

Effect of Vapor Pressure Deficit on the Evapotranspiration Rate and Graft-taking of Grafted Seedlings Population under Artificial Lighting⁺

Yong Hyeon Kim* · Chul Soo Kim · Ji Won Lee¹ · Sang Gyu Lee¹

Division of Bioresource Systems Eng., Chonbuk National Univ., Chonju 561-756, Korea
(The Institute of Agricultural Science & Technology)

¹Div. of Vegetable Cultivation, National Horticultural Research Institute, R.D.A., Suwon 440-310, Korea

Abstract

Four air temperature levels of 23, 25, 27 and 29°C, three humidity levels of 85, 90 and 95% R.H. at photosynthetic photon flux (PPF) of 50 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ were provided to investigate the effect of vapor pressure deficit on the evapotranspiration rate (EVTR) and graft-taking of watermelon grafted seedlings. As the air temperature increases, the leaf temperature and water vapor pressure in leaves increase. Thus EVTR of grafted seedlings increased with increasing air temperature at high humidity of 95% R.H. At relatively low humidity of 85% R.H., grafted seedlings showed a high EVTR and some wilting of scions was observed at this condition. This result would be ascribed to the low supply of water to vascular bundles according to the insufficient joining of scions and rootstocks. Differences in EVTR between 90% R.H. and 95% R.H. were not observed. Grafted seedlings showed high graft-taking at high relative humidity. Relative humidity had highly influenced to the graft-taking as compared to the air temperature. Graft-taking increased with decreasing vapor pressure deficit. Graft-taking greater than 90% was found at vapor pressure deficit less than 0.4kPa which could be obtained at humidity higher than 90% R.H. Therefore it is required to control the humidity higher than 90% R.H. for suppressing EVTR of grafted seedlings and preventing some wilting of scions and thus enhancing the graft-taking of grafted seedlings.

Key words: *Citrullus vulgaris*, grafting, transpiration, stomatal aperture, acclimation

*Corresponding author

⁺이 논문은 1999년도 농림부 농림기술관리센터의 첨단기술개발과제로 수행되었음.

서 론

최근 들어 육묘시설의 양적 증가와 육묘 기술 수준의 향상에 힘입어 플러그묘의 보급이 확대되고 있다. 더구나 육묘와 재배의 분업화가 진행되어 고품질 묘의 안정된 수급에 대한 관심이 늘어나면서 육묘 산업에 대한 비중이 점차 증가하고 있다.

이 가운데 연작장해의 방지, 耐病性 또는 耐暑性의 강화, 식물의 조기생육 촉진 및 과실의 상품성을 향상시키기 위한 수단으로 생산되는 과채류 접목묘는 고품질 묘에 대한 인식이 확산되면서 그 수요가 지속적으로 증가하고 있다(渡部와 板木, 1990; Oda, 1995). 이에 따라 대량의 접목묘를 안정적으로 생산할 수 있는 방법의 개발이 요구되는 가운데 육묘시설 또는 농

가에서는 과채류의 종류에 따라 여러 가지의 접목 방법을 사용하고 있으며, 활착 단계에서 접수와 대목의 원활한 결합은 물론 접목묘의 순화를 도모하고 있다.

접목묘의 활착율을 높이려면 활착 단계에서 접수의 위조를 막아야 한다. 접목묘로부터의 과도한 증산은 접수의 위조를 심화시킨다. 그러므로 접목묘의 증산을 억제하면서 활착율을 높이려면 접목 직후 상대습도를 높게 유지하여 묘의 위조를 방지하여야 한다(Kim과 Park, 2001). 활착 단계에서 접수와 대목의 결합이 원활하게 이루어지고 건전한 접목묘를 생산하기 위해서는 점차 상대습도를 낮추고, 광량은 서서히 증가시키는 등의 환경관리가 요구된다.

현재 접목묘를 생산하는 육묘시설 또는 농가에서는 온실 내에서 폴리에틸렌 필름 또는 차광용 필름을 이

인공광하에서 접목묘 개체군의 증발산속도와 활착에 미치는 포차의 영향

용하여 상대습도와 광량을 조절하고 있으나, 환경 요소의 관리가 대부분 관리자의 경험에 의해서 이루어져 정확한 습도와 광량 조절에 많은 어려움을 겪고 있다. 또한 접목묘의 활착은 대부분 자연광 조건하에서 이루어져 접목묘의 활착 또는 품질이 외부 환경의 영향을 쉽게 받기 때문에 활착 환경의 효과적인 제어가 불가능한 실정이다. 접목묘의 활착을 촉진시키고, 활착 관리에 요구되는 노력을 절감시키려면 활착에 대한 최적 환경조건이 제시되어야 한다. 이 경우 최적환경은 온실과 같은 개방형의 자연광 조건에 비하여 인공광을 이용한 폐쇄형 시스템에서 보다 쉽게 이루어질 수 있다.

Kim(2000)은 접목묘의 활착율을 증대시키고자 인공광하에서 기온, 상대습도 및 기류속도 등의 제어가 가능한 활착촉진 시스템(이하 “활착시스템”이라 칭함)의 시작품을 개발한 바 있다. 이제까지 Nobuoka et al. (1996, 1997)에 의해서 토마토 접수의 증산에 미치는 상대습도와 광강도의 효과, 풍속과 포차의 효과가 시도된 바 있으나, 접목묘 개체군의 증발산 특성에 미치는 환경요소의 영향은 보고된 바 없다. 이 가운데 Kim과 Park(2001)은 상기의 활착시스템 내에서 접목묘 개체군의 증발산속도를 측정할 수 있는 시스템을 구성하여 환경요소가 접목묘 개체군의 증발산에 미치는 영향을 정량적으로 구명할 수 있는 방법을 제시하면서, 접목묘 개체군의 증발산 특성에 미치는 상대습도와 광합성유효광량지속의 효과를 보고한 바 있다.

인공광하에서 접목묘의 활착에 미치는 기온, 상대습도, 광량 등의 물리적 환경요소의 효과를 구명하기 위하여 본 연구에서는 인공광하에서 포차가 접목묘개체군의 증발산속도와 활착에 미치는 영향을 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시묘의 접목 및 활착

본 실험에 사용된 접목 방법은 편엽삽접으로서, 접수와 대목으로 수박(감로, 홍농종묘)과 박(FR King, 홍농종묘)을 사용하였다. 접목은 접수의 자엽이 완전히 전개된 시기에 실시하였다. 접목한 묘는 5일간 Kim(2000)이 개발한 활착시스템 내에 넣어 활착시켰다. 이때 활착시스템 내의 기온은 23°C, 25°C, 27°C, 29°C의 4수준, 상대습도는 85%, 90% 및 95%의 3수준으로

Table 1. Description of the experimental treatments.

Treatments	Air temperature (°C)	Relative humidity (%)	Vapor pressure deficit (kPa)
H11	23	85	0.42
H12	23	90	0.28
H13	23	95	0.14
H21	25	85	0.48
H22	25	90	0.32
H23	25	95	0.16
H31	27	85	0.54
H32	27	90	0.36
H33	27	95	0.18
H41	29	85	0.60
H42	29	90	0.40
H43	29	95	0.20

로 제어하였다. 본 실험에 적용된 기온과 상대습도에 따른 포차는 0.14~0.60 kPa로서, Table 1에서와 같이 기온이 증가하거나 상대습도가 낮아질수록 포차는 증가하였다. 접목 후 초기 24시간은 암조건을 유지하였으며, 24시간이 경과한 이후부터 명기와 암기를 각각 12시간씩으로 설정하였다. 접목 후 초기 24시간을 암조건으로 유지한 것은 예비 실험에서 나타난 결과에 따른 것이다. 즉 예비 실험에서 접목 직후부터 광을 조사한 결과 접수에서 위조 현상이 나타나, 접목 후 일정 시간이 경과한 후부터 광을 조사하는 것이 바람직함을 알 수 있었다. 그러므로 본 연구에서는 상기의 문제점을 극복하고자 접목 후 요구되는 최소의 암조건을 24시간으로 설정하였다.

2. 측정 항목 및 방법

접목묘 개체군의 증발산속도는 플러그트레이의 베지 표면에서 광합성유효광량지속이 50 μmol · m⁻² · s⁻¹로 유지되고 기류속도가 0.1 m · s⁻¹로 제어되는 풍동 내에서 묘개체군의 무게 변화를 연속적으로 측정하여 결정하였다(Kim과 Park, 2001). 본 실험에 사용된 풍동은 Kim et al.(1996)이 플러그묘 생산용으로 개발한 것이다. 광합성유효광량지속을 50 μmol · m⁻² · s⁻¹로 설정한 것은 Kim과 Park(2001)의 결과에 따른 것이다.

접목묘의 활착율은 각각의 처리에 사용된 접목묘에 대하여 성공적으로 활착된 접목묘의 백분율로 정의된다. 접목묘의 성공적인 활착 여부를 결정할 때 접수와 대목의 결합이 원활하게 이루어지지 않았거나, 접수에 위조가 나타난 접목묘는 배제하였다.

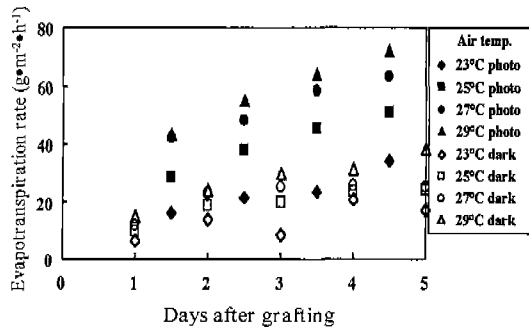


Fig. 1. Evapotranspiration rate of grafted seedlings affected by air temperature at the relative humidity of 95% and PPF of $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

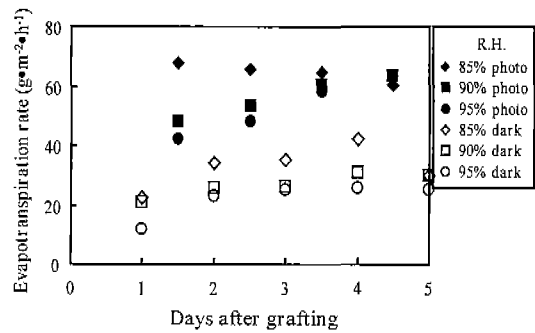


Fig. 2. Evapotranspiration rate of grafted seedlings affected by relative humidity at the air temperature of 27°C and PPF of $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

결과 및 고찰

1. 기온과 상대습도가 접목묘의 증발산속도에 미치는 영향

광합성유효광량지속이 $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이면서 상대습도가 95%를 유지되는 조건에서 접목묘의 증발산속도에 미치는 기온의 영향을 Fig. 1에 나타내었다. 기온과 접목 후의 일수가 증가함에 따라 접목묘의 증발산속도는 증가하였는데, 이러한 결과는 명기에서 분명하게 나타났다. 접목 후 초기 24시간이 경과하면서부터 개시되는 명기에서의 증발산속도는 기온에 따라 차이를 갖는 것으로 나타났다. 즉 기온이 23°C일 때, 증발산속도는 약 $16 \text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 이나, 29°C에서의 증발산속도는 약 $43 \text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 로서 2.7배 높게 나타났다. Table 1에서 기온이 높아지면 포차는 증가한다. 포차가 증가하여 증산량이 증가하면 엽내 수분이 감소하고, 이에 따라 기공개도가 작아진다. 한편, 증산량이 줄어들어 엽내 수분이 회복되면서 수분이 많아지면 기공개도는 커진다. 그러므로 포차가 클 경우 기공개도는 시간에 따라 변화하는 주기운동의 형태를 갖게 된다(矢吹, 1985). 그런데 Fig. 1에서 기온이 증가할수록 증발산속도가 높게 나타났는데, 이것은 상대습도가 95%의 경우로서 이러한 조건에서 포차는 0.14~0.2 kPa의 낮은 수준에 불과하여 포차에 따른 기공개도의 변화가 크지 않았기 때문인 것으로 판단된다. Nobuoka et al. (1996)은 기공개도의 증가와 엽온의 상승으로 인하여 접목묘의 증발산속도가 증가한다고 보고하였다. 그러므로 상대습도와 광합성유효광량지속이 각각 95%, $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 유지되는 조건에서 기온의 증가에 따

라 증발산속도가 높게 나타난 것은 기공개도의 증가에 의한 영향보다 엽온의 상승에 따른 결과로 판단된다. 엽온이 상승하면 엽의 수증기압이 높아져 증산속도가 증가한다. 한편 접목 직후 암기에서의 증발산속도는 $6.5 \sim 14.8 \text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 로서 명기의 증발산속도에 비해서 약 1/2 수준에 불과하였다.

Fig. 2는 기온이 27°C를 유지할 때, 상대습도가 접목묘의 증발산속도에 미치는 영향을 나타낸 것인데, 상대습도가 상대적으로 낮게 유지될 때 증발산속도가 높게 나타남을 알 수 있다. 즉 상대습도가 85%인 조건에서 증발산속도가 약 $16 \text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 로서 다른 처리에 비해서 높게 나타났으나, 접목 후 경과된 시간에 따라 증발산속도가 감소하는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 Nobuoka et al.(1996)의 결과에서도 유사하게 나타났다. 이로 말미암아 접수의 위조가 관찰되었다. 이것은 대목과 접수가 완전하게 결합되지 않아 접수의 유관속으로 수분의 공급이 충분하게 이루어지지 않은 가운데 증발산속도가 높게 나타났기 때문인 것으로 판단된다. 한편 상대습도가 90% 이상을 유지하는 조건에서 명기에서의 증발산속도는 85%의 경우와 다르게 계속하여 증가하는 것으로 나타났으나, 상대습도가 90%와 95%에서 증발산속도의 차이는 미약하게 나타났다.

2. 접목묘의 활착 특성

Fig. 3은 본 연구의 처리 조건에 따른 접목묘의 활착율을 나타낸 것이다. 기온에 따른 활착율은 27°C의 처리에서 다소 낮게 나타난 것을 제외하면 처리에 따른 효과가 작게 나타났다. 27°C의 처리에서 활착율이 다소 낮게 나타난 것은, 다른 처리에서와 다르게 접목

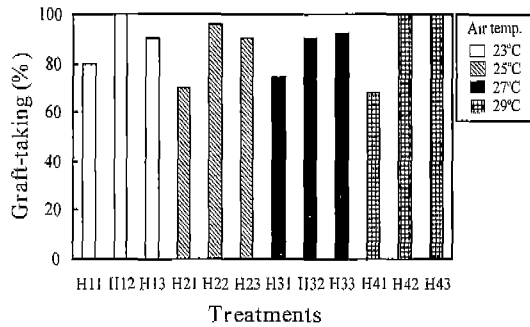


Fig. 3. Graft-taking of grafted seedlings affected by the different treatments at PPF of $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

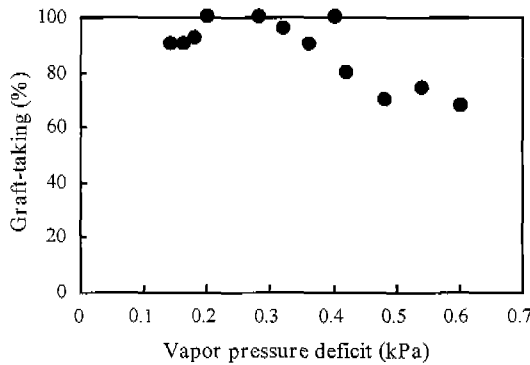


Fig. 4. Graft-taking as affected by vapor pressure deficit.

직후 접수에서 위조현상이 관찰되었는데, 접수와 대목의 결합이 제대로 이루어지지 않아 접수의 유관속으로 수분의 공급이 충분하게 이루어지지 않았기 때문인 것으로 판단된다.

상대습도가 높을수록 활착율은 높았으며, 90% 이상으로 상대습도가 유지되는 조건에서 활착율은 기온과 무관하게 90% 이상으로 높게 나타났다. 그러므로 광합성유효광량속과 기류속도가 각각 $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, $0.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 제어된 조건에서 접목묘의 활착율에 미치는 환경 요소는 기온에 비해서 상대습도의 영향이 큰 것으로 판단된다.

포차가 접목묘의 활착율에 미치는 영향을 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4로부터 포차가 작으면 활착율이 높으나, 포차가 커지면 활착율이 낮아짐을 알 수 있다. 본 실험에서 포차가 0.14~0.2 kPa에 해당하는 조건, 즉 상대습도가 95%를 유지할 때 활착율은 93~100%로 높게 나타났다. 다음으로 포차가 0.28~0.4 kPa에 해당하는 조건, 즉 상대습도가 90%를 유지할 때 활착

율은 88~100%로서 상대습도가 95%를 유지하는 조건에 비해서 다소 낮게 나타났으나 그 차이는 미미하였다. 한편, 포차가 0.24~0.26 Pa에 해당하는 조건, 즉 상대습도가 85%를 유지할 때 활착율은 68~80%로서 다른 처리에 비해서 활착율이 매우 낮게 나타났다. 그러므로 포차가 0.4 kPa 이하를 유지하는 조건에서 약 90% 이상의 활착율을 얻을 수 있으나, 포차가 0.4 kPa 이상인 경우 활착율이 80% 이하로서 급격하게 저하되었다.

상기의 결과로부터 수박 접목묘의 증발산속도를 억제하면서 활착을 촉진하려면 상대습도의 효과적인 제어가 요구됨을 알 수 있다. 본 연구에서 처리된 기온과 상대습도에서 포차가 0.4 kPa 이하로 나타나려면 상대습도를 적어도 90% 이상을 유지하여야 한다. 따라서 수박의 접목 초기에 증발산속도를 억제하여 접수의 위조를 방지하고, 활착율을 높이려면 상대습도를 최소한 90% 이상으로 조절해주는 것이 효과적이다.

Literature cited

1. Kim, Y.H. 2000. Design of a prototype system for graft-taking enhancement of grafted seedlings using artificial lighting -Effect of air current speed on the distribution of air temperature and relative humidity in a graft-taking enhancement system-. *J. of the Korean Society for Agricultural Machinery* 25(3):213-220 (in Korean).
2. Kim, Y.H. and H.S. Park. 2001. Evapotranspiration rate of grafted seedlings affected by relative humidity and photosynthetic photon flux under artificial lighting. *J. of the Korean Society for Agricultural Machinery* 26(4):379-384 (in Korean).
3. Kim, Y.H., T. Kozai, C. Kubota and Y. Kitaya. 1996. Design of a wind tunnel for plug seedlings production under artificial lighting. *Acta Horticulturac* 440:153-158.
4. Nobuoka, T., M. Oda and H. Sasaki. 1996. Effects of relative humidity, light intensity and leaf temperature on transpiration of tomato scions. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 64(4):859-865.
5. Nobuoka, T., M. Oda and H. Sasaki. 1997. Effects of wind and vapor pressure deficit on transpiration of tomato scions. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 66(1):105-112.
6. Oda, M. 1995. New grafting methods for fruit-bearing vegetables in Japan. *JARQ* 29:187-194.
7. 渡部一郎, 板木利隆. 1990. 電気利用による野菜の育苗と栽培. 社団法人 農業電化協會 pp.116-137.
8. 矢吹萬壽. 1985. 植物の動的環境. 朝倉書店, pp.30-35.

김용현 · 김철수 · 이지원 · 이상규

인공광하에서 접목묘 개체군의 증발산속도와 활착에 미치는 포차의 영향⁺

김용현* · 김철수 · 이지원¹ · 이상규¹

전북대학교 농과대학 생물자원시스템공학부 (농업과학기술연구소)

¹원예연구소 채소재배과

적 요

광합성유효광량자속이 $50 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 유지되는 인공광하에서 수박 접목묘의 증발산속도와 활착에 미치는 포차의 영향을 정량적으로 구명하고자 기온 4수준(23°C , 25°C , 27°C , 29°C), 상대습도 3수준(85%, 90%, 95%)으로 처리된 조건에서 접목과 활착 실험을 수행하였다. 상대습도가 95%로 높게 유지될 때 기온이 증가할수록 접목묘의 증발산속도는 높게 나타났다. 이것은 기온의 증가에 따라 엽온이 상승하면서 엽의 수증기압이 높아져 증발산속도가 높게 나타난 것으로 판단된다. 상대습도가 85%로서 상대적으로 낮게 유지될 때 증발산속도가 높게 나타났으나, 접목 후 경과된 시간에 따라 증발산속도는 감소하면서, 접수의 위조가 관찰되었다. 이것은 대목과 접수가 완전하게 결합되지 않아 접수의 유관속으로 수분의 공급이 충분하게 이루어지지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 한편 상대습도가 90%와 95%를 유지하는 조건에서 증발산속도의 차이는 미약하게 나타났다. 상대습도가 높을수록 접목묘의 활착율은 높았으며, 90% 이상으로 상대습도가 유지되는 조건에서 활착율은 기온과 무관하게 90% 이상으로 높게 나타났다. 그러므로 접목묘의 활착율에 미치는 상대습도의 영향은 기온에 비해서 큰 것으로 판단된다. 포차가 작을수록 접목묘의 활착율은 높게 나타났다. 포차가 0.4 kPa 이하를 유지하는 조건, 즉 상대습도가 90% 이상으로 유지될 때, 90% 이상의 높은 활착율을 얻을 수 있었다. 따라서 수박의 접목 초기에 증발산속도를 억제하여 접수의 위조를 방지하고, 활착율을 높이려면 상대습도를 최소한 90% 이상으로 조절해주는 것이 효과적이다.

주제어 : *Citrullus vulgaris*, 접목, 증산, 기공개도, 순화