

과실부위 송풍이 참외의 품질 및 발효과 발생에 미치는 영향

신용섭*, 연일권, 최성국, 최부술¹

경북농업기술원 성주과채류시험장, ¹경북농업기술원

Effect of Forced-air circulation of ambient Fruit on the Occurrence Fermented-fruit and Fruit Quality of Oriental Melon(*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.)

Shin, Yong Seub*, Yeon, Il Kweon. Choi, Sung Kuk and Choi, Boo Sull¹
Songju Fruit Vegetable Experiment Station, Kyongbuk Agricultural Research and Extension Service, Songju 719-860, Korea

¹*Kyungbuk Agricultural Research and Extension Service, Taegu, 702-320, Korea*

Abstract

The experiment was conducted to investigate the relationship between Ca^{2+} uptake and development of fermented fruit through the forced-air circulation of ambient fruit. Air circulation of ambient fruits were adjusted with 0.3m/sec wind velocity for three hours a day from 10 : 00 to 13 : 00. Treatments consisted of 0, 10 day, 20 day, 30 day of forced air circulation of ambient fruit. Although the results varied depend on the duration forced air circulation, in general, treated fruit increased fruit weight, flesh thickness, fruit hardness, soluble solids, and chromaticity, and decreased the number of fermented-fruit. Ca^{2+} content in fruit.

주제어 : 칼슘, 무기물

Key words : Ca^{2+} , inorganic matter

* Corresponding author

서 론

참외는 4월 중하순에 파종하여 7월 중하순에 수확하는 것이 기본 작형(李 1994)이었으나 축성 또는 조숙재배 기술이 발달함에 따라 파종기가 점차 앞당겨지게 되어, 12월 상순에 정식하여 2월 중순에 수확하는 극단적인 조기재배까지 발전하게 되었다. 이러한 저온기 무가온 시설재배에서 문제가 되는 것은 이상발효과(이하 발효과로 칭함)의 발생인데, 참외의 발효과는 태좌부를 중심으로 주변조직이 물러지거나 회색 또는 갈색으로 변하며 수침상으로 되고 조직이 허물어지는 현상을 말하는데(Pratt et al. 1977), 재배지역, 환경에 따라 큰 차이가 있지만 매년 20~50% 정도의 발효과가 발생하는 것으로 보고되어 있다(성주군 1994). 참외 발효과의 발생에 대한 재배환경, 재배조건 및 Ca과의 관계에 대해서 많이 보고(朴과 鄭 1989, 최 등 1990,辛 등 1997, 鄭 등 1998, 申等 1991, 黃과 李 1993, Armstrong and Kirkby 1976, Ferguson and Drobak 1988, Salisbury and Ross 1992, Poovaiah et al. 1988, Wiersum 1979, Epstein 1972, Scaife and Clarkson 1978)되어 있으나 발효과의 기작을 이해하기에는 어려움이 많다. 또한 참외의 발효과는 정상과에 비하여 칼슘함량이 현저히 낮은 것으로 보고되어 있으나 최근의 연구결과(辛 등 1996, 徐 1998)로 볼 때, 칼슘 결핍 외에도 증산이나 환기와 밀접한 관계가 있을 것으로 추정되어, 본 연구에서는 참외 과실 부위 송풍에 따른 참외의 품질 및 과실내 칼슘함량과 발효과의 관계를 검토하여 저온기 시설환경 개선의 기초자료로 활용코자 하였다.

재료 및 방법

1. 재배 및 착과

참외 품종 금싸라기은천을 신토좌호박에 호점으로 접목하여 직경 15cm 포트에서 본엽 5매가 전개될 때까지 육묘하여 1997년과 1998년 2회에 걸쳐 경상북도 농업기술원 성주과채류시험장의 폭 7.5m, 측고 2.3m, 동고 4.0m, 길이 50m인 유리온실에서 실험을 수행하였다. 정식 1개월 전에 0.1ha당 우분발효퇴비 3.0톤, 고토석회 200kg, 질소, 인산, 칼리를 25, 7.7, 16kg을 시비하였는데, N 및 K₂O는 60%를 추비로 5회 분시하고 나머지는 전량 기비로 사용한 후 경운 하였다. 경운 후 폭 180cm이랑 두 개를 만든 후 점적호스를 깔고 그 위에 0.04mm 흑색비닐로 멀칭하였다. 본엽 5매를 남기고 적심한 묘를 180cm이랑에 45cm간격으로 1주씩 정식하고 야간의 보온을 위하여 하우스 내에 길이 2.4m강선으로 소형터널을 설치하여 0.05mm 투명비닐과 12온스 보온부직포를 4월 20일까지 2중으로 피복관리하여 무가온재배하였다. 摘心은 정식 전에 主枝 5마디에서 실시하고 그후 2개의 아들덩굴을 유인하여 17마디에서 摘心하였다. 착과는 아들덩굴 6~10마디 사이에서 나온 손자덩굴에 착과시켜 한 포기에 6~8개의 과실이 달리도록 한 후, 송풍은 아들덩굴 7~8마디에서 나온 손자덩굴의 과실 1개를 선택하여 1주당 1과를 송풍하고 개화당일 착과제(토마토톤 100배액, 농용지베렐린 150ppm)를 1회 처리하였다.

2. 송풍기 설치 및 송풍방법

참외 과실부위 송풍은 표 1과 같이 착과 10일 후부터 수확까지(송풍 I), 착과 20일 후

Table 1. The treatments of forced-air circulation period.

Treatments	Forced-air circulation Period.
Forced-air circulation I	Air circulated from 10 days after fruit setting to harvesting(40 days)
Forced-air circulation II	Air circulated from 20 days after fruit setting to harvesting(40 days)
Forced-air circulation III	Air circulated from 30 days after fruit setting to harvesting(40 days)
Forced-air circulation IV	No-air circulation

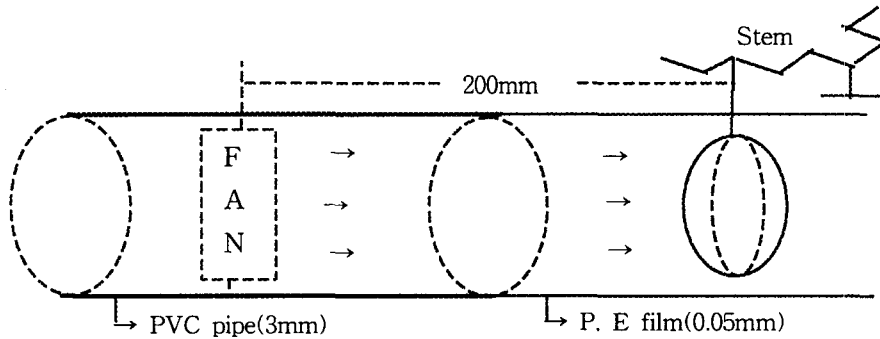


Fig. 1. Schematic diagram of air circulation system

부터 수확까지(송풍 II), 착과 30일 후부터 수확까지(송풍 III) 및 관행의 무송풍 처리(송풍 IV)를 두고 풍속 0.3m/sec로 10시부터 13시까지 1일 3시간씩 과실부위에 송풍하였다. 송풍기는 두께 3.0mm의 PVC 파이프를 이용하여 길이 200mm, 내경 10.7mm내에 송풍팬(AC230V, 50/60Hz, 16/14W)을 부착하였으며, 0.05mm 투명비닐 100mm를 닥터로 연결하여 송풍팬으로부터 200mm 거리에 과실을 수직으로 두고 송풍하였다(그림 1).

3. 과실의 품질 및 발효과 조사

과실은 착과후 40일째 수확하여 조사하였는데, 수확한 과실은 무게와 과장 및 과폭을 조사한 후 물에 담가 물위로 뜨는 것을 색도계(Nippon Denshoku Handy Colorimeter, NR-3000)를 이용하여 과실 표면 3곳의 색도를 측정하였다. 발효과는 칼로 잘라서 물이 흐르거나, 태좌부의 갈변정도가 1/4이상 된 것은 모두 발효과로 취급하였다. 과육두께는 과실의 중앙단면을 절단하여 캘리퍼(Mitutoyo)를 이용하여 태

좌부를 제외한 과육의 두께를 측정하였다. 과육의 경도는 경도계(Sun Rheo Meter, Compac-100)를 이용하여 과실의 중앙을 16mm 두께로 절단하고 Mode 4에서 Max 10kg, Press 120mm/min의 조건으로 시료당 3회씩 측정하였다. 당도는 정상과의 과육부 및 태좌부의 과즙을 착즙한 후 Brix당도계(Atago N1, Brix 0~32%)로 가용성 고형물 함량을 측정하였다.

4. 무기성분 분석

줄기 및 잎의 시료는 처리과실을 기준으로 자만 상하 3절과 손만에서 채취하였고, 과육은 과피를 제외한 조직을, 태좌는 씨를 포함한 조직을 80℃의 열풍기에서 48시간 건조시켜 시료를 완전히 식힌 다음, 유발에서 분쇄하고 0.5g을 취하여 과염소산:과산화수소:황산이 9:4:1이 되는 용액을 100ml 플라스크에 넣어 24시간 방치한 후, 250℃열판에서 4시간 분해한 액을 Watman NO. 6 여과지로 여과하여 200ml로 Mess up 한 후 분석에 사용하였다. 분석은 spectrophotometer (PERKIN - ELMER 2380

Atomic Absorption) 를 이용하여 K, Ca, Mg를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 과실의 특성 및 색도

과실부위 송풍 처리별 과실의 특성(표 2)을 보면 과중은 착과30일 후부터(송풍 III) 송풍한 구에서 가장 무거웠으며, 송풍 II>무송풍>송풍 I 처리구의 순이었다. 과육두께는 무송풍구에 비하여 송풍처리구에서 두꺼운 경향이었으나 처리간 유의성은 없었다. 과육의 경도는 송풍 I 처리에서 가장 높았고 송풍 II, 무송풍, 송풍 III의 순이었다. 이와 같이 송풍 I 처리에서 과중이 적고 경도가 높았던 것은 송풍 II,

III, 무송풍에 비하여 과실 비대 초기부터 송풍으로 인한 스트레스로 추정되었다. 과실의 당도는 과육부에서는 송풍처리와 무송풍 처리와의 처리간 차이는 없었으나, 태좌부에서는 무송풍에 비하여 송풍처리에서 당도가 높아 유의성이 인정되었는데, 태좌부의 당도는 송풍 II처리에서 가장 높았고 송풍 I>송풍 III>무송풍의 순이었다. 과실의 색도는 무송풍처리에 비하여 송풍처리에서 L, a, b 및 Y. I치가 높아 색깔이 좋아 보였는데, L값은 송풍 I 처리에서, b값은 송풍 I 및 II 처리, a값 및 Y. I값은 송풍 III 처리에서 가장 높았다(표 3). 특히 a값은 무송풍에 비하여 송풍 II, III 처리에서 유의하게 높아 과실부위 송풍으로 참외 과실의 색깔이 좋아지는 것을 알 수 있었다.

Table 2. Fruit characteristics of oriental melon treated with forced-air circulation of ambient fruit.

Treatment	Fruit					Soluble solids(° Brix)	
	Weight (g)	Length (cm)	Diameter (cm)	Thickness (mm)	Hardness (kg/cm ²)	Flesh	Placenta
Forced-air circulation I ^z	350.3 b ^y	11.3	7.6	15.7	2.36	12.7	17.6 a
Forced-air circulation II	386.6 a	11.9	7.9	16.8	2.31	12.8	17.7 a
Forced-air circulation III	400.4 a	12.0	7.8	17.2	2.05	11.9	16.3 ab
Forced-air circulation IV	385.2 a	11.9	7.5	15.9	2.08	12.6	14.9 b

^z See table 1.

^y Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 3. Chromaticity of oriental melon treated with forced-air circulation of ambient fruit.

Treatment	Color characteristics ^z			
	L*	a*	b*	Y. I*
Forced-air circulation I ^y	71.1	0.54 b ^x	69.2	106.5
Forced-air circulation II	70.8	2.09 a	69.2	108.2
Forced-air circulation III	70.1	2.36 a	68.7	108.5
Forced-air circulation IV	70.1	-0.41 b	68.6	104.6

^z Means of 15 fruit per treatment using a Nippon denshoku handy colorimeter NR-3000 measuring in CIELAB. L* = Lightness, a* = bluish-green/red-purple hue component, b* = yellow/blue hue component, Y. I. = Yellow Index.

^y See table 1.

^x Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

2. 발효과 발생 및 무기성분

착과 10, 20, 30일후 부터 수확시까지 1 일 3시간 과실부위 송풍후 과실의 발효과, 기형과 및 상품과를 조사한 결과, 무송풍에 비하여 송풍처리에서 발효과 및 기형과의 발생은 감소하였고 상품과율은 증가하였는데, 발효과율은 무송풍구의 17.1%에 비하여 송풍 I, II, III 처리에서 각각 8.1%, 10.0%, 6.8% 감소하였다. 기형과율은 무송풍구의 25.7%에 비하여 송풍 II, III 처리에서 각각 15.0%, 5.1% 감소하였으나, 송풍 I 처리에서는 1.5% 증가하였다. 상품과율은 무송풍구의 57.1%에 비하여 송풍 I, II, III 처리에서 각각 6.7%, 25.1%, 12.0% 증가하였다(표 4). 본 실험의 결과, 무송풍처리에 비하여 송풍처리에서 발효과 발생이 감소하였는데, 徐(1998)는 참외 발효과가 식물체의 산소부족과 과실의 혐기적 호흡을 통해서 발생된다고 하였고, 辛 等(1996)은 하우스의 환기량이 많으면 많을 수록 발효과 발생은 감소한다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사하였다. 과실에 송풍을 하므로서 발효과가 감소하는 것은 과실부위에 공기의

순환이 용이하고 과실의 호흡이 왕성하여 발효과 발생이 감소한 것으로 생각되었다. 실제 참외재배에서 발효과의 발생은 5월 이전까지 하우스를 밀폐관리하여 환기가 불량한 시기에는 많이 발생하고, 7월 이후 환기를 많이 하거나 노지 재배에서는 발효과가 거의 발생하지 않는 것으로 볼 때 참외의 발효과 발생은 시설의 밀폐와 깊은 관련이 있음을 암시하고 있다. 표 5는 식물체의 무기성분 함량으로, K는 잎에서 처리간 차이가 없었으나 줄기에서는 무송풍처리의 0.78%에 비하여 송풍 III 처리에서는 0.67%, 송풍 I 처리에서는 0.15% 증가하여 송풍처리로 K의 함량이 많아지는 것을 알 수 있었다. Ca는 무송풍구에 비하여 송풍처리에서 낮았는데, 잎보다는 줄기에서 현저히 적었다. 잎에서는 무송풍처리의 2.48%에 비하여 송풍 III 처리에서는 1.64% 증가하였으나 송풍 I 및 II 처리에서는 각각 0.43%, 1.20% 적었다. 줄기에서는 무송풍구의 2.14%에 비하여 송풍처리에서 2.03~2.01% 적었다. Mg는 줄기와 잎에서는 무송풍에 비하여 송풍 I, III 처리에서는 증가하는 경향이었고, 송풍 II 처리에서 감소하는 경향이었으나 처리간 차이는 없었다.

Table 4. Quality of oriental melon treated with forced-air circulation of ambient fruit.

Treatment	No. of fruits harvested	Percentage of		
		Fermented	Malformed	Marketable
Forced-air circulation I ^z	33	9.0 ab ^y	27.2 ab	63.8 b
Forced-air circulation II	28	7.1 b	10.7 c	82.2 a
Forced-air circulation III	29	10.3 ab	20.6 ab	69.1 b
Forced-air circulation IV	35	17.1 a	25.7 a	57.1 b

^z See table 1.

^y Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

Table 5. Inorganic contents of oriental melon plant treated with forced-air circulation of ambient fruit. (Unit : %, DW)

Treatment	K		Ca		Mg	
	Stem	Leaf	Stem	Leaf	Stem	Leaf
Forced-air circulation I ^z	0.93 b ^y	1.21 a	0.11 b	2.05 ab	2.13 a	2.33 a
Forced-air circulation II	0.77 b	0.86 a	0.13 b	1.28 b	1.63 a	1.61 a
Forced-air circulation III	1.45 a	1.56 a	0.12 b	4.12 a	2.97 a	2.97 a
Forced-air circulation IV	0.78 b	0.98 a	2.14 a	2.48 a	2.06 a	2.03 a

^z See table 1.

^y Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

표 6은 과실부위 송풍에 따른 정상과
의 무기성분을 분석한 것으로 무송풍처
리에 비하여 송풍처리에서 K, Ca 및
Mg 함량이 적었다. 본 실험은 과실부
위 송풍으로 증산을 촉진시키고 과실로
의 칼슘흡수를 조장시켜 참외의 품질을
높이고 발효과 발생을 경감시킬 목적으
로 실시하였으나, 그림 2와 같이 무송
풍에 비하여 송풍처리에서 과육 및 태
좌의 Ca 함량이 감소되었음에도 불구
하고 참외의 발효과는 송풍처리구에서
현저히 적어 참외의 발효과가 발생하는
원인은 Ca 흡수저해 때문이 아니라는 것

을 알 수 있었다. 조등 (1998)은 토마토
배꼽썩음과 발생 경감을 위한 高濕度
시험결과, 가슴처리에서 배꼽썩음과가
23% 발생하였으나 Ca은 배꼽썩음과가
발생하지 않은 대조구보다 높아 토마토
의 배꼽썩음과가 발생하는 원인은 Ca
흡수의 저해 때문이 아니라고 보고하여
작물은 다르지만 본 시험과 같은 경향
이었다. 또한 徐(1998)는 칼슘을 결제
한 처리에서 수확한 참외과실은 칼슘함
량이 극히 낮음에도 발효과가 발생하지
않았을 뿐 만 아니라 PDC 와 ADH의
활성이 낮았고 과실내에 acetaldehyde,

Table 6. Inorganic contents of oriental melon treated with forced-air circulation of ambient fruit. (Unit : %, DW)

Treatment	K		Ca		Mg	
	Flesh	Placenta	Flesh	Placenta	Flesh	Placenta
Forced-air circulation I ^z	2.18 a ^y	0.73 b	0.34 a	0.14 a	0.19 a	0.07 b
Forced-air circulation II	0.72 b	0.88 b	0.05 b	0.02 b	0.07 a	0.07 b
Forced-air circulation III	1.00 b	1.13 b	0.01 b	0.03 b	0.13 a	0.07 b
Forced-air circulation IV	2.22 a	3.62 a	0.44 a	0.15 a	0.19 a	0.13 a

^z See table 1.

^y Means separation within columns by Duncan's multiple range test at 5% level.

ethanol, ethyl acetate의 축적이 거의 이루어지지 않아 칼슘부족이 발효에 직접적인 영향이 없다고 보고하여 본 시험과 같은 경향이였다. 松田와 本多(1981)는 식물체내의 석회부족이 발효과 발생의 원인이라고 하였으며, 朴과 鄭(1989)도 강우 또는 일조부족 등의 기상환경 변화로 과실 속으로의 칼슘 전류가 충분치 못하여 과육의 세포조직이 붕괴되고 거기에서 발효가 시작된다고 추정하였다. 그러나 五島(1985)는 발효과는 과육중의 무기성분 특히, 칼슘 함량에 대하여는 명확한 차이가 없다고 보고하였으며, 久保(1986)도 프린스멜론의 수경재배를 통하여 착과 후 칼슘을 결제하여 재배한 결과 과육에는 수침상이 나타났으나 醜酵臭는 없었고 당도도 정상과 차이가 없다고 하여 작

작물은 다르지만 본 시험의 결과와 유사하였다. 이러한 결과는 참외의 수확 시기별 과실의 무기성분 분석 결과(徐 1998, 李 等 1996)와도 일치한다. 즉 4월에 수확한 참외 발효과 과육의 Ca함량보다 7월에 수확한 건전과 과육의 Ca함량이 적어도 7월에는 발효과가 발생하지 않는다는 것이다. 만약 칼슘결핍이라면 과실의 비대시기별로 세밀한 검토가 필요할 것으로 생각된다. 본 실험 결과만으로 볼 때, 참외의 발효과는 과실의 칼슘함량 부족보다는 식물체의 증산과 과실의 호흡이 관여하는 것으로 생각된다. 따라서 참외의 발효과 경감을 위해서는 저온기 시설재배시 공기의 순환(Circulation)이나 환기팬 등을 이용하는 방법이 검토되어야 할 것으로 생각된다.

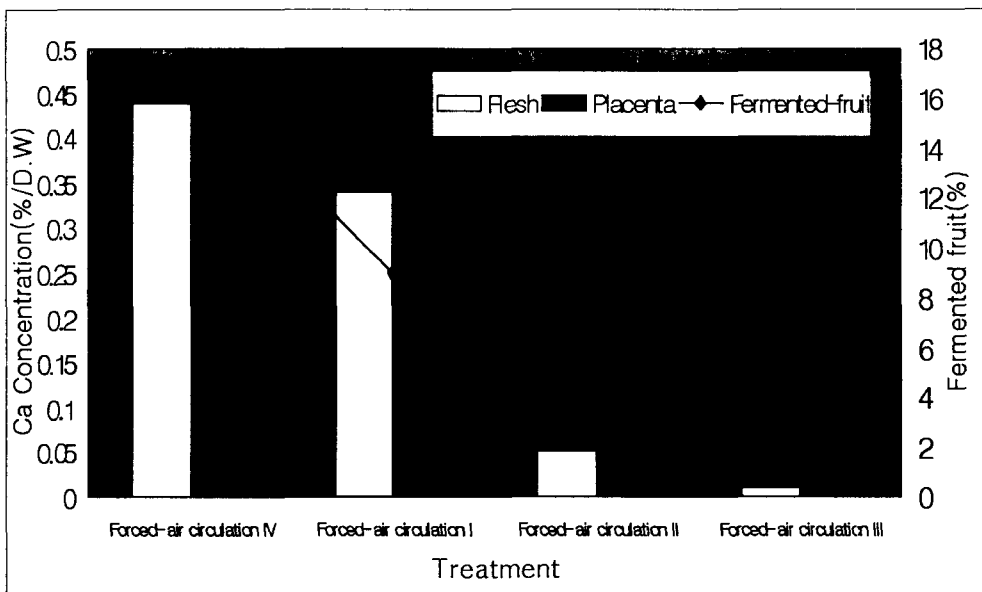


Fig 2. Relationship between the occurrence of fermented-fruit and calcium content in fruit of oriental melon after forced-air circulation of ambient fruit.

적 요

참외 과실부위 송풍이 칼슘흡수와 발효과 발생에 미치는 영향을 구명하기 위하여, 풍속 0.3m/sec로 10시부터 13시까지 1일 3시간 과실부위에 송풍을 하였다. 송풍은 착과 10일후, 20일후, 30일 후부터 수확까지 송풍처리구와 무송풍구로 나누어 비교한 결과, 과중은 착과 30일후 송풍처리에서 가장 무거웠으며, 과육두께는 착과 30일후 송풍구에서 가장 두꺼웠다. 과실의 경도는 착과 10일후 송풍구에서 가장 높았으며, 과육 및 태좌의 당도는 착과 20일후 송풍 처리에서 가장 높았다. 과실의 L값은 착과 10일후 송풍구, a값 및 Y. I값은 착과 30일후 송풍구에서 좋아 무송풍에 비하여 송풍 처리에서 과실의 착색이 우수하였다. 과육 및 태좌의 Ca 함량은 송풍처리에 비하여 무송풍처리에서 많았으나, 발효과 발생은 송풍처리구에서 적었다. 특히 착과 20일후 송풍처리구에서 발효과율 및 기형과율의 발생이 적었고 상품과율은 증가하였다.

인 용 문 헌

1. 朴載榮, 鄭熙敦. 1989. 대목의 종류가 참외의 生長, 果實의 品質 및 收量에 미치는 영향. 韓園誌 30(4) : 262~270.
2. 徐東煥. 1998. 칼슘, 산소부족 및 생장조절제 처리가 참외 발효과 발생에 미치는 영향. 경북대학교박사학위논문.
3. 성주군 농촌지도소. 1994. 참외. 수박 ('94 경북농민교본)
4. 申觀容, 鄭天淳, 柳根昌. 1991. 生育溫度, 光度 및 着果節位가 참외의 糖蓄積 및 발효과 발생에 미치는 영향. 韓園誌 32(4) : 440~446.
5. 신용습, 연일권, 도한우, 서동환, 배수곤, 최성국, 최부술. 1996. 티닐형 하우스에서 환기방법이 참외의 생육 및 품질에 미치는 영향. 한국생물생산시설환경학회지 5(2) : 187~193.
6. 신용습, 이우승, 연일권, 최성국, 최부술. 1997. 온수 지중가온이 참외의 과실 특성 및 수량에 미치는 영향. 한국생물생산시설환경학회지 6(2) : 110~116.
7. 李愚升. 1994. 한국의 채소. 경북대학교 출판부 : 223~242.
8. 李愚升, 徐東煥, 崔性國. 1996. 참외 延長栽培와 2期作栽培時 生産性, 品質, 貯藏性의 比較分析. 농업과학논문집 38 : 141~155.
9. 鄭熙敦, 尹善柱, 崔永俊. 1998. CaCl₂의 葉面處理가 참외의 이상발효과 발생 억제 및 과실 성분에 미치는 영향. 원예과학기술지 16(2) : 215~218.
10. 조일환, 이용호, 김태영, 우영희, 권영삼. 1998. 고습도가 토마토 배꼽썩음과 발생에 미치는 영향. 한원지 39(2) : 247~249.
11. 최영하, 안종길, 강희, 최주성, 엄영철. 1990. 참외 생리장해 발생원인구명. 시험연구보고서(부산원예시험장) 429~446.
12. 黃龍水, 李載呂. 1993. 異狀醱酵참외의 生理的特性. 韓園誌 34(5) : 339~343.
13. Armstrong, M. J. and E. A. Kirkby. 1976. The influence of humidity on the mineral composition of tomato plant with special reference to calcium distribution. Plant & Soil. 52 : 427~435.
14. Epstein, E. 1972. Mineral nutrition of plants : Principles and perspectives. John Wiley and Sons. New York.
15. 五島一成. 1985. プリンスメロンの醱酵果發生原因と防止對策. 農業及び園藝 60(12) : 1529~1533.
16. Ferguson, I. B. and B. K. Drobak. 1988. Calcium and the regulation of plant growth and senescence. Hort. Science 23(2) : 262~266.
17. 久保研一. 1986. プリンスメロンの異常醱酵果に關する研究. 熊本縣農業試驗場研究報告書第11號別刷 : 1~42.

18. 松田照男, 本多藤雄. 1981. マクワ型メロンの生理障害果發生に關する研究 1. 接木及び整枝, 着果方法と生理障害果發生について. 野菜試験場報告C 5 : 31~51.
19. Poovaiah, B. W., G. M. Glenn and A. S. Reddy. 1988. Calcium and fruit softening : physiology and biochemistry. Hort. Rev. 10 : 107~152.
20. Pratt, H. K., J. D. Goeschl and F. W. Martin. 1977. Fruit growth and development, ripening, and the role of ethylene in the 'Honey Dew' muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102 : 203~210.
21. Salisbury, F. B. and C. W. Ross. 1992. Plant physiology. Fourth Edition. Wadsworth Publishing Company, Belmont, California : 80, 132, 585.
22. Scaife, M. A. and D. T. Clarkson. 1978. Calcium-related disorders in plants - a possible explanation for the effect of weather. Plant & Soil 50 : 723~725.
23. Wiersum, L. K. 1979. Ca-content of the phloem sap in relation to castatus of the plant. Acta Bot. Neerl. 28 : 221~224.