

약토 혼합비율과 해가림 전주 높이에 따른 인삼유묘의 생장

안문섭* · 강안석*† · 김세원** · 이세종*

*강원도농업기술원 북부농업시험장, **강원도농업기술원

Seedling Growth of Ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) Affected by Composition of its Bed Soil and Height of Front Piller

Mun Sub Ahn*, An Seok Kang*†, Se Won Kim**, and Se Jong Lee*

*Cheolwon Northern Part Experiment Station, KPARES, Cheolwon 269-833, Korea.

**Kangwon Provincial Agricultural Research & Extention Services, Chuncheon 200-150, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to improve cultivation techniques by low cost and labour saving in ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) seedling production, by elucidating proper ratio virgin soil and organic fertilizer, suitable height of front piller. The obtained results are as follows ; The optimal ratio of white decomposition of virgin soil and organic fertilizer was 10:1 for good yield of standard seedling. The fittest height of front piller was 150 cm because of both good seedling growth and yield. The cost for production of seedling of ginseng could be reduced by both optimal ratio of virgin soil, organic fertilizer and selection of front piller height.

Key words : ginseng seedling, virgin soil, organic fertilizer, front piller, low cost and labour saving techniques

서 언

인삼재배에 있어 우량묘삼의 생산이 중요한 하나의 관건임에도 불구하고 규격묘삼 생산량은 파종량의 30~40%에 불과한 실정이다 (이 등, 1986). 이에는 여러 가지 원인이 있겠으나 묘삼생산은 본포와 달리 상토를 새로이 조제하여 만들거나 (양직묘포), 약토를 많이 사용하는 반양직 묘포, 그밖에 토직 묘포 등 다양한 패턴이 있고, 관수 등 포장관리의 특수성이 있음에도 불구하고 묘삼 수량 결정요인에 대한 체계적인 연구조사 및 해석이 확립되어 있지 못하기 때문이기도 하다 (박 등, 1984).

이러한 이유 등으로 묘삼포 면적이 본포의 1/10정도를 차지하여 상대적으로 타 작물에 비하여 묘포 면적이 크므로 결국 묘삼 생산비가 많이들게 된다. 이러한 요인을 해결하기 위하여 노동력과 농자재의 절감, 묘포 관리의 효율성 제고, 고품질 묘삼 생산등이 선결 과제로 대두된다. 우

리나라는 전국에 걸쳐 인삼재배 및 생산에 최적의 기후 및 토양조건을 갖추고 있어 이러한 문제점이 해결된다면 금후 지속적으로 인삼종주국의 면모를 갖출 수 있으리라 생각된다.

따라서 본 연구는 저비용 우량묘삼 생산 노력의 일환으로 원야토와 약토의 적정함량 구명과 해가림 자재 설치방법에 관한 연구를 수행하여 몇가지 결과를 얻었기에 이를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

인삼종자는 철원인근 인삼재배농가에서 재배된 고려인삼 4년생 종자를 구입하여 사용하였다. 실험에 이용한 원야토는 경기도 양주군 소재 묘삼재배 농가가 사용하는 마사토 (일명 원야토)였고, 또 약토로는 수피를 주재료로 한 시판 유기물을 사용하였다.

† Corresponding author: (Phone) +82-33-458-4783 (E-mail) askang@provin.gangwon.kr

Received May 15, 2003 / Accepted November 14, 2003

Table 1. Physical and Chemical properties of virgin soil and organic fertilizer.

Virgin soil	Bulk Density (g cm ⁻³)	Porosity (%)	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ext. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)		
							K	Ca	Mg
	1.109	58.9	5.9	0.17	4.3	39	0.31	5.6	1.14
Organic fertilizer	T-N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	OM (%)	CEC (cmol ⁺ kg ⁻¹)	수분 (%)	
	1.9	1.7	1.22	3.70	1.08	58.1	82	40.0	

혼합전 마사토 및 약토의 화학성은 표 1에서 보는 바와 같이 마사토의 경우 토양산도는 5.9, 전기전도도는 0.17 dS m⁻¹, 유기물은 4.3 g kg⁻¹, 인산은 39 mg kg⁻¹으로 일반 토양에 비하여 무기성분, 유기성분 모두 낮았으며 시판약토의 경우 T-N이 1.9%로 일반적인 퇴비와 질소함량이 비슷한 수준이었다.

적정 약토함량 구명

철원지방의 묘삼생산에 적합한 약토함량을 알아내기 위하여 마사토와 시판 약토를 5:1, 10:1, 15:1, 20:1의 비율 (v:v)로 혼합하여 실험재료로 사용하였으며, 인삼종자 파종은 7월 하순 채종한 인삼종자를 박피후 200 ℓ 플라스틱 물통 아래 구멍을 뚫은 다음 굵은 자갈 및 굵은 모래를 교호로 깔아 종자를 넣은 후 개갑처리 하였다. 10월까지 종자의 개갑상태를 관찰하면서 물 관리를 한 후 11월5일 토로스수화제 50%로 종자 15 ℓ 당 200 g의 약량으로 분의소독한 후 인삼파종기 (금산 농가제작품)를 이용하여 파종하였다.

파종후 묘의 관리는 일반관리에 준하였으며, 생육 및 수량조사는 농진청 약용작물 농사시험연구조사기준에 준하였고, 엽록소측정은 묘삼엽 시료 일정무게 (1 g)를 100 ml △flask에 아세톤 25 ml를 넣은 다음 침지 시킨 다음 Para-film 및 호일을 이용하여 밀봉하고 6~24시간 방치한 후 Kontron Instrument사의 UVIKON 933A Double Beam UV/VIS Spectrophotometer를 이용하여 651 nm

와 664 nm에서 엽록소함량을 측정하였다. 총엽록소 함량은 {25.5×(651+4)×664}×0.509554로 계산하였다.

해가림 전주목의 적정높이 설정

해가림 전주목의 적정높이를 설정하고자 묘삼의 광량과 기온 및 지온을 On set Computer Corporation사의 Hobo data logger를 2시간 간격으로 24시간 Data를 수집한 후 Box Car Por for window software를 이용하여 06:00~18:00의 시간대의 자료를 출력하였다. 해가림 설치시 차광자재로는 흑색 차광망, 단열재, 차광지, 대나무발이 셋트로 되어있는 PE 차광망을 사용하였으며, 기타 생육상황 및 수량조사 등은 적정 약토함량 구명에서 서술한 방법대로 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 적정약토 함량구명

가. 약토의 이화학성

우리 나라에서는 일반적으로 파종립수에 대한 사용가능 인삼 득묘비율은 양직묘포 (40% 내외)가 반양직 내지는 토직묘포 (20~30% 내외)보다 높은 것으로 이 등 (1995)이 보고한 바 있으며, 이의 이유로는 몇 가지가 있겠으나 양직묘포에 이용되는 마사토는 일반적으로 잡균의 밀도가 적은 건전한 토양이며 토양경도, 공극, 통기성, 보수력 등 토양의 물리성이 좋은 것으로 나타나고 있다 (박

Table 2. Physical properties at different organic fertilizer components.

Treatments (virgin soil:organic fertilizer)	Bulk Density (g cm ⁻³)	Porosity (%)	Three phases of soil		
			Solid	Liquid	Gaseous
3 : 1	1.115	57.9	42.1	13.5	44.4
4 : 1	1.145	56.8	43.2	12.4	44.4
9 : 1	1.193	54.0	45.0	10.8	44.2
19 : 1	1.282	51.6	48.4	9.5	42.1
Virgin soil (control)	1.109	58.9	41.9	11.6	46.5

등, 1984 ; 이 등, 1995). 따라서 본 시험에 사용된 마사토의 무기성분 함량이 낮은 것은 묘삼생육에 문제가 되지 않으며, 오히려 물리성 개선효과에 더 좋은 영향을 미칠 것으로 생각된다 (박 등, 1982).

약토를 마사토와 혼합하였을 때의 상토 물리성은 표 2에서 보는바와 같이 마사토의 비율이 증가할수록, 혹은 약토 혼합율이 감소할수록 가비중은 커지고 고상도 증가하였으며, 또한 마사토함량이 많아질수록 공극률이 감소하는 경

향이였다. 이러한 토양의 물리성은 인삼생육의 중요한 요 인중의 하나로서 6년근 인삼수량과 공극율은 인삼생육 전 기간에 걸쳐 고도의 유의성 있는 정상관이 있다고 이 등 (1989)이 발표한 바 있으며, 세사+극세사 함량과 근중간에 부의 상관성이 있다고 하였는데 이는 세사와 극세사 함량이 많은 포장에서는 통기성이 불량하여 묘삼생육이 저조하다는 이 등 (1988)의 결과에 비추어 볼 때 묘삼 생육과 토양 물리성은 매우 밀접한 관계가 있음을 알 수 있다.

Table 3. Chemical properties at different organic fertilizer components.

Treatments (virgin soil:organic fertilizer)	pH (1:5)	EC (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	Av. P ₂ O ₅ (mg kg ⁻¹)	Ex. cation (cmol ⁺ kg ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
5 : 1	6.8	0.26	18.7	414	0.16	6.1	1.08
10 : 1	6.7	0.37	13.0	419	0.15	6.0	1.10
15 : 1	6.6	0.38	13.0	254	0.16	5.6	0.96
20 : 1	6.5	0.19	8.0	240	0.17	5.3	0.97
Virgin soil (control)	5.9	0.17	4.3	39	0.31	5.6	1.27

약토조성비 차이에 따른 상토의 화학성은 표 3에서 나타 난 바와 같이 혼합된 상토의 pH, P₂O₅, Ca 함량은 인삼포 예정지 관리시의 기준보다는 허용범위거나 과한 경향이였 으며, EC, OM, Mg는 적합한 수준이었고, K는 낮은 경향 이였다 (인삼재배, 2000). 또한 혼합된 마사토의 함량이 증가할수록 토양산도, 유기물, 인산, 마그네슘은 감소 경향 을 나타나는데 이는 상대적으로 무기성분이 많은 약토 함 량이 감소함에 기인되는 것으로 생각된다.

나. 약토조성별 지상부 생육상황

마사토와 약토의 혼합비율에 따른 묘삼의 생육은 표 4에 서 보는바와 같이 출아기는 4월 상중순경이었으며, 출아 율은 처리간 대차없이 80% 내외였다. 이는 출아기나 출아 율은 약토의 조성이나 외적요인인 수분, 온도, 광등에 의해 받는 영향이 처리간 적은 것 같다. 엽면적, 엽록소함량은 약토의 함량이 많을수록 증가하는 경향으로 이는 무기영

양성분 (표 3)이 지상부 생육에 좋은 영향을 주는 것으로 생각된다.

다. 약토조성별 사용가능 묘삼 생산

사용가능 묘삼 생산량은 마사토와 약토비율이 10:1인 처 리에서 68.3%로 가장 높은 반면 불용삼 비율은 상대적으로 낮았다. 그 결과 사용가능 묘삼은 대조인 마사토 처리 구에서 460개/칸보다 163% 많은 750개/칸로 가장 많았 다 (표 5). 최근 농가에서는 묘삼생산에 약토 대응으로 골 분 (홍 등, 1980), 우분, 유기질비료 (윤, 1992)를 사용하는 사례가 증가추세에 있고 이에 따라 여러 가지 문제점도 야기되는 것이 사실이다. 윤 등 (1994)은 퇴비를 1.8 m³ (칸)당 35 ℓ, 대용유기물은 2~4 ℓ/칸으로 약토함량 조 절이 가능하다고 보고한바 있으며, 엄 (1983)은 산야초 퇴비와 시판 유기질퇴비를 약토로 혼용하는 것이 바람직 하다고 보고한 바 있다. 금후 많은 약토의 재료가 발굴되

Table 4. Growth status of upper part ginseng seedling with different organic fertilizer components.

Treatments (virgin soil: organic fertilizer)	Emergence date (M.D)	Emergence rate (%)	Defoliation date (M.D)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll content (mg g ⁻¹)
5 : 1	4.13	81.1	10.26	3.4	2.0	13.9	2.36
10 : 1	4.13	78.9	10.25	3.5	2.1	13.5	1.26
15 : 1	4.11	80.6	10.25	3.6	2.0	13.1	0.99
20 : 1	4.9	81.7	10.24	3.5	2.1	12.8	0.97
Virgin soil (control)	4.10	80.6	10.25	3.2	1.9	12.4	0.18

Table 5. Amounts of available seedling with different organic fertilizer component.

Treatments (virgin soil:organic fertilizer)	AS (%)			US (%)			Yield (ea/1.8 m ²)
	BGS [†]	SGS	total	PGS	RCR	SWS	
5 : 1	26.6	40.4	66.9	0.9	1.8	15.2	730 ^{ab†}
10 : 1	25.5	42.8	68.3	1.8	2.7	13.6	750 ^a
15 : 1	21.5	44.9	66.4	1.9	1.9	14.9	710 ^{ab}
20 : 1	22.0	41.3	63.3	0.9	0.9	17.4	690 ^b
Virgin soil (control)	15.1	27.5	42.6	6.4	3.0	24.0	460 ^c

[†] Abbreviations mean AS, available seedling; BGS, best grade ginseng seedling; SGS, second grade ginseng seedling; US, unusable seedling; PGS, pickpurse-shap ginseng seedling; RCR, rusty coloured seedling, and SWS, short weight seedling.

[†] Values having different letters are significantly different at 0.05 probability of DMRT.

는 경향이 있어 이들에 대한 검증 또한 필요하다 생각된다. 지금까지의 결과로 마사토와 약토의 혼합에 따른 토양의 공극율이나 통기성과 같은 토양 물리적 요인과 묘삼 생육에 필요한 무기영양 성분 함량이 적절한 조화를 이루는 혼합비율은 10:1 수준이 적합한 것으로 판단된다.

2. 해가림(일복) 전주목 적정높이 설정

해가림 시설 설치에 예부터 전해온 관행방법과 개량된 방법이 있다. 본포의 경우 개량된 방법이 도입되어 많은 농가가 이용하고 있으며 급후 생력화 재배를 위하여 개선 발전되어야 할 부분이 많은 것이 사실이다. 그러나 묘삼 재배의 경우 아직도 많은 농가가 관행적 방법으로 재배하고 있으며 전주목 높이는 일반적으로 90 cm이다. 이 전주의 높이는 묘삼 포장에서 농작업시 많은 애로사항이 있어 이를 개선하고자 전주의 높이를 120, 150, 160, 170,

180 cm로 각각 설치하여 묘상내 기상상태 및 지하부 생육을 검토하였다.

가. 전주목 설치높이별 광량

전주목 높이에 따른 묘상내의 매일 15일 1일 평균 광량은 표 6과 같다. 묘상내 광량은 전주목 높이가 180 cm에서 가장 많았고 전주목 높이가 낮을수록 광량이 적어지는 경향이였다. 수광량 차이에 의해 carotenoid, chlorophyll, saponin 함량은 현저한 차이가 있고 (이 등, 1983), 또한 해가림하의 상대조도가 증가할수록 chlorophyll 함량이 증가되지만 어느 한계 이상 높은 광도에서는 광산화에 의해 Chlorophyll이 파괴된다고 하여 (이 등, 1980) 광의 분포와 지상부 생육이 밀접한 관계 (이, 1997)가 있어 해가림 시설 하에서 생육하는 인삼의 경우 광이 생육에 미치는 영향은 매우 중요하다고 할 수 있다.

Table 6. Daily mean amounts of photoradiation (lum/sqf) with different front pillar height.[†]

Height of front pillar (cm)	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.
150	98	144	190	212	171	145	96
160	119	160	194	234	187	167	109
170	176	226	309	260	216	185	119
180	313	402	518	462	395	325	184
120 (control)	59	110	165	140	120	104	67

[†] Investigated data on the 15th of every month and average from 06:00 to 18:00

나. 전주목 설치높이별 평균지온 비교

전주목 높이에 따른 묘상의 월별 평균 지온은 광량이 많았던 높이 180 cm에서보다 상대적으로 높이가 낮았던 150 cm에서 낮은 경향을 나타내고 있으며 광량과 지온은 비례하는 것을 알 수 있었다 (표 7). 이는 해가림 시설내에

투광율이 증가할수록 기온과 토양온도가 증가한다는 천 등 (1991)의 결과와 일치하는 것으로 묘삼 재배시 해가림 시설의 전주목 높이를 일정수준 이상으로 높이는 것은 바람직하지 않은 재배법이라 판단된다.

또한 전주목 높이별 묘삼의 지상부 생육중 출아기, 출아

Table 7. Monthly mean soil temperature (°C) of different front pillar height.

Height of front pillar (cm)	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.
150	9.4	10.6	17.4	21.5	21.6	17.4	12.2
160	10.3	14.2	18.1	20.8	21.4	17.2	12.0
170	10.2	14.1	18.4	23.6	22.0	18.0	12.9
180	10.1	14.2	19.4	23.7	25.8	18.1	17.5
120 (control)	10.3	8.3	17.3	22.6	21.2	16.9	12.4

Table 8. Growth status of upper part ginseng seedling with different front pillar height.

Height of front pillar (cm)	Emergence date (M.D)	Emergence rate (%)	Defoliation date (M.D)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf area (cm ²)	Chlorophyll content (mg g ⁻¹)
150	4.9	82.2	10.28	3.6	2.1	12.1	1.20
160	4.9	80.6	10.28	3.4	2.1	12.9	1.21
170	4.9	81.1	10.26	3.5	2.0	11.9	0.66
180	4.9	80.0	10.26	3.6	2.0	12.0	0.88
120 (control)	4.9	81.7	10.28	3.2	1.9	12.3	1.30

을, 엽장, 엽폭, 엽면적은 처리간에 일정한 경향이 없었으며, 낙엽기는 전주높이가 높을수록 다소 빠른 경향이었고, 다만 엽록소 함량은 처리간에 차이가 있어 전주높이가 높을수록 함량이 적어지는 경향이었는데 (표 8) 이는 전주높이별 광량 차이로 엽록소는 일정한 광량까지는 그 함량이 증가한다는 이 등 (1983)과 천 등 (1991)의 결과와 일치하는 경향이다.

전주목 높이별 상광내의 30°C 이상의 고온일수는 표 9에서 보여주는 바와 같이 기상대의 기온과 비교시 대부분의 해가림 시설에서 고온일수가 높은 경향으로 이는 시설물 설치에 의한 영향으로 보여지는데, 처리간에 고온일수는 전주높이가 높으면 높을수록 그 일수가 많아지고 또한 7월에 고온일수가 많이 분포하는 이와 같은 경향은 전자에서 술한바와 같이 광량을 많이 받음으로 상면온도가 높아지

고 또한 해가림 시설에서 받는 태양광에 의한 온도상승으로 복사열의 방출이 어려워지고 이에 따라 묘상 내 온도상승 효과가 있음에 그 원인이 있는 것으로 사료된다. 이와 같이 묘상내의 온도가 높아지게 되면 묘상은 고온으로 인해 호흡량이 증가하게 되고 따라서 영양분의 소모가 많게 되며, 생리활성이 감소된다 (이 등, 1985). 이러한 사실들은 묘상생산에 있어 단위 면적당 사용가능 묘삼수가 감소하게 됨을 알 수 있다.

다. 전주목 설치높이별 규격묘 생산량과 수량

전주목의 높이가 높을수록 묘삼이 생육하고 있는 묘상은 많은 광량을 받게 되며 따라서 기온과 지온이 함께 상승함으로 높은 기온일수록 사용가능 묘삼 수량이 감소하게 되는 경향으로 전주목 높이별 규격묘의 생산량은 전주목 높

Table 9. High temperature (> 30°C) number of days at growing duration.

Height of front pillar (cm)	April	May	June	July	Aug.	Sep.
150	1	0	11	13	12	3
160	1	2	13	15	12	4
170	0	2	16	19	13	3
180	0	3	14	19	13	3
120 (control)	0	0	1	8	3	0
Chulwon weather station	0	0	3	5	2	0

이가 150 cm일 때 66.7%로 타처리에 비하여 다소 높은 경향이며, 사용가능 묘삼수는 관행보다는 작지만 150 cm에서 740개/칸로 높게 나타났으나 각 처리간에 유의성은 없어 전주높이를 높일 필요가 없음을 알 수 있었다 (표 10). 이와 같은 결과로 볼 때 기온이 높은 해일수록 사용가능 묘삼 수량은 감소하고, 시기별로 7월의 기온이 사용가능

묘삼의 생산량과 고도의 유의한 부의 상관성이 있다는 이 등 (1985)의 결과와 일치하는 경향이다. 그러므로 묘삼 재배시는 생력화를 위해 전주목의 전주높이를 필요 이상으로 높이 설치할 이유가 없으며, 또한 해가림 시설 설치시 농촌 노동력의 고령화를 감안한다면 작업의 효율성 면에서 노동력의 절감효과가 매우 클 것으로 판단된다.

Table 10. Amounts of available seedling with different front pillar heights.

Height of front pillar (cm)	AS (%)			US (%)			Yield (ea/1.8 m ²)
	BGS [†]	SGS	total	PGS	RCR	SWS	
150	20.8	45.9	66.7	1.8	2.7	14.4	740 ^{a†}
160	17.2	48.6	65.8	0.9	0.9	16.2	730 ^a
170	16.6	48.7	65.2	2.9	0.9	15.5	710 ^a
180	24.6	40.8	65.5	1.0	1.8	31.8	720 ^a
120 (control)	27.3	40.0	67.3	1.8	3.4	27.5	790 ^a

[†] Abbreviations mean AS, available seedling; BGS, best grade ginseng seedling; SGS, second grade ginseng seedling; US, unusable seedling; PGS, pickpurse-shap ginseng seedling; RCR, rusty coloured seedling, and SWS, short weight seedling.

[†] Values having different letters are significantly different at 0.05 probability of DMRT.

적 요

묘삼 재배시 원야토와 약토의 적정 혼합비율을 설정하고 해가림 시설 설치시 기존관행 방법의 문제점을 개선하고 작업효율을 높이기 위하여 시험을 수행 한 결과는 다음과 같다.

1. 상토조제시 약토의 적정 구성비율 설정시험에서 ① 약토함량이 증가할수록 고상은 감소하고, 공극율과 기상, 토양중 OM과 P₂O₅ 함량이 증가하는 경향이었다. ② 약토함량별 지상부 생육은 약토함량 증가에 따라 엽면적, 엽록소는 증가하였으며, 지하부 생육중 근경과 근중이 증가하였다. ③ 약토조성별 규격묘 생산량은 백마사 약토비율이 10:1처리에서 사용가능 묘삼은 750개/칸 수준으로 양호하였다.

2. 해가림 (일북) 전주목 적정높이를 설정하기 위한 시험에서 ④ 전주높이별 광량은 전주높이가 높을수록 광량이 많았으며 평균기온은 전주높이가 150 cm에서 낮아 광량과 기온은 비례하였다. ⑤ 해가림 시설 전주목 높이가 낮을수록 엽록소 함량과 근중이 증가하는 경향이었고, 사용가능 묘삼수는 처리간 유의성은 없었으며, 또한 관행보다는 그 수가 적었지만 전주높이 150 cm에서 740개/칸로 높았다.

LITERATURE CITED

엄대익, 한강완 (1983) 미원유기질비료 (아미노산 발효부산비료

박)시용에 의한 인삼재배에 관한 연구. 한국토양비료학회 16(3):274-279.

천성기, 목성균, 이성식, 신동양 (1991) 광량 및 광질이 고려인삼의 생육과 품질에 미치는 영향. 고려인삼학회지 15(1):21-30.

홍정국, 박훈, 박귀희 (1980) 고려인삼 유기물의 무기화. 한국토양비료학회지 13(1):13-19.

이일호, 육창수, 박훈 (1989) 토양이화학성의 년차변이가 인삼수량 및 결주율에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 22(1):18-24.

이종길, 하정수, 안대진 (1988) 산지 반양직묘포에서의 묘삼수량과 토양이화학성간의 관계조사. 한국토양비료학회지 21(2):177-181.

이종철, 천성기, 김영태, 조재성 (1980) 차광하의 온도 및 광도가 고려인삼의 광합성 및 근생장에 미치는 영향. 한국작물학회지 25(4):91-98.

이종철, 최종호, 천성기, 이종화, 조재성 (1983) 인삼생육의 최적광량 구명에 관한 연구. 한국작물학회지 28(4):497-503.

이종철, 김명수, 변정수, 안대진 (1985) 묘삼 수량에 미치는 기상요인의 영향. 한국작물학회지 30(3):310-313.

이종철, 변정수, 안대진, 김갑식, 박훈 (1986) 농가포장에서의 묘삼수량 및 상토 특성. 한국토양비료학회지 19(1):91-96.

이종철, 변정수, 안대진, 조재성 (1995) 양직묘포 토양의 물리성이 묘삼생산 및 수량에 미치는 영향. 고려인삼학회지 19(3):287-290.

이성식 (1997) 해가림 투광 정도에 따른 인삼의 생육 특성 한국작물학회지 42(3):292-298.

이성식, 이종화, 박훈 (1984) 묘포의 광도 및 토양함수량이 인삼의 생육에 미치는 영향. 고려인삼학회지 8(1):65-74.

박훈, 목성균, 김갑식 (1982) 산지토양의 수분 및 유기물함량과 인삼 생육과의 관계. 한국토양비료학회지 15(3):156-160.

박훈, 이명구, 김종철, 변정수 (1984) 묘삼수량에 미치는 토양요인

과 이들 상호관계. 한국토양비료학회지 17(1):24-29.
농촌진흥청 (2000) 표준영농교본-103. 인삼재배. p. 78.
윤영상 (1992) 묘삼생산을 위한 약토 대응 유기질비료 시용에 관한 연구(1). 예산농업전문대학논문집 (29):395-399.

윤영상, 구관모, 신동일 (1994) 부숙퇴비 대응 유기질비료가 인삼의 묘삼생산에 주는 효과 (반양직묘 중심으로). 공주대논문집 (32):427-433.