

저온처리가 성숙과정에 있는 참다래 과실 조직의 수분포텐셜과 당농도에 미치는 영향

한상헌 · 박용봉

Effect of low temperature on water potential and sugar concentration in fruit tissues of kiwifruit (*Actindia deliciosa*).

Han, Sang-Hun · Park, Yong-Bong

ABSTRACT

I investigated diurnal change in fruit tissues water status of kiwifruit at the third period of the growth stage III as the fruit were maintained at 10°C from 18:00 to 8:00 in a 24 hour-period. The treatments of low temperature effected definite change in water status of fruit tissues from 10~11 on October, but did not in the other periods.

The treatments at the third period from 17:00 to 8:00 for 2 weeks also effected clear change in sugar concentration from 12~25 on October, but did not in the other periods. These result indicated that low temperature stress make change water states of fruit tissues with the assent of sugar concentration at early autumn season.

서 론

과실을 수확대상으로 하는 작물은 단맛이 품질에 깊게 관여하는 작물이 많다. 단맛을 좌우하는 요인으로 당 농도가 주로 관여를 한다. 과실의 당 농도는 품종간에 확실한 차가 있기 때문에 당 농도에 대한 유전자형이 다르다는 사실을 암시하고 있다. 당 농도가 높은 품종의 육성에는 당 농도 형질의 유전양식 및 유전자

군의 해명이 필요로 한다. 그러나, 당 농도는 가변적인 기상조건에 따른 영향을 많이 받는다.

각 산지에서 생산된 과실의 품질이 다른 요인으로 기상조건 중에 기온이 관여하고 있는 것이 관찰되고 있다(Kempler 등, 1992; Sawanobori 와 Simura, 1990). 또한 기온이 수체 생장과 과실성분에 미치는 영향이 포도에서 잘 연구가 되었다(Coombe, 1987). Salinger 등(1993)은 조립식 온실을 고안해 과수원에서 성숙기의 참다래

덩굴을 완전히 둘러싸서 실험을 했으나, 온실 내의 기온 조절이 어느 정도 범위에서만 조절이 가능했다. 그 이후에 Salinger(1996) 등은 환경제어실을 이용해 성숙한 과실의 가용성 고형분에 미치는 영향을 자세하게 조사한 결과, 평균 기온의 저하와 함께 전분의 함량이 적어지고 당 농도가 높아졌다. 그러나, 이 연구에 사용된 참다래 덩굴은 환경제어실에 넣기 위해 강전정을 하였기 때문에 수분 스트레스를 받았을 가능성이 있었을지도 모른다. 저자는 참다래 과실의 생장에 따른 과실조직의 하루 중 수분 상태 변화에 대해 조사를 실시한 바 과실 생장의 제 3기에 삼투포텐셜이 급격한 저하가 관찰되었다(Han 등 1996). 그 당시의 기온은 (1995년 10월 중순) 그해 가을철에 동틀 무렵에 13°C이하의 저온을 2~3회 기록한 적이 있었다. 그래서 이러한 삼투 포텐셜이 급격한 저하가 저온에 의한 것으로 생각이 되어, 과실생장의 제 3기에 저온처리가 과실조직의 수분상태와 당농도에 미치는 영향을 조사했다.

재료 및 방법

실험 1. 과실의 성숙기에 있어 저온 처리가 과실조직의 수분상태에 미치는 영향

일본 동경대학 농학부 부속농장 Ninomiya현에 위치한 과수원의 15년생 참다래(*Actinidia deliciosa* cv. Hayward)을 대상으로 1996년 10월 11일~12일, 25~26일, 11월 22일~23일에 걸쳐 3회 실험을 하였다. 실험 개시일의 저녁 18:00시부터 전자 냉온장치(동양제작소)에서 만들어진 10°C의 물을 단열처리된 호스를 통해 과실을 둘러싼 이중의 아크릴 chamber에 순환시켜 다음날 아침 8:00까지 저온처리를 하였다.

저온 처리의 과실을 20:00부터 다음날 20:00

까지 각각 3시간 간격으로 과실의 적도부의 과피 직하의 과실조직을 채취해 수분 포텐셜과 삼투 포텐셜을 psychrometer(HR-33T, Company of Wescor)을 사용하여 측정하였다. 팽압은 양포텐셜로부터 계산을 하였다.

실험 2. 과실의 성숙기에 있어 저온 처리가 과실의 당농도에 미치는 영향

실험 1과 같은 나무에 있는 과실을 사용해 1996년 10월 12일~25일, 10월 26일, 11월 8일, 11월 9일~22일에 각각 2주간의 저온처리를 3회 행하였다. 저온처리 과실과 무처리의 과실을 처리의 최종일 오전 중에 수확하여 과실의 적도부에 과육을 횡단해 타원의 절편을 만들어 동결건조를 하였다. 이 동결건조된 건물시료 100mg을 유발에서 갈아 80%의 에탄올로 80°C에서 40분씩 3회 가용성의 당을 추출하였다. 추출을 할 때마다 추출액을 1,000×g에서 10분간 원심분리해 상정액을 회수한 다음, rotary evaporator로 건조시켰다. 이 건조된 시료를 1ml 물로 용해해 소량의 dichloromethane을 넣어 19,500×g에서 30분간 원심분리를 하였다. 이 상정액의 200μl을 취해 HPLC(RI-2, Japan Analytical industry)로 당을 분리 및 정량했다. 분리컬럼은 Cosmosil/5NH 2(Nakarai), 이동상은 acetonitril-water의 80:20 혼합액, 유량은 1.0ml/min, 컬럼온도는 35°C였다.

전분은 가용성당의 추출 잔사를 100°C의 물로 추출한 후에 amino-glucosidase로 하루밤 동안 가수분해를 시켰다. 가수분해된 glucose 농도를 효소법에 의해 정량하였다. 전분의 농도는 glucose 농도에 전분 가수분해율인 0.9배를 하여 계산하였다.

결과 및 고찰

야간의 저온처리가 과실조직의 수분상태에 미치는 영향을 Fig. 1에 표시를 했다. 10월 11일부터 10월 12일에 저온처리의 수분 포텐셜이 무처리에 비해 높은 경향을 나타냈고, 삼투 포텐셜은 동트기 전에 낮았다. Fig. 2는 2주간 과실에 저온을 처리한 후에 탄수화물의 농도 변화를 조사한 결과다. 전당의 농도(Fig. 2A)는

10월 12일부터 25일 처리에 있어, 무처리보다 높은 경향을 보였으나 그 이외의 2회 실험에서는 유의차가 없었다. 저번에 실험에서 초가을의 저온 조우가 과실의 삼투 포텐셜을 급격히 저하시키는 결과를 보고한 바가 있다(Han 등, 1996). 그 이유를 저온에 의한 것으로 추정을 하였다. 그래서 본 실험에서는 저온이 과실의 삼투 포텐셜을 급격히 저하 시키는지 조사했다. Fig. 1A에서 처럼 10월 11일부터 10월 12일에

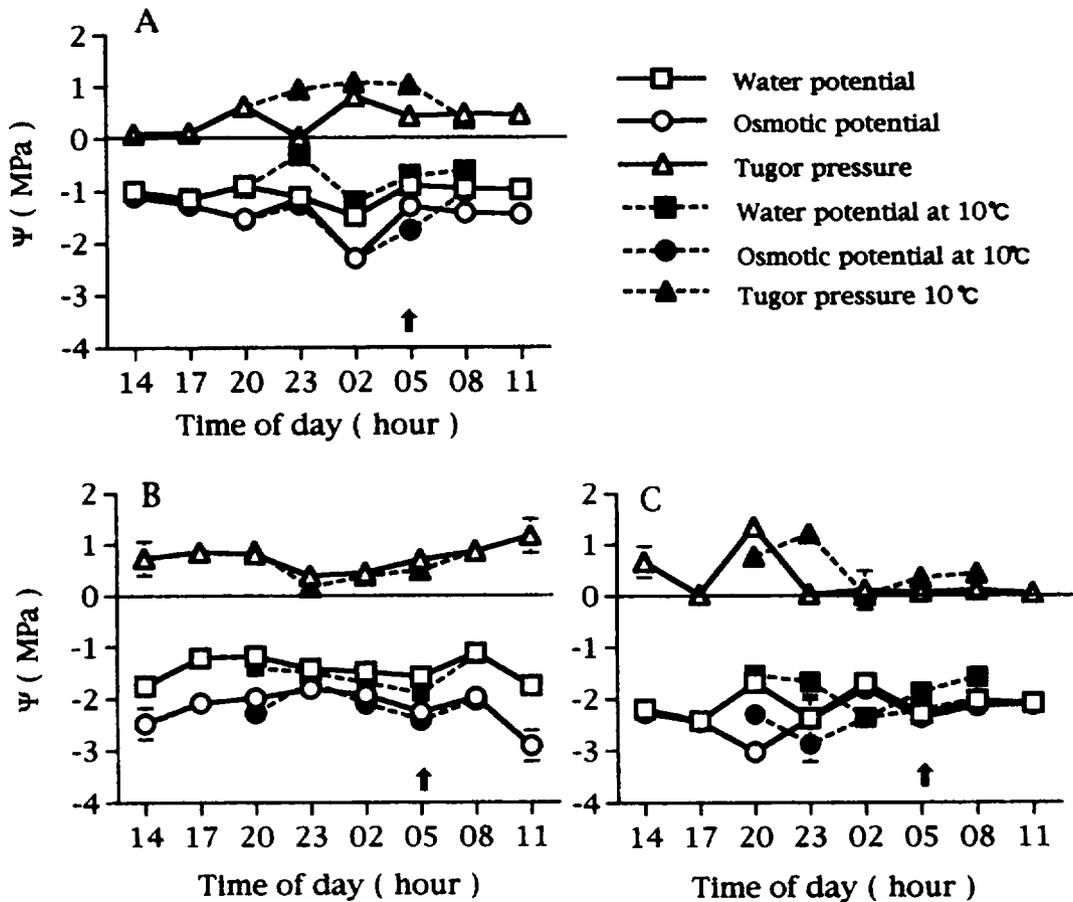


Fig. 1. Diurnal change in fruit water status of kiwifruit at the last third period of the growth stage III as the fruit were maintained at 10°C from 18:00 to 8:00 in a 24 hour-period. Three experiments were started on Oct. 11, Oct. 25 and Nov. 22, respectively.

A : 10/11~12, B : 10/25~26, C : 11/22~23.

↑ : The last measurement before dawn.

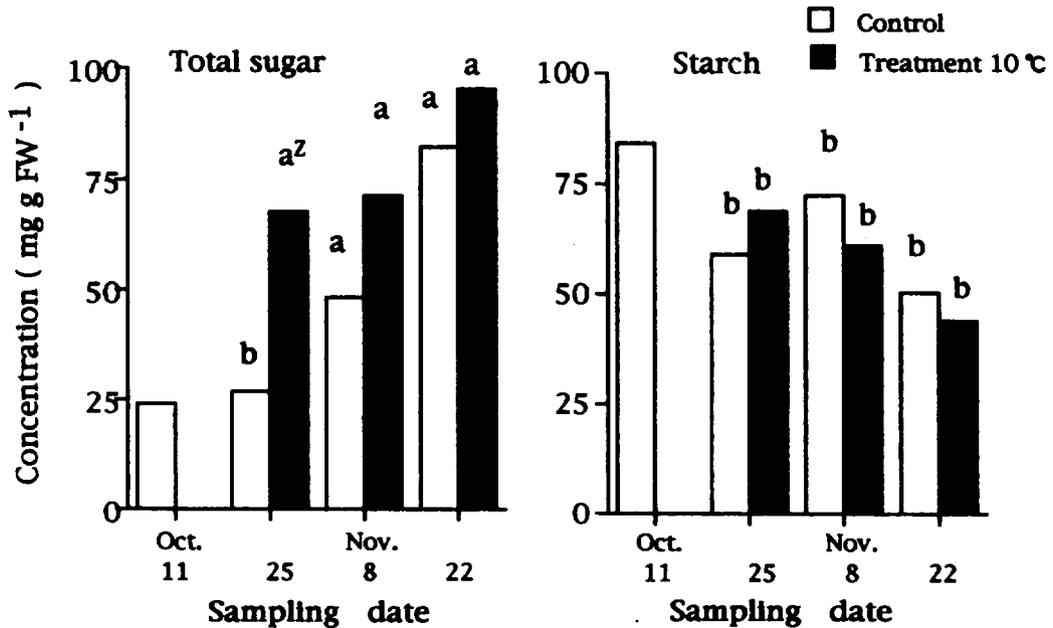


Fig. 2. Total sugar and starch concentration of kiwifruit at the last third period of growth stage III the fruit were maintained at 10°C from 17:00 to 08:00 for 2 weeks. Three experiments were started on Oct. 12, 25 and Nov. 9 in 1996, respectively.

² Different letters within columns by Duncan's multiple range test, P=0.05(n=5)

저온처리에 의한 동트기전의 저온처리에 의한 삼투 포텐셜의 저하와 팽압의 상승이 인정이 되었으나, 저번에 실험에서 1996년의 초가을의 저온조우가 과실의 삼투 포텐셜을 급격히 저하시키는 결과처럼 큰 변화는 없었다. 또 다른 2회의 실험에서는 과수원의 기온도 낮아져 저온 처리 효과가 없었다.

Seager 등(1996)에 의하면, 평균기온의 저하에 따라서 전당 농도의 증가와 전분 농도의 저하를 보고한 바가 있다. 본 실험에서도 10월 12일부터 25일까지의 처리에 있어, 전당의 농도 상승은 있었지만 전분에서는 차가 없었다. 또, 다른 2회의 처리에서는 저온처리의 효과가 없었다. Seager 등의 실험에서는 환경제어실 심한 기온의 변화가 과실의 성숙기에 축적된 전분을 가수분해시켜 전당 농도가 상승이 되었다. 본

실험에서는 주야간 기온차가 심한 10월 12일부터 25일까지의 처리에서 전당 농도의 상승이 있었지만 그 이후의 2회의 처리에서는 주야간의 기온차가 적어 전당 농도의 상승이 없었다. 전당농도의 상승이 있었던 10월 12일부터 25일까지의 처리에서는 Seager 등의 실험과는 달리 전분 가수분해가 없었다. 그래서 본 실험에서는 야간에 10°C 처리는 일시적인 저온 스트레스에 의한 과실의 삼투포텐셜의 변화를 가져왔지만 전분의 가수분해에는 주야간의 기온차가 많을 때 일어나는 현상임이 시사되었다. 그리고, 초가을의 저온조우는 과실에 저온스트레스를 주어 전당 농도의 변화와 수분상태를 변화시켰는지 사료되므로 앞으로 이에 대한 세밀한 연구가 수반되어야 할 것으로 사료된다.

인 용 문 헌

1. Coombe, B. G. 1987. Influence of temperature on composition and quality of grapes. *Acta Hort.* 206:23-35.
2. Han, S. H., S. Kawabada, N. Taniguchi and R. Sakiyama. 1996. Relationship between water potential of fruit's tissue and growth in kiwifruit. *Suppl. Jap. Soc. Hort. Sci.* 65(1):174-175.
3. Kempler, C. K., J. T. Kabaluk, and P. M. Toivonen. 1992. Effect of environment and harvest date on maturation and ripening of kiwifruit in British Columbia *J. Plant Sci.* 72:863-869.
4. Salinger, M. J., G. J. Kenny, and M. J. Morley-Bunker. 1993. *Climate and kiwifruit cv. Hayward; 1. influences on development and growth.* *New Zealand J. Crop Hort. Sci.* 21:235-245.
5. Sawanobori, S. and I. Simura. 1990. Effect of growing location and season on fruit growth and development of 'Hayward' kiwifruit. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 58:49-57.
6. Seager, N. G., I. J. Warrington, and E. W. Hewett. 1996. Maturation of kiwifruit grown at different temperatures in controlled environments. *J. Hort. Sci.* 71:639-652.