

Effects of combined argon gas treatment on the quality of fresh-cut potatoes

Hyun-Ju Son¹, Kwang-Deog Moon^{1,2*}

¹Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

²Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Argon gas 병용처리가 신선편이 감자의 품질에 미치는 영향

손현주¹ · 문광덕^{1,2*}

¹경북대학교 식품공학부, ²경북대학교 식품생물산업연구소

Abstract

The effect of the combined argon (Ar) gas packaging treatment on the browning of fresh-cut potatoes was studied. Fresh-cut potatoes were prepared for the following six groups: dipping distilled water for 1 minute and air packaging (Cont); dipping in distilled water for 1 minute and argon gas packaging (AR); dipping in 1% ascorbic acid for 1 minute and air packaging (AA); dipping in 1% ascorbic acid for 1 minute and argon gas packaging (AAR); blanching at 35°C for 30 minutes and air packaging (BL); and blanching at 35°C for 30 minutes and argon gas packaging (BAR). The potatoes were washed, peeled, and sliced (1.5×1.5×1.5 cm) before treatment. The samples were packed with a 0.04-mm-thick OPP film and were stored at 5°C for 9 days. During the storage, the O₂ concentration decreased in Cont but increased in the AR, AA, AAR, BL, and BAR groups. The CO₂ concentration increased during storage. The AR, AAR, and BAR groups showed high L* and low a*, b* values (browning index). The growth of the total aerobic bacteria was also inhibited in the AR group. During storage, the PPO activity gradually increased, and the AR group showed lower PPO activity. The AA and AAR groups showed high DPPH radical scavenging activity. It was demonstrated that the argon gas packaging is effective in the quality maintenance of fresh-cut potatoes.

Key words : potato, enzymatic browning, fresh-cut, argon gas, PPO activity

서 론

신선편이 식품은 생산 당시의 신선도를 최대한 유지하면서 간편하게 이용할 수 있는 상태로 저장, 유통하여 좋은 품질을 소비자에게 전달할 수 있도록 최소가공을 거친 제품이다. 이러한 신선편이 식품은 가공과정 중에 조직이 손상되기 쉬워 효소적 갈변 발생, 호흡량 증가, 미생물 번식 등의 품질 저하가 일어나 저장수명이 짧은 편이다(1,2). 따라서 신선편이 식품은 신선한 상태로 안전하게 유통되는 것이 중요한 문제이므로 이의 유통기한을 연장하기 위한 가공기술 개발에 대한 연구가 끊임없이 이루어지고 있는 실정이다(3,4).

감자는 세계 4대 작물 중의 하나로 양질의 단백질, 무기질, 비타민 C 등을 많이 함유하고 있어 훌륭한 식량자원으로 이용된다(5). 신선편이 감자의 품질에 대한 연구는 ascorbic acid 및 유기산 용액(6,7), 감초추출물과 같은 천연 갈변저해물질(8), 열처리(9), 진공 포장(10), 기체조절포장(11,12) 등의 연구가 다수 진행되어 왔다.

최근 기체조절포장의 응용으로 argon의 잠재적 가능성에 대한 관심이 보여 지고 있다(13). 아르곤은 무색, 무취, 무독성의 비활성 기체로, 화학 반응성이 아주 낮아 대기 중의 다른 기체로부터 물질을 보호하는 데 주로 사용되고 있다. 현재 식품에 argon을 적용한 연구사례로는 고압 argon 처리가 신선편이 피망, 파인애플, 사과와 품질저하를 지연시켜 저장수명을 연장하는데 효과가 있었다는 보고(14-16), argon 포장이 포크소시지 제품의 미생물 증식을 저하시키

*Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

는데 효과가 있었다는 보고(17) 등의 해외 연구사례들이 있다. Argon은 산업에서 사용되고 있지만 식품의 품질보존 효과에 대한 연구는 아직 미비하다.

이에 본 연구에서는 argon 가스포장이 신선편이 감자의 품질 유지에 미치는 효과를 확인해보고 argon 가스포장과 다른 물리화학적 병용처리를 통해 신선편이 감자의 저장 중 품질변화를 비교하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 감자(*Solanum tuberosum* var. *Romano*)는 2013년에 강원도의 한 농가에서 생산된 수미감자를 구입하여 4°C에서 저장 후 사용하였다. Argon 가스는 대덕가스(Daegu, Korea)에서 구입하여 사용하였으며, 기타 시약류는 분석용 특급 시약을 사용하였다.

신선편이감자 제조 및 포장

외관과 중량이 균일한 감자를 선택하여 세척, 박피 후 절단기를 이용하여 cube(1.5×1.5×1.5 cm)모양으로 절단하여 30조각씩 포장하였다. 대조구(Cont)는 절단된 감자를 증류수에 1분간 세척하여 대기조건에서 열접합 포장하였고, ascorbic acid 단일처리구(AA)는 1% ascorbic acid에 1분간 침지 후 열접합 포장, 저온 blanching 단일 처리구(BL)는 35°C에서 30분간 blanching 후 박피, 절단하여 증류수에 1분간 세척하여 열접합 포장하였다. Argon 가스포장구(AR)는 절단된 감자를 증류수에 1분간 세척 후 argon 가스포장 하였고, ascorbic acid와 argon 가스포장 병용처리구(AAR)는 절단된 감자를 1% ascorbic acid에 1분간 침지 후 argon 가스포장, 저온 blanching과 argon 가스포장 병용처리구(BAR)는 박피 전 35°C에서 30분간 blanching 후 박피, 절단하여 증류수에 1분간 세척 후 argon 가스포장 하였다. 모든 포장재는 0.04 mm 두께의 OPP film(15×20 cm)을 이용하였고, 가스포장은 vacuum sealer(AZ-450E, AIRZERO, Ansan, Korea)에 argon 가스를 연결하여 가스치환 하였으며, 실온에서 포장 후 5°C에서 9일 동안 저장하면서 품질 변화를 측정하였다.

포장 내부 가스 농도 분석

포장 내부의 O₂와 CO₂ 농도는 대기의 기체조성 O₂ 21%, CO₂ 0.2%를 기준으로 하여 oxygen/carbon dioxide analyzer(902D, Quantek Instruments, Northboro, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

색도 측정

신선편이 감자 절단면의 색도는 백색판(L* = 97.78, a*

= -0.39, b* = 2.05)을 이용하여 보정한 colorimeter(CR-400, Minolta, Osaka, Japan)로 L*(lightness), a*(redness), b*(yellowness) 값의 변화를 측정하고, 아래 식을 이용하여 갈변도(browning index, BI)를 계산하였다(18).

$$BI = \frac{100(x - 0.31)}{0.17}$$

$$x = \frac{a^* + 1.75L^*}{5.645L^* + a^* - 3.012b^*}$$

Polyphenol oxidase(PPO) 활성 측정

절단한 감자 2 g에 polyvinylpyrrolidone(PVPP, 20 g/L)을 첨가한 20 mM sodium phosphate buffer(pH 7) 18 mL를 가하여 균질화한 후, ice bath 상에서 여과하여 원심분리(1,200×g, 4°C, 10 min)하여 얻은 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 조효소액 0.2 mL에 20 mM sodium phosphate buffer 2.8 mL와 5 mM sodium phosphate buffer에 용해한 10 mM catechol용액 0.2 mL을 가하여 혼합한 즉시 UV-visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc, Madison, WI, USA)를 이용하여 410 nm에서 총 3분간 흡광도의 변화를 측정하였다. 효소활성은 1분당 흡광도가 0.001 변하는 것을 1 unit(U)으로 나타내었다.

항산화 활성 측정

항산화 활성은 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능을 이용하여 측정하였다. 감자 시료 10 g을 80% methanol 100 mL과 마쇄하여 85°C 진탕수조에서 4시간동안 추출하여 그 여액을 감압농축기를 이용하여 10 mL가 되도록 농축하였다. 이 농축액 0.2 mL에 보정한 양의 ethanol과 0.4 mM DPPH 용액을 가하여 10초간 진탕 후 10분간 반응시켜 UV-visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc, Madison, WI, USA)를 이용하여 525 nm에서 흡광도를 측정하였다.

총균수 측정

총균수의 측정은 감자의 절단면만 얇게 자른 1 g에 멸균한 0.1% 펩톤수(Difco, Detroit, USA) 9 mL를 가하여 혼합 후, 단계별로 희석하였다. 희석한 액 1 mL를 건조필름(PAC, 3M Center, St Paul, MN, USA)에 접종하여 35°C에서 48시간 동안 배양 후 생성된 colony를 계수한 총균수를 log CFU/g 로 나타내었다. 실험과정에 사용된 모든 기구는 autoclave를 이용하여 121°C에서 15분 동안 가압 멸균한 것을 사용하였다.

통계처리

색도 실험결과는 20회 반복 측정하였고, 그 외의 모든 실험 결과는 3회 반복 측정하였다. 결과 값은 SAS program(Ver. 9.3, SAS Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여

Duncan's multiple range test($p < 0.05$)를 실시하였다.

결과 및 고찰

포장 내 가스 농도 변화

신선편이 감자의 저장 중 O_2 및 CO_2 농도 변화를 Fig. 1에 나타내었다. Cont구와 AA, BL처리구의 O_2 농도는 저장기간이 지남에 따라 서서히 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 조직의 호흡현상에 의해 포장재 내의 O_2 농도가 감소한 것으로 사료된다. MAP 포장 농산물은 대개 호흡률이 낮아지고 대사와 성숙이 지연된다고 보고되어 있다(19). Argon gas 포장을 한 AR, AAR, BAR 처리구에서 O_2 농도는 처리 직후에는 매우 낮았다가 저장기간이 지남에 따라 점차 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 가스치환포장 시 포장재 내에 존재하던 O_2 가 대부분 argon gas로 치환되었기 때문에 포장재 내에 산소가 거의 존재하지 않게 되어 초기 O_2

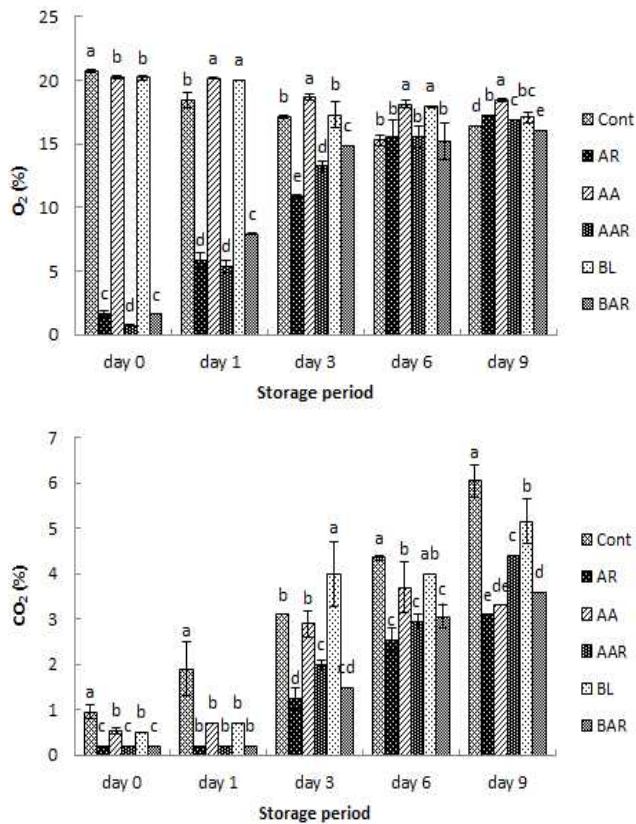


Fig. 1. Changes in oxygen and carbon dioxide concentrations of fresh-cut potatoes treated with argon and/or low temperature blanching or ascorbic acid during storage at 5°C for 9 days.

Cont: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute; AR: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute with argon gas packaging; AA: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute; AAR: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute with argon gas packaging; BL: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes; BAR: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes with argon gas packaging. Means±SD (n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

농도가 낮게 나온 것으로 사료된다. 하지만 산소투과성이 있는 OPP film의 특성으로 인해 포장재 내부로 외부의 공기가 조금씩 투과하게 되면서 저장기간이 지남에 따라 포장재 내부의 O_2 농도가 점차 증가한 것으로 생각된다. Andres 등(20)의 연구에서는 저산소 포장 시 혐기적 조건으로 인해

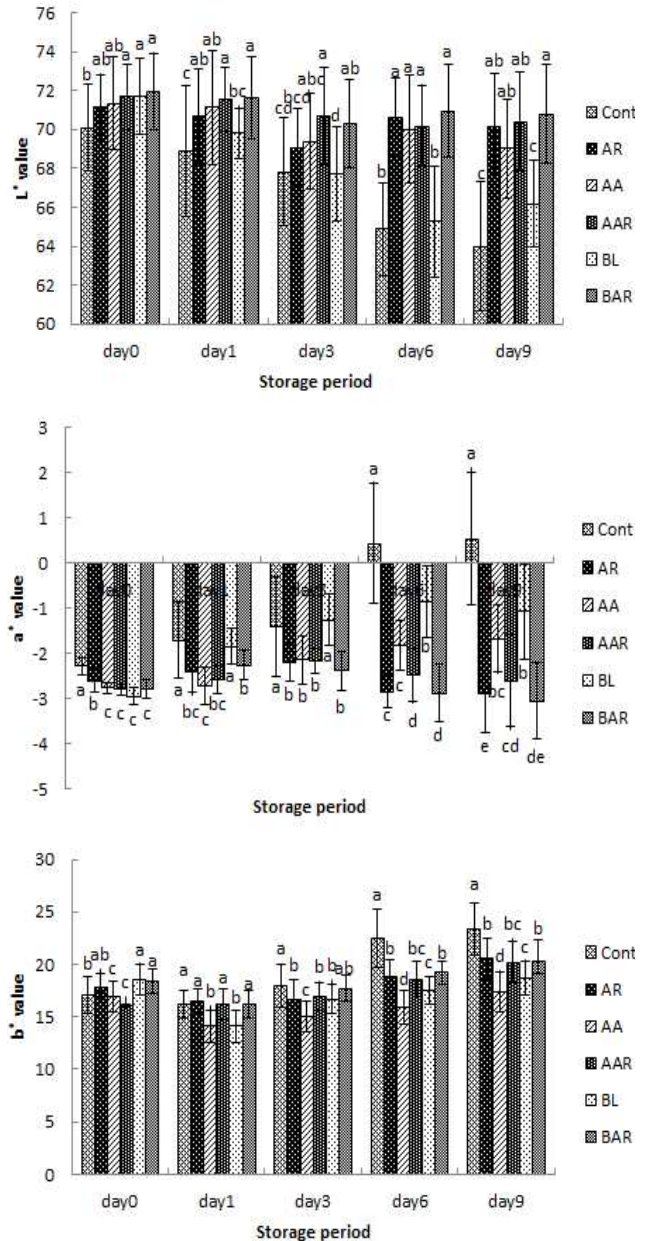


Fig. 2. Changes in L^* , a^* and b^* value of fresh-cut potatoes treated with argon and/or low temperature blanching or ascorbic acid during storage at 5°C for 9 days.

Cont: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute; AR: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute with argon gas packaging; AA: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute; AAR: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute with argon gas packaging; BL: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes; BAR: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes with argon gas packaging. Means±SD (n=20) with different letters are significantly different at 5% level.

이취가 발생한다고 하였는데 이 연구에서 이취는 발생하지 않았다. 신선편이 감자의 저장 중 CO₂ 농도 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 모든 실험구에서 저장기간이 지남에 따라 CO₂ 농도는 증가하는 경향을 나타내었다. 이는 조직의 호흡현상에 의해 CO₂가 생성되어 포장재 내의 CO₂ 농도가 증가한 것으로 사료된다. Argon gas 포장을 한 AR, AAR, BAR 처리구는 가스치환포장하지 않은 Cont, AA, BL구에 비해 비교적 낮은 CO₂ 농도를 나타내었는데 이는 가스치환 포장 시 포장재 내부에 있던 기존의 산소와 이산화탄소가 대부분 argon gas로 치환되었기 때문이며, 낮은 O₂ 농도로 인한 호흡현상 저해로 낮은 CO₂ 축적을 나타낸 것으로 사료된다.

색도의 변화

소비자들에게 신선한 농산물의 선택에 있어 외관은 중요한 인자로 작용한다. 색도는 이러한 외관을 결정하는데 큰 영향을 미치는 요소이다(21). 신선편이 감자의 저장기간에 따른 L*, a*, b* 색도 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 백색도를 나타내는 L*값은 저장기간이 경과함에 따라 대체적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 저장기간 동안 Cont구는 다른 처리구들에 비해 L*값이 급격히 감소하였으며, argon 가스포장 처리구인 AR, AAR, BAR구가 AA, BL구에 비해 높은 L*값을 나타내었다. 저장 후기로 갈수록 L*값은 BAR, AAR, AR, AA, BL, Cont 순으로 높게 나타났다. 적색도를 나타내는 a*값은 저장기간이 증가함에 따라 대체적으로 증가하였으며, AR, AAR, BAR구는 증가하다가 감소하는 경향을 나타내었다. 다른 처리구에 비해 Cont구에서 a*값이 급격히 증가하여 갈변이 가장 많이 진행되었으며, AR,

AAR, BAR구가 비교적 낮은 a*값을 나타내어 갈변이 적게 진행되었음을 알 수 있었다. 황색도를 나타내는 b*값은 저장기간이 경과함에 따라 증가하였으며, Cont구에서 가장 높은 b*값을 나타내었다. 신선편이 농산물에서는 갈변이 진행됨에 따라 L*값은 감소하고, a*값은 증가하는 경향을 나타내는 것으로 알려져 있다(22). 신선편이 감자의 L*, a*, b* 값을 측정해 본 결과 Cont구에서 저장기간이 경과함에 따라 가장 낮은 L*값과 높은 a*값, b*값을 나타내어 갈변이 가장 많이 진행되었음을 알 수 있었고, AR, AAR, BAR 처리구는 비교적 높은 L*값을 유지하여 AA, BL 단일 처리구에 비해 argon 가스포장이 감자의 갈변 저해에 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 이는 고압 argon처리가 신선편이 사과의 갈변을 지연시키는 데 효과가 있다는 연구결과(23)와 유사한 결과를 나타낸다. 측정된 L*, a*, b*값을 이용하여 Browning index(BI)를 계산한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 저장 3일까지는 구간에 비슷한 갈변도를 나타내었으나, 저장 3일 이후부터는 Cont구의 갈변도가 급격히 높아지며 다른 처리구들에 비해 높은 갈변도 값을 나타내었으며, 나머지 처리구 중에서는 BL구에서 높은 갈변도 값을 나타내었다.

항산화 활성의 변화

신선편이 감자의 항산화 활성을 알아보기 위하여 DPPH 라디칼 소거능을 측정해 본 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 저장 초기 AA구와 AAR구의 항산화 활성은 33.6%, 31.3%로, Cont구 21.3%, AR구 20.7%, BL구 19.8%, BAR구 20.7%에 비해 눈에 띄게 높은 항산화 활성을 나타내었으며, 저장 후기에도 AA, AAR구가 Cont, AR, BL, BAR구에 비해 가장

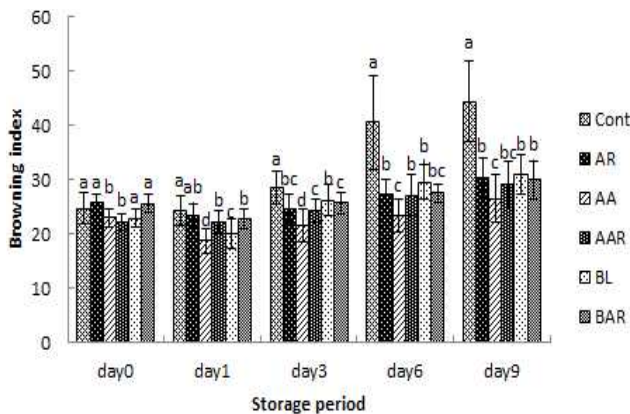


Fig. 3. Changes in browning index (BI) of fresh-cut potatoes treated with argon and/or low temperature blanching or ascorbic acid during storage at 5°C for 9 days.

Cont: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute; AR: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute with argon gas packaging; AA: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute; AAR: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute with argon gas packaging; BL: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes; BAR: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes with argon gas packaging. Means±SD (n=20) with different letters are significantly different at 5% level.

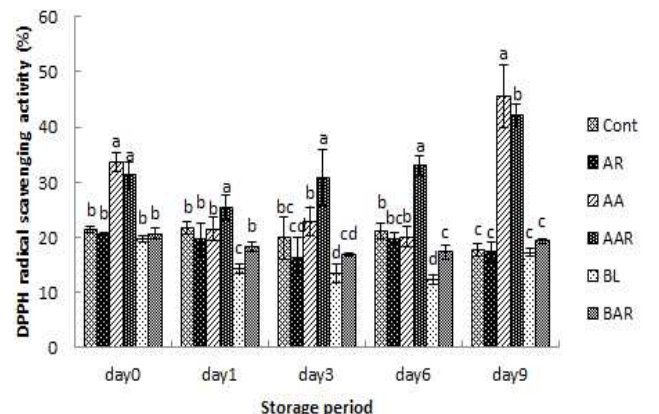


Fig. 4. Changes in DPPH radical scavenging activity of fresh-cut potatoes treated with argon and/or low temperature blanching or ascorbic acid during storage at 5°C for 9 days.

Cont: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute; AR: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute with argon gas packaging; AA: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute; AAR: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute with argon gas packaging; BL: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes; BAR: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes with argon gas packaging. Means±SD(n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

높은 항산화 활성을 유지하였다. 이는 ascorbic acid 침지 처리에 의해 감자에 잔존하고 있는 ascorbic acid의 항산화 활성에 의한 영향 때문인 것으로 사료된다. Ascorbic acid 처리구 이외에 나머지 처리구간에는 Cont구와 유의적인 차이가 나타나지 않은 것으로 보아 저온 blanching 처리나 argon 가스포장이 신선편이 감자의 항산화 활성 증진에는 영향을 주지 못하는 것으로 판단된다.

Polyphenol oxidase(PPO) 활성의 변화

Polyphenol oxidase에 의한 효소적 갈변은 신선편이 감자의 저장성과 품질을 저하시키는 주요 요인으로 알려져 있으며, 감자에 함유되어 있는 polyphenol이 기질로 작용하여 가공 과정 중 절단면을 중심으로 갈변 현상이 일어난다(24,25). 신선편이 감자의 저장기간에 따른 PPO 활성 변화를 측정된 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 저장기간이 지남에 따라 PPO 활성은 증가하는 경향을 나타내었으며, 저장 전 기간 동안 Cont구에서 가장 높은 PPO 활성을 나타내었다. 이는 argon gas 처리가 산화효소인 tyrosinase의 활성을 감소시키는데 효과가 있다는 연구결과(26)와 유사한 경향을 나타내었다. 처리 직후에는 blanching 처리구에서 가장 낮은 PPO 활성을 나타내었으나, 저장 후기에는 Cont, BL, AA, AAR, BAR, AR 순으로 AR구에서 가장 낮은 PPO 활성을 나타내었다. 이러한 PPO 활성 결과는 본 연구의 색도 변화 결과와도 일치하는 경향을 나타내었다. PPO 활성이 가장 높게 나타난 Cont구에서 L* 값도 가장 낮게 나타나 갈변이 많이 진행되었다는 사실을 확인할 수 있었다.

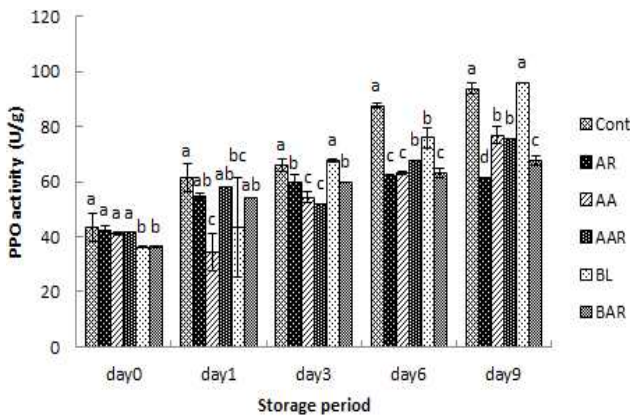


Fig. 5. Changes in PPO activity of fresh-cut potatoes treated with argon and/or low temperature blanching or ascorbic acid during storage at 5°C for 9 days.

Cont: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute; AR: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute with argon gas packaging; AA: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute; AAR: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute with argon gas packaging; BL: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes; BAR: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes with argon gas packaging. Means±SD (n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

총균수의 변화

신선편이 감자의 저장기간에 따른 총균수 변화를 Fig.

6에 나타내었다. 저장 전 기간 동안 Cont구에서 가장 높은 총균수를 나타내었으며, 저장 3일 이후부터 Cont구의 총균수가 급격하게 증가하였다. 총균수는 Cont, BL, AA, AAR, AR, BAR 순으로 높게 나타났으며 argon 가스포장한 AR, AAR, BAR구는 argon 가스포장을 하지 않은 단일 처리구들에 비해 비교적 낮은 총균수를 나타내었다. 이는 argon 가스포장 시 포장재 내의 낮은 O₂ 농도에 의해 호기성 미생물의 증식이 저해되었기 때문으로 사료된다. 한편, 급식업소에서 식품의 미생물 허용범위는 5 log CFU/g 이하로 보고되어 있는데 Cont구는 저장 3일부터 그 기준치를 초과하였으며, AA, BL 단일 처리구는 저장 6일, argon 가스포장한 AR, AAR, BAR구는 저장 9일차부터 그 기준치를 넘어서기 시작하였다(27). 이는 고압 argon처리가 신선편이 피망의 미생물과 곰팡이의 증식 저해에 효과가 있다는 보고(28), argon포장이 절단한 소시지의 미생물 증식저해에 효과가 있다는 보고(29)의 결과와 유사하게 나타났다.

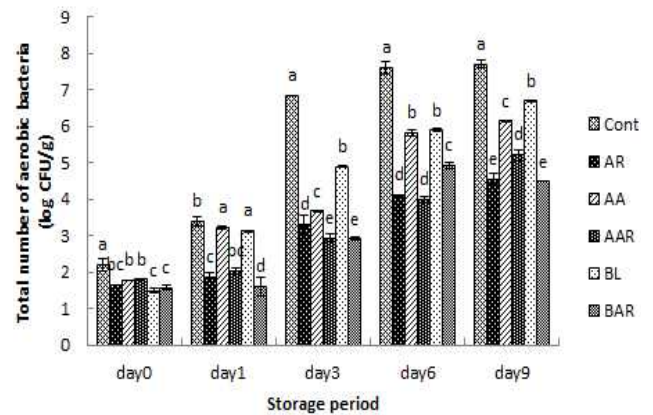


Fig. 6. Changes in total plate count of fresh-cut potatoes treated with argon and/or low temperature blanching or ascorbic acid during storage at 5°C for 9 days.

Cont: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute; AR: fresh-cut potato was dipped in distilled water for 1 minute with argon gas packaging; AA: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute; AAR: fresh-cut potato was dipped in 1% ascorbic acid for 1 minute with argon gas packaging; BL: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes; BAR: whole potato was treated blanching at 35°C for 30 minutes with argon gas packaging. Means±SD (n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

요 약

본 연구에서는 argon 가스포장과 기존의 갈변저해물질 중 그 효과가 입증된 ascorbic acid와 저온 blanching 처리 등의 병용처리를 통해 신선편이 감자의 저장 중 품질에 미치는 효과에 대하여 조사하였다. 감자는 박피 후 cube 형태(1.5×1.5×1.5 cm)로 절단하여 증류수에 1분간 세척 후 물기를 제거하여 argon 가스포장(AR), 1% ascorbic acid에 1분간 침지(AA), 1% ascorbic acid에 1분간 침지 후 argon 가스포장(AAR), 35°C에서 30분간 blanching처리(BA), 35°C

에서 30분간 blanching 처리 후 argon 가스포장(BAR), 아무 처리도 하지 않은 것을 대조구(Cont)로 하여 OPP film에 열접합 포장 후 5℃에 저장하였다. Cont, AA, BA구의 O₂ 농도는 저장기간이 지남에 따라 감소하였으나, argon 가스 포장처리구인 AR, AAR, BAR구에서 O₂ 농도는 저장기간이 지남에 따라 조금씩 증가하였다. CO₂ 농도는 저장기간이 지남에 따라 모두 증가하였다. 색도 분석 결과 argon 가스포장한 AR, AAR, BAR구에서 Cont, AA, BL구에 비해 높은 L*값과 낮은 갈변도 값을 나타내었으며, 총균수를 분석한 결과 Cont구에서 눈에 띄게 높은 총균수를 나타내었고, argon 가스포장처리구인 AR, AAR, BAR구에서 AA, BL구보다 비교적 낮은 총균수를 나타내어 argon 가스포장이 항갈변 뿐만 아니라 호기성미생물의 생육 저해에 효과가 있음을 알 수 있었다. Polyphenol oxidase(PPO) 활성은 Cont구에서 눈에 띄게 높은 PPO 활성을 나타내었고 AR처리구에서 가장 낮은 PPO 활성을 나타내었다. DPPH 라디칼 소거능을 이용하여 항산화 활성을 분석해 본 결과 AA, AAR구에서 눈에 띄게 높은 항산화 활성을 나타내었으며, 나머지 구간에는 큰 차이가 없었다. 따라서 argon 가스포장과 병용 처리는 신선편이 감자의 갈변 저해, PPO 활성 저해, 항균 효과 등 품질저하를 방지하는데 효과가 있는 것으로 사료된다.

References

1. Advenaine R (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci Tech*, 7, 179-186
2. Hwang TY, Jang JH, Moon KD (2009) Quality changes in fresh-cut potato (*Solanum tuberosum* var. *Romano*) after low-temperature blanching and treatment with anti-browning agents. *Korean J Food Preserv*, 16, 499-505
3. Son SM, Moon KD, Lee CY (2001) Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. *Food Chem*, 73, 23-30
4. Ohlsson T (1994) Minimal processing-preservation methods of the future: an overview. *Trends Food Sci Tech*, 5, 341-344
5. King Jr AD, Bolin HR (1989) Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 43, 132-135
6. Limbo S, piergiovanni L (2006) Shelf-life of minimally processed potatoes Part 1. Effects of high oxygen partial pressures in combination with ascorbic and citric acids on enzymatic browning. *Postharvest Biol Technol*, 39, 254-264
7. Hwang TY, Son SM, Moon KD (2002) Screening of effective browning inhibitors on fresh-cut potatoes. *Food Sci Biotechnol*, 11, 397-400
8. Hwang TY, Moon KD (2006) Quality characteristics of fresh-cut potatoes with natural antibrowning treatment during storage. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 183-187
9. Lim JH, Choi JH, Hong IS, Jeong MC, Kim DM (2005) Mild heat treatments for quality improvement of fresh-cut potatoes. *Korean J Food Preserv*, 12, 552-557
10. Rocha AMCN, Coulon EC, Morais AMMB (2003) Effects of vacuum packaging of minimally processed potatoes. *Food Serv Technol*, 3, 81-88
11. Kim DM (1999) Extension of freshness of minimally processed fruits and vegetables. *Korean J Hort Sci Technol*, 17, 790-795
12. Gurbuz G, Lee CY (1997) Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and antibrowning agents. *J Food Sci*, 62, 572-576
13. Fraqueza MJ, Ferreira MC, Barreto AS (2008) Spoilage of light (PSE-like) and dark turkey meat under aerobic or modified atmosphere package: Microbial indicators and their relationship with total volatile basic nitrogen. *Br Poult Sci*, 49, 12-20
14. Meng X, Zhang M, Adhikari B (2012) Extending shelf-life of fresh-cut green peppers using pressurized argon treatment. *Postharvest Biol Technol*, 71, 13-20
15. Wu ZS, Zhang M, Adhikari B (2012) Application of high pressure argon treatment to maintain quality of fresh-cut pineapples during cold storage. *J Food Eng*, 110, 395-404
16. Wu ZS, Zhang M, Wang S (2012) Effects of high pressure argon treatments on the quality of fresh-cut apples at cold storage. *Food Control*, 23, 120-127
17. Claudia RC, Francisco JC (2010) Effect of an argon-containing packaging atmosphere on the quality of fresh pork sausages during refrigerated storage. *Food Control*, 21, 1331-1337
18. Bal LM, Kar A, Santosh S, Naik SN (2011) Kinetics of colour change of bamboo shoot slices during microwave drying. *Intl J Food Sci Technol*, 46, 827-833
19. Kader AA, Zagory D, Kerbel EL (1989) Modified atmosphere packaging of fruit and vegetable, *Crit Rev Food Sci Nutr*, 28, 1-30
20. Conesa A, Verlinden BE, Hernandez A, Nicolai B, Artes F (2007) Respiration rates of fresh-cut bell peppers under supertatmospheric and low oxygen with or without high

- carbon dioxide. *Postharvest Biol Technol*, 45, 81-88
21. Lee YS, Kim SH, Kim DH (2010) *Agricultural Outlook 2010*. Korea Rural Economic Institute. Seoul, Korea, p 283-314
 22. Monsalve-Gonzalez A, Barbosa-Canovas GV, Cavalieri RP, McEvily AJ, Iyengar R (1993) Control of browning during storage apple slices preserved by combined methods. 4-hexylresorcinol as anti-browning agent. *J Food Sci*, 58, 797-800
 23. Wu Z.S, Zhang M, Wang S (2012) Effects of high pressure argon treatments on the quality of fresh-cut apples at cold storage. *Food Control*, 23, 120-127
 24. Ma S, Silva JL, Hearnberger JO, Garner JO Jr (1992) Prevention of enzymatic darkening in frozen sweet potatoes [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] by water blanching: Relationship among darkening, phenols, and polyphenol oxidase activity. *J Agric Food Chem*, 40, 864-867
 25. Mondy JI, Munshi CB (1993) Effect of maturity and storage on ascorbic acid and tyrosine concentrations and enzymatic discoloration of potatoes. *J Agric Food Chem*, 41, 1868-1871
 26. Zhang D, Quantick PC, Grigor JM, Wiktorowicz R, Irvén J (2001) A comparative study of effects of nitrogen and argon on tyrosinase and malic dehydrogenase activities. *Food Chem*, 72, 45-49
 27. Solberg M, Bucklew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neil K, McDowell J, Post LS, Boderck M (1990) Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol*, 44, 68-73
 28. Meng Z, Zhang M, Adhikari B (2012) Extending shelf-life of fresh-cut green peppers using pressurized argon treatment. *Postharvest Biol Technol*, 71, 13-20
 29. Claudia RC, Francisco JC (2010) Effect of an argon-containing packaging atmosphere on the quality of fresh pork sausages during refrigerated storage. *Food Control*, 21, 1331-1337

(접수 2013년 11월 08일 수정 2013년 12월 18일 채택 2014년 1월 6일)