

새로운 고추묘 生産 시스템 및 定植機 開發에 關한 研究

박권우

(고려대학교 자연자원대학 원예과학과)

Studies on the development of new seedling production system and planting machine for hot pepper

Park Kuen-Woo

Dept. of Hort. Sci., Natural Sources Coll., Korea Univ.

Abstract

The main purpose of this project is to study on the new seedling production system and develop planting machine for hot pepper(*Capsicum annuum* var. *annuum*). The results were summarized as follows.

As peatmoss(horticultural substrate) and TKS(German horticultural substrate) have good physical and chemical properties, the growth of pepper seedling was greatest in these growing media. the costs of these growing media were high in our contries. However, the growth of pepper seedling in mixed growing media(peatmoss : field soil= 1 : 2) was good. Therefore, mixed growing media(peatmoss : field soil=1 : 2) can be alternatively used for pepper seedling production in respect of economy.

Germination and prompt index of pepper seedling in the sprinkler-irrigation were higher than in the sub-irrigation. But, the growth of pepper seedling in the sub-irrigation was better than in the sprinkler-irrigation.

Top length and number of leaves were less affected by pot size. Leaf area and fresh weight increased with increasing pot size. But there was no difference in shoot dry weight ratio with increasing pot size. Pot shape affected no influence of the growth of pepper seedling.

Pepper seedlings grown in the plug tray were less expensive to produce than those in large sized pots because they required less substrate, space, and production costs.

Brushing reduced the overall growth of pepper seedling and especially reduced top length. The appearance of brushed pepper seedling was improved than those of nonbrushed.

There were 6 types of system for transplanting machine ; plow share, drum, finger, disc, drop, conveyer system.

I. 서론

고추는 임진왜란을 전후하여 우리나라에 도입되어 재배되기 시작한 이래, 우리 식문화에서 빼놓을 수 없는 중요한 채소로서 자리잡아 왔다. 그래서 고추 재배 면적은 매년 증가하여 전체 채소재배 면적의 약 30%를 점유하

고, 우리나라 총 농가의 60% 가량이 소득작물로서 고추를 재배하고 있다. 이와 같이 중요한 고추는 농촌 노동력의 도시집중화에 따라 정식이나 수확 등에 필요한 노동력을 얻지 못하여 재배는 갈수록 점점 어려워지고 있다. 이러한 시점에서, UR의 타결에 따라 고추의 수입이 이루어지면 국제가격에 비해 월등히 비싼 한국고추의 생산은 큰 타격을 입게 될 것이다. 특히 노동력이 싼 중국고추와

가격면에서 경쟁은 불가피하여, 이의 대책으로 국내 고추도 보다 저렴한 생산비를 들여 수확량을 제고시키는 것이 중요하다고 본다. 이와 같은 목적을 달성키 위해서는 고품질 다수확 품종의 육성과 함께 재배적인 측면에서도 육묘의 간편화, 정식의 기계화, 수확의 기계화가 필수적으로 연구되어 실용화되어야 한다. 그러나 국내에서의 고추 육묘 실정은 농가에 제시할 특별한 상토 제조기술이나 대량육묘시스템 기술의 보급이 없이 논, 밭토양을 이용한 온상육묘가 주를 이루고, 일부는 pot육묘를 하여 묘상에서부터 역병의 피해를 보기도 한다. 또한 우리나라의 고추재배는 평지 보다 구릉지에서 많이 이루어지며 면적이 좁아서 기계화가 어려운 실정이지만 학계에서마저 기계화에 대해 연구가 거의 없다. 따라서 생력화를 위해서는 한국적인 기계의 개발연구도 시급히 요구된다.

상기와 같은 현실적인 필요에 따라, 본 연구는 농가가 쉽게 고추묘를 대량 육묘할 수 있는 방법의 연구와 새롭고 간편한 한국형 고추정식기를 개발하여 저가로 농가에 보급함으로써 고추묘의 생산과 정식의 생력화를 기하여 고품질고추 생산체계를 세움과 동시에 고추생산의 대외 경쟁력을 제고시키고, 농가에 실제적인 이익을 주고자 하는데 그 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 육묘시스템 분야

가. 상토의 물리·화학적 특성 조사

본 실험은 상토비교실험에 앞서 각 상토의 물리·화학적 성질을 조사하여 상토배합시 필요한 기초자료를 얻고자 실시하였다. 실험재료로 사용된 상토는 peatmoss(원예용 상토), TKS(독일 채소육묘용 상토), vermiculite, perlite, 발흙, 모래, 마사토이고, 이들 상토를 일정한 비율로 배합하여 혼합상토를 제조하였다. 상토분석을 위한 조사항목으로 물리적 특성은 가밀도(bulk density), 포장용수량(field moisture capacity), 흡습계수(hygroscopic coefficient)를 조사하였고, 화학적 특성은 pH, 양이온 치환용량(cation exchangeable capacity), 유기물 함량(organic matter content), 유효인산(available P₂

O₅), 치환성 양이온(exchangable cation : K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺)을 측정하였다.

1) 각 상토의 물리적 특성 조사

가밀도(bulk density)는 미리 중량이 측정된 core를 이용하여 상토구조를 파괴하지 않으면서 자연토양에 수직으로 밀어 넣어 들어낸 뒤, 토양과 core의 전 중량을 측정하고 core의 부피에 대한 건토의 무게를 계산하여 측정하였다⁵⁾. 포장용수량(field moisture capacity)은 column 내에 일정량의 상토를 취한 뒤, column에 충분한 물을 채워 12시간 이상 filtering 한 뒤 무게를 측정해 측정된 수분량을 건토에 대한 중량백분율로 환산하였다⁵⁾. 흡습계수(hygroscopic coefficient)는 풍건세토 일정량을 100~110°C로 가열하여 줄어든 수분량을 건토에 대한 중량백분율로 환산하였다⁵⁾.

2) 각 상토의 화학적 특성 조사

pH는 풍건세토 5g을 50ml 비커에 취하여 증류수 25ml를 가하고 1시간 방치 후 pH meter를 buffer 용액으로 잘 맞춘 후 60초 이내에 측정하였다¹⁶⁾. 양이온치환용량(cation exchangeable capacity)은 풍건세토 1g을 1N-NH₄OAc 침출액으로 여지를 사용해 여과시키고 침출액은 옮긴 후, 여지 위의 토양을 pH 7.0의 80% ethyl alcohol로 씻은 후 토양을 여지와 함께 500ml Kjeldahl flask로 옮기고 MgO 분말 5g을 넣고 증류수 300ml를 가한 후 직접 증류하였다. 이 때 수기(250ml 삼각 flask)에 4% 붕산용액 50ml를 넣고 냉각관에 연결하였다. 수기에 증류액이 200ml 정도 되면 증류를 끝내고, 혼합지시액 10방울, brom cresol green 2방울을 가한 후, 0.1 N-H₂SO₄ 표준용액으로 적정하여 녹색에서 자색이 나타나는 점을 반응완결점으로 하였다¹⁶⁾. 유기물 함량(organic matter content)은 풍건세토 0.5g을 250ml 삼각 flask에 취한 후 10ml의 0.4N 크롬삼칼리황산 혼합용액을 가한 후 소형여두를 덮고 200°C 정도의 뜨거운 전열판에 가열하였다. flask 바닥에서 기포가 발생하기 시작하여 정확히 5분간 끓인 후, 냉각시키고 증류수 약 150ml를 가한다. 약 5ml 85% H₃PO₄ 와 5~6방울의 지시약을 가하고, 0.2N 황산제일철암모늄 용액으로 적정하였다. 주황색에서 담록색으로 변화했을 때 적정을 멈추었다¹⁶⁾. 유효인산(available P₂O₅)은 풍건세토 1g에 Bray No.2 침출액 7ml를 가하여 정확히 40초간

흔든 후 Toyo No.2 여지로 여과하였다. 여액을 1ml 채취 후 25배 희석하고 2.4% 붕산용액을 4ml 가한 후 잘 섞었다. Ascorbic acid 혼합발색시약 1ml를 가하여 잘 혼합한 후 30°C 항온기내에서 30분간 정치한 후 파장 720nm에서 비색정량하였다¹⁶⁾. 치환성 양이온(exchangeable cation : K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺)은 양이온 치환 용량(cation exchangeable capacity)의 측정을 위해 1N-NH₄OAc 침출액으로 여과된 침출액을 원자흡광분광광도계(Perkin elmer 3100)로 측정하였다.

나. 상토비교실험

본 실험은 1992년 봄에 고려대학교 원예학과와 비닐하우스에서 상토종류에 따른 고추묘의 생육을 조사하고자 실시하였다. 국내외에서 사용되는 각종 상토재료 즉, peatmoss(원예용 상토), TKS(독일 채소육묘용 상토), vermiculite, perlite, 발흙, 모래, 마사토를 이용하여 1:2, 1:4의 비율로 배합하여 혼합 상토를 제조(표 1)하고, 어느 혼합상토 종류가 고추묘의 초기생육에 가장 좋은가를 알아 보았다. 공시품종은 농우종묘의 '다홍' 고추를 사용하였으며 1992년 6월 3일에 직경 9cm 비닐 pot에 파종하여 6주간 육묘하였다. 관수는 sprinkler를 이용하여 살수관수를 하였으며, 육묘시 생육온도는 주간 27±3°C, 야간 18±3°C를 유지하였다. 실험구는 처리구당 20반복으로 완전임의 배치하였다. 생육조사는 육묘기간 중 3회에 걸쳐서 하였으며 묘의 품질검사 항목에 준하여 실시하였다.

다. Pot 비교실험.

본 실험은 1993년 봄에 고려대학교 원예학과와 유리온실에서 육묘시 pot 크기와 형태가 고추묘의 생육에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였으며, 본 실험에 사용된 pot 크기와 형태는 표 2와 같다. Pot 종류는 농가에서 많이 이용하는 비닐 pot와 16공 연결 pot, 이식작업이 간단한 jiffy pot, 그리고 최근 공정육묘과정에 쓰이는 plug tray(한 tray에 50개의 cell이 있음)를 이용하였다. 상토는 상토비교실험 결과에서 나타난 가장 좋은 혼합상토(peatmoss : 발흙 = 1 : 2)를 사용하였으며, 고추('다홍', 농우종묘)를 1993년 2월 18일 최아시킨 후에 각 처리별로 여러가지 pot 종류에서 육묘하였으며, 실험

구는 처리당 2반복으로 30개체씩을 난괴법으로 배치하였다. 육묘기간 중 유리온실의 온도는 주간 25±2°C, 야간 18±2°C로 유지시켰으며, 파종 7주 후에 묘의 품질검사 항목에 준하여 생육조사를 실시하였다.

라. 육묘시 관수실험.

본 실험은 1992년 봄에 관수방법이 고추의 육묘시 발아율, 발아속도 및 초기생육에 미치는 영향을 보고자 실시하였다. 관수방법은 저면관수와 살수관수를 사용하였고, 또한 peat block 제조를 위하여 plug tray를 이용하였다. Plug tray의 규격은 길이 53cm, 높이 27cm이던 한 plug tray에 50개의 cell이 있으며 한 cell의 크기는 지름 4.8cm, 깊이 5.4cm이다. Peat block 제조를 위해 몇가지 혼합상토가 사용되었다. 저면관수는 styrofoam으로 plug tray가 들어갈 수 있는 틀을 만들어 물이 새지않도록 비닐로 덮고 바닥에서 2~3cm 정도 물이 항상 차도록 물을 공급하였다. 살수관수는 sprinkler를 이용해서 아침, 저녁 하루 2회씩 3분간 살수관수를 실시하였다. 1992년 6월 3일 plug tray에 고추('다홍', 농우종묘)를 파종하여 6주간 육묘하였으며, 실험구는 2반복으로 반복당 50개체를 완전임의배치하였다. 생육조사는 육묘기간중 4회에 걸쳐서 하였으며 묘의 품질검사 항목에 준하여 실시하였다.

마. Brushing 처리실험

최근 고추묘의 정식시 활착을 돕고 이식의 해를 줄이기 위해 정식 며칠 전부터 양·수분조절이나 야간의 온도를 낮추는 방법을 쓰고 있는데, 이는 고추묘의 품질저하나, 고추 생산량에 나쁜 영향을 미친다. 이에 bushing처리가 토마토 등 몇몇 작물에서 줄기신장을 억제시키고, 잎이 두꺼워지며 잎의 색이 진해지는 등 외관상 묘의 품질이 향상된다는 보고¹¹⁾가 있어, brushing 처리를 고추묘에 적용하여 실험하여 보았다. 본 실험은 brushing처리가 고추 묘의 도장방지 및 묘의 외관상 품질향상에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였으며, 1993년 2월 18일 고추('다홍', 농우종묘)를 최아시킨 후, 직경 9cm 비닐 pot에 파종하였다. 파종 7일 후(자엽이 완전히 전개된 후)부터 brushing처리를 시작하였으며, 처리는 13mm PVC pipe를 이용하여 고추묘의 지상부를 흔들어 줌으로

Table 1. Media composition.

Media	Composition (ratio by volume)	Abbreviation
Peatmoss ^{z)}	1	PM
TKS ^{y)}	1	TK
Field soil	1	FS
Vermiculite	1	VE
Perlite	1	PE
Sand	1	SA
Masa ^{x)}	1	MA
Peatmoss : Sand	1 : 1	P1
Peatmoss : Sand	1 : 2	P2
Peatmoss : Sand	1 : 4	P4
Peatmoss : Field soil	1 : 1	F1
Peatmoss : Field soil	1 : 2	F2
Peatmoss : Field soil	1 : 4	F4
Peatmoss : Masa	1 : 2	M2
Peatmoss : Masa	1 : 4	M4
TKS : Sand	1 : 1	T1
TKS : Sand	1 : 2	T2
TKS : Sand	1 : 4	T4
TKS : Field soil	1 : 2	K2
TKS : Field soil	1 : 4	K4
Vermiculite : Field soil	1 : 2	V2
Vermiculite : Field soil	1 : 4	V4
Perlite : Field soil	1 : 2	E2
Perlite : Field soil	1 : 4	E4

z) Horticultural substrate.

y) Substrate used for vegetables, made in German.

x) Locally called Masa, also it is composed of Quartz-Feldspar.

씨 stress를 주었다. 처리시간은 매일 아침 9시와 저녁 4시였으며 왕복 50회를 처리하였다. 파종 7주 후에, 묘의 품질조사 항목에 준하여 생육조사를 실시하였다.

바. 묘의 품질검사

고추묘의 품질검사를 위한 생육조사 항목은 엽장, 엽폭, 엽수, 지상부·지하부의 생체중과 건물중, 근장, 줄기

의 두께이었다. 초장은 생장점까지의 길이를 측정하였고, 엽장, 엽폭은 각 개체의 최대엽으로 측정하였으며, 엽수는 떡잎을 제외한 엽의 수로 측정하였다. 생체중은 수확 후, 작물을 흐르는 물에 수세하여 상토를 씻어내고, 지상부와 지하부로 나눈 다음 각각의 생체 중을 측정하였다. 생체중을 측정한 개체를 80°C에서 5일간 건조시킨 후 건물중을 측정하였다. 근장은 뿌리의 최대길이를 측정하였으며, 줄기의 두께는 vernier calipers를 이용해서 줄기의 가장 밑부분의 두께를 측정하였다.

* 발아율 및 발아속도 계산

$$\text{발아율(Germination percentage)} = \frac{\text{발아한 종자수}}{\text{치상한 종자수}} \times 100(\%)$$

$$\text{발아속도(Prompt index, PI)} = 1/e \sum_{i=1}^e (e+1-i) \times Gi$$

- e=발아조사가 끝난 일 수
- i=치상 후 발아 일 수
- Gi=i일째의 발아일 수

사. 운반상자 비교실험

대단위 육묘시에 묘를 컨테이너 등을 이용해 운반하려면 묘의 운반상자(pot 이외)가 아주 중요한데, 각종 plastic box를 이용해서 어느 것이 가장 좋은가를 비교하고 아울러 컨테이너에 이들 상자를 넣고 운반시의 문제점을 조사하였다. 농가에서 많이 이용하는 plastic box에 pot를 운반시 pot의 갯수와 운반시 문제점을 조사하였다.

아. 육묘방법의 경영분석

이무리 훌륭한 system이라도 1개 묘의 생산단가가 비싸면 육묘 system의 의의가 없으므로 제반실험을 바탕으로 이들의 경영분석을 하여 pot 당 또는 1개 묘당 생산단가를 현시가 기준으로 산출하였다. 먼저 각 pot 종류별로 소요되는 상토량과 pot생산갯수(8시간 기준)를 조사하였으며, 그리고 pot 한 개의 가격, 상토의 구입비, 인건비를 고려하여 1개묘의 총 생산단가를 산출 하였다.

Table 2. Pot characteristics of five sizes and three shape.

Pot type	Width (cm)	Depth (cm)	Surface area (cm ²)	Volume ^{a)} (cm ³)	SA/D ^{b)}	Shape
A ^{x)}	12.0	9.0	113.04	535	12.56	round
B	9.0	7.0	63.58	235	9.08	round
C	8.0	8.0	50.24	282	6.28	round
D	5.8	6.5	26.40	160	4.06	square
E	4.8	5.4	18.08	56	3.35	pyramid

^{a)} Water volume of pot.

^{b)} Surface area/depth.

^{x)} A : vinyl pot(φ 12cm), B : vinyl pot(φ 9cm), C : jiffy pot, D : 16 multi-cell pot, E : 50 multi-cell plug tray.

2. 정식기개발 분야

국내의 정식기의 문헌적인 조사를 토대로 가장 한국적인 모델의 설정을 위해서 다음과 같은 연구를 수행하였다.

가. 세계정식기 종류조사.

지금까지 국내외에서 정식기의 문헌 열거함으로써 차기 연구의 자료로서 사용할 수 있게 하였다. 이를 위해 개발기종, 시간당 정식분수, 묘가 갖추어야 할 상태 등을 조사, 수록하였다.

나. 한국형 정식기 개발연구

한국은 대형정식기의 이용이 불가하므로 타국에서 개발된 대형기계의 장단점을 연구 후에 특허권을 침해하지 않는 범위에서 원리를 응용해서 한국적인 모델을 개발하고자 계획하였다. 지금까지 많은 문헌자료 수집과 견학을 통해 drum type이 좋은 것으로 사료되었다. 이는 사람이 밀면서 앞으로 가면, 정식기가 원하는 포트에 따라 알맞은 재식거리와 깊이로 형성되도록 한다. 이를 위해 pot 비교실험의 결과를 응용해서 pot의 종류별, 재식거리별 조정이 가능한 기계를 개발하고자 계획하였으나, 연구비의 대폭적인 삭감으로 인하여 농가에서 쉽게 만들어 사용할 수 있는 간이 고추묘 정식기를 고안 설계하였다. 이 간이 정식기의 하부 부위를 분리시켜 drum에 부착시키면 drum type이 될 수 있다고 생각된다. 만일 이와 같은 기계가 완전히 개발된 후에는 시간당 가능한 정식분

수, 정식 후 활착까지 문제점, 정식전 묘의 상태에 따른 기계의 변형가능성, 정식구에 묘를 넣는 방법, 그리고 정식 후 관수일자에 따른 활착정도, 비닐멀칭된 곳에서의 정식기 이용시 문제점, 토양의 전습정도에 따른 기계이용의 문제점 등을 조사할 수 있다고 본다.

II. 결과 및 고찰

1.육묘시스템 분야

가. 각종 상토재료의 물리·화학적 특성

1) 물리적 특성 조사

각종 상토들의 물리적 특성을 알아보기 위해 가밀도(bulk density), 포장 용수량(field moisture capacity), 흡습계수(hygroscopic coefficient)를 측정 하였다. 가밀도는 같은 부피(1cm³) 당 배양토들의 무게(g)로서, 입자가 무거운 모래, 발흙, 마사토가 1g/cm³ 이상의 높은 수치를 나타냈으며, 특히 모래는 1.59g/cm³로 입자가 매우 무거움을 알 수 있었다. 반면, vermiculite, perlite, TKS, peatmoss는 입자가 가벼워 0.5g/cm³ 이하의 낮은 수치를 나타냈다(표 3). 포장용수량은 토양이 중력에 견디서 저장할 수 있는 최대의 수분함량을 말하는데, peatmoss와 TKS가 200% 내외의 대단히 큰 수치를 나타냈고, vermiculite도 150% 정도의 수치를 보여주어서, 수분보유능력이 매우 우수하였다. 반면 발흙, 마사토, 모래는 50% 정도 이하의 낮은 수치를 보여주어, 수

분보유능력이 대단히 적었다(표 3). 흡습계수는 포화상태로 흡수된 수분량을 건조토양의 중량백분율로 환산된 값을 말하며, peatmoss와 TKS에서 각각 82.04%, 98.39%의 높은 수치를 보였으며, 나머지 기본상토양 들에서는 10% 이하의 매우 낮은 수치를 보여 주었다(표 3). 가밀도는 토양의 구조를 잘 반영해 주며, 공기유통이나 물의 저장능력 등을 암시하여 작물의 생육상을 알게하는 기준이 되기도 한다²²⁾. 일반적으로 가밀도는 사토에서 높

고, 유기물의 함량이 많거나, 입단형성이 잘된 토양에서는 낮다^{2,10)}. 흡습계수는 토양표면적과 비례관계가 있어, 거친 모래분이 많은 토양일수록 흡습도와 표면적이 적어지고, 점토와 부식이 많은 토양일수록 흡습도와 표면적이 커진다. 그러므로 토양입자의 표면적과 흡습도는 점토나 부식의 양과 질의 함수로서¹⁰⁾, 본 실험에서는 peatmoss와 TKS가 넓은 표면적을 가지고 있어서 높은 흡습계수를 나타내었다.

Table 3. Physical properties of basic media.

Basic media	Bulk density (g/cm ³)	Field moisture capacity(%)	Hygroscopic coefficient(%)
Peatmoss ²⁾	0.19	205.65	82.04
TKS ³⁾	0.20	189.75	98.39
Field soil	1.19	52.30	9.12
Vermiculite	0.46	146.28	5.07
Perlite	0.19	- ⁴⁾	0.62
Sand	1.59	28.80	0.37
Masa ⁵⁾	1.12	34.24	3.05

²⁾ Horticultural substrate.

³⁾ Substrate used for vegetables, made in German.

⁴⁾ Not detectable.

⁵⁾ Locally called Masa, also it is composed of Quartz-Feldspar.

2) 화학적 특성 조사

각종 상토들의 화학적 특성을 알아보기 위해 pH, 양이온 치환용량(cation exchangable capacity), 유기물 함량(organic matter content), 유효인산(available P₂O₅), 치환성 양이온(exchangable cation : K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺)의 함량을 측정하였다. pH 는 모든 기본상토들이 5.5~6.5의 고른 수치를 보여, 전반적으로 약산성임을 알 수 있었다(표 4). 유기물 함량은 peatmoss와 TKS에서 80% 이상의 높은 수치를 나타냈으며, 그 외의 상토에서는 대부분 1% 내외의 낮은 수치를 나타내어 peatmoss, TKS와 다른 상토 간에 유기물 함량의 차이가 대단히 큼을 알 수 있었다(표 4). 양이온치환용량은 유기물 함량과 마찬가지로 peatmoss와 TKS에서 각각 90me/100g과 107.5me/100g의 수치를 보여서, 높은 양이온 치환능력을 나타냈으며, 나머지 상토들에서는 대부분 10me/

100g 정도 이하의 낮은 수치를 보였다(표 4). 유효 인산은 발효에서 399.8ppm으로서 가장 높은 함량을 볼 수 있었으며, 그 다음으로 TKS, peatmoss 에서 각각 324.7ppm, 177.8ppm 으로 높은 함량을 보였다. 그 외의 상토에서는 50ppm 이하의 낮은 함량을 보였다(표 4). 치환성 양이온(K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺)의 경우는 세가지 양이온 모두 peatmoss와 TKS에 가장 많이 함유되어 있었으며, 이온간의 함량차이는 Ca²⁺ > K⁺ > Mg²⁺의 순이었다. 그 외의 상토들에서는 세가지 양이온들이 모두 1me/100g 이하의 낮은 수치를 보였다(표 4).

여러 상토의 배합비율에 따른 화학적 특성을 알아보기 위해 유기물 함량, 양이온 치환용량, 유효인산, 치환성 양이온을 측정하였다. Peatmoss나 TKS에 모래나 발효를 배합한 경우에는 모래나 발효의 배합비율이 높아질수록 유기물 함량, 양이온 치환용량, 유효인산, 치환성 양

이온의 함유량이 낮게 나타났다(표 5). Peatmoss나 TKS에 발효의 배합비율이 높아질수록 유효인산의 함유량이 높게 나타났는데, 이것은 <표 4>에서 보는 바와 같이 발효 자체내의 유효인산의 함유량이 대단히 높았기 때문에 나타난 결과라고 볼 수 있다. Perlite나 vermiculite에 발효를 배합하는 경우에는 발효의 배합비율이 높아질수

록 유기물 함량, 양이온 치환용량, 유효인산, 치환성 양이온의 측정함량이 증가하였다(표 5). Peatmoss에 마사토를 배합하는 경우에는 마사토의 배합비율이 증가할수록 유기물 함량, 양이온 치환용량, 유효인산, 치환성 양이온의 측정함량이 감소하였다(표 5).

Table 4. Chemical properties of basic media.

Basic media	pH	Organic matter (%)	C.E.C. ²⁾ (me/100g)	Available P ₂ O ₅ (ppm)	Exchangable cation (me/100g)		
					K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Peatmossy ³⁾	5.8	81.7	90.0	177.8	13.52	50.47	9.57
TKS ⁴⁾	6.0	87.9	107.5	324.7	12.56	55.14	9.97
Field soil	6.5	1.4	4.0	399.8	0.21	0.86	0.19
Vermiculite	5.5	0.5	12.3	41.8	0.29	0.83	0.31
Perlite	5.8	— ⁵⁾	1.0	—	0.23	0.12	0.03
Sand	5.6	—	—	5.5	0.13	0.28	0.07
Masa ⁶⁾	5.5	0.2	1.6	40.4	0.06	0.33	0.12

²⁾ Cation exchange capacity.

³⁾ Horticultural substrate.

⁴⁾ Substrate used for vegetables, made in German.

⁵⁾ Not detectable.

⁶⁾ Locally called Masa, also it is composed of Quartz-Feldspar.

토양의 화학적 조성과 이에 관련된 성질을 토양의 화학적 특성으로 살펴 보았는데, 각종 상토들의 pH 값은 5.5~6.5의 고른 수치를 보여 전반적으로 약산성임을 알 수 있었다. 대체로 모든 작물은 pH 5.5~7.0에서 잘 자라며, 각종의 양분의 유효도면에서 볼 때에는 pH 6.0~7.0(평균6.5)이 적당하다¹⁰⁾. 따라서 본 실험에 사용된 상토들은 대체적으로 적당한 pH 값을 가지고 있다고 할 수 있다. 유기물의 함량은 토양비옥도의 지표가 될 만큼 중요한데, 그 함량을 보면 peatmoss와 TKS에서만 80% 이상의 높은 수치를 보였으며 그 외의 상토에서는 대부분 1% 내외의 낮은 수치를 나타냈다. 일반적으로 우리나라의 밭토양의 경우 유기물의 함량이 평균 2.0%가 되는 것으로 나타났는데 물론 이 수치 또한 적당한 유기물 함량은 아니며, 적어도 3.0~3.5% 로 높여주어야 한다. 이를 위해서 장기간에 걸친 유기질 비료의 적극적인 시비가

필요하다⁵⁾. 따라서 본 실험에서 높은 유기물 함량을 보인 peatmoss나 TKS와 다른 상토간의 적당량 배합이 필요한 것으로 사료된다. 양이온치환용량(cation exchange capacity)은 일정량의 토양 또는 교질물이 가지고 있는 치환성 양이온의 총량을 당량으로 표시한 것이며, 보통 토양이나 교질물 100g이 보유하는 치환성 양이온의 총량을 mg당량(milli equivalent ; me)으로 나타낸다.⁵⁾ Peatmoss와 TKS에서 100me/100g 내외의 높은 수치를 나타냈으며, 나머지 상토에서는 대부분 10me/100g 정도 이하의 낮은 수치를 보였다. 우리나라 밭토양의 양이온치환용량은 평균 10me/100g 정도로 낮은 편이며, 적어도 15~20me/100g는 되어야 한다⁵⁾. 따라서 양이온 치환능력의 향상을 위해서 본 실험에서 쓰인 peatmoss나 TKS의 적당량 배합이 필요한 것으로 사료된다. 유효인산의 함량은 본 실험에 쓰인 상토 중 발효에서 대단히 높은 수

치로 399.8ppm을 나타냈는데, 우리나라 토양 평균 유효 인산 함량은 114ppm 정도로 알려져 있다.⁵⁾ 그 밖의 각각 324.7ppm, 177.8ppm의 값을 나타낸 TKS와 peatmoss는 대단히 높은 유효인 산의 함량을 나타냈고, 그 외의 상토는 50ppm 이하의 낮은 함량을 보였다. 작물의 생육을 위해서는 적어도 200ppm 이상이 될 수 있

도록 인산질 비료의 시비에 힘써야 한다. 따라서 본 실험에 사용된 발효과 TKS, peatmoss의 적당량 배합이 필요한 것으로 사료된다. 치환성 양이온(K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+})의 경우를 살펴보면, 치환성 칼리의 경우, peatmoss와 TKS에서 10me/100g의 수치를 보였으며 나머지 상토들은 0.3me/100g 이하의 수치를 나타냈다.

Table 5. Chemical properties of mixed growing media.

Growing media	Composition (ratio by volume)	Organic matter (%)	C.E.C. ^z (me/100g)	Available P_2O_5 (ppm)	Exchangable cation (me/100g)		
					K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
PM : SA ^y	1 : 1	5.6	6.0	34.8	0.40	1.09	0.28
	1 : 2	2.7	4.0	26.8	0.30	0.63	0.20
	1 : 4	1.3	3.0	20.0	0.15	0.53	0.10
TK : SA	1 : 1	10.4	7.0	96.5	0.35	0.93	0.16
	1 : 2	7.9	6.0	95.6	0.20	0.73	0.13
	1 : 4	0.6	6.0	26.5	0.25	0.50	0.10
PM : FS	1 : 1	13.9	6.0	280.1	0.75	1.92	0.44
	1 : 2	12.8	5.0	399.2	0.48	0.23	0.26
	1 : 4	5.6	4.0	481.2	0.51	1.24	0.31
TK : FS	1 : 2	14.9	6.0	335.6	0.50	1.35	0.34
	1 : 4	10.2	3.0	345.4	0.44	1.05	0.24
PE : FS	1 : 2	0.9	1.0	172.1	0.39	0.83	0.21
	1 : 4	1.1	4.0	254.6	0.39	1.00	0.24
VE : FS	1 : 2	0.4	9.5	257.3	0.35	0.96	0.31
	1 : 4	1.5	5.0	385.5	0.41	0.96	0.26
PM : MA	1 : 2	16.9	9.0	97.4	0.49	1.97	0.36
	1 : 4	10.1	4.0	47.3	0.38	1.34	0.26
PM : FS : SA	1 : 1 : 1	11.0	3.5	165.9	0.29	1.25	0.25

^z Cation exchange capacity

^y PM : peatmoss(horticultural substrate), SA : sand, TK : TKS(substrate used for vegetables, made in german), FS : field soil, PE : perlite, VE : vermiculite, MA : Masa(locally called Masa, also it is composed of Quartz-Feldspar).

우리나라 발토양의 경우 치환성 칼리의 평균함량은 0.32me/100mg인데, 이 양은 작물배면에서 볼 때 충분한 양이라고 할 수 없으며, 적어도 0.5me/100g 이상이어야 한다.⁵⁾ 치환성 칼슘의 경우 peatmoss와 TKS에 각각 50.47, 55.14me/100mg이 측정되었으며, 나머지 상토들은 1me/100mg의 낮은 수치를 보였다. 우리나라

발토양의 칼슘함량은 평균 약 4.2me/100mg인데, 토양 반응면에서 볼 때 이보다 다소 높은 6me/100mg 정도가 적당하다⁵⁾. 치환성 마그네슘의 경우 peatmoss와 TKS에서 약 10me/100g이 측정되었으며, 나머지 상토들에서는 0.5me/100mg 이하의 낮은 수치가 측정되었다. 우리나라 발토양의 마그네슘함량은 평균 1.2me/100mg 인

데, 적어도 2.0me/100mg 정도가 유지 되는 것이 적당 하다.⁵⁾

Table 6. The effects of various growing media on the growth of pepper(*Capsicum annuum* var. *annuum*) in pot seedling system.

Growing media	Composition (ratio by volume)	Top	Leaf	Leaf	Number	Root	Fresh weight		Stem
		length (cm)	width (cm)	length (cm)	of leaves	length (cm)	Shoot (g)	Root (g)	diameter (cm)
PM ^{a)}	1	21.9a ^{b)}	4.4	7.3	7.3bc	15.1	3.92a	1.86b	0.35ab
TK	1	20.2ab	3.9	6.7	9.0a	17.7	4.17a	2.37a	0.39a
FS	1	7.6e	2.3	3.7	5.3de	14.5	0.77fg	0.37ef	0.22d
PM : SA	1 : 2	8.6e	1.9	3.3	6.0bc	16.0	0.85fg	0.87bc	0.22ef
	1 : 4	8.7e	2.0	3.5	6.0bc	15.5	1.02fg	0.54bc	0.20g
PM : FS	1 : 2	17.0bc	2.9	5.2	7.0bc	21.0	2.19bc	1.06b	0.31bc
	1 : 4	18.5ab	2.8	5.1	7.0bc	21.0	2.02bc	1.00b	0.30c
PM : MA	1 : 2	18.0ab	3.1	5.6	7.7ab	20.5	2.10bc	0.99bc	0.28cd
	1 : 4	17.5ab	3.2	6.3	7.3bc	15.2	1.98c	0.74bc	0.27cd
TK : FS	1 : 2	16.3bc	2.9	5.2	5.3de	13.3	2.14bc	0.59bc	0.27cd
	1 : 4	14.4cd	2.4	3.5	5.0ef	18.1	1.98bc	0.54bc	0.23de
VE : FS	1 : 2	17.2ab	2.8	4.5	7.0bc	12.7	1.47de	0.65bc	0.28cd
	1 : 4	16.7bc	2.6	5.0	6.7bc	13.7	1.77cd	0.74bc	0.23de
PE : FS	1 : 2	10.4de	2.0	3.5	6.0bc	14.0	0.93fg	0.40d	0.21fg
	1 : 4	9.9e	1.9	3.3	5.7cd	19.0	1.09ef	0.46cd	0.19g

^{a)} PM : peatmoss(horticultural substrate), TK : TKS(substrate used for vegetables, made in German), FS : field soil, SA : sand, MA : Masa(locally called Masa, also it is composed of Quartz-Feldspar), VE : vermiculite, PE : perlite.

^{b)} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

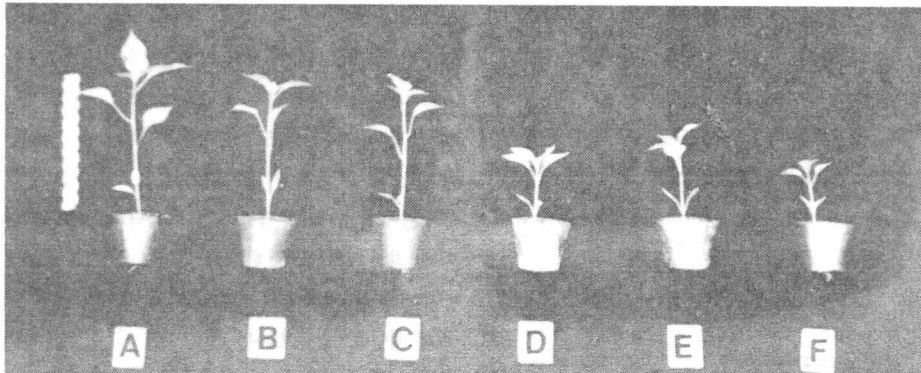


Fig. 1. The effects of various growing media on the growth of pepper(*Capsicum annuum* var. *annuum*) in pot seedling system.

A : peatmoss(horticultural substrate)

B : peatmoss : Masa = 1 : 2

C : peatmoss : field soil = 1 : 2

D : vermiculite : field soil = 1 : 2

E : field soil

F : vermiculite

나. 상토비교실험

육묘시 여러 상토종류가 고추묘의 초기생육에 미치는 영향을 보면, peatmoss, TKS 100% 단용처리구에서 생육이 가장 양호하였으며 그 다음으로는 peatmoss에 발효를 1:2로 배합한 처리구였다(〈표 6〉, 그림 1). Vermiculite나 perlite에 발효를 배합한 처리구는 생육이 저조하였는데, 이는 앞서 실험한 상토의 물리·화학적 특성 조사에서 보는 바와 같이 Vermiculite나 perlite 자체로는 작물이 생육하는데 필요한 양분을 충분히 함유하고 있지 않아 지속적인 양분의 공급이나 유기물질의 첨가를 필요로 한다¹⁸⁾. 지상부 생체중 및 줄기의 두께도 peatmoss, TKS 단용처리구에서 가장 양호하였고, 마사토와 peatmoss, 발효과 peatmoss를 2:1로 혼합한 처리구 순이었으며, 발효탄을 사용한 처리구와 peatmoss에 모래를 배합한 처리구에서는 생육이 가장 저조하였다.

고추묘 초장의 경시적 변화를 보면, 파종 후 20일까지는 뚜렷한 차이를 보이지 않다가 30일부터는 peatmoss 단용처리구가 초장이 가장 길었으며 그 다음으로는 peatmoss에 발효이나 마사토를 1:2로 배합한 처리구였다(그림 2). Peatmoss나 TKS는 대부분이 유기물로서 앞서 상토의 화학적 특성을 실험한 결과 풍부한 유기물 함량과 무기물질을 함유하고 있어 작물의 생육에 최적의 조건을 갖추고 있음을 알 수 있었다. Pudelski²¹⁾는 woodwaste가 식물체에 중요한 N공급원인 유기물질을 대체할 수 있는지 가능성을 실험하였는데, 앞으로는 대부분 수입되고 있는 peatmoss 대신에 우리나라의 부존자원을 이용하여 유기물질이 풍부하게 함유되어 있는 상토 재료 연구에 힘써야 한다.

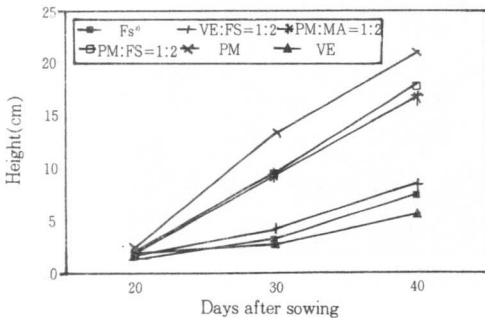


Fig. 2. The effects of various growing media on the top length of pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) in pot seedling system.

²⁾ See table 1.

다. 육묘시 관수시험

1) 상토종류와 관수방법이 고추묘의 발아율 및 발아속도에 미치는 영향

상토종류와 관수방법에 따른 고추의 발아율을 보면, 대부분 살수관수 처리 구가 저면관수보다 발아율이 높았으며, peatmoss 단용처리구를 제외하고는 80% 이상의 높은 발아율을 나타내었다(그림 3). 발아율이 가장 높은 경우는 살수관수에서 peatmoss와 모래를 1:1로 배합한 처리구로서, 발아속도 역시 높았다. 고추의 발아속도를 살펴보면, 발아율과 마찬가지로 살수관수 처리구가 저면관수보다 발아속도가 높았다(그림 3). 특히 TKS와 모래를 1:1, peatmoss와 모래를 1:4로 섞은 처리구에서는 발아율은 살수관수보다 저면관수가 높았으나, 발아속도는 살수관수가 저면관수보다 높았다. 실험결과를 보면 상토의 종류에는 거의 관계없이 저면관수보다 살수관수에서 발아율, 발아 속도가 현저히 높았는데, 그 원인은 종자의 수분변동이 발아력에 미치는 영향으로, 1~2회 종자에 흡수와 건조처리를 반복하면 밀, 옥수수, 당근, 토마토 등의 작물에서 종자발아속도가 빨라지고 증수 효과가 일어난다고 한다. 본 실험에서는 주간·야간으로 하루 2회씩 살수관수를 하였는데, 수분증발이 왕성한 낮시간에 하우스내에서 토양내의 수분증발이 종자에 수분변동을 일으켰을 것으로 생각되며, 또한 유근발생시에는 산소 이용율이 더욱 커지는데, 살수관수시 이러한 수분변동이 산소공급을 더욱 증대시켜 종자발아를 촉진시켰다고 사료된다. 반면에 저면관수 처리시 발아율 및 발아속도가 살수관수에 비해 현저히 낮은 이유는 항상 수분을 보유하고 있는 저면관수가 종자의 산소요구량을 만족시켜주지 못했기 때문이라고 사료된다. 따라서, 발아력은 수분과 산소의 공급에 의해 결정되므로 발아시 저면관수보다 살수관수가 더 바람직하다고 생각되며, 위와 같이 관수방법에 의해 발아율이 현저히 달라짐에도 불구하고 배양토 종류에 따른 발아율과 발아속도의 차이가 적은 원인은 발아시 배양토 종류보다는 주로 수분과 산소요인이 발아에 더 직접적인 관련이 있기 때문이라고 사료된다.

2) 상토종류와 관수방법에 따른 고추묘의 생육차이

육묘기간동안 고추묘 초장의 경시적 변화를 보면, 파종 후 30일까지는 뚜렷한 차이를 보이지 않다가 그 이후부터 살수관수 처리보다 저면관수 처리에서 초장이 급격히

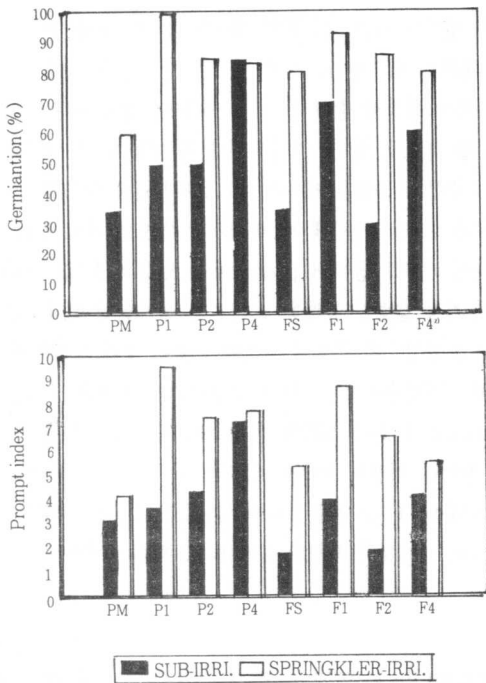


Fig. 3. The effects of irrigation methods on the germination rate and prompt index of pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) during the seedling stage.

²⁾ See table 1.

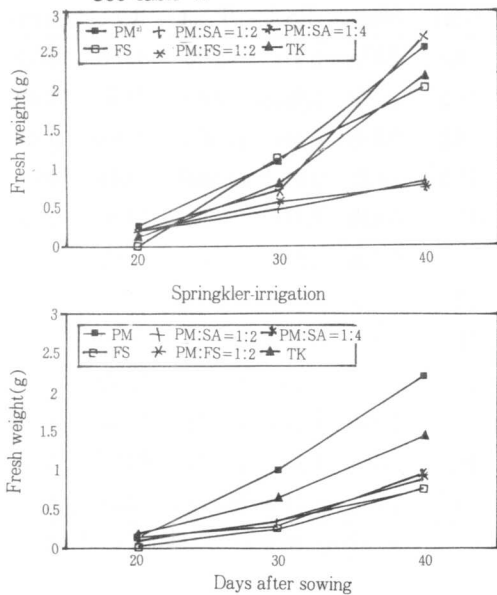


Fig. 5. The effects of various growing media and irrigation methods on the fresh weight of pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) in plug seedling system.

²⁾ See table 1.

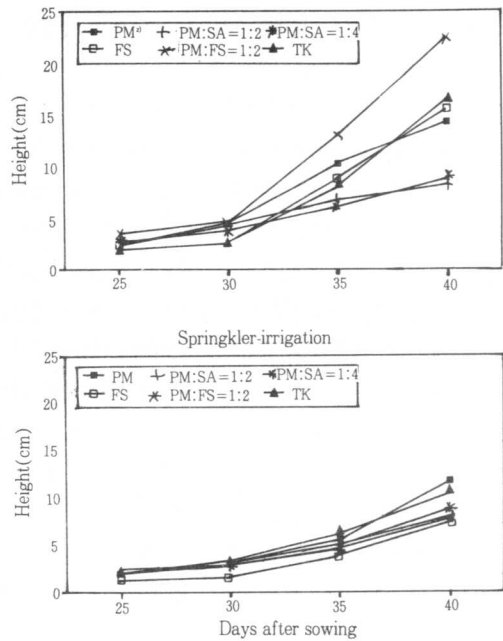


Fig. 4. The effects of various growing media and irrigation methods on the top length of pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) in plug seedling system.

²⁾ See table 1.

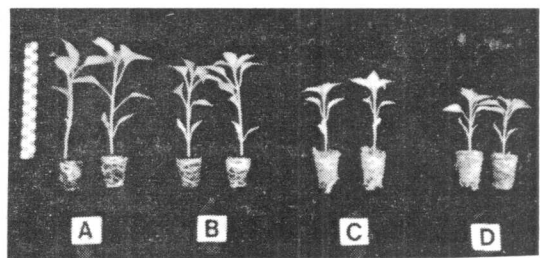


Fig. 6. The effects of various growing media on the growth of pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) in plug seedling system.

A : peatmoss(horticultural substrate)

B : TKS(substrate used for vegetables, made in German)

C : peatmoss : field soil = 1 : 2

D : peatmoss : sand = 1 : 2

증가하였다(그림 4). 저면관수시 초장이 가장 길었던 상토 처리구는 peatmoss와 흙을 1 : 2로 혼합한 처리구였으며 모래를 많이 혼합한 처리구일수록 초장이 짧았다. 살수관수시 TKS 단용처리구와 peatmoss 단용처리구에서 초장이 가장 길었다. 또한 육묘기간 중 지상부 생체중의 경시적 변화를 보면, 저면관수와 살수관수에 의한 생체중의 차이는 거의 없었으며, 저면관수시 peatmoss와 흙을 1 : 2로 섞은 처리구에서 생체중이 가장 무거웠으며, 살수관수의 경우에는 TKS, peatmoss 단용처리구에서 생체중이 무거웠으나, 저면관수의 경우 생체중이 가장 높았던 처리구(peatmoss : 발효=1 : 2)에는 미치지 못했다(그림 5, 6). 그리고 저면·살수관수 처리구 공히 모래를 많이 혼합할수록 생체중이 낮았다.

고추는 발아기를 거쳐 생육기간동안 뿌리를 통해 다량의 수분을 흡수하는데, 일부분만이 체내에 보유되고 대부

분은 잎이나 다른 지상부의 기관을 통하여 수증기의 형태로 체외로 배출된다. 또한 생육이 진전될수록 엽면적이 증가하여 활발한 증산작용이 일어나며, 이에 따라 다량의 수분을 필요로 한다. 따라서 수분의 변동이 큰 살수관수보다 수분의 공급을 지속적으로 유지시켜줄 수 있는 저면관수가 고추의 성장에 더 바람직할 것으로 사료된다. 여러가지 배양토 중에서 peatmoss와 발효의 1 : 2 배양토에서 가장 양호한 결과를 보인 것은 상토들의 배합비율에 따른 혼합상토의 구조적 특성에서 오는 결과로 생각되며, 특히 저면관수시에는 상토의 3상구조가 파괴되기 쉬운데 peatmoss나 TKS 100% 처리구의 경우 상토가 물에 계속 잠기면 액상의 비율이 급격히 증가하지만 peatmoss와 발효의 1 : 2 혼합상토에서는 1 : 1 : 1의 적절한 기상, 액상, 고상의 비율로 변화한다고 한다^{2,13,22,26}).

Table 7. The effects of various growing media and sub-irrigation on the growth of pepper(*Capsicum annuum* var. *annuum*) in plug seedling system.

Growing media	Composition (ratio by volume)	Top length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Number of leaves	Root length (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight ratio (%)		Stem diameter (cm)
							Shoot	Root	Shoot	Root	
PM ^{a)}	1	14.3bc ^{y)}	2.6	4.8	8.7ab	8.5	2.55a	0.99a	14.00b	8.79b	0.33b
TK	1	16.5bc	2.5	4.5	9.7a	10.3	2.17a	0.98ab	13.14bc	7.65b	0.34b
FS	1	15.7bc	2.7	4.9	8.3bc	8.9	2.03a	0.44c	12.86c	13.18ab	0.33b
PM : SA	1 : 1	10.3de	1.8	3.2	6.7cd	11.5	1.04b	0.81ab	14.42ab	7.04b	0.26c
	1 : 2	8.4e	1.6	3.1	5.3d	11.2	0.83b	0.44c	15.39a	7.05b	0.20c
	1 : 4	8.8e	1.7	3.3	6.7cd	12.9	0.78b	0.54bc	14.9a	8.89b	0.25c
TK : SA	1 : 1	11.3cd	1.8	3.3	8.7ab	12.5	0.78b	0.51bc	13.64ab	7.84b	0.22c
	1 : 2	8.5e	1.7	2.0	7.0cd	11.5	0.69b	0.50bc	14.93a	7.80b	0.23c
	1 : 4	7.5b	1.7	2.9	7.0cd	11.2	0.63b	0.50bc	14.44ab	7.60b	0.24c
PM : FS	1 : 1	17.7b	3.1	5.3	9.7a	7.8	2.09a	1.14a	12.04d	6.84b	0.36a
	1 : 2	18.0a	3.0	5.7	9.7a	10.0	2.66a	1.14a	13.69ab	8.33b	0.37a
	1 : 4	14.3bc	2.9	5.4	8.0bc	12.7	2.65a	1.24ae	14.87ab	7.66b	0.32b

^{a)} PM : peatmoss(horticultural substrate), TK : TKS(substrate used for vegetables, made in German), FS : field soil, SA : sand.

^{y)} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

전반적인 고추묘의 생육은 상토 종류에 따라 다소 차이가 있었으나 대체로 저면관수 처리가 살수관수 처리보다

생육이 양호하였다(표 7, 8). 초장은 살수관수보다 저면관수 처리구가 더 길었으며, 살수관수 처리에서는 peat-

moss, TKS 단용처리구에서 좋은 생육을 보였고, 다른 상토처리구간에는 통계상 유의차가 없었다. 저면관수 처리에서는 peatmoss와 발흙을 1:2로 혼합한 처리구에서 초장이 가장 길었으며, 다음으로 peatmoss, TKS 단용 처리 구였다. 엽폭, 엽장의 길이에서는 peatmoss 단용처리구와 모래와의 혼합상토에서 살수관수 처리구가 더 길었다. 엽폭, 엽장이 가장 길었던 혼합상토는 관수처리간 차이가 있었는데, 저면관수 처리구에서는 peatmoss와 발흙의 1:2, 1:4 배합이며, 살수관수 처리구에서는 peatmoss 단용처리구와 TKS 단용처리구였다. 엽수는 TKS와 모래의 1:2 배합토를 제외하고는 저면관수 처리 구에서 더 많았으며, 저면관수 처리구에서는 peatmoss와 발흙의 1:4 배합토에서 10.7배로, 살수관수처

리에서는 TKS 단용처리구와 TKS와 모래의 1:2 배합 토에서 8.3배로 가장 양호하였다. 지상부 생체중 보면, 저면관수 처리에서 peatmoss나 TKS에 모래를 배합한 처리구보다 발흙을 배합한 처리구에서 생체중이 증가하는 경향을 보였다. 대체로 생체중은 살수관수 처리보다 저면 관수 처리가 좋은 결과를 나타내었으나, 건물율에 있어서는 커다란 차이가 없었다.

두가지 관수방법하에서 plug 묘판을 이용한 plug seedling system 에서 고추묘의 생육차이를 조사한 결과를 보면, 살수관수보다는 저면관수에서 양호한 생육을 보였으며, 저면관수를 한 여러가지 상토중에서도 peatmoss 와 발흙을 1:2로 혼합한 상토에서 가장 양호한 결과를 나타내었다. 살수관수보다 저면관수 처리구에서 더 양호

Table 8. The effects of various growing media and sprinkler-irrigation on the growth of pepper(*Capsicum annuum* var. *annuum*) in plug seedling system.

Growing media	Composition (ratio by volume)	Top length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Number of leaves	Root length (cm)	Fresh weight (g)		Dry weight ratio(%)		Stem diameter (cm)
							Shoot	Root	Shoot	Root	
PM ^{a)}	1	11.7a ^{b)}	3.1	5.1	7.3ab	12.7	2.22a	0.99a	13.61a	7.88b	0.33a
TK	1	10.7a	2.4	4.3	8.3a	11.8	1.43b	0.88ab	13.64a	7.62b	0.28ab
FS	1	7.3b	1.9	3.6	6.7bc	9.5	0.78c	0.32e	12.82a	8.44ab	0.23b
PM : SA	1 : 1	8.2b	2.0	4.1	5.7c	16.8	1.13bc	0.69bcd	11.95a	7.83ab	0.23b
	1 : 2	8.7b	1.9	3.0	6.3bc	15.6	0.94bc	0.57cde	14.90a	9.30ab	0.24b
	1 : 4	8.5b	1.9	4.3	6.3bc	14.2	0.88bc	0.58cd	14.53a	8.97ab	0.33a
TK : SA	1 : 1	8.8b	1.9	3.7	7.0ab	14.3	0.87bc	0.57cde	13.91a	7.37b	0.22b
	1 : 2	8.7b	1.8	3.7	8.3a	13.7	0.98bc	0.76abc	14.19a	7.50b	0.23b
	1 : 4	8.3b	2.0	4.0	6.3bc	12.7	0.86bc	0.64bcd	14.19a	7.54b	0.23b
PM : FS	1 : 1	7.8b	1.8	3.4	6.7bc	13.6	0.79c	0.45de	13.42a	10.00b	0.21b
	1 : 2	7.7b	1.7	3.4	7.3ab	12.7	0.76c	0.53cde	12.90a	7.17b	0.21b
	1 : 4	7.3b	1.7	3.3	6.7bc	10.8	0.65c	0.44de	13.08a	7.50b	0.20b

^{a)} PM : peatmoss(horticultural substrate), TK : TKS(substrate used for vegetables, made in German), FS : field soil, SA : sand.

^{b)} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

한 생육을 보인 것은 다른 비슷한 실험들에서도 공통적으로 나타나는 현상으로, 그 원인으로는 여러가지를 들 수 있다. 살수관수는 다른 관수방법에 비하여 실내의 습도가 높아져서 병해의 우려가 많으며 지표가 굳어지기 쉽다.

또 토양 수분 스트레스와 염류축적을 일으켜 결국 생산량 감소를 가져온다. 따라서 살수관수는 하기고온시 잎에 물을 분무할 필요가 있을 때에 적합한 방법이다^{4,17)}. 반면 저면관수는 노동력을 감소시키며, 양분용액의 재순환에

의해 토양내 염류축적에 의한 오염을 방지 시켜 준다. 또 수분 절약효과가 높아서 식물의 수분이용율이 증가된다는 보고가 있다^{3, 6, 19, 24}). 따라서 발아 후 수분이용율이 증가되는 육묘기간에는 식물 뿌리 주변부에 동일한 토양수분을 공급하는 저면관수 방법이 효과적⁴⁾이라고 사료된다. 저면관수는 여러가지 지표관수에 비해 3~6배나 증수된다는 보고도 있으며, 수량의 증가와 동시에 병해의 경감에도 효과적^{17, 23)}이라는 보고도 있다.

다) Pot 비교실험

육묘시 pot 크기에 따른 고추묘의 생육을 보면, 전반적으로 pot의 크기가 증가할수록 고추묘의 생육이 양호하였으나 통계적으로 유의차가 뚜렷하지는 않았다(〈표 9〉, 그림 7). 초장의 경우 jiffy pot를 제외하고는 pot 크기의 초장의 차이가 없이 비슷한 줄기신장을 보였으나, 지상부·지하부 생체중의 경우 pot 크기가 증가할수록 생체중이 증가하였다. 엽면적의 경우도 jiffy pot를 제외하고는 pot 크기가 증가할수록 엽면적이 증가하였다. 반면 지하부 건물율과 root/shoot ratio는 pot 크기가 증가할수록 오히려 감소하였다. 일반적으로 pot의 크기가 증가할수록 고추묘의 생육이 양호하여 12cm 비닐 pot에서 가장 양호한 생육을 보였으나, 연결 pot나 plug tray를 사용한 경우도 파종후 7주후에는 정식가능한 생육을 보였다. Marr¹⁵⁾에 의하면 서로 다른 크기의 pot에서 자란 토마토 묘이지만 생리적 나이(physiological age)가 같으면 과실의 전체 생산량이 비슷하며 4주 정도 plug cell에서 육묘한 후 큰 pot로 옮기는 것이 계속 큰 pot에서

육묘하는 것보다 경제적¹¹⁾이라고 하였다. 또한 Weston²⁷⁾에 의하면 다양한 plug cell 크기(5.6, 15.4, 18.8, 30.7, 39.5cm³)에서 고추묘를 육묘한 결과 cell의 크기가 증가할수록 초기 생산량은 많았으나 전체 생산량에는 별다른 차이가 없었다고 한다. 큰 pot에서 자라서 넓은 근계를 가진 토마토 묘는 이식의 해를 덜 받아 작은 pot에서 자란 토마토 묘보다 빨리 생식성장단계에 접어들어 초기 과실 생산량은 증가하지만 전체 수확량에는 큰 차이가 없다고 한다²⁸⁾. Jippy pot의 경우 재질이 좋이기 때문에 pot표면으로의 수분증발이 쉽게 일어나므로 빨리 건조해져서 생육이 저조한 것으로 생각된다. 이상의 결과를 종합해보면 고추묘 생산의 생력화 및 육묘관리의 집약화를 위해서는 개별 pot육묘보다는 연결 pot나 plug tray를 이용한 육묘가 효율적이라고 사료된다.

라. Brushing 처리실험

Brushing처리에 의해 고추묘의 전반적인 생육이 억제되었으며 특히 초장이 대조구에 비해 29%나 감소하였다(표 10). Latimer¹¹⁾에 의하면 파종 14일 후 토마토묘를 5주간 brushing 처리한 결과 초장이 대조구에 비해 37%가 감소하였고 엽면적은 31%나 감소하였다고 한다. 또한 엽장, 엽폭, 엽수, 근장, 엽면적, 지상부, 지하부 생체중도 대조구에 비해 감소하였다. Brushing처리에 의해 초장, 엽면적이 급격히 감소된 반면 지상부, 지하부 건물율과 줄기의 두께는 차이가 없어 외관상 묘의 품질이 매우 양호하였다(그림 8). 특히 brushing처리에 의해 엽록

Table 9. The effect of pot size on the growth of pepper(*Capsicum annuum* var. *annuum*) seedling

Pot type	Top	Leaf	Leaf	Number	Root	Leaf	Fresh weight		Dry weight		Root : shoot	Stem
	length (cm)	length (cm)	width (cm)	of leaves	length (cm)	area (cm ²)	— (g) —		— ratio (%) —		ratio (dry weight)	diameter (cm)
A ²⁾	13.7a ²⁾	6.0	3.3	7.0a	14.6	70.89a	2.436a	1.384a	12.333a	6.682c	0.474c	0.32a
B	13.0a	5.6	3.3	6.7ab	15.0	56.98b	2.384a	1.268a	13.327a	10.502ab	0.734b	0.32a
C	12.3b	5.4	3.0	6.0b	12.3	46.89b	2.034a	0.838b	13.373a	9.902b	0.715b	0.28b
D	13.7a	5.4	3.1	7.0a	11.6	52.29b	2.008a	0.827b	13.194a	11.226a	0.826b	0.29b
E	13.3a	4.7	2.7	6.0ab	10.0	32.85c	1.544b	0.409c	12.389a	11.570a	1.095a	0.26b

²⁾ See table 2.

^{*)} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

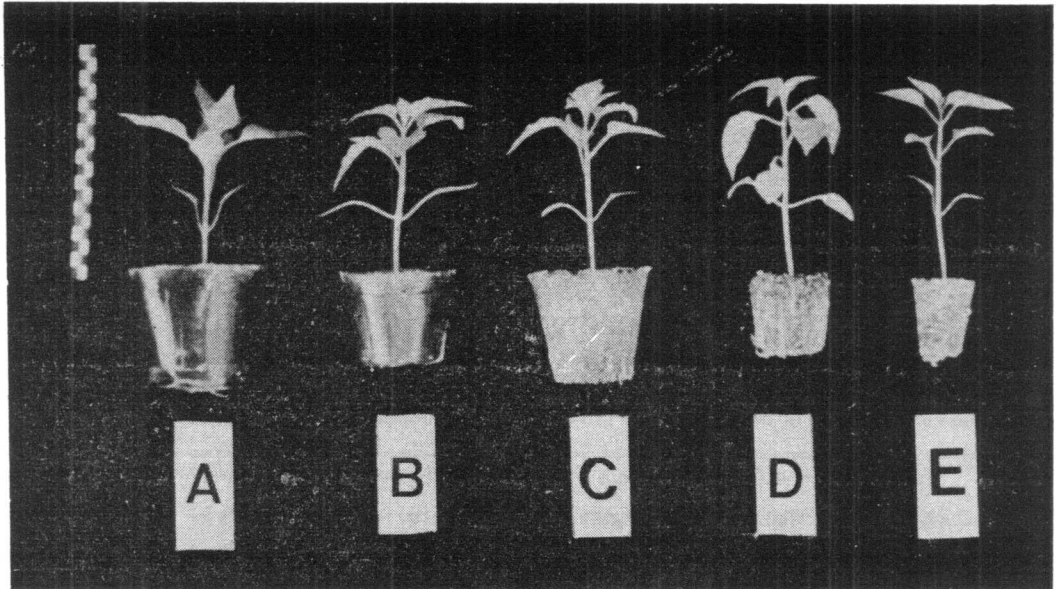


Fig. 7. The effects of various pot sizes on the growth of pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) seedling.

A : vinyl pot (ϕ 12cm), B : vinyl pot (ϕ 9cm), C : jiffy pot
D : 16 multi-cell pot, E : 50 multi-cell plug tray

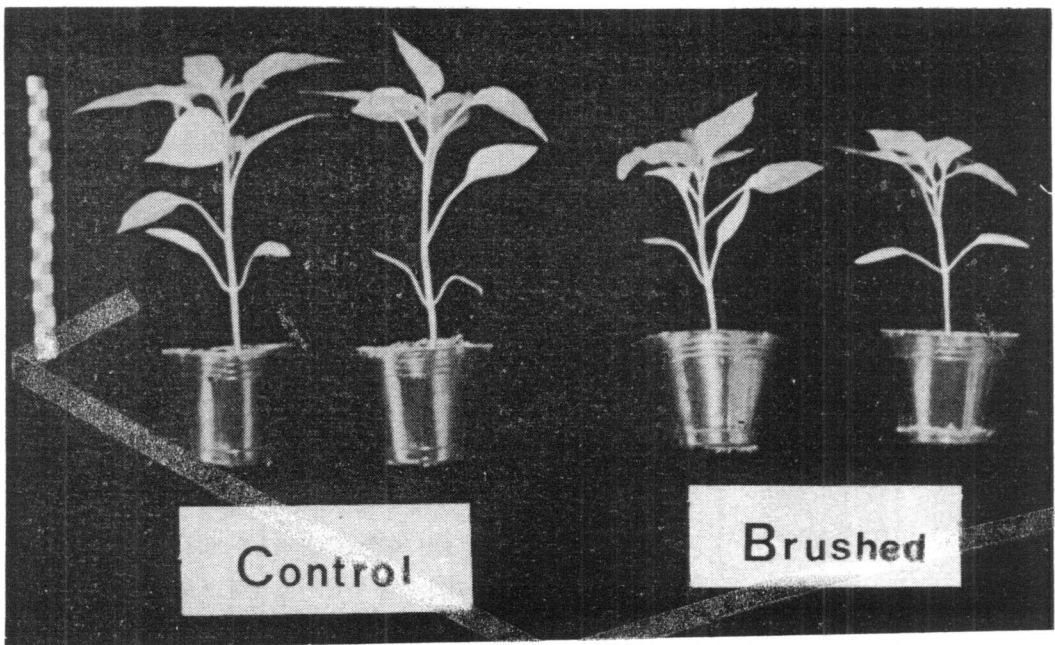


Fig. 8. Seven-week-old pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum*) seedling brushed for 50cycle twice daily for 6 weeks.

소의 함량이 증가하여 고추 잎의 색깔이 짙어졌으며 잎도 두꺼워졌고 SLW(specific leaf weight)도 증가하였다. 이는 brushing 처리가 뿌리생육에는 별다른 영향을 미치지 않고 줄기생육을 억제하여 뿌리 : 줄기의 건물비를 증가시키며 SLW를 증가시킨다는 보고와 일치한다¹²⁾. 또한 brushing 처리에 의해 side effect를 줄여 균일한 크기의 묘를 생산할 수 있으며¹⁾, 오이 묘를 brushing 처리 시 정식과정에서 이식의 해를 줄일 수 있다고 보고도 있다¹²⁾. 이상의 결과를 종합해보면 brushing 처리에 의해, 특히 줄기신장이 억제되어 도장을 방지할 수 있었고, 초

장과 엽면적은 감소한 반면 건물율과 줄기의 두께는 차이가 없으며, 잎의 색이 진해지고, 잎이 두터워지는 등 외관상 고추묘의 품질을 향상시켰으며 정식시에도 이식의 해를 줄일 수 있다고 사료된다.

마. 운반상자 비교실험

외국에서는 묘의 종류별 수송용 box의 개발과 이들을 이용하여 농가에 묘를 공급, 차후 처리하는 방법에 대해 많은 연구가 진행되어 왔다^{7,8,20)}. 하지만 국내에서는 묘를 운반하는 별도의 운반상자가 설계되어 있지 않고, 운

Table 10. The effect of brushing on the growth of pepper(*Capsicum annuum* var. *annuum*) seedling.

Treatment	Top	Leaf	Leaf	Root	Leaf	Fresh weight	Dry weight	SLW ^{a)}	Stem			
	length	length	width	length	area	(g)	ratio(%)	(mg/cm ²)	diameter			
	(cm)	(cm)	(cm)	of leaves	(cm)	— Shoot	— Root		(cm)			
Control	15.8a	6.3a	3.2a	8.3a	16.4a	78.357a	3.271a	1.645a	14.163a	14.506a	5.98b	0.37a
Brushing	11.2b	4.9b	2.7b	6.0b	14.0b	42.293b	1.697b	0.761b	9.813a	11.175a	6.91a	0.35a

^{a)} Specific Leaf weight (leaf dry weight/leaf area).

^{b)} Mean separation within columns by Duncan's multiple range test, 5% level.

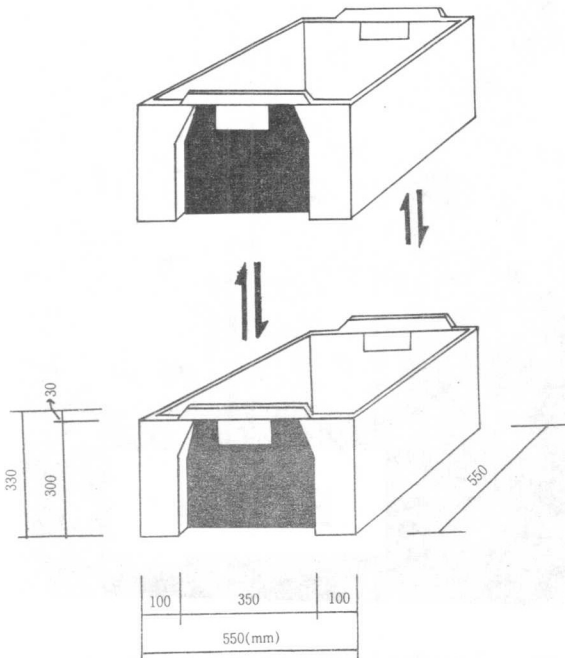


그림 9. 고추용 유묘의 운반상자

반상자의 규격화도 이루어져 있지 않기 때문에 묘의 운반시 많은 어려움이 있다. 더군다나 농가에서 많이 사용하는 경우 높이가 낮고, 운반상자를 층층이 쌓을 수가 없어 대규모 운반이 힘들다. 이에 고추묘를 plug system을 이용하여 육묘할 경우 운반상자를 층층히 쌓아 대량운반이 가능하도록 설계하였다. 설계한 도면을 살펴보면, 한 상자 2개의 plug tray를 운반할 수 있으며 운반상자의 위 아래에 홈을 만들어 운반상자를 층층히 쌓을 수 있게 하여 운반의 효율을 높였으며, 또한 운반상자의 높이는 육묘시 고추묘의 최고 초장을 고려하여 설계하였다.

바. 육묘방법의 경영분석

고추묘의 생산시 포트종류에 따른 경영분석을 하여 1개 묘당 생산단가를 비교한 결과, 연결포트의 경우, 생산단가가 가장 낮았는데, 연결 포트는 배수가 잘 안되고 재질이 약해 운반할 때 찢어지기가 쉬우므로 사용시 많은 주의를 요한다. 그 다음으로 plug tray의 경우, 1개 포트당 상토 소요량이 적을뿐 아니라 1일 포트생산 갯수에 있어서도 다른 포트종류에 비해 월등히 많아서 포트당 인

건비가 다른 포트보다 적게 든다. 또한 상토 100 l당 묘 생산갯수와 1일당 포트생산갯수도 월등히 높아서 묘의 생산단가를 감소시켰다(표 11, 12). 그리고 묘의 생산단가를 구성하는 요인들 중 포트 단가보다는 상토의 구입비

및 인건비가 차지하는 비중이 더 컸다.

하지만 jiffy 포트의 경우, 포트 단가가 전체 생산단가의 50% 이상을 차지해 가장 높은 생산단가를 보였다.

〈표 11〉 고추묘 생산시 포트종류에 따른 상토 소요량과 묘 생산갯수 비교분석.

포트 종류	상토 소요량 (cm ³ /pot)	포트에 상토충진시간 (포트갯수/시간)	1일 ²⁾ 포트생산갯수	상토 ³⁾ 100 l당 묘 생산갯수
비닐포트(직경 12cm)	535	360	2880	186.91
비닐포트(직경 9cm)	235	480	3840	425.53
지피포트	282	510	4080	354.60
16공 연결포트	160	2880	23040	625.00
50공 프러그 묘판	56	7500	60000	1785.71

²⁾ 8시간 기준.

³⁾ 발흙 : peatmoss = 2 : 1로 배합한 상토를 사용한 경우.

2. 정식기 개발분야

가. 세계정식기 종류조사

미국, 일본, 네델란드, 독일 등에서 수집한 자료를 대상으로 정식기의 종류를 분류한 결과 5 개의 system이 있었다^{9,14)}.

1) Drum system : 독일에서 peat block 정식기로 개발됨.

2) Finger system : 손가락으로 심는 것같은 기계 종

류임.

3) Disc system : 일본, 미국 등지에서 많이 쓰이는 종류(양배추·파의 정식).

4) Drop system : 묘를 기계로 잡아서 떨어뜨려주는 종류(결구상추 정식).

5) Hole system : 구멍을 뚫어서 묘를 심는 종류(파의 정식) 독일, 네델란드.

주요 정식기의 성능과 시스템을 비교해 보면 표 13과 같다.

〈표 12〉 고추묘 생산시 포트종류에 따른 생산단가 분석.

포트 종류	포트 단가 (원)	포트 100개 생산시 상토 ²⁾ 단가(원)	포트 1개당 인건비 ³⁾ (원)	1개 묘 생산시 총 단가(원)
비닐포트(직경 12cm)	12.0	1783	10.41	40.24
비닐포트(직경 9cm)	7.7	783	7.81	22.81
지피포트	56.6	940	7.35	73.35
16공 연결포트	12.4	533	1.3	19.03
50공 프러그 묘판	20.0	186	0.5	22.36

²⁾ 발흙 : peatmoss = 2 : 1로 배합한 상토를 사용한 경우.

³⁾ 1인 1일 8시간 기준으로 30,000원을 책정할 경우.

Table 13. Characteristics of different planter.

System	Space row (cm)	Plant spacing (cm)	Planting capacity (pl/hr)	Character
Plow share system	>20	75	1200	Plants are dropped with hand
Drum system	>15	15~ 60	1000	"
Finger system	>25	15~100	1200~1500	Plants are dropped with machine
Disc system	>30	20~170	1000~1500	"
Drop system	>15	5~ 90	1200~1400	"
Conveyer system	>25	5~ 40	1500~1800	"

표 13에서 보는 바와 같이 가장 효과적인 정식기는 시간당 1500~1800개의 묘를 정식할 수 있는 conveyer system으로 묘가 콘베이어에 의해 운반되어 정식되는 기계이다. 일반적으로 손으로 모종을 떨어뜨려 주는 plow share system은 시간당 1200개, 그리고 drum system은 1000개의 묘를 심을 수 있다. 그 외 finger system과 disc system이 있는데 이들은 최저 식물간의 간격이 15 및 20cm이고, 최고 간격은 각각 100 및 170cm이므로 큰 식물을 정식할 수 있다. 국내에서 앞으로 고추 plug묘를 사용할 경우에는 plow share system이 효과적이나, 관행의 방법처럼 pot육묘를 하지않고, 묘판에서 묘를 심었다가 묘를 뽑은 후 정식할 경우에는 pot육묘에 관계없는 finger system이 좋으리라 본다. 그러나 이들 기계들은 모두 비닐멀칭을 하지 않은 상태에서 사용할 수 있는 정식기이며, 우리나라와 같이 고추농사의 경우 대부분 비닐멀칭을 하는 경우에는 멀칭용 비닐을 뚫고 묘를 심을 수 있는 정식기가 개발되어야 하리라 생각된다.

나. 한국형 정식기 개발연구

우리나라 고추재배는 평지보다 산간이 많아 외국에서 정식기를 수입하여 이용한다 해도 정식시 여러가지 문제점이 있다고 사료된다. 왜냐하면 비닐 제품의 차이는 있으나 일부를 제외하고는 대부분 멀칭용 비닐에 구멍이 뚫여있지 않아 기계가 구멍을 뚫으면서 정식을 해야하기 때문이다. 따라서 농가에서는 갈로 멀칭용 비닐에 구멍을 뚫고 모종삽 등으로 흙을 퍼낸 뒤 고 추묘를 심게되는데 이럴 경우 정식의 효율성이 떨어질뿐만 아니라 많은 흙이 멀칭용 비닐 위로 올라오게 되고, 이때 만약 비가 오게

되면 흙이 잎의 뒷면으로 튀어서 병발생의 원인이 되기도 한다. 또한 고추재배가 대부분 구릉지에서 이루어지고 있기 때문에 크기가 큰 정식기의 사용이 어렵다. 따라서 멀칭된 비닐에 깨끗하게 구멍을 뚫어 plug 묘를 심을 수 있는 소형 정식기의 개발이 요구된다.

이러한 견지에서 본 연구는 여러가지 모형연구를 하여 (그림 10)과 같은 간이 고추정식기를 고안했다. 이것을 간단히 멀칭된 비닐의 상부에 누르기만 하면 plug 크기의 구멍이 뚫리고, 뚫어진 비닐은 정식기의 끝에 붙은 못에 끼어 나와 흙속에 묻히지 않게 된다. 따라서 이 구멍에 plug묘를 꽂아주기만 하면 간편하게 정식이 가능하다. 그러나 앞으로 몇가지 보안을 하여 실용화 가능성을 계속 연구코자 한다.

IV. 결 론

1. 상토종류에 따른 고추묘의 생육을 보면, peatmoss (원예용 상토) 및 TKS(독일 채소육묘용 상토) 100% 단용 처리구에서 생육이 가장 양호하였으나, 이들 상토에 발효를 1:2로 배합한 혼합상토의 경우에도 고추묘의 생육이 양호하여, 아직까지는 농가에서 고추묘 생산을 위한 상토 제조시 원예용 상토나 TKS를 100% 사용하는 것보다 이들 상토에 발효를 1:2로 배합하여 사용하는 것이 경제적이라고 사료된다.

2. 관수방법에 있어서는 고추묘의 육묘기간중 발아시기에는 살수관수, 묘의 생육시기에는 저면관수로 전환하는 것이 발아율 및 초기생육을 양호하게 하였다.

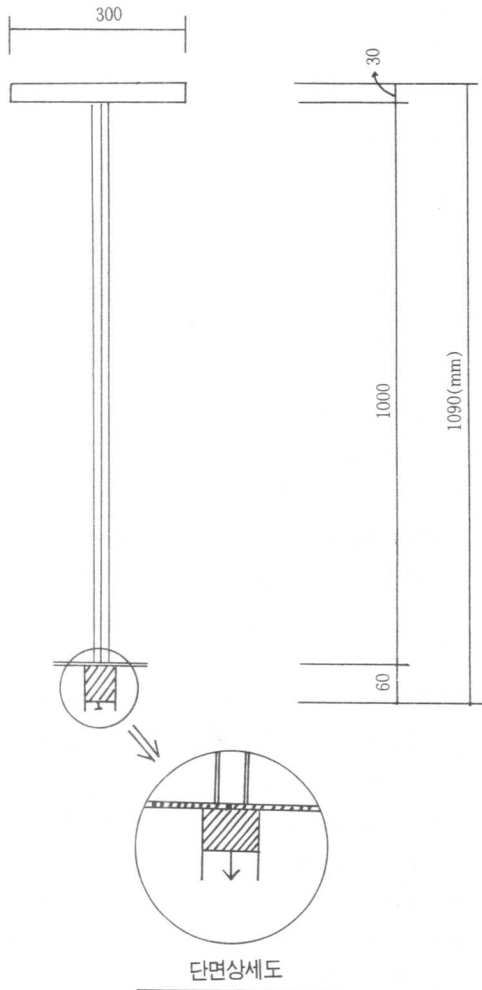


그림 10. 고추용 간이 정식기

3. Pot 종류에 있어서는 직경 12cm 비닐 pot에서 가장 양호한 생육을 보였으나, 경제적인 면을 고려할 때 육묘경비 절감, 육묘의 간편화, 그리고 묘의 운반을 용이하게 하려면 집약적인 육묘관리를 할 수 있는 연결 pot나 plug tray를 사용하는 것이 좋다고 사료된다.

4. Brushing처리는 고추묘의 도장방지 및 묘의 외관상품질을 양호하게 하였다.

5. 고추묘의 생산시 여러가지 pot 종류별로 경영분석을 한 결과, plug tray를 사용할 경우 가장 경제적인 것으로 나타났는데, 이는 1개 pot당 소요 상토량이 가장

적고, 상토를 pot에 충전하는 시간이 짧아 육묘과정이 효율적이기 때문이다.

6. 세계 정식기의 종류를 조사해본 결과 6개의 형태가 있었으며, 국내에서 이용가능한 고추용 간이 정식기를 설계하였다.

적 요

본 연구는 농가가 쉽게 고추묘를 대량생산 할 수 있는 새로운 고추묘 생산 시스템과 새롭고 간편한 고추 정식기 개발을 위한 국내외의 정식기 자료를 조사하여, 고추묘의 생산과 정식의 생력화를 기하고 고품질 고추묘 생산체계를 세움으로써 농가에 실제적인 이익을 주고자 하는데 그 목적이 있다.

Peatmoss (원예용 상토)와 TKS (독일 채소육묘용 상토)는 토양입자가 가볍고 수분보유능력이 매우 크며, 풍부한 유기물질과 무기양분을 함유하고 있어 우수한 물리·화학적 성질을 지니고 있었다,

Peatmoss와 TKS 100% 단용 처리구에서 고추묘의 생육이 가장 양호하였으며 이들 상토에 발흙을 1:2로 배합한 경우에도 고추묘의 생육이 양호하였다.

고추묘의 발아율과 발아속도는 상토종류에 관계없이 저면관수 처리구보다 살수관수 처리구에서 높았다.

육묘기간중 고추묘의 생육은 살수관수 처리구보다 저면관수 처리구에서 더 양호하였다.

고추묘의 엽면적과 생체중은 pot 크기가 커질수록 증가하였지만 초장과 엽수는 pot 크기의 영향을 덜 받았으며, 지상부 건물율의 경우 pot 크기 처리간의 유의차가 없었다.

Brushing처리는 전반적으로 고추묘의 생육을 억제시켰으며, 특히 초장의 경우 대조구보다 29%나 감소시켰다. 따라서 brushing은 고추묘의 도장방지 및 외관상품질향상에 매우 효과적이었다.

세계의 정식기 종류를 조사한 결과 6가지의 형태가 있었으며, 이를 기초로 하여 국내에 적합한 고추용 간이 정식기를 설계하였다.

참고 문헌

1. Baden, S. A. and J. G. Latimer. 1992. An effective system for brushing vegetable transplants for height control. HortTechnology July/Sept. 412~414.
2. Beardsell, D. V., D. G. Nichols, and D. L. Jones. 1979. Physical Properties of Nursery Potting-Mixtures. Scientia Horticulturae 11 : 1~8.
3. Bernstein, L. and L. E. Francois. 1973. Comparisons of Drip, Furrow, and Sprinkler Irrigation. Soil Science 115(1) : 73~86.
4. Blom, T. J. and B. D. Piott. 1992. Preplant Moisture Content and Compaction of Peatwool using Two Irrigation Techniques on Potted Chrysanthemums. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (2) : 220~223.
5. 趙成鎮 外 10人. 1985. 土壤學. 鄉文社. pp.58~61, 145~149, 167~169, 297~301, 343~344.
6. 鄭青鎬, 志村清. 1983. 포트육묘에 있어서 배지의 물리성과 급수방법이 피만고추의 생육에 미치는 영향. 농사시험연구보고서 25 : 13~21.
7. Fritz, D., W. Stols, F. Venter, J. Weichmann, and C. Wonneberger. 1989. Gemüsebau. Ulmer. pp.225~280.
8. Hanan, J. J., W. D. Holley, and K.L. Goldsberry. 1978. Greenhouse management. Springer Verlag. pp.255~280.
9. Hawker, M. F. J. and J. F. Keenlyside. 1985. Horticultural machinery. Longman.
10. John, W. Mastalerz. 1977. The Greenhouse Environment. pp.360~373, 445~457.
11. Latimer, J. G. and P. A. Thomas. 1991. Application of brushing for growth control of tomato transplants in a commercial setting. HortTechnology Oct./Dec. 109~110.
12. Latimer, J. G., T. Johjima, and K. Harada. 1991. The effect of mechanical stress on trans-plant growth and subsequent yield of four cultivars of cucumber. Scientia Hort. 47 : 221~230.
13. Lemaire, F., A. Dartigues, and L. M. Riviere. 1985. Properties of substrate made with spent mushroom compost. Acta Hort. 172 : 13~30.
14. Moser, E. 1984. Verfahrenstechnik Intensivkulturen. Valag Paul Parey.
15. Marr, C. W. and M. Jirak. 1990. Holding tomato transplants in plug trays. HortScience 25 (2) : 173~176
16. 農村振興廳. 1988. 土壤化學分析法. pp.22~23, 26~29, 38~40, 90~91, 117~119.
17. 農村振興廳. 1992. 하우스自動化. pp.3~14.
18. 朴哲浩, 鄭熙敦. 1987. Sphagnum peatmoss와 Vermiculite 를 配合한 培養土의 理化學的 性質과 오이묘의 生育에 미치는 영향. 韓國園藝學會誌. 28 (1) : 9~17.
19. 박권우. 1983. Kohlabi 육묘의 생장 및 품질에 미치는 관수방법, pot의 종류, 그리고 다른 상토의 영향. 한국원예학회발표요지. 1(1) : 60~61.
20. Penningsfeld, F. 1966. Hydrokulfur und Torfkulfur. Verlag Eugen Ulmea.
21. Pudelski, T. 1985. Woodwaste composts as growing media for vegetable under protection. Acta Hort. 172 : 67~74.
22. Regulski, F. J. Jr. 1983. Physical Properties of Container Media Composed of a Gasifier Residue in Combination with Sphagnum Peat, Bark, or Sand. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 108(2) : 186~189.
23. Sterrett, S. B., B. B. Ross, and C. P. Savage, Jr. 1990. Establishment and Yield of Asparagus as Influenced by Planting and Irrigation Method. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115 (1) : 29~33.
24. Sammis, T. W. 1980. Comparison of Sprinkler, Trickle, Subsurface, and Furrow Irrigation Methods for Row Crops. Agronomy Journal.

- 72(5) : 701~704
25. Van der Boon, J. and N. Niers. 1985. Use of bark, and of sod and cuttings from moorland vegetation in potting mixture. *Acta Hort.* 172 : 55~66.
26. Watters, L. Jr., B. L. Blannchette, R. L Burrows, and D. Bedford. 1990. Sphagnum peat in the growing medium and nitrogen application influence asparagus growth. *HortScience* 25 (12) : 1609~1612.
27. Weston, L. A. 1988. Effect of flat cell size, transplant age, and production site on growth and yield of pepper transplants. *HortScience* 23(4) : 709~711.
28. Weston, L. A. and B. H. Zandstra. 1986. Effect of root container size and location of production on growth and yield of tomato transplants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(4) : 498~501.