

## 인삼재배 분야의 과거 20년 연구

박 훈

한국인삼연초연구원  
대전시 유성구 신성동 302, 305-345

### **Research on Ginseng Production During the Past 20 years**

Hoon Park

*Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Daejeon, 305-345 Korea*

#### **Abstract**

Researches on mineral nutrition, physiology and physiological diseases, cultivation methods, breeding, pest control, quality management and extension during 1976-1995 in Korea were reviewed. Review in breeding and pest control was restricted to the researches directly related to cultivation. Mineral nutrient uptake, partition and various factors such as top dressing, light intensity etc. and interrelationship between minerals were investigated. Top dressing was not effective due to low mineral requirement. Physiological characteristics on temperature, light and water were well elucidated and applied to assess traditional cultivation method and its innovation. Photosynthetic pigments, light harvest proteins and activity of related enzymes were studied. In nitrogen metabolism arginine, proline, ammonium, threonine appeared to have important role in regrowth of shoot. Saponin metabolism was studied in relation to growth and new ginsenosides were found but physiological role of saponin was not clearly elucidated yet. Endogenous growth regulators were reported and various exogenous growth regulators were studied for growth stimulation, short stem and seed pruning etc. Various physiological diseases were investigated for cause and control measures were established. Water culture was little studied. Forest culture was studied but not reached the recommendable stage. Drip irrigation, straw mulching, seasonal shading and soil preparation method including soil fertility adjustment were established for practical application. Shading materials completely changed to polyethylene net and materials of polymers. The research on ginseng cultivation in paddy field opened the way to establish the permanent ginseng cultivation plantation. Ginseng harvester and seeder were developed in the late 1980s. Transplanter and many other machines were developed in the early 1990s. In ginseng breeding only pure line selection was of practical significance. Several varieties were at the stage of seed propagation at ginseng plantations. Mutation breeding ( $\gamma$ -ray, x-ray, chemicals) was not successful. The research on plantlet formation through tissue culture was a little progressed but still far behind to vegetative propagation. Disease control research was concentrated in the isolation and identification of pathogens, their ecological characteristics and biological control and soil fumigation. Potato root rot nematodes was found and control method was established. Insect and small animal con-

trol research was greatly progressed in identification, ecological investigation, and ecological and physical control. Weed control was less important due to the development of mulching method of ridge and ditch. Quality factors of raw ginseng in relation to red ginseng process were extensively studied. Traditional quality measures were elucidated in accordance with modern analytical chemistry resulting in the importance of peptides in the central part rather than ginsenosides. For large root production growth promoting rootzone microorganisms (PGPRM) were isolated and active compounds were identified. Field test on PGPRM was on going. Various methods for quality improvement through cultivation were developed. Management research of ginseng production was rare. Extension was active through official and private organizations and through workshop for the extension specialists, and direct lectures to grower's. Extension services made the researcher to understand the existing problems at grower's fields. Research environment for ginseng production was in prime time only for three years when Korea Ginseng Research Institute was established then gradually aggravated.

## 1. 서 언

인삼은 동의약초 중 제왕인 동시에 건강기능식품의 대표로서 지구마을시대를 맞아 그 성가가 점점 커져 독일, 벨지움, 호주, 인도 등 여러나라에서 재배를 성공하거나 시도하고 있다. 이러한 사실은 우리가 인삼재배에 훨씬 더 노력해야 한다는 것을 의미한다. 이는 재배기술이 발전해야 할 여지가 많다는 것을 뜻한다.

1960년대 및 70년대 인삼은 수출을 위하여 최고품은 국내판매가 금지되었던 주요 수출품이었으며 아직도 단일작물로서 수출액 최고의 지위를 지키고 있다. 인삼의 최고품은 국제시장에서 g당 약 2000원인데 수요에 충당할 못하고 있는 현실이다. 그럼에도 세계화시대에 농업의 테두리속에 포함되어 중요성이 퇴색되고 식량안보를 앞세워 쌀농사만 중요시하고 있음은 안타까운 일이다.

약용작물은 기후와 토질의 영향을 많이 받기 때문에 국제경쟁을 피할 수 있는 이점이 있다. 이제 공해가 없는 천혜의 고부가가치를 창출하는 인삼산업에 70년대와 같은 국가적 관심을 두어야 할 것이다.

고려인삼학회 20주년을 맞이하여 과거 20년간의 재배분야 연구를 살펴봄으로서 인삼재배의 나아갈 길을 명확히 규정할 수 있을 것이다. 과거 20년간의 인삼재배 연구는 이론개발과 이의 현장적용방법으로 인삼생산에 크게 기여하였으며 앞으로의 기술발전을 위한 큰 기반을 이루었다. 본고찰에서 이러한점을 이해하도록 노력을 기울였다. 따라서 본 종합고찰은 재배분야 전반 즉, 무기영양, 토양비료, 생리, 병충해방제, 품종개발,

재배방법, 품질, 경영, 지도 그리고 재배연구환경 등을 포함하였다.

재배분야의 광범위성 때문에 분야별 세세한 고찰을 피하고 분야별 대표적 연구결과를 중심으로 전체의 흐름을 이해하도록 하였다. 특히 육종과 유전공학분야와 병충해분야는 재배현장과 직결되는 주요부분만을 다루었다. 본고찰은 우리나라만의 연구에 국한하였으며 주로 고려인삼학회지와 한국인삼연구원의 연구보고서를 중심으로 하였다.

## 2. 무기영양

가) 흡수량 : 인삼이 포장조건에서 년근별 흡수하는 무기양분량에 관한 조사가 1975년에 처음 실시되었으며 10a당 N : 10.24Kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 2.31Kg, K<sub>2</sub>O : 14.86Kg으로 K증시가 필요하다고 하였다.<sup>1)</sup> 과친시험장 포장에서만 조사하여 함량만 가지고 K증시의 필요성으로 결론지은 것은 불합리하다. 이러한 결과가 초목회의 증시를 가져오고 K과다에 의한 Mg결핍이라는 생리장해를 일으킨 원인으로 작용한 것으로 사료된다.

농가포장에서의 3-6년근의 주당 흡수량은 모든 연근에서 질소가 칼리함량이 높았으며 근중 칼리가 많을수록 결주율이 컸다.<sup>2)</sup> 인삼의 무기양분 흡수과정을 가장 자세히 조사한 것은 묘삼에서 6년근까지 월별 무기양분 흡수를 산지포와 시험장포장의 것을 종합하여 조사한 것인데 자료가 일부만 보고되었다.<sup>3)</sup> 여기에서도 묘삼에서는 K가 N보다 많지만 2년근부터는 역전되어

연근이 커갈수록 차이가 커져서 질소함량은 칼리의 약 1.5배가 된다. 4년근 한포장에서 약토, 화학비료 시비량, 광도처리와 관련 월별 N, P, K 함량과 흡수량을 조사하였다.<sup>4)</sup> 4년근의 흡수량은 칸당 N 15.8g, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 2.5g, K<sub>2</sub>O 11.9g 이었으며 N, K, P 순서는 상기 6년근의 경향과 같다. 칸당 주수는 32-40주 범위로 되어 있다. 2년근 포장에서 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 흡수량은 0.5, 0.1, 0.4g/m<sup>2</sup>으로<sup>5)</sup> N, K, P의 순서를 따른다. 수정재배에서도<sup>6,7,8)</sup> 여러 양분조성에 무관하게 거의 뿌리에서 칼리(K)보다 N함량이 높았다.

나)추비영향 : 2년근을 15-20일 간격으로 무기양분 흡수를 조사하였다. 추비조건과 양분흡수관계는 4년근에서 조사되었는데<sup>4)</sup> 약토 2.5Kg과 5Kg 수준에서 8월 또는 10월에 뿌리에서 질소는 뿌리와 줄기, 인산은 뿌리에서만 유의의 차이를 보였으며, 칼리는 차이가 없다. 노소, 용성인비, 황산칼리의 추비는 질소는 잎, 줄기, 뿌리에서, 인산과 칼리는 뿌리에서만 시기별 차이가 있을뿐 시비수준간에는 아무런 차이가 없어서 인삼의 N, P, K 흡수에 특히 화학비료의 추비(10cm 깊이까지 혼합)효과가 없음을 보였다. 그러나 묘삼 식부전 기경지와 미경지 토양에 N, P, K, Ca, Mg 비료를 수준별로 처리한 결과는 모든 양분이 모든 부위에서 처리별로 뚜렷하게 증가하였다.<sup>9)</sup> 이시험은 pot 시험이기때문에 처리별 차이가 잘 나타난 희귀한 예이다. 그러나 포장조건에서 짚재를 중시하여도 수량이 차이가 없을뿐 아니라 K의 함량이나 흡수량이 증가하지 아니하였다.<sup>10)</sup> 이 시험은 식물체에서 K가 N보다 많은 두번째의 예다. 4년근 한포장의 분석치로부터 6년근까지의 N, P, K 흡수량을 추정하고<sup>4)</sup> 2년근 한포장의 토양중 N, P, K를 분석하여 6년근까지의 요구량보다 토양중에 질소는 36배, 인산은 1.2배, 칼리는 20배이므로 질소와 칼리는 필요가 없으나 인산은 추비가 필요하다고 결론을 추천하였다.<sup>5)</sup>

근중 무기성분함량은 뿌리에서 저장양분이 지상부 생육으로 소모되는 5월에 가장 높고, 뿌리가 왕성하게 자라면서 적어지고 뿌리자람이 느려지는 8월이후에 높아진다.<sup>4)</sup>

다)광도영향 : 재배광도(5, 10, 20%)에 따른 4년근 부위별 무기성분 함량을 보면 질소는 뿌리에서만 광도에 따라 증가하고 잎과 줄기에서 감소하였다. 인산은 모든 부위에서 감소하였으며 칼리는 일정성이 없다.<sup>4)</sup>

라)질소형태 : 인삼에서 질소가 P, K보다 함량이 높으므로 질소영양이 생육에 크게 영향을 줄 것으로 보인다. 인삼은 무기질비료를 사용하지 않고 약토라고 하는 부엽토만 쓰기때문에 질소의 형태에대한 선호도와 적정질소영양수준에 관심의 대상이 되었다. N15-황산암모니움을 토양에 사용한 결과 흡수를 하였으며 앞으로 가는 비율이 상당히 높았다.<sup>11)</sup>

야외에서 묘삼을 1년간 사경재배로 암모니아태, 질산태, 노소태를 공급한 결과 부위별 질소함량, 생육, 적정농도에 있어 질소형태간에 차이가 크게 없었다.<sup>12)</sup> 이 시험에서는 유기태로서 약토수침출액을 사용하고자 했으나 기술적인 문제가 있어 하지 아니하였었는데 검토가 되어야 할 것이다. 생육에대한 효과는 질산태, 암모니아태, 노소태의 경향이고 모두 50ppm에서 가장 좋았다<sup>6)</sup>. 온도와 광도가 일정한 생육상에서 2개월간 사경재배한 경우에도 좋은 조건에서는 질산태가 암모니아태보다 생육이 좋았으나 광도가 낮고 고온인 경우에는 암모니아태가 유리하였다.<sup>2)</sup> 大量成分과 Fe 및 B를 각각 缺除한 養液재배<sup>8)</sup>에서도 뿌리에서는 N함량이 K보다 높았다. 결제구의 뿌리함량은 결제양분이 가장 적었으나 엽과 경에서는 반드시 그렇지 아니하였다. 질소, 인산, 마그네슘, 붕소의 결제시 총 식물체중이 감소하였으며 K, Ca, Fe 결제는 대조구보다 증가하여 삼요소 중 K의 역할이 불분명하다.

마)양분분포 : 무기성분의 부위별 함량을 보면<sup>13)</sup> 질소는 상하 큰 차이가 없고 인산은 지하부가 약간 높은 경향을 칼리는 지상부가 높고 Mg와 특히 Ca는 지상부가 월등히 높다. K, Ca, Mg, Zn은 엽병에서 가장 높고 인산철 붕소는 근경에서 가장 높다. 황은 세근에서 가장 높으며 질소는 잎에서 가장 높다. Mn과 Cu도 잎에서 가장 높는데 농약에서 유래했을 가능성이 큰 것 같다. 흡수된 총 무기양분의 부위별 백분율 분포도 힘량에서 예측되는것 같이 Ca와 Mg가 지상부로 많이 전이되어 잎에서 약 50% 및 40%가 된다.<sup>14)</sup> 무기양분의 분배에대한 토양수분의 영향은 pot시험으로 2년근에서 조사 되었다<sup>14)</sup>. 분배특성이 유사한 N과 P, Ca와 Mg, K와 Fe, 3개 군이 구별되고 Mn과 Zn은 서로 다르고 다른 무기성분과도 다른 특성을 보였다. 수분부족은 Mg, Zn, Ca, Mg, N, P의 순으로 지상부 이전이 억제되는 반면 Fe, K, Mn의 순으로 촉진되었다. 과잉수분 조건에서는 Zn, Fe, K, Ca 순으로 억제되고 Mg, N, Mn, P 순으로 촉진되었다.

바)과다의 해 : 인산요구량이 칼리의 1/10, 질소의 1/9 정도임에도 농가 포장조사에서 수량과 작황에 상당한 과잉 피해가 있는것으로 나타나서 인산 영양특성을 알기위해 사경재배를 실시하였다. 일차 인산만의 시험에서<sup>15)</sup> 인산 10ppm 구에서 무인산구보다 7%의 건물증가효과가 있는반면 30ppm에서는 무인산구에 비하여 52%의 억제 100ppm 구에서는 66%의 억제현상을 보였다. N, P, K, Ca, Mg에대한 농도별 수경시험에서<sup>16)</sup>도 인산만 10ppm이 최적으로 나타나고 그이상에서 과잉의 해를 나타냈으며 기타의 성분들은 농도간 차이를 보이지 아니하였다. 인삼은 인산에대하여 민감하며 과잉의 피해가 농가 포장에서 있을 수 있음을 보였다.

사)양분상호관계 : 인삼체내 무기양분의 상호관계에 관한 연구는 비교적 적다. 동일체내 부위별 무기성분함량을 부위에 관계없이 상관을 본 결과(12) 지상부와 지하부에서 다르게 나타났다. 지상부 지하부에서 동일하게 밀접한 정상관을 보이는 것은 Ca와 B이다. 지상부에서 K는 N, Fe, Mn, Cu 와 유의 부상관, Mg 와는 부상관이고, Zn과는 유의 정상관이다. 뿌리에서는 N, P를 제외하고 기타 대량 및 미량성분은 모두 서로 정상관이다. 인산과 철은 철의 함량이 100ppm 이하에서는 인산과 부상관이고 100ppm 이상에서는 정상관이다. 지상부에서 P는 Ca 및 B와 부상관이다.

무기양분과 일반화학생분과의 관계는 5년근에서 조사하였다.<sup>17)</sup> 뿌리에서 조지방은 인산을 제외한 모든 성분과 유의 정상관을 보이며 조섬유는 질소를 제외한 모든 성분과 유의 정상관이다. 지상부에서 조지방은 N, Ca, Fe, Mn, Cu가 조지방과 유의 정상관이나 K와는 유의 부상관이다. 조섬유는 K, P, B 순으로 유의 정상관이고 Mn, Fe, Cu, N, Ca 순으로 유의 부상관이다. 지상부에서 K와 P가 조섬유 생성에 기여하는 반면 N과 Ca가 조지방생성에 관여하는 것으로 보인다.

### 3. 생리 및 생리장해

가) 온도생리 : 인삼의 온도에 대한 생리반응은 1980년 초까지 종합고찰이되어<sup>18,19)</sup> 온도에 대한 중요성이 부각되었다. 특히 온도와 광과의 관계를 분리시켜 광을 필요로하나 고온의 장애로 제한되므로 광도는 기온에따라 조절하여 생산성을 높일 수 있다는 것을 밝혔다. 陰地性 식물이라기보다는 好습性 식물이라고 불려

야함을 알게되었다. 적지선정에 있어 기온의 중요성을 제시하고 기상자료에의한 최고기온 지속일수등을 적지선정요인으로 택할 수 있음을 제시하였다.

光合成과 呼吸에 미치는 溫度의 영향<sup>20)</sup>과 증산에 미치는 온도의 영향<sup>21)</sup>을 밝혀 광합성, 호흡, 수분 및 온도의 관계에서 18℃~22℃가 생육적온임을 밝혔다. 특히 뿌리의 신아가 발아 생육하는데 적절한 온도가 15℃~20℃이고 20℃/30℃(15시간/19시간)에서도 거의 생육이 중지하였다.<sup>22)</sup> 이를 바탕으로 15℃이상의 온도를 장해 온도로 보아 열장애지수를 제한하였으며 생장효율 지상부 생장률/근소비량이 최적의 경우 39.6%인데 반하여 30℃에서는 16.7% 였다<sup>23)</sup>.

인삼잎에 주는 고온장애와 잎의 지방대사와의 관계를 구명하기 위하여 단시간 동안의 온도처리로 지방산 조성을 조사하였는데<sup>24)</sup> 고온(25℃ 와 35℃)은 총지방산 함량을 증가시키고 불포화 지방산 비율을 증대시켰으나 지방산 조성의 유사도에는 유의성 차이가 없었다. 최성기 절제잎의 지방산조성에 미친 고온의 단기처리 효과가 고평도하에서 생육한 잎의 지방산 조성 결과와는 반대이므로 전엽기부터의 온도환경이 지질 조성에 미치는 효과를 phytotron에서 실시하였다.<sup>25)</sup> 17℃/15℃에서 자란 잎보다 27℃/23℃의 것이 중성지질과 당지질이 증가하고 인지질이 감소하였으며 지질조성의 생육온도간 변화가 당지질과 인지질에서만 커서 이 둘 두 지질이 열안정성에 관련되는 것으로 나타났다. 인지질과 당지질 간의 지질조성은 달랐다. 불포화 지방산의 백분율은 고온 생육시 당지질에서 크게 증가하는 반면 다른 지질에서는 약간 감소하였다. 불포화 결합의 백분율은 중성지질에서만 약간 증가하였다.

나) 水分生理 : 인삼의 水分生理에 관하여 1982년 초까지 보고된 모든 분야에 걸쳐 종합고찰을 하여<sup>26-28)</sup> 水分의 중요성을 제시하였다. 그리하여 인삼잎의 영구 위조점을 조사하여<sup>29)</sup> 콩잎보다 인삼잎이 수분부족에 민감하므로 수분관리가 중요함을 강조하였다. Pot 시험에서 인삼은 적습이하의 건조 정도에 따라 지상부의 고사율이 높는데 과습에서도 과습 정도에 따라 지상부 고사율이 컸다.<sup>29,30)</sup> 뿌리 썩음율도 과습이 커갈수록 또 건조가 심할수록 커졌다.

식양토나 사양토에서 인삼생육의 적정수분은 포장용 수량의 60%로 나타났다.<sup>29,30)</sup> 약토를 가하지 아니한 양토 pot시험에서 48.7%가 최적수분으로 나타나<sup>31)</sup> 상기와는 다르다. 양토에서 포장용수량의 12%일때 잎이 初期위조를 유발했고 10%에서 지상부가 완전고사하

는 영구위조를 유발했다. 약토를 무게비 0.75% 섞은 pot시험에서는<sup>32, 33)</sup> 적정수분함량이 65.5%로 나타났다. 인삼절제지상부의 일복하 증산량은 10-12시경과 오후 2-4시경에 두번 높아졌다.<sup>29, 34)</sup>

온실내 pot시험으로 60% 포장용수를 맞춘후 5일간격으로 인삼부위별과 토양의 수분함량과 증산량을 년중조사하였다<sup>35)</sup>. 인삼 전체수분함량이 약간 떨어짐에도 인삼잎의 증산량과 수분함량이 9월에 가장 높은 현상을 보였는데 이시기는 토양수분함량이 약간 빠르게 감소하기 시작하는 시기였다. 잎의 수분함량을 높여 줄뿐아니라 토양수분이 상당히 적어짐에따라 뿌리수분함량이 높아지고 있어 토양 수분을 어느정도까지 짜낼 수 있는 뿌리의 생리적 변화가 예상된다.

인삼 뿌리 자체의 수분포텐셜이 -2.89였으며 토양염류과다의 수분흡수장애모델로 polyethyleneglycol을 사용하여 배양액의 수분포텐셜이 적어질수록 증산량이 적어져서 포텐셜이 -7bar일때 증산량이 순수대조구의 50%가 감소하는 것을 알 수 있었다.<sup>32, 36)</sup> 근권토양수분장애가 무기양분의 지상부 전이와 분배에 관한 영향은 앞의 무기양분항에서 봤다.<sup>14)</sup>

#### 다) 광합성과 호흡

① 광도와 온도 : 인삼의 광합성과 인삼집의 수광량등을 중심으로 1974이전 연구결과가 종합고찰되었는데<sup>17)</sup> 생태학적 해석에 중점을 두었다.

인삼의 생리특성과 관련 1980년대 초반까지의 재배 방식에서 나타난 광관리방법들에 관하여 종합고찰이 되어<sup>38)</sup> 광을 온도와 분리해서 광의 필요성을 지적하고 기온의 허용한계내에서 광은 최대를 주어야 한다는 결론에 이르렀다. 광도와 온도별 광합성을 측정하여 광포화점이 30000lux로, 재배 최적광도로 알려진 6000lux는 너무 적으며 기온에따른 재배광도의 조절 필요성을 입증하였다<sup>39)</sup>. 재배광도가 잎의 냉각기능 즉 기공의 증산기능과 관련될 것으로 보고 고려삼보다 재배광도가 높은 미국삼과 비교해서 광도와 기공밀도 및 기공개도와의 관계를 조사하여 미국삼이 기공밀도 및 기공개도가 훨씬 크다는 것을 발견하였다.<sup>39, 40)</sup> 포장조건에서 수광량이 많은 앞줄이 기공밀도가 높고 기공개도의 시간변화가 일복내광도에 크게 의존되는 사실에서<sup>11)</sup> 전엽기의 광도가 냉각체계 즉 기공밀도에 영향을 주고 이것이 내고온성으로 만들어 고온고광에 적응하게 될 것이며 전통광관리법인 줄조림방법이 바로 이러한 원리임을 밝혔다.<sup>39, 41)</sup> 전엽기의 광도를 30%로 높일 경우 광합성 적온이 5℃ 높아질 뿐아니라 고광에서

광합성 함량이 크게 증가하는 것을 입증하여 광관리가 수광증대에 대단히 중요함을 지적하였다. 이에따라 일부 재료를 달리하여 실험하는 일복시험이 광도를 중심으로 해야하며 고정관념을 깨고 광도를 높여야함을 제시하였다.

고광하에서 전엽된 것은 광합성 호흡균형점 (photosynthesis respiration equivalent point)이 낮기때문에 광호흡이 적어지는 것으로 보았다<sup>39)</sup>. 광도의 증가는 인삼잎의 캐로티노이드함량을 감소시켰으나 미국삼에서는 변화가 없었으며 크로로필함량도 상당히 감소하는데 chl.a/b는 15%까지 증가하였다. 광도가 인삼의 생산구조에 미치는 영향을 조사하여 전통적 줄조림방법이 줄기의 길이를 짧게하고 일면적을 줄이며 두껍게하여 광량이 높은 위치에 잎이 오게하는 방법임을 밝혔다. 인삼은 밀집한 책상조직이 없으며 광합성이 가장 높은 재배광도 15%에서 잎의 전분입자가 큰점도 15%가 재배광도로 적합한 것으로 간주하였다<sup>40)</sup>. 저온기인 수확기에는 광합성보다 호흡량이 많아서 일찍 수확하는 것이 좋을 것으로 지적되기도 하였다<sup>42)</sup>. 이후 많은 연구들이 광도와 온도 및 재배광도와 관련 조사되었으며 유사한 결과를 보였다.<sup>43, 44)</sup>

② 중간, 품종간 광합성 : 인삼 품종간 광합성 및 파낙속속의 중간 광합성능은 앞에서 미국삼과의 관계를 일부 지적하였으며<sup>39, 40)</sup> 그 후의 보고도 미국삼에 관하여 기공밀도가 높은 것도 같은 결과이나<sup>45)</sup> 미국삼이 기공밀도가 가장 짧다고 하는 것은 새로운 사실이다. 광합성능에서 주목할 결과는 러시아산 인삼의 광합성 적온이 15℃ 10000lux로 우리인삼이나 미국삼이 15000lux에 20℃보다 상대적으로 낮았다는 사실이다. 같은 P<sub>g</sub>가 러시아와 같이 추운 곳에서 자생한 때문에 큰 차이를 보인다고 할 수 있을 것인지 좀 더 깊이 연구해야 할 점이다.

③ 광질과 광합성 : 광질이 광합성능에 미치는 영향은 phytotorn에서 실시하여 백색과 청색이 근 생육으로 볼때 좋은 것으로 나타났다<sup>46)</sup>. 그러나 광합성능에서는 광질자체에서 오는 측정상내의 온도가 다르기 때문에 광합성 측정치만으로는 평가하기가 어려우나 황, 백, 청, 녹의 순서였다. 이때 상자내 온도는 청, 적, 녹, 황, 백의 순이었다. 이러한 결과는 차광망의 색상결정을 위한 것이었다. 고광, 고온 조건에서 광합성능이 적, 황, 청, 녹, 백의 결과를 보고하였고 청색차광망이 광합성이 좋은 것으로 보고하였다.<sup>47, 48)</sup> 미국삼에서는 적, 백, 청의 순이었으나 포화광 부근에서는 차이가 없고 저광도 일수록 뚜렷하였다<sup>49)</sup>. 청색광이 엽록체의 배치

에 영향을 주어 광합성 최대치에 20분 더 빨리 도달되었다<sup>51)</sup>.

④ 광합성 산물의 전류 : 광합성 산물의 이동에 대한 광의 영향은 각 부위별 당합량에 미치는 광과 암처리를 조사하여 광합성 산물이 glucose로 줄기를 통하는 것으로 추정하였다<sup>51, 52)</sup>. 광합성 산물의 전류에 대한 온도의 영향은 표지탄소를 활용하였다.  $14CO_2$ 의 광합성 산물의 각 부위별 전류는  $15^\circ C$ 보다  $25^\circ C$ 가 유리하였다<sup>53)</sup>. 그러나 뿌리에서 상당량의 광합성 산물의 호흡으로의 재방출량이  $15^\circ C$ 보다  $25^\circ C$ 에서 상당히 컸다<sup>53)</sup>. 뿌리의 저장중 20일간 호흡량 변화에서 8일 후에 급감하기 시작하였다<sup>54)</sup>.

⑤ 광합성 전자 전달계 : 광합성 전자전달계에 대한 기능을 잎의 노화와 관련해서 온도별로 조사하였다<sup>55)</sup>. 노화된 잎에서는 PSII 활성이 전연 없었다. PSII는  $35^\circ C$ 까지는 큰 변화가 없으나 그 이상에서 급격히 활성이 저하되었으며 반면 PSI는 건전한 잎에서만 온도가 올라 갈수록 서서히 감소하고 활성이 원래 적은 노화잎에서는 온도의 영향을 받지 아니하였다. PSI와 II의 온도에 대한 반응은 인삼과 무우를 비교한 시험<sup>56)</sup>에서도 유사한 결과를 보였다. 인삼은 무우에 비하여 PSII가 PSI보다 상대적으로 크다는 점이다. 특히 고풍하에서 자랄때 그러하다. 또한 PSII와 PSI의 활성을 종합해 볼때 무우에 비하여 큰 차이가 없다. 이러한 결과들에서 인삼의 적은 광합성능이 전자전달계의 기능저하라고는 볼 수 없을 것이다.

⑥ 광합성 관련 효소 : 광합성과 광합성 산물의 전류와 관련된 효소활성에 관한 연구도 부분적으로 수행되었다. 광합성의  $CO_2$  고정효소인 리뷰로스 디 포스페이트 칼복시 레이스 (RuDPCase)의 활성에 대한 재배광도와 온도의 영향을 시기별로 조사한 결과 전엽직 후가 가장 높고 생육이 진행되면서 점점 떨어졌다. 재배광도는 5월엔  $15^\circ C$ 의 경우 20%,  $25^\circ C$ 의 경우는 10%가 최고였으나 7월에는 모두 5%가 좋고 10월에는 5%와 10%가 좋았다. 재배광도가 높으면 RuDP-Case의 최저온도가 높아지는 경향을 보였다<sup>57)</sup>.

잎이 노화되면 SOD (superoxide dismutase) catalase 나 peroxidase 및 Hill reaction 활성이 감소하는데 그 중 SOD에서의 활성 감소율이 월등히 커서 활성산소의 제거능이 가장 심히 떨어지는 것으로 봤다<sup>55)</sup>. 전엽기부터의 광노출로 잎의 엽록소가 거의 절반으로 감소하였으나 SOD는 큰 변화가 없었다<sup>58)</sup>. 잎의 엽록소 함량이 인삼보다 두배로 높은 미국삼의 잎에서 SOD 와 peroxidase 및 Hill 반응활성이 모두 인삼에

비하여 많이 떨어지므로 인삼의 광합성 구조가 양호한 것으로 판정하였다<sup>59)</sup>.

⑦ 광합성 관련색소 : 광합성 산물의 저장과 재이용이란 점에서 인삼은 뿌리와 잎이 수기와 급기의 관계가 서로 바뀌는 관계에 있다. 4년근 수삼뿌리에서 sucrose 대사와 관련된 10가지 효소의 활성을 조사한 결과 타식물과 비교해서 sucrose synthase 활성이 가장 적은 것으로 나타났다<sup>60)</sup>. 광과 부위별 당합량과의 관계에서 줄기에 glucose가 sucrose보다 많은 점과 광환경에 glucose가 밀접하게 연계되어 있는 것과 어떤 관계가 있는 것으로 보인다. 이 분야는 광합성 산물의 전류와 저장문제 그리고 출아시와 전엽기 동안의 지상부 재생장과 관련 깊이 연구되어야할 것이다. 식품학적 면에서 뿌리에서 Invertase를 분리정제하고<sup>61)</sup> 화학조성과 안정성<sup>62)</sup>에 관하여 조사하였다. 광합성색소활성 산소를 제거하는 carotinoid의 역할을 기대하고 재배광도에 의한 영향을 조사한 결과 미국삼에서는 변화가 없고 인삼에서는 감소하였다<sup>52)</sup>. 인삼잎 carotinoid의 구성색소들을 콩잎과 비교 정량한 결과 antheraxanthin류의 epoxy carotinoid가 인삼에서는 관찰되지 않았다<sup>63)</sup>. 수광량이 많은 앞줄은 neoxanthin 과 violaxanthin 몰비가 증가하고 lutein 과 carotenes는 감소하였다. 그당시 carotinoids의 분별정량은 다른 식물에서도 보고된바가 적다. 잎의 성장단계 특이적인 새로운 잎사포닌의 구조를 밝히고 그 생리적 기능이 카로티노이드와 같이 활성산소의 제거로 가능성을 제시하였다<sup>64)</sup>. 재배광도에 의한 사포닌 함량의 변화는 뿌리에서는 품질요인으로서 조사되었고 잎에서는 생리적 역할을 찾기위하여 조사되었다고 볼 수 있는데 이는 사포닌 대사와 역할에서 고찰하고자 한다.

⑧ 집광단백질 : 광합성계의 집광 단백질의 생성과 변화에 대한 광도의 영향에 관한 연구로 초기단계에 광이 필요하다<sup>64, 65)</sup>. 포장조건에서 출아후 grana의 형성과 집광단백질의 생성 변화를 본 결과 28일이 되어야 완전한 grana가 형성되며 집광단백질들을 17일 후에야 완전히 출현하였다<sup>66)</sup>. 잎의 노화는 엽록체 단백질들의 소멸을 가져왔다<sup>55)</sup>. 광노출에 의하여 가장 영향을 받는 것은 LHCP1이고 이것은 PSII가 가장 저해되는 것을 의미한다<sup>67, 68)</sup>.

라) 질소대사 : 인삼도 질소가 필요한 것은 당연하지만 무기영양에서 본 바와 같이 질소영양에 둔하였다. 인삼자체의 생육속도가 느린 때문인데 이 원인이 질소 흡수때문인지 광합성 때문인지 이들 두작용의 연계에

문제가 있어서인지 아직 확실치 않다.

$^{15}\text{N}$ -ammonium sulfate를 사용했을 때 잎으로 가장 많이 전류 되었다.<sup>11)</sup> 즉 기존 저장된 뿌리에서 이동된 질소보다 현재 흡수한 질소가 우선적으로 잎에서 사용된 것으로 볼 수 있다. 그러나 토양에서 흡수한  $^{15}\text{NH}_4^+$ 가 잎에까지 이 형태로 이동되는지는 알 수 없다. 출아기 전후의 부위별 유리아미노산 조사에서 뿌리에서 arginine 과 ammonia가 증가하고 뇌두에서 초기 proline이 상당히 높다가 줄기에서는 ammonia가 높은 것을 보면<sup>55)</sup> 암모니움 형태로 잎으로 이동하는 것으로 볼 수 있다. 질소원별 양액재배에서 질소원별로 생육에 차이가 없는 점<sup>7)</sup>은 인삼은 암모니아태도 상당히 수용하는 것이라고 볼 수 있다. 지상부에 질산환원효소의 활성이 콩잎의 1-10%에 불과한 것도<sup>41)</sup> 암모니아태를 좋아하기 때문인 것으로 보이며 잎에서 암모니아태가 직접 사용되고 일반식물에서 보는  $\text{NO}_3$ 환원과 광합성과의 연결은 약한 것으로 예측된다. 뿌리의 질산환원효소활성은 큰 뿌리에서 약간 강한 편이었다<sup>69)</sup>.

총유리아미노산의 시기별 변화를 조사하였으며<sup>16)</sup> 출아기 전후의 부위별 아미노산 조성변화를 조사하고 유리아미노산 및 단백질 아미노산의 조성을 비교 검토하여<sup>75)</sup> 고려삼과 미국삼이 유리아미노산 조성에서는 유사하나 단백질의 아미노산 조성은 상당히 달랐다.

뿌리 부위별 단백질 종류는 중심부가 albumin이 주인 반면 (94%) 외피부는 albumin과 gluterin이 (55%+27%) 주었다<sup>67)</sup>. 인삼 수용성 단백질을 순수분리하기 위한 연구가 1986년부터 수행되었다<sup>70)</sup>. 황산암모니움 침전단백질은 당이 많이 포함되었고 비단백성 질소가 상당히 있는 것으로 나타났다. 전기영동에 의한 부위별 단백질 조성은 1979년부터 시작하였다<sup>11)</sup>. 가용성단백질의 부위별 polyacrylamide gel electrophoresis 결과 stem protein이 가장 밴드수가 많고 (주밴드 3, 소밴드 3) 근에서는 주밴드 한개뿐이었다. 내백성과 백피성<sup>71)</sup>, 열안정성과 관련된 단백질<sup>58)</sup>, 홍삼과 백삼의 차이<sup>67)</sup>, 내백과 정상삼의 단백질 HPLC분리양상차이 등 품질요인과 관련하여 단백질이 연구되었다. 성장관련 peptide를 찾기 위하여 분자량 10KD 이하의 ninhydrin 양성반응 분획들에 대하여 유묘생육검정도 실시하여 특수유효 분획을 찾았다<sup>71)</sup>.

Polyamine은 유묘와 2년근에서 조사하였다<sup>72)</sup>. 유묘에서는 생육과 함께 putrescine이 증가하였으며 2년근은 spermidine이 가장 많고 putrescine이 가장 적었다. Polyamine 대사에는 arginine decarboxylase의 활성과 관계가 있고 ornithine decarboxylase는 관

계가 적은 것으로 나타났다<sup>73)</sup>. 6년근 뿌리부위별 polyamine 함량을 보면 중심부에서 가장 많고 putrescine과 spermidine 함량이 용적 밀도와 정 상관 있어서 인삼의 성장과 조직의 치밀화에 깊이 관여하는 것을 알 수 있다<sup>74,75)</sup>. 인삼조직배양에서도 polyamine 별 농도에 따라 성장촉진 또는 억제체가 되었다<sup>75)</sup>. 함질소 성분과 관하여는 대사기작면에서 보다 품질면에서 더 많이 연구되고 종합고찰 되었기<sup>75)</sup> 때문에 다음 품질향에서 다루고자 한다.

마)생장조절물질 : 인삼생육에 있어서 성장조절물질에 관한 연구는 1979년 gibberellin을 사용, 조기 출아에 의한 작기 연장을 목적으로 시도되었다<sup>76)</sup>. 인삼생육을 조정하기 위하여는 내생 성장조절제에 관한 이해가 기본이 되기 때문에 1980년 성장조절물질의 계절변화를 조사하기 시작하였다<sup>77,78)</sup>. 생육후기로 갈수록 뿌리에서 생육저해물질이 많아졌으며 1AA와 trans ABA가 인삼뿌리에 존재함을 확인하였다. 근아의 발아에 미치는 GA kinetin 1AA ABA의 영향도 조사하였다. Pix를포함 생육조절물질에 대한 인삼의 생육반응을 조사하였으며<sup>79)</sup> GA, 2,4-D, B9에 의한 성장효율의 변화를 조사하고<sup>80)</sup> 인삼의 성장조절제에 대한 반응은 일반식물과 다르며 특히 ABA에 의하여 촉진될 가능성을 제시하였다<sup>81)</sup>. 포장생육삼의 1AA와 ABA의 생육초기 농도 변화를 조사하여 생육촉진 방법을 찾고 가능성을 제시하였다<sup>69,71,82)</sup>. 또한 ethylene 이 인삼 각 부위별로 방출되는 것을 조사하였다<sup>83)</sup>. 성장조절물질을 이용하여 단간, 적과<sup>55,59)</sup>, 단백질 함량 증가에 의한 품질향상<sup>58)</sup>, 수확기 낙엽촉진에 의한 저장물질의 소모방지<sup>69)</sup> 등에 관한 연구가 수행되었다. 단간화는 성공하지 못하였으나 적과용에는 가능성을 보였다. 초대형 인삼을 만들기 위한 국책연구에서 인삼의 근권미생물에서 인삼생육촉진물질을 분리하였다<sup>74,84)</sup>. 인삼종자발아에 kinetin과 BA의 효과가 컸으며<sup>55)</sup> 종자의 개갑과정과 저온처리 및 유근발생 기간중 cytokinin류의 변화를 조사하였다<sup>86)</sup>.

바) Saponin 대사 : 사포닌은 일본 약화학자들에 의하여 유효성분으로 간주하여 구조식이 밝혀지면서 효능연구가 사포닌 중심으로 이루어져왔다. 인삼의 품질기준도 사포닌을 유일한 화학기준 물질로 사용해왔다. 따라서 재배조건을 변경하게 되면 사포닌 함량을 우선적으로 조사하게 되었다.

광도(5%, 15%, 30%)에 의한 사포닌의 영향은 잎

에서 자경종, 황숙종, 미국삼을 비교하였다. 잎사포닌에서 Rg1과 Rg2는 감소하는데 기타는 15% 광도에서 최고치를 보였다<sup>41)</sup>. 인삼뿌리의 ginsenosides에 대한 광도의 영향도 미국삼을 포함하여 조사하였다<sup>87)</sup>. 광차단에 의한 황화처리후 광처리 및 광처리 후 암처리에 의한 ginsenosides의 변화도 조사하였다. 인공기상실에서 온도와 광도를 달리하여 재배하고 동체의 ginsenosides 변화를 조사하였다<sup>51)</sup>. 년중시기별 잎과 근부의 총 saponin 함량을 2년근에서 조사하여 8월 하순에서 9월이 가장 높았다<sup>40)</sup>. 종자 및 개갑처리 과정중의 진세노사이드도 조사하였다<sup>88)</sup>.

줄기의 자주색 정도별로(10%, 50%, 100%) 구분해서 뿌리 ginsenosides를 조사했으나 차이가 없었다<sup>89)</sup>. 4년근의 주피와 중심 및 잎중의 ginsenosides의 함량변화를 조사한 결과 뿌리에서 5월 19일에 가장 높고 잎에서는 6월 7일에 최저치를 보였다<sup>15)</sup>. 생육시기 특이 사포닌으로 인삼잎의 전엽기에만 많이 나타나는 새로운 사포닌을 분리 구조를 밝혔다<sup>90)</sup>. 한개는 처음 알려진 것이고 하나는 전철에서 밝혀진 것이며 두개는 잎사포닌으로 알려진 것이다<sup>58,91)</sup>. 생리장해삼 즉 은피와 적피 뿌리의 ginsenosides의 함량을 부위별로 조사하였다<sup>87)</sup>. 은피근에서 감소하고 적피근에서 증가하는데 적피의 표피에서는 감소하였다. 무기양분환경이 뿌리의 ginsenosides 조성에 미치는 영향을 양액재배로 NPK구, NPK제거 및 3배구에서 각 성분제거구에서 총합량이 높았다<sup>92)</sup>.

인삼의 saponin대사 연구로 1,2-C-Na acetate를 줄기에 주입하여 3주후 방사선 전회수율은 3.99% 였으며 이중에서 29%가 뿌리로 3%가 잎으로 갔다<sup>93)</sup>. 뿌리 전체 방사선량에 대하여 사포닌 분획으로 13.1%가 나타났다. 잎사포닌에 63.2%, 줄기사포닌에는 16.4%였다. 뿌리는 Diol로 잎과 줄기는 Triol saponin에 많이 들어갔다. 뿌리절편의 27℃ 64시간 항온배양실험 방사선회수율은 11.2%이고 사포닌분획에서 67.9% 회수율이었으며 잎절편 상온배양실험에서는 회수율 75% 였고 이중 Diol에 26% triol에 37%로 전식물 실험결과와 같았다<sup>93)</sup>. 표지된 acetate, mevalonate 및 squalene을 각각 사용 인삼뿌리에서 모든 saponin에 표지가 되었다<sup>94)</sup>.

분재배에서 광합성된 CO<sub>2</sub>의 70시간후 saponin으로의 이행을 조사한 결과<sup>58)</sup> 80% methanol 가용부중에서 사포닌 분획은 지상부에서 38.8%였으며 지하부에서는 10.1%로 상당히 적었다. Methanol 가용 방사선능은 대부분 지상부에 있으며(98.9%) 지하부에는

1.1% 밖에 안된다. 각 ginsenosides에 진입되는 백분율은 지상부에는 Rd가 29.3% Rf+Re 가 25.8%이며 지하부에서도 Rd가 21.97% Rf+Re가 13.3%로 Rd가 가장 높아 사포닌대사에 중심적 역할을 하는 것으로 나타났다<sup>58)</sup>.

Ginsenosides의 생체액에서의 분자들의 결합양상을 해석하고자한 gel filtration 및 투석시험에서 ginsenosides의 친수기와 소수기의 배열구조에 따라 다분자 결합군 중간군과 비결합군으로 구분하였다<sup>91,95)</sup>.

기타 많은 사포닌 연구들 즉 부위별, 연근별, 생산국별, 재배조건별, 종별 조직배양등과 관련 사포닌함량에 대하여 종합고찰이 되었으며 량과 ginsenoide 조성양상 유사도(pattern similarity)에 의하여 사포닌으로 품질평가를 할 때는 양과 조성이 중요하며 조성은 부위와 연근에 가장 영향을 받는다는 것을 밝히고 사포닌이 주 유효성분이라고 하는 기왕의 의견에 대해 회의적임을 시사하였다<sup>96)</sup>. 이점은 사포닌을 재배현장과 연계해 가장 많이 조사한 결과이고 외국의 약학자들의 의견에 대한 재배 및 생리학자들의 의견이라는 점에 흥미가 있다. 이러한 의견차이는 약학과 농학의 대립이기 보다는 유구한 인삼사용역사에 있어 이방인과 본방인의 견해차라는 점이 적합할 것이다. 오래전부터 우리나라의 약학계에서는 인삼의 사포닌을 강하게 부인하지는 아니하였지만 사포닌 외의 유효성분에 의미를 강조하는 입장을 지켜왔다. 인삼잎과 뿌리의 무기양분함량과 ginsenoside 간의 관계도 단순 및 다중상관으로 해석하였다<sup>97)</sup>. 이 시험에서 ginsenoside 상호간 단순 상관관계로 부터 대사관계를 찾고자 하였다<sup>98)</sup>.

사) 생리장해 : 인삼의 생리장해에 관한 연구는 산지에서 불려오던 잎의 조기 황화에 대하여 노랑병 또는 황병 등으로 그리고 뿌리에 생기는 은피라고 불려온 것에 대한 원인구명으로 시작되었다<sup>35)</sup>. 뿌리표피의 적변은 산지에서는 황으로 많이 불려 왔는데 병리분야에서 다루어오다가 병원균에 의한 것이 아니고 수분과다로 발생하는 것으로 알려져<sup>99,100)</sup> 생리장해로 다루어 토양 환원에 의한 것으로 밝혔다<sup>32)</sup>. 조기낙엽이 수분부족 때문인 것은 1979년에 포장조사로 밝혔다<sup>35)</sup>. 생리장해에 대하여 종합고찰이 되었으므로<sup>101)</sup> 그 후 또는 그때 포함되지 아니한 것들에 관한 것만을 소개하고자 한다. 황증이라고 한 것은 황병과 같은 것으로 Mn과잉이라는 새로운 원인을 제시하였다<sup>102,103)</sup>. 적변의 원인과 기작에 대하여 생물학적<sup>104)</sup> 화학적 측면<sup>105)</sup>에서 조사가 잘 되었다. 인삼뿌리의 균열발생에 관한 환경요인도 조



사되었다<sup>106)</sup>. 강한 햇빛을 받아 잎이 타는 엽소병의 생리생화학적 기작이 많이 연구되었으며 항산화제로서 이를 막으려는 연구도 이루어졌다<sup>107-113)</sup>.

#### 4. 재배방법

가) 양액재배 : 인삼재배는 작물재배의 초기형태인 자연농법 특히 토양비료분야에서 현재까지도 필수적으로 지키고 있는 유일한 재배법이다. 분재도 성공하지 못한 상태에서 6년간 양액재배를 한다는 것은 경제적으로 성공을 기대하기 어렵다. 그래서인지 양액재배는 많이 연구되지 아니하였다. 그러나 한편으로는 특수시설과 함께 양액재배를 통해 생육을 획기적으로 촉진시킬수도 있고 묘삼과 같이 1년간 키우는 것이거나 기타 제품원료용의 생산수단으로 연구할 필요는 크다.

인삼의 수경재배는 1976년에 시도되었다<sup>114)</sup>. 배양액은 Knop, Piper, White, 大津幼苗用 등 4개용액을 지하수를 대조로 幼根 1cm묘를 가지고 조사하였다. 부위별 생육이 배양액별로 달라 일정성을 찾기 어렵다. 결주율을 가장 중요한 기준으로 한 것으로 보이는데 White 3배 회색액이면 가능할 것으로 추정하여 결론을 내렸다. 이 시험에서만 수경재배하고자 하는 목적을 가졌었고 그 후로 수경재배 연구는 중단되었다. 그후 양액재배는 질소형태와 농도의 영향을 알기 위하여 Chouteau 양액으로 사경재배 하였으며<sup>8)</sup>, 생리장해 원인을 찾기위해 5대 양분과 철, 붕소의 결제시험을 Hoagland 양액으로 조사하였다<sup>8)</sup>. Saponin 생합성에 미치는 무기양분의 영향을 조사하기위해 3요소 결제 및 중시구를 갖는 사경재배를 Hoagland 양액으로 실시하여 양분이 많을수록 사포닌함량이 컸으며<sup>31)</sup> 동일한 시험에서 황병의 원인을 찾고자 식물체 무기분석을 하여 황병이 가장 심한 3K, 3N, 3NPK 구에서 식물체 Mg가 적고 K/Mg 값이 컸다<sup>6)</sup>.

인공기상실에서 인산수준별 수경시험으로 인산과다한계를 찾았으며<sup>15)</sup> 5개 대량원소의 수준별 수경시험에서는 타 양분의 농도(0, 20-100ppm)에는 큰 차이가 없으나 인산은 10ppm에서만 좋고 100ppm에서 30% 이상의 생육억제를 보였다<sup>16)</sup>. 그후에 점적식 양액재배를 시도했으나 깨끗한 결과를 얻지 못했다. 양액재배는 근권의 온도조절이 가능해야 성공될 것으로 본다. 양액재배는 특히 무병묘삼의 생산에 적용해 볼 수 있을 것이다. 간헐분무식 양액재배(aeroponics)가 효과적일 수 있으며 본격적으로 연구할 필요가 있다.

나) 논삼재배 : 논삼재배는 전연 연구된바 없었다. 그러나 인삼적지가 적어지면서 논삼에 관심을 두게 되었다. 홍삼포는 밭에서만 재배하고 백삼은 금산, 풍기, 진안에서는 논에서도 생산하고 있었다. 홍삼포만 전매사항이고 백삼포는 관심밭이었으므로 1982년 최초로 논삼재배 3개 지역 126개 포장을 조사하였는데 그 중 33개소에 대하여 수량, 토양물리화학적, 미생물 분포, 식물체 무기성분과 인삼집조건 기타 재배방법 등을 조사하였다<sup>115)</sup>. 다음해도 연속하여 논삼재배지를 조사하여 토양화학성과 수량, 결주율 관계, 황병의 원인과 방제책, 식물체 분석에의한 무기영양상태와 낙엽율 수량, 결주율 수량, 결주관계, 홍삼적성 등을 밝혔다<sup>116,117)</sup>. 1985년에 수원시험장에서 포장시험을 시작하였다.

이상의 연구 결과는 논삼재배지의 특수성과 여러가지 생리장해, 민달랭이 피해(풍기), 집달랭이 피해(용인) 등 현장을 발견, 원인을 밝히고 적정조건을 찾았으며 옛날에 숯가루를 사용했던 정보도 진안에서 얻을 수 있었다. 중요한 결론은 홍삼포로서 논을 쓸 수 있으며 논삼의 연작장해 원인 제거라는 장점과 밭삼의 예정지 관리방법을 통합한 답전윤환에 의한 분박이 삼포를 만들 수 있다는 것이고 이를 정책적으로 추진해야 할 것을 건의하였다. 그후 논삼연구는 중단되었다가 1993년 부터 다시 시작 포천, 용인, 강원 등 논삼 주산지가 아닌 곳들을 포함 148개 포장<sup>118)</sup> 1994년 216포장<sup>119)</sup>을 조사하여 토양특성과 작황, 홍삼품질에서 밭삼보다 못하지 않은 결과를 얻었다. 1995년도에는 두더지안기둥 배수방법과 두둑높이, 근부병원균 접종 등 작기단축을 실증하려는 포장시험을 착수하였다<sup>120)</sup>. 논삼재배는 배수시설이 필요치 않은 천수답이나 높은 지대의 수리안전답을 활용해야할 것이며 암거배수가 필요한 저지대는 폭우에의한 침수피해가 가능하므로 피해야할 것이다.

다) 임간재배 : 국토면적의 70%나되는 산림의 활용은 중요하다. 산삼은 세계적 희귀명품이므로 산삼 또는 산양삼의 생산기술을 개발한다는 것은 중요하나 최소 20-30년 이상 걸리므로 문제가 있다. 그러나 흑룡강성에는 착수한지 여러 해가 된다. 우리나라에서 임간재배시험의 목적은 원료삼을 임하에서 대량으로 생산할 수 있을 것이라는 희망에서였다. 전매연구소는 경기도 포천군 광릉시험장(산림 임업시험장 중부지장)에서 임업시험장과 공동으로 인삼의 임간재배시험이 시작되었다<sup>121)</sup>.

임상별로 재배를 하고 발병상황과 생육을 조사하였

다<sup>121, 122)</sup>. 재식밀도상황과 두둑의 부초방법, 낙하우적의 분산을 위한 망사지붕처리 등 다양한 처리들을 검토하였다. 식물체 및 토양의 화학분석의 결과는 발재배삼에 비하여 상당히 낮았으나 생육제한요인은 광과 병해인 것으로 보인다<sup>123, 124)</sup>.

직파시험은 시작하자마자 이 사업이 중단되어 그 이상진행이 안되었다<sup>125)</sup>. 그 10년후 충남임업시험장에서 10년간 연구계획으로 다시시작되었으며 시험에서 침엽수림이 좋고 활성탄본의가 상당히 효과적인 것을 발견하였다<sup>126)</sup>. 직파재배방법에 관하여도 시험이 진행되고 있다. 활성탄 효과는 결주율을 감소시키며 뿌리생육에는 큰 영향을 주지 않았다. 임상간에도 근중에는 차이가 없다<sup>127, 128)</sup>. 임간재배삼은 발재배삼에 비해 조지방과 조섬유가 많고 saponin도 많았고 그 중 Re가 많았으며 조성양상이 미삼과 표피의 것에 유사하였다. 생육속도가 재배삼의 1/10이 안되니까 삼이 적고 사관과 유조직이 두꺼울 것이다<sup>129, 130)</sup>.

임간재배는 민간인들에 의해 극소규모로 수행되어오고 있는데 비교적 큰 규모의 것에 대하여 현장조사를 하였다. 3-4년전 안동 지도소 주관으로 대규모 임간재배를 하는 것으로 소개된 적이 있으나 조사된 바 없다. 풍기조합에서 소백산에 인삼종자를 비행기로 10여년전부터 여러해 살포하였다고 하는데 그 효과에 대한 조사나 산삼발견과 같은 자연적인 반응이 없다.

라) 물관리 : 인삼의 생리에서 본 바와 같이 수분의 요구도가 콩보다 높은 것으로 나타났다<sup>21, 29)</sup>. 일반 포장에서 수분이 상당한 제한요인일 것으로 보여 1979년에 5개 지역에 120개 포장의 토양수분함량과 상대생육량과의 관계를 조사한 결과 토양수분함량과 토양유기물함량, 경장, 경직경, 수량의 유의정의상관을 갖는 반면 낙엽을, 반점병이병을, 상대결주율과는 유의부상관을 보였다<sup>35)</sup>. 칸당 2kg이상의 수량을 위하여는 토양수분이 17%이상이어야 하는데 유기물 2%이상인 포장은 상당수가 17%이상의 수분을 보유하고 있다. 17%에 미달인 포장은 53%나 되었다. 17%이상인 포장은 식양토와 식토가 대부분이어서 물관리면에서 식양토를 택해야함이 밝혀졌다. 생리장해포장조사에서 은피의 원인이 붕소결핍에서 오는 것으로 나타나<sup>35)</sup> 토양수분부족이 기본요인일 것이므로 물관리의 중요성을 알게 되었다.

산지포장에서 결주율을 줄이기위해 토양온도를 내려야하고 그러기위해 토양수분이 크게 작용하는 사실<sup>11)</sup>도 물관리의 필요성을 입증하였다. 토양수분을 높이는

방법은 토양수분의 증발방지라는 소극적방법과 물주기라는 적극적 방법이 있다. 예비시험결과 부초에 비하여 인삼 지상부위에서 분무관수한것은 14%증수한 반면 부초를 하고 그 바로 위에서 관수한 것은 80%의 증수를 보여<sup>45)</sup> 적극적 물관리 방법이 더욱 효과가 있는 것을 알았다. 그러나 적극적 물관리법은 관수관 (PVC 파이프)의 설치비용이 들고 산지에서 인삼은 부초라는 믿음이 강해 상토에 물이 들어가면 실패하는 것으로 알고있어서 관리면에서 안전하고 경제적 부담이 없는 소극적 방법 즉, 집갈이를 1980년도 용인조합전무(서귀섭)의 이식한 2년근 3개 포장에서 실시하였다<sup>42)</sup>.

그간 두둑의 빗물에 의한 무너짐과 잡초발생을 억제하기위한 비닐 mulching시험이 진행되었다<sup>43)</sup>. 증평시험장 포장에서는 벗짚갈이에 이 처리들을 넣어 실시하였다. 용인에서의 산지 3개 포장시험은 변외구 평균수량으로 변상하는 조건의 최초 계약시험이었고 대조구인 짚 안갈은 곳은 수량을 높이기 위해 일년후에 짚갈이 하지 말것을 당부하기까지 하였다. 짚갈이는 토양온도를 내리고 토양수분을 높였으며 잡초발생율도 103본/칸에대하여 6본이라는 큰 효과를 보였다<sup>42)</sup>. 1981년도에 이영부초가 출아를 일주일 빠르게 하고 생육이 균일하므로 경작인은 변외구에 모두 짚갈이를 하고자 하여 왕겨, 톱밥등 재료를 검토하는 시험을 참가하였다<sup>43)</sup>. 이 시험포는 전국 경작인들이 답사하여 자연스럽게 빠른 속도로 산지에 보급되었다. 짚갈이효과는 경작자들이 은피 상습발생지에서 확인하였다. 집갈이로 1.5% 토양수분을 높인 효과는 20% 광도에서 최고수량을 얻을 수 있게 하였다<sup>44)</sup>.

적극적 방법으로서 물주는 1985년도 두곳의 산지포장에서 실시되었다<sup>16)</sup>. 작기간 토양수분 장력계에 의한 토양수분의 변화를 측정하면서 여로로 부초위에 물주는 방법이었다. 산지포장 관수시험은 홍삼품질적성을 조사하여 내백방제에 크게 효과가 있음을 발견하였다. 토양수분장력계가 값이 높고 사용에 까다롭기 때문에 산지용 간이 수분 측정기의 사용법을 수분장력계와 비교하여 토성별로 검토하기도 하였다<sup>71)</sup>. 관수시험은 그 후 해마다 계속 되었다.

물주는 경작자들이 물의 과량사용과 일시다량을 주게되어 밭에따라 토양물리성의 심한 퇴화를 가져와 큰 피해를 보거나 적피가 많이 생겨 산지 보급이 빠르지 못하였다. 집적식 tape가 시판되면서 방울 물주기(집적관수)를 시험포장에 설치 시험하여<sup>79)</sup> 산지에서 좋은 결과를 얻었고 널리 관수필요성이 이해되어 요구자가 많아지고 96년부터 정부 지원금으로 무상으로 설

치해 주기에 이르렀다.

마) 土壤관리 : 인삼은 여러해 작물이므로 알맞는 토양조건이나 시비기준을 포장시험에 의존하는 것은 쉽지 않다. 포장시험을 하더라도 기초 정보는 필요한 것이다.

연구자들은 우량산지 포장에서 인삼의 생육과 관련 토양조건을 조사하였다. 1975년 6개 지역 16개 우량포지에 대하여 일복, 시비관리, 재배방법, 수량 등을 조사하였다<sup>135)</sup>. 이 자료는 Ca와 Mg가 우량포지에서 높았는데 Mg가 특히 그러하다. 토양물리성은 4개지역 3개소씩 조사하였다<sup>136)</sup>. 우열포장의 비교이므로 경향도 애매하였다. 60년대 부터 몇차례의 유사한 조사들과 큰 차이가 없었다. 인삼생육량과 토양의 물리화학량의 구체적 비교가 아니었기 때문이다. 토양요인을 인삼생육으로 측정하는 기술과 인력이 부족했다. 1978년 고려인삼연구소가 독립하면서 연말에 토양전문연구원들이 들어와 인삼재배적지조건부터 우불량포지대상으로 10개소를 조사하기 시작했다<sup>137)</sup>. 4개지역에서 1979년 47포장을 조사하여 토양의 액상 및 공극율은 수량과 정상관이었고 토양인산과는 부상관이었다<sup>138)</sup>. 같은 해에 5개 지역에서 120개 포장을 대상으로 토양수분과 생육과의 관계에서 상대생육량 및 수량과 정상관을 얻었다<sup>35)</sup>. 7개 지역 131개 포장에서 유기물이 많을 수록 상대결주율이 적었으며 유기물은 1.8-2.0%가 최적 범위였다<sup>131)</sup>. 암모니아태 질소는 많을수록 상대결주율이 유의성있게 높아졌으나 2kg이상의 수량을 얻기 위하여는 14-30ppm 범위가 최적이고 질산태 질소는 14-96ppm이 최적으로 무기태 질소는 합계 31-113ppm이 적정범위로 나타났다. 토양유효인산은 수량과 유의부상관으로 칸당 2kg이상의 수량을 얻기 위하여는 40-100ppm이어야 하며 200ppm이상은 1kg이하의 수량으로 위험한 수준으로 나타났다. 토양인산 함량이 많을수록 결주율이 증가하였다. 칸당 2kg이상의 수량은 pH가 4.8-5.3사이에 분포하였고 4.5, 6년근 포장의 경장도 pH4.8-5.3 범위에서만 32.5cm이상의 경장을 보였다. 동년 생리장해 포장조사에서 황병(노랑병)의 방지를 위하여 Mg는 1.5me/100g이상, K는 0.5me/100g이하, Ca는 3me이상이어야 되며 은피를 막기 위해서는 일의 붕소 함량이 30ppm이상이어야 되는 것으로 나타났다<sup>35)</sup>.

산지포 토양수분조사에서<sup>35)</sup> 2kg이상의 수량은 토양수분 17%이상이었으며 이러한 토양은 대부분 식양토와 식토였다. 111개 포장의 토성분포가 양토가 50%

로 가장 많고 다음이 사양토(30%), 식양토(12%), 식토(8%)의 순이었다. 토양수분함량과 토성과의 관계에서 토성은 식양토가 최적인 것으로 판단되었다. 칸당 수량을 1.8kg으로 본 47개 우량 및 불량포지 조사 성적에서<sup>138)</sup> 우량포지의 토성이 표토는 미사질양토 심토는 미사질식양토-양토가 많았다. 기타 우량포의 배수 등급과 토양화학성의 범위를 표시하였으나 최적 관리기준으로 삼기에는 범위가 너무 크다. 포장이 47개이고 수량만 조사되었으므로 상관관계가 불분명 하기 때문이다. 그러나 상당부분이 상기 111개 포장의 결과와 일치하였다. 즉 인산과 수량과의 관계에서 50-150ppm을 적정선으로 추측했는데 2kg 이상 수량의 것은 40-105 ppm 이어서 111개포장과 거의 일치한다. K는 0.4-0.5me로 거의 같다. Ca와 Mg는 불량포지가 높아서 75년도 조사<sup>135)</sup>와는 반대이다. 그러나 Ca는 2-4me, Mg는 1-3me인데 중간치는 Ca 3me, Mg 1.5me로 111개 포장조사와 일치한다. pH는 5.1-6.0으로 너무 차이가 크다. 분포비율이 가장 높은 것으로 택한 것의 중간값이 생육량 또는 생리장해의 발병기준 등 생리적조사와 일치한다는 것은 생태조사보다는 생리적인 구체적해석이 중요하다는 것을 알 수 있다. 이와같이 두개의 포장조사가 일치할 수 있는 것은 인삼이 다년생이기 때문에 토양의 영향을 크게 받기 때문이며 그러므로 조사가 광범위하고 인삼생육의 잣대가 세밀하다면 한해의 결과로 많은 것이 밝혀질 수 있다는 것이다.

1980년 6개소에서 4,5,6년근 75개 포장을 조사하여(140) 결주율을 바탕으로 토양물리화학성의 범위를 정하였으나 전년도와 약간 달랐다. 양질다수확재배법 연구를 시작하여 5개지역 80개 포장의 3,4,5,6년근의 결주율은 토양인산함량과 정상관을 보였으며 100ppm 이하 최적 200ppm 이상 위험선으로 나타났다<sup>141)</sup>. NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, K 등도 6년근에서 지상부결주율과 정상관을 보여 앞서의 조사결과<sup>35)</sup>와 유사하였다.

은피발생지역의 토양붕소함량이 최고 0.57ppm인데 건전지 최저인 0.56ppm과 거의 같았다<sup>32)</sup>. 300평에 1kg의 붕소를 사용한 결과 0.69ppm이 더 올라갔다. 황병이 앞에서 본 수분 생리에서 물부족시 뿌리에서 지상부로 Mg의 이동이 안되기때문이며<sup>14)</sup> 물이 충분하면 잘 발생되지 않는다. 그러나 수분부족은 과비에 의한 토양염류의 집적에서 올 수 있으므로 토양염류를 조사한 결과 황병발생지에서 평균 0.310mmho/cm로 가장 높았고 근부가 심한 포장도 0.237이었다. 은피포장은 0.108이고 건전포장은 0.076으로 착고 값은 0.170

이었다. 황병발의 최저치는 0.150으로 건전포의 최고치에 거의 도달하였다<sup>142)</sup>. 이를 참조하여 0.1mmho 이하를 관리기준으로 하였다.

예정지관리방법과 그 과정에서의 토양의 물리화학적 변화를 조사하고 그후 본포 6년근 까지의 매년 근별 변화를 조사하여 6년근 수량이 점토함량과 공극률에 의존하고 모래함량과 질소함량에 의하여 감소됨을 밝혔다<sup>142-146)</sup>. 예정지 관리시 경운회수가 입단을 형성에 칭초보다 기여도가 큰 것을 밝히고 토양병원성 미생물은 예정지 관리로 적어지는 경향이며 전작물에따라 유의성있게 적었다<sup>142)</sup>. 예정지에 투입하는 유기물 재료별 효과도 검토하였다<sup>147)</sup>. 포장시험이나 산지포장조사에서 두둑이 높을수록 수량이 높았다<sup>148)</sup>.

산지 토양인산의 수량감소 피해는 5년근에서 6년근으로 갈때 심해서 126ppm이상의 포장에서는 수량이 감소하였으며 뿌리의 칼리량도 지하부 결주율과 정상관이었다<sup>2)</sup>. 인산과잉해를 억제하기위하여 흡착제로서 황토가 효과가 있음을 밝혔다<sup>149)</sup>.

바) 시비관리 : 예정지에 칭초를 넣는 것은 밀거름을 위한 것이라고 믿고 있었으며 지금도 이렇게 믿는 이들이 많다. 1978년도 까지는 주요목적이 시비로 간주되어 표준재배법에 설명되었으며 그것이 토양비옥도가 포화상태인 현재까지도 바꾸기 어려운 개념으로 남아 있다.

약토, 퇴비, 계분, 유박, 골분, 미강등 유기질을 배합하여 주거나<sup>150)</sup> 이들을 혼합부숙해서 유기질 비료를 만들어주는<sup>151)</sup> 시험이 1975년도에도 진행되었다. 칼리는 초목회로 주어 시험을 하였다<sup>10)</sup>. 조제 약토를 가지고 성분량을 계산하여 시비량시험을 하기도 하였다<sup>3)</sup>. 이러한 시비시험은 효과를 뚜렷이 보인 예가 없다. 90년대 전반까지 계속되었지만 마찬가지였다. 양분이 이미 많은 토양에 양분을 가한다는 것은 의미가 적다. 유기질 재료가 화학비료로만 보기때문에 시험에서도 물리성 조사도 하지 않는 것도 문제였다.

시비연구는 약토의 주재료인 부엽의 질소분별 정량<sup>152-153)</sup> 산지포장에서 생산되는 약토 또는 유기질 재료의 분석 등이 수행되었다<sup>154)</sup>. 1980년대 후반기에는 본격적인 토양 물리성 개량의 방법이 강구되고 토양의 양분함량을 조정하는 방향으로 연구가 바뀌었으며<sup>155-156)</sup> '90년대 전반기에는 미량원소 액비 시험이 수행되었으나<sup>157)</sup> 큰 효과는 없었다. 약토대체 유기질 비료개발도 1982년 부터 계속되었다<sup>155-158)</sup>.

사) 광 및 온도관리 : 인삼에 줄 햇빛의 양은 기온과 토양수분을 함께 조절할 수 있는 정도로서 정해질 수 있다. 대부분의 실험들은 인삼집 지붕자재에 관한 연구이고 광도에 관한 연구는 70년대에는 거의 없었다. 4%-14%까지의 광도를 달리한 시험에서 6년근 수량이 8% 6000lux 구에서 최고였다<sup>159)</sup>. 10시에 측정하였으며 5월에 외부광도가 가장 높는데 86200lux 였으며 8월로 갈수록 광도가 떨어졌다. 이것은 일본에서 말한 인삼재배 적정광도 4000-6000lux 범위에 잘 맞는 것 같다. 그러나 이것은 앞에서 본 광생리특성으로 볼때 8%는 약간 가능하나 6000lux는 너무 적은 것 같다. 광생리에서 본바와 같이 광도를 30%로 대폭 높인 시험을 하여 광의 필요성을 적극적으로 검토하기 시작하였고 재배연구에 큰 영향을 주었다. 포장시험에서 3년근과 6년근이 모두 20% 수광량에서 최대수량을 보였다<sup>160)</sup>. 다른 시험에서는 10% 수광량에서 6년근에 40%의 증수를 보였다<sup>161)</sup>. 근중이 묘삼에서는 5% 수광량에서 최대였고 2-4근은 20%에서 최대였다<sup>162)</sup>. 광합성량도 20%구에서 최고 였으며<sup>163)</sup> 수량도 20%구에서 제일 높았다<sup>164)</sup>.

광도와 재식밀도의 시험에서 5%에서는 칸당 55주 10%에서는 60주가 최적으로 추정하였다<sup>165)</sup>. 재식밀도와 광도시험에서 20% 투광률에서 45주 채굴로 4.5kg으로 최고 수량을 얻은 예도 있다<sup>53)</sup>. 이상의 포장시험 결과는 적어도 10% 이상이 되어야 함을 보여주고 있다.

해가림 시기에 대한 시험은 광생리특성에서 본 고광고온 적응성의 활용이다. 1983년에 시작되었는데 광합성으로 볼때 5월 30일이 가장 좋았다<sup>53)</sup>. 토양수분조건에 영향을 받으므로 이러한 시험은 수분공급을 충분히 해야한다. 시기시험 이후에 여러차례 수행되어 해마다 가상과 지역에 따라 다소 다르나 5월 20일경으로 인정되었다. 생리적으로 볼때 전엽시기 전기간인 것으로 나타났으나 기간은 수분과 관련해 크게 달라질 수 있으며 산지에서는 반점병 발생으로 크게 실패하는 경우도 있었다. 산지에서 급변하는 기온으로 출아후 서리피해를 보는 경우도 있었다.

季節別 光관리시험은 1984년에 시작하였다. 氣溫과 연계해서 적은인 봄, 초여름에는 줄조림을 포함한 高光栽培이고 7,8월 고온기에 지붕쪽의 연장 또는 이중차광에 의한 低光栽培를 하는 방법이다<sup>16)</sup>.

생리특성 연구에서 인삼은 호음성이라기보다는 호냉성인 것으로 판단되어 산지포장의 인삼집안의 기온과 토양온도, 토양수분함량 및 상대결주율의 관계를 조사

하였다<sup>131)</sup>. 토양온도가 높을수록 결주율이 높아지는데 토양온도는 삼집기온에 의해 높아지며 토양수분함량은 토양온도 및 결주율과 고도의 유의정상관을 보였다. 이때의 포장들은 모두 벧집이영을 하고 벧집부스러기가 상면에 떨어져 있으면 부정타므로 깨끗이 쓸어내고 있었으므로 나지였다. 토양온도를 내리기위하여는 삼집내의 고온공기와 상토의 접촉을 막기위하여 부초가 필요하다하는 것을 알 수 있다. 토양에 대한 직사광선의 차단으로 복사열을 피하는 효과도 예상된대로 짚깔이 시험은 상토지온강하의 효과를 보였다<sup>32)</sup>.

아) 해가림 자재 및 인삼집구조 : 1970년대의 재배 연구는 해가림방법에 관한 연구가 거의 모두 자재에 관한 연구로 헬트까지 검토되었다. 벧집이영은 보통 1년 밖에 가지아니하므로 벧집지붕의 사용연한을 늘이기 위하여 황산등 50배를 처리하여 2년간 사용이 가능하였다<sup>166)</sup>. 1979년 부터 자재 중심에서 광도 중심으로 자재에 관한 생각을 달리하게 되었으며 일본 가네보 회사의 부직포, 미국에서 도입한 부직포 망사, 일본에서 사용하는 polyethylene 차광망을 1981년 부터 시험하기 시작하였다. 1983년 다공차광판이 도입되었으나 많은 연구는 되지 아니하였다. Polyethylene망의 누수 문제로 2중직에서 4중직으로 발전하였으며 차광망의 색이 검정색 단일에서 인삼생육과 관련 청색이 가미되었다<sup>47, 167, 168)</sup>.

1980년대 후반 및 90년대에 있어 민간기업체에서 누수가 안되는 석유화학제품들을 사용 산지에 보급하고 있으나 연구보고된 것은 없다. 1970년대 중반까지는 이영이 주종을 이루었으며 1980년대 전반에는 꺼치가 후반에는 차광망이 주종을이루어 현재까지 계속되고 있다. 해가림자재의 종류에 따라서 인삼집내의 기온이 변화하므로 해가림 자재연구는 인삼집의 구조와 병행되었으며 차광망이 주종이므로 집의 높이가 자연히 높아지게 되었다. 집구조의 변화는 집짓는 자재의 변화를 수반하여 1970년대 중반까지 주종을 이룬 아카시아기둥이 사라지고 70년대 후반에 수입목(아비돈)으로 대체되고 1970년대의 도리목의 주자재이던 대나무도 철사나 수입목으로 바뀌어 1980년대 후반은 차광망이 사용되면서 대나무는 거의 사용하지 아니하였다<sup>167, 168)</sup>. 삼집의 구조도 지붕식과 터널식들이 산지까지 보급되었으나<sup>48, 167, 168)</sup> 실패하였다. 삼집의 구조연구가 공학적이론의 바탕없이 추진되었기 때문이다.

자) 묘삼생산 및 증자개감 : 1970년 후반에는 묘포

시비방법에 관한 시험이 있고<sup>169)</sup> 묘삼소질이 본포에서 인삼생육에 미치는 영향에 관한 것이 연구되기 시작하여<sup>170)</sup> 1980년대에 발표되었다<sup>70-173)</sup>. 6년근 재배에서 최소 0.6g/개 이상이면 가능한 것으로 나타났는데<sup>174)</sup> 이는 1250종이어서 산지경험과 일치한다. 종자의 크기는 묘삼생육에 크게 영향을 주었다<sup>174)</sup>.

묘포의 광도와 토양수분함량이 묘삼생육에 미치는 영향에 관하여 조사하였으며<sup>175)</sup> 벧집부초와 peat<sup>176)</sup> 그리고 비닐피복<sup>177)</sup>이 효과가 있음이 보고되었다. 양직묘포의 토양물리성과 묘삼수량에 관한연구에서 토양경도가 낮을수록 묘삼크기와 유용묘삼비율을 높였다<sup>178)</sup>. 산지묘포의 육묘방법과 생산실태도 조사되었는데 성묘율이 너무 낮아 개선할 여지가 많았다<sup>179)</sup>. 묘삼절단시험의 5년결과는 16cm의 묘삼을 2cm정도로 잘라 심는 것이 수량과 체형에서 가장 좋았으며 4cm이상 절단은 절단이 클수록 동장이 짧아지고 지근수가 증가하며 수량이 감소하였다<sup>180)</sup>. 이 실험에서 8-8식석회볼도액이 묘삼소독에 가장 효과적이었다.

양직묘삼의 생산방법과 묘삼의 품질을 판별하는 방법에 관한연구도 수행하였다<sup>181)</sup>. 이 연구에서는 묘포의 동계복토방법, 수년간 기상요인과 묘삼생산과의 관계 및 제목이 묘삼생산 방법에 관하여도 조사하였다. 묘삼 연구는 1988년까지 백삼년근 판별시험, 백삼건조시험 등과 같이 수행되었다<sup>182)</sup>. 묘포의 파종밀도 시험결과 짐과 3.6cm이던 것을 3.0cm로 조정하였으며 산파도 좋은 것으로 나타났다<sup>183)</sup>. 개감처리 시의 살균제 처리가 개감을 지연시키는 사실도 밝혀졌다<sup>184, 185)</sup>.

차) 직파재배 : 최근 이식에 의한 노임의 상승으로 백삼산지에서 직파재배를 시도하는 농가가 증가하였으며 따라서 직파재배 방법에 관하여 문의하는 사례가 많다. 그러나 직파재배는 그간 연구된바가 적다. 1975년 76년 2년에 걸친 연구결과는 직파는 이식보다 생장이 빠르고 이병율이 적었다<sup>186)</sup>. 그러나 발아기간이 양직묘포보다 5일간 더 걸렸으며 발아율이 68.1%로 양직묘포의 89.7%보다 현저히 낮았다.

직파재배는 1985년에 이식삼과 비교하여 홍삼품질을 보고자 수원시험장에서 시작하였었는데 5년차에서 수확을 하게되어 홍삼적성은 보지 아니하였으나 수량은 일반 5년근보다 월등히 높았으며(4.6kg/평) 집질의 지하수위가 높은 곳임에도 불구하고 적피삼이 없었다(미발표). 직파는 이식피해가 없으므로 당연한 결과라 할 수 있다. 1986년 직파재배연구가 묘삼과제에서 실시되었으나 결과가 불분명하다.

1994년에 인삼의 생산비 절감 재배 기술연구에서 홍삼제품원료수삼의 재배방법 확립을 위하여 직파시험이 수행되었으며 1995년까지 결과가 보고되고 차후 수확년까지 계속될 것이다<sup>187)</sup>. 1995년도 직파 3년까지의 결과를 보면 수량한계주수는 154주이고 묘삼이 식주 60주에 비하여 1.5배정도 수량이 높다. 직파밀도가 가장 적은 것이 126립으로 3년근말에 40% 결주근 76주가 남아 있는 것이다. 주수로 비교하면 3년근에서 근중이 거의 같다. 직파가 밀식이기 때문에 문제가 있을 것이므로 적정 밀도를 찾기는 어려울 것이다. 이 직파시험은 백삼산지에서의 직파시험과 달리 홍삼원료삼 생산을 목적으로 한다는 점에서 보면 홍삼의 정의가 단순히 제조과정만 다르다고 생각하기 때문이며 홍삼원료삼의 품질기준을 무시하는 오류를 범하고 있다. 직파재배는 직파재배용으로 별도로 연구되어야 하며 홍삼원료삼이란 더욱 사용해서는 안되고 제반품질요인들이 고려인삼의 품질체계 안에서 검토되어야만 할 것이다.

카)제목이 재배 : 제목이는 묘포에서 2년간 자란 것으로 이식하는 봄에는 3년차의 삼이 된다. 중국에서는 저온으로 작기가 짧아 잘 크지 않기 때문에 대부분 제목이를 이식한다. 우리나라에서는 백삼산지에서 묘포가 작향이 불량하여 묘삼이 너무 적어서 일년 더 묵이는 경우가 많다. 그렇기 때문에 제목이는 비정규적인 것이며 권장사항이 아니다. 그러나 체형조절에는 묘삼보다 유리할 것으로 추정되어 1985년에 체형조절의 수단으로서 제목이 재배시험을 시작하였으며 제목이를 많이 심는 풍기의 산지 실태조사를 병행하였다<sup>16)</sup>. 풍기 지방에서 30농가가 제목이를 심었는데 9개 농가가 홍삼포에도 심었으며 21개 농가는 백삼포였다. 대부분은 논삼으로 재배하고 있다. 1986년의 조사결과 제목이는 이식피해를 크게 받기 때문에 이를 극복하는 방법이 없이는 다른 시험은 불가능한 것으로 보고 홍삼생산용으로는 부적합한 것으로 결론되었다<sup>70)</sup>.

제목이 이식으로 본포 1년의 단축이 생산비 절감이 되므로 묘삼생산시험에서 제목이묘를 처음부터 길러야 하겠다고 1986년에 파종밀도를 달리하여 제목이 무계별 분포만을 조사하였으며 이들의 이식시험은 수행하지 아니하였다<sup>188)</sup>. 홍삼제품원료삼을 단기간재배로 생산할 목적으로 1994년 제목이를 대중소의 크기별로 이식시험을 시작하여 95년까지 보고되었으며 시험이 채굴년도까지 계속될 것이다<sup>187)</sup>. 95년까지의 결과로는 결론을 내릴수가 없다. 홍삼품질면에서 성공가능성은 희박하다.

타)이식방법 밀도 및 시기 : 이식방법은 주로 복토의 깊이와 이식각도에 관한 것이다. 복토깊이가 깊을수록 1100종 이상의 것은 3-4cm가 발아율이 높았으며 1400종 이하는 2-3cm 깊이의 복토가 좋았다<sup>188)</sup>. 이식각도는 45°가 전통관행으로 해오던 것이다. 이식각도가 균열과 관계되는 것은 잘 알려져 온 것이다<sup>196)</sup>. 이식각도가 체형에 영향을 주는 것도 보고되었다<sup>189)</sup>.

재식밀도는 개체간의 뿌리 및 지상부의 경합의 결과로 나타나는 뿌리의 크기라는 품질기준과 생산량으로 결정된다. 이윗한 개체간의 경합을 분석하여 재식거리에 따른 고도의 경합이 있었다<sup>190)</sup>. 근권의 깊이별로도 근의 경합이 컸다<sup>7)</sup>. 광도별 재식밀도 시험에서는 20% 수광량에서 최고수량의 채굴주수는 41주/평 5%수광량에서는 35주/평으로 나타났다<sup>53)</sup>. 홍삼품질과 관련하여 64주가 천지삼율이 가장 높고 수량도 높은 것은 64주였다<sup>191)</sup>. 관행일복에서는 논삼지대의 백삼포에 있어서도 수량과 재식밀도간에 부상관을 보였으며 40주/평에서 최고 수량을 보였다<sup>192)</sup>. 관수와 수광량을 높인 조건에서 밀식이 가능하나 아직 연구가 미흡하다.

이식시기는 봄이식이 관행으로 해왔으나 주로 노동력의 분산을 위하여 1976년에 3.4.5군에서의 결과를 검토하여 3군에서는 관행이 4.5군에서는 가을이식이 좋았다<sup>193)</sup>. 노동력이 더욱 부족한 90년대에 와서 노동력분산을 위해 이식시기 시험이 시작되었으며<sup>194)</sup> 가을이식이 이식 후 출아율이 좋았다. 기상 및 토양조건과의 관계가 가장 중요한 것으로 보이며 시기는 크게 문제가 안될 것으로 보인다. 토양 및 기상조건과 관련하여 연구되어야 할 것이다.

파)기계화 : 수출주도 경제정책에 의한 산업의 발달과 이에 따른 노임의 상승으로 농촌노동력이 점차 감소하고 인삼재배에도 크게 영향을 주었다 1970년대 초부터 이영짜는 기계가 많이 사용되고 후반에는 이영기계가 발전해 벗집을 절약하는 꺼치가 나오기 시작하였다. 1980년대에 차광망으로 바뀌면서 경작자들의 이영기나 꺼치기계는 독설게 되었다. 인삼재배기계들은 개인회사에서 개발되어 사용되었다. 연구소에서는 1980년 이식삼 만드는 것을 시작으로 기계화 연구가 시작되었다<sup>195)</sup>. 파종기와 작반기는 1983년 연구하기 시작하였다<sup>196)</sup>.

1980년대 중반에 파종기종실분리기가 개발되었으나 실용화에는 미치지 못하였다. 1989년 수확기가 사용화 되었다. 1991년 부터 본격적으로 기계개발이 착수되어 1995년 많은 기계가 실용화 되고있다<sup>187)</sup>. 기계

화는 대부분 타분야 농기계의 약간의 변용으로 가능하다. 다만 인삼이식기는 1992년 소규모 인삼기계 개발회사에서 개발보급하였으며 그것을 바탕으로 연구소와 농기계회사가 합작으로 개량 발전시켰다. 인삼묘이식기가 인삼기계로서는 고유한 것이며 가장 유용한 것이라 할 수 있다. 인삼재배 기계화는 농가의 포장규모와 관련 생력과 생산비의 양면에서 재검토하여 새로운 방법을 찾아야하며 특히 고품질생산을 위한 기술집약적 재배방법정립이 중요과제이다.

## 5. 품질

수삼의 품질은 홍삼제조적성을 의미한다. 수삼의 품질은 홍삼제조실적을 바탕으로 등급을 나누어 수삼을 수납하는데 적용하여야한다. 국가의 홍삼전매사업은 6년근 만을 수납하여 홍삼 및 홍삼제품을 제조판매하는 사업이다. 고품질의 수삼만이 체형유지가 가능한 홍삼이 될 수 있다. 전통적으로 체형의 유지가 불가능한 삼으로 홍삼제품을 만들어 왔기 때문에 홍삼제품은 상대적으로 저가이다. 따라서 인삼생산 분야에서는 수삼품질에 미치는 재배조건에 연구가 가장 중요한 것이다. 그러나 수삼의 홍삼적성이 재배조건에 의하여만 결정되는 것이 아니고 홍삼제조방법에 영향을 받을수도 있기 때문에 홍삼제조 방법도 연구되었다. 그러나 홍삼제조 방법은 재배연구부서에서는 소관업무가 아닌 것으로 간주되어 관여하기 힘들었고 관여해도 제한적 범위 내였다.

고품질 홍삼의 다량생산은 홍삼전매사업에서 가장 중요한 일이므로 1970년대 후반기에 재배조건과 관련해 계속 연구되었다. 1976년 4개지역에서 1.2등 대중소별로 홍삼제조를 했으나 내공내백 발현에 일관성이 없었다<sup>197)</sup>. 1977년 4개산지에서 수삼의 홍삼적성을 비중, 피층두께, 체형계수(장경비), 낙엽시기, 채굴후 경과 기간, 토성, 토양비옥도 등과 관련 조사하여 내공, 내백, 백피 균열에 관한 뚜렷한 결론은 없지만 경향을 파악하였다<sup>198)</sup>. 같은 해에 8월 10일 부터 10일 간격으로 10월 30일 까지 채굴시기와 관련하여 홍삼품질을 조사한 결과 9월 10일- 9월 20일이 홍삼수율이 가장 높고 수확이 지연될수록 내공이 증가하는 반면 내백은 감소하는 경향을 보였다<sup>199)</sup>.

1978년에는 시기별 낙엽절제처리에 의하여 낙엽기간이 길수록 내백발생이 증가하였으며 3개 산지의 홍삼제조에서는 뚜렷한 결과를 얻지 못하였다<sup>200)</sup>. 재배조

건과는 뚜렷한 결과가 없으므로 이로서 중단되고 제조방법상의 문제로 간주 제조연구부서에서 순수한 제조방법상의 요인만을 가지고 다루기 시작하였다.

그러나 제조연구에서도 아무런 진전이 없게 되자 1984년부터 재배조건과 관련된 것으로 간주하여 재배연구자들이 다시 다루도록 하였다. 1984년부터 90년까지 본시험은 거의 해마다 20-30여개의 산지포장을 대상으로 시비관리, 토양물리화학성, 일복조건, 기상조건 등과 관련조사 하였다<sup>15, 16, 60)</sup>. 이러한 장기간 연구를 통해 홍삼품질요인과 수삼품질요인간의 관계, 홍삼품질 상호간의 관계, 재배조건과 수삼품질과의 관계, 수납방법, 수삼품질의 비과과 판별법 등 많은 것들이 밝혀졌다. 이 자료는 년차별 기상요인들과 관련해석을 시도했으며<sup>38)</sup> 아직도 완전한 해석이 남아있다. 홍변요인을 당-아미노산 카보닐방법으로만 봐왔던 견해를 조직관찰과 홍삼제조 중의 조직변화 조사<sup>201, 202)</sup> 등을 통해 조직의 치밀성 결여에 의한 호화물질의불연속 즉, 물리적인요인임을 밝혔다. 광투과를 원활히 하기위하여 호화물질인 전분에 관한 연구가 시도되었다<sup>203)</sup>. 이런 결과로 천지삼생산률을 높이는 재배방법이 물관리, 빛관리 등 앞에서 본바와 같이 개발되었다.

특히 획기적인 연구는 품질의 개념 정립이 이루어졌고 전통적 홍삼품질 관리방법과 유효성분으로 본 품질평가 개념간의 모순을 밝혀 전통적 홍삼품질관리 방법에 일치하는 유효성분은 외과와 미삼중심의 사포닌일 수 없고 중심부에 많은 단백질일 것으로 밝힌 점이다<sup>76, 96, 202-205)</sup>.

전통적 품질관리방법이 과학적 근거를 밝힘으로서 대편삼의 중요성이 대두되었다. 대편삼을 생산하기 위하여 개체별 단위의 환경연구가 수행되었다<sup>206)</sup>. 이러한 연구는 최초로 인삼뿌리의 마이코라이자를 발견하였다<sup>207)</sup>. 초대형 인삼재배법확립을 위하여 대책과제로 연구되었고<sup>74, 84)</sup> 현재도 지원부족으로 미약하나 계속하고 있다<sup>69)</sup>. 년근의 중요성을 더욱 살리기 위하여 초고년근의 홍삼제조를 검토 제안하였다<sup>208)</sup>. 백삼에서도 홍삼과 같이 크기와 밀도를 성분과 관련해서 중요한 요인임을 밝혔다<sup>209-211)</sup>. 인삼의 향기는 생리활성은 밝혀지지 아니하였으나 진한 인삼향을 고객들은 원하므로 상품으로서의 품질요인이 되고있다. 술갈부초에서 인삼의 향기가 높았다<sup>212)</sup>.

농약잔류량등은 품질요인 중에서 불요물질로 간주하였다<sup>15)</sup>. 인삼은 수출을 많이 하므로 연구소에서는 잔류량에 대한 전국적인 검사를 묘포와 포장단위로 재배연구부서에서 실시하여왔다. 제품의 잔류량도 80년대 초

까지 재배부서에서 해왔다. 활성탄의 토양시용에 의하여 적피를 방지하고 잔류량 흡수를 억제하였다.

## 6. 병충해방제

1970년대까지의 인삼 병충해방제 연구에 관하여는 1980년에 총설되었으며<sup>213)</sup> 인삼병과 환경관계에 관한 연구는 1981년에 총설이 되었다<sup>214)</sup>. 1993년에 인삼병 연구의 과거와 현재가 총설되고<sup>215)</sup> 1995년 생물학적 방제를 포함 인삼병에 관하여 종합고찰이 잘되어있다<sup>216)</sup>. 따라서 여기서는 산지삼포에서 재배와 관련된 병해충 방제 연구들에 관하여만 간략하게 살펴보고자 한다.

병충해 방제에서 제일 쉬운 방법이 농약의 사용이다. 그러나 농약은 농민들에게 해를 줄 뿐아니라 잔류량이 문제가 되는 경우가 흔하다. 1975년과 76년에 잔류성농약의 대체 농약을 찾는 시험들을 했으며<sup>217)</sup> 이러한 시험은 새농약이 나오고 살포량, 살포기간 등 때문에 현재까지도 계속되고 있다. 석회붕도액과 다이젠엠 45만이 계속 사용되는 장수농약이다. 합성농약들의 잔류독성이 문제가 되므로 생물자원으로 부터 안전 농약을 찾고자 연구되었으나 결과가 없다고 하여 계속되지 않고 있다.

병원균을 찾아서 발병시기와 약제살포방법의 확립으로 지상부병에서 가장 심한 반점병과 탄저병이 거의 방제가 가능한 상태에 이르렀다. 역병은 광능의 임간재배 시험포에서 1979년 역병의 피해가 컸으며 거기에서 역병균을 분리하여 역병에 관한 연구가 본격적으로 시작되었다<sup>218)</sup>. 이어 역병균방제에 침투성인 농약을 선별하고 인삼이 약해를 받지 않도록 사용방법을 확립하였다. 이 결과로 역병도 산지에서 보기 힘들 정도로 방제되고 있다.

토양병원균에 의한 뿌리 썩음병의 화학적 및 생물학적 방제방법에 관하여는 상당한 연구가 있었음에도 뚜렷한 방안이 없다. 뿌리썩음병의 방제는 토양소독과 길항미생물시용의 두가지 방법을 병용하는 방법이 가장 좋다는 것을 발견하고 길항미생물계를 실용화하기까지 하였다<sup>219)</sup>. 그러나 토양소독의 불철저로 길항미생물제는 실효를 보기 힘들고 따라서 중단된 상태이다. 토양소독은 1975년 클로로피크린의 효과를 얻지 못했으며 220) 1980년대에는 싸이론이 바사마이드보다 좋은 것으로 나타나<sup>221)</sup> 그 후 싸이론을 사용해 4년생산까지는 이병이 안되었다. 1994년이후 미국에서 많이 사용하는 바사마이드가 다시 연구되기 시작하였다<sup>222)</sup>.

인삼병의 방제연구는 병원균의 동정을 시발점으로 하는 방법으로 70년대 후반에서 현재까지 큰 변화가 없다. 일본에서는 인삼근부병원균은 *Cyclindrocarpon destructans*으로 보고있다. 우리나라에서도 1975년과 1976년에 근부 인삼에서 분리되었다<sup>223,224)</sup>. 그러나 근부는 어느하나의 병균보다는 여러 병균이 관여하는 복합균증이라는 사실에 비중을 더 두게 되었고 따라서 병원균 중에서도 가장 이병성이 강한 균의 존재에 대하여 비중을 적게 두었다. 그리하여 1975년 보고된 *Cyclindrocarpon destructans*는 소외되고 *Fusarium solani*가 근부의 주역으로 역할해왔으나 포장에 관계없이 묘삼에 의하여 4년을 넘기지 못하는 현상이 산지와 실험포에서 발생하여 1992년 *Cyclindrocarpon destructans*를 찾게 되었으며 균주를 바탕으로한 연구가 다시 시작되었다<sup>222)</sup>. 15년간의 *C. destructans*의 방각은 균주를 가지고 있어도 현장경험이 적을 때에는 그의 역할을 과소평가하게 될 수 있고, 균주의 존재를 인정하지 않게되면 현장경험에서 주는 암시를 읽기 어렵게 되는 좋은 예라 할 수 있다. 또 한편으로 이 사실이 의미하는 것은 연구품종이 다양한 분야의 참여하여 진지한 토론을 바탕으로 세워져야 한다는 것을 의미한다. 토양병원균에 의한 뿌리썩음병이 인삼에서는 가장 문제가 되는 병이며 근본적 방제는 생물학적으로 건진토양을 만드는 것이어서 최근 생물학적 방제연구에 다시 역점을 두기 시작하였다. 또한 경종방법에 의한 방제도 연구되었으며<sup>225)</sup> 산지포의 약 50%가 폐포되는 원인도 조사하였다<sup>226)</sup>.

선충에 관한 연구는 1976년 27개 삼포장에서 9개속을 분리하였으며<sup>227)</sup> 1977년 Mocap이 가장 방제효과가 큰 것으로 나타났다<sup>228)</sup>. 그러나 근류선충은 수량이나 품질에 큰 영향을 주지 않기 때문에 방제에 관한 관심이 현재도 적다. 산지에서 물론피로 불러왔던 병이 철원의 산지에서 크게 먼저 감자썩이선충인 것이 발견되었고 서산 산지에서도 크게 문제 되고 있음을 알았으며 Mocap에 의한 방제가 추천되었다<sup>229)</sup>.

해충방제도 풍덩이류의 생활생태를 조사하여 살충제의 사용시기와 방법을 확립하였으며 기타 여러가지 해충에 대하여 같은 방법을 적용하였다<sup>230, 231)</sup>. 1990년대에 인삼연초연구소 해충연구팀은 해충에 따라 먹이나 소리에 의한 유인방법을 개발하였으며 새로운 해충들도 발견하였다. 민달팽이<sup>232)</sup>, 집달팽이<sup>233)</sup>, 땅강아지 및 쥐의 방제방법도 여러가지로 제시되었다.



## 7. 품종개발

인삼의 육종에 관한 1976년도 총설은 일반론일뿐 실재가 없다<sup>234)</sup>. 1980년의 총설도 몇건에 불과하다<sup>235)</sup>. 그후 15년간 육종분야의 연구는 고전적인 품종개발과 세포 및 조직배양의 응용방법, 특수성분 세포주선발, 유전자공학 분야별로 상당히 많이 발전하였다. 그래서 인삼육종에 대한 전략이 발표되고<sup>236)</sup> 신품종 육성 현황에 관해서는 1992년에 소개되었다<sup>237)</sup>. 그러므로 여기서는 그 중에서 현장에 적용되는 품종개발과 밀접히 관련된 분야만을 살펴보고자 한다. 우리나라에서는 품종개발이 농업생산에 있어 절대절명의 과제로 인식되어 환경요인은 점점 무시될 정도로 되어가고 있다. 그리하여 모든 작물의 품종이 크게 변화해가고 있다. 이에 비하면 인삼은 아직 새로운 품종이 없으므로 낙후된 농업기술로 보일 지경이다. 수년전 학회에서 생약계의 교수가 학술발표 도중 그렇게 지적하기도 하였다. 그래서 농특과제에서도 인삼연구 분야에 육종을 최우선 과제로 고려하고 있다고 한다. 품종개발이 농업발전의 대명사 되어 있는 풍토이므로 새 품종이 나오면 그것으로 죽는 것이어서 생리, 생화학적 연구논문론 환경개선 등은 도외시 되곤하여 왔다. 이러한 습관은 계속되고있으며 농업연구의 기반구축을 저해하는 요인으로 작용하고 있다. 채소 등 혁신적인 신품종을 보고있는 농민들은 인삼재배에 있어서도 새로운 품종을 늘 요구하고 있다. 우리나라의 모든 작물육종의 근간이 도입육종이어서 외국을 따라 업적을 내기가 쉬운 반면 도입할 곳이 없는 고려인삼은 신품종이 경작인의 손에 닿지 못하고 있는 것은 너무도 당연하다. 더구나 인삼은 재배가 시작된 이래 매년 모본, 종자, 묘삼선발을 통하여 왔기때문에 종내에서 유전자 변이가 거의 없으므로 육종의 가능영역이 거의 없을 것 같다.

신품종개발을 위하여 1965년부터 산지에서 우량개체를 선발하여 해오던 인삼의 계통분리 시험이 1970년대 후반에도 계속되었다<sup>238), 239)</sup>. 이 시험은 그후 계속되어 1985년 가장 유망한 5개에 계통명(KG 101-105)을 부여하고<sup>240)</sup> 다음해에 3개소의 산지적응시험이 시작되었다<sup>241)</sup>. 이들 유망계통은 2001년까지 전홍삼포에 심을 수 있도록 목표를 설정하고 산지에서 종자를 증식하고 있으며<sup>242)</sup> KG101, KG102 및 황숙종이 여러 산지에서 모두 좋은 결과를 보인 것으로 나타나<sup>243)</sup> 품종으로 결정할 수 있다고 볼 수 있게 되었다. 그러나 품종의 생산량 증대에 미치는 효과가 환경개선요인과 비교하여 정량분석이 되어야 할 것이다. 황숙종은

오래된 것으로 산지에서 경작자들이 개인적으로 김정하기도 하였으므로 철저한 검토가 필요하다.

돌연변이 육종(신, X-선, 화학제)도 시도되었으나 신품종 육성에는 기대가 어려워 중단되었다<sup>244)</sup>. 내병성 품종 육종은 1981년 시작되어<sup>245)</sup> 90년대 계속하고 있으나 병연구자들의 기대는 적은 것 같다. 종간 교잡육종에 의하여 품질향상이나 내병성을 얻고자 하는 연구가 진행되고 있으나 이는 품질개념이 미흡한 때문이라고 생각된다.

RAPD(Randomly amplified polymorphic DNA)에 의하여 순계 검정을 할 수 있는 것으로 보고되었으며<sup>246)</sup> 외국산의 구별도 이 방법으로 하고자 연구 중이다<sup>246)</sup>. 이 방법이 가능하여 구별이 된다고 하더라도 보다 중요한 것은 외국산삼과의 품질상의 차이가 무엇인가를 식별하는 것이 급선무인 것이다. 품질에서 차이가 있다면 그 품질의 요인을 추적하면 될 것이다. 품질에 차이가 없다고 한다면 구별할 실제적 효용이 없을 것이다.

조직배양에 의한 인삼품종개발은 1970년에 처음 시작 callus가 유기되고 뿌리가 형성되었음을 인삼조직배양에 관한 총설에서 보고하였다<sup>247)</sup>. 고려인삼연구소가 설립되면서 조직배양 연구가 활성화되어 1981년 자엽 callus에서 식물체가 재분화 되었으며 지상부 분화가 83% 뿌리 및 지상부의 동시 분화는 1-2%였다<sup>248)</sup>. 그 이후 해마다 꾸준히 계속되어 이제는 상당히 진전되어 자엽에서 완전 식물체 유기가 가능하여 토양에 이식할 단계이다<sup>249)</sup>. 인삼에서 필요한 것은 씨앗의 자엽에서 보다 뿌리조직에서 완전 유식물체를 만들어야 의미가 있을 것이다.

## 8. 재배경영개선

인삼재배는 4-6년이 걸리며 예정지관리 2년을 합하면 6-8년이 걸린다. 여기에 과수와 같이 일정년도후에는 계속 생산되는 것이 아니고 한번 수확으로 끝난다. 더구나 시설재배에 시설도 한번사용으로 현재는 거의 재사용을 아니하므로 자본투입의 농업생산체계가 할 수 있다. 경제적으로 고도로 불리한 이러한 다년시설, 일회 수확생산체계의 생산성을 높이기 위해서는 어느 분야보다도 경영분석이 필요하며 특수한 경영분석방법이 적용되어야 할 것으로 보인다. 그러나 현재까지 인삼연구분야에서 경영전문가가 체계적으로 해석한 예가 없다. 소규모의 단기간의 소요경비 계산 정도에 불과하였다고 볼 수 있다. 고려인삼연구소 설립당시 경영연구진을 두

기로 했으나 10.26사건으로 연구시책이 퇴보하면서 연구소합병 등으로 기회를 상실했다고 볼 수 있다.

인삼연구소에서 수행한 단편적인 이들 조사를 보면 묘포와 본포에 관하여 18개 농가를 대상으로 생산비 설문조사<sup>250)</sup> 재배방법별 경영분석<sup>251)</sup> 충북지역 15개 농가의 작업단계별 생산비조사<sup>252)</sup>가 있고 대형 해가림 시설별 가설비<sup>253)</sup> 재배방법별 생산비 투입을 비교<sup>47)</sup> 홍삼연근별 경영비 구성비율<sup>168)</sup> 고랑피복자재갈기에 의한 제초인건비 절감<sup>194)</sup> 재배기계화를 위한 개발기종별 경제성<sup>254)</sup> 기계사용에 의한 묘포 및 본포의 노동력 절감효과, 독농가의 인삼수납대금실적<sup>187)</sup> 등이 있다.

인삼산업 전반적인 거시적 분석속에 재배가 포함된 것으로는 농업경제연구원에서 다룬 인삼산업의 구조와 중장기 발전 방향<sup>255, 256)</sup>이 있다. 대규모 자본 의존적 기계화 생산방식을 지양하고 소규모 기술집약 최소 기계화 생산방식을 생산자들에게 권하고 있는 수식은 있으나<sup>257)</sup> 수치는 없다. 대소득 소수농가보다는 적정소득 다농가 체제로 이끌어 가는 틀속에서 합당한 경영 모형 개발해야 할 것이다.

## 9. 지도사업

개발된 재배방법이 산지포장에 적용하려면 경작인들의 이해가 필요하다. 인삼은 투자비가 많이 들어가기 때문에 새로운 방법이 좋다고 하더라도 확실한 경험이 없으면 적용하기를 꺼린다. 그렇기 때문에 특수한 지도방법이 필요하다. 부초재배와 같이 피해가 없는 것은 독농가포장(용인조합 당시 서귀섭 전무)에서 실시하였으며 선진지 견학으로 각조합에서 현장을 견학한 결과는 경작인들의 연구결과의 수용태도를 바꾸게 되었다. 새로운 해가림시설이나 관수시설을 시험장이나 농가포장에 설치하여 조합단위 또는 재배모임별로 방문시에 경작자들에게 보여주고 설명하였다.

1979년 봄부터 용인인삼경작조합을 시작으로 각조합에서 연구소의 재배분야연구원들을 강사로 초빙해 경작자에 대한 교육을 실시하였으며 조합별로 교재를 만드는 것이 보통이다<sup>258)</sup>. 인삼경작중앙회는 사업을 원활히 하고자 지도원들을 두었으며 산하 13개 조합에 년1회 지도직에 대한 경작교육을 실시하여 새로운 재배연구결과가 현장에 즉시 투입되게 하였다<sup>259, 260)</sup>.

1970년대에는 주로 독농가사례발표가 삼재배기술 정보의 중요한 창구가 되었었으나 고려인삼연구소가 설립되어 재배분야가 체계화하면서 이론과 그 응용이

라는 개념을 경작인들에게 심어주게 되고 단순한 경험론적 방법에서 벗어나게 되었다.

지도원들의 병충해진단과 토양검정 특수실기 교육(워크숍)을 일주일간 시험장에서 실시하고 포장현지평가를 통하여 지도자들의 확신감과 지도력량을 키우고 경작자들의 지도사에 대한 신뢰감을 높이기도 하였다.

1986년 농협협동조합 전문대학 부설 새농민기술대학에 인삼과정(일주일)을 두어 연구소 재배분야 연구원들이 대거 참여하여 전국적으로 경작인과 경작희망자들을 교육하였다<sup>261)</sup>. 이 과정의 경비는 농협에서 반을 부담하는 형식을 했다. 1989년에 충남 농협교육원으로 이관하여 실시하였다. 농협중앙회 영농경영지도단원에 인삼분야를 넣어서 각지 단위농협에서 경작인 지도교육이 실시되기도 하였다. 단위 원예협동조합에서 경작인교육을 하기도 하였다.

농촌진흥청 지도국에서 인삼반을 두어 (3일과정) 1983년부터 교육을 해 왔으며<sup>262)</sup> 1980년대 후반에는 인삼재배교육을 위한 단행본을 만들었다<sup>263)</sup>. 농업기술자 협회에서도 드물게 인삼반과정을 개설하였다<sup>264)</sup>. 경작자들의 자발적인 모임(삼우회)에서 개별적으로 교육모임을 갖기도 하였다.

전매청은 표준인삼경작법을 만들어 배포하여 왔으며 그 후 공사가 된 뒤에도 계속 하다<sup>265)</sup>. 해마다 일선에서 실무를 담당한 인삼직 공무원들에 년1회 전매공무원교육원에서 교육을 하였다<sup>266)</sup>. 여기서는 교육교재가 해마다 바뀌는 것이 보통이다. 연구업적이 적었던 80년초까지는 경작성공사례<sup>267)</sup>와 지도성공사례<sup>268)</sup>를 교재로 하였다. 금산과 풍기에서는 해마다 열리는 인삼재에서 종종 강의 프로그램을 두어 경작자들에 교육기회를 주었다. 경작자들의 직접적인 전화문의와 문체시료를 가지고 연구소를 찾거나 연구자가 문제발생지를 방문하는 개인통신도 지도사업의 큰 몫이었다.

여러형태의 교육과정은 교재를 만들어 배포하고 있으며 그 후 유상이지만 실비 이하로 제공하였다. 연구소에서 만든 인삼 병충해 및 생리장해도감<sup>269)</sup>은 연구소에서 편집하고 전매청에서 만들고 인삼경작조합연합회에서 1회 각 조합에 무상보급했다.

방송, 신문들을 이용한 지도사업도 활발하였다. KBS라디오는 지역별공개강좌를 주관하기도 하고<sup>270)</sup> 영농방송강좌가 있었으며 KBSTV는 신기술 소개를 하였다. 전매신문(주간 담배와 인삼)에 인삼재배기술 소개란이 있었다. 연구소에서도 재배법책을 만들어 배포했다<sup>271)</sup>.

연구자들의 지도사업 참여는 현장을 이해하는 좋은

기회가 되어 연구가 언제나 현장과 밀접한 관계로 수행되도록 하는데 큰 역할을 하였다.

인삼사업의 변혁기인 최근 몇년간은 지도사업이 더욱 필요함에도 불구하고 상당히 침체되고 있다. 이것은 단순히 기계화 일변도로 나가고 있기 때문인데 기계화를 포함한 합리적 경영기법의 중요성을 공사, 조합은 물론 경작자들도 생각조차 않기 때문일 것이다.

## 10. 재배연구여건

재배연구의 발전은 연구환경조건에 크게 영향을 받기 때문에 앞으로의 연구발전을 위하여 과거 20년간 재배연구를 지배했던 연구 환경요인들을 살펴보고자 한다. 1978년 4월 고려인삼연구소가 특수연구소 설치령에 의하여 박정희 대통령의 과학발전정책의지의 표현인 고려인삼연구소가 전매청에 소속된 전매기술연구소의 1개과로 부터 독립된 연구기관으로 분리 독립하였다. 수출주도의 경제는 과학기술이 바탕이며 모델인 KIST는 업적을 내었으므로 박대통령은 과학입국에 대하여 확신하였다. 이때 재배연구직이 5명에서 30명으로 급팽창하였으며 전문연구원(석사, 박사학위 소지자) 전무에서 20명으로 증가되었다.

인삼은 전매작물이므로 인삼연구는 전매기술연구소에서만 수행되었으며 수행결과와 외부공개도 제한을 받았다. 그리하여 인삼재배연구는 일부 필요시 외부학자들을 용역과제 등으로 활용하기는 하였으나 극소수로 외부학과와 거의 격리된 상황속에 있었다. KIST의 연구지원행정체계와는 달리 전매청 기술연구소의 지원행정체계를 그대로 준수하게 되어 연구 지원체계의 개선은 전무였다. 그런대로 1978년은 준비의 해였고 1979년은 새로운 각오로 출발하였다. 그러나 같은 해 10.26 사건은 과학입국정책의 퇴조를 가져왔고 1981년 고려인삼연구소와 연초연구소의 통합으로 인삼연구의 독립성을 다시 상실하게 되었다. 고려인삼연구소가 독립할 수 있었던 것은 박정희대통령의 수출정책에서 1960년대에는 말할 것도 없고 1970년대에서도 인삼의 수출기여도가 컸기때문이고 국가 image 관리상품의 제 1호로 박대통령이 사용했기 때문에 포장에 까지 직접 관심을 두었다.

고려인삼연구소 때에는 유치과학자 제도에 의하여 해외에서 학위를 한 전문인력을 채용하였고 위촉연구원 제도로 경험이 많은 중견과학자를 활용할 수도 있었다. 연구소의 연구원들은 입사전과 같이 학회활동을 자

유로이 하였으며 대학 강의도 나가므로 외부학과와 긴밀한 관계를 유지하여 연구소 위상이 달라졌다. 인삼은 주요 수출상품이었으므로 국내에서는 타분야에서 거의 없었던 국제심포지움을 하게되어 연구소의 질적향상이 절실히 필요했었다. 그러나 1981년 통합되면서 인삼연구가 담배연구자와 담배행정인들에 의해 간섭되는 상황으로 놓이게 되었다. 그러나 과거치 산하로 존속되어 있어 어느정도 연구분위기가 보장될 수 있었으나 1980년대는 연구자들이 대학으로 떠나는 시기였다. 1986년 전매청이 공사로 바뀌면서 연구투자비가 사업 수익대배원칙을 도입 인삼연구비를 줄이려는 노력이 계속되었다. 1980년대는 연구기관이 쇠퇴하는 정책에 반하여 대학에서는 기초연구기관으로서 대학의 위치를 확보하는 시기였고 이것은 연구원들이 대학교수로 전직하는 계기를 만들었다. 1990년대는 대학에 연구소를 국가가 특별지원 설치하는 붐이 일었으며 연구소는 연구업적평가제도를 강화하면서 축소통합이 과거처방침으로 되면서 연구소는 더욱 젊은 과학도들이 기피하는 곳이 되었다. 1988년 한국인삼연초연구소는 재경원소속이 되면서 사실상 한국담배인삼공사소속으로 된 것과 다를바 없고 전매기술연구소 당시와 같이 공사의 직접적인 간섭을 받게 되었다. 연구소내의 연구관리 방향도 담배직들의 영향하에 놓이게 되었다.

연구소내 평가제도의 강화는 연구자들 간의 자유로운 연구 토론을 막아버리므로서 연구관리인들의 의견대로 연구자들이 따라 갈 수 밖에 없고 이에 따라 근시적인 복사기술에 연구비가 흘러가는 풍토가 되었다.

1993년 연구소가 원으로 개편되고 경영합리화의 국가시책에 의하여 연구평가는 더욱 강화되어 인삼재배와 같이 다년연구분야는 더욱 곤란한 상태가 되었다. 더구나 1995년부터 공사민영화 계획이 본격 논의되면서 연구는 더욱 불안한 위치에 놓였다. 1996년 7월부터 홍삼전매법이 폐지되고 홍삼사업이 자유화되면서 인삼재배분야는 매년 약 20% 연구비 삭감계획이 공사에서 논의되었다. 1996년 후반에 인삼연구비가 농림부의 농어촌개발 특별연구과제에서 특별우대료 기피과제로 되었으나 육종과 생력재배에 관한 연구만이 지정되어 있어 징작 중요한 양질삼생산 방법은 불가능하게 되었다.

인삼재배분야는 제품분야와 달리 경작에 있어 큰 연구업적이 있어도 특허를 낼 수 없는 경우가 많으며 순수 공익사업에 속하는 것이 대부분이다. 인삼은 체형보존삼이 최고의 값이며 체형보존삼은 재배조건으로 결정되므로 제품기술보다는 재배기술이 더욱 중요함에도

재배사업은 공사가 하지 않기때문에 도외시 하게 된다. 인삼재배연구는 이런점에서 국가기관이 해 주어야 할 국가사업이며 공사가 민영화 될 때에는 이러한 국가 필요기능은 국가기관에 이관하든가 유사기능을 발휘 할 수 있도록 조치를 해야할 것이며 공사 민영화까지의 과도기간에는 공사에서 연구비를 삭감해가는 것으로 그쳐서는 안되며 기능이 계속될 수 있도록 국가 차원에서 조치를 해야만 할 것이다.

1996년의 홍삼민영화는 인삼재배연구의 대분산의 기회가 되고있다. 금산군지도소에 인삼연구소 설립을 목적으로 인삼연구부가 발족되고 영풍군(풍기)은 경북 대학교와 인삼재배연구체계를 만들고 있다. 충남대학교는 1995년 인삼에 관한 특수연구 기관으로 문교부의 지정을 받아 향후 10년간 특별지원을 받게되고 인삼재배연구를 본격적으로 시작할 계획이다. 이러한 인삼재배연구의 분산은 확대를 의미하므로 바람직한 것이다. 그러나 분산확대는 그간의 재배연구의 핵심이던 연구기능 소멸로 이어져서는 안 될 것이다. 핵심연구기능이 강화되면서 확산되는 모형이어야만 재배연구가 지연되지 않을 것이다. 인삼연구는 다년성이고 특수성이 있기때문이다. 생물산업에 있어 인삼의 위치는 대단히 중요한 것이고 지속적 연구가 없이는 안될 것이므로 국가계획으로 농축된 핵심연구기능이 보존되고 확산되는 각 연구단위와 긴밀한 협력관계를 맺도록 되어야 할 것이다. 국가계획 차원에서 문제를 풀고자 할 때는 상당히 간단하며 수원경작시험장을 인삼연구기관으로 독립시켜 인삼을 중심으로 한 생약 및 건강식품자원에 관한 전문연구기관으로 지정하기만 하면 된다.

1990년대는 박사과정, 박사후과정, 겸직교수, 해외 전문가 초청 등 과학기술재단, 과학학술단체총연합회, 과기처기획사업을 통하여 외국 및 국내 연구 인력 및 기술지원을 받을 수 있었다.

## 적 요

인삼재배분야를 무기영양, 생리 및 생리장해, 재배 방법, 품질, 품종개량, 병충해방제, 경영지도 및 연구여건의 분야별로 1975년부터 재배와 직접관련된 연구를 중심으로 검토하였다.

1. 無機營養 : 양분의 흡수, 요구량, 체내분포, 양분 상호관계 및 환경요인과의 관계 등이 주로 연구되었다. 흡수질소는 직접 잎으로 이동이 많고 질소 형태간 생육

차이가 거의 없었다. 양분의 요구량은 적고 특히 인산 과다의 피해가 있다. 출아시 수분부족은 마그네슘의 지상부 이동을 막고 칼리와 철의 이동을 촉진시켰다.

2. 生理 및 生理障害 : 온도와 수분생리, 광합성 호흡, 질소대사, 생장조절물질, 사포닌대사, 생리장해 등에 관하여 연구되었다. 好低溫性이며 好水性임을 밝혔다. 온도, 수분, 광 요인의 조절에 의하여 최대 광합성을 얻는 방법을 밝혔다. 전엽기의 고풍도처리가 기공밀도를 높여 내온성 및 고풍합성 잎으로 변하는 전래의 줄조림원리를 밝혔다. 알지닌, 프롤린, 암모니움, 폴리 아민이 질소대사에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 생장조절물질의 동정 및 생육관계를 조사하였다. 새로운 잎사포닌 2개를 발견하였다. 생리특성은 새로운 재배 방법(부초, 관수, 고풍 등)의 개발에 적용하였다. 여러 가지 생리장해 원인과 대책을 수립하였다. 미세기상측정에 의한 생리미세변화에 관한 연구는 미흡하다.

3. 栽培方法 : 양액재배, 임간재배, 논삼재배, 물관리, 토양시비관리, 광 및 온도관리, 해가림자재 및 인삼 집구조, 묘삼생산 및 종자개감, 직파재배, 제육이재배 이식방법, 밀도 및 시기, 기계화 분야로 연구되었다. 벧 집이영에서 4중직 차광망으로 전면 수광식에서 상부 수광식으로, 저광도에서 고풍재배로 바뀌었고 축조림을 포함한 계절별 광관리 방법이 제시되었다.

예정지관리의 중요성이 밝혀져 2년으로 추천되었다. 토양양분의 과잉과 불균형을 교정하는 방법, 부초와 점적관수 및 고풍재배가 제시되었다. 벧-인삼 윤작에 의한 산지고정방법이 제시되었다. 양액재배, 임간재배, 직파재배 연구는 미약하고 제육이재배는 정상적재배로는 실용성이 없는 것으로 보였다.

4. 品質 : 재배환경과 품질요인과의 관계를 밝혀 고 품질 재배방법을 밝혔다. 유효성분과 재배조건과의 관계연구로 사포닌 유효성분 견해에 대하여 내열성 질소 화합물(특히 Peptides) 견해를 제시하였다. 전통 품질 관리가 중심부 우위의 대편삼을 바탕으로 하는 점을 화학분석 방법으로 해석하였다. 전통재배방법이 고려인삼 품질과 밀접한 관계가 있음을 밝혔다. 내공, 내백 방제에 관한 재배조건과의 연구로 방제방법이 제시되었다. 내백이 아미노카보닐반응물질의 결핍인 화학적요인이 아니라 호화충이 연결되지 않는 물리적요인임을 지적하였다. 내백이 아미노카보닐반응의 결핍에 있지 않고 糊狀基質의 不連續인 物理的 要因임을 지적하였

다. 홍삼제조 과정에서의 내공, 내백기작 연구는 미흡하다.

5. 病蟲害防除 : 모든 인삼병원균을 분리하여 이들의 이병과 관련된 생리 생태 특성을 밝히고 방제방법(약제의 선발, 농도 및 시기)을 확립하였다. 감자썩이 선충의 피해와 방제책이 수립되었다. 해충과 소동물의 피해방제에 있어서 생태연구를 통해 방제방법이 다양하게 개발되었다. 병충해방제는 농약잔류량등 생산품 및 환경오염을 최소화하는 방법이 많이 연구되었다. 연작장해의 방지로 훈증제 사용방법이 4년근까지 성공되었으나 6년근까지는 확립되지 못하였다. 길항 미생물제는 세계 최초의 실용화였으나 효과가 미흡하다. 환경요인 자동기록과 병해해보 장치에 의한 예방법의 연구는 시작되지 아니하였다.

6. 品種改良 : 육종방법에서는 방사선과 화학약제를 사용한 돌연변이 방법은 시도되었으나 실용효과가 없었다. 교잡육종도 수행되고 있다. 중간 교잡 특히 서양삼과의 형질 비교연구를 하였으나 그 목적은 고려삼품질개념과는 일치되지 아니하였다. 순계분리방법만이 유일한 수단으로 진행되어 200여 계통이 검정되어 왔으며 수개유망계통이 분리되어 산지포장시험을 하며 종자증식을 하고있다. 체세포로부터 완전개체를 만드는 연구는 진전이 있으나 실용화는 안되었다. 유전공학적인 방법을 이용한 계통 및 원료삼산지 확인연구가 진행 중이다.

7. 經營 : 농가생산비조사 재배방법별 작업단계별 생산비분석과 기계기종별 경제성등 극히 제한되었다. 재배규모, 위탁재배와 협동재배의 여러 형식이 고려되지 않았다. 기계화와 관련하여 적정재배규모와 경제적 공동이용방법에 관해서도 검토되지 아니하였다. 인삼 가격은 품질에 의하여 크게 영향 받는데 품질을 고려한 재배경영분석은 전무하다. 대면적 조방적 기계화 저품질재배보다 소면적 기술집약적 고품질재배에 관한 경영모델이 확립되어야 할 것이다.

8. 指導事業 : 재배연구결과는 인삼경작조합중앙회 및 단위조합, 농업협동조합중앙회 및 단위조합, 농촌진흥청 새농민기술훈련과에서 주관 특별과정 및 수시과정으로서 재배방법교육을 실시하였다. 농협중앙회 농민대학 인삼반과정(일주간) 교재와 판매청주관 병충해 및 생리장해 도감이 한국인삼연구초원연구소 재배연구 부

서에서 집필한 것으로 가장 널리 보급된 자료이다. 인삼협동조합 지도직 및 공사의 인삼직에는 년1회 인삼재배 교육을 실시하였다. 연구원들의 지도참여는 현장 문제를 이해하는 기회가 되었고 경작자들에게 연구의 필요성을 크게 인식하게 하였다.

9. 栽培研究 興件 : 1978년부터 고려인삼연구소가 특별법에 의하여 재단법인으로 설립되므로서 재배연구비와 연구인력이 증가되어 크게 활기를 띄었으나 1981년 다시 연초연구소와 통합됨으로서 연구의 독립성이 위축되었다. 인삼재배연구는 인삼에 대한 이해도가 중요함에도 인삼 비전문가들의 평가와 실용화 위주 그리고 복잡한 평가방법 때문에 연구자의 연구독립성이 상실되어 연구자들이 대학으로 많이 떠났으며 실용화를 위한 기본연구가 이루어지지 못하였다. 재배연구는 공사의 직접사업과 관련되는 것이 아니므로 소홀하여 왔는데 1996년부터 홍삼전매가 자유화되므로 인삼연구비가 삭감되어 인삼재배연구가 크게 위축될 우려가 있어 국책사업으로서 대책수립이 필요하다. 수출을 위해 체형유지가 가능한 양질삼 생산연구가 가장 시급한 과제임에도 이 분야에 연구비는 가장 적게 투입되어 왔다. 인삼재배연구는 다년성과 비용 그리고 연구경험의 세요인때문에 인삼연구소에서만 수행되어 왔다. 1995년 충남대학교가 인삼전문연구대학으로 국가지정을 받는 등 재배연구가 확대될 계기가 된 반면 핵심연구소는 해체될 위기에 놓여있다.

## 인용문헌

1. 김동익, 남기열, 조진선 1975 인삼의 무기성분에 관한 연구 시험연보서 613-620 전매기술연구소
2. 박훈, 이종철, 변정수 1981 양분흡수 특성에 관한 연구 동서(재배) 219-228 한국인삼연구초원
3. 김명수, 이일호, 박찬수, 이종화, 박동욱 1982 시비기 준개선 연구 동서(재배) 213-244 한국 인삼연구초원
4. Kim J.H., Moon H.T., and Chae M.I.:1977. Studies on the uptake of mineral nutrients by ginseng plant. *Kor. J. Gin. Sci.* 2(1) 35-57
5. Kim J.H.: 1977 On the budget of mineral nutrients of ginseng plant. *Kor. J. Gin. Sci.* 2(1) 59-66
6. 목성균, 김명수, 이종화, 권우생, 이종률 1982 생리장해에 관한 연구 인삼연보서 159-186 인삼연구초원

7. 박훈, 조경식, 권석철 1979 양분흡수특성 및 영양진단 연구, 인삼연보(재배) 139-172 고려인삼 연구소
8. 박훈, 목성균, 조경식 1980 양분흡수특성 및 영양진단연구 인삼연보서 119-129 고려인삼연구소
9. 김명수, 김요태, 송기준 1981 적정시비기준 확립연구. 인삼연보서(재배) 202-218, 인삼연초연 연구소
10. 한강완, 이일호, 박현석 1978 인삼에 대한 칼리 시용효과 시험 인삼연보 89-95
11. 이종화, 박훈, 유기중, 안정숙 1979 물질생산 및 질소대사연구 인삼연보 (재배) 173-203
12. 이종화, 심상철, 박훈, 한강완 1980 고려인삼의 부위간 무기양분 분포 및 상관관계 고려인삼학회지 4(1) 55-64
13. 박훈, 조경식, 최병주, 1983 인삼의 생육과 양분조성에 대한 질소형태의 영향 한도비지 16(3) 260-265
14. 박훈, 최병주 1983 인삼의 무기양분 분배에 대한 토양수분의 영향 고려인삼학회지 7(1) 74-79
15. 박훈, 윤종혁, 이미경, 조병구, 변정수, 이종률 1984 재배조건이 원료삼의 내공내백소질에 미치는 영향 연구 pp.1-165 한국인삼연초연구소
16. 박훈, 윤종혁, 이미경, 조병구, 변정수, 장영진, 이종률 1985 재배조건이 홍삼품질에 미치는 영향 연구 인삼연구보고서 215-465 인삼연초연구원
17. 이종화, 박훈, 이정명 1980 고려인삼 부위간 화학성분 분포 및 상호관계 한농화지 23(1) 45-51
18. 박훈 1979 인삼의 온도에 대한 생리반응 I 엽경험 분포, 발아, 광합성, 호흡 고려인삼학회지 3(2) 156-167
19. 박훈 인삼의 온도에 대한 생리반응 II 고려인삼학회지 4(1) 104-120
20. 박훈, 이종화, 배효원, 홍영표 1979 인삼엽의 광합성과 호흡에 미치는 광도와 온도의 영향 한 토비지 12(1) 49-53
21. 박훈, 윤태현, 배효원 1979 인삼잎의 위조와 증산 특성 한도비지 12(2) 77-82
22. 박훈, 유기중, 이종률 1982 인삼근신아의 암하 생육에 미치는 온도의 영향 고려인삼학회지 6(1) 11-16
23. 박훈, 유기중, 최병주 1988 온도별 암하 생장시 인삼의 생장효율과 열장에 고려인삼학회지 12(1) 1-10
24. 박훈, 박현석, 홍종욱 1986 고온과 재배광도가 인삼잎의 지방산조성에 미치는 영향 한농화지 29(4) 366-371
25. 박훈, 조병구 1987 인삼잎의 지질조성에 주는 재배 온도의 영향 고려인삼학회지 11(1) 39-45
26. 박훈 1980 인삼의 수분생리 I. 자생지 관찰, 재배경험 및 기상요인과 근 및 엽의 특성 고려인삼학회지 4(2) 197-221
27. 박훈 1982 인삼의 수분생리 II 생식기관의 특성과 일복의 누수율 및 습도 고려인삼학회지 6(1) 84-99
28. 박훈 1982 인삼의 수분생리 III. 토양수분, 생리장해, 병해충과 품질 고려인삼학회지 6(2) 168-203
29. 박훈, 남기열, 윤태현 1978 적정수분조절시험 인삼연보 61-72 고인연
30. 남기열, 박훈, 이일호 1980 토양수분이 인삼생육에 미치는 영향 한도비지 13(2) 71-76
31. 이종화, 신동양, 남기열, 김명수 1977 인삼의 수분생리에 관한 연구 시연보서(인삼) 705-714 전매기술연
32. 박훈, 목성균, 이종률 1980 생리장해에 관한 연구 인삼연보(재배) 173-196 고인연
33. 목성균, 손석룡, 박훈 1981 토양수분함량별 인삼의 근 및 지상부 생육 한작지 26(1) 115-120
34. 김요태, 이종철, 천성기 1979 인삼엽의 기공개도 및 증산에 관한 연구 인삼연보 595-589 고인연
35. 박훈, 목성균, 이성식, 권석철 1979 수분생리 및 생리장해연구 인삼연보 205-227 고인연
36. 목성균, 박훈, 이종화, 손석룡 1980 배양액의 수분장력이 인삼의 수분흡수증산 및 광합성에 미치는 영향 한도비지 13(4) 115-118
37. 김준호 1980 인삼의 생리 생태학적 특성 인삼사(하) 35-76 전매청
38. 박훈 1983 인삼의 광합성과 생리반응 I 자생지 임간 및 일복재배에서 광경험과 광조절방법의 변천 고려인삼학회지 7(2) 172-192
39. Park H. 1980 Physiological response of Panax ginseng to light. *Proc. 3rd Int. Ginseng Symp.* 151-179
40. 박훈, 박귀회, 조경식 1980 인삼의 조직학적 특성 연구 인삼연보 197-206 고인연
41. 이종화, 박훈, 박귀회, 유기중 1980 물질생산 및 대사 연구 동서(재배) 131-169 고인연
42. 박훈, 이명구, 이종률 1986 지상부 노화별 인삼의 엽과 근의 광합성 및 호흡 고려인삼학회지 10(2)
43. 이종화 1988 광도와 온도가 인삼의 광합성 및 호흡에 미치는 영향 고려인삼학회지 12(1) 11-29
44. 이종화 1988 광도와 온도가 인삼엽의 형태 및 생리적 특성에 미치는 영향 고려인삼학회지 12(1) 30-

- 39
45. 이성식, 천성룡, 이종화 1987 인삼의 종 및 품종간 광합성 특성 비교 한작지 **32**(2) 157-162
  46. 박훈, 이미경, 안상득 1989 자연광기상실에서 인삼 생육에 대한 광질의 영향 고인학지 **13**(2) 165-168
  47. 목성균, 이성식, 천성기, 신동양, 이장은 1988 인삼 재배환경 조건 개선 연구 인삼연보 3-88
  48. 목성균, 천성기, 이성식, 이태수 1994 해가림 피복물의 색상이 고려인삼의 생육 및 사포닌 함량에 미치는 영향 고인학지 **18**(3) 182-186
  49. 이종철, J.T.A. Proctor 1988 미국삼의 광합성에 미치는 단색광의 영향 동지 **12**(1) 87-91
  50. 양덕조, 김명원, 이성종, 윤길영 1993 인삼의 청색광의존성 엽록체재배치 동지 **17**(3) 240-245
  51. 이종화, 이미경 1982 사포닌생합성에 관한 연구 인삼연구보고서 (재배) 187-212 인연연
  52. Park H., Lee M.K and Lee C.H. 1995 Effect of growth stage and light on sucrose content in various part of *Panax ginseng*. *First Int. Sym. on Sucrose Metabolism Abst.* 36 Mal del Plata, Argentina FIBA
  53. 박훈, 이명구, 변정수, 이종화, 이종률 1983 원료삼 품질향상에 관한 연구 인삼연보 3-105 인 연연
  54. 이종철, 이종률, 박훈 1985 인삼식물체의 부위별 호흡량 한작지 **30**(2) 154-157
  55. 박훈, 이종화, 이명구, 윤종혁, 이미경, 조병구, 백남인, 이종률 1989 인삼의 생육조절물질에 관한 연구 인삼연보 93-194 인연연
  56. Kim K.S., Son J.H. and Choi K.T. 1990 Characteristics of photosynthetic electron transport activity in isolated chloroplasts of Korean ginseng and radish *Korean J. Bot* **33**(2) 111-118
  57. 이종화, 박훈, 이미경, 조병구, 박현석 1983 물질대사에 관한 연구, 인삼의 영양생리에 관한 연구 인삼연보 155-212 인연연
  58. 박훈, 이종화, 이명구, 윤종혁, 이미자, 이성식, 조병구, 이미경, 이종률 1991 인삼의 생육조절 물질에 관한 연구 동서 63-122
  59. 박훈, 이명구, 윤종혁, 이미경, 조병구, 이종률 1988 인삼의 생육조절물질에 관한 연구 동서 203-407
  60. 박훈, 이종화, 이명구, 윤종혁, 이미자, 이성식, 조병구, 이미경, 이종률 1990 인삼의 생육조절물질에 관한 연구 동서 73-181
  61. 김용환, 김병묵 1990 고려인삼의 Invertase 의 정제와 그 특성 고인학지 **14**(1) 14-20
  62. 김용환, 김병묵 1990 고려인삼 Invertase의 화학조성과 안정성 동지 **14**(1) 21-26
  63. 임선옥, 이미경 1986 음지식물인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)의 엽색소구성에 대한 비교연구 한농화학지 **29**(2) 219-226
  64. 박인호, 홍영남, 권영명, 이순희, 조영동 1982 암처리한 인삼엽의 greening 과정에서의 chlorophyll protein complex 형성에 대한 연구 한생화학지 **15**(1) 65-73
  65. 이순희, 조영동, 홍영남, 권영명 1982 인삼엽의 엽록체 발달과 CO<sub>2</sub>고정양상에 관한 연구 동서 **15**(2) 141-150
  66. 안정숙, 박훈, 김우갑 1995 인삼잎의 생장과정에 따른 엽록체미세구조 및 틸라코이드막 단백질의 변화 고인학지 **19**(3) 275-280
  67. 박훈, 이종화, 이명구, 윤종혁, 이미자, 이성식, 이미경, 조병구, 김효근, 이종률 1992 인삼의 생육조절물질에 관한 연구 인삼연보 63-12 인연연
  68. Ann J.S., Cho B.G., Park H. and Kim W.K. 1994 Changes in chloroplast ultrastructure and thylakoid membrane proteins by high light in ginseng leaves *J. Plant Biol* **37**(3) 285-292
  69. 박훈, 윤종혁, 이미자, 조병구, 이미경, 이종률, 김명수, 최광태 1995 고품질 홍삼 원료삼 생산 연구 인삼연보 453-518 인연연
  70. 박훈, 이종화, 이명구, 윤종혁, 이미경, 조병구, 이종률 1986 재배조건이 홍삼의 내공내백에 미치는 영향연구 동서(재배) 259-508 인연연
  71. 박훈, 이종화, 이명구, 윤종혁, 이미자, 조병구, 이미경, 김효근, 이종률 1993 고품질 홍삼원료 삼 생산 방법 연구 동서 323-387
  72. 조병구, 조영동 1989 인삼에서의 Polyamine 합성에 관련된 효소와 Polyamine 함량에 관한 연구 고인학지 **13**(1) 19-23
  73. 조병구, 조영동 1990 인삼에서 Putrescine 합성에 관련된 효소활성에 관한 연구 동지 **14**(1) 6-9
  74. 이종화, 박훈, 오승환, 이명구, 윤종혁, 이미자, 이미경, 조병구, 유연현, 박규진, 백남인, 이장호, 이종률 1990 초대형 인삼 개발 (1차년도 보고서) pp.1-55 과학기술처.
  75. Park H., Cho B.G. and Lee M.K. 1990 Nitrogen compounds of Korea ginseng and their physiological significance. *Korea J. Ginseng*

- Sci. 14(2) 317-331
76. Park H., Kim K.S. and Bae H.W. 1979 Effect of gibberellin and kinetin on bud dormancy breaking and growth of Korean ginseng root (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *J. Korea Ginseng Sci.* 3(2) 105-112
  77. 박훈, 김갑식 1980생육해석 및 조정에 관한 연구 인삼연보 161-172
  78. 박훈, 김갑식, 이종화 1986 인삼근중 생육조절제의 계절변화 고인학지 10(2)
  79. 박훈, 김갑식, 변정수 1981 성장조절제에 의한 생육 촉진시험 인삼연보 320-331
  80. 박훈, 윤종혁, 이미경 1988 고려인삼의 성장효율에 미치는 수종 성장조절제의 효과 고인학지 12(2) 158-163
  81. Park H., Yoon J.H. and Cho B.G. 1992 Growth response of *Panax ginseng* to various growth regulators. *Proc. 9th Ann. Meet. Plant Growth Regulator Society of America* 111-115
  82. 박훈, 윤종혁, 이미자, 조병구, 이미경, 이종률, 이명구, 최광태 1994 고품질 홍삼 원료삼 생산 연구 인삼연보 373-428 인연연
  83. Park H., Lee M.G. and Lee C.W. 1990 Ethylene release of *Panax ginseng* in relation to plant part and various conditions *Korean J. Ginseng Sci.* 14(2) 122-125
  84. 이종화, 박훈, 오승환, 이명구, 윤종혁, 이미자, 이미경, 조병구, 유연현, 박규진, 백남인, 이장호, 이종률 1991 인삼의 생육조절물질개발 (2차년도 보고서) pp.1-48 과학기술처, 1992 동서 (3차 년도) pp.1-49
  85. 권우생, 정찬문, 안상득, 최광태 1986 인삼종자의 발아에 미치는 식물생장조절물질의 영향 동지 10(2)
  86. 권우생 1995 인삼종자 후숙과 발아기간중 cytokinin 류의 변화 박사학위논문 pp.1-96 경희대학교
  87. 박귀희, 이미경, 김남걸 1981 사포닌생합성에 관한 연구 인삼연보 270-304
  88. 박귀희, 이미경, 박훈 1986 인삼의 종자개갑사와 묘생육초기의 ginsenosides 및 유리당의 변화 한작지 31(3) 286-292
  89. Park H., Park Q.H. and Yoo K.J. 1982 Relationship between ginsenoside content and stem color intensity of *Panax ginseng* *J. Kor. Agric. Chem. Soc.* 25(4) 197-203
  90. Park J., Lee M.K., Kim Y.H. and Back N.I. 1991 New saponins from *Panax ginseng* and *Aralia elata* in Korea. *UNESCO Regional Seminar on Chemistry of Bioactive Natural Products*, Nov. 6-8, Shanghai, China
  91. 이미경 1995 무기양분과 생육시기에 따른 인삼사포닌의 변화 박사학위 논문 pp.1-169 서울대학교
  92. 박훈, 이미경, 이종화 1986 영양액재배 인삼근의 진세노사이드 조성에 미치는 NPK의 영향 한 농화지 29(1) 78-82
  93. 주충노, 광한식, 이휘봉, 이종화 1983 인삼사포닌의 생합성에 관한 연구 I. acetate로부터 인삼생 합성 가능부위 고인학지 7(2) 108-114
  94. 홍석주, 이용오, 주충노 1987 고려인삼사포닌류의 생합성에 관한 연구 동지 11(2) 136-144
  95. Park H., Lee M.K. and Park Q.H. 1986 Pattern of molecular aggregation of ginsenosides in aqueous solution. *J. Agric. Chem. Soc.* 29(2) 198-206
  96. Lee M.K, Park H. and Lee C.H. 1987 Effects of growth conditions on saponin content and ginsenoside pattern of *Panax ginseng*. *Korean J. Ginseng Sci.* 11( ) 233-251
  97. 박훈, 이미경 1987 양액재배 인삼에서 무기성분과 ginsenoside 함량과의 관계 한농화지 30(2) 186-191
  98. 이미경, 민진숙, 박훈 1986 무기영양변화에서 인삼근 ginsenoside의 상호관계 고인학지 10(1)
  99. 오승환, 박창석, 김영인 1979 인삼의 적변원인연구 인삼연보 3-15 고인연
  100. 오승환, 박창석, 이장호 1980 적변삼원인 및 방제 연구 동서 47-62 고인연
  101. 박훈 1991 인삼의 생리장해 한작지 (기상재해연구 II) 459-480
  102. 이태수, 김명수, 홍순근 1989 인삼의 葉緣型 황증에 관한 연구 고인학지 13(1) 105-113
  103. 이태수, 김명수, 홍순근 1990 석회류체의 시용이 엽연형 황증발생에 미치는 영향 동지14(1) 44-49
  104. 안용준, 김홍진, 최승운 1982 연작지 토양에서 토양환증제처리가 인삼의, 근부적변 및 생육에 미치는 영향 동지 6(1) 46-55
  105. 정영륜, 오승환, 이일호, 박창석 1985 적변삼의 생물, 화학적 특성과 그 발생원인에 관하여 동지 9(1) 24-35



106. 김요태 1990 인삼뿌리의 균열발생에 관한 연구 동지 14(1) 63-66
107. 양덕조, 유희수, 윤재준 1987 인삼의 엽에서 색소의 광산화작용에 관한 연구 - Chlorophyll bleaching의 현상학적 연구 동지 11(2) 91-100
108. 양덕조, 김명원, 최정도, 이성종 1989 인삼엽병에서 효소활성도의 변화 동지 13(1) 92-97
109. 양덕조 1990 인삼 thylakoid membrane의 lipid peroxidation 동지 14(2) 135-141
110. 양덕조, 채쾌, 이성종, 김용해, 강영희 1990 인삼 틸라코이드에서 singlet oxygen(O<sub>2</sub>) 생성에 미치는 전자전달계의 영향 동지 14(1) 57-62
111. 양덕조, 김명원, 이성종, 윤길영 1990 인삼 엽록체의 미세구조와 Photobleaching 동지 14(3) 416-420
112. 양덕조, 이성종, 윤길영, 강영희 1991 인삼엽의 Photobleaching 과 항산화효소 활성 동지15(2) 139-143
113. 양덕조, 김명원, 이성종, 윤길영 1993 인삼의 광억제(Photoinhibition)에 대한 항산화제의 처리 효과 동지 17(3) 232-239
114. 홍순근, 조진선 1976 인삼의 수경재배에 관한 연구 시연보서 797-807 전매기연
115. 박훈, 이일호, 변정수 1982 논삼재배연구 인삼연보 142-158
116. 박훈, 이명구, 변정수, 이종률 1983 논삼재배연구 동서 109-217
117. 박훈, 이명구, 변정수, 이종률 1987 한작지 32(3) 369-374
118. 홍순근, 송기준, 이일호, 김명수, 박찬수, 유연현, 김기황 1993 논삼재배연구 인삼연보(재배) 217-250 한국인삼연구연구원
119. 이일호, 김명수, 박찬수 1994 논삼재배연구 인삼연보(재배) 261-300 인연연
120. 이일호, 김명수, 박찬수, 변정수, 오승환 1995 논삼재배연구 인삼연보 285-339
121. 이종화, 남기열, 김명수, 이만달 1977 인삼의 임간재배시험 시연보(인삼부내) 761-782
122. 홍정국, 남기열, 권석철 1979 인삼의 임간재배시험 인삼연보 113-122
123. 박훈, 김갑식, 권석철 1979 임간재배법연구 인삼시연보 257-267 고인연
124. 남기열, 손석룡, 배효원 1980 인삼의 임간재배가 생육 및 품질에 미치는 영향 고인학지 4(1) 15-30
125. 박훈, 이종철, 김갑식, 변정수 1980 임간재배방법 연구 229-238
126. 이홍찬, 강길남, 박훈 1990 임간재배시험 시연보 13-21 충남임업시험장
127. 이홍찬, 강길남, 권오승 1991 임간재배시험 시연보 57-66
128. 이홍찬, 김연태, 신현갑 1992 73-82 충남임 시험장
129. 이홍찬, 김연태 1993 임간시험 191-197 충남산림환경연구원  
동 1994 임간인삼의 출아 및 생장에 미치는 영향 179-188
130. 이홍찬, 김연태, 강길남 1995 임간재배시험 동서 209-224
131. 이종화, 박훈, 김갑식, 권석철, 안정숙 1979 양질다수재배법 연구 인삼연보 229-256 고인연
132. 김요태, 이종철, 천성기 1979 성력재배시험 인삼연보 517-532 고인연
133. 목성균, 박기희 1981 수분장해에 관한 연구 인삼연보서 229-246 인연연
134. 이종철, 천성기, 김요태 1982 인삼생육의 최적광량에 관한 연구 (제 3보 광도가 다른 조건하에서의 상면 이 인삼생육에 미치는 영향) 고인학지 6(2)
135. 김동익, 이종화, 남기열, 1975 산지별 재배환경 및 삼포지 토양조사, 시연보서 579-611 전매 기연
136. 이종화, 남기열, 김순자, 1976 인삼재배지 토양의 물리성에 관한 연구, 동지 609-639
137. 한강완, 이일호, 박현석 1978 인삼포지의 적지선정에 관한 연구 동서 97-100
138. 이종화, 한강완, 이일호, 박찬수 1979 삼포지 선정 기준 설정 연구 동서
139. 박훈, 목성균, 김갑식 1982 산지토양의 수분 및 유기물함량과 인삼생육과의 관계 한도비 15(3) 156-161
140. 이종화, 한강완, 이일호, 박찬수, 1980 삼포지선정 기준설정연구 동서 63-77
141. 박훈, 이종철, 김갑식, 변정수 1980 양질다수재배법연구 인삼연보 207-227
142. 이종화, 이일호, 유연현, 박찬수 1981 예정지 전후 토양이 화학성 및 예정지 미생물상에 관한 연구 동서 171-181
143. 이일호, 박찬수, 유연현, 육창수 1985 인삼식부 예정지 관리에 관한 연구(제1보) 고인학지 9(1) 15-23

144. 이일호, 박찬수, 유연현, 육창수 1985 인삼식부 예 정치 관리에 관한 연구(제2보) 동지 9(1) 36-41
145. 이일호, 박찬수, 송기준 1989 년근별 토양이화학성이 인삼의 생육에 미치는 영향 동지 13(1) 84-91
146. 이일호 1989 인삼재배에서 적지선정 및 관리의 토양이화학적 해석 박사학위 논문 pp.1-39 충북대학교
147. 이일호, 박찬수, 송기준, 한종구, 김대송 1990 수종 유기물 시용이 인삼생육에 미치는 영향 고인학지 14(3) 427-431
148. 이일호, 박찬수, 송기준, 홍순근 1991 인삼포 두둑 높이가 인삼의 생육 및 토양물리성에 미치는 영향 동지 15(3) 197-199
149. 박훈, 이종철, 이명구, 변정수 1982 양질삼생산연구 인삼연보 111-131 인연연
150. 홍순근, 조진선 1975 인삼비료개량 시험연보 795-804 전매기연
151. 홍순근, 조진선 1975 인삼본포 추비량시험 동보 805-829
152. 홍정국, 이종화 1978 유기양분의 영양학적 연구 73-79
153. 홍정국, 박훈, 박귀희 1980 고려인삼 유기질비료무기화 한도비 13(1) 13-19
154. 송기준, 박찬수, 박현석, 김명수 1981 유기질 자원 연구 182-201
155. 송기준, 이일호, 박현석, 박찬수, 김효근, 김명수, 이태수, 홍순근, 한종구, 김대송 1988 인삼도 양의 이화학적 개량연구 139-294
156. 송기준, 이일호, 김명수, 박현석, 박찬수 1993 인삼의 근권 환경
157. 홍순근, 송기준, 이일호, 김명수, 박현석, 박찬수, 김효근 1991 인삼근 환경조건 조성 및 영양 관리 기술 개발연구 193-239
158. 송기준, 박찬수, 이종화, 김명수 1982 인삼비료개발연구 인삼연보 (재배) 245-258
159. 홍순근, 조진선 1975 인삼의 적정 수광량시험 시연보서 745-753 전매기연
160. 이종화 1988 광도와 온도가 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향 고인학지 12(1) 40-46
161. 천성기, 목성균, 이성식, 신동양 1991 광량 및 광질이 고려인삼의 생육과 품질에 미치는 영향 (I. 광량이 인삼생육 및 수량에 미치는 영향) 동지 15(1) 21-30
162. 이종철, 천성기, 김요태, 김상달, 안수봉 1982 인삼생육의 최적광량에 관한 연구 (제 2보 인삼 생육에 대한 최적광량의 년생간 차이에 관하여) 동지 6(2)
163. 이종화, 이종철, 천성기, 김요태, 김상달, 안수봉 1982 인삼생육의 최적광량에 관한 연구 (제 1보 광도가 인삼의 지상부생육 및 근수량에 미치는 영향) 동지 6(1) 38-45
164. 이종철, 천성기, 김요태 1982 인삼생육의 최적광량에 관한 연구 (제 3보 광도가 다른 조건하에서의 상면 이 인삼생육에 미치는 영향) 동지 6(2)
165. 천성기, 목성균, 이성식 1991 광량 및 광질이 고려인삼의 생육과 품질에 미치는 영향 (II. 광량과 재식 밀도와와의 관계) 동지 15(1) 31-35
166. 홍순근, 오세현 1975 일복개량시험 시연보 857-864, 동 1976 899-908, 동 1977 1243-1264 전매기연
167. 목성균, 이성식, 천성기, 신동양, 이장은 1986 인삼포 전국확대를 위한 최적환경 조성연구인 삼연보 643-738
168. 목성균, 이태수, 신동양, 이장은, 박동욱, 이정기 1990 인삼재배의 환경조건개선 및 성력재배 연구 동서 341-427
169. 김요태, 김명수, 이성식 1978 묘포 시비량에 관한 시험 동서 197-206
170. 김요태, 김명수, 박동욱 1978 이식묘삼의 품질에 따른 생장비교 시험 인삼연보 207-219
171. 김종만, 천성룡, 김요태, 이종화, 배효원 1980 묘삼의 소질이 본포에서의 생육에 미치는 영향 (제 1 보 묘삼의 형질과 2년근 인삼의 생육) 고인학지 4(1) 65-71
172. 김종만, 이성식, 김요태 1981 묘삼의 소질이 본포에서의 생육에 미치는 영향 (제 2 보, 묘삼의 중량과 본포에서의 인삼생육과의 관계) 동지 5(2) 92-98
173. 이성식, 천성룡, 김요태, 이종화 1984 묘삼의 소질이 본포에서의 생육에 미치는 영향 (제 3 보, 묘삼의 중량과 본포5.6년근의 인삼생육과의 관계) 동지 8(1) 57-64
174. 김종만, 이성식, 김요태 1981 종자의 크기가 묘삼의 생육에 미치는 영향 동지 5(2) 85-91
175. 이성식, 이종화, 박훈 1984 묘포의 광도 및 토양함수량이 인삼의 생육에 미치는 영향 동지 8(1) 65-74
176. 박훈, 이종철, 이명구, 변정수 1983 묘삼 수량에 미치는 부초와 피트효과 동지 7(2) 163-171
177. 이종철, 안대진, 변정수 1985 파종후 상면 비닐피

- 북이 묘삼생산에 미치는 영향 동지 9(2) 146-153
178. 이종철, 변정수, 안대진, 조재성 1995 양직묘포의 토양의 물리성이 묘삼생육 및 수량에 미치는 영향 동지 19(3) 287-290
179. 이종철, 안대진, 변정수 1988 산지 반량직묘포에서 육묘방법 및 묘삼 생산실태 동지 12(1) 68-75
180. 한용희, 박경준 1977 묘삼절단시험 시연보서 1265-1278 전매기연
181. 이종철, 안대진, 변정수, 석영선, 유연현 1985 양질 묘삼생산 및 판별에 관한 연구 인삼연보 467-589
182. 이종철, 안대진, 변정수 1988 육묘 및 백삼건조 방법 개선 연구 동서 89-20
183. 박훈, 이종철, 이명구, 변정수 1982 묘삼생산연구 동서 132-141
184. 양덕조, 천성기, 이성식, 김요태, 양덕춘, 김홍진 1982 개갑처리재료, 생장조절제 및 살균제가 고려인삼종자의 개갑에 미치는 영향 고인학지 6(1) 56-66
185. 이종철, 정영륜, 박훈, 오승환 1983 CAPTAN분의 소독이 인삼종자의 개갑에 미치는 영향 한 국작물학 회지 28(2) 262-266
186. 홍순근, 김홍진 1975 인삼직파시험 시연보서 895-900
187. 목성균, 반유선, 천성기, 이태수, 이성식, 이장은, 박동욱 1994 인삼의 생산비 절감 기술재배 연구 인삼연보 5-101, 동 1995 3-113
188. 이종철, 안대진, 변정수 1986 양질묘삼생산 및 백삼 품질향상 연구 동지 509-641
189. 이성식 1996 묘삼의 이식각도가 고려인삼체형 및 생육에 미치는 영향 고인학지 20(1) 78-82
190. 박훈, 김갑식, 권석철, 박귀희 1980 인삼포장에서 개체간 근생육 경합한도비 13(1) 33-38
191. 박훈, 윤중혁, 변정수, 조병구 1987 한작지 32(4) 386-391
192. 박훈, 이명구, 변정수, 이종률 1987 백삼산지에서 작향과 수량과의 관계 한작지 32(3) 369-374
193. 홍순근, 오세현 1976 이식시기에 관한 시험 시연보서 925-933
194. 목성균, 천성기, 이태수, 신동양, 이장은, 박동욱, 이정기 1991 인삼의 생산비 절감 재배기술 연구 인삼연보 241-309
195. 김요태, 김종만, 이종철, 천성기 1980 생력재배시험 동서 521-535
196. 박훈, 이성식, 천성기 1983 생력재배시험 331-343
197. 한영채, 김계수 1976 산지별 수삼이 홍삼제조에 미치는 영향 시연보서 685-698
198. 이종화, 신동양, 김명수 1977 홍삼품질시험 동서 783-861
199. 송영달, 김요태, 한영채 1977 홍삼제조에 관한 시험 동서 869-877
200. 홍정국, 남기열, 권석철 1978 인삼품질개선시험 동서 37-59
201. 박훈, 조병구, 이준성 1988 홍삼의 정상 및 내백부의 미세구조 고인학지 12(2) 153-157
202. 조병구, 박훈, 이준성 1994 홍삼 내백부의 수삼 미세구조 동지 18(3) 187-190
203. 박훈, 이미자, 조병구, 이종률 1994 내백 수삼전분의 특성 동지 18(3) 191-195
204. Park, H., Lee, M.K. and Cho, B.G. 1988 Shape and compound relationship in ginseng quality. *Proc. 5th Internat. Ginseng Sym., Korea Ginseng and Tobacco Res. Inst. Daejeon, Korea.* 133-138
205. Park, H. and Lee, M.K. 1989 The recent progress in the concept of biologically active substance in *Panax ginseng* in relation to cultivation and processing. *Proc. 2nd. Int. Sym. on Recent Advance in Natural Product Res., Natural Product Res. Inst. Seoul. Nat. Uni. Seoul, Korea.* 450-470
206. 박훈, 이명구 1989 개체별 인삼근권의 화학 및 미생물 특성과 근생육과의 관계 한도비지 22(2) 131-137
207. 박훈, 이명구, 이종화, 이경준 1990 재배 인삼에서 V.A.Mycorrhiza의 동정 한도비지 23(1) 73-76
208. 박훈, 강순우, 이미경 1989 초고년근 고려인삼의 수량과 홍삼적성 고인학지 13(2) 169-173
209. 박훈, 김영희, 양차범 1993 근중 분포에 의한 포장된 백삼의 품질평가 동지 17(3) 219-223
210. 박훈, 김영희, 양차범 1993 백삼의 용적밀도와 근중과의 관계 동지 17(3) 224-227
211. Hoon Park, Young-Hee Kim and Cha-Bum Yang 1995 Relationship among bulk density, specific gravity, root weight, extract and protein content in white ginseng. '95 *Int. Conference of Ginseng Allied Plants*, Harbin China 11-14 August
212. 김요태, 김영희 1991 잣나무잎 부초에 의한 인삼함

- 기성분의 변화(제1보) 고인학지 15(2) 120-123
213. 정후섭 1980 인삼병해충의 연구 한국인삼사(하권) 620-658
214. 오승환 1981 인삼의 병, 환경 및 기생조건과 발병과의 관계 고인학지 5(1) 73-84
215. 유연현, 오승환 1993 인삼병연구의 과거와 현재 동지 17(1) 61-68
216. 박규진 1995 인삼 뿌리썩음병을 일으키는 토양오염과 발병예측 Model 개발 박사학위논문 서울대학교 pp.1-113
217. 홍순근, 김홍진 1975 입고병방제시험 시연보서 831-839, 동 1976 873-880
218. 오승환, 박창석 1980 인삼의 역병, 병원균 및 방제책에 관하여 고인학지 4(2) 186-193
219. 김홍진, 이순구, 박규진, 이종화 1986 인삼연작장애의 생물학적 방제연구 인삼연보 1-101
220. 홍순근, 김홍진 1975 연작장애방제시험 시연보 847-855
221. 오승환, 박창석, 정영륜, 이장호 1980 연작지도양환경연구 인삼연보 5-22
222. 유연현, 오승환, 김기황, 박규진, 조대휘 1994 인삼연작장애 해소 연구 동서 103-219
223. Chung, H.S. and C.H. Kim 1978 Biological control of ginseng root rots with soil amendments. *Proc. 2nd Int. Ginseng Symposium*, 67-74. Ginseng Res. Inst. Seoul Korea
224. 홍순근, 김홍진 1976 연작장애방제시험 시연보서 889-897
225. 유연현, 조대휘, 이일호, 오승환 1990 파종 깊이가 인삼의 모잘록병 발생에 미치는 영향 고인학지 14(3) 432-436
226. 김영호, 이장호, 오승환, 유연현, 이일호 1993 폐포지 인삼 생육과 인삼 생육에 미치는 요인 동지 17(1) 45-51
227. 김동익, 김명수 1976 인삼에 기생하는 선충의 종류 및 분포조사 667-677
228. 이종화, 신동향, 김명수 1977 인삼의 근류선충방제 시험 747-758
229. 오승환, 김승구, 이장호, 한상찬 1983 감자썩이선충(*Ditylenchus destructor*)에 의한 인삼의 새로운 근부병 환식보호학지 22(3) 181-185
230. 김기황, 김상석, 오승환 1988 큰검정풍뎀이 및 참검정풍뎀이 유충에 의한 인삼의 피해발생조사 고인학지 12(1) 47-52
231. 김기황 1991 풍뎀이류에 있어서의 인삼의 잠재해충 고인학지 15(3) 200-204
232. 김기황, 오승환 1990 들민달팽이의 생활사와 인삼의 피해 및 약제 방제 동지 14(3) 421-426
233. 김기황 1992 명주달팽이의 생활사, 인삼의 피해 및 약제 방제 동지 16(2) 146-150
234. Han C 1976 Breeding of *Panax ginseng* and plant tissue culture Korean. *J. Ginseng Sci.* 1 : 13-18
235. 최광태 1980 인삼육종의 연구 한국인삼사(하권) 581-614 전매청
236. 최광태 1989 21세기를 향한 육종전략 : 인삼, 인삼연구논문집 제6집 78-80 인연연
237. 최광태, 김요태, 권우생 1992 고려인삼의 신품종 육성현황 고인학지 16(2) 164-168
238. 홍순근, 오세현 1976 인삼의 계통분리 시험 시험연보서 755-774 : 1975, 동 809-836
239. 김요태, 김종만, 천성룡 1979 우량계통육성시험 인삼연보 553-565
240. 안상득, 천성룡, 정찬문, 권우생, 김대송, 이순구, 남기열 1985 인삼신품종육성연구 동서 859-976
241. 김요태, 안상득, 천성룡, 정찬문, 권우생, 남기열 1986 인삼신품종육성연구 동서 905-1008
242. 김요태, 정찬문, 권우생, 이장호, 정영령, 강제웅 1992 인삼의 신품종 육성 연구 동서 251-322
243. 이명구, 정찬문, 권우생, 이장호, 정영령, 강제웅, 김명수, 최광태 1995 인삼의 신품종육성연구 동서 341-451
244. 최광태, 안상득, 박규진 1981 인삼의 돌연변이 연구 동서 514-526
245. 천성룡, 김홍진, 김요태, 최광태 1981 내병성 계통 육성 연구 동서 481-500
246. 임용표, 신희순, 이석종, 윤영남, 조재성 1993 Randomly amplified polymorphic DNA(RAPD) 기술을 이용한 고려인삼의 유전분석을 위한 primer 선발 및 변종별 비교 고인학지 17(2) 153-158
247. 이재두 1980 인삼의 조직배양 한국인삼사(하권) 658-674 전매청
248. 최광태, 김명원, 신희석 1981 인삼근 및 자엽 callus의 기관분화에 관한 연구 고인학지 5(1) 35-40
249. 박지창, 최광태, 김갑식, 양덕춘, 이종화, 안인옥, 이정현 1995 식물공학기술을 이용한 인삼의 분자생물학적 연구 인삼연보서 519-663
250. 박훈, 이종철, 변정수 1980 삼재배의 경영분석에

- 관한 연구 동서 239-247
251. 박훈, 이종철, 변정수 1981 삼재배의 경영개선에 관한 연구 동서 390-403
252. 박훈, 김요태, 이성식, 이장은 1982 성력재배시험 동서 99-110
253. 목성균, 이성식, 천성기, 신동양, 이장은 1987 인삼 재배환경조건개선연구 동서 345-448
254. 목성균, 신동양, 천성기, 이태수, 이성식, 이장은, 박동욱 1993 인삼의 생산비 절감 재배기술 연구 동서 7-87
255. 서종혁 1992 인삼산업의 구조와 중장기 발전방향 고인학지 16(2) 157-161
256. 서종혁, 성진근, 김완배, 이동필, 오내원 1992 인삼 산업의 중장기 발전방향 pp.1-352
257. 박훈 1995 인삼재배와 경영 pp.1-176 농업협동조합 중앙회
258. 금산인삼협동조합 1994 인삼경작교재 pp.1-90
259. 한국인삼경작조합연합회 기술.관리교육교재(1986년도 직원용) pp.1-240
260. 인삼협동조합중앙회 인삼경작기술교육교재(1996년도) pp.1-300
261. 농업협동조합 전문대학 1986 인삼재배교육교재 ('86 새농민 기술대학교육자료 No.13) pp.1-368
262. 박훈 1984 인삼재배 특용작물(농민 후계자 교본) 220-234 농촌진흥청
263. 농촌진흥청 인삼재배 pp.1-250 농민 후계자 교육 보조교재
264. 박훈 1990 인삼재배기술 현대농업기술 339-343 전국농업기술자협회
265. 한국담배인삼공사 표준인삼경작방법 1991 pp.1-103
266. 전매청 1980 인삼경작기술교육교재 pp.1-248
267. 전매청 1980 인삼경작성공사례 pp.1-101
268. 전매청 인삼경작지도성공사례 pp.1-142
269. 한국인삼연초연구소 1984 인삼병해충원색도감 pp.1-109
270. 박훈 1982 인삼재배(원리와 실제) 영농공개강좌교재(KBS1 라디오) pp.1-83
271. 한국인삼연초연구소 1982 인삼재배요강 pp.1-90