

어젠다코드	4 - 2 - 2		구분	완결	
기술분야코드	V2	기술유형코드	S02	작목구분코드	IC-03-1903
과제종류	기관고유		과제번호	LP004574	
과제명	참당귀 고품질 안정생산 기술 개발				
과제책임자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	모영문		농업연구사	강원도원 인삼약초연구소	
연구기간	2021 ~ 2028		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 참당귀 우량종자 생산기술 개발 연구			인삼약초연구소	모영문	'21
2) 참당귀 안정재배 기술개발 연구			인삼약초연구소	모영문	'21
색인용어	참당귀, 우량종자, 안정재배기술, 신품종				

ABSTRACT

This study was carried out to establish a stable production base by improving the seed production and cultivation technology of *Angelica gigas*. In the first year, the growth and yield characteristics of *Angelica gigas* were not statistically significant. In the second year, it was considered to be in a suitable growth state to investigate the seeding efficiency according to the isolation treatment. The growth of the above-ground part according to the height of the ridge was not statistically significant, but the growth and yield of the underground part were increased when cultivated with a high ridge(30cm). As for the effect of reducing high temperature damage by irrigation method of *A. gigas*, sprinkler is advantageous for growth above ground, but fountain hose treatment is advantageous for growth and yield in underground part. Nodakenin, Decursinol, Decursin, and Decursinol angelate all tended to be high in the case of cultivated in open-air seedlings in farmhouses.

1 연구목표

강원 참당귀는 2020년 기준 재배면적이 265ha로 전국 대비 약 58.2%를 차지하고 브랜드 가치가 높은 주요 약초중 하나이다(농림축산식품부, 2021). 그러나, 최근 참당귀의 재배면적은 지속적으로 감소되고 있는 추세이며, 이는 기후변화 등으로 인한 재배환경의 변화와 식품 및 한약재 용도의 수입산 당귀의 증가, 농촌 노동력의 고령화 등에 따른 노동력 감소와 더불어 당귀의 소비가 확대되지 못하고 있는 가공·유통구조 등 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하고 있기 때문으로 분석되고 있다.

참당귀의 재배면적 감소는 산업화 기반을 위축시키는 직접적인 원인이 될 수 있는데, 최근 생약뿐만 아니라 의학용으로서 유용 지표성분을 활용하여 국내에서는 북부비만, 골관절증 치료제 등의 의학용

제품이 허가되어 판매되고 있으며, 현재 국내 임상 3상 단계의 치매치료제를 개발 중(진, 2019)으로 산업화가 활발하게 진행되고 있다. 따라서, 산업화에 필요한 적정 수준의 생산기반을 유지할 필요가 있으며, 이를 위해서는 무엇보다 안정적인 우량종자종묘 보급체계의 구축이 필요하다. 그러나, 약용작물은 벼 등 주곡작물과 달리 국가 종자보급체계가 전무하여 대부분 재래종 및 야생종을 재배하고 있는 상황이며, 참당귀의 경우도 대부분 농가에서 자가채종 종자의 자율교환 및 야생종을 채취하여 재배하고 있는 실정이다. 우량종자의 선제 조건은 우수한 품종개발이 무엇보다 우선되어야 한다. 지금까지 개발된 참당귀 품종은 농촌진흥청 작물과학원에서 육성한 만추당귀(작물과학원, 2001)와 안풍당귀(작물과학원, 2002) 그리고 민간에서 육종한 영흥당귀(함, 2008.) 등 3품종이 있다. 그러나 참당귀는 타화수정 작물로서 작물특성상 품종유지가 어려워 국가 육성품종은 거의 보급이 이뤄지지 않거나 소실되어 있는 실정이다. 따라서, 품종개발과 더불어 우량종자 생산·보급체계 구축이 무엇보다 중요한 이유이다.

특히 참당귀는 지대가 높은 산에서 자생하며 서늘한 기후에서 잘 자라고 온도가 높고 무더운 지역에서는 잘 자라지 않는 것으로 알려져 있다(2018. 농업기술길잡이). 이런 가운데, 최근의 기후변화는 봄철 가뭄과 여름철 폭염피해 등을 수시로 동반하고 있으며, 2018년도에는 대기온도의 극한값을 기준으로 역사상 가장 높은 기온을 기록하여 전국 대부분의 지역에서 39℃ 이상의 높은 기온을 기록하였다(Lee *et al.*, 2020). 이와 같이 기후변화로 인한 가뭄과 이상기상은 참당귀의 생육환경과 품질 등 수량변화에 영향을 미치기 때문에 생산성 감소의 직접적인 원인이 될 수 있다. 본 연구는 참당귀 우량종자 안전생산 및 재배기술 개선을 통하여 안정적인 생산기반을 구축하고자 수행되었다.

2 재료 및 방법

〈제1세부과제: 참당귀 우량종자 생산기술 개발 연구〉

(시험 1) 참당귀 격리 채종시 적정 시설유형 설정

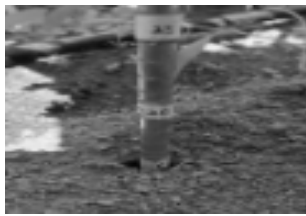
본 연구는 참당귀의 안정적인 우량종자를 생산하기 위하여 참당귀 격리 채종시 수정벌을 활용한 적정 시설유형을 설정하고자 2021년에 강원도 철원군 김화읍에 소재한 강원도농업기술원 인삼약초연구소 내 시험포장에서 수행되었다. 시험구는 방입재배, 망사시설 재배 및 망사+차광 35% 재배 등 3처리를 두었으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 시험구 처리를 위하여 구당 면적은 78㎡로 하여 폭 6m, 길이 13m의 간이 하우스를 설치하여 수행하였다. 시험에 사용된 참당귀 종묘는 162공 플러그 트레이에서 70일 육묘한 묘를 사용하였으며 정식은 2021년 4월 27일에 정식하였다. 재배시험포의 시비량은 N-P₂O₅-K₂O-퇴비 = 16-10-8-2,000kg/10a를 기비로 사용하였다. 재배법은 30cm 높이의 이랑을 조성 후 점적테이프를 설치하여 관수 관리하였으며, 비닐피복은 흑백양면비닐을 사용하였다.

재식거리는 줄 간격 50cm, 포기 간격 25cm로 하였으며, 조사내용은 농업과학기술 연구조사분석기준(2012, 농촌진흥청)에 의거하여 조사하였다. 조사된 결과값은 SAS 9.4 TS Level 1M4 (SAS Institute Inc. Cary, NC, USA)를 이용하여 통계 분석하였고, 처리간 유의적 차이는 Duncan's multiple range test를 통해 5% (p<0.05) 수준에서 검증하였다.

〈제2세부과제: 참당귀 안정재배 기술 개발 연구〉

(시험 1) 참당귀 고품재배 효과 구명

본 연구는 이랑높이에 따른 참당귀의 생육 및 수량 특성을 구명하고자 2021년에 강원도 철원군 김화읍에 소재한 강원도농업기술원 인삼약초연구소내 시험포장에서 수행되었다. 시험구 처리는 평이랑(농가관행) 재배와 낮은이랑 재배, 높은이랑 재배 등 이랑 높이별로 3처리를 두었으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 수행하였다. 이랑높이에 따른 시험구의 작토층 깊이(쟁기바닥층)는 평이랑은 15cm 내외, 낮은이랑은 20cm 내외, 높은이랑은 30cm 내외로 조성되었다(그림 1).



평이랑(15cm)



낮은이랑(20cm)



높은이랑(30cm)

그림 1. 이랑높이별 작토층(쟁기바닥층) 깊이 비교

평이랑 처리구는 경운 및 로터리 정지만 하여 무피복 재배하였고, 낮은이랑과 높은이랑 처리구는 경운 및 로터리 정지 후 높이별로 휴림·성형 후 흑백양면비닐을 사용하여 피복하여 재배하였다. 시험에 사용된 참당귀 종묘는 162공 플러그트레이에서 70일 육묘한 묘와 농가에서 노지육묘한 180일 묘를 사용하였으며(그림 2), 각각의 시험구별로 2021년 4월 27일에 정식하였다. 시비량은 N-P₂O₅-K₂O-퇴비 = 16-10-8-2,000 kg/10a를 기비로 사용하였으며, 각각의 시험구별 관수방법은 점적테이프를 설치하여 관수 관리하였다. 재식거리와 결과 값에 대한 통계분석 방법은 제1세부과제의 시험1과 동일하였다.



플러그트레이묘



노지묘

그림 2. 고품재배 효과 시험재료

(시험 2) 참당귀 활착 및 고온피해 경감을 위한 관수방법 설정

본 연구는 기후변화에 따른 참당귀 이식재배 시 초기 활착율 증진과 생육중기 고온피해 경감을 위한 관수방법별 효과를 구명하고자 2021년에 강원도 철원군 김화읍에 소재한 강원도농업기술원 인삼

약초연구소내 시험포장에서 수행되었다. 시험구 처리는 관수방법별로 점적테이프, 분수호스, 스프링클러 등 3처리와 대조구로 무관수 처리를 두었으며, 시험구 배치는 단구제로 하여 임의 배치하였다. 시험구별로 30cm 높이의 이랑을 조성 후 점적테이프와 분수호스 처리구는 흑백양면비닐 피복 아래에 설치하였으며, 스프링클러 처리구는 비닐 피복 후 이랑 위에 설치하여 수행하였다. 각각의 처리별 관수를 위하여 시험구별로 토양수분장력계를 설치하여 관수개시점은 -40kPa에 시작하였으며, 관수 후 종료시점은 -10kPa에 실시하였다. 시험에 사용된 참당귀 종묘는 162공 플러그트레이에서 70일 육묘한 묘를 사용하였으며, 정식은 2021년 4월 27일에 정식하였다. 재배시험포의 시비량은 N-P₂O₅-K₂O-퇴비 = 16-10-8-2,000kg/10a를 기비로 시용하였다. 조사내용은 토양내 지중온도와 수분함량은 HoBo 데이터로거에 각각의 센서를 장착 후 이랑 중간에 설치하여 데이터를 수집하였으며, 초기 활착율 및 생육중기 고사율과 생육 및 수량특성 등을 조사하였다. 재식거리와 결과 값에 대한 통계분석 방법은 제1세부과제의 시험1과 동일하였다.

(시험 3) 재배방법별 참당귀 지표성분 정량분석

지표성분 정량 분석에 사용된 시료는 <시험 1>과 <시험 2>에서 샘플 채취 된 뿌리로서, 40°C에서 완전히 건조된 시료이다. 정량분석은 2021년 12월 22일부터 강원대학교 삼척캠퍼스 생약자원개발학과에서 수행하였으며, 건조된 시료를 17°C로 실온보관 후 분석에 사용하였다. Nodakenin과 Decursinol Angelate 표준품은 PhytoLab (Bayern, Germany)의 시약을 사용하였으며, Decursinol 표준품은 Chem Faces (Wuhan, China)시약, Decursin 표준품은 Sigma-aldrich (St. Louis, MO, USA)의 시약을 사용하였다. HPLC system은 Shimadzu LC-20AT (Shimadzu Co., Kyoto, Japan) 및 Shimadzu Nexera XR (Shimadzu Co., Kyoto, Japan) 을 사용하였으며, Column은 Atlantis dC18 column (250 mm × 4.6 mm I.D., 5 μm, Waters Co., Ltd., Milford, MA, USA)을 사용하였다. 시료는 품목별로 0.4 g을 칭량하여 40 ml의 80% Methanol를 추출 용매로 사용하였고, 초음파 추출 30 min 및 회전 추출 후 16 h 정치하여 3 회 반복 추출하였다. 추출 후 각 추출액을 whatman no.6 filter paper로 상압여과 후 모두 합친 뒤, 40°C water bath에서 회전감압농축(Eyela Co., Ltd., Tokyo, Japan)하여 회수하였다. 시료는 Syringe Filter(13JP020AN, 0.45μm, Advantec Mfs. Inc., Dublin, CA, USA)에 여과한 후 HPLC분석에 사용하였다. Nodakenin과 Decursinol의 HPLC분석은 표 1의 조건을 그리고 decursin과 decursinol angelate의 HPLC 분석은 표 2의 조건을 각각 사용하였다.

표 1. HPLC operating condition for the analysis of nodakenin and decursinol.

Instrument	Shimadzu LC-20AT HPLC system
Column	Waters Atlantis dC18 column (250 mm × 4.6 mm I.D., 5 μm)
Detector	UV-VIS detector (330 nm)
Solvent A	Water
Solvent B	Acetonitrile
Flow rate	1 ml/min
oven	30°C
Injection volume	20 μl

Gradient elution system		
Time	%A	%B
Initial	65	35
6	50	50
14	0	100
18	0	100

표 2. HPLC operating condition for the analysis of decursin and decursinol angelate.

Instrument	Shimadzu Nexera XR system		
Column	Waters Atlantis dC18 column (250 mm × 4.6 mm I.D., 5 μm)		
Detector	UV-VIS detector (329 nm)		
Solvent A	0.1% acetic acid in water		
Solvent B	0.1% acetic acid in acetonitrile		
Solvent C	absolute ethanol		
Flow rate	1 mL/min		
oven	40°C		
Injection volume	10 μL		

Gradient elution system			
Time	A%	B%	C%
Initial	53	30	17
40 m	60	20	20
50 m	53	30	17
60 m	53	30	17

3 결과 및 고찰

<제1세부과제: 참당귀 우량종자 생산기술 개발 연구>

(시험 1) 참당귀 격리 채종시 적정 시설유형 설정

플러그트레이 묘를 이용한 1년차 시험에서는 참당귀 생육특성상 2년차에 추대되어 7~8월에 꽃이 피고 10월에 결실을 맺기 때문에(농업기술길잡이, 2018), 당해 연도에는 추대 및 개화 결실이 이루어지지 않아 하우스 골조 시설은 설치하였으나, 망사 및 차광처리는 수행하지 않았으며, 수정벌도 투입하지 않았다. 따라서, 2022년 추대 및 개화 진행 후 망사 및 차광처리와 수정벌을 투입하여 채종량을 검토할 예정이다.

각 시험구별 참당귀 생육초기 활착율은 99%이상 이었으나, 생육후기 생존율은 71~ 72.8%로 감소하였고, 1년생에서 추대는 발생하지 않았다. 참당귀는 플러그트레이 육묘 이식 재배 시 2년차에 추대가 이루어지고 개화 후 결실하기 때문에, 본 연구에서도 1년차에 추대가 이루어지지 않은 점을 확인하였으며, 2년차에 추대 후 처리별 결실특성과 채종량을 평가할 계획이다(표 3).

표 3. 참당귀 초기활착, 입모율 및 추대율

조사시기: 활착율(7. 9.)/입모율(10. 29.)

시설유형	활착율(%)	생존율(%)	추대율(%)
방입재배	99.9	71.0	0.0
망사시설	99.9	72.0	0.0
망사+차광35%	99.5	72.8	0.0

DMRT(p < 0.05): N.S.

생육 후기 지상부 수량구성 요소 중 초장, 근생엽장, 근생엽폭, 정소엽폭 및 복엽병장 등이 망사시설 처리구에서 다소 부진하였으나, 모든 조사 항목에서 처리간의 통계적 유의성은 없었다(표 4). 이는 1년차에 처리효과가 없는 동일한 조건에서 재배되고 있음을 의미하며, 비슷한 생육상태는 2년차에 망사 및 차광 처리와 수정별 투입 후 결실특성을 구명할 수 있는 생육상태임을 의미한다.

표 4. 지상부 생육특성

조사시기: 10. 29.

시설유형	초장 (cm)	근생엽장 (cm)	근생엽폭 (cm)	근생엽수 (개/주)	정소엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	복엽병장 (cm)
방입재배	52.3	9.5	15.1	6.8	8.4	11.3	7.6
망사시설	48.0	8.7	13.0	7.3	6.8	11.7	6.7
망사+차광35%	52.0	9.1	14.7	5.6	7.7	11.0	8.0

DMRT(p < 0.05): N.S.

주당 생체중 및 건물중, 건물률을 비롯한 10a당 지상부 수량의 경우에 통계적 유의성은 없었으나, 망사 처리 예정구에서 다소 감소하는 경향을 보였다(표 5).

표 5. 지상부 수량특성

조사시기: 10. 29.

시설유형	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물률 (%)	지상부 수량(kg/10a)		
				생	건	지수
방입재배	113.5	28.5	26.8	451.1	113.5	100.0
망사시설	100.9	24.8	25.6	405.5	99.3	87.5
망사+차광35%	114.4	28.4	25.6	473.8	117.7	103.7

DMRT(5%): N.S.

생육 후기 지하부 수량 구성 요소인 근장, 근경, 근두직경과 지근수 등도 지상부 생육특성과 마찬가지로 처리효과가 없기 때문에 통계적 유의성은 없었으나, 망사 처리 예정구에서 지근수가 감소하는 경향이 있었다(표 6).

표 6. 지하부 생육특성

조사시기: 10. 29.

처리	근장 (cm)	근경 (cm)	근두직경 (cm)	지근수 (개/주)
방입재배	31.2	1.4	4.4	52.5

처리	근장 (cm)	근경 (cm)	근두직경 (cm)	지근수 (개/주)
망사시설	33.0	1.3	4.2	39.0
망사+차광35%	30.8	1.4	4.5	51.0

DMRT($p < 0.05$): N.S.

주당 건근중 및 생근중을 비롯하여 10a 당 지하부 근수량도 마찬가지로 통계적 유의성은 없었으나, 망사 처리 예정구에서 근중 및 근수량이 감소하는 경향을 보였다(표 7). 이상의 결과로 볼 때 아직 처리가 이루어지지 않은 1년차의 참당귀 지상부 및 지하부 생육과 수량특성은 통계적으로 유의성이 없는 점을 고려했을 때, 2년차에 각 격리처리별 수정별 투입효과에 따른 재종효율 등을 구명하기 적합한 생육상태로 판단되어졌다.

표 7. 지하부 수량비교

조사시기: 10. 29.

시설유형	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근률 (%)	지하부수량(kg/10a)		
				생근	건근	지수
방입재배	173.5	38.0	22.0	691.3	151.2	100.0
망사시설	151.2	34.7	23.4	609.0	139.9	92.5
망사+차광35%	184.1	39.9	22.1	766.6	165.1	109.2

DMRT($p < 0.05$): N.S.

〈제2세부과제: 참당귀 안정재배 기술 개발 연구〉

(시험 1) 참당귀 고희재배 효과 구명

일반적으로 고희재배는 높은이랑 재배와 같은 말로써 비가 많이 오는 지역 또는 물 빠짐이 좋지 않은 밭에서 습해를 방지할 목적으로 이랑을 높게 세워 작물을 재배하는 방식을 말한다. 황기 등을 비롯한 대부분 숙근성 약용작물은 토양내 오랫동안 뿌리를 내리고 자라기 때문에 물 빠짐이 좋고 적당한 토양 수분 조건이 적지로 되어 있다. 참당귀의 경우에도 수분을 좋아하나 가뭄과 장마에 약하기 때문에 습윤 지대에서 재배하며, 참당귀의 생장에 제일 적합한 토양 함수량은 25% 정도라고 알려져 있다. 그러나 토양 함수량이 40%를 초과하지 않는 것이 좋다고 하며 40%를 초과할 경우 습해를 받을 뿐만 아니라 뿌리썩음병도 쉽게 발생하고, 토양 함수량이 13% 이하면 가뭄을 타며 관수를 해야 한다고 알려져 있다(농업기술길잡이., 2018). 본 연구에서는 참당귀 재배농가들 대부분 이랑을 높이지 않는 평이랑 재배를 많이 하고 있으며, 고희재배에 대한 효과는 검토된 바 없기에 당귀 재배에 알맞은 적정 이랑높이를 설정하고자 플러그트레이묘와 농가 노지묘를 이랑 높이별로 생육 및 수량특성을 조사 분석하였다.

가. 플러그트레이묘 재배 시 이랑높이별 생육 및 수량 특성

이랑높이별로 생육초기 활착율은 98%이상으로 매우 높았으며, 생육후기 생존율은 처리구 모두

97% 이상으로 높았다. 초기 활착율이 높았던 요인은 <시험 2>의 재배기간 중 강수량 데이터에서 보는 바와 같이 정식시기에 적절한 봄철 강우의 영향으로 사료되었다. 추대율의 경우 낮은이랑 처리에서 0.3%로 발생되었으나, 모든 항목에서 처리간 통계적 유의성은 없었다(표 8).

표 8. 플러그트레이묘 이식재배 시 이랑높이별 활착·입모율 및 추대율 비교

이랑높이	활착률 (%)	생존율 (%)	추대율 (%)
평이랑	98.5	97.0	0.0
낮은이랑	98.2	97.9	0.3
높은이랑	99.4	98.5	0.0

DMRT(p < 0.05): N.S.

플러그트레이묘 재배 시 높은이랑 처리구에서 초장, 근생엽폭, 엽병장이 증가하는 경향이었으나, 모든 항목에서 처리간의 유의성은 없었다(표 9).

표 9. 플러그트레이묘 재배시 이랑높이에 따른 지상부 생육비교 조사시기: 10. 29.

이랑높이	초장 (cm)	근생엽장 (cm)	근생엽폭 (cm)	정소엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	복엽병장 (cm)	엽병수 (개/주)
평이랑	68.3	13.4	14.8	8.6	23.5	15.6	6.9
낮은이랑	66.4	12.7	13.7	7.8	17.3	16.5	7.5
높은이랑	66.1	14.8	16.0	9.5	18.4	13.8	7.4

DMRT(p < 0.05): N.S.

주당 생체중은 낮은이랑 재배시 263.4g으로 무거운 반면, 주당 건물중은 이랑이 높아질수록 무거운 경향이었고, 10a 당 지상부 수량의 경우에도 높은이랑 재배시 평이랑 재배 대비 35.8% 증수하였으나 통계적 유의성은 없었다(표 3). 다만, 김과 조(2005)의 논에서 휴립조건에 따른 생육단계별 콩의 지상부 생육은 생육이 진전될수록 고후로 재배할 때 건물중 생산이 높았다는 보고와 비슷한 경향을 보였다(표 10).

표 10. 플러그트레이묘 이식재배 시 이랑높이별 지상부 수량특성 비교

이랑높이	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물률 (%)	지상부 수량(kg/10a)		
				생	건	지수
평이랑	204.3	44.2	23.2	1,111.6	240.0	100.0
낮은이랑	263.4	52.1	20.2	1,443.1	285.7	119.0
높은이랑	258.5	59.0	23.6	1,427.9	326.0	135.8

DMRT(p < 0.05): N.S.



그림 3. 플러그트레이묘 이식재배에 따른 이랑높이별 지상부 생육비교

반면에 지하부 생육중 근장의 경우 이랑이 높아질수록 평이랑 대비 길어지는 경향이었고, 근두직경은 5.0~ 5.3cm 로 처리 간 차이가 없었으나, 주당 지근수는 낮은이랑 처리구에서 50.8개로 가장 많았다(표 11). 이러한 결과는 윤 등(2000)이 남부지방에서 참당귀 피복재배시 P.E 멀칭 재배가 토양의 물리성이 좋아 근수가 많고, 근장과 묘두직경이 커서 뿌리 생장이 양호하여 증수 되었다고 보고한 내용과 비슷한 결과로 평이랑 재배는 비닐피복을 하지 않고 재배하였기에 때문에 근장 및 근두직경, 지근수가 흑백양면비닐피복 재배한 낮은이랑과, 높은이랑 재배보다 짧거나, 적은 것으로 사료되었다.

표 11. 플러그트레이묘 재배 시 이랑높이에 따른 지하부 생육비교 조사시기: 10. 29.

이랑높이	근장 (cm)	근경 (cm)	근두직경 (cm)	지근수 (개/주)
평이랑	17.3 b ^b	5.0 a	5.0 a	38.0 b
낮은이랑	46.0 a	1.9 b	5.1 a	50.8 a
높은이랑	50.1 a	1.8 b	5.3 a	43.2 ab

^bDMRT(p < 0.05): N.S.

주당 생근중 및 건근중은 높은이랑 처리구에서 각각 374.6g, 91.9g으로 가장 높았고, 10a 당 건근수량의 경우에도 낮은이랑과 높은이랑 처리구에서 각각 467.3kg과, 507.3kg으로 평이랑 대비 28.0% 및 39.0% 증수되었다(표 12).

표 12. 플러그트레이묘 이식재배에 따른 이랑높이별 수량특성 비교 조사시기: 10. 29.

이랑높이	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근률 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
				생근	건근	지수
평이랑	266.8 a ^b	67.1 b	25.4 a	1,450.2 a	365.0 b	100.0
낮은이랑	370.7 a	85.3 ab	23.2 b	2,031.6 a	467.3 ab	128.0
높은이랑	374.6 a	91.9 a	24.7 ab	2,067.8 a	507.3 a	139.0

^bDMRT(p < 0.05): N.S.

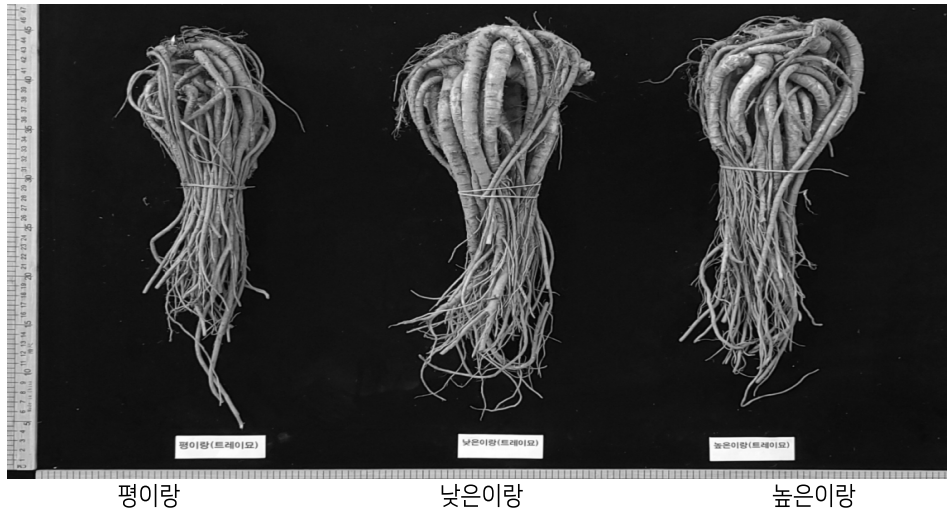


그림 4. 플러그트레이묘 이식재배에 따른 이랑높이별 지하부 생육비교

나. 노지묘 재배 시 이랑높이에 따른 생육 및 수량특성

농가 노지묘 재배 시에도 플러그트레이 묘 재배와 마찬가지로 활착률이 처리구 공히 98.2% 이상으로 매우 높았으며, 생존율도 공히 98.2%로 매우 양호하였다. 반면에 추대율의 경우 플러그트레이 묘 재배와 달리 처리구 공히 0.3%~0.6% 정도 발생했는데 이는 묘의 생육이 플러그트레이 묘보다 상대적으로 길기 때문으로 사료되었다. 이랑높이별로 조사항목 공히 통계적 유의성은 없었다(표 13).

표 13. 노지묘 재배에 따른 이랑높이별 활착·입모율 및 추대율

이랑높이	활착률(%)	생존율(%)	추대율(%)
평이랑	98.2	98.2	0.6
낮은이랑	99.1	98.2	0.6
높은이랑	99.1	98.2	0.3

DMRT($p < 0.05$): N.S.

농가 노지묘 재배 시 플러그트레이묘 재배와 마찬가지로 초장, 근생엽방, 근생엽폭 등을 비롯한 조사항목 모두 이랑높이에 따른 처리 간 차이가 없었다(표 14).

표 14. 노지묘 재배에 따른 이랑높이별 지상부 생육특성

조사시기: 10. 29.

이랑높이	초장 (cm)	근생엽장 (cm)	근생엽폭 (cm)	정소엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	복엽병장 (cm)	엽병수 (개/주)
평이랑	65.1	14.7	17.0	10.1	21.7	14.8	6.0
낮은이랑	67.3	15.2	16.3	9.3	20.1	15.5	7.0
높은이랑	68.5	13.3	17.2	10.0	20.4	16.7	8.4

DMRT(5%): N.S.

플러그트레이묘 재배와 마찬가지로 농가 노지묘 재배 시에도 이랑높이가 높아질수록 생체중 및 건물중이 증가하는 경향을 보였으며 10a 당 지상부 수량의 경우도 높은이랑재배 시 평이랑의 건조수량 221.7kg 대비 29.4%로 증수하는 경향이었으나 통계적 유의성은 없었다(표 15 및 그림 5).

표 15. 노지묘 재배에 따른 이랑높이별 지상부 수량비교

조사시기: 10. 29.

이랑높이	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물률 (%)	지상부 수량(kg/10a)		
				생	건	지수
평이랑	187.1	40.3	23.8	1,026.9	221.7	100.0
낮은이랑	198.1	51.9	27.3	1,089.3	285.4	128.7
높은이랑	223.1	52.1	23.9	1,228.8	286.9	129.4

DMRT(p < 0.05): N.S.



그림 5. 노지묘 재배에 따른 이랑높이별 지상부 생육비교

노지묘 재배 시 근장의 경우 이랑높이가 높아질수록 길어지는 경향을 보였으나, 근경, 근두직경 및 지근수는 통계적 유의성이 없었다(표 16).

표 16. 노지묘 재배에 따른 이랑높이별 지하부 생육특성

조사시기: 10. 29.

이랑높이	근장(cm)	근경(cm)	근두직경(cm)	지근수(개/주)
평이랑	38.4b ^b	3.0a	5.1a	50.8a
낮은이랑	43.4a	2.6a	5.3a	51.6a
높은이랑	43.2a	2.7a	5.4a	61.2a

^bDMRT(p < 0.05): N.S.

주당 생근중 및 건근중은 높은이랑 재배 시 각각 391.9g, 92.2g으로 이랑높이가 높을수록 무거웠으며, 10a 당 생근 및 건근 수량도 평이랑 414.1kg 대비 각각 10.6%, 22.3% 증수하였다(표 17).

표 17. 노지묘 재배에 따른 이랑높이별 지하부 수량특성

조사시기: 10. 29.

이랑높이	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근률 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
				생근	건근	지수
평이랑	302.8 b ^b	75.3 b	25.0 a	1,664.7 b	414.1 b	100.0

이랑높이	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근률 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
				생근	건근	지수
낮은이랑	346.2 ab	83.3 ab	24.1 a	1,905.3 ab	458.1 ab	110.6
높은이랑	391.9 a	92.2 a	23.7 a	2,153.7 b	506.6 a	122.3

^bDMRT(p < 0.05): N.S.

다. 결과요약

플러그트레이묘 및 농가 노지묘 재배 시 이랑높이는 평이랑 대비 높은이랑(30cm)에서 지하부 생육 및 수량성에서 유리하였다(그림 6).



평이랑 낮은이랑 높은이랑
그림 6. 노지묘 재배에 따른 이랑높이별 지하부 뿌리생육 비교



평이랑 낮은이랑(좌-노지묘, 우-플러그트레이묘) 높은이랑

그림 7. 이랑높이에 따른 고휴재배 효과 구멍 포장전경

(시험 2) 참당귀 활착 및 고온피해 경감을 위한 관수방법 설정

본 연구는 참당귀의 고온 피해를 경감하기 위한 적절한 관수방법을 구명하고자 수행 한 연구결과이다. 이 등(2020)은 2018년도에는 대기온도의 극한값을 기준으로 역사상 가장 높은 기온을 기록하여 전국 대부분의 지역에서 39℃ 이상의 대기기온을 기록하였다고 하였다. 본 연구도 참당귀 재배 시 고온 발생에 따른 안정적 재배기술을 개발하고자 수행하였다.

관수개시점 -49kPa를 기준으로 관수종료점인 -10kPa까지 관수 시 관수시간은 각각의 방법별로 점적테이프는 1.5~2시간 소요되었으며, 분수호스는 10~15분 정도 소요되었다. 다만, 스프링클러는 이랑에 흑백양면비닐 피복하고 고랑에는 제초매트를 설치하여 재배를 실시한 관계로 토양내 수분장력 종료점을 설정할 수 없어 재배기간 중 매일 2시간씩 관수를 실시하였다(표 18).

표 18. 관수방법별 관수시간

관수방법	관수개시점	관수종료점	관수시간	비고
점적테이프	-40kPa	-10kPa	1.5 ~ 2시간	
분수호스	-40kPa	-10kPa	10 ~ 15분	
스프링클러	-	-	2시간/일	
무관수	-	-	-	

가. 참당귀 재배기간 중 기상 환경

참당귀 재배기간 중 철원지역의 기온 및 지면온도는 그림 8과 같았다. 최고기온은 평년대비 6월 중순에서 8월 중순경에 높은 경향이었으며 7월 하순에 가장 높았으며, 지면온도의 경우도 7월 하순에 가장 높은 경향을 보였다.

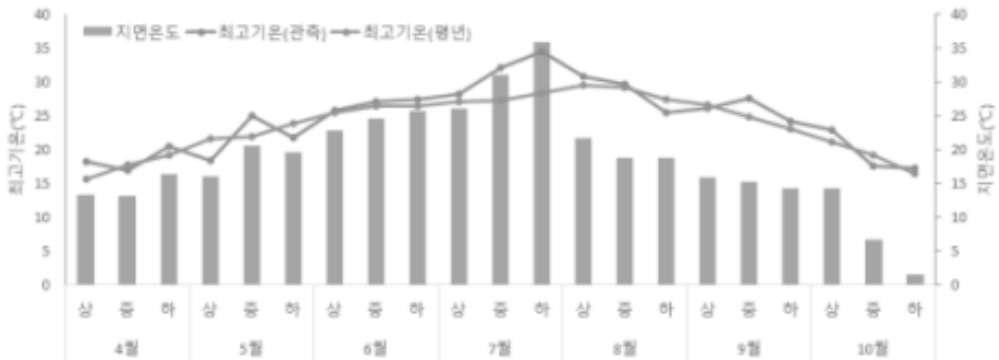


그림 8. 재배기간 중 기온변화 추이('21. 철원)

반면에 참당귀 재배기간 중 강수량은 그림 9와 같이 정식 초기 5월의 경우 평년대비 관측년도에 강수량이 많았으며, 생육 중기인 7월 중순에서 8월 중순에는 강수량이 가장 적은 경향을 보였다. 특히 그림 8에서처럼 최고 고온기인 7월 하순에 강수량이 적었으며, 8월 하순에 평년대비 강수량이 많았다

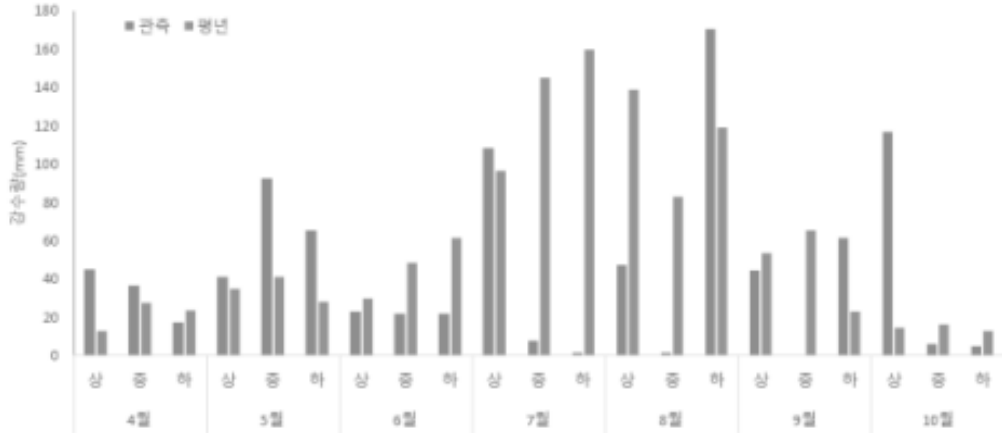


그림 9. 재배기간 중 강수량 변화 추이('21. 철원)

이상의 재배기간 중 기상 조건은 참당귀 정식 후 초기 활착에는 유리한 조건이었으며, 생육 중기인 7월과 8월에는 고온 및 가뭄 피해가 예상되는 환경이었다.

나. 재배기간 중 시험구 처리별 토양 환경

재배기간 중 Hobo 데이터 로거에 연결된 지중온도와 토양수분 센서로 측정한 시험 처리구별 토양 내 지중온도와 토양수분 변화는 그림 10과 그림 11에서 보는 바와 같다. 분수호스 처리구의 경우 지중온도와 토양수분 측정데이터가 8월 하순경까지 기록되지 않았다. 평균 지중온도의 경우 무관수와 스프리클러, 점적테이프 처리구는 온도차이가 적었으나, 분수호스 처리구는 낮게 유지되는 경향이였다(그림 10). 분수호스 처리구의 경우 짧은 시간에 일시에 관수량이 많아 토양온도를 낮추는 효과가 있는 것으로 판단되나 각 처리별로 1회 관수량 측정이 이루어지지 않아 보다 면밀한 조사가 필요하다고 사료되었다.

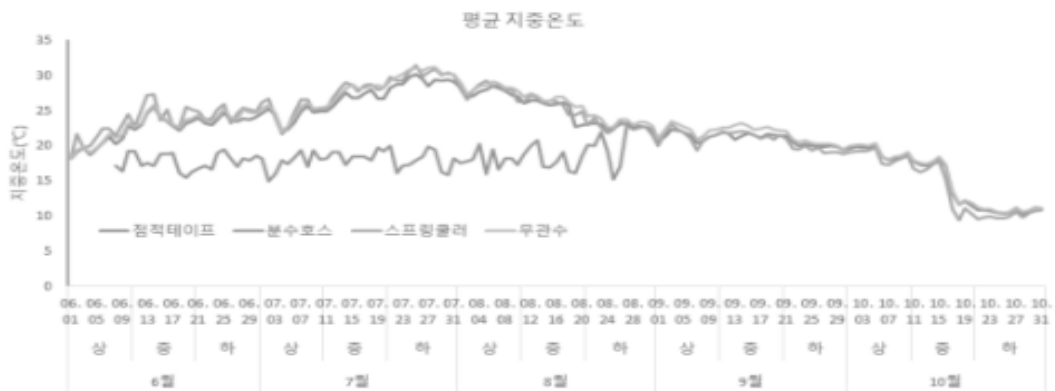


그림 10. 관수방법에 따른 평균 지중온도 변화 추이

관수방법별 평균 토양수분 변화는 점적테이프, 스프링클러 순으로 높게 유지되는 경향이었으며, 분수호스 및 무관수 처리구는 수분변화가 심한 경향을 보였다. 분수호스의 경우 저설형 분수호스를 사용하였기 때문에 짧은 시간에 관수종료점(-10kPa)에 도달하나, 토양내로 수분이 깊숙이 침투하지 못하고 고랑으로 유거되기 때문으로 사료되었다. 따라서 관수시간이 상대적으로 길었던 점적테이프와 스프링클러 관수가 보다 토양내 수분을 안정적으로 유지한다고 사료되었다. 본 시험에서 각각의 관수방법별 1회 관수량을 측정하지 못하였기에 정확한 원인을 규명하지 못하는 아쉬움이 있었다.

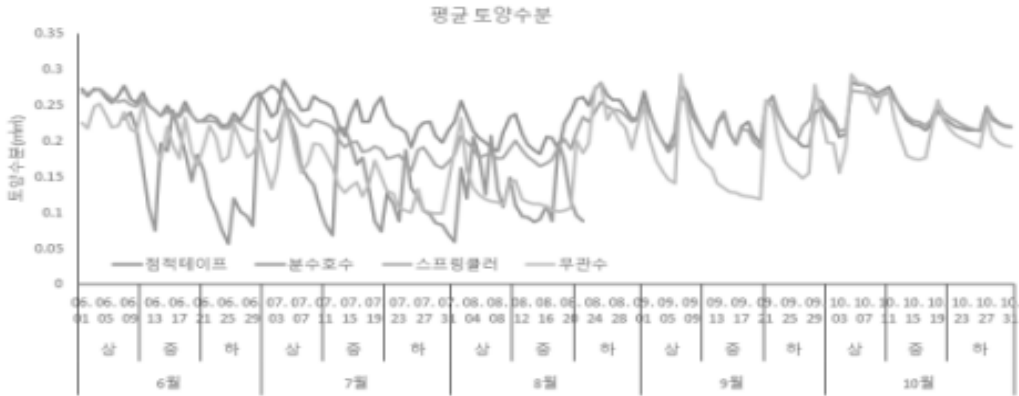


그림 11. 관수방법에 따른 평균 토양수분 변화 추이

다. 지상부 생육 및 수량특성

관수방법별 초기 활착율은 99% 이상으로 매우 양호하였으며, 생육 후기 생존율도 98% 이상으로 처리구 공히 양호하였으나 무관수 처리에서 생존율은 98.1%로 가장 낮았다(표 19).

표 19. 관수방법에 따른 활착, 생존율 및 추대 특성

관수방법	활착율(%)	생존율(%)	추대율(%)
점적테이프	99.8 a ^b	99.1 a	0.1 a
분수호스	99.7 a	99.4 a	0.1 a
스프링클러	99.6 a	99.2 a	0.0 a
무관수	99.1 a	98.1 a	0.0 a

^b DMRT(p < 0.05)

생육기간 중 총 엽수 및 고사엽수의 변화는 총 엽수의 점적테이프 및 분수호스 처리구에서 평균 9.1매/주로 무관수 대비 1.4매 많았으며, 고사엽수는 스프링클러 처리구에서 주당 0.9매로 가장 적었다(표 20, 그림 12). 고사엽수가 적은 스프링클러 처리구는 직접적으로 당귀잎에 관수를 하였기에 상대적으로 일소현상을 감소시키는 작용을 하였을 것으로 사료되나 추후 지상부 품온과 관수 후 증발산량 측정 등 보다 면밀한 조사가 필요하다고 사료되었다.

표 20. 관수방법에 따른 생육기간 중 엽수 변화

단위: 엽/주

구분		8/17	8/26	9/6	9/16	9/26	10/6	조사평균
점적 테이프	총엽수	9.5	8.3	9.1	9.1	9.4	9.5	9.1
	고사엽수	2.8	1.3	0.9	0.8	0.7	0.9	1.2
스프링 클러	총엽수	8.4	7.0	7.6	8.1	8.4	8.7	8.0
	고사엽수	2.7	0.5	0.6	0.5	0.5	0.5	0.9
분수 호스	총엽수	9.6	8.3	8.6	9.1	9.5	9.4	9.1
	고사엽수	2.8	1.0	0.8	0.8	0.7	0.6	1.1
무관수	총엽수	8.7	6.9	7.0	7.4	7.9	8.0	7.7
	고사엽수	3.7	1.3	0.4	0.4	0.6	0.5	1.2

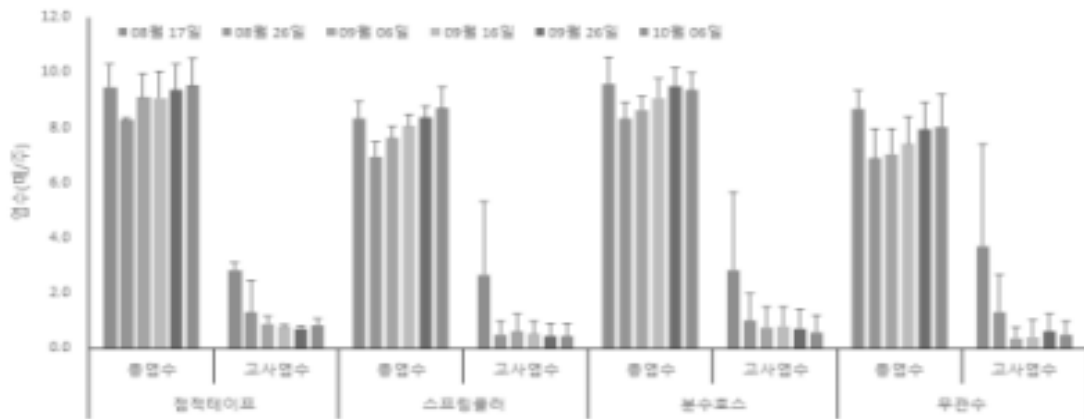


그림 12. 관수방법에 따른 총 엽수 및 고사엽수 변화

지상부 생육은 스프링클러 처리구에서 초장, 근생엽장, 근생엽폭, 정소엽폭이 증가하는 경향을 보였고, 무관수 처리구에서 낮은 경향을 보였다(표 21).

표 21. 관수방법에 따른 지상부 생육비교

조사시기: 10. 29.

관수방법	초장 (cm)	근생엽장 (cm)	근생엽폭 (cm)	정소엽폭 (cm)	엽병장 (cm)	복엽병장 (cm)	엽병수 (개/주)
점적테이프	69.7a ^b	14.0ab	15.6ab	8.1ab	19.6a	18.4a	6.4b
분수호스	61.6b	13.2ab	13.1b	7.2b	16.1ab	14.5ab	8.5a
스프링클러	71.1a	14.4a	18.5a	10.7a	16.4ab	15.7ab	7.0ab
무관수	57.5b	10.6b	12.6b	6.8b	12.4b	11.9b	7.9ab

^b DMRT(p < 0.05)

지상부 수량특성 중 주당 건조중은 스프링클러 처리구에서 70.5g으로 가장 무거웠으나, 건물률은 무관수 처리구에서 27.0%로 가장 무거웠으며, 10a 당 건조수량은 391.5kg으로 무관수 대비 55.1%로 증수하였다.(표 22)

표 22. 관수방법에 따른 지상부 수량특성 비교

조사시기: 10. 29.

관수방법	생체중 (g/주)	건물중 (g/주)	건물률 (%)	지상부 수량(kg/10a)		
				생	건	지수
점적테이프	246.0 b b	52.7 c	21.8 b	1,365.4 b	292.5 c	115.9
분수호스	273.2 b	62.2 b	23.2 b	1,521.1 b	346.3 b	137.2
스프링클러	338.3 a	70.5 a	21.1 b	1,878.0 a	391.5 a	155.1
무관수	174.1 c	45.9 c	27.0 a	956.4 c	252.4 d	100.0

^b DMRT(5%).



점적테이프 처리구



분수호스 처리구



스프링클러 처리구



무관수

그림 13. 관수방법별 지상부 고온피해 상황(조사일: 9. 9.)

라. 지하부 생육 및 수량

지하부 생육은 분수호스 처리구에서 근장, 근경, 근두직경 및 지근수 등이 가장 양호한 경향을 보였다(표 23).

표 23. 관수방법에 따른 지하부 생육특성

조사시기: 10. 29.

관수방법	근장 (cm)	근경 (cm)	근두직경 (cm)	지근수 (개/주)
점적테이프	44.0 a ^b	1.8 b	5.0 a	43.6 b
분수호스	44.6 a	2.1 a	5.0 a	53.9 a
스프링클러	39.6 a	1.9 b	5.4 a	45.9 ab
무관수	38.3 a	1.9 b	5.2 a	45.1 ab

^b DMRT($p < 0.05$).

주당 건근중은 분수호스 처리구에서 101.1g으로 가장 무거웠으며, 건물률도 23.2%로 가장 높았다. 10a 당 건근 수량은 분수호스 처리구에서 562.9kg으로 무관수 처리구 대비 45.2% 증수하였다(표 24). 이상의 결과로 참당귀의 관수방법별 고온피해 효과는 지상부 생육은 스프링클러가 유리하나 지하부 생육 및 수량성은 분수호스 처리 시 효과적이라고 사료되었으나 추후 1회 관수량 등 보다 면밀한 조사가 필요하다고 판단되었다.

표 24. 관수방법에 따른 지하부 수량특성

조사시기: 10. 29.

관수방법	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근률 (%)	지하부 수량(kg/10a)		
				생근	건근	지수
점적테이프	365.6 ab ^b	80.5 bc	22.3 ab	2,030.1 ab	447.2 bc	115.3
분수호스	437.3 a	101.1 a	23.2 a	2,434.8 a	562.9 a	145.2
스프링클러	425.2 a	91.2 ab	21.5 b	2,360.6 a	506.5 ab	130.6
무관수	327.2 b	70.6 c	21.5 b	1,797.3 b	387.8 c	100.0

^b DMRT(5%).



그림 14. 참당귀 관수방법별 뿌리특성 비교



그림 15. 참당귀 관수방법별 시험포장 전경

(시험 3) 재배방법별 참당귀 지표성분 정량분석

〈시험 1〉과 〈시험 2〉의 10 가지의 sample 중에서 nodakenin, decursinol, decursin, decursinol angelate 네 가지 성분 함량이 대체로 높게 나타난 것은 농가 노지묘를 이식 재배한 시료였다. 그 중 FL(농가 노지묘 평이랑 재배)에서 Nodakenin, Decursinol, Decursin, Decursinol angelate 모두 높은 경향을 가지고 있었고, 단순히 4 가지 성분만을 목적으로 한다면 FL 조건이 가장 좋은 재배조건이 될 것이라 판단되었다(표 25).

표 25. Nodakenin, decursinol, decursin and decursinol angelate의 함량

Sample ¹⁾	Content (mg/g)			
	Nodakenin	Decursinol	Decursin	Decursinol angelate
P-L	13.80±2.65 ^b	0.25±0.02 ^{ab}	55.58±11.38 ^b	28.02±4.77 ^a
P-M	12.87±2.09 ^b	0.23±0.01 ^{ab}	48.75±4.10 ^b	27.21±2.88 ^a
P-H	12.55±0.40 ^b	0.21±0.02 ^b	46.76±1.95 ^b	26.63±1.84 ^{ab}
F-L	17.83±1.44 ^a	0.33±0.09 ^a	74.68±9.34 ^a	27.77±3.46 ^a
F-M	17.71±2.50 ^a	0.27±0.08 ^{ab}	51.27±2.32 ^b	20.84±0.10 ^b
F-H	17.10±0.58 ^a	0.29±0.06 ^{ab}	67.36±5.96 ^a	26.62±3.71 ^{ab}
N	14.09±0.23 ^b	0.26±0.05 ^{ab}	49.06±5.13 ^b	25.78±3.12 ^{ab}
B	12.81±1.56 ^b	0.23±0.02 ^{ab}	49.48±2.10 ^b	26.20±1.10 ^{ab}
J	13.20±1.28 ^b	0.25±0.02 ^{ab}	54.07±8.19 ^b	30.32±1.76 ^a
S	12.22±0.45 ^b	0.25±0.03 ^{ab}	45.94±4.90 ^b	25.55±4.10 ^{ab}

¹⁾ P-L: 평이랑 (트레이), P-M: 낮은이랑 (트레이), P-H: 높은이랑 (트레이), F-L: 평이랑 (농가), F-M: 낮은이랑 (농가), F-H: 높은이랑 (농가), N: 무처리, B: 분수호스, J: 점적호스, S: 스프링클러. Different letters within a column are significantly different by Duncan's Multiple Range Test(DMRT, p < 0.05).

4 적 요

〈제1세부과제: 참당귀 우량종자 생산기술 개발 연구〉

(시험 1) 참당귀 격리 채종시 적정 시설유형 설정

- 가. 시험포내 참당귀 생육초기 활착율은 99%이상 이었으나, 생육후기 생존율은 71~ 72.8%로 감소하였고 1년생에서 추대는 발생하지 않았음
- 나. 생육 후기 지상부 수량구성 요소 중 초장, 근생엽장, 근생엽폭, 정소엽폭 및 복엽병장 등이 망사시설 처리구에서 다소 부진하였으나, 처리간의 통계적 유의성은 없었음
- 다. 10a당 건초수량의 경우 망사시설 처리에서 다소 감소하는 경향이었으나 통계적 유의성은 없었음
- 라. 생육 후기 지하부 수량 구성 요소 중 망사시설 처리에서 지근수가 감소하는 경향이었으나, 통계적 유의성은 없었음
- 마. 망사시설 처리에서 건근중 및 10a당 건근수량이 감소하는 경향이었음
- 바. 1년차 지상부 및 지하부 생육과 수량특성에서 시설유형에 따른 처리구간 차이가 없었음

〈제2세부과제: 참당귀 안정재배 기술 개발 연구〉

(시험 1) 참당귀 고품재배 효과 구명

- 가. 생육초기 활착율은 98% 이상, 생육후기 생존율은 처리구 모두 97% 이상으로 높았으며 낮은이랑 처리에서 추대율은 0.3%로 나타났음
- 나. 플러그트레이묘 재배 시 높은이랑 처리구에서 초장, 근생엽폭, 엽병장이 증가하는 경향이었으나, 처리간 통계적 유의성은 없었음
- 다. 높은이랑 재배 시 주당 건물중이 59.0g으로 무거운 경향이었으나 통계적 유의성은 없으며, 10a 당 건조 수량의 경우 높은이랑 재배 시 평이랑 재배 대비 35.8% 증수하였으나 통계적 유의성은 없었음
- 라. 근장은 이랑이 높을수록 길어지는 경향이었고, 근두직경은 5.0~ 5.3cm 로 처리 간 차이가 없었으나, 지근수는 낮은이랑 처리구에서 50.8개/주로 가장 많았음
- 마. 주당 생근중 및 건근중은 높은이랑에서 각각 374.6g, 91.9g으로 가장 높았고, 10a당 건근수량도 낮은이랑과 높은이랑 처리구에서 각각 467.3kg과, 507.3kg으로 평이랑 대비 28.0% 및 39.0% 증수되었음
- 바. 노지묘 재배 시 활착률은 모든 처리구에서 98.2% 이상이었으며, 생존율도 모든 처리구에서 98.2%로 매우 높았고 추대율도 0.3%~0.6%로 매우 낮았음
- 사. 노지묘 재배 시 이랑높이가 높을수록 생체중 및 건물중이 증가하는 경향이었으며, 10a 당 지상부 수량의 경우도 같은 경향이었으나 통계적 유의성은 없었음
- 아. 노지묘 재배 시 근장의 경우도 이랑높이가 높아질수록 길어지는 경향이었으나, 근경, 근두직경 및 지근수는 통계적 유의성이 없었음
- 자. 주당 생근중 및 건근중은 높은이랑 재배 시 각각 391.9g, 92.9g으로 이랑높이가 높을수록 무거웠으며, 10a 당 생근 및 건근 수량도 평이랑 414.1kg 대비 각각 10.6%, 22.3% 증수하였음

(시험 2) 참당귀 활착 및 고온피해 경감을 위한 관수방법 설정

- 가. 최고기온은 평년대비 6월 중순에서 8월 중순경에 높은 경향이었으며 7월 하순에 가장 높았음
- 나. 강수량은 평년 대비 7월 중순에서 8월 중순에 가장 적은 경향을 보였으며, 특히 최고 고온기인 7월 하순에 강수량이 적었음
- 다. 평균 지중온도는 무관수와 스프링클러, 점적테이프 처리구는 온도차이가 적었으나, 분수호수 처리구는 낮게 유지되는 경향이었음
- 라. 평균 토양수분은 점적테이프, 스프링클러 순으로 높게 유지되는 경향이었으며, 분수호수 및 무관수 처리구에서 수분변화가 심한 경향을 보였음
- 마. 시험구 모두 활착율은 99% 이상으로 매우 양호하였으며, 입모율은 무관수 처리에서 98.1%로 가장 낮았음
- 바. 총 엽수는 점적테이프 및 분수호수 처리구에서 평균 9.1매/주로 무관수 대비 1.4매 많았으며, 고사엽수는 스프링클러 처리구에서 주당 0.9매로 가장 적었음

- 사. 지상부 생육은 스프링클러 처리구에서 초장, 근생엽장, 근생엽폭, 정소엽폭이 증가하는 경향을 보였고, 무관수 처리구에서 낮은 경향을 보였음
- 아. 주당 건조중은 스프링클러 처리구에서 70.5g으로 가장 무거웠으나, 건물물은 무관수 처리구에서 27.0%로 가장 무거웠으며, 10a 당 건조수량은 391.5kg으로 무관수 대비 55.1%로 증수하였음
- 자. 지하부 생육은 분수호스 처리구에서 근장, 근경, 근두직경, 지근수 등이 가장 양호한 경향이었음
- 차. 주당 건근중은 분수호스 처리구에서 101.1g으로 가장 무거웠으며, 건물율도 23.2%로 가장 높았음
- 카. 10a 당 건근 수량은 분수호스 처리구에서 562.9kg으로 무관수 처리구 대비 45.2% 증수하였음
- 타. 참당귀의 관수방법별 고온피해 경감 효과에서 지상부 생육은 스프링클러가 유리하나 지하부 생육 및 수량성은 분수호스 처리가 효과적이었음

(시험 3) 재배방법별 참당귀 지표성분 정량분석

- 가. 농가 노지묘를 평이랑 재배한 경우 Nodakenin, Decursinol, Decursin, Decursinol angelate 모두 높은 경향이었음
- 나. Nodakenin 등 4가지 유효성분을 목적으로 한다면 농가 노지묘 평이랑 재배 조건이 가장 좋은 재배방법이라 판단되었음

5 인용문헌

- 김용욱, 조준형. 2005. 논 재배 콩의 재배조건에 따른 생장 분석. 한국자원식물학회지. 18(1):22-31.
- 농촌진흥청. 2018. 당귀 농업기술길잡이 194(개정판).
- 윤혜경, 최성규, 이종일, 윤경원, 서영남. 2000. 남부지방에서 피복재료가 참당귀(*Angelica gigas* Nakai)의 생육과 주요 형질에 미치는 영향. 한국자원식물학회지. 13(2):124-130.
- 정대회, 김기운, 박성형, 정충렬, 전권석, 박홍우. 2021. 고온 스트레스에 따른 참당귀의 생육 및 유용 성분 특성. 한국자원식물학회. 34(4):287-296.
- 진성규. 2019. 국내(외) 약용식물의 활용 및 의약 제품 동향. BRIC View 2019-T30:1-8.
- Lee, I.R., K.S. Byun, S.Y. Cho, K.P. Kim and J.W. Park. 2020. A study on the compatibility of Korean temperature guidelines for stockpile material environmental Test. J. Korean Acad-Ind. Coop. Soc. 21(8):187-194 (in Korean).
- Lim JD, Kim IH, Kim HH, Ahn KS and Han HG. (2001). Enantioselective syntheses of decursinol angelate and decursin. Tetrahedron Letters. 42:4001-4003.
- Lim JY, Lee JH, Yun DH, Lee YM and Kim DK. (2021). Inhibitory effects of nodakenin on inflammation and cell death in lipopolysaccharide-induced liver injury mice. Phytomedicine. 81:153-411.
- Park JH, Park NI, Xu H and Park SU. (2010). Cloning and characterization of phenylalanine ammonia-lyase and cinnamate 4-hydroxylase and pyranocoumarin biosynthesis in *Angelica gigas*. Journal of National Products. 73:1394-1397.

6

연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	영농기술	참당귀 안정생산을 위한 적정 이랑 높이
	홍보	약용작물 생산·유통 세미나 홍보
	농가기술지도	2021년 산야초의 이해 교육
	유전자원 분양	약용작물 활용 관광 모델 개발 협업 공정육묘 분양 등 6건

성과지표명	연도	1년차(2021)		계	
		목표	실적	목표	실적
학술 발표	국제				
	국내				
영농활용			1		1
홍보		1	1	1	1
농가기술지도			1		1
유전자원분양			6		6
계		1	9	1	9

7

연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도
					'21
과제책임자	인삼약초연구소	농업연구사	모영문	과제 총괄	○
1세부책임자	인삼약초연구소	농업연구사	모영문	세부주관 수행	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구관	고병대	시험수행 및 평가	○
	인삼약초연구소	농업연구사	이재형	결과분석 지원	○
	인삼약초연구소	농업연구사	이기욱	결과분석 지원	○
	인삼약초연구소	농업연구관	엄남용	방향성 및 평가	○
	인삼약초연구소	운전서기보	조태희	포장관리 지원	○
	인삼약초연구소	공무직	김정미	생육조사 지원	○
	인삼약초연구소	공무직	이은열	생육조사 지원	○
2세부책임자	인삼약초연구소	농업연구사	모영문	세부주관 수행	○
공동연구자	인삼약초연구소	농업연구관	고병대	시험수행 및 평가	○
	인삼약초연구소	농업연구사	이재형	결과분석 지원	○
	인삼약초연구소	농업연구사	이기욱	결과분석 지원	○
	인삼약초연구소	농업연구관	엄남용	방향성 및 평가	○
	인삼약초연구소	운전서기보	조태희	포장관리 지원	○
	인삼약초연구소	공무직	김정미	생육조사 지원	○
	인삼약초연구소	공무직	이은열	생육조사 지원	○
강원대학교	교수	임정대	지표성분분석	○	