

여름철 파프리카 수경재배 시 시설 내 포그냉방이 생육 및 수량에 미치는 영향

이한철* · 최경이 · 여경환 · 조명환 · 조일환

국립특작원예과학원 시설원예연구소

Effect of Fog-cooling on the Growth and Yield of Hydroponic Paprika in Grown Summer Season

Han Cheol Rhee*, Gyoeng Lee Choi, Kyung Hwan Yeo, Myeung Whan Cho, and Ill Whan Cho

Protected Horticulture Research, NIHHS, RDA, Haman 637-812, Korea

Abstract. This study was conducted to evaluate the effects of the fog-cooling system on the growth and yield characteristics of two large-fruited paprika cultivars during summer cultivation season. The temperature inside the greenhouse equipped with fog-cooling system was 2-3°C lower than that in the control. The results of study show the possibilities of maintaining indoor temperatures below 35°C and relative humidity at the level of 80% using fog-cooling system during hot seasons of the year. Plant height, fruit weight and number of fruits per plant were higher for both cultivars in the fog-cooling treatment compared to those in control. Mean fruit weight and yield per unit area were higher in the fog-cooling treatment than those in the control. However there were no significant differences in sugar content, flesh thickness and locule number of fruits due to fog-cooling system. Number of fruits with epidermal cracking was decreased in the fog-cooling system for both paprika cultivars. Mineral contents of plants such as nitrogen (N), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), were not affected due to fog-cooling treatment.

Additional key words : FDR, flesh thickness, mineral content, sugar content

서 론

파프리카는 1996년부터 국내에서 본격적으로 재배가 시작되어 채소작물 최고의 수출효자 품목으로 자리를 잡고 있다. 파프리카는 일반적으로 겨울부터 이듬해 6월까지 수확하는 작형이 일반적이거나 일부 고랭지에서 4월에 정식하여 8-11월에 생산하는 여름작형이 이루어지고 있는데 생산량은 겨울작형의 60~70%에 불과하다(Won 등, 2009).

우리나라의 주요 수출국인 일본에서는 여름에 생산되는 한국산 물량이 부족하여 네덜란드에서 비싼 가격으로 수입하고 있는 실정이므로 수출촉진을 위해서는 여름작형의 안정생산 기술개발이 절실히 요구된다. 여름재배는 고랭지 재배가 유리하나 위도가 낮은 평지에서도 시설 내 온도, 습도 등 환경조절에 의하여 재배가 가능하다(Rhee 등, 2010). 여름철 한낮에 온실 안의 기온은 외기 온 보다 5°C 이상 높아지는데, 대다수 작물의 생육한계

기온인 35°C 이상인 날이 많아 온실에서 정상적인 작물 재배가 곤란하다. 그리고 고온기에는 착과가 어렵고, 착과가 되어도 과실의 비대발육 부족(Cho 등, 2009)으로 상품과의 생산이 저조하다. 또한 여름철 고온 조건에서는 배꼽썩음과, 일소과, 과병무름증 등 생리장해(Saure, 2000; Lee 등, 2005; Yu 등, 2006; Rhee 등, 2010)가 많아 시설 내 온도를 조절하는 연구가 요구된다.

여름철의 시설내 고온을 극복하기 위해 팬 엔드 패드, 에어컨과 같은 냉방장치의 도입은 냉방효율은 좋으나 설치비와 전기료가 너무 높아져서 경제성이 없다(Arbel 등, 1999; Kitta 등, 2003). 그리고 시설내 고온을 제습없이 설정온도로 제어하는 방식은 실내습도가 높아져 90%이상 되면 곰팡이병 등의 발생 원인이 되고(Nam과 Kim, 2005; Yu 등, 2006), 포그냉방 시스템을 설치하여도 환기율이 분당 0.3회 이하인 경우는 냉방효과가 거의 없다고(Kim 등, 2001) 한다.

따라서 최근에 흡습식 제습장치나 열교환기 방식을 이용하여 제습하면서 냉방효율을 높이는 포그냉방 시스템에 관련된 연구가 많이 이루어지고 있으며(Yu 등, 2002; Nam 등, 2012) 냉방효율의 향상 효과가 있는 것으로 보

*Corresponding author: rheehc@korea.kr

*Received July 23, 2015; Revised August 30, 2015;

*Accepted September 21, 2015

고되고(Nam 등, 2013; Nam 등, 2014) 있다. 본 연구에 서는 최근에 개발된 포그냉방 시스템을 도입하여 여름철 파프리카 수경재배에 적용코자 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험은 2012년부터 2013년까지 2년 동안 부산에 있는 시설원예시험장 파프리카재배용 비닐하우스(측고 5.4, 폭 8.0, 동고 7.4m)에서 수행되었다. 실험 재료는 ‘Cupra’(Enza Zaden, The Netherlands, 빨간색) 및 ‘Piesta’(Enza Zaden, The Netherlands, 노란색) 품종이 사용되었다. 두 품종은 3월 1일에 파종하여 본엽 6~7매, 첫 꽃이 생성된 시기인 4월 15일에 정식하였다. 코이어(분말 1, 섬유 1) 슬라브(7.5 × 15 × 100cm)에 3주씩 정식하였고 배양액은 네덜란드 PBG(비순환식)을 사용하였다. 공급 양액의 EC는 정식 후 2.0~2.3dS·m⁻¹ 였고 착과 후에는 EC 3.0~3.2dS·m⁻¹ 였으며, 배지 내 EC는 4.5dS·m⁻¹ 내외 그리고 pH는 6.0 내외가 되게 관리하였다. 포그냉방 처리는 시설 내 냉방 및 습도조절을 위하여 포그장치 설치를 위하여 주간에 포그 개시점 온도를 최고 30°C, 실내습도 80%로 설정하여 관리하였다. 포그 시스템은 스테인레스 노즐(직경 3mm)을 온실측면에 양방향으로 설치하여 고압분무기(30~35kgf/cm³)와 연결하고 분무 사이클은 on(60초)/off(30초) 방식으로 설정하였다(Nam 등, 2013). 온도 센서는 통풍이 잘되고 직사광선이 차단되며, 부유 또는 낙하하는 포그 입자가 직접 닿지 않도록 가리개를 설치하여 온실중간에 고정하였다. 냉방효율을 높이기 위하여 하우스 상부에 3m 간격으로 환기팬(40m³/min)을 달아 포그냉방과 동시에 환기팬을 가동하였다. 배지 내 수분은 FDR 센서(미래센서 Co, Ltd Korea)를 데이터 로거(CR10x, campbell Co. Ltd USA)에 연결하여 측정하고 오전 7시부터 오후 4시까지 제어하였다. 주요재배는 파프리카 수경재배법에 준하였고 생육 및 열과 발생률 등은 처리당 3반복으로 10주씩 조사하였다. 과실

의 품질을 조사하기 위해 수확후 처리 당 10개씩 3반복으로 채취하여 과육 및 과피 두께를 측정하고 당도계로 과실의 고형물함량을 조사하였다.

무기양분함량 분석을 위하여 수확 후 식물체를 10주씩 3반복으로 채취하여 80°C 건조기에서 32시간 건조하였다. 시료 10g을 칭량하여 침출한 후 질소는 간이 증류법으로 분석하였으며, 인산은 Vanadate법으로 비색계(UV/VIS spectrophotometer, Lambda 18, Perkin Elmer)를 이용하여 측정하였다. 그리고 K, Ca 및 Mg 함량은 ternary solution으로 분해한 후 원자흡광 분광광도계(atomic absorption spectrophotometer 3300, Perkin Elmer)로 분석하였다. 실험구는 완전임의배치법으로 하였고 실험결과는 SAS 프로그램(SAS, 9.2, Institute Inc, USA)을 사용하여 ANOVA 분석하고 Duncan의 다중비교(DMRT)로 유의성 검정을 하였다.

결과 및 고찰

Fig. 1은 6월 24일에서 7월 17일까지 시설 내 포그냉방 처리에 따른 온도와 습도의 변화를 나타낸 것이다. 오전 9시부터 오후 4시까지의 시설내 온도변화는 포그냉방 처리구가 무처리에 비해 2~3°C 낮았으며 최고 온도가 35°C이하로 유지되었다.

실내온도는 포그냉방을 하지 않은 오전 7시까지는 두 처리 모두 22°C로 유지되었으나 이후 오전 9시까지 높아졌다. 9시부터 포그냉방 처리구는 오후 5시까지 28~33°C 유지되었으나 무처리구는 28~36°C까지 높아졌다. Kwon 등(2012)은 멜론의 포그냉방 시험에서 무처리보다 실내온도를 3~5°C의 강하하는 효과가 있는 것으로 보고하였는데 이러한 결과는 단위면적당 포그노즐의 설치 개수에 따라 달라질 것으로 판단된다. 또한 포그냉방 처리구의 습도가 무처리에 비하여 10~20% 정도 높게 유지된 것이 냉방효율을 낮게 하였을 것으로 보는데, 이것은 자연환기 온실에서 제습기를 이용하여 시설내 제습을 하

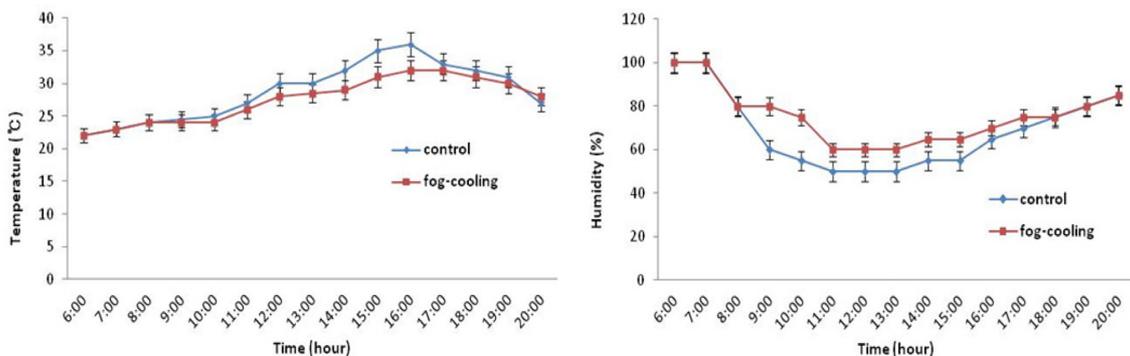


Fig. 1. Diurnal changes in greenhouse air temperature and relative humidity due to fog-cooling system (2015. 06.24 - 07.17).

면 포그 냉방 효율을 높일 수 있다는 보고(Nam과 Kim, 2005)와 측창을 50~100% 개폐하면 0.4~0.8°C의 온도 강하에 효과적이라는 보고(Kim 등, 2011)가 이러한 추측을 뒷받침한다. 그리고 시설내 상대습도는 포그냉방을 하지 않은 오전 7시까지 두 처리 모두 100%로 유지되었으나 그 후 오전 9시까지 80%로 낮아졌다. 두 처리 모두 오전 7시까지 100%의 습도가 유지된 것은 측창을 닫아 놓은 것과 그 이후 측창을 열어 낮아진 것이 원인으로 생각된다. 9시부터 포그냉방 처리구는 오후 11시까지 60%로 낮아지고 그 이후 증가하였으나 무처리구는 40%로 낮아졌으며 이후 증가속도는 포그냉방 처리구보다 늦었다. 하우스내 포그냉방 시간동안 습도는 포그냉방 처리구가 무처리구보다 상대습도가 10~20% 정도 높게 유지되었다. 그 후 두 처리 모두 실내습도가 높아져 오후 4시에는 60%에서 지속적으로 증가하여 오후 6시 이후에는 80%를 유지되었다. Kim 등(2001)은 포그냉방 시험에서 분당 환기횟수가 평균 0.77회, 분무수량이 2,009g 일 때 온실 내부의 기온이 31°C로 외부기온과 거의 같게 나타났으며, 분당 환기횟수가 평균 0.26회, 분무수량이 1.256g인 경우 무냉방 온실의 기온과 비슷한 37.1°C였다고 한다. 따라서 온실내 포그냉방 효과는 관

수량, 포그시간 등 포그 방법과 온실내 측창개폐 유무, 환기순환 등 시설내 상대습도 등과 밀접한 관계가 있는 것으로 추측된다.

Table 1은 시설내 포그냉방 처리에 의한 파프리카의 생육을 나타낸 것이다.

초장은 두 품종 모두 포그냉방 처리구가 무처리에 비해 길었다. 엽장과 엽폭은 포그냉방 처리구에서 길고 넓었으며 엽수도 많은 경향이였다. 포그냉방 처리구에서 초장, 엽수 등 생육이 양호한 것은 시설 내 온도의 하강 효과에 기인한 것으로 판단되었다. 일반적으로 파프리카 재배시 착과기 생육적온이 25°C 전후임을(Choi 등, 2004; Rhee 등, 2010) 미루어 볼 때, 포그냉방 처리구가 파프리카의 생육에 유리했을 것이라고 본다. Choi 등(2004)은 파프리카 재배시 시설 내 34°C의 고온에서 이산화탄소의 농도가 저하한다고 하였고, Moon 등(1999)은 오이의 유효기에 43°C의 고온에 24시간 처리하면 광합성 속도가 49% 감소하였다고 하였다. Walker 등(1983)은 식물의 광합성 최적온도 범위 15~25°C보다 높은 경우, 광 호흡량이 급격히 증가하여 광합성 속도가 떨어진다고 하였다. 따라서 무처리의 시설내 온도상승은 양분흡수의 불균형과 식물체의 호흡량 증가로 광합성 속

Table 1. Effect of fog-cooling treatment on the plant height, leaf length, leaf height and number of leaves of hydroponic paprika cultivars grown in summer season.

Cultivars (A)	Treatment (B)	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf height (cm)	No of leaves (no/plant)
Cupra	Fog-cooling	153.5 a ^c	18.4 a	12.4 a	23.2 a
	Control	150.0 b	16.2 b	11.8 b	21.8 b
Piesta	Fog-cooling	152.5 a	18.6 a	11.9 a	22.1 a
	Control	149.2 b	16.3 b	11.6 a	19.3.6 b
Significance ^y	Cultivar (A)	**	**	**	*
	Treatment (B)	**	**	**	**
	A × B	*	*	*	NS

^aMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^yProbability of significant F values : NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at = 0.05, 0.01, 0.001.

Table 2. Effect of fog-cooling treatment on the yield characteristics of hydroponic paprika cultivars grown in summer season.

Cultivars (A)	Treatment (B)	Fruit weight (g)	No of fruit per plant	Fruit weight per plant (g)	Yield (kg/10a)
Cupra	Fog-cooling	160.5 a ^z	18.4 a	1842.4 a	6,027 a
	Control	149.0 b	11.2 b	1666.8 b	5,000 b
Piesta	Fog-cooling	158.1 a	18.3 a	1596.8 a	5,890 a
	Control	146.8 b	10.1 b	1484.9 b	4,455 b
Significance ^y	Cultivar (A)	**	**	**	***
	Treatment (B)	***	***	***	***
	A B	**	**	**	NS

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^yProbability of significant F values : NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at = 0.05, 0.01, 0.001.

도의 저하(Aljibury와 May, 1970)로 생육이 억제된 것으로 추측된다.

Table 2는 시설내 포그냉방 처리구에 의한 수량구성요소 및 수량을 나타낸 것이다. 평균과중은 두 품종 모두 포그냉방 처리구가 158~160g으로 무처리보다 무거웠으며 주당 착과수는 'Cupra', 'Piesta' 모두 포그냉방 처리구가 각각 18.4, 18.3개로 무처리에 비해 7~8개 많았다.

상품수량은 'Cupra', 'Piesta' 두 품종 모두 포그냉방 처리구가 각각 6,027, 5,890kg/10a으로 무처리에 비해 유의적으로 많았다. 무처리는 포그냉방 처리구에 비해 생육이 억제되어 평균과중이 작고(Hayata 등, 1998; An 등, 2009), 주당 착과수가 적었으며 그 결과 10a당 상품수량이 감소하였다. 이러한 결과는 파프리카 온도처리 시험에서 28°C에서는 생육에 문제가 없었으나 34°C에서는 고온다습으로 인하여 평균과중이 낮아 총수량이 감소하였다는 보고(Choi 등, 2004)와 일치하였다. 포그냉방 처리구의 주당 착과수가 많은 것은 식물체의 수분 스트레스가 적어 열과 등의 생리장해가 적은 것(Fig. 2)에 기인된 것으로 판단되었다.

Table 3은 시설내 포그냉방 처리에 의한 과실의 품질을 나타낸 것이다. 과장 및 과폭은 두 품종에서 처리간

에 통계적인 유의차가 없었으며 지방수 및 과육두께도 같은 경향이었다. 처리에 관계없이 지방수는 'Cupra', 'Piesta'는 평균 3.0~3.3개였고 과육의 두께는 8.3~9.2mm로 나타났다. 과실의 당도는 처리간에 차이가 없었으나 'Cupra', 'Piesta' 두 품종 모두 5~6°Bx 정도였다.

Fig 2는 시설내 포그냉방 처리에 의한 과실의 열과 발

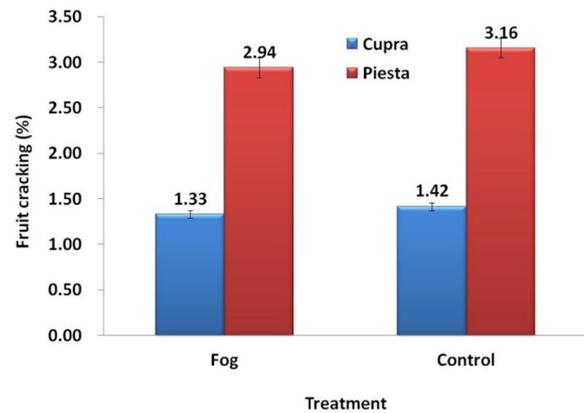


Fig. 2. Effect of fog-cooling treatment on the incidence of fruit epidermal cracking in two hydroponic paprika cultivars grown in summer season.

Table 3. Effect of fog-cooling treatment on the fruit quality characteristics of hydroponic paprika cultivars grown in summer season.

Cultivars (A)	Treatment (B)	Fruit width (mm)	Fruit height (mm)	No of locule	Flesh thickness (mm)	Sugar content (°Bx)
Cupra	Fog-cooling	81.7 a ^z	93.2 a	3.3 a	8.6 a	6.1 a
	Control	83.3 a	94.3 a	3.1 a	8.3 a	6.4 a
Piesta	Fog-cooling	87.7 a	95.5 a	3.3 a	9.2 a	5.3 a
	Control	83.3 a	98.6 a	3.0 a	8.5 a	5.7 a
Significance ^y	Cultivar (A)	**	**	**	***	**
	Treatment (B)	NS	NS	NS	NS	NS
	A B	*	*	*	NS	*

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^yProbability of significant F values : NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at = 0.05, 0.01, 0.001.

Table 4. Effect of fog-cooling treatment on the mineral content of hydroponic paprika plants grown in summer season.

Cultivars (A)	Treatment (B)	T-N	P	Ca	Mg	K	Na
		----- (%) -----					
Cupra	Fog-cooling	2.25 a ^z	1.14 a	0.26 a	0.29 a	4.79 a	0.04 a
	Control	2.24 a	1.11 a	0.21 a	0.27 a	4.57 a	0.04 a
Piesta	Fog-cooling	2.22 a	1.18 a	0.25 a	0.33 a	4.67 a	0.04 a
	Control	2.27 a	1.22 a	0.18 a	0.33 a	4.80 a	0.04 a
Significance ^y	Cultivar (A)	**	**	**	***	**	**
	Treatment (B)	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	A B	NS	NS	*	NS	NS	NS

^zMean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

^yProbability of significant F values : NS, *, **, *** Nonsignificant or significant at = 0.05, 0.01, 0.001.

생률을 나타낸 것이다. 열과율은 포그냉방 처리구가 무처리보다 낮았으며 품종 간 경향은 같았다. ‘Cupra’, ‘Piesta’ 두 품종 모두 포그냉방 처리구가 각각 1.3, 2.9%로 무처리에 0.1~0.2%정도 낮았다.

Table 4는 시설내 포그냉방 처리에 의한 식물체의 수확 후 무기양분함량을 나타낸 것이다. 두 품종 모두 식물체의 질소 및 칼륨, 칼슘 마그네슘 등 무기양분의 함량은 처리간에 유의차가 없었다. 질소의 함량은 두 품종 모두 2.22~2.27% 정도였으며 인산은 0.11~1.22%, 칼슘은 0.18~0.26%, 마그네슘은 0.27~0.33% 함유하고 있었다. 칼륨은 4.57~4.80% 정도 함유하고 있었다.

이상의 결과에서 여름철 파프리카 코이어 배지경에서 포그에 의한 냉방을 하면 시설내 평균온도를 무처리에 비해 2~3°C 낮추고, 최고온도를 35°C이하로, 그리고 실내습도도 80% 내외로 유지할 수가 있어 품종에 관계없이 재배가 가능한 것으로 판단되었다.

적 요

여름철에 파프리카 코이어 배지경에서 ‘Cupra’, ‘Piesta’ 2품종을 공시하여 시설 내 포그냉방 효과에 의한 파프리카 생육을 검토코자 하였다. 시설 내 포그 냉방처리를 통해 무처리보다 온실 내의 온도가 2~3°C 낮았으며 최고온도를 35°C이하로, 그리고 실내습도도 80% 내외로 유지할 수가 있었다. 초장, 엽수 등 생육은 포그냉방 처리구가 무처리에 비해 양호하였다. 평균과중은 두 품종 모두 포그냉방 처리구에서 158~160g으로 무처리보다 무거웠고, 주당 착과수는 ‘Cupra’, ‘Piesta’ 모두 포그냉방 처리구가 각각 18.4, 18.3개로 무처리에 비해 7~8개 많았다. 상품수량은 ‘Cupra’, ‘Piesta’ 두 품종 모두 포그냉방 처리구가 각각 6,027, 5,890kg/10a으로 무처리에 비해 유의적으로 많았다. 과실의 당도는 처리간에 차이가 없었으며 ‘Cupra’, ‘Piesta’ 두 품종 모두 5~6°Bx 였으며 과육의 두께는 포그냉방 처리 효과가 없었다. 과실의 열과 발생률은 포그냉방 처리구가 낮았으며 품종 간에는 차이가 없었다.

이상의 결과에서 여름철 파프리카 수경재배시 포그냉방으로 시설내 온도의 강하와 습도조절이 가능하였으며 그에 따른 결과, 생육이 양호하며 과실의 품질 또한 좋아짐을 알 수 있었다.

추가 주제어: FDR, 과육두께, 무기염 농도, 당도

사 사

본 연구는 농촌진흥청 공동연구과제(과제번호 PJ008404)로 수행되었다.

Literature Cited

- Aljibury, F.K. and D. May. 1970. Irrigation schedules and production of processing tomatoes on the Sun Joaquin Valley Westside. Calif. Agr. 24(8):10-11.
- An, C.G., Y.H. Hwang, G.M. Shon, C.S. Lim, J.L. Cho, and B.R. Jeong. 2009. Effect of irrigation amount in rockwool and cocopeat substrates on growth and fruiting of sweet pepper during fruiting period. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 27(2):233-238.
- Arbel, A., O. Yekutieli, and M. Brak. 1999. Performance of a fog system for cooling greenhouse. J. Agric. Engng Res. 72:129-136.
- Cho, I.H., W.M. Lee, K.B. Kwan, Y.H. Woo, and K.H. Lee. 2009. Stable production technique of Paprika (*Capsicum annuum* L.) by hydrogen peroxide treatment at summer. J. Bio-Env. Con. 18(3):297-301.
- Choi, Y.H., J.K. Kwon, J.H. Lee, N.J. Kang, and M.W. Cho. 2004. Effect of night and daytime temperatures on growth and yield of paprika ‘Fiesta’ and ‘Jubilee’. J. of Bio-Environment Control. 13(4):226-232.
- Hayata, Y., T. Tabe, S. Kondo, and K. Inoue. 1998. The effects of water stress on the growth, sugar and nitrogen content of cherry tomato fruit. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65:759-766.
- Kim, M.G., G.S. Kim and H.J. Kwon. 2001. The cooling effect of fog cooling system as affected by air exchange rate in natural ventilation greenhouse. J. of Bio-Environment Control. 10(1):10-14.
- Kim, Y.B., H.S. Seong, N.G. Yun, S.Y. Lee, and S.J. Whang. 2011. Effects of the open level of the side window on the control of the temperature and relative humidity in the fog cooling greenhouse. Agriculture & Life Science 45(6):265-278.
- Kittas, C., T. Bartzanas, and A. Jaffrin. 2003. Temperature gradients in a partially shaded large greenhouse equipped with evaporative cooling pads. Biosystems Engineering 85(1):87-94.
- Kwon, J.G., G.S. Park, H.G. Choi, and N.G. Yun. 2012. Effect of fog cooling and air circulation fan on fruit quality of summer grown melon. Kor. J. Hort. Sci. Technol. 30(1):80.
- Lee, J.P., J.H. Lee, D.J. Myung, S.D. Lee, and B. Hellemans. 2005. Glasshouse environments and paprika production technology. Sion Publication. p. 117-120.
- Moon, J.H., K.D. Ko, and S.G. Lee. 1999. Effect of CO₂ supply on reduction of stress by low high temperature in cucumber seedlings. Res. Rept. NHRI. 120-122.(in Korean).
- Nam, S.W. and Y.S. Kim. 2005. Improvement of cooling efficiency in greenhouse fog system using the dehumidifier. J. of Bio-Environment Control. 14(1):29-37.
- Nam, S.W., Y.S. Kim, and Y.M. Seong. 2013. Development of control algorithm for greenhouse cooling using two-fluid fogging system. Protected Hort. and Plant Factory. 22(2):138-145.

- Nam, S.W., H.H. Shin, and D.K. Seo. 2014. Comparative analysis of weather data for heating and cooling load calculation in greenhouse environmental design. *Protected Hort. and Plant Factory*. 23(3):174-180.
- Nam, S.H., Y.S. Kim, Y.M. Seong, and G.H. Go. 2012. Cooling efficiency of low pressure compressed air fogging system in naturally ventilated greenhouses. *The Kor. Society of Agri. Engineers*. 54(5):49-55.
- Rhee, H.C., T.C. Seo, G.L. Choi, M.Y. Roh, and M.H. Cho. 2010. Effect of air humidity and water content of medium on the growth and physiological disorder of paprika in summer hydroponics. *J. Bio-Env. Con.* 19(4):305-310.
- Saure, M.C. 2000. Blossom end rot of tomato- a calcium- or a stress-related disorder. *Sci. Hort.* 90:193-208.
- Walker, D.A., M.N. Sivik, R.T. Prinsley, and J.K. Cheesbrough. 1983. Effect of temperature on the rate of photorespiration in several plants. *Plant Physiol.* 73:542-549.
- Won, J.H., B.C. Jeong, J.K. Kim, and S.J. Jeon. 2009. Selection of suitable cultivars for the hydroponics of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) in the alpine area in summer. *J. Bio-Env. Con.* 18(4):425-430.
- Yu, G., D.G. Choi, J.H. Bae, and S. Guak. 2006. Effects of substrate EC and water control on the incidence of brown fruit stem and blossom end rot in glasshouse sweet pepper. *J. Bio-Env. Con.* 15(2):167-172.
- Yu, G., J. Kim, and S. Guak. 2006. Effect of cultivation time on the incidence of brown fruit stem of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Bio-Env. Con.* 15(2):162-166.
- Yu, Y.H., M.G. Kim, H.J. Kwon, and G.S. Kim. 2002. Development of CFD model for estimation of cooling effect of fog cooling system in greenhouse. *J. of Bio-Environment Control.* 11(2):93-100.