

논토양에서 비닐하우스를 이용한 재배방법이 인삼의 수량 및 품질에 미치는 영향

김동원*† · 김종엽* · 유동현* · 김창수* · 김희준* · 박종숙* · 김정만* · 최동철* · 오남기*

*전라북도농업기술원

Effect of Cultivation Using Plastic-Film House on Yield and Quality of Ginseng in Paddy Field

Dong Won Kim*†, Jong Yeob Kim*, Dong Hyun You*, Chang Su Kim*, Hee Jun Kim*,
Jong Suk Park*, Jeong Man Kim*, Dong Chil Choi* and Nam Ki Oh*

*Jeollabukdo Agricultural Research and Extension Services, Iksan 570-704, Korea.

ABSTRACT : The average and maximum temperature were 29.5°C and 33.2°C at 2:00 p.m. respectively, in the plastic-film house covered with shade net, and both of temperature were lower 0.6°C and 1.3°C than those of conventional shade. Light transmittance was 14% in the plastic-film house, while 9.9% in conventional shade during growing season from May to October. Withering time of aboveground part was on October 3rd in conventional shade with 60% of withering leaf, while it was on November 10th with 3.7% of withering leaf in the plastic-film house, about 40 days longer survival. The main disease incidence were 15% of anthracnose, 17% of leaf spot, 5% of phytophthora blight and 3% of gray mold in the conventional shade, while 0~0.1% disease incidence and 95% of emergence rate in the plastic-film house. The growth in the above-ground and underground part of ginseng was totally better, particularly characteristics affecting yield such as root length, main root length and diameter in the plastic-film house. The fresh weight was increased by 128% compared to the conventional shade and harvested roots per 3.3 m² were 36 roots in the conventional shade and 58 roots in the plastic-film house and futhermore yield per 3.3 m² was increased by 216% compared to the conventional shade. As covering materials, the rice straw in the plastic-film house was excellent. The ginsenoside contents affecting the quality of ginseng were higher in the plastic-film house indicating 0.333% of Rg1, 0.672% of Rb1, 0.730% of Rc and rate of red rusty root was less than 4.0~6.1%. Above the results, the quality of ginseng grown in the plastic-film house covered with shade net was improved than that of the conventional shade.

Key Words : Ginseng, Plastic-Film House, Disease, Temperature, Quality, Yield

서 언

인삼 (*Panax ginseng* C. A. Meyer)은 두릅나무과 (Araliaceae), 인삼속에 속하는 다년생 반음지성 숙근초이며 (Bang *et al.*, 2011), 고온, 강광, 과습 및 병해에 약하고, 생장속도가 느려 성장량이 적은 식물이다 (Jo *et al.*, 1996; Korean Ginseng History, 2002). 최근 국내 인삼산업은 건강에 대한 관심증가로 소비량과 수출이 증가되고 있으나, 2010년부터 재배면적이 점차 감소하는 추세이다. 그 원인은 연작

장해로 인한 재배적지 부족과 기후 변화에 의한 기온상승, 여름철 집중호우 등 각종재해와 병해발생, 고온에 의한 조기낙엽 등으로 수량감소와 품질저하, 생산비 증가 때문이다 (Lee *et al.*, 2007; Oh *et al.*, 2012). 한편, 전통적으로 오래전부터 인삼을 재배해 오던 주산지에서 연작장해로 인한 초작지 부족으로 밭 재배면적이 점차적으로 감소하고 있어 타 지역으로 이동경작이 늘어나고 있는 추세이고, 이에 따른 생산비 증가로 인삼재배 농가가 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이와 같이 밭 재배지가 점차 감소함에 따라 논 인삼 재배면적이 확대되

†Corresponding author: (Phone) +82-63-290-6342 (E-mail) 913kim@korea.kr

Received 2014 March 6 / 1st Revised 2014 March 17 / 2nd Revised 2014 April 7 / 3rd Revised 2014 May 21 / 4th Revised 2014 May 27 /

Accepted 2014 May 27

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

고 있는 실정인데 (Kang *et al.*, 2007), 특히 전북 준산간부 지역인 진안, 무주, 장수 지역은 전체 인삼 재배면적 중 70% 가 논 재배이며, 인삼 논 재배면적은 점차 늘어날 전망이다 (Lee *et al.*, 2007). 논에서 인삼을 재배 할 경우 배수불량 및 염류과다에 의한 생리장해로 앞에서 발생하는 황증, 뿌리에서 발생하는 적변, 근부병 등에 의한 결주 발생이 심하여 상품성 저하 및 수량감소의 원인이 되고 있다 (Cho *et al.*, 2008). 논에서 인삼을 재배할 경우 5~6년근에서는 염류집적 및 배수불량 등으로 각종 생리장해와 뿌리썩음 병원균의 밀도증가로 결주율이 크게 증가되기 때문에 (Jo *et al.*, 1996) 4년근 위주로 재배되고 있으며, 홍삼 원료삼인 6년근 인삼재배는 전혀 이루어지지 않고 있어 인삼재배 농가의 소득감소에 큰 장애가 되고 있다. 또한 일반 경사식 해가림으로 인삼을 재배할 경우 탄저병, 점무늬병, 잿빛곰팡이병 등 병 발생이 증가하여 큰 피해를 주고 있고 (Kim, 2004; Im *et al.*, 2006; Kim *et al.*, 2007), 농약살포 횟수가 많아짐에 따라 농약잔류에 대한 문제가 제기되고 있다. 이러한 문제점 해결을 위해서는 비가림 하우스 등을 이용한 새로운 재배법이 필요한 실정이다. 따라서 본 연구는 기존 경사식 해가림의 단점인 병해 발생을 억제하고 수량 및 상품성 향상을 도모할 수 있는 비가림 하우스에서 논 인삼 재배기술을 확립하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 논 인삼 재배에서 기존 경사식해가림 시설의 병해 및 생리장해를 경감시키기 위한 대책으로 하우스 해가림시설의 효과를 구명하고자 2006년 3월부터 2010년 11월까지 전북 진안군 마령면 (해발 300 m)에서 수행하였다. 하우스 설치 폭 600 cm, 높이 300 cm로 하고 장수비닐 (0.05 mm)을 피복하였다. 해가림 차광망은 봄과 가을에 75% 1겹, 고온기인 여름에는 75% 차광망 1겹을 이중으로 설치하였다. 대조구로서 관행 경사식 해가림은 후주 연결식 철재해가림으로 전주 높이 180 cm, 후주 높이는 100 cm로 설치하였으며, 봄과 가을에 P.E 4중직 (흑3 + 청1) 1겹, 고온기에는 P.E. 2중직 (흑색) 차광망을 추가로 설치하여 생육을 관리 하였다. 인삼재배지의 논토양은 양토로, 예정지 관리는 1년간 실시하였고, 전작물은 호밀을 재배하여 2005년 6월 20일 경운하였으며, 예정지관리 동안 경운 및 로타리 작업을 12회 실시 하였다. 인삼 재배지의 토양 물리성 개선을 위하여 팽화왕겨를 3.3 m² 당 120 L 처리하였고, 시험포장의 시비는 인삼농협에서 판매하는 유기물 퇴비 (삼협퇴비)를 밀거름으로 10 a당 1,500 kg 사용하였다. 이 식재배 상면의 두둑 폭은 110 cm, 고랑넓이는 90 cm로 하여 하우스 내에 3개의 이랑을 만들었고, 시험품종은 재래종 1년생 묘삼을 3.3 m² 당 63주씩 정식하였다. 두둑의 부초는 벗짚 이영 피복 및 왕겨를 5 cm 두께로 피복 하였고 하우스 내 관

수방법은 점적 호스를 두둑 당 3줄 설치하여 하우스 내 토양 수분을 21%로 관리하였다. 고온기에는 통풍이 잘되게 하우스 측면을 개폐하여 생육을 관리하였고, 관행 경사식 해가림과 인삼의 생육을 비교 검토하였다. 해가림시설 내 온도 및 수분 함량은 RH/Temp (Compliance EN 12830, Micro Log Inc., Cleveland, USA)를 이용하여 인삼 생육기인 5월 ~ 10월까지 조사하였으며, 온도는 지상 70 cm, 지온과 토양수분은 토양 15 cm 깊이에서 측정하였다. 토양 이화학성은 시험 전과 6년 생 인삼 수확시기인 2010년 10월에 토양시료를 채취하여 분석하였으며, 병 발생 상황 및 수량조사는 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사 분석기준을 따랐다. 인삼 사포닌 성분분석은 2010년 10월에 시험포장에서 채굴한 인삼을 50°C에서 3일간 건조하고 분쇄기로 미분쇄하여 균질화한 뒤 정밀하게 0.5 g을 칭량하여 추출용기에 넣었다. 50% MeOH 수용액 10 ml를 가하여 80°C 항온수조에서 환류 냉각시켜 3회 추출하고 추출액을 합하여 여과하였다. 추출액을 감압 건조하여 10 ml의 증류수를 더하고, 여기에 같은 양의 diethyl ether를 가하여 분액법으로 지용성 성분을 제거 한 후에 수포화 n-butanol 추출방법으로 사포닌성분을 3회 추출하여 감압 농축하였다. methanol 2 ml를 가하여 용해시킨 후 0.20 µm filter로 거른 액을 HPLC (Agilent, 1260, USA)에 10 µl씩 DAD detector 203 nm에 주입하여 ginsenosides를 분석하였다 (Park *et al.*, 2007; Kim *et al.*, 2011).

결과 및 고찰

1. 비닐하우스 해가림과 관행 경사식 해가림과의 재배환경 비교

Table 1에서 보는 바와 같이 인삼 생육기간인 2006년부터 2010년까지 5월 1일 ~ 10월 30일 동안 관행 경사식 해가림과 하우스 해가림내의 온도변화를 보면 오후 2시 평균온도는 관행 경사식해가림의 30.1°C에 비하여 하우스해가림은 29.5°C로 0.6°C가 낮았으며, 지온은 1.3°C 낮았다. 7~8월 고온기의 오후 2시에 시설 내 최고온도는 관행 경사식 해가림의 34.5°C에 비하여 하우스 해가림에서는 33.2°C로 1.3°C가 낮았고, 지온 역시 0.1°C가 낮았다. 이와 같은 결과로 고온으로 인하여 발생

Table 1. The average and maximum temperature by shade type from May to October 2010 year.

| Treatment | Air temperature (°C) | | Soil temperature (°C) | |
|-----------------------------------|----------------------|---------|-----------------------|---------|
| | Average | Maximum | Average | Maximum |
| Conventional shade | 30.1 | 34.5 | 26.2 | 27.9 |
| Plastic-film house with shade net | 29.5 | 33.2 | 24.9 | 27.8 |

*Air and soil temperature (°C) measured on the height of 70 cm and in the underground of 15 cm, respectively.

Table 2. The intensity of illumination according to shade type from May to October 2010 year.

| Treatment | Intensity of illumination (Lux) | Transmittance (%) |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Open field | 73,550 | 100 |
| Conventional shade | 7,318 | 9.9 |
| Plastic-film house with shade net | 10,290 | 14.0 |

Table 3. Water moisture content of ginseng field by shade type and mulching materials at March to October from 2006 to 2010.

| Treatment | Conventional shade | | | Plastic-film house with shade net | | |
|----------------------|--------------------|------------|-----------|-----------------------------------|------------|-----------|
| | No mulching | Rice straw | Rice hull | No mulching | Rice straw | Rice hull |
| Moisture content (%) | 30.6 | 33.4 | 35.6 | 23.1 | 25.1 | 26.9 |

하는 조기낙엽도 일반 경사식 해가림에 비하여 감소되는 경향을 보였다 (Table 6).

Table 2에서 보는 바와 같이 해가림 유형별 수광량을 보면 관행 경사식 해가림은 자연광의 9.9%이었으며, 하우스 해가림은 14%로 경사식 해가림에 비해 약간 높은 경향이었으나 인삼 생육시 최적 수광량인 자연광의 10~15% 범위 (Jo *et al.*, 1996; Lee *et al.*, 2007) 에 있어 인삼생육에 좋은 광조건이었다. 인삼의 생육적온은 20~25°C로 비교적 고온에 약한 작물로 (Lee *et al.*, 2007) 기온이 15°C일 때는 광포화점이 30,000 Lux로 높아져 강한 일사에도 잘 견디지만 기온이 30°C 이상으로 높아지면 광포화점도 5,000 Lux 이하로 낮아져 고온에 약한 특성을 보이며, 특히 5월 하순 이후 일사량이 증가되면서 기온이 상승하게 되면 잎이 햇빛에 타는 고온장해가 발생하므로 해가림시설이 반드시 필요하다고 하였다 (Lee *et al.*, 1987, 2007; Jo *et al.*, 1996). 본시험에서는 관행 경사식 해가림에 비해 하우스 해가림에서 수광량이 높았으나 고온장해 증상은 나타나지 않았다.

Table 3에서 보는 바와 같이 시험포장의 해가림 유형 및 상면 피복재료별 토양수분을 인삼 생육기인 5월부터 9월까지 조사한 결과 관행 경사식 해가림의 수분함량은 30.6~35.6%, 하우스 해가림은 23.1~26.9%를 보여 관행 경사식 해가림 보다 낮은 경향이였다. 이는 인삼생육의 최적 토양수분함량인 포장용수량의 63%, 즉 절대수분함량의 18.9% (Lee *et al.*, 1982; Nam *et al.*, 1980)보다 약간 높은 수분함량을 보였으나 하우스 해가림이 인삼 재배 적정수분에 가까운 결과를 보였다.

Table 4에서 보는 바와 같이 처리별 시험 전과 5년간 시험 후 인삼재배 토양의 화학성을 조사한 결과 시험토양의 pH는 시험 전 pH 6.5보다 모두 낮아진 경향이였으며, 관행 경사식 해가림의 경우는 pH 6.1~6.2로 적정기준치보다 약간 높은 경향이였고, 하우스 해가림에서는 pH 5.6~5.8로 더 낮았으나 인삼재배기준인 pH 5.0~6.0의 적합범위를 유지하였고, 해가림 유형에서 상면 피복재료 간에는 크게 차이가 나지 않았다. 인삼 생리장해에 많은 영향을 미치는 EC는 하우스 해가림에서는 0.80~1.27 dS/m, 관행 경사식 해가림은 0.27~0.40 dS/m로 나타났고, 하우스 해가림의 EC는 시험 전 0.25 dS/m 보다 매우 높은 경향을 보여 시설하우스에서 작물을 재배하였을 때 나타나는 현상과 같은 경향을 보였다. 이는 고년근에서 염류집적에 의한 적변 발생으로 물뿌리 탈락과 염류 농도 증가에 따라 조기낙엽이 발생 한다는 보고가 있으나 (Kim *et al.*, 1986) 하우스 해가림에서 인삼을 재배하였을 때는 이와 같은 증상이 관행 경사식 해가림에 비하여 적게 발생되었기 때문에 하우스 재배에서 토양수분이 약간 많은 경우 0.80~1.27 dS/m 정도의 EC 농도는 적변삼 발생과 조기낙엽에 큰 영향을 주지 않은 것으로 생각 된다 (Table 6, 8). P₂O₅은 시험 전 토양 158 mg/kg에 비하여 모든 처리에서 전체적으로 높아졌고 특히 관행 경사식 해가림의 벚짚피복에서 319 mg/kg으로 인삼재배 기준치인 100~250 mg/kg 보다 높은 경향을 보였는데, 이 결과는 인삼 지상부의 생리장해인 황증과 지하부 뿌리의 적변삼 발생의 원인으로 판단되었다. OM은 시험 전 토양 22.0 g/kg에 비하여 왕겨피복 시 하우스 해가림은 27.6 g/kg, 관행 경사식 해가림은 26.5 g/kg로 더 높아지는 경향이였다. 왕겨피복이

Table 4. Soil chemical properties of ginseng field by shade type and mulching materials.

| Treatment | pH (1 : 5) | EC (dS/m) | P ₂ O (mg/kg) | OM (g/kg) | Ex. cation (cmol/kg) | | | |
|-----------------------------------|-------------|-----------|--------------------------|-----------|----------------------|-----------------|----------------|------|
| | | | | | Ca ⁺⁺ | Mg ⁺ | K ⁺ | |
| Experiment panfried soil | 6.5 | 0.25 | 158 | 22.0 | 5.13 | 1.60 | 0.42 | |
| Conventional shade | No mulching | 6.2 | 0.28 | 257 | 21.5 | 3.69 | 1.53 | 0.42 |
| | Rice straw | 6.2 | 0.27 | 319 | 20.4 | 5.50 | 1.58 | 0.58 |
| | Rice hull | 6.1 | 0.40 | 296 | 26.5 | 5.38 | 1.35 | 0.64 |
| Plastic-film house with shade net | No mulching | 5.8 | 1.26 | 196 | 19.3 | 5.11 | 1.72 | 0.64 |
| | Rice straw | 5.7 | 1.27 | 204 | 21.9 | 5.12 | 1.71 | 0.61 |
| | Rice hull | 5.6 | 0.80 | 239 | 27.5 | 4.10 | 1.50 | 1.06 |

벗짚피복에 비하여 OM이 높았던 원인은 부초용으로 피복한 왕겨가 벗짚보다 부숙 기간이 길어 수확기까지 유지되었던 것으로 판단된다. K은 시험 전 토양에 비하여 모든 처리에서 높아졌고, 특히 하우스 해가림의 왕겨피복에서 1.06 cmol/kg으로 가장 높았는데, 그 원인은 왕겨의 부숙 과정에서 생성된 K의 영향으로 판단된다. Ca은 시험전 5.13 cmol/kg에 비하여 관행 경사식 해가림의 무피복에서 3.69 cmol/kg로 가장 낮았고, 하우스 해가림에서는 왕겨피복에서 4.10 cmol/kg으로 낮았다. Mg은 시험 전 토양에 비하여 관행 경사식 해가림에서는 전체적으로 약간씩 낮아졌으나, 하우스 해가림은 무피복과 벗짚피복에서 높아진 반면 왕겨피복에서는 약간 낮은 경향을 보였다. Ca, Mg, K은 시험 후에 약간의 변화가 있었지만 모두 인삼 재배적합범위를 유지하였다. 인삼 재배에 있어 생리장해 발생 유형별로 토양화학성과 연관성을 보면 EC와 질산태 질소는 앞에서 발생하는 생리장해에 공통적으로 영향을 미치며, 토양 내 양이온 과다는 다른 이온들의 흡수를 방해하고, 지상부의 황갈색반점 발생은 Na, 오갈병은 Ca와 Mg, 황색반점과 황갈색 반점 복합발생은 P₂O₅, Mg과 Na이 관여하는 것으로 나타났으며, 뿌리에서 발생하는 생리장해인 적변은 전기전도도, 질산태 질소와 양이온인 나트륨이 관여하고, 은피는 pH, 유효인산, 유기물, 칼륨이 관여하며, 특히 유기물함량이 낮은 조건에서 발생이 많았다고 보고된 바 있다 (Hyeon, 2007). 이와 같이 생리장해는 토양성분의 절대량이 부족하거나 많아서 발생하는 것보다는 토양성분 간의 불균형에서 오는 생리장해가 더 많고, 특히 Ca, Mg 및 K의 토양 중 비율이 인삼의 생육과 밀접한 관계가 있는 것으로 판단되었다.

2. 해가림 유형과 상면 피복재료에 따른 인삼의 생육 및 수량

Table 5에서 보는 바와 같이 해가림 유형에 따른 6년생 인삼의 출현기는 하우스 해가림에서 4월 13~15일로 관행 경사식 해가림에 비하여 2일 정도 빨랐고, 상면 피복재료 간에는 무피복이 벗짚과 왕겨피복에 비해 2일 정도 빨리 출현되었는데, 무피복의 경우 출현기에 상면이 햇빛에 노출되어 지온의 조기 상승에 의한 것으로 판단된다. 하우스 해가림에서 인삼 출현율은 83~98%로 관행 경사식 해가림의 55~59%에 비하여 높았다. 상면 피복 재료별 출현율의 경우 관행 경사식 해가림은 벗짚피복이 높았으며, 하우스 해가림에서는 무피복에 비하여 벗짚, 왕겨피복에서 출현율이 높았다. 그 원인은 경사식 해가림의 경우 왕겨피복 시 출현기 때 토양 온도가 낮고 수분함량이 35.6%로 높은 원인으로 생각되며, 하우스 해가림의 경우 무피복처리는 수분 증발에 따른 토양수분 부족 때문으로 생각된다. 이와 같이 6년근 인삼을 재배하였을 때 관행 경사식 해가림에서 결주율이 40% 이상으로 높아 수량감소의 원인으로 판단되었다.

Table 6에서 보는 바와 같이 해가림 유형에 따른 상면 피복

재료별 6년생 인삼의 지상부 낙엽시기와 낙엽률을 보면 관행 경사식 해가림의 경우 9월 하순 또는 10월 상순부터 지상부가 낙엽이 되었고 낙엽률은 53~70%이었다. 하우스 해가림은 그보다 약 40일 늦은 11월 상순에 낙엽이 되었고 낙엽률도 3~5%로 낮게 나타났으며, 하우스 해가림에서 단풍 시기는 10월 하순이었다. 하우스 해가림재배는 인삼 생육시기가 30일 정도 연장되었고, 낙엽률을 줄일 수 있어 논 인삼 재배에 유리할 것으로 판단된다. 한편 인삼의 조기낙엽 원인은 점무늬병, 탄저병과 무관하지는 않지만 조기낙엽이 모두 이들에 의하여만 일어나는 것이 아니고 토양수분과 고온에 의하여도 나타나는데, 토양수분은 최적수분 한계선인 17%를 기준하여 그이하의 포장에서는 모두 30%이상 93%까지 낙엽률을 보였으나 그

Table 5. The emergence rate of 6-year-old ginseng by shade type and mulching materials.

| Treatment | Mulching materials | Emergence date | Emergence rate (%) | Missing rate (%) |
|-----------------------------------|--------------------|----------------|--------------------|------------------|
| Conventional shade | No mulching | April 15 | 57.0c | 43.0a* |
| | Rice straw | April 17 | 59.0c | 41.0a |
| | Rice hull | April 17 | 55.0d | 45.0a |
| Plastic-film house with shade net | No mulching | April 13 | 82.5b | 17.5d |
| | Rice straw | April 15 | 95.2a | 4.8ef |
| | Rice hull | April 15 | 97.6a | 2.4f |

*Mean within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT (p < 0.05).

Table 6. The date and rate of withering leaf in 6-year-old ginseng by shade type and mulching materials.

| Treatment | Mulching materials | Withering leaf time | Withering leaf rate (%) | Maple time |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|------------|
| Conventional shade | No mulching | September 30 | 70.0 | - |
| | Rice straw | October 3 | 53.0 | - |
| | Rice hull | October 3 | 57.0 | - |
| Plastic-film house with shade net | No mulching | November 10 | 5.0 | October 29 |
| | Rice straw | November 10 | 3.0 | October 29 |
| | Rice hull | November 10 | 3.0 | October 29 |

Table 7. The growth of aboveground part in 6-year-old ginseng by shade type and mulching materials.

| Treatment | Mulching materials | Plant height (cm) | Leaf length (cm) | Leaf width (cm) | Stem diameter (mm) |
|-----------------------------------|--------------------|-------------------|------------------|-----------------|--------------------|
| Conventional shade | No mulching | 57.5c | 14.8c | 5.5c | 6.7c* |
| | Rice straw | 58.9c | 15.5c | 6.1c | 7.4c |
| | Rice hull | 58.8c | 13.7c | 5.8c | 7.1c |
| Plastic-film house with shade net | No mulching | 70.7b | 17.6b | 7.0b | 8.7b |
| | Rice straw | 75.0a | 18.0a | 7.1b | 8.9b |
| | Rice hull | 76.0a | 18.6a | 8.9a | 9.7a |

*Mean within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT (p < 0.05).

이상의 포장에서는 20%이하의 낙엽률 이었고 40% 이상에서는 낙엽이 되지 않았다는 보고가 있다 (Park, 1982). 따라서 본시험에서 경사식 해가림의 조기낙엽 원인은 토양수분에 의한 것보다 고온 및 병해발생에 의한 조기낙엽으로 판단된다.

Table 7에서와 같이 해가림 유형별 5년차 6년생 인삼의 지상부 생육을 보면 초장은 하우스 해가림이 70.7~76.0 cm로 관행 경사식 해가림 57.5~58.9 cm에 비하여 컸고, 하우스 해가림의 상면 피복재료 간에는 생육의 차이가 없었다. 엽장과 엽폭 역시 초장과 같은 경향을 보였으며, 인삼 수량과 상관관계가 깊은 경직경은 하우스 해가림에서 8.7~9.7 mm로 관행 경사식 해가림 6.7~7.4 mm에 비하여 굵었다. 해가림 방법에 따라 상면 피복재료별 지상부 생육은 모든 처리에서 유의성이 없었다. 하우스 해가림이 관행 경사식 해가림에 비하여 지상부 생육이 좋은 원인은 고온기에 기온과 지온이 낮았기 때문으로 생각된다.

해가림 유형별 지하부 생육 특성은 Table 8에서 보는바와 같이 근장은 관행 경사식 해가림 23.4~28.2 cm에 비해 하우스 해가림이 31.8~33.7 cm로 길었다. 지하부 생육 중 수량과 상관관계가 깊은 동직경은 하우스 해가림의 벚짚피복처리에서 35.3 mm로 다른 처리에 비하여 유의성 있게 굵어 수량증가의 원인으로 판단되며, 이는 동체장과 동직경이 인삼의 수량구성 요소라고 할 만큼 중요한 요인으로 수량증가에 기여 한다는 보고 (Lee et al., 2007)와 일치하는 경향이였다. 생근중도 역시 관행 경사식 해가림의 42.5~45.3 g보다 하우스 해가림에서 93.6~106.1 g으로 평균 127% 증가하는 결과를 나타냈다. 수확주수는 관행 경사식 해가림의 경우 3.3 m² 당 (칸당) 정식 주수인 63주 중 34.8~37.0개로 55~58%의 수확률을 보인 반면 하우스 해가림은 52.0~61.5개로 82.5~97.6% 수확률을 보여 관행 경사식 해가림보다 높았다. 이와 같이 하우스 해가림이 관행 경사식 해가림에 비해 생존본수가 많은 원인은 잎이 비에 젖지 않아 점무늬병이나 탄저병의 발생이 적고 비 누수에 의해 두둑내의 빗물 유입을 막아 병원균 발생을 억제하며, 토양의 과습을 줄여 줄음으로서 근부병 및 적변삼 등의 발생을 억제 (Jo et al., 1986)한 결과라고 생각된다. 인삼의 상품성과 수량에 영향을 미치는 적변삼 발생률은 관행 경사식 해가

림의 경우 30% 이상 높은 반면, 하우스 해가림은 4.0~6.1%로 75%의 억제효과가 있었다. 관행 경사식 해가림에서 적변삼 발생이 심한 원인은 장마기 때 집중호우에 의한 빗물 누수가 심하여 토양 내 수분함량이 많아 포장이 과습한 상태가 오래 지속된 경우와 봄과 가을 가뭄 때에는 토양수분 부족에 따른 생리장해에 의한 것으로 판단되며, 적변은 과습한 지역이나 건조한 토양조건에서 많이 발생한다는 보고 (Yang et al., 1997)와 같은 경향이였다. 그러나 하우스 해가림의 경우 토양수분을 인삼 생육에 적절한 범위로 유지해 줌으로써 적변삼과 같은 생리장해가 감소한 것으로 판단된다. 하우스 해가림 상면 피복재료별 지하부 생육은 벚짚피복이 토양의 보습효과와 상면의 토양 경도를 안정적으로 유지시켜 줌으로써 지하부 생육이 전체적으로 좋아 하우스 해가림재배의 상면 피복재료로서 가장 적합 할 것으로 생각된다. 10a당 수량은 하우스 해가림에서 730~955 kg, 관행 경사식 해가림이 291~303 kg을 보였다. 또한 상면 피복재료별 수량의 경우 관행 경사식 해가림에서는 벚짚이나 왕겨피복에서는 무피복에 비하여 수량의 차이가 없었고, 하우스 해가림에서는 벚짚이나 왕겨피복에서 무피복에 비해 유의성이 있으나, 벚짚과 왕겨피복 간에는 유의성이 없었다. 그 원인은 시험토양의 유효인산 함량이 기준치보다 높았고 토양물리성 악화로 적변삼 발생에 따른 뿌리털 탈락과 결주가 발생되었기 때문으로 판단되며, 유효인산 함량이 높으면 생육과 수량이 낮다는 보고 (Park, 1991)와 일치하는 경향이였다. 따라서 하우스 해가림 재배가 관행 경사식 해가림 재배에 비하여 수량이 증가한 원인은 하우스 해가림의 시설 내 온도 하강에 따른 고엽률 감소, 누수 방지에 따른 지상부 병해 억제, 생육기간의 연장, 결주율 감소 등으로 생각된다.

3. 해가림 유형에 따른 병 발생 정도

Table 9에서와 같이 해가림 유형에 따른 주요 병해 발생 정도를 보면 관행 경사식 해가림에서는 탄저병 15%, 점무늬병 17%, 잿빛곰팡이병 3.0%, 역병 5.0% 발생하였으나 하우스 해가림에서는 탄저병과 역병은 발생이 되지 않았고, 점무늬병과 잿빛곰팡이병은 각각 0.1%의 병 발생률을 보여 관행 경사식

Table 8. The growth of underground part in 6-year-old ginseng by shade type and mulching materials.

| Treatment | Mulching materials | Root length (cm) | Taproot length (cm) | Taproot diameter (mm) | Fresh weight (g/plant) | Harvest plant (plant/3.3 m ²) | Yield (kg/10a) | Rusty rostrate (%) |
|-----------------------------------|--------------------|------------------|---------------------|-----------------------|------------------------|---|----------------|--------------------|
| Conventional shade | No mulching | 27.6b | 8.3b | 25.1d | 42.5d | 36.9c | 291c | 35.9a* |
| | Rice straw | 28.2b | 8.1b | 25.4d | 44.2d | 37.0c | 302c | 32.3b |
| | Rice hull | 23.4c | 7.4b | 25.8d | 45.3d | 34.8c | 294c | 30.1c |
| Plastic-film house with shade net | No mulching | 32.9a | 7.6b | 32.4b | 93.6c | 52.0b | 730b | 6.1d |
| | Rice straw | 33.7a | 9.4a | 35.3a | 106.1a | 60.0a | 955a | 4.0e |
| | Rice hull | 31.8a | 9.8a | 30.2c | 101.7b | 61.5a | 938a | 5.3d |

*Mean within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT ($p < 0.05$).

Table 9. The disease incidence rate by shade type.

| Treatment | Colletortichum gloeosporioides | | | | Alternaria panax | | | | Botyrtis cinerea | | | | Phytophthora cactorun | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----|------|------|------------------|-----|------|------|------------------|-----|-----|-----|-----------------------|-----|-----|-----|
| | '07 | '08 | '09 | '10 | '07 | '08 | '09 | '10 | '07 | '08 | '09 | '10 | '07 | '08 | '09 | '10 |
| Conventional shade (%) | 5.0 | 5.0 | 12.0 | 15.0 | 10.0 | 9.5 | 10.0 | 17.0 | 3.0 | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 5.0 | 3.0 | 7.0 | 5.0 |
| Plastic-film house with shade net (%) | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 |

Table 10. Ginsenoside contents of 6-year-old ginseng whole root by shade type.

| Treatment | Re | Rg ₁ | Rf | Rb ₁ | Ra ₁ | Rh ₁ | Rb ₂ | Rc | Rd | Total |
|--|-------|-----------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-------|--------------|
| Conventional shading (mg/g) | 1.761 | 0.704 | 0.345 | 3.330 | 1.068 | 0.162 | 1.152 | 1.455 | 0.453 | 10.43 ± 4.92 |
| Plastic-film house with shading net (mg/g) | 1.752 | 1.045 | 0.475 | 4.153 | 1.101 | 0.217 | 1.291 | 1.676 | 0.470 | 12.18 ± 4.91 |

해가림에 비하여 96~100% 억제되었다. 전북지역의 병해 발생률은 지역적으로 차이는 있으나 주로 많이 발생 하는 병해는 *Rhizoctonia solani* 등 8종이며 그중 점무늬병 발생률은 12.7%로 가장 많이 발생하며 잿빛곰팡이병 7.6%, 역병은 4.1%, 탄저병 3.7% 순 이었다 (Kim et al., 2007). 재배 연도별 병 발생은 재배 연수가 길어짐에 따라 병 발생이 전체적으로 증가하는 경향이었으나, 재배 연차 간 병 발생은 기상조건에 영향을 받은 것으로 판단되었다. 하우스 해가림에서는 재배연차 간 병 발생의 변화가 적었으나, 경사식 해가림에서는 재배기간이 길어짐에 따라 탄저병과 점무늬병 발생이 증가하는 경향이였다. 이와 같이 관행 경사식해가림에서 인삼을 재배 하였을 때 지역별로 병 발생차이는 있으나 병 발생이 심할 경우 농약을 10회 이상 살포하고 있어 농약의 잔류 등 인삼의 안전성에도 문제가 많이 발생하고 있다. 하우스해가림에서 인삼을 재배 할 경우 병 발생이 감소하여 농약방제횟수를 연 2~3회로 줄일 수 있어 농약 잔류에 대한 안전성을 확보할 수 있기 때문에 비가림 하우스해가림에서 인삼을 재배할 경우 친환경 무농약 재배도 가능 할 것으로 생각된다.

4. 해가림 유형에 따른 Ginsenoside 함량

Table 10에서 보는 바와 같이 하우스 해가림과 관행 경사식 해가림에 따른 진세노사이드 평균 함량은 Rb₁, Re, Rc, Rb₂, Ra₁, Rg₁, Rd, Rf, Rh₁ 순으로 높은 함량을 보였으며, 해가림 유형별 진세노사이드 함량은 하우스 해가림에서 전체적으로 높은 함량을 보였다. Lee 등 (2011)은 비닐하우스와 관행재배 인삼의 총 진세노사이드 함량을 환산한 결과 하우스재배가 관행재배보다 동체에서의 총 진세노사이드 함량은 떨어지나 지근과 세근 부위에서 관행보다 높고 지근의 비율도 높아 총 진세노사이드 함량이 높다고 보고와는 비슷한 경향을 보였다. 하우스 해가림의 진세노사이드함량을 분석한 결과는 Rb₁ 4.153, Rc 1.676, Rb₂ 1.291, Ra₁ 1.101, Rg₁ 1.045, Rf 0.475, Rd 0.470, Rh₁ 0.217 mg/g으로 모두 하우스 해가림에서 높았으나

Re는 1.752로 관행 경사식 해가림의 1.761 mg/g에 비하여 약간 낮은 경향이였다. 인삼재배 유형에 따른 진세노사이드함량 차이는 하우스재배에서 Rg₁은 1.045 mg/g, Rb₁은 4.153 mg/g으로 관행 경사식 해가림에 비하여 Rg₁ 48%, Rb₁ 25% 증가하였다. 이는 비가림 하우스재배와 관행재배의 Rg₁과 Rb₁을 비교했을 때 비가림 하우스 재배시 Rg₁의 함량이 높다는 보고와는 상반된 결과를 보였으나 (Lee et al., 2011), 진세노사이드 PT계의 Rg₁과 PD계의 Rb₁에서 PD계인 Rb₁의 함량이 높다는 보고와는 비슷한 경향을 보였다 (Han et al., 2013; Lee et al., 2013; Kim et al., 2011). 이와 같이 진세노사이드의 종류별 비율은 재배방법에 따라 각각 다르므로 이에 대한 자세한 연구가 필요하며, 인삼의 수량성과 상품성을 향상시킬 수 있는 하우스재배 적정 차광방법에 대한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다 (Lee et al., 2008).

REFERENCES

Bang KH, Jo IK, Chung JW, Kim YC, Lee JW, Seo AY, Park JH, Kim OT, Hyun DH, Kim DH and Cha SW. (2011). Analysis of genetic polymorphism of Korean ginseng cultivars and foreign accessions using SSR markers. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:347-353.

Cho JW, Park HW, Kim MJ, Kim HH and Choi JE. (2008). Photosynthetic, morphological and growing characteristics by shading materials in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 53:256-260.

Hyeon GS. (2007). Establishment of the suitability class in ginseng cultivated lands and effect of soil chemical properties on the physiological disorder in ginseng cultivation. Kongju National University. Kongju, Korea. p.74-75.

Han JS, Tak HS, Lee GS, Kim JS, Ra JW and Choi JE. (2013). Comparison of ginsenoside content and ratio of root tissue according to root age and diameter in *Panax ginseng* C. M. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 21:342-347.

Im MH, Kwon KI, Park KS, Choi DM, Chang MI, Lee KJ,

- Yun WK, Hong MK and Woo GJ.** (2006). Study on reduction factor of residual pesticides in processing of ginseng(1). Korean Journal of Pesticide Science. 10:22-27.
- Jo JS, Won JY and Mok SK.** (1986). Studies on the photosynthesis of Korean ginseng. Korean Journal of Crop Science. 31:408-415.
- Jo JS, Kim CS and Won JY.** (1996). Crop rotation of the Korean ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) and the rice in paddy field. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 4:19-26.
- Kang SW, Yeon BY, Hyeon GS, Bae YS, Lee SW and Seong NS.** (2007). Changes of soil chemical properties and root injury ratio by progress years of post-harvest in continuous cropping soil of ginseng. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:157-161.
- Kim MS, Hong SG, Lee TH, Hyun JG and Chun JB.** (1986). Physiological disorder of *Panax ginseng*, Korea. Ginseng and Tobacco Research Institute Research Reports. Ginseng and Tobacco Research Institute. Daejeon, Korea. p.797-903.
- Korean Ginseng History.** (2002). Korean Ginseng History(I). Dongil Cultural Company. Seoul, Korea. p.84-90.
- Kim CH.** (2004). Review of disease incidence of major crops in 2003. Research in Plant Disease. 10:1-7.
- Kim HJ, Cheong SS, Kim DW, Park JS, Ryu J, Bea YS and Yoo SJ.** (2007). Investigation into disease and pest incidence of *Panax ginseng* in Jeonbuk. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 16:33-38.
- Kim GH, Seong BJ, Kim SI, Han SH, Kim HH and Lee KS.** (2011). Yield and quality characteristics of ginseng's first byproducts. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:313-318.
- Lee SS, Yang DC, Kim DC and Yang TJ.** (1982). Effect of soil water regimes on photosynthesis, growth and development of ginseng(*Panax ginseng* C. M. Meyer). Korean Journal of Crop Science. 8:65-74.
- Lee SS, Kim JM, Cheon SK and Mok SK.** (1987). Relationship between environmental conditions and the growth of ginseng plant in field. III. Field photosynthesis under different light intensity. Korean Journal of Crop Science. 32:256-267.
- Lee SW, Kim GS, Lee MJ, Hyun DY, Park CG, Park HK and Cha SW.** (2007). Effect of blue and yellow polyethylene shading net on growth characteristics and ginsenoside contents in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:194-198.
- Lee SW, Hyun DY, Park CG, Kim TS, Yeon BY, Kim CG and Cha SW.** (2007). Effect of soil moisture content on photosynthesis and yield of ginseng seedling in Yangjik seedbed cultivation. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:367-370.
- Lee SW, Kim GS, Park CH, Simon JE and Kim KS.** (2008). Difference of ginsenoside contents in roots cultivated under blue and red polyethylene shading net in *Panax ginseng* C. A. Meyer. Korean Journal of Crop Science. 53(S):103-107.
- Lee SW, Kim GS, Hyun DY, Kim YB, Kim JW, Kang SW and Cha SW.** (2011). Comparison of growth characteristics and ginsenoside content of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) cultivated with greenhouse and traditional shade facility. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 19:157-161.
- Lee GS, Nam KY and Choi JE.** (2013). Ginsenoside composition and quality characteristics of red ginseng extracts prepared with different extracting methods. Korean Journal of Medicinal Crop Science 21:276-281.
- Nam KY, Park H and Lee IH.** (1980). Effect of soil moisture on growth of water regimes on *Panax ginseng*. Korean Journal of Soil Science and Fertilizer. 13:71-76.
- Oh YJ, Kim MH, NA YE, Hong SH, Paik WK and Yoon ST.** (2012). Vulnerability assessment of soil loss in farm area to climatic change adaptation. Korean Journal of Science and Fertilizer. 45:711-716.
- Park H.** (1991). Physiological disorder of *Panax ginseng*. Korean Journal of Crop Science. 36:459-480.
- Park JY, Lee CY and Won JY.** (2007). Analytical optimum of ginsenosides according to the gradient elution of mobile phase in high performance liquid chromatography. Korean Journal of Medicinal Crop Science. 15:215-219.
- Yang DC, Kim YH, Yun KY, Lee SS, Kwon JN and Kang HM.** (1997). Red-colored phenomena of ginseng(*Panax ginseng* C. A. Meyer) root and soil environment. Korean Journal of Ginseng Science. 21:91-97.