

중온 열수 처리가 사과의 표면 미생물, 호흡특성 및 경도에 미치는 영향

서자영 · 김은정 · 홍석인 · 유승현¹ · 김동만*

한국식품연구원, 충남대학교 응용생물학과

Effects of Mild Heat Treatment on Microorganisms, Respiratory Characteristics and Firmness of Fuji Apple

Ja-Young Seo, En-Jeong Kim, Seok-In Hong, Sung-Hun Yu¹, and Dongman Kim*

Korea Food Research Institute

¹Department of Applied Biology, Chungnam National University

Abstract Microorganisms involved in decaying Fuji apples during storage were investigated. Seven pathogens were isolated from the rotted fruits. *Penicillium* spp. was derived from 65-75% of decayed apples with *P. expansum* being dominant species. Effects of mild heat treatment on microbial reduction, respiration, and texture characteristics in Fuji apples were examined through hot water dipping at 40-65°C for varied time periods. Initial counts of total microorganisms and moulds in fresh fruits showed 4.75 and 4.66 log CFU/g in a stem, as well as 5.35 and 4.32 log CFU/g in a calyx, respectively. The heat treatment at 40°C for 180 min significantly reduced the population of total microorganisms and moulds in the fruits. Respiration rate of the apple fruits increased immediately after heat treatment and then returned to the normal level during storage. The rates of ethylene production in the fruits treated at 40-50°C were maintained lower than that of the untreated control. The fruits treated at 40°C showed slightly greater flesh firmness than the other apple samples during storage.

Key words: Fuji apple, microorganisms, mild heat treatment, respiratory characteristics, fruit firmness

서 론

과일은 수확 후부터 시간이 경과됨에 따라 내부적으로는 생리적 변화에 의해, 외부적으로는 오염된 곰팡이나 기타 병원, 쥐나 해충, 저장 중 부적절한 온·습도, 취급부주의에 의한 조직손상으로 인해 품질이 저하된다. 특히 수확 후 외부적으로 감염되었던 부위의 부분적 부패는 저장 중 점차 확대되어 과일의 질적·양적 손실을 가지고 오는 주요 원인이 된다. 부패 억제를 위해서 저장 조건 조절(1,2) 및 화학제 처리(3,4)들이 이용되고 있다. 그러나, 환경적인 오염과 건강에 대한 염려가 강조되면서 최근에는 화학제의 사용이 기피되고, 이러한 요구에 부응하여 생물학적인 유도물질처리로 BIO126(*Metschnikowia pulcherrima*)(5), antagonistic yeast나 *Candida sake*(6), L-59-66(*Pseudomonas syringae*)(7) 등을 이용하거나 물리적 처리방법으로 포장재(8,9), CA저장(10), 열(11)을 이용한 처리 및 복합 처리 방법(12) 등이 연구되고 있다.

이중 수확 후 과일이나 채소의 저장 시 경제적이고 효과적인 부패 미생물 및 해충방제, 후숙 조절 등을 위한 방법으로 열처리에 관한 연구(13)가 최근 활발히 진행되고 있는데, 열처리 방법으로는 열수처리, 열풍처리, 가열증기처리 등이 있다. 이 중 열수 처리는 다른 열처리 방법에 비해 곰팡이 및 기타 부패 미생물과

해충방제를 위한 효과적인 방법으로 보고되어 있다(14). Karabulut 등(15)은 포도를 50, 55 및 60°C의 열수에 60초간 처리하였을 때, Porat 등(16)은 텐저린, 오렌지 및 레드 그레이프 프루츠 등을 56, 59, 62°C의 열수에서 브러쉬 처리 하였을 때 부패율이 현저히 감소하였음을 보고한 바 있다. 또한, Olesen 등(17)은 리찌를 52°C에서 1분 열수처리 하였을 때 부패억제 효과가 가장 좋았다고 하였으며, McDonald 등(18)은 토마토를 42°C에서 1시간 열수처리 하였을 때 부패율이 60% 정도 감소되었고 저장 중 품질도 개선되었다고 하였다. 한편, Fallik(14)는 열처리 방법에 따른 비교에서 열수처리가 열풍처리에 비해 잠재된 오염균들과 곰팡이 포자 및 해충들이 존재하는 과일, 야채 껍질의 표면이나 그 아래 표면층으로의 열전달이 가장 효과적이며, 가열증기처리에 비해 10% 정도 비용 절감의 장점이 있는 것으로 보고하였다. 그러나 이러한 열처리는 과일의 종류, 재배지역, 재배종, 수확시기에 따라 다른 생리적 반응을 보이는 것으로 보고되어 있다(19).

이에 본 연구에서는 과일 중 국내에서 생산량이 많은 Fuji 사과의 주요 부패 미생물을 조사하고, Seo 등(20)에 의해 설정된 임계 열처리 조건에서 미생물 제어 효과를 조사하였으며, 미생물 제어 효과가 우수한 조건을 선발하여 사과를 열처리한 후 저장 중 호흡률 및 에틸렌 생성률과 경도변화를 조사하였다.

재료 및 방법

부패 미생물 분리조사

시료로 사용한 사과는 Fuji 품종으로 대전 농산물 도매 시장의 상업용 저온시설에 저장중인 것을 2004년 4월20일, 6월 20일, 7월 20일에 각각 4상자씩을 수집하여 부패 미생물 분리 실험을

*Corresponding author: Dongman Kim, Korea Food Research Institute, San 46-1 Baehyun-dong, Bundang-gu, Seongnam-si, Kyunggi-do 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9144
Fax: 82-31-780-9876
E-mail: dmkim@kfri.re.kr
Received July 26, 2005; accepted December 23, 2005

수행하였다. 부패 미생물의 분리는 병징을 위주로 판단하였으며, *Penicillium*의 경우 CYA 배지에 접종하여 25°C 배양기에서 암상태로 7일간 배양한 후 공시균주들의 분생자경의 구조와 phialide, metulae, ramuli 및 stipe 등을 복합현미경으로 관찰하였다.

열처리 및 처리 효과조사

시료: 경북 청송군에서 2003년 10월에 수확한 *Fuji* 품종의 사과를 산지에서 구입하여 처리 전까지의 품질변화를 억제하기 위해 0.0±0.5°C로 유지되는 저온저장고(KUC-SO50L, Kyungdong Co., Korea, 80±5% RH)에 보관하면서 필요시 선별 후 사용하였다.

열처리: 미생물 검사를 위하여 사과를 설정온도 ±1°C로 유지되는 항온조(DW101, 도성과학)에 전체가 잠기도록 담근 후 40, 45, 50, 55, 60 및 65°C에서 각각 180, 60, 45, 3, 1분, 및 20초간 처리하였다. 각 처리구별 시료 수는 15개씩이었으며 처리한 사과는 꺼내어 곧 바로 멸균백(Whirl-pak 1195, Nasco, USA)에 담아 미생물 검사 시료로 사용하였다.

또한 미생물 검사 결과 제어율이 우수하였던 40, 45, 50°C 조건에서 사과의 저장 중 호흡 및 품질특성을 조사하기 위하여 다른 사과를 이용하여 재처리하였다. 처리한 사과는 물기를 닦아내고 상온에서 1시간 건조시킨 후, 지름 5 mm 크기의 구멍이 5 cm 간격으로 난 폴리에틸렌 지퍼백(0.05±0.005 mm)에 담아 0.0±0.5°C 저온저장고에 보관하면서 열처리 후 저장 중 호흡 및 품질특성 조사에 사용하였다.

미생물 검사

열처리 사과의 부위별 미생물을 조사하기 위해서 5개의 사과에서 꼭지와 꽃받침을 각각 지름 1.8 cm의 멸균된 cork borer를 이용하여 취하였다. 취한 시료는 곧 바로 멸균백(Whirl-pak 1195, Nasco, USA)에 넣은 다음, 멸균생리식염수를 가하여 약 20초간 격렬하게 흔들어 준 후 단계적으로 희석하여 총균수와 곰팡이수 측정용 배지(Petri film, 3M Co., USA)에 접종하였다. Colony의 수는 사과 1개당 colony forming unit(CFU/ea)로 나타내었다. 실험결과는 3회 반복 측정하여 얻은 값의 평균값으로 나타내었다.

호흡률 및 에틸렌 생성률

열처리 사과의 저장 중 호흡률 및 에틸렌 생성률은 밀폐시스템을 이용하여 측정하였다(21). 뚜껑에 실리콘 격막이 장착된 용기(1.8 L)내에 사과를 넣고 0.0±0.5°C의 저온 저장고에서 품온을 유지시킨 후, 일정시간을 간격으로 용기 내 공기를 gas tight syringe(MR-GT, SGE Co., Australia)로 200 µL씩 취하여 GC에 주입하여 분석한 후 탄산가스 및 에틸렌 생성율을 계산하였다. 이때 사용한 탄산가스 측정용 GC(GC-14A, Shimadzu Co., Japan)의 분석조건은 column: CRT-I(1.8 m × 1/4 inch, Alltech Co., USA), detector: TCD, column temp.: 35°C, detector temp.: 60°C, carrier

gas: He(50 mL/min)이었고, 에틸렌 측정을 위한 GC(HP5890, HP Co., USA)의 분석조건은 column: HP-PLOT 5(50 m × 0.53 mm × 15 µm, HP Co., USA), detector: FID, column temp.: 170°C, detector temp.: 210°C, carrier gas: He(10 mL/min)이었다. 탄산가스 및 에틸렌 가스의 정량은 각 표준가스를 이용하여 표준곡선을 작성하고 이를 기준으로 농도를 산출하였다.

경도

사과의 경도는 Instron(Model 1140, Instron Co. USA)을 이용하여 back extrusion test를 행하였다(22). Back extrusion test에 사용된 plunger의 직경은 64 mm이었고, 시료를 담는 tube의 내경은 74 mm, 길이는 80 mm이었으며, load cell의 최대 값은 500 kg였다. 시료는 5개의 사과를 8등분한 후 이로부터 각각 1조각씩을 취한 5조각을 사용하였다. 경도는 plunger가 tube내 70 mm까지 내려가는 동안 나타내는 피크의 최대치로 3회 반복 측정된 값의 평균치로 나타내었다.

결과 및 고찰

저장사과의 부패미생물 조사

저온저장 후 4월에 수집한 사과의 경우 부패율은 12.6%이었고, 수집시기가 경과함에 따라 증가하여 6월 및 7월에는 각각 20.0% 및 22.7%를 나타내었다(Table 1). 또한, 부패에 관여하는 병원균은 *Penicillium expansum*, *Penicillium crustosum*, *Penicillium aurantiogriseum*, *Penicillium* sp., *Botrytis cinerea*, *Botrytis phaearia dothidea*, *Alternaria* sp. 등 이었고, 그 중 *Penicillium*속의 미생물에 의한 피해가 65-75%에 달하였으며 특히 *Penicillium expansum*의 피해가 가장 심하였다. 한편, 동정된 미생물 중 *Botrytis cinerea*의 경우 다른 균종과는 달리 수집시기가 늦을수록 검출율이 높아지는 경향을 나타내었다. Prusky 등(23)은 이스라엘 사과에서, Pierson 등(24)은 미국의 사과에서 저장 중 부패에 가장 많은 영향을 미치는 병원균이 *Penicillium expansum*임을 보고한 바 있다.

열처리에 따른 사과의 부위별 미생물 수

열처리가 사과에 존재하는 미생물 수에 미치는 영향조사로 사과를 40-65°C의 물에 일정시간씩 침지처리한 후 사과의 꼭지와 꽃받침에 잔존하는 미생물 수를 조사하였다. 열처리 전 사과 꼭지와 꽃받침의 총균수는 각각 4.75 log CFU/ea와 5.35 log CFU/ea이었다. 이러한 사과를 각각 40, 45, 50, 55, 60 및 65°C로 열처리 시에는 꼭지의 총균수가 2.89, 4.16, 3.89, 4.98, 4.02 및 3.69 log CFU/ea로 55°C를 제외하고는 40°C가 1.86 log cycle로 처리효과가 가장 좋았으며, 45°C가 0.59 log cycle로 가장 낮은 처리효과를 나타내었다(Fig. 1). 꽃받침의 경우는 각각 40, 45, 50, 55, 60 및 65°C에서 열처리하였을 때 3.92, 4.86, 3.95, 4.60, 4.19 및

Table 1. The kinds and isolation rates of microorganisms related to the deterioration of *Fuji* apples stored in commercial cold room

Sampling time	No. of apples investigated	No. of apples decayed	Isolation rate (%)							
			Pe	Pc	Pa	Ps	Bc	Bd	As	Others
April 20	159	20	50.0	5.0	10.0	10.0	5.0	5.0	5.0	10.0
June 20	185	37	40.5	8.1	5.4	10.8	13.5	8.1	5.4	8.2
July 20	172	39	43.6	5.1	7.7	10.3	15.4	5.1	-	12.8

^aPe: *Penicillium expansum*, Pc: *P. crustosum*, Pa: *P. aurantiogriseum*, Ps: *Penicillium* sp., Bc: *Botrytis cinerea*, Bd: *Botrytisphaeria dothidea*, As: *Alternaria* sp.

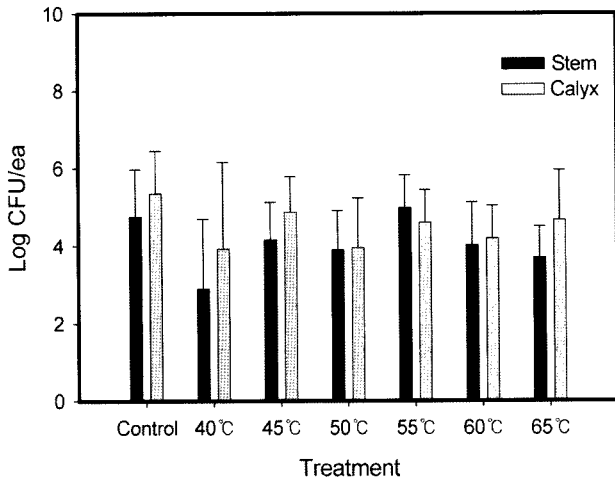


Fig. 1. Effect of heat treatment on number of total microorganisms of Fuji apples at different conditions¹⁾. ¹⁾180 min at 40°C, 60 min at 45°C, 45 min at 50°C, 3 min at 55°C, 1 min at 60°C and 20sec at 65°C.

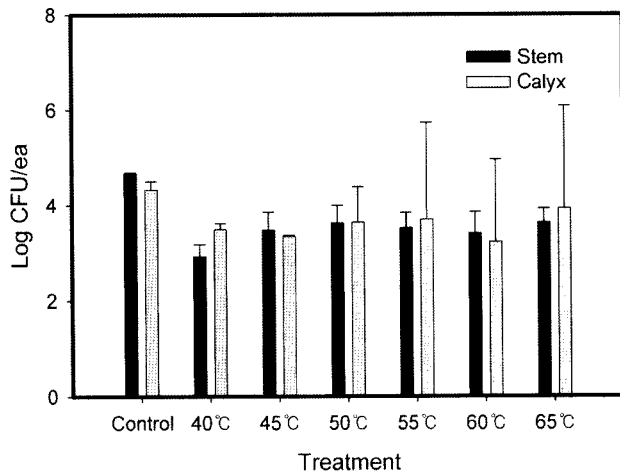


Fig. 2. Effect of heat treatment on number of molds of Fuji apples at different conditions¹⁾. ¹⁾For the conditions, refer to Fig. 1.

4.66 log CFU/ea로 40°C가 1.43 log cycle로 가장 큰 처리효과를 나타내었고, 45°C가 0.49 log cycle로 가장 낮은 처리효과를 나타내었다. Fig. 2는 열처리에 따른 사과의 꼭지와 받침에 잔존하는 곰팡이 수를 나타낸 것으로 처리 전 꼭지와 꽃받침의 곰팡이 수는 각각 4.66 log CFU/ea와 4.32 log CFU/ea였다. 열처리에 따른 곰팡이 수는 꼭지의 경우 40, 45, 50, 55, 60 및 65°C가 각각 2.92, 3.48, 3.62, 3.52, 3.41 및 3.63 log CFU/ea로 처리효과는 40°C가 1.74 log cycle로 가장 컸고, 65°C가 1.03 log cycle로 가장 적었다. 꽃받침의 경우는 40, 45, 50, 55, 60 및 65°C가 각각 3.49, 3.34, 3.64, 3.70, 3.23 및 3.92 log CFU/ea로 처리효과는 60°C가 1.09 log cycle로 가장 컸고, 65°C가 0.39 log cycle로 가장 적었다. 열처리에 따른 사과의 꼭지와 꽃받침에서 미생물 제어 실험결과를 전반적으로 살펴보면 실험 온도 범위내에서는 온도를 낮게 하여 장시간 처리하는 것이 보다 효과적인 것으로 나타났다.

열처리 사과의 저장 중 호흡률, 에틸렌 생성을 및 경도 변화 미생물 제어 효과가 비교적 높았던 40, 45 및 50°C에서 열처

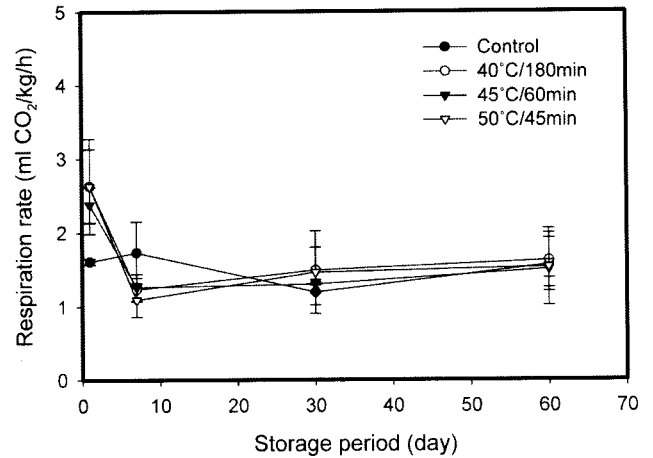


Fig. 3. Changes in respiration rate of mild heat treated Fuji apples at different conditions during storage.

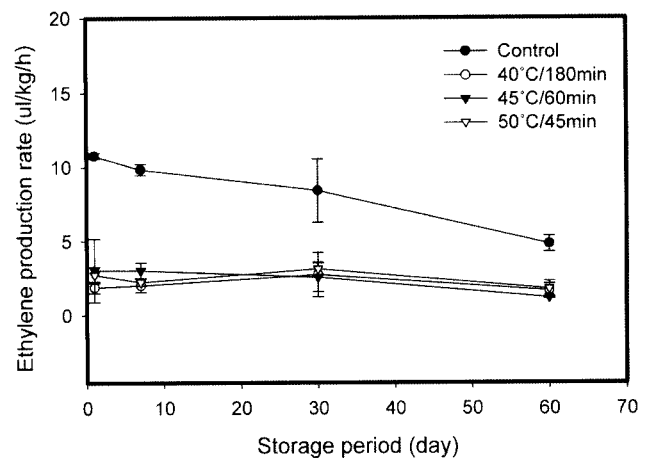


Fig. 4. Changes in ethylene production rate of mild heat treated Fuji apples at different conditions during storage.

리가 사과의 생리적 특성과 품질에 미치는 영향을 조사하기 위해 다른 사과를 이용하여 열처리한 후 0.0±0.5°C에 저장하면서 호흡률과 에틸렌 생성을 및 품질변화의 주요인자인 경도변화를 조사하였다.

열처리한 사과의 저장 중 호흡률은 저장 1일후 2.38-2.63 mL CO₂/kg hr로 대조구의 1.61 mL CO₂/kg hr에 비해 높게 나타났다 (Fig. 3). 그러나, 저장 7일 후에는 처리구가 1.09-1.26 mL CO₂/kg hr로 대조구의 1.73 mL CO₂/kg hr보다 오히려 낮은 호흡률을 나타냈으며, 저장 30일 후부터는 대조구와 처리구 간 차이를 나타내지 않았다. 이는 Golden Delicious종 사과를 60°C와 65°C에서 15초간 처리한 경우 초기에는 호흡률이 증가하였다가 이후 대조구와 차이가 없었다는 Fallik 등(21)의 보고와 유사한 경향으로, 열처리 스트레스에 의해 증가한 호흡이 저장 중 안정화되었기 때문일 것으로 사료된다.

열처리에 따른 사과의 저장 중 에틸렌 생성을을 저장 1일후 처리구에서 1.90-3.04 μL/kg/hr의 범위를 보여 대조구의 10.78 μL/kg/hr 보다 낮은 것으로 조사되었다(Fig. 4). 이러한 경향은 저장 중에도 지속되어 대조구의 에틸렌 생성을은 9.83-4.81 μL/kg/hr 범위를 유지하였던 반면 처리구는 이보다 훨씬 낮은 1.18-1.78 μL/kg/hr의 범위를 유지하였다. Lurie와 Klein(25)은 사과를 38°C에서 4일 열풍 처리 시 에틸렌 생성을은 초기에 저해된 이후 저장 중

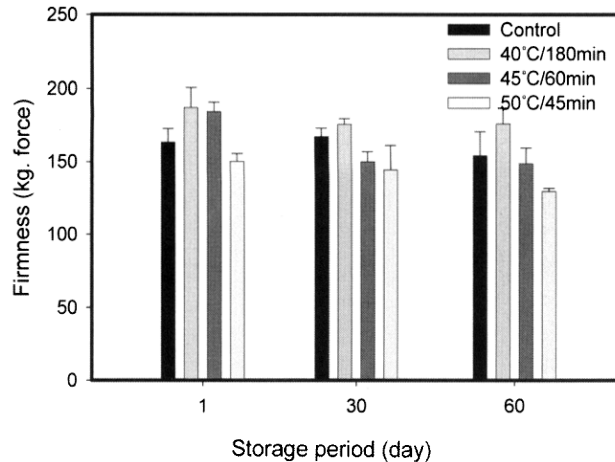


Fig. 5. Changes in firmness of mild heat treated Fuji apples at different conditions during storage.

낮은 수준으로 유지되었다고 하였던 반면, 토마토의 경우 38°C에서 3일간 열처리 시 처리 중에는 에틸렌 농도가 감소하였다가 다시 증가하여 대조구와 유사한 수준을 보였다고 하였는데(26), 이는 과일의 종류와 처리 온도 및 처리 시간에 따라 차이가 있음을 의미한다.

Fig. 5는 열처리 후 사과 저장 중 경도 변화를 나타낸 것으로 저장 1일 후 대조구의 경도는 163.37 kg이었으며, 40, 45 및 50°C에서 열처리한 사과의 경우 각각 187.15, 184.50 및 150.20 kg로 40°C와 45°C에서 열처리한 사과가 각각 14.55%, 12.93% 높은 값을 나타내었다. 저장 기간이 경과함에 따라 대조구와 처리구 모두 경도가 감소하는 경향을 보였으나, 동일 시점에서의 경도를 비교해 보면 40°C에서 열처리한 사과의 경우 다른 처리구에 비해 다소 높은 값을 유지하였는데 저장 60일 후에는 대조구에 비해 14.2% 높은 값을 보였다. Fallik 등(21)은 50-65°C에서 15초간 열수 처리한 사과 중 55°C에서 처리한 경우가 대조구나 다른 처리구보다 경도가 높았음을 보고한 바 있는데 이러한 결과를 Ben-Shalom 등(27)은 열처리에 의해 세포벽에서 galacturonic acid의 분해가 부분적으로 저해되었기 때문인 것으로 추정하였다.

요 약

사과의 부패에 관여하는 주요 미생물을 조사하였던 바 7종의 병원균을 분리하였다. 사과의 부패는 *Penicillium* spp.에 의한 피해가 65-75%에 달하였으며, 특히 *Penicillium expansum*의 피해가 가장 심하였다. 40-65°C 범위에서 중온 열수처리에 의한 미생물 제어효과와 저장 중 호흡 및 경도 변화를 조사하였다. 열수 처리된 사과 꼭지의 총균수와 곰팡이수는 각각 4.75 log CFU, 4.66 log CFU이었고, 꽃받침의 총균수와 곰팡이 수는 각각 5.35 log CFU, 4.32 log CFU이었으며, 열수 처리 시 총균과 곰팡이는 40°C에서 180분간 처리 시 감소율이 가장 높았다. 사과의 호흡률은 열수 처리 직후 다소 높았지만 저장기간이 경과함에 따라 대조구와 유사한 수준을 나타내었으며, 에틸렌의 경우 대조구에 비해 전반적으로 낮게 유지되었다. 한편 사과 과육의 경도는 40°C에서 처리한 경우 대조구 및 다른 처리구에 비해 저장기간 중 다소 높은 값을 보였다.

감사의 글

본 연구는 농림부 농림기술개발사업(20020260)의 지원에 의해 수행한 연구결과와 일부로서 이에 감사드립니다.

문 헌

- Chalutz E, Waks J, Schiffmann-Nadel M. A comparison of the response of different citrus fruit cultivars to storage temperature. *Scientia Horticulturae* 25: 271-277 (1985)
- Wszelaki AL, Mitcham EJ. Effects of superatmospheric oxygen on strawberry fruit quality and decay. *Postharvest Biol. Technol.* 20: 125-133 (2000)
- Burton CL, Dewey DH. New fungicide to control benomyl-resistant *Penicillium expansum* in apples. *Plant Diseases* 65: 881-883 (1981)
- Aegerter AF, Folwell RJ. Economic aspects of alternatives to methyl bromide in the postharvest and quarantine treatment of selected fresh fruits. *Crop Protect.* 19: 161-168 (2000)
- Spadaro D, Garibaldi A, Gullino ML. Control of *Penicillium expansum* and *Botrytis cinerea* on apple combining a biocontrol agent with hot water dipping and acibenzolar-S-methyl, baking soda, or ethanol application. *Postharvest Biol. Technol.* 33: 141-151 (2004)
- Vinas I, Usall J, Teixido N, Sanchis V. Biological control of major postharvest pathogens on apple with *Candida sake*. *Intl. J. Food Microbiol.* 40: 9-16 (1998)
- Janisiewicz WJ, Jeffers SN. Efficacy of commercial formulation of two biofungicides for control of blue mold and gray mold of apples in cold storage. *Crop Protect.* 16: 629-633 (1997)
- Kader AA, Zagory D, Kerbel EL. Modified atmosphere packing of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28: 1-5 (1989)
- Jiang Y, Joyce DC, Macnish AJ. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. *Postharvest Biol. Technol.* 16: 187-193 (1999)
- Somok RM. Controlled atmosphere storage of fruits. pp. 277-278. In: *Horticultural Reviews* 1. AVI Publishing Co., Westport, CT, USA (2001)
- Schirra M, D'hallewin G, Ben-Yehoshua S, Fallik E. Host-pathogen interactions modulated by heat treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 71-85 (2000)
- Leverentz B, Janisiewicz WJ, Conway WS, Saftner RA, Fuchs Y, Sams CE, Camp MJ. Combining yeasts or a bacterial biocontrol agent and heat treatment to reduce postharvest decay of 'Gala' apples. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 87-94 (2000)
- Ferguson IB, Ben-Yehoshua S, Mitcham EJ, McDonald RE, Lurie S. Postharvest heat treatments: Introduction and workshop summary. *Postharvest Biol. Technol.* 21: 1-6 (2000)
- Fallik E. Prestorage hot water treatments: immersion, rinsing and brushing. *Postharvest Biol. Technol.* 32: 125-134 (2004)
- Karabulut OA, Gabler FM, Mansour M, Smilanick JL. Postharvest ethanol and hot water treatments of table grapes to control gray mold. *Postharvest Biol. Technol.* 34: 169-177 (2004)
- Porat R, Daus A, Weiss D, Cohen L, Fallik E, Samir D. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by a short hot water brushing treatment. *Postharvest Biol. Technol.* 18: 151-157 (2000)
- Olesen T, Nacey L, Wiltshire N, O'brien S. Hot water treatments for control of rot on harvested litchi (*Litchi chinensis* Sonn.) fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 32: 135-146 (2004)
- McDonald RE, Mccollum TG, Baldwin EA. Temperature of water heat treatments influences tomato fruit quality following low-temperature storage. *Postharvest Biol. Technol.* 16: 147-155 (1999)
- Lurie S. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14: 257-269 (1998)
- Seo JY, Kim EH, Hong SI, Park HW, Kim DM. Respiratory characteristics and quality of Fuji apple treated with mild hot

- water at critical conditions. Korean J Food Sci. Technol. 37: 372-376 (2005)
21. Fallik E, Sharon T, Feng X, Lurie S. Ripening characterization and decay development of stored apples after a short pre-storage hot water rinsing and brushing. Innovative Food Sci. Emerging Technol. 2: 127-132 (2001)
 22. Bourne MC, Moyer JC. The extrusion principle in texture measurement of fresh peas. Food Technol. 22: 1013-1018 (1968)
 23. Prusky D, Bazak M, Ben-Arie R. Development, persistence, survival and strategies for control of thiabendazole-resistant strains of on pome fruits. Phytopathology 75: 877-882 (1985)
 24. Pierson CF, Leponis MJ, McColloch LP. Market diseases of apples, pears and quinces. In: U.S. Agric. Handbook 376. U.S. Gov. Printing Office, Washington, DC, USA (1971)
 25. Lurie S, Klein JD. Control of apple ripening by high temperatures. Israel J. Botany. 40: 260-261 (1991)
 26. Fallik E, Klein J, Grinberg S, Lomaniec E, Lurie S, Lalazar A. Effect of postharvest heat treatment of tomatoes on fruits ripening and decay caused by *Botrytis cinerea*. Plant Disease 77: 985-988 (1993)
 27. Ben-Shalom N, Hanzon J, Lurie S, Klein JD. A postharvest heat treatment inhibits cell wall degradation in apples during storage. Phytochemistry 34: 955-958 (1993)