

117028-03

수출전략기술개발사업 제3차 연도 최종보고서

11-1543000-003165-01

# 중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 품종 육성 및 사업화 최종보고서

2020.07.06.

주관연구기관 / 농업회사법인(주)미라클종묘  
협동연구기관 / 세종대학교 산학협력단

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 품종  
육성 및 사업화 최종보고서

2020

농림축산식품부  
농림식품기술기획평가원

제출문

## 제출문

농림축산식품부 장관 귀하

‘중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 품종 개발’(개발기간 : 2017. 04. ~ 2019. 12)과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2020. 07. 06.

주관연구기관명: 농업회사법인(주)미라클종묘 (대표자) 최준화 (인)  
협동연구기관명 : 세종대학교 산학협력단 (대표자) 백성욱



주관연구책임자 : 최 준 하  
협동연구책임자 : 이 온 유

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의 합니다.



<보고서 요약서>

보고서 요약서

과제고유번호	117028-03	해 당 단 계 연 구 기 간	2017. 04 ~ 2019. 12	단 계 구 분	(3)/ (3)
연구사업명	단 위 사 업	농식품기술개발사업			
	사 업 명	수출전략기술개발사업			
연구과제명	대 과 제 명	(해당 없음)			
	세부 과제명	중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 품종 개발			
연구책임자	최준화	해당단계 참여연구원 수	총: 15명 내부: 5명 외부: 10명	해당단계 연구개발비	정부:267,000천원 민간: 34,000천원 계:301,000천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 26명 내부: 7명 외부: 22명	총 연구개발비	정부:733,000천원 민간: 93,000천원 계:826,000천원
연구기관명 및 소속부서명	농업회사법인(주)미라클종묘 세종대학교 산학협력단		참여기업명 농업회사법인(주)미라클종묘		
국제공동연구	상대국명:		상대국 연구기관명:		
위탁연구	연구기관명:		연구책임자:		

※ 국내외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 같음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 해당하지 않음
-------------------------	---

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설 ·장비	기술요약 정보	소프트 웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	SCI	2017068, 2017607, 2018-624, 2019-358						5점 (K263 792-K 26376)			

국가과학기술종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

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

(1) 우수 당근 품종 개발

- 중국 수출용 당근 고품질, 고순도 당근 F<sub>1</sub> 품종의 육성 및 사업화
- 봄 하우스, 터널 작형용 조생계 만추대 F<sub>1</sub> 품종개발
- 고랭지 작형용 중만생계 F<sub>1</sub> 품종개발
- 지식재산권: 특허출원 4건, 품종등록 2건
- 제품화 3건
- 국내 매출액 70.69 백만원, 수출액 260.029 백만원

(2) 유용 유전자원의 수집 및 분석

- 국내외 당근 유전자원의 수집 200품종
- 표현형평가 및 증식

(3) 당근 기능성 성분 분석 및 우수 육종소재 발굴 및 분자마커의 활용

- 당, 베타카로틴, 안토시아닌 성분분석, 우수자원 선발 및 계통화
- SSR마커를 이용한 유전자원의 유연관계 분석 및 종자순도검정

(4) 수집 해외 유전자원의 기탁

- 유전자원기탁 5점

(5) 고용창출 3명

(6) 논문 (SCI 1건)

(7) 학술발표 4건

(8) 인력양성 2명

(9) 홍보 1건

보고서 면수  
83

<요약문>

<p>연구의 목적 및 내용</p>	<p>○ 연구의 목적</p> <p>중국의 당근 재배면적은 전 세계 재배면적의 약 48%를 차지하며, 종자 시장규모는 연간 190톤 (120 백만위안), 생산량은 연간 8,000만톤에 이른다. 주로 일반종 (OP종) 당근을 재배하고 있으나, 최근 경제발전과 더불어 고품질 일대잡종 품종으로의 전환이 급격히 이루어지고 있다. 일대잡종 품종은 다수성, 내병성 등 여러 면에서 우수하다. 현재, 중국 전체 당근 종자판매량의 15%를 점유하나, 판매액은 약 85%를 차지하며 고가의 가격대가 형성되어 있다. 이에 본 연구에서는, 중국의 당근 일대잡종 종자시장을 겨냥하여 다음 세 가지 연구를 수행하고자 한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 (F<sub>1</sub>)품종의 육성 및 수출</li> <li>2. 육성소재 발굴을 위한 유용 유전자원 수집, 계통육성 및 조합작성</li> <li>3. 유전자원, 계통 및 F<sub>1</sub>품종의 기능성 성분분석 및 분자마커의 활용</li> </ol> <p>○ 연구의 내용</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 신규 F<sub>1</sub> 품종의 원종 증식, F<sub>1</sub> 생산 및 종자수출             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 봄 하우스, 터널 작형용 조생계 만추대 F<sub>1</sub> 품종개발</li> <li>- 고랭지 작형용 중만생계 F<sub>1</sub> 품종개발</li> <li>- 우수 육성계통의 원종 증식, 교배조합 작성, 재배시험 및 F<sub>1</sub> 채종시험</li> <li>- 육성 품종의 상업화 및 수출</li> </ul> </li> <li>2. 유용 유전 자원의 수집, 계통육성 및 조합작성             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 유용 유전자원의 수집 및 특성 검정</li> <li>- 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 추대성, 근장 등 특성검정</li> <li>- 계통육성 및 조합작성</li> <li>- F<sub>1</sub>조합의 성능검정</li> </ul> </li> <li>3. 유전자원, 계통 및 F<sub>1</sub>품종의 기능성 성분분석 및 분자마커의 활용             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 베타카로틴, 리코핀, 당도, 안토시아닌 분석 및 우수 육종소재 발굴</li> <li>- 응성불임 계통의 세포질형 (N, S) 판별</li> <li>- 분자마커를 활용한 종자 순도검정</li> </ul> </li> </ol>
<p>연구개발성과</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지식재산권: 특허출원 4건, 품종등록 2건</li> <li>- 제품화 3건</li> <li>- 국내 매출액 70.69 백만원, 수출액 260.029 백만원</li> <li>- 고용창출 3명</li> <li>- 논문 (SCI 1건)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 학술발표 4건</li> <li>- 인력양성 2명</li> <li>- 홍보 1건</li> <li>- 유전자원기탁 5점</li> </ul>				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 전통적인 육종기술과 생명공학적인 기법을 활용한 새로운 육성체계 확립으로 단기간에 효율적인 F<sub>1</sub> 품종육성이 기대됨</li> <li>2. 기초연구를 통해 기능성 성분 분석 및 순도검정 마커의 개발 등이 이루어지면 당근 육종 효율이 크게 증진됨</li> <li>3. 육종효율의 제고로 중국 당근시장에 보다 효과적인 접근가능, 중국시장 선점 및 수출증대가 기대됨</li> </ol>				
국문핵심어 (5개 이내)	당근	F <sub>1</sub> 품종육성	기능성성분	웅성불임	분자마커
영문핵심어 (5개 이내)	Carrot	F <sub>1</sub> variety	Functional component	Male sterility	Molecular marker

## < 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요 .....	1
2. 연구수행 내용 및 결과 .....	6
3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 .....	70
4. 연구결과의 활용 계획 등 .....	71
붙임. 참고 문헌 .....	72

<별첨> 주관연구기관의 자체평가의견서



# 1장 연구개발과제의 개요

## 1절. 연구개발 목적

1. 중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 (F<sub>1</sub>)품종의 육성 및 수출
2. 유용 유전자원의 수집, 계통육성 및 조합작성
3. 당근 기능성 성분 분석 및 우수 육종소재 발굴



## 2절. 연구개발의 필요성

### 1. 경제·산업적 측면

#### 가. 중국 당근 재배현황

- 세계 당근 재배면적은 약 100만ha이고, 이 중 중국이 약 48만ha로 전세계 재배면적의 약 48%를 차지하고 있으며, 생산량으로는 8,000만톤 (약 28%) 정도를 차지하고 있다.
- 현재 중국에서 재배되고 있는 당근은 저가의 일반종이 80% 이상을 차지하고 있으나 금 후 중국의 경제 발전 속도를 감안 한다면 고순도 고품질 일대잡종 품종의 요구도가 증가 하게 될 것이고, 따라서 종자 시장의 급속한 신장이 예상된다.
- 중국 채소 종자시장의 규모는 2012년 24억 달러 정도이며, 2015년 30억 달러를 달성할 것으로 예상되고 있다. 현재 중국의 채소종자시장의 60% 이상이 수입종자이며, 그 점유율은 계속 증가하고 있는 추세이다.
- 현재 중국의 당근 종자 시장 규모는 190톤 정도로 이중 일반종은 160톤으로 약 85%를 차지하고 있으나, 금액적으로는 전체 120백만위안에서 16백만위안으로 시장의 약 14% 정도를 차지하고 있다. 반면, 1대잡종 품종의 수량은 28톤 (약 15%)이나, 금액적으로는 104 백만 위안으로 전체의 86%를 차지하고 있다.

- 이러한 사실은 일반종에 비해 1대 잡종 품종의 단가가 아주 높다는 것을 의미하며 금후 85% 정도를 차지하고 있는 일반종 시장이 1대 잡종 품종으로 대체가 된다면 중국의 당근 종자 시장이 크게 확대 될 것으로 예상된다.
- 중국에서 현재 재배되고 있는 품종은 저가(100위안/kg)의 일반종인 흑전계가 주로 재배되고 있는데 점차 교배종 당근의 비율이 높아지고 있다. 이들 교배종 시장에서는 일본계 회사뿐만 아니라 전세계 각국의 종묘회사들이 치열한 경쟁을 하고 있으나 현재까지는 일본계 회사의 시장 점유율이 가장 높다.
- Sakata 등 일본의 종묘 회사들이 중국의 당근 일대잡종 시장으로의 진출이 가속화되고 있다. 순도가 아주 우수하고 근색이 짙은 고품계 품종인 사까다의 SK-316 품종의 경우 kg 당 단가가 14,000위안으로 일반종에 비해 100배 이상 가격이 높게 공급되고 있다.
- 우리가 중국 당근 F1종자시장에 진입하려고 하면, 우리나라의 봄 및 고랭지 작형과 재배 환경이 유사하며, 종자의 가격대가 고가이고, 육종기술이 요구되어 후발주자가 쉽게 진입할 수 없는 중국의 봄 (하우스, 터널) 및 고랭지 재배 작형용 품종개발에 목표를 두는 것이 유리할 것으로 생각된다.

## 2. 기술적인 측면

### 가. 당근의 육종기술 및 종자순도

- 현재 국내 종자회사에서 당근 일대잡종 품종의 개발이 이루어지고 있으나, 중국 당근 시장을 선도적으로 이끌어가기에는 한계가 있으며, 이러한 점을 극복하기 위해 기존의 육성 방법과 생명공학적인 기법을 활용하여 고순도 고품질 품종을 조기에 개발할 필요가 있다.
- 당근 일대잡종 품종육성에서는 우수한 일대잡종 조합을 만들 수 있는 응성불임계통과 화분친계통의 육성이 중요하다. 일대잡종품종은 순도, 다수성, 내병성 등 여러 면에서 그 우수성이 인정되고 있다.
- 현재 응성불임계통은 1950년대 미국에서 육성된 petaloid type 응성불임계통이 주로 사용되고 있는데, petaloid type은 응성불임성의 발현이 매우 안정되어 1대 잡종 품종의 순도는 우수하나 채종능력이 일본 종에 비해 50%정도 떨어지기 때문에 1대 잡종 품종의 종자 가격을 상승시키는 요인이 되고 있어 채종 능력이 우수한 응성불임계통의 육성이 절대적으로 필요하다.
- 효과적 세대축진, 계통고정 및 육종소재의 발굴을 위해서 세포질 (핵)의 응성불임 타입을 알수 있는 분자마커의 활용이 기대된다. 응성불임을 이용한 일대잡종 종자의 생산기술은 종자의 순도를 높혀 고품질 고순도 종자 생산이 가능하다.

### 나. 당근 유전자원, 기보유 계통의 기능성 성분 분석 및 육종 소재로의 활용

- 당근의 붉거나 노란 색을 띠는 카로틴은 우리 체내에서 비타민A로 변하기 때문에 프로비타민A라고 부른다. 채소 중 당근은 파슬리 다음으로 비타민A 함량이 많아 뿌리 부분을 50g 정도 먹으면 성인 하루 필요량을 충족시킬 수 있다. 카로틴은 암 예방과 심장병

고혈압 예방에 매우 효과적이며, 색이 아름답고 맛이 좋기 때문에 생식, 조리용, 통조림, 주스 등으로 다양하게 이용되고 있다.

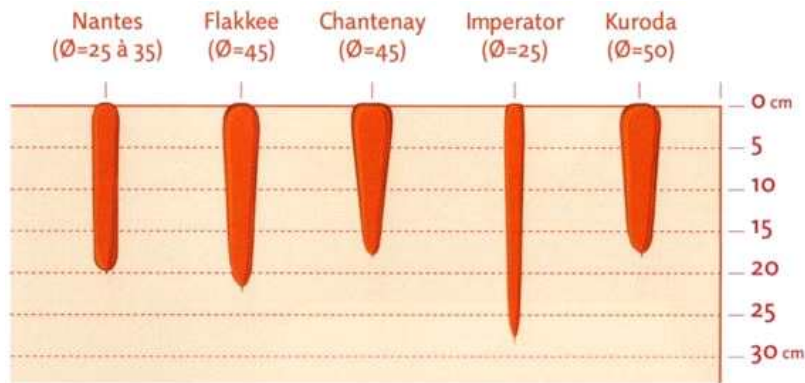
표 1. 당근의 영양성분 (100g당)

100g 당 당근의 영양성분

구분	열량(kcal)	수분(%)	단백질(g)	지질(g)	당질(g)	무기질(mg)						비타민(mg)				
						칼슘	인	철	나트륨	칼륨	카로틴	A	B1	B2	나이아신	C
생것	32	9.04	1.2	0.2	6.1	39	36	0.8	26	400	7,300	4,100	0.07	0.05	0.9	6
익힌 것	36	89.1	1.3	0.2	6.9	42	36	0.6	27	390	8,300	4,600	0.06	0.06	0.9	5

출처 = 농촌진흥청

- 당근의 당질로는 설탕, 녹말, 펜톤산이 있어 당근의 단맛을 내고, 무기질로는 인보다 칼슘이 많아 알칼리성 식품이다.
- 카로틴 생합성경로는 식물에서 잘 보존되어 있으며, 생합성관련 유전자 발현에 관한 연구도 많이 보고되어 있다. 또, 당근에서 근부에 카로틴을 축적하는 우성인자 A (알파카로틴축적), Io (체관의 주황색 축적), L1 및 L2 (리코펜 축적), O (주황색 체관) 등의 유전자좌가 보고되어 있다. 또 Y, Y1, Y2 등의 유전자좌도 체관부와 물관부의 알파 및 베타카로틴의 분포에 관여하는 것으로 알려져 있다 (Just et al., 2007).
- 당근의 기원은 약 1100년 전 아프가니스탄으로, 당시 당근은 지금과 같은 주황색이 아닌 노란색 혹은 보라색이었다. 16세기에 들어서 스페인과 독일에서 최초로 주황색 당근이 등장하였고, 유럽, 아프리카 및 중앙아시아에 야생종이 널리 분포되어 있다.
- 당근(*Daucus carota* L.)은 산형화과에 속하는 1~2년생 근채류로서 서양계와 동양계 두가지로 분류할 수 있다. 서양계는 터키의 서부지방을 원산지로 하며 여름기온이 서늘한 유럽을 중심으로 발달한 품종군으로 만추대성이며 당근 특유의 냄새가 강한 것이 특징이다.



※ 출처: www.carrotmuseum.co.uk

그림 1. 당근의 타입별 근형 및 근장

- 당근은 근형에 따라 재배 특성이 다르고, 재배 지역이 다르게 분포한다 (그림 5, 6). 우리나라나 중국에서 많이 재배되는 Kuroda type은 역삼각형 모양으로 조추대성이며 열근 발생률이 높다. 프랑스 낭트지방 원산의 Nantes type은 당도가 높고, 형질이 우수하나 개

화 등 종자 생산에 어려움이 있다.

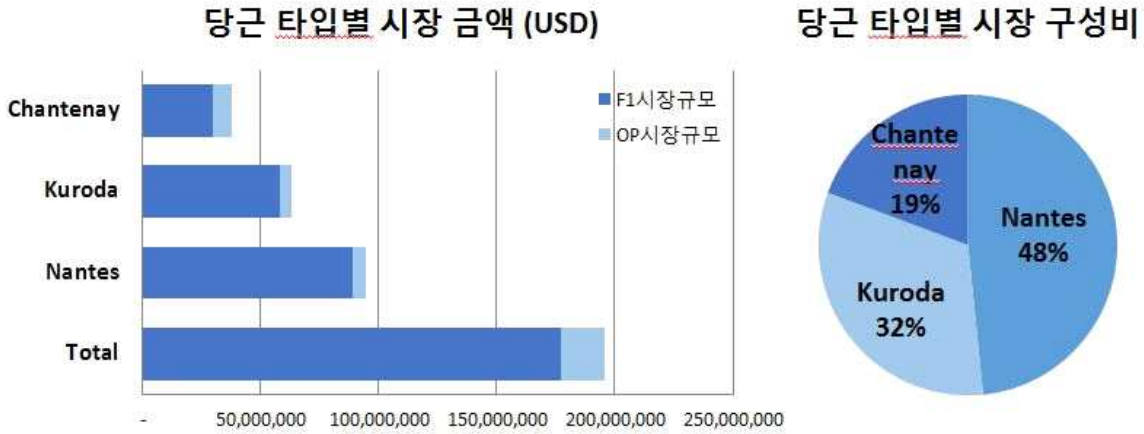


그림 2. 당근의 타입별 시장금액 및 시장구성비

- 일본, 미국 등에서 고카로틴 함량의 당근 품종을 육성하고 품종특허를 취득하였으며, 일본의 재래자원 중 안토시아닌 함량이 높은 품종이 전통채소로 일부 지역에서 유통되고 있다.

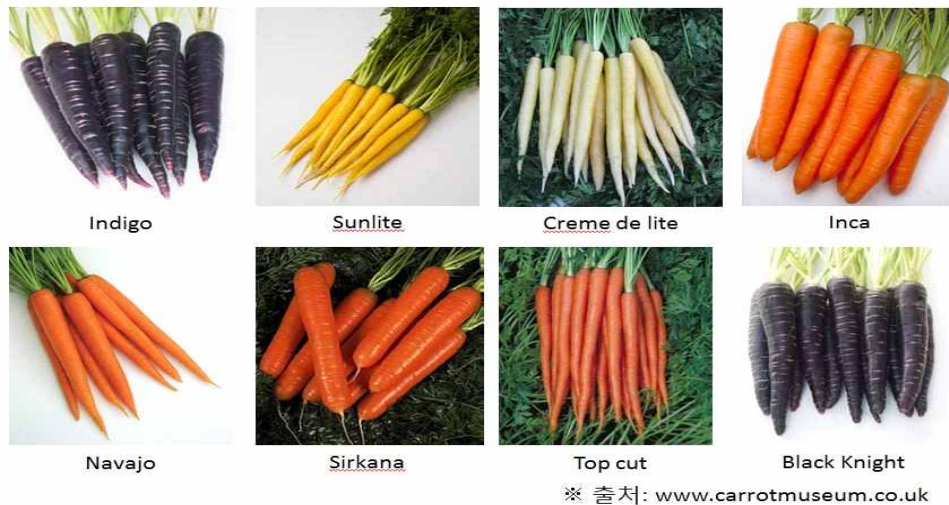


그림 3. 다양한 형태 및 색상의 당근

- 한국, 일본, 영국 등의 유전자원을 수집하여 기능성 성분 분석 및 특성검정을 실시하고, 유용자원의 선발을 통해 고기능성 고품질 품종육성을 위한 육종 소재로의 개발이 가능할 것으로 기대된다. 이는 신품종 육성 및 품종의 다각화와 신 시장 개척을 위해서도 매우 필요하다.

### 3. 사회·문화적 측면

- 당근은 크기별로 장근종, 중근종, 단근종 혹은 7촌계, 5촌계, 4촌계, 3촌계등으로 분류하기도 하고, 추대성, 내한성 등을 기준으로 하여 품종을 분류한다. 당근은 동서양 요리에

빠지지 않는 기본식재료로 활용되고 있다.

- 크기와 용도에 따라 작형이 세분화 되어있으며, 노지, 하우스, 고랭지 재배지에서 연중 주년재배 되고 있다.

### 3절. 연구개발 범위

#### 1. 신규 F<sub>1</sub> 품종의 원종 증식, F<sub>1</sub> 생산 및 종자수출

- 봄 하우스, 터널 작형용 조생계 만추대 F<sub>1</sub> 품종개발
- 고랭지 작형용 중만생계 F<sub>1</sub> 품종개발
- 우수 육성계통의 원종 증식, 교배조합 작성, 재배시험 및 F<sub>1</sub> 채종시험
- 육성 품종의 상업화 및 수출

#### 2. 유용 유전 자원의 수집, 계통육성 및 조합작성

- 유용 유전자원의 수집 및 특성 검정
- 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 추대성, 근장 등 특성검정
- 계통육성 및 조합작성
- F<sub>1</sub>조합의 성능검정

#### 3. 유전자원, 계통 및 F<sub>1</sub>품종의 기능성 성분분석 및 분자마커의 활용

- 베타카로틴, 리코핀, 당도, 안토시아닌 분석 및 우수 육종소재 발굴
- 응성불임 계통의 세포질형 (N, S) 판별
- 분자마커를 활용한 종자 순도검정

## 2장. 연구수행 내용 및 결과

### 1절. 중국 수출용 당근 일대잡종 품종 육성 및 산업화 (1세부 미라클종묘)

#### 1. 1차년도 (2017년도)

##### 가. 개발 목표

- (1) 중국 수출용 당근 고품질, 고순도 당근 F<sub>1</sub> 품종의 육성 및 사업화
- (2) 봄 하우스, 터널 작형용 조생계 만추대 F<sub>1</sub> 품종개발
- (3) 고랭지 작형용 중만생계 F<sub>1</sub> 품종개발

##### 나. 개발 내용 및 범위

#### (1) 계통 육성 및 품종 육성

- 봄 작형용 우수 계통 육성 (1계통) 및 중간모본 선발  
재배특성: 파종시기 1~3월, 하우스 혹은 터널 재배  
추대가 안정되고, 근중 260g 내외, 근장 19~21 cm,  
근경 4.5~5.5 cm, 생육일수 95~100일경 수확 가능한 조생계 일대잡종  
대립품종 : 홍영2호, 조춘홍관, Aikou (Sumika)
- 고랭지 작형용 우수 계통 육성 (1계통) 및 중간모본 선발  
재배특성: 파종시기 5~6월, 고랭지 작형  
초세가 강하며, 재배안정성이 우수, 근중 260g 내외, 근장 19~21 cm  
근경 4.5~5.5 cm, 생육일수 110~120일경 수확 가능한 중만생계 일대잡종  
대립품종 : 고랭지재배 (내몽고): Naigel

#### (2) 교배조합 35조합

#### (3) 포장 재배시험 30조합

#### (4) 농가 시교 시험 3조합

#### (5) 당근 해외 시교시험 3조합

#### (6) 대량 시교 생산 1조합

#### (7) 당근 품종 보호출원 1건

##### 다. 연구결과 및 고찰

#### (1) 계통 육성 및 품종 육성

당근 수출용 품종 개발을 위해 양친선발을 위한 계통과 F<sub>1</sub> 조합 선발을 위해 제주도 애월읍 봉성리 연구소에서 재배 포장을 준비하고 포장준비는 10a (300평)당 석회 100~150kg을 넣고 깊이 갈이를 한 후 2주 뒤 포장 준비를 할 때 질소 20kg : 인산 15kg : 칼리 17kg을 표준으로 하여 토양의 비옥도에 따라 가감하여 투입하고 인산질 비

료는 전량을 기비로 넣고 질소질 및 칼리질 비료는 1/3을 기비로 쓰며 나머지는 2~3회로 나누어 추비를 하였다. 준비된 포장에 2017년 7월 21일 파종을 실시하였다(그림 4). 당근은 발아 시키는 것이 당근재배의 반 농사라고 할 만큼 초기 발아율을 높이는 게 연구의 핵심이라고 할 수 있다. 전반적으로 발아가 잘되었으나 몇 개의 품종이 발아율이 낮아 발아율이 떨어진 계통은 8월 3일 재파를 하였다(그림 4) 숙음은 2~3회로 나누어 실시하는데 본 실험에서는 본엽이 2~3매 일때 손가락 두 개가 들어갈 정도의 주간 간격으로 1차 실시하고, 2차 숙음을 본엽이 4~5 매일 때 손가락 세 개가 들어갈 정도의 주간 간격으로 숙아 주고 제초 작업을 하였다(그림 4).

최종 선발 및 조사는 2017년 12월 21일과 2018년 1월중하순경 개체선발, 계통선발 및 F<sub>1</sub> 조합 선발하였다.



그림 4. 당근 파종 파종 및 재배관리

## (2) 교배조합

1차년도 재배시험은 계획대로 진행되고 있는 상황이다. 연구소내 재배시험은 교배조합은 기 육성된 계통들을 이용하여 50조합 작성하였고, 이중 35조합을 파종하였다.

## (3) 포장 재배시험 30조합

1차년도 포장재배시험은 계통과 F<sub>1</sub>품종을 하우스내 각각 30조합씩 파종하였다. 육성된 계통들은 1헥동에 의뢰하여 기능성 성분 분석 및 당분석을 실시할 예정이다. 시교 대량생산과 해외 시교 시험도 동시에 진행되었다.

## (4) 농가 시교 시험

연구시작과 함께 기 선발된 품종들을 2017년 농가 현장 시교시험을 실시하였다. 시교는 품종은

No. 1, No. 7-1 및 No. 8-3로 시교 공시를 하였고 국내 시교 시험은 하기 위하여 경남 김해(5월 10일 조사)와 강원도 진부(9월 2일 조사)에서 시험을 한 후 특성 조사를 하였다.



김해 시교 시험



진부 시교 시험

그림 5. 국내 시교 재배시험



(5) 해외 시교시험

외국 시교 시험은 중국에서 주로 시행되었다. 시교 공시방법은 중국 종자회사와 접촉하여 샘플 특성을 제공하고 흥미를 가지는 회사들에 시교를 공시하였다.

No. 1은 2개회사, No. 7-1과 No. 8-3은 4개회사에 공시를 하였다. 공시된 시교는 4회에 걸쳐 중국 현지 시교 조사를 실시하였다(그림 6). 2017년 시교 공시는 주로 중국 청도에 재배시험 되었으며 주천에 1회 조사되었고 내몽고 지역에도 시교가 공시되었으나 조사는 하지 못하였다.

2017년 국내 재배시험에서 선발된 F<sub>1</sub> 품종들 중에서 No. 1, No. 2, No. 3, No. 1701, No. 1702 및 No. 1703 등 6개 품종은 2018년 중국 현지 재배시험을 실시하였으며 성적이 좋은 경우 종자 생산 및 보호출원을 하였다.



수확 후 형질조사 (중국 청도)



중국 청도 (2016년 2월 26일 파종, 2017년 6월 조사)



중국 청도 (2016년 11월 11일 파종, 2017년 9월 조사)

그림 6. 해외 시교 재배시험

(6) 대량 시교 생산 1조합

국내 시교 대량생산을 위해 6품종을 선발하여 포장에서 재배하고 종자를 채종하였다.

(7) 품종 보호출원

중국 현지 시험 결과 2018년 판매가 가능한 No. 7-1은 MCR 101로 No. 8-3은 MCR 102로 품종보호출원을 하였고(그림 7) 2018년 판매용 종자 생산에 들어갔다. No. 1은 좋은 당근 색깔도 좋고 균일도가 좋아 2018년 재시교 공시를 하기로 하였고 2018년도에도 시험 재배결과가 좋아 품종 보호출원을 하고 판매 중이다.



그림 7. 품종보호출원

2. 2차년도 (2018년도)

가. 개발 목표

- (1) 중국 수출용 당근 고품질, 고순도 당근 F<sub>1</sub> 품종의 육성 및 사업화
- (2) 봄 하우스, 터널 작형용 조생계 만추대 F<sub>1</sub> 품종개발
- (3) 고랭지 작형용 중만생계 F<sub>1</sub> 품종개발

나. 개발 내용 및 범위

(1) 계통 육성 및 품종 육성

- 봄 작형용 우수 계통 육성 (1계통) 및 중간모본 선발

재배특성: 파종시기 1~3월, 하우스 혹은 터널 재배

추대가 안정되고, 근중 260g 내외, 근장 19~21 cm,

근경 4.5~5.5 cm, 생육일수 95~100일경 수확 가능한 조생계 일대잡종

- 고랭지 작형용 우수 계통 육성 (1계통) 및 중간모본 선발

재배특성: 파종시기 5~6월, 고랭지 작형

초세가 강하며, 재배안정성이 우수, 근중 260g 내외, 근장 19~21 cm

근경 4.5~5.5 cm, 생육일수 110~120일경 수확 가능한 중만생계 일대잡종

- (2) 교배조합 35조합
- (3) 포장 재배시험 30조합
- (4) 농가 시교 시험 3조합
- (5) 당근 해외 시교시험 3조합
- (6) 대량 시교 생산 1조합, 확대 시교시험 1조합
- (7) 당근 품종 보호출원 1건
- (8) 중국 종자 수출액 2억원

#### 다. 연구결과 및 고찰

##### (1) 계통 육성 및 품종 육성

당근 수출용 품종 개발을 위해 양친선발을 위한 계통과 F<sub>1</sub> 조합 선발과 계통 선발을 위해 제주도 애월읍 봉성리 연구소와 제주도 구좌읍 행원리 510번지에서 재배 포장을 준비하였다. 포장준비는 10a (300평)당 석회 100~150kg을 넣고 깊이갈이를 한 후 2주 뒤 포장 준비를 할 때 질소 20kg : 인산 15kg : 칼리 17kg을 표준으로 하여 토양의 비옥도에 따라 가감하여 투입하고 인산질 비료는 전량을 기비로 넣고 질소질 및 칼리질 비료는 1/3을 기비로 쓰며 나머지는 2~3회로 나누어 추비를 하였다. 준비된 포장에 2018년 8월 8일 파종을 실시하였다(그림 11). 당근은 발아 시키는 것이 당근재배의 반 농사라고 할 만큼 초기 발아율을 높이는 게 연구의 핵심이라고 할 수 있다. 올해는 몇 번의 폭우로 당근밭이 많이 쓸려 내려가 전반적으로 발아에 문제가 있어 9월 10일 재파를 하고 애월읍 봉성리 연구소에도 재파를 하였다(그림 11) 숙음은 2~3회로 나누어 실시하는데 2018년 폭염과 폭우로 생육이 늦어져 숙음이 예년보다 늦어졌다.

최종 선발 및 조사는 2019년 1월중하순경 개체선발, 계통선발 및 F<sub>1</sub> 조합 선발하였다.



그림 11. 당근 파종 및 재배관리

## (2) 교배조합

2차년도 재배시험은 파종시기의 이상 기후로 인해 조금 늦게 진행되었다. 2018년 1월 선발된 개체들을 이용해 교배조합을 작성해 50조합을 선발하였고 이중 종자가 충분한 35조합을 파종하였다. 재배시험은 교배조합은 기 육성된 계통들을 이용하여 50조합 작성하였고, 이중 35조합을 파종하였다.

## (3) 포장 재배시험 35조합

2차년도 포장재배시험은 42 계통과(그림 12) F<sub>1</sub>품종을 하우스 35조합씩 파종하였다. 육성된 계통들은 3차년도 교재조합에 이용였다.



그림 12. 계통 및 F<sub>1</sub> 선발

## (4) 농가 시교 시험

2017~2018년 선발된 품종들을 2018년 농가 현장 시교시험을 실시하였다. 국내시교는 품종은 No. 1, No. 7-1 및 No. 8-3로 시교 공시를 하였고 외국 시교는 No. 7-1 및 No. 8-3, 1701, 1702 및 1703의 시교를 공시하였다. 국내 시교 시험은 하기 위하여 제주도, 김해 및 강원도 (9월 20일 조사)에서 시험을 한 후(그림 13) 특성 조사를 하였다.



제주도 시교 조사



강원도 시교 조사



김해 시교 조사



❖ 경종개요

지역	파종일	조사일
동오시드 R&D센터 內 노지포장	2018.04.19	2018.07.23

❖ 시험결과

품종	회사	근중 (g)	근장 (cm)	근경 상 (cm)	근경 중 (cm)	근경 하 (cm)	엽중 (g)	엽장 (cm)	엽수 (매)	엽색 1:질음	비고
베타리치	사카타	202.0	21.5	4.5	3.8	1.8	97.0	53.5	11.5	2	• 근피, 근형 우수
후레쉬B	다끼이	153.0	18.5	4.4	3.4	1.7	66.0	48.0	12.0	3	• 추대
DKCA43	시교	195.0	19.5	4.1	3.9	2.1	89.0	59.0	11.5	3	• 추대
DKCA71	시교	2150.0	21.5	4.4	3.9	1.7	82.0	50.5	10.5	3	• 추대



그림 13. 국내 시교 재배시험

(5) 해외 시교시험

외국 시교 시험은 중국과 인도에서 시행되었다. 시교 공시방법은 중국국과 인도현지 종자회사와 접촉하여 샘플 특성을 제공하고 흥미를 가지는 회사들에 시교를 공시하였다. 중국수출의 경우 제브라칩 바이러스 문제로 종자 수출이 어려워 인도로 일부 시교 공시를 하였고 일부 품종의 성적이 좋아 일부 판매가 되었다.

No. 1은 2개회사, No. 7-1과 No. 8-3은 4개회사에, 1701, 1702, 1703은 2개 회사에 시교를 공시하였고 공시된 시교는 4회에 걸쳐 중국 현지 시교 조사를 실시하였다 (그림 14). 2017년 시교 공시는 중국 청도 및 적봉지역에 재배시험 되었으며 내몽고 지역에도 시교가 공시되었으나 조사는 하지 못하였다.

선발된 F<sub>1</sub> 품종들 중에서 3년차에도 No. 1, No. 2, No. 3, No. 1701, No. 1702 및 No. 1703 등 6개 품종은 2019년 중국 현지 재배시험을 실시하였으며 성적이 좋아 종자 생산 및 보호출원하였다.



중국 적봉



중국 청도

그림 14. 해외 시교 재배시험 및 작황조사

#### (6) 대량 시교 2조합 생산

국내 시교 대량생산을 위해 6품종을 선발하였고 양친을 저온 처리하고 교배용 망실하우스에서 격리하여 수분용 파리를 넣고 채종을 실시하였다(그림 15). 선발된 개체들은 개체별로 계통의 종자를 채종하였다. 2017년 품종 보호출원된 MCR 101 품종을 해외 재종을 하기 위해 유럽에서 칠레로 이전을 하였다. 칠레가 유럽보다 채종단가가 50% 더 비싸지만 제브라칩 바이러스로 인해 유럽 채종한 종자는 국내로 들어오기 어렵고, 유럽은 직파하여 채종을 하는 반면 칠레는 육묘를 하여 채종을 하기 때문에 그림(16) 종자의 순도가 매우 좋다. 일본회사의 경우 같은 문제로 수년전부터 채종지를 칠레로 이미 이전을 하였다. 칠레에서 생산되고 있는 보호출원 품종이 생산이 정상적으로 잘 진행되어 3차년도에는 매출액 증대에 기여할 것으로 판단 된다.



계통선발



격리 및 수분 파리로 교배



예취 및 탈종

그림 15. 시교 생산



그림 16. 해외 채종(칠레)

(7) 품종보호출원 ‘MCR101’ , ‘MCR102’

중국 현지 시험 결과 2018년 판매가 가능한 No. 7-1은 MCR 101로 No. 8-3은 MCR 102로 품종보호출원을 하였고 MCR 101은 2018년 판매용 종자로 칠레에 생산에 들갔다. 1703(그림 17)은 당근 색깔도 좋고 균일도가 좋아 2019년 재시교 공시를 하였고, 2018년 11월 시교 작황 조사 후 품종 보호출원을 하고 판매하였다.(그림 17)





그림 17. 보호출원 품종

(8) 판매실적

보호 출원된 품종을 이용하여 국내 및 해외 수출 실적을 달성 하였다(그림 18). 중국의 경우 시교 결과는 잘 나왔으나 제브라칩 바이러스로 인한 검역 문제로 당분간 수출이 어렵게 되어 인도 쪽으로 수출을 진행을 하였다.

그림 18. 수출 실적

3. 3차년도 (2019년도)

가. 개발 목표

- (1) 중국 수출용 당근 고품질, 고순도 당근 F<sub>1</sub> 품종의 육성 및 사업화
- (2) 봄 하우스, 터널 작형용 조생계 만추대 F<sub>1</sub> 품종개발
- (3) 고랭지 작형용 중만생계 F<sub>1</sub> 품종개발

## 나. 개발 내용 및 범위

### (1) 계통 육성 및 품종 육성

- 봄 작형용 우수 계통 육성 (1계통) 및 중간모본 선발  
재배특성: 파종시기 1~3월, 하우스 혹은 터널 재배  
추대가 안정되고, 근중 260g 내외, 근장 19~21 cm,  
근경 4.5~5.5 cm, 생육일수 95~100일경 수확 가능한 조생계 일대잡종
- 고랭지 작형용 우수 계통 육성 (1계통) 및 중간모본 선발  
재배특성: 파종시기 5~6월, 고랭지 작형  
초세가 강하며, 재배안정성이 우수, 근중 260g 내외, 근장 19~21 cm  
근경 4.5~5.5 cm, 생육일수 110~120일경 수확 가능한 중만생계 일대잡종

### (2) 교배조합 35조합

### (3) 포장 재배시험 30조합

### (4) 농가 시교 시험 3조합

### (5) 당근 해외 시교시험 3조합

### (6) 대량 시교 생산 1조합

### (7) 원종 생산 및 확대 시교시험

### (8) 당근 품종 보호출원 1건

### (9) 중국 종자 수출액 2억원

## 다. 연구결과 및 고찰

### (1) 계통 육성 및 품종 육성

당근 수출용 품종 개발을 위해 양친선발을 위한 계통과 F<sub>1</sub> 조합 선발과 계통 선발을 위해 제주도 애월읍 봉성리 연구소와 제주도 구좌읍 행원리 510번지에서 재배 포장을 준비하였다. 포장준비는 10a (300평)당 석회 100~150kg을 넣고 깊이갈이를 한 후 2주 뒤 포장 준비를 할 때 질소 20kg : 인산 15kg : 칼리 17kg을 표준으로 하여 토양의 비옥도에 따라 가감하여 투입하고 인산질 비료는 전량을 기비로 넣고 질소질 및 칼리질 비료는 1/3을 기비로 쓰며 나머지는 2~3회로 나누어 추비를 하였다. 준비된 포장에 2019년 8월 8일 파종을 실시하였다(그림 19). 당근은 발아 시키는 것이 당근재배의 반 농사라고 할 만큼 초기 발아율을 높이는 게 연구의 핵심이라고 할 수 있다. 올해는 몇 번의 폭우로 당근밭이 많이 쓸려 내려가 전반적으로 발아에 문제가 있어 9월 10일 재파를 하고 애월읍 봉성리 연구소에도 재파를 하였다(그림 19) 숙음은 2~3회로 나누어 실시하는데 2019년 3차례의 태풍, 폭염과 폭우로 생육이 늦어져 숙음이 예년보다 늦어지고 있다.

최종 선발 및 조사는 2020년 1월중하순경 개체선발, 계통선발 및 F<sub>1</sub> 조합 선발을 할 예정이다.



그림 19. 당근 파종 및 재배관리

### (2) 교배조합

3차년도 재배시험은 파종후 3차례의 태풍과 300mm 이상의 폭우가 3번이나 내려 재배 포장에 피해를 입었고 이로 인해 생육이 늦게 진행되고 있는 상황이다. 2019년 1월 선발된 개체들을 이용해 교배조합을 작성해 50조합을 선발하였고 이중 종자가 충분한 35조합을 파종하였다.

### (3) 포장 재배시험

3차년도 포장재배시험은 42 계통과(그림 20) F<sub>1</sub>품종을 하우스 35조합씩 파종하였다. 육성된 계통들은 과제종료후인 4차년도에 교배조합에 이용할 예정이다. 이중 가능성이 있는 품종은 칠레와 중국에서 시험 채종 중에 있다(그림 20)



그림 20. 계통 및 F1 선발

### (4) 농가 시교시험

2017~2018년 선발된 품종들을 2019년 농가 현장 시교시험을 실시하였다. 국내시교는 품종은 No. 11~20번으로 시교 공시(그림 21) 를 하였고, 이중 11번과 17번은 시교 작황 결과가 좋아 2020년 시교 생산을 하고 확대 시교를 실시할 예정이다.



그림 21. 국내 시교 재배시험 및 작황조사

(5) 당근 해외 시교시험 3조합

해외 시교는 No. 7-1 및 No. 8-3, 1813, 1814, 1815, 1817, 1818, 1819, 1820 및 1821의 시교를 중국 감숙성, 하남성, 및 산둥과 청도 지역에 공시하였고, 인도와 카자흐스탄에도 시교를 공시하여 (그림 22) 결과가 좋은 1817 및 1818은 확대 시교2020를 요청하여 2020년 원종 및 F1을 생산하여 확대시교 및 판매를 할 예정이다.



그림 22. 해외 시교 재배시험 및 작황조사

(6) 원종 생산 및 대량 시교생산 시험

시교 대량생산을 위해 2017~2018년에 6품종을 선발하였고, 원종을 생산하고자 선발된 계통의 원종을 저온 처리하고 제주시 애월읍 소재 연구소 포장에서 한냉사로 격리하고 파리를 넣어 원종 증식 및 교배를 실시 하였다 (그림 23). 또한 중간모본으로 선발된 개체들은 개체별로 계통의 종자를 채종하였다(그림 23). 2017년 품종 보호출원된 MCR 101 품종을 해외 재종을 하기 위해 유럽에서 칠레로 이전을 하였다. 칠레가 유럽보다 채종단가가 50% 더 비싸지만 제브라칩 바이러스로 인해 유럽 채종한 종자는 국내로 들어오기 어렵고, 유럽은 직파하여 채종을 하는 반면 칠레는 육묘를 하여 채종을 하기 때문에 (그림 24) 종자의 순도 및 발아세, 발아력이 다른 지역에서 생산하는 것 보다 우수하여, 일본회사의 경우 같은 문제로 수년전부터 채종지를 칠레로 이미 이전을 하였다. 칠레에서 생산되고 있는 보호출원 품종이 생산이 정상적으로 잘 진행 되어 과제 종료 후 매출액 증대에 기여할 것으로 판단된다.

채종지의 경우, 제브라칩이 문제되는 중국시장용 종자는 칠레(제브라칩 무발병지)에서 생산할 예정으로 있다. 칠레는 생산단가가 높아서, 중국 외 시장용은 이탈리아에서 생산하여, 국내 검역을 거치지 않고 바로 수출국으로 수출예정이다. 신시장 개척을 위해 현재 인도, 우즈베키스탄, 키르기스탄, 카자흐스탄, 동남아, 아프리카 지역에 당사의

MCR101, 102품종을 시교사업 실시하고, 확대시교 진행 중이다.



그림 23. 국내 원종 증식 및 시교 생산



그림 24. 칠레 F<sub>1</sub> 종자 생산

(8) 품종보호출원 ‘MCR202’

중국 현지 시험 결과 2020년 판매가 가능한 MCR202로 품종보호출원을 하였고 MCR 101은 2020년 판매용 종자가 칠레에 생산에 들어가 있다. 1817 및 1818은 은 당근 색깔도 좋고 균일도가 좋아 2020년 재시교 공시를 하기로 하였고, 2020년 12월 시교 작황조사 후 품종 보호출원을 하고 판매를 할 예정이다.(그림 25)

민원인을 가족같이, 민원을 내 일같이 통지된 내용에 의문이 있으시면 담당자에게 문의하시기 바랍니다. 담당자: 송수연 전화: (054) 912-0113 FAX: (054) 912-0210 인터넷 홈페이지: www.seed.go.kr 39660 경상북도 김천시 혁신로 119	
---	--

**품종보호출원번호 통지서**

출원일자: 2019. 7.24.	품종보호 출원번호: 출원 2019 - 358 품종명칭 출원번호: 명칭 2019 - 836
-------------------	--

작 품 명: 당근  
 품종 명칭: 열시알이공이  
 출 원 인: 농업회사법인 (주)미라달종묘  
 주 소: 제주특별자치도 제주시 예월읍 월곡로, 563-20

2019년07월24일


국 립 종 자 원 

그림 25. 품종보호출원 ‘MCR202’

(9) 중국 종자 수출액 2억 원

보호 출원된 품종을 이용하여 국내판매 및 해외 수출 실적을 달성 하였다(그림 26). 중국의 경우 시교 결과는 잘 나왔으나 제브라칩 바이러스로 인한 한국과 중국의 검역 문제로 수출 규제가 있어 중국 자체 생산에 들어가 있어 결과가 채종 결과가 좋은면 수출이 가능할 것으로 판단된다. 동남아, 카자흐스탄, 인도에서도 시교 결과가 좋게 나와 이지역의 수출이 지속적으로 늘어날 것으로 판단이 된다.

중국에서는 일본 사카타, 다키이, 미카도교와 후지이종묘의 당근품종이 시장리딩 품종이다. 당사의 MCR201은 이들 품종과 경쟁해서 품질이 뒤쳐지지 않고, 충분히 시장진입이 가능할 것으로 시험재배에서 평가받았다. 특히, 균일성, 근의 삼색, 내병성 등에서 대등한 위치에 올라있고, 2021년부터는 중국 일부지역에서 시판예정이다. 인도시장의 주력 품종은 다키이의 No.999인데, 당사의 MCR101품종이 이 품종보다 균일성, 품질면에서 우수하여 차후 수출경쟁력이 있을 것으로 예상된다. 또한, 우즈베키스탄, 키르기스탄, 카자흐스탄, 동남아, 아프리카 지역에 당사의 MCR101, 102품종을 시교 하였을 때 수량성, 균일성 우수한 것으로 판명되어 현재 확대시교가 진행 중에 있으며, 2021년부터 매출 발생이 기대된다. 이 지역은 OP시장이 많아서, F1품종으로 전환되고 있는 현 시점에 당사 품종이 진출하여 선점할 경우 추후 종자수출에 매우 유리할 것으로 판단된다.

농업축산식품연구개발과제 사업확립의 확인서

과제명	신약 개발을 위한 동물원형 플랫폼 기술개발	연구기관	국립수의과학검역원
주요연구내용	신약개발을 위한 동물원형 플랫폼 기술개발	연구책임자	김영진
연구기간	2021.01.01 ~ 2023.12.31	연구비	5,000,000,000원
연구비	5,000,000,000원	연구비	5,000,000,000원
연구비	5,000,000,000원	연구비	5,000,000,000원



관세계단서

연도	304-01-0100	304-01-0110	304-01-0120
2021년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000
2022년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000
2023년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000

관세계단서

연도	304-01-0100	304-01-0110	304-01-0120
2021년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000
2022년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000
2023년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000

관세계단서

연도	304-01-0100	304-01-0110	304-01-0120
2021년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000
2022년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000
2023년	1,200,000,000	1,200,000,000	1,200,000,000

그림 26. 수출 실적

(10) 사업화성과 및 매출실적

- 사업화 성과

항목	세부항목		성 과	
사업화 성과	매출액	개발제품	개발후 현재까지	3.3 억원
			향후 3년간 매출	2 억원
		관련제품	개발후 현재까지	- 억원
			향후 3년간 매출	- 억원
	시장 점유율	개발제품	개발후 현재까지	국내 : 0.5 % 국외 : 1.0 %
			향후 3년간 매출	국내 : 0.75 % 국외 : 1.5 %
		관련제품	개발후 현재까지	국내 : % 국외 : %
			향후 3년간 매출	국내 : % 국외 : %
	세계시장 경쟁력 순위	현재 제품 세계시장 경쟁력 순위		위
		3년 후 제품 세계 시장경쟁력 순위		위



- 사업화 계획 및 매출 실적

항 목	세부 항목	성 과			
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	3년			
	소요예산(백만원)	1억원			
	예상 매출규모 (억원)	현재까지	3년후	5년후	
		3.3억원	5억원	6.5억원	
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년후	5년후
		국내	0.5%	0.75%	1.0%
국외		1.0%	1.5%	2.0%	
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획					
무역 수지 개선 효과	(단위: 억원)	현재	3년후	5년후	
	수입대체(내수)				
	수 출				

(11) 품종보호권등록 ‘MCR101’, ‘MCR102’

1차년도에 품종보호출원 신청 한 두 품종 ‘MCR101’, ‘MCR102’ 에 대하여 품종보호권이 등록되었다.



그림 27. 품종보호권등록 ‘MCR101’, ‘MCR102’

## 2절. 기능성 성분 분석 및 분자 마커를 활용한 고품질 당근 육종기술 개발

(1협동 세종대학교)

### 1. 1차년도 (2017년도)

#### 가. 개발 목표

- (1) 유용 유전자원의 수집 및 분석
- (2) 당근 기능성 성분 분석 및 우수 육종소재 발굴
- (3) 수집 해외 유전자원의 기탁

#### 나. 개발 내용 및 범위

- (1) 당근 유전자원 20 품종 수집
- (2) 수집 유전자원에 대한 특성검정 10 점
  - 재배시험 : 7월 파종, 11월 특성검정 (제주도)
  - 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 추대성, 근장, 근경, 근중, 엽장, 수확기 등
- (3) 기능성 성분 분석 - 기 개발 계통
  - 베타카로틴, 안토시아닌, 당 등
- (4) F<sub>1</sub>품종 개발을 위한 음성불입 마커의 활용
  - 재료 : 수집유전자원, 기 육성 계통 및 수집 시판 F<sub>1</sub> 품종
  - 실험방법 : 105트레이에 파종 후 잎을 pooling하여 CTAB법으로 DNA 추출
  - 음성불입 계통의 세포질형 (N, S) 판별을 위한 마커 탐색
- (5) 종자순도 검정을 위한 분자마커의 탐색
  - 기 등록 당근 마커 (EST-SSR, SSR 등) 중 다형성을 보이는 마커의 선발 (7개 이상)
  - SSR 분자마커를 활용한 DNA수준의 종자 순도검정시스템 확립
- (6) 우수 육종소재 선발 및 계통화 1점
- (7) 수집 해외 유전자원 (F1시판품종 포함)의 기탁 5건

#### 다. 연구결과 및 고찰

- (1) 당근 유전자원 212 품종 수집

농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터의 분양 가능한 당근자원 197종을 분양 신청하여 수집 완료하였다. 197점 중에는, 당근의 육성계통, 육성품종, 재래종, 야생종, 야생 근연종이 포함되어 있었고, 지역으로는 당근의 원산지인 아프카니스탄을 포함하여, 러시아, 터키, 우즈베키스탄, 아르메니아 등 다양한 국가의 자원이 포함되었다.

추가로 일본의 종묘상에서 15점의 당근 시판품종을 수집하였다. 또, 1세부 미라클종묘의 당근 기육성 계통 및 F1품종 44계통의 종자를 분양받았다.

- (2) 수집 유전자원에 대한 특성검정 13 점







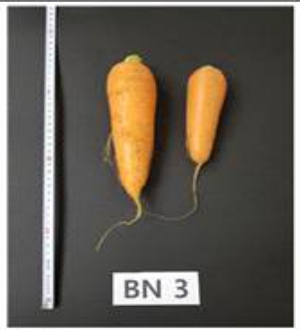








- 재배시험 : 9월 5일 제주도 파종, 11월 수확 전 조사, 12월 특성검정
- 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 추대성, 근장, 근경, 근중, 엽장, 수확기 등 조사

수집자원을 20립씩 제주도 포장에 직파하고, 그중 일부 식물체를 11월 9일 수확하여 상경, 중경, 하경, 최대경, 근장, 근중, 엽장에 대하여 조사하였다. 당근의 근장의 경우 11 cm- 27 cm, 근중은 66 g - 231 g, 최대경은 22.9 mm - 52 mm 의 분포를 나타내었다. 삼홍색을 조사하기 위하여 미놀타 색차계 (CR-1000)을 이용하여 근피색, 육색, 심색의 a\*, b\*, C\*의 값을 측정하였다. 당은 당도계를 이용하여 Brix값을 조사하였다. 당은 Brix 6 - 11 정도의 값을 나타내었다. 당근의 목부와 사부의 안토시아닌 함량을 조사하기 위하여, 해당 부분을 채취하여 1% 염산수용액에 16시간이상 침지한 후 용출액을 UV 분광광도계 (505nm)로 측정하였다. 12월 최종수확물에 대하여 HPLC를 이용하여 카로틴, 리코핀, 당, 안토시아닌 함량을 분석하였다.

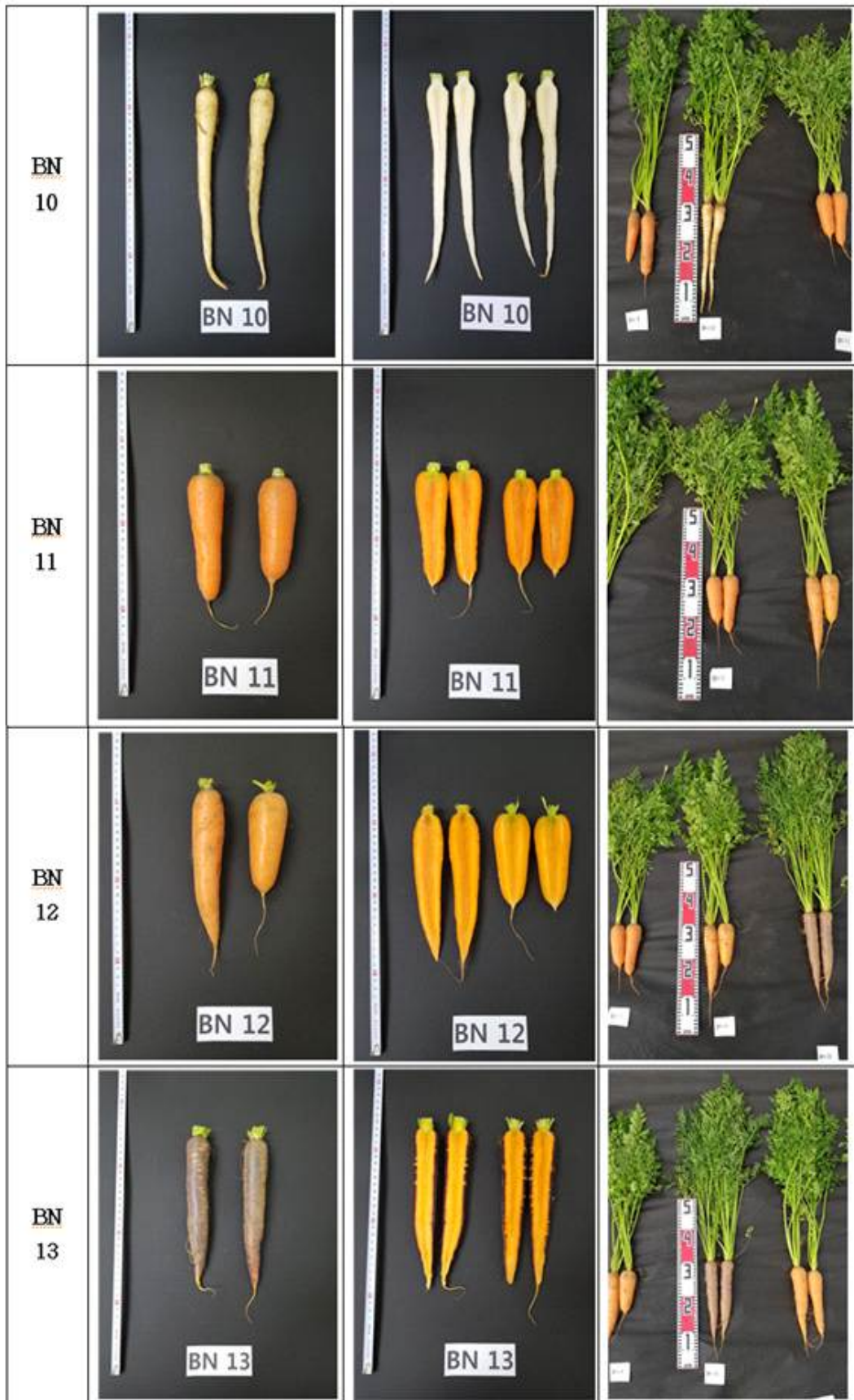
표 2. 수집 당근 유전자원 13종의 표현형 조사



BN	품종명	종묘회사	상경 (mm)	중경 (mm)	하경 (mm)	최대경 (mm)	근장 (cm)	근중 (g)	엽장 (cm)
BN1	신쿠르다고슨	다키키종묘	42.335	42.625	14.92	51.32	21.25	266.55	102
BN2	도끼나시고슨	다키키종묘	37.65	34.83	9.625	39.78	11	76.325	62
BN3	베니아카네	나카하라채종장	41.835	44.84	18.8	52.06	16.75	231.25	62
BN4	코우요우니고	다키키종묘	31.255	30.905	10.07	41.595	14.5	147.21	54.5
BN5	닥터카로틴	다키키종묘	33.22	35.415	15.435	41.825	13.5	111.98	69.5
BN6	아스베고슨	사카타종묘	24.115	33.31	10.25	44.335	21	177.89	59.75
BN7	크림하모니	마루타네주식회사	29.95	22.425	6.07	35.08	26.5	112.76	62.5
BN8	오렌지하모니	마루타네주식회사	17.115	20.615	6.31	22.9	23	66.97	51
BN9	코이고꼬로	다키키종묘	25.785	32.02	17.815	34.47	14.75	110.225	61.5
BN10	화이트하모니	마루타네주식회사	29.435	16.825	3.875	32.66	27.25	79.87	65
BN11	아마네고슨	난토종묘	39.38	38.315	20.875	45.255	13	143.235	52.5
BN12	바이올렛하모니	마루타네주식회사	27.58	31.705	7.125	38.475	16	152.045	56.5
BN13	무라사기닌진	사카타종묘	34.47	31.075	10.155	35.495	22	140.325	61

표 3. 수집 당근 유전자원 13종의 표현형 데이터베이스

	근피색	육색과 심색	전체
BN 1			
BN 2			
BN 3			
BN 4			
BN 5			





전체 사진	BN 1~5	
	BN 6~10	
	BN 11~13	

(3) 기능성 성분 분석

- 포장에서 채취한 시료를 Brix 당도계로 당함량을 간이 측정하였다. 수집자원의 육즙을 착즙하여 당도를 측정하였다. Brix 당도로 5.65 - 11.2 까지 단맛에 있어서 넓은 분포를 나타내었다.

표 4. 수집 당근 유전자원 13종의 당함량 (Brix) 조사

BN	품종명	종묘회사명	당 (Brix)
BN1	신쿠로다고슴	다키이종묘	6
BN2	도끼나시고슴	다키이종묘	6.45
BN3	베니아카네	나카하라채종장	7.95
BN4	코우요우니고	다키이종묘	8.45
BN5	닥터카로틴	다키이종묘	6.9
BN6	아스베고슴	사카타종묘	6.1
BN7	크림하모니	마루타네주식회사	6.25
BN8	오렌지하모니	마루타네주식회사	6.35
BN9	코이코꼬로	다키이종묘	5.65
BN10	화이트하모니	마루타네주식회사	7.4
BN11	아마네고슴	난토종묘	6.15
BN12	바이올렛하모니	마루타네주식회사	7.35
BN13	무라사끼닌진	사카타종묘	11.2

- 안토시아닌 정량분석을 위해 포장에서 채취한 시료를 0.1% 메탄올에 침지한 후 24시간 뒤 UV 분광광도계를 이용한 정량분석 하였다. BN13에서 안토시아닌이 함유되어있는 것을 확인하였다.



그림 26. 수집 당근 유전자원 13종의 목부 및 사부에서의 안토시아닌 함량 조사

(4) F<sub>1</sub> 품종 개발을 위한 음성불임 마커의 활용 및 육종소재 개발

- 재료 : 수집유전자원, 기 육성 계통 및 수집 시판 F<sub>1</sub> 품종
- 실험방법 : 파종 후 잎을 pooling하여 CTAB법으로 DNA 추출함
- 음성불임 계통의 세포질형 (N, S) 판별을 위한 마커를 탐색하고, 페달로이드 타입 음성 불임개체와 음성가임개체를 식별하였다 (Bach et al., 2002, Tan et al., 2017)



표 5. 당근 유전자위의 응성불임성(petaloid type)/ 응성가임성 구분을 위한 프라이머 리스트

	Primer	Sequences
1	cmt-1	GCAAGAAGGAAAGCTGTTAGAG
2	cmt-2	GGTATCCCTCTTCTGTTTCGG
3	atp9-d1	GAAGGTGCAAAATCAATAGG
4	cmt-9	TACATGGACTTTAAATTGACTTCT
5	atp8-d2	GTCCTCATATAGCACTTCTTCC
6	cmt-12	CTGTATTCGTGGGGGGTCGC
7	atp6-F1	ATGGTTAACAGAAGTCCCGACGA
8	atp6-R	TCAATTATAAATAACCACTTCACTTTG

(5) 종자순도 검정을 위한 분자마커의 탐색

- 기 등록 당근 마커 (EST-SSR, SSR 등) 중 다형성을 보이는 마커의 선발 (7개) 및 35개 당근자원의 유전형 비교하여 근연관계를 분석하였다 (표7, 8, 그림27).

표 7. 당근 유전자원 35종의 SSR마커를 이용한 다형성 분석

Ref. no.	Scientific name	Name	Origin	Species	IT no.	Source
1	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Sinnkurodagosun	Japan	Cultivar		Takii Seed, Japan
2	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Tokinasigosun	Japan	Cultivar		Takii Seed, Japan
3	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Beniakane	Japan	Cultivar		Nakahara Seed, Japan
4	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Kouyounigo	Japan	Cultivar		Takii Seed, Japan
5	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Dr. Carotein5	Japan	Cultivar		Takii Seed, Japan
6	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Asubegosun	Japan	Cultivar		Sakata Seed, Japan
7	<i>Daucus carota</i>	Cream Harmony	Japan	Cultivar		Marutane Seed, Japan
8	<i>Daucus carota</i>	Orange Harmony	Japan	Cultivar		Marutane Seed, Japan
9	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Koigokoro	Japan	Cultivar		Takii Seed, Japan
10	<i>Daucus carota</i>	White Harmony	Japan	Cultivar		Marutane Seed, Japan
11	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Amanegosun	Japan	Cultivar		Nanto Seed, Japan
12	<i>Daucus carota</i>	Violet Harmony	Japan	Cultivar		Marutane Seed, Japan
13	<i>Daucus carota</i>	Murasakininjin	Japan	Cultivar		Sakata Seed, Japan
14	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Beta312	Japan	Cultivar		Sakata Seed, Japan
15	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Betarich	Japan	Cultivar		Sakata Seed, Japan
16	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Local-Bukhara	Uzbekistan	Landrace	IT 203364	NAC-RDA, Korea
17	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Wild	Uzbekistan	Wild relative	IT 203371	NAC-RDA, Korea
18	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Uzbekistan	Uzbekistan	Wild relative	IT 206708	NAC-RDA, Korea
19	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Uzbekistan	Uzbekistan	Wild relative	IT 206711	NAC-RDA, Korea
20	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	nantes	Turkey	Landrace	IT 223588	NAC-RDA, Korea
21	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	siyah(salgamlik)	Turkey	Landrace	IT 223589	NAC-RDA, Korea
22	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	pokrovskaya mestna	Russia	Landrace	IT 227875	NAC-RDA, Korea
23	<i>Daucus carota</i>	Carrot 66	Afghanistan	Landrace	IT 250413	NAC-RDA, Korea
24	<i>Daucus carota</i>	Carrot 21	Afghanistan	Landrace	IT 261796	NAC-RDA, Korea
25	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	RUS-NYW-2007-231	Russia	Wild species	IT 261804	NAC-RDA, Korea
26	<i>Daucus carota</i>	ZHELTAYA	Afghanistan	Landrace	IT 299995	NAC-RDA, Korea
27	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	RUS-NYW-2007-48	Russia	Wild species	IT 300027	NAC-RDA, Korea
28	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Gajar	Pakistan	Wild species	IT 300068	NAC-RDA, Korea
29	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativa</i>	MMR-JYH-2010-60	Myanmar	Landrace	IT 300105	NAC-RDA, Korea
30	<i>Daucus carota</i>	106	Turkey	Landrace	IT 301857	NAC-RDA, Korea
31	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	S 072	Syria	Wild species	IT 301889	NAC-RDA, Korea
32	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	6	Spain	Wild species	IT 301890	NAC-RDA, Korea
33	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	4	Israel	Wild species	IT 301891	NAC-RDA, Korea
34	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Ames 23206	Armenia	Wild species	IT 301895	NAC-RDA, Korea
35	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	7	Spain	Wild species	IT 303010	NAC-RDA, Korea

표 8. 당근 13계통의 유연관계분석에 이용한 20개의 SSR마커 리스트 및 참고문헌

No.	Primer	Sequence	Annealing temp. [°C]	A <sup>t</sup>	A <sup>e</sup>	A <sup>r</sup>	A <sup>h</sup>	PIC	I	H <sub>o</sub>	H <sub>e</sub>	F	HW	Reference
1	DCM-2-F	CGACGAATAAGATGCGAGAGA	60	7	5.9	6	0	0.81	2.03	0.57	0.84	0.2	*	Niemann 2001
	DCM-2-R	CACTCTTGAGCCACCACCTATAC												Niemann 2001
2	DCM-3-F	CCCGTTATTAATAATCGAGCCGC	55	4	2.6	3	2	0.58	1.26	0.19	0.62	0.52	***	Niemann 2001
	DCM-3-R	AACTTGGCAAAAGTGGTACAGTCG												Niemann 2001
3	DCM-9-F	CGGGATGGAACAACAACACT	60	5	2.5	2	0	0.55	1.12	0.21	0.61	0.48	***	Niemann 2001
	DCM-9-R	GGTTGGTATGATGGAGGT												Niemann 2001
4	SSR-1-3C-F	GGTCCGCTGTCGTTTAT	55	6	1.7	3	0	0.41	0.96	0.21	0.43	0.35	***	Rong et al. 2010
	SSR-1-3C-R	ACGAGGGAGAATGATGA												Rong et al. 2010
5	SSR-1-12A-F	GAACCGATCCAGTATCTC	50	3	1.7	1	0	0.34	0.66	0.22	0.43	0.31	***	Rong et al. 2010
	SSR-1-12A-R	TGGAAGTGGTGTGATTAC												Rong et al. 2010
6	SSR-1-12E-F	CAAACCTGCAACAATAGA	50	6	1.6	3	2	0.36	0.88	0.17	0.37	0.37	nd	Rong et al. 2010
	SSR-1-12E-R	ATAAGATGCAAAAGTATGTAATA												Rong et al. 2010
7	SSR-1-12F-F	ACATGAATCAGACCCTTAGTA	55	6	4.4	1	0	0.74	1.57	0.2	0.78	0.58	***	Rong et al. 2010
	SSR-1-12F-R	CAAAGTTTCAAGAACAATATC												Rong et al. 2010
8	SSR-2-3G-F	TAAATGCAGGGGATCT	50	4	2.2	1	0	0.49	0.98	0.09	0.56	0.72	***	Rong et al. 2010
	SSR-2-3G-R	CCCGAGTAATTTAGTGTCAG												Rong et al. 2010
9	SSR-2-6C-F	CAATGTTTATGGGAAGTATG	48	9	3	7	1	0.62	1.47	0.14	0.67	0.67	***	Rong et al. 2010
	SSR-2-6C-R	AACATCACATGAAGCATTAT												Rong et al. 2010
10	SSR-2-7A-F	AATCGAATGTTTCTGTGAT	55	8	4.7	5	1	0.76	1.71	0.35	0.79	0.4	***	Rong et al. 2010
	SSR-2-7A-R	AAGACGATGTTGATGATAATAGT												Rong et al. 2010
11	SSR-2-10C-F	GGAAAGAAAGAAAGTAGT	48	5	2.2	3	0	0.45	0.93	0.42	0.54	0.12	ns	Rong et al. 2010
	SSR-2-10C-R	CACTCTCCACTGAAACTAT												Rong et al. 2010
12	SSR-2-10H-F	GTCGTCTCGTCAACACTA	48	7	4.9	6	0	0.77	1.88	0.53	0.8	0.2	*	Rong et al. 2010
	SSR-2-10H-R	CGGAAGGAGCTGTAA												Rong et al. 2010
13	GSSR-16-F	ATGCAAAACGACAATCCACAG	60	9	4.7	4	2	0.76	1.71	0.38	0.79	0.35	***	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-16-R	GCCCAGCCACTTCTAGAT												Cavagnaro et al. 2011
14	GSSR-17-F	GGTCTCTCCACACTCATGGAT	60	5	2.5	0	0	0.56	1.19	0.39	0.6	0.2	ns	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-17-R	CCAGCATTCACTATGTCCACTC												Cavagnaro et al. 2011
15	GSSR-65-F	ACTGCAAAACGAAACCCAGA	60	5	2.8	1	0	0.59	1.21	0.39	0.64	0.24	*	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-65-R	TAGGTCAATGGCGATTGATGATG												Cavagnaro et al. 2011
16	GSSR-101-F	TGGGGTGGTTTTGTCGTATT	55	7	3.8	6	0	0.7	1.69	0.65	0.74	0.02	***	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-101-R	GGTTCTCTCTATCTC												Cavagnaro et al. 2011
17	GSSR-107-F	TTCTGGTCTTTGACATGAAGG	60	5	4.4	4	2	0.74	1.69	0.33	0.78	0.39	***	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-107-R	CGGATTTGAGGTGAGTTGAATA												Cavagnaro et al. 2011
18	GSSR-124-F	ACAAGCACCGCCCTACTATC	55	9	2.1	6	0	0.51	1.22	0.11	0.53	0.66	***	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-124-R	AATTTAGTTGAAGCGCCCC												Cavagnaro et al. 2011
19	GSSR-134-F	CGGATTTGAGGTGAGTTGAATA	55	8	4.3	4	1	0.74	1.67	0.45	0.77	0.27	***	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-134-R	TTGGTCTTTGACATGAAGGG												Cavagnaro et al. 2011
20	GSSR-154-F	CTTATATGTGATGGCGTCGAAA	55	8	2.2	6	2	0.48	1.06	0.31	0.55	0.28	**	Cavagnaro et al. 2011
	GSSR-154-R	GACTGCACCGCTCTAACTC												Cavagnaro et al. 2011
			<b>Mean</b>	6.30	3.21	3.60	0.70	0.60	1.34	0.32	0.64	0.37		
			<b>S.D.</b>	2.42	1.30	2.27	0.98	0.15	0.38	0.16	0.14	0.19		

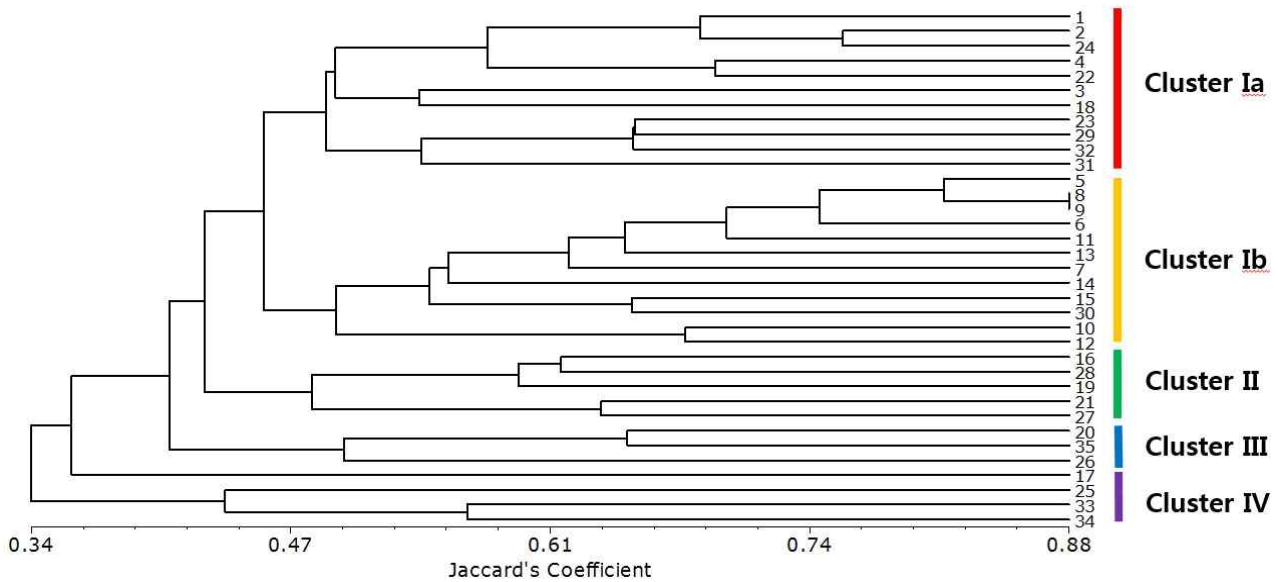


그림 27. 7종의 SSR마커로 당근 유전자원 35종 식별가능. 샘플번호(오른쪽)는 표 1의 유전자원 리스트 참조.

(6) 우수 육종소재 선발 및 계통화

수집유전자원의 재배특성조사 결과, 원예적 형질이 뛰어난 품종을 5점 선발하고 계통화 중에 있음

(7) 수집 해외 유전자원 (F<sub>1</sub>시관품종 포함)의 기탁 5건

농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터에 기탁완료



그림 28. 해외 수집 당근 유전자원

(8) 학회발표 (1건)

- 2017년 한국원예학회 추계학술대회 (송도)

Assessment of Genetic Diversity in Carrot (*Dacus carota* L.) Germplms sing SSR markers (O New Lee, Hyo Joung Kwon, Mi Kyung Han, Man Jeong Kwon, Seon Mi Lee, and Han Yong Park)

2. 2차년도 (2018년도)

가. 개발 목표

- (1) 유용 유전자원의 수집 및 분석
- (2) 당근 기능성 성분 분석 및 우수 육종소재 발굴
- (3) 옹성불임 마커를 이용한 유전자원의 불임, 가임주 판별
- (4) 수집 해외 유전자원의 기탁

나. 개발 내용 및 범위

- (1) 유용 유전자원의 수집 및 분석
  - 재배시험: 특성검정 (상경, 중경, 하경, 근장, 근중, 엽장, 근피색, 심색 등)

(2) 당근 기능성 성분 분석 및 우수 육종소재 발굴

- 기능성 성분 분석 : Sugar 5종 (Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose, Raffinose), Beta carotene, Anthocyanin

(3) 응성불임 마커를 이용한 유전자원의 불임, 가임주 판별

- 수집종의 불임, 가임주 판별 : mitochondria-specific PCR 마커를 사용하여 수집종의 응성불임과 응성가임 개체를 분석
- 유연관계 분석 : SSR 분자마커를 활용한 수집종의 유전 관계를 분석

(4) 수집 해외 유전자원의 기탁

다. 연구결과 및 고찰

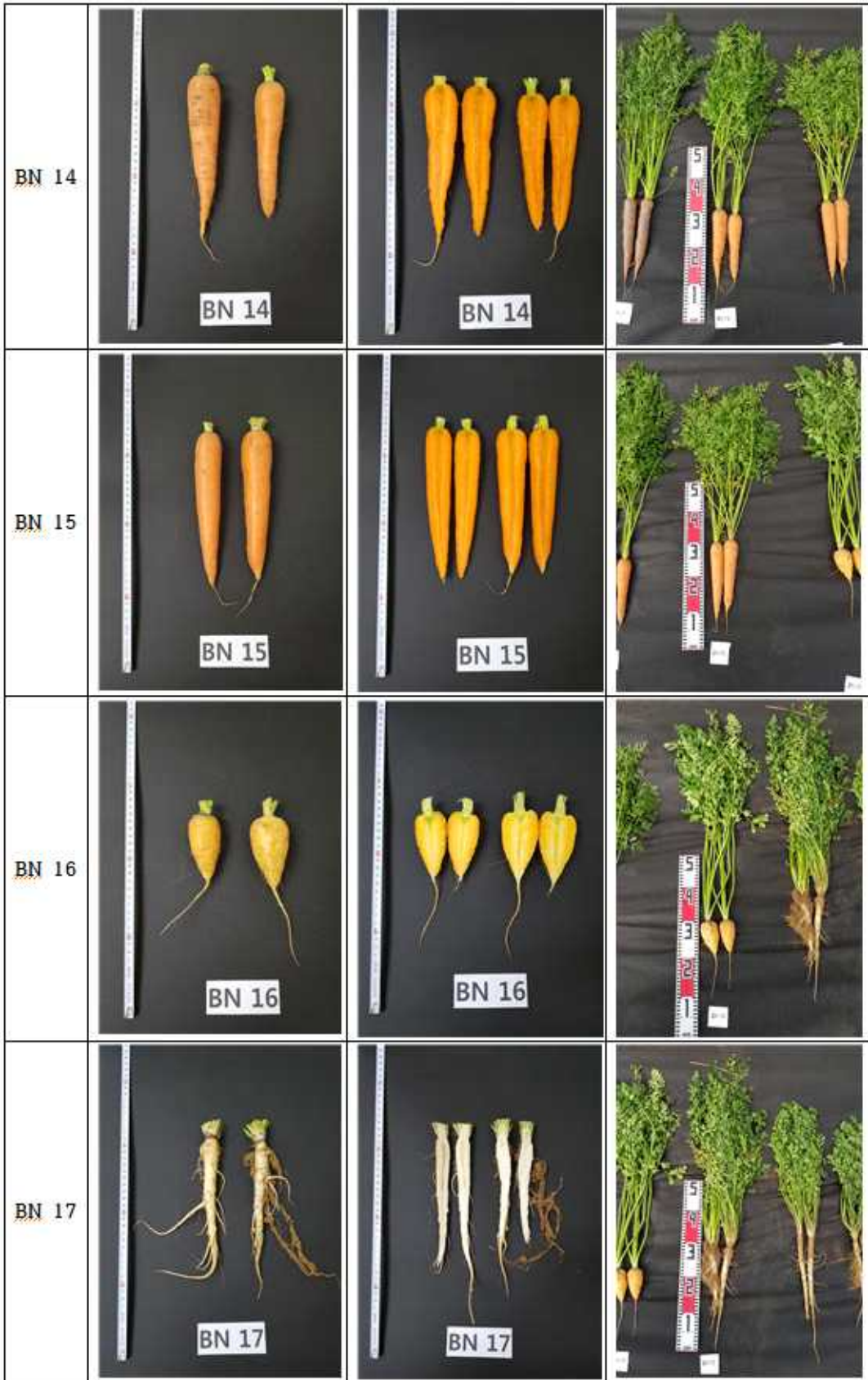
(1) 유용 유전자원의 수집 및 분석

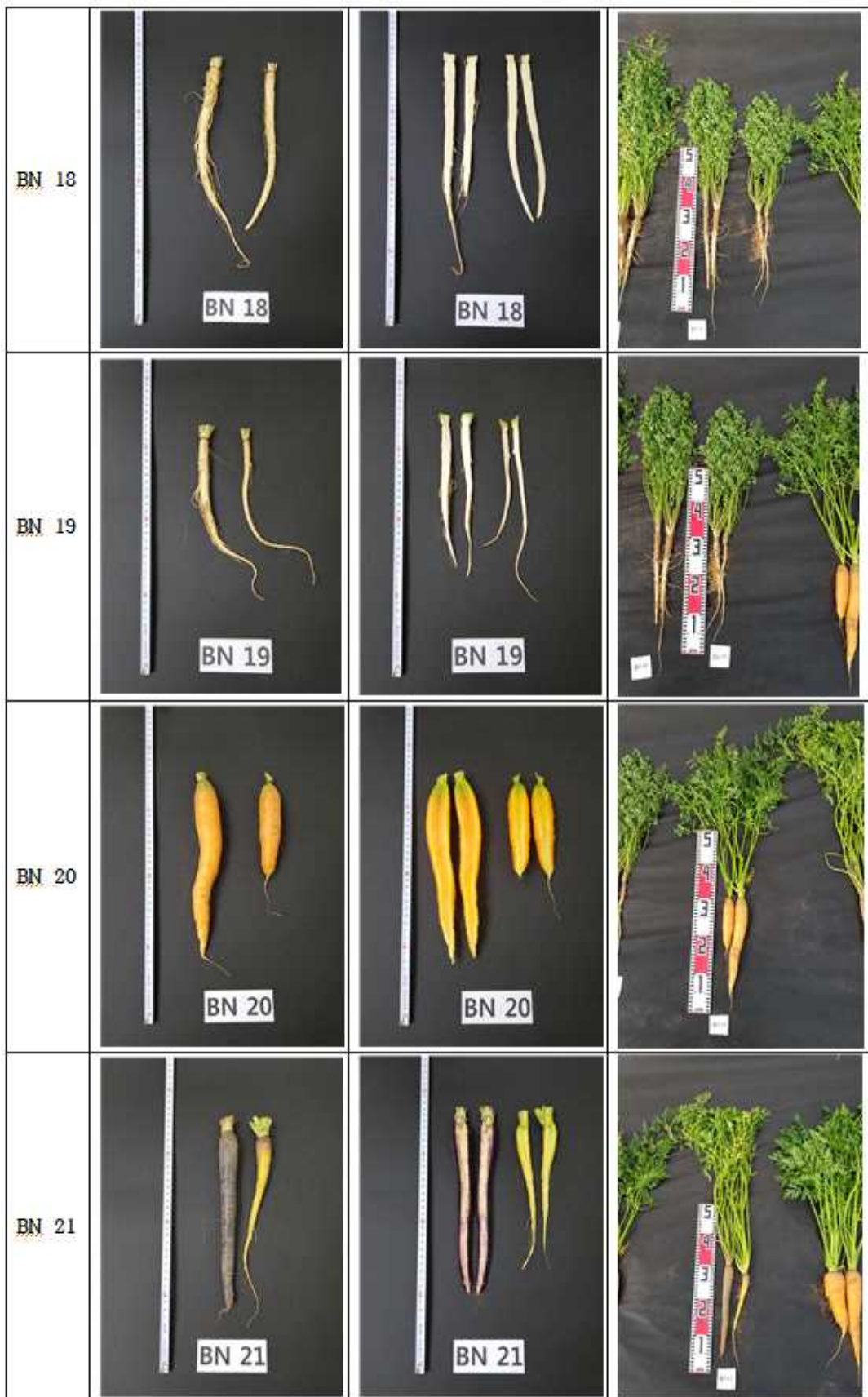
1차년도에 수집한 농촌진흥청 국립농업과학원 농업유전자원센터의 유전자원과 일본 종묘 상에서 수집한 시판품종을 이용하여 당근의 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 엽장, 근장, 근경, 엽중, 근중 등을 조사하였다.

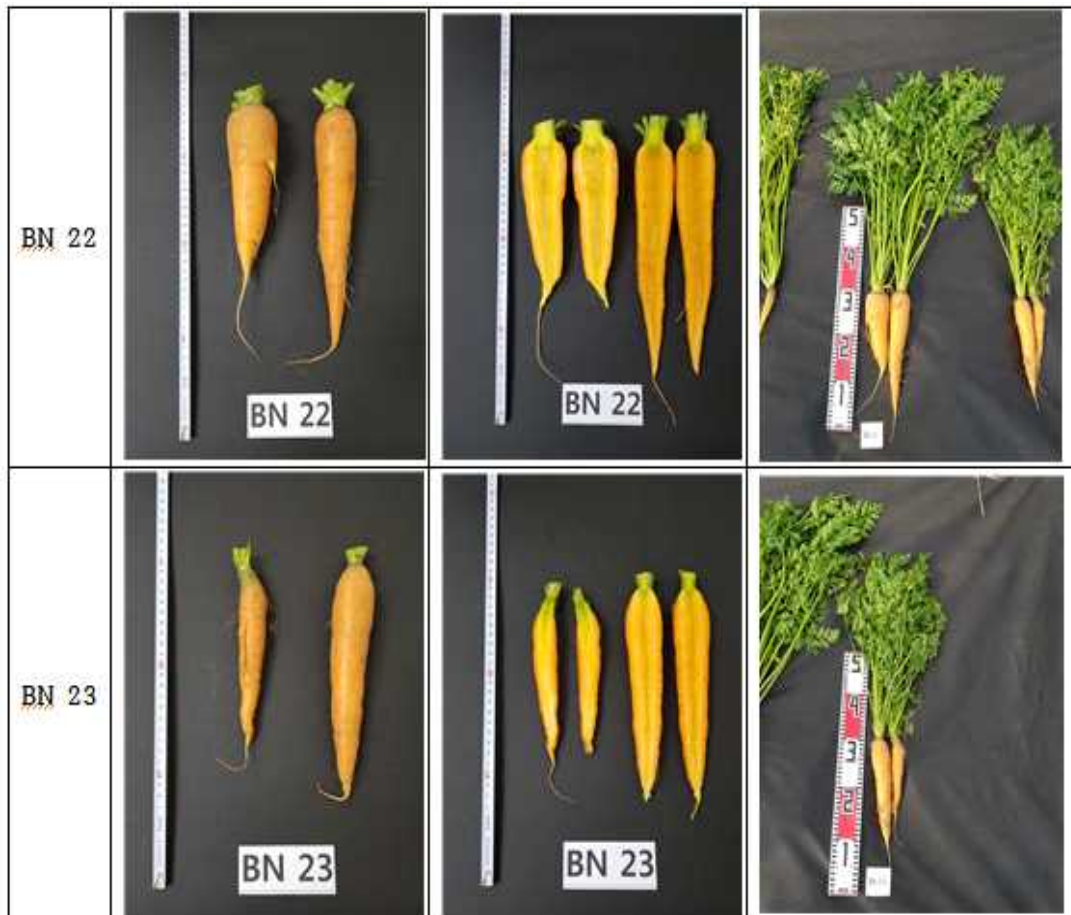
표 9. 수집 당근 유전자원 10종의 표현형 조사

No.	상경(mm)	중경(mm)	하경(mm)	근장(mm)	근중(g)	엽장(mm)
BN 14	49.12	42.61	30.69	18.33	250.00	53.33
BN 15	55.92	45.76	32.53	18.83	316.67	65.33
BN 16	41.04	43.00	10.78	9.00	91.93	66.00
BN 17	17.34	14.97	2.69	16.50	41.63	62.50
BN 18	25.77	23.59	10.21	27.50	29.06	42.00
BN 19	10.27	8.63	2.00	25.00	12.88	37.00
BN 20	38.55	35.89	28.37	17.50	150.00	42.50
BN 21	23.61	16.73	7.25	18.50	59.64	77.50
BN 22	48.92	43.21	9.12	21.50	274.89	64.50
BN 23	24.97	30.75	6.49	18.50	110.60	43.00

표 10. 수집 당근 유전자원 10종의 표현형 데이터베이스







	<p>BN 14~15</p>	
<p>전체 사진</p>	<p>BN 16~19</p>	
	<p>BN 20~23</p>	



(2) 당근 기능성 성분 분석 및 우수 육종소재 발굴

HPLC를 이용한 Sugar 5종 (Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose, Raffinose), Beta carotene, Anthocyanin 7종 (D3G, C3Gal, C3G, Pt3G, Pg3G, Pn3G, Mv3G)의 특성검정을 종자산업진흥센터에 의뢰 후 분석하였다. 유전자원의 유용성분을 분석하는 작업을 통해 기능성 우수 육종자원을 선발할 수 있고, 생리활성 고함유 개체를 판별함으로써 시장에서의 판매 가치를 크게 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다. 선발된 유용 유전자원은 증식 후 유전자원 센터에 기탁하여 유용유전자원을 활성화 할 예정이다.

실험방법

- Sugar 5종(Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose, Raffinose)

실험방법

① 전처리 방법

50ml conical tube에 건시료 0.1g과 DW 18ml을 첨가 후 Waterbath(80°C, 30min)에 incubation 하였다. Sonication(50°C, 30min) 후, 100% ACN을 2ml넣어준 뒤 살짝 vortexing 하였다. Centrifuge (2800rpm, 4°C, 5min) 후, 시린지(5ml)와 0.45 μm filter로 상층액만 여과한 후 LC에 주입하였다.

② 검량선 작성

1,000ppm 표준품을 이용하여 500, 250, 100, 50, 25ppm으로 희석하여 검량선을 작성하였다.

③ HPLC 기기조건

표 11. Sugar 5종의 분석을 위한 HPLC 기기조건

분석기기	Shiseido, Nanosapce SI-2			
Column	Shodex, NH2P-50 4E			
Mobile Phase	Time(min)	Flow rate(μl)	B(ACN)%	A(DW)%
	init	1000	80	20
	4	1000	80	20
	10	1000	65	35
	14	1000	65	35
	14.1	1000	80	20
	21	1000	80	20
Oven temp	40°C			
Detector	ELSD			
Sampling rate	1Hz/16s			
Injection vol	10μl			
Spray chamber(SC)	40°C			
Drift tube(DT)	60°C			
Run Time	21min			

- Beta carotene

실험방법

① 전처리 방법

동결건조(분말) 된 시료 0.5g에 0.01%BHT-IPA\*를 30ml 첨가하였다. Mini G를 이용하여 1000rpm에서 10분간 추출후 (Shaking, RT) 1시간동안 어두운곳에서 방치하였다. 추출액을 Centrifuge (4000rpm, -10°C, 5min) 후, 시린지(5ml)와 0.45 μm filter로 상층액만 여과한 후 LC에 주입하였다.

② 검량선 작성

검량선 작성은 500ppm 표준품을 이용하여 25, 10, 5, 1, 0.5ppm으로 희석하여 작성하였다.

③ HPLC 기기조건

표 12. Beta carotene 분석을 위한 HPLC 기기조건

분석기기	Shiseido, Nanosapce SI-2			
Column	Develosil, C30-UG-5 (4.6*250mm)			
Mobile Phase	Time(min)	Flow rate(μl)	B(DCM)%	A(ACN[3]+ MeOH[7])%
	init	1300	30	70
Wave length	PDA detector, 450nm			
Injection vol	20μl			
Oven Temp	40°C			
Auto sampler	4°C			
Temp	4°C			
Run Time	20min			
Flow rate	1.3ml/min			

- Anthocyanin 7종 (D3G, C3Gal, C3G, Pt3G, Pg3G, Pn3G, Mv3G)

실험방법

① 전처리 방법

50ml tube에 동결건조된 시료 0.2g과 80% MeOH(1%HCl) 30ml을 첨가하였다. Sonication을 20min 후, 70°C의 Waterbath에서 20min동안 가수분해 하였다. Shaker로 65°C에서 2hr동안 약 280rpm으로 shaking 후, ice에서 15분동안 식혀주었다. Centrifuge(1000rpm, 4°C, 5min) 후, 시린지(5ml)와 0.45 μm filter로 상층액만 여과한 후 LC에 주입하였다.

② 검량선 작성

50ppm 표준품을 이용하여 25, 12.5, 5, 1, 0.1ppm으로 희석하여 검량선을 작성하였다.

③ HPLC 기기조건

표 13. Anthocyanin 분석을 위한 HPLC 기기조건

<b>분석기기</b>	Shiseido, Nanosapce SI-2			
<b>Column</b>	Shiseido, CAPCELL PAK C18(MGII) (4.6*250mm)			
<b>Mobile Phase</b>	Time(min)	Flow rate(μl)	<b>B(ACN)%</b> (5%formicacid)	<b>A(DW)%</b> (5%formicacid)
	init	800	10	90
	10	800	15	85
	15.3	800	46	54
	15.4	1000	90	10
	17.0	1000	90	10
	17.1	800	10	90
	24	800	10	90
<b>Wave length</b>	PDA detector, 520nm			
<b>Injection vol</b>	20μl			
<b>Oven Temp</b>	40℃			
<b>Run Time</b>	24min			

당 5 성분 (fructose, glucose, scrose, maltose, raffinose)과 베타카로틴의 함량을 측정하였다. Fructose, glucose 고함량 개체는 BN 1, sucrose 고함량 개체는 BN 31, maltose 고함량 개체는 BN 31, raffinose 고함량 개체는 BN 35에서 가장 높게 나타났다 (그림 27).

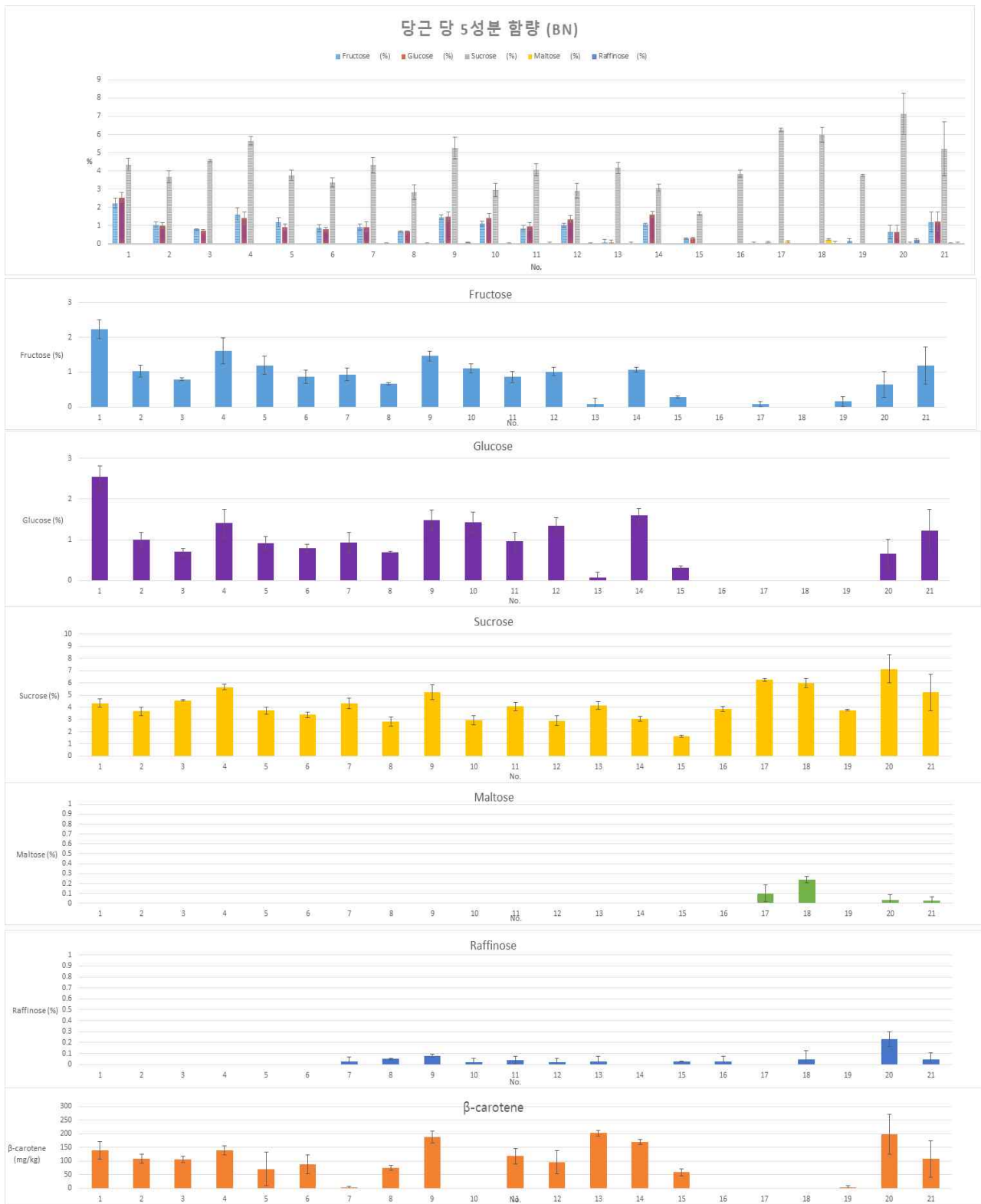


그림 29. 수집 당근 유전자원 23종의 당 (Fructose, Glucose, Sucrose, Maltose, Raffinose) 및 Beta carotene 함량 조사

사부와 목부에서 안토시아닌과 라이코펜 함량을 측정하였다. 8개의 측정항목 중에서 pt3g와 lycopene만 관찰되었다 (그림 30, 31). 목부에서는 BN 21에서 134.09 mg/kg의

pt3g가 측정되었으며, BN 27에서 15.9 mg/kg의 lycopene이 측정되었다. 사부에서 측정된 pt3g값은 BN BN 12 (160.09 mg/kg), BN 13 (158.76 mg/kg), BN 21 (270.64 mg/kg) 으로 확인되었다. 사부에서 함유된 라이코펜은 BN 27에서만 관찰되었고 15.3 g/kg으로 관찰되었다.

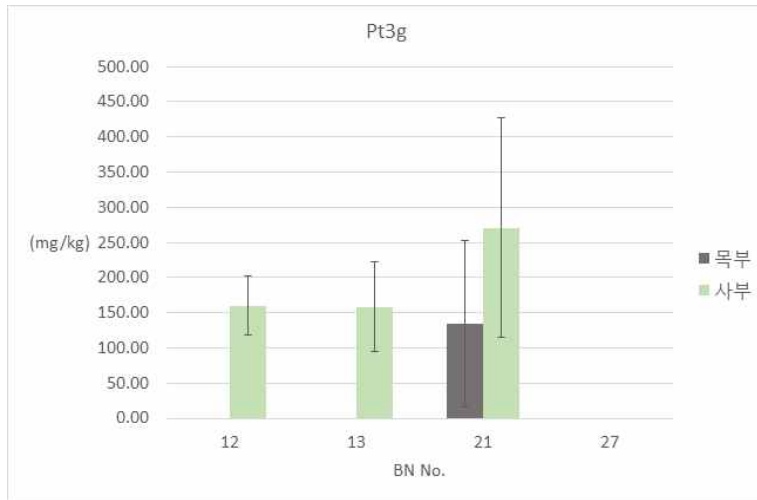


그림 30. 수집 당근 유전자원 3종 (BN12, 13, 21, 27)의 목부 및 사부의 안토시아닌 함량 비교

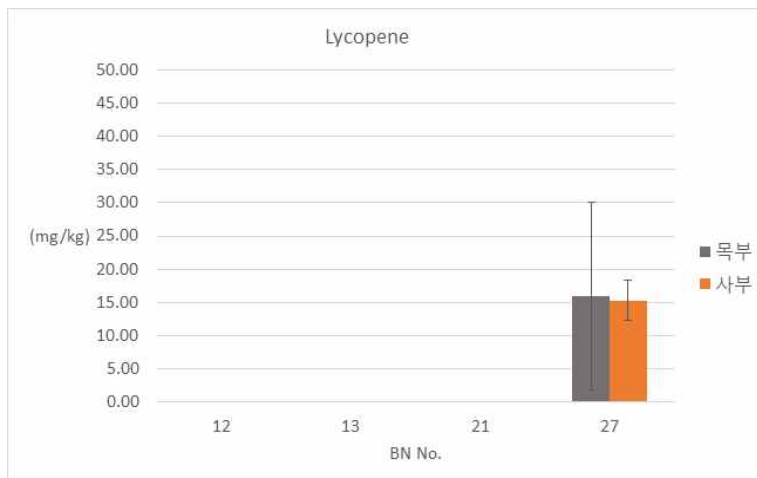


그림 31. 수집 당근 유전자원 3종 (BN12, 13, 21, 27)의 목부 및 사부의 Lycopene 함량 비교

### (3) 응성불임 마커를 이용한 유전자원의 불임, 가임주 판별

당근 품종 개발은 고정종 보다 수량이 많고, 품질이 뛰어나며, 교배종 당근 육성에는 응성불임성을 이용하고 있다. 당근 응성 불임성의 화기형태는 brown anther type과 petaloid type으로 구분되며, brown anther type은 종자 채종량은 많으나 응성불임성의 안정성이 낮고, petaloid type은 응성불임성의 안정성은 뛰어나나 종자 채종량이 떨어지는 단점을 갖고 있다.

본 연구에서는 응성불임 세포질 마커를 이용하여, 기 보유 계통, 수집 유전자원 및 도입 F1품종의 응성불임성을 조사하였다. 위 실험을 토대로 가임개체를 선발할 수 있고, 우수계통 및 육종재료로 활용하는 자료로 활용될 수 있다.

※ 재료 및 방법

식물재료는 35개의 수집종 (15 cultivars, 9 landraces, 3 wild relatives, 8 wild species) 을 이용하였다.

당근 종자를 파종한 후 어린 잎을 채취하여 gDNA를 추출하였다. 시료 1~2g을 액체질소를 사용하여 곱게 마쇄한 후, DNeasy Plant kit (Qiagen)를 이용하여 genomic DNA를 분리하였다. DNA 20ng, Dyne Ready-2X-GO 5 µl, primer(Table 3.) 각 5 µM을 첨가하여 최종 반응 부피를 10 µl로 하였다. T-100 PCR Thermal cycler를 이용하여 1 cycle (94°C, 2분), 35 cycle[94°C (1분), 55°C (1분), 72°C (2분 30초), 1 cycle (72°C, 7분)에 따라 순차적으로 반응시켰다. 증폭된 PCR산물은 3% agarose gel에서 전기영동하고 UV조사로 확인하였다.

표 15. 당근 유전자원의 응성불임(petaloid type) 및 응성가임 구별을 위한 primer리스트

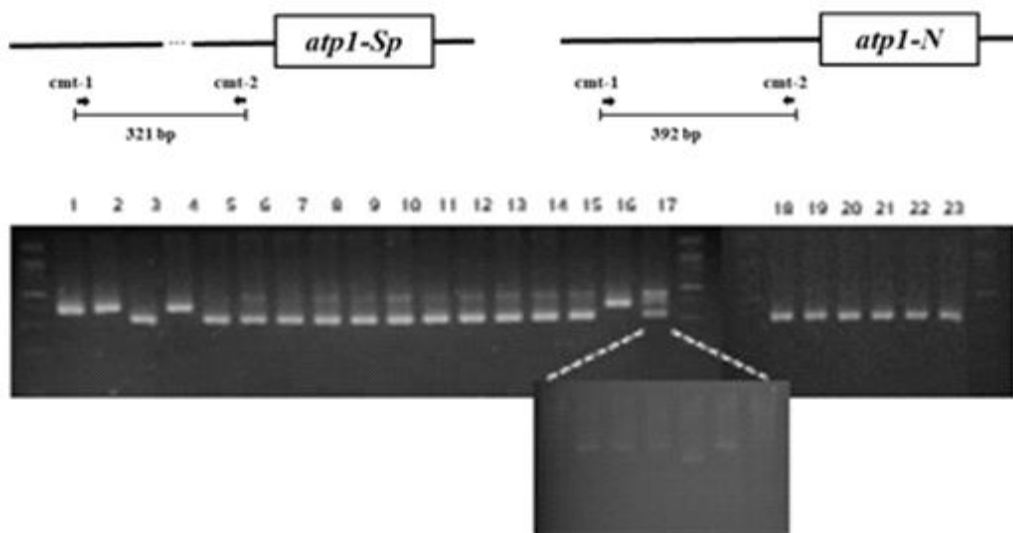
No.	Primer name	Sequence ('5-'3)
1	cmt-1	GCAAGAAGGAAAGCTGTTAGAG
	cmt-2	GGTATCCCTCTTCTGTTTCGG
2	atp9-d1	GAAGGTGCAAAATCAATAGG
	cmt-9	TACATGGACTTTAAATTGACTTCT
3	atp8-d2	GTCCTCATATAGCACTTCTTCC
	cmt-12	CTGTATTTCGTGGGGGGTCGC
4	A	TTCAGTTCTTTGATTCATTC
	B	ATTGACTTCTGATCGTGACT
	C	GCGCAATACTTCTTCGTGAA

표 16. PCR법을 이용한 수집유전자원의 응성불임(petaloid type) 및 응성가임 구별

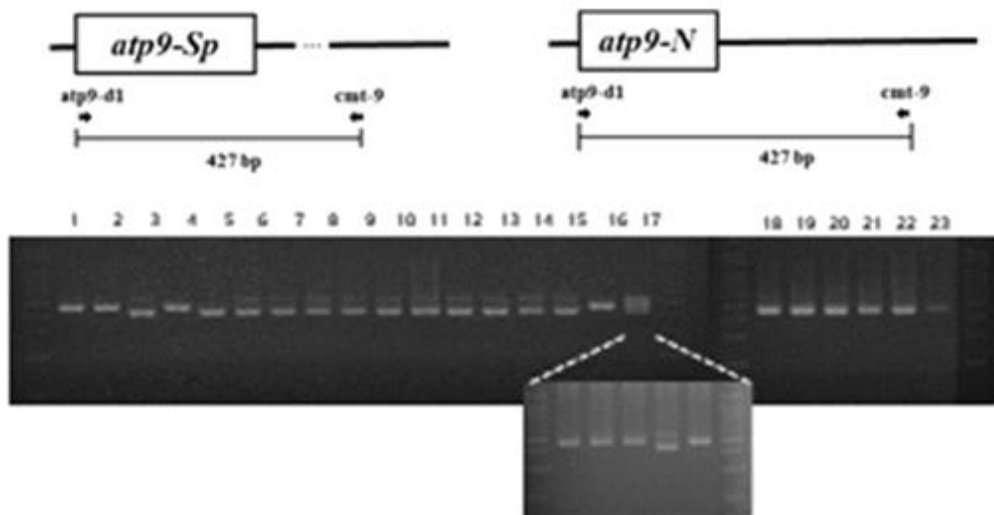
No.	cmt-1 & cmt-2	atp9-d1 & cmt-9	atp8-d2 & cmt-12	A&B&C
1	F	F	F	F
2	F	F	F	F
3	S	S	S	P
4	F	F	F	F
5	S	S	S	P
6	S	S	S	P
7	S	S	S	P
8	S	S	S	P
9	S	S	S	P
10	S	S	S	P
11	S	S	S	P
12	S	S	S	P
13	S	S	S	P
14	S	S	S	P
15	S	S	S	P
16	F	F	F	F
17	H	H	F	H

18	F	F	F	F
19	F	F	F	F
20	F	F	F	F
21	F	F	F	F
22	F	F	F	F
23	F	F	F	F

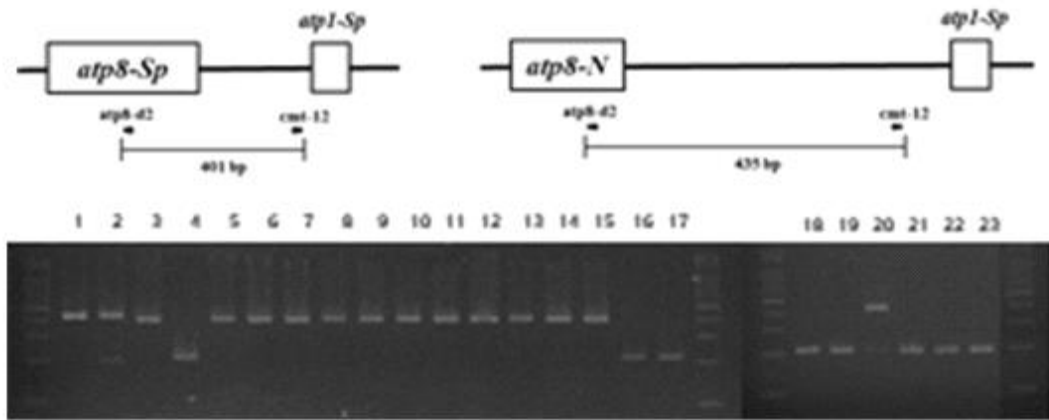
○ primer : cmt-1 & cmt-2



○ primer : atp9-d1 & cmt-9



○ primer : *atp8-d2* & *cmt-12*



○ primer : A & B & C

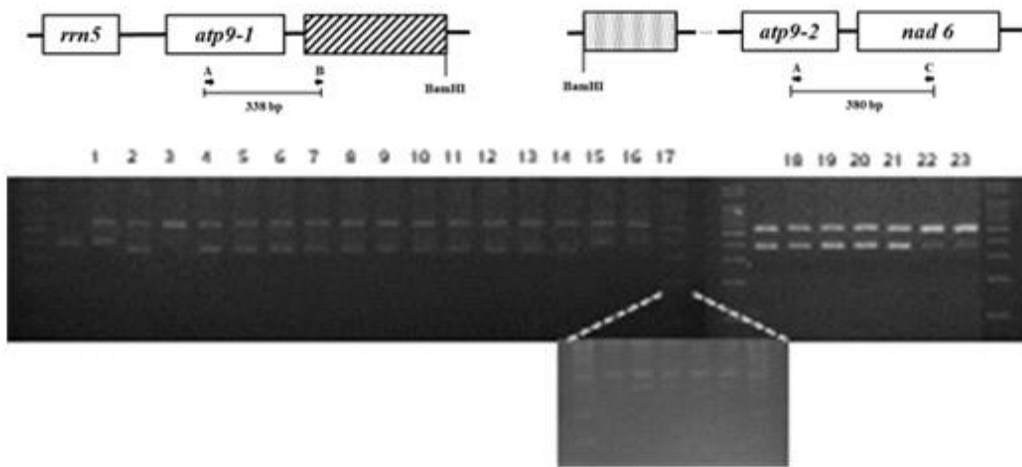


그림 32. 마커를 이용한 PCR 증폭 산물. DNA 샘플명은 젤 위에 명시. pooling DNA를 양성불이성을 먼저 판별하고, heterotype의 경우 샘플별로 각각 PCR을 재시도함.

mitochondria-specific PCR 마커를 사용하여 수집종에 대하여 양성불임과 양성가임 개체를 분석하였다. 수집 유전자원을 5개체씩 pooling하여 gDNA를 추출하였으며, primer는 세포질 양성불임과 가임성 인자를 구분할 수 있는 primer를 사용하였다.

그 중 *cmt-1* & *cmt-2* primer를 사용할 경우 392 bp를, *atp8-d2* & *cmt-12*를 이용할 경우 435 bp를, *atp9-d1* & *cmt-9*에서는 469 bp, A&B&C에서는 379 또는 542 bp의 양성가임 계통만 특이적으로 증폭하여 PCR산물을 얻을 수 있도록 고안하였다.

위 결과에서 양성가임 계통과 불임계통 간의 차이가 관찰되었으며, hetero 계통도 관찰되었다. BN 17번 개체(*cmt-1* & *cmt-2*, *atp8-d2* & *cmt-12*, A&B&C)가 hetero로 확인이 되었으며, BN 33번 개체(*cmt-1* & *cmt-2*), BN 25번 개체(*atp8-d2* & *cmt-12*)에서 hetero양상이 확인되었다.

Hetero로 확인된 개체는 pooling된 샘플을 독립적으로 gDNA를 재추출 하여 PCR을 진행하였으며, 가임체와 양성불임 개체가 혼합 되어있음을 확인하였다. 추후 개화된 개체를 촬영하여 꽃모양으로 위의 마커분석을 보완할 예정이다. petaloid type, brown anther type 혹은 정상개



체인지 판별하기 위해 개화 모습을 참고자료로 활용할 예정이다.

(4) 유연관계 분석

유연관계 분석을 위해 30개 SSR 프라이머로 유전자원의 gDNA를 증폭하였다. PCR 산물로부터 다형성밴드의 데이터를 수집하여 dendrogram을 작성하였다. NTSys 프로그램을 이용하여 수집된 데이터를 토대로 dendrogram을 도출하였다.

표 17. 유연관계 분석에 사용된 30 primer pairs

No.	Primer name	Sequence (Forward primer)	Sequence (Reverse primer)
1	DCM-2	CGACGAATAAGATGCGAGAGA	CACTCTTGAGCCACCACCTATAC
2	DCM-3	CCCGTTATTAATAATCGAGCCGC	AACTTGGGCAAAGTGGTACAGTCG
3	DCM-5	GGTGGTGTGCAGATGAGCTTT	GGTCCCTGTCTCTAATAATAGCCTG
4	DCM-9	CGGGATGGAACAAACAACCT	GGTTGGTGATGATGGAGGT
5	DCM-12	ATGAAGCCGGAACCTATTT	CACTGTGGATGAAGTCCTCA
6	DCM-17	GCCTTCACTGAAATACATAAAA	TACTGACAATTACTTCAGCATA
7	DCM-24	GAAAGTCATGAAAGCACAA	AATGTGTCTAACCAAAGGAT
8	DCM-34	TTTTACACTAACCGGGGATG	AGTCAGGCTTCCAAGTGTTT
9	SSR-1-3C	GGTCCGCTGTCGTTTAT	ACGAGGGAGAATGATGA
10	SSR-1-7C	AGCATTTCATTCTGTCAA	CCCTCTACTTTCAAATTAGTC
11	SSR-1-9C	ACCACCTTCTGTTGCTACT	GCTGGGGATCAATAATTT
12	SSR-1-12A	GAACCGATCCAGTATCTC	TGGAAGTGGTGTGATTAC
13	SSR-1-12E	CAAACCTGCAACAATAGA	ATAAGATGCAAAGTATGTAATA
14	SSR-1-12F	ACATGAATCAGACCACTTAGTA	CAAAGTTTCAAGAACAATATC
15	SSR-2-3G	TAAATGCAGGGGATCT	CCCGAGTAATTTAGTGTCAG
16	SSR-2-6C	CAATGTTTATGGGAAGTATG	AACATCACATGAAGCATTAT
17	SSR-2-7A	AATCGAATTGTTTCTGTGAT	AAGACGATGTTGATGATAATAGT
18	SSR-2-10C	GGAAGAAAGGAAAGGTAGT	CACTCTCTCCACTGAACTAT
19	SSR-2-10H	GTCGTCTCGTCAACACTA	CGGAAGAGGAGCTGTAA
20	GSSR-4	CAATCTTGCCACTAAAAGAGCA	CAGATACAATAGACAGGAAACATCG
21	GSSR-6	TCTCCTCTTGATTCTTCTTCGC	CCAATAAGCGTAAGCGTTTCTC
22	GSSR-14	CCACCTTGGACAAAGCAAAC	GCCCAGTTCTTCTTAATTGCAG
23	GSSR-16	ATGCAAACGACAATATCCACAG	GCCCAGCCACTTCCTAGAT
24	GSSR-17	GGTCTCTTCCACACTCATGGAT	CCAGCATTCACTATGTCCACTC
25	GSSR-65	ACTGCAAAACAGAAACCCAGA	TAGGTCATGGCGATTGATGTAG
26	GSSR-101	TGGGGTGGTTTTGTCTGATTT	GGTTCTCCTCTCTATCTC
27	GSSR-107	TTCTGGTCTTTTGACATGAAGG	CGGATTTGAGGTGAGTTGAATA
28	GSSR-124	ACAAGCACCGACCTTACTATC	AATTTAGTTGAAGCGCCCC
29	GSSR-134	CGGATTTGAGGTGAGTTGAATA	TTGGTCTTTTGACATGAAGGG
30	GSSR-154	CTTATATGTGATGGCGTCGAAA	GACTGCACCGCTCCTAACTC

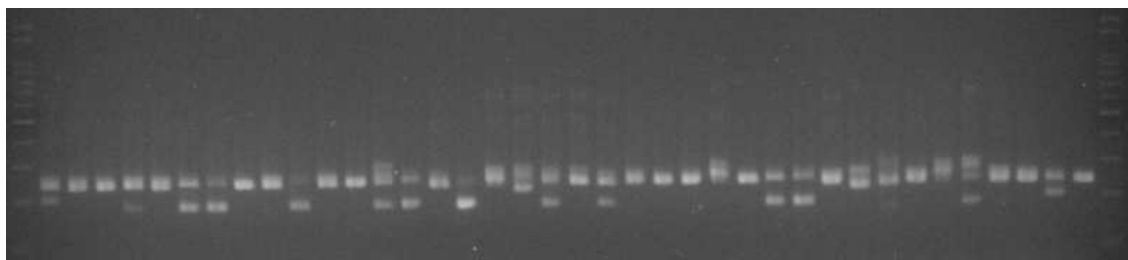


그림 33. 유연관계 분석을 위한 PCR산물의 로딩 사진. (DCM-3 primer)

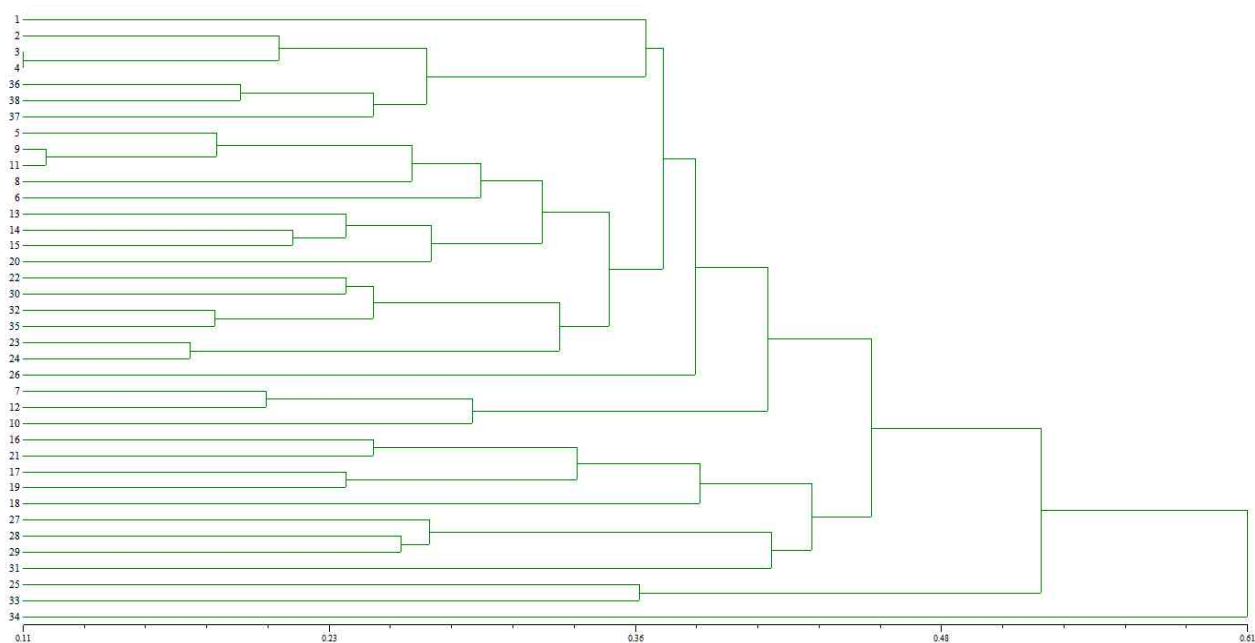


그림 34. SSR마커를 이용한 당근 유전자원의 계통분류도

(5) 학회발표 (1건)

- 2018년 한국원예학회 춘계학술대회 (대전)

Characterization of Cytoplasmic Male Sterility and Root Morphology in Cultivated and Wild Carrots (*Daucus carota* L.) (O New Lee, In Jeong Yu, Hyo Jung Kwon, Jun Hwa Choi, and Han Yong Park)

3. 3차년도 (2019년도)

가. 개발 목표

- (1) 유용 유전자원의 수집 및 분석
- (2) 당근 기능성 성분 분석 및 우수 육종소재 발굴
- (3) 응성불임 마커를 이용한 유전자원의 불임, 가임주 판별
- (4) 수집 해외 유전자원의 기탁

나. 개발 내용 및 범위

- (1) 당근 유전자원 20 품종 수집
- (2) 수집 유전자원에 대한 특성검정 10 점
  - 재배시험 : 7월 파종, 11월 특성검정 (제주도)
  - 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 추대성, 근장, 근경, 근중, 엽장, 수확기 등
- (3) 기능성 성분 분석 - F1 품종

- 베타카로틴, 안토시아닌, 당 등
- (4) F<sub>1</sub> 품종 개발을 위한 음성불임 마커의 활용
  - 재료 : 수집유전자원, 기 육성 계통 및 수집 시판 F<sub>1</sub> 품종
  - 실험방법 : 105트레이에 과종 후 있을 pooling하여 CTAB법으로 DNA 추출
  - 음성불임 계통의 세포질형 (N, S) 판별을 위한 마커 탐색
- (5) 종자순도 검정을 위한 분자마커의 활용
  - 기 등록 당근 마커 (EST-SSR, SSR 등) 중 다형성을 보이는 마커의 선발 (5개 이상)
  - SSR 분자마커를 활용한 DNA수준의 종자 순도검정 시행
- (6) 우수 육종소재 선발 및 계통화 1점
- (7) 수집 해외 유전자원 (F<sub>1</sub>시판품종 포함)의 기탁 10건

다. 연구결과 및 고찰

(1) 당근 유전자원 31 품종 수집

네덜란드 현지 시장과 농진청 농업유전자원센터에서 당근 유전자원 31품종 추가 수집하였다. 해외품종에 대해서는 입국 후 식물검역소의 검역을 받는데, 현재 당근 종자의 경우 전 세계적으로 제브라칩병이 채종포에 만연하고 있다. 이에 검역에서 병이 검출 될 경우 폐기처분 되게 되는데, 본 연구진도 북미, 남미, 유럽일부, 일본 등지에서 수집한 다수의 당근 품종이 검역 과정에서 병검출로 인해 폐기되었다.

표 18. 수집 당근 유전자원 31종 리스트

No.	품종명/IT no.	회사명/자원명	학명	자원구분	원산지	작물명
1	Amsterdamse Bak 2 Amfine	Sluis Garden	<i>Daucus carota</i>	시판품종	Netherlands	당근
2	Resistafly F1(Tozresis)	Sluis Garden	<i>Daucus carota</i>	시판품종	Netherlands	당근
3	Sugarsnax 54 F1	Sluis Garden	<i>Daucus carota</i>	시판품종	Netherlands	당근
4	Nantes 2 Topfix	Sluis Garden	<i>Daucus carota</i>	시판품종	Netherlands	당근
5	Harlekin F1 mix	Sluis Garden	<i>Daucus carota</i>	시판품종	Netherlands	당근
6	Gladiator F1	Sluis Garden	<i>Daucus carota</i>	시판품종	Netherlands	당근 야생종
7	IT 203362	Local-Samarkand	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	재래종	Uzbekistan	당근
8	IT 206687	우즈벡수집 local-1	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	재래종	Uzbekistan	당근
9	IT 206708	우즈벡수집	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	야생근연종	Uzbekistan	당근야생종
10	IT 206711	우즈벡수집	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	야생근연종	Uzbekistan	당근야생종
11	IT 220369	MMR-JYH-2007-6	<i>Daucus carota</i>	재래종	Myanmar	당근

12	IT 223588	nantes	subsp. sativus Daucus carota	채래종	Turkey	당근
13	IT 223589	siyah(salgamlik)	subsp. sativus Daucus carota	채래종	Turkey	당근
14	IT 227875	pokrovskaya mestnaya	subsp. sativus Daucus carota	채래종	Russia	당근
15	IT 261804	RUS-NYW-2007-2 31	subsp. carota Daucus carota	야생종	Russia	당근야생종
16	IT 288909	Nantskaya	subsp. sativus Daucus carota		Kyrgyzstan	당근
17	IT 299995	ZHELTAYA	Daucus carota	채래종	Afghanistan	당근
18	IT 300027	RUS-NYW-2007-4 8	subsp. carota Daucus carota	야생종	Russia	당근야생종
19	IT 300068	Gajar	subsp. carota Daucus carota		Pakistan	당근야생종
20	IT 300105	MMR-JYH-2010-6 0	subsp. sativa Daucus carota	채래종	Myanmar	당근
21	IT 301856	K 1623	Daucus carota		Tajikistan	당근
22	IT 301857	106	Daucus carota		Turkey	당근
23	IT 301889	S 072	subsp. carota Daucus carota	야생종	Syria	당근야생종
24	IT 301890	6	subsp. carota Daucus carota	야생종	Spain	당근야생종
25	IT 301938	IND-KJH-2013-22	Daucus carota	채래종	India	당근
26	IT 301946	SGS-PHJ-2013-24	Daucus carota	채래종	Georgia	당근
27	IT 302276	Local nevinnomyskaya	subsp. sativus Daucus carota	채래종	Russia	당근
28	IT 302344	당근31	var. aurantius Daucus carota	채래종	Chile	당근
29	IT 302345	KAROTKA	var. aurantius Daucus carota		Czechoslovakia	당근
30	IT 303010	7	subsp. carota Daucus carota		Spain	당근야생종
31	IT 305571	62061	Daucus carota		Poland	당근

(2) 수집 유전자원에 대한 특성검정 10 점

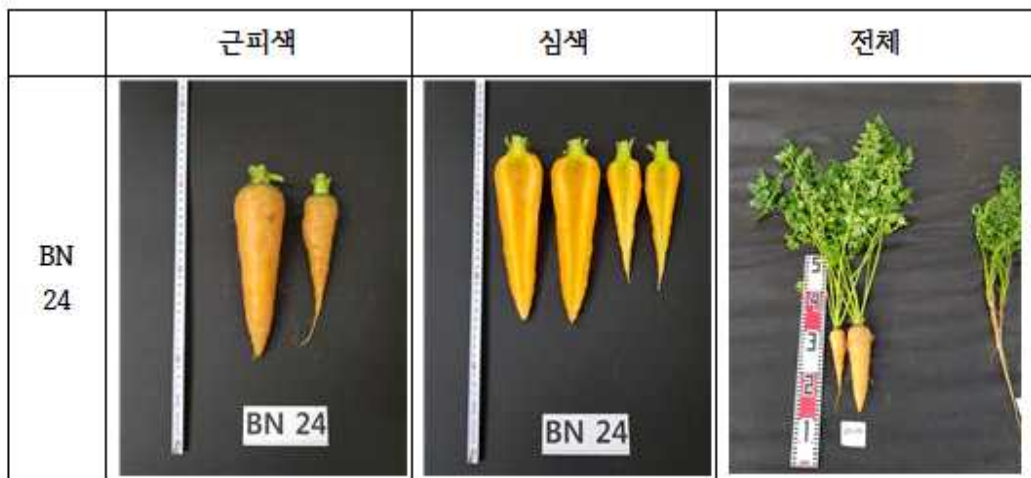
- 재배시험 : 7월 파종, 11월 특성검정 (제주도)
- 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 추대성, 근장, 근경, 근중, 엽장, 수확기 등

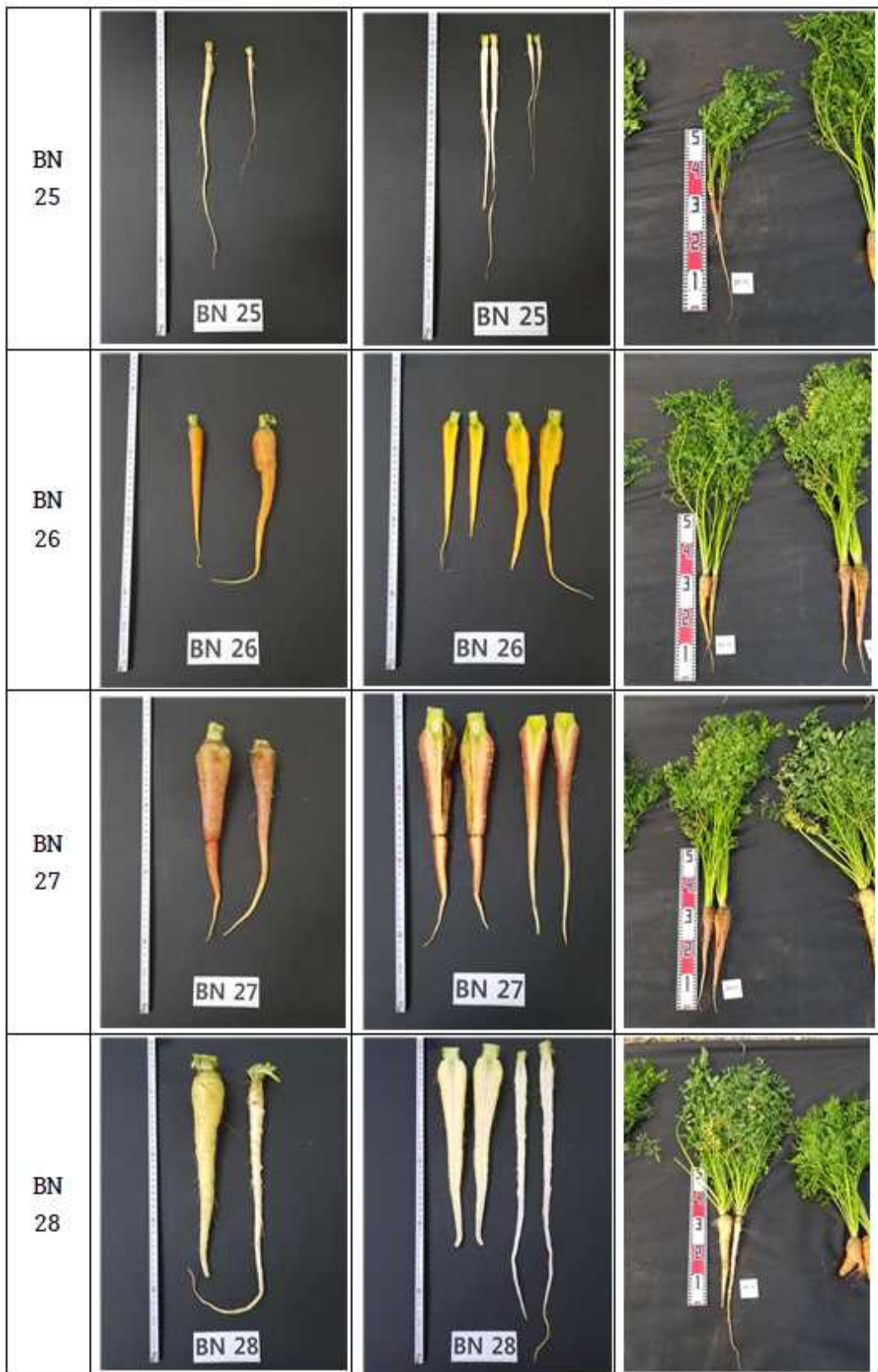
수집자원을 20립씩 제주도 포장에 직파하고, 그중 일부 식물체를 12월25일 수확하여 상경, 중경, 하경, 최대경, 근장, 근중, 엽장에 대하여 조사하였다. 당근의 근장의 경우 10.25 cm-39.5 cm, 근중은 5 g - 231 g, 최대경은 22.9 mm - 52 mm 의 분포를 나타내었다. 삼홍색을 조사하기 위하여 미놀타 색차계 (CR-1000)을 이용하여 근피색, 육색, 심색의 a\*, b\*, C\*의 값을 측정하였다. 당은 당도계를 이용하여 Brix값을 조사하였다. 당은 Brix 6 - 11 정도의 값을 나타내었다. 수확한 샘플을 동결건조 후 HPLC를 이용하여 카로틴, 리코핀, 당, 안토시아닌 함량을 분석하였다.

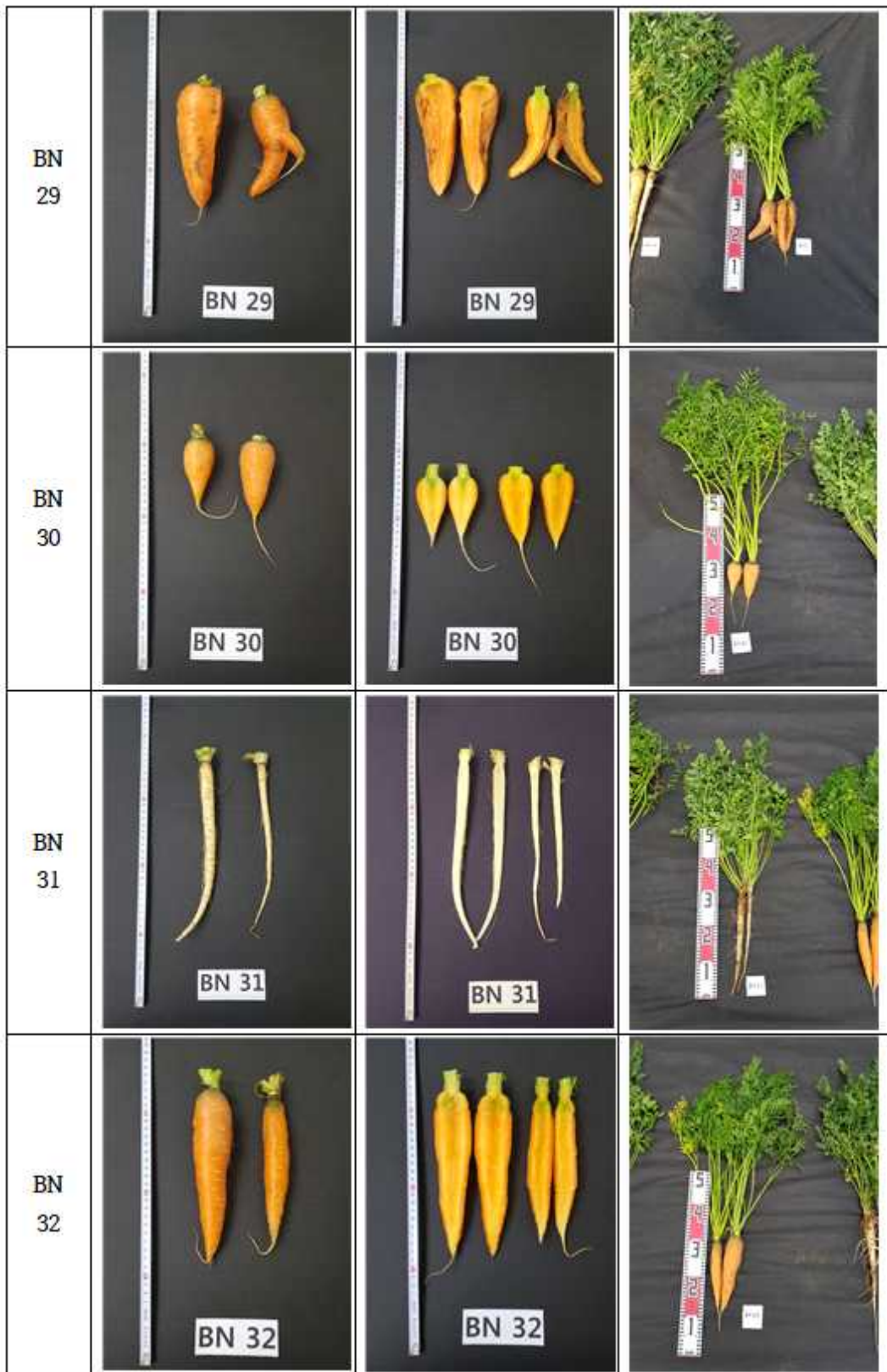
표 19. 수집 당근 유전자원 (12종) 의 표현형 조사


No.	BN	엽장(mm)	근장(mm)	상경(mm)	중경(mm)	하경(mm)	근중(g)
1	BN 24	49.5	13.5	32.49	22.03	10.615	60
2	BN 25	43	27	7.37	4.18	0.905	5.52
3	BN 26	66.5	21.5	25.61	13.86	2.43	49.485
4	BN 27	85.7	15.2	64.59	46.74	31.88	300
5	BN 28	74	39.5	31.69	21.76	5.165	131.35
6	BN 29	65	15.5	44.875	47.14	18.23	205.975
7	BN 30	75.5	10.25	53.395	43.465	22.565	175
8	BN 31	62.5	27	22.37	17.745	11.295	60
9	BN 32	57	18.5	29.6	35.275	9.45	146.4
10	BN 33	48	21.5	19.675	16.49	2.035	44.04
11	BN 34	40	32.5	11.63	10.62	2.89	21.07
12	BN 35	73.5	19	50.08	43.85	29.07	350

표 20. 수집 당근 유전자원 12종의 표현형 데이터베이스










BN 33	 <p>BN 33</p>	 <p>BN 33</p>	
BN 34	 <p>BN 34</p>	 <p>BN 34</p>	
BN 35	 <p>BN 35</p>	 <p>BN 35</p>	
전체 사진	<p>BN 24~27</p> 		



<p>BN 28~29</p>	
<p>BN 30~32</p>	
<p>BN 33~35</p>	

### (3) 기능성 성분 분석

당근 우수 육종소재 선발을 위해 단맛성분을 결정하는 탄수화물 5종류 (Glucose, Fructose, Sucrose, Maltose, Raffinose)와, 카로티노이드 성분의 일종으로 당근의 주황색을 결정하고 항산화기능을 하는 베타카로틴 함량을 분석하였다. 선발 육종소재 (BN) 및 기존

미라클 종묘 기보유 육종소재 (M)를 공시하였다. 분석은 2차년도와 동일한 방법으로 수행하였다. 당근에 함유된 탄수화물의 양은 Sucrose가 가장 높았고, Fructose, Glucose순으로 나타났다. Maltose, Raffinose의 함량은 매우 적거나 검출되지 않았다. BN시리즈 중 Sucrose 함량이 높고, 표현형(근장, 근형, 근중, 근피깨끗함, 추대성)이 우수하며 베타카로틴함량이 높게 나타난 BN13, 14, 15를 계통화를 위해 선발하였다 (그림 35, 36). M시리즈 중에서 원예적 형질이 우수하며, 당함량과 베타카로틴 함량이 높은 4, 19에 대해서 계통선발하였다. 추후 증식을 계통육성, 증식 후 시교조합을 작성하여 신품종 육성에 적극 활용할 계획이다 (그림 37, 38).

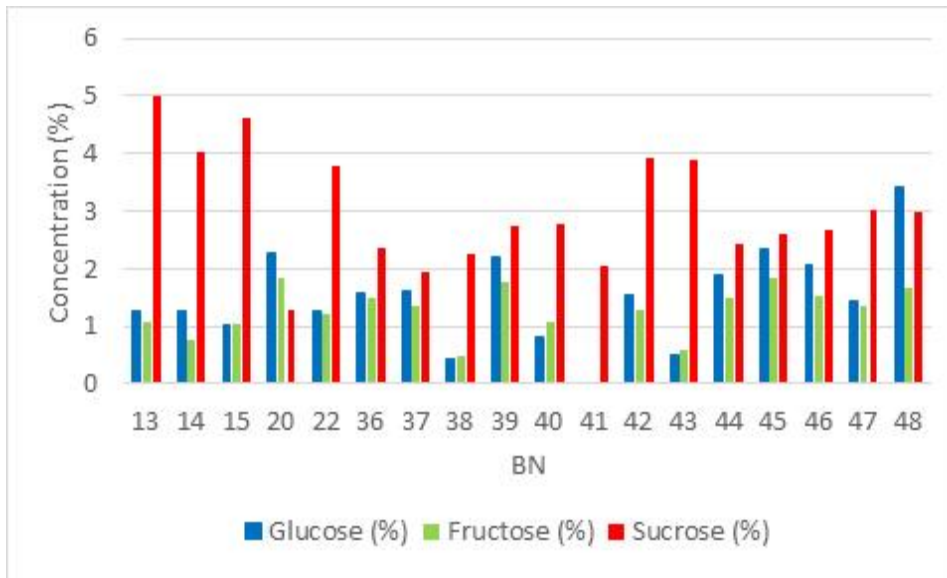


그림 35. 당근 수집유전자원의 당함량 분석

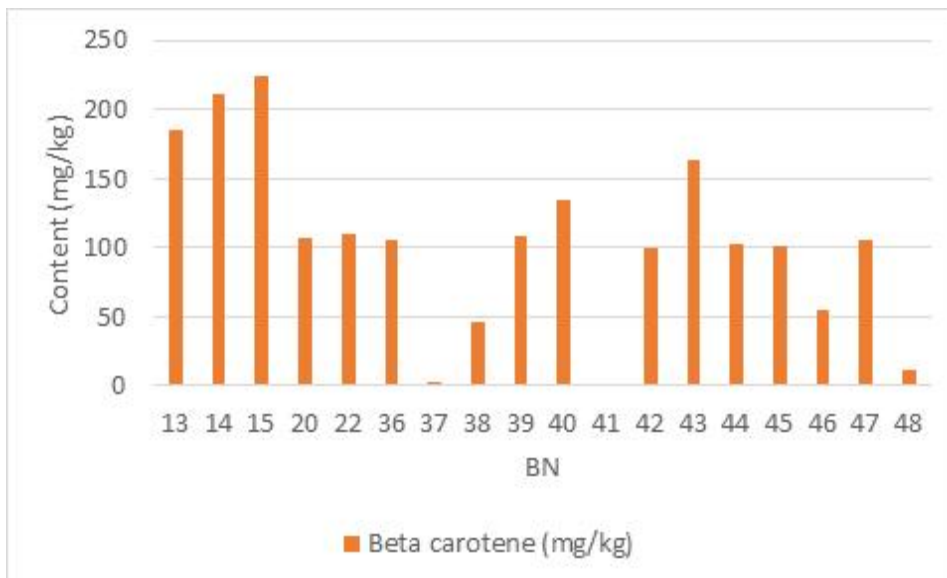


그림 36. 당근 수집 유전자원의 베타카로틴 함량 분석

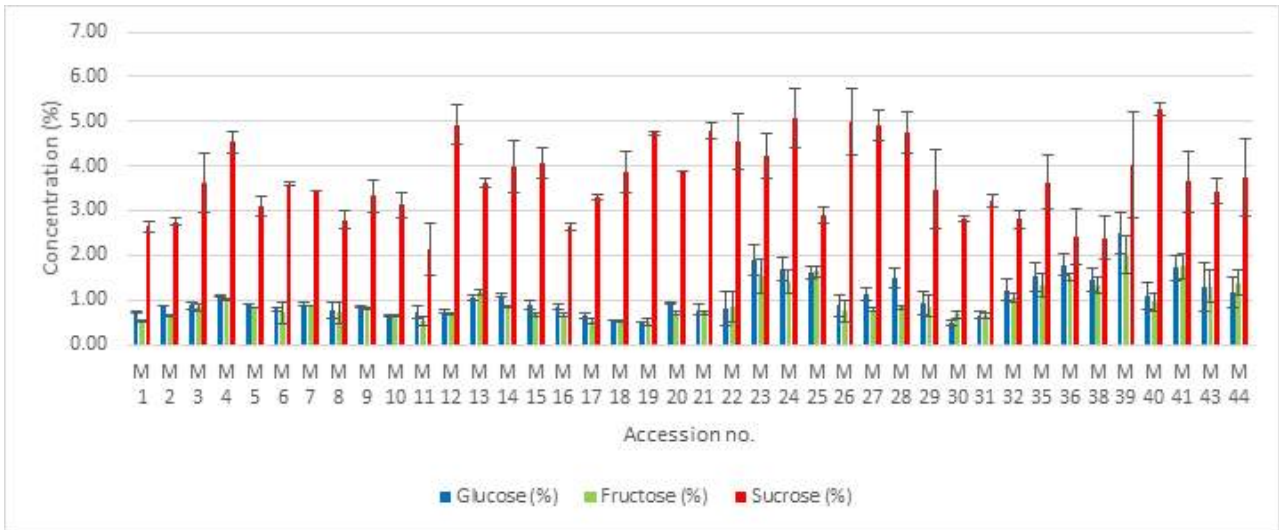


그림 37. 당근 미라클종묘(1세부) 기육성 계통의 당함량 분석

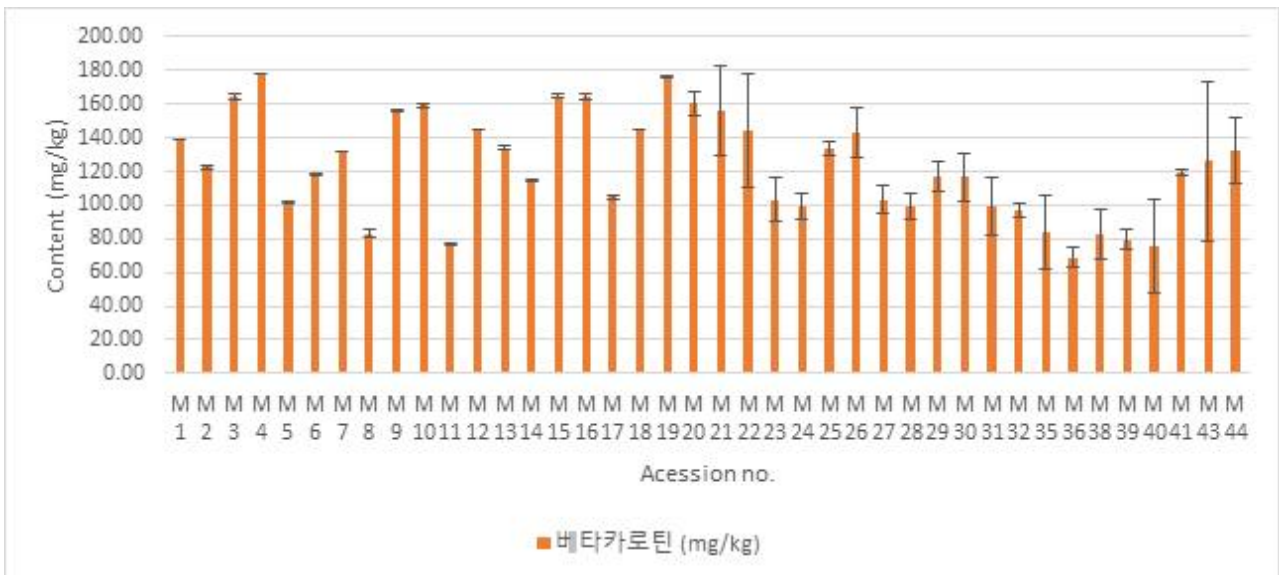


그림 38. 당근 미라클종묘(1세부) 기육성 계통의 베타카로틴 함량 분석

(4) F<sub>1</sub> 품종 개발을 위한 음성불임 마커의 활용

- 재료 : 수집유전자원, 기 육성 계통 및 수집 시판 F<sub>1</sub> 품종
- 실험방법 : 105트레이에 파종 후 있을 pooling하여 CTAB법으로 DNA 추출
- 음성불임 계통의 세포질형 (N, S) 판별을 위한 마커 탐색
- 수집유전자원의 음성불임여부 확인 및 표현형 조사

2차년도에 확보된 당근 음성불임 선별 마커를 이용하여, 육종소재의 음성불임여부를 판단하고, 포장재배 후 개화한 개체의 화기를 관찰하였다. 그 결과 증식한 7자원은 모두 가임체로 확인되었고, 화기도 정상적으로 발달하였다. 이에 본 개체들은 계통화를 위해 자가수분을 통해 세대를 진전시켰다 (표 22, 그림 39).

표 21. 당근 응성불임/가임 개체를 구별하기 위한 프라이머세트

primer no.	primer name	MS	MF
1	cmt-1 & cmt-2	321 bp	392 bp
2	atp9-d1 & cmt-9	427 bp	469 bp
3	atp8-d2 & cmt-12	401 bp	435, 214 bp

표 22. 당근 유전자원의 PCR을 이용한 응성불임 판단

BN	primer 1	primer 2	primer 3
1	F	F	F
4	F	F	F
16	F	F	F
27	F	F	F
28	F	F	F
29	F	F	F
31	F	F	F



그림 39. 당근 유전자원의 개화된 식물체에서 화기관찰

- 기 육성 계통 및 시교품종간의 융성불임여부 확인

미라클종묘 (1세부)에서 육성한 F<sub>1</sub>품종 (1811, 1813, 1819, 1821, 1822) 과 그 모부분 간의 융성불임 유지여부를 선별 마커를 3종 (cmt-1/cmt-2, atp9-d1/cmt-9, atp-9/cmt12)이용하여 확인하였다 (그림 40). 공시한 5 집단 중 1811, 1813, 1819에서는 모부계간 다형성이 확인되었고, 생산된 F<sub>1</sub>개체가 모두 융성불임으로 확인되었다 (그림 41).

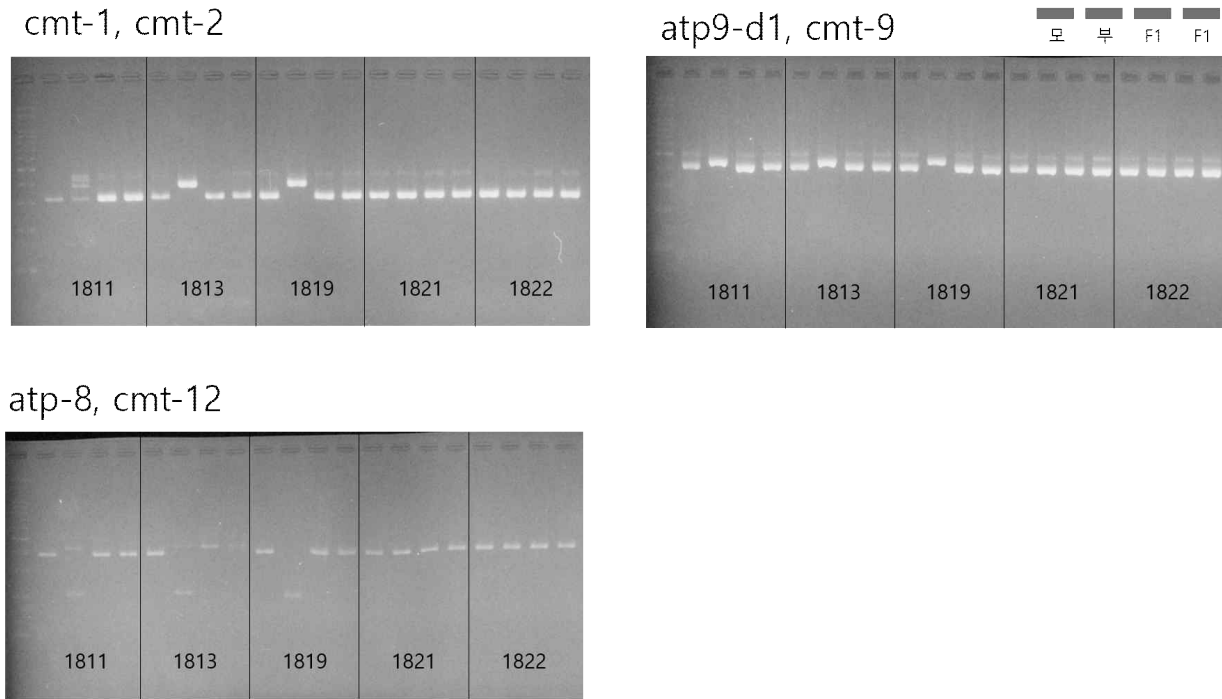


그림 40. 5개 F<sub>1</sub>집단에서 모본 (P1), 부분(P2), F<sub>1</sub>간의 융성불임 판단

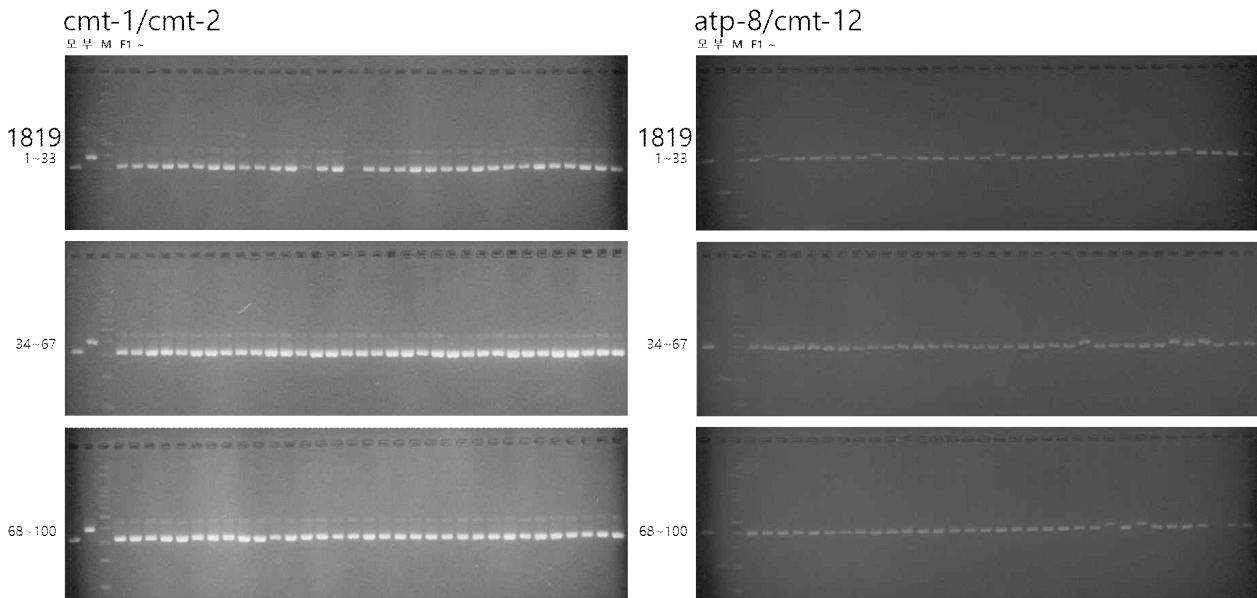


그림 41. F<sub>1</sub>집단에서 모본 (P1), 부분(P2), F<sub>1</sub>간의 융성불임 판단

(5) 종자순도 검정을 위한 분자마커의 활용

각 F1집단별 모-부-F1구별가능한 SSR 마커를 선별하고, 신규생산한 F1 종자의 순도검정을 시행하였다. 식물체 100개체에서 gDNA를 추출하고, 선별한 SSR마커를 이용하여 PCR증폭하였다. 이때 F<sub>1</sub>의 밴드타입과 모부본의 밴드타입을 비교하여, F<sub>1</sub> (Hetero type), 자식체 (Maternal type), 이형주 (P1, P2, Hetero 외의 밴드타입)인지를 구별하였다. F<sub>1</sub> 집단 5개 (1811, 1813, 1819, 1821, 1822)에 대하여 종자순도검정을 시도하였다. primer 세트로는 GSSR154, GSSR14, GSSR134, GSSR107을 이용하였다(표 23).

표 23. 당근 종자순도검정 및 유전자원의 유연관계 분석을 위해 이용한 SSR마커리스트

Reference	Primer name	Sequence	Annealing temp. (°C)
Niemann 2001	DCM-2-F	CGACGAATAAGATGCGAGAGA	60
	DCM-2-R	CACTCTTGAGCCACCACCTATAC	
	DCM-3-F	CCC GTTATTA AAAATCGAGCCGC	55
	DCM-3-R	AACTTGGGCAAAGTGGTACAGTCG	
	DCM-5-F	GGTGGTGTGCAGATGAGCTTT	55
	DCM-5-R	GGTCCCTGTCTCTAATAATAGCCTG	
	DCM-9-F	CGGGATGGAACAAACAACCT	60
	DCM-9-R	GGTTGGTGATGATGGAGGT	
	DCM-12-F	ATGAAGCCGGAACCTATTT	60
	DCM-12-R	CACTGTGGATGAAGTCCTCA	
	DCM-17-F	GCCTTCACTGAAATACATAAAA	55
	DCM-17-R	TACTGACAATTACTTCAGCATA	
	DCM-24-F	GAAAGTCATGAAAGCACAA	55
	DCM-24-R	AATGTGTCTAACCAAAGGAT	
	DCM-34-F	TTTTACACTAACCGGGGATG	60
	DCM-34-R	AGTCAGGCTTCCAAGTGTTT	
Rong et al. 2010	SSR-1-3C-F	GGTCCGCTGTCGTTTAT	55
	SSR-1-3C-R	ACGAGGGAGAATGATGA	
	SSR-1-7C-F	AGCATTTCAATTCTGTCAA	48
	SSR-1-7C-R	CCCTCTACTTTCAAATTAGTC	
	SSR-1-9C-F	ACCACCTTCTGTTGCTACT	48
	SSR-1-9C-R	GCTGGGGATCAATAATTT	
	SSR-1-12A-F	GAACCGATCCAGTATCTC	50
	SSR-1-12A-R	TGGAAGTGGTGTGATTAC	
	SSR-1-12E-F	CAAACCTGCAACAATAGA	50
	SSR-1-12E-R	ATAAGATGCAAAGTATGTAATA	
	SSR-1-12F-F	ACATGAATCAGACCACTTAGTA	55
	SSR-1-12F-R	CAAAGTTTCAAGAACAATATC	
	SSR-2-3G-F	TAAATGCAGGGGGATCT	50
	SSR-2-3G-R	CCCAGTAATTTAGTGTCAG	
	SSR-2-6C-F	CAATGTTTATGGGAAGTATG	48
	SSR-2-6C-R	AACATCACATGAAGCATTAT	
	SSR-2-7A-F	AATCGAATTGTTTCTGTGAT	55
	SSR-2-7A-R	AAGACGATGTTGATGATAATAGT	
	SSR-2-10C-F	GGAAGAAAGGAAAGGTAGT	48
	SSR-2-10C-R	CACTCTCTCCACTGAACTAT	
SSR-2-10H-F	GTCGTCTCGTCAACACTA	48	
SSR-2-10H-R	CGGAAGAGGAGCTGTAA		
Cavagnaro et al. 2011	GSSR-4-F	CAATCTTGCCACTAAAAGAGCA	65

	GSSR-4-R	CAGATACAATAGACAGGAAACATCG	
	GSSR-6-F	TCTCCTCTTGATCCTTCTTCGC	58
	GSSR-6-R	CCAATAAGCGTAAGCGTTTCTC	
	GSSR-14-F	CCACCTTGGACAAAGCAAAC	58
	GSSR-14-R	GCCCAGTCTTCTTAATTGCAG	
	GSSR-16-F	ATGCAAACGACAATATCCACAG	60
	GSSR-16-R	GCCCAGCCACTTCCTAGAT	
	GSSR-17-F	GGTCTCTTCCACACTCATGGAT	60
	GSSR-17-R	CCAGCATTCACTATGTCCACTC	
	GSSR-65-F	ACTGCAAAACAGAAACCCAGA	60
	GSSR-65-R	TAGGTCATGGCGATTGATGTAG	
	GSSR-101-F	TGGGGTGGTTTTGTCTGATT	55
	GSSR-101-R	GGTTCTCCTCTCTATCTC	
	GSSR-107-F	TTCTGGTCTTTTGACATGAAGG	60
	GSSR-107-R	CGGATTTGAGGTGAGTTGAATA	
	GSSR-124-F	ACAAGCACCGACCCTTACTATC	55
	GSSR-124-R	AATTTAGTTGAAGCGCCCC	
	GSSR-134-F	CGGATTTGAGGTGAGTTGAATA	55
	GSSR-134-R	TTGGTCTTTTGACATGAAGGG	
	GSSR-154-F	CTTATATGTGATGGCGTCGAAA	55
	GSSR-154-R	GACTGCACCGCTCCTAACTC	

- SSR 분자마커를 활용한 DNA수준의 종자순도검정 시행

2019년 12월 5개 F<sub>1</sub>집단의 잎 샘플을 받아, 종자의 순도검정을 시행하였다. 잎은 재배지에서 개체별로 채취하였고, 100mg의 잎에서 CTAB법으로 gDNA를 추출한후, 집단의 모부계간에 다형을 보이는 SSR마커세트를 이용하여 F<sub>1</sub>식물체의 순도검정을 시행하였다 (그림 42). 그 결과, 1811집단에서는 4개의 이형주가 관찰되었고, 1819집단에서는 6개의 이형주가 검출되었다 (그림43).



종자순도검정용 F1 샘플 도착



샘플정리



그림42. 종자순도검정용 잎 샘플 채취와 DNA추출

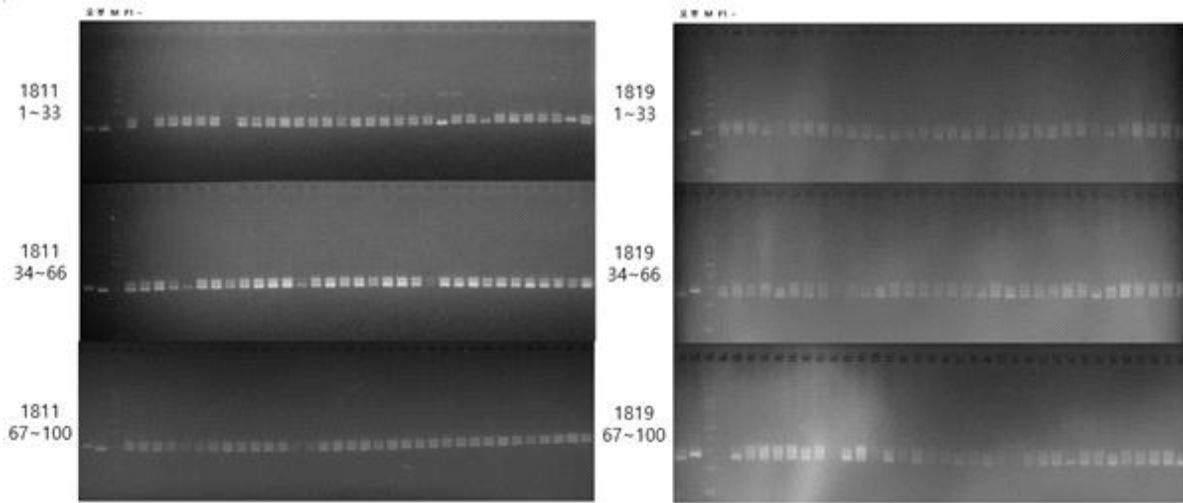


그림43. PCR을 이용한 당근 F<sub>1</sub>집단 (1811, 1819)의 종자순도검정

(6) 수집유전자원의 SSR마커 및 표현형에 따른 유연관계 분석

수집한 국내외 유용유전자원 48종에 대하여 SSR마커로 다형성 분석을 실시하고, 유전적 다양성을 평가하였다(표 24). 이와 더불어 표현형 17개 항목을 조사하여 주성분분석을 실시하고, 유전자원을 구별하는 표현형성분에 대하여 분석하였다. 48종의 유전자원은 크게 4그룹으로 군집화되었다. 당근의 근색, 근경, 근장이 유전자원을 구별하는 유효한 성분임을 알 수 있었다 (그림 44, 45, 표 25).



표 24. SSR마커를 이용한 유전적 다형성 분석에 공시한 당근 유전자원 48종 리스트

Ref. no.	Scientific name	Name	Origin	Species	IT no.	Source
1	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Sinnkurodagosun	Japan	Cultivar	-	Takii Seed, Japan
2	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Tokinasigosun	Japan	Cultivar	-	Takii Seed, Japan
3	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Beniakane	Japan	Cultivar	-	Nakahara Seed, Japan
4	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Kouyouunigo	Japan	Cultivar	-	Takii Seed, Japan
5	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Dr. Carotein5	Japan	Cultivar	-	Takii Seed, Japan
6	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Asubegosun	Japan	Cultivar	-	Sakata Seed, Japan
7	<i>Daucus carota</i>	Cream Harmony	Japan	Cultivar	-	Marutane Seed, Japan
8	<i>Daucus carota</i>	Orange Harmony	Japan	Cultivar	-	Marutane Seed, Japan
9	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Koigokoro	Japan	Cultivar	-	Takii Seed, Japan
10	<i>Daucus carota</i>	White Harmony	Japan	Cultivar	-	Marutane Seed, Japan
11	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Amanegosun	Japan	Cultivar	-	Nanto Seed, Japan
12	<i>Daucus carota</i>	Violet Harmony	Japan	Cultivar	-	Marutane Seed, Japan
13	<i>Daucus carota</i>	Murasakinjin	Japan	Cultivar	-	Sakata Seed, Japan
14	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Beta312	Japan	Cultivar	-	Sakata Seed, Japan
15	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Betarich	Japan	Cultivar	-	Sakata Seed, Japan
16	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Local-Bukhara	Uzbekistan	Landrace	IT 203364	NAC-RDA, Korea
17	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Wild	Uzbekistan	Wild relative	IT 203371	NAC-RDA, Korea
18	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Uzbekistan	Uzbekistan	Wild relative	IT 206708	NAC-RDA, Korea
19	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Uzbekistan	Uzbekistan	Wild relative	IT 206711	NAC-RDA, Korea
20	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	nantes	Turkey	Landrace	IT 223588	NAC-RDA, Korea
21	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	siyah(salgamlik)	Turkey	Landrace	IT 223589	NAC-RDA, Korea
22	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	pokrovskaya mestnaya	Russia	Landrace	IT 227875	NAC-RDA, Korea
23	<i>Daucus carota</i>	Carrot 66	Afghanistan	Landrace	IT 250413	NAC-RDA, Korea
24	<i>Daucus carota</i>	Carrot 21	Afghanistan	Landrace	IT 261796	NAC-RDA, Korea
25	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	RUS-NYW-2007-231	Russia	Wild species	IT 261804	NAC-RDA, Korea
26	<i>Daucus carota</i>	ZHELTAYA	Afghanistan	Landrace	IT 299995	NAC-RDA, Korea
27	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	RUS-NYW-2007-48	Russia	Wild species	IT 300027	NAC-RDA, Korea
28	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Gajar	Pakistan	Wild species	IT 300068	NAC-RDA, Korea
29	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativa</i>	MMR-JYH-2010-60	Myanmar	Landrace	IT 300105	NAC-RDA, Korea
30	<i>Daucus carota</i>	106	Turkey	Landrace	IT 301857	NAC-RDA, Korea
31	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	S 072	Syria	Wild species	IT 301889	NAC-RDA, Korea
32	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	6	Spain	Wild species	IT 301890	NAC-RDA, Korea
33	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	4	Israel	Wild species	IT 301891	NAC-RDA, Korea
34	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	Ames 23206	Armenia	Wild species	IT 301895	NAC-RDA, Korea
35	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	7	Spain	Wild species	IT 303010	NAC-RDA, Korea
36	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Local-Samarkand	Uzbekistan	Landrace	IT 203362	NAC-RDA, Korea
37	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	local-1	Uzbekistan	Landrace	IT 206687	NAC-RDA, Korea
38	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	MMR-JYH-2007-6	Myanmar	Landrace	IT 220369	NAC-RDA, Korea
39	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Nantskaya	Kyrgyzstan		IT 288909	NAC-RDA, Korea
40	<i>Daucus carota</i>	K 1623	Tajikistan		IT 301856	NAC-RDA, Korea
41	<i>Daucus carota</i>	1	Israel		IT 301877	NAC-RDA, Korea
42	<i>Daucus carota</i>	IND-KJH-2013-22	India	Landrace	IT 301938	NAC-RDA, Korea
43	<i>Daucus carota</i>	SGS-PHJ-2013-24	Georgia	Landrace	IT 301946	NAC-RDA, Korea
44	<i>Daucus carota</i> subsp. <i>sativus</i>	Local nevinnomyskaya	Russia	Landrace	IT 302276	NAC-RDA, Korea
45	<i>Daucus carota</i> var. <i>aurantius</i>	Carrot 31	Chile	Landrace	IT 302344	NAC-RDA, Korea
46	<i>Daucus carota</i> var. <i>aurantius</i>	KAROTKA	Czechoslovakia		IT 302345	NAC-RDA, Korea
47	<i>Daucus carota</i>	Altajskaja ukorocennaja	Russia		IT 303003	NAC-RDA, Korea
48	<i>Daucus carota</i>	62061	Poland		IT 305571	NAC-RDA, Korea

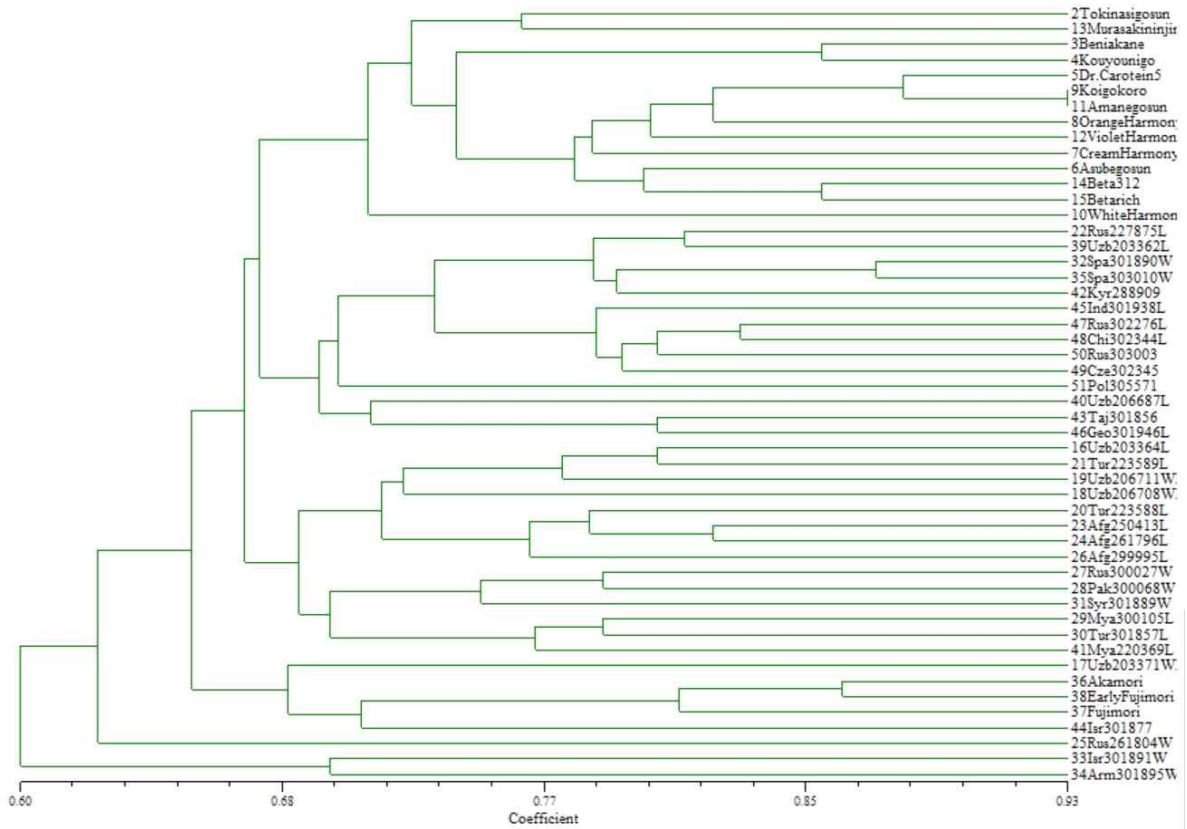


그림 44. 수집유전자원의 SSR마커 분석에 의한 계통분류도

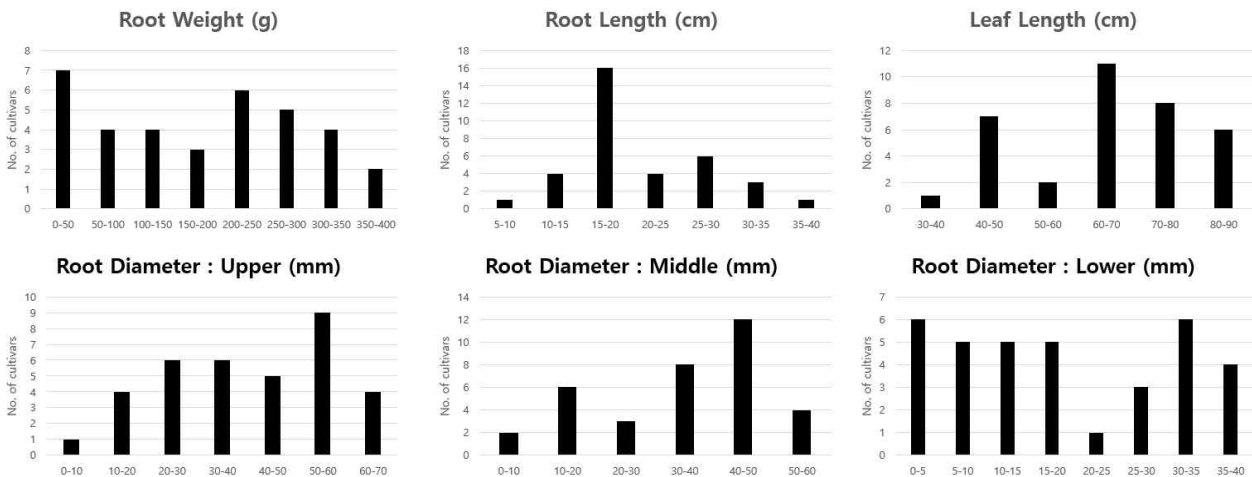


그림 45. 수집유전자원의 각 표현형별 빈도분포도

표 25. 수집유전자원 표현형에 관한 주성분(PCA) 분석

Traits	Principal Components (PCs)		
	1	2	3
Phloem color_a	<b>0.949</b>	-0.145	-0.182
Xylem color_L	<b>0.947</b>	-0.238	-0.126
Skin color_L	<b>0.920</b>	-0.250	-0.169
Phloem color_b	<b>0.909</b>	-0.270	
Root_Diameter_Mid	<b>0.891</b>	0.257	0.207
Skin color_a	<b>0.888</b>	-0.283	
Xylem color_a	<b>0.885</b>	-0.143	-0.298
Phloem color_L	<b>-0.881</b>		0.342
Root_Diameter_Up	<b>0.847</b>	0.482	0.135
Root_Diameter_Tip	<b>0.834</b>	0.371	-0.137
Root_weight	<b>0.741</b>	0.546	0.121
Xylem color_b	<b>0.714</b>	-0.329	-0.235
Leaf_length	<b>0.602</b>	0.464	0.462
Root_length	<b>-0.565</b>	0.254	-0.464
Root Diameter Up-Mid	0.166	<b>0.806</b>	-0.157
Root Diameter Mid-Tip	0.369	-0.119	<b>0.657</b>
Skin color_b	0.357	-0.406	<b>0.643</b>
Explained proportion of total variance (%)	<b>59.159</b>	<b>13.324</b>	<b>10.229</b>
Cumulative proportion of total Variance (%)	<b>59.159</b>	<b>72.483</b>	<b>82.711</b>

(7) 우수 육종소재 선발 및 계통화

수집 유전자원의 재배시험 결과, 근형, 근피색, 초세, 근장, 근경, 근중이 우수한 계통을 선발하였다. 성분분석 결과 고 당도, 고 베타카로틴 함량을 보이는 자원들을 추가하였다. 3차년도에는 원예적 형질이 우수한 당근 육종소재 11계통을 새로 선발하였다 (그림 46, 47). 또, 1-2차년도에 선발한 계통은 매개충을 이용하여 자식하고 세대진전 하였다. 차년도 재배시험에서 표현형 및 성분함량의 우수성 여부를 재평가하고, 선발 계통에 대해 세대진전을 계속 진행할 계획이다.

베타카로틴의 경우, 일본시판품종에서 평균 100mg/kgDW 내외인데, 육성품종은 130mg/kgDW 이상을 목표로 하고 있다. 당함량의 경우, 일본시판품종에서 평균 3.76% 내외인데, 육성품종은 4% 이상을 목표로 육종하고 있으며, 안토시아닌(100mg/kgDW) 및 리코펜(10mg/kgDW) 함량이 높은 유전자원을 계통화 진행 중으로, 추후 유색당근 육종에 활용하고자 한다.



그림 46. 수집 유전자원 중 우수자원을 육종소재로 선발



그림 47. 당근 우수자원의 계통 육성

(8) SCI 논문 (1건)

- O New Lee and Han Yong Park. Effects of different colored film mulches on the growth and bolting time of radish. 2020. Scientia Horticulturae 266, 109271.

(9) 학회발표 (2건)

- 2019년 한국원예학회 춘계학술대회 (경주)

Beta-carotene, Sugar, and Anthocyanin Content Variation in Carrot Genetic Resources (O New Lee, Seon Mi Lee, Hyo Joung Kwon, Jun Hwa Choi, and Han Yong Park)

- 2019년 한국원예학회 추계학술대회 (평창)

Assessment of Genetic Diversity in Carrot (*Daucus carota* L.) Germplasm by Agronomic Traits and SSR Markers (O New Lee, Jin Hyeong Choi, Hyo Joung Kwon, Jun Jun Hwa Choi, and Han Yong Park)

### 3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

#### 3-1. 목표

- 지식재산권 : 특허출원 3건, 품종등록 1건
- 제품화 3건
- 국내매출액 60 백만원, 중국수출액 600백만원
- 고용창출 3명
- 논문 (SCI 1건, 비SCI 1건)
- 학술발표 4건
- 인력양성 2명
- 유전자원기탁 20점

#### 3-2. 목표 달성여부

- 지식재산권 : 특허출원 4건, 품종등록 2건
- 제품화 3건
- 국내매출액 70.69 백만원, 중국수출액 260백만원
- 고용창출 3명
- 논문 SCI 1건
- 학술발표 4건
- 인력양성 2명
- 유전자원기탁 5점

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술 인증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용·홍보		기 타 (타 연구 활용 등)
	특 허 출 원	특 허 등 록	품 종 등 록	건 수	기 술 료	제 품 화	매 출 액	수 출 액	고 용 창 출	투 자 유 치		논 문		학 술 발 표	정 책 활 용			홍 보 전 시		
												SC I	비 SC I							
단위	건	건	건	건	백 만 원	백 만 원	백 만 원	명	백 만 원	건	건	건	건	명	건	건				
가중치	10		5	10		5	10	35	10				10		5			10		
최종목표	3		1	3		3	60	600	3				4		2			20		
연구기간내 달성실적	4		2	4		4	70	260. 029	3				4		2			5		
달성율(%)	100		200	133		100	117	43.3	100				100		100			25		

### 3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

- 중국수출액 미달성 원인은 2017년말 이후 중국의 제브라칩 병원균에 대한 검역강화로 인해, 종래의 당근 채종지 (이탈리아, 칠레 등)에서 채종된 종자의 수출이 불가능해졌기 때문이다. 앞으로 제브라칩이 발생하지 않는 곳 (네덜란드 등)으로 채종포를 이전하거나, 혹은 제브라칩이 문제되지 않는 지역 (인도, 아프리카, 동남아시아 등)으로 수출을 확대해 나갈 예정이다.
- 비SCI 1건은 현재 육종학회지에 투고준비 중임
- 유전자원기탁 미달성 원인은 과제 2년차말부터 농업유전자원센터에서 해외종자의 기탁방법을 기존의 수집자원의 제출에서 수집자원의 현지회사가 발급한 검역증명서 및 국내 입국 후 식물검역서(제브라칩 미발생)를 발급받아 첨부하고, 재분양 가능양의 종자량을 기탁하는 것으로 기탁방법을 크게 변경하였기 때문이다. 기존의 방법으로는 해외 시장 등에서 종자를 구입하여 입국 후 제출하면 되었는데, 신규방법에서는 해외 종묘회사에 연락하여 검역증명서를 요청하여야 하는데 짧은 체류기간 중 발급받기가 매우 어려웠고, 회사도 난색을 표했다. 또 국내검역에서는 제브라칩 병 때문에 검역을 통과할 수 있는 종자는 채종지가 유럽일부지역 (네덜란드 등)에서 생산된 자원/품종으로 한정되었다. 일본과 미국에서 수집해온 종자가 채종지 때문에 검역을 통과할 수 없었다. 기탁량이 재분양가능한 종자량(2100립)으로 증가되면서, 기존의 상용패키지 1-2개 분량으로 기탁량을 맞추기가 매우 어렵게 되었다. 이에, 제브라칩 발병이 안되는 네덜란드에서 수집한 종자를 국내에서 증식 중이고, 빠른 시일 내에 추가 기탁예정이다.

## 4. 연구결과의 활용 계획 등

- 신규 개발한 당근 품종은 국내 판매가능하며, 해외종자에 대한 국내시장 방어용으로 재배확대가 기대된다.
- 현재, 중국 산둥, 화북, 청도 지역, 인도 및 아프리카의 가나까지 확대시교를 실시 중에 있다. 각국에서 반응이 좋을 경우 수출확대가 기대된다.
- 아시아 및 아프리카 지역으로의 시교확대 예정이다.
- 수집 유전자원 중 당 함량, 베타카로틴함량 및 안토시아닌 함량이 높은 계통을 선발하여 계통육성 중에 있다. 기능성 성분이 우수한 당근품종의 개발을 위한 육종소재로 활용가능하다.
- SSR마커를 이용하여 공시한 당근품종, 계통, 유전자원의 식별이 가능했다. 품종 및 육종소재간 원연관계 조사 및 종자순도검정용으로 활용 가능 할 것으로 기대된다.

## 붙임. 참고문헌

1. Bach, I. C., Olesen, A., & Simon, P. W. (2002). PCR-based markers to differentiate the mitochondrial genomes of petaloid and male fertile carrot (*Daucus carota* L.). *Euphytica*, 127(3), 353-365.
2. Baranski et al. (2012) Genetic diversity of carrot (*Daucus carota* L.) cultivars revealed by analysis of SSR loci. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 59: 163-170.
3. Cavagnaro et al. (2011) Microsatellite isolation and marker development in carrot-genomic distribution, linkage mapping, genetic diversity analysis and marker transferability across *Apiaceae*. *BMC Genomics* 12:386-406.
4. Niemann, M., Westphal, L., and Wricke, G. (1997). Analysis of microsatellite markers in carrot (*Daucus carota* L. *sativus*). *J. Appl. Genet.* 38A, 20-27.
5. Rong J, Janson S, Umehara M, Ono M, Vrieling K (2010) Historical and contemporary gene dispersal in wild carrot (*Daucus carota* ssp. *carota*) populations. *Ann Bot* 106:285-296.
6. Simon PW (1990) Carrots and other horticultural crops as a source of provitamin A carotenes. *HortScience* 25:1495-1499.
7. Tan, G. F., Wang, F., Zhang, X. Y., & Xiong, A. S. (2017). Different lengths, copies and expression levels of the mitochondrial *atp6* gene in male sterile and fertile lines of carrot (*Daucus carota* L.). *Mitochondrial DNA Part A*, 1-9.



## <별첨작성 양식>

[별첨 1]

### 연구개발보고서 초록

과 제 명	(국문) 중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 품종 육성 및 사업화				
	(영문) Development and commercialization of high-quality F1 hybrid carrot for Chinese market				
주관연구기관	농업회사법인(주)미라클종묘	주 관 연 구 책 임 자	(소속)농업회사법인(주)미라클종묘		
참 여 기 업	농업회사법인(주)미라클종묘 세종대학교 산학협력단		(성명) 최 준 화		
총연구개발비 ( 826,000천원)	계	826,000천원	총 연구 기간	2017.04.21 - 2019.12.31(2년 9개월)	
	정부출연 연구개발비	733,000천원	총 참여 연구 원 수	총 인원	26
	기업부담금	93,000천원		내부인원	7
	연구기관부담금	-		외부인원	22
<p>○ 연구개발 목표 및 성과</p> <p>중국의 당근 재배면적은 전 세계 재배면적의 약 48%를 차지하며, 종자 시장규모는 연간 190톤 (120 백만위안), 생산량은 연간 8,000만톤에 이른다. 주로 일반종 (OP종) 당근을 재배하고 있으나, 최근 경제발전과 더불어 고품질 일대잡종 품종으로의 전환이 급격히 이루어지고 있다. 일대잡종 품종은 다수성, 내병성 등 여러 면에서 우수하다. 현재, 중국 전체 당근 종자 판매량의 15%를 점유하나, 판매액은 약 85%를 차지하며 고가의 가격대가 형성되어 있다. 이에 본 연구에서는, 중국의 당근 일대잡종 종자시장을 겨냥하여 다음 세 가지 연구를 수행하였다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 품종의 육성 및 수출</li> <li>- 육성소재 발굴을 위한 유용 유전자원 수집, 계통육성 및 조합작성</li> <li>- 유전자원, 계통 및 F1품종의 기능성 성분분석 및 분자마커의 활용</li> </ul> <p>○ 연구내용 및 결과</p> <p>중국 수출용 고품질 당근 일대잡종 품종의 육성 및 수출을 위해 당근 4품종을 품종보호출원하고 제품화 3건을 달성하였다. 이를 위해 신규 F1 품종의 원종 증식, F1 생산 및 종자수출, 봄 하우스 및 터널작형용 조생계 만추대 F1 품종 4품종을 개발하였다. 또 우수 육성계통의 원종 증식, 교배조합 작성, 재배시험 및 F1 채종시험을 실시하였다. 육성 품종의 상업화 및 수출로 연구기간 중 국내 매출액 70.69 백만원, 수출액 260.029 백만원을 달성하였다.</p> <p>육성소재 발굴을 위한 유용 유전자원 수집, 계통육성을 위하여, 유용 유전자원의 수집 및 특성 검정을 실시하고, 표현형 검정에서는 삼홍색 (근색, 육색, 심색), 추대성, 근장 등 특성을 조</p>					

사하였다. 우수유전자원을 선발하여 계통육성하고 조합 작성하였다.

유전자원, 계통 및 F1품종의 기능성 성분분석 및 분자마커의 활용을 위하여 유전자원, 계통 및 F1품종의 기능성 성분분석을 수행하였다. 수집유전자원에 대하여 베타카로틴, 리코핀, 당도, 안토시아닌 분석 후 우수 육종소재 발굴하였고, 옹성불임 계통의 세포질형 (N, S) 판별용 마커를 발굴하고, SSR 마커를 활용한 종자 순도검정을 수행하였다.

○ 연구성과 활용실적 및 계획

전통적인 육종기술과 생명공학적인 기법을 활용한 새로운 육성체계 확립으로 단기간에 효율적인 F1 품종육성이 가능해 질것으로 기대된다. 기초연구를 통해 기능성 성분 분석 및 순도검정 마커의 개발 등이 이루어지면 당근 육종 효율이 크게 증진 될 것으로 기대된다. 중국 당근 시장을 향한 보다 효과적인 접근, 시장 선점 및 수출증대가 가능할 것으로 예상된다.

## 자체평가의견서

### 1. 과제현황

		과제번호	117028-03-3		
사업구분	농식품기술개발사업				
연구분야				과제구분	단위
사업명	수출전략기술개발사업				주관
총괄과제				총괄책임자	
과제명	중국 수출용 당근 일대잡종 품종 육성 및 사업화			과제유형	(개발)
연구기관	농업회사법인(주)미라클종묘 세종대학교 산학협력단			연구책임자	최준화
연구기간 연구비 (천원)	연차	기간	정부	민간	계
	1차연도	2017.04-2017.12	200,000	25,000	225,000
	2차연도	2018.01-2018.12	266,000	34,000	300,000
	3차연도	2019.01-2019.12	267,000	34,000	301,000
	4차연도				
	5차연도				
	계		733,000	93,000	826,000
참여기업	농업회사법인(주)미라클종묘				
상대국				상대국연구기관	

※ 총 연구기간이 5차연도 이상인 경우 셀을 추가하여 작성 요망

2. 평가일 : 2020.07.06

3. 평가자(연구책임자) :

소속	직위	성명
농업회사법인(주)미라클종묘	대표이사	최준화

4. 평가자(연구책임자) 확인 : 최준화

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

확약	최준화
----	-----

## I. 연구개발실적

※ 다음 각 평가항목에 따라 자체평가한 등급 및 실적을 간략하게 기술(200자 이내)

### 1. 연구개발결과의 우수성/창의성

■ 등급 : 아주 우수

지식재산권 (특허출원 4건, 품종등록 2건), 제품화 3건, 논문 SCI 1건

### 2. 연구개발결과의 파급효과

■ 등급 : 우수

고용창출 3명

### 3. 연구개발결과에 대한 활용가능성

■ 등급 : 우수

국내매출액 70.69 백만원, 중국수출액 260백만원

### 4. 연구개발 수행노력의 성실도

■ 등급 : 우수

인력양성 2명, 유전자원기탁 5점

### 5. 공개발표된 연구개발성과(논문, 지적소유권, 발표회 개최 등)

■ 등급 : 아주 우수

학술발표 4건, SCI논문 1건, 품종보호출원 4건, 품종등록 2건

## II. 연구목표 달성도

세부연구목표 (연구계획서상의 목표)	비중 (%)	달성도 (%)	자체평가
1. 중국 봄 작형용 (하우스, 터널재배) 고품질 F1품종 개발	30	100	품종보호출원4건, 품종등록2건
2. 중국 고랭지 작형용 고품질 F1품종 개발	30	100	품종보호출원4건, 품종등록2건
3. 유전자원 수집 및 특성검정	20	100	유전자원 200점 수집, 특성검정 35점
4. 유전자원, F1, 계통의 기능성 성분 분석	10	100	유전자원 60점, 계통 44점 분석
5. 분자마커를 활용한 종자생산 지원	10	100	응성불입, 품종구분, 종자순도 검정용 SSR마커 30점
합계	100점	100	

## III. 종합의견

### 1. 연구개발결과에 대한 종합의견

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 중국 수출용 당근 고품질, 고순도 당근 F1 품종의 육성 및 사업화 달성</li> <li>- 봄용 조생계 만추대 F1 품종, 고랭지용 중만생계 F1 품종을 개발하여 국내시장 방어 및 수출 증대에 기여함</li> <li>- 당근 유전자원을 수집하여, 표현형검정, 기능성 성분분석, 유연관계를 조사하고 우수 자원은 선발하여 계통화하여 추후 육종소재로 활용예정임</li> </ul>
---

### 2. 평가시 고려할 사항 또는 요구사항

<ul style="list-style-type: none"> <li>- 우수품종을 개발하였으나, 중국의 급작스런 당근 제브라칩 검역강화로 수출액 달성에 어려웠음. 이와 같은 상황은 과제협약시에는 예측 불가했던 것으로, 수출액 미달성에 대해 평가시 고려해주시기를 부탁드립니다</li> <li>- 나고야의정서 발효와 함께 2018년 이후 농업유전자원센터의 종자기탁 규정이 대폭 변경되었음. 본 과제 협약당시 예상치 못했던 내용으로, 유전자원기탁 미달성에 관해 평가시 이 점을 고려해주시기를 부탁드립니다</li> </ul>
--

### 3. 연구결과의 활용방안 및 향후조치에 대한 의견

- 전통적인 육종기술과 생명공학적인 기법을 활용한 새로운 육성체계 확립으로 단기간에 효율적인 F1 품종육성이 기대됨
- 기초연구를 통해 기능성 성분 분석 및 순도검정 마커의 개발 등이 이루어지면 당근 육종 효율이 크게 증진됨
- 육종효율의 제고로 중국 당근시장에 보다 효과적인 접근가능, 중국시장 선점 및 수출증대가 기대됨

#### IV. 보안성 검토

해당사항 없음

※ 보안성이 필요하다고 판단되는 경우 작성함.

##### 1. 연구책임자의 의견

##### 2. 연구기관 자체의 검토결과

## 연구성과 활용계획서

### 1. 연구과제 개요

사업추진형태	<input checked="" type="checkbox"/> 자유응모과제 <input type="checkbox"/> 지정공모과제	분 야	수출전략기술개발사업	
연구과제명	중국 수출용 당근 일대잡종 품종 육성 및 사업화			
주관연구기관	농업회사법인(주)미라클종묘	주관연구책임자	최준화	
연구개발비	정부출연 연구개발비	기업부담금	연구기관부담금	총연구개발비
	733,000	93,000		826,000
연구개발기간	2017.04.21. - 2019.12.31			
주요활용유형	<input checked="" type="checkbox"/> 산업체이전 <input type="checkbox"/> 교육 및 지도 <input type="checkbox"/> 정책자료 <input type="checkbox"/> 기타(            ) <input type="checkbox"/> 미활용 (사유:            )			

### 2. 연구목표 대비 결과

당초목표	당초연구목표 대비 연구결과
① 지식재산권 : 특허출원 3건, 품종등록 1건	특허출원 4건 (초과 달성), 품종등록 2건 (20년 2월중 초과 달성예정)
② 재품화 3건	재품화 3건 (목표 달성)
③ 국내매출액 60 백만원, 중국수출액 600백만원	국내매출액 70.69 백만원 (초과 달성), 중국수출액 260백만원 (미달성)
④ 고용창출 3명	고용창출 3명 (목표 달성)
⑤ 논문 (SCI 1건, 비SCI 1건)	논문 SCI 1건 (목표 달성), 비SCI 1건 (목표 미달성)
⑥ 학술발표 4건	학술발표 4건 (목표 달성)
⑦ 인력양성 2명	인력양성 2명 (목표 달성)
⑧ 유전자원기탁 20점	유전자원기탁 5점 (목표 미달성)

\* 결과에 대한 의견 첨부 가능

③ 중국수출액 미달성은 중국의 급작스런 제브라칩 검역강화로 우수품종을 생산하였으나 수출이 어려워짐. 인도, 아시아, 아프리카등지로 판로확보 예정

⑤ 논문 (비SCI 1건)은 현재 투고 준비 중 임

⑧ 유전자원기탁 미달성은 나고야의정서 발효로 인해 2018년 이후 농업유전자원센터에서 해외수집유전자원에 대한 기탁방법이 크게 바뀌었기 때문. 현재, 제브라칩 발생지 외에서 채종한 시판품종을 수집하여 검역 후 종자증식 중에 있음

### 3. 연구목표 대비 성과

성과 목표	사업화지표										연구기반지표									
	지식 재산권			기술 실시 (이전)		사업화					기술인 증	학술성과				교육 지도	인력 양성	정책 활용-홍보		기타 (타 연구 활용 등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		논문평균 IF	학술발표			정책 활용	홍보 전 시	
												SCI	비SCI							
단위	건	건	건	건	백만원	건	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명	건	건			
가중치	10		5	10		5	10	35	10					10	5			10		
최종목표	3		1	3		3	60	600	3		1	1		4	2			20		
연간내 달성실적	4		2	4		4	70	260.029	3		1	0		4	2			5		
달성율(%)	100		200	133		100	117	43.3	100		100	0		100	100			25		

### 4. 핵심기술

구분	핵심기술명
①	중국용 F1 고품질 당근 품종개발
②	우수 유전자원 수집
③	기능성 성분분석
④	SSR마커를 이용한 당근 유전적 다형성 검정

### 5. 연구결과별 기술적 수준

구분	핵심기술 수준					기술의 활용유형(복수표기 가능)				
	세계 최초	국내 최초	외국기술 복제	외국기술 소화·흡수	외국기술 개선·개량	특허출원	산업체이전 (상품화)	현장애로 해결	정책자료	기타
①의 기술						√				
②의 기술					√					
③의 기술				√						
④의 기술					√					



6. 각 연구결과별 구체적 활용계획

핵심기술명	핵심기술별 연구결과활용계획 및 기대효과
①의 기술	중국, 아시아 판매확대
②의 기술	육종소재로 활용
③의 기술	우수 육종소재 선발
④의 기술	육종소재 및 종자순도 검정에 활용

7. 연구종료 후 성과창출 계획

성과목표	사업화지표										연구기반지표								
	지식 재산권			기술실시 (이전)		사업화					기술인증	학술성과			교육지도	인력양성	정책 활용-홍보		기타 (타연구활용등)
	특허출원	특허등록	품종등록	건수	기술료	제품화	매출액	수출액	고용창출	투자유치		논문		학술발표			정책활용	홍보전시	
												SCI	비SCI						
단위	건	건	건	건	백만원	백만원	백만원	백만원	명	백만원	건	건	건	건	명				
가중치	10		5	10		5	10	35	10					10		5			10
최종목표	3		1	3		3	60	460	3			1	1		4		2		20
연구기간내 달성실적	4		2	4		4	70	260	3			1	0		4		2		5
연구종료 후 성과창출 계획								200											

8. 연구결과의 기술이전조건(산업체이전 및 상품화연구결과에 한함)

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

- 1) 핵심기술이 2개 이상일 경우에는 각 핵심기술별로 위의 표를 별도로 작성
- 2) 전용실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 다른 1인에게 독점적으로 허락한 권리  
통상실시 : 특허권자가 그 발명에 대해 기간·장소 및 내용을 제한하여 제3자에게 중복적으로 허락한 권리
- 3) 실용화예상시기 : 상품화인 경우 상품의 최초 출시 시기, 공정개선인 경우 공정개선 완료시기 등

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

## 뒷면지

### 주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 농림축산식품부에서 시행한 수출전략기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.