

전 략 체 계	혁신 - 3 - 2		수행시기	전반기 (세부완결)	
기술분야코드	V1	기술유형코드	C01	작목구분코드	IC-04-162801 IC-03-1914, 1917
과 제 종 류	기관고유		과 제 번 호	LP004097	
과 제 명	기후변화 대응 특용작물 재배기술 개발				
과 제 책 임 자	성명		직급	소속기관 및 부서	
	김영진		농업연구관	강원도원 작물연구과	
연 구 기 간	2021 ~ 2023		참여연구기관	-	
세부과제명			부서	세부책임자	연구기간
1) 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발			작물연구과	김영진	'21~'23
2) 동해안 녹차 시험재배지 입지평가 및 적지 탐색			농업환경연구과	최병곤	'22~'22
키 워 드	차나무, 작약, 천궁, 기상환경, 특성평가, 재배적지				

ABSTRACT

In response to climate change, this studies were investigated to test the possibility of new income crops in Gangwon State and develop stable cultivation technology for industrial crops affected by weather conditions, such as tea tree(*Camellia sinensis*), *Paeonia lactiflora*, and *Cnidium officinale* for 3years from 2021 to 2023. Four experimental fields for tea tree test cultivation in the east coast region were selected in Yeongok-myeon, Seongsan-myeon, and Sacheon-myeon in Gangneung City. Minimum temperature in wintering period of Seongsan-myeon experimental field was 1 to 2°C higher than it in Boseong County, Jeollanam Prov., the main cultivation area of tea, so it was found to be possible for tea trees to overwinter. Six tea tree genetic resources, seeds of Hadong native species and Yabukita mixed lineage and cuttings of four domestic bred cultivars, such as Bohyang, Chamnok, Myungnok, and Sangnok were collected. Hadong native species and Yabukita mixed lineage did not germinate due to low temperature when directly sown in test fields and 4 domestic bred cultivars had survival percent of over 95% when planted in all four test fields. Seedlings of Hadong native species and Yabukita mixed lineage had lower height, crown, and main stem thickness than cuttings of four domestic bred cultivars. When thermal tunnel was installed during winter season, wintering rate of Yabukita mixed lineage was 68% and Hadong native species and four domestic bred cultivars were over 84%. However it in treatment where thermal tunnel was not installed was low and it was found that the test field in Yeongok-myeon had almost no wintering. In order to test adaptability to cultivation of *Paeonia lactiflora* within Gangwon State,

experimental fields were built in Duchon-myeon, Hongcheon County and Sangdong-eup, Yeongwol County, and those of *Cnidium officinale* were built in Cheoram-dong, Taebaek City and Daegwallyeong-myeon, Pyeongchang County. Comparing average temperature, maximum temperature, and minimum temperature in Hongcheon and Yeongwol regions over the past 10 years with 2023, it was found that the temperature increased during growing period and number of rainy days exceeding 18 days and precipitation tended to be concentrated in July. The seedling emergence of *Paeonia lactiflora* in Hongcheon test field was 92.3%, which was higher than 90.7% in Yeongwol. Growth characteristics, including plant height, petiole length, and stem thickness, of *Paeonia lactiflora* in Hongcheon test field at three months after planting were better than those in Yeongwol. At three months after emergence, the level of occurrence of spot disease in each region was the same as 3, but powdery mildew only occurred in Hongcheon test field. In late October, root thickness and length of *Paeonia lactiflora* in Hongcheon test field were large and dry weight of it was 116.4g, which was 2.9 times higher, compared to the Yeongwol test field. Comparing the temperature in Taebaek and Pyeongchang regions over the past 10 years with 2023, maximum temperature from June to August was above 3 0°C. Number of rainy days in 2023 decreased compared to the past 10 years, but from July to September number of rainy days and precipitation tended to be concentrated with more than 14 days per month. The seedling emergence of *Cnidium officinale* was 75.9% in Pyeongchang, which was lower than 87.3% in Taebaek. Growth characteristics, including plant height, leaf length, leaf width, and number of stem, of *Cnidium officinale* in Pyeongchang test field at three months after planting were higher than those in Taebaek. At three months after emergence, the incidence of anthracnose in each region was the same as 3, but the incidence of leaf blight and Cnidium vein yellowing virus were higher in Taebaek test field than in Pyeongchang. At six months after emergence, root thickness and length of *Cnidium officinale* in Taebaek test field was smaller than that of Pyeongchang test field, and dry weight of it was 50.6g, which was 83% lower than that of Pyeongchang.

1

연구목표

기후변화는 농업생산에 직간접적으로 영향을 미쳐 국내에서도 기온상승으로 인한 주요 작물의 생산지가 변화되고 새로운 작물이 재배되는 양상을 나타내고 있다. 통계청(2018) 발표자료에 의하면 우리나라는 기온상승으로 주요 농작물의 주산지가 남부지방에서 충북, 강원지역 등으로 북상하고 있으며, 21세기 후반기에 강원도 산간을 제외한 남한 대부분 지역이 아열대 기후로 변경 될 것으로 예측하였다. 기후변화는 작물 생산성의 변화뿐만 아니라 농업환경 측면에서도 기온상

승과 강우량 증가에 따른 병해충 발생 양상에 크게 영향을 미칠 것으로 예상된다. 최근 아열대 작물인 차나무는 기후 온난화로 재배 한계지가 북상하여 도내에서는 강릉을 중심으로 한 동해안 지역 커피 산업과 함께 녹차를 연계하여 지역특화작목으로 발굴하여 관광패키지 산업화 모델을 개발하려는 시도가 추진되고 있다. 차나무는 주로 전남, 경남 등 남부지역에서 재배되고 있으며, 재배면적과 생산량은 2005년 이후 증가하다가 점차 감소 추세로 2022년도에 전국 재배면적과 생산량은 2,654ha, 3,581M/T이며 도내에서는 재배농가의 수치가 나타나지 않고 있다(농림축산식품부, 2023). 차나무의 품종육성과 재배기술 개발은 전남농업기술원 차산업연구소에서 주로 연구되고 있으며, 강원특별자치도농업기술원에서는 한지적응 차의 재배적지(김 등, 2011) 및 품종 선발(허 등, 2011) 등 선행연구를 통해 기후변화에 대응 가능한 신소득작목 도입으로 산업기반을 마련하고자 노력하였다. 또한 저온성 약용작물인 작약과 천궁의 경우 경북지역이 2022년도 전국 재배면적의 47.4%, 84.6%(농림축산식품부, 2023)를 차지하는 주 재배지역이나 기온상승으로 여름철 고온기 생육장애가 발생하는 문제점이 발생되어 점차 태백 등 강원 산간지로 재배면적이 증가하는 경향을 나타내고 있다. 따라서 본 연구는 기후변화에 대응하여 최근 재배한계지가 북상하고 있는 차나무, 작약 등 기상조건에 영향을 받는 특용작물의 도내 신소득작목의 개발 가능성을 검정하고 기후식품 트렌드 변화에 따른 소비자들의 다양한 욕구 충족을 위한 안정적인 생육관리에 필요한 원료생산 기술을 개발하고자 2021년부터 2023년까지 3년간 수행하였다.

2 재료 및 방법

<제1세부과제 : 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발>

(시험 1) 동해안 차나무 재배지 환경분석 및 적응성 검정

본 시험은 2021년부터 2022년까지 도내 차나무 재배 가능성을 검정하고 지역특화작목으로 개발하고자 동해안지역 강릉을 중심으로 지형, 재배환경 등을 고려하여 강릉시 내 4개소를 선정하여 수행하였다. 각 시험포장별 기상 분석장치를 설치하여 기온, 풍속, 습도 등을 측정하여 재배지 기상환경을 분석하였고, 시험포장 조성 전 토양시료를 채취하여 토양 이화학성을 분석하여 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 포장별 시비량을 처방하여 시비하고 경운작업 후 두둑을 조성하였다. 차나무 유전자원은 2020년부터 2021년까지 하동재래종, 야부기다 혼계종, 국내 육성종 4종을 수집 및 분양받아 적응성 검정 시험을 수행하였다. 차나무 하동재래종은 2020년 8월 하동 녹차연구소에서 종자를 수집하였고, 일본에서 육성된 야부기다 품종의 혼계종은 2020년 12월 고성 산학다원에서 종자를 수집하였다. 국내에서 육성한 '보향', '참녹', '명녹', '상녹' 품종은 2021년 4월에 전남농업기술원 차산업연구소에서 삽목묘를 분양받았다. 하동재래종과 야부기다 혼계종 종자는 2일간 물에 침지하여 최아시켜 2020년 12월 24일에 농업기술원 온실에 10cm 포트에 파종하였고, 강릉지역 4개소에는 180×30cm 간격으로 2립씩 두줄심기로 파종하였다. 농업기술원 온실에 파종하여 60일경 출현한 하동재래종과 야부기다 혼계종 싹생묘는 포트째 육묘하여 강릉 시험포장에 2021년 4월 28일에 정식하였다. 국내 육성 4품종의 삽목묘는 2021년 4월 28일에 강릉 4개 시험포장에 이

랑폭 1.8m에 주간거리 20cm 간격으로 2줄 엇갈려심기로 정식하였다. 차나무 실생묘와 삼목묘의 활착을 위해 재배포장에 55% 차광망을 4개월간 설치하였고, 정식 3개월 후 활착률과 수고, 수폭, 경경 등의 생육특성을 조사하였다. 차나무 월동 가능성 검정을 위해 2021년 12월 9일에 차나무 정식 두둑에 하우스용 파이프를 이용하여 1m 높이의 터널형 하우스를 설치하고 부직포와 비닐을 피복하여 1년차 동계기간 생존율과 2년차 생육특성을 조사하였다.

(시험 2) 작약, 천궁 도내 재배지 환경분석 및 적응성 검정

본 시험은 2023년 3월에 강원특별자치도 내 홍천군 등 작약, 천궁 주요 산지에서 자원을 수집하여, 작약은 홍천군 두촌면, 영월군 상동읍에, 천궁은 태백시 철암동, 평창군 대관령면에 각각 재배포장을 조성하여 재배 적응성을 검정하였다. 작약과 천궁의 시험재배 포장은 시험포장 조성 전 토양시료를 채취하여 토양 이화학성을 분석하여 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 시험포장별 시비량을 처방하여 시비하고 경운작업 후 두둑을 조성하고 각각 재식간격에 맞게 1년생 묘를 정식하였다. 각 시험포장의 기상환경 분석은 기상청 기상자료개방포털 사이트(<http://data.kma.go.kr>)에서 재배지역별 기후통계자료를 이용하여 분석하였다. 작약, 천궁의 생육특성은 생육 최성기인 7월에 재배포장별로 초장, 경수 등을 조사하였고, 지하부 생육 및 수량 특성은 10월에 수확하여 조사하였고 냉풍제습건조기를 38℃, 4일간 처리하여 지하부 건물중을 측정하였다. 재배포장 병해충 방제는 농가에서 관행으로 처리하는 방식으로 약제를 살포하였고, 병해 발생 조사는 작약은 점무늬병, 흰가루병, 잿빛곰팡이병, 천궁은 탄저병, 잎마름병, 바이러스를 대상으로 7월에 육안으로 관찰하여 병해 발생정도를 0~9 정도로 조사하였다.

3 결과 및 고찰

<제1세부과제 : 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발>

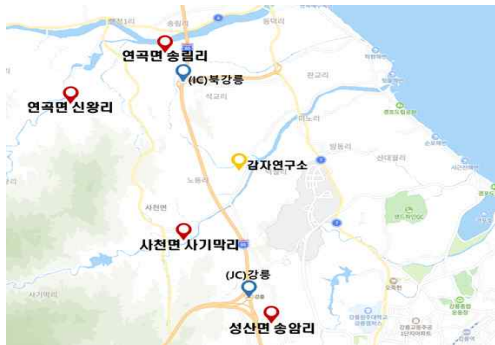
(시험 1) 동해안 차나무 재배지 환경분석 및 적응성 검정

차나무의 생육적온은 14~16℃이며 겨울철 최저기온이 -2℃ 이하가 되면 새싹이 말라죽고, -5℃ 이하가 되면 성장이 멈추며 -15℃ 이하가 3일 이상 계속되면 동해로 고사하게 되어 국내 재배 북방한계는 북위 36도로 알려져 있다(이 등, 2013). 그러나 허 등(2011)은 차나무를 강원특별자치도의 새로운 소득작목으로 육성하고자 2004년도부터 지역별 적응성을 검토하여 동해안지역에서 월동이 가능한 것으로 보고하였다. 따라서 코로나 팬데믹 이후 기호식품의 트렌드 변화에 맞춰 커피 산업 확대 수요가 높아진 동해안지역 강릉을 중심으로 차문화 관광기반 조성을 위해 지역특화작목으로 개발하고자 새롭게 녹차 재배 가능성을 검정하였다. 동해안지역 차나무 시험재배 포장 선정은 지형, 재배환경 등을 고려하여 강릉의 연곡면, 성산면, 사천면에 4개소를 선정하였다(표 1). 강릉시 연곡면 제1포장은 토양을 객토하여 전년도에 토마토 등 작물을 재배하였던 곳으로 산과 하천에서 불어오는 바람이 거세 차나무 재배를 위해 방풍 대책이 필요한 것으로 사

료되었고, 제2포장도 토양을 객토하여 유기농 재배를 할 예정이나 산에서 부는 바람이 강하여 방풍 대책이 필요할 것으로 판단되었다. 강릉시 성산면 제3포장은 토양을 객토하여 전년도에 들깨를 재배한 곳으로 경사면이 남향이고 골짜기의 영향으로 자연 방풍이 가능한 것으로 나타났고, 사천면 제4포장은 건물에 의한 방풍 효과를 기대할 수 있으나 단지가 협소하여 추후 규모화 하기에는 곤란할 것으로 판단되었다(그림 1).

표 1. 동해안지역 차나무 재배 적응성 검정용 시험재배 포장 특성

구분	시험재배지	재배지 특징
제1포장	강릉 연곡면 송림리	○ 토양 객토, 전년도 작물재배(토마토 등) ○ 산, 하천에 의한 바람의 영향 ⇒ 방풍 필요
제2포장	강릉 연곡면 신왕리	○ 토양 객토, 유기농 재배 예정 ○ 산에 의한 바람의 영향 ⇒ 방풍 필요
제3포장	강릉 성산면 송암리	○ 토양 객토, 전년도 작물재배(들깨) ○ 남향, 골짜기 자연방풍
제4포장	강릉 사천면 사기막리	○ 건물에 의한 방풍 ○ 규모화 어려움



강릉지역 차나무 재배포장 위치



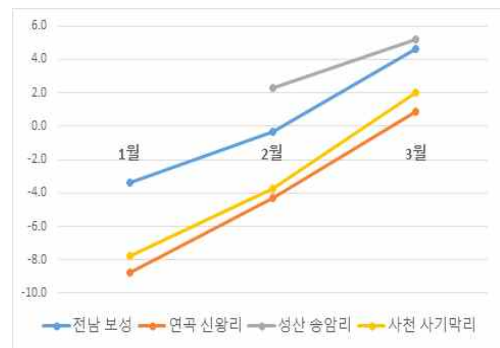
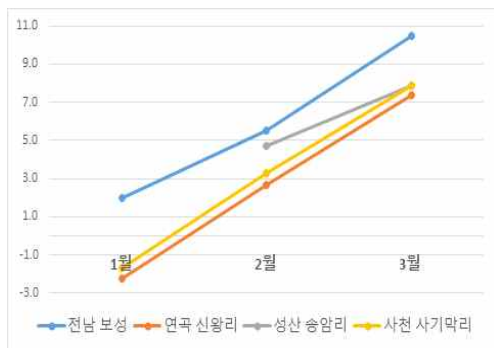
강릉지역 차나무 재배지 현황(연곡면 송림리)

그림 1. 강릉지역 차나무 재배 적응성 검정용 시험재배 포장 현황

차나무 도내 재배 적응성 검정을 위해 재배포장 기상환경을 전남 보성과 비교하여 살펴보면 (표 2) 3월까지 평균기온과 최저기온에서 강릉지역이 낮았으나 성산면 제3포장은 최저기온이 오히려 전남 보성 보다 1~2℃ 정도 높게 나타나 겨울철 차나무 월동이 가능한 것으로 나타났다(그림 2). 9월까지의 평균기온은 차나무의 생육적온 범위로 재배 가능성이 높지만 다만 1월과 2월에 최저기온이 차나무의 성장이 멈추는 온도까지 내려가는 재배포장에서는 안전한 월동과 생육을 위해서 보완 대책을 강구해야 될 것으로 사료되었다.

표 2. 차나무 재배지별 2021년 기상환경(기온)

지역	구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	평균
전남 보성	평균	2.0	5.5	10.5	13.9	17.9	22.9	26.6	26.3	22.7	16.5
	최고	8.0	11.9	16.4	20.0	23.3	27.4	30.6	30.7	27.0	21.7
	최저	-3.4	-0.3	4.6	7.8	12.6	18.9	23.1	23.0	19.1	11.7
연곡면 신왕리	평균	-2.2	2.7	7.4	12.3	16.4	20.6	25.3	23.4	19.0	13.9
	최고	5.2	10.3	14.6	19.7	23.5	26.5	31.9	28.7	25.2	20.6
	최저	-8.8	-4.3	0.9	5.4	9.4	15.3	20.3	19.6	14.4	8.0
성산면 송암리	평균	-	4.7	7.9	14.5	18.3	23.8	28.5	25.4	19.9	17.9
	최고	-	8.3	11.6	19.3	22.6	27.7	33.5	28.3	22.7	21.8
	최저	-	2.3	5.2	11.0	15.0	20.9	25.1	23.3	18.0	15.1
사천면 사기막리	평균	-1.7	3.3	7.9	12.5	16.4	20.6	25.1	23.5	19.2	14.1
	최고	5.9	10.9	14.6	19.2	22.4	25.3	29.7	27.8	23.7	19.9
	최저	-7.8	-3.7	2.0	5.9	10.1	16.1	20.9	20.2	15.5	8.8



평균기온

최저기온

그림 2. 차나무 재배지 월동기 기온 비교(2021년 1~3월)

차나무 재배지의 풍속(표 3)과 상대습도(표 4)를 살펴보면 강릉지역은 1월과 2월에 강풍의 영향으로 전남 보성지역에 비해 상대습도가 낮게 나타났으며 연곡면 제2포장은 산에서부터 부는 바람이 강하여 1월에 전남 보성에 비해 15.7%까지 낮게 나타나 동해 피해 발생 우려가 있어 방풍림 조성 등 방풍 대책이 필요하였다.

표 3. 차나무 재배지별 2021년 기상환경(풍속)

지역	구분	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월
연곡면 신왕리	평균	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0
	최고	2.2	2.2	1.3	1.6	1.2	0.3	0.0	0.1	0.0
	최고순간	7.8	7.4	5.6	6.3	5.4	3.4	2.8	2.7	1.2
성산면 송암리	평균	-	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	최고	-	2.1	1.4	1.2	0.8	0.4	0.0	0.1	0.1
	최고순간	-	7.1	5.7	5.6	4.1	3.3	1.3	2.0	2.7
사천면 사기막리	평균	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
	최고	0.8	1.3	1.0	1.1	0.6	0.5	0.0	0.1	0.0
	최고순간	5.2	5.4	4.4	4.8	4.6	3.3	2.8	2.7	1.2

표 4. 차나무 재배지별 2021년 기상환경(상대습도)

지역	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	평균
전남 보성	70.2	62.9	72.1	63.6	72.0	78.7	84.2	84.8	82.7	74.6
연곡면 신왕리	54.5	57.2	72.9	67.0	72.4	84.9	88.5	92.1	87.2	75.2
성산면 송암리	-	57.4	67.9	63.7	69.4	79.4	76.4	77.1	73.6	70.6
사천면 사기막리	55.1	57.7	71.6	66.2	71.3	84.7	88.5	92.1	87.2	74.9

재배포장 조성 전 토양의 이화학성 분석 결과(표 5) pH는 연곡면 제1포장이 5.3으로 가장 낮았고 성산면 제3포장은 7.7로 가장 높았다. EC와 유효인산은 연곡면 제1포장이 가장 높았고 Ca 함량은 성산면 제3포장이 가장 높았다. 포장 조성 전 토양 이화학성 분석 결과를 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 표 6과 같이 재배포장에 시비하였다.

표 5. 재배포장 조성 전 차나무 재배포장별 토양 이화학성 분석 결과

재배포장	pH	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	P ₂ O ₅
				cmol(+)/kg			(mg/kg)
연곡면 송림리	5.3	0.6	15	1.99	0.58	0.99	426
연곡면 신왕리	6.2	0.2	21	3.28	0.72	1.78	292
성산면 송암리	7.7	0.2	20	8.49	0.15	0.70	196
사천면 사기막리	6.4	0.2	22	4.19	0.40	0.94	57







표 6. 비료사용처방에 따른 재배포장 시비량

장소	면적 (㎡)	퇴비(참그린) (kg)	밑거름(복비-뿌리조은) (kg)	웃거름(엔케이도) (kg)
연곡면 송림리	100	48	3	4
연곡면 신왕리	200	97	6	7
성산면 송암리	200	97	7	8
사천면 사기막리	200	97	6	7

※ 비료사용처방 : 국립농업과학원 휴토람(<https://soil.rda.go.kr>)

강릉 지역에 적합한 차나무 품종을 선발하기 위해 2020년부터 2021년까지 국내 재래종 및 국내외에서 육성한 유전자원 6종을 수집하였다(표 7). 하동 녹차연구소에서 종자를 수집한 하동 재래종은 덫음차 제조용으로 맛과 향이 강한 특성을 가지고 있으며, 야부기다 혼계종은 일본에서 이용하는 주요 품종으로 고성 산학다원에서 종자를 수집하였다. 국내 육성종은 전라남도농업기술원 차산업연구소에서 육성한 '보향', '참녹', '명녹', '상녹' 4품종을 삽목묘로 분양받았다. 하동재래종과 야부기다 혼계종은 2일간 물에 침지하여 최아시켜 2020년 12월 24일에 농업기술원과 강릉 시험포장에 파종하였다. 농업기술원 온실 내 10cm 포트에 1차 파종한 하동 재래종은 60일 경에 출현하여 실생묘로 육묘하여 2021년 4월 28일에 강릉 시험포장에 정식하였고, 국내에서 육성된 '보향' 등 4품종은 삽목묘를 실생묘 정식일과 같은 일자에 강릉 시험포장에 정식하였다(그림 3).

표 7. 차나무 유전자원 수집 목록 및 특성

품종 특성	하동재래종	야부기다혼계	보향	참녹	명녹	상녹
						
특징	덫음차제조용 맛, 향이 강함	중제 옥로차용 중생종 일본 주품종	아미노산↑ ⇒ 기호성↑	조생종 카페인, 기호성↑,	녹차제다용 중생종 아미노산↑	카테킨, 비타민C↑ ⇒ 고기능성
수집 시기	2020. 8.	2020. 12.	2021. 4.			
수집 장소	하동 녹차연구소	고성 산학다원	전라남도농업기술원 차산업연구소			
증식 방법	실생묘 정식	종자 파종	삽목묘 정식			



차나무 종자



차나무 실생묘



차나무 삽목묘(보향 등)

그림 3. 차나무 유전자원 종자, 실생묘 및 삽목묘

하동재래종과 야부기다 혼계종 종자 파종 시 강원특별자치도 춘천시에 소재한 농업기술원 온실에서는 대부분 출현하여 실생묘를 육묘하였으나 강릉 4개 포장에서는 전혀 출현하지 않았다. 양희범(2008)은 차나무 종자 발아적온은 20~25℃로 15℃에서는 발아가 대부분 이루어지지 않았다고 보고한 것과 같이 동계기간 저온으로 인해 강릉지역 노지에 파종 시 출현이 되지 않는 것으로 사료되었다. 농업기술원에서 발아한 하동재래종과 야부기다 혼계종 실생묘는 4월 정식 시 사천면 제4포장에서는 재배환경이 열악하여 활착하지 못하고 모두 고사하였으며, 나머지 3개 소에서는 88% 이상의 활착률을 나타냈다. 국내에서 육성한 '보향' 등 4품종의 삽목묘는 강릉지역 4개 재배포장 모두 95% 이상의 활착률을 나타냈다(표 8).

표 8. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 활착률

지역	품종	묘 활착률					
		하동재래종 (실생묘)	야부기다혼계 (실생묘)	보향 (삽목묘)	참 녹 (삽목묘)	상 녹 (삽목묘)	명 녹 (삽목묘)
춘천		83	63	92	61	88	100
강 릉	연곡면 송림리	98	90	100	100	96	100
	연곡면 신왕리	98	88	98	98	100	100
	성산면 송암리	98	88	100	100	100	100
	사천면 사기막리	-	-	100	100	95	95

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 5. 26.

차나무 정식 3개월(그림 4) 후 하동재래종과 야부기다 혼계종 실생묘는 국내육성 4품종의 삽목묘 보다 수고(표 9), 수관(표 10)이 낮은 특성을 나타냈으며, 야부기다 혼계종은 처리구 중 가장 낮게 나타났다. 차나무 원줄기의 두께(표 11)에서도 실생묘가 생장이 낮았으며 야부기다 혼계종이 가장 낮게 나타났다. 차나무 시험포장별 생육 차이는 강릉시 연곡면 제1, 제2포장과 성산면 제3포장에서 차이가 나타나지 않았으나 사천면 제4포장은 활착 후 재배환경의 영향으로 조사가 곤란하여 추후 예정지 선정 및 포장 조성 준비를 철저히 해야 될 것으로 사료되었다.



그림 4. 차나무 강릉지역 시험포장 및 묘 생육 전경

표 9. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 생육특성(수고, cm)

지역 \ 품종	하동재래종 (실생묘)	야부기다 혼계 (실생묘)	보 향 (삽목묘)	참 녹 (삽목묘)	상 녹 (삽목묘)	명 녹 (삽목묘)
연곡면 송림리	20.4	11.6	18.6	26.0	24.1	29.4
연곡면 신왕리	14.7	7.5	20.9	19.5	25.2	31.4
성산면 송암리	16.3	5.2	21.4	24.1	27.4	29.5

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 7. 23.

표 10. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 생육특성(수관, cm)

지역 \ 품종	하동재래종 (실생묘)	야부기다 혼계 (실생묘)	보 향 (삽목묘)	참 녹 (삽목묘)	상 녹 (삽목묘)	명 녹 (삽목묘)
연곡면 송림리	14.2	12.1	14.8	20.5	13.2	18.3
연곡면 신왕리	12.6	7.4	16.0	15.5	14.8	19.8
성산면 송암리	9.3	5.2	13.3	17.4	20.6	20.2

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 7. 23.

표 11. 차나무 재배포장별 수집품종의 묘 생육특성(원줄기 두께, mm)

지역	품종	하동재래종 (실생묘)	야부기다 혼계 (실생묘)	보 향 (삼목묘)	참 녹 (삼목묘)	상 녹 (삼목묘)	명 녹 (삼목묘)
연곡면 송림리		3.3	2.1	5.1	6.1	4.8	6.6
연곡면 신왕리		3.2	2.1	5.9	5.9	5.2	6.6
성산면 송암리		3.0	1.2	5.4	4.8	5.8	6.3

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2021. 7. 23.

강릉지역의 차나무 월동 가능성 검정을 위해 2021년 12월 9일에 연곡면, 성산면 시험포장 내 차나무 정식 두둑에 하우스용 파이프를 이용하여 1m 높이의 터널형 하우스를 설치하고 부직포와 비닐을 피복하였다(그림 5).



보온시설 설치(터널형 하우스)

보온시설 내 차나무 생육

비보온처리 차나무 생육

그림 5. 차나무 강릉지역 시험포장 월동기 보온시설 설치 및 처리별 생육 전경

2021년 12월부터 2022년 2월까지 동계기간 생존율(표 12)을 살펴보면 보온터널을 설치한 처리구는 정식 후 생육이 저조하였던 야부기다 혼계종이 연곡면 제1포장과 성산면 제3포장에서 68%의 월동률을 나타냈으나, 하동재래종과 국내 육성 4품종은 84% 이상의 월동률을 나타냈다. 보온터널을 설치하지 않은 처리구에서는 보온처리구 대비 낮은 월동률을 나타냈으며, 연곡면 제2포장은 거의 월동이 되지 않는 것으로 나타났다. 제2포장의 월동기간 기온을 살펴보면 1월의 평균기온(표 13)과 최저기온(표 14)이 가장 낮았으며, -10°C 이하의 측정시간(표 15)에서도 12월부터 2월까지의 월동기간 동안 총 101시간으로 가장 길게 나타났으며 특히 1월에 52시간이 나타나 12월보다 1월의 저온 영향을 많이 받은 것으로 사료되었다. 월동기간 동안의 풍속(표 16)은 성산면 제3포장이 평균 1.4m/s 로 높았으나 4개 시험포장 모두 바람이 강하지 않아 월동률과는 관계가 없는 것으로 사료되었다.

표 12. 차나무 재배포장별 수집품종의 월동기 생존율(%)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보 향	참 녹	상 녹	명 녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보 온	84	68	84	92	92	100	
	비보온	41	41	18	32	34	25	
연곡면 신왕리	보 온	96	80	100	100	100	100	
	비보온	0	0	0	0	4	4	
성산면 송암리	보 온	84	68	84	92	92	100	
	비보온	25	28	11	19	19	15	
사천면 사기막리	비보온	-	-	16	21	11	5	

※ 조사일 : 2022. 4. 15.

표 13. 차나무 재배포장별 월동기간 기상환경(평균기온, ℃)

지역	시기	12월			1월			2월		평균
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		2.7	-0.9	-0.6	-2.4	-0.4	-1.0	-0.2	1.9	-0.1
		1.9	-1.1	-1.8	-3.3	-1.5	-1.7	-0.8	1.7	-0.8
성산면 송암리		3.6	-1.4	-0.5	-2.7	-0.4	-1.7	-0.6	1.5	-0.3
		2.7	-1.4	-1.1	-2.9	-1.0	-1.7	-0.3	1.6	-0.5

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2. 조사일 : 2022. 4. 15.

표 14. 차나무 재배포장별 월동기간 기상환경(최저기온, ℃)

지역	시기	12월			1월			2월		평균
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		-3.0	-6.4	-6.4	-7.4	-5.5	-6.3	-4.8	-4.7	-5.6
		-4.1	-7.1	-8.0	-8.9	-7.3	-7.6	-6.3	-5.3	-6.8
성산면 송암리		-3.0	-8.5	-5.8	-8.9	-5.6	-7.7	-5.9	-5.5	-6.4
		-3.7	-8.2	-6.7	-9.4	-6.3	-7.7	-6.0	-6.4	-6.8

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2. 조사일 : 2022. 4. 15.

표 15. 차나무 재배포장별 월동기간 저온(-10℃ 이하) 측정시간(hr)

지역	시기	12월			1월			2월		합계
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		0	18	4	8	0	0	0	8	38
연곡면 신왕리		0	20	9	25	18	1	13	15	101
성산면 송암리		1	33	0	20	1	4	5	8	72
사천면 사기막리		7	31	1	28	0	6	9	10	92

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2.조사일 : 2022. 4. 15.

표 16. 차나무 재배포장별 월동기간 기상환경(평균풍속, m/s)

지역	시기	12월			1월			2월		평균
		중순	하순	상순	중순	하순	상순	중순	하순	
연곡면 송림리		0.5	0.5	0.4	0.7	0.4	0.9	0.7	0.9	0.6
연곡면 신왕리		0.4	-	0.8	0.6	0.2	0.7	0.5	1.0	0.5
성산면 송암리		1.7	1.2	1.5	1.7	0.8	1.6	1.5	1.4	1.4
사천면 사기막리		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2

※ 월동기간 : 2021. 12. ~ 2022. 2.조사일 : 2022. 4. 15.

차나무 정식 15개월 후 재배포장별 생육특성은 보온처리구가 수고(표 17), 수관(표 18) 및 원줄기 두께(표 19)의 신장이 비보온처리에 비해 높게 나타났고 실생묘 보다 삽목묘의 생육이 양호한 것으로 나타났다. 이 등(2013)은 영양번식 묘로 차밭 조성 시 실생묘목보다 추위와 건조한 찬바람에 약하고 양·수분 흡수력이 약한 단점이 있다고 보고하였으나 월동기 저온의 영향을 많이 받는 강릉지역의 경우 개체간에 차이가 없고 정식 후 유묘기 생육이 양호하여 빠른 활착이 가능한 삽목묘를 이용하는 것이 효과적인 것으로 사료되었다.

표 17. 차나무 재배포장별 수집품종의 2년차 생육특성(수고, cm)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보향	참녹	상녹	명녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보온	60	64		57	60	43	41
	비보온	39	36		41	47	38	33
연곡면 신왕리	보온	42	56		65	70	26	38
	비보온	-	-		-	-	-	-
성산면 송암리	보온	56	60		47	60	27	30
	비보온	22	19		41	44	33	11
사천면 사기막리	비보온	54	53		57	49	-	-

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2022. 7. 14.

표 18. 차나무 재배포장별 수집품종의 2년차 생육특성(수관, cm)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보 향	참 녹	상 녹	명 녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보 온	46	46	31	32	36	25	
	비보온	24	23	23	26	34	23	
연곡면 신왕리	보 온	30	34	30	35	24	24	
	비보온	-	-	-	-	-	-	
성산면 송암리	보 온	41	38	25	27	17	19	
	비보온	12	11	21	22	17	11	
사천면 사기막리	비보온	21	31	23	19	-	-	

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2022. 7. 14.

표 19. 차나무 재배포장별 수집품종의 2년차 생육특성(수관, cm)

지역	품종	하동재래종	야부기다	혼계	보 향	참 녹	상 녹	명 녹
		(실생묘)	(실생묘)	(실생묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)	(삽목묘)
연곡면 송림리	보 온	9.6	9.7	9.4	11.4	8.7	9.3	
	비보온	9.2	9.9	6.2	7.5	8.9	7.3	
연곡면 신왕리	보 온	8.1	10.6	8.1	8.7	4.9	4.5	
	비보온	-	-	-	-	-	-	
성산면 송암리	보 온	12.6	10.4	7.4	9.2	5.0	4.8	
	비보온	7.0	7.5	7.6	9.1	6.7	2.6	
사천면 사기막리	비보온	9.0	11.3	9.2	8.5	-	-	

※ 정식일 : 2021. 4. 28., 조사일 : 2022. 7. 14.

(시험 2) 작약, 천궁 도내 재배지 적응성 검정

대표적인 저온성 약용작물인 작약과 천궁은 2000년도에 전국적으로 179ha, 390ha를 재배하였으나 2022년도에 175ha, 123ha로 점차 감소하였고, 경북지역이 83ha, 104ha로 전국 재배면적의 47.4%, 84.6%를 차지하고 있으나 기후변화에 따른 기온상승으로 여름철 고온기 생육장애가 발생하는 문제점이 발생되어 점차 태백, 영월 등 강원 산간지로 재배면적이 증가하여 강원지역이 10ha, 17ha로 점차 증가하는 경향을 나타내고 있다(농림축산식품부, 2023). 따라서 강원특별자치도농업기술원에서는 강원지역에서 작약과 천궁의 재배 가능성을 검정하여 기후변화 대응 새로운 소득작목을 개발하는 연구를 수행하였다. 기상조건에 영향을 받는 특용작물은 안정적인 생육관리를 위한 재배적지 탐색 및 기상환경 분석 연구가 선행되어야 한다. 작약의 도내 재배 적응성 검정을 위해 홍천군 두촌면과 영월군 상동읍에 재배포장을 조성하였고, 천궁은 태백시 철암동, 평창군 대관령면에 각각 재배포장을 조성하여 재배 적응성을 검정하였다. 홍천지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 생육기간 동안 기온이 상승한 것으로 나타났으며 최저기온은 특히 고온기 이후 상승한 것을 알 수 있었다(그림 6). 최

근 여름에 강수일수가 증가하여 작물에 병해 발생 및 생육 저하 현상이 자주 나타나고 있는데 2023년에도 7월 한 달간 19일의 강수일수(표 20)와 강수량(그림 7)이 집중하는 경향을 나타냈다. 박 등(2010)은 장마기에 작약 재배에서 흰가루병, 점무늬병 등의 병해 발생이 급격히 증가한다고 보고하였는데 고온기 강수일수 증가는 최근 재배지 복상과 연관이 있는 것으로 추정되었다.

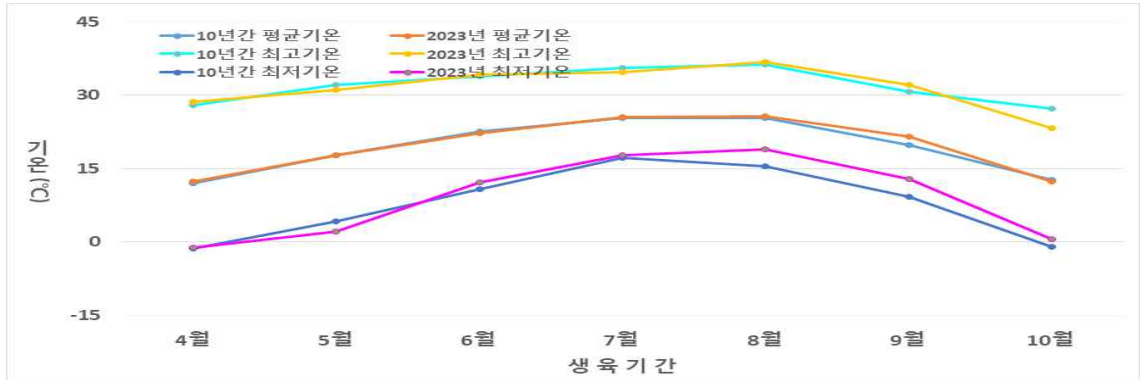


그림 6. 홍천지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 20. 홍천지역 강수일수(2023년, 최근 5년, 최근 10년 및 30년 평균)

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	5.2	5.6	7.4	8.1	8.3	9.5	15.2	14.4	8.5	5.5	7.3	6.5	101.5
최근10년	5.0	5.2	6.9	8.5	8.5	9.8	15.4	14.5	8.3	6.4	8.2	7.0	103.7
최근5년	5.2	4.4	7.4	7.4	8.8	10.4	13.4	15.2	8.8	6.6	6.2	6.2	100.0
2023년	9	2	3	11	8	11	19	14	13	6	7	7	110

※ 30년평균기온(1991~2020)

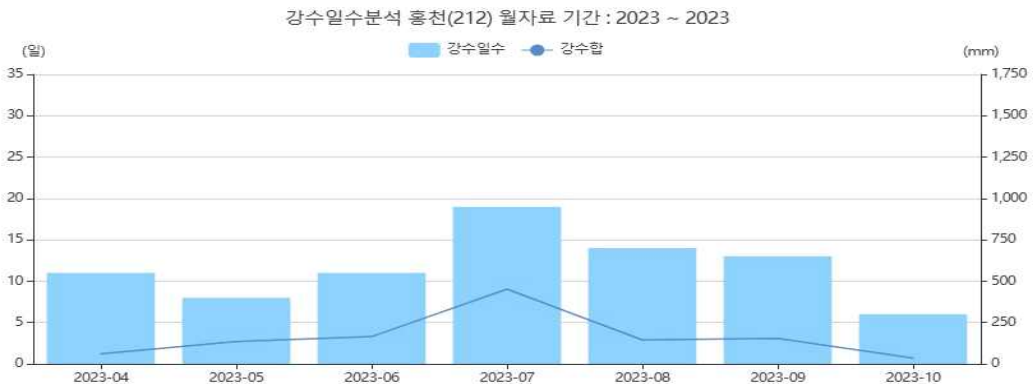


그림 7. 홍천지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

영월지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 흥천지역과 마찬가지로 생육기간 동안 기온이 상승한 것으로 나타났으며(그림 8), 7월 한 달간 18일의 강수일수(표 21)와 강수량(그림 9)이 집중하는 경향을 나타냈다.

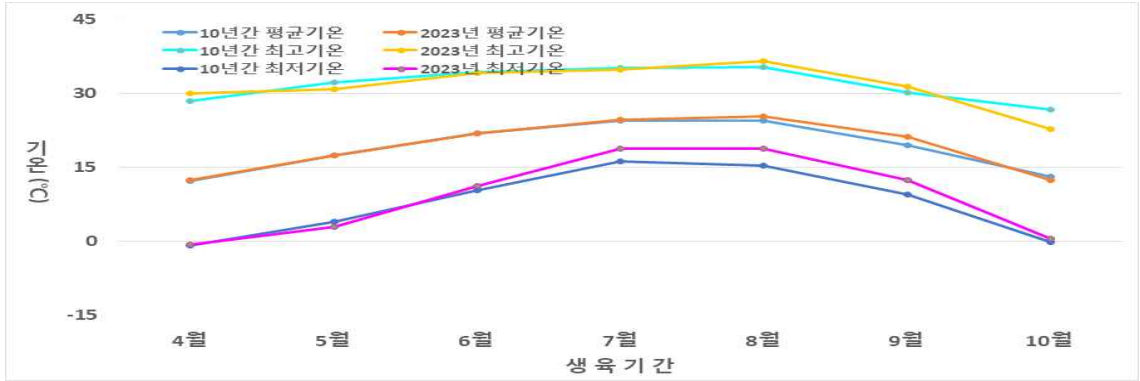


그림 8. 영월지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 21. 영월지역 강수일수(2023년, 최근 5년, 최근 10년 및 30년 평균)

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	6.7	6.3	8.3	9.0	8.9	10.2	16.4	15.1	10.0	6.2	8.2	6.8	112.1
최근10년	6.6	6.0	7.6	8.7	8.7	11.2	15.6	14.0	8.7	6.3	8.3	7.2	108.9
최근5년	6.4	5.4	8.2	7.0	9.6	10.6	13.6	14.6	9.2	6.6	6.0	6.2	103.4
2023년	7	2	2	9	10	12	18	11	13	6	9	5	104

※ 30년평균기온(1991~2020)



그림 9. 영월지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

도내 작약 재배 가능성 검정을 위해 홍천군 두촌면과 영월군 상동읍 지역에 시험재배 포장을 선정하였다. 홍천 시험포장은 포장 조성 전 토양 이화학성 분석 결과 pH가 6.35, EC가 0.89dS/m, 유기물 함량이 35.49g/kg, 유효인산이 642.7mg/kg 이고, 영월 시험포장은 pH가 6.3, EC가 0.56dS/m, 유기물 함량이 65.46g/kg, 유효인산이 1,135.77mg/kg 으로 나타나(표 22), 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 표 23과 같이 재배포장에 시비하였고 장 등(2019)의 작약 2년차 시비량을 기준으로 퇴비를 2,000kg/10a 넣고 경운하여 포장을 조성하였다.

표 22. 재배포장 조성 전 작약 재배포장별 토양 이화학성

재배지	pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	LR (kg/10a)
				cmol(+)/kg				
홍천	6.35	0.89	35.49	6.50	1.18	2.74	642.7	88.7
영월	6.30	0.56	65.46	11.07	1.45	1.45	1,135.7	133.0

표 23. 작약 재배 적응성 검정용 시험재배 포장별 경종개요

재배지	표고(m)	정식일(월.일)	재식거리(cm)	시비량(kg/10a)	비고
홍천	269	4. 3	50×50	N 0 : P 6.1 : K 3.4, 퇴비 2,000	농가관행
영월	424	4. 5	40×40	N 0 : P 3.0 : K 3.2, 퇴비 2,000	약제살포

※ 추비사용(정식 3개월 후) : K - 홍천 7.9kg, 영월 7.5kg

작약 시험재배 포장별 출현기는 홍천 4월 18일, 영월 4월 21일로 정식 후 각각 15일과 16일 소요 되었으며, 출현율은 홍천이 92.3%로 다소 높게 나타났다. 홍천 시험포장은 표고 269m로 영월 시험재배 포장 424m 보다 낮고 2023년 평균온도가 0.3~0.8℃ 정도 높아 지역별로 출현에 차이가 있는 것으로 사료되었다. 영월 시험포장은 작약을 경사지에 정식하고 피복, 관수, 제초 등 재배관리가 부족하였으나 홍천 시험포장은 검정비닐 피복을 통한 제초 및 주기적인 관수 관리가 가능하여 정식 3개월 후 생육조사에서 초장, 엽병장, 경경 등 작약의 생장이 양호한 것으로 나타났다(표 24, 그림 10). 출현 3개월 후 각 지역별 점무늬병 발생 정도는 3으로 같았으나 흰가루병은 고온기 강수일수와 강수량이 많은 홍천 시험포장에서만 발생하였다(표 25, 그림 11). 10월 하순에 작약 지하부 수확 후 수량성 조사에서 홍천 시험포장은 지상부 생육과 동일하게 영월 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 컸으며, 건물중은 116.4g으로 2.9배 정도 높게 나타났다(표 26).

표 24. 작약 재배포장별 출현 및 생육특성

재배지	출현시 (월.일)	출현기 (월.일)	출현율 (%)	초장 (cm)	엽병장 (cm)	정소엽		경경 (mm)	경수 (개/주)	화수 (개/주)
						장(cm)	폭(cm)			
홍천	4.14	4.18	92.3	46.2	7.2	14.9	23.2	6.8	3.2	0.7
영월	4.18	4.21	90.7	19.8	5.1	10.0	15.6	4.9	2.2	0.5

※ 정식일 : 2023. 4. 3.(홍천), 4. 5.(영월), 생육조사일 : 2023. 7. 24.



생육 초기 전경(홍천)



생육 중기 전경(영월)

그림 10. 작약 재배지별 생육 상황

표 25. 작약 재배포장별 병해 발생 특성

재배지	점무늬병	흰가루병	갯빛곰팡이병
홍 천	3	1	0
영 월	3	0	0

※ 조사일 : 2023. 7. 24.(홍천), 2023. 7. 25.(영월), ※ 조사방법 : 육안관찰

※ 병해 발생정도 : 0 - 무발생, 1 - 발병률 1% 미만, 3 - 발병률 1~10%, 5 - 발병률 10.1~30%, 7 - 발병률 30.1~50%, 9 - 발병률 50.1% 이상



점무늬병 피해엽



점무늬병 피해증상



흰가루병 피해증상

그림 11. 작약 재배포장 병해 발생양상

표 26. 작약 재배포장별 지하부 수량특성

재배지	근경(cm)	근장(cm)	생체중(g/주)	건물중(g/주)
홍 천	6.0	23.1	265.2	116.4
영 월	4.5	20.9	97.8	40.8

※ 수확일 : 2023. 10. 26.(홍천), 10. 25.(영월), 생육조사일 : 2023. 10. 27.

천공은 여름철 최고기온이 28℃ 이하이며 주야간 온도 차이가 큰 곳이 재배하기 적합한 곳(장 등, 2019)으로 알려져 있으나, 태백지역의 최근 10년간과 2023년의 6월부터 8월까지 최고온도는 30℃ 이상으로 나타나(그림 12) 천공재배 시 고온기 온도경감 대책이 요구되는 것으로 사료되었다. 태백지역의 강수일수(표 27)와 강수량(그림 13)에서는 최근 10년간과 비교하여 보면 2023년도에는 연중 강수일수는 109일로 줄었지만 6월부터 9월까지 13일 이상의 강수가 집중하는 경향을 나타내 탄저병, 줄기썩음병, 잎마름병 등 병해 발생 가능성(박 등, 2010)이 높아 방제에 주의가 필요할 것으로 나타났다.

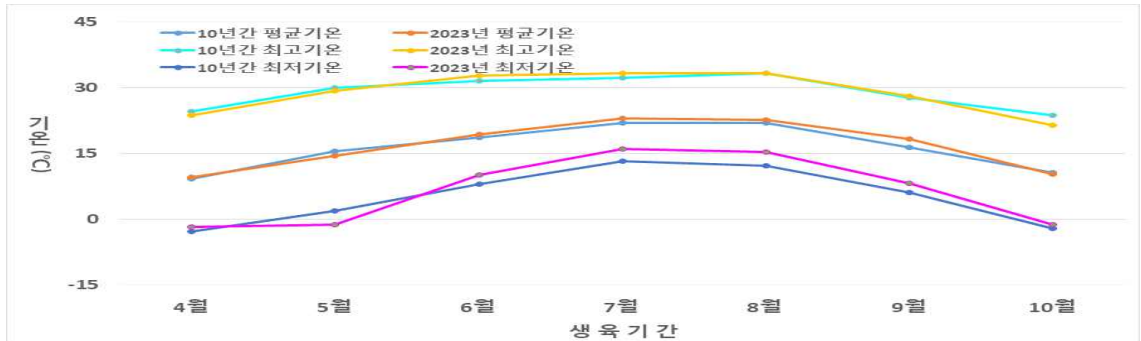


그림 12. 태백지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 27. 태백지역 강수일수

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	7.2	6.5	9.9	9.5	9.0	11.2	16.3	16.0	12.0	7.2	8.1	6.2	119.1
최근10년	4.8	4.9	8.4	9.8	8.1	11.2	15.3	16.3	12.0	8.6	7.7	4.7	111.8
최근5년	3.4	3.6	8.6	7.8	9.8	10.6	14.0	17.0	12.8	8.4	5.6	2.2	103.8
2023년	6	3	2	10	11	13	15	14	15	7	6	7	109

※ 30년평균기온(1991~2020)

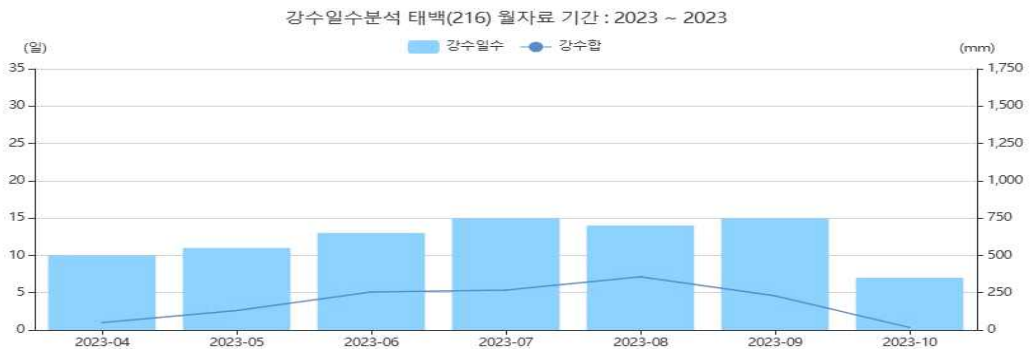


그림 13. 태백지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

평창지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 태백지역과 마찬가지로 6월부터 8월까지 최고기온이 30℃ 이상으로 나타났으며(그림 14), 2023년도의 강수일수도 106일로 최근 10년보다 18일이 줄었지만 7월부터 9월까지 매일 15일의 강수일수(표 28)와 강수량(그림 15)이 집중하는 경향을 나타냈다.

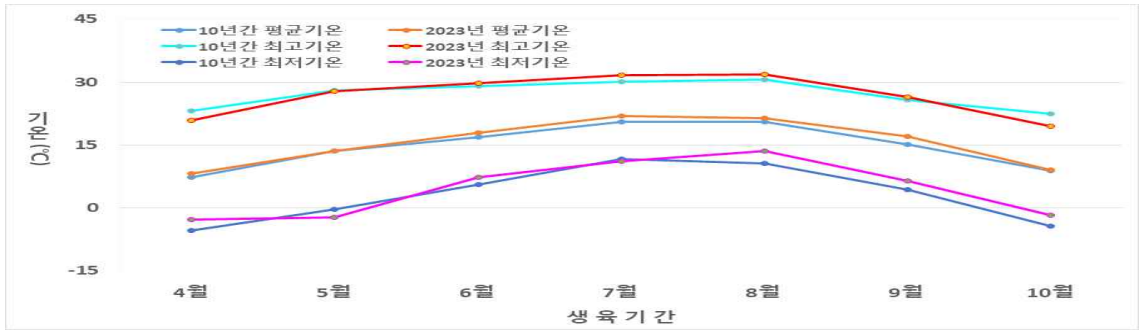


그림 14. 평창지역 평균기온, 최고기온 및 최저기온(10년간 및 2023년 4~10월)

표 28. 평창지역 강수일수

연도	월 별												계
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
30년평균	9.4	8.9	11.2	10.4	10.8	12.9	17.8	18.1	13.1	8.9	10.2	8.5	140.2
최근10년	6.2	5.9	9.1	10.0	9.2	12.2	15.4	17.5	13.0	10.4	9.0	5.9	123.8
최근5년	4.4	4.0	9.8	8.8	10.6	11.8	13.6	18.2	14.8	9.6	7.0	3.6	116.2
2023년	5	2	2	10	8	11	15	15	15	7	9	7	106

※ 30년평균기온(1991~2020)

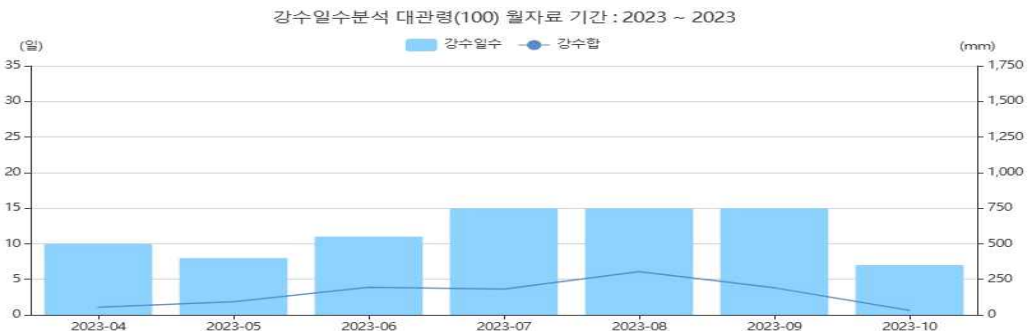


그림 15. 태백지역 강수일수 및 강수량(2023년 4~10월)

도내 천궁 재배 가능성 검정을 위해 태백시 철암동과 평창군 대관령면 지역에 시험재배 포장 을 선정하였다. 태백 시험포장은 석회암 지대로 포장 조성 전 토양 이화학성 분석 결과 pH가

7.68로 높았고 석회요구도는 0kg/10a 이었으며, EC가 0.33dS/m, 유기물 함량이 31.66g/kg, 요효인산이 489mg/kg 이었고, 평창 시험포장은 pH가 5.88, EC가 0.3dS/m, 유기물 함량이 29.24g/kg, 요효인산이 682mg/kg 으로 나타나(표 29), 국립농업과학원에서 운영하는 흙토람 사이트(<https://soil.rda.go.kr>)의 비료사용처방에 따라 표 30과 같이 재배포장에 시비하고 경운하여 포장을 조성하였다. 천궁은 비료 요구도가 낮아 추비 시용은 생육상황을 검토하여(박 등, 2010) 정식 3개월 후 재배포장별로 질소와 칼리를 처방량에 따라 시용하였다.

표 29. 재배포장 조성 전 천궁 재배포장별 토양 이화학성

재배지	pH (1:5)	EC (dS/m)	SOM (g/kg)	Ca	K	Mg	Av. P ₂ O ₅ (mg/kg)	LR (kg/10a)
				cmol(+)/kg				
태백	7.68	0.33	31.66	10.37	0.32	2.91	489.0	0.0
평창	5.88	0.30	29.24	6.43	0.25	0.97	682.0	133.0

표 30. 천궁 재배 적응성 검정용 시험재배 포장별 경증개요

재배지	표고(m)	정식일(월.일)	재식거리(cm)	시비량(kg/10a)	비고
태백	667	4.12	30×20	N 1.4 : P 9.8 : K 7.4, 퇴비 1,000	농가관행
평창	775	4.13	30×20	N 1.7 : P 4.6 : K 7.2, 퇴비 1,000	약제살포

※ 추비시용(정식 3개월 후) : N : P - 태백 3.3 : 11.2kg, 평창 4 : 10.8kg

천궁 시험재배 포장별 출현기는 태백 5월 2일, 평창 5월 4일로 정식 후 각각 20일과 21일 소요 되었으며, 출현율은 태백이 87.3% 였으나 평창은 75.9%로 다소 낮게 나타났다. 평창 시험포장은 표고 775m로 태백 시험재배 포장 667m 보다 높고 2023년 4월 평균온도가 1.4℃ 정도 낮아 출현시가 늦은 것으로 판단되었다. 정식 3개월 후 생육조사에서 태백지역은 엽병장이 16.8cm로 길었으나 초장, 엽장, 엽폭 및 경수의 생육은 평창지역이 양호한 것으로 나타났다(표 31, 그림 16). 출현 3개월 후 각 지역별 탄저병 발생 정도는 3으로 같았으나 잎마름병과 엽맥 황화바이러스 발생 정도가 태백 시험포장이 평창보다 높게 나타났다(표 32, 그림 17). 태백지역은 6월부터 8월까지 고온기에 평창보다 평균기온이 1.1~1.5℃, 최고기온이 1.7~3.1℃ 정도 높아 임 등(2021)의 보고와 같이 차광재배 등 온도 저감에 대한 방안이 필요한 것으로 사료되었다. 출현 6개월 후 각 지역별 천궁 지하부 수량특성은 태백 시험포장은 지상부 생육과 동일하게 평창 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 작게 나타났으며, 건물중도 50.6g으로 평창의 83% 정도로 낮게 나타났다(표 33).

표 31. 천궁 재배지별 출현 및 생육특성

재배지	출현시 (월.일)	출현기 (월.일)	출현율 (%)	초장 (cm)	근생			경수 (개/주)
					엽병장(cm)	엽장(cm)	엽폭(cm)	
태백	4.27	5. 2	87.3	30.8	16.8	8.2	10.0	10.6
평창	5. 2.	5. 4	75.9	32.4	14.3	9.0	14.2	14.2

※ 정식일 : 2023. 4. 12.(태백), 4. 13.(평창), 생육조사일 : 2023. 7. 12.



생육 중기 전경(태백)



생육 중기 전경(평창)

그림 16. 천궁 재배지별 중기 생육 상황

표 32. 천궁 재배지별 병해 발생 특성

재배지	탄저병	앞마름병	엽맥황화바이러스
태 백	3	3	1
평 창	3	1	0

※ 조사일 : 2023. 7. 26.(태백), 2023. 7. 28.(평창), 조사방법 : 육안관찰

※ 병해 발생정도 : 0 - 무발생, 1 - 발병률 1% 미만, 3 - 발병률 1~10%, 5 - 발병률 10.1~30%, 7 - 발병률 30.1~50%, 9 - 발병률 50.1% 이상



탄저병 피해증상



앞마름병 피해증상



엽맥황화바이러스 피해증상

그림 17. 천궁 재배지 병해 발생양상

표 33. 천궁 재배지별 지하부 수량특성

재배지	근경(cm)	근장(cm)	생체중(g/주)	건물중(g/주)
태 백	10.5	8.6	180.9	50.6
평 창	11.0	9.6	187.5	60.7

※ 수확일 : 2023. 10. 25.(태백), 10. 19.(평창), 생육조사일 : 2023. 10. 27.

<제1세부과제 : 특용작물 재배적지 탐색 및 재배기술 개발>

(시험 1) 동해안 차나무 재배지 환경분석 및 적응성 검정

- 가. 동해안지역 차나무 시험재배 포장은 강릉의 연곡면, 성산면, 사천면에 4개소를 선정하였으며, 성산면 시험포장은 재배 주산지인 전암 보성지역보다 월동기 최저기온이 1~2℃ 정도 높아 차나무 월동이 가능한 것으로 나타남
- 나. 차나무 유전자원은 하동재래종 및 국내외에서 육성한 야부기다 혼계종, 보향, 참녹 등 6종을 수집하였으며, 하동재래종과 야부기다 혼계종은 종자를 수집하여 실생묘로 증식하였고, 국내 육성종은 삽목묘로 분양받아 정식하였음
- 다. 하동재래종과 야부기다 혼계종은 강릉지역 시험재배 포장에 직파 시 저온으로 인해 발아하지 않았고, 국내에서 육성한 보향 등 4품종의 삽목묘는 정식 시 활착률이 재배포장 4개소 모두에서 95% 이상이었음
- 라. 차나무 정식 3개월 후 하동재래종과 야부기다 혼계종 실생묘는 국내육성 4품종의 삽목묘보다 수고, 수관, 원줄기의 두께가 낮았음
- 마. 동계기간 보온터널 설치 시 정식 후 생육이 저조하였던 야부기다 혼계종의 월동률은 68%, 하동재래종과 국내 육성 4품종은 84% 이상이었으나, 보온터널을 설치하지 않은 처리구에서는 보온처리구 대비 월동률이 낮았으며, 연곡면 제2포장은 거의 월동이 되지 않는 것으로 나타남
- 바. 차나무 정식 15개월 후 재배포장별 생육특성은 보온처리구가 수고, 수관 및 원줄기 두께의 신장이 비보온처리에 비해 높게 나타났고 실생묘 보다 삽목묘의 생육이 양호하였음

(시험 2) 작약, 천궁 도내 재배지 환경분석 및 적응성 검정

- 가. 작약의 도내 재배 적응성 검정을 위해 홍천군 두촌면과 영월군 상동읍에, 천궁은 태백시 철암동, 평창군 대관령면에 각각 재배포장을 조성하여 재배 적응성을 검정하였음
- 나. 홍천과 영월지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 생육기간 동안 기온이 상승한 것으로 나타났으며, 7월 한 달간 18일 이상의 강수일수와 강수량이 집중하는 경향을 나타냈음
- 다. 작약 시험재배 포장별 출현기는 정식 후 홍천 15일, 영월 16일이 소요 되었으며, 출현율은 홍천이 92.3%로 영월 90.7% 보다 높게 나타났으며, 정식 3개월 후 생육특성은 홍천 시험포장이 영월보다 초장, 엽병장, 경경 등 생장이 양호하였음
- 라. 출현 3개월 후 각 지역별 점무늬병 발생 정도는 3으로 같았으나 흰가루병은 고온기 강수일수가 많은 홍천 시험포장에서만 발생하였고, 10월 하순에 작약 지하부 수량성 조사에서

흥천 시험포장은 지상부 생육과 동일하게 영월 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 컸으며, 건물중은 116.4g으로 2.9배 정도 높게 나타났음

마. 태백과 평창지역의 최근 10년간 평균기온, 최고기온 및 최저기온을 2023년과 비교하여 보면 6월부터 8월까지 최고기온이 30℃ 이상으로 나타났으며, 2023년도의 연중 강수일수는 최근 10년보다 줄었지만 7월부터 9월까지 매월 14일 이상의 강수일수와 강수량이 집중하는 경향을 나타냈음

바. 천궁 시험재배 포장별 출현기는 정식 후 태백 20일, 평창 21일이 소요 되었으며, 출현율은 평창이 75.9%로 태백 87.3% 보다 낮게 나타났으며, 정식 3개월 후 생육특성은 평창 시험포장이 초장, 엽장, 엽폭 및 경수의 생육이 태백 시험포장보다 양호하였음

사. 출현 3개월 후 각 지역별 탄저병 발생 정도는 3으로 같았으나 잎마름병과 엽맥황화바이러스 발생 정도가 태백 시험포장이 평창보다 높게 나타났으며, 출현 6개월 후 천궁 지하부 수량특성은 태백 시험포장이 지상부 생육과 동일하게 평창 시험포장보다 근경과 근장의 신장이 작았으며, 건물중도 50.6g으로 평창의 83% 정도로 낮았음

5 인용문헌

- 김경대, 이광재, 임상현, 김경희, 김영남, 김경민. 2011. 한지적응 차 재배기술 연구(2세부: 차 나무 재배적지 탐색). pp488-497. 강원도농업기술원.
- 농림축산식품부. 2023. 2022 특용작물 생산실적.
- 박충범, 안영섭, 김영국, 박춘근, 강용구, 안태진. 2010. 와우~ 천궁 이렇게 키우면 되네. 농촌진흥청.
- 박충범, 안영섭, 김영국, 박춘근, 강용구, 안태진, 박현로. 2010. 와우~ 작약 이렇게 키우면 되네. 농촌진흥청.
- 양희범. 2008. 차나무 종자의 발아특성. 제주대학교.
- 이을태, 김철우, 윤창용, 최 정, 신기호, 임태곤, 김영옥, 방극필. 2013. 농업기술길잡이 161. 차. 농촌진흥청.
- 임수정, 모영문, 이재형, 윤예지, 이기욱, 정정수, 고재영. 2021. 약용작물 고품질 안전생산 기술 개발(1세부: 천궁 안정 생산을 위한 재배기술 개선 연구). pp1013-1068. 강원도농업기술원.
- 장재기, 김영국, 김용일, 이은송, 안태진, 권선정, 박춘근 등. 2019. 농업기술길잡이 7. 약용작물. 농촌진흥청.
- 통계청. 2018. 기후변화에 따른 주요 농작물의 주산지 이동현황(보도자료).
- 허남기, 김경희, 김경대, 최병곤, 임상현, 김희연, 이광재, 이재형. 2011. 한지적응 차 재배기술 연구(1세부: 차 유전자원 수집 및 특성검정). pp473-487. 강원도농업기술원.

6 연구결과 활용

연도(연차)	활용방안	제 목
2021(1년)	기초활용	차나무 유전자원 수집 목록 작성
2022(2년)	학술발표	기후변화에 따른 동해안지 차나무 적응성 검토
2023(3년)	기초활용	작약, 천궁 유전자원 수집 및 재배 적응성 검정

성과지표		연도		1년차(2021)		2년차(2022)		3년차(2023)		계	
		목표	실적	목표	실적	목표	실적	목표	실적		
학술 발표	국제	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	국내	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1
영농 활용	기술	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	정보	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
홍보		-	3	-	-	-	-	-	-	-	3
유전자원 확보/ 종식평가/ 등록보존 등		5	6	1	6	1	4	7	4	7	16
계		5	9	2	7	2	4	9	4	9	20

7 연구원 편성

구분	소속	직급	성명	수행업무	참여년도		
					'21	'22	'23
과제책임자	작물연구과	농업연구관	김영진	과제 총괄	-	-	○
세부책임자	작물연구과	농업연구관	김영진	세부주관 수행	-	-	○
공동연구자	작물연구과	농업연구사	이지애	차나무 시험수행	○	○	-
	작물연구과	공업주사	김성용	현장조사 지원	○	○	-
	작물연구과	농업연구사	모영문	평가분석 지원	-	-	○
	작물연구과	농업연구사	이안수	품질조사 지원	-	-	○
	작물연구과	농업연구사	이기욱	환경분석 지원	-	-	○
	작물연구과	공업주사보	최병철	현장조사 지원	-	-	○
	작물연구과	농업연구관	박종열	평가분석 지원	-	○	○