

최 종
연구보고서

인삼에서 삼집개량에 의한 근 수량 및 품질 향상
Improvement of Quantity and Quality of *Panax ginseng*
Root by the Change of Shade Structure

연구 기관
영남대학교 자연자원대학

농 립 부

제 출 문

농림부 장관 귀하

본 보고서를 “인삼에서 삼집개량에 의한 근 수량 및 품질 향상” 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2003년 8월 20일

주관연구기관명 : 영남대학교

총괄연구책임자 : 강광희

세부연구책임자 : 강광희

연 구 원 : 박 훈,

김찬중,

안영남,

협동연구기관명 : 밀양대학교

협동연구책임자 : 이충열

요 약 문

I. 제목

인삼에서 삼집개량에 의한 근 수량 및 품질 향상

II. 연구개발의 목적 및 중요성

인삼은 온도와 광량에 민감하여 자연에서는 반 그늘의 수림(樹林)에서 자생하고, 또 인위적으로 조성된 일복시설에서 재배할 수 있는 대표적인 작물이다. 우리나라의 전통적인 인삼재배는 인삼이 잘 자랄 수 있는 온도와 광량의 범위를 유지할 수 있는 인위적인 환경조성에서 이루어졌다. 그리고 고유의 일복시설에서 탁월한 인삼재배기술로 보다 높은 수량과 품질을 얻을 수 있어 세계적인 명성을 얻을 수 있었다. 이러한 인삼재배 기술이 과학적인 실험과 검증을 거친 것은 아니었어도 경험에서 축적된 고급의 기술이라 할 수 있다.

최근 중국에서 인삼재배기술이 발달하고, 또 미국과 캐나다를 중심으로 서양에서 인삼에 대한 관심이 높아짐에 따라 세계인삼시장에서 고려인삼의 위상은 심각할 정도로 위축되고 있다. 그러므로 고려인삼은 국제경쟁력을 높이는 수단으로 고품질의 인삼을 생산하면서 생산비를 절감하는 것이 필요하고, 인삼재배환경을 더 양호하게 하고 작업시간을 더 줄일 있는 일복시설의 발전과 재배기술개선은 필수적으로 해결해야 할 최우선의 과제라고 할 수 있다.

최근 우리나라에서 사용하던 기존의 벗짚지붕형 일복시설을 4중직차광망을 이용한 전·후 연결식의 일복시설로 개선하여 시설비용(노임)은 경감할 수 있었다. 그러나 차광망 일복시설은 한여름 우기에 망사이로 생기는 누수는 두둑 토양을 과습하게 하고 또 잎에 병 발생을 유발하는 원인이 될 수 있었다. 그리고 여름날 망 사이로 투과하는 광은 일복내의 온도를 벗짚지붕형에 비하여 더 높이어 인삼생육에 장애요인이 되어 조기낙엽을 유발할 수 있다. 따라서 누수를 방지하고 일복 내에 온도를 더 낮게 할 수 있는 새로운 일복시설이 요구되고 있다.

식물은 생육기간중 환경변화에 대하여 다양한 조절기능을 통해서 불안정한 환경조건에서 적극적으로 적응하지만 수량과 품질을 향상시킴에 있어 환경인자의 변동에 대한 광합성기능

의 실태와 생리적 기능간에 상호관계를 이해하는 것이 중요하다.

인삼재배에 관한 생리생태학적인 연구는 선진 각국의 여러 연구자에 의해서 다양한 결과가 보고되어 있지만, 재배 및 생태 환경이 다른 여건에 이들 연구 결과를 그대로 적용하는 것은 현실적으로 많은 문제를 안고 있다고 본다. 특히, 국내에서의 광에 관련한 인삼의 생리생태학적인 연구는 그 중요성에도 불구하고 시설과 측정 및 분석장비의 부족 등으로 매우 미흡한 실정에 있다.

본 실험은 4중직차광망의 취약점을 보완한 비누수 광반사 차광판을 새로운 일복재료로 하고, 새로운 일복재료에서 적합한 일복구조와 작휴방식을 구명하기 위하여 수행하였다. 인삼은 다년생식물이므로 일복재료와 구조를 달리한 실험평가는 과거와 달리 인삼의 년생(3년, 4년, 5년 생)에 따라 계속하여 생육과 수량을 구명하였다. 또 음지성 작물로 알려진 인삼에 대한 생리, 생태적 및 형태적 특성과 내음성의 정도 및 물질생산조절기구에 미치는 영향을 조사하였다.

실험처리에 따라 인삼의 생육과 수량에서 나타내는 변화는 일복내의 미세기상의 변화가 바탕이 되었으므로 일복재료와 구조에 따른 미기상의 변화를 함께 조사하였다. 또한 이들 미세기상의 변화에 따른 인삼의 생육차이를 예상하고 년생에 따른 인삼의 생육차이를 다른 재식밀도에서 평가하고자 하였다. 5년 생은 품질에 따라 가격차이가 크므로 수삼의 수량과 품질 크기별로 구분하여 가치로서 평가하였다. 그리고 일복재료가 비누수 차광판으로 변경되면 기존의 작휴방식인 두둑과 고랑 폭의 비 50:50을 변경하여 인삼의 식재면적인 두둑의 비율을 더 확대한 광폭재배로 인삼수량이 더 높일 수 있다고 예상되어 그 가능성을 검토하였다. 인삼은 실용적으로 4년생 또는 6년생을 수확하는데, 4년생 이후는 작황에 따라 5년생 또는 6년생에서 수확한다. 본 시험은 4년생 및 5년생을 대상으로 하여 실험하였으나 실험결과의 연속성을 고려하여 본 실험 이전의 실험결과인 3년생의 자료를 포함하였다.

인삼은 광량과 온도에 민감한 식물이므로 일복 내에서 광량과 온도의 변화와 인삼 잎의 광합성능력을 조사하여 생리적 현상과 수삼수량과의 관계를 해석하고, 앞으로 일복시설 개선의 기초자료로 활용하고자 하였다.

인삼의 근비대 및 건물생산확립을 위한 조절기구를 구명으로서 최적 재배환경 조건을 통한 대량생산과 그의 재배법 정립에 기여하고자 한다.

인삼재배에서 일복시설은 농가에게 큰 부담이 되므로 개량의 효과가 있어도 실천하는데 어려움이 있다. 따라서 차광판과 차광망의 일복구조에서 각각 소요되는 자재와 시설노임을 조사하여 그 비용을 비교하였다.

III. 연구개발 내용 범위

1. 일복에 사용되는 자재와 구조를 달리함에 따라 일복시설내의 미세기상이 달라질 수 있다. 또한 미세기상의 차이는 인삼의 생리현상의 변화를 초래하고 그 영향이 수량과 품질에 작용할 것으로 예상된다. 따라서 일복시설내의 미세기상의 변화를 조사하여 일복구조개선외의 기초자료로 이용하고자 하였다.
2. 새로운 차광자재인 비누수 광반사 차광판, 그리고 현재 권장하고 있는 4중직 차광망 일복시설을 비교하였다. 한편 기존에 사용하였던 벗짚지붕의 개량형은 벗짚자재생산에 노력이 많이 들고 실용성이 낮아서 농가에서 거의 사용하지 않으나 대비를 위하여 함께 비교하였다.
일복구조는 일복시설 자재 별로 권장하는 방식에 준하였다. 일복시설에 따라 미세기상이 달라질 수 있어 각각의 일복시설에서 재식밀도를 달리하여 4년 및 5년생 인삼의 생육, 수량 및 품질을 비교하여 가장 우수한 일복자재와 구조를 검토하고, 비누수 차광판 차광재의 실용화 가능성을 제시하고자 하였다.
3. 전.후주연결식의 일복시설에서 비누수 광반사 차광판을 일복재료로 하는 일복구조시험은 전주높이를 달리하고 후주높이는 동일하게 하였다. 또한 각각의 일복환경 처리에서 재식밀도를 2 수준으로 달리하여 4년 및 5년생 인삼의 생육과 수량 및 품질을 비교하여 비누수 차광판 차광자재에서 실용적인 일복구조를 제시하고자 하였다.
4. 일복재료를 차광망에서 비누수 차광판으로 변경하면 기존의 작휴 방식인 두둑 폭과 고랑 폭의 비 50 : 50보다 인삼이 심겨지는 두둑의 비율을 더 높은 광폭재배를 하면 인삼수량이 더 높아질 것으로 예상하고 확인 검토하였다.
5. 미세기상과 인삼의 광합성효율 및 생리반응을 조사하여 일복구조 및 자재에 따른 수량과 품질의 변화를 해석할 수 있는 기초자료를 얻으며, 더 나아가 일복자재와 구조를 한층 더 개선하는데 필요한 기초자료로 이용할 것으로 기대하고 있다.
6. 인삼재배에서 일복시설은 농가에게 큰 부담이 되므로 개량의 효과가 있어도 실천하는데

어려움이 있다. 따라서 차광판과 차광망의 일복시설에 소요되는 자재비용과 시설노임을 조사하여 비교하였다.

IV. 연구개발 결과 및 활용에 대한 건의

1. 연구개발 결과

1) 일복시설에서 미세기상의 변화

- (1) 맑은 날 일복 내에 광량은 차광판, 차광망 모두 전열에서 가장 높고, 오전 8시 전후에 전열에 투입되는 일사량은 각각 PAR 250-300 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, 400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 로 가장 높았다.
- (2) 맑은 날 일복 내에 온도는 두둑 위치에 따라 차이가 적으며, 아침 일사량이 일복 내에 들어오는 시간에만 전열의 온도가 높았다. 맑은 날 일 중 온도가 가장 높은 시간에서 차광판 내의 온도가 차광망 보다 4 $^{\circ}\text{C}$ 낮았다. 그러한 온도 차이는 4월 중순 보다 5월 중순이 더 크다. 흐린 날 온도의 변화는 차광판과 차광망에서 차이가 적었다.
- (3) 비누수 광반사 차광판 일복에서 전주높이에 따른 광자량의 차이는 전주높이가 높아짐에 따라 광량이 더 높았고, 온도 차이는 1 $^{\circ}\text{C}$ 내외로 적으며, 일복 구조의 변화에 의한 온도는 증가하지 않으므로 광량을 높일 수 있는 가능성을 제시하였다.

2) 일복시설을 달리한 삼집에서 인삼의 생육과 품질의 변화

- (1) 3, 4년생 인삼에서 생주율은 차광판과 벗짚지붕에서 90%이고 차광망은 76%이었다. 5년생은 차광판이 73%로 가장 높고, 벗짚지붕, 차광망의 순으로 낮았다. 재식주수에 따른 생주율의 차이는 없었다.
- (2) 4년생 인삼의 칸 당 수삼수량은 차광판에서 2.3kg으로 차광망의 1.9kg 보다 높았다. 경엽의 생장 및 근중 또한 차광망 보다 차광판과 벗짚지붕이 더 양호하였다. 경엽의 생장 및 근중은 차광재료와 재식주수에 따른 차이가 인정되지 않았다. 4년생의 주 당 생근중은 45주가 72주 보다 더 높았으나, 칸 당 수삼수량은 72주가 더 높았다.

(3) 5년생의 칸 당 수삼수량은 차광관에서 2.9kg이고 차광망은 2.3kg이었다. 동직경과 주 당 생근중은 45주에서 가장 높았다. 그러나 칸 당 수삼수량은 72주가 가장 높았고 45주가 가장 낮았다.

3) 비누수 차광관 전·후주연결식에서 전주높이의 영향

(1) 전주높이별 생주율은 3년생에서 70-91%로 차이를 보였다. 5년생에서는 72-74%로 차이가 없었다. 칸 당 재식주수를 달리한 경우에도 생주율 차이는 없었다.

(2) 3년생에서 건경중은 0.6g으로 전주높이별로 차이가 없었다. 4년생에서 건경중은 170cm가 가장 낮았으나, 전주높이별로 차이는 없었다.

(3) 주 당 생근중은 4년생이 54-60g이고 5년생이 82-91g으로 전주높이 160cm에서 가장 높고 140cm에서 가장 낮았다. 4년생에서 칸 당 수삼수량은 160cm에서 가장 높았으나 차이가 인정되지 않았다. 5년생에서 칸 당 수삼수량은 160cm에서 3.4kg으로 가장 높았고 뿌리 크기별로 구분한 평가에서 전주높이 160cm에서 생산된 수삼이 가장 우수하였다.

4) 광폭재배에서 증수 가능성 검토

(1) 생주율은 3년생에서 80-88%이었고, 4년생에서 69-71%로 차이가 없었다.

(2) 3년생에서 경장과 경중은 광폭재배 보다 표준재배가 더 크게 나타났다. 생엽중과 LAI는 광폭-2가 표준재배나 광폭-1에 비하여 낮았다. 동장, 동직경 및 생근중은 두둑 형태에 따라 차이가 없었다.

(3) 4년생에서 경장은 광폭-1에서 가장 컸으나, 경직경, 생경중, 엽장과 엽폭은 차이가 없었다.

5) 인삼의 광합성속도와 미기상과의 상호연관성

(1) 인삼의 광합성속도는 광강도 증가에 증가하는 경향이며, $200-300\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 최고의 광합성속도를 나타냈다. 광합성속도는 7월, 8월, 9월에 있어서 차광망에 비하여 차광관에

서 높은 경향을 보였으며 광포화점도 다소 높은 경향이였다.

- (2) 광합성속도, 기공전도도 및 증산작용은 오전 10시 이전에서 높았으며, 그 이후에는 현저히 감소하였다. 동일한 증산작용에서 저온이면 광합성속도가 높은 경향이였다.
 - (3) 일비량은 전 생육기간 차광판에서 차광망에 비하여 높은 경향을 보여 근활력은 차광판에서 높았다.
 - (4) 인삼 잎의 엽육조직의 두께는 차광판에서 차광망에 비하여 두껍고, 차광판 일복에서 전 주높이가 높을수록 발달하였다.
 - (5) 엽록소는 9월부터 차광망에서 감소하기 시작하여 10월까지 급격히 감소하는 경향을 보이는 반면, 차광판은 10월에서 급격한 감소를 보였다.
- 6) 일복시설비용 및 수삼수량과 품질 조사
- (1) 차광판의 자재비용은 차광망의 비용 보다 높았으나 노임비용은 차광판이 낮았다. 결과적으로 전체 비용은 차광판에서 ha당 755,000원이 적게 소요되었다.
 - (2) 5년생에서 인삼의 수량은 차광판과 차광망이 각각 2.6kg 및 2.3kg이었고, 뿌리의 품질면에서도 차광판에서 더 우수하였다.

2. 활용에 대한 건의

- 1) 비누수 광반사 차광판은 인삼의 높은 수량성, 우수한 품질, 저비용 때문에 4중직 차광망에서 대체할 수 있다. 최적의 재식주수는 수량과 품질을 고려하여야 하는데 칸 당 63주로 나타났다.
- 2) 최적의 전주높이는 4년생과 5년생 인삼에서 수량과 품질을 고려해 볼 때 160cm로 제시할 수 있다.

3) 오전 10시 이전의 미기상은 인삼의 수량을 증가시킬 수 있고 삼집 구조 개량에 대한 표준화 자료로 사용될 수 있다.

SUMMARY

I. Title

Improvement of Quantity and Quality of *Panax ginseng* Root by the Change of Shade Structure

II. Objective and Necessity of Research

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.

III. Content and Range of Research

1. Investigation of microclimate in the ginseng shade house in relation to house structure.
2. Recently developed precipitation preventive light reflecting shade plate was tested in comparison to prevailing under shade net and straw thatch roof. For plant growth and yield of 4 and 5 year old ginseng with various planting density.
3. Illumination of optimum height of front pole in the light-reflecting shade plate ginseng house in relation to yield and quality of ginseng root at 4 and 5 years old.

4. Optimization of ridge-furrow ratio for yield in comparison to the standard method 50 : 50.
5. Study of microclimate in shade house on photosynthesis and physiological response of ginseng plant.
6. Economical analysis for the light reflecting shade plate at ginseng plantation.

IV. Research Results and Application Prospect

1. Research Result

1) Microclimate in ginseng shade house

- (1) For both light-reflecting shade plate and 4 layer shade net the highest light intensity of clear day occurred at the front line of ginseng plant and around 8 a.m. with full sun light being PAR $250\sim 300\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ and $400\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, respectively.
- (2) Variation of air temperature on a ridge was little on the clear day except higher temperature on the front line during the morning with full sun light. On clear day air temperature during highest period of day was lower by to 4°C with the light-reflecting shade plate than 4 layer shade net. Such temperature variation was greater in the middle of May than the middle of April. On the cloudy day temperature variation between two shade house was little.
- (3) For the increasing of front pole height in the light-reflecting shade plate increased light intensity with temperature variation less than 1°C , it suggest the possibility high light supply without increase temperature by structure change.

2) Change of growth and quality by shade structure change

- (1) Living plant rate percent to the transplanted at 3 and 4 years old was 90% for

light-reflecting shade plate and thatch roof and 76% for 4 layer shade net. At 5 years old, it was highest for shade plate(73%), and thatch roof and shade net in decreasing order. It was not affected by planting density.

(2) On 4 years old fresh ginseng yield was 2,3kg/3.3m² for the shade plate and 1.9kg for the shade net. Growth of stem, leaf part and root weight were also better for the shade plate and thatch than the shade net. There was no interaction between planting density and shade materials. On 4 years old root weight was greater in 45 plants than 72 plants per 3.3m² but yield was greater in the plot of 72 plants.

(3) On 5 year old root yield was 2.9kg for the shade plate and 2.3kg for the shade net. 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

3) Effect of front pole height in the front-rear pole structure with the light-reflecting shade plate.

(1) Variation of the living plant rate in relation to the front pole height was significant at 3 years old(70-91%). It was decreasing with age resulting not significant at 5 years old(72-74%). There was no interaction between front pole height and plant density for the living plant rate.

(2) Dry stem weight in relation to front pole height(140cm, 150cm, 160cm, 170cm) was not different at 3 years old(0.6g/plant). It was least for 170cm plot (1.4g/plant) but not significant between front pole height at 4 years old.

(3) Root weight at 4(54-60g/plant) and 5(82-91g/plant) years old was highest for 160cm plot and least for 140cm plot. Fresh root yield was highest for 160cm plot but not significant at 4 year old. At 5 years old the root yield was highest for 160cm plot(3.4kg/3.3m²) and the root weight distribution between was also best for 160cm.

4) Effect of the ridge cultivation on yield

- (1) There was no effect of wide ridge on the living plant rate at 3(80-88%) and 4 years old(69-71%).
- (2) At 3 years old stem length and stem weight were greater for standard plot than wide ridge. Fresh leaf weight and LAI were lower for the wide ridge-2 than the standard and the wide ridge-1. Root growth was not different with ridge wide.
- (3) At 4 years old the stem length was greatest for the wide ridge-1 plot, but stem diameter, stem weight, leaf length and leaf width were not different.

5) Relationship between microclimate and photosynthesis

- (1) 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.
- (2) Photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration rate were high before 10 a.m., thereafter decrease considerably. At the same transpiration rate the photosynthetic rate tended to the greater at lower temperature.
- (3) Root exudation showed greater tendency with the shade plate than the shade net through the while crop season suggesting greater root activity with the shade plate
- (4) The thickness of mesophyll tissue of ginseng leaf was greater with the shade plate than the shade net and well developed with the increase of front pole height.
- (5) Chlorophyll content decrease in the shade net from September and rapidly in October while in the shade plate it started and rapid in October.

6) Cost of shade house and yield and quality of root

- (1) Price of shade plate was higher than price of shade net while labor cost was lower in shade plate. Resulting in lower total cost in 755,000₩(4% of total)/ha for shade plate.
- (2) Yield of 5 years old root was 2.9kg for shade plate and 2.3kg for shade net and root quality was higher in the shade plate.

2. Application prospect

- 1) 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.
- 2) Optimum heighest of front pole suggested to be 160cm depending on yield and quality at 4 and 5 years old.
- 3) Microclimate before 10 a.m. must be extended for increasing yield and be used as standard reference for shade structure improvement.

CONTENTS

Chapter 1. Forwards	18
Section 1. Objectives and range of research	20
Chapter 2. Changes of microclimate by shade materials and structure	23
Section 1. Preface	23
Section 2. Materials and methods	24
Section 3. Results and discussion	25
Section 4. Summary	39
Chapter 3. Yield and quality of 3, 4 and 5 years old root with different shade materials and shade structure	41
Section 1. Preface	41
Section 2. Materials and methods	43
Section 3. Results and discussion	45
Section 4. Summary	57
Chapter 4. Plant growth, yield and quality of root with different front height under the light reflecting shade plate	59
Section 1. Preface	59
Section 2. Materials and methods	60
Section 3. Results and discussion	61
Section 4. Summary	71
Chapter 5. Experiment on wide ridge cultivation	73
Section 1. Preface	73
Section 2. Materials and methods	74
Section 3. Plant growth and yield in wide ridge cultivation	75

Section 4. Summary	80
Chapter 6. Relationship between photosynthesis and microclimate with different shade structure	82
Section 1. Preface	82
Section 2. Materials and methods	83
Section 3. Results and discussion	84
Section 4. Summary	99
Chapter 7. Production cost, yield and quality with polyethylene net and shade plate structure	102
Section 1. Preface	102
Section 2. Economical analysis method	102
Section 3. Comparison of housing cost	103
Section 4. Summary	107
References	108

목 차

제 1 장 서 언	18
제 1 절 연구개발의 목적과 내용범위	20
제 2 장 일복시설의 차광재료와 구조에 따른 미세기상의 변화	23
제 1 절 서 설	23
제 2 절 재료 및 방법	24
제 3 절 시험결과 및 고찰	25
제 4 절 적 요	39
제 3 장 차광재료와 일복구조를 달리한 삼집에서 성장한 3, 4 및 5년생 인삼의 수량 및 품질의 변화	41
제 1 절 서 설	41
제 2 절 재료 및 방법	43
제 3 절 시험결과 및 고찰	45
제 4 절 적 요	57
제 4 장 비누수 차광판 전·후주연결식 일복시설에서 전주높이에 따른 인삼의 생육특성과 수삼수량 및 품질의 변화	59
제 1 절 서 설	59
제 2 절 재료 및 방법	60
제 3 절 시험결과 및 고찰	61
제 4 절 적 요	71
제 5 장 비누수 차광판의 일복시설에서 수량제고를 위한 광폭두둑재배 가능성 검정시험	73
제 1 절 서 설	73
제 2 절 재료 및 방법	74
제 3 절 광폭 두둑재배에서 인삼의 생육과 수량	75

제 4 절 적 요	80
제 6 장 삼집구조에 따른 인삼의 광합성속도와 미기상의 변화 및 상호연관성	82
제 1 절 서 설	82
제 2 절 재료 및 방법	83
제 3 절 시험결과 및 고찰	84
제 4 절 적 요	99
제 7 장 차광망 차광판 일복시설에서 생산비 및 수삼수량과 품질 조사	102
제 1 절 서 설	102
제 2 절 경제성 분석방법	102
제 3 절 일복시설의 차광자재를 차광망과 차광판으로 사용할 경우 일복시설비용의 비교 ..	103
제 4 절 적 요	107
참 고 문 헌	108

인삼에서 삼집개량에 의한 근 수량 및 품질 향상

제 1 장 서 언

고려인삼은 우리나라를 대표하는 문화상품이다. 또한 고려인삼은 한반도와 만주, 연해주 지역에 자생하는 천혜의 자원이다. 우리나라에서 인삼은 역사 이래로 국가의 기밀사업으로 발전시켜오다가 1996년 국가전매제도에서 벗어났는데, 최근 고려인삼의 위상은 여러 가지 이유로 세계시장에서 위협을 받고 있다.

고려인삼은 한반도와 만주 일대가 자생지로 알려져 있으나 식물의 특성상 삼림 속 반 그늘에 분포하고 있어, 그 재배 또한 인위적으로 조성된 일복환경에서 재배해야하는 시설농업이다. 농업생산이 4계절 기상변화에 순응하면서 파종하고 수확하던 시대에 온도와 광량이 조절되는 일복시설에서 인삼을 재배하려는 발상은 참으로 획기적이다. 인삼식물의 자생지가 한반도, 중국의 만주 그리고 러시아의 연해주 지역이지만, 자생지 상품 중에 고려인삼이 대표가 되어 명성을 얻게될 수 있었던 것은 그만한 이유가 있었을 것이다.

고려인삼은 저장뿌리의 발달이 양호하고 약효가 다른 지역에서 생산된 것에 비하여 우월성을 인정할 수 있고, 그러한 상품이 공급이 계속할 수 있었기 때문에 얻어진 것이라 추정할 수 있다. 그러므로 상당한 량의 상품을 유지하기 위하여 채취한 자생인삼과 재배한 인삼이 함께 있었을 것으로 상상된다. 문헌을 참고하면 인삼재배는 많은 양의 인삼이 중국이나 다른 나라와 교역대상 품목이 되었던 고려조 때였을 것으로 추론할 수 있다. 인삼이 다른 일반식량작물과 달리 광량과 온도에 민감한 특성을 생각하면, 인삼을 작물로 재배하기 전에 인삼에 대한 많은 경험지식이 이미 축적되었을 것이라고 본다.

인삼식물은 일반 식량작물과 달리 광량과 온도에 민감한 뿌리저장의 식물이다. 그러므로 인삼을 재배하여 양질의 수삼을 생산하기 위한 수단으로 적합한 일복시설을 하는데, 일복시설의 자재와 구조에 따른 미세기상의 변화에 대하여 그리고 미세기상의 변화와 인삼의 수량과 품질에 대한 연구는 아직 미흡한 상태이다. 인삼은 숙근성 다년생으로 저장근이 발달하는데, 수확대상인 6년생 수삼무게는 70-100g로 다른 작물과 비교하면 연간 성장한 량이 적은 편이다. 인삼은 서늘한 곳에서 잘 자라며 광포화점이 대두나 벼에 비하여 낮다. 인삼의 광합성에 대하여 많은 연구보고가 있으며, 온도와 광량의 영향은 연구자에 따라 차이가 있다.

우리나라 인삼재배는 오랜 역사와 전통이 있음에도 불구하고 아직 인삼농가들 간에 수량과 품질의 큰 차이가 있는 것은 인삼이 다른 1년생 농작물에 비하여 온도와 광량에 대하여 민감한 식물이고, 또 한 곳에서 4-6년을 자라야 하기 때문에 재배기술을 표준화시키는 것이 더 어렵기 때문이다. 그리고 전래의 인삼재배기술은 지역별로 다른 기상환경에서 재배경험이 축적된 것이 바탕이 되었기 때문에 타인의 기술을 새로운 기술로 쉽게 받아드리기 어려운 것도 그 이유가 된다. 우리나라 인삼농가에 4중직 차광망이 권장되고 있으나 개별 농가는 재료를 절감하고 본인의 경험을 바탕으로 다양한 형태의 일복시설을 설치하고 있다. 따라서 삼집의 차광재료개발과 구조개선에 대한 연구는 더 필요하다.

광량: 인삼은 광량(照射光量)이 부족하면 동화작용이 저조하여 생장이 낮으나, 과하면 엽록소의 분해로 잎은 황변(黃變)하고 그 기능이 저해되며 조기낙엽의 원인이 된다. 이 밖에 의하면, 근중의 증가 면에서 본 최적 투광량은 18.3- 21.5%(전체 광량 10-15만Klux의 20%를 PAR로 변형하면 약 360-540 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)이라 하였고, 律林은 5-10%라고 하였다. 조(조재성)는 9Klux(PAR로 변형하면 약 162 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$), 宮澤은 3-4Klux라 하였다. 밝은 30Klux(PAR:540 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$)까지 광합성이 증가하므로 벗짚지붕의 3-4Klux 광량은 부족하다고 보았다. 인삼에서 광포화점은 전체광량의 20%:22Klux(PAR396 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ (Grushviski)이고, 강.이 는 400 $\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$ 라고 보고하였다.

온도: 인삼은 고온에 예민하며, 서늘한 온도(밤, 18-20 $^{\circ}\text{C}$)를 좋아한다. 전엽(展葉) 후 광합성으로 보면 최적온도는 21-25 $^{\circ}\text{C}$ (밤, 15-22 $^{\circ}\text{C}$)이며, 그 이상에서 30 $^{\circ}\text{C}$ 까지 상승할수록 광합성속도는 감소하고, 30 $^{\circ}\text{C}$ (밤, 20 $^{\circ}\text{C}$) 이상이면 호흡량이 증가하여 물질생산은 오히려 감소한다고 하였다.

인삼은 고온에 대한 식물의 적응력이 약한 식물이다. 기온이 올라가면 엽온이 올라가게 되는데, 엽온을 낮추기 위하여 잎에서 증산작용이 일어난다. 그런데 저온환경에서 자생한 인삼은 대두에 비하여 증산구조(기공)와 기능이 발달되어 있지 않고, 증산속도가 느려 고온에 대한 적응력이 낮다고 할 수 있다.

하루 중에 온도와 광량은 일출 후에 시간이 경과함에 따라 변하고 그 변화는 날씨 변화에 따라 달라진다. 대체로 온도는 일출 즈음에 가장 낮고 정오가 지나 오후 2시경에 가장 높으며 그 이후 차츰 낮아진다. 이와 같은 일출이후 시간경과에 따라 나타나는 온도의 일 변화는 계절에 따른 차이가 있고, 여름이 봄보다 그 변화가 더 커져 인삼생육의 적온범위를 넘기는 시간이 더 빨라 고온장애를 받는 시간이 길어지게 된다. 온도변화를 일복시설과 연관

하여 보면 오후 최고온도를 나타낸 이후 일복내의 온도는 외부온도에 비하여 낮아지기 시작하여 큰 차이는 아니나 일출 즈음까지 계속하고, 일출이후 최고온도에 이르기까지 일복내의 온도가 외부온도보다 높게 나타나고 있다.

광량과 온도: 고풍하에서 전엽시켜 고온 고풍에 적응시키면 수량증대를 가져온다고 하였다. 밝은, 전엽기 때에 잎이 받은 광량에 의하여 광합성 능력의 차이를 보이는데, 전엽기에 햇빛을 받은 정도에 따라 광합성이 가장 높았던 온도가 달라지는데, 30%의 햇빛을 받은 잎은 20℃에서, 그리고 5%의 햇빛을 받은 잎은 15℃에서 광합성속도가 가장 높은 적온이 된다고 하였다. 전엽기에 광량을 높이는 줄조림은 잎의 기공의 발달로 증산작용을 높이고, 잎의 증산작용은 엽온은 낮추어서 광합성을 높이는 역할을 한다고 하였다. 인삼의 광합성에서 적정 광량은 광합성환경의 온도에 따라 상당히 변한다는 것을 알 수 있다.

일복시설에서 인삼을 재배하는 것은 인삼 생육에 적합한 광량과 온도를 조절하는 수단이다.

제 1절 연구개발의 목적과 내용범위

인삼생산 실험에서 수량과 품질을 평가할 수 있는 시기는 기본적으로 4년생 이후라고 할 수 있다. 본 시험은 기 보고된 “비누수 광반사 해가림에서 인삼생육과 미기상 연구(1998-2000: 2000 12. 25 보고)”의 실험포장에서 계속하여 동일한 처리의 4, 5년생 인삼을 대상으로 수행하였다.

1. 연구개발의 목표

- 1) 인삼의 생육, 수량 및 품질에 적합한 일복시설의 차광재료 및 일복구조 구명
- 2) 다른 일복시설의 차광재료와 일복구조에서 인삼의 연차별로 재식밀도에 따른 인삼의 생육, 수량 및 품질 구명
- 3) 비누수 차광관의 일복시설에서 수량제고를 위한 광폭두둑재배 검정시험
- 4) 일복시설에 따른 미세기상의 변화와 인삼의 광합성능력 및 생리현상과의 관계구명
- 5) 일복자재에 따른 자재비용 및 시설노임을 위주로 한 생산비 조사

2. 연구내용

- 1) 비누수 차광관, 차광망, 벧짚지붕에서 재식밀도에 따른 인삼의 생육, 수량 및 품질의 변화

- (1) 4년생 인삼실험포에서 차광자재 종류
- ① 4중직 차광망(인삼연초연구원 권장)
 - ② 비누수 차광판(새로 개발된 차광재)
 - ③ 변형한 관행 벗짚지붕
- (2) 차광자재 종류별 재식밀도 : 5행, 6행, 7행, 8행
- (3) 인삼 생육, 수량 및 품질 조사
- 2) 비누수 차광판에서 전주높이와 재식밀도에 따른 인삼의 생육, 수량 및 품질의 변화 조사
- (1) 비누수 차광판에서 전 후주 연결식 해가림구조에서 전주높이를 달리함.
- 전주높이(cm) : ①140 ②150 ③160 ④170
- (2) 전주높이별 재식밀도 : ① 6행 ②8행
- (3) 인삼 생육, 수량 및 품질조사
- 3) 해가림 차광재 비누수 차광판에서 인삼의 광폭두둑재배 가능성 검정시험
- (1) 처리내용 : 두둑넓이/고랑넓이(cm);전주높이(cm);
- ① 90/90cm ; 150cm(표준 재배)
 - ② 110/90cm ; 159cm(광폭구조)
 - ③ 110/90cm ; 165cm(광폭구조)
- 후주높이(cm) : 100cm로 동일하게 함.
- (2) 재식밀도: 각각의 일복구조에서 칸 당 9행으로 일정하게 하고 정식주수를 달리 함.
- 두둑 폭 90cm에서 칸당 정식주수: ①45, ②54, ③63, ④72
- 두둑 폭 110cm에서 칸당 정식주수: ①63, ②72, ③81, ④90
- (3) 인삼 생육, 수량 및 품질조사
- 4) 미세기상의 변화에 따른 인삼의 광합성, 인삼의 생육, 수량과의 관계 구명
- 각각의 다른 시험환경에서 미기상 변화와 인삼의 광합성을 조사하여 인삼의 수량 및 품질 해석의 이론적 뒷받침을 정립한다.

(1) 차광재료, 전주높이에 따른 삼집내의 인삼 광합성의 계절별 일증 변화 조사

(2) 삼집 차광재와 구조에 따른 엽록소, 기공전도도 조사

광합성 및 기타조사 : 광합성 속도, 엽록소, 기공전도도

조사시기 : 7월, 8월, 9월, 10월(4회)

5) 일복자재에 따른 자재비용 및 시설노임을 위주로 한 생산비 조사

(1) 차광재별 차광관과 차광망에서 일복자재비용 및 설치 노력비 비교

(2) 차광재별 수량과 품질 평가

-인삼 수량 및 품질에 따른 조수익 조사 비교

제 2 장 일복시설의 차광재료와 구조에 따른 미세기상의 변화

제 1 절 서 설

우리나라 인삼재배에서 삼집 자재의 변화는 간장이 짧은 통일벼가 육성 보급으로 벚짚이 일복재료로 쓰이는데 불편하게 되고, 벚짚이 사료용으로 쓰이면서 가격이 높아졌다. 더구나 해마다 보수해야하는 벚짚지붕은 인삼농가에게 부담이 되었고 특히 노임이 상승하면서 새로운 차광재료의 필요성이 대두된 것이 20여 년 전이다. 당시 우리 기상환경에서 기존의 벚짚 지붕의 일복시설이 인삼재배에 적합하다고 생각하고 있었으며, 벚짚지붕 일복시설과 같은 미기상 환경을 조성할 수 있으며 적은 비용으로 공급하기 편한 차광재료를 구하였다. 그 후 약 5년이 지나 인삼연초연구원은 새로운 일복재료로 4중직 차광망을 권장한 것이 약 15년 전이다.

차광재료가 벚짚에서 차광망으로 변하면서 일복시설은 전주와 후주를 세운 독립식 반지붕의 구조에서 전·후주를 연결하는 전·후주연결식으로 변경하여 자재비용을 크게 절감할 수 있었으며, 현재 대부분의 인삼농가는 차광망을 일복재료로 사용하고 있다. 인삼재배에서 일복시설은 절대적으로 필요한 것인데, 아직 인삼농가의 일복구조는 동일지역 내에서 각양각색이다.

인삼농가의 일복구조가 다양한 이유는 인삼농가의 보수적인 성향이 크게 작용한다고 보지만, 한편 일복시설의 변화가 인삼생육에 적합한 미기상 자료에 근거한 정량적인 표현이 미흡하기 때문이라고 생각한다. 더구나 기상은 계속 변화는 현상이고 관련요인이 다양하기 때문에 측정기기가 발달하지 않은 상황에서 정량적으로 조사하기 어려운 대상이다. 최근 미세기상을 측정할 수 있는 새로운 기기를 국내에서 사용할 수 있게 되어 일복구조와 차광자료에 따른 광량과 온도 외 몇 가지 기상요인의 변화를 경시적으로 측정할 수 있게 되었다.

벚짚지붕에서 대체된 차광망의 일복시설은 장점과 단점이 있다는 것이 알려져 있다. 차광망과 달리 새롭게 고안된 비누수 차광판은 비가 새지 않고, 일광을 반사하여 산란광을 높인다. 맑은 날 여름 온도가 가장 높은 시간에 차광망은 망사이사이로 투과하는 일사량이 일복내의 온도를 높이는데 반하여 차광판은 일사량을 투과시키지 않아 온도를 낮출 수 있는 장점이 있다. 그리고 차광판은 장마(우기)때에 비가 새지 않는 것은 장점이며 우기에 상면토양

의 과습을 억제할 수 있다. 그러나 차광재료 차광판의 가격이 차광망보다 고가인 것이 결점이나 보급면적이 넓어지면 가격은 낮아질 것으로 예상할 수 있다.

본 조사는 수행하고 있는 차광재료를 달리하는 시험(제 3장)과 비누수 차광판 일복에서 전주높이를 달리한 시험(제 4장)에서 광량과 온도의 변화를 조사하여 인삼의 생육, 수량 및 품질과 일복내에 미세기상과의 관계를 이해하고자 하였다. 또한 앞으로 삼집의 구조와 자재에 대하여 연구하는데 기초자료로 이용되길 바라면서 수행하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 처리내용

- 1) 차광재료: 벗짚지붕, 차광망, 차광판(제 3장 처리 내용 참조)
- 2) 전주높이: 140cm, 150cm, 160cm, 170cm(제 4장 처리 내용 참조)

2. 조사시기

- 조사시기(1): 1999-2000
조사시기(2): 2002

3. 미기상 조사 방법

조사시기(1): Data Logger system으로 광자량과 온도를 조사하고, 외부기상은 Automat 활용(“비누수광반사 차광판 해가림에서 인삼생육과 미기상 연구”, 2000 보고서 참조):

조사시기(2): 광자량과 온도를 일정기간 매일 계속하여 조사하였다. 조사시각은 오전 6시부터~오후 8시까지 15분 단위로 측정하였다

1) 광자량 : LI-1400을 사용하여

- 차광재료별로 두둑의 전주열, 중앙열, 후주열의 위치에서 지면부터 55cm높이에 센서를 고정하고 측정하였다.
- 전주높이별로 두둑의 전주열, 중앙열의 위치에서 지면부터 55cm 높이에 센서를 고정하고 측정하였다.

2) 온도 : 온도계(HOBO-08)를 사용하여

- 광자량 측정위치와 함께 측정하였는데, 사용할 수 있는 센서를 감안하여 위치는 조정하였다.

제 3 절 시험결과 및 고찰

1. 차광재료에 따른 일복시설 내의 광자량과 온도의 변화(1998-2000 조사)

광자량 : 조사기간 중 외기 일사량(solar radiation: W/m^2)은 봄(4월 하순-5월중순)에 가장 높고 여름(6월 하순-8월 중순), 가을(9월 중 하순)의 순서이며 어느 계절이나 11:00-14:00이 높았고, 15:00 이후 급격하게 저하하였다.

조사기간 중에 외기 기상에서 계절에 따른 광량의 차이는 09:00-18:00에 보이며, 특히 10:00-14:00 사이에 크다. 계절별 광량은 봄이 가장 높고, 여름 가을의 순서로 나타났다(그림 2-1).

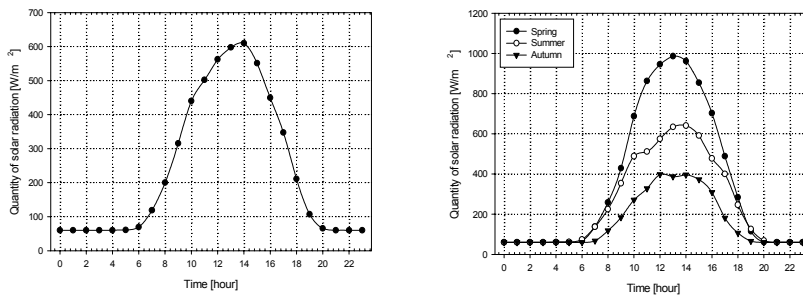


그림2-1. 전체 및 계절별 일 중 광자량의 변화.

차광재료 및 전주높이를 달리한 실험에서 맑은 날은 일복시설 내에서 광자량이 어느 경우든 8시경에 가장 높은 것은 이랑의 방향을 동서에서 북으로 20°의 편각을 두었기 때문에 나타난 현상이다(그림2-2).

일복시설 내에 평균 광량을 맑은 날과 흐린 날로 구분하여 보면, 맑은 날 일복 내에 광량은 차광재료에 관계없이 직달 일사량이 들어오는 오전 8시경에 가장 높아 PAR $200\mu mol/m^2 \cdot s$ 에 가깝고 흐린 날은 $100\mu mol/m^2 \cdot s$ 수준으로 차이가 크다. 벗짚지붕에서 광량도 오전 8시

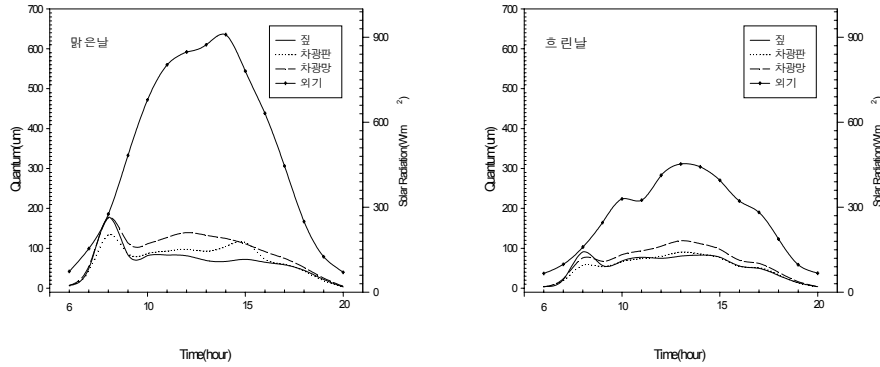


그림2-2. 맑은날과 흐린날의 일복재료별 광량의 일 중 변화.

에서 가장 높았고, 그 이후는 차광망과 차광판 보다 낮거나 같았다. 차광재료에 따라 비교하면 차광망, 차광판, 벚짚지붕의 순서이고, 흐린 날도 그 경향은 동일하였다. 맑은 날 10:00-15:00 사이에서 광량은 차광망에서 가장 높았고 차광판, 벚짚지붕의 순서이나, 흐린 날은 차이가 거의 없었다(그림2-2).

이 조사에서 차광망의 광량이 차광판에 비하여 더 높았던 것은 전주높이가 30cm 더 높았던 것과 차광망의 망사이사이로 투과되는 광자량이 복합하여 영향 한 것으로 생각한다. 그리고 벚짚지붕과 차광판에서 광량 차이는 차광재료 및 일복구조에서 독립식 반지붕식과 전·후주연결식의 구조적 차이 등의 복합적인 원인으로 나타난 현상이다. 흐린 날은 외부 광량이 낮고 따라서 일복 내에 광량도 낮았고, 낮 시간대별 차이는 비교적 적었다.

차광재료를 차광판으로 한 전·후주연결식의 일복시설에서 전주높이를 달리하여 하루 중에 시간대 별 광량의 차이는 전주높이 170cm에서 가장 높고, 전주높이를 낮춤에 따라 광량이 낮아지는 현상을 보였다. 맑은 날 8시경 전주높이 170cm에서 PAR $200\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 인데 비하여 전주높이 140cm은 $120\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 으로 전주높이가 낮으면 광량은 따라서 낮아졌다. 흐린 날도 같은 경향이고, 일복 내에 광량은 외기 광량에 따라 낮아지는 경향을 보였다 (그림 2-3). 특히 차광재료시험과 달리 08:00 이후 15:00 까지 전주 높이에 따른 광량의 차이는 일정한 경향으로 나타나 차광재료가 동일한 경우 전주높이를 달리하면 광량은 조절할 수 있다고 생각되었다.

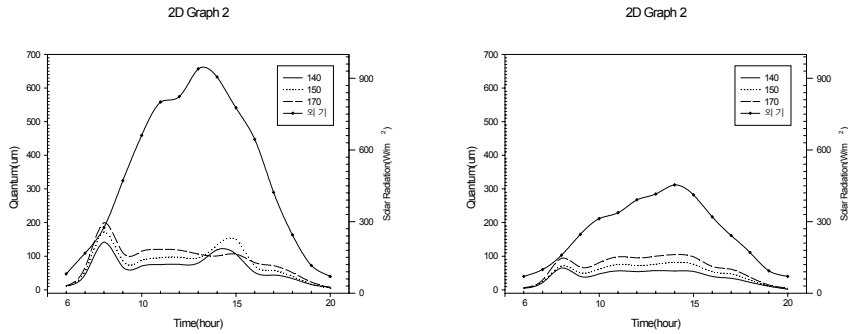


그림2-3. 맑은날과 흐린날의 전주높이별 일 중 광자량의 변화.

온도 : 조사기간 중 외기 온도는 봄(4월 하순-5월중순), 여름(6월 하순-8월 중순), 가을(9월 중 하순) 어느 계절이나 온도는 06:00에 가장 낮고 14:00-16:30에서 높았으며, 그 높은 정도는 계절에 따라 차이가 있다. 일출과 함께 온도가 높아지기 시작하여 최고온도는 광량이 가장 높았던 시간보다 2시간 정도 늦게 나타나 12:00-14:30에서 높았다(그림2-4).

여름에 일 중 온도는 가장 높았다. 봄과 가을에 온도가 높은 시간대의 높은 정도는 유사하나, 봄에는 아침(06:00)과 낮(16:00)의 차이가 크다. 시간대별 온도의 변화는 가을과 여름이 유사하였다(그림2-4).

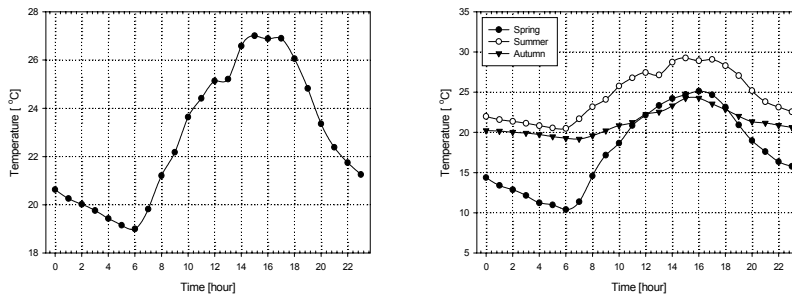


그림2-4. 전체 및 계절별 일 중 온도의 변화.

차광판, 벚꽃지붕 및 차광판으로 차광재료를 달리한 각각의 일복시설에서 차광재료별로 보면, 맑은 날 봄과 여름에 일복시설에서 평균온도의 시간대별 추이는 유사한 경향을 보였

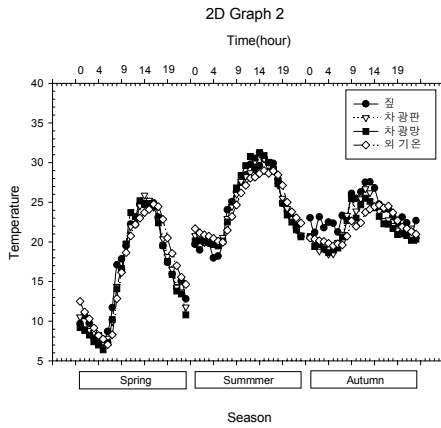


그림2-5. 차광재료별 일복시설에서 계절적인 온도변화 .

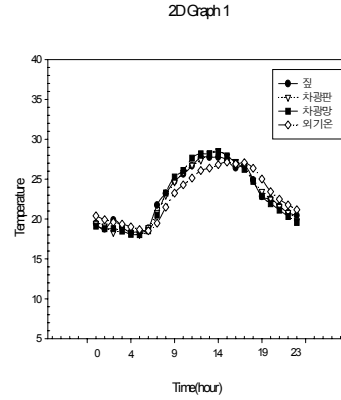


그림2-6. 차광재료별 일복시설에서 여름 맑은 날 일 중 온도 추이.

다. 일 중 일복 내에 온도는 오전 6시경에 가장 낮고, 높은 때는 12시경에서 14시경으로 나타났다. 일출이후 오후 3시까지 일복시설 내의 온도는 외기 온도 비하여 1-3℃ 높았다. 그리고 오후 6시 이후 및 야간은 외기 온도가 일복 내 보다 더 높게 나타났다(그림2-5, 2-6). 차광망 일복은 일 중 높은 시간대에 다른 일복재료에 비하여 높은 온도를 보였으며, 다른 시간에서는 차광재료 간에 차이가 없었다.

온도가 30℃보다 높은 때에 일복내의 온도는 차광망에서 차광관보다 1-2℃ 정도 더 높은 경향이였다(그림2-7). 그리고 일복의 차광재료를 차광관으로 하고 전주높이를 달리한 일복

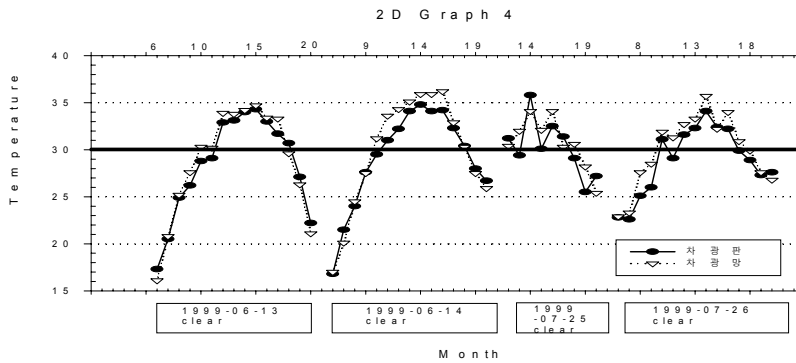


그림2-7. 여름철 맑은 날 차광재료별 온도 분석(30℃를 기준으로).

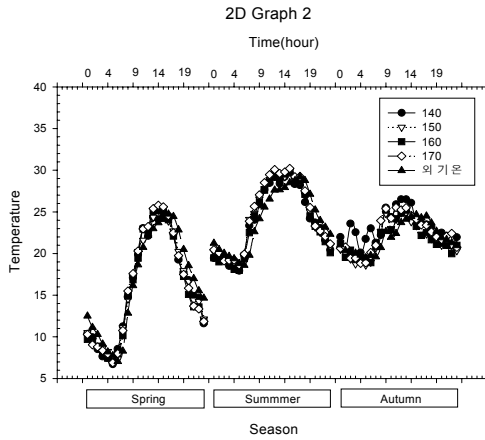


그림2-8. 차광관 일복시설에서 전주높이에 따른 계절별 온도 .

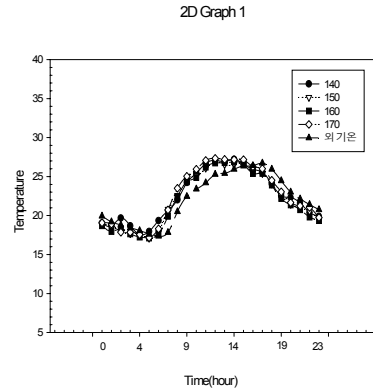


그림2-9. 차광관 일복시설에서 전주높이에 따른 일 중 시간별 온도.

차광재료를 차광관으로 하고 전주높이를 달리한 일복시설에서 맑은 날 일 중 온도는 전주높이에 따라 온도 차이는 일정한 경향을 보이지 않았으나, 오전 일복 내 광량이 높았던 시간에 1-2°C 더 높은 온도를 그리고 최고온도 부근에서 전주높이가 높은 일복에서 온도가 비교적 높았다(그림2-8, 2-9). 외기 온도와 일복 내 온도의 전반적 추이는 차광재료를 달리한 시험의 조사결과와 같은 경향으로 나타났다(그림2-10)

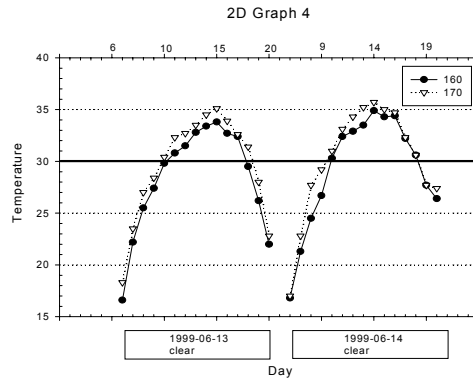
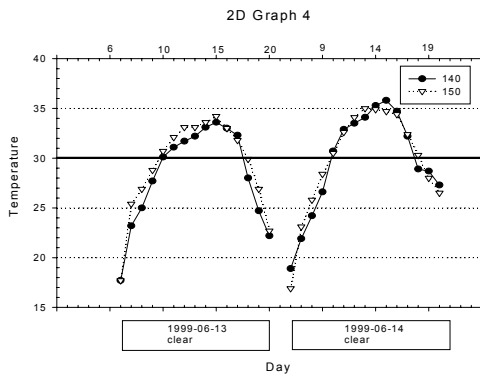


그림2-10. 여름철 맑은날 전주높이 140cm, 150cm, 160cm, 170cm에서 30°C 부근에서 온도 비교(1999. 06. 14 측정).

2. 차광재료에 따른 일복시설 내의 두둑 위치별 광량의 변화(2002-2003 조사)

2003년 4월 중순(4/15), 5월 초(5/3) 및 5월 중순(5/17)에 맑은 날과 흐린 날에 외부 및 차광판과 차광망 일복시설에서 광량을 조사하였다. 맑은 날 하루 중 최고의 외부 광량은 각각의 조사시기에서 대체로 12:00-14:00 사이에 나타났고, 일복 내에 광자량은 일복시설 내로 아침 일사량이 들어올 수 있는 8시 전후 30분에서 최고로 나타났다.

두둑의 위치별로 보면 아침 일사량이 먼저 차단되는 후열에서 가장 낮고, 전열은 비교적 아침 일사량이 늦게까지 들어와 광자량이 제일 높았으며 최고점의 시간도 늦었다(그림 2-11). 오전 8시 전후 30분 경에 4월 중순(4/15), 5월 초순(5/3) 및 5월 중순(5/17)의 시기별 차이는 5월 중순에서 가장 높아 4월 중순(4/15), 5월 초순(5/3) 및 5월 중순(5/17)의 순서였다. 차광망 및 차광판의 일복구조에서 맑은 날 일복 내 광자량은 4월 중순보다 5월 초에 확실하게 높고, 5월 중순이후 7월 초까지 유사하였다.

맑은 날 전열에서 차광재료별로 광량을 비교하면, 일출 및 일몰시기를 제외하고 대부분의 시간대에서 차광망에서 차광판에 비하여 높게 나타났다. 광량이 가장 높았던 8시경의 시간대에서 차광망과 차광판에서 제일 높은 광량은 각각 PAR $400\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$, $250-300\mu\text{mol}/\text{m}^2 \cdot \text{s}$ 수준이다. 차광망 전열에서 차광재료에 따른 광량의 차이가 크게 나타난 것은 차광망의 전주높이가 차광판에서 전주높이보다 30cm 더 높았기 때문이다.

일 중 차광망에서 광량의 추이는 차광판과 달리 정오 즈음(12:00-13:00)에 다시 높아지는 경향을 보였다. 이때는 외부 일사량이 가장 높은 시간대로서 망사이로 투과하는 일사량 높기 때문에 나타난 현상이다. 아침 일사량이 차단된 이후 일복 내에 광량 차이는 주로 차광망의 망사이로 투과되는 일사량과 전주높이의 차이가 복합하여 영향한 것이라고 생각한다(그림 2-12).

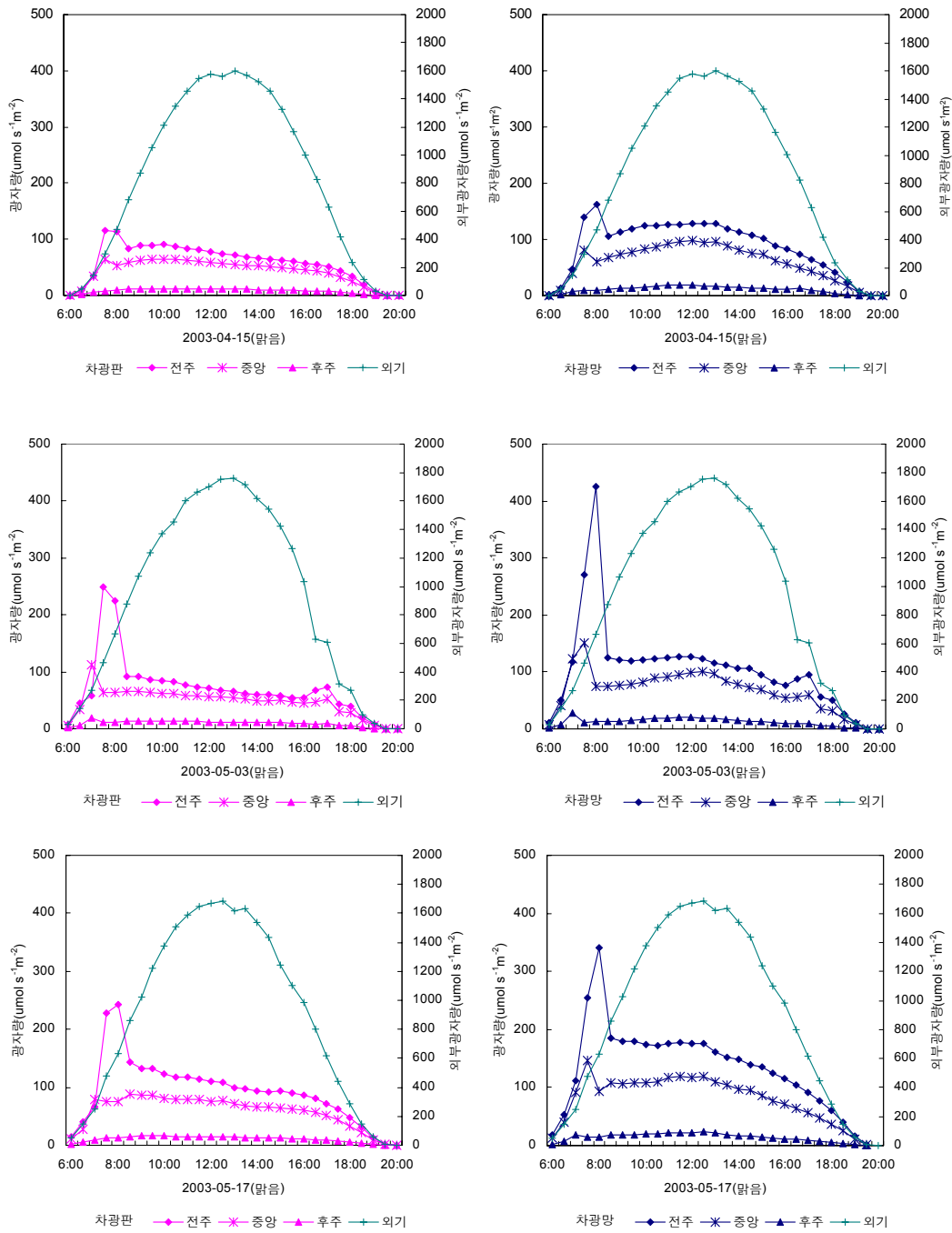


그림2-11. 4월 중순(4/15), 5월 초순(5/3) 및 5월 중순(5/17) 맑은 날 차광판과 차광망 일복 시설에서 외부 및 다른 두둑위치(전열, 중앙열, 후열)에서 일 중 광자량의 추이.

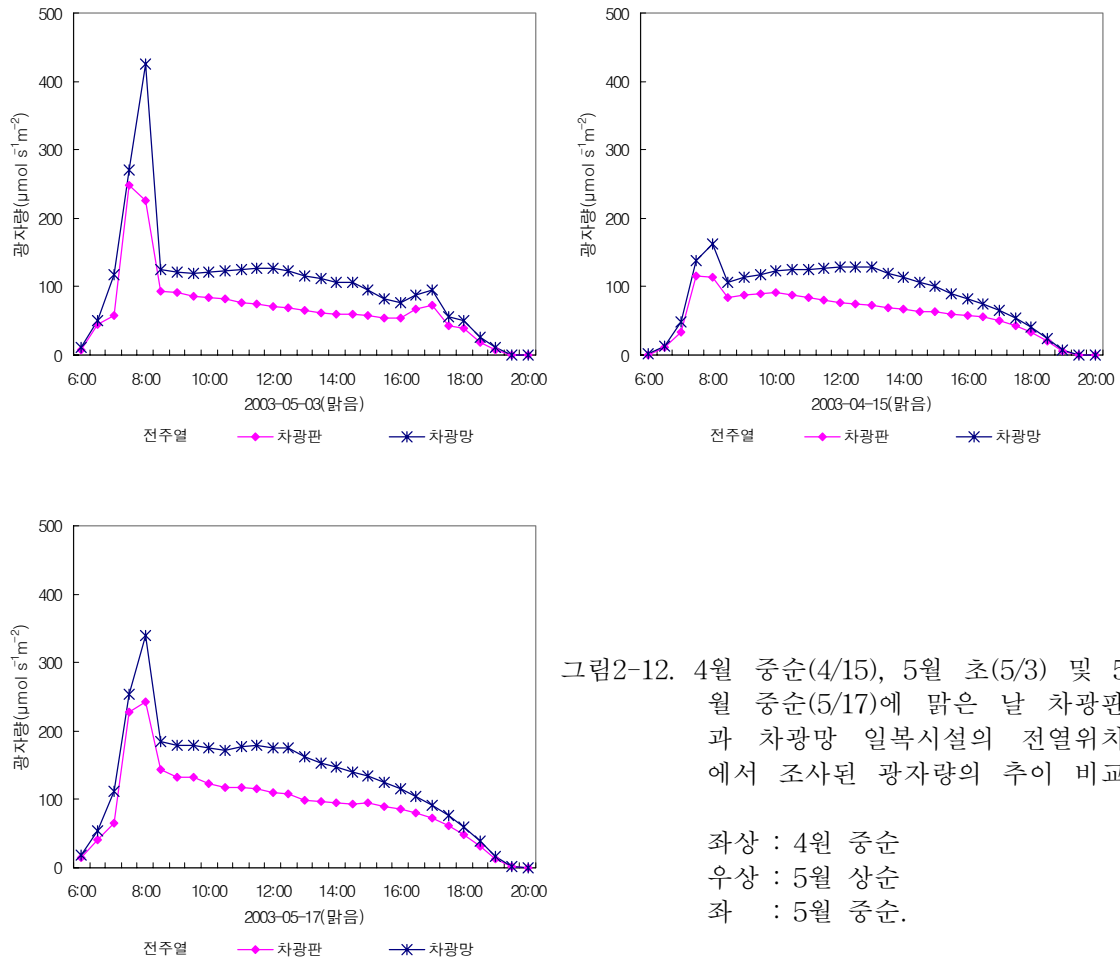


그림2-12. 4월 중순(4/15), 5월 초(5/3) 및 5월 중순(5/17)에 맑은 날 차광판과 차광망 일복시설의 전열위치에서 조사된 광자량의 추이 비교

좌상 : 4월 중순
 우상 : 5월 상순
 좌 : 5월 중순.

시각적으로 일복내의 밝기가 차광망에 비하여 차광판에서 더 밝게 느껴지며 또 이러한 현상은 카메라의 감광도 같은 현상으로 나타나는데, 이것은 차광판과 차광망의 반사광 파장의 영향이라고 생각된다. 일복 내의 광질이 인삼생육에 미친 영향을 앞으로 검토할 대상이다.

흐린 날에 일복 내의 광량의 추이는 차광재료 차광판과 차광망에서 동일한 경향을 보였으며, 다른 두둑위치에서 나타내는 경향도 같았다. 차광재료 차광판과 차광망 간의 차이는 있었으나 맑은 날에 비하여 그 차이는 적었는데 외부 일사량에 따른 영향이 크다(그림2-13, 2-14).

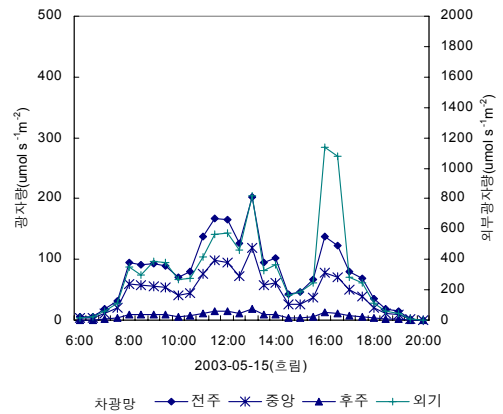
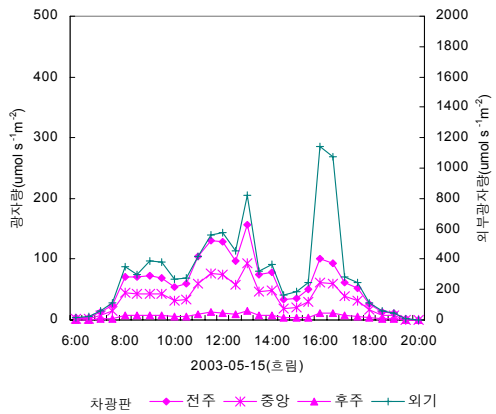
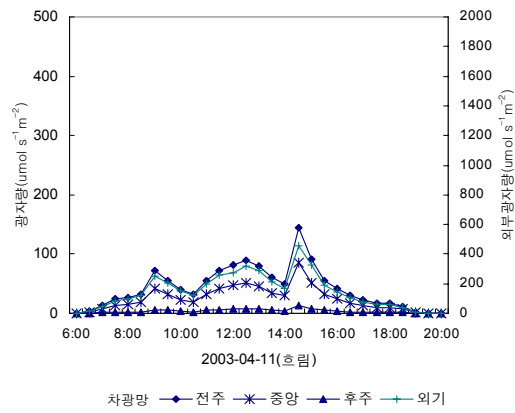
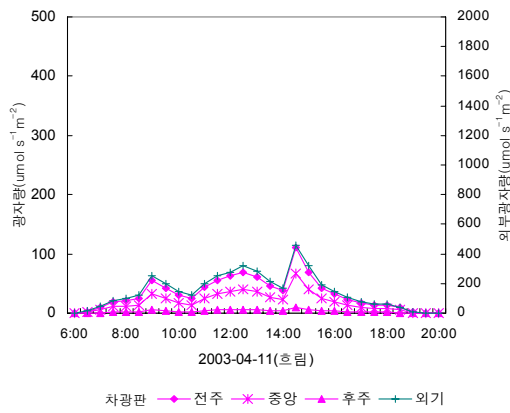


그림2-13. 4월 중순(4/11) 및 5월 중순(5/15) 흐린 날 차광판과 차광망 일복시설에서 외부 및 다른 두둑위치(전열, 중앙열, 후열)에서 일 중 광자량의 추이.

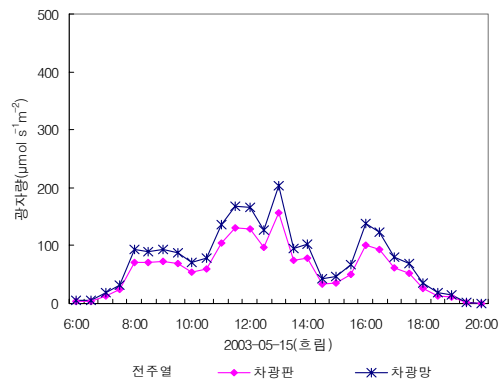
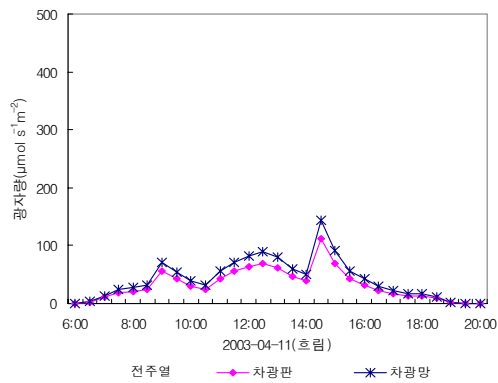


그림2-14. 4월 중순 및 5월 중순에 흐린 날 차광판과 차광망의 일복구조에서 일 중 시간대별 광자량의 추이.

3. 차광재료에 따른 일복시설 내의 두둑 위치별 온도의 변화

2003년 4월 중순(4/15), 5월 초(5/3) 및 5월 중순(5/17)에 맑은 날과 흐린 날에 외부 및 차광판과 차광망 일복시설에서 온도를 조사하였다(그림2-15).

4월 중순(4/15)과 5월 중순(5/17)에 맑은 날 차광판과 차광망 일복시설 각각에서 두둑위치(전열, 중간열 및 후열)에 따른 온도 차이는 거의 없다고(1℃ 미만)할 수 있으며, 일 중에 온도 변화는 거의 동일한 추이로 나타났다. 다만 일복 내에 일사량 투입이 특별하게 높은 오전

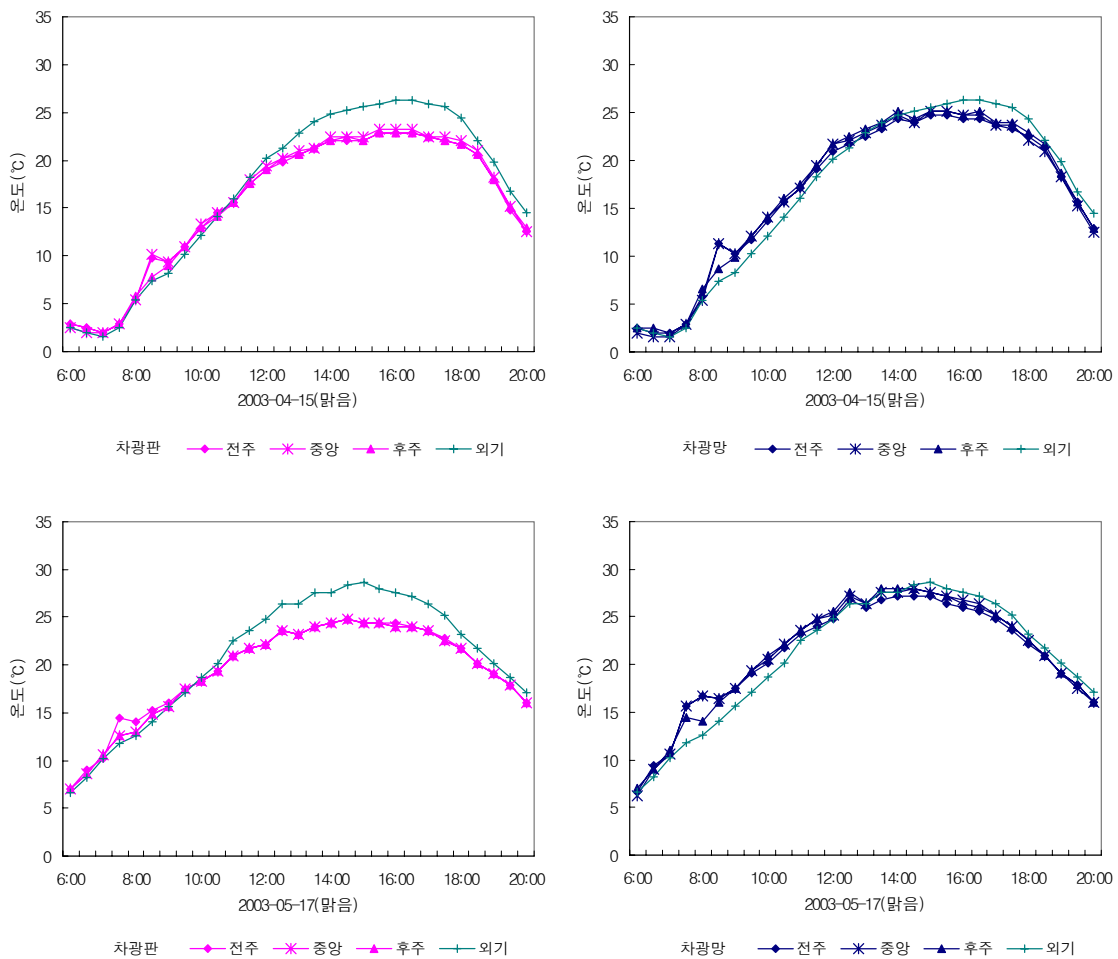


그림2-15. 4월 중순(4/15)과 5월 중순(5/17) 맑은 날 차광판과 차광망에서 두둑 위치별 온도의 추이.

08:00 경에 전열과 중앙열에서 후주에 비하여 높았던 것은 이 시간에 투입한 일사량의 영향이라고 생각한다(그림2-15). 이 시기에 외부 온도와 일복시설 내에 온도추이는 차광재료에 따라 차이가 있다. 차광판에서 온도는 10시경까지 외부온도와 같으나 그 이후 외부온도보다 낮은 상태로 경과하였다. 특히 14:00 -16:00 시간에는 외부 온도보다 3-4℃가 낮았다. 그러나 차광망의 경우 8시 이후 외부온도 보다 높게 경과하고 13:00 이후가 되어서 낮아 차광판에 비하여 비교적 높은 온도로 경과하는 것으로 나타났다(그림2-15).

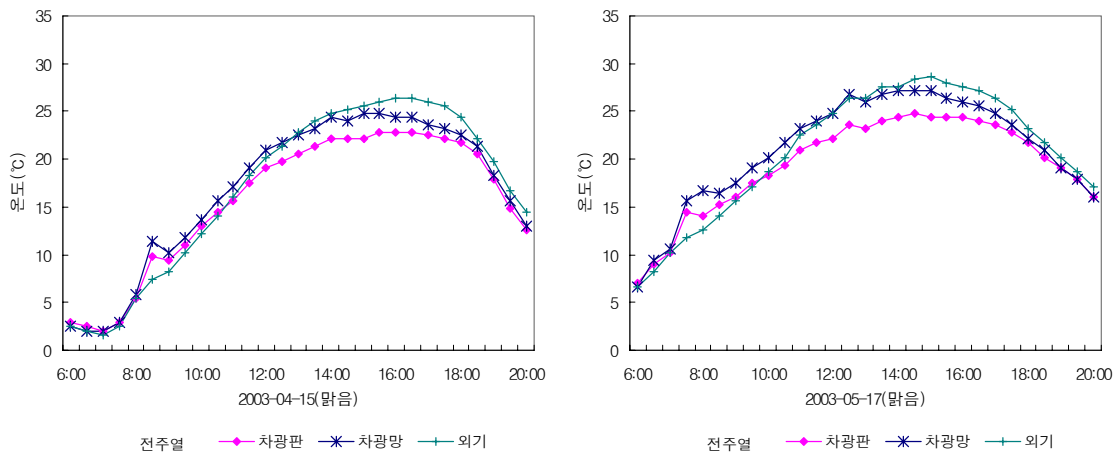


그림2-16. 4월 중순(4/15) 및 5월 중순(5/17)의 맑은 날 차광판과 차광망의 일복시설에서 전주열 위치의 온도 추이.

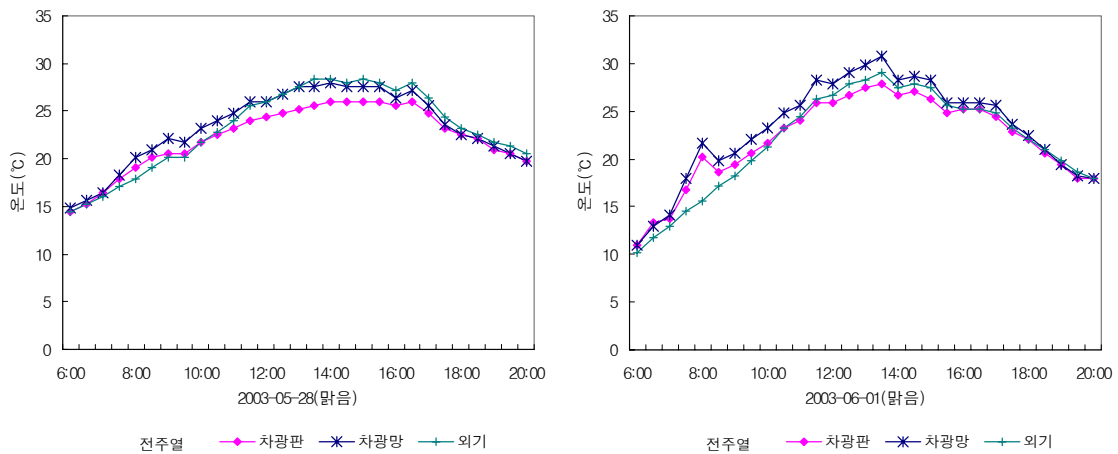


그림2-17. 5월 하순(5/28) 및 6월 초순(6/ 1)의 맑은 날 차광판과 차광망의 일복시설에서 전주열 위치의 온도 추이.

맑은 날 4월 중순(4/15), 5월 중순(5/17), 5월 하순(5/28) 및 6월 초(6/1)에 전열에서 차광판과 차광망에서 온도 추이를 보면, 일출이나 일몰 즈음에는 온도 차이가 없으나 오전 8시경에서 오후5시경까지 차광망에서 온도는 차광판에 비하여 1-4℃ 높게 경과하였다(그림 2-16, 2-17).

4. 비누수 차광판 일복시설에서 전주높이에 따른 광자량과 온도의 변화

차광판 일복구조에서 전주높이에 따른 시간대별 광자량의 추이는 전반적으로 전주높이가 높은 일복구조에서 광자량이 더 높았고, 시간대별 광자량의 추이는 차광재료시험과 같은 경향으로 나타났다. 그리고 전주높이가 낮은 140cm에서 최고 광자량의 시간대가 170cm보다 빠르게 나타났으며, 동일 차광재료에서 13:00 즈음에 광자량의 차이가 일복재료 차광망과 차광판간에 보였던 차이보다 비교적 적고 일정한 경향을 보였다(그림2-18).

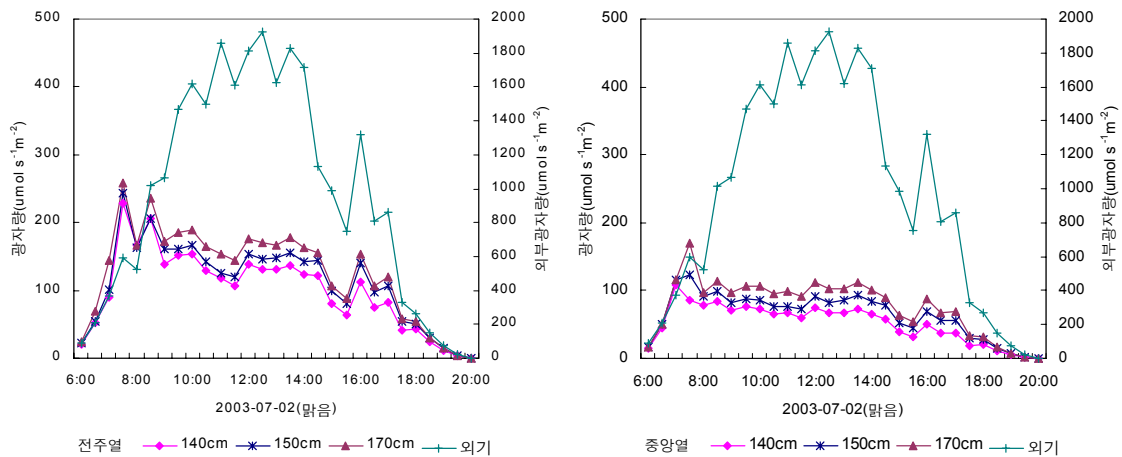


그림2-18. 7월 초순 차광판 일복구조에서 전주높이와 두둑 내의 다른 위치(전열, 중앙열 및 후열)에서 일 중 광자량의 추이.

따라서 전주높이를 조절하여 일복시설 내에 광자량을 조절할 수 있으나 후주높이를 조절하는 것이 더 효과적인지 확인할 필요가 있다. 또한 차광판 일복에 비하여 차광망의 일복은 외부 광자량이 높은 때에 망사이로 일사량이 투과하여 일복 내에 광자량이 더 높다는 것을 확인할 수 있었다.

흐린 날 역시 맑은 날과 같이 두둑위치에 다른 온도 차이는 없었으며, 일 중에 온도 변화는 맑은 날과 달리 시간에 따른 차이는 적었다(그림2-19). 4월 중순(4/11)에 흐린 날 일출

때의 온도는 맑은 날에 비하여 비교적 보다 더 높았고, 낮의 온도는 낮은 편이어서 일 중의 온도 변화가 적었다. 그리고 외부 온도와 차광재료 차광판과 차광망 모두 온도 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 그러나 4월 중순에 비하여 5월 중순은 계절적인 차이로 더 높은 온도추이를 보였다(그림2-20). 그러나 흐린 날 외부 온도와 차광재료에 따른 온도 차이는 당일 일사량에 높고 낮음에 따라 차광재료별 온도차이는 달라질 것이다.

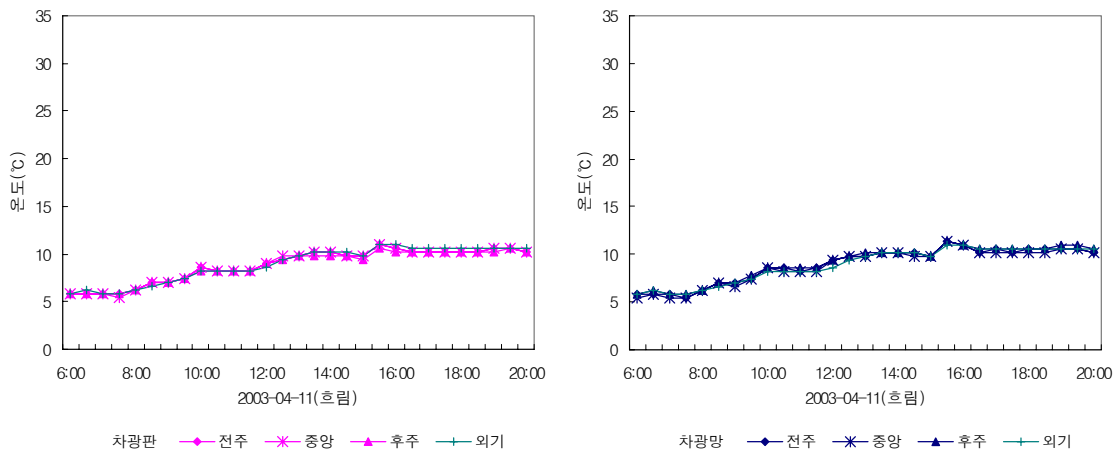


그림2-19. 4월 중순(4/11) 흐린 날 차광판과 차광망에서 두둑 위치별 온도의 추이.

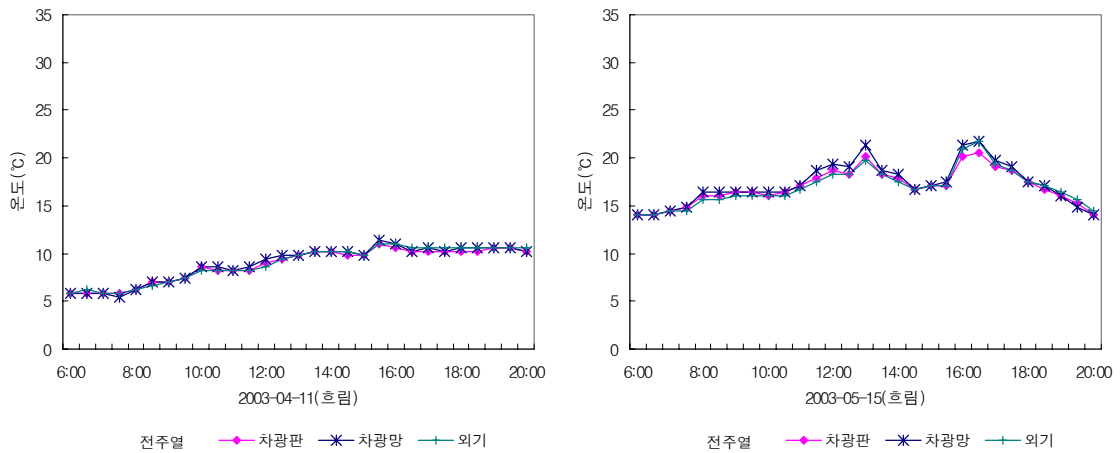


그림2-20. 4월 중순(4/11) 및 5월 중순(5/17)의 흐린 날 차광판과 차광망의 전주열 위치의 일복에서 온도의 추이.

여름(6/21 및 7/2) 맑은 날 차광판 일복시설의 전주높이 170cm, 150cm 및 140cm 각각의 중앙열 위치에서 온도차이는 1℃ 미만으로 적었고, 시간대 별로 전주높이에 따른 온도의 변화는 일정한 경향이 보이지 않았다(그림2-21). 맑은 날 전주높이에 따른 광자량의 차이가 크게 나타났으나 온도 차이는 적었고 일정한 경향이 없어 차광재료와 일복시설을 개선하면 보다 양호한 인삼재배환경을 조성할 수 있다고 생각되었다.

여름(6월 19일 및 7월 4일)에 흐린 날 낮 시간대에 전주높이별 온도추이는 맑은 날과 달리 20℃ 주변에서 시간대별 차이는 적었고(그림2-22), 전주높이에 따른 차이는 맑은 날보다 더 적게 나타났다. 따라서 일복시설의 개선 효과에 대한 기대를 확인할 수 있었다.

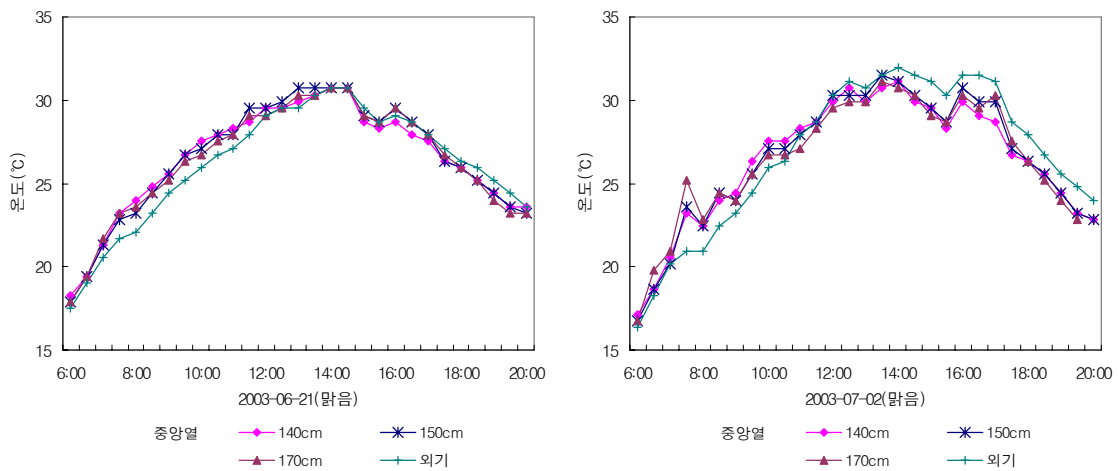


그림2-21. 차광판 일복시설에서 여름의 맑은 날 전주높이별 온도의 추이.

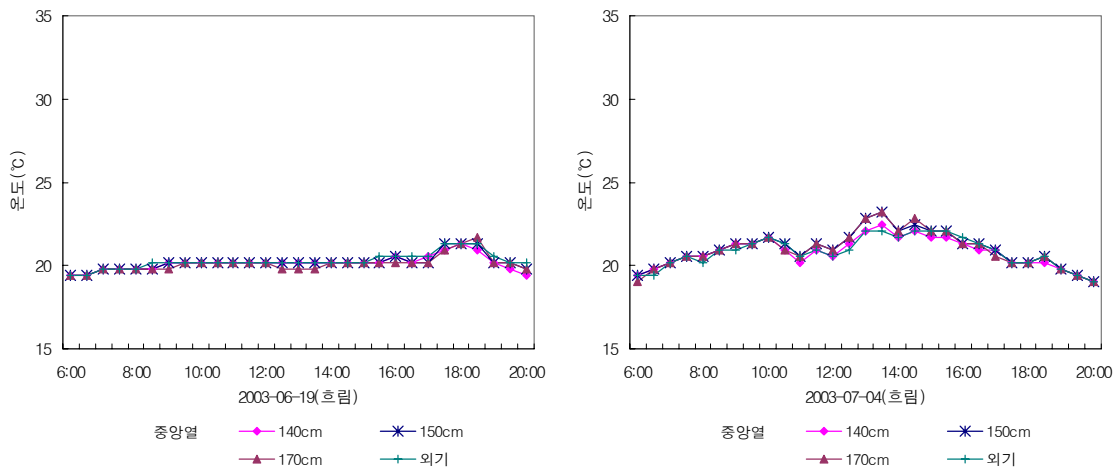


그림2-22. 차광판 일복시설에서 여름의 흐린 날 전주높이별 온도의 추이.

제 4 절 적 요

우리나라 인삼재배는 주로 차광망일복에서 이루어지는데, 일복자재와 구조는 농가에 따라 크게 차이 있다. 새로운 차광재료인 차광판과 차광망에서 그리고 차광판 일복에서 전주높이 별로 광량과 온도를 조사 비교하였다.

1. 맑은 날 낮에 광자량은 봄(4월 말-5월 중순)에 가장 높고 여름(6월 중순-8월 중순), 가을(9월 중 하순)의 순서로 나타났고, 전체 광자량은 11:00-14:30에 500-600w/m² 수준으로 가장 높았다. 여름에 일 중 온도가 가장 높고, 봄은 아침과 낮의 온도차이가 크며, 가을과 여름에 일 중 변화의 추이는 유사하였다.
2. 맑은 날 일복 내에 광량은 차광판, 차광망 모두 전열에서 가장 높고 중앙열, 후열의 순서였는데, 위치에 따른 차이는 차광판보다 차광망에서 더 크게 나타났다. 일 중 변화는 차광판 차광망 모두 아침 일사량이 일복시설 내로 투입되는 08:00 전 후에 각각 PAR 400 μ mol/m²·s, 250-300 μ mol/m²·s로 가장 높았다. 일사량이 일복시설로 차단된 이후 차광판에서 변화는 적으나, 차광망은 외부 일사량이 높은 시간에 내부 광량도 더 높았다. 흐린 날의 차광판과 차광망 모두 광량은 맑은 날보다 현저하게 낮고, 전열에서 가장 높고, 중앙열, 후열의 순서로 나타났으며, 당일 외부 일사량 크기에 따라 달라진다.
4. 맑은 날 일복 내에 온도는 두둑 위치에 따른 차이가 적으며, 아침 일사량이 일복 내에 들어오는 시간에만 전열의 온도가 더 높았다. 일 중 온도변화에서 차광판의 온도와 외부온도는 11:00 이전에 차이 없으나 그 이후 외부온도보다 낮았다. 차광망은 14:00이전 외부온도보다 더 높고, 그 이후 외부 온도보다 낮았다. 온도가 높은 시간에서 차광판 내에 온도가 차광망 보다 1-4 $^{\circ}$ C 낮았는데, 4월 중순보다 5월 중순에 그 차이가 더 크다. 흐린 날 일복 내에 온도변화는 차광판과 차광망에서 차이가 없으며 외부 일사량에 따라 달라진다. 또한 차광재료, 두둑위치 및 전주높이에 따른 온도 차이도 나타나지 않았다.
5. 차광판 일복에서 맑은 날 전주높이에 따른 광량의 차이는 전주높이가 높아짐에 따라 일복시설 내에 광자량이 더 높아 170cm, 150cm, 140cm의 순으로 나타났다. 전주 높이에

따른 온도차이는 1℃ 내외로 적으며, 일정한 경향을 보이지 않아 일복구조를 개선하면 일정온도 범위에서 광량을 높일 수 있는 가능성을 제시하였다. 흐린 날 낮 시간에 광량과 온도 변화가 적고, 전주높이별 온도추이는 맑은 날과 달리 20℃ 수준으로 시간대별 차이는 맑은 날보다 더 낮았다.

제 3 장 차광재료와 일복구조를 달리한 삼집에서 성장한 3, 4 및 5년생 인삼의 수량 및 품질의 변화

제 1 절 서 설

인삼은 반 그늘에서 자라므로 인삼재배에서 해가림 시설은 필수적이거나 그 시설은 재배지역의 기후상태에 따라 달라진다. 특히 우리나라의 기후 특성은 여름기간이 고온이고 장마를 경과하게 되므로 인삼에 불량한 환경을 극복하기 위한 수단으로 우리 고유의 삼집에서 인삼을 재배하여 왔다.

중국의 동북지방 인삼재배에서 일복시설은 우리나라와 달리 일복시설의 양 측면이 트인 터널 형태인데, 한여름 기온이 높은 때는 비닐을 덮은 일복시설 위에 석회수를 뿌리고 그물을 친다. 그리고 거기에 청솔(靑松) 등을 꽂아 그늘을 만들어 일복 내에 온도를 낮추고 한여름이 지나면 그물에 꽂은 청솔 등 차광물을 제거한다. 봄과 가을에는 오히려 일복시설 내에 온도를 지킬 수 있는 구조라고 할 수 있다. 그러나 산동성 지방에서 인삼재배는 일복시설 내에서 작업의 편의를 위하여 일복시설의 높이를 180-200cm 수준으로 하고 직사일광을 부분적으로 차단할 목적으로 수평으로 차광망을 설치한다. 그리고 연간 600mm 정도의 적은 강우량은 차광재를 통하여 두둑 상면에 받아들여 한발을 피하는 구조로 이루어져 있다. 이 방법은 미국과 캐나다에 인삼재배에 준한 것이라 동일하다고 하여도 크게 틀리지 않다.

우리나라 인삼포장의 이랑 방향과 일복구조는 기본적으로 ①온도가 낮은 이른 아침에 햇빛을 최대한으로 받아들이고, 여름 낮에 직사광선을 차단하여 일복 내에 광자량을 조절하며 온도를 낮추고 ②지붕에 경사를 두어서 기류의 흐름을 도와 일복내의 온도를 낮추며 ③우기인 여름장마에 두둑 위로 빗방울이 들어와서 생기는 피해를 경감시키는데 있다고 본다. 따라서 이랑의 방향은 하지 때 해가지는 방향 즉 정서에서 북쪽으로 25-30° 기우는 방향으로 하는 것을 이상적으로 한다. 이것은 오전 일출 후 온도가 낮은 시간동안 아침에 햇빛을 상면에 최대한으로 받아들이고 온도가 높아진 10:00 이후 일몰까지 직달복사를 차단하는 장점이 있다.

일복시설은 동북향을 향하여 높이고 반대편은 낮추는 반 지붕 형태인데, 지붕의 높이와 경사에 따라 일복내의 광량과 기류흐름에 차이가 있어 일복 내의 온도에 크게 영향 한다. 지붕의 기울기와 강우강도에 따라 상면에 누수현상이 나타나 여름 우기 중에 병을 유발하는

원인이 될 수 있어 차광망을 일복재료로 이용하는 경우 약점이 된다.

고전적인 삼집인 벚짚지붕은 해마다 크게 보수해야 하기 때문에 노력이 많이 들고 또 차광재료가 되는 벚짚이 가축에게 중요한 조사료 원이 되므로 고가의 벚짚을 이용하는 것은 자재비용과 인건비가 많이 들어 벚짚지붕이 실용적으로 쓰이기 어렵다. 또한 벚짚지붕의 구조는 투광률이 고르지 못하여, 고년근으로 갈수록 후 행 위치에 투광량이 외부 광도의 2 ~ 3%에 불과하여 인삼생육에 필요한 10% 내외의 수광량보다 현저히 낮아 수량이 낮아지는 원인이 된다고 하여 개선의 여지가 있었다.

인삼연초연구원은 피복재료를 벚짚에서 4중직 차광망으로 변경하고 일복구조를 재래의 전주와 후주를 세운 독립식 반지붕(개성식)에서 전·후주연결식의 반지붕식 해가림으로 변형하였다. 전·후주연결식에서 지붕의 높이를 높이어 독립식 반지붕 구조의 후주에서 나타났던 광자량의 부족현상(不足現象)을 개선하였다. 또 차광망에서 나타날 수 있는 여름 우기에 누수현상을 경감시키고자 전주높이는 180cm로 높게 하였다. 개량된 전·후주연결식 일복구조의 4중직 차광재료를 시설하기에 편리하고 비용절감을 가져와 인삼농가에 널리 보급되었다. 그런데 새로운 차광시설은 ①일복시설 자재의 비용을 저렴하게 하고, 시설이 간편하고 ②두둑 상면에 염류집적을 경감시킬 수 있는 장점이 있는 반면 몇 가지 문제점을 내포하고 있다. ①차광망의 망 사이로 투과되는 일사량으로 맑은 날 여름 낮 일복 내의 온도가 더 높아질 수 있고, ②우기에 내리는 비는 망 사이를 통과하여 잎의 이병을 조장하여 조기낙엽의 원인을 제공하며, ③우기에 차광망을 통과한 빗물은 상면토양을 포화상태로 만들어 뿌리는 과습으로 인한 장애를 받을 수 있다.

묘삼을 정식 한 후 적어도 3년 이상 5년까지 동일 포장에서 경과해야 하기 때문에 년생에 따라 줄기와 잎의 성장량 변화정도는 크다. 이식 초년도(2년 생) 식물은 잎의 수가 적고, 그 크기도 작아 개체간에 경쟁관계라고 할 수 없다. 그러나 3~6년 생이 되면 잎의 수나 크기가 커져 잎이 서로 중첩되는 현상이 나타난다. 인삼은 정식이후 해마다 잎의 수와 면적이 커지기 때문에 자연히 잎의 광합성능률을 고려한 적절한 재식밀도를 검증하는 것이 필요하다. 더구나 정식 당초부터 4년 생에서 수확할 계획이면 단위면적 당 정식 개체 수를 늘리어 수확량의 증가를 기하는 것이 농가의 일반적인 생각이다. 또 한편 일부 농가는 생육 년차가 높아짐에 따라 이병 등 여러 가지 원인에 의하여 결주가 생길 것을 예상하여 행(行: 90cm) 당 7~9주(칸 당 63~81주)를 이식하고 있어 과도하게 밀식되어 있는 경우가 많다.

차광망의 약점을 보완한 새로운 비누수 차광판 삼집에서 일사량을 포함한 미기상 차이가 인삼생육, 수량 및 품질에 미치는 영향에 대한 기초적인 조사분석이 체계적으로 이루어지지

않은 상태에서 일부농가에 보급되고 있다. 따라서 해가림 자재나 시설에서 따른 미기상적 요인과 인삼생육과의 관계를 생육연차별로 다른 재식밀도에 평가하는 것이 시급하다.

본 시험은 인삼재배농가에게 보다 우수한 삼집의 차광재와 구조에 대한 재배기술 제공하고자, 새로운 비누수 차광판 해가림에서 미기상과 인삼의 생육과의 관계를 재식밀도를 달리 하여 인삼의 생육을 연차별로 구명하여 수삼의 수량과 품질을 향상할 수 있는 기초자료를 얻고자 하였다. 본시험은 4년(2001)과 5년(2002)생에서 얻어진 결과이고, 시험결과를 이해하는데 도움을 주고자 3년(2000)생의 시험결과도 포함하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

본 시험은 영남대학교 실험농장(경북 경산시 대동 214 번지)에서 수행하였다. 1998년에 인삼시험포장의 예정지 관리과정을 거치고, 1999년 3월 20일에 잘 썩은 퇴비(인삼용)을 3,000kg/10a의 수준으로 전면에 고루 뿌리고 노타리로 뒤섞고 두둑과 이랑을 준비하였다. 이랑과 두둑의 폭은 각각 90cm로 하고, 두둑높이는 30cm로 하였다. 두둑방향은 동서방향에서 남으로 20도의 편각을 두어 정하였다. 정식은 3월 29-30일 처리내용에 따라 수행하였다.

1. 처리내용

1) 차광재료와 삼집구조;

- 가. 4중직 차광망: 인삼연초연구소가 원장하는 후주 연결식의 삼집구조로 전주높이 180cm, 후조높이 100cm으로 하였다.
- 나. 비누수 차광판: 전주높이 150cm, 후주높이 100cm의 후주연결식 삼집구조로 차광판 위에 2중직 백색 차광망을 덮었다.
- 다. 벚짚(관행방법의 변형) 지붕: 전 후주식으로 전주 및 후주 높이를 각각 126cm, 72cm로 하였다. 삼집 위에 성긴 왕죽발을 편 다음 누수를 방지하기 위해 비닐을 깔고, 그 위에 짚섭을 2-3겹 덮었다.

2) 재식밀도;

- 가. 칸(1.8m)당 9열로 일정하게 하였다.
- 나. 열별 정식 주수를 5, 6, 7, 8주(행)로 달리하였다.
- 다. 재식밀도로 보면 정식주수를 4 수준칸 당 식재주수 45, 54, 63, 72주로 하였다.

3) 포장배치: 차광재료에 따른 미세기상의 차이를 얻기 위하여 동일 차광재료로 10이랑을 만들고, 중심 4이랑에서 재식밀도를 달리하였으며, 차광재별로 난피법 배치 4반복으로 하였다.

4) 조사 및 통계분석

3년 생: 2000년 10월 10일 차광재와 재식밀도에 따라 개체별로 조사하였다.

4년 5년생: 3년 생 조사에 준하며, 수량과 품질 평가에 중점을 두었다.

분석방법: 조사치는 다변량분석법에 준하였다.

5) 조사방법:

생주율 조사: 채굴시에 건전주수/이식주수 \times 100으로 환산하였다.

경장: 지면에서 줄기의 정단까지 길이

경의 굵기: 지제부의 줄기 굵기

생엽중: 생체 측정

건엽중: 60℃에서 5일간 건조후 측정

엽면적: 소엽 전체를 엽면적측정기로 3반복 측정한 평균치

근장: 뇌두 아래로부터 근단까지 길이

지근수: 일정 굵기 이상의 지근수

생근중: 수확한 뿌리를 물로 씻어 흡습지를 써서 수분 제거 후 측정

건근중: 60℃에서 5일간 건조후 측정

(본 시험에서 모든 조사는 동일한 방법으로 실시하였다).

6) 조사포닌 분석방법

조사포닌 함량 분석은 뇌두와 세근을 제거하고 건조한 분말시료 2g에 수포화 부탄올 30ml를 첨가하고 80℃에서 1시간씩 3회 환류추출 후 여과하였으며, 회전감압농축기(50℃ 조건)에서 감압농축 하였다.

응고된 농축물에 증류수와 ether를 동량 첨가하여 액체분배 추출을 수행하였으며 상층(ether)으로 이행한 색소성분과 지용성 성분을 제거하였다.

지용성 성분이 제거된 수층은 다시 회전감압농축기(60℃ 조건)에서 농축하고 105℃에서 2

시간 건조 시켜 조사포닌 함량을 측정하였다.

제 3 절 시험결과 및 고찰

차광재료를 4중직 차광망, 비누수 차광판 그리고 관행의 벗짚지붕으로 달리하고, 차광재료에서 권장하고 있는 일복구조로 하였다. 각각의 일복시설에서 칸 당 식재 묘수를 45(9×6), 54(9×6), 63(9×7) 및 72(9×8)주로 하여, 차광재료 별 해가림시설과 재식밀도에 따라 나타난 인삼의 지상부 경엽 및 지하 뿌리부분의 생육특성을 3년, 4년, 5년 각각의 년 생 별로 계속 조사하여 정리하였다.

이식 당년(2년생)은 포장관리가 동일하게 이루어졌어도 차광판은 25-30일 정도 건전엽의 유지기간을 더 연장할 수 있었으며, 이것은 3년 생 이후에 생육에 영향 하였을 것으로 생각한다.

1) 3년생의 생육특성(2000년 조사)

2000년 가을(10월 10일)채굴한 때에 비누수 차광판에서 평균 생주율 90%는 벗짚지붕 74%, 차광망 70% 월등히 보다 높아 차광재에 따른 차이가 크게 나타났다.

경장, 경직경, 생경중 및 건경중은 차광재에 따라 차이가 있었다. 비누수 차광판에서 경장은 32cm로 더 길고, 굵기도 4.6mm로 더 굵고 생경중은 주당 3.3g로 가장 왕성한 것으로 나타났다. 전체적으로 줄기의 생장은 차광판, 벗짚, 차광망 순이었는데, 차광판과 벗짚지붕은 차이가 거의 없으나 차광망에서 줄기의 생장은 현저하게 낮은 것은 전년도(2년생)에서 근의 발육과 유관한 것으로 생각된다(표3-1).

표3-1. 3년생 인삼에서 차광재에 따른 경의 생육특성(4반복 평균)

차광재	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)A	건경중 (g/주)B	건경중비율 B/A×100(%)
차광판	90 a	32 a	4.6 a	3.3 a	0.6 a	17.8 ns
차광망	70 b	28 c	4.1 b	2.3 b	0.5 b	19.9
벗짚지붕	74 b	30 b	4.4 a	3.2 a	0.6 a	17.6

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

주당 엽면적은 벚꽃지붕에서 450cm²로 가장 크게 전개하였으나, 차광판 430cm²와 차이가 인정되지 않았고, 차광망의 310cm²는 현저한 차이로 잎이 작았다. 주당 생엽중도 엽면적과 같은 경향을 보여 벚꽃지붕과 차광판간에는 차이가 없으나 차광망에서 뚜렷하게 낮았다. LAI는 벚꽃과 비누수 차광판에서 각각 1.6, 1.5로 차광망 1.1보다 높아 차광재에 따른 차이가 인정되었다(표3-2). 그러나 생비엽중(dm² 당 생엽중)이 1.65 - 1.73g로 차광재간 차이가 인정되지 않아 차광재간에 잎의 크기는 차이 있어도 일정면적 잎의 무게는 차이가 없어 모두 건전한 잎이라는 것을 알 수 있었다. 엽면적, 엽중 및 LAI를 보면 차광망에서 차광판이나 벚꽃지붕에 비하여 낮게 나타났다. 그러나 생비엽중은 차광재료 간에 차이가 없었던 사실을 감안하면 차광망에서 잎의 생육이 부진하였다고 할 수 없고, 다만 잎이 작았다는 것을 알 수 있었다. 그러나 어느 정도의 크기가 적절한 것인지 판단할 수 없었으나, 차광망 일복에서 광자량이 다른 차광판이나 벚꽃지붕보다 높았던 사실을 감안하면 3년생에서 광자량은 잎의 크기에 영향 하는 것으로 생각한다.

표3-2. 3년생 인삼에서 차광재에 따른 잎의 생육특성(4반복 평균)

차광재	엽면적 (cm ² /주)	생엽중 (g/주)C	건엽중 (g/주)D	건엽중비율 D/C×100(%)	생비엽중 (g/dm ²)	LAI
차광판	430 a	7.5 a	1.6 a	21.1 a	1.7 ns	1.5 a
차광망	309 b	5.2 b	1.3 b	25.1 b	1.7	1.1 b
벚꽃지붕	450 a	7.5 a	1.7 a	23.4 b	1.7	1.6 a

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

3년생인삼에서 근장은 20-21cm로 차광재에 따른 차이가 없으나, 근직경은 비누수 차광판 및 벚꽃지붕에서 각각 20mm로 차광망에서 19mm보다 더 굵어 그 차이가 인정되었다. 생근중은 벚꽃지붕과 차광판이 각각 27g, 26g로 차이 없으나, 차광망은 23g로 그 차이가 인정되었고, 건근중도 생근중과 같은 경향으로 나타났다. 지근수는 벚꽃지붕에서 2.1개로 가장 많았고, 차광판 1.8개, 차광망 1.7개로 차이가 없었다(표3-3).

3년 생 인삼에서 인삼의 생육을 종합적으로 보면, 줄기와 잎의 발달은 차광재에 따라 차이가 인정되고 비누수 차광판에서 생육이 가장 왕성하였다. 근의 발육은 차광판과 벚꽃지붕 차이가 없으나 차광망에서 근 발육은 이들보다 현저하게 낮다고 할 수 있다.

표3-3. 3년생 인삼에서 차광재에 따른 근의 생육특성(4반복 평균)

차광재	생주율 (%)	근장 (cm)	근직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	지근수 (개)	생근수량 (kg/칸)
차광판	90 a	21 ns	20 a	26 a	6.9 a	1.8 b	1.4 a
차광망	70 b	20	19 b	23 b	6.0 b	1.7 b	0.9 c
벗짚지붕	74 b	21	20 a	27 a	7.0 a	2.1 a	1.2 b

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

칸 당 주수를 45주, 54주, 63주 및 72주로 달리한 재식밀도별로 보면, 생주율의 차이는 평균 74 - 84%로 밀식과 소식에서 일정한 경향을 보이지 않았다(표3-4). 그러므로 3년 생 인삼에서 생주율은 칸 당 재식 주수를 45주에서 72주로 달리하여도 차이가 없었다. 줄기의 생장은 재식밀도 간에 차이가 인정되지 않았는데, 경장은 29.1-30.6cm, 경직경은 4.3-4.5mm로 모두 차이가 인정되지 않았다. 또한 생경중, 건경중 및 건경중비율 모두 재식밀도별 차이가 인정되지 않았다.

표3-4. 3년생 인삼에서 재식밀도에 따른 경의 생육특성(4반복 평균)

재식밀도 (주/칸)	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)A	건경중 (g/주)B	건경중비율 B/A×100(%)
45	76 ns	29 ns	4.3 ns	2.7 ns	0.5 ns	19.1 ns
54	78	30	4.4	2.9	0.5	19.1
63	84	30	4.3	3.2	0.5	16.7
72	74	31	4.5	3.0	0.5	18.8

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

잎의 발달도 재식밀도 간에 차이가 인정되지 않았다. 재식밀도별 엽면적 범위는 388 - 409cm²로 각각의 재식밀도에서 차이가 인정되지 않았고 일정한 경향도 없었다. 또한 생엽중, 건엽중 그리고 생비엽중 모두 차이가 인정되지 않았다. 그러나 LAI는 칸 당 72주에서 제일 높고, 45주에서 가장 낮았는데, 주별 잎 면적 크기의 차이와는 무관하고 일정면적에 정식된 주수가 많아짐에 따른 현상이라고 생각된다(표3-5).

표3-5. 3년생 인삼에서 재식밀도에 따른 잎의 생육특성(4반복 평균)

재식밀도 (주/칸)	엽면적 (cm ² /주)	생엽중 (g/주)C	건엽중 (g/주)D	건엽중비율 D/C×100(%)	생비엽중 (g/dm ²)	LAI
45	397 ns	6.8 ns	1.6 ns	23.8 ns	1.7 ns	1.1 d
54	409	6.9	1.6	23.7	1.7	1.4 c
63	388	6.7	1.5	22.3	1.7	1.5 b
72	391	6.5	1.5	23.0	1.7	1.7 a

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

재식밀도에 따른 근장, 근직경, 생근중, 건근중의 차이는 일정면적에 식재한 주수가 많거나 적은데 따른 차이가 인정되지 않았다(표3-6). 그러나 칸 당 수량은 재식밀도가 낮은 45주, 54주, 63주 및 72주에서 각각 0.9kg, 1.1kg, 1.3kg, 1.3kg로 재식밀도가 높을수록 근 수량이 증가하는 경향이었다(표3-4). 63주와 72주에서 각각 1.3kg 간에 차이가 없었던 것이 밀식의 따른 개체간의 경쟁으로 인한 것인지 계속 검토가 필요하다.

표3-6. 3년생 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 생육특성(4반복 평균)

재식밀도 (주/칸)	생주율 (%)	근장 (cm)	근직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	지근수 (개)	생근수량 (kg/칸)
45	76 ns	21 ns	20 ns	26 ns	6.6 ns	1.9 ns	0.9 c
54	78	21	19	26	6.9	1.9	1.1 b
63	84	20.	19	24	6.4	1.7	1.3 a
72	74	21	19	25	6.5	1.8	1.3 a

ns:통계적 차이가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

종합하여 3년생 인삼에서 생주율은 칸 당 재식주수 차이에서 일정한 경향을 보이지 않았다. 경엽의 발달이나 근의 발달 모두 처리된 재식밀도의 범위에서 개체발육으로 보면 경쟁이나 억제가 없었던 것으로 판단할 수 있다. 그리고 칸 당 수량 차이는 재식주수 증가에 따라 수량이 향상된 것이라고 판단된다.

2) 4년생의 생육특성

4년 생에서 생주율은 차광판에서 86.9%로 벚꽃지붕 75.9%와 차광망 70.9%에 비하여 10-16%가 더 높았다. 주당 건경중과 건엽중은 차광판과 벚꽃지붕 간에 차이가 없으나, 차광망에서 가장 낮으며 먼저 고엽이 진행되었다(표3-7).

표3-7. 4년생 인삼에서 차광자재에 따른 경엽의 생육 특성(4반복 평균)

차광재	생주율 (%)	건경중 (g/주)	건엽중 (g/주)
차광판	86.9 a	1.4 a	2.1 a
차광망	70.9 b	1.1 b	0.8 b
벚꽃지붕	75.9 b	1.4 a	2.3 a

수직에서 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

수삼뿌리의 발달에서 동장은 차광재별로 차이가 인정되지 않으나, 동직경은 차광판과 벚꽃지붕에서 약 27mm로 차이 없어도, 차광망에 비하여 더 굵은 것으로 나타났다. 주 당 생근중은 벚꽃지붕과 차광판에서 각각 56.8g 및 53.3kg로 높았고, 차광망에서 49.1g로 가장 낮아 차광재간에 차이를 보였다. 건근중 비율은 차광판과 벚꽃지붕이 각각 27.2% 및 27.3으로 차광망의 26%보다 유의하게 높아 차광판과 벚꽃지붕에서 근이 충실하게 비대한 것으로 나타났다. 칸 당 수삼수량은 차광판과 벚꽃지붕에서 2.3kg로 차광망에서 1.9kg에 비하여 현저하게 높았다(표3-8).

표3-8. 4년생 인삼에서 차광재에 따른 근의 생육 특성(4반복 평균)

차광재	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중비율 (%)	수삼수량 (kg/칸*)
차광판	7.6 ns	26.8 a	53.3 ab	27.2 a	2,3 a
차광망	7.5	25.1 b	49.1 b	26.4 b	1,9 b
벚꽃지붕	7.4	27.3 a	56.8 a	27.3 a	2,3 a

수직에서 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

* 칸 : 180cm × 90cm.

재식밀도에 따른 생주율 차이가 없으며 75-79.7%이었다. 건경중 및 건엽중은 재식주수가

많을수록 성장량이 작은 경향은 확실하나 재식밀도 간의 차이는 인정되지 않았다(표3-9). 각각의 차광재에서 재식밀도에 따른 생주율, 건경중 및 건엽중은 같은 경향을 보였다.

표3-9. 4년생 인삼에서 재식밀도에 따른 경엽의 생육 특성(4반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	생주율 (%)	건경중 (g/주)	건엽중 (g/주)
45	75.0 ns	1.4 ns	1.9 ns
54	77.4	1.3	1.8
63	79.5	1.3	1.6
72	79.7	1.3	1.7

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 * 칸 : 180cm × 90cm.

수삼뿌리 발달에서 동장은 재식밀도에 따른 차이가 인정되지 않았으나, 동 직경은 칸 당 45주에서 27.4mm로 가장 굵고, 재식주수가 많을수록 굵기가 작아지는 경향을 보였다. 주 당 생근중(수삼의 근중)은 칸 당 45주에서 58.3g으로 가장 높았고, 재식주수가 많아질수록 생근중이 낮아지는 경향을 보였는데, 칸 당 72주는 48g로 현저하게 낮아 63주 이상으로 재식주수가 많으면 수삼의 크기와 중량이 낮아진다는 것을 확인할 수 있었다(표3-10). 특히 칸 당 재식주수가 45주이면 주당 생근중은 상대적으로 크지만 칸 당 수삼수량 면에서 보면 54주 보다 확실하게 낮아지는 것으로 나타났고, 칸 당 수량도 1.8kg로 54-72주 재식한 것보다 뚜렷하게 낮았다(3-10).

표3-10. 4년생 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 생육 특성(4반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중비율 (%)	수삼수량 (kg/칸)
45	7.6 ns	27.4 a	58.3 a	26.8 ns	1.8 b
54	7.6	26.7 ab	55.7 ab	27.6	2.2 a
63	7.2	26.2 b	50.1 bc	26.8	2.2 a
72	7.5	25.4 b	48.2 c	26.8	2.4 a

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

* 칸 : 180cm × 90cm.

한편 재식밀도에 따른 수삼수량은 45주가 1.8kg으로 가장 낮았고, 54주, 63주는 2.2kg 그

리고 72주는 2.4kg이나 반복간 차이로 이들간에 통계적인 차이는 인정되지 않았다. 따라서 4년생 인삼은 수삼의 크기에 있어서 6년근 보다 상대적으로 낮게 평가하기 때문에 재식주수를 해당 7주 내외로 높이는 편이 수삼 수삼수량을 더 높일 수 있다고 생각한다.

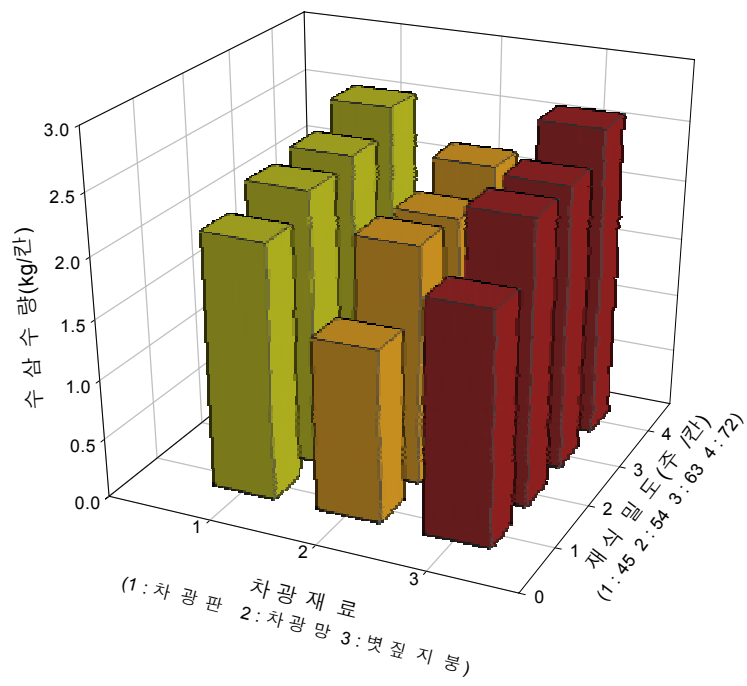


그림3-1. 4년생 인삼에서 차광재료와 재식밀도에 따른 수삼수량(2001).

칸 당 수삼수량을 차광재료와 재식밀도에서 종합하여 보면(그림3-1), 차광판과 벗짚지붕이 각각 2.3kg으로 차광망의 1.8kg보다 월등히 높았다. 특히 차광판에서 수삼수량이 높은 것은 생주율이 높는데 그 원인이 있는 것으로 판단된다.

칸 당 45주는 재식주수가 지나치게 적어 수삼수량이 낮은 것을 의미하지만, 5년 생과 6년 생에서 수삼의 크기가 품질에 크게 작용할 것이므로 54주, 63주 및 72주는 앞으로 5, 6년근에서 더 검토할 필요가 있다.

3) 5년생 생육특성(2002년 조사)

차광재료에 따른 5년생에서 생육특성은 표3-11, 3-12와 같다. 생주율은 59-73%로 4년생 각각의 차광재료에서 생주율 71-87%에 비하여 현저하게 낮아졌다. 동일포장에서 재배기간이 더 길어짐에 따라 생주율이 낮아질 것으로 예상하였으나 재식 4년 차에서 결주가 더 많아진 것을 나타낸다.

경장은 차광판과 벗짚지붕에서 48cm로 차광망의 46cm보다 더 길었고, 경의 굵기도 더 굵었다(표3-11). 그런데 차광재료 별로 나타난 경장과 경의 굵기의 차이에서 경장이 더 길고 굵은 정도로 일복시설의 우수성을 판단하는 것은 더 검토할 필요가 있다.

엽장은 차광재료 간에 차이가 없었다.

표3-11. 5년생 인삼에서 차광재에 따른 경엽의 생육 특성(4반복 평균)

차광재	생주율 (%)	생존주수 (주/칸)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)
차광판	73.3 a	43.2 a	48.3 a	8.1 a	19.8 ns
차광망	59.0 b	34.9 b	45.8 b	7.4 c	19.1
벗짚지붕	65.9 ab	38.6 b	48.6 a	7.8 b	19.8

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

수삼뿌리의 발달에서 근장, 동장 및 동의 굵기 모두 차광판이나 벗짚지붕에서 생육이 차광망에 비하여 더 높은 것으로 나타났다. 주당 근중은 벗짚지붕에서 92.5g이었고, 차광판, 차광망의 순서로 나타났다. 칸 당 수량은 차광판과 벗짚지붕에서 각각 2.9kg, 2.8kg으로 차이 없었는데 생주율의 차이가 영향 하였다. 차광망은 2.3kg으로 현저하게 낮아 차광재료에 따른 차이를 보였고(표3-12), 차광판에서 수삼수량은 차광망에 비하여 확실하게 높았다.

칸 당 뿌리의 수량이 동일하다고 하여도 수삼의 크기에 따라 상품적 가치는 달라진다. 그러므로 수확된 뿌리를 크기별로 구분하고, 크기에 따른 가중치를 두어 차광재료에 따라 비교하였다(표3-13). 가중치를 두어 계산한 것으로 비교하면 87g 이상의 수삼은 벗짚지붕, 차광판, 차광망의 순서로 나타났는데 특히 벗짚지붕에서 가장 우수한 것으로 나타났다.

칸 당 수삼크기별 87g이상과, 40g 미만의 수삼수 비율을 그림으로 나타내었다(그림3-2). 수삼 중 87g 이상의 뿌리비율은 벗짚지붕, 차광판 순서로 많았으며 차광망에서 가장 낮았다. 차광망 일복시설은 수삼수량과 87g 이상의 뿌리 수비율 모두 낮았다.

표3-12. 5년생 인삼에서 차광재에 따른 근의 생육 특성(4반복 평균)

차광재	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	수량 (kg/칸)
차광판	23.6 a	7.5 ns	33.5 a	82.9 b	21.1 b	2.9 a
차광망	22.8 b	7.1	31.7 b	77.3 b	19.8 b	2.3 b
벗짚지붕	23.5 a	7.3	34.2 a	92.5 a	24.1 a	2.8 a

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음.

표3-13. 5년생 인삼에서 차광재에 따른 근의 크기별 가중치 비교

차광재	합계	뿌리 등급			
		A	B	C	D
차광판	1282.8 a	856.0 a	252.9 ab	132.2 ns	41.7 a
차광망	956.0 b	510.6 b	280.1 a	139.2	26.1 b
벗짚지붕	1339.6 a	1020.0 a	182.7 b	97.3	39.6 a

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

무게등급 및 (가중치): A; 87g 이상(1.3), B; 65g이상~87g미만(1.0),
C; 40g이상~65g미만(0.6), D; 40g미만(0.3).

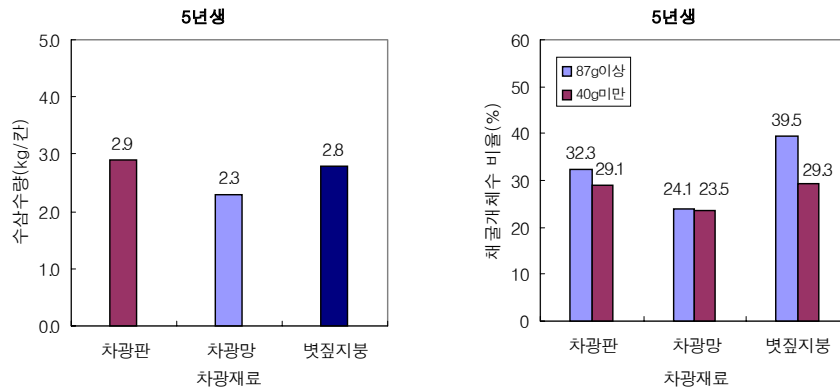


그림3-2. 5년생 인삼에서 차광재료에 따른 수삼수량과 뿌리의 크기별 개체수 비율.

5년 생에서 칸 당 재식밀도에 따른 생주율은 62.5-71.2%로 재식밀도에 따라 다소간에 차이를 보이거나 유의하지 않았고, 재식밀도에 따라 일정한 경향도 없었다. 따라서 밀식 하였고 생주율이 낮아진다고 판단할 수 없었다. 경장과 경직경은 재식밀도에 따른 차이가 인정되었는데, 재식주수가 적은 45주에서 54-72주보다 경의 성장량이 낮은 것은 고년근에서 밀식한 상태이면 지상부가 오히려 지나치게 성장하게 되는지 그 여부를 더 조사할 필요가 있다 (표3-14).

표3-14. 5년생 인삼에서 재식밀도에 따른 경엽의 생육 특성(4반복 평균)

재식밀도 (주/칸 ^{**})	생주율 (%)	생존주수 (주/칸)	경장 (cm)	경직경 (mm)	엽장 (cm)
45	64.6 ns	29.1 c	45.5 c	7.5 b	19.8 ns
54	66.0	35.7 b	47.8 b	8.1 a	19.7
63	62.5	39.4 b	47.2 b	7.7 ab	19.3
72	71.2	51.3 a	49.8 a	8.1 a	19.4

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

** 칸 : 180cm × 90cm.

수삼뿌리 발달에서 근장과 동장은 각각 23cm 및 7.4mm 내외로 재식밀도에 따른 차이가 없었다. 동직경은 칸 당 45주에서 35mm로 가장 굵었고 72주에서 32.3mm로 가는 편인데, 54주, 63주 및 72주에서는 밀식에서 수삼의 굵기는 일정한 경향은 없었다. 생근중, 건근중 모두 45주에서 가장 높았으나 72주에서 그 경향이 다르게 나타난 것은 실험오차에서 나타난 예외적인 현상이라고 본다(표3-15). 그러나 칸 당 수량은 오히려 재식밀도 45주, 54주 및 63주에서 차이가 없었으며, 72주에서 더 높게 나타난 것은 예외적으로 생근중이 높았기 때문이었다.

칸 당 수삼수량은 재식주수와 생주율 그리고 각각의 뿌리의 성장이 복합적으로 나타나는 현상이다. 그런데 재식주수가 많고 적음에 따라 생주율의 차이가 없으므로 재식밀도를 높이는 것은 수량을 높이는 방편이 되어 농가에서 재식밀도를 높이는 것은 수궁이 된다. 그러나 밀식하게 되면 수삼의 크기가 작아져서 오히려 불리한 경우가 생길 수 있다.

수삼뿌리 크기에 따라 가중치를 두어 재식밀도에 따라 비교하였는데 가중치 합계의 차이는 인정되지 않았으나 등급별로 보면 87g 이상의 개체수 비율은 45주에서 가장 높았고 칸 당 재식주수 많을수록 적어지는 경향인데, 72주에서 그 경향이 다르게 나타난 것은 실험오

표3-15. 5년생 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 생육 특성(4반복 평균)

재식밀도 (주/칸 ^{**})	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	수량 (kg/칸)
45	23.2 ns	7.4 ns	34.6 a	94.9 a	24.6 a	2.5 b
54	23.4	7.3	33.5 ab	84.8 b	21.6 b	2.6 b
63	23.2	7.3	32.2 c	77.1 b	19.7 b	2.5 b
72	23.5	7.5	32.3 b	80.2 b	20.1 b	3.0 a

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 ** 칸 : 180cm × 90cm.

차라고 본다(표3-16). 또한 40g 미만의 개체수비율은 반대로 45주 소식에서 적은 경향이고 칸 당 재식주수 많을수록 작은 수삼의 수가 많았으며, 40-65g의 경우도 같은 경향으로 나타났다. 따라서 72주의 밀식이면 칸 당 수량의 차이가 없어도 뿌리의 크기가 작아져 생산품의 품질이 낮아질 수 있다는 것을 확인할 수 있었다.

표3-16. 5년생 인삼에서 재식밀도에 따른 인삼 근의 크기별 가중치 비교

재식밀도 (주/칸)	합계	뿌리 등급			
		A	B	C	D
45	1249.7 ns	989.2 a	171.2 ns	68.9 c	20.4 b
54	1193.2	787.6 ab	256.0	122.4 b	27.2 b
63	1061.6	644.4 b	248.8	125.1 b	43.4 a
72	1266.6	761.1 b	278.2	175.1 a	52.2 a

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

무게등급 및 (가중치): A; 87g 이상(1.3), B; 65g이상~87g미만(1.0),

C; 40g이상~65g미만(0.6), D; 40g미만(0.3).

칸 당 뿌리의 수량이 동일하여도 그 크기에 따라 상품적인 가치는 달라지므로 수확된 뿌리를 크기별로 구분하고, 87g이상과, 40g 미만의 뿌리수 비율을 그림3-5에 나타내었다. 87g 이상의 뿌리수 비율은 45주에서 가장 높고 칸 당 재식주수가 많아질수록 적어지는 경향이고, 반대로 40g 미만인 뿌리수 비율은 밀식인 72주에서 가장 높고 재식주수가 적어질수록 적어지는 경향이 뚜렷하였다(그림3-3).

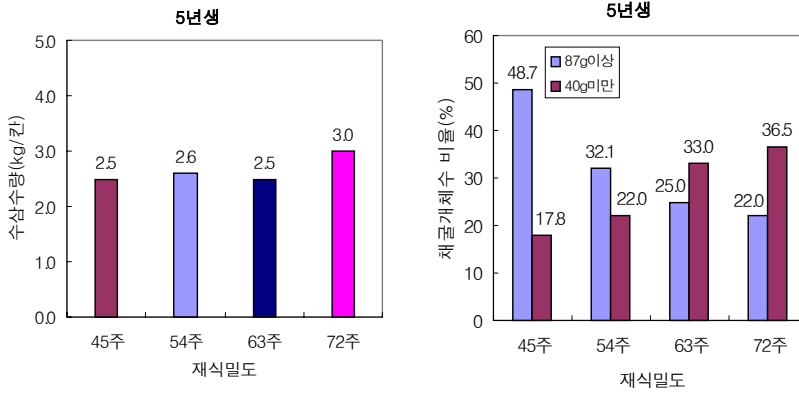


그림3-3. 5년생 인삼에서 차광재료와 재식밀도에 따른 수삼수량과 채굴개체수 비율.

4) 년생별 근 중에 조 사포닌 함량의 변화

사포닌은 인삼의 주요 약효성분 중의 하나로 성분적 품질평가의 지표가 된다. 인삼 년 생별로 수삼에 함유된 조 사포닌 함량은 년 수가 높아질수록 낮은 경향을 보였다. 차광재료별로 보면 3년 및 4년 생의 수삼은 차광판에서 가장 높았고, 차광망에서 제일 낮았다. 그러나 5년 생의 수삼은 일정한 경향을 보이지 않으나 비교적 벗짚지붕에서 높았고 차광망은 중간이며 차광판에서 가장 낮았다. 수삼에 함유된 조 사포닌 함량의 차이가 인삼의 품질 평가의 기준이 되기 어려우므로 앞으로 더 검토되어야할 사항이다(표3-17).

표3-17. 년생별 차광재에 따른 인삼 근의 조 사포닌 함량(%)

차광재 \ 년생	3년생	4년생	5년생
차광판	14.1 a	14.4 a	9.9 ns
차광망	11.5 b	9.5 b	10.3
벗짚지붕	12.8 ab	12.1 ab	12.6

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

차광재료별 조사포닌 함량은 3년생은 차광판이 14.1%로 차광망의 11.5% 보다 높게 나타났다. 4년생 인삼에서도 차광판이 14.4%로 차광망의 9.5%보다 높아 3년생과 비슷한 경향을

나타냈다. 반면 5년생 인삼은 차광재료별로 9.9~12.6%로 통계적 유의차가 없었다. 차광판이 3년생과 4년생 인삼에서 조사포넨 함량이 높게 나타났으나 5년생에서는 차이가 없어 좀 더 연구할 필요가 있다고 생각된다.

재식밀도에 따른 조사포넨 함량은 3년생 인삼은 칸당 재식주수가 54주일 때 14.7%로 가장 높았고 45주, 63주, 72주는 11.9~12.3%로 차이가 없었다. 4년생과 5년생은 각각 11.6~12.5%, 10.3~11.3% 범위로 통계적으로 차이가 없었다. 기존의 보고된 조사포넨 함량에 비하여 지나치게 높아 6년근에서 별도로 조사하여 보고할 것이다.

표3-18. 년생별 재식밀도에 따른 인삼 근의 조사포넨 함량(%)

재식밀도(주/칸)	년생		
	3년생	4년생	5년생
45	11.9 b	11.7 ns	11.3 ns
54	14.7 a	12.5	10.3
63	12.3 b	11.6	11.2
72	12.3 b	12.2	10.9

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

제 4 절 적 요

차광판, 차광망 및 벚짚지붕의 일복시설에서 재식밀도를 달리하여 재배한 3년, 4년, 5년생 인삼의 생육과 수삼수량을 비교 검토하였다.

1. 비누수 광반사 차광판은 차광망에 비하여 1일 중 고온시간(30℃ 이상)에 일복내의 온도가 1-3℃ 낮았으며, 2-3년 생에서 조기 낙엽이 억제되어 후기 생육기간이 약 3주 연장될 수 있었다.
2. 3, 4년생 인삼에서 일복시설 차광판, 벚짚지붕 및 차광망에서 생주율은 차광판에서 90%, 76%로 가장 높았다. 4년 생에서 경엽의 발달 및 수삼뿌리의 굵기 및 수량은 차광판과 벚짚지붕에서 차광망에 비하여 더 양호하며, 칸 당 수삼수량은 차광판에서 2.3kg으로 차

광망의 1.9kg보다 높았다.

3. 칸 당 재식주수에서 생주율은 차이가 없으며, 경엽의 생장 및 수삼뿌리의 발달도 재식주수에 따른 그 차이가 인정되지 않았다. 4년생에서 주 당 생근중은 재식주수가 적은 45주에서 58.3g로 72주 48.2g에 비하여 더 높았으나, 칸 당 수삼수량은 칸 당 72주에서 2.4kg로 재식주수를 증가하는 것이 더 안정하다.
4. 5년생 인삼에서 생주율은 차광판이 73%로 가장 높고, 벗짚지붕, 차광망의 순으로 낮았다. 줄기의 크기와 굵기도 차광판과 벗짚지붕에서 크고 차광판에서 낮았다. 뿌리의 동장과 생근중은 차광망에서 가장 떨어졌고, 벗짚지붕 차광판의 순서로 더 컸다.
5. 칸 당 수삼수량은 차광판에서 2.9kg으로 가장 높고, 벗짚지붕 2.8kg, 차광망 2.3kg의 순서로 낮았다. 수삼수량을 크기별로 평가하면 벗짚지붕이 차광판보다 더 양호한 편이고, 차광망은 가장 낮았다.
7. 칸 당 재식주수로 비교하면, 생주율은 차이가 인정되지 않았고, 경엽의 발달은 45주가 오히려 72주보다 낮았다. 수삼뿌리의 동직경과 생근중은 45주에서 가장 크지만 칸 당 수삼수량은 72주에서 3.0kg로 가장 높았다.
8. 수량을 수삼의 크기별로 구분하여 평가하면, 87g이상의 뿌리 수는 재식주수 45주에서 제일 많고 72주에서 가장 낮아서 칸 당 재식주수를 증가할수록 작은 수삼의 수가 많은 것으로 나타났다. 칸 당 45주 정식은 수삼의 품질이 우수한 것으로 평가될 수 있으나 전체 수량은 가장 낮았다.

제 4 장 비누수 차광판 전·후주연결식 일복시설에서 전주높이에 따른 인삼의 생육특성과 수삼수량 및 품질의 변화

제 1 절 서 설

인삼은 반 그늘에서 자라므로 인삼재배에서 해가림 시설은 필수적이거나 그 시설은 기후상태에 따라 인삼재배지역(국가)마다 달라서 해가림 차광재료와 구조가 독특한 특성을 갖게 된다. 우리나라의 기후 특성은 여름기간이 고온이고 장마를 경과하게 되므로 인삼에 불량한 환경을 극복하기 위한 수단으로 우리 고유의 해가림 시설에서 인삼을 재배하였다.

인삼연초연구원은 전·후주연결식의 일복구조에서 4중직 차광망을 일복재료로 권장하고 있으나 인삼재배농가 4중직 차광망 이외의 다양한 형태의 일복시설에서 인삼을 재배하고 있어 삼집의 차광재료개발과 구조개선에 대한 연구가 더 필요하다는 것을 입증한다. 한편 차광망의 약점을 보완한 새로운 비누수 차광판 일복시설은 일부농가에 보급되고 있으나 차광판 일복시설에서 미기상 차이가 인삼생육, 수량 및 품질에 미치는 영향에 대한 기초적인 조사가 체계적으로 이루어지지 않은 상태이다.

인삼은 정식한 후 적어도 3년 이상 5년까지 동일 포장에서 경과해야 하기 때문에 년 차에 따라 줄기와 잎의 발달 차이가 크다. 이식 초년도(2년 생) 식물은 잎 수가 적고 또 잎 당 소엽의 수가 적고, 그 크기도 작아 개체간에 경쟁관계라고 할 수 없다. 인삼은 정식이후 해마다 새로 출현하는 잎의 수와 면적이 커지기 때문에 자연히 잎의 광합성능률을 고려한 적절한 재식밀도를 검증하는 것이 필요하다. 더구나 정식 당초부터 4년 생에서 수확할 계획이면 단위면적 당 정식 개체 수를 증가하여 수량증가를 기하는 것이 일반적인 생각이다. 또 한편 일부 농가는 생육 년 차가 높아짐에 따라 이병 등 여러 가지 원인에 의하여 결주가 생길 것을 예상하여 행(行: 90cm) 당 7~9주(칸 당 63~81주)를 이식하고 있어 과도하게 밀식하는 경우가 많다. 따라서 해가림 자재나 시설에서 따른 미기상적 요인과 인삼생육과의 관계를 생육연차별로 다른 재식밀도에 평가하는 것이 필요하다.

본 시험은 인삼재배농가에게 보다 우수한 일복구조를 제시하고자, 새로운 비누수 차광판을 차광재료로 한 전·후주연결식 일복시설에서 전주높이와 인삼의 재식밀도를 달리하여,

미기상의 변화와 인삼의 생육과의 관계를 년 생 별로 조사하여 수삼의 수량과 품질을 향상할 수 있는 기초자료를 얻고자 하였다. 본시험은 4년(2001)과 5년(2002)생에서 얻어진 결과인데, 시험결과를 이해하는데 도움을 주고자 3년(2000)생의 시험결과도 포함하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

본 시험은 영남대학교 실험농장(경북 경산시 대동 214 번지)에서 수행하였다. 1998년에 인삼시험포장의 예정지 관리과정을 거치고, 1999년 3월 20일에 잘 썩은 퇴비(인삼용)을 3,000kg/10a의 수준으로 전면에 고루 뿌리고 노타리로 뒤섞고 두둑과 이랑을 준비하였다. 이랑과 두둑의 폭은 각각 90cm로 하고, 두둑높이는 30cm로 하였다. 두둑방향은 동서방향에서 남으로 20도의 편각을 두어 정하였다. 정식은 3월 29-30일 처리내용에 따라 수행하였다.

1. 처리내용

1) 차광재료와 삼집구조;

가. 차광재료 : 비누수 차광판

나. 일복구조 : 전 후주연결식, 후주높이는 100cm로 동일하게 하고, 전주높이를 4수준으로 달리하였다.

전주높이 : 140cm, 150cm, 160cm, 170cm의 4 수준

2) 재식밀도;

가. 칸(1.8m)당 9열로 일정하게 하였다.

나. 행별 정식 주수를 6, 8주로 달리하였다.

다. 재식밀도: 정식주수를 2 수준으로 하여,

칸 당 식재 묘수는 각각 54, 72주가 되게 하였다.

3) 포장배치 : 통계분석

전주높이에 따른 미기상의 차이를 얻기 위해 동일 처리의 전주높이로 10이랑을 만들고, 중심의 3개의 이랑에서 재식밀도를 달리하였다.

전주높이 별로 난괴법 배치 3반복으로 하였다.

3년, 4년, 5년 생 각각 전주높이 및 재식밀도에 따라 개체별로 조사하였다.

분석방법: 조사치는 다변량분석법에 준하여 분석하였다.

4) 조사방법:

- 생주율 조사: 채굴시에 건전주수/이식주수 × 100으로 환산하였다.
 - 경장: 지면에서 줄기의 정단까지 길이
 - 경의 굵기: 지제부의 줄기 굵기
 - 생엽중: 생체 측정
 - 건엽중: 60℃에서 5일간 건조후 측정
 - 엽면적: 소엽 전체를 엽면적측정기로 3반복 측정한 평균치
 - 근장: 뇌두 아래로부터 근단까지 길이
 - 지근수: 일정 굵기 이상의 지근수
 - 생근중: 수확한 뿌리를 물로 씻어 흡습지를 써서 수분 제거 후 측정
 - 건근중: 60℃에서 5일간 건조후 측정
- (본 시험에서 모든 조사는 동일한 방법으로 실시하였다).

6) 조사포닌 분석방법

조사포닌 함량 분석은 뇌두와 세근을 제거하고 건조한 분말시료 2g에 수포화 부탄올 30ml를 첨가하고 80℃에서 1시간씩 3회 환류추출 후 여과하였으며, 회전감압농축기(50℃ 조건)에서 감압농축 하였다.

응고된 농축물에 증류수와 ether를 동량 첨가하여 액체분배 추출을 수행하였으며 상층(ether)으로 이행한 색소성분과 지용성 성분을 제거하였다.

지용성 성분이 제거된 수층은 다시 회전감압농축기(60℃ 조건)에서 농축하고 105℃에서 2시간 건조 시켜 조사포닌 함량을 측정하였다.

제 3 절 시험결과 및 고찰

일복재료를 비누수 차광판으로 한 전·후주연결식 일복구조에서 후주높이는 100cm로 동일하게 하고, 전주높이를 140cm, 150cm, 160cm, 170cm로 달리하였다. 전주높이가 다른 각각의 일복시설에서 칸 당 식재 묘수를 54(9×6) 및 72(9×8)주로 하여, 전주높이와 재식밀도에 따라 나타난 인삼의 지상부 경엽 및 지하 뿌리부분의 생육특성을 3년, 4년, 5년 각각의

년 생 별로 계속 조사하여 정리하였다.

1) 3년생 생육특성(2000년 조사)

3년 생(이식 후 2년)의 10월 10일 채굴에서 생주율은 전주높이 170cm에서 91%로 가장 높고, 150cm와 160cm에서 각 각 84%, 82%로 차이가 없었으나 140cm에서 70%로 가장 낮았다. 전주높이가 높을 때 결주가 많아질 것이라는 예상은 맞지 않았다(표4-1).

표4-1. 3년생 인삼에서 전주높이에 따른 경의 생육특성(3반복 평균)

전주높이 (cm)	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)A	건경중 (g/주)B	건경중비율 B/A×100(%)
140	70 b	32 ns	4.8 ns	4.0 ab	0.6 ns	15.8 ns
150	84 ab	34	4.8	4.4 a	0.6	15.0
160	82 ab	32	4.7	3.6 b	0.6	16.7
170	91 a	33	4.7	3.4 b	0.6	17.5

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

경장은 32-34cm, 경 직경은 4.7-4.8mm로 전주높이에 따른 차이가 없으나, 생경중은 전주높이 150cm에서 4.4g으로 전주높이 160, 170cm의 3.6g, 3.4g 보다 현저하게 무거운 것으로 나타났다. 그러나 건경중은 차이가 없었다.

주당 엽면적은 전주높이에 따라 큰 차이를 보여 전주높이 150cm에서 476cm²로 제일 크며, 170cm에서 340cm²로 가장 작았다. 주당 생엽중도 전주높이 150cm에서 8.7g으로 제일 무겁고, 170cm에서 6.6g로 가장 가벼웠다. 생비엽중은 전주높이에 따른 차이가 없을 뿐 아니라 전주높이 170cm에서 1.94(g/cm²)로 오히려 더 무거운 경향을 보여 잎이 발달하는 과정에서 전주높이가 높을 때 잎의 면적을 작게 하였어도 잎 발육에 차이가 없다. 전주높이 170cm에서 LAI가 1.4로 가장 낮았던 것도 잎이 상대적으로 작아진 것을 실증하였으며, 전주높이가 높아 일복시설 내에 산란광(광자량)이 증가할 때 잎이 작아지는 것을 확인하였다(표4-2).

경장과 경중은 칸 당 재식주수 54(행별 6) 와 72주(행별 8주)에서 차이 없으므로 줄기의 발달은 개체간 경쟁관계에서 억압되지 않은 것으로 나타났다(표4-3).

잎의 면적과 무게는 칸 당 재식주수 54(행별 6) 와 72주(행별 8주)에서 차이 없는 것으로 나타나 잎의 발달은 개체간 경쟁관계에서 억압되지 않은 것으로 생각된다(표4-4). 재식밀도

에 따른 LAI의 차이는 개체간의 크기차이보다 일정 면적에 정식한 주수에 따라 나타난 현상이다.

표4-2. 3년생 인삼에서 전주높이에 따른 잎의 생육특성(3반복 평균)

전주높이 (cm)	엽면적 (cm ²)	생엽중 (g/주)C	건엽중 (g/주)D	건엽중비율 D/C×100(%)	생비엽중 (g/dm ²)	LAI
140	465 a	8.0 ab	1.7 ns	21.9 ns	1.7 ns	1.8 a
150	476 a	8.7 a	1.8	20.6	1.8	1.9 a
160	438 a	8.2 a	1.7	21.1	1.9	1.7 a
170	340 b	6.6 b	1.4	22.2	1.9	1.4 b

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

표4-3. 3년생 인삼에서 재식밀도에 따른 경의 생육특성(3반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)A	건경중 (g/주)B	건경중비율 B/A×100(%)
54	83 ns	33 ns	4.7 ns	3.8 ns	0.6 ns	17.1 ns
72	80	33	4.7	3.8	0.6	15.4

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차
ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 * 칸 : 180cm × 90cm.

표4-4. 3년생 인삼에서 재식밀도에 따른 잎의 생육특성(3반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	엽면적 (cm ²)	생엽중 (g/주)C	건엽중 (g/주)D	건엽중비율 D/C×100(%)	생비엽중 (g/dm ²)	LAI
54	442 ns	8.2 ns	1.7 ns	21.7 ns	1.9 ns	1.5 b
72	418	7.6	1.6	21.2	1.8	1.9 a

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차
ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 * 칸 : 180cm × 90cm.

3년 생 인삼에서 전주높이에 따른 근의 생장 차이는 나타나지 않았다. 근장 21.4-21.9cm, 근 직경 19.5mm-21.0mm, 생근중 26.4g-27.3g, 건근중 6.9g-7.2g로 전주높이의 고저에 따른 수광량의 차이가 3년 생 근 생장에 미친 영향은 없었다고 판단된다(표4-5).

칸당 생근수량은 생근중, 칸당 재식주수와 생주율에 의하여 결정될 것인데, 칸당 생근수량

은 전주높이에 따른 차이가 유의하지는 않았다. 전주높이가 낮은 140cm에서 1.2kg로 제일 낮았고, 170cm에서 1.5kg로 가장 높았던 것은 생주율과 같은 경향이므로 생주율과 무관하지 않다고 생각되어 전주높이에 따른 생주율 및 근의 생육 차이는 계속 검토되어야 한다.

표4-5. 3년생 인삼에서 전주높이에 따른 근의 생육특성(3반복 평균)

전주높이 (cm)	근장 (cm)	근직경 (mm)	지근수 (개)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근중 비율(%)	생근수량 (kg/칸)
140	22 ns	21 ns	1.8 ns	27.3 ns	7.2 ns	26.4 ns	1.2 ns
150	21	20	1.9	26.6	6.9	25.9	1.4
160	22	20	2.3	27.2	7.0	25.7	1.4
170	22	20	2.0	26.4	6.9	26.1	1.5

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음.

근장과 근직경에서 각각 22cm로 54주와 72주간에 차이 없었다. 그러나 생근중은 재식밀도간에 차이가 있어 54주에서 28.3g로 72주의 25.4g보다 높아 재식밀도가 낮은 곳에서 더 크게 자란 것으로 나타났다(표4-6). 다만, 칸 당 생근수량의 차이가 없었던 것은 재식밀도에

표4-6. 3년생 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 생육특성(3반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	근장 (cm)	근직경 (mm)	지근수 (개)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	건근중 비율(%)	생근수량 (kg/칸)
54	22 ns	20.3 ns	2.2 a	28.3 a	7.4 ns	26.1 ns	1.3 ns
72	22	20.2	1.8 b	25.4 b	6.6	26.0	1.5

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 * 칸 : 180cm × 90cm.

따른 생근중의 차이가 보다 칸 당 재식주수를 높인 것이 보상되었기 때문이다. 따라서 재식밀도에 따른 근의 생장 발육의 변화는 4년, 5년 및 6년 생에서 계속 검토되어야 한다.

2) 4년생 생육특성(2001년 조사)

4년생에서 전주높이 140cm에서 생주율이 낮고 건엽중은 높은 경향으로 나타났으나, 전주높이 140, 150, 160 및 170cm에서 생주율과 주 당 건엽중의 차이는 인정되지 않았다. 그러나 주 당 건엽중은 전주높이 170cm에서 1.32g로 가장 낮았고 140, 150 및 160cm 간에는 일

정한 경향을 보이지 않았다(표4-7).

표4-7. 4년생 인삼에서 전주높이에 따른 인삼의 경엽의 생육 특성(3반복 평균)

전주높이 (cm)	생주율 (%)	건경중 (g/주)	건엽중 (g/주)
140	72.0 ns	1.5 a	2.5 ns
150	82.2	1.4 ab	2.1
160	79.9	1.5 a	2.1
170	81.6	1.3 b	1.7

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차.

생주율 및 건엽중은 칸 당 54주와 72주 정식에서 차이가 없으나, 건경중은 54주에서 1.48g로 72주의 1.37g 보다 높아, 54주 보다 72주에서 주당 줄기 생장이 낮은 것으로 나타나 차광재료와 재식밀도 시험결과와 같은 경향으로 나타났다(표4-8).

표4-8. 4년생 인삼에서 재식밀도에 따른 경엽의 생육 특성(3반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	생주율 (%)	건경중 (g/주)	건엽중 (g/주)
54	79.2 ns	1.5 a	2.2 ns
72	78.7	1.4 b	2.0

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 * 칸 : 180cm × 90cm.

표4-9. 4년생 인삼에서 전주높이에 따른 근의 생육 특성(3반복 평균)

전주높이 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중비율 (%)	수삼수량 (kg/칸*)
140	7.4 ns	27.5 ab	54.9 ns	28.0 ns	2.2 b
150	7.1	28.1 a	53.9	28.2	2.5 ab
160	7.7	28.2 a	59.9	28.0	2.7 a
170	7.5	27.1 b	56.3	28.5	2.5 ab

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 * 칸 : 180cm × 90cm.

수삼뿌리의 발달에서 동장 및 주 당 생근중은 전주높이에 따른 차이가 보이지 않았으나, 동직경은 150, 160cm에서 비교적 더 커서 우량하였다(표4-9). 칸 당 수삼수량은 전주높이 160cm에서 수삼수량이 2.7kg으로 가장 높았으나, 전주높이 140cm은 2.2kg으로 가장 낮아 적합한 해가림 구조라 할 수 없다. 전주높이 150, 160 및 170cm에 대하여 더 검토되어야 한다.

4년생 인삼에서 동직경은 칸 당 재식주수 54주가 72주에 비하여 더 양호하였으며, 생근중도 54주가 59g으로 72주의 53g보다 6g 더 높았다. 그러나 건근중비율 및 칸당 수량은 차이가 인정되지 않았다(표4-10).

표4-10. 4년생 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 생육 특성(3반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중비율 (%)	수삼수량 (kg/칸)
54	7.4 ns	28.2 a	59.0 a	28.2 ns	2.3 ns
72	7.4	27.2 b	53.4 b	28.2	2.6

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

* 칸 : 180cm × 90cm.

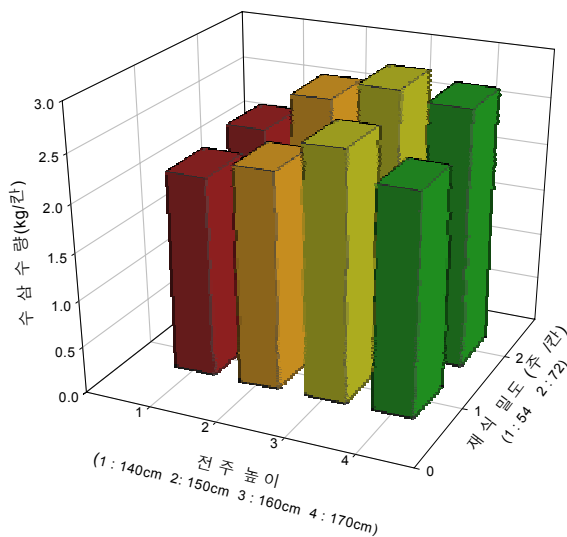


그림4-1. 4년생 인삼에서 전주높이와 재식밀도에 따른 수삼수량 (2001).

4년생 인삼에서 칸 당 수삼수량은 전주높이 160cm에서 가장 높았으며, 150 및 170cm에서 차이가 인정되지 않았다. 재식주수 간에 통계적 차이는 인정되지 않았는데, 생근중이 54주에서 72보다 더 높으나 재식주수 차이에 의하여 나타난 현상이라고 본다. 전주높이 150, 160 및 170cm에 대하여 더 검토되어야 한다.

3) 5년생 생육특성(2002년 조사)

전주높이에 따른 5년생에서 생주율은 73-75%로 4년생 각각의 차광재료에서 생주율 72-82%에 비하여 낮았다. 줄기의 길이와 굵기는 전주높이에 따른 차이는 보이지 않았으나 생경중은 전주높이 140cm에서 가장 높았다(표4-11). 엽장은 전주높이에 따른 차이가 없었다.

표4-11. 5년생 인삼에서 전주높이에 따른 경엽의 생육 특성(3반복 평균)

전주높이 (cm)	생주율 (%)	생존주수 (주/칸)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)	건경중 (g/주)	엽장 (cm)
140	72.5 ns	45.2 ns	50.0 ns	8.6 ns	4.0 a	1.7 ns	21.2 ns
150	74.7	47.5	49.8	8.6	3.6 ab	1.7	21.1
160	73.6	46.5	49.2	8.6	3.0 ab	1.8	20.7
170	73.9	46.3	48.7	8.5	2.9 c	1.8	20.1

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

칸 당 재식 밀도에 따른 생주율은 73.2-74.2%로 차이가 없으며, 4년 생에서 78.7-79.2%로 동일한 경향을 보였다. 따라서 차광판 지붕에서 생주율이 벗짚지붕이나 차광망 지붕에 비교

표4-12. 5년생 인삼에서 재식밀도에 따른 경엽의 생육 특성(3반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	생주율 (%)	생존주수 (주/칸)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)	건경중 (g/주)	엽장 (cm)
54	74.2 ns	40.1 b	49.0 ns	8.7 ns	3.5 ns	1.8 ns	21.0 ns
72	73.2	52.7 a	49.8	8.5	3.3	1.8	20.4

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차
ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음 * 칸 : 180cm × 90cm.

적 높게 나타난 것으로 판단되고, 또한 재식밀도에 따른 일정한 경향도 없어 72주 수준이라 면 밀식에 따라 생주율이 낮아진다고 볼 수 없다(표4-12).

경장과 경직경의 생장은 재식밀도에 따른 차이가 인정되지 않았다. 고년근에서 지상부 생장차이에 재식밀도와 차광재료가 각각 어떻게 영향하는지 더 조사할 필요가 있다(표4-12).

뿌리의 발달에서 근장, 동장 및 동의 굵기 모두 전주높이에 따라 차이가 없으며, 칸 당 수량도 2.7-3.4kg로 전주높이별 차이가 인정되지 않았고 또 일정한 경향을 보이지 않았다(표 4-13).

표4-13. 5년생 인삼에서 전주높이에 따른 근의 생육 특성(3반복 평균)

전주높이 (cm)	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	수량 (kg/칸)
140	25.1 ns	7.6 ns	33.4 ns	83.9 ns	20.5 ns	2.7 ns
150	24.0	7.6	34.1	84.5	20.8	3.0
160	24.2	7.3	34.2	91.1	22.7	3.4
170	24.3	7.2	33.7	82.3	21.0	3.0

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음.

그러나 칸 당 뿌리의 수량의 차이가 없었다고 하여도 전주높이에 따라 생산되는 뿌리의 크기가 다르면 품질 즉 상품적인 가치는 달라진다. 그러므로 수확된 뿌리를 크기별로 A: 87g 이상, B: 65g이상~87g미만, C: 40g이상~65g미만, D: 40g미만으로 구분하고, 크기별로 뿌리 수 비율을 조사하여 그림4-4에 나타내었다. 전주높이 160cm는 칸당 수량이 비교적 높았으나 차이가 인정되지 않아도 87g 이상의 뿌리수가 많았으며, 40g 미만의 뿌리수가 적어 가장 적었다. 한편 150cm 와 170cm는 87g 이상의 뿌리수가 적고 40g 미만은 많아 같은 수준의 수량이라 하여도 품질이 낮아 가치로 보면 차이가 있다. 수삼의 수량과 품질을 고려한 적합한 전주높이는 160cm라고 할 수 있다.

근장이나 동장은 재식밀도에 따른 차이가 없으나 수삼뿌리의 굵기는 54주에서 34.5mm로 72주의 33.2mm 보다 더 크다. 주당 생근중도 54주에서 88.2g로 72주의 82.7g보다 더 커서 재식밀도에 따른 차이를 인정할 수 있었다. 그러나 칸 당 수량에서 54주와 72주간에 차이가 인정되지 않았던 것은 칸 당 재식주수를 증가하였어도 생주율 차이(73-74%)가 없어 밀식에서 칸 당 수확 개체수가 더 많았기 때문이다(표4-14).

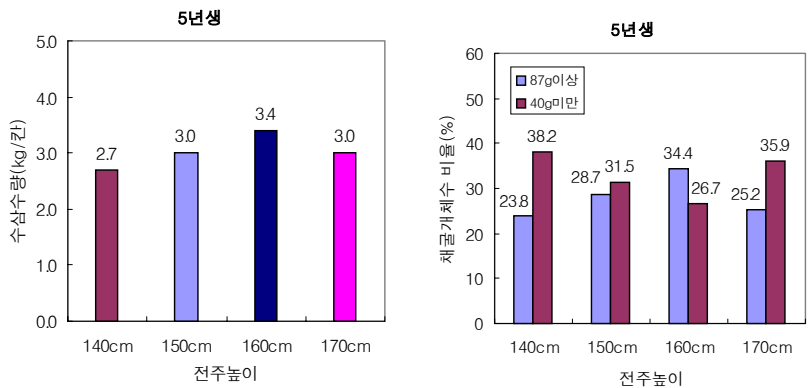


그림4-2. 5년생 인삼에서 전주높이에 따른 수삼수량과 가중치.

표4-14. 5년생 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 생육 특성(3반복 평균)

재식밀도 (주/칸*)	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주t)	수량 (kg/칸)
54	24.7 ns	7.4 ns	34.5 a	88.2 a	22.0 a	2.9 ns
72	24.1	7.5	33.2 b	82.7 b	20.5 b	3.2

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5%의 유의차

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

* 칸 : 180cm × 90cm.

그러나 재식밀도별 수삼뿌리를 크기별로 구분한 비교에서 칸 당 54주 정식에서 수삼수량 2.9kg 중에 87g 이상의 수삼뿌리는 32.2% 이고, 72주 정식에서 수삼수량 3.2kg 중에 87g 이

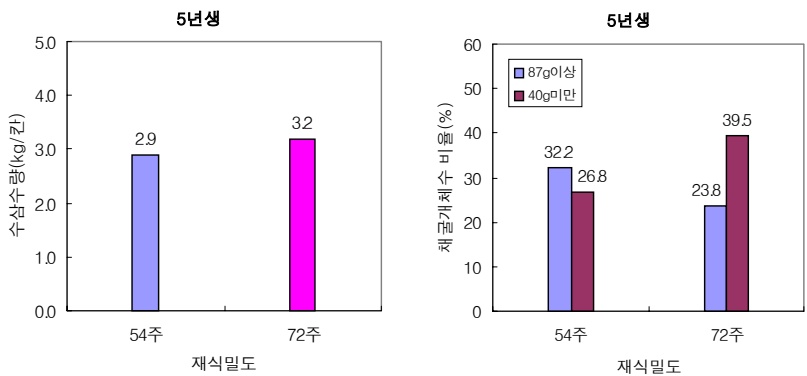


그림4-3. 5년생 인삼에서 전주높이와 재식밀도에 따른 수삼수량과 채굴개체수 비율.

상의 수삼뿌리는 23.8%로 낮았고 40g 미만의 뿌리수가 더 적은 것으로 나타났다(그림4-3). 그리고 수삼크기별로 가중치를 두어서 계산한 결과에서(표4-15) 54주와 72주는 서로 차이가 인정되지 않았다. 따라서 본 시험에서 적정 재식밀도는 54(9×6)주로 나타났으나 그보다 다소 높은 63(9×7)주가 수삼뿌리의 크기와 수량을 고려한 안정적 칸 당 재식밀도는 63주라고 판단한다.

표4-15. 5년생 인삼에서 재식밀도에 따른 인삼 근의 크기별 가중치 비교

재식밀도 (주/칸)	합계	뿌리 등급			
		A	B	C	D
54	1302.9 ns	878.2 ns	266.1 ns	124.0 ns	34.6 b
72	1327.2	831.4	288.1	146.5	61.3 a

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

무계등급 (및 가중치) : A; 87g 이상(1.3), B; 65g이상~87g미만(1.0),
C; 40g이상~65g미만(0.6), D; 40g미만(0.3).

전주높이에 따른 조사포넌 함량은 3년생과 5년생 인삼은 각각 12.5~16.3%와 11.3%~13.7%로 전주높이에 따른 통계적 차이가 없었으나 4년생은 140cm가 16.8%로 가장 높았고 160~170cm가 9.1~9.7%로 낮게 나타났다.

재식밀도에 따른 조사포넌 함량은 3년생과 5년생 인삼은 각각 14.3~15.3%와 12.5%~13.5%로 통계적 차이가 없었다(표4-16). 그러나 4년생은 칸 당 재식밀도 54주가 13.3%로 72주의 11.2%보다 높게 나타났다. 그러나 분석된 조사포넌함량이 기존에 보고된 결과에 비하여 큰 차이로 높게 나타나 계속 조사가 필요하다(표4-17). 기존의 보고된 조사포넌 함량에 비하여 지나치게 높아 6년근에서 별도로 조사하여 보고할 것이다.

표4-16. 년생별 전주높이에 따른 인삼 근의 조사포넌 함량(%)

전주높이(cm)	년생			
	3년생	4년생	5년생	
140	15.4 ns	16.8 a	11.3 ns	
150	16.3	13.4 b	13.5	
160	12.5	9.7 c	13.7	
170	15.0	9.1 c	13.6	

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

표4-17. 년생별 재식밀도에 따른 인삼 근의 조사포님 함량(%)

재식밀도(주/칸)	년생			
	3년생	4년생	5년생	
54	15.3 ns	13.3 a	13.5 ns	
72	14.3	11.2 b	12.5	

ns : 통계적 차이가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

제 4 절 적 요

비누수 차광판을 차광재료로 하여 전·후주연결식 일복구조에서 전주높이를 달리하여 미기상환경을 조성하고 인삼의 생육과 수삼의 발달을 칸 당 45주와 72주에서 3, 4, 5년 생을 각각 조사하였다.

1. 전주높이별 생주율은 3년생에서 70-91%로 차이를 보였으나 4년 생보다 5년 생에서 차이가 적어졌고, 5년 생에서 72-74%로 전주높이별로 차이는 없었다. 또한 재식밀도간에도 생주율 차이는 없었다.
2. 3년 생에서 건경중은 0.6g이고, 생근중은 26-27g으로 전주높이별 차이는 없으나 45주에서 28g로 72주 보다 더 높았으나, 수삼수량은 전주높이와 칸 당 재식주수 간에 차이가 없었다.
3. 4년 생에서 건경중은 3년생에 비하여 2배 이상인데 전주높이 170cm에서 1.4g로 가장 낮았으나 차이는 없었고, 칸 당 재식주수가 적은 54주에서 1.5g로 더 높았다. 생근중은 54-60g로 전주높이 140cm에서 가장 낮고 160cm에서 가장 높고 다시 170cm에서 감소하였다. 그리고 45주에서 59g로 칸 당 재식주수를 적게 할 때 주당 생근중은 더 높았다. 칸 당 수삼수량은 2.2-2.7kg로 전주높이별 차이가 없었으나 전주높이 160cm에서 가장 높았다.
4. 5년 생은 생근중 82-91g로 전주높이 160cm에서 가장 높았으나 170cm에서 다시 감소하였고, 45주에서 88g로 칸 당 재식주수를 적게 할 때 주당 생근중은 더 높게 나타났다. 칸 당 수삼수량은 2.7-3.4g로 전주높이 160cm에서 가장 높았다. 5년 생 수삼을 크기별로 구분하여 평가하면 전주높이 160cm에서 생산된 수삼이 가장 우수하였고, 칸 당 재식주수

45주에서 72주에 비하여 큰 수삼의 비율이 더 높았다.

5. 수삼에 조 사포닌 함량은 전주높이에 따른 3년과 5년생에서 조 사포닌 함량은 전주높이에 따른 통계적 차이가 없었으나 4년생은 140cm에서 16.8%로 가장 높았는데, 전체적으로 기존의 보고보다 월등히 높아 계속 검토되어야 한다.

제 5 장 비누수 차광판의 일복시설에서 수량제고를 위한 광폭두둑재배 가능성 검정시험

제 1 절 시설

인삼재배에서 일복시설은 온도가 높은 낮에 식물이 직접 태양복사와 접하는 것을 막고, 또 일복구조 내에서 통풍을 원활하게 하여 한 여름 일복 내의 온도가 인삼에 적합한 상태를 유지하기 위해 만들어진다. 일복구조와 차광재료는 온도와 강우상태에 따라 달라진다. 우리나라는 여름에 온도가 인삼의 적온보다 더 높고, 또 여름 우기에 집중적인 강우로 토양이 과습하게 경과하기 쉬워 두둑을 높이고 있다. 그러나 우기 이전 5, 6월은 비교적 강수량이 적어 인삼재배에서 수분을 공급하는 경우도 있어 두둑의 높이와 폭의 결정은 단순하지 않다.

인삼 포장은 인삼을 심는 두둑과 통로로 구분된다. 재래식 관행의 일복시설은 두둑과 통로의 폭을 동일하게 90cm로 하고, 두둑의 상면을 고랑에서 30cm 높이기 위하여 통로에 흙을 상면으로 올리는데 65° 경사를 두어 상면이 통로로 처지는 것을 방지한다. 그런데 개량된 차광망 일복시설에서는 같은 방법으로 두둑을 만들지만 두둑과 통로의 폭을 각각 90cm, 80cm로 하여 통로의 폭을 10cm 줄이어서 권장하고 있다. 그런데 포장관리의 편이를 감안하여 다수의 농가포장은 기존의 재래식 관행과 동일한 90 : 90으로 두둑을 만드는 것으로 알려져 있다.

인삼재배에서 통로에 비하여 두둑의 면적 비율을 더 높이므로 인삼수량을 더 높일 수 있다고 생각할 수 있으나 통로가 좁아지면 고년근으로 갈수록 관리작업이 불편하여 오히려 불리할 수 있다. 또한 통로는 포장을 관리하는데 필요한 공간의 역할뿐만 아니라 일복 내에 미세기상에 영향 한다. 3년생 이후가 되면 일복 내에 광량이 부족하여 인삼 줄기와 잎은 전주 편 통로 쪽으로 기울어지므로 지주를 박고 줄을 띄워 쓰러지는 것을 방지하고 있다. 그러나 후주 편은 화창한 맑은 날이 아니면 전 기간에 걸쳐 광량이 부족한 상태로 경과하게 된다.

차광망은 망 사이로 여름 우기에 누수에 따른 피해가 예상되지만 차광판은 누수의 염려가 없으므로 두둑의 폭을 더 넓힌다 하여도 누수에 따른 두둑토양의 과습을 피할 수 있다. 따라서 일복자재에 따른 시설의 구조를 변화시켜 두둑면적의 비율을 더 증가시키면 일정면적

에서 수삼수량을 더 향상시킬 수 있다.

두둑의 폭을 더 확대함에 따라 후주의 높이는 100cm로 동일하게 하여도 전주편의 높이는 더 높아져도 후주 편은 차광판의 폭이 더 넓어서 광량은 더 낮을 수 있다. 본 시험은 광폭 재배에서 전주의 높이를 달리하고 칸 당 재식주수에 변화를 주어서 인삼의 생육 및 수삼의 수량과 품질의 차이를 비교 검토하였다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1999년에 인삼시험포장(영남대학교 시험포장)의 예정지 관리를 하고 , 광폭재배는 두둑넓이 110cm, 이랑 90cm로 하였고, 표준재배는 두둑넓이 90cm로 하였고 두둑높이는 30cm로 하였다. 두둑방향은 동서방향에서 남으로 20도의 편각의 두어 정하였다. 정식은 2000년 3월 23일 처리내용에 따라 수행하였다.

1. 처리내용

1) 해가림 시설구조 및 차광재료 : 후주 연결식. 비누수 차광판

2) 처리구분 : 전주높이(cm) - 두둑폭(cm) : 이랑폭(cm) ;

표 준 : 150 - 90 : 90 ; 전주높이 표준, 두둑과 이랑의 비율은 표준

광폭 1 : 158 - 110 : 90 ; 전주높이 표준, 두둑 폭은 확대

광폭 2 : 165 - 110 : 90 ; 전주높이를 높임, 두둑 폭은 확대

후주높이(100cm)와 이랑 폭(90cm)은 동일하게 함.

3) 재식밀도: 각각의 일복구조에서 칸 당 9행으로 일정하게 하고, 두둑 폭에 따라 행별 주수를 달리함.

두둑 폭 90cm에서 칸 당 재식주수(칸 당 행수×행 당 주수) :

① 45주(9 × 5), ② 54주(9 × 6), ③ 63주(9 × 7), ④ 72주(9 × 8)

두둑 폭 110cm에서 칸 당 재식주수(칸 당 행수×행 당 주수) :

① 63주(9 × 7), ② 72주(9 × 8), ③ 81주(9 × 9), ④90주(9 × 10),

4) 포장비치 : 각각의 광폭 재배에서 재식주수별 난피법 배치 4반복

- 5) 채굴시기 : 3년생(2001년 10월 5일)
4년생(2002년 10월 23일)

6) 조사항목

- 지상부 조사 : 생주율, 경장, 경직경, 경중, 엽중, 엽면적
지하부 조사 : 근장, 동장, 동직경, 지근수, 생근중, 수량

제 3 절 광폭 두둑재배에서 인삼의 생육과 수량

비누수 차광판 전·후주연결식의 전주높이 150cm의 일복구조에서 두둑과 이랑 폭 각각 90cm를 표준으로 하였다. 광폭재배는 동일한 전·후주연결식에서의 전주높이를 2수준(광폭 1, 광폭 2)으로 달리하고, 두둑과 이랑 폭을 각각 110cm, 90cm로 하였다. 후주높이는 모두 100cm로 동일하게 하였다. 3년, 4년 생 인삼의 경엽 및 뿌리부분의 생육특성을 조사 정리하였다.

1) 3년생 생육특성(2000년 조사)

3년 생(이식 후 2년)에서 생주율은 광폭 2(전주높이를 높인 광폭재배: 165 / 110)에서 생주율 80%로 표준(150 / 90)에서 88%에 비하여 낮았다. 그리고 광폭 2에서 경장, 주당 엽면적 및 LAI가 가장 낮고, 생경중, 생엽중이 낮은 것은 전체적으로 지상부 생장량이 적었던을 나타낸다. 그러나 표준(150 / 90)과 광폭 1(표준높이 광폭재배: 158 / 110) 간에는 경엽의 생장에서 차이가 없었다(표5-1).

표5-1. 다른 두둑 폭 및 전주높이에서 성장한 3년생 인삼의 경엽 특성

처리 구분	전주높이 /두둑넓이 (cm)	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)	건경중 (g/주)	엽면적 (cm ² /주)	LAI	생엽중 (g/주)	건엽중 (g/주)
표준	150 / 90	88.3 a	32.0 a	4.6 ns	3.7 a	0.57 a	534 a	1.9 b	8.5 a	2.0 ns
광폭1	158 / 110	85.8 ab	30.9 b	4.5	3.4 a	0.56 a	540 a	2.1 a	8.8 a	2.0
광폭2	165 / 110	80.0 b	29.8 b	4.4	2.9 b	0.51 b	483 b	1.9 b	7.8 b	2.0

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

생주율과 줄기와 잎의 생장은 재식밀도 간에 차이가 인정되지 않았다(표5-2). 생주율은 82-86%, 경장은 30.3-31.7cm, 경직경은 4.4-4.6mm, 엽면적 495-529cm² 모두 차이가 인정되지 않았다. 또한 생경중, 건경중, 생엽중, 건엽중 모두 차이가 인정되지 않았다. 그러나 LAI는 칸 당 재식주수가 많을수록 높았고 가장 적은 45주에서 45주에서 가장 낮았는데, 주별 잎면적 크기의 차이와는 무관하고 일정면적에 정식된 주수가 많아짐에 따른 현상이라고 생각된다(표5-2). 종합적으로 3년 생 인삼에서 줄기와 잎의 발달은 광폭재배에서 비교적 작았고 특히 전주높이가 높을 때 더 작았다고 할 수 있으나 재식밀도에 따른 차이는 없었다.

표5-2. 다른 일복구조 및 재식밀도에서 성장한 3년생 인삼의 경엽 특성

재식밀도 (주/칸*)	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)	건경중 (g/주)	엽면적 (cm ² /주)	LAI	생엽중 (g/주)	건엽중 (g/주)
45(63) ¹	86.1 ns	31.2 ns	4.6 ns	3.5 ns	0.56 ns	527 ns	1.6 c	8.6 ns	2.08 a
54(72)	86.0	30.3	4.5	3.3	0.54	525	1.9 b	8.5	2.08 a
63(81)	85.0	30.7	4.4	3.2	0.53	495	2.0 b	7.9	1.81 b
72(90)	81.7	31.5	4.5	3.5	0.56	529	2.4 a	8.6	2.01 a

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

¹ : () 내에 주수는 광폭재배에서 칸 당 재식주수를 나타냄

*칸 : 표준; 180cm × 90cm, 광폭; 180cm × 110cm.

3년생인삼에서 근장은 20-21cm로 표준에서 광폭1과 광폭 2에 비하여 작은 편이나 큰 차이는 아니며, 동장, 동직경, 지근수 및 주당 생근중은 그 차이가 없었다. 그러나 동일한 면적

표5-3. 다른 두둑 폭 및 전주높이에서 성장한 3년생 인삼뿌리의 주요 특성

처리 구분	전주높이 /두둑넓이 (cm)	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	지근수 (개)	생근중 (g/주)	수량 ¹ (kg/칸)
표준	150 / 90	20.7 b	7.7 ns	20.4 ns	1.5 ns	31.4 ns	1.4 b
광폭1	158 / 110	21.5 a	8.0	20.6	1.7	31.7	1.8 a
광폭2	165 / 110	21.1 a	8.0	20.3	1.8	30.8	1.5 b

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

¹: 동일한 면적으로 환산된 수량

으로 환산한 수삼수량은 광폭재배에서 표준재배보다 비교적 높게 나타났는데, 광폭 2는 표준과의 차이가 인정되지 않았다(표5-3). 이러한 현상은 광폭재배에서 두둑면적의 비율이 표준에 비하여 더 큰 것과 광폭 2에서 경엽의 발육이 부진한 것과 관련 있는 것으로 추정한다.

3년생의 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 발육은 차이를 보이지 않았다. 칸 당 수량은 칸 당 재식주수 45주, 54주, 63주 및 72주에서 각각 1.3kg, 1.5kg, 1.6kg, 1.7kg로 재식밀도가 높을수록 근 수량이 증가하는 경향을 보였고, 45주에서 가장 낮았다. 따라서 재식밀도에 따른 개체간 근의 발육상의 경쟁은 나타나지 않은 것으로 생각되며, 수삼수량은 재식주수 증가에 따른 결과라고 판단된다(표5-4). 경엽의 경우와 같이 개체발육에 있어 경쟁이나 억제가 없었던 것으로 판단할 수 있다.

인삼재배에서 문제가 되는 적변삼의 출현이 광폭재배시험에서 심하게 나타나 전반적으로 뿌리의 생장이 저조하였다.

표5-4. 다른 일복구조 및 재식밀도에서 성장한 3년생 인삼뿌리의 주요특성

재식밀도 (주/칸*)	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	지근수 (개)	생근중 (g/주)	수량 ¹ (kg/칸)
45(63) ²	20.9 ns	7.9 ns	21.0 ns	1.7 ns	32.3 ns	1.4 b
54(72)	21.1	7.9	21.0	1.8	32.1	1.5 ab
63(81)	21.1	7.9	19.5	1.5	29.6	1.6 ab
72(90)	21.2	7.9	20.4	1.7	31.3	1.7 a

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

¹: 동일한 면적으로 환산된 수량임

²: () 내에 주수는 광폭재배에서 칸 당 재식주수를 나타냄

*칸 : 표준; 180cm × 90cm, 광폭; 180cm × 110cm.

2) 4년생 인삼의 생육특성

4년생인삼에서 생주율은 69-71%로 낮은 편이고 처리간에 차이가 없었다. 특히 3년생의 생주율 80-88%보다 10% 이상 낮아, 4년 생의 출현개체수가 적은 것으로 나타났다. 경장은 47-51.4cm인데 광폭 1에서 제일 크고 표준과 광폭 2는 차이가 없었다. 경직격은 7.6-7.9mm로 처리간에 차이가 없었다(표5-5). 경엽이 출현하여 생육 중기까지 비교적 양호한 편이었으나 중기 이후 실험포장 전반에서 잎의 노화가 빠르게 오고 황변과 조기낙엽연상이 나타났다.

표5-5. 다른 두둑 폭 및 전주높이에서 성장한 4년생 인삼의 경엽 특성

처리 구분	전주높이 / 두둑넓이 (cm)	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
표준	150 / 90	69.4 ns	47.6 b	7.7 ns	1.9 ns	18.6 ns	6.4 ns
광폭1	158 / 110	70.7	51.4 a	7.9	1.8	17.9	6.2
광폭2	165 / 110	69.5	48.5 b	7.6	1.8	18.2	6.4

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음
수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

생주율과 줄기와 잎의 생장은 재식밀도 간에 차이가 인정되지 않았다(표5-6). 생주율은 67.3-72.7%로 일정한 경향을 보이지 않았고, 경장 약 49cm, 경직경 7.6-7.8 mm, 모두 차이가 인정되지 않았다. 중기 이후 실험포장 전반에서 잎의 노화가 빠르게 오고 황변과 조기낙엽현상이 나타나 재식밀도에 따른 차이를 판단하는데 어려움이 있었다.

표5-6. 4년생 인삼에서 재식밀도에 따른 경엽의 생육 특성

재식밀도 (주/칸*)	생주율 (%)	경장 (cm)	경직경 (mm)	생경중 (g/주)	엽장 (cm)	엽폭 (cm)
45(63) ¹	68.6 ns	49.3 ns	7.8 ns	1.9 ns	18.5 ns	6.3 ns
54(72)	70.9	48.7	7.8	1.8	18.0	6.3
63(81)	72.7	49.1	7.6	1.7	18.7	6.5
72(90)	67.3	49.8	7.7	1.8	17.7	6.3

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음
¹: () 내에 주수는 광폭재배에서 칸 당 재식주수를 나타냄
*칸 : 표준; 180cm × 90cm, 광폭; 180cm × 110cm.

4년생 인삼에서 근장은 23cm, 동장 7.6-7.8cm, 동직경 26.1-26.6mm로 표준, 광폭1,과 광폭 2 모두 처리간에 차이가 없었다. 주당 생근중은 46.6-49.7g으로 광폭2에서 다소 크지만 전체적으로 그 차이가 없었다. 그러나 동일한 면적으로 환산한 수삼수량은 광폭재배에서 표준재배보다 비교적 높게 나타났는데, 광폭 2는 표준과의 차이가 인정되지 않았다(표5-7). 이러한 현상은 광폭재배에서 두둑면적의 비율이 표준에 비하여 더 커서 재식주수가 더 많은 것과 관련 있는 것으로 추정한다(표5-7).

4년생의 인삼에서 재식밀도에 따른 근의 발육에서 근장과 동장은 차이를 보이지 않았으나 동직경은 재식주수가 적을 때 굵었고, 지근수는 반대의 경향을 보였다. 주 당 생근중은 45.3-50.3g으로 재식주수가 적을수록 생근중은 큰 것으로 나타났으나 그 차이는 작았다. 칸 당 수량은 칸 당 재식주수 45주, 54주, 63주 및 72주에서 각각 1.4kg, 1.7kg, 1.7kg, 1.8kg로 45주에서 가장 낮았으나 54주 이상에서 그 차이는 인정되지 않았다.

표5-7. 다른 두둑 폭 및 전주높이에서 성장한 4년생 인삼뿌리의 주요 특성

처리 구분	전주높이 / 두둑넓이 (cm)	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	지근수 (개)	생근중 (g/주)	수량 ¹ (kg/칸)
표준	150 / 90	23.0 ns	7.6 ns	26.1 ns	1.9 ns	47.7 ns	1.4 b
광폭1	158 / 110	23.0	7.8	26.2	1.9	46.6	1.8 a
광폭2	165 / 110	23.0	7.7	26.6	1.9	49.7	1.8 a

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차

¹: 동일한 면적으로 환산된 수량임.

광폭재배에서 칸 당 적정 재식주수는 54-63주가 비교적 안정적이라 생각된다. 본 시험은 인삼재배에서 문제가 되는 적변삼의 출현이 심하게 나타나 전반적으로 뿌리의 생장이 저조하였다(표5-8).

표5-8. 다른 일복구조 및 재식밀도에서 성장한 4년생 인삼뿌리의 주요특성

재식밀도 (주/칸 [*])	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	지근수 (개)	생근중 (g/주)	수량 ¹ (kg/칸)
45(63) ²	23.1 ns	7.6 ns	27.1 a ¹	2.0 a	50.3 a	1.4 b
54(72)	22.9	7.6	26.8 ab	2.0 a	49.2 a	1.7 a
63(81)	22.9	7.8	25.8 bc	1.8 b	47.3 ab	1.7 a
72(90)	23.1	7.8	25.6 c	1.9 b	45.3 b	1.8 a

ns : 통계적 유의차가 인정되지 않음

수직에 다른 문자는 던컨다중검정에 의한 5% 유의차.

¹: 동일한 면적으로 환산된 수량임

²: () 내에 주수는 광폭재배에서 칸 당 재식주수를 나타

*칸 : 표준; 180cm × 90cm, 광폭; 180cm × 110cm.

3년생에서 주 당 생근중 31g에 비하면 4년생 46.6-49.7g로 성장량이 정상으로 보이나 정상적으로 성장한 4년생 53g에 비하면 낮은 편이다. 4년생에서 칸당 수삼수량 1.8kg은 지난해 3년생 수삼수량 1.4-1.8kg과 크게 차이 없으며, 또한 2001년 다른 시험에서 표준과 동일한 처리에서 수량(2.3kg)과 비교하여 현저하게 낮았다. 이와 같은 수삼수량이 낮은 것은 생주율이 전반적으로 낮고 본시험포장에서 나타난 심한 뿌리 적변현상이 인삼생육에 크게 영향을 준 것으로 판단된다.

본 시험이 수행된 포장은 3년생부터 뿌리에 적변 현상이 비교적 심하게 나타났으며, 4년생에서는 그 피해 양상이 더 심하였다. 칸 당 수삼의 수량을 보면 3년생과 4년생에서 차이가 없어 광폭재배의 효과를 평가함에 있어 어려움이 있었다.

제 4 절 적 요

비누수 차광판 전·후주연결식의 전주높이 150cm의 일복구조에서 두둑과 이랑 폭 각각 90cm를 표준으로 대비하였다. 광폭재배는 동일한 전·후주연결식에서의 전주높이를 2수준(광폭 1, 광폭 2)으로 달리하여 두둑과 이랑 폭을 각각 110cm, 90cm로 하였다. 3년, 4년 생 인삼의 경엽 및 뿌리부분의 생육특성을 조사 정리하였다.

1. 생주율은 3년 생에서 80-88%로 두둑형태에 따른 차이가 없으며, 칸 당 재식주수에서 81-86%로 차이가 없었다. 4년 생에서 두둑형태별로 69-71%, 그리고 재식주수에서 67-73%로 처리간에 차이가 없었다. 3년 생에 비하여 4년 15% 정도 낮아졌다.
2. 3년 생 표준재배가 광폭재배에 비하여 경장은 더 크고 생경중, 건경중은 더 무거운 것으로 나타났다. 광폭-2에서 엽면적, LAI 및 생엽중은 표준재배나 광폭-1에 비하여 낮았다.
3. 동장, 동직경 및 생근중은 두둑형태에 따른 차이가 없었다. 칸 당 수량은 광폭-1에서 1.8kg로 가장 높았으며, 칸 당 재식주수에 따라 수량은 1.4-1.7kg인데 칸 당 재식주수가 많을수록 수량이 증가하는 경향을 보였다.
4. 4년 생에서 경장은 광폭-1에서 51cm로 가장 크고, 경직경, 생경중 및 잎의 장과 폭은 두

독형태에 따른 차이가 없었고, 칸 당 재식주수에 따른 경엽의 성장차이는 없었다.

5. 수삼뿌리의 동장, 동직경 및 생근중은 두독형태에 따른 차이가 없으며, 칸 당 수량은 1.4-1.8kg로 저조하였다. 칸 당 재식주수에 따른 수량은 1.4-1.8kg로 재식주수 다소에 따라 수량차이를 보였다. 그러나 전체적으로 수량이 저조하고 적피삼이 많아 실험처리에 따른 수량차이로 해석하는데 무리가 있다.

제 6 장 삼집구조에 따른 인삼의 광합성속도과 미기상의 변화 및 상호연관성

제1절 서 설

식물은 생육기간중 환경변화에 대하여 다양한 조절기능을 통해서 불안정한 환경조건에서도 적극적으로 적응해 간다. 환경변화에 대한 적응능력은 여러 생리적 기능과 형태적 변화에 의해서 발휘되기도 하지만, 기능적 역할이 다른 기관상호가 조절기능을 나타내기도 한다. 특히, 수확물을 대상으로 하는 작물에 있어서는 환경인자의 변동에 대한 광합성기능의 실태와 물질분배, 근계 및 지상부 기관의 형태적, 생리적 기능과 상호관계를 이해하는 것이 중요하다.

반음지 또는 음지 환경에서 생육하고 있는 인삼도 각종 생태 환경요소의 지배를 받고 있는데, 특히 광량은 결정적인 영향을 미치는 중요한 환경인자로 알려져 있다.

광량은 모든 식물의 대사작용과 생장에 필요한 궁극적인 에너지원이며 광합성을 통해 그 에너지는 식물체내에 고정된다. 맑은 날 한낮에 지표면에서의 광량은 대략 $2000\mu\text{Es}^{-1}\text{m}^{-2}$ 를 보이지만 이들 값은 시간, 계절, 기상, 수광면의 경사 방향 및 경사도 등에 따라서 상당한 차이를 보이고 있다.

또한, 작물의 군락 내로 투입되는 광량은 군락을 구성하고 있는 작물의 품종, 재식밀도, 파종량 및 잎의 형태 등의 다양한 요인에 따라서 시간 및 공간적으로 끊임없이 변화하고 있다. 이와 같이, 작물 군락의 광조건은 작물의 생장에 따라 변화하게 되고 자연적으로 광량의 차이에 기인하는 광량의 부족으로 잎의 음엽화를 초래하며, 비엽면적의 증가, 뿌리 성장 억제, 잎의 조기노화와 수명단축 등 생장에 결정적인 영향을 미칠 뿐만 아니라, 군락 내의 광량은 잎의 광합성을 위한 에너지 제공과 함께 온도, 습도 및 토양수분 등의 작물 군락의 무기환경에 변화를 초래하므로써 작물의 생장 및 대사작용에 직, 간접적으로 영향을 미친다.

특히, 군락 내의 광량은 잎의 기공폐쇄에 영향을 주어 체내의 수분증산과 이에 따른 Potential의 구배를 유도하여 수분과 양분의 흡수와 이동을 제어하는 궁극적인 원인을 제공한다. 이와 같이 광인자와 밀접한 관계를 지닌 수분 또한 식물체의 대부분을 구성하면서 광합성작용, 세포의 삼투압 조절과 팽압유지, 각종 유·무기양분의 용매 등으로 이용되고 있어

작물의 생리활동에 반드시 필요한 중요 인자로 간주된다.

인삼재배에 관한 생리생태학적인 연구는 선진 각국의 여러 연구자에 의해서 다양한 결과가 보고되어 있지만, 재배 및 생태 환경이 다른 여건에 이들 연구 결과를 그대로 적용하는 것은 현실적으로 많은 문제를 안고 있다고 본다. 특히, 국내에서의 광에 관련한 인삼의 생리생태학적인 연구는 그 중요성에도 불구하고 시설과 측정 및 분석장비의 부족 등으로 매우 미흡한 실정에 있다.

따라서, 본 연구에서는 음지성 작물로 알려진 인삼에 대한 생리, 생태적 및 형태적 특성과 내음성 정도 및 물질생산조절기구에 미치는 영향 등을 조사하여 인삼의 근비대 및 건물생산 확립을 위한 조절기구를 구명으로서 유전적으로 우량한 약용작물의 안정된 공급과 최적 재배환경 조건을 통한 대량생산과 그의 재배법 정립에 기여하고자 한다.

제 2 절 재 료 및 방 법

1. 공시재료

본 시험은 2001에서 2002년까지 2개년에 걸쳐 영남대학교 부속농장에서 재배한 인삼 4, 5년생을 이용하여 실시하였다.

2. 처리내용

1) 일복재료에 따른 인삼의 광합성

일복재료 : ① 차광망 ②차광판

조사내용 : ① 광합성속도 ② 증산작용 ③ 기공전도도
④ 세포간극내 CO₂ ⑤ 엽록소함량

측정기기 : LI-6400

2) 차광판 일복에서 전주높이에 따른 인삼의 광합성

일복구조 : 후주연결식, 후주높이는 100cm로 일정

전주높이(cm) : 140, 150, 160, 170.

조사내용 : ① 광합성속도 ② 증산작용 ③ 기공전도도
④ 세포간극내 CO₂ ⑤ 엽록소함량

측정기기 : LI-6400

3. 조사방법 및 조사항목

정상적인 생육한 인삼 개체를 선발하여 완전 전개한 잎을 대상으로 광합성속도와 증산작용 및 기공전도도, 세포간극내 CO₂농도를 측정하였고, 광합성속도의 측정이 종료되면 잎의 엽록소함량을 SPAD로 조사하였다.

또한, 완전히 지상부의 측정항목이 종료된 개체에 대하여 줄기를 지면에서 1cm부근에서 절단하여 일비량을 24시간 측정하였으며, 측정이 끝난후 뿌리의 건물중을 측정하여 근중에 대한 일비량을 산정하였다.

광합성속도, 증산작용, 기공전도도, 세포간극내 이산화탄소는 LI-6400 휴대용광합성측정장치로 인공광선과 인삼포의 자연광하에서 자연광 챔버를 이용하여 측정하였고, 일비량은 고무호스를 3cm정도로 절단후 상단부에 약솜을 넣어 줄기에 삽입시킨후 시간이 경과함에 따라 약솜의 무게를 달아 줄기로부터 나온 액을 측정하였다.

삼집재료 및 구조에 따른 인삼잎의 형태적 특성을 알아보기 위해 인삼잎의 엽육조직을 주사전자현미경을 이용하여 측정하였다. 시편준비는 인삼잎을 가로×세로가 1cm를 넘지 않게 예리한 칼로 자른 뒤, 인산버퍼로 세척하여 2.5% GA용액을 넣고 가볍게 흔든 다음, 감압시켜 고정액이 세포조직내로 충분히 스며들 수 있도록 하였고 처리시간은 6시간정도 고정시켰다. 고정된 시편을 탈수시킨 후 건조하여 주사전자현미경 XL 30 SEM TMP로 관찰하였다.

제 3 절 시험결과 및 고찰

1. 삼집재료에 따른 인삼의 생리적 반응

(1) 삼집구조에 따른 인삼의 광합성속도, 증산작용, 기공전도도의 변화

서로 다른 삼집재료에서 생육한 인삼잎에 대하여 광합성속도, 증산작용, 기공전도도, 엽록소 등의 변화를 측정하였으며 이들 관련형질간의 연관성을 검토한 결과 그림 6-1~6-9에 나타내었다.

그림6-1은 삼집재료별 광강도에 따라 광합성속도의 변화를 나타낸 것으로 그림에서 보는 바와 같이 모든 생육기간에서 광강도가 증가함에 따라 인삼의 광합성속도는 증가하는 경향이었으며 200-300 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 최고의 광합성속도를 나타냈으며 그 이상의 광강도에서는 일정한 경향을 보였으나, 삼집재료에 따라 차이를 나타냈다. 인삼의 생육시기에 따라 살펴보면 인삼의 근비대기간인 7월, 8월, 9월에 있어서 차광망에 비하여 차광판에서 광합성속도가

높은 경향을 보였으며 광포화점도 다소 높은 경향을 보였고 10월에서 감소하는 경향을 보였다.

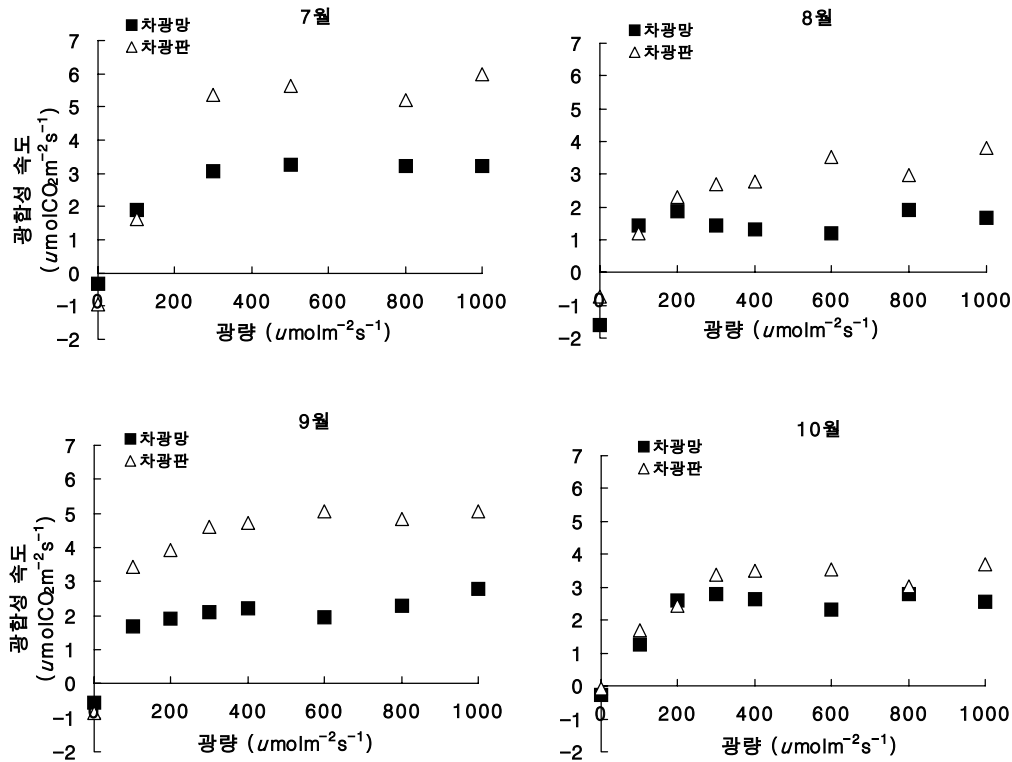


그림6-1. 인삼생육시기별 광강도에 따른 광합성속도의 변화.

기공은 기공주위의 환경 즉 광합성유효복사, 온도, 습도, 군락권 경계층의 상태, 이산화탄소의 농도 등의 영향을 받으며 기공전도도는 기공개도의 대소를 관별할 수 있는 지표인 동시에 광합성 및 증산작용의 양자에 관여하는 인자이다. 그림6-2는 차광망과 차광판에서 생육한 인삼에 대하여 생육시기별 광강도에 따라 기공전도도의 변화를 측정된 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 인삼의 기공전도도는 모든 처리에서 오전 10시이전에서 가장 높은 기공전도도를 보였으며 그 이후의 광강도에서는 일정한 경향을 보였는데, 차광판이 차광망에 비하여 높은 기공전도도를 나타내었다.

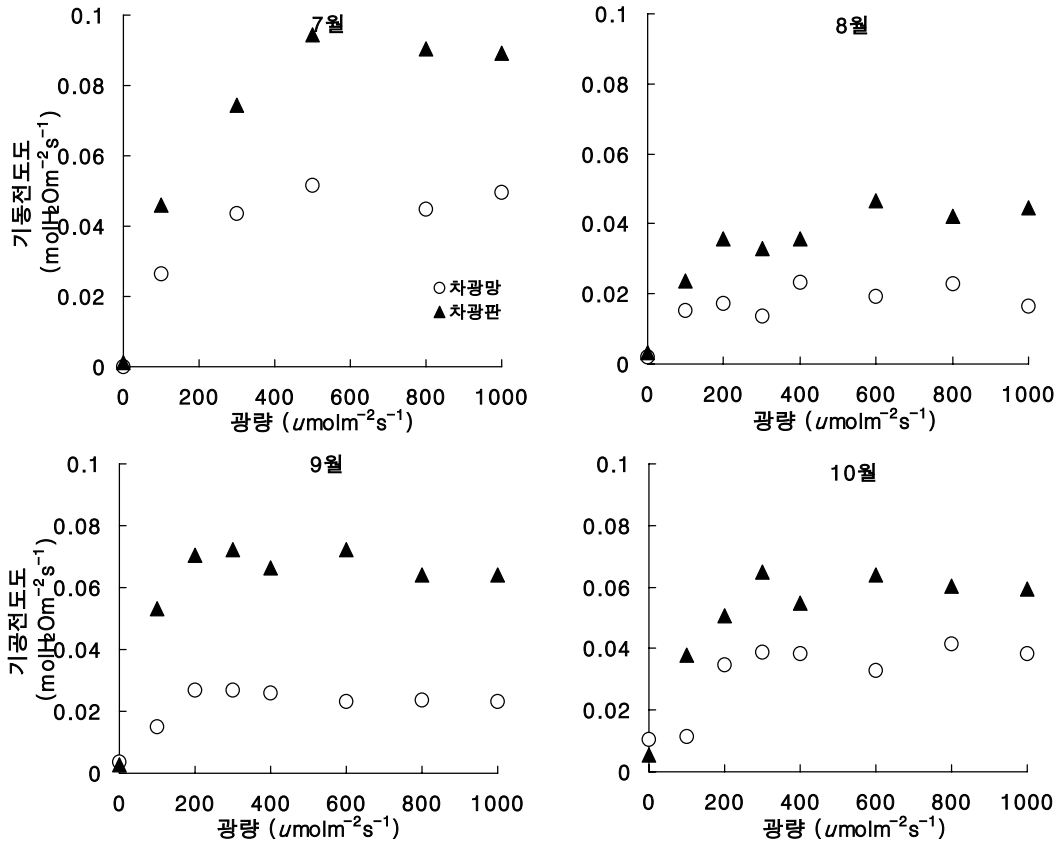


그림6-2. 생육시기별 광강도에 따른 기공전도도의 변화.

식물체의 구성성분중 가장 많이 체내에 함유하고 있는 것은 수분으로 전 중량의 70~90%를 차지하고 있으며, 이들 수분 중 일부는 광합성과 같은 대사작용 등의 다양한 생리과정에 직접적으로 활용되고 있어 식물의 생육 및 물질생산에 중요한 역할을 지니고 있다. 그림6-3은 생육시기별 광강도에 따른 증산작용의 변화를 차광망과 차광판에서 생육한 개체를 측정 한 결과이다. 그림에서 나타낸 바와 같이 증산작용도 광합성속도과 기공전도도와 동일한 결과가 나타나 차광망에 비하여 차광판에서 생육한 개체가 양도한 것으로 나타났다.

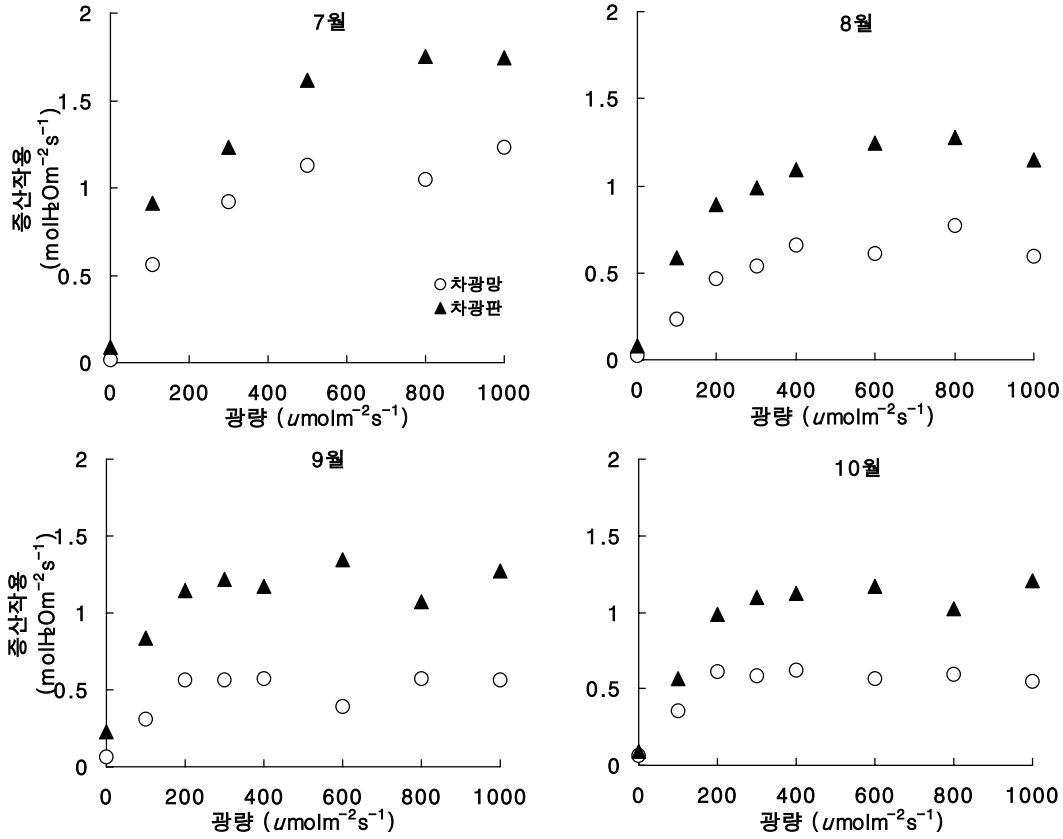


그림6-3. 생육시기별 광 강도에 따른 증산작용의 변화.

(2) 삼집구조에 따른 인삼의 물질생산관련형질간의 상호연관성

광합성속도가 기공개도 및 기공전도도와 밀접한 관계를 가지고 있고, 현저한 영향을 미치고 있다는 것은 종래 많은 연구에 의해 밝혀져 있다. 앞서 검토한 광합성속도, 기공전도도, 증산작용간에 상호연관성을 알아보기 위해 기공전도도와 광합성작용, 기공전도도와 증산작용간의 관계를 검토한 결과, 그림6-4, 6-5에서 보는 바와 같다.

광합성속도와 기공전도도와의 관계를 검토한 결과는 그림6-4에서 보는 바와 같다. 양자간의 관계를 살펴보면 계가 1차직선회귀식 $Y = 66.418x - 0.0602$ 로 고도의 유의성이 인정되어 기공전도도와 광합성속도와의 관계가 밀접하다는 것을 알 수 있고 기공전도도가 증가함에 따라 광합성속도도 증가하는 경향이였다. 또한, 양자간의 관계를 일복재료별로 검토해 보면

차광관의 광합성속도와 기공전도도가 차광망보다 높다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 현상은 서로 다른 환경에서 생육한 잎의 특성에 의한 것으로 사료되어 더욱 세밀한 검토가 요구되어 있다.

또한, 그림6-5에 나타낸 바와 같이 증산작용과 기공전도도의 관계도 1차직선회귀식 $Y = 0.0509x - 0.0015$ 로 고도의 유의성이 인정되어 증산작용도 기공전도도에 좌우된다는 것을 알 수 있으며 기공전도도가 증가함에 따라 증산작용도 증가하는 경향이였다. 또한, 차광재료에 따라 살펴보면 그림에서 보는 바와 같이 차광관의 증산작용과 기공전도도가 차광망에 비하여 높은 경향이였다.

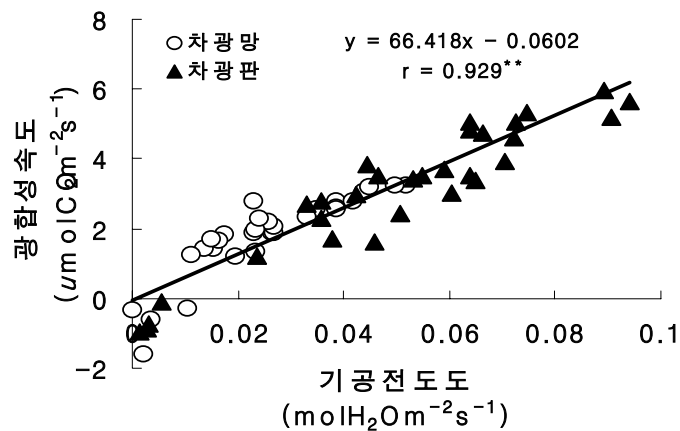


그림6-4. 일복재료별 광합성속도와 기공전도도와의 관계.

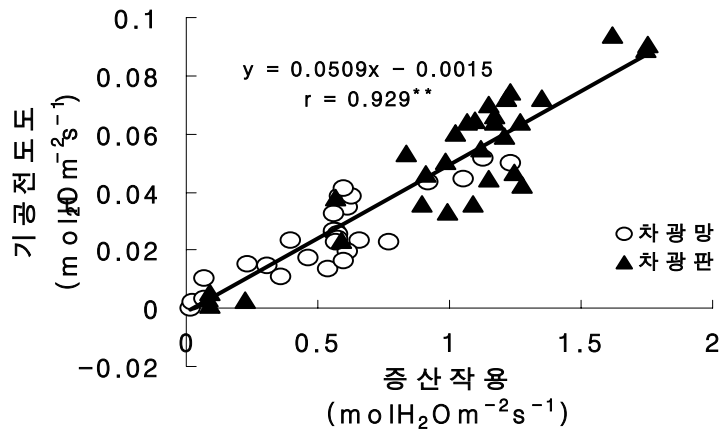


그림6-5. 일복재료별 증산작용과 기공전도도와의 관계.

(3) 삼집재료별 인삼 전·후주의 생리적 반응

그림6-6은 삼집재료에 따라 전주,중주,후주에서 생육한 인삼에 대하여 광합성속도 및 기공전도도, 증산작용의 일변화를 측정된 결과이다.

그림에서 보는 바와 같이 인삼의 광합성속도는 모든 처리에서 오전 10시이전에서 높은 광합성속도를 보였으며 그 이후의 시간에서는 현저히 감소하는 경향을 보였다. 삼집재료별로 검토하여 보면 광량은 전주에서 차광망에서 높은 경향을 보였고 중후중에서는 큰 차이가 나타나지 않았다. 그러나, 광합성속도에서는 오전의 이른 시간에 차광관이 차광망에 비하여 전주의 광합성속도가 높은 경향을 보였으며 중·후주에서도 같은 결과로 나타났다.

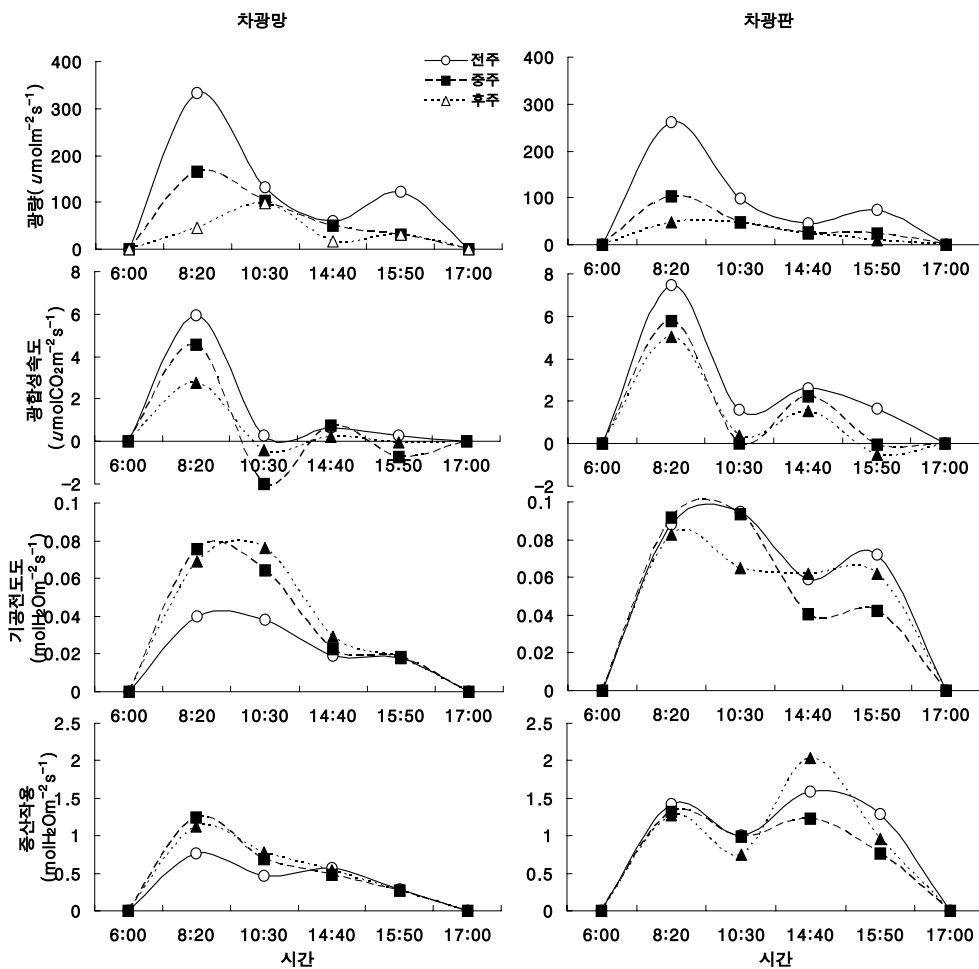


그림6-6. 삼집재료에 따른 광합성속도, 증산작용, 기공전도도의 일변화.

증산작용의 경우, 차광망에서는 오전이 높고 오후로 갈수록 감소하는 경향이었으며 전·후주 큰 차이가 나타나지 않았으며 차광판의 경우, 오전에서 오후까지 높은 증산작용을 나타내 차광망과의 차이를 나타냈는데, 이는 차광판에서 생육한 개체가 차광망에 비하여 뿌리의 발달이 양호하고 엽육조직이 잘 발달되었기 때문인 것으로 사료된다.

기공전도도는 모든 측정치에서 오전이 높고 오후로 시간이 경과할수록 감소하는 경향이었으며 차광판의 기공전도도가 차광망에 비하여 높은 경향을 나타냈다. 따라서, 차광망에 비하여 차광판에서 생육한 인삼은 잎의 엽육조직을 잘 발달시키는 것으로 사료되며 이로 인하여 기공의 발달을 촉진시키고 기공발달에 의하여 증산작용과 광합성속도를 향상시키는 것으로 사료된다. 이와 같은 결과에 의하여 생육 및 수량 증대의 가능성을 가져올 것으로 생각된다.

(4) 삼집재료에 따른 엽록소의 변화 및 광합성속도와의 관계

광합성속도의 조절기구중 엽록소함량은 광합성속도와 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 엽록소의 함량은 보통 체내성분에서 질소함량과 관련이 깊다. SPAD값과 엽록소함량은 밀접한 관계에 놓여 있으며, $Y=0.16X+13$ (Y:chlorophyll a+b, X: SPAD)라는 1차직선회귀로 나타낼 수 있고, 고도의 정의 상관관계가 인정된다고 보고된 바, 본 실험에서는 엽록소함량을 SPAD값으로 나타내었다.

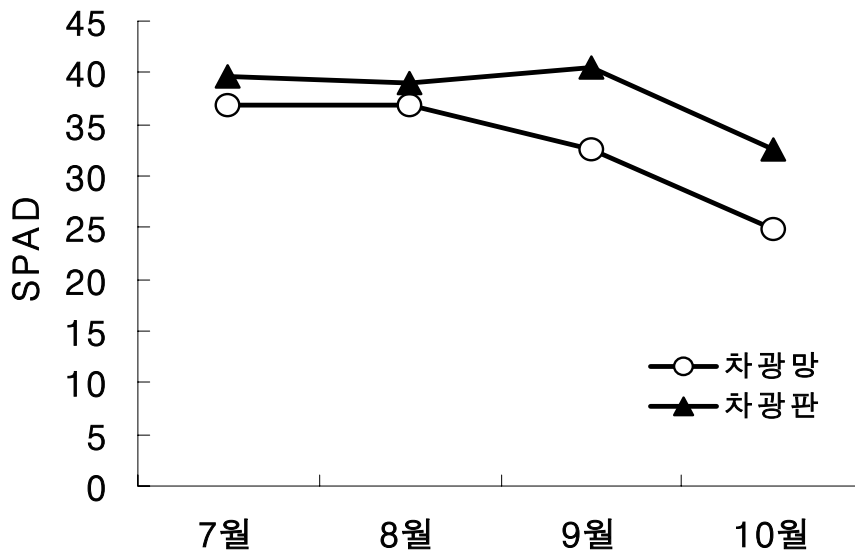


그림6-7. 삼집재료별 생육시기에 따른 엽록소의 변화.

그림6-7은 삼집재료별 인삼의 생육시기에 따라 잎의 엽록소함량을 측정된 결과이다. 그림에서 보는 바와 같이 7월, 8월에서는 처리간에 큰 차이가 나타나지 않았으나, 9월부터 차광망이 감소하기 시작하여 10월까지 직선적으로 감소하는 경향을 보이는 반면, 차광판에서는 9월까지도 감소하는 경향을 보이지 않았으며 10월에서 급격한 감소를 보였다. 일반적으로 엽록소는 광포화점이상의 광강도가 투입되거나 직사광선을 받게되면 잎의 노화가 촉진되는 것으로 보고되어 있는 바, 본 연구에서도 거의 동일한 결과를 얻었다. 따라서, 차광망에 비하여 차광판의 경우가 엽노화가 지연된다는 것을 알 수 있었으며 이는 광합성속도와 밀접한 관계를 가지고 있으며 수량에도 매우 중요한 요인으로 알려져 있다.

따라서, 광합성속도와 엽록소와의 관계를 검토하였던 바, 그림6-8에서 보는 바와 같다. 모든 처리에 대하여 양자간의 관계를 Y축을 광합성속도, X축을 엽록소로 하여 나타났던 바, 1차회귀식 $Y=0.2356X + 5.5675$ 로 나타났으며 회귀계수 $r=0.780^{**}$ 으로 고도의 유의성이 인정되어 엽록소와 광합성속도가 밀접한 관계를 가지고 있다는 사실을 인정할 수 있다. 따라서, 엽록소함량의 증가는 광합성속도를 향상시킬것으로 사료된다. 처리간에 이들 양자간의 관계를 보면 차광판이 차광망에 비하여 동일한 엽록소함량에 있어서 광합성속도가 높다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 차광판이 엽록소함량을 높여줄 뿐만아니라 광합성속도

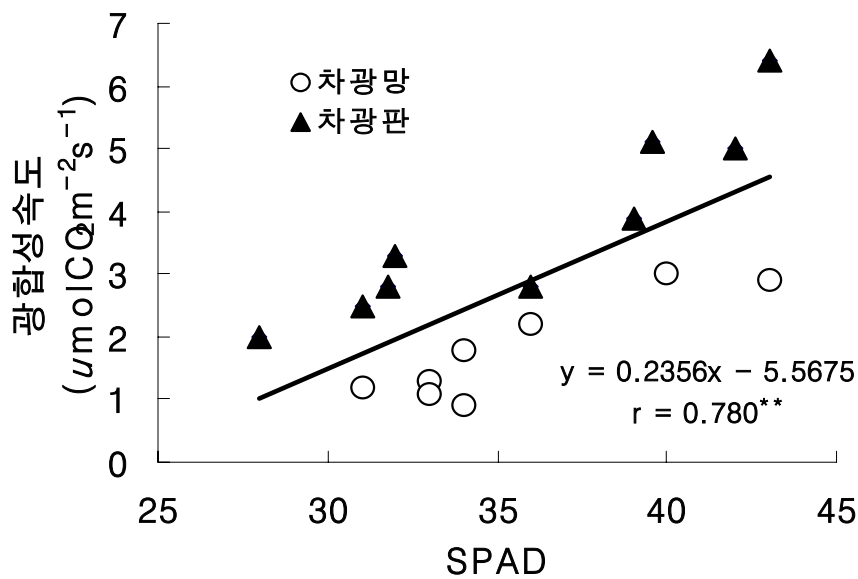


그림6-8. 광합성속도와 엽록소(SPAD)와의 관계.

의 효율을 향상시키는 것으로 사료된다. 이를 보다 구체적으로 검토한 것이 그림6-9에 나타나었다.

그림6-9는 삼집재료별 엽록소에 따른 광합성속도와 기공전도도를 광 강도별로 나타낸 것이다. 동일한 엽록소함량의 잎을 이용하여 광강도에 따라 광합성속도와 기공전도도를 측정하였다. 그림에서 보는 바와 같이 차광판이 차광망에 비하여 광합성속도와 기공전도도가 약간 높은 경향을 보였다.

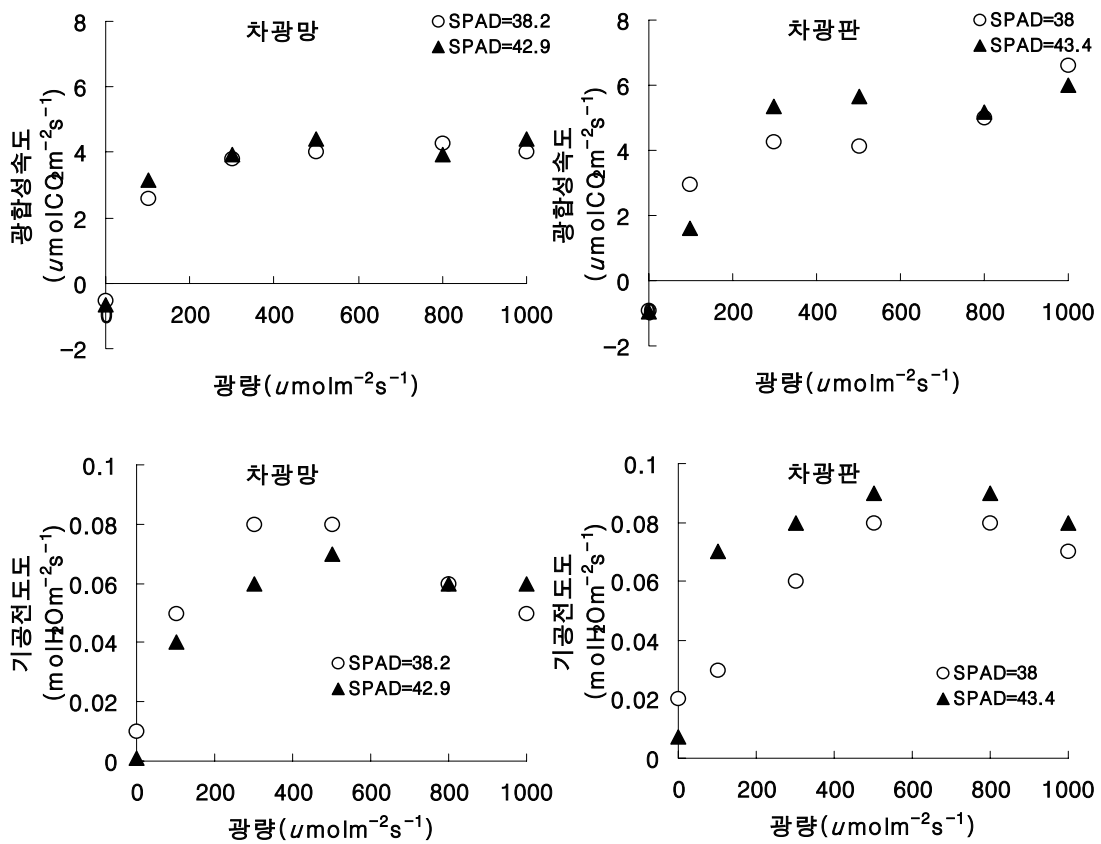


그림6-9. 엽록소별 광강도에 따른 광합성속도의 변화.

2. 미기상환경과 광합성속도 및 그 관련형질과의 관계

인삼생육에 있어서 중요시되는 미기상환경 중 온도 및 광은 생장에 절대적인 영향을 미친다. 이들 환경요인을 좌우하는 것은 인삼의 삼집구조로 차광판과 차광망에서 미기상의 변화

에 따른 인삼의 광합성속도를 측정하였던 바, 다음과 같다.

(1) 온도별 광합성속도의 변화

인삼의 삼집재료가 서로 다른 곳에서 생육한 인삼에 대하여 동일한 개체의 잎에 온도를 달리하여 온도에 따른 물질생산능력을 측정하였던 바 그림6-10에 나타낸 바와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 광 강도가 증가할수록 광합성속도는 증가하기 시작하여 200-300 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 최고치를 유지한 다음 그 이상의 광강도에서는 일정한 경향을 유지하였는데, 고온에 비하여 저온에서 광합성속도가 현저히 높다는 것을 알 수 있다. 이와 같이, 인삼의 물질생산능력은 온도가 낮을수록 증가하는 경향이었고 이는 온도의 중요성을 인식시켜주는 것이며 삼집내 온도의 저하는 인삼의 광합성효율을 증가시킬 수 있어 차광판에서의 온도의 저하는 인삼의 생육을 상향시킬 수 있다.

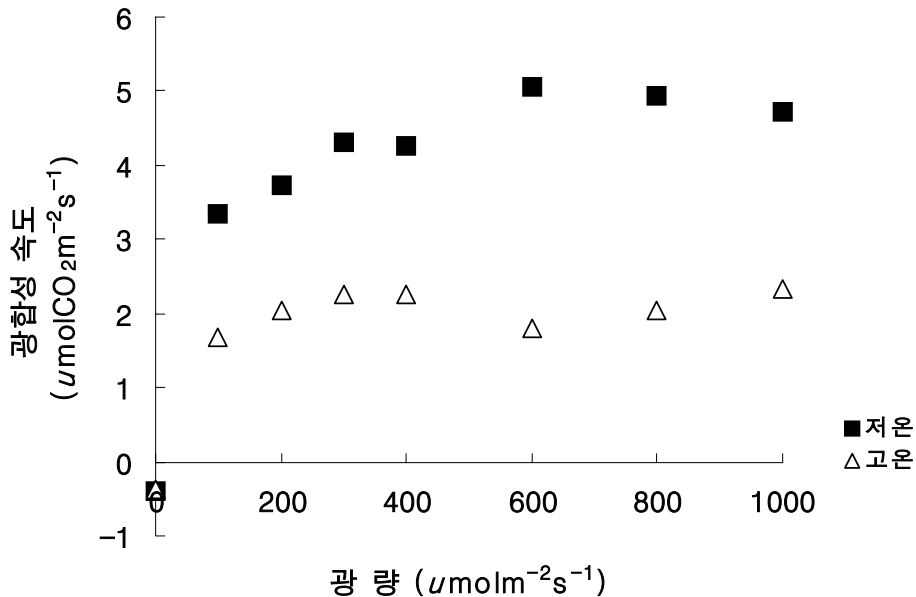


그림6-10. 온도별 광강도에 따른 광합성속도의 변화

저온: 22-25 $^{\circ}\text{C}$, 고온: 28-29 $^{\circ}\text{C}$.

(2) 온도별 광합성속도 및 그 관련형질과의 관계

기공전도도와 증산작용과의 관계를 온도에 따라 검토한 바, 그림6-11에서 보는 바와 같

다. 그림에서 보는 바와 같이 양자간에는 1차직선회귀식으로 고도의 유의성이 인정되어 기공전도도가 증가할수록 증산작용도 증가하는 경향이였다. 그러나, 온도에 따라 각각 다른 1차직

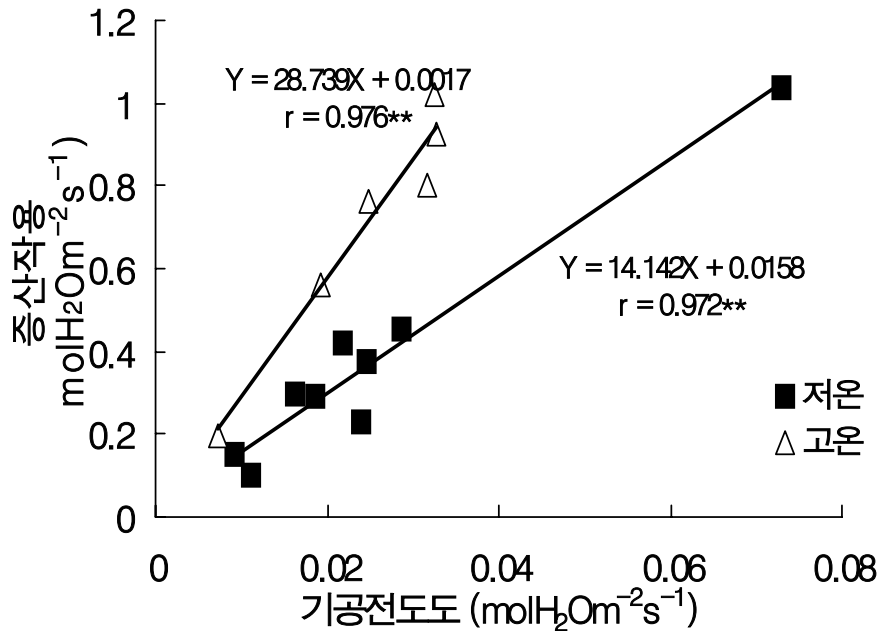


그림6-11. 온도별 기공전도도와 증산작용과의 관계.

선회귀식으로 나타나 고온처리구는 $Y=28.739X+0.0017$ 이었고 저온의 경우는 $Y=14.142X+0.0158$ 로 저온에 비하여 고온에서 기울기가 큰 것으로 인정되었다. 따라서, 동일한 기공전도도에서도 저온에 비하여 고온에서 증산작용이 큰 경향이어서 인삼에 있어서 고온은 잎에서의 수분 배출이 많아진다는 사실을 알게 되었다. 이와 같은 결과에서 인삼은 온도가 상승하게 되면 체내온도를 저하시키기 위하여 수분을 많이 배출하는 생리적 기능이 발휘하는 것으로 사료되며 이는 인삼에서의 토분관리의 중요성을 지적하는 것으로 생각된다.

수분이용효율은 식물의 건물생산능력을 평가하는데 중요한 요일이며 특히 환경변화에 따라 적응하기 위한 식물의 생리적 기능이기도 하여 온도, 수분에 따라 변화하는 요인이다. 일반적으로 수분이용효율은 CO_2/H_2O 으로 구할 수 있는데, 본 연구에서는 수분이용효율의 변화를 증산작용과 광합성속도의 관계로 검토해 보았다. 그림6-12에 나타난 바와 같이 양자간의 관계가 1차회귀직선식으로 고도의 유의성이 인정되어 증산작용이 증가할수록 광합성작용도 증가하는 경향이였다. 그러나, 온도에 따라 각각 서로 다른 1차회귀직선식으로 나타나 동일

한 증산작용에서도 저온에서 광합성속도가 높은 경향이였다. 즉, 고온의 경우는 동일한 건물 생산량에 있어서 더 많은 수분을 사용한다는 결과이다. 이와 같이, 인삼에서도 환경변화에 따른 건물생산을 위한 수분소실이 달라진다는 사실을 알게 되었고, 저온이 인삼의 생육을 유리하게 할 수 있다는 결과이다.

이상의 결과는 삼집재료 및 구조에 따라 환경변화 즉, 저온을 유지해 주면 인삼의 생육 및 수량이 촉진될 것으로 사료되어 인삼의 재배에서 삼집재료 및 구조의 중요성을 시사해주는 것으로 생각된다.

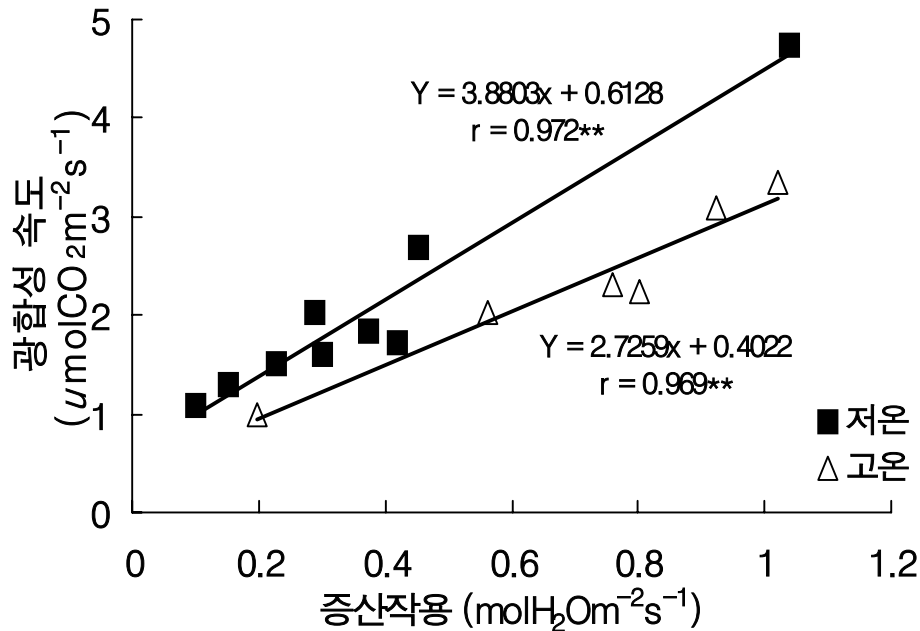


그림6-12. 온도별 증산작용과 광합성속도와의 관계.

3. 삼집재료에 따른 인삼의 근활력 반응

식물의 뿌리는 지상부와 밀접한 관계를 가지고 있을 뿐만아니라 생육 및 수량에 밀접한 수분과 영양분을 조성하는데 매우 중요한 위치에 있다. 따라서, 뿌리의 양은 지상부의 생육 및 수량을 좌우할 수 있는데, 뿌리의 활력도 매우 중대시하는 부분중에 하나이다. 뿌리의 활력은 지상부의 잎에 필요한 수분과 영양분의 양을 좌우하는 힘으로서 뿌리의 활력에 따라

생육양이 달라질수 있다. 따라서, 뿌리는 양과 질이 함께 원활히 갖추어지는 것이 식물의 물질생산에서는 매우 중대하다.

뿌리의 양적평가는 건물중과 세근 및 측근의 양 등을 측정하는 것으로 알수 있으며 뿌리의 질적평가는 뿌리호흡, 근활력, 뿌리의 무기성분 등으로 평가할 수 있다. 특히, 뿌리의 활력은 뿌리의 기능을 종합적으로 평가하는 척도로서 이를 측정하는 방법으로 TTC환원력, 호흡, 산화력 등의 측정방법이 있다.

본 실험에서는 삼집재료별 인삼의 근활력의 종합적으로 평가하는 척도로서 일비량조사로 근활력을 평가해 보았다. 일반적으로 일비량을 근호흡과 밀접한 관계를 가지고 있으며 뿌리의 당과 질소함량과 정의 비례관계를 가지고 있는 것으로 알려져 있다.

(1) 생육시기별 인삼의 일비량 변화

일복재료별 생육시기에 따라 일비량의 변화를 측정하였던 바, 그림6-13에 나타난 바와 같다. 그림에서 보는 바와 같이 전생육기간에 인삼의 줄기를 절단후 시간이 경과함에 따라 일비량을 측정하였던 바, 일비량은 시감이 경과함에 따라 서서히 증가하는 경향이었고 모든

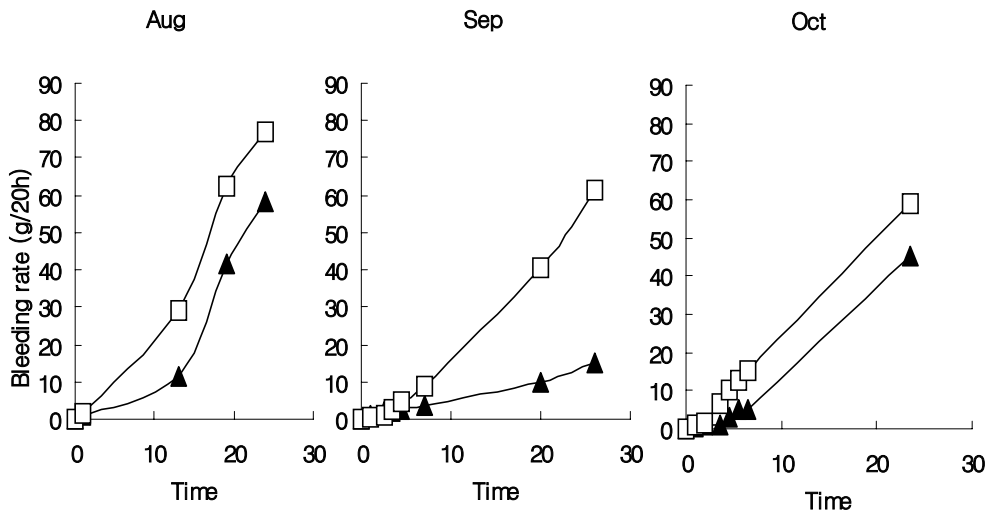


그림6-13. 생육시기별 인삼뿌리의 일비량 변화

□ : 차광관, ▲: 차광망.

생육기간에서 차광망에 비하여 차광관에서 높은 경향이어서 근활력이 차광관에서 효과적이

라는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 경향은 뿌리호흡, 질소, 당 등이 뿌리에 많이 함유할 시 나타나는 경향으로 차광판의 인삼뿌리가 충실할 것으로 사료된다.

인삼의 생육시기별로 살펴보면 8월의 측정치가 가장 많은 일비량을 나타냈으며 생육이진 전됨에 따라 모든 처리구에서는 일비량이 감소하는 경향이었는데, 이는 뿌리의 노화에 의한 것으로 사료된다.

(2) 인삼의 근중과 일비량과의 관계

인삼의 줄기를 절단한 후 줄기에서 분비된 일비량과 근건물중과의 상관관계를 나타낸 바, 그림6-14에서 보는 바와 같다. 그림에 나타난 바와 같이 양자간의 관계는 인정되지 않았으나, 차광판이 차광망에 비하여 동일한 근건중에서도 높은 일비량을 나타냈다. 이와 같은 결과는 일비량은 뿌리의 양과 질 특히, 뿌리의 질적 조건 즉 질소, 당, 호흡 등에 크게 좌우되는 성질로 차광판의 일비량이 향상되었다는 것은 일복재료가 이들의 조건을 건설하게 만들었기 때문인 것으로 사료된다.

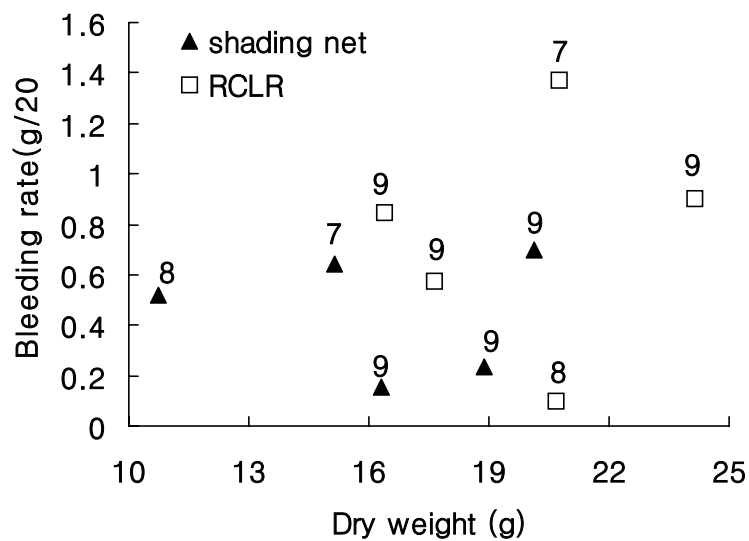


그림6-14. 인삼 뿌리의 건물중과 일비량과의 관계.

4. 삼집재료에 따른 인삼잎의 형태적 반응

삼집재료 및 구조의 변화는 인삼의 생육환경을 변화시키며 그 중 가장 중요한 요인인 광

과 온도의 변화시킨다. 광과 온도는 식물의 잎 특히 엽육조직의 발달에 현저한 영향을 미치는 인자로 알려져 있을 뿐만아니라 엽육조직의 발달은 식물의 물질생산능력을 좌우할 수 있는 중요한 조직이다.

본 연구에서는 삼집재료에 따라 인삼의 잎의 형태적 변화를 측정하여 이들의 중요성을 확인하였다.

(1) 삼집재료별 인삼의 엽육조직의 변화

삼집재료별 인삼잎의 단면을 측정하였던 바, 사진6-1에서 보는 바와 같다.

사진은 600배율로 측정한 것으로 차광재료에 따라 인삼잎의 엽육조직 두께가 서로 다르다라는 것을 알 수 있다. 즉, 엽육조직의 발달은 벗짚과 차광관이 차광망에 비하여 잘 발달되어 있다. 이와 같은 사실은 광과 밀접한 관계로 일반 식물에서는 광량이 많을 수록 엽육조직이 두껍게 발달하는 것으로 알려져 있으나, 인삼의 경우 이와 반대의 현상으로 광량이 많은 차광망에서 그대지 발달하지 않은 경향이였다. 엽육조직의 발달과 광합성속도와는 밀접한 관계에 있다는 것은 이미 밝혀진 바 있어 본 실험에서 차광관이 광합성속도가 증가되었다는 원인은 엽록소와 엽육조직의 발달에 의한 것으로 결론지을 수 있다.

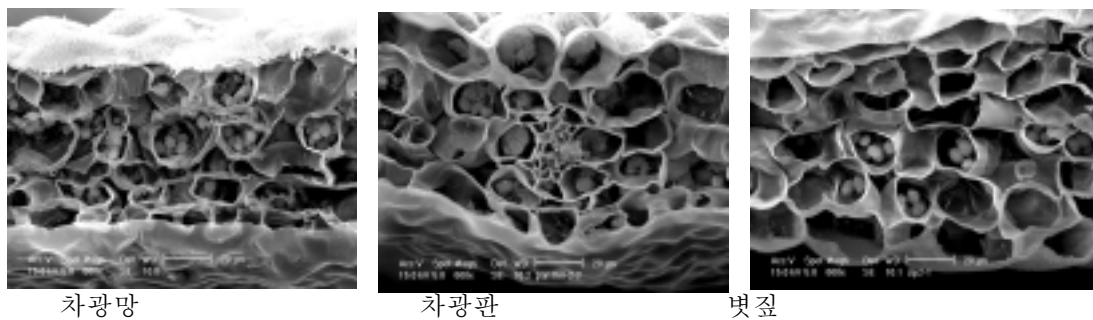


사진6-1. 삼집재료에 따른 인삼잎의 엽육조직의 변화(*600).

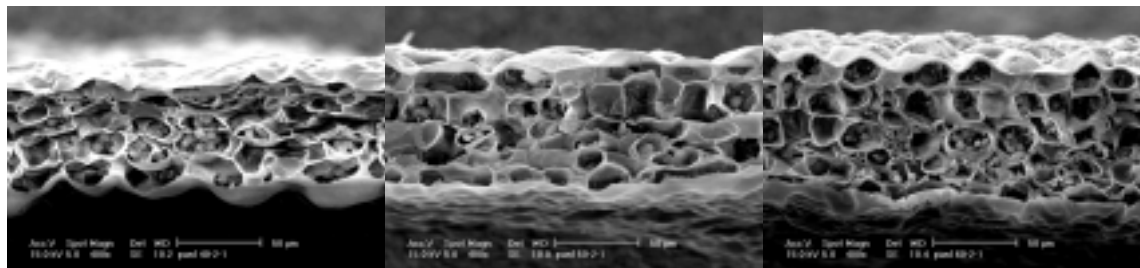
(2) 차광관의 전주높이에 따른 엽육조직의 변화

식물의 엽육 발달은 광환경이 매우 크게 좌우되는 것으로 충분한 광환경조건에서 성장한 잎이 음지조건을 형성하게 되면 음엽 즉 엽육조직이 얇아지고 음엽화한다. 따라서, 균락조건에서 양엽식물은 자연적으로 하위부위의 잎에 광이 부족하여 상위엽에 비하여 하위엽이 음엽적 특성을 가지게 된다. 그러나, 인삼의 경우는 앞에서 검토한 바와 일반적인 식물과는 다

른 반응을 보여 인삼에 있어서의 광환경은 매우 중대한 기상요인으로 좌우된다고 할 수 있다. 광량이 월등이 많은 차광망에 비하여 차광판이 엽육조직이 발달하였다는 것은 직사광선은 인삼의 엽육발달에 억제하고 반사광이 인삼의 엽육조직을 발달시키는 요인이라고 단정할 수 있다.

이를 보다 구체적으로 검토하기 위해 엽육조직이 잘 발달된 차광판에서 보다 반사광량에 따라 엽육조직을 정밀하게 검토하였던 바, 사진6-2에서 보는 바와 같다.

사진에서 보는 바와 같이 인삼잎의 엽육조직의 발달은 160cm, 150cm, 140cm 순으로 차광판의 전주높이가 높을수록 엽육조직이 두꺼워지는 경향이였다. 이와 같이 차광판의 전주높이가 높을수록 엽육조직이 잘 발달되었다는 사실에서 차광판의 전주높이는 삼집내로 유입되는 반사광의 광량을 증가시키며 이로 인하여 인삼의 엽육조직이 두꺼워진 것으로 사료된다.



140cm

150cm

160cm

사진6-2. 차광판의 전주높이에 따른 엽육조직의 변화(*400).

이상의 결과에서 인삼의 삼집의 구조 및 재료에서 직사광선의 도달과 반사광의 차이에 따라 인삼의 잎의 형태적 형질을 변화시킬 뿐만 아니라, 물질생산능력을 향상시킬 것으로 사료된다.

제 4 절 적 요

1. 생육기간에서 광강도가 증가함에 따라 인삼의 광합성속도는 증가하는 경향이였으며 $200-300\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ 에서 최고의 광합성속도를 나타냈으며 그 이상의 광강도에서는 일정한 경향을 보였으나, 삼집재료에 따라 차이를 나타냈다. 인삼의 근비대기간인 7월, 8월, 9월에 있어서 차광망에 비하여 차광판에서 광합성속도가 높은 경향을 보였으며 광포화점도 다소

높은 경향이었다.

2. 기공전도도 및 증산작용은 모든 처리에서 오전 10시이전에서 가장 높은 기공전도도를 보였으며 그 이후의 광강도에서는 일정한 경향을 보였는데, 차광판이 차광망에 비하여 높은 기공전도도를 나타내었다.
3. 광합성속도와 기공전도도, 증산작용과 기공전도도와의 관계 1차직선회귀식으로 고도의 유의성이 인정되었으며 차광판이 차광망에 비하여 높게 나타내었다.
4. 삼집재료에 따라 전주,중주,후주의 광합성속도 및 기공전도도, 증산작용의 일변화는 모든 처리에서 오전 10시이전에서 높았으며 그 이후의 시간에서는 현저히 감소하는 경향을 보였다. 삼집재료별로 검토하여 보면 광량은 전주에서 차광망에서 높은 경향을 보였고 중후중에서는 큰 차이가 나타나지 않았다.
5. 삼집재료별 인삼의 생육시기에 따라 잎의 엽록소함량은 7월, 8월에서는 처리간에 큰 차이가 나타나지 않았으나, 9월부터 차광망이 감소하기 시작하여 10월까지 직선적으로 감소하는 경향을 보이는 반면, 차광판에서는 9월까지도 감소하는 경향을 보이지 않았으며 10월에서 급격한 감소를 보였다.
또한, 광합성속도와 엽록소와의 관계는 모든 처리에 대하여 양자간의 관계가 1차회귀식으로 정의 상관관계가 인정되었으며 동일한 엽록소에서 차광판의 광합성속도가 높은 경향이였다.
6. 온도에 따라 광합성속도를 측정하였던 바, 모든 광강도에서 고온에 비하여 저온에서 높은 경향이였으며 기공전도도와 증산작용과의 관계는 1차직선회귀식으로 고도의 유의성이 인정되는데, 온도에 따라 각각 서로 다른 1차직선회귀식으로 나타나 동일한 기공전도도에서도 저온에 비하여 고온에서 증산작용이 큰 경향이였다. 또한, 증산작용과 광합성속도의 관계도 1차회귀직선식으로 고도의 유의성이 인정되었는데 온도에 따라 각각 서로 다른 1차회귀직선식으로 나타나 동일한 증산작용에서도 저온에서 광합성속도가 높은 경향이였다.
7. 일복재료별 생육시기에 따라 일비량의 변화는 전생육기간에 차광망에 비하여 차광판에서

높은 경향을 보여 근활력에서 차광판이 높았고 근건물과 일비량과는 유의성이 인정되지 않았으나 동일한 근건물중에서 차광판이 차광망에 비하여 높은 경향이였다.

8. 삼집재료에 따라 인삼잎의 엽육조직 두께는 벚짚과 차광판이 차광망에 비하여 두꺼웠으며 차광판의 전주높이가 높을수록 현저히 발달하였다.

제 7 장 차광망 차광판 일복시설에서 생산비 및 수삼수 량과 품질 조사

제 1 절 서 설

인삼은 광자량과 온도에 대하여 매우 민감한 식물이기 때문에 정상적인 성장을 할 수 있는 환경이 제한되어 있다. 인삼이 자생하는 지역은 숲 속에 햇빛이 일부 차단된 반 그늘 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 벚짚지붕이나 짚이 가축사료로 쓰이고 가격도 높아졌으며, 일복재료로 이용하는데 노동이 많이 들어 대부분의 인삼농가에서 벚짚지붕의 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. 그리고 최근 일부 농가에서 사용하기 시작한 비누수 광반사 차광판이 있다. 따라서 본 시험에서 생산비조사는 인삼재배농가에 차광재료로 권장하는 “4중직 차광망”(차광망)과 “비누수 광반사 차광판”(차광판)을 대상으로 하여 경제성을 비교하였다.

제 2 절 경제성 분석방법

경제성 분석조사는 실제로 10a의 면적에 인삼을 재배한다는 가정 하에서 시설에 소요되는 자재와 일복시설을 설치하는데 소요되는 작업시간을 산출하여 인건비를 계산하였다. 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 다년생

이라는 특수성 때문에 비교하기 어려우므로 생산물을 고려한 소득차이는 고려대상에서 제외하였다.

일복구조는 차광망 차광판 모두 전·후주연결식이나, 전주높이는 차광망이 180cm(권장하는 규격의 높이)이고, 차광판은 150cm 이며, 후주높이는 100cm로 동일하고, 각 각 권장하는 기준에 따라 일복구조를 만들고 그 위에 차광재료를 덮고 마감한 것으로 하여 일복시설 자체비를 산출하였다. 또한 일복시설 설치에 소요된 작업시간에 의하여 작업인원을 산출하고 당시에 일당으로 노력비를 계산하였다.

제 3 절 일복시설의 차광자재를 차광망과 차광판으로 사용할 경우 일복시설비용의 비교

1. 차광망과 차광판을 사용한 일복시설 자체비용의 비교

차광망과 차광판은 모두 전후주연결식으로 동일하지만 기본적으로 시설구조에 차이가 있어 표7-1 및 표7-2와 같이 자체투입에 차이가 있다. 일복구조의 차이로 소요되는 목재의 수량과 규격이 달라 산출된 금액은 차이가 있다. 차광망 일복구조에서 1,027,300원에 대하여 차광판은 636,500원으로 낮았다. 일복시설의 소요자재는 차광망에서 1,436,500원으로 차광판의 1,518,500원에 비하여 82,000원 낮았다(표7-1, 7-2).

표7-1. 4중직 차광망 일복시설에서 소요자재 및 금액(10a당)

자재별	수 량(개)(규격)	단 가(원)	금 액(원)
지주목	330 (8자)	860	283,800
연목	330 (7자)	650	214,500
보조연목	800 (6자)	380	304,000
도리목	300 (13자)	750	225,000
소 계			1,027,300
차광망(4중직)	6 (롤)	68,200	409,200
합 계			1,436,500

표7-2. 비누수 광반사 차광판 일복시설에서 소요자재 및 금액(10a당)

자재별	수 량(개)(규격)	단 가(원)	금 액(원)
지주목	330 (7자)	750	247,500
연목	330 (7자)	650	214,500
보조연목	400 (6자)	380	152,000
도리목	30 (13자)	750	22,500
소 계			636,500
차광판	6 (롤)	115,000	690,000
차광망	6 (롤)	32,000	192,000
합 계			1,518,500

표7-3. 4중직 차광망과 광반사 차광판 일복시설에서 작업별 소요 노임추산(10a당)

작업별	차광망	차광판	비 고
자재운반	남 2	남 1	○ 차광망의 덩치가 크다. 목재 운반은 동일
지주목 깎기 및 세우기	남 2	남 2	○ 지주목깎기 및 세우기 동일
연목보조 및 연목 및 도리목 결속	남 2, 여 3	남 1	○ 타카를 쏘기전 연목, 도리목 결속 작업
일복자재 차광망 및 차광판 덮기	남 1, 여 3	남 1.5 여 3	○ 차광판을 덮은 후 그위 2중직 차광망을 덮는다. ○ 4중직차광망 덮기
계	남 7 여 6	남 5.5 여 3	
금 액(원)	495,000	337,500	남 45,000원/1일 여 30,000원/1일

※ 측후렴설치, 연목 및 도리목 결속, 타카못 등은 비슷한 작업이므로 계산에서 제외함.

각각의 자재를 가지고 일복구조를 설치하는 노력비용은 표7-3과 같다. 작업 순서에 따라서 1)자재를 인삼포장까지 운반하는 작업, 2)지주목의 한쪽 끝을 깎고 세우는 작업, 3)도리목과 연목을 임시로 연결하는 작업, 4)차광망 또는 차광판을 구조물 위에 덮어 고정하는 작업으

로 구분하였다. 모든 작업은 함께 순서에 따라 함께 이루어지고 있으나 작업성질에 따라 작업별로 남과 여로 고용인부를 구분하여 작업시간을 추정하고 일일노임으로 산정 하였다. 차광망시설은 4중직 차광망의 부피가 커서 자재운반비가 더 소요되었고, 또 전체를 타카못을 쳐서 완전히 고정하기 전에 연목과 도리목을 결속하는 작업이 차광판 시설에 비하여 더 많았다. 산출된 일복을 시설하는데 필요한 소요인원은 차광망에서 남과 여가 각각 7명, 6명이 고, 차광판은 남과 여가 각각 5.5명, 3명이었다. 일복시설에 필요한 소요 노동력으로 임금으로 비교하면, 차광망은 495,000원이고, 차광판은 337,500원이었다.

차광망 일복시설은 차광판시설에 비하여 남 1.5명, 여 2명이 더 필요하였고 임금으로 보면 157,500원이 더 투입되었다. 일복시설별로 자재비용과 소요 노임을 합하면 차광판은 1,856,000원이고, 차광망은 1,931,500원으로 차광망에서 소요비용이 75,500원 더 높았다(표 7-4). 각각의 일복설치에서 측후렴, 철사, 양말목 및 타카못 등 공동으로 필요한 자재는 계산에서 제외하였다.

표7-4. 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

차광판 일복시설의 경우 바람에 의한 일복시설이 쓰러지게되면 그 피해는 차광망 일복시설에 비하여 보수하는데 어려움이 있으므로, 바람에 의한 일복시설의 피해를 미연에 방지하기 위하여 차광판을 한 수단이 더 보강하는 것이 유리할 것으로 생각한다.

표7-5. 5년생 인삼에서 차광재에 따른 근의 생육 특성(4반복 평균)

차광재	근장 (cm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	생근중 (g/주)	건근중 (g/주)	수량 (kg/칸)
차광판	23.6	7.5	33.5	82.9	21.1	2.9
차광망	22.8	7.1	31.7	77.3	19.8	2.3

5년 생의 수삼뿌리발달에서 근장, 동장 및 동의 굵기 모두 차광판에서 생육이 차광망에 비하여 더 높은 것으로 나타났다. 주당 근중은 차광판에서 82.9g이었고 차광망에서 77.3kg으

로 나타났다. 칸 당 수량은 차광관에서 2.9kg으로 차광망은 2.3kg에 비하여 0.6kg이 높아 차광재료에 따른 차이를 보였다(표7-5).

칸 당 뿌리의 수량이 동일하다고 하여도 수삼의 크기에 따라 상품적 가치는 달라지므로 수확된 뿌리를 크기별로 구분하고, 크기에 따른 가중치를 두어 차광재료에 따라 비교하였다(표7-6). 또한 87g이상과, 40g 미만의 뿌리수 비율을 그림7-1에 나타내었다. 가중치를 두어 계산한 것과 뿌리크기 수로 나타낸 것 모두 차광관이 차광망 보다 우수한 것으로 나타났다.

표7-6. 5년생 인삼에서 차광재에 따른 근의 크기별 가중치 비교

차광재	합계	수삼 뿌리 등급별 가중치			
		A	B	C	D
차광관	1282.8	856.0	252.9	132.2	41.7
차광망	956.0	510.6	280.1	139.2	26.1

무게등급 (및 가중치) : A; 87g 이상(1.3), B; 65g이상~87g미만(1.0), C; 40g이상~65g미만(0.6), D; 40g미만(0.3).

10a 당 일복시설의 비용에서 차광관은 차광망에 비하여 82.0천원 더 높았으나, 시설노임이 157.5천원 적어 전체 비용은 차광관에서 75.5천원 낮았다. 또한 5년생 수삼수량은 차광관에서 2.9kg인데, 차광망에서 2.3kg이 더 높았다. 수삼의 가격은 수시로 변하고 등급에 따라 차이가 크므로 수삼의 가격보다 품질로 비교 평가하였다. 수삼무게에 따라 가중치를 두어 비교하면 차광관에서 우수하였고, 수삼무게 87g 이상의 개체수 비율로 평가된 품질도 차광관은 30% 이상이나 차광망은 25% 수준이었다.

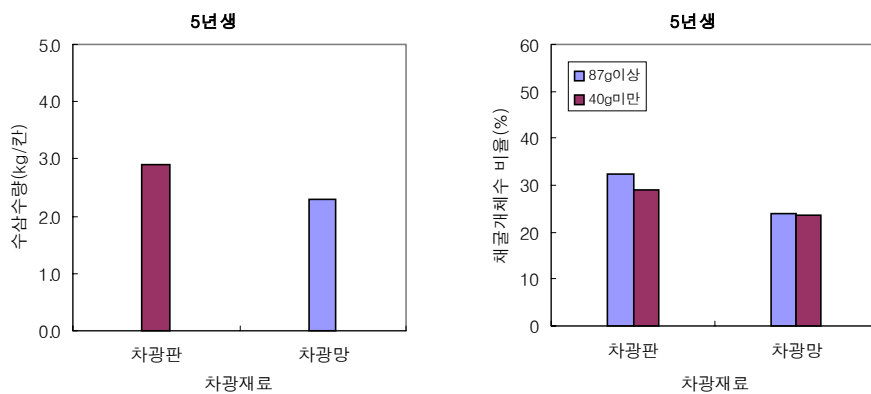


그림7-1. 5년생 인삼에서 차광관과 차광망에서 수삼수량과 뿌리의 크기별 개체수 비율.

차광관은 차광망에 비하여 일복시설 비용 및 수삼의 수량과 품질에서 모두 우수한 것으로 판단된다.

제 4 절 적 요

전·후주연결식 일복구조에서 차광재료를 차광망과 차광관으로 달리하여 시설 자재비용과 소요노임을 비교하였다. 각각의 일복설치에서 측후렴, 철사, 양말목 및 타카못 등 공동으로 필요한 자재는 계산에서 제외하였다.

1. 차광관과 차광망의 자재비용은 차광망에서 차광관에 비하여 82.0천원 낮았고, 일복시설 노임은 차광관에서 차광망에 비하여 157.5천원 낮았다. 차광망과 차광관 일복시설비용은 차광관과 차광망에서 각각 1,856.0천원 및 1,931.5천원으로 차광관에서 75.5천원 적게 소요되었다.
2. 차광관과 차광망 일복시설에서 5년생 인삼의 수량은 각각 2.9kg 및 2.3kg으로 차광관에서 더 높았고, 품질로 평가하여도 차광관에서 재배한 것이 차광망보다 더 우수하였다.

참 고 문 헌

1. Akita S., Murata, Y. and Miyasake A. 1968. On light-photosynthesis curves of rice leaves. Proc. Crop Sci. Soc, Japan. 37 : 680~684.
2. Barrs H. D. 1968. Effect of cyclic variations in gas exchange under constant environmental conditions on the ratio transpiration to net photosynthesis Physiol. Plant. 21 : 918~929.
3. Blackman G. E. 1956. In growth of leaves edited by Milthoepe. 151~169.
4. Boysen Jensen P. 1919. Bot. Tidskr. 36 : 219~259.
5. Clees Cooper and Mickey Qualls. 1967. morphology and chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. Crop Sci. 7 : 672.
6. Dhearman R. CC. and Beard J. B. 1972. Stomatal density and distribution in agrosis as in Tuenced by Species, cultivar, and leaf blade surface and position. Crop Sci. 12 : 822.
7. Gindel. 1969. Stomata constellation in the leanes of cotton, maize and wheat plants as a function of soil moisture and environment. Physiology plantarum 22 : 1143.
8. Kim J. H. 1964. Seoul Univ. J. 15, 94.
9. Kim J. H. 1964. Factor affecting the received light intensity of ginseng plant(panax ginseng). J. Nat. Acad. Sci. 5, 1.
10. Kim S. H., Kim D. H, Lee,T. H. 1999. Herbal and Pharmacological effects of Ginseng Radix and Strategy for Future Research. J. ginseng Res. 23(1) : 21~37
11. Korea Geinseng and Tobacco Research Istitute. 1983. Introduction ot Korean Ginseng (Elixir of life).
12. Park H. 1980. Physiological response of Panax ginseng to light. Proc. 3rd. int. Ginseng Symp. 151~179.
13. Parke J. L. and Shotwell K. M. 1989. Diseases of Cultivated Ginseng.Univ. Wisconsin Extension, Madison, WI. 16.
14. Reberts C. R. 1981. 3rd National Ginseng Conf.
15. Warbung O. 1919. Biochem. 100 : 230~270.

16. Yang D. C., Lee S. T., Lee S. J., Kim Y. H. and kang Y. H. 1989. Korean J. Ginseng Sci 13(2) 158.
17. 官澤洋一. 1975. 農業および園藝, 50, 117.
18. 栗林登喜子. 1971. 생태학개론 25 : 110.
19. 津野幸人. 1971. 葉内水分と光合成作用との關係. 日作紙. 40(2) : 41~42.
20. 和田義春, 渡 和之, 三浦邦夫. 1992. 開花後のイネ葉身老化におよぼす遮光の影響. 日作紀 61(別1) : 126~127.
21. 강광희. 2000. 비누수 광반사 차광관 해가림에서 인삼생육과 미기상연구. 농림기술개발 연구보고서. 농림부.1~208.
22. 강광희, 안영남, 박훈, 공성훈, 김찬중. 2001. 비누수 차광관 삼집에서 전주높이에 따른 3년생 인삼의 경엽과 근의 생육. 고려인삼학회 발표요지. 별책 26 : 27~28.
23. 고려인삼학회. 1997. 고려인삼 연구 20년사. 광일문화사. pp 1-331
24. 공성훈, 진현호, 강광희, 안영남, 박훈. 2001. 해가림 시설재료에 따른 일복 내의 광자량 및 온도 변화에 관한 연구. 한국약용작물학회 발표요지. 별책 9(1) : 131~132.
25. 공성훈, 진현호, 강광희, 안영남, 박훈. 2001. 해가림 시설의 전주높이에 따른 일복 내의 광자량 및 온도 변화에 관한 연구. 한국약용작물학회 발표요지. 별책 9(1) : 129~130.
26. 권우생, 이명우, 최광태. 2000. 인삼 신품종 연풍의 육성경과 및 생육특성. 고려인삼학회 지 24(1) : 1~7
27. 김득중. 1973. 인삼재배. 일한도서출판사.
28. 김상보. 1986. 채굴시기가 인삼 Extract의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한양대학교 박사학위논문.
29. 김영호, 유연현, 이장호, 박찬수, 오승환. 1990. 해가림 종류가 수삼, 홍삼 및 백삼의 품질과 무기물 함량에 미치는 영향. 고려인삼학회지. 14(1) : 36~43.
30. 김요태, 양덕조, 천성기. 1981. 재배법 개선 연구(해가림 개량 시험). 인삼연구보고서. 349~364.
31. 김요태, 이종철, 천성기. 1979. 인삼엽의 기공개도 및 증산에 관한 연구, 인삼연구보고 (재배분야), 고려인삼연구소. 575~589.
32. 김준호. 1962. 공주사대 논문집. 1 : 149.
33. 김준호. 1962. 인삼의 생육에 대한 생리생태적 연구. I. 환경 특히 광조건과 생산구조에 대하여. 공주사대논문집 1 : 149~171.

34. 도재호, 김상달, 김경희, 석영선, 장진규. 1985. 백삼조건이 품질에 미치는 영향. 고려인삼학회지. 9(2) : 248~255.
35. 목성균, 김명수, 이종화. 1982. 인삼연구보고서(재배분야). 159.
36. 목성균, 박귀희. 1981. 인삼연구보고서(재배분야). 263.
37. 목성균, 천성기, 이성식, 신동양, 이장은. 1984. 인삼의 최적환경조성 및 해가림 자재개발연구, 인삼연구보고서, 인삼연초연구소. 1~92.
38. 박훈. 1972. 인삼의 온도에 대한 생리반응. 고려인삼학회지. 3(2) : 156~167.
39. 박훈. 1979. 인삼의 온도에 대한 생리반응. I 옛경험, 분포, 발아, 광합성, 호흡. 고려인삼학회지3(2) : 156~167.
40. 박훈, 목성균, 이종률. 1980. 생리장애에 관한 연구. 고려인삼연구보고서(재배). 173~196.
41. 박훈, 김찬중, 이충열, 안영남, 강광희. 2001. 차광재 및 삼집구조가 3년 생 인삼의 생육과 수량에 미치는 영향. 한국작물학회 발표요지. 별책 46(1) : 196~197.
42. 박훈, 박귀희, 조경식. 1980. 인삼의 조직학적 특성 연구 고려인삼연구보고서. 197~206.
43. 박훈, 윤종혁, 이미경. 1984. 재배조건이 원료삼의 내공 내백소질에 미치는 영향연구. 인삼연구보고서. 한국인삼연초연구소. 1~165.
44. 박훈, 윤태현, 배효원. 1979. J. Korean Soc. Soil Sci 12(2) : 77
45. 박훈, 이명구. 1983. 원료삼의 품질향상에 관한 연구. 인삼연구보고서. 한국인삼연초연구소. 3~105.
46. 박훈, 이명구, 이종열. 1986. 지상부 노화별 인삼의 엽과 근의 광합성 및 호흡. 고려인삼학회지 10(2) : 180~187
47. 박훈, 이종화, 배효원, 홍영표. 1979. 인삼엽의 광합성과 호흡에 미치는 광도와 온도의 영향. 한국토양비료학회지. 12(1) : 49~53.
48. 안상득, 최광태, 권우생, 정찬문, 천성기, 남기열. 1987. 4년생 인삼의 수량 진단. 고려인삼학회지. 11(1) : 46~55.
49. 안영남. 2001. 4년생 인삼에서 성장시기에 따른 생장특성과 근중 주요 성분 변화. 영남대학교 석사학위논문.
50. 안영남, 이선영, 강광희. 2000. 4년생 인삼에서 생육시기에 따른 성분 변화. 한국약용작물학회 발표요지. 별책 8(2) : 175~176.
51. 안영남, 이선영, 강광희. 2000. 4년생 인삼에서 생육단계별 생장특성 변화. 한국작물학회

- 발표요지. 별책 45(2) : 204~205.
52. 안영남, 이선영, 정명근, 강광희. 2002. 4년생 인삼에서 생육특성과 수확적기. 한국작물학회지. 47(3) : 211~215.
 53. 안영남, 이선영, 정명근, 최강주, 강광희. 2002. 4년생 인삼의 수확시기에 따른 ginsenoside 및 일반 화학성분의 변화. 한국작물학회지. 47(3) : 216~220.
 54. 안영남, 이충열, 박훈, 김찬중, 강광희. 2002. 차광재 및 삼집구조에서 3년생과 4년생 인삼의 생육과 수량의 변화. 한국작물학회 발표요지. 별책 47(1) : 236.
 55. 안영남, 이충열, 박훈, 김찬중, 강광희. 2002. 비누수 차광관에서 전주높이에 따른 3년생과 4년생 인삼의 생육과 수량의 변화. 한국작물학회 발표요지. 별책 47(1) : 237.
 56. 안영남, 이충열, 박훈, 김찬중, 강광희. 2002. 차광재 및 삼집구조가 4년생 인삼의 생육과 수량에 미치는 영향. 한국약용작물학회 발표요지. 별책 10(1) : 238.
 57. 안영남, 정명근, 이충열, 박훈, 강광희. 2002. 다른 삼집구조에서 재배한 3년생과 4년생 인삼에서 주요 특성과 수삼수량과의 관계분석. 한국약용작물학회 발표요지. 별책 10(2) : 147~148.
 58. 안영남, 정명근, 이충열, 박훈, 강광희. 2003. 다른 일복시설에서 성장한 5년생 인삼의 수량과 품질. 한국작물학회 발표요지. 별책 301.
 59. 안영남, 정명근, 이충열, 박훈, 강광희. 2003. 4년생 인삼에서 출현에서 고사까지 경엽과 근의 발달 추이. 한국약용작물학회 발표요지. 별책 11(1) : 86~87.
 60. 윤종혁, 김재정, 박훈. 1992. 재배조건이 홍삼의 내공발생에 미치는 영향. 한국토양비료학회지. 25(2) : 175~180
 61. 이미경. 1995. 무기양분과 생육시기에 따른 인삼사포닌의 변화. 서울대학교 박사학위논문.
 62. 이성식. 2002. 인삼 신품종의 광합성 특성. 고려인삼학회지 26(2) : 85~88
 63. 이성식, 김종만, 천성기, 김요태. 1982. 한국작물학회지. 27(2) : 169.
 64. 이성식, Jhon T.A. Proctor, 최광태 1999. 단색광이 인삼속 식물의 광합성과 잎표백화에 미치는 영향. 고려인삼학회지. 72(1) : 1~7.
 65. 이성식, 천성기, 목성균 1987 인삼포의 환경조건과 인삼 생육과의 관계. III. 수광량과 포장에서의 광합성. 한국작물학회지. 32(3) : 256~267.
 66. 이종철, John T. A Proctor. 1988. 미국인삼의 광합성에 미치는 단색광의 영향. 고려인삼학회지 12(1) : 87~91

67. 이종철, 천성기, 김요태, 조재성. 1980. 차광하의 온도 및 광도가 광합성 및 근생장에 미치는 영향, 한국작물학회지 25(4) : 91~98.
68. 이종철, 최진호, 천성기, 이종철훈, 조재성. 1983. 한국작물학회지 28(4) : 497
69. 이종화, 이종철, 천성기, 김요태, 김상달, 안수봉. 1982. 인삼생육의 최적광량에 관한 연구(제1보 광도가 인삼의 지상부생육 및 근수량에 미치는 영향). 고려인삼학회지. 6(1) : 38~45.
70. 이종철, 천성기, 김요태. 1980. 차광하의 온도 및 광도가 광합성 및 근생장에 미치는 영향, 한국작물학회지. 25(4) : 91~98.
71. 이종철, 천성기, 김요태. 1982. 인삼생육의 최적광량에 관한 연구 (제 3보 광도가 다른 조건하에서의 상면이 인삼생육에 미치는 영향). 고려인삼학회지. 6(2).
72. 이종화. 1988. 광도와 온도가 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향. 고려인삼학회지. 12(1) : 40~46.
73. 이종화, 박훈, 이미경. 1983. 식물대사에 관한 연구, 연구보고서. 한국인삼연초연구소. 153~212.
74. 이충열, 강광희, 한영희, 안영남. 2001. 비누수 광반사 차광판의 일복높이에 따른 인삼의 광합성속도 및 그 관련형질의 변화. 한국약용작물학회 발표요지. 별책 9(1) : 104~105.
75. 이충열, 한영희, 안영남, 강광희, 김성만, 김찬중. 2002. 차광재 및 삼집구조에 따른 4년생 인삼의 광합성속도 및 그 관련형질의 일변화. 한국작물학회 발표요지. 별책 47(1) : 280.
76. 이충열, 한영희, 안영남, 강광희, 김성만, 김찬중. 2002. 온도변화에 따른 인삼의 광합성속도와 그 조절기구간의 상호연관성. 한국작물학회 발표요지. 별책 47(1) : 281.
77. 정후섭, 이인원. 1977. 인삼연작장해 방지책, 인삼적부병의 병원및 방제 대책에 관한 연구 II. 전매용역보고서.
78. 정후섭, 이인원. 1977. 인삼연작장해 방지책, 인삼적부병의 병원및 방제 대책에 관한 연구. 전매용역보고서.
79. 조성환. 1977. 한국인삼의 saponin에 관한 연구(제3)-산지별, 부위별, 재배 시기별 인삼 및 가공중 saponin함량에 관하여. 한국농화학회지, 20(2) : 138~204.
80. 조재성, 목성균, 원준연. 1998. 최신인삼재배. 선진문화사.
81. 조재성, 목성균, 원준연. 1985. 고려인삼엽의 광합성에 관한 연구. II. 4 년생 인삼의 광합성의 계절변이. 한국작물학회지. 30(4) : 398~404.

82. 조재성, 원준연, 목성균. 1986. 한국작물학회지. 31(4) : 408.
83. 조재성, 원준연. 1979. 고려인삼의 광합성능력에 관한 연구, 제1보, 저년도 고려인삼 광합성능력의 계절 변이. 한국작물학회지, 29(1) : 89~97.
84. 천성기. 1989. 광량 및 광질이 고려인삼의 생육과 품질에 미치는 영향. 경북대학교 박사학위논문.
85. 천성기, 목성균, 이성식, 신동양. 1991. 고려인삼학회지. 15(1) : 21.
86. 최강주, 고성룡, 김석창, 박종대. 1989. 고려홍삼 제품류의 사포닌 및 진세노사이드 함량. 고려인삼학회지. 13(2) : 178~182.
87. 최광태, 안상득, 신희석. 1980. 인삼의 각종 주요형질간의 상관관계. 한국물학회지. 25(3) : 63~67
88. 한국인삼연초연구원. 1996. 최신고려인삼(성분 및 효능편).
89. 한국인삼연초연구원. 1996. 최신고려인삼(재배편).
90. 현동운, 황종규, 최선영, 조재성. 1993. 고려인삼의 광합성 특성 I.광도와 잎온도의 변화에 따른 광합성 반응. 고려인삼학회지. 17(3) : 240~245.
91. 홍순근, 조진선. 1975. 인삼의 적정 수광량시험. 전기연시연보서. 745~753.