

영역	어젠다	대과제	과제 및 세부과제명	기관/과명	책임자	구분	수행기간
3	2	2	주요 발작물 기계이식에 적합한 육묘 기술 개발	생산기술 개발과	한원영	고유	'17~'19
			1) 콩·팥 육묘기술 개발	생산기술 개발과	한원영	고유	'17~'19
			2) 참깨·들깨 육묘기술 개발	생산기술 개발과	박진기	고유	'17~'19
			3) 조·기장의 생력재배를 위한 육묘기술 개발	생산기술 개발과	한길수	고유	'17~'19
			4) 발작물용 트레이 육묘의 기계이식 적합성 시험	국립 농업과학원	전현종	고유	'17~'19

### 〈 Summary 〉

Purpose& Contents	<p>&lt;Research goal&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Development of seedling culture and mechanical transplanting technology adaptable to the machine of soybean, adzuki bean, sesame, perilla, foxtail millet and millet which were difficult to seeding improvement in the direct sowing</li> </ul> <p>&lt;Contents&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Selection of nursery bed soil, tray and seeding days for the soybean and adzuki bean seedling culture technology</li> <li>○ Analysis of plant height, degree of root formation, seedling quality according to the seeding days for the soybean and adzuki bean seedling culture technology adaptable to the machine</li> <li>○ Technology development of inhibition the over growth in the soybean and adzuki bean</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Evaluation of sesame seedling <ul style="list-style-type: none"> <li>- 128~220 cell tray semi-automatic transplanting machine <ul style="list-style-type: none"> <li>* Seedlings are appropriate 28 days in horticultural soil(72 cell tray is inadequate due to adverse mat formation</li> </ul> </li> <li>- 128 cell tray automatic transplanting machine <ul style="list-style-type: none"> <li>* Since mat formation is important, seedlings are appropriate for 28 days in horticultural soil</li> </ul> </li> <li>- 220 cell tray automatic transplanting machine <ul style="list-style-type: none"> <li>* Since growth of the ground is important, the mechanical transplanting is possible considering the height and mat formation when raising seedlings for about 35 days.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>○ Evaluation of perilla seedling <ul style="list-style-type: none"> <li>- 128~220 cell tray semi-automatic transplanting machine <ul style="list-style-type: none"> <li>* Seedlings are appropriate 23 days in paddy rice soil</li> </ul> </li> <li>- 128 cell tray automatic transplanting machine <ul style="list-style-type: none"> <li>* Since growth of the ground is important, seedlings are appropriate for 23 days in paddy rice soil</li> </ul> </li> <li>- 220 cell tray automatic transplanting machine <ul style="list-style-type: none"> <li>* It is difficult to raise more than 15cm in 220 cell tray, so the</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>

	mechanical transplanting is not suitable
Results	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ In the sowing and formal stages, the mechanization rate of the seedling is very low. So, it is necessary to introduce the farming technology for the sowing and the formal cultivation. <ul style="list-style-type: none"> <li>- In direct seed cultivation of seeds, if seeds are small, it has difficulty in securing initial seeds due to several factors such as ensuring appropriate population, harming birds, and competing with weeds.</li> <li>- To overcome those difficulties, It is necessary to develop a technology that utilizes and optimizes the existing vegetable transplanting machine that automatically feeds the seedling with the standardized plug seedling.</li> </ul> </li> <li>○ This study was conducted to investigate the effects of commercial cultivars on growth and root formation based on the type of soil for the development of appropriate seedling technology for mechanically cultivated millets (Foxtail millet, <i>Setaria italica</i>) and (Proso millet, <i>Panicum miliaceum</i> L.). <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tested varieties and seedling time <ul style="list-style-type: none"> <li>- Test varieties: Joe (samwon), and Kijang (bacon)</li> <li>- Seedling time: (1st year) Late April to late August, 2017, (2nd year) Early May to August - Late August, 2018.</li> </ul> </li> <li>2. Seedling tray: 128 ball, 220 ball (automatic tray only), and rice seedling box (midwife).</li> <li>3. Seedling selection <ul style="list-style-type: none"> <li>- Review the main ingredient ratio by application and type for 170 products.</li> <li>- The soil classification was divided into following, light weight, semi-weight, light weight for horticulture.</li> </ul> </li> </ol> </li> </ul> <p>Results and Discussion</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comparison of planting time and tray length <ul style="list-style-type: none"> <li>- Growth of seedling, seedlings of Joe and Killer was affected by the order of trays&gt; sowing date.</li> <li>- The 128-ball trays were 32.7% higher(average 35.8%) than the 220balls.</li> </ul> </li> <li>2. Evaluation of Growth of Soil Cultivars in Spotted Seedlings <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plant: Seedling 15 days, Seedling 20 days, Excellent in S1 and S2 soil. <ul style="list-style-type: none"> <li>* The correlation between stem length (R = 0.927), root length (R = 0.706) and fresh weight (g).</li> <li>* The correlation between stem length (R = 0.965), root length (R = 0.619) and fresh weight (g).</li> </ul> </li> <li>- Seedling evaluation (18 ± 2cm): Suitable for seeds of 128 days for 15 days and 20 days for 220 days. <ul style="list-style-type: none"> <li>* The most suitable machine for planting seedlings is about 18cm in length.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>3. Evaluation of Growth of Soil Cultured in midwives <ul style="list-style-type: none"> <li>- Using rice nursery box for midwives (20g seeding rate): Excellent in S1 soil, 15 days of seedlings.</li> </ul> </li> </ol>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The soil is superior to the S2 soil and the W1 and W2 soil (for gardening).</li> <li>- Seedling evaluation (18 ± 2cm): 15 days of seedling is appropriate (S1 planting 20 days 28-31cm overgrowth).</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Transplanting rate of transplanters is largely influenced by condition of tray plant.</li> <li>- For sesame, loss rate of transplanting of pick-up type was the range of 18.2%~49.6%, it showed that adaptability of transplanter was low.</li> <li>○ For perilla, soybean, red bean, foxtail millet and millet, loss rate of transplanting of pick-up type was high, it showed that adaptability of transplanter was good, in case of tray red bean with wide leaves. it was totally low.</li> <li>○ For foxtail millet and millet, in case of short hill spacing with 10 cm, the transplanted condition was bad because a planting hopper touches the transplanted plant.</li> <li>○ It was first needed of uniformed breeding technology of tray plant for increasing the transplanting rate, the condition of tray plant influenced the working performance of transplanters.</li> <li>- Working performance of transplanters : 2.09 hrs/10a(pick-up type), 2.08 hrs/10a(push-up type), 2.19 hrs/10a((hand-supply type)</li> <li>○ working performance of transplanter is different as cultivating style(low and hill spacing).</li> <li>- Reduction rate of working time for transplanters compared with a manpower : 80%(pick-up type), 94%(push-up type), 79%((hand-supply type)</li> <li>- Reduction rate of working cost for transplanters compared with a manpower : 80%(pick-up type), 34.5%(push-up type), 25.5%((hand-supply type)</li> </ul>				
Expected Contribution	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Seedling culture technology adaptable to the machine transplanting in the soybean and adzuki bean('18)</li> <li>○ Publication : Seeding Soils and Tray Types Mediate Growth Characteristics of Perilla Seedlings</li> <li>○ Conference(5) : Effect of Seedbed Materials on Plug Seedling for Machine Transplanting of Perilla</li> <li>○ Farming information : Selection of seedbed suitable for machanical transplanting of sesame and perilla</li> <li>○ Using plans of the result <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paper, adaptation for forming, transfer of technical know-how etc.</li> <li>· Adaptation for forming : the proper conditions of plug plants and using effect of transplanters for main cereal crops</li> <li>· Paper : Compatibility and performance of vegetable transplanters for main cereal crops</li> </ul> </li> <li>○ Establishment of machine working system and advance of productivity for transplanters</li> </ul>				
Keywords	Legumes	Oil plants	Cereal crops	Mechanical transplanting	Bed soil

## 제 1 장 연구 개발 과제의 개요

### 제1절 연구 개발 목적

콩 등 발작물은 파종기의 한발·장마와 조류피해 등으로 입모율 확보가 어렵다. 조류에 의한 콩 피해율은 최고 64%, 평균 34.6%로 보고되고 있으며, 피해를 주는 새의 종류는 비둘기, 꿩, 까치 등이 있다('98, 충북). 직파재배시 입모율 확보가 어려워 육묘·이식 재배의 농가 도입이 필요하다. 즉, 발농업 기계화 증진을 위한 규격화된 플러그육묘를 탑재하여 자동으로 묘를 공급후 이식하는 채소이식기를 발작물에 적용기술 개발이 필요하다. 소립 종자인 유지작물(참깨·들깨)과 잡곡(조, 기장)은 출아후 인력에 의한 솟음작업에 노동력이 많이 소요되어 생력화에 어려움이 많다. 참깨의 노력시간 비율(%)은 파종 16.3, 제초 및 솟음 16.7(전체 125.5시간/10a)이며, 들깨의 노력시간 비율(%)은 파종 20.8, 제초 및 솟음 37.9(전체 32.7시간/10a)이다.

상토는 육묘시 매우 중요하나 발작물용은 없고, 원예용으로 개발된 상토를 이용하고 있다(상토는 비료관리법에 의해 비료로서 공정규격으로 관리됨). 육묘 기계정식은 소립종자 직파의 어려움과 솟음 노력을 줄일 수 있으며, 적정 개체수 확보, 조류 피해 예방, 잡초와의 경합 등 초기 입모 확보의 어려움을 해결할 수 있다.

육묘는 적절한 상토, 플러그 트레이, 발아, 생장조절, 병해충관리, 뿌리 형성 및 활착 등 기술이 집대성된 종합 방법이다. 발농업 기계화를 증진을 위하여 기계화율이 낮은 육묘·이식 단계의 기계이식을 위한 기술개발이 본 과제의 목적이다.

참깨(*Sesamum indicum* L.)와 들깨(*Perilla frutescens* var. *japonica* Hara)는 우리나라에서 전통 기름의 원료로 국내 유지작물 총생산액 6,858억원의 85.1%(들깨: 51.6%, 참깨: 33.5%)를 차지하고 있는 중요한 작물이다(MAFRA, 2018a). 들깨의 종실은 기름함량이 40~50%로, 그 중 50% 이상을 차지하고 있는 리놀렌산은 심장질환 예방, 학습능력 향상, 알레르기 치료, 암예방 등 건강 기능성 효과가 널리 알려지면서 수요가 급증하고 있다(Kwak et al., 2018; Jeong et al., 2014; Kim et al., 2015). 참깨의 종실은 지방 52%, 단백질 20, 탄수화물 20% 정도 함유되어 있으며, 특히 미량 영양상로서 칼슘과 철분 및 비타민도 풍부히 함유하고 있다. 들깨의 재배면적은 2013년 30.1천 ha에서 2017년 43.8% 증가한 43.4천 ha이며, 생산량은 33.4천 톤에서 51.8%가 증가한 50.7천 톤으로 최근 재배면적과 생산량이 꾸준히 증가하고 있다. 참깨의 재배면적은 2013년 23.2천 ha에서 2017년 28.0% 증가한 29.7천 ha이며, 생산량은 12.4천 톤에서 15.3% 증가한 14.3천 톤으로 최근 재배면적과 생산량이 증가하고 있다(MAFRA, 2018a). 들깨의 자급률 또한 2013년 52.2%에서 2017년 67.2%로 증가하였으며, 참깨는 13.9%에서 15.7%로 증가하였다(MAFRA, 2018b).

그동안 소립종자인 참깨와 들깨의 파종은 직파재배가 일반적이었으나, 종자 소모량, 솟음 노력 등 생산비를 절감할 수 있는 육묘 기계정식 재배기술이 개발되고 있다(Yu et al., 2018). 육묘를 하게 되면 균일도가 높고, 작기 조절이 용이하며, 작물의 생장 정도가 빠르고, 종자 소모가 적은 이점이 있다(Calson et al., 1992; Kim et al., 2009). 육묘 기계정식은 소립종자 직파의 어려움과 솟음 노력을 줄일 수 있으며, 적정 개체수 확보, 조류 피해 예방, 잡초와의 경합 등 초기 입모 확보의 어려움을 해결할 수 있다. 육묘 기계정식은 주로 쌀(*Oryza sativa* L.)과 채소 재배에 이용되어 왔으며, 옥수수, 양파, 토마토, 수수 등 여러작물에서 연구되어 왔다(Vavrina & Orzolekm 1993; Oswawld et al., 2001; Min et al., 2016, Jo et al., 2016).

밭작물(콩, 팥, 참깨, 들깨, 조, 기장)의 육묘 기계 이식 적합성 시험을 통한 밭작물의 이식 기계화 가능성을 조사하고 현장시험을 통한 이식기의 적정 트레이 육묘 조건 구명 및 이식기의 작업성능과 경제성을 구명하고자 하였다.

## 제2절 연구 개발의 필요성

기계이식을 위한 주요 밭작물의 육묘기술 개발이 필요하다. 원예용으로 개발된 채소이식기를 밭작물에 적용하기 위한 육묘기술 개발이 필요하며, 벼이앙기를 벼과 밭작물(조, 기장)에 활용을 위한 육묘기술 개발이 필요하다. 상토는 ① 영양분 함유, ② 보수성, ③ 공극성, ④ 묘 지지성의 특성을 가진다. 기존에 원예용으로 사용중인 이식기를 밭작물 적용에 필요한 범용화 기술 개발이 필요하다. 기계정식에 적합한 육묘를 수행하기 위해서는 상토 트레이, 육묘일수, 환경조건 등의 설정이 중요하다. 일반적으로 정식 적기의 규격모는 묘가 노화되지 않고 근권이 잘 발달하여 정식 후 활착이 양호하며, 생육 및 개화가 잘되는 묘이다(Kim et al., 2009). 육묘시 상토와 관련된 연구는 벼, 양파, 고추, 배추 등을 대상으로 혼합비율과 물리성을 제시한 연구가 수행되었다(Kim & Sohn, 2001; Lee et al., 2006; Lee et al., 2007; Min et al., 2016). 육묘일수와 트레이에 관한 연구는 옥수수, 고추, 시금치 등을 대상으로 이루어졌다(Shin et al., 2000; Yeoung et al., 2004; Kim et al., 2009). 그러나 들깨와 참깨는 대규모 재배와 재배면적 증가 등 기계정식의 필요성이 부각되고 있으나 아직까지 기계정식에 대한 체계적인 연구가 이루어지지 않아 기계정식을 위한 육묘기술이 필요하다. 본 연구는 규격화된 플러그 육묘를 탑재하여 자동으로 묘를 정식하는 기존 채소용 정식기를 활용하여 들깨 기계정식 효과를 구명하고자 하였으며, 기계정식 시 적합한 상토, 트레이 선발, 적정 육묘일수를 설정하고자 2017년부터 2019년까지 3년간 수행하였다.

기존에 벼 이상작업에 활용하는 이앙기를 밭작물 적용에 필요한 범용화 기술개발이 필요하다. 국내 기술 수준 및 시장은 조·기장 이식을 위한 육묘상자 크기 설정('09, 강원)하였고 잠곡류(조·기장) 직과 재배시 종자코팅 및 프라이밍 연구수행('15~'17, 동아대)하였다. 또한 수수 기계이식 재배를 위한 적정 육묘기간 및 재식거리 설정('14, 식량원)에 대한 연구를 수행하였다. 일본의 경우 종묘센터는 400개 업체로 묘 전문업자, JA 육묘업자, 종묘회사(다키이, 사카타 등)에서 작물별 상토 및 육묘기술 개발을 추진하였다. 또한 조·기장 육묘·이식재배 연구('14)는 5월 중·하순경 220구 트레이 파종으로 20일간 육묘 재배하고 벼 산파 트레이 이용 육묘시 매트형성이 적어 활착율이 낮았다. 여기에 공정육묘를 위한 파종기, 트레이 등 개발하였고 기계이식을 위한 이식기(1조식, 2조식, 피복, 무피복) 등을 개발하였다.

밭농업dms 기계화율이 2018년 60.2%로 낮고 이중 경운·정지 99.8%, 파종·정식 9.5%, 비닐피복 71.1%, 방제 93.7%, 수확 26.8%로 파종·정식작업의 기계화율이 가장 낮다. 따라서 잠곡의 안정적 생산을 위해서는 우선적으로 잠곡의 이식작업 기계화가 우선적으로 이루어져야 한다. 잠곡의 이식작업 기계화를 위해서는 이식기에 적합한 육묘조건 구명 및 육묘기술 개발이 우선적으로 필요하다.

### 제3절 연구 개발 범위

콩·팥·참깨·들깨·조·기장 육묘기술 개발을 위해 품종선정, 상토선발, 트레이 선정, 육묘일수 선정 및 기계정식 적합성 검토를 위해 육묘일수에 따른 초장, 매트형성정도, 묘충실도 등 분석이다. 발작물용 트레이 육묘의 기계이식 적합성 시험은 발작물용 육묘의 기계이식 적합성을 분석하여 발작물의 기계이식 가능성과 문제점을 도출하여 이식기 기계화 및 이식기 개발에 기초 자료를 얻고자 하였다. 우선적으로 육묘의 물리적 특성을 조사하고 시험용 이식기에 적합한 트레이 육묘조건을 이식기의 취출시험 및 포장성능시험을 통해 구명하고 잡곡의 재배양식에 따른 이식기 적합성 및 경제성을 분석한다.

## 제 2 장 연구 수행 내용 및 결과



### I. 콩·팥 육묘 기술개발

#### 제1절 연구개발 내용

##### (시험 1) 콩·팥의 육묘에 적합한 상토 선발('17~'18)

시험품종은 콩이 장류용으로 대원콩, 나물용으로 해품을 사용하였으며, 팥은 아라리이다. 처리내용으로 첫번째 트레이 크기는 반자동식으로 50공과 72공, 자동식으로 128공, 220공이다

표 1. 발작물에 적용이 가능한 정식기계 종류 및 특성

정식기 종류	반자동식 (1조)	전자동	
		1조(꽃아내기식)	1조(밀어내기식)
구조			
묘 공급	수동공급(회전킵) 일반용 트레이	전용 트레이 128공(16×8)	전용트레이 220공(20×11)



72공 트레이



128공 트레이



220공 트레이

그림 1. 트레이 크기 및 종류

상토는 원예용과 수도용 상토 11종을 선발하여 시험을 실시하였다. 상토협회 등록된 16개사 170제품에 대해 용도별, 종류별 주요 성분 비율 검토하고, 상토 종류별 평균 성분 비율에 해당하는 11개 제품 사용(종류별 2제품) 하였다.

표 2. 시험에 사용된 상토 종류 및 성분 비율

용도	종류	주요 성분 비율 (%)						상토 구분
		코코피트	질석	피트모스	펄라이트	제오라이트	황토	
수 도 용	경량	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	R1
	경량	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	R2
	준중량	25.0	40.0	5.0	0.0	0.0	24.0	R3
	준중량	12.0	39.8	8.0	0.0	15.0	15.0	R4
	중량	8.0	25.0	0.0	0.0	49.0	0.0	R5
	중량	0.0	35.0	0.0	0.0	20.0	44.5	R6

용도	종류	주요 성분 비율 (%)						상토 구분
		코코피트	질석	피트모스	펄라이트	제오라이트	황토	
원예 용	경량	65.0	7.0	11.0	12.0	5.0	0.0	H1
	경량	63.0	6.0	17.7	11.0	2.0	0.0	H2
	경량	68.0	6.0	10.0	6.0	5.0	0.0	H3
	초경량	72.0	8.0	8.6	9.5	3.7	0.0	H4
	초경량	63.5	10.0	10.0	6.0	5.0	0.0	H5
용도	종류	제품명	기타 재료 비율 (%)			비고		
			비료	습윤제	pH 조절제	용량(ℓ)	72공 트레이 충전수(매)	
수도 용	경량	R1	0.210	0.002	0.058	40	8~9	
	경량	R2	0.210	0.002	0.058	40	8~9	
	준중량	R4	0.225	0.010	-	40	8~9	
원예 용	경량	H1	0.160	0.010	0.030	50	16~17	
	경량	H2	0.247	0.003	0.028	50	16~17	
	경량	H3	0.201	0.064	0.005	50	16~17	
	초경량	H4	0.180	0.002	0.050	50	16~17	
	초경량	H5	0.180	0.010	0.30	50	16~17	

파종기는 콩과 팥의 적정 파종기로 하였으며, 육묘는 비가림하우스에서 실시하였다. 온도 측정은 비가림 하우스 중앙에 1.5m 높이에 설치하여 최고, 최저, 평균온도를 9, 13, 18시에 매일 3회 측정하였다. 적산온도는 생육일수를 기준으로 일평균기온을 적산하였다. 완전임의배치 3반복으로 조사하였다. 주요 조사항목 상토 이화학적성으로 pH, 양분함량 등이고 묘소질은 생육특성, 묘 충실도 등을 조사하였다. 기타로 모잘록병을 조사하였다. 통계분석은 SAS 프로그램 (2017)을 활용하였다.

## (시험 2) 콩·팥 육묘기술 개발('18~'19)

시험품종은 콩이 장류용으로 대원콩, 나물용으로 해품을 사용하였으며, 팥은 아라리이다. 처리내용으로 첫번째 트레이 크기는 반자동식으로 50공과 72공, 자동식으로 128공, 220공이다. 시험에 사용된 상토는 시험 1에서 선발된 것을 활용하였고, 트레이 크기는 50공과 72공(반자동), 128공, 220공(전자동)을 사용 하였다. 파종기와 시험구 배치는 시험1과 동일하며, 육묘기간은 15일 등 4기간으로 하였다. 적심은 자엽절위 절단, 단엽절위 절단을 하였고, 경화처리는 야간에 3일 등 3시기 처리하였다. 이식후 활착 특성, 포장에서의 생육 및 수량성은 외두둑, 조간 70~80cm, 주간 10~30cm으로 하여 처리하였다. 비닐피복 유무에 따른 생육차이를 조사하려 하였으나, 비닐피복시 정식이 안돼 무피복으로 시험을 실시하였다. 묘소질은 생육특성 및 묘 충실도 등이며 기계이식 적성은 매트형성 정도와 줄기두께 등을 조사항목으로 하였다(농촌진흥청, 2012).



## 제2절 결과 및 고찰

### (시험 1) 콩·팥의 육묘에 적합한 상토 선발('17~'18)

육묘에 따른 생육 특성(F value)에서 콩과 팥 육묘의 생육특성은 트레이, 상토, 파종시기에 영향을 받았다(표 3 및 표 4)

표 3. 콩 육묘의 통계분석(Anova table)

용도	품종	트레이	상토	파종시기
장류용	대원	35.52 <sup>**</sup>	9.25 <sup>**</sup>	172.42 <sup>**</sup>
나물용	해품	68.26 <sup>**</sup>	10.86 <sup>**</sup>	249.01 <sup>**</sup>

표 4. 팥 육묘의 통계분석(Anova table)

트레이	상토	파종시기
57.93 <sup>**</sup>	11.45 <sup>**</sup>	94.92 <sup>**</sup>

트레이 종류에 따른 초장 비교에서 대원콩은 초장이 220공(24.4cm, 1립파종)>50공(24.1cm, 2립 파종)>128공(23.8cm, 1립 파종)>72공(20.6cm, 1립 파종)으로 나타났고, 해품은 초장이 50공(22.9cm, 2립파종)>128공(22.5cm, 1립 파종)>220공(20.3cm, 1립 파종)>72공(18.6cm, 1립 파종)으로 나타났으며 아라리(팥) 초장이 50공(25.7cm, 2립파종)>220공(23.9cm, 1립 파종)≥128공(23.4cm, 1립 파종)>72공(19.5cm, 1립 파종)으로 나타났다. 220공 트레이는 트레이 크기가 작아 대원콩의 파종과 입모에 어려웠으며, 해품과 아라리(팥)의 경우 입모는 가능하였으나, 밀식으로 초장은 비슷하였으나 줄기 길이가 가늘어지는 현상이 발생하였다.

표 5. 트레이 종류에 따른 대원콩 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
50공	21.15 <sup>a</sup>	23.99 <sup>a</sup>	21.50 <sup>a</sup>	34.09 <sup>a</sup>	24.26 <sup>a</sup>	19.44 <sup>a</sup>
72공	19.35 <sup>a</sup>	25.33 <sup>a</sup>	16.06 <sup>b</sup>	27.77 <sup>c</sup>	18.59 <sup>b</sup>	16.69 <sup>c</sup>
128공	23.47 <sup>b</sup>	23.98 <sup>a</sup>	21.31 <sup>a</sup>	32.43 <sup>b</sup>	23.73 <sup>a</sup>	18.13 <sup>b</sup>
220공	23.67 <sup>b</sup>	25.95 <sup>a</sup>	21.85 <sup>a</sup>	33.59 <sup>ab</sup>	23.51 <sup>a</sup>	17.79 <sup>b</sup>

표 6. 트레이 종류에 따른 대원콩 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
50공	19.34 <sup>b</sup>	19.70 <sup>a</sup>	14.07 <sup>a</sup>	30.33 <sup>a</sup>	29.89 <sup>a</sup>	23.97 <sup>a</sup>
72공	14.37 <sup>c</sup>	14.83 <sup>b</sup>	10.68 <sup>b</sup>	24.60 <sup>c</sup>	23.83 <sup>c</sup>	19.44 <sup>bc</sup>
128공	24.24 <sup>a</sup>	20.32 <sup>a</sup>	14.75 <sup>a</sup>	28.65 <sup>b</sup>	27.13 <sup>b</sup>	20.15 <sup>b</sup>
220공	20.66 <sup>b</sup>	15.17 <sup>b</sup>	14.42 <sup>a</sup>	27.67 <sup>b</sup>	24.96 <sup>c</sup>	18.73 <sup>c</sup>

표 7. 트레이 종류에 따른 팔 아라리 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
50공	27.18 <sup>b</sup>	26.12 <sup>a</sup>	23.72 <sup>a</sup>	31.66 <sup>a</sup>	24.82 <sup>a</sup>	20.85 <sup>a</sup>
72공	19.35 <sup>b</sup>	23.73 <sup>a</sup>	13.72 <sup>c</sup>	23.58 <sup>c</sup>	19.74 <sup>b</sup>	17.00 <sup>c</sup>
128공	23.47 <sup>a</sup>	24.97 <sup>a</sup>	20.53 <sup>b</sup>	29.26 <sup>b</sup>	23.66 <sup>a</sup>	18.75 <sup>b</sup>
220공	23.66 <sup>a</sup>	25.62 <sup>a</sup>	20.67 <sup>b</sup>	30.25 <sup>b</sup>	24.30 <sup>a</sup>	18.87 <sup>b</sup>

상토 종류에 따른 초장 비교에서 대원콩은 원예용 상토(22.0±4.6cm)에 비해 수도용 상토(24.1±4.9cm)에서 초장이 더 성장하였고(표 8), 해품은 원예용 상토(19.9±5.7cm)에 비해 수도용 상토(21.4±4.9cm)에서 초장이 더 성장하였으며(표 9), 아라리(팔) 원예용 상토(21.6±4.1cm)에 비해 수도용 상토(23.8±3.5cm)에서 초장이 더 성장하였다(표 10). 수도용 중량의 경우 초장이 가장 작을 뿐만 아니라 굵은 입자를 많이 포함하고 있었다. 트레이 구멍을 상토 빠짐 현상이 발생하여 일부 상토에서 1차 파종 후 제외하였다.

표 8. 상토 종류에 따른 대원콩 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
R1	22.6 <sup>ab</sup>	24.5 <sup>ab</sup>	22.6 <sup>ab</sup>	35.3 <sup>a</sup>	23.06 <sup>a</sup>	19.9 <sup>a</sup>
R2	24.1 <sup>a</sup>	25.9 <sup>a</sup>	23.9 <sup>a</sup>	33.8 <sup>ab</sup>	23.48 <sup>a</sup>	19.3 <sup>ab</sup>
R3	22.9 <sup>ab</sup>	25.9 <sup>a</sup>	20.9 <sup>bc</sup>	32.9 <sup>ab</sup>	22.07 <sup>a</sup>	17.7 <sup>bcd</sup>
R4	23.4 <sup>ab</sup>	27.0 <sup>a</sup>	20.5 <sup>bc</sup>	33.0 <sup>ab</sup>	22.18 <sup>a</sup>	18.0 <sup>bcd</sup>
R5	24.5 <sup>a</sup>	26.8 <sup>a</sup>	20.1 <sup>bcd</sup>	32.9 <sup>ab</sup>	23.38 <sup>a</sup>	18.5 <sup>abc</sup>
R6	22.5 <sup>ab</sup>	23.6 <sup>ab</sup>	18.7 <sup>cd</sup>	31.4 <sup>b</sup>	22.94 <sup>a</sup>	16.5 <sup>d</sup>
H1	17.6 <sup>c</sup>	-	-	-	-	-
H2	18.2 <sup>c</sup>	22.4 <sup>b</sup>	17.3 <sup>d</sup>	27.3 <sup>c</sup>	-	-
H3	20.0 <sup>bc</sup>	24.1 <sup>ab</sup>	17.5 <sup>d</sup>	31.3 <sup>b</sup>	22.71 <sup>a</sup>	16.9 <sup>cd</sup>
H4	21.2 <sup>abc</sup>	25.9 <sup>a</sup>	21.4 <sup>abc</sup>	32.9 <sup>ab</sup>	23.16 <sup>a</sup>	17.9 <sup>bcd</sup>
H5	21.2 <sup>abc</sup>	22.2 <sup>b</sup>	18.9 <sup>dc</sup>	28.8 <sup>c</sup>	19.73 <sup>b</sup>	17.3 <sup>cd</sup>

표 9. 상토 종류에 따른 콩 해품 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
R1	19.58 <sup>abc</sup>	17.45 <sup>abc</sup>	15.73 <sup>ab</sup>	29.13 <sup>ab</sup>	26.13 <sup>ab</sup>	21.42 <sup>a</sup>
R2	20.65 <sup>ab</sup>	17.80 <sup>abc</sup>	16.63 <sup>a</sup>	28.03 <sup>b</sup>	26.47 <sup>ab</sup>	21.82 <sup>a</sup>
R3	20.78 <sup>ab</sup>	18.80 <sup>a</sup>	12.93 <sup>bc</sup>	27.33 <sup>b</sup>	26.06 <sup>ab</sup>	20.41 <sup>ab</sup>
R4	22.33 <sup>a</sup>	19.25 <sup>a</sup>	12.70 <sup>bc</sup>	27.78 <sup>b</sup>	25.54 <sup>b</sup>	20.76 <sup>ab</sup>
R5	21.90 <sup>a</sup>	18.48 <sup>ab</sup>	13.15 <sup>bc</sup>	28.08 <sup>b</sup>	26.47 <sup>ab</sup>	20.29 <sup>ab</sup>
R6	19.83 <sup>abc</sup>	18.10 <sup>abc</sup>	12.90 <sup>bc</sup>	27.80 <sup>b</sup>	28.33 <sup>a</sup>	20.11 <sup>ab</sup>
H1	18.08 <sup>cb</sup>	-	-	-	-	-
H2	15.18 <sup>d</sup>	15.28 <sup>bc</sup>	10.60 <sup>c</sup>	24.80 <sup>c</sup>	-	-
H3	17.35 <sup>cd</sup>	16.60 <sup>abc</sup>	11.58 <sup>c</sup>	29.18 <sup>ab</sup>	27.89 <sup>ab</sup>	20.61 <sup>ab</sup>
H4	20.38 <sup>ab</sup>	18.28 <sup>abc</sup>	15.35 <sup>ab</sup>	30.73 <sup>ab</sup>	28.09 <sup>a</sup>	20.72 <sup>ab</sup>
H5	20.15 <sup>ab</sup>	15.03 <sup>c</sup>	13.25 <sup>bc</sup>	25.30 <sup>c</sup>	23.11 <sup>c</sup>	19.03 <sup>b</sup>

표 10. 상토 종류에 따른 팔 아라리 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
R1	23.79 <sup>abc</sup>	25.76 <sup>a</sup>	23.42 <sup>a</sup>	30.17 <sup>a</sup>	23.92 <sup>a</sup>	21.28 <sup>a</sup>
R2	23.74 <sup>abc</sup>	25.82 <sup>a</sup>	22.92 <sup>ab</sup>	29.58 <sup>ab</sup>	23.59 <sup>a</sup>	20.85 <sup>ab</sup>
R3	22.29 <sup>abcd</sup>	26.59 <sup>a</sup>	20.02 <sup>bcd</sup>	28.93 <sup>ab</sup>	23.52 <sup>a</sup>	19.48 <sup>bc</sup>
R4	24.64 <sup>ab</sup>	27.14 <sup>a</sup>	19.10 <sup>cd</sup>	29.27 <sup>ab</sup>	23.62 <sup>a</sup>	18.74 <sup>cd</sup>
R5	25.63 <sup>a</sup>	26.33 <sup>a</sup>	18.88 <sup>cd</sup>	27.85 <sup>b</sup>	23.87 <sup>a</sup>	19.57 <sup>bc</sup>
R6	21.47 <sup>bcde</sup>	26.18 <sup>a</sup>	18.50 <sup>de</sup>	29.57 <sup>ab</sup>	23.34 <sup>a</sup>	17.83 <sup>d</sup>
H1	18.75 <sup>e</sup>	-	-	-	-	-
H2	18.25 <sup>e</sup>	21.60 <sup>bc</sup>	15.33 <sup>e</sup>	25.52 <sup>c</sup>	-	-
H3	20.33 <sup>cde</sup>	24.27 <sup>ab</sup>	17.96 <sup>de</sup>	30.00 <sup>a</sup>	23.39 <sup>a</sup>	17.69 <sup>d</sup>
H4	22.86 <sup>abc</sup>	27.04 <sup>a</sup>	21.92 <sup>abc</sup>	30.56 <sup>a</sup>	23.66 <sup>a</sup>	18.21 <sup>cd</sup>
H5	19.31 <sup>de</sup>	20.39 <sup>c</sup>	18.56 <sup>de</sup>	25.45 <sup>c</sup>	19.30 <sup>b</sup>	16.17 <sup>e</sup>

콩과 팔의 생육이 가장 좋은 4개 상토 및 트레이 선발 후 매트형성 검토에서 수도용 상토에서 R1(경량)과 R4, 원예용 상토에서 H3와 H4를 선발하였다. 선발된 상토에 대한 연차간 차이를 구명하였다. 매트형성 정도는 트레이 크기에 작목 및 품종에 영향이 없으나, 상토는 해품콩만 영향을 받고, 파종 시기는 대원콩을 제외한 해품콩과 아라리 팔에 영향을 받았다(표 11). 콩과 팔의 초장은 H3(경량)와 R1이 우수한 것으로 나타났다(표 12).

표 11. 육묘에 따른 매트형성 특성(F value)

구분		트레이	상토	파종시기
콩	대원	2.72 <sup>ns</sup>	5.22 <sup>ns</sup>	7.69 <sup>ns</sup>
	해품	0.46 <sup>ns</sup>	13.31 <sup>**</sup>	29.37 <sup>**</sup>
팔	아라리	4.24 <sup>ns</sup>	0.35 <sup>ns</sup>	73.63 <sup>**</sup>

표 12. 선발된 4개 상토에 따른 초장 비교

구분		R1	R4	H3	H4
콩	대원	14.86 <sup>a</sup>	16.26 <sup>a</sup>	16.46 <sup>a</sup>	17.54 <sup>a</sup>
	해품	10.16 <sup>a</sup>	9.93 <sup>a</sup>	9.49 <sup>a</sup>	10.63 <sup>a</sup>
팥	아라리	13.08 <sup>a</sup>	11.61 <sup>a</sup>	11.28 <sup>a</sup>	14.38 <sup>a</sup>

파종 후 경과일에 따른 매트 형성에서 콩은 16일 이후 매트형성이 조금씩 증가하며, 대원콩에 비해 해품이 잘됐고, 팥은 파종후 16일 이후 매트가 형성되었다(표 13). 선발된 4개 상토에 따른 매트형성 비교에서 콩의 기계이식에 적합한 상토는 R1과 R4, 팥의 기계이식에 적합한 상토는 H3와 H4로 판단되었다(표 14).(표 14).

표 13. 파종 후 경과일에 따른 매트형성

구분		파종 후 경과일(조사일자)		
		8 (9.28)	12 (10.2)	16 (10.6)
콩	대원	5.33 <sup>b</sup>	5.08 <sup>b</sup>	7.17 <sup>a</sup>
	해품	4.25 <sup>c</sup>	5.75 <sup>b</sup>	7.75 <sup>a</sup>
팥	아라리	3.00 <sup>c</sup>	6.42 <sup>b</sup>	8.75 <sup>a</sup>

표 14. 선발된 4개 상토에 따른 매트형성

구분		파종 후 경과일(조사일자)			
		R1	R4	H3	H4
콩	대원	6.78 <sup>a</sup>	6.78 <sup>a</sup>	4.67 <sup>b</sup>	5.22 <sup>b</sup>
	해품	6.67 <sup>a</sup>	7.44 <sup>a</sup>	5.00 <sup>b</sup>	4.56 <sup>b</sup>
팥	아라리	6.33 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.78 <sup>a</sup>	6.11 <sup>a</sup>

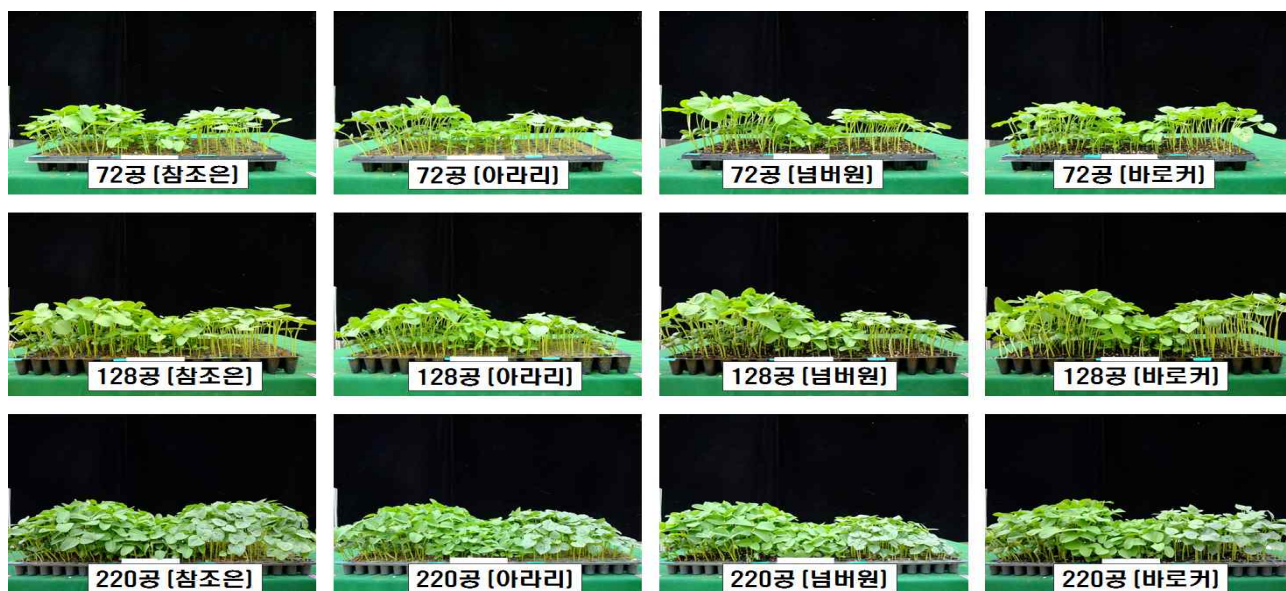


그림 2. 트레이 및 상토 종류별 콩과 팥 생육 비교<좌 대원콩, 중앙 아라리 팥, 우 해품콩>

선발된 상토 종류별 콩과 팥의 트레이 크기에 따른 묘 생육특성 비교에서 R1이 H4에 비해 줄기길이, 뿌리길이와 건조중에서 낮았으나, 묘 충실도가 높아 육묘에 적합한 상토로 선정되었다(표 15, 표 16 및 표 17).

표 15. 장류용 콩의 상토 종류별 트레이 크기에 따른 묘 생육특성 비교

구분	트레이	줄기길이 (cm)	뿌리길이 (cm)	건조중(g)		묘 충실도 (mg/cm)
				줄기	뿌리	
R1	평균	19.2 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	1.068	0.253	0.34
	72	18.2	6.7	1.052	0.256	0.35
	128	20.2	8.3	1.084	0.250	0.32
H4	평균	22.8 <sup>a</sup>	9.1 <sup>a</sup>	1.220	0.278	0.32
	72	21.2	8.7	1.248	0.285	0.35
	128	24.3	9.5	1.192	0.271	0.29

\* 6월 15일 파종 후 14일 육묘 실시

\* 묘충실도 = 지상부 묘 건물중 ÷ 줄기 길이

표 16. 나물용 콩의 상토 종류별 트레이 크기에 따른 묘 생육특성 비교

구분	트레이	줄기길이 (cm)	뿌리길이 (cm)	건조중(g)		묘 충실도 (mg/cm)
				줄기	뿌리	
R1	평균	10.7 <sup>b</sup>	7.5 <sup>b</sup>	0.415	0.123	0.24
	72	9.0	8.7	0.380	0.126	0.25
	128	12.3	6.3	0.449	0.120	0.22
H4	평균	14.1 <sup>a</sup>	9.0 <sup>a</sup>	0.522	0.116	0.22
	72	13.8	8.7	0.554	0.123	0.24
	128	14.3	9.2	0.489	0.108	0.20

표 17. 팥의 상토 종류별 트레이 크기에 따른 묘 생육특성 비교

구분	트레이	줄기길이 (cm)	뿌리길이 (cm)	건조중(g)		묘 충실도 (mg/cm)
				줄기	뿌리	
R1	평균	13.7 <sup>ns</sup>	8.9 <sup>ns</sup>	0.301	0.197	0.13
	72	15.2	9.7	0.352	0.262	0.14
	128	14.7	10.8	0.297	0.254	0.12
	220	11.3	6.2	0.255	0.075	0.14
H4	평균	14.4 <sup>ns</sup>	10.1 <sup>ns</sup>	0.276	0.148	0.12
	72	17.7	11.0	0.316	0.212	0.11
	128	15.2	12.7	0.276	0.181	0.11
	220	10.3	6.7	0.235	0.052	0.14

## (시험 2) 콩·팥 육묘기술 개발('18~'19)

트레이 종류별 파종립수에 따른 지상부 생육특성 비교에서 트레이, 파종립수와 품종에 따라 영향을 받았다(R1 상토 파종시, 표 18). 트레이 크기와 파종립수가 증가할수록 초장이 컸고, 작목과 품종별 초장의 차이가 있었다. 콩과 팥의 초장 변화에 대한 적산온도로 표현하였다(그림 2).

표 18. 트레이, 파종립수와 품종에 따라 초장 비교(콩 R1, 팥 H4 상토)

트레이	초장(cm)	파종립수	초장(cm)	품종	초장(cm)
72	9.8 <sup>c</sup>	1	10.3 <sup>b</sup>	대원콩(콩)	15.1 <sup>a</sup>
128	12.2 <sup>b</sup>	2	12.4 <sup>a</sup>	해 품(콩)	6.8 <sup>c</sup>
220	13.8 <sup>a</sup>	3	12.7 <sup>a</sup>	아라리(팥)	13.2 <sup>b</sup>

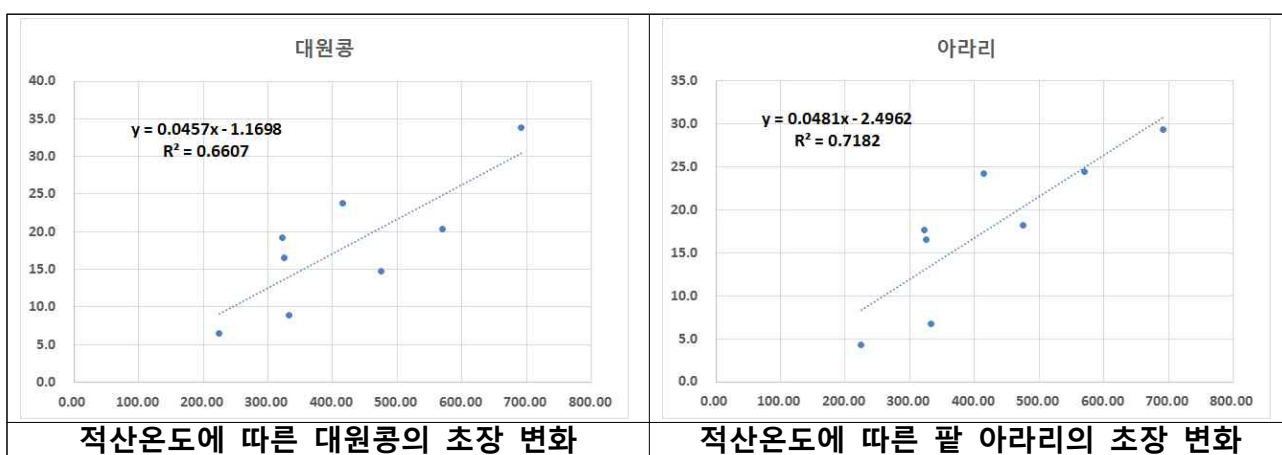


그림 2. 적산온도에 따른 콩과 팥의 초장 변화

육묘시 도장억제를 위한 적심 및 생장조정제 처리(R1 상토)에서 적심은 자엽절 위를 가위로 절단하였으며, 생장조정제 처리는 단엽이 중간정도 전개시 처리하였고, 생장조정제 종류는 디니코나졸(A), 트리넥사파에틸(B), 파클로로부트라졸(C), 프로헥사디온칼슘(D), 처리농도 A 10ml/ℓ, B 16ml/ℓ, A 150ml/ℓ, A 15ml/ℓ 이었다. 지상부 생육은 적심과 처리 약제 모두 효과가 있었으며, 지상부 생육 정도는 무처리 > 약제 B > 약제 D > 약제 A 및 적심 > 약제 C 순 이었다(그림 3). 메트형성 정도는 무처리 및 약제 B > 약제 A > 적심 > 약제 C와 D 순으로 나타났다(그림 4). 적심과 생장조정제 처리에 따른 트레이별 지상부 생육은 128공 및 220공 트레이가 72공 보다 좋았으며(그림 5), 적심과 생장조정제 처리에 따른 파종립수별 지상부 생육은 3립과 2립이 1립보다 좋았으며(그림 6), 품종별 비교에서 대원콩과 아라리 팥이 나물용인 해품 보다 좋았다(그림 7).

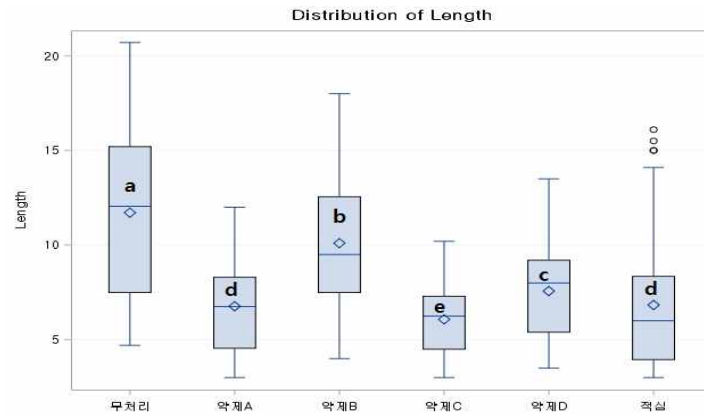


그림 3. 적심과 생장조정제 처리별 지상부 생육 비교

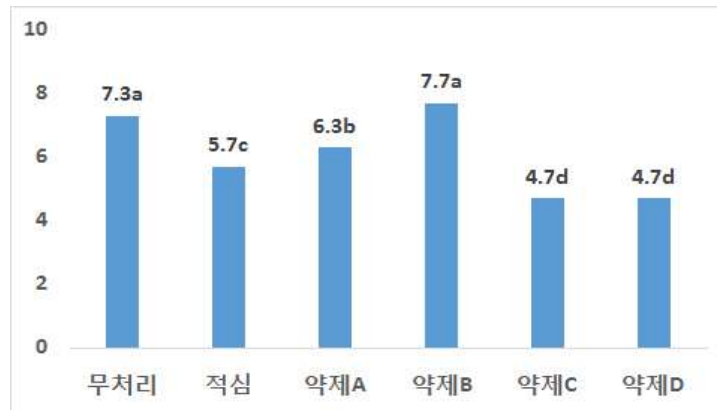


그림 4. 적심과 생장조정제 처리별 뿌리의 네트형성 비교

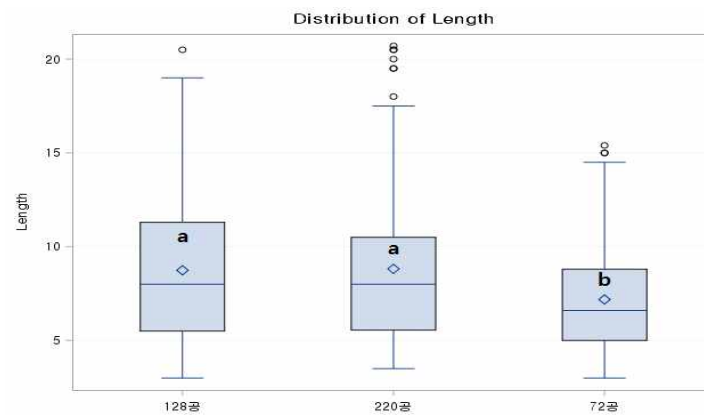


그림 5. 적심과 생장조정제 처리에 따른 트레이별 지상부 생육 비교

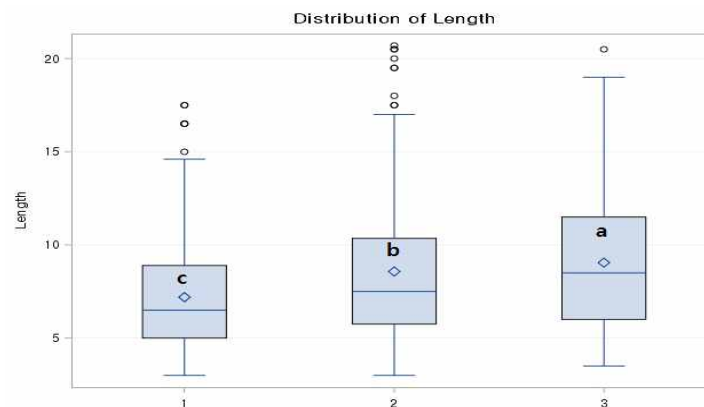


그림 6. 적심과 생장조정제 처리에 따른 파종립수별 지상부 생육 비교

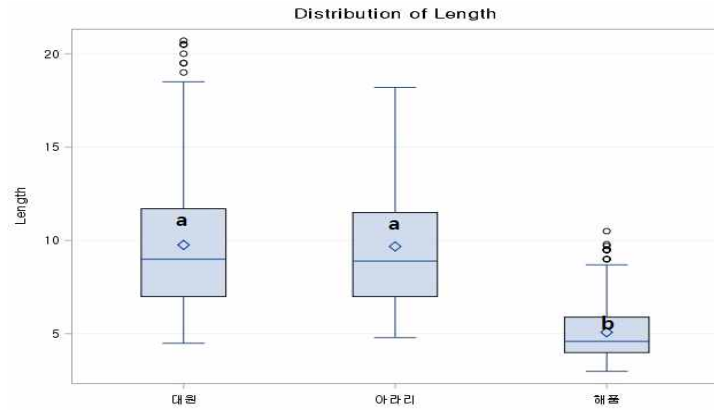


그림 7. 적심과 생장조정제 처리에 따른 품종별 지상부 생육 비교

지상부 생육 비교에서 적심의 처리시기(대원콩 1립 파종)에서 단엽절 적심처리는 무처리와 차이가 없었으며 자엽절 처리가 효과 있었고, 생장조정제 처리시기는 디니코나졸은 단엽전개성기보다 단엽전개기 살포 효과가 있었으나, 트리넥사팍에틸은 효과가 없었다(표 18). 지상부 생육과 매트형성을 기준으로 적심처리와 디니코나졸 처리(단엽전개기)가 효과적이었다(표 18). 지상부 생육억제 정도는 적심 > 디니코나졸 > 트리넥사팍에틸 순이었고, 생장조정제 처리시기는 단엽전개기가 효과적이며, 기계정식시 묘의 추출시 중요한 줄기두께는 적심 > 디니코나졸 > 트리넥사팍에틸 순이고, 뿌리의 매트형성 정도는 적심=디니코나졸 > 트리넥사팍에틸 순이었으며, 2립 파종시에도 비슷한 경향이었다(표 18, 표 19 및 표 20). 경화처리 효과는 없었다(표 21).

표 18. 적심과 생장조정제 처리에 따른 생육 비교(대원콩 1립 파종)

	무처리	적심		디니코나졸		트리넥사팍에틸	
		자엽절	단엽절	단엽전개기	단엽전개성기	단엽전개기	단엽전개성기
초장(cm)	33.4 a	14.6 e	31.5 a	19.5 d	23.8 c	28.1 b	29.6 b
경장(cm)	26.6 a	9.4 e	26.0 a	14.4 d	20.5 c	24.0 b	25.1 b
줄기 두께(mm)	3.0 a	2.9 a	3.0 a	2.7 b	2.2 c	2.6 b	2.6 b
매트형성(0-10)	7 c	10 a	7 C	10 a	8 b	8 b	8 b

표 19. 적심과 생장조정제 처리에 따른 생육 비교(해품콩 1립 파종)

	무처리	적심 (자엽절)	디니코나졸		트리넥사팍에틸	
			단엽전개기	단엽전개성기	단엽전개기	단엽전개성기
초장(cm)	13.5 b	7.5 c	11.6 b	12.1 b	17.1 a	15.3 a
경장(cm)	10.1 b	3.9 d	7.4 c	8.5 c	14.5 a	12.1 a
줄기 두께(mm)	1.6 c	2.5 a	2.3 b	2.2 b	2.2 b	2.2 b
매트형성(0-10)	5 c	9 a	9 a	7 b	6 c	6 c



표 20. 적심과 생장조정제 처리에 따른 생육 비교(아라리 팔 1립 파종)

	무처리	디니코나졸		트리넥사팍에틸	
		단엽 전개기	단엽전개성기	단엽 전개기	단엽전개성기
초장(cm)	31.0	21.7	22.1	29.0	30.6
경장(cm)	22.8	15.0	19.1	23.3	26.0
줄기 두께(mm)	2.2	2.3	2.2	2.5	2.3
매트형성 (0-10)	7	10	10	8	9

표 21. 경화처리 기간에 따른 생육 비교

	무처리	경화처리 기간(일)		
		1	3	5
초장(cm)	25.3	25.0	24.8	26.2
줄기 두께(mm)	2.7	2.7	2.6	2.7
매트형성 (0-10)	7	7	7	7

직파와 트레이 육묘 6월 21일 파종하여 12일 육묘한 콩과 팥을 육묘에 충분히 관수 한 후 포장에 이동하여 토양에 정식전 관수하고 기계정식 및 관수를 실시하여 정식한 결과 정식 후 활착율은 차이가 없었다(표 22). 직파와 육묘한 것의 재식거리는 70×20cm로 하였을 시 지상부 생육은 마니수와 분지수에 차이가 있었으나, 수량성에 차이 없었으며 팥도 콩과 비슷한 경향이 있었다(표 23).

표 22. 트레이별 정식후 활착율 비교(1립 파종)

	정식개체 (수)	3일 후	7일후
대원콩	100	97	97
해품콩	100	97	96
아라리팥	100	97	96

표 23. 정식기계 종류별 정식후 생육과 수량성 비교(트레이 1립 파종)

구분	경장 (cm)	마디수 (개)	분지수 (개)	협수	수량 (kg/10a)	지수
직파	65	13.8 a	2.8 b	27	258	100
정식	60	10.8 b	4.7 a	28	267	103

## II. 참깨·들깨 육묘 기술개발

### 제1절 재료 및 방법

#### 1. 시험품종

참깨의 시험 품종은 ‘건백’과 ‘아름’을 사용하였다. 건백은 키가 크고 분지가 적게 발생하며 꼬투리는 3과성 2실 4방형이다. 숙기가 느리고 생육이 왕성하며 꼬투리가 많이 달려 수량성이 높다. 시들음병 및 도복에 강한 특성을 보이며, 개화기 이후 많이 발생하는 흰가루병에도 강하다. 아름은 키가 크고 분지가 많이 발생하며 꼬투리는 1과성 2실 4방형이다. 숙기가 느리고 역병, 잎마름병 및 습해에 강하다.

들깨의 시험 품종은 ‘들샘’과 ‘소담’을 사용하였다. 들샘은 2013년 신품종으로 지정되었으며 성숙기가 10월 8일로 표준 품종인 새엽실들깨와 비슷하다. 10a당 수량은 142kg으로 새엽실들깨보다 5% 증수하였다. 소담은 2014년에 신품종으로 지정되었으며 성숙기가 10월 2일로 새엽실들깨에 비해 4일 정도 빠르고 경장이 116cm로 도복에 강하다. 10a당 수량은 123kg으로 새엽실들깨보다 다소 낮다. 본 연구는 신품종으로 지정되어 보급되고 있는 품종으로 다분지형인 들샘과 소분지형인 소담을 선정하였다. 육묘는 비가림하우스에서 실시하였다. 온도 측정은 비가림 하우스 중앙에 1.5m 높이에 설치하여 최고, 최저, 평균온도를 9, 13, 18시에 매일 3회 측정하였다. 적산온도는 생육일수를 기준으로 일평균기온을 적산하였다.

#### 2. 육묘트레이

육묘 트레이는 72공, 128공, 220공을 사용하였다. 트레이 종류는 정식기 특성에 따라 선택하는데, 반자동은 직접 묘를 공급하는 형식으로 트레이에 구매받지 않고 사용할 수 있다. 72공 트레이는 일반적으로 가장 많이 사용하는 범용트레이를 사용하였으며 셀 부피는 35ml이다. 128공 전자동 정식기는 꽃아내기 식으로 묘의 생육 특성 중 매트 형성이 가장 중요하며 128공 셀 부피는 20ml이다. 220공 전자동 정식기는 트레이 밑면을 밀어주는 밀어내기식 형식으로 묘의 생육 특성 중 초장이 가장 중요하며 셀 부피는 12ml이다(그림 8).

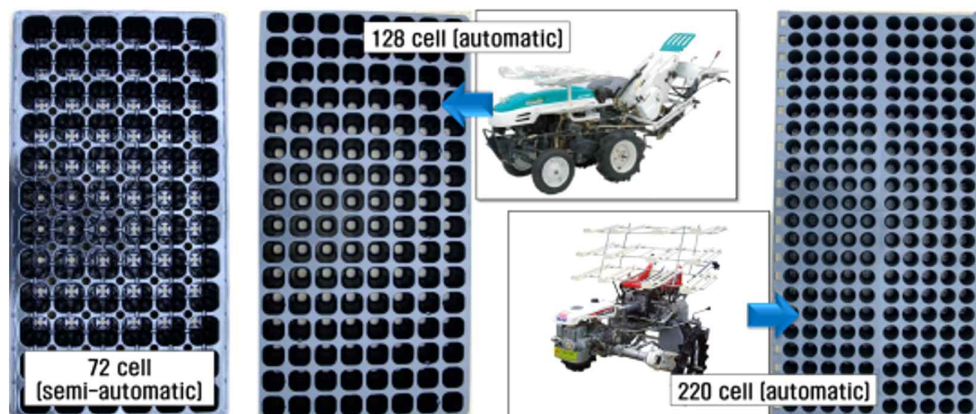


그림 8. 육묘트레이 및 트레이에 따른 정식기

#### 3. 육묘 상토

상토는 상토협회 홈페이지에 게시된 16개사 170제품에 대해 용도별, 종류별로 주요 성분 비율을 검토하였다. 상토의 분류는 수도용 경량, 준중량, 중량, 원예용 경량, 초경량으로 구분해 평균 성분 비율에 해당하는 11개 제품을 우선적으로 선별하여 6차례 시험(2017년)을 수행하였다(표 24).

표 24. 시험 상토 11종

용도	종류	주요 성분 비율 (%)						상토 구분
		코코피트	질석	피트모스	펄라이트	제오라이트	황토	
수도용	경량	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	R1
	경량	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	R2
	준중량	25.0	40.0	5.0	0.0	0.0	24.0	R3
	준중량	12.0	39.8	8.0	0.0	15.0	15.0	R4
	중량	8.0	25.0	0.0	0.0	49.0	0.0	R5
	중량	0.0	35.0	0.0	0.0	20.0	44.5	R6
원예용	경량	65.0	7.0	11.0	12.0	5.0	0.0	H1
	경량	63.0	6.0	17.7	11.0	2.0	0.0	H2
	경량	68.0	6.0	10.0	6.0	5.0	0.0	H3
	초경량	72.0	8.0	8.6	9.5	3.7	0.0	H4
	초경량	63.5	10.0	10.0	6.0	5.0	0.0	H5

상토 분류별로 참깨, 들깨 생육이 우수한 4개 제품을 최종적으로 선발하여 2018년 5월 25일, 6월 11일에 파종하였으며, 조사항목은 생육특성, 묘 충실도, 매트 형성, 육묘 기간 등을 분석하였다. 초장 등 생육 특성은 농업과학기술 연구조사분석기준에 준하여 실시하였다(RDA, 2012). 묘 충실도는 지상부 건물중(mg)을 초장(cm)로 나누어 계산하였다(Min et al., 2016). 뿌리 매트는 그림 2와 같이 매트형성 정도를 1~10으로 판별하여 평가하였으며 매트형성이 8이상일 때 정식기 적용시 묘 취출과 이송이 원활하게 가능하다. 시험결과는 SAS 프로그램을 이용하여  $\alpha=0.05$ 에서 DMRT(Duncan's Multiple range test)를 통해 유의성을 분석하였다(SAS Institute, 2017).

뿌리매트 형성 정도	1: 매우 안됨	3: 안됨	5: 보통	7: 잘됨	10: 매우 잘됨
------------	----------	-------	-------	-------	-----------

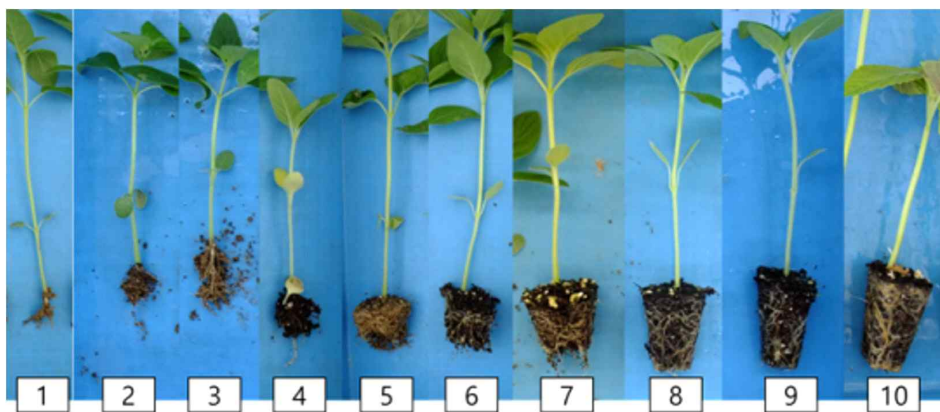


그림 9. 뿌리 매트형성 정도 평가 기준

## 제2절 결과 및 고찰

### 1. 육묘시 주요 특성

참깨 건백과 아람은 파종 후 4일째 출현하였으며, 들깨 소담과 들샘은 파종 후 6~7일째 출현하였다. 참깨와 들깨는 품종 및 트레이간 차이가 없었다( $p>0.05$ , 표 25). 육묘기간에 따른 생육은 그림 10과 같다.

표 25 파종 후 경과일에 따른 발아율

(단위 : %)

품종	트레이	파종 후 경과일							
		1일	3일	7일	10일	13일	16일	18일	22일
들깨	72공	0.0	0.0	98.6	99.3	99.3	99.3	99.3	99.3
	128공	0.0	0.0	98.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	220공	0.0	0.0	99.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
참깨	72공	0.0	0.0	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2	99.2
	128공	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	220공	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

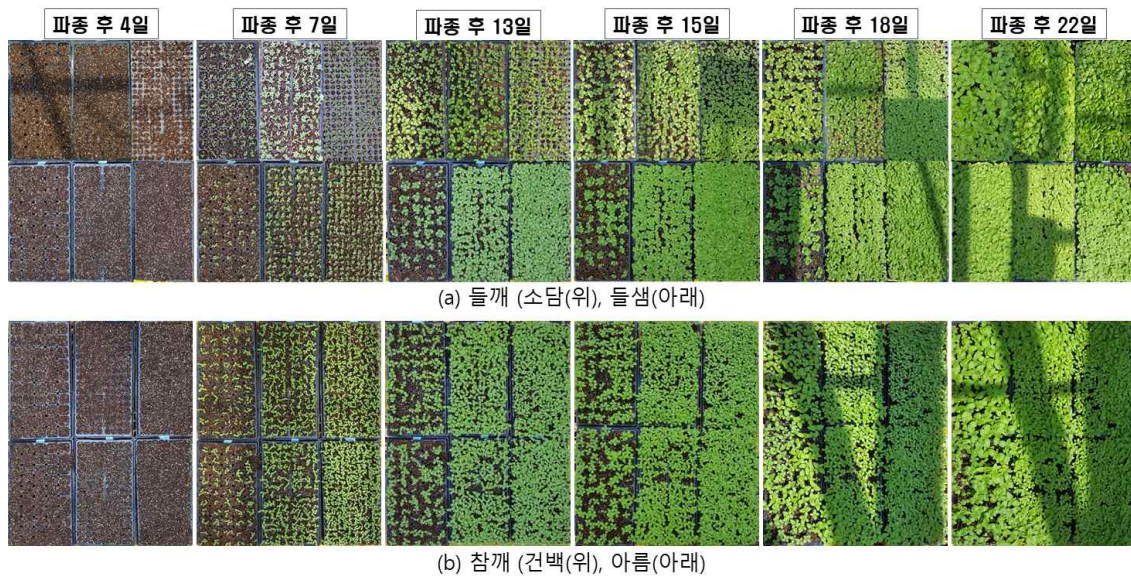


그림 10. 파종후 경과일에 따른 생육특성

들깨, 참깨의 육묘는 비가림하우스에서 실시하였으며, 육묘기간인 5~6월 평균온도는 29.2℃, 최대 47.7℃, 최소 13.4℃로 나타났다(그림 11). 들깨는 5~6월 파종시 초장 10cm 도달 적산온도는 643.3℃로 약 21일에 해당하며, 15cm 도달 적산온도는 833.4℃, 약 28일이며, 20cm 도달 적산온도는 1,023.6℃로 약 34일이 소요되었다. 참깨는 초장 10cm 도달 적산온도는 609.2℃로 약 20일에 해당하며, 15cm 도달 적산온도는 951.7℃, 약 32일이며, 20cm 도달 적산온도는 1294.2℃로 약 42일이 소요되었다(그림 12). 이와 같은 결과는 적산온도와 발아 소요일수와의 정상관관계로 조기파종하면 발아에 소요되는 일수와 소요 적산온도가 증가되는 Park(2005)의 연구와 일치하였다.



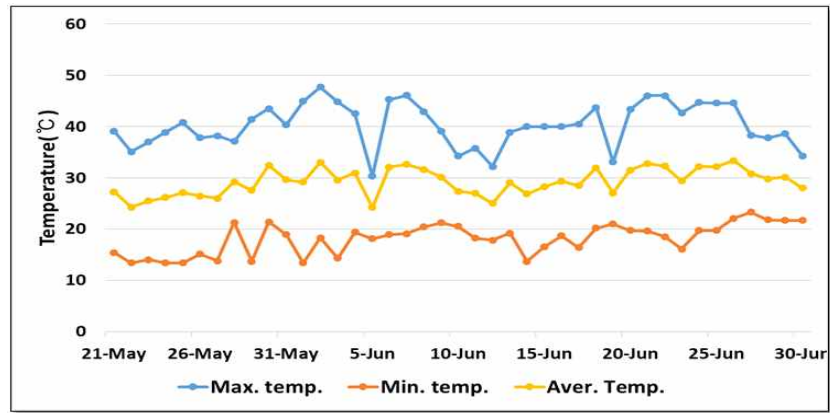


그림 11. 육묘기간 비가림 하우스 최대, 최대, 평균온도

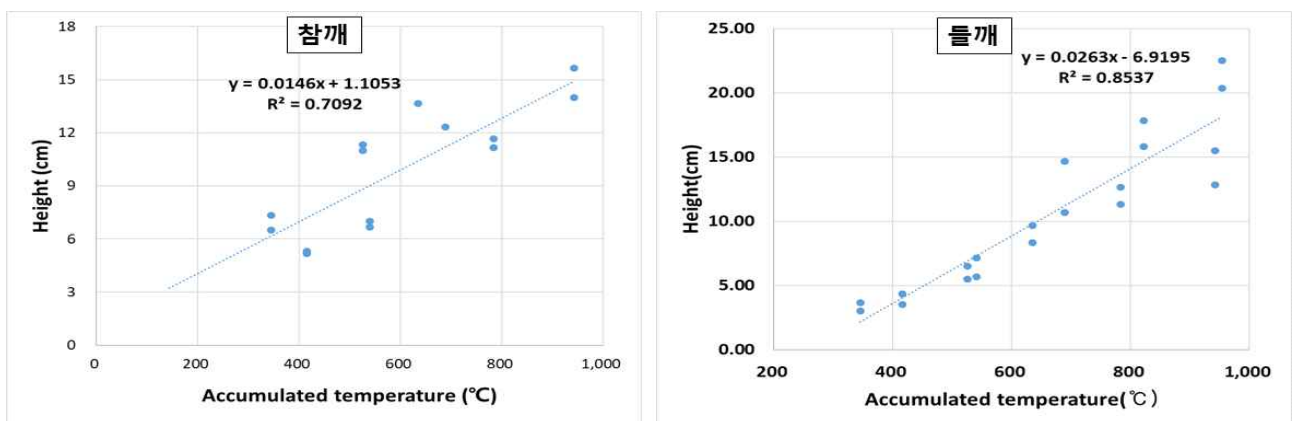


그림 12. 적산온도와 초장의 상관관계

참깨와 들깨의 육묘에 따른 초장은 상토와 육묘일수, 트레이에 따라 영향을 받으며 품종간 차이는 없었다. 매트 형성은 상토와 육묘일수에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다(표 26). 품종에 따른 생육특성은 참깨와 들깨 모두 품종에 따른 초장, 매트형성 및 묘 충실도는 유의한 차이가 없었다(표 27).

표 26. 육묘에 따른 생육 특성(F value)

작목	생육	품종	상토	육묘일수	트레이
참깨	초장	1.04 <sup>ns</sup>	19.80 <sup>**</sup>	18.93 <sup>**</sup>	6.49 <sup>ns</sup>
	매트형성	5.40 <sup>ns</sup>	17.45 <sup>**</sup>	51.48 <sup>**</sup>	5.08 <sup>ns</sup>
들깨	초장	2.91 <sup>ns</sup>	27.23 <sup>**</sup>	26.18 <sup>**</sup>	10.12 <sup>**</sup>
	매트형성	8.25 <sup>ns</sup>	28.86 <sup>**</sup>	13.15 <sup>**</sup>	6.93 <sup>ns</sup>

Means with the same letter within a row are not significantly different (ANOVA, DMRT,  $p < 0.05$ )

\*, and \*\* denote significant at the 5% and 1% levels, respectively. ns indicates non significant

표 27. 품종에 따른 생육특성 비교

참깨				들깨			
품종	초장(cm)	매트형성	묘충실도	품종	초장(cm)	매트형성	묘충실도
아름	13.33 <sup>a</sup>	7.88 <sup>a</sup>	29.18 <sup>a</sup>	들샘	8.69 <sup>a</sup>	8.50 <sup>a</sup>	28.45 <sup>a</sup>
건백	13.94 <sup>a</sup>	5.88 <sup>a</sup>	28.46 <sup>a</sup>	소담	8.02 <sup>a</sup>	8.50 <sup>a</sup>	25.49 <sup>a</sup>

Means with the same letter within a row are not significantly different (ANOVA, DMRT,  $p < 0.05$ )

참깨는 표 28와 같이 육묘일수 길어질수록 초장과 매트형성, 묘 충실도가 증가하며, 23일 이후에는 매트형성 정도가 8이상으로 기계정식이 가능하다.

표 28. 참깨 육묘일수에 따른 초장, 매트형성, 묘 충실도

육묘일수	14일	18일	23일	27일	31일
초장(cm)	5.38 <sup>c</sup>	7.19 <sup>bc</sup>	12.23 <sup>ab</sup>	12.60 <sup>ab</sup>	15.21 <sup>a</sup>
매트형성	3.50 <sup>b</sup>	5.00 <sup>b</sup>	8.13 <sup>a</sup>	8.88 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>
묘 충실도	15.15 <sup>c</sup>	16.69 <sup>bc</sup>	20.54 <sup>b</sup>	30.58 <sup>a</sup>	34.79 <sup>a</sup>

Means with the same letter within a row are not significantly different (ANOVA, DMRT,  $p < 0.05$ )

들깨는 표 29과 같이 육묘일수 길어질수록 초장과 매트형성, 묘 충실도가 증가하며, 23일 이후에는 매트형성 정도가 8이상으로 기계정식이 가능하다. 그러나 30일 이상 육묘에도 초장이 15 cm 미만으로 220공 전용트레이를 사용하는 밀어내기식 정식기는 적용이 부적정한 것으로 판단 된다.

표 29. 들깨 육묘일수에 따른 초장, 매트형성, 묘 충실도

육묘일수	14일	18일	23일	27일	31일
초장(cm)	3.75 <sup>c</sup>	5.27 <sup>bc</sup>	7.94 <sup>ab</sup>	9.17 <sup>ab</sup>	11.48 <sup>a</sup>
매트형성	6.25 <sup>b</sup>	7.88 <sup>ab</sup>	8.25 <sup>ab</sup>	9.50 <sup>a</sup>	10.00 <sup>a</sup>
묘 충실도	12.85 <sup>c</sup>	18.88 <sup>bc</sup>	23.05 <sup>b</sup>	31.90 <sup>a</sup>	35.53 <sup>a</sup>

Means with the same letter within a row are not significantly different (ANOVA, DMRT,  $p < 0.05$ )

## 2. 육묘시 트레이 종류별 기계정식 적합성 검토

트레이에 따른 초장은 128공, 72공, 220공 순으로 나타났으나, 참깨는 유의한 차이가 없었다. 매트형성은 트레이에 따른 차이가 없었다. 묘 충실도는 매트형성과 반대로 72공, 128공, 220공 순으로 나타났다(표 30).

표 30. 트레이에 따른 생육특성 비교

참깨				들깨			
트레이	초장(cm)	매트형성	묘충실도	트레이	초장(cm)	매트형성	묘충실도
72	12.38 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	38.04 <sup>a</sup>	72	6.00 <sup>ab</sup>	7.38 <sup>a</sup>	29.29 <sup>a</sup>
128	13.63 <sup>a</sup>	6.88 <sup>a</sup>	28.82 <sup>b</sup>	128	8.35 <sup>a</sup>	8.50 <sup>a</sup>	26.97 <sup>ab</sup>
220	10.09 <sup>a</sup>	7.63 <sup>a</sup>	22.26 <sup>c</sup>	220	5.25 <sup>b</sup>	9.25 <sup>a</sup>	22.96 <sup>b</sup>

Means with the same letter within a row are not significantly different (ANOVA, DMRT,  $p < 0.05$ )

육묘 트레이는 공수가 많을수록 한 개 묘를 키울 수 있는 부피가 작아져 매트형성이 빨리 되는 장점이 있는 반면에 부피가 작아 묘가 생육할 수 있는 양분도 낮아 육묘기간이 길어질수록 양분부족 현상이 나타난다. 따라서 매트형성과 육묘기간 양분을 충분히 공급할 수 있는 점을 고려하여 육묘 트레이 선택이 중요하다. 본 연구 결과를 바탕으로 정식기계를 고려하면 들깨의 육묘는 128공 트레이가 가장 적합하게 판단되었다. 220공 트레이를 사용하는 정식기의 경우 줄기를 잡고 정식하기 때문에 초장이 15cm 이상이 되어야 가능하다. 220공에서 15cm 이상으로 육묘하는 것이 어려워 기계정식에는 부적정한 것으로 판단된다(그림 13).



그림 13. 밀어내기 정식기 220공 사용시 기계정식 부적정

### 3. 육묘시 상토 종류별 기계정식 적합성 검토

육묘 기계정식을 위해 상토 종류별로 평균 성분비율에 해당하는 11종을 우선적으로 검토하였다. 상토 종류에 따른 참깨 초장 비교는 표 31과 같으며, 들깨는 표 32와 같다.

표 31. 상토 종류에 따른 참깨 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
R1	13.3 <sup>a</sup>	27.1 <sup>ab</sup>	30.1 <sup>a</sup>	32.0 <sup>a</sup>	26.9 <sup>a</sup>	26.6 <sup>a</sup>
R2	11.9 <sup>ab</sup>	20.0 <sup>bc</sup>	28.6 <sup>a</sup>	29.7 <sup>a</sup>	26.1 <sup>a</sup>	24.9 <sup>bc</sup>
R3	13.1 <sup>a</sup>	24.4 <sup>ab</sup>	30.2 <sup>a</sup>	32.0 <sup>a</sup>	26.5 <sup>a</sup>	26.3 <sup>ab</sup>
R4	10.6 <sup>bcd</sup>	18.5 <sup>cd</sup>	22.2 <sup>b</sup>	25.3 <sup>b</sup>	21.5 <sup>b</sup>	23.8 <sup>c</sup>
R5	9.7 <sup>cd</sup>	—	—	—	—	—
R6	5.3 <sup>e</sup>	13.2 <sup>d</sup>	14.9 <sup>c</sup>	20.8 <sup>c</sup>	—	—
H1	11.4 <sup>abc</sup>	20.3 <sup>bc</sup>	24.9 <sup>b</sup>	21.1 <sup>c</sup>	19.5 <sup>bc</sup>	21.7 <sup>d</sup>
H2	11.3 <sup>abc</sup>	18.7 <sup>c</sup>	24.4 <sup>b</sup>	17.7 <sup>d</sup>	12.3 <sup>f</sup>	21.3 <sup>d</sup>
H3	11.6 <sup>abc</sup>	18.1 <sup>cd</sup>	22.3 <sup>b</sup>	18.3 <sup>d</sup>	17.8 <sup>cd</sup>	19.1 <sup>e</sup>
H4	8.7 <sup>d</sup>	16.6 <sup>cd</sup>	20.6 <sup>b</sup>	16.6 <sup>d</sup>	14.4 <sup>ef</sup>	19.3 <sup>e</sup>
H5	9.7 <sup>cd</sup>	17.9 <sup>cd</sup>	23.1 <sup>b</sup>	18.7 <sup>cd</sup>	15.7 <sup>de</sup>	21.1 <sup>d</sup>

Means with the same letter within a row are not significantly different (ANOVA, DMRT,  $p < 0.05$ )

표 32. 상토 종류에 따른 들깨 초장 비교

(단위: cm)

구분	파종일					
	1차파종 (4.28)	2차파종 (5.15)	3차파종 (5.25)	4차파종 (6.5)	5차파종 (6.17)	6차파종 (6.27)
R1	17.1 <sup>ab</sup>	21.8 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	27.1 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	18.7 <sup>ab</sup>
R2	17.5 <sup>a</sup>	22.0 <sup>a</sup>	24.3 <sup>b</sup>	26.5 <sup>a</sup>	19.6 <sup>a</sup>	17.8 <sup>ab</sup>
R3	16.6 <sup>ab</sup>	21.6 <sup>a</sup>	27.1 <sup>ab</sup>	26.4 <sup>a</sup>	19.2 <sup>a</sup>	20.1 <sup>ab</sup>
R4	13.3 <sup>cd</sup>	17.8 <sup>b</sup>	19.3 <sup>c</sup>	20.7 <sup>b</sup>	16.7 <sup>b</sup>	16.8 <sup>b</sup>
R5	11.2 <sup>de</sup>	—	—	—	—	—
R6	7.2 <sup>f</sup>	12.6 <sup>d</sup>	13.0 <sup>d</sup>	17.0 <sup>c</sup>	—	—
H1	13.3 <sup>cd</sup>	15.9 <sup>bc</sup>	19.5 <sup>c</sup>	16.8 <sup>cd</sup>	12.7 <sup>c</sup>	13.9 <sup>c</sup>
H2	13.1 <sup>cd</sup>	16.6 <sup>bc</sup>	19.3 <sup>c</sup>	14.5 <sup>de</sup>	7.6 <sup>d</sup>	13.5 <sup>c</sup>
H3	15.0 <sup>bc</sup>	15.1 <sup>c</sup>	17.2 <sup>c</sup>	14.5 <sup>de</sup>	12.2 <sup>c</sup>	12.1 <sup>c</sup>
H4	10.5 <sup>e</sup>	10.3 <sup>d</sup>	16.6 <sup>c</sup>	13.1 <sup>e</sup>	8.7 <sup>d</sup>	11.4 <sup>c</sup>
H5	12.1 <sup>de</sup>	15.4 <sup>bc</sup>	19.0 <sup>c</sup>	15.2 <sup>cde</sup>	9.5 <sup>d</sup>	13.0 <sup>c</sup>

Means with the same letter within a row are not significantly different (ANOVA, DMRT,  $p < 0.05$ )



초장은 6차례 육묘시험 결과, 평균적으로 원예용 상토에 비해 수도용 상토(경량, 준중량)에서 32.7% 더 컸다. 수도용 중량(R5, R6)의 경우 초장이 가장 작을 뿐만 아니라 굵은 입자를 많이 포함하고 있어 72공, 128공, 220공 트레이의 물빠짐 구멍으로 상토 빠짐 현상이 발생하여 R5는 1차파종 후 제외하였으며, R6는 4차파종 후 제외하였다. 6차례 육묘시험 결과 상토 종류별로 들깨 생육이 가장 좋은 수도용 경량 R1과 준중량 R4, 원예용 경량 H3, 원예용 초경량 H4 4종을 선발하였다(그림 7, 8).

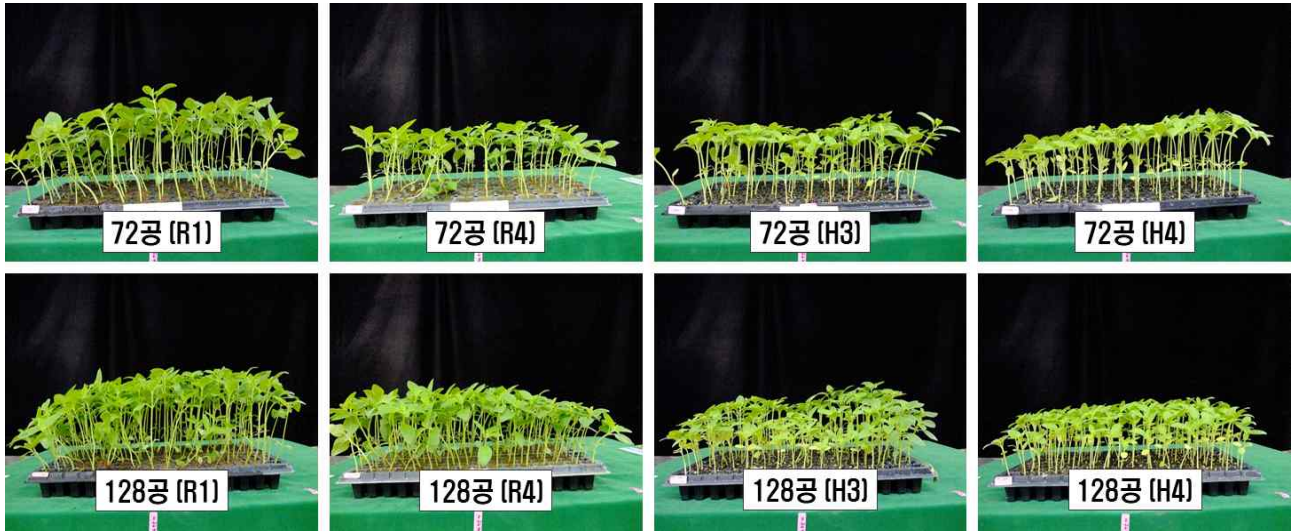


그림 14. 참깨 상토 및 트레이에 따른 생육 비교

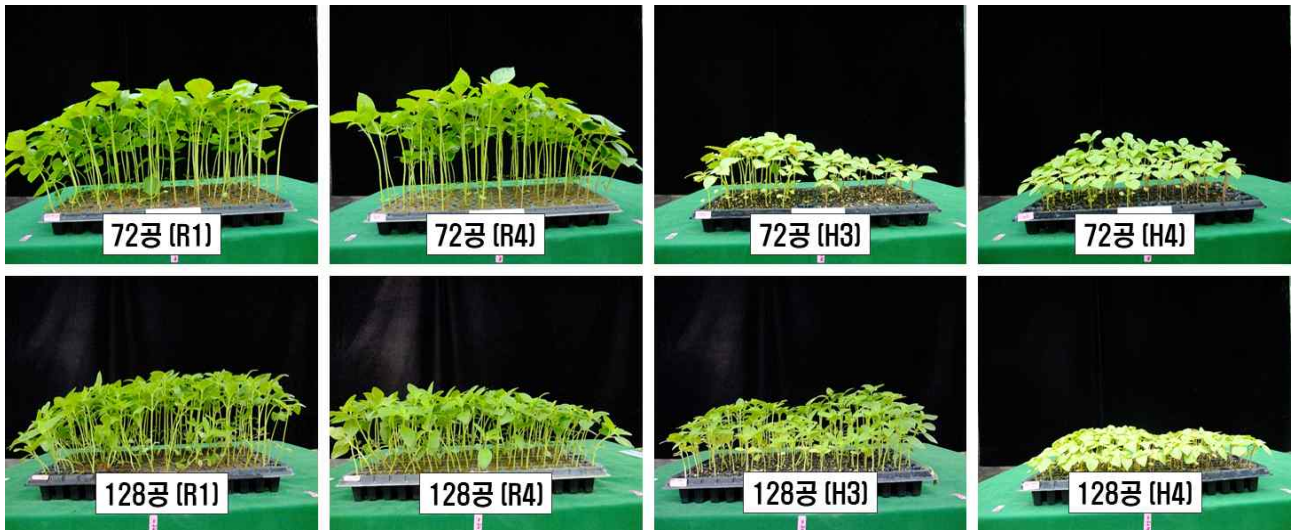


그림 15. 들깨 상토 및 트레이에 따른 생육 비교

표 33와 그림 16는 선발된 4개 상토에 따른 인장력 측정을 수행한 결과이다. 그 결과 상토에 따른 인장력은 유의한 차이가 없었다. 128공 트레이에 2018년 6월 11일에 파종하여 30일 경과한 육묘를 기준으로 하였다.

표 33 상토에 따른 인장력 측정

참깨		들깨	
상토	인장력(N)	상토	인장력(N)
H3	3.98 <sup>a</sup>	H3	2.60 <sup>a</sup>
H4	4.05 <sup>a</sup>	H4	2.06 <sup>a</sup>
R1	4.90 <sup>a</sup>	R1	2.65 <sup>a</sup>
R4	4.48 <sup>a</sup>	R4	2.90 <sup>a</sup>

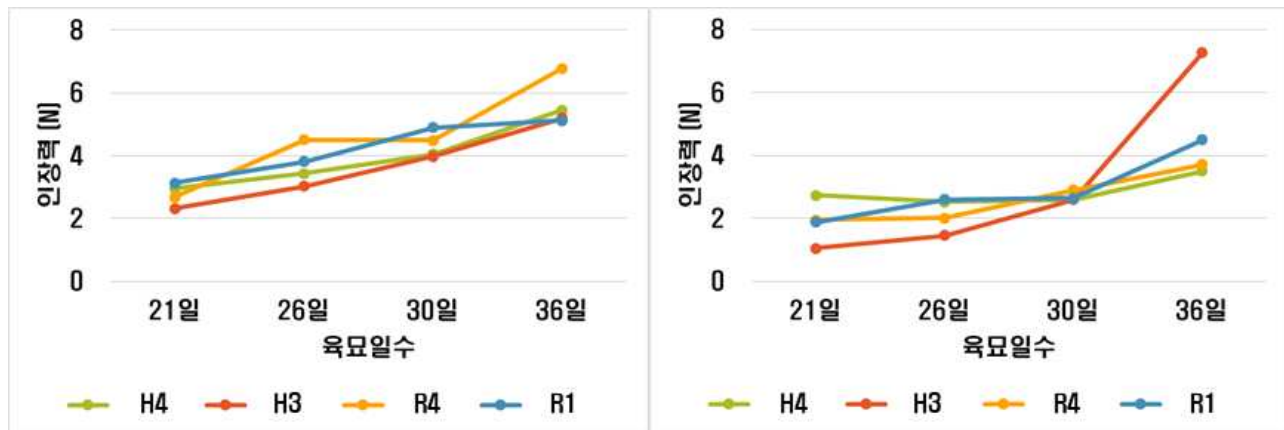


그림 16. 참깨(좌), 들깨(우) 육묘일수에 따른 상토별 인장력

표 34는 6차례 육묘시험으로 선발된 4종의 상토를 대상으로 2018년 5월 25일 1차 파종과 6월 11일에 2차 파종하여 초장, 매트형성, 묘 충실도를 비교한 것이다. 5월 25일 파종한 참깨의 육묘일수는 29일이며, 6월 11일은 28일이다. 표 10의 시험성적은 5월 25일과 6월 11일 파종한 육묘의 평균값을 사용하였으며, 트레이는 128공을 기준으로 하였다. 참깨의 초장은 R1상토가 가장 좋았으며, 매트형성은 H3와 H4, 묘 충실도는 H3, R1이 좋았다. 5월 25일 파종한 들깨의 육묘일수는 21일이며, 6월 11일은 23일이다. 표 10의 시험성적은 들샘을 대상으로 5월 25일과 6월 11일 파종한 육묘의 평균값을 사용하였으며, 트레이는 128공을 기준으로 하였다. 들깨의 초장은 R1상토가 가장 좋았으며, 매트형성은 H3와 H4, 묘 충실도는 유의성이 없었다.

표 34. 선발된 4개 상토에 따른 생육특성 비교

참깨				들깨			
상토	초장(cm)	매트형성	묘충실도	상토	초장(cm)	매트형성	묘충실도
H3	11.46 <sup>ab</sup>	8.50 <sup>a</sup>	31.95 <sup>a</sup>	H3	6.09 <sup>b</sup>	10.00 <sup>a</sup>	29.73 <sup>a</sup>
H4	10.17 <sup>b</sup>	8.75 <sup>a</sup>	25.70 <sup>b</sup>	H4	5.92 <sup>b</sup>	10.00 <sup>a</sup>	25.03 <sup>ab</sup>
R1	18.42 <sup>a</sup>	4.50 <sup>b</sup>	32.63 <sup>a</sup>	R1	12.92 <sup>a</sup>	8.75 <sup>b</sup>	29.48 <sup>a</sup>
R4	14.50 <sup>ab</sup>	5.75 <sup>ab</sup>	25.00 <sup>b</sup>	R4	8.50 <sup>b</sup>	5.25 <sup>c</sup>	23.65 <sup>b</sup>

Kim et al.(2000)과 Bae et al.(2013)의 연구에 따르면 육묘는 짧은 기간 내에 육묘하여 뿌리의 활력이 좋을 때 정식하는 것이 좋기 때문에 기계정식을 위한 육묘 또한 적절한 초장과 매트가 형성되면 최단기간에 정식하는 것이 좋다. Yu et al.(2018)의 연구에서 매트형성은 손으로 뽑아서 부서지지 않을 정도에서 정식작업이 가능하다고 하였으며, 그림 2의 매트형성이 8 정도

가 된다. 따라서 매트형성 8 이상일 때 정식기 적용시 묘 취출과 이송이 원활하게 작업이 가능하다. 본 육묘시험을 종합하면 참깨는 원예용 상토(H3, H4)에서 28일정도 육묘시 초장과 매트가 형성되어 기계정식에 적합한 시기로 판단된다(그림 17).

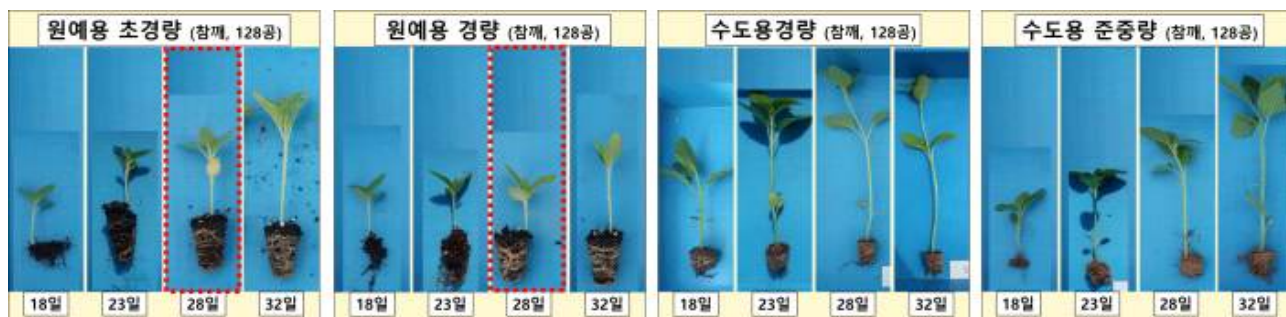
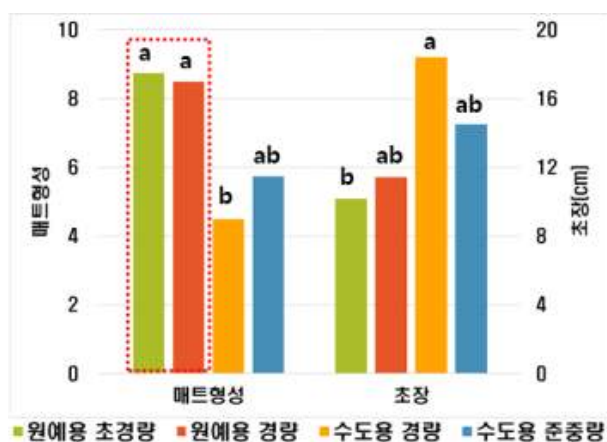


그림 17 참깨 상토에 따른 생육특성 비교



<128공 트레이 상토별 매트 및 초장 비교>



<기계정식 직후 (파종후 30일)>



<정식후 30일 >

그림 18 참깨 육묘 종합평가 및 기계파종 결과

들깨의 경우 초장은 5cm 미만인 경우 정식시 땅속에 파묻혀 정식이 어렵기 때문에 초장 10cm 이상이 되어야 기계정식이 적정할 것으로 판단된다(그림 19). 들깨는 수도용 경량 상토(R1)에서 23일정도 육묘시 초장과 매트가 형성되어 기계정식에 적합한 시기로 판단된다(그림 20).

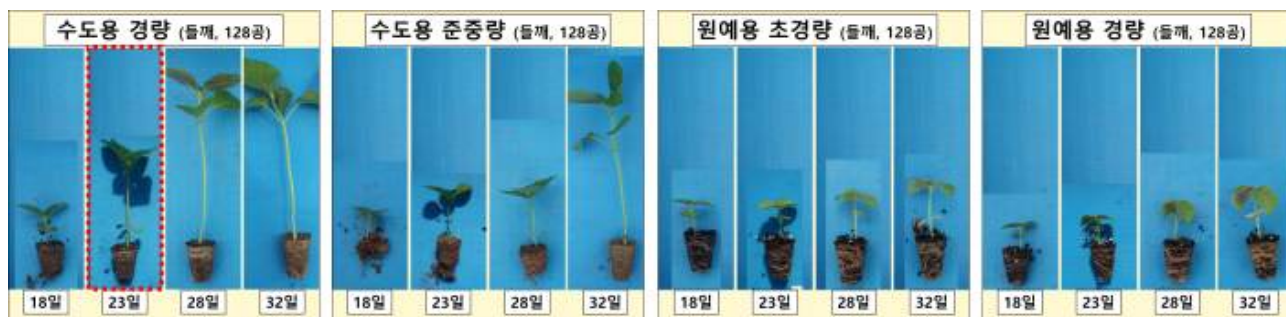


그림 19 들깨 상토에 따른 생육특성 비교





<128공 트레이 상토별 매트 및 초장 비교>

<기계정식 직후(파종후 24일), 정식후 30일>

그림 20. 들깨 육묘 종합평가 및 기계파종 결과

#### 4. 직파와 기계정식에 따른 생육 및 수량비교

참깨와 들깨의 기계정식에 따른 효율성을 알아보기 위해 직파재배와 기계정식재배에 따른 생육 및 수량비교를 실시하였다. 그 결과는 표 35과 그림 21와 같이 나타났다. 참깨의 경우 경장, 주당삭수, 분지수 등 생육특성은 유리하였지만 수량에서는 유의한 차이가 없었다. 들깨는 생육특성과 수량에 유의한 차이가 없었다.

표 35 직파와 기계정식에 따른 생육 및 수량 비교

작목(품종)	구분	경장(cm)	경태(mm)	주당삭수(개)	분지수(개)	천립중(g)
참깨 (건백)	직파	102.0	10.2	81.1	2.2	2.56
	기계정식	85.8	11.4	66.7	1.3	2.81
작목(품종)	구분	경장(cm)	마디수(개)	화방군수(개)	분지수(개)	천립중(g)
들깨 (소담)	직파	85.0	10.2	60.8	11.2	1.38
	기계정식	86.1	10.7	69.0	13.7	1.46



그림 21. 직파와 기계정식에 따른 생육비교

## 5. 기계정식에 적합한 육묘평가

참깨 기계정식에서 가장 중요한 요인은 매트형성이다. 묘를 직접 뽑아서 공급하는 반자동 정식기를 사용할 경우 128~220공 트레이와 원예용 상토(H3, H4)에서 28일 육묘가 적정한 것으로 나타났다. 128공 전용트레이를 사용하는 꽃아내기식 정식기는 매트형성을 고려하면 원예용 상토(H3, H4)에서 28일정도 육묘가 적정한 것으로 나타났다. 반면에 220공 전용트레이를 사용하는 밀어내기식 정식기는 35일정도 육묘시 기계정식은 가능하나, 육묘기간이 길어져 개화하거나 포장 정식 후 활착 등 문제로 정상생육에 불리하다.

들깨 기계정식에서 가장 중요한 요인은 매트형성과 초장이다. 묘를 직접 뽑아서 공급하는 반자동 정식기를 사용할 경우 128~220공 트레이와 수도용 경량 상토(R1)에서 23일 육묘가 적정한 것으로 나타났다. 128공 전용트레이를 사용하는 꽃아내기식 정식기는 매트형성과 초장을 고려하면 수도용 경량 상토(R1)에서 23일정도 육묘가 적정한 것으로 나타났다. 반면에 220공 전용트레이를 사용하는 밀어내기식 정식기는 줄기를 잡고 정식하기 때문에 초장이 15 cm 이상 되어야 가능하다. 220공에서 15 cm 이상으로 육묘하는 것이 어려워 기계정식에는 부적정한 것으로 판단된다.

참깨와 들깨 정식 기계화를 통해 소립종자의 파종 및 솟음노력 절감이 가능하며, 입모율 증진으로 생산성도 향상될 것으로 판단된다. 참깨와 들깨는 기계화율이 매우 낮은 작물인데, 재배면적은 넓어 파종, 육묘, 수확 등 기계화 재배 기술 개발이 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

## <시험 2> 참깨·들깨의 육묘 단축 기술 개발

### 제1절 재료 및 방법

#### 1. 시험품종

참깨와 들깨는 콩, 옥수수, 조 등 다른 발작물에 비해 육묘기간이 10~20일정도 길기 때문에 육묘기간 단축을 위한 연구가 필요하다. 육묘기간 단축을 위해 사용한 품종은 <시험 1>에서 사용한 건백(참깨)과 소담(들깨)이다. 참깨의 파종일은 2018년 5월 25일, 6월 11일, 2019년 5월 14일, 27일 4회이며, 들깨는 2018년 5월 25일, 6월 11일, 2019년 5월 24일, 6월 5일이다. 트레이는 128공 찍어내기식 기계전용 트레이와 밀어내기식 220공 기계전용 트레이를 사용하였다. 참깨 상토는 <시험1>에서 선발된 원예용 상토(H3), 들깨 상토는 수도용 경량(R1)을 사용하였다. 사용된 상토의 주요 성분비율은 표 36과 같다.

표 36. 연구에 사용된 상토의 주요 성분 비율

용도	종류	주요 성분 비율 (%)						주요 제품명
		코코피트	질석	피트모스	펄라이트	제오라이트	황토	
수도용	경량	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	R1
원예용	경량	68.0	6.0	10.0	6.0	5.0	0.0	H3

육묘기간 단축을 위해 아토닉, 풀빅산, 휴믹산, 하이퍼넥스를 생육 5일 간격으로 약액이 충분히 묻도록 엽면시비를 하였다. 또한 아토닉, 지베렐린을 파종 전 종자를 침지하여 사용하였다(표 37).

표 37. 육묘기간 단축을 위한 약제처리

구분	약제	기준액	처리 방법
엽면시비	아토닉	20ml/10L	생육 5일 간격 약액이 충분히 묻도록 엽면시비
	폴빅산	20ml/10L	생육 5일 간격 약액이 충분히 묻도록 엽면시비
	휴믹산	20ml/10L	생육 5일 간격 약액이 충분히 묻도록 엽면시비
	하이퍼넥스	20ml/10L	생육 5일 간격 약액이 충분히 묻도록 엽면시비
침지	아토닉	20ml/10L	종자부피와 같은량의 희석액에 24시간 침지
	지베렐린	25g/20L	과중 전 1시간 침지 이후 그늘에서 말린 후 과중

## 제2절 결과 및 고찰

참깨의 초장과 매트형성은 육묘일수에 영향을 받으나 생장조정제는 유의한 차이가 없었다. 들깨의 초장과 매트형성은 육묘일수에 영향을 받으나, 초장에 대한 생장조정제는 영향이 없으며, 매트형성에는 영향을 받았다(표 38). 참깨 생장조정제 처리에 따른 육묘 초장을 비교하면 그림 15, 16과 같다. 28일 육묘 기준으로 아토닉으로 침지 처리가 가장 좋으나 무처리와 차이가 없었다. 육묘일수에 따라 약간의 차이가 있으나 무처리와 처리구간 차이가 발생하지 않았다. 또한 128공과 220공 트레이간 차이도 없었다.

표 38. 육묘에 따른 생육 특성(F value)

작목	생육	생장조정제	육묘일수	트레이
참깨	초장	2.95 <sup>ns</sup>	17.31 <sup>**</sup>	82.09 <sup>**</sup>
	매트형성	1.26 <sup>ns</sup>	34.17 <sup>**</sup>	5.07 <sup>ns</sup>
들깨	초장	0.51 <sup>ns</sup>	159.81 <sup>**</sup>	25.99 <sup>**</sup>
	매트형성	1.45 <sup>**</sup>	13.18 <sup>**</sup>	7.97 <sup>ns</sup>

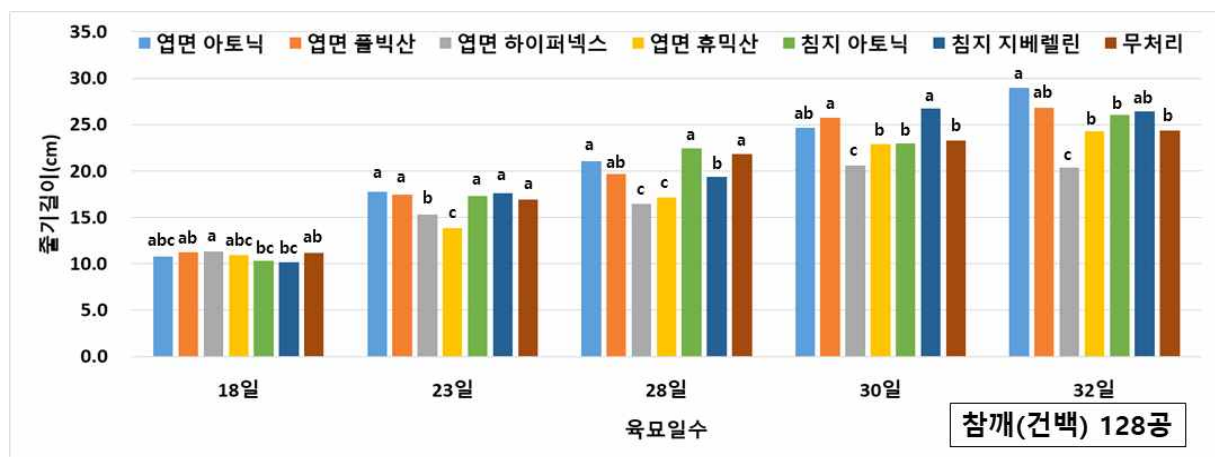


그림 22. 참깨 생장조정제 처리에 따른 육묘 초장 비교(128공)

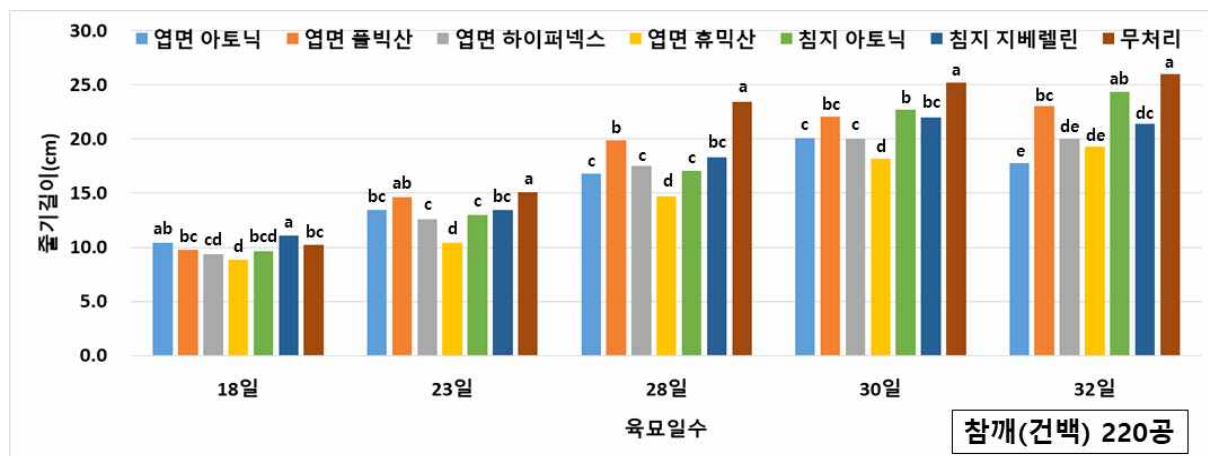


그림 23 참깨 생장조정제 처리에 따른 육묘 초장 비교(220공)

들깨 생장조정제 처리에 따른 육묘 초장을 비교하면 그림 24, 25과 같다. 28일 육묘 기준으로 지베렐린 침지와 아토닉 엽면 처리가 가장 좋았다. 육묘일수에 따라 약간의 차이가 있으나 지베렐린 침지와 아토닉 엽면 처리가 생육 증진에 효과가 있었다. 또한 128공에서는 아토닉 엽면처리가 220공에서는 지베렐린 침지 처리가 좋게 나타났다.

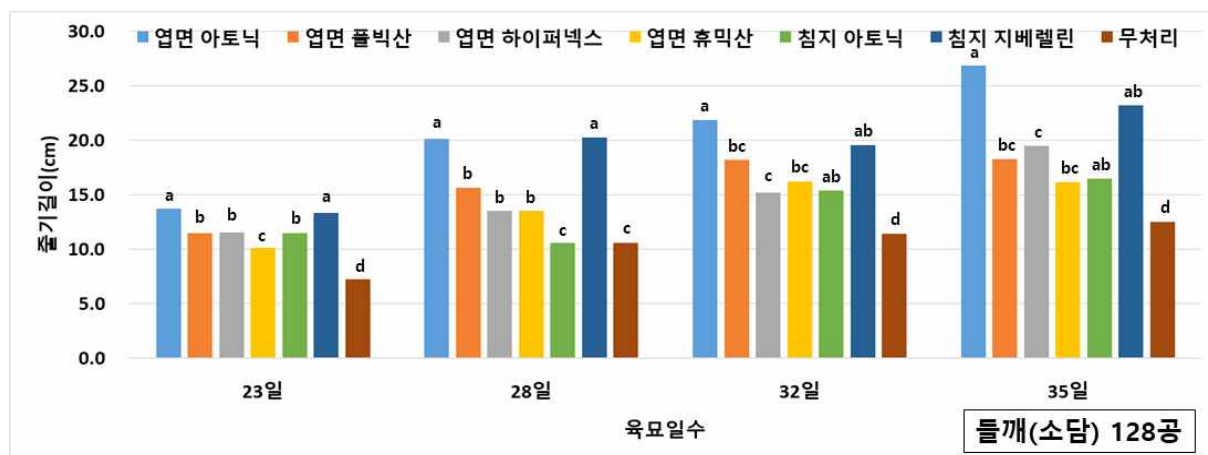


그림 24. 들깨 생장조정제 처리에 따른 육묘 초장 비교(128공)

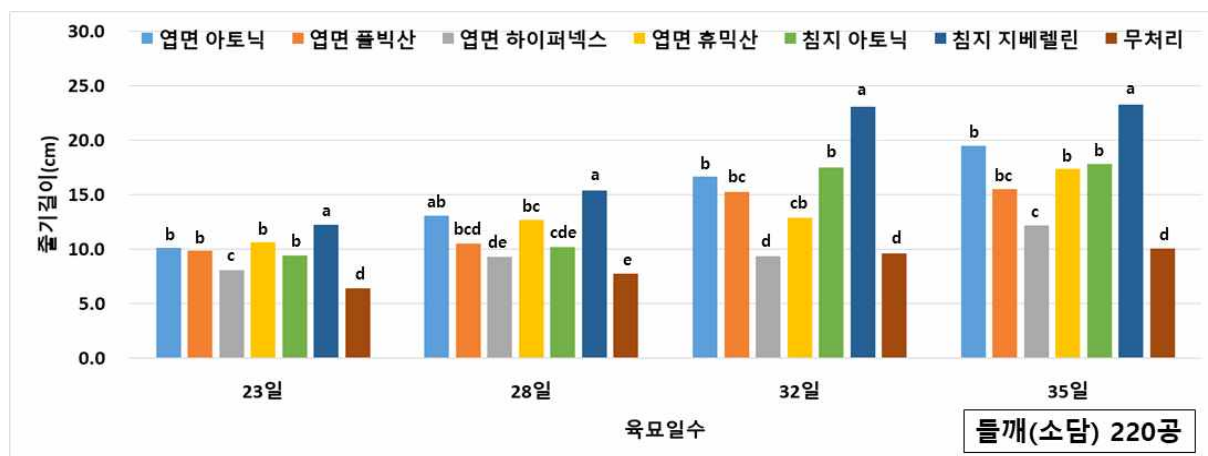


그림 25. 들깨 생장조정제 처리에 따른 육묘 초장 비교(220공)

참깨 성장조정제 처리에 따른 육묘기간별 생육특성은 표 39와 같으며, 들깨는 표 40과 같다.

표 39. 참깨 성장조정제 처리에 따른 생육특성

조사항목	처리		육묘기간(일)				
			18	23	28	30	32
줄기길이 (cm)	무처리		11.20	16.96	21.86	23.26	24.34
	엽면	아토닉	10.80	17.74	21.06	24.64	28.98
		폴빅산	11.24	17.46	12.68	25.76	26.80
		하이퍼넥스	11.30	15.28	13.46	20.60	20.40
		휴믹산	10.98	13.88	17.16	22.94	24.28
	침지	아토닉	10.32	17.34	22.48	23.00	26.08
		지베렐린	10.18	17.64	19.36	26.76	26.44
뿌리길이 (cm)	무처리		7.08	7.92	23.24	13.26	12.06
	엽면	아토닉	7.10	8.20	23.08	9.46	11.34
		폴빅산	6.18	8.90	23.20	11.86	12.14
		하이퍼넥스	7.02	13.76	22.42	12.24	13.62
		휴믹산	9.52	12.50	24.26	10.94	10.78
	침지	아토닉	7.16	7.28	22.56	8.04	8.98
		지베렐린	6.48	9.22	24.18	9.10	9.38
줄기무게 (g)	무처리		0.33	0.65	1.02	1.44	1.70
	엽면	아토닉	0.28	0.65	1.22	1.72	1.83
		폴빅산	0.30	0.70	1.05	1.74	1.85
		하이퍼넥스	0.31	0.74	1.02	1.50	1.35
		휴믹산	0.41	0.69	0.95	1.69	1.95
	침지	아토닉	0.27	0.61	1.49	1.14	1.34
		지베렐린	0.36	0.81	1.50	2.07	2.08
뿌리무게 (g)	무처리		0.04	0.06	0.19	0.25	0.33
	엽면	아토닉	0.03	0.07	0.27	0.30	0.30
		폴빅산	0.03	0.10	0.25	0.42	0.36
		하이퍼넥스	0.05	0.16	0.22	0.32	0.32
		휴믹산	0.07	0.15	0.26	0.34	0.34
	침지	아토닉	0.04	0.07	0.28	0.30	0.20
		지베렐린	0.04	0.10	0.42	0.27	0.31
묘충실도 (cm/mg)	무처리		29.64	38.39	46.84	61.95	69.72
	엽면	아토닉	25.74	36.56	57.83	69.81	63.18
		폴빅산	26.33	40.18	83.04	67.51	69.03
		하이퍼넥스	27.70	48.53	75.41	72.72	66.13
		휴믹산	37.52	49.57	55.48	73.58	80.23
	침지	아토닉	26.45	34.92	66.33	49.65	51.46
		지베렐린	35.36	45.97	77.43	77.32	78.56
매트 형성정도	무처리		2.00	5.00	10.00	10.00	10.00
	엽면	아토닉	1.00	3.00	9.00	10.00	10.00
		폴빅산	2.00	5.00	10.00	10.00	10.00
		하이퍼넥스	1.00	5.00	10.00	10.00	10.00
		휴믹산	1.00	3.00	10.00	10.00	10.00
	침지	아토닉	2.00	2.00	10.00	10.00	10.00
		지베렐린	2.00	9.00	10.00	10.00	10.00



표 40. 들깨 성장조정제 처리에 따른 생육특성

조사항목	처리		육묘기간(일)				
			18	23	28	30	32
줄기길이 (cm)	무처리		7.28	10.62	11.44	8.50	24.34
	엽면	아토닉	13.70	20.17	21.90	26.90	28.98
		폴빅산	11.46	15.64	18.20	16.90	26.80
		하이퍼넥스	11.54	13.54	15.22	19.50	20.40
		휴믹산	10.14	13.52	16.26	16.20	24.28
	침지	아토닉	10.14	13.86	17.94	19.20	26.08
		지베렐린	13.36	20.30	19.58	23.20	26.44
뿌리길이 (cm)	무처리		13.20	13.56	13.90	8.90	12.06
	엽면	아토닉	15.04	13.48	17.56	17.10	11.34
		폴빅산	15.86	15.56	17.20	15.80	12.14
		하이퍼넥스	17.82	19.64	19.08	17.90	13.62
		휴믹산	14.32	15.26	24.82	18.80	10.78
	침지	아토닉	12.38	10.10	11.86	14.10	8.98
		지베렐린	11.58	11.84	10.38	10.30	9.38
줄기무게 (g)	무처리		0.41	1.04	1.06	0.65	1.70
	엽면	아토닉	0.77	1.78	1.73	2.61	1.83
		폴빅산	0.72	1.06	1.73	1.38	1.85
		하이퍼넥스	0.77	1.31	1.31	1.53	1.35
		휴믹산	0.80	1.03	1.18	1.50	1.95
	침지	아토닉	0.69	1.41	1.59	1.85	1.34
		지베렐린	0.74	1.83	1.15	2.31	2.08
뿌리무게 (g)	무처리		0.12	0.32	0.28	0.22	0.33
	엽면	아토닉	0.19	0.42	0.44	0.52	0.30
		폴빅산	0.32	0.32	0.44	0.54	0.36
		하이퍼넥스	0.40	0.38	0.40	0.37	0.32
		휴믹산	0.28	0.28	0.41	0.40	0.34
	침지	아토닉	0.15	0.35	0.41	0.42	0.20
		지베렐린	0.22	0.39	0.36	0.43	0.31
묘충실도 (cm/mg)	무처리		72.12	127.68	117.05	102.35	69.72
	엽면	아토닉	70.36	109.15	99.04	116.25	63.18
		폴빅산	90.05	87.79	119.34	113.43	69.03
		하이퍼넥스	100.87	124.37	111.96	97.64	66.13
		휴믹산	105.72	97.26	97.54	117.41	80.23
	침지	아토닉	82.84	127.27	110.93	118.65	51.46
		지베렐린	72.01	109.31	77.02	117.93	78.56
매트 형성정도	무처리		9.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	엽면	아토닉	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
		폴빅산	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
		하이퍼넥스	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
		휴믹산	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
	침지	아토닉	9.00	10.00	10.00	10.00	10.00
		지베렐린	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00

참깨 육묘기간 단축을 위해 생장조정제 처리 이외에 1주2본에 육묘에 대해 검토하였다. 1주1본의 재식거리는 70×15cm, 1주2본은 70×30cm이며, 트레이는 꽃아내기식 128공, 200공 트레이를 사용하였다. 그 결과 1주1본 보다 1주2본 육묘의 묘 충실도가 증가하나 육묘 경과일수에 따른 매트 형성에 차이가 없어 기계정식에는 차이가 없을 것으로 판단된다(그림 26, 표 41). 표 42는 1주1본과 1주2본의 생육과 수량을 비교한 것으로 경장에 차이가 없으나 1주2본에서 종실수량이 30%가 감소되었다.

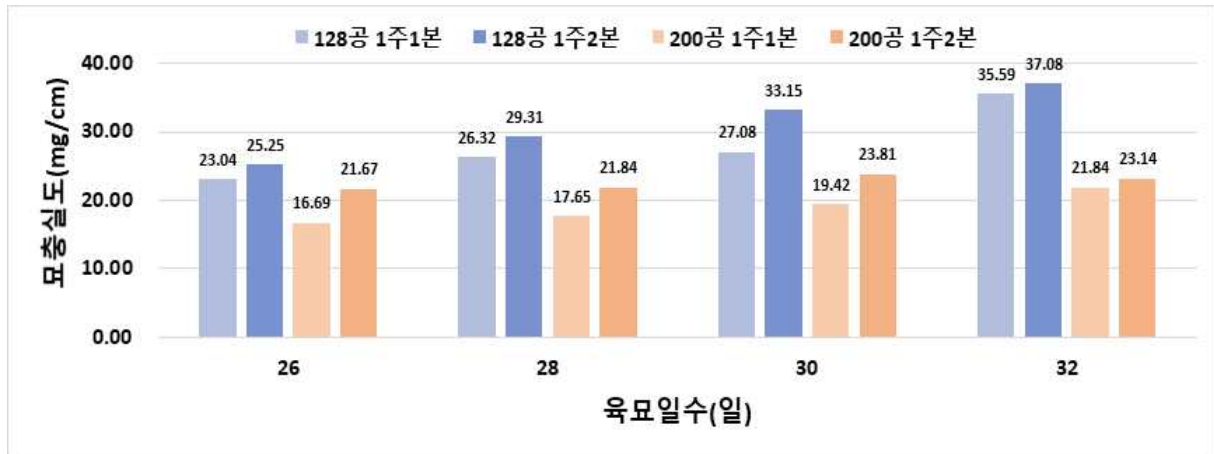


그림 26 참깨 육묘 주당본수에 따른 묘 충실도 비교

표 41. 참깨 주당본수에 따른 생육특성

조사항목	트레이	주당본수	육묘일수(일)			
			26	28	30	32
줄기길이 (cm)	128공	1주1본	12.50	12.67	14.40	17.23
		1주2본	11.60	12.28	12.37	12.77
	200공	1주1본	11.17	12.47	12.70	13.73
		1주2본	9.77	10.53	11.20	12.97
뿌리길이 (cm)	128공	1주1본	8.73	8.90	9.03	9.77
		1주2본	7.85	8.22	8.77	9.58
	200공	1주1본	7.77	8.37	9.03	9.40
		1주2본	7.07	7.80	8.87	9.57
줄기무게 (g)	128공	1주1본	0.29	0.33	0.39	0.61
		1주2본	0.29	0.36	0.41	0.47
	200공	1주1본	0.19	0.22	0.25	0.30
		1주2본	0.21	0.23	0.22	0.30
묘충실도 (mg/cm)	128공	1주1본	23.04	26.32	27.08	35.59
		1주2본	25.25	29.31	33.15	37.08
	200공	1주1본	16.69	17.65	19.42	21.84
		1주2본	21.67	21.84	19.35	23.14
매트형성	128공	1주1본	8.33	9.67	9.67	10.00
		1주2본	7.33	9.67	10.00	10.00
	200공	1주1본	9.00	9.33	10.00	10.00
		1주2본	7.67	9.33	10.00	10.00

표 42. 참깨 주당본수에 따른 생육 및 수량비교

구분	경장(cm)	분지수(개)	주당삭수(개)	종실수량(kg/10a)	천립중(g)
1주1본	74.79	0.80	30.57	109.81	2.10
1주2본	74.76	0.38	26.07	76.19	1.91

### Ⅲ. 조·기장 생력재배를 위한 육묘기술 개발

#### <시험 1> 조·기장의 점파 육묘기술 개발

#### 제1절 재료 및 방법

##### 1. 시험품종

조(Foxtail millet, *Setaria italica*)와 기장(*Panicum miliaceum* L.)의 직파재배에서 애로점인 적정 개체수 확보, 조류 피해, 잡초와의 경합을 회피하기 위한 일환으로 기계정식에 적합한 점파의 육묘기술 개발을 위해 적합 상토를 선발하고 육묘의 생육특성을 조사하였다.

##### 2. 육묘트레이

시험재료는 조 ‘삼다찰’ 품종으로 트레이 점파는 128공, 220공을 사용하였고, 산파는 벼 육묘상자를 이용하였다. 상토는 상토협회에 게시된 16개사 170제품에 대해 용도별, 종류별로 성분비율을 검토하고, 수도용 및 원예용으로 구분하고 평균 성분비율에 해당하는 11제품을 선발하여 사용하였다.

##### 3. 육묘 상토

상토 성분을 보면 수도용은 황토 15~44%, 질석 25~41%로 큰 비중을 차지하였고, 원예용은 코코피트 63~72%, 펄라이트 6~12%로 특이하게 포함되어 있다. 2017년 4월 하순부터 6월 하순까지 6차례 트레이에 점파한 후 생육특성이 우수한 용도별 4개 상토를 선발하였고, 2018년 5월 상순부터 8월 하순까지 선발된 수도용(S1, S2), 원예용(W1, W2) 4제품 상토를 대상으로 트레이 점파와 벼 육묘상자 산파에 대한 생육특성을 분석하였다.

#### 제2절 결과 및 고찰

##### 1. 육묘시 주요 특성

시험품종은 조는 삼다찰, 기장은 이백찰을 사용하였다.

##### 2. 육묘시 트레이 종류별 기계정식 적합성 검토

트레이 크기는 72공(관행), 128공(기계이식 전용), 220공(기계이식 전용)을 사용하였다.



### 3. 육묘시 상토 종류별 기계정식 적합성 검토

시험 상토 선별을 위해 상토협회 등록된 16개사 170제품에 대해 용도별, 종류별 주요 성분비를 검토하였다. 상토 종류별 평균 성분비율에 해당하는 11개 제품을 사용하였다.

용도	종류	주요 성분 비율 (%)						주요 제품명
		코코피트	질석	피트모스	펄라이트	제오라이트	황토	
수도 용	경량	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	농우 참조은
	경량	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	찰가마
	준중량	25.0	40.0	5.0	0.0	0.0	24.0	농우 참조은
	준중량	12.0	39.8	8.0	0.0	15.0	15.0	아라리
	중량	8.0	25.0	0.0	0.0	49.0	0.0	명품 상토
	중량	0.0	35.0	0.0	0.0	20.0	44.5	일품
원예 용	경량	65.0	7.0	11.0	12.0	5.0	0.0	슈퍼엑스텐
	경량	63.0	6.0	17.7	11.0	2.0	0.0	에버그린
	경량	68.0	6.0	10.0	6.0	5.0	0.0	바로커
	초경량	72.0	8.0	8.6	9.5	3.7	0.0	넘버원
	초경량	63.5	10.0	10.0	6.0	5.0	0.0	푸른세상

육묘에 따른 생육 특성(F value)은 조, 기장 육묘의 생육특성은 트레이, 상토, 파종시기에 모두 영향을 받는 것으로 나타났다.

작목- 품종	트레이	상토	파종시기
기장- 이백찰	113.32**	20.33**	68.41**
조- 삼다찰	75.31**	12.76**	22.60**

ns : nonsignificant, \* : significant at  $P \leq 0.05$ , \*\* : significant at  $P \leq 0.01$

파종 후 경과일에 따른 매트 형성은 조, 기장 모두 높아 육묘이식에는 문제가 없는 것으로 나타났다.

구분	트레이	상토	파종시기
조	1.62 <sup>ns</sup>	1.41 <sup>ns</sup>	15.17 <sup>ns</sup>
기장	3.82 <sup>ns</sup>	0.95 <sup>ns</sup>	4.64 <sup>ns</sup>

† ns : nonsignificant, \* : significant at  $P \leq 0.05$ , \*\* : significant at  $P \leq 0.01$

선발된 4개 상토에 따른 초장의 생육비교에서 조는 생육특성인 초장에서 시험상토 중 수도용인 참조은(경량)과 아라리 상토가 가장 우수한 것으로 나타났고, 기장에서는 상토별 유의성이 없었음



시험재료는 조(삼다찰), 기장(이백찰)을 대상으로 비가림 하우스, 5월 17일 파종하였다. 여기에 사용된 트레이는 128공 (16x8, 꽃아내기식), 220공 (20x10, 밀어내기)이었다. 또한 상토는 4종(경량 2, 중량 2), 1주 2분으로 하고 육묘 생육은 15일, 20일 구분하여 조사하였다.

표 43. 1차 선발된 상토 종류별 주요성분 비율

용도	종 류	선발	주요 성분 비율 (%)						제품명
			코코피트	질석	피트모스	펄라이트	제오라이트	황토	
수도 용	경량	S-1	31.0	41.0	5.7	0.0	0.0	20.0	참조은
	준중량	S-2	12.0	39.8	8.0	0.0	15.0	15.0	아라리
원예 용	초경량	W-1	63.5	10.0	10.0	6.0	5.0	0.0	푸른세상
	경량	W-2	63.0	6.0	17.7	11.0	2.0	0.0	에버그린

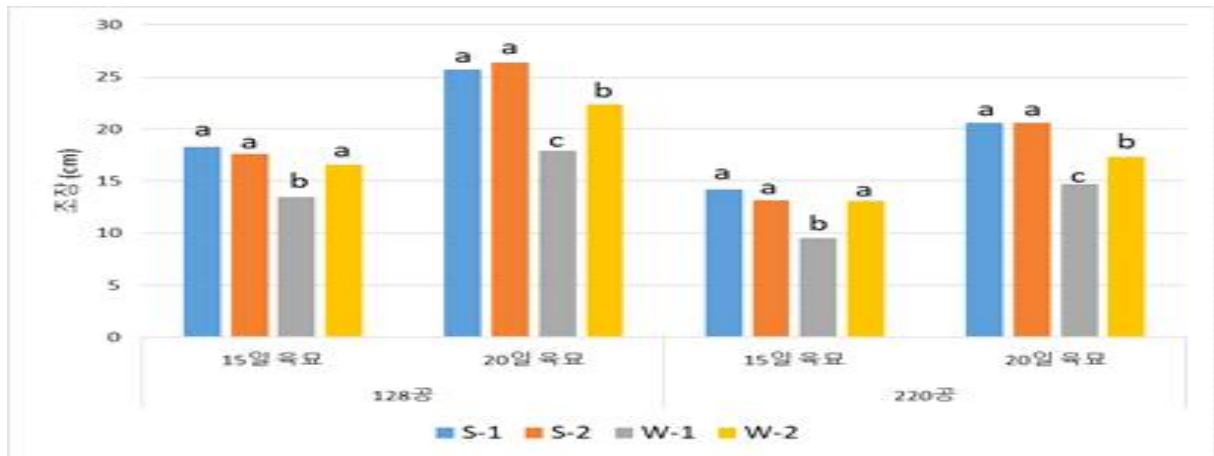
#### 4. 조의 점과 육묘기술

조의 점과육묘는 육묘 15일, 20일 모두 S1, S2 상토에서 생육이 우수하였다. 초장(육묘 15일)과 생체중(g)간의 상관관계는 줄기  $R=0.927$ , 뿌리는  $R=0.706$ 로 나타났다. 묘출실도\*(육묘 15일)는 상토별 차이(유의성)가 없었다. 또한 128공은 15일 육묘, 220공은 20일 육묘가 적절하고 조육묘는 초장이 18cm 내외가 기계 이식이 적합한 것으로 나타났다.

\* 지상부 묘건물중/초장

표 44. 조(삼다찰) 트레이 점과 육묘의 상토별 생육비교 \* 5. 17 파종

육묘일수	15일 육묘			20일 육묘		
상토종류	128공	220공	평균(cm)	128공	220공	평균(cm)
W-1	13.5±1.25b	9.5±1.65b	11.5±1.5c	17.9±1.17c	14.7±1.23b	16.3±1.2c
W-2	16.6±1.49a	13.1±1.29a	14.9±1.4b	22.4±1.58b	17.3±1.96b	19.9±1.8b
S-1	18.3±2.13a	14.2±1.13a	16.3±1.6a	25.7±1.38a	20.6±1.29a	23.2±1.3a
S-2	17.6±1.69a	13.2±1.84a	15.4±1.8ab	26.4±1.73a	20.6±1.31a	23.5±1.5a



<조 상토별 육묘생육 비교>

## <시험 2> 조·기장의 산과 육묘기술 개발

### 제1절 재료 및 방법

#### 1. 시험품종

기장(*Panicum miliaceum* L.) 직파재배에서 애로점인 적정 개체수 확보, 조류 피해, 잡초와의 경합을 회피하기 위한 일환으로 기계정식에 적합한 산과의 육묘기술 개발을 위해 적합 상토를 선발하고 육묘의 생육특성을 조사하였다.

#### 2. 육묘트레이

시험재료는 기장 ‘이백찰’ 품종으로 산과는 벼 육묘상자를 이용하였다. 상토는 상토협회에 게시된 16개사 170제품에 대해 용도별, 종류별로 성분비율을 검토하고, 수도용 및 원예용으로 구분하고 평균 성분비율에 해당하는 11제품을 선발하여 사용하였다.

#### 3. 육묘 상토

상토 성분을 보면 수도용은 황토 15~44%, 질석 25~41%로 큰 비중을 차지하였고, 원예용은 코코피트 63~72%, 펄라이트 6~12%로 특이하게 포함되어 있다. 2017년 4월 하순부터 6월 하순까지 6차례 트레이에 점파한 후 생육특성이 우수한 용도별 4개 상토를 선발하였고, 2018년 5월 상순부터 8월 하순까지 선발된 수도용(S1, S2), 원예용(W1, W2) 4제품 상토를 대상으로 벼 육묘상자 산과에 대한 생육특성을 분석하였다.

### 제2절 결과 및 고찰

#### 1. 육묘시 주요 특성

시험품종은 조는 삼다찰, 기장은 이백찰을 사용하였다.

#### 2. 육묘시 벼 육묘상자 기계정식 적합성 검토

상토별 생육(초장)은 15일 육묘에서 수도용 S1(참조은), S2(아라리) 상토가 우수하였다. 20일 육묘는 15일 육묘에서 16cm 이상(S1 20일 육묘 27~31cm)로 나타났다. 파종량(산과, 육묘 상자당)은 15일 육묘(S1-참조은)에서 조 20g, 기장 15g 우수하나 유의성은 없었다. 종합적으로 육



묘(기계적합 초장 기준 16-20cm)는 조, 수수 15일 내외 육묘가 적정하였다. 이때 종자 발아율은 조 70.0 ±11.8%, 기장 94.0 ±4.3%으로 나타났다.

### 3. 조 산파 육묘의 상토별 생육 비교

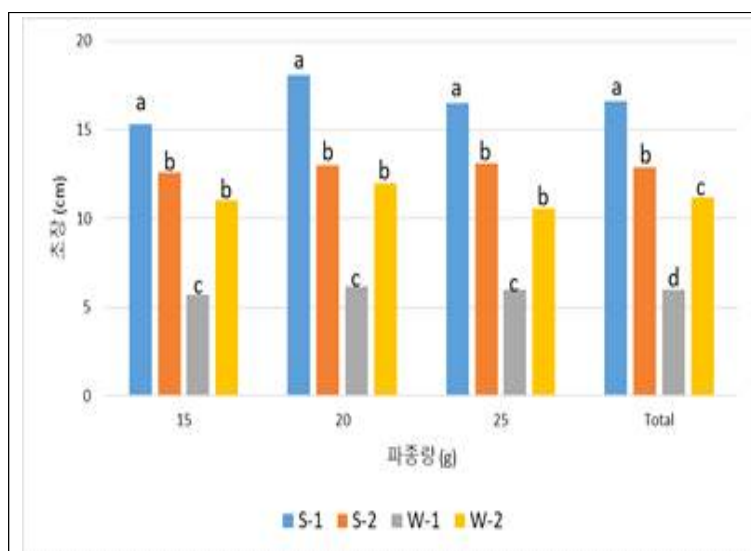
벼 육묘용 상자를 이용한 산파에서 상토 효과는 기장(이백찰, 발아율 84%)의 10g, 15g, 20g 3처리 산파에서도 육묘 15일의 S1 상토에 15g 처리(초장 17.7cm)가 우수하였으나, 10g, 20g 처리와 차이는 뚜렷하지 않았다. 육묘 20일에서 S1 상토는 파종량 각각 초장이 28cm 내외로 초장이 성장하여 무의미 하였다.

표 45. 조 산파 육묘의 상토별 생육 비교

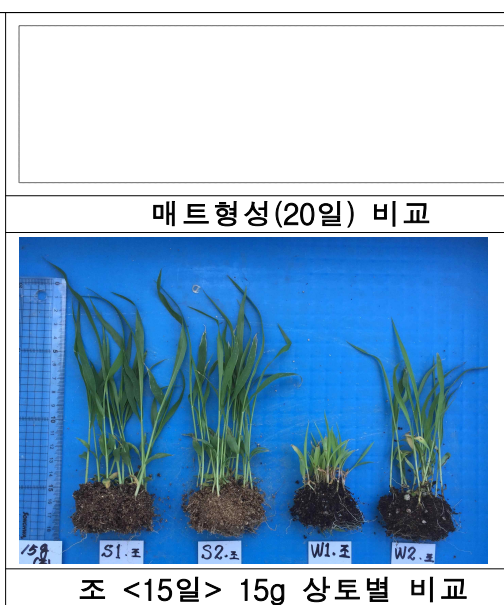
<조 15일 생육 비교>

\* 산파 : 5. 18 파종

파종량	15g	20g	25g	평균(cm)
W-1	5.7±0.76c	6.2±0.54c	6.0±0.55c	6.0±0.6d
W-2	11.0±1.45b	12.0±1.01b	10.6±0.91b	11.2±1.1c
S-1	<b>15.3±2.38a</b>	<b>18.1±2.31a</b>	<b>16.5±2.53a</b>	<b>16.6±2.4a</b>
S-2	12.6±1.38ab	13.0±1.67b	13.1±1.04b	12.9±1.4ab



<조 산파 15일 상토별 생육 비교>



<조 20일 생육 비교>

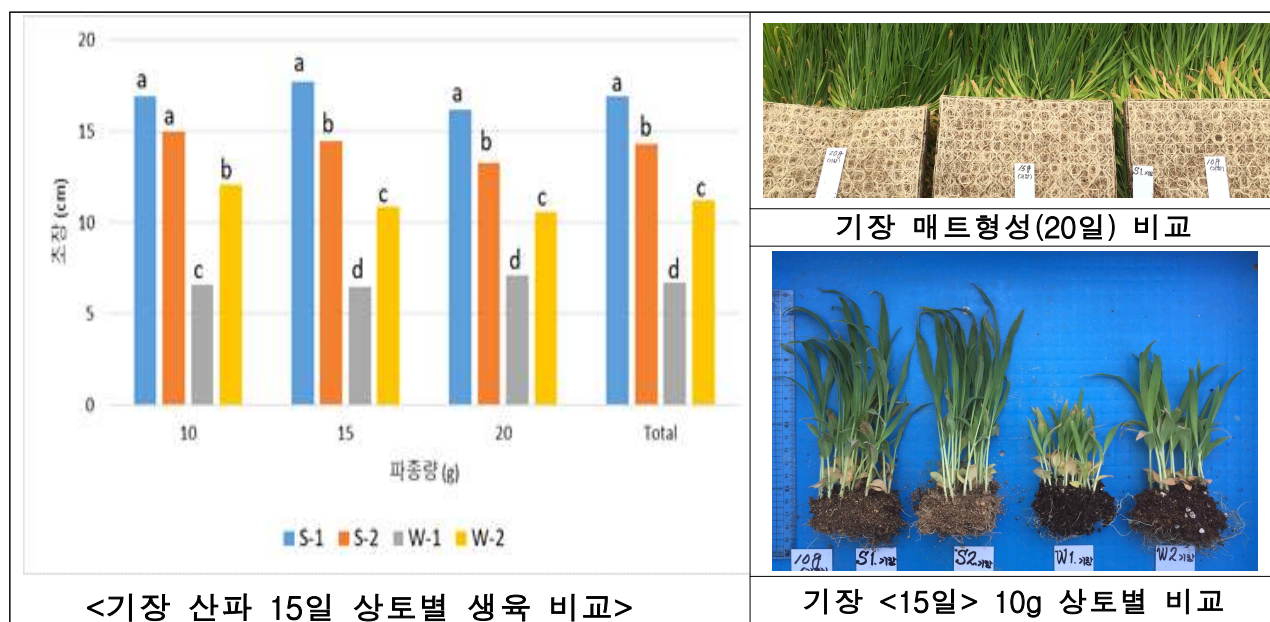
파종량	15g	20g	25g	평균
W-1	6.0±0.52c	6.1±0.44d	6.2±0.73d	6.1±0.6d
W-2	15.9±1.36b	14.3±1.39c	14.0±1.08c	14.7±1.3c
S-1	<b>30.1±2.05a</b>	<b>31.0±1.71a</b>	<b>28.3±2.11a</b>	<b>29.8±2.0a</b>
S-2	21.4±1.05b	21.8±1.30b	20.7±2.29b	21.3±1.5b

표 46. 기장 산파 육묘의 상토별 생육 비교

<기장 15일 생육 비교>

\* 산파 : 5. 18 파종

파종량	10g	15g	20g	평균(cm)
W-1	6.6±0.82c	6.5±0.61d	7.1±0.93d	6.7±0.8d
W-2	12.1±0.66b	10.9±1.23c	10.6±1.64c	11.2±1.2c
S-1	<b>16.9±1.51a</b>	<b>17.7±1.51a</b>	<b>16.2±1.94a</b>	<b>16.9±1.7a</b>
S-2	15.0±1.08a	14.5±2.10b	13.3±1.60b	14.3±1.6b



<기장 20일 생육 비교>

파종량	10g	15g	20g	평균
W-1	8.2±0.51c	10.4±0.60d	12.1±1.16c	10.2±0.8d
W-2	17.2±1.43b	17.2±0.88c	17.1±1.94b	17.2±1.4c
S-1	<b>28.8±1.43a</b>	<b>28.8±2.05a</b>	<b>27.4±1.82a</b>	<b>28.3±1.8a</b>
S-2	20.5±1.51b	22.0±1.40b	19.8±2.42	20.8±1.8b



## <시험 3> 기장의 상자육묘 기계이식

### 제1절 재료 및 방법

#### 1. 시험품종

잡곡 기장(*Panicum miliaceum* L.)의 직파재배에서 요구되는 적정 개체수 확보와 잡초와의 경합을 회피하기 위한 일환으로 기계정식에 적합한 산파의 육묘기술 개발을 위해 적합 상토를 선별하고 육묘의 생육특성을 조사하였다.

### 제2절 결과 및 고찰

#### 1. 기계 이식시 주요 특성

기장의 상자육묘 기계이식 재배시 적정 파종량은 이백찰의 천립중 22g를 기준으로 상자 당 파종 량 5,000립(110g) 이었다.

#### 2. 파종량에 따른 기계이식 적합성 검토

표 47. 파종량에 따른 육묘의 매트형성과 묘 소질에 미치는 영향 (1차 파종)<sup>1)</sup>.

파종량 (수량/상자)	초장 (cm)	엽수 (개)	천립중 (g/30 육묘수)	인장강도 (kg)	매트형성
3,000 (66g)	11.7	3.1	3.24	0.50	부족
4,000 (88g)	12.8	3.3	3.81	1.30	조금 부족
5,000 (110g)	15.6	3.4	4.04	1.70	충분
6,000 (132g)	14.1	3.2	3.80	1.50	충분
7,000 (154g)	13.4	3.4	3.84	1.10	부족

<sup>1)</sup> 파종15일 육묘(파종일 : 4. 25), 온도 : 최고 30℃, 최저 1.8℃, 평균 14.1℃

#### 3. 육묘시 상토 종류별 기계정식 적합성 검토

육묘상자는 증묘상자나 증묘상자에 깔판을 깔아 육묘하는 것보다는 어린묘 산파상자나 개량상자가 묘의 뿌리형태 및 묘소질의 상태가 기계이앙에 적합하였다.

표 48. 묘의 뿌리형태 및 묘소질의 상태가 기계이앙시 결주에 미치는 영향.

파종량 (수량/상자)	15-일 육묘 <sup>1)</sup>			8-일 육묘 <sup>2)</sup>		
	초장 (cm)	엽수 (개)	결주 (%)	초장 (cm)	엽수 (개)	결주 (%)
3,000 (60g)	25.6	2.8	45.0	12.0	3.0	50
4,000 (90g)	25.0	2.9	33.0	11.6	3.0	16
5,000 (110g)	22.5	2.8	29.0	13.7	3.0	17
6,000 (130g)	-	-	NA	13.6	2.8	24
7,000 (150g)	-	-	NA	13.2	2.7	26

<sup>1)</sup> 15일 육묘(6.12), 온도 : 최고 33℃, 최저 15℃, 평균 22.7℃

<sup>2)</sup> 8일 육묘(7. 1), 온도 : 최고 33.1℃, 최저 17.9℃, 평균 24.8℃

#### 4. 육묘일수에 따른 묘소질 비교

기장의 상자 육묘기간은 초장 10~15cm에 엽수 3~4매 확보와 함께 뿌리의 엉킴이 양호하여 매트형성이 가능한 범위내의 3~4개의 관근이 발생하는 8~12일 육묘가 가장 적절하였으며, 기계이식 후 초기 활착율도 높은 경향을 보였다.

표 49. 육묘일수에 따른 묘소질

육묘일수	엽수(개)	초장(cm)	건조중 (g/30 육묘)	뿌리길이 (cm)	관근수
3	1.0	1.6	0.74	3.8	-
4	1.6	6.6	1.53	5.8	-
6	2.1	9.1	2.99	8.1	-
8	3.1	13.4	5.16	9.6	1.4
10	3.2	14.3	5.83	10.3	2.9
12	3.9	14.4	6.14	10.5	3.3

#### 5. 기장의 파종기에 의한 직파와 승용이앙기의 이식 작업 성능

6조식 승용 이앙기 이용 기장 이식재배 시 기장의 표준 재식거리인 60×20cm로 식재하기 위해서는 줄 사이 거리가 30cm로 고정되어 있는 묘 탑재판의 2번째와 5번째를 비우고, 한번에 4조씩 이식을 하여 줄 사이 거리를 60cm로 조절할 수 있었음. 또한 포기사이 거리는 최대 18cm로 조절하여 3.3㎡당 60주를 식부 가능하게 할 수 있었음. 식부깊이의 조절은 현재 보급 이앙기 사양(1.4~4.4cm)에서 기장의 적정 이식 깊이인 2~3cm 확보에 문제가 없었으며, 결주율을 최소화 하고 안전한 초기 입모를 위한 기타 기계 식부 사양으로는 묘 탑재판 횡 이송 20회, 14mm 로 1회 2~3분 때기 조절방식과 식부 1단, RPM 1,200 ~1,500의 속도가 기장 육묘 기계이식에 적합하였다.

표 50. 기장의 파종기에 의한 직파와 승용이앙기의 이식 작업 성능.

구분	4조 작업시간	작업 성능(hr/10a)
파종기에 의한 직파	직파 : 2.5 분/조	2.7
6조 승용 이앙기	4조/1회 : 2 분	0.6

#### 6. 수량비교 기장의 파종기에 의한 직파와 6조 승용 이앙기의 수량비교

기장의 6조 승용 이앙기 이용 이식방법은 파종기 이용 직파재배 대비 수확기 생육의 차이는 크게 없으며 수량 또한 큰 차이가 없어 기장재배 시 생산비를 줄일 수 있는 재배기술이다.

표 51. 수량비교 기장의 파종기에 의한 직파와 6조 승용 이앙기의 수량비교<sup>1)</sup>.

구분	심는 거리	줄기길이 (cm)	이삭길이 (cm)	이삭중량 (g)	수량 (kg/10a)	비교
인력	60×18cm	172 <sup>a</sup>	24 <sup>a</sup>	263 <sup>a</sup>	280 <sup>a</sup>	112
파종기 직파	60×18cm	170 <sup>ab</sup>	22 <sup>b</sup>	255 <sup>b</sup>	250 <sup>b</sup>	100
6조 승용 이앙기	60×18cm	164 <sup>b</sup>	21 <sup>b</sup>	253 <sup>b</sup>	240 <sup>b</sup>	96

<sup>1)</sup>파종기와 6조 승용 이앙기에 따른 수량성은 뚜렷한 차이를 보이지 않음. (p<0.05).

결론적으로 기장의 점파·산파 육묘에서 초장 생육에 적합한 S1 상토의 주요 성분비는 코코피트 31.0%, 질석 41.0%, 황토 20.0%, 피트모스 5.7%로 구성된 제품이었다. 적정 육묘일수는 점파 128공 트레이는 15일, 220공은 20일 정도의 육묘가 적합하였고 산파 육묘에서는 15일 정도가 적합하였다.

### III. 발작물용 트레이 육묘의 기계이식 적합성 시험

#### 1. 재료 및 방법

##### 가. 발작물용 트레이 육묘의 기계이식 적합성시험

##### 1) 시험 작물 및 트레이 육묘 특성조사

##### 가) 시험작물

시험작물은 콩, 팥, 참깨, 들깨, 조, 기장 등 6종의 작물을 대상으로 하였다.

##### 나) 트레이 육묘 특성조사

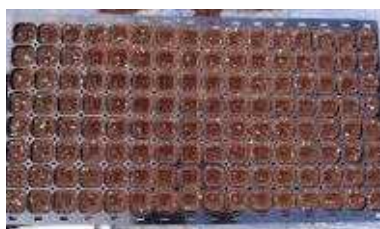
시험작물의 트레이에서의 육묘특성을 조사하기 위하여 표 52과 같이 트레이 종류별로 6 작물을 파종하여 품종, 상토, 육묘기간 등을 고려하여 육묘의 초장, 줄기경, 무게, 인발력 등을 조사하였다. 육묘의 인발력 측정은 그림27에서와 같이 디지털 인장력 측정장치(Digital forec gauge 500N, Ametek Co. Ltd.)를 이용하였다. 그림 27은 육묘 트레이의 형상이다.

표 52. 시험용 육묘 트레이 종류

작물	참깨	들깨	콩, 팥	조, 기장
육묘 트레이(공)	72, 128, 200, 220	72, 128	72, 128, 200	128



그림 27. 인발력측정



128공(전용) 트레이



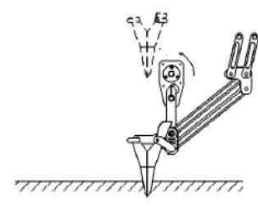
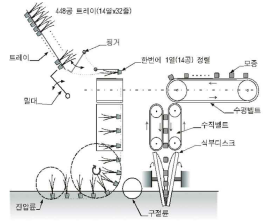
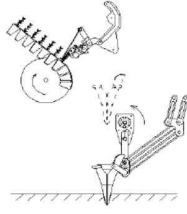
220공(전용) 트레이

그림 27. 육묘 트레이 형상

##### 2) 시험용 이식기의 트레이 육묘 취출시험

##### 가) 시험용 이식기

시험용 이식기는 전자동식 이식기 2종류와 반자동 이식기 1종류를 대상으로 트레이 육묘의 취출시험을 하였다. 전자동식 이식기는 자동으로 트레이에서 육묘를 취출하여 공급하는 방식이고 반자동식 이식기는 인력으로 묘를 공급하는 방식이다. 전자동 이식기의 육묘 취출은 트레이 상부에서 꽃아내는 방식과 트레이 밑면에서 밀어내는 방식이 있고 반자동식 이식기는 회전하는 컵에 수동으로 육묘를 넣어주는 방식이다. 자동식 이식기는 각각의 이식기에 맞는 전용 트레이를 사용하지만 반자동 이식기는 트레이 종류에 제한을 받지 않고 사용할 수 있다.



전자동이식기(꽃아내기식)

전자동이식기(밀어내기식)

반자동이식기(묘 인력공급식)



그림 28. 이식기 종류별 육묘 취출방법

#### 나) 시험용 이식기의 트레이 육묘 취출시험

시험용 이식기의 트레이 육묘 취출시험은 표2와 같이 자동식 이식기 2종류에 대하여 수행하였고 반자동 이식기는 선택적으로 육묘를 인발하여 공급할 수 있어 취출시험은 제외하였다.

이식기의 취출시험은 시험용 6 작물에 대하여 육묘일수, 트레이종류별로 취출시험하였고 트레이에서 육묘를 뽑아내는 취출률, 취출된 육묘를 호퍼로 이송하는 이송률 등을 각각 조사하였다. 꽃아내기식은 트레이에서 매 시험당 8개의 육묘를 연속으로 취출하였고 밀어내기식은 매시험당 10개의 육묘를 연속으로 취출하여 5반복 시험하여 취출률을 평균하였다.

표 53. 전자동 이식기의 트레이 육묘 취출시험 조건

이식기 취출방식	꽃아내기식	밀어내기식
구조		
적정 초장(m)	0.2이하	0.08~0.2
육묘 트레이	128공(16×8)(전용)	220공(22×10)(전용)
육묘 취출수/회	8	10

#### 나. 이식기별 트레이 육묘의 포장 적응성 및 성능시험

##### 1) 이식기별 트레이 육묘의 포장 적응성시험

###### 가) 시험작물 및 재배양식

시험작물은 콩, 팥, 참깨, 들깨, 조, 기장 등 6종의 작물을 대상으로 하였고 각 작물의 품종, 트레이 종류, 육묘기간 등을 고려하여 온실에서 재배한 트레이 육묘를 사용하였다.

재배양식은 무피복으로 외두둑으로 조간 0.7 m 주간 0.1 m~0.3 m 범위로 이식하였다. 그림 29는 두둑형상이다.

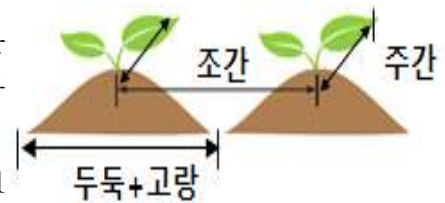


그림 29. 두둑형상(외두둑)

###### 나) 이식기의 트레이 육묘 포장적응성시험

시험용 이식기의 트레이 육묘 포장적응성시험은 표 54와 같이 1조식 이식기 2종류와 1조식 반자동 이식기 1종류를 대상으로 시험포장에서 표4와 같은 작물별 재배양식, 품종, 트레이 종류, 트레이 공당 파종립수 등의 육묘 조건에서 재배한 육묘를 이용하여 이식기의 이식률 및 이식상태를 조사하였다.

이식기 결주율 조사는 각 작물의 기계이식 구간을 무작위로 5 m 간격으로 3반복 시험하여 이식률 및 결주율을 평균하여 산정하였다. 결주율은 트레이에서 미취출된 묘와 두둑에서 미이식된 묘를 합하여 산정하였다. 식1과 식2는 이식률 및 결주율 산정식이다.

$$\text{이식률(\%)} : 100 - \text{결주율} \quad (1)$$

$$\text{결주율(\%)} : (\text{미이식 및 미취출 공수} / \text{이식가능 공수}) \times 100 \quad (2)$$

표 54. 시험용 이식기 구조 및 이식조건




이식기 종류	전자동		반자동
	이식기A (1조, 꽃아내기식) (TPA1)	이식기B (1조, 밀어내기식) (VP-11B)	이식기C (1조, 묘 인력공급) (KTP-30)
구조			
묘공급	전용 트레이 128공(16×8)	전용 트레이 220공(20×10)	일반용 트레이 수동공급(회전컵)
두둑형상	외두둑	외두둑	외두둑
두둑조건에 따른 이식 가능여부	피복 및 무피복 가능	무피복만 가능	피복 및 무피복 가능
식부 초장(m)	0.2 이하	0.08~0.2	0.2 이하
식부 주간(m)	0.1~0.7	0.05~0.45	0.2~0.3

표 55. 작물별 재배양식 및 트레이 육묘 조건

작물	품종	재배양식 (조간 x 주간)(m)	육묘용 트레이 (공)	비고
참깨	건백	0.7 X 0.2	128, 220	1 립 파종
	백설	0.7 X 0.2	128	2 립 파종
들깨	소담	0.7 X 0.2	128, 220	1 립 파종
콩	대원	0.7 X 0.2	128, 220	2 립 파종
팥	아라리	0.7 X 0.2	128, 220	“
조	삼다찰	0.7 X 0.1	128, 220	“
기장	이백찰	0.7 X 0.1	128, 220	“

#### 다) 이식기의 포장성능시험

시험용 이식기의 포장성능시험은 표 54과 같은 이식기를 대상으로 6작물을 표 55와 같이 작물별 재배양식 및 트레이 육묘 조건에 따라 육묘하여 시험하였다. 이식기의 포장작업성능 측정 은 길이 50 m 폭 20 m의 포장에서 실시하였다. 이식기의 작업속도는 작업자가 운전 에 부담이 없는 0.2~0.25 m/s 범위에서 시험하였고 시험구간 5 m마다 작업시간을 측정하였다. 이식기의 작업능률은 식3과 같이 산정하였다.

$$\text{이식기 작업능률(h/10a)} = (50 / (Vt \times 3600)) \times (20 / b) + (20 / b) \times (t / 3,600) \quad (3)$$

Vt : 작업속도(m/s), b : 작물의 조간(m), t : 작업기 회행 및 작업준비 시간(s/회)

## 2. 결과 및 고찰

### 가. 발작물용 육묘의 기계이식 적합성시험

#### 1) 시험 작물 및 트레이 육묘 특성

시험용 작물의 트레이 파종 육묘의 작물 특성 및 손으로 인발시 육묘의 초장 및 손상률을 파종일수별로 측정한 결과 표 56와 표57에서와 같이 128공 트레이의 참깨는 파종후 20일에 7%, 10cm, 30일에 0%, 11 cm 이었고 들깨는 20일에 0%, 4.7 cm, 조와 기장은 26일 0%, 22 cm 이었다. 반면 콩의 초장은 2립이상 파종 후 9일 19 cm, 14일에 3 cm, 팔은 9일 21 cm, 14 일 24 cm 로 빠른 생육 특성으로 육묘기간이 짧아 콩과 팥 모두 인력 육묘 뽑기에 의한 줄기 손상은 없었으나 육묘의 뿌리 상토가 깨지는 현상이 발생하였다.

트레이 육묘의 뽑기 인발력은 뿌리의 매트상태 및 재배환경에 따라 달라질 수 있어 큰 의미는 없고 인발력도 매우 작아 기계적으로 취출하는데 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단하였다. 참깨, 들깨, 조, 기장의 인발력은 작물특성상 육묘기간이 길어 측정이 가능하였으나, 콩과 팥은 생육이 빠르고 육묘기간이 짧아 인발력 측정이 어려웠고 작은 힘으로도 인발이 가능하여 디지털 인장력 측정장치(Digital forec gauge 500N, Ametek Co. Ltd.)를 이용한 측정은 제외하였다.

표 56. 참깨, 들깨, 조, 기장의 트레이 육묘 인발력 및 손상률

작물	품종	파종후 일수 (상토종류)	트레이 (공)	묘 초장 (cm/공)	묘줄기경 (mm/공)	묘무게 (g/공)	묘인발력 (N/공)	묘 인발시 줄기 및 묘 손상률(%)
참깨	건백	20(원예)	72	14.0	2.9	14.4	-	70
		20	128	10.4	1.8	15	3.4	7
		20	200	6.6	1.9	5.9	-	50
		20	220	11.5	2.2	5.6	-	60
		30	128	9.4	2.2	15	2.6	20
		38	220	5.5	1.7	5.9	-	0
	아름	20(원예)	72	12.9	3.6	12.9	-	100
		20	128	10.1	2.5	15	2.9	27
		20	200	5.8	2.0	6.7	-	50
		20	220	11.6	2.4	5.5	-	30
		30	128	10.5	2.7	15	3.1	0
		38	128	7.3	2.3	15	2.7	0
		38	220	5.4	2	6.3	-	0
들깨	들샘	20(원예)	128	4.7	1.6	14.7	1.9	0
		20(수도)	128	7.8	1.9	19.1	3.8	0
		20원예)	72	5.4	1.9	14.8	-	0
	소담	20(원예)	128	4.0	1.5	14.1	1.7	0
		20(수도)	128	7.4	1.8	18.7	3.4	0
		20원예)	72	5.4	1.8	17.7	-	0
조	삼다찰	26(원예1)	128	22.0	2.5	18.2	1	0
		26(원예2)	128	30.4	2.9	18.6	1.3	0
		26수도1)	128	33.0	2.7	19.6	2.1	0
		26(수도2)	128	35.4	2.9	21	4.4	0
기장	이백찰	26(원예1)	128	15.4	2	17.1	2.5	0
		26(원예2)	128	21.2	2.1	14.4	1.9	0
		26수도1)	128	28.0	2.5	18.7	1.9	0
		26(수도2)	128	20.0	2.9	21.2	3.4	0



표 57. 콩,팥의 트레이 육묘 인발시 손상률

작물	품종	파종후 일수 (상토종류)	트레이 종류(공)	파종립수 (립)	묘 초장 (cm)	묘 줄기 형상	묘 인발시 줄기 및 묘 손상률(%)
콩	대원	14(원예)	128	2	30	휨	0
		“	128	3	25	“	0
		“	72	3	-	“	0
		“	200	2	-	“	0
		9(수도)	128	2	19	휨(약간)	0
		“	128	3	19	“	0
		“	72	3	-	“	0
		“	200	2	-	“	0
팥	아라리	14(원예)	128	2	24	휨	0
		“	128	3	23	“	0
		“	72	3	-	“	0
		“	200	2	-	“	0
		9(수도)	128	2	21	직립	0
		“	128	3	13	“	0
		“	72	3	-	“	0
		“	200	2	-	“	0

## 2) 시험용 이식기의 트레이 육묘 취출시험결과

트레이 파종 육묘의 이식기A(자동 1조, 꽃아내기식) 취출률은 표 58에서와 같이 시험작물의 파종 후 육묘일수별로 조사하였다. 참깨는 20일에 62.5~95%, 30일에 100%, 들깨는 20일에 97.5~100%, 30일에 100%, 조와 기장은 26일에 100%, 콩과 팥은 3립씩 파종 후 육묘 취출률은 9일에 콩 62.5%, 팥 75%이었다. 콩과 팥은 파종후 14일에 초장이 24~33 cm로 이식기가 허용하는 작물의 한계초장인 20 cm를 초과하고 줄기가 휘어져있어 취출작업은 가능하였으나 취출시 육묘의 상토가 뿌리와 분리되거나 줄기가 엉켜 식부호퍼로 이송하는 것이 어려웠고 연속작업이 곤란하였다.

트레이 파종 육묘의 이식기B(자동 1조, 밀어내기식) 취출률은 표 59에서와 같이 시험작물 파종 후 육묘일수별로 조사하였다. 참깨는 27~34일에 취출률 100%, 취출묘 이송률 100%이었고 들깨는 27~34일에 육묘 초장이 작아 취출시험에 적합하지 않았다. 콩은 10~11일에 취출률 100%, 잎이 클 경우 육묘를 취출하여 식부호퍼로 이송하는 것이 곤란하였다. 팥은 10~14일 취출률 100% 육묘이송률 100%, 조는 14~24일에 취출률 100%(초장이 20cm 이상은 줄기를 20cm로 절단), 기장은 14~31일 취출률 100%(초장이 20cm 이상은 줄기를 20cm로 절단)이었다. 그림 30는 이식기별 취출시험 광경이고 그림 31은 이식기의 트레이 육묘 취출상태이다.

표 58. 이식기A(꽃아내기식)의 트레이 육묘 취출시험 결과

작물	품종	육묘 일수	상토	트레이 (구)	파종립수 (립/공)	초장 (cm)	묘 취출 률(%)	취출묘 이 송률(%)	비고
참깨	건백	20	원예	128	1	9	62.5	100	
	아름	20	원예	128	1	7.8	95	94.3	
	건백	30	원예	128	1	16.5	93.8	100	
	아름	30	원예	128	1	15.8	100	100	
들깨	들샘	20	원예	128	1	4.7	97.5	92.5	이식조건 미충족
	소담	20	원예	128	1	4	100	100	뿌리길이 9cm
	들샘	20	수도	128	1	7.8	97.5	100	
	소담	20	수도	128	1	7.4	88.3	100	뿌리길이 9cm
	들샘	30	수도	128	1	9.8	100	100	이식조건 미충족
콩	대원	9	원예	128	3	19	62.5	40	뿌리와 상 토분리
팥	아라 리	14	원예	128	3	13.0	75	50	뿌리와 상 토분리
조	삼다 찰	26	수도	128	2	22.0	100	100	
		26	원예	128	2	33.0	100	100	20 cm 로 줄기절단
기장	이백 찰	26	수도	128	2	21.2	100	100	
		26	원예	128	2	28	95	100	20 cm 로 줄기절단

표 59. 이식기B(밀어내기식)의 트레이 육묘 취출시험 결과

작물	품종	육묘 일수	상토	트레이 (구)	파종립수 (립/공)	초장 (cm)	묘 취 출률(%)	취출묘 이 송률(%)	비고
참깨	건백	27	원예	220	1	15.0	100	100	
		34	원예	220	1	16	100	100	
들깨	소담	27	원예	220	1	3.5	-	-	이식조건 미충족
		34	원예	220	1	5	-	-	이식조건 미충족
콩	대원	11	원예	220	2	13.0	100	100	
		10	원예	220	2	20	100	-	잎 간섭으 로 묘 걸림
팥	아라 리	14	원예	220	2	15.0	81.0	100	
		10	원예	220	2	12	100	100	
조	삼다 찰	14	원예	220	2	12.7	100	100	
		24	원예	220	2	28	100	100	20cm 로 줄기절단
기장	이백 찰	14	원예	220	2	9.5	100	100	
		31	원예	220	2	35	100	100	20cm 로 줄기절단



TPA-1(꽃아내기)

VP11B(밀어내기)

그림 30. 이식기별 취출시험 광경



참깨(30일)

들깨(20일)

들깨(30일)

조,기장(26일)

콩(19일, 14일)

팥(19일, 14일)

그림 31. 이식기의 트레이 육묘 취출상태

## 나. 이식기별 트레이 육묘의 포장 적응성 및 성능시험

### 1) 이식기별 트레이 육묘의 포장 적응성시험 결과

이식기의 이식률은 표 60, 표 61, 표 62에서와 같이 트레이 육묘의 상태에 따라 크게 영향을 받는 것으로 나타났다. 특히 표 60에 참깨의 경우 꽃아내기식 전자동 이식기(A)에서 결주율이 18.2~49.6% 범위로 기계이식 적합성이 떨어지는 것으로 나타났다. 참깨를 제외한 들깨, 콩, 팥, 조, 기장 등은 이식률이 높게 나타나 기계이식 적응성이 좋았다. 전자동이식기(B)에서는 팥의 경우 육묘의 잎이 클 경우 전체적으로 기계이식 적합성이 떨어졌고 나머지 작물의 이식률은 양호하였다. 조, 기장은 전자동 이식기(A) 및 반자동 이식기(C)로 주간 10cm로 좁게 이식할 경우 식부 호퍼가 작물에 간섭을 일으켜 이식상태가 불량하였다. 따라서 자동 이식기의 이식률을 높이기 위해서는 트레이 육묘의 균일한 생육 기술이 우선적으로 요구되었고 작물생육 조건이 이식기의 작업성능에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 그림 32은 이식기용 트레이 육묘의 생육상태이다.

표 60. 전자동 1조 이식기A(꽃아내기식, 128공 트레이, 초장 20cm 이하 적용)

작물	육묘 기간	육묘 일수	파종립수 (립/공)	초장 (cm)	작업 속도 (m/s)	주간 (m)	이식률 (%)	결주율(%)		
								계	묘 미 취출	묘 미 이식
참깨	5.15~6.11	27	1	14.5	0.25	0.2	81.8	18.2	18.2	0
	5.27~6.24	28	1	17	0.2	0.24	50.4	49.6	35.1	14.5
					0.2	0.32	56.0	44.0	22.0	22.0
	5.22~6.17	26	2	14	0.2	0.3	88.1	11.9	6.9	5.0
들깨	5.17~6.11	25	1	3.5	0.25	0.2	100	0	0	0
	5.27~6.24	28	1	9.5	0.2	0.24	83.5	16.5	16.5	0
					0.2	0.32	79.8	20.2	7.6	12.6
콩	5.31~6.11	11	2	14.0	0.25	0.2	100	0	0	0
	6.14~6.24	10	2	17.2	0.2	0.2	52.7	47.3	18.6	28.7
팥	5.31~6.11	11	2	14.5	0.25	0.2	90.9	9.1	9.1	0
	6.14~6.24	10	2	9.6	0.2	0.2	73.9	26.1	22.6	3.5
조	5.28~6.11	14	2	13.6	0.25	0.1	90.9	9.1	9.1	0
	6.10~6.24	14	2	16.8	0.1	0.12	81.7	18.3	18.3	0
기장	5.28~6.11	14	2	10.6	0.25	0.1	100	0	0	0
	6.10~6.24	14	2	14.6	0.1	0.12	89.7	10.3	10.3	0

표 61. 전자동 1조 이식기B(밀어내기식, 220공 트레이, 초장 8~20cm 적용)

작물	육묘 기간	육묘 일수	파종 립수 (립/공)	초장 (cm)	작업속 도 (m/s)	주간 (m)	이식률 (%)	결주율 (%)	비고
참깨	5.15~6.11	27	1	15.0	0.25	0.1	100	0	
	5.21~6.24	34	1	16	0.2	0.1	100	0	
들깨	5.15~6.11	27	1	3.5	-	-	-	-	이식조건 미충족
	5.21~6.24	34	1	5	0.2	0.1	-	-	이식조건 미충족
콩	5.31~6.11	11	2	13.0	0.25	0.2	100	0	
	6.14~6.24	10	2	20	0.2	0.1	-	-	앞 간섭으로 묘 결립
팥	5.31~6.11	11	2	15.0	0.25	0.2	81.0	19.0	미취출(앞 간섭)
	6.14~6.24	10	2	12	0.2	0.1	100	0	
조	5.28~6.11	14	2	12.7	0.25	0.1	100	0	
	5.31~6.24	24	2	20	0.2	0.1	100	0	20cm 로 줄기절단
기장	5.28~6.11	14	2	9.5	0.25	0.1	100	0	
	5.28~6.24	31	2	20	0.2	0.1	100	0	20cm 로 줄기절단

표 62. 반자동 1조 이식기C(묘 인력공급식)

작물	트레이 (공)	육묘 기간	육묘 일수	파종립 수 (립/공)	초장 (cm)	작업 속도 (m/s)	주간 (m)	이식 률 (%)	결주율 (%)	비고
참깨	128	5.23~6.24	32	1	25.5	0.2	0.3	100	0	
들깨	128	5.23~6.24	32	1	10	0.2	0.2	100	0	
콩	128	6.14~6.24	10	2	13.3	0.2	0.2	100	0	
팥	128	6.14~6.24	10	2	13	0.2	0.2	100	0	
	220	6.14~6.24	10	2	12.2	0.2	0.2	82.1	17.9	호퍼로 육묘 송 이 탈
조	128	5.28~6.24	31	2	35	0.2	0.2	100	0	
	220	5.28~6.24	31	2	30	0.2	0.2	100	0	
기장	128	5.31~6.24	24	2	37.8	0.2	0.2	100	0	
	220	5.31~6.24	24	2	30.5	0.2	0.2	97.2	2.8	호퍼로 육묘 송 이 탈

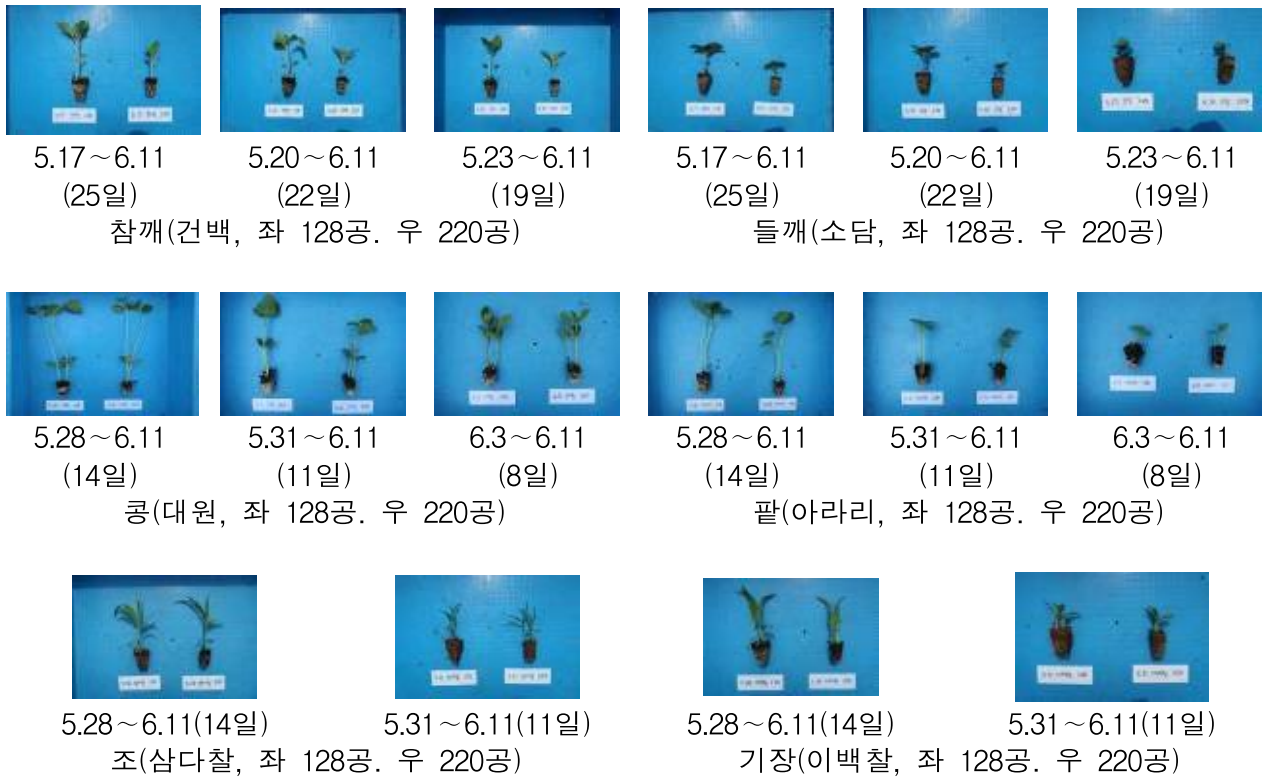


그림 32. 이식기용 트레이 육묘의 생육상태

#### 나) 이식기의 포장성능시험 결과




이식기의 작업능률은 표 63와 같이 재배양식(조간, 주간), 작업속도, 이식기 회행 및 묘 공급 시간 등의 요인에 따라 달라질 수 있다. 이식기의 작업능률은 재배양식이 일정한 상태에서 측정하였다. 전자동 이식기(A)는 작업속도 0.25 m/s 일 때 2.09 시간/10a, 전자동 이식기(B)는 작업속도 0.25 m/s 일 때 2.08 시간/10a로 모두 1인 작업으로 비슷한 작업능률을 보였으나 반자동 이식기(C)는 작업속도 0.2 m/s로 2인으로 작업할 경우 작업능률 2.19 시간/10a 이었다. 이것은 관행의 인력 이식 작업능률 10.4 시간/10a에 비해 4.8배 높게 나타났다.

이식기별 적정 트레이 육묘의 최소 생육기간은 표 64과 같이 파종 후 참깨는 25일, 들깨 25~28. 조 및 기장은 14일, 콩 및 팥은 9~11일 이상 육묘기간이 필요한 것으로 나타났다. 특히 전자동 이식기(B)는 220공의 전용 트레이를 사용하며 주간 10 cm의 조와 기장의 밀식재배에 적합한 것으로 나타났다.

표 63. 이식기 포장성능시험 결과

이식기	재배양식 (조간 X 주간) (cm)	작업속도 (m/s)	회행 및 묘 공급 시간 (시간/10a)	작업능률 (시간/10a)	작업인원 (명)
전자동 이식기(A) (1 조, 꽃아내기식)	0.7 X 0.2	0.25	0.53	2.09	1
전자동 이식기(B) (1 조, 밀어내기식)	0.7 X 0.2	0.25	0.34	2.08	1
반자동 이식기(C) (1 조, 묘 인력 공급식)	0.7 X 0.2	0.2	0.21	2.19	2

표 64. 이식기별 적정 트레이 육묘 조건

육묘공급 방식별	이식기 A(전자동) (1 조, 꽃아내기식)	이식기 B(전자동) (1 조, 밀어내기식)	이식기 C(반자동) (1 조, 묘 인력 공급식)
작업광경			
재배유형	비닐피복, 무피복	무피복	비닐피복, 무피복
트레이	128 공	220 공	128 공, 200 공
적용작물	참깨, 들깨, 콩, 팔	참깨, 콩, 팔, 조, 기장	참깨, 들깨, 콩, 팔
육묘조건	초장 20cm 이하	초장 8~20cm 이하	초장 25cm 이하
최소 육묘 기간(일)	참깨 25, 들깨 25, 콩 11, 팔 11	참깨 25, 들깨 28, 콩 11, 팔 11, 조 14, 기장 14	참깨 25, 들깨 25, 콩 9, 팔 9
작업능률	2.09 시간/10a.(1 인)	2.08 시간/10a.(1 인)	2.19 시간/10a.(2 인)

다) 이식기의 경제성

이식기의 경제성은 표 14와 같이 전자동 이식기(A) 및 전자동 이식기(B)의 경우 관행의 인력정식대비 노력 80%와 비용 34.5%~37.3%까지 절감할 수 있고, 반자동 이식기(C)의 경우 노력 79% 및 비용 25.5% 절감할 수 있으나 자동정식기에 비해 경제성이 떨어지는 것으로 나타났다.

표 65. 이식기별 경제성분석

구 분		인력이식	자동이식기A	자동이식기B	반자동이식기C
구입가격(원)			13,500,000	14,500,000	4,900,000
내구년수(년)			6	6	6
연간사용시간(시간/년)			300	300	300
연간고정비 (원/년)	감가상각비		2,250,000	2,416,667	816,667
	수리비		810,000	870,000	294,000
	이 자		337,500	362,500	122,500
	소 계		3,397,500	3,649,167	1,233,167
시간당고정비(원/시간)			11,325	12,164	4,111
시간당 변동 비(원/시간)	유류비		1,022	766	1,277
	인건비	10,231	20,574	20,574	30,805
	소 계	10,231	20,574	21,340	32,082
시간당비용(원/시간)		10,231	31,899	33,504	36,193
작업성능(시간/10a)		10.40	2.09	2.08	2.19
소요경비(원/10a)		106,405	66,669	69,689	79,263
지수(%)		100.0	62.7	65.5	74.5
비용절감율(%)			37.3	34.5	25.5



- (주) ○ 내구년수 : 동력정식기 6년(2016 농업기계 임대사업 운영가이드, 농촌진흥청)
- 연간 사용시간(배추, 고추, 잡곡, 참깨, 들깨, 감자 등) : 50일/년 × 6시간/일
  - 수리비 6%, 연이자율 : 5%, 폐기가격 : 구입가의 0%
  - 인건비 : 남자 117,565원/일, 여자 81,850원/일('19년 통계청 2~3분기 평균)
    - 작업인원 : 전자동정식기 1인(운전자(남)), 반자동정식기 2인(운전자(남)+운반(여))
    - 운전자 인건비 : 남자인건비 + 남자인건비×0.4(남자인건비의 40% 계상)
  - 유류비 : 연료비 + 윤활유비(연료비의 30%)
    - 연료비 : 연료소모량(리터/시간) × 유류 가격(원/리터)
    - 연료소모량(리터/시간) :  $334 \text{ g/(ps.시간)} \times \text{엔진마력(ps)} \times \text{연료(휘발유)비중}(0.75)$
    - 유류가격(면세 휘발유) : 786원/리터('19년 오피넷(완주군) 평균가격)

### 3. 결론

잡곡(콩, 팥, 조, 기장, 참깨, 들깨) 트레이 육묘의 기계이식 적합성을 시험한 결과 육묘조건이 기계이식에 가장 큰 영향을 주기 때문에 기계이식을 위해서 우선적으로 기계에 적합한 육묘기술이 선행되어야 하고 작물의 특성과 재배양식에 적합한 이식기의 적용이 중요하였다. 잡곡에 대한 이식작업의 기계화를 통해 큰 노력 및 비용절감효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다.

### 제 3 장 목표달성도 및 관련분야 기여도

#### 제1절 : 목표대비 달성도

당초 목표	가중치(%)	개발 내용	달성도(%)
1) 콩·팥 육묘에 적합한 상토선발	50	1) 콩·팥 육묘에 적합한 수도용상토 및 원예용상토 선발	100
2) 콩·팥 육묘에 적합한 트레이, 육묘일수, 매트형성 평가	30	2) 참콩·팥 기계정식을 위한 육묘에 적합한 트레이, 육묘일수, 매트형성 선정	100
3) 콩·팥 도장억제 기술개발	20	3) 콩·팥 도장억제를 위한 적심과 생장조정제 처리 및 분석	100
	100		
1) 참깨·들깨 육묘에 적합한 상토선발	50	1) 참깨·들깨 육묘에 적합한 수도용상토 및 원예용상토 선발	100
2) 참깨·들깨 육묘에 적합한 트레이, 육묘일수, 매트형성 평가	30	2) 참깨·들깨 기계정식을 위한 육묘에 적합한 트레이, 육묘일수, 매트형성 선정	100
3) 참깨·들깨 육묘 단축 기술개발	20	3) 참깨·들깨 육묘 단축을 위한 생장조정제 처리 및 분석	100
	100		
1) 잡곡(조·기장)의 육묘에 적합한 상토 선발	20	1) 조·기장 육묘에 적합한 수도용상토 및 원예용상토 선발	100
2) 잡곡 생력재배를 위한 육묘기술 개발	30	2) 기계정식을 위한 육묘에 적합한 트레이, 육묘일수, 매트형성 선정	100
3) 발작물(조, 기장)의 기계 이식을 위한 육묘기술 개발	50	3) 기계 이식을 위한 육묘기술	100
	100		
- 육묘의 물리적 특성조사	30	- 육묘의 물리적 특성조사	100
- 발작물용 육묘의 기계이식 적합성 시험 및 분석	70	- 발작물용 육묘의 기계이식 적합성 시험 및 분석	
- 발작물용 육묘의 포장 기계이식 시험	70	- 발작물용 육묘의 포장 기계이식 성능시험	100
- 기계이식 효과분석	30	- 기계이식 효과분석	
- 발작물(콩, 팥, 참깨, 들깨, 조, 기장)의 육묘 기계 이식 적합성 구명	100	- 발작물(콩, 팥, 참깨, 들깨, 조, 기장)의 육묘 기계 이식 적합성 시험 및 분석	100

## 제2절 : 정량적 성과

성과지표명		연도	당초 목표 (전체)	실적	달성도 (%)	가중치 (%)
논문 게재/논문표준 화된영향력지수	SCI					
	비SCI		40	40(3월 게재예정)	(100)	15
학술발표	국제		2	2	100	10
	국내		3	11	100	10
영농기술·정보 기관제출			5	5	100	50
홍보성과			60	84.4	100	15
산업재산권			-	1		
계			60	102.4	100	100

\* 논문게재 : 한국작물학회지(3월게재 예정, Accpt됨)

## 제 4 장 연구 결과의 활용 계획

### 1. 논문게재

- 상토 및 트레이 종류에 따른 종실용 들깨의 육묘 특성('20)
- 조·기장 육묘 이식을 위한 상토 선발 및 기계이식('20)투고예정

### 2. 영농·기술정보

- 콩 기계정식용 트레이 육묘시 매트형성에 적합한 상토('18)
- 팥 기계정식용 트레이 육묘시 매트형성에 적합한 상토('18)
- 종실용 들깨 기계정식용 트레이 육묘에 적합한 상토('18)
- 조·기장 기계정식용 트레이 상토 선발 및 육묘 일수('18)
- 주요 잡곡 기계이식의 적합 육묘조건 및 이용효과('19)

### 3. 학술발표

- 기계정식에 적합한 콩 육묘기술 개발('18)
- 기계정식에 적합한 팥 육묘기술 개발('18)
- 콩과 팥 육묘시 적심처리와 생장조정제 처리에 따른 생육반응('19)
- 기계정식을 위한 상토에 따른 참깨 육묘 영향 분석('17)
- 기계정식을 위한 상토에 따른 들깨 육묘 영향 분석('17)
- 종실용 들깨 기계정식용 트레이 육묘에 적합한 상토('18)
- 조 기계정식을 위한 상토선발 및 육묘 영향분석('18)
- 기장 기계정식 육묘를 위한 상토 효과분석('18)
- Effect of Seedbed Materials on Plug Seedling for Machine Transplanting of Perilla (Perilla frutescens var. japonica Hara) ('18)
- 참깨 기계정식용 트레이 육묘에 적합한 상토 선발('19)

### 4. 홍보

- 요맘때 우리 밭에 키우면 딱 좋은 콩과 팥('18)
- 논밭 콩 7월 상순까지 심을 수 있어요('18)
- 들깨, 힘들이지 말고 기계로 심으세요!('18)
- 기계이식을 위한 조·기장 육묘기술('19) 등

# 제 5 장 연구 개발 결과의 보안 등급

보안 등급 분류	보안	일반
		○
결정 사유	『국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정』 제24조의 4에 해당하지 않음	

## 제 6 장 연구시설·장비종합정보시스템에 등록된 연구시설·장비 현황

○ 해당사항 없음



## 제 7 장 연구개발과제의 대표적 연구실적

번 호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역 할	논문 게재 지/특허 등 록 국가	Impact Factor	논문 게재일 /특허 등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
1	영농	콩 기계정식용 트레이 육묘시 매트형성에 적합한 상토	식량원	주담 당자	-	-	-	단독	-
2	영농	팥 기계정식용 트레이 육묘시 매트형성에 적합한 상토	식량원	주담 당자	-	-	-	단독	-
3	논문	상토 및 트레이 종류에 따른 종실용 들깨의 육묘 특성	식량원	주담 당자	한국작물 학회	-	2020.03.01	단독	비SCI
4	영농	종실용 들깨 기계정식용 트레이 육묘에 적합한 상토	식량원	주담 당자	-	-	2018.12.03		
5	홍보	들깨, 힘들이지 말고 기계로 심으세요!	식량원	주담 당자	-	-	2019.06.09		
6	학술 발표 (국제)	Effect of Seedbed Materials on Plug Seedling for Machine Transplanting of Perilla (Perilla frutescens var. japonica Hara)	식량원	주담 당자	Plant Science /말레이시 아	-	2018.03.12	단독	
7	영농	조·기장 기계정식용 트레이 상토 선발 및 육묘 일수	식량원	주담 당자	-	-	2018.12.03		
8	홍보	기계이식을 위한 조·기장 육묘기술	식량원	주담 당자	-	-	2019.04.09		
9	학술 발표 (국내)	조 기계정식을 위한 상토선발 및 육묘 영향분석	식량원	주담 당자	한국작물 학회	-	2018.04.19	단독	
10	학술 발표 (국내)	기장 기계정식 육묘를 위한 상토 효과분석	식량원	주담 당자	한국작물 학회	-	2018.04.19	단독	

번 호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/기타	소속 기관명	역할	논문 게재 지/특허 등 록국가	Impact Factor	논문게재일 /특허등록일	사사여부 (단독사사 또는 중복사사)	특기사항 (SCI여부/ 인용횟수 등)
11	영농 기술 정보	주요 잡곡 기계이식의 적합 육묘조건 및 이용효과	국립농 업과학 원	주담 당			2019.12.23		
12	학술 발표	주요 잡곡에 대한 채소정식기의 적합성 및 작업성능	국립농 업과학 원	주저 자	2019 추계학술 대회(한국 농업기계 학회)		2019.10.18	단독	
13	학술 발표	주요 잡곡의 기계 정식을 위한 플러그 트레이 육묘의 적합성 구명	국립농 업과학 원	주저 자	2018 추계학술 대회(한국 농업기계 학회)		2018.10.19	단독	

## 제 8 장 기타사항

### ○ 주요 연구변경사항

연차	당초계획	변경내용	변경사유(근거문서 포함)
2년차 (2018)	세부과제 참여연구원 변경 곽강수, 박진기, 류종수, 배진우, 윤영호, 강항원	세부과제 참여연구원 변경 곽강수, 박진기, 류종수, 배진우, 백인열	관련 공문 생산기술개발과-129 (2018.02.06.)
3년차 (2019)	세부과제 참여연구원 변경 곽강수, 박진기, 류종수, 배진우, 백인열	세부과제 참여연구원 변경 배진우, 원옥재, 한길수, 박진기	관련 공문 생산기술개발과-245 (2019.03.27.)
	세부과제 참여연구원 변경 배진우, 원옥재, 한길수, 박진기	세부과제 참여연구원 변경 원옥재, 한길수, 박진기	관련 공문 생산기술개발과-434 (2019.05.30.)
	세부과제 참여연구원 변경 원옥재, 한길수, 박진기	세부과제 참여연구원 변경 원옥재, 한길수, 박진기, 윤영호, 류종수	관련 공문 생산기술개발과-593 (2019.07.22.)
1년차 (2017)	세부과제책임자 변경 곽강수	세부과제책임자 변경 박진기	관련 공문 생산기술개발과-176 (2017.02.24.)
2년차 (2018)	세부과제 참여연구원 변경 곽강수, 한원영, 류종수, 배진우, 윤영호, 강항원	세부과제 참여연구원 변경 곽강수, 한원영, 류종수, 배진우, 백인열	관련 공문 생산기술개발과-129 (2018.02.06.)
3년차 (2019)	세부과제 참여연구원 변경 곽강수, 한원영, 류종수, 배진우, 백인열	세부과제 참여연구원 변경 배진우, 원옥재, 한길수, 한원영	관련 공문 생산기술개발과-245 (2019.03.27.)
	세부과제 참여연구원 변경 배진우, 원옥재, 한길수, 한원영	세부과제 참여연구원 변경 원옥재, 한길수, 한원영	관련 공문 생산기술개발과-434 (2019.05.30.)
	세부과제 참여연구원 변경 원옥재, 한길수, 한원영	세부과제 참여연구원 변경 원옥재, 한길수, 한원영, 윤영호, 류종수	관련 공문 생산기술개발과-593 (2019.07.22.)
2년차 (2018)	세부과제책임자 변경 류종수	세부과제책임자 변경 백인열	관련 공문 생산기술개발과-129 (2018.02.06.)
	세부과제 참여연구원 변경 한원영, 배진우, 곽강수, 윤영호, 강항원	세부과제 참여연구원 변경 한원영, 류종수, 배진우, 박진기, 곽강수	
3년차 (2019)	세부과제책임자 변경 백인열	세부과제책임자 변경 한길수	관련 공문 생산기술개발과-245 (2019.03.27.)
	세부과제 참여연구원 변경 한원영, 류종수, 배진우, 박진기	세부과제 참여연구원 변경 한원영, 박진기, 원옥재, 배진우	
	세부과제 참여연구원 변경 한원영, 박진기, 원옥재, 배진우	세부과제 참여연구원 변경 한원영, 박진기, 원옥재, 윤영호	
	세부과제 참여연구원 변경 한원영, 박진기, 원옥재, 윤영호	세부과제 참여연구원 변경 박진기, 원옥재, 윤영호, 한원영, 류종수	관련 공문 생산기술개발과-434 (2019.05.30.)
			관련 공문 생산기술개발과-593 (2019.07.22.)

## 제 9 장 참고문헌

- Bae, J. H., P. H. Jeong, I. H. Yu, H. O. Boo and Y. G. Ku. 2013. Effect of seedling age on Plant Growth Characteristics, Photosynthetic Rate and Antioxidant Enzymes of Tomato Grown in Soil Culture. J. Korean Soc. People Plants Environ. 16(6): 407-413.
- Calson, W. H., M. P. Kaczperski and E. M. Rowley. 1992. Bedding plants. p. 511-550. In: R. A. Larson (ed.). Introduction to Floriculture. 2nd ed., Academic Press, New York, NY, USA.
- Jeollanamdo Agricultural Research and Extension Services, 2015. Growth and yield of seedlings for seedling cultivation in the southern part of Korea.
- Jeong, S. I., H. S. Kim, I. H. Jeon, H. J. Kang, J. Y. Mok, C. J. Cheon, H. H. Yu and S. I. Jang. 2014. Antioxidant and Anti-inflammatory Effects of Ethanol Extracts from *Perilla frutescens*. Korean Society of Food Science and Technology. 46(1): 87-93.
- Jo, S. M., K. Y. Jung, H. W. Kang, Y. D. Choi, J. S. Lee and S. H. Jeon. 2016. Effect of Seedling Age on Growth and Yield at Transplanting of Sorghum(*Sorghum bicolor* L. Moench). Korean J. Crop Sci. 61(1): 50-56.
- Kim, G. J., I. S. Woo, E. M. Lee, M. S. In and J. H. Kim. 2000. Determination of Optimal Seedling Age for Bag Culture of Sweet Pepper (*Capsicum Annuum* L.). Journal of Boi-Environment Control. 9(3): 146-150.
- Kim, S. K., T. W. Jung, Y. Y. Lee, D. Y. Song, H. S. Yu, C. W. Lee, Y. G. Kim, C. G. Kwak and S. K. Jong. 2009. Effect of Nursery Stage and Plug Cell Size on Seedling Growth of Waxy Corn. Korean J. Crop Sci. 54(4): 407-415.
- Kim, S. N., B. R. Song and J. Y. Ju. 2015. Antioxidant Activities of *Perilla frutescens* Britton Seed Extract and Its Inhibitory Effects against Major Characteristics of Cancer Cells. J. Korean Soc. Food Sci Nutr. 44(2): 208-215.
- Kim, W. K. and J. K. Sohn. 2001. Effect of Different Nursery Soils and seeding Amounts on Seedling Growth of Rice. Agric. Res. Bull. Kyungpook Natl. Univ. 19: 1-8.
- KOSIS(Korea Statistical Information Service). 2018. Area of perilla crop. Available at : [www.kosis.kr](http://www.kosis.kr)(2018.2.11.)
- Kwak, K. S., W. Y. Han, J. S. Ryu, J. W. Bae, J. K. Park and I. Y. Baek. 2018. An Establishment of the Optimum Sowing Time for a Machine Harvest of *Perilla* for Seed. J. Korean Soc. Int. Agric. 30(4): 370-375.
- Lee, H. H., S. K. Ha, B. H. Kim, Y. J. Seol and K. H. Kim. 2006. Optimum Physical Condition of Peatmoss-Based Substrate for Growth of Chinese Cabbage (*Brassica campestris* L. ssp.) Plug Seedlings. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 24(3): 332-329.
- Lee, H. H., S. K. Ha, H. J. Kim and K. H. Kim. 2007. Optimum Condition of Peatmoss-Baesd Substrate for Growth of Red Pepper (*Capsicum annuum* L.) Plug Seedlings. Korean J. Soil Sci. Fert. 40(5): 392-399.
- Min, B. G., I. J. Ha, J. T. Lee, S. L. Choi and S. D. Lee. 2016. The Selection Proper Materials to Develop Specialized Root Substrate for Working with Bulb Onion

- Transplanter. Protected Horticulture and Plant Factory. 25(2): 100-105.
- Ministry for Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). Agriculture, Food and Rural Affairs Statistics Yearbook. 2018a.
- Ministry for Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA). Agriculture, Food and Rural Affairs Major Statistics. 2018b.
- Oswald, A., J. K. Ransom, J. Kroschel and J. Sauerborn Source. 2001. Transplanting maize and sorghum reduces *Striga hermonthica* damage. Weed Science, 49: 346-353.
- Park J. S. 2005. Responses on the Agronomic Characteristics for Different Sowing Times with Perilla(*Perilla ocimoides* L.). Korean J. Plant Res. 18(3): 433-440.
- Rural Development Administration. 2012. Criteria for agricultural research and investigation. 414-430.
- SAS Institute. 2017. Base SAS 9.4. Procedures guide: Statistical Procedures.
- Shin, Y. A., K. Y. Kim, Y. C. Kim, T. C. Seo, J. H. Chung and H. Y. Pak. 2000. Effect of Plug Cell Size and Seedling Age on Seedling Quality and Early Growth after Transplanting of Red Pepper. J. Kor. Soc. Hort. Sci. 41(1): 49-52.
- Vavrina, C. S. and M. Orzolek. 1993. Tomato transplant age: A review. Horticultural Technology 3(3): 313-316.
- Yeoung, Y. R., M. K. Jung, B. S. Kim, S. J. Hong, C. C. Chun and S. W. Park. 2004. Effect of Plug Cell Size on Seedling Growth of Summer Spinach. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 22(4): 422-425.
- Yu, S. H., H. J. Jun, I. S. Choi, J. G. Kim, S. H. Lee, T. G. Kang, Y. K. Kim and Y. Choi. 2018. Study on compatibility between Plug Tray Sowing, Seedlings and Transplanters for Planting Mechanization of Perilla. Proceedings of the KSAM & ARCs 2018 Autumn conference. 95.
- 전라남도농업기술원, 2015. 남부지역 조 기계정식에 적합한 육묘용 상토의 생육 및 수량, 시험 연구보고서.
- 국립식량과학원, 2014. 수수 기계이식 재배를 위한 적정 육묘기간 및 재식거리 설정, 시험연구 보고서.
- 변효증 등, 2012. 공정 육묘시 재활용 상토에 신규 상토 및 펄라이트 혼합비율이 상토의 이화학적 특성과 과채류 묘소질에 미치는 영향, 생물환경조절학회지 21(3).
- 김동관, 최진경, 권오도, 최진실. 2018. 콩 기계이식재배에 적합한 육묘상자. 한국작물학회 학술 발표대회 논문집, 117-117.
- 김용순, 최진경, 박홍규, 김명석, 김동관, 임세화, 신해룡, 최경주, 윤종탁. 2014a. 조 기계이식을 위한 파종방법 개선효과. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 52-52.
- 김용순, 최진경, 박홍규, 김명석, 김동관, 임세화, 신해룡, 최경주, 윤종탁. 2014b. 수수 기계이식을 위한 파종방법 개선효과. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 54-54
- 김용순, 최진경, 김동관, 박홍규, 신해룡, 정기열. 2015. 조 기계이식 재배시 재식거리별 생육 및 수량성. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 95-95.
- 류종수, 백인열, 박진기, 한원영, 배진우, 광강수, 윤영호, 정태욱. 2018a. 조 기계정식을 위한 상토 선발 및 육묘 영향 분석. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 136-136

- 류종수, 백인열, 박진기, 한원영, 배진우, 곽강수, 윤영호, 정태욱. 2018b. 기장 기계정식 육묘를 위한 상토 효과분석. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 142-142.
- 박진기, 한원영, 류종수, 곽강수, 배진우, 백인열, 정태욱. 2018. 참깨 기계정식을 위한 상토 효과 분석. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 80-80
- 박진기, 곽강수, 한원영, 류종수, 배진우, 정미혜, 백인열. 2017. 기계정식을 위한 상토에 따른 들깨 육묘 영향 분석. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 85-85.
- 전현중, 유승화, 최일수, 김진구, 이상희, 강태경, 김영근, 최 용. 2018a. 주요 잡곡의 기계 정식을 위한 플러그 트레이 육묘의 적합성 구명. 한국농업기계학회 학술발표논문집 23(2) : 92-92.
- 전현중, 유승화, 최일수, 김진구, 이상희, 강태경, 김영근, 최 용. 2018b. 참깨 기계정식을 위한 플러그 트레이 파종 및 육묘의 기계 적합성 구명. 한국농업기계학회 학술발표논문집 23(2) : 93-93.
- 유승화, 전현중, 최일수, 김진구, 이상희, 강태경, 김영근, 최 용. 2018. 들깨 기계정식을 위한 플러그 트레이 파종 및 육묘의 기계 적합성 구명. 한국농업기계학회 학술발표논문집 23(2) : 95-95.
- 임채일, 박권우, 박상근. 1989. 야채용 잎들깨의 주년 재배법 확립에 관한 연구, 농시논문집(원예편), 31(3), 31
- 한원영, 박진기, 배진우, 류종수, 윤영호, 곽강수, 정미혜, 백인열, 정태욱. 2018b. 기계정식에 적합한 팔 육묘기술 개발. 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 49-49.
- 한원영, 박진기, 배진우, 류종수, 윤영호, 곽강수, 정미혜, 백인열, 정태욱. 2018a. 기계정식에 적합한 콩 육묘기술 개발, 한국작물학회 학술발표대회 논문집, 48-48.
- 홍기홍, 장지선, 강영식, 최재연, 이순계, 이광원. 2017. 채소이식기 활용 콩 이식 재배 시 육묘 방법. 한국작물학회 학술발표대회 논문집 , 209-209.