%, 15cm 초과 20%였고, 농협경제지주 청과사업국은 6~10cm 5%, 11~15cm 90%, 15cm 초과 5%였다.

표 49. 판매상품 업장규격 (단위: %)

구 분	6cm 미만	6~10	11~15	15 초과	기준 없음	계
춘천지역본사 A마트	-	-	-	-	100	100
춘천지역본사 B마트	-	-	-	-	100	100
춘천 C하나로마트	-	-	100	-	-	100
대형 D마트	-	-	80	20	-	100
농협경제지주 청과사업국	-	5	90	5	-	100

인증제품 판매비율은 춘천지역 A, B 마트는 따로 인증제품이 없었고, C하나로마트는 전량 GAP 인증 제품을 판매하였고, 대형 D마트도 무인증 100%였고 농협경제지주 청과사업국은 무농약 10%, GAP 10%, 무인증 80%였다.

표 50. 인증제품 판매비율 (단위: %)

구 분	무농약	유기	GAP	무인증	계
춘천지역본사 A마트	-	-	-	100	100
춘천지역본사 B마트	-	-	-	100	100
춘천 C하나로마트	-	-	100	-	100
대형 D마트	-	-	-	100	100
농협경제지주 청과사업국	10	-	10	80	100

포장재질별 판매비율은 춘천지역 A마트는 종이박스 70%, 비닐 30%, 춘천지역 B마트는 종이박스 80%, 포장안함 20%, C하나로마트는 종이박스 90%, 비닐 10%로 판매하였고, 대형 D마트는 종이박스 100%, 농협경제지주 청과사업국은 종이박스 80%, 비닐 20%로 판매하고 있었다.

표 51. 포장재질별 판매비율 (단위: %)

구 분	종이박스	비닐	스티로폼	플라스틱	포장안함	계
춘천지역본사 A마트	70	30	-	-	-	100
춘천지역본사 B마트	80	-	-	-	20	100
춘천 C하나로마트	90	10	-	-	-	100
대형 D마트	100	-	-	-	-	100
농협경제지주 청과사업국	80	20	-	-	-	100

포장중량별 판매비율은 춘천지역 A마트는 150g 소분 포장 30%와 1kg 70%를 판매하고 있고 춘천지역 B마트는 전부 1kg 단위 제품을 판매하며, C하나로마트는 200g 소분 포장 10%와 1kg 단위 90%를 판매하고 있었고, 대형 D마트는 400g 100%, 농협경제지주 청과사업국은 전량 2kg 단위였다.

표 52. 포장중량별 판매비율 (단위: %)

구 분	150g	200g	400g	500g	1kg	2kg	4kg	계
춘천지역본사 A마트	30				70			100
춘천지역본사 B마트					100			100
춘천 C하나로마트		10			90			100
대형 D마트			100					100
농협경제지주 청과사업국						100		100

춘천지역 A마트는 ○○마트라는 자체 브랜드를 도입하여 판매하고 있는데 30%대로 유지할 계획이며, 춘천지역 B마트와 C하나로마트, 대형 D마트, 농협경제지주 청과사업국은 전량 생산자 브랜드 그대로 판매하고 있었다.

표 53. 브랜드 판매비율 및 계획 (단위: %)

구 분	브랜드 판매비율			자체 브랜드명	자체 브랜드 계획		
	생산자	자체	계		확대	축소	유지
춘천지역본사 A마트	70	30	100	○○마트			√
춘천지역본사 B마트	100	-	100	-			
춘천 C하나로마트	100	-	100	-			
대형 D마트	100	-	100	-			
농협경제지주 청과사업국	100	-	100	-			

(2) 산마늘

2017년도 산마늘 판매액은 춘천지역 마트 평균이 3,900원천이고, 대형 D마트 20,000천원, 농협경제지주 청과사업국 24,000천원이었다. 평균 구입단가는 춘천지역 마트 평균이 12,667원이고, 대형 D마트 22,000원, 농협경제지주 청과사업국 10,700원이었다.

표 54. 2017년 산마늘 판매액 및 평균 구입단가 (단위: 천원, 원/kg)

구 분	'17년 산마늘 판매액(천원)		'17년 평균 구입단가(원/kg)
	삼채		
춘천지역본사 A마트	3,000		13,000
춘천지역본사 B마트	6,300		13,000
춘천 C하나로마트	2,400		12,000
평균	3,900		12,667
대형 D마트	20,000		22,000
농협경제지주 청과사업국	24,000		25,000

고정가격으로 춘천지역 A마트는 14,800원, B마트는 14,400원, C하나로마트는 16,000원, 대형 D마트는 25,000원에 판매하였고, 농협경제지주 청과사업국은 평균 26,333원에 판매하였다.

표 55. 시기별 판매단가 (단위: 원/kg)

구 분	4월			5월			평균
	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
춘천지역본사 A마트	-	14,800	14,800	14,800	14,800	-	14,800
춘천지역본사 B마트	-	-	-	14,400	14,400	14,400	14,400
춘천 C하나로마트	16,000	16,000	16,000	16,000	-	-	16,000
대형 D마트	-	-	25,000	25,000	25,000	25,000	25,000
농협경제지주 청과사업국	33,500	33,500	33,500	22,000	19,000	16,500	26,333

구매처별 구매비율을 보면 춘천지역 A마트는 영농조합법인, 춘천지역 B마트는 생산농가, 춘천 C하나로마트와 대형 D마트는 지역농협으로부터 전량 구매하고 있었고, 농협경제지주 청과사업국은 산지시장 10%, 지역농협 90%였다.

표 56. 구매처별 구매비율 (단위: %)

구 분	생산농가	산지시장	지역농협	영농조합법인	계
춘천지역본사 A마트	-	-	-	100	100
춘천지역본사 B마트	100	-	-	-	100
춘천 C하나로마트	-	-	100	-	100
대형 D마트	-	-	100	-	100
농협경제지주 청과사업국	-	10	90	-	100

판매처별 판매비율을 보면 소매점 및 대형 마트의 특성상 모든 업체가 100% 소비자에게 판매하고 있고, 농협경제지주 청과사업국은 계열 하나로마트 80%, 일반거래처 10%, 군납·급식 10%였다.

표 57. 판매처별 판매비율 (단위: %)

구 분	소비자	하나로마트	일반거래처	군납·급식	계
춘천지역본사 A마트	100	-	-	-	100
춘천지역본사 B마트	100	-	-	-	100
춘천 C하나로마트	100	-	-	-	100
대형 D마트	100	-	-	-	100
농협경제지주 청과사업국	-	80	10	10	100

판매상품 업장규격은 춘천지역 A마트는 전량 16cm~20cm이었고 B마트는 규격기준이 따로 없었고 C하나로마트는 전량 21cm~25cm이었으며, 대형 D마트는 16~20cm 50%, 21~25cm 40%, 25cm 초과 10%였고, 농협경제지주청과사업국은 16~20cm 10%, 21~25cm 80%, 25cm 초과 10%였다.

표 58. 판매상품 업장규격 (단위: %)

구 분	16cm 미만	16~20	21~25	25 초과	기준 없음	계
춘천지역본사 A마트	-	100	-	-	-	100
춘천지역본사 B마트	-	-	-	-	100	100
춘천 C하나로마트	-	-	100	-	-	100
대형 D마트	-	50	40	10	-	100
농협경제지주 청과사업국	-	10	80	10	-	100

인증제품 판매비율은 춘천지역 A, B 마트, C하나로마트, 대형 D마트, 농협경제지주 청과사업국은 모두 무인증 일반제품을 판매하고 있었다.

표 59. 인증제품 판매비율 (단위: %)

구 분	무농약	유기	GAP	무인증	계
춘천지역본사 A마트	-	-	-	100	100
춘천지역본사 B마트	-	-	-	100	100
춘천 C하나로마트	-	-	-	100	100
대형 D마트	-	-	-	100	100
농협경제지주 청과사업국	-	-	-	100	100

포장재질별 판매비율은 춘천지역 A마트는 종이박스 70%, 비닐 30%, 춘천지역 B마트는 종이박스 80%, 포장안함 20%, C하나로마트는 종이박스 90%, 비닐 10%로 판매하고 있었고, 대형 D마트는 종이박스 100%, 농협경제지주 청과사업국은 종이박스 90%, 비닐 10%로 판매하고 있었다.

표 60. 포장재질별 판매비율 (단위: %)

구 분	종이박스	비닐	포장안함	계
춘천지역본사 A마트	70	30	-	100
춘천지역본사 B마트	80	-	20	100
춘천 C하나로마트	90	10	-	100
대형 D마트	100	-	-	100
농협경제지주 청과사업국	90	10	-	100

포장중량별 판매비율은 춘천지역 A마트는 150g 소분 포장 30%와 1kg 70%를 판매하고 있고 춘천지역 B마트는 전부 4kg 단위 제품을 판매하며, C하나로마트는 200g 소분 포장 10%와 1kg 단위 90%를 판매하고 있었고, 대형 D마트는 150g 100%, 농협경제지주 청과사업국은 150g 20%, 2kg 80%로 판매하고 있었다.

표 61. 포장중량별 판매비율 (단위: %)

구 분	150g	200g	400g	500g	1kg	2kg	4kg	계
춘천지역본사 A마트	30				70			100
춘천지역본사 B마트							100	100
춘천 C하나로마트		10			90			100
대형 D마트	100							100
농협경제지주 청과사업국	20					80		100

춘천지역 A마트는 ○○마트라는 자체 브랜드를 도입하여 판매하고 있는데 30%대로 유지할 계획이며, 춘천지역 B마트와 C하나로마트, 대형 D마트, 농협경제지주 청과사업국은 전량 생산자 브랜드 그대로 판매하고 있었다.

표 62. 브랜드 판매비율 및 계획 (단위: %)

구 분	브랜드 판매비율			자체 브랜드명	자체 브랜드 계획		
	생산자	자체	계		확대	축소	유지
춘천지역본사 A마트	70	30	100	○○마트			√
춘천지역본사 B마트	100	-	100	-			
춘천 C하나로마트	100	-	100	-			
대형 D마트	100	-	100	-			
농협경제지주 청과사업국	100	-	100	-			

(시험 6) 곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격 조사

(1) 곰취: 소비자 설문조사 분석 90명(산나물 축제 행사장)

2년차 연구에서는 곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격을 조사하기 위하여 산나물 축제 행사장에서 곰취 소비자 90명을 대상으로 설문조사하고 그 자료를 분석하였다. 조사 결과 곰취 소비자의 성별은 여성이 75.6%, 나이는 50대가 56.7%로 가장 많았고, 학력은 고졸이 43.3%로 대졸 42.2%와 비슷하였고, 가족 수는 4명 43.3%, 2명 28.9%의 순이었고 동거 자녀수는 0명이 75.6%를 차지하였으며 주거 형태로는 아파트가 48.9%로 절반에 가까운 것으로 나타났다.

표 63. 곰취 소비자 기초자료

(단위: %)

작목명	성별		결혼		나이					
	남	여	기혼	미혼	20대	30대	40대	50대	60대이상	
곰 취	24.4	75.6	96.7	3.3	1.1	6.7	16.7	56.7	18.9	
소득(만원)					학력					
~199	200~299	300~399	400~499	500~	초졸	중졸	고졸	대졸	대학원졸	
25.6	21.1	23.3	16.7	13.3	1.1	5.6	43.3	42.2	7.8	
가족 수(명)				동거 자녀수(명)				현 거주지		
1	2	3	4	5이상	0	1	2	서울	경기	그 외
3.3	28.9	17.8	43.3	6.7	75.6	10.0	14.4	13.3	20.0	66.7
출신 지역					주거 형태					
대도시	중소도시	농산어촌	기타		아파트	연립/다가구	단독	기타		
25.6	35.6	35.6	3.3		48.9	15.6	34.4	1.1		

산나물 축제 행사장 방문 소비자의 2016년 곰취 신선 쌈채 가구당 연간 구입 횟수는 평균 2.8 회이고, 중량은 4.3kg 였다.

표 64. 곰취 연간 평균 구매횟수, 중량 및 금액

구 분	신선(쌈채)	
	횟수(회)	중량(kg)
곰 취	2.8	4.3

곰취 소비자의 판매처별 구입실태는 농가·인터넷 46.8%, 전통시장 21.3%, 마트와 농협이 각 12.8%, 도소매점·생협이 6.3%로 직거래 구입이 절반정도를 차지하므로, 생산자는 직거래 비중을 늘리기 위하여 온·오프라인상의 적극적인 마케팅 노력이 필요하다.

표 65. 곰취 구입처

(단위: %)

구분	농가·인터넷	전통시장	마트	농협	도·소매점/생협	합계
곰취	46.8	21.3	12.8	12.8	6.3	100%

곰취 소비자의 상품크기별 소비실태를 보면 11~15cm 43.3%, 16cm이상 43.3%, 6~10cm 11.1%, 5cm이하 3.3%로 대부분의 소비자가 11~15cm 크기와 16cm이상 크기를 소비하고 있어 생산자의 출하규격이 이 두 크기에 집중되어 있음을 알 수 있다.

표 66. 곰취 구입상품 규격 (단위: %)

구분	5cm 이하	6~10cm	11~115cm	16cm 이상	합계
곰취	3.3	11.1	43.3	43.3	101%

곰취 소비자의 인증제품 소비실태는 무농약 54.8%, 유기 9.7%, GAP인증은 4.3%였으며 일반 제품은 31.2%로 인증제품에 대한 선호도가 뚜렷하게 나타나서 무농약을 비롯한 각종 인증을 받는 편이 생산자 매출확대에 도움이 될 수 있다.

표 67. 곰취 인증제품 구매비율 (단위: %)

구분	무농약	유기	GAP	일반	계
곰취	54.8	9.7	4.3	31.2	100%

곰취 소비자의 포장 재질별 소비실태는 종이박스 73.4%, 비닐 23.4%, 기타 3.3%로 대부분 종이박스로 구매하였고 일부는 비닐제품을 구매하였다.

표 68. 곰취 포장 재질별 구매비율 (단위: %)

구분	종이박스	비닐	기타	합계
곰취	73.4	23.4	3.3	100%

곰취 소비자의 포장 중량별 구매실태는 1kg(61.3%) > 500g(10.7%) > 2kg(9.7%) > 200g(7.5%) > 4kg(7.5%) > 300g(3.2%)의 순으로 나타나 주로 1kg 포장 단위를 구매하고 있는 것을 알 수 있다.

표 69. 곰취 포장 중량별 구매비율 (단위: %)

구분	200g	300g	500g	1kg	2kg	4kg	합계
곰취	7.5	3.2	10.7	61.3	9.7	7.5	100%

(2) 산마늘: 소비자 설문조사 분석 68명(산나물 축제 행사장)

2년차 연구에서는 곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격을 조사하기 위하여 산나물 축제 행사장에서 산마늘 소비자 68명을 대상으로 설문조사하고 그 자료를 분석하였다. 조사 결과 산마늘 소비자의 성별은 여성이 73.5%, 나이는 50대가 52.9%, 학력은 대졸 50.0%로 가장 많았고, 가족 수는 4명 36.8%, 2명 35.3%의 순이었고 동거 자녀수는 0명이 80.9%를 차지하였으며 주거 형태로는 아파트와 단독가구가 각각 42.6%인 것으로 나타났다.

표 70. 산마늘 소비자 기초자료

(단위: %)

작목명	성별		결혼		나이					
	남	여	기혼	미혼	20대	30대	40대	50대	60대이상	
산마늘	73.5	26.5	94.1	5.9	2.9	5.9	19.1	52.9	19.1	
소득(만원)					학력					
~199	200~299	300~399	400~499	500~	초졸	중졸	고졸	대졸	대학원졸	
22.1	23.5	22.1	17.6	14.7	2.9	1.5	35.3	50.0	10.3	
가족 수(명)				동거 자녀수(명)			현 거주지			
1	2	3	4	5이상	0	1	2	서울	경기	그 외
4.4	35.3	17.6	36.8	5.9	80.9	7.4	11.8	16.2	13.2	70.6
출신 지역					주거 형태					
대도시	중소도시	농산어촌	기타		아파트	연립/다가구	단독	기타		
26.5	36.8	36.8	-		42.6	13.2	42.6	1.5		

산나물 축제 행사장 방문 소비자의 2016년 산마늘 신선 쌈채 가구당 연간 구입 횟수는 평균 2.2회이고, 중량은 3.7kg 였다.

표 71. 산마늘 연간 평균 구매횟수, 중량 및 금액

구 분	신선(쌈채)	
	횟수(회)	중량(kg)
산마늘	2.2	3.7

산마늘 소비자의 판매처별 구입실태는 생산농가·인터넷 40.8%, 대형마트 18.3%, 전통시장 16.9%, 농협매장이 14.1%, 도매시장 2.8%, 기타 7.0%로 직거래 구입이 많으므로, 생산자는 직거래 비중을 늘리기 위하여 온·오프라인상의 적극적인 마케팅 노력이 필요하다.

표 72. 산마늘 구입처

(단위: %)

구 분	생산농가, 인터넷	전통시장	도매시장	대형마트	농협매장	기타	계
산마늘	40.8	16.9	2.8	18.3	14.1	7.0	100%

산마늘 소비자의 상품크기별 소비실태를 보면 16~20cm 49.1%, 21~25cm 35.1%, 25cm 초과와 16cm 미만 이 각 7.0%, 기억 안남이 1.8%로 대부분의 소비자가 16~20cm 크기와 21~25cm 크기를 소비하고 있어 생산자의 출하규격이 이 두 크기에 집중되어 있음을 알 수 있었다.

표 73. 산마늘 구입상품 규격

(단위: %)

구분	16cm 미만	16~20cm	21~25cm	25cm 초과	기억 안남	계
앞길이	7.0	49.1	35.1	7.0	1.8	100%

산마늘 소비자의 인증제품 소비실태는 무농약 39.1%, 유기 11.6%, GAP인증은 4.3%였으며, 일반제품은 44.9%로 인증제품에 대한 선호도도 높은 편이어서 무농약을 비롯한 각종 인증을 받는 편이 생산자 매출확대에 도움이 될 수 있다.

표 74. 산마늘 인증제품 구매비율 (단위: %)

구 분	무농약	유기	GAP	일반	계
산마늘	39.1	11.6	4.3	44.9	100%

산마늘 소비자의 포장 재질별 소비실태는 종이박스 71.4%, 비닐 25.0%, 기타 3.6%로 대부분 종이박스로 구매하였고 일부는 비닐제품을 구매하였는데, 종이박스 구매비율이 비닐포장보다 높은 편이었다.

표 75. 산마늘 포장 재질별 구매비율 (단위: %)

구 분	종이박스	비닐	스티로폼	플라스틱	합 계
산마늘	71.4	25.0	1.8	1.8	100%

산마늘 소비자 포장 중량별 구매실태는 1kg(67.9%) > 200g(8.9%) > 500g(7.1%) > 300g(5.6%) > 2kg(5.4%) > 4kg(5.4%)의 순으로 나타나 주로 1kg 포장단위를 선호하고 있는 것을 알 수 있었다.

표 76. 산마늘 포장 중량별 구매비율 (단위: %)

구 분	200g	300g	500g	1kg	2kg	4kg	합 계
산마늘	8.9	5.6	7.1	67.9	5.4	5.4	100%

(시험 7) 산채류 경쟁력 확보를 위한 일본의 상품화 및 유통실태 조사

(1) 나가노시 마루나카 식품센터 조사

나가노시 마루나카 식품센터는 나고야시 나가무라구(名古屋市 中村区 名駅四丁目 15番2号)에 위치하고 있는데, 주요 판매상품으로는 수산물(냉장 및 냉동 신선 수산물), 채소류(무, 엽채류 등), 식품류(차류, 가공식품 등), 기타(화훼, 주방용품 등) 상품을 판매하고 있다.

마루나카 식품센터의 산채 판매 현황을 조사한 결과, 산채류는 봄(3-4월)과 초여름까지 판매하고 있고 일본도 건강에 대한 관심도 증가로 인하여 판매 증가를 예상하고 있다.

(2) 나가노현 임업종합센터 산채 연구현황 조사

나가노현 임업종합센터는 나가노현 시오지리시(長野県 鹽尻市 大字片丘 5739)에 위치하고 있다. 임업종합센터 사업내역으로는 산림 사방사업(산림지역 층고별 지형 측량 등), 임목 증식 및 교배, 특수작물 재배, 증식 및 보급사업(산채류, 버섯 등), 산림 휴양림 등 서비스 사업을 주 업무로 하고 있다.

산채류 개발 및 증식 보급 내역을 살펴 보면 주요 연구 품목으로 산마늘, 두릅, 오갈피나무 등 10여종을 채종, 파종, 증식 및 보급 등의 연구사업을 진행하고 있으며, 산마늘 재배형태로는 임지에서 1년생 묘를 정식 후 4~5년차에 수확을 하고 있다.

(3) 아바시리시청(網走市役所) 산마늘 재배현황 조사

아바시리시청은 홋카이도 아바시리시(北海道 網走市 南6条東 4丁目)에 위치하고 있으며, 아바시리 지역은 북해도 아바시리 특산 ‘교자나(行者菜)’를 재배하고 있다. 교자나는 산마늘(부)×부추(모)의 교잡종으로 우즈노미야대학(宇都宮大學)의 농학부에서 개발했는데 일본 전국에서 개발자가 허가한 6개 지역에서만 재배하고 있으며, 아바시리가 그 중의 한곳이다.

‘교자나(行者菜)’의 특성으로는 산마늘에 비해 잎은 좁지만, 부추 보다는 넓은데 맛과 향기는 산마늘에 가깝다. 정식 후 2년째부터 수확 가능하며, 년 2~3회 수확이 가능하다. 주요성분으로는 비타민A 248/280μg, 비타민B 0.06/0.07mg, 비타민C 19/28mg, 비타민E 1.5/1.6mg, β카로틴 2,980/3,360μg을 함유하고 있다. ‘교자나(行者菜)’의 장점으로는 안전하고 안심할 수 있는 식품으로 맛이 좋고 영양 만점의 스테미너 식품이다. 다양한 요리에 적합하고 조리도 간단한 새로운 식품으로 희소성이 높다.

‘교자나(行者菜)’의 한국에의 적용성 여부는 현재 일본 국내에서도 개발자가 허가한 6개 지역에서만 재배가 가능하므로 우리나라에 도입하기는 어렵다. 강원도농업기술원 산채연구소에서 자체 육종을 시도하는 것이 좋을 것으로 생각되고, 수확량이 많고 재배가 용이하여 새로운 산채 품종으로 개발된다면 국내에서도 좋은 품종으로 육성될 것으로 생각된다.



그림 1. ‘교자나’ 특성 자료



그림 2. ‘교자나’ 성분 자료

(4) 시사점

일본 산채 재배는 강원도와 비교하여 그리 활성화되지는 않았지만 최근 건강에 대한 관심이 증가하며 점차 증가하는 추세이다. 따라서 국내산 산채류의 신선 및 가공식품의 일본 수출도 가능할 것으로 생각된다.

종간잡종 기술인 ‘교자나(行者菜)’를 국내 육종 아이디어로 활용할 수 있을 것으로 생각되며, 이를 응용하여 국내 산채산업의 발전에 기여할 수 있을 것으로 생각된다.

(시험 8) 곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격 조사

(1) 조사방법

곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격을 조사하기 위하여 하나로마트(서울양재점), 롯데마트(춘천점)에서 작목별 100명 이상의 곰취, 산마늘 소비자를 대상으로 면접 조사를 실시하여 곰취 211명, 산마늘 203명에 대한 설문 조사결과를 얻을 수 있었다.

(2) 조사결과

곰취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격을 조사하기 위하여 대형마트 곰취 소비자 211명, 산마늘 소비자 203명을 대상으로 설문조사하고 그 자료를 분석하였다. 조사 결과 곰취 소비자의 나이는 50대가 42.3%, 학력은 고졸이 49.9%로 가장 많았고, 가족 수는 4명 32.3%, 3명 30.3%의 순이었고 동거 자녀수는 0명이 81.3%를 차지하였으며 주거 형태로는 아파트가 67.7%로 절대 다수를 차지하였다. 산마늘 소비자의 나이는 50대가 45.9%, 학력은 고졸 48.9%로 가장 많았고, 가족 수는 4명 38.4%, 2명 27.6%의 순이었고 동거 자녀수는 0명이 77.8%를 차지하였으며 주거 형태로는 아파트가 73.4%인 것으로 나타났다.

표 77. 소비자 기초자료

(단위: %)

작목명	성별		결혼		나이				
	여	기혼	20대	30대	40대	50대	60대이상		
곰 취	100	100	-	6.6	13.7	42.3	37.5		
산마늘	100	100		3.7	26.5	45.9	24.0		

소득(만원)					학력				
~199	200~299	300~399	400~499	500~	초졸	중졸	고졸	대졸	대학원졸
20.5	29.3	21.3	11.5	17.6		3.2	6.6	49.9	36.1
22.4	17.9	30.3	13.4	16.2		3.0	5.0	48.9	41.3

가족 수(명)					동거 자녀수(명)		
1	2	3	4	5이상	1	2	그 외
4.8	28.1	30.3	32.3	4.7	81.3	11.7	7.2
3.9	27.6	21.2	38.4	8.9	77.8	12.4	9.9

출신 지역				주거 형태			
대도시	중소도시	농산어촌	기타	아파트	연립/다가구	단독	기타
40.5	39.3	20.3	-	67.7	12.6	19.8	-
37.1	45.6	17.3	-	73.4	11.8	14.9	-

곰취 신선 쌈채용의 2017년 소비자 가구당 연간 구매횟수는 평균 2.9회이고, 중량은 2.8kg 였고, 산마늘 신선 쌈채용의 2017년 소비자 가구당 연간 구매횟수는 평균 2.4회이고, 중량은 2.0kg 였다.

표 78. 연간 평균 구매횟수, 중량

구 분	신선(쌈채)	
	연간 평균 구매횟수(회)	연간 평균 구매중량(kg)
곰 취	2.9	2.8
산마늘	2.4	2.0

곰취 소비자의 구입처는 대형마트/하나로마트 54.3%, 농가직거래/인터넷 29.6%, 전통시장 12.2%, 도소매점·생협이 4.0%로 마트 이용이 많았고, 산마늘 소비자의 구입처도 대형마트/하나로마트 52.7%, 농가직거래/인터넷 28.0%, 전통시장 16.2%, 도소매점·생협 3.3%의 순으로 나타났다.

표 79. 구입처 (단위: %)

구 분	농가직거래/인터넷	전통시장	대형마트/하나로마트	도.소매점/생협	합계
곰 취	29.6	12.2	54.3	4.0	100
산마늘	28.0	16.2	52.7	3.3	100

곰취 소비자의 구입선호 크기는 11~15cm 46.0%, 16cm이상 28.0%, 6~10cm 21.7%, 5cm이하 4.3%로 11~15cm가 소비자가 가장 선호하는 규격이고, 산마늘 소비자 구입선호 크기는 16~20cm 48.2%, 21~25cm 28.7%, 15cm이하 15.2%, 26cm이상 7.9%로 16~20cm가 소비자가 가장 선호하는 규격이다.

표 80. 구입선호 크기규격 (단위: %)

구 분	5cm이하	6~10cm	11~15cm	16cm이상	합계
곰 취	4.3	21.7	46.0	28.0	100
구 분	15cm이하	16~20cm	21~25cm	26cm이상	합계
산마늘	15.2	48.2	28.7	7.9	100

곰취 소비자의 구입선호 무게는 1kg(52.8%), 1kg미만(32.4%), 2kg(10.2%), 2kg초과(4.6%)으로 1kg과 1kg미만의 소포장단위를 선호하고 있으며, 산마늘 소비자의 구입선호 무게는 1kg (39.9%), 1kg미만(37.9%), 2kg(15.8%), 2kg초과(6.4%) 순으로 산마늘 역시도 1kg과 1kg미만의 소포장단위를 선호하고 있었다.

표 81. 구입선호 무게규격 (단위: %)

구 분	1kg미만	1kg	2kg	2kg초과	합계
곰 취	32.4	52.8	10.2	4.6	100
산마늘	37.9	39.9	15.8	6.4	100

곰취 소비자의 구입선호 포장재질은 종이박스 65.4%, 비닐제품 23.7%, 플라스틱 6.2%, 기타 4.7%였고, 산마늘 소비자 구입선호 포장재질은 종이박스 68.5%, 비닐제품 16.3%, 플라스틱 10.4%, 기타 4.9%로 나타났다.

표 82. 구입선호 포장재질 (단위: %)

구 분	종이박스	비닐	플라스틱	기타	합계
곰 취	65.4	23.7	6.2	4.7	100
산마늘	68.5	16.3	10.4	4.9	100

곰취 소비자 구입선호 인증제품은 무농약 47.9%, 유기 30.7%, 상관없음 14.8%, GAP 6.7%의 순이었고, 산마늘 소비자 구입선호 인증제품은 무농약 51.2%, 유기 27.1%, 상관없음 16.4%, GAP 5.5%의 순이었다.

표 83. 구입선호 인증제품 (단위: %)

구 분	무농약	유기	GAP	상관없음	합계
곰 취	47.9	30.7	6.7	14.8	100
산마늘	51.2	27.1	5.5	16.4	100

(시험 9) 곰취, 산마늘 유통업체의 선호 규격 조사

(1) 조사방법

서울시농수산식품공사 가락시장에서 유통업체 중도매인 10명을 대상으로 면접조사를 실시하여 유통업체의 선호 규격을 조사하였다.

(2) 곰취

곰취 유통업체 중도매인의 선호 크기는 16cm이상 80%, 11~15cm, 6~10cm 각각 10%로 소비자 선호규격보다 큰 것을 좋아하여 차이가 있었다. 이는 현재 유통체계에서 변화를 싫어하는 중도매인의 성향이 반영된 것으로 보인다.

표 84. 유통업체 선호 곰취 크기규격 (단위: %)

구 분	5cm이하	6~10cm	11~15cm	16cm이상	합계
곰 취	0	10	10	80	100

(3) 산마늘

산마늘 유통업체 중도매인의 선호 크기는 21~25cm 90%, 16~20cm 10%로 소비자 선호규격보다 큰 것을 좋아하여 차이가 있었다. 산마늘도 곰취와 마찬가지로 현재 유통체계에서 변화를 싫어하는 중도매인의 성향이 반영된 결과로 생각된다.

표 85. 유통업체 선호 산마늘 크기규격

(단위: %)

구 분	15cm이하	16~20cm	21~25cm	26cm이상	합계
산마늘	0	10	90	0	100

(시험 10) 미국 동부지역 산채류 정보 수집 및 식품 소비트렌드 변화

(1) 미국 동부지역 산나물 재배 및 이용실태 조사

미국 동부지역 버지니아주 애넌데일에 거주하는 Silvia(재미교포, 허○○)씨를 통하여 산채류와 소비트렌드 정보를 수집하였다. 1990년 초에 미국으로 이민한 Silvia씨는 거주지 인근 산에서 산마늘 등의 산나물을 발견하고 이를 재배화하기 위하여 매릴랜드주에 농장을 마련하여 산마늘 재배에 성공하였다. 미국 동부지역에서 산나물이 재배되고 있지 않으나 주변 산지에서 산마늘, 두릅 등을 흔하게 발견할 수 있었는데, 면담자는 자가 재배한 산마늘과 농장주변 산야에서 채취한 두릅 등 산나물을 장아찌 등으로 제조하여 마트에 소규모 공급하고 있었다. 산나물에 대한 지식과 재배 기술이 부족하여 체계적으로 배우고자 하는 열망이 높았는데, 향후 산나물 재배를 확대하여 미국 내 한인마트 등에 공급하고자 하는 계획을 가지고 있었다.



그림 1. 면담업체 홍보 전단지

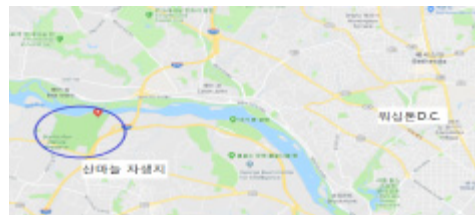


그림 2. 면담업체 홍보 전단지

(2) 미국 동부 산마늘(산양파) 자생지 조사

미국 동부 산마늘 자생지인 Scott's Run Nature Preserve(McLean, VA 미국)을 찾아가서 자생지 조사를 하였다. 위도 38°57'58.6"N, 경도 77°11'29.2"W, 해발 55m이었다. 자생지 생육환경 및 산마늘 생육상황을 살펴 보면 표고는 해발 55m, 트래킹코스 주변에 군집하여 발생하고, 포토맥 강에서 직선거리 150여 미터에 위치하여 자생지내에 높은 습도조건을 유지하고 있었다. 2017년 8월 3일(조사일) 현재, 국내 산마늘은 식물체의 하고현상이 발생되기 시작하는 단계로 잎, 줄기가 보존되고 종자는 완숙하여 수확을 개시하는 단계이나, 미국 동부 자생지의 산마늘(산양파)은 잎, 줄기가 사라졌지만 종자는 미숙한 단계를 보여 생육상의 차이를 보이고 있다. 이러한 차이점이 식물체 특성의 차이에서 오는 것인지 또는 생육환경의 차이에서 발생하는지에 대해서는 추후 검토가 필요하다.



그림 3. 자생지 산양파1



그림 4. 자생지 산양파2

산양파(미국 산마늘)의 특징은 학명이 *Allium tricoccum* 으로 속명, 이명은 산양파, ramp, wild garlic, spring onion, wild leek, ramson 등으로 분포지역이 미국 동부지역, 캐나다 등으로 미국 동부 각지에서 축제의 소재로 사용되고 있다.

(3) 미국 식품 소비트렌드 변화

미국 시장에서 혁신적이고 트렌디한 제품들이 등장하고 있는데, 반전 있는 아이스크림(Ice Cream with a Twist)은 소비자가 표면적으로는 감지할 수 없을 만큼 잘게 분쇄한 채소를 더하는 방법으로 제조된 오가닉 아이스크림 제품이 주목받고 있다. 시금치가 첨가된 민트초코 아이스크림, 작은 당근이 숨겨진 딸기아이스크림이 대표적인 예이다. 다음으로 껍질째 말린 과일(Skin-on Superfruit)은 껍질째 건조시켜 스프나 스무디에 첨가할 수 있도록 파우더형태로 만든 비트, 고구마, 호박, 콜리플라워가 등장하였고, 껍질째 햇볕에 말려 설탕을 첨가하지 않아도 당도가 높은 키위, 감, 복숭아 같은 과일류도 눈에 띈다. 음식물쓰레기를 최소화할 수 있다는 것이 강점이기도 하다. 마지막으로 굽지 않은 스낵(Unbaked Snacks)은 글루텐과 콩을 사용하지 않고 식물성 재료들만 사용하여 굽지 않고 만든 스낵이 있다. 주로 씨앗, 견과류, 대추가 기본 베이스가 되고 여기에 동충하초, 마카 등과 같은 강장제(Adaptogens)를 더해 만들어지는 제품이다.

(4) 시사점

산채 유전자원 교류 및 공동연구를 추진할 수 있는 여건이 마련되고 있는데, 이는 미국 내 한인 교수가 증가하는 추세로 새로운 작목에 대한 연구 수요의 증가로 산채에 대한 연구 수요가 증가할 것으로 보인다. 유전자원 교류 및 공동연구 추진으로 산채자원 인력풀을 다양화하고 공동연구를 통하여 외국의 미개발 유망자원의 이용 및 기술 도입이 가능할 것이다. 미국 내 산채 재배 활성화 가능성은 워싱턴 총영사관 관할지역인 버지니아, 메릴랜드, 워싱턴D.C., 웨스트버지니아 등에 한인이 20만 여명 거주하고 있고, 미국 동부지역에 H마트, 롯데마트 등 한인마트가 다수 존재하며 한국인뿐만 아니라 모든 인종이 이용하고 있다. 미국에서 한인 중에 자생적으로 산나물의 재배를 시도하고 있는 사람도 발견할 수 있었고, 버지니아주 애넌데일에서 베트남 노부부가 운영하는 베트남 식재료인 향신채 farm market 형태의 농장을 산채에 적용 시 미국 워싱턴지역의 교민뿐만 아니라 우리나라 식재료를 세계인에게 공급할 수 있을 것으로 생각된다. 끝으로 소비트렌드 변화 및 마케팅에서의 시사점은 껍질째 말린 과일의 경우 우리에게 접목시킬 수 있는 아이템은 감말랭이를 들 수 있고, 굽지 않은 스낵은 아답토젠 허브가 들어가는데, 이를 인삼으로 대체 가능할 것으로 생각된다.

〈제3세부과제: 곰취 산마늘 분자마커를 이용한 품종 및 원산지 판별기술〉

(시험 1) 곰취, 산마늘 수집 및 형태적 특성 조사

본 연구의 수행을 위해 수집한 곰취(*Ligularia fischeri*), 곤달비(*Ligularia stenocephala*), 울릉산마늘(*Allium ochotense*), 산마늘(*Allium microdictyon*)은 산채연구소 유전자원보존포장에서 증식 중이다. 곰취는 육성품종 4종, 수집종 7종으로, 육성품종으로는 산채연구소에서 육성한 “진향곰취”, 농촌진흥청 고령지연구소에서 육성한 “쌈마니”, “곰마니”, “다목이”이며, 수집종으로는 한대리곰취, 백두산 수집종, 제주도 수집종, 지리산 수집종, 화천 수집종 3종 등이다. 곤달비는 양구 수집종, 흑산도 수집종, 울릉도 수집종 등 3종이다. 산마늘은 오대산 수집종, 중국 수집종 2종, 몽골 수집종이다. 울릉산마늘은 울릉도 수집종, 태백산 수집종이다. 수집한 곰취, 곤달비, 울릉산마늘, 산마늘의 출현율, 초장, 엽수, 경장, 경경, 엽폭, 엽장 등 생육특성을 표 6에 나타내었다. 수집한 곰취, 곤달비, 울릉산마늘, 산마늘의 사진은 그림. 2, 그림. 3에 나타내었다.

표 6. 수집품종 및 수집종의 생육특성

학 명	품종/ 수집지역	초장 (cm)	엽수 (매)	경장 (cm)	경경 (mm)	엽폭 (cm)	엽장 (cm)	장폭비	출현일 (월.일)
<i>Allium ochotense</i>	오대산	23.2	2.0	4.1	4.1	2.8	14.8	5.3	3. 9
	중국(백두산)	25.5	3.0	7.7	7.8	8.8	11.4	1.3	4.14
	중국(동해안)	22.3	2.0	4.8	4.6	3.1	14.4	4.6	3. 9
	몽골	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Allium microdictyon</i>	울릉도	27.1	2.5	8.3	7.1	6.7	18.9	2.8	3.14
	태백산	26.7	2.0	5.9	6.1	5.9	15.3	2.6	3.21
<i>Ligularia fischeri</i>	진향곰취	17.9	27.0	12.2	2.4	7.3	6.0	0.8	4. 8
	쌈마니	17.8	37.6	10.0	3.2	10.3	8.3	0.8	4.11
	곰마니	15.9	8.4	8.6	3.2	8.7	7.3	0.8	4.15
	다목이	11.9	34.8	6.2	2.6	7.3	5.9	0.8	4.15
	한대리곰취	20.3	5.2	12.3	4.1	11.0	8.7	0.8	4. 7
	백두산	25.3	12.0	15.9	4.8	13.5	9.8	0.7	4.11
	제주도	17.4	6.4	9.8	4.5	9.9	8.4	0.8	4. 4
	지리산	10.2	7.0	5.9	2.3	6.2	4.8	0.8	4.15
	화천	22.0	3.5	13.5	3.7	12.4	10.3	0.8	4.11
	화천(적곰취)	25.3	9.0	16.6	4.1	11.6	8.5	0.7	4.12
	화천(달곰취)	19.7	5.7	12.4	3.3	11.5	8.0	0.7	4.12
<i>Ligularia stenocephala</i>	양구	16.1	37.1	10.6	2.0	6.6	6.1	0.9	4. 4
	지리산	9.8	17.2	10.6	3.8	7.1	6.4	0.9	4.15
	울릉도	13.0	2.7	7.7	3.9	8.5	5.7	0.7	4.12

* 생육조사일: 2016.5.20.



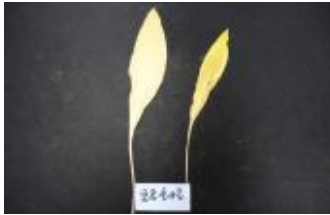
울릉도



오대산



중국(백두산)



몽골



중국(동해안)



태백산

그림. 2 수집 산마늘, 울릉산마늘 형태



진향곰취



곤달비



태백산



한 대리곰취



제주도



지리산



쌈마니



다목이



곰마니

그림. 3 수집 곰취, 곤달비의 형태



그림. 3 수집 곰취, 곤달비의 형태(계속)

(시험 2) AS-PCR(Allele-Specific PCR)을 이용한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 곤달비(*Ligularia stenocephala*)의 분자적 동정

(1) 곰취와 곤달비 간의 matK, trnH-psbA, rbcL 염기서열 비교

수집된 4개의 시료를 적정한 프라이머 세트를 사용하여 matK, rbcL, trnH-psbA 영역을 증폭하였다(표 2).

(가) matK

matK 유전자의 증폭으로 1259 base pair (bp) 서열을 얻었다. 모든 시료의 다중 염기서열 정렬 결과 곰취 시료 중에서 동일한 염기서열을 얻었으며, 곤달비에서는 383, 759, 1,000bp에서 3개의 SNP 대립유전자를 얻었다 (그림 4).

(나) trnH-psbA

trnH-psbA 영역에서 530 bp를 시퀀싱하였다. 곰취와 곤달비 간의 이 영역을 비교하여, 274, 386 bp에서 2개의 SNP 대립유전자가 위치하는 것을 알았으나, 이들 영역은 프라이머 디자인에 적합하지 않았다 (그림 4).

(다) rbcL

rbcL 영역에서 602 bp를 시퀀싱하였다. 이 염기서열은 두 종에서 동일하여 결과에 포함하지 않는 것으로 하였다. 표 7에 SNP 대립유전자 정보와 이들의 위치를 정리하여 놓았다.

표 7 곰취와 곤달비에서 matK 와 trnH-psbA 영역에 존재하는 SNPs 요약

Region	SNP (<i>L. fischeri</i> / <i>L. stenocephala</i>)	Position (bp)	Caused by
matK	C/T	382	Transition
	C/G	759	Transversion
trnH-psbA	T/A	1000	Transversion
	T/G	273	Transversion
	G/T	386	Transversion

mat K

Handae-ri	361	TTAAATTATGTATTAGATATACTAATACCTTACCCAGCCCATCTGGAAATCTTGGTTCAG
Jeju-do	361	TTAAATTATGTATTAGATATACTAATACCTTACCCAGCCCATCTGGAAATCTTGGTTCAG
Odae	361	TTAAATTATGTATTAGATATACTAATACCTTACCCAGCCCATCTGGAAATCTTGGTTCAG
Jiri	361	TTAAATTATGTATTAGATATACTAATACCTTACCCAGCCCATCTGGAAATCTTGGTTCAG
Handae-ri	721	GCTTTTCAAGCGAATTTATGGTTGTTCAAAGATCCTTTTCATGCATTGTGTTAGGTATCAA
Jeju-do	721	GCTTTTCAAGCGAATTTATGGTTGTTCAAAGATCCTTTTCATGCATTGTGTTAGGTATCAA
Odae	721	GCTTTTCAAGCGAATTTATGGTTGTTCAAAGATCCTTTTCATGCATTGTGTTAGGTATCAA
Jiri	721	GCTTTTCAAGCGAATTTATGGTTGTTCAAAGATCCTTTTCATGCATTGTGTTAGGTATCAA
Handae-ri	961	CCTTCAATGGTACGCAGTCAAATGCTAGAAAATGCATTTTTAATTGATAATGCTATTAAG
Jeju-do	961	CCTTCAATGGTACGCAGTCAAATGCTAGAAAATGCATTTTTAATTGATAATGCTATTAAG
Odae	961	CCTTCAATGGTACGCAGTCAAATGCTAGAAAATGCATTTTTAATTGATAATGCTATTAAG
Jiri	961	CCTTCAATGGTACGCAGTCAAATGCTAGAAAATGCATTTTTAATTGATAATGCTATTAAG

trnH-psbA

Handae-ri	241	TCTTTTCTCTTTGTATTTCATTTATATTTAAAATFAAAATCCTTTTCCCAATCTTTTATGAA
Jeju-do	241	TCTTTTCTCTTTGTATTTCATTTATATTTAAAATFAAAATCCTTTTCCCAATCTTTTATGAA
Odae	241	TCTTTTCTCTTTGTATTTCATTTATATTTAAAATFAAAATCCTTTTCCCAATCTTTTATGAA
Jiri	241	TCTTTTCTCTTTGTATTTCATTTATATTTAAAATFAAAATCCTTTTCCCAATCTTTTATGAA
Handae-ri	301	GTTTTATTTACAATTC AATTTCAATTCGAAAATAGATAAAAAATFAAAATTTTGCTTATTTA
Jeju-do	301	GTTTTATTTACAATTC AATTTCAATTCGAAAATAGATAAAAAATFAAAATTTTGCTTATTTA
Odae	301	GTTTTATTTACAATTC AATTTCAATTCGAAAATAGATAAAAAATFAAAATTTTGCTTATTTA
Jiri	301	GTTTTATTTACAATTC AATTTCAATTCGAAAATAGATAAAAAATFAAAATTTTGCTTATTTA
Handae-ri	361	TTACTTTGCTTTTCATAAAAAAGAAAATTTTATGCTCTTTTTTTATGTTAATGGTTAA
Jeju-do	361	TTACTTTGCTTTTCATAAAAAAGAAAATTTTATGCTCTTTTTTTATGTTAATGGTTAA
Odae	361	TTACTTTGCTTTTCATAAAAAAGAAAATTTTATGCTCTTTTTTTATGTTAATGGTTAA
Jiri	361	TTACTTTGCTTTTCATAAAAAAGAAAATTTTATGCTCTTTTTTTATGTTAATGGTTAA

그림. 4 SNP 영역을 나타내는 곰취속(곰취, 곤달비) 간의 matK 와 trnH-psbA 영역의 비교

(2) 종 특이 프라이머 쌍과 프라이머 탐색

trnH-psbA 영역에서 두 종 간의 SNPs가 Tm value와 염기 조성에서 대립유전자 특이 프라이머 디자인에 적합하지 않았다. 그러므로 대립유전자 특이적 PCR 기술을 사용하여 matK 영역 위치 757 뉴클레오타이드에 집중하여 분자적 식별 방법을 디자인하였다. 이 방법은 하나의 대립유전자가 다른 대립유전자에 대하여 차별적으로 증폭되도록 하는 3' 말단 특이적 미스매칭에 의한 프라이머를 이용하는 것이다 (Newton et al. 1989). 대립유전자 특이적 PCR을 위한 프라이머 디자인 전략을 그림 5에 나타내었으며, 이에 대한 정보는 표 8에 정리하였다. 프라이머 염기서열에서 어느 염기 치환과 어떤 위치가 가장 높은 특이성을 가지는지 결정하기 위하여 노력하였다. 대부분의 프라이머는 이 두 종을 구분할 수 없었다. 예를 들어, 2번째 위치에서의 염기 쌍 치환 (C/T, G/T, A/T)에서 mismatch에 의한 인위적인 첨가 시에 2 종 모두에서 대립유전자를 증폭하였다. 4번째 위치 (G/C, T/C, and A/C)에서의 mismatch는 증폭이 잘 이루어지지 않아 두 종을 구분할 수 없었다. 그러나, 3번째 위치에서의 A-T 치환은 근본적인 mismatch가 발생하여 곰취에서 특이 대립유전자가 증폭되지만, 곤달비에서는 대립유전자 증폭이 일어나지 않아, 원하는 결과를 얻을 수 있었다 (그림 5). 이러한 전략을 사용하여, 두 종에 대한 특이 SNP 프라이머를 생성하여 이들의 특이 matK 대립유전자를 증폭하였다 (그림 6). 2개의 종 특이 프라이머의 경우, 세 번째 위치(A to T substitution)에서의 mismatch가 예상된 결과를 나타내었다 (표 8).

표 8. 곰취와 곤달비의 구별에 사용된 대립유전자 특이적 프라이머

Primer	Sequence	Orientation	Start position	Size	Specificity
matK-SNP1	TCC TTG ATA CCT AAC ACA ATG CTT G	Reverse	785	25	L. fischeri
matK-SNP2	TCC TTG ATA CCT AAC ACA ATG CTT C	Reverse	785	25	L. stenocephala

(3) 논의

본 연구에서 식물의 분자적 분석에서 자주 사용되는 유전자좌인 matK, trnH-psbA, rbcL을 대상으로 하여 우리나라에서 발견되는 2 종의 곰취 종을 구분하고자 하였다. 곰취와 곤달비 간의 몇몇 SNP를 matK, trnH-psbA 영역에서 찾을 수 있었다. matK 영역에서 SNP를 선별하였고 대립유전자 특이적 PCR 을 사용하여 곰취와 곤달비를 성공적으로 구별할 수 있었다. 2종을 구별할 수 있는 DNA 추출을 위한 standard protocol과 종 특이 프라이머의 디자인을 전술한 바 있다. 우리가 알고 있는 한, 분자적 접근을 통해 곰취와 곤달비를 구분하고자 하는 노력은 지금까지 없었다. 지금까지, 대부분의 식별방법은 개별 종의 형태적 특징과 화학적 프로파일링에 근거하여왔지만, 이는 시간이 많이 소요되고 숙련된 인력이 필요한 작업이다. 그러므로 곰취 종 판별을 위한 신속하고 간편하며 저비용으로 신뢰성 있게 구분할 수 있는 방법의 개발이 필요하다. 염기서열 변이에 근거한 분자적 접근은 종 수준의 식별에서 널리 이용되고 있다 (Mishra et al. 2016, Techen et al. 2014). DNA 방법에 바탕을 둔 식별은 환경적인 인자 (Semagn et al. 2006), 저장 또는 가공 (Chang et al. 2006)에 영향을 받지 않기 때문에 믿을 수 있다. 또한, 식물체의 어느 조직에서 추출된 DNA 라도 동일한 유전적 정보를 지니게 된다(Chan 2003). 본 연구에서 곰취와 곤달비 간에 몇몇 SNP를 찾을 수 있었다. 이러한 정보를 바탕으로, 어느 종의 대립유전자는 증폭되지만 다른 종에 대해서는 증폭되지 않는 allele-specific PCR (AS-PCR) 사용하였으며, 이를 통하여 이들 종들이 PCR과 아가로스겔 전기영동에 의해 구별될 수 있도록 하였다. 최근에 PCR-restriction fragment length polymorphism, inter simple sequence repeat (Shen et al. 2006), sequence characterized amplified region (Lee et al. 2006), microsatellite (Xu et al. 2006) 방법 등을 포함하는 PCR에 바탕을 둔 많은 식물 식별방법이 사용되고 있다 (Ha et al. 2002).

그러나 이러한 방법의 일부는 재현성이 낮거나 종 간에서 제한된 다형성을 보인다. 또한 banding patterns이 PCR 조건에 영향을 받을 수 있거나, 불안정한 결합 또는 제한효소에 의한 불완전한 분해는 인위적인 다형현상을 일으킬 수 있다 (Yip et al. 2007). 이들과 비교하여 SNP genotyping 은 식물체 식별의 강력한 도구이다 (Ganal et al. 2009, Wang et al. 2010). AS-PCR technique을 이용하여, 프라이머의 3' 말단에서 뉴클레오타이드가 기본 주형에 완전하게 상보적일 때 만 특이 프라이머가 대립유전자가 증폭되도록 되도록 디자인되어 있다 (Newton et al. 1989). 이러한 원리에 근거하여 SNP는 아가로스 겔 위에서 PCR 증폭 산물의 존재 여부에 의해 쉽게 찾을 수 있다. 불행하게도 두 개의 대립유전자 간에 신뢰성 있는 식별이 단일 염기 쌍에 근거하여 이루어질 수 없을 수도 있는데, 이는 3' 말단에서의 mismatch가 Taq polymerase의 효율에 따라 신장될 수 있기 때문이다 (Drenkard et al. 2000; Kwok et al. 1994). 이런 문제를 극복하기 위해, 이 방법을 변형하여

프라이머의 마지막 4개의 염기 내에서 부가적인 mismatch를 도입하였다. matK 염기서열에 존재하는 SNP site를 기반으로, 곰취와 곤달비를 위한 가능한 9개의 프라이머를 디자인하였다. 여러 곳(3' 말단에 가장 가까운 2, 3, 5번째 위치)의 mismatch는 프라이머의 다형성 효율에 각기 다른 영향을 미친다. 3' 말단에서 3번째 위치에서의 mismatch에서 곰취와 곤달비를 구분을 위한 예상된 결과를 보였다; 다시 말해서, 표준 아가로스 겔 상에서 PCR 산물이 존재하거나 존재하지 않게 된다. 또한 Hayashi et al. (2004)은 3번째 위치 mismatch에서 최상의 결과를 얻었다. 이러한 변이를 제외하고, 곰취와 곤달비 특이 프라이머를 디자인하기 위하여 두 개의 다른 대립유전자에서 동일한 SNP 위치를 사용하였다. 각각의 종을 위한 특이 프라이머를 사용함으로써, 허위 음성 결과의 가능성을 제거하고 PCR 증폭 과정에서 문제점이 없음을 확신할 수 있었다. 결론으로, matK 영역에서 발견된 SNP를 기반으로 두 곰취 종을 구분할 수 있는 신속하고 신뢰성 있는 방법을 개발하였다. 본 보고는 곰취 종의 분자적 식별에 대한 첫 번째 보고이고 이것은 품질관리사, 육종연구자 및 분류연구자에게 유용하게 사용될 것이다.

(시험 3) SNPs(single nucleotide polymorphisms)에 기반한 multiplex-PCR로 울릉산마늘(*Allium ochotense*)과 산마늘(*Allium microdictyon*)의 분자적 동정

(1) *Allium* 종 간의 ITS, matK, trnH-psbA, rbcL 서열비교 분석

- 6점의 시료에서 ITS, matK, trnH-psbA, rbcL 영역의 특이적 프라이머 세트(표 9)를 증폭하였다.
- ITS: AB 101과 AB 102 universal primer set을 이용하여 잎의 조직으로부터 증폭된 ITS1-S5.8S-ITS2 rDNA 영역은 총 908 bp로 이루어져 있으며, ITS1과는 257 bp, 5.8S와는 162 bp, ITS2와는 292 bp가 일치하였다. 모든 시료의 multiple sequence alignment 결과로 이중 transitions 7개, transversions 이 6로 13개의 SNPs를 확인 할 수 있었다(표 9). 11개의 SNPs가 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*) species 사이에서 확인되었으며, 2개는 산마늘(*A. microdictyon*)에서만 확인 할 수 있었다. 2개의 산마늘(*A. ochotense*) 시료가 100% 서열 상동성을 보였다(i. e., 동일하였다). ITS 영역을 이용해 생성된 계통수는 2개의 명확한 그룹을 볼 수 있어, 그룹I은 산마늘(*A. microdictyon*)로 2개의 군집(cluster)으로 나뉘어 하나는 백두산(BD)과 중국(CH), 다른 하나는 오대산(OD)과 몽골(MG)로 이루어져 있다(그림 7).
 - matK: matK의 증폭은 910 bp 염기서열을 생성하고, 이들의 multiple alignments 는 8개의 SNPs를 보인다: 3개가 transitions 이고 5개가 transversions 이었다 (표 9). 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 오대산마늘(*A. microdictyon*)사이에서 이러한 모든 SNPs를 찾아 볼 수 있었다. ITS tree와 마찬가지로, full-length matK 염기서열을 이용한 계통수분석에서도 역시 2개의 군집으로 나타났다. 그러나 ITS와는 달리 산마늘(*A. microdictyon*) 시료 간에는 분별력이 떨어졌다(Group I, 그림 7).
 - trnH-psbA and rbcL: 이 영역의 염기서열의 길이는 각각 592 bp 와 551 bp 이다. 두 종은 trnH-psbA와 rbcL에서 완전히 상동성을 나타내어 더 이상 분석을 진행하지 않았다. 상세한 염기서열 정렬 정보를 그림. 8에, SNPs 에 대한 상세정보는 표 10에 나타내었다.

표 9 울릉산마늘과 산마늘 분석에 사용된 4개의 유전자 영역의 염기서열 분석 내역

영역	길이(bp)	SNPs (개)	Transition (개)	Transversion (개)
ITS	908	13	7	6
matK	901	8	3	5
trnH-psbA	592	0	0	0
rbcLA	551	0	0	0

ITS internal transcribed spacer, matK maturase K, rbcL ribulose-bisphosphate carboxylase
trnH-psbA chloroplast psbA-trnH intergenic region

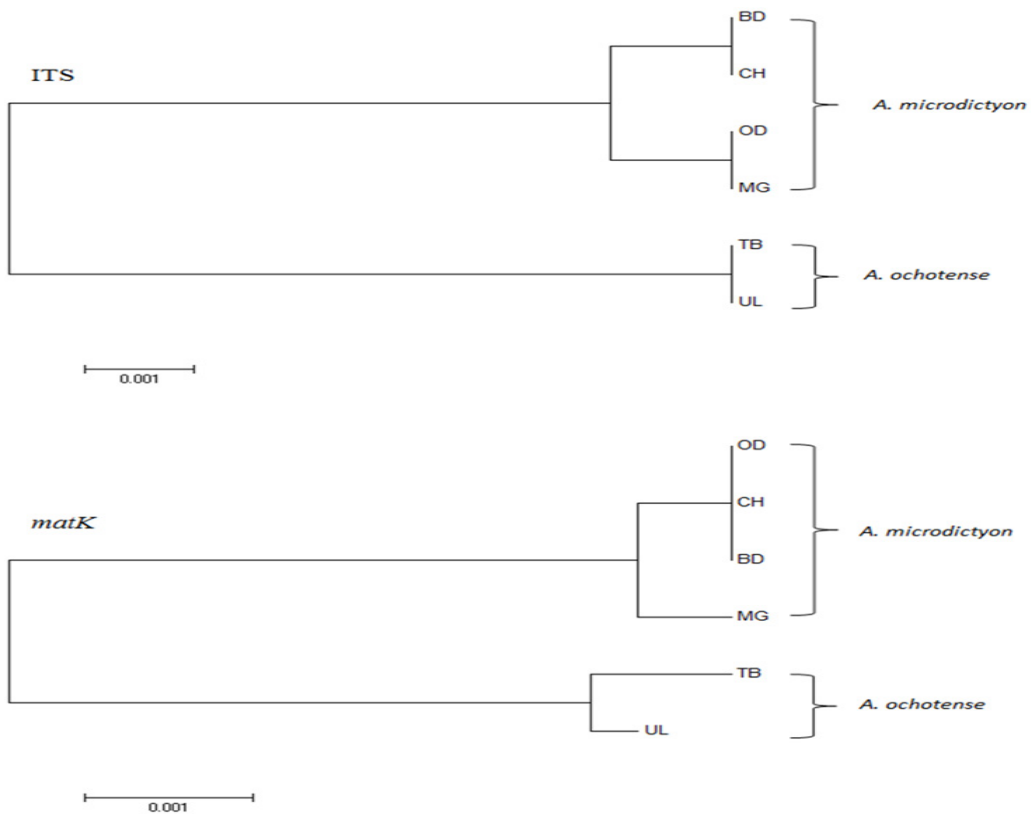


그림. 7 울릉산마늘(*Allium ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)의 ITS와 matK 유전자 염기서열 변이에 기반한 Neighbor-joining 계통수

표 10. SNP와 이들의 ITS (A), matK (B) 영역에서의 위치

(A) ITS			(B) matK		
No.	SNP (Taebaek/Ulleung Vs. Rest)	Position (bp)	No.	SNP (Taebaek/Ulleung Vs. Rest)	Position (bp)
1	A/G	179	1	A/G	95
2	A/G	206	2	T/C	189
3	T/C	218	3	T/A	283
4	G/A	265	4	G/C	471
5	A/G	347	5	G/A	565
6	A/T	352	6	T/A	659
7	T/A	375	7	T/G	753
8	C/T	515		SNP (Taebaek/Mongolia Vs. Rest)	
9	C/T	680	8	A/C	848
10	T/A	767			
11	T/G	769			
	SNP (Odae/Mongolia Vs. Rest)				
12	T/G	251			
	SNP (Baekdu/China Vs. Rest)				
13	T/A	517			

```

ITS-TB 1 ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTCGGATGGTGGCGATGGAGGTGGTTCGCCGCTTGTGACGTCGCGAGAAGTCCATTGAACCTTATCATTTA
ITS-UL 1 ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTCGGATGGTGGCGATGGAGGTGGTTCGCCGCTTGTGACGTCGCGAGAAGTCCATTGAACCTTATCATTTA
ITS-BD 1 ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTCGGATGGTGGCGATGGAGGTGGTTCGCCGCTTGTGACGTCGCGAGAAGTCCATTGAACCTTATCATTTA
ITS-CH 1 ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTCGGATGGTGGCGATGGAGGTGGTTCGCCGCTTGTGACGTCGCGAGAAGTCCATTGAACCTTATCATTTA
ITS-OD 1 ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTCGGATGGTGGCGATGGAGGTGGTTCGCCGCTTGTGACGTCGCGAGAAGTCCATTGAACCTTATCATTTA
ITS-MG 1 ACGAATTCATGGTCCGGTGAAGTGTTCGGATGGTGGCGATGGAGGTGGTTCGCCGCTTGTGACGTCGCGAGAAGTCCATTGAACCTTATCATTTA

ITS-TB 96 GAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAGTCCCTTTTTGAAAGATTGAGAAAATATAGCCATG
ITS-UL 96 GAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAGTCCCTTTTTGAAAGATTGAGAAAATATAGCCATG
ITS-BD 96 GAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAGTCCCTTTTTGAAAGATTGAGAAATATAGCCATG
ITS-CH 96 GAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAGTCCCTTTTTGAAAGATTGAGAAATATAGCCATG
ITS-OD 96 GAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAGTCCCTTTTTGAAAGATTGAGAAATATAGCCATG
ITS-MG 96 GAGGAAGGAGAAGTCGTAACAAGGTTCCGTAGGTGAACCTGCGGAAGGATCATTGTCGAGTCCCTTTTTGAAAGATTGAGAAATATAGCCATG

ITS-TB 191 CCCATCTAGAACAAGACAGTTGTGCTGTGTGCACTTTGACCTTTTCGGATGGGTTCCCTCTGCTGCATTACCCTGCTTTCTTTGAAGC-AAGAAG
ITS-UL 191 CCCATCTAGAACAAGACAGTTGTGCTGTGTGCACTTTGACCTTTTCGGATGGGTTCCCTCTGCTGCATTACCCTGCTTTCTTTGAAGC-AAGAAG
ITS-BD 191 CCCATCTAGAACAAGGACAGTTGTGCTGCGTGCACCTTTGACCTTTTCGGATGGGTTCCCTCTGCTGCATTACCCTACTTTCTTTGAAGCAAGAAG
ITS-CH 191 CCCATCTAGAACAAGGACAGTTGTGCTGCGTGCACCTTTGACCTTTTCGGATGGGTTCCCTCTGCTGCATTACCCTACTTTCTTTGAAGCAAGAAG
ITS-OD 191 CCCATCTAGAACAAGGACAGTTGTGCTGCGTGCACCTTTGACCTTTTCGGATGGGTTCCCTCTGCTGCATTACCCTACTTTCTTTGAAGCAAGAAG
ITS-MG 191 CCCATCTAGAACAAGGACAGTTGTGCTGCGTGCACCTTTGACCTTTTCGGATGGGTTCCCTCTGCTGCATTACCCTACTTTCTTTGAAGCAAGAAG
    
```

그림. 8 울릉산마늘과 산마늘 유래 matK, ITS의 Multiple sequence alignment

ITS-TB 285 GAGAGGGGAAATACGAGAACGGCACGATTTGTGCCAAGGACAGCTGCTGTTGGAGTGCATCACCCTTAATTTTGGTGTACAGTGTGCTACTCTACA

ITS-UL 285 GAGAGGGGAAATACGAGAACGGCACGATTTGTGCCAAGGACAGCTGCTGTTGGAGTGCATCACCCTTAATTTTGGTGTACAGTGTGCTACTCTACA

ITS-BD 286 GAGAGGGGAAATACGAGAACGGCACGATTTGTGCCAAGGACAGCTGCTGTTGGAGTGCATCGCCTTTTTTGGTGTACAGTGTGCTACTACTACA

ITS-CH 286 GAGAGGGGAAATACGAGAACGGCACGATTTGTGCCAAGGACAGCTGCTGTTGGAGTGCATCGCCTTTTTTGGTGTACAGTGTGCTACTACTACA

ITS-OD 286 GAGAGGGGAAATACGAGAACGGCACGATTTGTGCCAAGGACAGCTGCTGTTGGAGTGCATCGCCTTTTTTGGTGTACAGTGTGCTACTACTACA

ITS-MG 286 GAGAGGGGAAATACGAGAACGGCACGATTTGTGCCAAGGACAGCTGCTGTTGGAGTGCATCGCCTTTTTTGGTGTACAGTGTGCTACTACTACA

ITS-TB 380 AGCGTGAGCGTATGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTTGGCTCTCGTGTGATGAAGAAGCTAGCGAAATGCGACACTTGGTGTGAATTGCAGA

ITS-UL 380 AGCGTGAGCGTATGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTTGGCTCTCGTGTGATGAAGAAGCTAGCGAAATGCGACACTTGGTGTGAATTGCAGA

ITS-BD 381 AGCGTGAGCGTATGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTTGGCTCTCGTGTGATGAAGAAGCTAGCGAAATGCGACACTTGGTGTGAATTGCAGA

ITS-CH 381 AGCGTGAGCGTATGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTTGGCTCTCGTGTGATGAAGAAGCTAGCGAAATGCGACACTTGGTGTGAATTGCAGA

ITS-OD 381 AGCGTGAGCGTATGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTTGGCTCTCGTGTGATGAAGAAGCTAGCGAAATGCGACACTTGGTGTGAATTGCAGA

ITS-MG 381 AGCGTGAGCGTATGAATGACTCTCGGCAATGGATATCTTGGCTCTCGTGTGATGAAGAAGCTAGCGAAATGCGACACTTGGTGTGAATTGCAGA

ITS-TB 475 ATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAATGCAAGTTCGCGTTCGAGACCTTTAGGTCGAGAGCACGCTGCTTGGGCGTCATGCCTTGCCTCATTCTA

ITS-UL 475 ATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAATGCAAGTTCGCGTTCGAGACCTTTAGGTCGAGAGCACGCTGCTTGGGCGTCATGCCTTGCCTCATTCTA

ITS-BD 476 ATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAATGCAAGTTCGCGTTCGAGACCTTTAGGTCGAGAGCACGCTGCTTGGGCGTCATGCCTTGCCTCATTCTA

ITS-CH 476 ATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAATGCAAGTTCGCGTTCGAGACCTTTAGGTCGAGAGCACGCTGCTTGGGCGTCATGCCTTGCCTCATTCTA

ITS-OD 476 ATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAATGCAAGTTCGCGTTCGAGACCTTTAGGTCGAGAGCACGCTGCTTGGGCGTCATGCCTTGCCTCATTCTA

ITS-MG 476 ATCCCGTGAACCATCGAGTCTTTGAATGCAAGTTCGCGTTCGAGACCTTTAGGTCGAGAGCACGCTGCTTGGGCGTCATGCCTTGCCTCATTCTA

ITS-TB 570 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-UL 570 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-BD 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-CH 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-OD 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-MG 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-TB 665 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTCAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-UL 665 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTCAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-BD 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTCAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-CH 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTCAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-OD 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTCAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-MG 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTCAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-TB 760 CCATTAATCTATGTTTGCCTATTTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-UL 760 CCATTAATCTATGTTTGCCTATTTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-BD 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-CH 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-OD 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-MG 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-TB 855 GAAGAACTTACAAAGATCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCGGGAATTCTA

ITS-UL 855 GAAGAACTTACAAAGATCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCGGGAATTCTA

ITS-BD 856 GAAGAACTTACAAAGATCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCGGGAATTCTA

ITS-CH 856 GAAGAACTTACAAAGATCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCGGGAATTCTA

ITS-OD 856 GAAGAACTTACAAAGATCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCGGGAATTCTA

ITS-MG 856 GAAGAACTTACAAAGATCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCGGGAATTCTA

matK-TB 1 CTTTTTAGAGGACAAATATTGCATTTAAATATGTTTTAGATATACTAATACCTCATCCCATCCATATGGAATCTTGGTCAAATCCTTTCA

matK-UL 1 CTTTTTAGAGGACAAATATTGCATTTAAATATGTTTTAGATATACTAATACCTCATCCCATCCATATGGAATCTTGGTCAAATCCTTTCA

matK-BD 1 CTTTTTAGAGGACAAATATTGCATTTAAATATGTTTTAGATATACTAATACCTCATCCCATCCATATGGAATCTTGGTCAAATCCTTTCCG

matK-OD 1 CTTTTTAGAGGACAAATATTGCATTTAAATATGTTTTAGATATACTAATACCTCATCCCATCCATATGGAATCTTGGTCAAATCCTTTCCG

matK-CH 1 CTTTTTAGAGGACAAATATTGCATTTAAATATGTTTTAGATATACTAATACCTCATCCCATCCATATGGAATCTTGGTCAAATCCTTTCCG

matK-MG 1 CTTTTTAGAGGACAAATATTGCATTTAAATATGTTTTAGATATACTAATACCTCATCCCATCCATATGGAATCTTGGTCAAATCCTTTCCG

matK-TB 96 TGCTGGATTCAAGATGTTCCCTTTTTACATTTATTGCAATTCCTTCTTACGAATACCATAATTGGAATAATCTCCCATTATTAGAGAAGAACT

matK-UL 96 TGCTGGATTCAAGATGTTCCCTTTTTACATTTATTGCAATTCCTTCTTACGAATACCATAATTGGAATAATCTCCCATTATTAGAGAAGAACT

matK-BD 96 TGCTGGATTCAAGATGTTCCCTTTTTACATTTATTGCAATTCCTTCTTACGAATACCATAATTGGAATAATCTCCCATTATTAGAGAAGAACT

matK-OD 96 TGCTGGATTCAAGATGTTCCCTTTTTACATTTATTGCAATTCCTTCTTACGAATACCATAATTGGAATAATCTCCCATTATTAGAGAAGAACT

matK-CH 96 TGCTGGATTCAAGATGTTCCCTTTTTACATTTATTGCAATTCCTTCTTACGAATACCATAATTGGAATAATCTCCCATTATTAGAGAAGAACT

matK-MG 96 TGCTGGATTCAAGATGTTCCCTTTTTACATTTATTGCAATTCCTTCTTACGAATACCATAATTGGAATAATCTCCCATTATTAGAGAAGAACT

그림. 8 울릉산마늘과 산마늘 유래 matK, ITS의 Multiple sequence alignment(계속)

matK-TB 191 ATTTATGTTTTTCGAAAGAAAAAAAAGATTCTTTTGGTTCCTATACAATTCCTATGATTTGAGTGCAGAAATTTTATTAGTGCTTATTCGTTAA

matK-UL 191 ATTTATGTTTTTCGAAAGAAAAAAAAGATTCTTTTGGTTCCTATACAATTCCTATGATTTGAGTGCAGAAATTTTATTAGTGCTTATTCGTTAA

matK-BD 191 ATTTATGTTTTTCGAAAGAAAAAAAAGATTCTTTTGGTTCCTATACAATTCCTATGATTTGAGTGCAGAAATTTTATTAGTGCTTATTCGAA

matK-OD 191 ATTTATGTTTTTCGAAAGAAAAAAAAGATTCTTTTGGTTCCTATACAATTCCTATGATTTGAGTGCAGAAATTTTATTAGTGCTTATTCGAA

matK-CH 191 ATTTATGTTTTTCGAAAGAAAAAAAAGATTCTTTTGGTTCCTATACAATTCCTATGATTTGAGTGCAGAAATTTTATTAGTGCTTATTCGAA

matK-MG 191 ATTTATGTTTTTCGAAAGAAAAAAAAGATTCTTTTGGTTCCTATACAATTCCTATGATTTGAGTGCAGAAATTTTATTAGTGCTTATTCGAA

matK-TB 286 CAATCCTCTTATTTACGATTAACCTCTTTTAGAAGTTGATTGAGCGAATACATTTCTATGGAAAAATAGAACATCTTCAAATGGAATATTTTTA

matK-UL 286 CAATCCTCTTATTTACGATTAACCTCTTTTAGAAGTTGATTGAGCGAATACATTTCTATGGAAAAATAGAACATCTTCAAATGGAATATTTTTA

matK-BD 286 CAATCCTCTTATTTACGATTAACCTCTTTTAGAAGTTGATTGAGCGAATACATTTCTATGGAAAAATAGAACATCTTCAAATGGAATATTTTTA

matK-OD 286 CAATCCTCTTATTTACGATTAACCTCTTTTAGAAGTTGATTGAGCGAATACATTTCTATGGAAAAATAGAACATCTTCAAATGGAATATTTTTA

matK-CH 286 CAATCCTCTTATTTACGATTAACCTCTTTTAGAAGTTGATTGAGCGAATACATTTCTATGGAAAAATAGAACATCTTCAAATGGAATATTTTTA

matK-MG 286 CAATCCTCTTATTTACGATTAACCTCTTTTAGAAGTTGATTGAGCGAATACATTTCTATGGAAAAATAGAACATCTTCAAATGGAATATTTTTA

matK-TB 381 GTAGTATGTCGTAACCTATTTTCATAGAAGTCTGTGGTCTTCAAAGATCCTTTTCGTACATTATGTTTCGATATCAAGGAAAAGCAATTTCTTTCA

matK-UL 381 GTAGTATGTCGTAACCTATTTTCATAGAAGTCTGTGGTCTTCAAAGATCCTTTTCGTACATTATGTTTCGATATCAAGGAAAAGCAATTTCTTTCA

matK-BD 381 GTAGTATGTCGTAACCTATTTTCATAGAAGTCTGTGGTCTTCAAAGATCCTTTTCGTACATTATGTTTCGATATCAAGGAAAAGCAATTTCTTTCA

matK-OD 381 GTAGTATGTCGTAACCTATTTTCATAGAAGTCTGTGGTCTTCAAAGATCCTTTTCGTACATTATGTTTCGATATCAAGGAAAAGCAATTTCTTTCA

matK-CH 381 GTAGTATGTCGTAACCTATTTTCATAGAAGTCTGTGGTCTTCAAAGATCCTTTTCGTACATTATGTTTCGATATCAAGGAAAAGCAATTTCTTTCA

matK-MG 381 GTAGTATGTCGTAACCTATTTTCATAGAAGTCTGTGGTCTTCAAAGATCCTTTTCGTACATTATGTTTCGATATCAAGGAAAAGCAATTTCTTTCA

matK-TB 476 AAGGGGACTCATTCTTGATGAAGAAATGGAATATCATTTTGTCAATTTTGGCAATATTATTTAACTTTTGGTCTCAACCATATAGGCTCTAT

matK-UL 476 AAGGGGACTCATTCTTGATGAAGAAATGGAATATCATTTTGTCAATTTTGGCAATATTATTTAACTTTTGGTCTCAACCATATAGGCTCTAT

matK-BD 476 AAGGGGACTCATTCTTGATGAAGAAATGGAATATCATTTTGTCAATTTTGGCAATATTATTTAACTTTTGGTCTCAACCATATAGATCTAT

matK-OD 476 AAGGGGACTCATTCTTGATGAAGAAATGGAATATCATTTTGTCAATTTTGGCAATATTATTTAACTTTTGGTCTCAACCATATAGATCTAT

matK-CH 476 AAGGGGACTCATTCTTGATGAAGAAATGGAATATCATTTTGTCAATTTTGGCAATATTATTTAACTTTTGGTCTCAACCATATAGATCTAT

matK-MG 476 AAGGGGACTCATTCTTGATGAAGAAATGGAATATCATTTTGTCAATTTTGGCAATATTATTTAACTTTTGGTCTCAACCATATAGATCTAT

ITS-TB 570 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-UL 570 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-BD 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-CH 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-OD 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-MG 571 AACATCAACCTACCTTAAATAAAAAGTGTGGGTAAACGGTGGATGTGGAGATTGGCCCTCCGTGCTCTTGATGTGCGGTTGGTTAAGAGACGGTGC

ITS-TB 665 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCGAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-UL 665 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCGAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-BD 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCGAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-CH 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCGAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-OD 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCGAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-MG 666 TCGTTAGGATTGCATCGCGGCGAATGTTGATCGAGTTCATGCACGAAGTCTCCAGCTGCGTACATGAGTCTAACCATGATGTATAATAATTGAAA

ITS-TB 760 CCATTAACGATGTTTGCCTATTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-UL 760 CCATTAACGATGTTTGCCTATTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-BD 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-CH 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-OD 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-MG 761 CCATTAACGATGTTTGCCTATTCGCAAGCACGGACCATGACCTCAGATCATGCGGGGCCACCCGCTGAGTTAAGCATATCAATAAGCGGAGGA

ITS-TB 855 GAAGAACTTACAAAGATTCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCCGGGAATTCTA

ITS-UL 855 GAAGAACTTACAAAGATTCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCCGGGAATTCTA

ITS-BD 856 GAAGAACTTACAAAGATTCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCCGGGAATTCTA

ITS-CH 856 GAAGAACTTACAAAGATTCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCCGGGAATTCTA

ITS-OD 856 GAAGAACTTACAAAGATTCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCCGGGAATTCTA

ITS-MG 856 GAAGAACTTACAAAGATTCCCTTAGTAACGGCGAGCGAACCCGGGAATTCTA

그림. 8 울릉산마늘과 산마늘 유래 matK, ITS의 Multiple sequence alignment(계속)

(2) Multiplex ARMS-PCR

matK 영역에서 확인된 SNPs 는 두 종 모두에서 나타나 ARMS 프라이머를 작성하는데 적합하지 않았다. 그러므로 종 특이 ARMS-PCR을 이용하여 분자적 동정을 ITS 영역 분석을 통하여 실시하였다. 680 bp에 위치한 SNP를 분석을 위해 선택하였고, outer (공통)와 inner (종 특이) 프라이머 세트 제작을 위해 선택하였으며, 이들을 혼합하여 사용하면 크기가 다른 2개의 amplicons을 생성하였다(그림. 9). 4개의 상대적인 위치는 표 9에, 예상되는 종 특이 amplicons의 크기는 그림 9에 나타내었다. 울릉산마늘(*A. ochotense*) 두 가지 시료에 대한 ARMS-PCR 분석은 예상과 같은 415 bp, 187bp의 amplicons를 생성하였으며, 산마늘(*A. microdictyon*) 4개 시료에 대한 분석에서는 415, 237 bp의 amplicons을 생성하였다 (그림 10). 모든 실험은 수회 반복하여 data의 재현성을 확인하였다.

상기의 결과를 검증하기 동일한 프라이머 세트를 사용한 대립유전자 특이 PCRs을 실시한 결과, 한 가지 종류의 amplicon이 생성되었다: ITS-OF 와 ITS-SNP2 는 조합은 산마늘(*A. microdictyon*)에 속하는 시료만을 증폭한 반면에, ITS-OR 과 ITS-SNP1 조합은 울릉산마늘(*A. ochotense*)에 속하는 시료만을 증폭하였다 (그림. 10B and 10C). 이상의 결과로 ARMS-PCR 이 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)의 탐색에 특이적으로 사용될 수 있었다.

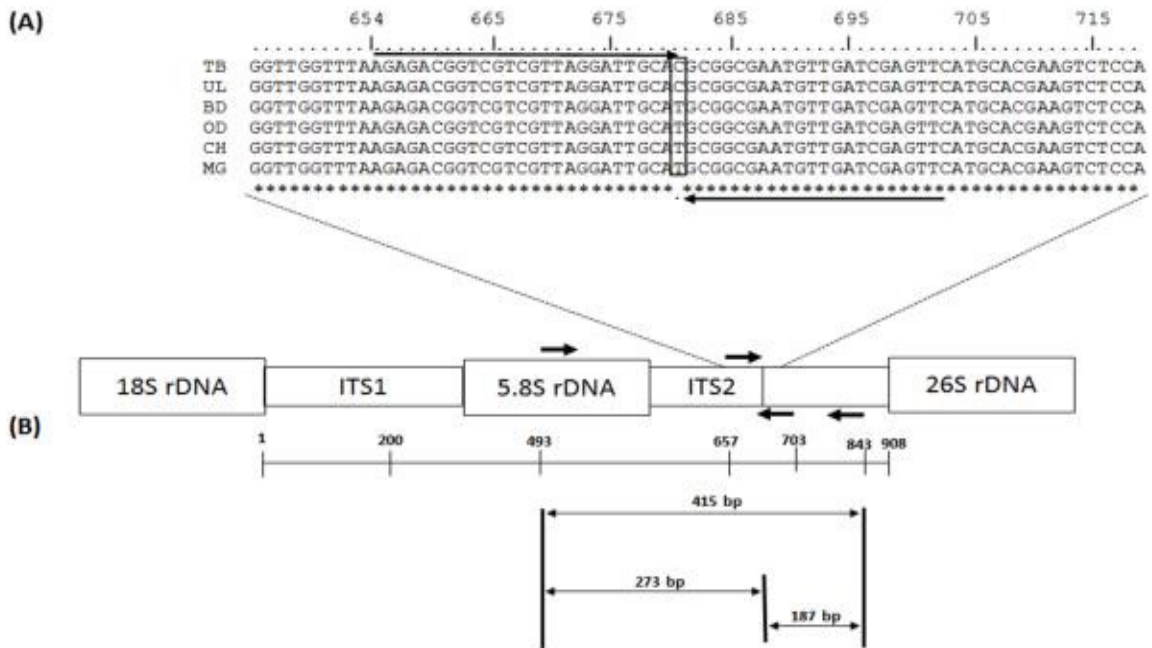


그림. 9 (A) *Allium* 종에서 단일염기 다형성(SNPs)을 보이는 몇 가지 ITS (B) ITS 영역(multiplex PCR에 사용된 프라이머의 위치와 염기서열을 포함),

* 화살표는 ARMS-PCR에 사용된 outer와 inner 프라이머의 방향을 나타냄

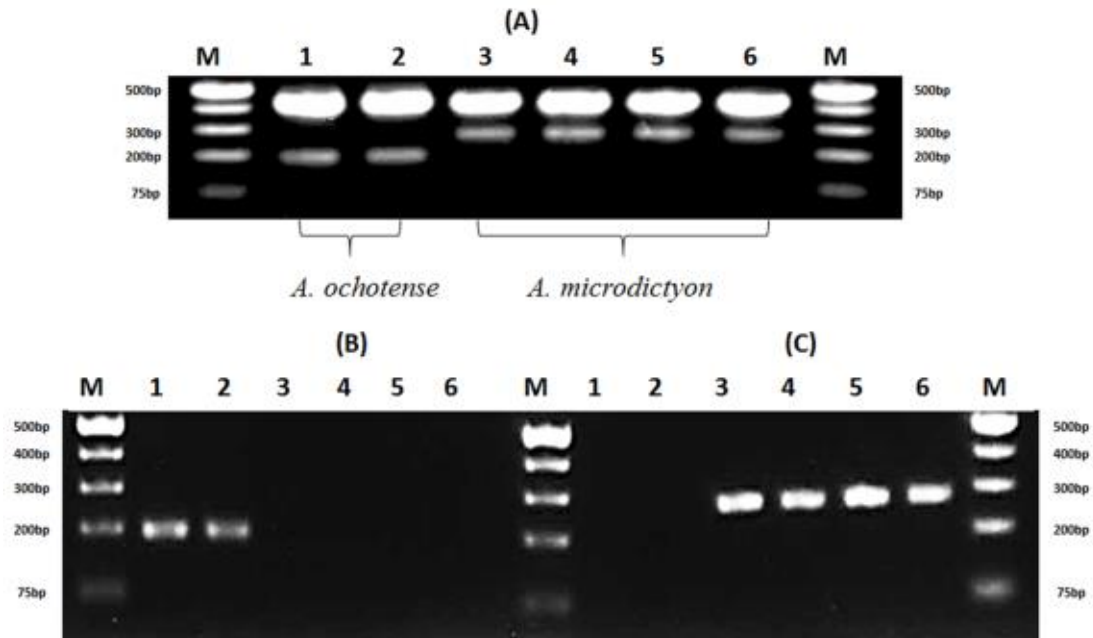


그림. 10 PCR 반응산물

- (A) ITS-OF, ITS-OR, ITS-SNP1, ITS-SNP2 프라이머를 이용한 multiplex PCR
 (B) *A. ochotense*에 특이적인 ITS-OF, ITS-SNP2 프라이머를 이용한 allele-specific PCR
 (C) *A. microdictyon*에 특이적인 ITS-OR, ITS-SNP1 프라이머를 이용한 allele-specific PCR
 Lanes: M, 1000 bp DNA ladder; 1 and 2, *A. ochotense* 3 to 6, *A. microdictyon*.
 수집지역: TP, 태백; UL, 울릉도; OD, 오대산; BH, 백두산; CH, 중국; MO, 몽골.

(3) 논의

최근에 식물분자유전 연구에서 자주 사용되는 유전좌인 ITS, matK, trnH-psbA, rbcL를 이용하여 한국에서 발견되는 2종의 *Allium* species의 분자적 분석을 실시하였다. 비록 ITS 영역이 울릉산마늘과 산마늘 간에 matK 영역 보다 변이가 많은 site로 나타났으나, 두 영역 모두 종 특이 변이를 보여, 계통수에서 2그룹으로 나뉘고, 각 그룹은 오직 하나의 종으로 각각 구성되는 것으로 나타났다; trnH-psbA 와 rbcL 염기서열은 완전히 동일하여 더 이상 분석을 진행하지 않았다. ITS 영역의 SNP site와 성공적으로 도입된 ARMS-PCR 기술로 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)을 구별할 수 있었으며, 이는 allele-specific PCRs을 이용하여 검증되었다. 이러한 절차는 종 판별 과정에서 사용될 수 있는 종 특이 프라이머를 제작하는 standard protocol 로 기술될 수 있다.

Allium spp. 의 분류는 복잡하고 여러 가지의 유의어와 유전자간의 집단화에서 볼 수 있듯이 오류가 발생하기 쉬워(Choi & Oh 2011), 최근까지 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)은 *A. victorialis*로 통칭되어왔다(Kim et al, 2000). 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)은 우리나라에서 자생하고 있으며 자생지 훼손에 의해 멸종의 위기에 처해있다(Choi & Oh 2011). 그러므로 두 종을 보존하고 육성할 필요가 있다. 그러나 두 종의 식별과 차이를 주로 형태적인 분석에 의존하여, 이들의 판별에 한계가 있다(Hebert et al. 2003, Friesen et al, 2000). 따라서 염기서열 변이에 기반한 유전체적인 접근방법이 분자적 수준에서 *Allium*의 판별에 광범위한 지지를

받고 있으며(Mishra et al. 2016, Techen et al. 2014), 분자적 도구를 이용한 속(genus)의 구조화를 노력이 진행 중이다(Friesen et al. 2006, Fritsch et al. 2010, Li et al. 2010, Herden et al. 2016). 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)의 ITS 염기서열에 근거하여 보면 같은 것으로 볼 수 있는 두 종류의 산마늘이 서로 분자적으로는 유전적으로 차이를 보였다(Nguyen et al. 2008). 그러나 이들의 판별에 빠르고 간단하고 중 특이 프라이머를 사용한 본 연구가 필요하고, 적은 분석시간, 덜 정교한 장비가 요구되며, 미성숙 식물체나 씨앗에도 적용할 수 있다. 본 연구에 사용된 ARMS-PCR 기술은 이미 *Panax ginseng*(In et al. 2010, Wang et al. 2010), *Anemarrhena asphodeloides* sp(Jigden et al. 2010), *Schisandra chinensis*(Kim et al. 2012) 등과 같은 여러 약용식물의 판별에 유용하다는 것이 증명되었다. 몇몇 SNPs 가 기원이 다른 시료 - 예를 들어 한국과 중국 기원의 산마늘(*A. microdictyon*) - 사이에 관찰되었기 때문에, 이 방법 또한 육종을 목표로 하는 경우 매우 유용한 영역 특이 SNP 프라이머의 제작에 활용할 수도 있을 것이다.

결론적으로 유전자 분석이 우리나라에서의 *Allium species*의 인증에, 특히 주로 많이 소비되고 형태적 판별이 어려운 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)의 판별에 매우 유익할 수 있다. 본 연구는 ITS 염기서열의 변이를 이용하면 울릉산마늘(*A. ochotense*)과 산마늘(*A. microdictyon*)을 재현성과 신뢰성이 있게 구분할 수 있다는 것을 실증하였다.

(시험 4) 약리성분과 연관된 isoforms 와 생합성 유전자를 구명하기 위한 고품질 전사체의 심층분석

(1) 전사체 염기서열과 염기서열 조합

고품질 유전체의 염기서열에 대한 보다 심층적인 통찰을 얻기 위하여 Pac Bio Iso-seq method를 이용하여 mRNA를 염기서열분석하였다. 편향을 피하기 위하여, 짧고 긴 RNA 전사체를 길이 1-2kb, 2-3kb, 3-6kb의 길이로 분류하였다. 고생산성 염기서열분석 결과 총 518,355 read of insert (ROIs)가 발생하였다. library의 각각의 평균 read length 는 1,500 bp (1-2kb), 2,120 bp (2-3kb), 3,343 bp (3-6kb) (표 11과 12)로 나타났다. ROI는 각각 74,687, 84,459, 98,248 full-length non-chimeric reads 이고(표 12), 30,216, 40,990, 36,674 consensus isoforms 으로 cluster 되었다(표 13). 총 길이 116Mb의 60,646개의 정제된 고품질의 isoforms을 관찰할 수 있었다 (표 14). 이어진 연구에서는 생물정보학 방법론(5단계 platforms)으로 최종적으로 27,453개의 isoform을 특정시킬 수 있었다 (그림 11).

표 11. 고품질의 raw read sequencing의 요약

Library	Read Bases of Insert (bp)	Mean Read Length of Insert (bp)	Mean Read Quality of Insert	Mean Number of Passes
1-2kb	217,374,444	1,500	93.34%	10
2-3kb	321,093,538	2,120	93.03%	8
3-6kb	742,324,391	3,343	90.46%	4

표 12. 곰취의 Pac Bio SMRT IsoSeq 데이터 분류

Library	Number of reads of insert	Number of five prime reads	Number of three prime reads	Number of poly-A reads	Number of full-length non-chimeric reads	Average full-length non-chimeric read length
1-2kb	144,897	95,652	97,995	94,774	74687	1221
2-3kb	151416	103564	108998	107345	84459	1920
3-6kb	222,042	136,192	141,666	137,674	98248	3272

표 13. 곰취의 Pac Bio SMRT IsoSeq 데이터 군집 요약

Library	Number of consensus isoforms	Average consensus isoforms read length	Number of polished high-quality isoforms	Number of polished low-quality isoforms
1-2kb	30,216	1,306	21,479	8,737
2-3kb	40,990	1,942	25,045	15,945
3-6kb	36,674	3,419	14,122	22,552

표 14. 고품질 non-redundant representative sequences의 요약

Total number of Sequences	Total length (bp)	Clusters	Total length of clusters (bp)
60646	116557502	49048	94818129

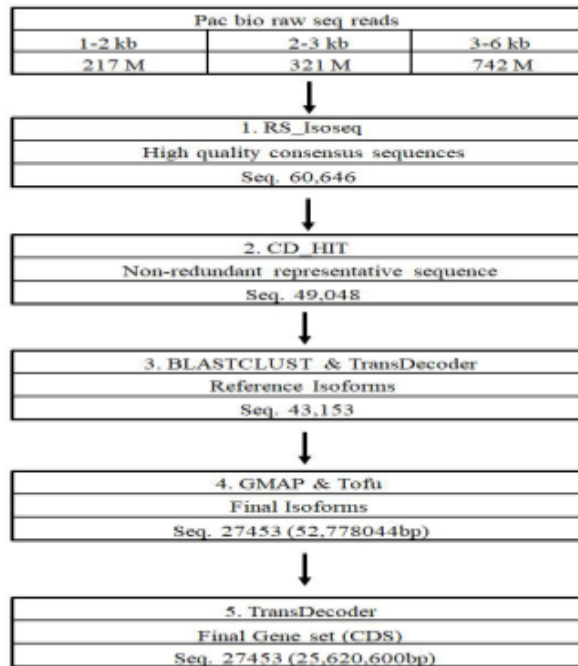


그림. 11 곰취 유전자 세트 확립을 위한 5단계로 구성된 IsoSeq 분석흐름

(2) 기능 주석달기 및 분류

기능성 정보, 범위와 전사체의 품질을 수집하기 위하여, BLASTX 분석을 NCBI nr protein database와 uniprot database에 대하여 E value cutoff를 10^{-6} 으로 실시하였다. 전사체 27,453개 중에 24,806개 (90%)는 기지의 단백질 서열과 높은 정도로 유사한 것으로 나타났다. 우리가 가진 dataset에서 대부분의 전사체가 아티초크로 알려진 *Cynara cardunculus* var. *scolymus* (62%)와 유의한 유사성을 보였으며 그 다음으로 *vitis vinifera* (3%)와 *sesamum indicum* (2%)이었다 (그림 12).

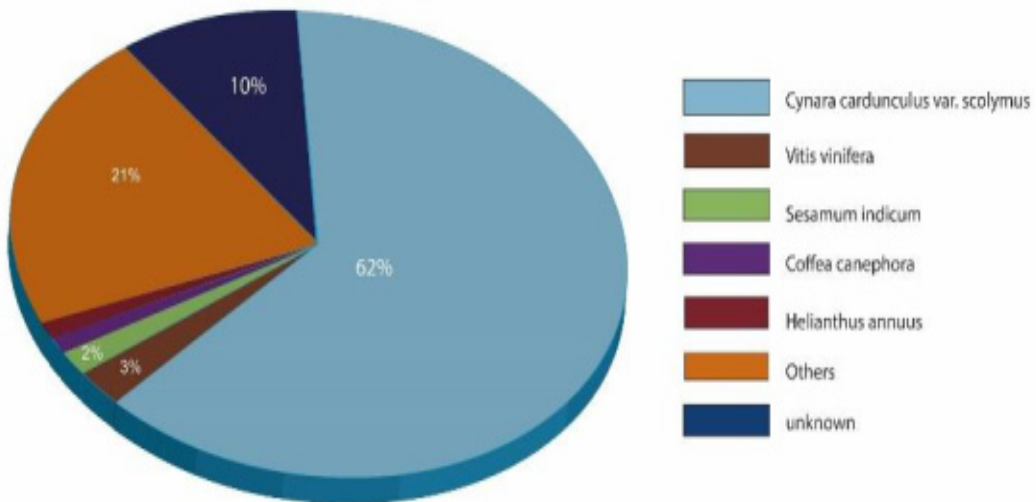


그림. 12. BLAST에서 상위를 차지한 식물 종

(3) 유전자 존재론(Gene ontology) 과 EC 분류

전사체를 기능적으로 분류하기 위하여 유전자 존재론(GO) 분석을 BLASTX hit from the NR 과 uniprot database에 근거한 Blast2GO를 이용하여 실시하였다. 11,279개의 전사체에 주석을 성공적으로 달 수 있었으며, 이를 세 가지 범주로 분류(biological process, cellular component, molecular function)하고 62 개의 기능그룹으로 할당할 수 있었다. 전사체 9,663개는 biological process로 나타났고, 전사체 9269개는 molecular function으로, 9,010개는 cellular components로 나타났다. biological process 범주에는, cellular process(14%), metabolic process(13%) 두 개가 가장 대표적인 하위 범주였다. molecular function에서는 전사체의 대부분이 binding(41%) 과 catalytic activity (35%)에 관련이 있었으며, cellular component 전사체는 cell(18%)과 cell part(17.79%)가 많았다 (그림 13-A). EC 주석은 3,224 개의 전사체에 대하여 얻어졌으며, 곰취에서 풍부하게 존재할 것으로 예측되는 상위 20개의 효소는 Fig. 13B와 같다. 산무수물(전사체 518개, 酸無水物에) 작용하는 비 특이적 가수분해 효소, 다음으로 nucleotide-triphosphates phosphatase group이었다.

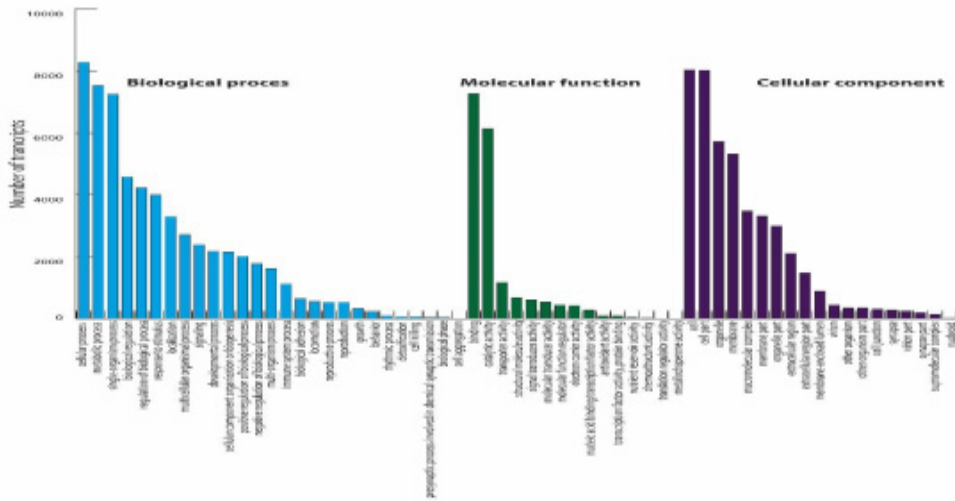


그림 13-A) 유전자 존재론 분류 히스토그램.

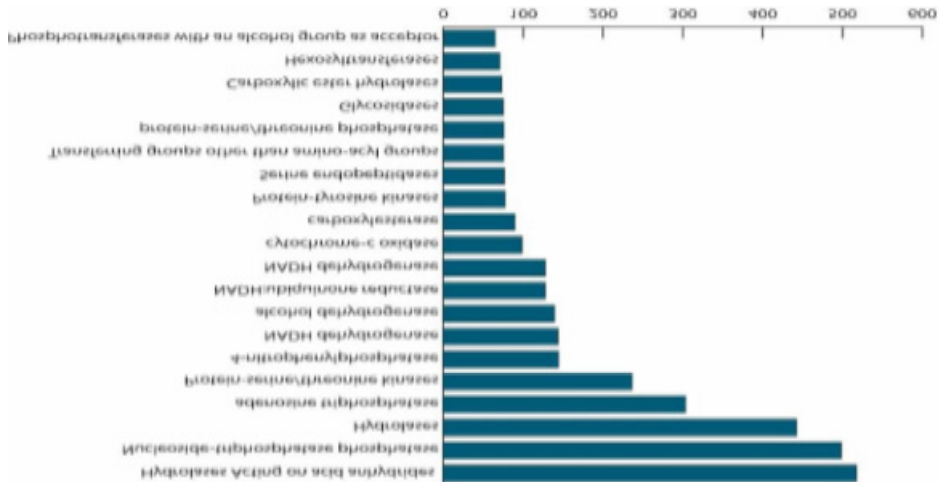


그림 13-A) 곰취에서 많이 존재하는 효소분류(상위 20)

(4) KEGG classification

KEGG 분석으로 9,212개의 전사체를 5개 범주로 분류하고(level 1; metabolism, environmental information-processing, genetic information processing, organismal systems, human diseases) 18개의 하위 범주로 분류하였다(level 2). 흥미롭게도 대부분의 전사체는 대사와, 구체적으로 아미노산, 뉴클레오타이드, 탄수화물, 생체이물 생분해와 연관되어 있었다(그림 14). 859개 효소가 관련된 총합 131개의 대사경로가 매핑되었다. 대부분의 전사체가 purine 대사(1024)로 매핑되었고, 다음으로 항생제의 생합성(866), thiamine 대사(501), 산화적 인산화(401) 순이었다(표 15). KEGG 분석에 대한 세부 결과를 대사경로, 대사경로에서의 효소, 효소의 주석, 염기서열 정보, 경로가 속해 있는 범주와 세부범주로 정리하였다. 약용작물의 전사체 분석의 필수적인 인자 중의 하나는 2차 대사산물과 관련된

대사경로를 구명하는 것이다. 본 연구에서는 26개의 대사경로(1332 전사체)와 160개의 효소가 이차대사와 관련되어있었다. 모든 이차대사산물 대사경로 중에서 “항생제 생합성”이 가장 많은 전사체(866)에 의해 encoding 되었으며, tropane, piperidine, pyridine alkaloid 생합성 (86), Phenylpropanoid 생합성 (76) 순이었다(표16).

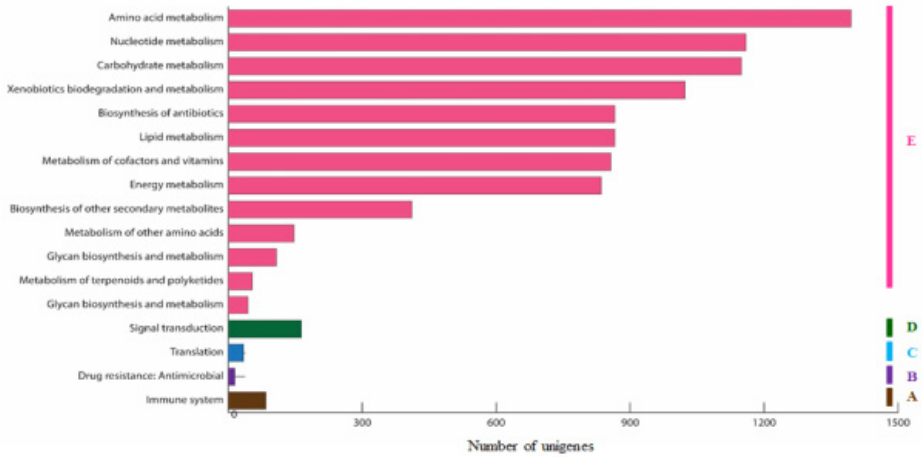


그림. 14 KEGG 분류 맵(A, Cellular Processes; B, Environmental Information Processing; C, Genetic Information Processing; D, Metabolism; E, Organismal Systems)

표 15. 가장 많이 발현되는 25개의 KEGG 대사경로

KEGG pathway	Number of unigenes	Number of Enzymes in Pathway
Purine metabolism	1024	32
Biosynthesis of antibiotics	866	99
Thiamine metabolism	501	3
Oxidative phosphorylation	401	5
Glycolysis/Gluconeogenesis	287	22
Tyrosine metabolism	239	10
Aminobenzoate degradation	205	6
Glycine, serine and threonine metabolism	203	15
Carbon fixation in photosynthetic organisms	201	13
Phenylalanine, tyrosine and tryptophan biosynthesis	199	18
Fatty acid degradation	191	9
Drug metabolism – cytochrome P450	190	4
Metabolism of xenobiotics by cytochrome P450	190	4
alpha-Linolenic acid metabolism	187	5
Retinol metabolism	177	4
Chloroalkane and chloroalkene degradation	158	4
Naphthalene degradation	140	1
Pyrimidine metabolism	135	21
Arginine biosynthesis	130	13
Glyoxylate and dicarboxylate metabolism	123	12
Alanine, aspartate and glutamate metabolism	120	18
Cysteine and methionine metabolism	118	19
Drug metabolism – other enzymes	100	4
Phenylalanine metabolism	97	10

표 16. 이차대사산물의 생합성과 관련된 대사경로

Biosynthesis of secondary metabolites	Number of Gene clusters	Number of Enzymes in Pathway
Biosynthesis of antibiotics	866	99
Tropane, piperidine and pyridine alkaloid biosynthesis	86	5
Phenylpropanoid biosynthesis	76	5
Novobiocin biosynthesis	72	4
Isoquinoline alkaloid biosynthesis	68	4
Penicillin and cephalosporin biosynthesis	39	4
Caffeine metabolism	33	2
Terpenoid backbone biosynthesis	16	7
Streptomycin biosynthesis	15	6
Limonene and pinene degradation	8	1
Polyketide sugar unit biosynthesis	7	2
Aflatoxin biosynthesis	5	1
Monobactam biosynthesis	5	3
Biosynthesis of ansamycins	5	1
Carbapenem biosynthesis	5	2
Tetracycline biosynthesis	5	1
Geraniol degradation	4	2
Flavonoid biosynthesis	3	2
Neomycin, kanamycin and gentamicin biosynthesis	3	2
Biosynthesis of siderophore group nonribosomal peptides	3	1
Acarbose and validamycin biosynthesis	2	1
Betalain biosynthesis	2	1
Glucosinolate biosynthesis	1	1
Indole alkaloid biosynthesis	1	1
Biosynthesis of terpenoids and steroids	1	1
Carotenoid biosynthesis	1	1

(5) 곰취의 약리작용에 대한 대사경로 확인

곰취 잎은 항산화와 항염증 활성과 관련된 천연물질이 풍부하다. 이러한 활성을 나타내는 대사 경로와 연관된 다양한 전사체를 찾아볼 수 있었으며, 아래에 자세히 기술하였다.

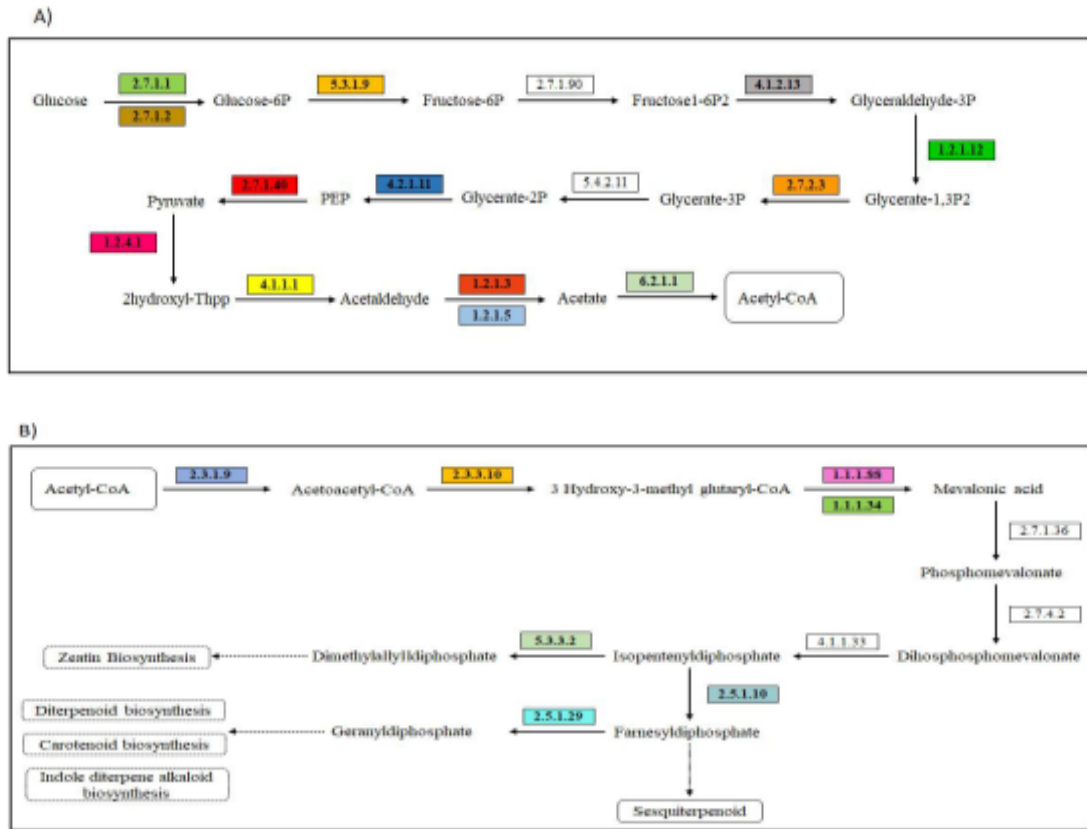
(가) Terpenoid backbone 합성

Sesquiterpenoids 는 곰취에 존재하는 중요한 생물활성 화합물로 전염증성 신호 경로를 억제한다. 세스퀴테르페노이드는 테르페노이드 골격 합성과 밀접하게 관련된 farnesyl pyrophosphate 전구체로부터 합성된다. 테르페노이드 골격 합성을 전구체 분자인 acetyl-CoA는 해당 경로에서 유래한다; Uniport annotations을 이용하여 이 경로와 관련된 유전자를 확인하였다. 세스퀴터

페노이드를 합성하는 경로를 조절하는 20개의 주요 효소를 확인할 수 있었다(표 17). 효소를 인코딩하는 총 91개의 전사체가 포도당에서 acetyl-CoA 로 되는 해당 경로 상에서 매핑되었고, 16개는 테페노이드 골격 합성 경로 상에서 매핑 되었다(Fig. 15A, 4B). 전구체의 역할과는 별개로 Farnesyl pyrophosphate과 연관된 유전자는 또한 위생적으로 중요한 Farnesyl pyrophosphate synthase (FPPS) (EC: 2.2.1.10)를 코딩한다. FPPS 는 mevalonate 경로에서 key branch point 효소로서 골 재흡수, 암, 일부 감염증을 표적하는 중요한 성분이다(Tsoumpra et al, 2015).

표 17. 세스퀴테페노이드의 생합성과 연관된 주요 20개 효소와 이들 효소의 분류 및 EC number

Sr. No	Key enzymes	EC no.	Class	Pathway
1	hexokinase	2.7.1.1	Transferases	
2	glucokinase	2.7.1.2	Transferases	
3	phosphohexose isomerase	5.3.1.9	Isomerases	
4	aldolase	4.1.2.13	Lyases	
5	triosephosphate dehydrogenase	1.2.1.12	Oxidoreductases	
6	phosphoglycerate kinase	2.7.2.3	Transferases	Glycolytic pathway
7	phosphopyruvate hydratase	4.2.1.11	Lyases	
8	pyruvate kinase	2.7.1.40	Transferases	
9	pyruvate decarboxylase	1.2.4.1	Oxidoreductases	
10	pyruvate decarboxylase	4.1.1.1	Oxidoreductases	
11	NAD-aldehyde dehydrogenase	1.2.1.3	Oxidoreductases	
12	aldehyde dehydrogenase	1.2.1.5	Oxidoreductases	
13	acetyl-CoA synthetase	6.2.1.1	Ligases	
14	acetoacetyl-CoA thiolase	2.3.1.9	Transferases	
15	hydroxymethylglutaryl-CoA synthase	2.3.3.10	Transferases	
16	hydroxymethylglutaryl-CoA reductase	1.1.1.88	Oxidoreductases	
17	hydroxymethylglutaryl-CoA reductase(NADPH)	1.1.1.34	Oxidoreductases	Terpenoid backbone synthesis
18	isopentenyl-diphosphate Delta-isomerase	5.3.3.2	Isomerases	
19	farnesyl-diphosphate synthase	2.5.1.10	Transferases	
20	geranylgeranyl diphosphate synthase	2.5.1.29	Transferases	



A) 해당 대사경로 B) 테페노이드 backbone synthesis.

그림. 15 효소를 인코딩하는 전사체를 나타내는 세스퀴테르페노이드 생합성 대사경로

(나) 글루타티온 대사

곰취는 항산화 활성을 가지고 있기 때문에 간 질환 예방을 위한 기능성 식품으로 개발할 수 있다. 글루타티온은 활성 산소종(ROS)에 의해 발생한 세포 손상을 방지할 수 있는 항산화제로 알려져 있다. 또한 조직의 생성이나 보수, 면역시스템과 우리 몸에 필요한 화학물질이나 단백질 등의 생성에 관련되어 있다(Kerksick & Willoughby 2005). 분석된 데이터에서는 11개의 효소를 인코딩하는 54개의 전사체가 글루타티온 대사 경로로 매핑 되었다. 많은 전사체들이 글루타티온을 생체 이물의 기질로의 환원을 촉매하는 해당 효소를 가지는 glutathione transferase(EC: 2.5.1.18)를 매핑하는 것을 볼 수 있다(그림 16). 곰취 잎의 전사체에서 발견된 글루타티온 대사와 연관된 유전자에는 glutathione peroxidase(EC: 1.11.1.9), ribonucleoside diphosphate reductase(EC: 1.17.4.1), glutathione synthase(EC: 6.3.2.3), glutamate cysteine ligase(EC: 6.3.2.2), ornithine decarboxylase (EC: 4.1.1.17), 6-phosphogluconic dehydrogenase(EC: 1.1.1.44), trypanothione reductase(EC: 1.8.1.12), isocitrate dehydrogenase(NADP+)(EC: 1.1.1.42), glucose-6-phosphate dehydrogenase (NADP+)(EC: 1.1.1.49), thioredoxin peroxidase(EC: 1.11.1.15) 등이 있다.

페닐프로파노이드는 곰취 잎의 추출물에 존재하는 또 다른 화합물이다. 현재까지의 연구결과 cinnamyl-alcohol dehydrogenase (EC: 1.1.1.195), lactoperoxidase (EC: 1.11.1.7), phenylalanine ammonia-lyase (EC: 4.3.1.24), phenylalanine/tyrosine ammonia-lyase (EC: 4.3.1.25), gentiobiase (EC: 3.2.1.21)를 포함하는 페닐프로파노이드 경로와 관련된 소수의 유전자가 곰취 잎 전사체에 존재하는 것으로 추정된다. 본 연구에서는 유전자의 대부분이 “항생제 생합성”과 연관되는 것으로 나타났다. 또한, 일부 스트렙토마이신, 안사마이신, 테트라사이클린, 네오마이신, 칸나마이신, 젠다마이신의 생합성과 같은 일부 항 미생물 관련 경로를 볼 수 있었다.

(6) 동형체(Isoform) 분석

1,030개의 전사체에서 선택적 접합에 의한 동형체 2,250개를 확인할 수 있었으며, 이들은 선택적 전사 부위, 선택적 아데닐산중합반응 / 선택적 접합에 의해 유도되어 전사체당 2~11개의 동형체가 존재함을 알 수 있었다 (그림 18). 표현 동형체의 길이는 28,000943bp로서 800bp에서 8,238bp의 범위였다. 271개 동형체를 포함하는 117개의 clusters는 다양한 대사 경로와 관련되어 있었지만, EC 주석에서는 372개의 동형체를 포함하는 163개의 cluster 가 관찰되었다. 글루타티온 대사(4-Glutathione transferase; 2-Glutathione peroxidase)에는 총 6개의 동형체가 관련되어 있었다. 표 18은 4개 이상의 동형체를 가지는 상위 유전자에 대한 정보를 제공하고 있으며, 이 중에서 Glycine decarboxylase는 가장 많은 수의 동형체를 가지고 있었다(11). 게다가 선택적 접합에 의해 발생된 많은 수의 동형체를 가진 resistance (R) protein 과 같은 다수의 스트레스 반응 유전자를 동정 하였으며, 이들은 뉴클레오티드 결합 도메인과 leucine이 풍부한 수용체를 지니고 있었다. 또한 식물의 생체 및 무생체적 스트레스의 일반적인 특성인 활성산소종(ROS)과 관련된 동형체를 관찰하였다(그림 19).

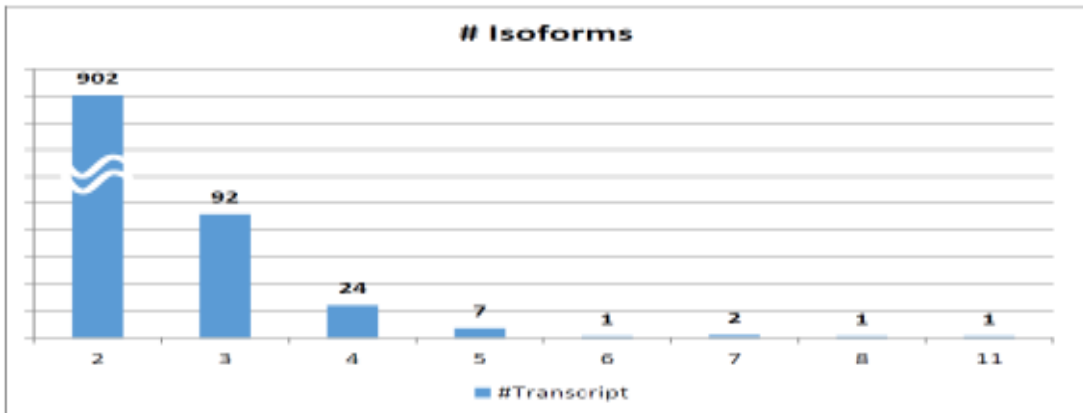


그림. 18 곰취 unigenes 내에서 확인되는 Isoforms의 수

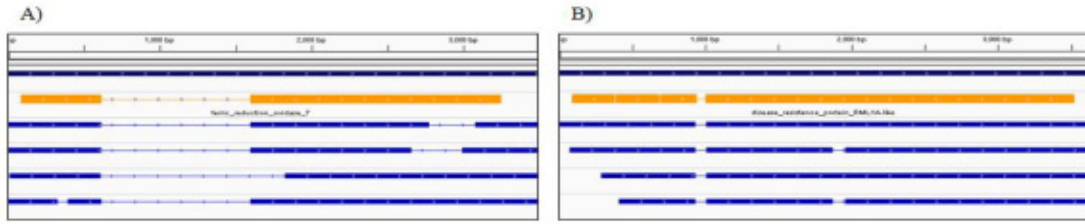


그림. 19 A) ROS(cytochrome b-245, heavy chain),
 B) R protein(TIR-NBS-LRR) 생산과 관련된 선택적 접합 isoforms

(7) 토의

곰취는 오랫동안 민간요법에 사용되어 왔으며, 라디칼 소거 활성으로 인해 기능성 식품으로 개발될 수 있다. 비록 이 종에 포함된 식물들에 대한 화학적 특성들이 광범위하게 연구되었지만, 생물학적인 과정을 규명할 수 있는 유전적인 정보는 존재하지 않는다. NGS를 이용한 전사체 분석은 특별히 표준유전체가 없는 종에서 귀중한 유전체 자원을 생성할 수 있는 효과적인 방법이다. 본 연구는 곰취의 완전한 전사체의 특성을 규정하고 기능적으로 주석을 다는 첫 번째 연구로서, 이를 통하여 곰취의 생합성 경로와 선택적 접합과 관계된 유전자를 구명하고자 하였다. 어린 잎(다양한 약리 활성 화합물이 생성되고 축적되는 장소)의 전사체 시퀀싱은 최근 개발된 PacBio SMRT sequencing 방법을 이용하였다. 60,646개의 고품질 비중복 representative sequence, 총 길이 116.5Mb의 long-read 전사체를 얻었다. 이러한 유전체 수준의 전사체는 완전한 ORF(open reading frame)으로서 분자마커와 반복적인 연구에 큰 이점이 있으며, 앞으로의 유전자 발현의 정량화에 기준으로 역할을 할 수 있다. NR과 uniprot 에 대한 BLAST 분석에서 전사체의 45%(27,453)가 성공적으로 주석이 달렸으며, 이는 다른 동일한 시퀀싱 전략을 사용하는 다른 약용작물과 비교하여 낮은 수준이었으나(Jo et al. 2017, Xu et al. 2017) 본 연구를 위해서는 충분한 수준이었다. 데이터베이스 상에서 유전정보가 존재하지 않거나 적은 약용식물에서는 BLAST 수치가 낮은 것으로 나타났다(Kumar et al. 2016, Zhang et al. 2015, Woldesemayat et al. 2016). 게다가 hit 수가 없는 것은 전사체는 단백질로 번역되지 않는 영역에 속하거나 또는 단백질 기능 도메인이 없는 전사되지 않는 RNA를 포함하고 있다. 지금까지 곰취속에서 얻을 수 있는 유전정보가 많기 않기 때문에, 이번에 얻어진 전사체는 잠재적인 새로운 전사염기서열로 앞으로 더 특성이 특정되어질 필요가 있다. GO annotation을 이용한 Functional Classification에서 biological process, molecular function, cellular components 과 관련된 유전자 속성이 41%(11,297)개의 고품질 전사체에서 동정되었다. 최대 GO terms 는 어린 잎에서 biological process 로 나타났으며, 그중에서 특히 “cellular process”, “metabolic process”가 높았다. 이러한 정보는 생합성 조절, 식물생육과 스트레스 반응과 연관된 유전 네트워크를 규명하는 플랫폼을 제공할 수 있다. molecular function 범주의 경우에는 대부분의 전사체가 “binding activity”, “catalytic activity”, “transporter activity”와 연관되어 있으며, 이들은 세포내에서 유전자 조절, 신호 전달, 효소적 활성화 과정 등을 수행한다. Cellular Component 에서는 최고 Go 범주는 “cell”, 다음으로 “cell part”, “organelle”이었다. 곰취는 터페노이드, 알카로이드, 페닐프로파노이드 등과 같이 상업적으로 산업적으로 중요한 이차대사산물이

광범위하게 존재한다. KEGG mapping 분석을 사용하여 전사체 33.5% (9,212)를 동정하여 다음의 5개 범주로 분류하였다: 대사, 환경 정보-처리, 유전 정보 처리, 유기 시스템과 인간 질병. 전사체의 96% (8,915) 이상이 대사 경로와 연관되는 것으로 나타났다. 160개 효소를 인코딩하는 1,332개의 전사체 세트가 2차대사산물의 분비를 담당하는 경로와 관련이 있었다. 그러므로 본 연구에 사용된 완전한 전사체 염기서열은 생물활성 화합물의 합성과 전사과정 조절에 대하여 보다 효과적으로 접근할 수 있게 할 것이다. 항염증과 항산화는 곰취에서 약리적으로 중요하다. 여러 문헌에 세스쿼터페노이드가 곰취의 잎에서 가장 널리 분포하는 항염증제라고 보고하고 있다(Hwang et al. 2002, Park et al. 2000, Shimizu et al. 2014). 세스쿼터페노이드는 전염증 신호전달 체계를 차단하는 역할을 하고 항종양, 항미생물 활성을 나타낸다. 곰취 잎은 설사, 화성, 인플루엔자, 신경퇴화 등에 사용되는 여러 민간요법의 재료로 사용되고 있다(Chadwick et al. 2013). 또한, 곰취 잎의 추출액은 라디칼 소거활성을 보여, 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, O_2 -와 H_2O_2 radical을 중화시킬 수 있다(Shang et al. 2010, Choi et al. 2007). 글루타티온은 아미노산, 글라이신, 글라타메이트 glutamate, 시스테인에서 합성된 환원 펩타이드로 중요한 내인성 항산화제로 여겨진다(Espinosa-Diez et al. 2015). 본 연구의 결과로 세스쿼터페노이드와 글루타티온 합성에 연관된 대부분의 유전자가 본 연구에서의 전사체 데이터에 들어 있다는 것을 알 수 있었다. 이러한 유전자들은 앞으로 이러한 화합물의 함량을 증진하기 위한 유전자 조작을 위한 후보로 사용될 수 있을 것이다. 본 연구의 데이터에서 흥미로운 것은, 많은 수의 효소를 코딩하는 대부분의 전사체들이 “biosynthesis of antibiotics”에서 보인다는 것이다. 곰취의 항미생물 특성은 널리 알려져 있지만, 이에 대한 보고나 중요한 연구는 찾아 볼 수 없다. 그러므로, 본 연구는 아직까지 밝혀지지 않은 곰취의 분자적 기전을 이해하는 바탕이 될 것이다. 전 m-RNA 전사체의 선택적 접합은 전사체 코딩의 잠재력을 높이고 유전자 발현의 중요한 제어자이다. 또한 전사체의 안정성과 translation 효율에 영향을 미쳐 결과적으로 식물체 발생에 중요한 영향을 미친다(Stamm et al. 2005, Syed et al. 2012). 본 연구의 결과는 곰취 잎 전사체에서 선택적 접합의 직접적인 증거를 찾아볼 수 있다. 나아가, 4~11개의 동형체를 보이는 전사체 총 36개 cluster가 앞으로의 연구에서 중요할 것으로 여겨진다. 식물은 다양한 생물 및 무생물적 스트레스에서 자기를 보호하는 특이 전략을 발전시켜 왔다. 그러나 유전자 발현을 재프로그래밍하기 위해서는 상당한 자원이 필요하고 정밀하고 엄밀한 제어가 필요하다(Shang et al. 2017). 이러한 조건을 위한 일반 특성에 저항성 단백질(R) proteins의 생성이 포함되고, 활성산소종(ROS)의 제거가 필요하다(Atkinson & Urwin 2012). 본 연구에서 TIR-NBS-LRR 단백질과 cytochrome b-245, heavy chain을 코딩하는 다수의 동형체로 이루어진 몇몇 cluster를 발견할 수 있었다. 식물에서 대부분의 R 유전자는 nucleotide binding site (NBS), leucine-rich repeats (LRR), Toll-interleukin receptor domain (TIR) / putative coiled-coil domain (CC) 등의 단백질을 encoding 하는 3개 내지 4개의 exon을 가지고 있다(Gururani et al. 2012). 여러 연구에서 선택적 접합이 R 유전자 기능을 정의 방향으로 제어하여 병원체의 침입과 면역반응의 개시와 연관된 동형체들을 생성한다(Dinesh-Kumar & Baker 2000, Staiger et al. 2013, Xu et al. 2011, Zhang & Gassmann 2007). 한편 cytochrome b-245, heavy chain (NOX2)는 NOX family의 동형체로서 병원체 침입에 반응하여 ROS 생성에 관여한다. 이것은 포식세포에서 호흡 폭발 산화효소의 catalytic subunit 이다(Touyz et al. 2011). 식물의 NOX

family에 의해 생성된 ROS는 cellular signaling, regulation of cell growth, death and host defense 등의 다기능의 역할을 수행한다(Sagi & Fluhr et al. 2006, Wang et al. 2016). 효과적인 형태인 식물 면역체계와는 반대로, R protein 이나 ROS 의 활성화 또한 식물체에 역효과를 주게되어, 다층적인 단계에서 엄밀하게 제어된다. 이러한 사실들로 부터 선택적 접합이 생존을 위해 필수적으로, 불리한 환경조건에 적응할 수 있는 어떠한 적합한 효용성과 적합성을 제공하는 연관 유전자의 제어에 중요한 역할을 하는 것으로 추정할 수 있다(Gracz 2016, Yang et al. 2014). 그러므로 본 연구는 경제적 중요한 특성이면서 곰취 육종에 도움이 되는 다양한 동형체를 앞으로 연구하기 위한 초석이 될 것이다.

이상의 내용을 종합하면, 본 시험으로 얻어진 데이터를 이용한 full-length transcriptome의 characterization으로 곰취의 분자적 연구가 용이하게 되었다는 것이다. 또한 다양한 biological process 와 관련된 많은 수의 전사체를 확인 할 수 있게 하였고, 약리적으로 중요한 화합물과 관련된 대사 경로를 이해하게 하였다. 적절한 생명공학 방법론에 바탕을 둔 2차 대사산물과 관련된 putative genes과 networks에 대한 지식은 곰취의 약리적 가치를 증진시키는데 큰 도움을 줄 것이다. 나아가 본 연구에서 밝혀진 유전자 동형체의 기능성 분석은 스트레스 반응에서 선택적 접합의 조절 효과의 연구를 가능케하여 육종 프로그램에 도움이 될 것이다. 본 연구에 사용된 데이터는 앞으로의 기능성 및 비교 유전체학 연구의 기준으로 사용될 것이며, 곰취의 감추어진 약리적 특성을 탐구하는데 도움이 될 것이다.

표 18. List of top-ranked genes containing over four isoforms

Cluster ID	Length	#Iso forms	Description	Matched Species	Gene bank no.
cluster_00012	6659	11			Lfis_00009
cluster_00004	6835	8			Lfis_00004
cluster_00069	5886	7	PREDICTED: ATP-dependent Clp protease ATP-binding subunit clpA homolog CD4B, chloroplastic-like	[<i>Nicotiana sylvestris</i>]	Lfis_00032
cluster_00523	3828	7	RNA-dependent RNA polymerase, eukaryotic-type	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00339
cluster_02210	3431	6	hypothetical protein Cerd_011317	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_01117
cluster_00970	3671	5	TIR-NBS-LRR resistance-like protein RGC151	[<i>Helianthus annuus</i>]	Lfis_00566
cluster_01115	3632	5	Protein of unknown function DUF2921	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00639
cluster_01550	3535	5	cytochrome b245, heavy chain	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00813
cluster_02155	3438	5	hypothetical protein Cerd_011446, partial	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_01087
cluster_02191	3434	5	PREDICTED: probable LRR receptor-like serine/threonine-protein kinase MRH1	[<i>Vitis vinifera</i>]	Lfis_01104
cluster_02555	3386	5	petB protein (chloroplast)	[<i>Arabis alpina</i>]	Lfis_01259
cluster_05185	3160	5	putative protein kinase superfamily protein	[<i>Zea mays</i>]	Lfis_02482
cluster_00002	7355	4	Cellulose synthase, partial	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00002

Cluster ID	Length	#Iso forms	Description	Matched Species	Gene bank no.
cluster_00003	6845	4	Cellulose synthase	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00003
cluster_00008	6784	4	plasma membrane H ⁺ -ATPase	[<i>Daucus carota</i>]	Lfis_00007
cluster_00096	4472	4	Coatomer beta' subunit (COPB2)	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00049
cluster_00097	4464	4	hypothetical protein Cerd_018254	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00050
cluster_00405	3890	4	hypothetical protein Cerd_011446, partial	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00265
cluster_00604	3788	4	Phox/Bem1p	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00385
cluster_00742	3737	4	DNA mismatch repair protein MutS, core	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00462
cluster_00848	3707	4	PREDICTED: protein transport protein Sec24-like At4g32640	[<i>Vitis vinifera</i>]	Lfis_00512
cluster_00943	3680	4	Molybdenum cofactor biosynthesis, MoeB, partial	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00555
cluster_01159	3619	4	Rab-GTPase-TBC domain-containing protein	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00660
cluster_01176	3615	4	Concanavalin A-like lectin/glucanase, subgroup	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00668
cluster_01305	3585	4	PREDICTED: CSC1-like protein At4g02900	[<i>Eucalyptus grandis</i>]	Lfis_00726
cluster_01874	3479	4	Nucleic acid-binding, OB-fold	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_00954
cluster_02078	3449	4	Concanavalin A-like lectin/glucanase, subgroup	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_01049
cluster_02375	3407	4	Kinesin, motor domain-containing protein	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_01191
cluster_05487	3140	4	Calcium-binding EF-hand	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_02613
cluster_09047	2968	4	hypothetical protein Cerd_000578	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_04461
cluster_18049	2117	4	plastidic aldolase family protein	[<i>Populus trichocarpa</i>]	Lfis_09981
cluster_22234	1901	4	hypothetical protein Cerd_019845	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_12528
cluster_22523	1883	4	Aldolase-type TIM barrel	[<i>Cynara cardunculus</i> var. <i>scolymus</i>]	Lfis_12691
cluster_36089	1219	4	PREDICTED: uncharacterized protein LOC107304437	[<i>Oryza brachyantha</i>]	Lfis_20538

표 19. KEGG classification map based on level 1 categories

KEGG pathway categories	Number of unigenes	Number of Enzymes in Pathway
Metabolism	8915	836
Environmental Information Processing	164	11
Genetic Information Processing	34	9
Organismal Systems	84	2
Human Diseases	15	1

표 20. KEGG classification map based on level 2 categories

KEGG pathway sub-categories	Number of Gene clusters	Number of Enzymes in Pathway
Amino acid metabolism	1395	158
Nucleotide metabolism	1159	53
Carbohydrate metabolism	1149	176
Xenobiotics biodegradation and metabolism	1023	41
Biosynthesis of antibiotics	866	99
Lipid metabolism	866	79
Metabolism of cofactors and vitamins	857	46
Energy metabolism	835	65
Biosynthesis of other secondary metabolites	411	42
Signal transduction	164	11
Metabolism of other amino acids	147	29
Glycan biosynthesis and metabolism	108	23
Immune system	84	2
Metabolism of terpenoids and polyketides	54	18
Glycan biosynthesis and metabolism	44	6
Translation	34	9
Drug resistance: Antimicrobial	15	1
Chemical structure transformation maps	1	1

(시험 5) 분자육종 지원을 위한 SSR primer 선발 및 분석

곰취 전사체 정보로부터 EST-SSR 분자마커 개발하였다. 전사체 분석으로 확보한 mRNA 염기 서열 정보들을 NICEM에서 제공하는 SSR Finder 프로그램을 사용하여 SSR motif를 포함하는 모든 서열들을 동정하였으며 그들 중 반복서열 수에 따라 2bp 반복서열의 경우 8반복, 3bp 반복서열의 경우 5반복, 그리고 4bp 반복서열의 경우 4반복 이상이 포함된 353개의 서열을 최종 선발하였다(표 6).

표21. SSR motif를 포함하고 있는 곰취 transcript 정보

Motif types	No. of transcripts
2bp-repeats	42
3bp-repeats	279
4bp-repeats	32
Total	353

선발된 transcript들은 SSR motif의 flanking region으로부터 PCR 증폭을 위한 primer 위치를 결정하였으며 353개로 구성된 곰취 EST-SSR primer set의 작성을 완료하였고 다양한 곰취 유전 집단의 DNA를 활용하여 PCR 검정하였다(그림 13).

나. 산마늘 포장 필름별 종합선도 평가시 상품판매 가능한 품질 유지기간은 개방형 기존 포장 필름(양구곰취포장지) 14일에 비하여 산소투과율 $3,000\sim 5,000\text{c}/\text{m}^2 \cdot \text{day} \cdot \text{atm}$ 폴리프로필렌 필름에서 28일로 2배 연장되었다.

(시험 3) 곰취, 산마늘 저장온도별 상품성 및 품질 특성 구명

가. 곰취 저장온도별 판매가능한 선도유지 기간은 2°C 와 8°C 에서 12일, 24°C 에서는 2일이 었다.

나. 산마늘 저장온도별 판매가능한 선도유지 기간은 2°C 20일, 8°C 20일, 24°C 7일 이었다.

(시험 4) 곰취, 산마늘 초음파 공기방울 세척기술

가. 곰취 초음파공기방울 세척 사용시 갈색반점이 12일 비세척과 일반세척에서, 14일 전 시험구 발생하여, 초음파 공기방울 세척처리시 2일 정도 늦게 갈색반점 발생하였으나, 큰 차이는 보이지 않았다.

나. 산마늘 초음파 공기방울 세척시 선도유지기간은 일반세척 9일, 초음파공기방울세척 5분 처리 14일이었다.

(시험 5) 곰취, 산마늘 heat shock 처리에 의한 세척기술

가. 곰취는 40°C , 2~3분 처리는 23일로 6일 이상 연장되어 비세척에 비해 열수 세척처리 시 저장성이 높았으며, 비타민C가 크게 감소되지 않았다.

나. 산마늘 선도유지기간은 50°C 2분 처리 시 35일로 20일 증가하였으며, 열수 세척처리 후 비타민C 함량이 감소되지 않아 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ 열수세척에 의한 열에 의한 영양분의 손실이 없는 것으로 생각되었다.

(시험 6) 곰취, 산마늘 마이크로버블 세척기술

가. 곰취 마이크로버블 세척결과 선도유지기간은 비세척 22일, 40°C 마이크로버블 3분 처리 시 40일로 저장기간 연장 효과가 좋았다.

나. 차아염소산나트륨 처리시 총균수와 진균 함량이 가장 많이 감소하였으나(그림 19), 전자 현미경으로 세포사진을 찍은 결과 세포에 물리적인 피해를 받은 것을 확인 할 수 있었다.

다. 산마늘 마이크로버블 세척결과 판매가능한 선도유지기간은 비세척 16일, 40°C 마이크로버블 5분 처리 시 21일로 처리 시 저장기간 연장효과 있었다.

(시험 7) 곰취, 산마늘 상품 유통시 온도환경 및 품질 모니터링

가. 곰취 농가 수확 시간별 품온 변화를 모니터링시 오전 8시 온도 16.8°C , 11시 온도 38.4°C 로 온도차 21.6°C 로 크게 나타났으나, 11시 전까지 수확한 경우 적정한 예냉과 냉장유통 시스템으로 잘 관리되어서 좋은 선도유지기간을 확보할 수 있었다.

나. 산마늘 농가 수확 시간별 품온 변화는 태백시 손재호 농가에서 오전 7시 온도 14.0°C , 11시 온도 37°C 로 온도차는 23°C 로 컸으나, 수확 시 판매가능한 선도유지기간이 24일, 마지막 수확이 22일로 큰 차이 없었다.

다. 태백 곰취, 산마늘 공동선별 후 이마트 까지 유통단계별 온도변화는 선별장내 품온 27℃로 다소 높았으며, 냉장차, 물품센타, 이마트 춘천점까지 온도가 12.6~15℃를 유지하였다. 그러나, 이마트 판매대 온도는 20℃로 다소 높았다.

(시험 8) 곰취, 산마늘 포장 디자인 개발

- 가. 강원도 전체를 통합하는 강한 브랜드에 대한 요구가 컸으며, 강원도청에서 만든 강원 산나물 엄지척 로고를 이용하여 강력한 통합 브랜드에 맞는 포장 디자인을 개발하였다.
- 나. 곰취, 산마늘 소포장 디자인시 농가보급용으로 100~150g 포장 가능한 소포장용 비닐봉지에 QR코드를 넣어 핸드폰으로 찍으면 강원도농업기술원 홈페이지로 연결하여 산나물 레시피 검색이 가능하게 하여 산나물에 익숙하지 않은 젊은층 소비를 유도하고자 하였다.
- 다. 농가보급형과 동시에 대형마트 판매를 위하여 강원농협본부와 공동으로 맑은청 로고를 넣은 곰취, 산마늘, 어수리 소포장 디자인을 제작하여 이마트 판매용으로 시제품을 만들어 출시하였다.
- 라. 곰취, 산마늘 상자 디자인은 선물용(1kg)과 유통용(1, 2kg) 상자와 농가체험용 다용도 비닐 쇼핑백에 대한 수요 반영하여 2가지 크기로 제작하였다.

(시험 9) 곰취, 산마늘 포장 시제품 현장 실증

- 가. 곰취, 산마늘 소포장 시제품은 소포장 봉지(농가보급형, 엄지척) 2종, 상자(유통용, 선물용) 2종, 쇼핑백(중, 대) 2종 총 6종 7만개를 『인제』 등 도내 9개 시군에 보급하여 실증하였다.
- 나. 시제품 현장 사용한 후기를 피드백한 결과 상자유속지 추가 제작 및 상자에 용량 표기 생략하여 추가제작 배포완료(4종 수정제작, 총 6종 104,300개)하였으며, 총 시제품 현장 적용은 유통상자 등 총 6종, 174,300개가 보급되었다.

(시험 10) 곰취, 산마늘 수확 후 관리 매뉴얼 개발

- 가. 곰취와, 산마늘의 앞선 시험 결과를 토대로 수확 후 관리 매뉴얼 단계별로 정리하여 제작하여 '태백' 등 도내 18개 시군에 1,600부 보급하였다.

<제2세부과제: 곰취, 산마늘 경쟁력 확보를 위한 유통실태조사 및 규격화>

(시험 1) 수입 농산물 지역별 관세청 통관내역 및 해외 현지조사

- 가. 2015년도 주요 산채류 수출입 실적은 취 냉동이 수출을 54.8톤, 208천불로 대부분이 미국으로 54.5톤, 207천불을 수출하였고, 취 건조는 전량 중국으로부터 16.6톤, 67천불 수입하였다.
- 나. 북유럽은 산림 및 어업산업 위주 국가로 농업 비중이 낮아 신선 및 가공 농식품은 수입에 주로 의존하며 지속적으로 증가하고 있다. 수출상품의 경우 주로 독일 및 네덜란드를 통해 EU국가로 진입하고 있으며 온라인 마켓의 활용도 증가추세에 있다.

(시험 2) 곱취, 산마늘 재배농가 경영실태 및 소득조사 분석

- 가. 2017년도 곱취의 강원도 재배농가수와 재배면적은 871호 200.9ha 이고, 노지 381호 140.3ha, 비가림 380호 49.7ha, 시설 110호 10.9ha로 나타났다.
- 나. 곱취 수익성은 10a당 수량이 1,100kg, 단가가 kg당 9,300원으로 총수입이 10,230,000원이었으며, 경영비가 4,077,680원으로 소득은 6,152,320원, 소득율은 60.1%로 분석되었다.
- 다. 2017년도 산마늘 강원도 재배농가수와 재배면적은 574호 172.3ha 이고, 노지 487호 153.8ha, 비가림 60호 11.4ha, 시설 27호 7.1ha로 나타났다.
- 라. 산마늘 수익성은 10a당 수량이 550kg, 단가가 kg당 16,333원으로 총수입이 8,983,150원이었으며, 경영비 3,505,130원, 소득은 5,478,020원, 소득율은 61.0% 분석되었다.

(시험 3) 곱취, 산마늘 재배농가 출하실태 및 유통경로 분석

- 가. 곱취 평년가격은 3월 상순에서 4월 상순까지가 kg당 10,000원 정도로 매우 높았으며 4월 중순에 8천 원대에서 계속 하락하여 6월 하순에 5천 원대까지 하락하였다.
- 나. 산마늘의 출하시기별 비율은 3월이 4%로 작았으며, 4월이 88%로 대부분을 차지하였고 5월 상순이 8%였다.
- 다. 산마늘 출하차별 kg당 수취가격은 식당납품과 소비자직거래가 20,000원, 우체국쇼핑, 농협·원협과 지자체판매관이 17,000원, 기업형 슈퍼마켓과 중도매인 15,000원, 가락시장 14,000원 순으로 높았고, 산지수집상이 12,000원으로 가장 낮았다.

(시험 4) 전통시장 및 도매시장 판매현황 및 유통실태 조사

- 가. 2017년 곱취 판매액은 서울경동시장 업체 평균이 115,000천원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 1,500천원이고, 농협강원지역본부 연합 사업단이 348,000천원으로 유통의 큰 부분을 차지하고 있다. 평균 구입단가는 서울경동시장 업체 평균이 10,463원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 9,500원이고, 농협강원지역본부 연합사업단은 9,000원이었다.
- 나. 2017년 산마늘 판매액은 서울경동시장 업체 평균이 85,000천원, 춘천시농수산물도매시장 업체 평균이 550천원이고, 농협강원지역본부 연합 사업단이 453,000천원으로 유통의 큰 부분을 차지하고 있다. 평균 구입단가는 서울경동시장 업체 평균이 11,670원, 춘천시농수산물도매시장 업체평균이 13,000원이고, 농협강원지역본부 연합 사업단은 15,000원이었다.

(시험 5) 소매시장 및 대형유통업체(마트) 판매현황 및 유통실태 조사

- 가. 2017년 곱취 판매액은 춘천지역 마트 평균이 3,946원천이고, 대형 D마트 120,000천원, 농협경제지주 청과사업국 69,000천원이었다. 평균 구입단가는 춘천지역 마트 평균이 9,667원이고, 대형 D마트 6,000원, 농협경제지주 청과사업국 10,700원이었다.
- 나. 2017년 산마늘 판매액은 춘천지역 마트 평균이 3,900원천이고, 대형 D마트 20,000천원, 농협경제지주 청과사업국 24,000천원이었다. 평균 구입단가는 춘천지역 마트 평균이 12,667원이고, 대형 D마트 22,000원, 농협경제지주 청과사업국 10,700원이었다.

(시험 6) 곱취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격 조사

- 가. 곱취 신선 쌈채 가구당 연간 구입 횟수는 평균 2.8회이고, 중량은 4.3kg 였었고, 소비자의 판매처별 구입실태는 농가·인터넷 46.8%, 전통시장 21.3%, 마트와 농협이 각 12.8%, 도소매점·생협이 6.3%로 직거래 구입이 절반정도를 차지하므로, 생산자는 직거래 비중을 늘리기 위하여 온·오프라인상의 적극적인 마케팅 노력이 필요하다.
- 나. 곱취 소비자의 상품크기별 소비실태를 보면 11~15cm 43.3%, 16cm이상 43.3%, 6~10cm 11.1%, 5cm이하 3.3%로 대부분의 소비자가 11~15cm 크기와 16cm이상 크기를 소비하고 있어 생산자의 출하규격이 이 두 크기에 집중되어 있음을 알 수 있다.
- 다. 산마늘 축제 행사장 방문 소비자의 2016년 산마늘 신선 쌈채 가구당 연간 구입 횟수는 평균 2.2회이고, 중량은 3.7kg 였다.
- 라. 산마늘 소비자의 상품크기별 소비실태를 보면 16~20cm 49.1%, 21~25cm 35.1%, 25cm 초과와 16cm 미만은 각 7.0%, 기억 안남이 1.8%로 대부분의 소비자가 16~20cm 크기와 21~25cm 크기를 소비하고 있었다.

(시험 7) 산채류 경쟁력 확보를 위한 일본의 상품화 및 유통실태 조사

- 가. 나가노시 마루나가 식품센터는 산채 판매 현황을 조사한 결과, 산채류는 봄(3~4월)과 초여름까지 판매하고 있고 일본도 건강에 대한 관심도 증가로 인하여 판매 증가를 예상하고 있다.
- 나. 나가노현 임업종합센터는 산마늘, 두릅, 오갈피나무 등 10여종을 채종, 파종, 증식 및 보급 등의 연구사업을 진행하고 있으며, 산마늘 재배형태로는 임지에서 1년생 묘를 정식 후 4~5년 차에 수확을 하고 있다.
- 다. 아바시리 지역은 북해도 아바시리 특산 ‘교자나(行者菜)’를 재배하고 있다. 교자나는 산마늘(부)×부추(모)의 교잡종으로 우즈노미야대학(宇都宮大學)의 농학부에서 개발했는데 일본 전국에서 개발자가 허가한 6개 지역에서만 재배하고 있으며, 맛이 좋고 영양 만점의 스테미너 식품이다. 다양한 요리에 적합하고 조리도 간단한 새로운 식품으로 희소성이 높다.

(시험 8) 곱취, 산마늘 소비자의 소비실태 및 선호 규격 조사

- 가. 곱취 소비자의 구입선호 크기는 11~15cm 46.0%, 16cm이상 28.0%, 6~10cm 21.7%, 5cm이하 4.3%로 11~15cm가 소비자가 가장 선호하는 규격이었다.
- 나. 산마늘 소비자 구입선호 크기는 16~20cm 48.2%, 21~25cm 28.7%, 15cm이하 15.2%, 26cm이상 7.9%로 16~20cm가 소비자가 가장 선호하는 규격이었다.

(시험 9) 곱취, 산마늘 유통업체의 선호 규격 조사

- 가. 곱취 유통업체 중도매인의 선호 크기는 16cm이상 80%, 11~15cm, 6~10cm 각각 10%로 소비자 선호규격보다 큰 것을 좋아하여 차이가 있었다.
- 나. 산마늘 유통업체 중도매인의 선호 크기는 21~25cm 90%, 16~20cm 10%로 소비자 선호 규격보다 큰 것을 좋아하여 차이가 있었다.

(시험 10) 미국 동부지역 산채류 정보 수집 및 식품 소비트렌드 변화

가. 미국 동부지역에서 산나물이 재배되고 있지 않으나 주변 산지에서 산마늘, 두릅 등을 흔하게 발견할 수 있었는데, 면담자는 자가 재배한 산마늘과 농장주변 산야에서 채취한 두릅 등 산나물을 장아찌 등으로 제조하여 마트에 소규모 공급하고 있었다.

나. 미국 동부 산마늘 자생지인 Scott's Run Nature Preserve(McLean, VA 미국)을 찾아가서 자생지 조사를 하였다.(위도 38°57'58.6"N, 경도 77°11'29.2"W, 해발 55m)

〈제3세부과제: 곰취 산마늘 분자마커를 이용한 품종 및 원산지 판별기술〉

(시험 1) 곰취, 산마늘 수집 및 형태적 특성 조사

가. 곰취(*Ligularia fischeri*)는 육성품종 4종, 수집종 7종으로, 육성품종으로는 산채연구소에서 육성한 “진향곰취”, 농촌진흥청 고령지연구소에서 육성한 “쌈마니”, “곰마니”, “다목이”이며, 수집종으로는 한대리곰취, 백두산 수집종, 제주도 수집종, 지리산 수집종, 화천 수집종 3종 등이다. 곤달비(*Ligularia stenocephala*)는 양구 수집종, 흑산도 수집종, 울릉도 수집종 등 3종을 수집하였다.

나. 산마늘(*Allium microdictyon*)은 오대산 수집종, 중국 수집종 2종, 몽골 수집종이다. 울릉산마늘은 울릉도 수집종, 태백산 수집종을 산채연구소에서 보존하였다.

(시험 2) AS-PCR(Allele-Specific PCR)을 이용한 곰취(*Ligularia fischeri*)와 곤달비(*Ligularia stenocephala*)의 분자적 동정

가. 곰취와 곤달비 간의 *matK*, *trnH-psbA*, *rbcL* 염기서열 비교를 위하여 수집된 4개의 시료를 적정한 프라이머 세트를 사용하여 *matK*, *rbcL*, *trnH-psbA* 영역을 증폭하였다.

나. 종 특이 프라이머 쌍과 프라이머 탐색 3번째 위치에서의 A-T 치환은 근본적인 mismatch가 발생하여 곰취에서 특이 대립유전자가 증폭되지만, 곤달비에서는 대립유전자 증폭이 일어나지 않아, 원하는 결과를 얻을 수 있었다.

(시험 3) SNPs(single nucleotide polymorphisms)에 기반한 multiplex-PCR로 울릉산마늘(*Allium ochotense*)과 산마늘(*Allium microdictyon*)의 분자적 동정

가. *Allium* 종 간의 ITS, *matK*, *trnH-psbA*, *rbcL* 서열비교 분석을 위하여 6점의 시료에서 ITS, *matK*, *trnH-psbA*, *rbcL* 영역의 특이적 프라이머 세트를 증폭하였다.

나. 울릉산마늘(*A. ochotense*) 두 가지 시료에 대한 ARMS-PCR 분석은 예상과 같은 415 bp, 187bp의 amplicons를 생성하였으며, 산마늘(*A. microdictyon*) 4개 시료에 대한 분석에서는 415, 237 bp의 amplicons을 생성하였다.

(시험 4) 약리성분과 연관된 isoforms 와 생합성 유전자를 구명하기 위한 고품취 전사체의 심층분석

- 가. 고품취 유전체의 염기서열에 대한 보다 심층적인 통찰을 얻기 위하여 Pac Bio Iso-seq method를 이용하여 mRNA를 염기서열분석하였으며, 최종적으로 27,453개의 isoform을 특정지을 수 있었다.
- 나. 기능성 정보, 범위와 전사체의 품질을 수집하기 위하여, BLASTX 분석을 NCBI nr protein database와 uniprot database 에 대해 E value cutoff를 10⁻⁶으로 실시하였다.
- 다. 전사체를 기능적으로 분류하기 위하여 유전자 존재론(GO) 분석을 BLASTX hit from the NR 과 uniprot database에 근거한 Blast2GO를 이용하여 11,279개의 전사체에 주석을 성공적으로 달 수 있었다.
- 라. EGG 분석으로 9,212개의 전사체를 5개 범주로 분류하고 18개의 하위 범주로 분류하였다.
- 마. 고품취의 항산화와 항염증 활성과 관련된 천연물질에 활성을 나타내는 대사경로와 연관된 다양한 전사체를 찾아볼 수 있었다.

(시험 5) 분자육종 지원을 위한 SSR primer 선발 및 분석

- 가. 고품취 전사체 정보로부터 EST-SSR 분자마커를 반복서열 수에 따라 2bp 반복서열의 경우 8반복, 3bp 반복서열의 경우 5반복, 그리고 4bp 반복서열의 경우 4반복 이상이 포함된 353개의 서열을 최종 선발하였다.
- 나. 선발된 transcript들은 SSR motif의 flanking region으로부터 PCR 증폭을 위한 primer 위치를 결정하였으며 353개로 구성된 고품취 EST-SSR primer set의 작성을 완료하였고 다양한 고품취 유전 집단의 DNA를 활용하여 PCR 검정하였다.
- 다. 분자육종 지원을 위한 SSR 프라이머 선발을 위하여 SSR primer 분석하여 최종 선발된 154개의 EST-SSR primer들의 효율 검증을 위하여 자동화 장비인 QIAGEN사의 Qiaxcel Advanced System을 활용하여 분석하였다.

5. 인용문헌

- Abdel-Ghany SE, Hamilton M, Jacobi JL, Ngam P, Devitt N, Schilkey F, Ben-Hur A, Reddy AS. 2016. A survey of the sorghum transcriptome using single-molecule long reads. *Nat Commun* 7, 11706.
- Alain AbiRizk MEB. 2013. DNA Fingerprinting: The New Trend in Fighting the Adulteration of Commercialized and Cultivated Medicinal Plants. *Advances in Crop Science and Technology* 01 (04). doi: 10.4172/2329-8863.1000e107
- Arif IA, Khan HA, Bahkali AH, Al Homaidan AA, Al Farhan AH, Al Sadoon M, Shobrak M. 2011. DNA marker technology for wildlife conservation. *Saudi J Biol Sci* 18: 219-25
- Atkinson NJ, Urwin PE. 2012. The interaction of plant biotic and abiotic stresses: from genes to the field. *J Exp Bot* 63, 3523-3543.

- Bae, J. H., Yu, S. O., Kim, Y. M., Chon, S. U., Kim, B. W., Heo, B. G. 2009. Physiological activity of methanol extracts from *Ligularia fischeri* and their hyperplasia inhibition activity of cancer cell. *J Bio-Environment Control* 18: 67-73.
- Bae, J. M., Lee, D. U., Jeong, M. C., Choi, J. H. 2016. Change of quality characteristics in fresh-cut 'Romaine' lettuce by heat treatment. *Korean J Food Preserv* 23(1): 27-33.
- Cha KH, Song DG, Kim SM, Pan CH. 2012. Inhibition of gastrointestinal lipolysis by green tea, coffee, and gomchui (*Ligularia fischeri*) tea polyphenols during simulated digestion. *J Agric Food Chem*, 60, 7152-7157.
- Chadwick M, Trewin H, Gawthrop F, Wagstaff C. 2013. Sesquiterpenoids lactones: benefits to plants and people. *Int J Mol Sci* 14, 12780-12805.
- Chan K. 2003. Some aspects of toxic contaminants in herbal medicines. *Chemosphere* 52: 1361-371
- Chang WT, Thissen U, Ehlert KA, Koek MM, Jellema RH, Hankemeier T, van der Greef J, Wang M. 2006. Effects of growth conditions and processing on *Rehmannia glutinosa* using fingerprint strategy. *Planta Med* 72: 458-67
- Chen S, Luo H. 2014. Transcriptome Analysis of Medicinal Plant with Next-Generation Sequencing Technologies. In *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, John Wiley & Sons, Ltd: 10.1002/9780470027318.a9936pp. 1-12.
- Choi, D. J., Kim, C. B., Lee, S. H., Yoon, J. T., Choi, B. S., Kim, H. K. 2000. Effects of precooling and packaging film materials on quality of water dropwort (*Oenanthe stolonifera* DC.) at low temperature storage. *J Kor Soc Hort Sci* 41: 379-382.
- Choi EM, Ding Y, Nguyen HT, Park SH, Kim YH. 2007. Antioxidant activity of Gomchi (*Ligularia fischeii*) leaves. *Food Science And Biotechnology* 16, 710-714.
- Choi EM, Kim YH. 2008. A preliminary study of the effects of an extract of *Ligularia fischeri* leaves on type II collagen-induced arthritis in DBA/1J mice. *Food Chem Toxicol* 46, 375-379.
- Choi EM. 2007. *Ligularia fischeri* leaf extract prevents the oxidative stress in DBA/1J mice with type II collagen-induced arthritis. *J Appl Toxicol* 27: 176-82
- Choi HJ, Jang CG, Ko SC, Oh BU. 2004. A taxonomic review of Korean *Allium* (Alliaceae). *Korean Journal of Plant Taxonomy* 34 (2): 119-152
- Choi HJ, Oh BU. 2011. A partial revision of *Allium* (Amaryllidaceae) in Korea and north-eastern China. *Botanical Journal of the Linnean Society* 167 (2): 153-211
- Choi J, Park JK, Lee KT, Park KK, Kim WB, Lee JH, Jung HJ, Park HJ. 2005. In vivo antihepatotoxic effects of *Ligularia fischeri* var. *spiciformis* and the identification of the active component, 3,4-dicaffeoylquinic acid. *J Med Food* 8, 348-352.
- Cuenoud P, Savolainen V, Chatrou LW, Powell M, Grayer RJ, Chase MW. 2002. Molecular phylogenetics of Caryophyllales based on nuclear 18S rDNA and plastid *rbcL*, *atpB*, and *matK* DNA sequences. *Am J Bot* 89 (1):132-144. doi: 10.3732/ajb.89.1.132

- Deng M, Dong W, Jiao W, Lu R. 2009. New Eremophilane Sesquiterpenes from the Roots of *Ligularia fischeri*. *Helvetica Chimica Acta*, 92, 495–501.
- Dinesh-Kumar SP, Baker BJ. 2000. Alternatively spliced N resistance gene transcripts: their possible role in tobacco mosaic virus resistance. *Proc Natl Acad Sci USA* 97, 1908–1913.
- Dong L, Liu H, Zhang J, Yang S, Kong G, Chu JS, Chen N, Wang D. 2015. Single-molecule real-time transcript sequencing facilitates common wheat genome annotation and grain transcriptome research. *BMC Genomics* 16, 1039.
- Drenkard E, Richter BG, Rozen S, Stutius LM, Angell NA, Mindrinos M, Cho RJ, Oefner PJ, Davis RW, Ausubel FM. 2000. A simple procedure for the analysis of single nucleotide polymorphisms facilitates map-based cloning in Arabidopsis. *Plant Physiol* 124: 1483–492
- El Beyrouthy M, Abi-Rizk A. 2013. DNA Fingerprinting: the new trend in fighting the adulteration of commercialized and cultivated medicinal plants. *Adv Crop Sci Technol* 1: 4
- Espinosa-Diez C, Miguel V, Mennerich D, Kietzmann T, Sanchez-Perez P, Cadenas S, Lamas S. 2015. Antioxidant responses and cellular adjustments to oxidative stress. *Redox Biol* 6, 183–197.
- Fallik, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rising and brushing). postharvest *Biol Tec* 32: 125–134.
- Friesen N, Fritsch RM, Blattner FR. 2006. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (*Alliaceae*) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences. *Aliso* 22 (1): 372–395
- Friesen N, Fritsch RM, Pollner S, Blattner FR. 2000. Molecular and morphological evidence for an origin of the aberrant genus *Milula* within himalayan species of *Allium* (*Alliaceae*). *Mol Phylogenet Evol* 17 (2):209–218. doi:10.1006/mpev.2000.0844
- Friesen N. 1995 The genus *Allium* L. in the flora of Mongolia. *Feddes Repertorium* 106 (1–5): 59–81. doi: 10.1002/fedr.19951060116
- Fritsch RM, Blattner FR, Gurushidze M. 2010. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel.) Rouy (*Alliaceae*) based on molecular and morphological characters. *Phyton* 49 (2): 145–220
- Fritsch RM, Keusgen M. 2006. Occurrence and taxonomic significance of cysteine sulphoxides in the genus *Allium* L. (*Alliaceae*). *Phytochemistry* 67 (11):1127–1135. doi: 10.1016/j.phytochem.2006.03.006
- Ganal MW, Altmann T, Roder MS. 2009. SNP identification in crop plants. *Curr Opin Plant Biol* 12: 211–17
- Ganie SH, Upadhyay P, Das S, Prasad Sharma M. 2015. Authentication of medicinal plants by DNA markers. *Plant Gene* 4: 83–99

- Ganopoulos I, Aravanopoulos F, Madesis P, Pasentsis K, Bosmali I, Ouzounis C, Tsafaris A. 2013. Taxonomic identification of mediterranean pines and their hybrids based on the high resolutionmelting (HRM) and trnL approaches: from cytoplasmic inheritance to timber tracing. *PLoS One* 8(4):e60945. doi: 10.1371/journal.pone.0060945
- Gao T, Yao H, Song J, Liu C, Zhu Y, Ma X, Pang X, Xu H, Chen S. 2010. Identification of medicinal plants in the family Fabaceae using a potential DNA barcode ITS2. *J Ethnopharmacol* 130 (1): 116–121. doi: 10.1016/j.jep.2010.04.026
- Gracz J. 2016. Alternative splicing in plant stress response. *BioTechnologia* 1, 9–17.
- Gururani MA, Venkatesh J, Upadhyaya CP, Nookaraju A, Pandey SK, Park SW. 2012. Plant disease resistance genes: Current status and future directions. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 78, 51–65.
- Ham, S. S., Lee, S. Y., Oh, D. H., Jung, S. W., Kim, S. H., Chung, C.K., Kang, I. J. 1998. Antimutagenic and antigenotoxic effects of *Ligularia fischeri* extracts. *J Food Sci* 27: 745–750.
- Ham, S. S., Lee, S. Y., Oh, D. H., Jung, S. W., Kim, S. H., Jeong, C. K., Kang, I. J. 1998. Cytotoxicity of *Ligularia fischeri* extracts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 987–992.
- Hathaway, S. 1999. Management of food safety in international trade. *Food Control* 10: 247–254.
- Hong, S. I., Lee, H. H., Son, S. M., Kim, D. M. 2004. Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. *Korean J Food Sci Technol* 36: 239–245.
- Ha WY, Shaw PC, Liu J, Yau FCF, Wang J. 2002. Authentication of *Panax ginseng* and *Panax quinquefolius* using amplified fragment length polymorphism (AFLP) and directed amplification of minisatellite region DNA (DAMD). *J Agric Food Chem* 50: 1871–875
- Hall BG. 2013. Building phylogenetic trees from molecular data with MEGA. *Mol Biol Evol* 30 (5): 1229–1235. doi: 10.1093/molbev/mst012
- Hamilton M. 1999. Four primer pairs for the amplification of chloroplast intergenic regions with intraspecific variation. *Mol Ecol* 8: 521–23
- Han J, Zhu Y, Chen X, Liao B, Yao H, Song J, Chen S, Meng F. 2013. The short ITS2 sequence serves as an efficient taxonomic sequence tag in comparison with the full-length ITS. *Biomed Res Int* 2013: 741476. doi: 10.1155/2013/741476
- Han R, Rai A, Nakamura M, Suzuki H, Takahashi H, Yamazaki M, Saito K. 2016. De Novo Deep Transcriptome Analysis of Medicinal Plants for Gene Discovery in Biosynthesis of Plant Natural Products. *Methods Enzymol* 576, 19–45.

- Hanai R, Gong X, Tori M, Kondo S, Ootose K, Okamoto Y, Nishihama T, Murota A, Shen Y, Wu S. 2005. Chemical and Genetic Study of *Ligularia tongolensis*, *Ligularia cymbulifera*, and *Ligularia atroviolacea* in the Hengduan Mountains of China. *Bulletin of the Chemical Society of Japan*, 78, 1302–1308.
- Hayashi K, Hashimoto N, Daigen M, Ashikawa I. 2004. Development of PCR-based SNP markers for rice blast resistance genes at the Piz locus. *Theor Appl Genet* 108: 1212–220
- Hebert PD, Cywinska A, Ball SL, deWaard JR. 2003. Biological identifications through DNA barcodes. *Proc Biol Sci* 270: 313–21
- Herden T, Hanelt P, Friesen N. 2016. Phylogeny of *Allium* L. subgenus *Anguinum* (G. Don, ex W.D.J. Koch) N. Friesen (Amaryllidaceae). *Mol Phylogenet Evol* 95: 79–93. doi: 10.1016/j.ympev.2015.11.004
- Hollingsworth PM, Graham SW, Little DP. 2011. Choosing and using a plant DNA barcode. *PLoS ONE* 6: e19254
- Hong S, Joo T, Jhoo JW. 2015. Antioxidant and anti-inflammatory activities of 3,5-dicaffeoylquinic acid isolated from *Ligularia fischeri* leaves. *Food Science and Biotechnology* 24, 257–263.
- Hu Z, Zhang T, Gao XX, Wang Y, Zhang Q, Zhou HJ, Zhao GF, Wang ML, Woeste KE, Zhao P. 2016. De novo assembly and characterization of the leaf, bud, and fruit transcriptome from the vulnerable tree *Juglans mandshurica* for the development of 20 new microsatellite markers using Illumina sequencing. *Mol Genet Genomics* 291, 849–862.
- Hwang BY, Lee JH, Koo TH, Kim HS, Hong YS, Ro JS, Lee KS, Lee JJ. 2002. Furanoligularenone, an eremophilane from *Ligularia fischeri*, inhibits the LPS-induced production of nitric oxide and prostaglandin E2 in macrophage RAW264.7 cells. *Planta Med* 68, 101–105.
- In JG, Kim MK, Lee OR, Kim YJ, Lee BS, Kim SY, Kwon WS, Yang DC. 2010. Molecular Identification of Korean Mountain Ginseng Using an Amplification Refractory Mutation System (ARMS). *Journal of Ginseng Research* 34 (1): 41–46.
- Jeffrey C, Yi-ling C. 1984. Taxonomic Studies on the Tribe Senecioneae (Compositae) of Eastern Asia. *Kew Bulletin*, 39.
- Jeong SH, Koo SJ, Choi JH, Park JH, Ha J, Park HJ, Lee KT. 2002. Intermedeol isolated from the leaves of *Ligularia fischeri* var. *spiciformis* induces the differentiation of human acute promyelocytic leukemia HL-60 Cells. *Planta Med* 68, 881–885.
- Jiao Y, Peluso P, Shi J, Liang T, Stitzer MC, Wang B, Campbell MS, Stein JC, Wei X, Chin CS. 2017. Improved maize reference genome with single-molecule technologies. *Nature* 546, 524–527.

- Jigden B, Wang H, Samdan N, Yang DC. 2010. Molecular identification of oriental medicinal plant *Anemarrhena asphodeloides* Bunge ('Jimo') by multiplex PCR. *Mol Biol Rep* 37 (2): 955–960. doi: 10.1007/s11033-009-9747-4
- Jo IH, Lee J, Hong CE, Lee DJ, Bae W, Park SG, Ahn YJ, Kim YC, Kim JU, Lee JW. 2017. Isoform Sequencing Provides a More Comprehensive View of the *Panax ginseng* Transcriptome. *Genes (Basel)* 8.
- Jordam. J. L., Shewfelt, R. L., Prussia, S. E., Hurst, W. C. 1985. Estimating the price of quality characteristics for tomatoes: Aiding the evaluation of the postharvest system. *Hort Sci* 20: 203–205.
- Jung SY, Park SH, Nam CH, Lee HJ, Lee YM, Chang KS. 2013. The Distribution of Vascular Plants in Ulleungdo and Nearby Island Regions (Gwaneumdo, Jukdo), Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity* 6 (1): 123–156.
- Kader, A. A., Zagory, D., Kerbel, E. L. 1989. Modified atmosphere packaging of fruit and vegetables. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 28: 130.
- Kaewsuksaeng, S., Tatmala, N., Srilaong, V., Pongprasert, N. 2015. Postharvest heat treatment delays chlorophyll degradation and maintains quality in Thai lime (*Citrus aurantifolia* Swingle cv. Paan). *Postharvest Biol Technol* 100: 1–7.
- Kerksick C, Willoughby D. 2005. The antioxidant role of glutathione and N-acetylcysteine supplements and exercise-induced oxidative stress. *J Int Soc Sports Nutr* 2, 38–44.
- Kim CH, Kim TJ, Seon BY. 2000. Taxonomic Identities of some endemic Korean vascular plants. *Korean Journal of Plant Taxonomy* 30 (4): 355–361.
- Kim, G. H., Cho, S. 2005. Food Product Development and Quality Characteristics of *Ligularia fischeri* for *food resources*. *Korean J Food Preserv* 12(1):4 3–47.
- Kim, J. G., Choi, S. T., Pae, D. H. 2009. Effect of heat treatment and dipping solution combination on the quality of peeled potato 'Jopung'. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 27: 256–262.
- Kim JS, Jang HW, Kim JS, Kim HJ, Kim JH. 2012. Molecular identification of *Schisandra chinensis* and its allied species using multiplex PCR based on SNPs. *Genes & Genomics* 34 (3): 283–290.
- Kim MA, Rhee JS, Kim TH, Lee JS, Choi AY, Choi BS, Choi IY, Sohn YC. 2017. Alternative Splicing Profile and Sex-Preferential Gene Expression in the Female and Male Pacific Abalone *Haliotis discus hannai*. *Genes (Basel)* 8.
- Kim, S. J., Sun, S. H., Min, K.J., Yoon, K. S. 2011. Microbiological hazard analysis and verification of critical control point (CCP) in a fresh-cut produce processing plant: case study of a fresh-cut leaf processing plant. *J East Asian Soc Dietary Life* 21: 392–400.

- Kim, S. J., Sun, S.H., Kim, G. C., Kim, H. R., Yoon, K. S. 2011. Quality changes of fresh-cut leafy and condiment vegetables during refrigerated storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1141–1149.
- Kim Y, Kim JT, Park J, Son HJ, Kim EY, Lee YJ, Rhyu MR. 2017. 4,5-Di-O-Caffeoylquinic Acid from *Ligularia fischeri* Suppresses Inflammatory Responses Through TRPV1 Activation. *Phytother Res* 31, 1564–1570.
- Kress WJ, Erickson DL, Jones FA, Swenson NG, Perez R, Sanjur O, Bermingham E. 2009. Plant DNA barcodes and a community phylogeny of a tropical forest dynamics plot in Panama. *Proc Natl Acad Sci USA* 106 (44): 18621–18626.
- Kress WJ, Erickson DL. 2007. A two-locus global DNA barcode for land plants: the coding rbcL gene complements the non-coding trnH-psbA spacer region. *PLoS One* 2 (6): e508.
- Krishnan NM, Pattnaik S, Jain P, Gaur P, Choudhary R, Vaidyanathan S, Deepak S, Hariharan AK, Krishna PB, Nair J. 2012. A draft of the genome and four transcriptomes of a medicinal and pesticidal angiosperm *Azadirachta indica*. *BMC Genomics* 13, 464.
- Kumar A, Kumar S, Bains S, Vaidya V, Singh B, Kaur R, Kaur J, Singh K. 2016. De novo Transcriptome Analysis Revealed Genes Involved in Flavonoid and Vitamin C Biosynthesis in *Phyllanthus emblica* (L.). *Front Plant Sci* 7, 1610.
- Kwok PY. 2001. Methods for genotyping single nucleotide polymorphisms. *Annu Rev Genomics Hum Genet* 2: 235–258.
- Kwak, S. J., Park, N. Y., Kim, G. C., Kim, H. R., Yoon, K. S. 2012. Changes in quality characteristics of wild root vegetables during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41: 1158–1167.
- Kwok S, Chang SY, Sninsky JJ, Wang A. 1994. A guide to the design and use of mismatched and degenerate primers. *Genome Res* 3: S39–47
- Lahaye R, van der Bank M, Bogarin D, Warner J, Pupulin F, Gigot G, Maurin O, Duthoit S, Barraclough TG, Savolainen V. 2008. DNA barcoding the floras of biodiversity hotspots. *Proc Natl Acad Sci USA* 105 (8): 2923–2928.
- Lange BM. 2016. Online resources for gene discovery and biochemical research with aromatic and medicinal plants. *Phytochemistry Reviews* 15, 489–510.
- Lee BI, Nugroho A, Bachri MS, Choi J, Lee KR, Choi JS, Kim WB, Lee KT, Lee JD, Park HJ. 2010. Anti-ulcerogenic effect and HPLC analysis of the caffeoylquinic acid-rich extract from *Ligularia stenocephala*. *Biol Pharm Bull* 33: 493–97
- Lee J, Lee H, Lee SC, Sung SH, Kang JH, Lee TJ, Yang TJ. 2016. The complete chloroplast genome sequence of *Ligularia fischeri* (Ledeb.) Turcz. (Asteraceae). *Mitochondrial DNA B* 1, 4–5.

- Lee KH, Choi EM. 2008. Analgesic and anti-inflammatory effects of *Ligularia fischeri* leaves in experimental animals. *J Ethnopharmacol* 120, 103–107.
- Lee, M. J. 2008. A feasibility study of using preprocessed and fresh-cut vegetables for school food services in Gyeong-Gi province. Ph.D. Thesis, Dankook University, Yongin, Korea.
- Lee MY, Doh EJ, Park CH, Kim YH, Kim ES, Ko BS, Oh SE. 2006. Development of SCAR marker for discrimination of *Artemisia princeps* and *A. argyi* from other *Artemisia* herbs. *Biol Pharm Bull* 29: 629–33
- Lee, S. A., Youn, A. R., Kwon, K. H., Kim, B. S., Cha, H. S. 2009. Washing effect of micro-bubbles and changes in quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during storage. *Korean J Food Preserv* 16: 321–326.
- Levin RA, Wagner WL, Hoch PC, Nepokroeff M, Pires JC, Zimmer EA, Sytsma KJ. 2003. Family-level relationships of Onagraceae based on chloroplast *rbcL* and *ndhF* data. *Am J Bot* 90: 107–15
- Li C, Zhu Y, Guo X, Sun C, Luo H, Song J, Li Y, Wang L, Qian J, Chen S. 2013. Transcriptome analysis reveals ginsenosides biosynthetic genes, microRNAs and simple sequence repeats in *Panax ginseng* C. A. Meyer. *BMC Genomics* 14, 245.
- Li QQ, Zhou SD, He XJ, Yu Y, Zhang YC, Wei XQ. 2010. Phylogeny and biogeography of *Allium* (Amaryllidaceae: Allieae) based on nuclear ribosomal internal transcribed spacer and chloroplast *rps16* sequences, focusing on the inclusion of species endemic to China. *Annals of botany* 106 (5): 709–733
- Li XW, Luo Q, Gan QL. 2014. *Ligularia zhengyiana* sp. nov. (Asteraceae) from the Hubei Province, China. *Nord J Bot* 32: 836–38
- Liu J, Huang S, Sun M, Liu S, Liu Y, Wang W, Zhang X, Wang H, Hua W. 2012. An improved allelespecific PCR primer design method for SNP marker analysis and its application. *Plant Methods* 8 (1): 34. doi: 10.1186/1746–4811–8–34
- Liu JQ, Duan YW, Hao G, Ge XJ, Sun H. 2014. Evolutionary history and underlying adaptation of alpine plants on the Qinghai-Tibet Plateau. *Journal of Systematics and Evolution*, 52, 241–249.
- Liu JQ. 2004. Uniformity of karyotypes in *Ligularia* (Asteraceae:Senecioneae), a highly diversified genus of the eastern Qinghai-Tibet Plateau highlands and adjacent areas. *Bot J Linn Soc* 144: 329–42
- Liu S, Deng D, Liu J. 1993. The origin, evolution and distribution of *Ligularia* Cass. (Compositae). *Acta Phytotaxonomica Sinica* 32: 514–24
- Luo B, Liao F, Hu Y, Liu X, He Y, Wu L, Tan H, Luo L, Zhou Y, Mo Q. 2015. Acaricidal activity of extracts from *Ligularia virgaurea* against the *Sarcoptes scabiei* mite in vitro. *Exp Ther Med* 10: 247–50.

- Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatment. *Biol Tec* 14: 257–269.
- Ma CH, Gao ZJ, Zhang JJ, Zhang W, Shao JH, Hai MR, Chen JW, Yang SC, Zhang GH. 2016. Candidate Genes Involved in the Biosynthesis of Triterpenoid Saponins in *Platycodon grandiflorum* Identified by Transcriptome Analysis. *Front Plant Sci* 7, 673.
- Ma XY, Xie CX, Liu C, Song JY, Yao H, Luo K, Zhu YJ, Gao T, Pang XH, Qian J, Chen SL. 2010. Species identification of medicinal pteridophytes by a DNA barcode marker, the chloroplast psbA-trnH intergenic region. *Biol Pharm Bull* 33 (11): 1919–1924
- Marquez Y, Brown JW, Simpson C, Barta A, Kalyna M. 2012. Transcriptome survey reveals increased complexity of the alternative splicing landscape in *Arabidopsis*. *Genome Res* 22, 1184–1195.
- Mirdehghan, S., Rahemi, M., Serrano, M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Valero, D. 2006. Prestorage heat treatment to maintain nutritive properties during postharvest cold storage of pomegranate. *J Agric Food Chem* 54: 8495–8500.
- Mishra P, Kumar A, Nagireddy A, Mani DN, Shukla AK, Tiwari R, Sundaresan V. 2016. DNA barcoding: an efficient tool to overcome authentication challenges in the herbal market. *Plant Biotechnol J* 14: 8–21
- Nagano H, Kanda M, Yamada H, Hanai R, Gong X, Kuroda C. 2010. Chemical and Genetic Study of *Ligularia anoleuca* and *L. veitchiana* in Yunnan and Sichuan Provinces of China. *Helvetica Chimica Acta*, 93, 1945–1952.
- Newmaster SG, Fazekas AJ, Steeves RA, Janovec J. 2008. Testing candidate plant barcode regions in the Myristicaceae. *Mol Ecol Resour* 8 (3): 480–490.
- Newton CR, Graham A, Heptinstall LE, Powell SJ, Summers C, Kalsheker N, Smith JC, Markham AF. 1989. Analysis of any point mutation in DNA. The amplification refractory mutation system (ARMS). *Nucleic Acids Res* 17: 2503–516
- Nguyen NH, Driscoll HE, Specht CD. 2008. A molecular phylogeny of the wild onions (*Allium*; Alliaceae) with a focus on the western North American center of diversity. *Mol Phylogenet Evol* 47 (3): 1157–1172. doi: 10.1016/j.ympev.2007.12.006
- Pan L, Zhang X, Wang J, Ma X, Zhou M, Huang L, Nie G, Wang P, Yang Z, Li J. 2016. Transcriptional Profiles of Drought-Related Genes in Modulating Metabolic Processes and Antioxidant Defenses in *Lolium multiflorum*. *Front Plant Sci* 7, 519.
- Park CH, Ahn MJ, Hwang GS, An SE, Whang WK. 2016. Cosmeceutical bioactivities of isolated compounds from *Ligularia fischeri* Turcz leaves. *Applied Biological Chemistry* 59, 485–494.
- Park HJ, Kwon SH, Yoo KO, Sohn IC, Lee KT, Lee HK. 2000. Sesquiterpenes from the leaves of *Ligularia fischeri* var. *spiciformis*. *Planta Med* 66, 783–784.

- Park HS, Choi HY, Kim GH. 2014. Preventive effect of *Ligularia fischeri* inhibition of nitric oxide in lipopolysaccharide-stimulated RAW 264.7 macrophages depending on cooking method. *Biol Res* 47: 69.
- Park, K. J., Lim, J. H., Kim, J. H., Jeong, J. W., Jo, H. J., Jeong, S. W. 2007. Reduction of microbial load on radish (*Raphanus sativus* L.) seeds by aqueous chlorine dioxide and hot water treatments. *Korean J Food Preserv* 14(5): 487-491.
- Park MJ, Kim MK, In JG, Yang DC. 2006. Molecular identification of Korean ginseng by amplification refractory mutation system-PCR. *Food Research International* 39 (5): 568-574.
- Piao XL, Mi XY, Tian YZ, Wu Q, Piao HS, Zeng Z, Wang D, Piao X. 2009. Rapid identification and characterization of antioxidants from *Ligularia fischeri*. *Arch Pharm Res* 32, 1689-1694.
- Reddy AS, Marquez Y, Kalyna M, Barta A. 2013. Complexity of the alternative splicing landscape in plants. *Plant Cell* 25, 3657-3683.
- Sagi M, Fluhr R. 2006. Production of reactive oxygen species by plant NADPH oxidases. *Plant Physiol* 141, 336-340.
- Sarker D, Johnson MAT, Reynolds A, Brandham PE. 1997. Cytology of the highly polyploid disjunct species, *Allium dregeanum* (Alliaceae), and of some Eurasian relatives. *Botanical Journal of the Linnean Society* 124 (4): 361-373. doi: 10.1111/j.1095-8339.1997.tb02002.x
- Semagn K, Bjørnstad A, Ndjiondjop M. 2006. An overview of molecular marker methods for plants. *Afr J Biotechnol* 5: 2540-568
- Semagn K, Bjørnstad, Ndjiondjop M. 2006. An overview of molecular marker methods for plants. *African journal of biotechnology* 5 (25)
- Shang X, Cao Y, Ma L. 2017. Alternative Splicing in Plant Genes: A Means of Regulating the Environmental Fitness of Plants. *Int J Mol Sci* 18.
- Shang YF, Kim SM, Song DG, Pan CH, Lee WJ, Um BH. 2010. Isolation and identification of antioxidant compounds from *Ligularia fischeri*. *J Food Sci* 75: 530-535
- Shen J, Ding X, Liu D, Ding G, He J, Li X, Tang F, Chu B. 2006. Intersimple sequence repeats (ISSR) molecular fingerprinting markers for authenticating populations of *Dendrobium officinale* Kimura et Migo. *Biol Pharm Bull* 29: 420-22
- Shen Y, Zhou Z, Wang Z, Li W, Fang C, Wu M, Ma Y, Liu T, Kong LA, Peng DL. 2014. Global dissection of alternative splicing in paleopolyploid soybean. *Plant Cell* 26, 996-1008.
- Shimizu A, Suzuki Y, Hanai R, Okamoto Y, Tori M, Gong X, Kuroda C. 2014. Chemical and genetic similarity and diversity of *Ligularia anoleuca* and *L. fischeri* collected in the Hengduan Mountains of China. *Phytochemistry* 102, 137-144.

- Simpson JATaBB. 2003. Paraphyly of Tarasa (Malvaceae) and Diverse Origins of the Polyploid Species. *Systematic Botany* 28 (4): 723–737. doi: 10.1043/02–64.1
- Song Z, Guo L, Liu T, Lin C, Wang J, Li X. 2017. Comparative RNA–Sequence Transcriptome Analysis of Phenolic Acid Metabolism in *Salvia miltiorrhiza*, a Traditional Chinese Medicine Model Plant. *Int J Genomics* 2017, 9364594.
- Staiger D, Brown JW. 2013. Alternative splicing at the intersection of biological timing, development, and stress responses. *Plant Cell* 25, 3640–3656.
- Staiger D, Korneli C, Lummer M, Navarro L. 2013. Emerging role for RNA–based regulation in plant immunity. *New Phytol* 197, 394–404.
- Stamm S, Ben–Ari S, Rafalska I, Tang Y, Zhang Z, Toiber D, Thanaraj TA, Soreq H. 2005. Function of alternative splicing. *Gene* 344, 1–20.
- Sun Y, Skinner DZ, Liang GH, Hulbert SH. 1994. Phylogenetic analysis of Sorghum and related taxa using internal transcribed spacers of nuclear ribosomal DNA. *Theor Appl Genet* 89 (1): 26–32. doi: 10.1007/BF00226978
- Syed NH, Kalyna M, Marquez Y, Barta A, Brown JW. 2012. Alternative splicing in plants—coming of age. *Trends Plant Sci* 17, 616–623.
- Tate JA, Simpson BB. 2003. Paraphyly of Tarasa (Malvaceae) and diverse origins of the polyploid species. *Syst Bot* 28: 723–37
- Techen N, Parveen I, Pan Z, Khan IA. 2014. DNA barcoding of medicinal plant material for identification. *Curr Opin Biotechnol* 25: 103–10
- Tori M, Honda K, Nakamizo H, Okamoto Y, Sakaoku M, Takaoka S, Gong X, Shen Y, Kuroda C, Hanai R. 2006. Chemical constituents of *Ligularia virgaurea* and its diversity in southwestern Sichuan of China. *Tetrahedron* 62: 4988–995
- Tori M, Watanabe A, Matsuo S, Okamoto Y, Tachikawa K, Takaoka S, Gong X, Kuroda C, Hanai R. 2008. Diversity of *Ligularia kanaitzensis* in sesquiterpenoid composition and neutral DNA sequences. *Tetrahedron*, 64, 4486–4495.
- Touyz RM, Briones AM, Sedeek M, Burger D, Montezano AC. 2011. NOX isoforms and reactive oxygen species in vascular health. *Mol Interv* 11, 27–35.
- Toyoda K, Yaoita Y, Kikuchi M. 2005. Three new dimeric benzofuran derivatives from the roots of *Ligularia stenocephala* MATSUM. et KOIDZ. *Chem Pharm Bull* 53: 1555–558
- Tripathi S, Jadaun JS, Chandra M, Sangwan NS. 2016. Medicinal plant transcriptomes: the new gateways for accelerated understanding of plant secondary metabolism. *Plant Genet Resour–C* 14, 256–269.
- Tsoumpra MK, Muniz JR, Barnett BL, Kwaasi AA, Pilka ES, Kavanagh KL, Evdokimov A, Walter RL, Von Delft F, Ebetino FH. 2015. The inhibition of human farnesyl pyrophosphate synthase by nitrogen–containing bisphosphonates. *Elucidating*

- the role of active site threonine 201 and tyrosine 204 residues using enzyme mutants. *Bone* 81, 478–486.
- Wang CZ, Li P, Ding JY, Jin GQ, Yuan CS. 2005. Identification of *Fritillaria pallidiflora* using diagnostic PCR and PCR–RFLP based on nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer sequences. *Planta Med* 71: 384–86
- Wang H, Kim MK, Kim YJ, Lee HN, Jin H, Chen J, Yang DC. 2012. Molecular authentication of the Oriental medicines *Pericarpium citri reticulatae* and *Citri unshius pericarpium* using SNP markers. *Gene* 494 (1): 92–95. doi: 10.1016/j.gene.2011.11.026
- Wang H, Sun H, Kwon WS, Jin H, Yang DC. 2010. A PCR–based SNP marker for specific authentication of Korean ginseng (*panax ginseng*) cultivar “Chunpoong”. *Mol Biol Rep* 37: 1053–057
- Wang M, Wang P, Liang F, Ye Z, Li J, Shen C, Pei L, Wang F, Hu J, Tu L. 2018. A global survey of alternative splicing in allopolyploid cotton: landscape, complexity and regulation. *New Phytol* 217, 163–178.
- Wang WS, Gao K, Yang L, Jia ZJ. 2000. Eremophilanolides from *Ligularia fischeri*. *Planta Med* 66, 189–191.
- Wang YJ, Wei XY, Jing XQ, Chang YL, Hu CH, Wang X, Chen KM. 2016. The Fundamental Role of NOX Family Proteins in Plant Immunity and Their Regulation. *Int J Mol Sci* 17.
- Wen J, Zhang JQ, Nie ZL, Zhong Y, Sun H. 2014. Evolutionary diversifications of plants on the Qinghai–Tibetan Plateau. *Front Genet*, 5, 4.
- Whatmore AM, Murphy TJ, Shankster S, Young E, Cutler SJ, Macmillan AP. 2005. Use of amplified fragment length polymorphism to identify and type *Brucella* isolates of medical and veterinary interest. *J Clin Microbiol* 43 (2): 761–769. doi: 10.1128/JCM.43.2.761–769.2005
- Woldesemayat AA, Ntushelo K, Modise DM. 2016. De novo transcriptome sequencing in *Monsonia burkeana* revealed putative genes for key metabolic pathways involved in tea quality and medicinal value. *J Biotech* 6, 250.
- Wu QH, Wang CM, Cheng SG, Gao K. 2004. Bieremoligularolide and eremoligularin, two novel sesquiterpenoids from *Ligularia muliensis*. *Tetrahedron Lett* 45: 8855–858
- Xiao M, Zhang Y, Chen X, Lee EJ, Barber CJ, Chakrabarty R, Desgagne–Penix I, Haslam TM, Kim YB, Liu E. 2013. Transcriptome analysis based on next–generation sequencing of non–model plants producing specialized metabolites of biotechnological interest. *J Biotechnol* 166, 122–134.
- Xu Q, Zhu J, Zhao S, Hou Y, Li F, Tai Y, Wan X, Wei C. 2017. Transcriptome Profiling Using Single–Molecule Direct RNA Sequencing Approach for In–depth Understanding of Genes in Secondary Metabolism Pathways of *Camellia sinensis*. *Front Plant*

Sci 8, 1205.

- Xu S, Zhang Z, Jing B, Gannon P, Ding J, Xu F, Li X, Zhang Y. 2011. Transportin-SR is required for proper splicing of resistance genes and plant immunity. *PLoS Genet* 7, e1002159.
- Xu YQ, Wang Y, Li ZZ, Bao ZX, Zhou JF, Huang HW. 2006. Characterization of polymorphic microsatellite loci in a traditional Chinese medicinal plant, *Gastrodia elata*. *Mol Ecol Notes* 6: 316-18
- Xu Z, Luo H, Ji A, Zhang X, Song J, Chen S. 2016. Global Identification of the Full-Length Transcripts and Alternative Splicing Related to Phenolic Acid Biosynthetic Genes in *Salvia miltiorrhiza*. *Front Plant Sci* 7, 100.
- Yang DY, Fushimi H, Cai SQ, Komatsu K. 2004. Polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) and amplification refractory mutation system (ARMS) analyses of medicinally used *Rheum* species and their application for identification of *Rhei Rhizoma*. *Biol Pharm Bull* 27: 661-69
- Yang JY, Jang SY, Kim H-K, Park SJ. 2012. Development of a molecular marker to discriminate Korean *Rubus* species medicinal plants based on the nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacer and chloroplast trnL-F intergenic region sequences. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 55 (2): 281-289. doi: 10.1007/s13765-012-1044-6
- Yang S, Tang F, Zhu, H. 2014. Alternative splicing in plant immunity. *Int J Mol Sci* 15, 10424-10445.
- Yao H, Song JY, Ma XY, Liu C, Li Y, Xu HX, Han JP, Duan LS, Chen SL. 2009. Identification of *Dendrobium* species by a candidate DNA barcode sequence: the chloroplast psbA-trnH intergenic region. *Planta Med* 75 (6): 667-669.
- Ye S, Dhillon S, Ke X, Collins AR, Day IN. 2001. An efficient procedure for genotyping single nucleotide polymorphisms. *Nucleic Acids Res* 29 (17): E88-88
- Yip PY, Chau CF, Mak CY, Kwan HS. 2007. DNA methods for identification of Chinese medicinal materials. *Chin Med* 2: 9
- Yoo JH, Oidovsambuu S, Kim SM, Jeon NR, Yun JH, Kang K, Jho EH, Lee SB, Nho CW. 2011. Hepatoprotective effect of Handaeri-gomchi (*Ligularia fischeri* var. *spiciformis* Nakai) extract against chronic alcohol-induced liver damage in rats. *Food Sci Biotechnol* 20: 1655-661
- Yoo KO. 1998 Investigation on the Ultrastructure of Epidermis, Anatomical, Palynological, and Cytological Characteristics of *Allium victorialis* var. *platyphyllum* Collected from Three Different Habitats. *J Kor Soc Hort Sci*
- You FM, Huo N, Gu YQ, Luo MC, Ma Y, Hane D, Lazo GR, Dvorak J, Anderson OD. 2008. BatchPrimer3: a high throughput web application for PCR and sequencing

primer design. *BMC Bioinformatics* 9: 253. doi: 10.1186/1471-2105-9-253

Zhang G, Guo G, Hu X, Zhang Y, Li Q, Li R, Zhuang R, Lu Z, He Z, Fang X. 2010. Deep RNA sequencing at single base-pair resolution reveals high complexity of the rice transcriptome. *Genome Res* 20, 646-654.

Zhang X, Allan AC, Li C, Wang Y, Yao Q. 2015. De Novo Assembly and Characterization of the Transcriptome of the Chinese Medicinal Herb, *Gentiana rigescens*. *Int J Mol Sci* 16, 11550-11573.

Zhang XC, Gassmann W. 2007. Alternative splicing and mRNA levels of the disease resistance gene RPS4 are induced during defense responses. *Plant Physiol* 145, 1577-1587.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2016(1년)	학술발표	곰취 포장 필름 및 저장 온도별 품질(한국원예학회, '16.10.)
	영농기술	곰취, 산마늘 소포장 기술 및 저장 온도별 선도유지기간
	영농정보	곰취, 산마늘 경영성과 분석 및 재무적 의사결정 자료
	기술지도	산채 광역브랜드 산채바우 활성화를 위한 농가현장 워크숍 개최
	홍보	강원농업기술원 산채바우 활성화를 위한 농가현장 워크숍
2017(2년)	논문게재	Molecular authentication of two medicinal plants <i>Ligularia fischeri</i> and <i>Ligularia stenocephala</i> using allele-specific PCR (AS-PCR) strategy
	학술발표	Qualities according to Packing Film and Storage Temperature for Storage of <i>Ligularia fischeri</i> Heat Shock Treatment Techniques for Improvement in Storage Quality of <i>Allium victorialis</i> var. <i>platphyllum</i> MAKINO Qualities Changes according to Packing Film and Storage Temperatures of <i>Allium victorialis</i> var. <i>platphyllum</i> MAKINO Molecular Authentication of <i>Allium ochotense</i> and <i>A. microdictyon</i> using the Tetra-Primer ARMS-PCR based on Single Nucleotide Polymorphisms Production and Utilization of Wild Vegetables on the Cultural Aspect
	영농기술	곰취 저장성 향상을 위한 세척 기술 개발
	영농정보	곰취 소비실태 및 선호규격 조사 유통정보 활용
	기술이전	곰취 소포장 필름 및 저장온도별 선도유지기간('17 태백농협) 산마늘 소포장 필름 및 저장온도별 선도유지기간('17 태백농협)

연도(연차)	활용방안	제 목
2018(3년)	논문게재	Molecular identification of <i>Allium ochotense</i> and <i>Allium microdictyon</i> using multiplex-PCR based on single nucleotide polymorphisms(Horticulture Environment & Biotechnology /KOREA, 2018.10.4.)
	특허출원 (10건)	올롱산마늘과 산마늘 판별용 프라이머세트, 이를 이용한 판별방법 및 이를 포함하는 키트(2018.4.12.) 산나물 유통용 포장 상자(출원번호 30-2018-0029630, 2018.6.27.) 산나물 유통용 포장상자(1kg), 출원번호 30-2018-0029630(2018.6.27.) 산나물 선물용 포장상자, 출원번호 30-2018-0029631(2018.6.27.) 산나물 비닐 쇼핑백, 출원번호 30-2018-0029632(2018.6.27.) 곰취 소포장 봉지, 출원번호 30-2018-0029633(2018.6.27.) 산마늘 소포장 봉지, 출원번호 30-2018-0029634(2018.6.27.) 대량유통용 명이 소포장 봉지(1kg), 출원번호 30-2018-0029635(2018.6.27.) 대량유통용 곰취 소포장 봉지, 출원번호 30-2018-0029708(2018.6.27.) 대량유통용 어수리 소포장 봉지, 출원번호 30-2018-0029709(2018.6.27.) 산나물 유통용 포장상자(2kg), 출원번호 30-2018-0029710(2018.6.27.)
	학술발표	산마늘 저장 품질 향상을 위한 마이크로버블 세척 효과 Microbubble Washing Effects for Improvement in Storage Quality of <i>Ligularia fischeri</i> (LEDEB.) TURCZ Comprehensive Transcriptome Analysis of <i>Ligularia Fischeri</i> to Identify Isoforms and Biosynthesis Genes Associated with Medicinal Components
	영농기술	산마늘 저장성 향상을 위한 열수세척 기술('18)
	영농정보	곰취, 산마늘 소비자 선호 적정 출하규격 제시
	기술이전	곰취 소포장 필름 및 저장온도별 선도유지기간('18 농협경제지주) 산마늘 소포장 필름 및 저장온도별 선도유지기간('18 농협경제지주) 곰취, 산마늘 유통단계별 온도환경 및 품질 모니터링('18 태백농협, '18 농협경제지주)
	자료발간	곰취, 산마늘 경영관리 및 재배기술
	홍 보	강원산나물 소포장 출시 (강원도민일보, '18.4.19) 강원산나물 소포장 출시(강원도민일보) 강원산나물 소포장 시제품 농가보급(전업농신문) 강원산나물 소포장으로 만나다(농촌여성신문) 강원산체에 새로운 활력, 농업기술원, 원예산채 유통관련 워크숍(농촌여성신문)
	시제품보급	산나물 소포장 시제품: 6종, 9개시군, 174,000개
	홍보자료 제작보급	산마늘, 곰취 수확후관리 기술 포스터 제작 보급: 2종, 18개 시군, 1,600부

성과지표명		연도	1년차(2016)		2년차(2017)		3년차(2018)		계	
			목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
논문 게재	SCI	-	-	1	1	-	1	1	2	
	비SCI	1	-	1	-	2	-	4	-	
특허	출원	1	-	-	-	1	10	2	10	
	등록	-	-	-	-	-	-	-	-	
학술 발표	국제	-	-	2	3	-	1	2	4	
	국내	2	1	-	-	2	1	4	2	
영농 활용	기술	1	1	1	1	1	1	3	3	
	정보	1	1	1	1	1	1	3	3	
기술이전		-	-	1	2	1	4	2	6	
자료발간		-	-	-	-	-	1	-	1	
홍보		-	-	-	-	1	4	1	4	
계		7	3	9	8	12	24	22	35	

7. 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'16	'17	'18
과제책임자	농식품연구소	농업연구사	노희선	과제 총괄	○	○	○
1세부책임자	농식품연구소	농업연구사	노희선	세부주관 수행	○	○	○
공동연구자	농식품연구소	농업연구사	박아름	시험수행	-	○	○
	"	"	김희연	"	○	○	○
	"	농업연구관	김시창	시험검토	-	○	○
	"	공무직	정은경	품질조사	○	○	○
	"	"	신경신	"	○	○	○
	"	"	김민정	"	○	○	○
	"	"	황석준	"	○	○	○
	"	공업서기	최병철	"	○	○	○
	공업주사보	장찬희	"	-	-	○	

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'16	'17	'18
2세부책임자	작물연구과	농업연구사	안용진	세부주관 수행	○	○	○
	작물연구과	농업연구사	김용복	시험수행	-	○	○
공동연구자	"	"	신동호	"	-	-	○
	"	농업연구관	고재영	시험검토	-	-	○
	"	공무직	안옥희	시험수행	○	○	○
	"	"	고경선	"	○	○	○
	"	"	김희진	"	○	○	○
	"	"	박은정	"	○	○	○
	"	"	손연희	"	○	○	○
	"	"	서인선	"	○	○	○
	3세부책임자	산채연구소	농업연구사	김용복	세부주관 수행	○	○
산채연구소		농업연구사	최병근	세부주관 수행	-	-	○
공동연구자	산채연구소	농업연구관	권순배	시험검토	-	-	○
	"	농업연구사	김세원	시험수행	○	-	○
	"	"	문윤기	"	○	○	○
	"	"	서현택	"	○	○	○
	"	"	박기덕	"	○	○	○
	"	공업서기	신동근	"	○	○	○
	"	운전서기	김대진	"	○	○	○
	"	공무직	김미영	"	○	○	○
	"	"	신용근	"	○	○	○
	"	"	황임숙	"	○	○	○