

(뒷면)

2
1
3
0
0
3
|
S
B
B
1
0

기
능
성
양
파
품
종
개
발

농
림
축
산
식
품
부

←1cm→

↑
2cm
↓

발간등록번호	
11-1543000-001690-01	

← 45cm →

↑
2cm
↓

기능성 양파 품종 개발

(Development of Functional Onion Cultivars)

경상남도농업기술원

주 의
(편집순서 8)

↑
9cm
↓

농림축산식품부

(17포인트 명조계열)

(15 포인트 고딕계열)

↑
6cm
↓

↑
4cm
↓

제 출 문

농림축산식품부장관 귀하

이 보고서를 “기능성 양파 품종 개발” 프로젝트(세부프로젝트 “기능성 및 용도별(생식, 조미용) 유색양파 품종개발”)의 보고서로 제출합니다.

2017년 2월 일

프로젝트 연구기관명 : 경상남도 농업기술원

프로젝트 책임자 : 하 인 중

세부프로젝트 연구기관명 : 경상남도 농업기술원 양파연구소

세부프로젝트 책임자 : 하 인 중

위탁과제 연구기관명 : 경북대학교

위탁과제 책임자 : 강 영 화

위탁과제 연구기관명 : 오니온씨드

위탁과제 책임자 : 곽 동 준

요 약 문

I. 제 목

기능성 양파 품종 개발

II. 연구성과 목표 대비 실적

고기능성 유색양파 품종 육성을 위해 육종의 재료가 되는 유전자원을 7개국(키르기스스탄, 중국, 스페인, 독일, 뉴질랜드, 일본, 탄자니아)에서 목표(50종) 대비 134종을 수집하였고 모구 부패, 종자 미발아 등으로 소실된 유전자원을 제외한 95종의 유전자원 보존, 증식하였다. 또한 수집 유전자원의 국가적 차원의 활용성을 증진하기 위하여 국립농업유전자원센터에 설정된 목표에 따라 10종을 기탁 완료하였다. 유색양파 F1 품종육성을 위해 1차적으로 개발되어야 하는 계통은 중간모본과, 부분인 화분친의 형질 고정이다. 중간모본, 부분을 육성을 위해 계통 선발을 실시한 결과 목표(80계통) 보다 많은 132계통을 육성하였는데 그 내역은 유전자원 유래 우량계통 선발 48계통, 옹성불임친/유지친 조합 24조합, 유지친 14계통, 화분친 22계통이다. 또한 옹성불임친과 유지친의 형질이 고정되어 화분친과 교배하여 F1 품종 육성이 가능한 중간모본 5계통(적색 2, 백색 3)을 선발하였고(목표 2계통) 그 중 적색 중간모본 1종은 중간모본으로 품종보호 출원하였고 조합능력과 지역적응성 검정을 통해 인터레드를 육성하여 품종보호 출원을 완료하였다.

고기능성 품종을 육성하기 위해서는 유전자원 뿐 만아니라 교배종 신품종의 모본, 부분 모두 기능성 함량이 높아야 가능하다. 고기능성 계통 육성을 위해 유전자원과 시판 유색품종에 대한 기능성 성분(퀘르세틴) 분석하였고 주관기관에서 육성한 옹성불임친, 유지친 및 화분친에 대한 기능성을 분석하여 육종방향을 제시하였고 협약 시 목표인 90건을 초과하여 231종 1,472건에 대한 기능 성분 검정을 완료하고 그 정보를 품종육성에 반영하였다.

양파를 적지에 공급하기 위해서는 공급하고자 하는 지역에서 생산력 및 지역적응성 검정이 필요하며 과제 초기 제시된 경북, 세지역(경북, 전남, 전북), 17품종을 초과한 20품종에 대해 경북 달성, 전남 신안, 전북 완주에서 검정을 실시하여 선발된 조합을 품종등록을 완료하였다.

III. 연구개발의 목적 및 필요성

양파는 국내 경제 및 국민 먹거리로 매우 중요한 채소로서 양파 생산량은 지속적으로 증가하여 재배면적은 2000년 1만 6,700ha에서 연평균 3%씩 증가하여 2012년 2만 965ha이고 생산량은 2010년 이래 연간 120~150만여 톤이 생산되고 있다. 양파의 단위면적당 생산량은 신품종의 육성, 육묘 및 재배기술의 발달로 지속적으로 증가하고 있으며, 2009년 7,412kg/10a로 가장 높았으며 평균 6,000kg를 상회하고 있다. 유색양파 중 적색양파는 2000년 이후 재배가 본격적으로 시작되어 특유의 단맛과 색으로 외식 수요, 양파즙 등 가공 수요가 증가하여 꾸준히 재배면적이 증가하고 있으나 백색양파의 재배는 미미한 실정이나 건물함량이 높고 매운 특성으로 미국, 유럽 및 중국에서는 가공용으로 백색양파의 활용도가 있으나 전량 수입에 의존하고

있어 국산 품종의 자급률은 20% 내외로 국산 품종의 경쟁력이 취약한 실정이다. 또한 수입 종자의 가격은 국내산보다 60~70% 고가이며, 2011년 기준 양파 직접 생산비에서 종묘비가 차지하는 비중은 15%로 인건비(52%)를 제외하면 가장 높은 수준이며, 2011년 종묘비는 2000년 대비 3.5% 크게 상승하였으며 유색양파 중 적색양파 국내 육성 품종수는 10종 미만이 재배되고 있으며, 대부분의 종자는 일본, 네덜란드 등에서 육성된 수입종자가 재배되고 있으며, 대부분의 적색품종은 숙기가 늦은 만생계통으로 저장성이 낮은 특성을 가지고 있어 농가선호도가 낮은 형편에 있다. 양파의 구피색은 백색, 등황색, 적색으로 분류되며 그 외에 황금색과 연녹색이 일부 유전자원으로 보고되고 있으며 국내는 대부분이 황색계 품종이 주류를 이루고 있고, 적색 품종의 재배 및 소비가 지속적으로 늘어가고 있는 추세이다. 양파 구피색을 구성하는 플라보노이드 화합물은 다양한 기능성을 가지고 있어 품종개발을 통한 새로운 수요 층 확보가 가능하다 하겠다. 국내에서 재배되는 적색계 품종들은 대부분 다수확 품종 위주로 육성되어 재배되고 있는 실정이므로 소비자 요구에 맞는 기능성 성분이 높은 맞춤형 품종육성이 필요하며 소비는 대부분 샐러드, 생식 및 김치 부재료로 이용이 되고 있으며 반가공용인 양파즙의 수요가 증가하면서 소비가 활성화되고 있으나 저장성이 낮아 장기간 유통에는 어려움이 있다.

본 연구는 기능성 성분함량이 높은 유색양파 품종육성을 위하여 유전자원수집, 교배조합 작성 및 검정, 기능성 성분분석을 통한 퀘르세틴 고함유 유색양파 품종, 계통 선발 및 지역적응성 검정으로 신품종을 육성코자 함

IV. 연구개발 내용 및 범위

기능성 양파 품종개발을 위하여 유전자원 수집 및 수집자원의 특성을 검정하고 유색양파 분리집단 및 선발조합에 대한 기능성 성분분석(플라보노이드, 퀘세틴, 안토시아닌, 항산화활성)을 통한 기능성 옹성불임친, 유지친 및 화분친을 육성하며 선발조합에 대한 생산력 및 지역적응성 검정으로 고 기능성 유색양파 신품종을 육성한다.

V. 연구개발결과

1. 기능성 및 용도별(생식, 조미용) 유색양파 품종 개발

가. 유전자원 수집 및 특성 검정

유전자원은 8개국(스페인, 독일, 터키, 중국, 키르기스스탄, 뉴질랜드, 중국, 탄자니아)에서 총 137종을 수집하였고 부패, 미발아 등으로 소실된 39종을 제외한 95종을 보존 중이다. 유전자원 특성검정은 48종에 대해 실시하였고 적색 41종, 백색 7종의 계통을 육성하였으며 그 중 10종을 국립농업유전자원센터에 기탁하였다.

나. 옹성불임친, 유지친 및 화분친 육성

유지친 육성을 위해 유지친 후보 계통에 대한 옹성불임 세포질, 핵형을 실시하고 다음해 인위적인 추대 유도를 통해 24계통을 육성하였고 육성된 유지친을 이용하여 옹성불임친 24계통을 육성하였다. 또한 다양한 특성의 유지친 개발을 위해 유지친간, 황색 등과의 교배를 통해

새로운 유지친 14계통을 선발하였다. 또한 웅성불임친과 유지친의 특성이 상호 고정된 중간모본을 5계통 육성하였는데 그 중 백색 중간모본 3계통, 적색 중간모본 2계통이 육성되었으며 그 중 적색 중간모본 1계통을 경남엠에스2호로 품종보호 출원하였다. 화분친 육성을 위하여 GS01 등 56계통에 대한 특성검정 결과 적색계GS822 등 5계통, 백색계 GS354 등 2계통의 우수계통을 선발하였다.

다. 조합능력 검정 및 교배조합 작성

교배조합 GS-C3179 등 58조합에 대한 특성조사 및 생산력검정 결과 상품수량이 높고 6월 상순에 수확이 가능한 C1405 등 27계통을 선발하였다. 선발조합에 대한 지역적응시험은 위탁 연구기관에 의뢰하였으며 대비종에 비하여 우수한 C1302 계통은 품종명을 인터레드로 명명하여 신품종 품종보호 출원하였다. 양과음료용 품종선발의 기초자료로 활용하고자 육성조합별 양과즙을 착즙하여 퀴세틴 함량을 정량분석하였다. 양과즙의 기능성이 우수한 육성조합 15C04 등 3계통을 선발하였으며 이들 조합은 가공적성 품종으로 육성해나갈 계획이다.

2. 고기능성(건강기능성 및 용도별) 유색양과 선발 및 기능성 건강소재 개발

총 243종의 자색양과 계통 및 품종의 기능성 성분을 분석한 결과 계통 및 품종에 따라 퀴세틴 함량과 안토시아닌 함량에 큰 차이를 나타냈다. 인편 부위에 총 퀴세틴 함량과 총 안토시아닌 함량이 높아 생식용으로 개발할 수 있는 계통 및 품종으로 15C02, 14C03, 14C10, 15C19, 15C27, GS1501, GS1512, GS1517, GS1518, GS1523 이 선발되었고, 껍질 부위에 퀴세틴 함량과 안토시아닌 함량이 높은 계통 및 품종으로 13C02, 14C02, 14C07, 14C10, 15C30, GS1501, GS1510, GS1511, GS1526, GS1527 이 선발되었다.

3. 유색양과 선발조합의 생산력 및 지역적응성 시험

적색양과의 교배조합에 대한 지역적응성 시험을 양과 주산단지인 경북 달성, 전남 신안 및 전북 완주 지역에서 수행하였다.

VI. 연구성과 및 성과활용 계획

본 연구를 통해 수집된 유전자원은 웅성불임, 세포질·핵형 분석을 완료하고 특성검정을 거친 후 우수한 유전자원은 웅성불임친, 유지친 및 화분친으로 육성할 계획이며 국립농업유전자원 센터에 특성정보와 종자를 기탁하여 다양하게 활용될 수 있도록 할 계획이다. 육성된 웅성불임친과 유지친은 중간모본으로 육성하여 민간 육종회사에 통상실시할 수 있도록 여교잡을 수회 실시하여 특성을 고정할 계획이다. 그리고 특성이 고정된 백색 웅성불임친 3종과 적색 웅성불임친 1종 또한 조기에 통상 실시를 하고 본 과제를 통해 육성된 다양한 화분친과 교배조합을 작성하여 F1 신품종을 육성할 계획이다.

본 과제를 통해 육성된 경남엠에스 2호는 100% 웅성불인 중간모본으로 육성된 품종으로 2014년에 육성하여 2015년 2월에 출원하여 현재 국립종자원에서 등록을 위한 재배심사 중에 있다. 금년도에 다양한 조합능력 검정을 위해 모구 증식할 예정이다. 경남엠에스 2호는 인편 내 색 발현이 우수하고 숙기가 중생종으로 5월 하순에 수확이 가능한 모본으로 다양한 숙기를 가진 화분친과 조합 시 품질이 우수한 F1 교배종 육성이 가능할 것으로 생각되며 선발된 F1은

생산력 및 지역적응성 검정을 통해 품종 출원할 계획이다. 인터레드 품종은 2016년도 품종출원하여 등록을 추진하였고 금년도 국내에서 원종증식을 하고 있으며 조기 품종보급을 위해 경남 창녕, 대구 달성 2곳에서 농가실증 시험을 추진 중에 있다. 인터레드 품종은 6월 1일경에 수확이 가능한 중생품종으로 대비종에 비해 수확시기가 빠르고 상품수량이 많고 인편 내 색발현이 우수하여 2016년 품종평가회에서 우수한 평가를 받았으며 농가실증 시험 후 위탁연구기관인 오니온씨드에 통상 실시하여 보급할 계획이다.

243종의 양과 유전자원 추출물 라이브러리와 고퀘르세틴, 고안토시아닌 함유 유색양과 계통 및 본 연구를 통해 구축된 총퀘르세틴, 총안토시아닌 등의 기능 성분 분석법은 기능성 양과 품종개발을 위한 자료로 제공할 계획이다.

SUMMARY

Onion (*Allium cepa* L.) is one of the important vegetable crops grown commercially worldwide for its fleshy bulbs which are used as flavoring, health food and medicinal purposes. Increasing consumption of onion probably caused the area onion production to increase.

Onion (*Allium cepa* L.) is the heaviest import-dependent crop. Japan cultivars are occupying over than 70% of total seed amount of medium and late maturing onion cultivars. Therefore the development of onion capable of substituting Japan cultivars needs. Also the development of onion cultivars for export to China is required to enlarge the overseas seed market. However onion has disadvantage in breeding compared with other major crops because of its biennial life cycle and high level of heterozygosity. In addition, onion has severe inbreeding depression. It needs long period and tremendous efforts to develop new cultivars.

Nowadays, people are interested in highly functional materials in food for their health. Onion has a lot of functional materials such as quercetin. Onion consumption is increasing significantly, particularly in the South Korea and this is partly because of heavy promotion that links flavour and health. Onion is rich in two chemical groups that have perceived benefits to human health. These are the flavonoids and the alk(en)yl cysteine sulphoxides (ACSOs). Two flavonoid subgroups are found in onion, the anthocyanins, which give a red/purple colour to some varieties and flavonoid such as quercetin and its derivatives responsible for the yellow and red skins of many other varieties. Compounds from onion have been reported to have a range of health benefits which include anticarcinogenic properties, antiplatelet activity, antithrombotic activity, antiasthmatic and antibiotic effects.

The main research objective was for development of two medium and late maturing red or white onion cultivars with high quercetin contents that can grow in Korea. The development of domestic onion cultivars can substitute import cultivars and can contribute to the acquisition of foreign currency and the expansion of foreign market such as 中国 (China).

In order to develop functional onion with high quercetin contents, total 243 onion cultivars and varieties were analyzed. All samples were divided into edible portion and dry skin. Their quercetin contents, total phenol contents, and total anthocyanin contents were examined. The radical scavenging effects and the correlation between functional substances and the antioxidant activity were also examined. The onion lines with high quercetin contents showed more potent antioxidant activity than the onion lines with low quercetin

glycosides contents. Dry skin also showed more potent antioxidant activity than edible portion.

The onion lines, 15C02, 14C03, 14C10, 15C19, 15C27, GS1501, GS1512, GS1517, GS1518, and GS1523 were selected as lead lines with high total quercetin contents and high total anthocyanin contents in the edible portion. They can be developed to the functional onion for raw food, salad and etc. 13C02, 14C02, 14C07, 14C10, 15C30, GS1501, GS1510, GS1511, GS1526, and GS1527 were also selected as red onions with high anthocyanin contents. These lines exhibited 2-3 folds higher quercetin contents than functional onion of Japan.

We developed medium maturing and high yield red onion cultivars named "Interred". Interred is early maturing, high yielding and high storage ability compared to Japan cultivars which is late in maturing time and is inferior in storage ability. Therefore the developed cultivars will be replace for Japan cultivars. Also a new intermediate parent "GyengnamMs2ho" was developed. As a male sterile line, GyengnamMs2ho can be used to hybrid seed production by crossing with pollen parent.

CONTENTS

I . Introduction of Research and Development	11
Chapter 1. Objectives and Necessities of Research Development	11
Chapter 2. Results in contrast to Research Achievement	12
Chapter 3. Research Scope	12
II. Present Situation of Technology in Korea and Foreign Countries	13
III. Contents and Results of Research Project	14
Chapter 1. Materials and Methods	14
Chapter 2. Objectives and Necessities of Research Development	16
1. Collection and Characterization of genetic resources	16
2. Development of male sterile, maintainers and restore lines	28
3. F ₁ Selection of red onion with high color content	36
Chapter 3. The Selection of the high functional colored onion cultivars and the development of dietary supplements	41
Chapter 4. The experiment of productivity and regional adaptation in selected combination of colored onion cultivars	92
IV. Levels of Contribution Pertinent to Objectives	99
Chapter 1. Achievement of goal	99
Chapter 2. Achievement of the research target	100
Chapter 3. Contribution of the related fields	100
V. Application Plans from Results	101
Chapter 1. Results	101
Chapter 2. Application Plans from Results	102
VI. Collection Information for Science and Technology during Research Period	103
VII. Reference	105

목 차

제 1 장. 프로젝트(세부프로젝트 포함)의 개요 및 성과목표	11
제 1 절. 연구개발의 목적 및 필요성	11
제 2 절. 연구성과 목적대비 실적	12
제 3 절. 연구개발의 범위	12
제 2 장. 국내·외 기술개발 현황	13
제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과	14
제 1 절. 연구재료 및 방법	14
제 2 절. 기능성 및 용도별(생식, 조미용) 유색양과 품종개발	16
1. 유전자원 수집 및 특성검정	16
2. 웅성불임친, 유지친 및 화분친 육성	28
3. 조합능력 검정 및 교배조합 작성	36
제 3 절. 고기능성(건강기능성 및 용도별) 유색양과 선발 및 기능성 건강소재 개발	41
제 4 절. 유색양과 선발조합의 생산력 및 지역적응성 시험	91
제 4 장. 목적달성도 및 관련분야 기여도	99
제 1 절. 목적달성도	99
제 2 절. 과제별 연구개발 목표의 달성도	100
제 3 절. 관련분야의 기여도	100
제 5 장. 연구개발 성과 및 성과활용 계획	101
제 1 절. 연구개발성과	101
제 2 절. 성과활용계획	102
제 6 장. 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보	103
제 7 장. 참고문헌	105

제 1 장. 프로젝트의 개요 및 성과 목표

제 1절 연구개발의 목적 및 필요성

양파(*Allium cepa* L.)는 세계적으로 수박, 고추 다음으로 생산, 교역 규모가 크고 국내에서도 고추, 마늘과 함께 3대 양념채소로 매우 중요한 월동 노지재배 작물로 국내 경제 및 국민 먹거리로 매우 중요한 채소이며 고추, 마늘 등 양념채소류의 생산 위축이 계속된 반면, 양파 생산량은 지속적으로 증가하여 양파 재배면적은 2000년 1만 6,7000ha에서 연평균 3%씩 증가하여 2012년 2만 965ha이고 생산량은 2010년 이래 연간 120~150만여 톤이 생산되고 있다.

양파는 2년 1세대를 경과하는 채소이기 때문에 품종 육성기간이 타 작물에 비해 장기간 소요될 뿐 아니라, 타식성 작물로서 자식약세가 심한 작물이기 때문에 품종육성에 어려움이 많아 국내 육종가는 소요기간, 민간회사는 환금성 문제로 연구나 투자를 기피한 결과 현재 국내 재배 품종의 대부분이 수입 품종에 의존하고 있고 국산 품종의 자급률은 20% 내외로 국산 품종의 경쟁력이 취약하고 수입 종자의 가격은 국내산보다 60~70% 고가이며, 2011년 기준 양파 직접 생산비에서 종묘비가 차지하는 비중은 15%로 인건비(52%)를 제외하면 가장 높은 수준이며 2011년 종묘비는 2000년 대비 3.5% 크게 상승하였으며 채소종자 수입금액의 20~24%를 양파가 차지하고 있고 국내 재배 품종의 약 70% 이상을 해외채종에 의존하고 있는 실정이다.

양파의 구피색은 백색, 등황색, 적색으로 분류되며 그 외에 황금색과 연녹색이 일부 유전자원으로 보고되고 있으나 국내는 대부분이 황색계 품종이 주류를 이루고 있고 국내에서 재배되고 있는 황색 품종은 숙기에 따라서 조생종과 중·만생종으로 구분하며 조생종은 주로 제주도과 남부해안지역에서 재배되고 중·만생종은 전국적으로 재배되고 있으며 조생종의 재배면적은 주로 저장용으로 재배되는 중·만생종 재배면적의 영향을 받으며 2007년 18%를 정점으로 점차 감소하고 있는 추세인 반면 중·만생종은 산지의 저온창고 증설과 안정적인 수량성 확보로 농가소득이 상대적으로 안정되어 재배면적이 지속적으로 증가하여 전체 양파 생산량의 70% 이상이 6월 상순에 집중 생산되어 가격 폭락의 한 요인으로 크게 작용하고 있어 수확시기 분산을 위해 중생종 육성뿐 만아니라 기능성과 소비 용도가 다른 유색양파 품종이 시급한 실정이다.

양파에는 특수성분인 cycloallin, cysteine, profaneyl sulfenic acid, allsylcysteine sulfoxide 류 등을 함유하고 있어 고지혈증의 치료, 혈압 강하작용, 항당뇨 작용, 간기능 개선작용, 전염성(결핵) 질병의 저항성 및 치료는 물론 최근에는 항암작용에도 효과가 보고되고 있어 건강식품으로서의 중요성이 높아지고 있고 식물에 함유되어 있는 색소 성분들의 건강 기능성이 현재 과학적으로 규명됨에 따라 참살이 문화욕구에 의한 컬러 작물에 대한 수요가 증가하고 있고 이러한 소비자의 소비 패턴 변화에 따라 양파 또한 고기능성 유색 품종의 개발이 시급하고 양파 재배면적, 생산량의 증가에도 불구하고 2001년 이후 양파 가격의 상승 추세는 양파가 웰빙 건강식품으로 인식되면서 소비가 급격히 증가하였기 때문이며 2000년대 초중반은 생산량이 평균 4% 증가하였음에도 도매가격이 평균 8~26% 상승한 반면 2000년대 후반에는 생산량이 평균 5% 증가하였음에도 가격은 평균 3% 하락하였는데 이는 양파 수요가 점차 정체 또는 감소하고 있는 것으로 분석되므로 새로운 소비시장 구축 및 소비촉진을 시키기 위해서도 건강 기능성 성분함량이 높은 고기능성 유색 품종 개발이 필요하다.

유색양파 중 적색양파 국내 육성 품종수는 10종 미만이 재배되고 있으며 대부분의 종자는

일본, 네덜란드 등에서 육성된 수입종자가 재배되고 있으며, 대부분의 적색품종은 숙기가 늦은 만생계통으로 저장성이 낮은 특성을 가지고 있고 다수확 품종으로 육성되어 소비자의 요구에 맞는 기능성 성분이 함량이 높은 적색 양과 품종 개발이 필요하며 백색 품종의 경우 국내 육성 품종은 전무한 실정이다. 국내에서의 적색양과의 소비는 대부분 샐러드, 생식 및 김치 부재료로 이용이 되고 있으며 반가공용인 양과즙의 수요가 증가하면서 소비가 조금 활성화되고 있으나 가격 폭락 방지, 수확 시기 분산 등의 양과산업 경쟁력 제고를 위해서 양과 소비 확대를 위해 기능성 유색품종이 개발이 필요하다. 또한 양과 재배면적, 소비량이 가장 많은 중국의 유색양과는 약 20% 정도 재배되어 대부분 중국내에서 소비되며, 백색양과의 경우 대부분 가공양과로 사용되지만 대부분 고정종이 사용되고 있고 경제성장과 더불어 건강식품의 수요가 증가하여 수입대체뿐 만아니라 수출용 기능성 유색양과 품종개발이 필요하며 지속적인 유색양과의 소비와 품종개발을 품종별, 용도별, 숙기별 양과의 기능성 및 대사체(1차 대사산물 및 2차 대사산물)에 대한 연구와 양과의 건강기능성 및 기능성 성분에 대한 연구가 체계적으로 진행되어 저장성 및 환경스트레스 내성이 높으면서 고기능성을 갖춘 품종의 개발이 필요하다.

본 연구는 소비자 요구에 맞는 기능성 함량이 높은 유색양과 품종을 개발함과 동시에 생산자가 원하는 숙기가 빠르고 저장성이 높은 유색양과를 육성하기 위해 수행하였다.

제 2절 연구성과 목표 대비 실적

구분	품종개발		논문			기능성 성분분석	유전자원		국내 매출액	종자 수출액	인력 양성
	출원	등록	SCI	비SCI	발표		수집	등록			
최종목표	2		1	3	2	100	50	10			9
연구기간내 달성실적	2		1	1	3	243	137	10			13
달성율(%)	100		100	33	133	243	274	100			144

유전자원은 7개국(스페인, 독일, 터키, 중국, 키르기스스탄, 뉴질랜드, 일본)에서 총124종을 수집하여 미발아, 부패모구 등을 제외한 85종에 대한 특성조사 및 채종하였다. 수집자원별 세포질분석 결과 N유형은 백색 6계통, 적색 15계통이었고 핵내인자 분석결과 유지친 12계통을 선발하였고 국립농업유전자원센터에 기탁 10점과 품종보호출원 2종(경남엠에스2호, 인터레드)을 하였다. 육성계통 및 선발조합에 대한 기능성분석 243종, 인력육성 13명, 논문게제 2건, 학술발표 3건을 하였다

제 3절 연구개발의 범위

기능성 양과 품종개발을 위하여 유전자원 수집 및 수집자원의 특성을 검정하고 유색양과 분리집단 및 선발조합에 대한 기능성 성분분석(플라보노이드, 퀴세틴, 안토시아닌, 항산화활성)을 통한 기능성 옹성불임친, 유지친 및 화분친을 육성하며 선발조합에 대한 생산력 및 지역적응성 검정으로 고 기능성 유색양과 신품종을 육성한다.

제 2 장. 국내외 기술개발 현황

1. 양과 품종육성 기술은 해외 기업 글로벌 업체인 일본의 다끼이와 미국 몬산토가 앞서있음
가. 다끼이는 장일계, 단일계 양과 유전자원을 다양하게 보유하고 있으며, 양과 육성 기간이 100년에 가까워, 품종 수준이 최고 수준으로 종자 수출량 또한 세계 최대 규모임
나. 몬산토는 장일계, 단일계, 월동용 장일계, 열대용 단일계 등 유전자원을 가장 많이 보유하고 있는 것으로 알려짐
2. 국내 양과 품종 육성기술은 일본에 비해 뒤쳐져 있으며, 품종 개발이 미미한 상황
가. 국내 종묘회사는 F1 품종을 출시하고 있지만 응성불임 회복 기작이 복잡한 CMS-T 세포질을 이용하고 있어 체계적인 양과분자육종 체계 확립에 걸림돌이 되고 있는 실정
나. 품종 육성에 필수인 숙기별, 용도별 응성불임계통 및 화분친 일부 확보
다. 현재까지 일부 개인 육종가 중심의 품종이 주를 이룸
3. 양과 품종 육성에는 장기간이 소요되고 연구가 어려워 투자가 미흡함
가. 2년 1세대 타식성 작물로 품종개발기간이 길기 때문에 연구가 어려우며 수익성을 보장하기가 어렵다는 문제가 있어 유전자원 수집에 머무르고 있음
나. 연구 인력은 개인 육종가를 포함하여 10명 정도로 연구 인력의 부족이 존재함
다. 선진국에서 다양한 생명공학 기법을 이용하는데 비해 국내에서는 아직 생명공학 기법의 도입이 부족한 실정임
라. 다수의 종자회사들이 양과에 대한 육종사업을 하고 있으나 현재 재배되고 있는 품종은 일본으로부터 수입된 것이 많은데, 이러한 원인은 아직까지 양과의 유전자원 확보가 미흡하고 육종 기술이 일본의 수준에 미치지 못하기 때문임
4. 양과 종자는 수입제품 사용에 따른 비용 부담이 커서 국내 수입품종 대체 수요가 높으며, 해외 주요 목표 시장은 시장 성장이 높을 것으로 예상되는 중국이 대상국임
5. 국내 양과 품목의 전체 기술수준은 해외 최고 기술 보유국 대비 72.5%, 기술격차는 8년정도이며 '종자생산'기술은 최고 기술 보유국 대비 기술수준 71.7%, 기술격차 5년으로 양과 분야 세부기술 수준 중 가장 높지만 '생력화'기술은 최고 기술 보유국 대비 기술수준 36.7%, 기술격차 11년으로 가장 낮은 것으로 나타나 동 기술에 대한 지원 및 개발이 요구됨
6. 양과의 구피색은 백색, 등황색, 적색으로 분류되며 그 외에 황금색과 연녹색이 일부 유전자원으로 보고되고 있으며 국외에서는 구피색에 따라 품종 육성이 이루어지고 있으며 특히, 적색, 백색의 육성 품종이 많고 소비도 활발한 반면 국내는 대부분이 황색계 품종이 주류를 이루고 있고, 근래에 유색 채소, 식품에 대한 관심이 증가함에 따라 적색 품종 또한 재배와 소비가 지속적으로 늘어가고 있는 추세임
7. 국내에서 재배되는 유색양과 품종들은 대부분 다수화 품종 위주로 육성되어 재배되고 있는 실정이므로 소비자 요구에 맞는 기능성 성분이 높은 맞춤형 품종육성이 필요하며 구색이 다양하고 품종, 구색에 따라 플라보노이드(안토시아닌)의 함량 차이가 심하며, 같은 품종이라도 재배지역에 따라 변이가 심함
8. 백색양과의 경우 일부 수입되는 양과의 대부분이 검은 곰팡이병 감수성으로 품질이 낮고 저장성이 떨어져 검은 곰팡이 내성 품종개발이 필요함

제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과

제 1절 연구재료 및 방법

1. 기능성 및 용도별(생식, 조미용) 유색양과 품종개발

본시험은 양과재배의 주산단지인 경남 창녕에서 수행하였으며 공시재료는 세부과제 수행기관에서 육성 선발한 적색 및 백색계통을 이용하여 양과연구소 포장에서 시험하였다. 과종시기는 유전자원 특성검정은 9월 5일, 불임친 및 유지친 계통은 8월 26일, 화분친 계통은 9월 7일에 과종하였다. 육묘방법은 벼 산과상자에 원예용상토를 충진하고 과종후 복토하고 매일 1~2회 관수하였으며, 정식은 10월 30일부터 11월 4일까지 균일한 묘를 선별하여 투명PE필름이 멀칭된 포장에 재식거리 15*12cm로 정식하였으며 시험구배치는 단구제로 하였다. 본포 시비량은 ha당 N 240kg, P₂O₅ 77kg, K₂O 154kg을 기준으로 질소는 1/3량을 기비로 하고 나머지를 2월과 3월에 등량 분시하였으며, 인산은 전량을 기비로 사용하였고, 칼리는 2/3량을 기비로 하고 나머지를 2월에 추비로 사용하였다. 퇴비 30ton과 토양산도의 교정을 위해 석회 1.2ton을 기비로 사용하였으며 노균병, 흑반병, 고자리파리 및 선충을 방제하기 위해 약제를 예방위주로 살포하였다. 기타 비배관리는 표준재배법에 준하였다. 불임친, 유지친 및 화분친 육성을 위한 채종모구 275 등 25계통을 10월 25일 비가림하우스에 정식하고 지상부출현시에 피복 비닐위로 유인하였으며 격리채종을 위하여 소형 그물망실을 설치하였다. 개화기인 5월 하순부터 7일간격 4~5회 수분매개충을 망실에 투입하였으며 채종은 화구 상위의 종자꼬투리가 열리면 화경을 30~50cm 길이로 절단하여 각각 채종하여 건조 정선하였다. 생육 및 특성조사는 농촌진흥청 시험연구조사기준(R.D.A., 1997)에 준하여 실시하였다. 조사시기는 월동 전인 12월 20일과 월동 후인 3월 5일에 각각 엽수, 초장, 엽초경 및 고엽정도를 조사하였으며 채종모구 생육은 총엽수, 분얼수, 초장 및 엽초경을 조사하였다. 수집자원에 대한 시기별 지상부 생육과 구비대 특성을 조사하였으며 세포질 분석은 어린잎을 채취하여 DNA를 추출(GeneAll사, 한국)한 후, 분자표지(김성길, 2008; Engelke, 2003)를 활용하여 PCR하여 증폭된 밴드를 확인하였다.

2. 고기능성(건강기능성 및 용도별) 유색양과 선발 및 기능성 건강소재 개발

본 시험은 세부과제 수행기관에서 연차별로 육성한 203계통을 공시재료로 하여 수확 후 4개월 후의 quercetin, anthocyanin 등의 기능성분을 분석하였다. 시료는 양과의 껍질과 과육을 분리한 후 동결 건조기(PVTE 20R)를 사용하여 건조하였으며 동결 건조된 양과를 메탄올을 이용하여 3시간씩 2회 환류 추출하여 메탄올 추출물을 제조하였다. 환류 추출한 추출물은 다시 여과 후 감압농축기를 이용하여 농축하여 기능성 평가를 위한 시료로 사용하였다. 성분분석을 위한 시험방법은 다음과 같다.

양과의 대표적인 기능성성분인 페놀성 화합물을 정량분석하기 위하여 Folin-Ciocalteu법을 변형하여 총페놀 함량을 측정하였으며 96 well plate의 각 well에 시료와 Folin-Ciocalteu's phenol reagent를 넣어 교반기를 이용하여 3분 동안 반응 시킨 후에 포화 sodium carbonate 용액을 넣고 1시간 동안 반응시켜 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. Gallic acid를 이용한 표준곡선에 따른 검량 선을 작성하여 총 페놀함량을 계산하였다. 총 플라보노이드함량을 측정하기 위해 Zou, Lu법을 변형하여 사용하였으며 96 well plate 각 well에 시료, Water, 5% NaNO₂를

첨가한 후 교반기(100 rpm)에서 6분 동안 반응 시킨다. 6분 후 $AlCl_3$ 을 혼합하고, 1 N NaOH 넣고 1시간 반응시킨 후 microplate reader를 이용하여 415 nm에서 측정하였다. 이때 총 플라보노이드 함량은 naringin을 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 함량을 구하였다. 양파 과육 및 껍질의 항산화 활성을 측정하기 위해 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) assay를 실시하였다. 추출물의 전자 공여능은 Blois의 방법을 변형하여 실시하였다. 양파추출물과 400 μ M 반응용액을 30분간 반응시킨 후 515 nm에서 흡광도를 측정하였다. 항산화능은 대조군에 대한 라디칼 소거능을 백분율로 나타내었다(DPPH radical scavenging activity = $(1 - A_{test}/A_{control}) \times 100$). 양파의 대표적인 기능성 성분인 quercetin의 함량을 분석하기 위하여 이동상은 0.2% (v/v) formic acid in water (eluent A)/ methanol (eluent B)의 혼합용매를 이용하여 다음과 같이 용매조성을 변화시키면서 용출시켰다; 0 min, 0% B; 2 min, 20-30% B; 5 min, 30-50% B; 10 min, 50-70% B; 15 min, 70-100% B; 20 min, 100% B. 유속은 1 mL/min, 시료용량은 10 μ L 였다. 총 안토시아닌 함량은 pH를 이용하여 다음과 같이 측정하였다. 적색계 양파 추출물을 potassium chloride (KCl, 0.025 M, pH 1.0) sodium acetate ($CH_3CO_2Na \cdot 3H_2O$, 0.4 M, pH 4.5) 용액에 녹인 후 510 및 700 nm에서 흡광도를 측정하였으며 시료의 흡광도는 다음식으로 계산{ $A = (A_{400\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}}) \text{ pH } 1.0 - (A_{400\text{ nm}} - A_{700\text{ nm}}) \text{ pH } 4.5$ } 하였으며 안토시아닌 색소의 농도는 다음 계산식으로 구하였다.

$$A \cdot MW \cdot DF \cdot 1000$$

$$\text{Anthocyanin content} = e \cdot W$$

Cyanidin-3-glucoside의 분자량(MW = 449.2)과 molar absorptivity($e = 26,900$) 이용하였다.

3. 유색양파 선발조합의 생산력 및 지역적응성 시험

본 시험은 양파재배의 주산단지인 경북 달성에서 수행하였으며 공시재료는 세부과제 수행 기관에서 육성한 적색계통 1종(1차년도)을 천주적 품종을 대비로 하여 9월 5일에 파종하였고 2차년도에는 생산력검정 10조합, 지역적응 12계통을, 3차년도에는 생산력 10조합, 지역적응성 5계통을, 4차년도에는 생산력 4조합, 지역적응성 8계통을 파종하였으며 육묘방법은 표준재배양식에 준하여 관리하였다. 정식시기는 11월 5일에 균일한 묘를 선별하여 정식하였으며 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였고 재식방법은 투명유공비닐(8조식)을 멀칭하여 정식하였다. 공시지역은 1차년도에는 달성, 2차년도에는 창녕, 달성, 완주, 신안으로 하였다. 시비량은 10a당 질소, 인산, 칼리를 24, 7.7, 15.4kg을 기준으로 하였고 시비방법은 질소는 요소를 이용하여 1/3을 기비로 하고 나머지 2/3는 웃거름으로 재생기와 3월 하순에 등량 분시하였으며, 인산은 용성인비를 이용하여 전량을 기비로 시용하였고, 칼리는 황산칼리를 이용하여 40%를 기비로 하고 나머지 60%를 질소질 추비시에 함께 시비하였으며, 퇴비 3,000kg과 석회 120kg을 기비로 시용하였다. 노균병, 흑반병, 고자리파리, 선충 및 파충채벌레를 방제하기 위하여 적용약제를 예방위주로 살포하였다. 기타 재배관리는 표준재배법에 준하였다.

제 2 절 기능성 및 용도별(생식, 조미용) 유색양파 품종개발

1. 유색양파 유전자원 수집, 특성 검정

가. 1차년도 수행 결과

2013년 유색종 47계통에 대한 세포질 분석 결과 백색계통에서는 N유형이 3계통, S/T유형이 9계통이었으며, 자색계통은 N유형이 2계통, S/T유형이 30계통, N,T/S 혼합형이 3계통으로 분류되었다. 이들 중에서 N 타입으로 분류된 5종에 대한 핵내 인자분석을 통하여 육성소재로 활용할 계획이며 집단선발을 통한 특성검정으로 유망계통을 분리 육성하였다(표 1).

표 1. 유색 양파계통의 세포질 분석 결과

계통명	세포질	구색	계통명	세포질	구색	계통명	세포질	구색
A4-1	T	자색	A4-2	T	자색	A6	S	백색
A8-1	S	백색	A8-2	S	백색	A8-3	S	연자
A13-8	S/T	백색	A13-11	S/T	자색	A13-12	S/T	자색
A13-14	S	자색	A13-15	S	자색	A14	N	백색
A15-1	T	백색	A15-2	T	백색	A15-3	T	백색
A15-4	N,S/T	자색	A16	T	자색	A17-3	N	자색
A18-4	N	백색	A24	N,S/T	자색	A28-1	S/T	자색
A28-2	S/T	자색	A28-3	S/T	자색	A30	T	자색
A42	S/T	자색	A47	S	자색	A48-1	S	백색
A48-3	S	백색	A49	S	자색	A50	N,S/T	자색
A51-1	T	자색	A51-2	T	자색	A51-3	T	자색
A51-4	T	자색	A51-5	T	자색	A51-6	T	자색
A51-8	T	자색	A52	T	자색	A53	T	자색
A54	T	자색	A55-1	T	자색	A55-2	T	자색
A55-3	S/T	자색	A56	S/T	자색	A57	S/T	자색
A65	N	자색	A67	N	백색			

전년도에 수집, 2014년 파종한 유색종 21계통에 대한 세포질 분석 결과 백색계통에서는 N유형이 1계통, 자색계통은 N유형이 5계통, S유형 7계통, S/T유형이 5계통, N,T/S 혼합형이 3계통으로 분류되었다. 이들 중에서 N 타입으로 분류된 6종에 대한 핵내 인자분석을 통하여 유지된 육성소재로 활용할 계획이며 나머지 유형의 계통은 집단선발을 통한 특성검정으로 유망계통을 분리 육성하였다(표 2).



< 그림 1. 유전자원 수집(2013) >

표 2. 유색 양과계통의 세포질 분석 결과

계통명	세포질	구색	계통명	세포질	구색	계통명	세포질	구색
834	S/T	자색	841	S	자색	849	S	자색
835	S/T	연자	842	N	자색	850	S	자색
836	S/T	연자	843	N	자색	851	S/T	자색
837	S/T	자색	844	N	백색	852	N	자색
838	N	자색	845	S	연자	853	N	자색
839	S	자색	846	S	자색	G56	N,S/T	자색
840	S	자색	847	N,S/T	연자	G69	N,S/T	자색/황색

나. 2차년도 수행 결과

1차년도에 수집한 유전자원 834 등 19종에 대한 특성검정 시험을 추진한 결과 849계통의 결주율 36.5%를 제외한 나머지 계통의 결주율은 10% 미만이었으며 추대율은 장일계 수집자원 8계통에서 30%이상 발생하였고 841계통이 94.3%로 가장 높았다. 초형은 직립, 엽색은 대부분의 자원이 짙은 녹색, 엽절은 약하거나 없어 잎 형태적 특성은 우수하였다(표 3). 구형지수 또한 조사된 유전자원 모두 0.9 이상이고 구형 분포가 넓은타원형, 원형, 넓은달걀형이 80% 이상으로 구 형태적 특성 또한 우수하였다. 구색 균일도가 100%인 자원이 15계통이었고 황색, 적색 분리 2계통, 황색, 백색, 적색 분리 계통이 1계통이었고 균일도가 100%인 자원 중 14계통이 자색, 백색 계통이 1종 이었다(표 4).

표 3. 수집자원의 잎 형태적 특성

계통명	결주율 (%)	추대율 (%)	분구율 (%)	초형	엽절 ^ㄱ	엽색 ^ㄴ	엽수 (매)	초장 (cm)	엽폭 (mm)	도복일 (월/일)
834	0.4	74.0	0.9	직립	1	3	7.2	71.5	21.8	6/05
835	0.4	21.1	0.0	직립	2	3	6.8	58.3	18.7	6/05
836	0.4	0.0	0.0	직립	1	3	7.0	73.8	21.5	6/05
837	0.9	0.0	0.0	직립	1	3	8.0	67.2	19.7	6/05
838	3.5	49.5	0.0	직립	0	3	7.4	67.5	21.1	6/17
839	0.4	84.6	0.0	직립	2	1	8.8	82.8	27.4	6/05
840	2.0	0.0	0.0	직립	1	3	8.2	57.4	24.7	6/17
841	1.9	94.3	0.0	직립	1	3	6.8	64.1	18.3	6/05
842	1.4	53.0	0.0	직립	1	3	8.0	76.4	23.3	미도복
843	0.9	39.8	0.0	직립	1	3	7.8	69.5	22.8	미도복
844	0.4	6.6	0.0	직립	2	3	8.8	52.9	21.5	6/17
845	2.2	31.8	0.4	직립	1	3	7.8	77.4	25.0	미도복
846	5.3	0.0	0.0	직립	1	3	6.6	60.7	21.6	5/31
847	0.8	0.0	0.8	직립	1	2	8.4	73.3	25.2	미도복
848	2.8	20.0	0.0	직립	1	3	7.0	64.7	18.8	미도복
849	36.5	2.5	0.0	직립	1	2	8.4	68.9	13.3	6/10
850	0.0	0.0	0.0	직립	1	3	6.2	69.2	19.4	5/31
851	0.0	0.0	0.0	직립	0	1	7.0	65.9	19.5	6/05
852	0.0	0.0	0.0	직립	0	1	6.6	66.4	19.5	5/31

ㄱ 엽절 : 1. 없다 2. 약하다 3. 중간 4. 강하다

ㄴ 엽색 : 1. 밝은녹색 2. 중간녹색 3. 짙은녹색 4. 청녹색

표 4. 수집자원의 구 형태적 특성

계통명	구고 (mm)	구경 (mm)	구형 지수 ¹⁾	구꼭니비 (mm)	구 색(%)			구 형(%) ²⁾
					백색	황색	적색	
834	67.0	66.5	1.01	14.1	0.0	0.0	100	4 : 100
835	72.1	61.5	1.17	11.7	0.0	0.0	100	3 : 20.1, 4 : 59.8, 5 : 20.1
836	67.7	70.8	0.96	13.7	0.0	0.0	100	3 : 30.1, 4 : 39.8, 5 : 30.1
837	74.6	71.1	1.05	14.8	0.0	0.4	99.6	3 : 60.4, 4 : 19.8, 5 : 19.8
838	64.9	70.2	0.92	16.4	0.0	0.0	100	3 : 20.2, 4 : 69.7, 5 : 10.1
839	65.7	68.7	0.96	13.3	0.0	0.0	100	3 : 8.6, 4 : 20.0, 5 : 71.4
840	53.1	60.3	0.88	12.4	0.0	0.0	100	4 : 20.0, 5 : 80.0
841	56.0	48.9	1.15	8.7	0.0	0.0	100	2 : 16.7, 3 : 50.0, 4 : 33.3
842	63.8	67.2	0.95	14.7	0.0	0.0	100	3 : 29.8, 4 : 60.6, 5 : 9.6
843	63.9	61.9	1.03	13.0	0.0	2.2	97.8	3 : 50.0, 4 : 39.7, 5 : 10.3
844	74.9	70.9	1.06	13.7	100	0.0	0.0	3 : 19.8, 4 : 50.0, 5 : 30.2
845	65.1	65.0	1.00	11.3	100	0.0	0.0	3 : 9.2, 4 : 60.5, 5 : 30.3
846	70.5	74.0	0.95	17.2	0.0	0.0	100	3 : 60.2, 4 : 30.1, 5 : 9.7
847	70.7	56.2	1.26	15.3	0.0	0.0	100	1 : 10.2, 2 : 40.3, 3 : 30.1, 5 : 19.5
848	66.9	64.3	1.04	14.8	0.0	0.0	100	2 : 10.3, 3 : 50.0, 4 : 10.3, 5 : 29.5
849	105.1	45.9	2.29	8.2	0.0	0.0	100	2 : 19.7, 3 : 80.3
850	73.0	77.7	0.94	14.1	0.0	0.0	100	3 : 30.0, 4 : 30.0, 5 : 40.0
851	82.0	69.3	1.18	14.3	1.1	0.4	98.5	3 : 70.0, 5 : 20.0, 8 : 10.0
852	80.5	76.5	1.05	16.0	0.0	0.2	99.8	3 : 60.1, 4 : 9.9, 5 : 30.0

1) 구형지수 : 구고/구경

2) 구 형 1. 타원형 2. 달갈형 3. 넓은 타원형 4. 원형 5. 넓은 달갈형
6. 넓은 거꿀달갈형 7. 마름모형 8. 누운 타원형 9. 좁은 누운타원형



838



842



843



844



850



852

< 그림 2. 유지친 계통 육성 >



834



835



836



837



846



851

< 그림 3. 웅성불임친, 화분친 계통 육성 >

특성조사된 유전자원 중 세포질이 N형이고 특성이 우수한 838, 842, 843, 844, 850, 852 계통은 웅성불임 유지친으로 육성하고 있다(그림 2). 특히 850, 852 계통은 결주, 추대, 분구가 없고 구형지수가 각각 0.94, 1.05 구형 분포가 원형의 비율이 높고 100% 도복일이 5/31로 중생종 유지친, 844 계통은 결주 0.4%, 추대 6.6%로 안정화되어 있고 구형이 우수한 백색 중만생유지친으로 육성할 계획이다. 또한 838, 842, 852 계통은 추대가 39.8~53.0% 발생하였으나 초자, 균일도, 구형이 우수하여 만생종 유지친으로 육성할 것이다. 834, 835, 836, 837, 846, 851 계통은 세포질이 S, S/T형으로 웅성불임친 또는 화분친으로 육성하고 있다(그림 3). 846, 851, 836, 837 계통은 100% 도복일이 각각 5/31, 6/5이며 구형이 우수하여 중생, 중만생종 웅성불임친, 화분친으로 육성할 것이며 834, 835 계통은 추대가 각각 21.1, 74.0% 발생하였으나 초자, 균일도, 구형이 우수하여 중만생종 웅성불임친, 화분친으로 육성할 것이다.



< 그림 4. 수집 유전자원(2014) >

수집 유전자원은 총 37종을 수집하였다(표 5). 스페인에서 백색 모구 3, 황색 모구 7, 적색 모구 4로 총 14종을 수집하였고 독일에서 종자 4종(황색 3, 적색 1), 적색 모구 9, 황색 모구 5, 자구 1종, 샬롯 1종으로 총 20종을, 중국에서 모구 2종, 종자 1종을 수집하였다(그림 4). 수집된 자원 중 연초에 수집한 종자의 경우 9월 5일 파종을 완료하였고 모구의 경우 부패된 11종을 제외한 17종을 10월 중순에 정식하였고 자구 1종과 샬롯 1종 역시 11월 종자 채종을 위해 정식을 완료하였으며 중국에서 수집한 종자는 춘파하였다.

표 5. 2차년도(2014년) 유전자원 수집내역

No.	종류	수집처	수집량	수집형태	비고
1	백색 Ball	스페인 시장	3	모구	4월 수집, 저장 중 부패
2	황색 Ball	"	7	"	부패 4, 모구 정식 3
3	적색 Ball	"	4	"	부패 2, 정식 2
4	La Reine	독일 시장	3.0g	종자	2015년 특성조사
5	Stittgarfer	"	3.0g	"	"
6	Zittaner	"	3.0g	"	"
7	Brannschwiiger	"	3.0g	"	"
8	적색 Ball	독일 농가	9	모구	모구 정식 9
9	황색 Ball	"	5	"	부패 2, 모구 정식 3
10	자구	독일 시장	1	"	4월 수집, 저장 중 부패
11	샬롯	"	1	"	"
12	미상	중국	1	종자	
13	적색 Ball	"	2	모구	미추대 2

다. 3차년도 수행 결과

파종된 15G1(IT. 202097) 등 12종에 대한 특성조사 결과는 표 6, 표 7과 같다. 잎 형태적 특성(표 6) 중 초형은 직립에서 반직립 이상, 엽절은 없거나 약하였고 엽색은 중간이상으로 양호하였으나 결주율이 50%이상이거나(15G1, 15G2), 추대율이 40% 이상(15G8, 15G9), 분구율이 30% 이상(15G5)인 자원이 다수 있었다. 구형은(표 7) 누운타원형과 좁은 누운타원형인 자원이 많았고 구색은 적색 5종, 백색 2종, 구색 분리종이 5종이었다. 구형지수가 0.90 이상인 자원은 15G3, 15G10, 15G11이었고 구색이 옅은 분홍색인 15G3을 제외한 이들 2종과 구형지수는 0.66으로 낮지만 구색인 짙은 15G4를 우량계통으로 육성하고 있다.(그림 5)

표 6. 수집자원의 잎 형태적 특성

계통명	결주율 (%)	추대율 (%)	분구율 (%)	초형	엽절 [↓]	엽색 [♯]	엽수 (매)	초장 (cm)	엽폭 (mm)	도복일 (월/일)
15G1	59.3	0.0	0.0	직립	2	2	4.8	24.5	14.0	5/28
15G2	59.7	0.0	0.0	직립	1	2	3.8	24.9	13.7	5/28
15G3	24.1	0.0	0.0	직립	1	2	4.0	34.1	7.2	5/28
15G4	8.3	0.0	0.0	직립	1	3	4.8	29.7	14.8	미도복
15G5	4.2	1.0	30.9	직립	1	2	6.4	44.7	22.3	6/4
15G6	0.9	0.4	0.0	직립	1	3	4.4	38.1	13.7	6/15
15G7	25.5	4.3	9.9	직립에서 반직립	2	3	9.2	38.3	16.2	미도복
15G8	23.1	40.0	0.0	직립에서 반직립	2	2	7.4	44.2	20.1	미도복
15G9	10.5	41.2	0.0	직립	1	2	4.4	27.7	14.1	미도복
15G10	0.0	0.0	7.1	직립	1	2	4.2	34.4	12.9	미도복
15G11	2.8	6.7	0.0	직립에서 반직립	4	1	4.0	34.6	10.9	미도복
15G12	10.6	4.7	0.0	직립	1	2	4.8	39.4	14.2	미도복

↓ 엽절 : 1. 없다 2. 약하다 3. 중간 4. 강하다

♯ 엽색 : 1. 밝은녹색 2. 중간녹색 3. 짙은녹색 4. 청녹색

표 7. 수집자원의 구 형태적 특성

계통명	구고 (mm)	구경 (mm)	구형지수 [↓]	구목너비 [♯]	구 색 (%)			구 형 (%) ^{♯♯}
					백색	황색	적색	
15G1	45.8	55.9	0.82	99	0.0	0.0	100	8 : 100
15G2	42.9	61.7	0.70	7	100	0.0	0.0	8 : 100
15G3	52.8	58.1	0.91	99	0.0	8.2	91.8	4 : 100
15G4	40.1	60.8	0.66	99	0.0	0.0	100	8 : 100
15G5	44.2	72.7	0.61	99	0.0	0.0	100	8 : 100
15G6	33.6	65.9	0.51	5	100	0.0	0.0	9 : 100
15G7	34.3	42.9	0.80	7	4.1	3.5	92.4	9 : 100
15G8	61.0	70.1	0.87	99	0.0	0.0	100	5 : 80.0, 8 : 20.0
15G9	48.7	58.9	0.83	3	0.0	33.3	66.7	3 : 28.6, 5 : 71.4
15G10	54.9	58.8	0.93	99	0.0	15.4	84.6	3 : 61.5, 4 : 15.4, 5 : 23.1
15G11	50.1	51.3	0.98	99	0.0	8.6	91.4	5 : 100
15G12	48.0	59.0	0.81	99	0.0	0.0	100	4 : 20.0, 5 : 70.0, 8 : 10.0

↓ 구형지수 : 구고/구경

♯ 구목너비 : 3. 작다 5. 중간 7. 넓다 99. 혼립

♯♯ 구 형 : 1. 타원형 2. 달걀형 3. 넓은 타원형 4. 원형 5. 넓은 달걀형
6. 넓은 거꿀달걀형 7. 마름모형 8. 누운 타원형 9. 좁은 누운타원형



15G4



15G10



15G11

< 그림 5. 3차년도 우량계통 육성 선발 유전자원 >

표 8. 키르기스스탄지역 수집 유전자원

No.	종류	수집처	수집량	수집형태	비고
1	ЛУК БАГРОВЫЙ МЯЧ	키르기스스탄	1.0g	종자	2015년 파종, 미발아
2	ЛУК РЕЛЧАТЫЙ РЕД БАРОН	"	1.0g	"	"
3	ЛУК РЕЛЧАТЫЙ КРАСНЫЙ БРАУНШВЕЙГСКИЙ	"	1.0g	"	"
4	РЕД БАРОН ЛУК РЕЛЧАТЫЙ	"	1.0g	"	"
5	ЛУК РЕЛЧАТЫЙ ДАНИЛОВСКИЙ 301	"	1.0g	"	"
6	ЛУК РЕЛЧАТЫЙ КАРМЕН MS	"	1.0g	"	"
7	ЛУК РЕЛЧАТЫЙ ЖЁЛТЫЙ ПРИНЦ	"	1.0g	"	"
8	ЛУК ШАЛОТ СЕМЕЙНЫЙ	"	1.0g	"	"
9	ЛУК ШАЛОТ ДЕЛИКАТЕС	"	1.0g	"	"
10	Tropea rossa tonda	"	1.0g	"	"
11	ЛУК РЕЛЧАТЫЙ КАРМЕН	"	1.0g	"	파종, 2016년 특성조사
12	ЛУК РЕЛЧАТЫЙ ГЛОБО	"	1.0g	"	"
13	미상	"	3.8g	"	"
14	MANAS F2	"	4.7g	"	"
15	ЛУК КАРАТАЛЬСКИЙ	"	10.8g	"	2015년 파종, 미발아
16	GALAXPIA F1	"	1.0g	"	파종, 2016년 특성조사
17	VALENCIANA TARDIA EXPORT	"	2.0g	"	"
18	적색 Ball	"	2	모구	정식, 2016년 종자 채종
19	백색 Ball	"	2	"	정식, 2016년 종자 채종

3차년도인 2015년에 총52종의 유전자원을 수집하였다(그림 6). 키르기스스탄에서 양파 종자 17종, 모구 4종을 수집하였고(표 9) 차년도에 특성검정을 위해 정식을 완료하였다. 표 9는 터키, 뉴질랜드 및 중국에서 수집된 유전자원 내역으로 터키에서 종자 3, 모구 2, 자구 18구를 수집하였고 뉴질랜드에서 종자 7종, 중국에서 종자 7종, 모구 2종을 수집하였고 10월에 중국에서 수집된 양파 종자와 뉴질랜드 수집자원 중 기 보유중인 Panther F1, Wolf F1을 제외한 유전자원을 특성검정을 위해 정식을 완료하였다.(그림 7) 또한 위탁기관인 오니온씨드에서 수집된 자원을 분양받아 특성검정을 위해 파종, 정식을 완료하였다(표 10).



키르기스스탄

터키

중국

< 그림 6. 3차년도 수집 유전자원(2015) >

표 9. 터키 등 3개국 수집유전자원

No.	종류	수집처	수집량	수집형태	비고
1	BEYAZ SOGAN, 백색	터키	4.5g	종자	파종, 2016년 특성조사
2	MOR SOGAN, 적색	"	6.0g	"	"
3	SOGAN TOHUMU, 황색	"	8.0g	"	"
4	적색 Ball	"	2	모구	정식, 2016년 종자 채종
5	자구	"	18	"	저장중 부패
6	valenciana tardia	뉴질랜드	3.0g	종자	파종, 2016년 특성조사
7	Panther F1	"	10.0g	"	미파종
8	Wolf F1	"	10.0g	"	미파종
9	Red shine	"	10.0g	"	파종, 2016년 특성조사
10	37-90 F1	"	10.0g	"	"
11	Pukeko he long keeper	"	5.0g	"	"
12	Rhinestone F1	"	10.0	"	"
13	紅宝石	중국	3.0g	"	10월 수집 2016년 파종
14	Jingxuanzihongyuancong	"	3.0g	"	"
15	紫冠洋葱	"	100g	"	"
16	赤玉葱(super red)	"	100g	"	2016년 파종, 미발아
17	홍태양	"	100g	"	2016년 파종, 미발아
18	紅玉	"	100g	"	2016년 파종, 미발아
19	早熟紅高	"	100g	"	2016년 파종, 미발아
20	적색 Ball	"	2	모구	정식, 2016년 종자 채종

표 10. 위탁기관(오니온씨드) 분양 자원수집내역

No.	종류	수집처	수집량	수집형태	비고
1	Cebolla Morada de Amposta-Arbo, 적색	영국	1.5g	종자	파종, 2016년 특성조사
2	Rijnsburger, 황색	"	4.0g	"	"
3	Walla Walla, 황색	"	1.0g	"	2015년 파종, 미발아
4	Rossa lunga di Firenze, 샬롯	"	1.5g	"	파종, 2016년 특성조사
5	De Brunswick, 적색	독일	2.0g	"	"
6	미상, 황색	"	1.5g	"	2015년 파종, 미발아
7	Stuttgarter Riesen, 황색	"	1.0g	"	파종, 2016년 특성조사
8	Zittauer gelbe, 황색	"	1.0g	"	"
9	The Kelsae, 황색	"	1.0g	"	"
10	Valenciana Tardia sel. Fallera, 황색	"	4.0g	"	"
11	Cebolla Blanca de Lisboa, 황색	네덜란드	5.0g	"	"
12	Brunswijker, 적색	"	1.5g	"	"
13	The Kelsai, 황색, 자이언트 양파	"	1.0g	"	"



파종

육묘

월동 중 생육

< 그림 7. 유전자원 파종, 육묘 및 월동 중 생육 >

라. 4차년도 수행 결과

4차년도인 2016년에 수집한 유전자원 총 21종을 수집하였다(표 11). 키르기스스탄에서 종자 12, 황색 모구 4종을 수집하였고 탄자니아에서 종자 5종을 수집하였다(그림 8). 수집된 자원 중 키르기스스탄에서 수집된 종자의 경우 9월 5일 파종을 완료하였고 모구의 경우 10월 중순에 종자 채종을 위해 정식하였다. 또한 2016년 10월에 중국에서 수집한 적색 종자 7종도 4차년도에 파종하였고 탄자니아에서 수집된 5종은 2017년도에 파종, 정식하여 관리하였다.

표 11. 키르기스스탄, 탄자니아 유전자원 수집내역

No.	종류	수집처	수집량	수집형태	비고
1	미상	키르기스스탄	2.0g	종자	과종, 2017년 특성조사
2	짜라할	"	2.0g	"	"
3	미상	"	2.0g	"	"
4	미상	"	2.0g	"	"
5	가시돌	"	5.0g	"	"
6	마다니아즈산	"	3.0g	"	"
7	모하다테 암포스타	"	8.2g	"	"
8	암리하파자 비더데	"	20.1g	"	2017년 과종, 미발아
9	모타다테 아포스타 아도묘	"	12.4g	"	과종, 2017년 특성조사
10	로자테 니오티	"	2.0g	"	"
11	발렌시다 타르디아	"	4.0g	"	"
12	리스보아	"	4.2g	"	"
13	카르탈	"	2	모구	정식, 2017년 종자 채종
14	미상	"	1	"	"
15	미상	"	2	"	"
16	수루한	"	3	"	"
17	Bombay red	탄자니아	2.0g	종자	10월 수집 2017년 과종 예정
18	미상	"	0.5g	"	"
19	미상	"	0.5g	"	"
20	미상	"	0.5g	"	"
21	미상	"	0.5g	"	"



키르기스스탄



탄자니아

< 그림 8. 4차년도 수집 유전자원(2016) >

표 12. 수집자원의 잎 형태적 특성

계통명	결주율 (%)	추대율 (%)	분구율 (%)	초형 [↓]	엽절	엽색	엽수 (매)	초장 (cm)	엽폭 (mm)	도복일 [♪] (월/일)
16G3	6.7	75.0	0.0	1	약하다	연한녹색	5.8	60.7	16.0	6/8
16G7	36.7	42.1	13.2	1	약하다	중간녹색	6.6	55.8	16.2	6/13
16G18	22.2	0.0	14.3	2	강하다	중간녹색	7.8	37.2	13.6	미도복
16G20	2.5	9.9	23.4	1	약하다	진한녹색	5.8	48.0	14.3	미도복
16G24	4.8	70.0	0.0	2	약하다	연한녹색	3.2	44.7	9.7	6/13
16G26	5.0	36.3	0.0	2	약하다	중간녹색	6.2	58.7	19.7	6/13
16G28	0.0	0.0	25.0	3	강하다	중간녹색	10.0	56.7	17.0	미도복
16G35	0.0	5.6	0.0	1	약하다	중간녹색	4.2	41.8	17.3	6/4
16G38	0.3	3.7	0.0	1	약하다	진한녹색	4.8	48.4	17.5	5/28
16G39	0.9	0.0	0.0	1	약하다	진한녹색	5.2	51.2	20.3	5/28
16G40	2.3	0.0	0.0	1	약하다	중간녹색	3.4	35.0	13.3	6/4
16G45	0.0	1.4	0.0	1	약하다	진한녹색	7.8	74.1	24.3	5/18
16G51	0.0	46.7	0.0	1	무	중간녹색	6.4	45.6	14.6	5/18
16G58	0.0	52.4	0.0	1	약하다	연한녹색	5.4	44.2	13.0	5/18
16G66	0.0	0.0	0.0	1	무	중간녹색	4.2	29.6	14.1	5/18
16G74	0.0	64.0	0.0	1	무	진한녹색	5.6	41.0	14.1	5/18
16G76	14.8	0.0	52.2	2	약하다	중간녹색	5.6	26.8	11.6	미도복

↓ 초형 : 1. 직립 2. 직립에서 반직립 3. 반직립 4. 반직립에서 수평 5. 수평
 ♪ 도복일 : 100% 도복

파종된 16G3(IT. 202097) 등 17종에 대한 특성조사 결과는 표 12, 표 13과 같다. 잎 형태적 특성(표 12) 중 초형은 직립 12종, 직립에서 반직립 4종, 반직립 1종으로 초형은 양호하였고 2종을 제외한 나머지 유전자원은 엽절이 약하였고 16G51, 16G66 및 16G74는 엽절이 거의 없고 엽색이 중간녹색 이상으로 우수한 잎 형태적 특성을 보였다. 추대율은 전혀 발생하지 않은 자원이 6종, 10% 미만 발생 자원이 4종이었고 40% 이상인 자원도 6종이었다. 100% 도복일은 5/18에 수확이 가능한 중조생 자원이 5종, 5/28에 수확이 가능한 중생 자원이 2종으로 이들 자원은 적색양과의 가장 큰 문제점 중의 하나인 늦은 숙기를 개선할 수 있는 유전자원이라 생각되었다.

구 형태적 특성(표 13) 중 구형지수가 0.90 이상이고 구형이 넓은타원형, 원형, 넓은달걀형의 분포가 많아 구 특성이 우수한 자원이 11종이었다.

4차년도에 특성검정된 자원 중 16G26, 16G35, 16G38, 16G39, 16G40 및 16G45는 추대율이 낮고 초형은 직립에서 반직립 이상, 엽절은 약하여 잎 형태적 특성이 뛰어나고 구형지수가 0.90 이상이고 넓은타원형, 원형의 비중이 커고 구색이 진하여 구 형태적 특성 또한 우수하였다(그림 8). 16G45는 중조생, 16G38, 16G39는 중생, 16G35, 16G40은 중만생, 16G26은 중만생 우량계통으로 육성하고 있다.

표 13. 수집자원의 구 형태적 특성

계통명	구고 (mm)	구경 (mm)	구형 지수 [↓]	구목 너비	구 색(%)			구 형(%) [♯]
					황색	적색	백색	
16G3	69.4	75.6	0.92	13.8	2.0	98.0	0.0	4 : 59.2, 6 : 40.8
16G7	55.9	67.3	0.83	15.9	6.7	93.3	0.0	8 : 100
16G18	51.9	48.2	1.08	16.9	0.0	100	0.0	5 : 100
16G20	58.8	65.5	0.90	16.1	0.0	0.0	100	7 : 100
16G24	53.0	44.4	1.19	8.6	0.0	0.0	100	2 : 40.0, 3 : 20.0, 4 : 40.0
16G26	68.4	65.5	1.04	16.0	0.0	100	0.0	3 : 51.6, 4 : 45.2, 5 : 3.2
16G28	53.5	43.8	1.22	17.8	0.0	100	0.0	3 : 100
16G35	81.7	77.1	1.06	15.7	0.0	100	0.0	7 : 59.8, 8 : 40.2
16G38	81.5	81.6	1.00	14.5	0.0	100	0.0	5 : 89.6, 8 : 10.4
16G39	76.1	82.6	0.92	18.1	0.0	100	0.0	5 : 50.0, 6 : 39.8, 8 : 10.2
16G40	78.6	62.6	1.26	11.5	0.0	100	0.0	3 : 100
16G45	72.7	80.9	0.90	18.5	0.0	100	0.0	3 : 39.8, 4 : 60.2
16G51	42.8	57.4	0.75	13.3	7.7	92.3	0.0	4 : 84.6, 6 : 7.7, 7 : 7.7
16G58	38.9	56.1	0.69	11.7	0.0	100	0.0	5 : 50.0, 7 : 30.0, 8 : 20.0
16G66	46.6	66.7	0.70	11.4	28.6	0.0	71.4	3 : 12.5, 4 : 25.0, 8 : 62.5
16G74	38.0	54.0	0.70	11.4	0.0	100	0.0	5 : 42.9, 6 : 28.6, 7 : 28.6
16G76	51.2	61.2	0.84	16.5	30.0	70.0	0.0	3 : 50.0, 4 : 25.0, 6 : 25.0

↓ 구형지수 : 구고/구경

♯ 구 형 : 1. 타원형 2. 달걀형 3. 넓은 타원형 4. 원형 5. 넓은 달걀형
6. 넓은 거꿀달걀형 7. 마름모형 8. 누운 타원형 9. 좁은 누운타원형



16G26



16G35



16G38



16G39



16G40



16G45

< 그림 8. 4차년도 우량계통 육성 선발 유전자원 >

2. 유색양파 육성불임친, 유지친 및 화분친 육성

가. 육성불임친, 유지친 육성

1차년도에 육성불임친, 유지친 육성을 위하여 공시재료 275 등 15계통을 F₁ 교배하우스에서 정식 후 2014년 7월에 채종하여 채종량, 임실정도 등을 조사하였고 세대진전 및 종자 증식된 자원 중 육성불임친, 유지친의 임성이 확인된 704(A)/275 계통을 중간모본으로 신품종 품종보호 출원하였다(그림 8).



경남Ms2호



경남Ms2호 유지친

< 그림 8. 좌 : 출원중인 중간모본, 우 : 중간모본의 유지친 >

<중간모본 출원품종 특성>

○ 경남Ms2호

- 중간모본으로 육성된 품종으로 육성불임 100%로 강하다.
- 구색은 적자색으로 일반 만생 적색계보다 다소 열으나 100% 도복일이 5월 26일경인 중생종으로 현재 수입되는 적색 품종보다 숙기가 10일~20일 정도 빠르다.
- 잎 자세는 직립에서 반직립이며, 잎색, 잎 길이는 중간 정도이며, 구의 크기도 중구형에 속한다.
- 구형지수는 0.75로 구고가 다소 낮은 누운타원형이다.
- 화분친과의 교배조합 성능검정 시 조합능력이 우수한 중간모본으로 다양한 수확시기와 수량이 높은 F₁ 품종을 육성할 수 있다.(그림 9)

품종보호출원번호 통지서	
출원일자 : 2015. 2.13	품종보호 출원번호 : 출원 2015 - 196 품종명칭 출원번호 : 명칭 2015 - 403
작 물 명 : 양파 품종 명칭 : 경남엠에스2호 출 원 인 : 경상남도지사 주 소 : 경남 창원시 의창구 중영대로 300(사림동)	
2015년02월13일	
국 립 종 자 원	



경남Ms2호/770



경남Ms2호/818

조 합	수확일 (월/일)	추대율 (%)	분구율 (%)	초형	엽색	엽절	상품수량 (kg/10a)
경남Ms2호/770	6/09	0.0	1.7	직립	짙은녹색	약하다	8,347
경남Ms2호/818	6/17	0.0	0.0	직립	짙은녹색	중간	9,276

< 그림 9. 출원 중간모본 조합능력 >

2차년도에 응성불임친, 유지친 후보 계통인 854등 18계통에 대해 모구 생산을 완료하고(그림 10) 차년도 채종을 위하여 표 11과 같이 모구정식을 완료하였으며 cage를 이용하여 연두금파리 방사를 통해 2015년 5월 하순에서 6월 중순까지 교배 후 7월 종자 채종을 완료하였다.



< 그림 10. 응성불임친, 유지친 계통 특성조사 및 모구 생산 >

표 11. 응성불임친, 유지친 후보 계통 육성

시험장소	모구 정식	교 배	면적 (m ²)	교배방법
창녕	2014. 10. 20~11. 10	2015. 5. 20~6. 20	1,980	Cage 이용. 연두금파리 수정

표 12. 세포질, 핵형 분석을 통한 적색, 백색 유지친 선발

계통명	세포질	핵형	조사주 (개)	계통명	세포질	핵형	조사주 (개)
838 (적색)	N	MsMs	4	857 (적색)	N	MsMs	4
	N	Msms	6		S/N	Msms	8
	N	msms	1		N	msms	6
842 (적색)	N	MsMs	2	858 (적색)	N	MsMs	1
	N	Msms	2		N	Msms	3
	N	msms	3		N	msms	14
843 (적색)	N	MsMs	0	859 (적색)	S/N	MsMs	7
	N	Msms	0		S/N	Msms	17
	N	msms	5		S/N	msms	12
844 (백색)	N	MsMs	6	861 (적색)	N	MsMs	7
	N	Msms	7		N	Msms	8
	N	msms	2		N	msms	3
850 (적색)	N	MsMs	13	862 (적색)	S/N	MsMs	2
	N	Msms	20		S/N	Msms	7
	N	msms	3		S/N	msms	8
852 (적색)	N	MsMs	21	804 (백색)	N	MsMs	2
	N	Msms	12		S/N	Msms	7
	N	msms	3		S/N	msms	7
856 (적색)	S/N	MsMs	11				
	S/N	Msms	18				
	N	msms	7				

또한 원예종자사업단 분자마커 분석팀에 의뢰한 계통별 특성검정 결과 세포질이 N형인 838, 842, 843, 844, 850, 852 계통, 자체적인 세포질 분석을 통해 세포질이 N형인 856, 857, 858, 859, 861, 862, 804 계통에 대한 세포질 및 핵형을 분석 후 유지친을 선발하였고 응성불임친 육성을 위해 적색, 백색의 불임 계통에 교배하여 응성불임친/유지친 조합을 작성하였다(표 12). 856, 859 및 862 계통의 SMsMs의 경우는 화분친으로 활용할 계획이며 859, 862 및 804는 한 계통 내에 불임인 Smsms와 가임인 Nmsms가 혼재하는 계통으로 응성불임친/유지친의 빠른 특성 고정을 위해 859 4조합, 862 1조합, 804 2조합을 작성하였다. 유지친 육성을 위해 2014년 임성분석 검정 조합의 후대를 표 13과 같이 CR 1 등 14계통을 파종, 정식을 완료하였으며 2015년 6월에 특성조사 및 모구수확을 완료하였고 11월에 세대진전을 위해 그림 11과 같이 모구 정식을 완료하였다.

표 13. 유지친 후보 계통 육성

시험장소	과 중	정 식	모구수확	저 장	면적(m ²)	비고
창 념	2014. 9. 05	2014. 11.05	2015. 5.20~6.20	2015. 5.20~10.10	200	15*10cm



< 그림 11. 좌: 교배온실 모구 정식, 우: 월동 중 모구 생육 >

3차년도인 2015년에는 CR 1 등 14계통은 5월 말에 수확이 가능한 다양한 적색 유지 계통 육성을 위해 중생 황색과 중생 적색간에 교배를 통해 육성된 계통으로 특성은 그림 12와 표 14와 같다. 황색과 적색의 교배를 통한 계통 특성상 구색 분리가 있는 반면 수확일이 5/22, 5/29로 빠른 계통을 육성할 수 있었다. 선발 계통 중 구형지수가 0.90 이상인 계통은 적색 불임과 교배를 통해 응성불임친을 육성할 계획이며 특히 CR 3과 CR 4의 경우 구형지수가 각각 1.10, 1.11로 고구형의 적색 F1 육성에 유망할 것으로 판단된다.



CR 3



CR 4

< 그림 12. 좌: 고구형 적색 유지친 선발 계통 >

표 14. 선발 유지친 계통 특성

계통명	수확일 (월/일)	구색(%)		구고 (mm)	구경 (mm)	구형 지수 [↓]	구형 (%) [♪]
		색	균일도				
CR 1	5/29	적(황)	80.0	59.1	70.1	0.84	5 : 20.0, 8 : 80.0
CR 2	5/29	적(황)	70.0	58.7	64.6	0.91	4 : 70.0, 5 : 30.0
CR 3	5/22	적(황)	70.0	65.9	59.8	1.10	3 : 80.0, 4 : 10.0, 5 : 10.0
CR 4	5/22	적(황)	85.0	69.2	62.3	1.11	3 : 60.0, 4 : 5.0, 5 : 35.0
CR 5	5/22	적(황)	60.0	61.7	62.6	0.98	3 : 20.0, 5 : 50.0, 8 : 30.0
CR 6	5/22	적(황)	80.0	72.0	68.6	1.05	3 : 20.0, 4 : 30.0, 5 : 50.0
CR 7	5/29	적	100	54.1	76.2	0.71	8 : 100
CR 8	5/29	적(황)	90.0	59.5	66.0	0.90	4 : 10.0, 5 : 20.0, 8 : 70.0
CR 9	5/29	적	100	53.4	71.4	0.75	8 : 100
CR 10	5/29	적(황)	60.0	62.6	62.6	1.00	3 : 20.0, 5 : 60.0, 8 : 20.0
CR 11	5/22	적	100	54.0	80.8	0.67	9 : 100
CR 12	5/29	적(황)	50.0	66.4	71.0	0.94	4 : 10.0, 5 : 40.0, 8 : 50.0
CR 13	5/29	적(황)	60.0	59.7	69.6	0.86	5 : 30.0, 8 : 70.0
CR 14	5/22	적(황)	80.0	64.1	71.4	0.90	4 : 10.0, 5 : 30.0, 8 : 60.0

↓: 구형 지수 = 구고/구경

♪: 구형 3. 넓은 타원형, 4. 원형, 5. 넓은 달걀형, 8. 누원 타원형

적색 계통외에 백색 중간모본 3계통을 육성하였다(표 15). 육성된 3계통은 5월말에 수확이 가능한 중생으로 구형지수가 0.81~0.89로 다소 낮은 경향이 있으나 국내 백색 품종의 재배에 있어 가장 큰 문제인 검은곰팡이병에 대한 내성이 있어 국내 재배에 적합한 백색 F1 품종 육성이 가능할 것으로 판단된다. 육성된 3계통 중 구형지수가 0.89로 가장 높은 872/873 계통을 이용하여 차년도에 F1 성능검정을 위한 조합을 작성할 계획이다(그림 13).

표 15. 선발 백색 중간모본 특성

계통명	수확일 (월/일)	구색(%)		구고 (mm)	구경 (mm)	구형 지수 [↓]	구형 (%) [↓]
		색	균일도				
866 A	5/29	백	100	49.5	59.0	0.84	5 : 20.0, 8 : 80.0
867 B	5/27	백	100	53.5	60.4	0.89	5 : 20.0, 8 : 80.0
868 A	5/27	백	100	55.4	68.5	0.81	5 : 30.0, 8 : 70.0
869 B	5/27	백	100	53.6	65.2	0.82	5 : 20.0, 8 : 80.0
872 A	5/27	백	100	55.5	62.5	0.89	5 : 40.0, 8 : 60.0
873 B	5/27	백	100	57.4	64.5	0.89	5 : 40.0, 8 : 60.0

↓: 구형 지수 = 구고/구경

↓: 구형 5. 넓은 달걀형, 8. 누원 타원형



872 A



873 B

< 그림 13. 선발 백색 중간모본(좌 : 불임친, 우 : 유지친) >

4차년도에는 2차년도에 분자마커를 통해 세포질, 핵형이 확인된 유지친 24계통을 이용하여 웅성불임친 24계통을 육성하였다. 유지친을 특성이 유사한 웅성불임친과 교배하여 인위적인 추대를 유도하여 웅성불임친, 유지친의 임성 표현형을 조사하여 최종적으로 웅성불임친/유지친 조합을 완성하였고 여교잡을 통해 중간모본으로 육성할 계획이다(그림 14). 또한 웅성불임친/유지친 특성고정이 완료된 적색 중간모본 1종을 육성하였으며 육성된 계통은 중만생으로 구형이 우수하여 모구 증식 후 F1 성능검정을 위한 조합을 작성할 계획이다(그림 15).



< 그림 14. 유지친을 이용한 웅성불임친 육성(좌 : 불임친, 우 : 유지친) >



계통명	수확일 (월/일)	구색(%)		구고 (mm)	구경 (mm)	구형 지수 [↓]	구형 (%) [↓]
		색	균일도				
854 A	6/5	적	100	74.2	72.0	0.97	3 : 10.0, 4 : 30.0, 5 : 60.0
855 B	6/5	적	100	72.9	67.1	0.92	4 : 40.0, 5 : 60.0

< 그림 15. 선발 적색 중간모본(좌 : 불임친, 우 : 유지친) >

나. 유색양과 화분친 육성

유색계통 화분친 육성을 위하여 1차년도에 시험재료 GS-1 등 10계통을 공시하여 정식하였으며 월동전과 후의 생육은 표 16과 같다. 월동전 생육에 있어 엽수는 GS-8과 GS-9 계통이 양호하였으며 고엽의 진행정도는 GS-3, GS-6, GS-4 및 GS-9 계통에서 적게 발생된 반면 GS-1, GS-2 계통은 고엽이 많았다. 월동후 생육에 있어 엽수, 초장은 월동전과 같은 경향을 보였으며 고엽진행은 GS-1 계통에서 높았으나 다른 계통은 생육진행 정도가 양호한 결과를 보였다.

표 16. 시기별 화분친계통 생육

구 분	월동전(12월 20일)				월동후(3월 4일)				
	엽 수 (매)	고초장 (cm)	초 장 (cm)	고엽율	엽 수 (매)	고초장 (cm)	초 장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율
GS- 1	3.3	17.9	12.2	31.9	3.8	22.3	17.5	3.87	21.5
GS- 2	3.0	12.1	8.9	26.3	4.0	15.8	15.1	4.12	4.5
GS- 3	3.0	12.5	12.1	3.6	3.9	16.3	14.3	3.90	12.2
GS- 4	3.7	16.1	14.8	8.1	4.0	17.4	15.5	4.82	10.9
GS- 5	3.5	19.2	15.4	20.1	4.3	19.2	18.8	5.27	2.1
GS- 6	3.3	14.3	13.7	4.5	3.7	20.8	19.1	3.93	8.1
GS- 7	3.5	14.0	11.5	18.2	4.4	20.0	18.2	4.88	9.0
GS- 8	3.8	16.5	14.4	12.8	4.3	23.5	21.5	4.93	8.5
GS- 9	3.8	18.4	16.6	9.6	4.6	23.2	20.8	5.51	10.3
GS-10	3.7	17.1	12.7	25.7	4.1	21.5	19.1	4.64	11.1

표 17. 수확기 화분친계통 특성 및 수량

계통명	구색	도복기 (월. 일)	구중분포비율(%)			수 량(kg/10a)		
			대	중	소	상품	비상품	총수량
GS73	적색	5. 24	0	17.4	81.8	3,027	173	3,200
GS356	"	5. 27	0	33.0	67.0	4,413	0	4,413
GS69	"	5. 27	2.8	48.6	45.8	5,598	169	5,767
GS490	"	5. 21	0	24.8	75.3	5,001	699	5,700
GS771	"	6. 3	0.8	31.6	67.9	4,696	91	4,787
GS822	"	5. 24	10.9	62.8	26.3	7,067	28	7,095
GS590	"	5. 26	2.2	33.6	64.2	4,454	109	4,563
GS346	백색	6. 4	0.9	18.8	80.3	3,321	102	3,423
GS354	"	5. 24	6.4	27.7	65.9	4,888	232	5,120
GS351	"	5. 24	0	29.2	70.8	3,313	250	3,563

수확기 화분친계통의 생육 특성은 표 17에서와 같다. 도복은 5월 21일부터 6월 4일 기간에 도달되었으며 GS490 계통이 가장 빠르고 GS771, GS346 계통이 늦게 진행되었다. 구중분포비율은 GS822 계통이 대구 비율이 가장 많았고 GS354, GS69 순이었다. 상품수량은 적색계는 대구비율이 높은 GS822, GS69 계통이, 백색계통은 GS354 계통이 증수되었으며 비상품 수량은

GS490 계통에서 이병구 발생으로 많이 발생되었다.



<그림 16. 적색계통의 다양한 색깔분리 및 계통 특성>



<그림 17. 백색계통의 다양한 형태 및 특성 >

기능성 성분분석 결과 고함량이 함유된 계통으로 분석된 H54, H4-2 계통은 반복분석을 추진함과 동시에 기능성 육종을 위한 화분친으로 활용하여 나갈 계획이다.

<중간부분 품종 특성>



계통명	수확일 (월/일)	추대율 (%)	분구율 (%)	초형	엽색	엽절	구형지수
73-S ⁵	6/10	0.0	0.0	직립	짙은녹색	적음	1.10
75-S ²	6/10	0.0	0.0	직립	짙은녹색	적음	0.92

< 그림 18. 중간부분 생육 특성 >

금년도 화분친 계통육성을 위하여 GSH16-2 등 22계통에 대하여 9월 상순 파종하여 11월 상순에 포장 전개를 하였으며 생육 특성 검정 및 6월에 수확하여 기능성 성분을 분석하여 육종소재로 활용해 나갈 계획이다.

다. 유색양과 조합능력 검정 및 교배조합 작성

표 18. 1차년도 시기별 교배조합 생육

구 분	월동전(12월 20일)				월동후(3월 4일)				
	엽 수 (매)	고초장 (cm)	초 장 (cm)	고엽율	엽 수 (매)	고초장 (cm)	초 장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율
GSC3179	2.2	24.8	13.6	45.4	3.8	17.5	15.0	4.31	14.3
GSC3180	2.2	25.2	12.6	50.0	3.7	17.0	14.9	4.31	12.3
GSC3181	2.3	21.1	12.5	40.9	3.7	17.0	13.9	4.05	18.2
GSC3182	2.2	25.4	12.2	52.1	3.9	16.5	13.2	4.50	20.0
GSC3183	2.2	26.6	14.8	44.3	3.2	17.6	15.1	4.16	14.2
GSC3184	2.3	27.8	13.7	50.9	3.7	17.2	15.1	4.53	12.2
GSC3185	2.3	30.1	13.7	54.5	3.9	16.8	15.0	4.98	10.7
GSC3186	2.1	29.0	13.9	52.0	3.5	17.8	14.1	4.93	20.8
GSC3187	2.0	23.8	11.6	51.2	3.4	18.4	14.9	4.24	19.6
GSC3188	2.0	24.1	13.5	44.2	4.0	19.1	16.6	5.40	13.0
GSC3189	2.0	21.4	11.0	48.8	3.9	20.1	16.1	5.26	19.9
GSC3190	2.3	25.4	13.3	47.6	4.0	19.6	18.4	5.51	6.1
선과워	2.2	23.7	13.5	43.0	3.9	17.2	14.3	4.26	16.8

2013년에 채종하여 파종한 교배조합 GS-C3179 등 12조합에 대한 특성검정을 수행한 결과 월동전과 후의 생육은 표 20과 같다. 월동전 생육에 있어 엽수는 2.1~2.3매, 초장은 11.0~14.8cm였으며 고엽율은 50%내외로 비교적 고엽진행이 많았는데 정식전 묘소질이 과도하게 생육하여 활착이 지연되었기 때문으로 판단되었다. 월동후 생육은 GS-C3190 조합에서 비교적 양호하였으며 다른 조합들은 비슷한 수준을 나타내었다. 교배조합의 생육은 대비종인 선과워와 비슷한 양상을 보였다.

표 19. 1차년도 교배조합 수확기 생육

계통명	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	도복기 (월. 일)
GSC3179	7.2	74.2	1.51	7.53	6.94	5. 23
GSC3180	7.0	68.9	1.29	7.77	6.32	5. 23
GSC3181	7.0	76.4	1.35	7.96	5.80	5. 19
GSC3182	7.6	70.3	1.34	7.87	6.29	5. 19
GSC3183	6.0	74.1	1.14	7.28	7.16	5. 18
GSC3184	6.0	70.2	1.29	7.90	7.15	5. 16
GSC3185	7.6	74.8	1.47	7.35	7.81	5. 22
GSC3186	8.0	78.0	1.59	8.29	7.28	5. 23
GSC3187	6.0	70.3	1.28	7.63	6.48	5. 19
GSC3188	7.0	84.0	1.55	7.84	8.30	5. 24
GSC3189	7.0	71.4	1.67	7.59	7.77	5. 24
GSC3190	8.0	80.1	1.84	8.81	7.39	5. 24
천 주 적	7.0	68.2	1.38	6.88	5.98	5. 24

교배조합 GSC3179 등 12조합에 대한 특성검정 결과는 표 19에서와 같다. 수확기 생육은 GSC3188, GSC3190 조합이 양호하였으며 도복은 GSC3184가 가장 빠르고 GSC3183 순이었으며

GSC3188, GSC3189, GSC3190 조합은 5월 24일로 가장 늦게 진행되었다. 공시조합의 구색은 모두 적색이 발현되었으며 구중분포비율에 있어 대구는 5.8~27.6%, 중구는 47.2~62.1%, 소구는 14.3~34.5% 이었으며 GSC3181 조합이 대구비율이 가장 많았으며 GSC3190 조합 순이었다. 상품수량은 GSC3190 조합이 8,522kg/10a 로 가장 높고 GSC3188, GSC3189 순이었으며 대비종인 천주적보다 많았다(표 20).



<그림 19. 교배조합의 수확모구 및 생육포장 >

표 20. 2차년도 교배조합 수량 특성

계통명	구색	구중 분포비율(%)			수량(kg/10a)			
		대	중	소	상 품	지수	비상품	총수량
GSC3179	적색	17.0	61.9	21.1	6,094	114	142	6,236
GSC3180	"	15.0	56.5	28.5	6,448	121	61	6,509
GSC3181	"	27.6	47.2	25.1	5,791	108	299	6,090
GSC3182	"	6.5	59.7	33.8	5,527	103	481	6,008
GSC3183	"	5.8	59.7	34.4	5,174	97	303	5,477
GSC3184	"	6.0	59.5	34.5	4,003	75	1,355	5,358
GSC3185	"	6.0	59.5	34.5	6,146	115	45	6,190
GSC3186	"	5.6	72.5	21.9	5,478	103	68	5,546
GSC3187	"	9.9	57.1	32.9	5,318	100	63	5,381
GSC3188	"	12.0	61.7	26.3	8,072	151	224	8,296
GSC3189	"	8.7	61.5	29.8	7,647	143	190	7,837
GSC3190	"	23.6	62.1	14.3	8,522	160	339	8,861
천 주 적	"	4.9	46.9	48.2	5,331	100	133	5,464

교배조합 작성을 위하여 J2013MS와 저장성이 우수한 화분친 10종의 모구를 10월 하순에 정식하여 GS-C1401 등 10조합을 작성하였으며 채종모구의 생육은 표 21과 같다. 분얼은 3.8~7.0 개 발생하여 채종량 확보에는 양호한 경향이었으며 초장, 엽수확보도 좋았다. 2014년 7월 중순에 실시한 채종량은 조합별로 차이가 있었으나 15.7~60.7g을 확보하여 생산력 검정 시험 추진

이 정상적으로 수행되었다(표 22).

표 21. 3차년도 교배조합 생육특성

구 분	엽 수 (매)	분얼수 (cm)	초 장 (cm)	엽초경 (mm)	총엽수 (매)
GS-C1401	6.9	5.5	31.6	9.4	38
GS-C1402	6.4	4.8	30.5	10.6	31
GS-C1403	6.6	5.4	31.2	10.4	36
GS-C1404	5.0	5.7	28.2	7.4	30
GS-C1405	6.8	3.8	28.6	9.7	26
GS-C1406	7.0	4.7	31.7	10.3	33
GS-C1407	6.0	4.2	25.3	8.7	25
GS-C1408	6.6	4.6	26.4	9.8	30
GS-C1409	6.8	4.5	27.8	9.7	30
GS-C1410	6.8	4.6	28.1	10.2	31

표 22. 3차년도 교배조합 채종량

교배조합	채종량 (g)	교배조합	채종량 (g)
C14-01	30.5	C14-06	15.7
C14-02	25.0	C14-07	24.2
C14-03	40.0	C14-08	28.4
C14-04	28.0	C14-09	60.7
C14-05	18.0	C14-10	42.1

표 23. 3차년도 교배조합 특성 및 수량

계통명	엽초경 (cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	구색 (%)	평균 구중(g)	수량(kg/10a)		
						상품	비상품	총수량
GSC1401	0.84	7.57	6.77	적색	154.9	4,593	578	5,171
GSC1402	0.98	7.74	6.72	적색	182.9	5,759	291	6,050
GSC1403	0.84	7.85	6.07	적색	186.8	6,036	47	6,083
GSC1404	0.91	7.74	5.41	적색	128.0	4,023	104	4,127
GSC1405	0.94	7.44	6.28	적색	124.0	3,951	100	4,051
GSC1406	1.06	7.24	5.92	적색	143.9	4,262	270	4,532
GSC1407	0.98	7.62	6.80	적색	182.1	5,977	81	6,058
GSC1408	1.00	7.79	6.21	적색	156.1	4,962	109	5,071
GSC1409	1.02	7.99	6.67	적색	164.2	5,295	234	5,529
GSC1410	1.15	7.73	7.14	적색	204.6	6,649	82	6,731
천주적(대비)	0.98	7.50	6.76	적색	190.7	6,062	97	6,159

표 24. 교배조합별 채종량

교배조합	채종량 (g)	교배조합	채종량 (g)
경남1501	30.7	경남1506	26.0
경남1502	43.3	경남1507	5.7
경남1503	35.6	경남1508	16.0
경남1504	51.3	경남1509	1.0
경남1505	14.4	경남1510	24.4

교배조합의 수확기 특성 및 수량은 표 23에서와 같다. 생육은 대비종과 차이가 없었으며 구색은 전 조합이 적색으로 발현되었는데 추대 및 분구율은 C1401, C1402, C1407 조합은 10% 이상으로 높게 발생되었으나 다른조합은 안정적이었다. 상품수량은 C1405, C1406, C1408 조합이 대비종에 비하여 증수되었다.



<그림 20. 교배조합작성 채종포 및 소망실 배치 >

4차년도 연구추진을 위한 파종은 9월 2일 생산력검정을 위하여 24계통을, 화분친 계통 GS1 등 23종을 파종하여 10월 31일~11월 3일까지 정식완료하였으며 생육기 구비대 및 도복특성을 조사하고 수확시 수량성과 저장성을 조사할 계획이다, 교배조합 10조합은 그림 14과 같이 모구를 정식하여 생육이 진행되고 있다. 2017년 5월 상순 격리재배를 위한 그물망을 설치하고 연두 금파리 방사를 통해 5월 하순에서 6월 중순까지 교배를 완료하여 채종할 계획이다.

표 25. 육성조합 이용한 양파즙 퀴세틴 함량 분석

구 분	천주적	15C1	15C2	15C3	15C4	15C5	15C6	15C7	15C8	15C9	15C10
퀴세틴함량 (mg/kg)	422.5	444.1	457.8	346.3	469.2	290.9	287.1	351.6	232.3	303.9	363.1

수확 양파를 활용한 양파음료용 품종선발의 기초자료로 활용하고자 양파즙을 착즙한 다음 퀴세틴 함량을 HPLC 정량분석한 결과 대비품종 천주적 대비 육성조합 15C4 등 3종에서 높았으며 나머지 조합은 낮았는데 원료와 착즙에 따른 차이분석을 통하여 가공용 적품종을 선발과 음료 보관기간에 따른 영향을 분석할 계획이다.

4차년도에 위탁과제기관이 오니온씨드의 지역적응성 시험을 거쳐 13C2(1차년도 : 경남1호)를 '인터레드'라는 품종명으로 품종보호출원하였다.

<품종보호 출원 품종 특성>

○ 인터레드

- 중만생종의 F1 교배종
- 초형은 직립이며 초장은 중간정도 이다.
- 구형은 넓은달걀형이며 구색은 적색이다.
- 내한성이 강하고 인편 내 색 발현이 우수하다.
- 수확시기는 대비종(천주적)에 비해 2~3일 정도 빠르다.



인터레드



천주적



천주적

인터레드

품종보호출원번호 통지서			
출원일자 : 2016. 8. 2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">품종보호 출원번호 : 출원 2016 - 367</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">품종명칭 출원번호 : 명칭 2016 - 789</td> </tr> </table>	품종보호 출원번호 : 출원 2016 - 367	품종명칭 출원번호 : 명칭 2016 - 789
품종보호 출원번호 : 출원 2016 - 367			
품종명칭 출원번호 : 명칭 2016 - 789			
작 물 명 : 양파 품종 명칭 : 인터레드 출 원 인 : 경상남도농업기술원 주 소 : 경남 진주시 대신로 570			
2016년08월02일			
국 립 중 자 원			

제 2 절 고기능성(건강기능성 및 용도별) 유색양파 선발 및 기능성 건강소재 개발

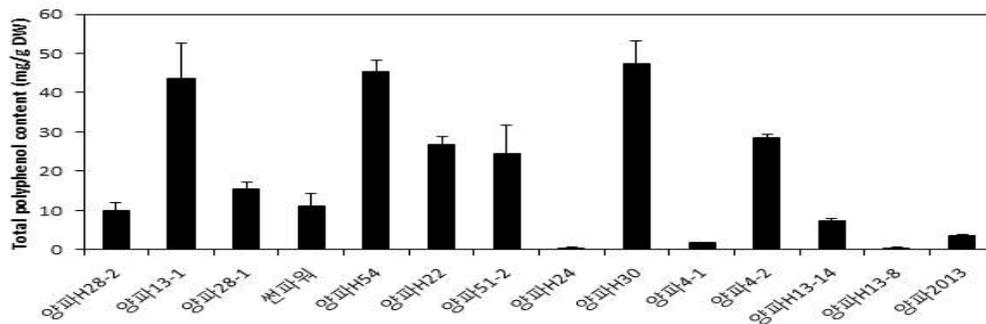
1. 1차년도 수행연구 결과

2013년 세부과제 수행기관에서 수집한 적색양파 14종과 황색양파 16종을 인수받아 기능성 성분함량을 분석한 결과 시험재료 30종의 품종 및 계통의 껍질에 함유된 총페놀 함량은 H-54 및 H-30에서 가장 높게 나왔고 퀴세틴은 하나로에서 가장 높게 나왔다. 과육의 경우엔 H-41에서 총페놀함량이 가장 높았고 총플라보노이드는 황태자에서, 퀴세틴 함량은 타워, 탑, 황태자, H-54에서 가장 높게 나왔다. 퀴세틴 함량은 가식부위인 과육보다 비가식 부위인 껍질에서 100~1000배 이상 높게 나타났다. 황태자, 히로마루 마이티골드, H4-2 의 경우엔 플라보노이드 함량과 퀴세틴 함량이 상관관계를 보여주지 않았으나 기타 시료들은 유사한 경향성을 보여주었다. 조사된 양파품종의 경우엔 기능성 성분을 분석한 결과 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량이 유의적인 상관관계를 보여주었다. 이러한 결과를 세부연구기관에 공지하여 고품량 계통을 이용한 육종소재로 활용토록 하였다.

가. 총 페놀함량

양파 껍질 추출물의 총 페놀 함량을 측정한 결과 적색계 양파 중 H13-1, H54, H30이 높은 총 페놀 함량을 보여주었다. 과육의 경우엔 H4, 하드볼, 황태자에서 함량이 높았다. 껍질의 경우엔 품종 및 계통에 따른 편차가 컸으나 과육의 경우엔 고른 총 페놀 함량을 보여주었다.

A



B

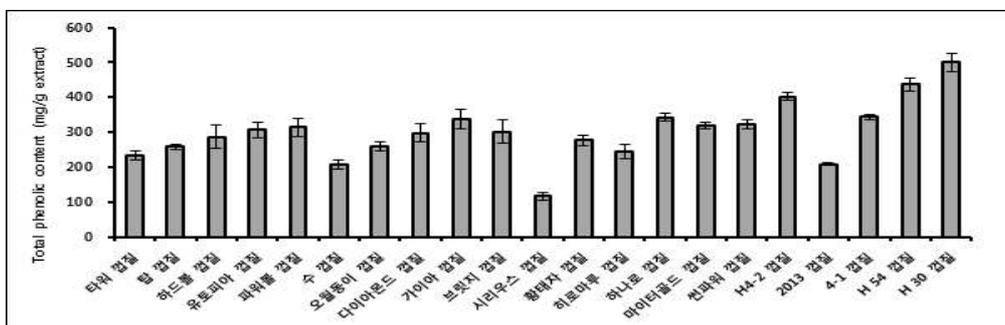
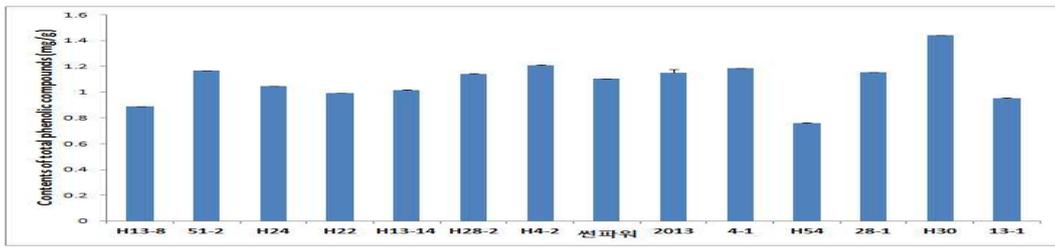


그림 1. Total polyphenol content of onion skin.

(A; 적색계 양파/ B: 황색계 양파 등).

A



B

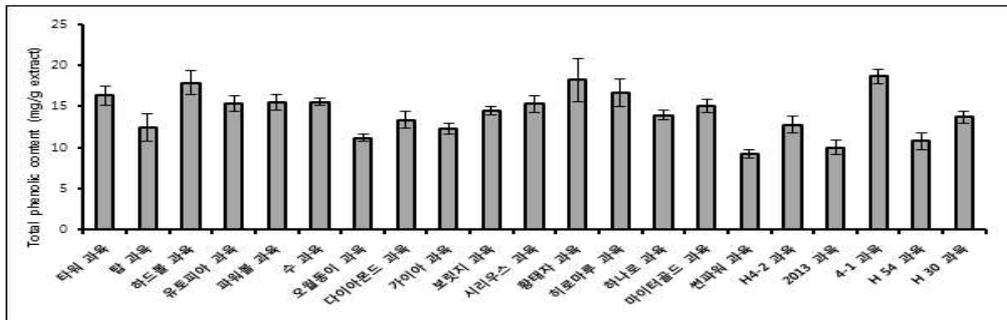


Fig 2. Total polyphenol content of onion fruit.

(A; 적색계 양파/ B: 황색계 양파 등).

나. 총 플라보노이드 함량

양파 껍질 추출물의 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과 적색계 양파 중 H13-1, H54, H30 계통이 높은 총 페놀 함량을 보여주었다. 과육의 경우엔 H4 계통과 하드볼, 황태자에서 함량이 높았다. 껍질의 경우엔 품종 및 계통에 따른 편차가 컸으나 과육의 경우엔 고른 총 플라보노이드 함량을 보여주었다.

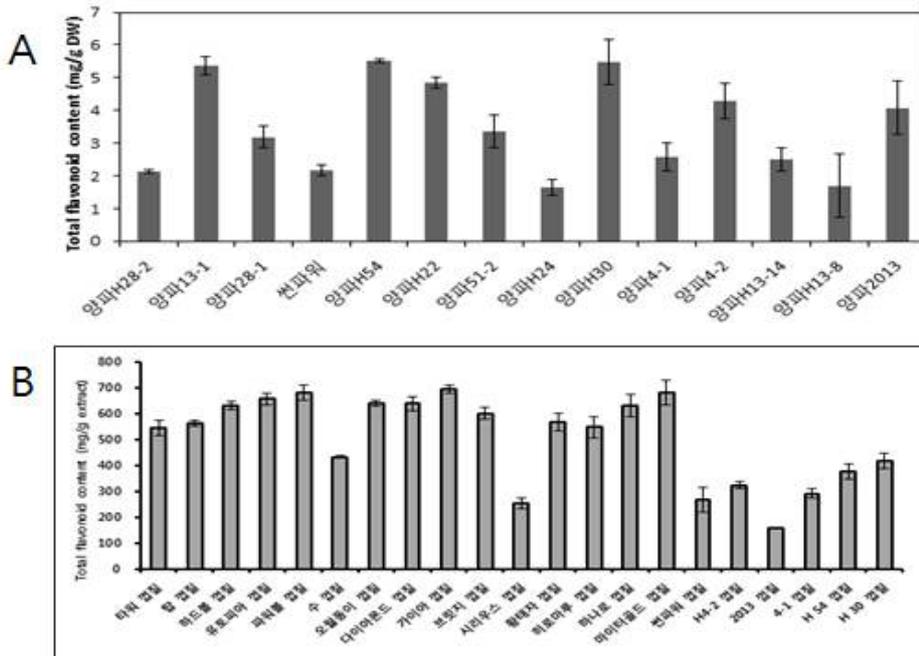


Fig 3. Total flavonoid content of onion skin.

(A; 적색계 양파/B: 황색계 양파 등).

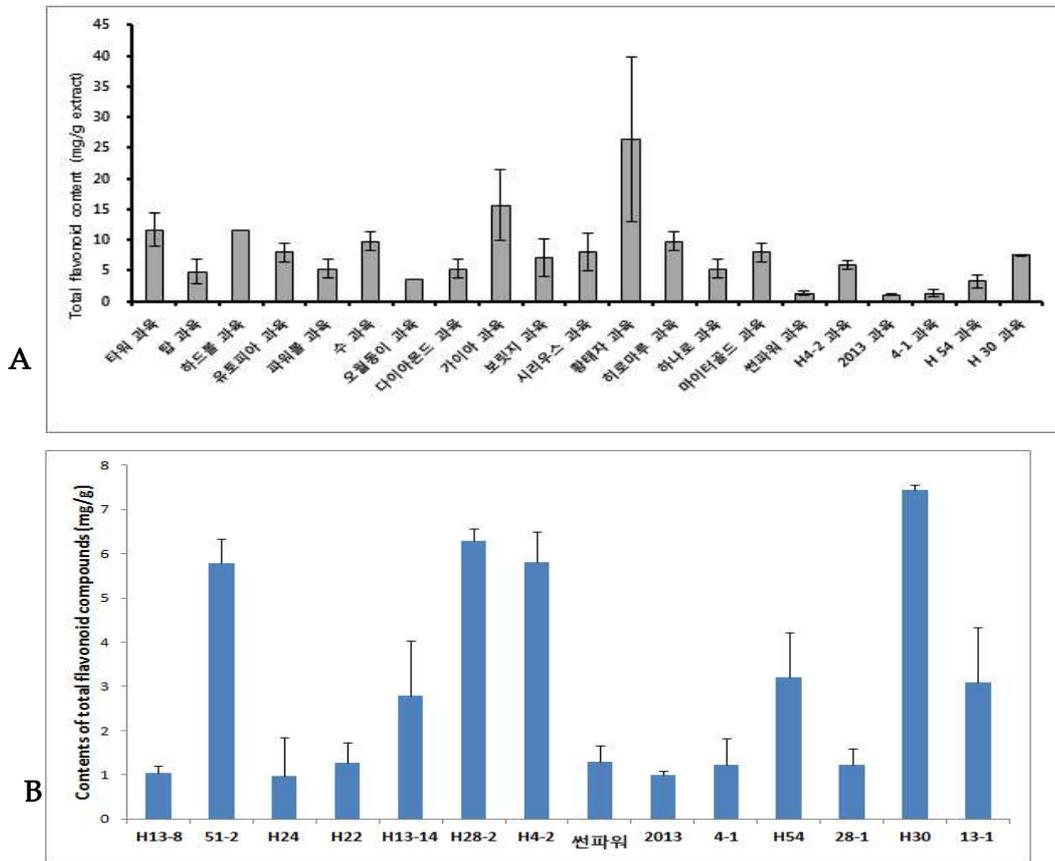


Fig 4. Total flavonoid content of onion fruit.

(A; 적색계 양파/B: 황색계 양파 등)

다. 총 안토시아닌 함량

총 안토시아닌 함량은 적색계 양파 중 H30 계통이 가장 높았고 H54, H13-1 순으로 함량이 높았다. 계통에 따라 총 안토시아닌 함량 차가 10배 이상 차이가 났다.

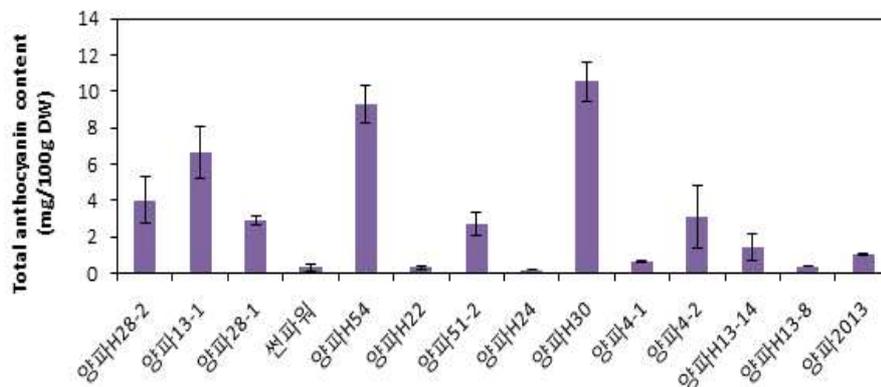


Fig 5. Total anthocyanin content of onion skin.

라. Quercetin 함량

양파품종 및 계통 중에 함유되어 있는 quercetin 함량을 HPLC 분석법으로 정량분석 하였다. 퀘세틴 함량은 껍질의 경우엔 하나로 품종에서 가장 높게 나왔다. 과육의 경우 퀘세틴 함량은 타워, 탑, 황태자, H-54 계통에서 가장 높게 나왔다. 퀘세틴 함량은 가식부위인 과육보다 비가식 부위인 껍질에서 100~1000 배 이상 높게 나타났다. 황태자, 히로마루, 마이터골드, H4-2 계통의 경우엔 플라보노이드 함량과 퀘세틴 함량이 상관관계를 보여주지 않았으나 그 외 시료들은 유사한 경향성을 보여주었다. 일반적으로 기능성 성분을 분석하면 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량은 유의적인 상관관계를 보여주는데 양파의 경우엔 모든 시료에서 총페놀 함량과 총플라보노이드 함량이 정의 상관관계가 나타나지는 않았다. 하나로, 파워볼, 가이로는 기능성 성분의 함량이 모두 높게 나타났고 수, 시리우스, 2013MS는 기능성 성분 함량이 모두 가장 낮게 나타났다. 적색계 양파 중 껍질의 경우엔 H13-1계통과 H51-2 계통에서 과육의 경우엔 H54 계통에서 퀘세틴 함량이 높게 나타났다.

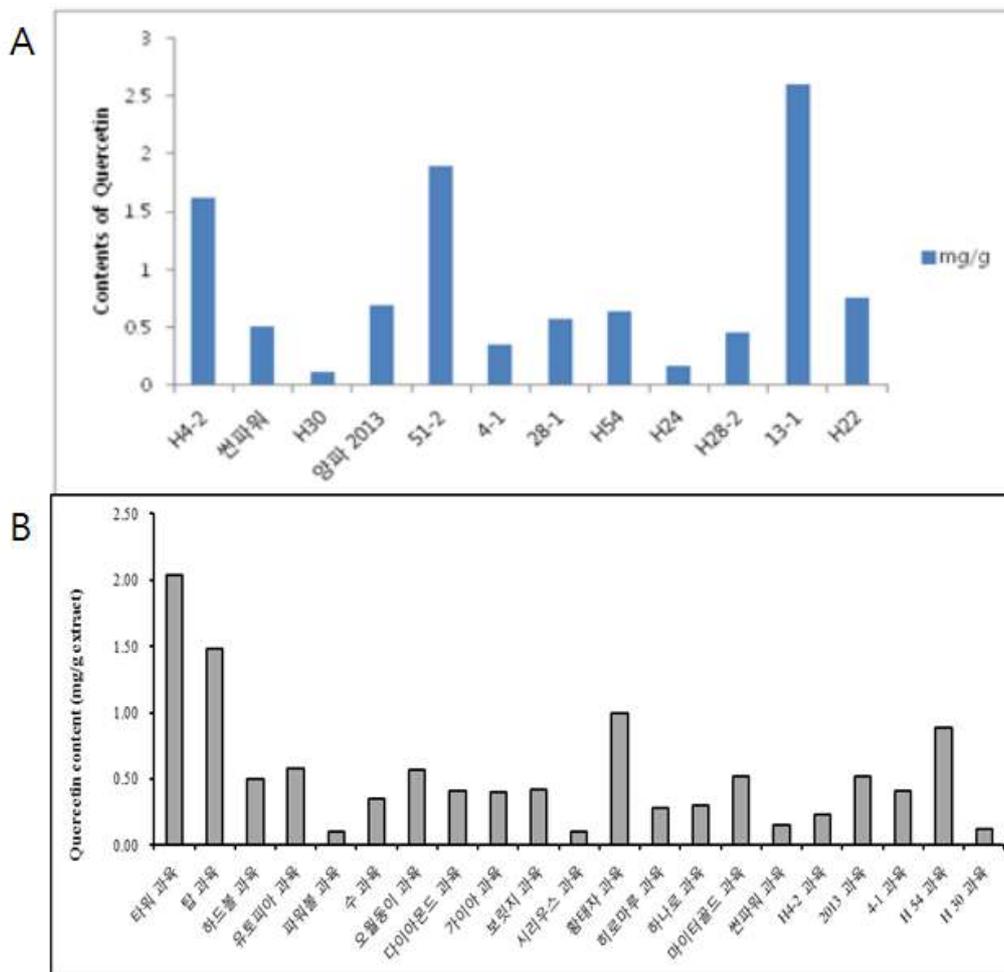


Fig 6. Quercetin content of onion fruit.
(A; 적색계 양파/ B: 황색계 양파 등).

2. 2차년도 수행 연구결과

세부과제 수행기관에서 수집 및 육성한 GS 계통 39종, 31 계통 31종, 경남1호 계통 3종, 공시 품종 유색양과 3종 등 총 76종의 양과를 인수받아 껍질 부위와 과육 부위로 나누어 추출물을 제조하여 총 152종 양과 추출물 라이브러리를 구축하였다. 이들 시료에 대한 기능성 성분 함량을 분석한 결과는 다음과 같다.

양과 품종 및 계통의 껍질에 함유된 총페놀 함량은 31계통 중에서는 3189, 3190에서 가장 높게 나왔고 퀘세틴 함량은 3189에서, 안토시아닌 함량은 3190에서 가장 높게 나왔다. 과육의 경우엔 3182에서 총페놀 함량 및 퀘세틴 함량이 가장 높았고 안토시아닌 함량은 3181에서 높게 나왔다. GS 계통 중 과육에서는 GS5, GS6에서 퀘세틴 함량이 가장 높았고, GS28, GS36, GS45 에서 총페놀 함량 및 안토시아닌 함량이 높게 나왔다. 가식부위인 과육보다 비가식 부위인 껍질에서 100이상 높게 나타났다. 고기능성 품종 육성을 위하여 경남 1호 계통의 기능성 성분을 조사한 결과 경남 1호보다 화분친 및 불임친에서 여러 기능성 성분 함량이 높게 나타났다.

가. 31 계통의 항산화 활성 및 기능성 성분 분석

양과 껍질 추출물의 총 페놀 함량을 측정한 결과 3189, 3190에서 가장 높게 나왔고, 과육의 경우엔 3182에서 총페놀 함량이 가장 높게 나왔다. 총 플라보노이드 함량을 측정한 결과, 31계통 적색 양과 중 과육의 경우엔 3182, 껍질의 경우엔 3189에서 가장 함량이 높게 나왔고 계통에 따라 총 플라보노이드 함량에서 34배 이상의 차이를 보여주었다. 양과에 함유되어 있는 주요 플라보노이드 성분은 quercetin 4'-glucoside, isorhamnetin 4'-glucoside, quercetin 성분들이었다. 양과품종 및 계통 중에 함유되어 있는 quercetin 함량을 HPLC 분석법으로 정량분석한 결과, 껍질의 경우엔 퀘세틴 함량이 3189에서 가장 높게 나왔고, 과육의 경우엔 3182에서 퀘세틴 함량이 가장 높게 나왔다. 총 안토시아닌 함량은 과육의 경우, 3181, 3183 계통에서 높게 나타났고, 껍질의 경우엔 3190에서 높게 나왔다. 수확시기에 따라 8월보다는 7월에 수확한 경우 안토시아닌의 함량이 높게 나타났다. 고함유 안토시아닌 계통인 3181, 3183에서 수확시기에 따라 안토시아닌 함량에 큰 차이가 발견되어 기능성 성분에 대한 수확시기의 영향에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다. 3182는 총페놀 함량, 퀘세틴 함량, 안토시아닌 함량, 항산화 활성이 모두 가장 높게 나타났다.

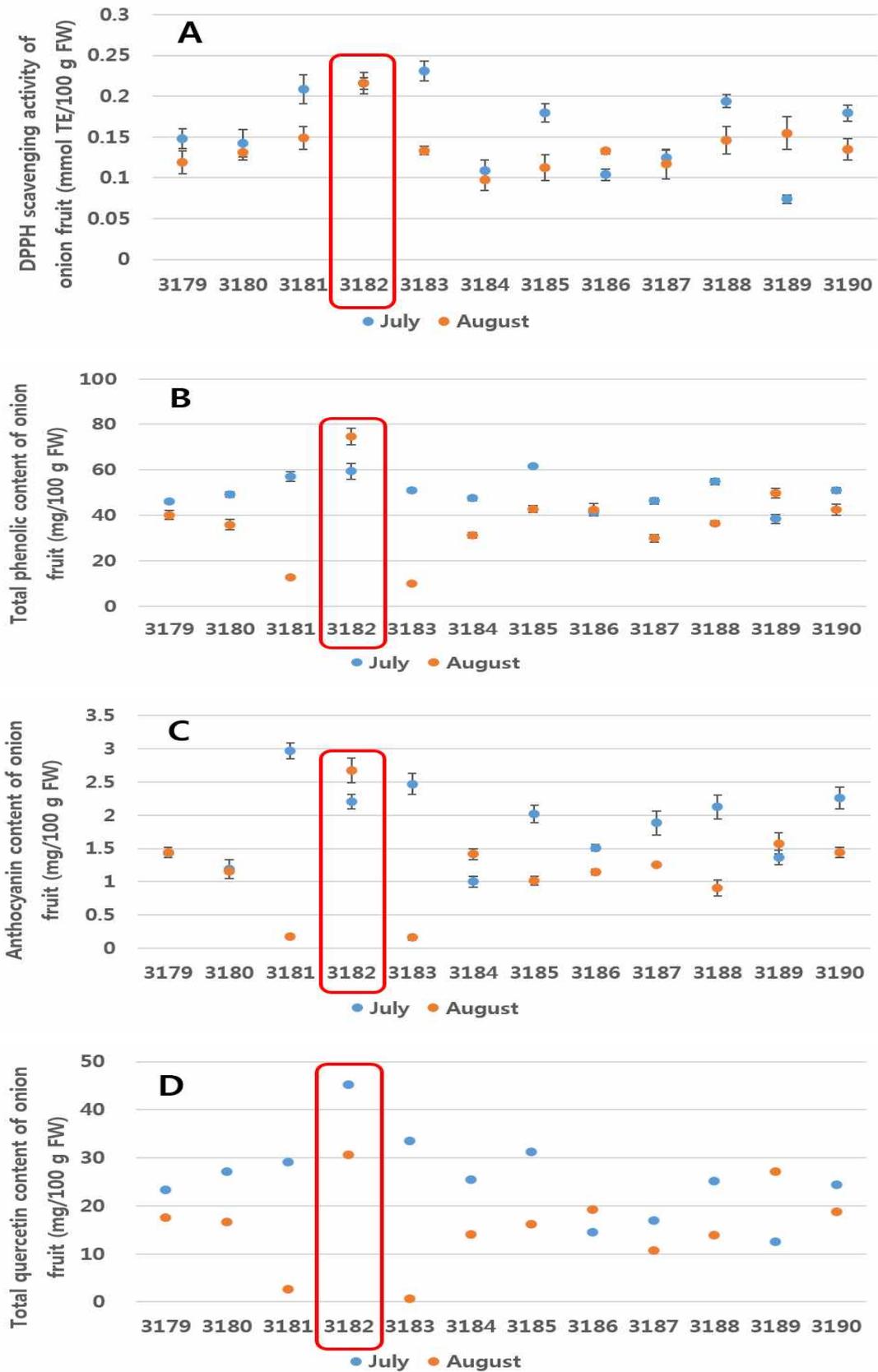


Fig. 7. DPPH scavenging activity (A), total polyphenol content (B), anthocyanin content (C) and quercetin content (D) of red onion fruit (3179-3190 series) harvested on July and August.

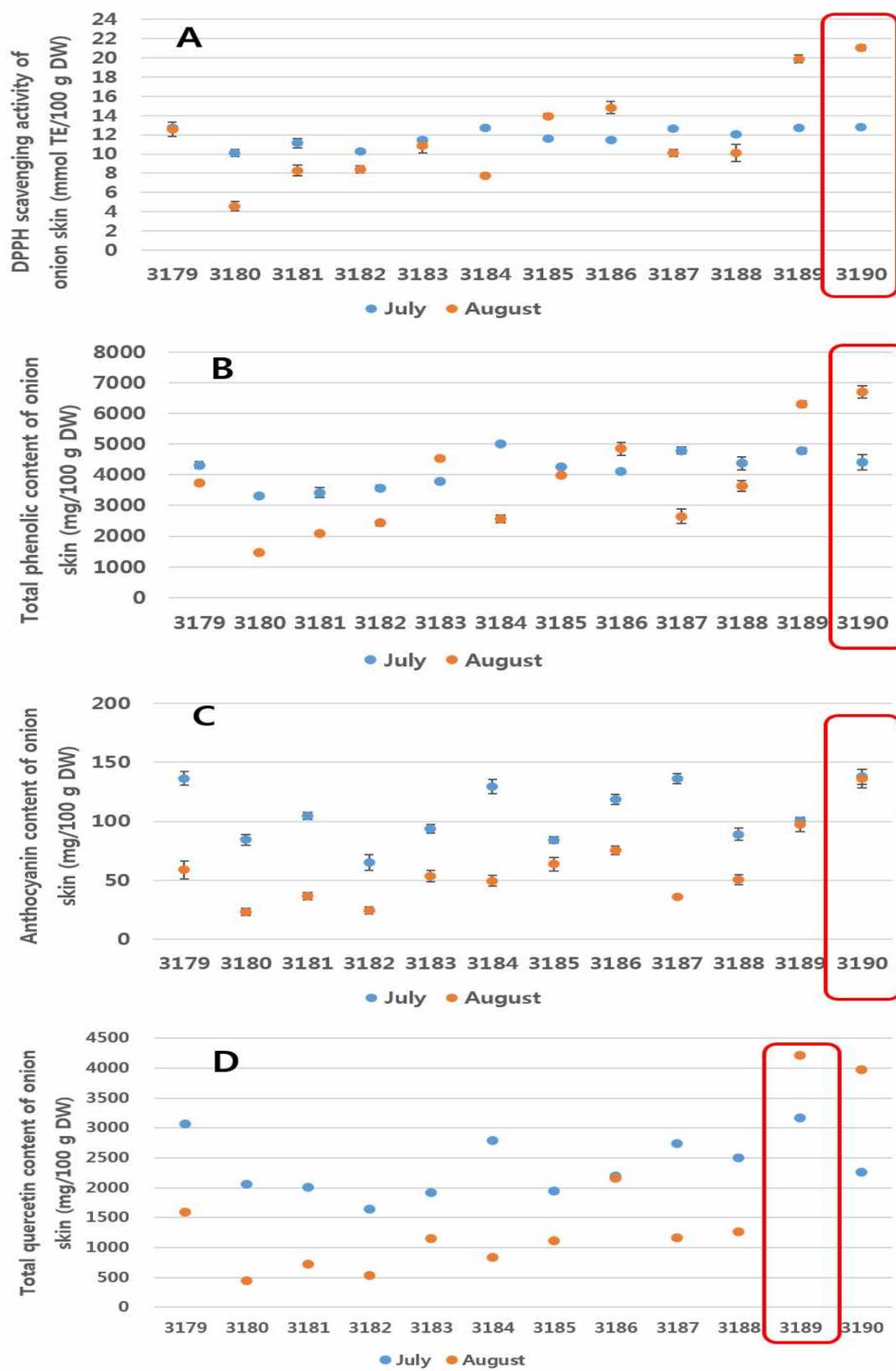


Fig. 8. DPPH scavenging activity (A), total polyphenol content (B), anthocyanin content (C) and total quercetin content (D) of red onion skin (3179-3190 series) harvested on July and August.

Table 1. Flavonoid compound content (mg/100 g FW) of onion fruit (3179-3190 series) : Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; TQ, total quercetin.

Fruit of (July)	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	TQ
3179	0.00	7.99	0.14	13.46	0.91	1.82	23.41
3180	0.00	6.46	0.21	18.31	1.22	2.21	27.19
3181	0.00	5.14	0.00	22.79	1.97	1.22	29.16
3182	0.00	23.34	2.42	17.65	1.89	1.78	45.20
3183	0.00	6.32	0.34	22.51	2.12	4.35	33.51
3184	0.00	7.04	0.08	16.74	1.44	1.61	25.47
3185	0.00	9.31	0.27	19.97	1.26	1.63	31.18
3186	0.00	3.92	0.00	9.82	0.65	0.85	14.59
3187	0.00	5.32	0.00	11.00	0.74	0.63	16.95
3188	0.00	7.96	0.14	14.67	1.02	2.42	25.20
3189	0.00	4.74	0.00	6.74	0.59	1.01	12.49
3190	0.00	8.09	0.12	15.46	1.09	0.68	24.34

Table 2. Flavonoid compound content (mg/100 g DW) of onion skin (3179-3190 series) harvest in July. Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; TQ, total quercetin.

Skin of (July)	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	TQ
3179	10.28	111.88	0.00	1830.72	54.14	1117.99	3070.87
3180	57.44	143.92	30.21	1277.15	41.03	554.23	2062.94
3181	48.32	108.79	20.11	1304.29	30.36	529.90	2011.40
3182	3.30	34.20	0.00	1096.79	65.45	502.34	1636.63
3183	11.07	46.45	0.00	1174.27	37.90	685.74	1917.54
3184	69.62	244.49	12.24	1480.82	90.42	981.22	2788.38
3185	17.88	114.63	0.00	1282.60	38.22	528.83	1943.94
3186	20.31	83.21	0.00	1137.87	43.25	961.66	2203.06
3187	13.09	99.61	0.00	1505.33	38.99	1120.49	2738.52
3188	17.63	115.04	0.00	1469.80	39.32	901.47	2503.93
3189	58.21	262.85	0.00	1454.60	50.18	1390.48	3166.14
3190	8.20	80.55	0.00	1300.53	46.14	870.86	2260.14

나. GS 계통의 항산화 활성 및 기능성성분 분석

GS 계통 중 과육에서는 GS5, GS6에서 퀘세틴 함량이 가장 높았고, GS28, GS36, GS45 에서 총페놀 함량 및 안토시아닌 함량이 높게 나왔다. 껍질경의 경우엔 GS19, GS28, GS41에서 퀘세틴 함량이 가장 높았고, GS5, GS28, GS41에서 총페놀 함량이 높았고 GS28, GS41, GS44에서 안토시아닌 함량이 높았다. 은 31계통 중에서는 3189, 3190에서 가장 높게 나왔고 퀘세틴은 함량은 3189에서, 안토시아닌 함량은 3190에서 가장 높게 나왔다. 총페놀 함량과 안토시아닌 함량이 높았던 GS36에서 가장 우수한 항산화 활성이 나타났다.

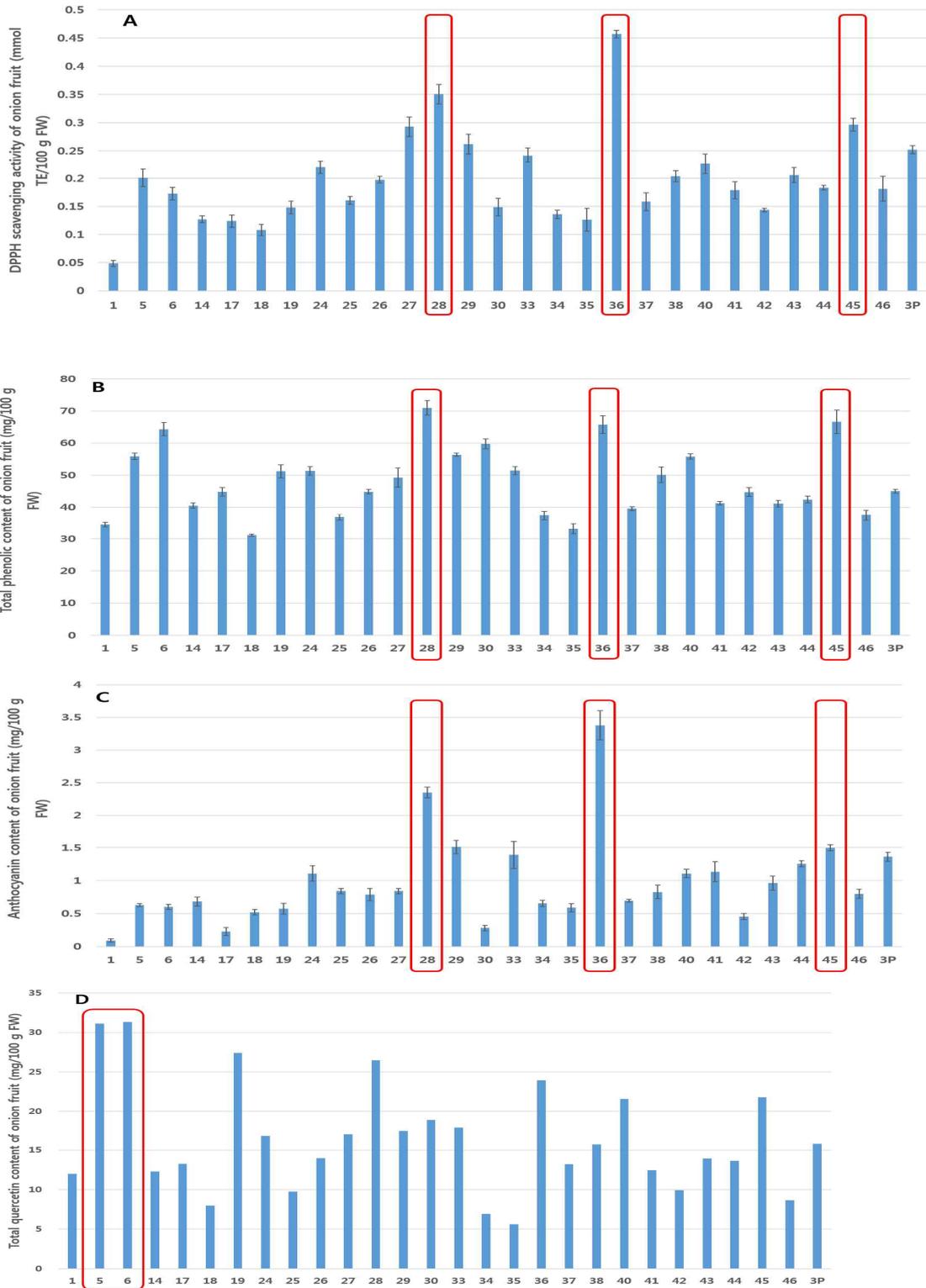


Fig. 9. DPPH scavenging activity (A), total polyphenol content (B), anthocyanin content (C) and total quercetin content (D) of red onion fruit (GS series).

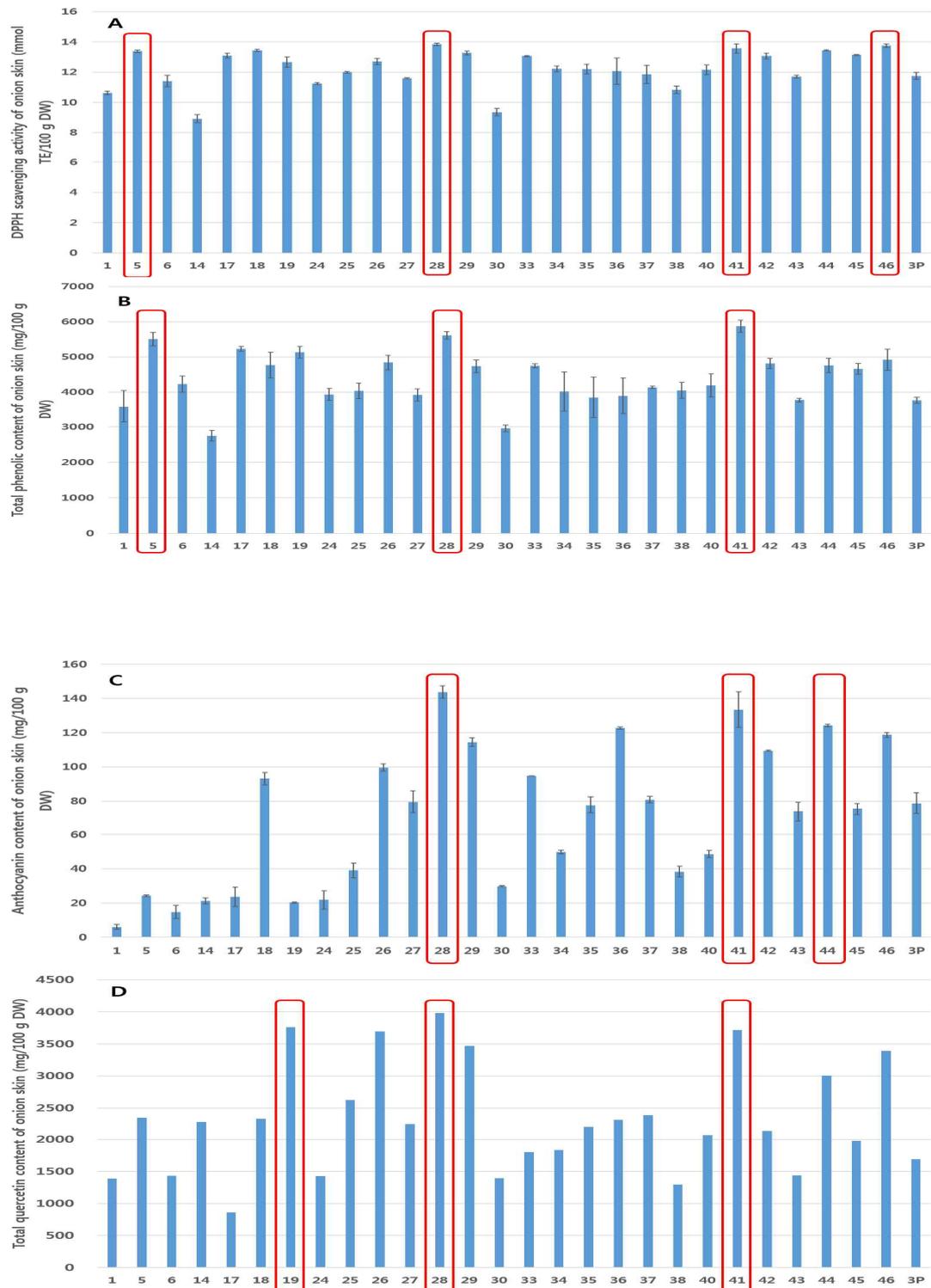


Fig. 10. DPPH scavenging activity (A), total polyphenol content (B), anthocyanin content (C) and total quercetin content (D) of red onion skin (GS series).

Table 3. Flavonoid compound content (mg/100 g FW) of onion fruit (GS series)

Fruit of	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	TQ
1	0.11	4.21	0.13	3.47	0.65	4.05	11.98
5	0.21	12.95	0.53	15.89	2.35	1.54	31.11
6	0.19	13.39	0.30	16.03	1.88	1.41	31.33
14	0.15	3.90	0.21	5.78	0.66	2.26	12.29
17	0.10	3.28	0.16	7.44	0.73	2.29	13.27
18	0.11	3.02	0.18	3.81	0.46	0.84	7.97
19	0.20	12.04	0.49	13.81	1.82	0.85	27.39
24	0.18	4.79	0.32	10.04	1.24	1.56	16.89
25	0.11	2.42	0.15	5.93	0.57	1.12	9.73
26	0.16	3.91	0.24	8.48	0.55	1.18	13.96
27	0.16	4.25	0.55	9.13	0.80	3.01	17.10
28	0.28	11.16	0.53	13.42	1.21	1.09	26.48
29	0.20	5.47	0.42	9.79	0.82	1.63	17.51
30	0.21	8.92	0.18	8.27	1.08	1.33	18.90
33	0.15	4.63	0.24	11.19	0.86	1.73	17.94
34	0.09	2.40	0.13	3.55	0.34	0.75	6.92
35	0.10	0.07	0.20	4.09	0.14	1.14	5.59
36	0.22	7.49	0.39	10.74	1.31	5.08	23.92
37	0.14	6.04	0.18	6.04	1.02	0.83	13.23
38	0.15	4.67	0.24	9.12	1.12	1.53	15.71
40	0.18	7.90	0.35	11.56	1.27	1.60	21.59
41	0.17	4.93	0.22	6.05	0.68	1.08	12.44
42	0.10	3.59	0.19	4.99	0.46	1.03	9.91
43	0.12	3.52	0.21	8.97	1.35	1.10	13.92
44	0.15	4.79	0.22	7.46	0.52	1.01	13.64
45	0.18	7.99	0.43	12.14	1.80	1.05	21.79
46	0.11	2.20	0.11	5.21	0.65	1.02	8.65
3P	0.12	5.44	0.34	8.99	0.94	0.87	15.77

Table 4. Flavonoid compound content (mg/100 g DW) of onion skin (GS series)

Skin of	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	TQ
1	25.90	74.40	0.00	551.95	28.75	738.06	1390.31
5	25.39	27.17	0.00	1070.02	73.91	1230.54	2353.12
6	12.48	27.79	23.24	571.85	33.53	798.28	1433.66
14	8.21	71.98	0.00	454.41	53.62	1753.24	2287.85
17	24.16	84.37	0.00	418.80	22.58	332.55	859.88
18	27.07	75.17	0.00	1063.72	143.26	1167.70	2333.66
19	63.50	211.22	0.00	2068.88	118.98	1418.78	3762.38
24	8.16	66.03	0.00	633.78	20.72	719.26	1427.23
25	44.80	78.58	0.00	1533.45	99.80	967.18	2624.01
26	97.21	213.00	71.79	1721.11	54.39	1589.33	3692.44
27	92.75	168.57	54.15	1290.87	35.06	644.83	2251.17
28	117.37	149.99	75.50	2018.48	43.20	1619.49	3980.83
29	97.18	192.17	0.00	1877.74	118.35	1300.96	3468.05
30	26.73	74.36	32.56	488.43	22.17	770.83	1392.90
33	18.10	66.96	29.60	767.96	21.59	918.08	1800.69
34	4.00	27.37	24.74	528.10	40.01	1249.11	1833.32
35	36.93	13.80	0.00	863.75	59.41	1291.21	2205.69
36	10.49	58.48	18.52	743.24	34.80	1486.12	2316.86
37	34.71	88.15	43.67	487.19	52.89	1734.51	2388.24
38	25.09	57.90	32.81	346.10	20.58	835.48	1297.38
40	18.50	59.78	34.18	438.77	45.58	1511.58	2062.81
41	16.56	75.12	33.35	1128.77	108.02	2464.90	3718.70
42	20.37	61.64	42.41	891.92	62.86	1116.96	2133.31
43	27.22	24.35	16.04	654.34	72.60	713.18	1435.14
44	42.24	95.13	59.33	844.83	19.59	1964.87	3006.39
45	19.83	64.36	29.97	730.39	90.33	1132.07	1976.63
46	31.45	96.29	58.06	1234.47	111.20	1970.15	3390.42
3P	12.43	38.35	29.29	956.34	72.41	656.07	1692.48

다. 경남 계통의 항산화 활성 및 기능성성분 분석

육성 중인 경남 계통 중 경남 1호H(KN-1), 경남 불임친(KN-1-1), 경남 화분친(KN-1-2)의 기능성분을 분석하였다. 과육의 경우 경남 1호보다 기능성 성분이 모두 높게 나왔다. KN-1-1에서 총페놀 함량 및 퀘세틴 함량이 높게 나타났고 KN-1-2의 경우엔 안토시아닌 함량이 높게 나왔다. 껍질의 경우엔 모든 기능성분 함량이 KN-1-2에서 높게 나왔다.

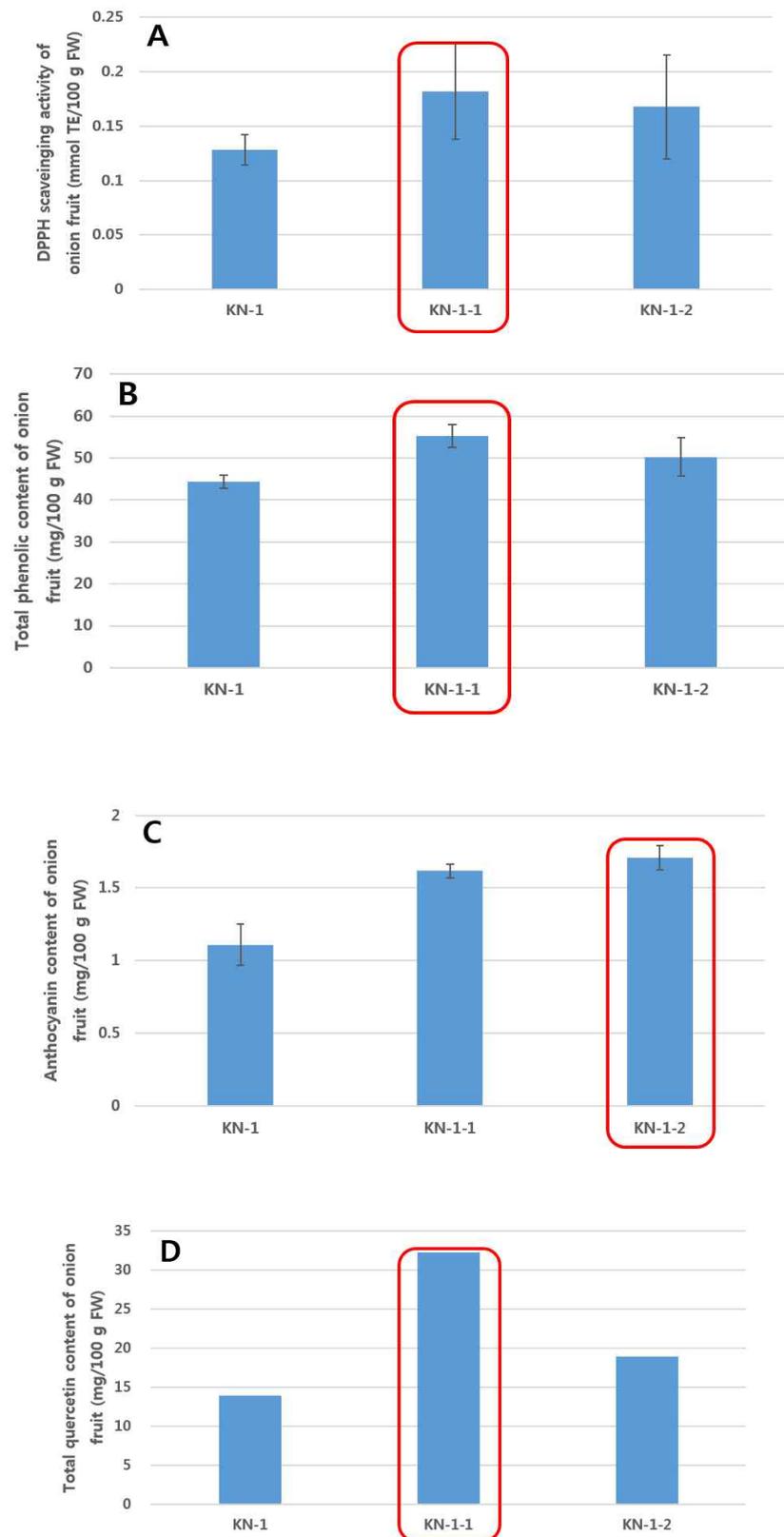


Fig. 11. DPPH scavenging activity (A), total polyphenol content (B), anthocyanin content (C) and total quercetin content (D) of red onion fruit of KN series (KN-1, 경남 1호H (현풍); KN-1-1, 경남 불임친; KN-1-2, 경남 화분친)

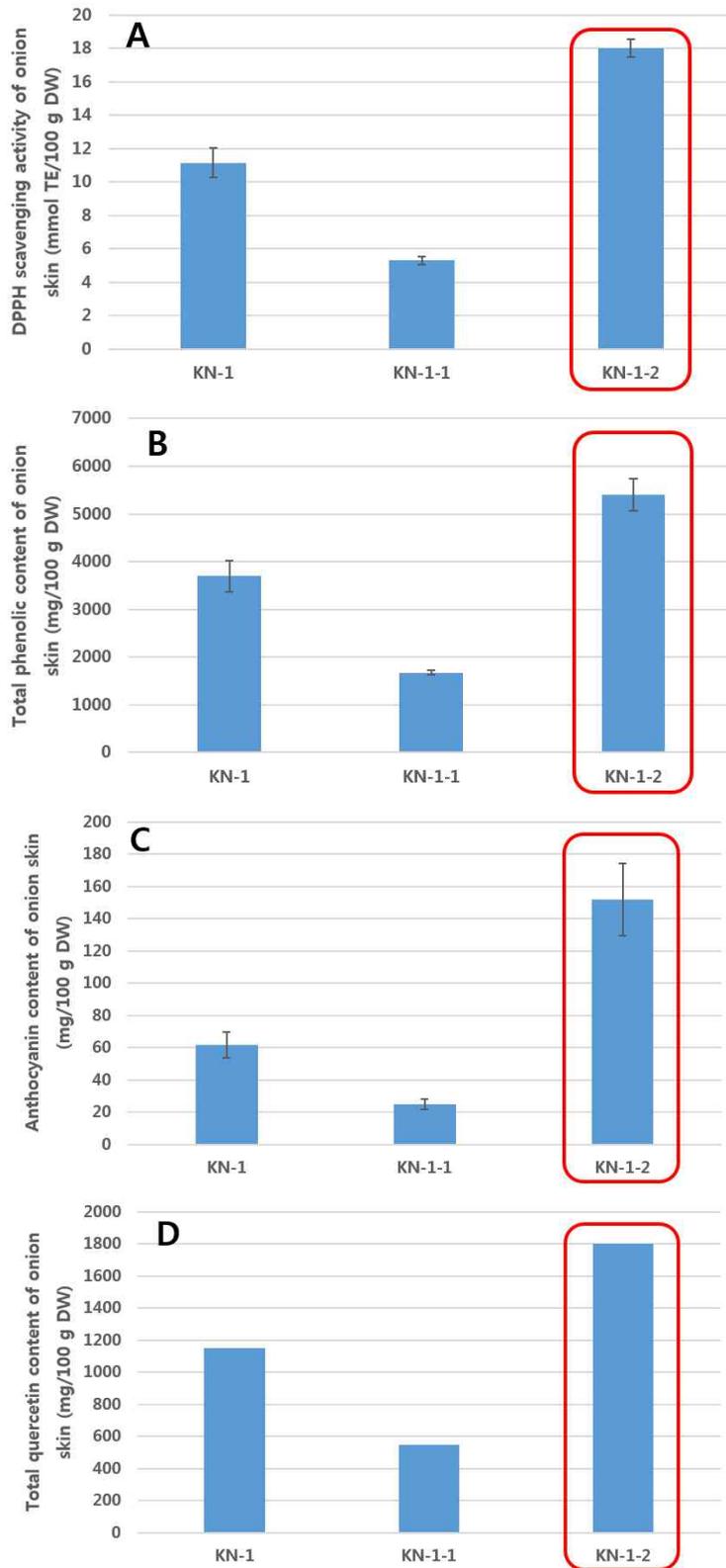


Fig. 12. DPPH scavenging activity (A), total polyphenol content (B), anthocyanin content (C) and total quercetin content (D) of red onion skin of KN series (KN-1, 경남 1호H(현풍); KN-1-1, 경남 불임친; KN-1-2, 경남 화분친)

Table 5. Flavonoid compound content (mg/100 g DW) of onion fruit of KN series (KN-1, KN-1-1, KN-1-2).

Fruit of	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	TQ
KN-1	0.00	2.59	0.00	10.21	0.85	1.10	13.90
KN-1-1	0.05	3.95	0.00	25.41	1.52	2.87	32.28
KN-1-2	0.00	2.60	0.00	13.10	0.74	3.19	18.89

Table 6. Flavonoid compound content (mg/100 g DW) of onion skin of KN series (KN-1, KN-1-1, KN-1-2).

Skin of	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	TQ
KN-1	40.68	43.40	14.84	439.92	14.72	611.90	1150.74
KN-1-1	0.00	0.00	0.00	154.81	0.00	394.42	549.24
KN-1-2	53.29	91.46	35.16	610.45	41.49	1007.46	1797.83

3. 3차년도 수행결과

세부과제 수행기관에서 육성한 H 계통 20종, GS 계통 34종, 시판 품종 8종 등 총 62종의 양파를 인수받아 껍질 부위와 가식 부위로 나누어 추출물을 제조하였고, 기능성 성분함량을 분석하였다.

가) H 계통 및 GS 계통의 대사체 분석

- 시판 품종과 H 계통

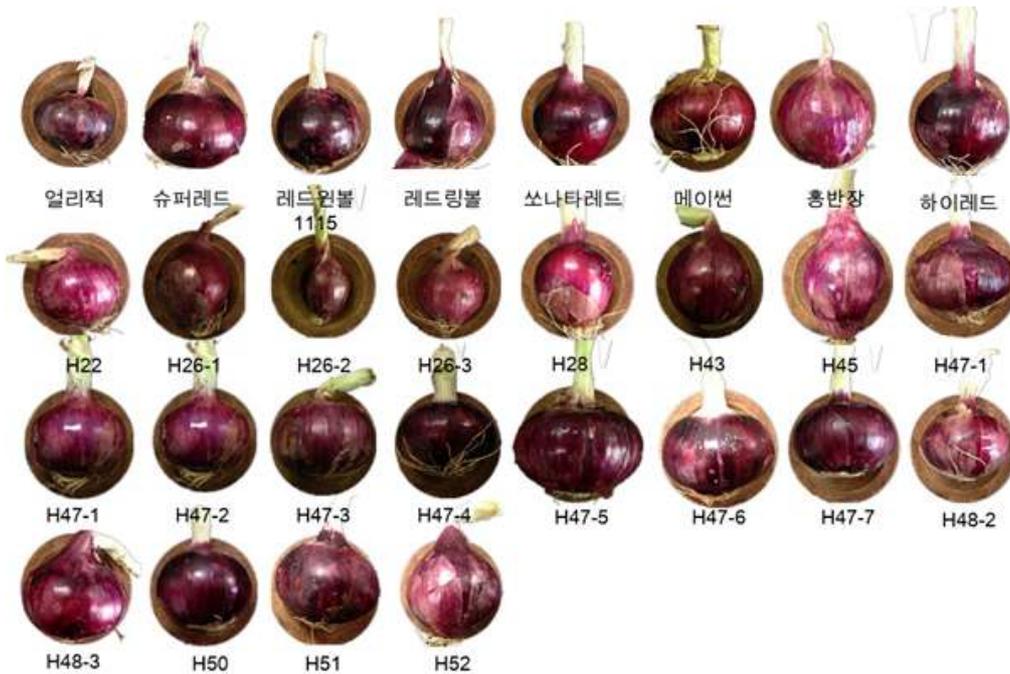


Fig. 13. The pictures of 27 red onions (*Allium cepa*) harvested on May 2015.

- GS 31계통



Fig. 14. The pictures of 14 red onions (*Allium cepa* L.) harvest on July 2015.

- GS 계통

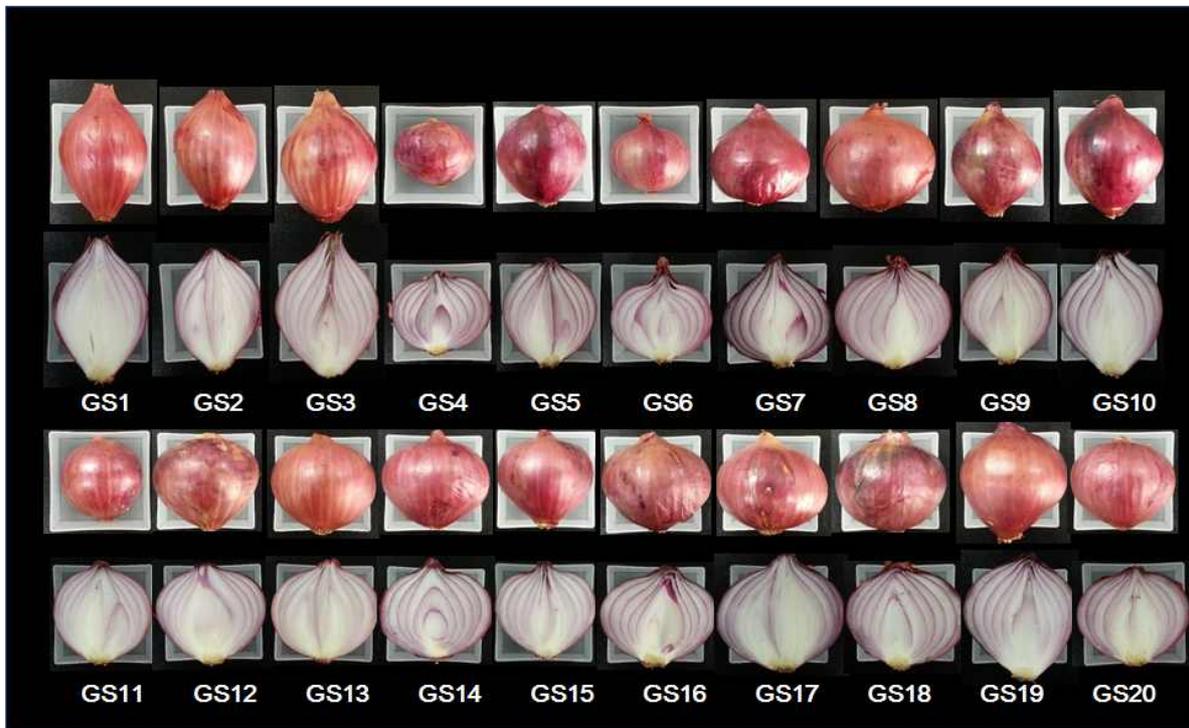


Fig. 15. The pictures of 14 red onions (*Allium cepa* L.) harvest on August 2015.

5월 수확한 총 H 계통 20종의 자색양파의 TPC(total phenolic content) 와 TAC(total anthocyanin content)를 측정된 결과, TPC는 가식부위에서 H51, H28, H26-3 및 H47-6 의 순으로, 껍질 부위에서 H26-3, H48-3, H52 및 H28 순으로 높은 함량을 나타냈다. TAC는 과육에서 H47-6, H51, H48-3 순으로, 껍질에서 H47-4, H48 및 H52 순으로 높은 함량을 보였다. 시판 품종 중 메이썬은 가식부위에서 슈퍼레드는 껍질에서 높은 함량을 보여 주었다 (Fig. 16).

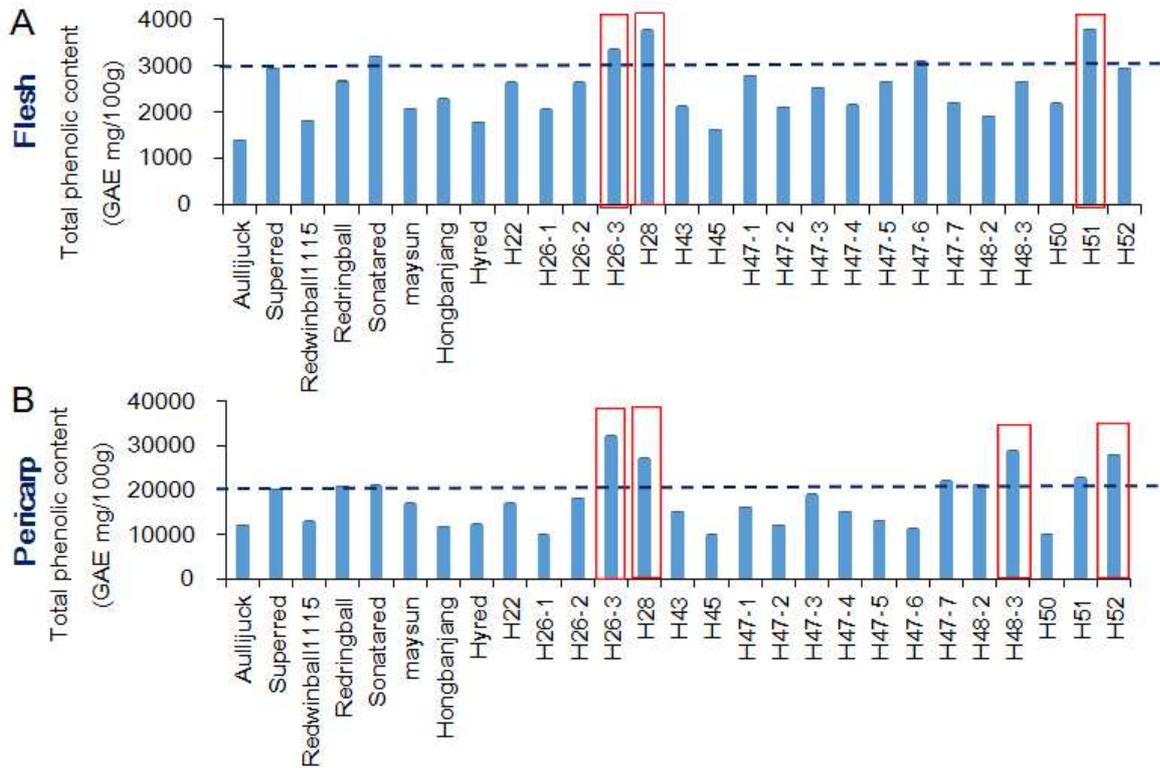


Fig. 16. Total phenolic content of onion flesh (A) and pericarp (B) harvested on May 2015

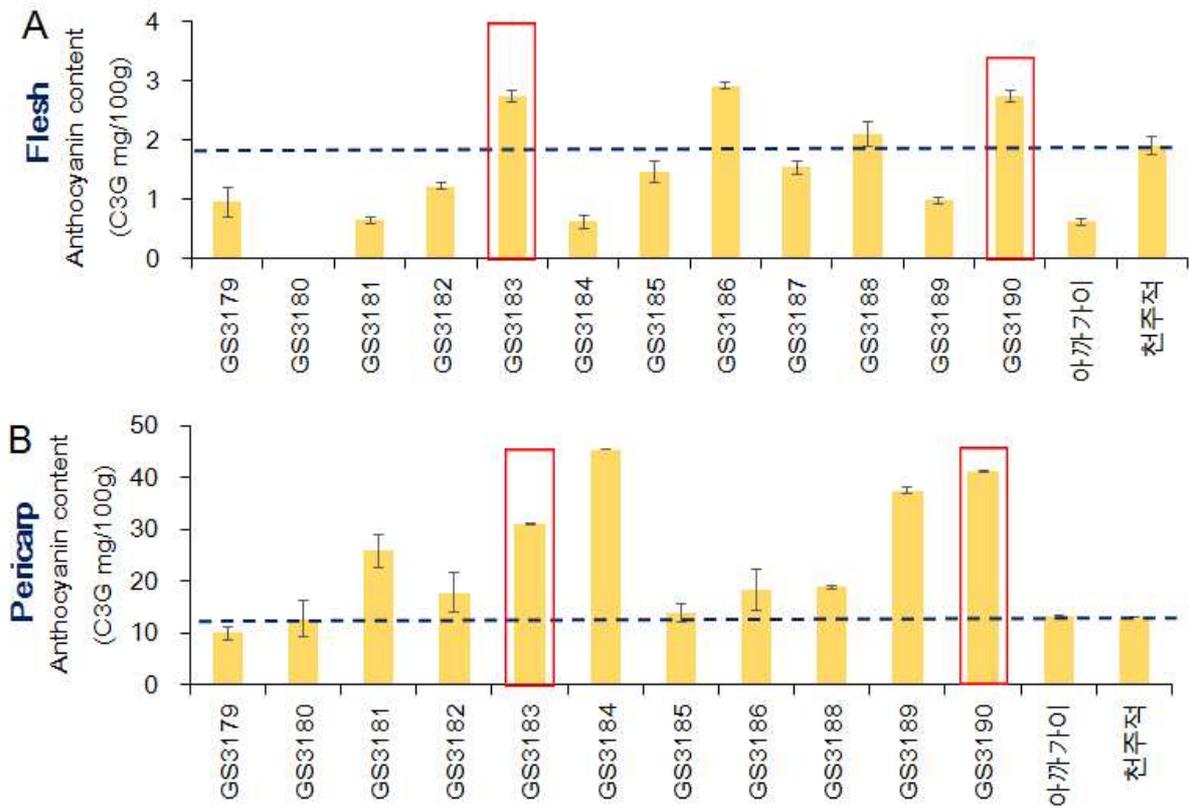


Fig. 17. Total anthocyanin content of onion flesh (A) and pericarp (B) harvested on May 2015

7월 현풍에서 수확한 총 14 종의 GS31 계통 자색양파의 TPC 와 TAC를 측정된 결과, TPC 는 가식부위에서 천주적, GS3179 및 GS3190 순으로, 껍질 부위에서 GS3189, GS3190 및 GS3184 순으로 높은 함량을 나타냈다. TAC는 가식부위에서 GS3183, GS3190 및 GS3184 순으로, 껍질에서 GS3184, GS3190 및 GS3189 순으로 높은 함량을 보였다 (Fig. 18, 19).

8월 수확한 총 20 종의 자색양파의 TPC 와 TAC를 측정된 결과, TPC는 가식부위에서 GS17, GS1 및 GS2 순으로, 껍질에서 GS5, GS6 및 GS7순으로 높은 함량을 나타냈다. TAC는 가식부위에서 GS7, GS4 및 GS 14 순으로, 껍질에서 GS7, GS5 및 GS10 순으로 높은 함량을 보였다 (Fig. 20, 21)

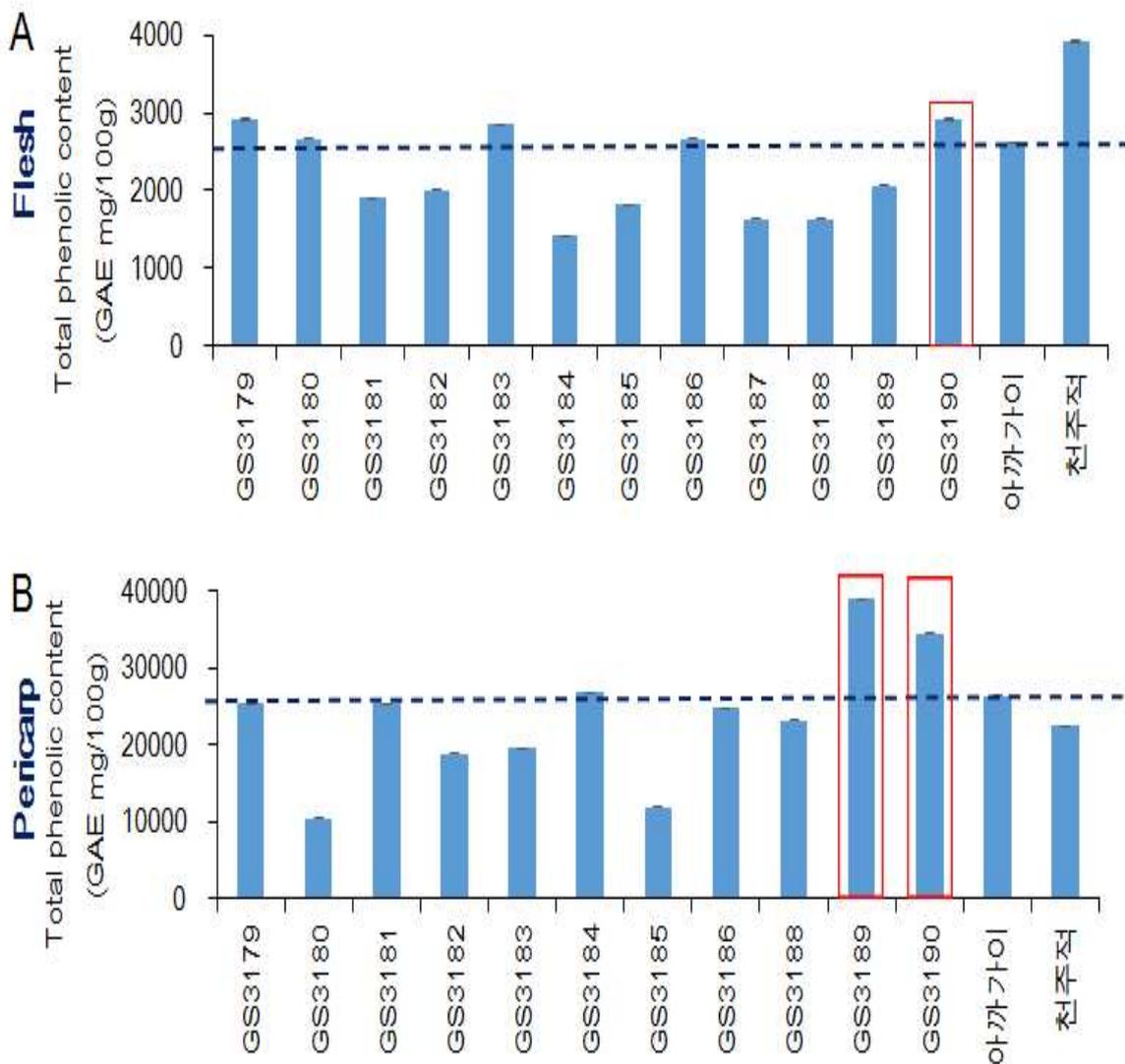


Figure 18. Total phenolic content of onion flesh (A) and pericarp (B) harvested on July 2015

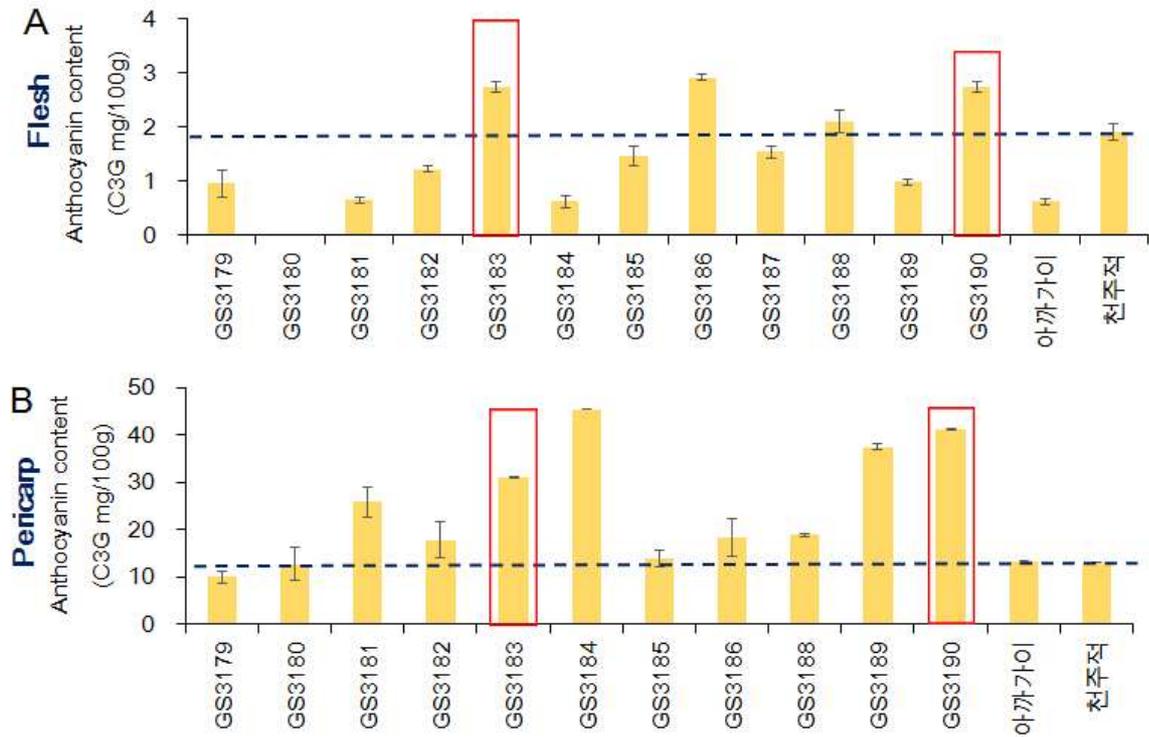


Fig. 19. Total anthocyanin content of onion flesh (A) and pericarp (B) harvested on July 2015

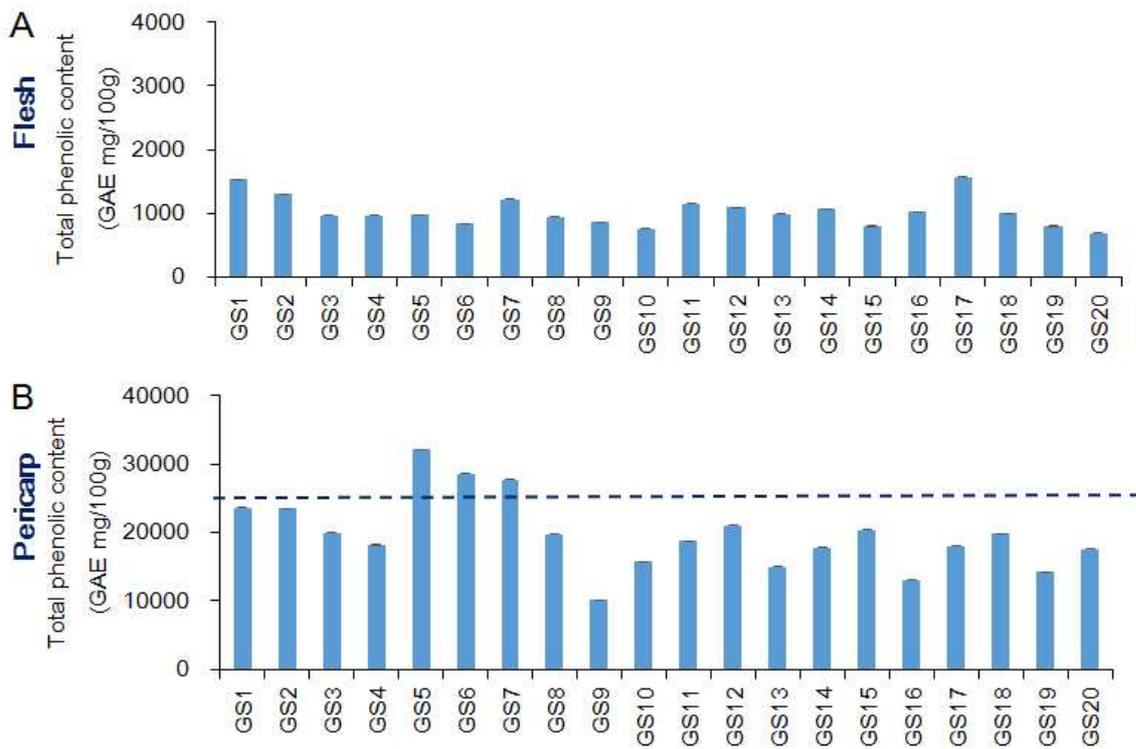


Fig. 20. Total phenolic content of onion flesh (A) and pericarp (B) harvested on August 2015

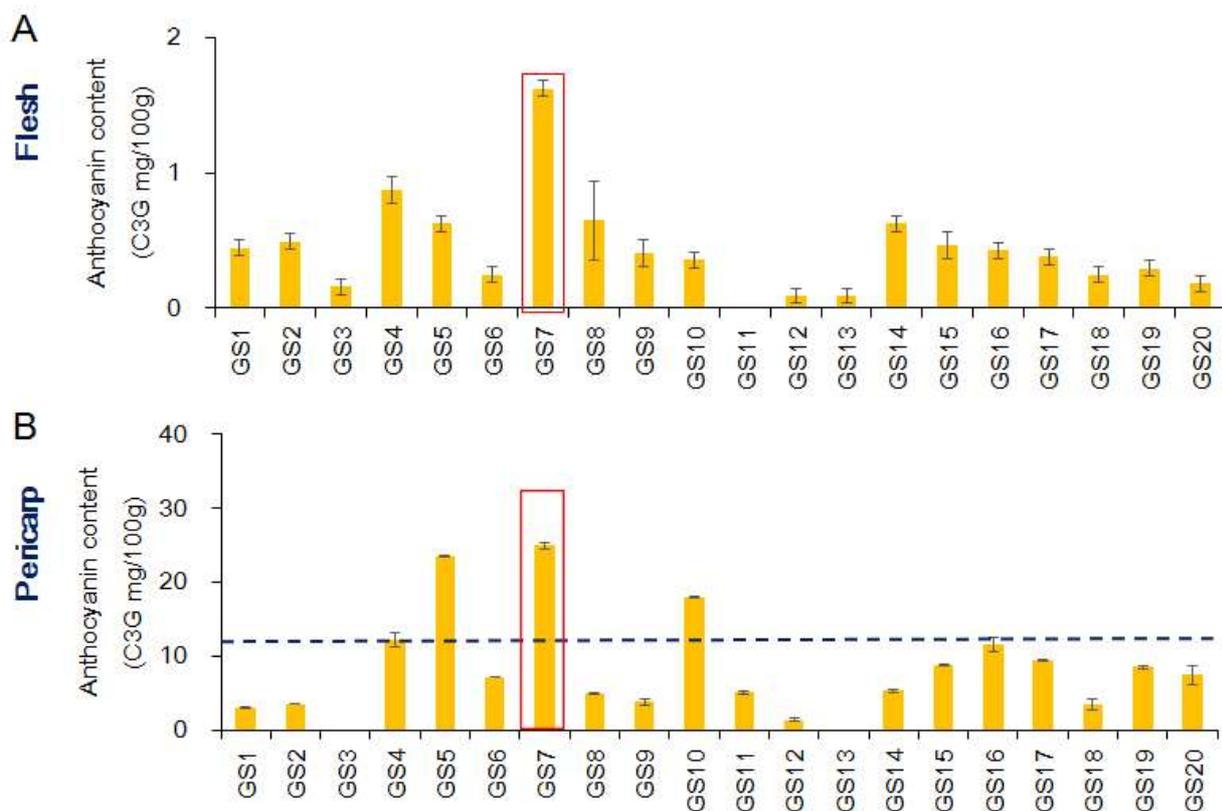


Fig. 21. Total anthocyanin content of onion flesh (A) and pericarp (B) harvested on August 2015

나) HPLC를 이용한 퀘세틴 및 퀘세틴 유도체 화합물의 함량 측정

5월 자색양파 가식부위 추출물에 함유되어 있는 퀘세틴 및 퀘세틴 유도체 화합물 (Q4'7G, quercetin 4',7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin)의 양은 Fig. 10에 나타내었다. 자색양파 27종의 가식부위를 분석한 결과, H28 과 H26-3 및 H50 순으로 총퀘세틴 함량이 높았으며, 이 세 품종의 주요 flavonol 성분은 Q3,4'G 와 Q4'G와 그리고 Q 임을 확인할 수 있었다.

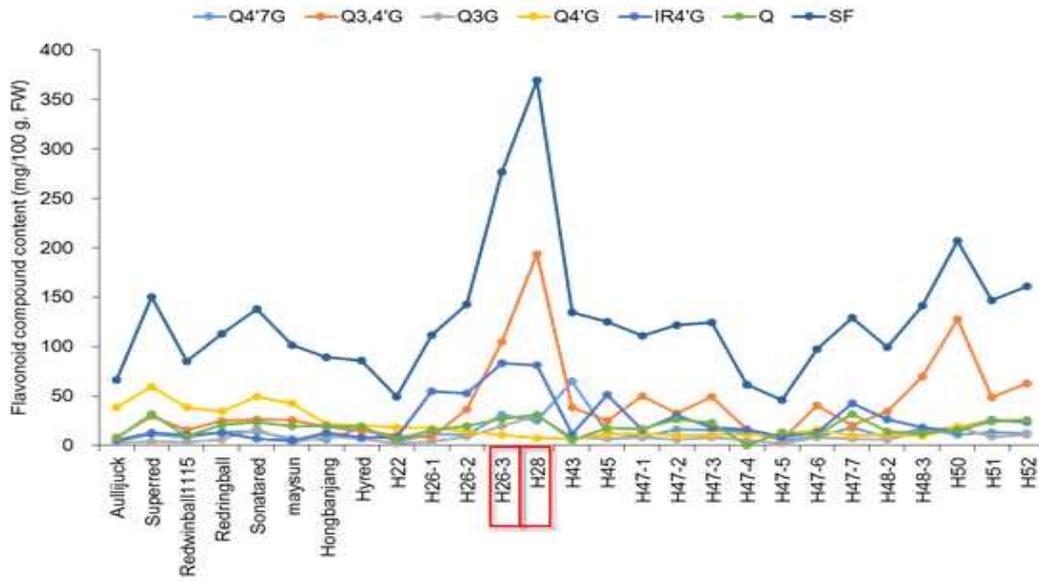


Fig. 22 Flavonoid compound content of onion flesh harvested on May 2015

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of quercetin

5월 자색양파 27 종의 껍질 추출물의 flavonol 계 화합물의 양은 Fig. 23 에 나타내었다. 분석 결과, H28 과 H26-3 품종의 껍질의 flavonol 함량이 높았으며, 이는 가식부위와 비슷한 경향을 보이는 결과이다. 또한, 이 두 품종의 주요 flavonol 성분은 Q 와 Q4'G 임을 확인할 수 있다.

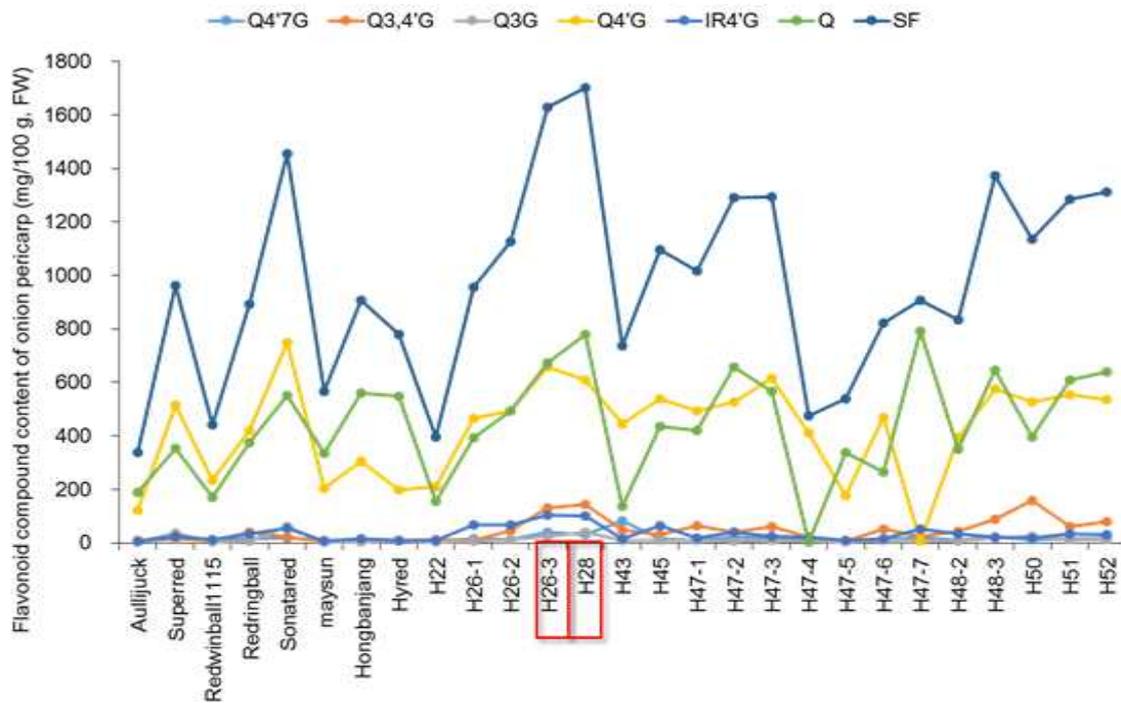


Fig. 23. Flavonol compounds content of onion pericarp harvested on May 2015.

Q4'7G, quercetin 4'-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol

2015년 5월 자색양파 27종, 7월 자색양파 14 종 및 8월 자색양파 20 종의 부위별 총 flavonol 계 화합물 함량을 측정된 결과, 과육보다 과피에 월등히 많은 flavonol 계 화합물이 함유되어 있음을 확인 할 수 있었다 (Fig. 24). 그 중에서도 H26-3 과 H28 품종의 가식부위와 껍질의 flavonol 화합물 함량이 높음을 보였다.

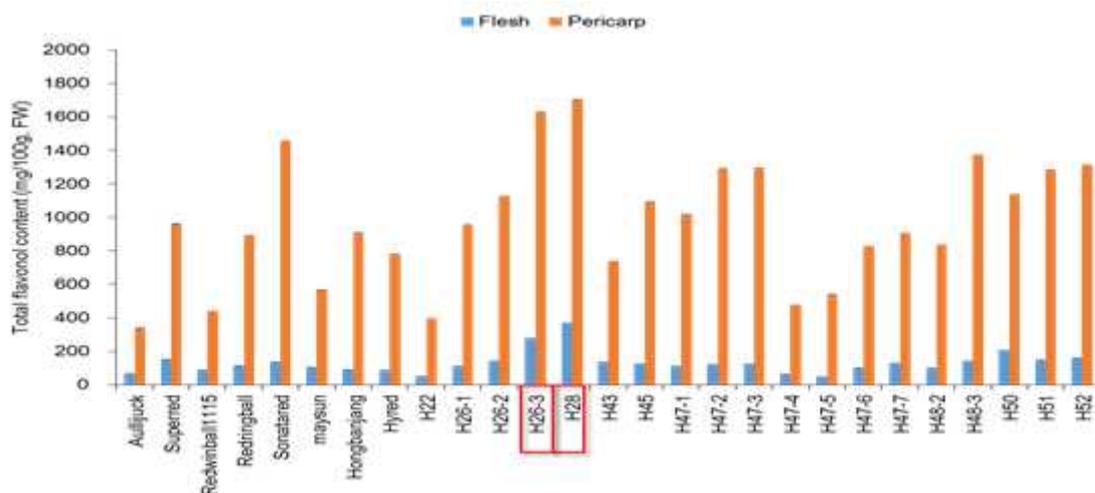


Fig. 24. Total quercetin content of onion flesh and pericarp harvested on May 2015

부위별로 나누지 않은 통양파를 분석한 결과, H26-3 과 H28 품종에서 높은 퀘세틴 함량을 보였다. 이는 부위별로 나누어 분석한 것과 유사한 경향을 보여 준다 (Fig. 25).

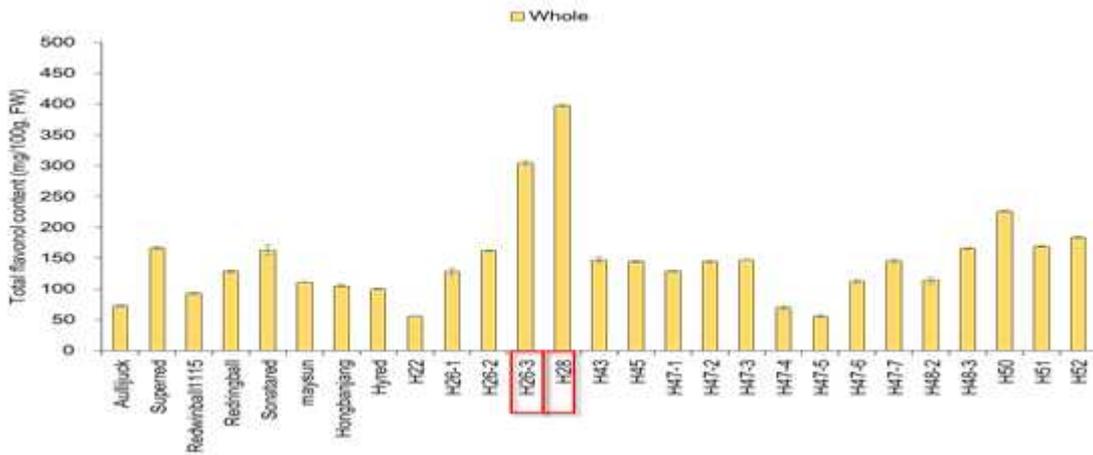


Fig. 25 Total flavonol content of whole onion harvest in May 2015

14종의 GS31계통 7월 자색양파 가식부위의 flavonol 계 화합물 (Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin)의 양은 Fig.26 에 나타내었다. 분석 결과, GS3186과 GS3186 순으로 총 flavonol 함량이 높았으며, 이 세 품종의 flavonol 성분은 Q4'G 와 Q3,4'G 그리고 Q 순으로 높은 함량이 포함되어 있었다.

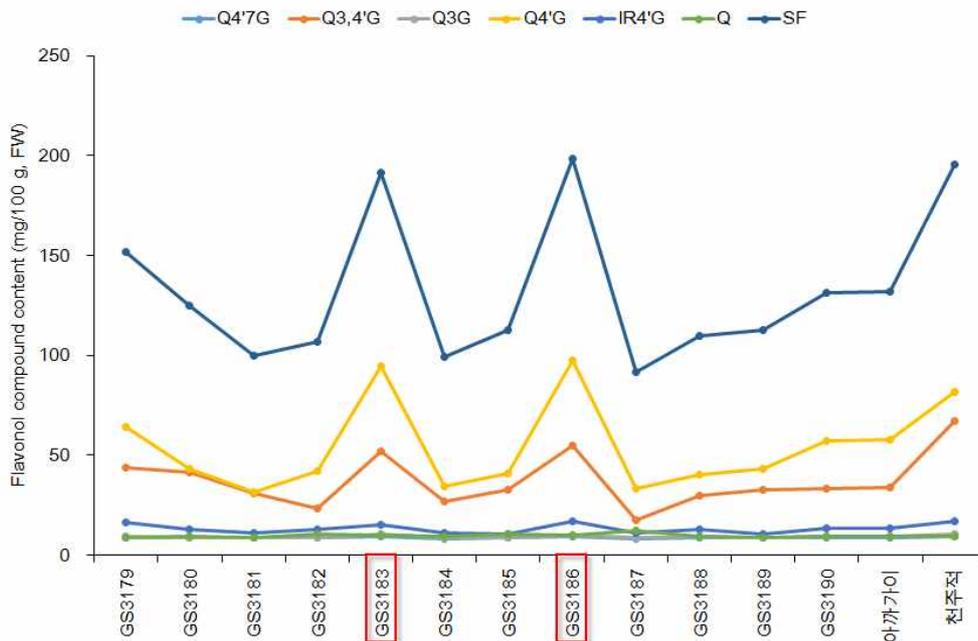


Fig. 26 Flavonoid compound content of onion flesh harvest in July 2015

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol

7월 자색양파 14 종의 GS31계통 껍질 추출물의 flavonol 계 화합물의 양은 Fig. 27에 나타내었다. 분석 결과, GS3189, GS3190 및 GS3183 순으로 총 flavonol 함량이 높았으며, 이 세 품종의 주요 flavonol 성분은 Q 와 Q'G 임을 확인할 수 있다. 이 중 GS 3183 품종은 가식부위와 껍질에서 모두 flavonol계 화합물의 함량이 높은 것을 확인 할 수 있다.

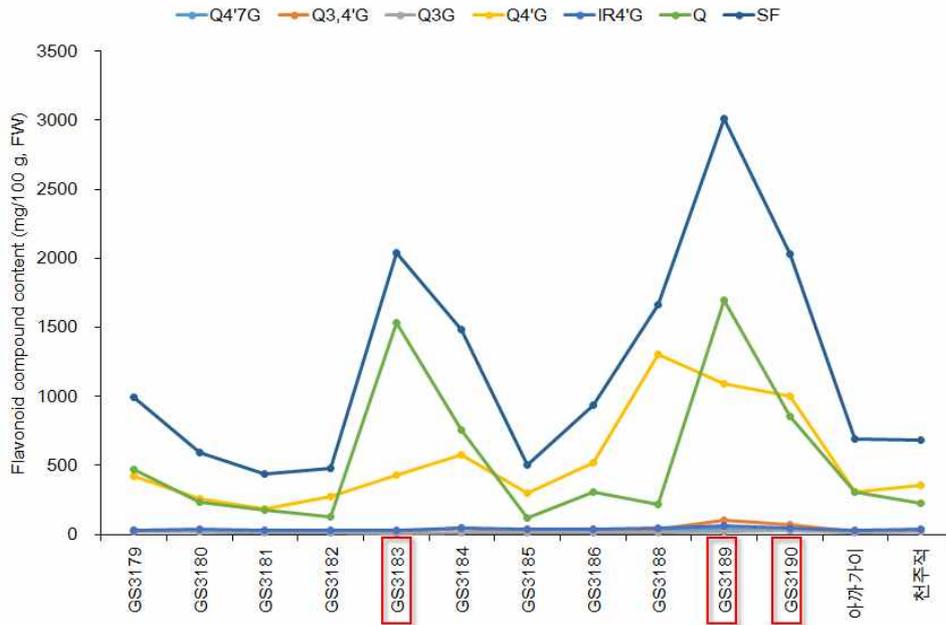


Fig. 27 Flavonoid compound content of onion pericarp harvest in July 2015

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol

2015년 7월에 수확한 GS31계통 14 종의 자색양파 부위별 총 flavonol 계 화합물 함량을 측정 한 결과, 가식부위보다 껍질에 월등히 많은 flavonol 계 화합물이 함유되어 있음을 확인 할 수 있었다 (Fig. 28). GS3189 와 GS3190 그리고 GS3183의 가식부위와 껍질의 총 flavonol계 퀘세틴 화합물의 함량이 높은 것을 확인 할 수 있다

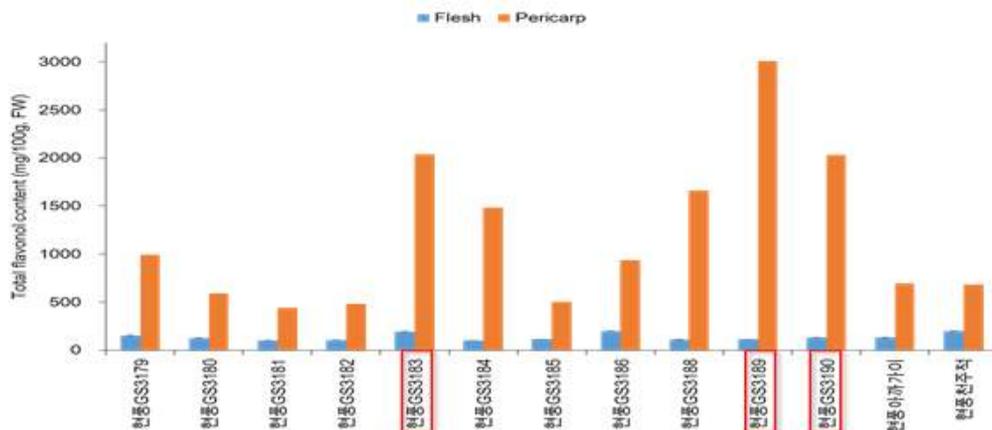


Fig. 28 Total flavonol content of onion flesh and pericarp harvest in July 2015

20종의 GS 계통 자색양파 가식부위의 flavonol 계 화합물 (Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin)의 양은 Fig. 29에 나타내었다. 분석 결과, GS12-GS19의 총 flavonol 함량이 70 mg/100g, FW으로 높았으며, 이 품종들의 가식부위에 포함된 flavonol 성분은 Q4'G 와 Q3,4'G 그리고 Q 순으로 높았다.

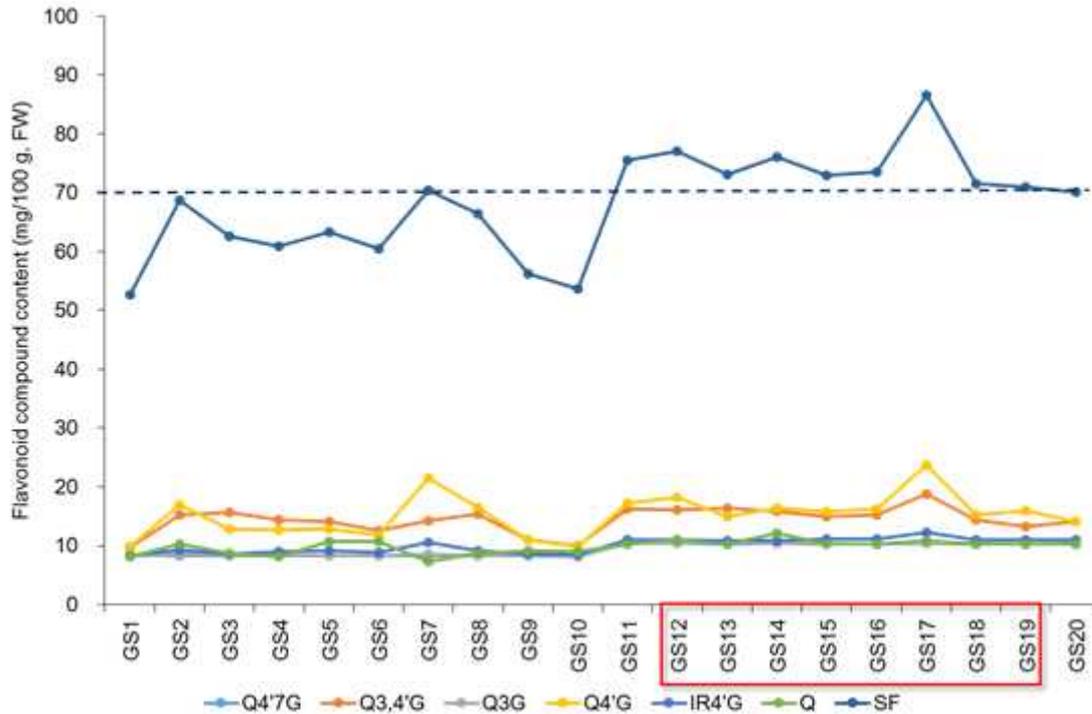


Fig. 29 Flavonoid compound content of onion flesh harvest on August 2015

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol

8월에 수확한 자색양파 20 종의 껍질 추출물의 flavonol 계 화합물의 양은 Fig. 18에 나타내었다. 분석 결과, GS5, GS6 그리고 GS7 순으로 총 flavonol 함량이 높았으며, 이 세 품종의 주요 flavonol 성분은 Q 와 Q4'G 임을 확인할 수 있다. 가식부위의 경우 GS12-GS19의 총 flavonol 함량이 높은 반면, 껍질의 경우 GS5, GS6 및 GS7 의 총 flavonol의 함량이 높은 경향을 보였다.

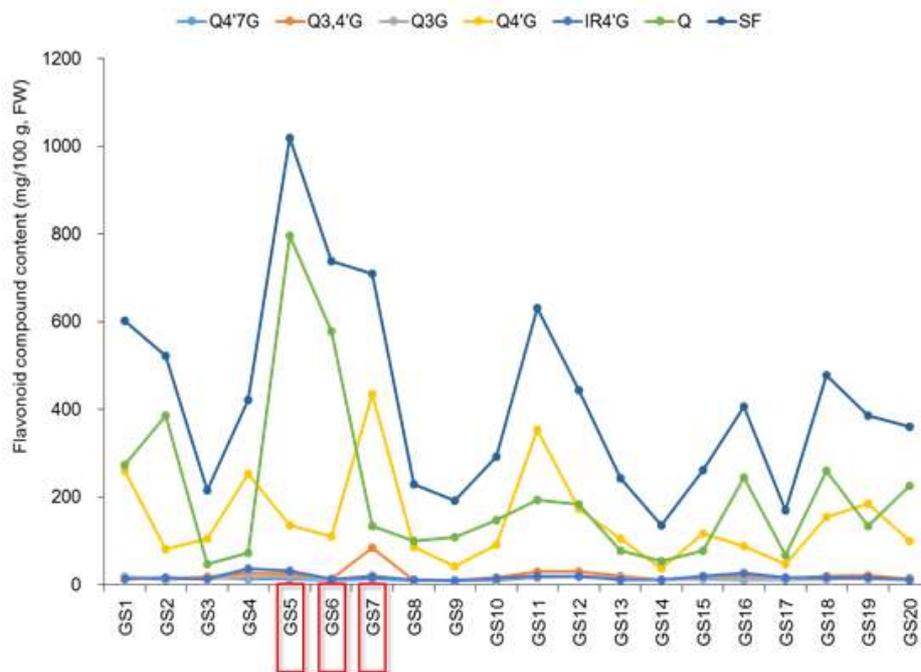


Fig.30 Flavonoid compound content of onion pericarp harvest on August 2015
 Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol

4. 4차년도 수행 결과

시판종 자색양파의 기능성 성분함량을 비교하여 우수품종을 찾고, 이에 상응하는 기능성 성분을 함유한 육성계통을 선발하기 위하여 시판품종 및 육성계통의 기능성 성분함량을 분석하였다. 실험에 사용한 자색양파는 2016년 창녕소재지의 양파시험장의 노지환경에서 6월 재배한 것을 수확하여 사용하였다. 시판종 자색양파의 27품종 (Fig 31) 및 육성계통 30품종 (Fig 32)을 본 실험에 사용하였다. 또한, 지역간 유색양파의 기능성 성분함량 비교를 위해 서로 다른 지역(달성 완주 신안지역)에서 재배한 6품종의 유색양파의 기능성을 비교하고자 하였다(Fig 33).

가) 시판종 자색양파의 기능성 성분함량 비교

시판종 자색양파 27종의 기능성 성분함량 비교를 위하여 총 폴리페놀, 총안토시아닌 및 Quercetin 계 화합물의 함량을 분석하였다.

총 27 종의 시판종 자색양파의 총 폴리페놀과 총 안토시아닌함량을 측정된 결과, 총 폴리페놀 함량은 과육에서 GS1512(쏘나타레드), GS1518(아시아천주적), GS1501(레드리오) 및 GS1514(영산적)의 순으로(Fig 34), 과피에서 GS1511(얼리적), GS1528(레드샤인), GS1526(세로나레드) 및 GS1512(쏘나타레드) 순으로 높은 함량을 나타냈다(Fig 35). 총 안토시아닌 함량은 과육에서 GS1501(레드리오), GS1530(레드스넥) 및 GS1506(썬버드) 순으로(Fig 36), 과피에서 GS1526(세로나레드), GS1530(레드스넥) 및 GS1520(레드윈) 순으로 높은 함량을 보였다(Fig 37).

시판종 유색양파 과육 추출물의 flavonol계 화합물 (Q4'7G, quercetin 4'-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin)의 함량은 Fig 38에 나타내었다. 시판종 유색양파 27종의 과육을 분석한 결과, GS1501, GS1524 및 GS1517 순으로 총 flavonol함량이 높았다.



Fig 31 The pictures of 27 red onions (*Allium cepa*) harvested in June 2016.

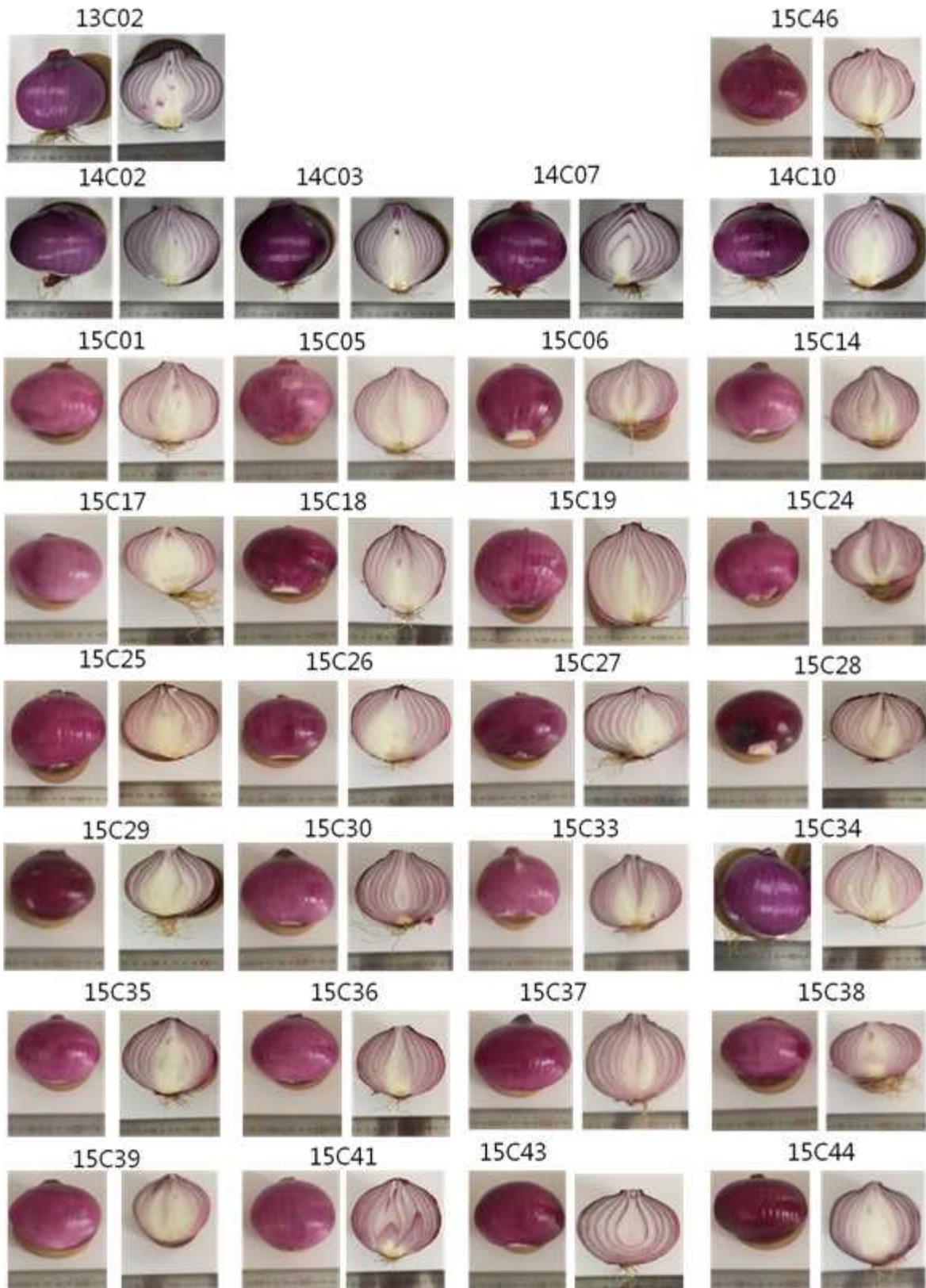


Figure 32 The pictures of 30 red onions (*Allium cepa*L.) pedigree harvested in June 2016.



Figure 33 The pictures of 9 red onions (*Allium cepa* L.) harvested at different regions in June 2016.

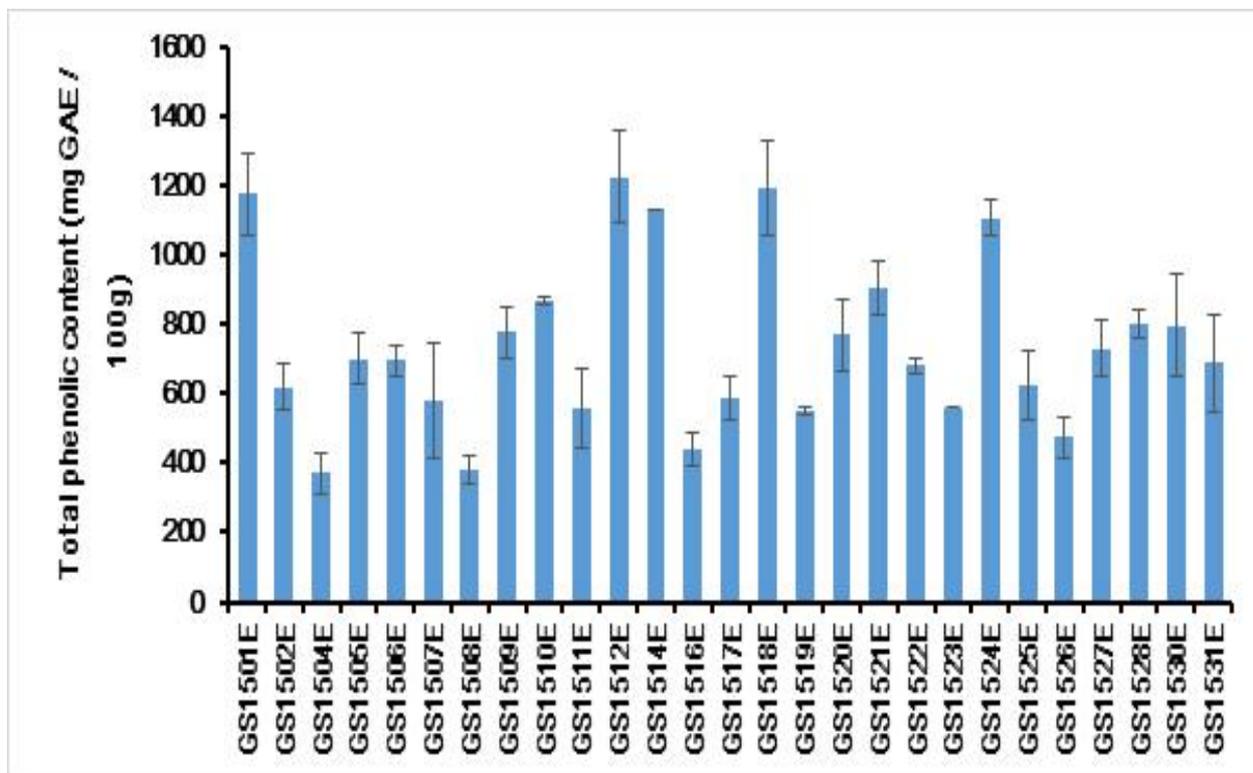


Fig 34 TPC of edible portion from 27 red onion cultivars.

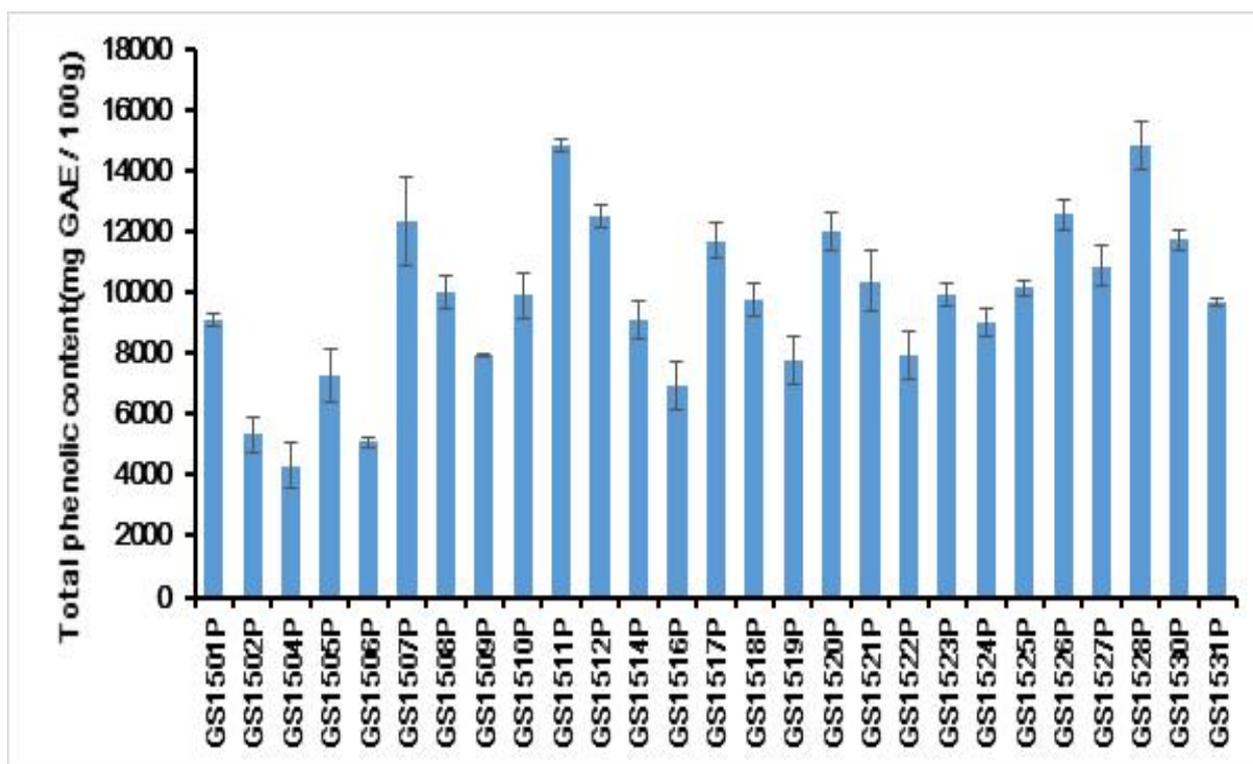


Fig 35 TPC of pericarp from 27 red onion cultivars harvested in June 2016.

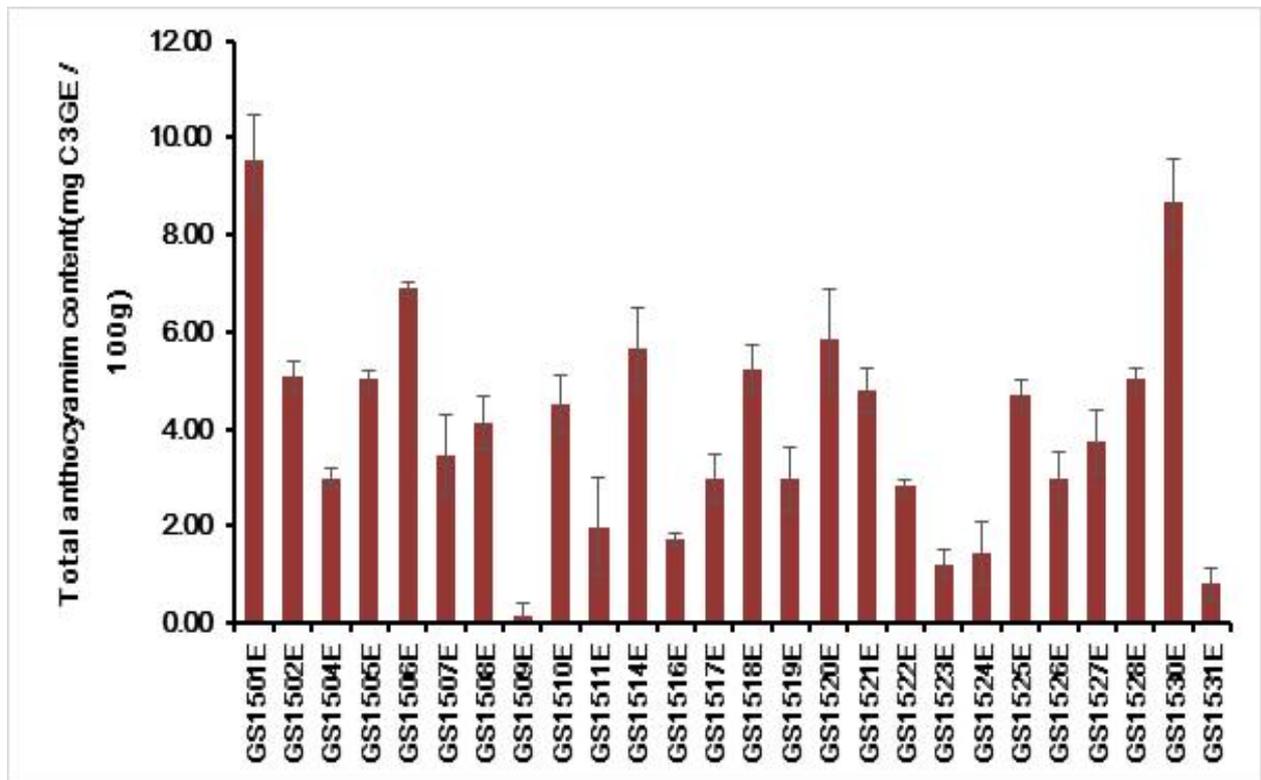


Fig 36 TPC of edible portion from 27 red onion cultivars.

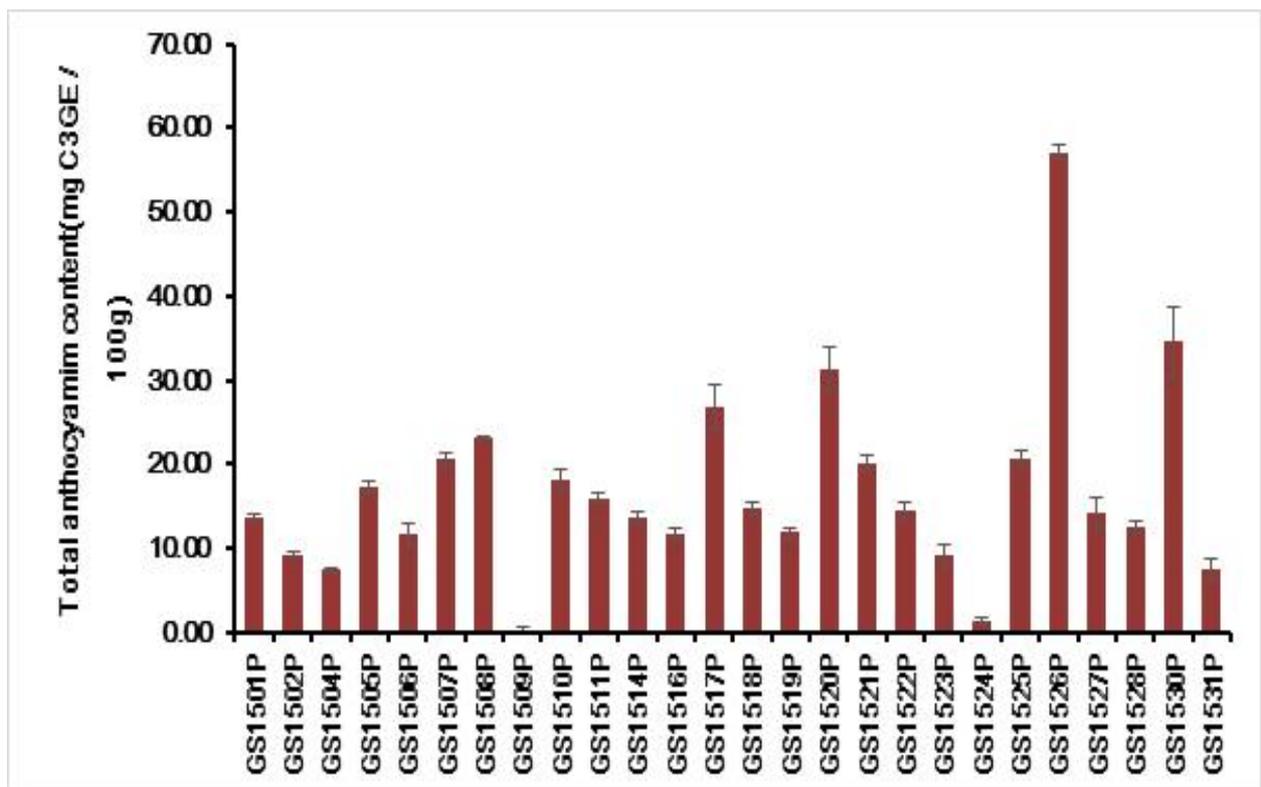


Fig 37 TAC of edible portion from 27 red onion cultivars.

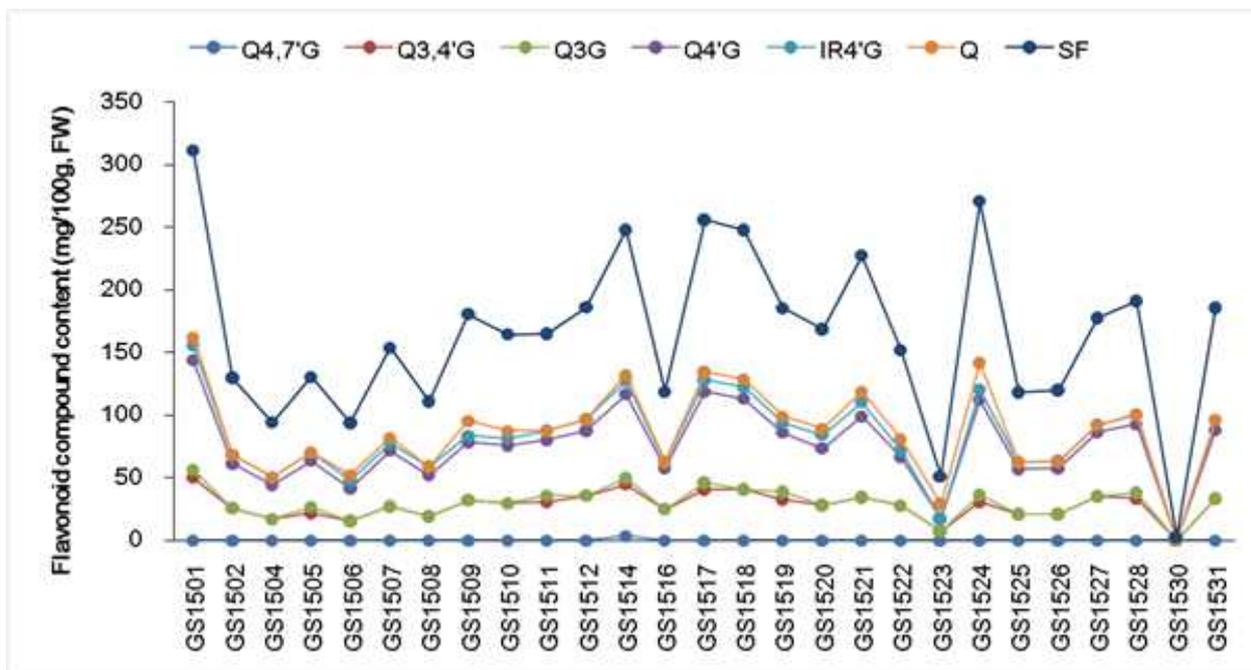


Fig 38 Flavonol compounds content of edible portion from 27 red onion cultivars harvested in June 2016.

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol.

Table 13 Flavonol compounds content of edible portion from 27 red onion cultivars harvested in June 2016.

(mg/100g, FW)	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	SF
GS1501	0.00	49.79	6.21	87.62	11.65	6.81	149.38
GS1502	0.00	25.71	0.00	35.38	7.32	0.00	62.05
GS1504	0.00	16.93	0.00	27.47	6.04	0.00	44.08
GS1505	0.00	21.60	4.86	37.13	6.59	0.00	60.65
GS1506	0.00	15.49	0.00	26.16	5.81	4.54	42.47
GS1507	0.00	26.91	0.00	44.66	6.37	3.98	72.38
GS1508	0.00	18.91	0.00	32.89	7.16	0.00	52.60
GS1509	0.00	31.84	0.00	46.77	4.91	11.81	85.79
GS1510	0.00	29.55	0.00	46.19	5.84	5.68	77.72
GS1511	0.00	30.57	5.18	44.32	7.44	0.00	77.97
GS1512	0.00	35.43	0.00	52.05	8.97	0.00	90.09
GS1514	3.55	41.16	4.81	67.40	10.51	4.55	116.09
GS1516	0.00	24.74	0.00	33.15	4.79	0.00	56.33
GS1517	0.00	40.44	5.51	72.90	9.21	6.51	121.86
GS1518	0.00	40.39	0.00	72.82	9.21	6.51	119.40
GS1519	0.00	32.63	6.11	47.22	7.71	5.58	86.54
GS1520	0.00	27.92	0.00	45.47	10.94	5.00	79.80
GS1521	0.00	34.51	0.00	64.52	11.43	8.34	109.26
GS1522	0.00	27.73	0.00	38.72	5.48	9.04	71.45
GS1523	0.00	7.22	0.00	10.32	0.00	11.50	22.69
GS1524	0.00	30.33	5.58	76.20	8.09	21.61	129.10
GS1525	0.00	20.78	0.00	36.27	5.53	0.00	56.23
GS1526	0.00	20.90	0.00	36.48	5.97	0.00	56.99
GS1527	0.00	34.98	0.00	51.45	5.80	0.00	85.88
GS1528	0.00	33.18	4.55	54.95	7.84	0.00	90.99
GS1530	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.18
GS1531	0.00	33.20	0.00	55.06	7.91	0.00	89.82

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol.

시판종 유색양파 27종의 과피 추출물의 flavonol 계 화합물의 양은 Fig 39 에 나타내었다. 분석 결과, GS1501, GS1511 및 GS1510 순으로 총 flavonol 함량이 높았으며, 이 중 현품 GS3183 품종은 과육과 과피에서 모두 flavonol 계 화합물의 함량이 높은 것을 확인 할 수 있다.

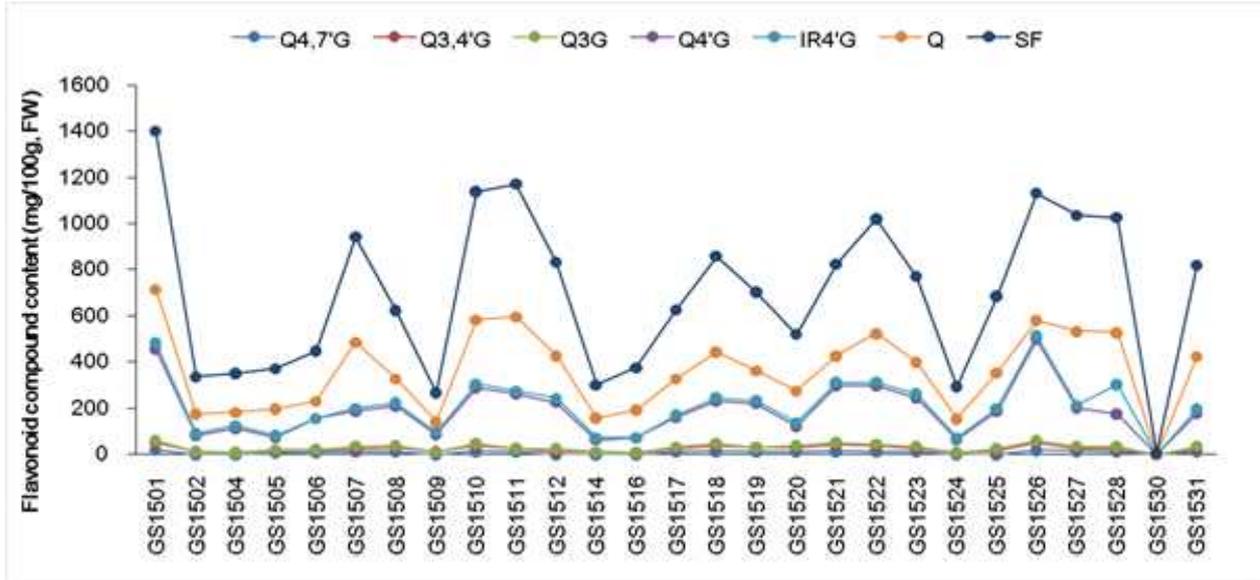


Fig 39 Flavonol compounds content of pericarp from 27 red onion cultivars harvested in June 2016.

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol.

Table 14 Flavonol compounds content of pericarp from 27 red onion cultivars harvested in June 2016.

(mg/100g, FW)	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	SF
GS1501	19.72	31.86	10.22	396.52	27.91	229.81	684.28
GS1502	0.00	12.51	0.00	70.82	9.30	85.23	158.80
GS1504	0.00	10.56	0.00	103.88	12.57	58.24	166.18
GS1505	8.71	10.76	0.00	55.94	9.85	113.49	173.35
GS1506	10.74	12.87	0.00	134.42	0.00	75.72	214.69
GS1507	13.46	11.91	11.58	150.99	13.87	285.14	455.17
GS1508	13.04	16.49	9.36	171.29	16.69	101.50	296.60
GS1509	0.00	12.42	0.00	77.53	9.10	43.79	123.78
GS1510	14.98	22.40	10.10	244.06	15.82	278.55	554.14
GS1511	13.29	12.50	0.00	239.62	10.77	322.63	573.38
GS1512	0.00	14.22	11.77	200.45	18.86	183.78	403.67
GS1514	0.00	11.31	0.00	52.66	9.29	86.86	141.06
GS1516	0.00	10.59	0.00	62.91	0.00	120.84	181.63
GS1517	12.64	12.61	8.69	127.57	12.17	155.64	297.54
GS1518	14.12	25.52	9.37	183.69	13.66	199.13	413.72
GS1519	11.67	18.19	0.00	193.09	12.04	129.34	338.92
GS1520	12.00	17.27	10.55	82.23	17.34	136.57	244.18
GS1521	14.94	26.32	10.24	249.05	13.42	114.41	396.60
GS1522	13.55	24.16	8.84	253.08	15.16	211.22	494.25
GS1523	12.12	15.72	9.23	211.06	16.05	137.15	369.55
GS1524	0.00	8.50	0.00	56.29	8.80	82.69	137.23
GS1525	0.00	15.25	11.02	162.57	13.20	153.31	329.93
GS1526	18.59	30.95	12.66	436.85	16.85	66.14	550.27
GS1527	14.53	10.63	11.60	166.69	11.38	319.50	502.56
GS1528	13.40	13.36	9.45	141.14	126.78	225.45	497.81
GS1530	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.35
GS1531	13.46	14.13	9.56	143.06	19.25	226.73	394.43

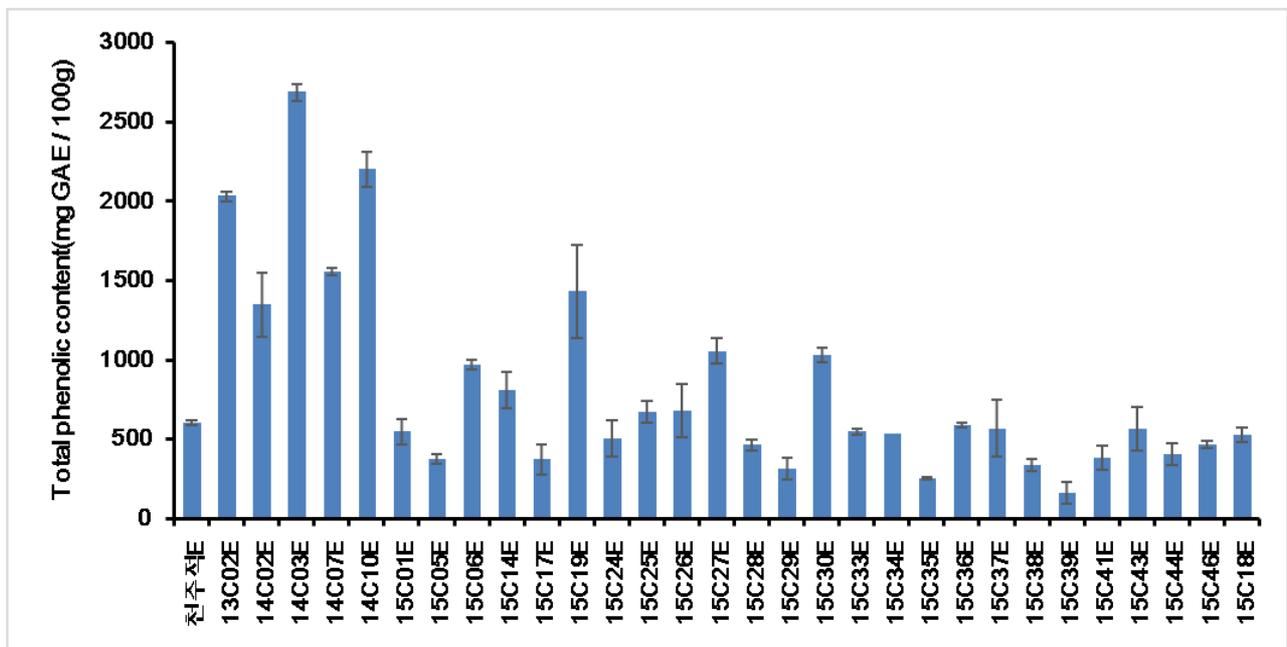
Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol.

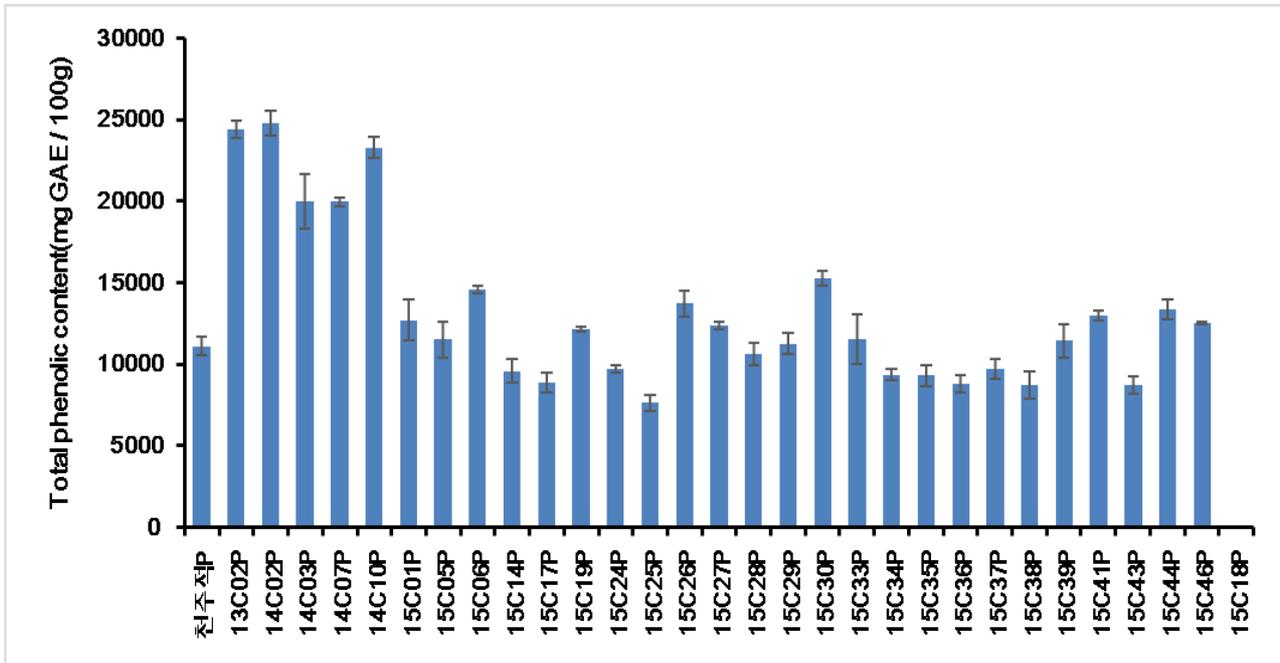
나) 육성계통 유색양과의 기능성 성분함량 비교

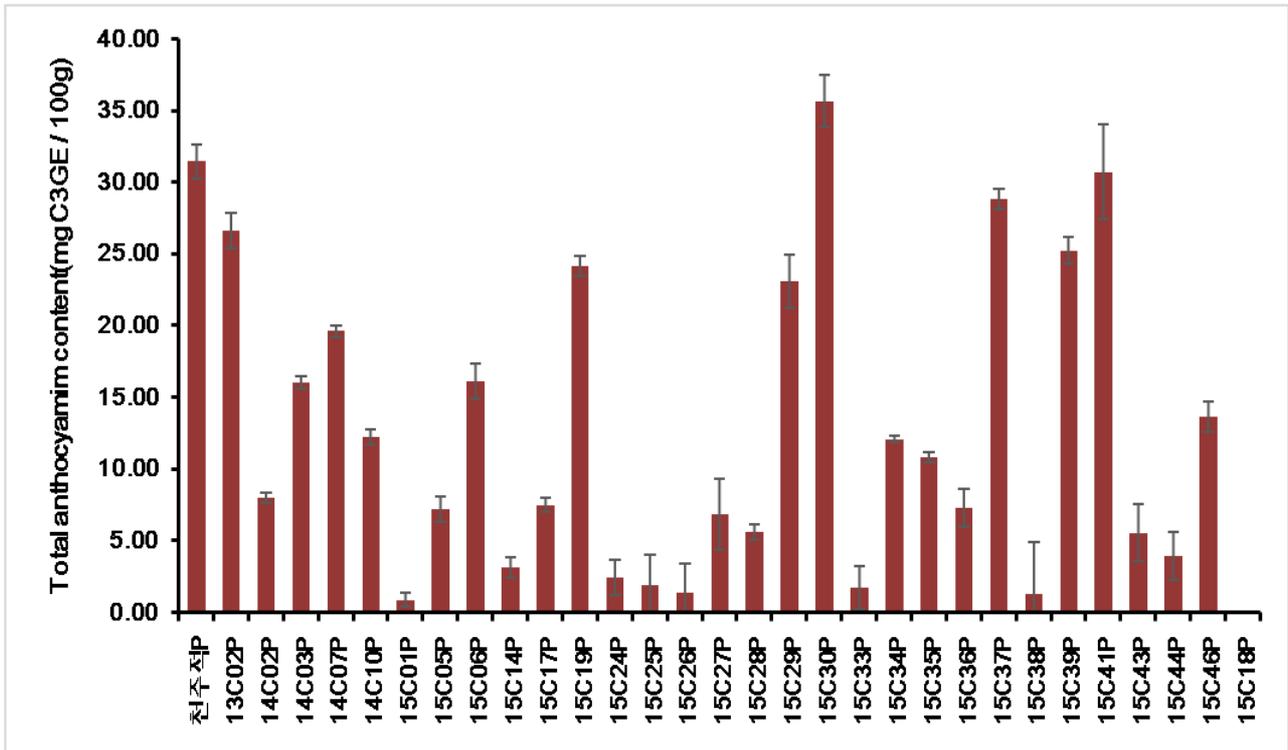
육성계통 자색양과 30종의 기능성 성분함량 비교를 위하여 총 폴리페놀, 총안토시아닌 및 Quercetin계 화합물의 함량을 분석하였다.

총폴리 페놀 함량은 과육에서 14C03, 14C10, 13C02 및 15C19 의 순으로 나타났다(Fig 40). 시판품중 자색양과의 과육 중 총폴리페놀의 함량이 가장 높았던 GS1512(쏘나타레드, 1224.5 mg/100g) 과육의 총 폴리페놀의 함량보다 높은 계통육성종은 13C02 (2029.5 mg/100g), 14C02(1344.5 mg/100g), 14C03(2684.5 mg/100g), 14C07(1554.5 mg/100g), 14C10(2199.5 mg/100g) 및 15C19 (1429.5 mg/100g) 으로 나타났다.

계통육성 자색양과의 과피의 총 폴리페놀함량은 14C02, 13C02 및 14C10 순으로 높은 함량을 나타냈다(Fig 41). 13C02 (24409.0 mg/100g), 14C02(24789.0 mg/100g), 14C03(19969.0 mg/100g), 14C07(19969.0 mg/100g) 및 14C10(23299.0 mg/100g)의 계통 육성종 과피의 총폴리페놀 함량은 시판중 중 과피의 총폴리페놀 함량이 높은 품종인 GS1511(얼리적, 14829.0 mg/100g)보다 높은 것으로 나타났다. 안토시아닌 함량은 과육에서 15C26, 15C43 및 15C33 순으로(Fig 42), 과피에서 15C30, 15C41 및 15C37순으로 높은 함량을 보였다 (Fig 43).







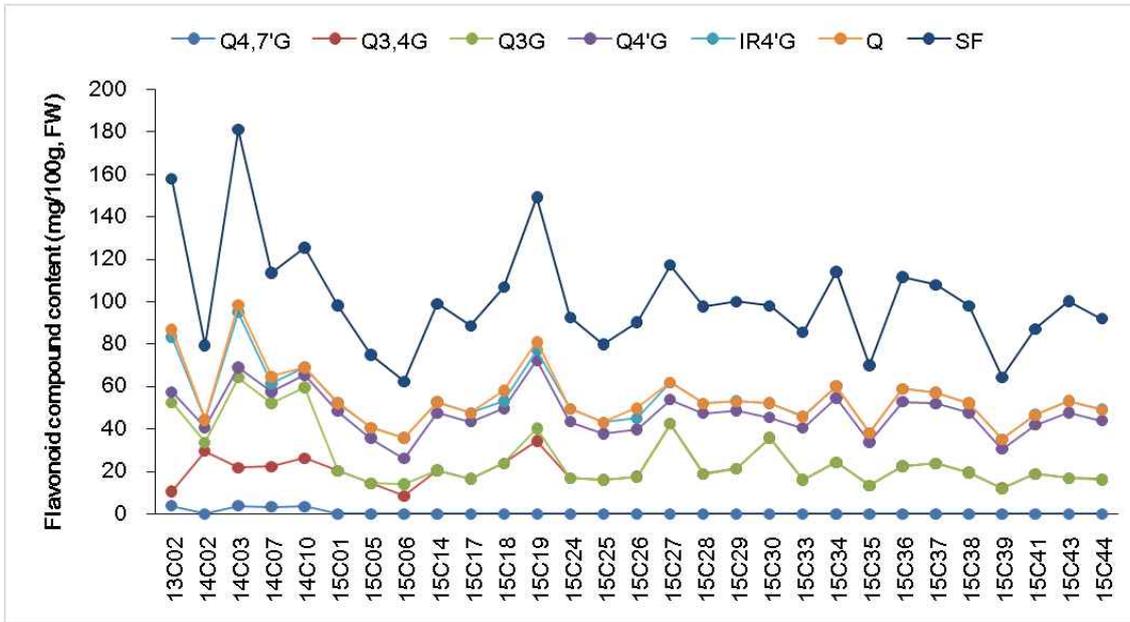


Table 15 Flavonol compounds content of edible portion from 30 red onion pedigrees harvested in June 2016.

(mg/100g, FW)	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	SF
13C02	3.75	6.96	41.85	4.99	25.67	3.77	71.10
14C02	0.00	29.68	4.09	6.93	3.89	0.00	35.06
14C03	3.80	18.03	42.34	5.04	25.57	3.78	82.68
14C07	3.45	18.91	29.92	5.48	3.76	3.29	48.93
14C10	3.54	22.78	33.32	6.06	3.47	0.00	56.46
15C01	0.00	20.42	0.00	28.00	4.04	0.00	46.11
15C05	0.00	14.35	0.00	21.35	5.06	0.00	34.41
15C06	0.00	8.51	5.67	11.93	10.02	0.00	26.60
15C14	0.00	20.63	0.00	26.98	5.25	0.00	46.51
15C17	0.00	16.58	0.00	27.01	4.07	0.00	41.31
15C18	0.00	23.80	0.00	25.90	3.57	5.00	48.75
15C19	0.00	34.50	5.93	32.01	4.64	4.02	68.39
15C24	0.00	16.86	0.00	26.51	6.27	0.00	43.29
15C25	0.00	16.08	0.00	21.73	5.46	0.00	36.92
15C26	0.00	17.48	0.00	22.28	5.38	4.88	40.49
15C27	0.00	42.51	0.00	11.37	8.05	0.00	55.57
15C28	0.00	18.78	0.00	28.68	4.72	0.00	45.83
15C29	0.00	21.39	0.00	27.41	4.49	0.00	46.94
15C30	0.00	35.82	0.00	9.60	6.87	0.00	45.95
15C33	0.00	16.05	0.00	24.55	5.47	0.00	39.72
15C34	0.00	24.36	0.00	30.45	5.52	0.00	53.98
15C35	0.00	13.44	0.00	20.38	4.56	0.00	32.02
15C36	0.00	22.52	0.00	30.42	6.14	0.00	52.73
15C37	0.00	23.77	0.00	28.24	5.24	0.00	50.90
15C38	0.00	19.55	0.00	28.23	4.53	0.00	45.95
15C39	0.00	12.08	0.00	18.59	4.77	0.00	29.09
15C41	0.00	18.79	0.00	23.10	4.96	0.00	40.50
15C43	0.00	16.88	0.00	30.83	5.68	0.00	47.03
15C44	0.00	16.27	0.00	27.64	5.35	0.00	42.91
15C46	0.00	18.34	0.00	26.99	5.46	0.00	44.44

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol

계통육성 유색양과 30종의 과피 추출물의 flavonol계 화합물의 양은 Fig 45에 나타내었다. 분석 결과, 14C07, 14C02 및 13C02 순으로 총 flavonol함량이 높았다. 이중 14C07 계통종의 총 flavonol 함량은 775.94 mg/100g으로 시판종의 과피 중 가장 함량이 우수한 GS1501(레드리오) 품종의 총 flavonol 함량인 684.28 mg/100보다 높음을 확인하였다.

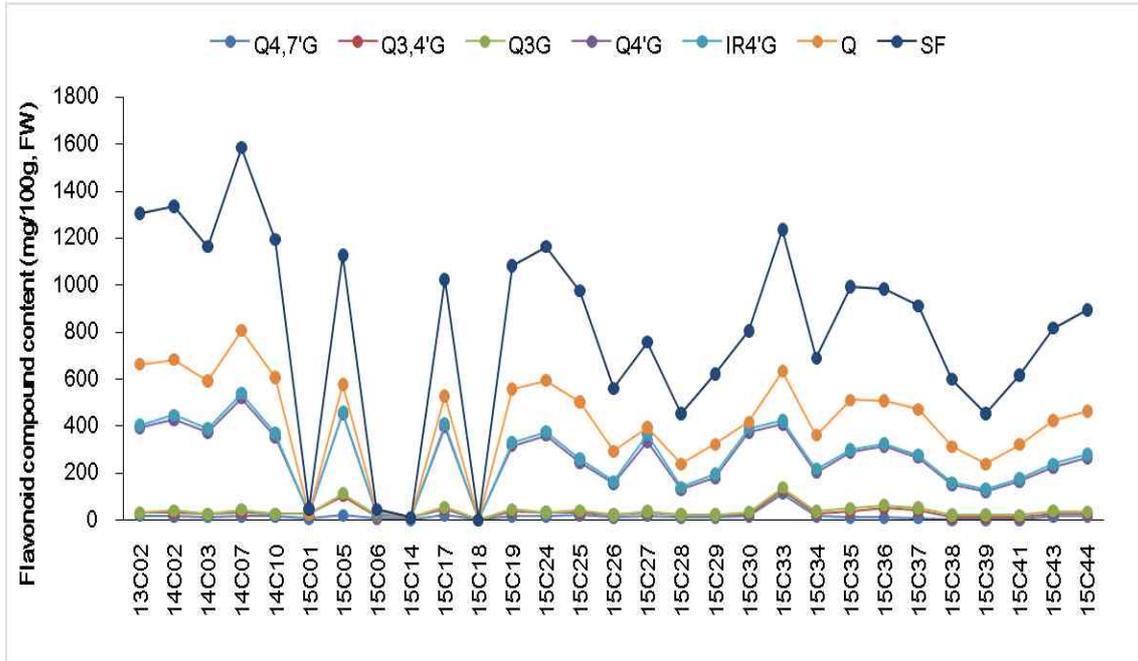


Table 15 Flavonol compounds content of pericarp from 30 red onion pedigrees harvested in June 2016.

(mg/100g, FW)	Q4'7G	Q3,4'G	Q3G	Q4'G	IR4'G	Q	SF
13C02	17.50	10.56	0.00	364.42	11.14	260.20	641.30
14C02	14.68	14.82	9.80	388.16	18.34	237.46	651.50
14C03	12.45	11.35	0.00	350.58	14.14	203.99	571.16
14C07	16.58	13.08	12.56	477.49	18.18	269.82	775.94
14C10	13.19	11.24	0.00	328.47	15.35	238.66	586.70
15C01	6.35	20.34	0.00	0.00	0.00	0.00	20.34
15C05	19.16	81.98	12.53	338.86	7.81	118.33	546.90
15C06	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35	6.35
15C14	0.00	8.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15C17	18.13	25.24	10.79	341.00	14.56	117.57	495.52
15C18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15C19	15.49	18.35	9.34	273.09	14.69	226.14	525.33
15C24	16.92	14.06	0.00	329.40	14.40	219.65	569.02
15C25	18.99	9.85	11.27	205.41	13.69	244.33	471.77
15C26	12.36	9.68	0.00	131.05	10.12	129.08	266.87
15C27	17.46	11.80	7.34	298.01	30.74	28.66	362.24
15C28	11.34	10.38	0.00	106.89	9.46	100.40	213.06
15C29	11.12	10.84	0.00	156.20	15.92	128.99	297.66
15C30	14.49	7.82	10.55	341.50	15.65	27.59	385.83
15C33	111.65	13.76	11.65	271.46	13.65	211.30	601.69
15C34	15.07	10.06	10.38	166.64	13.98	144.03	328.39
15C35	8.18	28.39	13.53	239.76	8.10	214.09	480.27
15C36	8.31	40.85	14.00	252.25	7.43	184.53	475.60
15C37	7.53	31.82	12.13	215.71	8.77	195.86	440.06
15C38	0.00	12.02	9.28	127.16	10.15	153.12	286.31
15C39	0.00	10.88	10.86	98.95	9.76	108.05	213.09
15C41	0.00	10.69	7.22	145.33	10.80	146.47	295.10
15C43	13.12	14.35	10.32	187.24	12.20	186.42	391.88
15C44	13.40	10.85	9.81	230.20	14.85	183.62	430.95
15C46	10.95	11.39	9.27	121.29	9.09	164.09	294.32

Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin; SF, sum of flavonol

다) 지역별 자색양파의 기능성 성분함량 비교

고기능성 자색양파의 재배에 적합한 지역을 알고자 달성, 완주 및 신안 지역에서 재배한 자색양파 6품종 (13C02, 14C02, 14C03, 14C07, 14C10 및 홍반장)의 총 폴리페놀, 총안토시아닌 및 Quercetin계 화합물의 함량을 분석하였다.

(1) 지역별 자색양파의 총 폴리페놀 및 총안토시아닌 함량

달성, 완주 및 신안지역에서 재배한 자색양파의 총폴리페놀과 총안토시아닌함량은 Table 7에 나타내었다. 자색양파 과육의 총폴리페놀함량은 달성과 완주보다 신안에서 높은 경향을 보였으며(Fig 38), 이와 대조적으로 과피의 경우 달성지역에서 재배한 자색양파의 과피의 총 폴리페놀 함량이 완주와 신안에서 재배한 시료보다 높은 것을 확인하였다(Fig 39). 과육의 경우 신안지역에서 수확한 자색양파의 총 안토시아닌 함량이 다른지역보다 높았고, 과피의 경우 달성이서 재배한 자색양파에서 높은 안토시아닌 함량을 보였다. 이는 총안토시아닌 함량과 총 플라보노이드함량이 지역별로 유사한 경향을 나타내는 것을 의미한다.

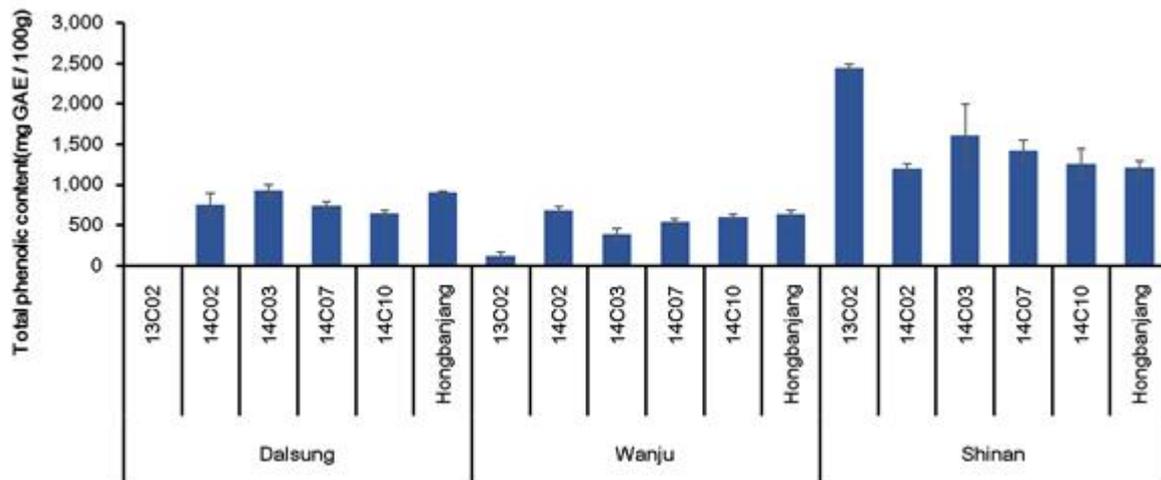


Fig 38 TPC of edible portion harvested at different regions in June 2016.

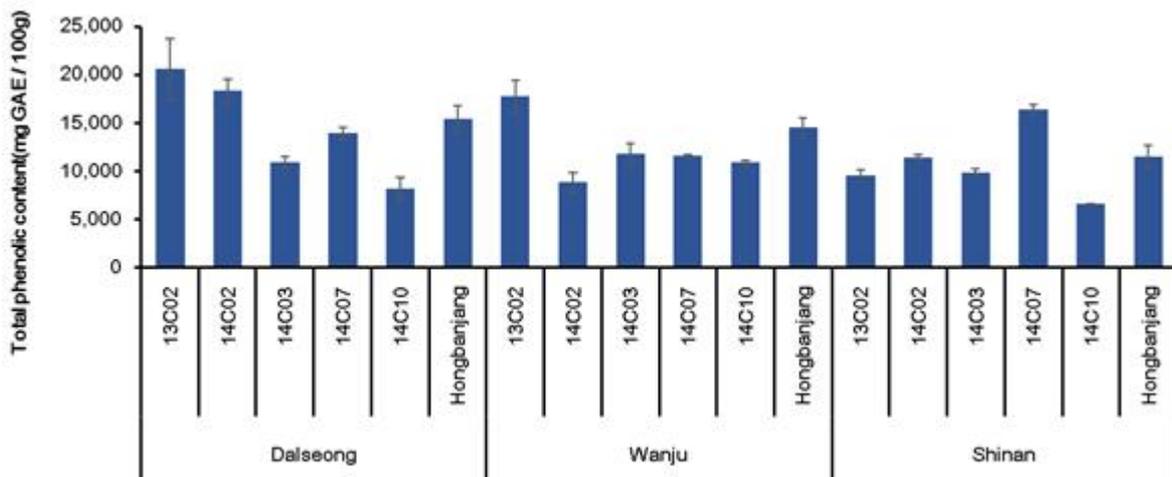


Fig 39 TPC of pericarp harvested at different regions in June 2016.

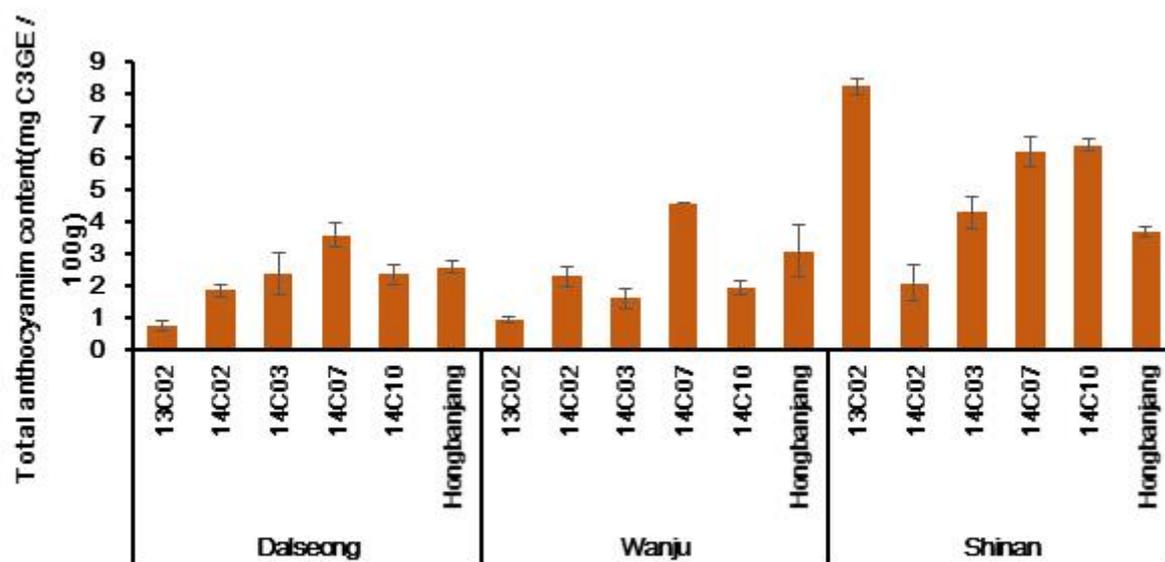


Fig 40 TAC of edible portion harvested at different regions in June 2016.

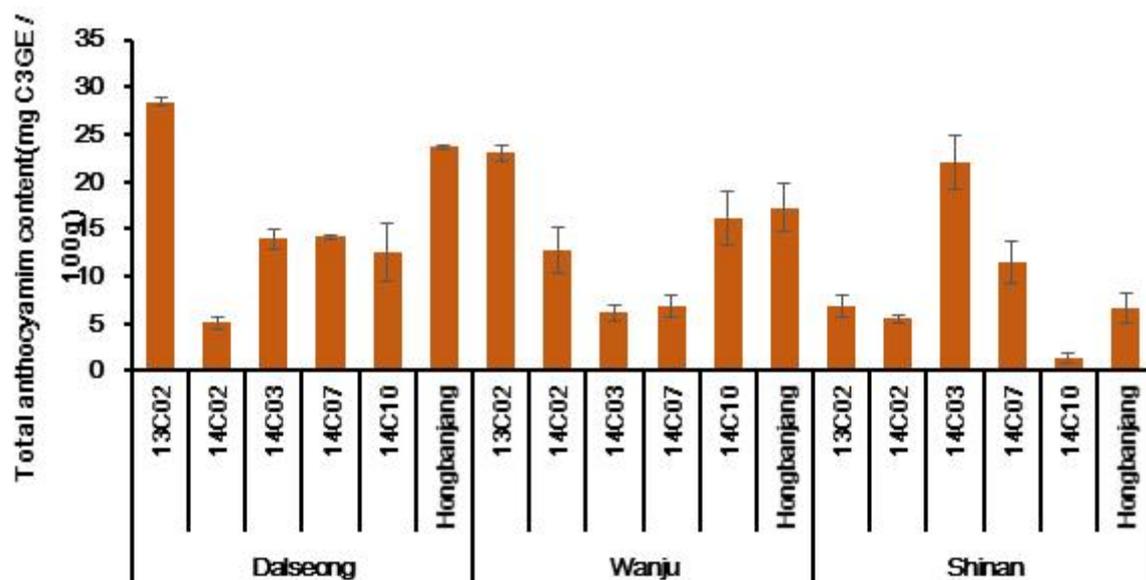


Fig 41 TAC of pericarp harvested at different regions in June 2016.

(2) HPLC를 이용한 flavonol계 화합물의 함량 측정

세 지역에서 재배한 자색양파의 과육부위의 flavonol계 화합물 (Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin)의 양은 Fig 42에 나타내었다. 신안지역에서 재배한 품종의 총 flavonol 함량이 우수함을 보였다. 이는 신안지역에서 재배한 자색양파 과육의 총폴리페놀 함량과 총 안토시아닌 함량이 우수함과 유사한 결과이다. 또한, 신안지역에서 재배한 양파 6품종 중 13C02의 총 flavonol 함량이 우수함을 확인하였다.

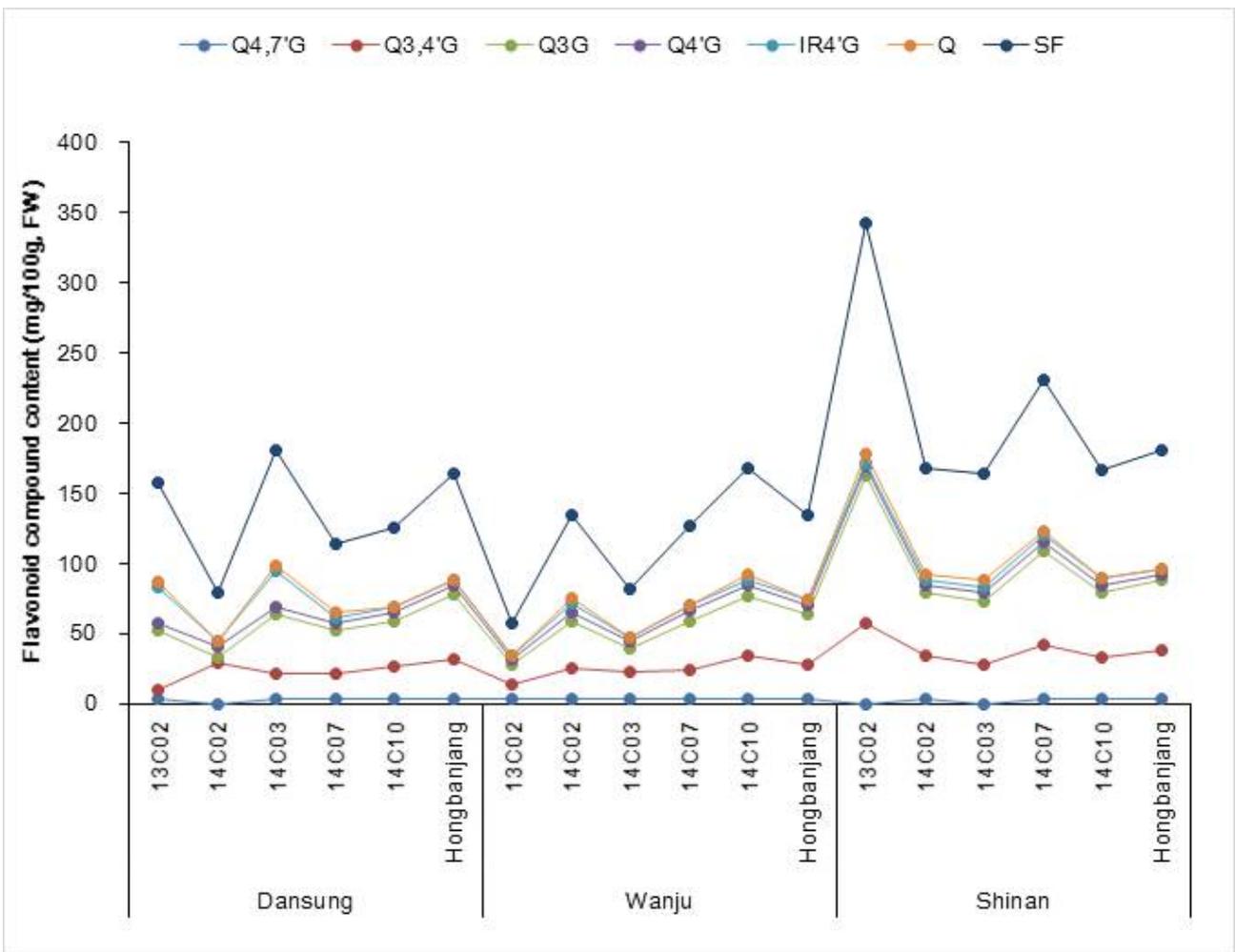


Fig 42 Flavonol compounds content of edible portion from red onion

달성, 완주 그리고 신안의 세 지역에서 재배한 자색양파의 과피 부위의 flavonol계 화합물 (Q4'7G, quercetin 4'7-diglucoside; Q3,4'G, quercetin 3,4'-diglucoside; Q3G, quercetin 3-glucoside; Q4'G, quercetin 4'-glucoside; IR4'G, isorhamnetin 4'-glucoside; Q, quercetin)의 양은 Fig 43에 나타내었다.

총폴리페놀 함량과 총 안토시아닌 함량이 과 마찬가지로 달성지역에서 재배한 품종의 총 flavonol 함량이 우수함을 나타냈다. 또한, 달성 지역에서 재배한 양파 6품종의 과피 중 13C02의 총 flavonol 함량이 높은 것을 확인하였다.

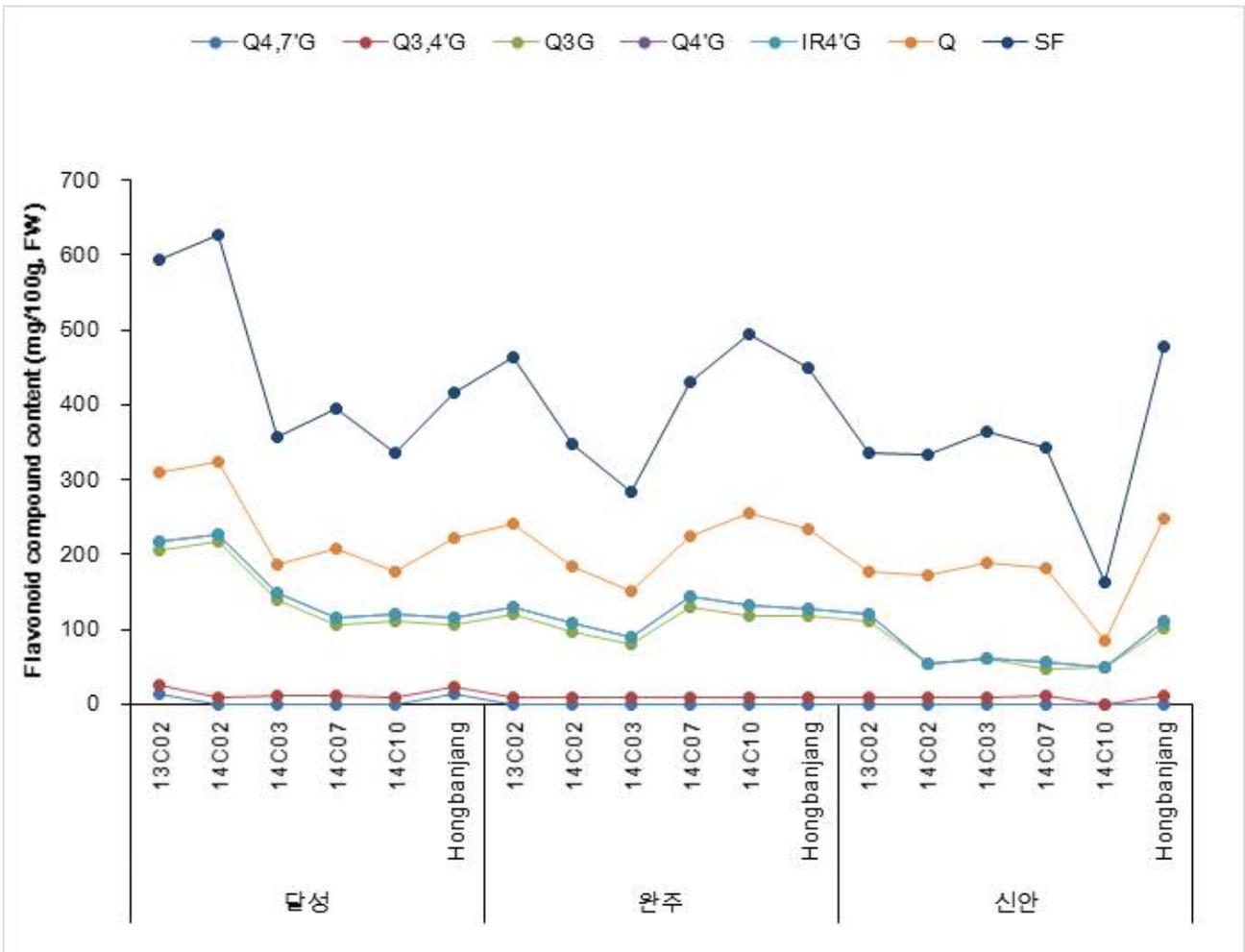


Fig 43 Flavonol compounds content of edible portion from red onion cultivars harvested at different regions in June 2016.

(3) ABTS[2,2'-azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] radical 소거능

GS15 품종 과육의 항산화 활성을 500, 1000 µg/mL 의 농도에서 측정한 결과를 Fig 44에 나타내었다. GS1501, GS1507, GS1510, GS1514, GS1520, GS1521, GS1522 및 GS1531의 항산화 활성이 우수함을 확인하였다.

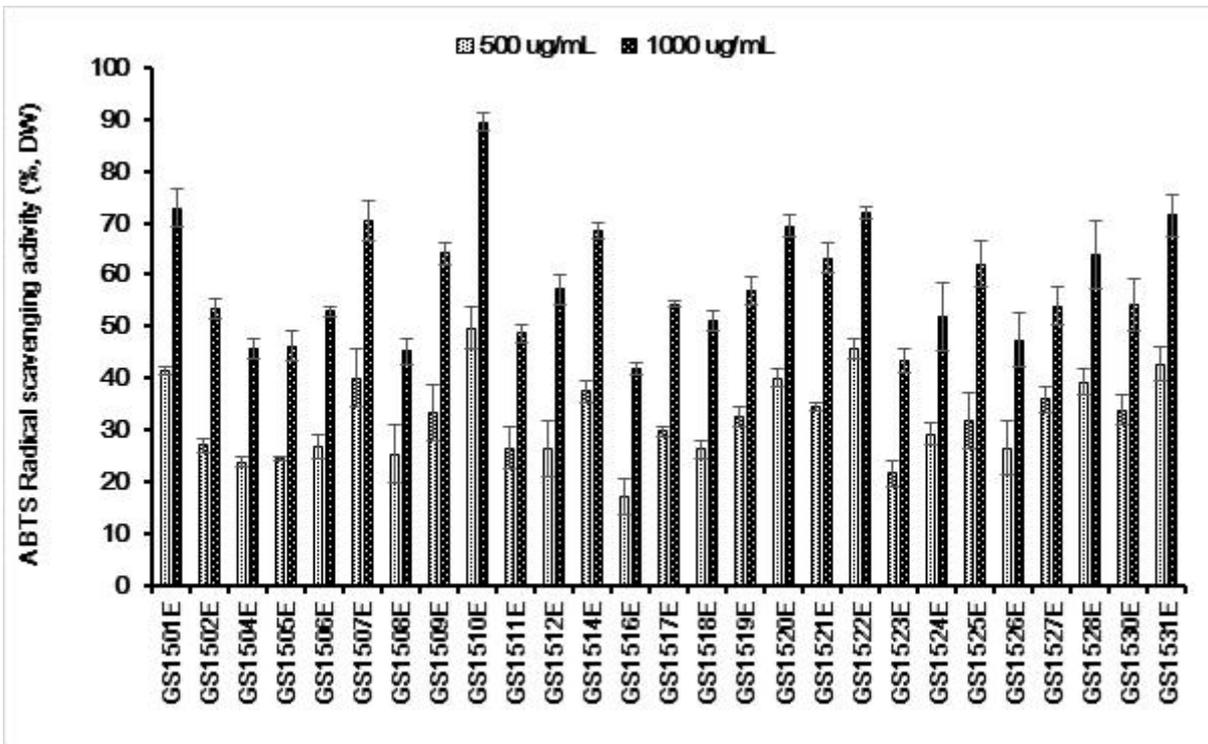


Fig 44 ABTS Radical scavenging activity of edible from red onion cultivars harvested in June 2016.

GS15 품종 과피의 항산화 활성을 50, 100 µg/mL 의 농도에서 측정 한 결과를 Fig 45에 나타내었다. GS1523 및 GS1526 과피의 항산화 활성이 다른 품종에 비해 월등이 우수함을 확인할 수 있다.

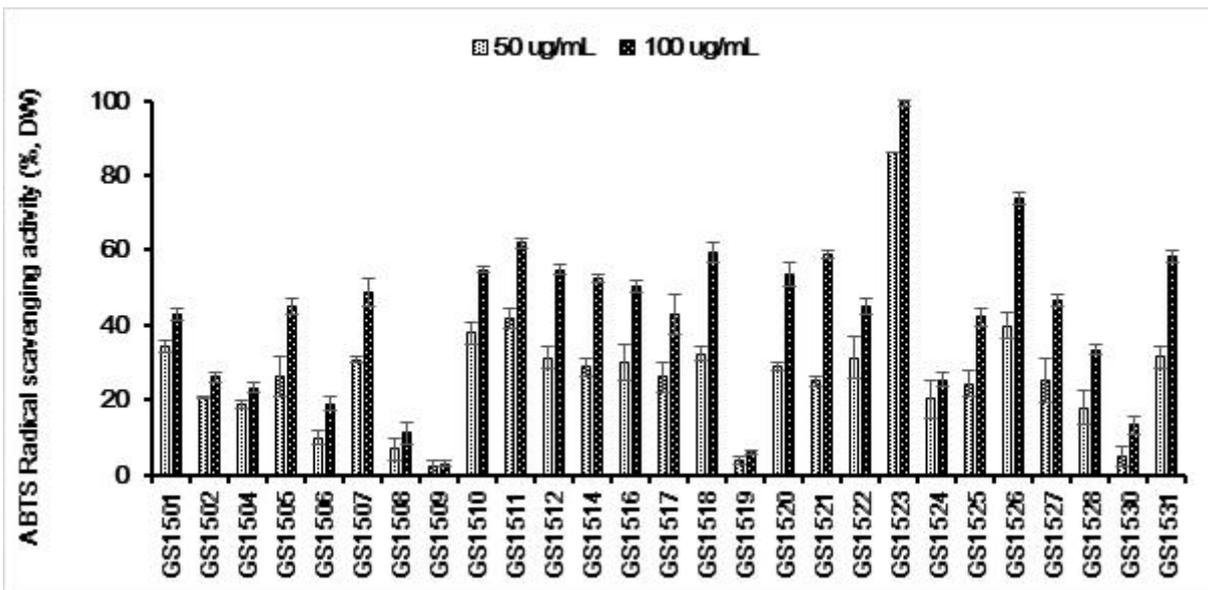


Fig 45 ABTS Radical scavenging activity of pericarp from red onion cultivars harvested in June 2016.

계통육성 유색양파 과육 추출물의 총 flavonol 화합물 함량은 과육을 분석한 결과, 14C03의 과육에 총 flavonol이 가장 많이 함유되어 있었지만 고 flavonol 함유 시판종인 GS1501 보다 적게 포함되어 있었다. 우수한 시판종 보다 총 flavonol 함량이 높은 계통육성종은 없었지만 14C03 계통육성종은 기능성이 우수하다고 알려진 GS1509(항암볼)과 유사하게 총 flavonol을 포함한 것을 확인하였다. 계통육성 자색양파 과피 추출물의 총 flavonol 함량은 14C07 추출물에서 가장 우수하였으며 이는 고 flavonol 함유시판종인 GS1501 보다 높았다. 자색양파 과육의 총폴리페놀함량, 총안토시아닌 함량 및 총 flavonol 함량은 신안지역에서 높은 경향을 보였으며, 이와 대조적으로 과피의 경우 달성지역에서 재배한 자색양파가 높은 것을 확인하였다. 이는 음식에 많이 사용되는 생과용 양파의 재배에는 신안지역이 양파즙과 같은 가공용 소재로서의 양파의 재배에는 달성지역이 적합할 것으로 사료된다.

제 4 절 유색양파 선발조합의 생산력 및 지역적응성 시험

1. 1차년도 수행결과

세부과제 수행기관으로부터 인수받은 경남 1호에 대한 생산력 및 지역적응성을 구명하고자 경북 달성군 현지포장에 천주적 품종을 대비종으로 하여 정식하였다. 월동 전과 월동 후의 생육 모두 대비종인 천주적에 비해 경남 1호의 생육이 양호하였으며, 월동전 고엽율은 경남 1호에서 높은 편이었는데 이는 조기과종에 따른 초장차이에서 비롯된 것으로 판단되었다. 월동후 결주율은 두 계통 모두 1.3%로 월동성은 양호하였으며 품종간 차이는 없었다(표 1, 그림 1).

표 1. 공시계통의 시기별 생육

구 분	월동전(12월 24일)				월동후(3월 24일)		
	엽 수 (매)	고초장 (cm)	초 장 (cm)	고엽율 (%)	엽 수 (매)	초장 (cm)	결주율 (%)
경남1호	2.6	30.1	15.2	50.5	4.9	19.3	1.3
천주적	2.0	24.8	11.1	44.8	4.5	16.6	1.3



< 그림 1. 좌: 천주적, 우: 경남1호 >

표 2. 공시계통의 생육 특성

(4월 29일)

품종명	추대율 (%)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초장 (mm)	엽초경 (mm)	구경 (mm)	구비대 지수 ¹⁾
경남1호	0.0	8.8	75.9	15.5	17.6	25.5	1.5
천주적	0.0	8.1	76.2	16.8	18.1	26.7	1.5

1) 구비대 지수 = 구경/엽초경

표 3. 공시계통의 수확 시 특성

(5월 28일)

품종명	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초장 (mm)	엽초경 (mm)	구고 (mm)	구경 (mm)	구형 지수 ¹⁾
경남1호	7.6	82.4	26.3	9.6	74.9	67.4	0.90
천주적	7.8	83.3	25.0	11.3	73.9	89.6	0.85

1) 구형 지수 = 구고/구경

생육 및 수확 시 생육은 대비종인 천주적이 약간 양호하나 공시계통인 경남1호와 큰 차이는 보이지 않았다. 구형지수는 반대로 경남1호가 0.90으로 천주적 0.85 보다 높아 구형은 공시계통이 양호하였다(표 2, 3). 수확일은 천주적이 5일 정도 빠른 반면 상품수량은 공시계통인 경남1호가 9,477kg/10a로 대비종에 비해 12% 증수되었다(표 4).

표 4. 공시계통의 특성 및 수량

품종명	수확일 (월/일)	추대율 (%)	분구율 (%)	초형	엽색	엽절	수량(kg/10a)			
							상품 *	지수	비상품	총수량
경남1호	6/10	0.0	0.0	직립	짙은녹색	중간	9,477 a	112	144	9,620
천주적	6/5	0.3	0.0	직립	중간녹색	중간	8,380 b	100	76	8,456

*DMRT 5%

2. 2차년도 수행결과

2차년도 육성계통의 생산력 및 지역적응성 검정을 위해 표 5와 그림 2와 같이 경북 달성, 전남 신안, 전북 완주 3지역에 천주적, 아까가미를 대비종으로 하여 3179 등 12계통을 파종, 정식을 완료하였다.

표 5. 육성계통 생산력 및 지역적응성 검정 연구 추진

시험장소	파 종	정 식	재식밀도	수확
경북 달성	2014. 9. 05	2014. 11. 10	15*12cm	6월 상순
전남 신안	2014. 9. 05	2014. 11. 09	15*12cm	6월 상순
전북 완주	2014. 9. 05	2014. 11. 09	15*12cm	6월 상순



파 종



정 식



월동 중 생육

< 그림 2. 육성계통 파종, 정식 및 생육 >

2차 년도에 공시된 육성계통의 지역별 중간 생육은 표 6과 같다. 지역별로는 전남 신안이 가장 양호하였고 전북 완주는 생육이 가장 저조하였다. 육성계통별로는 3179, 3180, 3182, 3188 및 3190 계통이 3개 지역에서 생육이 양호하였다. 표 7은 수확 시 생육 특성으로 초형은 직립이며 생육이 강한 편이었고 원형의 구형을 선호하는 시장수요를 고려할 때 3185, 3188, 3189이 가장 적합한 조합이라 할 수 있다.

표 6. 생산력 및 지역적응성 검정 조합별 생육

구 분	경북 달성			전남 신안			전북 완주		
	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)
3179	7.0	63.6	15.1	6.5	58.4	19.1	4.9	44.9	10.5
3180	6.7	63.5	16.8	6.7	63.5	16.8	4.8	40.1	10.4
3181	6.7	61.4	14.9	6.5	61.1	15.8	4.3	30.1	7.1
3182	6.5	52.7	12.3	6.6	55.9	15.1	5.4	44.7	11.4
3183	6.2	59.0	13.6	6.7	64.5	16.9	5.4	42.8	10.7
3184	6.2	62.0	14.2	6.2	63.3	18.2	5.1	43.3	9.9
3185	6.6	65.6	14.6	6.4	59.9	16.0	5.1	48.5	11.0
3186	5.7	54.8	13.0	6.3	59.8	15.7	5.0	43.4	9.3
3187	6.2	60.2	12.7	6.5	63.0	17.5	5.8	38.8	9.7
3188	6.4	61.8	15.1	6.6	59.1	15.8	5.4	40.9	9.4
3189	5.9	57.0	13.3	6.6	59.8	15.5	5.6	43.4	10.2
3190	6.4	57.9	13.9	7.1	56.5	15.7	5.3	46.0	10.9
천주적	6.7	58.6	14.1	6.6	57.9	16.2	5.7	47.5	11.2
아까가미	6.4	61.5	15.3	6.5	63.3	15.0	4.8	42.3	8.9

표 7. 공시계통의 수확시 생육 특성

(6월 15일)

품종명	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	구고 (mm)	구경 (mm)
3179	5.9	55.4	10.5	78.7	76.0
3180	5.4	51.0	9.1	80.1	86.0
3181	5.2	54.0	9.4	82.7	55.6
3182	5.5	51.9	9.5	79.6	69.8
3183	5.6	54.8	8.7	78.1	73.6
3184	5.0	53.1	8.5	78.5	68.9
3185	5.7	53.8	8.9	73.6	82.9
3186	5.4	54.3	9.9	78.5	75.6
3187	5.5	53.5	8.9	76.6	74.7
3188	5.8	53.5	9.4	75.6	84.1
3189	5.3	52.9	9.9	75.1	85.1
3190	5.9	53.8	9.0	78.3	65.0
천주적	5.7	51.8	9.8	75.0	67.6
아까가미	5.0	52.0	8.1	79.4	66.0

2차년도 생산력 및 지역적응성시험에 공시된 품종별, 지역별 수량은 표 8과 같다. 수량성은 달성, 신안, 완주 지역별로 비교해 보았을 때 신안 지역이 가장 높았으며 이는 기후적인 특성으로 판단된다. 품종별로 조합 간 수량 차이가 존재하였으나, 조사결과 전 지역에서 3188 조합에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

표 8. 공시계통의 특성 및 수량

(6월 15일)

품종명	구 색	도복기 (달성)	추대율 (%)	분구율 (%)	초 형	지역별 수량(kg/10a)		
						달성	신안	완주
3179	적색	5/27	0.0	0.0	직립	7,511	11,032	10,966
3180	적색	5/25	0.0	0.0	직립	7,085	11,213	8,158
3181	적색	5/24	0.0	0.0	직립	7,580	9,979	8,788
3182	적색	5/24	0.0	0.0	직립	7,613	8,752	8,491
3183	적색	5/24	0.0	0.0	직립	7,366	10,171	8,669
3184	적색	5/24	0.0	0.0	직립	7,709	10,936	8,593
3185	적색	5/24	0.0	0.0	직립	7,521	9,712	10,177
3186	적색	5/25	0.0	0.0	직립	7,451	10,814	11,497
3187	적색	5/24	0.0	0.0	직립	7,613	9,973	11,184
3188	적색	5/25	0.0	0.0	직립	8,554	11,164	11,501
3189	적색	5/28	0.0	0.0	직립	7,458	10,385	11,616
3190	적색	5/27	0.0	0.0	직립	7,326	10,171	11,636
천주적	적색	5/24	0.0	0.0	직립	6,306	8,811	7,673
아까가미	적색	5/24	0.0	0.0	직립	6,326	8,709	8,095

표 9. 공시계통의 저장성 조사

(12월 01일)

품종명	건 전 구 (%)	맹 아 (%)	부 패 (%)	전 체 (%)
3179	74.7	19.7	5.6	100
3180	78.8	19.5	1.7	100
3181	54.3	44.3	1.4	100
3182	78.0	12.6	9.5	100
3183	97.7	0.0	2.3	100
3184	87.4	9.6	3.0	100
3185	86.1	6.3	7.6	100
3186	73.0	20.4	6.6	100
3187	96.8	3.2	0.0	100
3188	92.9	3.6	3.5	100
3189	81.4	15.3	3.4	100
3190	92.5	7.5	0.0	100
아까가미	100	0.0	0.0	100
천주적	62.6	10.4	27.0	100

저장력 조사 결과 조합 모두 대비품종인 아까가미에 비해서는 부패율, 맹아율 및 껍질 상태 등이 열등한 것으로 나타났으나 천주적에 비해서는 3179, 3180, 3181 조합을 제외한 전 계통이 저장성이 높았으며 또한 수량성이 높고 구형 등이 대비품종에 비해 우수하여 전체적인 상품성은 높은 것으로 판단되며 특히 3188 조합의 경우 창녕, 달성, 신안, 완주 전 지역에서 좋은 결과를 보였다.

3. 3차년도 수행결과

3차 연도에는 새로운 조합에 대한 지역적응성 검정 계획에 들어갔으며, 세부과제 수행기관에서 육성한 5개 계통과 대비품종으로 흥반장을 선정하여 9월 파종하여 10월 하순에 정식하였다. 재배방식은 해당지역의 비배관리에 준하였으며 시비 멀칭 후 정식하여 생육상태와 수량을 조사할 계획이다(표 10, 그림 3).

표 10. 육성계통 생산력 및 지역적응성 검정 연구 추진

시험장소	파 종	정 식	재식밀도	수 확
경북 달성	2015. 9. 10	2015. 11. 03	15*14cm	6월 상순
경남 창녕	2015. 9. 10	2015. 11. 01	15*14cm	6월 상순
전남 신안	2015. 9. 10	2015. 11. 06	15*13cm	6월 상순
전북 완주	2015. 9. 10	2015. 10. 30	15*13cm	6월 상순



< 그림 3. 육성계통 정식 및 생육 >

3차년도에는 영국, 독일 및 네덜란드에서 13종의 유전자원을 수집하여 세부과제기관인 양과 연구소에 분양하였다. 공시계통의 월동전 생육은 표 12와 같다.

지역적응성 시험에서 신안과 완주는 밭 양과 재배로, 달성은 논 양과 재배로 시험을 수행하였다. 월동전 생육은 조기 정식과 따뜻한 초겨울 날씨로 전 계통 모두 양호하였고 지역별 생육은 달성, 신안, 완주, 창녕 순으로 양호하였으며 창녕지역은 대비종에 비해 부진한 경향이였다.

생산력검정 공시계통은 창녕지역 포장에 정식하였으며 월동전 생육은 대비종에 비해 양호한 경향이였으며 향후 구 비대 및 수량성을 조사하였다.

표 11. 3차년도 유전자원 수집내역

No.	종류	수집처	수집량	수집형태	비고
1	Cebolla Morada de Amposta-Arbo	영국	1.5g	종자	적색
2	Rijnsburger	"	4.0g	"	황색
3	Walla Walla	"	1.0g	"	황색
4	Rossa lunga di Firenze	"	1.5g	"	살롯, 황색
5	De Brunswick	독일	2.0g	"	적색
6	미상	"	1.5g	"	황색
7	Stuttgarter Riesen	"	1.0g	"	황색
8	Zittauer gelbe	"	1.0g	"	황색
9	The Kelsae	"	1.0g	"	황색
10	Valenciana Tardia sel. Fallera	"	4.0g	"	황색
11	Cebolla Blanca de Lisboa	네덜란드	5.0g	"	황색
12	Brunswijker	"	1.5g	"	적색
13	The Kelsai	"	1.0g	"	황색, 자이언트 양파

표 12. 공시계통 월동전 생육조사

(12월 02일)

조합명	달 성			신 안			완 주		
	엽수 (개)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (개)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (개)	초장 (cm)	엽초경 (mm)
13C2	4.5	27.7	6.5	3.8	25.4	4.9	3.6	20.5	4.6
14C2	4.4	29.2	6.0	3.6	26.4	4.7	3.6	22.9	4.8
14C3	4.3	28.1	5.0	3.6	26.5	4.1	3.8	25.9	4.4
14C7	4.2	31.1	5.5	3.4	28.6	5.1	3.4	19.3	4.6
14C10	4.5	27.9	5.8	4.2	30.9	5.8	3.4	23.4	5.1
천주적	4.3	25.3	5.0	4.0	25.5	4.7	3.8	22.3	4.7

4. 4차년도 수행결과

표 13. 생산력 및 지역적응성 검정 조합별 생육

(3월 25일)

조합명	달 성			신 안			완 주		
	엽수 (개)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (개)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (개)	초장 (cm)	엽초경 (mm)
13C2	5.4	28.2	10.0	6.2	35.4	13.8	6.6	43.0	16.7
14C2	5.4	29.8	10.7	6.3	36.5	13.5	7.0	43.9	16.9
14C3	5.1	26.2	8.4	6.2	36.5	11.1	7.0	48.9	17.0
14C7	4.9	26.0	8.3	5.9	33.9	10.8	6.5	45.7	15.1
14C10	5.1	22.5	9.1	6.1	33.7	12.2	6.7	43.9	17.8
천주적	4.8	23.4	7.9	5.8	35.2	11.1	6.3	41.4	14.7

조합별 생육은 표 13과 같다. 대비종인 천주적에 비해 모든 조합이 3지역 모두에서 양호한 결과를 보였고 지역별로는 완주>신안>달성 순으로 생육이 좋았고 조합 중에서는 14C2가 가장 양호하였다. 수확 시 생육 특성(표 14) 또한 유사한 경향이었고 대비종인 천주적의 구형지수 0.88에 비해 13C2 0.91, 14C3 0.98로 구형이 대비종에 비해 양호하였다.

표 14. 공시계통의 수확 시 생육 특성

(6월 15일)

품종명	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	구고 (mm)	구경 (mm)	구형 지수 J
13C2	7.8	72.3	1.52	81.3	89.1	0.91
14C2	7.8	72.3	1.48	72.7	87.3	0.83
14C3	8.0	80.7	1.48	78.5	80.1	0.98
14C7	7.3	76.8	1.34	73.1	82.5	0.89
14C10	6.8	68.3	1.43	76.4	87.2	0.88
천주적	6.7	63.6	1.33	65.4	74.1	0.88

표 15. 공시계통의 특성 및 수량

(6월 15일)

품종명	구 색	도복기 (달성)	추대율 (%)	분구율 (%)	초 형	지역별 수량(kg/10a) J		
						달성 *	완주 *	창녕 *
13C2	적색	5/27	0.0	0.0	직립	9,504 b	10,128b	9,245a
14C2	적색	5/25	0.0	0.0	직립	7,232 c	6,961 d	8,711b
14C3	적색	5/24	0.0	0.0	직립	9,224 b	9,212 c	8,670b
14C7	적색	5/24	0.0	0.0	직립	9,209 b	9,239 c	7,935c
14C10	적색	5/24	0.0	0.0	직립	10,935a	11,260a	9,363a
천주적	적색	5/27	0.0	0.0	직립	11,316a	12,810a	9,150ab

*DMRT 5%

J 신안 지역 병발생으로 창녕 지역을 대체하였음

공시계통의 수량은 대비종이 천주적에 비해 모두 낮았지만 13C2 계통이 세 지역에서 안정된 수량을 보이고 구색이 진하고 구형이 우수하였다.

제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 연구개발의 목표 달성도

유색양파 중 적색양파 국내 육성 품종수는 10종 미만이 재배되고 있으며 대부분의 종자는 일본, 네덜란드 등에서 육성된 수입종자가 재배되고 있으며, 대부분의 적색품종은 숙기가 늦은 만생계통으로 저장성이 낮은 특성을 가지고 있고 다수확 품종으로 육성되어 소비자의 요구에 맞는 기능성 성분이 함량이 높은 적색 양파 품종 개발이 필요하며 백색 품종의 경우 국내 육성 품종은 전무한 실정이다. 국내에서의 적색양파의 소비는 대부분 샐러드, 생식 및 김치 부재료로 이용이 되고 있으며 반가공용인 양파즙의 수요가 증가하면서 소비가 조금 활성화되고 있으나 가격 폭락 방지, 수확 시기 분산 등의 양파산업 경쟁력 제고를 위해서 양파 소비 확대를 위해 기능성 유색품종이 개발이 필요하다. 또한 양파 재배면적, 소비량이 가장 많은 중국의 유색양파는 약 20% 정도 재배되어 대부분 중국내에서 소비되며, 백색양파의 경우 대부분 가공양파로 사용되지만 대부분 고정종이 사용되고 있고 경제성장과 더불어 건강식품의 수요가 증가하여 수입대체뿐 만아니라 수출용 기능성 유색양파 품종개발이 필요하며 지속적인 유색양파의 소비와 품종개발을 품종별, 용도별, 숙기별 양파의 기능성 및 대사체(1차 대사산물 및 2차 대사산물)에 대한 연구와 양파의 건강기능성 및 기능성 성분에 대한 연구가 체계적으로 진행되어 저장성 및 환경스트레스 내성이 높으면서 고기능성을 갖춘 품종의 개발이 필요하다.

고기능성 유색양파 품종 육성을 위해 육종의 재료가 되는 유전자원을 7개국(키르기스스탄, 중국, 스페인, 독일, 뉴질랜드, 일본, 탄자니아)에서 목표(50종) 대비 134종을 수집하였고 모구 부패, 종자 미발아 등으로 소실된 유전자원을 제외한 95종의 유전자원 보존, 증식하였다. 또한 수집 유전자원의 국가적 차원의 활용성을 증진하기 위하여 국립농업유전자원센터에 설정된 목표에 따라 10종을 기탁 완료하였다. 유색양파 F1 품종육성을 위해 1차적으로 개발되어야 하는 계통은 중간모본과, 부분인 화분친의 형질 고정이다. 중간모본, 부분을 육성을 위해 계통 선별을 실시한 결과 목표(80계통) 보다 많은 132계통을 육성하였는데 그 내역은 유전자원 유래 우량계통 선별 48계통, 응성불임친/유지친 조합 24조합, 유지친 14계통, 화분친 22계통이다. 또한 응성불임친과 유지친의 형질이 고정되어 화분친과 교배하여 F1 품종 육성이 가능한 중간모본 5계통(적색 2, 백색 3)을 선별하였고(목표 2계통) 그 중 적색 중간모본 1종은 중간모본으로 품종보호 출원하였고 조합능력과 지역적응성 검정을 통해 인터레드를 육성하여 품종보호 출원을 완료하였다.

고기능성 품종을 육성하기 위해서는 유전자원 뿐 만아니라 교배종 신품종의 모본, 부분 모두 기능성 함량이 높아야 가능하다. 고기능성 계통 육성을 위해 유전자원과 시판 유색품종에 대한 기능성 성분(퀘르세틴) 분석하였고 주관기관에서 육성한 응성불임친, 유지친 및 화분친에 대한 기능성을 분석하여 육종방향을 제시하였고 협약 시 목표인 90건을 초과하여 231종 1,472건에 대한 기능 성분 검정을 완료하고 그 정보를 품종육성에 반영하였다.

양파를 적지에 공급하기 위해서는 공급하고자 하는 지역에서 생산력 및 지역적응성 검정이 필요하며 과제 초기 제시된 경북, 세지역(경북, 전남, 전북), 17품종을 초과한 20품종에 대해 경북 달성, 전남 신안, 전북 완주에서 검정을 실시하여 선별된 조합을 품종등록을 완료하였다.

제 2 절 과제별 연구개발의 목표 달성도

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위	달성도
기능성 및 용도별(생식, 조미용) 유색양과 품종개발	o 품종보호출원 : 2 품종	- 경남엠에스 2호 - 인터레드	100%
	o 유전자원 수집 : 50 종	- 유전자원 수집 : 134종 - 유전자원 보존 : 95종	100%
	o 유전자원 등록 : 10종	- 국립농업유전자원센터 기탁 : 10종	100%
	o 중간모본 육성 : 2계통	- 적색 중간모본 : 2계통 - 백색 중간모본 : 3계통	100%
	o 중간부분 육성 : 8계통	- 중간부분 육성 : 8계통	100%
	o 계통 선발 : 80계통	- 유전자원 유래 계통 선발 : 48계통 - 웅성불임친/유지친 : 24계통 - 유지친 계통 : 14계통 - 화분친 계통 : 22계통	100%
	o 논문 : 비SCI 2건	- 없음	0%
고기능성(건강기능성 및 용도별) 유색양과 선발 및 기능성 건강소재 개발	o 논문 : SCI 1, 비SCI 1건	- 논문 : SCI 1건, 비SCI 1건	100%
	o 기능 성분 검정 : 100건	- 231종 시료에 대하여 1472건 기능성 성분검정	100%
유색양과 선발조합의 생산력 및 지역적응성 시험	o 지역적응성 검정 : 17건	- 지역적응성 검정 : 20건	100%

제 3 절 관련분야에의 기여도

유전자원의 수집, 평가 및 선발을 통한 수집자원 특성검정 결과 85종에 대한 채종을 통하여 종자를 확보하였으며 이들 자원은 육종소재로 활용이 가능하며, 종자량을 많이 확보한 자원은 국립유전자원센터에 10종을 기탁하여 다른기관에서 활용하도록 하였으며, 세포질유형 확인 및 핵형분석을 통한 유용자원 분석을 확대 추진함으로 육종연한 단축에 기여할 것으로 전망된다.

기능성 함유 웅성불임친, 유지친 및 화분친 계통의 교배 육성 및 조합작성을 통하여 계통을 선발하였으며 웅성불임친과 유지친 계통의 순화와 불임의 유지 및 연차별 교배조합 10~30조합을 작성 특성검정을 실시함으로 기능성 불임친, 유지친 계통유지 및 후대검정으로 연차별 지역별 생산성과 적응성 검정을 통한 우수 조합작성으로 품종육종 기대되며 기능성 성분 고함양 양과 계통 선발을 위하여 243종에 대한 플라보노이드, 퀘세틴, 안토시아닌, 총페놀함량 등의 기능성 성분을 정량분석하였으며 이를 활용한 맞춤형 육종기술 도입을 가능토록하였고 과제수행 기간동안 기능성분석 인력양성을 통하여 우수인력 인프라구축으로 관련분야 발전이 기대된다.

수입에 의존하던 유색양과 종자수입 대체 및 수출확대 기반을 구축하였고 양과종자 관련 산업체 세미나 등을 통한 육종기술 발전 및 일자리 창출 기대된다.

제 5 장. 연구개발 성과 및 성과활용 계획

제 1절 연구개발 성과

1. 연구성과

가. 품종출원 : 2품종

구 분	품종명	출원년도	출원번호	비 고
적색양파	경남엠에스2호	2015	출원2015-196호	중간모본
"	인터레드	2016	출원2016-367호	종자증식 중

2. 논문 게재 : 2편

발표 년도	제 목	발표 논문게재지
2015	Functional Components and Antioxidant Effects of Colored Onions	Current Research on Agriculture and Life Sciences Vol. 33 No. 2 (p.69-76)
2017	Correlation Analysis between Antioxidant Activity and Flavonols of Korean Red Onions (<i>Allium cepa</i> L.) by Principle Component Analysis	J. Food Composition Analysis 심사중

3. 학술발표 : 3편

발표 년도	제 목	발표 학회
2013.10	양파, 샬롯, 대파간 중간교잡에서의 분자마커 활용	한국원예학회
2015.05	Quercetin Profile and Antioxidant Effects of Colored Onions	한국원예학회
2015.08.19-2015.08.21	Correlation Analysis between Antioxidant and Quercetin in Korean Red Onions (<i>Allium cepa</i>) using Principle Component Analysis	한국질량분석학회
2016.05.	Correlations Between Flavonols and Antioxidant Properties of 8 Red Onions (<i>Allium cepa</i> L.) by using Principle Component Analysis	한국원예학회

4. 홍보 및 전시

가. 경남 feel 경남 농산물 박람회 등 10회

5. 교육 및 세미나

가. 농업인 교육 등 50회

제 2절 성과활용 계획

1. 수집 유전자원 및 육성계통 활용

가. 수집 유전자원

본 연구를 통해 수집된 유전자원은 웅성불임, 세포질·핵형 분석을 완료하고 특성검정을 거친후 우수한 유전자원은 웅성불임친, 유지친 및 화분친으로 육성할 계획이며 국립농업 유전자원센터에 특성정보와 종자를 기탁하여 다양하게 활용될 수 있도록 할 계획이다.

나. 웅성불임친, 유지친 계통

육성된 웅성불임친과 유지친은 중간모본으로 육성하여 민간 육종회사에 통상실시할 수 있도록 여교잡을 수회 실시하여 특성을 고정할 계획이다. 그리고 특성이 고정된 백색 웅성불임친 3종과 적색 웅성불임친 1종 또한 조기에 통상 실시를 하고 본 과제를 통해 육성된 다양한 화분친과 교배조합을 작성하여 F1 신품종을 육성할 계획이다.

2. 적색양과 신품종 보급계획

가. 경남엠에스 2호(출원2015-196호)

경남엠에스 2호는 100% 웅성불임 중간모본으로 육성된 품종으로 2014년에 육성하여 2015년 2월에 출원하여 현재 국립종자원에서 등록을 위한 재배심사 중에 있다. 금년도에 다양한 조합능력 검정을 위해 모구 증식할 예정이다. 경남엠에스 2호는 인편 내 색 발현이 우수하고 숙기가 중생종으로 5월 하순에 수확이 가능한 모본으로 다양한 숙기를 가진 화분친과 조합 시 품질이 우수한 F1 교배종 육성이 가능할 것으로 생각되며 선발된 F1은 생산력 및 지역적응성 검정을 통해 품종 출원할 계획이다.

나. 인터레드(출원2016-367)

인터레드 품종은 2016년도 품종출원하여 등록을 추진하였고 금년도 국내에서 원종증식을 하고 있으며 조기 품종보급을 위해 경남 창녕, 대구 달성 2곳에서 농가실증 시험을 추진 중에 있다. 인터레드 품종은 6월 1일경에 수확이 가능한 중생품종으로 대비종에 비해 수확시기가 빠르고 상품수량이 많고 인편 내 색발현이 우수하여 2016년 품종평가회에서 우수한 평가를 받았으며 농가실증 시험 후 위탁연구기관인 오니온씨드에 통상 실시하여 보급할 계획이다.

3. 243종의 양과 유전자원 추출물 라이브러리와 고퀘르세틴, 고안토시아닌 함유 유색양과 계통 및 본 연구를 통해 구축된 총퀘르세틴, 총안토시아닌 등의 기능 성분 분석법은 기능성 양과 품종개발을 위한 자료로 제공할 계획이다.

제 6 장. 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

1. 키르기스스탄 양파재배현황

- 가. 북부지역인 비쉬켈 인근지역의 양파재배는 4월에 기계직파로 춘파하여 8월에 수확하는 재배작형으로 재포기간은 105~120일 정도였으며 발아는 파종후 10일 전후임. 양파품종은 화란, 일본 등지에서 수입하여 파종하거나 인접국인 우즈베키스탄 등지에서 유입된 고정종을 이용하고 있으며 종자가격은 교배종의 경우 200~250\$/kg, 고정종은 30\$/kg이었으며 농업인들은 교배종과 고정종간 차이를 두고 재배하고 있지는 않았음. ha 당 종자소요량은 8~10kg정도이며 양파 생산성은 3톤/10a으로 수확양과 대부분이 100g 정도 크기였으며 모든 제초는 생육초기에 제초제를 6~8회 살포하지만 이후는 인력으로 손제초를 ha당 30명 3회 실시하며 인건비는 1일 10,000원/인이었음
- 나. 남부지역 오쉬에서는 파종이 8월 하순 ~ 9월 상순에 하며 파종방법은 기계파종을 하며 월동기를 거쳐 5월 하순 ~ 6월 상순에 수확하고 있음. 양파 재배품종은 우즈베키스탄에서 도입된 가시돌 등이 주로 재배되고 있으며 이들 고정종들은 농가단위에서 채종하여 매년 파종하고 있음. 채종은 모구를 9월 중순에 심어서 이듬해 7월 중순에 종자를 채취하며 노지방임 재배함. 채종량은 30평당 1kg 채종하며 300평당 240만원 정도의 수익을 올리고 있음

2. 중국 산둥성 양파재배현황

- 가. 위도 45° 이상에서 재배되는 양파는 장일계로 구형, 크기, 저장성 등이 우수하며 수량성도 높아 10월 상순이후 중국 내륙으로 출하하며 단일계, 중일계 양파는 주로 일본산 F1 품종이 선점하고 있으며, 장일계 양파는 유럽과 미국산 F1 품종이 선점하고 있음.
- 나. 중일계 양파에서 황색계와 적색계가 차지하는 비중은 7 : 3 정도이며 적색계 종자가격이 높게 형성되어 있음. 일반적으로 황색보다 적색을 선호하나 황색에 비해 저장성, 균일도, 수량성이 떨어지는 특성을 나타냄. 내륙지역에는 고정종이나 F1 후대를 자가 채종하여 재배하고 있으나 앞으로 F1품종 시장이 점차 확대될 것으로 예상됨.
- 다. 중일계 양파 중만생 황색양파는 일본품종에 비해 경쟁력이 떨어지나 조생종 황색, 적색계는 우수한 F1 품종이 없으므로 앞으로 경쟁력이 있는 시장으로 판단됨

3. 에스파니아, 독일 양파재배현황

- 가. 에스파니아 양파재배 품종은 Grano de Oro(만생종), Valencia(재래종)이나 겨울 이전에 파종하여 7월 경에 수확이 가능한 초극조생종 양파 재배면적이 늘어나고 있으며 일본산 품종이 시장을 차지하고 있었으며 일본산 초극조생 품종은 하마에미, 귀금, 마루시노, 하마소다찌 등이 주로 재배되고 있음
- 나. 독일에 재배 가능한 양파 품종은 극조생~조생 품종이나 독일 현지에서도 뉴질랜드산

양파 수입 때문에 양파 재배 면적이 줄고 있는 실정이었으며 독일인의 식습관을 감안할 시 신선 채소 소비가 상대적으로 많고 유통 또한 신선 농산물의 장기유통을 위한 저장성이 좋은 품종을 선택해야 할 것으로 판단됨. 스페인, 독일에 수출 가능한 품종 육성을 위해서는 일차적으로 수량성이 확보된 품종을 육성할 필요가 있으며, 이차적으로 유통시장이 유럽 전체인 점을 감안하여 저장성이 우수한 품종을 육성하여야 함

4. 파속작물 국제학술대회 참석

- 가. 제7차 파속작물 국제학술대회에 발표된 논문을 요약하면 분자 유전학 및 유전체학 분야에서는 시들음병, 총채벌레 등의 저항성 육종을 위한 분자유전학적인 연구, 양파 구의 비대관련 환경인자와 분자적인 기초연구와 육종분야에서는 옹성불임계통과 유지계통의 동정 및 일대잡종 육성, 반수체 배가 양파 평가, 채종량 증대 방안 등이었음
- 나. 병해충 관리분야에서는 잎마름병 발생 특성 및 방제방법, 고자리 파리 및 총채벌레 저항성 육종 및 방제기술, 노균병 감염 경로에 대한 조직학적인 접근, 중간교잡에 의한 노균병 저항성 품종 육성 연구, 곰팡이병원균의 길항미생물을 이용한 방제 등이었고 생장생리 및 기능성 분야에서는 샬롯 병해 방제, 종자 저장기술 향상, 유기농 시비관리, 마늘과 양파의 기능성분 함량, 황화합물의 암 억제 특성과 분자적인 기구, 리크의 무기 성분 조성, 양파재배에서 잡초관리 기술 등이었다. 유전자원 분야에서는 유전자원 저장 기술, 고위도 지역에서 단일형 및 중일형 품종의 도입, 아프리카에서 분홍마늘의 유전적인 다양성에 대한 자료 발표되었음

제 7 장. 참고문헌

- Aminpour, R. Mortazavi Bak, A. 2004. Mother bulb size and planting pattern effect on seed quality and quantity of onion(*Allium cepa* L.) cv. Texas Early Grano 502. Seed and Plant, V 20(1) : 3
- A. M. Kadams and C. C. Nwasike. 1986. Heritability and Correlation Studies on Some Vegetative Traits in Higerian Loca White Onion, *Allium cepa* L. Plant breeding 97 : 232~236
- Aobam T. 196. Studies on the factors constituting the amount of seed in onion. Studies on vegetable seed production. 12~16. Yokendo
- Arabbi, P.R., Genovese, M.I., Lajolo, F.M., 2004. Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in brazil and estimated ingestion by the Brazilian population. J Agric Food Chem 52(5), 1124-1131.
- Arruda, J.E., Weiler, M.D., Valentino, D., Willis, W.G., Rossi, J.S., Stern, R.A., Gold, S.M., Costa, L., 1996. A guide for applying principal-components analysis and confirmatory factor analysis to quantitative electroencephalogram data. Int J Psychophysiol 23(1-2), 63-81.
- Brewster, J. L. 1982. Flowering and seed production in overwintered cultivars of bulb onions. 1. Effects of different raising environments, Eemps and daylengths. J. Hortic. Sci. 57, 93
- Brewster, J. L. 1982. Flowering and seed production in overwintered cultivars of bulb onions. 2. Quantitative and relationships between mean temperatures and daylengths and the rate of inflorescence development.. J. Hortic. Sci. 57 : 103~108
- Caridi, D., Trenerry, V.C., Rochfort, S., Duong, S., Laughler, D., Jones, R., 2007. Profiling and quantifying quercetin glucosides in onion (*Allium cepa* L.) varieties using capillary zone electrophoresis and high performance liquid chromatography. Food Chemistry 105(2), 691-699.
- Daffertshofer, A., Lamoth, C.J., Meijer, O.G., Beek, P.J., 2004. PCA in studying coordination and variability: a tutorial. Clin Biomech (Bristol, Avon) 19(4), 415-428.
- Gareth Griffiths, Laurence Trueman, Timothy Crowther, Brian Thomas and Brian Smith. 2002. Onions - A Global Benefit to Health. Phytotherapy research 16 : 603~615

Goldman, I. L., Schroek, G., Havey, M. J. 2000. History of public onion breeding programs in the United States. *Plant Breeding Reviews* 20 : 68~103

Gorinstein, S., Leontowicz, H., Leontowicz, M., Namiesnik, J., Najman, K., Drzewiecki, J., Cvikrova, M., Martincova, O., Katrich, E., Trakhtenberg, S., 2008. Comparison of the main bioactive compounds and antioxidant activities in garlic and white and red onions after treatment protocols. *J Agric Food Chem* 56(12), 4418-4426.

Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., Smith, B., 2002 a. Onions -- A global benefit to health. *Phytother Res* 16(7), 603-615.

Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., Smith, B., 2002 b. Onions - A global benefit to health. *Phytotherapy Research* 16(7), 603-615.

Hatano, T., Kagawa, H., Yasuhara, T., Okuda, T., 1988. Two new flavonoids and other constituents in licorice root: their relative astringency and radical scavenging effects. *Chem Pharm Bull (Tokyo)* 36(6), 2090-2097.

Heberger, K., 1999. Evaluation of polarity indicators and stationary phases by principal component analysis in gas-liquid chromatography. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems* 47(1), 41-49.

Ieri, F., Innocenti, M., Andrenelli, L., Vecchio, V., Mulinacci, N., 2011. Rapid HPLC/DAD/MS method to determine phenolic acids, glycoalkaloids and anthocyanins in pigmented potatoes (*Solanum tuberosum* L) and correlations with variety and geographical origin. *Food Chemistry* 125(2), 750-759.

J. A. McCallum, D. G. Grant, E. P. McCartney, J. Scheffer, M. L. Shaw and R. C. Butler. 2001. Genotypic and environmental variation in bulb composition of New Zealand adapted onion (*Allium cepa*) germplasm. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 29 : 149~158

Knekt, P., Kumpulainen, J., Jarvinen, R., Rissanen, H., Heliovaara, M., Reunanen, A., Hakulinen, T., Aromaa, A., 2002. Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am J Clin Nutr* 76(3), 560-568.

Lin, M., Watson J. F. Baggett J. R. 1995. Inheritance of soluble solids and pyruvic acid content of bulb onions. *Journal of the American Society for horticultural Science* 120 : 119~122

Lee, J., Mitchell, A.E., 2011. Quercetin and isorhamnetin glycosides in onion (*Allium cepa* L.): varietal comparison, physical distribution, coproduct evaluation, and long-term storage stability. *J Agric Food Chem* 59(3), 857-863.

Michael J. Havey and Wilian M. Randle. 1996. Combining Abilities for Yield and Bulb Quality among Long- and Intermediate-day Open-pollinated Onion Populations. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(4) : 604~608

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 골든시드프로젝트사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부·해양수산부·농촌진흥청·산림청에서 시행한 골든시드프로젝트사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.