

**수입대체 및 수출용 중·만생종 양파 품종 육성**  
Development of medium and late maturing onion  
cultivar for import substitution and export markets

**수입대체 및 수출용 중·만생계 적색양파 교배품종 육성**  
Development of medium and late maturing red F<sub>1</sub> hybrid onion  
cultivar for import substitution and export markets

**수입대체 및 수출용 중·만생계 황색양파 교배품종 육성**  
Development of medium and late maturing yellow F<sub>1</sub> hybrid onion  
cultivar for import substitution and export markets

**양파 용도별 교배모본 육성 및 채종효율성 제고 기술 개발**  
Parent development according to use and technology development  
for reliable seed production of onion

**양파 육종효율 증진 기술 개발**  
Development of technique for improving breeding  
efficiency of onion

**적색양파 유용성분 분석 및 지역적응성 시험**  
Analysis of useful component and regional adaptability  
test on red onion

**농협 NH종묘센터**

**농림수산식품부**



## 제 출 문

농림수산식품부 장관 귀하

이 보고서를 “수입대체 및 수출용 중·만생종 양파 품종육성” 과제의 최종  
보고서로 제출합니다.

2009년 4월 일

주관연구기관명 : 농협 NH종묘센터  
총괄연구책임자 : 김 용 권  
세부연구기관명 : 농협 NH종묘센터  
세부연구책임자 : 김 진 문  
협동연구기관명 : 작물과학원 목포시험장  
협동연구책임자 : 장 영 석  
협동연구기관명 : 경북대학교  
협동연구책임자 : 서 전 규  
위탁연구기관명 : 양파연구소  
위탁연구책임자 : 이 상 대



# 요 약 문

## I. 제 목

수입대체 및 수출용 중·만생종 양과 품종 육성

## II. 연구개발의 목적 및 필요성

양과는 전 세계적으로 양념, 건강식품, 의약품으로 이용되고 있는 중요한 채소 중 하나이다. 양과의 소비가 증가함에 따라 재배면적도 증가하고 있는 추세이다.

양과 품종은 중·만생종의 경우 일본 품종이 70%이상을 차지할 정도로 가장 수입비중이 높은 작물이다. 따라서 국내에서 재배되고 있는 일본계 품종을 대체할 수 있는 양과 품종의 육성이 필요하다. 또한 중국 등 해외시장에 수출할 수 있는 수출용 품종을 개발하여 해외시장을 확대할 필요가 있다.

국내에서 종자형성기인 3월부터 7월까지 고온과 다습과 같은 불리한 환경 때문에 많은 종자 생산이 어렵다. 또한 육종에 많은 시간이 필요하기 때문에 육종 프로그램에 선발효율을 높일 수 있는 방법이 도입되어야 한다. 또한 양과 품종 육성시 목표형질의 선발은 주로 재배포장 및 저장중의 표현형에 의해 이루어지고 있기 때문에 많은 시간과 경비가 소요된다. 따라서 본 실험은 채종 효율과 육종 선발효율을 향상시킬 수 있는 방법들을 탐색하여 채종 및 품종육성에 이용하고자 하였다.

## III. 연구개발 내용 및 범위

국내에서 가장 인기 있는 일본계 품종을 대체할 수 있는 중·만생계 황색 교배종 2개 품종과 적색 교배종 2개 품종을 육성하는 것이다. 수입에 의존하던 양과 품종을 국내 품종으로 대체하고 또한 중국 등 해외시장에 수출하여 해외시장 확대 및 외화획득에 기여하고자 한다.

양과 용도별 교배모본 육성 및 채종효율성을 높일 수 있는 방법을 개발한다. 또한 양과 육종효율을 높일 수 있는 기술을 개발하여 품종육성에 활용한다.

## IV. 연구개발 결과

### 1. 적색계 품종육성

일본 수입종을 대체하고자 숙기가 중생종이면서 수량성이 높은“럭키레드”품종과 “해피레드”품종을 육성하였다. 일본 수입종 적색계 품종들이 숙기가 너무 늦은 만생종이면서 저장성이 떨어지는 단점이 있으나 개발한 품종들은 숙기가 빠른 중생종으로 수량성이 높고 저장성이 좋기 때문에 일본계 품종을 대체할 수 있을 것으로 판단된다.“럭키레드”는 2008년도에 약 600만원의 매출을 올려 농가에 재배중에 있으며 “해피레드”는 2009년도에 시교로 공급할 예정이다.

## 2. 황색계 품종육성

국내에 재배되고 있는 황색계 중·만생종 품종은 70% 이상이 일본품종이 점유를 하고 있는데 이들 품종을 대체할 품종으로 4개 품종을 개발하였다. 중생종 “새로미” 품종은 가장 많이 재배되고 있는 일본품종 “터보”에 비해 숙기가 10일 이상 빠르면서도 저장력은 “터보”와 큰 차이를 보이지 않으면서 수확량이 많기 때문에 기존의 중·만생종의 늦은 수확기로 인해 발생하는 노동력 부족 및 인건비 상승과 장마기 품질저하를 야기시키는 문제점을 해결할 수 있는 품종으로 기대된다. “어울림” 품종은 수확량, 저장성, 숙기 등이 기존의 일본계 품종 “터보”와 상응하므로 “터보”를 대체할 수 있는 품종으로 외국종자의 수입의 존도를 경감시킬 수 있을 것이다. “새로미” 품종과 “어울림” 품종은 2006년도부터 현재까지 판매하여 총 339백만원의 매출을 달성하였으며 매출금액은 매년 증가하고 있는 추세이다. 2008년도에 등록된 중생종 “등지”는 시교로 공급되었고, 2009년도에 등록된 중생종 “Y불”은 금년에 시교로 공급할 예정이다. 개발한 황색 품종들은 수출용으로 활용하기 위해 중국에서 2년간 지역적응성 시험하고 있다.

## 3. 채종 효율성 제고기술 개발

양과 채종시 고온이나 다습 등 불리한 환경하에서 채종에 미치는 단백질과 유전자 발현양상을 구명하여 불리한 환경을 극복하는 방법을 탐색하였다. 또한 숙기가 다른 품종간에도 채종량의 차이가 뚜렷하였는데 채종량을 증가시키기 위해서는 보온재배에 의한 개화기를 촉진하여 개화와 종자결실에 유리한 기상여건을 조우시키는 방법이 유리할 것으로 판단된다.

양과의 병저항성, 저장성 및 환경적응성을 높이려 과, 샬롯 등 과속작물 특성을 양과에 교배를 통하여 도입하였다. 양과의 저장성을 높이기 위해 샬롯의 높은 저장성을 도입하고 병해충 저항성을 높이기 위해 과의 형질을 양과에 도입함으로써 새로운 종을 창성하여 유용한 변이종을 만들었다. 얻어진 새로운 변이종은 교배친으로 활용하여 양과의 내병성과 저장성 품종을 육성하는데 효과적으로 활용할 수 있을 것이다.

양과 세포질 웅성불임성을 판별할 수 있는 DNA marker를 개발하였다. 100% 웅성불임집단을 육성하는데 수많은 여교잡과 다양한 계통을 교배에 사용하는 과정을 거치는 매우 복잡하고 많은 시간과 포장면적 및 인력이 소요된다. DNA marker를 이용하여 양과 웅성불임과 관련된 세포질을 판별함으로써 기존의 여교잡 방법에 의해 웅성불임계(S, msms)와 유지친(N, msms)를 판별하는데 드는 시간과 노력을 절감할 수 있을 것이다.

육종연한 단축을 위해 double haploid 생산기술의 개발이 필요하다. 양과의 반수체 유래 식물체를 양성하여 양성된 반수체로부터 염색체가 배가된 double haploid를 작성하였다. 양과 품종에 따라서 미수분 화주배양 효과는 다르게 나타났다.

우량계통을 선발하여 적응성을 검정하는 단계에서 양과 주산지의 선도농가와

협력하여 육성기관과 재배농가가 공동으로 적지적작의 개념을 도입하여 주산지역의 재배품종으로 적합한 품종을 도입하는 PCI체계를 확립하였다. 지역별로 품종 특성을 평가해 본 결과 양과의 품종별 숙기에 따른 재배적지가 있음을 알 수 있었다.

#### 4. 양과 육종효율 증진기술 개발

유묘단계에서 내동성과 내습성 형질을 육종효율증진을 위한 선발지표로 이용하였다. 유묘단계에서의 내동성 검정은 Ion leakage법을 활용한 EC측정, TTC법에 의한 조직의 환원력 검정 및 Ninhydrin법에 의한 proline 함량분석 등이 모두 효율성이 있었다. 내동성 선발효과를 증진시키기 위해 시료추출은 액체질소로 시료를 마쇄한 뒤 sulfosalicylic acid를 첨가하여 다시 혼합 마쇄한 것이 기존의 sulfosalicylic acid만으로 마쇄하는 방법보다 안정적이었다. 내동성 검정시 묘령은 만생종은 어린묘, 조생종은 진행된 묘가 효율적이었고, 내동성 검정부위는 엽보다는 뿌리부위를 이용하는 것이, 저온처리 방법은 굴취처리가 효율적이었다. 내습성 선발지표로 활용하는 TTC법에 의한 조직활력 검정에 비해 DMSO 추출법을 이용한 chlorophyll 함량측정법이 분석 시료량 및 소요시간이 적으며, 검정방법도 간단하여 효율성이 높았다. 생육비교에 의한 내습성 선발지표로는 뿌리의 길이와 그 피해길이를 활용하는 것이 효과적이었다. 내습성 선발효과는 습해 처리시 물 대신에 10M ABA용액에 처리에서, 검정 묘령은 만생종은 어린묘, 조생종은 진행된 묘로 하는 것이 높았다. 습해유도는 저온에 비해 고온에서, 근권의 산소공급은 차단하는 것이 효과적이었다.

재배단계에서 내동성, 내습성 및 단맛을 선발지표로 활용하였다. 재배포장에서의 육성계통 및 품종의 내동성은 대비품종인 과워볼과 레드썬에 강한 것으로 나타났다. 내동성 선발을 위한 정식시기는 지역의 적정 정식기 보다 늦추어 주는 것이 효율적이었으며 검정지역은 월동기간 중에 영하의 지온이 유지되는 북부지역이 효과적이었다.

재배포장에서의 육성계통 및 품종의 내습성은 대비품종에 비해 강한 것으로 나타났다. 습해처리시기에 따른 고사주율은 생육최성기 처리에서 가장 높았다. 습해처리 조건에 따른 피해정도는 좁은 이랑에 비해 넓은 이랑에서 많았고, 사양토에 비해 점질토에서 많았다. 재배포장에서의 단맛 형질인 pyruvic acid의 발현은 생육이 진행됨에 따라 감소하였으며, 부위별 pyruvic acid 및 당 함량은 생육초기에는 엽과 엽초부에 많았으나 후기로 갈수록 구에서 많았다. 재배 중의 pyruvic acid 함량은 광량이 많아질수록 감소하였으나, 온도는 높을수록 증가하였다.

저장단계에서 유용형질로 단맛과 저장성을 선발지표로 활용하였다. 단맛 검정의 유용형질인 pyruvic acid의 기존 6가지 분석방법 중에서 Yoo 등(1995)의 방법이 가장 효율적이었으나, 샘플간의 편차가 심한 문제점이 있었으나 액체질소를 이용한 효소활성 억제 및 원심분리를 이용한 추출로 변형함으로써 이러한 문제점을 개선하였다. 단맛형질 발현성분인 pyruvic acid와 건물을 및 pyruvic

acid와 총 당의 비율은 정의 상관관계가 있었으나 총 당 함량과 감미도와는 상관관계가 없었다. 재배환경 조건에 따른 부패율은 을 달리한 저장성 검정 결과 부패율은 돈분퇴비 시용량이 많을수록, 습해시기가 늦을수록 증가하였다. 저장성 형질 선발지표간에는 부패와 당도는 정의 상관관계가 있었으나 경도와는 부의 상관관계를 보였다.

모구단계에서 단맛과 저장성을 선발지표로 활용하였다. 수확 후 단맛검정의 유용형질인 pyruvic acid 함량은 모구정식 때 까지 계속 증가하였다. 모구의 pyruvic acid 함량을 대표할 수 있는 부위는 중생 및 중만생종 품종은 구의 상부 또는 외부로부터 3~4번째 인편, 만생종 품종은 구의 하부 또는 외부로부터 4~5번째 인편이었다. pyruvic acid 함량 분석시료는 0.5g 이상이면 가능하였다. 양과 모구저장시 구의 경도가 강한 것을 저장한 처리에서 부패율을 현저히 줄일 수 있었다. 모구의 부패를 유도하기 위한 환경조건은 비닐피복 저장이 효과적이었고, 발근 및 맹아의 유도는 차광처리가 효과적이었다.

## 5. 적색양과 유용성분 분석 및 지역적응성 시험

적색양과의 교배조합에 대한 지역적응성 시험이 양과 주산단지인 무안, 창녕 및 안동 지역에서 수행되었다. 교배조합 S&P5294와 S&P5295는 3개 지역에서 대조품종 레드썬에 비해 구고는 낮았으나 수확기가 빠르고 수량성과 저장성은 더 좋았다. S&P5294와 S&P5295를 각각 럭키레드와 해피레드로 품종등록 하였다.

적색양과의 유용성분을 분석하였다. S&P5294는 재배된 품종 중에서 당도가 가장 높았다. 또한 선발된 총 페놀 함량, 총 플라보노이드 및 quercetin함량이 레드프라임 품종보다는 낮았으나 레드썬 품종보다는 높았다.



## V. 연구성과 및 성과활용 계획

적색계 2품종“럭키레드”와“해피레드”를 육성하였다. 현재 재배되고 있는 품종들은 일본이나 유럽에서 도입한 것이며 국내 품종으로 등록된 품종도 교배종이 아닌 일반종으로 알려져 있다. 외국종들이 대부분 만생종인데 비하여 육성한 2개 품종은 교배종으로서 수확량이 많고 숙기가 중생종이면서 저장성이 있어 외국 품종을 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 럭키레드는 등록과 동시에 판매를 시작하였으며 종자 판매량도 증가할 것으로 생각된다. 해피레드 품종은 금년도 시교용 종자 생산에 들어갔으며 시교로 공급할 예정이다.

황색계 4품종“새로미”,“어울림”,“등지”,“Y-볼”을 육성하였다. 2006년도에 등록한 “새로미”와“어울림”품종은 농가에서 호평을 받고 있으며 이미 3억 4천만원의 매출을 올리고 있다. 종자생산량을 늘리기 위해 해외 채종 중이며 충분한 종자량이 확보된다면 종자공급량은 더욱 확대될 수 있을 것이다. 2008년도에 등록한“등지”품종은 전남, 경남, 경북 등 주산지 농가에 시교로 공급하였다. 또한“Y-볼”품종은 금년 시교로 공급할 예정이다. 육성된 품종을 수출용으로 활용하기 위하여 중국에 2년 동안 지역적응성 시험 중에 있으며 만족할만한 결과가 나오면 금년에는 중국에 판매를 시도할 예정이다.

본 연구를 통해 개발된 1대잡종 육성에 필수적인 웅성불임 및 유지계 선발의 연관 단축을 위한 DNA marker이용한 세포질의 S(불임)와 N(가임)인자 판별 기술은 농협 NH종묘센터에서 보유하고 있는 유전자원의 세포질 인자를 판별에도 활용한 바 있다.

비닐하우스 무가온 양과 채종재배 기술에서 조생종과 중·만생종의 개화시기를 앞당기는 기술로서 하우스 밀폐시기를 조생종은 3개월(12월~2월), 중·만생종은 4개월(11월~2월)조절하는 기술을 양과 채종농가와 채종법인에 접목하여 양과 채종효율을 향상시키고 있다.

양과 채종 시 고온과 고습을 피하기 위해 불량 환경 조건하에서 양과 종자 성숙단계에 따른 단백질과 유전자 발현 양상을 구명하면 양과 채종량과 관련된 메카니즘을 충분히 해석하여 채종 재배 중 불량 환경하에서 유도 및 비유도 되는 특정 단백질을 이용 새로운 형질전환체를 만들어 국내에서 양과 안정 채종기술을 확립하는데 기초 자료로 활용할 계획이다.

양과는 목적산물이 영양체인 관계로 국지적 미기상에서도 구비대의 발현에 상당한 차이를 보이기 때문에 적지적작의 도입이 필수적이라는 점을 감안 우수품종의 개발 및 보급 시에 지역별로 최적의 품종을 육성하는데 PCI(participatory crop improvement)체계를 적극 활용하고 있다.

본 시험의 수행결과는 ‘양과 개인육종가 육성 프로그램’을 수립하여 2007년 10월부터 2008년 8월까지 소정의 과정을 통해 본 연구에서 개발된 기술들을 전수시켰고, 타 양과재배농가의 본 연구소 방문 때나 본 연구소의 양과 연구원의 농업기술센터 교육 때에도 본 기술의 전달에 노력을 아끼지 않았다. 또한 전문지, 인터넷, 신문 및 방송을 통해 적극 홍보하였다. 도출된 결과들은 *Allium*학회 및 국내학회에 발표하고 게재하여 학술적 가치를 높였다.

육종선발 효율을 증진시키는 기술을 개발하고자 중·만생종 양과 재배에서 문제시되고 있는 내동성, 내습성, 저장성 및 단맛의 형질을 대상으로 유묘단계, 재배단계, 저장단계 및 모구단계에서 형질별로 조기에 선발할 수 있는 기술을 확립하였다. 개발된 기술은 육종에 필요한 시간과 경비를 대폭 줄일 수 있기 때문에 육종현장에서 계통선발 및 품종육성에 활용하려고 한다.

적색양과의 지역적응성 시험은 개발품종의 적지를 찾는 데 매우 중요하다. 양과 주산지인 무안, 창녕, 안동 지역의 시험결과 개발된 2개 품종은 어느 지역에서 재배해도 무난할 것으로 사료된다. 자색소 성분이 함유된 적색양과의 건강기능 및 약리적 기능에 대한 연구는 다른 분야의 연구에도 파급효과가 기대된다. 또한 적색양과 유용성분 분석결과는 황색계 양과와의 차별성을 통해 적색양과의 소비확대 및 육성조합의 기능성과 우수성을 홍보하기 위한 자료로 활용하고자 한다.

## SUMMARY

Onion 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.

It is hard to produce lots of seeds because onion growing seasons of South Korea from May to July are often encountered by unfavorable growth conditions such as high temperature and high humidity during progressive seed development. It takes long time in the development of cultivar. Also the selection techniques capable of improving the selection efficiency in breeding program should be introduced.

Therefore this experiment was carried to utilize in seed production and cultivar breeding by searching the way improving the seed production efficiency and the selection efficiency for breeding.

The main research objective was for development two medium and late maturing red or yellow onion cultivars can grow in Korea. The development of domestic onion cultivars can substitute import cultivars and can contribute the acquisition of foreign currency and the expansion of foreign market such as China.

Also this study aimed for the development of parent lines and the search of the way capable of improving the seed production efficiency. The technique development in improving the breeding selection efficiency would be applied for the development of onion cultivars.

We developed two medium maturing and high yield red onion cultivars named "Lucky Red" and "Happy Red". These cultivars were 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 could be replaced for Japan cultivars. "Lucky Red" cultivars made sales amount money of about 6,000,000won in 2008 and "Happy Red" cultivars will be distributed as trial cultivar in 2009.

Developed four yellow onion cultivars can replace the Japan cultivars occupying over than 70% of medium and maturing onion seed market among total cultivars grown in Korea. The medium maturing cultivars "Saeromi" is earlier 10 days in maturing time, is similar to in storage ability and higher in yield compared to Japan cultivar "Terbo". We expect that this cultivars can settle the problem such as labor shortage and labor cost rise occurring because of late maturing time and the drop of quality during rainfall season. The medium maturing cultivar "Eourlim" is similar to Japan cultivar "Terbo" in yield, storage ability and maturing time. So this cultivar can substitute Japan cultivar "Terbo" and can reduce to impotrt dependence of foreign cultivar. The total sale money of "Saeromi" and "Eourlim" from 2006 to present was 339,000,000 won and has been increased every year. The medium maturing cultivar "Dungzi" registered in 2008 was realeased as trial seed on farmhouse and the medium maturing cultivar "Y-ball" registered in 2009 will be distributed as trial seed this year. Regional adaptability test on developed cultivars have been carried in China. We will distribute selected cultivar for export use.

In order to test effect on seed formation, the effects of unfavorable growth conditions on seed production and bulb production were investigated. Three different stress treatments reduced seed yield in three onion cultivars such as early, intermediate and late. Especially, seed yield of the late cultivar 'chunjudaego' under high temperature and high temperature + high humidity treatments significantly decreased, compared to other cultivars. RT-PCR analysis showed that high affinity S transporter and Glutathione S-transferase genes were highly expressed 14 days after high temperature and high humidity treatment. Furthermore, 2 D gel analysis revealed that protein spots in onion bearing stage was suppressed over time by different stress treatments, compared to control plants. However high number of protein spots were observed under the high humidity condition, when it compared to high temperature condition. Overall, the results of this research revealed that stress treatments (high temperature, high humidity, and high temperature + high humidity) significantly reduced seed yield and bulb production. These data indicate that technology of efficient onion seed production is required to avoid high temperature and high humidity conditions. For example, onion transformation with stress resistance genes would improve the productivity of onion seed.

Allium interspecific hybrid was used to develop pest and disease

resistance lines and new Allium crops. The goal of the experiment was to improve the storage of onion and to breed pest resistant onion.

We developed DNA marker to distinguish cytoplasm related to male sterility of onion. PCR amplification of DNA marker was able to distinguish N and S-type in cytoplasm. 28 lines out of 35 BC<sub>1</sub> lines, 32 lines out of 68 BC<sub>2</sub> lines and 17 lines out of 20 BC<sub>3</sub> lines were turned out as maintainers(N/ms ms). Using DNA marker saves time and cost of F<sub>1</sub> hybrid production and new onion variety breeding.

PCI(participatory crop improvement) system is that major producing farmers in onion cultivation areas were involved in the local adaptation test of selected onion lines. Because this breeding system gives a chance for breeding institute and farmers to select proper cultivars in different areas. this breeding system is likely to be effective for breeding new cultivars and their distribution.

Cold tolerance examination on onion nursery stage was accomplished by ion leakage, TTC and proline content assay and all of those method had an effect from conclusion degree of tolerance. It was more stable method to extracting a sample with liquid N and sulfosalicylic acid better than extract only sulfosalicylic acid that promote efficiency of selection. Suitable seedling stage of cold tolerance examination had some different with maturation period, growth term of late-mature onion needed shorter than early-maturing onion. For the efficient of examination parts were use the root rather than leaf and treat on low temperature with exposure the root.

The chlorophyll content measurement method using the DMSO extraction method was little amount of analyze the samples and the required time less than the tissue vigor test by the TTC on selection criterion, of the excess moisture tolerance. The efficient method was to use the length of roots and damaged by plant activity compared with excess moisture tolerance of selection index. The excess moisture tolerance of selection effect when the treatment of moisture injury was treated with the 10<sup>-6</sup>M ABA solution instead of the water. Suitable seedling stage of excess moisture tolerance examination were growth term of late-mature onion needed shorter than early-maturing onion. The induced moisture injury was effective the high temperature compare to low temperature and to block the oxygen supply rhizosphere. Nursery test by breeding line of cold tolerance showed strong compared to the check varieties, and excess moisture tolerance on the comparisons check the red varieties is strong, but the yellow varieties was a

difference between selection indices.

Breeding lines and cultivars have more tolerance on cold in field than check varieties Powerball and Red Sun. The planting period for selecting cold tolerance was more effective when it is later than established planting time and in the northern part, which has below zero temperature on soil during the winter. Moisture resistance in field was higher in breeding lines and cultivars than that of comparisons. The rate of withering by the different timing of water treat was highest at the most vigorous period of onion. The damage was more significant in wide ridge than that of narrow ridge and in clay soil than in sandy roam. The content of pyruvic acid, which is sweet, was decreased as the onion grows in field. In the earlier stage of growing, the content of pyruvic acid and sugar content was more focused on leaves and leaflets and later, it was more focused on bulbs. The content of pyruvic acid was higher as temperature rises, but it was lower as the intensity of radiation rises.

Sweetness character examination was annalize into established six kind of methods, those of them Yoo etc.(1995)'s method was most efficient. But it had a deviation problem during analyze a sample, So change of extracting way with liquid N and use of centrifuge that could be control enzyme activity and improve extraction method. There's correlation PA/TS and dry matter with pyruvic acid, but total sugar and sweetness were not. Result of storage examination bulb rot rate were increased by water treat were more late as well as compost amount increased at condition of cultivate environment. Bulb Rot Correlation with sugar contents but among the bulb hardness was negative on selection index of storage character.

After harvest pyruvic acid contents was increased untill bulb planting time. The sampling part for analysis that can represent a whole onion bulb in pyruvic acid content was upper part of the bulbs or 3rd~4th scales from outside for medium-maturing and late-maturing cultivars. Samples for pyruvic acid contents analysis at least 0.5g. It could reduce the rot late when bulb hardness was high on storage. When storage environment conditions to induce for rot of bulb with P.E covering, shade treatment were effective induce for rooting and sprouting.

Regional adaptability test for cross combinations of red onion was carried at Muan, Changneng and Andong of main onion cultivation area. Cross combination S&P 5294 and S&P 5295 were lower in bulb height, but were earlier in harvesting, higher in yield and better in storage

ability compared to check cultivar "Red Sun" at three regions. We registered S&P 5294 and S&P 5295 named "Lucky Red" and "Happy Red" respectively.

Useful composition on red onion were investigated. Cross combination S&P 5294 was the highest in sugar content and sweetness among planted cultivars. Also selected cross combination were lower than "Red Prime" and higher than "Red Sun" in total phenol content, total flavonoid content and quercetin.





# CONTENTS

<b>I . Introduction of Research and Development</b> -----	25
Chapter 1. Objectives and Necessities of Research Development -----	25
Chapter 2. Research Scope -----	27
<b>II . Present Situation of Technology in Korea and Foreign Countries</b> -----	28
<b>III . Contents and Results of Research Project</b> -----	29
Chapter 1. Development of medium and late maturing red F <sub>1</sub> hybrid onion cultivar for import substitution and export markets --	29
1. Collection of genetic resources -----	29
2. Characterization of collected genetic resources and lines --	31
3. Development of male sterile line, maintainer and restore <b>lines</b> -----	34
4. F <sub>1</sub> selection of red onion with high purple color content ---	36
5. Seed production ability test -----	43
6. Distribution of developed cultivar -----	45
Chapter 2. Development of medium and late maturing yellow F <sub>1</sub> hybrid onion cultivar for import substitution and export markets --	46
1. Collection of breeding materials -----	46
2. Performance test of collected varieties and lines -----	46
3. F <sub>1</sub> onion cultivar development of medium and late <b>maturing</b> -----	49
4. Regional adaptability test for developed onion -----	56
5. Seed production and farmhouse distribution -----	60
Chapter 3. Parent development according to use and technology development for reliable seed production of onion -----	65
1. Technology development for reliable seed production of <b>onion in domestic</b> -----	65
2. Expansion of gene variation through interspecific-cross ---	84
3. Distinction of male sterility cytoplasm by using DNA <b>marker</b> -----	91
4. Induction of haploid plant through culture of unpollinated <b>ovule and microspore</b> -----	95
5. Introduction of PCI (participatory crop improvement) for selection of onion variety -----	99



Chapter 4. Development of technique for improving breeding efficiency of onion -----	103
1. Development of technique for selecting useful trait at seedling stage -----	103
2. Development of technique for selecting useful trait at growing stage -----	116
3. Development of technique for selecting useful trait at storage stage -----	138
4. Development of technique for selecting useful trait at mother bulb stage -----	144
 Chapter 5. Analysis of useful component and regional adaptability test on red onion -----	150
1. Regional adaptability test on red onion -----	150
2. Analysis of useful component on red onion -----	159
 <b>IV. Levels of Contribution Pertinent to Objectives -----</b>	<b>179</b>
 Chapter 1. Achivement of goal -----	179
Chapter 2. Achivement of the research target -----	181
Chapter 3. Contribution of the related fields -----	183
 <b>V. Application Plans from Results -----</b>	<b>187</b>
 Chapter 1. Plan for new cultivar supply of red onion -----	187
Chapter 2. Plan for new cultivar supply of yellow onion -----	187
Chapter 3. Technology development for reliable seed production of onion -----	188
Chapter 4. Development of technique for improving breeding efficiency of onion -----	190
Chapter 5. Analysis of useful component and regional adaptability test on red onion -----	190
 <b>VI. Collection Information for Science and Technology during Research Period -----</b>	<b>191</b>
 <b>VII. Reference -----</b>	<b>192</b>



# 목 차

<b>제 1 장 연구개발과제의 개요</b> -----	25
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성 -----	25
제 2 절 연구개발의 범위 -----	27
 <b>제 2 장 국내외 기술개발 현황</b> -----	 28
 <b>제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과</b> -----	 29
제 1 절 수입대체 및 수출용 중·만생계 적색양과 교배품종 육성 -----	29
1. 적색양과 유전자원 수집 -----	29
2. 수집 유전자원 및 계통검정 -----	31
3. 적색양과 응성불임계 및 유지계, 화분친 계통 교배육성 -----	34
4. 적색양과 자색소 함량 높은 F <sub>1</sub> 조합선발 시험 -----	36
5. 채종 능력시험 -----	43
6. 개발품종의 보급 -----	45
제 2 절 수입대체 및 수출용 중·만생계 적색양과 교배품종 육성 -----	46
1. 육성재료 수집 -----	46
2. 양과 수집종 및 계통 성능 검정 -----	46
3. 중만생계 F <sub>1</sub> 품종 육성 -----	49
4. 양과 지역적응성 시험 -----	56
5. 채종 및 농기보급 -----	60
제 3 절 양과 용도별 교배모본 육성 및 채종효율성 제고기술 개발 -----	65
1. 안정적인 국내 채종효율성 제고기술 개발 -----	65
2. 중간교잡을 통한 유전변이 확대 -----	84
3. DNA marker를 이용한 양과 응성불임성 세포질 판별 -----	91
4. 미수분 화주배양 및 소포자 배양을 통한 반수체 유기 -----	95
5. PCI(Participatory crop improvement) 체계 도입 -----	99
제 4 절 양과 육종효율 증진기술 개발 -----	103
1. 유묘단계에서의 유용형질 선발기술 개발 -----	103
2. 재배단계에서의 유용형질 선발기술 개발 -----	116
3. 저장단계에서의 유용형질 선발기술 개발 -----	138
4. 모구단계에서의 유용형질 선발기술 개발 -----	144



제 5 절 적색양과 유용성분 분석 및 지역적응성 시험 -----	150
1. 적색양과 육성조합 지역적응성 시험 -----	150
2. 적색양과 유용성분 분석 -----	159
<b>제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----</b>	<b>179</b>
제 1 절 목표달성도 -----	179
제 2 절 과제별 연구개발 목표의 달성도 -----	181
제 3 절 관련분야에의 기여도 -----	183
<b>제 5 장 연구개발 성과 및 성과활용 계획 -----</b>	<b>187</b>
제 1 절 적색양과 신품종 보급 계획 -----	187
제 2 절 황색양과 신품종 보급계획 -----	187
제 3 절 채종효율성 제고기술 개발 -----	188
제 4 절 양과 육종효율 증진기술 개발 -----	190
제 5 절 적색양과 유용성분 분석 및 지역적응성 시험 -----	190
<b>제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 -----</b>	<b>191</b>
<b>제 7 장 참고문헌 -----</b>	<b>192</b>





# 제 1 장. 연구개발과제의 개요

## 제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

양과는 우리 국민의 식생활에서 중요한 위치를 차지하고 있으며 재배면적이 넓고 종자의 유통량이 많은 작물이다. 그런데 현재 우리나라에서 유통되고 있는 양과 품종들을 살펴보면 일본에서 육성된 품종들이 국산 종자들보다 우위를 점하고 있으며 매년 이 종자들을 구입하기 위하여 적지 않은 외화가 유출되고 있다. 따라서 현재의 양과 품종 육성, 종자 생산 및 수출입 현황을 점검해 보고 나아가 국산 양과 품종들이 경쟁력을 갖추고 외화 유출을 방지할 수 있는 방안으로 외국산 양과 품종과 버금가는 우수한 품종을 조기에 육성할 수 있는 방안을 모색하면서 특히 양과주산단지에서 양과재배 농가들이 중·만생 양과 종자의 경우 값비싼 일본산 교배품종을 선호하는 때문에 생산비의 과중을 줄여서 양과산업의 경쟁력을 높여야 할 것이다.

우리나라에서 양과 가격은 당해 년의 생산량에 따라 등락폭이 크기 때문에 생산농가의 소득이 불안정한 상태이다. 양과 값이 폭락하면 생산자는 소비자에게 더 많은 소비를, 정부에는 수입억제 및 가격지지를 호소하는 사례가 빈번하며 특히 가격하락의 정도가 너무 심할 때는 산지폐기를 단행하면서까지 가격안정을 꾀해야 하는 실정이다.

이것은 양과의 국내소비양상이 단순하여 소비량의 한정과 생산자의 입장에서 볼 때는 마땅한 고소득 대체작물이 없어 지속적으로 양과만 생산하기 때문인 것으로 볼 수 있다. 이제 양과산업도 WTO체제가 출범하면서 국가간 FTA체결로 타국과의 무한경쟁을 가속화시키고 있다. 따라서 과거와는 분명히 다른 개선방안 없이는 국제경쟁력의 약화로 국내양과산업은 지금보다 훨씬 어려워질지도 모른다.

우리나라 채소종자의 연간 매출액은 약 1,600억원이며, 이 중 양과가 131억원으로 8.2%를 점유하고 있어 고추, 무 다음으로 큰 비중을 차지하고 있다. 현재 국내에 양과 품종생산 수입판매 신고가 되어 있는 것은 582품종(국립종자관리소 2005)이나, 국내 육성 품종은 이 중 40% 미만으로 추정하고 있으며, 농가에서 재배하고 있는 양과 중에서 가장 큰 시장규모를 가지고 있는 중·만생 품종은 국내 육성 품종이 수입품종에 비해 품질, 수량성 및 저장성 등에서 열위에 있다. 우리나라 채소종자 연간 순수입금액 4,830만\$ 중에서 양과 종자가 1,680만\$로 전체 수입금액의 35%를 점유하여 채소종자 중 수입비중이 가장 높을 뿐만 아니라, 수입양과 품종 중에서 중·만생계가 70% 이상을 차지하고 있어 수입대체 가능한 중·만생종의 F<sub>1</sub> 품종육성이 시급한 실정이다. 또한 현재 기능성 성분이 많은 적색양과의 재배면적은 많지 않으나 웰빙문화의 확산과 용도의 다양화에 의해 소비가 급속히 증가하고 있는 실정이다. 이들 적색양과 품종도 거의 수입종에 의존하고 있으나 대부분 고정종이 수입되고 있기 때문에 착색의 불안정이나 저장성

의 약화 등의 문제 뿐 아니라 매운맛이 강한 문제점이 지적됨에 따라 이에 대비한 적색양과의 F<sub>1</sub> 품종육성은 아직 확산의 초기 단계에 있으므로 황색양과에 비해 쉽게 수입대체 및 수출용으로 자리잡을 수 있을 것이다.

이와 같이 국내 육성품종이 수입종에 비해 열위에 있는 것은 유용한 형질을 가진 가용 유전자원의 부재에 의한 것이 가장 큰 원인이므로 유용형질의 다양화를 위한 방안이 모색되어야 할 것이다. 이를 위하여 유전자원 수집과 아울러 병충해나 불량환경에 대한 내성 등의 유용형질을 가지고 있는 다른 파속작물과의 종간교잡에 의한 자원의 다양화도 필요한 실정이다.

양과는 2년에 1세대를 경과하는 채소이기 때문에 품종 육성기간이 타 작물에 비해 장기간 소요될 뿐 아니라, 타식성 작물로서 자식약세가 심한 작물이기 때문에 품종육성과정에는 어려움이 많다. 이러한 요인 때문에 연구자들은 결과도출에 장시간 소요되는 문제로, 민간회사에서는 환금성 문제로 연구나 투자를 꺼려하는 작물로 취급되어 왔다. 따라서 조기에 순계 교배모본을 확보하기 위해 세대단축 기술개발이 절실한 실정이다.

양과는 재배되는 지역에서의 수량성, 재해저항성, 내병성 등에 부합되지 않는 요소가 작용하여 육성된 품종의 특성이 제대로 발휘되지 못하는 경우가 종종 일어난다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 적지적작의 개념 하에서 양과를 재배하는 농민이 직접 참여하여 육종하는 방법인 PCI(participatory crop improvement)체계 도입의 효율성에 대한 검토가 필요할 것이다.

또한 국내에서 육성된 품종의 채종은 국내 채종단가의 상승과 개화기의 강우 및 고온 등과 같은 환경장해 등의 문제로 해외에서 채종하는 비율이 급격히 증가하여 2004년에는 해외채종 비율이 88.9%에 달하고 있다. 이러한 해외 채종은 국내 채종농가의 소득감소와 아울러 우수한 국내 유전자원의 유출을 초래하기 때문에 일본 등의 선진외국에서는 점차 주요 품종에 대한 해외 채종을 억제하고 있다. 본 과제에서도 우수한 F<sub>1</sub> 품종이 육성되면 이들의 자원유출을 방지하기 위한 국내에서의 안정적인 채종기술의 확립이 요망된다.

양과의 품종 육성시 목표형질의 선발은 주로 재배포장 및 저장중의 표현형에 의해 이루어지고 있다. 그러나 양과의 1세대는 1년차에 종자파종 → 육묘 → 묘정식 → 본포재배 → 구 수확 → 구 저장의 과정을 거쳐, 2년차에 모구정식 → 개화 → 채종의 단계를 거치고 각 과정별 1개 계통에서도 많은 개체를 대상으로 대면적 및 대규모로 선발해야 하기 때문에 인력 및 재정적인 부담이 큰 문제점이 되고 있다.

따라서 양과는 2년에 1세대를 거치면서 자식약세가 심한 작물이기 때문에 이 형질의 개체가 혼용되면 그 형질의 도태에도 장시간 소요되므로 가능한 초기 단계에 보다 정확한 선발이 이루어진다면 육종 규모를 줄여 인력 및 재정적 부담을 줄일 수 있을 뿐 아니라 품종 육성기간도 단축시킬 수 있을 것이다.

최근 웰빙문화의 확산으로 기능성 성분이 많은 적색양과의 수요가 증가하고 있으나 적색양과 역시 수입종에 의존하고 있다. 따라서 일본 수입종을 대체할 수 있는 중·만생계 황색종 양과나 적색종 양과의 개발이 시급한 실정이다. 또한 양

과종자를 안정적으로 생산하기 위한 채종효율의 증진기술과 육종효율을 높일 수 있는 방법의 개발이 필요하다.

따라서 본 연구는 수입종을 대체할 수 있는 중·만생계 황색양과와 적색양과를 개발하여 농가의 경영비를 줄이고 중국 등에 수출용으로 이용하여 종자시장의 확대를 도모하고 채종효율을 증진시킬 수 있는 기술을 개발하여 F<sub>1</sub> 종자생산성을 높이고 유묘기나 재배기에 유용형질의 선발에 의해 육종 선발효율을 높이고자 한다.

## 제 2 절 연구개발의 범위

중·만생계 적색양과 및 황색양과 육성을 위한 유전자원 수집은 일본, 중국, 미국, 유럽지역의 재배품종을 매년 적극 수집하여 유전자원으로 활용하고 적색양과 중 선발된 계통들은 HPLC등의 기기를 이용하여 성분 분석한 후 기능성 품종개발 재료로 활용한다. 웅성불임계는 유지계통으로 계속 여교잡하여 계통을 고정시키고 화분친 계통은 숙기별, 특성별로 분류하여 순도 높은 화분친을 육성한다. 육성된 계통들은 웅성불임계와 화분친을 교배하여 조합능력을 검정하고 조합능력이 높은 계통들에 대해 채종효율성을 검정한다. 우수한 조합능력을 가진 조합은 시중 대비 품종과 함께 생산력 검정과 지역 적응성 검정을 하여 시험결과 선발된 조합은 F<sub>1</sub> 교배종 품종으로 등록하고 원종생산을 한다.

유전적 변이를 넓히기 위해 양과와 과, 샬롯 등을 근연 교배하여 후대에서 내병성, 저장성 등을 검정한 후 유용한 형질을 지닌 계통을 선발한다. 또한 육종연한을 단축하기 위해 double haploid 배양법 등을 이용하여 반수체 유기효율 증진을 위한 배양조건을 규명한다. 육성지역에서 교배 및 초기 세대 선발을 하기 위한 PCI 체계를 도입하고 추대성, 분화요인 등을 검정하여 채종 효율성을 제고할 수 있는 기술을 개발한다.

유묘단계, 재배단계, 저장단계, 모구단계에서 내동성, 내습성, 단맛 및 저장성 등을 생리적 검정을 통해 선발효율을 높일 수 있는 선발지표를 개발하여 선발효율을 높인다.

적색양과에 대하여 지역적응성 시험을 하여 우수 조합을 선발하여 품종등록하고 적색양과가 가지고 있는 유용성분 분석을 통하여 적색양과의 기능성과 약리성을 홍보한다.

## 제 2 장. 국내·외 기술개발 현황

○ 중·만생계 황색양파 : 유전자원과 잠재시장 부족으로 종묘회사들의 투자가 미흡하여 등록된 품종은 일본의 중만생계 품종에 비해 품질, 저장성 등에서 열위에 있으나, 점차 시장이 급속히 확대됨에 따라 육종회사 및 전문 육종가를 중심으로 육성이 활발하게 진행되고 있다. 국내에서 황색양파 품종개발은 육종인력과 육종재료의 한계로 인해 일본품종을 대체할 수 있는 품종개발이 미흡하였다. 그러나 최근 양파 종자시장의 확대에 의해 양파 육종에 대한 관심이 고조되었고 육종재료를 확보하기 위해 다양한 연구가 시도되었다. 그동안 본 연구진은 많은 육종재료를 확보하였고 이를 이용하여 교배조합을 작성하여 좋은 품종을 만들 단계에 이르렀다.

○ 중·만생계 적색양파 : 최근 재배가 확대되고 있는 적색양파는 연구소나 종묘회사에서도 아직 고정종 수준에 머물고 있어 일본으로부터 수입되어 재배되고 있는 품종들에 대항할 정도로 상품화시켜 공급이 되지 못하는 실정에 있으나 본 연구팀은 이미 세포질 융성불임계(CGMS Line) 및 유지친을 육성하여 적색계 양파의 교배종 개발 단계에 있어 본 과제가 수행되게 된다면 아직 확산 초기 단계에 있으므로 황색계와는 달리 쉽게 시장 주도권을 가질 수 있을 것으로 판단된다.

○ 육종 및 채종기술 : 관행 육종에서 세대단축을 위한 기술개발 등이 이루어지고 있으나 아직 실용적인 기술 접근이 되지 않고 있으며, 극조생종의 채종기술은 상당한 진전이 있으나 중만생종의 안정적인 채종기술은 아직도 보완 검토해야 할 부분이 많은 실정이다.

○ 유용형질 선발기술 : 유용형질의 선발기술은 주로 재배 및 저장중의 표현형에 의존하여 선발하고 있는 실정으로 좀 더 과학적·체계적인 접근이 필요하며, 국내에서 이에 대한 연구는 아직까지 보고된 바 없다. 따라서 양파 육종시 가장 큰 문제점으로 지적되고 있는 장기간에 걸쳐 유용형질을 선발해야 하는 문제점을 조기에 선발하는 지표로 활용이 가능하여 품종 육종의 보조적인 수단이 될 것으로 판단된다.

## 제 3 장. 연구개발수행 내용 및 결과

### 제 1 절 수입대체 및 수출용 중·만생계 적색양과 교배품종 육성

#### 1. 적색양과 유전자원의 수집

가. 연구기간 중 유럽, 일본, 미국, 중국, 인도 및 국내농가로부터 1차년도에 17점, 2차년도 14점, 3차년도 20점의 유전자원을 수집하였다.

나. 1차년도는 프랑스에서 홍피 4계통, 백피 3계통, 황피 7계통 등 14계통을 수집하였고, 화란에서 황피, 적피, 황피 샬롯 각각 1점씩 총 3계통을 수집하였으며, 국내 무안 지역의 농가에서 홍피 1계통을 수집하여 저장하거나 일부는 목포시험장에 분양하였다.

다. 2차년도에는 일본 출장 중 황색계 모구 5점, 적색계 모구 3점, 황색계 시판종자 Power의 5점 및 적색계 시판종자 Star red 외 1점을 수집하였다.

표 1. 1차년도(2006년) 유전자원 수집 내역

NO.	종류	수집처(생산지)	수집량	수집형태	활용상태
1	홍피 Ball T/S	프랑스 까르프	5	모구	세대 진전
2	홍피 Oval	프랑스 Rungis(호주)	2	"	"
3	홍피고구	프랑스 Rungis(아르헨티나)	2	"	저장 중 부패
4	홍피 T/S	프랑스 Rungis(이태리)	2	"	세대 진전
5	백피 Ball	프랑스 Rungis(호주)	2	"	"
6	백피 Ball	프랑스 까르프	1	"	저장중 부패
7	백피 Ball	프랑스 시장	5	"	"
8	황피 SET	화란 농자재	250g	종자	불추대
9	적피 SET	화란 농자재	250g	"	"
10	황피 내부홍심	프랑스 시장	4	모구	"
11	황피홍심 샬롯	프랑스 시장	8	"	목포시험장 분양
12	황피홍심 샬롯	프랑스 시장	5	"	"
13	황피샬롯	프랑스 시장	5	"	"
14	황피샬롯	프랑스 까르프	500g	종자	"
15	황피홍심 샬롯	프랑스 까르프	500g	"	"
16	황피샬롯	화란 농자재	500g	"	"
17	나리홍	전남 무안농가	3	모구	세대진전

표 2. 2차년도(2007년) 유전자원 수집 내역

품종명(ID)	종류	수집처(생산지)	수집량	수집형태	비고
6114	황피 Ball	일본 일료중앙도매시장	1	모구	세대진전
6115	황피 Ball	일본 이바라키현	2	"	"
6116	황피 Ball	일본 도쿠시마 산	2	"	"
6117	황피 set	일본 다끼이종묘	8	set	모구양성
6682	황피 Oval	일본 홋카이도 산	2	모구	세대진전
6176	적피 Flat	일본 도쿠시마 산	1	"	채종중 부패
6179	적피 T/S	일본 사이타마	2	"	MS
6180	적피 Ball	일본 오사카	2	"	세대진전
パワー	황피	일본 다끼이종묘	8ml	종자	모구 양성중
ネオアース	"	"	7ml	"	"
O·K 黄	"	"	9ml	"	"
あまがし 2号	"	일본 난또종묘	20ml	"	"
きぬ	"	일본 도호꾸종묘	4ml	"	"
玉ねぎラピュタⅡ	"	"	4ml	"	"
赤玉ねぎ Star Red	적피	"	4ml	"	"
サラタ玉ねぎ	"	"	6ml	"	"

표 3. 3차년도(2008년) 유전자원 수집 내역

품종명(ID)	종류	수집처(생산지)	수집량	수집형태	비고
ONY-1	적피	중국 武威	5g	종자	모구 양성중
ONY-2	"	중국 杭州	3g	"	"
ONY-3	"	중국 武威	3g	"	"
ONY-6	미상	중국(이태리 AN1158)	5g	"	"
ONY-7	"	중국(이태리 AN1163)	"	"	"
ONY-8	"	중국(이태리 AN1169)	"	"	"
ONY-9	"	중국(이태리 AN1213)	"	"	"
HSO104	적피	아시아종묘(인도)	"	"	"
HSO105	"	"	"	"	"
HSO106	"	"	"	"	"
HSO107	"	"	"	"	"
Pyramid	미상	아시아종묘(유럽)	"	"	"
Kalman	"	"	"	"	long day
KRW	"	"	"	"	"
Brunswick	적피	Hoti Tops(네덜란드)	1g	"	모구 양성중
赤たまSalad	"	Nanto Seed(일본)	10ml	"	"
WRO	"	渡辺採種(일본)	50g	"	"
短日紅	"	Sun seed(미국)	5g	"	"
短日黄	황피	"	"	"	"
H7414	적피	경남 함양(일본시교)	14점	모구	모구 정식중



사진 1. 1차년도 수집유전자원 I

사진 2. 1차년도 수집유전자원 II



사진 3. 2차년도 수집유전자원



사진 4. 3차년도 수집유전자원 I

사진 5. 3차년도 수집유전자원 II

라. 3차 년도에는 중국에서 수집된 종자 7점 외 인도, 유럽, 일본, 미국으로부터 12점 등 종자 19점과 국내 양파 주산지인 경남 함양군 수동면 농가에서 일본 으로부터 실증시험 중에 있는 H 7414의 모구를 수집하여 선발 후 모구 정식 하였다.

## 2. 수집유전자원 및 계통특성 검정

### 가. 1차년도 수행결과

#### (1) 재료 및 방법

적피계 MS SPR5832외 59계통, 수집종 MSI-890외 4점을 제주지역에 2005년 도 9월에 파종하여 11월에 정식하였고 2006년도 6월에 모구 수확하여 10월까지

모구 저장하였다.

과 종	정 식	모구수확	저 장	면 적 (평)	장 소
2005. 9. 27	2005. 11. 7	2006. 6. 11	2006. 6. 11 ~2006. 10. 18	노지 300 저장고 50	제 주

(2) 결과

적피계 MS SPR5832의 59계통, 수집종 MSI-890의 4점을 공시하여, 각 계통의 특성을 파악하고, 육성 목적에 맞게 분리 선발하여 모구 저장 후 교배육성 항목으로 넘겨 모구 정식하였으며, 계통 중 SPR5817는 고구형 육성에 있어서 중요한 Oval형 구로 완전히 순화 고정되어 있는 것으로 보여 향후 화분친으로 이용이 기대된다.



사진 6. SPR5817계통

사진 7. MS SPR 5832 A Line

사진 8. SPR5833 B Line

나. 2차년도 수행결과

(1) 재료 및 방법

적피계 MS SPR5832의 54계통, 수집종 Bloedrode의 8점을 김해농장에 2006년 9월 14일 파종하여 11월에 정식하였고, 2007년 6월에 수확하여 10월까지 저장 후 모구 정식하였다.

과 종	정 식	모구수확	저 장	면 적 (m <sup>2</sup> )	장 소
2006. 9. 15	2006. 11. 12	2007. 6. 10	2007. 6. 10 ~2007. 10. 25	노지 990 저장고 165	김 해

(2) 결과

(가) 1차년도 유럽에서 수집된 자원들은 국내의 일장, 온도 등 생태 환경과 적합하지 않아 추대, 분구가 심하고, 저장성이 불량하여 대부분 도태 되었고, 그 중 적색계인 Niort의 3점을 계통 분리하기 위하여 모구 선발하여 정식하였다.

(나) 공시된 계통 중 화분친 계통은 자식 약세 현상이 심하거나, 추대 및 분구가 심한 SPR6122의 10계통을 도태하고 숙기가 빠르면서 구색이 우수한 L/B Type SPR6124의 26계통, 불임계통인 MS SPR 5832의 1계통 및 이의 유지계를 선발하여 F<sub>1</sub> 조합작성에 양친으로 이용하거나 자식 또는 형매 교잡하기 위하여 모구 정식하였다.



(다) 향후 새로운 유지친 육성에 시간을 단축 할 수 있는 PCR-maker를 이용한 세포질 DNA 판독 결과 보유 화분친 중 "N" 형태로 확인된 프랑스수집종인 홍피볼 외 Inbreed Line인 SPR5298의 3계통이 확인 되었다. 확인된 4계통을 이용한 적극적 임성 조합을 작성하고, 이를 이용한 새로운 융성불임계 육성이 기대된다.



사진 9. 2차년도 계통 성능검정 전경      사진 10. 2차년도 계통모본 선발사진 일부

### 다. 3차년도 수행결과

#### (1) 재료 및 방법

수집자원 및 MS SPR7448 외 2계통, 화분친 SPR7401외 72계통, 임성분석조합 07F415외 7조합을 육묘판에 각 계통별로 2007년 9월 14일 파종하여 계통당 최소 100주 이상으로 11월 7일에 정식 하였고, 2008년 6월 중순 까지 숙기별로 수확하여 1차 모구 선발 후 10월 하순까지 저장하였다.

과 종	정 식	모구수확	저 장	면 적 (m <sup>2</sup> )	장 소
2007. 9. 14	2007. 11. 7	2008. 6. 15	2008. 6. 15 ~2008. 10. 31	노지 990 저장고 165	김 해

#### (2) 결과

(가) 수집 유전자원 및 MS SPR7448 외 2계통, 화분친 SPR7401외 72계통, 임성분석조합 07F415외 7조합을 공시하여 숙기, 순도, 구형, 구비대성, 구색 등 각 조사항목에 따라 특성 검정을 하고, 계통성능검정 포장에서 계통별로 1차 선발 후 모구 저장을 10월까지 실시하였다.

(나) 10월 말 최종적으로 세대진전을 위하여 불임계 MS SPR7448외 1계통 과 그 유지친을 선발하고, 화분친은 조생계 SPR7415외 29계통을 구형별, 용도별로 선발하여 F<sub>1</sub> 조합작성의 부계로 모구 정식하거나 고정된 계통들은 자식약세를 방지하기위해 계통별 최소 6주 이상을 모구정식 하였으며, 분리 중인 계통은 자식하기위해 50×50cm의 간격으로 모구 정식을 완료하였다.

(다) 임성분석을 위해 공시한 임성분석 조합 07F415외 7조합에서 100% MS인 조합은 1차년도에 구형이 Oval형으로 고정되어 고구형 조합작성에 이용되는 SPR5817 계통을 부계로 한 임성조합이며, 91:0(ms:mf) 분리비를 보여 핵내 유전자형이 Nsms 형태로 판명됨에 따라 향후 본 계통을 이용하여 구고가 높

은 고구형 계통 또는 극고구형 MS계통으로 순화가 가능 할 것으로 판단되며, 2차년도에 PCR-maker를 이용한 세포질 DNA 판독 결과 세포질이 "N" 형태로 확인되어 일부 작성된 임성조합을 Seed to Flower방식으로 임성검정 한 결과 SPR5298을 부계로 한 임성조합(07F415)은 분리비가 47:51(ms:mf)로서 인자형이 NmsMS 형태로 판단되어 Nmsms 형태를 찾기 위하여 개체수를 확대한 조합 작성이 필요할 것으로 보인다.



사진 11. 3차년도 계통성능검정 전경

사진 12. 3차년도 모구 저장 및 선발 전경

### 3. 적색양파 육성불임계 및 유지계, 화분친 계통 교배육성

#### 가. 1, 2차년도 수행결과

##### (1) 재료 및 방법

공시재료는 1차년도(2006년) 수집종 및 계통 특성검정에 공시한 적피계 MS SPR5832의 59계통 및 수집종 MSI-890의 4점을 이듬해 2차년도(2007년)에 수확하여 모구 선발한 용도 및 특성별 모구를 이용하였고, 교배방법은 소형 cage 및 교배망실을 이용하여 격리하고, 교배 매개충은 연두금파리를 사육하여 이용하였다.

모구정식	교 배	시험종료	면 적(m <sup>2</sup> )	장 소
2006. 10. 18	2007. 5. 26 ~ 6. 28	2007. 8. 5	교배하우스 330	김 해

##### (2) 결과

F<sub>1</sub> 조합 S&P7273의 17조합 및 임성 분석용조합 07F415의 6 조합을 작성하고, 육성불임계 MS SPR5832의 2계통, 화분친 73계통을 획득하였다.



사진 13. 2차년도 연두금파리를 이용한 교배하우스, 망실하우스 교배 및 세팅 후 광경  
나. 3차년도 수행결과

(1) 재료 및 방법

공시재료는 수집종 및 계통 특성검정에 공시한 적피계 MS SPR5832의 54계통, 수집종 Bloedrode의 8점에서 선발한 용도 및 특성별 모구를 이용하여 교배 모본으로 이용하였고, 교배기에 연두금파리를 사육하여 교배 매개충으로 활용하였다.

모구정식	교 배	시험종료	면 적(m <sup>2</sup> )	장 소
2007. 10. 25	2008. 5. 21 ~ 6. 30	2008. 8. 3	교배하우스 330	김 해

(2) 결과

MS SPR5832의 54계통, 수집종 Bloedrode의 8점을 공시하여, F<sub>1</sub> S&P8209의 12조합 MS SPR5832의 3계통의 A, B라인의 세대진전 및 임성분석검정에서 새로이 찾아진 MS 07F415를 계통순화를 위한 여교잡에 돌입하였으며, 화분친으로 이용될 101계통의 화분친을 분리 또는 고정시켰다.



사진 14. 교배매개충 사육, 포획 및 MS화에 수분하고있는 교배 매개충 광경

#### 4. 적색양과 자색소 함량 높은 F<sub>1</sub> 조합선발시험

##### 가. 1차년도 수행결과

##### (1) 재료 및 방법

4품종 12조합을 2005년 9월 29일 과종하여, 이듬해 2006년 6월 6일에 수확하여 특성파악 및 수량조사를 실시하고, 2006년 6월 11일부터 2006년 10월 18일까지 상온 간이 저장고에 입고하여 저장시험을 실시하였다.

과 종	정 식	수확 및 조사	저장시험	면 적 (평)	장 소
2005. 9. 29	2005. 11. 8	2006. 6. 6	2006. 6. 11 ~2006. 10. 18	200 저장고 50	제 주

##### (2) 결과

공시된 조합 중 S&P5294와 S&P5295 두 조합을(표 2, 사진 3, 사진 4 참조) 선발하였으며, 선발된 S&P5294는 조생종으로 알려진 Suzuhira(가네꼬 종묘)에 비해 다소 숙기는 느리지만 현재 국내에 많이 재배되고 있는 레드션(동서농예)에 비하여 숙기가 빨라 장마기를 피하여 수확 할 수 있는 중생종으로 분구가 안정되고, 수량성이 높았으며, 특히 일반적으로 적색계 양과의 가장 취약점으로 지적되는 저장성이 낮다는 단점을 개선 할 수 있는 조합이나 구형지수가 0.81로 다소 낮은 편구형에 가까운 구형이었다. 또 다른 선발조합인 S&P5295는 구형지수가 0.98로 소비자들에게 선호가 높은 고구형에 가까운 구형이고, 숙기도 빠른 중생종이며, 저장성도 좋았으나 구색은 다소 얼룩현상이 있고, 추대율도 4.5%로 다소 불안한 경향을 보였다.

##### (3) F<sub>1</sub> 조합 선발시험 시험 성적

품종명	회사명	초 세	순 도	구 색	도복율 (%)	추대율 (%)	분구율 (%)	저장성 (%)	구고 (cm)	구경 (cm)	구형 지수	인편수 (개)	수량		평가
													구중 (g)	지수	
레드션	동서농예	8	6	6	15.0	2.5	3.0	48.5	7.5	7.8	0.96	9.6	216	100	6
무사시노레드	무사시노	6	7	8	7.0	0.8	0	51.0	6.9	7.8	0.89	9.8	212	98	6
Suzuhira	가네꼬	8	8	8	98.5	0	1.0	37.0	5.7	8.2	0.69	8.4	220	102	6
S&P5294	S&P	7	8	8	98.0	2.0	0	92.0	7.0	8.6	0.81	9.4	275	127	7
S&P5295	S&P	8	7	7	80.5	4.5	0.5	84.5	7.5	8.4	0.98	10.4	228	106	7

※ 초세:1(약)~9(강), 순도:1(불량)~9(양호), 구색 : 1(불량)~9(양호),  
도복율 : 2006. 6. 5. 현재, 저장성: 2006. 10. 10. 현재, 평가:1(불량)~9(양호)

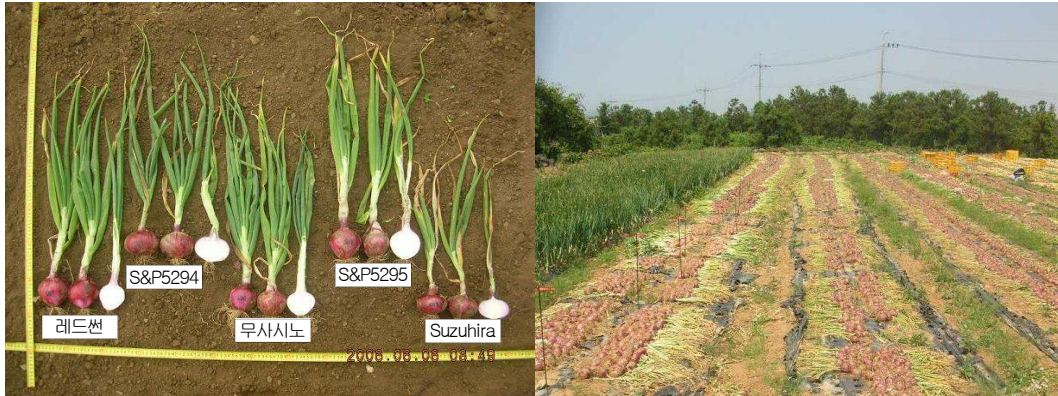


사진 15. F<sub>1</sub> 조합선발시험 선발조합 조합 비교 및 포장 수확 전경

#### 나. 2차년도 수행결과

##### (1) 재료 및 방법

대비품종 4품종, 도입 및 수집종 5품종 및 기 작성된 F<sub>1</sub> 조합 5조합을 2006년 9월 15일에 파종하여 2006년 11월 13일에 정식하였고, 2007년 6월 10일에 수확하였다.

과 종	정 식	수확 및 조사	저 장	면 적 (m <sup>2</sup> )	장 소
2006. 9. 15	2006. 11. 13	2007. 6. 10	2007. 6. 10 ~2007. 10. 31	노 지 990 저장고 165	김 해

##### (2) 결과

공시된 조합 중 최종 선발된 조합은 S&P5294 조합으로 대비품종인 일본 다카다 종묘사의 레드썬(한국 동서농예에서 수입 판매)과 비교하여 숙기가 빨라 장마기를 피하여 수확이 가능한 장점을 갖고 있으며, 순도가 골라 상품율이 높은 장점이 있고, 수량 또한 많은 다수성 조합이면서 10월 31일 현재 저장율이 89.2%로 공시된 품종 중 가장 저장성이 우수하였다.

또 다른 대비품종인 다끼이 종묘사의 레드프라임(한국 코레콘 종묘 및 해성 종묘사에서 수입 판매) 또한 국내에 현재 비교적 많이 재배되는 적색계 품종으로서 순도가 우수하나 구색이 열려 상품성이 낮으며, 저장 효율이 낮아 선발조합인 S&P5294 조합의 경쟁력은 현재 우점하고 있는 유통 품종과 비교하여 월등히 우수한 것으로 평가되었다.

1년차에 S&P5294 조합과 함께 예비선발 되었던 S&P5295 조합은 구형지수가 0.82로 최종 선발된 S&P5294 조합에 비해 구고가 다소 높아 구형이 우수한 장점이 있으나 공시조합 중 저장성이 가장 낮았으며, 구색의 분포가 고르지 못하여 얼룩현상이 다소 나타나 최종 선발에서 제외하였다.

특히 위탁연구기관인 양과연구소에서 1년차 유용성분 분석결과 총 당함량은 522.9mg(mg/g, DW)으로 대비품종인 레드썬, 레드프라임이나 일반 황색계 품종에 비해 높았으며, 특히 fructose 함량이 높은 경향을 보여 기능성 품종으로서도 개발 가능성이 있음을 확인하였다.

이렇게 최종 선발된 S&P5294 조합은 “릭키레드”로 명명하여 품종등록 완료하였으며, 2008년 주관기관을 통하여 시험판매하였다.

(3) F<sub>1</sub> 조합 선발시험 시험 성적

품종명	회사명	초세	순도	구색	도복율 (%)	추대율 (%)	분구율 (%)	저장성 (%)	초장 (cm)	구고 (cm)	구경 (cm)	구형 지수	인편수 (개)	수량		평가
														구중 (g)	지수	
레드썬	다까다	7	4	8	67.9	1.8	0	68.3	75.2	7.6	8.1	0.94	10.5	245	100	6
레드프라임	다끼이	6	8	5	93.2	0	0	67.1	66.2	6.3	9.1	0.69	10.1	270	113	5
레드윙	코레곤	9	5	8	61.6	1.3	1.0	57.9	75.7	7.9	7.7	1.03	10.5	249	104	6
레드리오	세종	8	5	8	28.4	3.8	0.8	65.4	79.4	8.0	7.8	1.02	10.0	255	106	5
S&P5294	S&P	7	8	7	95.2	1.8	0.3	89.2	73.7	6.6	9.2	0.72	10.0	288	120	8
S&P5295	"	8	7	7	89.5	0.8	0.8	74.2	65.7	7.1	8.7	0.82	9.0	266	111	6
S&P5296	"	7	7	7	91.4	0.5	0.0	86.3	74.8	7.7	8.3	0.93	9.0	271	113	7

※ 초세:1(약)~9(강), 순도:1(불량)~9(양호), 구색 : 1(불량)~9(양호), 도복율:6/1 현재, 저장성:10/31 현재, 평가:1(불량)~9(양호)



사진 16. 적색계 F<sub>1</sub> 조합 선발시험      사진 17. 적색계 F<sub>1</sub>조합 저장시험(2007. 9. 11현재)



사진 18. F<sub>1</sub> 조합선발 시험집단



사진 19. 럭키레드(S&P5294) 품종 생산·판매 신고 필증 및 저온 저장 후 출고 광경

### 다. 3차년도 수행결과

#### (1) 재료 및 방법

대비품종 3품종, 도입 및 수집종 7품종과 2차 년도에 작성된 교배조합인 S&P7273의 17조합을 2007년 9월 14일 육묘판에 파종하여, 같은 해 11월 6일 흑색 멀칭포장에 정식하였고, 2008년 6월 14일에 수확하여 특성과약 및 수량조사를 실시하고, 상온 간이 저장고에 입고하여 2008년 10월 31일까지 저장시험을 실시하였다.

과 종	정 식	수확 및 조사	저장시험	면 적 (m <sup>2</sup> )	장 소
2007. 9. 14	2007. 11. 6	2008. 6. 14	2008. 6. 14 ~ 10. 31	노지 660 저장고 165	김 해

#### (2) 결과

1, 2차년도 F<sub>1</sub> 조합 선발시험에서 최종 선발되어 “럭키레드”로 품종등록 완료한 S&P5294 조합은 구고가 다소 낮은 단점은 있으나 국내 수입되어 유통되어 지는 적색양파의 최대단점이 숙기가 늦다는 점과 저장 효율이 낮다는 문제인데, 본 선발조합은 3차년도 시험에서도 저장성이 가장 좋으면서도 숙기가 빠르고, 수량성도 높은 조합으로 검정되어 적색양파의 주년 보급체계 개선에 일익을 담당할 것으로 판단된다.

3차년도 F<sub>1</sub> 조합 선발시험에서 새로이 선발된 신 조합은 S&P7273조합으

로 앞에 언급한 S&P5294 조합의 단점인 구고가 낮아 편구형으로 치우치는 단점을 개선하였으며, 구형지수 0.90 정도로 원형에 가까운 구형으로 구형이 안정적이며, 매운맛이 적어 셀러드용으로 비교적 적합 할 뿐만 아니라 현재 만생종이면서 국내 시장에 우점하고 있는 레드썬(다까다)에 비해 숙기도 빠르고, 저장성도 우수하며, 순도가 좋아 상품율이 높고, 구형 및 구색이 개선되었으며, 특히 수량성이 월등히 높았다. 본 조합은 위탁연구기관인 양과연구소에서 실시한 창녕, 함평, 안동 지역적응성 시험에서도 우수성이 입증되어 “해피레드”로 명명하고 품종등록을 완료하였다.

선발에서 제외된 조합 중 S&P5295 조합은 1, 2차 검정에서와 같이 저장성과 구색에 얼룩 현상이 있는 문제점을 갖고 있었고, 신 조합인 S&P7270은 수량성은 가장 높으나 추대에 민감하고, 저장성이 낮았으며, S&P7275, S&P7276은 숙기가 늦고, 수량성도 낮았다.

대부분 일본에서 수입되어 유통되고 있는 시판품종들은 레드프라임(다끼이)을 제외한 모든 품종들이 숙기가 늦은 만생종이며, 구비대가 완료하기 전 수확기에 접어들어 수량이 적으며, 대부분 매운맛이 강하고 저장성이 낮아 적색양과의 소비확산과 주년 유통체계를 저해하는 요인이 되고 있다.

따라서 적색양과의 보급 확대 및 주년 공급체계를 위해서는 본 과제가 종료되더라도 좀 더 맛이 부드럽고, 숙기가 빠른 극조생 품종 및 황색계 저장 양과처럼 3, 4월 단경기까지 저장이 가능한 품종 등 다양한 품종 육성이 시급하다 하겠다.

### (3) F<sub>1</sub> 조합 선발시험 시험 성적

품종명	회사명	초세	순도	구색	도복율 (%)	추대율 (%)	분구율 (%)	저장성 (%)	초장 (cm)	구고 (cm)	구경 (cm)	구형지수	인편수 (개)	식미	수량		평가
															구중 (g)	지수	
레드프라임	다끼이	7	8	5	96.5	0	0.5	63.1	63.6	6.5	10.5	0.62	8.6	7	348	100	6
레드썬	다까다	7	5	8	52.5	1.5	1.0	64.4	72.4	7.8	9.0	0.87	10.2	4	280	80	6
레드윙	코레곤	8	6	8	34.8	2.6	1.2	77.6	76.5	8.3	8.5	0.98	9.8	4	282	81	6
레드리오	세종	9	6	8	30.2	4.4	0	73.8	80.2	8.7	9.0	0.96	10.1	4	290	83	6
레드링볼	아시아	6	7	7	61.5	1.0	2.5	48.6	71.6	6.0	11.1	0.54	11.0	6	360	103	4
매직레드	신첸타	7	6	8	52.5	0	0	71.2	79.1	7.0	8.7	0.80	9.5	4	245	70	5
홍태양	한터	9	6	8	28.8	5.2	0	62.8	82.4	7.7	9.2	0.84	8.8	4	260	75	5
S&P5294	S&P	7	8	7	94.5	2.5	0	88.6	68.0	7.3	10.5	0.70	10.5	8	376	108	7
S&P5295	"	8	7	7	89.0	0	0	73.6	72.2	8.8	10.1	0.87	9.3	7	395	113	6
S&P5296	"	8	7	7	78.0	0.5	0.5	81.1	70.6	7.3	9.2	0.79	9.0	6	286	82	6
S&P7270	"	7	6	7	86.5	4.0	0	70.7	76.9	8.5	10.6	0.80	9.2	6	416	120	6
S&P7273	"	8	8	8	72.5	2.0	0.5	80.5	72.7	8.9	9.9	0.90	9.0	7	403	116	7
S&P7275	"	7	8	8	52.7	0	0	68.6	70.2	7.2	9.3	0.77	8.9	6	290	83	6
S&P7276	"	8	8	8	64.5	0.5	0	72.2	71.6	7.5	9.1	0.82	9.4	6	302	87	6

※ 초세:1(약)~9(강), 순도:1(불량)~9(양호), 구색 : 1(불량)~9(양호), 도복율:6/5 현재, 저장성:10/15 현재, 식미:1(불량)~9(양호), 평가:1(불량)~9(양호)





사진 20. F<sub>1</sub> 조합 선발시험 선발조합 비교



사진 21. F<sub>1</sub> 조합 선발시험 선발조합 집단 비교

3년차 재배용 씨앗

### 품종(생산·수입)판매신고필증

신고번호: 02-0011-2009-2  
등록일자: 2009-03-19

신고인	성명 (대표자)	최석남	주민등록번호 (원주민은 기재)
	주소	세종시 논주	
육상자	발간일	농림수산식품부 등록번호: 2009-03-19	판권번호
	성명	최석남	주민등록번호 (원주민은 기재)
육상자	주소	세종시 논주	
	성명	최석남	

품종이 속하는 과일의  
학명 및 명칭

과명: 사과 (Malus domestica)  
학명: 사과

품종명: 해피레드 (Happy Red)

농자산업법 제 138조 제3항 및 동법 시행규칙 제111조 제2항의 규정에 의하여  
품종의 생산·수입판매신고필증은 교부합니다.

2009년 03월 19일

국립종자원

2009년 03월 19일



사진 22. 해피레드 품종생산·수입판매신고필증 사진 23. 3년차(작수년) 정식광경

※ 작수년에 파종되는 3년차 시험은 2008년 9월 16일에 레드프라임 외 12품종, S&P8209 외 12조합을 공시하여 파종하고, 2008년 11월 4일에 정식하고, 월동한 후 생육 중에 있다.

## < 적색양과 품종특성 >

### 1. “럭키레드” 품종

#### 특 성

- 구색은 적자색으로 일반 만생 적색계보다 다소 옅으나 현재 수입되어 많이 재배되는 비슷한 숙기의 레드프라임(다끼이)에 비해 짙다.
- 본 품종의 가장 큰 장점은 Pyruvic acid 함량이 적어 맵지 않고, 단맛이 많으며, 아삭거리 식미감이 우수하므로 생식용으로 아주 적합한 장점을 갖고 있어, 매운맛이 강한 만생 적색계 및 일반 중·만생 황색계 양과와 맛에서 확실하게 차별화된다.
- 현재 국내 유통 중인 일반 적색양과에 비해 수확기가 7~10일 빠른 6월 상순 수확 가능한 중만생종이다.
- 구형지수는 0.7~0.8 정도로 구고가 다소 낮은 편구형이나, 수확기에 구 디스크부분이 함몰이 없어 구형이 안정적이며, 일본계 수입 편구형 품종들의 수확기 디스크 함몰로 상품성이 낮아지는 것과는 차별화된다.
- 구의 크기는 비교적 큰 편으로 수량성이 높으며, 현재 유통 중인 대부분의 품종들이 저장성이 낮아 12월이면 상품성을 완전히 잃어 유통이 되지 못함에 따라 주년 공급이 이루어지지 않아 문제가 많으나 본 품종은 2월 하순까지 저장이 가능함에 따라 주년 공급 체계에 한걸음 다가섰다.

## 2. “해피레드” 품종

### 특 성

- 초세가 강하여 재배가 쉬우며, 일반 적색 유통 품종에 비해 수량성이 높은 다수성 품종이다.
- 구형은 구형 지수가 0.90이상으로 높아 고구형에 가깝고, 구형이 좋으며, 순도가 우수하여 상품율이 높다.
- 수확기는 6월 10일경에 수확 할 수 있는 중만생종으로 일반 적색계 만생품종에 비해 숙기가 빠르다.
- 럭키레드보다 다소 저장 효율은 낮으나 일반 수입 적색계 만생품종에 비하여 저장성이 우수하다.
- 식미감 또한 Pyruvic acid 함량이 적고, 감미도가 높아 일반 만생 적색계 품종과 차별화 되어 생식용으로 적합하다.

## 5. 채종능력시험

### 가. 1, 2차년도

#### (1) 재료 및 방법

3조합 중 2차 년도에 최종 선발된 S&P 5294 조합과 1차 년도에 예비 선발된 S&P5295 조합에 대하여 2006년 10월 20일 제주농장에서 생산한 모구를 이용하여 흑색멸칭 처리 후 25×30cm 간격으로 3.3m<sup>2</sup> 당 32구를 3:1로 정식하였고, 교배기에 연두금파리를 사육하여 꿀벌과 함께 방사 하였으나 꿀벌의 경우 교배기인 고온기에 방화 활동이 적고 폐사율이 높아 주로 연두 금파리를 이용하여 본 시험을 수행하였다.

과종	모구정식	교 배	시험종료	면 적(m <sup>2</sup> )	장소
2005. 10.3	2006. 10. 20	2007. 5. 28~2007. 6. 23	2007. 8. 5	교배하우스 330	김해

#### (2) 결과

조합명	추대시 (월/일)	개화시 (월/일)	주당 화경수 (개)	화경장 (cm)	화륜경 (cm)	채종량 (kg/a)	비고
S&P5294	3/25	5/28	4.1	142	7.5	5.6	
S&P5295	3/27	5/28	3.9	138	7.7	4.9	



사진 24. 채종 시험 광경

### 나. 3차년도

#### (1) 재료 및 방법

S&P5294의 2조합을 공시하여 2006년 파종하여 2007년 생산한 모구를 2007년 10월까지 상온저장고에 저장하였다가 1, 2차년과 마찬가지로 흑색멀칭 처리 후 25×30cm 간격으로 3.3m<sup>2</sup> 당 32구를 3:1의 비율로 정식하고, 교배매개충으로 연두금파리만 사육하여 이용하였고, 2008년 4월 1일부터 고온장애를 줄이기 위하여 반차광처리 시험을 실시하였다.

#### (2) 결과

무처리에 비하여 3조합 모두에서 a당 0.6~0.7kg 증수하는 경향이였으며, 3조합 중 2차년도에 “럭키레드”로 품종등록 완료된 S&P5294가 a당 반차광 처리에서 6.2kg, 무처리에서 5.9kg으로 가장 수량이 높았으며, 3차년도에 새로이 선발되어 “해피레드”로 품종등록이 완료된 S&P7273조합도 각각 6.1kg, 5.5kg으로 생산성이 비교적 높아 상업적으로 이용하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

이러한 반차광 처리 효과는 제1협동과제의 양과채종효율성 제고 기술개발 시험에서 고온, 고습 조건처리 특히 고온 조건에서 채종 효율성이 낮아지는데 큰 요인으로 작용한다는 결과와 일치하는 경향을 보였다.

조합명	처리	추대시 (월/일)	개화시 (월/일)	주당 화경수 (개)	화경장 (cm)	화륜경 (cm)	채종량 (kg/a)	비고
S&P5294	반차광	3/22	5/24	4.0	145	7.6	6.2	
	무처리	3/22	5/24	4.0	141	7.5	5.9	
S&P5295	반차광	3/23	5/25	3.9	143	7.6	5.7	
	무처리	3/23	5/24	4.0	139	7.7	5.0	
S&P7273	반차광	3/22	5/26	4.2	146	7.8	6.1	
	무처리	3/22	5/24	4.2	144	8.0	5.5	



사진 25. 반차광 처리 시험 광경 및 파리 사육, 수확 예취 후 건조 광경

## 6. 개발품종의 보급

적색계 중생종 “럭키레드”는 2008년도에 약 20L를 농가에 공급하여 약 600만 원의 매출을 올렸다. 기존의 일본계 품종이 숙기가 너무 늦고 저장성이 떨어지는 특성을 보완하였기 때문에 일본계 품종을 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 “해피레드” 품종은 2009년도에 시교를 농가에 보급할 계획이다.

## 제 2 절 수입대체 및 수출용 중·만생계 황색양파 교배품종 육성

### 1. 육성재료 수집

양파 육성재료의 수집은 3개년에 걸쳐 국내 및 일본, 남아공, 러시아, 우즈베키스탄 등 해외 현지출장을 통하여 양파의 모구 및 종자를 수집하였으며, 수집내역은 아래와 같다(표 1). 수집한 재료는 국내에서 모구 16점, 종자 8점과 외국에서 모구 10점, 종자 53점으로 총 89점의 재료를 수집하였다.

표 1. 양파 육성 재료 수집 내역

수집년차	국 내		해 외		기 타		계	비 고
	모구	종자	모구	종자	모구	종자		
1년 차		6	2	7			15	남아공 출장 수집
2년 차	8	1	5	14			28	일본 출장 수집
3년 차	8	1	3	32	2		46	우즈베크 출장 수집
계	16	8	10	53	2		89	
	24		63		2			



일본 수집 유전자원



우즈베키스탄 수집 유전자원

### 2. 양파 수집종 및 계통 성능검정

가. 1차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : P4MS외 61계통
- (2) 경중개요

시험장소	과 중	정 식	모구수확	저 장	면 적 (평)	비 고
예 산	2005.8.30	2005. 10.31	2006. 6. 7	2006. 6. 7 ~ 10. 18	노지 200	18X12

(3) 시험결과

- (가) 각 계통별 성능을 파악하고 육성목표에 부합되게 선발하여 교배육성

을 위하여 모구 정식하였다.

(나) 계통 중 MS 및 유지계의 구형이 원형인 계통과 고구형 계통, 장기저장용 계통 등 5계통을 선발하여 새로운 품종육성 모본으로 이용할 계획이다.

또 장기 저장계, 타원형계, 수량성, 초세직립 등 다양한 특성을 갖는 우수한 화분친 계통10계통을 선발하여 새로운 품종육성이 기대된다.

나. 2차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : P4MS외 88계통, 8수집종
- (2) 경종개요

시험장소	과 중	정 식	모구수확	저 장	면 적 (평)	비 고
예 산	2006. 9.4	2006. 10.30	2007. 6. 8	2007. 6. 11 ~ 10. 13	노지 300	18X12

(3) 시험결과

(가) 각 계통별 특성을 파악하여 육성목표에 적합하게 모구를 분리. 선발하였으며 저장 후 교배육성 위해 모구 정식하였다.

(나) 황색계 중생 고구형양과 유지계(Nmsms) 4계통과 중생 저장계(화분친) 8계통을 선발 육성하여 새로운 품종개발이 기대된다(그림 1, 2 및 표).

(다) 남아공 수집모구 2종 중 하나는 MS로 불임계이며, 나머지는 멍아 불량으로 이용할 수 없었다.



그림 1. 유지계(Nmsms)



그림 2. 장기저장계 화분친

표 2. 선발 육성계통의 특성

NO	계통명	숙 기	구 형	저장성	비 고
1	1354-5	중조생	원 형	중	Nmsms
2	1217-8	중 생	고구형	강	Nmsms
3	441	중만생	고구형	강+	Nmsms
4	312	중 생	원 형	강	Nmsms

5	839	중만생	원형	강	화분친
6	843	중생	대구고구형	강	“
7	851	중생	원형	강	“
8	860	중생	고구형	강	“
9	871	중만생	원형	강	“
10	872	만생	타원형	중강	“
11	873	중만생	고구형	강	“
12	860	중만생	원형	강	“

(라) 세포질 DNA분석을 통하여 양과 유지친(Nmsms)을 탐색하기 위하여 목포시험장에 의뢰해 양과 세포질 DNA 214점을 분석한 결과 세포질이 N형인 129개체를 확인하였고, 세포질이 N형인 개체를 임성이 불임(Smsms)인 개체에 교배한 98조합은 임성조사(2008)로 유지친(Nmsms)을 선발하는 육성 재료로 이용할 계획이다.

#### 다. 3차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : P4MS외 88계통, 8수집종
- (2) 경종개요

시험장소	과종	정식	모구수확	저장	면적 (평)	비고
예산	2007.	2007.	2008.	2008. 6. 15	노지 300	12X18
	9.10	10.30	6.10	~ 11. 4		

#### (3) 시험결과

(가) 각 계통별 숙기, 구형, 구색, 수량성, 저장성 등의 주요 특성을 조사하여 육성목적에 부합되게 선발하였으며, 교배육성 위해 모구 정식하였다.

(나) BN560, 570, 582는 육성 및 도입 수집계통으로 구형이 원형으로 대구이며 저장력과 구색이 우수한 계통으로 균일하여 양과 육성의 화분친으로 새로운 조합작성을 하고자 한다.

(다) 외국에서 수집한 계통의 성검결과 Australian Brown외 1종이 추대가 적고 구색이 아주 진하며, 형태가 국내양과와 비슷하여 육성 재료로 이용이 가능해서 집중적으로 선발하여 2009년 조합작성에 이용하고자 한다.

#### < 3년차 홀수년도 수행내용 및 결과 >

- (1) 공시재료 : P4MS외 61계통, 15수집종, 임성용 39계통
- (2) 경종개요

시험장소	과종	정식	재식거리 (cm)	면적 (평)	비고
예산	2008.9.5	2008.10.29	12X18	노지 500	시험 진행중



(3) 시험결과

시험 진행 중으로 2009년 6월 이후에 시험결과 도출이 가능함.

3. 중·만생계 F<sub>1</sub>품종육성

가. 1차년도 수행내용 및 결과

(1) 공시재료 : PKMS X OP외 39조합, 12대비품종

(2) 경증개요

과 중	정 식	수 확	저장기간	면 적 (평)	비 고
2005. 8. 30	2005. 10. 31	2006. 6. 9	2006. 6.27 ~2007.1.22	노 지 300	예산연구소

(3) 시험결과

(가) 성능검정 결과 Turbo(タキイ)양과는 구가 원형으로 초자 직립. 초세 중간이며 저장성이 우수한 양과로 농가 및 상인들이 가장 선호하는 대표적인 품종이다.

(나) BN108조합 성능검정 결과 속기는 Turbo에 비해 약 1주일 정도 빠르며, 구형태는 원형으로 구비대가 우수하고 저온 저장력이 12월 이후에도 Turbo와 비슷한 특성을 발휘하였다. 따라서 BN108조합을 선발하여 2006. 7에 **새로미 양과**로 품종생산 판매신고를 하였다(표 3 및 그림 3, 4, 8).

(다) 시교603은 속기는 Turbo와 비슷하나 고구형이고 수량이 많으며 초세가 강하고 저장력이 이듬해 2~3월까지 저온 저장이 가능하기 때문에 이 조합을 선발하여 2006. 7에 **어울림 양과**로 품종생산 판매신고를 하였다(표 3 및 그림 3, 4, 8).

표 3. 중만생계 F<sub>1</sub>양과 조합 성능검정 시험성적

품종명	회사명	초세	순도	도 복 율 (%)	분 구 율 (%)	추 대 율 (%)	저장성(%)		초장 (cm)	구고 (cm)	구경 (cm)	구형 지수	인 편 수 (개)	수 량		평 가
							1차	2차						구중 (g)	지수	
Turbo	タキイ	7	7	98	5.4	5.4	91.9	84.4	70.4	7.0	7.8	0.89	7.6	282	100	7
마르스	タキイ	8	8	95	7.2	-	90.6	83.7	72.4	7.5	7.8	0.96	7.3	244	87	8
뉴마르스	タキイ	7	8	96	6.8	-	85.0	83.1	67.8	7.2	7.3	0.90	7.5	250	89	8
미들황	농 우	8	8	98	8.1	2.1	73.8	65.6	70.4	7.5	7.9	0.95	8.0	279	99	7
e-조은	농 협	7	7	98	4.4	2.3	91.3	82.5	66.1	7.2	8.1	0.89	7.5	275	98	7
새로미	BN108	7	8	99	1.2	4.5	91.9	83.7	66.8	7.1	7.9	0.90	7.3	256	91	8
어울림	시603	8	8	96	3.0	-	93.8	84.1	70.3	7.2	7.7	0.94	8.3	275	98	8

초세: 1(약) ~ 9(강), 순도: 1(불량) ~ 9(양호), 도복율: 2006년 5월 27일현재, 구형지수: 구경/구고  
 수확조사: 2006년 6월 9일(새로미 6월2일조사), 저장성: 저온저장고(1℃, 1차조사 2006년 12월 14일, 2차  
 조사 2007년 1월 22일), 평가: 1(불량) ~ 9(양호)



**중만생 양파 성능검정**  
 파종 : 2005. 8. 30, 정식 : 2005. 10. 31,  
 수확 : 2006. 6. 9 시험장소 : 농협 예산육종연구소

그림 3. 양파 F<sub>1</sub> 조합선발 시험



**중만생양파 저장성 비교시험**  
 파종 : 2005. 8. 30, 정식 : 2005. 10. 31,  
 수확 : 2006. 6. 9 장소 : 예산연구소 저온저장고,  
 촬영 : 2007. 1. 22, 0~1℃

그림 4. 중만생 양파 저온저장 시험

## 나. 2차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : PKMS X GK외 32조합, 10대비품종
- (2) 경종개요

파 종	정 식	수 확	저장기간	면적(평)	비 고
2006. 9. 4	2006. 10. 30	2007. 6. 13	2007. 6. 20 ~2008.2.11	노 지 200	예산연구소

### (3) 시험결과

(가) 대비종으로 공시한 중·만생계 양파 품종 중 썬파워(터보)양파는 구형태가 원형으로 초자가 직립이고 초세는 중간이며, 재배가 용이하고 저장성이 우수한 양파로 농가 및 상인들이 가장 선호하는 대표적인 품종이었으며,

(나) 아스계 품종인 마르스, 카타마루 등은 고구형으로 다수성이며 저장력이 강해 현재 인기품종으로 재배면적이 확대되고 있으며 양파의 새로운 대표품종으로 정착되고 있어 이들 품종을 F<sub>1</sub> 조합 지역적응성 시험에 대비품종으로 이용하였다.

(다) 공시 조합 중 “07-140, 07-113” F<sub>1</sub> 조합은 추대·분구가 안정되어 있고 속기는 썬파워(Turbo)보다 1~4일 늦으나 초세가 강하고 구가 대구로 다수확되며 저장력도 강하여 이듬해 2~3월까지도 저장 출하가 가능하여 이 조합을 선발하여 지역적응성 시험에 공시하였다(표 4, 5 및 그림 5).

(라) 양파 지역적응시험(2년차)재배에 창녕, 안동, 함평지역과 중국에 공시하여 시험 재배중이며 우수한 조합으로 판단되면 품종등록하고 일부 시험채종도 할 예정이다.

표 4. 중만생 F<sub>1</sub>양파 조합 선발시험 성적

품종명	회사명	초세	순도	추대율 (%)	분구율 (%)	수확적기	초장 (cm)	구고 (cm)	구경 (cm)	구형지수	인편수 (개)	수량		평가
												구중 (g)	지수	
썬파워	타키이	8	7	1.5	-	6/8	85.7	7.7	8.9	0.87	10.8	328	100	7
슈퍼리오	세종	7	8	1.3	-	6/1 1	83.7	8.3	8.8	0.94	11.0	343	105	8
마르스	타키이	7	8	2.0	0.3	6/1 2	80.7	8.2	8.7	0.94	11.0	334	102	8
카타마루	해성	9	7	2.0	1.5	6/1 1	90.9	8.2	8.7	0.94	10.6	348	106	8
07-125	농협	8	7	-	-	6/1 1	84.0	8.1	8.7	0.93	10.4	334	102	7
07-134	농협	7	8	-	-	6/9	81.4	8.3	8.6	0.96	10.0	337	103	7
07-140	농협	8	7	0.5	0.8	6/1 1	84.0	7.9	9.0	0.88	10.8	350	107	7
07-113	농협	7	8	-	-	6/9	83.4	8.0	9.2	0.87	10.6	337	103	7

초세 : 1(약)~9(강), 순도 : 1(불량)~9(양호), 구형지수 : 구경/구고, 평가 : 1(불량) ~ 9(양호)  
 수확조사 : 2007년 6월 9일(1차), 6월13일(2차)

표 5. 시기별 저장성 시험(%)

품종명	조사시기				
	2007.6.20	2007.11.8	2007.12.10	2008.1.7	2008.2.11
썬파워	0	99.0	99.0	91.7	42.6
슈퍼리오	0	97.1	95.2	88.9	51.0
마르스	0	96.4	92.8	86.3	55.4
카타마루	0	97.6	96.7	88.7	56.1
07-125	0	95.7	92.7	81.9	38.4
07-134	0	98.7	93.9	70.3	21.6
07-140	0	98.7	96.8	91.6	43.2
07-113	0	99.5	97.2	84.9	47.2

\*저온저장온도 : 0 ~ 2℃, 저장기간 : 2007.6.20 ~ 2008.2.11



파종 : 2006.9.4, 정식 : 2006.10.30, 수확조사 : 2007.6.13, 시험장소 : 예산연구소

그림 5. 중·만생양파 F<sub>1</sub> 조합선발 시험

나. 3차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : PKMS X TWO-K의 42조합, 20대비품종
- (2) 경종개요

과 종	정 식	수 확	저장기간	면 적 (평)	비 고
2007. 9. 7	2007. 10. 30	2008. 6. 10	2008. 6. 20 ~2009. 2. 18	노지 300	예산 연구소

(3) 시험결과

(가) 최근 양파재배 형태는 중생 저장계 양파로 수확은 6월 상순에 마치고 이듬해 2~3월까지 장기저장 가능한 양파를 선호하는데, 이들 품종은 일본계 품종으로 약 70%이상을 점유 하는 현재 국내 현실이다. 이를 개선 위해서는 중생계 양파의 육성과 수확시기의 노력 집종의 분산을 위해 수확시기를 5월 하순부터 6월 상순까지로 확대시키는 다양한 저장계 품종의 개발이 절실하다.

(나) 이를 위해 새로미 양파 형태의 저장계 중조생양파의 개발로 수확시기를 앞당겨 농가경영비 감소에 일조하는 품종의 개발에 집중적으로 투자하여 국내뿐 아니라 수출용 양파(중국)도 수확시기가 빠른 저장성양파 품종을 선호하는 추세로 이들 품종이 개발되면 수출효과도 크리라 본다.

(다) 2차년도에 선발된 07-113조합은 추대, 분구가 안정되어 있고 초세가 강하며 기타는 대표품종과 유사한 특성으로 우수하여 2008. 8 **등지 양파**로 품종 생산 판매신고를 완료 하였다. 2008년 지역적응성 시험에서도 우수한 성능을 나타내어 2009년부터 채종, 시판을 본격적으로 할 계획이다(그림 6, 9 및 표 6, 7).

(라) 2차년도에 선발된 07-125조합은 2007년에 저장력이 조금 낮았으나, 2008년 성검에서는 우수한 성능을 나타내고 저장력도 대비종에 비해 우수하여 금년 농가 실증재배시험을 하고 있다(그림 7 및 표 6, 7).

(마) 성검결과 08-238조합은 구색이 진하고 균일하며 구형이 원형이고, 08-239조합은 저장력은 조금 낮으나 원형 대구로 1구중이 400g 이상으로 다수확 되므로 년내 소비 출하시키는 양파로 개발 필요성이 판단되어 선발하였다(표 6).



그림 6. 등지양파 비교시험



그림 7. 중만생양파 F1 조합선발 시험

표 6. 중·만생 F<sub>1</sub>양파 조합 선발시험 성적

품종명	회사명	초세	순도	추대율 (%)	분구율 (%)	수확적기	초장 (cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	구형지수	수량		평가
											구중 (g)	지수	
선파워	タキイ	8	7	-	0.5	6/10	72.8	9.3	8.2	0.88	347	100	7
카타마루	해성	9	8	-	-	6/13	81.0	9.1	8.6	0.95	354	102	8
등지	(=07-113)	8	7	-	-	6/12	72.5	9.4	8.3	0.88	350	101	7
07-125	(=08-220)	8	8	0.3	-	6/11	78.3	9.3	8.3	0.90	349	101	8
08-238	F <sub>1</sub>	7	8	-	-	6/10	78.0	9.1	8.1	0.90	348	100	7
08-239	F <sub>1</sub>	9	8	-	-	6/12	77.0	9.5	8.7	0.92	403	116	7

초세 : 1(약)~9(강), 순도 : 1(불량)~9(양호), 구형지수 : 구경/구고, 평가 : 1(불량) ~ 9(양호)

수확조사 : 2007년 6월 10일(1차), 6월16일(2차)

표 7. 시기별 저장성 시험(%)

품종명	조사시기				
	2008.6.20	2008.10.4	2008.12.18	2009.1.21	2009.2.18
선파워	0	96.7	96.1	96.1	84.4
카타마루	0	87.5	86.7	80.0	78.3
등지	0	98.4	92.7	81.9	76.4
07-125	0	99.2	98.4	95.1	86.0
08-238	0	97.9	92.4	85.3	71.9
08-239	0	99.2	91.7	75.8	62.5

\*저온저장온도 : 0 ~ 1℃, 저장기간 : 2008.6.20 ~ 2008.2.18

< 홀수년 3차년도 수행내용 및 결과 >

- (1) 공시재료 : KKMS X MS-A외 54조합, 22대비품종
- (2) 경종개요

파 종	정 식	재식거리 (cm)	면 적 (평)	비 고
2008. 9. 5	2008. 10. 29	12X18	노 지 300	예산연구소 시험 진행 중

(3) 시험결과

농협 예산연구소 시험포장에서 시험 재배중이며 시험 결과는 2009년 6월 이후에 수확·조사 후 결과 나올 예정이다.

[별지 제62호-서시]

### 품종생산·수입판매신고필증

신 고 번 호 : 02-0011-2006-47  
품종명칭 등록 출원번호 : 명칭 2006-847

신 고 인	성 명 (대표자)	생 태 단	주민등록번호 (외국인은 국적)
	주 소	서울시 중구 4	
육 장 자	법인명칭	농인행농조합중앙회	권 화 번 호
	성 명	김인봉	주민등록번호 (외국인은 국적)
	주 소	경기도 안성시	서 려 번 호

품종이 속하는 과실의  
학명 및 명칭


과 명 : *Allium cepa* L.  
일반명 : 양파

품종의 명칭

새로미 (sae ro mi)

종자산업법 제 138조 제3항 및 동법시행규칙 제111조 제2항의 규정에 의하여  
결종의 금산·수입판매신고필증을 교부합니다.

2006년 7월 25일


**국립종자관리소** 

22271-3491-51 (농촌진흥청) 21320003-207 (농촌진흥청) (농촌진흥청) (농촌진흥청)

새로미 양파 품종 생산, 판매 신고서

그림 8. “새로미”양파 품종생산·수입판매신고필증

[별지 제02호 식별]


<b>품종생산·수입판매신고필증</b> 신고번호: 02-0011-2006-48 품종명칭 등록 승인번호: 명칭 2006-846			
신고인	성명 (대표자)	성대근	주민등록번호 (외국인은 국적)
	주소	서울시 용구	
유상자	성명	김진환	주민등록번호 (외국인은 국적)
	주소	경기도 안성시	전화번호
품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭		학명: <i>Allium cepa L.</i> 일반명: 양파	
품종의 명칭		어울림 (eo ul lin)	
종자산업법 제 138조 제3항 및 동법시행규칙 제111조 제2항의 규정에 의하여 품종의 생산·수입판매신고필증을 교부합니다.			
2006년 7월 25일			
<b>국립종자관리소</b> 			

27271-24931일  
250x350mm (세로)

210mm X 297mm  
(가로) (세로) 120g/m<sup>2</sup>

어울림 양파 품종 생산, 판매 신고서

[별지 제03호 식별]

<b>품종생산·수입판매신고필증</b> 신고번호: 02-0011-2008-53 품종명칭 등록 승인번호: 명칭 2008-729			
신고인	성명 (대표자)	최원성	주민등록번호 (외국인은 국적)
	주소	서울시 용구	
유상자	성명	김진환	주민등록번호 (외국인은 국적)
	주소	경기도 안성시	전화번호
품종이 속하는 작물의 학명 및 명칭		학명: <i>Allium cepa L.</i> 일반명: 양파	
품종의 명칭		등지 (Ungji)	
종자산업법 제 138조 제3항 및 동법시행규칙 제111조 제2항의 규정에 의하여 품종의 생산·수입판매신고필증을 교부합니다.			
2008년 08월 10일			
<b>국립종자원</b> 			

27271-224911일  
250x350mm (세로)

210mm X 297mm  
(가로) (세로) 120g/m<sup>2</sup>

등지 양파 품종 생산, 판매 신고서

그림 8. “어울림”양파와 “등지”양파의 품종생산·수입판매신고필증

#### 4. 양파 지역적응성 시험

가. 1차년도 수행내용 및 결과

(1) 공시재료 : 2 대비품종, 등록품종(새로미, 어울림), 2조합

(2) 경종개요

시험장소	과 종	정 식	수 확	시험면적 (평)	저장기간
무 안	2006. 9. 13	2006. 11. 12	2007. 6. 7	노지 200	2007. 7. 2 ~2008. 2.11
합 평	2006. 9. 11	2006. 11. 15	2007. 6. 7	노지 200	2007. 7. 2 ~2008. 2.11
안 동	2006. 9. 7	2006. 10. 26	2007. 6. 15	노지 200	2007. 6. 20 ~ 10. 20
창 념	2006. 9. 8	2006. 11. 1	2007. 6. 13	노지 200	2007. 7. 2 ~ 10. 20

(3) 시험결과

지역적응성 시험결과 “어울림”양파는 초세가 강하고 재배가 쉬우며 구 형태는 원형으로 구가 大球로 다수확 되며 저장력이 강해 이듬해까지 저장 출하 가능 하였으나, 적기 파종기보다 일찍 파종·정식하면 추대 분구의 위험은 있는 것으로 판단되었다(그림 10, 11 및 표 8, 9).

“새로미”양파는 숙기가 빠르고 저장력도 강해 12월 이후 출하 가능하며 구가 균일하여 중·상 크기의 球을 수확 할 수 있었으며, 특히 숙기가 썬파워 품종보다 5일 이상 빨라 농번기와 겹치지 않아 노동력 절감과 인건비 절감 효과가 있으며 남부지역에서 양파 후작으로 2모작 벼 재배가 가능하여 답리작 재배에도 적합한 것으로 여겨지나 조기파종이나 정식시 추대·분구의 위험이 있으므로 파종 시기를 늦추어 파종하는 것이 추대위험을 줄일 수 있을 것으로 사료된다(그림 10, 11 및 표 8, 9).

NO108, NO1342는 새로미와 비슷한 특성으로 숙기 빠르고 저장력도 있어 2차년도 시험 후 결과를 보고 품종등록을 추진 할 예정이다.

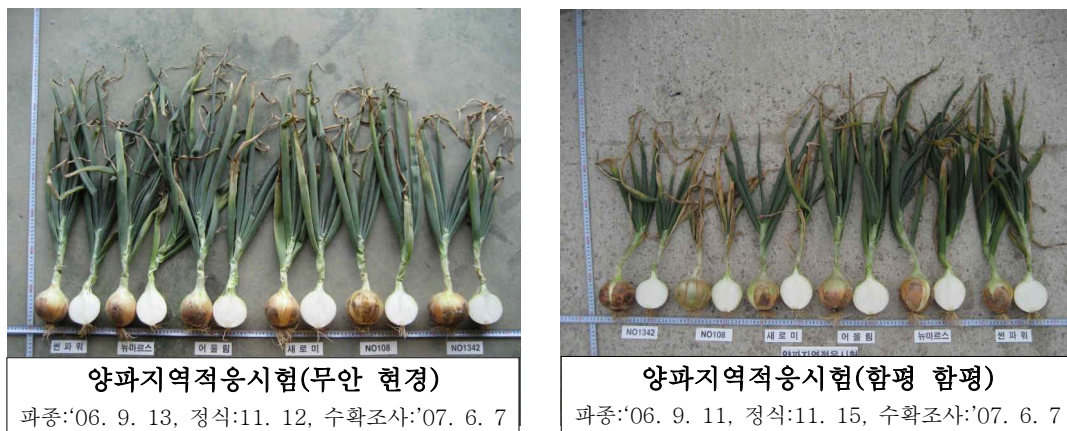


그림 10. 중만생 양파 지역적응성 시험(무안, 함평)





**양파지역적응시험(안동 일직)**  
 파종: '06. 9. 7, 정식: 10. 26, 수확조사: '07. 6. 15



**양파지역적응시험(창녕 대지)**  
 파종: '06. 9. 8, 정식: 11. 1, 수확조사: '07. 6. 13

그림 11. 중만생 양파 지역적응성 시험(안동, 창녕)

표 8. 양파 지역적응성 시험성적

품 종 명	초장 (cm)	엽수 (매)	구경 (cm)	구고 (cm)	구형 지수	도복 기 월/일	추대 분구 (%)	평균 구중 (g)	수량(kg/10a)		
									상품	지수	
무안	썬파워	81.3	7.5	9.1	8.4	0.92	-	1.5	343	10,135	95
	뉴마르스	85.0	7.8	8.9	9.0	1.01	-	0	357	10,710	100
	어울림	82.7	7.7	9.4	8.7	0.93	-	2.0	360	10,584	99
	새로미	75.3	7.1	8.7	8.1	0.93	-	0.5	317	9,402	88
	NO108	81.5	7.7	9.0	8.3	0.92	-	1.0	325	9,653	90
	NO1342	72.3	7.5	9.3	8.3	0.89	-	0.8	345	10,267	96
함평	썬파워	79.7	7.0	8.7	8.5	0.98	-	0.3	325	9,721	100
	뉴마르스	85.3	7.4	8.8	8.7	0.99	-	0.1	323	9,680	100
	어울림	74.5	7.9	8.9	8.4	0.94	-	1.1	330	9,791	101
	새로미	68.9	6.6	8.7	8.2	0.94	-	1.5	308	9,101	94
	NO108	68.5	5.4	9.1	8.3	0.91	-	0	343	10,290	106
	NO1342	70.0	5.6	9.0	8.1	0.90	-	0	323	9,690	100
안동	뉴마르스	78.1	7.6	7.3	7.6	1.04	5/27	1.0	237	8,172	100
	어울림	77.8	7.7	7.5	7.1	0.95	5/25	0.4	258	8,197	100
	새로미	78.7	7.7	7.4	7.1	0.96	5/27	1.7	275	8,416	103
	NO108	80.9	7.8	7.7	7.1	0.92	5/20	0	282	8,602	105
	NO1342	79.9	7.7	8.0	6.6	0.83	5/21	0.2	233	8,177	100
창녕	뉴마르스	87.9	7.3	7.7	8.2	1.06	5/31	0	259	7,746	100
	어울림	80.3	7.2	8.3	7.3	0.88	5/29	0	261	7,829	101
	새로미	72.2	6.1	8.0	7.5	0.94	5/20	0	245	7,317	95
	NO108	70.0	5.6	8.0	7.5	0.94	5/17	0.5	248	7,550	98
	NO134	69.3	5.7	7.9	6.8	0.86	5/17	0	233	7,529	97

표 9. 시기별 저장성(%)

품 종 명	2007.7.2	2007.11.8	2007.12.10	2008.1.7	2008.2.11	비 고	
무 안	썬파워	0	65.7	56.4	48.6	10.0	저온 저장
	뉴마르스	0	51.5	41.5	30.0	21.5	
	어울림	0	66.4	60.0	31.4	9.3	
	새로미	0	73.1	58.7	48.1	13.1	
	NO108	0	72.9	62.9	43.6	8.6	
	NO1342	0	85.3	81.3	67.3	25.3	
합 평	썬파워	0	78.6	65.2	53.6	17.9	저온 저장
	뉴마르스	0	78.9	73.4	67.9	45.0	
	어울림	0	91.2	87.7	80.7	36.8	
	새로미	0	81.2	76.2	63.4	38.6	
	NO108	0	98.0	72.2	52.8	23.1	
	NO1342	0	91.4	90.5	80.9	23.8	
안 동 창 녕		2007.6.20	2007.7.20	2007.8.20	2007.9.20	2007.10.20	조사일
	뉴마르스	0	97.4	90.7	88.8	86.5	상온 저장
	어울림	0	94.4	91.6	89.5	80.2	
	새로미	0	96.4	91.1	89.8	87.4	
	NO108	0	94.3	90.0	87.3	85.7	
	NO1342	0	95.2	88.2	86.9	83.3	

\*저온저장 : 0~2℃('07.7.2~'08.2.11) 농협예산연구소 저온저장고,

\*상온저장 : 일반 창고에서 저장('07.6.20~'07.10.20) 창녕 양과연구소 저장고

#### 나. 2차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : 1 대비품종, 등록품종(새로미, 어울림), 3조합
- (2) 경종개요

시험장소	과 종	정 식	수 확	시험면적 (평)	저장기간
합 평	2007. 9. 14	2007. 11. 2	2008. 5. 29	노지 200	
안 동	2007. 9. 10	2007. 11. 9	2008. 6. 12	노지 200	2008. 7.12 ~2008.12.5
창 녕	2007. 9. 10	2007. 10. 26	2008. 6. 13	노지 200	
중 국	2007. 9. 13	2007. 11. 10	2008. 5. 31	노지 200	

#### (3) 시험결과

(가) 썬파워(タキイ)는 구형이 안정되고 대체로 성능이 우수하여 전국 어디에서나 재배가 무난한 품종이나, 금년에는 추대 발생이 다소 많았다.(표 10 및 그림 12, 13)

(나) 07-113(동지양과)의 특성은 썬파워에 비해 구색이 진하고 초세가 강하며 추대가 안정되어 있고 球는 원형을 나타내었다(표 10 및 그림 12, 13). 2008년에 “동지양과”로 품종 생산·판매신고를 하였으며 시험채종을 하여 양과 주산지에 재배시험 중이고 2009년부터 채종·시판을 본격적으로 할 계획이다.

(다) 어울림은 초자가 직립으로 추대·분구가 거의 없어 안정적인 재배가 가능하고, 새로미는 숙기 빠르고 원형으로 균일한 다수확 품종으로 추대가 다소 많아 재배방법의 개선(상자육묘, 파종시기)과 안정적인 조합의 보완이 요구된다(표 10 및 그림 12, 13).

(라) 07-119는 숙기가 빠르며 구색이 진하고 구는 약간 낮으나 중국(강소성 연운항)에서 우수한 성능을 발휘하여 3차년도 재시험을 실시 중이며 중국 수출가능성을 검토코자 한다(표 10 및 그림 13).

표 10. 양파 지역적응성 시험성적

품종명	초장 (cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	구형 지수	수확 적기	추대·분구 (%)	저장성 (%)	평균 구중 (g)	수량(kg/10a)	
									상품	지수
선파위	합평	75.4	9.1	8.5	0.93	6/3	6.1	94.8	360	10,141
	안동	85.6	9.7	9.5	0.98	6/12	7.6	90.0	423	11,726
	창녕	81.0	8.9	8.7	0.98	6/10	1.7	76.9	320	9,437
	중국	-	8.4	7.4	0.88	-	4.7	-	291	8,320
	<b>평균</b>	<b>80.7</b>	<b>9.0</b>	<b>8.5</b>	<b>0.94</b>	<b>-</b>	<b>5.1</b>	<b>87.2</b>	<b>349</b>	<b>9,906</b>
07-113 (둥지)	합평	76.6	9.4	8.5	0.90	6/3	0.4	96.8	367	10,966
	안동	80.4	9.6	9.4	0.98	6/12	0.2	87.6	425	12,725
	창녕	89.0	8.9	8.8	0.99	6/11	6.7	75.0	320	8,957
	중국	-	8.4	7.4	0.88	-	1.3	-	291	8,617
	<b>평균</b>	<b>82.3</b>	<b>9.1</b>	<b>8.5</b>	<b>0.93</b>	<b>-</b>	<b>2.2</b>	<b>86.5</b>	<b>351</b>	<b>10,316</b>
어울림	합평	79.4	9.0	8.1	0.90	6/10	1.4	96.9	347	10,264
	안동	89.0	9.5	9.4	0.99	6/15	0	90.3	392	11,760
	창녕	82.4	8.6	9.0	1.05	6/15	0.2	65.4	307	9,192
	중국	-	8.4	8.1	0.96	-	0.3	-	279	8,345
	<b>평균</b>	<b>83.6</b>	<b>8.9</b>	<b>8.7</b>	<b>0.98</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>84.2</b>	<b>331</b>	<b>9,890</b>
새로미	합평	71.5	9.4	8.4	0.89	5/28	10.1	93.9	382	10,303
	안동	84.2	9.8	9.5	0.97	6/8	6.8	79.5	427	11,939
	창녕	78.0	8.8	8.7	0.99	6/8	4.4	80.0	310	8,891
	중국	-	9.2	8.2	0.89	-	21.7	-	387	9,091
	<b>평균</b>	<b>77.9</b>	<b>9.3</b>	<b>8.7</b>	<b>0.94</b>	<b>-</b>	<b>10.8</b>	<b>84.5</b>	<b>377</b>	<b>10,056</b>
07-119	합평	73.8	9.5	7.7	0.81	5/27	8.7	97.0	353	9,669
	안동	82.2	9.8	8.6	0.88	6/8	3.1	91.3	412	11,977
	창녕	82.7	9.2	8.3	0.90	6/6	0	70.4	318	9,540
	중국	-	9.6	9.0	0.94	-	1.7	-	442	13,035
	<b>평균</b>	<b>79.6</b>	<b>9.5</b>	<b>8.4</b>	<b>0.88</b>	<b>-</b>	<b>3.4</b>	<b>86.2</b>	<b>381</b>	<b>11,055</b>

\*저온저장 : 0~1°C('08.7.12~'08.12.5) 농협예산연구소 저온저장고



양파 지역적응성시험(전남 함평)  
파종:'07. 9. 14, 정식:'11. 2, 수확조사:'08. 5. 29



양파 지역적응성시험(경북 안동)  
파종:'07. 9. 10, 정식:'10.26, 수확조사:'08. 6. 13

그림 12. 중만생 양파 지역적응성 시험(함평, 안동)



**중만생 양파 지역적응성시험(중국)**  
 장소 : 중국 강소성 연운항 길리부촌, 파종 : '07. 9. 13, 정식 : 11. 10, 수확조사 : '08. 5. 31

그림 13. 중만생 양파 지역적응성시험(중국)

나. 3차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : 1 대비품종, 등록품종(새로미, 어울림, 등지),
- (2) 경종개요

시험장소	파 종	정 식	시험면적 (평)	시험구배치
합 평	2008. 9. 13	2008. 11. 6	노지 200	난괴3반복
안 동	2008. 9. 11	2008. 10. 30	노지 200	
창 념	2008. 9. 11	2008. 11. 11	노지 200	
중 국	2008. 9. 5	2008. 10. 30	노지 200	

(3) 시험결과

현재 시험 재배중이며 시험결과는 2009년 6월에 수확·조사 예정이다.

**5. 채종 및 농가보급**

가. 1차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : 새로미(♀) 외 3계통
- (2) 경종개요

시험장소	품종명	모구정식	면 적 (평)	채종량 (kg)	채식거리 (cm)	비 고
전남 해남	새로미	2005. 10. 15	하우스 50	10	25X30	연두급 파리, 꿀벌이용
	어울림	2005. 10. 15	하우스 200	50	25X30	

(3) 시험결과

(가) “새로미”양파와 “어울림”양파 채종위해 모계:부계 정식비율을 4:1비율로 하여 채종한 결과 “새로미”양파 조합은 10kg/50평을 “어울림”양파 조합은 50kg/200평을 채종 비교적 채종능력이 우수하였으며, 채종된 종자는 2006년도 8월에 양파 재배농가에 보급하였다.

(나) 개발한 품종의 매출액은 각각 “새로미” 22백만원, “어울림” 28백만원 총 50백만원으로 일본 품종보다 저렴하게 공급함으로써 농가 경영비를 절감하는 효과를 주었다.

품종명	새로미	어울림	총 액
매출액(천원)	22,387	28,017	50,404

나. 2차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : 새로미(♀)와 3계통
- (2) 경증개요

시험장소	품종명	모구정식	면 적 (평)	채종량 (kg)	재식거리 (cm)	비 고
전남 해남	새로미	2006. 10. 13	하우스 400	100	25 X 30	연두금 파리, 꿀벌이용
	어울림	2006. 10. 14	하우스 900	294	25 X 30	

(3) 시험결과

(가) “새로미”양과와 “어울림”양과 채종 모계:부계 정식비율을 4:1비율로 하여 채종한 결과 “새로미”양과 조합은 100kg/400평, “어울림”양과 조합은 294kg/900평 채종으로 비교적 채종능력이 우수하였으며, 채종된 종자는 2007년도 8월에 양과 재배농가에 보급하였다. 2009년 채종을 하기 위해 모구를 2007년 전북 부안에서 800평을 농가에 위탁재배를 진행하고 있다.

(나) 전년도에 생산한 “새로미”와 “어울림” 양과를 농가에 보급하였다. 판매한 금액은 “새로미” 57백만원, “어울림” 57백만원 총 114백만원으로 전년도에 비해 매출을 확대하였다. “등지”품종은 시교로 전국 양과 주산지에 공급하여 농가의 품종선호도를 조사하고 2009년도에 판매할 예정이다.

다. 3차년도 수행내용 및 결과

- (1) 공시재료 : 새로미(♀)와 3계통, 07-113와 2조합
- (2) 경증개요

시험장소	품종명	모구정식	면 적 (평)	채종량 (kg)	재식거리 (cm)	비 고
전남 해남	새로미	2007. 10. 16	하우스 750	110	25 X 30	연두금 파리, 꿀벌이용
	어울림	2007. 10. 11	하우스1,30 00	304	25 X 30	
예산 연구소	07-113 의 2종	2007. 10. 13	하우스 200	24	25 X 30	

(3) 시험결과

(가) “새로미”양파와 “어울림”양파 채종 모계:부계 정식비율을 4:1 비율로 하여 채종한 결과 “새로미”양파 110kg과 “어울림”양파 304kg을 농가 위탁 채종·수매하여 2008년도 8월에 양파 재배농가에 보급하였다.

(나) 07-113(등지양파)외 2조합의 시험채종은 24kg을 채종하였는데, 등지양파는 6kg으로 양파 주산지에서 농가 실증 재배시험 중이며 2009년부터 채종·시판을 본격적으로 할 계획이다.

(다) “새로미”와 “어울림”양파를 농가에 판매하였다. “새로미” 21백만원, “어울림” 152백만원 총 174백만원의 매출을 올렸으며 해가 지날수록 매출금액은 향상되었다.

품종명	새로미	어울림	총 액
매출액(천원)	21,450	152,588	174,038

<황색양파 등록품종 특성>

1. “새로미” 양파

특 성

- 중조생(수확 5월25일~30일)으로 구형은 원형으로 초세는 강한 편으로
- 숙기가 빠르면서도 저장성이 우수하여 저온저장의 경우 12월 이후까지 저장이 가능하고
- 평균 구중이 약 300g이상으로 수확량이 많으며
- 수확이 빨라 수확 노력의 분배가 가능하여 농가 경영비 절감과 저장력이 우수하여
- 가격이 고가일 때 판매하여 농가 소득 향상이 기대 된다.



그림 14. “새로미”양파 수확시기 비교



그림 15. “새로미”양파 저장력 비교

“새로미” 양파는 가장 많이 재배되는 일본 품종 “터보”에 비해 숙기가 10 일 이상 빠르면서도 저장력은 2월말까지 터보와 차이를 보이지 않았으며, 수확량도 많기 때문에 기존의 중·만생종의 수확기가 6월이어서 생기는 문제점들 즉

남부지역에서 보리베기와 모내기, 마늘수확이 동시에 이루어져 노동력 부족 및 인건비 상승이 야기되고 6월 장마기와 겹쳐 품질저하를 일으키는 문제점들을 해결할 수 있는 품종으로 기대된다.

## 2. “어울림” 양파

### 특 성

- 수확기는 6월 상순으로 초세가 강하고 초자는 직립으로 우수하며
- 구형은 고구형태로 내한성이 강하여 우리나라 대부분 지역에서 재배가 가능하고
- 장기저장용으로 이듬해 2~3월까지 저온저장이 가능함.
- 구중은 300g 이상으로 수량이 많으며,
- 뿌리의 활력이 좋아 병해도 강함.



그림 16. “어울림”양파 수확시기 비교



그림 17. “어울림”양파 저장력 비교

“어울림”양파는 수확량, 저장성 등이 기존의 “Turbo”품종에 상응하므로 “Turbo”품종을 대체할 수 있는 품종으로 외국종자(일본)의 수입 의존도를 경감시킬 수 있는 품종으로 기대된다.

## 3. “등지” 양파

### 특 성

- 수확 시 구색이 진하여 상품 선호도가 높고 구는 원형으로 균일
- 초형은 직립으로 적당하고 엽색이 진한 특성을 나타낸다.
- 저장력은 대비품종과 비슷하여 이듬해 2월 이후까지도 저온저장 출하 가능
- 수확기는 6월 상순으로 비대와 도복이 균일하여 재배하기가 쉬워 농가에서 호응 할 수 있는 품종으로 기대된다.



그림 18. 둥지양파 성능검정 및 개체사진

“둥지”양파는 장기저장 양파로 구색이 진한 원형으로 상품 선호도가 높고 추대·분구가 안정되어 재배 안전성이 높아 일부 외국 도입품종과 경쟁할 수 있는 품종으로 기대된다.

#### 4. “Y-볼” 양파

특 성

- 숙기는 중생으로 초세가 강하고 추대 및 분구가 안정되어 있음
- 잎은 세장엽으로 색이 농록색으로 진하고 초자는 입성이고 구 순도가 균일
- 구는 구형에 가까운 원형이고 다수성으로 도복이 일시에 균일하게 이루어진다.
- 수확시 구색이 진한 선홍색으로 저장성이 강하고 저장 중 구 목 부위가 함몰되는 현상이 적다.



# 제 3 절 양파 용도별 교배모본 육성 및 채종효율성 제고 기술 개발

## 1. 안정적인 국내 채종 효율성 제고 기술 개발

가. 채종과 채종 후 재생구의 변화에 미치는 고온과 고습의 영향

### (1) 연구목적

양파 종자는 퇴화하기 쉽고 수명이 짧아 양질의 종자를 사용하기 위해서는 매년 채종하지 않으면 안 된다. 때문에 안정적인 생산성을 높일 수 있는 종자 생산에 대한 연구의 필요성이 제기되고 있다. 양파를 채종하는 방법은 양파 종자를 재식하여 채종용 모구를 생산하고 당해년도에 모구를 정식하여 월동한 뒤 이듬해 2년째에 개화 후 종자를 채취하는 bulb-to-seed의 종자 생산 방법이 주로 이용되고 있다. 우리나라에서는 양파의 개화기와 결실기가 습도와 온도가 높은 장마기와 겹쳐 꽃가루의 발아능력이 감소되고 고온 조건으로 파리, 벌, 나비 등의 활동이 저해되어 임실율이 크게 떨어진다.

국내에서 양파의 안정채종을 위해서는 수분·수정이 이루어지는 개화기인 6월 중·하순부터 수분·수정 후 종자가 익어가는 성숙기인 7월 중·하순에 발생하는 장마기의 지속되는 강우와 고온·다습에 의한 양파 채종 시 불리한 기상여건을 극복하여야 한다. 양파 채종용 모구를 비닐하우스를 이용하여 12월부터 다음해 3월까지 4개월간 무가온 재배를 시도하여 기존의 개화기인 6월 중·하순을 5월 중·하순으로 1개월 정도 조기개화를 유도하여 양파채종에 유리한 기상여건으로 유도하여 안정채종을 도모할 수 있다.

그러나 비닐하우스 내에서 양파 채종재배가 이루어지면서 종자 임실기인 6월 하순과 7월 상순의 고온·고습이 양파 종자의 충실도를 저하시켜 다소의 문제가 발생하기도 한다. 따라서 내생학적으로 양파 채종 시 고온과 고습 환경 하에서 임실이 저하되는 양파 종자 성숙단계에 따른 단백질과 유전자 발현 양상을 구명함으로써 양파 채종량을 증진하고자 한다.

### (2) 재료 및 방법

본 시험은 2006년 5~6월에 목포시험장에서 수확된 조생종 ‘신선황’, 중생종 ‘맷시황’ 및 만생종 ‘천주대고’를 상온에 저장하여 균일하고 구중 무게가 (조생종:  $274 \pm 16g$ , 중생종:  $274 \pm 17g$ , 만생종:  $294 \pm 30g$ ) 비슷한 모구 20개씩을  $3.3m^2$  면적당 재식거리  $40 \times 40cm$ 로 개화기 비가림이 가능한 유리온실에 10월 4일에 정식하였다. 저온에 감응할 수 있도록 하기 위하여 온실 측창을 개방하여 관리하였다. 시비량은 N-P-K-퇴비-석회 =  $28.0-25.0-28.0-3,000-120kg/10a$ 로 하였고, 관수는 점적관수 방법을 사용하였다. 병해충을 방제하기 위하여 정식 전 후라단 입제와 정식 후 코니도 수화제, 파말마 수화제, 리도밀 큐수수화제를 주기적으로 살포하였다. 각 처리구에 방충망을 설치하여 처리 간 수분매개충인 파리의 역할을

차단하였고 개화 후 파리를 방충망 안으로 방사하여 임실을 촉진하도록 유도하였다(Jang 등, 2002).

2007년 3월 말부터 4월 중순까지 대부분의 처리구에서 추대가 시작되었고 5월 말부터 6월 초 (조생종: 5월 25일, 중생종: 5월 29일, 만생종: 6월 4일) 사이에 만개하였다. 각 품종의 추대와 개화시기가 달랐으므로 개화 후 균일한 화구의 크기와 비슷한 소화의 개화수를 육안으로 선별하여 화구 밑에 테이프를 묶어 표시하였다. 처리는 5월 31일부터 7월 2일까지 대조구 ( $31.8 \pm 0.5^{\circ}\text{C} / 43.2 \pm 1.2\%$ ), 고온 ( $41.4 \pm 0.7^{\circ}\text{C} / 52.3 \pm 1.0\%$ ), 고습 ( $36.1 \pm 0.6^{\circ}\text{C} / 56.5 \pm 1.0\%$ )과 고온+고습 ( $37.9 \pm 0.6^{\circ}\text{C} / 56.6 \pm 1.1\%$ )의 4처리를 플라스틱 필름으로 피복하여 실시하였다. 고온처리는 히터를 사용하여 온도를 조절하고 고습처리는 가습기를 사용하여 습도를 조절하였다.

월동전의 생육조사는 정식 2개월 후인 2006년 12월 4일에 분얼수, 엽수, 엽초장 및 엽초경을 조사하였다. 고온, 고습 및 고온 + 고습 처리 후 32일째인 2007년 7월 2일에 지상부와 재생구를 수확하여 분얼수, 엽초장, 엽초경, 구수, 구경, 구고, 구중 등을 측정하였다. 채종량을 조사하기 위해서 화구를 수확하여 음건한 다음 종자를 선별하여 종자 무게를 측정하였다.

### (3) 결과 및 고찰

양과 품종에 따른 월동전의 생육은 엽수, 엽초장, 엽초경에서는 품종간에 통계적으로 차이는 보이지 않았지만 분얼수는 만생종인 ‘천주대고’가 조생종인 ‘신선황’이나 중생종인 ‘맷시황’ 품종에 비해 더 많았다. 이러한 결과는 만생종의 구가 조생종과 중생종에 비해 큰 구를 심었기 때문에 나타날 수도 있으나 Kwon 등 (2002)의 보고에서와 같이 품종의 특성에 의한 결과로 생각된다.



Fig. 2. Growing features of three onion cultivars at 2 months after transplanting.

Table 2. The growing stage of the three onion cultivars grown in the glasshouse at two months after planting.

Cultivar	Tiller (no.)	Mean leaf height (cm)	Mean leaf diameter (mm)	Leaves (no.)
Shinsunhwang	4.8 <sup>z</sup> ab	53.2a	13.0a	33.0a
Maehsihwang	4.4b	50.7a	12.2a	28.8a
Chunjudaegeo	5.7a	51.8a	12.3a	36.2a

<sup>2</sup>Each value is the mean of thirty plants. Means sharing the same letter are not significantly different by Duncan's multiple range test at  $P \leq 0.05$ .

품종과 처리 간에 상호 작용의 유의차가 인정되지 않아 처리와 품종간의 결과를 분리해서 나타냈다. 고온, 고습 그리고 고온+고습 처리 후 분얼수와 엽초장은 유의차를 보이지 않았지만 엽초경은 고습처리에서 다른 처리에 비해 더 두꺼웠다. 구고는 고습과 고온+고습처리에서 더 높았고 구경은 고온과 고온+고습처리구에서 약간 증가하였지만 유의차를 보이지 않았다. 양파의 구중은 차이를 보이지 않았지만 고습처리에서 평균 구중에서 가장 높은 결과를 보였다. 고습 처리에서 대체적으로 지상부 성장과 구 생산이 촉진되었다.

만생종인 '천주대고' 품종에서 분얼수, 엽초장, 엽초경 생육 등이 촉진되었고 더불어 모구 수도 다른 품종에 비해 많이 생산되었다. 그러나 조생종 '신선황' 이나 중생종 '맷시황'에 비해 '천주대고'의 구고, 구경, 구중이 현저하게 낮아 품종에 따라 구 비대 반응은 큰 차이가 나는 것을 알 수 있었고 더불어 모구 수가 많아짐에 따라 모구 품질이 떨어지는 결과를 나타냈다(Table 2). Kwon 등 (2002)의 연구에 의하면 중만생종 '창녕대고'의 경우 분구율이 높아 조생종 품종에 비해 상품성이 떨어지고 경제적인 재배는 불가능하다고 보고 하였다. 또 Huh 등 (2002)에 의하면 만생종인 '스피리트'가 조생종인 '히구마'와 '대관령 1호'에 비해 구 비대 반응에 큰 차이를 나타냈는데 특히 일장과 온도에 따라 반응이 다르다고 하였다. 이러한 품종간의 수확량 차이가 조·중·만생종 특성에 따른 것인지 '신선황', '맷시황', '천주대고' 품종들의 고유한 특성인지 정확히 알 수는 없지만 더 다양한 조·중·만생종 품종들에 대하여 다양한 지역에서 시험이 필요할 것으로 생각한다.

Table 3. Effect of three cultivars of onion grown under various environmental treatments on shoot growth and mother bulb parameters after 32 days.

Cultivar	Trt	Tiller (no.) <sup>2</sup>	Leaf ht (cm)	Leaf dia (mm)	Mother bulb				
					Ht (cm)	Dia (mm)	Mean wt (g) <sup>y</sup>	Total (no.) <sup>x</sup>	Total wt (g) <sup>x</sup>
Shinsunhwang	Control	4.5	123.6	19.2	103.2	78.8	311.2	17	5290.4
	H. T	5.5	112.0	18.8	102.8	64.6	171.7	22	3777.4
	H. H	5.0	115.0	22.3	104.2	75.4	213.5	20	4270.0
	HT+H. H	4.3	118.3	21.5	102.7	76.3	233.2	17	3964.4
Maebshwang	Control	4.0	114.7	19.7	90.4	57.1	130.7	16	2091.2
	H. T	4.8	124.9	22.2	93.2	71.0	223.9	19	4254.1
	H. H	4.8	125.7	23.6	101.4	72.1	232.9	19	4425.1
	HT+H. H	5.0	127.9	20.8	113.0	72.1	222.5	20	4450.0
Chunjudaego	Control	7.0	134.4	21.2	63.7	45.2	71.0	28	1988.0
	H. T	5.8	119.3	21.0	61.5	45.7	67.8	24	1627.2
	H. H	5.8	123.3	25.3	89.0	50.2	87.8	23	2019.4
	HT+H. H	5.8	131.3	20.6	89.2	51.4	90.2	23	2074.6
ANOVA									
Cultivar (C)		***	*	ns	***	***	***		
Treatment (T)		ns	Ns	*	***	ns	ns		
C x T		ns	Ns	ns	ns	ns	ns		

<sup>2</sup>Each value is the mean of four plants. <sup>y</sup>Mean weight represents mean fresh weight per bulb of four plants. <sup>x</sup>Total number and total weight indicate total bulb number

and fresh weight produced four plants. H.T, H.H, and H.T + H.H represent high temperature, high humidity, and high temperature plus high humidity, respectively. Treatment effects were not significantly (ns) or significant at  $P \leq 0.05$  (\*), or at  $P \leq 0.001$  (\*\*\*)).

양파의 개화 후 고온, 고습, 고온+고습처리에 따른 채종량 결과를 살펴보면 대조구에 비해 고온, 고습 그리고 고온 + 고습처리에서 현저하게 낮았다. 고온, 고습 그리고 고온 + 고습처리 간에는 종자 채종량의 차이를 나타내지 않았다. 고온, 고습 및 고온+고습처리로 인해 35°C 이상의 고온 조건이 될 때 양파 화구가 마르거나 양파 화기에 장애를 초래할 뿐 아니라 방화곤충인 파리의 방화가 낮아지고 활동량이 감소하여 임실률이 낮으므로 양파 채종량을 현저하게 감소한 것으로 사료된다.

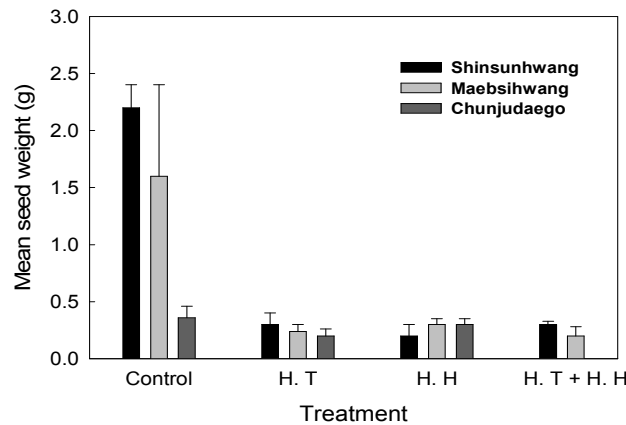


Fig. 3. Effect of high temperature, high humidity and high temperature plus high humidity on mean seed weight of three onion cultivars. H.T, H.H, and H.T + H.H represent high temperature, high humidity, and high temperature plus high humidity, respectively. Vertical bars denote the standard error of the mean (n=4).

#### (4) 요약 및 결론

개화 후 품종에 따른 채종량 결과를 살펴보면 ‘신선황’과 ‘맷시황’은 통계적 유의차를 보이지 않았지만 만생종 ‘천주대고’에 비해 ‘신선황’과 ‘맷시황’은 현저하게 증가하여 품종에 따라 채종량에 차이를 보였다. 이러한 결과는 만생종 ‘천주대고’가 종자 등숙 단계에 고온과 고습 조건에 조우되면 다른 조, 중생종에 비해 민감하게 반응할 뿐 아니라 종자에 현저한 피해를 입혀 채종량이 감소된 것으로 생각이 된다. 안정적인 채종방법을 확립하기 위해서는 비가림 하우스 설치와, 양파 영양 성장부터 개화시기까지(12월부터 다음해 3월까지) 하우스에 비닐 피복을 사용하여 채종에 유리한 적정온도와 일장(Lim 등, 2002)을 잘 조절하여 개화와 양파 종자 성숙단계에 고온다습 조건을 피할 수 있는 환경조건이 부여된다면 채종량이 많이 증가할 것으로 판단된다. 최근에 발표된 Ku 등(2007)의 연구에 의하면 고온과 고습처리된 양파 화구의 25일째 단백질 발현 양상이 증가하는 것도 있지만 대체적으로 감소하는 양상을 보였다. 유전자 수준에서도 25일째는 특정

유전자가 고온에서 발현이 되지 않아 고온과 고습 상태에서 단백질과 유전자 발현 감소와 채종량과 관련이 있을 것으로 사료된다. 양과 개화 후 고온, 고습, 고온 + 고습처리에서 양과 종자 성숙단계에 따른 단백질과 유전자 발현 양상을 규명하면 양과 채종량과 관련된 메카니즘을 더 이해 할 수 있으리라고 생각한다.

#### 나. 고온과 고습 조건에서 양과 단백질 및 유전자 발현양상

##### (1) 연구목적

국내에서 양과 채종은 개화성기인 5월말과 등숙기인 7월 상순에 우기와 장마기가 겹쳐 채종효율이 낮고 인건비가 높아 종묘회사에서 대체적으로 국내채종을 회피하여 해외에서 양과종자를 채종하는 방법을 택하고 있는 실정이다. 따라서 양과의 채종상 문제가 되는 개화시기 촉진과 임실기의 강우를 회피할 수 있는 방안으로 하우스피복재배가 채택되어 양과 채종에 어려움을 극복할 수 있지만 대량으로 포장에서 재배하는 양과 채종을 효율적으로 수행하기는 어려운 실정이다. 또한 양과종자를 채종하기 위해 모구를 10월에 정식하여 이듬해 봄에 추대, 개화하여 여름에 결실되어 채종하는 과정을 거치는데 가끔씩 생리적인 장애가 원인이 되어 impotence가 일어난 화아분화가 억제되기도 한다 양과의 자방은 3실 6방으로 이루어져 충분한 결실이 이루어지면 6개의 씨앗이 만들어지는데 조생종은 3~4개, 중만생종은 4~5개만이 형성되어 채종 효율이 저하되는 현상을 보인다. 이러한 원인을 해결하기 위해 화아분화 생리, 추대 및 개화생리, 임실을 저해하는 원인 등을 생리, 생화학적으로 접근하여 불량 채종 환경에 반응하는 특이적 단백질 기능을 해석하여 개선방안을 강구코자 실험을 수행하였다.

##### (2) 재료 및 방법

안정적인 국내 채종 효율성 제고 기술 개발이 최종 목표인 본 연구에 사용된 재료는 신선황 (조생종), 맵시황(중만생종)이다. 목포시험장 유리온실에 생육 중인 신선황과 맵시황의 개화전, 반개화, 만개, 결과후의 양과 화구를 수확하여 각각의 총 단백질의 발현 양상을 살펴보았다. 또 다양한 채종 불량 환경 처리를 위해 전남대학교 유리온실에서 15L 포트에 과중된 종구를 개화할 때까지 생육시킨 다음 개화하기 시작할 무렵부터 3가지로 처리하였는데 이는 (1) control (2) High temperature (HT, 43~46°C) (3) High Humidity (HH, 80~85%)이다. 처리 14일과 25일에 화구를 수확하여 다음과 같은 생리적 생화학적 반응 즉, 총 단백질의 발현 양상과 특정 유전자의 발현 양상을 살펴보았다.

##### (가) 단백질 추출

식물체 0.5g을 막자사발을 이용하여 액체 질소를 부어 고운 가루가 되도록 Grinding후 1.5ml tube에 담아 액체 질소에 보관하고, Buffer 용액을 튜브에 넣고 잘 섞어준 후 4°C에 30~60분 보관하였다. 4°C에서 7000rpm으로 10분간 원심분리 하였다. 상층부의 단백질만 피펫을 이용하여 다른 튜브로 이동시킨 후 다음 실험에 사용하였다.

##### (나) 전기영동 (1-D Electrophoresis)

단백질을 정량한 후, SDS-PAGE를 아래와 같이 실시하였다. 10 × running

buffer를 이용하여 전기영동을 하였다. 첫 칸에 3 $\mu$ l의 marker를 loading시킨 후 두 번째 칸부터 2X running buffer와 정량한 protein을 잘 섞어서 loading하였다. Caster에 20mA로 전기를 걸어 주고 1시간 50분정도 경과 후에 전기영동 된 gel을 stain 용액에 염색하였다. 염색된 gel을 destain 용액으로 탈색 시킨 후 관찰하였다.

#### (다) 전기영동 (2-D Electrophoresis)

1차 Isoelectric focusing(IEF)를 위하여 IPG strips은 7M urea, 2M thiourea, 2% 3-[(3-cholamidopropyl)dimethylammonio]-1-propanesulfonate (CHAPS), 1% dithio-threitol(DTT), 1% pharmalyte로 구성된 reswelling 용액으로 상온에서 12-16시간 정도 reswelling 하였다. Strip 당 시료는 각각 200ug씩을 사용하였으며, Amersham Biosciences 사의 Multiphore II system을 이용하여 제조회사의 사용메뉴얼을 준수하여 20°C에서 IEF를 수행하였다. IEF 조건은 150V에서 3,500V까지의 도달시간을 3시간 되게 하였으며, 3,500V에서 26시간 지속되도록 하여 최종적으로 96kVh 가 되도록 설정하였다. 2차적으로 SDS-PAGE를 수행하기 전에 IPG Strips을 1% DTT를 함유한 equilibration buffer(50mM Tris-Cl, pH6.8, 6M urea, 2% SDS, 30% glycerol)로 10분간 incubation 하였으며, 곧바로 2.5% iodoacetamide를 함유한 equilibration buffer로 10분간 더 incubation 하였다. Equilibration이 완료된 strips을 SDS-PAGE gels(20x24cm, 10-16%) 위에 배열시키고, Hoefer DALT 2D system(Amersham Biosciences)을 이용하여 20°C에서 최종적으로 1.7kVh가 되게 전개하였다. 이차원 전기영동이 완료된 이차원 젤의 단백질은 Oakley(Anal. Biochem. 1980, 105:361-363) 등의 방법에 따라 은염색으로 시각화되었으며, 질량분석기에 의한 단백질 동정을 위하여 glutaraldehyde 처리 단계는 생략되었다. 은염색된 이차원 젤은 AGFA 사의 Duoscan T1200 스캐너로 스캐닝 되어 확장자가 TIFF인 파일의 형태로 컴퓨터에 저장하여 분석하였다.

#### (라) Western blot analysis

단백질은 표준 BSA를 이용한 단백질의 검량선을 작성하여 정량하였다 (Bradford, 1976). 또한 12% SDS-PAGE로 전기영동한 단백질은 PVDF(polyvinylidene difluoride) 막으로 옮긴 다음, western-blot을 위해 옥수수 H<sup>+</sup>-ATPase에 대항하여 만들어진 제1차 항체(일본 오카야마대학 Sasagawa 교수로부터 분양받음)를 1:1,000 배로 희석하여 사용하였고, 단백질 H<sup>+</sup>-ATPase 검출은 alkaline phosphatase-conjugated anti-rabbit인 제2차 항체를 1:1,500 배로 희석하여 실시하였다.

### (3). 결과 및 고찰

목포 시험장 유리온실에 생육중인 신선황과 맵시황의 개화전, 반개화, 만개, 결과후의 양과 종구를 수확하여 각각의 총 단백질을 추출하고 전기영동을 한 다음 겔상에 나타난 수많은 단백질의 band를 Gel Dot System 장비로 측정하여 그 발현 양상을 살펴보았다. 개화 전, 반개화, 그리고 만개한 신선황과 맵시황 간에

1-D 전기영동으로 확인한 총 단백질의 발현 양상에는 큰 차이가 없었으나 흥미롭게도 결과한 경우에는 induced 단백질과 deduced 단백질이 두드러지게 나타났다.

Induced와 deduced 단백질 패턴을 Fig. 5와 같다. Figs, 4A,B,C이 결과하였을 때 단백질들이 두드러지게 줄어들었고 크게 증가한 단백질들은 Figs, 4D,E,F에 나타내 주고 있다. 신선황과 맵시황 간의 큰 차이는 볼 수가 없었다. 이는 본 연구에서 목표로 하고 있는 채종 효율 증진을 위한 중요한 기초 자료로써 특히 종자가 등숙되어 감으로써 종자 내에는 수많은 단백질의 발현이 달라지고 있음을 증명하는 결과였다. 하지만 1년차에 행하여진 1-D 전기영동으로는 발현 양상의 변화를 보여주는 각각의 단백질의 자세한 정보와 그 기능을 밝히지 못하였기 때문에 2년차에 2-D 단백질 전기영동을 실시하였다.

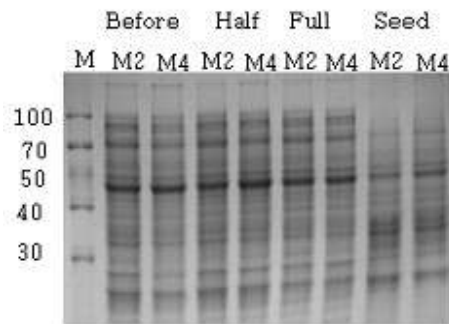


Fig. 4. Protein patterns of before, half, full flowering and onion seed bearing of two onion cultivars 'M2' (Shinsunhwang) and 'M4' (Maebsihwang). Before, half, full and seed indicates before flowering, half flowering, full flowering and seed set, respectively.

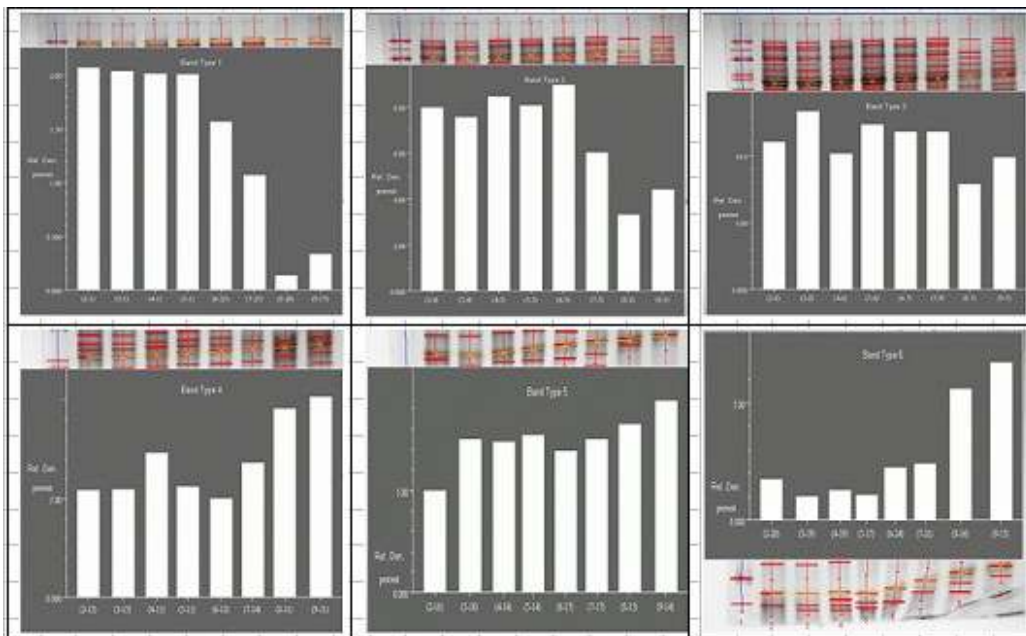


Fig. 5. Protein patterns of before, half, full flowering and onion seed bearing of two onion cultivars. First and second columns—before flowering, third and fourth columns—half flowering, fifth and sixth columns—full flowering, and seventh and eighth columns—seed set. Odd and even columns indicate Shinsunhwang and Maesihwang, respectively.

우리나라에서 양파의 개화 결실기는 6월 중하순~7월인데 이 시기에는 장마기로 비가 많이 내리게 된다. 양파는 충매화(蟲媒花)로 개화기에 벌 나비 등의 방화(訪花)가 많아야 임실율(稔實率)이 높아지는데 비가 잦으면 매개충의 방화 횟수가 줄어들 뿐만 아니라 양파 꽃의 생육 상태가 불량해져서 채종량이 많이 떨어진다. 양파채종은 수분·수정이 이루어지는 개화기인 6월 중·하순과 종자가 익어가는 성숙기인 7월 중·하순에 발생하는 장마기의 지속되는 강우와 고온·다습을 막아주는 시설이 필요하다. 본 실험에서는 양파가 개화하는 시기에 대조구와 고온, 고습 처리를 한 후 채종 시 불량환경 처리에 의해 양파의 화구가 심각한 피해를 입었다. 게다가 고습처리 보다는 고온 처리구에서 그 피해가 더 심각하였다 (Fig. 6).

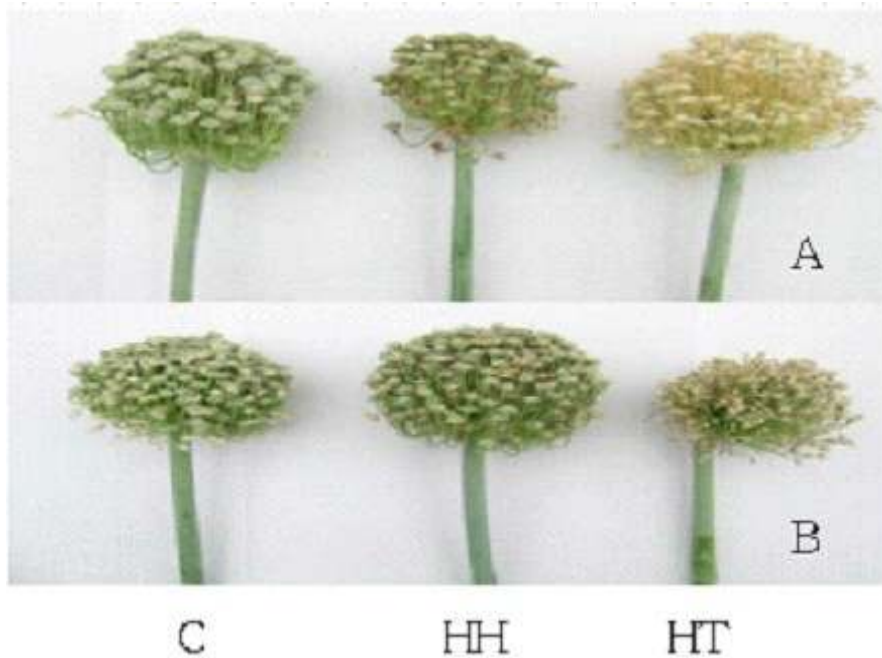


Fig. 6. Figures of high humidity (HH) and high temperature (HT) on umbel with flowers of two onion cultivars 'Shinsunhwang' (A) and 'Maeshihwang' (B). C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

다양한 불량환경에서 종구 내에 발견되는 단백질 발현 양상의 변화는 다음과 같다 (Figs. 7, 8). 처리 14일과 25일째에 신선황과 맵시황 품종에서 고온처리에서 단백질의 발현이 현저하게 감소하는 현상을 보였다.



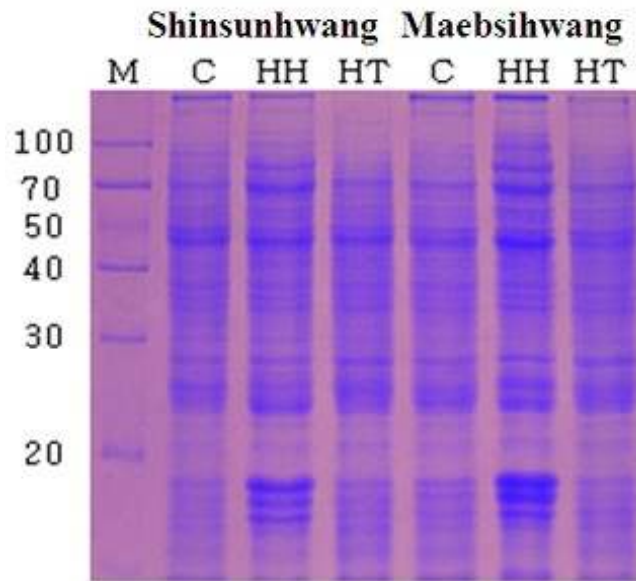


Fig. 7. Effect of high humidity and high temperature on 1-D Electrophoresis of two onion cultivars 'Shinsunhwang' and 'Maepsihwang' at day 14 after treatment. C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

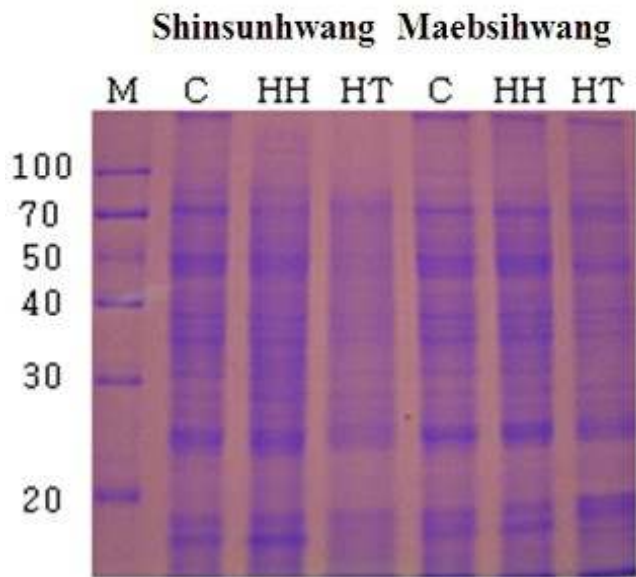


Fig. 8. Effect of high humidity and high temperature on 1-D Electrophoresis of two onion cultivars 'Shinsunhwang' and 'Maepsihwang' at day 25 after treatment. C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

채종시기의 불량 환경이 양파 화구의 유전자 발현에 어떤 영향을 미치는지 알아본 것이 Fig. 9이다. 우선 양파에서 잘 알려진 유전자들 중에서 무기이온 수송과 관련이 있는 High affinity S transporter와 Glutathione S-transferase gene의 고온, 고습 처리에 따른 전사 수준에서의 발현의 정도를 RT-PCR로 조사하였다. 처리 14일까지는 처리별 그리고 품종별간에 큰 차이를 보여 주지 않았으나 처리 25일째에는 오직 신선황의 고온 처리구에서 High affinity S transporter의 발현이 거의 없음을 확인하였다. 이 결과는 위의 단백질 실험에서도 같은 경향을 보여 준 것이 매우 흥미롭다.

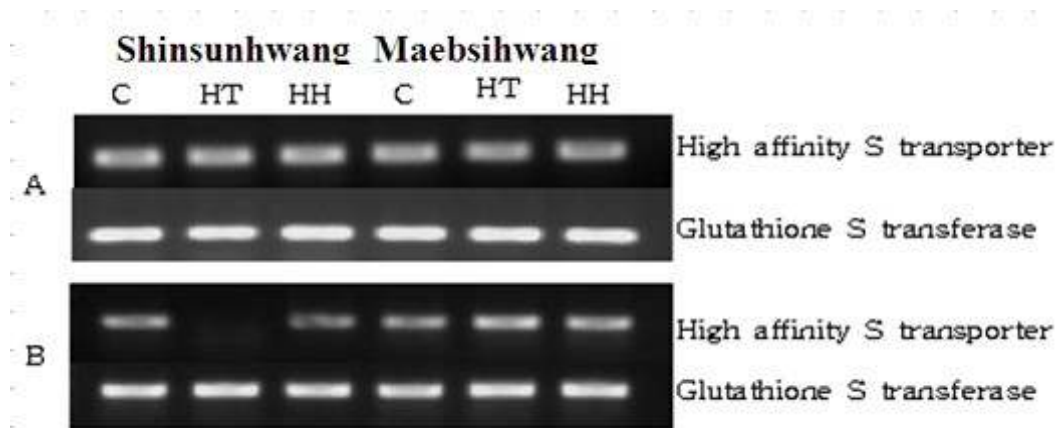


Fig. 9. Effect of high humidity and high temperature on specific genes of two onion cultivars 'Mokpo 2' and 'Mokpo 4' at day 14 (A) and 25 (B) after treatment. C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

처리 14일과 25일에 화구를 수확하여 1-D 전기영동 후 총 단백질의 발현 결과는 이미 보고하였고, 이어서 2-D를 실시하였다. 그 결과를 보면 다음과 같다. 전체적인 양상은 고온의 경우 두개의 품종 모두에서 단백질이 대부분 down-regulation 되는 결과를 보여주고 있고 고습의 경우는 두 개의 품종에서 약간은 다른 양상을 보여주고 있다. 2-D 결과로 보면 고습보다는 고온에서 양파 화구의 많은 단백질이 down-regulation되었다.

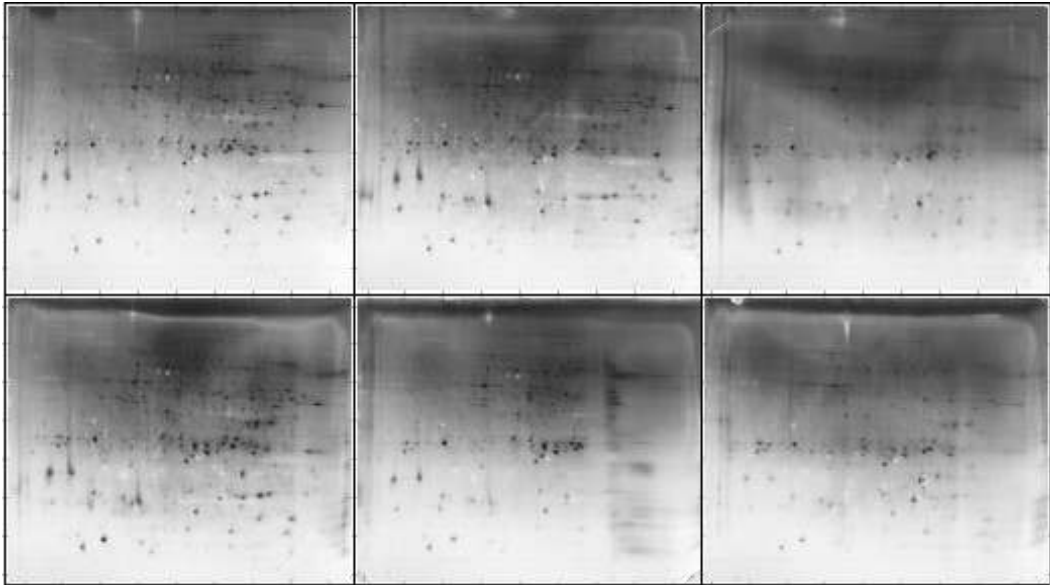


Fig. 10. Effect of high humidity and high temperature on protein expression of onion two cultivars through 2-D (First row-Shinsunhwang, Second row-Maabsihwang).

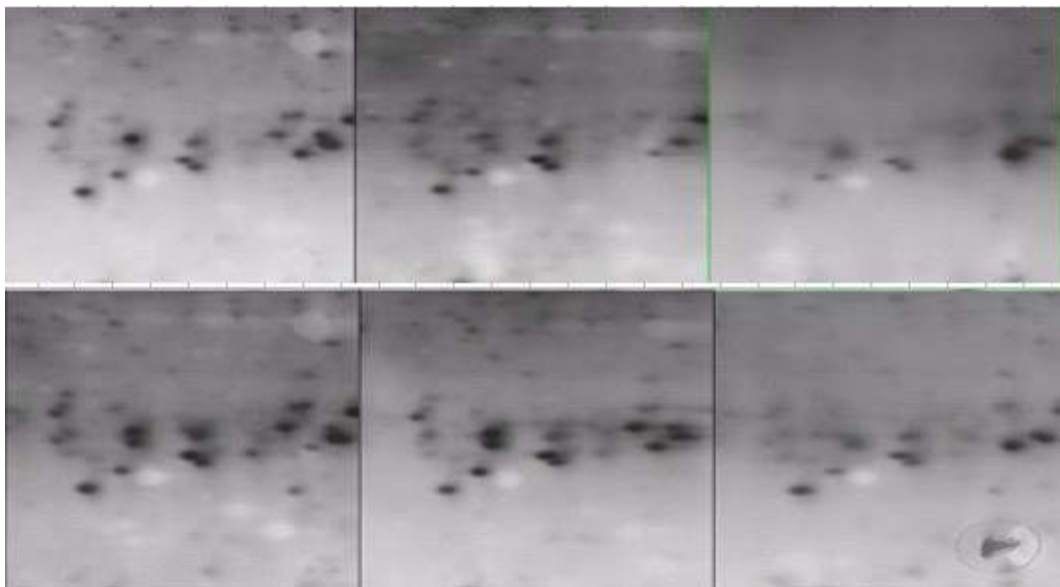


Fig. 11. Effect of high humidity and high temperature on induced or deduced protein expression of onion two cultivars through 2-D (First row-Shinsunhwang, Second row-Maabsihwang).

전체적인 양상은 고온과 고습의 경우 신선황과 맵시황에서 단백질이 대부분 down-regulation 되는 결과를 보여주고 있다. 그러나 일부 소수의 up-regulation 을 보여주는 spot을 보면 대조구와 비교해서 고습의 경우는 신선황과 맵시황 품종에서 약간은 다른 양상을 보여주고 있어서, 공통적으로 변화를 보이는 부분을 별도로 선정하고, 각각의 품종에서 대조구와 대비 서로 다른 양상을 보이는 spot 을 따로 선정해서 정리하였다.

대조구와 고습을 비교하면 대부분 spot들은 고습에서 Down-regulation이 되었지만 고습에서 278 spots는 대조구와 비교해서 Up-regulation이 되었다 (Fig. 12). 여러 가지 spot들을 Quantity 값으로 전환한 것이 Fig. 13이다. 대체적으로 고온에 비해서 고습에서 up-regulation하는 결과를 두 품종 모두에서 보여주고 있다.

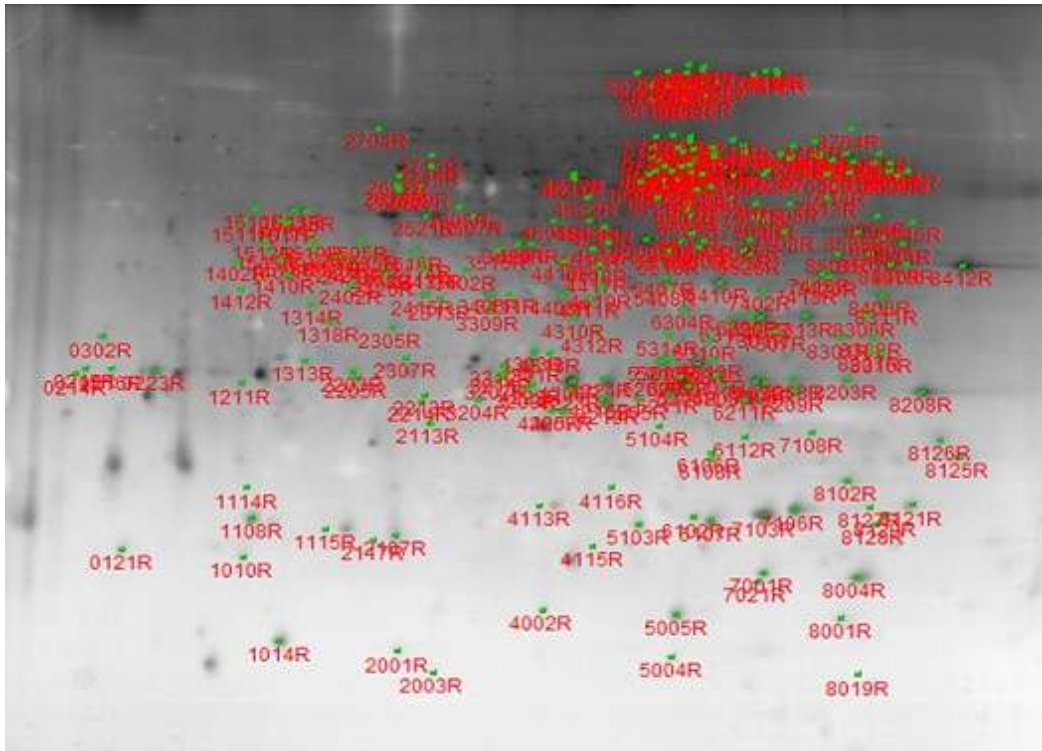


Fig. 12. Effect of control and high humidity on protein expression spot of onion two cultivars through 2-D. High humidity treatment was more induced compared to control plants.

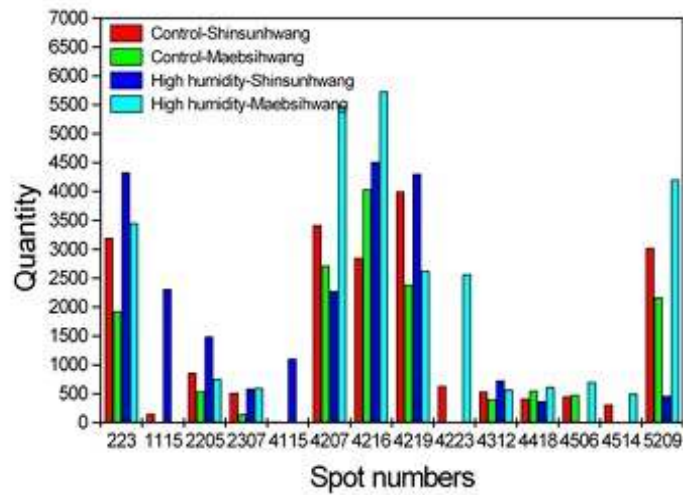


Fig. 13. Protein expression spots of high humidity and control treatment.

대조구와 고온을 비교하면 대부분 Spot들은 Down-regulation 되었지만 오직 8 개 spot만 대조구에 비해 더 발현됨을 확인하였다 (Figs. 14, 15). 고온과 고습에 처리구를 비교하면 고온에서 대부분이 Down-regulation이 되는 경향을 보였고 고온에서 피해 증상도 심하였다.

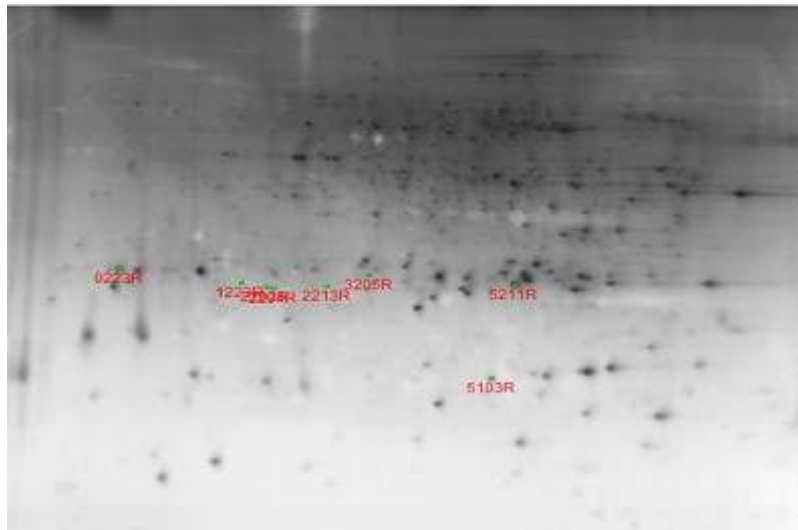


Fig. 14. Effect of control and high temperature on gene expression spot of onion two cultivars through 2-D. High temperature treatment was more induced compared to control plants.

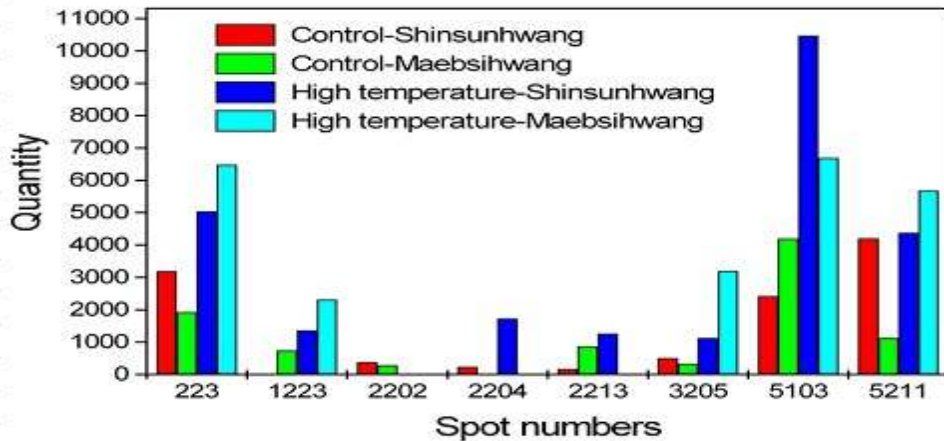


Fig. 15. Protein expression spots of high humidity and control treatment.

조생종 “신선황”, 중생종 “맷시황”과 만생종 “천주대고”에 고온, 고습 그리고 고온+고습으로 채종 불량 환경 처리를 하였다. 전체적인 양상은 고온, 고습과 고온 + 고습 처리구의 경우 세개의 품종 모두에서 단백질이 대부분 down-regulation 되는 결과를 보여주고 있다. 고온, 고습과 고온+ 고습 처리 5일째는 품종간이나 처리간에 차이를 보이지 않았다 (Fig. 16). 고습처리 18일째 세개의 모두 품종에서 단백질 발현양상이 대조구에 비해 down-regulation 결과를 보였고 고습처리구에서 고온처리구보다 단백질 발현이 더 억제되었다. 반면에 신선황이나 맷시황에서는 대조구와 별 차이를 보이지 않았지만 천주대고에서 단백질 발현이 억제 되었다(Fig. 17).

원형질막  $H^+$ -ATPase의 단백질의 제1차 능동수송체인 원형질막  $H^+$ -ATPase는  $H^+$ 을 세포 밖으로 수송하여 세포의 성장과 항상성 유리를 하는데 중추적 역할을 하는 것으로 알려져 있다. Western으로 살펴본 결과가 Fig. 16이다. 신선황의 경우는 대조구와 고온+고습처리구에서  $H^+$ -ATPase의 발현이 유지되었다, 맷시황과 천주대고에서는 대조구에서만 발현됨을 볼 수 있었다. 이는 불량환경하에 원형질막의  $H^+$ -ATPase가 매우 중요한 역할을 하는 단백질임을 보여주는 결과이고 조생종인 신선황이 여러 환경스트레스에서도 종자 생산을 유리하게 할 가능성이 높다는 것을 보여 주었다.

처리 25일째는 모든 처리구에서 단백질의 대부분이 down-regulation 현상을 보였고, 신선황과 맷시황은 고온처리구, 천주대고는 고습과 고온+고습 처리구에서 단백질 발현이 억제된 현상을 보였다 (Fig. 17). 처리 32일째는 모든 처리구에서 단백질 발현이 현저하게 down-regulation 현상을 보였다 (Fig. 18). 대체적으로 처리기간이 경과함에 따라 단백질 발현 양상을 현저하게 감소하는 현상을 보이고 있다. 고온에서는 처리 18일째 현저하게 단백질 발현양상이 현저하게 나타난 반면에 25일째는 고습에서 단백질 발현이 뚜렷하게 나타나고 있다.

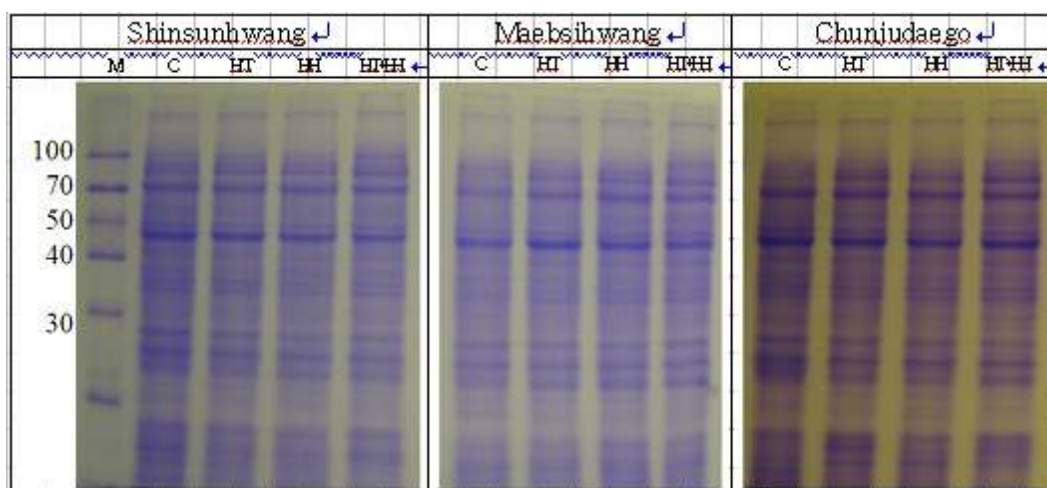


Fig. 16. Effect of high humidity, high temperature and high humidity plus high temperature on protein expression of three onion cultivars 'Shinsunhwang', 'Maabsihwang' and 'Chunjudaego' at day 5 after treatment. C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

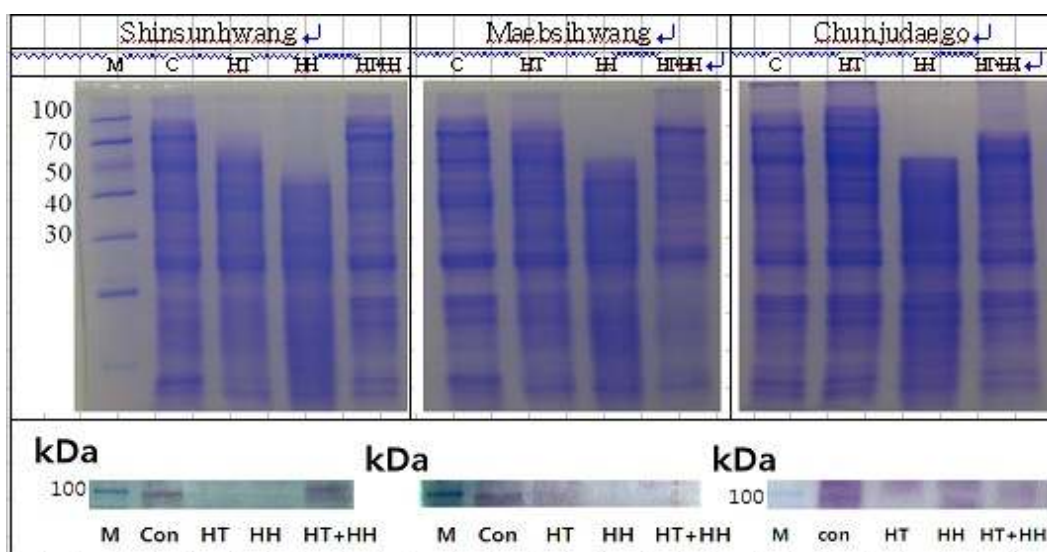


Fig. 17. Effect of high humidity, high temperature and high humidity plus high temperature on protein expression and western blotting of three onion cultivars 'Shinsunhwang', 'Maabsihwang' and 'Chunjudaego' at day 18 after treatment. C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

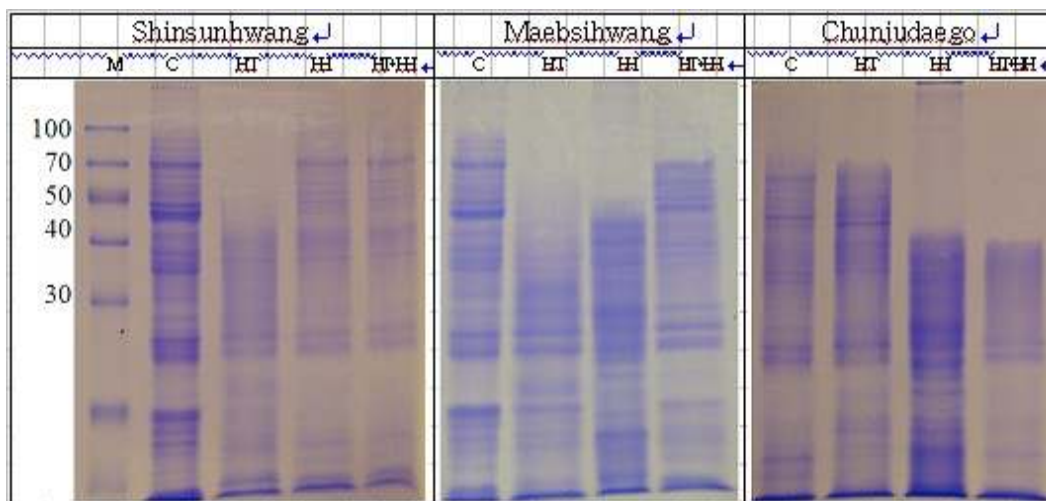


Fig. 18. Effect of high humidity, high temperature and high humidity plus high temperature on protein expression of three onion cultivars 'Shinsunhwang', 'Maabsihwang' and 'Chunjudaego' at day 25 after treatment. C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

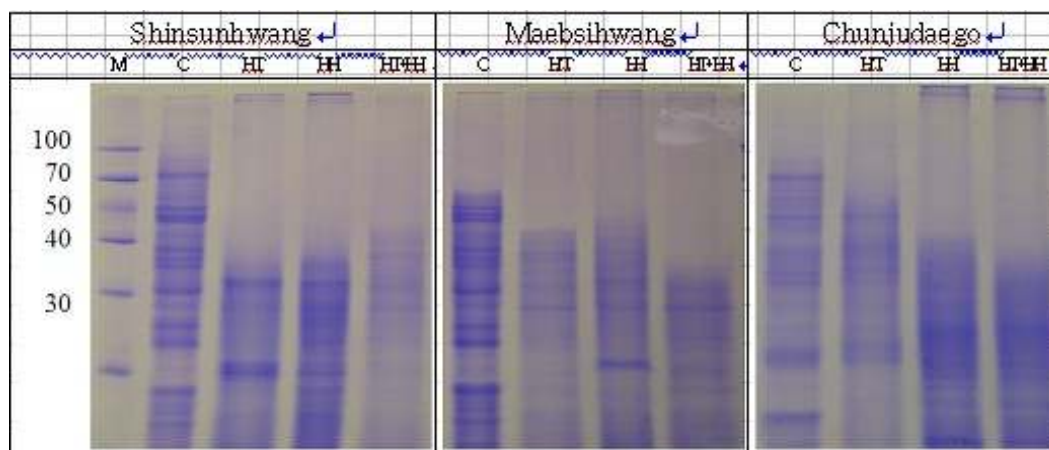


Fig. 19. Effect of high humidity, high temperature and high humidity plus high temperature on protein expression of three onion cultivars 'Shinsunhwang', 'Maabsihwang' and 'Chunjudaego' at day 32 after treatment. C, HH, HT indicates control, high humidity and high temperature, respectively.

#### (4). 요약 및 결론

본 연구를 통해 산출된 결과들은 우선 채종을 목적으로 재배하는 품종의 불량환경하에서 채종률을 조사함으로써 품종에 따른 채종량을 파악하는데 좋은 자료였다. 대조구와 비교하여 고온, 고습과 고온 + 고습 처리구에서는 조생종, 중생종, 만생종 양과의 채종량이 현저하게 감소했고 특히 만생종 '천주대고'는 다른 품종에 비교해서 고온, 고온+고습처리에서 피해가 더 심해 고온기에 채종을 피할 방법을 모색해야 할 것으로 생각된다. 또 채종 재배 중 불량 환경하에서 유도 및 비유도 되는 특정 단백질을 이용 새로운 형질전환체를 만들어 내는데 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.



## 다. 채종 효율 증진 기술 연구

### (1) 연구목적

우리나라는 기상환경이 양과 채종에 불리한 계절풍지역으로 개화기에 강우를 동반한 우기가 겹쳐 국내 채종환경이 취약하고 이를 극복하기 위해 비닐하우스 피복 무가운 동계보온재배로 생육 및 개화기를 촉진하여 개화와 종자결실에 유리한 기상여건을 조우시키는 방법이 채종량 향상에 효과적이었다.

본 실험은 비닐하우스피복 무가운 채종재배에서 조생종과 중·만생종의 생육 및 채종 특성을 구명하여 채종효율을 높이기 위한 방안을 모색하고자 수행하였다.

### (2) 재료 및 방법

조생종인 신선황과 중·만생종인 천주중고를 공시재료로 하여 비닐하우스 내에 10월 상순에 모구를 정식하고 무가운으로 12월부터 이듬해 2월까지 하우스를 밀폐하여 보온을 하였고 3월부터 채종할 때까지는 하우스 측창을 개방하였다. 생육 및 채종특성과 관련된 분얼수, 엽수, 초장, 엽초경, 화경수, 추대기, 개화기 및 채종량을 조사하였다.

용성불임성을 이용한 F<sub>1</sub> hybrid의 격리채종시 채종효율을 구명하고자 20m<sup>2</sup>의 격리 채종하우스 내에 수분매개충의 방사에 따른 효과와 채종량을 조사하였다.

### (3) 결과 및 고찰

조생종인 신선황은 single center의 특성을 지니고 있기에 모구를 정식한 후부터 분화가 되어 맹아가 되면서 평균 3.3개의 분얼이 이루어지는 반면에 중·만생종은 multiple center로 이미 분화되어 맹아가 되면서 평균 6.9개의 분얼이 이루어졌다.

엽수는 중·만생종인 천주중고가 조생종인 신선황에 비해 평균 2매정도 많았으나 초장은 비슷한 경향이였다. 엽초경은 신선황이 평균 22.2mm로 천주중고의 20.3mm보다 1.9mm정도 두꺼웠다. 화경수는 분얼된 숫자만큼 화아분화가 이루어져서 꽃대가 형성되었다. 비닐하우스의 무가운 조건에서 추대와 개화는 조생종인 신선황이 약 10일 정도 빠른 경향을 보이고 있었다.

조생종과 중·만생종의 채종시기를 개화 후 25일, 35일, 45일, 55일로 구분하여 1주당 채종량을 조사한 결과 신선황(조생종)과 천주중고(중만생종)는 개화 후 35일이 되면서 채종량이 많아지는 경향이였으나 신선황은 개화 후 55일까지도 채종량이 증가하는 반면에, 천주중고는 개화 후 45일 이후에는 채종량이 감소하는 경향을 보이고 있었다.

신선황(조생종)은 천주중고(중만생종)에 비해 개화시기가 빠르기 때문에 개화 후 55일까지도 종자 내에 양분축적이 이루어지고 있으며, 천주중고는 개화 후 45일 이후가 되면 종자 내에 양분축적이 거의 중단된다는 것을 시사하고 있다.

개화 후 35일 이후부터는 신선황(조생종)과 천주중고(중만생종)간에 차이를 보이고 있었다. 이는 종자를 얻을 수 있는 화경수의 차이에서 기인한 것으로 판단되었다.

Table 4. Characteristic of flowering and growth at onion mother-bulb culture for seed production.

품종	분얼수 (개)	엽수 (매/주)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	화경수 (개)	추대기 (월.일)	개화기 (월. 일)	채종시기 (개화후)	채종량 (g/주)
신선황	3.3	8.1	52.1	22.2	3.3	3.25	5.23	25일	8.03
	3.6	8.5	53.4	22.8	3.6	3.26	5.23	35일	10.41
	3.3	8.6	51.5	21.0	3.3	3.28	5.26	45일	10.92
	3.0	8.5	50.4	22.7	3.0	3.27	5.25	55일	11.23
천주중고	6.5	10.2	50.8	21.1	6.7	4. 6	6. 4	25일	9.43
	6.5	10.1	51.0	19.0	6.8	4. 7	6. 5	35일	19.2
	7.2	10.3	50.9	18.8	6.8	4. 4	6. 2	45일	21.3
	7.3	10.6	51.8	22.3	7.3	4. 5	6. 3	55일	20.8

개화 후 경과일수별 채중에 따른 발아율은 그림에서 보는 것과 같이 신선황 85.4%, 천주중고 89.2%로 모두 45일에 발아율이 높았으며 55일에 이르면 오히려 저하하는 것을 볼 수 있었다. 임신후기의 하우스 내 고온이 영향을 미친 것으로 생각되며 개화일수가 빠른 것은 종자의 성숙이 미숙하여 충실도에 영향을 미쳐 발아율이 저조한 것으로 생각된다. 발아일수도 신선황 3.9일, 신선황 3.8일로 두 품종 모두 개화 후 경과일수 45일이 채중에 유리하였다.

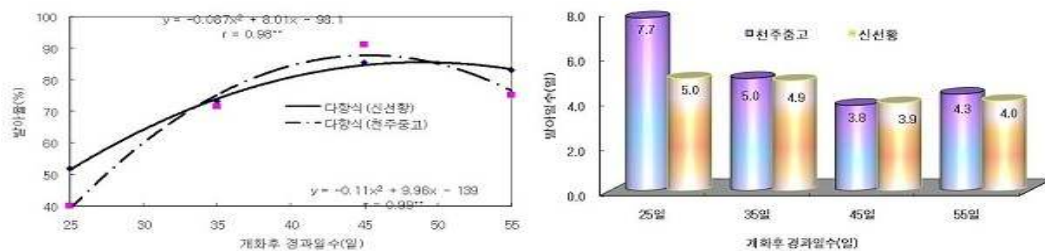


Fig. 20. Comparison of germination rate and germination days as flowering period after flowering.

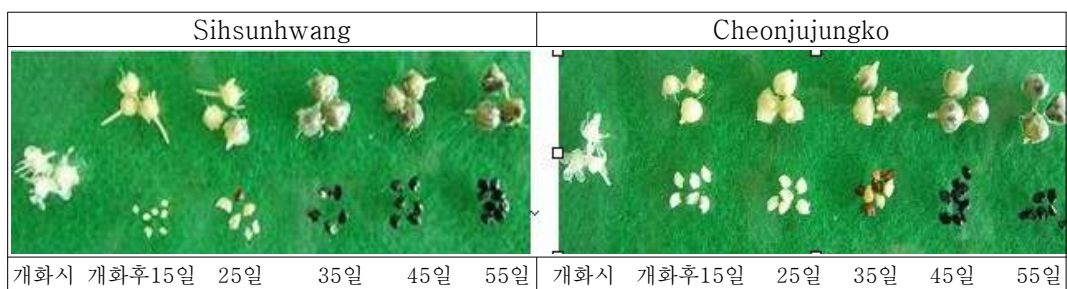


Fig. 21. Process of seed maturing after flowering.

웅성불임성을 이용한 F<sub>1</sub> 품종의 채종을 위해서는 격리된 하우스 내에서 이품종의 화분오염을 차단해야만 품종 고유의 특성이 유지되는 종자를 생산할 수 있기 때문에 격리채종에서 문제가 되는 수분매개충의 방사와 임신율을 높이기 위한 웅성불임계와 화분친의 적정한 혼합재식 비율이 검토되어야한다. 본 실험에서는 웅성불임계와 화분친계의 모구를 격리된 하우스 내에 정식한 후 수분매개충

의 방사 마릿수와 횃수 등을 검토하였다. 방사횃수는 개화기와 개화성기 2회로 하면서 각각 100,000마리/20m<sup>2</sup>를 방사하는 것이 효과적이었다.

Table 5. Behavior habit and pastorage number of flies as a pollination vector.

방사회수	연두금파리 활동 기간 (일)	방사수 (마리)	활 동 습 성
1회 (개화기)	15	100,000	개화기 이후 기온이 25~27℃ 전후로 지속되어 양과 꽃에 비레가 잦아 수분매개를 충실히 함
2회 (개화성기)	13	100,000	개화성기 이후 기온이 27~30℃ 전후로 상승함에 따라 한 낮에는 꽃에 비레하는 빈도가 적었고, 오전 10~11시, 오후 4~7시의 온도가 25~27℃ 전후로 낮아질 때만 수분매개를 수행함



Fig. 22. Pastorage of flies as a pollination vector in seed products vinyl house.

채종량은 조생종 F<sub>1</sub>의 경우 분얼수도 적고 미추대율이 높아 20m<sup>2</sup>당 1.07kg로 종자생산이 적었던 반면에 중생종 F<sub>1</sub>은 분얼수도 많으며 미추대율도 적어 20m<sup>2</sup>당 1.46kg의 종자를 생산하였다.

Table 6. Comparison of produced seed amount.

조 합 명		분얼수 (개)	초장 (cm)	추대기 (월일)	개화기 (월일)	미추대율 (성적결합)	화경수 (개)	화경장 (cm)	화륜경 (mm)	임실율 (%)	채종량 (kg/20m <sup>2</sup> )
조생 F <sub>1</sub>	조생MS	3.2	85.4	3.18	5.20	23.4%	3.5	145	78.5	56.7	1.07
	목포2호 (조생)	2.8	82.4	3.15	5.15	43.2%	2.5	135	76.4	-	-
중생 F <sub>1</sub>	중생MS	5.8	95.4	3.22	5.24	0.9%	5.9	161	87.4	63.2	1.46
	목포4호 (중생)	5.4	92.7	3.20	5.22	1.3%	5.2	157	85.2	-	-

「주」 모구재식비율 MS 3: 화분친 1

#### (4) 요약 및 결론

국내의 기상환경이 양과 채종에 불리한 계절풍지역으로 개화기에 강우를 동반한 우기가 겹쳐 국내 채종환경이 취약하고 이를 극복하기 위해 비닐하우스피복 무 가운 동계보온재배에 의한 생육 및 개화기를 촉진하여 개화와 종자결실에 유리한 기상여건을 조우시키는 방법이 채종량 향상에 효과적이었으나 조생종과 중·만생종간에는 다소의 차이가 있다는 것이 인정되었다. 중·만생종의 경우 조생종과 같이 12월부터 이듬해 2월까지 비닐하우스를 밀폐하여 다소의 보온효과를 가져오게 하는 방식에서, 중·만생은 모구를 정식하는 11월부터 이듬해 3월까

지 비닐하우스를 밀폐하는 시기를 연장하는 것이 발아력이 높은 종자의 채종량을 늘리는데 효과가 있을 것이다.

웅성불임성을 이용한 F<sub>1</sub> hybrid의 격리채종에는 수분매개충을 2회(개화기, 개화성기) 방사하는 것과 수분매개충의 활동을 조장하기 위해 격리하우스 내의 온도가 26℃ 전후로 유지되도록 하는 것이 효과가 클 것이다.

## 2. 종간교잡을 통한 유전변이 확대

### 가. 연구목적

육종에서 가장 기본적이고 중요한 단계는 유전적 변이의 확대이다. 현재까지 작물 육종의 기본 수단은 종 내 품종간 교배에 의한 유전적 변이 선발이 주요한 방법이었으나 종 내에 존재하지 않는 변이의 도입에는 한계가 있다. 따라서 보다 광범위한 유전적 기반의 필요성이 대두되었으며 종간교잡은 종 내에 존재하지 않는 형질들을 재배종에 도입 하거나 새로운 종을 창성하는데 이용되어 왔다.

국내외 양파 육종 목표는 병해충 저항성, 저장성 및 환경적응성이 높은 품종개발에 맞추어져 있고 인간의 건강과 관련된 파속작물의 약리적 작용들이 입증됨에 따라 기능성성분이 높은 품종을 개발하는 방향으로 추진되고 있다.

국내 양파 재배는 생산량 증대를 위해 많은 화학비료와 농약 살포는 생산비 증가뿐만 아니라 식품의 안정성에서 문제가 발생할 소지가 높다. 현재 유럽, 미국 등의 선진국에서는 유기농법에 의한 재배면적과 생산량이 증가 되고 있지만 국내 유기농 양파생산은 매우 저조한 실정이다. 이러한 문제를 해결하는 방안으로 내병성 품종육성이 현실적으로 가장 효과적인 수단일 것이다.

현재 양파육종에 주로 이용되고 있는 야생종 및 근연종은 *Allium. fistulosum*, shallot(*A. cepa* var *ascalonicum*), *A. roylei*, *A. galanthum*, *A. altaicum* 등으로 양파나 파속 재배종들의 형질을 개량하는 유용한 특성을 가진 유전자원으로 재배종을 개량하는데 필요한 잠재력을 가진 종들이다. 양파의 종간교잡은 주로 양파와 근연종간에 교잡이 이루어 졌고 특히 양파와 파간의 교잡연구가 대부분을 차지하고 있다. 종간교잡의 최종목적은 양파의 좋은 품질과 파의 내병성 형질을 결합한 임성이 높은 품종을 개발하는 것이다.

파와 shallot의 형질을 양파에 도입하고자 하는 이유로는 양파에 비해 pink root, smut, leaf rot, anthracnose, onion fly에 저항성이 있으며 높은 가용성 고형물과 건물함량, 강한 내한성을 가지고 있고 개화가 빠르고 개화기간이 짧으며 양파보다 매개충의 유인력이 강한 채종에 유리한 특성을 가지고 있어 재배종임에도 불구하고 양파 품종개량에 중요한 유전자원으로 활용되고 있다.

본 연구에서는 파, shallot 등 파속의 근연종들의 유전자원을 수집 평가하고, 교잡친화성을 검토하면서 양파에서 문제가 되고 있는 병해충에 강한 저항성 및 저장성이 높은 품종을 육성하는데 양파와의 종간교잡 및 여교잡을 통하여 얻어진 종간교잡 계통을 교배 모·부분으로 이용하고자 한다.

나. 재료 및 방법

양파의 저장성 및 내병성이 향상된 품종을 육성할 목적으로 국내의 유전자원을 수집하여 각각의 종(양파, 샬롯 등)들의 특성을 평가하기 위하여 수집된 양파는 엽수, 초장, 엽초경, 추대율, 도복기, 구형지수, 구중을 조사하였다. 샬롯은 초장, 엽수, 위경, 엽색, 위경색, 구색, 화경수, 분구수, 구경, 구고, 구중, 화분색, 임성을 조사하였다.

양파, 파 및 shallot의 3종을 중간교잡에 사용하였으며 교잡모본은 개화 전 화구를 유산지 봉투로 씌워 자연교잡을 방지하였다. 화구 내 소화의 10%정도가 개화 하였을 때 유산지 봉투를 제거하고 화분친의 화경을 잘라 주두친과 병치한 후 교배망을 씌우고 인공사육한 연두금과리를 수분매개충으로 공급하였다.

염색체 관찰은 근단의 염색체를 관찰하기 위하여 양파와 shallot은 인경을, 파와의 잡종은 묘로부터 발근시킨 후 생장이 왕성한 근단을 채취하여 0.05% 콜히친용액에 상온에서 4시간 전처리 하고 증류수로 30분간 수세한 후 Carnoy's 용액에 고정하여 4℃ 냉장고에 보관하여 염색체 관찰에 사용하였다.

근단은 증류수로 세척하고 60℃의 1N HCL에 5분간 해리시켰다. 해리된 근단은 증류수로 수세하고 생장점부분을 잘라 1% aceto-carminе 용액으로 염색한 후 압착법으로 프레파라트를 만들어 광학현미경으로 염색체를 관찰하였다.

염색체의 길이는 영상 분석프로그램(Image Pro., Nikon, Japan)을 이용하여 측정하였다.

다. 결과 및 고찰

수집한 유전자원은 *Allium vavillovii* 등 3종 5품종으로 *A. vavillovii* 는 양파의 야생종으로 추정하고 있으며 농촌진흥청 유전자원과에서 분양을 받았다. 양파와 유사한 특성이 많고 교배가 용이하여 양파의 내병성과 환경적응성을 개선하는데 유용한 자원으로 이용이 가능할 것으로 여겨지며 네덜란드에서 수집한 양파 (*Allium cepa*)는 자색 2품종과 백색 1품종으로 자색품종 Red baron과 Olympus는 표피와 엽육이 모두 자색으로 자색계 양파 육종소재로 이용이 가능하고 백색계통인 Whiteness는 국내에서 현재 재배되지는 않지만 세계 생산량 측면과 소비 다양성을 고려할 때 중요한 자원으로 이용될 수 있을 것이다(표7).

Table 7. Germplasm collection.

학명	품종명	수집지역	수집수	특성
<i>Allium vavillovii</i> L.	-	종자은행	5점	양파의 야생종으로 추정됨
<i>Allium cepa</i> L.	Red baron	네덜란드	3점	자색양파
"	Olympus	네덜란드	3점	자색양파
"	Whiteness	네덜란드	2점	백색양파
<i>Allium ascalonicum</i> L.	Red pearl	네덜란드	2점	자색샬롯

양파의 저장성 및 내병성을 강화하기 위하여 중간교잡을 통한 유전변이를 확대하고자 국내외 유전자원(양파, 샬롯)을 수집하여 특성을 조사하였다.

샬롯은 수집나라별로 초장에 큰 차이를 보이고 있으며, 남방계인 필리핀 수집종은 초장이 짧았고 북방계인 네덜란드 수집종은 길었다. 구피색은 네덜란드 수집종, 독일수집종 및 필리핀 수집종이 자색을 띠었고 중국 수집종들은 황색을 띠었다(표 8).

Table 8. Characteristics of collected shallots(*Allium ascalanicum* L.).

도입국	초장 (cm)	엽수 (개)	위경		엽색	위경 색	구색	화경 수	분구 수	구경 (cm)	구고 (cm)	구중 (g)	화분 색	임성
			길이 (cm)	두께 (mm)										
네덜란드	70.2	8.4	22.4	20.5	농녹	녹	자색	5	4	2	4	18	황색	불임
중국 1	52	5	15	12	농녹	녹	황색	3	5	3	5	16	황색	가임
중국 2	48	6	13	14	농녹	녹	황색	3	3	5	7	25	회색	불임
독일수집종	50	7	14	25	농녹	녹	자색	4	5	2	2.8	16	황색	가임
필리핀수집종	35	6	13	15	연녹	연녹	자색	4	5	2	2.8	16	황색	가임

양파는 삼일황, 슈퍼하이골드, 한터 1430, 노조미 4품종이 중생이었고, 로망, 한터 410, 한터 418, 마르스, 파워볼, 히카리, 한터 515, 한터 505, 썬케이, 적색양파 룬마, ISI1115, ISI 2130, 쓰리마루, WOLF F1, 월드킹, 엘리먼트, ISI 836104, ISI 21210, 카스, 카리스마, 다이아몬드 21품종이 중·만생이었으며, 플라멩고, 부원 2001-35, 부원 2001-33, 부원 2001-29, 부원 2001-13, 부원 2001-2, 천주적, HSO 108, 강석황, 엄다마루, 올레드, 에레트릭, 황양파 란체로 12품종이 만생이었다. 주로 중생, 중·만생이었고 구피색은 주로 황색과 자색을 띠고 있었다. 추대율은 플라멩고 74.4%, 한터 515 55.4%, HSO 108 37.1%, 황양파 란체로 28.4% 순으로 높았다.

Table 9-1. Characteristic of collected onion varieties.

품종	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	추대율 (%)	도복기 (월.일)	구형 지수	구중 (g)	구색
로망	6.5	46.1	21.3	0.1	5.14	86	235	황
삼일황	7.7	52	23	18.4	5.8	84	162	"
슈퍼하이골드	7.7	51.9	22.6	16.8	5.8	89	137	"
한터 410	7.1	50.6	21.3	18.5	5.22	89	231	"
한터 418	7.8	49.3	21.5	3.7	5.16	92	226	"
플라멩고	6.4	41.5	17.3	74.4	6.3	17	89	"
마르스	8.3	54.9	22.7	0.0	5.21	100	241	"

Table 9-2. Characteristic of collected onion varieties.

품종	엽수 (매)	초장 (cm)	엽조경 (mm)	추대율 (%)	도복기 (월.일)	구형 지수	구중 (g)	구색
과워볼	8.1	58.5	22.7	1.0	5.26	90	309	"
히카리	7.7	56.2	21.7	2.8	5.24	95	146	"
한터 1430	8.7	57.8	24.3	8.1	5.9	87	258	"
한터 515	7.8	60.3	24.2	55.4	5.19	83	193	"
한터 505	7.9	68.7	22.9	1.0	5.16	82	231	"
노조미	8.3	59.3	22.5	0.9	5.9	85	167	"
션케이	8.1	59.1	24.1	0.0	5.18	89	241	"
적색양파롬바	8	58.5	23.1	0.0	5.22	84	216	적자
부원 2001-35	5.0	36	17.6	0.0	6.5	94	113	"
부원 2001-33	6.1	37.7	17.1	0.0	6.6	117	84	"
부원 2001-29	6.5	43.8	18.3	0.0	6.8	133	60	"
부원 2001-13	6.3	45.5	19.8	0.0	6.9	123	56	"
부원 2001-2	6.7	46.4	20	15.3	6.9	128	71	"
ISI1115	7.0	50.7	20.9	0.0	5.26	96	220	적자
천주적	7	47.2	20.9	10.0	6.15	78	164	적자
ISI 2130	7.5	51.1	23.2	0.0	5.30	72	61	적자
HSO 108	7	46.8	21.3	37.1	6.8	90	141	황
강석황	7.5	47.4	21.9	0.0	6.5	96	238	"
쓰리마루	7.7	51.9	21.6	0.0	5.28	88	265	"
WOLF F1	7.3	50.9	21.2	0.0	5.26	84	211	"
업다마루	7.5	49.4	22.2	0.0	6.5	97	176	"
올레드	7.2	47.7	21.5	0.0	6.11	102	264	적자
월드킹	8.5	59.5	25.6	0.0	5.26	87	254	황
에레트릭	7.2	47.7	20.7	0.0	6.12	96	246	적자
엘리먼트	7.4	48.6	21.5	0.0	5.21	102	216	황
ISI 836104	7.4	49.1	21	0.0	5.30	62	127	"
ISI 21210	6.9	49.3	20.4	0.0	5.23	82	154	"
황양파 란체로	6.2	39.9	17.8	28.4	6.4	92	169	"
카스	7.6	47.2	21.1	0.0	5.26	105	185	"
카리스마	7.6	50	20.9	0.0	5.27	102	161	"
다이아몬드	7.6	50.9	22.9	0.0	5.19	97	157	"

양파와 샬롯, 양파와 파간의 종간교잡 교배는 교잡친화성이 양호하여 채종 후 종자를 얻는데 큰 지장을 초래하지 않았으나 양파×(양파×파), (양파×파)×양파의 교잡에서 개화시기의 불일치로 채종효율이 다소 떨어지는 경향을 보였다(표10).

Table 10. Interspecific crossing between onion and shallot, onion and welsh onion.

교배조합	교배 조합수	채종 조합수	채종효율 (%)	Remark	
양파(C) × 샬롯(A)	A/C	10	10	100	- 저장성 향상
	A/C///C	25	25	100	- 성분개량
	C///A/C	77	77	100	
양파(C) × 파(F)	C/F	8	8	100	- 병해충 저항성
	C//C/F	15	7	47	- 잡종강세
	C/F//C	10	6	60	- 지하부 개량
	C//C/F	14	14	100	

양파와 샬롯간 종간잡종의 생육 및 수량특성을 검정한 결과 대체적으로 종간 교잡 계통들이 수확 후 상온 간이저장(6월 하순부터 10월 상순)에서 건전구율이 61~95%까지로 대비인 양파나 샬롯보다 저장 중에 부패가 덜하여 종간잡종이 종간교배 양친인 양파나 샬롯 보다 저장성이 월등히 향상되고 있음을 보여주고 있었다. 황색보다는 자색의 종간교잡종들이 대체적으로 저장성이 높은 경향을 보이고 있었다(표 11).

Table 11. Characteristic of interspecific crossed line between onion and shallot.

품종 및 계통명	초장 (cm)	엽수 (매)	엽초경 (mm)	도복기 (월일)	구형 지수	구중 (g)	구색	건전구율 (%)
천주대고	69	7	17.3	6. 3	82	291	황	43
소 닉	51	5	16.5	5.10	67	351	황	28
팝(샬롯)	57	6	13.9	5.28	80	299	황	38
H6	56	9	18.3	6. 9	83	252	자	70
H18	65	7	15.2	6. 8	80	287	황	69
H25	51	9	16.6	6. 1	125	200	자	95
H41	56	8	17.9	6. 6	91	276	황	61
H53	59	8	16.6	6. 9	86	222	자	70
H55	60	10	18.9	6. 8	78	226	자	75
H105	62	6	16.5	6. 1	80	255	황	82
H120	44	6	13.4	6. 5	87	222	황	88



Fig. 23. Comparison of interspecific crossed line between onion and shallot.

양파와 파간 종간교잡에서는 주로 파의 생체의 연백부를 길게하고 추대를 낮추어서 파의 출하시기를 조절하는데 유리한 종간교잡종을 선발하는 것을 목적으로 종간잡종의 생육 및 수량특성을 검정하였다. CF16과 CF17을 제외한 나머지 종간교잡 6계통(CF2, CF3, CF4, CF8, CF10, CF11)이 초장이 길고 엽초경이 길어 연백부를 신장하는데도 효과가 있을 것이며 엽초경도 대비품종인 장열이나 금장보다 더 두텁게 생육된 것으로 보아 기존의 파 보다는 상품가치가 높은 것으로 판단되었다. CF17을 제외한 종간잡종 7계통이 생체중도 많으며 특히 CF2와 CF3은 장열과 금장에 비하여 3배 정도 높았다. 추대율도 대체로 대비품종들보다 안정적이며 CF4, CF8, CF10, CF11, CF17은 만추대의 특성을 보이고 있었다(표 12).



Table 12. Characteristic of interspecific crossed line between onion and welsh onion.

품종 및 계통명	초장 (cm)	엽수 (매)	엽초장 (cm)	엽초경 (mm)	생체중 (g/주)	추대율 (%)
장열	68	7	16	12.3	71	35
금장	67	6	15	12.6	68	63
CF2	109	9	26	21.9	202	31
CF3	118	8	28	23.4	236	25
CF4	94	9	22	20.2	157	0
CF8	89	10	18	21.8	137	0
CF10	106	8	22	18.4	144	0
CF11	100	8	22	16.4	127	0
CF16	59	9	17	17.0	105	9
CF17	69	9	14	15.6	80	0

양파, 샬롯 및 파간 중간교잡종의 체세포 염색체를 관찰한 결과를 보면 양파의 염색체수는  $2n=16$ 이었고, 파의 염색체수도 양파와 같은  $2n=16$ 이었다. 파는 양파에 비해 염색체의 길이는 짧았지만 단완에 양파에 비해 크고 뚜렷한 부수체를 가지고 있었으며 양파와 파의 잡종 체세포 염색체 수는 16개로 양친의 염색체수와 같았으며 염색체의 수적 이상은 발견되지 않았다.



Fig. 24. Mitotic chromosomes of onion(*Allium cepa*), welsh onion(*A. fistulosum*) and their interspecific hybrid.

Shallot의 염색체수는  $2n=16$ 이었고, shallot과 양파의 잡종식물 shallot/양파의 염색체수는  $2n=16$  개로 양친종인 양파와 shallot의 염색체수와 동일하였으며, 염색체의 수적이상은 발견되지 않았고 염색체의 길이는 양친종의 중간이었다. 잡종식물에서 각각 2개씩 부수체가 달린 염색체가 관찰되었다.

양파와 shallot은 부수체가 없었는데 shallot/양파의 잡종식물의 체세포 염색체에 2개의 부수체가 존재한다는 것이 shallot과 양파간의 중간잡종의 식물체의 유무를 판정하는데 확실한 증거를 제시할 수 있었다.



Fig. 25. Mitotic chromosomes of onion(*Allium cepa*), shallot(*A. ascalonicum*) and their interspecific hybrid.

Shallot과 양파 및 그들의 중간교잡식물 인경의 황 화합물에 의한 향기성분을 분석하였다. Shallot에서 분석 대상 성분 17종 중 2-propenyl metyle sulfide를 비롯한 15개의 성분이 동정되어 양파에 비해 다양한 향기성분이 검출 되었고, 주성분은 methyl propyl trisulfide, dipropyl trisulfide와 dimethyl trisulfide로 각각 5.87%, 4.55%, 3.59%이였고, 양파는 methyl prophyl disulfide, dimethyl thiophene와 methyl prooyl trisulfide이 주성분으로 각각 1.51%, 1.33%, 1.01%이었다. 잡종식물은 9종만이 검출되었으며 dimethyl trisulfide와 dimethyl disulfide 이 주성분으로 각각 3.37%, 1.90%를 나타냈다.

Table 13. Volatile sulfur-containing compounds in chopped scales of onion, shallot and their interspecific hybrid. (unit : %)

Peak No.	Compounds	onion	shallot	hybrid
1	2-propenyl metyle sulfide	—	0.14	—
2	1-propanethiol	0.41	0.49	—
3	Dimethyl disulfide	0.63	1.45	1.90
4	Dimethyl thiophene	1.33	1.21	0.60
5	Methyl prophyl disulfide	1.51	1.72	0.69
6	Methyl Z-1-propenyl disulfide	0.14	0.26	0.25
7	Methyl E-1-propenyl disulfide	0.05	0.12	0.53
8	Methyl 2-propenyl disulfide	—	0.56	—
9	Dimethyl trisulfide	0.70	3.59	3.37
10	Diprophyl disulfide	0.43	—	—
11	Prophyl Z-1-propenyl disulfide	0.07	0.14	0.07
12	Prophyl E-1-propenyl disulfide	0.02	0.74	0.05
13	Prophyl 21-propenyl disulfide	—	0.25	—
14	Methyl prooyl trisulfide	1.01	5.87	0.79
15	Methyl 1-propenyl trisulfide	—	0.28	—
16	Dipropyl trisulfide	0.31	4.55	—
17	Dially trisulfide	—	—	—

## 라. 요약 및 결론

과속식물에서 중간교잡은 유용한 형질을 가진 다른 종의 형질을 도입하여 새로운 품종을 육성하는데 있어 유전적 변이를 확대하고 종들의 근연관계를 밝히는 수단으로 이용되어 왔다. 과속식물 중간교잡에서 가장 관심 있는 분야는 야생종이 갖는 생육특성이나 병해충 저항성, 저장성, 재해저항성 등을 재배종에 이전하고 중간잡종의 임성회복에 관한 분야의 연구가 활발히 진행되어 오고 있다.

본 연구에서 양과의 저장성을 높이기 위하여 shallot의 고형물함량이 높아 저장력을 갖는 형질을 양과에 도입하는 것과 과의 병해충 저항성을 발휘하는 형질을 양과에 도입하여 새로운 종을 창성하여 유용한 변이를 확대하는 것이 가능하다는 것을 밝혔다.

따라서 본 연구의 결과로 얻어진 새로운 변이종을 교배친으로 활용하여 양과의 저장성과 내병성 품종을 육성하는데 효과적으로 활용할 수 있을 것이다.

## 3. DNA marker를 이용한 양과 응성불임 세포질 판별

### 가. 연구목적

양과는 2년 1세대로 육종의 소요시간이 길고 타식성 작물(타식율 73~100%)로서 유전적 조성이 잡박하며 자식열세가 심하다. 또한 양과는 polygene에 의하여 형질이 발현되는 특성이 있어 선발이나 교정이 어려운 작물이다. 특히 세포질 효과가 뚜렷하여 환경의 영향을 많이 받는다. Jones와 Emsweller(1925년)는 Italian Red라는 품종에서 세포질과 핵내에 응성불임성을 유기하는 유전자가 존재하고 있음을 발견하였다. Jones와 Clarke(1943년)는 양과 응성불임성의 유전기구를 구명하는 한편 응성불임 계통(A-line)과 응성가임 계통(C-line)을 혼식하여 응성불임 계통의 종자를 채종하면 F1 종자가 되는 일대잡종 생산체계를 확립하였다.

양과의 응성불임 계통을 이용하여 일대잡종 생산에 이용하기 위해서는 매년 100% 응성불임을 나타내는 종자친(A-line)과 이 A-line을 유지하기 위한 응성불임 유지계(B-line)계통이 필수적이다. 만약 임성이 안정되지 않아 응성불임 계통에서 화분이 발생하는 개체가 섞여 있을 경우 그 계통을 이용하여 생산한 F1 종자들은 순도가 균일하지 않고 특성이 처음에 선발한 조합과는 차이가 나게 된다. 따라서 새로운 응성불임 계통을 만들기 위해서는 자연에서 유기되는 응성불임 개체와 임성인 개체 간에 교배를 통하여 100% 응성불임집단을 양성하여야 한다. 그러나 이 작업은 수많은 여교잡 과정과 다양한 계통을 교배에 사용하는 과정을 거치는 매우 복잡하고 많은 시간과 포장면적, 인력이 소요된다.

양과의 응성불임계통을 양성하기 위해서는 임성인 유지계통(B-line)과의 여교잡(back-cross)이 필요하며 그 후대에서 목적하는 특성을 가진 계통을 분리하고 인자분석 과정을 통하여 응성불임 인자 조성이 'Nmsms'인 것을 찾아야 한다. 응성불임 인자 조성이 S/MSms, S/MsMs 또는 N/MSMS일 경우 그 자체로는 B-line을 분리해 낼 수가 없다. 이들을 인자조성이 S/msms인 A-line을 모계친으로 하여 교잡하면 세포질 인자는 'N'이 되고 핵내 인자는 MS와 ms가 최소한 hetero상태가 되므로 N/msms'인 계통을 분리해 낼 수 있다. 따라서 양과 F1 품

종생산을 위한 응성불임계통(A-line)을 양성하기 위한 응성불임 유지계로 이용하기 위해서는 세포질이 반드시 “N”이어야하며 핵내 유전자형이 MSms, 또는 msms 여야 한다.

본 연구는 DNA marker를 이용하여 양과 응성불임과 관련된 세포질을 판별함으로써 기존의 여교잡 방법에 의해 응성불임계(S, msms)와 유지친(N, msms)를 판별하는데 소요되는 시간과 노력을 절감함으로써 양과 교배종 품종(F<sub>1</sub>품종)과 고정종 품종개발 효율을 증진시키고자 하였다.

#### 나. 재료 및 방법

DNA marker 판별 재료는 육성중인 자식계통 191계통 및 유전자원 286계통을 이용하였다. DNA를 추출코자 양과의 어린 줄기의 끝부분을 채취한 후 액체질소를 이용해 막자사발로 양과 잎을 곱게 갈아서 microcentrifuge tube에 100mg씩 각각 넣었다.

Quiagen plant mini kit를 이용해 DNA를 추출하였다(한 sample당 100 $\mu$ l의 DNA를 추출).

PCR판별방법으로 T. Engelke method를 사용하였다.

(1) primer : *orfA501*로 PCR 수행시 473bp 로 나타난다.

(OF) 5'-ATGGCTCGCCTTGAAAGAGAGC-3'

(OR) 5'-CCAAGCATTTGGCGCTGAC-3'

(2) reaction

- template DNA는 100ng을 사용하였고 final volume은 20 $\mu$ l로 한다.
- 0.25 $\mu$ M의 primer, 5mM의 dNTP, 2 $\mu$ l의 10x buffer, 2units 의 rTaq polymerase(Takara)를 넣고 나머지는 멸균수로 volume을 맞춘다.
- reaction mixture는 thermocycler (Primus)에서 94 $^{\circ}$ C 5분, (94 $^{\circ}$ C 30초, 53 $^{\circ}$ C 1분, 72 $^{\circ}$ C 2분) 40 cycles, 72 $^{\circ}$ C 5분 반응시킨다.
- PCR product는 1 $\times$ TAE buffer에 1.2% agarose gel상에서 loading한다.

#### 다. 결과 및 고찰

양과 잎(자식계통 191계통, 유전자원 286계통)은 어린 잎의 끝부분을 적출하였고, 이를 액체질소에서 막자사발로 곱게 갈아서 식물재료로 사용하였다. 이는 Plant mini kit(QIAGEN)를 이용하여 GeDNA를 추출하였고, PCR을 수행하였다. PCR 마커는 Harvey (1995) 와 Sato (1998)로부터 발견된 것을 시험했으나 결과가 나오지 않았다. 그리하여 Engelke *et al.* (2003)의 양과에 473bp를 나타내는 primer (*orfA501*)를 이용하여 PCR을 수행하였다.

Primer는 sense가 5'-ATGGCTCGCCTTGAAAGAGAGC-3'로 annealing 온도가 60 $^{\circ}$ C였고, antisense는 5'-CCAAGCATTTGGCGCTGAC-3'로 annealing온도가 57.1 $^{\circ}$ C였다. 그러나 이러한 annealing 조건하에서는 증폭이 되지 않았으며, 결국 온도를 낮추어 53 $^{\circ}$ C의 annealing 온도에서 PCR을 수행한 결과 S- 세포질은

*orfA501*에 상응하는 부분인 473bp에 band가 선명하게 증폭되었고, 반면에 N- 세포질은 473bp엔 전혀 증폭이 되지 않았다. PCR 조건은 94°C 5분간 처리후 94°C 30초간 denaturation, 53°C 1분간 annealing, 72°C 2분간 extension을 40 cycle을 수행후 72°C 5분간 final extention을 하였다. 이는 1x TAE buffer에 1.2% agarose gel을 담그고 6x loading dye와 함께 loading 하였다. 다음은 불임계인 MEO1043A, MEL108A와 유지계인 MEO1043B, MEO108B의 PCR product를 5 $\mu$ l씩 loading한 것이다. 불임계는 473bp 부근에 증폭으로 인하여 band가 나타났으며 유지계는 473bp부근이 매우 깨끗하게 증폭산물이 안나온 것을 알 수 있었다. 그리고 gel 사진의 하단 부분에 희미하게 보이는 band는 primer dimer로 보여준다.

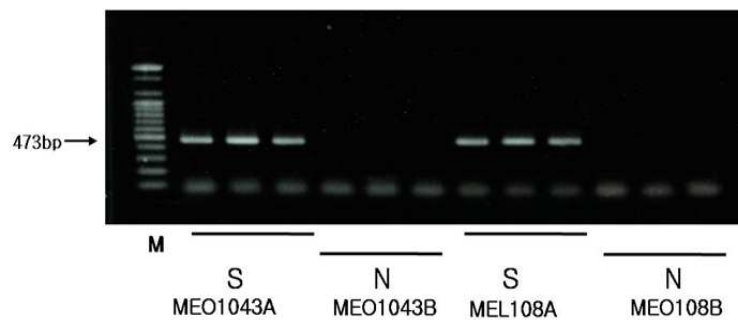


Fig. 26. Amplification of *orfA501*-marker in (N)- and (S)-cytoplasm.

본 연구에서는 MS 유지계통(44개), 3대 자식계통(32개), 3대 집단 계통(13개), 화분친 계통(9개), 품종자식 계통(13개), 순환조생 계통(8개), 순환중생 계통(23개), Red자식 계통(22개), 목자M 계통(21개), S.W.G.(6개) 계통, 유전자원 계통(286개) 총 477계통의 양과 잎을 사용하였다. MS 유지계 44계통 중 11계통은 N-형, 26계통은 S-형, 7계통은 N-,S-형을 나타냈다. 3대자식 32계통 중 12계통은 N-형, 16계통은 S-형, 4계통은 N-,S-형을 나타냈다. 3대집단 13계통 중 8계통은 N-형, 3계통은 S-형, 2계통은 N-,S-형을 나타냈다. 화분친 9계통 중 6계통은 N-형, 3계통은 S-형, N-,S-형은 나타나지 않았다. 품종자식 13계통 중 3계통은 N-형, 7계통은 S-형, 3계통은 N-, S-형을 나타냈다. 순환조생 8계통 중 2계통은 N-형, 6계통은 S-형, N-, S-형은 나타나지 않았다. 순환중생 23계통 중 9계통은 N-형, 14계통은 S-형, N-,S-형은 나타나지 않았다. Red자식 22계통 중 N-형은 나오지 않았고, 20계통은 S-형, 2계통은 N-,S-형을 나타냈다. 목자M 21계통 중 11계통은 N-형, 5계통은 S-형, 5계통은 N-,S-형을 나타냈다. S.W.G. 6계통 중 1계통은 N-형, 4계통은 S-형, 1계통은 N-,S-형을 나타냈다. 유전자원 286계통 중 99계통은 N-형, 135계통은 S-형, 52계통은 N-,S-형을 나타냈다. 이러한 결과 239계통은 S-형질을 나타냈고, 162계통은 N-형질을 나타냈으며, 76계통은 S-형질과 N-형질이 섞여있는 것으로 나타났다.

Table 14. Cytoplasm types distribution in accessions of bulb onion.

	시험계통수	세포질 형		
		N	S	NS
MS 유지계	44	11	26	7
3대자식	32	12	16	4
3대집단	13	8	3	2
화분친	9	6	3	0
품종자식	13	3	7	3
순환조생	8	2	6	0
순환중생	23	9	14	0
Red자식	22	0	20	2
목자M	21	11	5	5
SWG	6	1	4	1
유전자원	286	99	135	52

Table 15. Distinguish of Nucleus gene in onion.

세포질형	핵형	계통수	MS계통 분리비(ms/mf)
CMS-N(BC1)	ms ms	28/35	100/0
CMS-N(BC2)	ms ms	32/68	100/0
CMS-N(BC3)	ms ms	17/20	100/0

웅성불임계와 유지계로 추정되는 계통 간 교배 교배후대에서 분리비로 핵내 유전자형을 추정하였다. 세포질이 N형인 집단에서 A line이 모두 가임인 경우 핵내 유전자형은 MSMS, 모두 불임인 경우 msms(B-line), 50%가 불임인 경우 MSms로 하였다. 그 결과로 BC<sub>1</sub>(여교잡 1세대)에서는 35계통 중 28계통, BC<sub>2</sub>에서는 68계통 중 32계통, BC<sub>3</sub>에서는 20계통 중 17계통이 유지계통(N/ms ms)으로 판별되었다.

#### 라. 요약 및 결론

이러한 연구결과를 토대로 양파의 일대잡종 품종과 고정종 품종개발에 필수적인 세포질 판별에 필요한 DNA 마커를 선별하고 실용화하여 육종재료의 선별 효과를 높일 수 있다. 핵내 유전자를 판별하는 연구를 수행함으로써 육종연한을 단축하여 이러한 품종개발에 필요한 양파 품종연구의 육종효율을 높여 품종개발에 소요되는 기간을 단축하고 국내 양파 품종의 경쟁력을 높이는데 기여할 것으로 여겨진다.

#### 4. 미수분 화주배양 및 소포자 배양을 통한 반수체 유기

##### 가. 연구목적

육종 연한 단축을 위한 doubled haploid 생산기술 개발은 1대잡종의 hybrid vigour를 증진시키는데 필요한 homo화나 순계화 된 화분친 계통(c-line)을 선발하는데 필요하다.

양과는 같은 타식성 작물인 옥수수에 비하여 자식약세 정도가 매우 심하다. 그 이유는 형질발현에 관여하는 유전자들이 거의 폴리진으로서 지배가가 아주 낮기 때문이다. 따라서 양과는 심한 자식약세 때문에 자가수정을 통한 inbred 계통을 만들어서 pure line을 얻는 것을 화분친으로 활용하는데 다소 문제가 되기도 한다. Doubled haploid는 짧은 기간에 순계를 얻는 가장 효과적인 방법이다. 반수체 유기는 androgenesis나 gynogenesis 를 이용한다. 양과의 경우 반수체를 얻기 위해 많은 연구자들에 의해 약배양 실험이 수행되었으나 모두 실패하였고 미수분 자방이나 배주를 이용한 반수체 유기는 성과가 있었다. 육종재료로 반수체를 이용하기 위해서는 반수체 유기효율성이 높고 유전적으로 안정적이어야 하며 반수체를 배가시키기 쉬워야 하고 배가된 반수체는 환경적응성, 유전적 안정성, 임성을 가져야 한다.

DH 계통은 OP계통에 비해 상가적인 변이는 많으나 우성변이는 없고 조합능력이 높아 짧은 기간에 균일성과 잡종강세가 높은 집단을 선발할 수 있다. 그러나 genotype-dependent induction 빈도가 높고 심한 자식약세가 나타난다.

본 연구에서는 양과의 반수체 유래 식물체를 양성하여 양성된 반수체로부터 염색체가 배가된 doubled-haploid를 작성하기 위해 양과의 품종에 따라서 미수분 화주배양의 효과를 비교하였고, 아직까지 성공한 사례가 없는 소포자 유래의 화분배양을 시도하였다.

##### 나. 재료 및 방법

양과의 품종은 구비대의 광주기 조건에 따라서 단일성, 중일성 및 장일성의 3가지 형태로 구분하는데 본 실험에서는 inbred 계통인 단일성 4계통, 중일성 4계통, 및 장일성 4계통을 재료로 하였다.

미수분 화주배양은 식물체에 분화되어 착생된 전체 화서가 첫 번째 꽃이 피어 있을 때를 기준하여 화뢰를 채취한 다음 화뢰 길이가 2~3mm 범위에 있는 것을 따로 분리하여 1% NaOCl용액으로 멸균하였다. 멸균 후에 멸균수로 3~4회 세척하여 건조시킨 후 inositol 500mg/L, proline 200mg/L, 100g/L가 혼합된 BDS기본배지에 agar 7g/L를 첨가하여 고체상태의 배지에 치상한 다음 16/8시간의 광주기를 조절하여 21~23℃로 온도가 조절되는 배양실에서 배양하였다.

각 품종별로 미수분 화주배양에서와 같이 전체 화서 중 꽃이 1개 피었을 때를 기준하여 화서를 채취한 후 화뢰의 길이를 2.0~2.5mm, 2.5~3.0mm 및 3.0~3.5mm의 3개 집단으로 나누어, 이들 각각 집단으로부터 20개 정도의 화뢰를 70%의 EtOH에 30초간 소독한 다음 Tween 20을 1~2방울 첨가한 1%의 NaClO 용액에 15분간 표면살균한 후 멸균수로 4회 세척하였다. 살균된 화뢰를 비커에

넣고 13%의 sucrose가 첨가된 B5배지(Gamborg et al., 1968) 10ml를 첨가한 후 균질기로 화퇴를 으깨어 소포자를 분리하여 42  $\mu$ m의 nylon mesh로 여과하고 15 ml의 falcon tube에 담아 1,000rpm에서 5분간 원심분리를 하였다. 상층액을 버리고 1ml의 B5배지로 현탁한 후 활력이 높은 소포자만을 분리하기 위하여 24/32/40%의 percoll을 각각 2ml씩 농도에 따라 15ml의 falcon tube에 층을 이루도록 넣은 후 소포자 현탁액 1ml를 밀도 상층에 조심스럽게 주입하고 1,000 rpm에서 5분 원심분리 한 후 32%의 percoll층에 분리된 소포자만을 파스퇴르피펫을 이용하여 수집하였다. 이 분획에 5ml의 B5배지를 가하여 현탁시킨 후 0.1 ml을 취하여 혈구계수기(haemocytometer)를 이용하여 소포자의 밀도를 측정하고 1,000 rpm에서 5분간 원심분리를 한 후 상층액은 버리고 침전된 소포자들을 13%의 sucrose와 1mg/L NAA와 0.0mg/L BA가 함유된 NLN 배지(Nitsch & Nitsch, 1967)로 소포자 밀도가  $5 \times 10^4$ /ml가 되도록 현탁하여 35mm  $\times$  10mm의 배양접시에 3ml씩 분주하여 32.5°C의 암 상태에서 3일간 배양한 후, 25°C 암상태로 옮겨서 지속 배양하였다.

또한 소포자 배양을 통한 반수체 생산 제고를 위한 기초 자료를 얻고자 형광 염색소인 DAPI를 이용하여 화분 핵을 조사하는 방법을 통해 생체(*in vivo*)상태에서 품종별로 화분크기에 따른 소포자 발육시기를 관찰하였다.

#### 다. 결과 및 고찰

양과는 구비대 시기에 따라 단일성, 중일성, 장일성으로 구분하는데 국내에서 가을에 정식하여 이듬해 봄에 양과를 수확하는 재배체계에는 단일성과 중일성에 속하는 품종들이 적합하다. 따라서 단일성에 속하는 조생종 4계통, 중일성에 속하는 4계통 및 장일성에 속하는 4계통을 재료로 하여 미수분 화주배양을 실시한 결과 전체적으로 중·만생에 해당되는 계통들이 반수체 발생이 많았으며, 반수체 발생비율은 중·만생 > 조생 > 극만생의 순이었다.

극만생종의 경우 조생이나 중·만생에 비하여 반수체 배발생의 비율이 현저히 낮았는데 이것은 극만생종은 국내의 양과 추과재배 환경에 불리한 여건을 제공하였다는 것을 알 수 있었다.

조생종과 중·만생종간에도 반수체 획득비율에 다소의 차이를 보였는데 본 실험이 수행되었던 무안지역의 경우도 양과의 생리생태에 국지적인 미기상의 차이로 조생종 지역과 중·만생종 지역이 구분이 되고 있는 것을 감안할 때 차이가 있을 수 있다는 것을 보여주고 있었다.

그러나 조생, 중·만생 및 극만생종 모든 계통에서 비율은 높지 않지만 반수체 배생산이 가능하다는 것은 본 실험의 목적이 양과의 발현 형질이 폴리진이며 유전력의 지배가가 낮기 때문에 조기에 순계를 육성한다는 차원에서 가능성이 있을 것이다.



Table 16. Formation of gynogenic embryos as a inbred lines.

광주기	품종 및 계통	치상화뢰수	반수체 배생산	
			획득수	%
Short day (조생)	순환조생 2-1-2-5	200	12	6.0
	순환조생 6-3-4-2	200	11	5.5
	순환조생 8-4-1-4	200	16	8.0
	목포 2호	200	15	7.5
	<b>평균</b>		<b>13.5</b>	<b>6.7</b>
Intermediate day (중·만생)	목포 4호	200	18	9.0
	목포 5호	200	12	6.0
	순환중생-1-2-5-3	200	19	9.5
	순환중생-4-3-1-5	200	13	6.5
	<b>평균</b>		<b>15.5</b>	<b>7.7</b>
Long day (극만생)	Red 1-2-3-4	200	7	3.5
	Red 2-5-4-2	200	9	4.5
	White-3-2-3-2	200	6	3.0
	White-2-5-1-3	200	5	2.5
	<b>평균</b>		<b>6.7</b>	<b>3.4</b>

미수분 화주를 배지에 치상한 후 1주일 이 지나면 화뢰가 볼록해지면서 반수체의 배가 약간씩 커지는 것을 볼 수 있고, 15일이 지나면 외관상으로 구분이 가능할 정도의 반수체 배 유래의 유식물체가 나타나오게 된다. 25일 이후에 유식물체를 MS기본배지에 이식을 하여 키우게 되면 반수체 식물체를 얻게 된다.

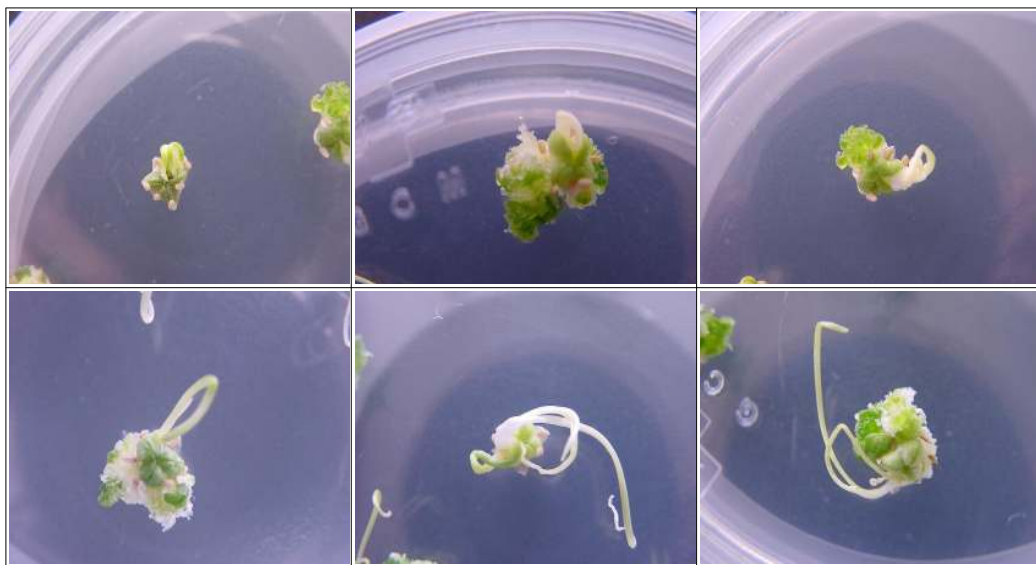


Fig. 27. Haploid explant formation from gynogenic embryo.

반수체 육종을 통한 분리계통의 조기고정 및 유전변이 확대를 위해서는 대포자 보다는 소포자 유래의 반수체 획득이 훨씬 다양한 변이를 획득하는데 유리하다.

본 실험에서도 소포자배양을 통하여 반수체를 유기하고자 실시한 결과 *in vivo* 상태에서 1핵기 말기 또는 2핵기 초기의 소포자를 분리하고자 화분발육을 관찰

한 결과 3.0mm 크기의 화뢰가 적합하다는 것을 알 수 있었다.

따라서 3.0mm 크기의 화뢰를 절취하여 소포자배양을 실시한 결과 반수체 배생산에는 실패하였다. 그것은 분리한 소포자가 세포분열이 잘 될 수 있도록 각각의 소포자들의 세포벽이 너무 얇아 세포의 안정화가 어려웠던 것이 실패의 원인이었다.

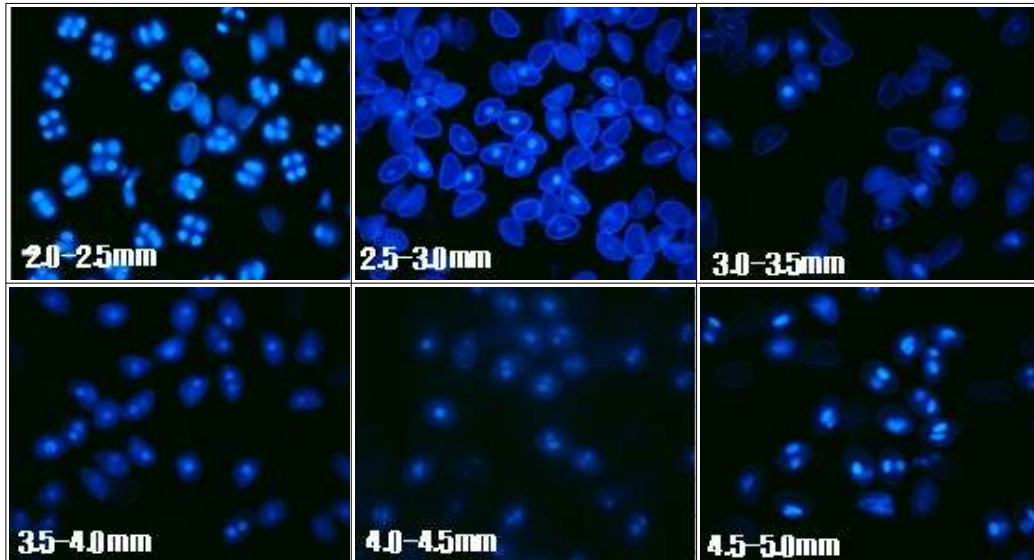


Fig. 28. Comparison of microspore development on onion *in vivo*.

Table 17. Embryo formation of from microspore culture of inbred lines.

광주기	품종 및 계통	화뢰크기	반수체 배생산	
			획득수	%
Short day (조생)	순환조생 2-1-2-5	3.0~3.5mm	0	0
	순환조생 6-3-4-2	3.0~3.5mm	0	0
	순환조생 8-4-1-4	3.0~3.5mm	0	0
	목포 2호	3.0~3.5mm	0	0
Intermediate day (중·만생)	목포 4호	3.0~3.5mm	0	0
	목포 5호	3.0~3.5mm	0	0
	순환중생-1-2-5-3	3.0~3.5mm	0	0
	순환중생-4-3-1-5	3.0~3.5mm	0	0
Long day (극만생)	Red 1-2-3-4	3.0~3.5mm	0	0
	Red 2-5-4-2	3.0~3.5mm	0	0
	White-3-2-3-2	3.0~3.5mm	0	0
	White-2-5-1-3	3.0~3.5mm	0	0

#### 라. 요약 및 결론

양과의 반수체 육종을 통한 분리계통의 조기고정이나 유전변이 확대는 대포자 유래의 반수체 배생산을 통하여 가능하다고 판단되지만 조생종, 중·만생종 및 극만생에 따라 반수체 배생산 비율이 낮은 것을 더 극복할 필요가 있다.

또한 소포자 유래의 반수체 배생산이 성공할 경우에는 보다 다양한 유전자원의 확보가 가능하다는 점을 고려할 때 금후에도 양과의 소포자배양을 통한 반수체 배생산 연구가 지속되어야 할 것이다.

## 5. PCI(participatory crop improvement)체계 도입

### 가. 연구목적

양과는 목적산물이 인편이 비대생장 하여 얻어지는 영양체인 관계로 재배 기상환경에 민감하게 반응하는 작물로서 극조생종, 조생종, 중·만생종 및 극만생종으로 재배품종이 구분되면서 국지적인 미기상에 따른 양과 구비대 생장에 차이가 뚜렷하여 동일지역 내에서도 조생종이나 중·만생 적지가 달라질 수 있기에 광지역 적응 품종을 육성·보급하기가 어렵다.

양과의 재배지역별 적합한 우량품종을 조기 육성·보급을 하기 위해서는 종생, 중·만생 재배지대별로 별도의 현지 적응성 평가가 이루어져야만 한다. 가장 보편적으로 평가를 할 수 있는 시험구배치법(난괴법 3반복)에 의해 검정을 하였다. 라도 실제 재배되는 지역에서의 수량성, 재해저항성, 내병성 등에 부합되지 않는 요소가 작용하여 육성된 품종의 특성이 제대로 발휘되지 못하는 경우가 종종 일어난다. 이러한 문제를 해결하는 방법으로 현지 재배포장에서도 재현성을 갖도록 하는 것이다. 만약 새로운 품종이 어느 한 농가의 포장에서는 적응에 실패하였다 라도 또 다른 농가에서는 적응이 될 수 있기에 지역별로 적응하는 품종으로서의 가치는 가질 수 있다. 따라서 우량계통을 선발하여 적응성을 검정하는 단계에서 양과 주산단지 선도농가와 협력하여 육성기관과 재배농가가 공동으로 적지적작의 개념을 도입하여 주산지역의 재배품종으로 적합한 품종을 선정해나가는 시스템을 도입한다면 별도로 농가실증시험의 단계를 거치지 않고 주산지별 우수 품종을 조기에 보급할 수 있는 장점이 될 수 있다. PCI는 양과에서 아직 실행해보지 않은 품종육성체계이지만 적지적작의 개념 하에서 현장에서 양과를 재배하는 농민이 참여하는 육종방법을 도입코자 본 시험을 수행하였다.

### 나. 재료 및 방법

양과 계통분리육종법을 도입하여 무안지역에 적합하며 구모양이 좋고 재배 안정성이 뛰어난 우수계통을 선발하여 세대를 진전하면서 고정화 단계를 거쳐 inbred 계통을 육성하였다.

육성된 inbred 계통 중에 무안지역의 조생종 및 중·만생종 재배지대에 적합한 품종을 조기에 개발하고자 조생 3계통, 중생 6계통을 양과 주산단지 선도농가와 공동으로 적응성시험을 실시하였다.

또한 적지적 품종이 선발 보급되었을 때를 대비하여 그 동안 목포시험장에서 개발한 비닐하우스 이용 양과 안전채종 기술을 접목시켜 개별 농가에서 우수 품종을 일부 채종하여 비영리목적으로 사용하는 것을 시도하고자 조생종인 목포 2호와 중·만생종인 천주중고를 재료로 하여 채종량을 비교하였고, 아울러 웅성불임성을 이용한 1대잡종 종자 격리채종 기술까지도 현장 지도하였다.

### 다. 결과 및 고찰

목포시험장에서 계통분리 하여 선발한 우수 inbred 계통을 양과재배 선도농가에 직접 재배하여 조기 선발 가능성을 검토한 결과 조생종 3계통의 도복기는 4

월 22일~23일이었고, 중생종 6계통은 도복기가 5월 17일~19일 사이를 나타내어 중생종으로 시판되고 있는 대비품종인 소닉보다는 10~12일 빠른 경향을 보이고 있었다.

노균병에는 대체적으로 강한 편이었으며, 공시한 9계통의 구형지수는 0.94 이상으로 구형(球形)에 가까워 소비자가 선호하는 모양을 띠고 있었다. 평균구중은 대비품종인 소닉(중생종)의 242.8g에 비해 22.3~26.3g 이 적은 경향을 나타내었다.

보통 무안지역의 조생종은 도복기가 4월 20일을 전후, 중생종은 5월 20일을 전후로 지켜지는 것이 유리한데 조생종은 2~3일 늦었으나, 중생종은 1~3일 빨라서 본 시험의 결과로 중생종의 경우 선발계통이 재배지역에 잘 적합 할 것으로 사료되었다.

Table 18. Characteristic of selected lines.

계 통 명	Source	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매)	도복 기 (월일)	노균 병	구고 (mm) (A)	구경 (mm) (B)	구형 지수 (A/B)	C.V. (%)	평균 구중 (g)
T12-8-4-2-2-1	금정조생	64.7	17.65	7	5. 19	강	62.27	65.87	0.94	12.52	216.5
T13-5-3-1-2-2	"	62.6	17.18	7	5. 18	강	63.54	65.27	0.97	11.23	219.5
T24-16-2-2-1-1	"	61.8	15.39	7	5. 17	강	63.42	66.36	0.95	11.25	220.1
T27-18-3-1-1-2	"	65.2	19.53	7	5. 18	강	64.37	67.25	0.95	12.37	217.3
T28-2-3-1-2-1	"	64.1	18.64	7	5. 19	중	62.24	64.67	0.96	11.36	217.4
T28-2-5-1-1-2	"	63.3	18.45	7	5. 18	강	63.18	65.78	0.96	11.37	220.5
TE-12-1-1-1-2	TE-10	62.2	11.28	6	4. 22	강	63.45	65.26	0.97	10.83	218.8
TE-12-6-1-1-1	"	62.6	11.23	6	4. 22	중	61.18	64.72	0.94	12.47	205.4
TE-12-8-1-1-2	"	63.4	12.48	6	4. 23	중	60.76	63.35	0.95	11.29	214.8
소 닉	-	76.3	22.57	8	5. 29	중	67.84	72.89	0.93	15.32	242.8



Fig. 29. Bulb shape of selected lines.

농촌진흥청 목포시험장에서 육성한 맵시황, 조은볼 2품종을 무안, 해남, 고흥, 남해 등 4개 양과 주산단지 선도농가와 협력하여 육성기관과 재배농가가 공동으로 적지적작의 품종을 선발코자 하였다. 신품종 ‘맵시황’과 ‘조은볼’을 '06년 9월 상순에 파종하고 10월 하순부터 지역별로 정식(무안 10월 31일, 해남 10월 25일, 고흥 10월 30일, 남해 10월 24일)하여 익년 3월 상순에 생육특성을 조사한 결과 맵시황은 대비품종(로망)과 비슷하였으나 해남과 남해는 결주율이 높은 경향이였다. 조은볼의 생육은 모든 시험지역에서 대비품종(로망)과 비슷한 특성을 보였고, 결주율은 무안에서 적었다. 신품종 ‘맵시황’과 ‘조은볼’이 대비품종(로망)에 비하

여 엽수가 많은 편이고 초장은 다소 적은 편이었다(표19)는 것이 농가의 의견이었다.

Table 19. Characteristic of growth with cultivation regions on two cultivars of Mapshihwang and Choeunball.

구 분		엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (cm)	결주율 (%)	비고
무안	맵시황	6.0±0.7	34.7±5.2	1.28±0.18	7.1	
	조은볼	6.0±0.7	31.7±4.2	1.03±0.19	5.8	
	로망(대비)	5.6±0.5	36.6±3.5	1.20±0.14	14.1	
해남	맵시황	7.0±0.5	41.7±3.7	1.52±0.24	12.8	
	조은볼	7.2±0.6	47.6±4.1	1.53±0.25	5.8	
	로망(대비)	7.0±0.5	47.7±5.1	1.46±0.08	4.5	
고흥	맵시황	6.4±0.5	56.4±4.2	1.40±0.28	4.5	
	조은볼	6.8±0.4	48.8±3.9	1.52±0.29	9.0	
	로망(대비)	6.6±0.7	51.6±6.9	1.78±0.35	9.0	
남해	맵시황	6.5±0.7	52.2±6.0	1.85±0.47	13.5	
	조은볼	6.3±0.7	53.6±3.6	1.29±0.20	8.3	
	로망(대비)	6.3±0.8	58.0±6.1	13.1±0.17	5.8	

양과의 구비대 개시 후 수확기를 결정하는 도복기는 맵시황과 조은볼 2품종 모두 재배된 전 지역에서 대비품종인 로망보다는 빨랐으며, 고흥지역에서 맵시황과 조은볼이 2~3일 빠른 경향이었고 평균 구중도 무거웠다.

구형지수는 맵시황이 0.98로 조은볼이나 로망의 0.97 보다는 가장 구형(救形)에 가까웠다. 본 시험의 결과로 볼 때 맵시황과 조은볼은 고흥이나 남해지역에 적합하였다.

평균구중은 중생종인 로망보다는 맵시황과 조은볼이 무안, 해남, 고흥 및 남해에서 모두 떨어지는 것으로 보아 맵시황과 조은볼은 중생종 보다는 조생종에 가까운 품종이라고 볼 수 있었다. 조생종의 상품성을 갖춘 구의 구중은 200g 내외이고, 구형지수는 0.95이상의 것이 소비자의 선호도에도 적합하므로 맵시황과 조은볼은 4개소의 지역에 적합한 품종으로 사료되었다.

Table 20. Characteristic of bulb with cultivation regions on two cultivars of Mapshihwang and Choeunball.

구 분		도복기 (월일)	구고 (mm) (A)	구경 (mm) (B)	구형 지수 (A/B)	평균구중 (g)
무안	맵시황	5. 13	64.37	65.45	0.98	197.3
	조은볼	5. 20	65.46	67.24	0.97	204.5
	로망(대비)	5. 25	64.27	66.43	0.97	212.3
해남	맵시황	5. 12	64.24	65.32	0.98	196.2
	조은볼	5. 18	65.32	67.13	0.97	202.5
	로망(대비)	5. 26	64.35	66.54	0.97	211.7
고흥	맵시황	5. 10	64.43	65.67	0.98	200.3
	조은볼	5. 18	65.54	67.32	0.97	208.3
	로망(대비)	5. 24	64.46	66.65	0.97	216.2
남해	맵시황	5. 11	64.57	65.78	0.98	201.7
	조은볼	5. 19	65.48	67.29	0.97	206.4
	로망(대비)	5. 25	64.42	66.61	0.97	215.5

5월 23일 무안과 5월 25일 해남에서 현장 평가를 실시하고 재배 및 상품성에 대한 문제점 발굴 및 개선책 논의하였다. 맵시황이 매운맛도 적고 단맛이 다소 있어서 생식용으로 브랜드화가 가능하다고 참석자들의 호평이 있었다.



Fig. 30. Assessment of active onion farm for supply of new variety onion.

#### 라. 요약 및 결론

양파는 목적산물이 영양체인 구비대가 이루어져야만 하기에 구의 모양이나 무게가 상품성을 좌우한다. 또한 구비대는 일장과 온도에 크게 영향을 받는데, 일장조건이 충족되었더라도 구비대 개시기에 국지적인 기상조건에 따라 조생종, 중생종 및 중·만생종의 재배적지에 확연한 차이를 보인다.

본 실험에서도 같은 중생종 품종을 4개 지역(무안, 해남, 고흥, 남해)에 재배하여 생육 및 구 특성을 평가해본 결과 도복기와 구중에 다소의 차이를 보이고 있는 것처럼 양파의 품종별 숙기에 따른 재배적지는 분명하다고 사료되었다.

금후로도 우량계통을 육성하여 품종을 개발하여 보급할 때는 재배적지를 고려하여 적응성 검정을 필히 검토할 필요가 있다.

## 제 4 절 양과 육종효율 증진 기술 개발

### 1. 유도단계에서의 유용형질 선발기술 개발

가. 내동성 검정방법의 효율성 구명

#### (1) 재료 및 방법

공시재료는 조생종으로서 황색인 품종(‘오션’, ‘조생썬더볼’)과 적색인 품종(‘쿠레나이’), 중만생종으로서 황색인 품종(‘매직골드’, ‘엘리먼트’)과 적색인 품종(‘레드썬’)등 총 6품종을 이용하여 시판상토를 충진 시킨 128공 plug tray에 15일 간격으로 파종하여 시료로 이용하였다. 내동성 검정을 위하여 시료는  $-10^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에서 3시간 동안 저온처리한 후에 검정하였으며, ion leakage법에서 추출용매에 따른 차이를 구명하기 위한 시료는 1~4시간 동안 처리하였다. 내동성 검정방법은 Dexter 등(1932)의 ion leakage법을 변형하여 EC를 측정하였고, Colowick와 Kaplan(1957)의 Ninhydrin 법을 이용하여 Proline 함량을 측정하였으며, TTC 법은 Steponkus 와 Lanphear(1967)의 방법을 변형하여 측정하여 이들 3가지 방법의 효율성을 비교 검토하였다.

#### (2) 연구수행결과

내동성 검정방법으로 가장 많이 활용하고 있는 ion leakage법에 의한 검정 결과는 그림 1-1과 1-2에서와 같다. 추출용매에 따른 이온누출정도는 3시간까지는 시간이 경과함에 따라 누출량이 증가하였으나 그 이후는 안정되었으며, 용매에 따른 이온의 누출량은 solbitol에 비해 증류수에서 많았다.

따라서 ion leakage법에 EC측정으로 내동성을 검정하기 위해서는 증류수로 3시간 이상 추출하는 것이 효과적일 것으로 사료되나 시간적인 면에서는 안정적인 누출을 보인 solbitol을 용매로 활용하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.

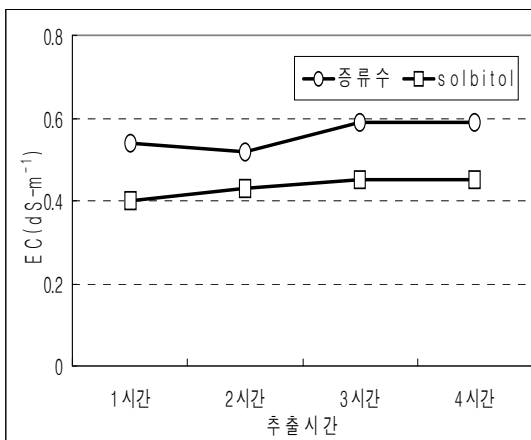


그림 1-1. 용매별 이온누출 정도의 차이

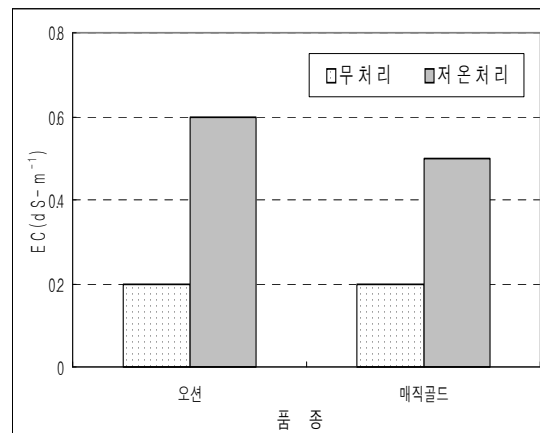


그림 1-2. 저온처리에 따른 EC의 차이

저온처리에 의해 ion leakage법을 활용한 EC측정 결과, 이온누출정도는 무처리에 비해 저온처리에서 약 2.3~2.8배 증가하였으며, 품종별로는 중만생종에 비해 조생종의 이온누출정도가 많았다.

따라서 조생종이 중만생종에 비해 동해에 약한 것으로 판단되며, ion leakage법에 의해 품종의 내동성을 구명할 수 있을 것으로 사료된다.

식물체 내에 단백질의 축적량이 많을수록 내한성이 강하다고 알려지고 있는데 본 실험에서 단백질의 가수분해로 얻어지는 proline의 함량을 조생과 중·만생품종의 적색양과와 황색양과를 분석한 결과 proline의 함량은 구색별로는 적색이 황색보다 많았으며, 숙기별로는 조생종 품종보다 중만생종 품종에서 많았다(그림 1-3).

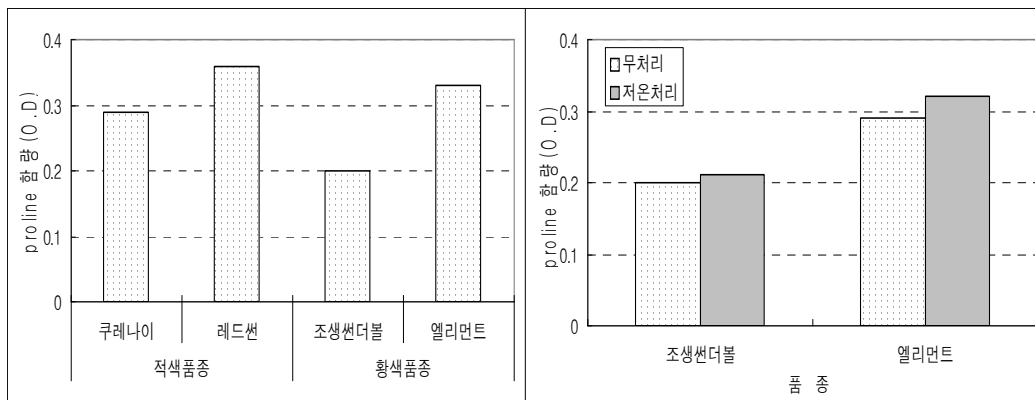


그림 1-3. 구색 및 숙기별 proline의 함량 그림 1-4. 저온처리에 따른 proline의 함량

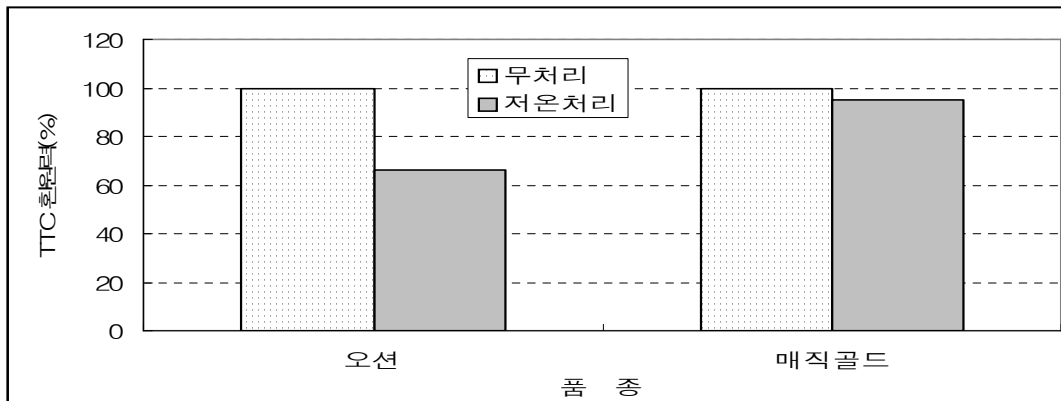


그림 1-5. 저온처리에 따른 조직의 환원력

저온처리에 의한 proline함량은 무처리에 비해 7~10%증가하였으며, 증가정도는 조생종에 비해 중만생종에서 높았다(그림 1-4). 이러한 결과는 저온 스트레스에 의해 식물체내의 proline을 분해에 관여하는 산화제가 감소하여 나타난 결과로 추정된다. 이와 같이 저온처리에 의해서 proline의 함량이 증가하는 것으로 보아 Ninhydrin법에 의한 proline 함량분석을 양과의 내동성 검정방법으로의 활용이 가능할 것으로 사료된다.



저온처리에 의해 TTC법을 활용하여 조직의 환원력을 검정한 결과는 그림 1-5에서 보는 바와 같이 무처리에 비해 저온처리에서 조직의 활력이 감소하였으며, 감소정도는 조생종 품종이 34%가 감소하여 중만생종 품종의 5% 감소에 비해 감소정도가 현저하였다.

따라서 조생종이 중만생종에 비해 동해에 약한 것으로 판단되며, TTC법은 활력 있는 조직에서의 효소 반응에 의해 그 결과가 나타나게 되므로 proline의 경우에서 얻어진 결과와 비교하여 TTC 검정법이 저온에 의한 동해 정도를 판단하는 한 방법이 될 수 있을 것으로 생각된다.

#### 나. 내동성 선발 효과 증진조건 구명

##### (1) 재료 및 방법

시료 마쇄 방법에 따른 proline 수율을 검정하기 위하여 공시재료로는 조생종인 오션 품종을 이용하여 본엽 3매 정도의 유묘를  $-5^{\circ}\text{C}$ 와  $-10^{\circ}\text{C}$ 의 냉동고에서 3시간 저온처리한 후에 sulfosalicylic acid를 첨가하여 마쇄한 것과 액체질소로 마쇄한 후 이것을 다시 sulfosalicylic acid를 첨가하여 검정하였다.

적정 저온처리 시간과 저온정도에 따른 이온 누출 정도 실험은 중생종인 매직골드 품종을 이용하여 1~3시간 저온처리 하였고, 저온정도는 무처리를 대비로  $-5^{\circ}\text{C}$ 와  $-10^{\circ}\text{C}$ 로 처리하였다. 또한 저온정도에 따른 선발지표의 차이는 저온처리 후 생존한 개체와 고사한 개체를 분류하여 분석하였다.

숙기별 묘령 및 저온정도에 따른 이온 누출 정도 실험은 조생선더볼과 담로중갑 품종을 이용하여 50일과 70일 된 유묘를  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 3시간 저온처리,  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 저온처리한 후 이온누출량을 측정하였다.

저온에 대한 내성 증가 물질 처리실험은 Proline 함량의 변화를 측정하여 검정지표로서의 적합성 여부를 판단하였다. 황색양과 과워볼과 적색양과 레드선 품종을 이용하여 본엽 2매기에 계면활성제로 Triton X-100(0.01%, v/v)이 함유된 2mM glycine betaine(Sigma)용액과 Triton X-100(0.2%, v/v)이 함유된 10mM (+)-*cis*, *trans*-abscisic acid(ABA, Duchefa)용액을 내동성 검정 5일 전에 엽면살포하여 시료로 이용하였으며 저온처리는  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 3시간 하였다.

내동성 검정방법은 Dexter 등(1932)의 ion leakage법을 변형하여 EC를 측정하였고, Colowick와 Kaplan(1957)의 Ninhydrin 법을 이용하여 Proline 함량을 측정하여 이를 비교 검토하였다.

##### (2) 연구수행결과

내동성 검정에서 proline 함량 분석 시 적정 시료마쇄 방법의 효율과 차이는 그림 1-6과 같다.

동일한 검정 시료의 마쇄에 액체질소를 이용하여 시료를 마쇄한 뒤 sulfosalicylic acid를 첨가하여 다시 시료를 혼합 마쇄한 것이 기존의 sulfosalicylic acid만을 이용하여 마쇄하는 방법보다 추출에서 보다 안정적이므로 분석의 정확성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

저온처리 시간과 온도에 따른 생존율과 고사주와 생존주의 선발지표의 차이는 그림 1-7과 같이 1시간의 저온처리에서는  $-10^{\circ}\text{C}$ 와  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 엽의 수침상과 같은 피해는 발견되었으나 모두 발근하여 뿌리 성장점의 손상은 없었으나  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서는 2시간 이상의 저온처리에서 고사주가 발생하였으며  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서는 3시간 이상의 저온처리에서 고사주가 발생하였다.

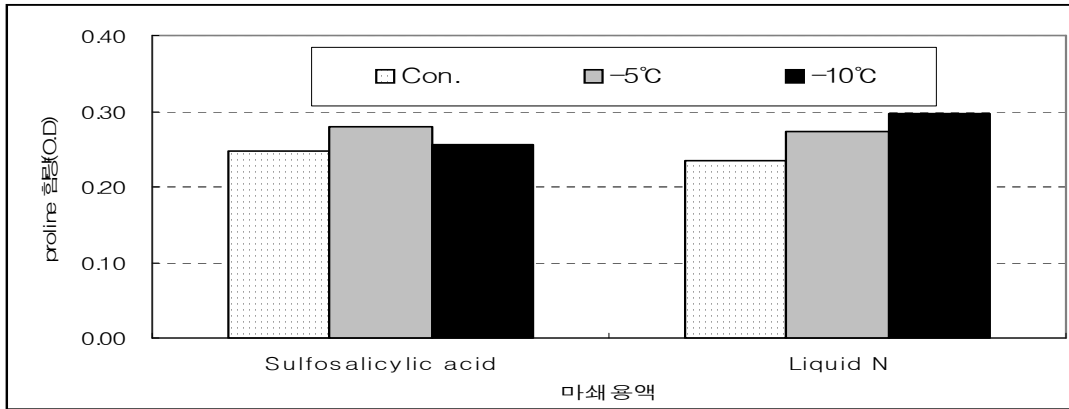


그림 1-6. 시료 마쇄 방법에 따른 추출의 차이

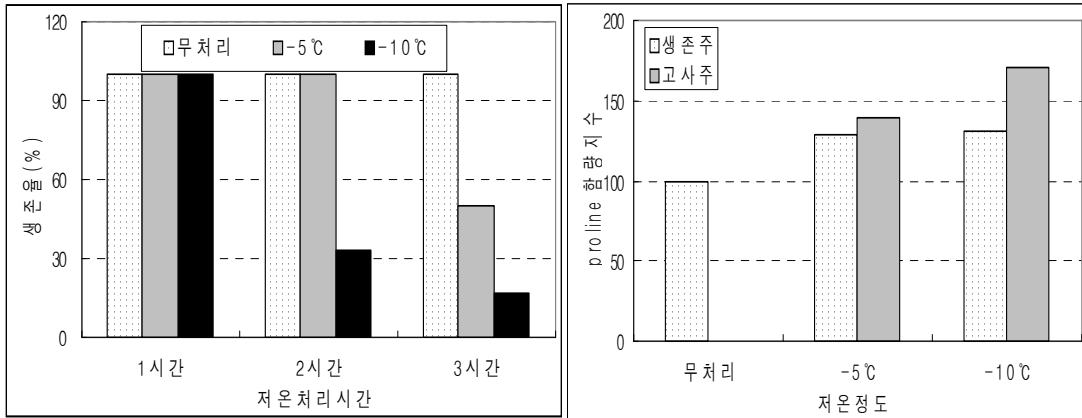


그림 1-7. 저온처리 시간 및 온도에 따른 생존율과 내동성 선발지표의 차이

따라서 분석에 의하지 않고 외관상으로 내동성 정도를 검정하기 위해서는  $-10^{\circ}\text{C}$ 에서 2시간 정도 처리하거나  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 3시간 처리하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

그러나 저온처리에 의한 내동성 선발지표인 proline 함량지수는 고사주의 경우에는  $-5^{\circ}\text{C}$ 에 비해  $-10^{\circ}\text{C}$ 의 저온처리에서 높게 나타났으나 생존주의 경우 저온 정도에 따라 차이가 없으므로 내동성 선발지표로 선발하는 것이 정확성을 기할 수 있을 것으로 사료된다.

조생종인 조생썬더볼 품종과 만생종인 담로중갑 품종의 묘령 및 저온정도별 이온누출량을 보면(그림 1-8), 묘령이 어릴수록 저온에 민감하게 반응하며 온도가 낮을수록 이온누출량이 증가하였다.

숙기에 따른 이온누출량은 묘령이 어릴수록 조생종 품종이 만생종에 비해 초기 생육이 좋아 저온에 노출되었을 때 보다 강한 내성을 나타내었다. 그러나 묘령이 증가할수록 만생종 품종이 조생종 품종에 비해  $-5^{\circ}\text{C}$  처리나  $-10^{\circ}\text{C}$  저온처리 간에 이온누출량의 차이가 없어 후기로 갈수록 서서히 생육이 좋아지는 만생종 품종이 조생종 품종에 비해 저온에 대한 내성이 더 강한 것으로 생각된다.

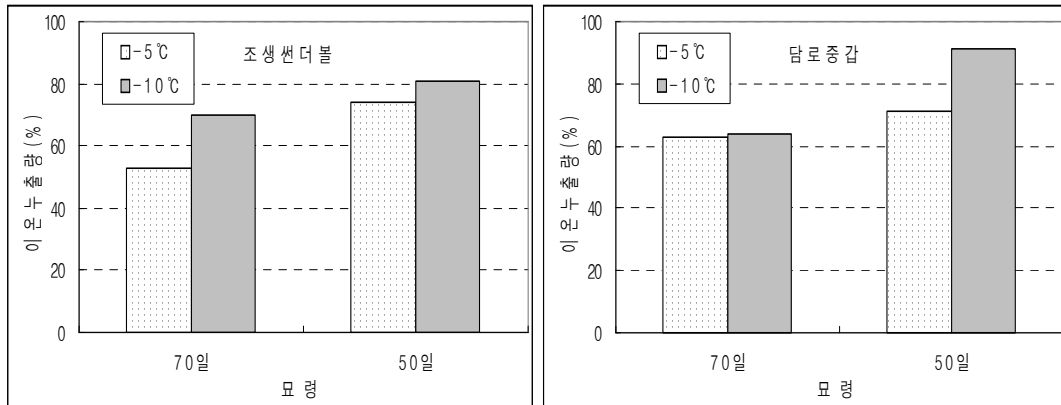


그림 1-8. 숙기별 묘령 및 저온정도별 이온누출량

따라서 내동성 검정시 조생종은 어느 정도 묘령이 진행된 것을 이용하는 것이 좋으나 만생종의 어린 것을 이용하여 검정하는 것이 효율성이 높을 것으로 사료된다.

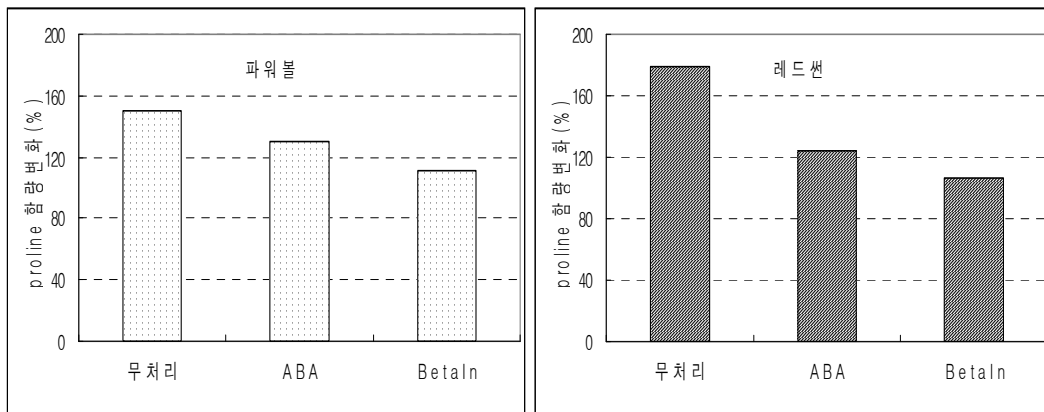


그림 1-9. 저온에 대한 내성 증가물질 처리에 따른 품종의 proline함량 변화

내동성 검정의 지표로 이용되는 proline 함량이 검정방법으로 적합함을 판단하기 위하여 저온에 대한 내성을 높이는 물질로 알려진 Betain과 ABA를 분석 5일전에 각각 엽면살포하여 저온처리 후 proline 함량을 분석하여 저온처리하지 않은 것과 비교한 결과는 그림 1-9와 같다.

ABA와 Betaine을 엽면살포한 처리구의 경우, 저온처리 후 proline 변화량이 무처리에 비해 낮았으며, 특히 레드썬 품종에서는 더욱 뚜렷한 경향을 나타냈다.

이는 각각의 물질이 기공개폐와 아미노산 합성 및 축적에 관여하여 저온에 대한 내성이 증가되었기 때문인 것으로 사료된다.

이러한 결과는 ABA와 Betaine처리에서 ion leakage 검정결과와 유사한 경향을 나타내었으며, ABA 처리구에 비해 Betaine 처리구에서 저온에 대한 내성이 조금 더 높은 결과를 보였다.

#### 다. 품종 및 계통의 내동성 검정

##### (1) 재료 및 방법

공시품종은 협력기관 육성품종인 황색계 새로미, 어울림과 적색계 5108 등을 포함하여 황색계 3품종, 적색계 2품종을 162공 plug tray에 시판상토를 충진한 후 파종하여 경북대학교 내 비닐온실에서 육묘하여 내동성 검정을 위한 분석 시료로 이용하였다.

시료는  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 3시간 저온처리한 후에 검정하였으며, 내동성 검정방법은 Dexter 등(1932)의 ion leakage법을 변형하여 EC를 측정하였다.

##### (2) 연구수행결과

품종 및 계통별 저온처리 후의 이온 누출량은 무처리에 비해 모든 품종의 이온 누출량이 처리 전에 비해 2배 이상 증가하였다(그림 1-10).

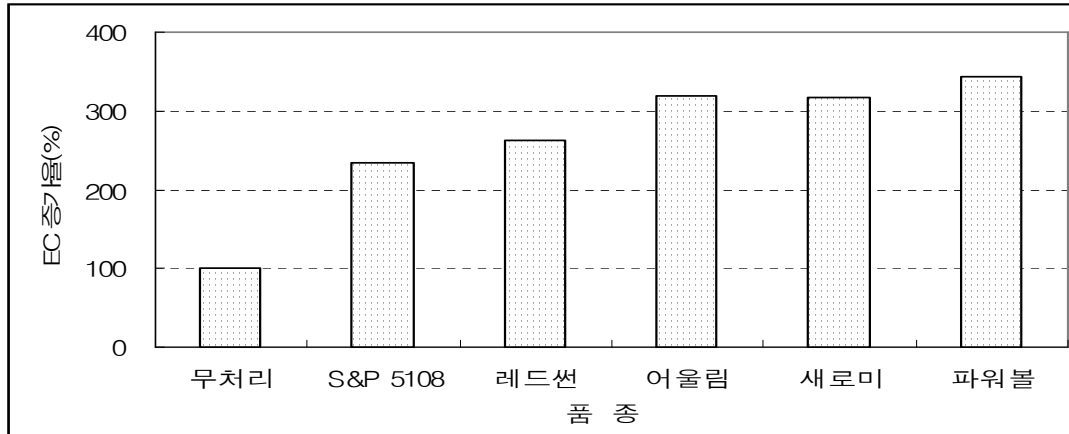


그림 1-10. 품종 및 계통의 저온처리에 따른 이온 누출량

적색계 육성품종인 S&P 5108은 대비품종인 레드썬에 비해 이온 누출량이 적었고, 황색계 육성품종인 새로미와 어울림 역시 대비품종인 파워볼에 비해 이온 누출량이 적어 육성품종이 대비 품종에 비해 저온에 보다 강할 것으로 판단된다.

#### 라. 검정부위에 따른 내동성 선발의 효율성

##### (1) 재료 및 방법

내동성 검정을 위해 황색계인 엘리먼트와 창녕대고, 적색계인 레드원 등 3 품종을 공시하여 시판상토를 충진 한 162공 Plug tray에 파종 후 경북대학교

내 비닐온실에서 육묘 후 분석 시료로 이용하였다.

검정부위에 따른 선발의 효율성 비교를 위해 각 품종의 시료를  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 3시간 동안 저온처리 한 것과 상온에 둔 것을 재료로 이용하여 검정하였으며, 내동성 검정은 각 시료를 엽과 뿌리부위를 나누어 실시하였다.

내동성 검정방법은 Dexter 등(1932)의 Ion leakage법을 변형하여 EC를 측정하였다.

## (2) 연구수행결과

저온처리에 따른 이온 누출량은 그림 1-11에서와 같이 엽과 뿌리 모두 무처리에 비해 증가하였으며, 그 증가 정도는 엽 부위는 무처리에 비해 엘리먼트 품종은 8%, 창녕대고 품종은 17%, 적색계인 레드윈은 44% 증가한 반면 뿌리 부위는 각각 35%, 45% 및 43% 증가하였다. 엽 부위와 뿌리부위의 이온누출량의 차이는 세 품종 모두 엽 부위에 비해 뿌리부위가 12~18% 많았다.

따라서 Ion leakage법을 이용하여 내동성을 선발하기 위해서는 뿌리부위를 이용하는 것이 엽 부위를 이용하는 것에 비해 이온의 누출이 안정적이고 누출량이 많아 효율적인 것으로 판단된다.

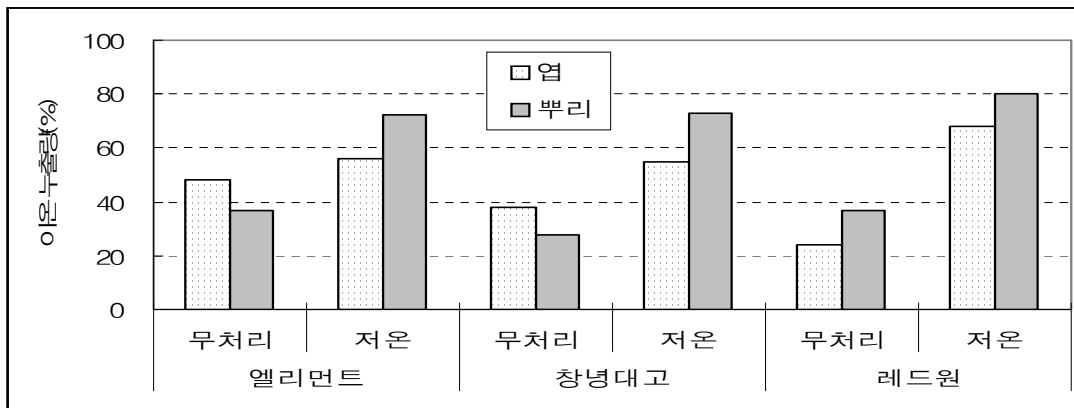


그림 1-11. 저온처리에 따른 품종 및 검정부위별 이온 누출량

## 마. 저온처리 방법에 따른 내동성 선발의 효율성

### (1) 재료 및 방법

저온처리 방법에 따른 효율성 비교를 위하여 황색계인 파워볼과 적색계인 레드윈 2품종을 공시하여 시판상토를 충진 한 162공 Plug tray에 파종 후 경북대학교 내 비닐온실에서 육묘 후 내동성 검정을 위한 분석 시료로 이용하였다.

저온처리 방법을 달리하기 위해 시료는 Plug tray에 심어진 상태로 둔 처리구와 Plug tray에서 묘를 뽑아내어 상토가 Cell 형태를 유지하고 있는 처리구, 시료 뿌리부위의 상토를 제거하여 뿌리가 드러난 굴취처리로 나누어  $-5^{\circ}\text{C}$ 에서 3시간동안 처리 하였으며, 검정방법은 Dexter 등(1932)의 Ion leakage법을 변형하여 EC를 측정하였고, Colowick와 Kaplan(1957)의 Ninhydrin 법을 이용하여 Proline 함량을 측정하여 이를 비교 검토하였다.

(2) 연구수행결과

저온처리 방법을 달리한 시료의 이온누출량 및 proline 함량을 비교한 결과는 그림 1-12와 같다. 트레이, 셀 및 굴취에 의한 저온 후 이온누출량은 무처리에 비해 각각 파워볼 품종은 22%, 56% 및 211%, 레드션 품종은 22%, 114% 및 463%가 증가하였다. 동일한 세 처리의 저온 처리 후 proline 함량도 이온누출량과 같은 경향을 보였다.

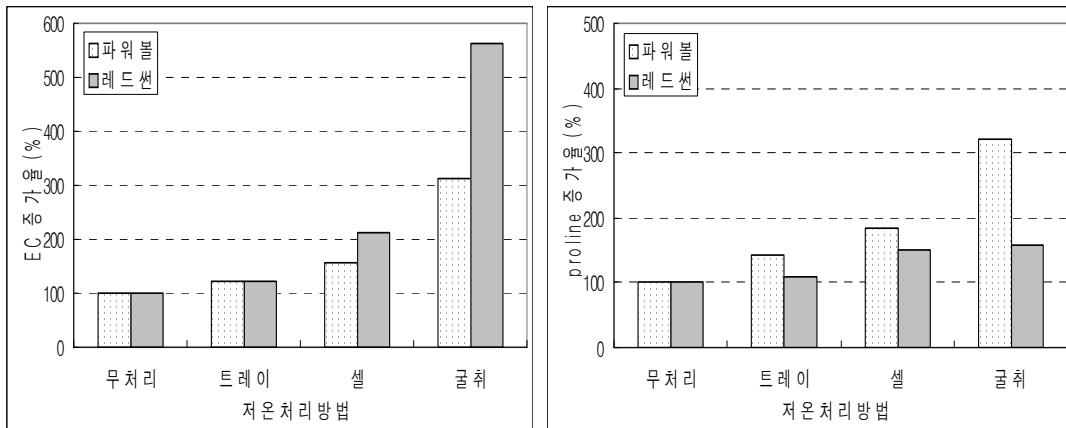


그림 1-12. 저온처리 방법에 따른 이온누출량과 Proline함량 증가율

내동성 검증실험 후 처리구별로 남은 엽초부위를 뿌리를 절단하여 10ml의 증류수를 채운 시험관에 넣어두고 2주 동안 새로운 엽과 뿌리의 출현을 관찰하여 생존개체수를 세어본 결과 저온처리 방법에 따른 생존율의 차이는 그림 1-13과 같이 파워볼 품종은 트레이 처리는 100%의 생존율을 보인 반면에 셀 처리 92%, 굴취처리는 18%의 생존율을 보였으며 레드션 품종은 각각 94%, 8% 및 0%의 생존율을 나타내었다.

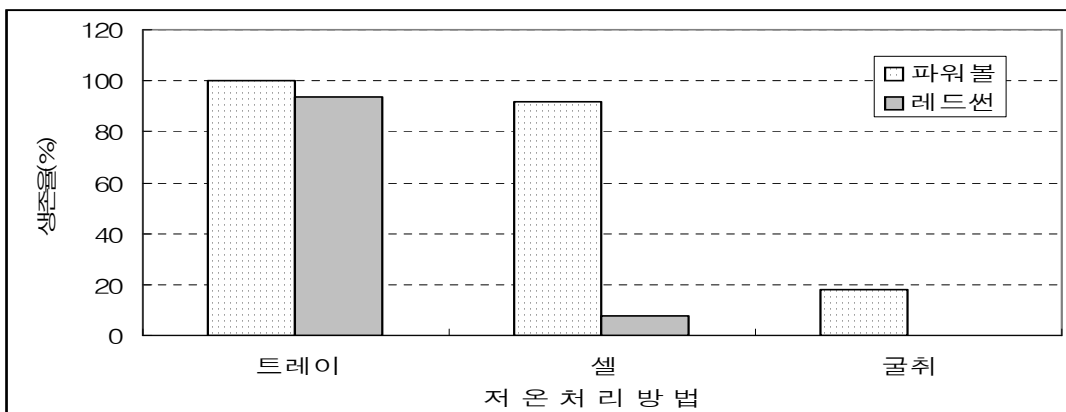


그림 1-13. 저온처리 방법에 따른 시료의 생존율 차이

따라서 내동성 선발을 위한 저온처리 방법은 일정한 공간에 대량으로 처리할 수 있고, 선발효율도 높일 수 있는 굴취처리가 효율적인 것으로 판단된다.

## 바. 내습성 선발지표의 효율성 구명

### (1) 재료 및 방법

공시재료는 실험 1-1의 내동성 검정에서와 동일한 시료를 사용하였고, 내습성 검정을 위한 습해처리는 용기에 엽초부 아래까지 물이 잠기게 하여 7일간 침지하여, 내습성 검정 지표를 TTC법에 의한 조직의 활력, 엽록소 함량, 그리고 뿌리의 생장 등으로 하여 조사 분석하였다. TTC법은 Steponkus 와 Lanphear(1967)의 방법을 변형하여 조직의 활력을 검정하였으며, chlorophyll 함량은 Barnes 등(1992)에 의한 DMSO추출법을 이용하여 측정하였고, 뿌리의 생장은 근수, 근장 및 뿌리의 피해정도를 조사하였다.

### (2) 연구수행결과

TTC법으로 조직의 환원력을 검정해 본 결과 조생종에서 중만생종보다 조직 활력이 더 떨어져 무처리의 환원력 대비 47% 정도의 수치를 나타내어 중만생종에 비해 조생종에서 습해피해를 받은 후 조직의 활력이 더 감소하였다(그림 1-14).

따라서 조생종이 중만생종에 비해 습해에 약한 것으로 판단되며, TTC법에 의해 품종의 내습성을 구명할 수 있을 것으로 사료된다.

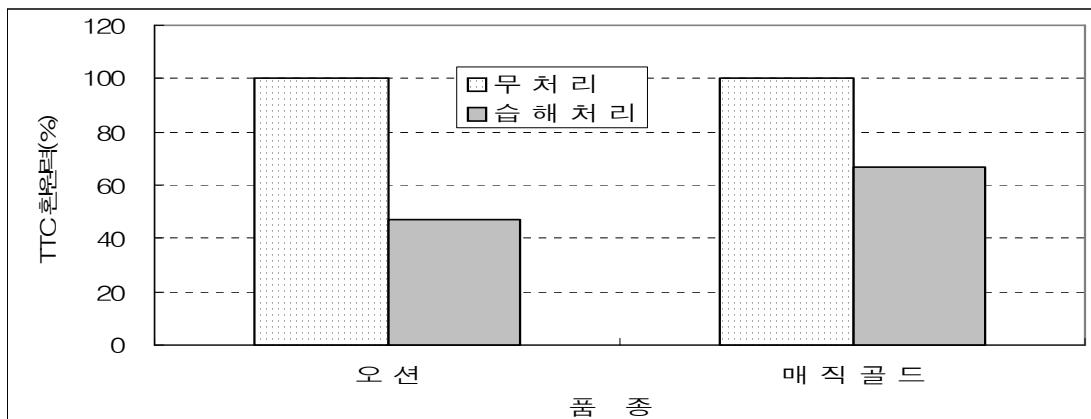


그림 1-14. 습해처리에 따른 조직의 환원력

DMSO 추출법을 이용하여 chlorophyll 함량을 측정해 본 결과(그림 1-7), 습해처리 후에 엽의 엽록소 함량이 낮아졌다. 품종별로는 습해처리가 무처리에 비해 엽록소 함량이 엘리먼트 품종은 9% 감소한 반면에 조생선더볼은 22%, 오션은 41%, 매직골드는 44%의 차이를 보였다.

이는 품종에 따라 습해처리에 따른 엽록소함량 변화가 다르게 나타나므로 내습성의 선발지표로 이용하기 위해서는 보다 많은 품종들을 분석하여 습해와 엽록소함량 간의 상관관계를 재검토 해 볼 필요가 있다.

Chlorophyll 함량 측정에 의한 내습성 검정은 앞의 TTC 검정에 비해 분석에 사용되는 시료양이 훨씬 적으며, 소요시간과 방법도 간단하여 검정지표로 활용하는데 효율성이 높을 것으로 사료된다.

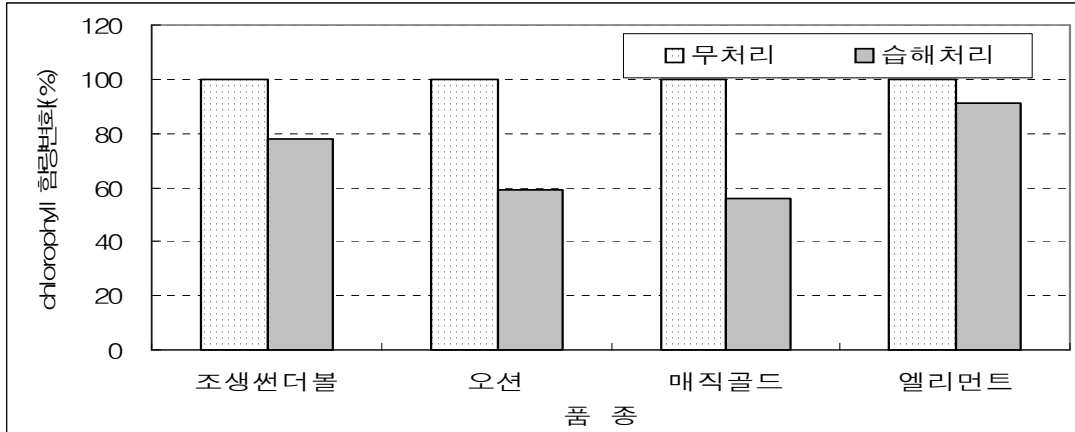


그림 1-15. 습해처리에 따른 엽록소함량

표 1-1. 습해처리에 의한 지하부 생육

구 분		근수		근장	
		총 근수(개)	피해율(%)	총 근장(cm)	피해율(%)
오션	무처리	8.0	0.0	6.4	4.7
	습해처리	6.7	74.6	4.8	65.0
매직골드	무처리	6.0	0.0	8.6	0.0
	습해처리	6.0	33.3	6.6	56.1

품종별 뿌리수와 뿌리길이는 조생종 품종에 비해 중만생종 품종이 많았으며, 습해처리에 의한 피해정도도 조생종 품종에서 많았다.

습해처리에 따른 선발지표에 따른 반응은 뿌리수의 감소보다는 뿌리길이의 감소가 컸으며, 습해에 의한 피해를 받은 뿌리수는 조생종에서는 큰 차이를 나타내었으나 중만생종에서는 상대적으로 차이가 적었다. 반면에 습해피해를 받은 뿌리의 길이는 숙기에 관계없이 무처리에 비해 현저히 많았다.

따라서 내습성 선발지표로 뿌리의 발생 수, 피해 뿌리 수, 뿌리길이 및 피해 뿌리길이 등을 모두 활용할 수 있을 것이지만 모든 품종에서 범용적으로 활용하는 데는 뿌리의 길이와 그 피해길이를 활용하는 것이 효과적일 것으로 생각된다.

#### 사. 내습성 선발효과 증진조건 구명

##### (1) 재료 및 방법

내습성 선발효과를 증진시키기 위하여 파워볼과 레드썬 품종 유묘를 plug tray의 최상단면 아래까지 물이 잠기게 하여 7일간 침지하였으며, 무처리와 비교하여 일반 물에 침지한 처리구와 물 대신에 1□M의 ABA용액에 동일방법으로 침지한 처리를 두어 엽록소 함량을 조사 분석하였다.

숙기별 묘령에 따른 습해는 조생썬더블과 담로중갑 품종을 이용하여 60일과 80일 된 유묘를 7일간 침지처리한 후 Chlorophyll 함량과 TTC 활력을 측정하였다.



Chlorophyll 함량은 Barnes 등(1992)에 의한 DMSO추출법을 이용하여 측정하였고, TTC 법은 Steponkus와 Lanphear(1967)의 방법을 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

(2) 연구수행결과

침수 처리에 따른 총 chlorophyll 함량의 변화를 보면(그림1-16) 두 품종 모두 습해처리 후 엽록소 함량이 20% 정도 감소하였다.

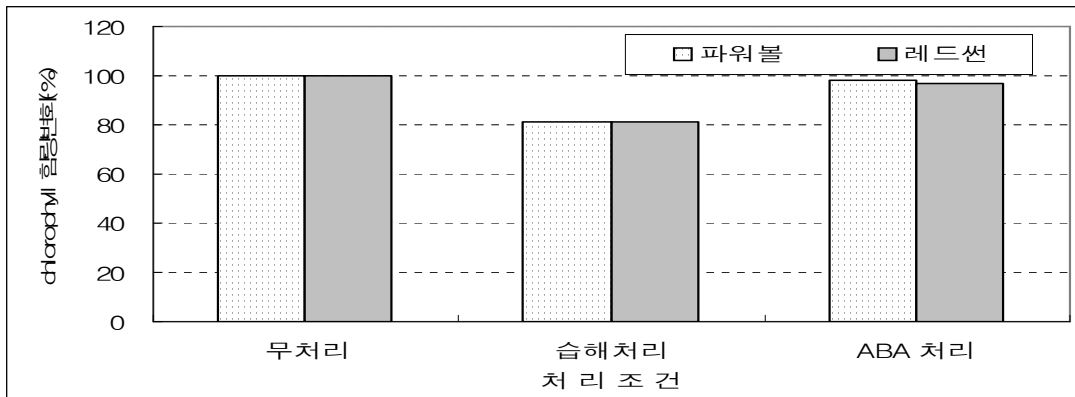


그림1-16. 습해 및 ABA처리에 따른 총 엽록소 함량

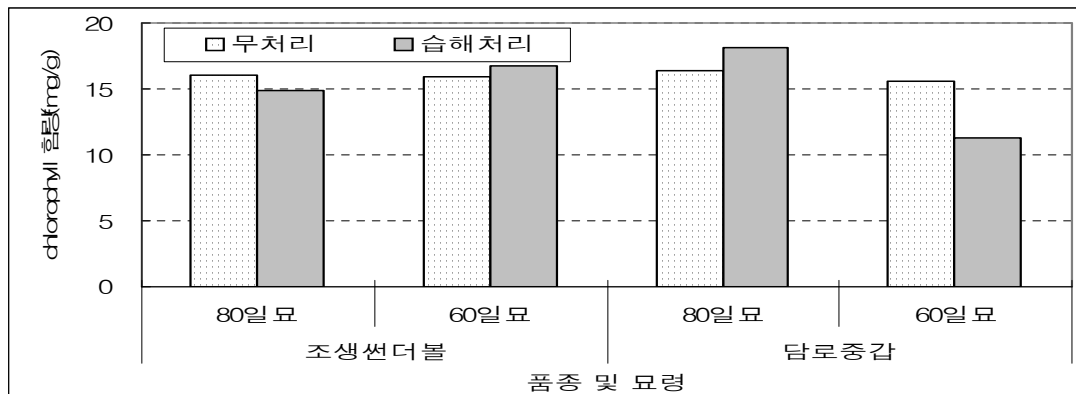


그림1-17. 묘령에 따른 습해처리 후 숙기별 총 엽록소 함량

보다 효과적인 내습성 선발 효과를 증진시키기 위하여 습해처리 시 ABA를 처리한 결과, 물에 담수처리 한 처리구에 비해서 10<sup>-6</sup>M ABA용액에 담수처리 한 유묘의 엽록소 함량이 다소 낮았다.

조생종과 만생종 품종을 공시하여 묘령을 달리하여 습해처리 하였을 때 조생종은 묘가 어릴수록 습해에 의해 엽록소 함량이 증가하였으나 반면에 만생종은 어린묘에서 습해에 의한 엽록소 함량이 감소하였다(그림 1-17).

이는 앞의 내동성 실험에서와 마찬가지로 식물이 스트레스에 유사한 경향으로 반응하였다. 초기 생육이 빠른 조생종 품종의 경우에는 어릴수록 스트레스에 대한 저항성이 강했으며, 서서히 생육하는 만생종은 묘령이 많아질수록 내동성 및 내습성이 증가하는 경향이었다.

## 아. 품종 및 계통의 내습성 검정

### (1) 재료 및 방법

공시재료는 실험 1-2의 내동성 검정에서와 동일한 시료를 사용하였고, 내습성 검정을 위한 습해처리는 plug tray의 최상단면 아래까지 물이 잠기게 하여 7일간 침지하여 엽록소 함량과 TTC 활력을 분석하였다. Chlorophyll 함량은 Barnes 등(1992)에 의한 DMSO추출법을 이용하여 측정하였고, TTC 법은 Steponkus와 Lanphear(1967)의 방법을 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

### (2) 연구수행결과

습해처리 후 모든 품종의 TTC 활력과 Chlorophyll 함량이 처리 전에 비해 감소하였다(그림 1-18).

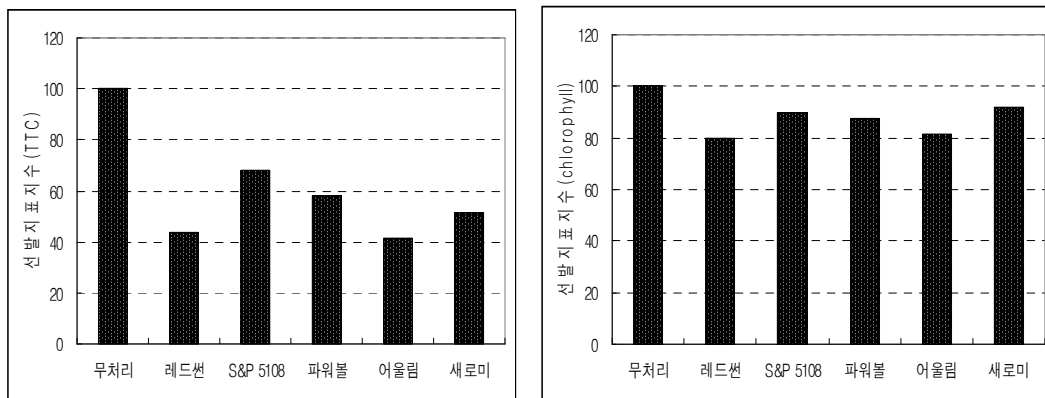


그림 1-18. 품종 및 계통별 습해처리에 따른 TTC 및 chlorophyll 함량

적색양과는 시판 대비품종 레드션에 비해 육성계통 S&P 5108의 활력이 더 좋았고 엽록소 함량 저하가 적었다. 황색양과는 시판 대비품종 파워볼에 비해 육성품종 새로미, 어울림의 활력이 떨어지나 새로미의 엽록소 함량 저하는 적었다.

## 자. 효율적인 습해유도 방법

### (1) 재료 및 방법

효율적인 습해 유도방법을 비교하기 위해 담로중갑 품종을 공시하여 시판상토를 충진 한 162공 Plug tray에 과중하여 경북대학교 내 비닐온실에서 육묘 후 내습성 검정을 위한 시료로 이용하였다.

온도 조건에 따른 습해 유도방법의 효율성 비교를 위해 32℃로 유지된 수조에 묘령 30일과 40일의 유묘를 Plug tray의 최상단면까지 침지 후 수온을 높이지 않은 처리와 비교하여 검정하였으며 산소 유무에 의한 습해 유도방법의 효율성 비교를 위한 처리는 뿌리의 산소결핍에 의한 피해정도를 비교하기 위하여 외부공기의 유입을 막아 혐기 처리된 수조에 침지한 처리와 동일한 처리 후 산소를 공급한 처리로 나누어 비교 검정하였다.

Chlorophyll 함량은 Barnes 등(1992)에 의한 DMSO추출법을 이용하여 측정하였고, TTC 법은 Steponkus와 Lanphear(1967)의 방법을 이용하여 530nm에서 흡광도를 측정하였다.

(2) 연구수행결과

엽록소 함량은 상온처리에서는 처리시에 비해 생육이 진전된 12일 후에 12% 증가하였으나 고온처리에서는 처리 12일 후에 38%가 감소하여 근권부의 고온처리가 습해의 유도에 효과적인 것으로 나타났다.

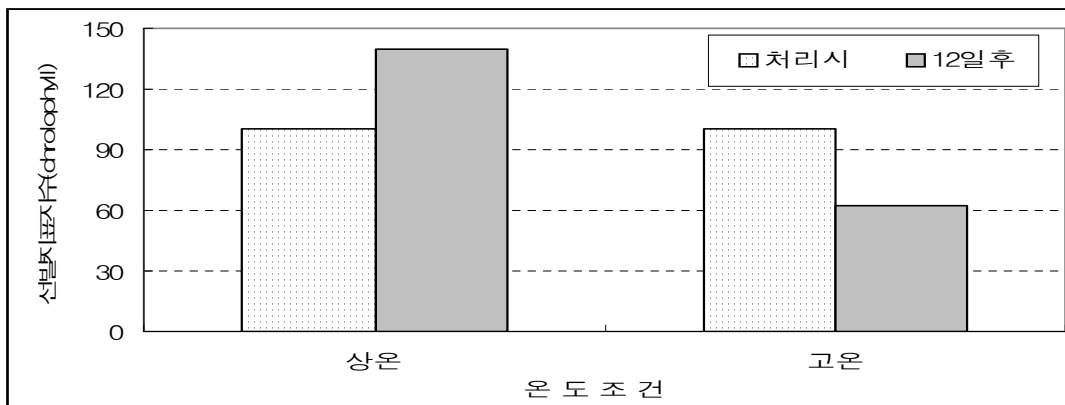


그림 1-19. 침지 수온에 따른 유묘 엽록소 함량 변화

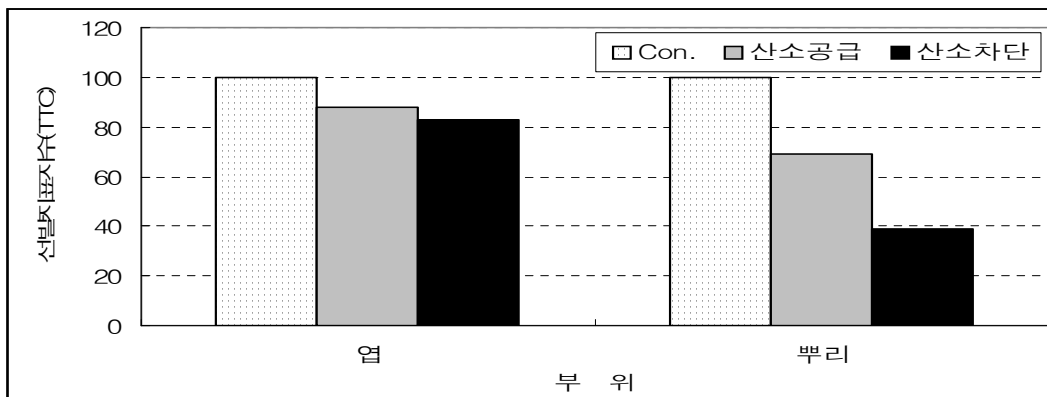


그림 1-20. 산소공급 유무에 따른 엽과 뿌리의 TTC 환원력 비교

근권부에 인위적인 산소공급과 산소공급 차단에 의한 엽과 뿌리의 TTC 환원력을 검정한 결과는 그림 1-20과 같다.

일반 트레이에 치상한 식물체에 비해 수조에 치상한 것은 조직의 활력이 떨어졌으며, 산소 공급유무에 따라서는 산소를 인위적으로 공급한 처리에 비해 산소공급을 차단한 처리에서 조직의 활력이 떨어졌다. 식물체의 부위에 따른 조직의 활력은 지상부의 엽에 비해 지하부의 뿌리부위의 활력이 현저히 떨어졌다.

따라서 지하부의 고온처리 및 산소공급 차단은 습해를 유도하는데 효율적으로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 재배단계에서의 유용형질 선발기술 개발

### 가. 재배단계에서의 품종 및 계통의 내동성 검정

#### (1) 재료 및 방법

공시재료는 주관 및 협동기관에서 육성하고 있는 계통과 품종을 포함하여 적색양과 6종과 황색양과 5종을 이용하였다.

파종은 9월 8일에 벼 육묘상자에 시판상토(TK-52)를 충진한 후에 조간을 3cm, 주간을 1cm간격으로 하여 실시하였다. 파종한 상자는 3.3m<sup>2</sup>당 N과 P 및 K를 각각 40g씩 시비한 묘상에 치상하여 관리하였다.

정식은 10월 25일에 경북대학교 농업생명과학대학 부속실험실습장 대구포장에 하였다.

정식방법은 120cm폭의 이랑에 무멀칭으로 주간간격을 15cm로 하여 6줄로 재식하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비는 10a당 시비량을 질소 24kg, 인산 7.7kg 및 칼리 15.4kg을 기준으로 하여, 인산질 비료는 퇴비 3,000kg과 함께 전량 밑거름으로 주고 질소와 칼리질 비료는 3등분하여 기비로 1/3을 시용하였으며 나머지 2/3는 2회에 걸쳐 웃거름으로 시용하고자 한다. 기타관리는 농촌진흥청 양과 표준재배법에 준하여 실시하였다.

조사는 월동기간중의 기온 및 지온에 대해 자동온도기록계(TR-52)를 이용하여 조사하였으며, 월동 후의 월동율, 고엽율, 엽수, 초장, 엽초경 등을 조사하였다.

대구지역에서의 월동율에 큰 차이를 보이지 않아 2006년과 같은 품종을 2007년 9월 5일 에 파종하여 2007년 11월 13일에 봉화지역 포장에 정식하여 상기와 동일한 방법으로 관리하여 월동율을 조사하였다.

#### 2) 연구수행결과

실험기간 중의 대구지역 순별 평균 기온과 지온은 그림 2-1에서 보는바와 같이 최저기온은 12월 상순부터 영하로 지속되었고, 12월 하순에 최저기온이 가장 낮았으며, 일평균 기온이 새싹이 자랄 수 있는 최저온도 이하로 저하하는 시기도 12월 상순부터였다.

지온은 1월 중순에 영하로 나타났으나, 유근이 자랄 수 있는 최저온도 이하로 저하하는 시기는 12월 중순부터였다. 12월 하순에 일시적으로 기온이 -10℃까지 저하하기는 하였으나 전체적인 기온 및 지온으로 보아 양과의 월동에는 큰 문제가 없는 기상조건이었다.

이러한 조건하에서도 월동율은 그림 2-2에서 보는바와 같이 적색 수입종인 레드썬 품종은 88.7%로 가장 낮았고, 다음으로 농가에서 가장 많이 재배되고 있는 품종중의 하나인 파워볼 품종이었다.

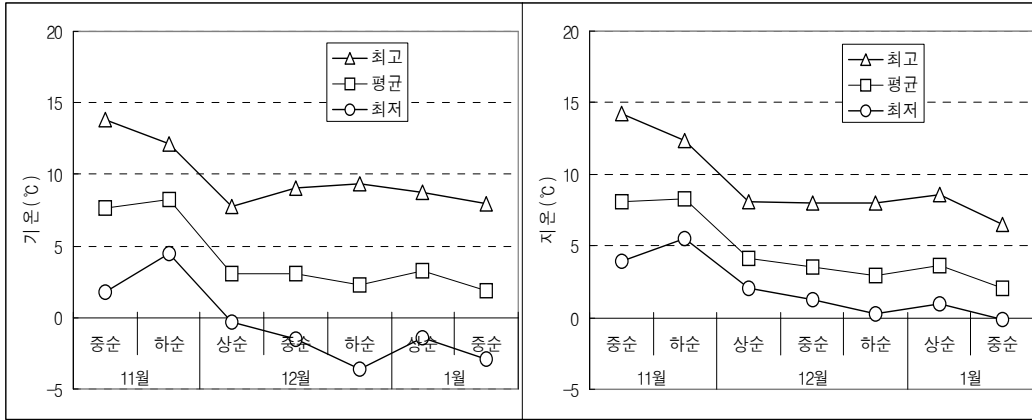


그림 2-1. 내동성 실험기간 중 대구지역의 기온 및 지온의 변화

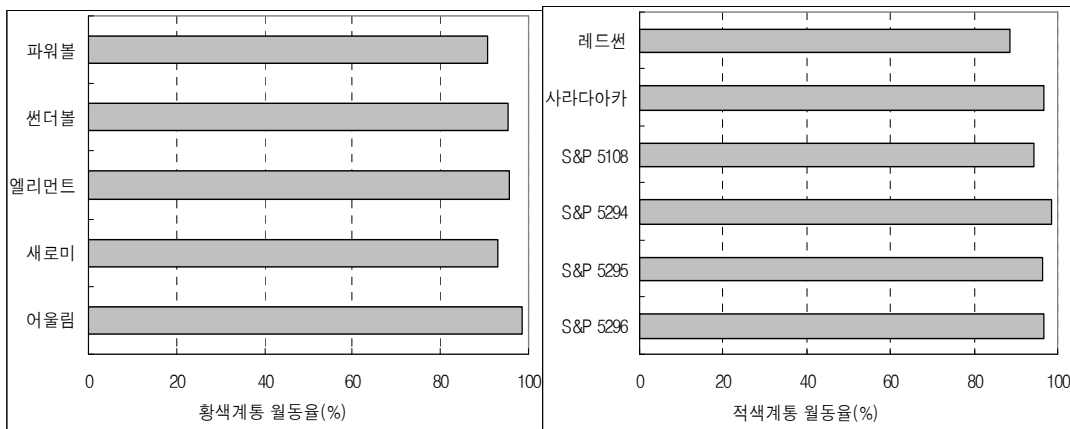


그림 2-2. 내동성 검정 황색과 적색 계통 및 품종의 대구지역에서의 월동율

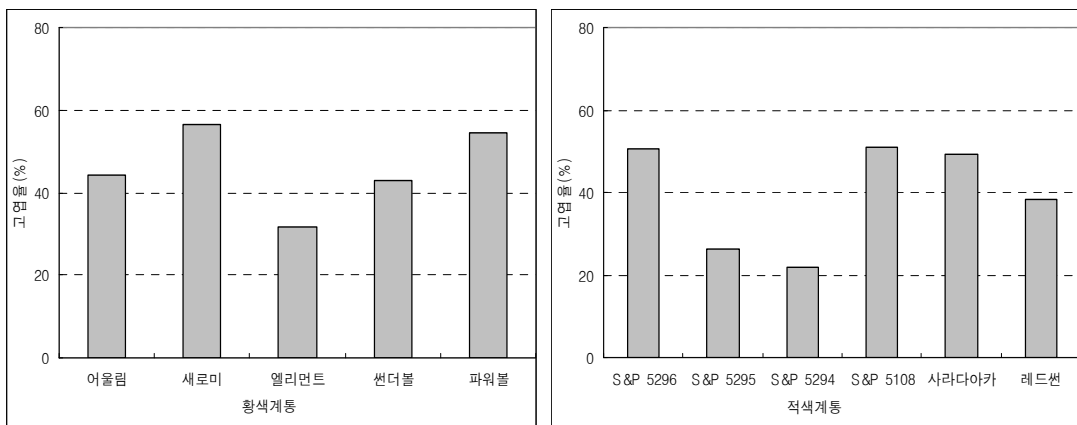


그림 2-3. 내동성 검정 황색과 적색 계통 및 품종의 대구지역에서의 고엽율

육성계통 및 품종인 적색의 5294, 5295, 5296 및 황색의 어울림은 95% 이상의 월동율을 보여 내동성이 강한 것으로 나타났으며, 이에 비해 황색의 새로미와 적색의 5108은 상대적으로 내동성이 낮은 것으로 나타났다.

고엽율(그림 2-3)은 예외적인 품종이 있기는 하지만 월동율과는 반대의 경향을 보여 월동율이 높은 품종은 고엽율이 적은 경향을 보였다. 월동후의 생육은

월동율이 96% 이상을 보인 어울림, 5294, 5295 및 5296 등의 육성품종 및 계통이 좋은 경향을 나타내었으며, 월동율이 90% 이하를 보인 황색 수입종인 파워볼 품종과 적색 수입종인 레드션 품종 등은 생육도 저조한 경향을 보였다. 그러나 사라다아카와 같이 월동율이 높으면서 생육이 저조한 품종도 있어 생육과 내동성과의 관계는 다각적인 검토가 요망된다.

월동 후 생육은 표 2-1과 같이 적색계통은 도입종인 레드션에 비해 전반적으로 좋은 경향이었으며, 황색계통은 도입종인 파워볼에 비해 새로미 품종은 저하하나 어울림은 현저히 좋은 경향이였다.

표 2-1. 내동성 검정용 품종의 월동 후 생육

구 분	품종 및 계통	엽수(매)	초장(cm)	엽초경(mm)
황색계	파워볼	2.9	12.7	3.9
	션더볼	3.4	13.0	4.7
	엘리먼트	3.5	13.9	4.8
	어울림	3.7	15.4	5.5
	새로미	2.4	16.0	3.5
적색계	레드션	2.8	11.3	4.3
	사라다아카	2.8	14.2	4.1
	S&P 5108	3.2	16.6	5.0
	S&P 5294	3.0	13.6	4.2
	S&P 5295	3.4	14.3	4.7
	S&P 5296	3.3	16.0	4.9

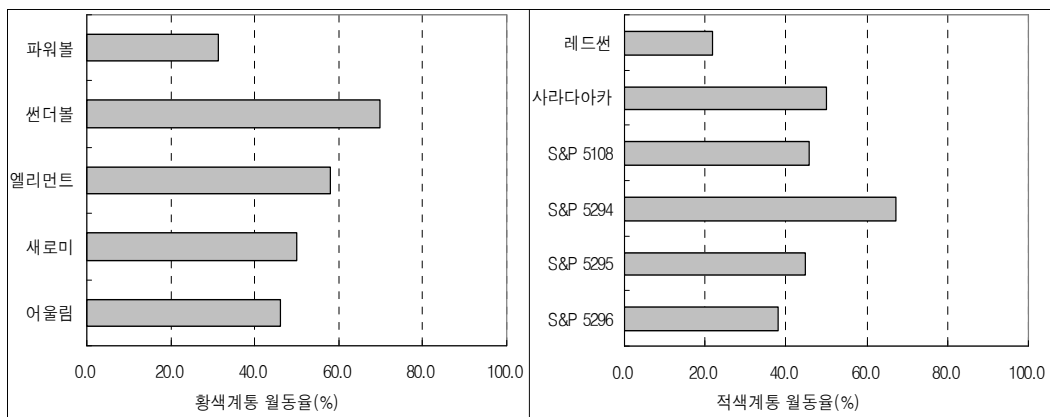


그림 2-4. 내동성 검정 황색과 적색 계통 및 품종의 봉화지역에서의 월동율

그림 2-4는 봉화지역에서의 계통 및 품종별 내동성을 검정한 것으로 대구지역에서는 품종 및 계통 간에 뚜렷한 차이를 볼 수 없었으나 봉화지역에서는 경향은 대구지역의 결과와 유사하면서 도입종인 황색계의 파워볼과 적색계의 레드션에 비해 육성계통 및 품종의 월동율이 현저하게 높았다.

나. 정식시기에 따른 내동성 선발 효율성 검증

(1) 재료 및 방법

공시재료는 조생썬더볼과 담로증감 품종을 9월 5일에 벼 육묘상자에 시판상토(TK-52)를 충진한 후에 조간을 3cm, 주간을 1cm간격으로 파종하였다. 파종한 상자는 3.3㎡당 N과 P 및 K를 각각 40g씩 시비한 묘상에 치상하여 관리하였다.

정식은 10월 25일, 11월 15일 및 12월 5일에 경북대학교 농업생명과학대학 부속실험실습장 대구포장에 하였다. 정식방법은 120cm폭의 이랑에 무멀칭으로 주간간격을 15cm로 하여 6줄로 재식하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비는 10a당 시비량을 질소 24kg, 인산 7.7kg 및 칼리 15.4kg을 기준으로 하여, 인산질 비료는 퇴비 3,000kg과 함께 전량 밀거름으로 주고 질소와 칼리질 비료는 3등분하여 기비로 1/3을 사용하였으며 나머지 2/3는 2회에 걸쳐 웃거름으로 사용하고자 한다. 기타관리는 농촌진흥청 양과 표준재배법에 준하여 실시하였다.

조사는 월동기간중의 기온 및 지온에 대해 자동온도기록계(TR-52)를 이용하여 조사하였으며 월동율, 고엽율, 엽수, 초장, 엽초경 등을 조사하였다.

대구포장의 1차년도 월동율의 차이가 뚜렷하지 못한 점을 감안하여 의성지역에 도입종인 레드썬 및 파워볼과 육성종인 S&P 5296 및 어울림을 11월 4일, 11월 14일 및 11월 24일에 각각 정식하여 월동율을 조사하였다.

2) 연구수행결과

실험기간 중의 순별 평균 기온과 지온은 그림 2-5에서 보는바와 같다.

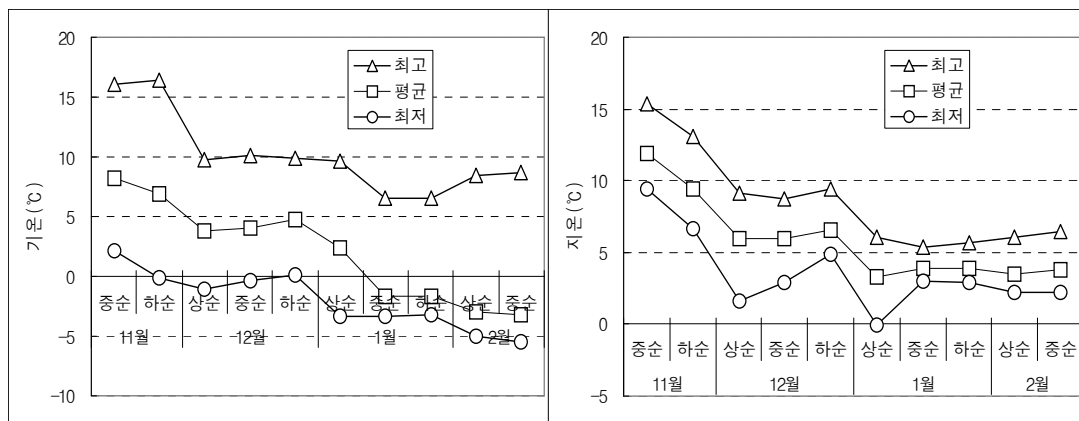


그림 2-5. 실험기간 중 대구지역의 기온 및 지온의 변화

최저기온은 12월 상순에 영하로 저하하였다가 다시 영상으로 회복된 후에 1월 상순부터 계속 영하로 지속되어 2월 중순에 최저기온을 보였다. 일평균 기온은 12월 상순부터 5℃ 이하로 저하하였으며 1월 중순부터는 영하로 지속되었다. 최저지온은 1월 상순에 일시적으로 0℃까지 저하하였으나 계속 영상을 유지하였다.

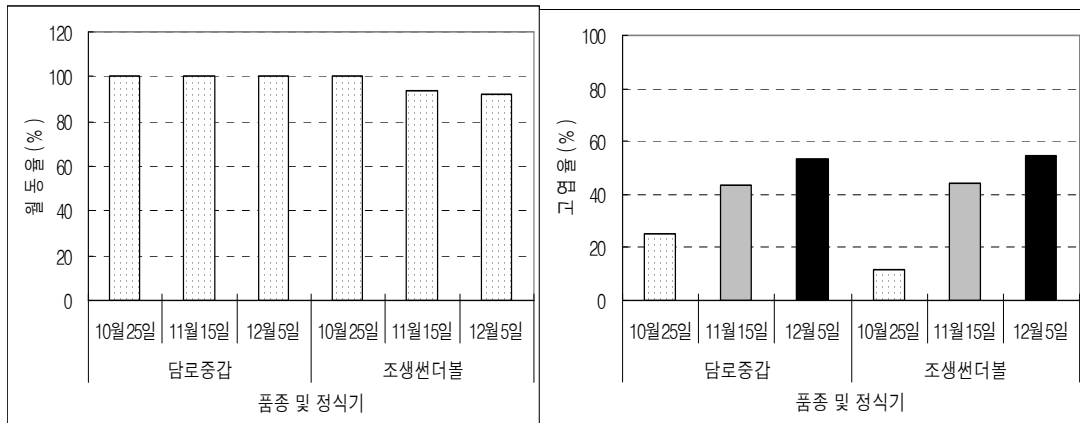


그림 2-6. 정식시기에 따른 월동율 및 고엽율

정식시기에 따른 월동율은 상기 기상에서 본 바와 같이 월동에 큰 문제가 없는 기상조건을 경과하여 만생종은 100% 월동율을 보였고, 조생종인 조생썬더불은 정식시기가 늦어짐에 따라 저하하였으나 만식구인 12월 5일 정식구에서도 92% 이상의 월동율을 보였다(그림 2-6). 그러나 월동 후 고엽율은 두 품종 모두 정식시기가 늦어질수록 증가 하였다.

표 2-2. 품종 및 정식시기에 따른 월동후의 생육

품종	정식시기	엽수(매)	초장(cm)	엽초경(mm)
조생썬더불	10월 25일	3.3	13.1	4.8
	11월 15일	2.1	17.2	3.4
	12월 5일	1.9	25.5	3.7
담로중갑	10월 25일	3.1	13.4	4.5
	11월 15일	2.2	18.2	3.7
	12월 5일	2.2	20.2	3.8

두 품종 모두 정식시기가 빠를수록 엽초경의 생육이 좋았고, 엽수는 10월 25일 정식한 처리구를 제외하고는 큰 차이가 나타나지 않았다. 그러나 초장의 경우에는 정식시기가 늦어질수록 육묘일수가 상대적으로 길어지면서 생육이 가장 좋았다(표 2-2).

그림 2-7은 의성지역에서 정식기를 달리하여 월동율을 조사한 결과로서 적색 및 황색계통 모두 정식시기가 늦어짐에 따라 월동율도 현저히 떨어지는 경향을 보여 내동성 계통의 선발은 정식기를 늦추어 실시하는 것이 바람직 할 것으로 생각된다.



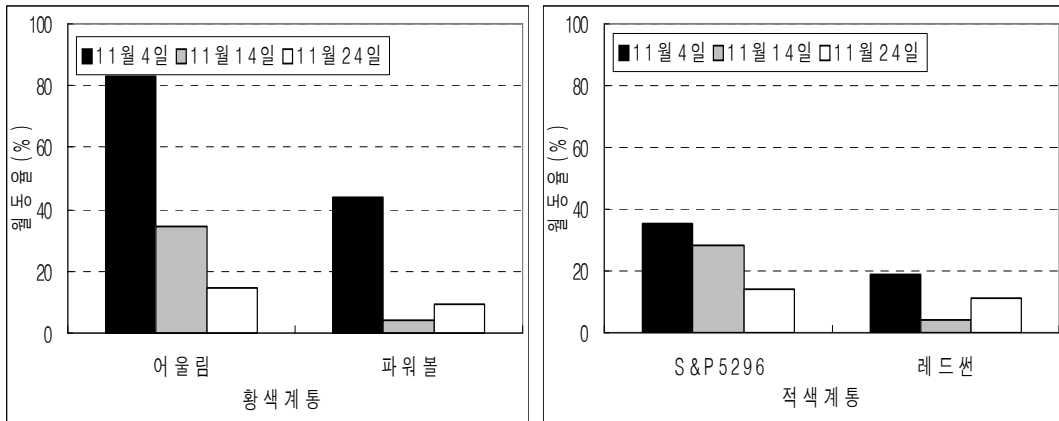


그림 2-7. 정식시기에 따른 의성지역의 월동율

다. 재배지역에 따른 내동성 선발 효율성 검정

(1) 재료 및 방법

공시품종은 황색계의 파워볼을 대비로 하여 육성품종인 어울림과 새로미, 적색계의 레드썬을 대비로 하여 육성계통인 S&P 5294와 S&P 5295를 이용하였다. 정식은 11월 8일에 경북대학교 농업생명과학대학 부속실험실습장 대구포장과 11월 9일에 경북 봉화포장에 각각 하였다. 정식방법은 120cm폭의 이랑에 흑색필름 멀칭으로 주간간격을 15cm로 하여 6줄로 재식하였으며 시험구 배치는 난피법 3반복으로 하였다. 시비는 10a당 시비량을 질소 24kg, 인산 7.7kg 및 칼리 15.4kg을 기준으로 하여, 인산질 비료는 퇴비 3,000kg과 함께 전량 밀거름으로 주고 질소와 칼리질 비료는 3등분하여 기비로 1/3을 사용하였으며 나머지 2/3는 2회에 걸쳐 웃거름으로 사용하고자 한다. 기타관리는 농촌진흥청 양과 표준재배법에 준하여 실시하였다.

조사는 월동기간중의 기온 및 지온에 대해 자동온도기록계(TR-52)를 이용하여 실시하였으며, 월동후의 월동율과 엽수, 초장 및 엽초경 등의 생육은 대구포장에서는 2월 5일, 봉화포장에서는 3월 6일에 실시하였다.

2) 연구수행결과

실험기간 중의 순별 평균 기온과 지온은 그림 2-8과 2-9와 같다.

대구지역에서의 최저기온은 12월 상순부터 1월 하순까지 영하로 지속되었으며, 이 기간 동안의 평균기온도 5℃이하로 지속되었다. 대구지역의 최저지온은 월동중에도 영상을 유지하였으며 1월 중순에 최저지온을 보인 후에 2월 상순부터 급격히 상승하였다(그림 2-8).

봉화지역(그림 2-9)의 최저기온은 전 기간 동안에 영하로 지속되었으며, 평균기온도 12월 상순부터 1월 하순까지 영하로 유지되었으며 1월 중순의 극 기온은 -21.7℃까지 저하하였다. 평균기온도 12월 상순부터 1월 하순까지 영하로 지속되었고, 3월 중순을 제외하고는 5℃이하로 경과하였다. 지온은 12월 중순부터 1월 하순까지 최고지온도 영하로 지속되었다.

지역별 품종 및 계통의 월동율(그림 2-10)을 보면, 공시품종 모두 대구포장에

서는 차이가 미미하였으나 봉화포장에서는 품종간 월동율의 차이가 현저하였으며, 특히 내동성이 약한 품종인 레드션 품종은 봉화포장에서 다른 품종과의 차이가 현저하였다. 전체 품종의 평균 월동율도 대구포장에서는 98.6%를 보인 반면 봉화포장에서는 74.4%를 보였다.

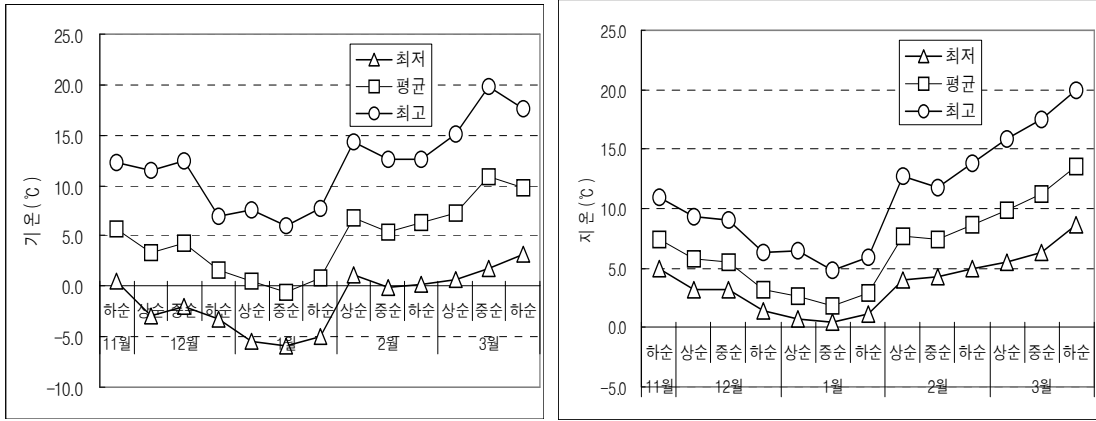


그림 2-8. 실험기간 중 대구지역의 기온 및 지온의 변화

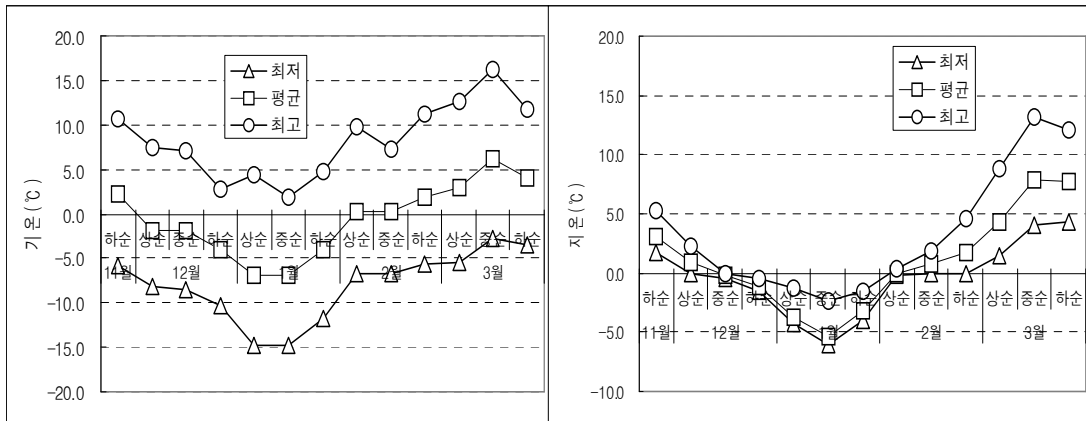


그림 2-9. 실험기간 중 봉화지역의 기온 및 지온의 변화

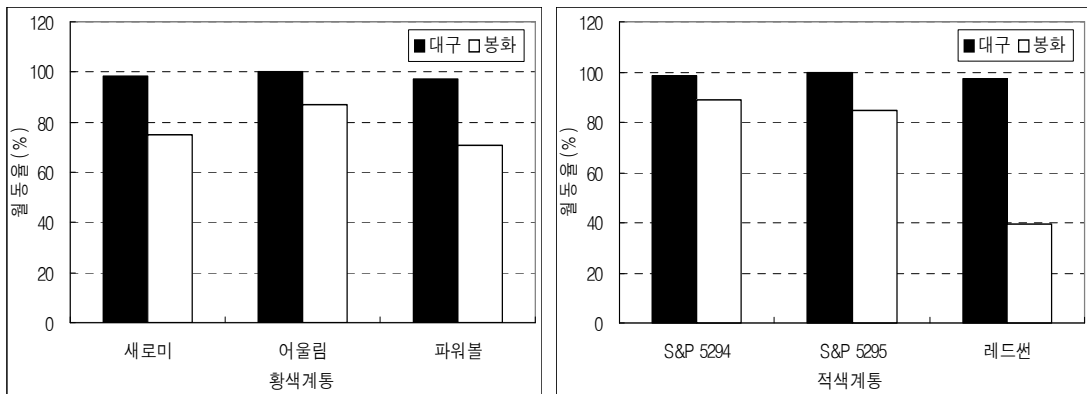


그림 2-10. 대구 및 봉화 포장에서의 황색과 적색계 계통 및 품종의 월동율

따라서 내동성 검정은 월동기간 중에 영하의 지온이 유지되는 북부지역에서 검정하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

월동 후 생육은(표 2-3) 대구포장은 2월 5일에, 봉화포장은 약 1개월 늦은 3월 6일에 조사하였음에도 불구하고 봉화포장에 비해 월동기간 중에 온도조건이 좋고 해동이 빠른 대구포장에서의 생육이 좋았다.

표 2-3. 지역별 품종 및 계통의 월동후 생육

지역	품종 및 계통	엽수(매)	초장(cm)	엽초경(mm)
대구	과워볼	3.8	13.7	3.6
	새로미	4.2	13.3	4.2
	어울림	3.2	11.0	3.3
	레드션	3.0	8.0	2.1
	S&P 5294	3.8	13.3	3.6
	S&P 5295	3.8	15.3	3.1
봉화	과워볼	3.0	9.7	2.0
	새로미	3.0	11.9	2.2
	어울림	2.7	13.4	2.3
	레드션	2.0	8.1	1.2
	S&P 5294	2.5	10.6	2.0
	S&P 5295	2.4	9.3	1.7

#### 라. 재배단계에서의 품종 및 계통의 내습성 검정

##### (1) 재료 및 방법

공시재료는 주관 및 협동기관에서 육성하고 있는 계통과 품종을 포함하여 적색양과 6종과 황색양과 5종을 이용하였다.

정식은 10월 30일에 배수가 불량한 경북대학교 농업생명과학대학 부속실험실 습장 군위포장에 흑색 PE필름으로 멀칭한 후에 하였다. 재배는 생육 재생기 이후에 인위적으로 습해조건을 주어 실시하고자 한다. 기타 육묘 및 재배관리는 내동성 검정과 동일하게 하였다.

조사는 2월 4일에 월동율, 고엽율, 엽수, 초장, 엽초경 등을 조사하였으며, 담수처리 후에 생육 및 부패조사를 실시하여 습해에 대한 내성을 검토하고자 한다.

##### (2) 연구수행결과

실험기간 중 군위지역에서의 기온 및 지온의 변화는 그림 2-11에서 보는바와 같이 최저기온은 11월 하순에 영상으로 올라갔으나 1월중순까지 계속 영하로 유지되었으며, 평균기온도 12월 상순부터 계속 영하로 지속되었다. 최저지온은 12월 하순부터 계속 영하로 유지되었고 평균지온도 1월 중순에는 영하로 내려갔다.

내습성 검정은 대구지역보다 추운 군위지역에서 실시하였으나 공시품종 및 계통의 월동율은 98%이상으로 대구지역에 비해 높게 나타났다(그림 2-12).

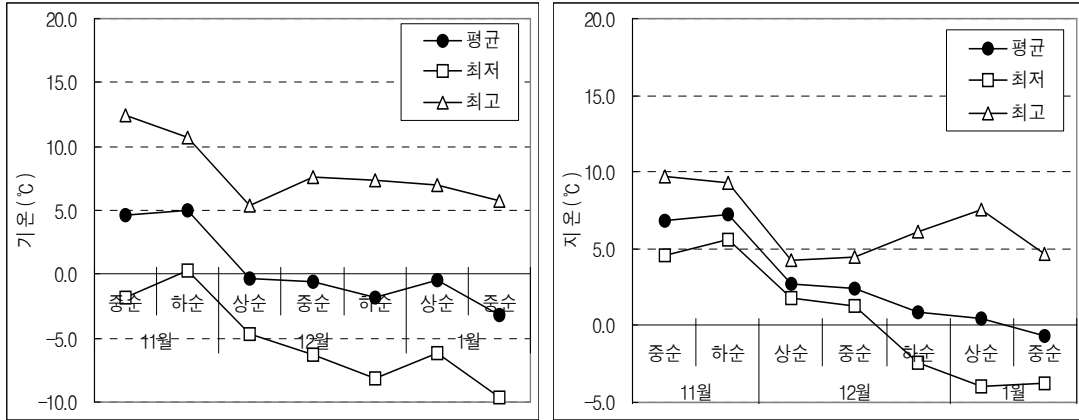


그림 2-11. 실험기간 중 균위지역의 기온 및 지온의 변화

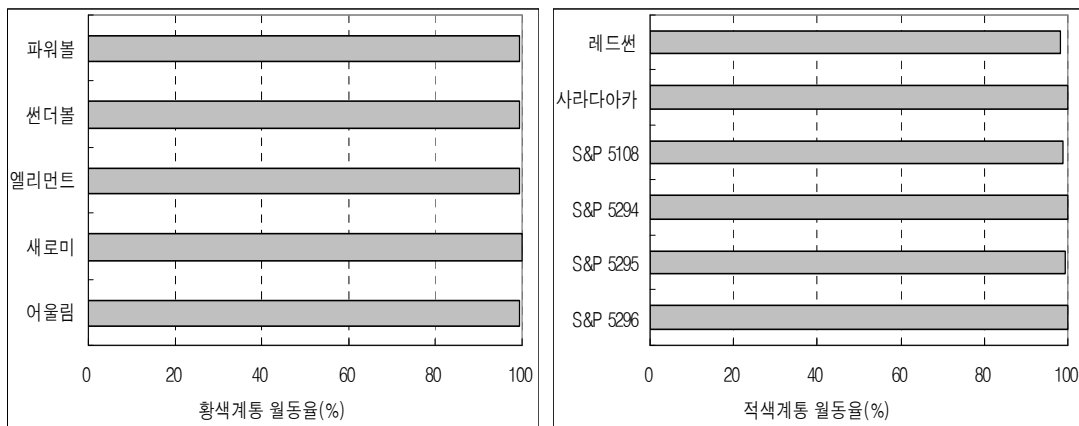


그림 2-12. 내습성 검정용 황색 및 적색계통 및 품종의 월동율

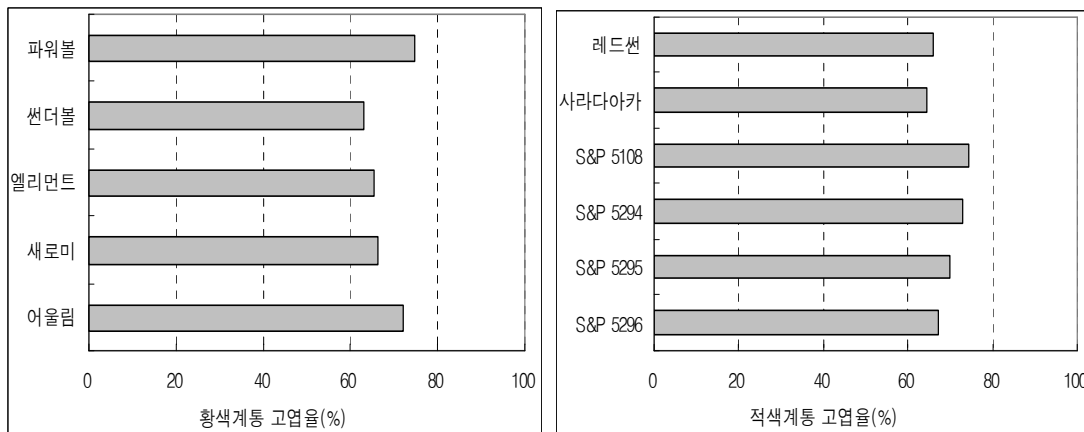


그림 2-13. 내습성 검정용 황색 및 적색계통 및 품종의 고엽율

고엽율(그림 2-13)은 내동성 검정을 위해 대구포장에 정식한 것이 22~54%인 것에 비해 품종 및 계통간에 따라 1.2~3.3배가 높은 63~75%를 나타내었다. 이러한 차이는 내동성 검정은 무멀칭 재배로 하였으나 내습성 검정은 멀칭재배를 실시하였기 때문에 월동율은 향상되었으나 기온은 균위지역이 낮기 때문에 지상부의 잎의 피해가 심했던 것으로 사료된다.

월동 후 생육은 육성계통 및 품종의 고엽율이 높은 5108, 5294 및 5296을 비롯하여 새로미 품종 등이 다른 품종에 비해 좋은 경향을 나타내었다(표 2-4).

표 2-4. 내습성 검정용 황색과 적색 계통 및 품종의 월동후 생육

구분	품종 및 계통	엽수(매)	초장(cm)	엽초경(mm)
황색계	파워볼	2.2	13.5	2.6
	썬더볼	2.3	12.3	3.1
	엘리먼트	2.3	12.6	3.4
	새로미	2.8	14.3	3.9
	어울림	2.6	15.8	3.3
적색계	레드션	2.3	12.8	3.4
	사라다아카	2.4	14.5	3.4
	S&P 5108	2.8	15.9	4.5
	S&P 5294	2.6	15.0	3.6
	S&P 5295	2.2	12.0	3.2
	S&P 5296	2.6	15.5	4.4

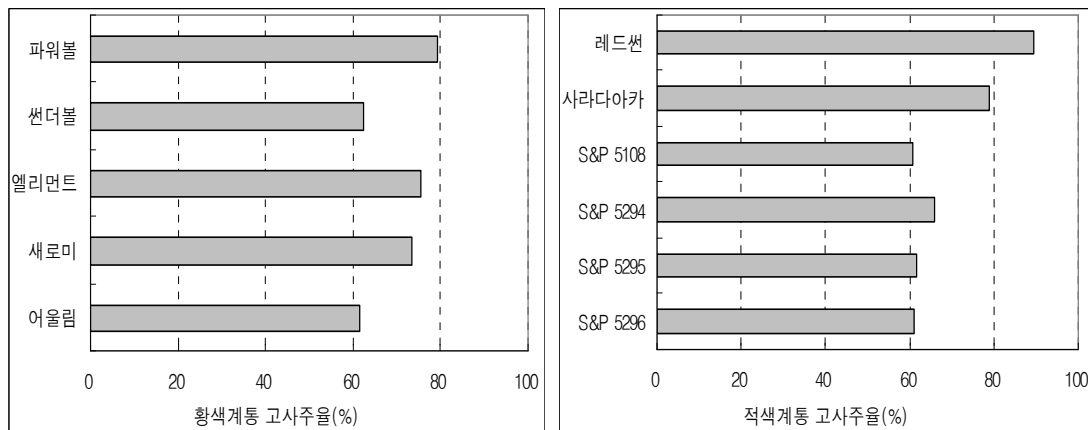


그림 2-14. 내습성 검정용 황색 및 적색계통 및 품종의 습해에 의한 고사주

그림 2-14는 3월부터 습해처리 하여 습해에 의해 고사한 포기를 나타낸 것으로 습해에 의한 고사주율은 황색계통은 61~79%, 적색계통은 61~90%로 나타났으며, 육성 계통 및 품종의 고사주율은 기존 시판품종인 파워볼과 레드션에 비해 각각 6~18% 및 24~29% 적었다.

#### 마. 습해처리시기에 따른 내습성 효율성 검정

##### (1) 재료 및 방법

공시재료는 조생종인 조생썬더볼과 만생종인 담로중갑 품종을 이용하여 정식은 10월 30일에 경북대학교 농업생명과학대학 내 실험포장에 흑색 PE필름으로 멀칭한 후에 하였다. 처리는 생육 재생기 이후에 인위적으로 습해조건을 주는 재생기처리와 생육성기부터 인위적인 습해조건을 주는 최성기처리, 도복시기에

습해조건을 주는 도복기 처리로 나누어 조생종을 기준으로 실시하였다. 기타 육묘 및 재배관리는 내동성 검정과 동일하게 하였다.

조사는 월동 후 재생기에 엽수, 초장 및 엽초경 등에 대해 실시하였으며, 처리시기별 엽록소 함량과 수확시 습해에 의한 고사주율과 아울러 구 특성에 대해 실시하였고, 수확한 구는 상온에서 부패정도를 조사하였다.

## 2) 연구수행결과

시험기간 중의 기온 및 지온은 그림 2-15와 같이 최저기온이 3월 상순까지 영하로 유지되었으며, 평균기온도 5°C이하로 경과하였다. 평균기온이 15°C 이상이 상승한 시기는 4월 하순부터였으며 최고기온이 25°C 이상이 되는 시기는 5월 상순부터였다. 최저지온도 4월 중순까지는 10°C이하로 유지되었으며 4월 하순부터 평균지온도 15°C 이상 유지되고 최고지온도 25°C 이상 지속되어 도복기 처리에는 습해를 유도하는데 호적한 조건이었다.

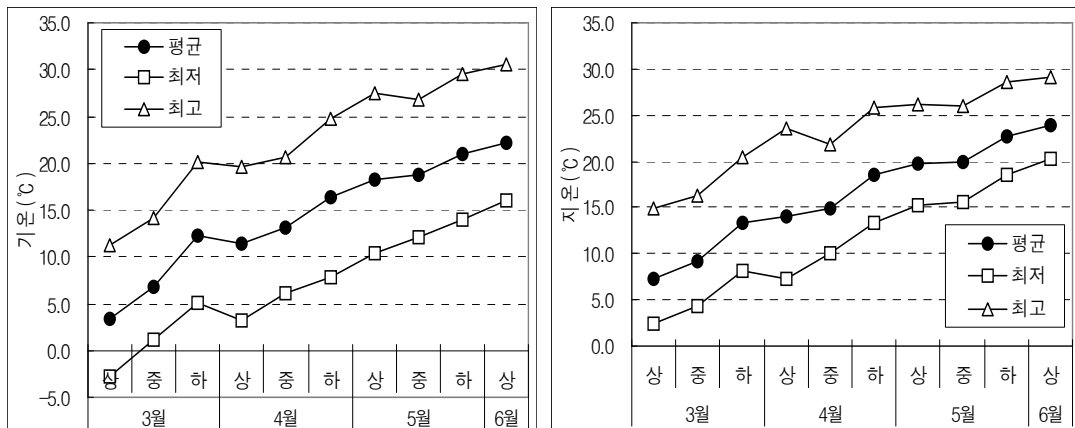


그림 2-15. 시험기간 중의 기온 및 지온의 변화

표 2-5. 품종 및 습해처리시기에 따른 월동 후의 생육

품종	습해처리시기	엽수	초장	엽초경
조생썬더볼	재생기	3.1	11.7	4.2
	최성기	2.8	11.5	4.1
	도복기	3.2	13.2	4.3
담로중갑	재생기	2.9	13.4	4.1
	최성기	2.9	14.4	4.3
	도복기	3.2	15.1	4.5

월동 후 생육은 두 품종 모두 도복기 처리구가 가장 좋았고, 최성기 처리에서 떨어지는 경향을 보였으나 이들 간의 엽수, 초장 및 엽초경의 차이는 조생썬더볼 품종은 각각 0.4매, 1.7cm, 0.2mm를 보였고 담로중갑 품종은 0.3매, 1.7cm 및 0.4mm로 처리의 효과를 판단하는 것에는 문제가 없는 정도였다(표 2-5).

시기별 습해처리에 따른 엽록소 함량의 변화는 그림 2-16과 같이 4월 조사에

비해 5월 조사에서 모든 처리 및 품종에서 함량이 감소하였다. 조생종인 조생썬더볼은 처리시기가 늦어짐에 따라 감소정도도 컸으나 만생종인 담로중갑은 최성기 처리에서 감소정도가 가장 많았다.

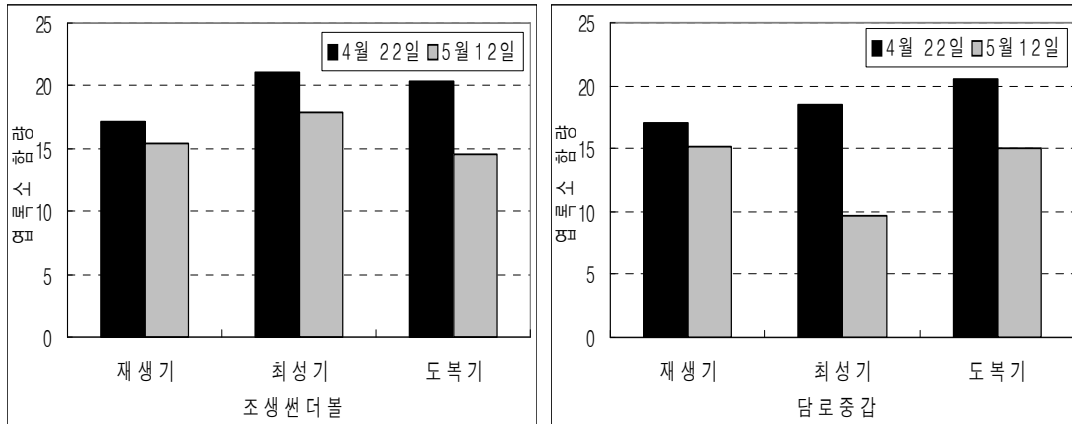


그림 2-16. 습해처리 시기에 따른 엽록소 함량의 변화

습해처리 시기에 따른 고사주율은(그림 2-17) 두 품종 공히 고온기에 처리되는 도복기 처리에서 가장 많았으며, 최성기 처리에서 가장 적었다. 도복기 처리에서 가장 많이 나타난 것은 습해처리시의 고온과 더불어 뿌리의 활력이 저하된 것에 기인하는 것으로 사료되며, 재생기 처리가 최성기 처리에 비해 많았던 것도 뿌리의 활력차이로 생각되므로 내습성 계통의 검정시 습해처리 시기는 고온기에 뿌리의 활력이 떨어지는 생육 후반기에 처리하는 것이 효율적일 것으로 판단된다.

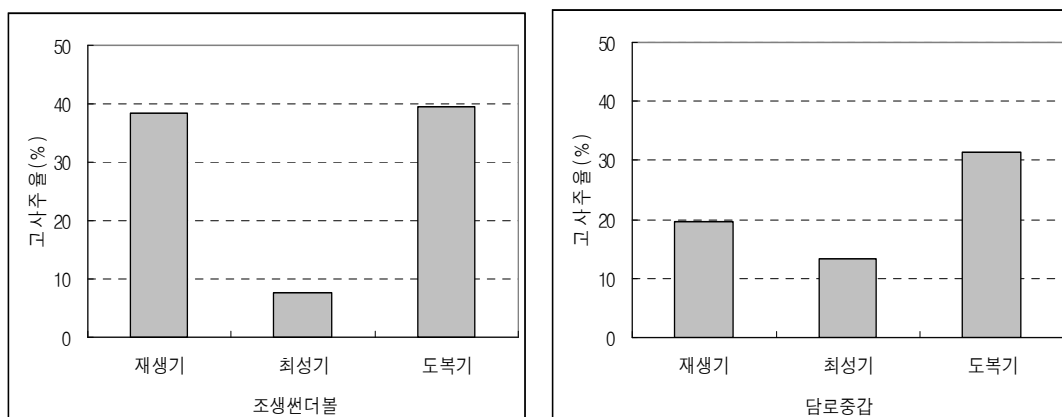


그림 2-17. 습해처리 시기에 따른 고사주

#### 바. 습해조건에 따른 선발의 효율성

##### (1) 재료 및 방법

습해처리 조건 따른 선발의 효율성을 비교하기 위해 중생종인 파워볼 품종과 만생종인 담로중갑 품종을 공시하여 9월 5일에 벼 육묘상자에 시판상토

(TK-52)를 충진한 후에 조간을 3cm, 주간을 1cm간격으로 파종하였다. 파종한 상자는 3.3m<sup>2</sup>당 N과 P 및 K를 각각 40g씩 시비한 묘상에 치상하여 관리하였다. 정식은 육묘 후 11월 5일 균위포장에 정식하였다. 정식방법은 이랑폭을 1.2m와 2.4m로 두어 흑색비닐 멀칭하여 주간간격을 15cm로 하여 6줄로 재식하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 관수는 3월부터 1일 5시간씩 점적호스로 실시하여 습해를 유도하였다. 시비는 10a당 시비량을 질소 24kg, 인산 7.7kg 및 칼리 15.4kg을 기준으로 하여, 인산질 비료는 퇴비 3,000kg과 함께 전량 밑거름으로 주고 질소와 칼리질 비료는 3등분하여 기비로 1/3을 사용하였으며 나머지 2/3는 2회에 걸쳐 웃거름으로 사용하고자 한다. 기타관리는 농촌진흥청 양과 표준재배법에 준하여 실시하였다.

조사는 월동 후에 월동율과 엽수, 초장 및 엽초경 등의 생육과 아울러 습해에 의한 피해율과 수확 후 구중분포를 조사하였다.

아울러 습해 처리에 따른 반응이 토양조건에 따라서도 차이가 날 것으로 예상되어 39일묘를 점질토에 정식하여 39일 동안 토양수분관리를 관행관리와 담수관리로 구분 처리하여 일반 사양토의 관행 토양수분관리를 대비로 엽록소 함량 및 고엽율을 조사하였다.

## 2) 연구수행결과

이랑 폭에 따른 품종별 월동율(그림 2-18)은 두 품종 모두 1.2m 이랑 폭에서 재배하는 것이 2.4m 이랑 폭에 재배하는 것에 비해 높았다.

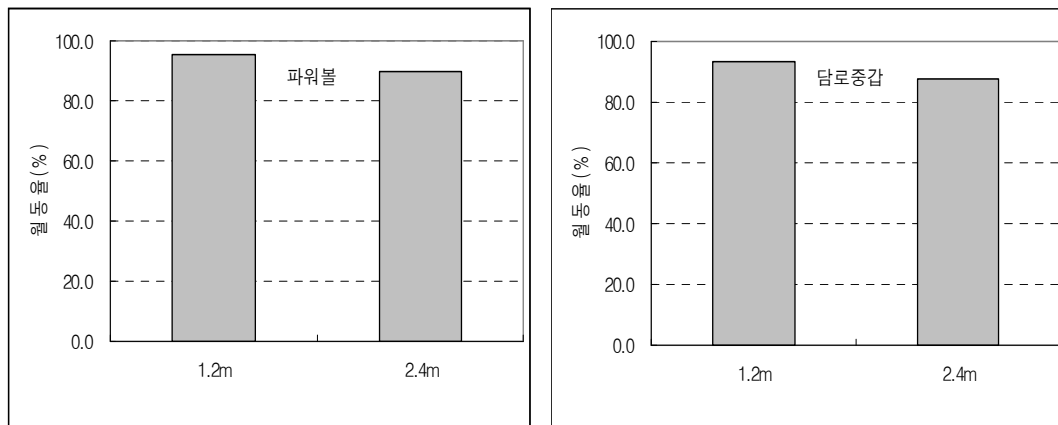


그림 2-18. 이랑 폭을 달리한 처리에서의 품종별 월동율

이랑 폭을 달리한 처리에서의 품종별 월동 후 생육은 엽수는 차이가 없었으나 초장 및 엽초경은 2.4m 이랑 폭에 비해 1.2m 이랑 폭에서 재배한 처리에서 좋았다.



표 2-6. 이랑폭을 달리한 처리에서의 품종별 월동후 생육

품종	이랑폭	엽수	초장	엽초경
파워볼	1.2m	2.1	10.8	2.5
	2.4m	2.1	9.0	2.1
담로중갑	1.2m	2.1	12.3	2.7
	2.4m	2.1	11.0	2.2

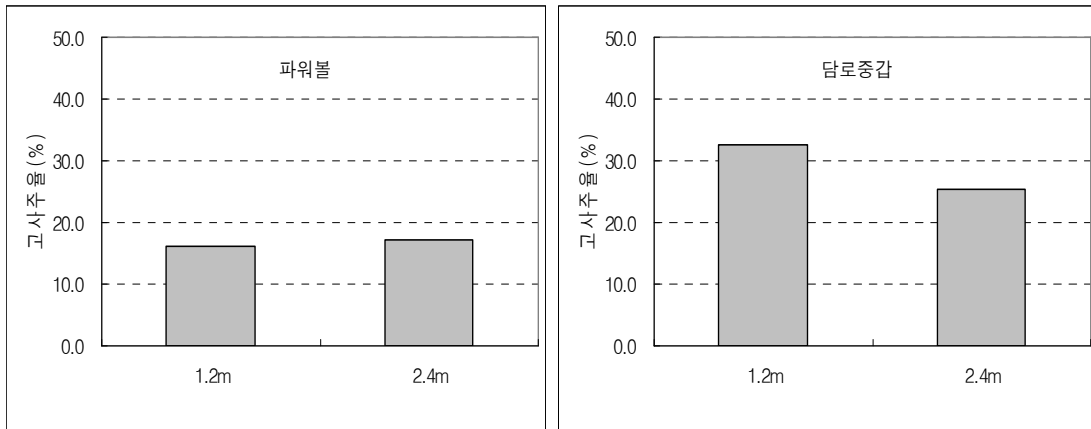


그림 2-19. 이랑 폭을 달리한 처리에서의 품종별 습해에 의한 고사주

그림 2-19는 이랑 폭을 달리한 처리에서 재배 중에 습해에 의해 고사된 주의 비율을 나타낸 것으로 파워볼 품종은 1.2m 이랑 폭에서 재배한 것에서 고사주율이 낮았으나 담로중갑 품종은 2.4m 이랑 폭에서 재배한 것에서 고사주율이 낮았다. 그러나 수확시 습해에 의한 장해구를 포함한 피해주율(그림 2-20)은 두 품종 공히 1.2m 이랑 폭에서 재배한 것에서 낮았다.

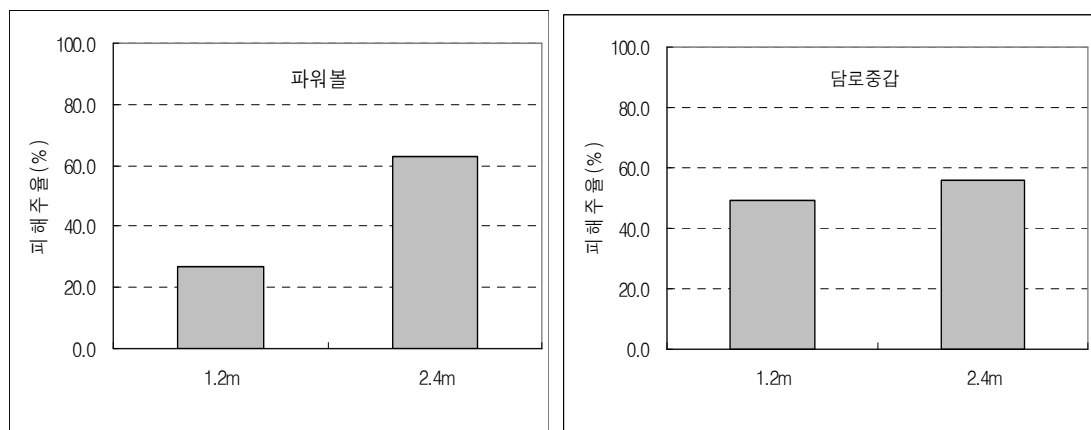


그림 2-20. 이랑 폭을 달리한 처리에서의 수확 시 장해구를 포함한 피해주율

토성 및 관수관리를 달리하여 엽록소 함량(그림 2-21) 및 고엽율(그림 2-22)을 조사한 결과, 두 품종 모두 사양토에 비해 점질토에 정식한 것의 엽록소 함량이 현저히 낮았으며, 점질토에서도 담수관리 한 처리에서 더욱 낮았다. 고엽율은 사양토에 정식한 것에 비해 점질토에 정식한 처리에서 현저히 높았다.

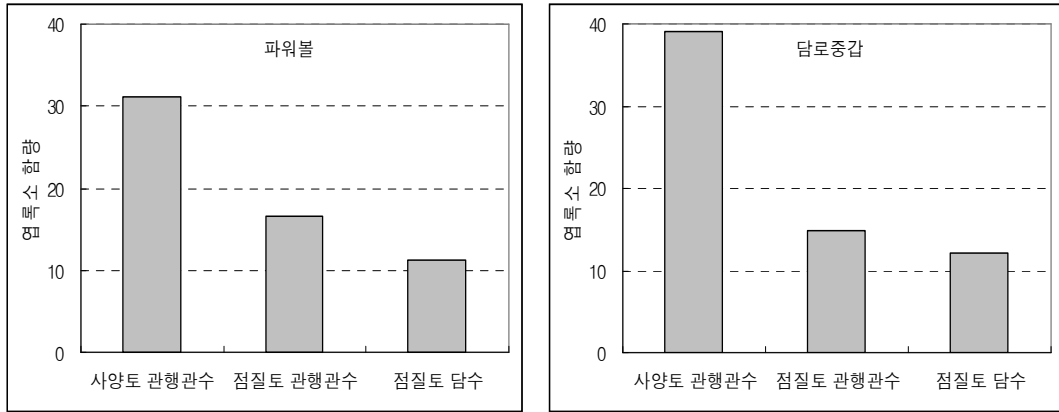


그림 2-21. 토성 및 관수관리에 따른 엽록소 함량

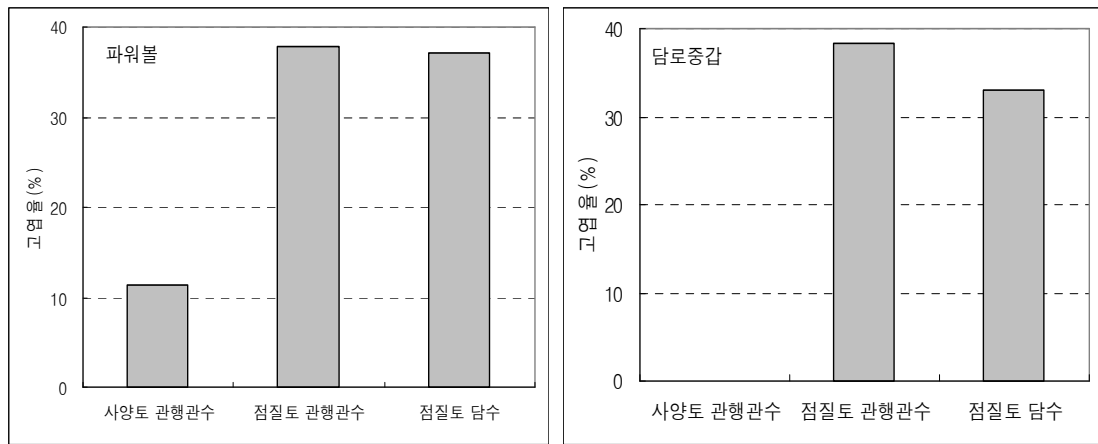


그림 2-22. 토성 및 관수관리에 따른 고엽율

이상의 결과로 볼 때 내습성 계통의 선발을 위해서는 점질성이 많은 토양에서 넓은 이랑을 만들어 정식하여 선발하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.

#### 사. 단맛형질 지표의 생육단계별 발현과정 구명

##### (1) 재료 및 방법

공시품종은 조생종인 오션품종과 중만생종인 매직골드품종을 이용하였다. 재배는 9월 8일에 128공 plug tray에 파종하여 10월 30일에 경북대학교 농업생명과학대학 부속실습장 대구포장에 정식하였다. 정식방법은 120cm 폭의 이랑에 흑색 PE 필름을 멀칭한 다음 주간 간격을 15cm로 하여 6줄로 재식하였다. 시비는 10a당 시비량을 질소 24kg, 인산 7.7kg 및 칼리 15.4kg을 기준으로 하여, 인산질 비료는 퇴비 3,000kg과 함께 전량 밑거름으로 주고 질소와 칼리질 비료는 3등분하여 기비와 2회(2월 22일, 3월 22일)에 걸쳐 웃거름으로 이용하였다.

단맛형질의 지표인 pyruvic acid 함량조사는 Yoo 등(1995)의 방법에 의해 5월 9일부터 시작하여 매직골드 품종의 도복개시기인 5월 23일과 수확기인 6월 20일에 각각 실시하였고, 조사시기의 생육 및 구 특성을 조사하였다.

생육기간 경과에 따른 양과 식물체의 구, 엽초, 엽 및 엽서에 따른 부위별 pyruvic acid와 당 함량의 변화양상을 구명하여 생육기간에 단 양과 선발가능성을 보기 위하여 조생종 품종인 에이스 300 품종을 11월 5일에 정식하여 2008년 3월 26일부터 80%가 도복된 4월 23일까지 3회에 걸쳐 수확하여 초장, 구의 생체중 및 건물중, 구비대지수, 구형지수와 아울러 구, 엽초 및 엽 부위의 pyruvic acid 및 당 함량을 조사하였다.

(2) 연구수행결과

단맛형질의 지표인 pyruvic acid함량을 분석하는 시기의 생육은 5월 9일에는 오션품종은 도복이 진행된 시기였으며, 매직골드 품종은 구 비대가 개시되는 시점이었다. 5월 23일에는 오션품종은 100% 도복이 이루어져 엽초경이 가늘어지고 엽수도 감소하기 시작하였으며, 매직골드품종은 도복이 시작되는 시점으로 초장, 엽수, 엽초경이 모두 5월 9일에 비해 증가된 상태였다(표 2-7).

표 2-7. pyruvic acid함량 분석시의 품종별 생육

조사일	품종	초장(cm)	엽수(매)	엽초경(mm)	구비대지수
5월 9일	오션	53.6	5.0	9.4	4.6
	매직골드	60.7	7.0	14.2	2.0
5월 23일	오션	67.3	5.0	8.7	8.7
	매직골드	72.9	7.5	15.0	4.6

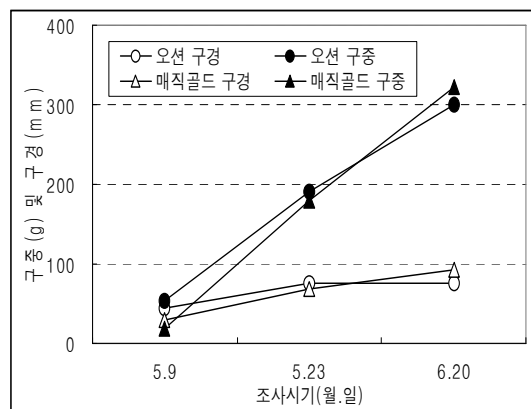


그림 2-23. 조사시기별 품종별 구 크기

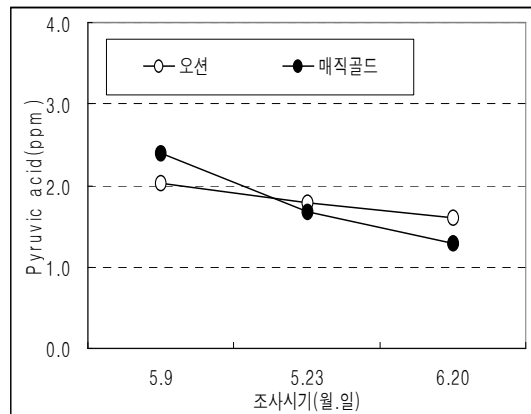


그림 2-24. 시기별 pyruvic acid 함량

분석시의 구 크기는 5월 9일에는 오션품종은 구경이 4.4cm, 구중은 54g으로 구이 형태를 취한상태였으나 매직골드품종은 구경이 2.9cm, 구중은 18g으로 양과 구의 형태를 갖추지 못한 상태였으며 5월 23일에는 매직골드 품종도 완전한 구의 형태를 갖추어진 상태에서 분석이 이루어졌다(그림 2-23).

Pyruvic acid의 품종별 함량차이(그림 2-24)는 5월 9일에는 매직골드품종이 오션품종에 비해 높았으나 그 이후는 오션품종에서 높아 오션품종이 매직골드에

비해 단양과로 추정된다. 시기별 pyruvic acid의 함량은 시기가 경과함에 따라 두 품종 모두 감소하였으며 감소정도는 매직골드에서 컸다. 5월 9일 조사에서 오션품종의 pyruvic acid 함량이 낮았던 것은 두 품종의 생육 단계의 차이로 추정된다.

양과 식물체의 구, 엽초, 엽 및 엽서별 pyruvic acid와 당 함량의 차이를 비교하여 포장 생육 단계에 단양과 계통 선발가능성을 보기 위하여 시료로 이용된 'Ace 300' 품종의 시기별 생육과 구 특성을 보면 표 2-8과 같이 초장과 구중은 3월 26일 뚜렷한 차이가 없었으나, 이 후 구비대가 급격히 진행되면서 구비대지수와 구형지수는 현저한 차이를 나타내었다. 건물율은 4월 10일까지 증가하다가 수확기에 이르러 구비대가 급격히 이루어지면서 감소하였다.

표 2-8. 시기별 양과 생육

시기	초장(cm)	구중(g)	구비대지수	구형지수	건물율(%)
3월 26일	50.8	28.2	4.10	1.7	8.4
4월 10일	63.7	98.0	8.63	1.2	8.6
4월 23일	60.6	111.7	14.60	1.1	7.9

생육기간 경과에 따른 구, 엽초부 및 엽의 pyruvic acid 함량은 구비대 초기에는 구에 비해 엽과 엽초부의 pyruvic acid 함량이 더 높았으며, 특히 엽초부의 pyruvic acid 함량이 월등히 높았다. 구비대가 진행되면서 구 비대 초기에는 구의 pyruvic acid 함량은 조금 감소하였고, 엽과 엽초부는 큰 변화가 없었다.

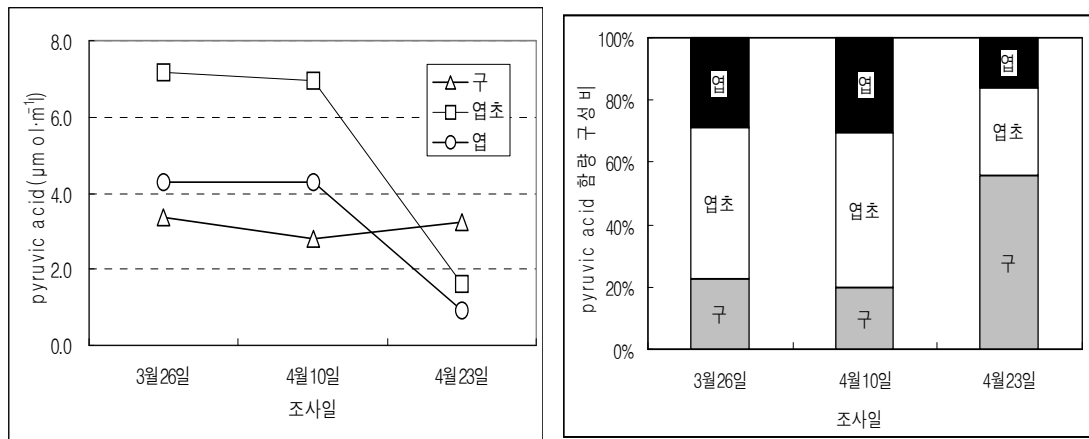


그림 2-25. 양과 부위별 pyruvic acid 함량 및 구성비

그러나 이 후 구비대가 급격히 진행되는 수확기에 이르러서는 엽과 엽초부의 pyruvic acid 함량은 감소하였고, 구의 pyruvic acid 함량은 다소 증가하여 수확기 양과 식물체의 pyruvic acid 함량은 엽에서 가장 낮았다(그림 2-25).

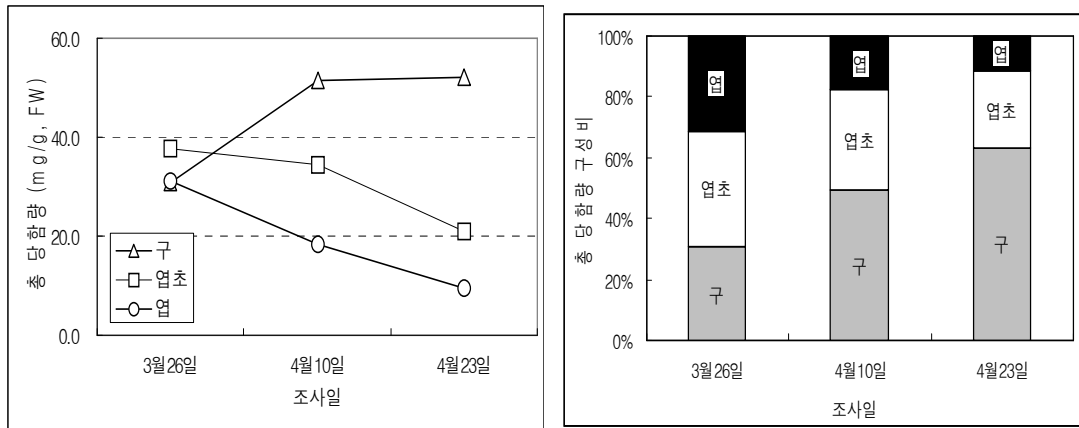


그림 2-26. 양파 부위별 총 당 함량 및 구성비

생육기간 경과에 따른 구, 엽초부 및 엽의 총 당 함량은 그림 2-26와 같이 구비대 초기에는 구와 엽의 총 당 함량은 거의 유사하였고, 앞의 pyruvic acid와 마찬가지로 엽초부의 총 당 함량이 가장 높았다. 그러나 구비대가 활발히 진행되면서 구의 총 당 함량은 큰 폭으로 증가하였고 엽과 엽초부는 반대로 감소하였다. 그리고 수확기에 이르러서는 구의 총 당 함량은 큰 차이가 없었으나 엽과 엽초부는 pyruvic acid 함량 변화와 마찬가지로 급격히 감소하였다.

구비대 초기(구비대 지수 4.1) 엽위에 따른 엽 내 pyruvic acid와 총당 함량은 그림 2-27과 같다. 가장 초기에 생긴 바깥쪽 노엽의 pyruvic acid와 총당 함량이 가장 낮았으며 어린잎으로 갈수록 높아지는 경향이였다.

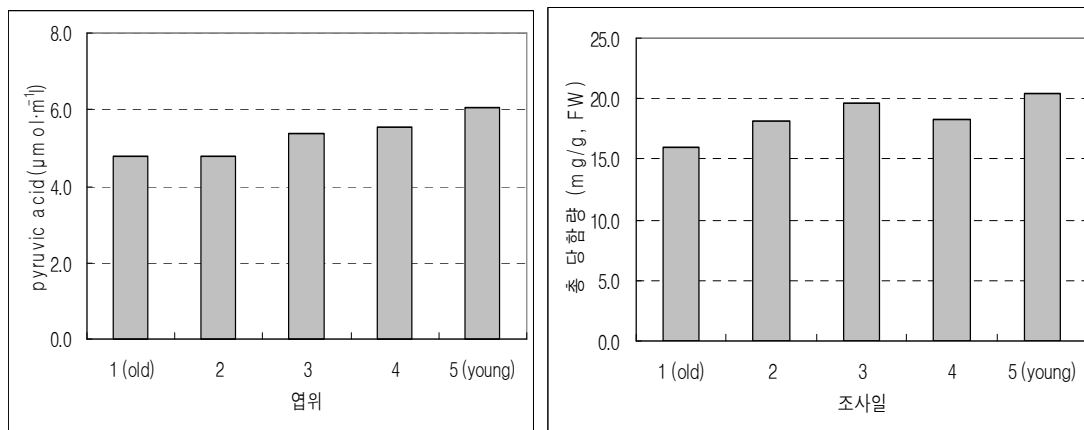


그림 2-27. 양파 엽위별 Pyruvic acid와 총 당 함량

이상의 결과로 볼 때 추파재배에서 pyruvic acid 함량은 초기에는 매우 높으나 수확기에는 감소하는데 단 양파에 비해 매우 양파에서 감소정도가 컸다. 재배 중인 양파의 pyruvic acid 및 당 함량을 분석하여 선발하기 위한 부위는 구 비대초기에는 엽초부, 구 비대후기에는 구 부분이 효율적이였다.

아. 환경조건에 따른 단맛형질 발현차이 구명

(1) 재료 및 방법

공시품종은 조생종인 조생썬더볼 품종과 만생종인 담로중갑을 이용하였다. 재배는 9월 7일과 9월 27일에 128공 plug tray에 파종하여 본엽이 3~4매, 초장 35cm 정도인 11월 9일과 11월 27일에 경북대학교 내 유리온실에 자연광을 대비로 6, 12, 18, 24 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR 처리를 두었으며, 주간온도 20 $^{\circ}\text{C}$ , 야간온도 15 $^{\circ}\text{C}$  정도로 유지되는 유리온실에 치상하였다. 최종 분석은 2008년 1월 30일에 실시하였다.

온도처리는 광도처리와 같은 품종을 이용하여 10월 17일에 파종하여 12월 13일에 15 $^{\circ}\text{C}$ 와 20 $^{\circ}\text{C}$ 로 향온 유지되는 향온기에 치상하였다. 이 때 광 조건은 향온기 내에 삼과장 형광등을 설치하여 광량은 74 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR 정도로 유지하였으며, 최종 분석은 2008년 2월 20일에 실시하였다.

단맛형질의 지표인 pyruvic acid 함량조사는 Yoo등(1995)의 방법에 준하여 spectrophotometer(485nm)로 측정하였으며, 분석 전 시료의 구경, 구고 및 구중을 조사하였다. 유리당 함량은 sucrose, glucose, fructose를 표준물질로 하여 HPLC(Waters 2695)를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 Waters Sugar-Pak 1(6.5 $\times$ 30mm) column을 사용하였고 column 온도는 85 $^{\circ}\text{C}$ 를 유지하였다. 분석에 사용된 mobile phase는 HPLC용 3차 증류수, flow rate 0.6ml/min, injection volume 10 $\mu\text{l}$ 로 하여 RI detector (Waters 2414)로 검출하였다.

(2) 연구수행결과

광량을 달리하였을 때 조생종인 조생썬더볼 품종과 만생종인 담로중갑 품종의 엽수와 초장은 표 2-9과 같다. 조생썬더볼은 광량에 따른 생육의 차이가 없었으나, 담로중갑 품종은 12와 18 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR 처리에서 비교적 생육이 좋았다.

표 2-9. 광량에 따른 생육 차이

광조건	조생썬더볼		담로중갑	
	엽수(매)	초장(cm)	엽수(매)	초장(cm)
자연광	3.8	49.7	3.6	50.3
6 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	3.4	51.4	3.4	47.7
12 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	3.6	48.3	4.0	49.0
18 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	3.6	48.1	4.0	54.4
24 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	3.8	49.1	3.8	48.6

그러나 구경과 구비대 지수의 경우에는 한계온도와 일장이 낮은 조생종 품종은 광량이 높아질수록 구비대에 보다 효과적이었으나 만생종 품종은 실험기간 내에 큰 변화가 없었다(그림 2-28, 2-29).

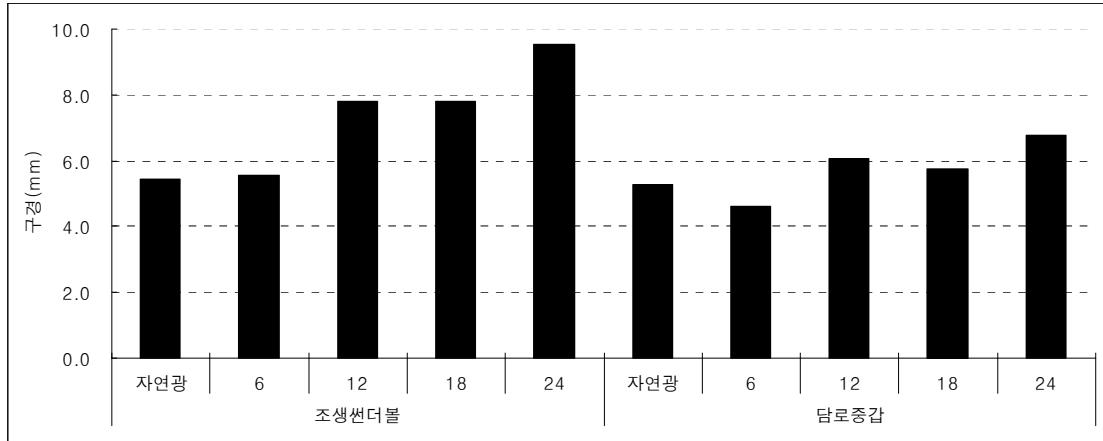


그림 2-28. 광량에 따른 품종별 구경 차이

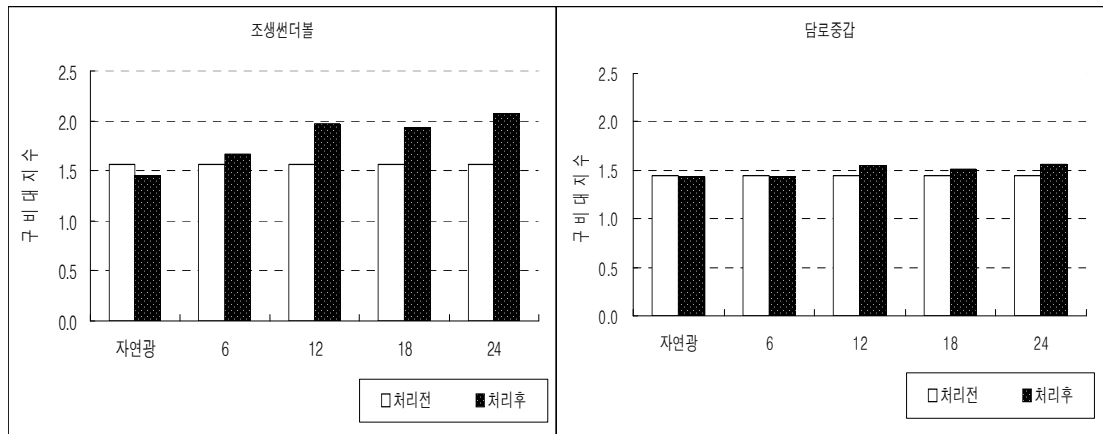


그림 2-29. 광량에 따른 처리전후의 품종별 구비대 지수

표 2-10. 광량에 따른 수확시 생육

광조건	구경(mm)	구고(mm)	구중(g)	구형지수
자연광	5.6	19.3	0.45	3.4
$6\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	6.3	17.6	0.44	2.8
$12\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	11.8	22.2	1.53	1.9
$18\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	13.9	24.7	2.54	1.8
$24\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	11.5	22.5	1.67	2.0

수확시 생육도 위의 표와 그림과 마찬가지로  $12\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR 이상에서는 생육에 큰 차이가 없었다(표 2-10).

표 2-11. 광량에 따른 pyruvic acid 및 유리당 함량

광조건	Pyruvic acid (ppm)	Total sugar (mg/g)	sucrose (mg/g)	glucose (mg/g)	fructose (mg/g)
자연광	13.89	13.18	0.14	5.73	7.31
6 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	13.66	23.43	0.39	10.39	12.65
12 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	11.96	40.64	2.49	19.00	19.14
18 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	11.41	38.69	2.74	17.40	18.55
24 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PAR	12.42	31.57	2.80	13.56	15.21

단양과 선발에 있어 지표로 이용되는 pyruvic acid 함량과 유리당 함량을 살펴보면, 광량을 달리하여 재배하였을 때 광량이 증가할수록 pyruvic acid 함량이 감소하였다. 그리고 유리당 함량에서 sucrose 함량은 극히 미비하였으며, total sugar 함량 및 단맛에 가장 큰 영향을 미치는 fructose 함량은 12와 18  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR 처리에서 비교적 높았다.

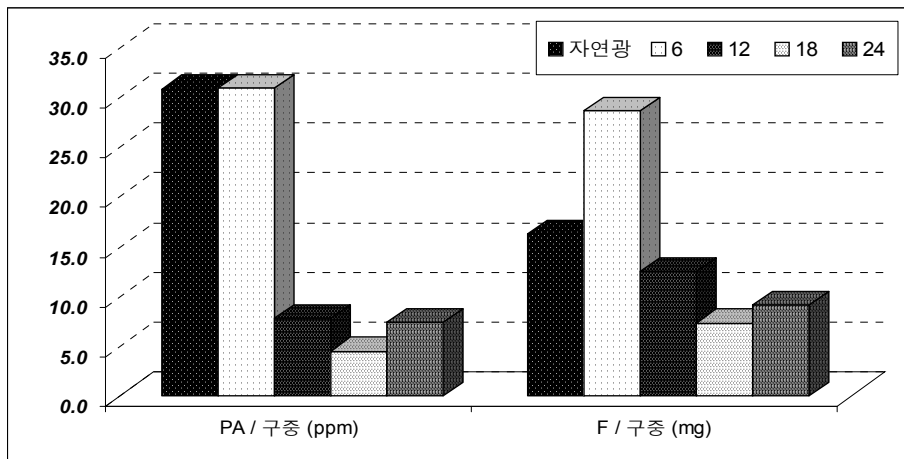


그림 2-30. 광량에 따른 구중에 대한 pyruvic acid 및 fructose 함량 차이

단양과 육종을 위한 개체선발에 있어 지향하는 지표는 pyruvic acid 함량이 낮으면서 유리당 함량, 특히 fructose 함량이 높은 개체를 선발하는 것이다. 이러한 요인은 대부분 유전적으로 결정되나 환경조건에 의해서 어느 정도 영향을 받는다. 이러한 관점에서 본다면 12 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR 이상으로 광을 조사하게 되면 구중 대비 pyruvic acid 함량은 낮으면서 fructose 함량은 높아지게 된다.

표 2-12. 온도에 따른 생육차이

온도	엽수	초장	구경	엽초경	구비대지수
15 $^{\circ}\text{C}$	3.2	33.0	11.38	4.72	2.41
20 $^{\circ}\text{C}$	3.2	32.7	10.18	4.81	2.12



그러나 앞에서 본바와 같이  $24\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  PAR 처리에서 pyruvic acid 함량이 다소 높고 유리당 함량이 낮았던 것은 충해에 의해 구 비대가 충분히 이루어지지 않았고 생육이 저조하였기 때문인 것으로 사료된다.

표 2-13. 온도에 따른 수확시 생육

온도	구경	구고	구중	구형지수
15℃	14.54	28.10	3.76	1.93
20℃	13.54	31.44	3.26	2.32

온도를 달리하였을 때 조생종인 조생썬디볼 품종의 생육은 표 2-12과 같다. 엽수와 초장, 엽초경은 두 처리간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나, 구경과 구비대 지수에서는 15℃ 처리에서 비교적 좋았다. 그러나 수확 시 구경과 구고, 구중 및 구형지수에서는 차이가 없었다(표 2-13).

표 2-14. 온도에 따른 pyruvic acid 및 유리당 함량

온도	Pyruvic acid (ppm)	Total sugar (mg/g)	sucrose (mg/g)	glucose (mg/g)	fructose (mg/g)
15℃	3.87	38.83	5.15	18.06	15.61
20℃	5.12	42.50	3.89	21.38	17.23

Pyruvic acid 함량과 유리당 함량을 살펴보면, 온도를 달리하여 재배하였을 때 온도가 높을수록 pyruvic acid 함량이 높았고, 유리당 함량에서 비환원당인 sucrose 함량은 15℃ 처리에서 더 높았으나 그 외 환원당의 경우에는 pyruvic acid와 마찬가지로 온도가 높을수록 당함량도 높았다.

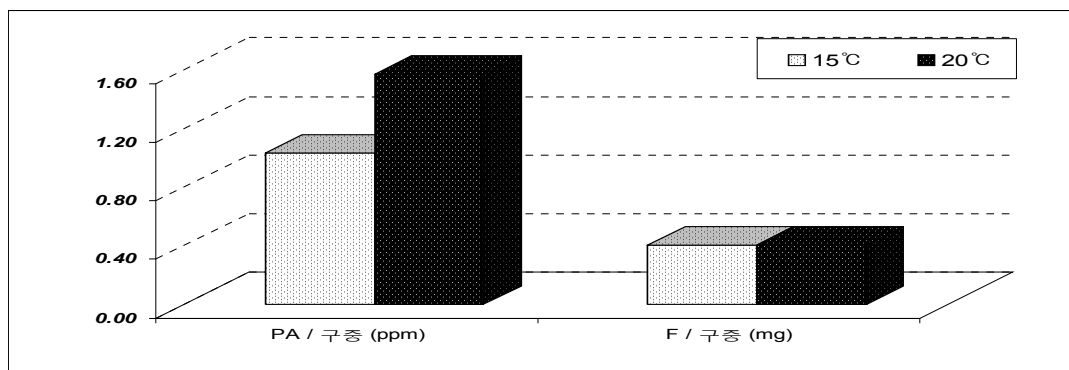


그림 2-31. 온도에 따른 구중에 대한 pyruvic acid 및 fructose 함량 차이

온도조건을 달리하였을 때 구중에 대한 pyruvic acid 함량과 fructose 함량은

그림 2-31에서 볼 수 있듯이 처리 간 fructose 함량은 큰 차이가 없었으나 pyruvic acid 함량은 20°C 처리에서 월등히 높았다. 따라서 온도환경 조건에 따른 단맛형질 발현에서 온도가 높아질수록 단맛에 비해 매운맛에 영향을 미치는 형질의 발현이 더 효과적으로 작용하는 것으로 사료된다.

### 3. 저장단계에서의 유용형질 선발기술 개발

#### 가. 단맛의 분석방법별 효율성 구명

##### (1) 재료 및 방법

조생종인 에이스 300 품종과 중생종인 과워볼 품종을 추과재배하여 80%가 도복되는 시점인 4월 23일과 5월 27일에 수확하여 시료로 이용하였다. pyruvic acid 분석방법의 효율성을 검토코자 Schwimmer와 Weston(1961)의 분석방법, Wall and Corgan(1992)의 분석방법, Randle (1992)의 분석방법, Randle and Bussard(1993)의 분석방법, Yoo 등(1995)의 분석방법, Bacon 등(1999)의 분석방법을 비교하여 추출효율과 분석시간을 조사하였다.

본 실험에 사용된 DNPH (2,4- dinitrophenylhydrazine, KANTO)는 2N 염산에 용해시켜 0.0125% 용액을 만들어 사용하였고, pyruvate 표준품으로는 sodium pyruvate(JUNSEI)를 사용하였다. 기존 분석방법에서 시료 마쇄 및 추출단계의 단점들을 보완하고자 Yoo 등(1995)의 분석방법을 대비로 하여 양과 생체시료를 5mm 크기로 절단한 뒤 5분 동안 상온에 방치한 후 액체질소를 이용하여 효소의 활성을 고정시켜 마쇄하고, 동일한 양의 마쇄시료에 일정 비율의 증류수를 첨가한 혼합액을 15분 동안 상온에 둔 후 4°C 15,000rpm에서 15분간 원심분리하여 그 상등액을 샘플시료로 이용하였다. pyruvic acid 정량은 샘플시료 100 $\mu$ l에 DNPH 4ml을 넣어 37°C 항온수조에서 반응시키고, 10분 후에 반응을 종료시키기 위하여 1N NaOH 8ml을 넣어준 후 spectrophotometer(UV-1201, Japan)를 이용하여 485nm에서 흡광도를 측정하는 Yoo 등(1995)의 방법을 변형하여 검토하였다.

시료액의 희석배수 증가에 따른 pyruvic acid와 당 함량의 감소율을 측정하여 희석에 따른 함량의 변화를 검토코자 원액과 증류수로 2배, 3배, 4배, 5배, 10배, 20배, 30배, 40배, 50배로 희석한 후 pyruvic acid와 당 함량을 분석하여 비교 검토하였다. pyruvic acid 함량 분석은 상기의 변형방법으로 하였고, 당 함량 분석은 pyruvic acid 분석을 위한 시료액을 Sep-Pak cartridge와 0.45 $\mu$ m syringe filter로 여과하여 사용하였다. 당은 sucrose, glucose, fructose를 표준물질로 환경조건에 따른 단맛형질 발현차이 구명 실험과 동일한 방법으로 분석하였다.

##### (2) 연구수행결과

Schwimmer and Weston(1961)에 의한 연구 이래로 pyruvic acid를 분석하는 방법들이 다양하게 연구되어져 왔는데 이러한 방법들 중 가장 효과적이고 추

출효율이 높은 방법을 재검토 한 결과, 효소활성을 억제시키는 trichloroacetic acid(TCA)를 사용하는 Wall and Corgan (1992), Randle and Bussard (1992) 및 Bacon 등 (1999)의 방법에 비해 Yoo 등 (1995)의 방법이 조작이 간편하며 수율도 높았다.

Yoo 등(1995)의 방법이 Schwimmer와 Weston(1961)의 방법에 비해  $0.3\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$ (5.6%) 높게 나타났으며, Wall과 Corgan(1992)과 Randle과 Bussard(1993)의 방법에 비해 약 8%, Randle(1992)과 Bacon 등(1999)의 방법에 비해서는 약 6% 정도 높게 나타났다(그림 3-1).

기존 방법들의 분석에 소요되는 시간을 측정해 본 결과, Schwimmer와 Weston(1961)의 방법은 74~90분 정도 소요된다고 하였는데(Randle과 Bussard, 1993), 본 실험에서는 1시간 10분 정도 소요되었다. 이 외 Wall과 Corgan(1992)의 방법은 1시간 30분 이상이 소요되었고, Randle(1992a)의 방법은 증류수를 첨가하여 마쇄한 후 20분 정도 방치한 후 TCA를 첨가하여야 하므로 분석에 소요되는 시간이 2시간 정도로 가장 길었다. Bacon 등(1999)의 방법은 Wall과 Corgan(1992)의 방법을 변형한 방법으로 생체시료 대신 동결시료를 이용하였으며, 분석에 소요되는 시간은 1시간 40분 정도였다.

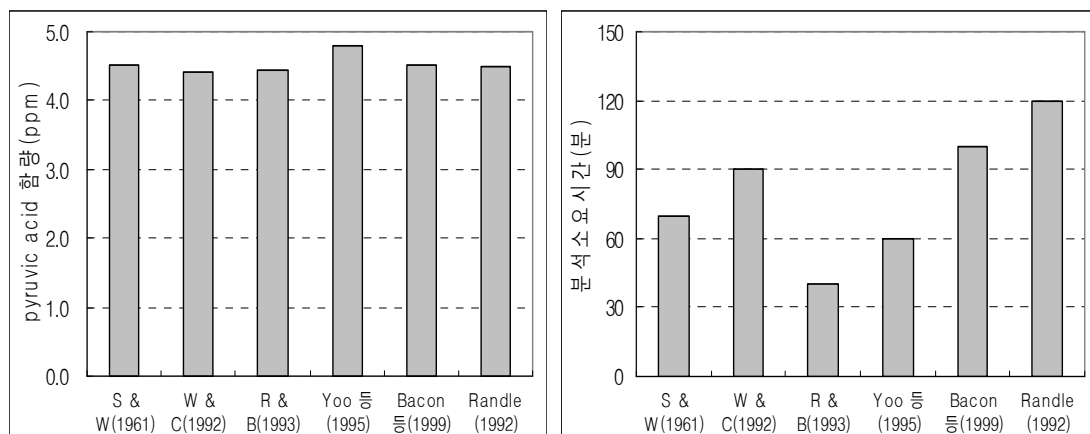


그림 3-1. 분석방법 및 여과지 종류에 따른 pyruvic acid 함량 차이

그러나 상기 4가지 방법들은 효소를 불활성화 시키기 위하여 TCA 용매에 양과 시료를 1시간 이상 침지시켜야 하므로 분석에 소요되는 시간이 길었다. Randle과 Bussard(1993)는 이러한 단점을 보완하고자 착즙한 양과 시료액과 TCA 용액의 혼합액을 별도의 반응시간 없이 바로 분석에 사용하였으며, 분석에 소요되는 시간은 40분 정도로 단축되었다. 그리고 Yoo 등(1995)은 TCA 용액 대신 전자레인지기를 이용하여 단시간에 효소를 불활성화 시켜 control로 이용하였으며, 시료의 마쇄과정에서 증류수를 첨가하지 않아 시료의 무게 측정 및 희석과정 등의 단계를 줄여 분석에 소요되는 시간을 줄이고자 하였다. 그러나 이 방법도 마쇄 후 상온에서 30분 동안 여과하여야 하므로 전체 소요시간은 1시간 정도였다.

희석배율에 따른 pyruvic acid와 당 함량을 분석한 결과, 총 당 함량과 pyruvic acid 함량 모두 희석배율이 증가할수록 감소하는 경향이었으나 총당 함량은 산술적으로 계산된 표준곡선에 거의 근접한 반면, pyruvic acid 함량은 Schwimmer와 Weston(1961) 등의 방법들과 마찬가지로 pyruvic acid 농도와 함께 비례적으로 증가하는 sugars, quercetin 및 그 외 다른 화합물의 결합에 의한 간섭으로 인해 10% 정도 과다하게 측정되었으며, 이러한 편차는 시료를 희석 시키더라도 보완되지 않아(Yoo와 Pike, 1999) 표준곡선 값에 비해 더 높게 나타났다(그림 3-2).

기존의 6가지 분석방법 중에서 Yoo 등(1995)의 방법이 가장 효율적이었으나, 샘플간의 편차가 심한 문제점이 있어 액체질소를 이용한 효소활성 억제 및 원심분리를 이용한 추출로 변형함으로써 이러한 문제점을 개선함과 동시에 시료조제의 정확성과 균일성, 시료마쇄의 효율성과 추출효율도 높일 수 있었고, 또한 양과 구 뿐만 아니라 식물체의 모든 부위를 분석할 수 있게 되었다.

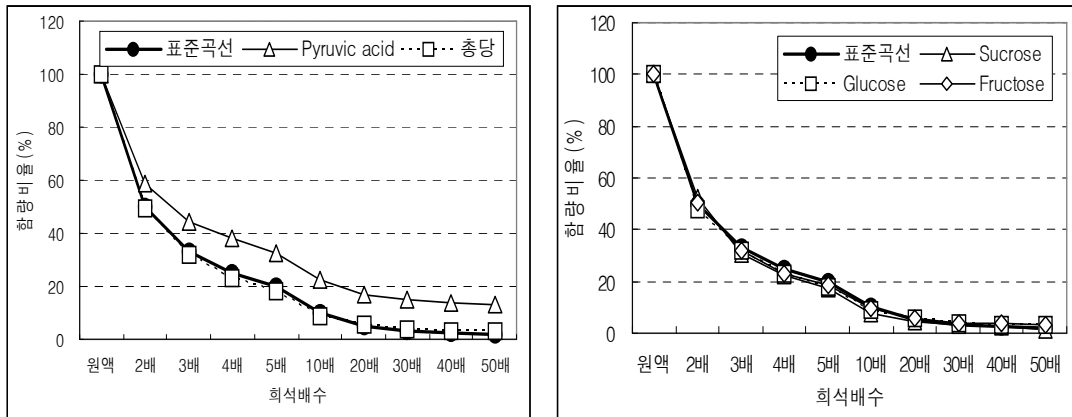


그림 3-2. 희석배율에 따른 pyruvic acid와 당 함량의 변화

#### 나. 단맛 형질발현 성분 간의 상관관계

##### (1) 재료 및 방법

중생중인 과워볼 품종을 80%가 도복되는 시점을 기준으로 수확하여 상온에 저장하여 시기별 건물율과 pyruvic acid 및 당 함량을 총 5회 분석하여 감미도와 매운맛 지표를 산출하여 pyruvic acid와 건물율, 당 함량, 감미도 및 매운맛 지표와의 상관관계를 분석하였다.

함량분석은 상기실험과 같은 방법으로 pyruvic acid(Yoo 등의 변형방법)와 당 함량에 대해 실시하였고, 감미도는 당의 종류별 감미도 계수(sucrose 1.0, glucose 0.7, fructose 1.1)에 따라 당 조성 분석결과를 환산하여 나타내었으며(Kim 등, 2001), 매운맛의 정도를 나타내는 지표는 Vavrina(1993)의 방법을 기준으로 삼아 총 당 함량에 대한 pyruvic acid 함량의 비율을 산출하여 사용하였다.

(2) 연구수행결과

Pyruvic acid 함량이 증가함에 따라 건물율은 증가하는 정의 상관관계 ( $R^2=0.85$ )를 나타내었으며, 매운맛의 정도를 나타내는 지표인 pyruvic acid와 총 당의 비율(PA/TS)과도 정의 상관관계( $R^2=0.34$ )를 나타내어 pyruvic acid의 함량이 적은 것이 매운맛이 적어질 것으로 유추한 결과와 같은 경향을 보였다.

그러나 총 당 함량과 감미도가 증가하면 pyruvic acid의 함량은 증가하는 부의 상관관계를 유추하였으나 총 당 함량( $R^2=0.098$ )과 감미도( $R^2=0.068$ )는 상관관계가 없는 것으로 나타났다.

따라서 단 양과 품종 육성을 위한 지표로 이용하는 pyruvic acid와 당은 별도로 지표로 이용하는 것은 오류를 범하기 쉬우므로 두 지표를 모두 이용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

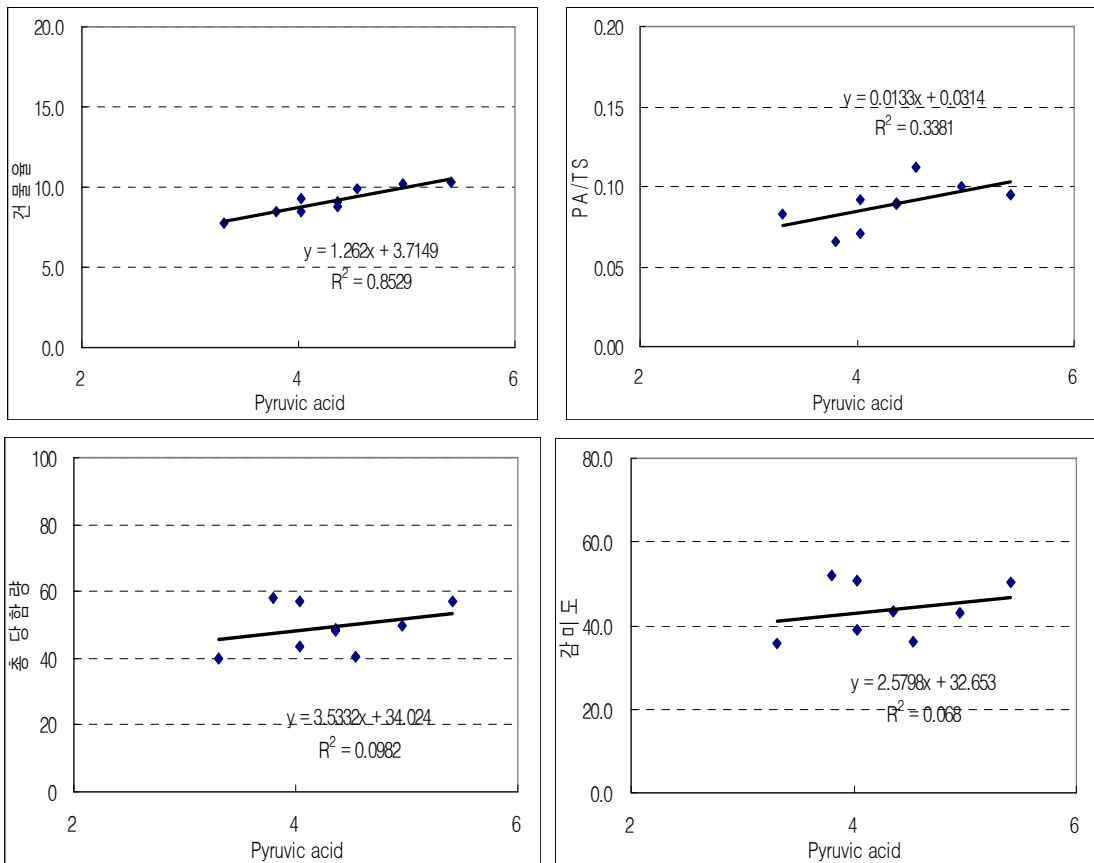


그림 3-3. 단맛형질 성분간의 상관관계

다. 재배환경조건에 따른 저장성 검정

(1) 재료 및 방법

재배환경조건에 따른 저장성을 검정하기 위하여 퇴비시용을 질소질이 많이 함유되어 있는 돈분퇴비 시용량을 달리한 환경과 습해시기를 달리하여 재배한 환경을 두어 재배한 양파에 대한 저장성 검정을 실시하였다.

돈분퇴비 시용량에 따른 저장성 검정을 위한 공시품종으로는 중생종인 ‘매직

골드'(신젠타) 품종을 이용하여 9월 5일에 파종하여 10월 30일에 경북 의성군 소재하는 농가 포장에 주간간격을 15cm로 하여 투명 PE필름으로 멀칭한 후 정식하였다. 돈분퇴비 시용량은 10a당 1,500kg, 2,500kg, 3,000kg의 3처리로 하였으며, 시험구는 난괴법 3반복으로 배치하였다. 시비량 및 기타 재배관리는 위 실험과 동일하게 하였다. 시험에 사용된 돈분퇴비는 인근 축산농가에서 돈분과 왕겨를 7:3 비율로 섞어 60일 동안 발효시킨 것을 이용하였다.

습해시기에 따른 저장성 검정을 위한 공시재료로는 조생종인 조생썬더볼 품종을 이용하였으며, 파종은 9월 8일에 벼 육묘상자에 시판상토(TK-52)를 충진한 후에 조간을 3cm, 주간을 1cm간격으로 하여 실시하였다. 파종한 상자는 3.3m<sup>2</sup> 당 N과 P 및 K를 각각 40g씩 시비한 묘상에 치상하여 관리하였다. 정식은 10월 25일에 경북대학교 농업생명과학대학 부속실험실습장 대구포장에 120cm폭의 이랑에 흑색 PE필름으로 멀칭한 후에 주간간격을 15cm로 하여 6줄로 재식하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시비는 10a당 시비량을 질소 24kg, 인산 7.7kg 및 칼리 15.4kg을 기준으로 하여, 인산질 비료는 퇴비 3,000kg과 함께 전량 밀거름으로 주고 질소와 칼리질 비료는 3등분하여 기비와 추비로 분시하였다. 기타관리는 농촌진흥청 양과 표준재배법에 준하여 실시하였다. 재배는 생육 재생기와 생육 최성기, 도복기에 인위적으로 습해조건을 주어 실시하였으며, 기타 육묘 및 재배관리는 내동성 검정과 동일하게 하였으며, 수확 후 습해처리 시기에 따른 부패율을 조사하였다.

## (2) 연구수행결과

돈분퇴비 시용량에 따른 저장성 검정 결과, 수확 후 저장기간 동안의 부패율은 돈분퇴비 시용량이 많을수록 증가하여 3,000kg 시용한 처리가 47.8%로 유의하게 컸으며, 1,500kg을 시용한 처리에서 7.8%로 부패율이 가장 낮았다(그림 3-4). 이는 2,500kg 및 3,000kg을 시용한 양과 구의 T-N함량이 높은 것과 관계가 있는 것으로 생각된다.

습해시기에 따른 저장성 검정 결과, 습해시기가 늦어질수록 부패율도 증가하였다. 월동 후 생육을 시작하는 재생기에 습해를 받았을 때 수확 후 부패율이 10% 정도인 반면, 지상부 생육이 가장 왕성하고 구가 비대되기 시작하는 생육 최성기 이후에 습해를 받게 되면 재생기에 비해 부패율이 2배 정도 증가하였다.

따라서 재배환경조건을 달리하여 저장성이 높은 계통을 선발하기 위해서는 질소질이 많은 퇴비를 이용하거나 생육 최성기 이후에 습해처리를 하여 재배하면 효율적인 선발이 가능할 것으로 사료된다.

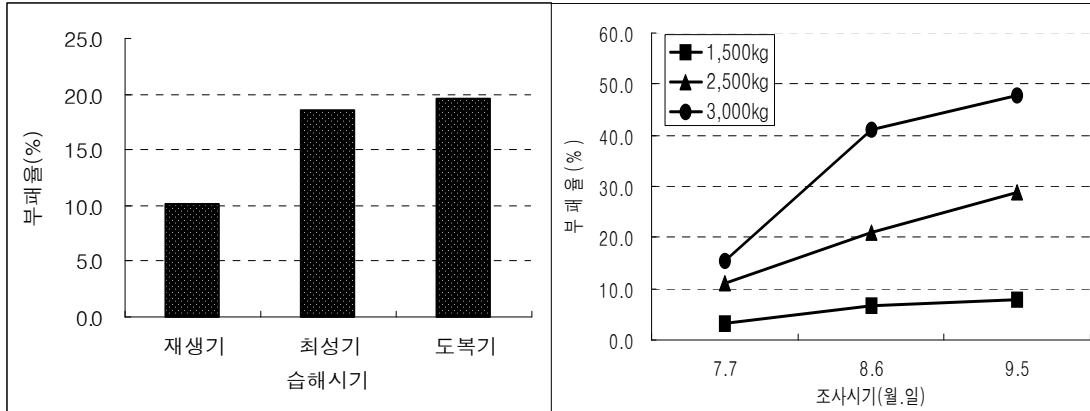


그림 3-4. 습해시기 및 돈분 퇴비 사용량에 따른 부패율

라. 저장성 형질 선발지표간의 상관관계

(1) 재료 및 방법

선발지표의 상관관계를 구명하기 위하여 중만생종인 엘리먼트 품종을 추파 재배하여 수확한 것을 공시재료로 이용하였다. 저장은 비가림 시설이 되어 있는 비닐하우스 내에 양파를 플라스틱 상자에 담아 2008년 7월 21일부터 11월 12일까지 하였다.

조사는 2주일 간격으로 저장양파의 당도를 Brix 굴절당도계(ATAGO)로 경도를 과실경도계를 이용하여 측정하였으며 아울러 부패를 조사하여 이들 간의 상관관계를 분석하였다.

(2) 연구수행결과

부패와 당도 및 경도와의 상관관계는 그림 3-5와 같다.

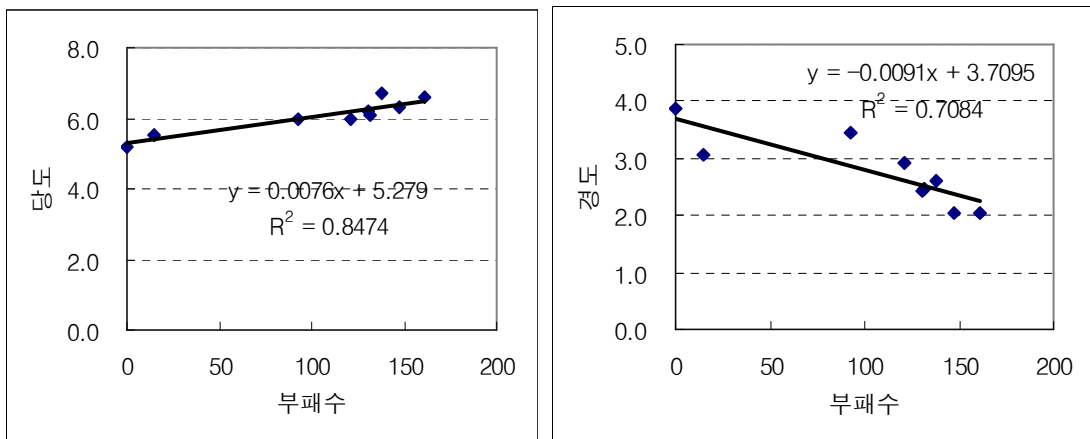


그림 3-5. 부패와 당도 및 경도와의 상관관계

당도는 증가함에 부패도 증가하는 정의 상관관계( $R^2=0.85$ )를 나타내고 있으나 경도는 부패와 부의 상관관계( $R^2=0.71$ )를 나타내고 있다.

따라서 양파의 저장성중 부패정도를 저장 전에 당도와 경도의 조사로서 조기 선발이 가능할 것으로 사료된다.

#### 4. 모구단계에서의 유용형질 선발기술 개발

##### 가. 단맛의 변화검정과 수확 때와 비교

###### (1) 재료 및 방법

공시품종으로는 중생종인 매직골드 품종과 중만생종인 슈퍼황 품종 및 만생종인 농우대고 품종을 추파재배하여 일반 비닐하우스에서 자연저장한 후에 저장기간 경과에 따라 시기별로 pyruvic acid 함량, 당도 및 건물물을 측정하였다. 본 실험에서 사용된 공시품종은 수확 시 평균 pyruvic acid 함량이 매직골드 4.33ppm, 슈퍼황 4.12ppm, 농우대고 3.36ppm인 시료를 이용하여 저장기간 경과에 따른 단맛의 변화를 검정하였다.

Pyruvic acid는 Yoo등(1995)의 방법에 준하여 spectrophotometer(485nm)로 측정하였으며, 당도는 과실용 당도계로 측정하였다. 건물물은 동일한 시료의 분석 전 생체중 대비 건물중의 비율로 환산하여 산출하였다.

###### (2) 연구수행결과

Pyruvic acid 함량은 수확 때에 비해 저장기간이 경과할수록 증가하였으나 품종간의 함량은 저장 30일후에는 차이가 없었으나 저장기간이 경과할수록 만생종 품종인 농우대고가 중만생종 품종인 슈퍼황양파와 중생종 품종인 매직골드에 비해 현저히 높았다.

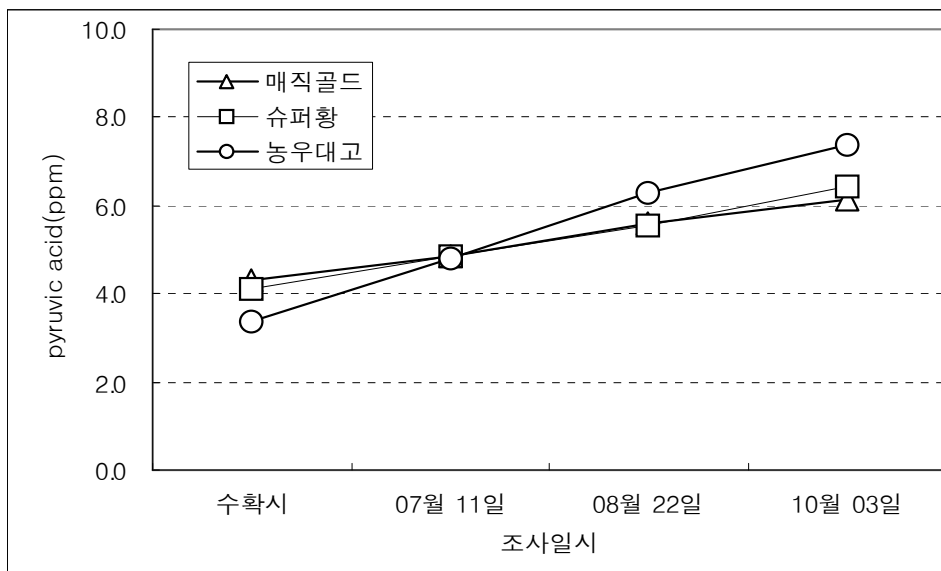


그림 4-1. 수확 후 경과기간에 따른 pyruvic acid 함량 변화

중생종 품종인 매직골드와 중만생 품종인 슈퍼황 간의 pyruvic acid 함량은 초기에는 큰 차이가 없었으나 저장기간이 경과할수록 슈퍼황 품종의 함량이 높았다. 저장기간에 따른 pyruvic acid 함량은 3품종 공히 저장기간이 경과할수록 증가하였으며, 그 증가 정도는 만생종인 농우대고가 가장 높았고 중생종인 매직골드가 가장 낮았다.



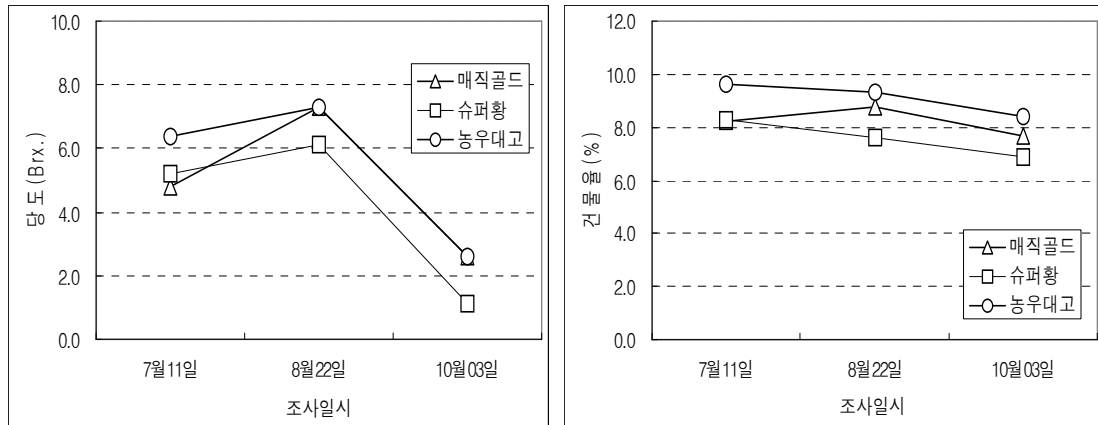


그림 4-2. 수확 후 경과기간에 따른 당도 및 건물율의 변화

#### 나. 단맛형질 성분분석을 위한 효율적인 검정부위 및 크기

##### (1) 재료 및 방법

양과 구의 부위별 pyruvic acid 함량 차이를 검토하기 위하여 중생종 품종인 매직골드와 중만생종 품종인 슈퍼황 및 만생종 품종인 농우대고를 공시하여 10월 19일 정식하였으며, 수확은 숙기별로 6월 3일, 6월 5일, 6월 12일에 각각 실시하여 시료로 이용하였다.

시료의 채취부위를 상부, 중부 및 하부로 3등분한 것과 양과 구를 구성하는 인편의 위치별로 구분하여 pyruvic acid 함량을 측정하였다. 분석방법은 Yoo 등 (1995)의 방법에 준하여 spectrophotometer(UV-1201, Japan)를 이용하여 485nm에서 흡광도를 측정하였다.

아울러 분석시료를 최소화할 수 있는 시료의 적정 크기를 구명하기 위하여 상기의 재배방법으로 생산한 극 조생종인 귀금 품종을 이용하여 1회 분석에 필요한 최소 시료액을 얻기 위한 시료량인 0.5g을 대비로 하여 1.0g 및 1.5g의 3처리 두르고 상기 방법으로 pyruvic acid를 분석하였다.

##### (2) 연구수행결과

양과 구를 상부, 중부 및 하부로 3등분하여 측정한 결과, 세 품종 모두 하부에서 pyruvic acid 함량이 가장 높았고, 다음이 상부였으며 중간부분의 함량이 가장 낮았다(표 4-1).

표 4-1. 양과 검정부위별 pyruvic acid 함량

구분	매직골드	슈퍼황	농우대고
전체	4.99	5.12	6.67
상부	5.19	4.90	5.43
중부	4.25	4.00	5.23
하부	5.73	5.96	7.36

양파 구의 인편별 pyruvic acid 함량은 세 품종 모두 외피로부터 2번째 인편에서 가장 낮았으며, 3번째 인편부터는 구의 내부로 갈수록 pyruvic acid 함량이 증가하였다(표 4-2). 전체 구의 pyruvic acid 함량과 유사한 인편은 중생종 및 중만생종 품종은 외부로부터 3~4번째, 만생종 품종은 4~5번째 인편이었다.

따라서 양파 구 전체를 대표할 수 있는 pyruvic acid 함량을 구의 일부만 분석하여 검정하고자 할 때의 분석시료의 부위는 중생 및 중만생종 품종은 구의 상부 또는 외부로부터 3~4번째 인편, 만생종 품종은 구의 하부 또는 외부로부터 4~5번째 인편을 이용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

Pyruvic acid 함량 1회 분석시 소요되는 시료액을 얻기 위한 최소 시료량인 0.5g으로 분석했을 때에 pyruvic acid 함량은  $4.5\mu\text{mol}\cdot\text{ml}^{-1}$ 였으며 1.0g 및 1.5g의 시료량으로 시료액을 조제하여 분석하였을 때는 0.5g으로 분석했을 때에 비해 각각 0.16 및 0.18정도높게 나타났다(표 4-3). 이러한 극미량 차이는 단양파 품종육성에 문제가 없을 것으로 사료되므로 양파모구에 장해를 최소화하면서 분석할 수 있는 크기는 0.5g이 효율적일 것으로 사료된다.

표 4-2. 양파 인편별 pyruvic acid 함량

구의 인편		매직골드	슈퍼황	농우대고
전체		4.35	5.31	5.66
1	외부	3.99	6.30	6.38
2		3.53	4.44	4.86
3		4.14	4.98	5.10
4		4.70	5.73	5.32
5		5.21	6.43	5.97
6	↓	5.44	6.77	6.26
7	내부	5.36	7.35	6.60

표 4-3. pyruvic acid 분석시 시료량에 따른 pyruvic acid 함량

시료 중량(g)	0.5	1.0	1.5
pyruvic acid 함량( $\mu\text{mol}\cdot\text{ml}^{-1}$ )	4.51	4.67	4.60

#### 다. 구의 물리성에 따른 저장성 검정

##### (1) 재료 및 방법

공시품종으로는 중생종인 매직골드 품종과 중만생종인 슈퍼황 품종 및 만생종인 농우대고 품종을 추파재배하여 일반 비닐하우스에서 자연저장한 후에 시기별로 부패율을 조사하였다. 경도에 따른 시기별 부패율은 만생종인 농우대고 품종을 이용하여 과실용 경도계로 강(3.5 이상), 중(2.5~3.5), 약(2.5 이하)로 분류하여 시기별 부패율을 조사하였다.

(2) 연구수행결과

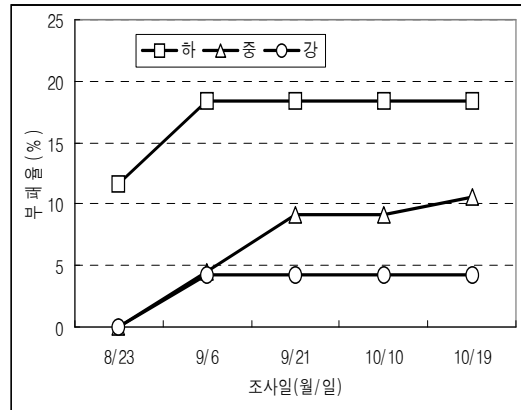
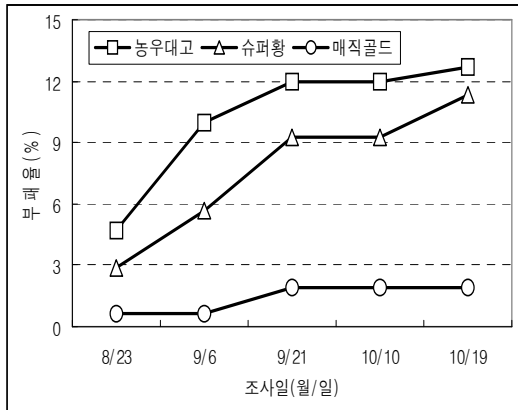


그림 4-3. 품종별 저장기간에 따른 부패율      그림 4-4. 경도별 저장기간에 따른 부패율

저장기간이 경과할수록 부패율이 증가하였으며, 본 실험에서는 만생종인 농우대고 품종의 부패율이 가장 높았는데 이는 양파 수확기에 비가 와서 토양이 습한 상태에서 수확하여 저장성이 떨어진 것으로 생각되며, 또한 다른 품종에 비해 농우대고가 질소함량이 많고 칼리함량이 적어 저장성 떨어진 것으로 생각된다(그림 4-3).

그리고 구의 경도에 따른 부패율을 살펴보면 양파 구의 경도가 낮을수록 부패율이 높았다. 경도 2.5이하에서 부패율이 20% 정도였으나 3.5이상에서는 5% 이하의 부패율을 나타내었다(그림 4-4).

이와 같이 재배적으로 문제가 되어 부패율이 현저히 증가하였던 농우대고 품종도 모구저장시 경도에 따라 부패율에 현저한 차이를 나타내므로 저장성이 강한 품종 육성시에 모구 저장전에 경도가 강한 모구만 선별하여 저장하는 것이 효율적일 것으로 사료된다.

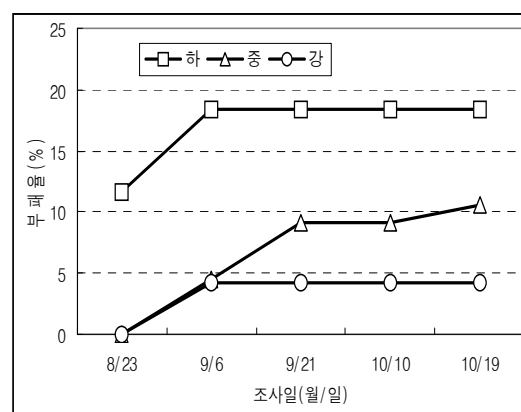
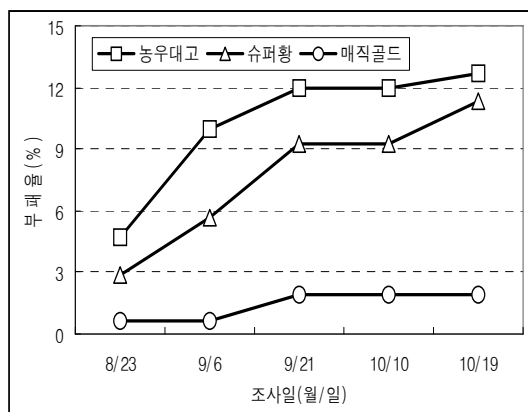


그림 4-3. 품종별 저장기간에 따른 부패율      그림 4-4. 경도별 저장기간에 따른 부패율

라. 저장 환경조건에 따른 저장성

(1) 재료 및 방법

중·만생종인 엘리먼트 품종과 대지 품종을 공시하여 추파재배 후 수확하여 실험에 이용하였다. 저장조건은 비가림 하우스 내에서 무처리를 대비로 하여 비닐피복처리, 차광망 처리 및 비닐피복과 차광망 복합처리 4처리를 두고 실험을 실시하였다.

조사는 부패율 및 멍아율과 아울러 자동온도기록계(TR-52)를 이용한 처리별 기온조사를 실시하였다.

(2) 연구수행결과

저장 조건별 기온은 그림 4-5에서와 같이 비닐피복 처리가 가장 높았고 다음이 비닐피복+차광처리였으며 차광처리에서 가장 낮게 경과하였다.

저장 조건별 부패율은 두 품종 공히 비닐피복처리에서 가장 많았으며 차광처리에서 가장 적었다. 품종별로는 대지품종이 엘리먼트 품종에 비해 적은 경향을 보였다. 특히 엘리먼트 품종의 비닐피복처리의 경우는 76%의 높은 부패정도를 나타내었다(그림 4-6).

저장 조건별 멍아율은 품종간 차이는 있으나 차광처리가 들어가는 조건에서 많은 경향을 보였으며, 비닐피복 처리에서 적었다. 품종별로는 엘리먼트 품종에 비해 대지 품종에서 적었다(그림 4-7).

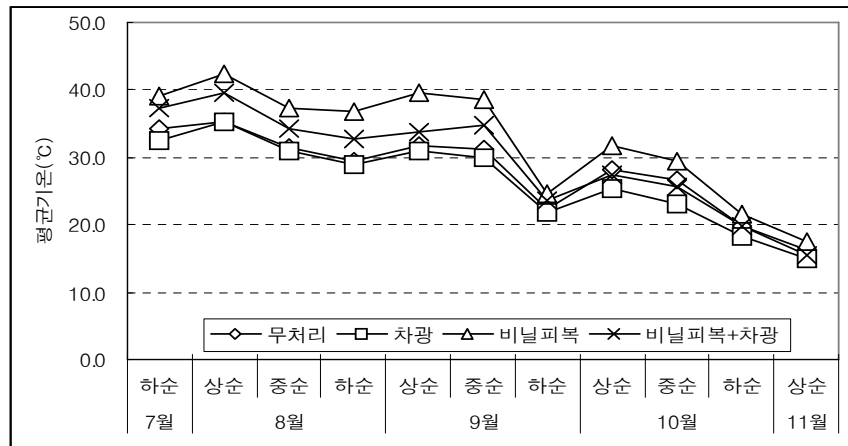


그림 4-5. 저장조건별 실험기간 중의 기온의 변화

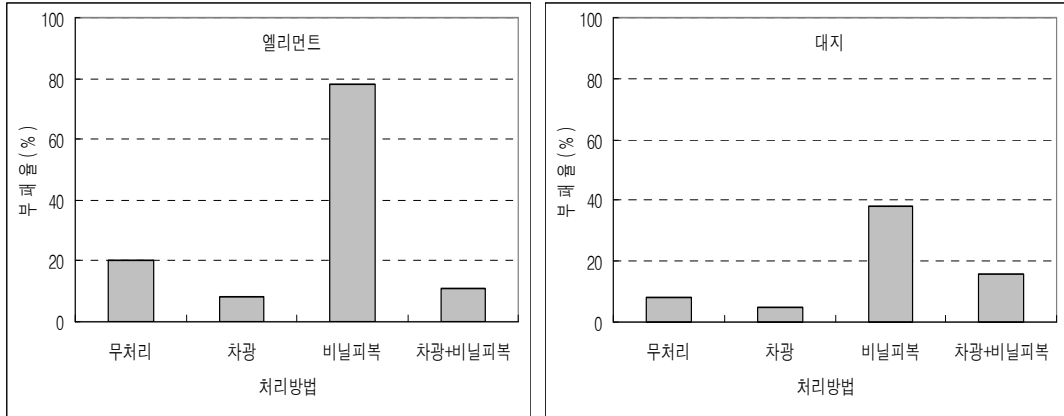


그림 4-6. 저장 조건별 부패율의 차이

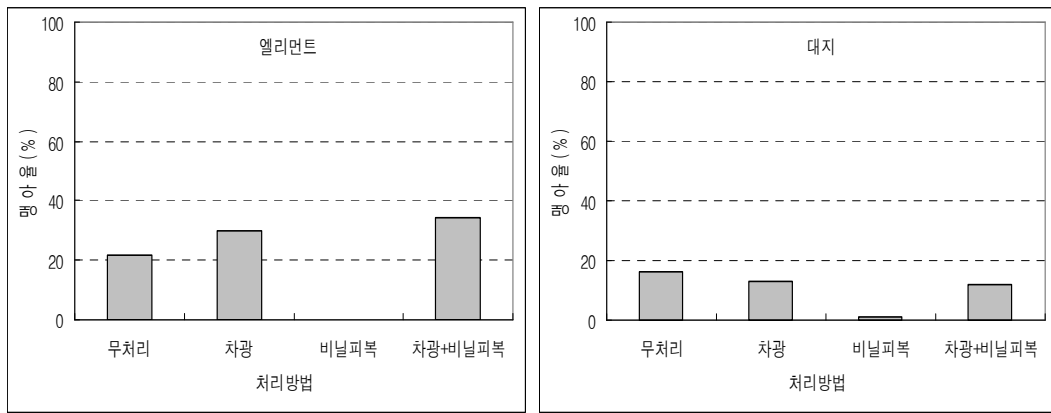


그림 4-7. 저장 조건별 멥아율의 차이

엘리먼트 품종의 멥아개시기는 무처리 및 차광처리구가 10월 14일부터 시작되었고 비닐피복+차광처리구는 이보다 빠른 9월 30일에 멥아가 시작되었으나 휴면이 타파되어 근부의 돌출이 시작되는 시점은 이보다 빠르게 증상을 나타내었는데 9월 30일에 무처리는 33%의 돌출을 보였으나 차광처리 및 비닐피복 및 차광은 각각 64% 및 67%가 근부돌출이 관찰되었다(표 4-4).

표 4-4. 엘리먼트 품종에서 차광처리시의 근부돌출 및 멥아개시기의 차이

구분	무처리	차광	비닐피복+ 차광
근부돌출율(9월30일 현재, %)	33	64	67
멥아 개시기	10월 14일	10월 14일	09월 30일

이상의 결과로 볼 때 저장성을 판단하는 요인들을 조기에 발현시켜 도태시키기 방법으로 부패를 유도하기 위한 방법으로는 비닐피복, 발근 및 멥아를 유도하기 위한 방법으로는 차광처리가 유효할 것으로 사료된다.

## 제 5 절 적색양과 유용성분 분석 및 지역적응성 시험

### 1. 적색양과 육성조합 지역적응성 검정

#### 가. 재료 및 방법

본 시험은 양파재배의 주산단지인 경남 창녕, 경북 안동 및 전남 무안(함평)에서 수행하였다. 공시재료는 주관기관에서 육성한 조합 중에서 1차년도에는 S&P5294 등 3조합과 수입되어 시판되고 있는 레드썬 등 3품종을, 2차년도에는 1차년도 선발 3조합 외에 S&P 7270 등 3조합을 추가로 공시하여 선발 6조합, 레드썬 등 대비품종 2품종을, 3차년도에는 1, 2차년도에서 우수한 조합으로 판단되는 S&P 5294 등 4조합과 S&P 8220 등 2조합을 추가하여 선발 6조합, 레드썬 등 대비품종 2품종을 공시하였으며 파종은 양파연구소 포장에 9월 8일 파종하였다. 재배방법은 재배지역별 양식에 준하였으며 정식시기는 안동 10월 26일, 창녕 11월 1일, 무안(함평)은 11월 14일에 하였다. 정식묘는 균일한 묘를 선별하여 정식하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 재식방법은 3지역 공히 유공비닐(창녕 6조식, 안동 10조식, 무안 11조식)을 멀칭하여 정식하였으며 안동은 월동기 저온을 감안하여 정식 후 투명PE를 양파위에 피복한 다음 이듬해 생육 재생기에 멀칭비닐을 제거하였다. 시비량은 10a당 질소, 인산, 칼리를 24, 7.7, 15.4kg을 기준으로 하였으며 시비방법은 질소는 요소를 이용하여 1/3을 기비로 하고 나머지 2/3은 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 과충채벌레를 방제하기 위하여 적용약제를 예방위주로 살포하였다. 기타 재배관리는 표준재배법에 준하였다.

생육조사는 엽수, 초장, 엽초경 등에 대해 실시하였고, 도복 80%를 기준으로 수확하여 구경, 구고, 구색 및 구중에 대해 실측하여 구 특성을 조사하였으며, 수량은 전수를 대상으로 구중이 100g이상인 것을 상품으로 구분하여 조사하였고, 기타 도복시기, 결주, 추대, 분구 및 이병주를 조사하였다. 저장성 조사는 각 품종별로 평균크기의 구를 선별하여 플라스틱 상자에 담아 간이저장고에 입고한 후 완전임의배치 3반복으로 배치하여 조사하였다. 조사방법은 외관상으로 나타나는 부패를 7월 상순부터 30일 간격으로 조사하여 부패된 개수를 입고시킨 총 개수에 대한 백분율로 부패율을 나타내었다.

#### 나. 연구수행 결과

(1) 1차년도(2006. 4 ~ 2007. 10)

(가) 묘소질 및 월동기 생육특성

주관기관에서 육성한 S&P5294 등 3조합과 시판 3품종의 묘소질은 표 1에

서와 같다. 엽수, 엽초경 및 구경은 공시 조합간에 큰 차이가 없이 양호하였으나 초장은 선발조합에서는 S&P5294, 시판중에서는 일렉트릭이 좋았는데 본년의 육묘기간 중의 기온이 높아 전반적인 묘소질은 양호한 경향을 나타내었다.

표 1. 품종별 정식기의 묘소질

공시조합	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	구경 (mm)
S&P5294	3.7	44.3	3.87	6.03
S&P5295	3.9	29.1	3.99	7.55
S&P5296	3.5	36.3	3.72	6.53
레드선	3.7	33.7	4.01	6.41
레드프라임	3.1	35.1	3.34	6.27
일렉트릭	3.6	43.1	4.38	6.16

월동전인 12월 중순의 생육상황은 표 2에서와 같다. 지역별 생육에 있어 엽수는 정식시기가 가장 늦은 무안에서 대체적으로 적었으며 고엽율도 같은 경향이 나 초장과 엽초경은 차이를 보이지 않았다. 공시재료별 생육에 있어 초장은 S&P5294와 일렉트릭이 3지역 공히 양호한 경향인데 이는 묘소질의 영향으로 판단되며 엽수, 엽초경은 큰 차이를 보이지 않았다. 고엽 진행도는 선발조합이 시판품종보다 약간 많은 경향이나 그 차이는 미미하였다.

표 2. 활착 후 월동 전 생육 특성

공시조합	경남 창녕				경북 안동				전남 무안			
	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율 (%)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율 (%)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율 (%)
S&P5294	3.9	24.6	3.77	29.9	3.3	20.5	4.78	33.5	3.0	22.7	4.36	36.6
S&P5295	4.0	21.8	4.14	28.5	3.5	19.0	4.37	22.6	2.7	18.1	3.40	33.5
S&P5296	3.9	21.2	4.05	32.5	3.7	20.3	4.84	29.8	2.7	17.5	3.58	37.1
레드선	3.8	18.4	3.74	28.1	3.3	17.9	4.47	30.8	2.8	19.8	4.37	33.7
레드프라임	4.1	21.2	3.75	27.7	3.6	19.8	4.91	28.9	3.0	19.8	3.55	33.3
일렉트릭	3.9	23.2	4.09	24.2	3.6	20.5	4.37	17.0	2.7	24.5	3.79	27.5



그림 1. 재배지역별 월동 전 생육전경(좌로부터 창녕, 안동, 무안)



그림 2. 재배지역별 월동 전 고엽진행정도(좌로부터 창녕, 안동, 무안)

(나) 수확기 생육 및 수량특성

재배지역에 따른 수확기 생육 및 구 특성은 표 3과 같다. 재배지역별 생육은 전반적으로 비슷한 경향이었으나 초장은 무안지역에서 약간 부진한 경향이였다. 육성조합 및 품종간 구형 특성은 육성조합 S&P5294와 레드프라임은 구형지수가 0.69~0.76정도로 편평형의 특성을 보인 반면 다른 공시종은 고구형이였다. 구색은 육성조합 모두와 레드썬은 적색인 반면 레드프라임은 연자색이였다. 도복기는 편평형인 S&P5294와 레드프라임이 약간 빠른 반면 레드썬이 가장 늦게 도달되였다.

표 3. 재배지역과 조합별 수확기의 생육 및 구 특성

지역 및 조합		엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	구형지수 (구고/구경)	구색	도복기 (월/일)
창녕	S&P5294	8.3	84.7	17.4	8.7	6.5	0.75	적	5/30
	S&P5295	8.7	83.0	19.1	8.5	6.9	0.81	적	5/30
	S&P5296	8.7	89.2	19.7	8.3	7.4	0.89	적	5/30
	레드썬	8.9	86.9	19.1	7.8	7.5	0.96	적	6/1
	레드프라임	8.3	84.0	18.6	8.6	6.5	0.76	연자	5/30
안동	S&P5294	8.9	82.8	19.6	8.2	5.8	0.71	적	5/29
	S&P5295	8.4	76.9	17.8	7.6	6.5	0.86	적	5/30
	S&P5296	9.1	85.7	19.9	8.3	7.4	0.89	적	5/30
	레드썬	8.8	83.8	20.5	8.4	7.7	0.92	적	6/8
	레드프라임	8.3	84.1	20.3	8.0	5.9	0.74	연자	5/28
무안	S&P5294	7.9	69.5	17.7	9.3	6.3	0.68	적	-
	S&P5295	8.5	72.6	18.8	9.4	7.0	0.74	적	-
	S&P5296	9.5	77.8	18.6	8.2	7.1	0.87	적	-
	레드썬	9.4	77.8	20.6	8.4	8.1	0.96	적	-
	레드프라임	8.3	78.1	19.6	8.4	5.8	0.69	연자	-

재배지역과 공시재료별 수량특성은 표 4에서와 같이 재배지역별 추대 및 분구율은 창녕과 안동에서 발생된 반면 무안지역에서는 전혀 발생되지 않았으며 품종별로는 육성조합에서 발생정도가 많았으나 3%미만이였다. 상품수량은 재배지역별로는 안동이 가장 높고 창녕, 무안순인 반면 품종간 차이는 재배지역에 따라



상이한 결과를 보였다. 비 상품 수량은 무안에서 특히 많았는데 이는 재배지역의 토양조건과 수확시기의 건조한 기후 때문인 것으로 추정되며 그림 3에서와 같이 생육후기에 양과표피가 갈라져 상품성을 상실하는 열구가 많이 발생하였다.



그림 3. 수확기 열구 발생 구 표면

표 4. 재배지역과 조합별 수량특성

지역 및 조합		추대율 (%)	분구율 (%)	평균 구중(g)	수 량 (kg/10a)			
					상 품	지수	비상품	총수량
창녕	S&P5294	2.2	0	268	7,922	98	231	8,153
	S&P5295	0.8	0.2	260	7,400	92	218	7,618
	S&P5296	0	0	260	7,724	96	132	7,856
	레드썬	0	0	219	6,831	85	284	6,872
	레드프라임	0	0	268	8,061	100	40	8,167
안동	S&P5294	0.9	0	314	9,750	113	124	9,874
	S&P5295	0.7	0.2	246	7,712	90	166	7,878
	S&P5296	1.3	0.4	305	9,378	109	206	9,584
	레드썬	0	0	296	9,085	106	93	9,178
	레드프라임	0	0.2	272	8,591	100	75	8,666
무안	S&P5294	0	0	271	6,058	85	1,574	7,632
	S&P5295	0	0	286	7,684	107	185	7,869
	S&P5296	0	0	272	6,227	87	1,433	7,660
	레드썬	0	0	254	6,367	89	385	6,752
	레드프라임	0	0	291	7,170	100	1,434	8,604

(다) 저장성

육성조합의 저장성은 표 5에서와 같다. 부패율은 저장일수가 경과될수록 많이 발생되었으며 품종간에는 10월 20일 조사에서 대비품종인 레드썬이 44.7%, 레드프라임이 31.3% 발생된 반면 육성계통은 약 17%정도였으며 육성계통간에는 큰 차이가 없이 부패구 발생이 적었다.

표 5. 시기별 부패율 변화

공시조합	6/20	7/20	8/20	9/20	10/20
S&P5294	0	5.1	9.8	11.7	16.2
S&P5295	0	2.7	9.3	12.1	17.5
S&P5296	0	5.4	13.4	14.3	17.2
레드썬	0	4.5	22.6	30.8	44.7
레드프라임	0	6.8	12.3	17.6	31.3

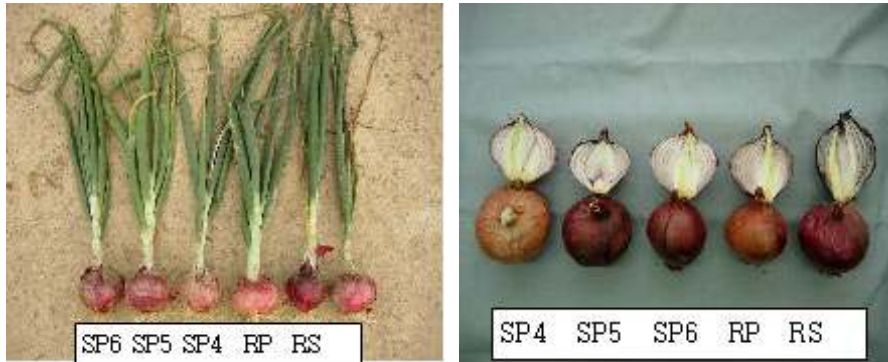


그림 4. 수확직후 및 저장 중 구색 발현정도

(SP4: S&P5294, SP5: S&P5295, SP6: S&P5296, RP: 레드프라임, RS: 레드썬)

(2) 2차년도(2007. 11 ~ 2008. 10)

(가) 묘소질 및 활착후 생육특성

주관기관에서 육성한 S&P5294계통 3조합, S&P7270계통 3조합과 시판 2품종의 묘소질은 표 6에서와 같다. 엽수 및 엽초경은 공시계통 간에 큰 차이가 없이 양호하였으나 초장은 1차년도 선발조합에서 좋은 반면 대비품종이 약간 떨어지는 경향이나 재배상에 큰 지장이 없었다.

표 6. 조합별 정식기의 묘소질

공시조합	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)
S&P5294	3.7	42.1	3.7
S&P5295	3.1	37.8	4.0
S&P5296	3.4	35.8	3.9
S&P7270	3.6	32.9	3.7
S&P7273	3.8	32.3	4.1
S&P7276	3.7	29.1	3.5
레드프라임	3.5	28.6	4.0
레드썬		29.0	4.0

월동전인 12월 중순의 생육상황은 표 7에서와 같다. 지역별 생육에 있어 엽수는 정식시기가 가장 빠른 안동에서 대체적으로 양호하였으나 초장과 엽초경은 큰 차이를 보이지 않았고 품종간에도 같은 경향이었다. 고엽율은 정식시기가 가장 늦은 함평에서 적은 경향이나 육성조합과 대비 품종간 고엽 진행정도의 차이는 미미하였다.

표 7. 활착 후 월동 전 생육 특성.

공시조합	경남 창녕				경북 안동				전남 함평			
	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율 (%)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율 (%)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	고엽율 (%)
S&P5294	2.7	19.0	4.7	38.7	3.7	17.7	5.1	37.5	3.1	21.7	5.6	36.4
S&P5295	2.7	13.9	3.6	35.6	3.5	17.8	5.2	35.3	2.9	21.2	5.1	33.5
S&P5296	2.9	14.0	3.8	39.1	3.3	16.0	4.6	35.7	2.9	16.8	3.9	34.6
S&P7270	3.1	18.3	4.9	36.2	3.5	17.1	5.3	37.8	3.0	16.7	4.7	43.2
S&P7273	3.0	15.2	4.8	40.9	3.3	16.4	4.9	28.7	3.3	20.8	6.2	37.3
S&P7276	2.9	17.9	4.0	26.9	3.7	15.9	4.8	33.5	3.2	20.1	4.7	30.9
레드프라이م	3.0	16.5	4.7	34.8	3.1	17.7	3.7	57.2	3.4	17.7	5.3	29.5
레드선	2.9	14.2	3.5	34.9	3.0	19.5	3.6	46.6	2.8	17.7	4.5	32.9



그림 5. 재배지역별 월동 전 생육전경(좌로부터 창녕, 안동, 함평)

(나) 수확기 생육 및 수량특성

재배지역에 따른 수확기 생육 및 구 특성은 표 8과 같다. 재배지역별 생육은 엽수, 초장, 엽초경 모두 안동, 함평, 창녕지역 순으로 좋았다. 육성조합 및 품종간 구형 특성은 육성조합 S&P5294와 레드프라임은 구형지수가 0.66~0.82 정도로 편평형의 특성을 보인 반면 다른 조합은 고구형이었다. 구색은 3지역 공히 육성조합과 레드썬은 적색인 반면 레드프라임은 연자색이었다(그림 7). 도복기는 지역별로는 함평, 창녕, 안동 순으로 빨리 도달되었고 편평형인 S&P5294와 레드프라임이 약간 빠른 경향인 반면 레드썬이 가장 늦었다(그림 6).

표 8. 재배지역과 조합별 수확기의 생육 및 구 특성

지역 및 조합		엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (cm)	구경 (cm)	구고 (cm)	구형지수 (구고/구경)	구색	도복기 (월/일)
창녕	S&P5294	6.3	65.9	1.19	8.32	6.78	82	적	6/4
	S&P5295	6.8	67.7	1.16	7.73	7.68	99	적	6/7
	S&P5296	7.1	69.3	1.20	8.11	7.03	87	적	6/6
	S&P7270	7.2	70.9	1.28	8.23	7.29	89	적	6/9
	S&P7273	6.8	70.3	1.26	7.75	7.59	98	적	6/9
	S&P7276	7.0	75.2	1.26	7.57	6.86	91	적	6/9
	레드썬	7.0	72.6	1.24	7.79	7.41	95	적	6/9
	레드프라임	6.8	68.8	1.25	8.66	5.92	68	연자	6/4
안동	S&P5294	6.9	82.6	1.59	9.04	7.35	81	적	6/8
	S&P5295	7.9	91.7	1.84	8.31	8.62	104	적	6/14
	S&P5296	8.5	90.3	1.98	8.68	7.64	88	적	6/11
	S&P7270	8.2	95.1	2.06	8.77	7.81	89	적	6/14
	S&P7273	7.9	88.2	1.82	8.32	8.26	99	적	6/14
	S&P7276	7.7	90.3	1.96	8.20	7.79	95	적	6/14
	레드썬	6.9	82.9	1.56	6.82	7.61	116	적	6/15
	레드프라임	6.9	81.4	1.61	8.68	5.97	69	연자	6/8
함평	S&P5294	6.7	69.4	1.24	9.31	6.44	69	적	6/3
	S&P5295	6.7	78.4	1.33	9.17	8.24	90	적	6/5
	S&P5296	6.5	65.9	1.35	8.84	6.82	77	적	6/5
	S&P7270	7.6	79.8	1.35	9.33	7.16	77	적	6/3
	S&P7273	6.7	76.6	1.37	8.92	8.07	90	적	6/5
	S&P7276	6.8	72.3	1.42	9.14	7.29	80	적	6/5
	레드썬	7.2	72.9	1.41	8.42	7.81	93	적	6/8
	레드프라임	6.7	80.2	1.72	9.18	6.04	66	연자	6/3



그림 6. 재배지역별 도복정도 및 생육전경(좌로부터 창녕, 안동, 함평)

재배지역과 육성조합별 수량특성은 표 9에서와 같다. 재배지역별 추대 및 분구율은 창녕과 함평에서 발생된 반면 안동지역에서는 발생율이 낮았으며 육성조합에서 S&P 5294가 가장 많이 발생되었다. 상품수량은 재배지역별로는 안동이 가장 높고 함평, 창녕 순이었으며 품종별로는 S&P 5295, S&P 7273 조합이 3 지역에서 공히 대비품종에 비해 증수되는 결과가 도출되었다. 비상품 수량은 S&P 5294에서 특히 많았는데 이는 추대발생량에 따른 것으로 판단되며 재배지역 위도가 높아질수록 추대발생량은 적어지는 것으로 보아 지역간 환경 적응성에 따른 차이로 생각되었다.

표 9. 재배지역과 조합별 수량특성

지역 및 조합		추대율 (%)	분구율 (%)	평균 구중(g)	수량 (kg/10a)			
					상품	지수	비상품	총수량
창녕	S&P5294	7.6	0.7	260	6,813	95	1,044	7,857
	S&P5295	1.1	0.3	258	7,190	100	777	7,967
	S&P5296	0.8	0	236	6,339	88	753	7,092
	S&P7270	3.0	0.5	264	6,692	93	1,373	8,065
	S&P7273	3.8	0.2	270	7,409	103	844	8,253
	S&P7276	1.1	0	245	6,846	95	879	7,725
	레드썬	0	0.2	232	6,347	88	689	7,036
	레드프라임	1.0	0	254	7,204	100	812	8,016
안동	S&P5294	0.3	0	413	12,238	129	150	12,388
	S&P5295	0	0	434	10,766	114	441	11,207
	S&P5296	0.3	0.3	397	11,048	117	159	11,207
	S&P7270	0	0	437	12,203	129	190	12,393
	S&P7273	0	0	398	11,736	124	181	11,917
	S&P7276	0	0	386	11,868	126	216	12,084
	레드썬	0	0.3	303	8,756	93	317	9,073
	레드프라임	0	0.3	381	9,452	100	846	10,298
함평	S&P5294	25.7	2.2	295	7,118	85	1,856	8,974
	S&P5295	3.7	0	319	8,709	103	191	8,900
	S&P5296	0	0	267	8,559	102	72	8,631
	S&P7270	10.4	0	307	8,295	98	1,065	9,360
	S&P7273	13.0	0.6	340	9,175	109	673	9,848
	S&P7276	0.9	0	270	7,166	85	222	7,388
	레드썬	0.7	0	237	6,773	80	405	7,178
	레드프라임	0	0	291	8,430	100	522	8,952



그림 7. 수확시 구 특성 비교(좌로부터 S&P5294, S&P7273, 레드프라임, 레드썬)

(다) 저장성

육성조합의 저장성은 표 10에서와 같다. 부패율은 저장일수가 경과될수록 많이 발생되었으며 품종 간에는 9월 25일 조사에서 대비품종인 레드썬이 61.2%, 레드프라임이 42.0% 발생된 반면 육성계통은 약 28~34%정도였으며 육성조합에 있어서는 S&P5294가 28.2%로 가장 적었고 S&P5295에서 다소 많이 발생하였다.

표 10. 시기별 부패율 변화

공시조합	6/20	7/20	8/20	9/25
S&P5294	0	16.4	24.8	28.2
S&P5295	0	19.3	29.7	34.3
S&P5296	0	23.1	26.6	29.6
S&P7270	0	21.7	29.4	32.0
S&P7273	0	18.3	28.6	32.0
S&P7276	0	18.9	30.1	33.2
레드썬	0	27.9	47.1	61.2
레드프라임	0	20.8	32.0	42.0

(3) 3차년도(2008. 11 ~ 2009. 4)

(가) 묘소질 및 활착 후 생육특성

주관기관에서 육성한 S&P5294계통 3조합, S&P7270계통 3조합과 시판 2품종의 묘소질은 표 11에서와 같다. 엽수 및 엽초경은 공시 계통간에 큰 차이가 없이 양호하였으나 초장은 1, 2차년도 선발조합에서 좋은 반면 대비품종이 약간 떨어지는 경향이나 재배에 큰 지장은 없었다.

표 11. 품종별 정식기의 묘소질

공시조합	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)
S&P5294	2.1	31.7	1.94
S&P5295	2.6	27.7	1.78
S&P7273	2.1	28.8	1.77
S&P7275	2.1	26.1	2.03
S&P8220	2.1	30.6	1.89
S&P8221	2.0	29.2	1.59
레드프라임	2.3	24.1	2.33
레드썬	2.6	22.5	2.31



그림 8. 재배지역별 월동기 생육전경(좌로부터 창녕, 안동, 함평)

월동기인 2월 중순의 생육상황은 표 12에서와 같다. 지역별 생육에 있어 엽수, 초장, 엽초경이 정식시기가 가장 빠른 안동에서 대체적으로 양호하였고 함평, 창녕 순이었다. 공시 조합별로는 큰 차이를 보이지 않았고 품종간에는 레드프라임에서 좋은 경향이였다.

표 12. 월동기 생육 특성

공시조합	경남 창녕			경북 안동			전남 함평		
	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)	엽수 (매)	초장 (cm)	엽초경 (mm)
S&P5294	3.5	15.4	3.98	3.8	22.5	4.89	3.8	21.0	4.65
S&P5295	3.5	16.0	4.14	3.7	20.8	5.02	3.6	19.4	4.70
S&P7273	3.7	17.1	4.10	4.0	20.6	5.15	4.2	19.9	5.24
S&P7275	3.3	16.3	4.33	3.9	21.2	4.65	3.6	18.5	3.98
S&P8220	3.3	15.2	4.30	3.8	20.3	4.67	3.6	18.2	4.31
S&P8221	3.3	14.8	3.92	4.0	22.1	4.52	3.8	18.3	4.28
레드프라임	3.5	15.1	4.16	4.1	22.8	5.15	4.2	23.1	5.69
레드썬	3.1	14.7	3.83	3.8	20.9	5.04	3.6	20.5	4.97

## 2. 적색양과 유용성분 분석

### 가. 재료 및 방법

본 시험은 1차년도는 주관기관에서 육성한 S&P5294, 5295 2차년도에는 S&P5294, 5295, 5296 3차년도는 S&P5294, 5295, 5296, 7270, 7273 및 7276의 6조합과 수입 시판되고 있는 적색계통인 레드썬, 레드프라임, 황색계통인 썬파위를 대비품종으로 하였다. 지역별(안동, 창녕, 무안(함평))로 수확시 pyruvic acid 함량, 당 함량, 총 페놀, 총 플라보노이드 및 anthocyanin 등의 성분을 분석하였다. pyruvic acid 함량은 Texas A&M 대학 유길선교수의 방법으로 DNHP 첨가 후 485nm에서 측정하였고 당 함량은 sucrose, glucose 및 fructose 항목에 대하여 80% 에탄올로 80℃에서 30분간 3회 열수 추출하여 회전농축기로 농축시킨 후 HPLC(Waters 2695, Sugar pak column)로 분석하였다. 총 페놀 및 총 플라보노이드 함량은 80% 메탄올로 24시간 추출하여 총 페놀은 Folin-Ciocalteu colorimetric method를 사용하여 catechin(Sigma Co,

USA)을 표준물질로 760nm에서 흡광도를 측정하였으며 총 플라보노이드 함량은 Davis변법으로 quercetin(Sigma Co, USA)을 표준물질로 하여 420nm에서 흡광도를 측정하였다. rutin, myricetin 및 quercetin은 1.2M HCl-50% 메탄올로 90℃에서 2시간 동안 추출한 다음 symmetry column(150×3.9mm, 5μm C18)을 사용하여 30% acetonitrile을 이동상으로 UV-vis 검출기(Waters 2487)로 HPLC(Waters 2695)로 분석하였다. 총 안토시아닌 함량은 혼합용매(에탄올 : 증류수 : 염산 = 85 : 13 : 2)를 사용하여 색소를 추출한 후 분광광도계로 535nm에서 분석하였다.

나. 연구수행 결과

(1) 1차년도(2006. 4 ~ 2007. 3)

(가) 당 함량

품종별 수확직후의 당 함량 특성은 표 1에서와 같이 가용성 고형물함량은 적색계통에 비해 황색계통이 높았으며 적색계에서는 시판품종에 비해 육성조합이 낮게 나타나 매운맛이 적은 것으로 분석되었다. 당 함량은 황색계에 비해 적색계가 높게 나타났으며 적색계 중에서도 육성조합인 S&P5294, S&P5295가 각각 522.9, 511.3mg/g으로 시판품종인 레드썬, 레드프라임에 비해 높게 나타났다.

표 1. 품종별 수확직후의 당 함량

구 분	가용성 고형물함량 (°Brix)	당 함량(mg/g, DW)			
		sucrose	glucose	fructose	합 계
S&P5294	7.8	12.2	43.8	44.0	522.9
S&P5295	7.8	12.3	45.3	42.4	511.3
레드썬	8.1	13.9	45.5	40.5	492.2
레드프라임	8.1	13.2	46.2	40.6	501.0
썬과워	8.9	14.1	48.6	37.3	470.6
과워볼	8.4	14.6	49.9	35.5	467.1

그림 1은 당 함량 분포를 나타낸 것으로 sucrose의 감미도가 1이라 가정할시 glucose, fructose는 각각 0.7, 1.7배의 감미도를 나타내고 있다. 품종별로는 육성조합 S&P5294와 S&P5295의 fructose 함량비율이 높았고 전반적으로 적색계가 황색계에 비해 높았다.



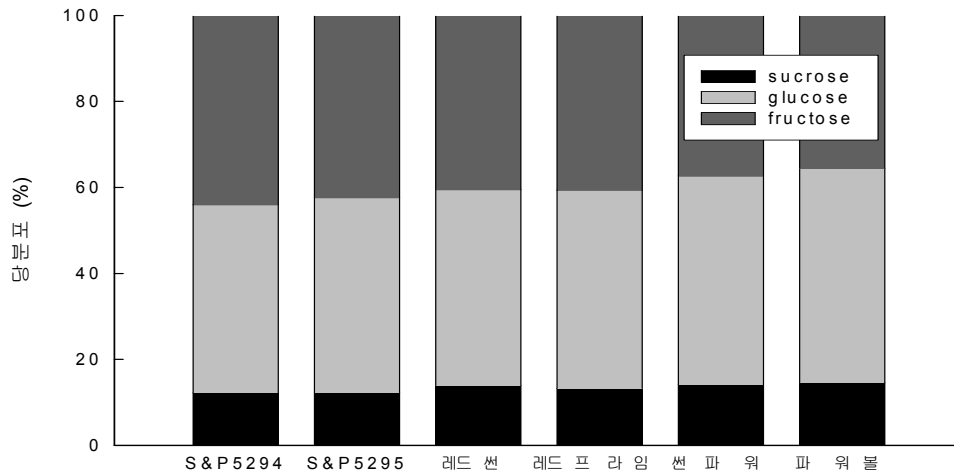


그림 1. 수확시 품종별 당 함량 분포

수확 4개월 후의 양과 품종별, 부위별 당 함량(표 2)은 품종별로는 S&P5294, S&P5295가 레드썬에 비해 높아 수확직후 조사치와 같은 경향을 보였다. 일반적으로 양과는 수확후 저장 기간이 경과할수록 당 함량이 적어지는데 3품종 모두 당 함량이 수확시에 비해 적었으나 감량정도는 육성계통에서 조금 많은 경향이였다. 당 종류별 함량은 육성된 2조합이 시판품종에 비해 높게 나타났으며, 특히 S&P5294는 레드썬에 비해 감미도가 적은 glucose 적을 뿐만 아니라 감미도가 높은 sucrose, fructose의 함량도 높게 나타났다. 그림 2는 양과 인편 부위별 당 함량을 나타낸 것으로 양과를 절단하였을 때 중간부위에 위치한 인편에서 당 함량이 높게 나타났으며 당 종류별로는 glucose, fructose는 바깥 쪽 인편에서 sucrose는 안쪽 인편에서 높게 나타나는 경향이였다.

표 2. 수확 4개월 후 품종별, 부위별 당 함량 mg/g, dry weight)

구 분		sucrose	glucose	fructose	합계
S&P5294	outer scales <sup>a</sup>	89.8	213.5	206.8	510.1
	middle scales <sup>b</sup>	98.0	215.0	198.2	511.2
	inner scales <sup>c</sup>	110.2	158.5	142.2	410.9
	평 균	99.3	195.7	182.4	477.4
S&P5295	outer scales	93.6	189.5	190.7	473.8
	middle scales	118.9	186.3	180.8	486.0
	inner scales	105.0	155.1	139.8	399.8
	평 균	105.9	177.0	170.4	453.2
레 드 썬	outer scales	77.1	150.7	140.2	368.0
	middle scales	97.7	212.1	184.9	494.6
	inner scales	92.6	170.1	151.1	413.7
	평 균	89.1	177.6	158.7	425.5

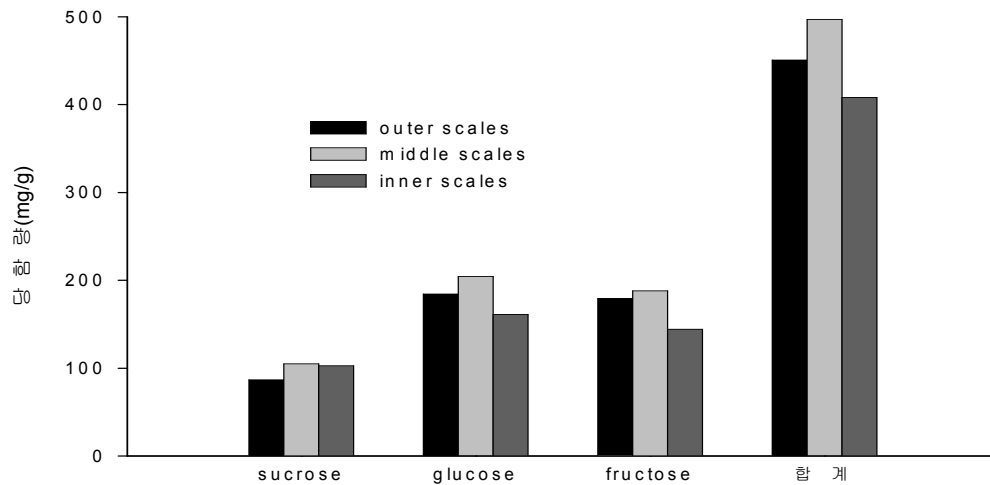


그림 2. 수확 4개월 후 양파 부위별 당 함량

a : 구 표피에서 2~3인편, b : a 제거후 1~2엽, c : a, b 제거 후 남은 것

(나) 플라보노이드 함량

수확시 quercetin함량(표 3)은 품종 간에 큰 차이가 없이 16.7~18.0mg/100g(dry weight)이었고 rutin함량은 4.4~18.2mg/100g으로 분석되었다. 일반적으로 적색양파의 quercetin함량은 15.6~191.7mg/100g(fresh weight), kaempferol함량은 15.4~190.0mg/100g(fresh weight)로 보고되고 있는데 본 시험에서 quercetin함량은 다소 낮게 검출되고 kaempferol함량은 미검출된 것은 대부분의 quercetin은 당과 배당체로 존재하므로 시료 추출방법에 따른 차이로 생각된다.

표 3. 수확시 품종별 quercetin, rutin, kaempferol 함량(mg/kg, dry weight)

구 분	Quercetin	rutin	kaempferol
S&P5294	17.3	8.0	- <sup>a</sup>
S&P5295	16.8	4.9	-
레드썬	18.0	18.2	-
레드프라임	17.2	4.4	-
보라동이	17.3	11.0	-
썬과워	16.7	-	-

a : 미검출

(다) 안토시아닌 함량

수확시 안토시아닌 함량(그림 3)은 육성조합인 S&P5294, S&P5295는 각각 119.8, 101.4mg/100g으로 레드프라임에 비해 두 조합 모두 3.0배 이상 함량이 높았다. 레드썬의 경우 안토시아닌의 함량이 가장 높게 나타났으나 구색이 검붉은 색으로 선홍색인 육성조합에 비해 소비자 기호도가 떨어질 것으로 판단되므로 2년차에서는 색차 분석을 통하여 구색에 대한 검토를 수행할 계획이다.

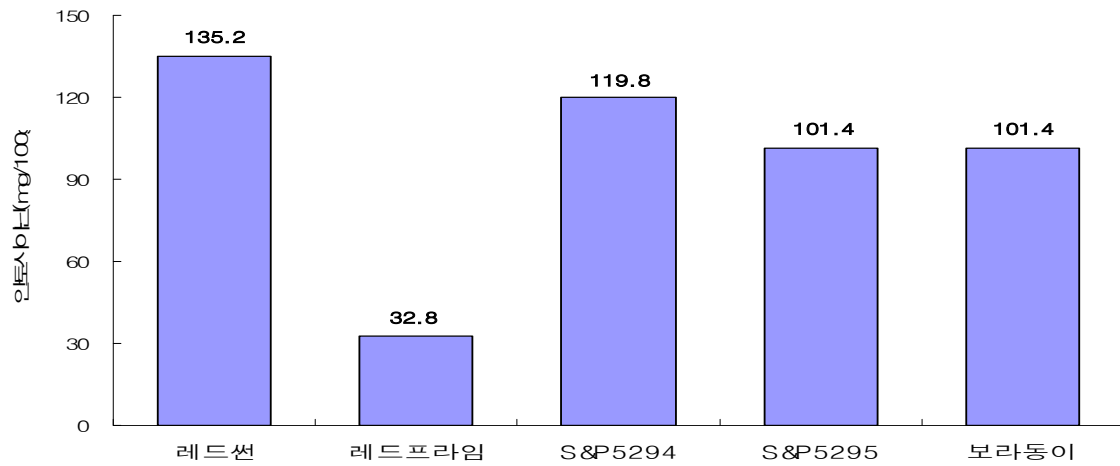


그림 3. 수확시 양과 품종별 안토시아닌 함량

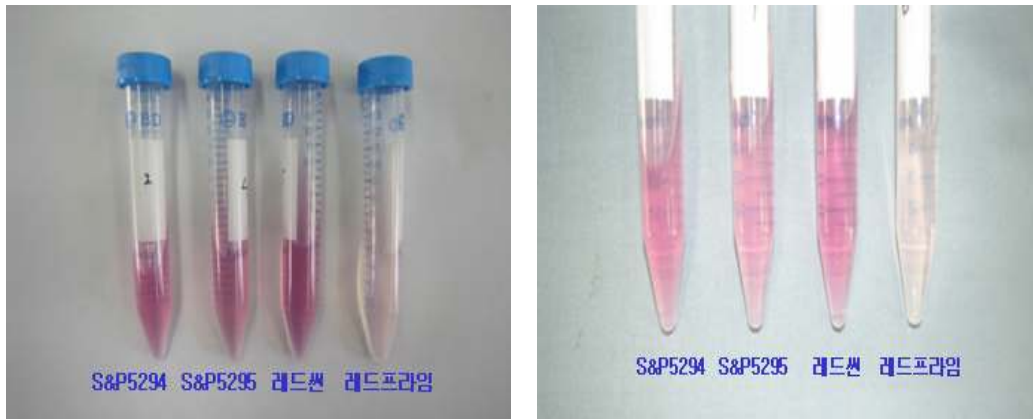


그림 4. 육성조합 2계통과 시판 2품종의 안토시아닌 추출시 색소 함량

표 4. 수확 4개월 후 품종별, 부위별 안토시아닌 함량

품종	양과부위(mg/100g, dry weight)				
	표피	outer scales <sup>a</sup>	middle scales <sup>b</sup>	inner scales <sup>c</sup>	가용부 평균 <sup>d</sup>
S&P5294	3588.3	993.9	373.3	251.9	539.7
S&P5295	2930.1	462.4	227.3	99.8	263.2
레드션	2427.0	397.8	156.7	96.8	217.1

a : 구 표피에서 2~3인편, b : a 제거 후 1~2엽, c : a, b 제거 후 남은 것,

d : 표피를 제외한 3부분의 평균

수확 4개월 후 안토시아닌의 함량은 3품종 모두 증가하였으며 특히 드션의 경우 수확시에 비해 4배 정도 함량이 증가하였다. 부위별 안토시아닌 함량은 인편 바깥부위인 표피에서 가장 높게 나타났으며 구 내부로 갈수록 함량이 감소하였다(표 4).

(2) 2차년도(2007. 4 ~ 2008. 3)

(가) 품종, 지역별 고형물, 당도 및 pyruvic acid 함량

표 5. 품종 및 지역별 수확후 고형물, 당도 및 pyruvic acid 함량

구 분		Dry Material(%)	당도(°Brix)	pyruvic acid( $\mu\text{mol/ml}$ )
S&P 5294	안동	12.5	9.1	4.4
	창녕	11.5	8.5	4.9
	무안	12.2	9.2	6.8
	평균	12.0	8.9	5.4
S&P 5295	안동	12.0	9.4	5.1
	창녕	10.9	8.2	4.8
	무안	10.3	7.6	5.4
	평균	11.1	8.4	5.1
S&P 5296	안동	11.2	8.7	6.8
	창녕	11.4	8.2	6.1
	무안	11.3	8.6	6.4
	평균	11.3	8.5	6.4
레드썬	안동	11.9	8.8	7.0
	창녕	12.4	9.4	6.2
	무안	11.6	9.0	7.9
	평균	12.0	9.1	7.0
레드프라임	안동	11.0	8.4	4.4
	창녕	10.9	8.0	4.4
	무안	10.8	8.0	5.2
	평균	10.9	8.2	4.7
썬파워	안동	11.3	8.5	4.9
	창녕	11.6	8.8	6.5
	무안	11.2	8.3	6.8
	평균	11.3	8.5	6.1

품종 및 지역별 수확 후 고형물과 당도, pyruvic acid 함량은 표 5에서와 같이 고형물함량은 황색계통에 비해 적색계통이 높았으며 선발조합 모두 레드프라임에 비해 0.2~1.1% 높은 함량을 보였다. 당도는 선발조합과 대비품종 모두 8.2 °Brix 이상이었고 레드썬이 9.1 °Brix로 가장 높게 나타났고 선발조합 중에서는 S&P5294가 8.9 °Brix로 가장 높았다. 양과 메운 맛의 측도인 pyruvic acid 함량은 레드프라임에 비해 선발조합이 0.4~1.7 $\mu\text{mol/ml}$  정도 높았으나 레드썬에 비해서는 0.6~1.9 $\mu\text{mol/ml}$  정도 낮게 나타났으며 S&P5294와 S&P5295는 황색계인 썬파워 보다 낮았다.

(나) 당 함량

표 6. 품종 및 지역별 수확 후 당 함량(mg/g, fresh weight)

구 분		Sucrose	Glucose	fructose	Total
S&P 5294	안동	10.4	25.3	23.6	59.3
	창녕	10.5	20.3	19.7	50.5
	무안	11.8	20.1	21.8	53.7
	평균	10.9	21.9	21.7	54.5
S&P 5295	안동	11.4	20.9	18.5	50.7
	창녕	8.6	17.5	16.4	42.5
	무안	9.4	19.2	18.5	47.2
	평균	9.8	19.2	17.8	46.8
S&P 5296	안동	8.7	23.6	22.1	54.4
	창녕	8.9	22.0	21.7	52.5
	무안	9.5	19.0	19.3	47.9
	평균	9.0	21.5	21.0	51.6
레드썬	안동	8.9	24.9	22.3	56.1
	창녕	7.6	22.6	20.5	50.7
	무안	9.2	23.0	20.4	52.5
	평균	8.6	23.5	21.1	53.1
레드프라임	안동	9.0	21.4	21.2	51.7
	창녕	8.6	20.1	19.8	48.5
	무안	9.6	19.1	18.2	46.9
	평균	9.1	20.2	19.8	49.0
썬파워	안동	10.8	18.5	16.3	45.5
	창녕	13.1	17.8	15.5	46.4
	무안	7.2	24.3	20.8	52.3
	평균	10.4	20.2	17.5	48.1

지역, 품종별 당 함량 및 당 분포율은 표 6과 그림 5와 같다. 품종별 당 함량은 S&P5294가 54.5 mg/g으로 레드썬, 레드프라임 및 썬파워에 비해 각각 1.4, 5.5, 6.4 mg/g 높았으며 지역별로는 안동지역이 다른 지역에 비해 높은 경향이 있었다. 양과에서 sucrose의 감미도가 1이라 가정할시 glucose, fructose는 각각 0.7, 1.7배의 감미도를 나타내고 있다. 당 분포율은 적색계가 황색계에 비해 fructose의 비율이 높았으며 선발조합의 경우 레드썬, 레드프라임과 비슷한 분포율을 보였으나 감미도가 가장 낮은 glucose의 비율이 적고 감미도가 높은 sucrose의 비율이 높아 전체적으로 느끼는 감미도는 대비종에 비해 높을 것으로 판단된다. 지역별로는 황색계의 경우 창녕지역이 sucrose+fructose 함량이 61.6%로 가장 높았고 적색계의 경우 무안지역이 59.5%로 가장 높았으며 선발조합 역시 무안지역에서 60.7%로 가장 높았다.

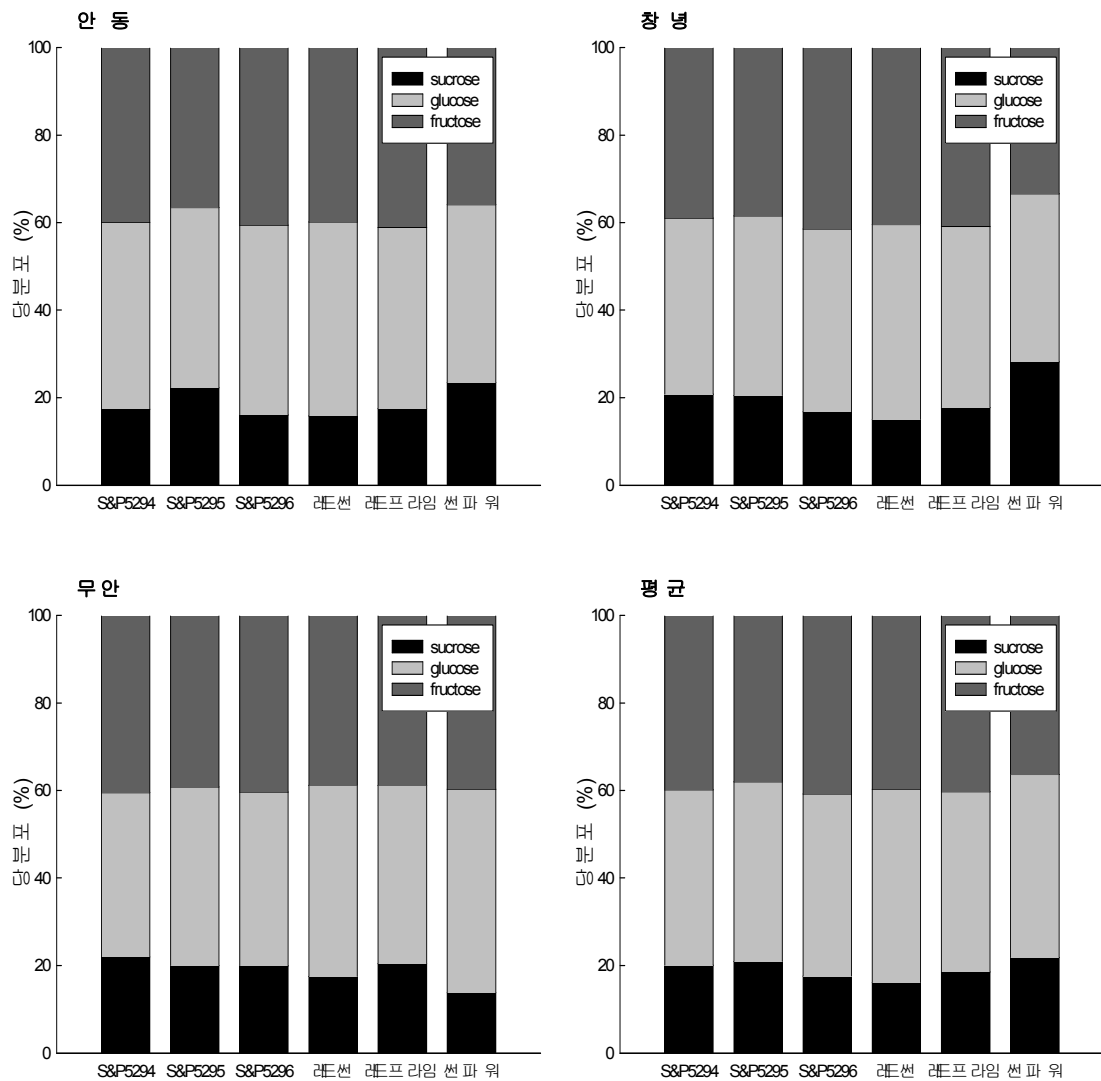


그림 5. 수확시 품종 및 지역별 당 분포

(다) 총 페놀, 총 플라보노이드 및 안토시아닌 함량

페놀 화합물과 플라보노이드 물질들은 항균활성, 황산화 효과, 항암성, 항돌연변이성 등의 특징을 가지고 있다. 품종별로는 레드썬의 총 페놀, 총 플라보노이드 함량이 가장 높았고 선발조합 중에서는 S&P5294와 S&P5295가 레드프라임, 썬파워에 비해 높은 함량을 보였다. 지역별로는 무안 > 안동 > 창녕 순으로 높은 함량을 보였다(그림 6, 7). 안토시아닌 함량 역시 레드썬이 가장 높았고 S&P5294 > S&P5295 > S&P5296 > 레드프라임 순으로 함량이 높았다(그림 8). 지역별로도 무안지역이 높은 함량을 보였으나 S&P5294의 경우 창녕지역이 가장 높은 함량을 보였다. 그림 9는 시기별 anthocyanin 함량으로 레드썬의 경우 지역에 관계없이 5월에 감소 후 수확기에 증가하는 경향이고 레드프라임은 지역에 관계없이 4월에서 수확기 까지 일정한 함량을 보였으나 선발조합의 경우 품종, 지역, 및 시기에 따라 anthocyanin 함량 변화는 심한 차이를 보였다. 수확기에 anthocyanin 함량이 높은 품종은 4월부터 누적된 결과로 판단된다.

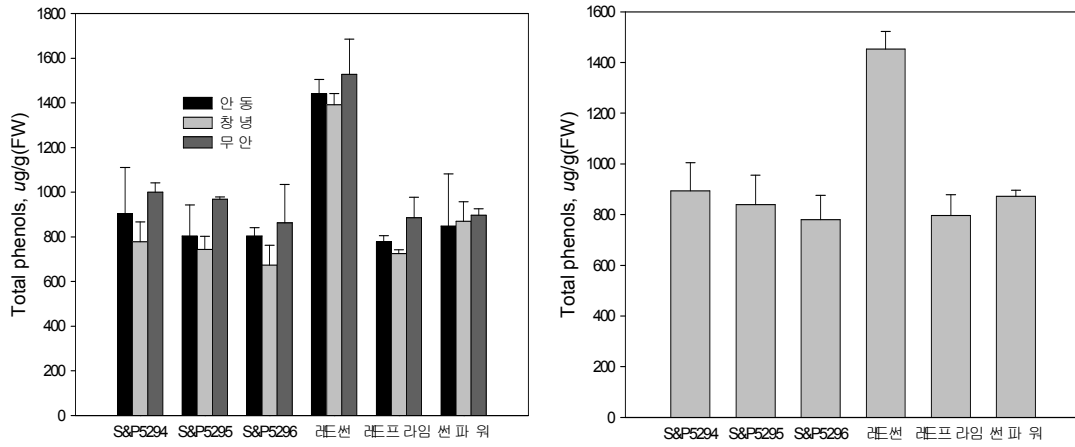


그림 6. 수확시 지역, 품종별 총 페놀 함량

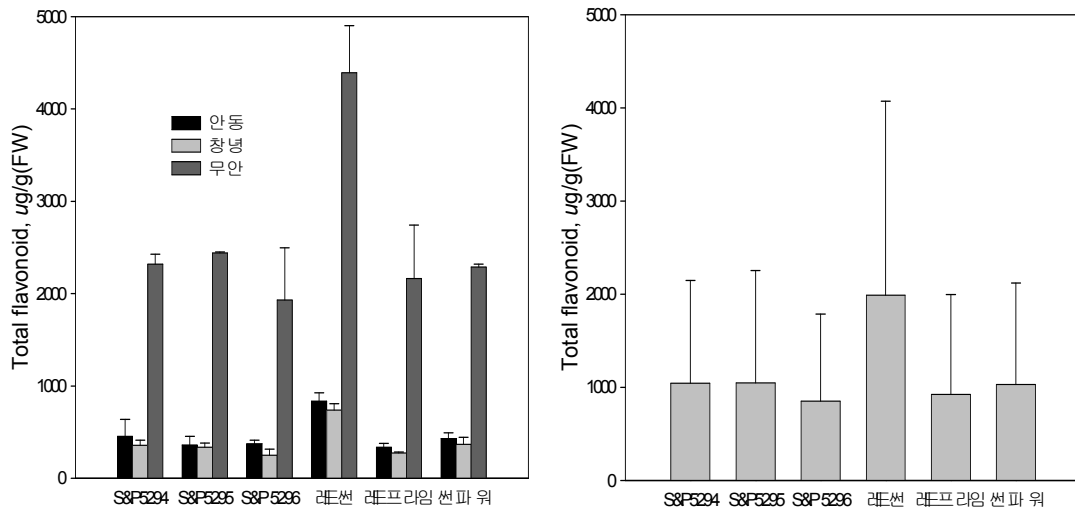


그림 7. 수확시 지역, 품종별 총 플라보노이드 함량

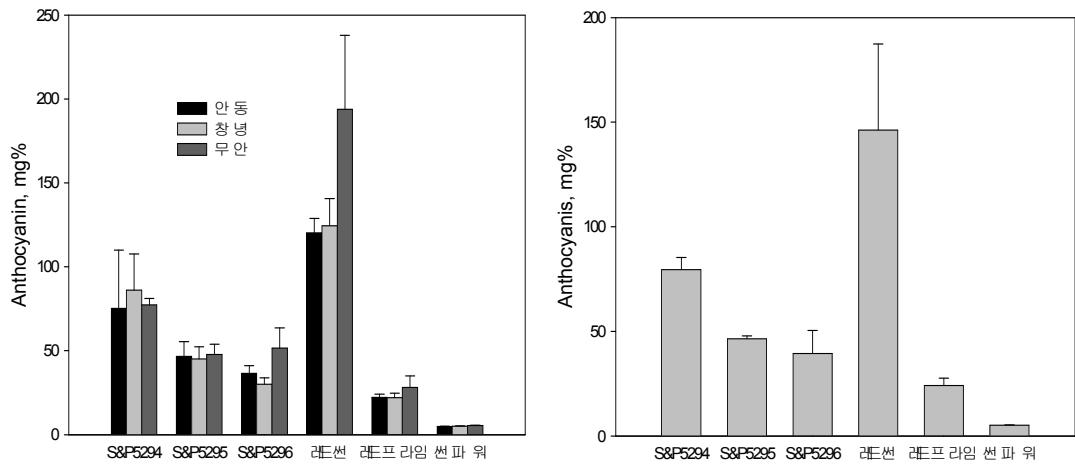


그림 8. 지역, 품종별 anthocyanin 함량

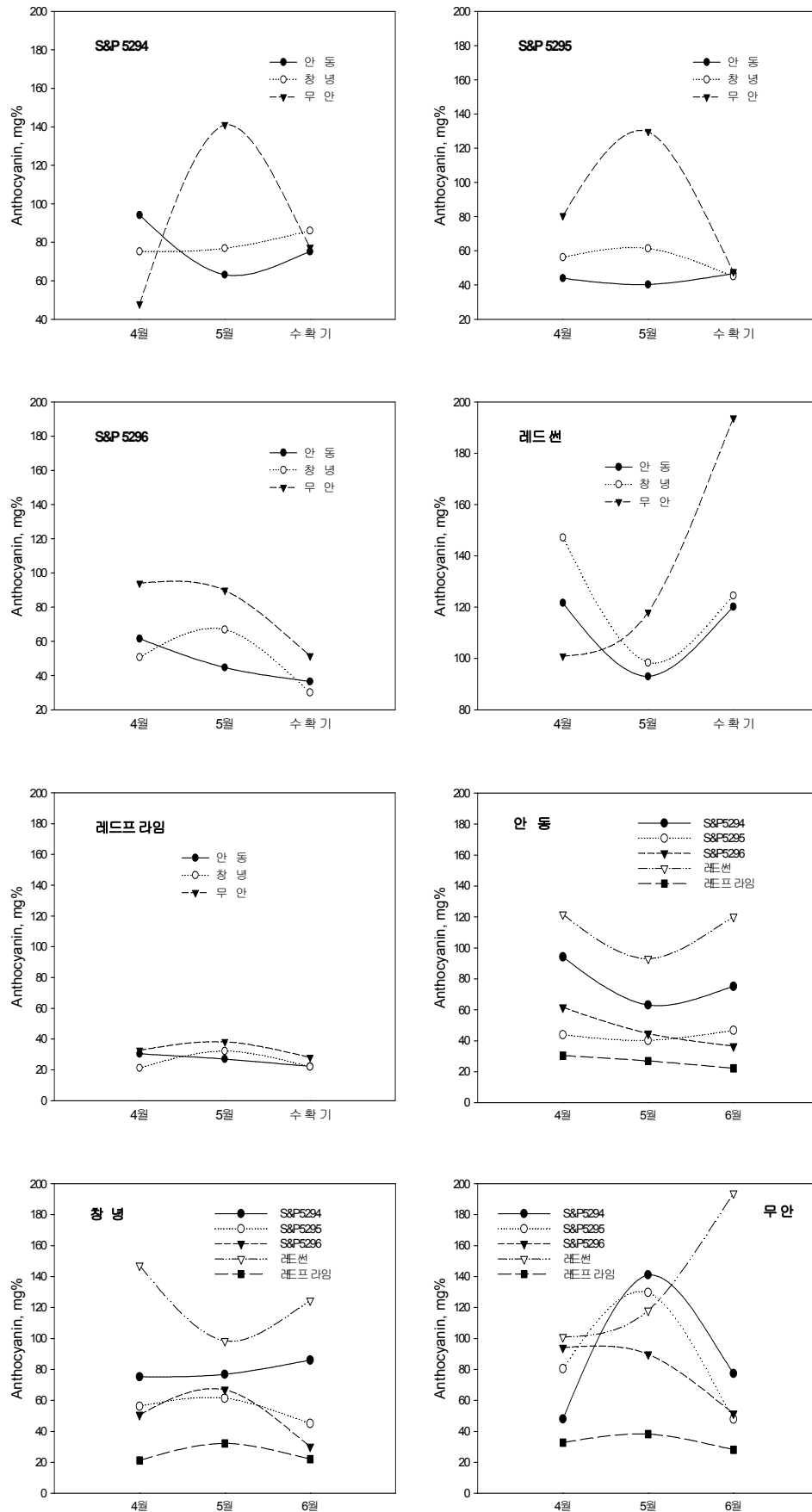


그림 9. 지역, 품종별 anthocyanin 함량 변화



(3) 3차년도(2007. 4 ~ 2008. 4)

(가) 수확시 고형물 및 당도

수확시 지역 및 품종별 고형물, 당도 함량은 표 7과 같다. 레드프라이임을 제외한 적색계 품종들이 황색계인 썬파위에 비해 고형물 함량이 높았으며 세 지역에서 레드썬, S&P5296가 가장 높은 함량을 보였다. Ahn과 Lee는 한국산 창녕 대고, 프랑스 shallot, 인도 shallot 3종의 양파를 구입하여 일반성분을 분석한 결과 수분 함량이 90.0~90.8%라고 보고한 것에 비해 시험된 전 품종이 수분 함량이 낮고 고형물 함량이 높았다. 당도 또한 레드프라이임을 제외한 적색계 품종 모두 썬파위에 비해 높았고 S&P5296이 세 지역에서 가장 높은 함량을 보였으며 레드프라이임의 고형물, 당도 함량은 세 지역 모두에서 가장 낮은 함량을 보였다.

표 7. 지역, 품종별 고형물 및 당도

구 분	고형물(%)				당 도(°Brix)			
	안동	함평	창녕	평균	안동	함평	창녕	평균
S&P 5294	11.0	11.7	11.6	11.4	8.7ba	8.9bac	9.2ba	8.9a*
S&P 5295	10.6	11.2	11.0	11.0	8.0c	9.0ba	8.8b	8.6ba
S&P 5296	11.2	12.8	12.0	12.0	8.8a	9.3a	9.7a	9.3a
S&P 7270	11.1	12.4	11.7	11.7	9.0a	9.0ba	9.2ba	9.1a
S&P 7273	10.7	11.3	10.9	11.0	8.7ba	8.5bc	8.7b	8.6ba
S&P 7276	11.1	12.2	11.6	11.7	8.9a	9.4a	8.9b	9.1a
레드썬	11.5	12.7	12.1	12.1	8.1bc	8.9bac	9.3ba	8.8a
레드프라이임	9.4	10.9	10.5	10.3	7.1c	8.4c	8.1c	7.9b
썬파위	9.9	11.4	11.4	10.9	7.9c	8.6bc	9.2ba	8.5ba

\* : DMRT 5%

(나) 당 함량

시험 품종의 유리당 조성은 fructose, glucose 및 sucrose가 주요 당질이었는데, 이는 Kee와 Park이 sucrose가 함유되어 있지 않고 galactose, mannose, lactose 및 maltose 등 미량의 유리당이 존재한다는 보고와는 상이하였으나 Suh 등이 국산 양파에서 유리당 종류와, Shon과 Park의 양파 에탄올 추출물의 유리당 종류와 동일한 결과를 보였다.

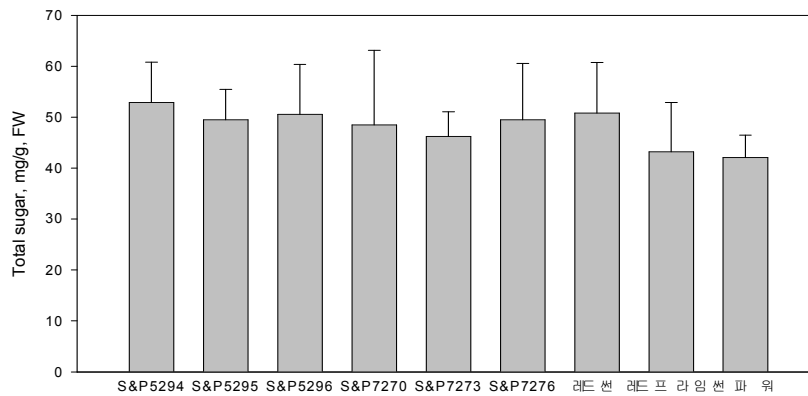


그림 10. 품종별 총 당함량

표 8. 지역, 품종별 당 함량(mg/g, fresh weight)

구 분	sucrose	glucose	fructose	total
안 동				
S&P5294	7.8a	18.8a	17.6a	44.2a*
S&P5295	7.4ba	19.2a	18.5a	45.0a
S&P5296	7.4ba	17.2a	15.3a	40.0a
S&P7270	6.2bac	15.6a	13.5a	35.4a
S&P7273	7.4ba	17.9a	16.3a	41.6a
S&P7276	4.9bdc	17.9a	15.9a	38.7a
레드션	4.8bdc	19.7a	18.2a	42.8a
레드프라임	3.6dc	14.1a	14.5a	32.2a
썬파워	3.1d	18.4a	17.4a	38.9a
합 평				
S&P5294	9.8a	24.7ba	24.9bac	59.4bac
S&P5295	9.8a	23.3ba	23.2bac	56.2bac
S&P5296	9.4a	25.2ba	24.6bac	59.1bac
S&P7270	8.3a	27.5a	28.4a	64.2a
S&P7273	9.6a	20.4ba	21.2bc	51.2bc
S&P7276	8.8a	25.8ba	26.2ba	60.8ba
레드션	9.1a	27.4a	25.5bac	61.9ba
레드프라임	8.1a	20.8b	21.7bc	50.6bc
썬파워	4.6a	23.0b	19.4c	47.1c
창 념				
S&P5294	10.0a	23.2a	21.9a	55.1a
S&P5295	7.2b	20.4ba	19.7ba	47.2ba
S&P5296	8.2ba	23.6a	20.9a	52.6a
S&P7270	7.0b	19.7ba	19.1ba	45.8ba
S&P7273	6.8b	19.7ba	19.4ba	45.9ba
S&P7276	7.2b	20.7ba	20.9a	48.9ba
레드션	6.6b	21.3ba	19.8ba	47.7ba
레드프라임	5.9b	19.6ba	21.2a	46.8ba
썬파워	7.4b	17.5b	15.4b	40.3b

\* : DMRT 5%

수확시 총 당 함량은 S&P5294가 52.9mg/g으로 가장 높았으며 적색계 품종이 황색계에 비해 높은 함량을 보였고 레드썬, 레드프라임에 비해 선발조합의 총 당 함량이 비슷하거나 높은 경향이었는데(그림 10), 이는 Shon 등이 백색, 황색, 자색 3품종의 총 유리당 함량 분석결과 백색양과>자색양과>황색양과 순으로 함량이 높다는 보과와 Jeong 등이 황색보다 자색에서 유리당의 함량이 높다는 결과와 동일하였다. Shon과 Park은 에탄올 추출물의 sucrose, glucose 및 fructose 함량이 황색은 15.5, 20.9, 19.3%, 자색은 16.1, 22.5, 21.7%라고 보고한 결과에 반해 본 시험에서는 황색이 2.8~5.7, 13.6~17.8, 12.0~15.9%, 자색이 3.5~7.7, 13.5~19.4, 10.8~20.1%로 다소 낮은 함량을 보였다. 지역별로는 함평>창녕>무안 순으로 당 함량이 높았고 동일 지역에서도 품종간 차이가 심하였으나 3지역 모두 황색계 품종인 썬파워가 총 당 함량 뿐만 아니라 전 유리당에서도 가장 낮은 함량을 보였으며 안동은 S&P5294, S&P5295, 함평은 S&P7270, 창녕은 S&P5294, S&P5295 및 S&P5296이 대비 품종인 레드썬, 레드프라임에 비해 높은 함량을 보였다.

그림 11은 sucrose의 감미도가 1이라 가정할시 glucose, fructose는 각각 0.7, 1.7배의 감미도를 나타낸다는 보고를 바탕으로 지역, 품종별 감미도를 표 9는 양과 메운 정도의 지표인 pyruvic acid의 함량을 나타낸 것으로 황색계 품종인 썬파워와 적색계 대비종인 레드프라임에 비해 선발조합 모두 감미도가 높게 나타났으며 지역별로는 함평>창녕>안동 순으로 감미도가 높았으며 품종 모두 지역별 차이가 크게 나타났다. 양과의 pyruvic acid 함량은 1~18 $\mu$ mol로 0~3 $\mu$ mol/ml FW은 low pungency/sweet, 3~7 $\mu$ mol/ml FW은 medium pungency로 7 $\mu$ mol/ml 이상은 high pungency로 분류된다(sweet onion industry Georgia, USA). 본 시험에서 품종별 pyruvic acid 함량은 레드썬>썬파워>S&P7270 순으로 가장 높게 나타났고 레드프라임과 S&P5295가 2.9 $\mu$ mol/ml로 가장 낮은 함량을 보여 sweet onion에 해당하였고 나머진 품종들은 medium pungency에 해당되었다. 지역별로는 창녕>함평>안동 순으로 함량이 높고 창녕, 안동은 레드썬이 가장 높은 함량을 보이거나 함평은 황색계인 썬파워가 가장 높은 함량을 보였으며 3지역 모두 레드프라임이 가장 낮은 함량을 보였다. Yoo(2006) 등은 양과 메운 정도의 차이는 유전적(품종) 요인이 81.3%, 환경적요인, 품종×재배지의 영향이 각각 11.4, 7.3%라고 하였는데 본 시험에서도 품종간 차이는 크게 나타났으나 재배지역에 따른 차이는 크지 않고 같은 포장에서도 양과 구간에 1.5 $\mu$ mol/ml의 차이가 있고 구 크기에 역상관을 가진다는 점을 고려할 때 3지역 간 차이는 실제 없다고 하여도 무방할 것으로 판단된다.

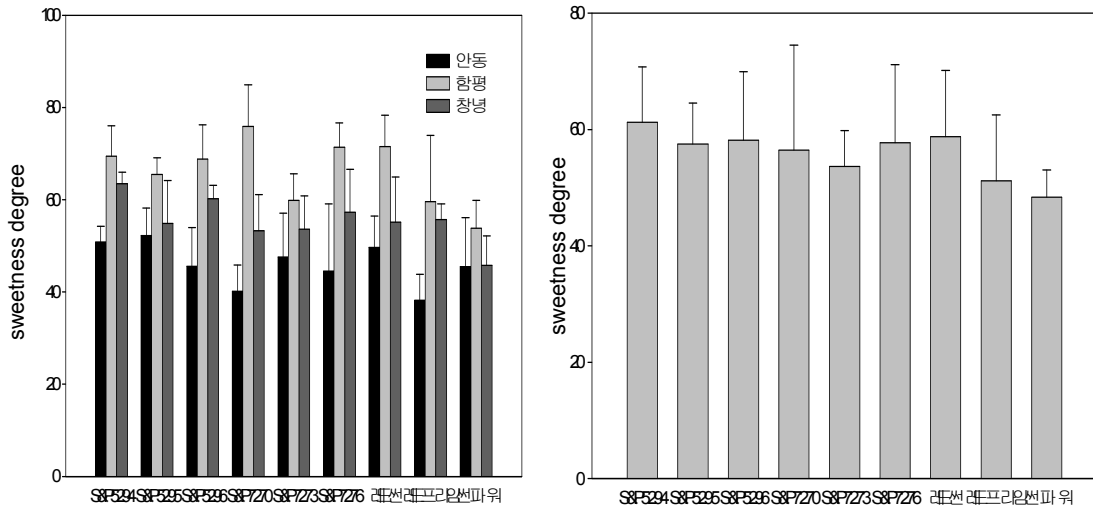


그림 11. 지역, 품종별 감미도

감미도와 pyruvic acid의 함량을 종합적으로 검토하여 보면 레드선의 경우 높은 당 함량으로 감미도는 좋으나 pyruvic acid의 함량이 높고 레드프라임의 경우 반대로 pyruvic acid의 함량은 낮으나 감미도가 적어 비교적 높은 당 함량과 낮은 pyruvic acid의 함량을 가진 선발조합들이 실제 감미도는 레드선, 레드프라임에 비해 매우 높을 것으로 판단되며 황색계인 선파워의 경우 가장 낮은 감미도와 높은 pyruvic acid 함량으로 실제 감미도는 가장 열악할 것으로 생각된다.

표 9. 지역, 품종별 pyruvic acid 함량( $\mu\text{mol/ml}$ )

구분	안동	합평	창녕	평균
S&P5294	2.9ed	3.2b	3.3bdc	3.1bc*
S&P5295	3.0ed	3.1b	2.6d	2.9c
S&P5296	4.0ba	3.6b	3.8bdac	3.8ba
S&P7270	3.6bc	3.8ba	4.5ba	4.0a
S&P7273	3.1ecd	3.3b	3.1dc	3.2bc
S&P7276	3.2ecd	3.8ba	4.3bac	3.8ba
레드선	4.6a	3.8ba	4.7a	4.4a
레드프라임	2.6e	3.1b	2.9d	2.9c
선파워	3.4bcd	4.6a	4.3bac	4.1a

\* : DMRT 5%

표 10. 품종, 지역에 따른 총 페놀 함량(catechin ug/g fresh weight)

구 분	안 동	합 평	창 녕	평 균
S&P5294	555.5e	751.1d	609.0b	638.5d*
S&P5295	674.1ed	911.5cbd	706.7b	764.1cbd
S&P5296	843.2bcd	997.9b	727.6b	856.2cb
S&P7270	1033.8ba	1016.8b	757.3b	936.0b
S&P7273	869.0bcd	938.9cbd	842.5b	883.5cb
S&P7276	905.9bc	960.4cb	748.4b	871.6cb
레드션	1177.1a	1447.2a	1165.3a	1263.2a
레드프라임	685.9ecd	734.0d	619.4b	679.8cd
선파워	762.5ecd	762.9cd	732.7b	752.7cbd

\* : DMRT 5%

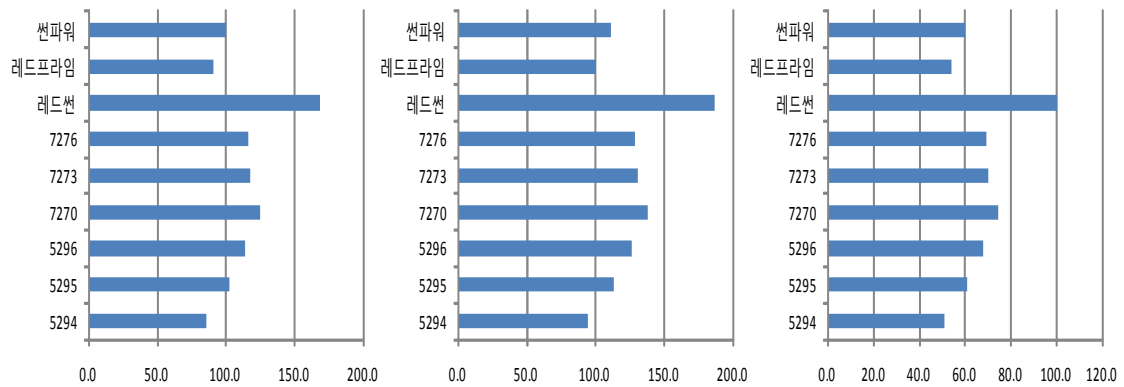


그림 12. 대비 품종에 따른 선발조합의 총 페놀 함량 비율  
좌: 선파워 대비, 중: 레드프라임 대비, 우: 레드션 대비

양과 황산화 효과와 밀접한 관계가 있는 총 페놀함량은 황색계인 선파워에 비해 레드프라임, S&P5294를 제외하고 대부분의 선발조합들이 높은 함량을 보였고 레드프라임에 비해서도 같은 경향을 보였으나 레드션에 비해서는 선발조합 모두 낮은 함량을 보였다(표 10, 그림 12). Jeong(2006) 등이 60% 에탄올 추출물에서 황색과 자색양과의 총 페놀 함량이 각각 0.319mg/g 및 0.248mg/g로 황색양과가 자색양과보다 높은 총 페놀 함량을 보인다는 보고와 상이한 결과이나 Shon과 Park(2006)이 에탄올, 에틸아세테이트 및 열수 추출물 모두에서 적색 양과의 총 페놀 함량이 다소 높게 검출되었다는 보고와 Nuutila(2003) 등이 양과 껍질이 가식부보다 훨씬 많았으며 적색 양과가 건물에 대하여 약 8%, 황색은 2.6%로 아주 높게 측정되며 Lachman(2003) 등이 백색 양과 26,445mg/kg DM, 황색 양과 65,210mg/kg DM, 적색 양과 108,300mg/kg DM의 총 페놀 함량을 보인다는 보고와 동일한 결과를 보였으며 Vinson 등(1998) 또한 적색양과가 황색양과에 비해 높은 총 페놀 함량을 보이며 그 이유는 적색양과의 붉은색을 띠게 하는 안토시아닌 때문이라 하였다. 지역별로는 합평 > 안동 > 창녕 순으로 함량이 높았고 3지역 모두에서 레드션이 가장 높은 함량을, S&P5294가 가장 낮은 함량을 나타내었고 선발조합 중에서는 S&P7270, S&P7273 및 S&P7276 등이 높은 함량을 보였다.

표 11. 품종, 지역에 따른 총 플라보노이드 함량(querctin  $\mu\text{g/g}$  fresh weight)

구 분	안 동	합 평	창 녕	평 균
S&P5294	663.3d	817.4d	634.4d	705.0c*
S&P5295	1036.8cb	1304.5cb	818.8cd	1053.4cb
S&P5296	961.7cd	1221.6cbd	811.4cd	998.2cb
S&P7270	1287.0b	1426.6b	952.8cb	1222.1b
S&P7273	1085.5cb	1394.7b	1124.7b	1201.6b
S&P7276	1200.5cb	1530.8b	917.7cb	1216.3b
레드션	2315.0a	2595.0a	2111.0a	2340.3a
레드프라임	700.9d	853.0d	721.2cd	758.3c
썬파워	668.0d	958.0cd	773.1cd	799.7c

\* : DMRT 5%

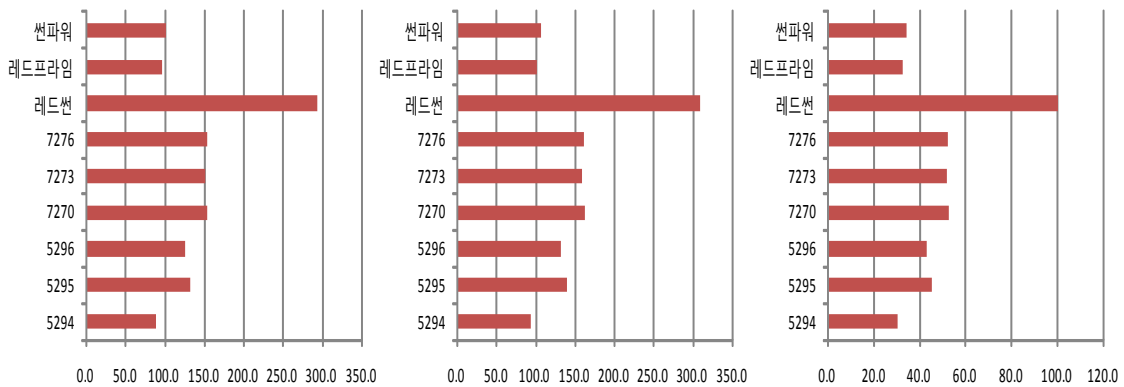


그림 13. 대비 품종에 따른 선발조합의 총 페놀 함량 비율  
좌: 썬파워 대비, 중: 레드프라임 대비, 우: 레드션 대비

품종, 지역별 총 플라보노이드 함량은 표 11과 그림 13과 같다. 품종별로는 레드션이  $2340.3\mu\text{g/g}$ 으로 가장 높은 함량을 S&P5294가  $705.0\mu\text{g/g}$ 으로 가장 낮은 함량을 보였으나 S&P5294를 제외한 나머지 선발조합들은 레드프라임  $758.3\mu\text{g/g}$ , 썬파워  $799.7\mu\text{g/g}$ 에 비해 모두 높은 함량을 보였다. Shon과 Park(2006)은 양과 에탄올, 에틸아세테이트 및 열수추출물의 총 플라보노이드 함량이 황색양과에 비해 적색양과가 2배 이상 높다고 보고하였으며 Lin과 Tang(2007)은 신선물 양과 중에 quercetin으로 환산하여 붉은 양과가  $36.5\pm 7.6\sim 56.4\pm 10.3\text{mg}\%$ 의 플라보노이드 함량을 보고한 것에 비해 다소 낮은 함량을 보였는데 이는 추출방법 및 품종 특성에 따른 결과로 보인다. 지역별 함량은 레드션, 레드프라임 및 썬파워의 경우 함평 > 창녕 > 안동 순이었으나 선발조합의 경우는 함평 > 안동 > 창녕 순이었다.

Quercetin glycoside인 rutin은 품종별로는 레드션이  $169.9\mu\text{g/g}$ 로 가장 높은 함량을 보였고 레드프라임이  $118.4\mu\text{g/g}$ 로 가장 낮았으며 썬파워  $136.9\mu\text{g/g}$ 에 비해 모든 선발조합이 높은 함량을 보였고 S&P5296이  $152.1\mu\text{g/g}$  가장 높았다. 지역별로는 창녕 > 함평 > 안동 순으로 함량이 높으나 품종별로 차이가 심해 안동, 함평은 레드션이 각각  $159.6$ ,  $190.3\mu\text{g/g}$ 로 가장 높았으나 창녕의 경우 S&P5296이  $174.5\mu\text{g/g}$ 로 가장 높은 함량을 보였고 레드프라임이 3지역 모두

가장 낮은 함량을 보였다. (그림 14). 황색계인 선과위에 비해서는 안동은 레드프라임, 함평은 S&P5294, S&P7273, S&P7276 및 레드프라임이, 창녕은 S&P5294, S&P7276, 레드선 및 레드프라임이 낮은 함량을 보였다.

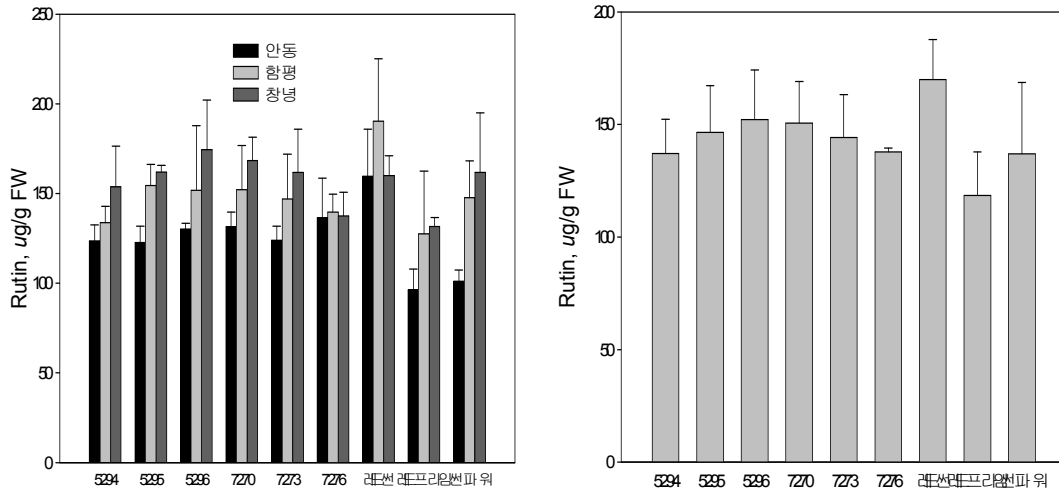


그림 14. 지역, 품종별 Rutin 함량

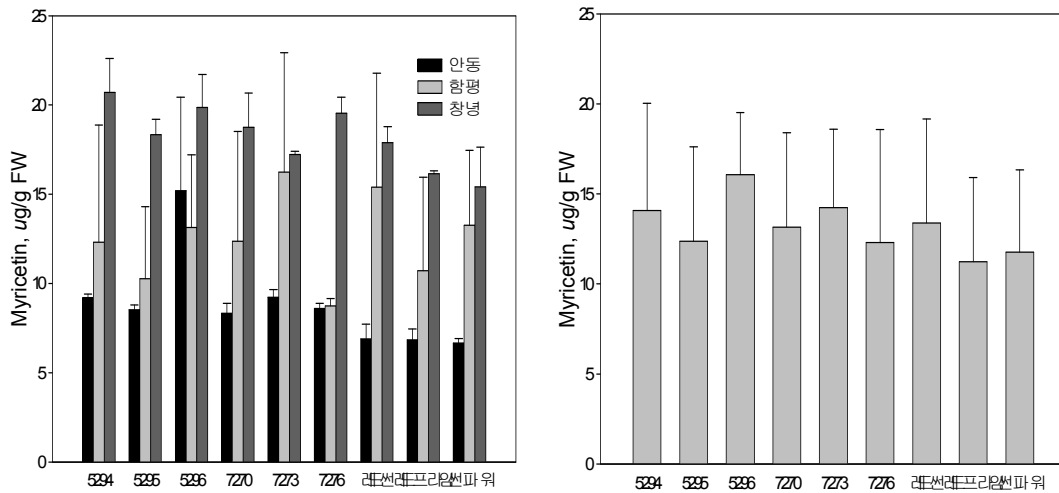


그림 15. 지역, 품종별 Myricetin 함량

Myricetin 함량(그림 15)은 rutin과 달리 S&P5296이  $16.1\mu\text{g/g}$ 로 가장 높았고 S&P5294, S&P7270 및 S&P7276 또한 3가지 대비품종 즉 레드선, 레드프라임 및 선과위에 비해 높은 함량을 보였으며 S&P5295, S&P7276은 레드선에 비해 낮았지만 레드프라임, 선과위에 비해서는 높은 함량을 보였고 레드프라임은  $11.2\mu\text{g/g}$ 로 가장 낮은 함량을 보였다. 지역별로는 rutin과 같이 창녕 > 함평 > 안동 순이며 지역에 따른 품종간 변이가 심해 선과위에 비해 안동, 창녕은 모든 적색계가 높은 함량을 보이나 함평의 경우 S&P7273, 레드선을 제외한 모든 적색품종이 선과위보다 낮은 함량을 보였다.

표 12. 품종, 지역에 따른 Quercetin 함량( $\mu\text{g/g}$ , fresh weight)

구 분	안 동	합 평	창 녕	평 균
S&P5294	61.4dc	56.0b	70.2cb	62.5b*
S&P5295	80.6ba	67.1b	86.3cb	78.0b
S&P5296	52.2d	65.5b	81.1cb	66.3b
S&P7270	80.7ba	73.5b	83.9cb	79.3b
S&P7273	70.0bc	109.b	97.0b	92.2b
S&P7276	61.0dc	87.1b	97.1b	81.8b
레드썬	90.7a	181.3a	135.0a	135.7a
레드프라임	58.0dc	56.4b	74.6cb	63.0b
썬파워	52.2d	83.3b	56.1c	63.9b

\* : DMRT 5%

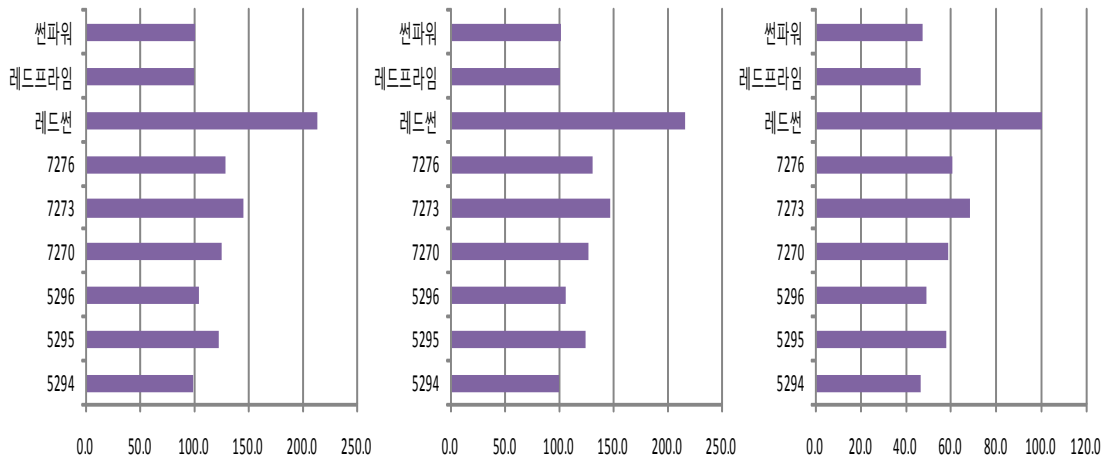


그림 16. 대비 품종에 따른 선발조합의 총 페놀 함량 비율  
좌: 썬파워 대비, 중: 레드프라임 대비, 우: 레드썬 대비

Quercetin 함량은(표 12, 그림 16) 레드썬이  $135.7\mu\text{g/g}$ 로 가장 높은 함량을 보였고 S&P5294가  $62.5\mu\text{g/g}$ 로 가장 낮은 함량을 보였으며 나머지 선발조합 모두 썬파워와 레드프라임에 비해 높은 함량을 보였으나 지역간 함량 차이가 심해 레드썬을 제외한 품종 간에 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 지역별로는 창녕>합평>안동 순으로 함량이 높고 3지역 모두 레드썬이 가장 함량이 높았다. 안동의 경우 썬파워와 S&P5296이  $52.2\mu\text{g/g}$ 로 가장 낮은 함량을 보였고 레드프라임에 비해 S&P5295, S&P7270 및 S&P7273은 유의하게 높은 함량을 보였으나 S&P5294와 S&P7276은 유의한 차이가 없었으며 합평의 경우 S&P5294가 가장 낮은 함량을 보이거나 선발조합 모두 썬파워, 레드프라임과 유의적인 차이는 없었다. 창녕의 경우 썬파워가  $56.1\mu\text{g/g}$ 로 가장 낮은 함량을 보였고 S&P7273, S&P7276이 통계적으로 유의하게 높은 함량을 보였으나 S&P5294, S&P5295, S&P5296 및 S&P7270은 레드프라임과 차이가 없었다.



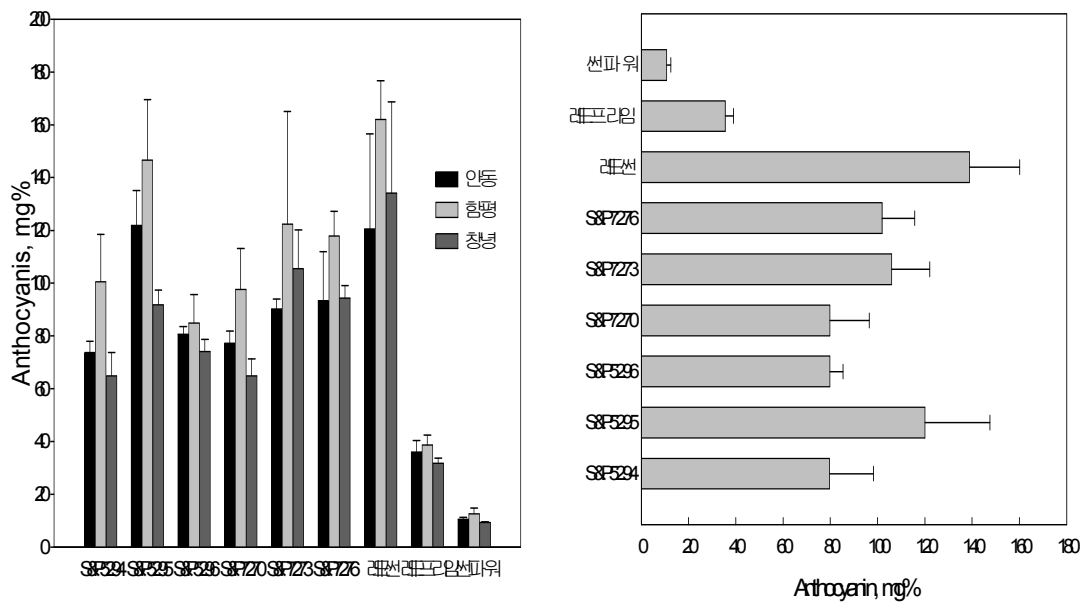


그림 11. 지역, 품종별 안토시아닌 함량

USDA Database(<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/data/Flav/Flav02-1.pdf>)에 따르면 황색양과 quercetin의 평균, 최대 및 최소 함량이 각각 21.42, 118.7, 1.50mg/100g myricetin이 0.02, 0.03, 0.00mg/100g, kaempferol이 0.62, 1.00, 0.00mg/100g의 함량을 보이고 적색양과의 경우 quercetin 33.43, 191.7, 0.00mg/100g, myricetin 2.70, 3.80, 0.00mg/100g, kaempferol 1.10, 4.50, 0.00mg/100g 보이며 흰색양과는 quercetin이 7.29, 63.40, 0.00mg/100g, myricetin과 kaempferol은 검출되지 않는다는 결과와 같이 적색계 품종이 quercetin과 myricetin의 함량이 높았으며 kaempferol의 경우 전 지역, 품종에서 검출되지 않았다. 플라보노이드는 항염, 항알러지, 항균, 항바이러스, 혈전형성억제, 항돌연변이, 항암, 효소저해작용, 협심증, 고혈압예방 등의 생리활성 작용을 가지며 이러한 작용은 항산화작용과 관련이 깊다. 플라보노이드의 항산화 활성은 산화촉진제로 알려진 금속과 결합함으로써 금속붕괴제로 작용하는가 하면 수소공여체로 작용하여 free radicals와 결합하거나 quercetin과 같이 lipoxygenase와 같은 radical 형성효소들의 작용을 억제함으로써 산화를 억제하게 되며 페놀화합물의 항산화력의 지표의 하나인 IC<sub>50</sub>은 lipoprotein의 산화를 50% 억제하는 값으로 quercetin, rutin은 각각 0.224μM, 0.512μM이며(Vinson et al, 1995b) 이는 vitamin C, E와 β-carotene의 1.45, 2.40 및 4.30μM보다 낮아 더욱 높은 항산화력을 가진다(Vinson and Hontz, 1995). 플라보노이드에 대한 항산화 작용의 지표가 되는 전자공여능에 대한 조사 결과 (+)-catechin이 가장 높은 전자공여능을 보였고 그 다음으로 rutin > quercetin > naringin = hesperidin 순으로 나타났으며(강 등, 1996) superoxide anion radicals에 대한 항산화력은

quercetin > myricetin > rutin 순이며 (Robak and Gryglewski, 1988) hydroxyl radicals에 대한 항산화력은 flavonols이 가장 크며 myricetin > quercetin > rhamnetin > morin > diosmetin > naringenin > apigenin > catechin > robin > kaempferol > flavone와 같다 (Husain et al, 1987). Nuutila 등 (2003)은 양파 추출물 중에서 t-BHP에 의해 유발된 지질과산화 억제 효과는 myricetin > quercetin > kaempferol > luteolin > apigenin > rutin 순으로, DPPH radical 소거 작용에서는 quercetin > myricetin > luteolin > rutin > kaempferol 순으로 효과가 크다고 보고하였다. 이상의 결과를 종합하여 볼 때 황색계 품종인 설파위에 비해 대부분의 적색계 품종의 항산화력이 높고 적색계 중에서도 레드션이 가장 높고 레드프라임에 가장 낮은 항산화력을 보이며 레드프라이임의 경우 설파위에 비해서도 낮은 항산화력을 보일 것으로 판단된다.

안토시아닌 또한 레드션이 가장 높고 모든 선발조합이 레드프라임보다 높은 함량을 보였다. (그림 11) 선발조합 중에서는 S&P5295 > S&P7273 > S&P7276 순으로 높은 함량을 보였다. 지역별로 S&P5294, S&P5295, S&P5296, 레드프라임 및 설파위는 함평 > 안동 > 창녕 순으로 함량이 높고 S&P7273, S&P7276, 레드션은 함평 > 창녕 > 안동 순이었다.

## 제 4 장. 목표달성도 및 관련분야의 기여도

### 제 1 절 목표달성도

국내에서 재배되고 있는 적색계 양과는 대부분 일본종과 유럽종으로 국내 품종은 없는 실정이다. 따라서 외국 품종을 대체하고자 적색계 교배종 2품종을 개발하고자 하였다. 국내에서 많이 재배되고 있는 외국종 적색계 품종 “레드썬”은 숙기가 6월 20일경으로 너무 늦어 이모작 재배가 불가능하고 저장성이 없기 때문에 장기간 저장이 어렵다. 본 연구를 통해 개발한 2개 품종 “럭키레드”와 “해피레드” 품종은 숙기가 중생종으로 저장성과 수량성이 좋은 교배종으로서 기존 외국 품종을 대체할 수 있을 것이며 계획세웠던 목표를 100% 달성하였다.

국내에서 재배되고 있는 황색계 중·만생계 품종은 일본종이 70% 이상을 차지할 정도로 국내 개발 품종의 시장 점유율이 매우 낮다. 이러한 이유는 그동안 양과시장 규모가 크지 않았고 유전자원의 부족과 육종인력의 부족이 크게 작용하였던 것이 사실이다. 그러나 최근에 채소 종자 중 양과의 매출액이 고추, 무 다음으로 세번째로 커져 양과 품종의 개발에 욕구가 매우 커졌다. 양과 종자시장이 커진 것은 품종이 고정종에서 교배종으로 되면서 종자가격이 대폭 상승되었기 때문이며 이로 인해 농가 경영비 부담도 훨씬 가중되고 있다. 따라서 외국산 품종을 대체하고 수출용 품종을 개발하기 위해 중·만생종 2개 품종 개발을 목표로 삼았다. 현재 중생종 4개 품종(“새로미”, “어울림”, “등지”, “Y-볼”)을 개발하여 계획세웠던 목표치를 200% 달성하였다. “새로미”와 “어울림” 품종은 판매를 시작하여 3억 4천만원의 매출을 기록하였고 “등지”와 “Y-볼”은 시교로 공급하거나 금년 공급할 예정이다. 원종생산과 F<sub>1</sub> 채종이 동시에 들어갔기 때문에 충분한 종자량만 확보된다면 종자 판매액은 더욱 증가할 것이다. 공급한 품종은 농가반응도 좋기 때문에 일본 품종을 상당 부분 대체할 수 있을 것이다. 또한 육성된 품종을 중국 등에 수출용으로 활용하기 위해 중국에 2년간 지역적응성 시험을 하고 있는 중이다. 금년에 품종평가가 좋을 경우 중국에도 수출할 수 있을 것으로 기대한다.

양과주산단지에서 양과재배 농가들이 중·만생 양과 종자의 경우 값비싼 일본산 교배품종을 선호하기 때문에 생산비의 과중을 줄이고자 양과 채종시기에 발생된 불량한 환경조건을 극복하여 양과 채종량을 증대할 수 방안을 모색하였다. 국내의 양과 채종시기는 강우로 인해 다습조건과 폭염으로 인해 고온에 처하게 된다. 조생종, 중생종, 만생종 품종들은 고온과 고습 조건하에서 양과 채종량이 감소하므로 안정적인 채종방법을 확립하기 위해서는 하우스 설치와, 양과 영양생장부터 개화시기까지 (12월부터 다음해 3월까지) 하우스에 비닐 피복을 사용하여 채종에 유리한 적정온도와 일장을 잘 조절하여 개화와 양과 종자 성숙단계에 고온다습 조건을 피할 수 있는 환경조건이 부여된다면 채종량이 많이 증가할 것으로 판단된다. 양과 채종시 고온과 고습을 피하기 위해 불량 환경 조건하에서 양과 종자 성숙단계에 따른 단백질과 유전자 발현 양상을 구명하면 양과 채종량

과 관련된 메카니즘을 더 이해할 수 있으리라고 생각한다. 본 연구를 통해 불량 환경하에서 채종량이 떨어지는 원인을 규명하였고 채종량을 증대시킬 수 있는 방안을 마련하였다.

양파와의 중간교잡 및 여교잡을 통하여 얻어진 중간교잡 계통을 교배 모·부본으로 이용하고자 시험을 수행한 결과 양파의 저장성을 높이기 위하여 shallot의 고형물함량이 높아 저장력을 갖는 형질을 양파에 도입하는 것과 파의 병해충 저항성을 발휘하는 형질을 양파에 도입하여 새로운 종을 창성하여 유용한 변이를 확대하는 것이 가능하다는 것을 밝혔다. 따라서 본 연구의 결과로 얻어진 새로운 변이종을 교배친으로 활용하여 양파의 저장성과 내병성 품종을 육성하는데 효과적으로 활용할 수 있을 것이다.

DNA marker를 이용한 양파 융성불임 세포질 판별 시험결과 세포질의 S형과 N형을 판별하는 DNA marker를 개발하였고, 본 결과를 활용하여 기존의 여교잡 방법에 의해 융성불임계(S, msms)와 유지친(N, msms)를 판별하는데 소요되는 시간과 노력을 절감할 수 있었으며, 과제를 수행하는 농협종묘개발센터의 유전자원 중 융성불임계(S, msms)와 유지친(N, msms)의 판별에도 기술을 제공한 바 있다.

미수분 화주배양 및 소포자 배양법을 통한 반수체 유기시험에서는 대포자 유래의 반수체 배생산은 성공하여 조기에 pure line을 육성하는데 기여할 수 있을 것으로 사료되었으나 소포자 유래의 반수체 배생산은 성공을 하지 못하였지만, 소포자 유래의 반수체 배생산이 성공할 경우에는 보다 다양한 유전자원의 확보가 가능하다는 점을 고려할 때 금후에도 양파의 소포자 배양을 통한 반수체 배생산 연구가 지속할 것이다.

양파는 목적산물이 영양체인 구비대가 이루어져야만 하기에 구의 모양이나 무게가 상품성을 좌우하였고, 또한 구비대는 일장과 온도에 크게 영향을 받는데, 일장조건이 충족되었더라도 구비대 개시기에 국지적인 기상조건에 따라 조생종, 중생종 및 중·만생종의 재배적지에 확연한 차이를 보였다. 중생종 품종을 4개 지역(무안, 해남, 고흥, 남해)에 재배하여 생육 및 구 특성을 평가해본 결과 도복기와 구중에 다소의 차이를 보이고 있는 것처럼 양파의 품종별 숙기에 따른 재배적지는 분명하다고 사료되었다. 금후로도 우량계통을 육성하여 품종을 개발하여 보급할 때는 재배적지를 고려하여 적응성 검정을 필히 검토할 필요가 있다.

양파의 품종육성은 시간과 경비가 많이 소요된다. 따라서 유묘기나 재배기 등 조기에 선발효율을 높일 수 있는 형질을 찾는다면 훨씬 육종효율을 높일 수 있을 것이다. 유묘단계, 재배단계, 저장단계 및 요구단계에서 내동성, 내습성, 저장성 및 단맛 형질을 대상으로 조기에 선발할 수 있는 기술을 개발하였다.

양파를 적지에 공급하기 위해서는 공급하고자 하는 지역에서 지역적응성 및 생산력 검정이 필요하다. 적색양파 선발을 위해 양파 주산지인 무안, 창녕 및 안동 등에서 조합을 선발하여 품종등록을 완료하였다. 또한 적색양파의 유용성분을 분석하여 적색양파의 기능성을 홍보하고 적색양파 공급시 자료로 활용할 예정이다.

## 제 2 절 과제별 연구개발 목표의 달성도

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위	달성도
적색양파 품종육성	○ 유전자원의 수집, 평가 및 선발	- 유전자원 수집량 : 매년 10점씩 총 30점	100%
	○ 옹성불임계, 유지계 및 화분친 계통의 교배육성	- 옹성불임계 및 유지계 계통의 순화와 불임의 유지 및 계통간 F <sub>1</sub> 조합작성	100%
	○ 자색소 함량 높은 F <sub>1</sub> 조합 선발 및 채종능력 시험	- 우수 F <sub>1</sub> 조합 선발 및 선발조합의 채종능력 시험	100%
	○ 품종 개발	- 개발품종의 수: 2품종 등록	100%
황색양파 품종육성	○ 재료수집 및 계통선발	- 유전자원의 수집 및 성능검정을 통한 선발 : 매년 10점씩 총 30점	100%
	○ 여교잡을 통한 우수 유지친 및 회복친 육성	- 옹성불임계 및 회복친 육성 수량	100%
	○ 일대잡종 조합작성 및 채종능력 검정	- 계통간 F <sub>1</sub> 조합작성 및 채종시험	100%
	○ 육성품종 지역적응성 시험 및 등록	- 지역적응성 및 개발품종의 수 : 2품종 등록	200% (4품종 등록)
채종 효율성 제고기술 개발	○ 중간교잡을 통한 유전변이 확대	- 유전자원 특성검정 및 중간교잡 - 중간교잡 종자증식 - 저장성 및 기능성 성분 분석	100%
	○ Doubled-haploid 작성을 통한 순계의 교배모본 조기확보	- 미수분 화주배양에서 난세포(난핵) 유래 반수체 유기율 향상 - 소포자유래 반수체 유기체가 어려운 원인구명 - 식물체 재분화 및 염색체 배가에 의한 doubled-haploids 생산	90%
	○ PCI 품종육성체계 도입의 효율성 검정	- 적지적합 품종 조기 보급 방안 모색	100%
	○ 안정적인 국내 채종 효율성 제고 기술 개발	- DEG (Differentially Expressed Genes) 의 발굴	100%

구 분	연구개발 목표	연구개발 내용 및 범위	달성도
육종선발 효율 증진 기술개발	○ 유묘단계에서 유용형질 선발기술 개발	- 내동성 및 내습성 검정방법 여부	100%
	○ 재배단계에서 유용형질 선발기술 개발	- 내동성 및 내습성 선발지표의 효율성 구명여부	100%
	○ 저장단계에서 유용형질 선발기술 개발	- 품종 및 계통의 단맛 발현 여부	100%
	○ 모구단계에서 유용형질 선발기술 개발	- 저장성 및 단맛의 선발지표 효율성 구명여부	100%
적색양과 유용성분 분석 및 지역적응 성 시험	○ 지역적응성 시험	- 양과 주산지 무안, 창녕, 안동 지역 에서 지역적응성 시험	100%
	○ 유용성분 분석	- 적색양과의 당, Pyruvic acid, 페놀, 플라보노이드, quercetin, anthocyan 등 유용성분 분석	100%

### 제 3 절 관련 분야에의 기여도

양과는 우리 국민의 식생활에서 중요한 위치를 차지하고 있으며 재배면적이 넓고 종자의 유통량이 많은 작물이다. 현재 국내에서 유통되고 있는 양과 품종들 중 외국산 품종이나 해외채종 종자들이 국내에서 개발된 품종이나 국내 채종 종자보다 우위를 점하면서 적잖은 외화유출이 되고 있다. 이러한 원인은 양과산업의 가장 큰 문제점으로 지적되는 것으로 값비싼 외국산 교배품종을 선호함으로써 생산비 중에 종묘비(17% 내외)가 차지하는 비율이 높아 경쟁력을 저해하는 요인이 되고 있다.

따라서 국산 양과 품종들이 경쟁력을 갖추고 외화 유출을 방지할 수 있는 방안으로 외국산 양과 품종과 버금가는 우수한 품종을 조기에 육성·보급할 필요가 있다. 또한 양과주산단지의 양과재배 농가들이 중·만생 양과 종자의 경우 값비싼 일본산 교배품종을 선호하는 때문에 생산비의 과중을 줄여서 양과산업의 경쟁력을 높여야 할 것이다.

본 과제는 국내에서 재배되고 있는 외국산 종자를 대체하고 수출용 종자를 개발하기 위하여 수행되었다. 적색양과 및 황색양과 품종개발을 위해 수집한 유전자원들은 향후 교배모본으로서 긴요하게 이용될 수 있다. 본 과제를 통해 개발한 적색계 및 황색계 품종들은 성능면에서 우수하다는 농가 평가를 받고 있어 그동안 국내 품종 개발 미흡으로 빼앗겼던 국내 시장을 개발품종으로 대체할 수 있을 것이다. 또한 중국 등에서 지역적응성 시험이 끝나면 수출용으로 이용할 수 있을 것이다.

채종 효율이 저하되기에 이러한 원인을 해결하기 위해 화아분화 생리, 추대 및 개화생리, 임실을 저해하는 원인 등을 생리, 생화학적으로 접근하여 불량 채종 환경에 반응하는 특이적 유전자의 기능을 해석하여 개선방안을 강구하였다. 조생종과 중·만생종의 채종효율을 증진하기 위해서는 10월에 모구를 정식하여 12월부터 이듬해 2월까지 비닐하우스를 밀폐하여 다소의 보온효과를 가져오게 하는 방식에서, 중·만생은 모구를 정식하는 11월부터 이듬해 3월까지 비닐하우스를 밀폐하는 시기를 연장하는 것이 조생종과 같이 개화시기를 앞당겨 수분·수정 및 결실기간을 연장하여 발아력이 높은 종자의 채종량을 늘릴 수 있는 기술을 채종농가 및 국내 양과 채종법인에 제시하였다. 또한 양과 채종 시 고온과 고습을 피하기 위해 불량 환경 조건하에서 양과 종자 성숙단계에 따른 단백질과 유전자 발현 양상을 구명하면 양과 채종량과 관련된 메카니즘을 충분히 해석하여 채종 재배 중 불량환경 하에서 유도 및 비유도 되는 특정 단백질을 이용 새로운 형질전환체를 만들어 내는데 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.

양과육중에 걸림돌이 되는 세대가 길고(2년 1세대), 발현 형질에 관여하는 유전자의 지배가가 낮고(폴리진이 작용), 내병성이나 저장성을 향상시킬 수 있는 유전자원이 부족한 현실에서 파속의 중간교잡에 의한 새로운 중간잡종을 창성하여 양과의 교배친으로 이용함으로써 양과의 저장성과 내병성을 가지는 품종육성에 기여할 것이다.

양과의 응성불임 계통을 이용하여 일대잡종 생산에 이용하기 위해서는 매년 100% 응성불임을 나타내는 종자친(A-line)과 이 A-line을 유지하기 위한 응성불임 유지계(B-line)계통이 필수적이다. 그러나 이 작업은 수많은 여교잡 과정과 다양한 계통을 교배에 사용하는 과정을 거치는 매우 복잡하고 많은 시간과 포장 면적, 인력이 소요된다. DNA marker를 이용하여 양과 응성불임과 관련된 세포질(S, msms, N, msms)을 판별함으로써 기존의 여교잡 방법보다는 획기적으로 응성불임 및 유지친 선발의 기간을 단축시키는데 성공하였다. 본 기술은 국내의 양과 품종개발을 수행하고 있는 종묘회사와 연구소에 제공하여 양과 품종연구의 육종효율을 높임으로서 품종개발에 소요되는 경제성을 제고함으로써 국내 양과 품종의 경쟁력을 높이는데 기여하였다.

우량계통을 선발하여 적응성을 검정하는 단계에서 양과 주산단지의 선도농가와 협력하여 육성기관과 재배농가가 공동으로 적지적작의 개념을 도입하여 주산 지역의 재배품종으로 적합한 품종을 선정해나가는 시스템을 도입한다면 별도로 농가실증시험의 단계를 거치지 않고 주산지별 우수 품종을 조기에 보급할 수 있는 장점이 될 수 있다. PCI는 양과에서 아직 실행해보지 않은 품종육성체계이지만 적지적작의 개념 하에서 현장에서 양과를 재배하는 농민이 참여하는 육종방법을 도입코자 본 시험을 수행한 결과 중생종 품종을 4개 지역(무안, 해남, 고흥, 남해)에 재배하여 생육 및 구 특성을 평가해본 결과 도복기와 구중에 다소의 차이를 보이고 있는 것처럼 양과의 품종별 숙기에 따른 재배적지는 분명하다고 사료되었다. 금후로도 우량계통을 육성하여 품종을 개발하여 보급할 때는 재배적지를 고려하여 적응성 검정을 필히 검토할 필요가 있기에 지속적으로 우량계통의 지역적응성 평가를 추진하면서 현지 양과재배 농가와와의 유대를 가지면서 재배농가와 육종가가 동시에 만족하는 품종 육성 시스템으로 정착해 나갈 것이다.

육종과정은 많은 시간과 경비가 소요된다. 육종의 선발효율을 높이기 위해서는 유묘단계에서부터 저장단계까지에 걸쳐 우수 개체를 선발할 수 있는 유용형질이 필요하다. 본 연구는 각 단계에서 선발할 수 있는 유용형질을 탐색하였다. 이러한 형질을 육종시 선발에 활용하여 육종선발 효율을 증진시킬 것이다.

적색양과의 지역적응성 시험은 개발품종의 적지를 찾는 데 매우 중요하다. 양과 주산지 무안, 창녕, 안동 지역의 시험결과 개발된 2개 품종은 어느 지역에서나 재배해도 무난할 것으로 사료된다. 또한 적색양과의 자색소 성분이 함유된 적색 양과의 건강기능 및 약리적 기능에 대한 연구는 다른 분야의 연구에도 파급효과가 기대된다.



## < 연구성과 >

○ 품종등록 : 6품종

구분	품종명	등록년도	등록번호	비고
적색양파	럭키레드	2008	2008-34	6백만원 매출
	해피레드	2009	2009-319	시교공급 추진
황색양파	새로미	2006	2006-847	1억원 매출
	어울림	2006	2006-846	2억4천만원 매출
	등지	2008	2008-729	시교공급
	Y-볼	2009		시교공급 추진

○ 논문 게재 : 6편

발표 년도	제 목	발표 논문게제지
2007	양파 부위별 pyruvic acid 함량의 차이	한국 식품저장 유통학회지 16(1): 82-86
	Evaluation of cytoplasm types by PCR-maker in male sterility of onion( <i>Allium cepa</i> L.)	한국육종학회, 39(2) 201-205
2008	양파 재배시 보광정도에 따른 pyruvic acid 와 당 함량	한국 생물환경조절학회지 17(4): 266-272
	Effect of High Temperature and Humidity on Seed Production and Mother Bulb Harvesting of Onion	Kor. J. Hort. Sci. Technol. 26(2): 97-100,
	Effect of high temperature and humidity on bulb production and seed yield of onion ( <i>Allium cepa</i> L.)	Kor. J. Hort. Sci & Biotech. 26(2):97-100 (학술 논문)
	양파의 구비대 단계에 따른 pyruvic acid와 당 함량	원예과학기술지, 27(1):18-23

○ 학술발표 및 게재내용 : 14편

발표 년도	제 목	발표학회
2007	Several specific proteins and genes under high temperature and high humidity for seed production of onion ( <i>Allium cepa</i> L.)	Kor. J. Hort. Sci &Biotech. 2007. pp 68
	Bulb production and seed yield of onion ( <i>Allium cepa</i> L.) under high temperature and humidity	Kor. J. Hort. Sci &Biotech. 2007. pp 35
	The Screen for Cytoplasm of Onion( <i>Allium cepa</i> L.) Axcessions Using PCR-marker in Korea	5th International ISHS Symposium on Edible Alliaceae(ISEA), 2007
	양파 육묘단계에서 내동성 검정방법의 효율성	원예과학기술지, 25(별호 1):59
	양파 육묘단계에서 내습성 검정방법의 효율성	원예과학기술지, 25(별호 2):122
	양파의 부위별 pyruvic acid 함량의 차이	한국식품저장유통학회 학술발표, 226
	양파 저장기간에 따른 pyruvic acid의 함량 변화	한국식품저장유통학회 학술발표, 225-226
돈분퇴비 사용량이 양파의 생육, 수량 및 저장성에 미치는 영향	한국원예학회 영남지부 2007 가을학회 2007(2):94-95	
2008	Chromosome Analysis Using GISH and FISH of Interspecific Hybrids between <i>Allium cepa</i> L. and <i>A. fistulosum</i> L.	The First Asian Huricultural Congress, 2008
	Variation DNA content in interspecific hybrid and backcross lines between <i>Allium cepa</i> L. and <i>A. fistulosum</i> L.	The First Asian Huricultural Congress, 2008
	Effect of <i>number of inner bulb and sprouting time</i> during storage to onion seed production	The First Asian Huricultural Congress, 2008
	양파 재배시 광조건에 따른 pyruvic acid와 당 함량	한국생물환경조절학회 학술발표논문집 17(1)::388-392
	양파의 구비대 단계에 따른 pyruvic acid와 유리당 함량	원예과학기술지, 26(별호):28
	Influence of temperature on the sugar, pyruvic acid content and growth of onion plants	AHC 2008:22-23

○ 홍보 및 전시

경남 Feel 농산물 박람회(2008. 10) 등 4회

○ 교육 및 세미나

농업인 교육 등 50회

## 제 5 장. 연구개발 성과 및 성과활용 계획

### 제 1 절 적색양파 신품종 보급계획

#### 1. 럭키레드

럭키레드 품종은 2008년도에 등록과 동시에 ARPC와 기술계약을 체결하고 약 600만원의 종자판매를 하였다. 국내에서 재배되고 있는 적색계 양파는 일본종과 유럽종이며 국내 육성 F<sub>1</sub> 품종은 없는 실정이다. 외국종들이 숙기가 너무 늦은 만생종으로 이모작을 하는 지역에서는 재배가 어려운 상황이나 개발품종은 중생종으로 저장성도 어느 정도 갖추면서 수확량이 많기 때문에 외국 품종을 대체할 수 있을 것이다. 금년도에 공급하기 위해 F<sub>1</sub> 교배종 생산에 들어갔으며 농가반응이 좋으면 공급물량도 상당히 증가할 것으로 예상된다. 2009년도에는 적색양파 시장(약 10,000L)의 약 5%를 점유할 목적으로 농가에 홍보를 추진할 예정이다.

#### 2. 해피레드

해피레드 품종은 2009년도에 등록을 추진하였고 금년도 국내에서 원종증식 및 시험 생산 중에 있다. 금년도에는 시교를 공급하여 농가반응을 볼 예정이다. 해피레드 품종은 럭키레드 품종에 비해 구고가 높아 형태면에서 농가의 선호도가 더 높을 것으로 기대한다. 일본계 품종 레드썬이나 레드프라임을 대체할 수 있을 것으로 사료된다. 2008년도 함평, 창녕, 안동 등의 지역적응성 시험에서 좋은 평가를 받았고 금년 시험용 종자가 생산되면 전국 농협을 통해 시교를 공급할 예정이다.

### 제 2 절. 황색양파 신품종 보급계획

#### 1. 새로미

새로미 품종은 국내에서 많이 재배되고 있는 일본 품종 터보에 비해 숙기가 1주일 정도 빠르다. 일반적으로 숙기가 빨라지면 저장성이 떨어지는 경향이 있으나 이 품종은 숙기가 빠르면서도 저장성이 좋다. 따라서 중·만생종 양파의 수확기가 모내기, 보리베기, 장마기 등과 겹쳐 노동인력의 구입이 어렵고 임금이 비싸지기 때문에 농가 경영비 부담의 요인이 되고 있다. 새로미 품종의 재배로 이러한 문제점을 해결할 수 있고 특히 남부지방에서 양파 수확 후 1모작 벼 재배가 가능하기 때문에 전남지역을 중심으로 이 품종을 공급하고 있다. 2006년도부터 현재까지 약 1억원의 매출을 올렸으며 홍보만 꾸준히 한다면 재배면적은 더욱 확대할 수 있을 것이다.

#### 2. 어울림

어울림 품종은 일본계 중생종 터보 품종을 대체 할 수 있는 품종으로 사료된다. 숙기, 저장성, 수량성이 뛰어나기 때문에 이 품종의 재배면적은 급속히 증가되고 있는 추세이다. 어울림 품종이 2006년도 처음 공급된 이후 3년간 약 2억4천

만원의 매출을 올렸다. 아직은 F<sub>1</sub> 종자생산량이 많지 않기 때문에 대량공급은 어려운 실정이나 그동안 농가반응이 좋아서 종자생산이 대량으로 된다면 재배면적은 더욱 확대할 수 있을 것으로 생각한다. 현재 국내에서 종자생산을 하고 있으나 일부는 대량생산체계를 갖추기 위해 남아공에 시험 재배 중에 있다.

### 3. 등지

등지 품종은 2008년도에 등록하여 당해 전남, 경남 및 경북 주산지의 농가에서 시험 재배 중에 있다. 이 품종은 중생종으로 내병성이 강하고 양과 색깔이 뛰어난 특성을 가지고 있다. 금년도 국내에서 1,000 L를 공급할 계획으로 F<sub>1</sub> 종자를 생산중에 있다. 품평회 등을 통해 전국적으로 홍보하면 일본품종을 상당한 정도까지 대체할 수 있을 것으로 기대한다.

### 4. Y-불

Y-불 품종은 일본계 품종 아쓰를 대체할 목적으로 개발한 품종이다. 중생종 중에서도 구가 개당 360g 이상으로 대구이면서 저장성이 좋다. 금년도 원종증식 및 종자증식에 들어갔으며 8월에 농가에 공급할 예정이다.

## 제 3 절. 채종효율성 제고기술 개발

### 1. 안정적인 국내 채종 효율성 제고기술 개발

국내에서 양과의 안정적인 채종을 위해서는 수분·수정이 이루어지는 개화기와 종자가 익어가는 성숙기에 발생하는 장마기의 지속되는 강우와 고온·다습에 의한 양과 채종시 불리한 환경을 극복하여야 한다. 양과 채종시 고온과 고습 환경하에서 임성이 저하되는 양과 종자 성숙단계에 따른 단백질과 유전자 발현양상이 다르다는 것을 구명하였다. 따라서 얻어진 연구결과는 채종에 적합한 환경을 조성하고 불량 환경하에서 유도 및 비유도 단백질을 이용하여 새로운 형질전환체를 만들어 내는데 기초자료로 사용될 수 있을 것이다.

### 2. 종간교잡을 통한 유전변이 확대

국내·외 양과 육종 목표는 병해충 저항성, 저장성 및 환경적응성이 높은 품종 개발에 맞추어져 있고 인간의 건강과 관련된 과속작물의 약리적 작용들이 입증됨에 따라 기능성 성분이 높은 품종을 개발하는 방향으로 추진되고 있다.

본 연구에서는 파, shallot 등 과속의 근연종들의 유전자원을 수집 평가하고, 교잡친화성을 검토하면서 양과에서 문제가 되고 있는 병해충에 강한 저항성 및 저장성이 높은 품종을 육성하는데 양과와의 종간교잡 및 여교잡을 통하여 얻어진 종간교잡 계통을 교배모·부본으로 이용하고자 시험을 수행한 결과 양과의 저장성을 높이기 위하여 shallot의 고휘물함량이 높아 저장력을 갖는 형질을 양과에 도입하는 것과 파의 병해충 저항성을 발휘하는 형질을 양과에 도입하여 새로운 종을 창성하여 유용한 변이를 확대하는 것이 가능하다는 것을 밝혔다. 따라서 본 연구의 결과로 얻어진 새로운 변이종을 교배친으로 활용하여 양과의 저장성과 내병성 품종을 육성하는데 효과적으로 활용할 수 있을 것이다.

### 3. DNA marker를 이용한 양과 음성불임 세포질 판별

양과의 음성불임 계통을 이용하여 일대잡종 생산에 이용하기 위해서는 매년 100% 음성불임을 나타내는 종자친(A-line)과 이 A-line을 유지하기 위한 음성불임 유지계(B-line)계통이 필수적이다. 만약 임성이 안정되지 않아 음성불임 계통에서 화분이 발생하는 개체가 섞여 있을 경우 그 계통을 이용하여 생산한 F<sub>1</sub> 종자들은 순도가 균일하지 않고 특성이 처음에 선발한 조합과는 차이가 나게 된다. 따라서 새로운 음성불임 계통을 만들기 위해서는 자연에서 유기되는 음성불임 개체와 임성인 개체 간에 교배를 통하여 100% 음성불임집단을 양성하여야 한다. 그러나 이 작업은 수많은 여교잡 과정과 다양한 계통을 교배에 사용하는 과정을 거치는 매우 복잡하고 많은 시간과 포장면적, 인력이 소요된다.

본 연구는 DNA marker를 이용하여 양과 음성불임과 관련된 세포질을 판별함으로써 기존의 여교잡 방법에 의해 음성불임계(S, msms)와 유지친(N, msms)를 판별하는데 소요되는 시간과 노력을 절감함으로써 양과 교배종 품종(F<sub>1</sub>품종)과 고정종 품종개발 효율을 증진시키고자 시험을 수행한 결과 세포질의 S형과 N형을 판별하는 DNA marker를 개발하였다.

이러한 연구결과를 토대로 양과의 일대잡종 품종과 고정종 품종개발에 필수적인 세포질 판별에 필요한 DNA 마커를 선발하고 실용화하여 육종재료의 선발 효과를 높이고 핵내 유전자를 판별하는 연구를 수행함으로써 육종연한을 단축하여 이러한 품종개발에 필요한 기초기반 연구를 수행함으로써 양과 품종연구의 육종 효율을 높임으로서 품종개발에 소요되는 경제성을 제고함으로써 국내 양과 품종의 경쟁력을 높이는 데 기여할 것으로 여겨진다.

### 4. 미수분 화주배양 및 소포자 배양법을 통한 반수체 유지

육종 연한 단축을 위한 doubled haploid 생산기술 개발은 1대 잡종의 hybrid vigour을 증진시키는데 필요한 homo화나 pure화된 화분친 계통(c-line)을 선발하는데 필요하다.

본 연구에서는 양과의 반수체 유래 식물체를 양성하여 양성된 반수체로부터 염색체가 배가된 doubled-haploid를 작성하기 위해 양과의 품종에 따라서 미수분 화주배양의 효과를 비교하였다. 얻어진 결과는 양과 육종연한을 단축시키는데 이용할 수 있을 것이다.

### 5. PCI(participatory crop improvement)체계 도입

우량계통을 선발하여 적응성을 검정하는 단계에서 양과 주산단지의 선도농가와 협력하여 육성기관과 재배농가가 공동으로 적지적작의 개념을 도입하여 주산 지역의 재배품종으로 적합한 품종을 선정해나가는 시스템을 도입한다면 별도로 농가실증시험의 단계를 거치지 않고 주산지별 우수 품종을 조기에 보급할 수 있는 장점이 될 수 있다. PCI는 양과에서 아직 실행해보지 않은 품종육성체계이지만 적지적작의 개념 하에서 현장에서 양과를 재배하는 농민이 참여하는 육종방법을 도입코자 본 시험을 수행하였다.

그 결과 같은 중생종 품종을 4개 지역(무안, 해남, 고흥, 남해)에 재배하여 생육 및 구 특성을 평가해본 결과 도복기와 구중에 다소의 차이를 보이고 있는 것

처럼 양파의 품종별 숙기에 따른 재배적지는 분명하다고 사료되었다. 금후로도 우량계통을 육성하여 품종을 개발하여 보급할 때는 재배적지를 고려하여 적응성 검정을 필히 검토할 필요가 있다.

#### 제 4 절. 양파 육종효율 증진기술 개발

양파 품종육성시 목표형질의 선발은 2년에 1세대를 거치기 때문에 장시간이 소요되고 많은 계통을 대면적 및 대규모로 선발해야 하기 때문에 인력 및 재정적인 부담이 큰 문제점이 되고 있다. 인력 및 재정적 부담을 줄이고 품종 육성기간도 단축할 수 있는 기술의 개발이 필요하다. 유묘단계 및 재배단계에서 내동성과 내습성 형질을 대상으로 형질별로 조기에 선발할 수 있는 기술을 개발하였는데 이 기술은 현장에서 육종에 활용할 수 있다. 또한 재배, 저장 및 모구단계에서 단맛과 저장성을 이용하여 선발하면 육종에 필요한 시간을 대폭 경감시킬 수 있기 때문에 개발된 기술을 육종현장에 적용하고자 한다.

#### 제 5 절. 적색양파 유용성분 분석 및 지역적응성 시험

전남, 경남, 경북의 주산지 지역적응성 검정결과를 활용하여 육성된 품종의 재배적지를 결정한다. 또한 적색양파의 유용성분을 분석하여 농가 선호도 및 소비자들의 기호도를 충족시키며 황색계 양파와의 차별성을 통해 적색양파의 소비확대 및 육성품종의 기능성과 우수성을 홍보하기 위한 자료로 활용하고자 한다.

## 제 6 장. 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

본 연구를 통해 산출된 결과들은 우선 채종을 목적으로 재배하는 품종의 불량 환경 하에서 채종률을 조사함으로써 품종에 따른 채종량을 파악하는데 좋은 자료였다. 대조구와 비교하여 고온, 고습과 고온 + 고습 처리구에서는 조생종, 중생종, 만생종 양과의 채종량이 현저하게 감소했고 특히 만생종 ‘천주대고’는 다른 품종에 비교해서 고온, 고온+고습처리에서 피해가 더 심해 고온기에 채종을 피할 방법을 모색해야 할 것이다. 또 채종 재배 중 불량 환경하에서 유도 및 비유도 되는 특정 단백질을 이용 새로운 형질전환체를 만들어 내는데 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.

중간교잡 연구에서 수집한 *Allium vavillovii* L. 5점, *Allium cepa* L. 8점 및 *Allium ascalonicum* L. 2점은 지속적으로 유전변이 확대에 지속적으로 활용하고 있다.

## 제 7 장. 참고문헌

1. 阿部定夫. 1948. 玉葱の採種と立地條件. 農及園. 23(1):81~84.
2. 농림부. 2004. 채소생산실적.
3. 농촌경제연구원. 2004. 농업전망 : 제10장 양념채소류 수급과 전망
4. 농촌진흥청. 2002. 작목별 작업단계별 노동투하시간.
5. 농촌진흥청. 2000. 양파재배. 표준영농교본-96
6. 青葉高. 1966. ニンニクの球形形成に關する研究(第1報). タネ球の大きさ, 日長, 品種が球形形成および花序の分化, 發育に及ぼす影響. 園藝學會雜誌. 35(3):82~88.
7. 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
8. Anna Maria Nuutila, Riitta Puupponen-Pimia, Marjukka Aarni, and Kirsi-Marja Oksman-Caldentey. 2003. Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. Food Chemistry 81 485~493.
9. Austin RB. 1963. Yield of onions from seed as affected by place and method of seed production. J. hort. Sci. 38:277~285.
10. Bacon, J.R., G.K. Moates, A. Ng, M.J.C. Rhodes, A.C. Smith, and K.W. Waldron. 1999. Quantitative analysis of flavour precursors and pyruvate levels in different tissue and cultivars of onion(*Allium cepa*). Food Chemistry. 64:257-261.
11. Barnes, J. D., L Balaguer, E. Manrique, S. Elvira, and A. W. Davison. 1992. A reappraisal of the use of DMSO for the extraction and determination of chlorophylls a and b in lichens and higher plants. Environmental and Experimental Botany 32: 85-100.
12. Bhimanagouda S. Patil, Leonard M. Pike, and Kil Sun Yoo. 1995. Variation in the Quercetin Content in Different Colored Onions(*Allium cepa* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(6) : 909~913
13. Bleasdale JKA. 1966. The effects of plant spacing on the yield of bulb onios (*Allium cepa* L.) grown from seed. J. hort. Sci. 41:145~153.
14. Brewster JL. 1982. Flowering and seed production in overwintered cultivars of bulb onion. 1. Effects of different raising environments, temperatures and daylengths. J, Horti. Sci. 57(1):93-101.
15. Brice J, Currah L, Malins A and Bancroft R. 1997. Onions Storage in the Tropics. A Practical Guide in Methods of Storage and Their Selection. Natural Resources Institute, University of Greenwich. Chatham, UK, p.120.
16. B. S, Patil and L. M. Pike. 1995. Distribution of quercetin content in different rings of various coloured onion(*Allium cepa* L.) cultivars. Journal of Horticultural Science 70(4) 643~650.
17. Carlson EC. 1974. Onion varieties, honeybee visitation, and seed yield. Calif. Agric. 28(9): 16-18.



18. Chandel RS, Thakur RK. Bhardwaj NR and Patthaania N. 2004. Onion seed crop pollination: a missing dimension in mountain horticulture. A.Hort. no. 631:79~86
19. Chang Ho Jeong, Ji Hee Kim and Ki Hwan Shin. 2006. Chemical Components of Yellow and Red Onion. J. Korean Soc Food Sci Nutr. 35(6) 708~712.
20. Chen NC. 1997. Cultivation & seed production of eggplant. In: Training workshop on vegetable cultivation and seed production technology Shanhua, Taiwan : AVRDC. J:p.1-12. ref. (Text in Eng) (SB320.2.C65 1997)
21. Daisaku Okamoto, Yuji Noguchi, Takato Muro and Masami Morishita. 2006. Genetic Variation of Quercetin Glucoside Content in Onion (*Allium cepa* L.) J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75(1) : 100~108.
22. Demille B and G. Vest. 1975. Flowering date of onion bulbs as affected by light and temperature treatments during storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(4):423~424.
23. Dexter S. T, Tottingham W. E, Graber L. F. 1932. Investigations of the hardiness of the plants by measurement of electrical conductivity. Jan ;7(1):63-78.
24. El-Gadi A and Elkington TT. 1975. Comparison of the Giemsa C-band karyotypes and the relationship of *Allium cepa*, *A. fistulosum*, and *A. galanthum*. Chromosoma 51:19-24.
25. Erickson HT and WH Gabelman. 1956. The effect of distance and direction on cross-pollination in onions. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 68: 351-357.
26. Erin M. O'Donoghue, Sheryl D. Somerfield, Martin Shaw, Maaik Bendall, Duncan Hedderly, Jocelyn Eason, and Ian Sims. 2004. Evaluation of Carbohydrates in Pukekohe Longkeeper and Grano Cultivars of *Allium cepa*. J. Agric. Food. Chem. 52 5383~5390.
27. 江口庸雄. 1953. タマネギの採種問題. 農業及園藝. 23(4):236~240.
28. Gal van GA, Wietsma WA, Putrasemedja S, Permadi AH and Kik C. 1997. Screen for resistance to anthracnose ( *Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) in *Allium cepa* and its wild relatives. Euphytica 95:173-178.
29. Gareth Griffiths, Laurence Trueman, Timothy Crowther, Brian Thomas and Brian Smith. 2002. Onions - A Global Benefit to Health. Phytotherapy Research 16 603~615.
30. George W, Woodbury and Jack R. Ridley. 1969. The influence of incandescent and fluorescent light on the bulbing reponse of three onion varieties. Amer. Soc. Hort. 94(4):365~367.
31. Gun-Hee Kim and Mi-Hee Choi. 1999. Antioxidant Activity of Flavonoids in Plant Origin Food. Korean J. Postharvest 5(3) 121~135.
32. Hanelt P. 1990. Taxonomy, Evolution and History. In: Rabinowitch HD and Brewster JL (eds) Onions and Allied Crops. Vol. I. Botany, Physiology, and Genetics. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp.1-26.
33. Havey MJ. 1999. Advanced in new Alliums. In: Perspectives on new crops and new uses. J.Janick(ed), ASHS Press, Alexandria, VA, pp.374-378.

34. Hou A and Peffley EB. 2000. Recombinant chromosomes of advanced backcross plant between *Allium cepa* L. and *A. fistulosum* L. revealed by *in situ* hybridization. Theor. Appl. Genet. 100:1190-1196.
35. Huh, E. J., Cho, K. S., Kwon, Y. S, and Woo, J. G. 2002. Effects of temperature and photoperiod on bulbing and maturity of spring sown onions in highland. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 43 (5): 587-590.
36. Hyung-Joo Suh, Soo-Hyun Chung, Jong-Youn Son, Hung-Soo Son, Won-Dai Cho and Sang-Jo Ma. 1996. Preparation of Onion Hydrolysates with Enzyme. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 25(5), 786-790.
37. 黃海俊, 徐銓圭, 河仁鐘, 柳英佑. 1998. 양파 採種栽培時 訪花昆蟲 活用이 採種量에 미치는 影響. 園藝作物論文集. ( I )42(2):27-30.
38. Jakubowski H. 2003. On the health benefits of *Allium* sp. Nutrition 19:167-168.
39. J. Lachman, D. Pronek, A. Hejtmankova, J. Dudjak, V. Pivec, and K. Faitova. 2003. Total polyphenol and main flavonoid antioxidants in different onion(*Allium cepa* L.) varieties. Hort. Sci. 30(4) : 142-147.
40. Joe A. Vinson, Yong Hao, Xuehui Su, and Ligia Zubik. 1998. Phenol Antioxidant Quantity and Quality in Foods : Vegetables. J. Agric. Food Chem. 46 3630-3634.
41. Jones ST and Kehr AE. 1957. The cytology and plant characteristics of an amphidiploid derived from *Alium ascalonicum* × *A. fistulosum*. Am. J. Bot. 44:523.
42. Jones RN and Rees H. 1968. Nuclear DNA variation in *Allium*. Heredity 23:591-605.
43. Jones HA and SL EMSWELLER. 1954. Effect of storage, bulb size, spacing and time of planting on production of onion seed Calf. Agr. Exp. Sta. Bull. 63:342-346
44. JUN YANG, KATHERINE J. MEYERS, JAN VAN DER HEIDE, AND RUI HAI LIU. 2004. Varietal Differences in Phenolic Content and Antioxidant and Antiproliferative Activities of Onions. J. Agric. Food Chem. 52 6787-6793.
45. Keller ERJ, Schubert I, Fuchs J and Meister A. 1996. Interspecific cross of onion with distant *Allium* species and characterization of the presumed hybrids by means of flow cytometry, karotype analysis and genomic *in insu* hybridization. Theor. Appl. Genet. 92:417-424
46. 한국종자협회. 2004. 한국채소종자 생산 및 수출입현황
47. 石黒嘉門, 草光平三. 1941. タマネギ採種に關する研究 (第1報)-雨除けの方法か 蔥頭の採種量に及 ぼす影響. 農及園. 16(6):1085-1090.
48. Lim SH. 2000. Interspecific hybridization between *Allium fistulosum* L. and *A. ascalonicum* L. and orgin of *A. wakegi* Araki. Ph D. Diss, Chonnam Nat. Univ. pp.25-68
49. 이경희. 1985. 종묘생산학(채소편). 건국대학교출판부. p.191-203
50. 이우승 외. 1994. 백합과 채소재배기술(양파)경북대학교출판부.p.163-168
51. 이을태. 1997. 양파 하우스내 채종재배. 농촌진흥청 연구와 지도. 38(4):30-32
52. 장영석, 현동윤, 김철우, 이을태, 조상균, 최인후, 정병춘 2002. 양파 수분매개충 인공 사육법 개발 .원예학회지.43(2) : 178-182.

53. Jones HA and SL EMSWELLER. 1954. Effect of storage, bulb size, spacing and time of planting on production of onion seed Calf. Agr. Exp. Sta. Bull. 63:342-346
54. 加藤徹. 1964. タマネギの球の形成・肥大および休眠に関する生理學的研究 (第4報). 葉および根の役割について. 日園學雜. 34(2):127~133.
55. Kedar N, D Levy and EE. Goldschmidt. 1975. Photoperiodic regulation of bulbing and maturation of Bet Alpha onions(*Allium cepa* L.)under decreading daylength conditions. J. hort. Sci. 50, 373-380.
56. Kelley, G. G. and Watts, B. M.. 1957. Effect of copper chelating agents on the pro-oxidant activity of ascorbic acid with unsaturated fats. Food Res. 22 308.
57. Kevin A. Lombard, Emmanuel Geoffriau, and Ellen B. Peffley. 2004. Total Quercetin Content in Onion : Survey of Cultivars Grown at Various Locations. horlTechonlogy 14(4) 628~630.
58. Khrustaleva LI and Kik C. 2000. Introgression of *Allium fistulosum* into *A. cepa* mediated by *A. roylei*. Theor. Appl. Genet. 100:17-26.
59. Kil Sun Yoo, Leonard Pike, Kevin Crosby, Rick Jones and Daniel Leskovar. 2006. Differences in onion pungency due to cultivars, growth environment and bulb sizes. Scientia Horticulturae 110 144~149.
60. K. Nemeth, M. K. Piskula. 2007. Food Content, Processing, Absorption and Metabolism of Onion Flavonoids. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 47 : 397~409.
61. Ku, Y. G., Y. U. Kim., W. Park., C. W. Kim., E. T. Lee., Y. S. Jang, and S. J. Ahn. 2007. Several specific proteins and genes under high temperature and high humidity for seed production of onion (*Allium cepa* L.). Kor. J. Hort. Sci & Technol. 25. Supplement I. pp. 68.
62. Kumar, S., Imtiyaz, M. and Kumar, A. 2007. Effect of differential soil moisture and nutrient regimes on postharvest attributes of onion (*Alliumcepa*L.).Sci.Hort.112:121-129.
63. Kwon, Y. S., Huh, E. J., Cho, K. S., Jang, S. W., Woo, J. G, and Kim, B. S. 2002. Identification for idiotypic adapting on onion breeding in highland condition. Kor. J. Hort. Sci & Technol. 20. SupplementI.pp.67.
64. Lim, C. H., T. H. Park., J. L. Cho, and S. S. Kang. 2002. Effect of daylength and temperature after bolting on flower curd and seed yield of early onion 'Samnamjosaeng'. Kor. J. Hort. Sci & Technol. 20: 306-308.
65. M. MAROTTI AND R. PICCAGLIA. 2002. Characterization of Flavonoids in Different Cultivars of Onion(*Allium cepa* L.). Journal of Food Science 67(3) 1229~1232.
66. Mi-Yae Shon and Seok-Kyu Park. 2006. Chemical Components and Nitrite Scavenging Activity of Various Solvent Extracts from Onions. Korean J. Food Preserv. 13(6) 762~768.
67. M. S. Narayan, K. Akhilender Naidu, G. A. Ravishankar, L. Srinivas, and L. V. Venkataraman. 1999. Antioxidant effect of anthocyanin on enzymatic and non-enzymatic lipid peroxidation. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential

- Fatty Acids 60(1) 1~4.
68. Nishihiro J. and I. Washitani. 1998. Patterns and consequences of self-pollen deposition on stigma in heterostylous *Persicaria japonica*(Polygonaceae). *Americal Journal Botany* 85(3):
  69. 農文協, 1977. ネギ類・タマネギ、第2刷,
  70. 농민신문사. 1998. 양파 고소득을 위한 기술과 경영
  71. 小川勉, 二井内清之. 1964. タマネギの採種に関する研究 (第3報). 生育, 種子の品質, 収量に及ぼす土壌の影響. *日園學雜*. 33(4):327~334.
  72. Ohsumi C, Kojima A, Hinata T, Etoh T and Hayashi T. 1993. Interspecific hybrid between *Allium cepa* and *Allium sativum*. *Theor. Appl. Genet.* 85: 969-975.
  73. Pathak, C. S. 2000. Hybrid seed production in onion. *Journal of New Seeds.* 1: 89-108.
  74. Peffley EB and Hou A. 2000. Bulb-type onion introgression possessing *Allium fistulosum* L. genes recovered from interspecific hybrid backcross between *A. cepa* L. and *A. fistulosum*. *Theor. Appl. Genet.* 94:465-471.
  75. Peter L. Steponkus and F. O. Lanphear. 1967. Refinement of the triphenyl tetrazolium chloraide method of determining cold injury. *Plant Physiol.* 42: 1423-1426.
  76. Pier-Giorgio Pietta. 2000. Flavonoids as Antioxidants. *J. Nat. Prod.* 63 1035~1042.
  77. Rabinowitch HD and Kamenetsky R. 2002. Shallot(*Allium cepa*, Aggregatum Group). *In: Rabinowitch HD and Curah L (ed) Allium Crop Science: Recent Advance.* CABI Publishing, pp.409-430.
  78. Ramin A. A. 1999. Storage potential of bulb onions (*Allium cepa* L.) under high temperatures. *J. Hort. Sci. & Biotech.*74:181-186.
  79. Randle, W.M. 1992. Sampling Procedures to Estimate Flavor Potential in Onion. *HortScience* 27:1116-1117.
  80. Randle, W.M. and M.L. Bussard. 1993. Streamlining onion pungency analysis. *HortScience* 28:60.
  81. Rhee, K. S. and Watts, B. M.. 1966. Effect of antioxidants and reactivity in model system and pea(*Pisum sativum*) slurries. *J. Food Sci.* 31 669.
  82. Rune Slimestad, Torgils fossen and Ingunn Molund Vagen. 2007. Onions : A Source of Unique Dietary Flavonoids. *J. Agric. Food Chem.* 55 10067~10080.
  83. Sabota CM. and JD Downes. 1981. Onion growth and Yield in relation to transplant pruning, size, spacing, and depth of planting. *HortScience.* 16(4):533-535.
  84. Sayed GD, A Smittle, HA Mills and GI Banna. 1990. Onion seed size, weight, and elemental content affect germination and bulb yield. *HortScience.* 25(5):522~523.
  85. Schneider, W. C. 1957. Determination of nucleic acids in tissues by pentose analysis. *Methods of enzymology.* Vol. 111. S. Colowick and N. O. Kaplan, ed. Academic Press, New York, NY.
  86. Schwimmer, S. and W.J. Weston. 1961. Enzymatic development of pyruvic acid in

- onion as a measure of pungency. J. Agro. Food Chem. 9:301-304.
87. Silva EM, Dean BB and Hiller LK. 2003. Honey bee(Hymenoptera: Apidae) foraging in response to preconditioning with onion flower scent compounds. J.E. ENTOMOLOGY.v. 96(5) : 1510~1513
  88. 宍戸 良洋・齋藤 隆. 1984. タマネギの低温感應による,花芽形成に對する植物調整物質の影響. 日園學雜. 53(1) : 45-51.
  89. 宍戸良洋, 齋藤隆. 1975. タマネギの花芽形成に關する研究 (第1報). 低温による花芽形成に 對する溫度段階, 日長および光の強さの影響. 日園學雜. 44(2):122~130.
  90. 송기현. 2002. 양과산업의 경쟁력 강화 Workshop資料. 호시목포시험장. p 30-48
  91. Soni SK and Ellis PR. 1990. Insect Pests. *In*: Rabinowitch HD and Brewster JL (eds) Onions and Allied Crops. Vol. II. Agronomy, Biotic Interactions, Pathology, and Crop Protection. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp.213-272.
  92. Spurr CJ, DA Fulton, PH Brown and RJ Clark. 2002. Changes in seed yeild and quality with maturity in onion (*Allium cepa* L.,cv.'Early cream gold'). J.Agronomy & Crop Science (188):275-280.
  93. Spurr, C. J., Fulton, D. A., Brown, P. H, and Clark, R. J. 2002. Changes in seed yield and quality with maturity in onion (*Allium cepa* L.,cv. 'Early Cream Gold'). J. Agro. & Crop Sci.188:275-280.
  94. Tashiro Y, Miyazaki S and Kanazawa K. 1982. On the shallot cultivated in the countries of south Asia. Bull. Fac. Agr., Saga Univ. 53:65-73.
  95. Tashiro Y. 1984. Cytological studies on the origin of *Allium wakegi* Araki. Bull. Fac. Agr., Saga Univ. 56:1-63.
  96. Tanaka M, and S. Komochi. 1982. Use reproduction and storage of houseflies as pollinators or onion breeding. Res. Bull. Hokkaido Natl. Agric. Exp. Stn. 135: 73-81.
  97. 寺分元一. 1981. タマネギのりん莖形成に及ぼす低温の影響. りん莖形成に 及ぼす溫度の影響. 日園學雜 50(1):53~59.
  98. Torel, J. and Cillard, P.. 1986. Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. Phycochem. 25 383.
  99. Ulloa M, Corgan JN and Dunford M. 1994. Chromosome characteristics and behavior differences in *Allium fistulosum* L., *A. cepa* L., their F1 hybrid and selected backcross progeny. Theor. Appl. Genet. 89:567-571.
  100. Van der Meer QP and van Bennekom JL. 1978. Improving the onion crop (*Allium cepa* L.) by transfer of characters from *Allium fistulosum*. Biuletyn Warzywniczy 22:87-91.
  101. Vinson, J. A., Hontz, B. A.. 1995. Phenol antioxidant index : comparative antioxidant effectiveness of red and white wines. J. Agric. Food Chem. 43 401~403.
  102. Vinson, J. A., Jang, J., Dabbagh, Y. A., Serry, M. M. and Cai, S.. 1995b, Plant polyphenols exhibit lipoprotein-bound antioxidant activity using an in vitro model for heart disease. J. Agric. Food Chem. 43 2798~2799.
  103. Wall, M.M. and N.C. Corgan. 1992. Relationship between pyruvate analysis and flavor perception for onion pungency determination. HortScience 27:1029-1030.

104. William F. Whiteside, Joseph S. Vandermark, and Walter E. Splittstoesser. 1975. Seeding date and ratt, and supplemental light effects on onion growth. *J. Amer. Soc.* 100(1):37-39.
105. William N. Lipe and David Thomas. 1980. Effects of onion transplant pruning and orientation on plant survival yield, and size distribution. *HortScience*. 15(1):25-29.
106. Yamasita K and Tashiro Y. 1999. Possibility of developing a male sterile line of shallot(*Allium cepa* L. Aggregatum group)with cytoplasm from *A. galanthum* Kar. et Kir. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 68(2):256-262.
107. Yamasita K, Hisatsune Y, Sakamoto T, Ishizuka K and Tashiro Y. 2002. Chromosome and cytoplasm analyses of somatic hybrids between onion (*Allium cepa* L.) and garlic(*A. sativum* L.). *Euphytica* 125:163 -167.
108. Yamaguchi M., K. N. Paulson, M. N. Kinsella, and R. A. Bernhard. 1975. Effect of soil temperature on growht and qulality of onion bulbs(*Allium cepa* L.) used for dehydration, 1975. *J. Amer. Soc. Horti. Sci.* 100(4):415-419.
109. Yanagio T, Sugarwara E, Watanabe M and Takahata Y. 2003. Production and characterization of an interspecific hybrid between leek and garlic. *Theor. Appl. Genet.* 107:1-5.
110. Yoo, K.S. and L.M. Pike. 1999. Development of an automated system for pyruvic acid analysis in onion breeding. *Scientia Horticulturae* 82:193-201.
111. Yoo, K. S., L. M. Pike and B. K. Hamilton. 1995. A simplified pyruvic acid analysis suitable for onion breeding programs. *HortScience* 30:1306

## 주 의

1. 이 보고서는 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 농림수산식품부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

수입대체  
및  
수출용  
중·만생종  
양과품종  
육성

농림수산식품부