

Changes of Postharvest Quality and Microbial Population in Jujube-Shaped Cherry Tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) by Stem Maintenance or Removal

Ji Weon Choi^{1†}, Woo Moon Lee¹, Kyung Ran Do¹, Mi Ae Cho¹, Chang Kug Kim²,
Me Hea Park¹, and Ji Gang Kim¹

¹National Institute of Horticultural and Herbal Science, RDA, Suwon 441-706, Korea

²National Academy of Agricultural Science, RDA, Suwon 441-707, Korea

수확 후 꼭지 유지, 제거에 따른 대추형 방울토마토의 품질 및 미생물 변화

최지원^{1†} · 이우문¹ · 도경란¹ · 조미애¹ · 김창국² · 박미희¹ · 김지강¹

¹농촌진흥청 국립원예특작과학원, ²농촌진흥청 국립농업과학원

Abstract

Red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits via stem maintenance or stem removal were stored at 20°C for 12 days. Their quality and microbial safety parameters like their respiration rate, weight loss, soluble solids content (SSC), titratable acidity (TA), firmness, hue value, aerobic microflora, coliform, yeast and mold count, and decay were evaluated during their storage. The jujube-shaped cherry tomato fruits whose stems were removed lost less weight than the fruits whose stems were maintained during their 12 days of storage. The stem removal lowered the respiration more significantly than the stem maintenance, and the formation of novel tissues at the stem scar that resulted from the stem removal was observed morphologically. The SSC, TA and hue value of the skin color decreased after eight storage days, but showed no difference between the stem maintenance and removal. The stem had higher microbial counts like aerobic microflora, coliform, and yeast and mold counts. The stem maintenance showed a short shelf-life because molds grew on the attached stem after five storage days. The shelf-life of the jujube-shaped cherry tomato fruits whose stems were removed was about eight days, but that of the fruits whose stems were maintained and that were stored at 20°C was only about six days.

Key words : Cherry tomato, stem, shelf-life

서 론

국내 토마토(*Lycopersicon esculentum* Mill.)는 2002년부터 소득 증가와 함께 건강식품으로 인식되면서 그 소비도 증가하였으며, 연간 생산량은 2002년 23만 톤, 2007년 48만 톤으로 급속하게 증가하였으나 2008년 이후 작목전환으로 인한 재배면적 감소, 기상악화로 인한 작황 부진으로 인하여 2010년 33만 톤으로 정체하고 있는 추세를 보이고 있다 (1). 토마토는 미국 타임지 선정 10대 건강식품 중 하나로 선정될 정도로 높은 수준의 항산화 물질인 다양한 비타민과

유기산을 함유하고 있으며, 특히 붉은 색을 내는 리코펜 성분은 항암기능을 가진 것으로 알려져 있다(2).

방울토마토는 2~3 cm 정도의 소형토마토로 과육이 부드럽고 당도가 높고 먹기가 좋아 신세대에게 인기가 있고 간식 및 후식용으로 수요가 많아 소비지 시장에서 전체 토마토의 35~40%의 비중을 차지하고 있다(3). 영양학적으로도 일반토마토와 비교하여 베타카로틴, 비타민 C, 혈압을 정상화하는 작용을 하는 칼슘성분이 높게 함유되어 있다 (4). 기존에 보급되던 원형 방울토마토의 재배품종은 일본에서 육성된 품종이 많아 값비싼 일본산 품종을 수입하여 사용하여야 하였으나 최근에는 국내 종묘회사에서 개발한 길쭉한 형태의 대추형 방울토마토 재배가 증가하고 있다.

방울토마토는 과정부의 착색정도가 80%이상 완숙된 과

†Corresponding author. E-mail : jwcnpri@korea.kr
Phone : 82-31-240-3651, Fax : 82-31-240-3669

일을 손으로 수확하며 식물체와 과일을 연결하는 과병과 꽃받침이 과일에 단단히 붙어있도록 탈리층인 마디에서 꺾어 꼭지부분을 붙인 채 수확하는데 대추형 방울토마토는 수확이나 유통 중 꽃받침 부분이 쉽게 떨어진다. 미국, 캐나다와 같은 외국 사례를 보면 대부분의 토마토는 과병과 꽃받침이 없이 포장하여 뾰족한 꼭지에 의한 열상 등으로 인한 2차 부패균 감염이나 호흡 상승으로 인한 품질열화를 방지하고 있다(5). 유기농이나 수경재배 등 특별한 방식으로 생산되었을 경우 신선해 보이는 외관을 갖추도록 과병과 꽃받침이 달린 채 분리된 난좌에 1단으로 개별 포장하여 수송 중 열상이나 압상에 의한 손상을 감소하도록 유통하고 있으며 과병과 꽃받침이 토마토의 특이한 향기발생에 영향을 주며(6), 꼭지가 붙어있는 토마토가 저장기간이 길었다는 보고도 있다(7).

국내 방울토마토는 농산물품질관리원에서 제정한 농산물표준규격에 따르면 특, 상의 신선도 판단을 꼭지가 시들지 않은 것을 기준으로 제시하고 있다(8). 그러나, 방울토마토를 구입하는 소비자 중에는 꼭지가 없는 방울토마토를 수용하는 소비자가 증가하고 있고 일부 작목반에서는 꼭지 없는 대추형 방울토마토를 상품화하고자 시도하는 노력도 있지만 국내 육성된 품종의 꼭지 유/무에 따른 방울토마토의 품질변화에 대한 연구는 아직까지 미흡하다.

따라서 본 연구에서는 대추형 방울토마토의 과병과 꽃받침으로 구성된 꼭지를 유지한 과일과 제거한 과일의 수확 후 품질특성을 구명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험 재료 및 처리

2012년 8월 2일 경기도 평택시에서 적색기에 수확된 대추형 방울토마토 ‘베타티니’ 품종을 수확 당일 실험실로 옮겨 시험재료로 이용하였다. 균일한 크기로 선별한 과일을 과병과 꽃받침을 포함하는 꼭지가 단단하게 부착된 과일을 유지처리(stem maintenance), 꼭지를 소독된 실험용 라텍스 장갑을 착용한 후 과일을 잡아 가볍게 꼭지를 밀어서 제거한 과일을 제거처리(stem removal)로 하여 유공 PET 투명용기(16 × 11 × 7.5 cm)에 750 g씩 소포장한 후 20℃, 상대습도 75~90% 저장고로 옮긴 후 저장기간 경과에 따른 호흡 및 품질 특성 등을 조사하였다.

품질특성

꼭지 유지, 제거 처리 후 저장기간 경과에 따른 중량감소율, 색도, 경도, 가용성고형물함량, 적정산도를 12일 동안 조사하였다. 방울토마토의 중량감소율은 저장초기의 중량에 대한 감소량을 백분율로 환산하여 나타내었다. 과피색의 변화는 colorimeter (CR-400, Minolta Co, Tokyo, Japan)를

이용하여 hunter scale에 의한 L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness) 값으로 나타내었으며 hue angle [$\text{Hue} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$]로 변환하였다. standard plate는 백색판(white calibration tile)을 사용하였고 그의 L*, a*, b* 값은 97.75, -0.43, 0.29이었다. 경도는 물성측정계(TAPlus, Lloyd Instruments, Fareham, UK)로 측정하였으며, 측정 조건은 직경 5 mm 탐침을 이용하여 변형 깊이 10 mm까지 속도 10 mm/sec의 속도로 관입시킬 때 얻어지는 최대치를 Newton(N)으로 나타내었다. 과피색과 경도 측정은 한 과일 당 적도부 두 곳에서 측정하여 평균값을 구하였다. 가용성고형물함량은 4개의 과육을 함께 착즙한 후 과즙을 굴절당도계(PAL-1, Atago, Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix 단위로 나타내었다. 적정산도는 과즙 희석액을 pH meter (TitroLine Easy, Schott, Mainz, Germany)를 이용하여 pH 8.2까지 0.1N NaOH로 적정한 후 토마토의 주요 유기산인 citric acid 함량으로 표시하였다. 계산식은 다음과 같다. $\text{TA} = \text{적정에 사용된 NaOH 양(mL)} \times 0.1(\text{Normality NaOH}) \times 0.064 \times 100/5\text{g}$ 즙액; 0.064는 토마토 주요 유기산인 citric acid의 milliequivalent 계수를 의미한다. 방울토마토의 외관에 의한 품질 변화는 실험재료를 시들음, 부패 등을 종합하여 5단계 점수를 부여하여 (선도 기준 : 5=매우 신선, 수확당시와 비슷, 4=선도 약간 저하, 3=보통, 2=선도저하 심각, 이용한계, 1=식용불가) 신선도 평가를 실시하고 점수 3은 상품성 한계로 간주하였다.

호흡량과 에틸렌 생성

호흡량과 에틸렌 생성량의 조사를 위하여 처리구별로 각각 12개의 과일을 0.5 L 용기에 넣어 2시간 동안 밀폐시킨 후 용기 내에서 1 mL의 공기를 취하여 GC (HP 6890, Hewlett Packard, Atlanta, USA)로 측정하였다. 이산화탄소 분석은 Porapak 컬럼과 TCD detector로, 에틸렌 분석은 alumina 컬럼과 FID detector가 연결된 GC를 이용하여 주입 injection 온도는 110℃, initial oven 온도는 70℃, final oven 온도는 50℃로 하였다. Detector 온도는 이산화탄소 분석을 위한 TCD는 150℃, 에틸렌 분석을 위한 FID는 250℃로 설정하여 측정하였다. 이때 flow rate는 모두 21 mL/min로 설정하였다. 에틸렌과 CO₂의 standard gas농도는 각각 10 μL/L과 1.0%를 사용하였고, 시료의 이산화탄소 및 에틸렌 발생량은 측정할 때마다 standard gas 농도를 측정하여 보정하였다.

미생물수 검사

미생물수 검사는 꼭지가 유지된 과일과 꼭지 제거된 과일 2개씩 약 30 g, 10~20개 과일에서 채취한 과병과 꽃받침을 포함하는 꼭지 2 g의 시료를 stomacher bag (Masher-bag P-LTS, BACcT®, NBT, Japan)으로 옮긴 후 10배의 멸균증류수를 가하여 희석하고 stomacher (Seward Stomacher

400C, Brinkmann, FL, USA)로 230 rpm, 2분 세계 진탕하여 균질화한 현탁액을 시험용액으로 사용하였다. 멸균중류수를 이용하여 10배씩 연속적으로 희석하여 일반세균수는 aerobic count plate petrifilm (3M Microbiology, USA)에 접종하여 35°C에서 48시간, 대장균/대장균군은 E. coli/coliform count plate petrifilm (3M Microbiology, USA)에 접종하여 35°C에서 24시간, 곰팡이수는 yeast & mold count plate petrifilm (3M Microbiology, USA)에 접종하여 25°C에서 5~7일간 배양하였다. 일반세균수와 대장균/대장균군은 petrifilm plate reader (3M Microbiology, USA)를 이용하여 곰팡이수는 육안으로 균수를 colony forming units (CFU)값으로 측정하고 log CFU/g으로 표기하였다.

데이터 분석

저장기간에 따른 품질 특성 중 호흡량, 미생물수, 외관평가는 3반복씩, 중량감소율, 색도, 경도 등의 품질은 4반복씩 조사하여 평균값을 구한 후 표준오차(standard error, SE)로 나타내었다.

결과 및 고찰

품질변화

에틸렌 발생량은 저장 1일 후부터 저장 9일 후까지 꼭지를 제거한 방울토마토가 꼭지를 유지한 방울토마토 보다

낮게 유지되었으며 저장 9일 후 꼭지 유지 방울토마토의 에틸렌 발생량이 급격하게 증가하였으며, 호흡량은 저장 9일 후까지 꼭지 유지 10.8~12.6 mL/kg·hr 대비 꼭지 제거 방울토마토가 9.6~10.7 mL/kg·hr로 유의하게 낮게 유지되었다(Fig. 1). 중량감소율은 꼭지 제거 처리가 꼭지 유지 처리에 비하여 저장 4~12일 후까지 낮게 나타났으나 두 처리 모두 저장 기간 동안 1.03% 이하로 육안으로 보이는 시들음은 관찰되지 않았다(Fig. 2). 꼭지 제거로 인한 스트레스에 의해 호흡이 높아질 것임에도 꼭지 유지 방울토마토의 호흡량이 더 높은 것은 꼭지에 분포하는 기공을 통한 호흡작용에서 기인한 것으로 생각된다. 토마토 과일의 표피는 큐티클층으로 이루어져 있으며 기공이 존재하지 않고 꽃받침에만 기공이 존재하며(10), 토마토 식물체를 주/야간 온도 23/18°C, 인공 광 조건의 식물 성장상에서 재배하면서 꽃받침을 유지한 열매와 꽃받침을 제거한 열매에 대하여 호흡량, 증산량 등을 조사한 결과, 꽃받침을 제거한 열매가 호흡에 의한 이산화탄소발생량이 유의하게 낮았을 뿐 아니라 증산에 의한 수분손실도 감소하였는데 야간보다는 주간 에 더 뚜렷하게 나타나 주간에는 꽃받침에 존재하는 기공이 빛에 의해 열리기 때문에 증산현상이 촉진된 결과라고 하였다(10). 저장기간 경과에 따른 방울토마토의 표피와 과육조직의 세포 관찰 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 외곽 층인 큐틴 및 왁스를 포함한 단층의 표피(epidermis)와 그 안쪽에 다층의 아표피(hypodermis)로 구성된 표피조직은 변화 없이 단단하게 결합되어 있었으나 내부 과육층(flesh) 세포의 수축현상이 관찰되었다. 저장 2일 후 꼭지 유지 방울토마토의 과육조직 세포는 초기와 유사한 형태를 유지하였으나 꼭지 제거 방울토마토는 과육조직 세포가 약간 수축되었다. 저장 4일 후 꼭지 유지/제거와 관계없이 과육조직 세포가 수축되었으며 저장 6일 후 꼭지 유지 처리에서도 탈수된 세포가 관찰되는 등 꼭지 유지/제거에 따른 차이는 크지 않았다. 방울토마토의 꼭지가 제거된 부위를 저장기간 동

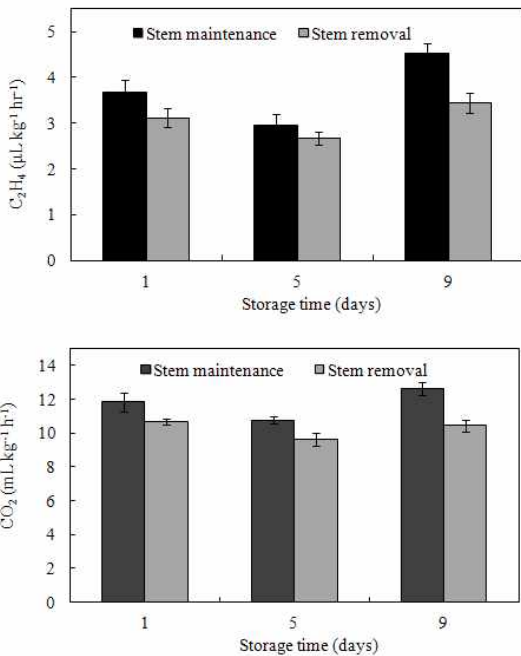


Fig. 1. Ethylene and CO₂ production of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem maintenance or removal during storage at 20°C for 9 days.

Values are mean ± standard error of three replicates.

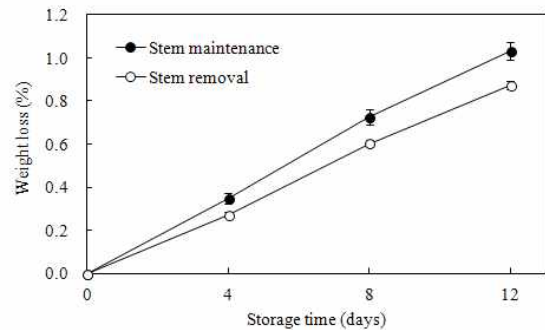


Fig. 2. Weight loss of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem maintenance or removal during storage at 20°C for 12 days.

Values are means ± standard errors of four replicates.

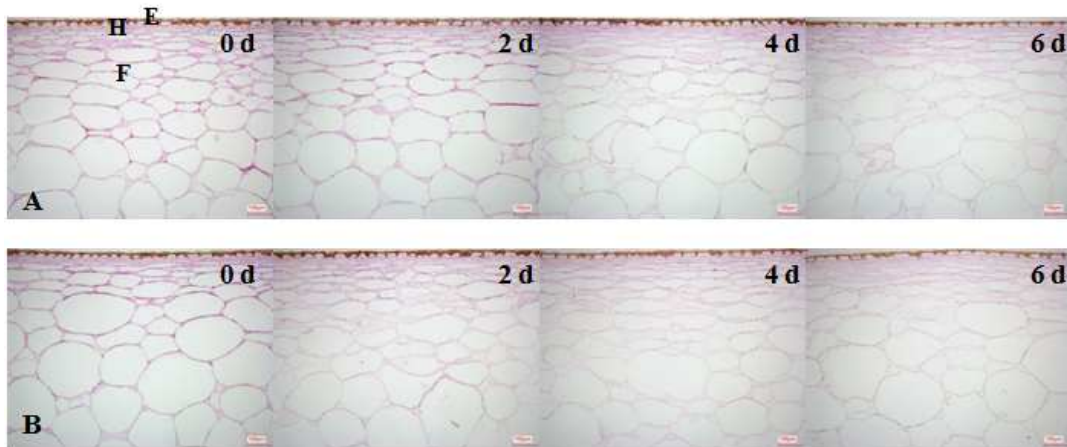


Fig. 3. Light microscopic images ($\times 100$) of transversal sections of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem maintenance (A) or removal stem (B) during storage at 20°C for 6 days. E, epidermis; H, hypodermis; F, flesh.

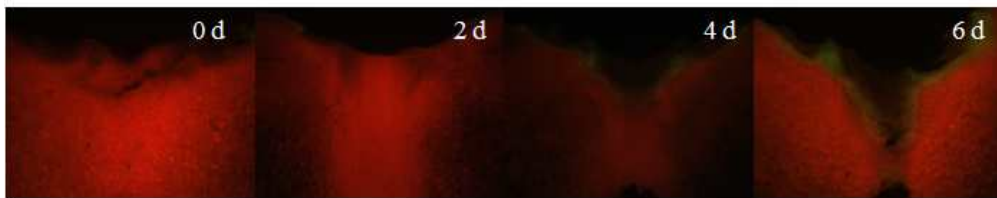


Fig. 4. Auto-fluorescence microscopic images ($\times 40$) of longitudinal sections on stem scar of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem removal during storage at 20°C for 6 days.

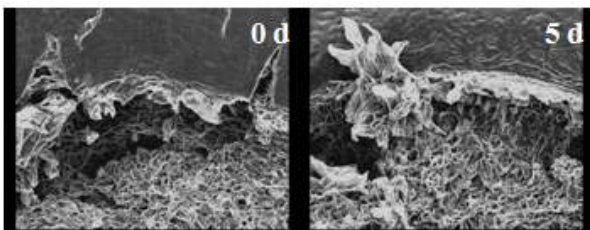


Fig. 5. Scanning electron microscopic (SEM) images ($\times 150$) of stem scar of non-stored and five days stored red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem removal.

안 형광현미경으로 관찰한 결과 저장 2일 후부터 새로운 조직의 형성이 바깥에서부터 진한 녹색형광으로 발생하여 저장 4일 후 새로운 조직이 축적되어 저장 6일 후 장벽이 견고해진 것을 확인 할 수 있었다(Fig. 4). 주사전자현미경에 의하여 관찰된 외형적인 상태도 초기에 비하여 저장 5일 후 꼭지가 제거된 부위의 바깥층에 새로이 생성된 조직이 상처를 뒤덮고 있는 것을 알 수 있었다(Fig. 5). 신선한 토마토가 식물체로부터 수확되고 나면 싱크-소스 관계가 사라짐으로 인하여 수확 시 받은 상처를 회복하여 과일의 내부 삼투압을 유지하고 외부의 다양한 병원균으로부터 생존하고자 일련의 'wound healing' 과정이 시작되며 새로이 슈베린이 생성되어 상처를 막는다고 보고되어 있다(11).

이러한 꼭지 제거된 상처부위에 새로운 조직으로 형성된 외부장벽은 저장 4일 이후 증발 등으로 인한 수분손실을 방지하는 작용을 하여 꼭지 제거 방울토마토의 중량감소를 억제에 영향을 주었을 것이라 판단된다. 가용성고형물 함량, 적정산도와 hue angle 값은 저장 8일 후부터 다소 감소하였고 경도는 유지되는 경향이었으며 꼭지 유지 또는 제거 처리 간 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다(Fig. 6). 이는 천공포장재별 꼭지를 제거한 것과 꼭지를 제거하지 않은 방울토마토가 실험범위 내 전체적 품질변화 측면에서는 유의적 차이가 없었다고 한 것과 일치하였다(12).

미생물 및 외관변화

저장기간 중 꼭지 유지, 제거 방울토마토와 과병과 꽃받침을 포함하는 꼭지의 일반세균수, 대장균군 및 곰팡이수 변화는 Fig. 7과 같았다. 저장 초기 꼭지는 일반세균수 $5.6 \log \text{CFU/g}$, 대장균군 $3.0 \log \text{CFU/g}$, 곰팡이수 $5.1 \log \text{CFU/g}$ 로 미생물이 많았다. 꼭지의 균밀도가 높은 영향으로 꼭지 제거 방울토마토는 일반세균수 $2.9 \log \text{CFU/g}$, 곰팡이수 $2.4 \log \text{CFU/g}$ 를 보인 데 비하여 꼭지 유지 방울토마토는 일반세균수 $3.1 \log \text{CFU/g}$, 곰팡이수 $3.2 \log \text{CFU/g}$ 로 일반세균수 $0.2 \log \text{CFU/g}$, 곰팡이수 $0.8 \log \text{CFU/g}$ 높게 검출되었다. 대장균군은 모두 검출한계 이하였다. 그러나, 저장

8일 후 꼭지의 대장균군이 4.1 log CFU/g로 증가하면서 꼭지 유지 방울토마토에서 2.7 log CFU/g로 검출되었으며 꼭지 제거 방울토마토는 저장기간 동안 검출한계 이하 또는 음성으로 나타났다. 최근 신선 채소 및 과일에 있어 미생물 적 식품안전성에 관한 관심이 높아지고 있는데 신선 채소

및 과일이 식중독균의 주요 기주는 아니지만 퇴비, 관수 등을 통해서 우연히 일어날 수 있다(13). 국내산 과일인 멜론, 방울토마토 등을 이용한 조각과일 상품이 등장하고 있으며 신선편의식품으로 분류되어 병원성미생물 중심의 모니터링을 실시하는 등 엄격한 관리를 받는다(14). 최소

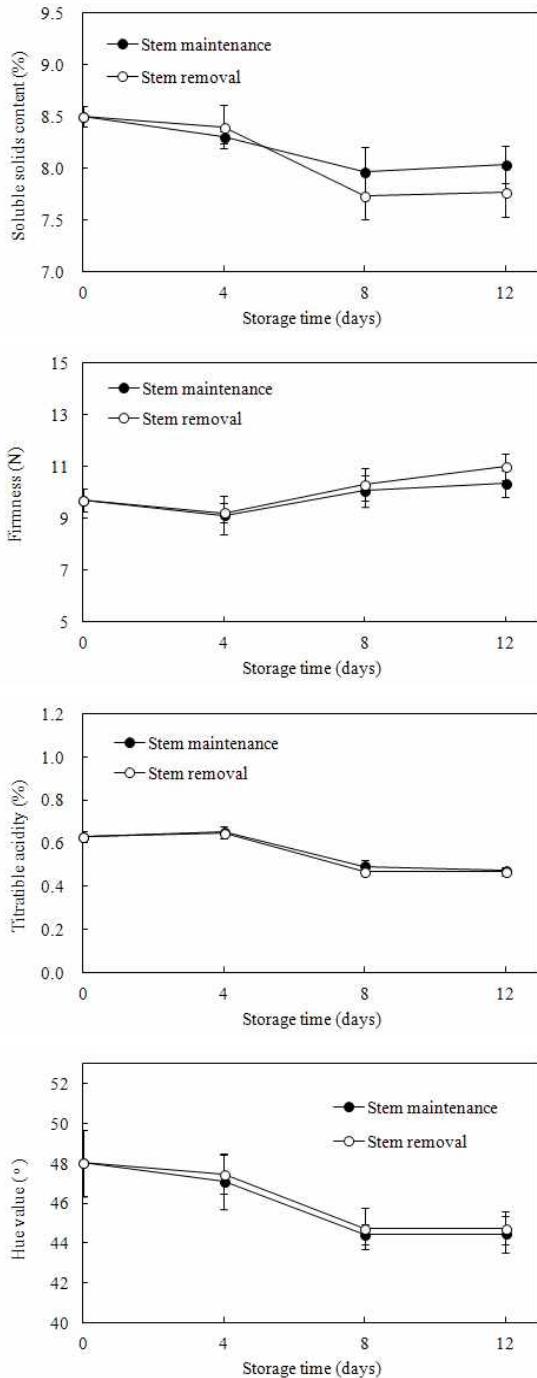


Fig. 6. Soluble solids content, titratable acidity, firmness, and hue value of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem removal during storage at 20°C for 12 days.

Values are means ± standard errors of four replicates.

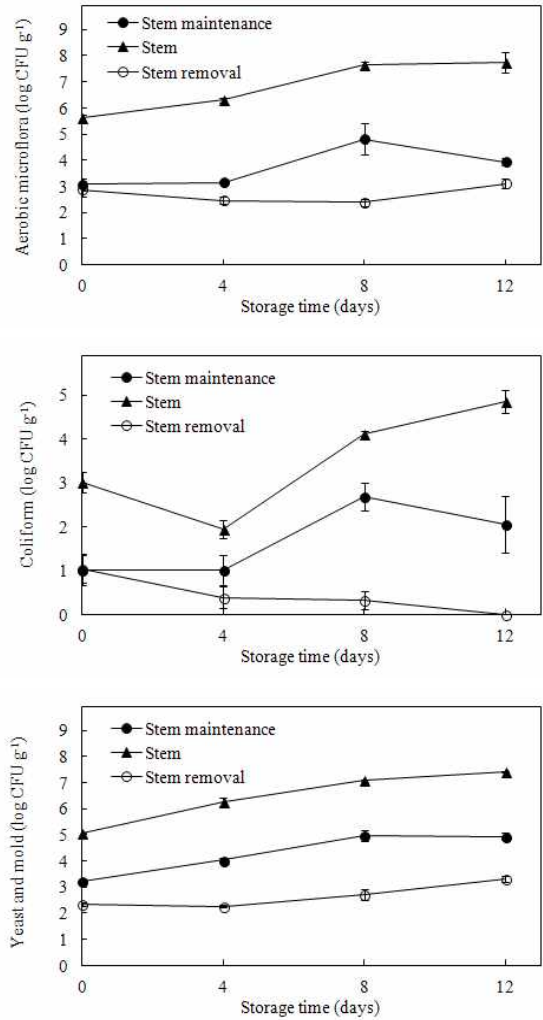


Fig. 7. Population of aerobic microflora, coliform, and yeast and mold count of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem maintenance or removal and stem during storage at 20°C for 12 days.

Values are means ± standard errors of three replicates.

가공처리 방울토마토를 이용하여 신선편이 과일 상품을 가공할 경우 꼭지의 대장균군 오염이 높아 대장균 등의 위해세균 검출로 이어질 수 있는 가능성이 있으며 비가식 부위이므로 신선편이 방울토마토 상품화할 때에는 꼭지를 제거하고 세척하는 것이 식중독 예방 및 저감화에 기여할 수 있는 가공 처리 방법인 것으로 생각된다. 방울토마토 저장 중 외관에 의한 품위 변화 조사 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 꼭지 제거 방울토마토는 저장 8일까지 상품성을 유지

하였으나 꼭지 유지 방울토마토의 경우 저장 5일 후부터 일부 과일의 꼭지에 곰팡이가 일부 발생하기 시작하였고 주사전자현미경에 의하여 균사와 포자가 조밀하게 발생하고 있음을 관찰하였다(Fig 9). 꼭지에 발생한 곰팡이에 의한 저장병해는 방울토마토 내부 조직으로 침입하는 병원균이 아니라 노화된 식물 조직의 무기물을 양분으로 살아가는 부생균이지만 과일의 외관을 해쳐 상품성을 떨어뜨린다고 하였다(15). 저장 8일 후 모든 방울토마토의 꼭지에 곰팡이가 발생하여 상품성을 상실하였으며 저장 12일 후 꼭지 곰팡이는 물론 과일 표면에 검은 반점이 발생하였다. 꼭지 제거 방울토마토는 저장 8일까지는 발생하지 않았고 저장 12일 후 일부 과일 표면에 흰색곰팡이가 관찰되었으며 꼭지를 제거하며 생긴 상처부위에 발생한 것으로 추정된다. 이러한 부패중류의 차이는 친공포장재별 미생물 균총에 있어서도 꼭지를 제거한 경우와 꼭지를 제거하지 않은 경우 차이가 있었으며 방울토마토의 주요 균이 꼭지에서 유래한다고 판단한 것과 동일하였다(12). 송이토마토의 저장력을 결정짓는 주요 요인은 꼭지의 시들음과 곰팡이에 의해 썩는 것이라고 하였으며, 저장 말기에는 송이로부터 과일이 탈리되어 분리되며 이러한 탈리현상은 에틸렌이나 메틸가스

모네이트와 같은 물질에 의해 촉진되고 1-methylcyclopropane에 의해 억제되는데 endo-1,4- β -glucanases 효소 발현과 관련된다고 하였다(16). 또한 토마토는 꼭지분리 특성에 따라 2가지로 구분하여 소화경에 탈리층이 있는 보통(jointed) 과병형과 탈리층이 없는 무이층(jointless) 과병형 토마토로 나뉜다. 무이층 과병형 토마토는 과일을 잡아당기면 꼭지가 식물체 쪽에 남아 과일만을 수확할 수 있고 수확시간을 1/3로 단축시키는 것이 가능하여 미국 등지에서는 일반 토마토나 방울토마토에 이러한 성질을 갖는 품종개발을 진행하여 생력적 기계수확을 위한 품종 육성을 진행하고 있고(17) 보통 과병형 토마토 중에도 꼭지분리능에는 품종간 차이가 있어 꼭지 분리에 드는 힘이 원형, 편원형보다 편구형, 서양배형과 같은 모양일수록 작다고 하여(18) 대추형 방울토마토는 꼭지분리가 쉽게 일어나는 특징이 있음을 유추할 수 있다. 최근 국내 소비자들은 고당도 대추형 방울토마토의 꼭지 유지 유/무에 관심을 두지 않고 있으며 저장 기간 경과에 따른 꼭지의 시들음 정도는 품종에 따라 차이가 있으며 꼭지의 시들음, 탈리로 인한 꼭지 분리, 곰팡이 발생이 저장기간을 단축시키는 요인이 되며 품질적인 면에 차이가 없으므로 대추형 방울토마토의 경우 꼭지 없이 저장, 유통하여 저장성 향상을 꾀할 수 있을 것으로 생각된다.

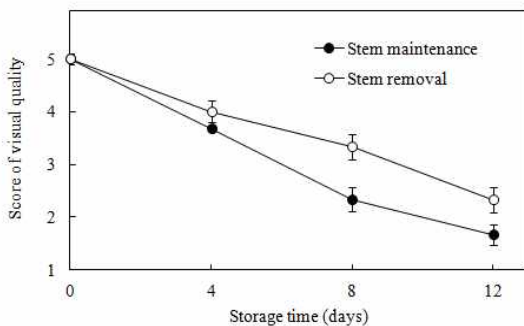


Fig. 8. Quality index of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato fruits by stem maintenance or removal during storage at 20°C for 12 days.

Values are means \pm standard errors of three replicates.

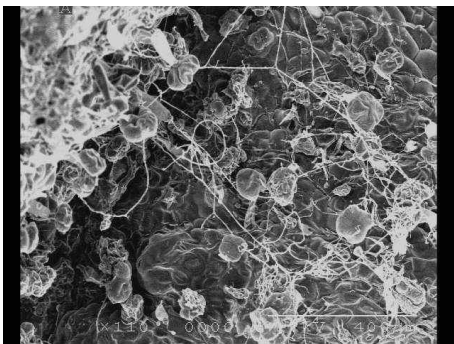


Fig. 9. Scanning electron microscopic (SEM) images ($\times 110$) of mold-infected stem of red-ripe 'Betatiny' jujube-shaped cherry tomato by stem maintenance after storage at 20°C for 5 days.

요 약

본 연구는 대추형 방울토마토 유통에 있어 과병과 꽃받침을 포함하는 꼭지 유지와 제거에 따른 내부품질, 외관상 품질변화와 미생물상에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 수행하였다. 적색기 대추형 방울토마토인 '베타티니' 품종을 대상으로 꼭지 유지 또는 제거 처리 후 20°C에 12일간 저장하면서 호흡량, 중량감소율, 색도, 경도, 가용성고형물 함량, 산도 등의 품질과 일반세균수, 대장균군, 곰팡이수 등의 미생물 변화를 관찰하였다. 저장 12일 동안 중량감소율은 꼭지를 제거한 대추형 방울토마토가 꼭지가 유지된 무처리보다 더욱 낮았다. 꼭지 제거 처리가 꼭지 유지에 비하여 호흡량이 낮게 유지되었으며 꼭지 제거된 상처부위에 새로운 조직이 형성되는 것을 형태학적으로 관찰하였다. 가용성고형물함량, 산도, 과피의 hue angle값은 저장 8일 후 감소하는 경향이었고 꼭지 유지/제거에 따른 유의적인 차이는 없었다. 꼭지에 일반세균수, 대장균군, 곰팡이수가 많아 저장 5일 이후 꼭지에 발생하는 곰팡이로 인한 저장병해가 꼭지 유지 대추형 방울토마토 유통 시 저장수명을 짧게 하는 요인이 되었다. 꼭지 제거 대추형 방울토마토의 저장기간은 약 8일이었으나 꼭지 유지 방울토마토는 약 6일로 관찰되어 대추형 방울토마토의 꼭지를 제거하고 유통하는 것이 저장성 향상에 적합한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. KOSTST (2011) Agricultural crops production statistics. Agriculture and Fisheries Statistics Division, KOSTAT, Rep of Korea
2. Franceschi S, Bidoli E, La Vecchia C, Talamini R, D'Avanzo B, Negri E (1994) Tomatoes and risk of digestive-tract cancers. *Int J Cancer*, 59, 181-184
3. Kim SR, Ji HS, Kim JK, Jeong HK (2011) Trend and outlook of fruit vegetables supply and demand. In: *Agricultural Outlook*, KREI, Rep of Korea, p 613-662
4. RDA (2008) Food composition table, 7th ed. National Rural Resources Development Institute, RDA, Rep of Korea
5. Bakker-Arkema FW (1999) CIGR Handbook of agricultural engineering, vol. 4. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, USA
6. Bhattarai DR, Gautam DM (2006) Effect of harvesting method and calcium on post harvest physiology of tomato. *Nepal Agric Res J*, 7, 37-41
7. Ishida BK, Mahoney, NE, Ling LC (1998) Increased lycopene and flavour volatile production in tomato calyces and fruit cultured in vitro and the effect of 2-(4-chlorophenylthio) triethylamine. *J Agric Food Chem*, 46, 4577 - 4582
8. NAQS (2011) Reform on agricultural products quality standards. NAQS Notification No. 2011-45, Rep of Korea
9. Rančić D, Pekić Quarrie S, Pećinar I (2010) Anatomy of tomato fruit and fruit pedicel during fruit development. In: *Microscopy: Science, Technology, Applications and Education*, Méndez-Vilas A, Díaz J (Eds), Formatex, Badajoz, Spain, p 851-861
10. Araki T, Kitano M, Eguchi H (1997) Respiration, sap flux, water balance and expansive growth in tomato fruit. *Biotronics*, 26, 95 - 102
11. Mohan R, Bajar AM, Kolattukudy PE (1993) Induction of a tomato anionic peroxidase gene (tap1) by wounding in transgenic tobacco and activation of tap1/GUS and tap2/GUS chimeric gene fusions in transgenic tobacco by wounding and pathogen attack. *Plant Mol Biol*, 21, 341-354
12. Choi WS, Hwang KT, Kim KM (2009) Prolongation of cherry tomato shelf-life using perforated film packaging. *Korean J Food Preserv*, 16, 139-146
13. Burnett SL, Beuchat LR (2001) Human pathogens associated with raw produce and unpasteurized juices, and difficulties in decontamination. *Industrial Micro and Biotech*, 27, 104-110
14. KFDA (2009) Food Code, 10-3-1-43. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Rep of Korea
15. Bartz JA, Sargent SA, Mahovic M (2009) Guide to Identifying and controlling postharvest tomato diseases in Florida. IFAS/extension HS 866, University of Florida, USA
16. Beno-Moualem D, Gusev L, Dvir O, Pesis E, Meir S, Lichter A (2004) The effects of ethylene, methyl jasmonate and 1-MCP on abscission of cherry tomatoes from the bunch and expression of endo-1,4-β-glucanases. *Plant Science*, 167, 499-507
17. Zahara MB, Scheuerman, RW (1988) Hand-harvesting jointless vs. jointed-stem tomatoes. *California agriculture-California Agricultural Experiment Station*, 42, 14
18. Ito K, Kamimura S, Fukaya S, Miyamoto Y (1977) The stem detachment characteristics in normal and jointless pedicel tomato varieties and factors controlling stem detachment. *Bulletin of the Vegetable and Ornamental Crops Research Station, B Morioka* 1, 13-28

(접수 2012년 10월 5일 수정 2013년 2월 5일 채택 2013년 2월 13일)