

## Influence of Soil Zone Temperature on Growth of Grapevines(*Vitis spp.*)

Kim, J.H.

Department of Horticulture, Chungbuk National University, Cheong-Ju 360-763, Korea

### Abstract

This study was conducted to investigate the effect of soil zone temperature on the growth responses of two grapevine varieties. Campbell Early was cultivated under unprotected environment and Black Olympia was cultivated in the greenhouse. As growth responses, growth, photosynthetic rate and contents of mineral elements as affected by four different soil zone temperatures (10, 15, 20, and 25°C) were examined. Weights of leaves, stems and roots were higher at 20 and 25°C than at 10 or 15°C root zone temperature in both varieties. Chlorophyll concentration and photosynthetic rate were the greatest at 20°C root zone temperature. Contents of phosphate, potassium, and calcium increased with increasing root zone temperature.

Key words: plastic greenhouse, soil zone temperature, grapevines

### 서 론

지온은 기온에 따라 변화 하지만, 시설원예에 있어서는 지중 기온에 의하여 어느 정도 기온과 분리하여 제어할 수가 있고, 또는 실제로 제어한 예도 있다(堀裕 등, 1968; Lee 등, 1997). 지온이 작물의 생육이나 과실의 비대에 미치는 경향에 대하여는 Cooper의 총설에서 보는 바와 같이 다수의 보고가 있고, 또한 지온이 인산흡수에 미치는 영향을 조사한 보고도 많다(Cooper, 1973).

토마토의 생육은 지온이 13°C 이하에서 현저히 저하하지만 18°C 이상에서는 오히려 기온에 의하여 생장이 좌우된다고 하였고(堀裕 등, 1970) 고추의 경우는 고기온 하일수록 적지온의 폭이 좁고 23°C 부근에 있다고 하였으며(堀裕 등, 1970) 지온은 지상부의 생육에 크게 영향을 미친다. 지온효과는 과채류의 엽장과 생체중에 크게 나타나므로 엽장이 생장의 지표로 될 수 있고 개화기까지의 적합한 지온은 20-30°C이고 적지온 하에서는 건물율이 낮아지고 엽장과 엽면적에 영향을 미칠 뿐만 아니라 엽형과 엽색에도 영향(Fuzishige and Sugiyama, 1968)을 준다.

토마토의 적지온은 23°C 부근(Lee 등, 1997)으로 온돌용 엑셀피이프를 지하 30-40 cm에 매설하여 지온 관리를 하고 있는 농가가 늘고 있는 실정이다. 이와

같이 채소에 있어서는 각종 실험이 다양하게 이루어져 있으나 과수의 시설재배에 있어서 지온에 관한 연구는 찾아보기 힘들다.

포도는 과수 중에서 시설재배가 이전부터 이루어지고 있으나 지온에 관한 연구가 미비하고 기온을 조절하여 온실재배를 하고 있으나 이상 생육으로 수량이 짧아지고 품질과 수량이 저하하는 등 여러 가지 문제가 발생되고 있다.

그러므로 본 실험에서는 지온이 포도의 생육에 미치는 영향을 조사하여 포도의 증산에 이바지 하고자 실시하였다.

### 재료 및 방법

본 실험은 1999년 4월 5일부터 9월 10일까지 충북대학교 농과대학 유리온실에서 실시하였다.

공시품종은 우리나라 가운데재배에서 많이 사용하고 있는 블랙올림피아와 무가온재배로 재배면적이 가장 많은 캠벨얼리이었다. 1998년 3월 25일 채취한 삽수를 수조에 20일 동안 침지하고 삼목상에서 발근한 삼목묘를 6월 20일에 포트에 이식하여 육묘하고 육묘된 묘를 12월 1일 굴취하여 동해에 입지 않도록 지하에 매설하였다. 1999년 4월 5일 굴취하여 지름 18 cm, 깊이 24 cm의 플라스틱 포트에 심어서 무가온 온실에서

본엽이 3매가 될 때까지 관리하였다. 본엽이 3매될 때까지 기다린 것은 묘목의 무게를 일정하게 하였더라도 후기 생육의 차이가 있으므로 균일한 묘목을 실험에 공시하고자 한 것이다.

지온의 조절 방법은 무거운 온실 내에서 제작된 수조를 설치(Nou와 Kim, 1990)하여 수온을 설정의 온도로 조절하고 그 속에 수조당 10개의 포트를 넣어서 배지내의 지온을 조절하였다. 수조내의 수온이 10°C, 15°C, 20°C, 25°C가 되도록 하였고 수조내의 온도는 목표의 ±1°C를 유지할 수 있었다. 지온의 처리는 5월 10일부터 8월 20일까지 실시하였고 초장, 경장, 경직경, 엽장, 엽폭, 엽면적, 경중, 근중, 엽중 등 생육조사와 클로로필함량, 광합성 속도를 측정함과 동시에 근, 신초지, 엽 등 3부위에 대하여 무기성분을 분석하였다.

광합성 측정은 휴대용 광합성측정기(Li-6400)를 이용하였다. 측정시간은 9월 1일에 오전 9시 30분부터 12시 00분까지 1구당 5회씩 전개한 상위 5번째 엽을 측정하였다.

엽록소함량 측정은 Chlorophyll meter(SPAD-502)를 이용하여 처리구당 10회씩 측정하여 SPAD value로 표기하였다. 유효인산은 Lancaster법으로, 치환성 Ca, Mg 등은 1M-Ammonium acetate법으로 치환 추출하여 원자흡광광도계를 이용하여 측정하였고 전질소는 마이크로칼달법으로 하였다.

### 결과 및 고찰

생육조사 결과는 Table 1과 같이 캠벨얼리에 있어서 지온 20°C구에서 엽면적을 제외하고는 모든 생육이

가장 좋았다.

지온 10°C구에서는 현저하게 생장이 억제되고 지온 15°C구와 20°C구의 차이가 크게 나타났으나 지온 20°C구와 25°C구의 차이는 인정할 수 없었다. 여름에 지온 실험을 실시한 것은 지상부의 온도를 적은이상으로 하였을 때 지온의 영향을 보기위한 것이며 본 실험결과로 볼 때 기온이 높더라도 지온이 높아야만 생육이 좋아졌고 뿌리의 발근상태를 관찰하였을 때 지온 10°C구와 15°C구에서는 뿌리가 표피 5 cm정도까지 거의 분포하고 있었다. 포도의 가온재배에서 株의 노화가 빠른 원인은 저온기에 지온이 낮으면 양수분의 흡수가 어려울 뿐만아니라 근권부가 표토에 집중되어 여름에는 고온장애를 입게 되므로 노쇠하기 쉽고 수령이 짧아지는 것은 당연하다고 생각된다.

블랙올림피아의 생육조사 결과는 Table 2와 같다. 지온에 대한 생육반응은 캠벨얼리와 비슷하여 지온 20°C구와 25°C구는 차이를 보이지 않았으나 15°C구에서는 현저히 생육이 억제되었고 10°C구에서는 거의 생장이 이루어지지 않았다. 캠벨얼리와 블랙올림피아의 생육의 차이가 큰 것은 삼수를 채취할 당시 블랙올림피아는 캠벨얼리보다 삼수(캠벨얼리의 삼수장 27.23 cm, 경직경 0.83 cm, 경중 3.83 g. 블랙올림피아의 삼수장 27.32 cm, 경직경 0.98 cm, 경중 6.93 g)가 좋았고 생육도 왕성한 품종이기 때문이다. 청주지방에서 캠벨얼리는 노지에서 월동이 가능하나 블랙올림피아는 보온을 하여주지 않으면 불가능하므로 적지온이 블랙올림피아에 높을 것을 기대 하였으나 본 실험의 결과로 볼 때 차이를 볼 수 없었다.

고추(Nou와 Kim, 1990)와 가지(Kim, 1991)에 있

Table 1. Growth of Campbell Early as affected by root zone temperature.

Root zone temperature (°C)	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves	Leaf area per plant (cm)
10	78.4c	72.2c	0.445c	15.6b	13.6b	38.0b	3149.5c
15	110.0b	99.0b	0.521bc	19.6a	14.8a	55.6a	5258.7b
20	138.8a	135.4a	0.617a	20.2a	15.4a	71.2a	6700.5a
25	130.4a	126.8a	0.600a	21.0a	15.6a	70.4a	6715.2a
Current shoot (g)	Biennial shoot (g)	Root dry wt. (g)	Leaf dry wt. (g)	Plant dry wt. (g)			
2.07	2.47c	2.24c	12.34c	19.12c			
2.96	3.29b	4.00b	20.60b	30.85b			
3.99	4.82a	6.78a	26.25a	41.84a			
3.56	4.98a	6.41a	25.69a	40.64a			

지온이 포도의 생육에 미치는 영향

**Table 2.** Growth of Black Olympia as affected by soil temperature.

Root zone temperature (°C)	Plant height (cm)	Stem length (cm)	Stem diameter (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Number of leaves	Leaf area per plant (cm)
10	96.4d	88.4c	0.533ab	17.2b	15.4b	30.8c	3349c
15	126.2c	121.6b	0.607ab	19.6b	16.4a	45.0b	6514b
20	169.8a	162.4a	0.693a	25.6a	16.8a	66.0a	8534a
25	148.4b	137.8b	0.700a	26.2a	17.0a	60.4a	8216a

  

Current shoot (g)	Biennial shoot (g)	Root dry wt. (g)	Leaf dry wt. (g)	Plant dry wt. (g)
2.36	4.26c	4.42c	13.12c	24.16c
4.54	5.94bc	6.72b	25.52b	42.72b
6.12	8.10a	10.90a	33.44a	58.56a
5.90	8.02a	10.24a	32.22a	56.38a

어서 적지온이 23°C 부근으로 되어있기 때문에 포도에서의 지온이 낮을 것으로 생각하였으나 적지온이 큰 차이가 없을 것으로 보였다. 그러므로 포도의 지온관리는 20°C 이상으로 하여 주고 적지온은 호온성 채소에 서와 같이 23°C 부근으로 생각되었다. 오이, 수박, 피망, 온실멜론은 18~20°C(Lee 등, 1996), 대부분의 열채류와 근채류는 15~20°C(杉浦 등, 1998)로 알려져 있으며, 포도의 적지온은 낮을 것으로 예상하였으나 높은 범위에 있었다. 사과나무에 있어서 신초의 성장량이 왕성한 지온은 20°C와 25°C였으나 4년생은 30°C에서 생육이 좋다는 보고(Park, 1999)도 있으므로 포도에 있어서도 이에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

캠벨얼리에 있어서 광합성속도의 측정 결과는 Table 3과 같다. 지온 20°C구와 25°C구에서는 큰 차이가 없었고 20°C구에서 가장 높았으며 엽록소함량은 25°C구가 적었다. 이것은 초기에는 기온이 낮으므로 고지온구

가 유리하나 여름에는 기온이 적은범위보다 높았기 때문이라고 생각된다. 광합성 속도는 측정 부위와 시기에 따라 다르므로 초기 생육이 왕성한 때는 포트에 영양분이 적어져서 후기의 생육이 저하되므로 측정시기에 따라 광합성속도가 크게 달라 질 것이 예상되므로 장기간의 동화산물 축적을 나타내는 건물중을 중요시하는 것이 더욱 바람직하다고 생각된다.

블랙올림피아의 광합성속도 조사 결과는 Table 4와 같다. 지온 20°C구와 25°C구는 차이가 없었고 이보다 낮은 구일수록 광합성속도가 저하하였다. 엽록소함량은 광합성속도와 비슷하였으나 2품종 모두 지온 15°C구에서 25°C 사이는 차이를 보이지 않았다. 가지(Kim, 1991)는 지온이 낮을수록 광합성속도는 저하하나 엽록소함량은 높아졌으나 포도에서는 지온이 낮을수록 엽록소함량도 저하하였다.

여름에는 지온이 너무 높아져서 작물의 성장을 둔화

**Table 3.** Photosynthesis rate and chlorophyll fluorescence as affected by soil zone temperature in Campbell Early.

Root zone temperature (°C)	Photosynthesis rate ( $\mu\text{mol} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	Chlorophyll fluorescence (Relative value)
10	3.39 ± 0.81c	27.23 ± 4.88b
15	7.04 ± 1.54b	35.13 ± 6.97a
20	9.04 ± 1.22a	38.30 ± 5.71a
25	8.63 ± 1.03a	35.99 ± 7.12a

**Table 4.** Photosynthesis rate and chlorophyll fluorescence as affected by root zone temperature in Black Olympia.

Root zone temperature (°C)	Photosynthesis rate ( $\text{mol} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$ )	Chlorophyll fluorescence (Relative value)
10	3.52 ± 1.02c	30.53 ± 5.11b
15	7.95 ± 1.18b	38.10 ± 6.43a
20	12.70 ± 2.17a	40.47 ± 4.25a
25	12.10 ± 2.26a	38.73 ± 5.39a

**Table 5.** Effect of root zone temperature on inorganic element content of leaf, shoot and root of grapevines.

Varieties	Root zone temperature (°C)	Leaf (%)				
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Black Olympia	10	2.24a	1.05a	1.56ab	2.14a	0.35a
	15	1.97a	1.16a	1.38b	2.02a	0.41a
	20	2.03a	1.08a	1.66a	2.13a	0.41a
	25	2.23a	1.13a	1.65a	2.22a	0.39a
Cambell early	10	2.07a	1.13a	1.82a	2.39a	0.43a
	15	2.21a	1.09a	1.65a	2.39a	0.44a
	20	2.22a	1.25a	1.64a	2.40a	0.56a
	25	2.20a	1.03a	1.74a	2.13a	0.57a
Varieties	Root zone temperature (°C)	Shoot (%)				
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Black Olympia	10	0.62a	0.65b	0.95b	0.56c	0.22b
	15	0.61a	0.66b	1.47a	0.73ab	0.23b
	20	0.67a	0.75b	1.60a	0.84a	0.29a
	25	0.72a	1.02a	1.40a	0.99a	0.32a
Cambell early	10	0.73a	0.49b	0.75c	0.58b	0.15b
	15	0.75a	0.77a	1.80a	0.83a	0.21ab
	20	0.74a	0.77a	1.67a	0.81a	0.24a
	25	0.65a	0.64a	1.23b	0.97a	0.27a
Varieties	Root zone temperature (°C)	Root (%)				
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
Black Olympia	10	1.09b	0.57b	1.13b	0.72b	0.29a
	15	1.19b	0.77a	1.33b	0.99a	0.35a
	20	1.28a	0.91a	1.66a	0.94a	0.28a
	25	1.01b	0.93a	1.46ab	1.00a	0.29a
Cambell early	10	1.07b	0.65b	1.39b	0.81ab	0.25a
	15	1.23a	0.71a	1.58a	0.89a	0.33a
	20	1.33a	0.85a	1.78a	1.00a	0.30a
	25	1.05b	0.81a	1.77a	0.96a	0.27a

시킨다. 토마토와 피망(Rylski, 1972)의 지온 한계는 28~30°C이고, 사과나무(Park, 1999)의 지온 한계는 30°C라고 하므로 포도나무에 있어서의 지온한계도 이와 같다고 생각되나 앞으로 더욱 상세한 연구가 필요하다.

여름에 있어서는 기온에 따라서 지온이 변하므로 피복과 초생재배에 의하여 직사광선을 회피하여 주는 것이 수체의 생육을 좋게하는 방법이라고 생각되며 지온을 낮출 수 있는 여러 가지 방법이 뒷따라야 할 것으로 생각된다.

식물체 분석결과는 Table 5와 같다. 잎에 있어서는 처리간에 큰 차이를 보이지 않았으나 인산과 칼륨은 저지온구에서 흡수가 작은 경향이었으나 줄기에 있어서는 저온과 고온에서 감소하였으며 인산과 칼륨은 저지온구에서 흡수가 작은 경향이었으며 줄기에서는 그 차이가 더욱 뚜렷하였다. 석회와 저지온구에서 흡수량이 적은 것 이외에는 처리간 차이를 인정할 수 없었고, 뿌리에 있어서는 줄기의 경향과 비슷하였다. 이것은 사과나무(Park, 1999)에서의 결과와 일치한다.

Literature cited

1. Adams, P. 1988. Some effects of root temperature on the growth and calcium status of tomatoes. *Acta Horticulturae* 222:167-172.
2. Calvert, A. 1962. Some effects of soil temperature on the growth of the tomato. *Proc. Inter. Cong. XVI*:259-265.
3. Calvert, A. 1965. The Influence of Soil and Air Temperature on Cropping of Glasshouse Tomatoes. *J. Hort. Sci.* 31:69-75.
4. Cooper, A. J. 1973. Root temperature and plant growth. *Res. Rev. No. 4. Commonwealth Agricultural Bureaux, England.*
5. Davis, R. M. and J. C. Lingle. 1961. Basics of Shoot Response to Root Temperature *Plant Physiol.* 36:153-162.
6. Husishige, N. and T. Sugiyama. 1968. Effect of soil temperature on growth of a few fruit vegetables. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 37:221-226.
7. Kim, J. H. 1991. Influence of soil temperature on the leaf growth and photosynthetic capacity in eggplant (*Capsicum annum* L.). *J. Agriculture Science Chungbuk National University.* 9(1):102-110.
8. Kim, J. H. and Y. Hori. 1985. Studies on growth and photosynthetic capacity of leaves in eggplant. *J. Japan Society Horticulture Science.* 54(3):371-378.
9. Lee, B. Y. 1996. *Protected Horticulture Science.* Hyangmunsa. p. 91.
10. Lee, J. W., E. H. Lee, J. S. Kyon and S. Y. Lee. 1996. Effects of development soil warming by growing stage on the growth and yield of greenhouse-grown cucumber(*Cucumis sativus* L.). *Horticultural Abstract* 14(2): 296.
11. Nou, I. S. and J. H. Kim. 1990. The influence of root temperature on the growth and development of leaves in red pepper(*Capsicum annum* L.). *J. Agriculture Science Chungbuk National University.* 8(1): 76-86.
12. Park, J. M. 1999. Effects of root zone temperature on physiological responses on apple trees. *Korean J. of Horticultural Science and Technology.* 17(2):191.
13. Rylski, I. 1972. Effect of the early environment on flowering in pepper. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 97:648-651
14. 堀裕, 新井和夫, 細谷毅, 小山田光男. 1968. 培地温と气温の組合せがそ菜の生育ならびに养分吸收に及ぼす影響. I. キュウリ, トマト, カブ, インゲンに関する実験. *園試報.* A7: 187-214.
15. 堀裕, 新井和夫, 土岐知久. 1970. 培地温と气温の組合せがそ菜の生育ならびに养分吸收に及ぼす影響. II. ニンジン, セルリー, ピマン, つぎ木キコウリと台木用カボケヤに関する実験. *園試報.* A9:189-219.
16. 杉浦 明. 1998. *新園藝學全篇.* 養賢堂. 東京. p. 310-311.

지온이 포도의 생육에 미치는 영향

김진한

충북대학교 농과대학 원예학과

적요

지온이 포도의 생육에 미치는 영향을 조사하기 위하여 노지용으로 많이 재배되는 캠벨얼리와 시설포도인 블랙올림피아를 공시하여 지온을 10°C, 15°C, 20°C, 25°C로 조절하여 재배하고 생육조사와 더불어 광합성 속도 및 식물체의 무기성분함량을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다. 지온 20~25°C에서 품종에 관계없이 엽중, 경중, 근중을 비롯한 모든 생육이 좋았다. 광합성 속도와 엽록소 함량은 20°C구에서 가장 좋았다. 지온이 높아질수록 줄기와 뿌리의 인산, 칼륨, 석회의 함량이 많았다.

주제어 : 플라스틱하우스, 지온, 포도