

후숙 온도가 참다래 저장병 발병에 미치는 영향

고영진* · 이재균¹ · 허재선² · 정재성³

순천대학교 응용생물학과, ¹(주)경농 중앙연구소, ²순천대학교 환경교육과, ³순천대학교 생물학과

Effect of Ripening Temperatures on Incidences of Postharvest Fruit Rots of Kiwifruits

Young Jin Koh*, Jae Goon Lee¹, Jae-Seoun Hur² and Jae Sung Jung³

Department of Applied Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

¹Central Research Institute, Kyungnong Corporation, Gyeongju 780-110, Korea

²Department of Environmental Education, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

³Department of Biology, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea

(Received on August 25, 2003)

This study was conducted to identify optimum ripening condition for kiwifruits (*Actinidia deliciosa*) to prevent postharvest fruit rots caused by *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae* and *Botrytis cinerea*. The optimum temperatures for mycelial growth of *B. dothidea*, *D. actinidiae* and *B. cinerea* were 26~35°C, 26~29°C and 20~26°C, respectively, and the incidence was closely related with the temperature. Although kiwifruits ripened faster at higher temperatures, the rates of diseased fruits increased with the rates of ripened fruits increased. Optimum conditions for ripening of kiwifruit were 20-day at 17°C.

Keywords: kiwifruit, postharvest fruit rot, ripening temperature

참다래는 수확한 후에 바로 먹을 수 있는 과실이 아니며 적당한 온도에서 적당한 시간동안 후숙을 시켜야 비로소 먹을 수 있는 과실이다. 참다래 과실은 수확 후에 장기 보존하기 위해서는 0±1°C의 저온저장고에서 저장을 한다. 그러나 참다래 과실을 상온에서 보관할 경우 일정 후숙 기간이 지나면 자연적으로 후숙이 된다. 일반적으로 후숙은 상온에서 에틸렌의 양이 증가함에 따라 효소 활성이 활발하게 되고 전분은 당으로 변화되고 산의 함량은 감소되며 세포벽의 구성물질인 펙틴 등의 분해가 촉진되어 과육이 물러지며 후숙이 진행된다(해남난지과수 시험장, 1997).

상온에서 참다래 과실이 후숙되는 동안 포장에서 감염을 일으키고 과실에 잠복되어 있던 *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae*, *Botrytis cinerea* 등 여러 가지 병원균들이 저장병을 일으키고 과실을 부패시킨다(Beraha,

1970; Hawthorne, 1982; Koh 등, 2003; 고 등, 2003; Lee 등 2001; Pennycook, 1981; 1985; Sommer와 Beraha, 1975). 저온에서는 활동하지 않고 잠복되어 있던 저장병 원균들이 상온에서 활발하게 생육하면서 과실에 발병을 일으키기 때문이다. 따라서 온도는 참다래 과실의 후숙 뿐만 아니라 저장병원균의 생육에도 영향을 미쳐 저장병의 발병율에 직접적인 영향을 미치므로 참다래 저장병의 발생을 줄일 수 있는 후숙 온도 조건을 규명하는 것이 중요하다.

이 연구는 참다래 주요 저장병원균의 균사 생육 적온을 조사하고 온도별 참다래 과실의 후숙율과 저장병의 발병율을 비교함으로써 참다래 저장병 발생에 미치는 후숙 온도의 영향을 분석하여 참다래 저장병 발병율을 최소화할 수 있는 후숙 조건을 찾기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

참다래 주요 저장병원균의 균사 생육적온 조사. 참다래 과실의 주요 저장병원균인 *B. dothidea*, *D. actinidiae*

*Corresponding author
Phone)+82-61-750-3865, FAX)+82-61-750-3208
E-mail)youngjin@suncheon.ac.kr

및 *B. cinerea*의 신선한 균총 가장자리로부터 cork borer를 이용하여 직경 5 mm 크기의 균총 조각을 떼어내어 감자한천배지 중앙에 치상하여 0°C부터 41°C까지 3°C 간격으로 항온기에 배양하였다. 5일 동안 배양한 후 각 온도에서 성장한 균총들의 직경을 측정하여 균사 생육적온을 조사하였다.

후숙 온도별 참다래 저장병 발병을 조사. 0°C부터 41°C까지 3°C 간격으로 14가지 항온조건으로 설정한 각 항온기에 100개의 참다래 과실을 polyethylene film bag에 2중으로 넣어서 밀봉을 한 후 후숙시켰다. 후숙 기간은 15일과 20일 동안 2가지 처리를 병행하였으며 후숙 기간이 경과한 후에 참다래 과실에 발생한 저장병 발병율과 후숙 정도를 각각 조사하였다. 후숙 기간 중에 발병이 되어 외부병징을 나타내는 과실과 과도하게 후숙되거나 발효가 된 과실은 후숙기간이 경과하기 전에 미리 꺼내어 따로 조사하여 옆 과실로의 2차 전염을 예방하였다.

결 과

참다래 주요 저장병원균의 균사 생육적온. *B. dothidea*는 10°C 이하와 40°C 이상에서 성장하지 않았으며 균사 생육적온은 26~35°C였다. *D. actinidiae*는 10°C 이하와 38°C 이상에서 성장하지 않았으며 균사 생육적온은 26~29°C였다. *B. cinerea*는 5°C에서부터 성장하였으나 32°C 이상에서는 성장하지 않았으며 균사 생육적온은 20~26°C였다 (Fig. 1).

후숙 온도와 참다래 저장병 발병율과의 관계. 0°C부터 41°C까지 3°C 간격으로 항온조건에서 참다래 과실을 15일 동안 후숙시켰을 때 17°C까지는 후숙된 과실이 거의 관찰되지 않았으나 20°C부터는 과실들이 후숙되기 시작했다. 20°C와 23°C에서는 각각 20%와 30%의 과실이

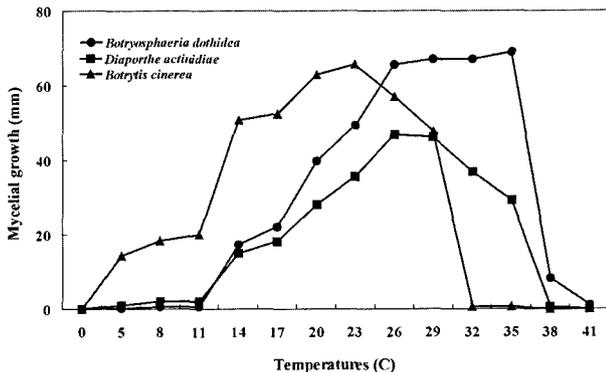


Fig. 1. Mycelial growths of *Botryosphaeria dothidea*, *Diaporthe actinidiae* and *Botrytis cinerea* on potato dextrose agar 5 days after incubation at various temperatures.

후숙되었으며 26°C와 29°C에서는 63%의 과실이 후숙되었다. 그러나 32°C부터는 후숙되지 않은 과실은 없었으나 후숙이 너무 과도하게 진행되어 발효가 되어버린 과실들이 나타났다. 32°C와 35°C에서는 후숙율이 약 20%였고 나머지 80% 정도의 과실이 발효되었으며 38°C 이상에서는 모든 과실이 발효되었다(Fig. 2).

참다래 과실을 15일 동안 후숙시켰을 때 17°C까지는 참다래 과실에 저장병이 발생하지 않았으나 20°C부터는 저장병이 발생하였다. 20°C부터 29°C까지 후숙 온도가 상승함에 따라 저장병 발병율은 급증하였는데 29°C에서 35%로 가장 높은 발병율을 나타내었다. 그러나 32°C와 35°C에서는 저장병 발병율이 20% 이하로 급감하였으며 38°C 이상에서는 3%의 발병율을 나타내었다(Fig. 3).

참다래 과실을 20일 동안 후숙시켰을 때 8°C까지는 후숙된 과실이 관찰되지 않았으나 11°C와 14°C에서는 10% 정도의 과실이 후숙되었다. 그러나 17°C에서 29°C 사이에서는 모든 과실이 후숙되었으며 32°C 이상에서는 모든 과실이 발효되었다(Fig. 4). 8°C에서는 99일 동안 후숙시켰을 때부터 후숙되기 시작하였으나 5°C와 0°C에서는 99

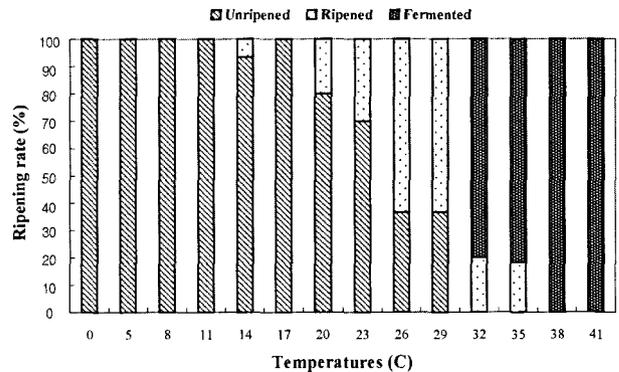


Fig. 2. Condition of kiwifruits incubated at various temperatures for 15 days.

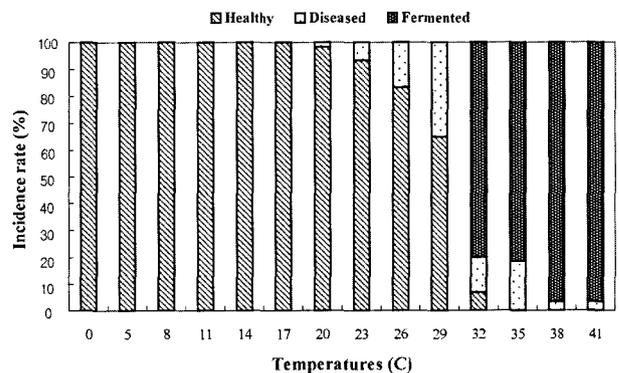


Fig. 3. Incidence of postharvest fruit rots of kiwifruits incubated at various temperatures for 15 days.

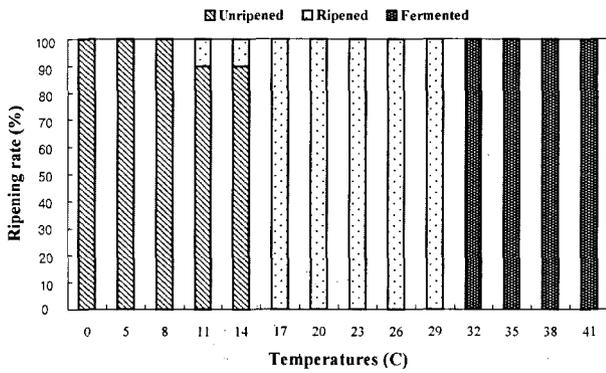


Fig. 4. Condition of kiwifruits incubated at various temperatures for 20 days.

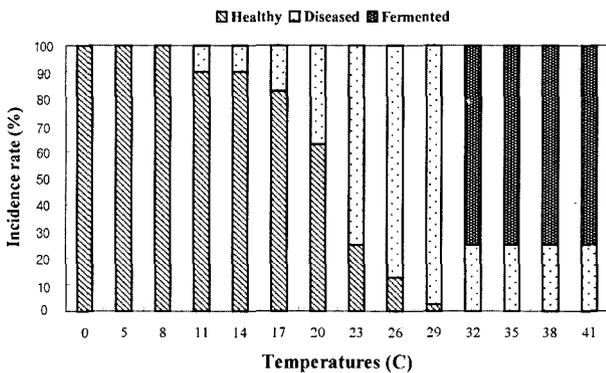


Fig. 5. Incidence of postharvest fruit rots of kiwifruits incubated at various temperatures for 20 days.

일까지도 후숙되지 않았다.

참다래 과실을 20일 동안 후숙시켰을 때 8°C까지는 참다래 과실에 저장병이 발생하지 않았으나 11°C부터는 저장병이 발생하였다. 11°C부터 29°C까지 후숙 온도가 상승함에 따라 저장병 발병율은 급증하였는데 29°C에서 98%의 발병율을 나타내었다. 그러나 32°C 이상에서는 20% 수준의 저장병 발병율을 나타내었다(Fig. 5).

고 찰

참다래 과실은 후숙을 시킨 후에야 당도는 증가하고 산도는 감소하여 생식이 가능하기 때문에 참다래 소비 과정에서 후숙은 필수적이다. 참다래 과실을 후숙시킬 경우 고온일수록 후숙 기간을 단축시킬 수 있으나 저장병 발생이 증가하고 과실의 맛도 변질되며 지나친 고온에서는 과실이 발효되어 버리기 때문에 적정 후숙 온도를 찾는 것은 대단히 중요하다. 이 실험에서도 참다래 과실을 후숙시키기 위하여 처리한 후숙 온도가 29°C까지 증가함에

따라 후숙율과 저장병 발병율은 증가하였다. 그러나 32°C 이상에서는 후숙율과 저장병 발병율이 오히려 감소하였다. 이것은 32°C 이상 고온에서는 후숙이 과도하게 진행되어 과실들이 발효되어 버려 저장병 발병 유무를 확인할 수 없었기 때문으로 추정할 수 있었다. 실제 참다래 과실이 고온에서 과도하게 후숙되어 발효가 되어 버리면 식용 가치를 상실해 버리기 때문에 발효가 일어나지 않는 비교적 낮은 온도에서 후숙시켜야 한다.

낮은 온도에서도 후숙 기간이 길어지면 후숙이 일어났고, 동일한 후숙 온도에서는 후숙 기간이 길어지면 저장병 발병율도 증가하였다. 15일 동안 후숙시켰을 때 발효되지 않고 후숙되는 온도 범위는 20°C부터 29°C까지였고 후숙율은 20~63%였으며 저장병 발병율은 1.8~35%였다. 그러나 20일 동안 후숙시켰을 때에는 발효되지 않고 후숙되는 온도 범위는 11~29°C까지였고 후숙율은 10~100%였으며 저장병 발병율은 10~98%였다.

이러한 참다래 저장병의 발병율과 주요 저장병원균의 균사 생육적온과는 밀접한 관계가 있는 것으로 확인되었다. 참다래 주요 저장병원균인 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*가 11°C 이상에서부터 왕성한 생육을 보이기 시작하고 생육 적온 범위도 20~35°C였는데, 저장병 발생도 11°C에서부터 시작하고 29°C를 전후해서 최대 발병율을 보이는 것이 이를 뒷받침해 준다. 따라서 참다래 주요 저장병원균의 생육 적온 범위를 피해서 후숙시키는 것이 참다래 저장병을 회피하는 방법이 될 수 있다.

이와 같은 실험 결과를 종합해 볼 때 15일 동안의 후숙 기간에서는 60% 정도의 후숙율에 머물기 때문에 참다래 과실의 후숙에는 20일 정도의 후숙 기간이 소요되고, 17°C에서 20일 동안 후숙시키는 경우 후숙율은 100%이고 저장병 발병율은 17.5%였으므로 참다래 과실을 17°C의 후숙 온도에서 20일 동안 후숙시키는 것이 최대 후숙율에 최소 발병율을 얻을 수 있는 가장 이상적인 후숙 조건으로 추정된다. 이 실험에서 얻은 최적 후숙 온도인 17°C는 참다래 주요 저장병원균인 *B. dothidea*, *D. actinidiae* 및 *B. cinerea*의 생육 적온 범위인 20~35°C보다 낮은 온도이다. 참다래 과실의 후숙 온도가 낮아질수록 후숙 기간도 길어져 8°C에서는 99일이 지나서 후숙되기 시작하였으며 0°C와 5°C에서는 99일이 지나도 후숙되지 않았다.

참다래 과실은 수확 후 유통하기 전까지는 보통 0±1°C의 저온저장고에서 저장을 한다. 저온저장고에서 수개월 동안 참다래 과실을 저장할 수 있는 근거는 저온에서는 후숙이 일어나지 않고 저장병 발생도 억제되기 때문이다. 따라서 일본에서는 저장병원균이 활동할 수 없는 저온인

2~5°C에서도 후숙이 진행될 수 있는 방법을 연구하였다 (Ieki와 Yamanaka, 1991). 저온인 상태에서 화학물질을 처리함으로써 15°C에서 8일만에 후숙시킬 수 있었으며, 참다래 주요 저장병의 발생도 현저하게 억제시켰다. 이 화학물질은 배지 상에서 *B. dothidea*와 *D. actinidiae*의 균사 성장을 억제하는 것으로 나타났다. 이 방법도 참다래 저장병 발생을 줄이면서 과실을 후숙시킬 수 있는 유망한 방법으로 여겨진다.

요 약

Botryosphaeria dothidea, *Diaporthe actinidiae* 및 *Botrytis cinerea*에 의해 발생하는 참다래 저장병을 예방하기 위하여 참다래 최적 후숙 조건을 조사하였다. *B. dothidea*와 *D. actinidiae*의 균사 생육적온은 각각 26~35°C와 26~29°C였으며, *B. cinerea*의 균사 생육적온은 20~26°C였으며, 저장병 발병율은 균사 생육적온과 밀접한 관계가 있었다. 참다래 과실을 후숙시킬 경우 고온일수록 후숙 기간을 단축시킬 수 있으나 후숙과 함께 저장병 발생도 증가하였다. 참다래 과실을 17°C의 후숙 온도에서 20일 동안 후숙시키는 것이 가장 이상적인 후숙 조건이었다.

감사의 말씀

이 논문은 한국학술진흥재단(KRF-99-041-G00026)의 연 구비에 의해 수행한 것으로 감사를 표합니다.

참고문헌

- Beraha, L. 1970. Stem-end rot of Chinese gooseberry (*Actinidia chinensis*) on the merket. *Plant Disease Reporter* 54: 422-423.
- Hawthorne, B. T., Rees-George, J. and Samuels, G. J. 1982. Fungi associated with leaf spots and post-harvest fruit rots of "kiwifruit" (*Actinidia chinensis*) in New Zealand. *New Zealand J. Botany* 20: 143-150.
- 해남난지과수시험장. 1997. 참다래재배신기술. 전라남도농촌진흥원. 202pp.
- Ieki, H. and Yamanaka, Y. 1991. Reduction of kiwifruit ripe rot by accelerated chemical ripening at low temperatures. *New Zealand J. Crop and Hort. Sci.* 19: 399-403.
- 고영진, 이재균, 허재선, 정재성, 2003. 우리나라 참다래 저장병 발병율과 병원균. *식물병연구* 9(4): 196-200.
- Koh, Y. J., Lee, J. G., Lee, D. H. and Hur, J. S. 2003. *Botryosphaeria dothidea*, the causal organism of ripe rot of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 19: 227-230.
- Lee, J. G., Lee, D. H., Park, S. Y., Hur, J.-S. and Koh, Y. J. 2001. First report of *Diaporthe actinidiae*, the causal organism of stem-end rot of kiwifruit in Korea. *Plant Pathol. J.* 17: 110-113.
- Pennycook, S. R. 1981. Ripe rot of kiwifruit caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Orchardist of New Zealand* 54: 392-394.
- Pennycook, S. R. 1985. Fungal fruit rots of *Actinidia deliciosa* (kiwifruit). *New Zealand J. Exp. Agriculture* 13: 289-299.
- Sommer, N. F. and Beraha, L. 1975. *Diaporthe actinidiae*, a new species causing stem-end rot of chinese gooseberry fruits. *Mycologia* 67: 650-653.