

풋고추의 저장성 향상을 위한 열처리 조건 구명 및 저장 중 품질 변화

강준수 · 조학래 · 한진숙 · 허성호
동의공업대학 식품생명과학계열

Hot Water Dipping Treatment to Improve Storage Quality of Green Red Pepper

Jun Soo Kang, Hak Rea Cho, Jin Suk Han and Sung Ho Hur

Devision of Food and Biotechnology, Dongeui Institute of Technology, Busan 614-715, Korea

Abstract

We investigated the efficacy of heat shock treatments to improve storage quality of green red pepper. Green red pepper were stored at 10°C for 4 weeks after no treatment (control) or hot water dips at 50-65°C for 10s. Treatments at 65°C generally caused high levels of heat injury on the surface of fruit. The hot water dips had no effect on firmness, Hunter 'a' and 'b' values and viable cell count by 3 weeks of storage. But color of fruit changed toward darker and redder direction and firmness was decreased by heat treatment at 4 weeks of storage. The contents of capsaicin and dihydrocapsaicin were not caused significant influence by different heat treatment, were decreased through the storage. The optimal hot water dip condition for maintaining fruit quality after prolonged storage was found to be 55°C for 10s, which can lead to reduced chilling sensitivity of green red pepper.

Key words : green red pepper, hot water dip, storability

서 론

최근 들어 소비자들의 편의성에 대한 구매욕구의 증가, 외식산업의 발전과 도시 음식 쓰레기의 처리문제 등으로 인하여 신선 채소의 소비패턴이 최소가공 채소를 선호하는 쪽으로 급격하게 변화하고 있다. 최소가공 채소는 절단, 박피 등의 공정을 거치므로 기존의 저온 저장 기술과 환경기체조절 기술을 도입해도 저장 및 유통기간 중 변색, 저온장해, 저온 미생물에 의한 부패, 유해 병해충의 발생 등 여러 가지 문제들에 의해서 품질열화가 급속하게 일어나는 것이 가장 큰 문제점이다(1-3).

따라서 최소가공 신선 채소의 저장 중 품질 열화를 효과적으로 억제하기 위해서 채소를 저장하기 전에 방사선, 오존 및 화학약품 등으로 처리하는 연구가 수행되고 있다. 그러나 이들 기술에 의해서 야기되는 안정성 문제 등의 부작용이 대두되고 있을 뿐만 아니라 이들 처리를 위해서 또 다른 설비를 갖추어야 하는 경제적인 문제도 안고 있다. 따라서 안전하면서도 경제성 있는 신선 채소의 저장 전 처리기술로서의 열처리 기술에 대한 개발이 절실히 요구된다(3,4).

유통 기간이 짧은 신선 과채류의 저장성을 높이기 위하여 열처리 기술을 이용하는 연구가 다양한 작물에 대해서 수행되어 왔다. 열처리 기술은 농산물 노화를 억제하고 저온장해를 완화시킬 뿐만 아니라 살균효과까지 있어 수확 후 저장 전처리 기술로 널리 이용되고 있다. 현재 상업적으로 농산물의 열처리에 널리 이용되고 있는 열처리 기술은 작물을 뜨거운 물에 담그거나 뜨거운 물을 대상 작물에 분무시키는 방법, 스팀을 이용한 열처리 그리고 가열공기를 이용한 열처리 등이 있다(4,5).

풋고추는 우리나라 사람들이 매우 즐기는 채소이며 ascorbic acid 함량도 비교적 높기 때문에 영양학적으로 중요한 채소 중 하나이다. 풋고추는 대부분 생채의 형태로 소비되기 때문에 신선도가 품질과 유통기간에 결정적인 영향을 미친다(6). 따라서 생산된 풋고추의 저장 및 유통 기간을 연장시킬 수 있다면 풋고추의 경제적 가치를 증대시킬 수 있을 뿐만 아니라 풋고추 수출에도 활력을 불어넣을 수 있게 된다.

본 연구에서는 풋고추를 다양한 온도의 온수에 일정 시간 침지한 후 저온 저장고에서 저장하면서 중량감소, 표면 색도, 물성, 관능적 품질변화, 화학적 및 미생물학적 품질 변화를 측정하여 풋고추의 열처리 가능성을 검토하고, 이를 바탕으로 풋고추의 저장성 향상을 위한 열처리 조건을 구명하였다.

Corresponding author : Junsoo Kang, Faculty in Division of Food and Biotechnology, Dongeui Institute of Technology(DIT), San 72, yangjung-dong, Busanjin-gu, Busan 614-715, Korea
E-mail : jskang@dit.ac.kr

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용한 풋고추(*Capsicum annuum* L)는 강원도 내면산으로 부산광역시 해운대구 소재 반여동 농산물 도매 시장에서 실험 당일 구입하여 건전한 것을 선별하여 공시재료로 사용하였다.

열처리 방법 및 저장

풋고추는 50℃, 55℃, 60℃, 65℃의 가열수조에 각각 10초 침지하여 열처리하였으며 대조구는 상온의 수돗물에 10초 침지하였다. 열처리한 풋고추는 paper towel로 표면의 물기를 제거한 다음 상온의 건조기에서 5분간 건조시켜 표면의 물기를 제거시킨 후 발포성 폴리스티렌 트레이에 담았다. 저장 중 고습도를 유지시켜주기 위하여 플라스틱 백으로 시료 트레이를 포장한 다음 3℃, 10℃ 및 17℃에서 저장하였다.

매운맛 성분(capsaicinoids)의 분석

진공동결 건조시킨 고추분말 0.2 g을 10 mL acetonitrile에 넣고 20℃에서 4시간 초음파처리 시킨 다음, 이 액을 0.45 μm의 membrane filter로 여과시킨 후 고속액체크로마토그래피(HPLC, Agilent 1100 series, U.S.A.)에 주입하여 분석하였다. 이 때 HPLC 분석조건은 Table 1과 같았다.

Table 1. Operating conditions of HPLC for capsaicinoids determination

Items	Conditions
Detection wavelength	UV detector 280 nm
Column	Zorbax SB-C18 4.6×250 mm, 5-micron
Column temperature	30℃
Mobile phase	Water : Methanol (37 : 63, v/v)
Injection volume	40 μL
Flow rate	1 mL/min

관능적 품질 측정

저장 중 열처리 채소의 중량손실은 채소의 무게를 0.1 g 단위까지 정확히 측정하여 초기 무게에 대한 감소의 비율로서 나타내었다. 표면 색도는 color difference meter (Minolta CR-300, Japan)를 사용하여 L, a 및 b 값을 측정하였으며 경도는 2 kg load cell을 부착한 Rheo-Meter (Compac-100, Daego, Japan)로 직경 5 mm의 probe를 사용하여 경도를 측정하였다. 관능검사는 훈련된 6명의 관능요원에 의하여 9점 척도의 기호도 검사를 수행하였다. 관능검사의 결과는 Duncan의 다중검정($\alpha < 0.05$)을 실시하여 각 시료간의 유의적인 차이를 분석하였다.

미생물학적 품질 측정

저장 중 풋고추의 미생물학적인 품질은 생균수를 측정하여 평가하였다. 생균수 측정은 APHA의 방법(7)에 준하여 다음과 같이 행하였다. 시료 농산물을 무작위로 가능한 여러 개 취해 무균적으로 잘게 파쇄 시킨 후 파쇄물 20 g에다 멸균 생리식염수 180 mL를 가하고 warning blender로 2분간 균질화시켰다. 균질화시킨 액을 적당히 희석한 다음, petri dish에 1 mL씩 취하고 PCA (plate count agar, pH 7.0, Difco co., U.S.A.)를 가해 제작한 평판을 30℃에서 3일간 배양한 후 생육된 집락의 수를 계측하였다.

결과 및 고찰

열처리 조건 설정

풋고추의 열처리 조건을 찾기 위해서 풋고추를 다양한 온도의 온수에 침지한 후 저장 중 외관에 가열 장애가 나타나는지 여부를 관찰하였다. 풋고추를 65℃이상의 온수에 침지할 경우 열처리 직후에 과육 표면에 가열장애가 일어났다. 따라서 풋고추의 침지온도는 60℃이하로 설정하였는데 Fig. 1에 나타난 것처럼 40℃/30분 및 60분, 50℃/2분 및 5분, 55℃/1분 60℃/10초 이하가 풋고추의 품질에 영향을 주지 않는 열처리 조건으로 구명되었다. 이 그림에서 곡선의 윗부분의 조건으로 열처리를 하면 풋고추에 가열장애가 발생하며, 곡선 아랫부분의 조건으로 열처리하면 안전하게 열처리를 할 수 있게 된다. 그러나 열처리 시간이 지나치게 길 경우 이 기술을 산업화시키는데 문제가 있어 열처리 가능온도 범위 내에서 가능한 짧은 시간의 열처리조건을 찾기 위한 실험을 하였다. 이 결과 50℃, 55℃, 60℃, 65℃의 가열수조에 각각 10초 침지하는 조건으로 풋고추의 열처리를 수행하였다.

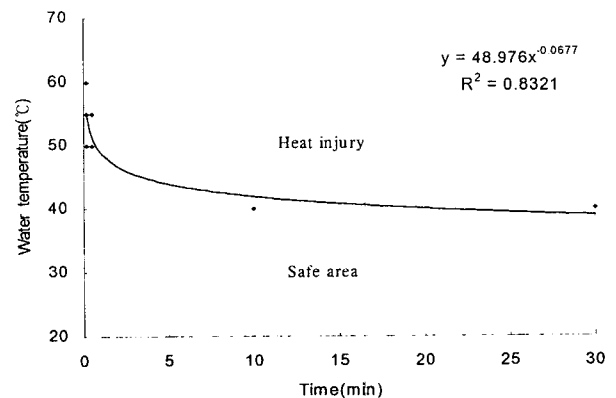


Fig. 1. Average time-temperature water dip conditions required to enhance storability of green red pepper. An effective treatment combination was one in which there was no visible injury.

열처리 조건에 따른 풋고추의 저장 중 품질 변화

풋고추를 50°C/10초, 55°C/10초, 60°C/10초 및 65°C/10초 열처리하여 10°C의 저온 저장고에 4주 동안 저장하였을 때 저장 기간 및 열처리 조건에 따른 풋고추의 표면색도 변화는 Fig. 2와 같았다. 명도를 나타내는 L값은 저장기간에 따라서 약간 감소하는 경향을 나타내었으나 열처리방법에 따라서는 유의적인 차이를 나타내지 못하였다. 그러나 a 값과 b 값은 저장 3주까지는 거의 변화가 없다가 저장 4주에서는 대조구의 경우 열처리구에 비해서 a 값은 높아지고 b 값은 낮아진 결과를 볼 때 저장 4주가 되면 대조구의 경우 열처리구에 비해서 표면색도가 초록색이 얼어짐을 알 수 있었다.

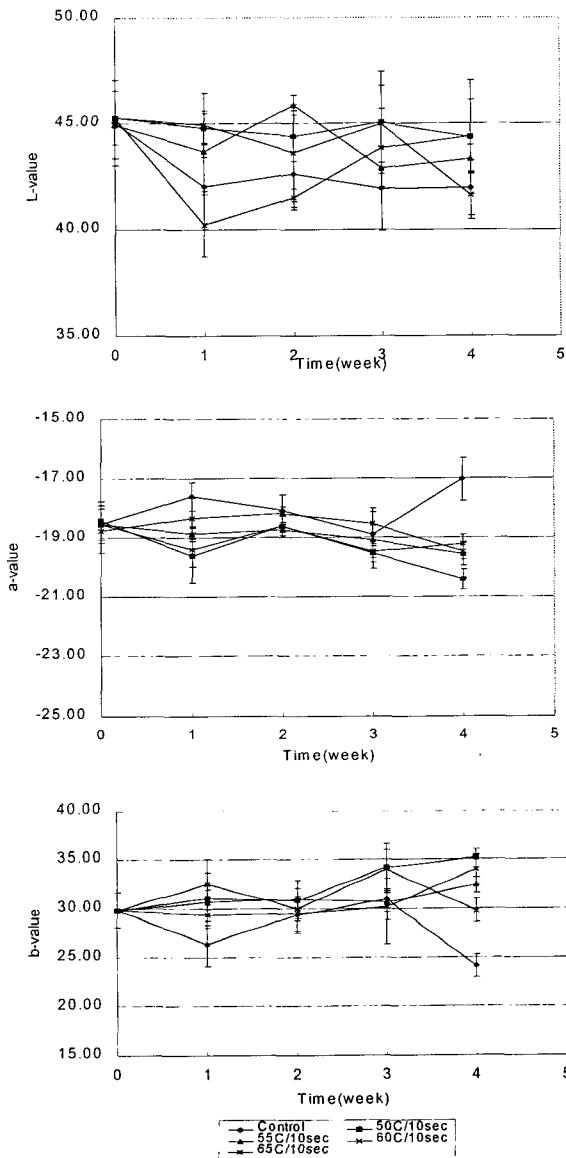


Fig. 2. Changes in surface color (L, a and b) values of heat treated green red pepper stored at 10 °C for 4 weeks. Data are averages of 3 replications of 10 pepper±std. deviation.

한편 풋고추의 저장 중 경도는 전반적으로 저장기간에 따라서 낮아지며, 열처리 조건에 따른 경도는 저장 3주까지는 유의적인 차이를 보이지 못하다가 저장 4주에서 대조구의 경도가 열처리구에 비해서 낮게 나타났다. 이는 저장 4주에 대조구 풋고추의 품질열화가 심하게 일어나서 조직이 연화된 결과로 판단된다(Fig. 3).

풋고추를 10°C에서 4주 동안 저장할 때 열처리조건에 따른 중량감소는 Fig. 4와 같았다. 저장 중 풋고추의 중량은 열처리 유무에 관계없이 감소하는 경향을 나타내었는데, 저장 4주 쯤에는 초기 중량에 비해서 약 10%정도의 중량감소가 일어났다. 저장 중 풋고추의 관능적 품질은 Table 2에 나타난 바와 같이 저장 2주까지는 전체 처리구가 시장 품질 (hedonic score 5이상)을 유지하고 있었으나 저장 3주부터는 비교적 열처리 온도가 높은 60°C 및 65°C/10초 열처리한 구와 대조구는 심한 품질 열화를 가져왔다. 그러나 55°C/10초 열처리구는 저장 4주까지 다른 열처리구나 대조구에 비해서 우수한 관능적 품질을 나타내어, 이 열처리 조건에서 풋고추를 열처리하게 되면 풋고추에 가열장해를 주지 않고 저장성을 연장시킬 수 있음을 확인하였다.

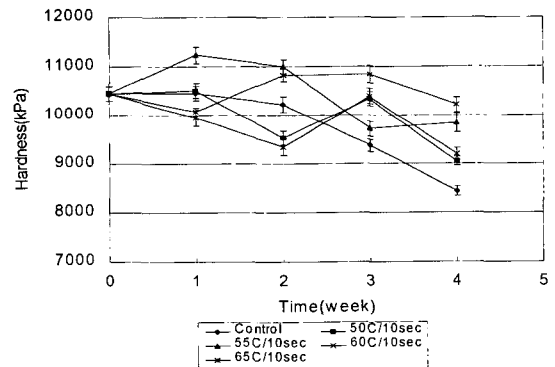


Fig. 3. Changes in hardness of heat treated green red pepper stored at 10°C for 4 weeks. Data are averages of 3 replications of 10 pepper±std. deviation.

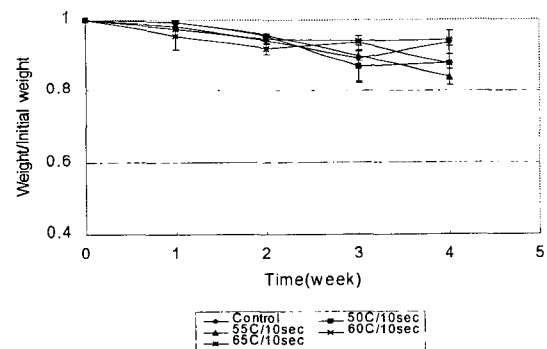


Fig. 4. Changes in weight of heat treated green red pepper stored at 10°C for 4 weeks. Data are averages of 3 replications of 10 pepper±std. deviation.

Table 3. Effect of heat treatment conditions on sensory properties of green red pepper which was stored at 10°C for 4 weeks

Time (day)	Overall hedonic scale ¹⁾				
	Control	50°C/10s	55°C/10s	60°C/10s	65°C/10s
0	8.8±0.4 ^a	9.0±0.0 ^a	9.0±0.0 ^a	8.8±0.5 ^a	9.0±0.8 ^a
7	7.8±0.6 ^a	7.8±0.5 ^a	7.8±0.8 ^a	6.8±0.9 ^b	6.6±0.7 ^b
14	6.8±0.4 ^{bc}	8.0±0.7 ^a	7.3±0.8 ^{ba}	5.8±1.0 ^{dc}	6.2±0.8 ^{dc}
21	6.3±0.7 ^{ba}	5.5±0.9 ^b	7.3±0.7 ^a	2.5±0.5 ^d	3.8±0.6 ^c
28	2.5±0.4 ^d	5.8±0.7 ^{ba}	7.0±0.8 ^a	5.5±0.6 ^{bc}	4.3±0.5 ^c

Mean±standard deviation, 9: Excellent, 7: Very good, 5: Good, 3: Poor, 1: Very poor. Different superscript letters in a row indicate significant difference at p<0.05 by Duncan's multiple comparison.

풋고추의 총균수는 Fig. 5에서 볼 수 있듯이 저장기간이 경과함에 따라서 전체적으로 완만하게 증가하는 경향을 나타내었다. 초기 균수는 대조구나 열처리구에 상관없이 $6 \times 10^3 \sim 1.2 \times 10^4$ CFU/g 정도로 나타나 60°C/10초까지의 열처리로는 풋고추의 초기 균수에 별 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다. 대조구를 비롯하여 50°C, 55°C, 60°C, 65°C에서 각각 10초간 가열처리한 반응구는 모두 저장 21일 차까지는 초기와 별 차이가 없는 균수를 나타내었다. 그러나 저장 28일째는 대조구의 총균수는 6.1×10^5 CFU/g로 열처리구에 비해서 높게 나타났으며, 50°C~65°C 열처리구들은 초기와 균수와 거의 유사한 균수를 나타내었다.

Capsaicin과 dihydrocapsaicin은 capsaicinoids에 속하는 고추의 매운맛 성분으로 capsaicinoids에 속하는 것은 이들 외에 nordihydrocapsaicin, homodihydrocapsaicin 및 homocapsaicin 등이 있다. 이 중 capsaicin과 dihydrocapsaicin은 다른 유사물질에 비해서 2배 정도의 매운맛이 있어서 고추 매운맛의 주 성분이라고 볼 수 있다(9). 열처리에 의한 풋고추의 매운맛 성분의 변화를 알아보기 위하여 capsaicin과 dihydrocapsaicin을 측정된 결과는 Fig. 6과 같았다. Capsaicin은 저장 초기 7.60 mg%에서 저장 중 완만하게 감소하여 저장 4주에는 약 4.00 mg% 정도를 나타내었다. 그러나 열처리에 의한 매운맛 성분의 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Dihydrocapsaicin은 저장 초기에 4.62 mg%에서 저장 중 capsaicin과 유사하게 감소하는 경향을 나타내었다. 이 결과는 파리고추의 품질 특성을 연구한 김 등의 보고 내용과도 일치한다. 그러나 dihydrocapsaicin은 열처리구에 비해서 대조구의 경우가 전 저장기간에서 약간 높게 나타났(10).

이상의 결과를 종합해 볼 때 풋고추를 55°C의 온수에 10초 침지시키면 풋고추의 물리화학적 품질에 영향을 주지 않고 우수한 관능적 품질을 저장 기간 내내 유지시킬 수 있어서, 이 열처리 조건을 풋고추의 저장성을 향상시키는 열처리 조건으로 사용할 수 있었다. 이와 같은 결과는 bell sweet pepper의 저장성을 향상시키기 위해서는 55°C의 온수에서 12초 침지하는 것이 좋다고 보고한 Elazar Fallik 등(8)의 보

고 내용과 거의 일치한다.

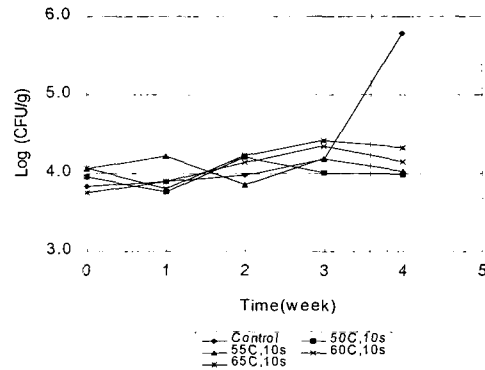


Fig. 5. Changes in viable cell count(CFU/g) of heat treated green red pepper stored at 10°C for 28 days.

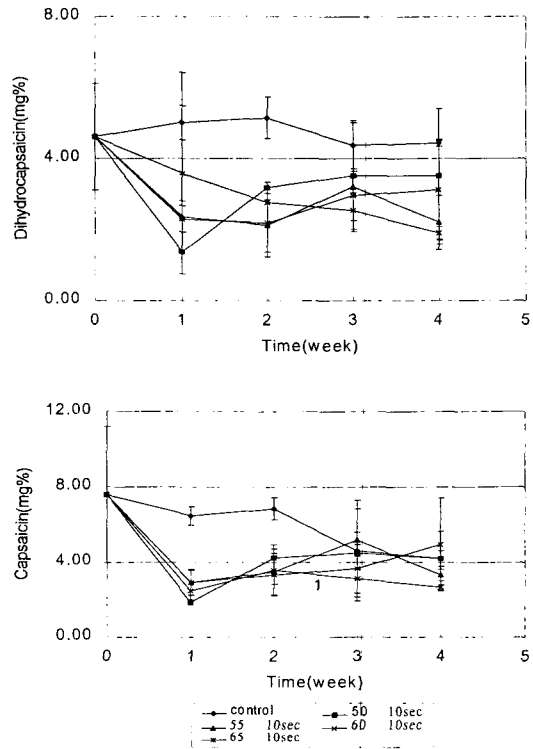


Fig. 6. Changes in capsaicin and dihydrocapsaicin of heat treated green red pepper stored at 10°C for 28 days.

저장 온도에 따른 열처리 풋고추의 저장 중 품질 변화

열처리와 저장온도에 따른 풋고추의 저장성을 보기 위하여 열처리 조건으로 구멍된 55°C의 온수에 10초 침지한 풋고추와 수돗물에 10초 침지한 대조구를 각각 3, 10 그리고 17°C의 저장고에서 저장하면서 저장 중 풋고추의 품질 변화를 측정하였다. 저장 3주에서 풋고추의 외관적 품질은 Fig. 7에서 볼 수 있듯이 모든 저장온도에서 열처리구가 대조구

에 비해서 우수한 품질을 나타내었다. 대조구의 경우는 10℃에서 가장 우수했으며 3℃와 17℃에 저장했을 때는 품질 열화가 심하게 일어났다. 대조구 풋고추 품질이 3℃에서 나빠진 것은 저온장해에 기인한 것으로 볼 수 있다. 그러나 55℃에서 10초 열처리한 풋고추의 경우는 3℃에서 저장한 것과 10℃ 저장한 것의 품질이 모두 우수하게 나타났다. Paull and Chen(11)의 연구 결과에 따르면 과일이나 채소에 열처리를 하게 되면 열처리 작물에서 만들어지는 heat shock protein에 의해서 저온장해가 억제될 수 있다. 이 결과에서 3℃에서 저장한 열처리 풋고추가 저장 3주째에도 저온장해 현상을 나타내지 않는 것도 열처리에 의해서 풋고추 내부에 heat shock protein이 만들어져 저온장해를 억제시킨 결과로 추정할 수 있게 된다.

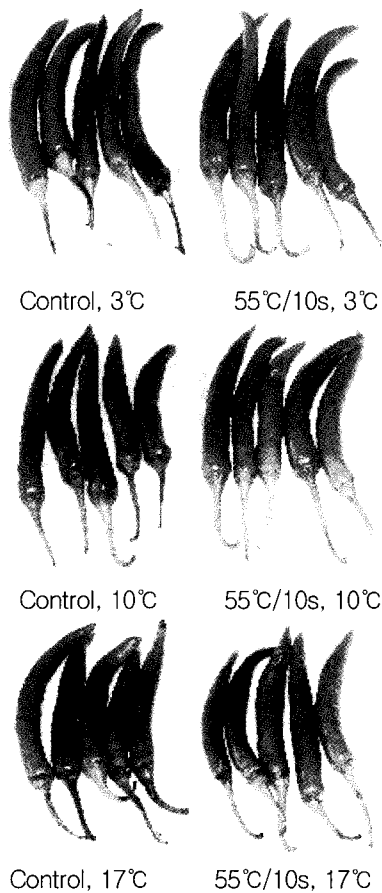


Fig. 7. Pictures showing the effect of heat treatment(55°C/10s) and storage temperature on the qualities of green red pepper which were stored at 3, 10 and 17°C for 3 weeks.

요 약

풋고추의 저장성 향상을 위한 저장전 열처리 조건을 구명하기 위하여 풋고추를 50, 55, 60, 65℃의 온수에 각각 10초

침지하여 열처리를 하였다. 65℃에서 10초 열처리한 경우는 열처리 직후 과육표면에 가열장해 현상이 나타났다. 온수에서 침지한 풋고추를 10℃의 저장고에서 4주 동안 저장하면서 관능적 품질, 화학적 품질과 미생물학적 품질을 측정하였다. 표면 색도 중 L 값은 저장 중 조금씩 감소하는 경향을 보였으며, a 값과 b 값은 저장 3주까지는 거의 변화가 없다가 저장 4주에서는 대조구의 경우 열처리구에 비해서 a 값은 높아지고 b 값은 낮아진 결과를 볼 때 저장 4주가 되면 대조구의 경우 열처리구에 비해서 표면색도가 초록색이 얼어짐을 알 수 있었다. 중량감소는 대조구와 열처리구 사이에 유의한 차이를 나타내지 못하였으나, 대조구의 정도와 생균수는 저장 3주까지는 차이가 없다가 4주에서 정도는 낮아지고 생균수는 높게 나타났다. 매운맛 성분인 capsaicin과 dihydrocapsaicin은 열처리 유무에 관계없이 저장 중 감소하는 경향을 나타내었으며, 대조구의 경우가 약간 높게 나타났다. 풋고추의 관능적 품질은 55℃ 온수에서 10초 동안 열처리한 경우가 가장 우수하게 나타나 이 조건이 풋고추의 저장성 향상을 위한 저장전 열처리 조건으로 구명되었다. 풋고추를 3, 10, 17℃에서 저장한 결과 대조구의 경우는 3℃에서 저온장해를 받았으나 열처리구의 경우는 3℃에서도 우수한 품질을 나타내어 열처리가 풋고추의 저온장해를 억제하는 효과가 있는 것으로 추정할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2001년도 농림부에서 시행한 농림기술개발 사업의 연구비 지원으로 수행된 연구과제(신선 채소의 저장성 향상을 위한 저장 전 열처리 기술의 개발)의 일부로 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Huxsoll, C.C. and Bolin, H.R. (1989) Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 43, 124-128
2. King, A.D. Jr and Bolin, H. R. (1989) Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol.* 43, 132-135
3. Howard, L.R., Yoo, K.S. Pike, L.M., and Miller, G.H. (1994) Quality changes in diced onions stored in film packages. *J. Food Sci.* 59, 110-117
4. Lurie, S. (1998) Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* 14, 257-269
6. Paull, R.E. and Chen, N.J. (2000) Heat treatment and fruit

- ripening. *Postharvest Biol. and Technol.*, 21, 21-37
7. Chung, S.K. and Cho, S.H. (2001) Effect of natural antimicrobial agent dipping and antimicrobial packaging films on the keeping quality of green chilli peppers. *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 8, 264-268
 8. Speck Marvin L. (1976) *Compendium of methods for the Microbiological examination of foods.* APHA
 9. Fallik, E., Grinberg, S., Alkalai, S., Yekutieli, O., Wiseblum, A., Regev, R., Beres, H. and Bar-Lev, E. (1999) A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper. *Postharvest Biology and Technology.* 15, 25-32
 10. 허우덕, 하재호, 남영중, 신동화 (1986) 고추 및 고추가공 제품의 신미성분 분석에 관한 연구. *농수산물유통공사 식품연구사업보고*, p.5
 11. Kim, H.K., Kim, H.S., Lee, K.D. and Lee, B.Y. (1996) Quality attributes of Quarri green peppers at different storage temperatures. *Korean J. Food Sci. Technol.* 28, 220-225
 12. Paull, R.E. and Chen, N.J. (2000) Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biol. and Technol.*, 21, 37-41
-
- (접수 2003년 6월 4일, 채택 2003년 8월 20일)