

과제구분	기본연구	수행시기		전반기	
연구과제 및 세부과제		연구분야(Code)	수행기간	연구실	책임자
고품질 인삼 안정생산 기술 확립연구		C04 (IC031901)	'07~'13	인삼약초시험장	정태성
1) 인삼 논재배시 적정 해가림 자재 선발		"	'07~'10	"	정햇님
색인용어	인삼, 해가림, 논재배, 차광지, 6년근				

ABSTRACT

This study was conducted to compare growth characteristics, yield, quality of fresh and crude saponin content in roots of 6-year-old ginseng(*Panax ginseng* C.A.Meyer) between fixing light transmittance(Control) with P.E.(4 layer) net and changing light transmittance(C.L.T.) with Nonwoven fabric during the ginseng growing seasons in paddy soil.

We investigated the microclimate response to different shading materials. Photosynthetically active radiation(PAR) under C.L.T. with blue nonwoven fabric was approximately 23.4~26.5% higher than that under P.E.(4 layer) net and photosynthetic rate showed the same tendency, which had a positive correlation to light intensity. Yield in C.L.T. with blue nonwoven fabric was higher than control by 3% and quality of fresh and crude saponin content in aerial parts and roots also increased in C.L.T than control.

1. 연구목표

인삼은 재작이 어려운 작물로써 홍삼 원료삼 생산을 위한 6년근 재배의 경우 강원 등 북부지역으로 점차 재배면적이 확대되고 있다.

신작지 확보를 위해 주산지의 이동이 야기될 정도로 인삼 연작장해 문제는 생산 확대의 매우 큰 문제점으로 나타나고 있는데, 그 원인으로 알려진 뿌리썩음병원균은 포자형태로 토양에 10년 이상 생존이 가능하여 일반 밭토양의 경우 재작시 병 발생이 쉽게 이루어지게 되나, 벼를 3~4년 이상 재배하고 난후 다시 예정지 관리를 하여 인삼을 재배하면 담수로 인한 병원균 밀도 감소 및 사멸이 가능하여 인삼 재작기간을 대폭 단축할 수 있고 밭재배 보다 신작지 확보가 용이하여 논재배 면적이 점차 늘어나는 추세이다.

그러나 인삼은 뿌리를 이용하는 약용작물로 습해에 매우 약하기 때문에 지하수위가 높고 지속적인 담수재배에 따른 토양 입단파괴 등으로 인하여 논토양에서 재배한 인삼은 습해 및 적변삼 발생이 많은 것이 특징이다.

인삼은 반음지성 식물로 재배기간 동안 적절한 해가림 시설은 햇볕을 차단하고 인삼포상면의 온도, 강우시 누수량, 지온, 토양수분함량 등을 조절할 수 있어 제반 미세환경과 토

양 환경조건에 영향을 주게 되며, 때문에 재배지역 및 환경조건에 맞는 적합한 해가림 자재의 선택이 중요하다.

관행적으로 많이 사용하는 PE4중직 대비 비닐과 적황색 차광망을 병용한 해가림 자재에서 수량 증수효과가 확인된 바 있고 4년근 인삼 재배시 황색4중직 차광망이 유리하였다는 보고 등이 있으나, 아직까지 대부분 기존 주산지가 많이 분포하는 남부지역을 중심으로 한 연구자료가 많고, 기상환경 조건 외에 논토양 재배 특성을 고려한 토질 및 재배환경에 따른 자재선발 기준은 미흡한 실정이다. 또한 대부분 4년근 수삼 생산에 대한 검토가 많고, 실제로 엽면적지수가 급격히 증가하여 지상부 광 경합이 심해지는 5년근 이후의 홍삼 원료삼 생산을 위한 고년근 재배에 대한 검토가 충분히 이루어져 있지 않다.

고품질 6년근 홍삼 생산을 위해 누수를 막고, 생육시기별로 광량을 조절하는 다양한 종류의 차광지를 이용한 해가림 자재들이 활용되고 있으나 논토양 재배 특성을 고려한 토질 및 재배환경에 따른 자재 선발 기준은 미흡한 실정이다.

표준인삼경작방법(농촌진흥청 고시, '10.6.4.)에는 차광망 PE4중직을 이용한 해가림 시설(A형)을 표준형으로 제시하고 있으나 차광지+PE2중직(A-1형)의 경우 광질 및 투광율에 대한 구체적인 기준이 없어 실제로 농가에서는 다양한 색깔과 투광율을 가진 자재들을 경험적으로 선택하여 활용하고 있다.

기존의 차광율이 높은 PE4중직은 혹서기 기온상승을 억제하는데는 효과적이거나 누수에 의해 토양과습, 병 발생을 증가, 고년근의 광 경합 유발 등의 문제점들이 발생하고 있다.

강원지역을 비롯한 중북부 지역의 경우 상대적으로 여름철 기후가 서늘하여 남부지역에 비해 여름철 고온피해가 적고, 광 요구도가 더 높을 것으로 예상됨에 따라 6년근 인삼의 논재배를 위해서는 상대적으로 광 투과율을 높이고, 강우시 누수를 막아 토양과습 문제를 예방할 수 있는 차광지를 이용한 해가림 자재 선발기준에 대한 연구가 필요한 시점이다

따라서 본 시험에서는 강원 북부지역의 6년근 인삼 논재배 포장에 적합한 적정 해가림 자재를 선발하기 위하여 연구를 수행하였다.

2. 재료 및 방법

가. 포장조성 및 시험재료

북부지역 6년근 인삼 논재배 포장에 적합한 해가림 자재를 선발하기 위하여 2006년부터 2010년까지 5년간 강원도농업기술원 인삼약초시험장(철원) 시험포장에서 본 시험을 수행하였다

2003년까지 논으로 관리하던 포장을 2004년부터 2년간 호밀과 콩을 반복적으로 재배, 경운하여 예정지관리를 수행하였으며, 2005년 가을에 잘 부숙된 인삼용 퇴비를 3,000kg/10a 수준으로 시용하여 로터리 작업 후 동서방향으로 두둑과 이랑을 상토높이 30cm, 폭 90cm 이랑폭 90cm로 설치하였다. 2006년 4월에 자경종 묘삼을 인삼 이식기를 이용하여 재식밀도를 칸(90×180cm)당 69주(7행×9열) 수준으로 식재한 후 벗짚을 피복하여 관리하였다. 기타 일반관리는 표준인삼경작방법에 준하였다.

나. 차광방법

광량조절은 표준인삼경작방법의 후주연결식(전주높이 180cm, 후주높이 100cm, 폭 200cm) 해가림 시설에 관행적으로 많이 사용하는 차광망 PE4중직(청색1+흑색3)을 대조구로 설정하고, 동일한 시설에 흰색, 청색, 암청색으로 투광 수준이 다른 비누수 차광지 3종을 이용하여 적정 해가림 자재를 선발하고자 하였다.

차광망 PE4중직은 전 생육기간중 투광율이 10% 이하로 낮은 수준이 유지되었으나, 차광지의 경우 관행 PE4중직의 낮은 투광율을 개선할 목적의 해가림 자재로, 생육초기(4~6월)와 후기(9~10월)에는 적절한 광 투입을 위하여 단용으로 처리하고, 여름철 혹서기에 과도한 온도상승이 일어날 위험이 있어 생육중기(7~8월)에는 흑색 PE 2중직 차광망을 추가 피복하여 생육단계별로 해가림 투광율 및 온도를 조절하였다

다. 토양환경 및 미기상 조사

해가림 시설 내 투광율은 맑은날과 흐린날로 구분하여 월별 시간대별로 측정하여 지상 50cm 부위에서 측정하여 외부 광량에 대한 백분율로 표시하였다. 광량의 측정은 광량측정기(LI-1000, LI-COR Inc., USA)를 사용하여 차광 처리별로 측정하였으며, 같은 방법으로 지온과 온도를 시간대별로 측정하였다.

연중 미기상 온도와 광의 측정은 자동광온도기록장치(HOBO 08, Onset Computer Corp. USA)를 사용하였으며, 가림내 온도는 상면 가운데 부분인 4행을 기준으로 50cm 부위에서 일중 최고, 최저, 평균 및 시간대별로 측정하였다.

기타 처리별 토양수분함량 및 토양이화학적은 농촌진흥청 농업과학기술 연구조사분석기준에 준하여 수행하였다.

라. 생육조사 및 품질분석

경직경은 지상 2cm 부위에서 줄기의 굵기를 측정하였고, 경장은 지제부에서 대엽병기부까지 길이를 측정하였다. 엽면적지수(Leaf Area Index)는 엽면적측정기(LI-1300, LI-COR Inc., USA)를 이용하여 6월, 9월에 각각 단위 지표면적에 대한 엽면적을 측정하여 지수로 표시하였다. 엽록소함량은 SPAD meter(SPAD 502, minolta, 일본)을 사용하여 중앙소엽의 SPAD value를 3반복으로 측정하였고, 이병율은 6, 8월에 각각 지상부 병 발생에 대한 비율을 조사하여 나타내었다.

차광처리별 조사포닌 함량은 6년생 시기에 지상부는 8월, 뿌리는 10월에 수확하여 H₂SO₄-vanillin 비색법으로 분석하였다.(HIAI S.K. et al, 1975)

수삼수매등급은 2009년도 홍천인삼조합 수삼수매 품위기준 등급과 수매가격 기준자료를 활용하여 평가하였다.

기타 인삼의 생육특성조사는 농촌진흥청 농사시험연구조사기준에 준하여 실시하였으며 각 처리별 평균간 비교 및 통계분석은 SAS 프로그램의 Duncan 다중검정을 이용하여 비교분석하였다.

3. 결과 및 고찰

가. 해가림 자재에 따른 미세기상 및 토양환경 특성 비교

해가림 자재 종류에 따른 생육초기(6월) 광, 온도 및 평균 토양수분 함량을 비교한 결과 PE4중직은 외부 광량 대비 5% 수준으로 매우 낮은 반면, 차광지를 이용하여 생육시기별 투광율을 조절한 처리구의 경우 차광지 종류별 투광율이 백색 청색> 암청색(23.8%) 순으로 (맑은날 기준) 상대적으로 높게 나타났다(표 1).

기온의 경우 투광율과 마찬가지로 해가림 시설내 유입 광량이 높아질수록 온도도 높아지는 경향을 보였으나 낮은 투광율에 비하여 생육 초기의 PE4중직 처리구의 온도 강하 효과는 차광지 대비 0.2~0.4℃ 수준으로 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

또한 차광망의 경우 강우시 누수에 의해 토양수분함량이 높아져서 배수가 상대적으로 불리한 논재배 포장의 경우 비누수 차광지에 비해 과습의 피해가 발생할 우려가 있는 것으로 판단되었다.

따라서 광합성 및 생육이 활발히 이루어지는 5~6월에는 차광지 처리구가 인삼 생육에 적합한 미세환경을 제공할 수 있는 것으로 판단되었다.

표 1. 해가림 자재별 인삼 생육초기 광, 온도, 토양수분함량 비교

구분	오전10시			오후2시			토양수분 (%)**
	투광율(%)	광량자속밀도 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{초}$)	온도*	투광율(%)	광량자속밀도 ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{초}$)	온도*	
암청색	23.8	338.8	23.3	27.1	457.7	26.5	12.6
백색	38.9	554.2	23.5	34.4	580.1	26.9	13.0
청색	31.8	452.9	23.3	28.3	477.3	26.7	12.9
PE4중직	4.5	63.8	23.1	4.9	82.7	26.3	16.7
자연광	100.0	1426.0	-	100.0	1687.7	-	-

*해가림 자재별 지상 50cm 높이에서 측정

**해가림 자재별 동일시기 관수 7일후 조사

***조사일자 : 2010.6.11~15.

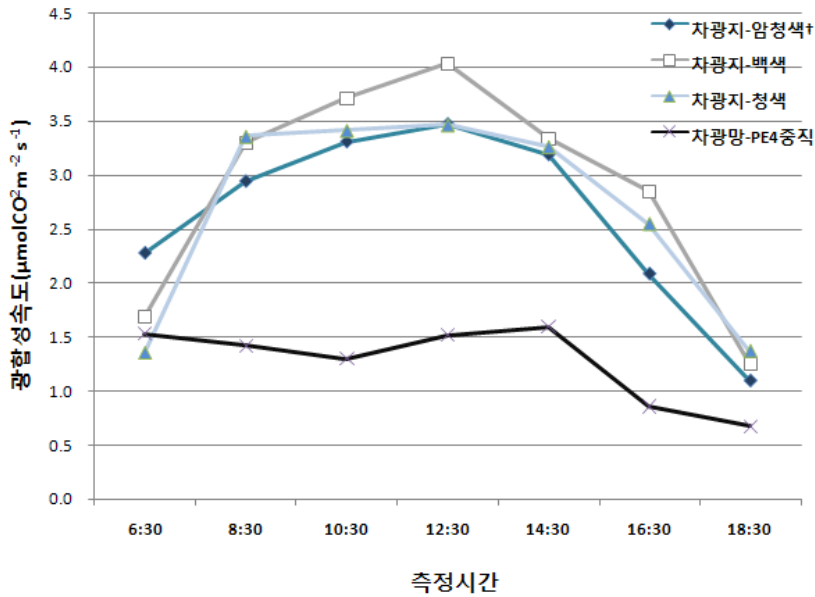
주)차광지 처리구의 경우 흑서기 PE2중직 추가설치(7~8월), 해가림 종류 : 관행(PE4중직;청색1+흑색 3), 차광지(암청색, 청색, 백색-광질은 유사하고 투광율이 다른 재료), 해가림 처리기간(묘삼정식 후 5년간, '06~'10), 재식밀도 : 7행9열/칸

나. 해가림 자재별 생육초기 광합성속도 비교

해가림 자재별 생육초기(6월) 시간대별 광합성 속도를 측정한 결과 대부분의 차광지 처리구에서 모두 높게 나타났으며, 관행 PE4중직의 경우 현저히 낮은 속도로 유지되어 광 환경 조건과 일치하는 경향을 보였다.

투광율이 30% 이상으로 가장 높은 백색 차광지의 경우 오후 12시 이후까지 지속적으로

광합성 속도가 높아져서, 생육 초기의 20~30℃ 수준의 상대적으로 낮은 온도 조건에서는 해가림내 투광량을 증대시키는 것이 동화량 증대에 효과적인 것으로 나타났다



* 측정시기 : 2010.6.1~15.

<그림 1> 해가림 자재에 따른 시간대별 광합성속도 비교

다. 해가림 자재별 생육특성 비교

해가림 자재별 지상부 생육특성을 조사한 결과 투광율이 낮은 PE4중직과 암청색 차광지 순으로 경장, 경경, 엽장, 엽폭 등의 평균값이 모두 다른 차광지 처리구에 비해 큰 것으로 나타났다. 지상부의 생육이 투광량이 높은 차광지에 비하여 왕성한 것으로 보이는 것은 광합성속도 조사결과와 외형적으로 배치되는 것처럼 보인다. 이러한 결과와 원인분석은 다른 문헌에서 찾아 볼 수 있는데, 인삼은 광이 부족하면 지상부의 도장이 이루어지고 경장이 길어지고, 잎의 면적이 넓어지며, 상대적으로 엽록소 함량이 높아졌다는 연구보고가 있다 실제로 표 2의 SPAD 측정값을 보면 투광량이 높은 차광지 처리구는 엽록소 함량이 낮고 광이 부족한 PE4중직에서 상대적으로 높은 수치를 나타내었다. 또한 동일 처리구내에서도 상대적으로 광량이 많은 진행과 광부족 현상이 심각한 후행의 생육 편차 값이 매우 크게 나타난 것도 이러한 추정을 뒷받침하고 있다.

표 2. 지상부 생육특성 비교

(6년생)

해가림 자재종류	경장 (cm)	경경 (mm)	복엽장	복엽폭	소엽장		소엽폭	SPAD
					(cm)			
암청색	40.7±3.78	8.9±1.87	21.2±2.83	22.6±3.49	13.7±1.82	5.5±0.90	31.5±3.41	
백색	34.4±4.29	7.3±1.76	19.3±2.87	20.4±3.46	14.8±2.03	5.8±0.81	33.0±4.47	
청색	33.5±2.49	7.7±1.13	19.1±2.44	19.8±2.34	14.3±2.11	5.8±0.87	30.0±3.74	
관행 (PE4중직)	42.0±4.27	8.8±2.07	21.8±2.43	24.1±3.91	17.0±1.92	7.1±0.93	37.4±1.91	

* 조사일 : 2010.6.11

출아기의 경우 투광량이 높은 백색과 청색 차광지 처리구가 5월 3일로 가장 빨랐으며 이중 생존율을 95.8%, 초기 지상부 이병율 2.7%, 평균 줄기발생각도 74.4° 등으로 청색 차광지의 초기 생육이 가장 우수한 것으로 나타났다(표 3).

흑색 PE4중직 처리구의 경우 생존율이 66.1%로 현저히 낮았으며, 전 후기 지상부 이병율에 있어서도 각각 4.7, 38.7%로 가장 높았고, 특히 줄기발생각도의 경우 평균 61.5° 수준으로 진행으로 많이 기울어져 자라며, 후행쪽으로 갈수록 광 부족 현상에 따른 줄기 기울기 현상이 심화되는 경향을 보였다.

표 3. 해가림 자재별 출아 및 기타 특성 비교

(6년생)

해가림 자재종류	출아기	출아율 (%)	생존율 (%)	이병율(%) [*]		줄기발생각도 (°)
				6월	8월 ^{**}	
암청색	5.6	83.1	92.1±5.50	1.2±1.02	21.1	75.7±7.81
백색	5.3	92.6	89.4±8.74	0.7±1.15	16.7	76.7±6.65
청색	5.3	92.6	95.8±3.30	2.7±1.82	18.3	74.4±5.60
관행 (PE4중직)	5.5	95.8	66.1±9.16	4.7±3.68	38.7	61.5±9.69

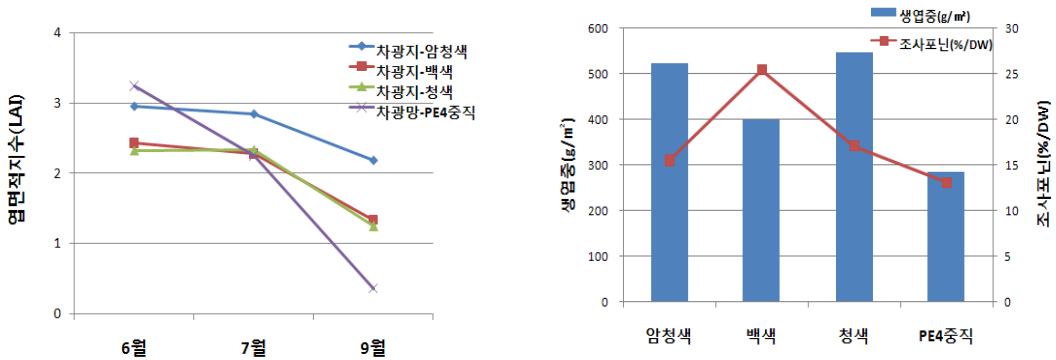
* 이병율(지상부 기준) : 이병본수 ÷ 생존본수 × 100

** 조사일자 : 2010.8.26.

엽면적 지수의 경우 생육초기 광량부족 현상을 보인 PE4중직 처리구에서는 6월까지 3 이상으로 광경합이 매우 심한 상태를 유지하다가 7월부터 조기낙엽이 이루어져서 9월에는 1 이하로 낮아진 반면, 차광지 처리구는 상대적으로 6월중에도 낮은 엽면적지수를 보였으며 9월에는 조기낙엽비율이 낮아 PE4중직보다 더 높은 1 이상의 엽면적지수를 유지하였다.

지상부의 동화량 및 유효성분 함량 축적 수준을 비교하기 위하여 9월에 잎을 수확하여 단위면적당 생엽중과 조사포닌 함량을 분석한 결과 광량이 가장 높은 백색 차광지에서 조사포닌 함량은 가장 높았으나, 여름철 고온 피해에 의해 조기낙엽이 이루어져서 엽 수확량은 가장 PE4중직 다음으로 가장 낮게 나타났다.

지상부 엽 수확량과 조사포닌 함량을 종합하여 고려할 경우 청색과 암청색 차광지 처리구가 가장 양호한 것으로 판단되었다.



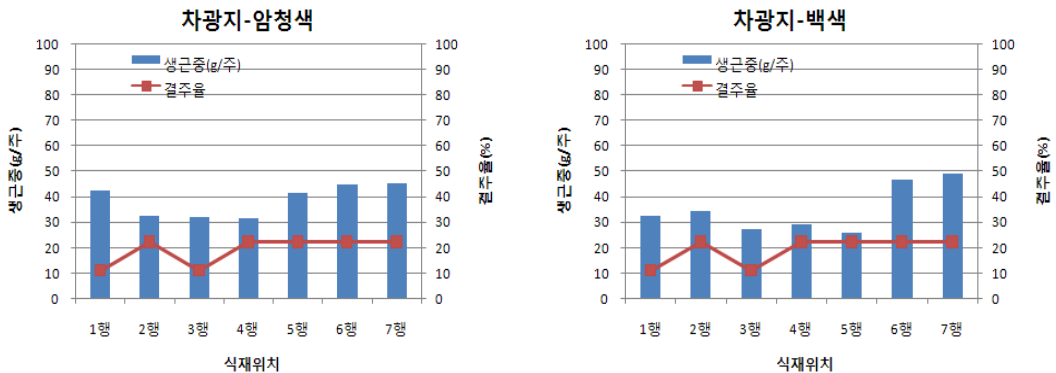
<그림 2> 엽 수량 및 조사포닌 함량 비교

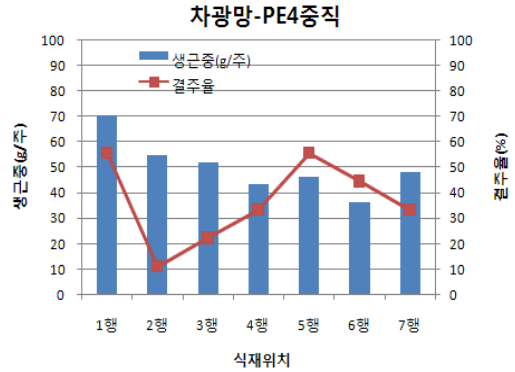
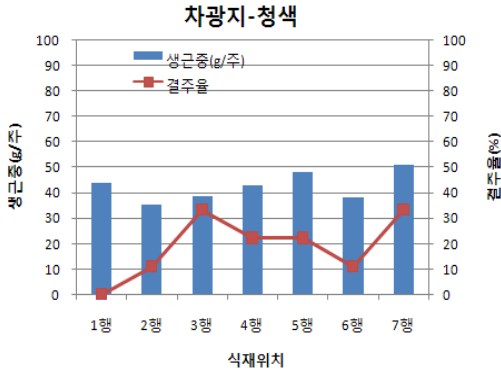
라. 해가림 자재에 따른 지하부 생육특성 및 수량 비교

지상부 생육특성에서 나타난 바와 같이 동일 해가림 자재 내에서도 전행과 후행의 광 환경이 현저히 다르고, 이에 따라 처리간 생육 균일도가 다른 것으로 조사되었다

지하부의 해가림 자재 및 식재위치별 생육 및 수량특성을 검토한 결과 PE4중직의 경우 광조건이 양호한 1~2행의 전행은 평균 생근중이 높았으나 후행으로 갈 수록 급격히 수량이 감소하였으며 결주율이 36.5%로 높게 나타난 반면, 청색 차광지의 경우 식재위치에 관계없이 고른 생육을 보였으며, 결주율도 낮은 경향을 보였다(그림 3, 4).

투광율이 가장 높았던 백색 차광지의 경우 PE4중직과 반대로 전행은 생육 중기 이후 광량이 과도하게 높아 잎의 노화를 촉진시켜 조기낙엽현상이 유발되었고 광합성에 불리하게 작용함에 따라 지하부 생육이 가장 저조한 것으로 판단되었으며, 상대적으로 광량이 적은 후행으로 갈 수록 조기낙엽 피해가 적고 생근중이 높은 것을 확인할 수 있었다.





<그림 3> 해가림 자재 및 식재위치별 지하부 생육특성 및 결주율 비교



청색 차광지

PE4중직(흑색3+청색1, 관행)

<그림 4> 해가림 자재 및 식재위치에 따른 지하부 생육특성 비교

6년근의 경우 대부분 홍삼 원료삼으로 활용되므로 수량 뿐만 아니라 동장, 장경비(동장/동직경 비율) 등의 체형과 관련된 지표도 중요한 품질 판별 요소로 적용되는데 투광량이 높았던 백색과 청색 차광지에서 동장이 길고, 장경비가 낮아 체형이 우수한 것을 확인할 수 있었으며, 적변삼의 출현도 거의 없어 가장 품질이 우수한 것으로 나타났(표 4).

표 4. 해가림 자재에 따른 지하부 생육 및 병 발생 특성

해가림 자재종류	근장 (cm)	뇌두직경 (mm)	동장 (cm)	동직경 (mm)	장경비*	수근수	지근수	측근수	적변율 (%)
암청색	27.7	10.8	6.3	18.6	0.34	2.0	3.4	2.7	10.4
백색	28.7	9.5	8.9	17.9	0.24	2.9	3.5	3.9	-
청색	26.5	10.4	8.1	18.9	0.27	3.2	3.2	2.7	-
관행 (PE4중직)	23.7	12.2	7.1	23.7	0.40	4.0	3.9	5.1	4.3

*장경비 : 동직경/동장 비율(홍삼 원료삼 품질 지표)

수량의 경우 평균 생근중은 PE4중직이 가장 높았으나 표준편차가 27.33g 수준으로 청색 차광지 처리구에 비해 2배 가까이 크게 나타나 수삼 품질이 균일하지 않음을 확인할 수 있었으며, 건조비율은 0.28 수준으로 가장 낮아 조직이 치밀하지 못하고 홍삼 품질 및 수율이 상대적으로 낮을 것으로 판단되었다. 또한 후행으로 갈 수록 결주율이 매우 높아 총 수량은 청색 차광지 처리구가 가장 우수하였으며 수삼품위등급까지 종합적으로 고려할 경우 관행 대비 조수입이 118.6% 수준으로 가장 높은 것으로 나타났다.

표 5. 해가림 자재에 따른 수량 및 수삼품위등급 비교

해가림 자재종류	생근중 (g/주)	건조중 (g/주)	건조 비율	결주율 (%)	총수량 (kg/칸)	평균수삼 품위등급*	수매추정가** (원/칸)	조수입 (천원/10a)
암청색	38.6±20.70	11.4	0.29	19.0	2.50	3.8	84,000	25,200
백색	35.1±18.59	10.6	0.30	19.0	2.40	3.5	97,118	29,135
청색	42.6±13.70	12.8	0.30	20.6	2.67	2.8	109,623	32,887
관행 (PE4중직)	50.2±27.33	14.7	0.28	36.5	2.58	3.5	92,390	27,717

*2009년 수삼수매 품위기준 등급 분류

**2009년 홍천인삼조합 등급별 수매가격 기준 추정 금액

4. 적 요

강원 등 북부지역 논재배 6년근 인삼 재배에 적합한 해가림 자재를 선별하기 위하여 2006~2010년까지 5년간에 걸쳐 수행한 해가림 자재별 재배 시험결과는 다음과 같다.

1. 광질은 유사하고 투광율이 각기 다른 해가림 자재별 광환경 조사결과 관행(PE4중직-누수) 처리구는 차광지 이용 생육시기별 투광율 조절(평균 29.3%-비누수)보다 투광율이 현저히 낮았으며(평균 6.9%) 차광지 중에서는 백색> 청색> 암청색(24.1%) 순으로 나타났다(6월기준).
2. 시간대별 광합성속도는 투광율이 높은 차광지 처리구에서 대부분 높았으며 투광율이 낮을수록 광합성량이 현저히 감소하는 것으로 나타났다. 이에 축적된 조사포닌 함량도 백색> 청색> 암청색> PE4중직 순으로 투광율과 일치하는 경향을 보였다.
3. 생존율(95.8%), 초기 이병율(2.7%), 줄기각도(74.4°), 전행과 후행의 생육 균일성 등에서 청색차광지가 가장 우수한 것으로 판단되었으며, 지하부의 생육이 균일하고 결주율이 낮으며, 수삼품위등급이 높게 나타나 가장 우수한 해가림 자재로 판단되었다.
4. 강원지역(철원)에서 논재배 6년근 인삼재배시 해가림 자재를 봄(4월 상순부터 6월 중순사이)과 가을(9월 중순부터 10월 하순 사이)에는 청색 차광지(평균 투광율 29.4%)를 단용 피복처리하고 고온기가 시작되는 7월 초순부터 8월 하순까지 PE2중직(흑색) 차광망을 추가 피복하여 계절별로 투광량을 조절하면 관행구(PE4중직 : 청색3+흑색1)보다 병 발생이 경감되고, 인삼수량이 3.5%, 수삼품위등급 및 조수익 19% 향상 효과가 있음을 확인하였다.

5. 인용문헌

- 강승원 등 12명. 2009. 인삼 GAP 표준재배지침서. 농촌진흥청.
- 김영호 등 5명. 1990. 해가림 종류가 수삼, 홍삼 및 백삼의 품질과 무기물 함량에 미치는 영향. 고려인삼학회지 14(1) : 36-43.
- 목성균 등 4명. 1994. 해가림 피복물의 색상이 고려인삼의 생육 및 Saponin 함량에 미치는 영향. 고려인삼학회지. 18(3) : 182-186.
- 안영남 등 3인. 2009. 인삼 재배시 차광재료에 따른 미기상 반응과 엽록소의 함량 변화 한국작물학회지. 54(4) : 397-406.
- 오동주 등 8명. 2010. 인삼의 생육시기와 재식위치에 따른 엽록소 형광반응 및 광합성 특성 한국약용작물학회지 18(2) : 65-69.
- 이성식. 1997. 해가림 투광 정도에 따른 인삼의 생육특성. 한국작물학회지 42(3) : 292-298.
- 이성우 등 6명. 2006. 해가림 방향이 인삼의 생육 및 수량에 미치는 영향 한국약용작물학회지 14(4) : 221-224.
- 이성우 등 7명. 2007. 청색과 황색 해가림이 인삼의 생육 및 진세노사이드 함량이 미치는 영향. 한국약용작물학회지 15(3) : 194-198.
- 이성우 등 7명. 2009. 논토양에서 해가림 유형별 3년생 인삼의 생육과 진세노사이드 함량 비교. 한국작물학회지. 54(4) : 390-396.
- 이충열. 2007. 비누수 해가림 재배가 인삼의 생육 및 품질에 미치는 영향 15(4) : 291-295.
- 조재성 등 3명. 1986. 고려인삼엽의 광합성능력에 관한 연구 III. 투광율이 광합성능력에 미치는 영향. 한국작물학회지. 31(4) : 408-415.
- 조재성 등 3명. 1998. 최신 인삼재배. 선진문화사.
- 조진웅 등 5명. 2008. 차광재 종류가 묘삼의 광합성, 형태 및 생육에 미치는 영향. 한국작물학회지. 53(3) : 256-260.
- HIAI S. et al. 1975. A color reaction of panaxydiol with vanillin and sulfuric acid, Planta, Medica, 28 : 131-138.
- 천성기 등 4인. 2003. 생육시기별 광량조절이 인삼의 지상부 생육에 미치는 영향 고려인삼학회지. 27(4) : 202-206.
- 천성기 등 5인. 2004. 생육시기별 광량조절이 인삼의 수량 및 품질에 미치는 영향 고려인삼학회지. 28(4) : 196-200.

6. 연구결과 활용

연도(연차)	활용구분	제 목
2008(3년차)	학술발표	○ 인삼 논재배시 차광자재가 인삼 생육 및 수량에 미치는 영향
2010(5년차)	학술발표	○ 북부지역 논재배 6년생 인삼의 해가림 자재에 따른 광합성 및 생육특성 비교
	영농활용	○ 강원지역 6년근 논재배에 적합한 적정 해가림 자재 선발

7. 연구원 편성

구 분	소 속	직 급	성 명	수행업무	참여년도				
					'06	'07	'08	'09	'10
책 임 자	인삼약초시험장	농업연구사	정햇님	'09 세부과제 총괄					○
공동연구자	"	"	정태성	'07~'08 세부과제총괄			○	○	
"	"	"	하건수	'05~'06 세부과제총괄	○	○			
"	"	"	허수정	조사 및 분석업무				○	○
"	"	기능직	조남준	분석지원	○	○	○	○	○
"	"	농업연구관	이성열	과제총괄	○	○			
"	"	"	서정식	과제총괄			○	○	
"	"	"	방순배	과제총괄					○