

## 배배양에 의한 인삼 우수계통으로부터 염류 Stress 내성 계통의 선발

윤영상, 김무성<sup>1)</sup>, 양덕춘<sup>1)\*</sup>

공주대학교 식물자원학과, <sup>1)</sup>경희대학교 한방재료가공센터

### Selection of Ginseng Superior Lines Tolerant to Salt Stress Through Zygotic Embryo Culture

Yoon, Young-Sang, Moo-Sung Kim<sup>1)</sup> and Deok-Chun Yang<sup>1)\*</sup>

College of Industrial Sciences, Kongju National University, Kongju 340-802, Korea;

<sup>1)</sup>Dept. of Oriental Medicinal Materials and Processing, College of Life Science,

Kyung Hee University, Yongin 449-701, Korea

#### ABSTRACT

Selection of stress-tolerant ginseng lines in fields is very difficult because it is almost impossible to control properly the environmental conditions of soil. On the contrary, it can be studied with ease to search for stress-tolerant ginseng lines through *in vitro* culture because of easy manipulation of stress conditions. This study was conducted for the selection of ginseng pure lines tolerant to salt stress. Murashige & Skoog(MS) media with 2.5 folds of KNO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, and CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O was established for the selection of ginseng pure lines tolerant to salt stress *in vitro*. Among 88 ginseng pure lines bred by Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Punggi Hwangsuk, 78093, 82886, 78135, 86024 and KG104 lines was tolerant to salt stress. For the stable production of quality Korean ginseng, genetic tolerance to salt stress is one of important factors since relatively high salt concentrations in the ginseng nursery soil environment of Korea. Ginseng inbred pure lines were tested for their tolerance to salt stress through *in vitro* culture technique.

**Key words** : embryo culture, ginseng breeding, ginseng pure lines, salt stress, zygotic embryo.

#### 서언

인삼(*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 다년생 숙근초로서 잎과 줄기 그리고 뿌리를 자세히 관찰하여 보면 여러 가지 모양의 많은 유전자형을 가지고 있는

혼계상태로서 개체간의 형질변이가 대단히 심한 것을 알 수 있다(Choi *et al.*, 1982). 인삼식물에 나타나는 형질의 차이는 그것이 갖는 선천적인 유전자의 차이와 환경의 차이에 의하여 일어나므로 집단내의 변이를 모두 유전적이라고 할 수는 없다. 그 중 환경

\*교신저자 : E-mail : dcyang@khu.ac.kr

적인 차이에 의하여 나타나는 환경변이는 우수 품종을 육성하는데 있어서 중요한 문제가 되는 것으로, 아무리 유전적으로 우수한 형질을 가졌어도 유전적인 형질을 발휘할 수 있는 적합한 재배조건을 결정해 주지 않으면 소용이 없을 것이다(이 등, 1980). 특히 인삼은 다른 작물과 달리 해가림 구조 하에서 재배하므로 재식위치, 수광량, 강우량, 온도, 바람의 강도, 토양의 비옥도, 수분함량, 통기성, 토양의 경도, 산도, 염류농도 등의 환경적 요인에 따라 형태적, 생태적, 생리적 형질의 변이가 심하지만(이, 1990; 이 등, 1995; 이, 1999) 신품종 육성에 장기간이 소요되는 인삼에서의 유전적 변이는 다양한 것이며, 품종의 분화가 이루어지지 않은 혼계상태의 인삼집단에서 유용한 유전자형을 선발하여 우수품종으로 육성할 수 있는 가능성은 충분하다(배, 1979). 그러나 인삼은 4-6년 후에 수확하는 다년생 작물로서, 목적으로 하는 것이 뿌리이기 때문에 생육 초기의 지상부 형질을 통하여 인삼이 좋고 나쁨을 직접 판별할 수 없고, 또 지하부 형질, 즉 뿌리를 조사하기 위하여 재배 도중에 인삼을 채굴한다는 것은 매우 어려운 일 이므로 육종재료로서는 대단히 불편한 작물이다.

재래 혼계종 인삼의 육종 목표로서는 1)뿌리 형태가 양호한 다수성 품종 육성, 2)병해충에 저항성이 강한 품종육성, 3)환경 stress내성 품종육성 등을 들 수 있는데, 이 중 환경 stress, 특히 염류함량(송, 1985) 많은 토양에 잘 견디는 인삼품종을 육성하는 것은 대단히 시급한 실정이라 할 수 있다. 인삼은 종자를 통하여 번식할 수 있으나 채종하는데 3-4년이 소요됨과 동시에 1회 채종이 대단히 적은 작물로서 타식물에 비하여 우수품종 육성에 장구한 세월이 필요하며(배, 1979), 또한 우수품종을 육성하였다 하더라도 동일한 유전자형을 지닌 개체수 증식에도 상당한 시일이 요구되므로 이러한 불편하고 어려운 점을 해결하기 위하여 인삼의 조직배양기술이(Slepyan *et al.*, 1967; 한 과 이, 1974; Shoyama *et al.*, 1987; 정 등, 1989) 개발 확립되어 단시일 내에 homologous gene을 지닌 개체를 대량으로 증식할 수 있는 기반이 구축되어야 할 것이다. 따라서 본 연구는 양 등(2003)에 의해서 개발된 인삼의 조직배양기술과 배배양시

염류의 농도에 따라서 생존여부를 확인할 수 있는 방법을 이용하여 그 동안 순계분리에 의해서 육성된 인삼계통으로부터 염류내성 계통을 선발하고자 수행하였던 바, 그 결과를 이에 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 공시종자

포장에서 채종한 4년생 인삼종자(*Panax ginseng* C.A. Meyer)를 개갑처리(1차 후숙처리)하여 익년 3월까지 건조상태로 밀폐용기에 넣어 5℃에 보관하였다. 이후 3월 10일부터 종자와 거친 모래를 넣어 혼합하고 수분을 보충하여 5℃에서 2차 후숙처리(휴면타파)를 실시한 인삼계통을 배배양하였다.

### 염류내성 계통선발을 위한 인삼의 배배양

염류내성 계통선발을 위한 인삼의 배배양은 Murashige & Skoog (MS, 1962) 기본 고체배지에  $KNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ ,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $KH_2PO_4$  및  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ 를 기본함량의 2.5배 함량을 첨가하였다. 기타 성분은 기본배지와 동일하게 하였으며, pH는 5.8로 하였다. 이 배지를 100 ml 삼각 flask에 30 ml씩 분주하여 고정시켰다. 배배양을 위한 인삼 접합자 종자의 배의 적출은 우선 종자를 70% EtOH에서 1분간 침지하고, 1% NaOCl에서 1시간 동안 표면 살균한 후 멸균증류수로 3회 수세하였고, 이 들 종자로부터 약 6 mm 정도 되는 성숙된 배를 적출하여 flask당 4개씩 치상하고 처리별로 4회 반복으로 실시하여 식물 조직배양실(온도 25℃, 조도 3,500 lux, 일장 16시간 명조건, 8시간 암조건)에서 배양하여 그 생육상태를 조사하였다. 생육조사는 flask내 배의 개체별 생존수와 지상부의 엽병 성장량을 조사하였다.

### 배배양 생존율 조사방법

개체별 생존율은 배에서 유기된 유식물이 녹색을 유지하면서 이 식물체가 치상할 당시보다 성장한 개체를 조사하여 치상당시의 개체수에 대한 생존개체수로 계산하였다. 지상부의 성장량은 엽장의 성장량

Table 1. Growth of zygotic embryo of different ginseng lines cultured on the high salted MS medium

Ginseng lines	Stem length(cm)% of green leaves of zygotic embryo investigated after				
	cm	%	20 days	40 days	60 days
Jakyung Jong	0.28	100.0	100.0	25.0	18.8
82886	0.83	296.4	58.3	50.0	50.0
78135	0.58	207.1	87.5	50.0	37.5
Punggi-Hwangsuk	0.75	267.9	58.3	41.7	25.0
85010	0.35	125.0	75.0	25.0	25.0
85057	0.30	107.1	11.0	25.0	25.0
Da416-1	0.10	35.7	62.5	25.0	25.0
81878	0.53	189.3	43.7	25.0	25.0
85237	0.50	178.6	100.0	40.0	20.0
85090	0.28	100.0	81.2	18.8	18.8
Mimaki	0.23	82.1	96.3	12.5	12.5
SG84086	0.20	71.4	100.0	12.5	12.5
81736	0.55	196.4	31.3	12.5	12.5
85735	0.35	125.0	37.5	25.0	12.5
Chungkyung Jong	0	0	31.3	8.3	8.3
85036	0.20	71.4	12.5	6.3	6.3
82016	0.38	135.7	56.3	6.3	6.3
85035	0.28	100.0	93.5	6.3	6.3
82036	0.10	35.7	87.5	6.3	6.3
VxY Ja(Ja)F4	0.17	60.7	66.7	8.3	0
79101-1	0.20	71.4	43.8	0	0
85069	0.28	100.0	25.0	0	0
7337-4-1	0.67	239.2	56.3	0	0
Ilbon-Hwangsuk	0	0	75.0	0	0
Sanyang Sam	0.25	89.3	56.3	0	0
Hwangsuk Jong	0	0	12.5	0	0
Da414	0.07	25.0	91.7	0	0
82036-1	0.10	35.7	33.3	0	0
KG101	0.10	0	100.0	0	0
85041-1	0.10	0	87.5	0	0
4M	0.10	0	50.0	0	0
85071	0.10	0	31.3	0	0
82098	0	0	0	0	0
83031	0	0	0	0	0

을 의미한다. 무기염의 영향시험에서 생존율과 생장량은 치상후 30일에 조사하였으며, 내염성계통 선발 시험에서 생존율은 치상후 20, 40, 60일에, 생장량은 치상후 40일에 각각 조사하였다.

### 결과 및 고찰

#### 염류내성 계통선발을 위한 인삼의 배배양

염류내성 인삼계통을 선발하기 위한 목적으로 MS배지 조성염 7종(MS배지의 조성염류 중

Table 2. Growth of zygotic embryo of various ginseng lines cultured on the high salted MS medium

Ginseng lines	Stem length (cm)		% of green leaves of zygotic embryo investigated after		
	cm	%	20 days	40 days	60 days
Jakyung Jong	0.10	100	100.0	20.2	12.0
KG104	0.33	330	81.3	62.5	25.0
78093	0.41	410	50.0	31.3	25.0
86024	0.20	200	58.3	50.0	25.0
82053	0.33	330	75.0	31.3	18.8
78304	0.17	170	25.0	25.0	18.8
82041	0.20	200	16.7	16.7	16.7
86016	0.18	180	20.0	20.0	13.3
81763	0.23	230	33.3	20.0	13.3
79027	0.18	180	50.0	18.8	12.5
KG107	0.15	150	25.0	25.0	12.5
79308	0.30	300	12.5	12.5	12.5
78092	0.12	120	16.7	16.7	8.33
78142	0.31	310	8.33	8.33	8.33
86067	0.13	130	16.7	6.25	6.25
KG106	0.38	380	62.5	56.3	6.25
86063	0.18	180	56.3	37.5	6.25
83743	0.20	200	31.3	18.8	6.25
86044	0.33	330	25.0	18.8	6.25
82008	0.23	230	6.25	6.25	0
KG105	0.20	200	25.0	12.5	0
86006	0.20	200	8.33	8.33	0
KG103	0.20	200	18.8	6.25	0
83744	0.23	230	12.5	6.25	0
78032	0.15	150	6.25	6.25	0
86020	0.20	200	18.8	18.8	0
86033	0.17	170	41.7	8.33	0
78167	0.20	200	37.5	18.8	0
KG102	0.13	130	18.8	18.8	0
78016	0.20	200	37.5	6.25	0
78025	0.20	200	23.1	7.69	0
78065	0.15	150	43.8	18.8	0
78216	0.15	150	25.0	0	0
86014	0.15	150	25.0	0	0
78008	0.17	170	16.7	0	0
86066	0.27	270	8.33	0	0
86059	0.18	180	0	0	0
86009	0.23	230	0	0	0
782005	0.23	230	0	0	0
KG109	0.13	130	0	0	0

Table 2. continued

Ginseng lines	Stem length (cm)		% of green leaves of zygotic embryo investigated after		
	cm	%	20 days	40 days	60 days
82004	0.18	180	0	0	0
78144	0.18	180	0	0	0
78162	0.13	130	0	0	0
79309	0.13	130	0	0	0
82065	0.20	20	0	0	0
86062	0.20	200	0	0	0
Ibon Jakyung	0.20	200	0	0	0
KG108	0.30	300	0	0	0
Kimpo Hwangsuk	0.20	200	0	0	0
82083	0.20	200	0	0	0
86030	0.25	250	0	0	0
78219	0.13	130	0	0	0
78149	0.18	180	0	0	0
86017	0.17	170	0	0	0
82019	0.24	240	0	0	0

NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>EDTA, FeSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O에 대하여 N, P, K, Ca, Mg, Na, Fe 성분량으로 환산)을 혼합하여 그 농도가 MS기본배지의 2.5배인 배지에 44계통의 인삼종자로부터 배를 적출하여 치상한 후 일정 배양기간에 따라 유기된 유식물체의 성장량을 조사하였다 (Table 1). 최종적으로 치상 후 60일후에 조사된 엽병장은 자경종(대조품종)에 비해 82886, 78135, 풍기황숙종 등 10여 계통이 엽류내성으로 보였고 그 외는 대조품종에 비해 동등이하의 엽류내성을 보여 계통간에 엽류내성에 차이가 있는 것으로 나타났다. 개체 생존율을 보면 배양기간별로 보면 치상 후 20일 후에는 자경종과 동등이상의 녹색엽상태를 보인 계통은 SG84086, 85237과 KG101 3계통이었으나, 40일 후에는 자경종의 엽류내성이 약해짐으로서 82886, 78135, 풍기황숙종, 85010, 85057, Da416-1, 81878, 85237 등 8계통이 25%이상의 생존력을 가지고 있었으며, 60일에는 40일과 거의 같은 경향이었으나 85237의 경우에는 60일후에는 20%로 감소되었다. 결론적으로 내엽성이 강한 계통은 82886과 78135이었으며 약 37%이상의 생존력을 나타내었다. 반면에

79101-1, 85069등 14계통은 치상 후 40일에 거의 정지 또는 고사되었으며, 60일에는 추가로 VxY Ja(Ja)F4에서 모두 고사하였다. 이상의 결과에서 유식물체의 생존율이 치상 후 40일과 60일에서 유사한 경향을 보인 것으로 보아 7종의 복합염의 농도를 MS기본배지의 2.5배로 조절하여 기내에서 배배양으로부터 유기된 유식물체를 40여일 생육시키는 방법으로 엽류 내성검정이 가능한 것으로 판단되었다.

위에서 서술한 기내 엽류내성 검정방법의 이용가능성을 확인하기 위하여 54계통을 추가로 배배양하여 40일후의 녹색엽 유지 개체수를 조사하였던바, 그 결과는 보면 Table 2와 같다. 대조계통인 자경종의 생존율이 20.2%이었고, 자경종과 동등이상의 생존율을 보인 계통은 KG104, 78093, 86024, 82053, 78304, KG107, KG106, 86063 8종이었다. 나머지 계통은 녹색엽을 일부 유지하고 있거나 전혀 녹색엽이 없었다. 그러나 60일후에는 KG104, 78093, 86024만이 25%의 녹색엽의 생존이 되었으나 KG106과 86063의 경우에는 생존율이 급격히 감소되어 자경종도 1차 시험 때와는 달리 12%의 생존으로 약간의 감소현상을 보이긴 하였으나 이보다 더 낮은 6.25%

의 생존율을 나타내었다. 본 2차 실험결과 2.5배의 MS 염류농도에서 총 54계통중 19계통이 20일 후에는 전혀 생존되지 못했으며 40일 후에는 23계통이 그리고 60일 후에는 36계통이 전혀 생존하지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구결과에서 자경종의 생존율이 20.2%는 선행 시험에서의 25.0%로 반복시험간에 차이가 약간 있긴 하지만 거의 유사한 수치로 보인 반면 계통 간에는 생존율의 차이가 있는 것으로 보아 본 검정방법으로 기내 배배양으로 유기된 유식물체에 대한 염류 내성검정이 가능한 것으로 확인되었다.

국외에서는 오래전부터 염류내성 농작물의 육종에 많은 관심을 가지고 심도 있는 연구가 수행되어 왔다. 처음에는 조직배양에 의하여 염류내성을 실험하였으며, 최근에는 염류내성 실험을 위해서 whole-plant 반응을 검정하는 염류내성 선발을 하여야만 된다는 보고가 지배적이다. 소맥의 품종들을 이용한 염류내성 선발 기내실험으로서는 수경재배 방법을 선발 tool로 이용한 실험(Gorham *et al.*, 1984)을 비롯하여 *in vitro* 배양기술을 염류내성 선발실험에 성공적으로 도입한 연구(Maddock *et al.*, 1983), 소맥배배양 실험(Leon *et al.*, 1995)등 많은 연구가 진행되고 있다. 그러나 본 연구처럼 기내 배배양을 통해서 염류내성계통을 선발한 경우는 전혀 없었지만 본 실험결과 인삼의 경우 염류농도를 MS배지의 약 2.5배에서 선발할 경우 효율적으로 선발이 가능함을 확인할 수 있었다.

인삼의 염류내성에 대한 기작은 아직 밝혀져 있지 않으며, 인삼의 내염성 품종육성을 위한 유전인자도 확보되어 있지 않은 상태로 재래 혼계종에서 우수계체를 계통화하는 연구들이 이루어지고 있다. 이 등(1996; 1997; 1999)은 각종 stress에 내성인 인삼 품종을 육성하기 위한 기내가 아닌 포장계통시험에서 개체 특성에 따라 다수성, 적변내성, 염류내성, 광내성, 우수체형 및 고사포년계통 등으로 구분하였다. 그들은 82886, 풍기황숙종, 85090, KG111, 78135 등을 염류내성인 계통으로 분류하였고, 78093, 81878, 85735, KG104, KG106 등을 다수성계통으로 분류하였다. 그러나 기내에서는 82886, 78135, 풍기

황숙종, 85010, 85057, Da416-1, 81878, KG104, 78093, 86024, 82053, 78304, KG107, KG106, 86063등이 염류내성 효과가 자경종보다 강한 것으로 나타나, 포장 및 기내 배배양에서 공히 염류 $\geq$ 뿔봉<sup>a</sup> 나타낸 계통은 82886, 78135, 풍기황숙종이 내염성계통이라는 것과 같은 결과를 나타내었으며, 기내에서 염류내성을 나타낸 78093, 81878, KG104, KG106계통은 포장에서는 다수성을 나타내었다. 이는 기내실험의 경우에는 인삼에 해를 줄 수 있는 일정 수준의 염 농도에서 이루어 졌고 포장실험은 염농도가 제어되지 않은 토양에서 이루어진 것에 기인된 것으로 추측되며, 인삼재배에서 염류피해는 인삼의 출아억제 및 생육저하 또는 수량감소를 초래하게 되는 점(김 등, 1984; 목 등, 1998)을 감안할 때 포장시험과 기내시험의 결과가 상통한다고 볼 수 있다. 따라서 MS배지 조성염 7종의 염농도를 MS기본배지의 2.5배로 한 배지에서 인삼종자의 배로부터 유기된 유식물체를 40-60여일 배양으로 내염성계통의 선발가능성이 재확인 되었다고 본다.

기내 배배양시험 결과를 포장에서 확인 검정을 하기 위하여, 기내시험에서 염류내성이 강한 3계통(풍기황숙, 78093, 82886)과 보통인 4계통(85035, 82016, 82036, 85735), 그리고 약한 2계통(KG101, 85041)을 다시 고염류 포지에 이식하여 생육 조사한 결과(데이타미제시), 풍기황숙, 78093은 지상부의 경장, 엽장, 엽폭의 생육이 양호하여 기내성적과 일치하는 경향으로서 염류내성인 것으로 사료되었다. 그러나 KG101은 기내에서는 약한 계통으로 나타났으며, 85735계통은 보통이었으나 포장에서는 지상부 생육이 양호하였고 엽의 황변현상이 적었다. 즉 이들은 염류내성계통으로 생각되나 기내시험결과는 일치하지 않는 점이 있어 재확인이 필요하였으며, 기타 계통은 기내와 포장 성적이 보통인 것으로 나타났다.

## 적요

순계분리된 인삼의 우수 계통으로부터 염류내성

계통을 선발하기 위하여 배배양으로부터 유기된 인삼 개체를 7가지 염류가 복합 처리된 고염류 Murashige & Skoog(MS) 선발배지에 배양하여 생존 여부를 조사하였다. 한국인삼연초연구원에서 순계 분리에 의하여 선발된 인삼계통중에서 고염류배지에서 배배양시 염류에 민감성인 계통은 대체로 생육이 부진하거나 잎이 갈변하였다. 인삼 육성계통의 종자 88계통의 배를 배양한 결과, 60일간 배생육 시험결과 녹색엽 유지 개체수를 기준할 때, 풍기황숙, 78093, 82886, 78135, 86024, KG104는 대조계통(자경종)에 비해 녹색엽 개체수가 많아서 염류 저항성으로 사료된다. For the stable production of quality Korean ginseng, genetic tolerance to salt stress is one of important factors since relatively high salt concentrations in the ginseng nursery soil environment of Korea. Ginseng inbred pure lines were tested for their tolerance to salt stress through *in vitro* culture technique.

### 감사의 글

본 연구는 농진청 Biogreen 21사업의 특용작물사업단의 일부 연구지원금에 의해서 수행되었으며 이에 대해 심심한 감사를 표하는 바이다.

### 인용문헌

- Choi K.T. and H.S. Shin. 1982. Morphological characteristics of inflorescence, flowering bud, fruit and leaf of Korean ginseng. Korean J. Ginseng Sci. 6(1):67-74.
- Gorham, J., B. P. Forster, E. Budrewicz, R. G. Jones, T. E. Miller and C. N. Law. 1986. Salt tolerance in the Triticeae : Solute accumulation and distribution in an amphidiploid derived from *Triticum aestivum* cv. Chinese Spring and *Thinopyrum bessarabicum*. Journal of Experimental Botany 37(183):1435-1449.
- Leon, D. D., J. L. Martha, R. Sanjaya and M. K. Abdul. 1995. Rapid *in vitro* screening of some salt tolerant bread wheats. Cereal Research Communications 23(4):383-389.
- Maddock, S. E., V. A. Lancaster, R. Rissiott and J. Franklin. 1983. Plant regeneration from cultured immature embryos and inflorescence of 25 cultivars of wheat (*Triticum aestivum*). Journal of Experimental Botany 34:915-926.
- Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiol. Plant 15:473-497.
- Shoyama, Y., K. Kamura and I. Nishioka. 1987. Somatic embryogenesis and clonal of *Panax ginseng*. Planta Med. 54:155-156.
- Slepyan, L. I., I. V. Brushwitkhy, and R. B. Butenko. 1967. *Panax ginseng* C. A. Meyer as an object for introduction into tissue culture. Proble. Phamacog 21:198-203. 171-174.
- 김명수, 이종화, 이태수, 백남인. 1984. 인삼의 생리장해 방제에 관한 연구. 한국인삼연초연구소. 인삼연구보고서 13-94.
- 목성균, 반유선, 이태수, 천성기. 1998. 수삼품질 향상을 위한 재배법 개선연구. 한국인삼연초연구원. 인삼연구보고서(재배분야) 17-39.
- 배효원. 1979. : 고려인삼연구소. 고려인삼. 238.
- 송기준, 이일호, 이명구. 1985. 인삼토양의 이화학적 개량연구. 인삼연초연구소. 인삼연구보고서(재배분야) 681-783.
- 양덕춘, 이은경, 권우생. 2003. 인삼 염류내성 계통의 선발을 위한 배배양 배지조건. 한국 약용식물학회지 11(2) 161-166.
- 이일호, 육창수, 한가원, 남기열, 배효원. 1980. 인삼포지의 토양화학성이 생육 및 수량에 미치는 영향. 한국토양비료학회지 13(4) : 99-105.
- 이태수, 1999. 수삼품질 향상을 위한 재배법 개선연구(3/3년차). 한국인삼연초연구원. 인삼연구결과 중간 보고서(재배분야) 1-42.
- 이태수, 목성균, 천성기, 최정. 1995. 적변인삼의 화

학적 성분에 관한 연구. 고려인삼학회지 19(1):77-83.  
이태수. 1990. 토양이화학성이 인삼근의 적변화에 미치는 영향. 경북대학교 박사학위 논문.  
정찬문, 김요태, 조재성. 1989a. 생장조절물질이 인삼배양에 있어 기관분화에 미치는 영향. 한국

육종학회지 21(2):143-148.  
한창열, 이영일. 1974. 고려인삼의 자엽배양에 관한 연구. 식물학회지17(4): 171-174.

(접수일 2004. 2. 25)

(수락일 2004. 8. 30)