



과제구분	기관고유	수행시기	전반기	
전략체계	2-5-1	기술분야 및 품목표준코드	C02	
과제번호	LP004053		IC031902	
과 제 명		수행기간	과제책임자	
약용작물 고품질 생산기술 개발		'20~계속	약용자원연구소	김윤숙
1) 도라지 플러그 육묘 시 양분관리 기술 개발		'20~'22	약용자원연구소	김윤숙
2) 도라지 우량 종묘 생산		'20~계속	약용자원연구소	김윤숙
책임용어	도라지, 플러그 묘, 양액, 상토조성, 양분공급			

도라지 플러그 육묘 시 양분관리 기술 개발

Development of Nutrient Management Techniques for Plug Seedling of *Platycodon grandiflorum*

Yun-Sook Kim¹, Jae-Young Heo¹, Yong-Nam Cho¹, Sang-Eun Lee¹, Heung-Soo Lee¹
and Tae-Won Kim²

¹Gyeongnam Agricultural Research and Extension Services, Jinju, Korea

²Jeonbuk Campus of Korea Polytechnic, Gimje, Korea

ABSTRACT : The *Platycodon grandiflorum* is a widely used medicinal plant for preparing medicine and food. Since the recent global pandemic over the past years, more people have taken an interest in *Platycodon grandiflorum*, which is good for respiratory health, and the demand has continuously increased. Accordingly, researchers have started exploring the process of mass seedlings of *Platycodon grandiflorum* in a greenhouse. This study was conducted to explore the process of reducing the production and seedling periods by investigating proper bed soil composition and nutrient supply for the plug seedling of *Platycodon grandiflorum*. For the research, *Platycodon grandiflorum* seeds were obtained from the Gyeongsangnam -do Agricultural Research & Extension Services fields. The seeds were studied in a glass greenhouse of the Medicinal Crops Seed Supply Center. As a result of investigating the composition ratio of bed soil suitable for plug seedlings, excellent water retention, and growth were observed with 80% of horticultural bed soil and 20% of vermiculite. As for the nutrient solution concentration, root length, rhizome, and underground biomass were excellent at EC 1.0 dS/m. For nutrient supply, providing germinated seeds with 600 ml of urea twice a week when watering resulted in a 25% improvement in aboveground and underground root fresh weights compared to the conventional practice(only water), which led to the further development of the root length and formation and the decrease of the seedling period.

Key words : *Platycodon grandiflorum*, Plug seedling, Nutrient solution, Bed soil composition, Nutrient supply

1. 연구목표

도라지(*Platycodon grandiflorum* A. De Candolle.)는 초롱꽃과에 속하는 다년생 초본작물로 한국, 중국 및 일본 등지에 널리 자생하고 있다. 재배면적은 2021년 기준 전국 602 ha 이고 경남은 59 ha를 차지하는 주요 약용작물로서 염증성 호흡기 질환치료 및 식용으로 다양하게 사용되고 있다(통계청, 2021). 늘어난 수명과 건강에 대한 관심이 증가하고 질병에 장기 노출되면서 약용작물에 대한 소비가 늘어나고 있으며 이로 인해 약용작물의 시장규모는 연평균 5.3%로 증가하는 추세이다. 이에 반해 약용작물의 종자보급률은 19.3%(2015년)로 낮은 실정이다. 약용작물에 대한 연구는 기능성 물질 분석과 토양 특성, 시비효과 등에 관한 연구는 많으나 대량생산을 위한 공정육묘에 대한 연구는 미비하다. 인삼의 경우 시설 재배를 위한 수정재배에 적합한 배지는 팽연왕겨 40+원예상토 60 비율, 양액 농도는 EC 1.1 dS/m로 처리했을 때 생육이 우수하였으며(농진청, 2009), 새싹인삼 재배용 상토의 경우 상토 60+마사토 20+코코피트 20, 상토 60+코코피트 30+부엽토 10에서 지하부 생육이 우수하였다(충남도원, 2018). 도라지를 시설내에서 육묘할 경우 육묘 기간이 60일 정도로 길어서 육묘 후반기에 모잘록병 발생 우려가 있고 생육이 일부 균일하지 않은 문제점이 있다. 본 시험은 온실내에서 건설한 도라지 모종 생산과 육묘 기간을 단축하기 위해 트레이 육묘용 적정 양액 및 상토 선발, 양분 공급방법에 대한 기술을 개발하고자 수행하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 경남 함양지역의 경남농업기술원 약용자원연구소 내에 있는 약용작물종자보급센터 온실에서 2020년부터 2022년까지 3년간 도라지 ‘장백’ 품종을 대상으로 수행하였다. 도라지 종자는 연구소 시험포장에서 전년도 10월 하순경에 수확한 종자를 사용하였다. 파종 전 종자소독제인 프로클로라제 유제에 8시간 침지한 뒤 24시간 동안 4℃에 냉장저장 후 128구 트레이에 파종하여 육묘하였다. 1년차(2020)에는 도라지 트레이 육묘용 적정 양액선발을 하였고, 2년차(2021)는 트레이 육묘용 적합 상토 선발, 3년차(2022)는 도라지 육묘 시 적정 양분 공급량을 구명하기 위하여 수행되었다.

시험 1은 약용작물종자보급센터 온실에서 트레이 육묘용 적정 양액 선발을 하기 위해 EC 농도를 무처리, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 dS/m로 7처리를 하였다. 파종 후 30일간은 관행대로 1일 2회 물만 공급하여 육묘하였다. 이후 30일간은 주 2회 양액을 농도별로 처리한 후 생육 단계별로 특성을 조사하였다. 시험 2는 트레이 육묘에 적합한 상토 배합 비율을 구명하기 위해 상토 100, 상토 80+버미큘라이트 20, 상토 60+코코피트 20+마사토 20, 상토 60+코코피트 10+마사토 10+버미큘라이트 20, 코코피트 60+펠라이트 40, 코코피트 60+펠라이트 20+버미큘라이트 20의 배합 비율로 상토를 조성하였다. 조성상토를 128구 트레이에 넣어 파종 후 육묘 한 플러그 묘의 생육특성을 조사하였으며, 본포에 정식 후 생육정도를 비교하였다. 시험 3은 육묘 단계에서 적정 양분 공급량 및 공급 횟수 구명을 위해 대조구(물), 양분 400 ml, 양분 600 ml, 양분 800 ml, NPK 600 ml, 요소 600 ml 처리구별로 발아가 된 이후부터 주 2회 공급하였다. 육묘 한 40일, 50일, 60일 묘의 생육을 조사하였고, 본포에 정식하여 수확 후 지상부, 지하부 및 종자 발아율 특성을 조사하였다. 시험 1, 2, 3 모두 처리구별로 30주씩 조사하여 평균값을 사용하였으며, 조사기준은 농업과학기술 연구조사분석기준에 따라 생육특성을 조사하였다. 토양의 화학성분 분석은 토양화학분석법(국립농업과학원, 2010)을 적용하여 EC, pH는 토양 10 g에 50 ml의 증류수를 가한 후 1:5

비율로 희석하여 비이커를 저어주면서 1시간 정치를 한 후 EC meter(Orion 3STAR EC meter, Orion Research Inc., Boston, USA)와 pH meter(Orion 520A pH meter, Orion Research Inc., Boston, USA)로 각각 분석하였다. 그리고 유기물은 Tyurin법으로 분석하였으며, 유효인산은 Lancaster법으로 비색계(UV-1650PC, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 사용하여 분석하였다. 치환성 칼륨, 칼슘, 나트륨, 마그네슘의 양이온은 1M NH₄OAc로 추출하여 ICP(AAnalyst 300, Perkin-Elmer, Norwalk, USA)로 분석하였으며, 질산태 질소는 킬달증류법으로 정량하였다. 발아율 조사는 처리구별 10월 하순에 수확한 종자를 100립 정선하여 종자소독제에 8시간 침지 후 항온기에 20°C±1 기준으로 15일간 발아율을 조사하였다. 통계분석은 95% 신뢰수준에서 던칸의 다중검증법을 적용하여 처리하였다.



<약용작물종자보급센터 온실 및 128구 트레이 육묘>

<도라지 '장백' 품종>

그림 1. 온실 및 품종 사진

3. 결과 및 고찰

(시험 1) 도라지 플러그 육묘에 대한 적정 양액 선발

도라지 육묘에 사용된 시판 원예용 상토의 무기성분 함량(표 1)과 양액 처리 후 상토의 무기성분 함량 변화를 살펴보면(표 2) 양액 처리 전 시판 상토의 무기성분 함량은 pH 5.7 약산성으로 도라지 생육에 적합하였으며, EC는 0.66 dS/m 로 낮은 경향이였다. 파종 후 30일 이후부터 주 2회 양액을 처리한 상토의 무기성분 변화를 표 2로 살펴보면 pH는 대조구(물)의 경우 6.3이며 EC 3.0 dS/m 처리구는 5.4로 EC 처리농도가 높아질수록 pH는 낮아졌다. 유기물과 유효인산, 치환성 양이온 함량은 Na를 제외하고 높아지는 경향이였다.

표 1. 양액 처리 전 시판 상토의 무기성분 함량

구 분	pH (1:5)	EC (dS/m)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/L)	K	Ca	mg	Na	수분	T-N
					-----	cmol/L	-----	---- %	---	
시판 상토*	5.7	0.66	23.9	150.1	1.38	2.46	1.34	0.95	42.5	0.31

*원예용 상토

표 2. 양액 처리 후 상토의 무기성분 함량 변화

처리내용	pH (1:5)	EC (dS/m)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/L)	K	Ca	mg	Na	수분	T-N
					-----	-----	-----	-----	-----	-----
대조구*	6.3	0.04	8.7	68	1.23	3.18	1.28	0.73	74.9	0.28
EC 0.5	6.4	0.06	9.5	91	1.64	3.98	1.54	0.56	75.4	0.42
EC 1.0	6.4	0.11	11.6	287	1.29	3.67	1.30	0.30	68.1	0.24
EC 1.5	6.1	0.25	11.5	161	2.31	4.04	1.35	0.24	70.3	0.34
EC 2.0	5.7	0.43	9.5	167	2.75	4.14	1.28	0.21	71.4	0.52
EC 2.5	5.5	0.74	9.0	270	3.56	4.47	1.39	0.29	68.0	0.39
EC 3.0	5.4	0.73	10.1	270	3.67	4.20	1.21	0.17	67.6	0.64

*대조구는 관행대로 물만 공급

시험은 약용작물종자보급센터 온실 내에서 5월 9일 파종하여 30일은 관행대로 1일 2회 물만 공급하였고, 발아가 된 후 30일간은 주 2회 양액을 처리하여 60일간 육묘하였다. 처리별 도라지 묘의 생육특성을 7월 8일 조사하였다. 표 3에서 보는 바와 같이 EC 1.0 dS/m 처리구의 뿌리 성형정도가 3.9, 근장 112 mm, 근경 3.89 mm, 지하부 생체중 0.35 g으로 유의적 차이를 나타내어 지하부 생육이 우수한 것으로 보였다. 출현율은 EC 0.5 dS/m 처리구가 85.7%로 좋았으며 그 외 처리구는 81.3 ~83.1%의 출현율을 보였다. 그리고 EC 3.0 dS/m 처리구와 EC 1.5 dS/m 처리구 출현율은 76.6~77.1%로 낮게 나타났다. 엽록소 함량과 엽수는 그림 3과 같이 처리농도가 높아질수록 증가하는 경향이였다.

표 3. 양액 처리 후 60일 도라지 묘 생육특성

처리내용	출현율 (%)	성형 정도 (0~5)	초장 (mm)	경경 (mm)	엽수 (매/주)	근장 (mm)	근경 (mm)	엽록소 함량 (%)	생체중(g/주)		T/R율 (%)
									지상부	지하부	
대조구	83.1abcz*	3.5bc	51e	1.20d	6.7c	99bc	2.78b	17.1e	0.29d	0.17c	171e
EC 0.5	85.7a	3.7b	124d	1.56c	8.5b	105b	3.57a	20.8d	0.81c	0.25b	333d
EC 1.0	81.5abc	3.9a	172c	1.89b	9.0b	112a	3.89a	25.3c	1.36b	0.35a	386d
EC 1.5	77.1bc	3.6b	189b	2.14a	9.6a	102b	3.75a	27.7b	1.53a	0.26b	583c
EC 2.0	81.3abc	3.4c	191b	2.04ab	9.6a	92d	3.09b	28.9a	1.54a	0.18c	847b
EC 2.5	83.3ab	3.4c	202a	1.99b	9.9a	94cd	3.00b	28.1ab	1.67a	0.17c	990a
EC 3.0	76.6c	3.6b	189b	1.94b	9.8a	100b	2.96b	28.7ab	1.62a	0.19c	849b

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.



그림 2. 양액 처리별 생육 사진

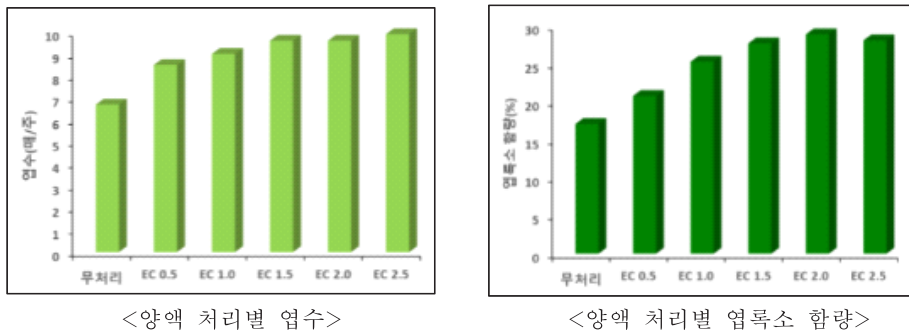


그림 3. 양액 처리별 생육 사진

지상부, 지하부 생체중 변화를 양액 처리 전 생육과 처리 후 10일, 20일, 30일 간격으로 살펴보면 표 4에서 보는 바와 같이 지상부의 생체중은 양액 처리 전 무게는 0.085~0.119 g 이었고 처리 후 생체중 변화는 처리농도가 증가하고 처리기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였다. 지상부 생체중 증가는 무처리구의 경우 3.4배 증가하는 반면 EC 3.0 dS/m 처리구는 13.5배 증가하여 EC 농도가 높을수록 지상부 생체중 증가도 높은 것으로 나타났다. 지하부 생체중은 EC 1.0 dS/m 처리구가 처리기간이 경과할수록 높게 나타났다. 포장 정식 후 생체중도 그림 4에서 보는 바와 같이 EC 1.0 dS/m가 가장 높아 생육이 우수한 것으로 나타났다.

표 4. 양액 처리 후 생육 단계별 지상부, 지하부 생체중 변화

처리내용	지상부 생체중 (g/주)				지하부 생체중 (g/주)			
	처리전	처리후 10일	처리후 20일	처리후 30일	처리전	처리후 10일	처리후 20일	처리후 30일
무처리	0.085	0.226	0.387	0.291	0.019	0.121	0.238	0.170
EC 0.5	0.104	0.361	0.768	0.807	0.020	0.108	0.287	0.249
EC 1.0	0.120	0.581	1.262	1.362	0.030	0.118	0.275	0.353
EC 1.5	0.132	0.688	1.392	1.533	0.025	0.099	0.222	0.263
EC 2.0	0.151	0.771	1.417	1.537	0.032	0.100	0.181	0.184
EC 2.5	0.147	0.731	1.383	1.668	0.017	0.108	0.202	0.171
EC 3.0	0.119	0.641	1.326	1.617	0.016	0.094	0.182	0.191

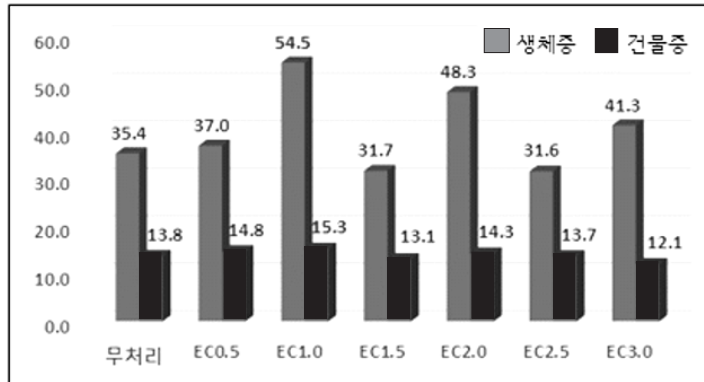


그림 4. 양액 처리별 포장 정식 후 생체중, 건물중 비교

(시험 2) 도라지 플러그 육묘용 적정 상토 선발

도라지 등 약용작물 육묘 시 시중에서 판매되는 원예용 상토를 사용하고 있다. 도라지는 과중과 육묘 기간은 60일 정도로 길어서 생육 후반기 모잘록병 발생 우려가 있고 묘소질이 균일하지 않아서 건전한 종묘 생산에 필요한 양분·수분 조절을 위해 플러그 육묘용 적정 상토를 선발하고자 본 연구를 수행하였다. 시판중인 원예용 상토의 배합 비율을 표 1에서 살펴보면 코코피트가 68%로 가장 많이 포함되어 있으며 그다음 피트모스 14.73%, 그 외 펠라이트, 질석, 제올라이트가 17% 기타 비료 등 0.27%로 배합되어 있다.

표 1. 시판 원예용 상토의 배합 비율

구 분	코코피트	피트모스	펠라이트	질석	제올라이트	비료	습윤제	pH조절제
배합 비율(%)	68	14.73	7	6	4	0.201	0.064	0.005

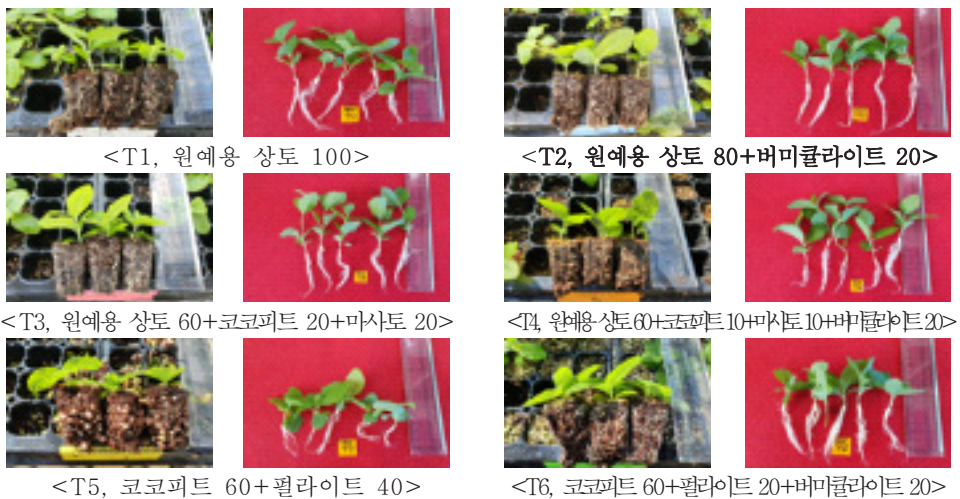


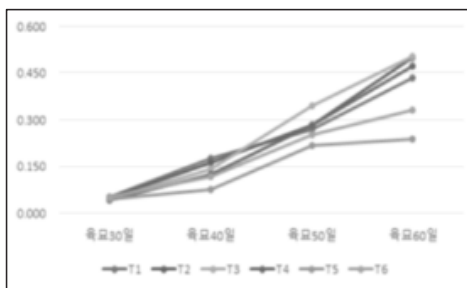
그림 1. 상토 배합 비율에 따른 도라지 생육사진

도라지 트레이 육묘에 적합한 상토 배합 비율을 구명하기 위해 T1(상토 100), T2(상토 80+버미큘라이트 20), T3(상토 60+코코피트 20+마사토 20), T4(상토 60+코코피트 10+마사토 10+버미큘라이트 20), T5(코코피트 60+펠라이트 40), T6(코코피트 60+펠라이트 20+버미큘라이트 20) 배합 비율로 조성하였다. 도라지 종자는 종자소독제인 프로클로라제 유제로 8시간 침지 후 24시간 냉장저장 하였다. 128구 트레이에 T1~T6까지 상토 배합 비율별로 종자를 1립씩 파종하였다. 육묘는 시험 1차림 파종 후 30일은 관행대로 1일 2회 물만 공급하고 발아가 된 후부터 30일 동안 주 2회 양액을 처리하였다. 60일간 생육한 도라지묘의 생육특성을 처리구별로 30주씩 조사하였다. 상토 배합 비율에 따른 도라지 60일 묘의 생육특성을 표 2에서 보는 바와 같이 T2(원예용 상토 80+버미큘라이트 20) 처리구가 근장 88 mm, 근경 2.94 mm, 뿌리의 성형정도 3.4이며, 지상부, 지하부 생체중 0.500 g, 0.175 g과 지상부, 지하부 건물중 0.073 g, 0.024 g으로 유의미한 차이를 나타내었다. T3(원예용 상토 60+코코피트 20+마사토 20)처리구는 초장이 높은것으로 나타났다. 그림 2의 생육단계별로 30일, 40일, 50일, 60일 묘의 지상부, 지하부 생체중을 보면 T2(원예용 상토 80+버미큘라이트 20) 처리가 높게 나타나 생육이 우수하였다.

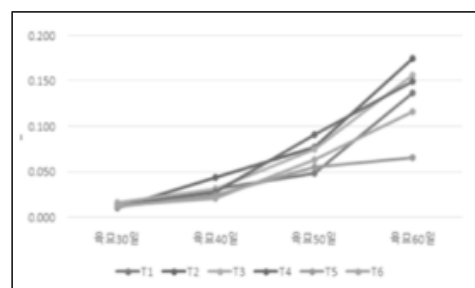
표 2. 상토 배합 비율에 따른 도라지 묘 생육특성

처리 내용	초장 (mm)	엽수 (매/주)	경경 (mm)	근장 (mm)	근경 (mm)	성형 정도 (0~5)	엽록소 함량 (%)	생체중(g/주)		건물중(g/주)	
								지상부	지하부	지상부	지하부
T1	75b*	6.7a	1.18ab	76b	2.80a	2.9b	22.8b	0.433b	0.137ab	0.070a	0.021ab
T2	78ab	6.6a	1.26ab	88a	2.94a	3.4a	23.2ab	0.500a	0.175a	0.073a	0.024a
T3	82a	6.9a	1.30a	80ab	2.94a	3.1ab	24.2a	0.504a	0.156ab	0.069a	0.022ab
T4	80ab	6.9a	1.28a	81ab	2.89a	3.1ab	23.2ab	0.471ab	0.149ab	0.068a	0.021ab
T5	42d	5.9b	1.12b	54c	1.87b	2.3c	21.7c	0.239d	0.066c	0.032c	0.007c
T6	47c	5.9b	1.17ab	62c	2.63a	2.5c	24.1a	0.332c	0.116b	0.046b	0.016b

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.



<지상부 생체중>



<지하부 생체중>

그림 2. 상토 배합 비율별 지상부, 지하부 생체중

상토 배합 비율에 따른 무기성분 함량을 표 3으로 살펴보면 pH는 처리간에 유의한 차이가 없었으며 유기물 함량과 인산 함량은 T1(원예용 상토 100)과 T2(원예용 상토 80+버미큘라이트 20)가 높게 나타났다. 칼륨은 T2(원예용 상토 80+버미큘라이트 20), 마그네슘은 T1(원예용 상토 100)이 높았다. 수분함량은 T5(코코피트 60+펠라이트 40) 84.7 %, T6 (코코피트 60+펠라이트 20+버미큘라이트 20) 86.6%로 높게 유지되어 코코피트 함유량이 많을수록 수분 보유력이 높은 것으로 판단되었다.

표 3. 상토 배합 비율에 따른 무기성분 함량

처리 내용	pH (1:5)	EC (dS/m)	O.M (%)	P ₂ O ₅ (mg/L)	K Ca mg Na				수분 ---%	T-N ---
					-----	cmol/L	-----	-----		
T1	7.7a*	0.08cd	7.3a	21.9ab	1.07a	2.60c	1.58a	1.98a	75.9bc	0.02a
T2	7.7a	0.09bc	6.7ab	22.4ab	0.97a	3.05b	1.47b	1.94a	79.9b	0.02a
T3	7.5a	0.07d	4.7c	21.0b	1.00a	2.69c	1.43c	1.10b	54.3d	0.02a
T4	7.5a	0.10bc	4.6c	30.5a	0.94a	3.54a	1.46bc	2.09a	71.9c	0.01a
T5	7.5a	0.14a	6.3b	26.9ab	0.76b	1.03e	0.58d	0.36c	84.7a	0.01a
T6	7.7a	0.12ab	5.9b	23.4ab	0.52c	1.55d	0.59d	0.53c	86.6a	0.02a

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

약용작물종자보급센터 온실 내에서 상토 배합 비율별로 60일간 육묘한 도라지 묘를 연구소 시험포장에 정식하여 90일간 재배하여 생육특성을 조사하였다. 표 4와 그림 3에서 보는 바와 같이 T2(원예용 상토 80+버미큘라이트 20) 처리구가 입묘율, 지상부 생체중과 지하부 생체중, 지상부 건물중이 등 전체적인 생육이 가장 우수하였다. 지근수는 T1(원예용 상토 100), T2(원예용 상토 80+버미큘라이트 20)처리구가 많았고, 초장은 T3(원예용 상토 60+코코피트 20+마사토 20)처리구가 높게 나타났으며, 엽수 및 근장은 처리간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

표 4. 본포 정식 후 생육특성

처리 내용	입묘율 (%)	초장 (mm)	엽수 (매/주)	경경 (mm)	근장 (mm)	근경 (mm)	지근수 (개)	생체중(g/주)		건물중(g/주)		지하부 생체중 (kg/10a)
								지상부	지하부	지상부	지하부	
T1	95.4a*	470ab	402.4a	14.3a	243a	19.5a	12.2a	227.5ab	50.2ab	46.1ab	11.4a	526
T2	96.6a	492ab	452.6a	14.2a	267a	19.5a	11.3ab	251.4a	52.4a	50.3a	12.2a	556
T3	88.5bc	501a	495.4a	15.1a	263a	18.8a	7.7cd	218.1ab	45.6ab	45.0ab	10.7a	443
T4	87.9bc	489ab	414.9a	13.0ab	252a	15.7b	9.2bc	199.1b	40.0b	41.6b	9.4a	386
T5	86.2c	452b	371.9a	10.7b	247a	13.8c	5.7d	136.3c	23.3c	29.4c	5.6b	221
T6	93.7ab	457ab	430.8a	11.2b	241a	15.7b	6.1d	153.3c	26.3c	32.9c	6.1b	271

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.



그림. 3. 본포 정식 후 처리별 생육사진.

(시험 3) 도라지 플러그 육묘 양분 공급량 및 공급 횟수 구명

수명 증가와 건강에 대한 관심이 늘어나고 장기간 질병에 노출되면서 염증성 호흡기 질환 치료에 좋은 도라지 소비가 늘어나고 있다. 이로 인해 약용작물 시장규모는 연평균 5.3%로 증가하고 있는 추세이다. 도라지의 재배면적은 2021년 기준 전국 602 ha이고 경남은 59 ha를 차지하는 주요 약용작물이다. 약재와 식용으로 다양하게 사용할 수 있어 경남지역 약용재배 농가의 도라지 모종 분양에 대한 수요도 늘어나고 있다. 그간 약용작물종자보급센터를 통해 2016년부터 지금까지 도라지, 더덕 등 715만주의 약용작물을 분양하였다. 해마다 온실에서 연간 80만주의 도라지 플러그 묘를 생산, 분양하기 위해 3월 초순과 4월 중하순으로 2회에 나누어 파종을 하고 있다. 60일정도 키운 묘를 도라지 지역특화작목단지(4월)와 경남 18개 시군(6월)에 분양을 하는데 2차 분양이 6월 고온기이므로 육묘기간을 단축할 필요성이 있다. 본 연구에서는 플러그 묘 육묘 시 양분 공급량과 공급 횟수를 구명하여 육묘기간을 단축하고자 수행하였다. 양분 공급량은 T1(양분 400 ml), T2(양분 600 ml), T3(양분 800 ml), T4(NPK 600 ml), T5(요소 600 ml), T6(대조구) 6처리를 하였으며 공급 횟수는 주 2회로 처리하여 그림 1과 같이 육묘하였다.



그림 1. 도라지 플러그 묘 양분 처리별 생육

도라지 플러그 묘 육묘기간 단축을 위한 양분 공급 방법을 구명하기 위해 시험 1, 시험 2의 결과를 반영하여 상토는 원예용 상토 80+버미큘라이트 20 배합으로 사용하였고, EC 농도는 1.0 dS/m 맞추어 양분 공급량을 설정하였다. 도라지 종자는 전년도 10월 하순에 연구소 시험포장에서 채종한 종자를 사용하였다. 종자소독 후 128구 트레이에 3월 21일 파종하여 발아 전까지 물만 공급하여 육묘 후 발아 후부터 주 2회씩 총 14회 양분 공급량을 달리하여 처리하였다. 조사는 40, 50, 60일간 육묘하여 처리구당 30주씩 생육특성을 조사하여 표 1, 표 2, 표 3에 나타내었다. 표 1에서 보는 바와 같이 40일 묘의 경우 NPK 600 ml 처리구의 초장 생육이 우수하였다. 표 2의 50일 묘, 표 3의 60일 묘는 요소 600ml 처리구가 초장, 지상부 생체중, 엽장, 엽폭, 근장, 경경 생육이 우수한 것으로 나타났다. 요소 600ml 60일 묘는 지하부 생근중과 근경이 대조구(물)보다 각각 25, 29%로 증수하여 전체적인 생육이 우수하였다. 대조구(물)와 양분 400ml 처리구의 생육은 전반적으로 저조하였다. 양분 공급을 주 1회만 한 경우 처리간 유의미한 차이가 나타나지 않아 주 2회 처리를 하였다. 육묘 시 관행(물 공급)적으로 1일 2회 물만 공급하여 육묘하는 것보다 요소를 주 2회 물과 함께 공급할 경우 지상부, 지하부 생육이 촉진되어 육묘 기간 단축이 가능할 것으로 판단되었다.

표 1. 양분 처리별 40일 도라지 플러그 묘 생육특성

구분	초장	엽수	엽장	엽폭	경경	근장	근경	생체중(g/주)	
	mm	매/주	-----			mm	-----		지상부
T 1	37.3b*	6.0	18.5	13.1	1.09	86.2	0.9	0.13	0.11
T 2	36.5b	6.0	19.3	13.3	1.10	84.1	0.8	0.14	0.14
T 3	38.2b	6.0	19.3	13.9	1.16	85.8	0.8	0.14	0.11
T 4	42.7a	6.0	20.8	13.9	1.16	84.4	0.9	0.14	0.11
T 5	39.1b	6.0	19.6	13.8	1.19	83.3	0.9	0.17	0.10
대조구**	39.0b	6.0	19.4	13.4	1.09	83.9	0.9	0.14	0.08

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

** 대조구는 관행적 육묘방식으로 물만 공급

표 2. 양분 처리별 50일 도라지 플러그 묘 생육특성

구분	초장	엽수	엽장	엽폭	경경	근장	근경	생체중(g/주)	
	mm	매/주	-----			mm	-----		지상부
T 1	54.1d*	7.0	28.4c	16.2d	1.37c	96.4bc	2.4	0.21d	0.23c
T 2	53.5d	7.2	29.6c	16.6d	1.43b	95.2d	2.5	0.25cd	0.30ab
T 3	63.7c	7.3	33.8b	18.7c	1.42b	97.0b	2.5	0.29bc	0.31a
T 4	74.9b	7.8	35.5b	20.6b	1.30d	96.8b	2.3	0.32b	0.28ab
T 5	103.5a	8.1	43.9a	27.1a	1.55a	99.6a	2.4	0.55a	0.26bc
대조구	53.4d	7.3	29.6c	17.1cd	1.37c	95.9d	2.5	0.24cd	0.29ab

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.



표 3. 양분 처리별 60일 도라지 플러그 묘 생육특성

구분	초장	엽수	엽장	엽폭	경경	근장	근경	생체중(g/주)	
	mm	매/주	----- mm -----			----- mm -----		지상부	지하부
T 1	69.5e*	7.9	33.5d	18.3d	1.28d	99.2ab	3.1c	0.31c	0.48b
T 2	82.4c	8.0	35.9cd	19.5cd	1.27d	100.6ab	3.3b	0.39c	0.56b
T 3	82.0c	8.0	37.3c	20.7c	1.34c	100.7ab	3.3b	0.41c	0.56b
T 4	118.3b	8.1	43.5b	23.4b	1.49b	97.0b	3.4b	0.59b	0.53b
T 5	171.8a	8.5	53.8a	31.6a	1.63a	100.9ab	4.0a	0.98a	0.64a
대조구	78.0d	8.0	35.1cd	19.6cd	1.26d	106.2a	3.1c	0.35c	0.51b

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

도라지 생육은 약산성 토양에서 잘 자라는데 시험포장의 정식 전과 정식 후 토양 화학성을 표 4에서 살펴보면 pH는 6.0~6.6의 약산성으로 나타났다. 유기물과 유효인산 함량은 높아졌으며 치환성 양이온은 낮게 나타났다. 이러한 결과는 식재 전 유기물을 시용해서 토양 내 유기물과 인산 함량은 높아진 것으로 보인다. 양분 처리구별로 포장에 5월 하순경 정식 하여 10월 하순에 수확하여 생육특성을 조사하였다. 표 5에서와 같이 T5(요소 600 ml) 처리구가 근경이 26.3 mm로 뿌리 직경이 비대한 것으로 나타났으며 꼬투리수도 많았다. 처리별로 포장에 식재 후 생육상태는 처리간 큰 차이가 없는 것으로 나타나 육묘 단계에서 요소를 생육 초기에 공급하여 육묘기간을 단축하는 것이 후기 생육에 문제가 없는 것으로 판단되었다.

표 4. 도라지 정식 전, 후의 토양 화학성 분석

구분	pH	EC	유기물	유효인산	K	Ca	mg	Na	T-N
	1:5	dS/m	g/kg	mg/kg	----- cmol/L -----				%
전	6.0	1.26	24	390	0.44	5.39	1.29	0.25	0.19
후	6.6	0.23	39	429	0.35	4.54	1.00	0.10	0.16

표 5. 수확 후 도라지 생육특성(2022. 10. 24.)

구분	초장	엽장	엽폭	경경	근장	근경	지근수	생체중(g/주)		T/R율 %
	----- mm -----				----- mm -----		개/주	지상부	지하부	
T1*	427.3	63.2	37.4	15.95bc§	278.3	24.3b	4.5	100.51	106.22b	0.93
T2	445.9	63.7	37.3	14.83bc	272.1	22.0b	4.9	112.23	135.40a	0.83
T3	416.4	61.6	35.8	16.49ab	281.5	22.9b	5.4	85.92	77.07b	1.10
T4	435.7	61.4	35.6	17.44a	260.8	24.4b	5.0	85.22	97.71b	0.87
T5	449.6	63.8	37.7	16.97ab	288.2	26.3a	6.3	112.94	104.81b	1.06
대조구	426.0	64.7	37.4	14.41c	275.2	22.2b	5.9	99.70	101.68b	1.01

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

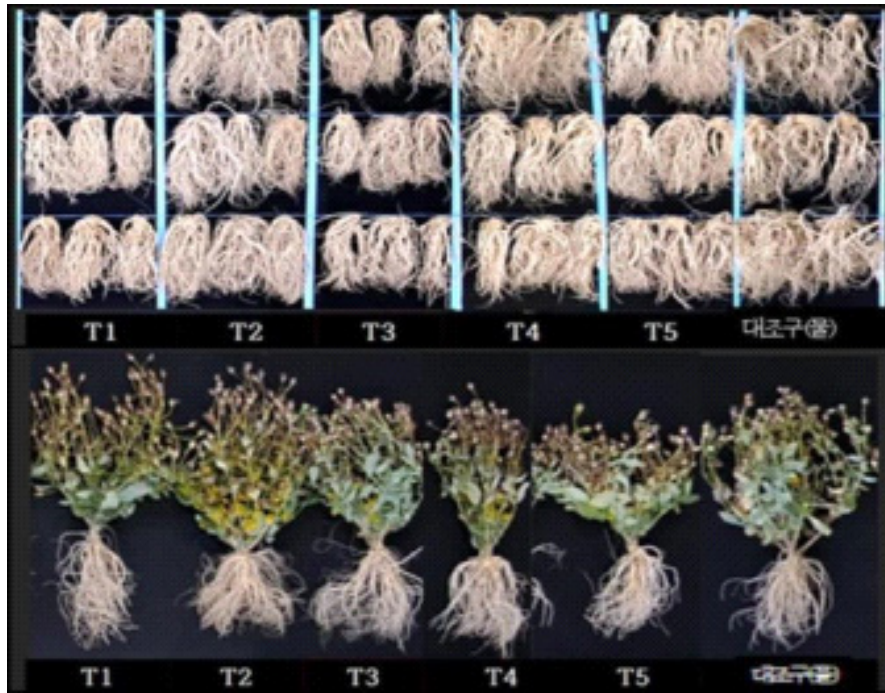


그림 2. 도라지 플러그 묘 양분 처리별 생육

도라지는 종자가 미립종이고 저장기간이 길어질수록 발아율은 낮아지고 부패율은 높아진다. 농가에서는 직파할 때 종자의 발아가 낮은 문제점이 있다. 재배기간이 2년 된 도라지 종자가 발아율이 좋다는 보고가 있는데 1년 재배 도라지 종자의 발아율을 알아보기 위해 10월 하순경 도라지 종자를 채종하여 발아율 검사 결과를 표 6에 나타내었다. 도라지 종자의 발아 최적온도는 20~25℃이며, 처리구별로 수확한 도라지 종자를 정선 후 종자소독제에 침지한 다음 저온 4℃에 저장 후 항온기 20℃±1에서 15일 동안 관찰 한 결과 T5(요소 600 ml)와 T4(NPK 600 ml) 처리구의 발아율은 100%였으며 대조구(관행 물)의 발아율은 낮게 나타났다.

표 6. 수확 후 꼬투리수 및 종자 발아율

구분	꼬투리수 개/주	발아율(%)**	
		10일	15일
T1	101.4b*	49	98
T2	92.4c	64	98
T3	99.0b	59	99
T4	95.1c	64	100
T5	107.0a	60	100
대조구	98.3b	65	92

*Values within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

**발아 온도 : 20℃±1



그림 3. 수확 후 종자 발아율

4. 결과요약

본 시험은 온실내에서 건설한 도라지 모종 생산과 육묘 기간 단축을 위해 시설재배용 트레이 육묘에 적합한 양액 및 상토 선발, 양분 관리기술을 개발하고자 2020년부터 2022년까지 3년간 약용작물종자보급센터 온실 내에서 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(시험 1) 도라지 플러그 육묘에 대한 적정 양액 선발

가. 양액 농도별로 EC 0.5~3.0 dS/m 농도를 다르게 처리하여 60일간 육묘했을 때 EC 1.0 dS/m 처리구의 뿌리 성형정도가 좋고 근장, 근경, 지하부 생체중이 유의적 차이를 보여 지하부의 생육이 우수한 것으로 나타났으며, 지상부의 생체중은 양액 처리 농도와 처리기간이 경과할수록 증가하는 경향을 보였음

(시험 2) 도라지 플러그 육묘용 적정 상토 선발

가. 시판중인 원예용 상토의 배합 비율은 코코피트가 68%로 많이 포함되어 있으며 피트모스 14.73%, 그 외 펠라이트, 질석, 제올라이트가 17% 기타 비료 등 0.27%로 배합되어 있음. 상토 배합 시 코코피트의 배합비율이 높을수록 수분 보유력이 높게 나타남
나. 플러그 묘 육묘에 적합한 상토 비율은 원예용 상토 80%에 버미큘라이트 20%로 배합했을 때 근장, 근경, 뿌리의 성형정도가 좋고, 지상부와 지하부 생체중 그리고 지상부, 지하부 건물중이 유의적 차이를 나타내어 생육이 우수하였음

(시험 3) 도라지 플러그 육묘 양분 공급량 및 공급 횟수 구명

가. 온실 내에서 플러그 육묘 시 양분공급 방법은 요소 600 ml을 주 2회 물과 함께 공급할 때 관행(물 공급)보다 초장 및 지상부 생체중은 2배 이상 생육이 우수하였고, 지하부 생근중은 무처리보다 25% 증수하여 육묘 기간이 단축 가능할 것으로 판단되었음

나. 포장에 식재 후 생육정도를 비교했을 때 요소 600 ml 처리구의 근경이 비대하는 것으로 나타났으며 개체당 꼬투리수도 많았음. 발아율도 100% 발아기 이루어져 육묘 단계에서 요소를 생육 초기에 처리하여 육묘 기간을 단축하는 것이 후기 생육에 문제가 없는 것으로 판단되었음

5. 인용문헌

Yu J., 2016. Effects of Nutrient Solution on Growth and Amount of Ginsenoside of Two Year Old Ginseng Grown under Hydroponic Culture. Korean Journal of Medicinal Crop Science 24(3), 198-206.

Ko JH., 2015. Effects of hormone on adventitious root formation and protein profiling of auxin induced tetraploid roots from various explants in Platycodon grandiflorum.

Lee BJ., 2014. mistry and Saponins Content of Platycodon grandiflorum Radix. Cultured from Different Sites in Gyeongnam Province. Korean J. Medicinal Crop Sci. 22(6):463-468.

Kim HG., 2007. Effects of Mixing Ratio of Substrates and Concentration of Fertigation in Nutrient Solutions on the Early Growth of Cucumber Plug Seedlings. Journal of Bio-Environment Control, 16(2):101-107.

천미진. 2019. 블루베리 양액배치 적정 상토선발(경남농업기술원 시험연구보고서)

함인기. 2017. 플러그 트레이 규격 및 육묘일수가 머위 묘소질에 미치는 영향. 한국원예학회지. p76.

송정섭. 2002. 육묘기간 및 트레이 종류가 옥잠화 실생묘의 생장에 미치는 영향. 원예과학기술지. p104.

남효훈. 2002. 육묘기간과 트레이 크기가 초화류 묘생산에 미치는 영향. 원예과학기술지. p104.

강진호. 2001. 입묘율 향상을 위한 더덕 종자의 처리 효과. 한약작지. p68-75.

안철근. 2000. EC농도가 착색단고추 육묘시 소질에 미치는 영향(경남농업기술원 시험연구보고서)

농촌진흥청. 2012. 농업과학기술 연구조사분석기준. p800-805.

6. 연구결과 활용

연도 (연차)	활용구분	제 목
2020년도 (1년차)	영농기술정보	○ 도라지 플러그 육묘 시 적정 양액농도
2021년도 (2년차)	학 술 발 표	○ 도라지 플러그 육묘 시 적정 양액농도 설정
	영농기술정보	○ 도라지 플러그 육묘용 적정 상토 복합비율
2022년도 (3년차)	학 술 발 표	○ 도라지 플러그 묘 온실 육묘 시 상토조성에 따른 생육 비교
	영농기술정보	○ 도라지 플러그 묘 양분공급으로 생육촉진 및 육묘기간 단축

7. 연구원 편성

세부과제	구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도		
						'20	'21	'22
1) 도라지 플러그 육묘 시 양분 관리 기술 개발	책 임 자	약용자원연구소	농업연구사	김윤숙	연구총괄			○
	공동연구자	단감연구소	농업연구사	조용남	자료분석	○	○	○
	공동연구자	약용자원연구소	교 수	김태원	자료분석	○	○	○
	공동연구자	약용자원연구소	농업연구사	이상은	자료분석		○	○
	공동연구자	약용자원연구소	농업연구사	허재영	자료분석			○
	공동연구자	약용자원연구소	농업연구관	이홍수	업무조정			○