한국농림기상학회지, 제23권 제4호(2021) (pISSN 1229-5671, eISSN 2288-1859)
Korean Journal of Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 23, No. 4, (2021), pp. 349~355
DOI: 10.5532/KJAFM.2021.23.4.349
ⓒ Author(s) 2021. CC Attribution 3.0 License.

야간온도 변화에 따른 망고 'Irwin'의 개화, 과실특성 및 수체생육

임찬규*, 안현주, 전미경, 김설아, 정선우
농촌진흥청 국립원예특작과학원 온난화대응농업연구소
(2021년 11월 15일 접수; 2021년 12월 14일 수정; 2021년 12월 20일 수락)

Flowering, Fruit Characteristic and Shoot Growth of the Mango, cv. 'Irwin' in Response to Different Night Temperature

Chan Kyu Lim*, Hyun Joo An, Mikyoung Jeon, Seolah Kim, Sun Woo Chung
Research Institute of Climate Change and Agriculture, NIHHS, RDA, Jeju 63240, Republic of Korea
(Received November 15, 2021; Revised December 14, 2021; Accepted December 20, 2021)

ABSTRACT

The effect of night temperature was investigated on mango (*Mangifera indica* cv. Irwin) for setting appropriate night temperature and managing mango cultivation in a greenhouse. Different night temperatures (10, 15, and 20°C) were treated from budding to fruit development in mango trees. As night temperature increased, the initiation of flowering, full blooming, fruiting, and fruit development tended to be accelerated. There were no significant differences in the growth of shoots flushed after the fruit harvest among trees treated with different night temperatures. The lengths of the flower stalk were the shortest at 10°C of night temperature; however, there were no significant differences between 15°C and 20°C of the night temperature. The length, diameter, and weight of mango fruits were higher at 15°C and 20°C than 10°C. Soluble solid contents and acidities showed no difference; the firmness and skin color were better as the night temperature increased. Accordingly, setting the minimum night temperatures to 15°C or 20°C can increase the number of fruits and produce high-quality fruits when cultivating mango in the greenhouse. Even the minimum night temperature to 15°C can reduce heating costs in the greenhouse.

***Key words*: Mango, Night temperature, Sub-tropical fruit, Fruit quality, Irwin**

* Corresponding Author : Chan kyu Lim
(badang05@korea.kr)

I. 서 론

망고(*Mangifer indica* L.)는 옻나무과(*Anacardiaceae*), 망고 속(*Mangifera*)의 상록 교목으로 북위 25°, 남위 25°의 열대지역에서 주로 재배되고 있다(Mukherjee, 1949). 망고의 생육 최저 한계온도는 6℃이며 생육적온은 24～27℃로 18℃ 이하에서는 생육이 완만해지고 10℃ 이하에서는 신초 발육 및 화방의 발달이 정지한다(Whiley *et al*., 1988). 전 세계적으로 재배되고 있는 망고 품종은 수백여 품종이 있지만 국내에서 재배되고 있는 품종은 대부분 'Irwin *Mangifera indica* L. var. irwin)'으로 수고는 5～7m 정도이며 과실 종경은 11.5～13 ㎝, 횡경은 8～9 ㎝로 난형이며(Campbell and Smith, 1987) 과피의 색은 사과와 비슷한 색깔을 띄고 있어 애플망고라고 불리기도 한다. 미국 플로리다에서 처음 육성된 'Irwin' 품종은 수량성이 높으며 품질도 비교적 뛰어나 현재 일본의 오키나와, 가고시마 그리고 미야자키 지역에서 가장 널리 재배되고 있는 품종이다(Ueda *et al*., 2000). 우리나라는 제주도에서 처음 시설하우스에서 재배하기 시작하였으며 현재는 전라도와 경상도를 비롯해 일부 지역에서도 재배가 이루어지고 있다. 특히 제주도는 가장 남쪽에 위치한 지역으로 온대기후에서 아열대기후대로 변하는 지역에 위치하고 있어 연평균 기온은 15.2～16.2℃이며 10 월 하순부터는 일 평균기온이 15℃ 이하로 점차 낮아진다. 그리고 1～2 월에는 5℃ 이하로 현저히 낮아지고 간혹 영하의 온도를 나타내기도 한다(Lim *et al*., 2016). 그래서 망고는 대부분 제주지역에서 가온시설이 갖추어진 시설하우스 재배가 많이 이루어지고 있다. 시설하우스 재배에서 설정 온도는 가장 중요한 환경요인으로써 망고의 생육, 개화, 과실특성에 가장 중요한 제한 요인이라고 할 수 있다. 특히 개화기의 저온피해는 수정불량으로 생산량이 감소된다는 연구가 망고, 감귤, 토마토, 딸기 등 다양한 원예작물에서 연구된 바 있다(Blum, 1988). 망고의 경우 꽃눈발아기(1～2 월)부터 과실비대기(3～4 월)까지는 일반적으로 시설하우스 내부 온도를 20℃로 유지해야 하는데 일본의 경우 시설하우스 재배에서 개화 후 수정을 위해 인위적으로 20℃ 이상의 온도 조건을 맞추기 위해 가온을 해준다. 하지만 대부분 시설하우스 내의 온도조건이 일 평균기온을 말하는 것으로 주간온도를 제외한 야간온도에 대한 연구는 이루어진 바가 없다. 따라서 망고 시설하우스 재배에서 개화, 수체생육 및 과실특성에 영향을 미치는 적정 야간온도를 구명하고 이를 통해 재배 농가는 에너지 투입이 가장 많은 시기에 난방비를 절감할 수 있는 방법이다. Dorland and Went(1947)의 보고에 의하면 정상적인 생육조건에서 주간온도와 야간온도가 고추묘의 생육에 영향을 미친다고 하였으며 극야간온도변화(DIF : difference between day temperature and night temperature)에 대한 연구가 채소류를 대상으로 진행되었다(Agrawal *et al*., 1993; Grimstad and Frimanslund, 1993). 또한 망고 'Kensington' 품종에서 주/야 온도에 따른 꽃가루 수분능력에 대한 연구가 이루어졌다(Issarakaisila and Considine, 1994). 본 연구에서는 망고 'Irwin' 품종을 대상으로 다양한 야간온도를 처리에 따라 개화, 과실특성 및 수체생육을 조사함으로써 개화기부터 과실비대기까지의 적정 야간온도를 구명하고 난방비 절감을 위한 시설하우스 재배의 온도관리 방안을 모색하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

2.1. 공시재료

본 실험에는 국내에서 재배하고 있는 'Irwin (*Mangifera indica* L. var. irwin)' 품종을 이용하였다. 시험수는 접목묘 1년생을 암갈색 비화산회토(동홍통, 미사질양토)가 들어있는 플라스틱 사각포트(용적 20L)에 이식하였다. 이식 된 묘목은 3년간 겨울철 최저온도를 15℃에 맞추어 가온을 하였으며 영양생장 위주로 관리하였다. 그리고 농촌진흥청 온난화대응농업연구소(N 33° 28' E126° 31', 200m, Jeju, Korea)의 폴리에틸렌필름으로 피복된 하우스에 정식하였다. 2019년 12월부터 이듬해 4월까지 시설하우스 내의 온풍난방기를 이용하여 가온하였으며 개화, 과실발달, 과실특성, 수체생육 등을 조사하였다. 망고의 재배관리는 농촌진흥청에서 고시한 농업기술길잡이에 준하였으며 수형을 시설재배에 적합한 저수고수형으로 수행하였다.

2.2. 시설하우스 내 야간온도 처리

가온시설은 외부에 0.1㎜(두께) 폴리에틸렌필름으로 피복하고 내부에는 다겹보온커튼으로 이중 피복하였으며 온풍 난방기를 이용하여 가온을 하였다. 처리시기는 12월 1일(꽃눈발아기)부터 이듬해 4월 30일

(과실비대기)까지 약 150일 동안 처리하였으며 처리 시간은 18:00부터 다음날 08:00까지 야간 시간에 최저 온도를 각각 10℃, 15℃, 20℃ 이하가 되지 않도록 처리하였다. 야간 시간 이후에는 난방기 가동을 멈추고 다겹보온커튼을 걷은 다음 외부 폴리에틸렌필름의 측면과 천정 부분을 외부온도가 25℃ 이상의 조건에서 개방하여 각 처리구가 주간에는 동일하게 25℃ 이상의 온도조건이 되도록 처리하였다. 5월 1일 부터는 시설하우스 내부의 다겹보온커튼을 제거하고 외부 폴리에틸렌필름의 측면과 천정 부분을 외부 온도에 따라 25℃ 이상의 조건에서 개방하여 외부 온도에 가깝게 유지하여 모든 처리구가 같은 온도 조건이 되도록 하였다. 시설하우스 내부의 온도는 지상부에서 1.5m 높이에 설치한 온도센서(1400-101, LI-Cor Inc., Lincoln, USA)를 이용하여 측정하였다.

2.3. 식물계절학적 특성 조사

생육단계는 BBCH-Scale을 적용하여(Hernández Delgado *et al*., 2011) 꽃눈이 전개되는 꽃눈발아기(511), 꽃이 50% 이상 개화한 시점인 개화기(625), 개화 후 과실이 최종 크기의 10% 정도일 때 착과한 시점인 착과기(701), 과피색이 변하기 시작한 시점인 성숙기(801) 그리고 과피색이 완전히 변하고 수확이 가능한 시기인 수확기(809)에 도달한 날짜를 각각 수집하였으며 꽃눈 발아 후 일수(Day after anthesis, DAA)는 꽃눈 발아기부터 수확기까지 일수를 누적하여 나타냈다.

2.4. 수체생육 및 개화 특성 조사

수체생육 조사는 모든 처리구에서 과실 수확(7월 20일)이 끝난 이후에 전정을 했으며 전정 이후에 발생한 가지(예비 결과지)를 12월 10일에 각 처리별 5개체를 선정하고 개체별로 10개 가지를 선정하여 길이, 굵기를 조사하였으며 가지의 기부로부터 4번째 잎을 대상으로 길이, 폭을 조사했고 엽면적은 엽면적 측정기(LI-3000A, Li-Cor, USA)를 이용하여 측정하였다. 개화 특성은 개화기(3월 5일)에 각 처리별로 결과지 10개를 선정하고 결과지 끝에 달린 원추꽃차례의 길이, 폭, 나무 당 갯수를 조사하였다.

2.5. 과실생육 및 품질 조사

과실생육 및 품질 조사는 수확기(6월 15일~7월 20일)에 처리별로 30개의 과실을 무작위로 선정하여 조사하였다. 과실생육은 수확 후 길이, 폭, 무게를 조사하였으며 과실품질은 과피색, 경도, 가용성고형물 및 산함량을 조사하였다. 과피의 착색 정도는 과정부(fruit apex)에 색차계(CR-300, Minolta Corp., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하였고 Hunter L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값으로 나타냈다. 가용성고형물 및 산함량은 과실을 3등분하고 종자가 포함된 가운데 부분을 제외한 양 측면의 과육부분을 착즙하여 조사하였다. 과즙의 가용성고형물함량은 굴절당도계(PAL-1, Ataog, Tokyo, Japan)를 사용하여 조사하였고 산함량은 과즙 5㎖을 0.15N의 수산화나트륨 수용액에 적정한 후 과즙 100㎖ 중의 구연산함량으로 환산하여 표시하였다. 경도는 5㎜ 탐침봉이 장착된 과실경도계(TA-XT, Texture Technologies Crop., NY, USA)를 이용하여 과정부 부위의 세 방향으로 측정하였다.

2.6. 통계분석

산출된 변수들에 대한 통계분석은 R프로그램(R 3. 6. 2)을 사용하여 수행하였으며 각 처리 간의 유의성은 단일변량분산분석(ANOVA)으로 평균 간의 유의성을 5% 수준으로 Duncan 다중검정으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

3.1. 시설하우스 내 야간온도

꽃눈 발아기부터 과실 비대기까지 시설하우스 내부의 일 야간(18:00~08:00) 최고, 최저 및 평균 기온을 측정한 결과(Table 1), 야간온도를 10℃, 15℃, 20℃로 처리하였는데 10℃ 처리구는 최고 13.2℃, 최저 8.4℃, 평균 10.8℃를 나타냈으며 15℃ 처리구는 최고 16.3℃, 최저 14.9℃, 평균 15.6℃를 나타냈고 20℃ 처리구는 최고 21.7℃, 최저 18.6℃, 평균 20.2℃를 나타냈다. 이를 통해 야간에 시설하우스 내부에 온풍난방기를 사용한 야간온도 처리가 잘 이루어진 것을 확인하였다.

3.2. 식물계절학적 특성

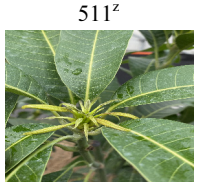
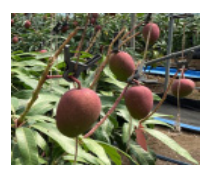
야간온도 처리에 따른 식물계절학적 특성을 알아보기 위해 생육단계를 꽃눈발아기(BBCH 511), 만개기(BBCH 625), 착과기(BBCH 701), 성숙기(BBCH 801), 수확기(BBCH 809)로 구분하여 제시하였다(Table 2). 본 시험은 1월 20일에 꽃눈발아기(BBCH 511)가 시작되었으며 이 시기에 야간온도 처리가 수행

Table 1. Night temperature measured in a plastic greenhouse during treatment from a inflorescence emergence to fruit development

Treatment night temperature(℃)	Night temperature(℃)		
	Minimum	Maximum	Average
10	8.4 c[zy]	13.2 c	10.8 c
15	14.9 b	16.3 b	15.6 b
20	18.6 a	21.7 a	20.2 a

[z] The values are means of temperatures measured from first floral primordical just visible to fruits at 50% of final size.
[y] Values followed by different letters are significantly different within each parameter($p \leq 0.05$; Duncan's multiple range test).

Table 2. Development of the mango cv. 'Irwin' designated with BBCH stages from rom a inflorescence emergence to fruit colour fully developed

Treatment night temperature (℃)	BBCH stage(M/D)				
	511[z]	625	701	801	809
					
10	1/20(1[y])	3/1(40)	3/12(51)	6/23(153)	7/20(180)
15	1/20(1)	2/20(31)	3/5(45)	6/12(143)	6/30(161)
20	1/20(1)	2/15(25)	3/1(40)	6/5(135)	6/15(145)

[z] BBCH stage : Beginning of bud swelling(511), full flowering(625), Fruit at 10% of final size(701), beginning of skin colour change(801), fruit colour fully developed(809).
[y] Day after anthesis(DAA) : The accumulate number of days from beginning of bud swelling to fruit colour fully developed.

되었다. 만개기(BBCH 625)는 야간온도 10℃ 처리구가 3월 1일, 15℃ 처리구는 2월 20일, 20℃ 처리구는 2월 15일로 온도가 높을수록 빨라지는 경향을 보였다. 착과기(BBCH 701)는 10℃ 처리구가 3월 12일, 15℃ 처리구는 3월 5일, 20℃ 처리구는 3월 1일을 보였다. 야간온도 처리 이후 처리별 동일한 온도조건에서 착색기(BBCH 801)는 10℃ 처리구는 6월 23일, 15℃ 처리구는 6월 12일, 20℃ 처리구는 6월 5일을 나타냈으며 최종 수확기(BBCH 809)는 10℃ 처리구는 7월 20일, 15℃ 처리구는 6월 30일, 20℃ 처리구는 6월 15일을 나타냈다. 이는 온풍 난방기를 사용한 꽃눈발아기부터 과실비대기까지의 야간 온도처리 효과가 이후 수확기에도 영향을 미치는 것을 의미한다. 생육단계별 개화 후 일수(DAA)에서 최종 수확기를 보면 10℃ 처리구는 180일, 15℃ 처리구는 161일, 20℃ 처리구는 145일을 보였으며 10℃ 처리구보다 15℃ 처리구는 19일, 20℃ 처리구는 35일 빨라지는 것을 알 수 있었다. Sukhvibul *et al.*(2005)은 개화시기에 20℃ 이하의 온도일 경우 수정 후 무배유 과실이 발생하며 이후 과실 비대기에는 조기 낙과가 발생할 수 있다고 보고했으나 주/야 온도를 동일하게 20℃로 했을 경우와 주/야 온도를 달리하여 주간온도를 20℃, 야간온도를 10℃, 15℃로 조절 하였을 경우에도 정상적인 생육이 이루어지는 것을 알 수 있었다.

3.3. 개화 특성

야간온도 처리에 따른 꽃대 길이, 폭, 꽃대 수에 미치는 영향을 조사한 결과, 꽃대길이는 야간온도가 10℃일 때 28.4㎝로 가장 짧았으며 15℃는 34.5㎝, 20℃는 38.7㎝로 야간온도가 높을수록 꽃대 길이가 길어졌으

Table 3. Flower characteristics of mango cv. 'Irwin' grown under treatment night temperature in a plastic greenhouse

Treatment night temperature(℃)	Flower length (㎝)	Flower diameter (㎝)	No. of flowers per tree
10	28.4 b[z]	10.8 b	24.1 b
15	34.5 a	16.9 ab	36.3 a
20	38.7 a	19.0 a	36.9 a

[z] Values followed by different letters are significantly different within each parameter($p \leq 0.05$; Duncan's multiple range test).

Table 4. Fruit characteristics of mango cv. 'Irwin' grown under treatment night temperature in a plastic greenhouse

Treatment night temperature(℃)	Fruit length (㎜)	Fruit diameter (㎜)	Fruit weight (g)
10	126.4 b[z]	85.9 a	368.7 b
15	130.4 a	89.9 a	400.8 a
20	129.5 a	88.9 a	398.6 a

[z] Values followed by different letters are significantly different within each parameter($p \leq 0.05$; Duncan's multiple range test).

Table 5. Fruit quality of mango cv. 'Irwin' grown under treatment night temperature in a plastic greenhouse

Treatment night temperature (℃)	Solible solids content (SSC, °Brix)	Titratable acidity (TA, %)	Firmness (N)	Chromaticity of fruit skin		
				L	a	b
10	17.9 a	0.3 a	2.2 b	33.2 b	27.0 b	13.5 b
15	18.0 a	0.3 a	2.6 a	38.0 a	31.9 a	18.4 a
20	17.6 a	0.2 a	2.7 a	39.3 a	32.2 a	20.7 a

[z] Values followed by different letters are significantly different within each parameter($p \leq 0.05$; Duncan's multiple range test).

며 15℃와 20℃의 처리간에는 통계적인 유의차가 없었다. 나무 당 출현 한 꽃대 수 또한 야간온도가 높을수록 높게 나타나는 경향을 보였다(Table 3). 주/야온도 처리에 따른 개화율에 대한 선행연구를 보면, 19/13℃와 25/19℃는 각각 87%, 60%를 나타냈으며 31/25℃는 0%를 나타냈다(Shu and Sheen, 1987). 이는 15~ 20℃의 온도구간에서는 화아분화가 정상적으로 유도되었으나 25℃ 이상의 고온처리는 오히려 화아분화가 억제될 수 있음을 의미한다. 하지만 화아분화 이후 개화에는 15℃ 이상의 야간온도가 꽃의 신장에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 패션프루트의 선행연구를 보면, 20~25/15℃(주/야온도)에서 다소 높은 온도인 25~30/20℃에서 재배하였을때 꽃의 신장이 좋았다고 보고했는데(Simon and Karnatz, 1983) 망고의 경우는 야간온도 15℃와 20℃에서는 큰 차이를 보이지 않았다.

3.4. 과실생육 및 품질 특성

야간온도 처리에 따른 과실의 종경과 무게는 야간온도 10℃ 처리구보다 15℃와 20℃ 처리구가 높게 나타났다(Table 4). 하지만 과즙의 가용성고형물함량(SSC)과 산함량(TA)은 야간온도 처리간에 차이를 보이지는 않았다. 그리고 과실의 경도와 과피의 색도를 나타내는 Hunter L값, a값, b값은 야간온도가 높을수록 높게 나타났으며 15℃와 20℃ 처리간에는 통계적인 유의차를 보이지 않았다(Table 5). 과수에서 상품성

Table 6. Mature shoot and leaf growth of mango cv. 'Irwin' grown after treatment night temperature in a greenhouse

Treatment night temperature(℃)	Shoot		Leaf		
	Length (㎝)	Diameter (㎜)	Length (㎝)	Width (㎝)	Specific leaf area (㎠)
10	24.6 a	0.9 a	25.5 a	6.6 a	118.6 a
15	26.0 a	0.8 a	25.7 a	6.7 a	121.3 a
20	26.7 a	0.9 a	25.2 a	6.6 a	117.7 a

[z] Values followed by different letters are significantly different within each parameter($p \leq 0.05$; Duncan's multiple range test).

이 높은 고품질의 과실을 생산하고, 출하시기를 조절하는 것은 농가소득에 매우 중요하다. 망고의 경우도 야간온도는 과실생육 및 품질에 영향을 미치며 야간온도가 15℃ 이상일때 과실 비대가 높고 품질이 향상되는 것으로 판단된다. 아열대과수 중 대표적인 온주밀감(*Citrus unshiu* Marc.)도 성숙기의 온도조건 또는 개화기의 온도가 높을수록 착색이 촉진되며(Iwagaki and Hirose, 1980; Utsunomiya *et al*., 1982) 가용성고형물함량은 높고 산함량은 낮아 상품성이 높아진다고 밝혔다(Izumi *et al*., 1990). 부지화의 경우도 봄철 가온재배 시 과실 종경과 횡경, 과중이 크게 발달하여 과실의 상품성을 높이기 위해서는 일정기간 적절한 가온이 필요한 것으로 알려지고 있다(Moon *et al*., 2015).

3.5. 수체생육 특성

과실 수확이 끝난 이후에 정전을 통해 발생한 가지(예비 결과지)의 생육 특성을 보면, 가지의 길이는 야간온도가 높을수록 다소 높게 나타났으나 처리간 통계적인 유의차를 보이지는 않았으며 가지의 굵기 또한 같은 경향을 보였다. 엽장, 엽폭, 엽면적 또한 처리간 차이를 보이지 않았다(Table 6). 야간온도 처리 이후 발생한 가지의 생육은 온도 조건이 모두 동일하므로 가지 발생 이전의 야간온도 처리는 수확 후 가지 생육에 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

적 요

본 연구는 꽃눈발아기부터 과실비대기까지 야간온도의 조정이 망고 'Irwin' 품종의 개화, 과실특성 및 수체생육에 미치는 영향을 조사함으로써 망고 재배를 위한 적정 야간온도를 구명하고 시설하우스 내부의 온도관리 방안을 모색하고자 수행하였다. 야간온도 처리에 따른 개화기, 만개기, 착과기, 성숙기 그리고 수확기는 온도가 높을수록 빨라지는 경향을 보였다. 꽃대길이는 야간온도가 10℃일때 가장 짧았으며 온도가 높을수록 생육이 좋아졌으나 15℃와 20℃의 처리간에는 유의차는 없었다. 과실 종경과 무게는 야간온도가 15℃와 20℃가 10℃보다 높게 나타났으며 가용성고형물함량(SSC)와 산함량(TA)은 야간온도 처리간에 차이를 보이지 않았다. 그리고 과실의 경도와 과피의 색도는 야간온도가 높을수록 높게 나타났다. 과실 수확이 끝나고 전정을 한 이후 발생한 가지의 생육은 처리간 유의차를 보이지 않았다. 따라서 망고의 시설하우스 재배 시 과실의 수량을 높이고 고품질 과실을 생산하기 위해서는 야간 최저온도를 15℃ 또는 20℃로 설정하는 것이 적절하며 난방비 절감을 위해서는 야간 최저온도를 15℃로 설정하여 재배하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ01430902)의 지원을 받았으며, 이에 감사합니다.

REFERENCES

Agrawal, M., D. T. Krizek, S. B. Agrawal, G. F. Kramer, E. H. Lee, R. M. Mirecki, and R. A. Rowland, 1993: Influence of inverse day/night temperature on ozone sensitivity and selected morphological and physiological responses of cucumber. *Journal of American Society Horticulture Science* **118**(5), 649-654.

Blum, A., 1988: *Plant breeding for stress environments*. Florida, CRC Press, Inc.

Campbell, B. A., and J. Smith, 1987: An overview

of tropical fruit user in Florida. *Florida State Horticaltural Society* **100**, 408-411.

Dorland, R. E., and F. W. Went, 1947: Plant growth under controlled conditions. Ⅷ. Growth and fruiting of the chili pepper. *Journal of American Botany* **34**, 393-401.

Grimstad, S. O., and E. Frimanslund, 1993: Effect of different day and night temperature regimes on greenhouse cucumber young plant production, flower bud formation and early yield. *Scientia Horticulutrae* **53**, 191-204.

Hernández Delgado, P. M., M. Aranguren, C. Reig, D. Fernández Galván, C. Mesejo, A. Martínez Fuentes, V. Galán Saúco, and M. Agustí, 2011: Pennological growth stages of mango(*Mangifera indica* L.) according to the BBCH scale. *Scientia Horticulturae* **130**, 536-540.

Issarakraisila, M., and J. A. Considine, 1994: Effect of temperature on pollen viability in mango cv. 'Kensington'. *Annals of Botany* **73**, 231-240.

Iwagaki, I., and K. Hirose, 1980: Fruit growth and acid content of satsuma mandarin in relation to flowering time. *Journal of Japan Society Horticulture Science* **48**, 418-425. Doi: 10.2503/jjshs.48.418.

Izumi, H., T. Ito, and Y. Yoshida, 1990: Changes in fruit quality of satsuma mandarin during storage, after harvest from exterior and interior canopy of trees. *Journal of Japan Society Horticulture Science* **58**, 877-883. Doi: 10.2503/jjshs.58.885.

Lim, C. K., D. K. Moon, K. C. Seong, C. H. Kim, Y. B. Jung, K. S. Park, and S. Y. Song, 2016: Selection of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars suitable for fruit production from greenhouse condition in jeju island, Korea. *Journal of Korean Breed Science* **48**(2), 126-132.

Moon, Y. E., S. B. Kang, S. G. Han, Y. H. Kim, Y. H. Choi, S. C. Koh, and S. Oh, 2015: Effects of elevated spring temperatures on the growth and fruit quality of the mandarin hybrid 'Shiraunhi'. *Korea Journal of Horticultural Science Technology* **33**, 459-469. Doi: 10.7235/hort.2015.14190.

Mukherjee, S. K., 1949: *A monograph on the genus mangifera Linn*. Lloydia 12, 73-136.

RDA (Rural Development Administration), 2013: Agricultural management guide - mango management.

Shu, Z. H., and T. F. Sheen, 1987: Floral induction in axillary buds of mango(*Mangifera indica* L.) as affected by temperature. *Scientia Horticulturae* **31**, 81-87.

Simon, P., and A. Karnatz, 1983: Effect of soil and air temperature on growth and flower formation of purple passionfruit(*Passiflora edulis Sims var. edulis*). *Acta Horticulturae* **139**, 87-93. Doi: 10.17660/ActaHortic.1983.139.11.

Sukhvibul, N., A. W. Whiley, and M. K. Smith, 2005: Effect of temperature on seed and fruit development in three mango(*Mangifera indica* L.) cultivars. *Journal of Horticultural Science* **105**, 467-474.

Ueda, M., K. Sasaki, N. Utsunomiya, K. Inaba, and Y. Shimabayashi, 2000: Change in physical and chemical properties during maturation of Mango fruit (*Mangifera indica* L. 'Irwin') cultured in plastic greenhouse. *Journal of Food Science Technology* **6**, 299-305.

Utsunomiya, N., H. Yamada, I. Kataoka, and T. Tomana, 1982: The effect of fruit temperature on the maturation of satsuma mandarin(*Citrus unshiu* Marc.) fruit. *Journal of Japan Society Horticulture Science* **52**, 135-414. Doi: 10.2503/jjsh.51.135.

Whiley, A. W., J. B. Saranah, T. S. Rasmussen, E. C. Winston, and B. N. Wolstenholme, 1988: Effect of temperature on growth of 10 mango cultivars with relevance to production in Australia. In *Proceedings of the Fourth Australasian Conference on Tree and Nut Crop. ACOTANC. Lismore*, 176-185.