

## 터널형 하우스에서 換氣方法이 참외의 生育 및 品質에 미치는 影響

신용섭 · 연일권 · 도한우 · 서동환 · 배수곤 · 최성국\* · 최부술\*\*  
\*경북농촌진흥원 성주과채류시험장  
\*\*경북농진 시험국

### Effect of the Ventilation Method on the Growth and Quality of Melon (*Cucumis melo* L.) in Greenhouse of Tunnel Type

Shin, Y.S · Yeon, I.K · Do, H.W · Suh, D.H · Bae, S.G · Choi, S.K\* · and Choi B.S.\*\*  
\*Sungju Fruiting Vegetable Experiment Station Gyeongbuk P.R.D.A. Korea  
\*\* Gyeongbuk Provincial R.D.A. Taegu 702-320, Korea

#### Abstract

This experiment was conducted to investigate the influence of temperature variation by the different ventilation methods on the growth and quality of oriental melon in greenhouse of tunnel type

1. The dropping effect in temperature by ventilation types was best at type 3 and those of type 2, type 1 were in order.

2. The temperature distribution in type 3 was uniformed as air-inflow and air-outflow by wind ventilation were easier than others. Whereas the temperature of type 1 having lateral ventilation hole and type 2 having the zenith ventilation tube and lateral ventilation hole was ascended, because small ventilation area of ventilation tube and hole could not make the gravity and wind ventilation successfully.

3. When compared with air amount of three types ventilated by the temperature difference of outside and inside of tunnel type house, that of type 3 was more than those of type 1 and type 2.

4. Type 3 was better than type 2 and type 1 in leaf numbers, leaf area, fruit weight, flesh thickness, malformed fruit rate, and marketable fruit rate.

5. Marketable fruit rate of all treatment at each harvesting stages was risen, as goes to the latter periods.

키 워 드 : 참외, 터널형 하우스, 환기, 품질.

Key words : oriental melon, tunnel type house, ventilation, Quality.

#### 서 론

우리나라의 참외 재배면적은 1985년

6,872ha에서 1994년에는 10,251ha로 늘어나고 있으며, 국민 1인당 연간 참외 소비량은 1987년도에 5.3개에서 1991년도에는 8.0개로 증가

하고 있다<sup>1)</sup>. 1995년도 성주군의 참외 시설재배 면적은 3,342ha로 전국의 42.2%를 차지하며 6,470호 농가가 3,075ha를 재배하여 99,150M/T을 생산해 99,117백만원의 소득을 올려 농가 총소득의 42%를 차지하고 있다<sup>13)</sup>. 참외 주산지인 성주지역의 참외재배는 터널형 비닐하우스 단동재배가 93%이상으로 여름철 하우스의 환기방법은 하우스 측면에 구멍을 뚫어 주는 측면환기공환기와 하우스 중앙상단부에 환기통을 설치하는 천정환기공환기가 84%이상으로 환기불량으로 인한 작물주위의 온도 및 대기습도가 높아 작물은 고온과습이라는 취약한 기상환경조건에서 성장하게 된다<sup>4)</sup>. 또한 朝夕을 제외한 낮동안에는 고온으로 인한 수정, 적심, 병충해방제 및 수확 등의 작업이 곤란하고 7~8월의 수확후기에는 고온으로 곤충들의 활동이 어려워 착과가 적어 후기수량이 감소하는 등 고온현상에 대처하는 환경관리, 재배기술 부족은 매우 심각한 실정이다. 최근 농가보급형 등 온실건립이 많아지면서 여름철 냉방에 대한 요구도는 높아지고 있으나 온실의 온도하강은 생각지도 못하고 있다<sup>10)</sup>. 김 등<sup>7)</sup>은 시설재배는 노지재배에 비하여 환기불량으로 인한 온도상승이 불가피하기 때문에 우수한 환기특성과 적절한 작업성을 유지할 수 있는 간이시설의 형태개발이 시급하다고 하였으며, 권<sup>8)</sup>은 여름철 고온기에 작물을 재배한다 하여도 비닐하우스 재배환경상의 불리한 조건으로 경쟁력있는 품질의 생산은 어렵다고 하였다. 여름철 고온기에 간이시설의 효율적 재배를 위하여 생리장해 및 작물 재배방법에 관한 연구가 보고되어 있고<sup>2, 5, 6, 9, 12)</sup>, 시설형태에 따른 작물생육 상태에 관한 연구도 보고되어 있지만<sup>7, 12)</sup>, 환기방법 자체에 대한 환경해석 연구는 미흡한 실정이다<sup>3, 4)</sup>. 따라서 본 실험은 참외 주산지인 성주지역의 터널형 하우스의 환기방법을 개선하여 여름철 고온기의 온도하강에 따른 시설내 온도변화, 참외의 생육 및 수량, 경제성 분석을 통하여 환기방법의 효율성을 검토하였다.

## 재료 및 방법

본 실험은 1994년 12월 부터 1996년 7월까지 경상북도 농촌진흥원 성주 과채류시험장 포장내에 위치한 폭 4.5m, 측고 1.1m, 동고 2.3m, 길이 50m로 하우스의 상면적이 약 70평 규모인 터널형 비닐하우스 3개동에서 수행되었다. 공시품종은 성주지역에서 널리 재배되고 있는 단성화 계통의 참외 금싸라기은천을 신토좌 대목에 접목한 것이다. 1995년 12월 4일 참외종자를 육묘관에 파종하고 7일 후 신토좌대목을 파종하였으며 접목은 그후 10일째에 호접을 실시하였다. 1996년 2월 15일 180cm이랑에 45cm간격으로 1주씩 정식하였으며 야간의 보온을 위하여 하우스내에 길이 2.4m강선으로 소형터널을 설치하여 두께 0.03mm의 터널용 플라스틱필름과 12온스 보온부직포를 4월 15일까지 피복관리하여 무가온 재배하였다.

공시시설은 관행의 측면환기공환기구(Type 1)와 측면환기공환기+천정환기공환기구(Type 2) 및 권취식환기구(Type 3)로 두었다.

측면환기공환기구는 하우스 측면 지상 25cm부위에 직경30cm의 환기구멍을 3월 21일부터 4월 30일까지는 4m간격, 5월 1일부터 7월 31일까지는 1m간격으로 뚫어 주었다. 천정환기공환기는 하우스 중앙상단부에 높이 30cm, 상부직경 30cm, 하부직경 40cm의 플라스틱환기통을 3월 21일부터 7월 31일까지 5m간격으로 설치하였다. 권취식환기는 하우스측면 권취개폐기를 사용하여 3월 21일부터 4월 30일까지는 치마비닐(지상0.3m)로부터 10~15cm, 5월 1일부터 7월 31일까지는 20~25cm 정도 개폐시켜 주었다.

온도조사는 자동온도기록계(Rologg HTI)를 이용하여 전생육기간동안 조사하였으며 수직온도는 지상부 0.2m(작물체 부근), 0.8, 1.6m 및 2.1m의 네지점과 수평온도는 0.5, 2.0, 3.0m 및 4.0m의 네지점을 각각 조사하였다. 적심은 정식전에 주지 4마디에서 실시하여 그후 2개의 아들덩굴을 유인하여 17마디에서 적심

하였다. 10a당 시비량은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O를 25-7.7-16kg, 퇴비 3,000kg, 석회 200kg을 시비하였는데 N 및 K<sub>2</sub>O는 60%를 추비로 3회 분시하였고 나머지는 전량 기비로 시용하였다. 각 구당 시험면적은 14.1m<sup>2</sup>로 구당 10포기씩 공시하여 완전임의배치 3반복으로 실시하였다. 관수는 pF 1.5~2.0이 유지되도록 관수량을 조절하였으며 수확 일주일전에는 중단하였다.

생육조사는 정식 100일후 1회 조사하였으며 조사방법은 환기방법별로 5주씩 3반복으로 초장, 엽수, 절간장, 엽면적, 건물중을 측정하였으며 엽면적은 자동엽면적계(Delta-T)를 이용하여 측정하였고 건물중은 80℃의 항온기에서 무게의 변화가 없을때까지 2~3일간 식물체를 건조시킨후 측정하였다. 수확시기별 처리구 반복당 5과를 취해 과실 중앙부 횡단을 절단하여 과육두께를 조사하였고 과육부와 태좌부를 분리하여 과즙을 착즙한 후 Brix당도계(Atago N1, Brix 0~32%)로 당도를 측정하였다. 처리별 경제성 분석은 '96년 가락동 농산물시장의 경락가격의 중품가격을 적용하여 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 환기방법별 실내온도분포 비교

그림 1은 여름철 고온기 터널형 하우스의 환기방법에 따라 하우스의 길이 방향에 수직 한 중앙횡단면에서 주간의 기온분포를 나타낸 것이다. 환기방법별 하우스내 최고온도는 Type 1이 62.4℃, Type 2는 46.0℃, Type 3은 38.2℃였고 최저온도는 Type 1이 48.0℃, Type 2는 46.0℃, Type 3은 33.8℃로 나타나 Type 3이 최고온도 및 최저온도가 가장 낮았고 시설의 수평, 수직온도 분포도 가장 고르게 나타났다. Type 1은 측면개폐 및 천정환기통이 없고 측면환기공만 있는 경우의 기온분포로서 중력환기는 없고 풍력환기도 거의 일어나지 않기 때문에 그림과 같이 정체구역이

형성되어 온도가 상승하게 된다. Type 2는 다른 형태와는 달리 하우스 측면의 환기공을 통하여 유입된 공기가 하우스중앙 상단부의 천정환기통을 통하여 중력환기가 일어나고 있음을 알 수 있으나 하우스측면의 환기공이 좁고 하우스의 중앙상단부의 면적이 적기 때문에 Type 1보다는 온도가 다소 떨어지는 것을 알 수가 있다. Type 3은 하우스 양측면의 환기구를 통하여 공기의 유입, 유출이 자유로워 Type 1 및 Type 2와는 달리 자연환기에 의하여 풍력환기가 많아 온도가 낮고 공기의 흐름이 많은 것을 뚜렷하게 알 수 있다.

### 2. 환기방법별 최고, 최저 온도비교

작물체 부위 및 피복재 부위의 최고, 최저 온도는 표 1과 같다. 최고조건은 12시경이었고 이때 외기온은 40.5℃였으며 최저조건은 05시경이었으며 외기온은 21.5℃로 나타났다. 최고 외기온 조건에서의 작물체부위의 온도강 효과는 Type 3이 가장 좋았고 Type 2, Type 1의 순이었으며 최저 외기온 조건에서도 같은 경향을 나타내었다. 이것은 환기특성과 관련된 것으로 Type 3이 Type 1 및 Type 2보다 환기면적이 상대적으로 많아 자연환기에 의한 공기의 유입, 유출이 많기 때문이다. 시간대별 최고온도는 Type 1, 2, 3모두 일출과 함께 급격히 상승하여 12시경에 Type 1은

Table 1. Comparison of the outside air, crop, and cover temperatures under the maximum air temp. at 12:00, and the minimum air temp. at 05:00(1996. 6. 22).

Treatment	Maximum temp.(℃)			Minimum temp.(℃)		
	outside	crop	cover	outside	crop	cover
Type 1	40.5	58.5	62.5	21.5	22.0	21.5
Type 2	40.5	57.0	56.5	21.5	21.5	21.0
Type 3	40.5	49.0	52.0	21.5	21.0	21.0

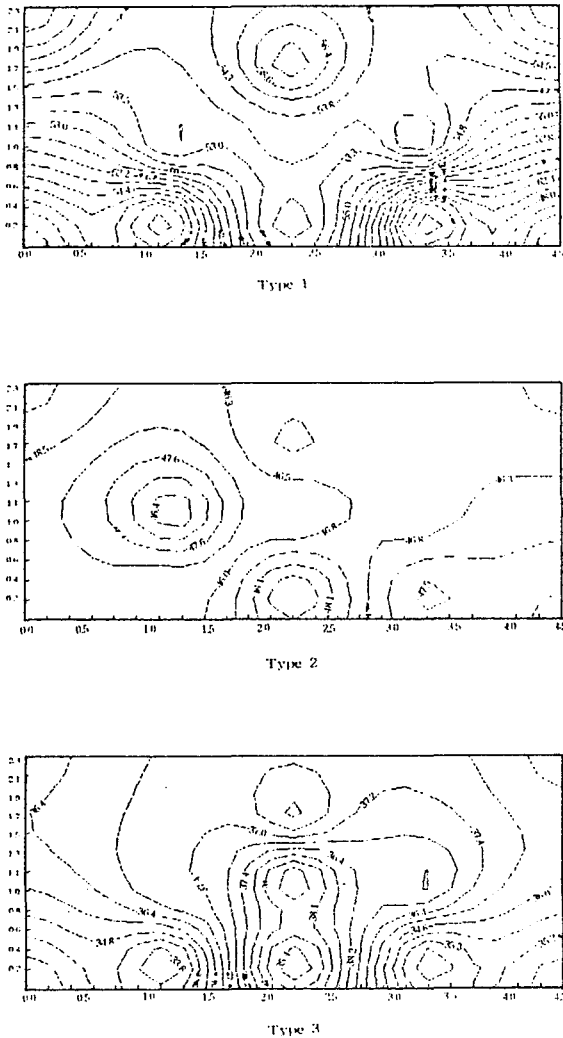


Fig. 1. Vertical profiles of air temperatures inside tunnel house in the daytime(1996. 7. 2).

58.5°C Type 2는 57.5°C 까지 상승하는 경향을 보였으나 Type 3은 49.5°C였고 외기온은 39.5°C였다. 시간대별 최고온도의 차이는 Type 1과 외기온과는 19.0°C의 차이를 보였고 Type 3과 외기온과는 9.0°C의 온도차이를 보였다. 실측자료에 의한 환기방법별 내외기온 차의 일변화는 그림 2와 같다.

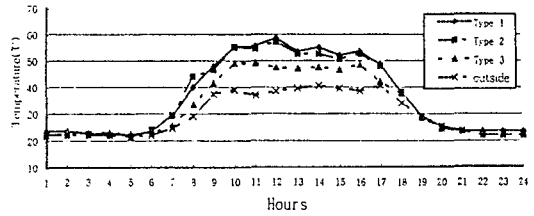


Fig. 2. Daily variation of the air temperatures by the different ventilation methods inside tunnel house and outside air temperature(1996. 7. 3).

### 3. 환기방법별 생육 및 상품성

표 2는 정식 100일 후 참외의 생육상황을 나타낸 것이다. Type 3처리에서 초장이 155.7cm, 엽수 31.7매, 엽면적 274.1cm<sup>2</sup>, 건물중 168.1g으로 Type 1보다도 생육이 우수하였다. 환기방법별 과실의 품질 및 상품성을 조사한 결과는 표 3에 나타낸 것과같이 Type 3의 과중이 369.6g으로 가장 무거웠고 Type 2, Type 1의 순으로 나타났다. 당도는 처리간의 차이는 없었다. 과육두께는 Type 1이 13.1mm, Type 2가 14.2mm, Type 3이 15.7mm로 Type 3이 유의성 있게 두꺼워 가식부위가 많았다. 과실의 상품성에 있어 Type 1에 비해 Type 3의 처리에서 기형과율 및 발효과율이 각각

Table 2. Growth characteristics by the different ventilation methods of oriental melon.

Treatment	Plant height (cm)	No. of leaves (ea)	Inter-node length (cm)	Leaf area (cm <sup>2</sup> /plant)	Dry weight (g/plant)
Type 1	147.8a <sup>z)</sup>	27.1b	5.4a	224.1b	165.7a
Type 2	144.5a	28.3ab	5.1a	232.4ab	165.0a
Type 3	155.7a	31.7a	4.9a	274.1a	168.1a

z) Mean separation within columns by DMRT 5% level.

Table 3. Marketability by the different ventilation methods of oriental melon.

Treatment	Weight (g)	Flesh thickness (mm)	Soluble solids ( $^{\circ}$ Brix)	Malformed fruit rate (%)	Fermentation fruit rate (%)	Marketable fruit rate (%)
Type 1	337.7b <sup>z)</sup>	13.1b	12.9a	17.1a	13.2a	69.7a
Type 2	356.4ab	14.2ab	12.2a	14.5ab	13.2a	72.3a
Type 3	369.6a	15.7a	12.7a	11.1b	8.5a	80.4a

z) Mean separation within columns by DMRT 5% level.

6.0%, 4.7% 낮았고 상품과율이 10.7% 증가되었다. 이와같이 Type 3에서 참외의 생육, 과실의 품질 및 상품성이 우수한 것은 환기량의 증가로 Type 1보다 고온을 피할 수 있었기 때문인 것으로 보인다. 엽수 및 엽면적이 증가하여 광합성 동화산물의 축적이 많았기 때문으로 생각된다.

#### 4. 수확시기별 수량 및 경제성 분석

수확시기별 과실의 수량 및 분포비율을 조

사한 결과는 표 4이며 Type 1보다는 Type 2가 Type 2보다는 Type 3의 수확량이 많았고 수확초기보다는 후기로 갈수록 수확량이 증가하였다. 4~5월의 수확량 분포비율은 Type 2가 다소 많았으나 6~7월은 Type 3이 가장 많았다. 10a당 상품과총수량은 Type 1이 3,218kg, Type 2가 3,334kg, Type 3이 3,580kg으로 Type 1보다는 Type 3이 11% 증수되었다.

Table 4. Yield distribution and marketable fruit yield by the different harvesting dates of oriental melon.

Treatment	April		May		June		July		Total yield (kg/10a)	Index
	Yield (kg/10a)	Rate (%)	Yield (kg/10a)	Rate (%)	Yield (kg/10a)	Rate (%)	Yield (kg/10a)	Rate (%)		
Type 1	482a <sup>z)</sup>	15.0	621a	19.3	795b	24.7	1,320b	41.0	3,218b	100
Type 2	483a	14.5	673a	20.2	838ab	25.1	1,340b	40.2	3,334ab	104
Type 3	487a	13.7	676a	18.8	895a	25.0	1,522a	42.5	3,580a	111

z) Mean separation within columns by DMRT 5% level.

Table 5. Economic analysis by the different ventilation methods.

(Unit : thousand won/10a)

Treatment	Yield (kg/10a)	Gross income	Operating cost	Net income	Income index
Type 1	3,218	5,309	1,113	4,196	100
Type 2	3,334	5,501	1,243	4,258	101.4
Type 3	3,580	5,907	1,483	4,424	105.4

이와같이 Type 3이 후기수량 및 상품과총 수량이 증가한 것은 Type 1 및 Type 2의 경우 6~7월의 환기부족으로 인한 고온의 영향으로 수분 수정능력이 저조했고 수정이 되어도 온실내 고온다습으로 착과불량 및 기형과의 발생이 많았기 때문이다.

환기방법별 경제성 분석한 결과(표 5), 10a 당 소득은 Type 1이 4,196천원, Type 2가 4,258천원, Type 3이 4,424천원으로 Type 3이 Type 1에 비하여 105.4%로 소득증가를 나타내었다.

이상의 결과를 종합해 보면 시설의 폭이 좁고 동고가 낮아 곡부환기 및 동고환기의 시설 설치가 불가능하고 자연환기에 의존하는 터널형 하우스에서는 환기면적을 넓게하여 공기의 유입 및 유출을 많게 하여 내외기온과의 차이를 적게하여 환기량을 많게 해주는 Type 3의 시설이 좋은 것으로 생각된다.

## 적 요

여름철 고온기 참외재배시 환기방법에 따른 시설내 온도차이가 참외의 생육 및 품질에 미치는 영향을 구명하고자 측면환기공환기구(Type 1), 측면환기공 환가+천정 환기공환기구(Type 2) 및 권척식 환기구(Type 3)로 구분하여 시험을 실시한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 환기방법별 온도의 하강효과는 Type 3이 가장 좋았고 Type 2, Type 1의 순으로 나타났다.

2. 환기방법에 따른 온도분포는 측면환기공만 있는 Type 1과 천정환기통 및 측면환기공이 있는 Type 2의 경우 환기공 및 환기통의 면적이 적어 증력환기 및 풍력환기가 미세하여 온도가 상승하였다. Type 3은 측면환기 면적이 넓어 풍력환기에 의한 공기의 유입, 유출이 쉬워 온도분포가 비교적 균일하였다.

3. 실측치를 이용하여 내외기온차이에 의한 환기량을 추정한 결과, Type 3이 Type 1 및 Type 2보다도 많음을 알 수 있었다.

4. 생육 및 상품성을 조사한 결과, Type 3이 Type 2, Type 1보다도 엽수 및 엽면적이 증가하여 생육이 양호하였고 과중, 과육두께, 기형과율, 상품과율 등 상품성도 우수하였다.

5. 수확시기별 상품수량은 각처리 공히 수확초기 보다는 후기로 갈수록 증가하였다.

특히 Type 3에서 뚜렷한 경향을 보였다.

## 인 용 문 헌

1. 농촌경제연구원. 1991. 식물수급표.
2. Hand, T, 1987. Cultural practice to control pest and disease by using plastic materials. In promotion vegetable production in tropics. Topical Agricultural Research Center, Tsukuba, Japan. pp. 53-60.
3. 원예시험장. 1994. 간이시설을 이용한 여름철 과채류 품질향상연구(2). 농촌진흥청: 3-8.
4. 원예시험장. 1994. 간이시설을 이용한 여름철 과채류 품질향상연구(3). 농촌진흥청: 5-15.
5. 지광현. 류승열. 류인철. 1994. 고냉지 비가림채소류 안정생산을 위한 비가림재배 효과. 농시연보 30 (3) : 31-37.
6. 정승용. 박상근. 권영삼. 이지원. 1991. 비가림재배에 관한 과채류 고품질안전수확 재배법개발. 원시연보. pp. 100-101.
7. 김현환. 조삼중. 이시영. 권영삼. 남윤일. 최규홍. 1993. 간이시설별 환경특성과 토마토 생장반응연구. 생물생산시설환경학회 2 (2) : 89-98.
8. 권영삼. 1995. 국내외 원예시설의 특성과 시스템에 관한 심포지움. 시설원예연구회. pp 111-125.
9. 이지원. 1991. 여름철채소 비가림 재배기술. 시설원예연구회 4(2) : 66-73.
10. 이기명. 1994. 과채류시설재배의 고온기관리요령. 시설원예연구 7(1) : 23-31.
11. 三原義秋. 1972. 施設園藝の基礎と實際.

- 養賢堂. pp. 51-17, 145-169.
12. National Research Institute of Vegetables and Ornamental Olants(ed). 1984. Some problems of simple protected culture. NRIVO. p. 105.
13. 농림수산부. 1994. 작물통계. p. 5.
14. 신용섭. 연일권. 최성국. 도한우. 1995. 경북농시연보. 과채류시설환경개선에 관한 연구. pp. 904-910.

## 학 회 광 고

한국생물생산시설환경학회에서는 본 학회지인 “生物生産施設環境”에 게재할 원고를 아래와 같이 모집하고 있사오니 많은 투고를 바랍니다.

- 아 래 -

1. 원고의 종류 : 논문, 논설, 자료, 국제회의보고, 신간소개, 기타
2. 작성요령 : “아래한글(V3.0 이상)”을 사용하여 디스켓에 수록할 것.  
기타사항은 논문투고요령 참조할 것.
3. 접수내용 : 최초의 제출부수는 사본3부(2부 : 심사용, 1부 : 반송용)  
최종수정후(게재확정시)에는 원본1부 및 디스켓 1매만 제출
4. 접수시기 : 제6권 제1호(6월 발행예정)에 게재할 원고는 4월30일까지 이후 게재예정원고는 수시접수
5. 접수처 : 본 학회 사무국

※ 회원동정에 관한 사항도 접수하고 있사오니 연락바랍니다.