

어젠다코드	4 - 2 - 2		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	S02	작목구분코드	IC-03-0904 VC-06-1409 IC-03-1964
과제종류	농업공동연구		과제번호	PJ012642	
과제명	주요 약용작물 종자보급체계 구축				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	한경숙		농업연구관	국립원예특작과학원 인삼특작부	
연구기간	2017 ~ 2021		참여연구기관	강원도원 등 12기관	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
3) 대황, 더덕, 만삼 우량종자 생산보급 기술 개발			인삼약초연구소	모영문	'17~'21
색인용어	대황, 더덕, 만삼, 표준품종, 우량종자, 보급				

## ABSTRACT

This study was conducted to develop high-quality seed production technology for three crops: rhubarb, deodeok, and pilose bellflower. Through the conduct of this study, the suitable seeding areas were searched for each crop, and the seed production by each seedling area was reviewed. In the case of rhubarb, flowering and ripening characteristics were investigated, and an appropriate planting density for seeding was established. And, in the central and northern plains of rhubarb, the proper planting method and planting time were investigated. In the case of Deodeok, seed germination characteristics and germination optimum temperature were set, and planting method, planting time, and inducement method were reviewed. In the case of pilose bellflower, the germination characteristics were investigated, and the planting distance and attracting method were investigated. In addition, in the case of pilose bellflower, an appropriate type of facility was established for harvesting high-quality seeds.

### 1 연구목표

약용작물은 소면적 다품목으로 다양하여 체계적인 표준품종개발에 한계가 있으며, 62개의 주요 재배작물 중 30개 작목은 표준품종이 없어 기원이 불분명한 재래종이나 수입산을 재배하고 있다. 또한 국산품종의 보급체계가 미흡하여 보급에 한계가 있으며 국산 약용작물의 경쟁력은 낮은 편으로 대부분 재래종이 재배되고 있어 균일도와 품질이 낮은 편이다. 이러한 소규모적 약용작물의 소비 구조는 경제성 취약으로 인해 약초 작목의 종자산업 발전에 큰 걸림돌이 되고 있다. 또한, 타식성 작목이 많은 약용작물은 특성상 지역별 종 번이가 발생함에도 경제성 문제로 인해 즉각적인 대응이 힘들며 이로

인한 종자의 품질을 보장하지 못하는 경우가 발생하고 있다. 종자는 농업의 생산성을 결정하는 요소 중의 하나이며 우량종자의 보급은 약용작물의 안정생산 및 경쟁력 강화의 한축으로 인식되고 있다. 따라서 안정적인 우량종자 보급은 약용작물 및 이를 기반으로 하는 시장(한약재, 건강·기능성식품, 화장품 등) 규모의 확대는 물론 차세대 성장 동력원으로 인식되고 있다. 그럼에도 불구하고 약용작물은 벼 등 식량작물과 달리 국가 종자보급체계가 전무한 실정이다. 약용작물의 국가 종자보급체계가 이루어지지 않는 이유로는 다양한 작목 수만큼 1년생, 다년생 등 다양한 생활형과 목본류, 초본류 등 식물 분류학적 다양성을 갖고 있으며, 종자번식, 영양번식 등 다양한 번식방법이 존재하여 복잡한 종자생산체계를 갖는 특징이 있다. 복잡한 종자생산체계는 약용작물의 증식률을 높이는데 걸림돌이 되기도 하며 신품종의 종묘·종근 수요에 대한 탄력적 대응이 매우 어려워진다. 이에 농촌진흥청을 비롯한 각도 농업기술원이 공동 참여하여 2011년도부터 2015년도까지 5년간 약용작물 종자 보급체계 구축 연구를 수행한 결과 국산종자의 보급률 향상(10 → 19.3%)이 가능하였으나, 소면적 또는 품종이 개발되지 않은 작목의 종자의 균일화 및 저장, 보급체계구축 등에 관한 추가 연구가 필요한 실정이다. 현재 전국에는 5개소의 약용작물의 종자생산 및 보급을 위한 약용작물 종자보급센터가 설립되어 운영되고 있으나 보급체계에 관한 전국적 네트워크형성이 되어 있지 않아 관련 체계 구축이 필요한 실정이다. 이에 본 연구는 농촌진흥청 및 각도 농업기술원과 유관기관이 공동으로 협력하여 소면적 약용작물 28작목에 대한 종자생산보급체계 구축을 위하여 수행되었으며, 강원도의 경우에는 대황, 더덕, 만삼 등 3작목에 대해 우량종자생산 기술을 개발하고자 수행되었다.

## 2 재료 및 방법

### 〈제1세부과제: 대황, 더덕, 만삼의 우량종자 생산보급 기술 개발〉

#### (시험 1) 대황 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

본 시험은 종대황의 채종적지 탐색을 위하여 평야지인 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소 시험포장과, 준고랭지인 강원도 평창군 봉평면에 소재한 산채연구소 시험포장 그리고 고랭지인 강원도 태백시 철암동에 소재한 산채연구소 고원본소 시험포장 등 3개 지역에서 2017년도에서 2018년도에 수행되었다. 시험재료는 128공 플러그트레이에 3월 22일에 파종 후 육묘한 묘를 사용하였으며, 시험포장 정식은 철원 5월 10일, 평창 5월 18일, 태백 5월 16일에 수행하였다. 재배법은 농업과학기술대전 제5권(2002. 농촌진흥청) 참조하였으며, 생육 및 수량 특성, 채종량, 병해발생 등 조사내용은 농업과학기술 연구조사분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다.

#### (시험 2) 대황 년생별 종자 채종 수량성 검정('19)

본 시험은 시험 1에서 철원, 평창, 태백 등 3개 지역에서 식재된 시험포장에서 3년생을 대상으로 생육특성 및 종자 수량성을 검정하여, 시험 1에서 도출된 지역별 2년생 종자 수량성에 대하여 3년생의 채종특성을 비교분석하였다. 또한, 철원지역의 노지재배와 55% 차광조건에서 재배된 종대황을 대상

으로 개화 및 결실특성과 등숙단계별 발아특성을 구명하였다.

주요 조사내용은 생육특성, 채종량, 발아율 등을 농업과학기술 연구조사분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다

### (시험 3) 대황의 효율적인 종자 채종을 위한 적정 재식거리 구명('19~'20)

본 시험은 대황의 종자채종을 위한 적정 재식거리를 구명하고자 2019년~2020년에 인삼약초연구소 내 시험포장에서 수행되었다. 처리내용은 열간격×주간 간격을 각각 60×30cm, 60×40cm, 60×50cm, 60×60cm 등 4처리를 두어 수행하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시험재료는 128공 플러그트레이에 60일 육묘한 종묘를 사용하여 '19년 4월 24일에 정식하였다. 시험포장 조성을 위하여 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-퇴비=17-6-8-2,000kg/10a을 전량기비 시용하였으며, 30cm 높이의 이랑을 세워 점적테이프 설치 및 흑백양면비닐을 피복하였다. 주요 조사내용은 생육특성, 채종량, 발아율 등을 농업과학기술 연구조사분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다.

### (시험 4) 대황 안정종묘 생산을 위한 발아특성 구명('21)

본 시험은 종대황의 육묘이식재배 시 안정적인 종묘 생산을 위하여, 채종 종자의 장기 저장방법을 구명하고자 2021년도에 수행하였다. 시험재료는 '20년도 6월 18일에 채종한 종자를 사용하였으며, 저장방법 구명을 위해 채종 후 실온과 4℃에 저온저장을 하였으며, 각각의 저장방법별 저장기간에 따른 발아특성 구명을 위해 채종 후 143일, 243일, 253일, 273일, 300일, 365일에 발아시험을 수행하였다. 발아시험은 흐르는 물에 1일간 침종한 종자를 25℃ 항온상에 페트리디쉬당 100립씩 4반복으로 치상하여 수행하였으며, 평균발아속도, 발아세, 발아율 등을 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다.

표 1. 저장 경과일수에 따른 종대황 종자 치상일

채종일	채종 후 경과일수에 따른 치상일(월/일)						
	143일	243일	253일	263일	273일	300일	380일
'20. 6. 18.	11/8.	2/16	2/26.	3/8.	3/18.	4/14	7/3.

■ 영역: 종대황 종묘생산 파종 시기(4월 정식 30~60일묘 생산 기준)

### (시험 5) 대황 적정식재 방법 및 시기 구명(' 21)

본 시험은 종대황의 안정적인 종자생산을 위하여 적정식재 방법 및 시기를 구명하고자 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소 시험포장에서 2021년도에 수행되었다. 시험구 처리는 식재방법으로는 노지직파와 육묘이식 2수준으로 처리하였으며, 식재시기는 4월 상순, 4월 중순, 4월 하순 3수준으로 처리하였다. 시험재료는 노지직파 처리구는 흐르는 물에 1일간 침종 처리한 종자를 사용하였으며, 육묘이식 처리구는 128공 플러그트레이에서 60일간 육묘한 종묘를 사용하였다. 시험포장은 10a 당 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O-퇴비=17-6-8-2,000kg을 전량기비로 시용하였으며, 30cm 높이의 이랑을 세워 점적테이프 관수 설치 및 흑백양면비닐을 피복 후 열 간격 60cm, 주 간격 30cm로 파종·정식하였다.

각각의 생육 및 수량 특성은 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다.

#### (시험 6) 더덕 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

본 시험은 더덕의 우량종자생산을 위한 채종적지 탐색을 위하여 평야지인 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소 시험포장과, 준고랭지인 강원도 평창군 봉평면에 소재한 산채연구소 시험포장 그리고 고랭지인 강원도 태백시 철암동에 소재한 산채연구소 고원분소 시험포장 등 3개 지역에서 2017년도에서 2018년도에 수행되었다. 지역별로 육묘이식재배와 직파재배 등 2처리로 수행하였으며, 육묘이식재배에 사용된 시험재료는 128공 플러그트레이에 3월 22일에 파종하여 육묘한 묘를 사용하였다. 파종·정식은 철원 5월 10일, 평창 5월 18일, 태백 5월 16일에 각각 수행하였으며, 조사내용은 생육특성과 병해발생 정도 등을 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다.

#### (시험 7) 더덕 종자 발아율 향상 방법 구명('19)

본 시험은 시험 6에서 채종된 더덕 종자의 발아율 향상 및 발아특성을 구명하고자 수행되었다. 시험재료는 2018년도에 평야지인 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소 시험포장과, 준고랭지인 강원도 평창군 봉평면에 소재한 산채연구소 시험포장 그리고 고랭지인 강원도 태백시 철암동에 소재한 산채연구소 고원분소 시험포장 등 3개 지역에서 채종된 종자를 사용하였다. 각각의 종자는 발아율 향상을 위하여 4℃ 저온처리를 5일 간격으로 6회 처리하여 발아시험에 사용하였다. 발아시험은 페트리디쉬 당 100립씩 4반복으로 수행하였으며 25℃ 항온상에 치상 후 발아특성 등을 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다.

#### (시험 8) 더덕 재배유형별 종자수량 및 경제성 검정('19~'20)

본 시험은 더덕의 채종량 향상을 위한 유인재배용 덕 설치 유형에 따른 종자수량 및 경제성을 검토하고자 2019년에서 2020년에 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소에서 수행되었다. 처리내용은 덕 미설치(관행), 철재 덕, 대나무 덕, 철 활대 등 4처리였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 수행하였다. 30cm 높이의 이랑을 형성한 후 점적테이프 설치와 흑백양면 더덕비닐로 피복 후 2019년 4월 24일에 직파재배 하였으며, 기타 재배법은 농업기술길잡이 007(2019)에 준하여 수행하였다. 생육 및 수량 특성, 채종량 등의 조사내용은 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하였다.

#### (시험 9) 더덕 우량종자 채종을 위한 재배방법 구명('19~'20)

본 시험은 더덕의 우량종자 채종을 위한 재배방법 구명을 위하여 강원도 철원군 김화읍에 소재한 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 2019년에서 2020년도에 수행되었다.

처리내용은 직파재배와 육묘이식재배를 하였고, 파종·정식은 가을과 봄 2시기에 각 2회 실시하였다. 가을 파종·정식은 2019년 8월 21일과 9월 6일에 실시하였고, 봄 파종·정식은 2020년 4월 20일과 5월 6일에 실시하였다. 시험구 조성은 30cm 높이의 이랑을 형성 후 점적테이프 설치 및 흑백양면더

덕비닐을 피복하여 재배하였으며, 기타 재배법은 농업기술길잡이 007(2019)에 준하여 수행하였다. 생육 및 수량 특성, 채종량 등의 조사내용은 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하였다.

#### (시험 10) 만삼 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

본 시험은 만삼의 우량종자생산을 위한 채종적지 탐색을 위하여 평야지인 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소 시험포장과, 준고랭지인 강원도 평창군 봉평면에 소재한 산채연구소 시험포장 그리고 고랭지인 강원도 태백시 철암동에 소재한 산채연구소 고원분소 시험포장 등 3개 지역에서 2017년과 2018년도에 수행되었다. 지역별로 육묘이식재배와 직파재배 등 2처리로 수행하였으며, 육묘이식재배에 사용된 시험재료는 더덕과 마찬가지로 128공 플러그트레이에 3월 22일에 파종하여 육묘한 묘를 사용하였다. 파종·정식은 철원 5월 10일, 평창 5월 18일, 태백 5월 16일에 각각 수행하였으며, 조사내용은 생육특성과 병해발생 정도 등을 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다

#### (시험 11) 만삼 우량종자 채종을 위한 정식기 구명('19)

본 시험은 만삼의 이식재배시 우량종자 채종을 위한 적정 정식시기를 구명하고자 2019년 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소 시험포장에서 수행되었다. 처리내용은 정식기별 3처리로 2년생(2017년 4월 중순 정식), 1.5년생(2017년 8월 하순 정식), 1년생(2018년. 4월 중순 정식)을 대상으로 하였다. 재배법은 농업기술길잡이 007(2019)에 준하여 수행하였으며 생육특성 및 채종 특성 등의 조사내용은 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하였다.

#### (시험 12) 만삼 종자 발아율 향상 방법 구명('19)

본 시험은 더덕과 마찬가지로 시험 10에서 채종된 만삼 종자의 발아율 향상 및 발아특성을 구명하고자 수행되었다. 시험재료는 2018년도에 평야지인 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소 시험포장과, 준고랭지인 강원도 평창군 봉평면에 소재한 산채연구소 시험포장 그리고 고랭지인 강원도 태백시 철암동에 소재한 산채연구소 고원분소 시험포장 등 3개 지역에서 채종된 종자를 사용하였다. 각각의 종자는 발아율 향상을 위하여 4℃ 저온처리를 5일 간격으로 6회 처리하여 발아시험에 사용하였다. 발아시험은 페트리디쉬 당 100립씩 4반복으로 수행하였으며 25℃ 항온상에 치상 후 발아 특성 등을 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다

#### (시험 13) 만삼 효율적인 종자 채종을 위한 적정 재식 거리 구명('19~'20)

본 시험은 만삼의 효율적인 종자 채종을 위한 적정 재식거리 구명을 위하여 강원도 철원군 김화읍에 소재한 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 2019년에서 2020년에 수행되었다. 적정 재식거리 설정을 위하여 처리내용은 열간격×주간간격을 10×20cm, 20×20cm, 30×20cm, 40×20cm 등 4처리로 하여 수행하였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시험재료는 128공 플러그트레이

이에 60일 육묘한 종묘를 '2019년 4월 24일에 정식하였다. 시험처리구는 30cm 높이의 이랑을 조성 후 점적테이프 설치와 흑백양면필름으로 피복하였으며, 기타 재배법은 농업기술길잡이 007(2019)에 준하여 수행하였다. 생육 및 수량 특성, 채종량 등의 조사내용은 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하였다.

#### (시험 14) 만삼 재배유형별 종자수량 및 경제성 검정('19~'20)

본 시험은 만삼의 유인을 위한 덕 설치 유형에 따른 종자수량 및 경제성을 검토하고자 2019년에서 2020년에 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소에서 수행되었다. 처리내용은 덕 미설치(관행), 철재 덕, 대나무 덕, 철 활대 등 4처리였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 수행하였다. 30cm 높이의 이랑을 형성한 후 점적테이프 설치와 흑백양면필름으로 피복 후 128공 플러그트레이에 60일 육묘한 묘를 4월 24일에 이식재배 하였으며, 기타 재배법은 농업기술길잡이 007(2019)에 준하여 수행하였다. 생육 및 수량 특성, 채종량 등의 조사내용은 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하였다.

#### (시험 15) 만삼 우량종자 채종을 위한 재배방법 구명('19~'20)

본 시험도 시험 9와 마찬가지로 만삼의 우량종자 채종을 위한 재배방법 구명을 위하여 강원도 철원군 김화읍에 소재한 강원도농업기술원 인삼약초연구소 시험포장에서 2019년에서 2020년도에 수행되었다. 처리내용은 직파재배와 육묘이식재배를 하였고, 파종·정식은 가을과 봄 2시기에 각 2회 실시하였다. 가을 파종·정식은 2019년 8월 21일과 9월 6일에 실시하였고, 봄 파종·정식은 2020년 4월 20일과 5월 6일에 실시하였다. 시험구 조성은 30cm 높이의 이랑을 형성 후 점적테이프 설치 및 흑백양면 필름을 피복하여 재배하였으며, 기타 재배법은 농업기술길잡이 007(2019)에 준하여 수행하였다. 생육 및 수량 특성, 채종량 등의 조사내용은 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하였다.

#### (시험 16) 만삼 중복부 평야지 채종향상 기술 개발('20~'21)

본 시험은 중복부 평야지에서 만삼의 채종향상을 위하여 생육환경에 알맞은 적정 시설유형을 설정하고자 강원도 철원군 김화읍에 소재한 인삼약초연구소에서 2020년에서 2021년에 수행되었다. 처리 내용은 노지재배, 비가림하우스, 차광재배(55%), 비가림+차광재배(55%) 등 4처리로 하였으며, 시험구배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 128공 플러그트레이에 60일 육묘한 종묘를 2020년 4월 28일에 정식하였다. 재배법은 농업기술길잡이 007(2019. 농촌진흥청)에 준하여 수행하였으며, 입모율, 생육특성, 기상환경, 병충해 발생, 채종량, 경제성 등의 조사는 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하여 조사하였다.

#### (시험 17) 만삼 적정 채종시기 설정('21)

본 시험은 만삼의 안정적인 종묘생산을 위한 적정 채종시기를 설정하고자 수행되었다. 종자채종은 2020년 10월 중순부터 7일간격으로 6회 채종 및 종자정선을 하였다. 채종된 종자는 실온 및 4℃ 저온

저장을 하였으며, 발아특성은 육묘과중 가능 시기인 저장 후 90일, 100일, 110일 등 10일 간격으로 5회 실시하였다. 발아시험은 페트리디쉬 당 100립씩 4반복으로 수행하였으며, 치상온도는 25℃ 항온상에서 실시하였다. 발아특성 조사는 농업과학기술 연구조사 분석기준(2012. 농촌진흥청)에 준하였다.

### 3 결과 및 고찰

#### <제1세부과제: 대황, 더덕, 만삼 우량종자 생산보급 기술 개발>

##### (시험 1) 대황 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

본 연구에 사용된 종대황(*Rheum undulatum* L.)은 마디풀과에 속하는 다년생 속근성 초본식물로 원산지는 중국서장, 청해 지방이다. 이(2006)는 종대황(*Rheum undulatum*)을 대황으로 명명하고 있으나, 대한민국약전의 한약(생약) 규격집에는 종대황으로 명명하고 있다. 우리나라 각지에서 재배할 수 있는데 한랭한 고산지역이며 연평균 10℃ 내외인 곳을 좋아하고 생장의 최적 온도는 15~22℃ 정도이다. 너무 온도가 높은 지역은 생장에 장애를 받을 수도 있으므로 좋지 않다고 알려져 있다(2002. 농업과학기술대전 제5권).

##### 가. 채종지의 기상환경

시험 지역의 생육기간 중 평균기온은 철원 18.5℃, 평창 16.0℃, 태백 16.7℃로 철원이 태백과 평창 대비 1.8 ~ 2.5℃ 높았고, 강수량은 철원 1,357mm, 평창 1,333mm, 태백 1,267mm로 평창과 철원이 다소 많았다. 평년대비 평균기온은 철원 0.6℃, 태백 0.9℃가 높았다(표 2).

표 2. 생육기간 지역별 기상(2018) (℃, mm)

지역	연도	4월		5월		6월		7월		8월		9월		10월		평균	
		기온	강수	기온	강수	기온	강수	기온	강수	기온	강수	기온	강수	기온	강수	기온	강수
철원 (평야)	본년	11.2	139	16.8	263	21.7	122	25.3	174	26.3	527	18.8	55	9.9	75	18.5	1,357
	평년	10.4	64	16.2	104	20.8	140	23.5	402	23.8	341	18.7	142	11.5	44	17.9	1,237
평창 (준고랭)	본년	9.0	152	14.2	296	18.8	135	23.0	171	23.3	363	16.1	133	7.9	83	16.0	1,333
	평년	10.4	71	16.2	80.3	20.4	139.2	22.9	310	23.3	254.3	18.3	135	11.6	49.7	10.2	1,182.9
태백 (고랭지)	본년	10.1	129	14.6	138	19.2	58	23.5	252	23.2	270	16.0	181	10.4	239	16.7	1,267
	평년	8.9	76	14.0	93	17.7	143	20.9	288	21.0	272	16.0	207	12.0	63	15.8	1,142

##### 나. 지역별 생육특성 및 종자수량

각 시험장소별 1년차 정식후 생육상황은 표 3과 같이 활착율은 태백이 88.2%로 가장 낮았고 철원이 92.2%로 높았다. 초장도 철원지역이 71.1cm로 가장 컸으며 태백이 58.4cm로 가장 작았으며 엽수 등도 같은 경향이었다.

표 3. 지역별 정식후 생육상황(1년생)

지역	활착율 (%)	초장 (cm)	엽수 (개/주)	엽경 (mm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
철원	92.2	71.1	17.3	19.8	37.6	41.4
평창	90.0	64.2	18	18.2	32.0	42.6
태백	88.2	58.4	16	18.0	32.0	40.8

정식후 2년차에서의 지역별 생육상황 및 채종량은 표 4와 같다. 평야지 대비 준고랭지 및 고랭지 지역이 개화기가 늦은 경향을 보였으며 화서수와 종자 채종량은 지대가 높을수록 많은 경향을 보였다(표 4).

표 4. 지역별 2년차 생육 및 채종량 비교(2년생)

지역	개화기	초장 (cm)	추대장 (cm)	추대경수 (개/주)	화서장 (cm)	화서수 (개/주)	채종량 (g/주)	천립중 (g)	종자수량 (kg/10a)
철원	4.25	72.2	154.5	3	32.7	21	138.3	15.9	649±39
평창	5.15	65.5	152.9	4	28.5	25	167.8	16.4	789±76
태백	5.25	67.3	153.5	5	42.7	28	175.7	16.0	826±40



그림 1. 대황 종자 성숙단계

#### 다. 지역별 종자수량 및 발아특성

종대황 종자의 채종 시기는 철원지역이 6월중순, 평창, 태백은 이보다 10~15일 늦은 6월 하순이었으며 발아율은 85~95% 수준이었으며, 철원에서 채종한 종자가 95%로 가장 높았고, 평창에서 채종한 종자는 85%수준으로 다소 낮은 경향을 보였다, 또한 발아 소요일수는 6~7일이였다(표 5).

표 5. 지역별 채종종자 발아율 비교(채종 후 30일 후, 25℃ 향온기 치상)

지역	채종기	천립중 (g)	기간별 발아율(%)				발아세 <sup>1)</sup> (%)	발아율 (%)
			0일차	3일차	5일차	7일차		
철원(평야지)	6. 11	15.9	0	75	90	95	90	95
평창(준고랭지)	6. 22	16.4	0	80	85	85	85	85
태백(고랭지)	6. 25	16.0	0	55	85	92	85	92

<sup>1)</sup> 치상 후 5일차 평균 발아율

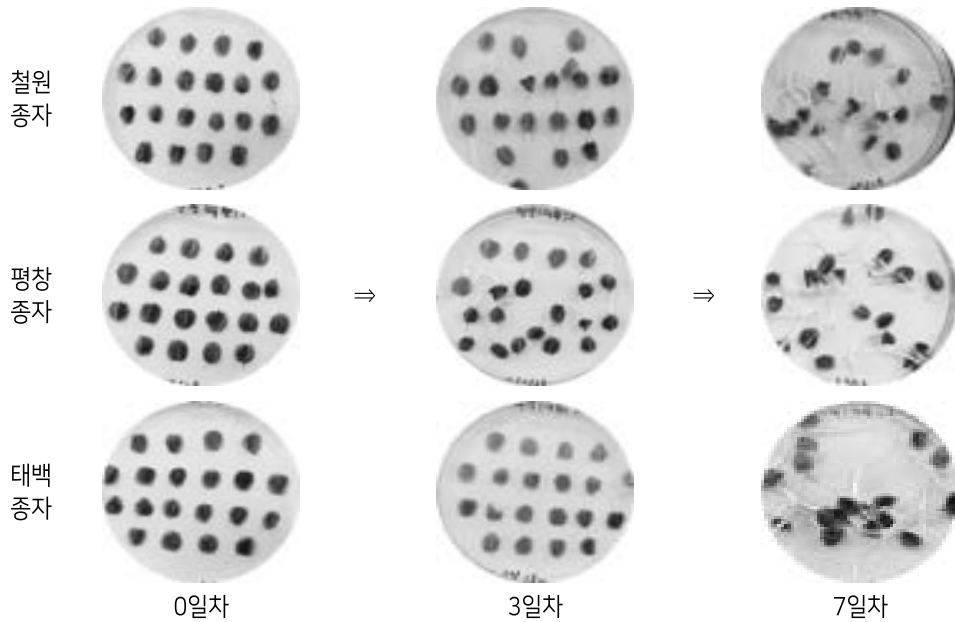


그림. 2. 지역별 채종종자의 치상 일수별 발아형태

### 라. 주요 병해충 발생정도

주요발생 병해로는 생육후기 무름병과 점무늬병이 발생하였으며, 발생 주요 해충은 생육중기에 거세미나방류 및 파밤나방이 발생하였다. 각각의 병해충의 발생양상은 준고랭지(평양), 고랭지(태백) 지역 대비 평야지인 철원지역에서 병해나 해충피해가 다소 심하였다(표 6).

표 6. 지역별 병해충 발생정도(2017~2018)

지역	병해충발생정도(0~9) <sup>1)</sup>						
	시들음병	무름병	점무늬병	진딧물	응애류	파밤나방	담배거세미나방
철원(평야지)	0	3	5	3	1	3	5
평양(준고랭지)	0	1	3	1	0	1	1
태백(고랭지)	0	0	1	1	0	1	1

<sup>1)</sup> 0: 무발병, 1: 0~5%이하, 3: 5~10%, 5: 10~30%, 7: 30~50%, 9: 50% 이상

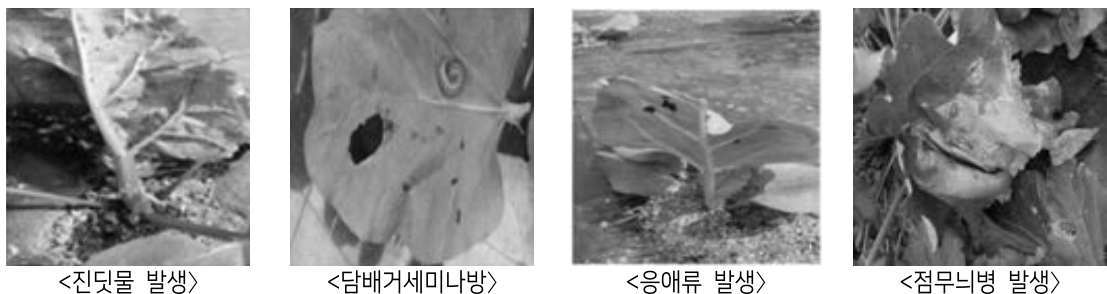


그림. 3. 종대황 생육기간 중 발생한 주요병해충(철원)

(시험 2) 대황 년생별 종자 채종 수량성 검정('19)

가. 대황의 년생별 생육특성 및 종자수량

중대황의 경우 생육 2년차에 추대되어 개화-결실되는 특징이 있다. 3년생의 경우 표 7와 같이 근생엽의 경우 엽장, 엽폭 및 엽병장은 평창지역이 큰 경향이거나, 근생엽수는 철원지역이 주당 42.5매 내외로 가장 많았다. 경생엽의 경우 엽장, 엽폭 및 엽병장은 지대가 높을수록 큰 경향이였다.

표 7. 3년생 대황의 채종지별 고속기 생육특성

조사시기: '19. 7. 16

채종지	근생엽				경생엽			
	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽병장(cm)	엽수(매/주)	엽장(cm)	엽폭(cm)	엽병장(cm)	엽수(매/주)
철원(평야지)	26.8±3.0	28.9±3.9	34.5±2.9	42.5±7.7	21.1±2.3	23.1±1.2	23.5±0.3	20.6±3.5
평창(준고랭지)	31.4±4.7	33.6±6.3	35.2±1.4	22.6±3.1	24.5±0.6	24.9±0.9	24.1±1.6	18.9±3.6
태백(고랭지)	28.3±1.6	31.3±3.2	29.2±3.1	25.9±7.9	28.1±3.5	29.9±2.8	29.4±3.0	19.8±1.0

채종지별 3년생 중대황은 지대가 높을수록 종자수량 구성요소 중 추대경수, 소화서수 등이 증가하는 경향으로, 주당 채종량의 경우에도 지대가 높고 연생이 높아질수록 증가하는 경향이였다.(표 8)

표 8. 3년생 대황의 채종지별 종자생산 구성요소 및 종자 생산량

조사시기: '19. 7. 16

채종지	추대경장 (cm)	착생높이 (cm)	추대경수 (개/주)	소화서수 (개/경)	마디수 (개/경)	주당채종량 (g/주)	천립중 (g)	채종량 (kg/10a)
철원(평야지)	126.1±6.4	55.5±1.6	7.3±1.2	43.5	7.1±0.6	127.2	15.5	706.8±106.2 b
평창(준고랭지)	134.1±9.7	58.2±10.1	7.9±1.7	56.4	7.7±0.4	147.5	17.0	819.4±31.3 b
태백(고랭지)	131.6±2.6	65.6±2.7	9.5±1.0	58.5	6.9±0.3	202.8	16.4	1,126.6±52.2 a

DMRT(p<5%): 3년생 기준

채종지별 종자 생산량은 평야지인 철원에서 채종할 경우 2년생의 경우 649kg/10a 내외였고, 3년생의 경우에는 707kg/10a 내외였다. 준고랭지인 평창에서 채종할 경우에는 2년생은 789kg/10a 내외, 3년생은 819kg/10a 내외였으며, 고랭지인 태백에서 채종할 경우 2년생 826kg/10a 내외, 3년생은 1,127kg/10a 내외였다. 중대황은 재배연생이 경과할수록 채종량 증가 경향으로 채종지별로는 고랭지에서 채종하는 것이 유리하였다. (시험 1)과 (시험 2)의 결과로 중대황의 채종적지는 채종량도 타 지역보다 많이 생산되며 발아율도 92%로 높았고 생육중 병해충 발생정도가 낮은 고랭지역인 태백이 유리하였고 정식후 3년생에서 채종량이 증가하였다.



<철원>



<평창>



<태백>

그림 4. 3년생 대황의 채종지별 생육전경('19. 7. 6.)

### 나. 대황의 등숙 단계별 종자 및 발아 특성

종대황의 평야지 재배시 차광조건에 따른 개화 및 등숙특성은 표 9와 같다. 출현시와 출현기는 55% 차광 조건의 경우 각각 3월 25일과 4월 9일로써 무차광 조건 대비 각각 4일과 3일 빠른 경향이 었다. 개화시는 두 조건 모두 4월 18일로 동일하였으나 개화기는 무차광이 4월 22일로써 55% 차광 대비 4일이 빠른 경향이였다. 이(2006)는 대황(*Rheum undulatum* L.)의 꽃은 7~8월에 핀다고 하였으나, 철원 지역에서는 알려진 것보다 개화기가 빨라 상이한 결과를 보였다. 개화시작 후 고숙기까지 소요 되는 일수는 무차광 조건시 74일, 55%차광 조건 시 78일로 무차광 조건 시 4일 빠른 경향을 보였다.

표 9. 차광조건에 따른 대황의 개화 및 등숙 시기('19. 철원)

차광 조건	출현시기(월/일)			개화시기(월/일)			추대시기(월/일)			등숙시기(월/일)				
	시	기	종	시	기	종	시	기	종	유숙기	호숙기	황숙기	완숙기	고숙기
무차광	3/29	4/12	4/22	4/18	4/22	4/29	4/23	04/26	5/7	5/28 (40)	6/7 (50)	6/14 (57)	6/20 (63)	7/1 (74)
55% 차광	3/25	4/09	4/15	4/18	4/26	5/7	4/23	4/29	5/7	6/7 (50)	6/17 (60)	6/21 (64)	6/23 (66)	7/5 (78)

( ): 개화 후 경과 일수

등숙단계별 종대황의 종자특성은 채종 직후 등숙 단계별 천립중의 경우 무차광 조건 시 55% 차광 조건 보다 대체로 무거운 경향을 보였다. 고숙기 천립중은 무차광 조건에서 17.6g내외였으며, 55% 차광조건 시 12.6g 내외였다(표 10, 그림 5)

표 10. 차광조건에 따른 대황의 등숙단계별 종자 특성

차광조건	등숙단계	천립중(g)	종자크기(cm)	
			길이	너비
무차광	유숙기	-	-	-
	호숙기	40.1±0.30	0.97±0.09	0.83±0.09
	황숙기	23.2±0.62	0.85±0.09	0.70±0.07
	완숙기	14.4±0.20	0.74±0.06	0.63±0.05
	고숙기	17.6±0.28	0.96±0.06	0.82±0.06
55% 차광	유숙기	31.9±0.54	0.85±0.08	0.71±0.06
	호숙기	33.8±1.63	0.89±0.09	0.75±0.07
	황숙기	13.1±0.25	0.83±0.06	0.69±0.07
	완숙기	11.4±0.39	0.80±0.17	0.72±0.07
	고숙기	12.6±0.20	0.97±0.08	0.80±0.07



그림 5. 대황의 등숙단계별 종자 특성

대황의 채종시 차광조건에 따른 등숙단계별 종자 발아율의 경시적 변화는 그림 6과 같다. 치상 후 3일차부터 대부분 발아가 시작 되었으며, 무차광 조건 채종 시 고속기 채종 종자의 발아속도가 빠른 경향을 보였다. 또한 채종 직 후 등숙단계별 채종된 종자를 15℃, 20℃, 25℃, 30℃ 항온상에 치상하여 발아를 유도한 결과, 발아율은 55% 차광조건에서 호숙기에 채종한 종자를 30℃에서 발아 시켰을 경우 98.8%내외로 가장 높았으나, 무차광 조건 15℃ 발아 처리를 제외하고 대부분 고속기에 채종하였을 때 발아온도 조건과 상관없이 발아율이 90% 이상 도달하였다. 따라서 대황의 채종시 고속기(개화 시작 후 74~78일) 채종시 안정적인 종자 생산이 가능할 것으로 사료되었다(표 10).

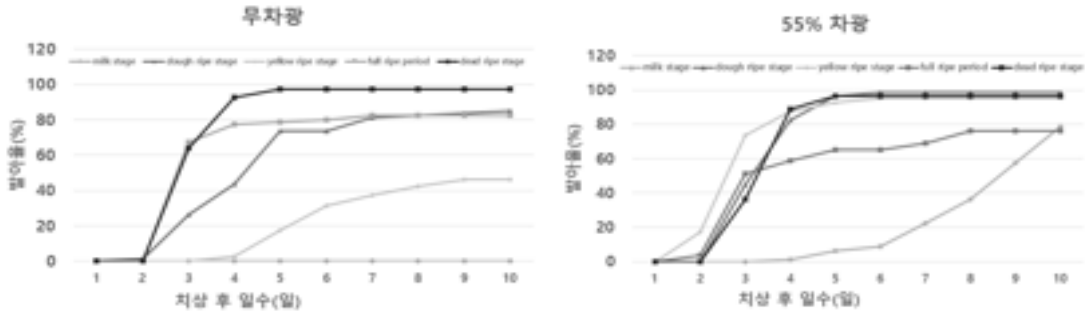


그림 6. 대황의 등숙단계별 발아율의 경시적 변화

표 10. 대황의 등숙단계별 종자의 발아 특성

차광조건	발아온도	발아율(%)				
		유숙기	호숙기	황숙기	완숙기	고속기
무차광	15℃	-	48.8± 8.5	6.3± 2.5	68.8±13.8	83.8±6.3
	20℃	-	73.8± 7.5	33.8± 8.5	83.8± 2.5	91.3±8.5
	25℃	-	87.5± 6.5	65.0± 8.2	81.3±14.4	93.8±2.5
	30℃	-	87.5± 6.5	48.8± 7.5	82.5± 9.6	97.5±2.9
55% 차광	15℃	7.5± 6.5	36.3±12.5	42.5± 2.9	55.0±16.3	95.0±7.1
	20℃	70.0± 8.2	80.0± 7.1	81.3±10.3	50.0± 7.1	97.5±5.0
	25℃	60.0±14.7	96.3± 2.5	70.0± 8.2	75.0± 8.2	95.0±7.1
	30℃	82.5± 5.0	98.8± 2.5	95.0± 4.1	77.5± 8.7	96.3±4.8

### (시험 3) 대황의 효율적인 종자 채종을 위한 적정 재식거리 구명('19~'20)

#### 가. 재식거리별 종대황의 생육 및 수량 특성

대황 종자의 효율적인 채종을 위한 적정 재식거리를 구명하기 위하여 재식거리를 60×30cm 등 4처리리를 두어 정식한 후 연차별 입모율과 초장 변화를 조사한 결과는 표 11과 같다. 재식거리별 종대황의 입모율은 재배연수가 경과될수록 입모율은 감소하는 경향이었으며 특히 주간거리 60cm 처리구에서 23.7% 감소하였다. 초장의 경우 1년생은 근생엽의 최대높이이고 2년생은 추대가 되기 때문에 추대경의 최대높이로서 주간거리 30cm 처리구에서 다소 작았으나 처리간 큰 차이는 없었다.

표 11. 재식거리에 따른 대황의 년차별 입모율 및 초장 변화

재식거리	입모율(%)		초장(cm)	
	1년차('19)	2년차('20)	1년차('19)	2년차('20)
60×30cm	86.2	81.1 a	73.2 <sup>1</sup>	150.8 <sup>2</sup>
60×40cm	90.8	72.6 a	85.9	157.7
60×50cm	87.7	82.8 a	71.2	160.3
60×60cm	100.0	76.3 a	73.4	156.8

<sup>1</sup> 1년차: 근생엽의 최대 높이, <sup>2</sup> 2년차: 추대경의 최대 높이

재식거리에 따른 종대황의 년차별 지상부 생육 변화는 표 12와 같이 근생엽의 경우 1년차 대비 2년차 근생엽장, 근생엽폭, 근생엽수 등이 작아지는 경향이었으며, 년차에 상관없이 주간거리 30cm 처리구에서 엽장, 엽폭, 엽병장, 엽수 등이 작아지는 경향을 보였다. 1년차에는 미추대로 인해 경생엽이 없으나 2년차의 경우 추대로 인한 경생엽이 발생되며 근생엽과 마찬가지로 주간거리 30cm 처리구에서 엽장, 엽폭, 엽병장, 엽수 등이 작아지는 경향을 보였다.

표 12. 년생별 대황의 지상부 생육 변화

재식거리 (cm)	근생엽								경생엽(2년차)			
	엽장(cm)		엽폭(cm)		엽병장(cm)		엽수(개/주)		엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	엽수 (개/주)
	1년차	2년차	1년차	2년차	1년차	2년차	1년차	2년차				
60×30	35.7	27.9	40.4	30.2	37.5	27.9	19.2	18.8	19.2	18.8	13.2	16.5
60×40	37.5	29.9	41.3	32.6	48.3	26.6	18.3	19.1	18.3	19.1	13.3	15.9
60×50	37.8	29.8	44.8	31.4	33.4	24.6	30.2	19.3	30.2	19.3	13.1	16.2
60×60	38.3	29.2	44.5	30.5	35.1	27.9	22.0	20.5	22.0	20.5	14.7	19.4

재식거리별 지하부 생육 변화는 표 13과 같다. 지하부 근 생육은 1년차에는 주간거리가 넓어질수록 근장, 지근수 등이 증가하는 경향이었으나, 2년차에서는 통계적 유의성은 없었다. 근중의 경우에도 1년차에는 주간거리가 넓어질수록 무거운 경향이었으나, 2년차에는 통계적 유의성은 없었으나 건물률은 2년생에서 증가하는 경향이였다.

표 13. 재식거리별 종대황의 지하부 생육

재식거리 (cm)	근장(cm)		지근수(개/주)		생근중(g/주)		건근중(g/주)		건물률(%)	
	1년차	2년차	1년차	2년차	1년차	2년차	1년차	2년차	1년차	2년차
60×30	41.9 b <sup>z</sup>	70.2 a	11.0 a	16.9 a	899.6 b <sup>z</sup>	2348.7 a	241.3 b	693.8 a	27.0 a	30.3 a
60×40	48.2 b	68.0 a	11.9 a	12.0 a	1,637.3 ab	1605.5 a	357.3 ab	530.2 a	23.8 a	33.5 a
60×50	54.7 ab	65.1 a	17.5 a	15.0 a	1,590.3 ab	1651.1 a	439.0 a	529.7 a	27.7 a	32.8 a
60×60	55.5 a	72.8 a	12.2 a	15.6 a	1,751.9 a	1986.7 a	491.8 a	654.1 a	27.8 a	33.8 a

z DMRT(p<5%)

10a당 생근 및 건근수량은 표 14와 같이 1년차에는 근 생육 및 입모율로 인해 주간거리 30cm에서

가장 작았으나, 2년차에는 오히려 근 생육 및 입모율로 인해 가장 증수하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 농업과학기술대전에 수록된 대항의 재식거리인 60×35cm (1994~1995, 전북도원)와 유사한 경향으로 뿌리생산을 목적으로 재배시 열간 거리는 60, 주간 거리는 30cm가 유리할 것으로 사료되었다

표 14. 재식거리별 종대항의 수량 변화

재식거리	1년생 수량(kg/10a)			2년생 수량(kg/10a)		
	생근	건근	지수	생근	건근	지수
60×30cm	2,997.9 b <sup>z</sup>	803.3 c	100.0	7,379.1 a	2,206.1 a	100.0
60×40cm	5,727.5 a	1,248.4 bc	155.4	3,897.7 b	1,272.7 ab	57.7
60×50cm	5,330.5 a	1,465.6 ab	182.4	3,190.9 b	1,021.6 b	46.3
60×60cm	6,812.9 a	1,912.5 a	238.1	2,932.1 b	968.8 b	43.9

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

### 나. 재식거리별 종대항의 종자 결실·등숙 및 발아특성

종대항은 2년차에 추대되어 개화 결실하는 식물로써 처리구별 공히 3월 18일 출현 후 4월 20일 경에 화뢰 형성이 시작되었다. 4월 18일에 추대가 시작되면서 4월 27일경에 개화가 시작되었다. 재식거리별 종자의 등숙은 표 15와 같이 5월 12일을 시작으로 6월 22일 경에 등숙이 완료되었으며 재식거리별 등숙시기의 차이는 없었다.

표 15. 재식거리별 종대항의 종자 등숙시기

재식거리	등숙시기(월/일)				
	미숙기	호숙기	황숙기	완숙기	고숙기
60×30cm	5/12	5/28	6/3	6/12	6/22
60×40cm	5/12	5/28	6/3	6/12	6/22
60×50cm	5/12	5/28	6/3	6/12	6/22
60×60cm	5/12	5/28	6/3	6/12	6/22

재식거리별 추대 특성을 조사한 결과는 표 16과 같이 추대율은 95.2% 이상으로 재식거리에 따른 차이가 없이 대부분 추대하였으며 종자생산에 영향을 미치는 추대경수가 주간거리를 60cm로 처리하였을 경우 주당 5.0개로 가장 많은 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았으며, 재식거리간 화서수의 경우에도 통계적 유의성은 없었다.

표 16. 재식거리별 종대항의 추대 특성

재식거리	추대율(%)	추대경장(cm)	마디수(개/경)	경두께(cm)	추대경수(개/주)	화서수(개/경)
60×30cm	99.1 a <sup>z</sup>	150.8 a	8.7 a	2.1 b	3.9 a	6.3 a
60×40cm	95.2 a	157.7 a	8.9 a	2.9 a	3.6 a	7.4 a
60×50cm	98.6 a	160.3 a	8.3 a	2.5 ab	3.7 a	7.2 a
60×60cm	98.1 a	156.8 a	8.8 a	2.7 ab	5.0 a	6.3 a

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

재식거리별 종대황의 종자 생산량은 표 17과 같다. 각 처리별 생산된 종자의 천립중은 재식거리가 60×60cm로 하였을 때 19g으로 가장 무거웠으나 통계적으로 유의하지 않았다. 10a당 종자 생산량은 천립중과 주당 종자무게가 재식거리가 60×60cm 처리구에서 가장 무거웠으나 10a당 정식주수가 적어지면서 총 종자생산량은 작았으며 처리간 통계적 유의성은 없었으며, 종자생산량은 주간거리 50cm에서 양호한 경향이었다.

표 17. 재식거리별 대황의 종자생산량

재식거리	천립중 (g)	주당 종자무게(g/주)		종자생산량	
		건조 전	음건 후	10a 당(kg/10a)	지수(%)
60×30cm	17.7 a <sup>z</sup>	94.4 a <sup>z</sup>	71.6 a	166.3 a	100.0
60×40cm	17.6 a	90.5 a	72.0 a	181.3 a	109.0
60×50cm	18.0 a	129.3 a	93.3 a	182.2 a	109.5
60×60cm	19.0 a	135.2 a	112.6 a	143.9 a	86.5

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

재식거리별 채종종자의 발아세의 경우에는 그림 7에서와 같이 60×30cm 처리구에서 양호한 경향을 보였으며 발아율도 69%로 가장 높았다.

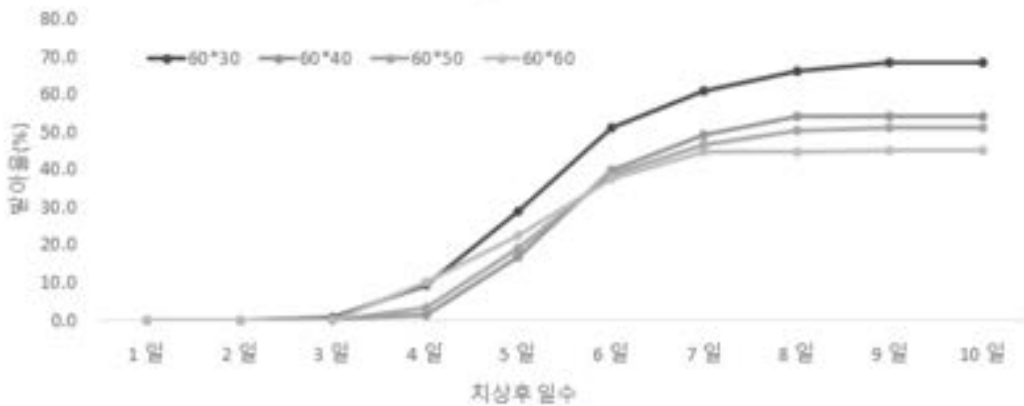


그림 7. 재식거리별 대황의 종자 발아세

#### (시험 4) 대황 안정종묘 생산을 위한 발아특성 구명('21)

대황 종자의 안정종묘 생산을 위해 채종된 종자의 저장기간별 발아특성을 조사하였다. 채종후 실온에서 143일간 저장하였던 종자를 실온과 4℃의 저온에서 100일, 110일, 120일, 130일, 157일, 237일 각각 저장한 후 종자의 백립중을 조사한 결과는 표 18과 같다. 실온과 저온 저장방법 모두 종자의 저장기간이 경과 될수록 백립중은 감소하는 경향이였으며, 저온저장 시 실온저장 보다 감소량은 적은 경향이였으나 차이가 크지는 않았다.

표 18. 저장방법 및 저장일수에 따른 치상종자의 백립중 비교

저장방법	백립중(g)						
	143일 (0일) <sup>1)</sup>	243일 (100일)	253일 (110일)	263일 (120일)	273일 (130일)	300일 (157일)	380 (237일)
실온	1.77	1.81	1.69	1.62	1.62	1.67	1.64
저온(4℃)	1.77	1.80	1.74	1.68	1.65	1.68	1.70

<sup>1)</sup>( ): 저온처리 경과일수

채종후 경과일수 및 종자의 저장방법에 따른 평균발아일수는 표 19와 같다. 실온에서 저장할 경우 저장기간이 길어질수록 평균발아일수가 길어지는 경향이였으며 채종 후 263일차까지는 5.0~4.9일이었으나 380일차에는 6.1일로 약 1.2일 증가하는 경향이였으며, 저온 저장 시에는 평균발아소요일수는 5.2~5.7일로 큰 변화가 없었다.

표 19. 저장방법 및 저장일수에 따른 평균발아소요일수 비교

저장방법	평균발아일수 <sup>1)</sup> (일)						
	143일 (0일) <sup>2)</sup>	243일 (100일)	253일 (110일)	263일 (120일)	273일 (130일)	300일 (157일)	380일 (237일)
실온	5.8	5.0 a <sup>b</sup>	4.9 a	4.9 a	5.4 a	5.5 a	6.1 a
저온(4℃)	-	5.7 b	5.4 a	5.8 b	5.5 a	5.2 a	5.5 a

<sup>b</sup> DMRT(p<5%), <sup>1)</sup> 평균발아일수:  $\Sigma(\text{치상후 일수} \times \text{당일발아립수}) / \text{총발아립수}$ , <sup>2)</sup>( ): 저온처리 경과일수

발아세의 경우도 채종 후 263일차 실온 저장 시 가장 양호한 경향이였으나, 실온 저장기간이 길어질수록 발아세가 낮아지는 경향이이며 380일차에 발아세가 가장 낮았다.(그림 8)

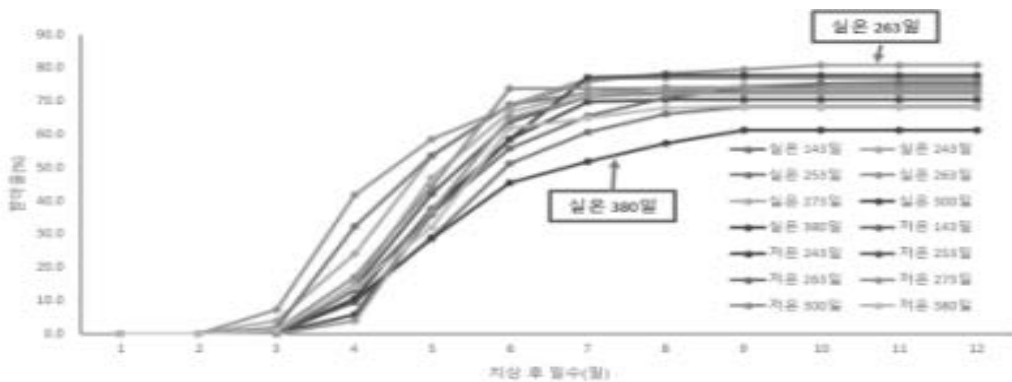


그림 8. 채종 후 저장조건 및 일수에 따른 종대황 종자 발아세 비교

종대황 종자는 채종 후 실온저장시 저장일수가 273일까지는 저장기간에 따른 발아율 차이가 크지 않았으나 300일부터는 발아율이 낮아지는 경향이였으며 저온저장의 경우 300일까지는 기간별 차이가 거의 없었으나 380일부터는 발아율이 낮아지는 경향이였다. 종묘생산을 위한 육묘·파종시기인 2월

중순~3월 상순의 경우 채종 후 약 243일에서 273일 내외로 저장조건에 상관없이 72%이상의 안정적인 발아율을 유지하였다. 이상의 결과로 종대황은 채종 후 종묘생산을 위한 육묘·파종시기(2월중~3월중)에도 저장조건에 상관없이 72%이상의 발아율을 유지하여 안정적 종묘생산 가능함을 확인하였다.(표 20)

표 20. 저장조건 및 저장일수에 따른 종대황 발아율 비교

저장조건	채종 후 저장 경과일수에 따른 발아율(%)						
	143일 (0일) <sup>1</sup>	243일 (100일)	253일 (110일)	263일 (120일)	273일 (130일)	300일 (157일)	380일 (237일)
실온	68.3	77.0 a b	74.3 a	81.0 a	76.3 a	70.5 a	61.5 a
저온(4℃)	-	77.8 a	72.8 a	75.3 a	72.3 a	74.0 a	68.8 a
치상일	'20.11.8.	'20.2.16.	'21.2.26. <sup>2</sup>	'21.3.8.	'21.3.18.	'21.4.14.	'21.7.3.

<sup>b</sup> DMRT(p<5%), <sup>1</sup> ( ): 저온처리 경과일수, <sup>2</sup> 치상일 : 종묘생산 파종시기(4월 정식 30~60일묘 생산기준)

### (시험 5) 대황 적정식재 방법 및 시기 구명('21)

#### 가. 재배기간 중 기상환경

종대황 안정생산을 위한 적정 식재시기를 구명하기 위하여 4월상순부터 4월하순까지 3시기에 정식을 한후 재배기간 중 기상환경을 조사한 결과는 그림 9와 같다. 최저기온 및 최저초상온도, 일교차의 경우 평년대비 4월 중순 정식시기에 최저기온 발생하였으며, 4월 상순과 중순 정식시기에 최저초상온도가 발생하였다.

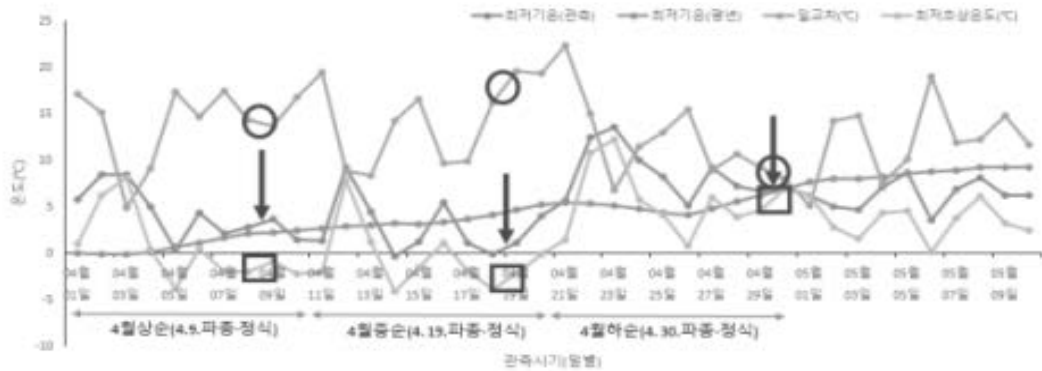


그림 9. 파종·정식시기 최저기온 및 최저초상온도, 일교차('21. 철원)

#### 나. 식재방법 및 시기별 생육 및 수량특성

식재시기에 따른 출현 및 활착율은 4월 중순 식재시 가장 높았으며, 식재방법에서는 직파재배가 54.8~77.4%인데 비해 이식재배는 94.3~98.9%로 높았으나 정식 2년차 생존율은 전체적으로 낮았으나 이식재배가 직파재배보다 다소 유리하였고, 일찍 심을수록 높아지는 경향이였다. (표 21)

표 21. 식재방법 및 시기별 종대항 출현·활착 및 생존특성

처리내용		출현·활착율(%) <sup>1</sup>	생존율(%)
식재방법	식재시기		
직파재배	4월 상	70.6	33.8 ab <sup>b</sup>
	4월 중	77.4	23.7 ab
	4월 하	54.8	15.0 b
이식재배	4월 상	95.9	48.2 a
	4월 중	98.9	47.8 a
	4월 하	94.3	40.4 ab

<sup>b</sup> DMRT(p<5%), <sup>1</sup> 출현율(직파재배), 활착율(이식재배)

초장, 엽장 등 지상부 생육은 이식재배가 직파재배 보다 유리하였으며, 4월 상순 이식재배 시 초장이 78.8cm로 가장 컸으며 엽장 및 엽폭도 가장 컸으나 엽수는 17.9매로 4월하순 이식재배시 27.3매보다 적었다.(표 22)

표 22. 식재방법 및 식재시기별 종대항의 지상부 생육비교

조사일: 10. 9.

처리내용		초장 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	엽수 (매/주)	엽병장 (cm)	경경 (cm)
식재방법	식재시기						
직파 재배	4상	57.2	37.4	38.9	16.7	25.1	1.8
	4중	49.2	30.3	33.2	12.5	20.1	1.5
	4하	35.7	21.0	22.7	9.4	15.6	1.0
이식 재배	4상	78.8	40.6	42.6	17.9	38.1	2.0
	4중	64.1	36.2	37.7	19.5	31.0	1.8
	4하	64.7	35.9	40.6	27.3	30.0	1.9

지상부 수량의 경우에도 직파재배보다 이식재배 시 무거운 경향이었으며, 주당 건물중은 4월 중순 이식재배시 150.1g으로 가장 무거운 경향이었으나, 10a 당 지상부 건조수량은 4월 상순과 중순에 이식재배 시 각각 254.6kg, 268.2kg으로 가장 높았다.(표 23)

표 23. 식재방법 및 시기별 종대항의 지상부 수량비교

조사일: 10. 9.

처리내용		생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물률 (%)	지상부 수량(kg/10a)		
식재방법	식재시기				생	건	지수
직파 재배	4상	1,275.3	114.2 ab b	9.4	1,664.3	148.6 ab b	100.0
	4중	1,101.5	108.0 ab	10.0	1,095.5	106.0 ab	71.4
	4하	1,138.5	94.0 b	8.5	684.9	57.0 b	38.4
이식 재배	4상	1,451.7	140.1 ab	9.7	2,645.9	254.6 a	171.4
	4중	1,541.4	150.1 a	10.1	2,817.7	268.2 a	180.5
	4하	1,135.7	115.6 ab	10.3	1,860.4	194.5 ab	131.0

<sup>b</sup> DMRT(p<5%)

지하부 생육은 근장의 경우 직파재배시 플러그묘 이식재배보다 길어지는 경향이었으나 근두직경은 이식재배시 커지는 경향이었고, 근경은 4월상순 직파재배가 2.6cm로 가장 컸으나 처리간 큰 차이는 없었으며 지근수는 이식재배가 직파재배 보다 많아지는 경향이였다.

표 24. 식재방법 및 시기별 종대황의 지하부 생육특성

조사일: 10. 9.

처리내용		근장 (cm)	근두직경 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개/주)
식재방법	식재시기				
직파 재배	4상	70.1	7.7	2.6	12.6
	4중	66.1	7.2	2.4	11.1
	4하	67.0	7.1	2.2	11.1
이식 재배	4상	56.0	9.2	2.2	12.6
	4중	53.3	8.0	2.2	15.9
	4하	59.6	7.3	2.2	13.6

지하부 생육은 주당 건근중이 이식재배 4월 상순 식재 시 239.9g으로 가장 무거웠으며, 10a 당 건근수량도 444.2kg으로 4월 상순 직파재배 대비 87.5% 증수하였다. 종대황의 경우 앞서 2년차에 개화·결실되기 때문에 본 시험에서는 식재방법 및 시기에 따른 채종특성을 구명하지 못해 추후 관련 검토가 필요하였다.

표 25. 식재방법 및 시기별 종대황의 지하부 수량특성

조사일: 10. 9.

처리내용		생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근율 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
식재방법	식재시기				생	건	지수
직파 재배	4상	718.1	175.5 ab <sup>b</sup>	24.8	961.2	236.9 ab <sup>b</sup>	100.0
	4중	703.2	177.1 ab	24.5	705.8	184.2 ab	77.7
	4하	586.5	138.0 b	23.3	357.9	85.3 b	36.0
이식 재배	4상	961.0	239.9 a	25.0	1,772.2	444.2 a	187.5
	4중	842.6	214.2 ab	25.8	1,566.7	392.3 a	165.6
	4하	755.3	200.8 ab	26.5	1,296.4	346.7 ab	146.4

<sup>b</sup> DMRT(p<5%)

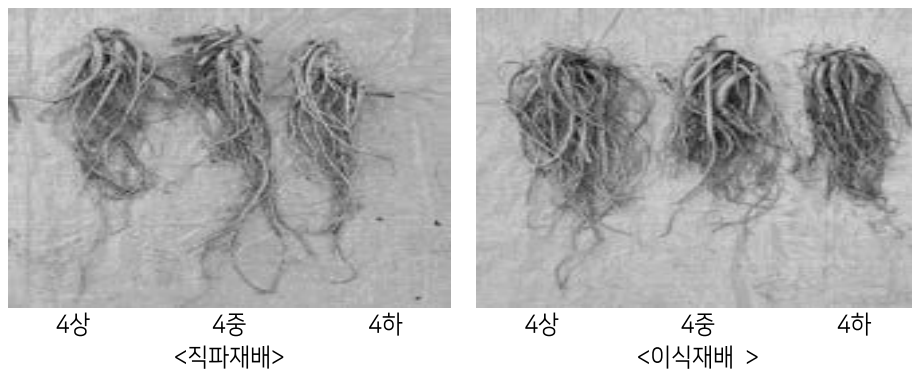
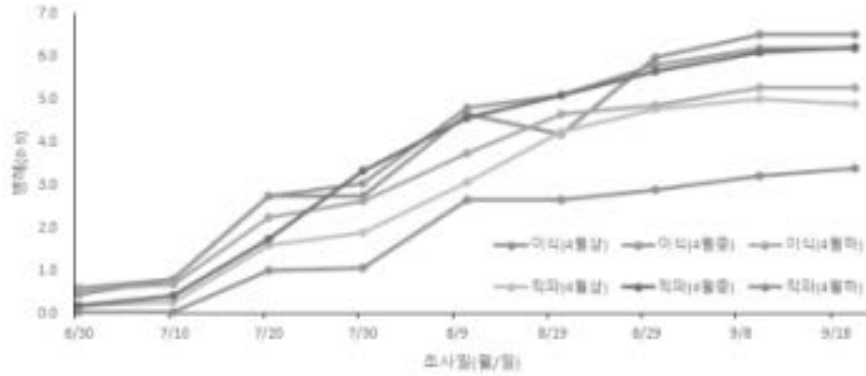


그림 10. 시험구 및 지하부 생육 비교

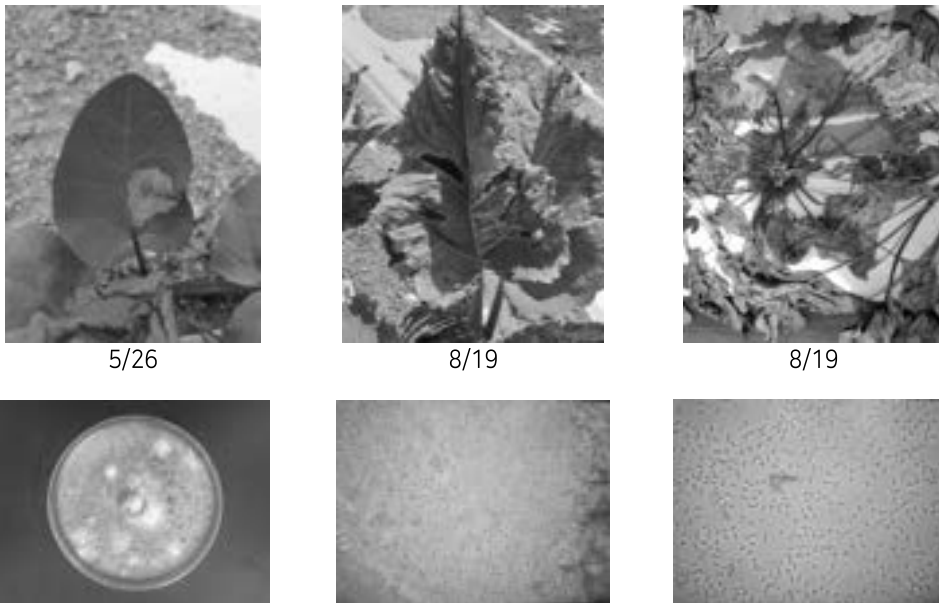
## 나. 식재방법 및 시기별 병해충 발생조사

병해는 6월 하순경 점무늬병이 관찰되기 시작하였으며, 원인균 분리 후 동정 결과 *Phoma* sp.로 동정되었고, 직파재배보다 이식재배 시 병 발생으로 인한 피해엽의 발생이 심한 경향이였다.



↓ 발생정도: 0(미발생), 1(아주적다), 3(적다), 5(보통), 7(많다), 9(아주많다)

그림 11. 식재방법 및 시기별 종대황 점무늬병 피해엽 발생양상



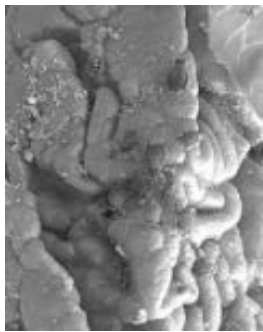
원인균 *Phoma* sp.

그림 12. 종대황 발생 점무늬병 병해 피해 및 원인균

충해는 5월 하순부터 진딧물이 많이 발생하였으며, 도둑나방, 말매미충, 잎벌레, 배추흰나비유충, 노린재, 선녀벌레 등 7종의 해충이 관찰되었다(표 26, 그림 13), 발생된 해충 중에서는 유충에 의한 섭식흔을 남기는 도둑나방의 피해가 가장 컸었다(표 27, 그림 14).

표 26. 식재방법 및 시기별 종대항 주요 해충 발생 양상

해충종류	학명	관찰시기(월/일)
콩진딧물	<i>Aphis glycines</i>	5/26, 6/21
끝검은매미충	<i>Bothrogonia ferruginea</i>	6/9
좀남색잎벌레	<i>Gastrophysa atrocyanea</i>	6/9, 6/14, 7/14
도둑나방	<i>Mamestra brassicae</i>	7/5, 7/14
배추흰나비유충	<i>Pieris brassicae</i>	6/21, 7/5
알락수염노린재	<i>Dolycoris baccarum</i>	7/8, 7/ 14
미국선녀벌레	<i>Metcalfa pruinosa</i>	7/30



콩진딧물



끝검은말매미충



좀남색잎벌레



배추흰나비 유충



도둑나방 유충



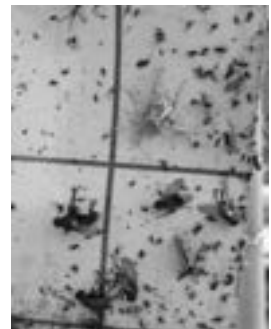
피해엽



알락수염노린재



미국선녀벌레

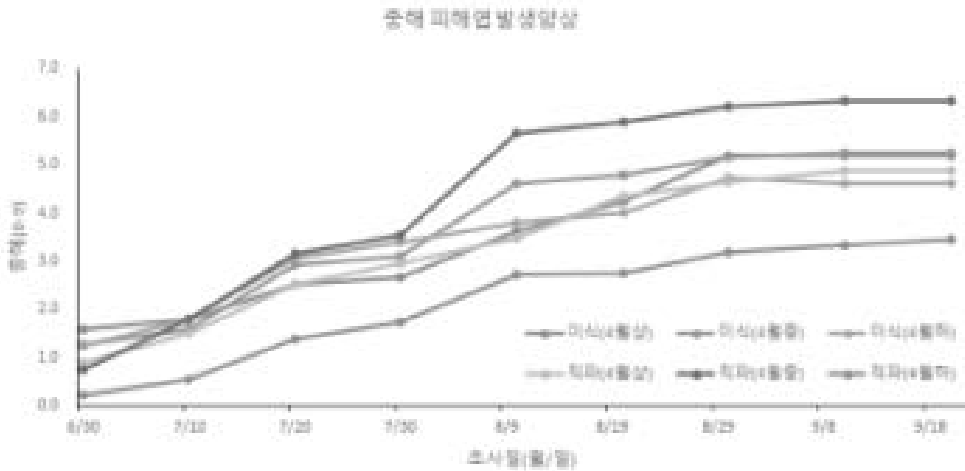


유인트랩

그림 13. 식재방법 및 시기별 종대항 발생 해충

표 27. 식재방법 및 시기별 중대항 해충 피해 양상

식재방법	피해조사	도둑나방 피해엽 조사(월/일)								
		6/30	7/10	7/20	7/30	8/10	8/20	8/30	9/10	9/20
직파 재배	4월상	0.9 ±0.3	1.5 ±0.7	2.5 ±1.5	3.0 ±1.8	3.5 ±2.2	4.4 ±1.3	4.7 ±1.4	4.9 ±1.7	4.9 ±1.7
	4월중	0.7 ±0.3	1.8 ±1.1	3.2 ±0.7	3.5 ±1.1	5.7 ±1.9	5.9 ±1.6	6.2 ±1.1	6.3 ±0.9	6.3 ±0.9
	4월하	0.2 ±0.1	0.5 ±0.2	1.4 ±0.4	1.7 ±0.6	2.7 ±1.8	2.8 ±1.6	3.2 ±1.9	3.3 ±2.0	3.4 ±2.1
이식 재배	4월상	1.6 ±1.4	1.8 ±1.3	2.5 ±1.0	2.7 ±0.9	3.6 ±1.2	4.2 ±0.7	5.2 ±0.5	5.2 ±0.5	5.2 ±0.5
	4월중	1.3 ±0.6	1.6 ±0.4	2.9 ±0.1	3.1 ±0.1	4.6 ±0.7	4.8 ±0.8	5.2 ±0.5	5.3 ±0.6	5.3 ±0.6
	4월하	1.2 ±0.3	1.8 ±0.6	3.1 ±0.6	3.4 ±0.3	3.8 ±0.4	4.0 ±0.5	4.7 ±0.1	4.6 ±0.3	4.6 ±0.3



↓ 발생정도: 0(미발생), 1(아주적다), 3(적다), 5(보통), 7(많다), 9(아주많다)

그림 14. 식재방법 및 시기별 중대항 해충 피해 양상

이상의 결과로 중북부 평야지에서 중대항의 식재 방법 및 시기는 4월 상·중순경 이식재배가 유리할 것으로 판단되었으며, 이식재배 시 생존율은 40.4~48.2%로 직파재배보다 유리하고, 4월 중순 이전 이식재배 시 4월 상순 직파재배 건근수량 236.9kg/10a 대비 65.6~87.5% 증수되는 결과를 도출하였다. 이러한 요인으로는 기상환경(최저기온 및 최저초상온도, 일교차)의 영향이 크며 4월 중순이전 파종·정식시기에 일교차가 크고, 평년과 비교하여 최저기온 발생, 4월 중순 정식시기에 최저초상온도가 발생하기 때문으로 사료되었다.

(시험 6) 더덕 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

더덕(*Codonopsis lanceolata*(Siebold & Zucc.) Trautv)은 초롱꽃과(*Campanulaceae*)의 다년생 초본 덩굴식물로 한방에서는 양유(羊乳)라고 하며, 다양한 약효 성분(Saponin, Inulin, Phytoderin, Leoithin)이 들어있어 한약에서는 최유(催乳), 해독(解毒)에 쓰이고 있으나 약용보다는 건강식 채소로 수요가 많은 작목이다. 특히 강원도는 더덕의 재배면적이 국내에서 가장 많은 곳으로 농림축산식품부 특용작물 생산 통계에 따르면 전국 2,289ha중 강원도가 1,138ha로 약 50%를 차지하고 있다. 따라서 더덕의 종자 생산체계 확립을 위해 주산지인 강원도내 지대별 채종적지를 탐색하고자 철원, 평창, 태백에서 시험을 실시하였다.

### 가. 더덕의 지역별 생육 및 병해충 발생 정도

재배지역별로 더덕의 직파 및 육묘이식 재배시의 생육비교에서는 직파의 경우 3지역 모두 발아가 되지 않았고 2차 재 파종에도 발아가 되지 않았다. 향후 직파의 경우 비닐 피복소재나 재배형태를 달리하여 파종 시험수행이 필요할 것으로 판단되었다. 육묘이식재배의 경우 정식후 활착율은 평창이 88.2%로 가장 높았고 철원이 88%로 다소 낮았다. 초장은 철원지역이 160cm로 가장 컸고 분지도 및 마디수, 경경 등 지생부 생육은 양호하였으나 병해충 발생도 많았다.

표 28. 식재방법 및 지역별 더덕의 생육 및 병해충 발생 정도(2017)

처리	지역	발아율 (%)	활착율 (%)	초장 (cm)	분지수 (개/주)	마디수 (개주)	경경 (mm)	병해충정도(0~9)			
								줄기 썩음병	진딧물류	거세미	점무늬병
육묘이식	철원		80.0	160	2.9	23	4.6	3	1	3	5
	평창	92.2	88.2	142	2.1	22	3.5	0	0	1	1
	태백		85.6	125	2.0	20	3.0	0	0	0	1

※ 재배형태: 노지재배, - 0: 무발병, 1: 0~5%이하, 3: 5~10%, 5: 10~30%, 7: 30~50%, 9: 50% 이상



그림 15. 육묘 및 직파시험구

재배 2년차의 개화기는 철원이 7월25일로 가장 빨랐으며 태백이 8월 6일로 가장 늦어 지역별로 10 일 이상 차이를 보였고 생육특성은 고랭지지역 태백에서 초장, 마디수, 경경 등이 철원과 평창 보다 크거나 많은 경향을 보였다(표 29). 병해충 발생정도는 줄기썩음병과 점무늬병이 1년차와 마찬가지로 철원에서 많이 발생하였다.

표 29. 지역별 생육특성 및 병해충 발생정도(2018)

지역	개화기	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/주)	마디수 (개/주)	엽장 (cm)	병해충정도(0~9) <sup>1)</sup>			
							줄기 썩음병	진딧물류	거세미	점무늬병
철원(평야지)	7.25	214	4.9	3	32	6.8	3	0	0	3
평창(준고랭지)	8.1	198	3.8	8	22	6.2	0	0	0	0
태백(고랭지)	8.6	333	6.5	4	50	8.2	0	0	0	0

<sup>1)</sup> 0: 무발병, 1: 0~5%이하, 3: 5~10%, 5: 10~30%, 7: 30~50%, 9: 50% 이상



그림 16. 주요 발생병해

#### 나. 지역별 채종 종자 특성 및 수량

종자 채종 시기는 3개 지역 모두 9월하순이었으며 평야지인 철원지역이 두 지역보다 4일 빨랐다. 사과수는 평창과 태백에서 주당 62~77개 정도로 많았고 천립중은 반대로 철원이 1.94g으로 가장 무거웠다. 10a당 종자수량은 태백 66, 평창 58, 철원 41kg 순으로 많은 경향이였다(표 30).

표 30. 지역별 채종종자 특성 및 수량

지역	채종기	천립중 (g)	사과수 (개/주)	종자량 (g/주)	채종량 (kg/10a)
철원(평야지)	9.23	1.94	42±1.5	5.88±1.3	41±9.4
평창(준고랭지)	9.27	1.75	62±9.3	8.32±0.6	58±3.9
태백(고랭지)	9.27	1.71	77±0.2	9.23±0.2	66±1.4

#### 다. 지역별 채종 종자 발아 특성

더덕 종자 채종 50일 후 휴면타파 기간전 종자활력을 예비 검정하고자 시험한 결과 무처리시 발아 세는 철원과 평창이 11~14%로 매우 낮고, 태백은 41%였으며, 저온처리(4℃, 72시간) 후 발아세는 태백이 58%로, 철원과 평창종자 대비 발아세가 높은 경향을 보였다(표 31).

더덕 종자는 이미 보고된바와 같이 채종 후 휴면기간 100~120일과 저온(5~7일)처리 후 안정적인 발아가 될 것으로 판단되어 이후 추가 시험을 수행할 필요성이 있었다.

표 31. 지역별 채종종자 발아율(채종 50일 후, 25℃ 항온기 치상)

지역	치상일별 발아율(%)						발아세 <sup>가)</sup> (%)	
	무처리 <sup>나)</sup>				저온처리 <sup>나)</sup>		무처리	저온처리
	3일차	5일차	10일차	15일차	3일차	5일차		
철원(평야지)	0	11	57	65	4	27	11	27
평창(준고랭지)	0	14	28	55	10	47	14	47
태백(고랭지)	1	41	58	65	15	58	41	58

<sup>나)</sup> 물에 24시간 침종 후 치상

<sup>가)</sup> 물에 24시간 침종 후 저온처리(4℃, 72시간) 한 후 치상

<sup>나)</sup> 치상 후 5일차 평균 발아율

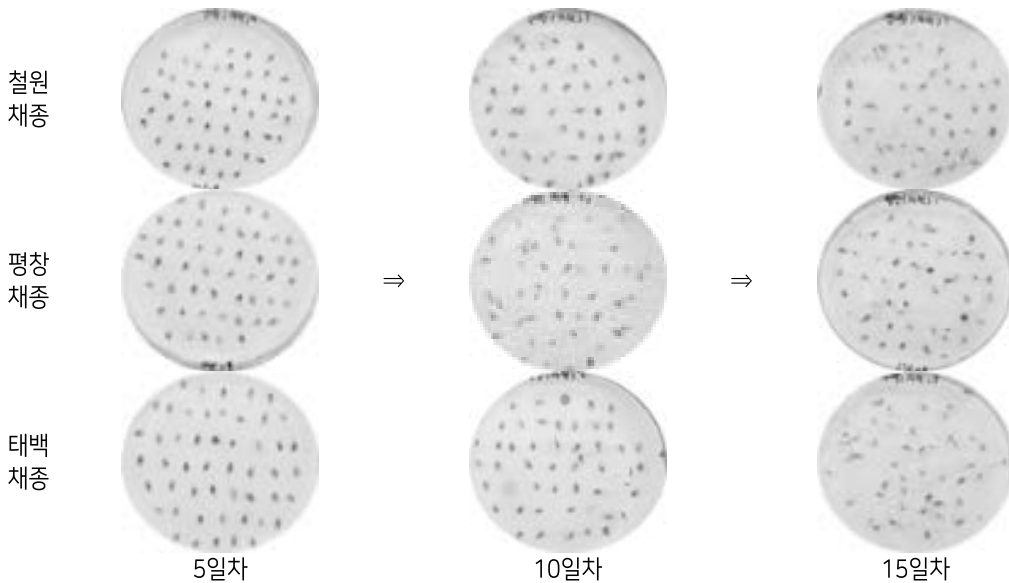


그림 17. 발아시험 치상 일수별 발아형태

### (시험 7) 더덕 종자 발아율 향상 방법 구명('19)

#### 가. 채종지별 더덕의 발아율 비교

채종지별 발아율의 경시적 변화를 보면 더덕의 경우 상온 저장 후 15℃ 치상 시 발아율이 85.2%로 가장 높았으며 채종지별로는 철원과 태백지역 채종시 발아율이 높아지는 경향이었다(그림 18)

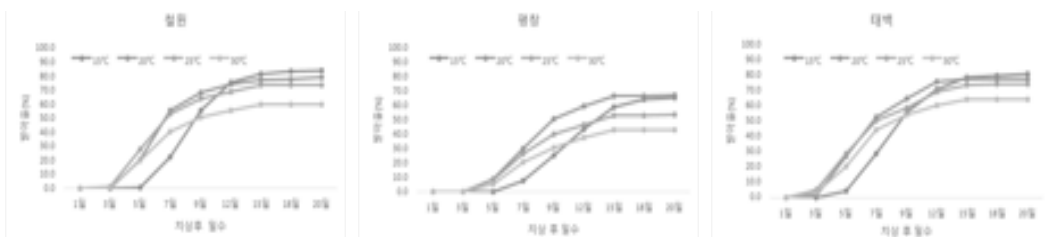


그림 18. 더덕 채종지별 발아율의 경시적 변화

### 나. 채종지별 저장조건에 따른 발아적온

채종지별 최종발아율은 저장방법과 상관없이 철원과 태백 지역 채종 시 76.5% ~ 85.2%로 높았으며, 치상온도별로는 15℃에서 발아율이 가장 높았으며 치상 온도가 높아질수록 발아율은 낮아지는 경향을 보였다(표 32). 또한 더덕의 경우 채종 후 장기 종자저장 방법을 구명하기 위해 저온과 상온에서 80일간 저장을 한 결과 저장온도에 따른 발아율은 차이가 없어 상온 또는 4℃ 저온 저장 모두 가능함을 확인하였다.

표 32. 채종지 및 저장방법별 치상온도에 따른 더덕의 발아율 비교

저장방법	치상온도	채종지별 발아율(%)		
		철원	평창	태백
저온 (4℃ 80일)	15℃	83.5	64.2	79.2
	20℃	76.5	66.7	76.7
	25℃	72.5	59.3	70.2
	30℃	58.2	41.8	61.3
상온 (상온 80일)	15℃	85.2	66.7	82.0
	20℃	82.8	67.7	78.3
	25℃	75.2	48.8	78.0
	30℃	62.3	45.0	66.8

### (시험 8) 더덕 재배유형별 종자수량 및 경제성 검정('19~'20)

더덕은 초롱꽃과의 덩굴성 식물로서 2~3년 재배해야 되므로 지주를 세워 덩굴 올리기를 해주어야 한다고 알려져 있다(2019. 농업기술길잡이 007). 덩굴 올리기는 통풍과 투광을 좋게 하여 잎의 고사를 막고 병 발생도 줄여주는 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 일부 농가에서는 경제성의 문제로 덩굴 올리기를 하지 않고 재배하는 경우도 있으나, 안정적인 종자 생산을 위해서는 지주(덕) 설치를 통한 유인재배 효과 검토가 필요하였다.

더덕의 재배유형 및 덕시설의 소재별 정식후 1년차 생존율은 처리간 큰 차이가 없이 49.6~55.4%였으며 철 활대 덕시설에서 다소 높았다. 지상부 생육은 경수가 관행처리에서 다소 높았고 경경 및 엽수 등은 처리간 통계적 유의성은 없었다

표 33. 재배유형에 따른 더덕의 지상부 생육특성

재배유형	생존율 (%)	경수 (개/주)	경경 (cm)	엽수 (매/수)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
관행(덕미설치)	52.6 a <sup>z</sup>	3.3 a <sup>z</sup>	0.3 a	49.9 a	3.5 a	2.5 a
철 재 덕	51.0 a	2.7 b	0.3 a	46.5 a	3.5 a	2.5 a
대나무 덕	49.6 a	2.2 c	0.3 a	41.6 a	4.8 a	2.6 a
철활대 덕	55.4 a	2.6 bc	0.3 a	48.1 a	3.4 a	2.4 a

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

지하부 생육도 관행재배시 근장 및 근경, 생근중 등이 증가하는 경향이었으나 처리가 유의성은 없었다. 재배유형별 채종특성을 조사한 결과 관행 재배시 채종량은 감소하는 경향이었고 덕 시설 설치 시 꼬투리수가 관행처리에 비해 현저히 높았는데 이는 앞에서 언급한 덩굴 올리기를 통해 통풍과 광투과 환경이 개선되면서 여름철 고온과 장마로 인한 잎의 고사 및 병 발생이 줄어 생육이 양호해지면서 철재 덕 처리의 경우 주당 371.3개의 꼬투리가 형성되었다. 또한 채종량도 관행에 비해 덕 시설시 증가하는 경향이었고, 철재덕 재배시 17.7g/15m<sup>2</sup>로 가장 많았으나 통계적으로 유의하지 않았다. 이러한 원인으로서는 환경변이로 인한 반복간 편차가 심하여 처리가 유의성이 없었다고 판단되어 추후 면밀한 검토가 필요하다고 사료되었다.

표 34. 재배유형에 따른 더덕의 지하부 생육 및 채종 특성

재배유형	근장 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개/수)	생근중 (g/주)	꼬투리수 (개/주)	천립중 (g)	채종량 (g/15m <sup>2</sup> )
관행(덕미설치)	19.3 a <sup>z</sup>	1.1 a	0.7 a	20.8 a	7.3 a	-	0.2 a
철 재 덕	15.4 a	1.0 a	0.7 a	12.3 a	371.3 a	1.4	17.7 a
대나무 덕	16.2 a	1.0 a	0.5 a	17.0 a	149.7 a	1.4	7.5 a
철활대 덕	17.3 a	0.9 a	0.3 a	16.1 a	52.7 a	1.5	2.1 a

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)



그림 19. 더덕 유인방법 시험포장 전경

### (시험 9) 더덕 우량종자 채종을 위한 재배방법 구명('19~'20)

더덕은 파종 및 정식 당년에는 채종이 어렵고 종자가 맺히더라도 그 양이 많지 않아 2년생 이후부터 채종이 이루어지는데 가을파종 및 이식에 따른 채종까지 소요되는 기간의 단축 가능성을 검토하고 채종량을 비교하고자 본 시험을 실시하였다. 가을 파종 및 이식 재배는 2019년 8월 21일에 1차 실시하였고 2차는 2019년 9월 6일 실시하였다. 봄 파종 및 이식재배는 1차는 2020년 4월 20일, 2차는 5월 6일에 실시하여 지상 및 지하부 생육과 채종특성을 조사하였다.

식재방법 및 식재시기에 따른 생존율은 가을 파종·정식보다는 봄 파종·정식에서 높은 경향을 보였으며 특히 가을 직파 재배시 생존율은 매우 낮았고 가을 육묘이식 재배도 17.7~21.9%로 봄 파종 및 육묘이식 재배보다 낮아 경제성이 없는 것으로 사료되었다. 생존 개체의 지상부 생육중 엽수는 직파

재배에서는 가을 파종이 봄 파종에 비해 양호하였으나 육묘이식재배에서는 반대의 경향으로 봄 육묘이식 재배가 다소 높은 경향이였다.

표 35. 식재방법 및 식재시기에 따른 지상부 생육특성

식재 방법	식재시기	생존율 (%)	경수 (개/주)	경경 (cm)	엽수 (매/수)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	
								직파 재배
		2차 '19.9. 6.	1.0 c	0.8	0.2	75.4	2.1	1.4
	춘파	1차 '20.4.20.	48.8 a	1.5	0.2	36.7	2.7	2.0
		2차 '20.5. 6.	61.7 a	1.8	0.2	43.6	2.9	2.1
육묘 이식	추식	1차 '19.8.21.	21.9 b	2.3	0.2	39.9	3.1	2.4
		2차 '19.9. 6.	17.7 bc	2.0	0.2	27.9	2.7	2.0
	춘식	1차 '20.4.20.	47.8 a	2.0	0.2	51.3	2.9	2.0
		2차 '20.5. 6.	47.8 a	1.7	0.2	36.1	2.9	2.2

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

지하부 생육은 근장의 경우 육묘이식 재배 시 길어지는 경향을 보였고 근경은 가을 파종·정식 시 다소 굵어지는 경향을 보였으며 지근수의 경우 직파재배보다 육묘이식 재배시 많아지는 경향이였으며 근중도 가을 파종 및 정식 처리구가 봄 파종 및 정식 처리구에 비해 무거웠고 직파 보다는 육묘이식 처리구에서 무거워지는 경향이였다. 더덕의 채종기간을 단축하고자 파종 및 이식 시기를 달리하여 시험한 결과 가을 육묘이식 재배시 채종량은 2.2g/5.5m<sup>2</sup>으로 다른 처리에 비해 가장 많았으나 가을 파종 및 이식 처리에 대한 채종 효율이 낮고 이식후 다음해 생존율도 현저히 떨어져 경제성이 매우 낮다고 판단되었다.

표 36. 식재방법 및 시기에 따른 지하부 및 채종 특성

식재 방법	식재시기	근장 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개/수)	근중(g)		건물률 (%)	꼬투리수 (개/주)	채종량 (g/5.5m <sup>2</sup> )	
					생	건				
직파 재배	추파	1차 '19.8.21.	15.6 abz	1.1	0.2	20.3	5.5	25.9	4.0	0.1
		2차 '19.9. 6.	10.8 b	0.5	0.4	8.9	2.8	19.0	0.0	0.0
	춘파	1차 '20.4.20.	15.4 ab	0.6	0.7	6.5	1.3	18.8	0.0	0.0
		2차 '20.5. 6.	16.9 ab	0.6	0.7	7.8	2.1	26.3	0.0	0.0
육묘 이식	추식	1차 '19.8.21.	20.4 a	0.9	1.6	17.0	3.9	22.9	35.0	2.2
		2차 '19.9. 6.	19.7 a	0.9	1.1	15.8	3.3	20.8	10.7	0.5
	춘식	1차 '20.4.20.	17.0 ab	0.7	1.2	9.7	2.1	21.8	0.0	0.0
		2차 '20.5. 6.	15.6 ab	0.6	2.0	9.7	2.3	24.1	0.0	0.0

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

### (시험 10) 만삼 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

만삼(*Codonopsis pilosula* Nannfeldt)은 초롱꽃과의 다년생 덩굴식물로 뿌리를 한방에서는 당삼(黨

參)이라하며, 약리작용은 강장, 건위, 조혈, 혈압강하, 진해건담 등으로 주요성분은 알칼로이드, 사포닌, 단백질, 전분, 비타민 B1과 B2가 있다. 대한민국 약전 기준 당삼의 기원식물은 만삼(*Codonopsis pilosula* Nannfeldt), 소화당삼(*C. pilosula* Nannfeldt var. *modesta* L. T. Shen) 또는 천당삼(*C. tangshen* Oliver)이다. 만삼도 아직 국내에서 육성된 품종은 없고 재래종을 채취하여 이용하고 있는 실정으로 종자생산 체계 확립을 위해 만삼 우량종자 채종적지 탐색을 위해 지대별 3개 지역에서 시험을 실시하였다.

### 가. 재배지별 만삼 생육 및 병해충 발생 정도

2017년도 만삼의 우량종자 채종을 위해 재배방법을 직파 및 육묘이식 처리하여 생육과 채종특성을 비교하였고 지대별로는 평야지인 철원과, 준고랭지인 평창, 고랭지인 태백에서 시험을 실시하여 비교하였다. 하지만 더덕과 마찬가지로 만삼도 직파의 경우 3지역 모두 발아가 되지 않았고 2차 재 파종 시에도 발아가 되지 않았는데 이에 따라 비닐피복 소재나 재배형태를 무차광과 50% 차광처리 등을 처리하여 추가 시험을 실시하였다. 만삼의 육묘이식재배의 각 지역별 활착율은 철원 지역이 82%로 가장 높았고 평창이 78.5%로 낮았다. 초장도 철원지역에서 111.6cm로 가장 컸으며 마디수 및 경경도 컸다. 또한 생육중 병해충 발생정도도 더덕과 같은 경향으로 철원지역에서 높았다.(표 37, 그림 20)

표 37. 만삼의 육묘이식 재배시 생육상황 및 병해충 발생 정도(2017)

지역	발아율 (%)	활착율 (%)	초장 (cm)	분지수 (개/주)	마디수 (개/주)	경경 (mm)	병해충정도(0~9)			
							줄기 썩음병	진딧물류	거세미나방	점무늬병
철원		82.0	111.6	5.0	16	1.6	1	0	0	5
평창	88.2	78.5	78.2	6.2	12	1.0	1	0	0	3
태백		80.0	76.0	5.0	12	1.2	1	0	0	1

※ 재배형태: 55% 차광재배

- 0: 무발병, 1: 0~5%이하, 3: 5~10%, 5: 10~30%, 7: 30~50%, 9: 50% 이상



육묘이식-차광재배



육묘이식-노지



직 파

그림 20. 육묘 및 직파시험구

만삼의 직파재배시 발아가 되지 않아 차광처리와 피복용 소재를 달리하여 추가 시험한 결과 발아율은 무차광시 멀칭자재별 0~25%내외였으나, 50% 차광시 멀칭자재별 12.5~81.0%로 높아졌다. 이는 만삼 종자를 직파시에는 50% 차광을 하여 지온을 낮추어 주는 것이 발아율 향상에 유리한 것으로 사료되었다. (표 38)

표 38. 만삼 직파시 차광처리 및 멀칭자재별 출현율 비교(2017)

구분	처리	파종일 (월.일)	출현일 (월.일)	출현율 (%)	출현일수 (일)
무차광	무멀칭	7. 27	-	0.0	-
	흑색비닐	7. 27	-	0.0	-
	흑백양면비닐	7. 27	8. 24	25.9	32
50% 차광	무멀칭	7. 27	8. 25	22.5	40
	흑색비닐	7. 27	8. 16	55.5	37
	흑백양면비닐	7. 27	8. 9	87.0	29

차광처리 및 피복 자재의 종류에 따른 지온의 변화를 조사하고자 파종후 25일간 지온을 조사한 결과는 표 39와 같다. 무차광하여 흑색필름으로 멀칭시 최저 평균온도 25.9℃, 최고 평균온도 30.9℃로 가장 높았고, 50% 차광하여 흑백색 양면필름으로 멀칭시 최저 평균온도 23.0℃, 최고 평균온도 25.5℃로 가장 낮았다. 또한 무차광 흑색필름의 경우 기온보다 지온이 높아졌으나 흑백양면필름의 경우 기온보다 지온이 낮아지는 효과가 있었다.

표 39. 만삼 직파 후 멀칭자재별 기온 및 토양온도 비교(파종 후 25일간)

구분	기온 (℃)	무차광 (℃)			50%차광 (℃)		
		무멀칭	흑색필름	흑백양면필름	무멀칭	흑색필름	흑백양면필름
평균기온	23.3	27.8	29.0	26.9	24.8	25.9	24.5
최고 토양온도 평균	27.6	29.9	30.9	28.1	25.8	27.0	25.5
최저 토양온도 평균	20.3	24.7	25.9	24.5	23.2	24.2	23.0

멀칭 자재별 묘의 소질을 조사하고자 파종 후 40일에 50%차광 처리에서 멀칭 자재별 묘 생체중과 초장을 조사한 결과 그림 21과 같이 무멀칭에 비해 흑백양면비닐 멀칭처리에서 생체중과 초장이 각각 0.822g/5주와 9.7mm로 묘소질이 우수한 경향이였다.

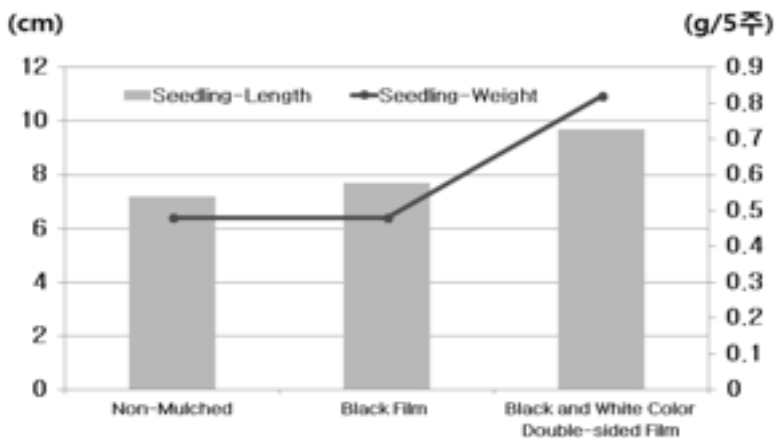


그림 21. 멀칭자재별 묘소질 비교(파종 후 40일)

### 나. 2년차 재배지별 만삼의 생육특성 및 종자수량

만삼도 더덕과 마찬가지로 종자 파종후 당년에는 채종이 어려워 각 지역별 2년차 만삼의 생육특성을 조사한 결과 지역별 만삼 개화기는 철원 6. 22, 평창 7. 6, 태백 7. 9로 철원이 14~17일정도 빨랐으며 초장과 마디수, 엽장은 평창이 가장 작거나 적었다. 병해충 발생은 철원에서 나방류 및 점무늬병 피해가 발생하였고, 평창에서도 점무늬병이 일부 발생하였다(표 50, 그림 22).

표 40. 지역별 생육특성 및 병해충 발생정도(2년생)

지역	개화기	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/주)	마디수 (개/주)	엽장 (cm)	병해충정도(0~9)			
							줄기 썩음병	진딧물	거세미	점무늬병
철원(평야지)	6.22	215	4.7	4	28.1	7.4	0	0	1	3
평창(준고랭지)	7. 6	152	1.9	7	21.9	3.1	0	0	0	1
태백(고랭지)	7. 9	236	4.7	11	30.6	7.1	0	0	0	0

ⁱ 0: 무발병, 1: 0~5%이하, 3: 5~10%, 5: 10~30%, 7: 30~50%, 9: 50% 이상



그림 22. 생육후기 전경

만삼 종자 채종시기는 철원이 8월하순, 평창과 태백은 9월중순에 가능하였고 삭과수는 주당 철원이 98개로 가장 많았고 천립중은 평창 0.38g으로 가장 무거웠고, 철원 0.35g, 태백 0.26g순이었다. 10a당 종자수량은 철원 32, 평창, 태백 28kg으로 큰 차이를 보이지 않았다(표 41).

표 41. 지역별 채종종자 특성 및 수량

지역	채종기	천립중 (g)	삭과수 (개/주)	종자량 (g/주)	채종량 (kg/10a)
철원(평야지)	8.27	0.35	98±4.2	4.59±0.5	32±3.2
평창(준고랭지)	9.15	0.38	82±4.0	4.04±0.5	28±3.6
태백(고랭지)	9.12	0.26	94±4.1	3.93±0.5	28±3.2

### 다. 지역별 채종종자 발아 및 발아세

지역별로 채종된 만삼 종자의 휴면타파 기간 전 종자활력을 검정하고자 시험한 결과 물에 24시간

침종한 후 치상한 무처리구의 발아세는 철원이 32%로 높았고, 저온처리(4℃, 72시간) 후 발아세는 철원 75, 태백 62, 평창 59%수준으로 철원에서 채종한 종자의 발아세가 높았다(표 42). 만삼 종자도 더덕 종자와 마찬가지로 일정기간 휴면기간을 거쳐 저온(5~7일)처리 후 추후 발아특성 검토가 필요할 것으로 사료되었다.

표 42. 지역별 채종종자 발아율(채종 50일 후, 25℃ 항온기 치상)

지역	치상일별 발아율(%)						발아세 <sup>***</sup> (%)	
	무처리 <sup>†</sup>				저온처리 <sup>††</sup>		무처리	저온처리
	3일차	5일차	10일차	15일차	3일차	5일차		
철원(평양지)	0	32	57	60	20	75	32	75
평창(준고랭지)	0	17	37	55	9	59	17	59
태백(고랭지)	0	24	38	50	15	62	24	62

<sup>†</sup> 물에 24시간 침종 후 치상

<sup>††</sup> 물에 24시간 침종 후 저온처리(4℃, 72시간) 한 후 치상

<sup>\*\*\*</sup> 치상 후 5일차 평균 발아율

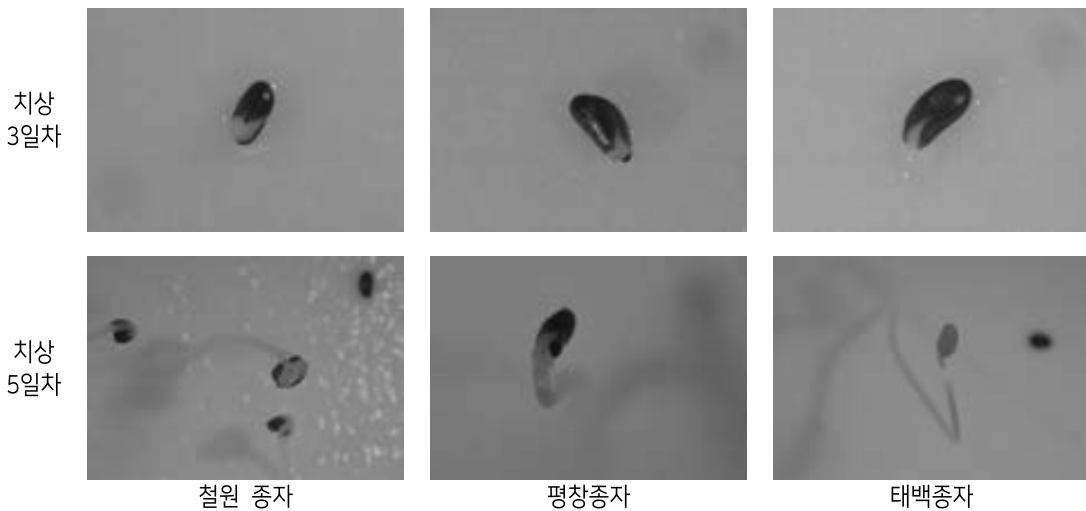


그림 23. 지역별 채종종자의 치상 일수별 발아형태

## (시험 11) 만삼 우량종자 채종을 위한 정식기 구명('19)

### 가. 정식기별 만삼의 생육 특성

만삼 종자 채종을 위한 정식기를 구명하기 위하여 2017년 5월에 정식한 2년생과 2017년8월에 정식한 1.5년생, 2018년 4월에 정식한 1년생의 정식기별(년생별) 생육상황은 표 43과 같이 2년생의 개화기가 6월 22일로 1년생과 1.5년생 보다 빨랐으며 초장과 경경, 마디, 엽장도 재배기간 긴 만큼 크거나 많은 경향을 보였다. 또한 병해충 발생도 1~1.5년생보다 2년생에서 점무늬병 등의 발생이 증가하였다.

표 43. 정식기별 생육 및 병해충 발생정도

년생	개화기 (월.일)	초장 (cm)	경경 (mm)	분지수 (개/주)	마디수 (개/주)	엽장 (cm)	병해충정도(0~9)			
							줄기 썩음병	진딧물	거세미	점무늬병
1년생	7. 5	111	1.9	3.2	18.3	2.1	0	0	0	0
1.5년생	7. 5	146	2.7	4.5	24.8	3.1	0	0	0	0
2년생	6.22	215	4.7	4.5	28.1	7.4	0	0	1	3

※ 2년생: '17. 5월 정식, 1.5년생: '17. 8월 정식, 1년생: '18. 4월 정식.

#### 나. 정식기별 종자 수량

정식기별(년생별)에 따른 종주생산은 1년생의 경우 종자형성이 되지 않아 1.5년생과 2년생을 비교한 결과 채종기는 8월 27일로 1.5년생 보다 빨랐고 천립중도 무거웠으며 삭과수도 주당 98개로 1.5년생의 72개 보다 많았으며 10a당 종자생산량도 다소 많은 32kg/10a내외를 보였으며 휴면타파 전 예비 발아세도 2년생이 다소 높은 경향을 보였다(표 44).

표 44. 정식기별 종자특성 및 수량

년생	채종기 (월.일)	천립중 (g)	삭과수 (개/주)	종자량 (g/주)	채종량 (kg/10a)	무처리발아세 <sup>a</sup> (%)
1.5년생	9. 5	0.28	72±7.5	3.25±0.8	23±2.5	15
2년생	8.27	0.35	98±4.2	4.59±0.5	32±3.2	32

※ 2년생: '17. 5월 정식, 1.5년생: '17. 8월 정식, <sup>a</sup> 치상 후 5일차 평균 발아율

#### (시험 12) 만삼 종자 발아율 향상 방법 구명('19)

만삼의 종자 채종후 발아율 향상을 위한 저장조건 및 발아온도 등을 구명하기 위하여 시험한 결과 만삼의 채종 후 경과 일수별 발아특성은 채종 29일 후 발아율은 48%로 비교적 낮았으나, 저장 기간이 경과될수록 발아율이 향상되는 경향을 보여 채종 65일후에는 83%를 나타내었다.(표 45).

표 45. 채종 후 경과일수별 만삼의 발아율 비교(2018)

채종지역	채종일자	발아율(%)			비고
		29일후	44일후	65일후	
철원	'18. 9. 5.	48	57	83	- 채종연근: 2년생 - 저장방법: 실온 - 치상온도: 25℃

채종후 103일이 경과된 만삼 종자의 저장방법 및 치상온도에 따른 발아율의 경시적 변화의 경우 치상 후 만삼의 종자발아는 20℃ ~ 30℃에서 초기 발아속도가 빨랐으나, 발아종료 시에는 15℃~25℃에서 양호하였다(그림 24).

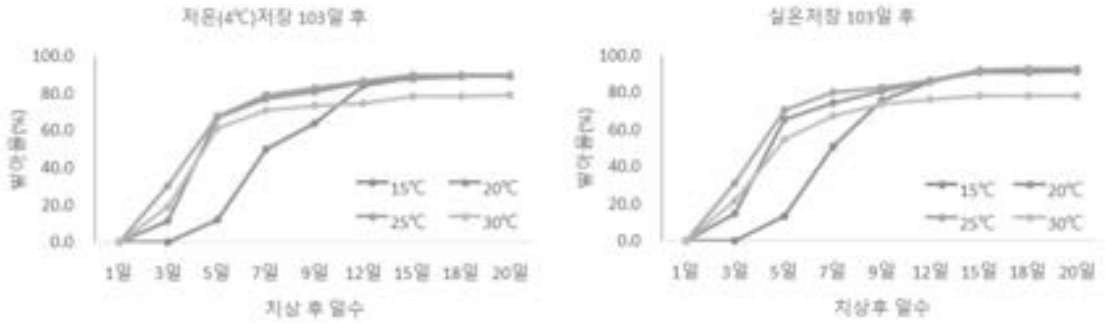


그림 24. 만삼 발아율의 경시적 변화(채종 후 103일 경과)

만삼의 장기 저장시(103일) 발아율은 실온저장 시 92%내외로 저온(4°C) 저장 시 89%내외 보다 약 2~3%로 향상되었으나 저장 방법간에 차이는 없었으며 지상 온도에 따른 발아율은 저장 조건 모두 15°C ~ 25°C에서 발아율이 89.0~92.8%로 높은 경향이였다(표 46).

표 46. 저장방법별 지상온도에 따른 만삼의 발아율 비교(채종 후 103일 경과)

작목	저장방법	지상온도별 발아율(%)			
		15°C	20°C	25°C	30°C
만삼	저온(4°C) 103일(a)	89.2	89.0	90.0	78.8
	실온 103일(b)	92.3	91.5	92.8	78.2
	차이(b-a)	3.1	2.5	2.8	△0.6

김(2015)은 만삼 종자의 발아는 지상 후 12일에는 상온에서 82.3%로 가장 양호하였고, 비닐과 종이 봉투에서 저장한 종자의 발아율 차이는 없었다고 하였으며, 장기 저장 기간(12개월)에 따른 저장 온도별 발아율은 상온에서 88%로 매우 양호하였고 0°C, 4°C의 저장시 발아율이 상온보다 낮았다고 보고한 바와 같이 본 시험에서도 만삼의 경우 종자 저장 시 해당 선행연구에서와 같이 상온(실온)저장의 경우 발아율이 높았던 결과가 일치하였다..

따라서, 이상의 결과로 채종 후 실온에서 약 30일간 저장 시에는 25°C에서 발아율이 48% 내외로 비교적 낮았지만 저장기간이 경과될수록 발아율이 향상되는 경향이였으며, 저장방법별로는 발아율에 차이가 없어 상온에서 장기저장이 가능하였으며 발아적온은 저장방법과 상관없이 15°C~25°C가 적정하였다.

### (시험 13) 만삼 효율적인 종자 채종을 위한 적정 재식 거리 구명('19~'20)

만삼의 안정적 종자생산 체계를 확립하기 위하여 채종포 조성을 위한 적정 재식거리를 구명하고자 재식거리를 10×20cm 등 4처리를 두고 128공 플러그트레이에서 60일 육묘한 종묘를 2019년 4월 24일에 정식하였다. 정식후 지상부 생육 및 종자 생산성을 검토한 결과 초기 출현불량으로 2회 보식(5월 29일, 6월 27일)을 실시하였으나 재식거리별 생존율은 약 23~36%정도로서 저조하였으며, 보식으로 인한 생존개체의 생육기간 차이 등으로 생육 및 종자생산성의 차이를 재식거리 처리효과로 보기 어려

왔다. 재식거리별 지상부 생육은 처리간 큰 차이가 없었으며 지하부 생육은 생근중이 30×20cm 처리에서 다소 높았다.

표 47. 재식거리별 만삼의 지상부 생육특성

재식거리 (cm)	생존율 (%)	초장 (cm)	마디수 (개/주)	경수 (개/주)	분지경수 (개/수)	경경 (cm)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
10×20	23.8 a <sup>z</sup>	86.6 a	17.7	3.5	14.8	0.2	2.1	1.6
20×20	30.4 a	70.1 a	17.5	2.6	14.8	0.2	2.3	1.7
30×20	36.3 a	75.9 a	20.2	2.7	14.5	0.2	2.3	1.6
40×20	35.0 a	87.5 a	18.0	2.4	15.3	0.2	2.5	1.8

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

표 48. 재식거리별 만삼의 지하부 생육특성

재식거리(cm)	근장(cm)	근경(cm)	지근수(개/주)	생근중(g/주)
10×20	23.9 a <sup>z</sup>	1.0 a	3.3 a	10.8 a
20×20	16.6 b	0.8 a	2.0 ab	6.5 a
30×20	22.5 ab	0.9 a	2.5 a	14.8 a
40×20	21.8 ab	0.8 a	0.4 b	8.2 a

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

재식거리별 채종량은 40×20cm 재배 시 6.7g/11m<sup>2</sup>으로 양호하였으나 환경변이로 인한 반복간 편차가 심하여 처리 간 유의성이 없어 평가가 곤란하였으며, 추후 면밀한 검토가 필요할 것으로 사료되었다.

표 49. 재식거리별 만삼의 종자생산량

재식거리(cm)	꼬투리수(개/주)	종자립수(립/삭)	천립중(g)	채종량(g/11m <sup>2</sup> )
10×20	34.3 a <sup>z</sup>	219.0 a	0.24 a	6.0 a
20×20	23.1 a	174.2 a	0.24 a	2.9 a
30×20	34.0 a	257.3 a	0.22 a	5.3 a
40×20	41.6 a	261.4 a	0.25 a	6.8 a

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

#### (시험 14) 만삼 재배유형별 종자수량 및 경제성 검정('19~'20)

만삼도 더덕과 같은 덩굴성 식물로 여름철 고온과 장마로 인한 습해피해를 방지하고자 덕 시설 설치를 통한 통풍과 광 투과율을 향상시켜 생육 및 종자생산성을 검정하고자 재배유형을 관행과 철재 및 대나무, 철 활대를 이용한 덕을 설치하여 생육 및 종자량을 조사하였다. 정식 2년차의 출현불량으로 2회에 걸쳐 보식(5월 29일, 6월 27일)을 실시하였으나 생육이 불량하였고, 생존개체의 생육기간이 상이하여 처리효과를 판단할 수 없었다. 생존 개체의 지상부 생육은 철재 덕 처리에서 초장 및 마디수, 경수 등이 양호하였고 관행 처리가 생육이 저조하였다. 지하부 생육은 처리간 큰 차이가 없었으나 생근중이 대나무 덕 처리에서 다소 작았다.

표 50. 재배유형에 따른 만삼의 생육특성

재배유형	생존율 (%)	초장 (cm)	마디수 (개/주)	경수 (개/주)	분지경수 (개/수)	근장 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개/주)	생근중 (g/주)
관행(덕미설치)	9.8	59.8	14.2	1.6	8.5	24.0	0.7	2.0	8.6
철 재 덕	20.7	115.1	26.3	5.7	17.3	23.3	1.0	2.3	8.8
대나무 덕	8.9	87.0	17.5	2.6	11.7	23.5	0.7	1.3	6.5
철활대 덕	6.8	89.0	21.3	4.3	14.5	24.7	1.0	1.4	7.4

재배유형에 따른 채종특성을 조사한 결과는 표 51과 같이 철재 덕 유인 시 채종량은 17.1g/15m<sup>2</sup>로 유리하였으나, 전체적인 생존율이 저조하고 보식에 의한 생존개체의 생육기간이 상이하면서 처리별 채종량에 대한 처리효과를 판단할 수 없어 추후 재검토가 필요할것으로 사료되었다.

표 51. 재배유형에 따른 만삼의 채종 특성

재배유형	삭수 (개/주)	종자립수 (립/삭)	천립중 (g)	채종량 (g/15m <sup>2</sup> )
관행(덕미설치)	18.0	195.9	0.21	4.7
철 재 덕	69.0	338.0	0.25	17.1
대나무 덕	18.4	191.4	0.24	0.9
철활대 덕	23.8	227.0	0.25	3.9

(시험 15) 만삼 우량종자 채종을 위한 재배방법 구명('19~'20)

만삼의 경우도 파종 1년차에서는 채종이 거의 되지 않기 때문에 2년생 이상에서 채종을 주로 하고 있다. 이러한 채종까지 소요되는 기간을 단축하기 위해 가을 파종 및 이식을 통해 채종기간의 단축 가능성을 검토하였다. 앞서 더덕에서도 같은 시험을 추진하였으며 만삼도 같은 경향을 나타내 직파재 배 및 육묘이식 재배 모두 식재시기가 가을보다 봄에서 생존율이 높은 경향을 보였으며 지상부 생육은 처리간 큰 차이가 없었으나 엽수는 육묘이식 춘식 2차 처리에서 가장 많았다.

표 52. 식재방법 및 시기에 따른 지상부 생육특성

식재 방법	식재시기	생존율 (%)	경수 (개/주)	경경 (cm)	엽수 (매/수)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)	
직파 재배	추파	1차 '19. 8.21.	6.2 d <sup>z</sup>	2.8	0.1	363.8	1.5	1.3
		2차 '19. 9. 6.	1.5 d	1.5	0.1	179.0	1.6	1.7
	춘파	1차 '20. 4.20.	54.8 a	2.2	0.1	244.4	1.7	1.5
		2차 '20. 5. 6.	41.5 ab	1.9	0.2	247.1	1.8	1.7
육묘 이식	추식	1차 '19. 8.21.	9.6 d	2.5	0.2	413.5	1.7	2.0
		2차 '19. 9. 6.	7.4 d	2.4	0.2	262.4	1.5	1.4
	춘식	1차 '20. 4.20.	24.4 c	2.4	0.2	425.1	2.1	1.9
		2차 '20. 5. 6.	34.0 bc	2.0	0.2	513.4	1.8	1.5

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

식재방법 및 시기에 따른 지하부 생육 및 채종특성을 조사한 결과 근장은 처리간 큰 차이는 없었으나 추파 2차 처리에서 12.1cm로 가장 작았고 근경 및 근중도 같은 경향으로 생육이 불량하였다. 근중은 육묘이식 재배가 모든 식재시기에서 높은 경향이었으며 추식 1차 처리가 18g으로 가장 컸다. 또한 꼬투리수는 육묘이식 춘식 1차 처리가 주당 220개로 가장 많았고 채종량도 가장 많았으나 종자가 결실후 성숙되어 가는 기간중 지속적인 강우와 고온으로 인해 전체적으로 채종량이 적었다. 본 시험은 2년차의 전 처리에서 생존율이 낮아 식재방법 및 식재시기가 채종량에 미치는 영향을 면밀히 판단하기 어려우나 가을에 파종 및 이식을 할 경우 활착이 완전히 이루어지기 전에 월동을 하면서 저온에 의한 생존율이 낮아지는 것으로 사료되었다.

표 53. 식재방법 및 시기에 따른 지하부 생육 및 채종특성

식재 방법	식재시기	근장 (cm <sub>↓</sub> )	근경 (cm)	지근수 (개/주)	근중(g/주)		건물률 (%)	꼬투리수 (개/주)	채종량 (g/5.5㎡)	
					생	건				
직파 재배	추파	1차 '19. 8.21.	26.2	0.9	2.3	12.1	4.2	35.3	-	-
		2차 '19. 9. 6.	12.1	0.3	0.0	1.8	0.6	15.7	-	-
	춘파	1차 '20. 4.20.	23.5	0.6	1.3	7.1	2.2	31.7	81.3	3.3
		2차 '20. 5. 6.	23.1	0.6	0.9	6.5	2.8	45.5	49.3	2.5
육묘 이식	추식	1차 '19. 8.21.	24.4	1.1	2.9	18.0	5.5	29.4	146.0	3.1
		2차 '19. 9. 6.	24.1	1.0	2.6	15.3	3.6	23.1	115.0	1.2
	춘식	1차 '20. 4.20.	23.7	1.0	3.7	16.4	4.9	29.6	220.0	6.0
		2차 '20. 5. 6.	25.1	1.1	2.6	16.6	5.3	32.4	171.0	4.3

### (시험 16) 만삼 중복부 평야지 채종향상 기술 개발('20~'21)

만삼은 다년생 덩굴성 초본식물로서 고랭지 또는 준고랭지의 반그늘 지대에서 잘 자라며 서늘하고 바람이 잘 통하는 반음지에, 생육이 양호한 1~2년생의 뿌리를 채종용으로 별도로 심는다고 알려져 있다(2019. 농업기술길잡이 007). 앞선 시험 13, 시험 14, 시험 15에서의 결과와 같이 만삼을 노지 재배할 경우 환경변이에 의해 생육불량 문제로 종자생산에 대한 결과 도출이 어려웠다. 따라서, 만삼의 중복부 평야지에서 재배할 경우 채종향상 기술 개발을 위하여 시설유형별 채종특성 및 발아특성을 조사하였다.

#### 가. 재배기간 중 기상환경

'20년도 철원지역 강수량은 그림 25와 같이 6월 중순 이후 9월 상순에 집중하였으며 8월 2일경에 최대 155.5mm를 기록하였다. 기온의 경우 6월 상순 이후부터 최고기온이 30℃를 넘는 고온기가 8월 하순까지 이어졌으며 잦은 강수와 고온기가 지속적으로 이어지면서 최고기온은 8월 26일경에 34.9℃를 기록하였다(그림 26).

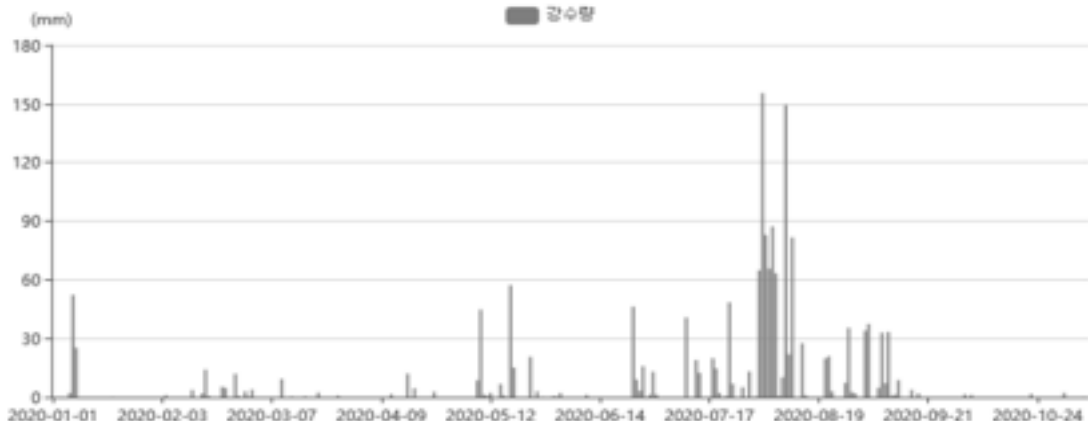


그림 25. 강수량 변화('20. 철원)



그림 26. 기온 변화('20. 철원)

#### 나. 시설유형별 재배환경

만삼의 종자 결실시기의 기상환경이 잦은 강우와 광 부족 및 고온 다습한 환경으로 노지재배시 연차간 채종량의 변화가 클것으로 예측이 되어 만삼 채종을 향상을 위해 시설 유형에 따른 채종량을 검토하였다. 시설 유형을 관행인 노지재배와 비가림하우스, 차광 55%, 비가림+차광 55% 처리를 두고 시설 유형에 따른 온도 변화를 조사하였다. 표 54와 그림 27은 만삼의 생육기간중 시설유형별 온도변화를 조사한 결과이다. 최고온도는 노지와 비가림 시설에서 39.3~39.9°C로 가장 높았고 차광55% 처리시 34.6°C로 가장 낮게 기록되었으며, 평균온도는 시설유형별 큰 차이는 없었으나 비가림시설에서 20.3°C로 높았고, 최저온도는 노지 처리시 생육후기 -2.2°C를 기록하였다.

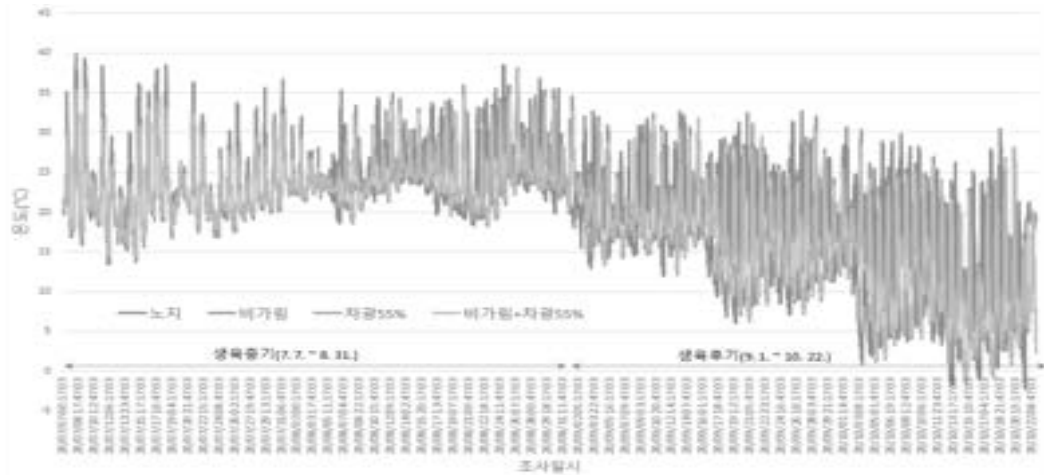


그림 27. 처리별 지상부 생육권 온도변화(지면 30cm 높이)

표 54. 지상부 생육권 온도 비교 요약(지면 30cm 높이)

구분	노지	비가림	차광55%	비가림+차광55%
최고온도(°C)	39.3	39.9	34.6	37.8
평균온도(°C)	19.8	20.3	19.2	19.9
최저온도(°C)	-2.2	-1.5	-1.6	-1.5

시설 유형에 따른 조도 및 차광율을 조사한 결과는 표 55와 같다. 조도는 노지재배시 가장 높았고 비가림+차광 55%처리에서 가장 낮았으며 처리별 차광율은 비가림+차광55%처리시 64%로 가장 높았으며, 엽록소함량은 차광55% 처리시 30.8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ 로 높았으며 통계적 유의성이 있었다.

표 55. 조도 및 엽록소 함량 비교

구분	조도 <sup>z</sup> (100Lux)	차광율(%)	SPAD <sup>j</sup> ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2$ )
노지	793	0	28.2 abz
비가림	637	20	29.9 ab
차광55%	323	59	30.8 a
비가림+차광55%	281	64	27.2 b

<sup>z</sup> DMRT(p<5%), <sup>j</sup> 조도: 7월21일, 8월24일, 9월4일, 9월14일, 9월28일 5회 평균, <sup>j</sup> SPAD: 9월 11일 조사

#### 다. 시설유형별 생육특성 및 수량성

시설 유형별 개화시는 7월 15일로 동일하였으나, 개화기 및 개화종은 차광55% 처리시 빠른 경향을 보였으며, 지상부 생육은 비가림+차광55% 처리에서 양호하였으며 주당 생체중 및 건물중도 비가림과 비가림+차광55% 처리 시 통계적으로 유의하였다(표 56). 특히 노지재배에 비해 비가림+차광 55% 처리시 주당 생체중이 2배 가량 높았으며 이는 덩굴성 식물인 만삼의 경우 강우에 의한 잎의 고사 등으로 지상부 생육이 영향을 받는것으로 생각되었다.

표 56. 처리별 만삼의 개화특성 및 지상부 생육 비교

구분	개화시 (월/일)	개화기 (월/일)	개화종 (월/일)	초중(g/주)		
				생	건	건물물(%)
노지	7/15	7/29	8/4	54.4 b <sup>z</sup>	15.5 b	28.4 a
비가림	7/15	7/29	8/7	89.4 a	20.7 a	23.2 b
차광55%	7/15	7/27	8/3	65.8 b	14.4 b	21.3 b
비가림+차광55%	7/15	7/29	8/7	101.3 a	21.0 a	20.7 b

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

시설유형에 따른 만삼의 지하부 생육특성을 조사한 결과 근장 및 근경, 지근수는 처리간 차이가 없었으며 근중의 경우 차광55% 처리시 양호한 경향을 보였으나 통계적 유의성은 없었다(표 57). 생존율은 시설유형별로 68.3~73.3%였으며, 지하부 건근 수량은 차광55% 처리시 110.2kg/10a로 29% 증수되었으나, 처리간 통계적 유의성은 없었다(표 70).

표 57. 처리별 만삼의 지하부 생육 비교

구분	근장 (cm)	근경 (cm)	지근수 (개)	근중(g/주)		
				생	건	건물물(%)
노지	22.6 a <sup>z</sup>	1.5 a	7.3 a	29.8 a	8.0 a	26.7 b
비가림	22.2 a	1.4 a	7.0 a	30.4 a	8.9 a	28.8 a
차광55%	22.6 a	1.5 a	6.1 a	36.9 a	10.9 a	29.6 a
비가림+차광55%	23.3 a	1.4 a	7.3 a	31.0 a	9.1 a	28.9 a

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

시설유형에 따른 생존율은 68.3~73.3%로 처리간 큰 차이가 없었으며, 지하부 생근 및 건근 수량은 차광55% 처리시 각각 372.4kg, 110.2kg/10a로 노지재배에 비해 29% 증수되었으나, 처리간 통계적 유의성은 없었다(표 70).

표 58. 처리별 만삼의 생존율 및 수량성

구분	생존율 (%)	수량(kg/10a)		
		생근	건근	지수(%)
노지	71.4 az	319.4 a	85.4 a	100.0
비가림	71.1 a	324.2 a	94.5 a	110.7
차광55%	68.3 a	372.4 a	110.2 a	129.0
비가림+차광55%	73.3 a	346.5 a	102.0 a	119.4

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

### 라. 시설유형별 종자 수량 및 발아특성

만삼의 채종 효율 향상을 위해 시설 유형별 채종특성을 조사한 결과는 표 59와 같다. 주당 삭수는 31.7~43.3개로 차광 55%처리에서 가장 많았으나 통계적 유의성은 없었다. 삭당 종자립수도 211.1~

250.5개로 처리간 차이가 없었으며 주당 채종량은 비가림과 비가림+차광55% 처리시 각각 3.6g, 3.7g으로 통계적 유의성이 있었으며, 천립중은 차광55%와 비가림+차광55% 처리시 각각 0.3g, 0.31g으로 양호하였다(표 59). 10a당 종자수량은 비가림과 비가림+55% 차광 처리시 각각 23.2kg, 24.2kg으로 노지 대비 70.6~77.9% 수량이 증가하였다.

표 59. 재배시설별 종자특성 및 종자생산량

구분	삭수 (개/주)	종자립수 (립/삭)	채종량 (g/주)	천립중 (g)	종자생산량		
					시험구 (g/21m)	종자수량 (kg/10a)	지수
노지	31.7 a <sup>z</sup>	211.1 a	2.1 b	0.28 b	285.4 b	13.6 b	100.0
비가림	42.5 a	241.6 a	3.6 a	0.28 b	486.9 a	23.2 a	170.6
차광55%	43.3 a	242.6 a	2.5 b	0.30 a	319.8 b	15.2 b	112.1
비가림+차광55%	36.4 a	250.5 a	3.7 a	0.31 a	507.8 a	24.2 a	177.9

<sup>z</sup> DMRT(p<5%)

그러나 시설 유형별 종자 발아세는 차광55% 처리구에서 높은 경향을 보였고 비가림과 비가림+차광55%처리에서 낮은 경향이였다.(그림 28) 처리별 발아율을 검토결과, 차광55% 처리 시 91.0%로 가장 높았으며, 비가림 및 비가림+차광55% 처리 시 72.5~76.5%로 낮은 경향을 보였으며, 발아율을 적용한 10a 당 우량생산은 비가림과 비가림+차광55% 처리구에서 각각 17.8kg, 17.5kg으로 증수되었다. 우량 종자의 경우 차광 55% 처리시에는 13.8kg으로 무처리 11.2kg/10a 대비 23.3% 증수하였다.(표 60)

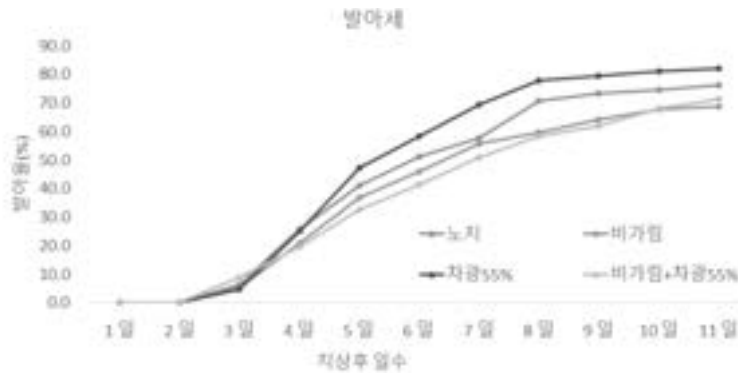


그림 28. 시설유형별 종자 발아세

표 60. 재배시설별 발아율에 따른 1년생 만삼 우량종자 비교

구분	발아율 (g)	종자수량(kg/10a)		지수
		전체	우량종자	
노지	82.5 b	13.6 b	11.2 b	100.0
비가림	76.5 cb	23.2 a	17.8 a	158.2
차광55%	91.0 a	15.2 b	13.8 b	123.3
비가림+차광55%	72.5 c	24.2 a	17.5 a	156.4

마. 시설유형별 재배기간 중 병해충 발생

만삼의 생육 및 채종율 향상을 위해 시설유형별 재배기간중 병해충 발생양상을 조사한 결과 병해로는 7월 하순에 탄저병이 발생하였으며 비가림과 비가림+차광55% 처리구에서 다소 심한 경향이있다. 충해로는 7월 하순에 도둑나방과, 8월 상순에 파밤나방이 발생하였으며 도둑나방은 노지보다 비가림 등 차광시설에서 발생이 증가하는 경향이었고, 파밤나방의 경우에는 차광 55% 처리구에서 다소 높은 경향을 보였다.(표 61)

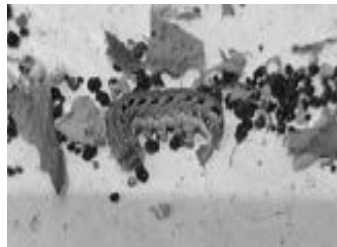
표 61. 만삼 시설유형별 병해충 발생(2020)

처리내용	병해		충해			
	점무늬병		도둑나방		파밤나방	
	발생시기(월/일)	발생정도(0-9)	발생시기(월/일)	발생정도(0-9)	발생시기(월/일)	발생정도(0-9)
노지	7/27	2.3	7/27	4.3	8/7	1.7
비가림	7/27	5.6	7/27	8.3	8/7	1.7
차광 55%	7/27	1.0	7/27	7.0	8/7	3.0
비가림+차광55%	7/27	4.3	7/27	6.3	8/7	1.7

↓ 발생정도: 0(미발생), 1(아주적다), 3(적다), 5(보통), 7(많다), 9(아주많다)



점무늬병



도둑나방 유충과 피해증상



그림 29. 시설유형별 병충해 발생(2020)



<시험포장 전경>



<시설유형 처리별 지하부 생육>



노지



비가림



차광 55%



비가림+차광 55%

<시설유형 처리별 지상부 중기생육>



노지 비가림 차광 55% 비가림+차광 55%  
 <시설유형 처리별 지상부 후기생육>

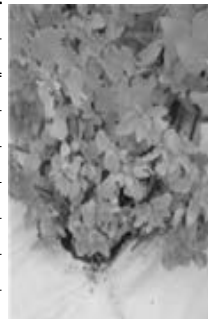
그림 30. 시험포장 전경 및 생육비교

시설유형별 2년차 재배시 병해는 점무늬병과 줄기썩음병이 발생하였으며 노지재배시 6월 상순과 7월 중순에 점무늬병 발생이 심하였다.

표 62. 만삼 시설유형별 만삼 병해 발생(2021)

(단위: 이병주율 %)

시설유형	병 종류	6월		7월		8월	
		상	중	중	상	중	
노지	점무늬병	6.7	2.0	9.0	0.8	0.5	
	줄기썩음병	2.4	0.0	0.5	3.2	0.0	
비가림	점무늬병	4.3	0.0	3.9	0.2	0.2	
	줄기썩음병	1.8	0.0	0.0	0.8	0.3	
차광55%	점무늬병	5.3	0.0	0.2	0.0	0.2	
	줄기썩음병	1.6	0.0	0.0	0.5	0.7	
비가림+차광	점무늬병	3.8	0.2	1.8	0.0	0.0	
	줄기썩음병	1.2	0.0	0.0	0.0	0.3	



<점무늬병>



<줄기썩음병>

J 발생정도: 0(미발생), 1(아주적다), 3(적다), 5(보통), 7(많다), 9(아주많다)

2년차 주요발생 충해로는 매미충류(끝검은말매미충 등), 노린재류(애십자무늬긴노린재, 알락수염노린재), 선녀벌레류(미국선녀벌레 등), 배추흰나비, 나방류 등 5종류가 발생하였으며, 주요발생 해충으로는 매미충류가 7월상순에서 9월상순까지 가장 많았다. 기타 진딧물 등의 천적인 풀잡자리, 명주달팽이가 관찰되었다

표 63. 만삼 시설유형별 해충 발생 양상

단위: 마리수

시설유형	발생 해충	5월		6월		7월		8월		9월		계	
		중	하	상	중	하	상	중	하	상	중		
노지	끝검은말매미충	1.0	2.0									3.0	
	매미충류					1.0	9.5	9.3	5.7	2.0	10.0	1.7	39.2
	애십자무늬긴노린재					2.5	1.0	1.3	1.5				6.3
	알락수염노린재							2.0					2.0
	선녀벌레							1.0	1.0	2.0		3.0	7.0
	배추흰나비				1.0								1.0
	나방류				1.0				4.0	1.0			6.0

시설유형	발생 해충	5월		6월		7월		8월		9월		계	
		중	하	상	중	하	상	중	하	상	중		
비가림	끝검은말매미충	1.0	2.5	2.0								5.5	
	매미충류					5.0	4.3	8.7	10.7	2.3	12.5	2.0	45.5
	애십자무늬긴노린재					1.3	1.5	1.0					3.8
	알락수염노린재												0.0
	선녀벌레								2.0	1.0			3.0
	배추흰나비	1.0				2.0	8.0	5.0					16.0
	나방류				1.0			1.0	3.0	1.0	4.0		10.0
차광55%	끝검은말매미충	4.0			3.0								7.0
	매미충류			1.0		1.5	3.0	1.0	8.7	5.5	8.7	9.0	38.3
	애십자무늬긴노린재												0.0
	알락수염노린재												0.0
	선녀벌레					1.0		1.0	1.0	1.0		1.0	5.0
	배추흰나비			1.0		1.0	1.0						3.0
	나방류			1.0		2.0				1.5	1.0	3.0	8.5
비가림+차광 55%	끝검은말매미충	1.0											1.0
	매미충류					2.0	2.0	4.0	4.0	2.3	5.5		19.8
	애십자무늬긴노린재												0.0
	알락수염노린재								1.0				1.0
	선녀벌레						1.0	1.0	2.0		1.5		5.5
	배추흰나비	1.0						1.0					2.0
	나방류					2.0	2.0		2.0	1.0	2.0		9.0

※ 조사방법: 150×250mm 유인트랩(3반복 평균) 당 마리수



끝검은말매미충(5중-6상)



매미충류(7상~9상)



애십자무늬긴노린재(7상~8상)



알락수염노린재(7하)



선녀벌레류(7상~9상)



나방류(7상~8하)



풀잡자리(7상~8하)



기타(명주달팽이: 5상~노지)



그림 31. 시설유형별 만삼 시험포 발생 해충

### (시험 17) 만삼 적정 채종시기 설정('21)

만삼은 1개의 줄기에서 여러개의 꽃이 7월중순부터 피기 시작하여 8월상순 이후까지 순차적으로 피며 수정이 이루어지면 꼬투리가 형성되어 성숙하게 되는데 개화와 수정이 순차적으로 되기 때문에 종자도 일시 수확이 어려운 작목이다. 수확을 늦게 하면 꼬투리가 벌어지면서 종자가 떨어져 손실이 생기고 일찍 수확하면 꼬투리가 잘 벌어지지 않으며 종자가 미성숙될 가능성이 있기 때문에 채종시기 설정이 어렵다. 따라서 만삼의 적정 채종시기를 설정하기 위해 채종시기를 달리하여 종자의 품질을 조사하였다.

#### 가. 채종시기의 기상환경

채종시기인 10월과 11월의 기상환경을 조사한 결과 표 64와 같다. 10월상순부터 11월 상순까지 관측년도의 기온은 평년과 비슷한 수준이었으나, 강수량은 적은 경향이었으나, 11월 중순에는 평년 대비 관측년도 평균·최고·최저 기온이 높았으며, 강수량도 66.5mm로 평년 대비 많았다.

표 64. 채종시기(10월~11월)의 기상환경 ('21. 철원)

요소		10월상	10월중	10월하	11월상	11월중	11월하
평균기온 <sup>1)</sup> (°C)	관측	14.1	10.2	8.5	6.7	8.2	0
	평년	14	11.9	9	7	3.8	1.4
최고기온 (°C)	관측	21	18.4	16.4	12.7	16.1	5.4
	평년	21.2	19.2	16.5	13.7	9.8	7.7
최저기온 (°C)	관측	7.7	3.7	0.8	0.2	1.4	-4.5
	평년	8	5.5	2.5	0.9	-1.4	-3.7
일교차(°C)		13.3	14.7	15.6	12.5	14.7	9.9
최저초상온도(°C)		3.9	-1.1	-4	-3.9	-2.4	-8.2
상대습도 (%)	관측	79.1	82.5	73.2	66	83.5	83.3
	평년	74.9	72.8	70.9	70.3	70.5	72.7
	최소	43	39	34	30	52	49
강수량 <sup>2)</sup> (mm)	관측	2.5	0	1.6	2.3	66.5	3.5
	평년	14.8	16.3	12.7	22.1	14.9	10.2

<sup>1)</sup> 기온 및 기타데이터: 순평균 값, <sup>2)</sup> 강수량: 순계 값

## 나. 채종시기별 종자 및 발아특성

만삼의 적정 채종시기를 설정하기 위해 10월 중순부터 일주일 간격으로 채종량을 조사하였다. 채종시기별 주당 총삭수는 10월29일과 11월 12일 수확시 가장 많았으나 등숙 삭수는 시기가 늦어질수록 증가하는 경향이었으며 등숙종자의 채종량은 11월 12일 채종 시 가장 많았고 11월 19일 채종 시 채종량과 등숙종자의 천립중은 감소되었다. 11월 19일 수확처리에서 등숙된 삭수가 가장 많은데 비해 채종량이 적은 것은 이 시기에 평년보다 많았던 강수량이 종자의 유실 등에 영향을 미쳤을 것으로 사료되었다.(표 65)

표 65. 채종시기에 따른 채종량 및 종자특성(4년생 채종)

채종시기 (월/일)	삭수(개/주)		채종량(g/주)		천립중(g)	
	등숙	미숙	등숙	미숙	등숙	미숙
10/22	17.9	19.1	1.42	1.18	0.32 a b	0.29 a
10/29	18.5	33.9	1.16	0.78	0.31 a	0.29 a
11/5	23.0	7.4	0.86	0.91	0.31 a	0.25 b
11/12	29.0	22.8	1.57	0.98	0.31 a	0.21 d
11/19	36.5	4.0	0.34	0.18	0.28 b	0.24 c

<sup>b</sup> DMRT(p<5%)

만삼의 채종시기 및 저장조건과 저장일수에 따른 평균발아일수는 표 66과 같다. 채종시기 및 저장조건과 저장기간에 상관없이 5~7일 정도 소요되었다. 일반적으로 만삼의 포장 정식기인 4월 중하순을 기준으로 하여 플러그묘 생산을 위해 2월 중하순 종자를 파종하여 60일 육묘를 할 경우 채종시기에 따른 평균 발아일수는 큰 차이가 없었다.

표 66. 채종시기 및 저장조건별 저장 후 경과일수에 따른 평균발아일수

채종시기 (월일)	저장조건 <sup>b</sup>	저장 후 경과일수에 평균발아일수(일) <sup>1</sup>				
		90일	100일	110일	120일	130일
10/22	실온	6.5	6.6	5.4	5.9	5.8
	저온(4℃)	6.3	7.2	5.6	6.4	5.7
10/29	실온	6.4	5.6	5.7	6.2	6.0
	저온(4℃)	6.1	5.5	6.2	5.6	5.8
11/5	실온	5.9	6.2	6.4	5.8	5.6
	저온(4℃)	6.1	6.2	6.5	5.8	6.0
11/12	실온	5.8	5.5	5.7	5.4	5.4
	저온(4℃)	6.0	5.7	5.8	5.8	5.7
11/19	실온	6.8	6.0	6.4	6.4	6.7
	저온(4℃)	6.6	6.6	6.4	6.6	6.3

<sup>1</sup> 평균발아일수:  $\Sigma(\text{치상후 일수} \times \text{당일발아립수}) / \text{총발아립수}$

■ 영역: 만삼 육묘파종 시기(2월 중하순 파종·육묘- 4월 중하순 정식 60일묘 생산 기준)

발아세의 경우 11월 12일 채종시 저장기간이 경과하더라도 안정적으로 유지하는 경향을 보였다(그림 32)

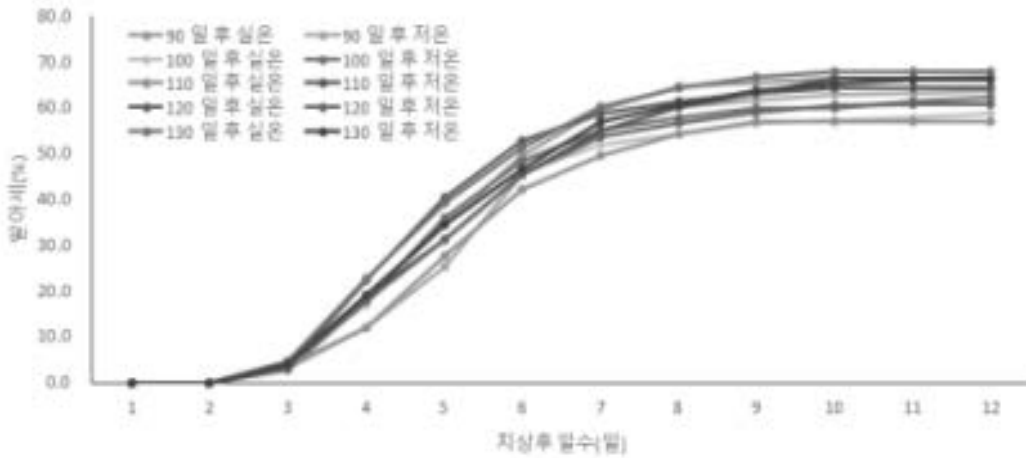


그림 32. 저장조건 및 저장기간별 발아세('20. 11. 12. 채종)

채종시기에 따른 저장조건 및 저장기간에 따른 발아특성을 조사한 결과는 표 67과 같다. 발아율의 경우 채종시기 및 저장조건과 경과일수에 따른 차이는 없었으나 11월 12일 채종 시 다른 처리에 비해 발아율이 다소 높은 경향이었으며 11월 19일 채종시 다른 처리에 비해 발아율이 다소 낮은 경향이였다.

표 67. 채종시기 및 저장조건별 저장 후 경과일수에 따른 발아특성

채종시기 (월/일)	저장조건 <sup>b</sup>	저장 후 경과일수에 따른 발아율(%)				
		90일	100일	110일	120일	130일
10/22	실온	56.8	43.8	56.3	50.5	53.8
	저온(4°C)	51.8	45.0	55.3	52.3	51.0
10/29	실온	45.5	59.0	55.3	60.5	62.0
	저온(4°C)	53.5	60.0	71.3	54.8	57.8
11/5	실온	59.0	50.5	60.0	60.3	50.5
	저온(4°C)	61.0	59.0	59.5	58.3	57.5
11/12	실온	68.5	58.8	57.0	65.3	67.8
	저온(4°C)	64.5	61.5	66.5	62.3	66.0
11/19	실온	47.5	47.3	45.8	52.3	55.5
	저온(4°C)	47.5	51.0	48.5	52.3	49.8

<sup>b</sup> DMRT(5%): N.S.

■ 영역: 만삼 육묘파종 시기(2월 중하순 파종·육묘- 4월 중하순 정식 60일묘 생산 기준)

이상의 결과로 볼 때, 만삼의 안정적인 종묘생산을 위한 종자 수확을 할 경우 채종량 및 발아특성을 고려하여 11월 중순 이전 채종이 알맞을 것으로 판단되었다.

## 4 적 요

### 〈제1세부과제: 대황, 더덕, 만삼의 우량종자 생산보급 기술 개발〉

#### (시험 1) 대황 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

- 가. 평야지 대비 준고랭지 및 고랭지 지역이 개화기가 늦은 경향을 보였으며 화서수와 주당 채종량은 지대가 높을수록 많은 경향을 보였음
- 나. 채종시기는 철원지역이 6월중순, 평창, 태백은 이보다 10~15일 늦은 6월 하순이었으며, 천립중은 평창과 태백이 가장 무거웠음.
- 다. 채종지별 발아율은 85~95% 수준이었으며, 철원 채종 시 95%로 가장 높았고, 평창에서 채종한 종자는 85%수준으로 다소 낮은 경향을 보였음.
- 라. 재배기간 중 생육후기 일부 무름병과 점무늬병이 발생하였고 생육중기에는 거세미나방류 및 파밤나방 피해가 나타났으며 준고랭지(평창), 고랭지(태백) 지역대비 평야지인 철원지역에서 병해나 해충피해가 다소 심하였음.

#### (시험 2) 대황 년생별 종자 채종 수량성 검정('19)

- 가. 지대가 높을수록 종자수량 구성요소 중 추대경수, 소화서수 등 증가하는 경향이었으며, 주당 채종량의 경우도 지대가 높을수록 연생이 높아질수록 증가하는 경향이었음. 10a당 종자수량은 고랭지인 태백에서 채종 시 2년생은 826kg 내외, 3년생은 1,126kg 내외로 가장 많았음.
- 나. 차광조건에 따른 대황 개화 및 종자 등숙은 개화시는 55% 차광과 무차광 두 조건 모두 4월 18일로 동일하였으나 개화기는 무차광이 4월 22일로써 55% 차광 대비 4일이 빠른 경향이었음. 고숙기는 무차광 조건시 74일, 55%차광 조건 시 78일 소요되었으며 무차광 조건 시 4일 빠른 경향을 보임.
- 다. 등숙단계별 종자의 발아 온도에 따른 발아율은 55% 차광조건에서 호숙기에 채종한 종자를 30℃에서 발아 시켰을 경우 98.8%내외로 가장 높았으나, 무차광 조건 15℃ 발아 처리를 제외하고 대부분 고숙기에 채종하였을 발아온도 조건과 상관없이 발아율이 90% 이상 도달하였음.

#### (시험 3) 대황 효율적인 종자 채종을 위한 적정 재식거리 구명('19~'20)

- 가. 재식거리별 지상부 생육은 주간거리 30cm 처리구에서 엽장, 엽폭, 엽병장, 엽수 등이 작아지는 경향을 보였음. 지하부 근 생육은 1년차에는 주간거리가 넓어질수록 생육이 증가하는 경향이었으나, 2년차에서는 통계적 유의성은 없었으나 건물률이 주간거리가 넓어질수록 증가하는 경향이었음.
- 나. 종대황 추대율은 95.2% 이상으로 대부분 개체가 추대하였으며 종자생산에 영향을 미치는 추대경수가 주간거리를 60cm로 소식할 경우 주당 5.0개로 가장 많은 경향을 보였고 천립중도 주간거리가 넓어질수록 무거운 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지 않았음.
- 다. 재식거리별 채종종자의 발아세는 60×30cm 처리구에서 양호한 경향을 보였으며, 종자생산량은 주간거리 50cm에서 양호한 경향이었음.

#### (시험 4) 대황 안정종묘 생산을 위한 발아특성 구명('21)

- 가. 치상 전 종자의 백립중은 저장기간이 경과 될수록 감소하는 경향이었으며, 저온저장 시 실온저장 보다 감소량은 적은 경향이었음.
- 나. 저장기간이 경과 될수록 평균발아일수는 실온 저장 시 채종 후 263일차에 4.9일로 단축되었으나 380일차에는 6.1일로 약 1.2일 증가하는 경향이었으며, 저온 저장 시에는 평균발아소요일수는 5.2~5.7일로 큰 변화가 없었음.
- 다. 채종 후 263일차 실온 저장시 발아세가 가장 양호한 경향이었으나, 실온 저장 380일차에 발아세가 가장 낮은 경향이었음.

#### (시험 5) 대황 적정식재 방법 및 시기 구명('21)

- 가. 출현 및 활착율은 4월 중순 양호하였으며, 생존율도 직파재배보다 이식재배가 유리하였으며, 일찍 심을수록 높아지는 경향이었음.
- 나. 초장, 엽장 등 지상부 생육은 이식재배가 직파재배 보다 유리하였으며, 4월 상순 이식재배 시 생육이 가장 양호한 경향이었음.
- 다. 지하부 생육은 주당 건근중이 이식재배 4월 상순 식재 시 239.9g으로 가장 무거웠으며, 10a 당 건근수량도 444.2kg으로 4월 상순 직파재배 대비 87.5% 증수하였음

#### (시험 6) 더덕 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

- 가. 개화기는 철원이 7. 25로 가장 빨랐으며 태백이 8. 6일로 가장 늦어 지역별로 10일이상 차이를 보였고, 생육특성은 고랭지인 태백에서 초장, 마디수, 경경 등이 철원과 평창 보다 크거나 많은 경향을 보였음.
- 나 병해충 발생정도는 줄기썩음병과 점무늬병이 철원에서 많이 발생하였음.
- 다. 채종시기는 9월하순으로 철원지역이 평창과 태백보다 4일 빨랐다. 사과수는 평창과 태백에서 주당 62~77개 정도로 가장 많았고 천립중은 반대로 철원이 1.94g으로 가장 무거웠음. 10a당 종자수량은 태백 66, 평창 58, 철원 41kg 순으로 많았음.
- 라. 채종 50일 후 휴면타파 기간 전 종자활력 검정 결과, 무처리시 발아세는 철원과 평창이 11~14%로 매우 낮고, 태백은 41%였으며, 저온처리(4℃, 72시간) 후 발아세는 태백이 58%로, 철원과 평창종자 대비 발아세가 높은 경향을 보였음.

#### (시험 7) 더덕 종자 발아율 향상 방법 구명('19)

- 가. 상온 저장 후 15℃ 치상 시 발아율이 85.2%로 가장 높았으며, 채종지별로는 철원과 태백지역 채종시 발아율이 높아지는 경향이었음.
- 나. 채종지별 저장조건에 따른 발아적온을 검토한 결과, 저장방법과 상관없이 철원과 태백 지역 채종 시 76.5% ~ 85.2%로 높았으며, 15℃ ~ 20℃에서 발아율이 높은 경향이었음.

### (시험 8) 더덕 재배유형별 종자수량 및 경제성 검정('19~'20)

- 가. 지상부 생육은 관행재배시 경수 및 엽수가 증가하는 경향이었으나 경수를 제외하고 통계적 유의성은 없었으며 지하부 생육도 관행재배시 근장 및 근경, 생근중 등이 증가하는 경향이었으나, 처리간에 유의성은 없었음.
- 나. 관행 재배시 채종량은 감소하는 경향이었으며, 철재덕 재배시 17.7g/15m<sup>2</sup>로 가장 많았으나 통계적으로 유의하지 않았음.

### (시험 9) 더덕우량종자 채종을 위한 재배방법 구명('19~'20)

- 가. 가을 파종·정식보다는 봄 파종·정식이 생존율이 높은 경향으로 5월 상순 직파시 생존율이 61.7%로 가장 높았음.
- 나. 지하부 생육은 근장의 경우 육묘이식 재배 시 길어지는 경향을 보였고 근경은 가을 파종·정식 시 두꺼운 경향을 보였으며 지근수의 경우 직파재배보다 육묘이식 재배시 많아지는 경향이었음.

### (시험 10) 만삼 우량종자 채종적지 탐색('17~'18)

- 가. 지역별 만삼 개화기는 철원 6. 22, 평창 7. 6, 태백 7. 9로 철원이 14~17정도 빨랐으며 초장과 마디수, 엽장은 평창이 가장 작거나 적었음.
- 나. 병해충 발생은 철원에서 나방류 및 점무늬병 피해가 발생하였고, 평창에서도 점무늬병이 일부 발생하였음.
- 다. 채종시기는 철원 8월하순(8. 27기준)과 평창과 태백은 9월중순(9. 12~15기준)에 도래하였고, 사과수는 주당 철원이 95개로 가장 많았으며, 천립중은 평창 0.38, 철원 0.35g, 태백 0.26g로 무거웠음.
- 라. 10a당 종자수량은 철원 32, 평창, 태백 28kg으로 큰 차이를 보이지 않았음.
- 마. 만삼 종자의 휴면타파 기간 전 종자활력 검정 결과, 무처리시 발아세는 철원이 33%로 높았고, 저온처리(4℃, 72시간) 후 발아세는 철원 75, 태백 62, 평창 59%수준으로 철원에서 채종한 종자의 발아세가 높았음.

### (시험 11) 만삼 우량종자 채종을 위한 정식기 구명('19)

- 가. 정식기별(년생별) 생육상황은 2년생이 개화기가 25~27일정도 빨랐으며 초장과 경경, 마디, 엽장이 크거나 많았음.
- 나. 정식기별(년생별) 종자수량은 2년생이 다소 많은 32kg/10a내외를 보였으며, 휴면타파 전 예비 발아세도 2년생이 다소 높은 경향을 보였음.

### (시험 12) 만삼 종자 발아율 향상 방법 구명('19)

- 가. 만삼의 채종 후 경과 일수별 발아특성을 검토한 결과, 채종 후 29일 후 발아율은 48%로 비교적 낮았으나, 저장 기간이 경과될수록 발아율이 향상되는 경향을 보였음.
- 나. 저장방법 및 치상온도별 발아율의 경시적 변화는 치상 후 만삼의 종자발아는 20℃ ~ 30℃에서 초기 발아속도가 빨랐으나, 발아종료 시에는 15℃~25℃에서 양호하였음.

다. 저장조건에 따른 발아적온의 경우 장기 저장 시(103일) 발아율은 실온저장 시 92%내외로 저온(4℃) 저장 시 89%내외 보다 약 2~3%로 향상되었으나, 저장 방법간에 차이는 없어 보였고, 두 저장 조건 모두 15℃ ~ 25℃에서 발아율이 높은 경향이었음.

#### (시험 13) 만삼 효율적인 종자 채종을 위한 적정 재식 거리 구명('19~'20)

가. 초기 출현불량으로 2회 보식(5월 29일, 6월 27일)을 실시하였으나, 재식거리별 생존율은 약 23~36%정도로서 저조하였으며, 재식거리별 채종량은 40×20cm처리에서 다소 높았음

#### (시험 14) 만삼 재배유형별 종자수량 및 경제성 검정('19~'20)

가. 출현불량으로 2회 보식(5월 29일, 6월 27일)을 실시하였으나 재식거리별 생존율은 저조하였으며, 채종량은 철재 덕 유인시 가장 많았으나 집중강우로 인한 재검토 필요함

#### (시험 15) 만삼 우량종자 채종을 위한 재배방법 구명('19~'20)

가. 가을 파종·정식보다는 봄 파종·정식이 생존율이 높은 경향이었으며, 지하부 생육은 근경이 직파재배보다 육묘이식재배를 할 경우 두꺼워지는 경향이었음.  
나. 집중 강우 등으로 인한 기상환경의 악화로 충분한 생존개체를 확보하지 못하여 종자생산 관련 평가는 곤란하였음.

#### (시험 16) 만삼중복부 평야지 채종향상 기술 개발('20~'21)

가. 처리별 개화시는 7월 5일로 동일하였으나, 개화기 및 개화종은 차광55% 처리시 빠른 경향을 보였으며, 지상부 무게는 비가림과 비가림+차광55% 처리시 통계적으로 유의하였음.  
나. 지하부 근중은 차광55% 처리시 양호한 경향을 보였으며 건근 수량은 차광55% 처리시 110.2kg/10a로 29% 증수되었으나, 처리간 통계적 유의성은 없었음.  
다. 주당 삭수는 31.7~43.3개로 삭당 종자립수는 211.1~250.5개로 주당 채종량은 비가림과 비가림+차광55% 처리시 각각 3.6g, 3.7g으로 통계적 유의성이 있었으며, 천립중은 차광55%와 비가림+차광55% 처리시 각각 0.3g, 0.31g으로 양호하였음.  
라. 10a당 종자수량은 비가림과 비가림+55%처리시 각각 23.2kg, 24.2kg으로 노지 대비 70.6~77.9% 증수하는 경향이었음.  
마. 발아율은 차광55% 처리 시 91.0%로 가장 높았으며, 비가림 및 비가림+차광55% 처리시 낮은 경향을 보였음. 발아율을 적용한 10a 당 우량생산은 비가림과 비가림+차광55% 처리구에서 각각 17.8kg, 17.5kg으로 증수되었으며 차광 55%처리시에는 13.8kg으로 무처리 11.2kg/10a 대비 23.3% 증수하였음.  
바. 병해로는 7월 하순에 탄저병이 발생하였으며 비가림과 비가림+차광55% 처리구에서 다소 심한 경향이었음.  
사. 충해로는 7월 하순에 도둑나방과, 8월 상순에 파밤나방이 발생하였으며 도둑나방은 노지보다 비가림 등 차광시설에서 다발생 하는 경향이었고, 파밤나방의 경우에는 차광 55% 처리구에서 다소 높은 경향이었음.

## (시험 17) 만삼 적정 채종시기 설정('21)

- 가. 채종시기별 종자 특성을 검토한 결과, 11월 12일 채종 시 주당 채종량이 가장 많았으며, 11월 19일 채종 시 채종량과 등숙종자의 천립중도 감소되었음.
- 나. 평균발아일수는 채종시기 및 저장기간에 상관없이 5~7일 정도 소요되었으며, 11월 12일 채종 시 저장기간이 경과하더라도 안정적인 발아세를 유지하였음.
- 다. 11월 12일 채종 시 발아율이 높은 경향이나 저장 조건 간 차이 없으며, 저장 기간에 따른 발아율 변화 적어 안정적인 종묘생산을 위한 만삼 종자를 수확 할 경우, 채종량 및 발아특성을 고려할 때 11월 중순 이전 채종이 알맞을 것으로 판단되었음.

## 5 인용문헌

- 김영국. 2015. 약용작물 만삼재배시 종자 저장 및 육묘방법. 농촌진흥청  
 농촌진흥청. 2002. 농업과학기술대전 제5권 특용작물(1). pp348-442. 농촌진흥청 국립원예특작과학원.  
 농촌진흥청. 2011. 약용작물 재배매뉴얼 1 와우~ 더덕 이렇게 키우면 되네!. 삼미기획  
 농촌진흥청. 2012. 농업과학기술 연구조사분석기준. 농촌진흥청  
 농촌진흥청. 2019. 약용작물-농업기술길잡이 7(개정판) 약용작물. 내일날씨  
 이창복. 2006. 원색 대한식물도감. 향문사

## 6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2017(1년)	학술발표	만삼 비닐피복재료에 따른 발아율 및 생육비교
	농가지원	더덕, 단삼재배농가 현장지원 컨설팅
2018(2년)	영농기술	강원 주요 지대 중 더덕 종자 수량성 향상을 위한 채종 적지
	홍 보	주요 약용작물 표준품종 육성과 종자생산 기술개발
	학술발표	대황의 육묘기간과 차광정도에 따른 활착율 및 생육비교
	농가지원	염피해 현장조사 및 더덕재배 농가 컨설팅
2019(3년)	영농정보	종대황 등숙단계별 결실 및 발아특성 정보 제공
	영농정보	만삼 채종 후 저장방버버에 따른 발아적온
	홍 보	아침세상 강원(춘천불교방송)-강원의 약초 “만삼”
	학술발표	차광조건에 따른 종대황 종자의 등숙단계별 발아 특성 및 발아적온
2020(4년)	영농기술	종대황 종자생산을 위한 적정 재식거리 만삼 재배시 차광에 의한 1년생 건근수량 증대 및 종자생산 기술
	농가지원	약용식물 농가기술 지도 및 현장 교육 등
	홍보	약초 공정육묘장 준공건(종묘보급)

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(5년)	학술발표	강원 중북부지역에서 차광시설 유형에 따른 1년생 만삼의 생육 및 채종 특성 중대항 종자 저장기간에 따른 발아특성
	영농기술	중북부지역 중대항 적정 식재방법 및 시기(1년생)
		중대항 병해충 발생 및 주요 병해충의 피해 정보제공
		만삼의 채종시기에 따른 채종량 및 저장기간에 따른 발아특성
	홍 보	약용작물 생산·유통 세미나 홍보
	농가지원	약용작물 종자 농가 보급 및 재배기술 지원
유전자원분양	만삼 공정육묘 생산·보급	

성과지표명		연도		1년차(2017)		2년차(2018)		3년차(2019)		4년차(2020)		5년차(2021)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
	국내	1	1	1	-	1	1	1	-	-	1	1	3	3	
영농활용		-	-	1	1	1	2	1	2	1	4	4	9		
홍보		-	-	1	1	1	1	-	1	1	1	3	4		
농가현장지원 및 컨설팅		1	1	1	1	1	4	1	2	1	1	5	8		
유전자원분양											1		1		
계		2	2	4	4	4	8	3	5	3	8	15	26		

## 7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도				
					'17	'18	'19	'20	'21
과제책임자	국립원예특작과학원	농업연구관	한경숙	과제 총괄					○
	국립원예특작과학원	농업연구관	안태진	과제 총괄	○	○	○	○	
1세부책임자	인삼약초연구소	농업연구사	모영문	세부주관 수행			○	○	○
	작물연구과	농업연구관	정정수	세부주관 수행	○	○			
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구관	고병대	평가자료 보완					○
	인삼약초연구소	농업연구사	이기욱	시험수행 및 분석	○	○	○	○	○
	인삼약초연구소	농업연구사	윤병성	시험수행 및 분석					○
	인삼약초연구소	농업연구관	엄남용	자체평가			○	○	○
	인삼약초연구소	공업서기	박준영	시험포장 조성			○	○	○
	인삼약초연구소	운전서기보	조태희	병해충방제 지원			○	○	○
	인삼약초연구소	공무직	김정미	생육조사 지원	○	○	○	○	○
	인삼약초연구소	공무직	이은열	병해충조사 지원	○	○	○	○	○
	인삼약초연구소	공무직	홍지은	생육조사 지원	○	○	○	○	○
인삼약초연구소	공무직	허지성	포장관리 지원	○	○	○	○	○	