

최종
연구보고서

대편, 우수체형의 수삼생산을 위한
최적조건 구명과 생산기술개발

부산대학교 생명자원과학대학

농림자료실



0013486

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “대편, 우수체형의 수삼생산을 위한 최적조건 구명과 생산기술개발에 관한 연구” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2007 년 5 월 일

주관연구기관명 : 부산대학교

총괄연구책임자 : 이 충 열

세부연구책임자 : 이 충 열

연 구 원 : 김 찬 중

연 구 원 : 김 현 호

연 구 원 : 강 광 희

연 구 원 : 오 동 주

연 구 원 : 이 세 아

연 구 원 : 박 지 영

연 구 원 : 하 재 현

요 약 문

I. 제 목

대편, 우수체형의 수삼생산을 위한 최적조건 구명 및 생산기술개발

II. 연구개발의 목적 및 필요성

한국의 고유생물이자 문화상품인 고려인삼의 품질은 고유의 전통적인 방법을 따르고 있어 뿌리의 연근(근령, 나이)과 크기(편급), 체형에 따라 가격차이가 크며 천삼은 전체 인삼 생산의 3%에도 못 미치고 있는 실정이다. 천삼 10지는 뿌리무게가 60g이상(수삼으로300g 이상)인 것을 말하는데, 이러한 최우수 삼은 천삼 중에서도 0.8%에 불과하다. 따라서 인삼생산을 위한 재배기술의 침체로 고품질 양질인삼의 생산량이 부족하여 인삼종주국이라는 국제적인 기반과 브랜드 이미지가 점점 상실되어 가고 있다. 특히, 최근에는 북미의 화기삼과 중국의 저가인삼에 밀려 백삼은 완전히 국제경쟁력을 상실하였고, 고품질 홍삼만이 경쟁력을 가질 뿐 중저가제품은 수출이 둔화되고 있고 대량생산의 체계를 갖추지 못하여 국제경쟁력을 잃고 말았다. 또한, 최고품질(천삼10지)의 홍삼은 600g에 300만원의 호가이지만 품귀하고 이런 삼의 생산기술도 매우 열악하여 시급하게 고품질생산기술이 확립되어야한다.

따라서 본 연구는 인삼의 대편과 체형에 좌우되는 요인을 밝히고 최적조건을 구명하여 대편, 우수체형 수삼을 생산할 수 있는 기술을 개발하고자 한다.

III. 연구개발 내용 및 범위

본 연구에서는 인삼의 대편, 우수체형생산에 관여하는 요인을 (1)지상부 환경요인(일복구조, 재료:저온, 누수) (2)식물체 요인(재식밀도:인삼의 생육공간확보) (3)지하부 환경요인(토양유기물, 토양수분)으로 착안하여 이들 요인이 인삼의 뿌리발달과 체형에 미치는 영향을 구명하고 안정적이고 종합적인 생산체계를 확립하고자 아래

와 같은 연구내용 및 범위로 수행하였다.

(1)우수체형수삼생산의 재배조건 구명 : 본 시험은 인삼 1년 묘삼을 이용하여 부산대학교 부속농장(밀양시 부북면)에서 실시하였다. 재배방법은 상토높이 25cm, 폭 90cm, 이랑폭 90cm로 만들어 인삼 이식기를 이용하여 묘삼을 이식하였다. 묘삼이식은 2004년 3월 26일과 2005년 3월에 인삼재배농가에서 분양 받은 묘삼을 주간 15cm 간격으로 이식하였다.

토양의 묘포를 준비한 후, 이식하기 전에 각 처리구별로 토양의 유기질비중과 시용양에 따라 표면에 시용한 후, 묘삼을 이식하였다. 토양의 물리화학적 성분의 변화와 수삼의 크기 및 체형을 조사하였다. 특히, 유기질비료의 시용양에 따른 토양의 물리성의 개선과 경도 등의 영향을 비교 분석하였으며, 인삼 생육의 특성과 뿌리발상의 양상을 조사하였다. 또한, 입제 및 액제비료에 따른 인삼의 생육특성을 비교 분석하였으며 이들 처리가 대편, 우수 체형화 할 수 있는 생산기술을 확립하고자 하였다. 또한, 토양수분의 관수가 인삼의 생장과 체형에 미치는 영향을 조사하기 위하여 토양수분측정계로 5-7일 간격으로 측정하고 상면관수와 이랑(저면)관수 방법을 통하여 인삼포의 수분이 50-60%로 유지되도록 처리하였다.

(2) 일복구조에 따른 수삼의 체형변화 및 상호연관성 구명

부산대학교 실험농장에서 예정지를 하여 지속적으로 관리과정을 거치고 잘 썩은 퇴비(인삼용)을 2,000kg/10a의 수준으로 전면에 고루 뿌리고 로터리로 뒤섞은 뒤, 두둑과 이랑을 준비하였다. 이랑과 두둑의 폭은 각각 90cm로 하고, 두둑높이는 30cm로 하였다. 두둑방향은 동서방향에서 남으로 20도의 편각을 두어 정하였다. 일복구조는 인삼연초연구소에서 권장하는 후주 연결식의 삼집구조로 전주높이 180cm, 후주높이 100cm로 하였고, 비누수 차광판은 전주높이 160cm, 후주높이 100cm의 후주 연결식으로 처리하였으며 그 위에 2중직 백색 차광망을 덮었다.

(3) 재식밀도에 따른 수삼의 발달과 체형변화

두둑과 이랑을 만든 후 이식기를 이용하여 칸(1.8m)당 9열로 일정하게 묘삼을 이식하였으며 이식할 때 행별 정식 주수를 5, 7, 9주로 달리하여 칸 당 식재본수를 45, 63, 81주가 되도록 이식하였다. 이식은 사진 2에서 보는 바와 같이 이식기를 이

용하여 묘삼의 거리를 일정하게 하여 본포에 이식하였으며 식재본수가 많을수록 묘삼의 주간 간격을 좁게 하여 재식본수를 증가시켰다.

(4) 현지 인삼재배농가의 수삼체형 및 재배법조사

인삼의 주산지인 독농가에서 대편, 우수체형의 생산기술과 현황을 조사, 분석하여 현지 농가의 기술력과 문제점을 파악하고 체계적인 생산기술을 확립하고 자 포천, 금산, 해남지역의 인삼연구회 회장 및 회원에 부탁하여 4년근, 5년근, 6년근의 인삼포를 1칸씩 수매하고 현지에서 채취하여 인삼의 생육 및 체형, 재배환경 등을 분석하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

일복구조에 따른 지상부 생육특성에서 경장은 차광판이 차광망(관행)에 비하여 3년근에서는 25%, 4년근에서는 12%, 5년근에서는 9% 증가하였고 경태도 차광판이 3, 4년근에서 증가하는 경향을 보였으며 5년근에서도 차광판이 증가하는 경향을 보였다. 또한, 지상부의 생체중은 차광망에 비하여 차광판에서 3년근에서는 43%, 4년근에서는 35%, 5년근에서는 18%로 증가하는 경향을 보였고, 엽면적도 차광판이 차광망에 비하여 3년근은 39%, 4년근은 20%, 5년근은 3% 증가하는 경향을 보여 엽면적은 고년근일수록 처리간 차이가 적었다. 일복구조에 따른 지상부 생육은 3년근, 4년근, 5년근 모두에서 현저한 차이가 있어 유의성이 인정되었다. 일복구조의 차이는 미기상의 차이를 가져오고 이는 잎의 발달에 영향을 미치기 때문에 잎의 질적 차이도 있을 것으로 사료되어 잎의 기능 중 가장 중요한 광합성에 관하여 조사하였던 바, 차광판에서 생육한 인삼 잎이 차광망에 비하여 높게 나타났고 엽록소 형광반응에서도 차광망에 비하여 은박차광판의 효과가 증가한 것으로 나타났다. 이를 입증하기 위하여 인삼 잎의 엽육조직 두께를 측정해 본 바, Sem사진에서 차광판이 차광망에 비하여 잘 발달되어 있었다. 일복구조별 인삼의 지하부 생육특성은 근장, 근직경, 동체에서 차광판이 차광망에 비하여 생장이 양호하였고. 생근중은 차광망의 경우 전주와 후주에서 3년근 14.1g, 10.1g, 4년근 18.6g, 20.2g, 5년근 33.5g, 27.4g이었고 차광판에서는 3년근 21.8g, 20.9g, 4년근 32.2g, 35.5g 5년근 64.7g, 45.7g으로 차광판이 차광망에 비하여 현저하게 증가하는 경향을 보였다. 근 활력에

관련되는 일비량 및 속도측정에서도 차광판의 일비량이 높은 경향이었고 인삼의 지근 발달이 차광망에 비하여 차광판에서 증가하는 경향을 보였다. 인삼의 품질평가를 크기에 따라 비교하였던 바, 차광판이 관행에 비하여 대편삼의 생산비율이 높은 것으로 나타났고 체형에 있어서도 차광판에서 사람형 체형이 높은 비율로 나타났다. 또한, 인삼의 주요 품질평가의 하나인 사포닌에 대해서도 차광판이 차광망보다 41.8% 증가하는 경향을 보였다.

유기질 비중에 따른 인삼의 토양물리화학적 변화에서 유기질비료의 사용은 무처리에 비하여 증가하였으며 유기질비중에 따라 차이가 있어 청초와 톱밥, 팽화왕겨를 투입한 처리구에서 높은 공극률을 나타내었다. 토양유기물 처리구는 대조구에 비해 처리량에 관계없이 토양산도가 5.9~6.5로 다소 떨어진 결과를 보였으며, 표토와 심토 모두 인산함량이 크게 감소되었다.

대조구와 처리구의 토양 깊이별 염농도는 모두 1.0ds/m 이상으로 높았고, 유기질비료 처리구도 표토부위(0~10cm)의 염농도는 대조구에 비해 다소 높은 경향을 보였다. 또한, 칸 당 사용량이 높을수록 염농도가 증가하는 경향이었으며 유기질비료 2, 3의 사용구는 심토에서 낮아지는 경향을 보였다. 인삼의 지상부 특성에서는 유기질비료의 사용이 엽록소함량을 증가시켰고 엽면적도 무처리에 비하여 모든 처리구에서 높은 증가를 보였으며 경장과 경직경도 3, 4년근 모두 같은 경향을 보여 가능성 있는 유기질비료의 사용은 인삼의 지상부 생육을 촉진시키는 것으로 사료되었다. 인삼의 지하부 특성에서는 근장에 관한 효과는 크게 증가하는 경향을 보였으며 동체장과 근직경도 4년근에서는 급격한 증가를 보였다. 지근의 발달에 대한 유기질비료의 사용효과를 조사한 결과, 유기질비료의 처리구에서 억제되는 경향을 나타내었고 인삼의 수량도 모든 처리구에서 생체중이 증가하는 경향을 보였다. 유기질사용에 따른 인삼 뿌리의 크기는 무처리에 비하여 대편삼이 많은 경향이였다. 처리 간에서는 유기질사용 처리구가 무처리에 비하여 좋은 체형으로 변화하는 경향을 보였고 유기질사용이 사포닌함량에 미치는 영향을 조사하였던 바, 전체 사포닌함량이 증가하는 경향을 보였다. 특히, Ginsenoside 중에서 Rc와 Re의 증가가 현저하였고 영양제 처리에 있어서도 유기질비료의 효과가 비슷한 경향을 얻었다.

토양수분의 공급을 저면과 상면에서 공급할 시에 수삼의 크기 및 체형에 미치는 영향을 조사하였던 바, 많은 향상을 보였다.

인삼의 또 하나의 특이성은 종자파종 또는 묘삼을 정식한 후 적어도 3~5년까지

동일한 포장에서 생육하게 되어 이식 2년 이상(3~6년 생)이 되면 엽병 수가 3~5개가 되고 소엽의 수나 크기가 커져 잎이 서로 중첩되는 현상이 나타나 재식밀도의 결정이 중요하다. 재식밀도에 따른 인삼이 뿌리발달과 체형에 관하여 조사하였던 결과, 수량에서 3년근에서 유의적 차이가 없었지만, 4년근과 5년근에서는 유의적인 차이가 있었고 4년근은 3년근에 비하여 전체적으로 대편화된 분포를 가지고 있고 63본 식재처리구가 대체적으로 다른 식재본수에 비하여 대편삼 생산이 많은 경향이였다. 특히, 본 연구의 내용과 범위에 없었던 연구로서 인삼의 ginsenoside의 분석도 함께 수행을 하였으며 그 결과에서 보면 인삼의 약리성분도 환경적, 재배적 기술에 의해서 많은 변화를 가져올 수 있어서 이 분야까지 포함시킨다면 앞으로 뛰어난 인삼 재배적 기술이라고 생각된다.

이상의 내용을 정리하면 지상부요인의 일복구조, 지하부요인의 유기물, 식물체요인으로 재식본수와 식물체 영양은 인삼의 대편, 우수체형을 생산하는데 중요한 요인으로 판명이 되었으며 이들의 기술은 차광망에서 차광판으로, 일반 유기질비료에 비하여 기능성이 향상된 신종 유기질비료의 사용과 토양수분의 저면 관수 공급과 영양제의 추비 사용시에 농가에 고소득증대에 기여될 것으로 판정된다.

본 연구의 활용에 대한 건의는 본포의 대편 우수체형 수삼재배법 표준화 및 실용화할 필요성이 있으며 기능성 인삼용 토양유기질 비료의 품목고시와 개발이 더욱 필요하다. 특히, 인삼의 약리성분을 향상시킬 수 있는 재배적, 환경적 연구를 더욱 지향하여 국내에서 생산되는 인삼이 외국산과의 차별이 된다는 것을 홍보해야 할 것이다.

SUMMARY

I . Title

Investigation of Optimum Condition and Technique Development for Producing fresh ginseng of excellent root shape and large size

II . Objective and Importance of Research

Korean ginseng is cultivating in Korea, the northeastern provinces (Jilin, Liaoning, and Heilungjiang) of China, Japan, Germany and Russia. Korean ginseng has the longest cultivation history and its medicinal effect is definitely superior to the other *Panax* species.

For ginseng which is cultivated under artificial shade, plant growth is directly influenced by the microclimate under the artificial shade. It is one of the most important factors for ginseng cultivation to construct an artificial shade in which the microclimate under the shade is suitable for plant growth.

Its growing state as well as morphological characteristics are far different from the cultivated ginseng. These differences are caused by intended and/or unintended selections by ginseng growers since initiation of ginseng cultivation in Korea.

It is very important for full root growth of ginseng that the soil of a ginseng garden should have a high water holding capacity and be well drained. A good plant growth and root yield can be attained in the soils from weathering of gneiss, basalt, or mica schist. For ginseng cultivation, granite soil is not as good because of its low capacity to retain water. But, if an increase of capacity to retain water is possible, a good result might be expected also in granite soil. Lime stone soil is extremely unsuitable for ginseng cultivation.

Korean ginseng is a shade plant whose photosynthetic response is saturated at much lower light intensity than are those of other species, and its light compensation point is only about 0.5 klux. But plant growth is depressed for lack of photosynthesis at low light intensity, while photosynthetic ability is lowered and chlorophylls are reduced at high light intensity. The higher light intensity beyond saturation point causes leaf burn followed by early defoliation.

Growth rate of wild Korean ginseng is very slow in comparison with those under cultivation. And it is affected very much by environmental conditions. The wild ginseng plant has thin and small leaflets, and a slender stem. The number of digitate compound leaf increases with their age but the rate of increase is very slow and is not constant as it is with the cultivated ginseng.

Prevailing 4 layer shade net can not escape from wet damage due to the heavy precipitation through net during rainy season. Shade structure for 4 layer shade net is higher temperature than traditional thatch structure, and higher temperature on photosynthesis and early leaf fall occurs frequent.

New, shade materials cutting off rain must be selected and tested in relation to the height of shade net depending on plant height with age. For the selection of new shade material the investigation of microclimate in the shade structure in relation to growth of ginseng is needed. Recently, new shade plate reflecting light is developed and many farm are using it. Optimization of shade structure for the new light-reflecting shade plate is the main objection of this research.

This study was conducted to investigate the optimum condition for ginseng cultivation. photosynthetic characteristics, growth, yield, quality and root-shape of 2-5 years old ginseng grown under different shading material(shade plate, polyethylene net), functional organic materials, soil water and planting densities were evaluated and analyzed.

III. Content and Range of Research

Research range in this study can be largely divided by 4 fields as the following below.

- Investigation of plant growth, yield, quality and root-shape under different shading materials of shade plate and shade net.
- Planting density was 3 levels of 5×9, 7×9 and 9×9
- Soil water supply methods(Top supply, row supply)
- Functional organic materials and organic nutrient solution.

IV. Results and Application Prospect

1. Result

1) Change of growth and quality by shade structure change

Growth of stem, leaf part and root weight were also better for the shade plate and thatch than the shade net. Stem length was increasing with age, resulting significant at 3years old(25%), 4 years old(12%), 5 years old(9%). Especially, the leaf areas show more large difference that is more shade plate and thatch than the shade net. Fresh top weight at 3, 4 and 5 years old was highest for shade plate. Photosynthetic rate was increasing with light intensity and showed the maximum at 200-300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$. Photosynthetic rate was greater with the shade plate than the shade net during July, August and September, and light saturation point seemed a higher tendency. The thickness of mesophyll tissue of ginseng leaf was greater with the shade plate than the shade net. Chlorophyll content decrease in the shade net from September and rapidly in October while in the shade plate it started and rapid in October. The root fresh weight and root diameter per plants of 3-5 years field in relation to shade materials being highest in shade plate. Root exudation showed greater

tendency with the shade plate than the shade net through the whole crop season suggesting greater root activity with the shade plate. Root quality was higher in the shade plate.

2) Change of growth and quality by functional organic materials

Top growth of 2-4 year old ginseng by functional organic materials in June is higher than of the control. Fresh weight of root under functional organic materials is remarkable increase than the control group. It is expected that the treated root rather than the control would have a larger increase in total ginsenosides content. By the content of each treatment in plant, functional organic materials is the highest in this experiment. Especially, the content of Rb1, Rd and Rg1+Re in ginsenosides higher than others. The ratio of PD and PT was increased with kinds of organic material. In addition, PD shows more considerable increase than PT. The significant result is obtained that GPI ratio of treated groups are higher than that of the control.

It is considered that the best compost in the condition investigated is functional organic materials. Ratio of growth, total saponin, PD and GPI is the highest in the condition of functional organic materials.

3) Change of growth and quality soil water supply

Growth of top and underground part by water supply treatment show an increasing tendency in comparison with non-water supply treatment, same tendency is indicated in root yield. Also, Root quality by the water supply treatment was higher. Especially, row supply treatment show an increasing tendency in contrast to top water supply.

4) Growth status and yield by planting density

Planting density show an increasing tendency as planting number grows larger. Leaf area is 384, 379, and 380cm² for 3 years old, and 923, 897, 870cm² for 4-years old, and it grew into 1287, 1027, 1001cm² for 5-years old, individually.

Distinctive difference of leaf area in 3 years old is not confirmed as the mentioned above, but its meaning difference is observed for 4 and 5 years old (63 weeks, and 81 weeks, respectively). Top and root weight was greater in 45 plants than 72 plants per 3.3m² but its yield was greater in the plot of 72 plants in 3-5 years old.

Root diameter and weight was greater for 45 plant plot but yield was greater for 72 plant plot(3.0kg) and least for 45 plant plot. Root quality was higher in the 63 planting density

2. Application prospect

Precipitation preventive light-reflecting shade plate can replace for polyethylene 4 layer shade net with higher yield, better quality and lower cost. Optimum density depending on yield and quality appeared to be 63plants/3.3m².

Water supply in Soil by row water supply is more effectively encouraged in comparison with top water supply.

Fresh weight of root, quality and content of total ginsenosides is remarkably recommended because its effectiveness is increased by functional organic materials.

CONTENTS

Chapter 1. Necessity of research and development	17
Section 1. Purpose and necessity of research and development	17
Section 2. Substance and extent of research and development	25
Chapter 2. Current domestic and foreign technology development	29
Chapter 3. Research and development achievement contents and sequence	32
Section 1. Changes of growth, quality and root shape in fresh ginseng by shade structure	33
1 Introduction	33
2 Materials and methods	34
3 Results and discussion	37
Section 2. Technique development for producing ginseng of excellent root shape and large size by soil organic fertilizer	56
1 Introduction	56
2 Materials and methods	57
3 Results and discussion	58
Section 3. Development and root shape of Fresh ginseng by additional fertilizer nutrients solution	79
1 Introduction	79
2 Materials and methods	79
3 Results and discussion	80
Section 4. Development and root shape of ginseng by soil moisture supply	95
1 Introduction	95
2 Materials and methods	95
3 Results and discussion	96
Section 5. Changes of development and root shape in fresh ginseng by planting density	102
1 Introduction	102

2 Materials and methods	102
3 Results and discussion	103
Section 6. Growth statud, quality, root shape and cultivation methods in the farmer's fields	107
1 Introduction	107
2 Materials and methods	107
3 Results and discussion	108
Section 7. Synthesis study	116
 Chapter 4. Achievment scope and contribution to the Related Fields	 121
 Chapter 5. Applications of the study	 123
 Chapter 6. Informations from other institutes	 124
 Chapter 7 Reference	 126

목 차

제 1 장 연구개발의 필요성	17
제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성	17
제 2 절 연구개발의 내용 및 범위	25
제 2 장 국내외 기술개발 현황	29
제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과	32
제 1 절 일복구조에 따른 수삼의 생육 및 품질과 체형의 변화	33
1 서언	33
2 재료 및 방법	34
3 결과 및 고찰	37
제 2 절 토양유기물비중에 따른 대편, 우수체형의 생산기술	56
1 서언	56
2 재료 및 방법	57
3 결과 및 고찰	58
제 3 절 영양제의 엽면시비 및 추비에 따른 수삼발달과 체형	79
1 서언	79
2 재료 및 방법	79
3 결과 및 고찰	80
제 4 절 토양수분에 따른 인삼 뿌리 발달과 체형	95
1 서언	95
2 재료 및 방법	95
3 결과 및 고찰	96
제 5 절 재식밀도에 따른 수삼의 발달과 체형변화	102
1 서언	102
2 재료 및 방법	102
3 결과 및 고찰	103

제 6 절 현지 인삼재배농가의 수삼 품질과 체형 및 재배법조사	107
1 서언	107
2 재료 및 방법	107
3 결과 및 고찰	108
제 7 절 종합고찰	116
제 4 장 목표 달성도 및 관련분야에의 기여도	121
제 5 장 연구개발결과의 활용계획	123
제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학 기술정보	124
제 7 장 참 고 문 헌	126

제 1 장. 연구개발의 필요성

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

인삼은 장수와 인류의 건강에 효과 있는 약용식물로 수백 년 동안 인정되어 왔고 그 효능면에서도 전 세계적으로 인정받고 있는 우리나라의 대표적인 건강상품이며, 재배역사로 볼 때 우리나라는 인삼재배의 인삼종주국으로 그 명성이 알려져 있다. 1980년대까지 인삼은 단일작물로서 우리나라를 대표하는 수출 1위의 효자상품이며 2006년 현재 우리나라는 인삼재배 농가수 16,000여 농가가 15,358ha의 인삼을 재배하고 있고, 2,815ha에서 14,561톤의 인삼을 수확하였으며, 인삼의 비중은 재배면적의 0.6%, 농가수는 1.4%에 불과하지만 생산액은 1.7%로 단일품목으로는 11위, 전체 농산물 수출액의 5.5%를 차지하고 있는 고부가가치 수출작목이다.

그러나, 인삼생산을 위한 재배기술의 침체로 고품질 양질인삼의 생산량이 부족하여 인삼종주국이라는 국제적인 기반과 브랜드 이미지가 점점 상실되어 가고 있다.

최근 인삼의 수출은 1990년에 1억 6천 5백만\$까지 수출하였으나, 그 후 지속적으로 감소하다 2005년에는 8천2백만\$ 수준까지 회복하고 있으며, 수입은 그동안 높은 관세로 인해 오랫동안 제한되어 왔으나 최근 시장개방 압력으로 인해 2006년 11월 말 현재 330톤 정도가 수입되고 있고, 앞으로 더 빠른 속도로 늘어날 전망이다.

특히, 최근에는 북미의 화기삼과 중국의 저가인삼에 밀려 백삼은 완전히 국제경쟁력을 상실하였고 고품질홍삼만이 경쟁력을 가질 뿐 중저가제품은 수출이 둔화되고 있다. 이는 그 동안 홍삼은 높은 가격을 유지하면서도 품질을 고수하였기 때문에 고급상품은 아직까지도 최고의 가격(천삼 10지, 273만원/600g)을 유지하지만, 백삼은 저가에 걸맞는 대량생산의 체계를 갖추지 못하여 국제경쟁력을 잃고 말았다.

캐나다, 미국 및 중국 등에서의 인삼생산량은 급속히 증가하고 있으며 고품질 우량 인삼의 생산을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이들 국가의 양질의 인삼이 대량으로 국제시장에서 유통되고 있는 바, 세계 최대 인삼시장인 홍콩시장의 약 50%가 이들 국가의 인삼이 점유하고 있어 인삼종주국으로 군림하던 한국의 고려인삼은 점유율이 불과 3%미만으로 떨어져 있는 실정이다.

WTO에 의한 중저가의 중국삼이 정식으로 들어오기 시작하면 국내의 인삼시장

또한 혼란과 인삼산업의 침체 및 위기를 맞이하게 될 것이다.

그 동안 우리나라의 고품질 인삼이 국제 및 국내시장에서 최고의 가격을 유지한다는 것은 고려인삼의 성가가 아직까지 인정되고 있다는 것이며, 이것은 품질 면에서의 경쟁력으로 앞으로도 세계시장을 확보해야 한다는 당위성을 시사해 주고 있다.

한편에서는 우리나라 인삼산업을 살리기 위해서는 원가절감과 고가정책 철폐로 가격면에서 경쟁을 하려고 하나, 이는 대단위 면적과 기계화의 생력재배 기술이 발달된 북미와 중국의 입장을 고려해 볼 때 실효성이 적다. 그러나, 고품질 인삼생산 기술은 다른 나라에 비하여 우리나라가 월등하며 재배기술의 노하우 또한 다양하다. 우리나라의 인삼 재배면적과 생산량이 증가하고 있으나, 양질의 원료삼 생산의 부족으로 해외수요가 많은 고품질의 홍삼제품 생산이 어려워 소비자의 수요욕구에 미치지 못하고 있는 형편이다.

- 재배면적 : ('97) 9,903ha ('98) 10,349ha ('99) 11,561ha ('00) 12,444ha
- 생산량 : ('97) 11,259톤 ('98) 11,478톤 ('99) 14,500톤 ('00) 15,950톤
- '99 수매등급 비율 : 1등(0.3%) 2등(12.7%) 3등이하(87.0%)

국제인삼시장에서 가장 경쟁력이 높은 상품은 우수체형의 뿌리홍삼이다. 뿌리삼은 원료 수삼의 품질을 변형시키지 않고 상품화함으로써 소비자가 직접 품질을 확인 할 수 있어 신뢰감을 준다.

뿌리삼의 품질은 우선 크기와 체형(뿌리모양)이 중요하다. 과일과 같은 농산물에서도 모양과 크기가 등급에 많은 영향을 미치듯, 체형은 크기와 함께 품질의 중요 요소로 작용하고 있다.

인삼의 체형과 품질에 따라 600g당 6만원에서 40~60만원의 가격차이가 있기 때문에 우수체형의 인삼수량을 높이는 기술은 재배농가의 소득면에서 가장 중요하다. 그 동안 고려인삼에의 1등은 뇌두가 튼실하고 몸통의 길이가 지름의 2.5배 이상이며 지근이 몸통 길이의 80%이상인 2, 3개의 뿌리가 있는 모양이다. 인삼공사의 6년근 원료수매삼 중 이런 체형을 지닌 1, 2등급의 수삼율은 전체의 20%미만으로 매우 낮다.

인삼체형의 표준규격화는 아직 연구된 바 없으나 인삼업계 종사자들이 통상적으로 구분하여 통용하는 인삼체형은 다음과 같다.

- ① 사람형 : 동체의 장경비가 2이상이고 분지근이 발달하여 주근과 비슷한

굵기와 같이를 가진 삼. 통상적으로 수삼의 이상형으로 간주하는 형

- ② 무우형 : 뿌리의 분지가 불량하고 주근이 무처럼 일자형으로 발달된 형. 직립수삼이라고도 함.
- ③ 오징어형 : 동체의 모양이 사람형과 같으나 지근은 오징어 다리처럼 가는 지근이 5-6개 정도 발생하여 있는 인삼형.
- ④ 무정형 : 통상 난발형이라 부르는 형. 동체가 짧고 굵은 형이고 굵은 지근이 동체의 상부, 중부에도 발생하고 각부의 지근도 굵은 것이 3-4개 발생한 형.

[표 1] 인삼의 품질평가등급

등급 항목	1등(천삼)	2등(지삼)	3등(양삼)
① 체형	머리	몸통굵기와 비슷하며 건설한 것	
	몸통	길이 3.5cm 이상	
		균열과 흠집이 없는 것	균열과 흠집이 전체 표면적의 4분의 1 이하
다리	1개 이상 잘 발달되어 있고 균열이 다리길이의 1/3 이하이며, 길이가 몸통길이의 3/4 이하인 것	1개 이상 잘 발달되어 있고 균열이 다리길이의 1/2 이하이며, 길이가 몸통길이의 3/4 이하인 것	다리가 없거나 불균형인 것
② 수분 (%)	14.0 이하		
③ 조직	내부조직이 치밀·견고하되, 머리밀 10mm 이하 부분을 사선으로 절단시 내공·내백의 직경이 0.5mm 이하인 것으로 길이가 10mm 이하인 것	내부조직이 치밀·견고하되, 뇌두밀 10mm 이하 부분을 사선으로 절단시 내공·내백의 직경이 2.0mm 이하의 것으로 몸통길이의 1/4 이하인 것	내백이 몸통길이의 1/3 이하이거나, 내공이 몸통길이의 1/2 이하인 것
④ 색택	담적갈색·담황갈색·다갈색 또는 농다갈색을 띤 것으로 균일한 것		담적갈색·담황갈색·다갈색 또는 농다갈색을 띤 것으로 균일하지 못한 것
⑤ 표피	윤기있는 색택으로 황피·백피가 전체표면적의 1/4 이하인 것	윤기있는 색택으로 황피·백피가 전체표면적의 1/3 이하인 것	황피·백피 또는 옹피 등이 전체표면적의 1/2 이하인 것

이렇게 좋은 체형의 인삼은 생산하기 어렵고 체형의 과학적 근거 불충분으로 일부 농가나 일부 학계에서는 체형규격을 완화시키자는 의견도 적지 않다. 그러나 이런 체형은 고려인삼의 특유한 형태이며 이는 우리나라의 재배법으로 생산할 때 가장 잘 나타나는 특성이기 때문에 오히려 체형을 고수하고 외국삼과 차별화 시키는 것이 우리 인삼산업의 경쟁력이자 고려인삼의 성가를 유지시키는 방편이라고 사료된다.

이들 체형에 관여하는 요인은 재배방법, 기상환경, 품종 등 다양한 요소에 의해 결정되리라 생각하되 땅속에 묻혀 있기 때문에 어렵고 쉽게 밝히기 어렵기에 연구개발이 전무한 실정이다. 따라서 본 연구개발에서는 이들에 관여하는 몇 가지 요인을 상정하여 인삼의 체형에 관여하는 요인을 밝히고 이에 따른 생산기술을 개발하고자 한다.

우선, 인삼의 체형에 좌우될 수 요인을 다음과 같이 3가지로 구분할 수 있다.

【인삼의 대편, 우수체형생산에 관여하는 요인】

- (1) 지상부 환경요인 : 일복구조와 재료 - 저온, 다광
- (2) 식물체 요인 : ① 물질생산요인 극대 - 광합성향상, 조기낙엽억제
② 묘삼소질, 품종
③ 재식밀도(인삼의 생육공간)
④ 식물의 영양상태
- (3) 지하부 환경요인 : 토양의 유기물(물리, 화학성, 토양수분 등)

첫째, 지상부 환경요인은 일복구조와 재료에 의해 생육환경을 변화시킬 수 있어 저온, 다광조건으로 인삼 잎의 물질생산능력을 최대로 극대화함에 따라 대편, 우수체형의 생산을 높일 것이다. 두 번째의 식물체 요인으로 광합성능력향상, 조기낙엽억제, 묘삼소질 등이 크게 관여 할 것으로 생각된다. 특히, 재식밀도는 인삼의 생육공간을 달리하므로 수삼발달에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다. 세 번째로 토양환경요인으로 토양의 물리성(삼상 등)과 이화학성, 토양수분이 밀접한 관계를 가질 것으로 생각되는데, 이들은 톱밥, 왕겨, 청초 등의 유기물 비중에 따라 토양의 물리성과 이화학성은 변화할 것이라고 추측된다.

따라서, 대편 우수체형의 원료수삼을 생산함으로써 한국인삼산업의 위기를 타개

하고 이를 적극 부상시켜 외국산 인삼과의 경쟁에서 뒤지고 않고 수출경쟁력을 강화시킬 수 있다.

원료수삼의 체형발달은 토성, 토양수분, 토양양분, 재식밀도, 묘삼품질 및 일복구조 등에 의하여 많은 영향을 받고 있다.

인삼의 최적 재배조건을 만들기 위하여 선조들은 약토와 마사 원야토를 배합하고 산에서 채취한 목초를 부식시켜 만든 퇴비로 토양의 물리성 등을 개선하였다. 그러나 이런 상토의 제조는 최근의 노동력 감소와 인건비의 상승으로 점점 어려워, 수피나 벗짚으로 만든 상토나 일반 퇴비로 대체하는 농가가 많아 졌다. 이러한 대체상토나 일반 퇴비는 오염 또는 미부숙 가축 분뇨에서 발생하는 유해가스 등에 의해 생리장해나 이병율을 증가시키 수삼의 질을 저하시키고 있다. 토양수분관리도 시설원예에서 사용하는 점적관수를 이용하여 상면 관수만을 하고 있거나 관리부족으로 더욱 뿌리발달을 악화시키고 있다.

현재 우리나라에서 수삼의 대편 우수체형의 연구는 미흡한 실정으로 이를 위한 기술개발의 연구가 절실한 실정이다.

【재배기술상의 문제점】

① 예정지 조건의 악화

- 80년대 초반 이전 : 산야초 위주 시용(90% 이상)
- 80년대 중반 이후 : 산야초 시용 급감(5% 이하)
가축구비 증가(90% 이상)
- 최근 예정지시용 기비종류 : 계분, 우분, 돈분, 시판유기질비료의 사용으로 토양염류장해 및 토양물리성과 영양분의 불균형을 초래

② 토양수분 관리 및 조절방법 미비

- 생육초기(4~6월) : 건조기에 토양수분이 부족되기 쉬운 시기로 토양이 건조할 경우 근신장 및 세근의 발육이 불량하므로 부초에 의한 토양 수분 보존 및 관수가 필요

- 생육중기(7~8월) : 우기에 토양이 과습하기 쉬운 시기로서 누수과다 및 배수 불량시에는 과습으로 근적변 근부패 및 조기낙엽이 발생되기 쉬우므로 누수방지와 배수로 설치 철저가 아주 필요함.
- 상면관수의 문제 : 토양의 세근 및 근장의 발달이 불량
- ③ 적정식재밀도 : 인삼의 식재밀도는 수량 및 개체중, 체형에 크게 영향을 준다. 인삼의 년생별 식재본주의 표준화가 필요하다.
- ④ 묘삼소질 : 약토재료 변화로 인하여 묘삼 소질이 불량하고 체형도 나빠짐
- ⑤ 일복구조 및 두둑높이 : 통로가 좁고 지붕이 낮아 통풍이 불량하고 광부족현상으로 광합성이 감소하고 뿌리생육이 억제

본 연구에서는 대편 우수체형의 수삼생산을 위한 최적 재배조건을 구명하고 농가의 현장애로 사항을 해결하기 위한 재배법을 개발하고자 한다.

1) 기술적 측면

- 인삼의 대부분은 수삼으로 유통되고 있어 대편 우수체형의 수삼 생산이 필요. 우리나라 수삼수매량은 매년 증가하고 있으나, 수매 등급비율은 최저로 이에 대한 대책이 시급함.

[표] 우리나라 수삼 생산현황

연도	인삼생산량 (톤)	수삼수매량 (톤)	수매등급별 수매량(톤)				
			1등	2등	3등	4등	등외
1991	1,927	1,787	29	553	609	223	373
1995	2,251	2,037	14	199	593	854	379
1999	2,280	2,172	6	291	1526	-	349
2001	2,475	2,389	17	281	1554	-	537

- 특히, 대편 수삼일수록 가격이 높고 홍삼도 대편 홍삼이 월등히 비싸기 때문에 대편삼을 원료로 한 고급홍삼제조가 부가가치가 훨씬 높아 대편삼의 생산

이 절실히 요구됨.

- 저품질 수삼생산량이 대부분을 차지하고 있어 인삼 종주국으로서의 자존심 저하.
- 값싼 수입인삼의 증가에 의한 가격경쟁력이 약화되어 고품질로 차별화의 시도.
- 대편 우수체형 재배기술미흡으로 안정적 생산이 곤란, 고품질 생산량이 저하하고 있음.
- 불량체형 저품질 원료삼의 생산에 의한 홍삼 및 백삼 등의 가공 인삼제품 품질도 하락.
- 벼 식부면적 감소를 대비한 논토양에서의 대편수삼 재배기술의 개발 시급.
- 대편 인삼생산에 대한 체계적 생산기술의 미흡으로 생산비 과다 점유하고 있다.
- 고효율적 예정지 관리기술보급으로 토양의 물리화학성을 개선하여 양질의 우수체형을 생산할 수 있는 기술개발 필요.
- 인삼의 체형 개선에 연구가 미흡한 관계로 대편 우수체형 생산기술이 부족.

2) 경제·산업적 측면

- 인삼은 우리나라 제1의 환금작물로 현재 국제시장 점유율 23%를 차지하는 것으로서 인삼의 안정적인 생산공급은 국가경제의 안정화에 절대적이다. WTO 체제가 출범하면서 국제간의 경쟁도 더욱 치열해져 이에 대처하기 위하여도 우리나라의 재배환경에 적합한 대편 우수체형의 수삼생산 및 생산비 절감이 절대적으로 필요함.
- 수삼 등급별 가격 차이가 현저한 바, 매년 상위 등급만이 가격 상승하므로 고품질의 수삼 생산이 시급함.

[표] 수삼 등급별 가격

연도	수매등급별 가격(원/kg)				
	1등	2등	3등	4등	등외
1991	34,940	31,630	27,450	22,370	16,710
1995	37,280	33,750	29,090	23,490	17,540
1999	60,000	42,700	29,000	-	17,500
2001	75,000	47,800	31,600	-	17,700

- 대편 우수체형 수삼 생산기술 부족으로 농가수입에 막대한 지장을 초래하고 있음.
- 저등급 수삼에 의한 홍삼의 품질저하.
- 저품질로 인한 국가 경쟁력 악화.
- 외국 인삼에 비해 생산원가가 상승되어 농가소득이 감소할 뿐만 아니라 가격 면에서도 국제 경쟁력이 약화되고 있어 홍삼·백삼제품의 원료수삼의 생산비 절감 및 물량의 안정적인 확보를 위한 생력재배법의 개발과 우수체형수삼을 공급할 수 있는 재배기술의 개발이 시급히 요구되고 있음.

3) 사회·문화적 측면

- 저품질 수삼의 생산량으로 인삼 종주국으로서의 자존심 저하.
- 최근 생산기반의 취약성과 경영난 악화로 원료수삼의 안정공급이 우려되고, 수출물량의 감소뿐만 아니라 국내 소비량도 감소하는 추세인 바, 고품질의 인삼생산과 소비촉진을 위한 다양한 상품의 개발이 요구되며 인삼에 대한 재인식이 필요함.
- 고려인삼이 수출품으로서의 대외성과를 유지해 올 수 있었던 이유는 토질 및 기후 등이 인삼재배에 적합하며, 파종, 재배 및 수확 등의 관리기술이 뛰어나 중국과 일본 등에서 생산되고 있는 삼과는 품질 면에서 비교우위를 지녔기 때문에 사료된다. WHO 출범으로 국내시장이 개방되는 어려움이 있지만 이와 동시에 상대국 시장도 개방되어 품질과 우수성을 바탕으로 한 우리 인삼산업의 국제경쟁력 제고에도 좋은 기회가 될 것으로 사료됨.

제 2 절 연구개발의 내용 및 범위

1. 연구개발 목표와 내용

- 1) 우수체형 수삼생산의 재배조건구명 및 생산기술개발
 - 우수체형의 토양 근권 환경조건 구명
 - 유기물을 이용한 토양환경개선 및 수삼체형의 변화
 - 토양수분관리에 따른 수삼체형의 변화 및 뿌리발달
- 2) 일복구조에 따른 수삼체형변화와 상호연관성 구명
 - 일복구조에 따른 수삼의 체형 개선 비교 연구
 - 일복구조에 따른 광합성촉진과 수삼 체형과의 연관성 구명
- 3) 재배밀도와 생육본수에 따른 수삼체형 개선 연구
 - 식재본수가 수삼 크기 및 체형에 미치는 영향
 - 연근별 생주율이 수삼의 체형에 미치는 영향
- 4) 현지 인삼재배 농가에서 우수체형과 환경조건과의 관련성 검증
 - 인삼의 주산지역의 수삼체형 조사
 - 재배지역의 환경 및 농가의 기술 조사

2. 연차별 연구개발 목표와 내용

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
1차 년도 (2004년)	1. 우수체형 수삼 생산의 재배조건구명 및 생산기술개발	1) 유기물에 따른 토양환경조건 개선 및 수삼의 체형과 크기 - 일복구조: 차광망, 차광판 - 유기물 : 무처리, 시판유기질비료(4kg, 8kg, 12kg/칸) - 조사내용: 생육 및 수삼체형, 토양조사 2) 토양수분에 따른 뿌리의 발달과 체형조사 - 일복구조: 차광판 - 토양수분처리: 무처리, 점적관수, 저면 관수 - 조사내용: 생육, 수삼체형
	2. 일복구조에 따른 수삼의 체형변화 및 상호연관성 구명	1) 일복구조별 수삼체형 및 크기변화 - 일복구조 ① 4중직 차광망(인삼연초연구원 권장) 관행구조 : 90/90cm ; 150cm ② 양면 광반사 차광재(새로 개발된 차광재) 전주높이(cm) - 170cm/100cm - 조사내용 광량조절을 통한 수삼의 발달과 체형 조사 광합성속진과 유엽기간연장에 따른 지하부 생육 및 체형개선 조사
	3. 재식밀도에 따른 수삼의 발달과 체형변화 연구	1) 식재본수에 따른 수삼의 발달 및 체형변화 조사 - 일복구조: 차광판, 차광망 - 식재본수: 5행, 7행, 9행 × 9열 - 조사내용: 생육 및 수삼의 크기, 체형, 광합성속도 2) 년근에 따른 생육본수별 뿌리발달양상 구명 - 일복구조: 차광판, 차광망 - 식재본수: 5행, 7행, 9행 × 9열 - 조사내용: 년근별 뿌리체형 및 크기 조사
	4. 현지 인삼재배농가의 수삼체형 및 재배법 조사	1) 주요 인삼재배지의 재배조건과 수삼체형조사 - 대상지역: 포천, 금산, 해남, 풍기 2) 토양 및 재배법 조사 - 토양환경조사 - 일복시설조사 - 재배방법 및 관리기술조사

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
2차 년도 (2005년)	1. 우수 체형 수삼 생산의 재배조건구명 및 생산기술개발	1) 2, 3년근에서의 수삼 체형 및 크기의 변화조사 - 일복구조: 차광망, 차광판 - 유기물 : 무처리, 시판유기질비료(4kg, 8kg, 12kg/칸) 추비 - 조사내용: 2, 3년근의 생육 및 수삼체형, 토양조사 2) 토양수분에 따른 뿌리의 발달과 체형조사 - 일복구조: 차광판 - 토양수분처리: 무처리, 점적관수, 저면관수 - 조사내용: 생육, 수삼체형
	2. 일복구조에 따른 수삼의 체형변화 및 상호연관성 구명	1) 일복구조별 2, 3년근의 수삼체형 및 크기변화 - 일복구조 ① 4중직 차광망(인삼연초연구원 권장) 관행구조 : 90/90cm ; 150cm ② 양면 광반사 차광재(새로 개발된 차광재) 전주높이(cm) - 170cm/100cm - 조사내용 광량조절을 통한 수삼의 발달과 체형 조사 광합성속진과 유엽기간연장에 따른 지하부 생육 및 체형개선 조사
	3. 재식밀도에 따른 수삼의 발달과 체형변화 연구	1) 2, 3년근의 수삼의 발달 및 체형변화 조사 - 일복구조: 차광판, 차광망 - 식재본수: 5행, 7행, 9행 × 9열 - 조사내용: 생육 및 수삼의 크기, 체형, 광합성속도 2) 2, 3년근에 따른 생육본수별 뿌리발달양상 구명 - 일복구조: 차광판, 차광망 - 식재본수: 5행, 7행, 9행 × 9열 - 조사내용: 년근별 뿌리체형 및 크기 조사
	4. 현지 인삼재배 농가의 수삼 체형 및 재배법 조사	1) 주요 인삼재배지의 재배조건과 수삼체형조사 - 대상지역: 포천, 금산, 해남, 풍기 - 인삼의 체형 및 크기조사 2) 토양 및 재배법 조사 - 토양환경조사 - 일복시설조사 - 재배방법 및 관리기술조사

구 분	연구개발목표	연구개발 내용 및 범위
3차 년도 (2006년)	1. 4년근에서의 우수체형수삼 생산의 재배 조건구명 및 생산기술개발	1) 4년근에서의 유기물에 의한 수삼 체형 및 크기의 변화조사 - 일복구조: 차광망, 차광관 - 유기물 : 무처리, 시판유기질비료(4kg, 8kg, 12kg/칸) 추비 - 조사내용: 4년근의 생육 및 수삼체형, 토양조사 2) 토양수분에 따른 뿌리의 발달과 체형조사 - 일복구조: 차광관 - 토양수분처리: 무처리, 점적관수, 저면관수 - 조사내용: 생육, 수삼체형
	2. 일복구조에 따른 수삼의 체형변화 및 상호연관성구명	1) 일복구조별 4년근의 수삼체형 및 크기변화 - 일복구조 ① 4중직 차광망(인삼연초연구원 권장) 관행구조 : 90/90cm ; 150cm ② 양면 광반사 차광재(새로 개발된 차광재) 전주높이(cm) - 170cm/100cm - 조사내용 광량조절을 통한 수삼의 발달과 체형 조사 광합성속진과 유엽기간연장에 따른 지하부 생육 및 체형 개선 조사
	3. 재식밀도에 따른 수삼의 발달과 체형변화 연구	1) 4년근의 수삼의 발달 및 체형변화 조사 - 일복구조: 차광관, 차광망 - 식재본수: 5행, 7행, 9행 × 9열 - 조사내용: 생육 및 수삼의 크기, 체형, 광합성속도 2) 4년근에 따른 생육본수별 뿌리발달양상 구명 - 일복구조: 차광관, 차광망 - 식재본수: 5행, 7행, 9행 × 9열 - 조사내용: 년근별 뿌리체형 및 크기 조사
	4. 현지 인삼재배농가의 수삼체형 및 재배법 조사	1) 주요 인삼재배지의 재배조건과 수삼체형조사 - 대상지역: 포천, 금산, 해남, 풍기 - 인삼의 체형 및 크기조사 2) 토양 및 재배법 조사 - 토양환경조사 - 일복시설조사 - 재배방법 및 관리기술조사

제 2 장 국내외 기술개발 현황

인삼의 관한 국내연구는 주로 KT&G(전 한국인삼연초연구원) 및 각 대학에서 주로 이루어졌으나, 최근의 연구는 인삼의 약리성과 효능을 중심으로 이루어져 왔고, 이 중심이 되어 있고 생산기술 및 우수체형에 관한 연구는 매우 적다.

특히, 인삼에서의 대편 우수체형에 관한 생리생태학적 연구성과는 인삼연구가 시작된 이래 거의 찾아보기 힘든 실정으로 대부분의 인삼에 관한 연구는 생육 및 수량을 증가시키기 위한 재배환경의 개선과 재배기술 등에 집중되어 있다.

- 토양관리
 - 청초대체를 위해 벧짚, 옥수수줄기, 보리짚이 수량에 약간 증수효과(고려인삼학회지 1990)
 - 양질묘포 토양의 물리성이 생육 및 수량에 미치는 영향의 연구에서 산야초가 물리성 개선에 의해 수량의 증수효과(고려인삼학회지 1996)
 - 2년근 이식 전에 Mg을 단독 또는 활성탄과 혼용시 생육불량(인삼연초연구소 보고서 1990)
 - 인삼포의 관주는 결주방지 개체중량 증가 효과(인삼연초연구소 보고서 1985)
 - 마그네슘처리가 품질 향상(인삼연초연구소 보고서 1988)
 - 토양수분조절은 천지삼을 향상(인삼연초연구소 보고서 1996)
- 재배방법
 - 이식가능 묘삼의 단위면적당 생산본수 및 생산량은 투과율 5%의 누수구에서 가장 양호하여 근장이 17.8cm로 길었으며 묘삼체형도 우수하였다.
 - 누수량이 많고 토양수분함량이 많은 곳에서 근장이 11.4cm로 짧아 불량하였으며 무관수(건조)시 달래삼 비율이 50%이상으로 묘삼질이 현저히 떨어졌다.
 - 지온의 상승을 막고 수분함량을 높이기 위해 미국에서는 굵은 나무 톱밥을 부초하고 있으며 광을 많이 넣고 지온을 내리려면 0.5inch의 부초를 해야한다고 밝혀져 있다.
 - 본 연구진에서 하우스 이용 육묘 재배시 잎·줄기의 굴광성 없이 묘가 생육하였고 온도상승에 따른 고온장해 피해는 극미하였으며 출아후 입모가 균일

하였다.

- 양직모표에서의 성묘율은 40%에 불과하며 이에 대한 수량감소 요인은 묘포 생육 기간동안 반점병, 균에 의한 뿌리의 흑색썩음증상이 1.3~10.5%, 월동중 Botrytis sp에 의한 너두썩음 증상이 28%를 차지하여 이들 두가지의 병이 주 원인으로 밝혀졌다.

- 일복조건

- 해가림 피복물의 색상이 고려인삼의 생육 및 saponin에 미치는 영향(고려인삼 학회지 1994)
- 광·온도·누수량이 인삼생육에 미치는 영향에 관한 보고는 본포인삼에서 광포 화점이 10,000~15,000lux 내외이고, 포장하에서 투광률은 10~15% 가 적정임이 밝혀져 있고 광합성 최적온도에 관해서는李등, 朴등 에 의해 20℃ 내외임이 밝혀졌다.
- 해가림의 투광률이 증가됨에 따라 비엽중과 단위 면적당 기공수는 비례적으로 증가하였으나 엽록소 a,b 함량과 기공의 크기는 감소하였고 엽록소a/b 비율은 큰 차이가 없었다.
- 미국·캐나다에서는 인삼을 대규모 면적에 직파한 후 해가림을 수확하기까지 계속 사용할 수 있는 대형 해가림을 설치하여 생산비를 크게 절감시키고 인삼 수확기, 직파기 등 수종의 대형 농기계 개발로 노동력을 크게 경감시키고 있다.

- 현기술 상태의 취약부분으로

- 예정지토양의 개량, 관리 기술의 체계화 연구 부족
- 약토대체 유기질 비료 개발 부족
- 적기, 적량의 수분공급과 관수방법에 의한 토양구조 악화방지 기술 미흡
- 재식본수에 의한 인삼체형변화연구 미비
- 일복구조에 인삼 체형 연구가 부족
- 물질대사능력과 인삼의 대편우수체형에 관한 연구 부족

이상에 관한 사항이 우리나라에서 절실히 요구되고 있는 연구과제로 본포의 생육환경 즉 투광율에 따른 광합성기작, 수분요구도, 병해충 발생 등이 다소 집약적

관리에도 불구하고 품질은 크게 향상되지 않고 있는 바, 토양환경의 개선, 재배본수의 개선, 일복구조의 개선으로 인삼의 우수체형생산에 관한 체계적인 실용화 기술개발이 시급하다.

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

고려인삼의 품질은 고유의 전통적인 방법을 따르고 있어 뿌리의 연근(근령, 나이)과 크기(편급), 체형에 따라 가격차이가 크며 천삼의 생산은 전체 인삼 생산의 3%에도 못 미치고 있는 실정이다. 천삼 10지는 뿌리무게가 60g이상(수삼으로300g 이상)인 것을 말하는데, 이러한 최우수 삼은 천삼 중에서도 0.8%에 불과하다. 이런 최고품질(천삼10지)의 홍삼은 600g에 300만원의 호가이지만 품귀하여 이런 삼의 생산기술이 시급하게 확립되어야 한다.

따라서, 본 연구는 인삼의 대편과 체형에 좌우되는 요인을 밝히고 최적조건을 구명하여 대편, 우수체형 수삼을 생산할 수 있는 기술을 개발하고자 한다.

인삼의 대편, 우수체형생산에 관여하는 요인을 크게 세분류로 착안하여 시험, 분석하였다.

첫 번째로 (1)지상부 환경요인으로 일복구조와 재료(저온, 다광, 누수)에 관하여 연구하였고, 두 번째는 (2)식물체 요인으로 ①물질생산요인 극대(최적엽면적확보, 광합성향상, 조기낙엽억제)와 ②재식밀도(인삼의 생육공간), 그리고 세 번째로는 (3)지하부 환경요인으로 ①토양유기물과 ②토양수분에 대하여 각 요소가 인삼의 생육 및 뿌리발달 양상과 품질에 미치는 영향에 대하여 조사, 이들 요인에 대하여 독립적으로 미치는 영향을 조사하여 기여도등의 분석을 통한 종합적인 생산체계를 확립하고자 한다.

제 1 절 일복구조에 따른 수삼의 생육 및 품질과 체형의 변화

1. 서언

인삼은 시설재배작물로 시설구조에 따라 생육과 수량에 크게 지배를 받는다. 현재 농가에서 사용되고 있는 일복재료 및 구조는 누수와 직접광선의 유입으로 생산성과 고품질에 문제시되고 있다.

따라서 일복구조를 달리하였을 경우, 광량 및 기타 환경조건의 변화가 인삼의 크기와 품질 및 체형에 미치는 영향을 구명하고자 실시하였다.

일반적으로 일복구조의 변화는 인삼의 미기상에 영향을 주며 특히, 광선은 모든 식물의 대사작용과 생장에 필요한 궁극적인 에너지원이며 광합성을 통해 그 에너지는 식물체내에 고정된다. 맑은 날 한낮에 지표면에서의 광량은 대략 $2000\mu\text{Es}^{-1}\text{m}^{-2}$ 을 보이지만 이들 값은 시간, 계절, 기상, 수광면의 경사 방향 및 경사도 등에 따라서 상당한 차이를 보인다. 또한, 작물의 군락내에 투입되는 광량은 군락을 구성하고 있는 작물의 품종, 재식밀도, 파종량, 잎의 형태 등 다양한 요인의 영향을 받으면서 시간 및 공간적으로 끊임없이 변하고 있다. 또한, 광은 광합성을 위한 에너지 제공과 함께 온도, 습도, 강수량 등 작물군락의 무기환경에 변화를 초래함으로써 작물의 생장 및 대사작용에 직·간접적으로 영향을 미친다. 또한, 잎에서의 기공폐쇄에 영향을 주어 체내의 수분증산과 이에 따른 Potential의 구배를 유도하여 수분과 양분의 흡수와 이동을 유도하는 궁극적인 동기를 제공한다.

이와 같이, 광 인자는 작물의 광합성작용 뿐만 아니라 체내조건과도 밀접한 관계를 지닌 필수 인자로 간주되고 있으나, 인삼 재배에 있어 해가림은 필수적인 구조물이며 관행의 해가림 구조는 우리 나라에서 인삼재배가 시작된 이래 큰 변화 없이 현재까지 이용되고 있다.

인삼의 광과 광합성에 관한 연구는 오래 전부터 이루어져 있어서 Grushvitskii에 의하면 인삼의 광포화점은 22,000lux라고 밝힌 바 있으며 울림 등은 인삼생육 최적 광도는 자연광의 5~10%라고 하였고 官澤은 3,000~4,000lux가 인삼생육 최적광도라 보고한 바 있다. 또한, 김은 인삼생육 최적광도는 전광량의 8%정도라 하였고,

이는 인삼엽의 최대광합성 광도가 15~20℃에서는 11,000lux이며, 25℃이상에서는 9,500lux 내외라고 보고한 바 있으며, 李 등은 온도가 높아질수록 광합성최적광도는 낮아짐을 보고하는 등 많은 연구가 되어 있으나, Aging에 따른 광합성의 변화와 그 조절기구 및 관련형질간의 상호연관성에 대하여는 아직 미흡한 실정이며 동일한 잎을 이용하여 전 생육기간에 추적·조사한 연구는 거의 찾아보기 힘들다.

따라서, 본 실험은 일복구조에 따른 인삼의 개엽에 대한 광합성 특성과 그와 관련된 형질을 생육시기별로 조사하고 생육 및 수량과 체형에 미치는 인자를 구명하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험의 수행은 2004-2007년도에 부산대학교 부속농장(밀양시 부북면)에서 실시하였다. 시험 방법은 2003년도 9월부터 예정지 관리를 시작하여 2004년 2월에 인삼포 이랑방향을 설정, 상토높이 25cm, 폭 90cm, 이랑폭 90cm로 만들어 유기질비료의 처리를 실시한 후, 인삼 1년 묘삼을 인삼 이식기를 이용하여 이식하였다. 묘삼이식은 2004년 3월 26일(연구1차년도)과 2005년 4월 5일(연구2차년도)에 인삼재배농가에서 분양 받은 묘삼으로 주간 15cm간격으로 이식하였는데, 식재본수의 차이를 주기 위해 칸 당 63주(7×9)로 이식하였다.

일복구조는 관행구조로서, 4중직 차광망(인삼연초연구원 권장) 180cm/100cm와 새로이 개발되고 있는 양면 광반사 차광판(전주170cm/후주100cm)을 사용하였다. (사진 1참조)



사진 1. 차광망과 은박차광판의 일복구조(좌: 차광망, 우: 은박차광판)



3년근포(2005년 이식) 4년근포(2004년 이식) 5년근포(2003년 이식)

사진 2. 부산대학교 부속농장 인삼포 전경

조사는 2004년부터 2006년까지 매년 3반복으로 반복 당 1칸을 수확하였으며, 작물체의 형태적 특성조사는 지상부에서 엽면적, 엽록소함량, 경장, 경직경 등을 조사하였고 지하부는 근장, 근직경, 동체, 생체중, 건물중을 조사하였는데, 지하부의 조사방법으로 뿌리의 근장은 뇌두 끝에서 뿌리의 제일 끝 길이를 측정하였고, 근직경은 동체에서 가장 굵은 부위의 굵기를 버니어캘리퍼스로 측정하였다. 생근중은 박피하지 않은 수삼을 세척한 후, 흡습지로 수분을 제거한 중량이며, 건근중은 수삼을 50℃에서 7-8일간 건조하여 측정하였다. 인삼뿌리는 크기별로 분류하여 인삼품질로 평가하였고 인삼의 체형은 4가지 형태로 구분하였다.

또한, 인삼의 생리적 특성으로 일복구조와 생육시기에 따라서 광합성속도, 증산작용, 기공전도도, 엽록소함량, 일비량 등을 측정하였고 측정 대상 잎은 정상적으로 생육한 3개체의 최근 완전히 전개한 잎을 대상으로 전 생육기간 동안 동일한 잎을 추적, 조사하였다. 이들 조사방법은 광합성속도, 증산작용, 기공전도도, 세포간극 내 이산화탄소는 LI-6400 휴대용 광합성증산측정장치를 이용하여 측정하였으며, 광량에 따른 광합성속도의 변화는 LI 6400-02 LED의 인공광선을 이용하여 0, 100, 300, 500, 700, 1000 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 광량을 인위적으로 조절하여 측정하였고 인삼포의 자연광 하에서는 자연광 챔버를 이용하여 측정하였다. 광합성속도의 측정이 종료되면 잎의 엽록소함량을 미놀타 SPAD 502를 사용하여 3반복으로 측정하였다.

광합성속도, 엽록소함량 등 지상부의 생리적 특성조사가 종료되면 지상부의 줄기를 두둑에서 약 5cm 정도 줄기를 절단한 후, 절단부위에 약솜을 끼워 일비량을 측정하였다(사진 3참조).

일비량 측정은 24시간 측정하였고 측정 후, 뿌리를 채취하여 건물중 일비량으로

환산하여 나타내었다. 일비량을 측정한 개체에 대해서는 CO₂적외선측정기를 이용하여 뿌리호흡을 측정하였고 질소함량을 켈달분석하여 일비량과의 상관관계를 구했다.



사진 3 인삼의 일비량 측정

기타, 수삼품질에 관해서는 연근별 수확한 수삼을 임의로 크기별로 나누어 각각 비율로 산정하였고 체형을 크게 4가지로 분류하여 체형조사를 행하였다. 또한 질적 평가의 지표중에 하나인 사포닌을 분석하였는데, 사포닌 함량 분석은 건조시료 2g에 수포화 부탄올 30ml를 첨가하고 80℃에서 1시간씩 3회 환류추출 후 여과하여 회전감압농축기(60℃ 조건)에서 감압농축 하였으며, 응고된 농축물에 증류수와 ether를 첨가하여 색소와 지용성 성분 등을 제거하였다. 지용성 성분이 제거된 수층을 다시 회전감압농축기(60℃ 조건)에서 농축하여 고속 액체크로마토그래피(HPLC)로 분석하였는데 분석에 사용한 기기는 Perkin elmer series 200 Pump, Peltier column oven, UV/VIS Detector, Vacuum Degasser, 그리고 Series 600 LINK를 연결하여 사용하였고 HPLC의 Column은 ZORBAX Eclipse XDB-C18(4.6×150mm, 5-Micron)을 사용하였다. 실험에 이용된 모든 시약 H₂O와 CH₃CN, CH₃OH 모두 SK Chemical의 Burdick & Jackson 제품 (HPLC grade)을 사용하였으며, HPLC 분석에 사용된 표준품은 시중에서 판매하는 Sigma(USA)와 EXTRASYNTHESE(France)의 제품을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 지상부생육의 특성

일복구조는 인삼의 생육환경에 현저한 영향을 미치며 생육 및 뿌리발달에 지대한 영향을 미칠 것으로 사료된다. 차광망과 은박차광판으로 일복조건을 달리하였을 때, 인삼의 생육 및 근 발달에 미치는 영향을 조사하였다.

차광망과 차광판의 일복구조별 지상부 생육특성을 조사하였던 바, 표 1에서 보는 바와 같다. 경장은 3년근에서는 차광판이 차광망(관행)에 비하여 25%, 4년근에서는 12%, 5년근에서는 9% 각각 증가하였고 경태도 차광판이 3,4,5년근 각각 16%, 12%, 15% 증가하는 경향을 보였다. 이와 같이 경태의 발달은 지하부의 근직경과 중요한 요소로 연근에 따라 현저한 증가를 보인 것은 수량증대에 기여될 것으로 사료된다..

표 1. 일복구조에 따른 인삼의 지상부 생육특성

연근	차광재	경장 (cm)	경태 (mm)	지상부생체중 (g/주)			엽면적 (cm ² /주)
				줄기	잎	계	
3	차광망	24b (100)	3.7b (100)	2.1b (100)	4.4b (100)	6.5b (100)	289b (100)
	차광판	30a (125)	4.3a (116)	3.2a (152)	6.3a (143)	9.3a (143)	403a (139)
4	차광망	43b (100)	7.8b (100)	12.1b (100)	15.0b (100)	27.1b (100)	791b (100)
	차광판	48a (112)	8.7a (112)	20.5a (169)	16.0a (107)	36.5a (135)	952a (120)
5	차광망	44b (100)	8.0b (100)	19.6b (100)	16.4b (100)	35.9b (100)	1009b (100)
	차광판	48a (109)	9.2a (115)	24.5a (125)	17.8a (107)	42.3a (118)	1044a (103)

* 영문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

또한, 지상부의 생체중은 차광망에 비하여 차광판에서 3년근에서는 43%, 4년근에서는 72%, 5년근에서는 18%로 증가하는 경향을 보였고, 엽면적은 차광판이 차광망에 비하여 3년근은 39%, 4년근은 20%, 5년근은 3% 증가하는 경향을 보였는

데, 엽면적의 증가폭은 고년근에서는 처리간에 차이가 감소하는 것으로 사료되어 저년근에서의 효과가 클 것으로 생각된다. 이상의 결과에서 인삼의 지상부 생육에서 일복재료에 따른 차이는 3년근, 4년근, 5년근 모두에서 현저한 증가가 있어 유의성이 인정되었고 관행재배의 차광망에 비하여 차광관이 지상부의 생육을 왕성하게 가져와 수량증대에 기여할 것으로 사료된다.

앞에서 검토한 일복구조에 따른 지상부의 생육, 특히 엽면적의 양의 현저한 증가를 가져왔다. 일복구조의 차이는 미기상환경에 영향을 미치며 이는 잎의 발달에 질적 차이를 가져올 것으로 사료된다. 따라서, 잎의 기능중 가장 중요한 광합성, 기공전도도 등에 관하여 조사하였던 바, 그림 1에서 보는 바와 같다.

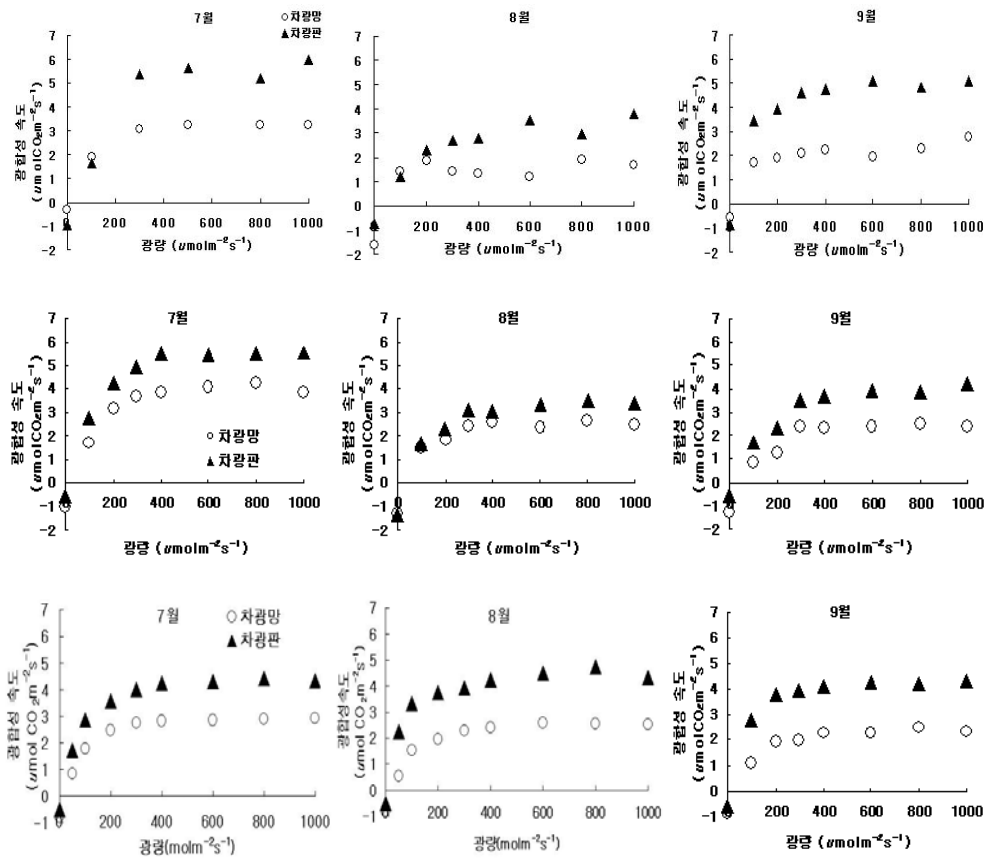


그림 1. 일복구조에 따른 광 강도별 인삼의 광합성속도의 변화(상:3년근, 중:4년근, 하:5년근)

일복구조별 광합성속도는 모든 처리구에서 광 강도가 증가함에 따라 광합성속도도 증가하는데 $300\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 부근에서 최고점에 도달한 후에는 광 강도를 높여도 광합성속도는 일정하거나 감소하는 경향을 나타냈다. 모든 조사시기의 일복구조별 광합성속도는 차광관에서 생육한 인삼 잎이 차광망에 비하여 높게 나타났다. 이와 같은 경향은 2005년도, 2006년도의 측정에서도 동일한 효과를 가져왔다.

이상의 결과에서 더욱 구체적인 원인을 구명하기 위해서 서로 다른 일복구조에서 생육한 인삼 잎의 엽록소형광반응을 조사하였다. 그림 2에서 보는 바와 같이 차광망에서 생육한 인삼 잎의 F_m 은 748.8이고 차광관은 987.0으로 차광망에 비하여 차광관에서서의 F_m 이 높은 경향이 있어서 광량이 많은 차광망에서 생육한 인삼 잎에서는 보통 F_m 이 감소하는 경향을 보였다. 또한, qP 는 차광망이 차광관에 비하여 다소 낮은 경향을 보였고 qN 은 이와 반대되는 경향을 나타냈으며 ETR은 차광망이 33.6이고 차광관이 40.5으로 차광관에서 생육한 인삼 잎의 전자전달속도가 더 양호한 것으로 나타났다. 이상에서와 같이 엽록소형광반응에서도 차광망에 비하여 은박차광관이 효과가 증가한 것으로 나타났다.

이와 같은 결과에서 일복재료에 따른 지상부의 양적, 질적 증가가 인삼의 지하부 발달에 현저한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

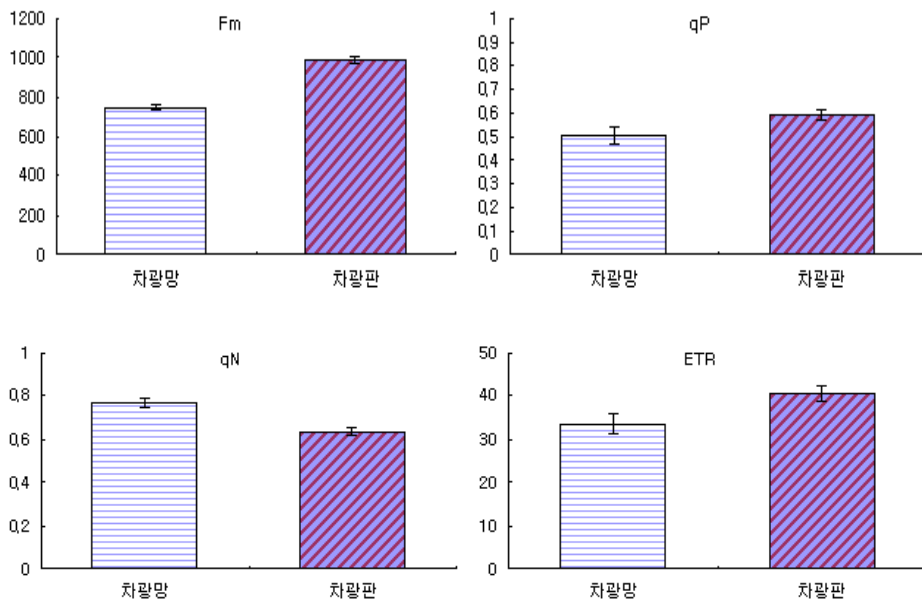


그림 2. 일복구조별 엽록소형광 반응의 변화

일복구조의 변화는 인삼의 생육환경을 변화시키며 그 중 가장 중요한 요인인 광과 온도를 변화시킨다. 광과 온도는 식물의 잎 특히, 엽육조직의 발달에 현저한 영향을 미치는 인자로 알려져 있을 뿐만 아니라, 엽육조직의 발달은 식물의 물질생산능력을 좌우할 수 있는 중요한 조직이다.

즉, 식물의 엽육 발달은 광 환경에 의해 매우 크게 지배되는 것으로 충분한 광 환경 조건에서 성장한 잎이 음지조건을 형성하게 되면 엽육조직이 얇아지고 음엽화한다. 따라서, 군락조건에서 양엽식물은 자연적으로 하위부위의 잎에 광이 부족하여 상위엽에 비하여 하위엽이 음엽적 특성을 가지게 된다.

본 연구에서는 일복구조에 따라 인삼의 잎의 형태적 변화를 측정하여 이들의 중요성을 확인하였다. 일복구조별 인삼 잎의 단면을 측정하였던 바, 사진 4와 같았다.

또한, 일복재료에 따라 인삼잎의 엽육조직 두께를 측정해 본 바, Sem사진에서 보는 바와 같이 엽육발달이 상이하게 다르다는 것을 알 수 있다. 즉, 엽육조직의 발달은 은박차광판이 차광망에 비하여 잘 발달되어 있다. 이와 같은 사실은 광과 밀접한 관계가 있는 것으로 일반 식물에서는 광량이 많을수록 엽육조직이 두껍게 발달하는 것으로 알려져 있으나, 인삼의 경우 이와 반대의 현상으로 광량이 많은 차광망에서 그다지 발달하지 않은 경향이였다. 엽육조직의 발달과 광합성속도와는 밀접한 관계에 있다는 것은 이미 밝혀진 바 있어 본 실험에서 차광판이 광합성속도가 증가되었다는 원인은 엽록소와 엽육조직의 발달에 의한 것으로 결론지을 수 있다.

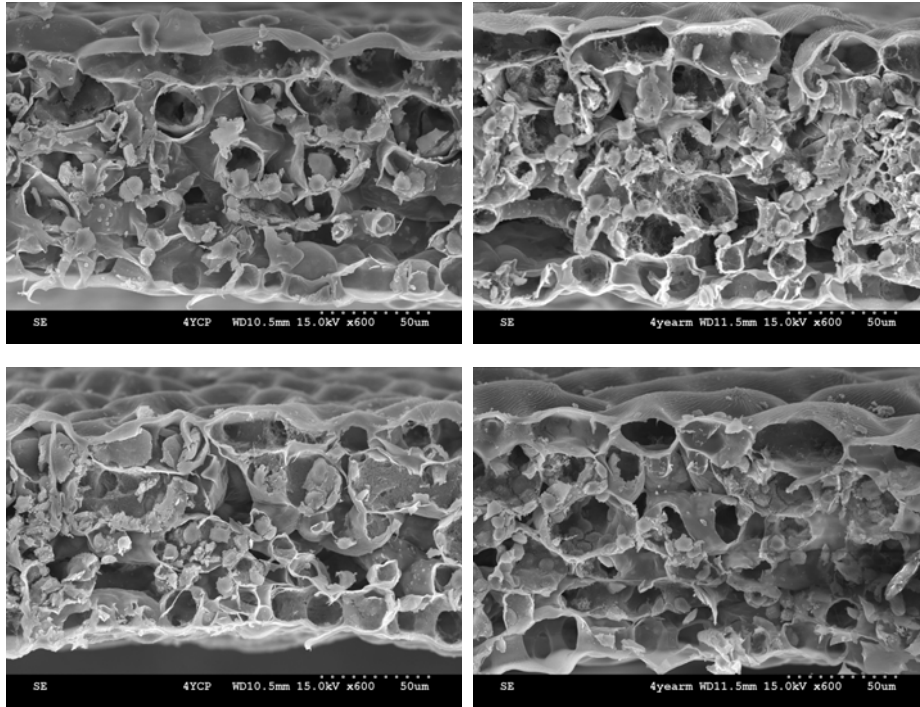


사진 4. 일복구조에 따른 인삼잎의 엽육조직의 변화
(좌상하: 차광망, 우상하: 은박차광판)

인삼의 엽육조직 발달은 인삼의 생리적 기능을 향상시켜 기공저항과 엽육저항을 감소시킬 것으로 사료되어 광합성속도에 대하여 기공전도도와 증산작용과의 관계를 검토해 본 바, 그림 3에서 보는 바와 같다.

2004-2006년 3년 동안 7월, 8월, 9월 측정치의 평균을 광합성속도와 증산작용, 광합성속도와 기공전도도의 관계를 검토해 본 결과, 그림에서 보는 바와 같이 양자간의 관계가 각각 1차회귀식으로 정의상관관계가 인정되어 기공전도도가 증가할수록 광합성속도가 증가하는 경향을 나타내었고, 증산작용과 광합성속도와의 관계도 동일한 결과를 얻었다. 이를 일복구조별로 검토해 보면 차광판이 차광망에 비하여 양자간의 관계에서 높은 위치에 분포하고 있어 차광판에서 생육한 인삼 잎이 좋은 생육을 나타낼 것으로 사료된다.

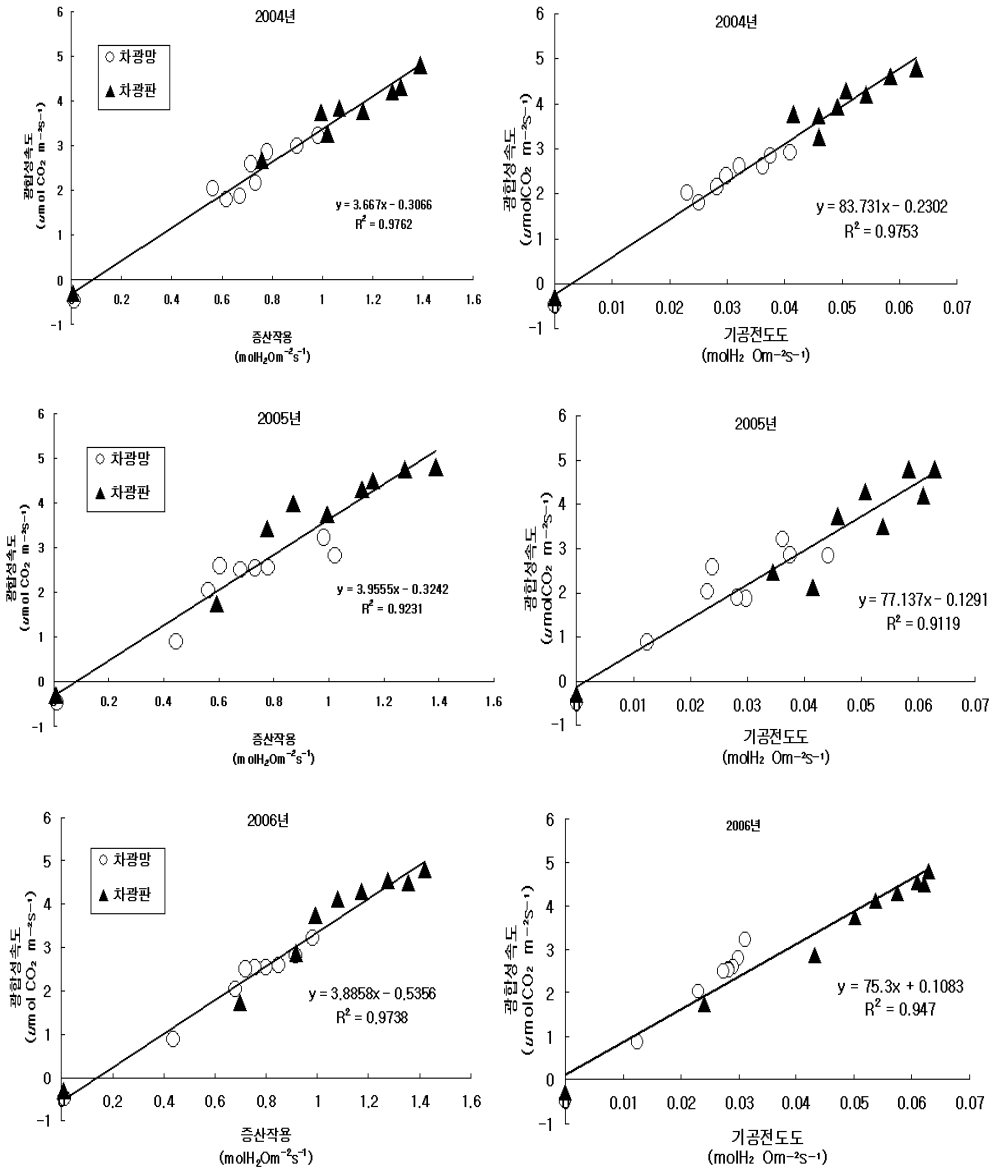


그림 3. 광합성속도와 증산작용, 기공전도도와 광합성속도와의 관계

나. 지하부의 특성

일복구조별 인삼의 지하부 생육특성을 조사한 결과는 표 2와 그림 4에서 보는 바와 같다. 근장은 일복구조에 따라 차이가 나타나 차광망은 3년근에서 전후주 각각 21.7cm, 23.9cm에 비하여 차광판에서는 28.3cm, 32.0cm로 증가하는 경향이었고 5년근은 차광망이 23.7cm, 27.9cm 차광판이 37.6cm, 34.5cm로 차광판에서 현저한 증가를 보였다. 이와 같이 근장에서는 4년근에서는 3년근에 비하여 모든 처리구에서 짧아지는 경향이었으나 5년근에서는 차광판이 차광망에 비하여 증가하는 경향이였다. 또한, 근직경은 3년근, 4년근, 5년근 모두에서 차광판이 차광망에 비하여 증가하는 경향을 보였고, 동체장도 동일한 결과를 얻었다. 근직경과 동체의 발달은 인삼의 품질 중 체형에 큰 영향을 미치는 요인으로 매우 중요하다. 이런 관점에서 차광판이 차광망에 비하여 유리할 것으로 판단된다.

표 2. 일복구조에 따른 인삼 뿌리의 생육특성

구 분		근장(cm)			동체(cm)			근직경(mm)		
		3년근	4년근	5년근	3년근	4년근	5년근	3년근	4년근	5년근
차광망	전주	21.7b	20.8b	23.7b	9.0b	7.3b	8.9b	13.2b	14.3b	22.5b
	후주	23.9b	18.5b	27.9b	8.3b	7.9b	10.1ab	11.7b	14.1b	22.7b
	계	22.8 (100)	19.7 (100)	26.1 (100)	8.7 (100)	7.6 (100)	9.6 (100)	12.5 (100)	14.2 (100)	22.6 (100)
차광판	전주	28.3a	24.5a	37.6a	10.6a	8.2a	9.2b	17.0a	16.9a	30.1a
	후주	32.0a	24.4a	34.5a	10.2a	8.5a	11.5a	16.1a	14.6a	23.6b
	계	30.2 (132)	24.5 (124)	35.8 (137.2)	10.4 (120)	8.4 (110)	10.6 (110.3)	16.6 (132)	15.8 (111)	26.2 (115.7)

* 영문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

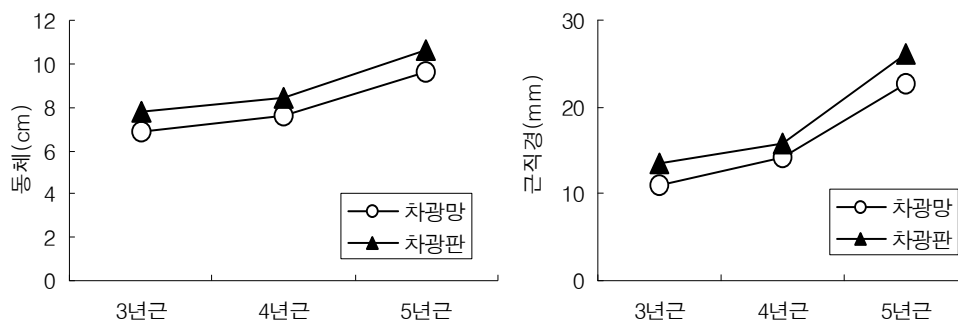


그림 4. 일복구조에 따른 동체와 근직경의 변화(좌: 동체, 우: 근직경)

일복구조에 따른 인삼의 수량을 검토해 보기 위해 우선 생근중에 대하여 검토해 보면 표 3에서 보는 바와 같이 차광망에서는 3년근 14.1g, 10.1g, 4년근 18.6g, 20.2g, 5년근 33.5g, 27.4g을 보였는데, 차광판에서는 3년근 21.8g, 20.9g, 4년근 32.2g, 35.5g 5년근 64.7g, 45.7g으로 차광판이 차광망에 비하여 현저하게 증가하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 차광망에 비하여 차광판이 인삼생육환경을 저온으로 유지시켜 지상부의 생육을 촉진 시키고 이로 인하여 지상부 잎의 광합성속도가 향상되어 얻은 결과라 생각한다.

표 3. 일복구조에 따른 인삼 근중의 변화

구 분	생근중(g/개체)			건물중(g/개체)			
	3년근	4년근	5년근	3년근	4년근	5년근	
차광망	전주	14.1b	18.6b	27.4c	4.3b	5.3b	7.2b
	후주	10.1b	20.2b	33.6c	3.1b	5.7b	8.9b
	계	12.1(100)	19.4(100)	30.9(100)	3.7(100)	5.5(100)	8.4(100)
차광판	전주	21.8a	32.2a	64.7a	6.3a	9.2a	20.2a
	후주	20.9a	35.3a	45.7b	6.2a	10.0a	15.4a
	계	21.4(176)	33.8(174)	53.3(172)	6.3(171)	9.6(174)	17.3(206)

* 영문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

한편, 인삼은 6-8월에 기온상승에 따라 엽온 상승으로 잎의 증산작용이 왕성해져 뿌리로부터 많은 수분 공급이 요구하게 되는데, 이 때 수분 공급이 원활하지 못하면 인삼의 잎의 노화촉진 및 조기낙엽 등을 초래하여 막대한 피해가 발생할 수 있어 잎으로의 수분공급은 뿌리의 양과 근활력등 생리적 활성과 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서, 인삼에 있어 출액속도의 변화와 이에 관여하는 요인을 구명하기 위하여 일비량을 측정할 결과, 그림 5에서 보는 바와 같이 출액량은 시간이 경과함에 따라 서서히 증가하는 경향을 나타냈으며 생육이 진행됨에 따라 출액량이 다소 감소하는 경향이 있었고 모든 생육기간에서 차광망에 비하여 차광판에서 높은 경향이 있어 근활력이 차광판에서 더 효과적이라는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 경향은 뿌리호흡, 질소, 당 등이 뿌리에 많이 함유할 시 나타나는 현상으로 차광판의 인삼뿌리가 충실하고 지근발생이 많다는 것으로 사료되며 그림 6에서와 같이 근중이 무거울수록 출액량이 증가하는 경향을 보이나 유의성이 인정되지 않았고 근호흡과 출액량은 정의상관관계가 인정되었다.

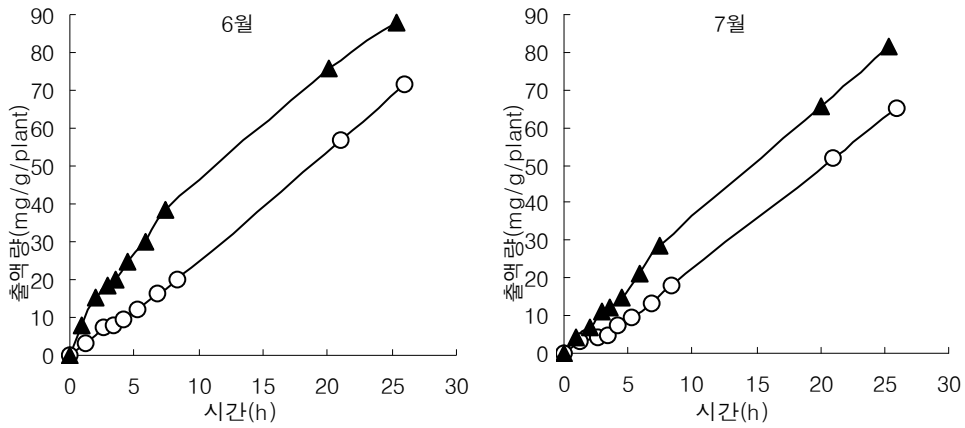


그림 5. 인삼뿌리의 일비량 변화 (▲: 차광판, ○: 차광망)

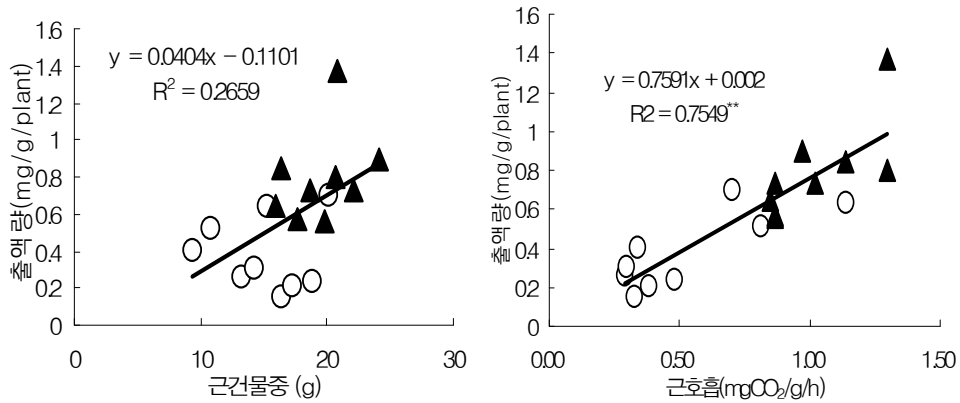


그림 6. 인삼의 출액량과 검물중 및 근호흡과의 관계

(▲: 차광판, ○: 차광망)

또한, 근호흡속도는 그림 7에서 보는 바와 같이 뿌리의 질소농도와 정의상관관계가 인정되어 인삼의 근호흡은 질소농도가 높을수록 증가하는 경향이 있었고 동일한 조건에서 차광판이 차광망보다 높은 위치에 분포해 있어 일비량이 뿌리의 양과 질 특히, 뿌리의 질적 조건 즉 질소, 당, 호흡등에 크게 좌우되는 성질로 차광판의 일비량이 향상되었다는 것은 일복재료가 이들의 조건을 건설하게 만들었기 때문인 것으로 사료된다.

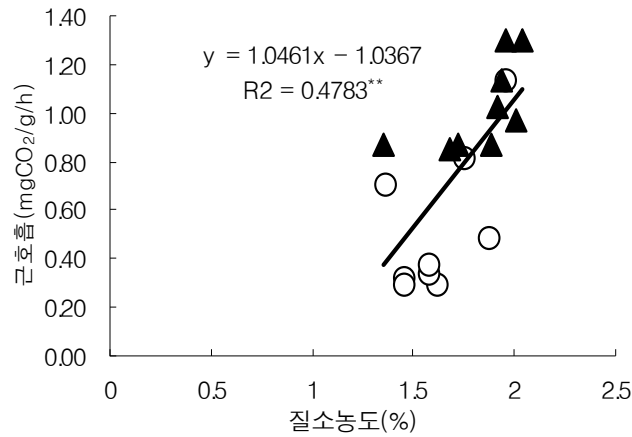


그림 7. 근호흡과 질소농도와의 관계
(▲: 차광판, ○: 차광망)

인삼의 지근 발달은 뿌리의 형태를 좌우시키고 토양양수분의 흡수력과 밀접한 관계를 가지고 있다. 본 연구에서는 일복구조에 따라 인삼의 지근발달 양상을 알아보기 위하여 조사하였던 바, 표 4에서 보는 바와 같다. 표에서 보는 바와 같이 지근의 발달정도는 차광망에 비하여 차광판에서 증가하는 경향을 보였고 모든 연근에서 동일한 결과를 보였다.

표 4. 일복구조에 따른 인삼 지근의 발달

구 분	제 1지근						제 2지근						
	길이(cm)			직경(mm)			길이(cm)			직경(mm)			
	3년근	4년근	5년근	3년근	4년근	5년근	3년근	4년근	5년근	3년근	4년근	5년근	
차광망	전주	9.9a	11.5a	12.0b	2.0a	6.0a	5.4b	10.9a	9.6b	12.0a	1.8a	5.1a	3.4c
	후주	7.2a	8.8b	15.7a	3.2a	4.4b	6.8b	11.2a	8.4b	14.3a	2.3b	2.8b	2.0c
차광판	전주	14.7b	14.1a	16.1a	5.0b	5.3b	10.4a	11.7a	11.8a	13.8a	2.4b	3.4ab	7.6a
	후주	20.4c	14.1a	16.4a	5.8b	7.0a	9.0a	16.0b	11.0a	12.6a	2.6b	4.2a	5.6b

* 영문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

지근발생이 많을 경우에는 오히려 불량삼을 유발시키는 항목이어서 많은 발생은 바람직한 경향은 아니지만, 지근의 착생 위치와 길이 및 발생수는 체형과 밀접한

관계를 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 지근의 발달 정도를 알아보기 위해서 주근위치별 지근의 수와 직경을 조사하였던 바, 표 5에서 보는 바와 같다.

지근의 발생수는 차광망에 비하여 차광판에서 현저하게 높다는 것을 알 수 있고 그 발생정도도 주근위치의 하부에서 많이 착생하는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 난발삼 또는 오징어형의 체형을 가져올 수 있지만, 지근의 직경에 따라 체형은 좌우될 수 있다. 지근의 직경발달을 보면 차광망에 비하여 차광판에서 지근직경이 증가한 것으로 보여 체형을 양호하게 가져올 가능성이 매우 높다. 즉 차광망의 지근은 4년근에서 4-6cm 위치에서 많이 발생하고, 상부의 지근이 발달하는 양상을 보였으나, 차광판은 6-8cm, 10-12cm에서 발달하는 것으로 보였다. 또한 5년근에서도 차광망은 4-6cm, 6-8cm위치에서 지근발달이 높았고, 지근직경도 크게 증가하는 경향을 보였으며 차광판은 6-8cm, 8-10cm위치에서 지근이 발생하고 직경도 증가하여 양호한 발달을 보여 체형에서의 차광판의 효과를 얻을 수 있다. 이와 같은 결과에서 차광망에 비하여 차광판이 지근의 하부발달에 영향을 주어 우수체형의 새로운 기술로 부각될 것으로 사료된다.

표 5. 일복구조에 따른 뿌리 위치별 지근수, 지근길이, 지근직경의 변화

지근 위치	차광망						차광판					
	전주			후주			전주			후주		
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)
0~2	1.0	3.1	2.7	1.0	-	1.0	2.3	5.2	1.7	1.5	3.3	1.4
2~4	1.0	12.6	1.0	-	3.0	-	3.0	8.5	2.3	1.5	5.1	0.6
4~6	-	-	-	-	-	-	2.0	7.2	1.5	6.5	15.9	3.7
6~8	2.0	5.3	2.0	-	8.5	-	5.0	10.1	2.6	4.5	15.3	2.0
8~10	5.0	10.0	1.8	4.0	-	4.3	1.5	13.5	1.8	5.0	14.0	1.7
10~12	2.0	-	1.3	-	10.0	-	4.0	15.5	6.3	3.5	16.7	2.9
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.0	20.0	7.0
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	차광망						차광판					
	전주			후주			전주			후주		
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)
0~2	2.0	7.0	4.15	1.0	5.1	0.9	2.0	4.0	1.4	2.0	5.6	2.2
2~4	3.0	13.5	3.1	1.0	4.3	1.5	-	-	-	2.0	14.2	3.9
4~6	8.0	9.3	2.3	2.0	8.9	2.0	3.0	7.0	4.1	3.0	7.8	0.9
6~8	15.0	18.0	2.6	3.0	10.0	3.0	4.0	13.8	7.9	4.0	8.2	2.1
8~10	-	-	-	3.0	11.9	4.2	2.0	2.9	1.2	5.0	16.4	9.0
10~12	-	-	-	2.0	11.4	7.4	3.0	11.9	6.5	2.0	7.0	3.0
12~14	-	-	-	-	-	-	5.0	11.0	3.0	4.0	8.0	4.7
14이상	-	-	-	-	-	-	5.0	6.0	1.7	-	-	-

지근 위치	차광망						차광판					
	전주			후주			전주			후주		
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	수	길이 (cm)	직경 (mm)
0~2	3.0	7.6	2.0	2.0	6.8	2.1	2.5	6.4	2.3	3.5	9.3	2.9
2~4	3.5	7.9	6.1	7.0	10.6	5.2	3.8	12.4	2.8	4.7	12.7	3.4
4~6	1.5	11.0	4.4	3.7	7.3	2.1	3.7	12.4	3.6	2.2	9.2	2.3
6~8	2.0	11.3	2.4	6.5	8.0	4.3	4.1	10.2	3.3	3.9	11.2	4.7
8~10	2.0	12.2	5.6	2.0	8.4	3.8	6.2	14.6	4.4	3.5	12.1	6.3
10~12	3.0	8.4	2.2	-	-	-	6.0	10.8	4.5	2.0	9.4	8.1
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

※ 상: 2004년 3년근, 중: 2005년 4년근, 하: 2006년 5년근

다. 인삼의 품질영향

인삼의 품질은 크게 두 가지로 분류할 수 있는데, 하나는 크기와 체형(뿌리모양)이고 또 다른 하나는 인삼의 유효성분으로 나눌 수 있다. 특히, 인삼에서는 현재 크기와 체형(뿌리모양)이 중요시되고 있고 다른 농산물, 예를 들면 과일과 같은 농산물에서도 모양과 크기가 등급에 많은 영향을 미치듯, 체형은 크기와 함께 품질의 중요 요소로 작용하고 있다.

일북구조가 인삼의 품질향상에 미치는 영향을 조사한 결과를 표 6에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 3년근인 경우, 10g미만의 중량에서 차광망에 비하여 차광판의 비율이 낮은 경향이었으며 20g이상의 대편삼의 경우, 차광망에서는 개체가 없으나 차광판에는 42.9%를 보였다. 이와 같은 경향은 4년근에서도 동일하며 5년근에서도 크기가 차광판이 관행에 비하여 대편삼의 생산비율이 높은 것으로 나타나 대편삼의 생산에는 일북구조가 많은 작용한다는 것을 알 수 있다. 이는 일북구조가 지상부의 생육환경을 개선하여 엽면적을 최대로 확보해 주고 잎의 광합성기능을 향상시켜 지하부의 전류물질이 많아 근비대를 촉진시킨 것으로 사료된다.

표 6. 일북구조별 인삼의 품질(2004, 2005, 2006년 조사, %)

구 분		10g미만	10-20g	20-30g	30-40g	40g-50g	50g이상
3년근	차광망	59.6	40.4	-	-	-	-
	차광판	14.3	42.9	42.9	-	-	-
4년근	차광망	-	50.0	50.0	-	-	-
	차광판	-	12.2	28.6	26.5	22.4	10.2
5년근	차광망	15.6	9.0	40.6	9.0	18.8	6.1
	차광판	5.0	2.5	10.0	37.5	10.0	35.0



사진 5. 일복 구조에 따른 인삼뿌리의 발달(좌:2005년, 우:2006년)

또한, 인삼의 뿌리발달과 체형과의 관계를 알아보기 위하여 인삼 체형을 사진 6에서 보는 바와 같이 크게 4가지로 분류하여 조사한 결과, 표 7에서 보는 바와 같다. 3년근에서는 크게 체형에 처리별 큰 차이를 나타나지 않았으나, 4년근에서는 차광망에 비하여 차광판에서 사람형이 높은 비율을 보였고, 5년근에서도 사람형 체형이 높은 비율로 나타났다.

표 7. 일복구조별 인삼의 체형변화

구 분	3년근					4년근					5년근				
	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수
차광망	-	73%	9%	18%	0.70	3%	62%	12%	23%	0.54	6%	51%	16%	27%	0.43
차광판	2%	76%	7%	15%	0.62	11%	60%	12%	17%	0.53	15%	50%	14%	21%	0.41

- ① 사람형 : 동체의 장경비가 2이상이고 분지근이 발달하여 주근과 비슷한 굵기와 같이를 가진 삼. 통상적으로 수삼의 이상형으로 간주하는 형
- ② 무우형 : 뿌리의 분지가 불량하고 주근이 무처럼 일자형으로 발달된 형. 직립수삼이라고도 함.
- ③ 오징어형 : 동체의 모양이 사람형과 같으나 지근은 오징어 다리처럼 가는 지근이 5-6개 정도 발생하여 있는 인삼형.
- ④ 무정형 : 통상 난발형이라 부르는 형. 동체가 짧고 굵은 형이고 굵은 지근이 동체의 상부, 중부에도 발생하고 각부의 지근도 굵은 것이 3-4개 발생한 형.



사진 6. 인삼 뿌리의 체형



사진 7. 차광재에 따른 홍삼(좌 : 차광망, 우: 차광판)

또한, 인삼품질 평가의 또 하나는 인삼의 주요 약효성분인 사포닌함량을 들 수 있다. 본 연구에서는 일복구조별 사포닌의 종류에 따라 조성 비율을 조사하였던 바, 표 8에서 보는 바와 같다. 일복구조별 총사포닌 함량은 식물체 식물체부위별로 분석한 결과, 잎과 줄기에서는 차광망이 차광판에 비하여 증가한 결과를 보였으나, 뿌리는 차광판이 차광망보다 41.8% 증가하는 경향을 보였다. 특히, Ginsenoside 종류별로 보면 Rb1이 60%, Rc가 73%, Re가 52% 각각 증가하는 경향을 보였다.

표 8. 일복구조에 따른 Ginsenoside의 변화

처리구	부위별	Content of Saponin (%)						Total
		Rb1	Rb2	Rc	Rd	Re	Rf	
	잎	0.03	0.07	0.19	0.44	0.88	0.01	1.62 (100)
차광망	줄기	0.006	0.004	0.008	0.017	0.15	0.005	0.19 (100)
	뿌리	0.73	0.45	0.52	0.22	1.05	0.17	3.16 (100)
	잎	0.01	0.09	0.18	0.33	0.87	0.003	1.49 (91.8)
차광관	줄기	0.003	0.007	0.004	0.013	0.12	0.003	0.15 (75.8)
	뿌리	1.19	0.31	0.90	0.26	1.60	0.22	4.48 (142)

이와 같은 결과를 Ginsenoside의 PD계와 PT계로 분리하여 검토해 보면 표 9에서 보는 바와 같이 모든 처리구에서는 PD계가 PT계보다 높은 경향을 보였고, 일복구조에 따른 변화는 차광관이 차광망에 비하여 PT계가 증가하는 경향을 보였다. 총사포닌 함량의 증가는 앞서 서술한 바와 같이 차광관의 증가가 현저하였는데, 이를 개체당 뿌리무게로 환산한 GPI로 검토해 보면 그 증가량은 292%로 현저한 증가를 보였다. 이상의 결과에서 인삼의 중요한 평가지표인 사포닌의 생산에 일복구조의 영향을 두드러지게 나타나 보이는 것은 지금까지의 재배기술의 새로운 지표가 되는 것이라고 생각한다.

표 9. 일복구조에 따른 ginsenoside의 PD계와 PT계의 변화

처리구	PD	PT	PD/PT	총사포닌	GPI
차광망	1.92 (100)	1.22 (100)	1.61 (100)	3.16 (100)	26.5 (100)
차광관	2.66 (139)	1.82 (149)	1.46 (91)	4.48 (142)	77.5 (292)

*GPI(Ginsenosides Prodction index) = Total saponin × Root dry weight.

PD : Panaxadiol ginsenosides (Rb1 + Rb2 + Rc + Rd)

PT : Panaxatriol ginsenosides (Re + Rf)

라. 수량과의 요인해석

이상의 조사 결과에서 일복구조에 대한 수삼의 대편에 좌우되는 요인을 구명해 보고자 3년근, 4년근, 5년근의 주요형질간 건근중과 주요 생육 특성간의 상관관계를 표 10에 나타냈다. 건근중과 지하부인 근직경, 생근중은 높은 정의 유의상관을 보였고, 주요 지상부 생육 특성인 엽면적, 경장, 경태, 생경중도 높은 정의 유의상관을 나타냈다. 또한, 동장은 모든 생육 특성과의 상관성이 인정되지 않았다.

표 10. 인삼의 주요 형질간 상관관계

형 질	주요 형질						
	엽면적	경장	경태	생경중	동장	근직경	건근중
생근중(g/주)	0.7411** (0.8123**) [0.8825**]	0.7289** (0.6985**) [0.6478**]	0.5970** (0.5367**) [0.6012**]	0.8947** (0.9100**) [0.7856**]	0.2105 (0.342) [0.5363*]	0.8997** (0.8452**) [0.9102**]	0.9426** (0.9563**) [0.9612**]
엽면적(cm ²)		0.6590** (0.7013**) [0.5784*]	0.5493** (0.6121**) [0.5437**]	0.9264** (0.9123**) [0.8697**]	0.3010 (0.2014) [0.3614]	0.7211** (0.8127**) [0.8845**]	0.7982** (0.8103**) [0.8871**]
경장(cm)			0.8452** (0.7361*) [0.6894**]	0.7124** (0.6980**) [0.647**]	0.1322 (0.2101) [0.1945]	0.6346** (0.7012**) [0.7395**]	0.6109** (0.7045**) [0.7537**]
경태(mm)				0.8011** (0.7993**) [0.6784**]	0.0684 (0.1063) [0.2106]	0.6918** (0.7107**) [0.6551**]	0.6472** (0.6189**) [0.7321**]
생경중(g/주)					0.2018 (0.3013) [0.2167]	0.8912** (0.9323**) [0.7659**]	0.8122** (0.7985**) [0.6915**]
동장 (cm)						0.1043 (0.1638) [0.2075]	0.1960 (0.2143) [0.3016]
근직경(mm)							0.8507** (0.9017**) [0.8691**]

* : 5%에서 유의성.

** : 1%에서 유의성.

상단: 3년근, (): 4년근, []: 5년근

이상의 일복구조에 대한 인삼의 효과를 종합해 보면 차광망에 비하여 차광판이 월등히 양호한 기술로 입증되었다. 이와 같은 원인은 인삼의 식물학적, 생리적 특성에 기인된다. 인삼은 광자량과 온도에 대하여 매우 민감한 식물이기 때문에 정상적인 생장을 할 수 있는 환경이 제한되어 있다. 인삼이 자생하는 지역은 숲 속에 햇빛이 일부 차단

된 반 음지 상태이다. 따라서 인삼재배는 인위적으로 인삼이 정상으로 성장할 수 있는 환경을 인위적으로 조성한 일복시설에서 이루어지고 있어 시설재배라고 할 수 있다. 현재 우리나라 중국, 미국 및 캐나다 등 인삼을 재배하는 여러 나라는 제각기 지역환경을 고려한 독특한 일복시설에서 인삼재배가 이루어지고 있다.

일복시설은 시대에 따라 변하고 발전한다고 할 수 있다. 일복시설에 사용한 재료를 보면 일복 구조나 일복 재료가 달라지는데 가장 먼저 시작한 것이 벗짚지붕이나 짚이 가축사료로 쓰이고 가격도 높아졌으며, 일복재료로 이용하는데 노동이 많이 들어 대부분의 인삼농가에서 벗짚지붕의 일복시설은 사라졌다. 현재 차광재료는 흑색과 청색의 polyethylene로 된 4중직 차광망을 권장하고 있으나, 농가에서 보편적으로 사용하고 있는 것이 polyethylene로 된 다양한 종류의 차광망이 함께 이용되고 있다. 최근 전국 농가에서 차광관의 선호도가 증가하고 있는 실정이다.

이 기술에 대한 경제성을 비교해 보았다. 경제성 분석조사는 실제로 10a의 면적에 인삼을 재배한다는 가정 하에서 시설에 소요되는 자재와 일복시설을 설치하는데 소요되는 작업시간을 산출하여 인건비를 계산하고 인삼은 적어도 재식후 3-5년이 경과한 후에 수확하는 것이 일반적이며, 일복시설의 차광재료는 정상적인 경우(바람피해가 없으면) 내구연한이 2작기도 이용이 가능하나, 1회 사용하는 것으로 비교하였다. 일복시설에 따라 인삼의 성장발달에 차이가 있을 것이나 인삼이 다년생이라는 특수성 때문에 비교하기 어려우므로 생산물을 고려한 소득차이는 고려대상에서 제외하였다.

일복구조는 차광망, 차광관 모두 전·후주연결식이나, 전주높이는 차광망이 180cm(권장하는 규격의 높이)이고, 차광관은 170cm이며, 후주높이는 100cm로 동일하고, 각각 권장하는 기준에 따라 일복구조를 만들고 그 위에 차광재료를 덮고 마감한 것으로 하여 일복시설 자재비를 산출하였다. 또한 일복시설 설치에 소요된 작업시간에 의하여 작업인원을 산출하고 당시에 일당으로 노력비를 계산하였다. 차광망 일복시설은 차광관시설에 비하여 임금으로 보면 157,500원이 더 투입되었다. 일복시설별로 자재비용과 소요 노임을 합하면 차광관은 1,856,000원이고, 차광망은 1,931,500원으로 차광망에서 소요비용이 75,500원 더 높았다(표 11참조). 각각의 일복설치에서 측후렴, 철사, 양말목 및 타카못 등 공동으로 필요한 자재는 계산에서 제외하였다.

표 11. 차광판 및 차광망 일복시설에서 차광자재 및 시설 소요비용(10a)

구 분	차광망(A)	차광판(B)	A-B(금액:원)
자재비용	1,436,500	1,518,500	-82,000
소요노임	495,000	337,500	157,500
합 계	1,931,500	1,856,000	75,500

농가 수입면에서는 칸 당 뿌리의 수량이 동일하다고 하여도 수삼의 크기에 따라 상품적 가치는 달라지므로 수확된 뿌리를 크기별로 구분하고, 크기에 따른 가격을 수삼 등급별 일복구조에 따라 비교해 보면 차광판이 차광망 보다 우수한 것으로 나타났다.

특히, 상품의 가치를 ginsenoside의 함량까지 고려할 경우에는 더욱 높은 농가수익을 올릴 것으로 사료된다.

본 연구에서 사용한 차광판은 삼농특산에서 제작한 것으로 재질은 부직포+ 은박지+PE직포로 만들었다. 차광판의 특징은 햇빛을 빛으로 반사시키는 원리로 인삼의 불필요량의 빛을 열화 시키지 않으므로 온도가 낮으며 포장이 클수록 효과적이고 아침빛 이용 형태는 벚짚, 차광망과 비슷하나 낮엔 외부광에 거의 무관하게 안정되었고 누수는 거의 되지 않으나 바람에 의해 조금 유입되는 것은 있다. 따라서, 차광판은 차광망에 비하여 비누수와 온도저하라는 효과적인 인삼의 일복재료라 할 수 있다. 단지, 비누수에 의한 삼집내 토양수분의 결핍을 우려할 수 있는데, 이는 4-6월 한발기에는 수분 관리 필요로 하며 예정지 관리지 입단형성을 조장시키면 골사이의 수분이 이량내로 유입되는 수평이동이 잘 되도록 관리에 주의를 기울여야 한다.

제 2 절 토양유기물비중에 따른 대편, 우수체형의 생산기술

1. 서언

인삼은 반음지성이며 다년생 숙근초로서 재배적 특징으로 한 장소에서 4-6년간 생육을 하며 낮은 성장속도를 가지고 있어 토양의 영양분을 비속효적인 양분조건을 선호하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 재배포장의 토양특성과 인삼포 조성시 투입되는 유기질원이 인삼의 생육 및 뿌리발달에 미치는 영향이 매우 커서 재배기간 동안 충분히 생육할 수 있는 환경을 만들기 위하여 1~2년간 휴한하면서 청초, 활엽 등을 3~4.5 ton/10a 사용하여 년 10회 이상 경운하면서 토양의 이화학적 성질개선 및 토양소독을 꾀하는 등 특별한 관리를 하고 있다.

특히, 예정지 관리 시 유기물을 시용하는 것은 인삼생육에 필요한 영양공급의 목적도 있지만 뿌리를 이용하는 인삼의 체형을 중요시 하여왔기 때문에 토양의 물리성 개선으로 근권의 환경을 개선하는 것이 주목적으로 알려져 왔다.

최근에 인삼 재배 시 시용되는 산야초 퇴비 등 관행 유기물이 인삼재배면적의 확대와 인건비 상승 및 인력 부족 등으로 대량 구입하는 것이 차츰 어려워지고 있다.

인삼을 우량한 형태와 크기로 만들기 위해서는 극단적인 환경요인을 주어 생장을 시켜야만 한다. 이들 환경 중 토양환경은 인삼농사의 절반을 좌우한다는 개념으로 인삼농가는 예정지 선정과 관리를 매우 중요시하고 있다. 따라서 지금까지의 연구결과는 적지토양과 관리에 중점을 두어 왔고 적정토양조성을 위한 퇴비사용 및 유기질시용량의 연구가 있으나, 아직까지 생산성향상에는 미흡한 실정이다. 특히, 최근에는 기능성소재의 유기질이 다양화되어 이를 이용한 기술개발도 절실하다.

따라서 본 연구에서는 토양 병원균의 오염이 적고 취급하기가 편이한 시판 유기질 비료를 산야초 퇴비와 일부 대체할 수 있도록 검토하기 위하여 몇 가지 기능성 유기질 비료를 사용하여 인삼의 생육 및 뿌리의 발달과 체형에 미치는 영향을 조사하였다.

유기질비료와 토양수분에 따라 토양의 물리성 및 이화학적 성분의 변화와 수삼의 크기 및 체형을 조사하여 수삼의 체형변화를 조절하는 요인을 구명하여 우수체형 수삼생산의 토양환경조건을 조성하는 기술을 개발하고자 한다.

2. 재료 및 방법

본 시험은 2003년도 9월부터 예정지 관리를 시작하여 2004년 2월에 인삼포 이랑 방향을 설정, 상토높이 25cm, 폭 90cm, 이랑폭 90cm로 만들어 유기질비료의 처리를 실시한 후, 인삼 1년 묘삼을 인삼 이식기를 이용하여 묘삼을 이식하였다. 묘삼 이식은 2004년 3월 26일(연구1차년도)과 2005년 4월 5일(연구 2차년도)에 인삼재배 농가에서 분양 받은 묘삼을 주간 15cm 간격으로 이식하였는데, 식재본수의 차이를 주기 위해 칸 당 45주(5×9), 63주(7×9), 81주(9×9)로 이식하였다. 유기질 비료는 무처리(시판)와 유기질비료 3종을 (유기질비료 1: 청초 50% + 톱밥 20% + 축분10% + 팽화왕겨20%, 유기질비료 2: 유기물 54% + 부식산 30% + 계깍질 15 + N 0.75%, 유기질비료 3: 입상유기물 80%, 면실박, 사탕무우 20%)조성하여 사용하였고 인삼뿌리의 비대발육과 체형의 원인을 구명하기 위하여 벽돌을 이용하여 토양과 유기질 자원을 혼합한 상토를 새로이 만들었다(사진 8참조).



사진 8 . 인삼시험포 상토조성 및 묘삼 이식
 (상단 좌:유기질시용, 중:시험구배치, 우: 인공상토포)
 (하단 좌:묘삼 이식, 중:부초재배, 우: 인삼포장)

이식한 후 인삼 상토상면을 벗짚으로 덮어 잡초 및 수분 증발을 방지하는 벗짚 피복 재배로 생육시켰다(사진 8참조). 기타 비배관리는 농촌진흥청 인삼표준관리법에 의하여 관리하였으며 병충해방제는 농약을 살포하여 정상적인 생육을 유지시켰다. 이식하기 이전에 아래와 같은 시험별로 처리를 각각 달리하였다.

조사는 2004년부터 2006년까지 매년 실시하였으며 토양분석은 인삼포의 토양을 채취하여 토양의 이화학적 특성과 물리적 특성을 조사하였고 작물체의 형태적 특성조사는 지상부에서 엽면적, 엽록소함량, 경장, 경직경 등 조사하였고 지하부는 근장, 근직경, 동체, 생체중, 건물중을 조사하였는데, 지하부의 조사방법으로 뿌리의 근장은 뇌두 끝에서 뿌리의 제일 끝 길이를 측정하였고, 근직경은 동체에서 가장 굵은 부위의 굵기를 버니어캘리퍼스로 측정하였다. 생근중은 박피하지 않은 수삼을 세척한 후 흡습지로 수분을 제거한 중량이며, 건근중은 수삼을 50℃에서 7-8일간 건조하여 측정하였다. 수삼품질은 연근별에서 수확한 수삼을 임의로 크기별로 나누어 각각의 비율로 산정하여 품질평가 하였다.

기타 조사는 제1절의 재료 및 방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 토양물리화학성의 변화

본 시험은 토양환경요인 중 토양의 유기질비료가 토양의 물리이화학적 성분의 변화와 수삼의 크기 및 체형에 미치는 영향을 조사하기 위하여 유기질비료 3종을 이식 전에 토양혼합 처리한 후, 이식기를 이용하여 묘삼을 이식하였고 생육후기에 토양깊이별로 표토(0-10cm), 중간(10-20cm), 하부(20-30cm)를 채취하여 물리성과 화학성을 분석하였다.

본 대학 부속농장에 2004년 3월 25일 묘삼을 이식한 토양과 2005년 4월 5일에 이식하여 2004년 11월, 2005년 12월, 2006년 11월에 각각 2년근, 3년근, 4년근 인삼포장의 토양의 물리이화학적성을 조사한 결과, 표 12, 표 13, 표 14에서 보는 바와 같다.

우선, 토양의 공극률은 뿌리의 형태와 발육에 밀접한 관계를 가지고 있다. 본 연구에서 나타난 바와 같이 유기질비료의 시용은 무처리에 비하여 증가하는 결과이었으며 유기질비중에 따라 차이가 있어 청초와 톱밥, 팽화왕겨를 투입한 처리구에

서 높은 공극률을 나타내었다. 또한, 토양 경도는 처리간에 큰 차이를 보이지 않았으나, 유기질 비료처리구에서 경도가 증가하는 경향이였다.

토양유기물 처리구는 대조구에 비해 처리량에 관계없이 토양산도가 5.9~6.5로 다소 떨어진 결과를 보였으며, 표토와 심토 모두 인산함량이 크게 감소되었다.

대조구와 처리구의 토양 깊이별 염농도를 조사한 결과, 대조구의 표토와 심토 모두 1.0ds/m 이상의 높은 염농도를 보였고, 유기질비료 처리구도 표토부위(0~10cm)의 염농도는 대조구에 비해 다소 높은 경향을 보였고, 칸 당 사용량이 높을 수록 염농도가 증가하는 경향이였으며 유기질비료 2, 3의 사용구는 심토에서 낮아지는 경향을 보였다. 그러나 20cm이하의 심토에서는 대조구에 비해 염농도가 감소된 결과를 보였다.

표 12. 유기물비료의 혼합처리가 토양물리화학성에 미치는 효과(2년근포장, 2004년)

Treatment	Soil depth (cm)	Porosity (%)	Hardness (mm)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.cation (cmol+/kg)			
								K	Ca	Mg	
Control	0~10	72.7	8.1	6.51	1.71	9	94	0.21	9.3	2.7	
	10~20	70.5	8.7	6.07	1.15	9	112	0.17	9.5	2.9	
	20~30	79.7	8.3	6.90	1.28	8	104	0.14	9.3	2.5	
유기질비료 1	4kg/칸	0~10	69.4	8.0	6.5	2.40	10	91	0.42	9.5	3.4
		10~20	70.7	8.4	6.5	1.74	9	92	0.28	9.4	2.9
		20~30	70.8	7.8	6.6	1.42	8	98	0.16	9.3	2.7
	8kg/칸	0~10	70.2	9.6	6.1	2.70	6	80	0.55	9.4	3.1
		10~20	72.1	10.4	6.4	2.15	9	85	0.68	9.3	2.7
		20~30	72.8	9.3	6.5	1.74	6	82	0.36	9.3	2.6
	12kg/칸	0~10	72.4	10.5	5.9	2.88	9	81	0.79	9.1	3.9
		10~20	76.6	11.2	6.5	2.10	8	81	0.61	9.2	2.8
		20~30	76.6	9.7	6.6	1.32	8	80	0.77	9.2	2.7
유기질비료 2	10g/칸	0~10	64.6	8.2	6.9	2.80	9	96	0.22	9.5	3.4
		10~20	68.1	7.9	6.5	0.96	8	101	0.21	9.4	2.7
		20~30	66.2	7.3	6.6	0.96	8	104	0.17	9.3	2.6
	20g/칸	0~10	67.4	8.5	6.1	2.33	6	93	0.25	9.2	3.1
		10~20	66.8	8.1	6.5	1.15	8	95	0.23	9.1	2.7
		20~30	62.9	7.9	6.6	0.95	8	99	0.19	9.3	2.7
	30g/칸	0~10	68.1	8.4	6.0	1.42	9	85	0.25	9.1	2.6
		10~20	64.6	8.1	6.6	0.85	8	89	0.21	9.2	2.7
		20~30	65.2	7.8	6.7	0.76	8	85	0.19	9.4	2.7
유기질비료 3	200g/칸	0~10	65.0	8.9	5.9	2.15	9	93	0.71	9.5	2.4
		10~20	67.2	7.9	6.5	1.36	8	91	0.69	9.9	2.8
		20~30	64.8	8.1	6.6	1.32	8	89	0.58	9.6	2.8
	400g/칸	0~10	68.5	8.3	5.9	2.22	10	98	0.78	9.8	3.6
		10~20	67.9	7.2	6.5	0.98	8	93	0.59	9.9	3.1
		20~30	67.3	7.5	6.6	1.04	8	95	0.51	9.6	3.4
	600g/칸	0~10	69.2	8.6	5.9	2.41	9	97	0.84	9.9	3.8
		10~20	69.6	7.9	6.5	1.17	8	91	0.74	9.7	3.1
		20~30	65.3	7.5	6.6	1.04	8	87	0.69	9.7	2.7

표 13. 유기물비료의 혼합처리가 토양물리화학성에 미치는 효과(3년근포장, 2005년)

Treatment	Soil depth (cm)	Porosity (%)	Hardness (mm)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.cation (cmol+/kg)			
								K	Ca	Mg	
Control	0~10	74.2	8.1	6.51	1.71	9	94	0.21	9.3	2.7	
	10~20	72.3	8.7	6.07	1.15	9	112	0.17	9.5	2.9	
	20~30	70.3	8.3	6.90	1.28	8	104	0.14	9.3	2.5	
유기질비료 1	4kg/칸	0~10	72.1	8.0	6.5	2.40	10	91	0.42	9.5	3.4
		10~20	74.5	8.4	6.5	1.74	9	92	0.28	9.4	2.9
		20~30	75.2	7.8	6.6	1.42	8	98	0.16	9.3	2.7
	8kg/칸	0~10	75.8	9.6	6.1	2.70	6	80	0.55	9.4	3.1
		10~20	72.1	10.4	6.4	2.15	9	85	0.68	9.3	2.7
		20~30	73.1	9.3	6.5	1.74	6	82	0.36	9.3	2.6
	12kg/칸	0~10	75.6	10.5	5.9	2.88	9	81	0.79	9.1	3.9
		10~20	77.9	11.2	6.5	2.10	8	81	0.61	9.2	2.8
		20~30	77.3	9.7	6.6	1.32	8	80	0.77	9.2	2.7
유기질비료 2	10g/칸	0~10	65.1	8.2	6.9	2.80	9	96	0.22	9.5	3.4
		10~20	69.0	7.9	6.5	0.96	8	101	0.21	9.4	2.7
		20~30	68.2	7.3	6.6	0.96	8	104	0.17	9.3	2.6
	20g/칸	0~10	68.5	8.5	6.1	2.33	6	93	0.25	9.2	3.1
		10~20	69.1	8.1	6.5	1.15	8	95	0.23	9.1	2.7
		20~30	66.2	7.9	6.6	0.95	8	99	0.19	9.3	2.7
	30g/칸	0~10	70.1	8.4	6.0	1.42	9	85	0.25	9.1	2.6
		10~20	65.1	8.1	6.6	0.85	8	89	0.21	9.2	2.7
		20~30	67.4	7.8	6.7	0.76	8	85	0.19	9.4	2.7
유기질비료 3	200g/칸	0~10	70.7	8.9	5.9	2.15	9	93	0.71	9.5	2.4
		10~20	68.2	7.9	6.5	1.36	8	91	0.69	9.9	2.8
		20~30	66.3	8.1	6.6	1.32	8	89	0.58	9.6	2.8
	400g/칸	0~10	71.5	8.3	5.9	2.22	10	98	0.78	9.8	3.6
		10~20	69.3	7.2	6.5	0.98	8	93	0.59	9.9	3.1
		20~30	68.9	7.5	6.6	1.04	8	95	0.51	9.6	3.4
	600g/칸	0~10	73.2	8.6	5.9	2.41	9	97	0.84	9.9	3.8
		10~20	71.8	7.9	6.5	1.17	8	91	0.74	9.7	3.1
		20~30	69.5	7.5	6.6	1.04	8	87	0.69	9.7	2.7

표 14. 유기물비료의 혼합처리가 토양물리화학성에 미치는 효과(4년근포장, 2006년)

Treatment	Soil depth (cm)	Porosity (%)	Hardness (mm)	pH (1:5)	EC (dS/m)	OM (%)	P ₂ O ₅ (mg/kg)	Ex.cation (cmol+/kg)			
								K	Ca	Mg	
Control	0~10	71.3	8.5	6.0	1.54	8	89	0.14	8.7	2.2	
	10~20	79.7	8.9	5.4	0.98	9	101	0.11	9.1	2.4	
	20~30	76.9	8.7	6.1	1.13	7	92	0.29	9.0	2.1	
유기질비료 1	4kg/칸	0~10	69.0	7.2	5.9	2.35	8	80	0.31	8.8	3.0
		10~20	71.4	7.7	5.7	1.68	8	79	0.19	8.9	2.2
		20~30	72.5	6.9	6.0	1.26	7	89	0.08	8.6	2.1
	8kg/칸	0~10	71.6	8.6	5.7	2.55	5	75	0.45	9.1	2.8
		10~20	71.9	9.5	6.1	2.01	8	79	0.51	8.6	2.1
		20~30	72.2	7.9	5.9	1.62	6	73	0.29	8.4	1.9
	12kg/칸	0~10	73.1	8.9	5.5	2.76	8	71	0.71	8.5	3.1
		10~20	75.9	10.0	6.4	1.93	6	76	0.52	8.9	2.2
		20~30	76.5	8.8	5.8	1.28	8	74	0.68	8.3	2.3
유기질비료 2	10g/칸	0~10	64.7	7.4	6.1	2.63	8	87	0.16	8.9	2.9
		10~20	68.8	6.8	6.0	0.85	7	94	0.13	8.8	2.0
		20~30	65.2	6.2	5.7	0.79	7	96	0.14	8.7	2.1
	20g/칸	0~10	67.4	7.1	5.3	2.22	5	82	0.16	8.6	2.5
		10~20	67.8	6.9	5.8	1.02	6	87	0.18	8.4	2.2
		20~30	61.9	7.0	5.7	0.89	6	92	0.12	8.7	2.0
	30g/칸	0~10	67.3	7.5	5.2	1.31	9	76	0.20	8.1	2.3
		10~20	64.0	7.3	6.1	0.69	8	81	0.17	8.3	2.4
		20~30	64.6	7.2	5.9	0.58	6	74	0.09	8.4	2.3
유기질비료 3	200g/칸	0~10	66.2	8.0	5.1	2.00	8	83	0.66	9.0	1.9
		10~20	67.1	6.7	5.7	1.17	8	88	0.62	9.4	2.1
		20~30	63.9	7.7	5.9	1.15	7	76	0.51	9.1	2.0
	400g/칸	0~10	69.7	6.6	5.4	2.13	9	90	0.69	9.3	3.1
		10~20	68.3	6.5	5.3	0.74	7	85	0.56	9.1	2.7
		20~30	66.5	6.9	5.9	0.89	7	87	0.41	8.9	2.8
	600g/칸	0~10	69.9	7.8	5.2	2.28	8	92	0.15	9.6	3.0
		10~20	68.7	6.9	5.4	1.06	7	83	0.12	9.2	2.4
		20~30	65.0	6.4	6.1	0.87	8	79	0.13	9.1	2.2

나. 인삼의 지상부 특성

유기질비료의 시용이 지상부의 생육에 미치는 영향을 조사한 결과, 표 15에서 보는 바와 같다.

지상부의 엽록소 함량은 3년근, 4년근 모두에서 증가하는 경향을 보였고 특히, 유기질비료 3에서 높은 경향을 나타냈다. 엽면적도 무처리에 비하여 모든 처리구에서 높은 증가를 보였고 경장과 경직경에서도 3, 4년근 모두 같은 경향을 보여, 가능성 있는 유기질비료의 시용은 인삼의 지상부 생육을 촉진시키는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 인삼에서 기비로서의 사용에 비속효성 있는 유기질원을 공급하는 것은 고년근 재배일수록 높은 효과를 나타내는 것으로 사료된다.

표 15. 유기질비료에 따른 인삼의 지상부 생육특성

구 분	엽록소 함량 (SPAD values)		엽면적 (cm ² /개체)		경장 (cm)		경직경 (mm)		
	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	
무처리	32.2 (100)	35.9 (100)	264.4 (100)	590.4 (100)	23.9 (100)	37.8 (100)	4.6 (100)	5.8 (100)	
유기질 비료 1	4(kg/Plant)	35.4 (109.9)	40.7 (113.5)	350.3 (132.5)	848.7 (143.8)	25.5 (106.7)	46.0 (121.7)	5.0 (108.0)	7.8 (135.4)
	8(kg/Plant)	33.0 (102.5)	39.2 (109.3)	338.7 (128.1)	794.3 (134.5)	26.4 (110.5)	41.8 (110.6)	4.9 (106.5)	7.1 (123.2)
	12(kg/Plant)	33.2 (103.1)	38.9 (108.5)	371.0 (140.3)	776.7 (131.6)	26.1 (109.2)	45.4 (120.2)	4.9 (106.5)	7.1 (124.0)
	평균	33.9 (105.2)	39.6 (110.4)	353.3 (133.6)	806.6 (136.6)	26.0 (108.8)	44.4 (117.5)	4.9 (107.0)	7.3 (127.5)
	유기질 비료 2	10(g/Plant)	34.7 (107.8)	36.3 (101.2)	321.3 (121.5)	789.5 (133.7)	24.8 (103.8)	38.9 (102.9)	5.4 (118.3)
	20(g/Plant)	35.9 (111.5)	36.6 (101.9)	341.6 (129.2)	747.5 (126.6)	24.1 (100.8)	38.2 (101.0)	5.3 (114.1)	6.6 (115.0)
	30(g/Plant)	33.8 (105.0)	37.1 (103.5)	301.7 (114.1)	755.5 (128.0)	28.1 (117.6)	38.1 (100.8)	4.8 (104.3)	6.3 (110.3)
	평균	34.8 (108.1)	36.3 (101.3)	321.5 (121.6)	764.2 (129.4)	25.7 (107.4)	38.4 (101.6)	5.2 (112.2)	6.3 (109.2)
유기질 비료 3	200(g/Plant)	35.7 (110.9)	40.1 (111.8)	346.2 (130.9)	766.9 (129.9)	25.6 (107.1)	41.8 (110.7)	5.0 (108.7)	6.8 (117.9)
	400(g/Plant)	32.8 (101.8)	41.7 (116.3)	396.1 (149.8)	876.2 (148.4)	25.1 (105.0)	47.2 (125.0)	5.1 (110.0)	8.1 (141.5)
	600(g/Plant)	33.9 (105.4)	39.4 (109.9)	385.2 (145.7)	825.7 (139.9)	25.0 (104.6)	45.2 (119.5)	5.3 (116.1)	7.3 (127.4)
	평균	34.1 (106.0)	40.4 (112.7)	375.8 (142.1)	822.9 (139.4)	25.2 (105.6)	44.8 (118.4)	5.1 (111.6)	7.4 (129.0)

다. 인삼의 지하부 특성

식물의 뿌리는 지상부와의 밀접한 관계를 가지고 있어, 생육 및 수량에 밀접한 수분과 영양분을 조성하는데 매우 중요한 위치에 있다. 따라서, 뿌리의 양은 지상부의 생육 및 수량을 좌우할 수 있는데, 뿌리의 활력도 매우 중대시 하는 부분 중의 하나이다. 뿌리의 활력은 지상부의 잎에 필요한 수분과 영양분의 양을 좌우하는 힘으로서 뿌리의 활력에 따라 생육양이 달라질 수 있다. 따라서, 뿌리는 양과 질이 함께 원활이 갖추어지는 것이 식물의 물질생산에서는 매우 중요하다. 그러므로 유기질비종 및 양이 인삼 근부특성에 미치는 영향에 대하여 2004년~2006년도 조사한 결과를 표 16~19에 나타내었다.

우선, 인삼의 근장에 관한 효과를 살펴보면, 표 16에서 보는 바와 같이 유기질 비료1에서 투입량에 따라 2004년 2년근은 칸 당 0.4%, 9.2%, 3.0%로 증가를 보였으나, 2005년 3년근에서는 전체적으로 다소 감소하였으며 2006년도는 크게 증가하는 경향을 보였다. 유기질 비료2에서도 2년근, 3년근 역시 감소하는 경향을 보였으나 4년근에서는 증가하는 경향이였다. 또한, 유기질 비료3에서는 2004년 2년근은 200g/칸에서 20.6cm 9.7%로 감소하였고 400g/칸에서 24.9cm 0.9%, 600g/칸에서는 26.0cm로 40.3% 증가를 보였으며 2005년도 3년근에서 거의 동일 경향을 보였고 4년근에서는 증가하는 경향을 보였다. 동체장은 2004년 2년근에서는 무처리구에서 6.6cm이며 유기질 비료1 에서는 4kg와 8kg에서는 각각 1.5%, 10.6%로 감소하였고 12kg에서는 7.4cm로 21.2% 증가하는 경향이였고 2005년 3년근에서는 약간 길어지는 경향을 보였고 2006년 4년근에서는 140% 증가하는 경향을 보였다. 아울러, 유기질 비료2 에서는 2004년 2년근에서는 10g에서 39.4%, 20g에서 25.8%, 30g에서 9.1%로 투입량이 적을수록 증가하였으나, 2005년 3년근에서는 8%-40.6%의 증가를 보였고 2006년도 4년근에서는 141%의 증가를 보여 동체장을 확보하는 효과의 가능성을 보였다. 이와 같이 동체장의 증가는 체형과 연관되는 사항이라서 체형 변화에 큰 영향을 미치는 것으로 사료된다.

표 16. 유기질비료에 따른 인삼 지하부 특성(2004년, 2005년, 2006년조사)

	근 장(cm)			동 체(cm)			근 직 경(mm)			
	2	3	4	2	3	4	2	3	4	
무처리	22.8b (100)	25.1a (100)	28.9b (100)	6.6b (100)	6.5b (100)	7.7b (100)	11.6b (100)	12.4b (100)	21.8b (100)	
유기질 비료 1	4(kg/Plant)	22.9b (100.4)	19.1b (76.1)	29.1b (100.7)	6.5b (98.5)	6.2b (95.4)	9.5a (123.6)	11.7b (100.8)	13.3b (107.3)	23.5a (107.7)
	8(kg/Plant)	24.9a (109.2)	20.2b (80.3)	31.6b (109.6)	5.9b (89.4)	6.2b (95.4)	12.8a (166.1)	13.9a (119.8)	14.3a (115.1)	22.3b (102.0)
	12(kg/Plant)	23.5ab (103.0)	19.3b (76.9)	29.1b (100.8)	7.4ab (121.2)	6.7b (103.1)	10.1a (131.0)	13.9a (119.8)	13.9b (112.1)	23.1a (105.6)
	평균	23.8 (104.2)	19.5 (77.8)	29.9 (103.6)	6.6 (100.0)	6.4 (97.9)	10.8 (140.3)	13.2 (113.5)	13.8 (111.6)	23.0 (105.4)
유기질 비료 2	10(g/Plant)	20.5b (89.9)	21.3a (84.9)	35.5a (122.9)	9.2a (139.4)	6.4b (98.5)	12.3a (160.5)	11.0b (94.8)	15.0a (121.2)	24.3a (111.3)
	20(g/Plant)	18.3b (80.3)	19.0b (75.8)	36.1a (125.1)	8.3a (125.8)	9.1a (140.6)	10.5a (137.1)	10.6b (91.4)	13.7b (110.3)	24.5a (112.2)
	30(g/Plant)	20.1b (88.2)	17.5b (69.7)	31.2ab (108.2)	7.2ab (109.1)	7.1b (108.8)	10.2a (132.6)	11.3b (97.4)	12.9b (103.6)	23.4a (107.1)
	평균	19.6 (86.1)	19.3 (76.8)	34.3 (118.6)	8.2 (124.7)	7.5 (115.9)	11.0 (142.9)	11.0 (94.5)	13.9 (111.8)	24.1 (110.4)
유기질 비료 3	200(g/Plant)	20.6b (90.3)	23.0a (91.6)	31.6ab (109.6)	6.7b (101.5)	8.5a (130.8)	9.5a (123.6)	11.4b (98.2)	12.7b (102.4)	23.0a (105.1)
	400(g/Plant)	24.9a (100.9)	19.1b (76.1)	34.6a (119.7)	8.1a (122.7)	7.1b (109.2)	11.9a (155.0)	12.1b (104.3)	13.9b (112.1)	24.0a (109.8)
	600(g/Plant)	26.0a (140.3)	23.6a (94.0)	35.0a (121.3)	6.6b (100)	7.2b (110.8)	11.2a (146.0)	13.5a (116.3)	15.3a (123.4)	25.1a (114.7)
	평균	23.8 (104.5)	21.9 (87.3)	33.7 (116.7)	7.1 (108.1)	7.6 (116.9)	10.9 (141.1)	12.3 (106.3)	14.0 (112.6)	24.0 (110.2)

* 영문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

유기질 비료3에서는 2004년 2년근은 칸 당 0-22.7%의 변화폭을 보였고 2005년 3년근에서는 10-30%로 동체장이 증가하는 경향을 나타냈으며, 2006년도 4년근에서도 높은 증가를 보여 유기질효과에서 가장 좋은 것으로 나타났다.

근직경은 2004년 2년근에서 유기질 비료1은 투입량에 따라 0.8%, 19.8%, 19.8%로 증가하였고 유기질 비료2는 5.2%, 8.6%, 2.6%로 감소, 유기질 비료3은 200(kg/칸)에서 1.8%로 감소, 400(kg/칸)과 600(kg/칸)은 4.3%, 16.3% 각각 증가하였고 2005년 3년근의 경우는 유기질 비료1의 경우 7%, 15%, 12%,로 증가하였고 유기질 비료2는 21%, 10%, 3%로 증가하는 경향을 나타냈으며 유기질 비료3은 2%,12%,23%의 순으로 증가하는 경향을 보였다. 또한 2006년 4년근의 경우는 급격한 증가를 보였고 유기질 비료 2와 3에서 높은 증가를 보였다.

이상에서 유기질의 효과는 연근에 따라 다른 양상을 보였는데, 근장의 확보는 2년근에서 시작되었고 동체장이 길어지며 근직경이 커지는 것은 3년근과 4년근에서

의 효과가 더 큰 것으로 나타났다.

한편, 지근의 발달에 대한 유기질 비료의 시용효과를 조사한 결과, 표 17~19에서 보는 바와 같다. 2004년도 2년근 조사에서는 유기질 비료의 처리구에서 억제되는 경향을 나타내었고 2005년도 3년근에서도 지근의 수는 다소 억제되는 경향이였다. 이와 같은 경향을 인삼의 체형에 직접적인 영향을 미치는 것으로 지근의 발달은 인삼체형 중 오징어형이나 난발형을 유발시킬 수 있어 우수체형에 유기질 비료가 지근수를 억제시키고 동체장과 근직경의 발달을 유도하는 것으로 사료된다. 또한, 4년근에서는 유기질비료 처리가 더욱 현저하게 발달하는 효과가 나타나는 경향을 보여 난발삼의 체형을 생산할 가능성이 매우 높으나, 동체장과 근직경의 발달이 조장되어 오히려 대편화 및 우수체형의 경향으로 변화한다고 판단된다.

표 17. 유기질비료에 따른 주근뿌리 위치별 지근수, 지근길이, 지근직경(2004년, 2년근)

지근 위치	무처리				유기질비료1											
					4kg/칸				8kg/칸				12kg/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.0	2.5	0.2	0.04	2.0	10.0	0.2	0.03	2.0	9.0	1.2	0.23	1.0	7.0	0.8	0.05
2~4	3.3	9.0	0.7	0.17	2.0	8.7	0.3	0.03	5.0	7.9	1.0	0.47	3.7	10.4	0.9	0.48
4~6	5.7	9.1	0.6	0.18	2.3	7.2	0.8	0.16	5.3	8.4	1.3	0.77	5.7	10.4	1.1	0.78
6~8	3.5	5.5	0.8	0.26	5.0	11.5	1.0	1.60	5.5	10.0	1.0	1.97	3.0	10.5	0.9	1.80
8~10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10~12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	무처리				유기질비료2											
					10g/칸				20g/칸				30g/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.0	2.5	0.2	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	2.0	0.6	0.06
2~4	3.3	9.0	0.7	0.17	2.0	9.3	1.4	0.22	2.0	9.0	0.4	0.04	2.0	2.5	0.5	0.05
4~6	5.7	9.1	0.6	0.18	3.0	7.7	0.8	0.17	6.0	5.8	1.1	0.87	3.0	5.8	1.3	0.51
6~8	3.5	5.5	0.8	0.26	3.1	8.3	1.1	0.30	3.5	10.3	0.9	0.77	4.0	7.0	1.2	0.48
8~10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10~12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	무처리				유기질비료3											
					200g/칸				400g/칸				600g/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.0	2.5	0.2	0.04	1.0	8.0	0.4	0.03	2.0	8.9	0.5	0.08	1.0	7.0	0.8	0.05
2~4	3.3	9.0	0.7	0.17	2.0	7.7	0.6	0.04	2.7	8.7	0.5	0.10	3.5	9.6	0.9	0.38
4~6	5.7	9.1	0.6	0.18	3.7	9.3	0.9	0.30	4.5	10.3	0.9	0.69	5.0	9.0	1.1	0.67
6~8	3.5	5.5	0.8	0.26	4.0	10.1	1.1	1.55	5.5	10.3	1.1	1.18	10.0	10.5	1.1	1.10
8~10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10~12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 18. 유기질비료에 따른 주근뿌리 위치별 지근수, 지근길이, 지근직경(2005년, 3년근)

지근 위치	무처리				유기질비료1											
					4kg/칸				8kg/칸				12kg/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.9	7.3	2.3	0.36	2.9	8.1	1.7	0.38	2.7	6.9	1.4	0.25	2.9	6.0	2.0	0.40
2~4	3.3	13.0	2.9	0.95	2.5	9.7	3.1	0.62	3.0	7.0	2.3	0.55	3.0	8.9	2.2	0.35
4~6	3.3	10.4	3.0	0.82	3.5	9.4	2.8	0.64	4.1	8.0	2.5	0.66	3.3	8.3	3.4	1.64
6~8	5.5	13.4	3.6	2.75	3.7	8.0	3.3	1.48	4.4	10.1	4.9	2.82	8.0	10.2	5.9	2.30
8~10	5.4	13.3	2.8	1.62	4.5	11.5	3.1	1.74	2.0	9.2	5.0	1.60	5.0	8.1	6.0	3.1
10~12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	무처리				유기질비료2											
					10g/칸				20g/칸				30g/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.9	7.3	2.3	0.36	2.7	5.5	1.3	0.23	2.6	6.1	1.3	0.28	2.1	6.9	2.0	0.40
2~4	3.3	13.0	2.9	0.95	3.5	8.7	1.9	0.45	3.8	6.7	1.5	0.41	2.2	7.5	1.9	0.35
4~6	3.3	10.4	3.0	0.82	3.0	9.8	4.7	2.61	4.7	6.3	2.7	0.81	4.1	7.3	3.2	1.64
6~8	5.5	13.4	3.6	2.75	5.6	9.7	4.1	3.00	3.8	9.1	4.4	2.76	4.7	8.3	4.2	2.30
8~10	5.4	13.3	2.8	1.62	2.0	9.4	4.3	1.40	3.0	9.8	4.9	2.64	5.0	8.2	5.0	3.10
10~12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	무처리				유기질비료3											
					200g/칸				400g/칸				600g/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.9	7.3	2.3	0.36	2.0	6.5	1.5	1.32	2.4	5.6	1.7	0.28	1.8	7.4	2.5	0.47
2~4	3.3	13.0	2.9	0.95	2.6	9.4	2.4	2.35	3.1	8.6	2.3	0.81	2.9	9.0	2.0	0.68
4~6	3.3	10.4	3.0	0.82	4.3	9.4	2.3	2.36	3.7	14.0	3.1	1.74	3.2	12.7	3.6	1.53
6~8	5.5	13.4	3.6	2.75	4.7	10.4	2.6	3.44	3.4	9.3	3.3	1.50	3.3	10.1	3.6	1.48
8~10	5.4	13.3	2.8	1.62	4.0	11.8	2.7	2.80	4.5	11.0	2.9	1.35	3.3	8.5	3.5	1.29
10~12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	12.2	8.3	2.58
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 19. 유기질비료에 따른 주근뿌리 위치별 지근수, 지근길이, 지근직경(2006년, 4년근)

지근 위치	무처리				유기질비료1											
					4kg/칸				8kg/칸				12kg/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.5	5.9	4.2	0.52	3.1	7.8	9.5	4.09	2.7	3.3	0.6	0.03	2.3	7.3	2.2	0.80
2~4	4.2	14.8	3.9	2.52	4.7	12.3	6.1	2.35	3.6	9.4	1.6	0.53	3.8	9.3	2.3	1.33
4~6	4.3	13.2	2.5	2.10	7.4	16.2	11.0	3.36	5.8	12.6	3.3	3.48	5.1	11.4	5.5	3.58
6~8	4.6	17.5	8.5	6.25	6.0	15.0	5.4	5.44	5.3	14.1	4.3	4.67	5.9	13.3	6.0	3.25
8~10	2.0	6.6	0.9	0.14	3.5	18.6	5.4	3.82	5.1	16.7	5.5	6.63	4.3	14.1	5.6	2.50
10~12	-	-	-	-	3.1	18.1	5.9	3.90	4.9	14.6	6.1	6.30	3.0	3.0	0.9	0.17
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	6.0	10.0	3.50
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	무처리				유기질비료2											
					10g/칸				20g/칸				30g/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.5	5.9	4.2	0.52	3.3	6.1	1.4	0.41	2.9	3.9	1.2	0.27	3.4	4.3	1.4	0.36
2~4	4.2	14.8	3.9	2.52	5.6	10.4	4.8	4.87	5.8	10.4	3.3	3.21	4.3	9.2	2.1	1.55
4~6	4.3	13.2	2.5	2.10	5.9	9.5	4.0	4.33	5.6	11.7	5.2	3.62	5.2	9.8	4.4	4.38
6~8	4.6	17.5	8.5	6.25	6.4	12.7	8.2	8.26	5.2	12.8	4.5	4.45	5.8	10.4	8.0	7.48
8~10	2.0	6.6	0.9	0.14	4.0	10.1	4.4	2.60	4.5	13.6	6.4	6.43	5.2	14.0	4.2	5.10
10~12	-	-	-	-	4.9	7.5	3.8	2.44	5.4	11.1	5.0	5.21	5.0	9.9	4.0	4.87
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	무처리				유기질비료3											
					200g/칸				400g/칸				600g/칸			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.5	5.9	4.2	0.52	3.0	7.4	1.7	0.40	3.9	6.7	1.4	0.38	3.7	7.3	2.2	0.44
2~4	4.2	14.8	3.9	2.52	3.2	10.3	1.9	0.43	5.6	13.5	3.5	3.02	5.8	13.8	4.2	4.99
4~6	4.3	13.2	2.5	2.10	5.9	15.7	6.0	7.47	4.4	17.3	5.3	5.57	5.2	17.2	8.3	7.80
6~8	4.6	17.5	8.5	6.25	6.6	12.9	4.8	5.94	5.3	16.0	4.3	6.71	5.0	20.3	12.0	8.20
8~10	2.0	6.6	0.9	0.14	4.2	12.0	4.8	3.78	4.6	14.6	7.0	6.07	3.2	14.2	4.6	5.90
10~12	-	-	-	-	4.0	9.0	5.3	2.60	3.5	16.3	7.0	4.62	5.4	15.1	6.2	6.41
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	11.2	6.1	3.98	4.4	11.1	5.4	4.79
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

인삼의 뿌리발달은 지상부의 생육을 조장시키고 지상부의 생육은 왕성한 광합성 작용과 한 여름의 고온 장애를 경감시킬 수 있는 요소로서 매우 중요시되는 부분이다. 따라서, 뿌리에서 지근의 착생은 토양의 양·수분 흡수력을 향상시키는 지표로 평가받고 있다. 일반적으로 뿌리의 질적 평가는 뿌리호흡, 근활력, 뿌리의 무기 성분 등으로 평가할 수 있는데, 특히 뿌리의 활력은 뿌리의 기능을 종합적으로 평가하는 척도로서 일비량 조사로 근활력을 평가할 수 있는 지표이다. 보통 일비량은 근호흡과 밀접한 관계를 가지고 있으며 뿌리의 당과 질소함량과의 정의 비례 관계를 가지고 있는 것은 제1절의 결과에서 확인한 바 있으며, 타 연구에서도 알려져 있다. 본 연구에서는 유기질비중별 생육시기에 따라 일비량의 변화를 측정하였던 결과, 그림 8에서 보는 바와 같이 일비량은 시간이 경과함에 따라 서서히 증가하는 경향이 있었고, 모든 생육기간에 무처리구 보다 처리구에 높은 경향을 있어 처리구에서의 근활력이 효과적인 것을 알 수가 있었다. 이와 같은 경향은 뿌리 호흡, 질소, 당 등이 뿌리에 많이 함유할 시 나타나는 경향으로 처리구에서 인삼뿌리가 충실한 것으로 사료된다.

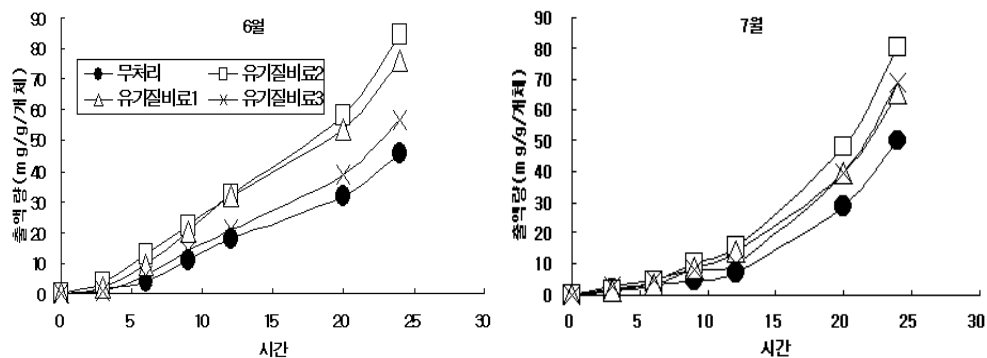


그림 8. 유기질비료에 따른 인삼 일비량의 변화

라. 인삼수량의 변화

유기질비중과 양이 인삼의 수량과 품질에 미치는 영향을 조사한 바, 표 20에서 보는 바와 같다.

일반적으로 인삼의 수량은 뿌리의 생체중을 말하는데, 2년근에서는 무처리구에 비하여 비중에 따라 다소 차이는 있지만, 모든 처리구에서 생체중이 증가하는 경향

을 보였다. 3년근의 경우는 유기질비료 1과 3에서 두드러지는 효과를 나타내었는데, 그중에 유기질비료3에서 600kg 시용구에서 가장 증가하는 경향을 보였다. 또한, 4년근에서는 무처리에 비하여 유기질비료 시용구에서 증가하는 경향을 보였는데, 특히 유기질비료 3처리구가 가장 높은 수량을 보였다. 따라서, 근부발달에 관여하는 유기질의 자원은 성분과 기능에 따라 인삼의 대편삼 생산에 크게 관여하는 요인으로 사료되며 이들의 변수작용을 종합적으로 검토해야한다.

표 20. 유기질비료에 따른 인삼의 수량변화

	생체중(g/개체)			건물중(g/개체)			칸 당중(kg/칸)			
	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	
무처리	6.9 (100)	15.4 (100)	32.3 (100)	2.1 (100)	4.4 (100)	9.0 (100)	0.9 (100)	1.1 (100)	2.1 (100)	
유기질 비료 1	4(kg/Plant)	8.6 (124.6)	17.0 (110.4)	42.1 (130.7)	2.6 (123.8)	4.8 (109.1)	10.0 (110.9)	1.0 (111)	1.3 (114)	2.4 (113)
	8(kg/Plant)	9.4 (136.2)	20.1 (130.6)	42.2 (131.0)	2.8 (133.3)	5.3 (120.6)	11.3 (125.6)	1.1 (117)	1.4 (128)	2.4 (113)
	12(kg/Plant)	9.7 (140.6)	20.0 (129.9)	43.5 (134.8)	2.9 (138.1)	5.8 (131.8)	11.8 (131.4)	1.1 (122)	1.4 (129)	2.4 (112)
	평균	9.2 (133.8)	19.0 (123.6)	42.6 (123.2)	2.8 (131.7)	5.3 (120.5)	11.0 (122.6)	1.1 (117)	1.4 (123)	2.4 (113)
	10(g/Plant)	6.6 (95.7)	17.7 (115.1)	41.6 (129.1)	2.0 (95.2)	4.9 (110.3)	12.7 (140.8)	1.0 (111)	1.3 (117)	2.3 (110)
유기질 비료 2	20(g/Plant)	7.2 (104.3)	14.0 (91.2)	44.0 (136.3)	2.2 (104.8)	3.8 (86.5)	12.7 (141.5)	1.0 (111)	1.3 (118)	2.5 (120)
	30(g/Plant)	7.8 (113.0)	19.1 (123.9)	43.4 (134.5)	2.3 (109.5)	5.3 (119.9)	11.7 (129.5)	1.0 (111)	1.3 (121)	2.4 (114)
	평균	7.2 (104.3)	16.9 (110.0)	43.0 (133.3)	2.2 (103.2)	4.6 (105.5)	12.4 (137.2)	1.0 (111)	1.3 (119)	2.4 (115)
	200(g/Plant)	6.6 (95.7)	19.1 (124.0)	45.6 (141.4)	2.0 (95.2)	5.1 (115.9)	12.3 (136.2)	0.9 (100)	1.4 (130)	2.5 (119)
유기질 비료 3	400(g/Plant)	8.0 (115.9)	18.5 (120.1)	48.0 (149.0)	2.4 (114.3)	5.3 (120.5)	13.1 (145.7)	1.1 (122)	1.5 (136)	2.7 (126)
	600(g/Plant)	9.5 (137.7)	25.1 (163.0)	47.4 (146.9)	2.9 (138.1)	7.1 (161.4)	10.7 (119.4)	1.1 (122)	1.5 (136)	2.6 (125)
	평균	8.0 (115.9)	20.9 (135.7)	47.0 (145.7)	2.4 (114.3)	5.8 (131.8)	12.0 (133.7)	1.0 (115)	1.5 (134)	2.6 (124)

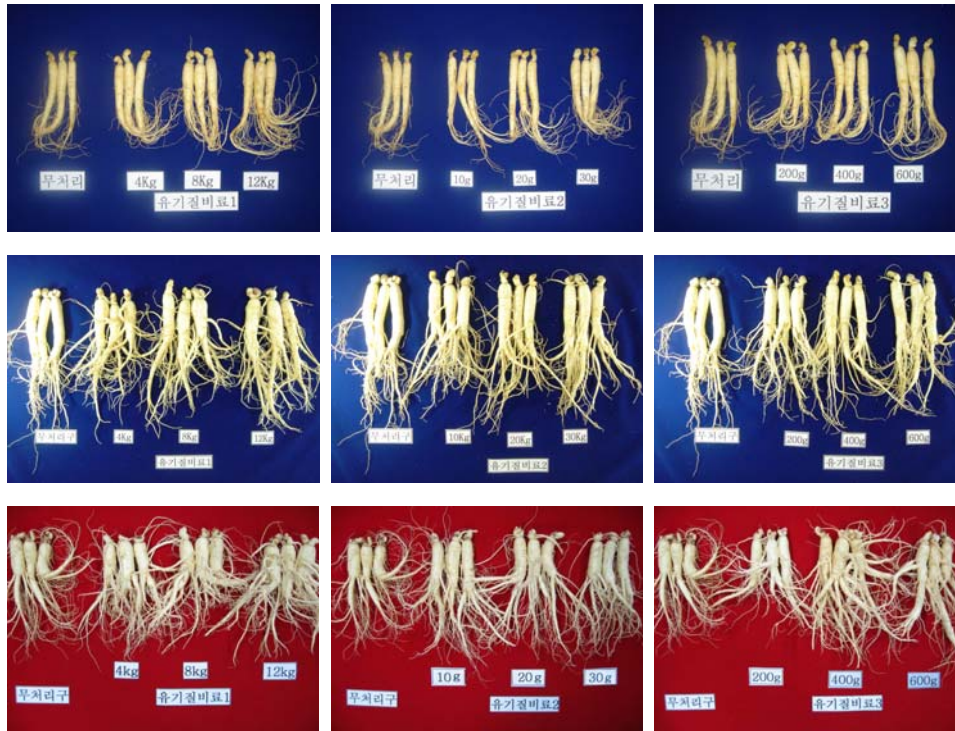


사진 9. 유기질비료에 따른 인삼뿌리의 발달양상(상:2년근, 중:3년근, 하:4년근)

마. 품질 평가

유기질비료가 인삼의 품질에 미치는 영향을 조사하였다. 인삼의 품질은 양적(크기와 체형), 질적(사포닌 함량)으로 평가할 수 있다.

우선, 양적평가의 항목으로 유기질시용에 따른 인삼 뿌리의 크기별로 검토해 보면, 표 21에서 보는 바와 같다.

표에서 보는 바와 같이 3년근에서 대조구는 10g-20g의 분포에서 모든 개체가 포함되어 있으나, 유기물처리에서는 20g이상의 분포가 유기질처리1은 26%-50%, 유기질 처리2는 12%-28%, 유기질 처리3은 22-78%의 분포를 보여 무처리구에 비하여 대편삼이 많은 경향이였다. 또한, 처리구내의 변동분포가 가장 큰처리구가 유기질 비료3으로 대편삼의 생산기술에 기여도가 높을 것으로 사료된다. 이와 같은 경향을 4년근에서 조사하였던 바, 동등한 결과를 보였다.

표 21. 유기질비료 처리가 인삼 품질 처리에 미치는 영향(3년근, 4년근)

처리구	시용량	50g이상	50g~40g	40g~30g	30g~20g	20g이하
3년근 무처리		-	-	-	-	51 (100)
3년근 유기질 비료1	4(kg/칸)	-	-	-	13 (26.0)	37 (74.0)
	8(kg/칸)	-	-	-	25 (50.0)	25 (50.0)
	12(kg/칸)	-	-	7 (13.7)	15 (29.4)	29 (56.9)
3년근 유기질 비료2	10(g/칸)	-	-	2 (4.0)	8 (16.0)	40 (80.0)
	20(g/칸)	-	-	-	6 (12.5)	42 (87.5)
	30(g/칸)	-	-	-	14 (28.6)	35 (71.4)
3년근 유기질 비료3	200(g/칸)	-	-	-	12 (22.2)	42 (77.8)
	400(g/칸)	-	-	-	16 (31.0)	35 (69.0)
	600(g/칸)	-	-	6 (11.5)	35 (67.3)	11 (22.0)
4년근 무처리		-	12 (27.3)	17 (38.6)	11 (25.0)	4 (9.1)
4년근 유기질 비료1	4(kg/칸)	12 (25.5)	11 (23.4)	12 (25.5)	7 (14.9)	5 (10.6)
	8(kg/칸)	-	33 (70.2)	8 (17.0)	6 (12.8)	-
	12(kg/칸)	15 (33.3)	10 (22.2)	12 (26.7)	8 (17.8)	-
4년근 유기질 비료2	10(g/칸)	14 (30.4)	9 (19.6)	10 (21.7)	10 (21.7)	3 (6.5)
	20(g/칸)	15 (31.3)	12 (25.0)	11 (22.9)	10 (20.8)	-
	30(g/칸)	16 (34.8)	11 (23.9)	7 (15.2)	12 (26.1)	-
4년근 유기질 비료3	200(g/칸)	14 (30.4)	16 (34.8)	7 (15.2)	9 (19.6)	-
	400(g/칸)	17 (36.2)	11 (23.4)	8 (17.0)	11 (23.4)	-
	600(g/칸)	19 (39.6)	9 (18.8)	14 (29.2)	-	5 (10.4)

지금까지 유기질비료에 따른 인삼의 뿌리발달과 수량증가 및 품질에 미치는 영향에 관하여 서술하였다. 인삼의 가격은 우선 뿌리가 크고 지근발달이 양호하며 체형이 좋을수록 높은 가격을 받아 농가의 소득증대에 기여된다. 따라서 유기질비료

가 인삼의 체형에 미치는 영향을 조사하였던 결과를 표 22에서 보는 바와 같다. 2년근의 경우, 지근발달이 거의 되지 않은 상태이기 때문에 체형조사에는 곤란함이 있어 대부분이 무우형의 형태가 많았으며, 3년근에서 지근발달의 차이를 가져와 체형변화가 시작되는 시기로 판단되며 처리간에서는 유기질시용 처리구가 무처리에 비하여 좋은 체형으로 변화하는 경향을 보였다.

표 22. 유기질비료 처리가 인삼 체형에 미치는 영향(2년근, 3년근, 4년근)

처리구	2년근					3년근					4년근				
	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수
무처리	-	100%	-	-	0.57	-	78%	8%	14%	0.52	0%	61%	16%	23%	0.35
유기질비료 1															
4(kg/Plant)	-	100%	-	-	0.56	-	82%	-	18%	0.47	2%	62%	6%	30%	0.40
8(kg/Plant)	-	100%	-	-	0.42	-	84%	12%	4%	0.43	0%	70%	4%	26%	0.57
12(kg/Plant)	-	100%	-	-	0.53	-	86%	4%	10%	0.48	2%	62%	13%	22%	0.44
유기질비료 2															
10(g/Plant)	-	100%	-	-	0.84	-	82%	-	18%	0.43	2%	61%	11%	24%	0.51
20(g/Plant)	-	100%	-	-	0.78	-	81%	10%	8%	0.66	2%	67%	13%	19%	0.43
30(g/Plant)	-	100%	-	-	0.64	-	86%	-	14%	0.55	2%	72%	4%	22%	0.44
유기질비료 3															
200(g/Plant)	-	100%	-	-	0.59	-	78%	-	22%	0.67	0%	78%	2%	20%	0.41
400(g/Plant)	-	100%	-	-	0.67	-	84%	-	16%	0.51	2%	64%	6%	26%	0.50
600(g/Plant)	-	100%	-	-	0.49	-	83%	-	17%	0.47	0%	74%	4%	21%	0.45

지금까지 유기질비료에 의한 인삼의 뿌리발달과 크기 및 체형(품질)에 관하여 검토하였다. 인삼은 양분을 서서히 흡수하는 영양생리적 특성으로 인하여 사용되는 비료는 분해속도가 완만한 유기질비료를 사용해야 전 생육기간 중 인삼에 양분을 고르게 계속 공급하여 생육할 수 있도록 예정지 관리시 효율적으로 시비해야한다. 본 실험에서 3종의 유기질비료 시용에 따라 수량증대와 동체장, 근직경의 변화가 나타났다. 이들과 토양의 물리이화학적 특성과 상호관련성을 검토해 본 결과, 표에서 보는 바와 같다. 표 23에서 보는 바와 같이 공극률의 효과가 나타났고, 인산과 칼리성분이 많을수록 근수량은 감소하는 경향을 보였고 Mg성분과는 정의 상관관계가 인정되었다.

표 23. 토양의 물리화학적 특성과 뿌리특성과의 상호관련성

Chemical properties	근직경	동체	수량	체형
공극률	0.6121*	0.5044*	0.6044*	0.4013
경도	0.3421	0.4653	0.2987	0.3121
pH	0.4218	0.3512	0.3214	0.4134
EC	-0.5839*	-0.6134*	-0.6425*	0.2573
NH ₄ -N	0.4352	0.5211*	0.5355*	0.4312
NO ₃ -N	0.3218	0.2543	0.3256	0.2317
P ₂ O ₅	-0.6012*	-0.6821*	-0.6218*	-0.4326
K	-0.5436*	-0.6012*	-0.5964*	-0.3985
Ca	0.4256	0.4012	0.3975	0.4264
Mg	0.0234	0.7132**	0.6936**	0.4013

인삼품질의 질적평가로 유기질시용이 사포닌함량에 미치는 영향을 조사하였던 바, 표 24에서 보는 바와 같다.

표에서 보는 바와 같이 무처리에 비하여 유기질비료 처리구에서 전체 사포닌함량이 증가하는 경향을 보였다. ginsenoside 중에서 Rc와 Re의 증가가 현저하였고 유기질비료 처리구중에서 유기질 처리구3에서 가장 높은 함량을 보였다.

표 24. 유기질시용에 따른 인삼의 ginsenoside함량 변화

처리구	뿌리부위	Rb1	Rb2	Rc	Rd	Re	Rf	총사포닌
무처리	주근외피	0.075	0.053	0.087	0.014	0.190	0.026	0.444
	주근내피	0.007	0.003	0.003	0.001	0.021	0.004	0.038
	지근	0.144	0.125	0.147	0.043	0.283	0.047	0.789
	세근	0.262	0.219	0.272	0.125	0.345	0.035	1.257
	합계	0.487	0.400	0.508	0.184	0.839	0.112	2.529
유기질 비료1	주근외피	0.102	0.048	0.091	0.012	0.226	0.040	0.519
	주근내피	0.020	0.004	0.007	0.001	0.046	0.009	0.087
	지근	0.146	0.094	0.150	0.032	0.228	0.039	0.689
	세근	0.343	0.280	0.423	0.091	0.457	0.064	1.658
	합계	0.611	0.426	0.670	0.136	0.956	0.154	2.952
유기질 비료2	주근외피	0.091	0.065	0.095	0.015	0.246	0.035	0.548
	주근내피	0.018	0.005	0.009	0.003	0.065	0.012	0.111
	지근	0.117	0.095	0.123	0.040	0.254	0.047	0.675
	세근	0.313	0.243	0.337	0.151	0.460	0.055	1.559
	합계	0.539	0.408	0.564	0.208	1.026	0.148	2.894
유기질 비료3	주근외피	0.095	0.035	0.100	0.014	0.210	0.032	0.486
	주근내피	0.022	0.006	0.012	0.002	0.066	0.012	0.120
	지근	0.191	0.130	0.229	0.080	0.334	0.058	1.023
	세근	0.444	0.213	0.448	0.192	0.514	0.068	1.879
	합계	0.753	0.383	0.789	0.288	1.125	0.170	3.509

이들 사포닌을 PD계와 PT계로 구분하여 검토해 보면 표 25에서 보는 바와 같다. 유기질비료의 처리는 PT계에 비하여 PD계의 증가가 현저하였고 이들의 생산성을 GPI 즉, 총사포닌에 근중을 곱하여 구해본 바, 유기질비료의 효과는 더욱 현저한 차이를 나타냈다. 따라서, 인삼의 질적수준을 향상시키는 기술로 유기질비료의 선택은 매우 중요시된다.

표 25. 유기질비료처리에 따른 ginsenoside의 PD계와 PT계의 영향

처리구	PD	PT	PD/PT	합계	GPI
무처리	1.58	0.95	1.66	2.53	22.3
유기질 비료 1	1.85	1.11	1.67	2.95	27.0
유기질 비료 2	1.72	1.18	1.46	2.89	32.3
유기질 비료 3	2.21	1.3	1.70	3.51	40.5

*GPI(Ginsenosides Prodction Index)= Total saponin × Root dry weight.

PD : Panaxadiol ginsenosides (Rb1+ Rb2 +Rc + Rd)

PT : Panaxatriol ginsenosides (Re + Rf)

또한, 유기질시용이 사포닌의 생성에 관여하는 요인을 알아보기 위해서 사포닌의 함량과 토양의 이화학적 성분과의 상호관계를 구하였던 바, 표 26에서 보는 바와 같다. Panaxadiol의 경우에는 인삼과 마그네슘, 칼리, 칼슘 등이 부의 상관관계로 나타났고, 망간과 철 성분이 정의 상관관계로 나타나 이들 성분은 사포닌을 함량시키는데 유효할 것으로 판단된다. 또한, Panaxatriol은 마그네슘과 인산이 부의 상관관계를 보였고 구리, 아연은 정의 상관관계로 나타났다. 총 사포닌 함량에서는 인산이 부의 상관관계를 보였고 철 성분이 정의 상관관계로 나타났다.

이와 같은 관점에서 인삼의 품질을 평가하는 사포닌은 각각 약리적 기능을 달리 하는 성분이 있어 약리적 기능에 따라서 토양의 이화학적 조성을 달리한다면 앞으로 환자 맞춤형 원료삼 생산이 가능하리라 생각한다.

표 26. 토양화학적 성분과 ginsenoside와의 상관관계

Chemical properties	Panaxadiol	Panaxatriol	Total Saponin
pH	-0.3213	-0.3044	-0.4013
O.M.	0.6123*	0.4221	0.5548*
NH ₄ -N	-0.3721	-0.2067	-0.2988
NO ₃ -N	-0.2648	-0.2671	-0.2105
P ₂ O ₅	-0.7012**	-0.3218	-0.6836**
K	-0.4454	-0.0556	-0.3985
Ca	-0.3797	-0.4730	-0.4980
Mg	-0.4998	-0.6551**	-0.4460
Fe	0.5618*	0.0135	0.5156*
Mn	0.2883*	-0.1950	0.2978
Cu	0.0215	0.5599**	-0.0190
Zn	0.1675	0.6903**	0.2109
B	0.2543	0.4373	0.2791

제3절 영양제의 엽면시비 및 추비에 따른 수삼발달과 체형

1. 서언

인삼은 재배하기 전 예정지를 관리하여 식재하기 이전에 토양에 유기물을 충분히 공급한 후, 묘삼 또는 종자를 파종한다. 이 때 식재하면 최소한 한 장소에서 4년-6년간 재배를 하게 된다. 특히, 인삼은 재배기간이 4-6년으로 길고 적정비옥도 수분의 폭이 좁은 작물이기 때문에 재배적지의 선정과 예정지 관리의 중요성이 매우 커서 인삼재배의 성패를 좌우하는 가장 큰 요인이 되고 있다. 최근 인삼재배면적의 급격한 증대와 노동력 부족, 인건비 상승 등으로 인하여 전통적인 예정지 선정방법과 예정지 관리방법을 따르기가 어렵게 되었으며, 타 작물과는 달리 인삼의 단위면적당 수확증가가 거의 이루어 지지 못한 실정이다.

이와 같은 원인은 인삼의 토양양분의 대부분은 예정지 관리시 사용했던 유기질 원에 의존하여 4-6년근의 재배상에 충분한 양분공급은 어렵다고 생각된다.

따라서, 본 연구는 인삼 농가에서 자주 사용하는 액비 등을 수집하여 엽면살포를 통하여 인삼의 뿌리발달 및 크기와 품질에 미치는 영향을 조사하고자 실시하였다.

2. 재료 및 방법

인삼용 입제(2종) 및 액제(3종)비료가 인삼 지하부 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 입제 2종을 묘삼 정식 전 20일에 각각 1,000kg/10a, 60kg/10a의 비율로 토양에 뿌리고 골고루 흙과 섞은 후에 묘삼을 이식하였고, 액제비료 3종을 800배액로 하여 2년근에는 2004년도 5월 17일, 5월 28일, 6월 10일, 6월 30일에 3년근에는 2005년도 5월 4일, 5월 15일, 5월 28일, 6월 5일, 6월 18일, 6월 28일에 경엽 표면으로 흘러내릴 정도로 충분히 분무하였고 무처리구는 같은 양의 물을 분무하였다.

조사는 2004년부터 2006년까지 매년 실시하였으며 작물체의 형태적 특성조사는 지상부에서 엽면적, 엽록소함량, 경장, 경직경 등을 조사하였고 지하부는 근장, 근직경, 동체, 생체중, 건물중을 조사하였는데, 지하부의 조사방법으로 뿌리의 근장은 너두 끝에서 뿌리의 제일 끝 길이를 측정하였고, 근직경은 동체에서 가장 굵은 부위의 굵기를 버니어캘리퍼스로 측정하였다. 생근중은 박피하지 않은 수삼을 세척한

후 흡습지로 수분을 제거한 중량이며, 건근중은 수삼을 50℃에서 7-8일간 건조하여 측정하였다. 인삼뿌리는 크기별로 분류하여 인삼품질로 평가하였고 인삼의 체형은 4가지로 형태를 구분하였다.

또한, 인삼의 생리적 특성으로 처리에 따라서 광합성속도 및 증산작용, 기공전도도 및 엽록소함량, 일비량 등을 측정하였고 측정 대상 잎은 정상적으로 생육한 3개체의 최근 완전히 전개한 잎을 대상으로 전 생육기간 동안 동일한 잎을 추적, 조사하였다.

광합성속도, 증산작용, 기공전도도, 세포간극 내 이산화탄소는 LI-6400 휴대용 광합성측정장치를 이용하여 측정하였으며, 광량에 따른 광합성속도의 변화는 LI 6400-02 LED의 인공광선을 이용하여 0, 100, 300, 500, 700, 1000 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 의 광량을 인위적으로 조절하여 측정하였고 인삼포의 자연광 하에서는 자연광 챔버를 이용하여 측정하였다. 광합성속도의 측정이 종료되면 잎의 엽록소함량을 미놀타 SPAD 502를 사용하여 3반복으로 측정하였다.

기타 조사는 제1절의 재료 및 방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 지상부의 생육

입제와 액제가 인삼의 지상부의 생육에 미치는 영향을 살펴보면 표 27에서 보는 바와 같다. 입제비료에 대한 결과를 먼저 살펴보면 표에서 보는 바와 같이 엽록소 함량은 2년근, 3년근, 4년근에서 무처리에 비하여 제품1에서 효과적으로 증가하였고, 엽면적은 2년근에서 처리구가 43%, 30% 증가하는 경향을 보였으며, 이와 같이 3년근, 4년근에서도 엽록소 함량이 증가하는 경향을 보였다.

또한, 엽면적은 제품 1, 2에서 약간 증가 하는 경향이 있었고, 경장은 2년근, 3년근, 4년근에서 증가하는 경향을 보였으며, 경직경에서도 2년근, 3년근, 4년근이 증가하는 경향을 보였다.

이와 같은 시험을 충남농업기술원 금산인삼약초시험장 시험포에서도 실시하였던 바, 표 28에서 보는 바와 같이 엽면적은 무처리구에서 대조구에 비하여 3년근에서는 6%, 10%증가하는 경향이 있었고, 4년근에서는 26%, 15%가 증가하는 경향을 보였다. 엽록소 함량에서도 3년근, 4년근에서 처리구가 증가하는 경향이 있었고, 경

장과 경직경에서도 처리구에서 증가하는 경향을 보여 본 시험포와 유사한 결과를 얻었다.

표 27. 입제비료 처리가 인삼의 지상부 생육에 미치는 영향(2004년, 2005년, 2006년 조사)

구 분	엽록소 함량 (SPAD values)			엽면적(cm ² /개체)			경장 (cm)			경직경 (mm)		
	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근
무처리	33.1c (100)	32.7a (100)	28.3b (100)	53.2c (100)	269.4b (100)	428.6b (100)	23.7c (100)	23.7b (100)	39.3b (100)	2.2a (100)	4.38b (100)	5.2b (100)
제품 1	39.2a (118.4)	34.39a (105.2)	38.4a (135.7)	76.4a (143.6)	277.9a (103.2)	603.9a (140.9)	27.0a (113.9)	34.3a (144.7)	45.4a (115.6)	2.3a (104.5)	5.86a (133.8)	6.9a (130.8)
제품 2	36.2b (109.4)	33.71a (103.1)	30.0b (106.1)	69.4b (130.5)	271.0b (100.6)	497.6b (116.1)	25.4b (107.2)	26.6b (122.2)	41.8a (106.3)	2.2a (100)	4.37b (99.8)	6.3a (119.2)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

표 28. 입제비료 처리가 인삼의 지상부 생육에 미치는 영향(2005년, 2006 금산)

구 분	엽면적 (cm ² /주)		엽병수 (갯수)		엽록소 (SPAD values)		경장 (cm)		경직경 (mm)	
	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근
무처리	282.4b (100)	449.6b (100)	3.3b (100)	4.1b (100)	32.7b (100)	40.1b (100)	24.8b (100)	46.1b (100)	4.5b (100)	5.1b (100)
제품 1	299.0a (106)	490.9a (126)	3.7a (112)	4.8a (117)	33.8b (103)	41.9a (104)	28.0a (113)	49.7a (107)	4.8a (107)	5.9a (178)
제품 2	310.3a (110)	511.2a (115)	3.7a (112)	4.5a (110)	38.8a (119)	43.1a (107)	27.2a (110)	51.4a (111)	5.0a (111)	5.5a (163)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

또한, 액제비료의 엽면살포에 대한 인삼의 지상부 생육에 미치는 영향은 표 29에서 보는 바와 같이 엽록소함량의 경우 무처리에 비하여 제품 2와 3에서 증가하는 경향을 보였고, 엽면적은 무처리에 비하여 2년근에서는 14%-27%까지 증가하는 경향을 보여 유의성이 인정되었으며, 3년근에서도 무처리구에 비하여 처리구의 엽면적이 증가하는 경향을 보였으며, 4년근에서도 무처리보다 52%-85% 증가 하는 경향이 있었다. 이는 영양분의 공급이 원활하여 생육이 조장된 것으로 사료되며, 엽

면적의 확보는 수량과 직접적으로 관여하는 요인으로 인삼의 뿌리발달에 영향을 미칠 것으로 생각한다. 경장은 무처리에 비하여 처리구가 2년근에서는 7%-14%, 3년근은 22%-45%, 4년근에서는 12%-25%까지 증가하는 경향을 보였고, 경직경은 2년근에서는 비슷한 생육을 보였으나, 3년근에서는 5%-11%, 4년근에서는 35%-50%로 증가하는 경향이 있었다.

표 29. 액제비료 처리가 인삼의 지상부 생육에 미치는 영향(2004년, 2005년, 2006년 조사)

구 분	엽록소 함량 (SPAD values)			엽면적(cm ² /개체)			경장 (cm)			경직경 (mm)		
	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근
	무처리	30.9d (100)	32.7c (100)	28.3b (100)	47.2d (100)	269.4b (100)	428.6b (100)	21.7b (100)	23.7c (100)	39.3b (100)	2.15a (100)	4.38c (100)
제품 1	34.6a (112.0)	32.5c (99.4)	32.9a (116.1)	60.2a (127.5)	271.1b (100.6)	758.9a (177.1)	23.0a (106.0)	26.5b (111.8)	44.1ab (112.3)	2.17a (100.9)	4.88a (111.4)	7.9a (148.9)
제품 2	33.5b (108.4)	36.1a (110.4)	36.0a (127)	56.4b (119.5)	298.2a (110.7)	794.4a (185.3)	22.9a (106.0)	28.1a (118.6)	48.5a (123.5)	2.15a (100)	4.79a (109.4)	7.2a (135.5)
제품 3	32.3c (104.5)	33.1b (101.2)	35.9a (126.8)	54.2c (114.8)	272.1b (101.0)	651.3a (152.0)	22.5ab (103.7)	25.1b (105.9)	49.4a (125.9)	2.16a (100.5)	4.61b (105.3)	8.0a (150.7)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

표 30. 액제비료 처리가 인삼의 지상부 생육에 미치는 영향(2005년, 2006년 금산)

구 분	엽면적 (cm ² /주)		엽병수 (개수)		엽록소 (SPAD values)		경장 (cm)		경직경 (mm)	
	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근
	무처리	303.9b (100)	449.6c (100)	3.4b (100)	3.9b (100)	33.6b (100)	39.6b (100)	25.3b (100)	45.3b (100)	4.6a (100)
제품 1	363.9a (120)	575.3a (128)	3.7a (108)	4.2a (107)	36.0a (107)	42.0a (106)	28.8a (114)	50.1a (111)	4.8a (105)	5.7a (116)
제품 2	369.3a (121)	568.9a (126)	3.7a (107)	4.3a (108)	38.8a (116)	45.8a (116)	30.4a (120)	53.5a (118)	5.1a (113)	5.0b (102)
제품 3	309.6b (102)	515.4b (115)	3.6a (104)	4.5a (115)	35.1a (105)	41.1a (104)	25.8b (102)	56.4a (125)	4.3a (93)	5.9a (120)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

또한, 액비분무처리에 대한 충남농업기술원 금산인삼약초시험장 시험포의 결과를 표 30에서 보면 지상부의 엽면적은 대조구에 비하여 처리구에서 3년근은 20%, 21%, 2% 4년근에서는 28%, 26%, 15% 증가하는 경향으로 처리구가 대조구에 비하여 높은 경향이 있었다. 엽록소함량에서도 처리구가 대조구에 비하여 증가하는 경향을 나타냈으며, 경장과 경직경에서도 무처리구에 비하여 처리구에서 증가 하는 경향을 보였다.

영양제 처리가 광합성속도, 증산작용, 기공전도도에 미치는 영향을 밝히고 자 실시하였던 바, 그림 9에서 보는 바와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 처리에 따른 광합성속도는 모든 처리구에서 광 강도가 증가함에 따라 광합성속도가 증가하는데 $300\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 부근에서 최고점에 도달한 후에는 광 강도를 높여도 광합성속도는 일정하거나 감소하는 경향을 나타냈다. 처리구별로 보면 모든 조사시기에서 영양제 처리구에서 생육한 인삼 잎의 광합성속도가 무처리구에 비하여 높게 나타났으며 기공전도도도 광량에 따른 무처리구에 비하여 처리구에서 높은 경향을 보였다. 또한, 기공전도도와 광합성속도 측정치에 대하여 양자간의 관계를 검토해 본 결과가 그림 10에서 보는 바와 같이 1차 회귀 정의상관관계가 인정되어 기공전도도가 증가 할수록 광합성속도는 증가하는 경향이 있었고, 증산작용과 광합성속도 측정치에 대한 양자간의 관계 또한 증산작용이 증가 할수록 광합성속도가 증가 하는 경향을 나타내었다. 이를 처리구별로 보면 처리구가 무처리구에 비하여 높은 위치에 있어 식물대사촉진물질, 즉 영양제의 시비는 기공전도도를 향상시켜 광합성 속도를 상승 시키는 것으로 사료된다.

이상의 결과에서 엽면적 및 엽록소함량의 증가와 물질대사활성제의 처리는 인삼의 근광증대에 기여할 것으로 사료된다.

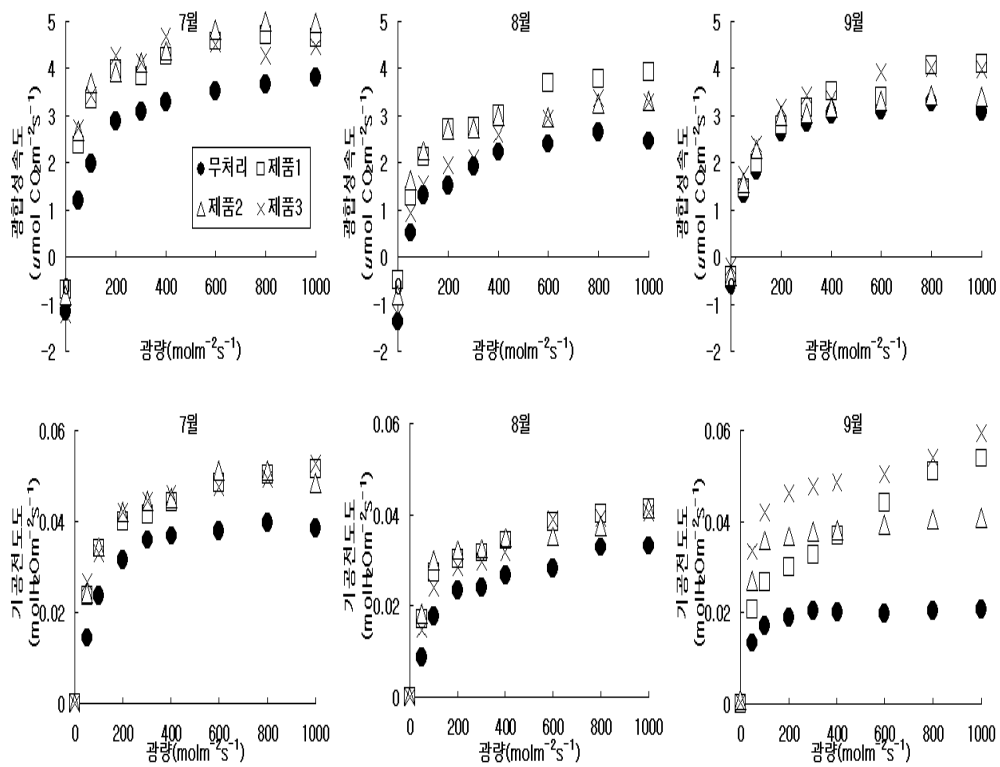


그림 9. 영양제처리에 따른 생육시기별 광합성속도 및 기공전도도의 변화

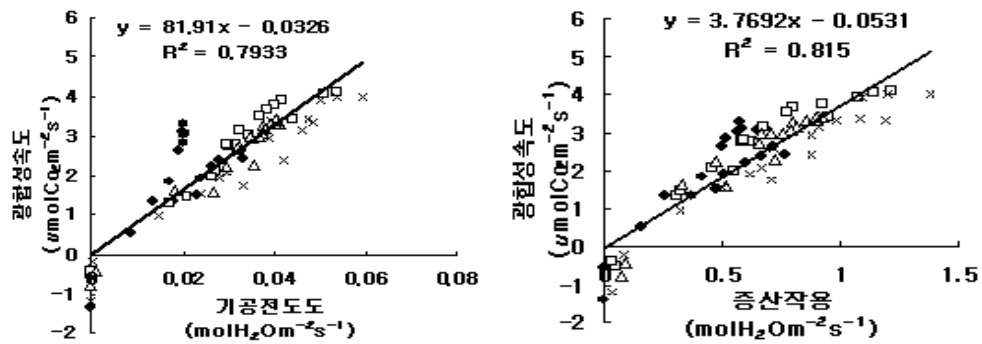


그림 10. 광합성속도와 기공전도도, 광합성속도와 증산작용과의 관계

이상에서 검토한 바와 같이 영양제의 엽면시비와 추비로 인하여 인삼의 생육이 조장된다는 사실은 인삼의 영양공급이 원활하면 성장이 조장되는 특히, 장기간의 재배로 인한 토양 내 영양결핍 및 고갈을 초래한다면 이와 같은 기술로 인삼의 수량증대에 기여할 것으로 사료된다. 단지, 이들에 관여하는 성분을 조합하여 가장 효과적인 비료를 개발하여 기술을 보급할 필요가 있다.

나. 지하부의 특성

영양제의 엽면시비가 인삼의 수량에 어느 정도 기여하는 가를 구명하기 위하여 인삼의 지하부를 조사하였던 바, 표 31에서 보는 바와 같다.

표에서 보는 바와 같이 입제와 액제의 엽면살포에서 인삼의 근장은 무처리구에서 2년근은 19.6cm, 3년근은 23.5cm인 반면 처리구는 2년근이 20.6cm, 3년근은 24.4cm로 무처리구보다 6.2%, 3.8%가 증가하였으며, 제품 2 처리구에서는 2년근이 20.0cm, 3년근이 23.3cm로 무처리구에 비하여 약간 증가하는 경향을 보였다.

표 31. 입제비료 처리가 인삼의 근부발달에 미치는 영향(2004년, 2005년, 2006년 조사)

구 분	근장(cm)			근직경(mm)			생체중(g/개체)			건물중(g/개체)		
	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근
무처리	19.4b (100)	23.5b (100)	30.5a (100)	9.1b (100)	11.7c (100)	18.9b (100)	3.76c (100)	9.17c (100)	27.00b (100)	0.78c (100)	3.39c (100)	9.10b (100)
제품 1	20.6a (106.2)	24.4a (103.8)	29.5a (96.7)	10.4a (114.2)	15.4a (132.4)	23.7a (125.4)	5.76a (153.2)	15.88a (173.1)	37.43a (138.5)	1.01a (129.5)	5.66a (166.9)	11.82a (129.7)
제품 2	20.0ab (103.1)	23.3b (99.2)	27.3a (89.4)	9.2b (101.0)	14.6b (124.9)	23.5a (124.3)	4.68b (124.5)	12.51b (136.4)	35.31a (130.7)	0.87b (111.5)	4.92b (145.1)	10.02a (120.9)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

이상과 같이 입제비료의 처리는 근장을 각각 2년근에서는 6.2%, 3.1%, 3년근과 4년근에서는 비슷한 경향을 보였으며, 제품1은 무처리와 유의성이 인정되었으나, 제품2는 무처리와 유의성이 인정되지 않았다. 인삼의 근직경을 조사한 결과는 무처리구에서의 근직경은 2년근 9.1mm이었으나 제품1 처리구는 10.4mm로 무처리구보다 14.2% 증가하였으며, 제품2 처리구는 9.2mm로 무처리구보다 1.0% 증가하였고, 3년근에서는 무처리에 비하여 제품1은 32.4%, 제품2는 25%, 4년근에서는 제품1은

25%, 제 품2는 24% 증가를 보였다.

이와 같은 경향은 입체의 영양성분이 근장을 확보하기보다는 근직경을 증가시키는 수평적 발달에 효과적인 것을 알 수 있다.

이 결과가 인삼의 수량증대에 효과적인가는 최종 수량에서 검토해 보아야 할 것이지만, 2년근과 3년근, 4년근의 생체중의 효과를 보면 표 32에서 보는 바와 같이 2년근에서는 무처리의 경우 3.76g이었으나 처리구는 각각 5.76g, 4.68g으로 무처리구보다 53.2%, 24.5% 증가하는 효과를 보였고, 3년근 역시 처리구에서 증가하는 경향을 보여 각각 73%, 36%의 증가를 보였으며, 4년근에서도 38%, 30% 증가 하는 경향이 있었다. 그리고 이를 건조시킨 근 건물중으로 비교 검토해 보면 무처리구의 근 건물중이 2년근은 0.78g, 3년근은 3.39g, 4년근 9.10g인 반면 처리구는 2년근 1.01g, 0.87g, 3년근 5.66g, 4.92g, 4년근 11.82g, 10.02g으로 무처리구보다 2년근은 29.5%, 11.5%로, 3년근은 67%와 45%, 4년근은 29.7% 20.9%의 증가하는 경향을 보여 대편삼 생산에 유리한 기술적 효과가 있을 것으로 사료되며 5년근, 6년근의 고년근에서 계속 검토할 필요가 있다. 또한, 충남농업기술원 금산인삼약초시험장 시험포에서도 시행하였던 바, 표 33에서 근장의 경우 무처리구와 처리구에서의 3년근에서는 비슷하였고, 4년근에서는 약간의 증가를 보였으나, 유의적인 차이는 없었고, 동체의 처리구에서 3년근은 6%, 3년 4년근에서는 8%, 5% 증가하는 경향이 있었다. 근직경은 처리구가 무처리구에 비하여 2년근은 34%, 26% 4년근은 15%, 13% 각각 증가 하는 경향을 보여 무처리구와의 유의적인 차이를 보여 근직경의 발달은 밀양 시험포와 같은 경향으로 이것으로 생체중과 건물중의 발달이 3년근에서는 51%, 46% 4년근은 20%, 22% 증가하는 경향이 있었다.

지근발달은 표 33에서 보는 바와 같이 무처리구보다 영양제처리구에서 효과적으로 나타났다.

표 32. 입제비료 처리가 인삼의 근부발달에 미치는 영향(2005년, 2006년 금산)

구 분	근 장 (cm)		동 체 (cm)		근 직 경 (mm)		생 체 중 (g/개 체)		건 물 중 (g/개 체)	
	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근
무처리	25.8a (100)	27.2b (100)	7.2a (100)	8.0b (100)	12.1b (100)	19.7b (100)	11.5b (100)	29.6b (100)	3.7b (100)	9.6b (100)
제품1	26.2a (101)	28.7a (105)	7.6a (106)	8.6a (108)	16.2a (134)	22.7a (115)	17.4a (151)	35.6a (120)	6.0a (162)	10.1a (105)
제품2	25.6a (99)	27.6b (101)	7.4a (103)	8.4ab (105)	15.3a (126)	22.3a (113)	16.8a (146)	36.0a (122)	5.9a (159)	10.9a (114)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

표 33. 입제비료 처리가 인삼의 지근발달에 미치는 영향(2005년, 2006년 금산)

구 분	제 1지근				제 2지근			
	길이 (cm)		직경 (mm)		길이 (cm)		직경 (mm)	
	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근
무처리	17.1 (100)	17.5 (100)	4.1 (100)	4.2 (100)	13.1 (100)	13.4 (100)	3.01 (100)	3.9 (100)
제품1	15.3 (89)	16.0 (91)	6.2 (151)	3.6 (86)	15.7 (120)	16.2 (121)	3.9 (129)	4.8 (123)
제품2	18.1 (106)	20.3 (116)	5.2 (127)	6.5 (155)	17.1 (131)	17.3 (129)	3.4 (114)	6.2 (159)

* () : 무처리에 대한 Index.

한편, 액제비료분무 처리가 인삼의 근장에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 33과 같다. 근장은 2년근에서 무처리에 비하여 처리구에서 각각 2-8%로 증가하는 경향을 보였고, 3년근에서는 무처리구보다 다소 감소하는 경향을 보였으나, 제품3 처리구에서 무처리구보다 7%가 증가하였다. 4년근에서는 제품1, 제품2 에서 4-8%증가하는 경향이 있었고, 근직경은 2년근의 경우 무처리구의 근직경은 8.5mm이었으나, 처리구는 9.0mm, 8.6mm, 8.8mm로 각각 무처리구보다 5.9%, 1.2%, 3.5%가 증가하였고 3년근에서는 무처리에 비하여 각 처리구에서 35%, 37%, 20.9%, 4년근에서는 무처리구 보다 처리구에서 21%, 25%, 19%의 증가를 보여 2년근에 비하여 3년근과 4년근에서 더욱 효과적으로 나타났다. 이상과 같이 액제분무처리는 근직경을 2년근은 1.2-5.9% 증가시켰고 3년근은 20.9%-37%로 증가시켰으며, 4년근은 19%-25% 증가 하였으므로 무처리와 유의성이 인정되었다.

근직경은 인삼의 수량과 직접적으로 연관된 요인이어서 액제비료가 수량에 미치는 영향을 생체중으로 검토하여 보면, 표에서 보는 바와 같이 2년근의 경우, 무처리구는 3.54g이었으나 제품1 처리구는 4.29g으로 무처리구보다 21.2%가 증가하였고, 제품2 처리구는 3.80g으로 무처리구보다 7.3%가 증가하였으며, 제품3 처리구는 4.05g으로 무처리구보다 14.4%가 증가하여 근중을 7.3-21.2% 증가시켰으며 모두 유의성이 인정되었다. 3년근의 경우, 무처리구는 9.17g인 반면 처리구는 15.24g, 15.5g, 11.95g으로 각각 66%, 68%, 30%의 증가를 보였고, 4년근에서는 무처리구가 27.0g이었으나, 처리구에서는 39.4g, 35.6g, 34.5g 으로 각각 46%, 32%, 28%로 증가 하였으며, 유의성이 인정되었다. 또한, 근건물중에서도 2년근에서는 무처리구에 비하여 처리구에서 19.7%, 7.9%, 17.1%로 증가하였고, 3년근의 경우 무처리에 비하여 처리구에서는 제품 1처리구는 5.44g으로 60%, 제품 2 처리구는 5.31g으로 56.79%, 제품 3처리구는 4.24g으로 25.1% 증가하였고, 4년근에서는 무처리구가 9.1g인 반면, 처리구에서는 12.1g, 11.9g, 11.5g으로 각각 33%, 31%, 26% 증가 하는 경향이 있었다. 따라서, 2년근의 건물중 증가는 7.9-19.7%이었고 3년근의 증가는 25.2%-60%, 4년근의 증가는 26%- 33%의 증가를 보여 2, 3, 4년근 모두에서 증수 효과를 가져왔다.

표 34. 액제비료분무처리가 인삼의 근부발달에 미치는 영향

구 분	근장(cm)			근직경(mm)			생체중(g/개체)			건물중(g/개체)		
	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근
무처리	17.6b (100)	23.5b (100)	30.5a (100)	8.5b (100)	11.7c (100)	18.8b (100)	3.54c (100)	9.17c (100)	27.0c (100)	0.76d (100)	3.39c (100)	9.1c (100)
제품 1	19.0a (108.0)	23.2b (98.9)	33.0a (108.2)	9.0a (105.9)	15.8a (135.4)	22.8a (121.3)	4.29a (121.2)	15.24a (166.1)	39.4a (145.9)	0.91a (119.7)	5.44a (160.3)	12.1b (133.0)
제품 2	18.1ab (102.8)	21.1c (89.9)	31.9a (104.4)	8.6ab (101.2)	16.0a (137.0)	23.5a (125.0)	3.80bc (107.3)	15.45a (168.4)	35.6ab (131.8)	0.82c (107.9)	5.31a (156.7)	11.9a (130.8)
제품 3	18.8a (106.8)	25.2a (107.1)	29.3a (96.1)	8.8ab (103.5)	14.1b (120.9)	22.3a (118.6)	4.05ab (114.4)	11.95b (130.3)	34.5b (127.8)	0.89b (117.1)	4.24b (125.1)	11.5b (126.4)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

액비비료의 분무처리를 충남농업기술원 금산인삼약초시험장 시험포에서도 실시한 바, 표 35에서 보는 바와 같이 근장은 제품 1, 2, 3이 무처리구에 비하여 증가하거나 비슷하였고 동체장도 약간 증가하는 경향을 보였다. 근직경은 3년근에서는 14%, 26%, 11% 4년근에서는 5%, 12%, 7% 각각 증가 하는 경향이 있었으며, 인삼의 수량을 생체중에서 비교하여보면 3년근에서는 10%, 10%, 2% 4년근은 9%, 15%, 8% 각각 증가 하는 경향이 있었고, 건물중에서도 무처리구에 비하여 3년근은 14%, 18%, 3% 4년근은 4%, 7%, 4% 각각 증가 하는 경향이 있었다. 지근발달에 있어서도 표 36에서 보는 바와 같이 무처리구 보다는 처리구에서 지근이 발달하는 경향이 있었다.

표 35. 액제비료분무처리가 인삼의 근부발달에 미치는 영향(2005년, 2006년 금산)

구 분	근 장 (cm)		동체 (cm)		근직경 (mm)		생체중 (g/개체)		건물중 (g/개체)	
	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근
무처리	24.8a (100)	26.8b (100)	7.8a (100)	8.2a (100)	12.3b (100)	15.3b (100)	13.6b (100)	19.6b (100)	4.2b (100)	6.9b (100)
제품 1	25.2a (102)	30.6a (114)	7.9a (101)	8.4a (102)	14.1a (114)	16.0a (105)	15.0a (110)	21.3a (109)	4.8a (114)	7.2a (104)
제품 2	26.2a (106)	32.4a (121)	8.0a (102)	8.5a (104)	15.5a (126)	17.1a (112)	15.0a (110)	22.5a (115)	5.0a (118)	7.4a (107)
제품 3	24.8a (100)	27.7ab (103)	8.2a (105)	8.3a (101)	13.6ab (111)	16.3a (107)	13.9b (102)	21.1a (108)	4.3b (103)	7.2a (104)

표 36. 액제비료 처리가 인삼의 지근발달에 미치는 영향(2005년, 2006년 금산)

구 분	제 1지근				제 2지근			
	길이 (cm)		직경 (mm)		길이 (cm)		직경 (mm)	
	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근	3년근	4년근
무처리	16.3 (100)	18.4 (100)	3.9 (100)	4.1 (100)	16.0 (100)	18.0 (100)	3.0 (100)	3.5 (100)
제품 1	16.6 (101)	19.0 (103)	5.6 (144)	6.2 (151)	13.9 (87)	18.4 (102)	3.6 (118)	4.7 (134)
제품 2	13.2 (81)	18.1 (98)	4.2 (108)	5.8 (141)	13.2 (83)	19.3 (107)	3.0 (100)	4.3 (123)
제품 3	14.2 (87)	17.2 (93)	3.5 (90)	4.0 (98)	11.4 (71)	15.1 (84)	2.9 (94)	3.8 (109)

다. 품질평가

영양제의 사용이 인삼의 품질에 미치는 영향에 대하여 조사하였던 바, 입제 처리가 인삼의 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 37과 사진 10에서 보는 바와 같다. 무처리구의 근중은 2년근에서 5.0-10g이 7%에 불과하였으나, 제품1 처리구 76%, 제품2 처리구 35%로 크게 증가하였다. 4.0-5.0g사이의 근중은 무처리구가 31%, 제품1 처리구 18%, 제품2 처리구 38%의 비율로 분포하였다. 그러나 4.0g 미만의 근중은 무처리구 62%, 제품1 처리구 6%, 제품2 처리구 27%의 비율로 분포하였다. 3년근에서도 무처리구는 10-20g이 32%, 5-10g이하에서 68%를 나타낸 반면, 처리구는 20g이상의 경우 11%와 22%, 10g-20g은 89%와 56%로 분포 하였으며, 4

년근에서는 무처리는 50g이상에는 분포하지 않고 50g-40g에 29%, 40g-30g은 33%, 30g-20g에서는 31%로 나타났으며, 처리구에서는 50g이상에 13%, 18%가 분포하였고, 50g-40g에는 30%, 24%, 40g-30g에는 22%, 29%, 30g-20g은 24%, 20%로 현저히 높은 비율로 나타났다.

표 37. 입제비료 처리가 인삼의 품질에 미치는 영향

구 분	50g이상 개체수(%)	50g-40g 개체수(%)	40g-30g 개체수(%)	30g-20g 개체수(%)	10-20g 개체수(%)	5-10g 개체수(%)	5g미만 개체수(%)
2년근							
무처리	-	-	-	-	-	3(7)	42(93)
제품1	-	-	-	-	-	34(76)	11(24)
제품2	-	-	-	-	-	16(35)	29(65)
3년근							
무처리	-	-	-	-	16(32)	34(68)	-
제품1	-	-	-	6(11)	48(89)	-	-
제품2	-	-	-	11(22)	29(56)	11(22)	-
4년근							
무처리	-	13(29)	15(33)	14(31)	2(4)	1(2)	-
제품1	6(13)	14(30)	10(22)	11(24)	2(4)	3(7)	-
제품2	8(18)	11(24)	13(29)	9(20)	2(4)	2(4)	-



무처리 제품 1 제품 2
2년근(2004년)

3년근(2005년)

4년근(2006년)

사진 10. 입제비료 처리에 따른 인삼의 뿌리발달

또한, 액제분무처리가 인삼의 대편삼 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 표 38과 사진 11에서 보는 바와 같다. 2년근의 경우, 무처리의 근중은 5g이상인 개체가 2%에 불과하였으나 제품1 처리구는 22%, 제품2 처리구는 11%, 제품3 처리구는

20%의 비율을 나타냈다. 4.0-5.0g사이의 근중은 무처리가 23%, 제품1 처리구는 40%, 제품2 처리구는 27%, 제품3 처리구는 18%의 비율로 분포하였다. 그러나 4.0g 미만에서는 무처리가 76%, 제품1 처리구는 38%, 제품2, 3 처리구는 모두 62% 비율로 분포하였다.

또한, 3년근에서는 무처리가 20g이상인 개체가 0%에 불과하였으나, 처리구에서는 조사개체중 제품1은 42개로 78%, 제품2는 41개로 78%, 제품3은 18개로 33%의 비율을 보여 무처리에 비하여 처리구의 인삼개체중량이 증가하는 것으로 나타났다. 10g-20g사이의 근중은 무처리가 32%, 처리구는 각각 22%, 22%, 67%의 비율을 보였다. 그러나, 5g-10g에서는 무처리가 68%인 반면, 처리구에서는 0%로 나타났다. 또한, 4년근에서는 무처리가 50g이상인 개체는 0%이었고 50g-40g 사이에는 13개로 29%, 40g-30g사이에는 15개로 33%, 30g-20g사이에는 14개로 31%의 비율을 보였으며, 처리구에서는 50g이상이 각각 18%, 17%, 15%, 50g-40g 사이는 22%, 19%, 22%, 40g-30g 사이는 13%, 21%, 17%, 30g-20g은 18%, 14%, 20%로 나타나 근비대가 증가하는 경향이었으며, 이와 같은 경향은 2년근에 비하여 고년근 일수록 더욱 현저한 경향을 보였다.

이상과 같이 액제비료처리로 인하여 우량개체의 분포가 무처리에 비하여 증가하였다는 사실은 인삼의 대편삼 생산에 크게 기여하는 기술이라 사료되며 인삼재배에서 영양제의 개발과 기술적인 체계가 필요하다고 생각한다.

표 38. 인삼 액제비료분무처리가 인삼의 품질에 미치는 영향

구 분		50g이상	50g-40g	40g-30g	30g-20g	10-20g	5-10g	4-5g	4g미만
		개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)
2 년 근	무처리	-	-	-	-	-	1(2)	10(23)	34(76)
	제품1	-	-	-	-	-	10(22)	18(40)	17(38)
	제품2	-	-	-	-	-	5(11)	12(27)	28(62)
	제품3	-	-	-	-	-	9(20)	8(18)	28(62)
3 년 근	무처리	-	-	-	-	16(32)	34(68)	-	-
	제품1	-	-	-	42(78)	12(22)	-	-	-
	제품2	-	-	-	41(78)	11(22)	-	-	-
	제품3	-	-	-	18(33)	36(67)	-	-	-
4 년 근	무처리	-	13(29)	15(33)	14(31)	2(4)	1(2)	-	-
	제품1	8(18)	10(22)	6(13)	8(18)	10(22)	3(7)	-	-
	제품2	7(17)	8(19)	9(21)	6(14)	8(19)	4(10)	-	-
	제품3	6(15)	9(22)	7(17)	8(20)	8(20)	3(7)	-	-



무처리 제품 1 제품 2 제품 3

2년근(2004년)



3년근(2005년)

4년근(2006년)

사진 11. 액체분무처리가 인삼의 뿌리발달에 미치는 영향

또한, 입제·액제 비료가 인삼의 체형에 미치는 영향을 조사하였던 결과는 표 39에서 보는 바와 같다. 2년근의 경우, 거의 지근발달이 되지 않아 처리구 모두 무우형에 분포하였으나, 3년근에서 지근발달의 차이가 있어 처리구의 체형이 무처리에 비하여 좋은 체형으로 발달하는 특성을 보였다.

표 39. 입제·액제 비료에 따른 인삼의 체형변화

처리구	2년근					3년근					4년근					
	사람 형	무우 형	오징 어형	난발 형	체형 지수	사람 형	무우 형	오징 어형	난발 형	체형 지수	사람 형	무우 형	오징 어형	난발 형	체형 지수	
무처리	-	100%	-	-	0.49	-	75%	11%	14%	0.42	-	59%	13%	28%	0.48	
입제	제품 1	-	100%	-	-	0.77	-	79%	7%	14%	0.59	2%	64%	4%	30%	0.55
	제품 2	-	100%	-	-	0.69	-	84%	5%	11%	0.61	3%	66%	8%	23%	0.57
액제	제품 1	-	100%	-	-	0.81	-	77%	9%	14%	0.57	-	61%	17%	22%	0.48
	제품 2	-	100%	-	-	0.75	-	81%	10%	8%	0.64	2%	67%	16%	15%	0.53
	제품 3	-	100%	-	-	0.69	-	80%	7%	13%	0.68	2%	69%	10%	19%	0.53

제 4 절 토양수분에 따른 인삼 뿌리 발달과 체형

1. 서언

인삼은 해가림 시설재배로 인하여 인삼포 내 직접적인 수분공급이 어려운 여건에 있다. 현재 농가에서 많이 사용하게 되는 차광망은 망사이로 빗물이 유입되는 현상이 약점인데, 우리나라 장마기간 중에 삼집 내의 습도를 높이고, 토양의 과습과 겹치게 되면 줄기와 잎에 나타나는 병이 심해지고 잎의 노화가 빠르게 나타난다. 강우 강도에 따라 두둑토양이 과습하게 되면 발육 중인 인삼근 표피의 적변(赤變) 및 근부병의 발병률이 높아지는 원인이 된다. 특히 풍기, 예천, 금산, 진안 등의 논삼지대는 장마기간 중 차광재의 누수가 인삼생육에 더 심한 장애 원인이 되고 있다. 현재 인삼재배 농가에서 차광재로 차광망을 가장 보편적으로 사용하고 있으나 반드시 4중직은 아니고, 농가마다 다양한 상태로 변형되어 복합된 자재가 실험으로 검증된바 없이 구전되는 경험결과를 활용하고 있는 실정이다.

한 여름 일복 내의 고온(30℃로 추정)은 인삼생육에 중요한 장애 원인이 되고 있다. 인삼본포에서 고온기간에 온도를 낮출 목적으로 일복상면에 냉수를 흘려서 삼집 내에 온도를 낮추고, 이와 더불어 관수의 효과를 얻는 새로운 재배법이 권장되고 있다. 그러나 차광재가 누수되면 이 방법을 사용하는데 어려움이 있다. 또한 묘삼 재배과정에서 잎과 줄기가 매우 약하므로 누수는 발병 등 장애의 원인이 된다. 묘삼 생산에 있어 누수되지 않는 일복 개량은 바로 우량한 인삼생산의 바탕이 된다. 그러나, 비누수로 인하여 인삼포내 토양수분을 초래하게 되면 한 여름 고온 장애를 더욱더 입게되고 조기 낙엽을 유발시켜 수량 감소와 품질 저하를 가져올 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 토양수분의 공급방법에 따라 인삼의 뿌리생장과 체형에 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험의 수행은 2004-2006년도에 부산대학교 부속농장(밀양시 부북면)에서 실시하였다. 시험 방법은 2004년도 9월부터 예정지 관리를 시작하여 2005년 2월에 인

삼포 이랑방향을 설정, 상토높이 25cm, 폭 90cm, 이랑폭 90cm로 만들어 유기질비료의 처리를 실시한 후, 인삼 1년 묘삼을 인삼 이식기를 이용하여 묘삼을 이식하였다. 묘삼이식은 2004년 3월 26일(연구1차년도)과 2005년 4월 5일(연구2차년도)에 인삼재배농가에서 분양 받은 묘삼을 주간 15cm 간격으로 이식하였는데, 식재본수의 차이를 주기 위해 칸 당 45주(5×9), 63주(7×9), 81주(9×9)로 이식하였다.

이식한 후 인삼 상토상면을 벗짚으로 덮어 잡초 및 수분 증발을 방지하는 벗짚 피복 재배로 생육시켰다. 기타 비배관리는 농촌진흥청 인삼표준관리법에 의하여 관리하였으며 병충해방제는 농약을 살포하여 정상적인 생육을 유지시켰다. 이식하기 이전에 아래와 같은 시험별로 처리를 각각 달리하였다.

일복구조는 새로이 농가에서 개발되고 있는 양면 광반사 차광재(전주170cm/후주100cm)를 사용하여 이식한 인삼포에 정기적으로 상면에서 충분히 관수하는 처리와 저면(이랑)에 관수하는 처리를 두었다. 관수는 토양수분 측정기를 이용하여 토양수분이 50-65%로 유지되도록 충분히 관수하였고 저면관수는 이랑에 완전히 젖을 정도로 관수하였다.

조사는 2004년부터 2006년까지 매년 실시하였으며 작물체의 형태적 특성조사는 지상부에서 엽면적, 엽록소함량, 경장, 경직경 등을 조사하였고 지하부는 근장, 근직경, 동체, 생체중, 건물중을 조사하였는데, 지하부의 조사방법으로 뿌리의 근장은 너두 끝에서 뿌리의 제일 끝 길이를 측정하였고, 근직경은 동체에서 가장 굵은 부위의 굵기를 버니어캘리퍼스 측정하였다. 생근중은 박피하지 않은 수삼을 세척한 후 흡습지로 수분을 제거한 중량이며, 건근중은 수삼을 50℃에서 7-8일간 건조하여 측정하였다. 인삼뿌리는 크기별로 분류하여 인삼품질로 평가하였고 인삼의 체형은 4가지로 형태를 구분하였다.

수삼품질은 연근벌에서 수확한 수삼을 임의로 크기별로 나누어 각각 비율로 산정하였다.

기타 조사는 제1절의 재료 및 방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

토양수분의 관수가 인삼의 근생장과 체형에 미치는 영향을 조사하기 위하여 무관수구와 상면관수와 이랑(저면)관수 방법을 통하여 인삼포의 수분을 50-60%로 유

지되도록 처리한 후, 2004년도 2년근, 2005년도 3년근, 2006년도 4년근을 조사한 결과, 표 40에서 보는 바와 같다.

우선 인삼의 뿌리 특성을 보면 2년근에서 근장은 무관수에 비하여 관수구에서 길어지는 경향이었고 상면관수에 비하여 저면관수가 약간 긴 경향을 보였으며 3년근, 4년근에서도 동일한 결과를 보였다. 2년근에서의 동체장, 근직경은 토양수분에 관계없이 일정한 경향을 보여 유의성이 인정되지 않았으며 3년근과 4년근에서는 무관수구보다 관수구에서 약간 길어지는 경향을 나타냈다.

표 40. 토양수분 관수처리가 인삼 뿌리특성에 미치는 영향

구 분	근장(cm)			동체(cm)			근직경(mm)		
	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근	2년근	3년근	4년근
무관수	16.7a (100)	18.2c (100)	23.9b (100)	7.4a (100)	8.2b (100)	9.2b (100)	12.6a (100)	13.9b (100)	15.2b (100)
상면관수	23.6b (141.0)	25.9b (142.3)	31.1a (130.1)	6.7a (91.0)	8.7ab (106.1)	10.5a (113.8)	12.9a (101.0)	15.4a (110.8)	17.3a (113.8)
저면관수	25.7b (154.0)	27.2a (149.5)	32.2a (134.7)	6.5a (88.0)	9.4a (115.2)	10.7a (115.8)	12.9a (101.0)	16.8a (120.9)	18.6a (122.5)

* () : 무처리에 대한 Index.

* 동일한 영문자는 5% 수준에서 유의차 없음.

또한, 근직경은 2년근에서는 처리간에 차이가 인정되지 않았으나, 3년근과 4년근에서는 무관수구보다 관수구에서 증가하는 경향을 보였다.

이와 같은 결과를 인삼의 수량에서 살펴보면 표 41에서 보는 바와 같이 2년근에서는 무관수에 비하여 관수구에서 생체중이 증가하는 경향을 보였고 상면관수에 비하여 저면관수가 더욱 증가하는 경향을 보였다. 또한, 3년근에서도 무관수구에 비하여 관수구에서 증가하였으며 저면관수가 30% 증가를 보였으며, 4년근은 무관수보다 관수구에서 14%, 30% 각각 증가하는 경향이 있었다.

이상의 결과에서 토양수분의 공급은 인삼에 있어서 뿌리생육을 조장하는 효과가 있으며 관수시 관수방법은 가급적 골(저면관수법)에 관수하는 것이 좋을 것으로 사료된다.

표 41. 토양수분관수처리가 인삼수량에 미치는 영향

구 분	생체중(g/개체)						근부병발생
	2년근	%	3년근	%	4년근	%	
무관수	4.8c	100	17.0c	100	26.3b	100	-
상면관수	7.8b	163	19.8b	116.5	30.0a	114.0	-
저면관수	9.7a	202	22.1a	130.0	34.3a	130.3	-

또한, 지근의 발달에 있어서도 표 42에서 보는 바와 같이 무관수에 비하여 관수구에서 특히 저면관수에서 좋은 결과를 보였다.

이상의 결과에서 토양수분에 의한 인삼의 근 발달이 현저한 차이를 나타내 우수체형에는 토양수분의 관리가 중요하리라 생각된다.

표 42. 토양수분 관수에 따른 위치별 지근수, 길이, 직경의 변화(상:2년근, 중:3년근, 하:4년근)

지근 위치	무관수				상변관수				저변관수			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	1.0	6.4	1.2	0.22	1.7	9.2	1.6	0.88	1.4	6.6	0.9	0.67
2~4	1.5	7.2	1.3	0.33	4.3	10.3	1.5	1.24	3.0	6.5	0.8	0.34
4~6	4.3	8.7	1.6	0.80	3.3	10.6	1.5	1.40	4.3	7.9	1.4	1.20
6~8	9.0	7.4	1.6	0.77	1.0	11.5	1.3	1.08	7.5	10.6	1.1	1.31
8~10	-	-	-	-	-	-	-	-	1.0	10.0	1.4	1.24
10~12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12~14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

지근 위치	무관수				상변관수				저변관수			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	2.2	5.0	2.5	1.48	3.0	6.8	2.5	2.01	4	7.2	2.5	2.22
2~4	11.8	11.0	2.1	1.39	6.4	7.2	1.9	2.38	3	9.0	2.0	1.87
4~6	6.7	9.7	4.1	2.77	8.6	5.6	1.8	1.36	2	12.7	3.6	2.30
6~8	7.8	8.2	2.1	1.50	5.2	4.1	2.2	1.64	4	10.5	2.7	2.09
8~10	2.9	4.6	1.9	1.32	2.4	5.2	2.4	2.70	6	8.5	3.5	2.49
10~12	4.2	7.2	2.1	1.61	1.4	7.1	1.9	1.40	5	12.6	1.7	1.53
12~14	2.1	1.4	2.1	1.53	4.1	5.6	2.5	2.77	9	8.7	2.8	2.37
14이상	-	-	-	-	-	-	-	-	1	8.9	2.1	2.16

지근 위치	무관수				상변관수				저변관수			
	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)	수	길이 (cm)	직경 (mm)	무게 (g)
0~2	3.2	10.0	2.0	1.37	3.4	9.6	2.4	1.44	3.3	8.4	3.3	2.28
2~4	4.0	11.5	2.0	1.42	3.8	11.8	2.0	1.46	3.8	8.9	3.4	2.40
4~6	4.6	11.9	2.6	1.60	4.4	14.6	3.3	2.62	4.5	11.5	5.7	2.85
6~8	5.8	13.5	3.0	2.77	4.9	13.5	3.0	2.47	4.7	11.2	5.2	2.79
8~10	5.6	11.5	3.2	2.64	4.7	14.6	3.2	2.78	5.3	10.0	4.4	2.61
10~12	6.6	8.8	1.7	1.30	3.9	12.8	2.1	1.66	7.2	14.1	4.1	2.50
12~14	2.9	4.6	1.9	1.32	3.8	6.1	1.2	0.85	4.2	12.4	3.9	1.98
14이상	-	-	-	-	2.6	6.8	0.7	0.43	3.0	11.9	2.4	1.77



사진 12. 관수처리별 뿌리 사진(좌 : 3년근, 우 : 4년근)

또한, 표 43에서와 같이 토양수분처리가 인삼의 품질에 미치는 영향을 보면 2년근에서 무관수는 10-5g사이가 17.6%, 5g미만이 82.4%, 상면관수는 10-5g사이가 29.4%, 5g미만이 70.6%, 저면관수는 10-5g사이는 32.7%, 5g미만은 67.3%로 나타나는 경향이 있었고, 3년근은 무관수가 10-5g사이에 대부분 분포하였으나, 10g이상 상면관수는 84%, 저면관수는 80.7%로 분포하는 특성이 있었고, 4년근은 30g이상 무관수가 52.2%, 상면관수는 59.6%, 저면관수는 68.7%로 나타나는 경향을 보였다.

표 43. 토양 수분 처리가 인삼의 품질에 미치는 영향

구 분	50g이상	50g-40g	40g-30g	30g-20g	10g-20g	10g-5g	5g미만
	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)	개체수(%)
2년근	무관수	-	-	-	-	9 (17.6)	42 (82.4)
	상면관수	-	-	-	-	15 (29.4)	36 (70.6)
	저면관수	-	-	-	-	17 (32.7)	35 (67.3)
3년근	무관수	-	-	-	21 (42.9)	28 (57.1)	-
	상면관수	-	-	-	7 (14.0)	35 (70.0)	8 (16.0)
	저면관수	-	-	-	10 (19.2)	32 (61.5)	10 (19.2)
4년근	무관수	-	11 (23.9)	13 (28.3)	11 (23.9)	4 (8.7)	7 (15.2)
	상면관수	3 (6.4)	13 (27.7)	12 (25.5)	12 (25.5)	3 (6.4)	4 (8.5)
	저면관수	5 (10.4)	11 (22.9)	17 (35.4)	10 (20.8)	1 (2.1)	4 (8.3)

한편, 토양수분에 따른 인삼 체형변화를 보면 표 44에서 보는 바와 같다. 2년근의 경우, 거의 지근발달이 되지 않아 모두 무우형에 분포하는 특성이 있고, 3년근과 4년근은 무관수와 상면관수, 저면관수에서 지근이 발달하여 차이를 보이는 특성이 있다.

표 44. 토양수분에 따른 인삼 체형변화

처리구	2년근					3년근					4년근				
	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수	사람형	무우형	오징어형	난발형	체형지수
무관수	-	100%	-	-	0.59	-	67%	16%	19%	0.59	-	64%	9%	27%	0.61
상면관수	-	100%	-	-	0.52	-	79%	9%	12%	0.56	2%	73%	5%	20%	0.61
저면관수	-	100%	-	-	0.50	-	75%	11%	14%	0.56	2%	71%	5%	18%	0.58

제 5 절 재식밀도에 따른 수삼의 발달과 체형변화

1. 서언

인삼은 다년생식물로 보통 수확기까지 종자과종 또는 묘삼을 정식한 후 적어도 3년~5년까지 동일한 포장에서 생육을 하게 된다. 따라서, 인삼의 재배년수가 경과함에 따라 줄기와 잎이 생육한 양의 변화정도는 매우 크다. 이식 초년도(2년 생) 식물은 엽병 수가 2-3개, 엽병 별 잎 수나 크기도 작아 서로 겹치는 현상이 보이지 않아 개체 간에 서로 경합되지 않는다. 그러나 이식 2년 이상(3~6년 생)이 되면 엽병 수가 3~5개가 되고 소엽의 수나 크기가 커져 잎이 서로 중첩되는 현상이 나타나 이식 후 3년에서부터 지상부에서 광의 경합을 경감시킬 수 있는 삼집 내의 광도와 관련하여 재식밀도가 결정되어야 한다. 해마다 잎의 크기가 다르고, 줄기 별로 달리는 잎의 수가 다르기 때문에 인삼재배에서 적절한 재식밀도를 검증하는 것은 1년 생 작물과 차이가 있다. 더구나 정식 당초부터 4년 생에서 수확할 계획이면 단위면적 당 정식 개체 수를 늘리어 수확량의 증가를 기하는 것이 일반적인 생각이다. 또 한편 일부 농가는 생육 연차가 높아짐에 따라 이병 등 여러 가지 원인에 의하여 결주가 생기는 것으로 예상하여 보통 칸 당 7~9주로 9줄(칸 당 63~81주)을 이식하고 있어 과도하게 밀식되어 있는 경우가 많다. 저년근에서는 과밀도의 현상을 볼 수 없으나 3년근에서 중복되는 현상이 빈번하여 수삼 수량과 홍삼 품질에 영향을 미친다.

본 연구에서는 재식밀도에 따른 인삼이 뿌리발달과 체형에 관하여 조사하였다.

2. 재료 및 방법

본 시험의 수행은 2004-2005년도에 부산대학교 부속농장(밀양시 부북면)에서 실시하였다. 시험 방법은 2004년도 9월부터 예정지 관리를 시작하여 2005년 2월에 인삼포 이랑방향을 설정, 상토높이 25cm, 폭 90cm, 이랑폭 90cm로 만들어 유기질비료의 처리를 실시한 후, 인삼 1년 묘삼을 인삼 이식기를 이용하여 묘삼을 이식하였다. 묘삼이식은 2004년 3월 26일(연구1차년도)과 2005년 4월 5일(연구2차년도)에 인삼재배농가에서 분양 받은 묘삼을 주간 15cm 간격으로 이식하였는데, 식재본수

의 차이를 주기 위해 칸 당 45주(5×9), 63주(7×9), 81주(9×9)로 이식하였다.

조사는 2004년부터 2006년까지 매년 실시하였으며 작물체의 형태적 특성조사는 지상부에서 엽면적, 엽록소함량, 경장, 경직경 등을 조사하였고 지하부는 근장, 근직경, 동체, 생체중, 건물중을 조사하였는데, 지하부의 조사방법으로 뿌리의 근장은 뇌두 끝에서 뿌리의 제일 끝 길이를 측정하였고, 근직경은 동체에서 가장 굵은 부위의 굵기를 버니어캘리퍼스로 측정하였다. 생근중은 박피하지 않은 수삼을 세척한 후 흡습지로 수분을 제거한 중량이며, 건근중은 수삼을 50℃에서 7-8일간 건조하여 측정하였다. 인삼뿌리는 크기별로 분류하여 인삼품질로 평가하였고 인삼의 체형은 4가지로 형태를 구분하였다.

기타 조사는 제1절의 재료 및 방법과 동일한 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 지상부 특성

재식밀도가 인삼의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 칸 당 주수를 45주(5주×9열), 63주(7주×9열) 및 81주(9주×9열)로 이식하여 조사한 결과, 표 45에서 보는 바와 같다. 재식밀도에 따른 경장은 3년근에서 45주에서 26cm, 63주에서 29cm, 81주에서 30cm로 식재본수가 많을수록 경장이 증가하는 경향을 보였으며 이는 4년근, 5년근에서도 동일한 경과를 가져왔다. 또한, 경태는 3년근에서 3.8-4.0mm, 4년근에서는 6.8mm-7.3mm, 5년근에서 8.5-8.8mm의 분포를 보였고, 엽면적은 3년근에서 각각 384, 379, 380cm²로, 4년근에서는 923, 897, 870cm²로, 5년근에서는 1287, 1027, 1001cm²로 나타나, 3년근에서는 차이가 인정되지 않았으나, 4년근, 5년근에서는 63주, 81주에서 유의적인 차이를 보였다.

표 45. 식재본수에 따른 인삼의 지상부 생육특성

구 분	재식밀도 (주/칸)	경장 (cm)	경태 (mm)	지상부생체중 (g/주)			엽면적 (cm ² /주)
				줄기	잎	계	
3년근	45 (5×9)	26a (100)	3.9a (100)	2.5a (100)	6.2a (100)	8.7a (100)	384a (100)
	63 (7×9)	29a (112)	4.0a (103)	2.9b (116)	5.9a (95)	8.8a (101)	379a (109)
	81 (9×9)	30a (115)	3.8a (97)	2.8b (112)	6.1a (98)	8.9a (102)	380a (109)
4년근	45 (5×9)	32.4a (100)	6.9a (100)	18.1a (100)	19.8a (100)	37.9a (100)	923a (100)
	63 (7×9)	34.8a (107)	7.3a (106)	16.5b (91)	17.2b (87)	33.7b (89)	897b (97)
	81 (9×9)	36.3a (112)	6.8a (99)	17.4ab (96)	16.1b (81)	33.5b (88)	870b (94)
5년근	45 (5×9)	45.4a (100)	8.8a (100)	23.7a (100)	20.4a (100)	44.1a (100)	1287a (100)
	63 (7×9)	47.2a (104)	8.5a (97)	21.1b (89)	18.8b (92)	39.9b (90)	1027b (80)
	81 (9×9)	49.7a (109)	8.6a (98)	20.4b (86)	17.9b (88)	38.3b (87)	1001b (78)

* 영문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

지상부의 생체중은 3년근에서는 8.7g-8.9g, 4년근에서는 33.7g-37.9g, 5년근에서는 38.3g-44.1g으로 3년근은 유의성이 인정되지 않았으나, 4년근과 5년근에서는 유의성이 인정되었다.

나. 지하부 특성

재식밀도에 따른 지하부 생육특성은 표 46에서 보는 바와 같이 3년근, 4년근, 5년근 모두에서 근장 차이는 일정면적에 식재한 주수가 많거나 적는데 따른 차이가 인정되지 않았고, 근직경은 3년근에서는 유의적인 차이가 없었지만, 4년근, 5년근에서는 45주과 63주, 81주와의 유의적 차이가 나타났으며, 생근중과 건근중은 3년근에서 유의적 차이가 없었지만, 4년근과 5년근에서는 유의적인 차이가 있었다. 이와 같은 경향은 3년근까지는 밀식의 따른 개체간의 경쟁이 적게 나타날 수 있으나, 고년근이 될수록 지상부의 엽면적이 많아져 수광태세를 불리하게 가져와 잎의 광합성작용의 저하를 가져오기 때문인 것으로 사료된다. 따라서, 대편삼을 생산하기 위한 각 연근별 적정 최적엽면적을 확보하는 것이 좋은 기술이라 생각한다. 이는 농

가에서 몇 년근을 생산할 것인가의 고려하여 재식밀도를 조절해야 된다고 생각한다.

표 46. 재식밀도에 따른 인삼의 뿌리생육특성

구 분	재식밀도 (주/칸)	근장 (cm)	근직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	지근수 (개)
3년근	45 (5×9)	19.4a (100)	21.3a (100)	18.9a (100)	5.3a (100)	1.9a (100)
	63 (7×9)	18.9a (95)	20.4a (95)	19.2a (106)	5.2a (98)	1.7a (89)
	81 (9×9)	20.3a (105)	20.6a (95)	18.8a (100)	5.3a (100)	1.8a (95)
4년근	45 (5×9)	21.4a (100)	23.1a (100)	34.2b (100)	9.2a (100)	3.2a (100)
	63 (7×9)	21.9a (102)	21.b (91)	36.8a (108)	9.9a (108)	3.8a (119)
	81 (9×9)	20.1a (94)	20.5b (89)	33.2b (97)	9.0a (98)	2.9b (91)
5년근	45 (5×9)	28.1a (100)	26.9a (100)	59.4a (100)	15.9a (100)	3.9a (100)
	63 (7×9)	27.4a (98)	24.2b (90)	54.3b (91)	14.6b (92)	3.6a (92)
	81 (9×9)	26.8a (95)	23.6b (88)	51.1b (86)	13.7b (86)	3.5a (90)

* 영문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

다. 품질영향

식재본수가 대편삼 생산에 미치는 영향을 조사하였던 바, 표 47에서 보는바와 같다. 3년근의 경우는 식재본수가 45주의 경우 20g이상의 개체가 가장 많은 경향이 있으며 63주의 식재본수에서는 10-15g사이에 가장 많은 분포를 보였고 81주에서는 10-15g, 10g이하의 범위에서 가장 높은 분포를 보였으며 4년근은 3년근에 비하여 전체적으로 대편화된 분포를 가지고 있고 63본 식재처리구가 대체적으로 다른 식재본수에 비하여 대편삼 생산이 많은 경향이였다. 30g이상 뿌리는

표 47. 재식밀도에 따른 인삼의 품질 변화

구 분	재식 밀도 (주/칸)	10g 미만		10-15g		15g-20g		20g-25g		25g-30g		30g-40g		40g-50g		50g이상	
		개체 수	비율 (%)	개체 수	비율 (%)	개체 수	비율 (%)	개체 수	비율 (%)	개체 수	비율 (%)	개체 수	비율 (%)	개체 수	비율 (%)	개체 수	비율 (%)
3년근	45	5	11.6	9	20.9	13	30.2	16	37.2	-	-	-	-	-	-	-	-
	63	9	21.4	16	38.1	9	21.4	8	19	-	-	-	-	-	-	-	-
	81	11	22.4	19	38.8	10	20.4	9	18.4	-	-	-	-	-	-	-	-
4년근	45	-	-	5	14.9	9	23.4	10	27.7	10	19.1	6	7.9	-	-	-	-
	63	-	-	9	16.7	12	22.2	14	25.9	11	20.4	8	14.8	-	-	-	-
	81	7	10.4	29	43.2	9	13.4	9	22.9	8	11.9	5	7.5	-	-	-	-
5년근	45	-	-	3	7.9	5	13.2	9	23.7	6	15.8	9	23.7	3	7.9	3	7.9
	63	1	2.1	5	10.4	6	12.5	13	27.1	12	25.0	8	16.7	3	6.3	-	-
	81	3	4.4	16	23.5	17	25.0	16	23.5	7	10.3	7	10.3	2	2.9	-	-

63분처리구가 14.8%인 반면, 81분 처리구는 7.5%로 가장 낮았다. 또한, 81분 처리구는 10g미만의 뿌리도 10% 차지하였고, 10-15g의 뿌리가 가장 많았다. 5년근에서는 40g이상인 45분 처리구는 15.8%, 63분 처리구는 6.3%, 81분 처리구는 2.9%의 경향이 있었고, 15g미만은 45분 처리구는 7.9%, 63분 처리구는 12.5%, 81분 처리구는 27.9%으로 나타나는 경향을 보였으며, 고년근으로 갈수록 인삼의 크기는 두드러지게 나타나는 경향이였다.

또한, 표 48에서와 같이 재식밀도가 인삼 체형변화에 미치는 영향은 45주의 경우 재식밀도가 넓어 지근발달에 유리한 특성을 보이고, 63주, 81주에서는 재식밀도가 높을수록 좋은 체형이 낮게 분포하는 특성이 있었다.

표 48. 재식밀도에 따른 인삼 체형변화

재식밀도 (주/칸)	3년근					4년근					5년근				
	사람 형	무우 형	오징어 형	난발 형	체형 지수	사람 형	무우 형	오징어 형	난발 형	체형 지수	사람 형	무우 형	오징어 형	난발 형	체형 지수
45	-	77%	15%	8%	0.68	2%	69%	12%	17%	0.65	6%	53%	14%	27%	0.43
63	-	71%	17%	12%	0.63	2%	56%	15%	27%	0.60	4%	49%	17%	30%	0.49
81	-	65%	20%	15%	0.63	2%	53%	19%	26%	0.63	4%	44%	20%	32%	0.44

제 6 절 현지 인삼재배농가의 수삼 품질과 체형 및 재배법 조사

1. 서언

인삼은 반음지 식물로서 해가림 시설이 생육에 많은 영향을 미친다. 우리나라는 북반구에 위치한 온대지방으로 여름은 덥고 겨울은 추운 4계절이 뚜렷한 지역이며, 인삼 재배가 가능한 지역으로 제주도를 제외한 전국에서 재배하고 있다. 최근, 중국, 캐나다, 미국 등지에서 재배면적이 증가하고 있으며 단위면적당 생산량(10a)이 캐나다, 중국에 비하여 낮은 실정에 있다. 또한, 국내 인삼농가의 지역에 따라서도 차이가 현저하다.

본 연구에서는 인삼주산지의 독농가에서 대편, 우수체형의 생산기술과 현황을 조사, 분석하여 현지 농가의 기술력과 문제점을 파악하고 체계적인 생산기술을 확립하고 자, 금산, 해남, 포천, 풍기지역의 농가를 조사, 분석하였다.

2. 재료 및 방법

조사 대상지역의 선정은 국내 주요 인삼 재배지역인 금산, 해남, 포천, 풍기지역의 농가를 직접 방문하여 2004-2006년까지 조사하였다.

조사방법은 8-10월 수확기에 인삼포의 재배방법을 조사하고 이랑의 상고 높이 등을 조사한 후에 3-4칸 정도 인삼을 채굴하였다. 채굴할 때는 사진에서 보는 바와 같이 한 줄식 인삼뿌리가 상하지 않도록 주의하여 채취하였다. 또한, 채굴 후에는 토양을 채취하여 토양분석을 실시하였다.

조사항목은 뿌리의 형태적 특성과 무게, 체형, 품질 등을 조사하였다.



사진13. 농가 포장 조사방법

3. 결과 및 고찰

가. 지하부 특성

2004-2006년 현지 농가를 조사한 결과를 보면 표 49에서 보는 바와 같이 근장 평균이 금산은 28.5cm, 포천 I 이 31.4cm, 포천 II가 30.5cm, 해남 I 이 34.7cm, 해남 II가 34.0cm, 해남 III가 38.3cm, 풍기는 32.1cm로 근장은 해남지역이 더 높은 경향이 있었고, 동체 평균은 금산이 7.1cm, 포천은 6.3cm, 7.1cm, 해남은 8.4cm, 7.9cm, 8.1cm, 풍기가 7.2cm로 나타났으며, 근직경 평균은 금산이 26.6mm, 포천은 27.8mm, 29.2mm, 해남은 28.7mm, 27.6mm, 27.7mm, 풍기가 28.9mm이며, 생체중 평균은 금산이 52.7g, 포천은 65.3g, 63.0g, 해남이 74.8g, 64.2g, 68.9g, 풍기가 67.2g으로 나타나는 경향이 있었다.

표 49. 인삼주산지의 6년근 지하부 생육특성

구 분	조사연도	근 장 (cm)	동 체 (cm)	근 경 (mm)	생체중 (g)	건물중 (g)
금산	' 04	24.9	5.6	22.7	35.6	9.3
	' 05	28.7	7.7	28.4	49.7	13.5
	' 06	31.8	8.1	28.6	72.7	20.4
	평균	28.5	7.1	26.6	52.7	14.4
포천 I	' 04	29.1	6.3	27.3	62.0	19.7
	' 05	32.8	6.2	28.5	56.8	18.9
	' 06	32.2	6.5	27.5	77.1	21.2
	평균	31.4	6.3	27.8	65.3	19.9
포천 II	' 04	28.6	8.1	29.4	47.4	12.8
	' 05	30.2	6.9	29.7	65.5	20.7
	' 06	32.8	6.4	28.6	76.2	20.0
	평균	30.5	7.1	29.2	63.0	17.8
해남 I	' 04	33.5	6.5	26.3	69.1	17.3
	' 05	36.3	7.9	31.4	72.8	25.0
	' 06	34.5	10.8	28.5	82.5	21.0
	평균	34.7	8.4	28.7	74.8	21.1
해남 II	' 04	34.2	7.6	25	55.3	13.4
	' 05	32.4	6.9	29.7	65.5	20.7
	' 06	35.4	9.4	28.2	71.8	17.1
	평균	34.0	7.9	27.6	64.2	17.1
해남 III	' 04	34.4	5.4	25.2	62.2	14.9
	' 05	40.4	8.1	28.8	61.1	20.3
	' 06	40.2	10.8	29.1	83.4	22.2
	평균	38.3	8.1	27.7	68.9	19.1
풍기	' 04	29.9	6.7	28.3	61.9	15.9
	' 05	31.2	6.9	29.1	67.6	16.8
	' 06	35.1	7.9	29.4	72.2	19.4
	평균	32.1	7.2	28.9	67.2	17.4

나. 품질평가

인삼 주산지별 수삼크기를 보면, 표 50에서와 같이 금산 지역은 60g이상이 2004년도는 13.9%, 2005년도는 12.1%, 2006년도는 25.1%나타나는 경향이 있었고, 포천 I 지역은 60g이상이 2004년도는 53.3%, 2005년도는 39.7%, 2006년도는 66.7%로 나왔고, 포천 II 지역에서는 60g이상이 2004년도는 24.1%, 2005년도는 41.3%, 2006년도는 52.5%로 나오는 경향이 있었다. 해남 I 지역은 60g이상이 2004년도는 50.0%, 2005

년도는 58.5%, 2006년도는 57.8%의 분포를 보였으며, 해남Ⅱ지역에서는 2004년도에서는 60g이상이 39.6%, 2005년도는 51.1%, 2006년도는 61.0%로 나오는 경향이 있었으며, 해남Ⅲ지역에서는 60g이상이 2004년도는 38.3%, 2005년도는 50.0%, 2006년도에서는 61.9%로 분포 하였으며, 풍기지역에서는 60g이상이 2004년도는 29.6%, 2005년도는 42.9%, 2006년도는 60.0%로 나오는 경향이 있었다.

표 50. 인삼 주산지 수삼품질

구 분	조사연도	15g미만	15~30g	30~45g	45~60g	60~75g	75g이상
금 산	'04	9.2%	36.9%	21.5%	18.5%	13.9%	-
	'05	3.0%	45.5%	25.8%	13.6%	9.1%	3.0%
	'06	4.0%	25.1%	25.1%	20.7%	11.4%	13.7%
포 천 I	'04	4.8%	14.5%	16.1%	11.3%	16.2%	37.1%
	'05	10.3%	19.1%	11.8%	19.1%	11.8%	27.9%
	'06	7.1%	11.9%	4.8%	9.5%	23.8%	42.9%
포 천 II	'04	11.4%	17.7%	24.1%	22.8%	8.9%	15.2%
	'05	8.7%	17.4%	16.3%	16.3%	18.5%	22.8%
	'06	7.5%	20.0%	7.5%	12.5%	15.0%	37.5%
해 남 I	'04	12.5%	10.4%	10.4%	16.7%	10.4%	39.6%
	'05	3.8%	9.4%	17.0%	11.3%	17.0%	41.5%
	'06	2.2%	11.1%	11.1%	17.8%	6.7%	51.1%
해 남 II	'04	10.4%	20.7%	20.7%	8.6%	10.3%	29.3%
	'05	8.9%	11.1%	15.6%	13.3%	13.3%	37.8%
	'06	-	12.2%	14.6%	12.2%	9.8%	51.2%
해 남 III	'04	10.6%	23.4%	12.8%	14.9%	8.5%	29.8%
	'05	6.8%	13.6%	13.6%	16.0%	20.5%	29.5%
	'06	3.0%	3.8%	14.4%	16.9%	32.5%	29.4%
풍 기	'04	10.5%	23.0%	21.7%	15.2%	10.0%	19.6%
	'05	7.7%	14.0%	24.6%	10.9%	18.5%	24.4%
	'06	6.7%	-	26.7%	6.6%	26.7%	33.3%

다. 체형과 재배환경

수삼의 체형은 2004년도에는 금산 지역은 무우형 46%, 난발형 24%, 사람형 19%, 오징어형 12%로 나타났으며, 포천지역은 무우형과 난발형이 높은 비율이었으며, 해남지역은 인간형 비율이 14%-27%로 타 지역에 비하여 높은 경향을 보였고, 2005년도 조사는 금산과 포천에서는 무우형이 많았고 해남은 타 지역에 비해 사람형의 비율이 높은 편이었다. 인삼체형에서 좋지 않은 등급인 오징어형과 난발형은 포천지역에서 가장 높은 비율로 60%이상이었고 좋은 등급인 인간형과 무형의 체형은 해남지역에서 47%이상 나타났다.

이와 같은 원인은 재배조건 등 여러 가지 원인에서 차이가 나타날 수 있는데, 본 연구에서는 각 산지별 재배환경적 조건을 조사하였던 바, 표 51과 52에서 보는 바와 같이 일복조건은 금산지역이 관행(차광망)방법으로 재배하였고 기타 지역은 차광판으로 재배하였는데, 이는 누수에 의한 경도를 높여 지하로의 근 발달을 억제하였던 원인으로 생각된다. 또한, 상고높이는 금산지역보다 해남지역이 낮았고 EC는 대체적으로 금산이 작은 반면, 인산도 낮은 경향이었고 Ca, Mg는 해남과 풍기가 높은 경향을 보였다. 이들 재배환경조건이 인삼의 지하부 발달에 밀접한 영향을 미치는 것으로 사료된다.

표 51. 주산지별 체형특성에 따른 요인변화

구분	조사연도	체형				생체중(g)	상고	경도	재심도(개/칸)	토양종류
		사람형(%)	무우형(%)	오징어형(%)	난발형(%)					
금산	'04	19	46	12	24	35.6	27	10	7×9	밭
	'05	6	57	24	13	49.7	29	9	7×9	//
	'06	15	53	15	17	72.7	29	9	7×9	//
	평균	13.3	52.0	17.0	18.0	52.7	28.3	9.3	7×9	//
포천 I	'04	0	37	15	48	62.0	30	6	6×9	논
	'05	5	32	24	39	56.8	32	8	6×9	//
	'06	8	49	21	22	77.1	32	7	6×9	//
	평균	4.3	39.3	20.0	36.3	65.3	31.3	7	6×9	//
포천 II	'04	6	31	16	47	47.4	28	5	6×9	밭
	'05	10	29	21	40	65.5	30	6	6×9	//
	'06	12	39	18	31	76.2	30	8	6×9	//
	평균	9.3	33.0	18.3	39.3	63.0	29.3	6.3	6×9	//
해남 I	'04	27	38	21	15	69.1	26	7	6×9	밭
	'05	6	23	21	50	72.8	27	8	6×9	//
	'06	14	40	25	21	82.5	27	8	6×9	//
	평균	15.7	33.7	22.3	28.7	74.8	26.6	7.6	6×9	//
해남 II	'04	14	50	14	22	55.3	23	6	6×9	밭
	'05	16	23	18	43	65.5	26	7	6×9	//
	'06	15	32	19	34	71.8	27	7	6×9	//
	평균	15.0	35.0	17.0	33.0	64.2	25.3	6.7	6×9	//
해남 III	'04	15	43	23	19	62.2	27	8	6×9	밭
	'05	14	30	7	49	61.1	28	9	6×9	//
	'06	17	55	12	16	83.4	28	9	6×9	//
	평균	15.3	42.7	14.0	28.0	68.9	27.7	8.7	6×9	//
풍기	'04	8	61	21	20	61.9	27	8	6×9	밭
	'05	13	55	17	15	67.6	27	7	6×9	//
	'06	9	41	17	33	72.2	29	7	6×9	//
	평균	10.0	52.3	18.3	22.7	67.2	27.7	7.7	6×9	//

표 52. 인삼 주산지의 토양환경조사

지역	조사 연도	pH	EC	T-N	T-C	Ava.- P ₂ O ₅	Ex-Cations			CEC
							Mg	Ca	K	
			dS/m	%		mg/kg	cmol/kg			
금산	'04	5.78	0.49	0.21	2.2	35	1.25	4.43	0.37	7.72
	'05	6.90	1.70	0.31	2.9	86	1.70	5.90	0.13	6.28
	'06	7.1	2.00	0.28	2	132	1.80	2.21	0.17	6.85
포천 I	'04	4.49	1.99	0.25	2.76	151	1.60	1.41	0.77	5.06
	'05	5.40	2.40	0.21	1.8	161	2.02	1.91	0.93	6.24
	'06	6.1	1.90	0.23	2.3	121	1.90	2.54	0.75	6.21
포천 II	'04	5.30	2.22	0.27	2.8	177	1.10	2.12	0.49	6.22
	'05	7.70	1.70	0.21	2.1	195	1.80	2.78	0.57	5.91
	'06	6.4	2.00	0.29	2.4	123	1.97	2.67	0.78	5.97
해남 I	'04	5.00	1.40	0.17	1.3	191	1.74	3.48	1.05	6.96
	'05	4.92	1.61	0.20	1.9	187	1.65	1.90	0.79	6.01
	'06	6.1	1.80	0.27	2.0	111	2.81	2.75	0.47	5.91
해남 II	'04	4.77	1.28	0.18	1.0	169	1.15	1.95	0.72	5.68
	'05	5.24	1.10	0.25	2.6	151	1.87	2.21	1.30	6.21
	'06	6.4	1.45	0.25	2.3	142	2.19	2.11	1.21	5.79
해남 III	'04	4.67	1.71	0.20	1.4	199	1.02	1.80	0.84	6.11
	'05	5.89	2.89	0.21	2.7	182	2.07	2.14	0.71	5.86
	'06	6.1	1.39	0.29	2.1	135	2.98	2.85	1.03	5.92
풍 기	'04	6.1	2.1	0.21	2.6	198	1.78	2.10	1.32	5.91
	'05	6.8	1.87	0.24	2.2	116	2.17	1.99	1.01	6.06
	'06	6.4	1.92	0.21	2.1	107	2.48	2.35	0.96	6.33

현지 농가의 수삼생산력 조사와 환경조사와의 관련성을 검토하였던 결과를 표에 나타낸 바와 같다. 인삼은 양분을 서서히 흡수하는 영양생리적 특성으로 인하여 사용되는 비료는 분해속도가 완만한 유기질비료를 사용해야 전 생육기간 중 인삼에 양분을 고르게 계속 공급하여 생육할 수 있도록 예정지 관리시 효율적인 시비를 해야 한다. 본 실험에서 3종의 유기질비료 시용에 따라 수량증대와 동체장, 근직경의 변화가 나타났다. 이들과 토양의 물리이화학적 특성과 상호관련성을 검토해 본 결과, 표53에서 보는 바와 같다. 표에서 보는 바와 같이 공극률의 효과가 나타났고 인산와 카리성분이 많을수록 근수량은 감소하는 경향을 보였고 Mg성분과는 정의 상관관계가 인정되었다.

표 53. 토양의 물리화학적 특성과 뿌리특성과의 상호관련성

형질	근장	동체장	근직경	생체중	체형지수
경도	0.0652	0.1969	-0.6689**	-0.3189	0.4213
상고	-0.4474	0.8399**	0.0360	-0.2424	-0.8504
pH	-0.6578*	-0.3440	0.0617	-0.6446*	-0.3575
EC	0.1398	-0.4187	0.4996	0.3294	-0.6327*
T-N	0.6131*	0.4090	0.3993	0.8664**	-0.2589
P ₂ O ₅	0.7417**	0.4974	0.6621**	0.8049**	0.2028
Mg	0.1574	0.2265	0.0681	0.3592	0.1929
Ca	-0.5219*	-0.0046	-0.5231*	-0.6567**	0.1788
K	0.5725*	0.2371	0.4351	0.6528**	0.0981

* 2004-2006년 조사

또한, 체형과 뿌리의 특성과의 관련성을 파악하고자 수삼의 무게별로 뿌리의 형태적 특성을 비교하였다. 무게는 수삼의 생체중으로 구분하였다. 수삼 무게별로 동장은 수삼 크기가 클수록 동체장도 길어지는 경향을 보였고, 근직경도 동일한 결과를 가져왔다. 지근의 발생은 무게와 큰 차이가 없었고 지근 직경은 생체중이 클수록 직경이 증가하는 경향이였다.

표 54. 생체중에 따른 인삼 형태의 변화

생체중	근장	동체	근태	체형	지근수	지근길이	지근직경
90g이상	40.96	8.49	35.81	2.78	4.59	20.34	9.89
75g-90g	34.35	7.93	37.08	2.70	4.55	19.28	7.72
60g-75g	32.33	7.44	28.75	2.80	4.45	17.95	6.68
45g-60g	31.61	7.25	27.09	2.45	4.14	16.38	6.33
45g-30g	29.82	6.94	23.19	2.38	3.40	16.16	5.10
30g이하	25.70	6.95	17.63	2.23	3.35	13.47	4.33

또한, 인삼의 품질 중 질적평가 지표인 사포닌 함량에 관하여 지역간 차이가 나타나는가를 조사한 결과를 표 55과 표 56에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 지역간에서 총사포닌 함량은 포천이 가장 높았고 해남, 풍기순으로 나타났다. 이와 같은 결과에서 사포닌의 함량을 증가시키는데는 지역적 특색보다는 재배적 기술에 의해서 좌우될 수 있다는 사실을 알게 되었다.

따라서, 국내 인삼의 고품질화와 외국삼과의 경쟁력 강화를 위해서는 이와 같은 기술의 지표를 확립시켜 보급할 필요가 있다.

표 55. 인삼 주산지별 Gisenoside 특성

지 역	부 위	Content of Gisenosides								
		Rb1	Rb2	Rc	Rd	Re	Rf	Rg1	Rh1	합계
포 천	주근외피	0.28	0.08	0.12	0.02	0.10	0.09	0.26	0.03	0.99
	주근내피	0.09	0.04	0.02	0.01	0.01	0.03	0.11	0.01	0.31
	지 근	0.30	0.12	0.19	0.05	0.17	0.09	0.20	0.10	1.22
	세 근	0.77	0.30	0.47	0.20	0.41	0.10	0.12	0.26	2.52
	합 계	1.44	0.54	0.79	0.28	0.70	0.31	0.69	0.39	5.04
풍 기	주근외피	0.19	0.08	0.10	0.02	0.06	0.06	0.20	0.02	0.73
	주근내피	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.08	0.00	0.19
	지 근	0.28	0.12	0.17	0.05	0.11	0.10	0.18	0.04	1.05
	세 근	0.59	0.27	0.35	0.14	0.23	0.18	0.12	0.14	1.99
	합 계	1.11	0.48	0.63	0.22	0.40	0.36	0.59	0.18	3.96
해 남	주근외피	0.19	0.06	0.13	0.01	0.11	0.07	0.17	0.02	0.76
	주근내피	0.05	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.06	0.00	0.15
	지 근	0.20	0.07	0.16	0.02	0.14	0.08	0.13	0.06	0.86
	세 근	0.72	0.23	0.55	0.11	0.36	0.23	0.11	0.09	2.31
	합 계	1.16	0.37	0.85	0.14	0.61	0.40	0.46	0.17	4.08

표 56. 인삼 주산지별 PD, PD 계통 특성

지 역	PD	PT	PD/PT
포 천	3.05	2.09	1.46
풍 기	2.43	1.53	1.59
해 남	2.52	1.63	1.55

제 7 절 종합고찰

인삼은 한국을 대표하는 특산물로 한국문화상징 Best 10, 세계일류상품 55개, 한국 일등상품 10개 중 하나로, 세계시장에서도 그 우수성을 인정받고 있는 농산물로 2005년도 기준으로 총생산액 약 5,803억원으로 대표적인 농가의 고소득 작물이며 인삼제품시장 1조원 등 전체 농림축산물 수출액 16억\$ 중 75백만\$ 수준으로 약 5%를 차지하는 전략 품목이다.

2002년 해외 19개국 소비자를 대상으로 한국식품 인지도 조사결과 인삼이 27%로 1위 (유통공사조사)로 차지하였으며, 고려인삼의 세계적인 명성에도 불구하고 재배규모가 영세하고, 우수삼 생산능력이 많이 열악한 실정이다.

특히, 세계인삼시장의 경우 유기농, 청정인삼이나 산양삼, 서양삼 등과 함께 이들을 원료로 하는 여러 가지 건강기능성식품이 다양하게 생산되고 있지만 국내시장은 이러한 시장변화에 효과적으로 대처하지 못하고 있고 단위면적당 생산량도 캐나다, 중국이 앞서고 있는 실정이다.

국내에서는 국민들의 식생활수준 향상 및 건강에 대한 관심이 높아지고, 농산물의 다양한 소비욕구로 친환경농산물 등 고품질, 안전농산물의 소비수요가 급격히 증가하고 있으며, 농산물 공급이 과잉되면서 농산물의 생산도 종전의 양적 위주의 생산에서 질 또는 안전성을 중시하는 소비자 지향적인 방향으로 변화되고 있어서 생산기술력 향상이 절실히 요구되고 있고 중국 등 경쟁국의 도전과 DDA, FTA의 시장개방 확대, 각국의 법률적 규제, 잔류농약문제에 따른 소비자의 인식변화와 전근대적 유통구조등 인삼산업의 발전을 저해하고 있으며, 최근 세계시장에서 인삼 효능의 우수성이 인정되어 중국, 미국 및 캐나다 등 세계 각국에서 재배면적이 점진적으로 증가하고 있다. 독일, 벨기에 및 프랑스 등에서도 인삼재배에 성공하는 등 대학, 연구소를 통하여 인삼을 국가적 전략사업으로 육성하려는 움직임 등이 커짐에 따라 세계시장에서 고려인삼의 입지가 점점 좁아지고 있는 실정으로 국내에서 생산되는 명품고려수삼의 소비촉진과 인삼산업의 미래를 위한 수출용 인삼제품의 개발과 국제적수준의 상품으로 육성이 절실히 필요하다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 생산성과 품질을 향상시킬 수 있는 재배적 요소를 착안하여 대편, 우수체형의 고품질 원료삼 생산기술을 확립하고 자 실시하였다.

인삼의 대편, 우수체형생산에 관여하는 요인은 다양하고 복잡할 수 있지만, 현재

까지의 기술력 중에서 가장 해결해야 할 요인을 크게 세분류로 착안하여 시험, 분석하였다.

첫 번째로 (1)지상부 환경요인으로 일복구조와 재료(저온, 다광, 누수)에 관하여 연구하였고, 두 번째는 (2)식물체 요인으로 ①물질생산요인 극대(최적엽면적확보, 광합성향상, 조기낙엽억제)와 ②재식밀도(인삼의 생육공간), 그리고 세 번째로는 (3)지하부 환경요인으로 ①토양유기물과 ②토양수분에 대하여 각 요소가 인삼의 생육 및 뿌리발달 양상과 품질에 미치는 영향에 대하여 조사, 이들 요인에 대하여 독립적으로 미치는 영향을 조사하여 기여도등의 분석을 통한 종합적인 생산체계를 확립하고자 하였다.

일복구조에서는 현재 사용하고 있는 4중직 polyethylene 차광망 방열(放熱)을 위해 망상(網相)이어야 하므로 차광재료로 이용할 때 누수가 되는 문제점이 있으나, 재료의 내구성과 생산비가 저렴한 장점이 있고, 기존의 벗짚이영보다 설치 노동시간이나 비용 면에서 많이 개선되었다. 인삼농가에서 차광재로 차광망을 가장 보편적으로 사용하고 있으나 반드시 4중직은 아니고 농가마다 다양한 상태로 변형되고 있다. 한편, 차광망의 약점인 누수현상은 우리나라 장마기간 중에 삼집 내의 습도를 높이고, 토양의 과습과 겹치게 되면 줄기와 잎에 나타나는 병이 심하고 잎의 노화가 빠르게 나타난다. 강우 강도에 따라 토양이 과습하면 발육 중인 인삼근의 표피가 적변하거나 근부병의 발병률이 높아지는 원인이 된다. 특히 풍기, 예천, 금산, 진안 등의 논삼지대는 장마기간 중 차광재의 누수가 인삼생육에 더 심한 장애 원인이 되고 있어 인삼의 저광, 저온형의 최적 일복구조라고는 할 수 있다. 본 연구에서는 새로운 일복구조로 은박차광판으로 차광망과 비교하였던 바, 표 57에서 보는 바와 같이 수량향상과 품질 및 체형까지 향상시키는 기술이 평가되었다.

표 57. 각 요인의 대편, 우수체형 및 품질향상의 기여도

구 분	수량	품질	체 형
일복재료	74.0%	50.0%	7.3%
유기질비료	22.3%	30.4%	2.5%
영양제	38.0%	15.3%	4.7%
토양수분	42.7%	17.1%	5.5%
재식밀도	19.7%	12.4%	7.2%

두 번째로 유기물사용으로 인삼은 재배적 특징으로 한 장소에서 4-6년간 생육을 하며 낮은 성장속도를 가지고 있어 토양의 영양분을 비속효적인 양분조건을 선호하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 재배포장의 토양특성과 인삼포 조성시 투입되는 유기질원이 인삼의 생육 및 뿌리발달에 미치는 영향이 매우 커서 재배기간 동안 충분히 생육할 수 있는 환경을 만들기 위하여 1~2년간 휴한하면서 청초, 활엽 등을 3~4.5 ton/10a 사용하여 연 10회 이상 경운하면서 토양의 이화학적 성질 개선 및 토양소독을 꾀하는 등 특별한 관리를 하고 있다. 특히, 예정지 관리 시 유기물을 사용하는 것은 인삼생육에 필요한 영양공급의 목적도 있지만 뿌리를 이용하는 인삼의 체형을 중요시 하여왔기 때문에 토양의 물리성 개선으로 근권의 환경을 개선하는 것이 주목적으로 알려져 왔다. 최근에 인삼 재배 시 사용되는 산야초 퇴비 등 관행 유기물이 인삼재배면적의 확대와 인건비 상승 및 인력 부족 등으로 대량 구입하는 것이 차츰 어려워지고 있다.

인삼을 우량한 형태와 크기로 만들기 위해서는 극단적인 환경요인을 주어 생장을 시켜야만 한다. 이들 환경 중 토양환경은 인삼농사의 절반을 좌우한다는 개념으로 인삼농가는 예정지 선정과 관리를 매우 중요시하고 있다. 따라서 지금까지의 연구결과는 적지토양과 관리에 중점을 두어 왔고 적정토양조성을 위한 퇴비사용 및 유기질사용량의 연구가 있으나, 아직까지 생산성향상에는 미흡한 실정이다. 본 연구에서는 취급하기가 편이한 시판 유기질 비료를 산야초 퇴비와 일부 대체할 수 있도록 검토하기 위하여 몇 가지 기능성 유기질 비료를 사용하여 인삼의 생육 및 뿌리의 발달과 체형에 미치는 영향을 조사하였다. 유기질비중에 따라 수량의 기여도는 높은 증가를 보였고 체형과 품질에도 큰 영향을 미치는 결과를 얻었다. 이

밖에 엽면시비와 추비기술의 가능성을 접목시키기 위하여 시중의 인삼에 다량으로 사용되고 있는 영양제에 대하여도 검토하였던 바, 높은 향상을 보였다.

네 번째로 인삼은 시설구조 하에서 생육하고 있어 토양수분의 관리가 곤란 점을 가지고 있고 수분공급은 병충해 유발과 경도의 향상을 초래하는 경우가 발생하고 있으나, 한 여름철과 일중 고온현상에서는 절대적으로 필요한 중대한 요소이다. 본 연구에서 토양수분의 공급을 저면과 상면에서 공급할 시에 수삼의 크기 및 체형에 미치는 영향을 조사하였던 바, 많은 향상을 보였다.

인삼의 또 하나의 특이성은 종자과종 또는 묘삼을 정식한 후 적어도 3년~5년까지 동일한 포장에서 생육을 하게 된다. 따라서, 인삼의 재배년수가 경과함에 따라 줄기와 잎이 생육한 양의 변화정도는 매우 크다. 이식 초년도(2년 생) 식물은 엽병 수가 2-3개, 엽병 별 잎 수나 크기도 작아 서로 겹치는 현상이 보이지 않아 개체 간에 서로 경합되지 않는다. 그러나 이식 2년 이상(3~6년 생)이 되면 엽병 수가 3~5개가 되고 소엽의 수나 크기가 커져 잎이 서로 중첩되는 현상이 나타나 이식 후 3년에서부터 지상부에서 광의 경합을 경감시킬 수 있는 삼집 내의 광도와 관련하여 재식밀도가 결정되어야 한다. 해마다 잎의 크기가 다르고, 줄기 별로 달리는 잎의 수가 다르기 때문에 인삼재배에서 적절한 재식밀도를 검증하는 것은 1년 생 작물과 차이가 있다. 더구나 정식 당초부터 4년 생에서 수확할 계획이면 단위면적 당 정식 개체 수를 늘리어 수확량의 증가를 기하는 것이 일반적인 생각이다. 또 한편 일부 농가는 생육 연 차가 높아짐에 따라 이병 등 여러 가지 원인에 의하여 결주가 생기는 것으로 예상하여 보통 칸 당 7~9주로 9줄(칸 당 63~81주)을 이식하고 있어 과도하게 밀식되어 있는 경우가 많다. 저년근에서는 과밀도의 현상을 볼 수 없으나 3년근에서 중복되는 현상이 빈번하여 수삼수량과 홍삼 품질에 미치는 영향을 미친다. 본 연구에서는 재식밀도에 따른 인삼이 뿌리발달과 체형에 관하여 조사하였던 결과, 수량에서 3년근에서 유의적 차이가 없었지만, 4년근과 5년근에서는 유의적인 차이가 있었고 4년근은 3년근에 비하여 전체적으로 대편화된 분포를 가지고 있고 63분 식재처리구가 대체적으로 다른 식재본수에 비하여 대편삼 생산이 많은 경향이였다. 특히, 본 연구의 내용과 범위에 없었던 연구로서 인삼의 Ginsenoside의 분석도 함께 수행을 하였으며 그 결과에서 보면 인삼의 약리성분도 환경적, 재배적 기술에 의해서 많은 변화를 가져올 수 있어서 이 분야까지 포함시킨다면 앞으로 뛰어난 인삼재배적 기술이라고 생각된다.

이상의 내용을 정리하면 지상부요인의 일복구조, 지하부요인의 유기물, 식물체 요인으로 재식분수와 식물체 영양은 인삼의 대편, 우수체형을 생산하는데 중요한 요인으로 판명이 되었으며 이들의 기술은 차광망에서 차광판으로, 일반 유기질비료에 비하여 기능이 향상된 신종 유기질비료의 사용과 토양수분의 저면 관수 공급과 영양제의 추비 사용시에 농가에 고소득증대에 기여될 것으로 판정된다.

제 4 장. 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

1. 목표달성

목 표	연구개발 수행내용	달성도 (%)
(1) 우수 체형 수삼 생산의 재배조건 구명	<p>1) 유기물에 따른 토양환경조건 개선 및 수삼의 체형과 크기 토양의 유기질비료에 따라 토양의 물리화학적 성분의 변화와 수삼의 크기 및 체형을 조사하였던바, 토양의 물리성개선은 유기물이 공급될, 경도 향상, 생육은 근중이 증가. 또한, 입체 및 액제비료의 처리에서는 처리구의 증가효과를 가져왔으며 액제용비료처리도 증가하여 대편삼 생산에 유리한 기술적 효과</p> <p>2) 토양수분에 따른 뿌리의 발달과 체형조사 토양수분의 상면관수와 이랑(저면)관수에 의한 인삼 수삼 발달의 영향은 근생체중에서 무관수에 비하여 관수처리구에서 현저한 증가를 나타냈으며 저면관수가 상면관수에 비하여 근생체중이 증가하는 경향이였다. 또한, 지근수도 저면관수, 상면관수, 무처리순으로 높았다. 토양수분이 인삼 생육특성과 체형에 미치는 영향에 대하여는 고년근 인삼에서도 시험하여 최적조건에서의 기여도를 분석, 생산기술에 반영할 계획이다.</p>	100
(2) 일복구조에 따른 수삼의 체형변화 및 상호연관성 구명	<p>차광망에 비하여 차광판의 3,4년 인삼이 지상부생육이 현저하게 증가, 지하부 발달에서도 차광판이 높아 생체중이 차광망에 비하여 모든 처리구에서 전주가 후주에 비하여 근발달이 증가하였고 건근중과 지하부인 근직경, 생근중은 높은 정의 유의상관을 보였고, 주요 지상부 생육 특성인 엽면적, 경장, 경태, 생경중도 높은 정의 유의상관을 나타냈다.</p>	100
(3) 재식밀도에 따른 수삼의 발달과 체형변화	<p>재식밀도가 인삼의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 칸 당 주수를 45주(5주×9열), 63주(7주×9열) 및 81주(9주×9열)로 이식하여 조사한 결과, 경장은 식재본수가 많을수록 경장이 증가하는 경향을 보였으며, 엽면적은 모두 차이가 인정되지 않았다. 또 식재본수가 54주의 경우 20g이상의 개체가 가장 많은 경향이였으며 63주의 식재본수에서는 10-15g사이에 가장 많은 분포를 보였고 81주에서는 10-15g, 10g이하의 범위에서 가장 높은 분포를 보였다.</p>	100
(4) 현지 인삼재배 농가의 수삼 체형 및 재배법 조사	<p>인산주산지의 조사를 보면 근장은 해남>포천>금산>풍기 순으로 길었고 생체중은 해남>포천>풍기>금산 순이었다. 지하부의 생육특성을 보면 해남>포천>풍기>금산 순으로 나타났고 생체중은 해남지역에 비하여 포천이 현저히 높은 경향을 보였다. 각 산지별 재배조건을 살펴보면, 일복조건은 금산지역이 관행(차광망)방법, 풍기는 황색차광지로 재배하였고, 기타지역은 차광판으로 재배하였다. 또한, 상고높이는 금산지역보다 해남지역이 높았고 EC는 금산이 작은 반면 인산이 높은 경향이였다.</p>	100

2. 관련분야의 기여도

인삼은 단일작물로서 우리나라를 대표하는 수출 1위의 효자상품이며 단일품목으로는 11위, 전체 농산물 수출액의 5.5%를 차지하고 있는 고부가가치 수출작목이다.

또한, 인삼은 한국을 대표하는 특산물로 한국문화상징 Best 10, 세계일류상품 55개, 한국일등상품 10개 중 하나로, 세계시장에서도 그 우수성을 인정받고 있는 농산물중의 하나이다.

특히, 인삼은 장수와 인류의 건강에 효과 있는 약용식물로 수백 년 동안 인정되어 왔고 그 효능면에서도 전 세계적으로 인정받고 있는 우리나라의 대표적인 건강상품이며, 재배역사로 볼 때 우리나라는 인삼재배의 인삼종주국으로 그 명성이 알려져 있다.

그러나, 인삼생산을 위한 재배기술의 침체로 고품질 양질인삼의 생산량이 부족하여 인삼종주국이라는 국제적인 기반과 브랜드 이미지가 점점 상실되어 가고 있다.

최근에는 북미의 화기삼과 중국의 저가인삼에 밀려 백삼은 완전히 국제경쟁력을 상실하였고 고품질홍삼만이 경쟁력을 가질 뿐 중저가제품은 수출이 둔화되고 있다. 이는 그 동안 홍삼은 높은 가격을 유지하면서도 품질을 고수하였기 때문에 고급상품은 아직까지도 최고의 가격(천삼 10지, 273만원/600g)을 유지하지만, 백삼은 저가에 걸맞는 대량생산의 체계를 갖추지 못하여 국제경쟁력을 잃고 말았다.

그 동안 우리나라의 고품질 인삼이 국제 및 국내시장에서 최고의 가격을 유지한다는 것은 고려인삼의 성가가 아직까지 인정되고 있다는 것이며, 이것은 품질 면에서의 경쟁력으로 앞으로도 세계시장을 확보해야 한다는 당위성을 시사해 주고 있다.

따라서, 본 연구는 인삼의 대편, 우수체형생산에 관여하는 요인을 첫 번째로 (1) 지상부 환경요인으로 일복구조와 재료(저온, 다광, 누수) 두 번째는 (2)식물체 요인으로 ①물질생산요인 극대(최적엽면적확보, 광합성향상, 조기낙엽억제)와 ②재식밀도(인삼의 생육공간), 그리고 세 번째로는 (3)지하부 환경요인으로 ①토양유기물과 ②토양수분에 대하여 각 요소가 인삼의 생육 및 뿌리발달 양상과 품질에 미치는 영향에 대하여 조사, 이들 요인에 대하여 독립적으로 미치는 영향을 조사하여 기여도등의 분석을 통한 종합적인 생산체계를 확립함으로써 국내 인삼의 고품질화 및 친환경재배로 한국인삼산업의 위기에서 탈피할 수 있고 농가고소득 창출에 기여할 것으로 사료된다.

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

본 연구를 통하여 일복구조에 따른 지상부 생육특성은 차광판이 차광망(관행)에 비하여 좋은 경향이 있었으며, 일복구조의 차이는 미기상의 차이를 가져오고 이는 잎의 발달에 영향을 미치기 때문에 잎의 질적 차이도 있을 것으로 사료되어 잎의 기능 중 가장 중요한 광합성에 관하여 조사하였던 바, 차광판에서 생육한 인삼 잎이 차광망에 비하여 높게 나타났고 엽록소형광반응에서도 차광망에 비하여 은박차광판의 효과가 증가한 것으로 나타났다. 또한, 지하부 생육특성에서도 차광판이 차광망에 비하여 생장이 양호한 경향을 보였다. 근 활력에 관련되는 일비량 및 속도 측정에서도 차광판의 일비량이 높은 경향이었고 인삼의 지근 발달이 차광망에 비하여 차광판에서 증가하는 경향을 보였다. 인삼의 품질평가를 크기에 따라 비교하였던 바, 차광판이 관행에 비하여 대편삼의 생산비율이 높은 것으로 나타났고 체형에 있어서도 차광판에서 사람형 체형이 높은 비율로 나타났다. 또한, 인삼의 주요 품질평가의 하나인 사포닌에 대해서도 차광판이 차광망보다 증가하는 경향을 보였다.

유기질 비중에 따른 인삼의 토양물리화학적 변화에서 유기질비료의 시용이 무처리에 비하여 좋은 경향을 보였으며, 이로 유기질비료 시용이 인삼의 지상부에 생육을 촉진시키는 것으로 사료되며, 인삼의 지하부 특성에서도 유기질비료의 시용이 증가하는 경향을 보여, 대편삼이 많은 경향이었고, 그리고 사포닌함량이 또한 유기질비료 처리구에서 증가하는 경향을 보였다.

영양제의 시용시 입체와 액체를 처리한 결과 무처리구보다는 처리구에서 지상부와 지하부가 증가하는 경향이 있었다.

토양수분의 공급을 저면과 상면에서 공급할 시에 수삼의 크기 및 체형에 미치는 영향을 조사하였던 바, 많은 향상을 보였다.

이상의 내용에서와 같이 지상부요인의 일복구조, 지하부요인의 유기물, 식물체요인으로 재식분수와 식물체 영양은 인삼의 대편, 우수체형을 생산하는데 중요한 요인으로 판명이 되었으며 이들의 기술은 차광망에서 차광판으로, 일반 유기질비료에 비하여 기능성이 향상된 신종 유기질비료의 사용과 토양수분의 저면 관수 공급과 영양제의 추비 사용시에 농가에 고소득증대에 기여될 것으로 판정된다.

본 연구의 활용계획은 본포의 대편 우수체형 수삼재배법 표준화 및 실용화할 필요성이 있으며 기능성 인삼용 토양유기질 비료의 품목고시와 개발이 더욱 필요하다. 특히, 인삼의 약리성분을 향상시킬 수 있는 재배적, 환경적 연구를 더욱 지향하여 국내에서 생산되는 인삼이 외국산과의 차별이 된다는 것을 홍보해야 할 것이다.

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

인삼은 세계적에서 인정받고 있는 우리나라의 대표적인 건강상품이며, 인삼재배의 인삼종주국으로 그 명성이 알려져 1980년대까지 인삼은 단일작물로서 우리나라를 대표하는 수출 1위의 효자상품이었다. 그러나, 인삼생산을 위한 재배기술의 침체로 고품질 양질인삼의 생산량이 부족하여 인삼종주국이라는 국제적인 기반과 브랜드 이미지가 점점 상실되어 가고 있다. 특히, 최근에는 북미의 화기삼과 중국의 저가인삼에 밀려 백삼은 완전히 국제경쟁력을 상실하였고 고품질홍삼만이 경쟁력을 가질 뿐 중저가제품은 수출이 둔화되고 있다. 이는 그 동안 홍삼은 높은 가격을 유지하면서도 품질을 고수하였기 때문에 고급상품은 아직까지도 최고의 가격(천삼 10지, 273만원/600g)을 유지하지만, 백삼은 저가에 걸맞는 대량생산의 체계를 갖추지 못하여 국제경쟁력을 잃고 말았다.

국외의 캐나다, 미국 및 중국 등에서의 인삼생산량은 급속히 증가하고 있으며 고품질 우량 인삼의 생산을 위한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 이들 국가의 양질의 인삼이 대량으로 국제시장에서 유통되고 있는 바, 세계 최대 인삼시장인 홍콩시장의 약 50%가 이들 국가의 인삼이 점유하고 있어 인삼종주국으로 군림하던 한국의 고려인삼은 점유율이 불과 3%미만으로 떨어져 있는 실정이다. WTO에 의한 중저가의 중국삼이 정식으로 들어오기 시작하면 국내의 인삼시장 또한 혼란과 인삼산업의 침체 및 위기를 맞이하게 될 것이다.

그 동안 우리나라의 고품질 인삼이 국제 및 국내시장에서 최고의 가격을 유지한다는 것은 고려인삼의 성가가 아직까지 인정되고 있다는 것이며 이것은 품질 면에서의 경쟁력으로 앞으로도 세계시장을 확보해야 한다는 당위성을 시사해 주고 있다.

한편에서는 우리나라 인삼산업을 살리기 위해서는 원가절감과 고가정책 철폐로 가격면에서 경쟁을 하려고 하나, 이는 대단위 면적과 기계화의 생력재배 기술이 발달된 북미와 중국의 입장을 고려해 볼 때 실효성이 적다. 그러나, 고품질 인삼생산 기술은 다른 나라에 비하여 우리나라가 월등하며 재배기술의 노하우 또한 다양하다. 우리나라의 인삼 재배면적과 생산량이 증가하고 있으나, 양질의 원료삼 생산의 부족으로 해외수요가 많은 고품질의 홍삼제품 생산이 어려워 소비자의 수요욕구에 미치지 못하고 있는 형편이다.

국제인삼시장에서 가장 경쟁력이 높은 상품은 우수체형의 뿌리홍삼이다. 뿌리삼은 원료 수삼의 품질을 변형시키지 않고 상품화함으로써 소비자가 직접 품질을 확인 할 수 있어 신뢰감을 준다. 인삼의 체형과 품질에 따라 600g당 6만원에서 40~60만원의 가격차이가 있기 때문에 재배농가의 소득면에서 가장 중요하나, 우리나라 6년근 원료수매 인삼삼중 이런 체형을 지닌 1, 2등급의 수삼은 전체의 20%미만으로 매우 낮다. 이렇게 좋은 체형의 인삼은 생산하기 어렵고 체형의 과학적 근거 불충분으로 일부 농가나 일부 학계에서는 체형규격을 완화시키자는 의견도 적지않으나, 이런 체형은 고려인삼의 특유한 형태이며 이는 우리나라의 재배법으로 생산할 때 가장 잘 나타나는 특성이기 때문에 오히려 체형을 고수하고 외국삼과 차별화시키는 것이 우리 인삼산업의 경쟁력이자 고려인삼의 성가를 유지시키는 방편이라고 사료된다.

제 7 장 참고문헌

1. Park H. 1980. Physiological response of Panax ginseng to light. Proc. 3rd. int. Ginseng Symp. pp 151-179
2. Park H., Lee M.K and Lee C.H., 1995, Effect of growth stage and light on sucrose content in various part of Panax ginseng., First Int. Sym. on Sucrose Metabolism Abst. 36 Maldel Plata Argentina FIBA
3. 천성기, 목성균, 이성식, 신동양. 1991. 광량 및 광질이 고려인삼의 생육과 품질에 미치는 영향 (I.광량이 인삼생육 및 수량에 미치는 영향). 고인학지. 15(1) pp 21-30
4. 홍순근, 조진선. 1975. 인삼의 적정 수광량시험. 전기연 시연보서. pp 745-753
5. 홍순근, 김홍진. 1975. 연작장해방제시험. 전기연 시연보서. pp 847-855
6. 홍순근, 오세현. 1975, 일복개량시험. 전기연 시연보서. pp 857-864
7. 홍순근, 김홍진 1976. 연작장해방제시험. 전기연 시연보서 pp 889-897
8. 김홍진, 이순구, 박규진, 이종화. 1986. 인삼연작장애의 생물학적 방제연구. 인삼연보. pp 1-101
9. 이종화, 이종철, 천성기, 김요태, 김상달, 안수봉. 1982. 인삼생육의 최적광량에 관한 연구 (제1보 광도가 인삼의 지상부생육 및 근수량에 미치는 영향). 고인학지. 6(1) pp 38-45
10. 이종철, 천성기, 김요태. 1982. 인삼생육의 최적광량에 관한 연구 (제 3보 광도가 다른 조건하에서의 상면이 인삼생육에 미치는 영향). 고인학지. 6(2)
11. 이종화. 1988. 광도와 온도가 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향. 고인학지. 12(1) pp 40-46
12. 이일호, 박찬수, 송기준, 홍순근. 1991. 인삼포 두둑 높이가 인삼의 생육 및 토양물리성에 미치는 영향. 고인학지. 15(3) pp 197-199
13. 목성균, 이성식, 천성기, 신동양, 이장은. 1988. 인삼의 재배환경 조건 개선 연구, 인삼연보, pp 3-88
14. 목성균, 신동양, 천성기, 이태수, 이성식, 이장은, 박동욱. 1993. 인삼의 생산비 절감 재배기술 연구, 고인연 인삼연보. pp 7-87
15. 남기열, 박훈, 이일호. 1980. 토양수분이 인삼생육에 미치는 영향. 한토비지. 13(2) pp

71-76

16. 오승환, 박창석, 김영인. 1979. 인삼의 적변원인연구. 고인연 인삼연보. pp 3-15,
17. 오승환, 박창석, 정영륜, 이장호. 1980. 연작지토양환경연구. 고인연 인삼연보. pp 5-22
18. 박훈. 1979. 인삼의 온도에 대한 생리반응. I 옛경험, 분포, 발아, 광합성, 호흡. 고인학지 3(2) pp 156-167
19. 박훈, 이종화, 배효원, 홍영표. 1979. 인삼엽의 광합성과 호흡에 미치는 광도와 온도의 영향. 한토비지. 12(1) pp 49-53
20. 박훈, 목성균, 이종률. 1980. 생리장해에 관한 연구. 고인연 인삼연보(재배). pp 173-196
21. 박훈, 박귀희, 조경식. 1980. 인삼의 조직학적 특성 연구 고인연 인삼연보. pp 197-206
22. 박훈. 1982. 인삼의 수분생리 I. 자생지 관찰, 재배경험 및 기상요인과 근 및 엽의 특성. 고인학지. 4(2) pp 197-221
23. 박훈, 최병주. 1983. 인삼의 무기양분 분배에 대한 토양수분의 영향. 고인학지. 7(1) pp 74-79
24. 박훈, 윤종혁, 이미경, 조병구, 변정수, 장영진, 이종률. 1985. 재배조건이 홍삼품질에 미치는 영향 연구. 고인연 인삼연보. pp 215-465
25. 박훈, 박현석, 홍종욱. 1986. 고온과 재배광도가 인삼잎의 지방산 조성에 미치는 영향. 한농화지 29(4) 366-371
26. 박훈. 1991. 인삼의 생리장해. 한작지(기상재배연구 II). pp 459-480
27. 유연현, 오승환, 김기황, 박규진, 조대휘. 1994. 인삼 연작장해 해소 연구. 고인연 인삼연보. pp 103-219
28. 고려인삼학회. 1997. 고려인삼 연구 20년사. 광일문화사. pp 1-331
29. 한국인삼연초연구원. 1996. 인삼의 생산비 절감 재배 기술 연구. 한국인삼연초연구원 인삼연보(재배분야). pp 7-65
30. 한국인삼연초연구원. 1997. 수삼 품질 향상을 위한 재배법 개선 연구. 한국인삼연초연구원 인삼연보 1차보고서(재배분야). pp 7-14