

自然光氣象室에서 人蔘生育에 對한 光質의 影響

朴 薰·李美京·安相得*

韓國人蔘煙草研究所

*順天大學

(1989년 10월 12일 접수)

Effect of Light Quality on the Growth of *Panax ginseng* in a Phytotron With Natural Light

Hoon Park, Mee-Kyoung Lee and Sang Deuk Ahn*

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Science Town, Daejeon 302-345, and

*Soon Cheon College, Soon Cheon 540-070, Jeonnam, Korea

(Received October 12, 1989)

Abstract □ Ginseng plants in the 2nd year were grown under the shade (90-95%) of colored cellophane films at 15°C in a natural light phytotron. Relative root grown (final/initial) was in decreasing order of blue, green, white, yellow and red. The growth of aerial part, especially stem length was poorest in blue light with relative root growth negatively correlated with stem length. In this relation each color showed specific domain. Stem length showed positive linear correlation with leaf area per plant in each and among light though it was not significant in red light. The content and ratio of chlorophyll a and b in leaf were in the decreasing order of White, Blue, Green, Red and Yellow. There is positive correlation between chlorophyll a and chlorophyll b, and between total chlorophyll and chl:a/b ratio. Blue color shade is expected to be beneficial for ginseng production.

Keywords □ Ginseng growth, light quality, blue light, chlorophyll.

서 론

인삼은 원산지가 낙엽활엽수의 수풀 아래이므로 수관에서 광합성 유효파장들이 많이 흡수되어 수관 하의 광환경은 광량 뿐 아니라 광질에서도 차이가 있을 것이며 이런 곳에서 적응 진화된 인삼은 최적 광질이 일반식물과 다를 수도 있다. 인삼에 관하여 광량에 관한 연구는 많으나, 광질에 관한 연구는 거의 없다. 인삼은 원래 차광을 해주어야 하는데 광질을 달리할 때 광량과 기온환경이 달라지기 쉬우므로 실험상 어려운 점이 많아 연구가 적은 것 같다.

본 시험은 1985년도 풋드시험으로 기온이 일정한 인공기상실에서 2년근 차를 가지고 시험한 결과이다.

재료 및 방법

묘삼을 1/5000a 풋트에 풋트당 6본씩 심어 처리당 3반복하여 8월 25일부터 12월 2일까지 3개월 10일간 人工氣象室의 自然光室에서 길렀다. 풋트의 흙은 원야토와 약토를 섞어 만들었다. 재배온도는 15°C로 하였으며 광량은 자연광의 5~10%로 하였다. 光質은 착색 셀로판지로 사방을 덮었으며 하부와 상부에 통기가 되도록 공간을 두었다. 自色對照區는 투명 셀로판지를 사용하고 처리는 청색, 녹색, 황색 및 적색 셀로판지를 사용하였다. 사용한 착색 셀로판지는 스펙트로 포토미터(시마쯔 UV 190)에서 투광파장 범위를 측정하였다. 일파랑치는 Arnon의 방법²⁾에 준하였다. 즉 인삼 잎을 잘게 가위

로 잘라 0.2g을 80% 아세톤 10ml에 담그어 냉암소에 4일간 보관한 뒤에 2~5배로 희석 측정하였다.

결과 및 고찰

사용한 着色 셀로판지의 광차단역은 Fig. 1에서와 같다. 15% 이상의 투광역은 그림 밑에 표시한 것과 같다. 차단범위는 청색이 550~680 nm, 녹색은 470 nm 이하 및 600~670 nm, 황색은 360~460 nm, 적색은 580 nm 이하였다. 지상부의 생육상태는 Table 1과 같다. 靑色光下에서 地上部 生育이 가장 부진하였다. 열장과 특히 경장이 적었다. 그러나 비엽중은 적색에서와 같이 높았다. 지상부 생육이 적은 반면 비엽중이 큰 것은 생산적인 지상부 형태라고 볼 수 있다. 일반적으로 다른 식물에서 청색 광하에서는 단간이 된다고 한 사실³⁾은 본 시험에서 청색 광에서 단간이 된 것과 일치한다고 볼 수 있다.

뿌리생육에 대한 광질의 효과를 보면 Table 2와 같다. 수확시의 근중은 청>녹>백>적>황의 순으로 청색에서 가장 크고 황색에서 가장 적었다. 초기 묘삼무게에 대한 최종 수확시의 무게 증가율도 청>녹>적>황>적의 순으로 거의 같으나 적색에서 가장 적게 나타났다. 근중 증가율의 분산분석은 처리간 1%에서 유의성이 있었다. 5%에서의 최소 유의차는 0.5155이고 1%에서는 0.7332였다. 그리하여 Table 2에서 보는 바와 같이 Duncan의 다중검정에 의해서도 청색과 녹색간에 유의차가 없고 녹색과

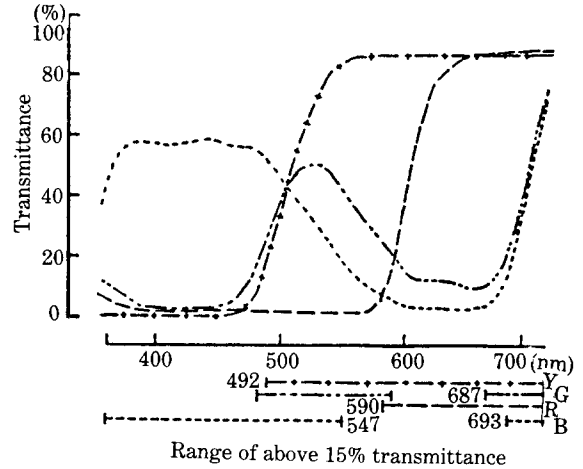


Fig. 1. Transmittance scan of various colored cellophane film in visible light range.

Y: yellow G: green R: red B: blue

백색에도 유의차가 없으며 황색과 적색도 유의차가 없이 가장 효과가 낮은 光質群에 속했다. 즉 청=녹>백>황=적의 관계를 보였다. 이 결과는 野菜나 果樹에서 일반적으로 적색에서 光合成이 가장 크고 청색에서 낮은 사실⁴⁾과는 잘 일치하지 않는 것 같다. 인삼은 저광 또는 저온을 좋아하는 식물이기 때문에 일반식물과 달리 특수성이 있을 수 있다.

청색 광이 지상부 생육이 불량한 것은 즉 청색 광을 제외한 광에서 지상부 수량이 높기 때문인데 이러한 후자의 효과는 우리나라에서도 고추에 대하여 보고한 바 있고⁵⁾ 除靑色 필름을 葉菜類 施設재배에

Table 1. Growth of aerial part of 2 years old *P. ginseng* under different light quality

		*Stem length (cm)	Stem length (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf area (cm ² /plant)	Specific leaf weight g/cm ²	Total aerial growth (g FW/plant)
White	mean	4.76	5.79	5.09	2.49	70.8	1.12	1.02
	sd	0.60	0.63	0.19	0.21	5.64	0.10	0.07
Blue	mean	3.76	4.68	4.93	2.51	62.3	1.18	0.90
	sd	0.32	0.18	0.29	0.09	6.05	0.03	0.05
Green	mean	5.55	6.41	5.49	2.78	80.4	1.15	1.16
	sd	1.57	1.49	0.26	0.04	14.47	0.03	0.19
Yellow	mean	5.79	7.19	5.14	2.66	80.1	1.09	1.11
	sd	0.62	0.84	0.51	0.31	3.49	0.07	0.16
Red	mean	5.35	6.54	5.00	2.60	66.8	1.19	1.02
	sd	0.46	0.30	0.21	0.04	6.94	0.02	0.07

* above ground

Table 2. Root growth of 2 years old *P. ginseng* under different light quality

		White	Blue	Green	Yellow	Red
Root weight	mean	0.80	0.98	0.87	0.50	0.52
(g DW/plant)	sd	0.02	0.05	0.05	0.01	0.08
Relative root growth		3.69	4.30	4.00	2.51	2.47
(Final/Initial)	b	a	ab	c	c	

The means with the same letters are not significantly different at $p=0.05$ by Duncan multiple range test.

서 耐冷性 增加의 實用化를 위한 시험⁶⁾을 하고 있다. 그러나 이들은 모두 지상부로서 인삼의 지상부에서는 일치하나 지하부 생육은 반대로 청색에서 좋았기 때문에 지상부의 결과로는 해석이 되지 아니한다. 제청색 필름이 耐冷性を 증가한다면 청색 필름은 耐冷性を 저하시키는 것이 되고 그것은 生理的으로 온도를 낮춘 것과 같은 효과이므로 人蔘에서 저온 선호특성과 맞기 때문이라고 볼 수도 있으나 이 점은 부분적으로 잎에서의 복사열로서 또는 광역학적 측면에서기 설명이 될 수 있을 것이다. Fig. 1에서 청색과 녹색의 투광곡선이 최대 투광률이 50%인 점으로 보아 광량이 적었기 때문에 온도가 낮은 이 점이 있을 것으로 볼 수 있으나 광도계로서 조절을 했다. 또한 기온기 15°C로 조절되는 방이므로 제청색구에서의 고온장해는 기대하기 어렵고 순수한 광질효과로 보아야 할 것이다. 지하부 생육에 관한 광질효과는 물론 지상하부의 물질 분배에 관한 광질효과에 관한 보문도 거의 없는 것 같다.

지상부가 단간후엽의 생산적 형태로 되고 예측대로 근중이 높았으므로 지상하부의 상호관계를 광질과 관련하여 살펴 볼 필요가 있다. Fig. 2는 수확시 경장과 상대근중(최종생근 중/초기생근 중)과의 단순상관이다. 처리의 평균치로는 $r = -0.7923$ 이어서 높은 부상관을 보이나 $n=5$ 이므로 유의성이 없다. 각 처리의 반복을 모두 본 결과 Fig. 2와 같은데 괄호의 두 점은 전체의 경향에서 너무 떨어져 있으므로 제외시키고 보는 것이 합리적이라고 생각한다. 이들까지 넣으면 $r = -0.4634$ 로 $p=0.1$ 에서 有意性을 갖는다. 이 두 점을 제외한 전체경향은 $r = -0.8263$ 으로 $p=0.001$ 에서 有意하다. 그림에서 문자들은 각 광질의 중점 작용영역으로 白色光이 中央에

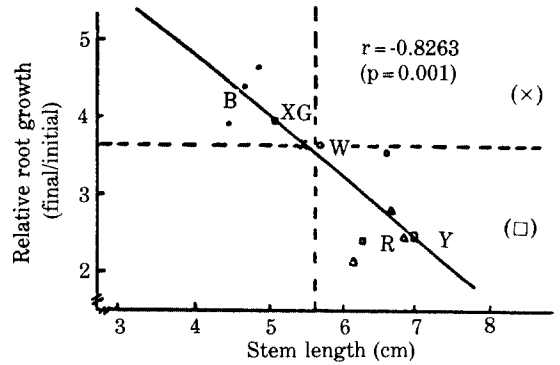


Fig. 2. Relationship between stem length and relative root growth under different light quality. B (blue ●), W (white ○), G (green ×), Y (yellow □), R (red △), indicate the most effective domain. Two spots were not included for correlation.

위치하며 청과 녹색이 한 군으로, 적과 황이 다른 한 군으로 깨끗이 분리되는 것을 알 수 있다. 전군은 단경에 조속근생장이고 후군은 장경에 저속근생장의 특성을 갖는다. 지상부경과 근생육의 광질에 따른 이와 같은 분명한 구분은 광질에 의한 생육조절제 대사의 변환을 통해서 야기될 수도 있을 것 같다. 청색 광은 질산환원효소의 활성을 증가시키는 것으로 보고되었으므로⁷⁾ 이 효소의 활성이 극히 적은 인삼(미발표)에서도 유사한 작용을 통하여 근생육 증대의 원인이 될 수도 있다. 상대근중은 초장(지상부경장)과 평균치간의 상관에서 $r = -0.6798$ 을 보여 수확시의 전경장과의 상관계수보다 약간 적었다. 이러한 사실은 지상부의 경장만 광질의 영향을 받는 것이 아니고 전체 경장에 영향을 준다는 것을 말한다.

상대근중은 수확기 최대엽의 엽면적, 수확기 주당 엽면적, 주당지상부중, 주당비엽중 또는 생엽중과 정상관 계수이긴하나 상당히 낮은 수치였다. 수확시 경장(X)과 주당 엽면적(Y)은 Table 3에서 보는 바와 같이 모든 광질에서 정상관을 보였는데 적색 광에서만 유의성이 없었다. 전체를 총합한 경우도 고도의 유의상관을 보였다($p=0.001$). 청색 광에서는 이 관계가 유의성이 있으나 황색과 같이 유의성이 낮으며 적색 광 다음으로 가장 적은 상관계수를 보였다.

Table 4는 광질과 엽록소와의 관계를 보인다. 총 엽록소 함량은 백>청>녹>적>황의 순으로 적어졌다. 근중가율이 높았던 청색은 엽록소 함량에서 백

Table 3. Linear regression between stem length (X) and leaf area per plant (Y) of *P. ginseng* grown under different light quality

Light	n*	r	p	a	b
White	15	0.8479	0.001	9.41	10.04
Blue	15	0.5366	0.05	22.19	8.28
Green	15	0.8610	0.001	34.19	6.79
Yellow	13	0.6283	0.05	52.89	3.45
Red	14	0.4269	NS	24.52	4.28
Total	14	0.8278	0.001	26.92	7.44

r: coefficient, p: probability, a; b: as in $y = a + bx$

Table 4. Chlorophyll content of 2 year old *P. ginseng* grown under different light quality.

	(mg/g FW)			
	Chl.a	Chl.b	Chl (a+b)	Chl.a/Chl.b
White	1.69	0.67	2.36	2.52
Blue	1.55	0.63	2.18	2.46
Green	0.84	0.39	1.23	2.15
Yellow	0.50	0.25	0.75	2.00
Red	0.67	0.32	0.99	2.09

색 광 다음으로 많았으므로 역시 생산성에서 다른 광질에 뒤지지 않을 것이 예상된다. 황색과 적색이 근중이 적은 것은 엽록소의 부족일 수 있다. 엽록소 a와 b 간에도 높은 정상관($r=0.9990$)을 보이며 엽록소 a/b 비와 총엽록소($r=0.9996$) 또는 엽록소 a 간에도 고도의 유의 정상관($r=0.9996$)을 보였다. 이러한 관계는 엽록소 a/b가 클수록 엽록소 a가 많다는 것이고 이러한 것은 인삼에서 늘 그러했으므로 엽록소 양 이외의 특성에는 광질의 뚜렷한 영향력이 없는 것이라고 볼 수 있다. 세포배양에서 엽록체 형성에 청색 광이 절대로 필요하다고 하였다.³⁾

이상을 종합해 볼 때 청색 광은 비엽중이 크고 생장을 억제하므로 죽조림과 같은 효과가 있어서 죽조림시 청색 차광망을 사용하는 것은 상승효과를 얻을 수 있을 것 같다. 또한 청색 광은 엽록소 함량도 백색 광 다음으로 많기 때문에 생산력을 저해하지 않게 되며 따라서 상대근중 즉 근의 증가율이 높았으므로

청색 차광자재는 인삼포 일부재료로서 희망적이라고 볼 수 있다. 청색 광은 호냉성 생리를 촉진할 가능성도 있기 때문에⁷⁾ 포장에서의 실용성 검토가 필요할 것이다.

요 약

묘삼을 분재배하여 인공기상실 15°C 자연광실에서 여러가지 색의 셀로판지를 차광재료로 5~10%의 투광율로 재배하였다. 상대근중(최종생근 중/최초생근 중)은 청>녹>백>황>적의 순서였다. 지상부 생육 특히 경장은 청색 광하에서 가장 저조하였다. 상대근중은 경장과 부상관을 보였으며 이 관계에서 각 광질은 특수한 영역을 보여 청과 녹색이 한 군, 적과 황이 다른 한 군으로 분리되었다. 경장은 주당엽면적과 전체 또는 각개의 광질내에서 정상관을 보였는데 적색 광에서만 유의성이 없었다. 잎중의 엽록소 a 및 b의 함량 또는 엽록소 a/b 비율은 백>청>녹>적>황의 순이었으며 엽록소 a와 b 간, 전 엽록소와 a/b 비율간 a/b 비율과 엽록소 a 간에 모두 고도의 유의 정상관을 보였다. 이상의 사실들은 청색 차광자재가 인삼생산에 유리할 것임을 보여준다.

인용문헌

1. Park, H.: Physiological response of *panax ginseng* to light. *Proc. 3rd Int. Ginseng Symp.* Korea Ginseng Res. Inst. Seoul. 151-170(1980).
2. Arnon, D.I.: *Plant physiol.* **24**, 1(1959).
3. Thomas, B.: Specific effect of blue light on plant growth and development, in: *Plants and the day-light spectrum.* Smith, H. ed. Academic Press. p. 443(1981).
4. 稱田勝美, 船超建明, 青木幹南, 福井正夫, 桂直樹: 日作記 **49**, 34(1980).
5. 정 진: 한국환경농학회지 **3**, 71(1984).
6. 鄭淳柱, 吳福來, 梁元謨: 韓國園藝學誌 **28**, 214(1987).
7. 정 진, 김창숙: 한국환경농학회지 **5**, 149(1986).