

## 뽕나무의 온실재배에서 신초 생육 특성과 기상 요인

김호철<sup>1</sup> · 권태오<sup>1,2</sup> · 배종향<sup>1,2</sup> · 김태춘<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>원광대학교 원예 · 애완동식물학부, <sup>2</sup>원광대학교 생명자원과학연구소

### Shoot Growth Characteristics and Climatic Factors in Greenhouse Cultivation of Mulberry

Ho Cheol Kim<sup>1</sup>, Tae Oh Kwon<sup>1,2</sup>, Jong Hyang Bae<sup>1,2</sup>, and Tae-Choon Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Horticulture and Pet Animal-Plant Science, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

<sup>2</sup>Institute of Life Science and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

**Abstract.** This research was carried out to investigate the shoot growth characteristics and climatic factors for early harvest and stable yield by greenhouse on mulberry (*Morus alba*) in Buan-gun, Jeollabuk-do. Bud-break and coloring date of mulberry in greenhouse were earlier 18~19 days than those in field, and from bud-break to coloring was 39 days in both cultivation types. Shoot length and fruit number per shoot of mulberry in greenhouse were not significantly different with those of field, but number of node was significantly little than that of field. For 39 days in greenhouse, weekly cumulative radiation were 0.3~0.8 times. But weekly cumulative temperature was not different with that of field. And relative humidity as range of 53.0~94.5% in greenhouse was higher than that of field. Therefore, mulberry is suitable to greenhouse cultivation for early harvest and stable yield.

**Key words :** climatic factors, greenhouse, mulberry, *Morus alba*, shoot

## 서 론

우리나라 뽕나무 재배 면적은 1,544ha이며 이 중 전북 지역이 60% 이상을 차지하고 있다(MIFFAF, 2009). 최근 오디의 여러 효능이 밝혀짐에 따라 양잠을 위한 뽕잎 수확 목적이 아닌 오디를 수확하기 위한 뽕나무 재배면적이 크게 늘어나고 있다. 이 중 오디가 크고 많이 달리며, 당도가 높고 품질이 우수한 '과상 2호' 품종이 전라북도 지역에서 많이 재배되고 있다. 최근 지구 온난화에 따른 이상기후로 예상하지 못한 동해, 상해, 병충해 등 다양한 피해가 발생하고 있다(Jeon 등, 2011). 이를 예방하고자 시설 재배가 이루어지고 있지만 과수류에서는 포도(Yum 등, 2007), 온주밀감, 아열대과수를 제외하고는 대부분 채소 및 화

훼류에서 이루어지고 있다. 시설재배에서도 작물의 생육 및 생산성에는 광, 기온, 습도 등 기상환경의 영향을 크게 받는다(Dorais, 2003; Heuvelink 등, 2004; Marcelis 등, 2004; Myoung, 2007). 과실 수확용 뽕나무 재배가 본격화된 지 오래되지 않아 재배 기술이 체계화되어 있지 않고, 대부분 노지에서 재배되고 있어 오디균핵병, 뽕나무이, 나무좀 등 병해충에 의한 손실률이 높은 실정이다. 그러나 일부 농가에서는 비가림 및 온실을 이용한 시설 재배를 통하여 과실의 손실률을 줄이고 집중 출하시기를 회피하여 수익을 증대시키고 있다. 하지만 뽕나무의 시설 재배에 대한 연구는 전무한 실정으로 뽕산업 발전을 위해서는 안정적인 수확량을 확보할 수 있는 대책을 마련하는 것이 필요하다.

이에 본 연구는 전북 부안에서 재배되고 있는 뽕나무를 대상으로 온실 재배를 통하여 조기 수확 및 안정적 수확량 확보가 가능한지를 알아보고자 신초 생육 특성과 이에 관계하는 기상 요인을 분석하였다.

\*Corresponding author: kitmotc@wku.ac.kr  
Received March 12, 2012; Revised March 22, 2012;  
Accepted March 28, 2012

### 재료 및 방법

전북 부안에서 재배되고 있는 뽕나무(*Morus alba*) '과상 2호'를 대상으로 신초 생육 특성 및 재배지 기상 환경을 조사하였다. 보온용 시설하우스는 8m × 100m × 3m 규격으로 2011년 2월 28일에 피복을 실시하였다. 시설하우스 내 뽕나무는 5년생으로 재식거리 는 3m × 2m였다. 신초 생육 특성은 시설하우스와 노 지에 재식되어 있는 주당 평균 20개의 결과지를 가지 고 있는 뽕나무를 3주씩 선택한 후 주당 9개 가지를 조사하였다. 신초 생육 특성 중 발아시는 인편이 벗겨 지고 눈이 부풀어 올라 녹색을 띠는 시기로 하였으며, 착색시는 과실이 분홍빛을 나타내기 시작하는 시기로 하였다. 그리고 발아 후 1주 간격으로 신초의 길이와 마디수를 조사하였고, 길이를 마디수로 나누어 절간길 이로 계산하였다. 그리고 착과수는 수정이 완료된 후 조사하였다.

재배지 기상은 온실의 뽕나무가 발아하기 전 노지와 온실에 기상식물생장 모니터링시스템(ZFR-1100, Hanssystem Ltd., Korea)을 설치하여 수확일까지 측정 하였다. 광량, 기온, 상대습도는 10분단위로 설정하여 측정하였고 일평균값으로 계산하여 이용하였다.

### 결과 및 고찰

노지와 온실 재배에서 뽕나무의 생육일수를 조사한 결과(Table 1), 두 재배지에서 발아시는 각각 4월 14 일과 3월 26일로 온실 재배에서 19일 정도 빨랐다. 이에 따라 착색시도 각각 5월 21일과 5월 3일로 온 실 재배에서 18일 정도 빨랐다. 발아시에서 착색시까 지의 일수는 모두 39일로 차이를 나타내지 않았다. 따 라서 전북 부안의 기상환경 하에서는 2월 하순에 피복 한 온실에서 노지보다 뽕나무 발아를 앞당길 수 있고,

**Table 1.** Date of bud-break, fruit coloring, and days to maturity of mulberry by cultivation type in Buan-gun, Jeollabuk-do in 2011.

Cultivation type	Bud-break date (A)	Coloring date (B)	A~B (days)
Field	April 14	May 21	39
Greenhouse <sup>z</sup>	March 26	May 3	39

<sup>z</sup>covered at February 28.

보온 방식의 온실 재배를 하고 있는 농가에서는 생육 일수를 줄이기는 어려우나 수확 시기를 충분히 앞당길 수는 있을 것으로 생각된다. 그러나 본 조사에서 발아 시기가 다름에도 생육일수가 같았지만 피복 시기 간격 에 따라 동일 간격만큼 발아일을 앞당길 수 있는지는 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

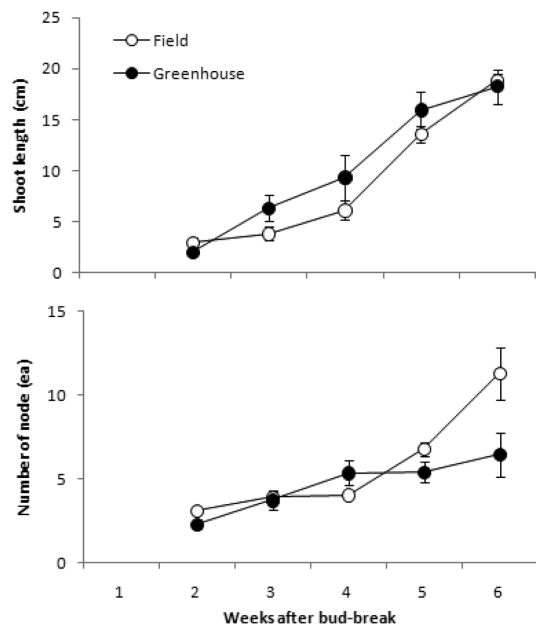
발아 후 생육 기간 동안 신초의 생장 특성을 알아 보았다(Table 2, Fig. 1). 두 재배지에서 신초길이는 각각 18.9cm와 18.2cm로 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 그리고 온실에서는 신초는 발아 후 꾸준히 신 장하였던 반면 노지에서는 후기에 급격히 증가하는 경 향이었다. 신초당 마디수는 각각 11.3개와 6.5개로 온

**Table 2.** Growth characteristics of shoot and number of fruit setting of mulberry shoot by cultivation type for 39 days after bud-break in Buan-gun, Jeollabuk-do in 2011.

Cultivation type	Length (cm)	No. of node (ea)	Internode length (cm)	Fruit number (ea)
Field	18.9 a <sup>z</sup>	11.3 a	1.7 b	6.3 a
Greenhouse <sup>y</sup>	18.2 a	6.5 b	2.8 a	6.9 a

<sup>y</sup>Covered at February 28.

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at  $P = 0.05$ .



**Fig. 1.** Change of shoot length and number of node by cultivation type after bud-break of mulberry in Buan-gun, Jeollabuk-do in 2011. Bars are SE.

실 재배에서 노지보다 적게 발생하였다. 온실에서 마디수는 발아 후 형성이 잘 되다가 후기에는 거의 발생하지 않았지만, 노지에서는 발아 후 초기에는 크게 증가하지 않았으나 후기에 급격히 신장과 더불어 늘어났다. 절간 길이는 온실재배에서 2.8cm로 노지의 1.7cm보다 1.6배나 길었다. 신초당 착과수는 각각 6.3개와 6.9개로 온실 재배에서 다소 많은 경향이었으나 유의한 차이를 나타내지는 않았다. 신초당 착과수에서 차이를 나타내지 않은 것은 신초의 기부 첫마디에 대부분의 과실이 형성되는 뽕나무의 특성 때문으로 생각된다.

노지 재배보다 온실 재배의 뽕나무 신초에서 마디수가 적고 절간이 긴 결과를 고려하면 노지와 온실 간에 절간 길이를 조장하는 관련 기상 환경의 차이가

뚜렷할 것으로 생각된다. 그리고 마디수가 적어도 신초당 착과수의 차이를 나타내지 않아 수확량 확보에는 문제가 없을 것으로 생각된다. 또한 오디 생산을 목적으로 재배하는 뽕나무는 수확이 끝나는 7월 상순에 걸쳐서 기부에서 강전정하여 다시 신초를 발생시켜 이듬해 결과지로 활용하므로 전정 전의 생장이 결과지 확보에 큰 영향을 미치지 않는다고 생각된다.

뽕나무의 신초 생육 특성에 관계된 기상요인을 알아보고자 생육기간 동안 노지와 온실 재배지의 기상 환경을 조사하였다(Fig. 2). 광량은 온실에서 32.5~712.9  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  범위였고, 노지에서는 132.1~1,187.5  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  범위로 온실에서 아주 낮은 수준을 보였다. 특히, 온실 내 광량이 낮은 것은 피복재의 투광률뿐만 아니라 시기적으로 낮은 외부 기온과 내부 기온의 차이가 심해져 결로 현상이 발생한 것이 더욱 투광률을 낮게 한 것으로 판단된다. 일평균 기온은 온실에서 10.2~21.7°C 범위였고, 노지에서는 7.2~21.9°C 범위였다. 그리고 온도 변화폭이 온실에서 다소 적은 경향을 보였다. 상대습도는 온실에서 53~94.5% 범위였고, 노지에서는 30~97% 범위였다. 특히 온실에서는 발아 후 초기부터 후기까지 큰 변화 없이 습도가 유지되었지만 노지에서는 중후반기에 강우가 없어 습도가 아주 낮은 경향이였다. 외부 기온의 변화폭에 따라 내부 기온의 변화폭이 심하지 않았던 것은 높은 습도에 따른 내부 잠열량이 많고, 외부의 영향에 대한 완충력이 높아졌기 때문으로 생각된다.

주별 광량과 온도의 누적량을 살펴보았다(Table 3). 발아 후 생육 기간 동안 주별 누적 광량은 온실에서 노지에 비해 0.3~0.8배 수준으로 아주 적은 경향을 나타내었다. 특히 발아 후 5주째에 0.3배으로 가장 적었으며, 생육 기간 동안 총 누적광량도 0.5배 수준으로 아주 적었다. 이러한 차이는 동화산물 생성량 및 전류량의 차이를 나타내어 Table 2에서와 같이 마디수 형성이 적었을 것으로 생각된다. 발아 후 생육 기간 동안 주별 누적 온도는 온실에서 노지에 비해 0.8~1.3배 수준으로 높은 경향을 나타내었다. 특히, 발아 후 4~6주째까지는 차이를 나타내지 않았다. 생육 기간 동안 총 누적온도도 1.1배 수준으로 큰 차이를 나타내지 않았다. 전반적으로 광량의 차이는 다양한 요인으로 큰 차이를 나타내었으나 온도는 뚜렷한 차이를 나타내지 않았다. Table 2에서 절간길이가 노지에 비해 온실의

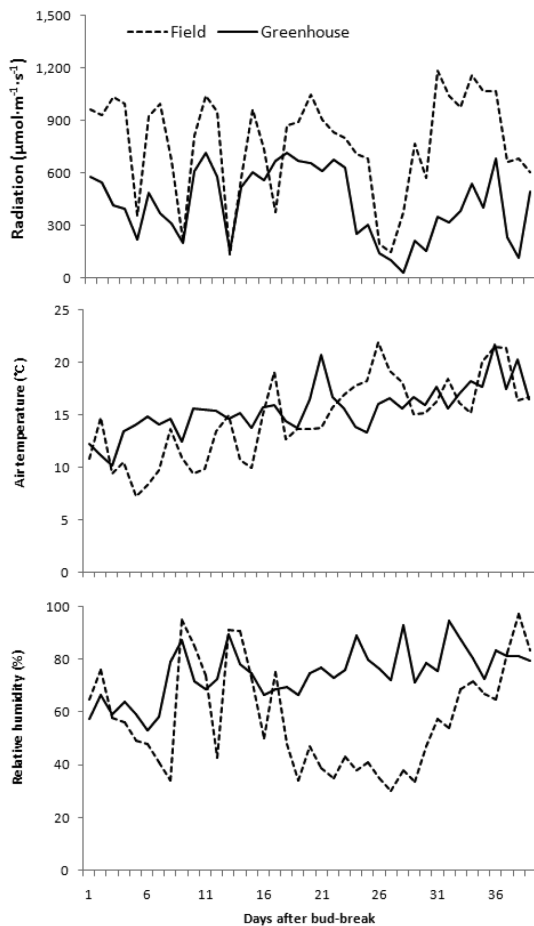


Fig. 2. Change of daily mean radiation, temperature, and relative humidity by cultivation type after bud-break of mulberry in Buan-gun.

뽕나무의 온실재배에서 신초 생육 특성과 기상 요인

**Table 3.** Change of weekly cumulative radiation and temperature by cultivation type after bud-break of mulberry in Buan-gun, Jeollabuk-do in 2011.

Cultivation type	Weeks after bud-break						Sum
	1	2	3	4	5	6	
	Weekly cumulative radiation ( $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )						
Field (A)	6,209.9	4,391.9	5,794.7	3,732.2	6,075.1	4,083.3	30,287.1
Greenhouse (B)	3,005.5	3,083.2	4,470.0	2,143.7	1,991.0	1,922.9	16,616.2
B/A	0.5	0.7	0.8	0.6	0.3	0.5	0.5
	Weekly cumulative temperature ( $^{\circ}\text{C}$ )						
Field (A)	70.6	82.7	97.5	127.8	114.2	96.0	588.8
Greenhouse (B)	90.2	103.4	110.7	107.8	116.7	93.5	622.3
B/A	1.3	1.3	1.1	0.8	1.0	1.0	1.1

뽕나무에서 아주 길었던 것은 적은 광량과 더불어 지속적인 높은 온습도(Fig. 2)에 의한 것으로 생각된다. 그리고 뽕나무의 신초 생육에는 기온과 습도, 특히 유사한 수준의 기온에서는 습도가 큰 영향을 줄 것으로 생각된다. 일반적으로 과채류 재배에서는 광량이 작물의 생육 및 생산성에 크게 영향을 주는 것으로 알려져 있다(Jeong 등, 2008; Kwon와 Chun, 1999). 이상 전반적인 결과를 고려할 때 뽕나무의 온실 재배에서는 수확시기를 앞당길 수 있고, 수확량 확보에 문제가 없을 것으로 판단된다. 하지만 온실 재배에서 과실 수량 및 품질에 대한 연구가 차후 진행되어야 할 것이다. 그리고 광량이 낮은 온실 재배에서 광량이 월등히 높은 노지와 착과수준의 차이를 나타내지 않았고(Table 2), 현장에서는 오히려 노지보다 생산성이 좋은 것으로 나타나고 있어 뽕나무의 생육에는 광량의 영향이 크지 않아 온실 재배 작목으로서 적합한 것으로 생각된다.

**적 요**

본 연구는 전북 부안에서 재배되고 있는 뽕나무를 대상으로 온실 재배를 통하여 조기 수확 및 안정적 수확량 확보가 가능한지를 알아보고자 신초 생육 특성과 이에 관계하는 기상 요인을 분석하였다. 발아 및 착색 시기는 온실의 뽕나무에서 노지에 비해 18~19일 정도 빨랐고, 발아시에서 착색시까지의 일수는 39일로 차이를 나타내지 않았다. 발아 후 39일 동안 온실에서 뽕나무의 신초 길이, 신초당 착과수는 노지와 차이를 나타내지 않았지만, 마디수는 적었다. 생육 기간 동안 온실 내부의 주별 광량은 노지에 비해 0.3~0.8배 범위

수준이었고, 총 누적량은 절반수준으로 아주 적었다. 그러나 온실에서 주별 누적온도는 노지와 거의 차이를 나타내지 않고 후반기로 가며 다소 상승하는 경향이 있었으며, 총 누적량도 노지에 1.1배로 거의 유사한 수준이었다. 생육 기간 동안 상대습도는 온실에서 53~94.5%로 노지에 비해 대부분 높은 수준을 유지하였다. 따라서 뽕나무는 광의 영향을 적게 받고 안정적인 수량을 조기에 확보할 수 있어 온실 재배 작목으로 적합하다.

**주제어 :** 기상요인, 뽕나무, 신초, 온실, *Morus alba*

**사 사**

본 연구는 농촌진흥청(과제번호: PJ007773022012) 및 전라북도 농업기술원의 지원에 의해 수행되었음.

**인 용 문 헌**

1. Choi, B.H., D.H. Kim, and J.W. Kim. 2002. Regional responses of climate in the northwestern Pacific Ocean to gradual global warming for CO<sub>2</sub> quadrupling. *J. Meteorol. Soc.* 80:1427-1442.
2. Dorais, M. 2003. The use of supplemental lighting for vegetable crop production: Light intensity, crop response, nutrition, crop management, cultural practices. *Canadian Greenhouse Conference.*
3. Heuvelink, E., L.F.M. Marcelis, and O. Korner. 2004. How to reduce yield fluctuations in sweet pepper. *Acta Hort.* 633:349-355.
4. Kwon, Y.S. and H. Chun. 1999. Production of chili pepper in different kinds of greenhouse in Korea. *The Asian and Pacific Resion-Food and Fert. Techno. Ctr.*

- Ext.-Bul. No. 478.
5. Marcelis, L.F.M., E. Heuvelink, L.R. Baan Hofman-Eijer, J. Den Bakker, and L.B. Xue. 2004. Flower and fruit abortion in sweet pepper in relation to source and sink strength. *J. Expt. Bot.* 55:2261-2268.
  6. Myoung, D.J. 2007. Correlation between climatic factors and yield of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in glasshouse. MS. Thesis Chonnam Natl. Univ., Plant Bio-Technol.
  7. Jeon, K.S., H.C. Kim, H.J. Bae, K.S. Bae, and T.C. Kim. 2011. Frost damage of mulberry tree according to Topographic characteristics in Buan province. *J. Bio-Environ. Control* 20:45-49.
  8. Jeong, E.M., W.T. Kim, S.R. Kim, and S.H. Yun. 2008. The state and urgent problem of sweet pepper in Korea. Korea Rural Economy Institute, Seoul, Korea.
  9. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MIFAFF). 2009.
  10. Yum, S.H., N.G. Yun, G.W. Kim, S.H. Lee, Y.H. Cho, S.J. Park, and M.K. Park. 2007. The optimum specification of pipes in rain-sheltering greenhouse with roof vents for large-grain grapevine cultivation. *J. Bio-Environ. Control* 16:275-283.