

대기 증기압차가 참외 발효과 발생에 미치는 영향

신용섭^{1*} · 서영진² · 최충돈¹ · 박소득² · 최경배² · 윤재탁² · 김병수³
¹경북농업기술원 성주과채류시험장, ²경북농업기술원, ³경북대학교

Influence of Atmospheric Vapor Pressure Deficit on Fruit Fermentation of Oriental Melon (*Cucumis melo* L. var *makuwa* Makino)

Yong-Seub Shin^{1*}, Young-Jin Seo², Chung-Don Choi¹, So-Deuk Park²,
Kyung-Bae Choi², Jae-Tak Yoon², and Byung-Soo Kim³

¹Seongju Fruit Vegetable Experiment Station, Gyeongbuk ATA, Seongju, 719-861, Korea

²Gyeongsangbuk-do Agriculture Technology Administration, Daegu, 702-702, Korea

³Department of Horticulture, Kyungpook National University, Daegu, 702-701, Korea

Abstract. Although the relationship between fermentation and factors such as soil water, redox potential, rootstocks and climatic conditions has been reported, its mechanism of fermentation is still not clear. Transpirations of leaf and fruit at different climatic conditions, influence of soil water potential and atmospheric vapor pressure deficit (VPD) on fermentation were evaluated. Transpiration rate decreased with decreasing soil temperature and soil water potential. Low VPD conditions which occurred during low air temperature and high humidity also decreased transpiration rate. These data exhibit that fruit water balance affected by various factors relate to transpiration. Our results also indicate that high hydraulic conductance of root, high soil water potential and low VPD condition exert a significant effect on fermentation of oriental melon and so called "water filled fruit".

Key words : humidity, soil moisture, stomatal conductance, temperature, transpiration rate

*Corresponding author

서 언

참외 발효과는 태좌부를 중심으로 주변조직이 물러 지거나 갈변되고 축적된 당이 무기발효를 일으켜 강한 초 냄새가 나며 조직의 칼슘함량은 낮은 것으로 (Chung 등, 2000a, b; Suh, 1998), 무가운 재배시 보온부직포를 덮고 하우스를 밀폐 관리하여 수확하는 2~3월에 발생이 많고, 부직포를 철거하고 환기를 시작하는 4~5월에는 발생이 적다가 환기를 많이 하는 6월 이후가 되면 발효과 발생을 조장하여도 발효과가 발생하지 않아 증산과 밀접한 관계가 있는 것으로 알려져 있다. 저온기 시설재배 시 환경조건은 발효과를 유도하는 중요한 요인이 되며 과실표면 뿐만 아니라 잎을 통한 수분의 증산은 기온이 낮고 습도가 높을 경우 현저히 줄어들게 된다. 증산작용에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 온도와 습도로 환경조건이 좋은 날은

비가 오는 날에 비해 약 20배나 높은 증산이 일어나며(Kweon 등, 2001), 참외 발효과 발생은 피복 및 환기불량으로 증산이 억제될 때 많이 발생한다(Chung과 Choi, 1998). 증산은 동일한 환경조건하에서도 차광에 따라 큰 영향을 받는데, 차광이 되거나 광도가 낮으면 참외 잎의 기공이 폐쇄되고, 온도가 낮아지면 과실표면에서의 증산감소 등을 초래하여 증산효율이 떨어지는 것으로 생각된다(Lee 등, 2003; Leonardi 등, 2000). 따라서 본 연구는 참외의 증산에 영향을 주는 몇 가지 요인과 기상조건에 따른 증기압차를 조사하여 참외 발효과 발생기작을 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

본 시험은 경상북도농업기술원 성주과채류시험장의 폭 6 m, 길이 50 m 크기의 능가형 비닐하우스에서 수

행하였다. 10 a당 질소 9.7 kg, 인산 6.3 kg, 칼리 5.7 kg, 우분 발효퇴비 1,500 kg을 정식 1개월 전에 기비로 사용하여 경운한 후 폭 2m 크기의 이랑을 만들고 이랑에는 16 mm 점적호스를 2줄을 설치한 후 흑색 플라스틱 필름으로 멀칭하고 그 위에 강선을 이용하여 소형터널을 만들어 0.03 mm의 투명 플라스틱 필름과 12온스 보온부직포를 이용하여 관리하였다. 재배기간 중 지온의 변화는 TR-71S 데이터로거(T & C, Japan)를 이용하여 토양 10 cm 깊이에 온도센서를 매설하여 조사하였고, 기온, 습도는 TR-72S 데이터로거(T & C, Japan)를 이용하였으며 센서를 지상 20 cm에 설치하여 온·습도 변화를 조사하였다. 증산량 측정용 휴대용 광합성 측정기(LI 6400, LI-COR, USA)를 이용하여 생육이 가장 왕성한 성숙한 잎의 선단에 chamber(6 cm²)를 끼우고 광량 2,000 μmol·m⁻²·s⁻¹, CO₂ 농도 400 mg·L⁻¹의 조건에서 증산을 및 기공전도도(氣孔傳導度)를 측정하였다. 증산억제제 처리가 증산억제 및 발효과 발생에 미치는 영향을 조사하기 위하여 신토좌에 접목된 금싸라기은천 참외를 공시하여 시험을 수행하였다. 증산억제제 처리는 수확기 참외에 2,3,5-triodobenzoic acid(TiBA) 100 mg·L⁻¹과 10 μmol ABA를 빛에 의한 광분해를 피하기 위하여 오후 6시경 옆면 살포하였다. 처리 16시간 후 증산억제제 처리에 따른 발효과 발생과 증산율을 조사하였다. 증기압차(vapor pressure deficit, VPD)는 시설 내 온도, 습도를 이용하여 분석을 하였으며 증기압차를 구하는 식은 다음과 같다. 먼저 증발-응결과정을 반복하다 궁극적으로 평형상태에 도달하는데 이때의 수증기압을 포화수증기압(saturated vapor pressure, SVP)이라고 하며 온도상승과 함께 지수 함수적으로 증가하는데 식 (1)과 같이 구할 수 있다(Yoon, 1999).

$$SVP=6.1078 \exp \{17.26939 \times T/(T+273.3)\}, \quad (1)$$

(T: air temperature)

상대습도는 현재 온도에서 포화 수증기압에 대한 실제 수증기압의 비율로 나타내어 식 (2)와 같이 수증기압(Vapor pressure, VP)을 구하며 포화 수증기압과 실제 수증기압 간의 차이를 공기의 대략적인 건조능력, 식물에 있어 증산이 일어날 수 있는 능력을 나타내는 VPD라 한다(Yoon, 1999).

$$VP=(RH \times SVP)/100, \quad (RH: \text{Relative humidity}) \quad (2)$$

참외의 잎, 과실로부터 공기 중으로 수분의 증산을 조사하기 위하여 식 (1)을 이용하여 공기와 식물체의 증기압을 구하였는데, 대기 중 온·습도 조사는 TR-72S 온습도 측정용 데이터로거를 이용하여 지표 10 cm 부위에서 측정하였고, 참외 잎과 과실 표면의 온도는 적외선온도계(ST-8819, USA)를 이용하여 3군데를 측정된 값의 평균을 식물체 표면의 온도로 하였으며 식물체 표면의 상대습도는 100%로 가정하였다. 과실표면에서 일어나는 증발은 Shirazi와 Cameron (1993)의 Weight-loss technique를 이용하여 측정하였으며 방법은 다음과 같다. 과실을 줄기로부터 잘라내어 즉시 저울에 무게를 측정한 후 생장상(HB-301L, Hanbaek Sci. Co., Korea)에 넣고 온도 30°C, 상대습도 50%와 온도 15°C, 상대습도 90%의 두 조건에서 무게변화를 24시간 동안 1시간 간격으로 측정하여, 위 두 조건에서 측정된 값의 평균값을 취하여 과실표면의 증발량으로 하였다. 기상조건에 따른 발효과 발생을 조사하기 위하여 2004년은 4월 19일, 4월 27일에 저온 다습한 조건이 형성되어 Low VPD 조건으로 하였고, 2004년 4월 17일, 4월 25일을 고온 건조한 조건이 형성되어 High VPD 조건으로 하였다. 참외를 수확 후 칼로 잘라 육안으로 관찰하여 발효과로 판정을 하였다.

결과 및 고찰

토양온도가 참외의 증산에 미치는 영향을 조사하기 위하여 생육일수의 경과에 따라 잎의 증산율을 측정된 결과, 정식 20일경인 2월 19일의 지온은 12.8°C, 증산율은 1.01 mmol·H₂O·m⁻²·s⁻¹로 수분의 증산이 거의 없는 편이었고 2월 21일의 지온은 14.5°C, 증산율은 5.11 mmol·H₂O·m⁻²·s⁻¹로 지온 상승과 함께 증산율이 다소 높아졌으며 정식 35일경인 3월 7일의 지온이 21.9°C로 상승함에 따라 증산율은 15.7 mmol·H₂O·m⁻²·s⁻¹로 크게 증가하였다. 그리고 정식 80일경 4월 29일에는 지온 26.4°C, 증산율은 20.7 mmol·H₂O·m⁻²·s⁻¹로 지온의 상승에 따라 증산율 증가는 높은 상관을 나타내었다(Fig. 1). 참외 잎의 생육 단계에 따른 증산율의 영향을 조사한 결과, 자만엽의

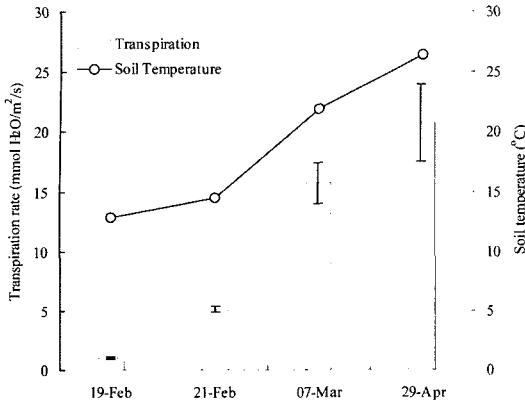


Fig. 1. Effect of soil temperature on transpiration rate of oriental melons (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino), 'Geumssaragi-Eonchoeon' grafted onto Shintojwa. Vertical bars are standard error of 10 samples.

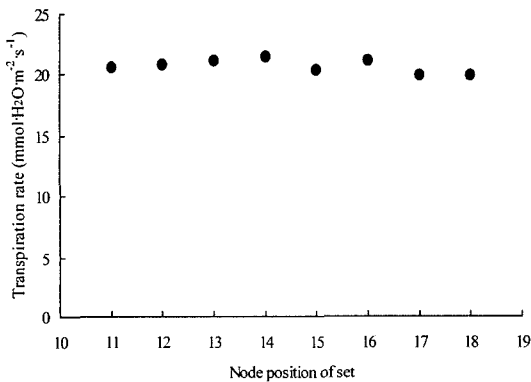


Fig. 2. Effect of leaf age on transpiration rate of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino).

절위에 따른 큰 차이가 없어 생육단계에 따른 영향은 거의 없었고 지온이 큰 영향을 준 것으로 나타났다 (Fig. 2). 참외의 수분배출과 관련한 인자로서 지온과 토양수분은 증산과의 높은 관련성을 나타내었으며 (Figs. 1, 2) 토양의 온도가 낮을 경우 뿌리의 수리전도도를 떨어뜨리고 잎의 증산을 억제시킨다는 보고로 미루어 (Ahn 등, 1999; Awal 등, 2003; Mellander 등, 2004), 참외에서도 토양온도와 뿌리의 수분조건이 증산에 매우 중요한 영향을 미치는 것으로 생각된다.

하지만 참외의 경우 환경조건에 따른 증산과 관련된 자료가 부족한 편이기 때문에 발효과에 영향을 주는 인자인 토양수분과 관련한 자료를 얻기 위해 비교적 토양수분이 과다한 -10 kPa와 건조한 상태인 -80 kPa의 두 조건에서 증산에 영향을 주는 증산억제제를 처

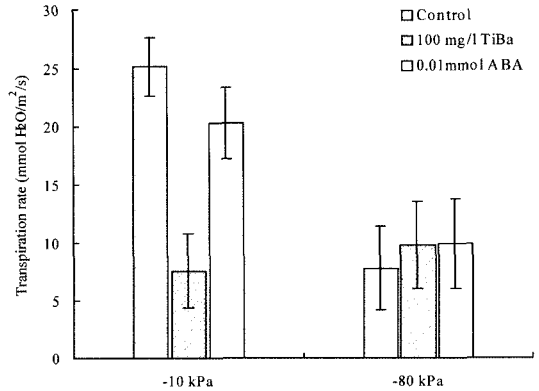


Fig. 3. Effect of soil water potential and plant hormones on transpiration rate at harvesting stage of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino) 16 hours after treatment.

리하여 증산율을 조사하였으며 그 결과는 Fig. 3과 같다. Park 등 (2000)은 -10 kPa까지 관수한 경우 참외의 생육이 우수하고 과실 생산량은 많은 반면 발효과 발생이 많았다고 보고하였다. 이는 일비속도의 조사결과에서와 같이 수분이 충분한 -10 kPa구에서 일비속도가 높아 수분의 공급이 충분하여 증산이 많이 된 것으로 생각되며 TiBa 처리구는 $7.6 \text{ mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 비교적 증산억제가 많이 되었으나 증산과 관련된 대표적인 호르몬인 ABA 처리에서는 처리 후 16시간에 측정된 결과 $20.3 \text{ mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 증산이 크게 억제되지 않았다. 이러한 원인은 식물체내에 생성된 내생 ABA는 특정 조건이 지속될 경우 ABA 생성량이 지속되지만 외부에서 처리한 것은 증산억제 효과의 지속성이 약하기 때문인 것으로 추정된다. 하지만 -80 kPa 처리구에서는 무처리가 $7.8 \text{ mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 100 mg/L TiBa 처리와 0.01 mmol ABA 처리의 각각 $9.8 \text{ mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $9.9 \text{ mmol} \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 보다 오히려 증산속도가 낮았다. 이는 토양수분 함량이 낮은 경우에는 식물 자체가 수분을 보전하려 하기 때문에 증산이 억제되어 증산억제제의 효과가 나타날 수 없게 되는 것으로 보인다.

날씨가 맑은 날 (2004. 4. 25)과 흐린 날 (2004. 4. 27)의 기상조건과 기상조건에 따른 증기압차를 조사한 결과 (Fig. 4), Low VPD (Vapor Pressure Deficit) 조건에서의 증기압차는 0.5 kPa인데 비하여 High VPD 조건에서의 증기압차는 3.2 kPa로 High VPD 조건이 Low VPD 조건보다 약 6배 정도 높은 증산력

대기 증기압차가 참외 발효과 발생에 미치는 영향

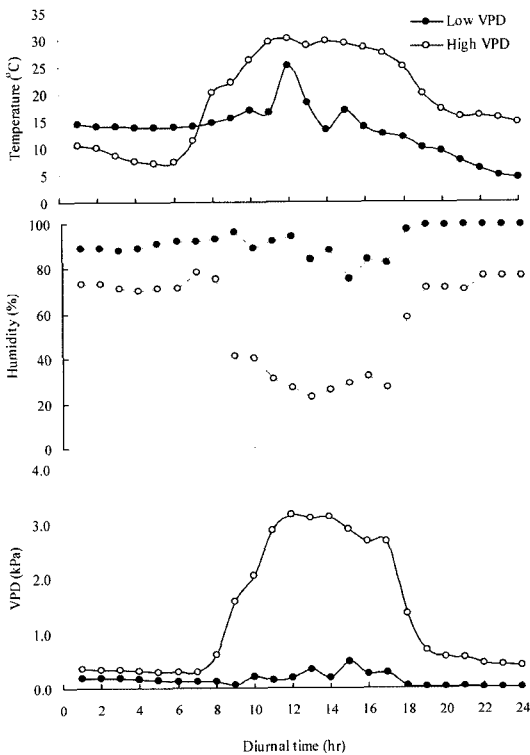


Fig. 4. Comparisons of temperature, relative humidity and vapor pressure deficit. Low VPD and High VPD conditions were acquired on 25 Apr. 2004 and 27. Apr. 2004, respectively.

을 나타내는 것을 알 수 있다.

기상여건에 따라 참외의 증산에 미치는 영향을 조사하기 위하여 맑은 날(High VPD)과 흐린 날(Low VPD)의 하우스내 기상과 참외의 증산율을 조사한 결과, 흐린 날은 광도가 $499.9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 낮고 하우스내 온도는 18°C 정도를 나타내었다. 반면 맑은 날은 광도가 $1,201.1 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 하우스내 온도는 약 32°C 정도로 높은 편이었다(Table 1). 따라서 증산량은 High VPD 처리구는 $6.26\pm 1.13 \text{ mmol}\cdot\text{H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 Low VPD 처리의 0.96 보다 약 6배 정도 높았으며, 기공전도도 또한 Low VPD 처리구가 0.15 ± 0.04

$\text{mmol}\cdot\text{H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, High VPD 처리구는 $0.25\pm 0.06 \text{ mmol}\cdot\text{H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 로 High VPD 처리구에서 1.5배 정도 높았다.

증산은 일반적으로 식물의 기공아래 공기의 공간과 외부 공기사이의 water potential 차이라고 할 수 있으며 습도, 온도, 바람 등에 영향을 받게 된다. 일반적으로 하우스 조건은 노지에 비해 외부환경이 차단되어 외부 기온보다 온도가 높은 것이 가장 큰 특징이다.

하우스의 경우 기상여건에 상관없이 농사를 지을 수 있지만 비가 오거나 흐린 날 일조가 부족 할 경우 하우스 내 온도는 저온이 되며 맑은 날 일조가 양호한 조건과는 기상여건이 크게 대별되며 하우스내의 온도가 저하될 경우 보온을 위해 환기를 하지 못하게 되고 따라서 공기 중 습도 또한 높아져 증산에 큰 영향을 주게 될 것이다.

기상조건에 따른 참외 잎으로부터 수분의 증산을 조사한 결과, 저온 다습한 조건에서 참외 잎과 대기 중 증기압 기울기는 0.16 kPa 이었고, 맑은 날 고온건조할 경우 증기압 기울기는 2.55 kPa 로 High VPD조건이 Low VPD 조건보다 약 16배정도 높은 증산력을 나타내었다(Table 2). 식물체와 대기의 증기압 차이는 뿌리로부터 수분을 흡수하여 식물체내에 수분을 분배하고 대기 중으로 수분을 배출하는 가장 중요한 구동력이며 기상조건에 따른 증기압기울기는 증산에 중요한 역할을 한다(Kramer, 1983). 또한 토양-식물체-대기 사이의 osmotic potential의 구배는 일반적으로 토양에서 가장 높고 식물체, 대기의 순으로 존재하여 수분이 압력의 구배에 따라 흐르게 된다. 식물체내에서도 osmotic potential은 뿌리 부위로부터 식물체의 가장 높은 위치에 있는 선단으로 수분이 공급되게 된다. 따라서 참외의 경우 포복재배와 지주재배를 비교해 보면 포복재배의 위치가 상대적으로 낮아 지주재배에서 농도의 구배가 커지게 되므로 지주재배에서 증산력이 우수할 것으로 판단된다.

Table 1. Effect of VPD on transpiration and stomatal conductance of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino).

VPD ^z	Air temp. (°C)	Light intensity ($\mu\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Transpiration rate ($\text{mmol}\cdot\text{H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	Stomatal conductance ($\text{mol}\cdot\text{H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
Low	18.0	499.9	0.96 ± 0.35^y	0.15 ± 0.04
High	32.0	1,201.1	6.26 ± 1.13	0.25 ± 0.06

^zLow VPD and High VPD conditions were acquired on 19 Feb. 2005 and 21 Feb. 2005, respectively.

^yStandard error of 3 replications.

Table 2. A comparison of the vapor pressure deficit between leaf and air under different climatic conditions.

VPD ²	Leaf	Air	$VP_{leaf} - VP_{air}$ (kPa)
Low	T=16.9°C RH=100% VP=1.93	T=17.3°C RH=90% VP=1.77	0.16
	T=27.6°C RH=100% VP=3.69	T=30.6°C RH=25.9% VP=1.14	
High			2.55

²High VPD condition was obtained during a sunny day (25 Apr. 2004) while low VPD condition was obtained during a rainy day (27 Apr. 2004). T: Temperature, RH: Relative Humidity, VP: Vapor Pressure.

Table 3. A comparison of the vapor pressure deficit between fruit and air under different climatic conditions.

VPD	Fruit	Air	$VP_{fruit} - VP_{air}$ (kPa)	Evaporation (g/hr) ²
Low	T=16.0°C RH=100% VP=1.82	T=15.0°C RH=90% VP=1.54	0.28	0.43 ± 0.20
	T=28.0°C RH=100% VP=3.78	T=30.0°C RH=50% VP=2.12		
High			1.66	0.79 ± 0.31

²Evaporation was calculated by weight loss technique (Shirazi et al., 1993). T: Temperature, RH: Relative Humidity, VP: Vapor Pressure.

Table 4. Influence of soil water potential and vapor pressure deficit (VPD) conditions on fermentation of oriental melon fruits.

Soil water (kPa)	Fermented fruits (%)			
	High VPD		Low VPD	
	Swelling	Ripening	Swelling	Ripening
-10	ND	ND	ND	28.9
-80	ND	ND	ND	ND

ND: Not Detected.

VPD 조건에 따른 과실과 대기 중 증기압 기울기와 무게 감소법에 의한 증발량을 측정된 결과, Low VPD에서는 증기압 기울기가 0.28 kPa, 증산량은 0.43 ± 0.20 g·h⁻¹이었고 High VPD의 경우 1.66 kPa로 약 6배정도 증기압 차이를 나타내었고 증발량은 0.79 ± 0.31 g·h⁻¹로 2배 정도 높았다(Table 3).

기상조건에 따른 식물체의 증산과 토양수분처리에 따른 생육 단계별 발효과 발생을 조사하기 위하여 생육단계를 과실 비대기(착과 후 약 20~23일경), 착색기(착과 후 27~30일경)의 두 단계로 구분하고 2004년

4월 19일을 저온 다습한 Low VPD와 2004년 4월 17일, 25일을 고온 건조한 High VPD로 하여 토양수분을 -10 kPa과 -80 kPa로 처리하여 조사한 결과, High VPD 조건에서는 물찬과의 발생이 없었으나, Low VPD 조건의 경우 착색기 이후 토양수분을 -10 kPa가 되도록 관수한 처리구에서 발효과가 28.9%정도 발생을 하였다(Table 4). 하지만 토양이 건조하여 뿌리로부터 수분의 유입이 적을 경우에는 증산이 억제되는 조건에서도 발효과 발생이 없었고, 수분의 공급이 많을지라도 증산이 충분히 이루어지는 조건에서는 발효과가 발생하지 않는 것을 알 수 있었다. 따라서 발효과 발생은 토양수분이 과다하게 공급되고 참외의 생장이 낮고 저온 다습한 조건에서 증산이 억제되어 식물체내에서 수분의 분배에 이상이 있을 때 발생하는 것으로 생각되었다. Shin(2005)은 참외는 착과 후 10일부터 약 25일 정도까지 급격히 비대하는 swelling 단계를 거치며 그 후 30일 정도까지 과실의 비대는 매우 느리며 과실이 착색되는 ripening 단계를 거치는데, 발효과 발생은 ripening 단계에서 발생한다고 하여 본 실험의 결과와 유사하였다.

이상의 결과를 종합하면 참외의 증산율은 지온이 높고 토양수분 함량이 많을수록 높았으며, 광도가 약하여 온도가 낮을 경우 증산율과 기공전도도가 낮아졌고, 저온 다습한 기상조건에 의한 증산의 억제는 식물체와 대기사이의 증기압기울기가 낮아지는 것으로 생각된다. 발효과 발생은 과실의 비대가 느린 착색기 이후에 토양수분이 -10 kPa로 많고, 저온 다습하여 참외와 대기 사이에 증기압기울기가 낮게 형성되어 증산이 억제될 때 발생하였다. 따라서 참외의 발효과 발생은 착색기 이후 참외의 과실 비대가 지연되는 반면 지온이 높아 뿌리로부터 지상부로 수분의 공급이 원활하고, 저온 다습한 기상조건하에 수분의 증산이 억제되어 수분이 태좌부로 유입되면 발효과가 발생하는 것으로 생각된다.

적 요

참외 발효과 발생에 영향을 미치는 증산과 관련된 몇 가지 요인을 검토한 결과는 다음과 같다. 참외의 증산율은 지온이 높고 토양수분 함량이 많을수록 높았으며, 광도가 약하여 온도가 낮을 경우 증산율과 기공전도도가 낮아졌고, 저온 다습한 기상조건에 의한 증산

의 억제제 식물체와 대기사이의 증기압기울기가 낮아지는 것으로 생각된다. 발효과 발생은 과실의 비대가 느린 착색기 이후에 토양수분이 -10 kPa로 낮고, 저온 다습하여 참외와 대기 사이에 증기압기울기가 낮게 형성되어 증산이 억제될 때 발생하였다. 따라서 참외의 발효과 발생은 착색기 이후 참외의 과실 비대가 지연되는 반면 지온이 높아 뿌리로부터 지상부로 수분의 공급이 원활하고, 저온 다습한 기상조건하에 수분의 증산이 억제되어 수분이 태좌부로 유입되면 발효과가 발생하는 것으로 생각된다.

주제어 : 기공전도도, 습도, 온도, 토양수분, 증산량

인 용 문 헌

- Ahn, S.J., Y.J. Im., G.C. Chung., B.H. Cho and S.R. Suh. 1999. Physiological response of grafted cucumber leaves and rootstock roots affected by low temperature. *Scientia Horticulturae* 81:397-408.
- Awal, M.A., T. Ikeda and R. Itoh. 2003. The effect of soil temperature on source-sink economy in peanut (*Arachis hypogaea*). *Environmental and Experimental Botany* 50:41-50.
- Chung, H.D. and Y.J. Choi. 1998. Effect of temperature and foliar application of NAA and GA₃ on ⁴⁵Ca translocation and accumulation in the grafted melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa*) plants. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39(5):491-496.
- Chung, H.D., Y.J. Choi, and S.D. Ju. 2000a. Inhibition of preharvest drops by AVG foliar application in staking cultivation of oriental melon plants. *Kor. J. Hort. Sci. & Technol.* 18:792-796.
- Chung, H.D., Y.J. Choi., G.S. Lee. and H.S. Lee. 2000b. The effects seedling age, bagging, and PE house coverings on fruit quality of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 41(5):464-470.
- Krammer, P.J. 1983. *Water relations of plants*. Academic Press, p. 187-234.
- Kweon. D.K., Y.I. Park., S.S. Jeun., C D. Jin., Y.N. Hong. 2001. *Plant physiology*. Ulyoomunhwasa Press. p. 47-53.
- Lee, S.G., Y C. Kim., T.C. Seo., Y.G. Kang., H.K. Yun. and H.D. Suh. 2003. Effects of low light intensity after set on growth and quality of oriental melon. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 44(1):31-34.
- Leonardi, C., A. Baille and S. Guichard. 2000. Predicting transpiration of shaded and non-shaded tomato fruits under greenhouse environments. *Scientia Horticulturae.* 84:297-307.
- Mellander, P., K. Bishop and T. Lundmark. 2004. The influence of soil temperature on transpiration : A plot scale manipulation in a young Scots pine stand. *Forest Ecology and Management*, 195:15-28.
- Park. D.K., J.K. Kwon., J.H. Lee, Y.C. Um., H.T. Kim. and Y.H. Choi. 2000. Effect of soil water content on the yield and quality of plastic greenhouse oriental melon during low temperature season. *J. Bio-Env. Con.* 9(3):151-155.
- Shirazi, A. and A.C. Cameron. 1993. Measuring transpiration rates of tomato and other detached fruit. *HortScience.* 28(10):1035-1038.
- Shin, Y.S. 2005. Influence of root hydraulic conductance, soil water potential and atmospheric vapor pressure deficit on fruit fermentation of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Makino) grown in plastic greenhouse. Thesis for Ph D. Kyungpook National University (in Korean).
- Suh. D.W. 1998. Effect of Ca²⁺, hypoxia and plant growth regulators on fermented-fruit of oriental melon (*Cucumis melo* L. var. *makuwa* Mak.). Thesis for Ph D. Kyungbook National University.
- Yoon. J.I. 1999. *Agriculture Atmospheric Meteorology*. Doseochullpanareake Press. p. 116-121.