

박과작물 재배 단동 비닐하우스의 천장 환기시스템 설치 실태조사

여경환* · 유인호 · 이한철 · 정재완 · 최경이

국립원예특작과학원 시설원예시험장

A field survey on roof ventilation system of single-span plastic greenhouse in cucurbitaceae vegetable cultivation

Kyung-Hwan Yeo*, In-ho Yu, Han-Cheol Rhee, Jae-Woan Cheong, Gyeong Lee Choi

Protected Horticulture Research Station, National Institute of Horticultural and Herbal Sciences, RDA, Busan 618-800, Korea

Received on 11 November 2013, revised on 23 December 2013, accepted on 31 December 2013

Abstract : This research was conducted to obtain the basic information for establishment of standard guidelines in the design and installation of roof ventilation system in single-span plastic greenhouse. To achieve this, the greenhouse structure & characteristics, cultivation status, and ventilation system were investigated for single-span greenhouse with roof ventilation system cultivating the *Cucurbitaceae* vegetables, watermelon, cucumber, and oriental melon. Most of single-span watermelon greenhouse in Haman and Buyeo area were a hoop-style and the ventilation system in those greenhouses mostly consisted of two different types of 'roof vent (circular or chimney type) + side vent (hole) + fan' and 'roof vent (circular type) + side vent (hole or roll-up type)'. The diameter of circular and chimney-type vent was mostly 60cm and the average number of vents was 10.5 per a bay with vent spacing of average 6.75m. The ratio of roof vent area to floor area and side vent area in the single-span watermelon greenhouse with ventilation fan were 0.46% and 7.6%, respectively. The single-span cucumber greenhouse in Haman and Changnyeong area were a gable roof type, such as even span, half span, three quarter and the 70.6% of total investigated single-span greenhouses was equipped with a roof ventilation fan while 58.8% had a circulation fan inside the greenhouse. The ratios of roof vent area to floor area in the single-span cucumber greenhouse ranged from 0.61 to 0.96% and in the case of the square roof vent, were higher than that of the circular type vent. On average, the roof ventilation fan in single-span cucumber greenhouse was equipped with the power input of 210W and maximum air volume of 85.0 m³/min, and the number of fans was 9.75 per a bay. The number of roof vent of single-span oriental melon greenhouse with only roll-up type side vent ranged from 8 to 21 (average 14.8), which was higher than that of other *Cucurbitaceae* vegetables while the vent number of the greenhouse with a roof ventilation fan was average 7 per a bay.

Key words : *Cucurbitaceae* vegetables, Roof ventilation, Roof vent, Single-span plastic greenhouse, Side vent, Ventilation fan

I. 서론

국내 원예작물을 재배하는 시설면적은 채소작물이 2011년 현재 약 49,537 ha이며, 화훼작물은 2,856 ha이다(MAFRA, 2012a; MAFRA, 2012b). 시설채소의 온실현황을 보면, 비닐하우스가 시설재배면적의 99%(49,175 ha)이며, 이 중에서 단동하우스는 86%(42,350 ha)를 차지하고 있어 대부분 단동 비닐하우스가 주류를 이루고 있으며 시

설유형별 면적은 단동하우스 중 터널형이 26,504 ha, 아치형이 15,569 ha이다.

온실에서의 환기는 온도상승 억제뿐 만 아니라 과습 및 결로 방지, CO₂ 공급 및 유해가스 차단 등을 통하여 작물의 생육환경에 큰 영향을 미친다(Breuer and Knies, 1995). 시설재배시 가장 경제적인 환기방법은 자연환기 성능을 극대화하는 것으로 충분한 자연환기를 유도하기 위해서는 천장 환기시설의 설치가 필요하나 단동 비닐하우스의 경우 천장의 설치가 어려운 구조로 되어 있고 조립, 해체, 이동시 천장 환기장치의 설치가 용이하지 않아 측창만을 설치

*Corresponding author: Tel: +82-51-602-2142

E-mail address: khyeo.korea.kr

Table 1. Survey items on roof ventilation system for single-span greenhouse.

Classification	Survey items
Greenhouse structure & characteristics	greenhouse type, width & length, roof & eave height, greenhouse orientation, covering materials type & number of layer
Cultivation status	kind of crops, cultivar, cultivation period, plant density, plant spacing
Ventilation system	ventilation type, purpose of ventilation, vent type & size, interval, number of vents & fans, vent (or fan) spacing, materials, opening height, electric power input (W), maximum air volume (m ³ /min), fan blade size, etc.

하여 운영하는 농가가 많다(Nam 등, 2011). 그러나 측창만으로는 중력환기가 불량하므로 바람이 불지 않을 경우 천창이 없는 시설은 환기가 불량하여 작물의 생육에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있다. Nam(2001)은 천창설치 효과를 검토하기 위하여 원형 천창 설치 온실과 관행의 측면 권취식 단동 온실의 대조실험을 한 결과, 천창 설치는 측창만 설치한 경우보다 22%정도 환기 개선효과가 있는 것으로 보고하였다. 환기효과는 환기설정온도나 외부의 기상조건에 따라 크게 달라 질 수 있으며(Yun, 1999; Nam 등, 2012)온도센서를 이용한 자동환기가 수동이나, ON-OFF 및 Timer 제어방식에 비해 시설내의 기온조건에 따라 개폐되었을 때, 작물 생육에 보다 유리한 환경조건을 조성해줄 수 있었다(Kwon, 2000).

최근 온실업계나 농민들도 천장 환기의 필요성을 인식하여 천장 환기장치를 설치하는 농가가 늘어가고 있다. 주로 창문이나 굴뚝식, 원형 환기창 등을 설치하고 있으나 설치 간격, 설치 대수, 환기장치(환기창, 환기팬 등)의 사양 등의 설치 기준이 없어 설치와 운영에 있어 많은 문제점을 가지고 있다. 따라서 단동 비닐하우스에서 천장 환기장치에 대한 효과 검증과 이들의 설치 운영에 관한 기준 마련이 필요하다. 본 연구는 주요 원예작물별 단동 비닐하우스의 천장 환기시스템 설치 실태를 조사하여 열환경 해석 모델을 통한 천장 환기장치의 적정 용량 및 배치 기준설정 시 기초자료를 제공하기 위해 수행되었으며, 본 논문은 박과 채소중 수박, 오이, 참외를 중심으로 기술하고자 한다.

II. 재료 및 방법

천장 환기시설의 실태조사는 박과채소 중 수박, 오이, 참외 재배시설을 대상으로 수행되었다. 실태분석을 위해 작물별 주산지를 중심으로 대상지역을 선정하고 각 지역 농업기술센터를 통해 대상자 리스트를 입수하여 천장환기

가 설치된 단동하우스를 대상으로 조사를 실시하였다. 작물별 조사지역은 수박은 함안(Haman), 부여(Buyeo) 지역, 오이는 함안, 창녕(Changnyeong) 지역, 참외는 함안, 성주(Seongju), 고령(Goryeong) 지역을 중심으로 하여 작물당 10~15개 농가를 대상으로 하였다. 천장 환기시설의 실태조사는 2013년 5월 8일부터 8월 7일까지 3달 동안 직접 농가하우스 현장을 방문하여 각 조사항목을 실제로 측정 및 조사하거나 면접조사를 병행하여 수행되었다. 조사 항목으로는 하우스 규격(폭, 길이, 측고, 동고, 피복재 등), 천장 환기장치의 설치제원(설치대수, 간격, 제어방식, 단면직경, 환기팬의 소비전력 및 최대풍량 등) 및 운영실태, 재배현황(재배작물, 재배기간, 재식주수 등) 등을 조사하였다. 각각의 세부적 조사항목은 Table 1과 같다.

III. 결과 및 고찰

수박의 주산지인 함안, 부여 지역의 재배농가를 대상으로 하여 천장 환기장치를 설치한 단동 비닐하우스의 하우스 폭, 길이, 측고, 동고, 피복재 종류 등 온실의 규격을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 온실의 설치 방향은 남북동이 72.4%, 동서동이 27.6%로 남북동의 형태가 많았다. 단동형의 경우 동서동 시설은 남북동에 비하여 광선투과율이 훨씬 많아 고위도지역에서 저온기에 시설을 이용하는 경우 동서방향이 권장되고 있으나, 토지의 장방형에 따라 임의로 시공되고 있는 실정이다(Nam 등, 2008). 수박재배 단동하우스의 폭은 대체로 5.3~6.5 m, 길이는 90~100 m의 온실이 많았고, 동고는 평균 2.1 m, 측고는 1.37 m로 터널형(반원형)하우스가 주류를 이루었다. 온실의 외부피복재는 EVA, PE필름이 전체 하우스의 88.1%로 가장 많이 사용하고 있었고, PO필름이 그다음으로 많이 조사가 되었으며, 2중 피복할 경우 내부피복재는 EVA의 사용이 가장 많았다. 함안, 창녕 등 남부지역의 오이 재배지의 경우 단동하우

Table 2. The structural characteristics and covering materials in single-span greenhouse with roof ventilation system in *Cucurbitaceae* vegetable cultivation.

Crops	Greenhouse type	Greenhouse orientation ²⁾	Width	Length	Roof height	Eaves height	Covering materials layer	
							1st	2nd ¹⁾
Water-melon	Hoop	N-S (72.4%) E-W(27.6%)	6.89±1.25 ³⁾	97.9±3.93	2.10±0.27	1.37±0.21	EVA, PE, PO	EVA, PVC, PE
Cucumber	Even span, Half span, 4/3	N-S (41.2%) E-W(58.8%)	15.3±2.79	77.4±15.0	3.13±0.35	2.25±0.78	EVA, PE	-
Oriental melon	Hoop, Arch roof	N-S (56.3%) E-W(43.7%)	5.88±0.45	94.7±4.55	2.20±0.18	1.16±0.15	EVA, PE, PO	-

¹⁾Covering materials fixed inside the greenhouse.

²⁾Greenhouse orientation : N-S (North-south) and E-W (East-west).

³⁾Mean of 10~15 farms ± SD.

Table 3. The cultivation status of *Cucurbitaceae* vegetables in single-span greenhouse with roof ventilation system.

Crops	Cultivar	Period of cultivation	Ridge	Furrow(path)	plant spacing	Planting density (plant/m ²)
			(cm)			
Watermelon	Speed-honey, Speedplus-honey, Passion, etc	Sep.~Jun.	312.5±58.2 ¹⁾	51.3±3.54	33.9±4.52	0.73±0.16
Cucumber	Samcheok, Cheonggang, etc	Year-round	86.0±23.0	45.0±10.0	39.7±7.01	3.02±0.60
Oriental melon	Ohbok-honey, Ohbokplus-honey, Joeundae, etc	Nov.~Aug.	266.0±24.1	41.0±5.48	40.8±6.15	0.78±0.11

¹⁾Mean of 10~15 farms ± SD.

스의 형태는 지붕형 하우스(gable type house)로서 양지붕형과 3/4형(three quarter)이 대부분을 차지했다(Table 2). 온실의 설치 방향은 남북동이 41.2%, 동서동이 58.8%로서 동서동의 비율이 좀 더 높은 것으로 조사되었다. 단동하우스의 폭은 12.0~20.0 m, 길이는 55~97 m의 범위에서 다양하였고, 평균적으로 폭은 15.3 m, 길이는 77.4 m이었으며, 하우스의 동고는 평균 3.13 m, 측고는 2.25 m이었다. 온실의 외부피복재는 EVA 필름이 90% 이상을 차지하였으며, 겨울철에는 대부분의 농가에서 온실 외부에 보온 덮개를 사용하고 있었다.

성주, 고령, 함안 등 참외 주산지의 단동하우스의 형태는 터널형 및 아치형 하우스가 주류를 이루었으며, 평균 하우스 폭은 5.88 m이었다. 일반적으로 단동 온실에서 온실관리 및 환기에 유리한 조건은 50 m 이하로 알려져 있으나 (Kim 등, 2000) 대부분의 온실이 90 m 이상으로 평균 하우스 길이는 94.7 m이었다(Table 2). 온실의 설치 방향은 남북동이 56.3%, 동서동이 43.7%로 광조건에 상관없이 토지

의 장방형의 형태에 따라 시공된 경우가 많았다. 온실의 외부피복재는 함안지역은 EVA, 성주·고령지역은 PE 필름을 많이 사용하였고, 최근 들어 PO 필름을 사용하는 농가가 증가되는 추세이다.

천장 환기장치를 설치한 단동하우스에서 수박, 오이, 참외의 재배현황은 Table 3에 나타내었다. 수박의 재배품종은 주로 스피드꿀, 스피드플러스꿀, 패션 등이 주종을 이루고 있으며, 이랑의 넓이는 평균 312.5 cm, 재식거리의 평균 51.3 cm로서 0.73 plant/m²의 재식밀도로 나타났다. 오이의 재배품종은 주로 '중복삼척', '청강', '낙동청장', '미리내', '한반도', '신동' 등을 연중재배하고 있었으며, 재배시 이랑의 넓이는 평균 86.0 cm, 재식거리의 45.0 cm이며 재식밀도는 3.02 plant/m²의 범위로 평균 3.02 plant/m²로 나타났다. 참외의 재배현황을 조사한 결과, 품종은 '조은대', '오복플러스꿀', '오복꿀', '스마트' 등이 주종을 이루고 있으며, 주로 전년도 11월부터 이듬해 8월까지 재배하며, 이랑의 넓이는 평균 266.0 m, 재식거리의 평균 40.8

Table 4. The characteristics of roof ventilation vents in single-span greenhouse with roof ventilation system in *Cucurbitaceae* vegetable cultivation.

Crops	Ventilation type	Roof vent type	Roof vent			Number of vent /bay	Roof vent area	
			Diameter	Height	Spacing		/floor area	/side vent area
			(cm)				(%)	
Water-melon	Roof vent + Side vent (hole) + Fan	Chimney or Circular	58.0±4.47 ¹⁾	28.3±2.36	6.75±0.87	10.5±0.58	0.46±0.04	7.60±0.20
	Roof vent + Side vent (roll-up)		60.0±0.00	31.7±2.89	8.33±2.08	8.67±1.53	0.37±0.13	6.06±1.88
Cucumber	Roof vent + Side vent (roll-up) + Fan	Circular or Square	82.0±20.5	5.45±12.1	7.25±1.89	12.0±1.73	0.61±0.31	12.7±7.91
	Roof vent + Side vent (roll-up)		87.5±3.54	0.0±0.00	6.17±1.04	11.3±2.08	0.96±0.18	20.0±2.39
Oriental melon	Roof vent + Side vent + Fan	Chimney or Circular	56.7±5.77	35.0±7.07	6.00±2.12	7.00±4.24	0.33±0.15	4.49±3.01
	Roof vent + Side vent		60.0±0.00	28.8±2.5	5.25±1.26	14.8±5.56	0.71±0.24	5.21±4.02

¹⁾Mean of 10~15 farms ± SD.

cm로서 0.78 plant/m²의 재식밀도를 나타내었다.

터널형 하우스는 보온성이 크고 내풍성이 강하며 광성이 고르게 입사하는 등의 장점을 지니고 있는 반면, 환기능률이 떨어지는 단점을 가지고 있으며, 환기효율을 높이기 위하여 최근 천장환기를 하는 농가가 증가하고 있다. 함안, 부여지역의 수박재배 하우스의 환기시설은 ‘측창(환기공) + 천장환기(원형 또는 굴뚝형 환기창) + 온실 전후면 환기팬’ 또는 ‘측창(권취식 또는 환기공) + 천장환기(원형 환기창)’의 형태가 대부분이었다. 수박재배 단동 하우스에 설치한 천창의 구조와 설치제원은 환기팬을 설치한 하우스와 설치하지 않은 하우스로 구분하여 조사하였으며(Table 4), 전체 조사 하우스 중 63.2%는 환기팬을 사용하고 있었다(Table 5). 단동하우스에서 주로 설치한 환기창의 단면의 형상은 굴뚝식과 원형이 대부분으로 굴뚝식은 뚜껑이 없으나, 원형 환기창의 경우 뚜껑이 있으며 개폐방식은 모두 수동이었다. 굴뚝식 및 원형환기창의 직경은 대부분 60 cm 이었으며, 굴뚝식의 경우 50 cm인 것도 일부 있었다. 굴뚝식 및 원형 환기창은 대부분 온실 중앙에 설치하여 설치높이는 동고와 같았으며, 지붕위로 돌출된 환기창의 평균높이는 굴뚝식은 28.3 cm, 원형은 31.7 cm이었다. 설치대수는 온실 전·후면에 환기팬을 설치한 90~100 m 길이 하우스의 경우 평균 10.5개이며, 설치 간격은 6.75 m이었고, 환기팬을 설치하지 않았을 경우 평균 8.67개의 환기창이 8.33 m 간격으로 설치되어 있었는데, 환기창 설치시 설치

기준이 없고 농가 임의로 설치하는 것으로 조사되었다. 수박 단동하우스의 천장 환기창의 개구면적은 ‘측창(환기공) + 천장환기(원형 또는 굴뚝형 환기창) + 온실 전후면 환기팬’의 환기시설일 경우 바닥면적에 대해 평균 0.46%, 측창 환기면적에 대해 7.6%로 나타났고, ‘측창(권취식 또는 환기공) + 천장환기(원형 환기창)’의 시설인 경우, 바닥면적에 대해 평균 0.37%, 측창 환기면적에 대해 6.0%로 나타났다.

오이재배 단동하우스에 설치된 환기시설은 ‘측창(권취식) + 천장 환기창(사각형, 원형) + 천장 환기팬’ 또는 ‘측창(권취식) + 천장 환기창(사각형, 원형)’의 형태로(Table 4), 전체 조사 하우스 중 70.6%는 환기팬을 사용하고 있었으며, 58.8%는 순환팬을, 환기팬과 순환팬을 모두 사용하는 하우스는 47.0%로 나타났다. 단동하우스의 천장 환기창의 단면의 형상은 주로 사각형과 원형으로, 개폐방식은 원형 환기창과 사각 렉엔퍼니언식 환기창의 경우 대부분이 수동이나 뚜껑의 개폐가 가능한 사각환기창의 경우 온도설정에 따라 일부 자동 개폐제어가 가능한 것도 있었다. 사각형 환기창은 60×60, 100×85, 90×85 등 크기가 다양하였으며, 원형 환기창의 직경은 대부분 60 cm이었다. 설치대수는 환기팬 설치 유무에 상관없이 하우스 한 동당 평균 11.3~12.0개였으며, 설치간격은 평균 6.17~7.25 m로 나타났으며, 환기창 설치시 제조업체의 추천에 따라 설치기준을 정하는 것으로 조사되었다. 천장 환기창의 개구면적은 측창(권취식) + 천장 환기창(사각형, 원형) + 천장 환기

Table 5. The characteristics of ventilation and circulation fans in single-span greenhouse with roof ventilation system in *Cucurbitaceae* vegetable cultivation.

Crops	Fan		Number of fans / bay	Blade Size (cm)	Power input (W)	Air volume (m ³ /min)	Installation position
Watermelon	Ventilation	63.2% ²⁾	3.60±0.89 ¹⁾	46.0±2.24	262.0±26.8	77.0±14.1	Front/back
	Circulation	0%	-	-	-	-	-
Cucumber	Ventilation	70.6%	9.75±5.32	40.0±7.07	210±14.1	85.0±8.66	Roof
	Circulation	58.8%	5.00±1.41	32.9±8.11	42.5±10.6	39.0±12.2	Inside
Oriental melon	Ventilation	5.5%	4.25±0.502)	43.3±2.89	253.3±46.2	61.0±15.6	Roof, Front/back
	Circulation	0%	-	-	-	-	-

¹⁾Mean of 10~15 farms ± SD.

²⁾The ratio of the number of greenhouse with ventilation (or circulation) fans to the total number of investigated greenhouses.

팬'의 환기방식일 경우, 바닥면적에 대해 평균 0.61%, 측창면적의 12.7%로 나타났고, '측창(권취식) + 천장 환기창(사각형, 원형)'일 경우, 바닥면적의 평균 0.96%, 측창 환기면적의 20.0%로 나타났다. 특히 렉엔피니언 개폐방식의 사각환기창의 경우 개구면적이 원형 환기창에 비해 크게 나타났다.

참외 재배 단동하우스의 환기시설은 '측창(권취식 또는 환기공) + 천장환기(굴뚝식 또는 원형 환기창)' 또는 '측창(권취식) + 천장환기(원형 환기창) + 환기팬' 으로 구성되어 있었으며 현장 조사시 순환팬을 사용하는 농가는 없었다 (Table 4). 단동하우스에서 주로 설치한 환기창의 종류는 굴뚝식과 원형 환기창으로 개폐방식은 대부분 수동이었다. 굴뚝식 및 원형환기창의 직경은 대부분 60 cm 이었으며, 굴뚝식의 경우 50 cm, 40 cm인 것도 일부 있었다. 굴뚝식 및 원형 환기창의 설치대수는 측창(권취식) + 천장환기(원형 환기창) + 환기팬'의 환기시설을 가진 농가의 경우 하우스 한 동당 평균 7개였고, 권취식 측창과 천장 환기창만 사용하는 농가의 경우는 8~21개로 다양하였으며, 평균 14.8개로서 다른 박과작물보다 환기창의 개수가 많았다. 설치간격은 환기팬의 유무에 상관없이 4~7.5 m로 환기팬 설치하우스의 경우 평균 6m, 측창과 천장 환기창만 사용하는 농가는 5.25 m로 나타났다. 천장 환기창의 개구면적은 '측창(권취식) + 천장환기(원형 환기창) + 환기팬'의 환기 시설일 경우 바닥면적의 평균 0.33%, 측창면적의 4.49%로 나타났고, 측창(권취식 또는 환기공) + 천장환기(굴뚝식 또는 원형 환기창)'일 경우 바닥면적의 0.71%, 측창면적의 5.21% 수준이었다.

천장 환기장치를 설치한 수박재배 단동하우스에서 환기팬의 사양을 조사했을 때, 날개크기는 45~50 cm인 것이

많이 사용되었고, 온실 전면과 후면에 각각 2개씩 설치한 농가가 많아 평균 3.6개였으며, 소비전력은 평균 262.0W, 최대풍량은 72~102 m³/min로서 평균 77.0 m³/min인 사양을 사용하는 것으로 나타났다(Table 5). 오이 단동하우스의 경우 환기팬과 순환팬의 사양을 조사했을 때, 환기팬은 평균 소비전력 210 W, 최대풍량 85.0 m³/min, 순환팬은 평균 소비전력 42.5 W, 최대풍량 39.0 m³/min인 사양을 사용하는 것으로 나타났으며, 각각 한 동당 9.75개, 5.00개가 설치되어 있었다. 참외재배 하우스의 경우, 전체조사 하우스 중 5.5%만이 환기팬을 사용하고 있었으며, 환기팬의 사양은 온실 전면과 후면에 각각 2개씩 설치하거나 하우스 중앙에 4~5개를 설치하여 평균 4.25개였으며, 소비전력은 평균 253.3 W, 최대풍량은 61.0 m³/min인 환기팬을 사용하는 것으로 조사되었다(Table 5).

온실에서의 공기순환에 대한 실험적 연구가 많은 연구자들을 통해 수행되어(Nederhoff 등, 1985; Boulard 등, 1996; Boulard 등, 1997; Blomgren과 Frisch, 2007) 온실의 환기효율에 미치는 지붕, 측벽 또는 지붕과 측벽의 개구부의 영향 등이 시험되어 왔다. 또한 국내에서도 단동온실에서 천장 환기창의 효과에 대한 검증실험이 수행되어 (Son, 2000; Nam, 2001; Nam, 2011) 환기효율, 환기율의 변화 등이 분석되었다. 그러나 작물재배시 작물별 생육에 적합한 적정 개구면적비(환기용 천창 면적), 적정 환기량, 환기방법의 효율성 등에 관한 연구는 미흡한 실증이다. 최근 단동하우스의 천장 환기장치를 설치하는 농가가 증가하는 추세로 Nam 등(2012)의 보고에 의하면 충남지역의 토마토 재배 온실에서 천창을 설치한 농가가 전체 단동 온실의 32%에 이르고 1996년 성주지역의 참외재배농가의 경우 84%가 하우스 측면환기와 하우스 중앙상단부에 환기통을

설치하여 일찍이 천장환기를 사용한 것으로 조사되었다 (Shin, 1996). 그러나 천장 환기장치에 대한 설치 기준이 없어서 설치와 운영에 많은 문제점을 내포하고 있어 단동 하우스에서 천장 환기장치에 대한 효과검증과 설치 운영에 관한 기준이 필요하다. 따라서 본 연구를 통해 수집한 환기 장치의 설치제원과 운영실태는 천장 환기장치 설치 단동 비닐하우스에 대한 열환경 해석 CFD(Computational Fluid Dynamics) 시뮬레이션 모델개발을 통한 천장 환기통 및 환기팬의 적정 용량 및 배치 기본 설정을 위한 기초자료로서 사용될 것이다. 수박, 오이, 참외 재배시 천장 환기장치의 사용을 통한 품질향상과 수량증대를 가져오기 위해서는 작물별 생육에 적합한 적정 천장면적 및 환기팬의 사양을 구명하고 환기방법에 따른 시설내 온습도 변화와 생육 및 수량을 조사하고 경제성 분석을 통한 환기방법의 효율성 검토를 위한 연구가 필요할 것이다.

IV. 결론

본 연구는 단동 비닐하우스에 대한 천장 환기장치의 적정 용량 및 배치 기준 설정을 하기위한 기초자료를 제공하기 위해 수행되었다. 천장 환기시설의 실태조사는 박과채 소중 수박, 오이, 참외 재배시설을 대상으로 수행되었다. 실태분석을 위해 작물별 주산지를 중심으로 천장환기가 설치된 농가를 대상으로 하우스 규격, 천장 환기장치의 설치제원, 재배현황 등을 조사하였다.

함안, 부여지역 수박재배 하우스의 환기시설은 ‘측창(환기공) + 천장환기(원형 또는 굴뚝형 환기창) + 온실 전후면 환기팬’ 또는 ‘측창(권취식 또는 환기공) + 천장환기(원형 환기창)’의 형태로 굴뚝식 및 원형환기창의 직경은 대부분 60 cm이었으며, 설치대수는 온실 전 후면에 환기팬을 설치한 90~100 m 길이 하우스의 경우 평균 10.5개이며, 설치 간격은 6.75 m이었다. 천장 환기창의 개구면적은 환기팬 사용시 ‘측창(환기공) + 천장환기(원형 또는 굴뚝형 환기창) + 온실 전후면 환기팬’의 환기시설일 경우 바닥면적에 대해 평균 0.46%, 측창 환기면적에 대해 7.6%로 나타났다. 함안, 창녕 등 남부지역의 오이 재배지의 경우 단동하우스의 형태는 대부분 지붕형 하우스로서 전체 조사 하우스중 70.6%는 환기팬을 사용하고 있었으며, 58.8%는 순환팬을, 환기팬과 순환팬을 모두 사용하는 하우스는 47.0%로 나타났다. 천장 환기창의 개구면적은 바닥면적에 대해 평균

0.61~0.96%이었으며, 렉엔피니언 개폐방식의 사각환기창의 경우 개구면적은 원형 환기창에 비해 크게 나타났다. 오이재배 단동하우스에서 천장 환기팬은 평균 소비전력 210 W, 최대풍량 85.0 m³/min으로 나타났으며, 각각 한 동당 9.75개가 설치되어 있었다. 성주, 고령, 함안 등 참외 주산지의 단동하우스의 굴뚝식 및 원형 환기창의 설치대수는 측창(권취식) + 천장환기(원형 환기창) + 환기팬의 환기시설을 가진 농가의 경우 하우스 한 동당 평균 7개였고, 권취식 측창과 천장 환기창만 사용하는 농가의 경우는 8~21개로 다양하였으며, 평균 14.8개로서 다른 박과작물보다 환기창의 개수가 많았다. 본 연구를 통해 수집한 환기장치의 설치제원과 운영실태는 단동하우스에서 수박, 오이, 참외 재배시 천장 환기장치의 사용을 통한 품질향상과 수량증대를 가져오고, 환기효율을 높일 수 있는 천장 환기장치의 적정 용량 및 배치기준 설정을 위한 열환경 해석 시뮬레이션 모델의 기초자료로서 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 연구는 농촌진흥청 시험연구비(과제번호: PJ00944202 2013) 지원에 의하여 이루어진 것임.

참고 문헌

- Blomgren T, Frisch T. 2007. High Tunnels: Using low-cost technology to increase yields, improve quality and extend the season. pp. 1-22. The University of Vermont Center for Sustainable Agriculture, Burlington.
- Boulard T, Meneses JF, Mermier M, Papadakis G, 1996. The mechanisms involved in the natural ventilation of greenhouses. *Agricultural and Forest Meteorology* 79:61-77.
- Boulard, T.; Feuilloley, P.; Kittas, C. 1997. Natural ventilation performance of six greenhouse and tunnel types. *Journal of Agricultural Engineering Research* 67(4):249-266.
- Breuer JGG, Knies P. 1995. Ventilation and cooling. In *Greenhouse climate control: an integrated approach* edited by Bakker JC, Bot GPA, Challa H, Van der Braak NJ. pp. 179-185. Wageningen Publishers, Wageningen, The Netherlands.
- Kim MG, Nam SW, Seo WM, Yoon YC, Lee SG, Lee HW. 2000. *Agricultural facility*. pp. 38-80. Hyangmunsa Publishing, Seoul, Korea. [in Korean]
- Kwon JK, Choi YH, Park DK, Lee JH. 2001. A study on the automation of roof-ventilation windows for single-span plastic greenhouse. '2000 Annual Research report. pp. 592-599. RDA. [in Korean]

- MAFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs). 2012a. The status of floriculture cultivation in 2011. pp.10-19. Sejong-si, Korea. [in Korean]
- AFRA (Ministry of Agriculture, Food and Rural affairs). 2012b. The status of greenhouse and vegetable production in 2011. Sejong-si, Korea. [in Korean].
- Nam SW. 2001. Roof ventilation structures and ridge vent effect for single span greenhouses of arch shape. CNU Journal of Agricultural Science 28(2): 99-107. [in Korean].
- Nam SW, Seo WN, Yoon YC, Lee SK, Lee IB, Lee HW, Cho BK. 2008. Bio-environment control engineering. pp. 183-233. Cheongsol Pub. Daegu. [in Korean].
- Nam SW, Kim YS, Both AJ. 2011. Analysis on the ventilation performance of single-span tomato greenhouse with roof windows. Journal of Bio-Environment Control 20(2):78-82. [in Korean]
- Nam SW, Kim YS, Ko GH, Sung IM. 2012. Analysis on the installation criteria and ventilation effect for round roof windows in single-span plastic greenhouses. CNU Journal of Agricultural Science 39(2):271-277. [in Korean]
- Nederhoff EM, van de Vooren JV, Udink Ten Cate AJ. 1985. A practical tracer gas method to determine ventilation in greenhouses. Journal of Agricultural Engineering Research 31:309-319.
- Son JE. 2000. Thermal and ventilative characteristics of single-span oak mushroom production facility as affected by area of roof openings and shading rates. Journal of Bio-Environment control 9(2):120-126. [in Korean]
- Yun, NK, Kim MK. 1999. Experiment on airflow in ventilated greenhouse. Proceedings of the 1999 Annual Conference, The Korean Society of Agricultural Engineers. pp. 429-433. [in Korean]