

어젠다코드	4 - 1 - 1		구분	세부완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	S02	작목구분코드	VC-06-1401
과제종류	기관고유		과제번호	LP004289	
과제명	산채 표준품종 육성 연구				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	서현택		농업연구사	강원도원 산채연구소	
연구기간	2020 ~ 2021(2년)		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
3) 산마늘 신품종 육성 연구			산채연구소	문윤기	'20~'21
색인용어	산마늘, 표준품종, 집단선발, 자가수정				

ABSTRACT

This study was carried out to get the basic data on the breeding of good varieties in *Allium ochotense*. As a result of the test to induce a drain through colchicine treatment on acid garlic seeds, the seeds did not germinate. The optimum materials, concentration and soaking time were examined to identify the effective approach to induce tetraploid plant by colchicine treatment to cultivate th varieties. For the seed germination rate of seed by colchicine treatment, the higher colchicine concentration was and the longer soaking time was, the more the germination rate decreased. We selected of breeding resources for use of *A. ochotense*. A total of 100 self-breeding systems were selected to foster self-breeding through the selection of *A. ochotense* individuals, and self-pollination was selected. After breeding 87 seeds, seed sowing was completed. 12 lineage of genetic resources, including AM018, were retained for the selection of *A. ochotense* groups. It fostered the 341 lineage of Ulleung and the 100 lineage of Odaejong.

1 연구목표

기능성 산채 중 강장 및 생리장애 완화효과와 해독작용이 있는 것으로 알려진 산마늘은 한국과, 중국, 일본 등에 분포한다고 알려져 있으며, 울릉도에서 자생하는 울릉도 산마늘(*Allium ochotense* Prokh.)과 백두대간을 따라 해발 1,000m 이상의 고산에 불포하는 내륙형 산마늘(*Allium microdictyon* Prokh.)로 구분할 수 있다(Korea Forest Service. 2003). 울릉산마늘(*Allium ochotense*)은 강정, 항산화, 항균활성 등의 효과가 있어 건강식품으로 부각되면서 최근 우리도 재배면적('18년 188ha)이 증가하고 있다. 재배되고 있는 산마늘은 대부분 울릉산마늘로 다수성에 환경적응성이 좋은 반면, 향이 다소 적은 특성이 있다. 산마늘은 독특한 맛과 향미 그리고 풍부한 무기성분 비타민 등을 지니고 있어 최근 수요가 크게 증가하고 있으며, 우수한 활성물질을 함유하고 있다는 결과가 밝혀짐에 따라 기능성 식품과 의약품료로서 주목되고 있다(이 등, 2007). 오대산과 설악산 등에 자생하는 산마늘은 수량은 다소

적지만 향이 우수하다. 산마늘 표준품종 육성과 함께 중간교잡을 이용한 품종 육종으로 최근 급속한 산마늘 시장의 우위 선점 필요하다. 산마늘의 신품종 육성은 장기간의 연속된 연구 집중노력이 필요하고, 울릉산마늘의 교배를 통해 채종된 종자를 특성 검정하여 선발된 우량 개체를 지역적응성 시험을 거쳐 내병성 다수확 품종을 육성하고자 하였다. 도내 주요 산채 중 표준품종의 설정이 필요한 대상품목에 대한 자원수집, 계통분류 및 유전적 형질 검정이 지속적으로 필요한 실정이다.

2 재료 및 방법

〈제3세부과제: 산마늘 신품종 육성연구〉

(시험 1) 산마늘 배수체 유도

본 연구는 2020년에 산마늘 종자와 유묘에 콜히친 10, 20, 30mg/L 처리를 통한 배수체를 유도하고자 하였다.

(시험 2) 산마늘 자식계통 육성

본 연구는 2019년에 흥천, 진부, 인제에서 수집한 울릉종 산마늘과 오대종 산마늘을 자가교배하여 2020년에 개체 선발을 통한 자식계통 육성을 위하여 총 100개체를 선발 후 자가교배 하여 87개체 채종하였고 가을에 종자를 파종하였다(표 2).

(시험 3) 산마늘 우수계통 선발

본 연구는 잎이 넓고 큰 울릉종과 향이 짙은 오대종 산마늘의 장점을 육성하기 위하여 2018년 울릉종과 오대종 산마늘을 중간교배한 중간교배 계통이 2020년 4립이 추가 발아하여 총 11립이 발아를 하였다(표 3), 기존 산마늘과 차별성이 높은 인제 점봉산에서 광엽·적색 줄기의 특성을 모두 가진 산마늘(20수MGI-01)의 균락지를 확인하였다. PCR 검사 시 울릉종과 오대종의 Heterozygous로 판단되었다. 형질 특성이 명확한 개체들로 집단 작성 후 격리 채종하였다(표 4).

3 결과 및 고찰

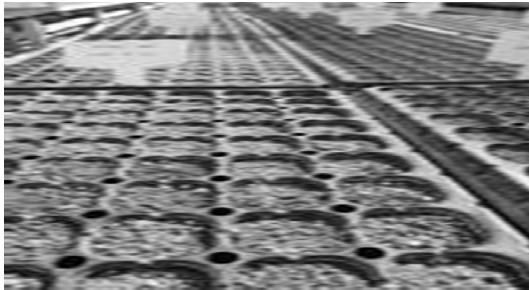
〈제3세부과제: 산마늘 신품종 육성연구〉

(시험 1) 산마늘 배수체 유도

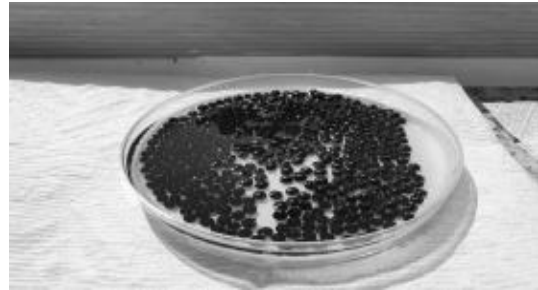
산마늘 배수체 유도를 위하여 종자를 각 농도별 콜히친 용액에 24시간 침지처리 후 트레이 파종 하였으나 모든 처리구에서 종자가 발아되지 않았다.(표 1) 경실종자로서 배가 미발육상태이거나 종피 침투가 어려운 요인으로 추정된다..

표 1. 산마늘 콜히친 처리를 통한 배수체 유도(2020년)

콜히친(mg/L)	초장(cm)	엽수(개)	경경(mm)	근장(cm)	생존률(%)
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-



콜히친 처리 종자 미발아



콜히친 종자 침지처리

그림 1. 산마늘 배수체 유도를 위한 colchicine 처리

(시험 2) 산마늘 자식계통 육성

산마늘 개체 선발을 통한 자식계통 육성을 위하여 총 100개체를 선발하였고, 자가교배 하여 87개체 채종 후 종자 파종을 완료하였다.(표 2)

표 2. 산마늘 선발개체 특성 및 자가교배 현황(2020년)

개체번호	종	선발지역	경수(개)	엽크기	종자수(립)	발아율(%)	특징
19MG-119	울릉	홍천	4	대	72	1.4	1주에 꽃대 2대 발생
19MG-120	울릉	홍천	10	소	5	80	엽이 깨끗하고 소엽, 엽이 얇아서 싹용에 적합
19MG-169	오대	홍천	2	중	22	59.1	엽 울릉종 특성 - 광엽 줄기 오대종 특성 - 적색 두 종 특성 모두 가지고 있음
19MG-193	오대	홍천	10	중	3	0	광엽
19MG-194	오대	홍천	10	대	36	58.3	엽 울릉종 특성 - 광엽 줄기 울릉종 특성 - 녹색 향 오대종 특성 - 강함
20MG-077	오대	진부	6	중	41	0.72	광엽, 줄기 적색
20MG-083	오대	인제	2	중	6	0.08	광엽, 줄기 적색 얇은 잎, 표면 광택
20MG-087	오대	인제	3	대	22	0.43	광엽, 줄기 적색 줄기 두껍고 마디있음

2019년 자가교배된 369계통은 금후 예비시험으로 생육조사와 선발과정을 지속적으로 수행할 예정이다. 2021년까지 유전자원으로 보유중인 12계통의 산마늘 선발집단은 표 3과 같으며 교배용 모부본으로 사용되었다.

표 3. 산마늘 선발집단 유전자원 보유현황(2021. 5. 18.)

계통명	원산지	IT번호
AM018	홍정산43-2	314964
AM019	홍정산43-3	314965
AM027	홍정산61-3	314973
AM030	태백3	314976
AM050	인제1	20년 수집
AM051	인제2	20년 수집
AM056	점봉산3-1	20년 수집
(울릉종)울릉1		
(울릉종)울릉2		
(울릉종)울릉3		
(울릉종)울릉4		
(울릉종)울릉5		

※ AM(*Allium microdictyon*, 학명의 약자)

울릉종과 오대종의 인공교배를 통해 수정율을 비교한 결과, 중간교잡시 불임률이 높게 나타났다. 20개 교배조합을 수행하였는데 수정된 꽃수는 75개이며 109립의 종자를 수확하였고 평균 수정율은 20.1%였다.(표 4) 수확된 종자는 2021년 8월 19일 노지에 파종을 완료하였고 금후 지속 관찰하고자 한다.

표 4. 산마늘 인공교배 현황(2021년)

교잡계명	제웅일	제웅 꽃수	교배일	수확일	수정된꽃수	수확된립수	수정율 (%)
AM018/AM051	5/18	12	5/21(10),5/24(10)	7/19	3	5	25.0
AM018/울릉2	5/18	15	5/24(13),5/26(13)	7/19	7	12	46.7
AM018/울릉4	5/18	9	5/21(8),5/24(8)	7/19	5	10	55.6
AM019/울릉2	5/18	13	5/21(10),5/24(10)	7/19	5	10	38.5
AM019/울릉3	5/18	12	5/21(10),5/24(10)	7/19	9	16	75.0
AM030/울릉5	5/18	15	6/4,	7/19	2	2	13.3
AM050/AM018	5/18	20	5/21(6),5/24(20)	7/19	5	5	25.0
AM050/울릉1	5/18	24	5/21(5),5/24(18)	7/19	3	3	12.5
AM050/울릉4	5/18	19	5/21(4),5/24(19)	7/19	6	6	31.6
AM051/울릉1	5/18	26	5/21(12),5/24(25)	7/19	8	9	30.8
AM051/울릉4	5/18	19	5/21(5),5/24(19)	7/16	6	7	31.6
AM056/울릉2	5/18	11	5/21(6),5/24(11)	7/19	1	2	9.1
AM056/울릉4	5/18	4	5/21(4),5/24(4)	7/19	1	2	25.0
울릉/AM018	5/18	33	5/21(17),5/24(33)	7/19	3	5	9.1

교잡계명	제웅일	제웅 꽃수	교배일	수확일	수정된꽃수	수확된립수	수정율 (%)
울릉/AM018	5/18	21	5/21(8),5/24(21)	7/19	1	1	4.8
울릉/AM018	5/18	35	5/21(15),5/24(35)	7/19	6	10	17.1
울릉/AM019	5/18	28	5/21(12),5/24(28)	7/19	1	1	3.6
울릉/AM027	5/25	15	6/4,	7/19	1	1	6.7
울릉/AM027	5/25	16	6/4,	7/19	1	1	6.3
울릉/AM050	5/18	27	5/21(5),5/24(27)	7/19	1	1	3.7
계		374			75	109	20.1

* (수정된 꽃수/제웅꽃수×100)

2019년 울릉종 2농가, 오대종 2농가에서 자가교배한 종자를 파종하였는데 현재까지 수집 육성된 산마늘 계통은 울릉종 341계통, 오대종 100계통이며, 오대종보다 울릉산마늘이 출현주수가 월등히 많았고, 엽장은 약 1.5배 길고, 엽폭은 약 4배 넓었다.(표 5, 그림 2)

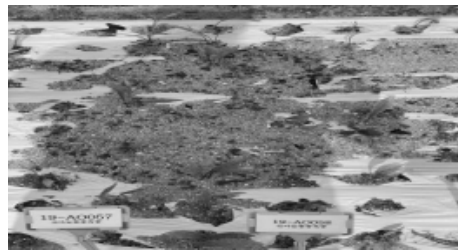
표 5. 산마늘 품종육성 생육 조사결과(자식1세대)

계통번호	출현일	출현주수	조사주수	엽수	초장(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	비고
19-AO001 ~19-AO341	3.4, 3.8, 3.11, 3.14, 3.15, 3.16,	0 ~ 51 (평균 7.4)	1 ~ 3 (1.9)	1 ~ 2 (1.2)	1.0~13.1 (평균 6.2)	1.1~12.6 (7.3)	0.2~4.1 (1.9)	울릉종
19-AM001 ~19-AM028	3.11, 3.15, 3.18	0 ~ 2.0 (평균 0.4)	1 ~ 2 (1.3)	1 ~ 2 (1.5)	1.0~13.1 (6.2)	2.2~8.2 (4.7)	0.2~0.7 (0.5)	오대종
20-AM001 ~20-AM072	3.15, 3.18	0 ~ 9.0 (평균 4.0)	1 ~ 3 (1.9)	1.0 (1.0)	1.0~6.8 (3.3)	2.0~8.3 (5.6)	0.2~0.7 (0.4)	

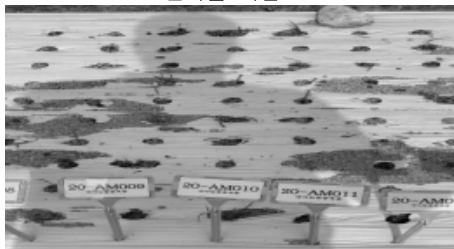
* 90-AO057: 출현수 51개로 가장 많았음



산마늘 시험포



울릉산마늘



산마늘



인제 자생종 산마늘 집단 선발 양성

그림 2. 산마늘 선발개체 집단선발

(시험 3) 산마늘 우수계통 선발

2018년 중간교배 계통이 당해 4립 추가 발아하여 총 11립이 발아를 완료하였다(표 6).

인제 점봉산에서 광엽·적색줄기의 특성을 모두 가진 산마늘(20수MGI-01) 균락지를 확인하였고, PCR 검사 시 올릉종과 오대종의 이형주(Heterozygous)로 판단되었다. 형질 특성이 명확한 개체들로 집단 작성 후 격리 채종하였다(표 7).

표 6. 산마늘 2018년 중간교배 계통 생육 특성조사(2020년)

계통 번호	모본	부분	파종 립수 (개)	19년 발아 (개)	20년 발아 (개)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
18MG-01	18-봉평-10 (올릉)	18-봉평-12 (오대)	1				
18MG-02	18-봉평-01 (올릉)	18-진부-07 (오대)	1	1		6.4	0.9
18MG-03	18-봉평-02 (올릉)	18-진부-08 (오대)	1	1		11.2	1.8
18MG-04	18-봉평-03 (올릉)	18-원길-02 (오대)	1				
18MG-05	18-봉평-04 (올릉)	18-원길-03 (오대)	1				
18MG-06	18-봉평-05 (올릉)	18-원길-04 (오대)	1		1		
18MG-07	18-봉평-06 (올릉)	18-원길-05 (오대)	1	1		4.2	0.4
18MG-08	18-원길-01 (올릉)	18-진부-09 (오대)	1		1	5.2	1.3
18MG-09	18-진부-01 (오대)	18-봉평-11 (올릉)	1				
18MG-10	18-진부-02 (오대)	18-봉평-11 (올릉)	2	1	1	4.4	0.3
18MG-11	18-진부-03 (오대)	18-봉평-07 (올릉)	5		1	4.6	0.2
18MG-12	18-진부-04 (오대)	18-봉평-08 (올릉)	2	2		4.3	0.3
18MG-13	18-진부-05 (오대)	18-봉평-08 (올릉)	1				
18MG-14	18-진부-06 (오대)	18-봉평-09 (올릉)	3				
총 합			22	6	4		

표 7. 산마늘 선발집단 생육 특성(2020년)

종	선발지역	초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	경경 (cm)	엽경 색	개화기 (인제)	천립중 (g)	특징
산마늘	오대산	26	17.5	6.7	1.6	녹	5.3	6.5	-
올릉산마늘	평창	37	25.2	10.4	2.1	적	5.11	13.7	-
20수MGI-01	인제	34	25.4	8.4	2.4	적	5.3	7.3	광엽, 줄기 적색 줄기 두껍고 마디있음

※ 동일 특성을 갖는 개체 187주를 선발 후 격리하여 집단 채종(2020.7.3. 14.8g 약 2000립)



산마늘



울릉산마늘



선발개체



격리채종

그림 3. 산마늘 선발 개체 집단선발

4 적 요

<제3세부과제: 산마늘 신품종 육성 연구>

(시험 1) 산마늘 배수체 유도

- 가. 산마늘 종자에 콜히친 처리를 통해 배수체를 유도하는 시험 결과, 종자는 발아되지 못했는데 이는 종자의 발아율은 콜히친의 농도가 높을수록, 또한 침지시간이 길수록 저하되었다는 보고(권 등 2013)를 활용하여 저농도, 짧은 침지시간 처리가 필요하였다.
- 나. 산마늘의 조직배양에 의한 대량증식방법 연구에서 켈러스 유도는 종자와 인경을 2,4-D 1mg/L가 첨가된 MS기본배지에 치상하였을 때 가장 양호하였고, 어린싹(shoot) 분화는 켈러스와 인경을 MS기본배지에 NAA와 zeatin의 혼합 처리에서 가장 양호하였으며 뿌리 분화는 MS기본배지에 0.1mg/L NAA를 첨가한 배지에서 많은 뿌리를 분화시켜 평균 21.4개가 분화했다는 보고(최 등 2006)를 활용하여 추후 우수한 품종 대량 보급을 위한 기초연구가 지속적으로 필요한 실정이다.

(시험 2) 산마늘 자식계통 육성

- 가. 산마늘 개체 선발을 통한 자식계통 육성을 위하여 총 100개체를 선발하였고, 자가교배하여 87개체 채종 후 종자 파종을 완료하였다
- 나. 산마늘 집단선발을 위하여 AM018 등 12계통의 유전자원을 확보하였다.
- 다. 울릉종과 오대종의 인공교배로 중간교잡, 불임확률 높았고, 20개 교잡으로 인공교배한 결과, 수정된 꽃수 75개, 수확된 종자 109립, 수정율 평균 20.1%, 수확된 종자는 8월 19일 노지에 파종을 완료하였다.
- 라. 울릉종 341계통, 오대종 100계통을 육성하였음, 오대종 보다 울릉산마늘이 출현주수가 월등히 많았고, 엽장은 약 1.5배 길고, 엽폭은 약 4배 넓었음, 2019년 울릉종 2농가, 오대종 2농가에서 자가교배한 종자를 파종하였다.
- 마. 울릉도와 오대산 산마늘 자생종의 종자의 특성 및 물리화학적 처리에 의한 발아 양상 조사에서 천립중은 울릉도 자생종이 오대산 자생종에 비해 2.1배 무겁고, 울릉도 자생종은 채종 즉시 파종한 처리에서만 발아하였고 무처리 암상태에서 발아율이 86%로 높았고, 평균발아일수 42일로

5일 빨랐으며 발아계수도 2.05로 높았고 저온유수 및 저온습윤 혼용처리에서는 발아율이 감소하였다.(강 등 2000).

바. 오대산과 울릉도 산마늘의 광합성 반응을 측정된 결과 오대산 산마늘의 광보상점은 울릉도 산마늘보다 다소 낮았고, 광포화점은 같았으며, 최대 광합성 능력은 오대산 산마늘이 울릉도 산마늘보다 높게 나타났다. 30℃ 이상의 고온에서는 울릉도 산마늘의 순광합성속도가 더 높았으며 이는 오대산 산마늘이 울릉도 산마늘에 비하여 기공전도도와 기공증산속도가 크게 감소하여 순광합성속도에 제한적인 인자로 작용하였으며 오대산 산마늘이 울릉도 산마늘 보다 서늘한 환경 조건에서 생육시켜야 함을 알수 있었다(한 등 2010). 따라서 적절한 환경조건 아래에서 개체 선발, 인공교배 등의 연구가 필요하다고 판단된다..

(시험 3) 산마늘 우수계통 선발

가. 2018년 중간교배 계통이 당해 4립 추가 발아하여 총 11립이 발아되었다.

나. 인제 점봉산에서 광엽·적색줄기의 특성을 모두 가진 산마늘(20수MGI-01) 균락지를 확인하였고, PCR 검사 시 울릉종과 오대산종의 이형주(Heterozygous)로 판단되었다.

다. 울릉도, 오대산, 지리산의 3개 집단 41개체를 PCR기술을 이용하여 DNA 다양성을 비교한 결과, 울릉도 집단이 3집단 중 변이가 가장 적고 유사도 0.77에서 지리산, 오대산 집단과 뚜렷하게 구별이 가능하였고, 오대산과 지리산 개체들은 서로 중복되어 나타났다는(김 등, 1997) 결과와 일치하였다.

라. 본 산마늘 육종 연구과제는 장기간 세대진전에 의한 선발과정이 필요하여 과제로서 완결하고 기존 수집, 교배된 계통들을 지속 관찰하고 추후 지속할 계획이다.

5 인용문헌

- 강치훈, 홍정기, 최병근, 방순배, 박영학, 한중수. 2000. 한국산 산마늘 종자의 발아와 종구의 휴면 특성. 한국자원식물학회지. 13(3):219-226.
- 권수정, 조갑연, 김학현. 2013. 콜히친 침지처리에 의한 ‘망종화’의 4배체 식물유도. 한국자원식물학회지. 26(2):284-288.
- 김원배, 유기억, 류승열, 서종택, 엄영현, 임학태. 1997. PCR기술을 이용한 산마늘(*Allium victorialis* var. *platyphyllum*)의 종내변이. 한국원예학회지. 38(2):129-132.
- 오병운, 양선규, 김규식, 장용석, 김태훈, 엄정애. 2009. 신품종 심사를 위한 식물별 특성조사요령-울릉산마늘. 산림청 국립산림품종관리센터.
- 이경철, 김하선, 한상섭. 2011. 오대산과 울릉도 산마늘의 수분특성. 한국임학회지 27(1):33-37.
- 이학주, 이상극, 최윤정, 조현진, 강하영, 이성숙, 최돈하. 2007. 산마늘의 추출성분. 한국임학회지. 96(6):620-624.
- 최성진, 윤병성, 김준철, 강원희. 2006. 조직배양에 의한 산마늘 대량증식. 강원대 농업과학연구소 논문집. 17:17-22.

한상섭, 김하선, 이경철. 2010. 오대산과 울릉도 산마늘의 광합성 특성. 한국임학회지. 26(3): 203-208.
 Korea Forest Service. 2003. Korean Plant Name Index. Available online at <http://www.nature.go.kr>.
 (국가생물종지식정보시스템) Apr. 2. 2010.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2020(1년)	영농활용	산채류 새로운 문제 병해 조기 진단이 중요하다
	학술발표	강원지역 산채류의 신병해 발생보고
	생물자원기탁	산마늘 균핵병(AOSM-01), 산마늘 흰비단병(AOSR-01)
	농약등록	산마늘(명이나물) 굼벵이류 약제 3종 등록
	농약등록	산마늘(명이나물) 파충채벌레 약제 5종 등록
2021(2년)	영농활용	산마늘 병해충 진단 및 방제방법
	영농활용	산마늘 병해충 방제는 필수, 방법은 선택
	홍보	산채류 '응애·총채벌레류' 조기진단 및 방제 필수

성과지표명		연도		1년차(2020)		2년차(2021)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적		
학술 발표	국제								
	국내	1	1			1	1		
영농 활용	기술			1	1	1	1		
	정보	1	1	2	2	3	3		
홍보				1	1	1	1		
농약등록		2	2			2	2		
생물자원기탁		2	2			2	2		
계		6	6	4	4	10	10		

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도	
					'20	'21
과제책임자	산채연구소	농업연구사	서현택	과제 총괄	○	○
3세부책임자	산채연구소	농업연구사	문윤기	세부주관 수행	-	○
공동연구자	산채연구소	농업연구사	김세원	시험수행 및 평가	○	○
	산채연구소	"	이효영	품질조사 지원	○	○
	산채연구소	"	박기덕	현장조사 지원	○	-
	산채연구소	"	박기진	평가분석 지원	○	○