

고온기 야간 냉방이 절화 장미 수량 및 품질에 미치는 영향

김세진¹ · 김원희² · 이영란² · 정현환^{3*}

¹국립원예특작과학원 화훼과 연구사, ²국립원예특작과학원 화훼과 연구관, ³국립원예특작과학원 화훼과 전문연구원

Cut Flower Yields and Qualities of *Rosa hybrid* Affected by Night Cooling in High Temperature Season

Se Jin Kim¹, Won Hee Kim², Young Ran Lee², and Hyun Hwan Jung^{3*}

¹Researcher, Floriculture Research Division, NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea

²Senior Researcher, Floriculture Research Division, NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea

³RDA Research Associate, Floriculture Research Division, NIHHS, RDA, Wanju 55365, Korea

Abstract. Roses are one of the most produced flower species in the world, and cut roses are produced in the greenhouses all year round. Recently, due to the increase in the temperature in the greenhouses in summer, the quality of cut roses is seriously deteriorated, such as shortening the stem length. This study was conducted to investigate the effects of the growing seasons on the qualities of cut roses and also to test the effect of cooling at night in high temperature season on the cut flower qualities of roses. Comparing the qualities and yields of cut roses for each season, the major cut flower qualities such as flower stem length, stem diameter and fresh weight were statistically significantly decreased in roses ('Pink Beauty' and 'Pink Shine') produced in summer. The yields didn't show a statistically significant difference in both cultivars. Investigating the cut flower qualities, the flower stem length increased by 15% for 'Pink Beauty', 11% for 'Ararat', and 12% for 'Pink Shine' when treated with cooling at night in warm season than the untreated control. In addition, when treated with cooling at night in warm season, the fresh weight of all three cultivars increased by 20-30% statistically significantly than conventionally cultivated control. It is expected that cooling at night in warm season will be helpful to improve the cut flower quality deterioration in summer.

Additional key words: cut rose, flower stem length, fresh weight, greenhouse, stem diameter

서 론

온도는 작물의 다양한 대사 작용에 영향을 주는 중요한 환경 인자 중 하나로 각 작물의 주야간 적온에 맞춰 하우스 내부의 온도를 유지하는 것이 매우 중요하지만, 기술적인 한계와 소요 경비 문제로 매우 어렵다(Lee와Kim, 2011). 우리나라는 5월부터 9월까지 온실 내 고온화 현상이 발생하는데 특히 6-8월까지 큰 문제가 되고 있고(Lee 등, 2000), 온실내 복사열로 인해 내부 온도가 35°C 이상 올라 적정한 온도 관리가 어렵다(Yeo 등, 2021). 특히 최근에는 폭염 일수 증가 등 이상 고온 현상이 잦아져(RDA, 2019), 여름철 시설 재배 작목의 피해가 커지고 있다. 우리나라 여름철 시설에서 재배하는 작목의 경우 고온과 강광에 의한 과도한 호흡과 증산, 스트레스로 인한 생육 불량, 수확량 감소 및 품질 저하 등의 피해가 발생하고 있

다(Park 등, 2020).

2020년 현재 국내 절화 장미 재배 면적은 239ha이며 농가 판매액은 약 503억원으로 전체 화훼류 판매액의 9.5%, 전체 절화류 판매액의 29.6%를 차지하는 대표적인 화훼작물이다(MARFA, 2021). 절화 장미는 시설 내부에서 재배되며, 계절적인 환경 변화가 시설 내 재배 환경에 영향을 끼쳐 최적 재배 환경 유지가 어렵고 수확 후 품질에도 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Lee 등, 2020). 절화 장미는 여름철 온실내 강광과 고온 하에서 꽃눈 분화가 조기에 완료되어 절화장이 짧고 꽃 크기가 작아지며, 화색이 탈색되고 명도가 높아져 절화품질이 저하된다(Chon 등, 2013; Plaut 등, 2006; RDA, 2018; Seo, 2014). 또한 높아진 근권부 온도는 지상부의 광합성률을 저하시키며, 근권부의 갈변 및 생육 저조, 심할 경우 고사를 유발하기도 한다(Lee 등, 2004). 더불어 고온 다습한 환경에 지속적으로 노출되면 기공의 개폐와 기능이 원활하지 못하게 되어(Lee 등, 2020), 높은 증산량에 비해 충분한 수분 흡수가 이루어지지 않아 꽃이 빨리 시들거나 꽃목굵음 현상이 조기에

*Corresponding author: baramdosa@korea.kr

Received October 17, 2022; Revised January 16, 2023;

Accepted January 16, 2023

발생하여 절화 품질을 저하시킨다(Mortensen과 Fjeld, 1998)

최근에는 절화 장미 온실 환경관리 시 여름철 고온 관리를 위한 냉방의 필요성과 중요성이 증대되고 있다(Yun 등, 2020). 여름철 시설 원예 작물의 고온 스트레스에 의한 생육 저하, 수확량 감소 및 품질 저하 등을 극복하기 위해 시설 내 온도를 낮추기 위한 차광, 환기, 포그 시스템, 근권부 냉방 등 다양한 시도가 진행되었다. 고온기 온실 내부 온도를 낮추기 위해 히트펌프 냉방이나 포그/미스트, 팬앤패드(fan-and-pad), 지붕 살수 등과 같은 증발 냉방이 활용된다(Sethi와 Sharma, 2007). 여름철 온도 저감 시스템으로는 팬앤패드 시설이 가장 효과가 좋은 것으로 알려져 있으나 시설비가 비싸며 패드와 팬에 의해 그늘이 많이 생겨 겨울철 장미 재배에 불리한 점이 있다(RDA, 2018). 포그 냉방 시스템은 경제성 및 효율성이 좋은 것으로 보고되어 있으나(Kim 등, 2001; Nam 등, 2005; Lee와 Kim, 2011), 높은 습도로 인해 절화수명이 단축되거나 병해 발생이 증가하는 문제가 있다.

절화장미 시설재배 시 다양한 냉방 설비와 기술을 도입하더라도 광이 강한 주간 시간대에는 장미의 생육 적온인 24-27°C를 유지하기 어렵다. 뿐만 아니라, 최근에는 여름철 고온 정도가 심해질 뿐만 아니라 고온 기간이 길어지고 있다. 따라서 비교적 온도 제어가 용이하고 다른 냉방 기술에 비해 증수 효과가 큰(Dayan 등, 2005) 야간에 냉방을 통해 절화 품질 및 수량 증대를 도모할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 여름철 고온기 재배 장미의 절화 품질과 수량에 미치는 영향을 확인하고, 고온기 야간 냉방을 통한 온도 저감 효과가 절화 장미의 품질에 미치는 개선 효과를 검증하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 하절기 장미 절화 품질 및 수량 비교

여름철 고온기 장미 재배 시 절화 품질에 미치는 영향을 확인하기 위해 전라북도 완주군에 위치한 국립원예특작과학원 유리온실에서 2020년 삼목발근묘를 정식하여 2회 절곡한 뒤 2021년 2월부터 2021년 11월까지 재배하여 절화 품질과 수량을 조사하였다.

절화장미는 국립원예특작과학원에서 육성한 스탠다드 타입 'Pink Beauty'와 스프레이 타입 'Pink Shine' 2개 품종을 시험 재료로 이용하였다. 삼수를 5-7cm 길이로 조제한 뒤 IBA 200ppm에 순간 침지하여 7.5×7.5×6cm 크기의 암면(Grodan, Roermond, the Netherlands)에 삼목하였다. 약 40일 뒤, 암면 밖으로 뿌리가 충분히 발생한 개체만 15-20cm 간격으로 펄라이트(파라트 1/3호, Kyungdong One Co., Ltd., Seoul, Korea)

베드에 정식하고 충분히 관수하였다.

양액은 네덜란드식 장미 양액 조성을 따랐으며(RDA, 2018), 양액의 pH와 EC는 각각 5.5-6.0, 1.2-1.8 dS·m⁻¹로 관리하였다. 여름철에는 양액의 EC를 1.2-1.5 dS·m⁻¹, 겨울철에는 1.5-1.8 dS·m⁻¹로 공급하였다. 양액은 1일 12회 점적 관수 방식으로 공급하였으며, 매회 주당 약 87.5mL의 양액을 관수하였다. 병해충 방제는 응애, 총채벌레, 흰가루병, 노균병 등을 중점 방제하였으며, 기타 재배법은 농촌진흥청 표준 재배법(RDA, 2018)에 준하여 관리하였다.

장미 표준재배법에 준하여 정식 후 신초에서 발생한 작은 꽃 봉오리는 지속적으로 제거하여 절화 생산에 충분한 엽면적을 확보하도록 하였다. 정식 약 60일 후 첫 절곡을 하였으며, 이후 발생한 꽃대를 채화하지 않고 절곡하여 동화전용지로 활용하였다. 이후 나온 두번째 절화부터 수확하여 절화 품질 및 수량을 조사하였으며, 절곡과 전정 작업으로 연중 비슷한 수준의 동화전용지 엽면적을 유지하였다. 온실내 히트펌프 냉방기를 가동했으며, 25°C 이상에서 가동, 20°C 이하에서 정지되도록 설정하였다. 여름철 온실 내부의 급격한 온도 상승을 막기 위해 30% 차광 커튼(11:00-15:00)을 사용하였다.

계절별 절화 품질과 수량을 비교하기 위해 겨울(2-4월), 봄(5-6월), 여름(7-8월), 가을(10-12월) 순으로 채화하여 조사하였다. 주당 수확량과 절화장, 경경, 절화 생체중, 꽃의 화폭과 화고, 엽수 등의 절화 품질 주요소를 조사하였다. 절화장, 경경, 생체중, 화폭과 화고, 엽수, 화수장 및 화수경경 등 조사항목은 농사시험연구조사기준(RDA, 2003)에 준하여 조사하였다.

2. 고온기 야간 냉방에 따른 절화품질 비교

절화 장미의 고온기 정식 및 재배 시 야간 냉방에 따른 절화 품질을 비교하기 위해 'Pink Beauty', 'Pink Shine'과 세미라이트사에서 육성한 스탠다드 장미 'Ararat'를 시험 품종으로 이용하였다. 세 품종을 5-7cm 길이로 삼수를 조제한 뒤 IBA 200ppm에 순간 침지한 뒤 5.0×5.0×4.0cm 암면 큐브(Grodan, the Netherlands)에 삼목하였다. 약 40일 후, 암면 밖으로 뿌리가 충분히 발생한 발근묘를 주간 고온기가 시작되는 2021년 6월 하순경 펄라이트 베드(0.6×3.6×1m)에 15cm 간격으로 정식하였다.

대조구와 냉방구 모두 주간에는 냉방기를 가동했으며 야간 냉방 처리구는 내부 기온이 18°C 이상 오를 경우 히트펌프 냉방을 가동하였으며, 대조구는 야간에 냉방처리 없이 측창과 천창을 개방하였다. 냉방처리구는 아침과 저녁 각각 30분씩 측창과 천창을 열어 환기를 수행하였다.

대조구와 냉방처리구의 온도와 습도, 일사량, 배지의 온도 변화는 데이터로거(WatchDog 1650, Spectrum Technologies, Aurora, IL, USA)에 광센서(Quantum Light Sensor #3668I, Spectrum Technologies)와 토양 센서(SMEC 300 Sensor, Spectrum Technologies)를 장착하여 조사 분석하였다. Quantum Light Sensor는 그들이 지지 않는 지제부에, SMEC 300 Sensor는 식물체 사이 펄라이트 배지 20cm 깊이에 설치했다.

통계 분석

통계 분석은 R Studio(ver.4.0.2)와 Excel 프로그램(Microsoft Office Professional Plus 2016, Redmond, WA, USA)을 이용하였고, 계절별 절화 품질 및 수량 비교는 ANOVA 분석과 Duncan의 다중범위검정(DMRT)으로 5% 유의수준에서 수

행하였다. 장미 정식 후 고온기 야간 냉방에 따른 절화 품질은 반복당 12주씩 4반복을 설계하여 분석하였으며, 반복 실험구는 난괴법으로 배치하였다. 절화 품질의 평균 간 비교는 등분산성 검정 후 Two-sample t-test로 처리 간 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

1. 하절기 장미 절화 품질 및 수량 비교

‘Pink Beauty’는 여름 재배시 절화장이 봄, 가을, 겨울에 재배한 장미의 절화장보다 유의하게 짧았으며, 특히 여름 장미의 경우 평균 절화장이 43.3cm로 절화장에 등급 기준상 등외로 취급될 정도로 절화 품질이 저하되는 것으로 확인되었다(Table 1). ‘Pink Shine’의 절화장은 여름 재배시 봄과 겨울에 재배한 장미에 비해 유의하게 짧았으며, 가을에 재배한 장미에 비해서도 절화장이 짧은 경향성을 나타냈다(Table 2). 두

Table 1. Effects of seasons on the cut flower characteristics of *Rosa hybrida* ‘Pink Beauty’ grown in glasshouse.

Season ^z	Flower stem length (cm)	Peduncle length (cm)	Stem diameter (mm)	Peduncle diameter (mm)	Flower width (mm)	Flower height (cm)	No. of leaves	Fresh weight (g)	No. of flower stems
Spring	62.2 ± 1.5 ^y a ^x	7.6 ± 0.2 b	7.0 ± 0.3 a	5.2 ± 0 a	26.5 ± 1.2 c	4.7 ± 0.1 a	10.6 ± 0.6 a	44.9 ± 2.4 a	4.1 ± 0.6 a
Summer	43.3 ± 1.5 c	6.8 ± 0.5 c	5.5 ± 0.2 c	4.1 ± 0.1 b	24.8 ± 0.7 d	6.2 ± 3.2 a	9.7 ± 0.3 a	25.2 ± 1.1 b	4.8 ± 0.4 a
Autumn	51.3 ± 1.5 b	8.2 ± 0.1 a	5.9 ± 0.4 bc	5.0 ± 0.1 a	37.6 ± 1.7 a	5.9 ± 0.1 a	8.4 ± 0.2 b	44.4 ± 5.2 a	4.9 ± 0.5 a
Winter	60.8 ± 0.8 a	8.4 ± 0.3 a	6.5 ± 0.7 ab	4.9 ± 0.4 a	30.4 ± 1.1 b	5.0 ± 0.1 a	10.8 ± 0.5 a	45.3 ± 4.6 a	4.4 ± 1.0 a
Significance	***	***	***	***	***	ns	***	***	ns

^zSpring: harvested in May~June 2021, Summer: harvested in July~Aug. 2021, Autumn: harvested in Oct.~Nov. 2021, and Winter: harvested in Feb.~Apr. 2021.

^yAverage ± standard deviation (n = 48).

^xMean Separation within columns by Duncan’s multiple ranges test at $p \leq 0.05$.

^{ns, ***}Nonsignificant or significant at $p \leq 0.001$, respectively.

Table 2. Effects of seasons on the cut flower characteristics of *Rosa hybrida* ‘Pink Shine’ grown in glasshouse.

Season ^z	Flower stem length (cm)	No. of florets per stem	Stem diameter (mm)	Flower width (mm)	Flower height (cm)	No. of leaves (ea)	Fresh weight (g)	No. of flower stems
Spring	62.0 ± 2.0 ^y a ^x	6.7 ± 0.2 a	6.1 ± 0.3 a	16.7 ± 0.1 b	2.7 ± 0.7 a	9.8 ± 0.1 a	49.8 ± 5.4 a	5.3 ± 1.0 a
Summer	50.9 ± 1.7 b	6.5 ± 0.4 a	5.0 ± 0.3 b	14.8 ± 0.4 c	2.0 ± 0.0 b	9.5 ± 0.2 ab	30.1 ± 3.2 b	4.8 ± 1.6 a
Autumn	53.6 ± 6.1 b	6.4 ± 1.3 a	5.9 ± 0.9 a	21.3 ± 1.1 a	2.7 ± 0.1 a	8.7 ± 0.6 c	59.4 ± 20.1 a	5.3 ± 0.8 a
Winter	60.9 ± 0.9 a	7.1 ± 0.1 a	6.1 ± 0.1 a	17.4 ± 0.3 b	2.3 ± 0.0 ab	9.0 ± 0.2 bc	52.7 ± 1.7 a	4.9 ± 1.1 a
Significance	***	ns	***	***	*	**	***	ns

^zSpring: harvested in May~Jun. 2021, Summer: harvested in Jul.~Aug. 2021, Autumn: harvested in Oct.~Nov. 2021, and Winter: harvested in Feb.~Apr. 2021.

^yAverage ± standard deviation (n = 48).

^xMean Separation within columns by Duncan’s multiple ranges test at $p \leq 0.05$.

^{ns, *, **, ***}Nonsignificant or significant at $p \leq 0.05, 0.01$ or 0.001 , respectively.

품종 모두 봄, 겨울에 절화장이 길었던 것은 겨울에 줄기 신장이 더 오랫동안 길게 이루어진다는 연구 결과(Plaut 등, 2006)와도 일치하였으며, 이는 최고 온도가 낮고 일적산광량이 적으면 부피 성장보다 길이 생장이 많아지기 때문으로 판단되었다(Cheong 등, 2012).

‘Pink Beauty’는 여름철 평균 화폭이 24.8mm로 다른 계절에 비해 유의하게 작았으나, 화고는 계절에 따른 통계적 유의성은 없었다(Table 1). ‘Pink Shine’도 여름철 화폭 14.8mm, 화고 2.0cm로 유의하게 작았다(Table 2). Kim 등(2020)은 여름철 절화장미 재배 시 ‘Flash Dance’, ‘Pink Yoyo’, ‘Super Sensation’의 화폭이 작아진다고 보고하였으며, 이는 겨울철에 화아분화가 더 오랜 기간 이루어지면서 최종 비대한 꽃눈 크기도 더 커지기 때문인 것으로 판단되었다(Plaut 등, 2006).

‘Pink Beauty’의 경경은 여름 재배 시 봄과 겨울에 재배한 장미에 비해 유의하게 작았다(Table 1). 가을에 재배한 장미의 경경과는 차이가 나지 않았다(Table 1). ‘Pink Shine’은 여름 재배 시 봄, 가을, 겨울에 재배한 장미의 경경보다 통계적으로 유의하게 적었다(Table 2). 장미의 여러 품질 요소 중 품질 등급에 가장 큰 영향을 미치는 절화장, 꽃 크기, 경경을 종합적으로 비교했을 때, 해당 연구에서는 봄, 겨울, 가을, 여름 순으로 절화 품질이 저하되는 것으로 판단되었다. 이는 가을철과 겨울철 절화 품질은 품종, 재배환경에 따라 차이가 있었으나 일반적으로 봄철 절화 장미의 품질이 가장 우수하고 여름철 절화 장미의 품질이 가장 낮았다는 여러 연구들과 일치하였다(Kim 등, 2020; Lee 등, 2020).

‘Pink Beauty’의 절화 수확량은 봄, 여름, 가을, 겨울 간 통계적으로 유의한 차이가 확인되지 않았다(Table 1). ‘Pink Shine’은 봄과 가을에 재배한 장미의 수확량이 여름과 겨울에 재배한 장미의 수확량과 차이가 없었다(Table 2). 일반적으로 일사량이 많아지는 여름철에는 눈 발생이 많아져 수확량이 늘어나고, 겨울철에는 눈 발생이 어려워 수확량이 감소한다(RDA, 2018). 본 실험에서 두 품종 모두 계절별로 수확량이 유의적인 차이를 보이지 않은 것은 식물체의 활력과 광 투과량 등 여러 요인이 있을 것으로 생각된다. 실험 재료가 생육 2년차로 목질화된 부위가 적고 활력이 좋아 전반적인 눈 발생 및 잎 전개 등 생육이 좋았다. 일반적인 절화 장미 장미 재식간격인 12-15cm보다 넓은 재식간격(20cm)으로 주간 간격이 넓어 눈이 발생하는 식물체 관부에 골고루 광이 투과되었다. 뿐만 아니라 온실 내부의 급격한 온도 상승을 막기 위해 사용한 차광 커튼(차광률 30%)이 광량이 증가하는 봄부터 늦여름까지 온실 내부로 투과되는 광량을 감소시켜 연중 수확량이 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않은 것으로 판단된다(Fig. 1).

2. 고온기 야간 냉방에 따른 온실 내부 온도 비교

장미의 재배 적온은 주간에는 24-27°C, 야간에는 15-18°C로 냉방 기준 온도를 주간과 야간에 별도로 설정해야 하나, 온실 제어 시스템 상 불가능해 야간 냉방 기준 온도인 18°C를 기준으로 설정해 가동하였다. 주간에는 온실 내부 복사열로 인한 온도 상승 등으로 온실 내부 온도가 20°C 이하로 떨어지지 않았다. 야간 냉방 시 온실 내부의 7-8월 평균 온도는 25.

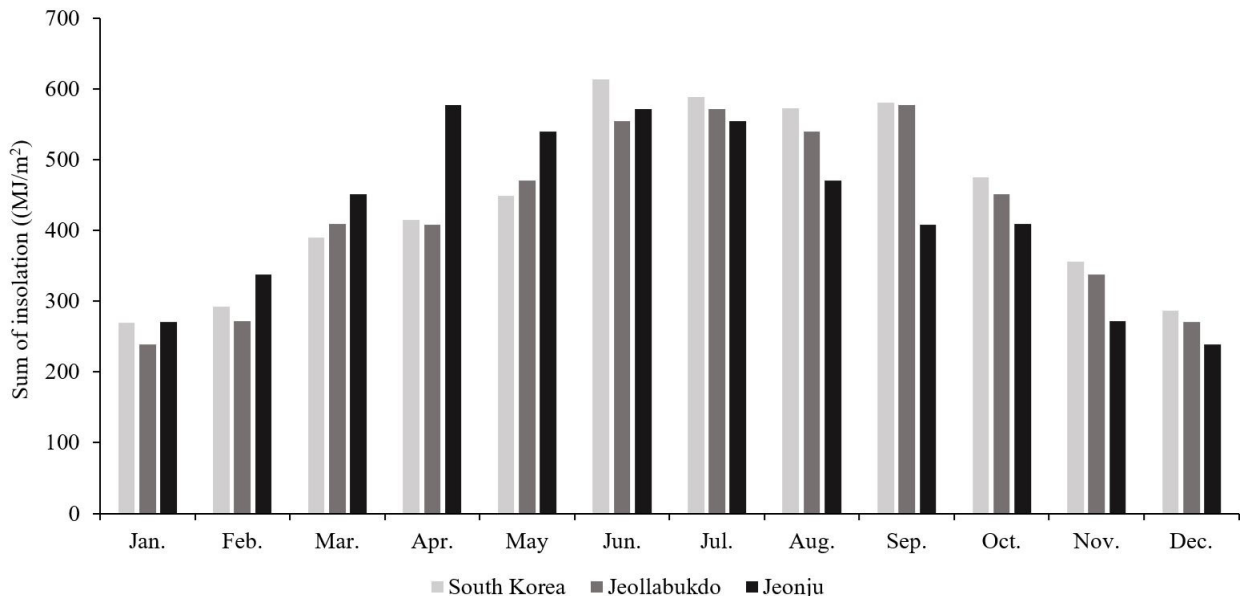


Fig. 1. Sum of insolation (MJ/m²) in South Korea, Jeollabukdo, and Jeonju from Jan. 2021 to Dec. 2021 (KMA, 2022).

0°C, 최저 온도는 19.4°C로 무처리 온실 내부의 7-8월 평균 온도는 27.6°C, 최저 온도는 22.5°C로 야간 냉방 시 온실 평균 온도는 2.6°C, 최저 온도는 3.1°C 낮은 것으로 확인되었다(Fig. 2). 배지의 온도를 비교했을 때, 야간 냉방 시 7-8월 배지 평균 온도는 23.7°C, 최저 온도는 20.4°C로 무처리구에 비해 각각 3.1°C, 3.5°C 낮았다(Fig. 3). 장미의 생육 적온은 주간에는 24-27°C, 야간에는 15-18°C로 여름철 야간 냉방 시에도 생육 적온으로 유지하기는 어려웠으나, 생육 적온에 가깝게 온도를 낮출 수 있었다. 9월 초부터는 야간 온도가 야간 냉방 기준 온도 이하로 떨어지는 경우가 많아 냉방기가 자주 가동되지 않아, 9-10월 야간 냉방 처리 시 온실 평균 온도는 25.0°C, 최저 온도는 19.4°C로 무처리 온실에 비해 평균 온도는 0.61°C, 최저 온도는 0.6°C 정도 낮게 측정되었다(Fig. 2와 Fig. 3). 차광 및 냉방 시스템에 따라 온실 내 온도 및 습도에 미치는 영향이 다르다고 보고되어 있다(Dayan 등, 2000). 본 실험 결과 히트펌프를 이용한 야간 냉방 시 온도 저감 효과는 Plaut 등(2006)이 히트펌프를 이용해 야간 냉방했을 때 온실

내부 온도, 잎과 꽃눈 온도를 야간 동안 약 3.0°C 저감하였다는 결과와 유사하였다.

3. 고온기 야간 냉방에 따른 절화 품질 비교

야간 냉방 시 ‘Pink Beauty’, ‘Ararat’, ‘Pink Shine’ 세 품종 모두 유의적으로 절화 품질이 개선되는 것으로 확인되었다. 대조구에 비해 야간냉방 시 ‘Pink Beauty’, ‘Ararat’, ‘Pink Shine’ 절화장이 각각 15, 11, 12% 길었으며 통계적으로 매우 유의했다(Table 3과 Table 4). 경경도 ‘Pink Beauty’, ‘Ararat’, ‘Pink Shine’에서 대조구에 비해 각각 11, 12, 23% 통계적으로 유의하게 증가하였다(Table 3과 Table 4). ‘Ararat’의 화고 증가가 통계적으로 유의하게 확인되었으나, 다른 품종에서 꽃 크기 관련 항목의 개선 효과는 확인되지 않았다(Table 3과 Table 4). 또한 화수장·화수 경경, 화폭과 화고, 꽃잎수 등은 품종에 따라 다르게 반응하였다.

절화 생체중은 야간 냉방 시 ‘Pink Beauty’, ‘Ararat’, ‘Pink Shine’ 각각 대조구에 비해 21.7, 30.7, 28.7% 컸으며 통계적

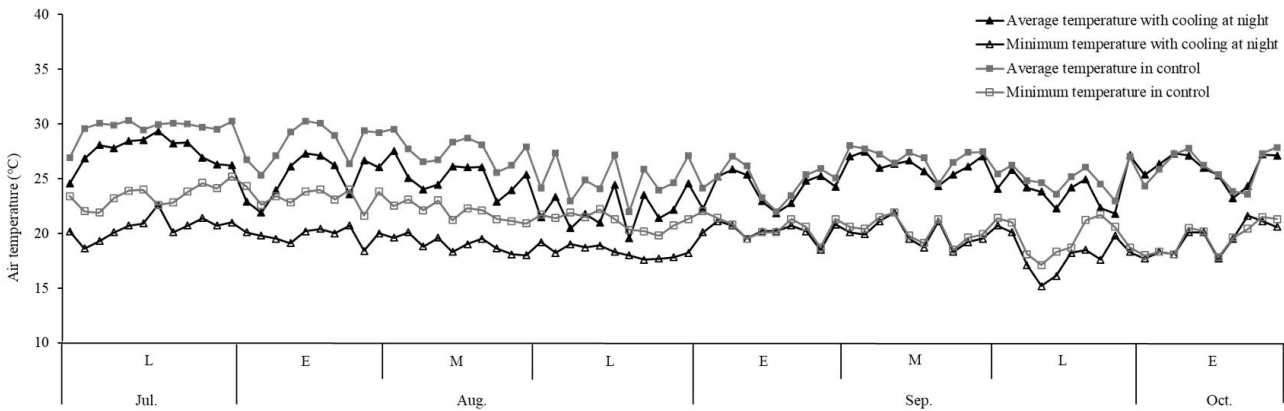


Fig. 2. Changes in air temperature with and without cooling at night in the glasshouse from Jul. 2022 to Oct. 2022.

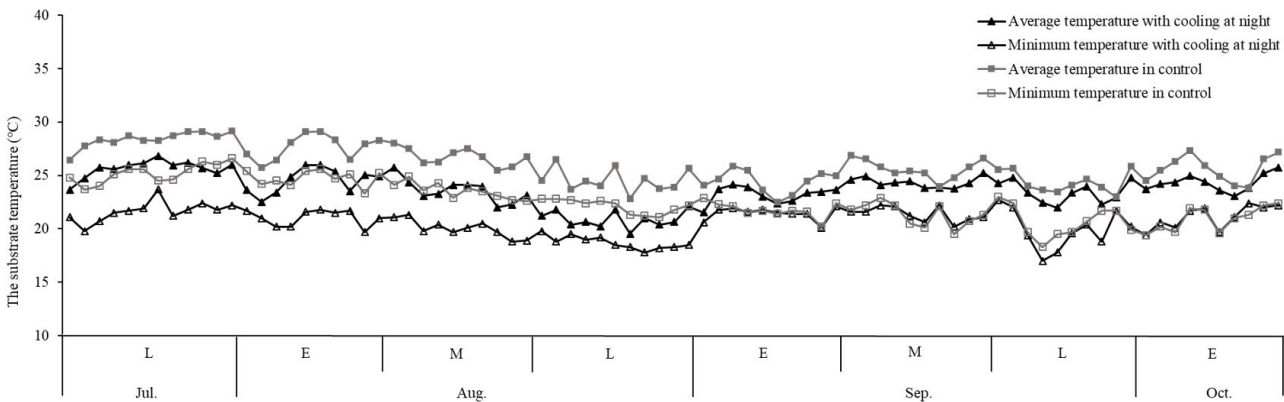


Fig. 3. Changes in the substrate temperature with and without cooling at night in the glasshouse from Jul. 2022 to Oct. 2022.

으로 매우 유의했다(Table 3과 Table 4). 야간 냉방을 한 경우 ‘Pink Beauty’와 ‘Pink Shine’은 대조구에 비해 엽수의 증가가 나타났지만 ‘Ararat’는 엽수는 차이가 없었다(Table 3과 Table 4). 엽수가 증가함에 따라 중간기에 식물체 전체의 광합성 및 동화산물의 증가한 반면 야간 냉방 시에는 호흡량이 감소되어 절화 생체중의 증가가 나타난 것으로 판단되었다. Ryan(1991)은 야간 온도가 높을 경우 잎의 호흡이 증가되어 잎 등 작물 체내의 탄수화물 함량을 감소시킨다고 보고한 바 있다.

국내 생산되는 절화 장미는 대부분 사계성으로 유년기가 약 6-8주로 짧으며(Devries, 1976; Foucher 등, 2008), 겨울철 최저온도 이상으로만 유지하면 휴면에 들어가지 않고 연중 개화가 가능하다. 최저 온도는 품종에 따라 다르지만, 일반적으로 야간 최저온도가 14°C 이하로 내려가지 않아야 연중 개화가 가능하다. 야간 최저온도의 범위가 15-18°C일 경우 1°C 내려갈 때마다 개화소요일수는 3일씩 길어진다고 하였다(RDA, 2018). Plaut 등(2006)이 여름철과 겨울철 화아 비대

속도를 비교한 결과, 온도가 낮은 겨울철에는 화아 비대에 더 많은 시간이 소요되었다. 이와 비슷하게 야간 냉방을 한 경우, 화아 비대에 더 많은 시간이 소요되었을 것으로 예상된다. 세 품종 모두 최종 화폭 및 화고가 야간 냉방 처리구와 대조구 간 큰 차이가 없었으며, 이를 적산온도와 유사한 개념으로 보아 스프레이 장미인 ‘Pink Shine’의 개화소요일수가 약 7.7일 증가한 것을 이해할 수 있다(Table 4). 다만 꽃눈 분화 및 발육은 계절 등 환경 요인뿐 아니라 품종의 영향도 많이 받기 때문에(RDA, 2018), 줄기에 한 개의 꽃봉오리를 가지는 스탠다드 장미인 ‘Pink Beauty’와 ‘Ararat’는 야간 냉방에 따른 개화소요일수 증가를 확인할 수 없었다(Table 5). ‘Pink Beauty’와 ‘Ararat’의 개화소요일수가 차이가 없는 것은 실험기간 동안 온실 내부의 야간 최저 평균온도가 무처리구 21.3°C, 야간 냉방구 19.4°C로 꽃눈 분화를 억제할 수 있는 기준온도보다는 상대적으로 높았기 때문으로 생각되었다. 절화 수확량은 세 품종 모두 처리 간 수치적 경향성이나 통계적 유의성을 보이지 않았다. 고온기 야간 냉방 시 절화 품질 및 수량을 종합적으

Table 3. Cut flower qualities of the rose (*Rosa hybrida* ‘Pink Beauty’ and ‘Ararat’) as affected by cooling at night in warm season.

Cultivar	Treatment	Days to flowering	Flower stem length (cm)	Panicle length (cm)	Stem diameter (mm)	Panicle diameter (mm)	Flower width (mm)	Flower height (cm)	No. of leaves	Fresh weight (g)	No. of flower stems
‘Pink Beauty’	Control	51.8 ± 1.7 ^z	56.2 ± 2.9	9.0 ± 0.4	5.7 ± 0.3	4.8 ± 0.2	29.8 ± 0.4	5.8 ± 1.1	10.7 ± 0.6	41.8 ± 1.9	1.9 ± 0.4
	Cooling at night	51.0 ± 3.5	64.7 ± 1.6	10.2 ± 0.5	6.3 ± 0.5	5.0 ± 0.3	30.7 ± 1.5	5.1 ± 0.1	11.5 ± 0.7	50.9 ± 5.6	2.1 ± 0.1
	t (p)	0.346 ^{ns}	-6.1068**	-4.6158**	-3.3938**	-1.5682 ^{ns}	-1.3938 ^{ns}	1.0192 ^{ns}	-2.475*	-3.8091**	-1.1588 ^{ns}
‘Ararat’	Control	56.2 ± 8.1	55.1 ± 0.8	9.5 ± 1.2	5.0 ± 0.3	4.6 ± 0.2	30.0 ± 1.3	4.2 ± 0.2	10.4 ± 1.4	36.2 ± 3.9	1.3 ± 0.2
	Cooling at night	58.0 ± 3.1	61.7 ± 3.7	10.4 ± 0.5	5.6 ± 0.5	4.9 ± 0.3	31.1 ± 1	4.5 ± 0.1	10.7 ± 0.9	47.3 ± 7.3	1.6 ± 0.1
	t (p)	-1.0725 ^{ns}	-3.4919**	-1.697 ^{ns}	-3.1656**	-2.0175*	-1.48 ^{ns}	-2.7507**	-0.89766 ^{ns}	-4.4029**	-1.6149 ^{ns}

^zAverage ± standard deviation (n = 48).

^{ns}, *, **Nonsignificant or significant at p ≤ 0.05 or 0.01, respectively.

Table 4. Cut flower qualities of the rose (*Rosa hybrida* ‘Pink Shine’) as affected by cooling at night in warm season.

Cultivar	Treatment	Days to flowering	Flower stem length (cm)	No. of florets per stem	Stem diameter (mm)	Flower width (mm)	Flower height (cm)	No. of leaves	Fresh weight (g)	No. of flower stems
‘Pink Shine’	Control	50.4 ± 3.8 ^z	61.0 ± 2.1	6.7 ± 0.3	5.7 ± 0.3	16.7 ± 0.9	2.4 ± 0.1	9.3 ± 0.3	48.8 ± 4.7	1.6 ± 0.2
	Cooling at night	58.1 ± 5.4	68.2 ± 2.6	7.4 ± 0.9	7.0 ± 0.9	17.2 ± 0.1	2.5 ± 0.2	10.5 ± 0.8	62.8 ± 11.3	1.4 ± 0.1
	t (p)	-3.0919**	-4.4025**	-1.9697 ^{ns}	-2.2727*	-1.1183 ^{ns}	-1.651 ^{ns}	-3.1303**	-3.7502**	0.78554 ^{ns}

^zAverage ± standard deviation (n = 48).

^{ns}, *, **Nonsignificant or significant at p ≤ 0.05 or 0.01, respectively.

로 비교한 결과 세 품종 모두 야간 냉방 시 절화장, 경경, 생체중 등 주요 항목이 통계적으로 유의하게 개선되었다. 고온기 야간 냉방이 여름철 절화 장미의 품질 및 생육 저하 문제 해결에 도움이 될 것으로 기대된다.

적 요

장미는 전세계적으로 가장 많이 생산되는 화종 중 하나로, 절화 장미는 시설 내부에서 연중 생산된다. 최근 여름철 시설 내부 온도 상승으로 인해 절화장 단축 등 절화 장미의 품질 저하가 심각하게 발생하고 있다. 본 연구는 계절별 절화 품질 및 수량을 비교하여 여름철 생산된 절화 장미의 품질 특성을 파악하고, 고온기 야간 냉방을 통한 온도 하강 효과와 여름철 절화 품질 개선 효과를 검증하고자 수행하였다. ‘Pink Beauty’은 여름철 절화장, 화수장, 경경, 화수경경, 화폭, 생체중 등이 통계적으로 유의하게 저하되었으며, ‘Pink Shine’은 여름철 절화장, 경경, 화폭 및 화고, 생체중이 통계적으로 유의하게 저하되었다. 고온기 야간 냉방을 수행한 결과, 7-8월 온실 내부 평균 온도는 약 2.5°C 저하되었으며, 배지 평균 온도는 약 3.0°C 감소되었다. 고온기 야간 냉방 시 절화 품질 및 수량을 비교한 결과 세 품종 모두 야간 냉방 시 절화장, 생체중, 경경 등 절화 품질이 향상되었다. 이를 통해 고온기 야간 냉방이 여름철 절화 장미의 품질 저하 문제 해결에 도움이 될 것으로 기대된다.

추가 주제어: 경경, 생체중, 온실, 절화장, 절화 장미

사 사

본 연구는 2022년 농촌진흥청 국립원예특작과학원 공동 연구사업(과제번호: PJ015014022022)의 지원에 의해 이루어진 것임.

Literature Cited

- Cheong D.C., C.H. Choi, H.C. Lim, Y.J. Song, J.M. Kim, and J.J. Lee 2012, Cut flower productivity of new bred spray rose cultivars as affected by environmental control of cultivation facilities in Korea. *Flower Res J* 20:187-192. (in Korean) doi:10.11623/frj.2012.20.4.187
- Chon Y.S., S.H. Ha, K.J. Jeong, K.O. Choi, and J.G. Yun 2013, Effect of mist treatment on the growth and quality of cut rose ‘Hanmaum’ during Summer. *Hortic Sci Technol* 31:538-543. (in Korean) doi:10.7235/hort.2013.13049
- Dayan E., M. Fuchs, Z. Plaut, E. Presnov, A. Grava, E. Matan, A. Solphoy, U. Mugira, and N. Pines 2000, Cooling of roses in greenhouses. *Acta Hort* 534:351-360. doi:10.17660/ActaHortic.2000.534.41
- Dayan E., Z. Plaut, E. Presnov, and A. Grava 2005, Long term production of rose flowers in the greenhouse under different cooling methods: I. Energy balance, flower yield and quality. *Eur J Hort Sci* 70:257-264.
- Devries D.P. 1976, Juvenility in hybrid tea-roses. *Euphytica* 25:321-328.
- Foucher F., M. Chevalier, C. Corre, V. Soufflet-Freslon, F. Legeai, and L.H-S. Oyant 2008, New resources for studying the rose flowering process. *Genome* 51:827-837. doi:10.1139/G08-067
- Kim H.K., S.I. Oh, and A.K. Lee 2020, Quality of cut spray roses grown in a seasonal cultivation environment of a smart farm in Honam, Korea. *Flower Res J* 28:285-293. (in Korean) doi:10.11623/frj.2020.28.4.07
- Kim M.K., G.S. Kim, and S.W. Nam 2001, Efficient application of greenhouse cooling systems. Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries, Gwacheon, Korea, pp 28-118. (in Korean)
- Korea Meteorological Administration (KMA) database 2022, KMA. <https://data.kma.go.kr/cmmn/main.do>. Accessed 7 August 2022
- Lee H.J., Y.B. Lee, and J.H. Bae 2004, Effects of root zone temperature on the growth and quality of single-stemmed rose in cutted rose production factory. *J Bio-Env Con* 13:266-270. (in Korean)
- Lee H.W., and Y.S. Kim 2011, Application of low pressure fogging system for commercial tomato greenhouse cooling. *J Bio-Env Con* 20:1-7. (in Korean)
- Lee J.H., J.W. Yoon, S.I. Oh, and A.K. Lee 2020, Relationship between cultivation environment and postharvest quality of cut rose ‘Lovely Lydia’. *Hortic Sci Technol* 38:263-270. (in Korean) doi:10.7235/HORT.20200025
- Lee J.S., Y.H. Kim, B.Y. Ryu, and H.S. Noh 2000, Growth and flowering of flower crops as affected by temperature dropping methods used in the experimental plastic house for summer culture. *J Korean Soc Hortic Sci* 41:301-304. (in Korean)
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MARFA) 2021, Statistics for floricultural industry in 2020. MAFRA, Sejong, Korea. (in Korean)
- Mortensen L.M., and T. Fjeld 1998, Effects of air humidity, lighting period and lamp type on growth and vase life of roses. *Sci Hort* 73:229-237. doi:10.1016/S0304-4238(98)00075-2
- Nam S.W., K.S. Kim, and G.A. Giacomelli 2005, Improvement of cooling efficiency in greenhouse fog system using the dehumidifier. *J Bio-Env Con* 14:29-37. (in Korean)
- Park S.H., J.P. Moon, J.K. Kim, and S.H. Kim 2020, Development of fog cooling control system and cooling effect in greenhouse.

- Protected Hort Plant Fac 29:265-276. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2020.29.3.265
- Plaut Z., Dayan E., Grava A., Presnov E., Matan E., and F. Liu 2006, Long term production of rose flowers in the greenhouse under different cooling methods: II. Responses of the flower bud. *Eur J Hort Sci* 71:7-14.
- Rural Development Administration (RDA) 2003, Manual for agricultural investigation. RDA, Suwon, Korea. (in Korean)
- Rural Development Administration (RDA) 2018, Rose. RDA, Jeonju, Korea. (in Korean)
- Rural Development Administration (RDA) 2019, Survey report on climate change in agriculture. RDA, Jeonju, Korea. (in Korean)
- Ryan M.G. 1991, Effects of climate change on plant respiration. *Ecol Appl* 1:157-167.
- Seo J.H. 2014, Analysis on color change by seasonal in greenhouse cut rose. *J Korean Soc Color Stud* 25:126-131.
- Sethi V.P., and S.K. Sharma 2007, Survey of cooling technologies for worldwide agricultural greenhouse applications. *Sol Energy* 81:1447-1459. doi:10.1016/j.solener.2007.03.004
- Yeo K.H., S.H. Park, I.H. Yu, H.J. Lee, S.H. Wi, M.C. Cho, W.M. Lee, and Y.C. Huh 2021, Cultivation demonstration of paprika (*Capsicum annuum* L.) cultivars using the large single-span plastic greenhouse to overcome high temperature in South Korea. *J Bio-Env Con* 30:429-440. (in Korean) doi:10.12791/KSBEC.2021.30.4.429
- Yun J.W., D.S. Lee, and S.S. Kim 2020, Analysis on productivity and efficiency of greenhouse rose farming. *J Kor Acad-Ind Coop Soc* 21:532-542. (in Korean) doi:10.5762/KAIS.2020.21.11.532