

최 종
연구보고서

고랭지 춘파양파 우량품종 육성

Breeding of Long-day Onion Cultivars
Adaptable in Highland Area

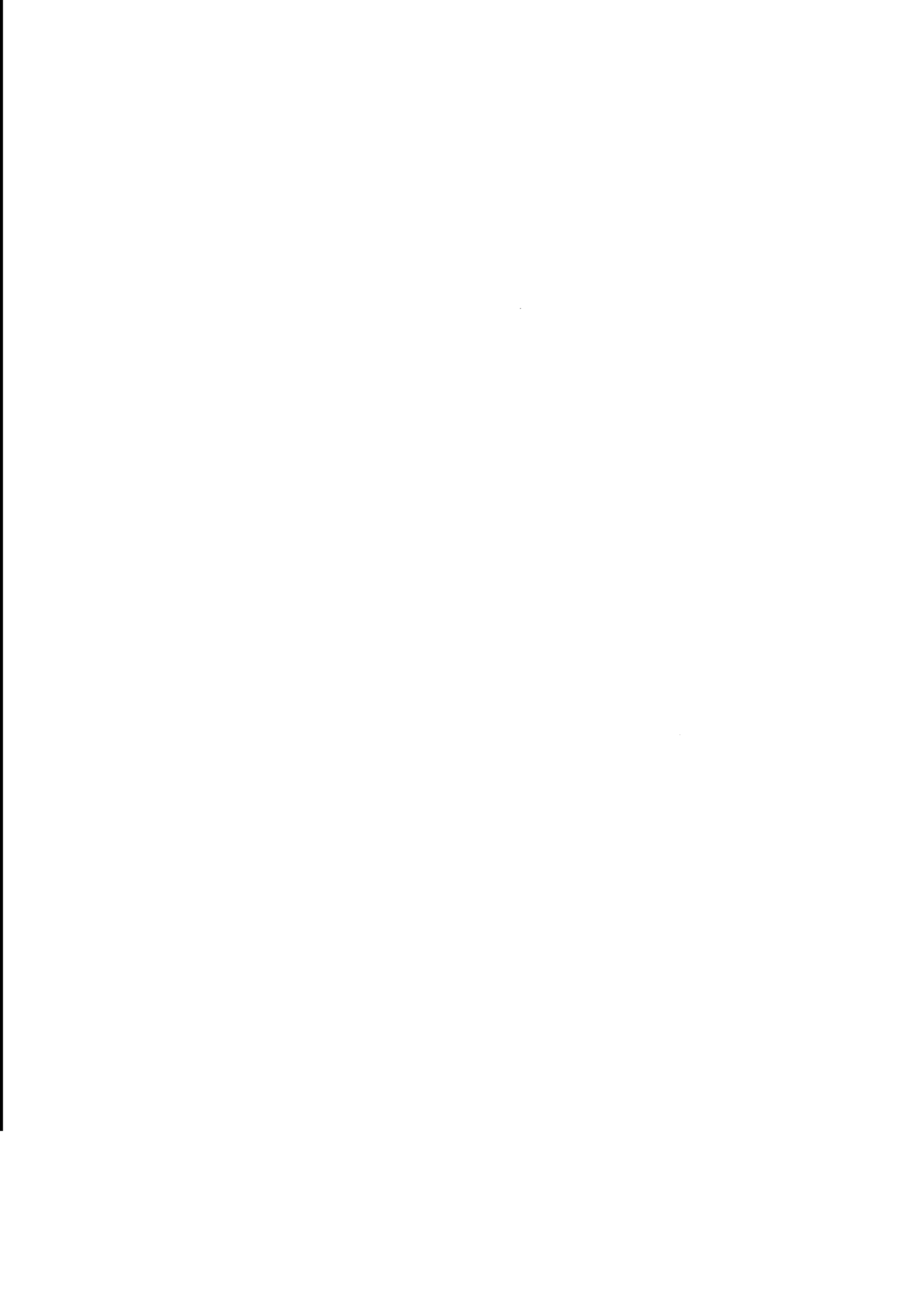
연구기관

주관연구기관 : 고령지농업시험장

협동연구기관 : 강릉대학교

동부한농종묘(주)

농 립 부



제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “고랭지 춘과양과 우량품종 육성” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 10월 일

주관연구기관명 : 고령지농업시험장

총괄연구책임자 : 권 영 석

우 종 규

김 원 배

세부연구책임자 : 권 영 석

연 구 원 : 조 광 수

연 구 원 : 허 은 주

연 구 원 : 장 석 우

협동연구기관명 : 강릉대학교

협동연구책임자 : 김 화 영

협동연구기관명 : 동부한농종묘(주)

협동연구책임자 : 조 규 원

연 구 원 : 이 재 흥

요 약 문

I. 제 목

고랭지 춘파양파 우량품종 육성

II 연구개발의 목적 및 필요성

고랭지 환경에 적응하는 고품질 고랭지 춘파양파 고정종 품종을 개발하고, F₁ 품종 개발을 위한 장일형 양파의 웅성불임성 계통 육성 및 자방배양을 통한 반수체 식물의 유기로 육종기간을 단축하고 효율을 증진시키는데 있다. 고랭지 양파의 재배면적이 늘어나고 있으나 재배품종은 거의 대부분 수입종에 의존하고 있으며 가격이 비싸 경영비가 가중되고 있다. 수입 재배종은 저장성이 약하여 장기간 저장이 가능한 품종의 개발이 요구된다. 고랭지 환경에 적응하는 품종을 개발하기 위해서는 지역적응성 시험이 필요하다. 고랭지는 해발 400m 이상을 준고랭지라 하는데 양파가 재배되고 있는 지역은 해발 500-800m 사이에서 재배되고 있어 각 지역 별 기상 및 재배조건이 다르므로 각 지역별 적응성 시험을 하여 우수한 지역적응성 품종을 개발하는 것이다. 장일형 웅성불임계통 육성은 F₁ 품종육성을 위해서는 반드시 필요하나 아직 고랭지 환경에 적응하는 장일형 계통의 웅성불임성 계통은 없어 우수한 F₁ 품종을 만들기 위한 웅성불임 계통을 육성하는 것이다. 자방배양을 이용한 반수체 식물개발에서는 양파 육종은 2년 1세대로 타 작물보다 세대진전이 대단히 느리므로 반수체 식물 개발 체계의 확립으로 단기간에 계통 육성 하여 품종육성 연한을 단축하고 순도가 높은 양친을 생산하여 궁극적으로는 우수한 1대 잡종 품종의 생산을 가능하게 하는 것이다.

Ⅲ. 연구개발 내용 및 범위

본 연구는 고랭지 환경에 적합한 고품질의 춘과양파를 육성하기 위하여 1998년 10월부터 2003년 10월까지 5년간 고령지농업시험장, 강릉대학교('99.10-03.10), (주)동부한농종묘('98.10-'99.10)가 공동으로 다음과 같이 수행하였다.

1. 고랭지양파 우량품종 육성

고랭지양파 품종육성은 고령지시험장에서 보유중인 계통은 장기간 방치하여 순도가 잠박하여 계통으로서 이용하기가 어렵다. 이 계통들을 선발 및 고정을 통하여 품질 및 저장성이 좋고, 순도가 우수한 계통을 선발하여 품종으로 등록하고자 하였다.

육성된 우수한 계통은 고정종으로 이용과 1대 잡종품종 개발시 교배친으로 사용이 가능하도록 육종의 재료로 제공하고자 한다.

2. 고랭지양파 적응성 검정

국내에서 장일형 품종의 재배는 해발 600m 이상인 고랭지 지대가 가능하며 해발 800m까지 다양하게 분포되어 있어 재배환경이 다르다. 재배품종 역시 각 지역 환경 특성에 적응할 수 있는 다양한 품종이 개발되어야 한다. 본 시험에서는 대관령(해발 800m), 진부(600m), 인제(500m), 홍천 내면(500m), 봉평(500m)에서 지역적응시험을 실시하였으며 이중 봉평은 2001년에만 실시하였다. 농가 보급을 위한 농가 실증시험을 위하여 진부 및 인제지역에서 각각 약 100평을 재배하였다. 우수한 품종 및 계통이 육성되었을 경우 농가 현지 재배 시 각 지역별 및 품종의 특성을 알아보고자 시험을 실시하였다.

3. 고랭지 적응 응성불임계통 육성

고랭지 환경에 적응하는 우수한 응성불임계통을 육성하기 위하여 추파 중생종인 천주중고황/고시육성계통간의 교잡을 통하여 후대를 진전하였다. 1세대는 seed to seed로 세대를 단축하였고, F₁세대를 거쳐 F₂ 세대에 화분 임성검정을 위하여 응성불임친(A line)과 교잡하여 후대에 대한 화분임성 검정을 통하여 유전자형으로 Nmsms인 응성불임계통 유지친(B line)을 확인하였다. 이와 같은 방법으로 구형, 구피색이 다른 여러 가지 계통의 응성불임 유지친 계통을 육성하였고 금후 세대진전을 통하여 고

정한 다음 F₁ 품종육성의 재료로 사용할 것이다.

고시 육성계통인 만추황에서 응성불임친이 발견되었고 세포질의 유전자형을 분석한 결과 N,S가 혼재하였다. 이 재료역시 위와 같은 방법으로 응성불임 유지친을 탐색하여 만추황에서 응성불임 유지친을 육성하였다. 이것은 고랭지에 적응하는 장일형 계통에 대한 응성불임 유지친의 육성으로 F₁ 품종육종에 크게 기여할 것으로 생각된다.

4. 양과 자방배양 유기 반수체 개발 및 육종효율 증진

양과 육종년환을 단축시키고 단기간에 많은 우수한 계통을 육성할 수 있는 자방배양을 이용 반수체 식물 유기 체계 확립을 위한 품종 및 배지의 종류가 자방배양에 미치는 영향, 배양환경 및 생장조정제가 반수체 유기에 미치는 영향을 구명하였다.

반수체 유기시 염색체 검정법과 flow cytometer를 이용한 반수체와 이배체식물간의 차이 구명으로 유래된 식물체가 자방에서 유래된 것인지의 여부를 검정할 수 있는 체계를 확립하였다. 자방배양 유래 식물체의 채종 및 포장에서의 농업형질에 대한 특성을 조사하여 우수한 계통은 품종육성의 재료로 이용하고자 한다.

IV 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발의 결과

가. 고랭지양파 우량품종 육성

본 시험은 고랭지에 적응하는 우량계통을 육성하기 위하여 고지에서 보유하고 있는 계통의 순도 향상 및 저장성을 향상시키는데 그 목적이 있다. 1년차에는 만추황 모구를 생산한 결과 순도가 잡박하였다. 순도향상을 위하여 2년차에 만추황 등 14계통에 대하여 소그룹으로 채종하였다. 3년차에 소그룹으로 채종한 종자를 포장에서 특성을 검정한 결과 구형 중 원형의 비율이 50%정도로 향상되어 순도는 향상되었으나 구중은 오히려 떨어졌다. 이와 같은 원인은 소그룹 채종으로 인한 자식열세현상이 나타났기 때문이라고 생각된다. 4년차에는 개체별 채종을 하지 않고 20개체 이상씩 그룹으로 채종을 실시하였다. 그룹으로 채종할 경우 자식약세 현상이 일어나지 않는다. 5년차 결과를 보면 구중은 DOSM-1-1-0 이 149.0g으로 만추황 계통에서는 가장 높았으나 히구마 165g, 울프 161.6g 보다는 낮았다. 그러나 고정종인 고랭지여름양파는 143.6g으로 만추황이 더 높았다. 고지 육성계통 중 76118이 167.8g으로 히구마와 비슷한 수량을 나타내었다. 그러나 구중은 년차간 차이가 심함을 알 수 있다.

대관령1호는 '99-'01년도 성적을 바탕으로 품종명을 '만추황'으로 명명하여 2002년 3월 11일 품종등록 신청을 하였다. 앞으로의 계획은 2003년 생산된 모구는 2004년 약 100평정도 채종을 실시하여 농가에 시험재배용으로 보급할 예정이다.

나. 고랭지양파 지역적응 시험

지역적응시험을 실시한 지역의 기상조건 중 평균온도 분포를 보면 해발 800m인 대관령지역은 7월 하순이 20.4℃이나 해발 500m인 홍천지역은 25.1℃로서 4.7℃ 높았다. 그러나 구비대 시기인 6월 하순~7월 중순의 평균기온을 보면 대관령 지역은 16.5~18.8℃이나 홍천지역은 22.1~23.8℃로 높았다. 도복시기는 인제 지역이 7월 20-25일 경으로 가장 빨랐고, 대관령 지역이 8월 중순으로 가장 늦었다. 인제 지역의 도복이 빨리 이루어진 것은 홍천지역과 같이 해발이 500m 정도로 낮고 비닐멀칭 재배를 하였기 때문이라 생각한다. 구비대 개시기는 지역별로는 다소 차이가 있으나 계통 간 큰 차이를 보이지 않았다.

3년간의 성적을 종합해보면 인제지역의 수량성이 169.8g으로 가장 많았고 대관령

이 가장 적었다. 앞으로 대관령 지역에서의 지역적응성 시험은 안개가 자주 발생하는 시험장 포장을 이용하지 말고 안개 피해가 적은 일반 농가 포장을 이용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

수량특성을 보면 고시 육성계통인 만추황, 76062, 76072, 76118은 수량적인 측면에서는 비슷한 경향을 보였다. 각 지역별로 보면 진부, 인제, 홍천 3개 지역에서는 구중의 차이가 없었고 대관령 지역의 경우는 76062가 다른 계통에 비하여 떨어지는 경향을 보였다. 고시 육성계통은 히구마의 170.3g 에는 미치지 못한 183-144g 정도 나타났다. 그러나 2003년에만 공시한 고랭지여름양과 보다는 구중이 높았다.

‘만추황’의 농가 지역적응성 시험에서는 히구마는 169.4g, 만추황은 164.9g 으로 차이가 있었으나 통계적으로 유의성이 인정되지는 않았다. 구 크기별 분포를 보면 히구마가 8cm 이상의 대구의 비율이 13.4%로 만추황의 8.1%보다 다소 높았다.

다. 고랭지양과 응성불임계통 육성

고랭지 환경에 적응하는 춘과양과 응성불임계통 육성을 위하여 기존 응성불임계통과 고시 육성계통과 교잡하여 후대검정을 통하여 응성불임계통을 육성한 결과는 다음과 같다.

고랭지의 유전자형을 도입하고자 교배하여 세대를 진진시켜 F₂ 세대를 분리하였다. F₂ 세대에서는 구형, 구피색등이 다양하게 분리되었는데 이와같은 다양한 재료는 계통육성의 재료로 사용할 수 있다. 춘과양과와 춘과양과의 교잡으로 F₂세대에서 도복성은 만추황을 친으로 사용한 경우는 부계방향으로 분포되었고 평균 숙기가 늦어졌으나, 76009 계통을 친으로 사용한 경우는 모의방향으로 분포하였고 숙기가 빨라졌다. 이와 같은 현상은 76009가 만추황 보다 조숙성이고 모계로 사용된 천주황이 단일에 반응을 하는 춘과 중생종이기 때문이라 생각한다.

당도 및 건물율은 상관성이 있었는데 당도가 높으면 건물율도 함께 높았다. 이것은 장일형 품종이 당도도 높고 건물율도 높기 때문에 앞으로 품질적인 측면에서 선발할 경우 지표로서 이용할 수 있다.

후대검정을 통한 응성불임 유지친은 175조합을 작성하였으나 검정한 것은 85조합이었고 그 중 9계통이 응성불임 유지친으로 확인 되었다. 응성불임 유지친으로 확인된 계통의 특성은 구형이 원형-마름모 형태이며 순도가 좋은 계통도 있어 세대진전을 통하여 우량한 계통을 육성할 수 있을 것으로 생각된다.

만추황의 세포질 융성불임 유전자형은 N type 82.8%로 S type의 17.3% 보다 많았다. 핵내인자 분석에서는 총 34조합에 대하여 후대검정을 실시한 결과 1계통이 유지친(B line)으로 확인이 되었다.

본 시험에서 확인된 융성불임 유지친은 다른 계통과 조합능력을 검정하거나 또 다른 융성불임 유지친과 교잡하여 새로운 계통 육성의 재료로 사용가치가 매우 크다고 생각된다.

라. 양과 자방배양 유기 반수체 개발 및 육종효율 증진

양과는 타가수정 작물로서 자식약세 현상이 심하고 한 세대가 2년으로서 타작물에 비해 육종기간이 길어 국내 품종육성은 부진한 실정이며, 융성불임친의 유지친을 육성하기 위해서는 교배, 분리 및 고정애 많은 시간이 소요된다. 이에 반하여 반수체 식물을 유기·고정할 경우 우량 계통 및 품종의 조기 획득이 가능할 뿐만 아니라 융성불임계통 유지친의 조기육성이 가능하다. 따라서 본 연구는 춘과양과의 우수계통 육성 및 육종효율 증진을 위하여 양과의 반수체 생산을 위한 화퇴배양 체계개발, 화퇴배양 획득식물의 특성 검정 및 증식, 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계 개발 등을 목적으로 수행되었으며, 그 결과는 다음과 같다.

1) 춘과양과 자성배 유도 화퇴배양 체계 개발

가) 품종 및 배지 종류가 callus 형성 및 자성배 유도에 미치는 영향

품종에 따라 callus 형성을 및 자성배 유도율이 달랐으며, Headliner는 1.38%의 높은 자성배 유도율을 보였으나, Higuma는 자성배 유도가 되지 않아 품종간 현저한 차이를 나타내었다. BDS 배지가 B5 배지보다 callus 형성율이 다소 높은 경향이었으며, BDS 배지가 B5 배지보다 자성배 유도에 있어 더 효과적인 것으로 판단되었다.

나) 배양환경 및 성장조절제가 callus 형성 및 자성배 유도에 미치는 영향

광배양보다 암배양에서 callus 형성율이 다소 낮은 경향이었으며, 암배양보다 광배양이 자성배 유도에 더 효과적인 것으로 판단되었다. 배지의 성장조절제 조성은 2,4-D $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 BA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 혼용처리가 자성배 유도에 가장 효과적이었으며, BA 농도가 높아질수록 callus 형성율이 증가하여 BA 농도가 낮은 것이 자성배 유도에 유리하였다.

다) 화퇴의 채취시기 및 크기가 callus 형성 및 자성배 유도에 미치는 영향

개화가 진전됨에 따라(즉, 화퇴의 채취시기가 늦을수록) callus 형성율이 증가하였으며, 개화시의 화퇴를 채취하여 치상하였을 때 자성배의 유도율이 가장 높게 나타났다. 화퇴의 크기가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향은 중간 크기($2 \times 3\text{mm}$ 정도)의 화퇴가 큰 것이나 작은 것보다 자성배 유도율이 높았다.

2) 화퇴배양 획득 식물체의 특성 및 배수성 검정

가) 식물체 및 구 생산 특성 검정

화퇴배양으로 획득된 자성배 유래 식물체와 callus 유래 식물체를 온실로 이식하여 생산된 구를 조사한 결과, 자성배 유래 식물체들의 경우 주당 1개씩의 구를 생산한 반면에 callus 유래 식물체들은 주당 2~7개의 구를 생산하였으며, 자성배 유래 식물체들이 callus 유래 식물체들보다 주당 구중이 가벼웠고 최대 구의 구경 또한 작은 경향이였다.

나) 배수성 검정

화퇴배양으로 획득된 Woolf 품종의 자성배 유래 식물의 염색체수를 근단조직을 이용하여 검정한 결과, 1개체는 반수체($2n=x=8$)였으나, 다른 1개체는 2배체($2n=2x=16$)였으며, flow cytometry 분석 결과도 동일하였다. 따라서, flow cytometry를 이용한 배수성 검정이 효율적인 것으로 판단되었으며, Kamui 품종의 경우 화퇴배양 획득 자성배 유래 식물에 대한 flow cytometry 검정 결과, 11개체 중에서 8개체는 반수체, 2개체는 2배체 이었으며, 1개체는 mixoploid이었다.

3) 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계 개발

RAPD를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정에 적합한 PCR primer를 선별하기 위하여 (주)서린바이오사이언스의 SRILS UniPrimer Kit I과 Operon DNA primer를 이용하여 화퇴배양 획득식물체와 일반구 양성 식물체로부터 추출된 DNA에 대한 PCR 증폭 및 전기영동 분석을 실시한 결과, RAPD를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정이 가능한 것으로 나타났다.

4) 지방배양 유래 반수체 식물의 포장 특성검정

양과 지방배양으로부터 유래된 반수체 3계통을 획득하였으며 생육 및 구특성을 조사하였다. 도복기는 전반적으로 늦었고 구형, 구피색 등 순도는 매우 좋았다. 구 특성을 보면 HDH-1의 경우 평균구중은 105.7g 으로 구는 다소 작았으나 구피색이 적갈색으로 매우 우수하였다. 본 시험에서 획득한 3계통은 세대진전을 진행함과 동시에 다른 육종소재로서 이용하며 웅성불임친과의 교배조합으로 조합능력검정을 실시할 예정이다.

2. 연구개발의 결과활용에 대한 건의

본 연구는 국내 장일형양파인 고랭지 춘파양파의 품종육성을 위한 계통선발, 지역 적응시험, 웅성불임계통 육성 및 지방배양에 의한 반수체 식물 유기를 통한 품종육성 효율 증진을 위한 전 과정을 검토, 관련기술을 개발함으로써 금 후 고랭지 춘파양파의 품종육성 및 보급과 효율적인 품종육성에 그 목적이 있다. 관련 시험을 통한 결과는 다음과 같이 활용하였고 앞으로 활용코자 한다.

첫째 품종등록한 '만추황'은 비록 수량성은 현재 재배중인 히구마 품종에 비하여 다소 떨어지지만 고정종으로서 F₁ 품종육성의 재료로 사용할 수 있다. 다른 과제에서의 조합능력검정을 실시하였는데 시판종인 히구마와 수량성에서 차이를 보이지 않았다. 금후 고랭지 춘파양파의 좋은 F₁ 품종육성의 재료로 활용할 생각이다.

만추황의 수량성이 낮은 약점을 보완하고자 농림기술개발 과제로 자구재배에 의한 고랭지양파 재배기술 확립에 대한 연구를 하고 있다. 이 결과에 의하면 만추황이 고정종으로 수량성이 히구마에 비해 떨어지지만 자구재배를 할 경우 히구마 육묘이식재배에 비해 수량성이 높게 나와 앞으로 이용가능성이 있을 것으로 생각된다.

고랭지 환경에 적응하는 웅성불임성 계통 '만추황'의 육성은 장일형 작물로서는 처음으로 육성한 계통이다. 그러므로 이 계통을 이용하여 금후 많은 교배조합을 작성하여 성능검정을 실시할 예정이다. 또한 천주중고황/고시육성계통간의 후대에서는 웅성불임 유지친으로 확인 된 9계통에 대하여 세대를 진전하면서 고정하면 우수한 웅성불임 유지친이 될 것으로 생각한다.

지방배양에 의한 기술개발은 반수체를 유기할 수 있는 최적배양조건 구명 및 반수체의 배수성 및 자성배 유래여부 검정기술체계 확립하여 금후 반수체 유기 식물체를 개

발하는 기초를 마련하였다. 자방배양으로부터 유기된 반수체 식물에 대한 포장 검정 결과 순도가 양호하여 계통으로서 이용이 가능하리라 생각된다.

둘째 이 과제를 수행하면서 연구결과를 가지고 석사학위 1명, 박사학위 1명의 학위 논문의 주요부분을 차지하였으며 원예학회에 논문을 2002년 5건 발표하였으며 논문게제를 위하여 준비중에 있다. 국내 및 국제학회에 2건을 추가로 발표 및 게재 할 예정이다. 아울러 고랭지양파의 우수성과 '만추황' 품종육성에 대해 TV 및 신문에 수회에 걸쳐 홍보를 하였다.

이와 같은 결과를 종합해 볼 때 고랭지에 적응하는 우수 계통이 육성, 응성불임 유지친의 개발 및 자방배양 유래 반수체 식물을 개발 하였다. 금후에는 이 계통들을 이용하여 우수한 F₁ 품종을 육성하기 위하여 조합능력에 대한 검정 및 다양한 특성을 지닌 응성불임계통의 육성이 가능하다. 금후 고랭지에 적응하는 우수한 장일형 품종을 개발 할 경우 국내의 수입대체 효과는 물론 장일형 양파 재배가 시작되고 있는 중국에 종자수출도 가능할 것으로 생각된다. 국내 양파 품종 기반 육성 및 품종육성과 관련된 생명공학기술의 개발로 육종효율 증진에 긍정적인 결과를 가져 올 것으로 생각되어 앞으로 3-5년간 연구비의 추가지원이 가능했으면 한다.

SUMMARY

I . Title

Breeding of Long-day Onion Cultivars Adaptable in Highland Area

II . Importance and objectives of the project

The objectives of this research were to breed open-pollinated cultivar, male sterile line and doubled haploid lines long-day onion adaptable in highland via gynogenesis. Long-day cultivation areas have been highly increased by year, but almost of the cultivars were imported from Japan. Because most cultivated onion have short term storage, it is necessary to breed long term storage onion. Most long-day onions are cultivated in highland areas(above sea level 500-800m) in Korea, which are mainly located in Gangwon-province. Environmental factors, such as temperature, rainfall etc, in highland were affected by altitude and cultivation techniques were different in different region, so, it was necessary to make regional adaptation trials.

Male sterile lines of long-day onion are essential to make F1 hybrid, so it is necessary to make male sterile lines adaptable in highland. Because of the biennial life cycle and severe self depression, so that it is very difficult to achieve genetic and phenotypic uniformity. Haploid plant of onion has great advantages to onion breeding, which offers faster production of inbred lines and higher genetic uniformity.

III . Research contents and area of the project

This study was conducted to breed long-day onion which has high quality and adoptability in highland environment. This research was accomplished with National Alpine Agricultural Experiment Station (NAAES), Ganeung National University ('99.10-'03.10), and Dongbu Hannong Chemical ('98.10- '99.10) for 5

years ('98.10-'03.10). The research areas as follows.

1. Breeding of long-day onion

NAAES had some extent long-day onion lines, but its were kept in a long term in an experimental laboratory, so, they had bad purity and quality. The aim of this study is selection of high quality, long term storage and high purity lines. After mass selection and fixation, its were going to have been registered in long-day onion varieties and the excellent lines were used to provide breeding materials for F₁ hybrid development.

2. Adoptability of long-day onion in highland

As for the feasible area of long-day onion culture was distributed between 600m and 800m above sea level, environment condition was various. Thus, various kinds of long-day onion that can adapt itself to each local environmental characteristic must be developed. This research was executed for a local adaptation test in DaeGwanRyeong (800m above sea level), JinBu (600m), InJe (500m), the Hongchon (500m), BongPyeong (500m), and the test of BongPyeong area was executed only in 2001 year. In order to diffuse new varieties as soon as possible, actual proof test of new varieties adoptability was executed in Jinbu and Inje area.

3. Breeding of male sterile line adoptable in highland

To breed male sterile line which adopted itself to highland environment, we made cross between 'Chunjujunggohwang' sown in autumn at Southern part of Korea and inbred lines developed by NAAES. The first generation was advanced with seed to seed method. For the confirmation of maintainer line(B line), the offsprings of first generation were crossed with male sterile line(A line). We made some maintainer lines with different skin color and shape of bulb. In the future, we will make new maintainer lines through generation advancement and it could be used to make F₁ hybrid cultivar

We found a male sterile line in the open-pollinated cultivar 'Manchuhwang' and we analyzed a genotype of cytoplasm using molecular marker about 150 individual

plants. We searched for maintainer line with a too way as above, and found the B line in the 'Manchuhwang'. These A and B line were highly adoptable in highland, and they could contribute to make F1 hybrid greatly.

4. Development of doubled haploid line using gynogenesis and enhancement of breeding efficiency

Gynogenesis has been possible to make haploid plants and its offered a much faster production of inbred lines and a much higher genetic uniformity. The effects of onion cultivar, medium, light condition and plant growth regulator on the gynogenesis of long-day onion were analyzed. The use of chromosome counting and flow cytometer make it possible to distinguish diploid regenerants of donor plants type and doubled haploid gynogenic plants. Haploid plants via gynogenesis will be gathered the seeds and analyzed the agronomic characteristics. The excellent lines will be selected and used the source of the breeding materials.

II. The research results and a suggestion about utilization

1. The Research result

A. Breeding of long-day onion

To breed long-day onion, the purity of breeding lines developed by NAAES were raised and the characteristics were analyzed. The results were as follows.

Seeds of fourteen lines including 'Manchuhwang' were harvested in small group (about 50 plants). The bulb weight was smaller than before raising purity, but circular ratio improved in approximately 50%. This reason of this results was guessed as self-depression phenomenon of onion. After the seeds of next generation were harvested in mass group (about 200 plants), the weight of bulb and purity were recovered. We named this variety as 'Manchuhwang' and registered new cultivar in 2002 year. 'Manchuhwang' (open-pollinated cultivar) has small bulb weight compared to the 'Higuma(F1 hybrid)' which was sold in highland, but the bulb weight of 'Manchuhwang' was heavier than that of 'Highland Summer(Open-pollinate cultivar). And the storage period of

'Manchuhwang' was longer than that of 'Higuma'.

B. Adoptability of long-day onion in highland

We executed regional adaptability with the 'Higuma' and four breeding lines which were bred by NAAES in Jinbu (600m), DaeGwanRyeong (800m), Inje (500m), Hongchon (500m) region. The average temperature of DaeGwanRyeong which was 800m above sea level was the lowest, and the highest average temperature was shown in Hongchon. In the lodging time, InJe region was shown the fastest time, and DaeGwanRyeong area was shown the most late time. As for the bulb weight, JinBu area was shown the highest bulb weight, and the following was Hongchon region. The Higuma was shown adoptability in highland by some extent, and the following is 'Manchuhwang'.

Compared 'Manchuhwang' to Higuma, the bulb weight was dropped a bit, but the bulb weight of 'Highland Summer' onion which was open-pollinated cultivar was smaller than that of 'Manchuhwang'. Therefore, 'Manchuhwang' may become good materials for breeding of new cultivars

C. Breeding of male sterile line adaptable in highland

To breed male sterile line which adopted itself to highland environment, reeding lines developed by NAAES were crossed with maintainer line adopted in short-day. When 'Chujuhwang' crossed with 'Manchuhwang', the lodging time was mainly affected with 'Manchuhwang' in the F₁ and F₂ generation. And When 'Chujuhwang' crossed with '760091', the lodging time was affected with 'Chujuhwang'. The number of growing points in F₁ generation were higher than those of parent lines. Sugar contents of parent lines were lower than those of 'Manchuhwang' and '76009' lines and those of F₁ and F₂ populations located in the middle. Dry matter showed the same trend and sugar contents and dry matter have the positive correlation in the two combination('Chujuhwang' ⊗ 'Manchuhwang', 'Chujuhwang' ⊗ '76009').

To breed maintainer line adopted in long-day condition, we made cross between maintainer line adopted in short-day condition and breeding lines developed by

NAAES. We confirmed 8 lines showing male sterile genotype. These lines were fixed with generation advancement and could be used to materials for F₁ hybrid cultivar in the future. To breed maintainer line of 'Manchuhwang', we used molecular marker to identify N cytoplasm. The individual plants had N cytoplasm were crossed with male sterile line. Among 34 combination, the offsprings of one combination showed all male sterility and this lines thought be the maintainer line in the 'Manchuhwang'. This maintainer line was just available with materials for F₁ hybrid seed production without fixing of characters.

D. Development of doubled haploid line

The onion is an outcrossing crop with severe inbreeding depression and takes longer breeding time as compared with other crops due to its biennial habit. As a result, the progress of onion breeding in Korea has been slow. Breeding the maintainer of the male-sterile female line requires long time for crossing lines, genetic segregation and fixing the genotype. On the contrary, the early development of the maintainer as well as superior lines and cultivars is possible if haploids are induced and homozygous lines are produced by chromosome doubling. In the present research, therefore, development of a flower bud culture system for gynogenic haploid production, characterization and multiplication of the gynogenic plants produced by flower bud culture, and development of a system for detecting gynogenic origin of the plants produced by flower bud culture were tried with the aim of improving breeding efficiencies and producing superior lines in long-day onions. The results are summarized as the following:

1) Development of a flower bud culture system for gynogenic embryo induction

Influence of different cultivars and media on callus and gynogenic embryo induction

The responses of different cultivars in gynogenic embryo induction were different; the induction rate of Headliner was the highest with the rate of 1.38%, whereas Higuma did not give rise to any gynogenic embryo induction.

Callus induction rates were slightly higher with BDS medium than with B5 medium. BDS medium was more effective for the gynogenic embryo induction as compared with B5 medium.

Influence of light and growth regulators on callus and gynogenic embryo induction

Light culture was more effective than dark culture for the gynogenic embryo induction. The growth regulator combination of 2,4-D $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ and BA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ was the most effective for the gynogenic embryo induction. The more calli were induced with the increase in BA concentration, whereas the low concentration of BA was more effective for the gynogenic embryo induction.

Influence of anthesis stage and flower bud size on callus and gynogenic embryo induction

The flower buds collected at the initiation stage of anthesis showed higher rates of gynogenic embryo induction as compared with those collected at the later stages of anthesis. The flower buds of medium size (about 2 x 3 mm) showed higher rates of gynogenic embryo induction as compared with those of larger or smaller size.

2) Characterization and ploidy analysis of the gynogenic plants produced by flower bud culture

Plant and bulb characteristics of the gynogenic plants

Many embryos obtained by flower bud culture differentiated normal plants, and these plants were successfully transferred to the glasshouse after acclimatization. The plant and bulb sizes of gynogenic plants produced by flower bud culture were smaller than those of the plants regenerated from the somatic calli.

Ploidy analysis

The ploidy levels characterized by root tip chromosome counting and flow cytometry analysis were the same, suggesting that flow cytometry is an efficient method for ploidy characterization. The flow cytometry analysis of the gynogenic plants of Kamui cultivar has distinguished eight haploids, two diploids, and one mixoploid out of eleven plants.

3) Development of a system for characterizing the gynogenic origin of plants produced by flower bud culture

The random DNA primers of SRILA UniPrimer Kit I and Operon primer were tested for the selection of PCR primers which could characterize the gynogenic origin of plants produced by flower bud culture. RAPD analysis with the selected PCR primers and the DNA of the plants produced by flower bud culture and the plants grown from normal mother bulbs showed that RAPD could be used to characterize the gynogenic origin of plants produced by flower bud culture.

CONTENTS

Chapter I. Introduction -----	21
Section 1. Research Background -----	21
Section 2. Research Objectives -----	21
Section 3. Research range -----	23
Chapter II. Present status of research technique of home and abroad -----	25
Section 1. Present status of research technique in home country -----	25
Section 2. Present status of research technique in abroad -----	26
Chapter III. Research contents and results -----	27
Section 1 Breeding of Long-day Onion Cultivars -----	27
Item 1. Introduction -----	27
Item 2. Materials and Methods -----	29
Item 3. Results and Discussion -----	31
Item 4. Conclusions -----	43
Section 2. Test of breeding lines adaptable in highland area -----	44
Item 1. Introduction -----	44
Item 2. Materials and Methods -----	45
Item 3. Results and Discussion -----	47
Item 4. Conclusions -----	61
Section 3. Breeding of male sterile line in Long-day Onion -----	62
Item 1. Introduction -----	62
Item 2. Materials and Methods -----	63
Item 3. Results and Discussion -----	67
Item 4. Conclusions -----	77

Section 4. Development of doubled haploid line in Onion -----	78
Item 1. Introduction -----	78
Item 2. Materials and Methods -----	80
Item 3. Results and Discussion -----	83
Item 4. Conclusions -----	98
 Chapter IV. Reference -----	 105

목 차

1장 연구개발 과제의 개요 -----	21
제1절 연구개발 목적 -----	21
제2절 연구개발 필요성 -----	21
제3절 연구범위 -----	23
제2장 국내외 기술개발 현황 -----	25
제1절 국내기술개발 현황 -----	25
제2절 국외기술개발 현황 -----	26
제3장 연구개발 내용 및 결과 -----	27
제1절 고랭지양파 우량품종 육성 -----	27
1. 서 설 -----	27
2. 재료 및 방법 -----	29
3. 결과 및 고찰 -----	31
4. 종합결과 -----	43
제2절 고랭지양파 지역적응 시험 -----	44
1. 서 설 -----	44
2. 재료 및 방법 -----	45
3. 결과 및 고찰 -----	47
4. 종합결과 -----	61
제3절 고랭지양파 응성불임계통 육성 -----	62
1. 서 설 -----	62
2. 재료 및 방법 -----	63
3. 결과 및 고찰 -----	67
4. 종합결과 -----	77

제4절 양파 지방배양 유기 반수체 개발 및 육중효율 증진 -----	78
1. 서 설 -----	78
2. 재료 및 방법 -----	80
3. 결과 및 고찰 -----	83
4. 종합결과 -----	98
 제4장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 -----	 100
 제5장 연구개발 결과의 활용계획 -----	 103
 제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술 -----	 104
 제7장 참고문헌 -----	 105

제1장 연구개발 과제의 개요

제1절 연구개발 목적

본 연구과제의 목적은 고랭지 환경에 적응하는 고품질 고랭지 춘파양파의 고정종 품종을 개발, F₁ 품종개발을 위한 장일형 양파의 응성불임성 계통 육성 및 자방배양을 통한 반수체 식물의 유기로 육종기간을 단축하고 효율을 증진시키는데 있다. 고랭지 양파의 재배면적이 늘어나고 있으나 재배품종은 거의 대부분 수입종에 의존하고 있으며 가격이 비싸 경영비가 가중되고 있다. 수입 재배종은 저장성이 약하여 장기간 저장이 가능한 품종의 개발이 요구된다. 고랭지 환경에 적응하는 품종을 개발하기 위해서는 지역적응성 시험이 필요하다. 고랭지는 해발 400m 이상을 준고랭지라 하는데 양파가 재배되고 있는 지역은 해발 500-800m 사이에서 재배되고 있어 각 지역 별 기상 및 재배조건이 다르므로 각 지역별 적응성 시험을 하여 우수한 지역적응성 품종을 개발하는 것이다. 장일형 응성불임계통 육성은 F₁ 품종육성을 위해서는 반드시 필요하나 아직 고랭지 환경에 적응하는 장일형 계통의 응성불임성 계통은 없어 우수한 F₁ 품종을 만들기 위한 응성불임 계통을 육성하는 것이다. 자방배양을 이용한 반수체 식물개발에서는 양파 육종은 2년 1세대로 타 작물 보다 세대진전이 대단히 느리므로 반수체 식물 개발 체계의 확립으로 단기간에 계통 육성하여 품종육성 연한을 단축하고 순도가 높은 양친을 생산하여 궁극적으로는 우수한 1대 잡종 품종의 생산을 가능하게 하는 것이다.

제2절 연구개발 필요성

1. 기술적 측면

- 양파는 타가수정 작물로 자식열세현상이 심하고 한 세대가 2년으로 타 작물에 비해 육종기간이 길어 국내 품종육성이 부진하며 고랭지양파에 대한 품종육성 연구는 전무한 실정이다.
- 현재 주 품종은 일본산 '히구마'로서 조생이나 내병성 및 저장성이 약하여 저장성이 우수하고 고랭지 기후에 적합한 내병성 품종의 개발이 요구된다.
- 외국의 경우 재배품종은 대부분 응성불임성 계통을 이용한 1대 잡종 품종이며 작형별, 용도별로 품종이 세분되어 있으나 국내에서는 고랭지용 F₁ 품종육성

을 위한 융성불입 계통육성이 전무함

- 단기간에 많은 계통을 육성하여 육종연한을 단축시키고 육종 효율을 증진시키기 위하여 자방배양에 의한 다수의 동형집합체 획득 및 우수 계통의 선발이 필요함

2. 경제 · 산업적 측면

- 국내에서 재배되는 고랭지 양파 종자는 거의 전량을 수입에 의존하고 있으며 종자가 고가임 (195,000원/10a)
- 국내 양파 작형별 재배면적을 보면 추파위주로 이루어져 있어 수급 및 가격이 불안정하므로 고랭지 춘파 양파 재배면적이 2000~3000ha로 확대되어 수급 균형을 이루어야 함. → 춘파양파 비율 : 일본 60%, 미국 80%, 한국 3%
- 고랭지 양파는 자연상태에서 보온만으로 장기간 저장이 가능하고, 저장성이 좋은 품종은 6개월 이상 저장이 가능하여 이듬해 봄까지 보관하므로 양파 수급에 안정을 기할 수 있다.
- 양파는 우리나라 농산물 중 저온저장고의 비중을 34% 정도를 차지하는 최대저장 품목이고 많은 저장비용 및 산업에너지를 소비하고 있음

표 1. 농산물 저온 저장고 저장 비율

구 분	계	양 파	마 늘	사 과	단 감	밤	배	기 타
물량(톤)	454,151	154,229	48,837	56,333	25,549	17,413	17,104	134,686
비율(%)	100	34.0	10.7	12.4	5.6	3.8	3.8	29.7

* 농림부 : '95 농산물중 과실 · 채소류 저장 현황

3. 사회 · 문화적 측면

- 고랭지양파의 재배면적 확대로 양파의 주년생산에 기여하고 농가의 지속적인 수입원 확보와 소비자 물가안정에 이바지함과 동시에 계획적 영농설계가 가능함으로 농민의 영농 의욕을 고취시킬 수 있다.
- 가을과 겨울 기간은 남부지방 저장양파의 품질이 저하되나 고랭지양파는 육질이 단단하고 고유의 색택이 좋으므로 소비자 기호를 충족시킬 수 있다.

- 양파는 건강식품으로서 건강에 대한 효능 즉 정혈작용, 식욕 증진, 기억력향상, 성인병 예방, 혈액순환, 콩팥 기능증진, 신체쇠약 및 치매예방에 효과가 인정될 뿐만 아니라 항암효과도 있어 각종 질환에 시달리는 현대인에게 필수적인 식품으로서 고품질 양파의 연중 공급은 국민건강 증진에 크게 기여할 것이다.

제3절 연구개발 범위

1. 고랭지양파 우량품종 육성

고랭지양파 품종육성은 고령지시험장에서 보유중인 계통은 장기간 방치하여 순도가 잠박하여 계통으로서 이용하기가 어렵다. 이 계통들을 선발 및 고정을 통하여 품질 및 저장성이 좋고, 순도가 우수한 계통을 선발하여 품종으로 등록하는 것이다. 재배지역은 해발 600m 인 진부지역에서 실시하였고, 세대진전을 위한 채종은 강릉 지역 시험포장에서 실시하였다.

2. 고랭지양파 적응성 검정

고시에서 보유중인 계통 중 순도 및 수량성이 우수한 76080(만추황), 76062, 76072, 76118 등 4계통과 대비품종으로 히구마(F₁, '01-'03) 및 고랭지여름양파(고정종, '03년) 공시하여 2001년에는 5개 지역에서 실시하였고 2002-03년도에는 4개 지역에서 지역적응성 시험을 실시하였다. 그 지역 및 해발을 보면 대관령(해발 800m), 진부(600m), 인제(500m), 홍천 내면(500m), 봉평(500m)이다. 이 중 봉평은 2001년에만 실시하였다. 농가 실증시험을 위하여 진부 및 인제지역에서 농가 실증시험으로 각각 약 100평을 재배하였다.

3. 고랭지 적응 응성불임계통 육성

고랭지 환경에 적응하는 우수한 응성불임계통을 육성하기 위하여 추파 중생종인 천주중고황/고시육성계통간의 교잡을 통하여 후대를 진전하였다. 1세대는 seed to seed로 세대를 단축하였고, F₁세대를 거쳐 F₂ 세대에 화분 임성검정을 위하여 응성불임친(A line)과 교잡하여 후대에 대한 화분임성 검정을 통하여 유전자형으로 Nmsms 인 응성불임계통 유지친(B line)을 확인하였다.

4. 양과 자방배양 유기 반수체 개발 및 육종효율 증진

양과 육종연한을 단축시키고 단기간에 많은 우수한 계통을 육성하기 위하여 자방배양을 이용한 화뢰배양 체계의 개발로 품종 및 배지의 종류가 자방배양에 미치는 영향 및 배양환경 및 성장조정제가 반수체 유기에 미치는 영향을 구명하였다. 반수체 유기시 염색체의 검경법과 flow cytometer 를 이용하여 반수체와 2배체 식물간의 차이를 구명 및 유래된 식물체가 자성배에서 유래된 것인지 여부를 검정할 수 있는 DNA 수준에서 검정하는 체계를 확립하였다. 자방배양 유래 반수체 식물의 채종 및 포장에서의 농업형질에 대한 특성을 조사하여 우수한 계통은 품종육성을 위한 재료로 사용할 것이다

제 2장 국내외 기술개발 현황

제1절 국내기술개발 현황

- 양파의 기내 대량증식과 자방배양에 의한 반수체의 유기기술 개발로 신품종육성기간을 3~4년으로 단축할 수 있게 됨(부산원시, '96)
- 97년도에 만추황의 증식 및 보유계통에 대한 우량계통을 다수 증식
- 종묘회사에서는 고랭지양파가 재배되는 초기에는 육종을 시도하였으나 현재는 품종육성을 시도하는 회사가 거의 없으며 회사에서 외국 품종을 도입하여 적응성을 검정하여 시판하는데 목표를 두고 있다.
- 고랭지 환경에 적응하는 우수한 계통 및 1대 잡종 품종개발을 위한 융성불임성 계통의 육성 및 보유가 전무하여 우수한 품종육성이 불가능한 실정임

< 현 기술상태의 취약성 >

- 고랭지양파의 품종개발은 만추황 이후 중단된 상태로 80년대 중반 재배농민이 전무하여 국가기관에서도 품종 육성이 중단되어 지속적인 품종 육성이 이루어지지 않았음
- 양파의 수량성, 생리생태 등과 관련된 유전현상과 연관정도 등 양파형질유전에 관한 지식 축적이 부족함, 특히 장일계 양파에 대한 생리생태적 특성 및 재배법에 대한 전반적인 지식 및 자료가 부족하여 재배농가가 많은 애로사항이 있음
- 양파의 1세대는 2년이 소요되어 육종연한이 길지만 유기적이고 체계적인 세대 단축기술이 확립되어 있지 않은 실정임.
- 고랭지양파의 F₁ 품종육성을 위한 융성불임친 육성이 전무함.

< 현 고랭지양파에서의 문제점 >

- 현재 고랭지대에서 재배되고 있는 품종은 히구마(ひぐま)로써 전량 수입되고 있으며 종자가격이 195,000원/10a로 경영비에서 종자비가 고가임
- 만추황이 80년대 중반 육성되었으나 88년 이후 품종 육성이 중단되어 현재 품종은 있으나 농가에 보급되지 못하고 있는 실정임
- 히구마 품종은 장일계 중에서는 조생종으로 고랭지의 기후가 급변하는데 해에 따

- 라 기상 이변이 되면 재배가 안정적이지 못함
- 따라서 대구, 내병, 장기 저장성이 좋은 품종을 조속히 육성해야 할 것임.
- 결론적으로 국내 고랭지양파 품종육성에 관한 기술축적은 거의 이루어지지 않은 상태로서 대단히 취약한 상태임.

제2절 국외기술개발 현황

- 북부 유럽, 미국 중서부, 일본의 북해도 지방은 춘파재배가 활발히 이루어지고 있어 춘파양파의 품종개발도 꾸준히 이루어지고 있으며 특히 유럽과 미국의 경우 생식용, 피클용, 조미용 등과 같은 용도에 따른 품종의 분화가 이루어져 있다.
- 용도별 품종육종에서 햄버거 및 샐러드용으로 single center 품종육성을 위한 유전양식 및 생리적 영향에 대한 연구를 활발히 하고 있다.
- 미국은 오랫동안 고랭지양파 육종이 이루어져 우수한 고정품종 및 계통을 보유하고 있으며 내재해성에 대비한 우수한 품질을 지닌 내병성 육종과 샐러드 용으로 이용이 가능한 Sweet Onion의 양파를 육성하는데 목표를 두고 있다.
- 미국의 여름양파 재배비중은 약 70~80% 정도이고, 일본은 50~60% 정도로 가을양파와 균형을 이루고 있으나 국내에서는 가을양파 재배면적이 97% 이상임
- 미국의 경우 가을양파는 생식용 및 샐러드 용으로 사용되고 춘파양파는 저장 및 가공의 용도로 작형이 분화되었다. 또 대학과 농업기관, 민간회사의 역할 분담 및 상호연계가 잘되어 효율적인 육종을 하고 있다.
- 미국 유럽에서는 기능성 유색양파의 개발로 항암효과가 인정된 안토시아닌 및 quercetin 함량이 높은 품종 개발을 연구하고 있다.

제3장 연구개발 내용 및 결과

제1절 고랭지양파 우량품종 육성

1. 서 설

국내에서 양파는 고추 및 마늘과 함께 3대 조미채소 중의 하나로써 양파의 생산 및 공급의 97% 이상이 남부지방 및 제주를 중심으로 이루어지고 있다. 특히 남부지방 양파는 수확기인 5 ~ 6월 부터 제주도 극조생종 양파가 출하되는 이듬해 3월까지 간 이저장 및 저온저장고를 이용한 장기저장을 통해 공급되고 있다(Lee et al, 1996). 따라서 과도한 저장비용 뿐만 아니라 저장기간 동안의 부패와 감모율이 많은 실정이며 장기저장으로 인해 신선도가 떨어지는 단점이 있다. 그러나 여름철 온도가 서늘한 고랭지에서 9월경에 생산된 양파는 저장비용을 획기적으로 줄일 수 있을 뿐만 아니라 소비자에게도 신선한 양파를 공급할 수 있다는 장점이 있다. 일부 국가에서는 추파재배 뿐만 아니라 춘파재배도 잘 발달되어 연중 신선한 양파를 공급하는 체계가 이루어져 있다. 미국은 추파양파보다 춘파재배가 더 많이 이루어져 고위도 지방을 중심으로 춘파양파의 재배면적이 약 85%를 차지하고 있다. 일본에서도 춘파양파의 재배면적이 55% 이상을 점유하고 있는데 고위도 지방인 북해도가 주 재배지역이다.

국내 고랭지양파는 90년대 중반 강원도 평창군 진부면 일대에서 소규모로 재배되기 시작하여 2000년에는 372ha로 재배면적이 급증하였다. 고랭지양파의 재배 가능 지역은 해발이 높은 강원도 및 남부 고랭지대에서 가능하다고 보고하였다(지, 1975; Lee et al, 1981). 국내에서 장일형 품종의 재배는 해발 600m 이상인 고랭지 지대가 가능하다. 이는 여름철 서늘한 기후를 이용하는 것으로 비록 위도상으로는 불가능하나 해발이 높아 가능한 상태이나 고위도지방보다는 기후적으로 안정적인 상황이 아니다. 그러므로 이와 같은 고랭지 환경에 적응하는 고품질의 저장성 품종의 개발이 요구된다. 고랭지 지방에서 현재 재배되고 있는 대표적인 품종은 일본 히구마 품종인데 구비대력은 우수하나 조생종으로 저장성이 약한 문제가 있고 F₁ 품종으로 종자가격이 비싼편이다. 그러므로 농민들의 경영비를 낮추기 위해 값싸고 품질 및 저장성이 좋은 국내 품종의 개발이 요구된다. 그러나 아직까지도 우리나라에서 육성한 품종이 전무한 실정일 뿐만 아니라 농가에서 주로 재배되고 있는 일본산 품종은 북위 45도의 북해도에서 과거에 재배되었던 조생종으로서 북위 37~38도의 저위도 지방의 고랭지에서 충분히 성능을 나타내지 못하고 있고, 저장력이 약한 문제점을 갖고 있다(최 등,

1998).

고랭지 지역에 적응하는 국내 고정종 품종을 육성하기 위하여 1976년 천주황/사뽀로기를 친으로 하여 교배조합을 작성한 후 세대진전을 통하여 분리 고정하여 육성한 국내 최초의 만추황이 육성되었으나 농가에 보급되지는 못하였다(지 1983). 그 후 만추황 및 고시 계통들은 1980년대 중반을 끝으로 시험이 중단되었다가 그 종자를 1997년 다시 파종하여 재배하였다. 그러나 종자의 활력이 떨어져 구의 크기가 70~100g 정도로 아주 적어 채종을 위한 구 선발이 사실상 불가능한 상태로 채종이 이루어져 그 다음세대에서 순도가 매우 불량하게 되었다. 국내 고정종인 만추황의 조속한 보급을 위해서는 순도를 향상시켜야 한다. 양과는 타가수정작물로서 자식약세 현상이 있어 소그룹으로 채종하여 순도 향상을 도모하고자 하였다.

고랭지 양과에 대한 채종시험은 하우스를 이용하여 실시하였는데(지, 1983) 개화기가 7월 상순으로 장마기와 겹친다. 양과 화분은 수분에 약하기 때문에 장마기와 겹칠 경우 화분의 능력이 저하되어 채종량이 적어진다(江口庸雄, 1935; Ogawa, 1961; Pike, 1986; Rabinowitch, 1990). 모구 정식기를 다르게 할 경우 개화에 영향을 미친다는 보고가 있어(Kwon et al, 1995) 장마기를 회피하기 위한 채종지역 및 모구의 정식시기를 달리하여 조사하였다. 또한 양과의 대량채종을 위해서는 벌이나 파리를 이용한다고 알려져 있다(Pike 1986). 그러나 파리를 이용할 경우 양과의 개화시기와 파리의 투입시기를 일치시키기가 어려워 개화기와 파리의 투입시기를 일치시킬 필요가 있다

본 시험에서는 현재 고랭지에서 재배되고 있는 히구마 품종에 비하여 품질 및 수량 면에서 뒤지지 않으면서 저장성이 우수하고 고랭지 환경에 적응하는 품종을 개발하는 것이다.

2. 재료 및 방법

가. 재배 및 채종 방법

고령지양과 우량품종을 육성하기 위한 년차별 파종, 정식일자 및 육묘방법은 표 1과 같다. 육묘방법은 매년 비슷한 방법으로 시행하였다. 파종방법은 406공 플러그 트레이에 TKS와 필라이트를 혼합한 상토를 사용하였다. 육묘상은 해발 800m에 위치한 고령지농업시험장 비닐하우스에서 실시하였다. 각 계통별 파종량은 400~1,200립씩 파종하였고, 파종 후 수분 유지를 위해 얇은 부직포(테크테크)를 덮었으며, 전체적으로 70%정도 발아되어 묘가 1cm정도가 되었을 때 제거하였다. 파종 후 온도 관리는 발아 할 때까지는 주간 25~30℃, 야간 18~20℃로 유지 할 수 있도록 보온 관리하였고 발아 후 본엽이 2매가 되었을 때는 온도를 다소 낮추어서 관리하여 묘가 강건하게 하도록 하였다. 정식 1주일 전부터는 야간에도 하우스를 열어 순화시켰다.

Table 1. Cultivation calenda for breeding onion lines during 1999-2003.

Treatment	Sowing	Planting	Harvested	Cultivation area	Remark
1st year('99)	3. 4	5.6	Early Sep.	Jinbu	Cool bed
2nd year('00)	2. 25	4.25	Late Aug.	"	Hotbed
3rd year('01)	3. 4	4.27	"	"	"
4th year('02)	3. 5	4.23-24	"	"	"
5th year('03)	2. 26	4. 23	"	"	"

정식포장은 춘파양파가 많이 재배되고 있는 해발 600m 에 위치한 진부면 간평리에 포장을 선정하여 조성하였다. 년차별 정식일자는 표1과 같으며 정식 전 pH 6.5에 맞추기 위해 소석회를 200kg/10a 및 N-P₂O₅-K₂O = 20-20-15kg/10a를 살포하였다. 비료는 질소 및 가리의 60%, 인산질 비료는 전량 기비로 포장 전면에 골고루 살포하였다. 고자리파리 등 토양 병충해 방제를 위하여 토양살충제 싸이메트를 4kg/10a 을 포장 전면에 골고루 살포하였다.

재식거리는 이랑너비 140cm(통로30cm)에 6줄씩, 18 x 12cm 간격으로 2반복으로 하였으며 반복 당 108~250포기를 정식하였다. 제초는 정식 후 7일 이내에 스톱프를 살포하였으며, 추비는 정식 후 20~25일경 1차, 1차 추비 후 20일후, 3차 추비는 6

월 하순에 시비하였다. 3차 추비는 생육상태 및 구 비대 시기를 조정하였으며 7월 1일 이후에는 시비하지 않았다. 병충해 방제를 위하여 주기적으로 농약을 살포하였으며 건조기에는 스프링클러를 이용하여 관수하였다.

특성조사는 정식 60일 후 조사하는 것을 원칙으로 하였다. 조사항목은 엽장, 엽수, 경경을 위주로 하였으며 내병성 검정은 포장에서 자연적으로 발생하는 병에 대하여 1(강)-9(약)으로 조사하였다. 저장성 조사는 수확, 건조 후 상온에서 얼지 않게 보관하면서 다음해 3월 모구를 정식하기 전에 저장기간을 조사할 예정이다. 모구의 사용을 위하여 맹아정도는 절단하지 않고 지상부로 맹아 할 때까지의 기간으로 조사하였다. 기타 특성조사는 종자관리소 품종등록조사 기준을 표준으로 하였다.

모구의 선발은 포장에서 1차 선발한 모구를 4℃ 저장고에서 보관한 후 3월 상순 정식하기 직전에 한번 더 선발 하였다. 주요 선발 기준은 저장 중 감모율, 구 형태, 구피색 및 구 크기를 기준으로 하여 선발 하였다. 선발된 모구는 년차별로 각각 다르나 계통당 5~30개체를 한 집단으로 정식하여 채종하였다. 채종은 강릉지역 비닐하우스에서 모구정식은 3월 하순에 실시하였으며 재식거리는 90 x 25cm 간격으로 2줄씩 3.3m² 당 20주를 기준으로 정식하였다. 모구정식을 위한 포장준비는 양파 재배포장과 동일하게 N-P₂O₅-K₂O = 20-20-15kg/10a를 시비하였다.

교배를 위해 추대경이 30~50cm 정도 성장하였을 때 외부 매개충으로부터 화분의 오염을 방지하기 위하여 망실을 설치하였다. 망실의 규격 높이 210cm, 폭 80cm의 펜타이트 파이프를 이용하여 각 계통별로 5~30포기씩 집단으로 하여 설치하였다. 교배는 파리를 이용하였으며, 최적 조건의 교배를 위하여 개화하기 20일전에 파리를 사육하여 각 케이지당 수십마리씩 파리를 방사하여 교배하였으며, 케이지 내에 돼지허파를 넣어 파리가 자연발생적으로 계속 발생할 수 있도록 하였다.

채종은 개화가 끝난 후 약 40일 정도 지나면 한 화퇴의 윗부분에서 2~3개의 소화가 성숙하여 종실이 터지게 되는데 이때를 채종 적기로 하였다. 그러나 양파 개화 특성상 아랫부분은 아직 미성숙한 상태이므로 발아율을 높일려면 충분히 성숙하여야 한다. 그러므로 채종시 추대경 부분은 약 40~60cm 정도로 최대한 길게 남겨 추대경에 있는 영양분이 종자로 전이되어 미성숙한 종자도 성숙할 수 있도록 하였다. 수확한 것은 바람이 잘 통하는 그늘진 곳에 매달아 충분히 건조시킨 후 종자를 정선하였다.

나. 육성계통의 순도제고

고령지농업시험장에서 육성한 만추황의 순도를 향상시키기 위하여 99년에 재배한 계통에 대하여 모구를 선발한 후 2000년 채종하였다.

2000년 선발된 모구의 채종방법은 구형을 단타원, 원형, 등으로 나누고 구고/구폭의 비율이 비슷한 개체끼리 5개씩 4그룹, 10개씩 1그룹, 20개 3그룹으로 나누어서 채종하였다. 채종방법은 모구의 재식거리는 90cm이랑에 25cm간격으로 처리당 5, 10, 20개체씩 단구제로 정식하였다. 만추황을 제외한 14 계통들은 2그룹으로 나누어 채종하였다. 채종은 각 그룹내에서 개체별로 채종하여 조제하였다.

2001년도에는 2000년에 채종한 종자에서 각각의 소그룹에서 1~2개체에서의 종자를 한 계통으로 하여 파종하였다. 육묘 및 재배방법은 앞서 기술한 방법으로 실시하였다. 난괴법 3반복으로 정식하였고 처리당 50~150주로 종자의 양에 따라 가감하여 사용하였다.

2002년에는 소그룹으로 채종한 계통에서 자식약세 현상이 있어 2002년 생산된 모구는 자식약세현상을 극복하기 위하여 집단채종을 실시하였다.

2003년에는 2002년 집단채종한 종자를 포장에 정식, 특성을 검정하였다.

3. 결과 및 고찰

1) 1년차(1999)

고시 육성계통의 선발하기 전인 1999년의 생육 및 수량특성을 보면 도복은 76009, 76034, 76062 등이 빠른편이고, 만추황, 76063, 76103 등이 다소 늦은 편이었다. 수확은 9월 6일 일시에 수확하였으며, 구형 및 구피색은 원형과 황갈색이었다. 그러나 순도는 구형, 구 크기를 기준으로 할 때 만추황, 76062, 76072, 76118 이 그 중 양호하였으나 히구마에 비하여 많이 떨어졌다

Table 3. Bulb characteristics of breeding lines prior to selecting mother bulb in 1999

품종 및 계통명	초장	초형	잎특성				
			굴곡	직경	엽색	납질	납질정도
Manchuhwang	5	2	5	5	2	1	5
76009	5	2	5	5	2	1	3
76027	5	2	5	5	2	1	5
76030	5	2	3	5	2	1	7
76034	5	2	5	5	2	1	3
76062	5	2	5	5	2	1	5
76063	5	1	5	5	2	1	5
76065	5	2	5	5	2	1	5
76067	5	2	5	5	2	1	5
76072	5	2	5	5	2	1	5
76103	5	2	5	5	2	1	5
76107	5	2	3	3	2	1	7
76114	5	2	3	5	2	1	5
76118	5	2	5	5	2	1	5
히구마	5	2	1	5	2	1	5

* 초장 : 1(짧다) - 9(길다), 초형 : 1(곧추서다), 2(서다)
 엽굴곡 : 1(없음) - 9(심함), 엽직경 : 1(작다) - 9(크다)
 엽색 : 1(밝은녹색) 2(중간녹색) 납질 : 1(유), 2(무), 납질정도 : 1(무) - 9(많다)

Table 3. Bulb characteristics of breeding lines prior to selecting mother bulb in 1999

Lines and cultivar	Foliage fall down (%) ^{y)}	Harvest date	Bulb height (cm)	Bulb diameter (cm)	Bulb shape	Skin color	Purity ^{z)}
anchuhwang	20	Sep. 6	7.65	7.37	Circular	Brown ochre	5
76009	100	"	7.32	8.06	"	"	7
76027	80	"	6.85	7.61	"	"	7
76030	40	"	6.80	7.36	"	"	7
76034	100	"	7.46	8.05	"	"	7
76062	100	"	6.96	7.43	"	"	5
76063	10	"	7.27	7.66	"	"	7
76065	80	"	8.13	7.26	"	"	7
76067	80	"	6.73	7.14	"	"	7
76072	90	"	6.76	8.27	"	"	5
76103	20	"	7.38	7.58	"	"	7
76107	40	"	6.90	7.45	"	"	7
76114	60	"	7.96	7.07	"	"	7
76118	80	"	7.11	7.60	"	"	5
Higuma	20	"	7.92	8.14	"	"	3

y) Foliage fall down : Aug. 5

z) Purity : 3(good) ~ 7(bad)

2) 2년차(2000)

순도 향상을 위하여 만추황 등 14계통에 대하여 소그룹으로 채종한 결과는 표 3과 같다. 2000년 선발된 모구의 채종방법은 구형을 단타원, 원형, 등으로 나누고 구고/구폭의 비율이 비슷한 개체끼리 5개씩 4그룹, 10개씩 1그룹, 20개 3그룹으로 나누어서 채종하였다. 모구당 추대경의 숫자를 보면 1.8~3.7로 다양한 분포를 보였다. 채종된 종자는 추대경당 0.24~2.49ml 추대경당 채종능력이 다르게 나타났다. 그러나 이러한 원인은 채종시 파리 투입시기 및 투입되는 파리의 양에 따라 달라질 수 있다고 생각한다.

Table 4. Seed yield according to the different population size of mother bulb on 'Manchuhwang' in 2000

Lines name	No. of	No. of	No. of	Seed yield	Seed yield
	Bulb	stem	stem/bulb	(ml)	/stem (ml)
DOS-0	10	29	2.9	72.4	2.49
DOSM 1-1	5	9	1.8	19.4	2.15
DOSM 1-2	5	12	2.4	22.4	1.86
DOSM 2-1	5	11	2.2	66.7	6.06
DOSM 2-2	5	18	3.6	4.4	0.24
DOLM 1-1	20	50	2.5	63.6	1.27
DOLM 1-2	20	52	2.6	50.7	0.98
DOLM 1-3	20	74	3.7	112.4	1.52

Table 5. Characteristics of growth and development for seed produced breeding lines from selected mother bulb in 2000

Line name	Seedling(4. 25)			60 days after planted		
	Plant height(cm)	No. of leaves	Neck Dia. (mm)	Plant height(cm)	No. of leaves	Neck Dia. (mm)
DOS-0	16.0	2.7	2.75	68.8	8.6	15.8
DOSM 1-1	14.4	2.6	3.03	68.0	8.4	16.4
DOSM 1-2	12.9	2.6	2.58	64.0	8.5	19.1
DOSM 2-1	-	-	-	65.6	8.5	17.7
DOLM 1-1	13.9	2.4	2.39	67.1	9.0	19.7
DOLM 1-2	19.1	2.8	2.97	77.9	9.0	16.7
DOLM 1-3	16.9	2.6	2.76	69.9	9.3	19.3
76009	17.2	2.9	2.97	64.0	9.5	15.6
76027	14.1	2.6	2.47	71.3	8.8	15.4
76030	12.7	2.5	2.31	57.4	7.8	16.8
76034	13.3	2.7	2.41	62.7	8.4	18.0
76062	17.1	2.7	3.14	69.5	8.9	19.3
76065	16.0	2.5	2.56	48.9	7.5	15.5
76067	16.3	2.6	2.87	62.7	8.5	15.9
76072-1	15.4	2.3	2.33	63.3	8.5	16.9
76072-2	18.7	2.8	2.65	57.6	8.6	16.2
76103	25.6	3.5	3.82	70.5	9.6	19.5
76107-1	16.5	2.5	2.59	54.9	7.4	14.0
76107-2	17.0	2.7	2.55	60.4	8.2	17.2
76114-1	16.4	2.7	3.00	52.8	8.0	15.5
76114-2	16.9	2.8	2.96	62.4	8.0	14.9
76118-1	19.7	2.7	2.72	70.3	8.8	17.9
76118-2	21.2	2.8	2.66	71.6	9.1	15.0
Higuma	19.7	2.8	2.61	75.6	9.3	18.2
Wolf	22.0	2.6	2.64	84.1	9.5	17.2
Kamui	16.2	2.4	2.35	75.8	9.0	18.1
Changnyeong	17.1	2.4	2.03	70.6	8.9	16.9
Cheonjudaego	13.5	2.5	2.11	59.7	8.7	14.3
Gonanggi	15.0	2.3	2.01	70.9	8.9	17.3
Sapporoki	25.7	3.0	3.06	77.4	9.7	18.8

Table 6. Bulb characteristics for seed produced breeding lines from selected mother bulb in 2000

Line name	Foliage	Bulb weight (g)	Distribution Bulb size(%)		
	fall down (%)		>5cm (%)	5~7cm (%)	7cm< (%)
DOS-0	80	121.8	20.7	60.7	18.6
DOSM 1-1	95	129.8	17.2	60.2	22.6
DOSM 1-2	30	147.7	3.8	73.5	22.7
DOSM 2-1	95	144.3	9.6	63.9	26.5
DOLM 1-1	95	164.6	8.8	47.2	44.0
DOLM 1-2	95	133.4	11.4	57.9	30.7
DOLM 1-3	50	142.3	24.0	37.4	38.6
76009	95	150.9	12.9	55.4	31.7
76027	85	116.0	20.1	64.0	15.9
76030	83	109.1	20.4	62.4	17.2
76034	80	104.9	32.5	51.3	16.2
76062	100	121.6	8.2	76.0	15.8
76065	10	122.6	15.6	51.9	32.5
76067	80	77.0	20.9	70.1	9.0
76072-1	25	117.0	15.5	71.0	13.5
76072-2	65	117.7	19.9	57.9	22.2
76103	-	172.2	12.0	69.5	18.5
76107-1	15	85.0	42.3	49.8	7.9
76107-2	25	107.0	23.6	64.3	12.1
76114-1	50	95.2	26.9	67.9	5.2
76114-2	75	111.0	20.2	70.0	9.8
76118-1	80	127.3	16.6	61.7	21.7
76118-2	85	108.8	24.3	64.4	11.3
Higuma	100	175.1	0.0	41.5	58.5
Wolf	100	181.3	1.8	36.0	72.2
Kamui	83	155.2	2.6	58.1	39.3
Changnyeong	75	150.9	3.7	61.2	35.1
Cheonjudaego	95	137.5	10.0	40.5	49.5
Gonanggi	88	154.5	4.7	70.2	25.1
Sapporoki	85	198.0	0.0	25.0	75.0

* Foliage fall down (%) : 6th Aug.

3) 3년차(2001)

정식전 묘의 생육상태를 보면 전반적으로 본엽이 3-4매, 초장이 30cm이상으로 다소 도장하였다. 그러나 생육후기에 묘를 순화시키는 과정에서 순화강도를 강하게 하여 정식 후 활착에는 식상 받지 않고 정상적인 생육이 이루어졌다.

정식포장에서의 계통별 생육특성을 보면 정식 후 60일 생육은 초장은 50~80cm 이상으로 다양하였고, 엽수는 7~9매 내외였다. 양과 계통별 생육상황을 보면 초장 및 경경의 경우는 히구마보다 큰 계통이 많았으나 엽수는 히구마가 9.3매였고 만추황 및 고시 육성계통들은 7.5~9.5매로 비슷하거나 다소 적었다. 그러나 초장 및 경경에서는 일정한 경향을 보이지 않았다.

구비대기는 6월 하순에서 7월 상순부터 시작되어 지난해와 비슷하였다. 8월 6일 도복율을 보면 전체적으로 낮으며 일부 계통은 도복율이 아주 낮는데 이러한 현상은 생육중기에 약제 살포시 약해를 받았고 총채벌레의 발생이 심하여 일부 계통은 정상적인 도복이 이루어지지 않았다.

2년차에서 채종된 계통들의 구 특성들을 보면 구형은 대부분 고구형이 대부분을 이루고 있었다. 구피색은 갈색 또는 담갈색이 많았으며 현재 소비자들이 선호하는 방향으로 육성이 이루어지고 있다고 생각한다. 고시 보유계통들에 대한 특성을 보면 만추황의 경우 구중이 121.8~164.6g으로 히구마의 175.1g보다는 다소 작았으나 히구마가 F1인 점을 감안할 때 수량적인 측면에서는 경쟁이 가능하리라 생각한다.

2001년 만추황 및 육성계통들에 대한 구중은 그림1과 같이 구중을 히구마와 상대적으로 비교해보면 순도를 제고하기 전 99년의 구중에 비하여 대부분 떨어지는 것을 볼 수 있었다. 이것은 만추황의 압박성 때문에 순도위주로 선발 및 채종을 하다보니 다소 자식열세 현상이 발생한 것으로 추정한다. 양과는 일반적으로 자식열세현상이 심한 작물로 알려져 있다. 양과의 경우 품종 고유의 특성을 유지할 위해서는 최소한 50~100구 이상씩 집단으로 유지해야 하는 것으로 알려져 있다(Pike, 1986). 구중은 다소 적은 경향이었으나 구형은 매우 높은 수준으로 순도가 제고되었다(Fig. 2). 만추황의 경우 선발전에는 원형의 비율이 25% 정도였고 장도란형이 많았으나 선발 후에는 원형이 50%정도로 향상되었고 장도란형은 5% 이하로 줄어들었다. 현재 재배되고 있는 고랭지양과 품종들의 구형은 모두 원형으로서 품종선택 기준에 있어서 구중 못지 않게 중요한 요인으로 작용한다. 앞으로 만추황은 형매교배를 통하여 자식열세 현상을 극복하면 구중이 회복되리라 생각한다.

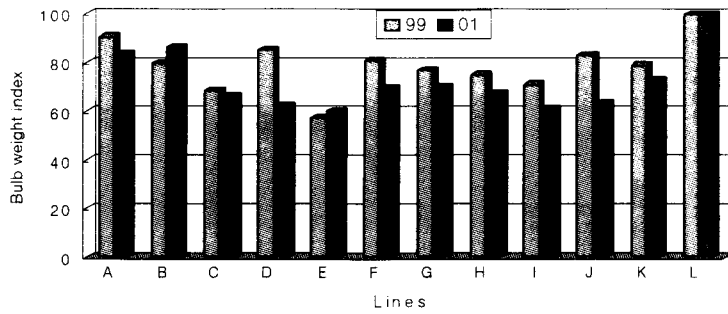


Fig. 1. Comparison of bulb weight index between before and after selected in breeding lines

A : 'Manchuhwang', B : 76009, C : 76030
 D : 76034, E : 76062, F : 76065, G : 76067, H : 76072
 I : 76107, J : 76114, K : 76118 L : Higuma

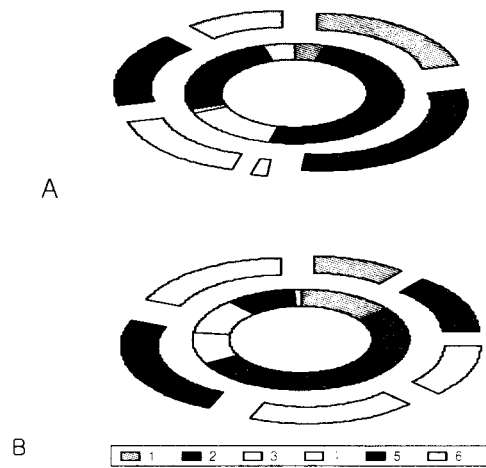


Fig. 2. Selection effect of mother bulbs on bulb shape in long onions

- * A : 'Manchuhwang', B : 76118 line
- * Inner : selected, Outer : non-selected
- * Bulb shape : 1= Broad elliptic, 2=circular, 3=Broad ovate
 4=Broad obovate, 5=Rhombic, 6=Transverse elliptic

4) 4년차(2002)

순도 향상을 위하여 만추황 등 14계통에 대하여 소그룹으로 채종하여 후대를 검정한 결과 구종이 전체적으로 적어지는 경향을 보였다. 이와 같은 이유는 소그룹으로 채종을 한 관계로 자식약세현상에 빠진 것이 아닌가 생각한다. 이러한 결과를 바탕으로 2002년 채종시에는 소그룹이 아닌 집단을 크게 하여 채종을 실시하였다. 채종집단의 크기와 채종량은 표 7과 같다.

Table 7. Seed yield according to the different population size of mother bulb on 'Manchuhwang' in 2002

Line name	No. of mother bulb	Seed production(g)	Line name	No. of mother bulb	Seed production(g)
DOS-0	20	54.3	DOLM 1-1	50	156.7
DOSM 1-1	50	125.8	DOLM 1-2	20	68.0
DOSM 1-2	20	87.3	DOLM 1-3	20	86.2
DOSM 2-1	20	62.4			

4년차 고시 육성계통 특성조사는 2001년도에 재배한 계통을 다시 한번 공시하였다. 왜냐하면 양과는 2년 1세대 작물로 모구를 선발하여 채종을 하는 해에는 세대진전을 할 수가 없어 같은 계통을 다시 한번 검정하였다.

정식포장에서의 계통별 생육특성을 보면 정식 후 60일 생육은 초장은 57~75.4cm 이상으로 다양하였고, 엽수는 8~10매 내외였다. 양과 계통별 생육상황을 보면 초장 및 경경의 경우는 히구마 보다 큰 계통이 많았으나 엽수는 히구마가 9.5매였고 만추황 및 고시 육성계통들은 8.4~9.4매로 비슷하거나 다소 적었다. 그러나 경경은 히구마가 큰 경향을 나타내었다. 이것은 히구마는 F1 이므로 생육이 왕성한 것으로 생각된다. 실제적으로 구 특성비교는 고정종 품종과 해야 하나 현재 고랭지 지역에서는 히구마가 주 품종이므로 대비종을 히구마로 사용하였다.

구비대기는 6월 하순에서 7월 상순부터 시작되어 지난해와 비슷하였다. 기상은 지난해보다 낮아 고온 피해는 없었으나 조기에 정식한 관계로 구비대기 및 도복은 비슷한 경향을 나타내었다. 금년에도 총채벌레의 발생은 있었으나 초기부터 집중적으로 방제하여 큰 피해는 없었다.

남부 추파 품종인 창녕대고, 천주대고의 경우 도복은 장일형양파에 비해 일찍 도복

되었고 구크기는 창녕대고의 경우는 만추황 보다 적었으나 천주대고는 구중이 185.7g으로 큰편이었다. 그러나 분구가 심한편이어서 경제적 재배는 곤란하고 만생종 품종과 교배친으로 사용할 경우 가능성이 있어 다른 육종 프로그램에서 교배조합을 작성하는 재료로 사용할 예정이다.

4년차에서 수행되었던 구 특성들을 보면 구형은 대부분 고구형이 대부분을 이루고 있었다. 구피색은 갈색 또는 담갈색이 많았으며 현재 소비자들이 선호하는 방향으로 육성이 이루어지고 있다고 생각한다. 도복기는 DOSM-1-4가 7월 30일로 다른 계통보다 다소 빨랐으며 대부분은 8월 1일을 기준으로 도복이 되었고 76030은 8월 3일로 다소 늦었고 천심, 황금알은 8월 4일로 가장 늦었다. 그러나 해발 600m 지역의 경우 8월 15-20일경까지는 도복이 진행되므로 전체적으로 보면 빠른편이다. 수확은 8월 22일날 실시하였다. 구중의 분포를 보면 사뽀로기, 울프, 월룬 순으로 216.7g, 212.7g, 211.5g으로 많았고, 76067이 145.6g으로 가장 적었다. 만추황 및 육성계통들은 많은 차이를 보였는데 158.4g~177.8g으로 다양하게 나타났다. 히구마가 F₁인 점을 감안할 때 수량적인 측면에서는 다소 적으나 종자가격이 저렴하므로 경쟁이 가능하리라 생각한다. 또한 만추황 및 육성계통은 2000년도 채종시 소수 집단씩 채종한 것이므로(2년간 특성비교) 자식약세현상이 다소 있을 것으로 판단되었다. 그러므로 정확한 결과는 2002년 집단채종한 종자를 2003년도에 시험하여야 알수 있을 것으로 생각한다. 2001-2002년동안 사뽀로기의 경우 구중 및 수량성이 우수하게 나타났는데 앞으로 사뽀로기를 계통분류하여 저장성이 우수하고 대구성인 계통을 육성하고자 2003년 채종시 개체별로 채종하고자 한다.

Table 8. Characteristics of growth and development for seed produced breeding lines from selected mother bulb in 2002

Line name	Seedling			70 days after planted			
	Plant height (cm)	No. of leaves	Neck Dia. (mm)	Plant height (cm)	No. of leaves	Neck Dia. (mm)	Bulb dia. (mm)
DOS-1	23.2	3.0	2.40	63.4	8.4	16.24	37.04
DOSM1-2	25.1	3.2	3.35	67.6	9.0	18.96	37.19
DOSM2-1-4	24.0	2.9	2.75	71.3	9.4	20.64	36.02
DOLM1-1	19.5	3.0	2.86	67.4	9.1	18.52	35.47
DOLM1-3	18.6	3.4	3.32	57.0	9.0	18.38	33.79
76009	18.5	3.0	2.76	59.3	8.7	17.11	36.37
76030	19.9	3.0	3.10	73.9	9.2	19.71	38.79
76062	18.1	3.3	3.18	61.9	9.1	18.49	36.80
76063	19.8	3.1	2.78	58.3	8.7	18.13	45.88
76065	20.2	3.2	2.72	60.6	8.8	16.58	35.67
76067	22.3	3.1	3.51	63.1	8.8	17.38	32.33
76072	18.0	3.4	2.65	66.2	9.6	22.09	37.13
76103	21.1	3.1	2.81	69.6	9.6	19.63	36.20
76106	18.7	3.6	3.46	62.5	8.7	19.77	40.20
76114	18.9	3.5	3.47	62.7	10.0	19.16	37.20
76118	18.9	3.1	2.90	64.7	9.3	19.05	42.92
Sapporoki	20.3	3.2	2.50	71.4	9.4	18.75	44.46
Higuma	24.6	3.2	3.10	71.6	9.5	18.92	45.46
Wolf	19.3	3.0	2.44	75.4	8.8	17.90	39.21
Changnyeong	18.8	2.8	2.89	66.6	10.0	16.68	40.85
Cheonjudaego	19.8	3.2	2.66	58.8	9.2	16.57	45.22
Gonanggi	19.6	3.0	2.87	69.6	8.7	17.96	33.43

Table 9. Characteristics of Bulb for seed produced breeding lines from selected mother bulb in 2002

Line name	Foliage fall down (date)	Bulb weight (g)	Distribution of bulb size(%)						Decay (%)
			<5cm	5-6cm	6-7cm	7-8cm	8-9cm	>9cm	
DOS-1	7.30	158.4	10.5	15.7	27.5	28.1	17.0	1.3	0.0
DOSM1-2	"	170.3	4.7	20.1	28.5	28.5	15.4	2.8	5.1
DOSM2-1-4	"	171.0	9.0	15.9	21.7	27.6	20.2	5.6	9.6
DOLM1-1	8.1	177.8	2.9	15.4	33.7	31.3	13.5	3.4	4.8
DOLM1-3	"	163.1	9.3	19.1	23.5	27.9	13.1	7.1	1.6
76009	"	146.6	11.5	23.8	26.4	26.4	10.1	1.8	4.0
76030	8.3	196.7	6.2	7.4	25.1	36.2	20.0	5.1	3.3
76062	8.1	163.6	7.8	14.7	28.9	27.9	14.7	5.9	0.5
76063	8.2	146.7	13.1	19.7	31.1	27.3	8.2	0.5	2.2
76065	8.2	163.7	8.3	17.2	24.1	34.8	13.1	2.4	1.7
76067	8.4	145.6	6.2	21.1	32.3	29.4	9.8	1.2	2.1
76072	8.4	147.3	7.1	3.1	37.8	21.4	21.4	9.2	6.1
76103	8.1	199.0	7.2	6.5	22.9	33.3	21.6	8.5	3.9
76106	8.2	175.0	7.9	11.8	25.4	36.7	13.8	4.4	3.6
76114	8.1	175.7	7.5	14.5	26.3	28.0	16.1	7.5	3.8
76118	8.1	170.3	4.0	11.1	28.1	36.2	19.1	1.5	3.5
Sapporoki	8.1	216.7	2.3	3.4	17.0	32.8	30.6	14.0	6.0
Higuma	8.1	203.8	1.8	4.8	25.8	36.3	24.3	6.9	3.3
Wolf	8.3	212.7	2.1	1.2	23.6	39.0	26.7	7.4	2.5
Changnyeong	7.27	154.9	15.5	8.5	22.5	32.4	14.1	7.0	5.6
Cheonjudaego	7.26	185.7	5.3	7.3	14.6	31.1	24.5	17.2	7.9
Gonanggi	8.3	168.8	5.1	17.8	29.7	29.7	16.1	1.7	5.1

5) 5년차(2003)

2002년도에 집단 채종한 계통에 대한 특성검정을 실시하였다. 생육특성을 보면 DOSM-1-1-0이 초장이 다소 작은편이며 생육 60일 후 생육조사에서 구비대 지수가 1.97로 히구마 2.18, 고랭지여름양과 2.47에 비해 적어 구비대 개시기가 다소 늦은 것을 알 수 있었다. 히구마나 다른 만추황 계통에 비하여 늦은 편이었다. 도복기는 계통 및 품종간 차이가 없으나 고랭지여름은 7월 24일로 도복기가 4일 정도 빨랐다.

구중을 보면 DOSM-1-1-0 이 149.0g으로 만추황 계통에서는 가장 높았으나 히구마 165g, 울프 161.6g 보다는 낮았다. 그러나 고랭지여름양과는 143.6g으로 만추황 보다 낮았다. 고시 육성계통 중 76118이 167.8g 으로 히구마와 비슷한 수량을 나타내었다. 그러나 매년 일정한 구중을 보이지 않고 해에 따라 차이가 심함을 알 수 있다.

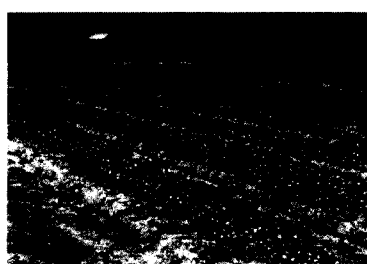
만추황은 '99-'01년도 성적을 바탕으로 품종명을 '만추황'으로 명명하여 품종등록 신청을 하였으며 현재 심사 중에 있다. 앞으로의 계획은 2003년 생산된 모구는 2004년 약 100평정도 채종을 실시하여 농가에 시교작으로 보급할 예정이다.

Table 10. Characteristics of growth and development for seed produced breeding lines from selected mother bulb in 2002

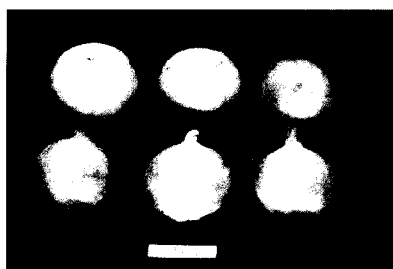
Line name	Plant height (cm)	No. of leaves	Neck Dia. (mm)(A)	Bulb dia. (mm)(B)	B/A	Foliage fall down (date)	Disease
DOSM-0	72.4	8.6	19.37	45.15	2.33	7.254	5
DOSM-1-2-0	71.3	9.0	20.93	48.41	2.31	7.25	7
DOSM-2-1-0	74.4	9.2	22.01	47.76	2.17	7.28	"
DOLM-1-1-0	70.3	8.8	20.79	40.98	1.97	7.28	5
76009	74.5	9.8	21.97	40.65	1.85	7.28	"
76065	72.6	10.2	23.06	54.23	2.35	7.28	"
76118	75.2	9.8	20.94	43.34	2.07	7.25	"
Sapporoki	70.2	9.8	20.63	49.83	2.42	7.30	7
Higuma	79.6	9.8	21.99	47.87	2.18	7.28	5
Wolf	77.3	9.2	19.05	41.85	2.20	7.26	"
Changnyeong	74.8	10	23.55	58.15	2.47	7.23	"
Cheonjudaego	62.8	8.6	17.98	55.33	3.08	7.20	"
Gonanggi	79.8	9.2	21.01	51.91	2.47	7.24	"

Table 11. Characteristics of Bulb for seed produced breeding lines from selected mother bulb in 2002

Line name	Bulb weight (g)	Distribution of bulb size(%)						Decay rate (%)	Doubled bulb (%)
		<5cm	5-6	6-7	7-8	8-9	>9cm		
DOSM-0	144.4	6.6	13.7	50.8	26.9	2.0	0.0	4.4	0.0
DOSM-1-2-0	90.3	21.2	63.6	15.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
DOSM-2-1-0	143.6	5.8	17.5	40.8	31.1	4.9	0.0	2.8	0.0
DOLM-1-1-0	149.0	6.2	20.4	47.4	22.3	3.8	0.0	7.6	0.0
76009	151.9	9.4	20.9	34.5	29.9	5.4	0.0	5.4	0.0
76065	166.9	3.9	15.5	30.6	42.9	7.1	0.0	1.6	0.0
76118	167.8	3.0	15.0	32.0	40.0	10.0	0.0	8.4	0.0
Sapporoki	149.4	5.6	19.7	34.3	33.1	7.3	0.0	14.8	0.0
Higuma	165.0	0.0	12.3	31.5	50.3	6.0	0.0	1.6	0.0
Wolf	161.6	1.0	5.9	41.2	44.1	7.8	0.0	12.0	0.0
Changnyeong	186.6	1.6	4.8	21.8	46.8	22.6	2.4	7.0	13.4
Cheonjudaego	173.5	0.4	4.5	30.5	41.7	19.7	3.1	7.1	14.9
Gonanggi	143.6	14.1	16.2	35.4	29.3	5.1	0.0	0.0	0.0



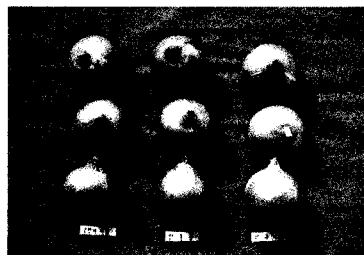
<고랭지양파 수확>



<만추황>



<양파 채종>



<고랭지여름, 만추황, 히구마>

Fig. 3. Bulb of 'Manchuhwang'

4. 종합결과

본 시험은 고랭지에 적응하는 우량계통을 육성하기 위하여 고시에서 보유하고 있는 계통의 순도 향상 및 저장성을 향상시키는데 그 목적이 있다. 1년차에는 만추황 모구를 생산한 결과 순도가 압박하였다. 순도향상을 위하여 2년차에 만추황 등 14계통에 대하여 소그룹으로 채종 하였다. 3년차에 소그룹으로 채종한 종자를 포장에서 특성을 검정한 결과 구형 중 원형의 비율이 50%정도로 향상되어 순도는 향상되었으나 구중은 오히려 떨어졌다. 이와 같은 원인은 소그룹 채종으로 인한 자식열세현상이 나타났다고 생각된다. 4년차에는 개체별 채종을 하지 않고 20개체 이상씩 그룹으로 채종을 실시하였다. 그룹으로 채종할 경우 자식약세 현상이 일어나지 않는다. 5년차 결과를 보면 구중은 DOSM-1-1-0 이 149.0g 으로 만추황 계통에서는 가장 높았으나 히구마 165g, 울프 161.6g 보다는 낮았다. 그러나 고정종인 고랭지여름양파는 143.6g 으로 만추황이 높았다. 고시 육성계통 중 76118이 167.8g 으로 히구마와 비슷한 수량을 나타내었다. 그러나 매년 일정한 구중을 보이지 않고 해에 따라 차이가 심함을 알 수 있다.

이상의 과정을 거쳐 만추황에 대한 육성계통에 대한 갱신을 실시한 결과 순도는 향상되었으나 구중은 오히려 줄어드는 문제가 있었으나 고정종으로서 이용가치는 충분히 있다고 생각한다.

만추황은 '99-'01년도 성적을 바탕으로 품종명을 '만추황'으로 명명하여 품종등록 신청을 하였으며 현재 심사 중에 있다. 앞으로의 계획은 2003년 생산된 모구는 2004년 약 100평정도 채종을 실시하여 농가에 시교작으로 보급할 예정이다.

제2절 고랭지양파 지역적응 시험

1. 서 설

양파는 생태형으로 장일형과 단일형으로 분류하는데(Pike, 1986) 우리나라 추파양파는 단일형, 고랭지양파는 장일형에 속한다. 고랭지에서 재배되는 품종군은 이 지역에 맞는 생태형이 필요하나 아직 이것에 대한 보고는 전무한 실정이다.

고랭지양파는 해발 600m 전후한 강원도 고랭지 지역에서 일본산 품종을 도입하여 춘파재배가 성공함으로서 '96년 3ha 였으나 2000년 재배면적이 372ha로 급증하였다. 그러나 고랭지는 해발 400-800m 까지 다양하게 분포되어 있으며 각 지역 및 해발에 따라 기상조건이 달라 일률적인 기술 및 품종의 도입이 어렵다.

외국에서 도입된 W202 등 고위도 지방의 품종을 재배한 결과 도복이 되지 않았고 추파 만생종은 구 비대력은 좋으나 분구율이 높아 상품성이 없었다. 고랭지 지역에 적응하는 전용 품종을 육성하기 위해서는 우선 이 지역에 맞는 최적의 생태형을 구명하는 것이 중요하다.

양파에서 구 비대는 일장과 온도에 영향을 받으며 특히 일장에 의하여 비대가 촉진되고 품종에 따라 일장반응이 다르며 단일에서는 구 비대가 진행하지 못한다고 보고하였다(Steer, 1980; Magruder and Allard, 1937; Heath, 1943; Abe, 1955). 일장이 길고 온도가 높으면 구 비대시기가 빨라지고 비대 속도도 빨라져 구 비대가 조기에 일어난다(Steer, 1980; Austin, 1971). 고랭지에서의 일장반응은 6월 하지 무렵 15시간에서 가장 길고 점차 일장이 짧아져 8월 5일 14.1시간 정도이다. 장일형 양파의 구 비대 한계일장이 14시간을 기준으로 할 때는 7월 하순~8월 상순이 여기에 해당된다. 그러나 이 시기는 온도가 가장 높은 시기이고, 그 이후는 온도가 급격히 하강하고 일장이 짧아져 도복이 불안정해진다. 그러므로 고랭지 환경에 적응하는 품종 및 계통을 육성하여 안정적으로 재배할 수 있고 지역에 따라 적응하는 품종을 개발하기 위해서는 필수적으로 육성된 계통에 대한 지역적응성 시험이 필요하다. 본 시험은 육성된 유망계통에 대하여 지역 및 해발별로 지역을 선정하여 계통에 대한 적응성 검정을 실시하였다.

2. 재료 및 방법

지역적응 시험은 2001년부터 고시 육성계통 및 대비 품종으로 실시하였다. 시험재료 및 경종개요는 아래에 기술 하는 바와 같고 파종, 육묘, 정식포장 관리 및 특성조사는 앞에서 기술한 내용과 동일하게 시행하였기에 여기서는 생략하기로 한다.

가. 1년차(2001)

우수한 계통으로 선정된 만추황, 76062, 76072, 76118 등 4계통과 대비종인 히구마를 공시하였다. 재배지역으로는 평창 진부(600m), 대관령(800m), 홍천(500m), 인제(500m), 평창 봉평(500m) 지역에서 실시하였다. 각 지역별 파종, 정식, 수확 등 경종개요는 표 1과 같다.

Table 1. Cultivation calender from area for adaptable test of breeding line(2001)

Area	Altitude (m)	Sowing date	Planting date	Harvest date	Remark
Jinbu	600	3. 4	4. 27	8. 18	
Bongpyeong	500	3. 8	5. 7	8. 28	
Hongcheon	500	3. 8	5. 3	8. 21	
Inje	500	3. 12	5. 6	8. 14	P.E mulching
Daegwallyeong	800	3. 12	5. 12	8. 30	

나. 2년차(2002)

우수한 계통으로 선정된 만추황, 76062, 76072, 76118 등 4계통과 대비종인 히구마를 공시하였다. 재배지역으로는 평창 진부(600m), 대관령(800m), 홍천(500m), 인제(500m) 지역에서 실시하였다. 1년차에서 실시된 봉평지역은 기상 및 작황이 너무 좋지 않아 제외하고 4개 지역만 실시하였다. 기타 재배 및 조사방법은 1년차와 같은 방법으로 실시하였으며 경종개요는 표 2과 같다. 기타 방법은 1년차와 같은 방법으로 수행하였다.

Table 2. Cultivation calender from area for adaptable test of breeding line(2002)

Area	Altitude (m)	Sowing date	Planting date	Harvest date	Remark
Jinbu	600	3. 5	4. 23	8. 22	
Hongcheon	500	3. 8	5. 8	8. 18	
Inje	500	3. 8	4. 26	8. 14	P.E mulching
Daegwallyeong	800	3. 8	5. 6	8. 23	

다. 3년차(2003)

우수한 계통으로 선정된 만추황, 76062, 76072, 76118 등 4계통과 대배종인 히구마, 고랭지여름양파를 공시하였다. 고랭지여름양파는 고정종으로 만추황이 고정종이기 때문에 F₁과 고정종을 함께 대비하였다. 기타는 1년차와 동일하게 하였다.

대관령지역은 고령지시험장 집단화 포장에서 시험을 수행하였는데 포장 조성이 2002년 조성되었으며 작물이 처음 재배되는 포장에서 재배하였다. 지역별로 인제, 홍천, 대관령은 흑색비닐 멀칭재배를 실시하였으며 수확할 때 까지 비닐을 제거하지 않고 재배하였다.

Table 3. Cultivation calender from area for adaptable test of breeding line(2003)

Area	Altitude (m)	Sowing date	Planting date	Harvest date	Remark
Jinbu	600	2. 26	4. 24	8. 22	
Hongcheon	500	2. 28	4. 26	8. 13	P.E mulching
Inje	500	2. 28	5. 3	8. 22	"
Daegwallyeong	800	2. 28	5. 3	9. 15	"

3. 결과 및 고찰

가. 1년차

지역적응시험을 실시한 지역의 기상조건 중 평균온도 분포를 보면 해발 800m인 대관령지역은 7월 하순이 20.4℃이나 해발 500m인 홍천지역은 25.1℃로서 4.7℃ 높았다. 그러나 구비대 시기인 6월 하순~7월 중순의 평균기온을 보면 대관령 지역은 16.5~18.8℃이나 홍천지역은 22.1~23.8℃로 높았다(Fig. 1). 양파구비대시 25℃ 이상의 지나친 고온은 생육 및 구 비대에 장애가 된다는 보고(遠藤政太郎, 1939)등으로 미루어 볼 때 홍천지역은 고온에 의해 생육 및 구비대가 부진하였다고 생각된다.

그림 2는 국내 양파의 생육 시기와 일장과의 관계를 나타낸 것으로 고랭지양파는 구비대기는 일장이 긴편이나 구 비대말기인 8월 이후는 일장이 짧아지고 온도가 낮아져 숙기가 너무 늦은 품종은 도복이 되지 않을 수도 있다. 그러나 7월 하순~8월 상순은 가장 온도가 높고 올라가는 시기로 지나친 고온은 구 비대는 빨라지나 조기 비대하여 구가 충분히 비대하지 못하는 문제가 있다.

생육특성은 표 4와 같이 지역별로 보면 초장, 엽수 및 경경은 홍천지역이 가장 양호하였고, 진부지역이 가장 부진하였다. 계통별 생육은 지역에 따라 다소 다르나 만추황 및 히구마가 양호한 경향을 보였다. 진부지역에서 생육이 부진한 이유는 진부 지역이 가장 빨리 정식하였기 때문에 온도가 낮은 시기에 생육이 이루어졌기 때문으로 생각된다. 도복시기는 인제 지역이 7월 21일로 가장 빨랐으며 대관령 지역이 8월 3일로 가장 늦었다. 인제 지역의 도복이 빨리 이루어진 것은 홍천지역과 같이 해발이 500m 정도로 낮으나 비닐멀칭 재배를 하였기 때문이라 생각한다.

각 지역별 수량을 보면 진부 및 홍천지역이 비슷한 경향을 나타내었고 인제와 대관령지역에서는 떨어졌다(표 5). 구형에 있어서도 인제 지역에서 원형의 비율이 가장 낮았는데(Fig. 3) 이것은 고온으로 충분한 구 비대 없이 조기에 도복이 되었기 때문이라고 생각한다. 전체적으로 계통별 수량성을 비교해 볼 때 대비품종인 히구마가 가장 우수하였으며 만추황이 그 다음으로 우수하였다(Fig. 4). 그러나 진부지역의 경우는 76062 계통이 만추황보다 구중이 무거웠으나 홍천지역에서는 수량이 가장 저조하였다. 이것은 76062가 고온에는 적응력이 약하기 때문이라고 사료된다. 금후로는 기온이 지나치게 고온인 지역에서는 내서성이 강한 품종의 개발이 요구되는바 이 문제를 연구해야 한다고 사료된다.

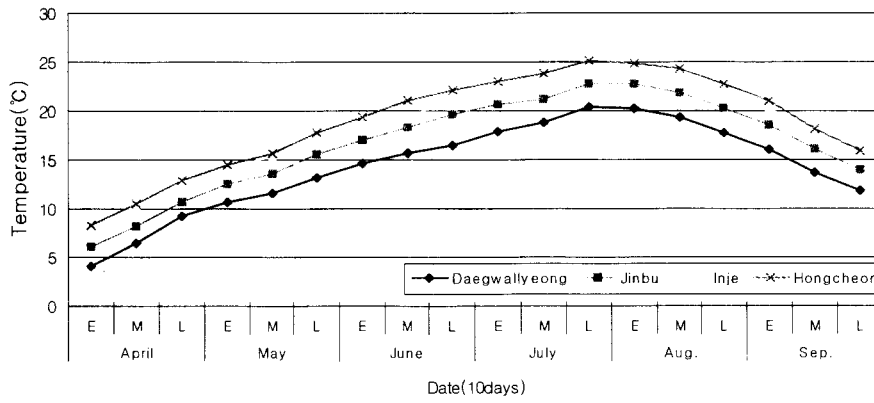


Fig. 1. Changes of mean temperature in high land area, Daegwallyeong, Jinbu, Inje and Hongcheon area.

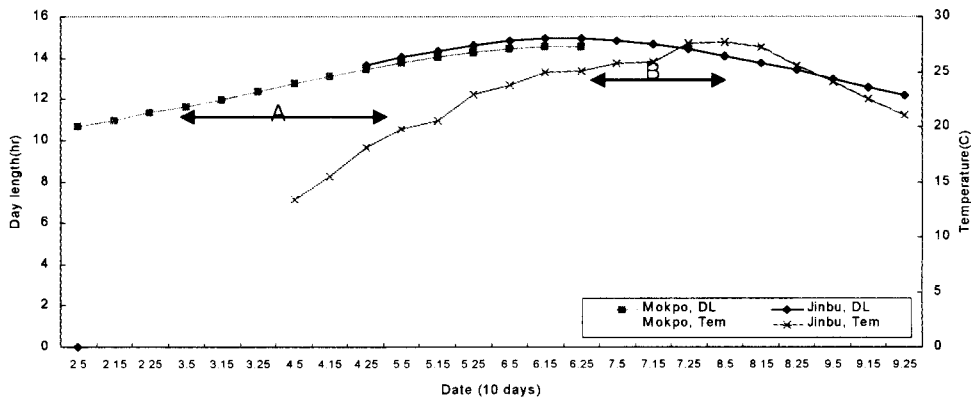


Fig. 2. Comparison of day time and mean temperature on bulb growing period short day and long day onion.

A : Bulb growing period of short-day onion

B : Bulb growing period of long-day onion

Table 4. Characteristics of seedling and growth development according to four location for breeding lines in 2001

Location	Lines and Cultivar	60 days after planted			Foliage fall down	Harvest date
		Plant height (cm)	No. of leaves (each)	Neck Diameter (mm)		
Jinbu	Manchuhwang	68.9	8.6	18.86	July 26	Aug.16
	76062	60.0	8.9	18.88	"	"
	76072	69.4	8.4	15.94	July 29	"
	76118	59.1	8.6	16.40	"	"
	Higuma	75.1	10.0	21.90	"	"
Daegwal-lyeong	Manchuhwang	81.8	7.0	15.02	Aug. 3	Aug.28
	76062	71.6	7.0	12.94	"	"
	76072	75.8	7.6	15.60	"	"
	76118	72.3	7.6	15.49	"	"
	Higuma	69.9	6.9	14.33	"	"
Inje	Manchuhwang	79.9	9.8	17.39	July 21	Aug.14
	76062	74.7	8.8	16.48	"	"
	76072	76.0	9.8	16.51	"	"
	76118	74.0	9.0	16.97	"	"
	Higuma	75.9	9.5	15.56	"	"
Hongcheon	Manchuhwang	72.5	9.8	20.26	"	Aug.20
	76062	74.5	8.7	17.71	"	"
	76072	81.8	10.0	20.40	July 23	"
	76118	82.0	10.9	20.29	July 21	"
	Higuma	80.0	10.3	19.81	"	"

Table 5. Bulb characteristics of promised lines at four location in 2001.

Location	Lines and Cultivar	Bulb height (mm)	Bulb diameter (mm)	Bulb size(%)		
				<5cm	5~7cm	>7cm
Jinbu	Manchuhwang	67.10	66.36	16.3	56.6	27.1
	76062	64.57	62.93	3.4	68.4	28.3
	76072	63.51	70.22	20.1	57.6	22.3
	76118	65.15	67.29	22.1	69.6	8.3
	Higuma	65.46	72.15	1.2	62.0	36.8
Daegwal-lyeong	Manchuhwang	53.87	63.55	12.7	64.6	22.7
	76062	57.51	59.67	59.5	40.0	0.5
	76072	68.36	62.62	28.1	66.2	5.7
	76118	51.65	58.91	32.7	55.8	11.5
	Higuma	60.73	67.0	26.5	62.8	10.7
Inje	Manchuhwang	59.09	66.47	27.0	63.4	9.6
	76062	55.71	60.35	25.2	71.7	3.1
	76072	57.84	62.38	23.9	68.7	7.4
	76118	58.25	64.62	18.3	65.9	15.8
	Higuma	58.95	64.14	5.8	70.4	23.8
Hongcheon	Manchuhwang	60.59	64.52	18.6	61.8	19.6
	76062	61.38	60.78	4.7	93.0	2.3
	76072	58.72	64.31	24.8	47.8	25.4
	76118	60.84	66.66	12.6	56.4	31.0
	Higuma	60.75	67.09	0.9	50.4	48.7

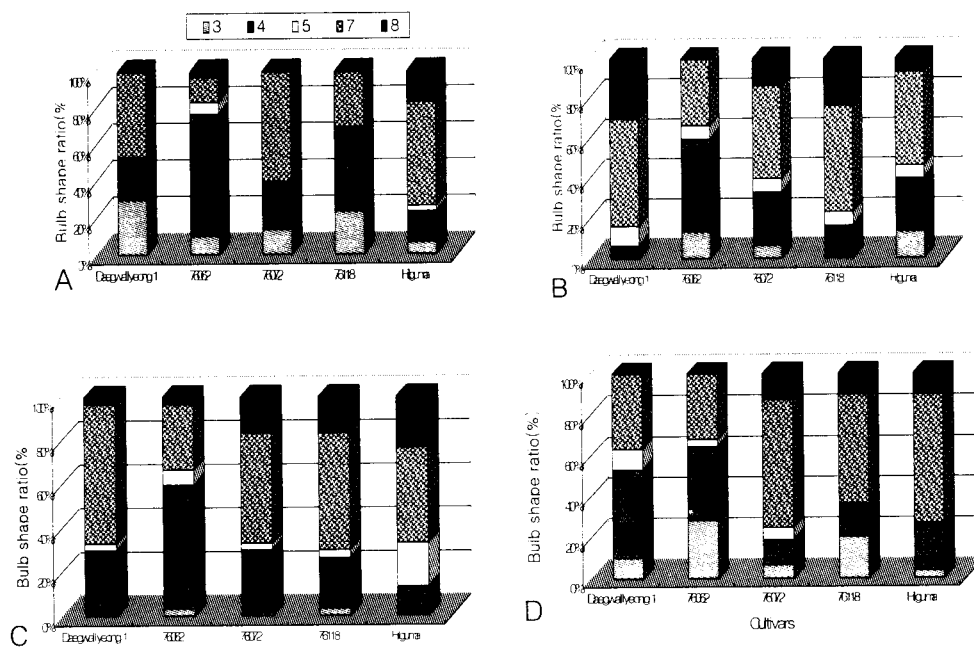


Fig 3. Distribution of Bulb shape for adaptation of breeding lines of long day onion at 4 location in high land area in 2001

* Bulb shape : 3=Broad elliptic, 4=Circular, 5=Broad ovate

7=Rhombic, 8=Transverse elliptic

* Cultivar : A=Jinbu, B=Daegwallyeong, C=Inje, D=Hongcheon

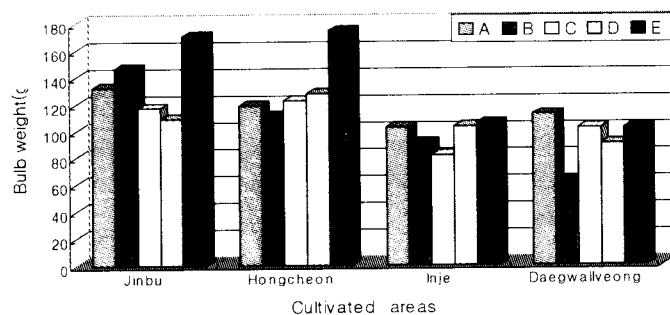


Fig. 4. Comparison of bulb weight of promising lines at four locations

A=Manchuhwang, B=76062, C=76072, D=76118, E=Higuma

나. 2년차(2002)

우리 시험장에서 육성한 유망 4계통에 대하여 지역시험을 실시한 결과는 표 6과 같다. 지역별 생육상황을 보면 진부, 홍천 및 인제 지역이 양호하였으나 대관령 지역은 지리적 및 기상관계로 생육이 극히 저조하였다. 묘소질 및 생육특성은 대관령 지역이 다른지역과 큰 차이가 없었으나 구 비대기 및 수확기에 잦은 강우로 인하여 병해충의 발생이 심할 뿐만 아니라 구비대력이 극히 저조하고 부패율이 심하여 성적이 극심한 차이가 있어 제외 하였다.

생육상황을 보면 묘소질은 늦게 정식한 대관령, 홍천지역이 초장, 엽수 및 경경에서 가장 좋았다. 이와 같은 원인은 늦은 정식으로 묘가 육묘된 조건이 일찍 정식한 것보다 좋았기 때문이라 생각한다. 그러나 생육60일 후의 특성을 보면 홍천지역이 초장, 엽수, 경경에서 높았고, 그다음이 인제 지역으로 나타났다. 진부지역은 전체적으로 초장은 타 지역보다 적은 경향을 보였으나 엽수 및 경경은 비슷한 경향을 보였는데 이것은 포장이 2001년도에 객토를 하였기 때문에 토양이 척박하여 초기 생육이 저조하였으리라 생각한다. 생육 60일 후의 대관령지역의 초장, 엽수, 경경은 타 지역보다 현저히 적은 것을 알 수 있다. 이는 기상적인 원인으로 생각한다.

구 특성을 보면 인제지역이 가장 양호하였는데 이는 비닐 멀칭을 하였기 때문이라 생각한다. 또한 금년에는 인제지역이 일찍 정식하였는데 조기에 정식함으로써 구비대기까지 생육기간을 연장할 수 있었기 때문이라고 생각한다.

계통별로 보면 전체적으로 히구마가 타 계통보다 우수한 경향을 보였으며 특히 인제의 경우 구중이 282.0g으로 가장 높았다. 전체적으로 만추황 계통이 적은 경향을 보였고 다른 계통들이 우수한 것으로 나타났는데 이것은 만추황의 경우는 2000년도에 순도를 향상시키기 위하여 소집단씩 채종한 것을 2001년에 이어 같은 종자를 사용하여 자식약세 현상이 나타난데 비하여 다른 계통들은 2002년도에 집단채종한 종자를 사용하였기 때문에 자식약세 현상은 없었다고 생각한다. 부패율은 포장에서 수확시 조사한 것으로 홍천지역이 가장 높았고 진부지역이 가장 낮았다. 대관령의 경우 구중이 100g 미만으로 극히 적었고 부패율도 15.1-34.8%로 매우 높아 정상적인 수확이 불가능 하였다. 이와 같은 원인은 시험포장이 대관령 부근으로 안개가 자주 발생하여 일조시수가 절대적으로 부족하기 때문에 생육이 저조하였고 병 발생이 심하였다. 2003년에는 대비종을 F1 품종인 히구마와 고정종 품종을 함께 대비하여야 할 것으로 생각한다. 왜냐하면 순도가 낮은 고정종이 순도가 좋은 1대 잡종을 증가하기는 어렵다고 생각하기 때문이다.

Table 6. Characteristics of seedling and growth development according to four location for breeding lines in 2002

Area	Line name	Seedling			60 days after planted			
		Plant height (cm)	No. of leaves (each)	Neck Dia. (mm)	Plant height (cm)	No. of leaves (each)	Neck Dia. (mm)	Bulb dia. (mm)
Jinbu	Manchuhwang	21.7	3.0	2.89	67.9	8.5	18.98	42.63
	76062	18.6	3.0	2.59	73.6	9.1	19.65	45.02
	76072	18.5	2.9	2.69	75.5	10.2	20.45	48.48
	76118	17.9	3.0	1.97	60.3	8.7	18.10	39.14
	Higuma	21.7	3.2	2.37	81.6	9.3	20.42	52.06
Daegwal-lyeong	Manchuhwang	22.9	3.5	3.96	76.7	7.9	14.69	40.82
	76062	25.8	3.7	4.32	75.5	7.1	12.57	40.91
	76072	27.0	3.8	4.51	72.1	7.1	12.55	44.47
	76118	27.6	3.8	4.38	77.1	7.4	15.14	48.33
	Higuma	24.4	4.6	4.47	79.8	7.6	15.63	46.71
Inje	Manchuhwang	30.6	4.0	4.03	93.9	9.9	21.20	52.84
	76062	35.8	3.8	4.39	94.5	9.7	21.02	55.00
	76072	27.3	3.8	3.78	91.7	10.1	20.59	54.37
	76118	33.2	4.1	4.76	86.6	9.9	21.81	58.92
	Higuma	32.8	3.7	4.17	94.5	9.7	20.71	53.80
Hongcheon	Manchuhwang	20.5	3.2	2.44	84.1	8.1	18.54	61.55
	76062	17.6	2.8	2.71	89.9	8.4	19.61	67.38
	76072	22.1	2.7	2.61	81.9	9.3	20.95	66.78
	76118	18.1	3.1	2.46	80.1	8.8	18.66	65.31
	Higuma	16.5	2.9	2.15	87.5	8.8	19.07	70.26

Table 7. Bulb characteristics of promised lines at four location in 2002.

Area	Line name ^{y)}	Foliage fall down (date)	Bulb weight (g)	Distribution of bulb size(%)						Decay (%)
				<5cm	5-6cm	6-7cm	7-8cm	8-9cm	>9cm	
Jinbu	Machu.	8.1	161.5	9.2	14.3	31.3	31.5	11.3	2.4	1.5
	76062	8.1	184.5	2.3	8.6	26.1	35.6	21.8	5.6	2.3
	76072	8.2	188.1	4.8	8.0	26.6	30.1	20.1	10.4	5.5
	76118	8.1	166.6	6.5	12.3	30.6	33.3	14.2	3.1	3.4
	Higuma	8.1	191.2	1.8	5.7	26.1	41.7	19.5	5.1	3.3
Daegwal-lyeong	Machu.	8.12	77.5	44.6	35.1	18.8	1.5	0.0	0.0	22.3
	76062	8.12	82.6	30.3	41.9	3.5	0.0	0.0	0.0	18.9
	76072	8.12	85.6	33.3	39.6	20.8	6.3	0.0	0.0	34.8
	76118	8.12	90.1	26.2	39.5	28.7	5.6	0.0	0.0	30.0
	Higuma	8.12	99.6	20.1	38.0	36.2	5.2	0.4	0.0	15.1
Hongcheon	Machu.	7.28	177.7	3.9	14.0	27.2	32.2	20.7	2.0	10.6
	76062	7.27	175.4	1.3	8.3	26.6	41.9	18.8	3.0	15.9
	76072	7.28	193.9	2.8	6.5	19.3	39.1	24.6	7.6	7.4
	76118	7.28	174.3	0.9	7.5	17.5	36.7	23.2	14.1	3.9
	Higuma	7.29	226.9	0.3	1.8	8.5	45.5	39.4	4.5	5.5
Inje	Machu.	7.25	203.6	3.4	6.7	21.4	31.5	30.0	7.0	2.6
	76062	7.25	242.8	0.3	3.1	8.5	32.1	40.9	15.2	6.4
	76072	7.26	253.3	2.5	4.2	8.9	29.7	32.5	22.2	2.8
	76118	7.24	223.3	1.8	3.0	16.9	31.2	37.1	10.0	2.3
	Higuma	7.25	282.0	0.5	0.2	2.2	24.2	57.1	15.7	3.1

y) : Machu : Manchuhwang1

다. 3년차

우리 시험장에서 육성한 유망 4계통에 대하여 지역시험을 실시한 결과는 표 8과 같다. 지역별 생육상황을 보면 진부, 홍천 및 인제 지역이 양호하였으나 대관령 지역은 지리적 및 기상관계로 생육이 극히 저조하였다.

구비대 개시 시기는 구고/구폭의 비율로 추정하는데 그 비율이 2인 시점을 구비대 개시기로 판단한다. 구비대 개시기는 지역별로는 다소 차이가 있으나 계통간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 도복기는 인제, 홍천이 7월 20일로 가장 빨랐으며 대관령이 8월 13일로 늦었다. 대관령의 경우 병해 발생이 심하여 도복하지 않고 고사하는 포기도 있었다. 추대는 진부지역에서 만추황 1.1%, 76002 1.9% 고랭지여름양과가 0.2% 발생하였다. 비율적으로 보면 크게 문제될 것은 없다. 남부 추파양과의 경우 추대비율이 5% 정도일때가 수량성이 가장높다는 보고가 있다. 고랭지의 경우는 최근 조기 정식하는 경향이 있고 정식 후 일시적인 저온현상이 있었기 때문으로 생각된다.

부패율은 전체적으로 높게 나타났는데 인제가 평균 13.85%로 가장 낮았고 대관령이 38.3%로 매우 높았다. 대관령 지역의 생육이 불량한 원인은 2002년에 새로 조성된 포장에 처음 작물을 재배하였기 때문이기도 하지만 대관령의 기상여건상 잦은 안개로 인하여 일조시수가 부족하고 병 발생이 심하였기 때문으로 생각된다. 계통간 부패율의 차이는 발견되지 않았다(표 9)

품질 특성을 보면 만추황과 대비종인 히구마 및 고랭지여름양과와 구형지수, 링수, 센터수에서 차이점을 발견하지 못하였다. 즉 품질적인 측면에서는 만추황이 히구마나 고랭지여름양과와 비슷함을 알 수 있다.

수량 특성을 비교해 보면 지역별로는 인제지역이 가장 수량성이 높음을 알 수 있고(그림 5) 대관령이 가장 낮았다. 계통별로는 인제의 경우 히구마가 213.2g으로 만추황 177.5g, 고랭지여름 151.5g 보다 월등히 높았다. 만추황의 경우 비록 1대 잡종인 히구마 보다는 구중이 낮았으나 국내 고정종인 고랭지여름양과 보다는 구중이 월등히 우수하였다.

지난 3년간의 성적을 종합해보면 인제지역의 수량성이 169.8g으로 가장 많았고 대관령이 가장 적었다. 앞으로 대관령 지역에서의 지역적응성 시험은 안개가 자주 발생하는 시험장 포장을 이용하지 말고 안개 피해가 적은 일반 농가 포장을 이용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

계통별 3년간 성적을 보면 고시 육성계통인 만추황, 76062, 76072, 76118은 수량적인 측면에서는 비슷한 경향을 보였다. 각 지역별로 보면 진부, 인제, 홍천 3개 지역에

Table 8. Characteristics of growth development and bulb according to four location for breeding lines in 2003

Area	Line name ^{y)}	Plant height (cm)	No. of leaves (each)	Neck dia. (mm)	Bulb height /bulb dia.	Foliage fall down (date)	Bolting (%)
Jinbu	Machu.	78.1	8.3	21.81	2.38	7.25	1.1
	76062	74.3	8.0	26.88	1.93	"	0.0
	76072	81.6	9.3	22.16	2.21	"	1.9
	76118	77.8	9.3	22.34	2.36	"	0.3
	Higuma	81.4	9.0	22.22	2.61	"	0.0
	GS	81.0	8.1	21.43	2.00	"	0.2
	Mean	79.03	8.67	22.81	2.25	"	0.58
Daegwal -lyeong	Machu.	75.3	7.2	15.85	1.95	8.13	0.0
	76062	63.8	6.6	13.45	2.04	"	0.0
	76072	76.9	7.8	15.34	2.08	"	1.2
	76118	74.2	7.9	15.47	2.01	"	0.2
	Higuma	75.2	7.4	15.03	2.24	"	0.0
	GS	76.0	7.0	15.04	1.70	"	0.0
	Mean	87.37	9.32	19.97	1.72	"	0.00
Hong cheon	Machu.	92.1	9.6	20.21	1.40	7.20	0.0
	76062	87.7	9.5	18.78	1.56	"	0.0
	76072	91.2	10.1	19.86	1.48	"	0.0
	76118	90.2	10.5	21.48	1.50	"	0.0
	Higuma	93.0	10.1	19.90	1.65	"	0.0
	GS	94.3	9.4	20.00	1.38	"	0.0
	Mean	73.57	7.32	15.03	2.00	"	0.0
Inje	Machu.	81.9	8.9	19.95	1.79	7.20	0.0
	76062	86.0	9.0	20.31	1.59	"	0.0
	76072	83.1	9.4	19.37	1.76	"	0.0
	76118	91.0	10.1	20.52	1.68	"	0.0
	Higuma	89.2	9.6	20.16	1.94	"	0.0
	GS	93.0	8.9	19.51	1.58	"	0.0
	Mean	91.42	9.87	20.04	1.50	"	0.0

y) : DMachu. : Manchuhwang, GS : Gonanggiyeonum

Table 9. Distribution of bulb size and percentage of decay and doubled bulb according to four location for breeding lines in 2003

Area	Line name ^{y)}	Distribution of bulb size(%)						Decay (%)	Doubled bulb(%)
		<5cm	5-6	6-7	7-8	8-9	>9cm		
Jinbu	Machu.	1.8	12.4	34.0	39.6	11.1	1.1	11.0	0.0
	76062	6.1	13.4	53.2	25.7	1.6	0.0	11.8	0.3
	76072	3.4	8.8	34.0	43.2	10.1	0.5	11.3	0.0
	76118	5.4	12.3	30.8	39.6	11.6	0.3	6.7	1.0
	Higuma	0.2	1.7	16.1	55.9	24.8	1.2	9.6	0.0
	GS	4.8	18.4	46.0	28.6	2.2	0.0	11.7	0.0
	Mean	3.62	11.17	35.68	38.77	10.23	0.52	10.35	0.22
Daegwal-lyeong	Machu.	40.1	47.0	11.5	1.4	0.0	0.0	15.9	0.0
	76062	72.1	27.0	0.9	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0
	76072	35.5	41.1	21.2	2.2	0.0	0.0	14.6	0.0
	76118	38.3	38.1	21.5	2.0	0.0	0.0	17.2	0.0
	Higuma	22.4	47.5	27.6	2.4	0.0	0.0	13.4	0.0
	GS	53.1	41.6	5.3	0.0	0.0	0.0	26.8	0.0
	Mean	4.42	10.98	29.02	37.85	15.88	1.88	3.83	0.00
Hongcheon	Machu.	4.8	18.1	40.4	30.4	6.3	0.0	14.4	0.0
	76062	9.5	28.8	45.1	16.0	0.6	0.0	9.4	0.0
	76072	6.4	23.0	37.5	27.7	5.4	0.0	11.3	0.0
	76118	8.0	22.7	29.9	33.0	6.4	0.0	13.3	1.0
	Higuma	1.8	5.7	34.6	42.9	15.0	0.0	15.3	0.0
	GS	10.7	23.5	41.0	23.9	0.9	0.0	19.4	0.0
	Mean	43.58	40.38	14.67	1.33	0.00	0.00	16.90	0.00
Inje	Machu.	4.2	14.5	29.9	31.3	16.8	3.3	2.7	0.0
	76062	6.6	13.9	43.5	32.7	3.3	0.0	3.7	0.0
	76072	4.2	8.1	27.1	41.1	18.8	0.8	5.4	0.0
	76118	4.9	8.6	23.4	39.0	20.0	4.2	2.3	0.0
	Higuma	0.8	3.5	14.1	51.6	27.5	2.5	6.1	0.0
	GS	5.8	17.3	36.1	31.4	8.9	0.5	2.8	0.0
	Mean	6.87	20.30	38.08	28.98	5.77	0.00	13.85	0.17

y) : Machu. : Manchuhwang, GS : Gonanggiyeonum

Table 10. Bulb quality of several cultivars of long day onion grown in high land in 2003.

Area	Line name ^{y)}	Bulb height	Bulb dia.	Bulb index	No. of	No. of
		(mm, A)	(mm, B)	(A/B)	ring	center
Jinbu	Machu.	65.05	70.53	0.92	8.1	1.7
	76062	61.67	66.61	0.93	7.7	1.5
	76072	63.58	69.92	0.91	8.0	1.8
	76118	64.25	68.94	0.93	7.9	2.0
	Higuma	65.58	73.48	0.89	7.8	1.9
	GS	58.11	64.05	0.91	7.8	1.5
	Mean	63.04	68.92	0.92	7.88	1.73
Daegwal-lyeong	Machu.	52.88	54.46	0.97	7.9	1.8
	76062	48.52	47.53	1.02	7.6	1.5
	76072	53.85	56.22	0.96	7.7	1.9
	76118	52.93	56.27	0.94	7.7	2.0
	Higuma	64.93	68.07	0.96	7.97	1.73
	GS	64.93	68.07	0.96	7.97	1.73
	Mean	56.34	58.44	0.97	7.81	1.78
Hongcheon	Machu.	60.71	64.08	0.95	7.8	1.5
	76062	60.06	63.36	0.95	7.5	1.3
	76072	61.63	67.26	0.92	7.6	1.9
	76118	63.52	66.86	0.95	7.6	2.1
	Higuma	64.76	69.05	0.94	7.6	1.9
	GS	57.26	63.13	0.91	7.4	1.3
	Mean	56.34	58.44	0.97	7.81	1.78
Inje	Machu.	67.13	66.56	1.01	7.6	1.4
	76062	62.87	64.44	0.98	7.7	1.3
	76072	64.00	71.42	0.90	8.4	2.1
	76118	65.73	69.87	0.94	8.2	2.1
	Higuma	66.18	70.76	0.94	8.0	1.7
	GS	61.50	67.53	0.91	8.1	1.6
	Mean	61.32	65.62	0.94	7.58	1.67

y) : Machu. : Manchuhwang, GS : Gonanggiyeonum

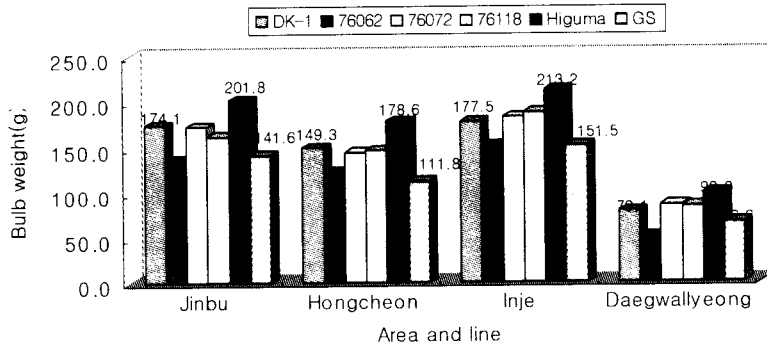


Fig. 5. Compared of bulb weight according to cultivation area in 2003. DK #1 : Manchuhwang, GS : Gonanggiyeonum

라. 3년간 종합성적

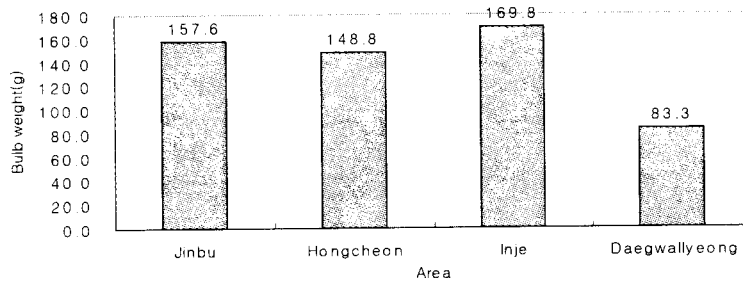


Fig. 6. Compared of bulb weight between cultivation area and breeding lines during 2001-2003

서는 구중의 차이가 없었고 대관령 지역의 경우는 76062가 다른 계통에 비하여 떨어지는 경향을 보였다(그림 6)

‘만추황’으로 품종등록된 만추황의 농가 지역적응성 시험에서는 생육 특성은 히구마에 비하여 다소 떨어지는 경향을 보였다. 그러나 추대성 및 내병성은 비슷한 경향을 보였다(표11). 수량적인 측면에서 히구마는 169.4g, 만추황은 164.9g으로 차이가 있었으나 통계적으로 유의성이 인정되지는 않았다. 구 크기별 분포를 보면 히구마가 8cm 이상의 대구의 비율이 13.4%로 만추황의 8.1%보다 다소 높았다(표12)

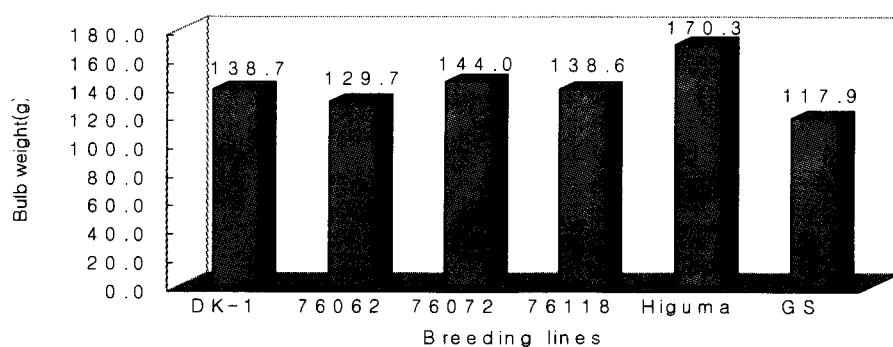


Fig. 7. Compared of bulb weight according to cultivation area during 3 years('01~03)

* y) : DK-1 : Manchuhwang,, GS : Gonanggiyeonum

Table 11. Characteristics of growth and development on farm practice cultivation of onion breeding line 'Manchuhwang,' on Inje in 2003.

Line name	Plant height (cm)	No. of leaves	Neck dia. (mm A)	Bulb dia. (mm B)	Index (B/A)	Foliage fall down (date)	Bolting (%)	Disease
Manchu.	81.9	8.6	19.51	31.93	1.64	7.20	0	5
Higuma	87.8	9.5	20.94	36.50	1.74	7.20	0	5

* Manchu. : Manchuhwang,,

Table 12. Characteristics of bulb on farm practice cultivation of onion breeding line 'Manchuhwang,' on Inje in 2003.

Line name	Bulb weight (g)	Distribution of bulb size(%)						Decay (%)	Doubled bulb (%)
		<5cm	5-6	6-7	7-8	8-9	>9cm		
Manchu	164.9 a	3.7	8.7	36.6	43.0	8.1	0.0	3.6	0.7
Higuma	169.4 a	3.1	8.2	33.0	42.3	13.4	0.0	3.0	0.0

* Manchu. : Manchuhwang,,

4. 종합결과

지역적응시험을 실시한 지역의 기상조건 중 평균온도 분포를 보면 해발 800m인 대관령지역은 7월 하순이 20.4℃이나 해발 500m인 홍천지역은 25.1℃로서 4.7℃ 높았다. 그러나 구비대 시기인 6월 하순~7월 중순의 평균기온을 보면 대관령 지역은 16.5~18.8℃이나 홍천지역은 22.1~23.8℃로 높았다. 도복시기는 인제 지역이 7월 20~25일경으로 가장 빨랐고, 대관령 지역이 8월 중순으로 가장 늦었다. 이것은 인제 지역의 도복이 빨리 이루어진 것은 홍천지역과 같이 해발이 500m 정도로 낮고 비닐 멀칭 재배를 하였기 때문이라 생각한다. 구비대 개시기는 지역별로는 다소 차이가 있으나 계통간에는 큰 차이를 보이지 않았다.

3년간의 성적을 종합해보면 인제지역의 수량성이 169.8g으로 가장 많았고 대관령이 가장 적었다. 앞으로 대관령 지역에서의 지역적응성 시험은 안개가 자주 발생하는 시험장 포장을 이용하지 말고 안개 피해가 적은 일반 농가 포장을 이용하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

수량특성을 보면 고시 육성계통인 만추황, 76062, 76072, 76118은 수량적인 측면에서는 비슷한 경향을 보였다. 각 지역별로 보면 진부, 인제, 홍천 3개 지역에서는 구중의 차이가 없었고 대관령 지역의 경우는 76062가 다른 계통에 비하여 떨어지는 경향을 보였다. 고시 육성계통은 히구마의 170.3g 에는 미치지 못한 129~144g 정도 나타났다. 그러나 2003년에만 공시한 고랭지여름양과 보다는 구중이 높았다.

‘만추황’으로 품종등록된 만추황의 농가 지역적응성 시험에서는 히구마는 169.4g, 만추황은 164.9g으로 차이가 있었으나 통계적으로 유의성이 인정되지는 않았다. 구 크기별 분포를 보면 히구마가 8cm 이상의 대구의 비율이 13.4%로 만추황의 8.1%보다 약 5.3% 높아 이것이 수량 차이가 원인으로 생각한다.

제3절 고랭지양파 음성불임계통 육성

1. 서 설

양파 품종육성의 세계적인 흐름은 고정종에서 순도 및 활력이 좋은 F₁ 품종 육성을 위주로 하고 있다. F₁ 품종을 이용하고 있는 양파, 당근, 고추 등 채소류에서 F₁ 품종을 육성하기 위해서는 반드시 음성불임계통이 필요하다. 양파의 음성불임성은 1925년 처음 발견되었으며 그 유전양식이 구명된 후 세계적으로 널리 이용되고 있다(Jones and Emsweller, 1925; Vandermeer and Vanbennekorn, 1971-1972). 양파는 대표적인 세포질음성불임형으로 세포질과 핵과의 상호작용에 의하여 음성불임성이 나타난다. 그러나 양파 일대잡종을 육성하기 위해서는 우량한 음성불임친(A line)과 음성불임친을 유지하는 유지친(B line), 그리고 우수한 화분친(C line)이 있어야 한다. 최근에는 C line 대신에 B line으로 C line을 대신 하기도 한다. 이러한 경우에는 F₁이 100% 불임이 되어 품종의 모방이 불가능하다. 양파는 대표적인 타가수정작물로서 자식약세가 심하고 2년 1세대 작물로 타 작물에 비하여 육종연한이 많이 소요된다. 이러한 특성을 지닌 양파의 1대 잡종 품종 및 채종을 위해서는 음성불임친의 육성이 필요하다.

음성불임 계통을 육성하는 방법은 몇 가지가 있다(Fig. 1). 가장 쉬운 방법은 다양한 음성불임 유지친을 확보한 상태에서 음성불임 유지친(Nmsms) 계통 간 교배하여 후대를 분리 고정하는 것으로 이 방법이 가장 효율적이다. 음성불임 유지친간 교배를 하면 후대 역시 유전자형이 음성불임 유지친이 된다. 그러나 이 방법은 이미 많은 수의 음성불임 유지친을 보유한 상태여야 가능하고 음성불임 유지친이 없거나 처음 육종을 시작 할 때는 불가능한 방법이다.

두 번째는 음성불임 유지친을 1-2계통을 가지고 있을 때 이 유지친을 이용하여 우수한 계통을 유지친으로 육성하는 방법이다. 이 방법은 음성불임 유지친(Nmsms)에 우수한 계통을 교배하여 1차적으로 F₁ 세대에서 유전자형을 NMSms로 만든 다음 한번 자식하면 F₂세대에서 유전자형이 Nmsms 와 NMSms 의 상태가 된다. 이 집단을 음성불임친(A line)과 교배하여 후대검정을 실시하여 후대에서 100% 음성불임집단이 나오는 계통은 유전자형이 Nmsms로 판별하여 음성불임 유지친이 된다. 본 시험에서도 이 방법으로 동부한농종묘(주)에서 보유중인 추파 중생종 음성불임 유지친과 고시

보유 장일형 계통간의 교배를 통하여 시작하였다.

세 번째 방법으로는 응성불임 유지친이 없고 자연포장에서 응성불임을 발견하였을 경우 이것을 유지하는 방법은 많은 시간과 노력이 필요하나 본 연구와 직접적인 관련이 없어 자세한 설명은 생략하고자 한다.

최근에는 생명공학 기법의 발달로 세포질 응성불임 인자인 N, S 형질을 DNA 표지인자로 구별이 가능하다. 즉 후대검정을 하지 않고도 세포질의 유전자형을 알 수가 있어 응성불임 계통 육성을 효율적으로 할 수 있다.

본 과제 의 육성재료인 만추황 채종과정에서 2000년 응성불임 개체가 발견되었다. 생명공학 기법을 이용하여 만추황의 세포질은 N, S가 혼재하고 있음을 알았다(타 수행과제). 만추황에서 발견된 응성불임 개체를 이용하여 만추황 중 생명공학기법을 이용하여 세포질이 N type 인 개체만 선별하여 응성불임친(A line)에 교배하여 후대검정을 통한 응성불임 유지친을 탐색하는 것을 목적으로 수행되었다.

2. 재료 및 방법

가. 고랭지 적응 응성불임 계통 육성

1) 1년차(1999)

고랭지 환경에 적응하는 고품질 우수계통을 육성하기 위한 응성불임친(A, B line) 계통을 육성하기 위하여 기존 보유 추파 중생계 응성불임 유지친과 고랭지용 우수 고정계, 만추황, 76009 등 4계통을 이용하여 교배하였다. 교배를 위하여 응성불임 유지계는 추파형으로 97년 9월15일 파종, 97년 11월 15일 정식하였으며, 98년 6월 수확하여 5개월간 저장하였다. 화분친으로 이용된 고랭지양파 계통은 97년 3월 파종, 8월 수확하여 이듬해인 '98년 채종한 후의 폐구를 이용하였다. 경종개요는 98년 11월 15일 김해 동부한농 하우스에 정식한 후 동계기간 가온을 통해 개화 유도하였다. 교배는 '99년 4-5월에 이루어졌으며 교배방법은 응성불임 유지친은 인공제웅 하였고, 교배는 파리를 이용 케이지내에 교배하여 교배조합당 약 70-275립의 종자를 확보하였다.

Table 1. Materials for breeding of male sterile maintainer

Treatment	Maintainer(Female)	Male
Line name	Chenjuhwang	Manchuhwang, 76009, 76067, 76103
Genotype	Nmsms	N(S)MSMS, N(S)MSms, Nmsms

2) 2년차(2000)

2년차 시험은 (주) 동부한농종묘가 본 과제를 포기하고 협동기관으로 강릉대학교와 공동연구함에 따라 과제가 다소 바뀌어서 응성불임계통 육성은 주관기관에서 수행하였다.

1년차에 인공교배로 채종한 종자는 세대단축을 위해 seed to seed 방법으로 채종하기 위하여 강릉 온실에 9월 20일 288공 플러그 판에 과종하였다. 11월부터 저온처리를 실시하였으며 다음해 4월-5월 개화하였으며 과리를 이용하여 교배하였다.

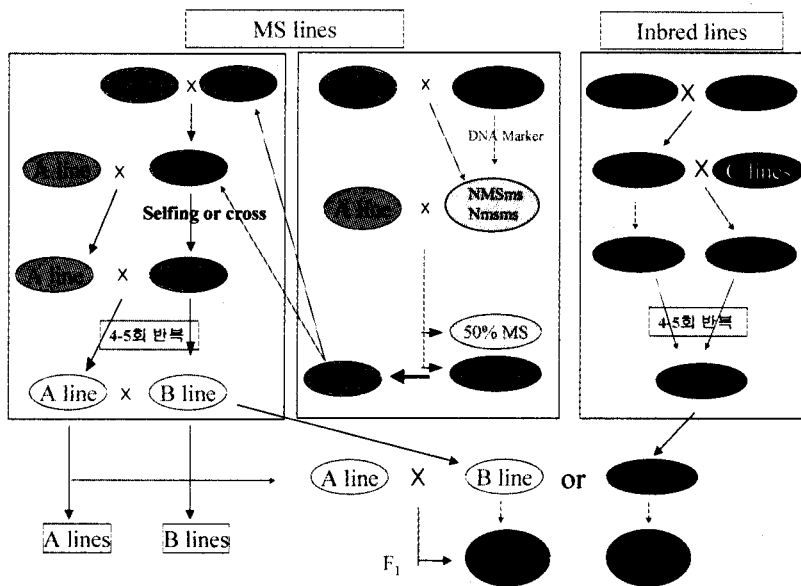


Fig. 1. Scheme of breeding male sterile maintainer and F1 hybrid in onion

3) 3년차(2001)

3년차 시험은 seed to seed 방법으로 2000년 교배된 종자를 공시하였다. 공시계통은 표 2와 같다. 과종, 정식 및 포장관리 요령은 앞에서 기술한 우량품종 육성계통과 동일한 포장에서 동일한 방법으로 진행되었다. 선발은 구형 및 구피색이 우수한 계통을 1차 선발하고 선발한 계통에 대하여 저장성을 조사하였다. 저장성 조사 후 마지막으로 225계통을 선발하였다.

Table 2. Materials for screening of male sterile maintainer(2001)

Lines name	No. of lines	No. of Selected bulbs(2001)	No. of cross combination ^{y)}
Cheonjuhwan/Manchuhwan	2	61	44
“ /76009	6	89	78
“ /76067	1	39	28
“ / 76103	1	36	25

* y) = Female : W202A, W205A and W404A

4) 4년차(2002)

3년차에서 구형 및 저장성이 우수한 225계통을 선발하여 응성불임 A친(Smsms)을 모본으로 하고 선발된 계통을 부분으로 하여 각각 개체별로 교배하였다. 교배방법은 A line 1포기와 1계통을 같은 케이지에 넣고 파리를 이용하여 교배하였다. 후대검정을 위한 응성불임친은 A X 선발계통 이고 선발계통은 1개체씩 자식을 하였다. 채종은 모본에서 채종한 것은 A X B로서 후대 화분검정을 위한 재료이고 B친(화분친)은 자가수분으로서 계통을 유지 및 AXB가 100% 응성불임일 경우 응성불임 유지친(Nmsms) 이 된다.

5) 5년차(2003년)

4년차에서 채종된 종자를 사용하였다. 화분임성을 검정하기 위한 방법은 표 3과 같다. 구 특성조사를 위하여 포장에 A line X B(NMSms 또는 Nmsms) 와 자식한 B 계통을 함께 공시하여 특성을 조사하였다. 원래 응성불임친 확인을 위한 후대검정은 2003년 모구를 생산한 다음 2004년 후대검정을 위한 임성을 확인하여야 하나 조기 확인을 위하여 seed to seed 방법으로 유전자형을 확인(후대검정)하기 위하여 A x B를 2002년 8월에 채종한 종자를 9월 중순에 파종하였다. 재배방법은 앞서 기술한 계통육성 방법과 동일하게 시험이 수행되었다.

Table 3. Genotype for test of male sterile maintainer from progeny test

Female	Male	Progeny test	Remark
Smsms(MS)	NMSMS	SMSms (100% MF)	
	NMSms	SMSms 1(MS): Smsms 1(MF)	
	Nmsms	Smsms(100% MS)	MS maintainer

나. 만추황 응성불임 유지친 탐색

만추황에서 2000년 응성불임개체를 발견하였고 생명공학 기법을 이용하여 만추황의 모집단의 세포질이 N, S가 혼재함을 알았다. 그래서 앞서 기술한 방법과는 다르게 직접 만추황에서도 응성불임 유지친을 탐색 가능성이 있어 시험을 실시하였다.

. 1) 1년차(2001)

생명공학 기법을 이용하여 만추황의 세포질 유전자형이 N인 65개체를 선발하여 응성불임친(A line)과 교배를 실시하였다. 응성불임친으로 이용된 계통은 W202, W205, W404 등 3계통이었다. 교배방법은 A line 1포기와 만추황 1개체를 같은 케이지에 넣고 파리를 이용하여 교배하였다. 후대검정을 위한 응성불임친은 A X 만추황이고 만추황은 1개체씩 자식을 하였다. 채종은 모본에서 채종한 것은 A X 만추황으로서 후대 화분검정을 위한 재료이고 만추황은 자가수분으로서 계통을 유지 및 후대검정에서 100% 응성불임일 경우 응성불임 유지친(Nmsms) 이 된다. 교배후 채종상황을 보면 총 65개체를 교배하였으나 일부 개체는 채종된 종자수가 적어 총 34계통을 선발하여 2002년 포장에서 모구생산용 종자로 사용되었다.

2) 2년차(2002)

2001년 응성불임친(A line)과 교배된 34계통에 대하여 후대 화분검정을 위하여 포장에서 정식하여 모구를 생산하였다. 모구생산을 위한 파종, 정식 및 관리방법은 고랭지양과 우량계통 육성과 동일한 방법으로 수행하였다. 만추황의 자식한 개체는 종자를 보관하였다. 이것은 2003년 후대검정 후 응성불임 유지친으로 확인된 계통에 대하여 포장에 정식할 예정이다.

3) 3년차(2003)

2002년 생산된 후대검정용 모구 34계통은 모구수가 계통당 50-100개 정도였다. 화분친 검정을 위하여 채종하는 방법과 동일한 방법으로 모구의 보관 및 정식하였다. 화분친의 검정은 추대하여 개화하였을 경우 맑은날 오후에 임성을 조사하였다. 화분 임성 조사는 2~3회 확인하였다. 후대검정에서 웅성불임 유지친으로서의 판단기준은 앞서 기술한 표 3의 유전자형을 적용하였다. 웅성불임 유지친의 특성을 조사하고자 2001년 자식된 종자를 포장에 정식하여 다른 시험과 동일한 방법으로 재배 및 특성을 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

가. B line을 이용한 웅성불임 유지친 육성

1) 1년차(1999)

고랭지 환경에 적응하는 장일형 웅성불임 계통을 육성하기 위하여 웅성불임계통 (B line)에 고시 보유 육성 4계통을 공시하여 교배하였다. 인공교배 후 채종된 종자수는 1년차의 종자 채종현황은 표 4와 같이 천주/76009-5에서 275립으로 가장 많았으며 적은 것은 2립으로 세대진전이 불가능하였다.

Table 4. Seed production of cross combination for breeding male sterile maintainer

Name ^{y)}	No. of female	No. of male	No. of stem	Seeds	Remark
Ch/DK-1-1	705	ko1	1	115	Emasculation
Ch/DK-1-2	705	ko1	1	109	
Ch/76009-1	705	ko2	1	190	
Ch/76009-2	705	ko2	1	187	
Ch/76009-3	705	ko2	1	2	
Ch/76009-4	705	ks2	1	112	
Ch/76009-5	705	ko2	1	275	
Ch/76009-6	705	ko2	1	68	
Ch/76067-1	705	ko3	1	56	
Ch/76067-2	705	ks3	1	16	
Ch/76067-3	705	ko3	1	67	
Ch/76103-1	705	ko6	1	257	
Ch/76103-2	705	ko6	1	96	
Ch/76103-3	705	ks6	1	25	

* y) : Ch = chunjuhwang, DK-1 = Manchuhwang

2) 2년차(2000)

2년차 시험에서는 seed to seed 방법으로 채종을 실시하였다. 채종은 집단채종 방법으로 계통 당 20개체 정도씩 채종하였다. 개체별로 자식하는 것이 후대검정시 음성불임 유지친이 나올 확률이 높으나 다음 세대에서 자식을 해야 하므로 2세대 연속으로 자식을 할 경우 지나치게 자식약세에 빠질 염려가 있어 F₁의 채종은 집단채종을 실시하였다. 3년차 채종현황은 표 5와 같다.

Table 5. Seed production of F₁ generation of cross combination for male sterile breeding

Cross combination	Seed production (ml)	Cross combination	Seed production (ml)
Cheonjuhwang/DK-1	33	Cheonjuhwang/76009-4	11.5
" -2	22	" -5	1.5
Cheonjuhwang/76009-1	30	" -6	18
" -2	0.5	Cheonjuhwang/76067-1	14
" -3	17	" /76103-1	29

* y) : Ch = chunjuhwang, DK-1 = Manchuhwang

3) 3년차(2001)

고랭지 적응형 음성불임 계통을 육성하기 위하여 고랭지양과와 추파 유지친을 교배한 F₁, F₂세대에서 생육 및 구 특성은 표 6과 같다. 천주황은 도복기가 7월 11일로 가장 빨랐으며 교배친으로 사용된 만추황은 7월 29일로 76009의 7월 20일보다 다소 늦었다. F₂에서 천주황/만추황이 천주황/76009보다 늦었으나 교배친과 거의 비슷한 경향을 보였다. 도복기를 보면 F₂에서는 천주황/만추황에서는 도복시기가 만추황의 영향을 많이 받았고 천주황/76009에서는 천주황의 영향을 많이 받은 것으로 생각된다. 이와 같은 원인은 76009가 만추황 보다 조숙성으로서 같은 조숙 품종인 천주황과 교배되었기 때문에 전체적으로 도복기가 당겨졌다고 생각된다(그림2) 구형은 세대가 진전하면서 다양하게 분리되었다.(그림 3) 구피색은 천주황은 청동색으로 구피색이 옅으나 만추황 및 76009는 황갈색으로서 F₁은 중간정도로 나타나고 F₂에서는 다양한 형태로 나타났으며 color chart a와 b는 상관관계가 있었다(표 7과 그림 4). 이 색차 색도계를 이용하면 구피색을 정확히 조사할 수 있어 유전분석 및 선발 시 유용하게 사

용할 수 있을 것으로 생각된다.

품질특성을 보면 표 8과 같이 성장점수는 모, 부본은 1.09~1.17개이나 F₂ 세대에서는 두 조합 모두 많은 경향을 보였다. 당도의 경우 모친계통은 6.40으로 낮았으나 만추황과 76009는 각각 8.69, 9.05. Brix로 높았으며 F₁, F₂의 분포는 중간에 위치하였다. 건물율도 같은 경향을 보였다. 당도와 건물율과는 두 조합에서 모두 정의 상관을 보였는데(그림5와 6) 이것은 McCollum (1968)과 Mann and Hoyle(1945)의 보고와 일치하였고 앞으로 품질특성을 선발하는 기준으로 삼을 수 있다고 생각한다.

Table 6. Characteristics of F₁ bulb for breeding male sterile maintainer

Line name ^{y)}	Bulb weight (g)	Bulb height (cm, A)	Bulb dia. (cm,B)	A/B	Bulb shape	Bulb color
Ch/DK-1	173.8	6.20	7.28	0.85	원형	담황갈
Ch/76009	135.3	5.43	6.84	0.79	역타원형	"
Ch/76072	188.2	6.33	7.51	0.84	역타원형	청동색
Ch/76103	169.8	6.07	7.28	0.83	역타원형	"
Manchuhwang	151.4	6.56	6.61	0.99	원형	황갈색
76009	131.4	5.67	6.45	0.87	"	"
76067	148.5	6.14	6.81	0.90	"	"

* y) : Ch = chunjuhwang, DK-1 = Manchuhwang

Table 7.. Bulb characteristics of parents and generation means of F₁'s, F₂'s when used as maintainer of a male sterile line

Generation	Foliage fall down	Bulb weight(g)	Bulb height/dia.	Skin color		
				L	a	b
Cheonjuhwang	July 11	80.0 e	0.86	69.95	3.56	28.42
	July 23	169.1 ab	1.00	62.24	13.14	28.73
Manchuhwang	July 20	181.0 a	0.93	60.97	15.06	30.78
	July 18	169.4 ab	1.23	63.44	9.35	27.53
F1(Cheon./Manchu.)	July 24	125.6 d	0.88	62.93	7.68	25.52
F2(")	July 14	161.2 bc	0.81	64.50	8.26	28.72
F1(Cheon/76009)	July 16	148.6 c	0.95	62.28	9.97	29.08
F2(")						

* Mean separation with in columns by Duncan's multiple range test, 5% level

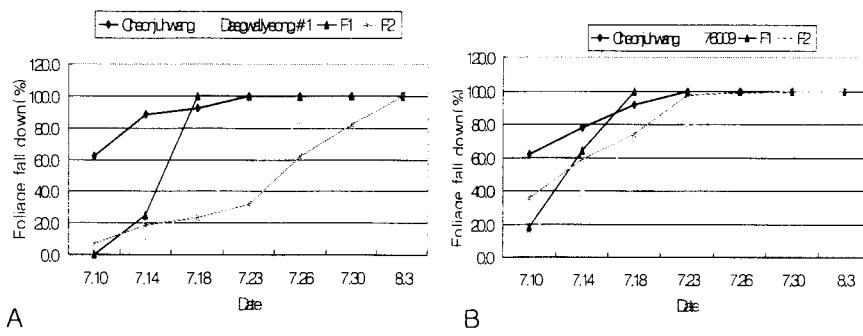


Fig 2. Changes of foliage fall down in parents, F₁'s and F₂'s generation of Cheonjuhwang/Manchuhwang and Cheonjuhwang/76009.

A : Cheonjuhwang/Manchuhwang.

B : Cheonjuhwang/76009

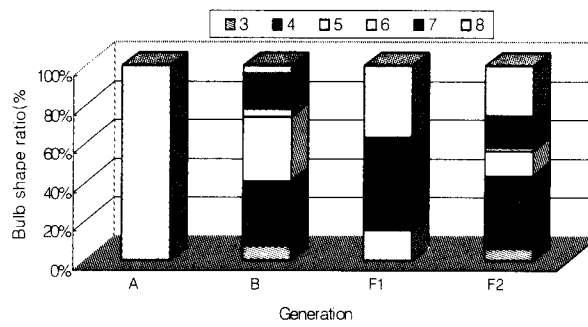


Fig 3. Distribution of bulb shape of parent, F₁ and F₂ generation between Cheonjuhwang/Manchuhwang in long-day onion in high land area.

※ Bulb shape : 3=Broad elliptic, 4=Circular, 5=Broad ovate

6=Broad obovate, 7=Rhombic, 8=Transverse elliptic

※ Generation : A=Cheonjuhwang, B=Manchuhwang

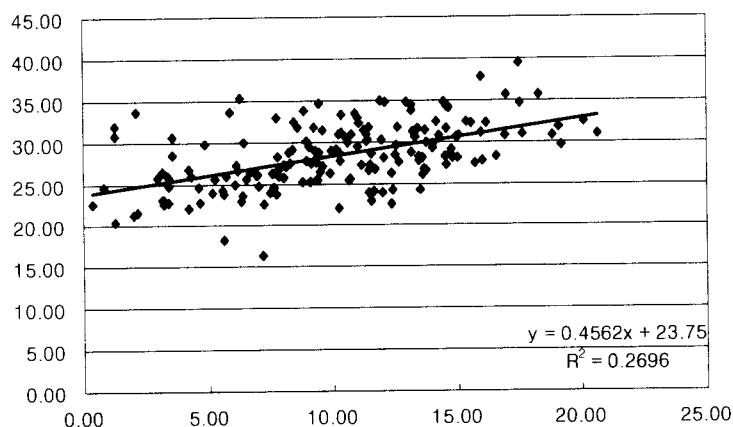


Fig. 4. Correlation of a and b on color chart to determination of bulb skin color in onion

Table 8. Bulb quality characteristics of parents and generation means of F₁s, F₂s when used as maintainer of a male sterile line.

Generation	No. of axes	No. of ring	Firmness of flesh	Soluble solid (° Brix)	Dry matter cont.(%)
Cheonjuhwang	1.11 c	6.78	832.5	6.40 d	5.96 a
Manchuhwang	1.09 c	8.67	836.6	8.69 ab	8.66 b
76009	1.17 c	8.50	743.8	9.05 a	9.42 a
F1(Cheon./Manchuhwang)	1.89 b	7.22	805.5	8.11 bc	7.77 cd
F2(")	1.68 b	6.86	854.9	7.66 c	7.20 e
F1(Cheon/76009)	2.30 a	8.20	848.6	8.20 bc	8.14 c
F2(")	2.25 a	7.12	869.2	7.87 c	7.65 d

* Mean separation with in columns by Duncan's multiple range test, 5% level

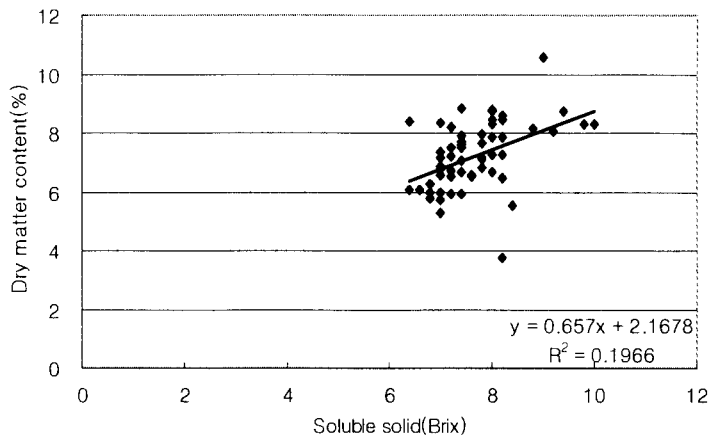


Fig. 5. Correlation of soluble solid and dry matter content of Cheonjuhwan/DManchuhwan in long day onion.

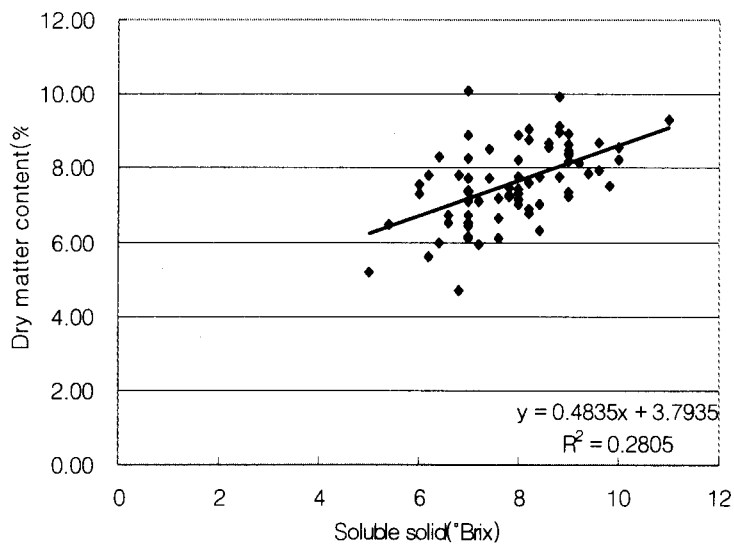


Fig. 6. Correlation of soluble solid and dry matter content of Cheonjuhwan/76009 in long day onion.

4) 4년차(2002)

2001년도에 선발된 모구 중 저장성이 우수한 계통을 225개체를 선발하여 응성불임 A line인 W202, W205, W404와 각각 교배조합을 작성하였다. 총 225개체를 선발하였으나 정상적으로 교배가 이루어져 채종을 한 조합은 175조합이었다. 즉 교배는 되었으나 종자가 아주 적은 계통은 응성불임 확인을 위한 후대검정에서 샘플이 적으면 오류가 발생하므로 30립 이하인 것은 제외한 175조합이었다.

5) 5년차(2003)

2002년 교배조합을 작성한 175조합에 대하여 포장에서 A, B line을 동시에 모구를 생산하였다. 모구 생산에 앞서 seed to seed 방법으로 응성불임 후대검정을 실시하고자 한 집단에서는 추대가 정상적으로 이루어지지 않았다. 계통당 약 50개체 정도를 저온처리하여 추대를 시킬려고 하였으나 계통당 10-20주 정도만 추대하고 나머지는 추대를 하지 않아 정상적인 후대 검정이 이루어지지 않았다. 후대 검정용 샘플이 적어서 정상적으로 확인이 되지 않는했으나 천주황/만추황-1-60 등 9계통에서 유전자형이 응성불임 유지친으로 나타났다. 보다 정확한 조사를 위하여 이 재료는 현재 저온처리한 후 강릉온실에서 재배 중에 있다. 후대 검정은 2월 말-3월 초에 가능하리라 생각한다.

2003년 포장에서 모구 생산한 응성불임 후대검정용 집단과 응성불임 유지친 집단에 대한 특성평가를 실시한 결과 응성불임 유지친으로 밝혀진 9계통의 특성은 표10과 같다. 대부분 계통에서 순도는 양호한 편이었으며 구형은 장일형의 원형보다는 마름모나 원형과 마름모가 혼합된 계통이 많았다. 응성불임 유지친으로 확인된 계통은 2004년 응성불임친(A line)과 교잡하면서 응성불임계통(A, B line)을 육성할 예정이다.

175계통 중 응성불임 유지친으로 확인은 되지 않았으나 순도가 좋고 구형 및 구피색이 우수한 7계통을 선발하였다. 이 계통 중 천주황/만추황-1-23은 평균 구중이 183.7g 우수하였으며 분구율도 전혀 없었고 순도가 양호하였다. 이 계통들은 2004년 응성불임친(A line)과 다시 한번 교배조합을 작성하고 후대검정을 실시하여 이 계통 중에서 응성불임 유지친을 찾을 예정이다.

응성불임 유지친 및 응성불임 유지친으로 유망한 계통의 사진은 그림 7과 같다.

Table 9. Screening for progeny test of male sterile maintainer of selected cross combination

No. of lines	Tested cross combination lines		Non-test lines
	B line(Nmsms)	C line(NMSms)	
175	9	76	90

Table 10. Characteristics of bulb of male sterile maintainer and identify of male sterile and fertile

Name	Ratio		Bulb weight(g)	Bulb shape ^{y)}	Skin color	Purity
	MS	MF				
Cheonjuhwang/DK-1-1-60	42	0	157.1	4, 6	Bronze colored	5
“ -2-213	52	0	145.6	“	“	5
Cheonjuhwang/76001-1-150	37	0	145.7	6	“	3
“ -1-176	45	0	95.4	“	“	5
“ -1-228	38	0	83.5	4	“	3
“ -3-6	42	0	125.7	4,6	“	5
“ -3-84	48	0	138.0	6	“	5
“ -3-158	42	0	113.7	4	“	3
“ -3-192	38	0	112.1	“	“	5

※ Bulb shape : 1= elliptic, 2=ovate, 3=Broad elliptic, 4=circular, 5=Broad ovate
6=Broad obovate, 7=Rhombic, 8=Transverse elliptic,
9=transverse narrow elliptic

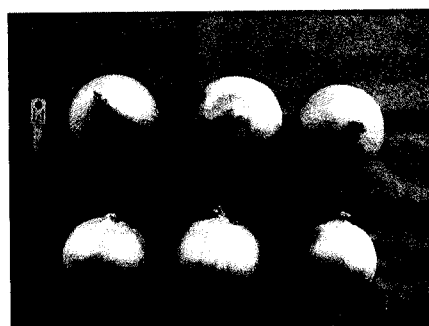
※ Purity : 1(Good) - 9(Bad)

Table 11 . Characteristics of bulb and purity of other lines

Line name	Bulb weight (g)	Doubled bulb (%)	Bulb shape	Skin color	Purity
Cheonjuhwan/DK-1-23	183.7	0.0	6	Bronze colored	3
“ -1-101	169.1	1.2	4	“	3
“ -1-235	178.9	2.5	“	“	3
Cheonjuhwan/76009-1-297	156.5	4.1	6, 4	“	5
Cheonjuhwan/79072-1-48	168.4	0.0	4	“	3
“ -1-113	155.9	0.0	“	“	3
“ -1-175	163.4	1.4	4	“	5



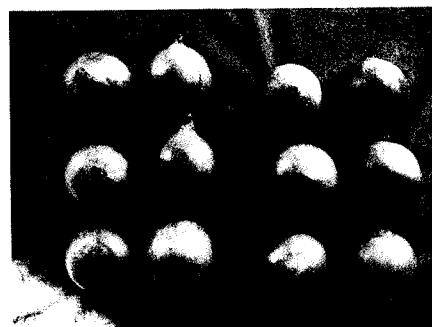
<웅성불임 유지친 순도>



<웅성불임 유지친 구 특성>



<웅성불임 유지친 구특성>



<만추황(좌) 유지친(우)>

Fig 7. Picture of MS maintainer and other lines

나. 만추황 응성불임 유지친 탐색

1) 1년차(2001)

2000년도에 만추황에서 응성불임 개체를 발견하였다. 이에 만추황에 대한 세포질 유전자형의 분석을 실시한 결과는 표 12와 같이 N, S type 이 각각 17.3%, 82.7%의 비율로 존재하고 있었다. 이 방법은 생명공학기법을 이용하여 DNA를 추출하여 기 개발된 표지인자를 기준으로 하였다. 이 방법은 고령지농업시험장에서 본 과제가 아닌 타 과제에서 개발된 기술을 이용하였다. 세포질이 N type으로 밝혀진 65개체를 이용하여 응성불임 A line인 W202, W205, W404와 각각 교배조합을 작성하였다. 총 65개체를 선발하였으나 정상적으로 교배가 이루어져 채종을 한 조합은 34조합이었다. 즉 교배는 되었으나 종자가 아주 적은 계통은 응성불임 확인을 위한 후대검정에서 샘플이 적으면 오류가 발생하므로 제외하였다.

Table 12. Ratio of cytoplasm N, S type on Manchuhwang in onion.

Cytoplasm genotype	No. of plant	Ratio(%)
S	26	17.3
N	124	82.7
Total	150	100

2) 2년차(2002)

응성불임친이 후대검정을 위한 모구를 생산하기 위하여 각 계통별로 50-350개체씩 파종하여, 정식한 다음 모구를 생산하였다. 자식 된 만추황의 34개체는 파종하지 않고 종자를 보관하였다. 생산된 모구는 후대검정을 위하여 저장하였고 별도의 특성 조사는 실시하지 않았다.

3) 3년차

2002년 생산된 모구는 4월 상순 고령지농업시험장 비닐하우스에 정식한 다음 추대하여 화분임성을 검정하였다. 정식 및 관리방법은 종자 채종방법과 동일한 방법으로 실시하였다. 화분임성의 검정한 결과를 보면 총 34개체중 응성불임 유지친으로 확인된 것은 1개체로 약 2.9% 였다. 이 비율은 앞서 시험한 응성불임 유지친과 비교해

보면 비율이 굉장히 낮음을 알수 있다. 이와 같은 원인은 천주황/만추황 조합에서는 F₁의 임성이 최소한 NMSms 이고 F₂에서는 NMSMS 1 : NMSms 2 : Nmsms 1의 비율로 나타난다. 그러나 이 조합에서는 만추황의 세포질 유전자형은 알고 있었으나 핵내 유전자형을 모르는 상태에서 실시하였기 때문이라 생각되며 MSMS의 비율이 높은 것으로 생각된다.

만추황 응성불임 유지친으로 확인된 계통에 대한 구 특성조사한 결과는 표 14와 같다. 유지친의 구중은 143.8g으로 불임친이나 가임친보다 다소 높게 나타났다.

본 시험에서 발견된 만추황의 응성불임 유지친은 타 계통의 응성불임 유지친과 교잡으로 새로운 응성불임 계통을 육성할 수 있다. 또한 응성불임친(A line)을 이용하여 우수한 다른 계통과 교잡하여 조합능력이 우수한 것은 F₁ 품종으로 보급도 가능하다.

Table 13. Ratio of nuclear genotype and male sterile maintainer on Manchuhwang in onion..

Nuclear genotype	No. of plant	Ratio(%)	Remark
MSMS	23	67.7	
MSms	10	29.4	
msms	1	2.9	MS maintainer
Total	34	100	

Table 14. Bulb characters of male sterile maintainer on Manchuhwang in onion..

Treatment	Bulb height (cm)± AD	Bulb diameter (cm)±AD	Bulb weight (g)±AD
Male sterile(Srfrf)	6.5±0.4	5.9±0.4	111.7±17.8
Maintainer(Nrfrf)	6.3±0.5	6.7±0.6	143.8±31.1
Fertile(NRfRf)	6.1±0.3	6.6±0.4	134.7±23.0

4. 종합결과

고랭지 환경에 적응하는 춘파양파 육성불임계통 육성을 위하여 기존 육성불임계통과 고시 육성계통과 교잡하여 후대검정을 통하여 육성불임계통을 육성한 결과는 다음과 같다.

고랭지의 유전자형을 도입하고자 교배하여 세대를 진전시켜 F₂ 세대를 분리하였다. F₂ 세대에서는 구형, 구피색등이 다양하게 분리되었는데 이와같은 다양한 재료는 계통육성의 재료로 사용할 수 있다. 춘파양파와 춘파양파의 교잡으로 F₂세대에서 도복성은 만추황을 친으로 사용한 경우는 부계방향으로 분포되었고 평균 숙기가 늦어졌으나, 76009 계통을 친으로 사용한 경우는 모의방향으로 분포하였고 숙기가 빨라졌다. 이와 같은 현상은 76009가 만추황 보다 조숙성이고 모계로 사용된 천주황이 단일에 반응을 하는 춘파 중생종이기 때문이라 생각한다.

당도 및 건물율은 상관성이 있었는데 당도가 높으면 건물율도 함께 높았다. 이것은 장일형 품종이 당도도 높고 건물율도 높기 때문에 앞으로 품질적인 측면에서 선발할 경우 지표로서 이용할 수 있고, 고위도 지방의 고당도, 고건물율의 형질을 집단교배, 순환선발등을 통하여 도입하여 고랭지에 적응하는 품종을 육성할 수 있을 것으로 사료된다.

후대검정을 통한 육성불임 유지친은 175조합을 작성하였으나 검정한 것은 85조합이었고 그 중 9계통이 육성불임 유지친으로 확인 되었다. 육성불임 유지친으로 확인된 계통의 특성은 구형이 원형-마름모 형태이며 순도가 좋은 계통도 있어 세대진전을 통하여 우량한 계통을 육성할 수 있을 것으로 생각된다.

만추황의 세포질 육성불임 유전자형은 Ndl 82.8%로 S type의 17.3% 보다 많았다. 핵내인자 분석에서는 총 34조합에 대하여 후대검정을 실시한 결과 1계통이 유지친(B line)으로 확인이 되었다.

본 시험에서 확인된 육성불임 유지친은 다른 계통과 조합능력을 검정하거나 또 다른 육성불임 유지친과 교잡하여 새로운 계통 육성의 재료로 사용가치가 매우 크다고 생각된다.

제4절 자방배양 유기 반수체 개발 및 육종효율 증진

제1절 서 설

우리나라의 양과는 1920년대에 일본으로부터 천주황 품종이 도입되어 경남 창녕과 전남 무안지방에서 재배에 성공하였으며(이, 1994a), 처음에는 재배 면적이 미미하였으나 양과의 조미채소 기능과 건강식품으로서 식욕증진, 성인병 예방, 항암효과 등의 효능이 인정되어 소비가 점차 증가하면서 재배면적도 증가하였다(이, 1994b).

양과는 일대잡종 품종을 주로 이용하고 있으며, 채종에 응성불임성을 이용하고 있다. 일대잡종을 채종하기 위해서는 우량한 응성불임친(A line)과 응성불임친의 유지를 위한 유지친(B line), 그리고 응성불임친과의 교배를 위한 화분친(C line)이 있어야 한다(Stoskopf 등, 1995). 양과는 타가수정 작물로서 자식약세 현상이 심하고 한 세대가 2년으로서 타작물에 비해 육종기간이 길어 국내 품종육성은 부진한 실정이며, 응성불임친의 유지친을 육성하기 위해서는 교배, 분리 및 고정에 많은 시간이 소요된다. 이에 반하여 반수체 식물을 유기·고정할 경우 우량 계통 및 품종의 조기 획득이 가능할 뿐만 아니라 응성불임계통 유지친의 조기육성이 가능하다. 거베라(Cappadocia 등, 1988), 벼(Zhou 등, 1986) 그리고 사탕수수(Speckmann 등, 1986; van Geyt 등, 1987) 등은 형질 고정기간의 단축을 위해 화퇴배양을 통한 반수체 식물의 유도가 이용되고 있다. 양과에서도 화퇴배양을 통한 반수체 유도 성공사례(Bohanec 등, 1995; Champion 등, 1992; Muren, 1989; Roy, 1989; 정과 박, 1997; 정 등, 1998)는 있으나, 이를 육종 과정에 적용시킨 예는 아직 없다. 외국의 경우 양과 품종의 대부분이 응성불임 계통을 이용한 일대잡종 품종으로서 생산성이 높은 종자를 생산하고 있으며(Campion과 Alloni, 1990; Castillo와 Cistue, 1993; Roy, 1989), 향후 국내에서도 일대잡종 품종 육성을 위해 다양한 응성불임성 계통을 육성할 필요성이 있다.

조직배양을 이용한 반수체 육성 방법에는 약(約) 속의 소포자로부터 배가 형성되는 동정생식과 자방 내의 암배우체가 배로 되는 자성핵단위생식 또는 처녀생식이 있다. 동정생식의 유도방법에는 약배양과 화분배양이 있으며, 자성핵단위생식의 유도 방법으로는 배주배양, 자방배양, 화퇴배양 등이 있다(최, 1997). 대부분의 작물은 반수체 육성을 위해 약배양을 많이 이용하고 있으며, 양과도 처음에는 약배양을 시도하였

다. 그러나, 양과의 경우 callus만 형성되고 식물체 분화가 안되거나(Campion 등, 1984), 배가 분화된 경우도 배수성 검정이 이루어지지 않아 반수체 여부를 확인할 수 없었다(Roy, 1989). Keller(1990)는 25종류의 배지에 98,027개의 약을 치상하였으나 배가 유도되지 않았으며, Flier(1990)와 Kanne(1991)도 리이크에서 배의 유도에 실패하였다. 따라서 양과에서는 반수체 육성을 위해 암술 기관인 배, 자방, 미숙화뢰 등을 이용한 배양방법이 이용되고 있다. Guha와 Johri(1996)는 수정된 자방배양을 통해 처음으로 식물체를 획득하였고, Champion과 Azzimonti(1988)는 수정되지 않은 자방으로부터 처음으로 반수체를 획득하였다. Muren(1989)은 자방배양을 통해 250개체의 식물을 획득하였으며 그중 70%가 반수체로 확인되었다. Champion과 Azzimonti(1988)는 양과의 미수분 배주로부터 반수체 식물을 획득하였고, Champion과 Alloni(1990)는 재분화된 식물체의 배수성과 배낭세포로부터 배가 유도되는 것을 확인하였으나 배의 유도율은 0.28%로 낮았다. Champion 등(1992)은 양과의 화뢰와 자방배양으로부터 반수체 식물을 각각 0.70%와 0.64%씩 획득하였다. 배주배양은 다루기도 힘들고 재분화율이 떨어지며(Campion 등, 1992; Keller, 1990), Cohat(1994)는 자방만을 배양하면 배양 용기 내의 높은 습기로 인해 자방이 열개하지 않아 화뢰 전체를 배양하는 것이 자성배 생산에 더 효과적이라고 하였다. 또한 Canpion 등(1992)은 자방배양보다 화뢰배양에서 자성배의 유도율이 더 높았다고 보고하였다. 자성배 유도율은 유전자형이나 배지조성 및 배양환경 등의 요인들이 영향을 미치는데, Champion(1994)은 유전자형에 따라 유도율이 0.1~6.0%로 큰 차이가 나타난다고 하였다. 각 나라에서 수집된 품종들 간에도 미국계통 8.0%, 유럽계통 1.7%, 일본계통 0.9%로 반수체 유도율이 차이가 난다(Bohanec 등, 1995). 배지의 종류는 연구자에 따라 BDS 배지(Campion과 Alloni, 1990; Keller, 1990)와 B5 배지(Cohat, 1994; Muren, 1989; Smith 등, 1991)를 이용하였으며, 아직까지 자성배 유도에 효과적인 생장조절제의 조합은 밝혀지지 않았다. 배지의 sucrose 함량은 배발생에 중요하며, 벼는 3~6%(Zhou와 Yang, 1981), 양과는 10%의 sucrose가 배형성에 더 효과적이었다(Keller, 1990; Muren, 1989). 양과 반수체 식물의 염색체 자연배가율은 품종에 따라 차이가 나며(Keller, 1990), 재배기간이 경과함에 따라 자연배가율은 증가하나 그 비율이 낮다(Campion과 Azzimonti, 1988).

따라서, 본 연구는 춘과양과의 우수계통 육성 및 육종효율 증진을 위하여 양과의 반수체 생산을 위한 화뢰배양 체계개발, 화뢰배양 획득식물의 특성 검정 및 증식, 화뢰배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계 개발 등을 목적으로 수행되었다.

제2절 재료 및 방법

1. 춘과양과 자성배 유도 화뢰배양 체계 개발

가. 품종 및 배지 종류가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향

양과 품종은 Carnival, Getsurin, Headliner, Higuma, Kamui, Kitamomiji, Prince, Tenshin, Woolf 등 9품종을 이용하였으며, 화서의 5~6개 소화가 개화되었을 때 채화하여 개화된 꽃은 제거하고 미개화된 화뢰를 소화경 0.5cm 정도를 남기고 잘라 배양에 사용하였다. 채취된 화뢰는 70% 에틸알코올에 수초간 침지한 후 멸균수로 1회 세척한 다음 Tween 20을 첨가한 3% sodium hypochlorite로 15~20분간 소독하여 멸균수로 3~4회 세척하였다. 소독이 끝난 화뢰는 87×15mm의 petri dish당 30개씩 치상하여 25℃, 16시간 일장에서 배양하였다.

배 유도배지는 BDS 배지와 B5 배지를 사용하였으며, 배가 유도되어 자방에서 완전히 분리되었을 때 발근을 위한 MS 액체배지에 이식하여 완전한 식물체를 유도하였다. 사용된 배지의 조성은 Table. 1과 같았다

나. 배양환경 및 성장조절제가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향

양과 품종은 Higuma, Kamui, Kitamomiji, Tenshin, Woolf 등 5품종을 이용하였으며, BDS 기본배지에 2,4-D($1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 또는 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)와 BA($1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 또는 $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)를 첨가하여 사용하였다. 배양환경은 광배양과 암배양(4주)으로 달리하여 배양하였다.

다. 화뢰의 채취시기 및 크기가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향

Kamui 품종을 BDS 기본배지에 2,4-D $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 BA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 를 첨가한 배지에서 배양하였으며, 화뢰의 채취시기는 개화시, 개화초기(30% 정도 개화), 개화성기(70% 정도 개화)로 구분하여 화뢰를 채취하였다. 화뢰의 크기는 대($3 \times 4 \text{ mm}$ 정도), 중($2 \times 3 \text{ mm}$ 정도), 소($1 \times 1 \text{ mm}$ 정도)로 구분하여 치상하였다.

Table 1. Composition of culture media used for the flower bud culture of onion in the present study.

Components	Media		
	B5	BDS	MS
<i>Salts</i>	B5 salts	BDS salts	MS salts
<i>Vitamins, amino acids and other organic supplements (mg · L⁻¹)</i>			
M-inositol	100	100	100
Thiamine	10	1	0.1
Pyridoxine	1	1	0.5
Nicotinic acid	1	1	0.5
Glycine	-	-	2.0
<i>Growth regulators (mg · L⁻¹)</i>			
2,4-D	1(2)	1(2)	-
BA	1(2)	1(2)	-
NAA	-	-	0.5
<i>Carbohydrate and supporting agent (g · L⁻¹)</i>			
Sucrose	100	100	30
Agar	6.5	6.5	-
Vermiculite	-	-	7

2. 화뢰배양 획득식물의 특성 및 배수성 검정

가. 식물체 및 구 생산 특성 검정

2000년도 화뢰배양으로 획득된 Kamui와 Woolf 품종의 자성배 유래 식물체와 callus 유래 식물체를 포트에 이식하여 외부 환경에 적응시키기 위한 순화 과정을 거친 후 온실에 정식하였으며, 이들 식물체로부터 2001년도에 생산된 구의 주당 구수 및 구중, 최대구의 구고 및 구경 등을 비교하였다. 2001년도 화뢰배양 획득식물에 대해서도 구 생산 특성을 조사하였다.

나. 배수성 검정

화퇴배양 획득 식물의 배수성 검정체계를 확립하고자 염색체 검정법과 flow cytometry 분석법을 비교·검토하였다. 염색체 검정의 경우 2000년도 화퇴배양으로 획득된 Woolf 품종의 자성배 유래 식물의 구를 발근시켜 근단조직을 채취하여 사용하였으며, 채취한 근단조직은 0.2mM 8-hydroxyquinoline으로 3~4시간 동안 전처리한 후 acetic acid/alcohol(1/3) 용액에 24시간 동안 고정시킨 다음 70% ethanol에 넣어 4~5℃에서 보관하였다. 염색체의 검정은 근단조직을 1N HCl(60℃)에서 10분 동안 연화를 시킨 후 2% aceto-orcein으로 염색하여 광학현미경으로 염색체를 관찰하였다.

염색체 검정법의 경우 근단조직의 채취가 요구되며 조직의 처리 및 검정에 많은 노력과 시간이 소요되므로 식물체의 잎 조직을 이용한 보다 간편한 배수성 검정체계를 도입하고자 flow cytometry 분석법을 시도하였으며, 2000년도 화퇴배양으로 생산된 Woolf 품종의 자성배 유래 식물과 2001년도에 획득한 Carnival, Kamui, Getsurin, Headliner, Higuma, Prince, Tenshin, Woolf 등 8품종의 화퇴배양 획득 식물체의 배수성을 flow cytometer를 이용하여 검정하였다. 온실에서 양성된 식물체의 잎 조직을 채취하여 lysis buffer(핵 추출 buffer)에 넣고 분쇄하여 여과지로 걸러 0.5mL의 staining buffer를 넣은 후 flow cytometer(Partec, USA)로 핵의 DNA 함량을 분석하였다.

3. 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계 개발

RAPD(random amplified polymorphic DNA)를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계를 개발하기 위하여 Woolf와 Kamui 품종의 화퇴배양 획득식물체와 일반구 양성 식물체로부터 추출된 DNA에 대한 PCR(polymerase chain reaction) 증폭 및 전기영동 분석을 실시하였다.

양파의 잎으로부터 DNA를 추출하여 분석에 사용하였으며, DNA 추출 방법은 다음과 같았다. 양파 잎 1g을 액체질소로 급냉시킨 후 곱게 마쇄하여 50mL Oak Ridge tube에 넣은 다음 DNA extraction buffer(50mM Tris; pH 8.0, 10mM EDTA; pH 8.0, 100mM NaCl, 1% SDS, 10mM β -mercapto-ethanol) 7mL을 넣고 잘 섞은 후 65℃에서 10분간 방치하였다. 여기에 5M potassium acetate 2.5mL을 넣고 얼음 위에 20분간 둔 다음 원심분리(25,000g, 10분, 4℃)한 후 상등액을 5mL의 isopropanol을 담은

새로운 50mL Oak Ridge tube로 옮겨 원심분리(20,000g, 15분, 4℃)하여 DNA를 침전시켰다. 침전된 DNA pellet에 적당량의 80% 에틸알콜을 가하여 세척한 후 공기중에서 건조시켰다. 건조된 DNA pellet에 TE buffer를 500μL를 넣어 잘 녹인 후 1.5mL micro-centrifuge tube로 옮겨 3M sodium acetate 50μL와 isopropanol 500μL를 첨가한 다음 원심분리하여 DNA를 회수하였다. 추출된 DNA는 1% agarose gel에서 전기연동하여 확인하였으며, 260nm에서 흡광도를 측정하여 농도를 산출하였다.

RAPD 분석용 DNA primer는 (주)서린바이오사이언스의 SRILS UniPrimer Kit I과 Operon primer를 이용하였으며, PCR 기본 반응액은 UniPrimer의 경우는 DNA 1.0μg, primer 150ng, 10mM dNTP 0.6μL, Taq DNA polymerase 2.5unit 등을 첨가하여 반응액 전체를 30μL로 만들어 사용하였으며, Operon primer의 경우는 DNA 2μL, primer 1μL, dNTP 2μL, Taq DNA polymerase 2unit등을 첨가하여 반응액 전체를 20μL로 만들어 사용하였다. PCR 반응 시간 및 온도는 초기 full denaturation을 위해 94℃에서 5분간 처리한 다음 UniPrimer의 경우는 '94℃에서 1분 + 55℃에서 1분 + 72℃에서 2분' 처리를 35회 반복한 후 DNA의 충분한 연장을 위하여 72℃에서 5분간 처리하였으며, Operon primer의 경우는 '94℃에서 30초 + 36℃에서 30초 + 72℃에서 60초' 처리를 40회 반복한 후 DNA의 충분한 연장을 위하여 72℃에서 7분간 처리하였다. PCR 반응 후 증폭된 DNA는 UniPrimer의 경우는 1.0% agarose gel을 이용하여, Operon primer는 1.5% agarose gel을 이용하여 DNA band 양상을 분석하였다.

4. 자방배양 유래 반수체 식물의 포장 특성검정

'99~00년까지 고령지농업시험장에서 자방배양으로 유기된 반수체 식물에 대한 포장특성검정을 실시하였다. 자방배양을 통한 반수체는 총 9개체를 획득하였으나 채종시 불임으로 인하여 3개체에서 채종이 가능하였다. 포장 특성검정은 고령지 춘파양과 품종육성 시험과 동일하게 수행하였다.

제3절 결과 및 고찰

1. 준과양과 자성배 유도 화퇴배양 체계 개발

가. 품종 및 배지 종류가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향

품종별 화퇴배양에 의한 callus 및 자성배 유도율을 조사한 결과, Table 2와 같이 callus 형성율은 Kamui와 Carnival이 각각 2.8%와 2.7%로 높았으며, Tenshin과 Headliner는 0.3%로서 낮은 callus 형성율을 보였다. 자성배 유도율은 Headliner가 1.38%, Kamui가 0.82% 그리고 Getsurin이 0.67%로서 높은 유도율을 보였으며, Higuma는 자성배가 전혀 유도되지 못하였다. 이와 같이 자성배의 유도율이 0~1.38%로 크게 차이가 나는 것은 유전자형에 따라 자성배의 유도율이 큰 차이를 나타낸다는 Champion(1994)의 보고와 유사하였다.

Table 2. Influence of different cultivars on the induction of callus and gynogenic embryo by flower bud culture in onion. Culture medium: BDS + 2,4-D 2mg · L⁻¹ + BA 2mg · L⁻¹.

Cultivars	No. of flower buds cultured	Callus		Gynogenic embryo	
		No.	(%)	No.	(%)
Kamui	1,950	54	(2.8)	16	(0.82)
Woolf	1,620	32	(2.0)	2	(0.12)
Higuma	1,500	7	(0.5)	0	(0.00)
Tenshin	1,230	4	(0.3)	1	(0.08)
Kitamomiji	2,160	10	(0.5)	2	(0.09)
Getsurin	1,950	47	(2.4)	13	(0.67)
Carnival	990	27	(2.7)	5	(0.50)
Prince	2,400	23	(1.0)	13	(0.54)
Headliner	870	3	(0.3)	12	(1.38)

배지 종류에 따른 callus 및 자성배의 유도율을 조사한 결과, Table 3과 같이 Tenshin, Kamui, Woolf 등 3품종에서 BDS 배지가 B5 배지보다 callus 형성율이 다소 높은 경향을 보였으며, 자성배의 경우 BDS 배지에서는 Woolf 품종은 0.78%, Kamui는 0.40%, Tenshin은 0.21% 그리고 '1034'는 1.67%의 자성배 유도율을 보였다. 그러나, B5 배지에서는 Woolf와 Tenshin은 자성배가 유도되지 않았으며, Kamui는 0.21%, '1034'는 1.48%의 자성배 유도율을 나타내었다. 따라서, BDS 배지가 B5 배지보다 자성배의 유도에 있어 효과적인 것으로 판단되었다. 그러나, 성장조절제의 농도가 높은 경우(2,4-D 2mg · L⁻¹ + BA 2mg · L⁻¹)는 B5 배지보다 callus 형성율이 높아 BDS 배지가 불리한 것으로 판단되었다(Fig. 1). 한편 '1034'는 callus 형성율이 5.0%와 5.9%로 가장 낮은 반면에 자성배 유도율은 1.67%와 1.48%로 다른 품종들에 비해 높았다(Table 3).

Table 3. Effect of different cultivars and media on the induction of callus and gynogenic embryo by flower bud culture in onion. Plant growth regulators: 2,4-D 1mg · L⁻¹ + BA 1mg · L⁻¹.

Cultivars	Media	No. of flower buds cultured	Callus		Gynogenic embryo	
			No.	(%)	No.	(%)
Woolf	BDS	900	99	(11.0)	7	(0.78)
	B5	930	81	(8.7)	0	(0.00)
Tenshin	BDS	480	51	(10.6)	1	(0.21)
	B5	420	34	(8.1)	0	(0.00)
Kamui	BDS	1,500	184	(12.3)	6	(0.40)
	B5	960	100	(10.4)	2	(0.21)
1034	BDS	300	15	(5.0)	5	(1.67)
	B5	270	16	(5.9)	4	(1.48)

나. 배양환경 및 성장조절제가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향

배양환경이 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향을 검토하고자 광배양과 암배양을 비교한 결과, Table 4와 같이 Higuma가 다른 품종들에 비해 callus 형성율이 높았으며, 큰 차이는 나지 않으나 광배양보다 암배양에서 callus 형성율이 다소 낮은 경향이 있었다. 자성배는 광배양에서는 Woolf 7개체(0.83%)와 Kitamomiji 1개체(0.77%)를 획득하였으나, 암배양에서는 Woolf 품종에서 1개체(0.24%)만이 획득되었다. 따라서, 암배양보다 광배양이 자성배 유도에 더 효과적인 것으로 판단되었다. 대체적으로 치상 후 약 9주경부터 배가 유도되었으며(Fig. 3 A, B), 약 3개월 후 발근배지로 이식하여 배양실에서 순화과정을 거쳐 온실에 이식할 경우 완전한 식물체의 획득이 가능하였으며, 자성배 유래 식물체가 2배체 callus 유래 식물체에 비하여 식물체가 작고 생육이 저조하여 반수체로 추정되었다(Fig. 3 C, D).

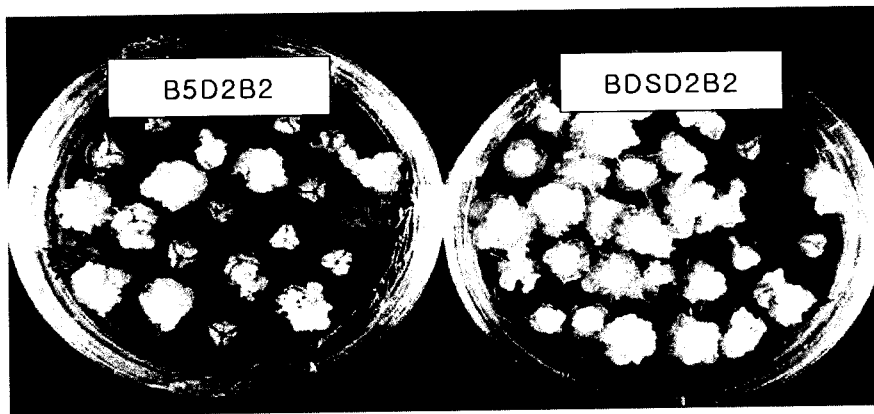


Fig. 1. Effect of culture media(B5 and BDS) on the callus formation by flower bud culture in onion. D2: 2,4-D $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$, B2: BA $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Table 4. Effect of light and different cultivars on the induction of callus and gynogenic embryo by flower bud culture in onion. Culture medium: BDS + 2,4-D 1mg · L⁻¹ + BA 1mg · L⁻¹.

Light & cultivars	No. of flower buds cultured	Callus		Gynogenic embryo	
		No.	(%)	No.	(%)
<i>Light culture</i>					
Woolf	848	352	(45.2)	7	(0.83)
Higuma	138	103	(74.6)	0	(0.00)
Tenshin	128	74	(57.8)	0	(0.00)
Kitamomiji	130	48	(36.9)	1	(0.77)
<i>Dark culture</i>					
Woolf	413	170	(41.2)	1	(0.24)
Higuma	110	70	(63.6)	0	(0.00)
Tenshin	114	54	(47.7)	0	(0.00)
Kitamomiji	152	54	(35.5)	0	(0.00)

양파의 화퇴배양에 의한 자성배의 유도에는 성장조절제의 조성이 2,4-D 2mg · L⁻¹와 BA 2mg · L⁻¹의 혼용처리가 적합한 것으로 보고되어 있다(Bohanec 등, 1995; Champion 등, 1992; Martinez 등, 1997; Muren 1989; 정 등, 1998). 그러나, 본 연구에서는 기존의 연구결과와 달리 Kamui와 Woolf 두 품종 모두 2,4-D 2mg · L⁻¹와 BA 2mg · L⁻¹(D2B2)의 조합보다 2,4-D 1mg · L⁻¹와 BA 1mg · L⁻¹(D1B1)의 조합에서 자성배의 유도율이 가장 높게 나타났다(Table 5). 또한 두 품종 모두 BA 농도가 높아질수록 callus 형성율이 증가하였는데 이는 BA 농도가 높을수록 callus 형성율이 증가하였다는 Keller(1990)의 보고와 일치하는 결과였다.

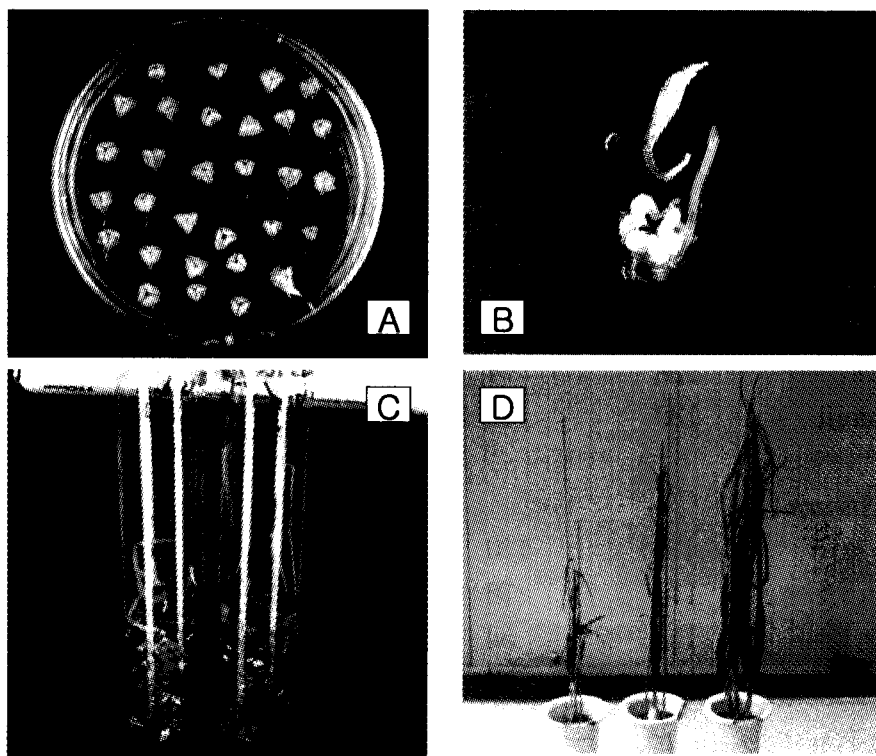


Fig. 2. Gynogenic embryo induction and plant production by flower bud culture in onion. A and B: Emergence of gynogenic embryos from flower buds. C: Plantlets on rooting medium. D: Acclimatized gynogenic plants (left & middle) and a callus-derived diploid plant (right).

Table 5. Effect of 2,4-D and BA concentrations on the induction of callus and gynogenetic embryo by flower bud culture in onion. Basal medium: BDS. D1, D2: 2,4-D $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ or $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$. B1, B2: BA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ or $2\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Cultivars	2,4-D & BA	No. of flower buds cultured	Callus		Gynogenoc embryo	
			No.	(%)	No.	(%)
Kamui	D1B1	150	17	(11.3)	4	(2.67)
	D1B2	150	28	(18.7)	2	(1.33)
	D2B1	150	8	(5.3)	2	(1.33)
	D2B2	150	33	(22.0)	2	(1.33)
Woolf	D1B1	150	13	(8.7)	4	(2.67)
	D1B2	150	30	(20.0)	1	(0.67)
	D2B1	150	1	(0.7)	0	(0.00)
	D2B2	150	31	(20.7)	2	(1.33)

다. 화퇴 채취시기 및 크기가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향

화퇴의 채취시기가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향은 Table 6과 같이 개화가 진전됨에 따라 callus 형성율이 6.1%에서 9.5%로 증가하는 경향을 보였으며, 개화시의 화퇴를 채취하여 치상하였을 때 자성배의 유도율이 1.56%로 가장 높게 나타났다. 개화성기(70% 정도 개화)에 채취된 화퇴의 경우 자성배가 하나도 형성되지 않았다. 화퇴의 크기가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향은 Table 7과 같이 중간 크기(2 × 3mm 정도)의 화퇴가 큰 것(3 × 4mm 정도)이나 작은 것(1 × 1mm 정도)보다 자성배 유도율이 높았으며, 화퇴의 크기가 너무 작을 경우(1 × 1mm 정도) callus 형성율이 증가하였다(Fig. 3). 이와 같은 결과는 화퇴의 크기가 작을 경우 조직이 연약하여 치상 작업시 상처가 나기 쉽기 때문에 상처부위에서 callus가 형성되는 것으로 사료된다.

Table 6. Effect of anthesis stage on the induction of callus and gynogenic embryo by flower bud culture in onion. Cultivar: Kamui. Culture medium: BDS + 2,4-D $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + BA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Anthesis stage	No. of flower buds cultured	Callus		Gynogenic embryo	
		No.	(%)	No.	(%)
Initiation	840	51	(6.1)	13	(1.56)
30% anthesis	1,110	86	(7.8)	5	(0.45)
70% anthesis	210	20	(9.5)	0	(0.00)

Table 7. Effect of flower bud size on the induction of callus and gynogenic embryo by flower bud culture in onion. Cultivar: Kamui. Culture medium: BDS + 2,4-D $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ + BA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Flower bud size	No. of flower buds cultured	Callus		Gynogenic embryo	
		No.	(%)	No.	(%)
Large	540	6	(1.1)	0	(0.00)
Medium	540	97	(18.0)	2	(0.37)
Small	540	360	(66.7)	0	(0.00)

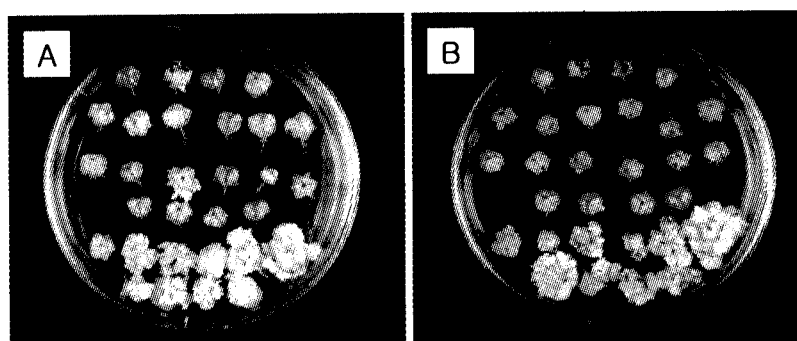


Fig. 3. Effect of flower bud size on the callus formation of Kamui(A) and Woolf(B) cultivars by flower bud culture in onion. Top two rows: Large. Middle two rows: Medium. Bottom two rows: Small.

2. 화뢰배양 획득 식물체의 특성 및 배수성 검정

가. 식물체 및 구 생산 특성 검정

2000년도에 Kamui와 Woolf 품종의 화뢰배양으로 획득된 자성배 유래 식물체와 callus 유래 식물체를 온실로 이식하여 2001년도에 생산된 구의 주당 구수 및 구중과 최대구의 구고 및 구경을 조사한 결과, Table 8과 같이 자성배 유래 식물체들(H Kamui-1, H Woolf-1, H Woolf-2 등)의 경우 주당 1개씩의 구를 생산한 반면에 callus 유래 식물체들(C Kamui-1, C Kamui-2, C Woolf-1 등)은 주당 2~7개의 구를 생산하였으며, 자성배 유래 식물체들이 callus 유래 식물체들보다 주당 구중이 가벼웠고 최대 구의 구경 또한 작은 경향으로서 형태상 큰 차이를 나타내었다.

Table 8. Bulb production characteristics of plants with different origins produced by flower bud culture in onion.

Origin of plants	Line number	No. of bulbs per plant	Bulb wt. (g/plant)	Largest bulb	
				Height (cm)	Diam. (cm)
Gynogenic embryo	H Kamui-1	1	24	4.0	3.5
	H Woolf-1	1	64	5.9	4.8
	H Woolf-2	1	59	7.7	3.9
Somatic callus	C Kamui-1	3	106	5.9	6.0
	C Kamui-2	2	146	6.3	6.7
	C Woolf-1	7	79	6.0	5.3

나. 배수성 검정

화뢰배양으로 획득된 식물체의 배수성을 검정하기 위하여 2000년도 화뢰배양으로 획득된 Woolf 품종의 자성배 유래 식물의 염색체수를 근단조직을 이용하여 검정한 결과, 1개체(H Woolf-2)는 반수체($2n=x=8$)였으나, 다른 1개체(H Woolf-1)는 2배체($2n=2x=16$)였으며(Fig. 4), flow cytometry 분석 결과도 동일하였다(Fig. 5, Fig. 6).

2001년도 화뢰배양으로부터 획득한 자성배 유래 식물체 8품종의 잎 조직을 이용하여 flow cytometry 분석을 통해 배수성을 검정한 결과, Table 9와 같이 Kamui 품종의 경우 11개체 중에서 8개체는 반수체, 2개체는 2배체 이었으며, 1개체는 mixoploid이었다(Fig. 7). 반수체의 경우 시간이 경과하면 염색체의 자연배가율이 증가한다는 보고(Campion과 Azzimonti, 1988)가 있기 때문에 시간을 두고 관찰해야 할 것으로 생각된다. Headliner의 경우 재분화된 4개체 중에 2개체가 2배체로 확인되어(Table 9) 자연적인 염색체 배가율이 다른 품종들에 비해 높은 것으로 생각된다. 이러한 경향은 양파 반수체 식물의 염색체 자연배가율은 품종에 따라 차이가 난다는 Keller(1990)의 보고와도 일치하였다.

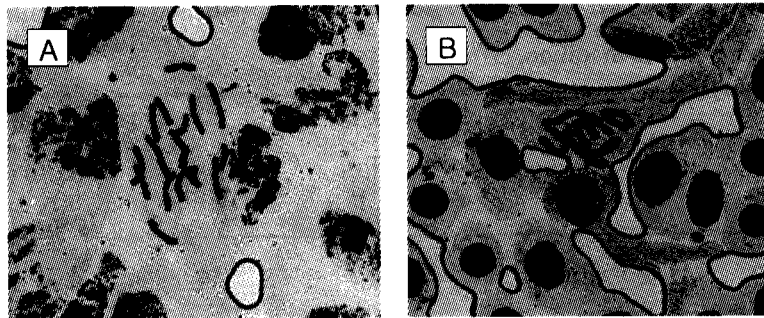


Fig. 4. Chromosomes in root tip cells of gynogenic plants produced by flower bud culture in onion. A: H Woolf-1 ($2n=2x=16$). B: H Woolf-2 ($2n=x=8$).

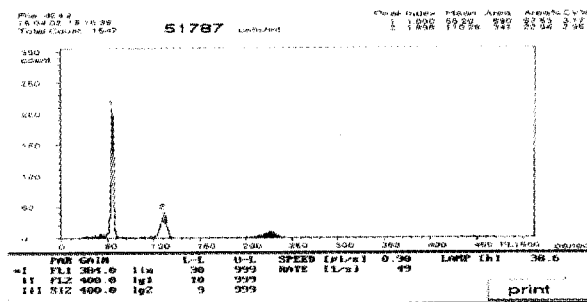


Fig. 5. Flow cytometry analysis of a haploid plant (H Woolf-2) produced by flower bud culture in onion.

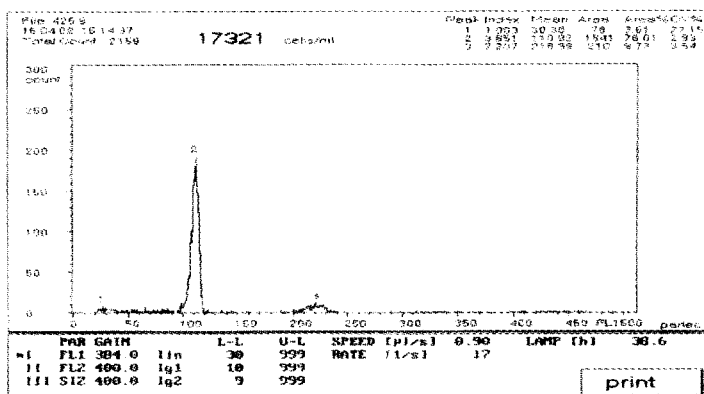


Fig. 6 Flow cytometry analysis of a diploid plant (H Woolf-1) produced by flower bud culture in onion.

Table 9. Ploidy levels of gynogenic plants analysed by flow cytometry in onion.

Cultivars	No. of plants analysed	Ploidy level		
		x	x+2x	2x
Kamui	11	8	1	2
Woolf	5	5	-	-
Higuma	2	2	-	-
Tenshin	1	1	-	-
Getsurin	3	2	-	1
Carnival	1	1	-	-
Prince	4	3	-	1
Headliner	4	2	-	2

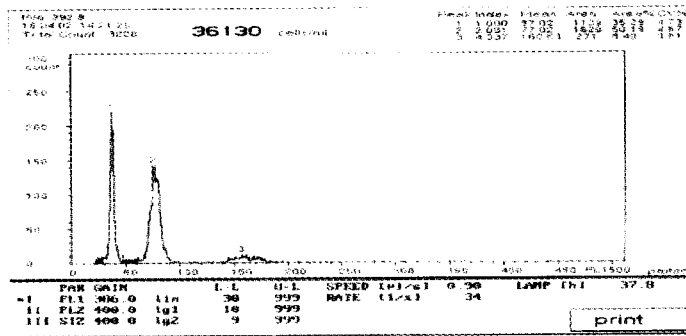


Fig. 7. Flow cytometry analysis of a mixoploid plant produced by flower bud culture in onion.

3. 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계 개발

RAPD를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정에 적합한 PCR primer를 선별하기 위하여 (주)서린바이오사이언스의 SRILS UniPrimer Kit I을 이용하여 Kamui 품종의 화퇴배양 callus 유래 식물체로부터 추출된 DNA에 대한 PCR 및 전기영동 분석을 실시한 결과, Fig. 8과 같이 primer set에 따라 다양한 band가 형성되어 이용이 가능한 것으로 판단되었다. 따라서, UniPrimer set No.4와 No.11을 이용하여 Woolf, Kamui 등 2품종의 화퇴배양 자성배 유래 식물체와 일반구 양성 식물체 및 화퇴배양 callus 유래 식물체의 DNA에 대한 PCR 및 전기영동 분석을 실시한 결과, Fig. 9와 같이 Primer set No.11을 사용한 경우 Kamui 품종의 일반구 양성 식물체(NC)와 자방배양 callus 유래 식물체(C)는 동일한 banding pattern을 보였으나, 화퇴배양 자성배 식물체(H)는 이들과 다른 banding pattern을 보였으며, Woolf 품종의 경우는 일반구 양성 식물체(NC)와 화퇴배양 callus 유래 식물체(C) 및 화퇴배양 자성배 식물체(H) 간에 서로 다른 banding pattern을 나타내었다. Primer set No.4를 사용한 경우 Kamui 품종의 일반구 양성 식물체(NC)와 화퇴배양 callus 유래 식물체(C)는 서로 다른 banding pattern을 보였으나, 일반구 양성 식물체(NC)와 화퇴배양 자성배 식물체(H) 간에는 거의 동일한 banding pattern을 보였으며, Woolf 품종의 경우는 화퇴배양 callus 유래 식물체(C)와 화퇴배양 자성배 식물체(H1 및 H2) 간에 서로 다른 banding pattern을 보이는 것으로 판단되었으나, band의 명확도가 떨어지는 경향으로서 추가 실험이 필요한 것으로 판단되었다.

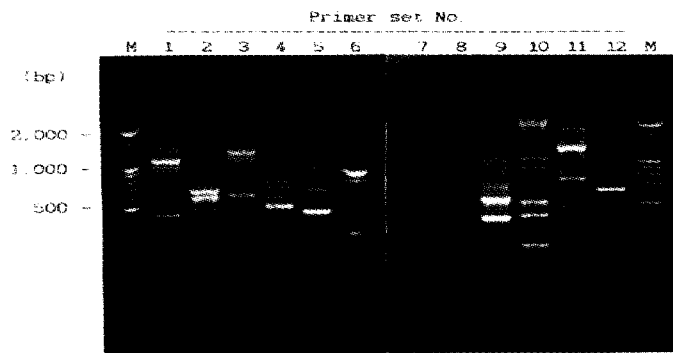


Fig. 8. DNA banding patterns generated by PCR of the DNA extracted from the somatic callus-derived plants of Kamui cultivar in onion with the random DNA primers of SRILS UniPrimer Kit I. M: DNA marker.

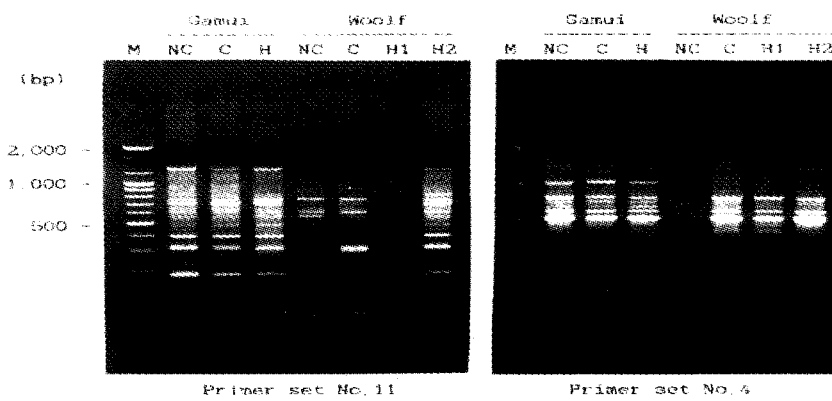


Fig. 9. RAPD analysis of the DNA's extracted from the leaves of Kamui and Woolf onion cultivars with the random DNA primers of SRILS UniPrimer set No.11 and No.4. M: DNA marker. NC: Uncultured plants. C: Plants regenerated from somatic calli. H: Plants from gynogenic embryo.

SRLS UniPrimer만으로는 RAPD를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정이 곤란하므로 Kamui와 Woolf 품종의 일반구 양성 식물체로부터 추출된 DNA를 이용한 실험에서 다양한 DNA band 양상을 보여 이용이 가능한 것으로 판단되는 Operon primer J01(OPJ 01)을 추가로 선발하였다. OPJ 01을 이용하여 Kamui와 Woolf 품종의 화퇴배양 자성배 식물체와 일반구 양성 식물체 및 화퇴배양 callus 유래 식물체의 잎에서 추출된 DNA에 대한 PCR 및 전기연동 분석을 실시한 결과, Fig. 10과 같이 Kamui 품종의 일반구 양성 식물체(NC)와 화퇴배양 자성배 식물체(H)는 서로 다른 band 양상을 보였다. 그러나, 화퇴배양 callus 유래 식물체(C) 또한 일반구 양성 식물체와 다른 band 양상을 보였으며, 이는 배양과정 중에 발생하는 DNA의 변이에 의한 결과로 판단된다. Woolf 품종의 경우는 일반구 양성 식물체(NC)와 화퇴배양 callus 유래 식물체(C) 간에는 동일한 band 양상을 나타내었으나, 화퇴배양 자성배 식물체들(H-1 및 H-2)은 이들과 다른 band 양상을 나타내었다. 또한 화퇴배양 유기배 식물체 중 염색체 검정과 flow cytometry 분석에 의해 2배체로 확인되었던 H Woolf-1과 반수체 H Woolf-2 간에도 서로 다른 band 양상을 나타내었다. 이러한 결과는 RAPD를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정이 가능함을 보여주고 있다.

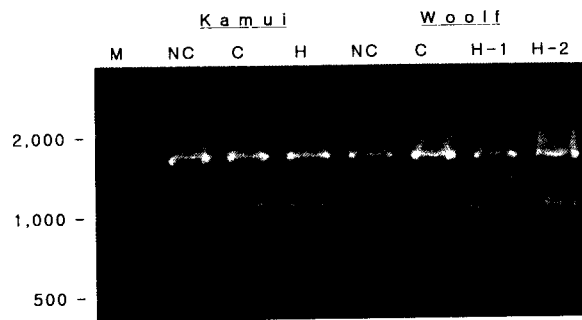


Fig. 10. RAPD analysis of the DNA's extracted from the leaves of Kamui and Woolf onion cultivars with the random DNA primer of OPJ 01. M: DNA marker. NC: Uncultured plants. C: Plants from somatic calli. H: Plants from gynogenic embryo.

4. 자방배양 유래 반수체 식물의 포장 특성검정

양과 자방배양으로부터 유래된 반수체 식물에 대한 특성을 포장에서 조사하였다. 생육특성을 보면 구비대시기는 3계통 모두 비슷하였으며 도복기는 전반적으로 늦어 8월 6일 30-45% 정도의 도복을 보여 다소 만생종이었고 구형, 구피색 등 순도는 매우 좋았다. 구 특성을 보면 HDH-1의 경우 평균구중은 105.7g 으로 구는 다소 작았으나 구피색이 적갈색으로 매우 우수하였다.

자방배양 유래 반수체 식물은 동형접합자로서 순도가 매우 우수하다. 본 시험에서 획득한 3계통은 세대진전을 진행함과 동시에 다른 육종소재로서 이용하며 응성불임친과의 교배조합으로 조합능력검정을 실시할 예정이다.

Table 10. Characteristics of growth and development for induced haploid plants from ovary culture in onion

Line name	Plant height	No. of leaves	Neck dia.	Bulb dia.	A/B	Foliage (%)	Purity	Disease
	(cm)	(매)	(mm,A)	(mm,B)				
HDH-1	65.8	8.0	22.09	46.69	2.33	45	Good	7
HDH-2	57.3	7.6	18.75	44.01	2.31	45	"	7
HDH-3	80.2	10.6	21.30	41.53	2.17	30	"	7

※ Foliage date : 5th Aug.

Table 11. Characteristics of bulb for induced haploid plants from ovary culture in onion

Lines	Bulb weight(g)			Bulb dia. (mm)	Bulb height (mm)	Bulb height/bulb dia.		
	Mean	Max.	Min.			Mean	Max	Min
HDH-1	105.7±33.4	195	11	54.22±7.90	60.7±9.97	0.91±0.17	1.40	0.55
HDH-2	86.2±30.3	157	23	51.22±8.21	56.31±8.60	0.92±0.17	1.35	0.52
HDH-3	82.7±36.6	178	15	49.10±9.66	53.31±9.78	0.93±0.14	1.31	0.56

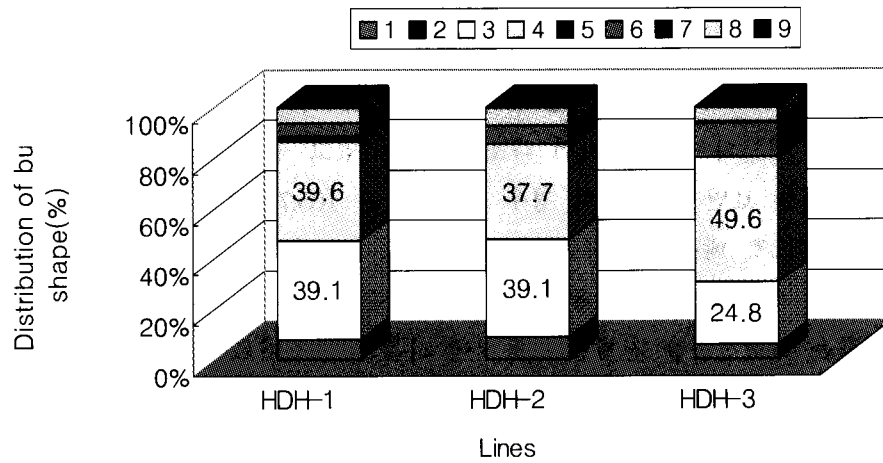
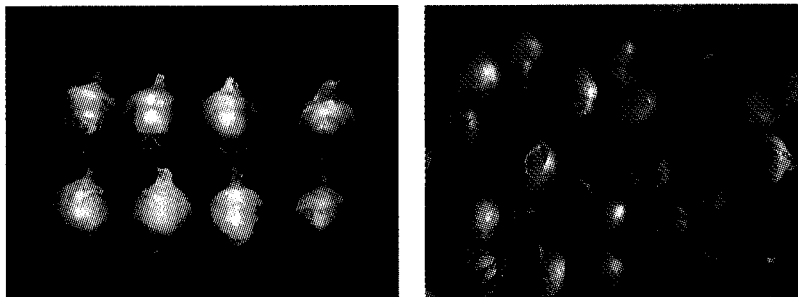


Fig. 11. Distribution of bulb shape for induced haploid plants from ovary culture in onion

※ Bulb shape : 1=elliptic, 2=ovate, 3=Broad elliptic, 4=Circular,
 5=Broad ovate, 6=Broad obovate, 7=Rhombic,
 8=Transverse elliptic, 9=transverse narrow elliptic



< 자방배양 유래 반수체의 구 특성 및 순도 >

제4절 요약

양파는 타가수정 작물로서 자식약세 현상이 심하고 한 세대가 2년으로서 타작물에 비해 육종기간이 길어 국내 품종육성은 부진한 실정이며, 응성불임친의 유지친을 육성하기 위해서는 교배, 분리 및 고정애 많은 시간이 소요된다. 이에 반하여 반수체 식물을 유기·고정할 경우 우량 계통 및 품종의 조기 획득이 가능할 뿐만 아니라 응성불임계통 유지친의 조기육성이 가능하다. 따라서, 본 연구는 춘파양파의 우수계통 육성 및 육종효율 증진을 위하여 양파의 반수체 생산을 위한 화퇴배양 체계개발, 화퇴배양 획득식물의 특성 검정 및 증식, 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계 개발 등을 목적으로 수행되었으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 춘파양파 자성배 유도 화퇴배양 체계 개발

가. 품종 및 배지 종류가 callus 형성 및 자성배 유도에 미치는 영향

품종에 따라 callus 형성을 및 자성배 유도율이 달랐으며, Headliner는 1.38%의 높은 자성배 유도율을 보였으나, Higuma는 자성배 유도가 되지 않아 품종간 현저한 차이를 나타내었다. BDS 배지가 B5 배지보다 callus 형성율이 다소 높은 경향이었으며, BDS 배지가 B5 배지보다 자성배 유도에 있어 더 효과적인 것으로 판단되었다.

나. 배양환경 및 성장조절제가 callus 형성 및 자성배 유도에 미치는 영향

광배양보다 암배양에서 callus 형성율이 다소 낮은 경향이었으며, 암배양보다 광배양이 자성배 유도에 더 효과적인 것으로 판단되었다. 배지의 성장조절제 조성은 2,4-D $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 와 BA $1\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 혼용처리가 자성배 유도에 가장 효과적이었으며, BA 농도가 높아질수록 callus 형성율이 증가하여 BA 농도가 낮은 것이 자성배 유도에 유리하였다.

다. 화퇴의 채취시기 및 크기가 callus 형성 및 자성배 유도에 미치는 영향

개화가 진전됨에 따라(즉, 화퇴의 채취시기가 늦을수록) callus 형성율이 증가하였으며, 개화시의 화퇴를 채취하여 치상하였을 때 자성배의 유도율이 가장 높게 나타났다. 화퇴의 크기가 callus 및 자성배 유도에 미치는 영향은 중간 크기($2 \times 3\text{mm}$ 정도)의 화퇴가 큰 것이나 작은 것보다 자성배 유도율이 높았다.

2. 화퇴배양 획득 식물체의 특성 및 배수성 검정

가. 식물체 및 구 생산 특성 검정

화퇴배양으로 획득된 자성배 유래 식물체와 callus 유래 식물체를 온실로 이식하여 생산된 구를 조사한 결과, 자성배 유래 식물체들의 경우 주당 1개씩의 구를 생산한 반면에 callus 유래 식물체들은 주당 2~7개의 구를 생산하였으며, 자성배 유래 식물체들이 callus 유래 식물체들보다 주당 구중이 가벼웠고 최대 구의 구경 또한 작은 경향이였다.

나. 배수성 검정

화퇴배양으로 획득된 Woolf 품종의 자성배 유래 식물의 염색체수를 근단조직을 이용하여 검정한 결과, 1개체는 반수체($2n=x=8$)였으나, 다른 1개체는 2배체($2n=2x=16$)였으며, flow cytometry 분석 결과도 동일하였다. 따라서, flow cytometry를 이용한 배수성 검정이 효율적인 것으로 판단되었으며, Kamui 품종의 경우 화퇴배양 획득 자성배 유래 식물에 대한 flow cytometry 검정 결과, 11개체 중에서 8개체는 반수체, 2개체는 2배체 이었으며, 1개체는 mixoploid이었다.

3. 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정체계 개발

RAPD를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정에 적합한 PCR primer를 선별하기 위하여 (주)서린바이오사이언스의 SRILS UniPrimer Kit I과 Operon DNA primer를 이용하여 화퇴배양 획득식물체와 일반구 양성 식물체로부터 추출된 DNA에 대한 PCR 증폭 및 전기영동 분석을 실시한 결과, RAPD를 이용한 화퇴배양 획득식물의 자성배 유래여부 검정이 가능한 것으로 나타났다.

4. 자방배양 유래 반수체 식물의 포장 특성검정

양과 자방배양으로부터 유래된 반수체 3개체를 획득하였으며 생육 및 구특성을 조사하였다. 도복기는 전반적으로 늦었고 구형, 구피색 등 순도는 매우 좋았다. 구 특성을 보면 HDH-1의 경우 평균구중은 105.7g 으로 구는 다소 작았으나 구피색이 적갈색으로 매우 우수하였다. 본 시험에서 획득한 3계통은 세대진전을 진행함과 동시에 다른 육종소재로서 이용하며 응성불임친과의 교배조합으로 조합능력검정을 실시할 예정이다.

제4장 목표달성도 및 관련분야에서의 기여도

제1절 목표달성도

1. 고랭지양파 우량품종 육성 및 응성불임계통 육성

가. 다수성이고 저장성이 양호한 고정품종

고랭지 환경에 적응하는 다수 저장성 품종육성은 만추황의 순도를 개량하고 수량성을 보완함으로써 목표를 달성하였다. 비록 시판품종 F1인 히구마보다는 수량성이 다소 떨어지지만 고정종인 고랭지여름양파 보다는 수량성이 우수하였다.

이 계통은 2001년 '만추황'으로 품종등록신청 및 생산판매신고를 하였다. 이 품종의 보급은 2003년 모구 생산, 2004년 채종하여 2005년 농가 시교작으로 공급할 예정이다. 본 시험과제를 수행함에 있어서 비록 품종등록은 하지 못하였으나 유망한 계통이 있어 2004년 지역적응시험에 공시하고자 한다.

나. 장일계 우량계통의 응성불임 유지친 육성

고랭지 환경에 적응하는 장일형 응성불임계통을 육성하기 위하여 천주황/만추황 등의 교잡후대에 대한 응성불임친 육성을 위한 후대검정을 실시하여 9계통을 응성불임 유지친으로 확인하였다.

이 부분은 당초 응성불임유지친의 유전자형을 확인하는 단계까지 수행하는 것이었으며 앞으로 세대진전을 통하여 고정하여 우수한 계통을 얻을수 있다.

다. 만추황 불임계통 육성

당초 계획에는 만추황이 응성불임 유지친 개발에 대한 내용은 없었으나 과제 수행 중 만추황에서 응성불임개체가 발견하게 되었고 생명공학 기법을 도입하여 보다 효율적으로 교배조합 및 후대검정을 통하여 만추황에서 응성불임 유지친 1계통을 개발하였다. 이는 국내에서 장일계 응성불임계통으로 처음으로 육성하는 것이라 생각된다.

라. 유망계통 지역적응성 검정

고시에서 육성된 유망 계통에 대하여 고랭지 양파가 많이 재배되고 있는 지역에 지역적응성 검정을 실시하였다. 지역 적응성 검정을 위한 계통으로는 만추황등 4계통을 3년에 걸쳐 4개 지역에서 실시하였다. 이 시험의 결과를 토대로 만추황을 '만추황'으로 품종등록 할 수가 있었으며 앞으로도 유망한 계통에 대하여 계속적으로 지역적응성 검정을 실시할 예정이다.

2. 자방배양 유기 반수체 개발 및 육종효율 증진

가. 자방배양 유기 및 반수체 유래 검정체계 확립

자방배양을 통한 반수체를 유기하여 단기간에 많은 계통을 획득할 수 있는 기술을 체계적으로 확립하였다. 자방배양을 효율적으로 하기 위하여 적정 배지 및 성장조절제의 농도구명을 하였다. 유기된 식물체가 반수체로부터 유기된 것인지를 검정하는 배수성검정체계를 확립하였다. 화퇴배양을 통한 획득식물이 자성배에서 유래된 반수체인지의 여부를 검정할 수 있는 검정체계를 확립하였다.

나. 유기된 반수체 식물의 포장 특성조사

자방배양을 통해 유기된 식물체에 대한 포장 특성을 검정하였다. 특성은 생육 및 수량특성, 그리고 순도에 대하여 집중적으로 조사하였다. 반수체 유래 계통은 고정되어 있어서 순도가 양호하여 바로 육종소재로서 이용이 가능하다. 그러므로 획득한 3계통은 특성조사 후 다른 육성불임계통과 교잡하여 조합능력을 보거나 육종소재로 이용이 가능하다.

제2절 관련분야의 기여도

1. 고랭지 춘파양과 품종육성

본 과제를 수행함에 따라 관련된 많은 부분이 발전할 수 있었다. 장일형 응성 불임계통을 효율적으로 육성하기 위하여 세포질 응성불임 유전자 연관 DNA 표지인자를 개발하여 기술이전을 실시하였고 응성불임 유지친 육성에 활용하고 있다

2. 응성불임 계통 유지친 육성으로 F₁ 품종육성 기반 마련

국내에서 F₁ 품종육성이 거의 전무한 실정이나 본 과제에서 응성불임계통을 육성함으로써 F₁ 육종을 할 수 있는 기반이 조성되었다. 그러므로 F₁ 조합능력 검정을 위한 교배조합을 작성하여 '03년 1차적으로 조합능력을 조사하였다.

3. 자방배양에 의한 반수체 유기 및 검경기술 확립으로 조기 품종육성

자방배양에 의한 반수체 식물을 개발함에 있어 조직배양, 형질전환 및 DNA 표지인자 등 생명공학과 관련된 과제를 동시에 수행하고 있다. 또한 개발된 반수체 계통은 즉시 교배친으로 이용이 가능하여 F₁ 품종육성에도 많은 기여를 하였다.

제5장 연구개발 결과의 활용계획

제1절 추가연구의 필요성

본 시험을 수행함에 있어서 고랭지 춘파양과 고품질 저장성의 우량계통은 목표를 달성하였다. 그러나 고정종인 만추황은 F_1 인 시판종 히구마를 수량적인 측면에서 다소 뒤지는 면이 있다. 그러나 양과 육종과 관련된 다른 연구과제에서 F_1 조합능력 검정을 실시한 결과 수량 및 품질면에서 히구마와 비슷한 수준의 수량성을 나타내는 조합이 있었다. 앞으로 양과 종자 시장은 고정종 보다는 품질 및 순도가 뛰어난 F_1 위주로 보급이 이루어 질것으로 생각된다. F_1 교잡종을 육성하기 위해서는 반드시 웅성불임계통의 육성이 필수적이다. 본 시험에서는 만추황에 대한 웅성불임 유지친을 1계통 발견하여 앞으로 F_1 조합능력 검정에 이용이 가능하다.

그러나 천주중고황/고시육성계통의 후대에 대한 웅성불임 유지친 육성은 아직 미완성의 단계이다. 비록 몇 개의 계통에서는 유전자형이 Nmsms 로 확인은 되었으나 개체수가 너무 적어 보완이 필요하고 90여 계통은 아직 화분친을 검정하지 못하여 2004년도에 검정을 실시하여야 한다. 그러므로 본 시험을 완성하기 위하여서는 F_1 조합능력검정 및 웅성불임 유지친의 완전한 육성을 위하여 추가적인 시험이 필요할 것으로 생각된다.

제2절 타 연구에의 응용

1. 고랭지양과 자구재배 체계 확립

본 과제에서 개발한 '만추황'은 수량성이 다소 떨어지지만 값싼 가격에 종자를 구입할 수 있다. 수량성의 보완 및 저온기 육묘의 위험성을 회피하기 위하여 양과 자구재배에 의한 기술체계 확립에 대한 과제를 수행하고 있어 이 기술이 확립되면 고정종 품종의 보급도 가능하리라 생각 한다

2. 우량계통 육성 시 품질친으로 당도, 건물중 뿐만 아니라 적색계통의 품종도 도입하여 특성을 조사하는데 기능성 물질 분석에 대한 품종육성도 가능하다. 또한 육성계통의 선발을 위해 간이신속물질분석 기술의 개발에도 응용할 수 있다.

제6장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술 정보

1. 응성불임계통 육성체계 확립

외국에서는 이미 오래전부터 응성불임계통 육성을 하였기 때문에 이에 대한 기술이 축적되어 있어 효율적인 응성불임 육성체계에 대한 기술을 도입하였다

2. 응성불임 유지친 육성시 세포질의 N, S type를 구별할 수 있는 DNA 표지인자 개발기술을 도입하여 자체적으로 세포질 응성불임 유전자 연관 표지인자를 개발하여 기술이전 및 실용화 하고 있다.

3. 응성불임 계통 육성을 위하여 외국으로부터 응성불임 계통을 다수 도입하여 새로운 응성불임친 육성의 재료로 사용하고 있다.

4. 기능성 유색양파 육성 및 분석기술을 도입하였다. 유색양파의 안토시아닌, quercine 등 항암등에 효과적인 성분을 신속하게 간이적으로 분석할 수 있는 기술을 미국 Texas A&M 대학 유길선 교수로부터 도입하였다.

5. 대구성 품종육성을 위하여 초대구성 양파 유전자원을 도입하였다. 네덜란드로부터 1구중이 950~1000g 하는 극대구성의 양파를 도입하여 교배조합 작성에 이용하고자 한다.

제7장 참고문헌

- Abe, S. H. Katsumata and H. Nagayoshi. 1955. Studies on the photoperiodic requirement for bulb formation of Japanese varieties of onion, with special reference to their ecological differentiation. J. Jan. Soc. Hort. Sci. 24(1):6-16
- Austin, R. B. 1963. Yield of onions from seed as affected by place and method of seed production. J. Horticultural Sci. 38:277-285
- Austin, R. B. 1971. Bulb formation in onions as affected by photoperiod and spectral quality of light. J. Hortc. Sci. 47:493
- 阿部定夫. 1948. 玉葱の採種立地條件. 農業及園藝 23(1): 81-84
- Bierhuizen, J. F. and W. A. Wagenvoort. 1974. Some aspects of seed germination in vegetables. I. The determination and application of heat and minimum temperature for germination. Sci. Hortic. 2:213
- Bohanec, B., M. Jakse, A. Ihan, and B. Javornik. 1995. Studies of gynogenesis in onion (*Allium cepa* L.): Induction procedures and genetic analysis of regenerants. Plant Science 104:215-224.
- Braden, J. M., and M. J. Hevay. 1995. Randomly amplified polymorphic DNA in bulb onion and its use to assess inbred integrity. J. Amer. Hort. Sci. 120(5):752-758
- Campion, B. 1994. Production of doubled haploid lines of onion (*Allium cepa* L.) through *in vitro* gynogenesis. In: Abstr. VIIIth Intl. Congr. Plant Tissue Cell Cult., Florence, June 12-17, 1994, p. 92.

Campion, B. and C. Alloni. 1990. Induction of haploid plants in onion (*Allium cepa* L.) by *in vitro* culture of unpollinated ovules. *Plant Cell Tissue Org. Cult.* 20:1-6.

Campion, B. and M.T. Azzimonti. 1988. Evolution of ploidy level in haploid plants of onion (*Allium cepa* L.) obtained through *in vitro* gynogenesis. In: 4th EUCARPIA Allium Symposium, Wellesbourne, UK, September 6-9, 1988, p. 85-89.

Campion, B., M.T. Azzimonti, E. Vicini, M. Schiavi, and A. Falavigna. 1992. Advances in haploid plant induction in onion (*Allium cepa* L.) through *in vitro* gynogenesis. *Plant Science* 86:97-104.

Campion, B., A. Falavigna, G.P. Soressi, and M. Schiavi. 1984. Efforts for *in vitro* androgenesis in onion (*Allium cepa* L.). In: 3rd EUCARPIA Allium Symposium, Wageningen, September 4-6, 1984, p. 110.

Cappadocia, M., L. Chretien, and G. Laublin. 1988. Production of haploids in *Gerbera jamesonii* via ovule culture: Influence of fall versus spring on callus formation and shoot regeneration. *Can. J. Bot.* 66:1107-1110.

Castillo, A.M. and L. Cistue. 1993. Production of gynogenic haploids of *Hordeum vulgare* L. *Plant Cell Rep.* 12:139-143.

平尾陸郎. 1966. 高緯度寒冷地のタマネギ栽培とその問題點. *農業及園藝.* 41(7): 1061-1065

Clarke A. E., H. A. Jones and T. M. Little. 1944. Inheritance of bulb color in the onion. *Genetics* 29:569

Cohat, J. 1994. Obtention chez lechalote (*Allium cepa* L. var. *agregatum*) de

plantes gynogenetiques par culture *in vitro* de boutons floraux. Agronomie 14:299-304.

Dowker, B. D. Winarno and J. F. M. Fennell. 1981. Germanation studies on onion seed lots, Hort. Res. 21: 41

遠藤政太郎. 1939. 葱頭の抽葦に就て. I. 播種期並に施肥期の影響. 1939. 日本園藝學雜誌. 10(1):398-404

江口庸雄, 加藤照孝. 1935. 葱頭の花粉の發芽試験に就て(豫報). 日本園藝學雜誌. 6(2):217-221

Flier, W. 1990. Onderzoek naar de ontwikkeling van *in vitro* haploidisatie technieken in prei, *Allium porrum* L. Internat. Agror. Highschool Larenstein. Report of a working stay in CPRO, Wageningen.

Guha, S. and B.M. Johri. 1996. *In vitro* development of ovary and ovule of *Allium cepa* L. Phytomorphology 16:353-364.

Ha I. J., J. K. Suh, H. J. Hwang, W. I. Kim and B. S. Kim. 1998. Effect of sowing date and seedling age at planting on growth and yield for growing plug seedling in onion (*Allium cepa* L.). RDA. J. Agri. Sci.(Hort) 40(2):90-97

Hahn, G. P. and S. K. Choi. 1987. Effect of planting time on the advanced production of onion in the southern area of Korea. RDA. J. Agri. Sci.(Hort) 29(2):228-232

Harrington, J. E. 1962. The effect of temperature on the germination of several kinds of vegetable seeds. in XVIth international Horticultural Congress. Vol. 2.

Heath, O.V.S. 1943. Studies in the physiological of the plant. II. Effects of daylength and temperature on the onion grown from sets, and general discussion. Ann. Appl. Biol. 30:308

Hwang, H. J., J. K. Suh, I. J. Ha and Y. W. Ryu. 1998. Effect of pollinating insects on seed yield in seed production of onion(*Allium cepa* L.). RDA. J. Agri. Sci.(Hort) 40(2):27-30.

石黒嘉門, 草光平三. 1941. 雨除けの方法が葱頭の採種量に及ぼす影響. 農業及園藝. 16(6) : 1085-1090

Iwama, S. and N. Hamashima. 1953. Ecological studies of vegetable at the regions of different of altitudes. 5. Ecological behaviors of onion under varying daylength and temperature conditions. J. Jan. Soc. Hort. Sci. 22(2):96-99

Jones, H. W. 1929. Spacing time of planting and size of seeding studies wit California Early Red onion. Proc. Ame. Soc. Hort. Sci. 26:114-118

Jones, H, A and C. E. Peterson. 1952. Complementary factors for light-red bulb color in onions. Proc. Ame. Soc. Hort. Sci. 59:457

Jones, H, A and S. L. Emsweller. 1936. A male sterile onion. Proc. Amr. Soc. Hort. Sci. 47:33-34

Kanne, J. 1991. Onderzoek naar de ontwikkeling van *in vitro* haploidisatietechnieken in prei, *Allium porrum* L. Internat. Agrar. Highschool Larenstein. Report of a working stay in CPRO, Wageningen.

Keller, J. 1990. Culture of unpollinated ovules, ovaries, and flower buds in some species of the genus *Allium* and haploid induction via gynogenesis in onion (*Allium cepa* L.). *Euphytica* 47:241-247.

Kato, T. 1963. Physiological studies on the bulbing and dormancy of onion plant. I. The process of bulb formation and development. *J. Jan. Soc. Hort. Sci.* 32(3):229-237

Kato, T. 1963. Physiological studies on the bulbing and dormancy of onion plant. II. Histological observations on the bulb formation and development. *J. Jan. Soc. Hort. Sci.* 32(4):303-310

Kato, T. 1964. Physiological studies on the bulbing and dormancy of onion plant. III. Effects of external factors on the bulb formation and development. *J. Jan. Soc. Hort. Sci.* 33(1):53-61

Kotowski, F. 1927. Temperature relations to germination of vegetable seed. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 23:176

Kwon, B. S., E. T. Lee, D. H. Chung, H. J. Park and S. R. Lee. 1995. The effects of the planting time of mother bulb and mulching materials for the seed production. *J. Oriental Bot. Res.* 8(3):247-252

Lee, E. T., D. H. Chung, B. S. Kwon, B. C. Jeong, J. J. Hwang and J. T. Lim. 1996. Varietal classification by multivariate analysis in onion (*Allium cepa* L.) *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 37(1): 37-41

Lee, E. T., I. H. Choi, Y. B. Oh, J. K. Kim and B. S. Kwon. 1996. Cultivating and marketing status of onion in southwestern region of Korea. *RDA. J. Agri.*

Sci.(Hort) 33(2):454-461

Lee, Y. S., K. S. Lee, K. Y. Han and J. S. Kang. 1981. Study on the spring growing of onion in the southern highland areas. RDA. J. Agri. Sci.(Hort) 23:18-23

Luo, G., A.G. Hepburn, and J.M. Widholm. 1992. Extraction of restrictable DNA from plants of the genus *Nelumbo*. Plant Mol. Biol. Reporter 10:316-318

Magruder, R. and H. A. Allard. 1937. Bulb formation in some American and European varieties of onion as affected by length of day. Proc, Amer. Soc. Hort. Sci. 33:489-490

Mann. L. K and B. J. Hoyle. 1945. Use of the refractometer for selecting onion bulbs high in dry matter for breeding. J. Amer. Soc. Hort. Sci. :285-292

Martinez, L.E., C.B. Agüero, and C.R. Galmarini. 1997. Obtention of haploid plants by ovaries and ovule culture in onion (*Allium cepa* L.). Acta Hort. 433:447-453.

McCollum, C. D. 1966. Heritability and genetic correlation of some onion bulb traits estimates from S1 offspring-on-parent regression. J. heredity 57:105-110

McCollum, C. D. 1968. Heritability and genetic correlation of soluble solids, bulb size and shape in white sweet spanish onion. Can. J. Genet. Cytol. 10:508

McCollum, C. D. 1971. Heritability of onion bulb shape and size estimates from half-sib families. J. Heredity 62:101-104

Muren, R.C. 1989. Haploid plant induction from unpollinated ovaries in onion. HortScience 24:833-834.

Nam, I. H., C. H. Song and J. I. Chang. 1971. Study on onion for spring culture; Selection of suitable onion varieties for spring culture and time of sowing on the yield of onion. RDA. J. Agri. Sci.(Hort) 13:47-56

Ogawa T. 1961. Studies on the seed production of onion. I. Effects of rainfall and humidity on the fruit setting. J. Jan. Soc. Hort. Sci. 30(3):222-231.

Pike, L. M. 1986. Breeding vegetable crops. pp357-394

Rabinowitch, H. D. 1990. Onions and Allied crops Vol. I. botany, physiology, and genetics.

Roy, S. 1989. Differentiation and anther culture of *Allium cepa*. In: Intl. Symp. Hortic. Germplasm, Cultivated and Wild. Part II. Vegetables, 1988, p. 267-272. Acad. Publ., Beijing.

Shasha N. S., W. P. Nye and W. F. Campbell. 1973. Path-coefficient analysis of correlation between honey bee activity and seed yield in *Allium cepa* L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(4):341-347

Smith, B.M., R.M. Godwin, E. Harvey, and C.P. Werner. 1991. Gynogenesis from whole flower buds in bulb onions (*Allium cepa* L.) and leeks (*Allium porrum* L.). J. Genet. Breed. 45:353-358.

Speckmann, G.J., J.P.C. van Geyt, and M. Jacobs. 1986. The induction of haploids of sugarbeet (*Beta vulgaris* L.) using anther and free pollen culture or ovule and ovary culture. In: W. Horn, C.J. Jensen, W. Odenbach, and O. Schieder. Intl. Symp. Geneti. Manipulation in Plant Breeding. EUCARPIA, September 8-13, 1985, Berlin,

p. 351-353.

Steer, B. T. 1980. The bulbing response to day-length and temperature of some australasian cultivars of onion(*Allium cepa* L.). *Aust. J. Agric. Res.* 31:511

Stoskopf. N.C., D.T. Romes, and B.R. Christie. 1995. *Plant Breeding. In: Reproduction in Plants*, p. 27-46. Westview Press.

Suh, J. K. and W. S. Lee. 1987. Effects of seeding and transplanting dates on bulbing of spring crop onion in low land. *RDA. J. Agri. Sci.(Hort)* 29(2):208-214

Suh, J. K. and W. S. Lee. 1987. Effects of polyethylene-film mulching and tunnel on bulbing of onion, *Allium cepa* L. *RDA. J. Agri. Sci.(Hort)* 29(2):215-227

Suh, J. K. and Y. B. Kim. 1996. Influence of sowing dates and seedling ages on growth and yield under mulching culture in onion(*Allium cepa* L.). *RDA. J. Agri. Sci.(Hort)* 38(1):633-639

Vandermeer, Q. P. and J. L. Vanbennekomp. 1971. Frequencies of genetical factors determining male sterility in onion(*Allium cepa* L.) and their significance for the breeding of hybrids. *Euphytica* 20:51-56

Vandermeer, Q. P. and J. L. Vanbennekomp. 1972. Influence of the environment on the percentage of self-fertilization in onions and some consequences for breeding. *Euphytica* 21:450-453

van Geyt, J., G.J. Speckmann, K. D'Halluin, and M. Jacobs. 1987. In vitro induction of haploid plants from unpollinated ovules and ovaries of the sugarbeet (*Beta vulgaris* L.). *Theor. Appl. Genet.* 73:920-925.

Whiteside W. F., J. S. Vandemark and A. A. Piringer. 1975. Seeding date and supplemental light effects on onion growth. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 71:568-578

Yamaguchi M., K. N. Paulson, M. N. Kinsella and R. A. Bernhard. 1975. Effect of soil temperature on growth and quality on onion bulbs(*Allium cepa* L.) used for dehydration. J. Amer. Hort. Sci. 100(4):415-419

Zhou, C. and H.Y. Yang. 1981. Induction of haploid rice plantlets by ovary culture. Plant Sci. Lett. 20:231-237.

Zhou, C., H.Y. Yang, H.Q. Tian, Z.L. Liu and H. Yan. 1986. *In vitro* culture of unpollinated ovaries in *Oryza sativa*. In: H. Hu and H.Y. Yang (Eds.), Haploids in Higher Plants *In Vitro*, p. 165-181. China Acad. Publ., Berlin/Heidelberg/New York/Tokyo.

이우승. 1994a. 한국의 채소. 경북대학교 출판부. p. 381-392.

이우승. 1994b. 백합과채소재배기술. 경북대학교 출판부. p. 81-169.

정해봉, 박효근. 1997. 양파의 순원기 배양에 의한 식물체 재분화 및 기내대량증식. 한국원예학회지 38:123-128.

정해봉, 조미애, 하상진, 강광연. 1998. 양파의 미성숙 화퇴 배양에 의한 식물체 재분화 및 기내대량증식. 원예논문집 40:78-82.

지광현. 1975. 춘파양파 재배법 개선에 관한 시험. 고령지시험장 보고서 178-185

지광현. 1976. 춘파양파 적응품종 선발시험. 고령지시험장 보고서 217-228

지광현, 김삼보. 1985. 춘파양파 신품종 육성시험. 고령지시험장 보고서

지광현, 김삼보. 1986. 춘파양파 신품종 육성시험. 고령지시험장 보고서 165-177

지광현. 1983. 모계선발법에 의한 춘파양파 신품종 육성. 169-180

최유미, 김원배. 1998. 고랭지 양파 저장에 관한 연구. 고령지농업시험장 보고서

최상진. 1997. 식물조직배양학. 선진문화사. p. 465-498.

함봉주, 김경희, 이경국. 1998. 춘파양파 재배법 시험. 강원도농업기술원 보고서

한병희, 박영섭, 지광현, 이문웅. 1972. 춘파양파 품종 선발시험. 고령지시험장 보고서
153-158