

알코올 전 처리와 블랜칭이 포장 절편 마의 품질보존에 미치는 영향

송기현 · 고의석 · 김찬우 · 심원철 · 김재능*

연세대학교 패키징학과

Effect of Treating and Blanching on Qualities Preservation of Packaged Fresh-cut Yam

Kihyeon Song, Euisuk Ko, Chanwoo Kim, Woncheol Shim, and Jaineung Kim*

Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea

Abstract In this experiment, sliced yams (5 mm size) were used for research. Alcohol treatment and blanching treatment were used in this experiments. Color change, hardness, microorganism total count, and PPO activity of the packaged yam were measured. In result, colors of the treated yam were significantly changed in alcohol treatment with different concentration. 5% alcohol treatment is better than 10% alcohol treatment in browning inhibition of fresh-cut yam. But in blanching treatment, color change had no significant different. PPO activity of 1 min blanching packaged yam were decreased 50% and PPO activity of 5 min blanching packaged yam were decreased 85%. In the case of hardness were decreased in both experimental groups. especially 1 min, 3 min and 5 min blanching films, hardness were decreased more than 10 N. Also, both treatments are inhibited the growth of microorganisms effectively.

Keywords Blanching, alcohol, *Dioscorea opposita* (yam), Packaging, Shelf-life

서 론

최근 먹거리에 대한 관심이 늘면서 다양한 신선편이 농산물들이 출시되고 있다. 하지만 대부분의 신선편이 농산물은 유통 및 저장에 있어서 다른 가공식품에 비해 많은 어려움을 겪는다. 그 중에서도 특히 마의 경우 공기 중에 노출되었을 때 물리적, 화학적, 미생물적 원인으로 인해 안전성과 외관 품질의 저하가 발생하는데, 이는 아직까지 과일이나 야채의 갈변 억제에 있어 어려움이 있기 때문이다. 신선식품의 오염원 제거 및 보관수명 연장을 위해 알코올 전 처리가 효과가 있다는 연구 사례들이 있으며, 이는 오염원 최소화에 우수한 경향이 있다¹⁾. 또한 갈변 현상은 PPO(Polyphenol Oxidase)와 POD(Peroxidase)라는 효소와 관련이 있는데^{2,3)}, 마 또한 이 효소들에 의한 갈변이 일어난다⁴⁾. 이 효소들은 pH, 온도 등에 민감하게 반응하는데 특히 PPO의 활성을 억

제하기 위하여 산처리, 염기처리, 항산화제, 블랜칭 등의 기법을 사용한다⁵⁾. 이 중 블랜칭은 갈변을 억제하거나 효과적으로 색 보존을 위하여 주로 사용되는 식품의 가공 기법이다^{6,9)}. 하지만 현재 관련 연구로는 건조 및 가루 마를 이용한 연구¹⁰⁾는 있지만 분말형이 아닌 절편 마 유통을 위한 연구는 많지 않다. 본 연구에서는 크게 알코올 전 처리한 실험구와 블랜칭 처리한 실험구로 나누어 실험을 진행하였으며 각각의 처리구가 절편 마의 갈변억제와 품질에 미치는 영향을 측정하였다. 측정은 색도, 경도, 미생물 총 균수를 측정하였고, 블랜칭 처리구의 경우 PPO활성도를 추가적으로 측정하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

마는 경북 안동의 필창 농산에서 수확된 산마를 구매하였다. 마는 껍질을 벗겨낸 후 증류수로 세척하여 0.5 mm 두께로 마 절편을 만들었다. 알코올 전 처리한 실험구의 포장재는 OPP(30 μ m)를 (W 100 mm $\times$ D 100 mm)로 절단하여 접착 포장하였고, 블랜칭 처리한 실험구의 포장재는

*Corresponding Author : Jai Neung Kim
Department of Packaging, Yonsei University, Wonju 220-710, Korea
Tel : +82-33-760-2379, Fax : +82-33-760-2760
E-mail : kimjn@yonsei.ac.kr

OPP+CPP(40 μ m)를 (W 100 mm $\times$ D 100 mm)로 절단하여, 100 kPa로 진공 포장하였다. 포장재로 사용한 OPP의 OTR(산소투과도)은 1058 ± 12 mL/m²/day다.

2. 실험방법

1) 블랜칭 처리

진공 포장된 마를 저온살균공법(LTLT: Low Temperature Long Time)으로 블랜칭 하였다. Water bath(MCB-3011D, MONO-TECH, Korea)에 온도를 $75 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 한 증류수를 채운 뒤 진공 포장된 절편 마를 스테인리스 스틸 뜬채에 담아 증류수에 완전히 잠기게 넣었다. 블랜칭 처리는 Chung 등¹¹⁾과 Noel 등¹²⁾의 연구 방법을 일부 변경하여 사용하였다. 시간은 10초, 1분, 3분, 5분으로 설정하였으며, 무처리된 것을 대조구로 삼았고, 블랜칭 후 4°C 증류수에 10 초간 식힌 후 20°C 저장고에 7일간 저장하며 실험에 사용하였다.

2) 알코올 전 처리

5 mm 두께의 절편 마를 농도 5%와 10% 알코올 용액에 침지시켰다. 침지 시간은 농도마다 5초, 10초씩으로 설정하였으며, 알코올 용액에 완전히 잠기게 넣은 후 꺼내어 15분간 음지에서 건조시켰다. 알코올 전 처리한 절편 마는 무처리된 대조구와 비교분석하였다.

3. PPO(Polyphenol Oxidase) 활성도 측정

PPO 활성도 실험법은 Galeazzi 등¹³⁾의 방법을 일부 변경하여 사용하였다. 10 g의 마 절편을 취하여 12 mL 50 mM phosphate buffer(pH 7), 1% PVP(Poly vinyl pyrrolidone)와 0.5% Triton X-100을 섞어 2분간 파쇄한 후, 5000 rpm으로 20분간 원심분리하여 상층액을 취해 Filter paper(NO. 1)로 감압여과한 후 냉장 보관하여 효소액으로 사용하였다. 반응 기질로는 2 mL 10 mM catechol을 사용하였다. 25°C 에서 3 분간 반응시키며 UV/VIS Spectrophotometer(Optizen 21020UV, Mecasys Co, Korea)를 이용하여 420 nm로 PPO 활성도를 측정하였다. 효소활성 1 unit은 분당 흡광도를 0.001 증가시키는데 필요한 효소의 양(absorbance/min/mL)으로 정의하였다.

4. 색도, 경도 측정

색도는 색차계(CR-100, Konami, Japan)를 이용하여 절편 마의 표면을 측정하였다. 측정은 L-value(명도), a-value(적색도)와 b-value(황색도)를 실험 첫날과 3일, 5일, 7일째에 측정하였다. 경도는 Texture Analyzer(TA-XT2 plus, stable micro system, UK)를 이용하여 5 mm probe를 사용하여 10 mm/min의 속도로 측정하였으며, N 단위로 나타내었으며 실험 첫날부터 2일 간격으로 3일차, 5일차, 7일차에 측정하

였다.

5. 미생물의 총 균수 측정

시료 10 g을 취하여 멸균된 0.1% pepton수 90 mL에 넣고 stomacher(BAGMIXER 400, Human corporation, France)로 1분간 균질화시킨 후, 이중 1 mL을 취하여 멸균된 0.1% pepton 수에 희석하여 사용하였다. PCA(Plate count arga, Difco, USA)를 사용하여 배양하였으며, $36 \pm 1^\circ\text{C}$ 배양기에서 48시간 배양하였다. colony수를 헤아려 CFU/g으로 나타내었다.

6. 통계처리

실험에서 얻어진 알코올 전처리 및 블랜칭 처리에 따른 색 변화와 PPO activity 그리고 경도의 유의성 검정을 위해 IBM SPSS Statistics 21 통계프로그램을 사용하여 일원배치 분산분석을 실시하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 유의성 검정과 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 알코올 처리에 따른 색의 변화

알코올 처리에 따른 색의 변화는 알코올 침지 시간에 따른 차이는 없으나, 농도에 따른 유의적인 차이가 나타났다(Table 1). 시간이 흐름에 따라 적색도를 나타내는 a-value의 값이 증가한 것을 볼 수 있으므로 갈변이 일어났다고 판단되며, 5% 알코올 처리가 control과 10% 처리보다 갈변억제에 우수한 효과를 나타냈음을 알 수 있었다. 또한 10% 처리의 경우 저장 3일까지는 대조군보다는 우수한 갈변억제 효과를 보였으나, 5일 이후 타 처리구와 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 5% 알코올 처리의 경우가 타 처리구에 비해 갈변 억제효과가 뛰어남을 확인할 수 있었다(Fig. 1).

2. 블랜칭 시간에 따른 PPO(Polyphenol oxidase) activity와 색의 변화

블랜칭 시간과 PPO의 활성도는 반비례하는 것으로 나타났다. 블랜칭 시간이 길수록 기질기는 감소하는 것으로 나타났다(Fig. 2), 이는 블랜칭 처리가 갈변효과를 억제하였다는 것을 의미한다. 또한 0.04 mm 포장재로 진공 포장 후 1분간 블랜칭 처리시 PPO 활성도가 40% 이하로 감소하는 것으로 보아 블랜칭 초기에 PPO가 활성을 잃었다고 볼 수 있다.

표면색의 변화는 저장 3일째까지 모든 처리구에서 유의적인 차이가 나타나지 않았다. L-value는 서서히 감소하는 경향을 보였으며, 저장 7일째까지 모든 처리구에서 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 2). 저장 5일째부터 대조구와 10초 블랜칭 처리구에서 외관상으로 미비한 갈변이 발생하

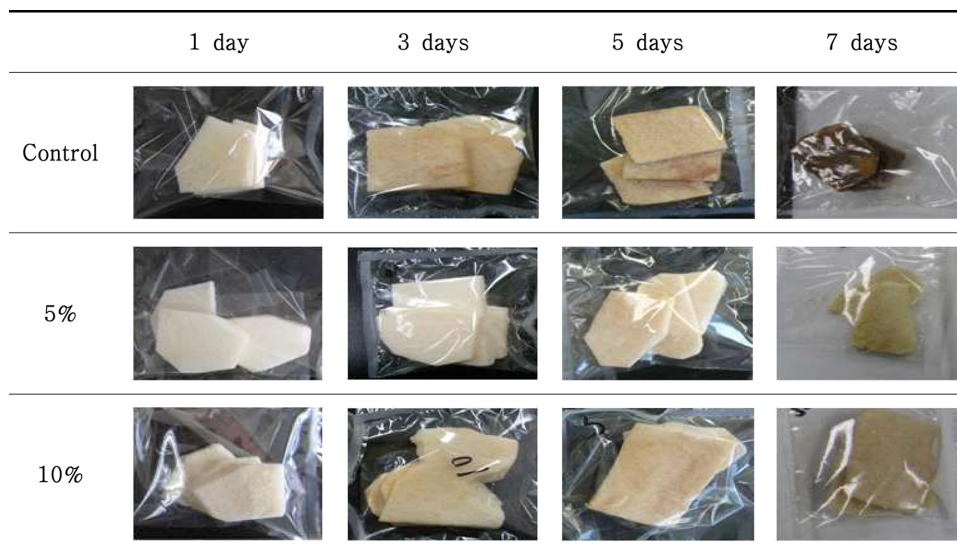
Table 1. Change in Hunter color values of fresh-cut yam treated with different alcohol concentrations, packaged and stored at 15°C¹⁾

	1 day			3 days		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Control	65.44±1.05 ^{a 2)}	+1.91±0.34 ^a	+18.71±0.52 ^a	64.63±1.20 ^a	+7.09±1.16 ^b	+26.77±0.98 ^b
5% 5s	65.14±0.95 ^a	+1.52±0.19 ^a	+17.77±0.79 ^a	65.36±1.01 ^a	+4.69±1.57 ^{ab}	+23.01±1.29 ^a
5% 10s	65.79±0.84 ^a	+1.70±0.42 ^a	+18.57±0.78 ^a	65.47±1.09 ^a	+5.14±1.23 ^{ab}	+22.63±1.21 ^a
10% 5s	65.43±0.89 ^a	+1.63±0.11 ^a	+17.95±0.68 ^a	64.95±1.07 ^a	+3.62±1.13 ^a	+20.98±1.37 ^a
10% 10s	65.25±0.98 ^a	+1.67±0.24 ^a	+18.20±0.89 ^a	65.43±1.19 ^a	+4.84±1.08 ^{ab}	+22.82±1.60 ^a

	5 days			7 days		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Control	62.89±1.37 ^a	+9.75±1.73 ^b	+26.26±0.90 ^{bc}	60.65±1.41 ^a	12.60±0.80 ^b	28.45±1.48 ^b
5% 5s	63.30±1.56 ^a	+5.84±1.29 ^a	+22.39±0.94 ^a	60.07±1.42 ^a	6.27±1.07 ^a	23.52±1.33 ^a
5% 10s	64.22±1.29 ^a	+6.08±1.45 ^a	+21.96±0.59 ^a	61.20±1.31 ^a	6.04±1.27 ^a	23.37±1.32 ^a
10% 5s	63.28±1.31 ^a	+7.33±1.36 ^{ab}	+25.36±0.33 ^b	60.64±1.51 ^a	10.49±1.45 ^b	26.69±1.68 ^b
10% 10s	63.19±1.49 ^a	+8.35±1.28 ^{ab}	+27.32±1.26 ^c	60.44±1.57 ^a	11.35±1.79 ^b	28.02±2.09 ^b

¹⁾Numbers followed different letters are statistically different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

²⁾Result were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

**Fig. 1.** Browning of fresh-cut yam treated with different concentrations, packaged and stored at 15°C.

였으며, 저장 7일째까지 1분 이상 블랜칭한 처리구들은 색의 변화가 없었다. 따라서 PPO의 활성이 40% 이하로 떨어질 경우 저장 7일째까지 갈변이 발생하지 않는다고 판단된다. 또한 0.09 mm 포장재를 사용할 경우 75°C에서 10초 이상 블랜칭이 필요하다고 판단된다.

3. 마의 물리적 품질에 미치는 영향

마의 경도는 알코올 전 처리한 경우와 블랜칭 처리한 경

우 모두 시간이 길수록 낮아지는 경향을 보였다(Fig. 3-4). 알코올 전 처리의 경우 모든 실험군에서 급격하게 감소하여 처리 시간과 농도에 따른 경도 변화의 경향성이 보이지 않았으나, 블랜칭 처리의 경우 10초 블랜칭 시 마의 초기 경도에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 저장 3일째 이후 1분 이상 블랜칭한 처리구들은 경도가 감소하기 시작하여 저장 7일째에는 5분 블랜칭한 처리구와 10초 블랜칭한 처리구 사이에 10 N 이상 차이가 났다. 또한 1분 이상 블랜칭한

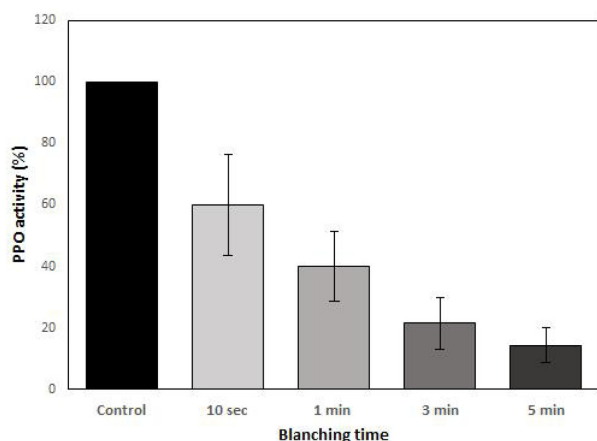


Fig. 2. Percent values in PPO activity of 75°C water-blanching fresh-cut yam compared to non blanching sample.

처리구들은 대조구에 비하여 표면이 물러져 상품가치를 상실함으로 1분 이상의 블랜칭은 의미가 없다고 판단된다. 블랜칭의 처리가 외관의 품질변화에는 영향을 미치지 않아 저장 시 문제가 없다고 보인다. 하지만 저장 5일째 이후 1분 이상 블랜칭한 처리구들은 조직의 연화에 의해 변화가 외형적인 변화가 일어났음을 알 수 있었다. 이는 블랜칭 후 초기에는 마의 조직이 유지되다가 저장일이 지남에 따라 자가분해 또는 블랜칭에 의한 조직붕괴가 가속화된 것으로 판단된다.

4. 미생물에 미치는 영향

알코올의 살균효과에 의해 미생물 안전성이 양호하게 나

타났으며, 처리농도가 높을수록 미생물 안전성이 높게 나타났다. 알코올 처리 시간은 큰 차이를 보이지 않다는 것을 알 수 있다(Table 3). 한편 블랜칭 처리구는 시간이 길수록 미생물의 발생이 현저하게 줄어드는 것을 관찰할 수 있었다(Table 4). 대조구의 경우 저장 3일째에 $1.92 \times 10^2/\text{g}$ 의 미생물이 발생하였으나 블랜칭 처리구는 발생하지 않는 것으로 보아 블랜칭 처리구가 무처리구에 비하여 미생물 안정성이 높다고 볼 수 있다. 또한 3분 이상 처리시 저장 7일째까지 미생물이 전혀 발생하지 않아 블랜칭의 미생물 억제 효과가 뛰어나다고 판단된다. 그러나 1분 이상 블랜칭 시 경도저하에 의한 상품성 손실이 있으므로 10초 이상, 1분 미만의 블랜칭 시간이 적당하다고 판단된다.

알코올 처리와 블랜칭은 마의 갈변과 미생물을 억제하고 품질을 향상시키는데 효과가 있으나 긴 시간의 처리결과 경도가 하락하는 것으로 나타났다. 따라서 향후 경도강화처리와 함께 복합적인 연구가 필요할 것이라 판단되며 알코올 전처리와 블랜칭 처리를 동시에 처리하여 마의 보관수명과 품질을 향상시킬 수 있을 것이라 사료된다. 또한 포장공장과 블랜칭 공정을 따로 처리할 필요 없이 포장재와 마의 두께를 고려하여 열수축 포장공정에 적용시킨다면 더 효과적일 것이라 판단된다.

요 약

마는 다양한 생리활성물질을 포함하여 항 당뇨, 혈당강화 및 콜레스테롤 저하 효과가 있는 것으로 보고된다. 본 연구에서는 마를 각각 진공 알코올 전 처리하여 포장한 경우와,

Table 2. Change in Hunter color values of fresh-cut yam blanching with different times at 75°C, packaged and stored at 20°C¹⁾

	1 day			3 days		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Control	63.32±0.48 ^{a 2)}	+1.74±0.22 ^a	+18.20±0.03 ^c	62.53±0.88 ^a	+5.11±0.40 ^b	+27.94±0.18 ^b
10 sec	63.04±0.22 ^a	+1.38±0.09 ^a	+17.27±0.10 ^a	63.26±0.63 ^a	+4.71±0.55 ^b	+23.79±0.82 ^b
1 min	63.68±0.55 ^a	+1.54±0.51 ^a	+18.09±0.08 ^{bc}	63.36±0.52 ^a	+3.44±0.65 ^a	+18.49±0.88 ^a
3 min	63.27±0.78 ^a	+1.46±0.44 ^a	+17.69±0.18 ^b	62.84±0.93 ^a	+2.76±0.51 ^a	+17.59±0.83 ^a
5 min	63.13±0.88 ^a	+1.53±0.26 ^a	+17.79±0.43 ^{bc}	63.32±0.99 ^a	+3.24±0.66 ^a	+18.06±0.91 ^a

	5 days			7 days		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Control	60.84±1.31 ^a	+8.10±0.60 ^b	+27.84±2.04 ^c	58.69±1.03 ^a	+11.92±1.50 ^c	+29.25±1.38 ^b
10 sec	61.26±1.05 ^a	+7.25±0.59 ^b	+23.69±3.18 ^b	58.12±1.10 ^a	+8.40±1.26 ^b	+26.93±1.28 ^b
1 min	62.18±0.94 ^a	+3.99±0.49 ^a	+18.48±1.14 ^a	59.21±1.89 ^a	+4.15±0.83 ^a	+18.48±0.94 ^a
3 min	61.24±1.16 ^a	+3.94±0.37 ^a	+18.25±0.81 ^a	58.67±1.43 ^a	+4.21±0.56 ^a	+18.38±1.40 ^a
5 min	61.13±1.19 ^a	+3.78±1.30 ^a	+17.85±1.34 ^a	58.48±1.69 ^a	+4.23±0.46 ^a	+18.18±1.82 ^a

¹⁾Numbers followed different letters are statistically different ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

²⁾Result were expressed as the average of triplicate samples with mean±SD.

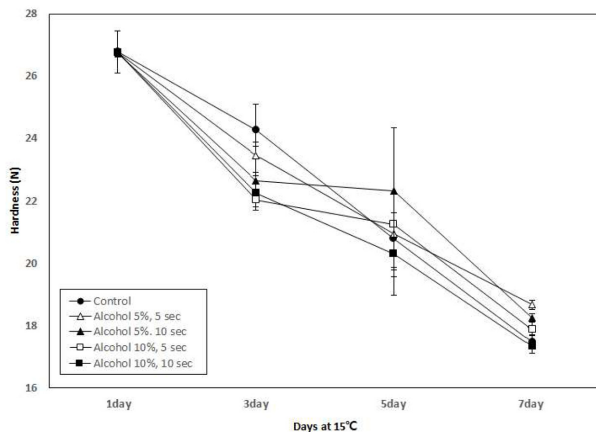


Fig. 3. Change in hardness of fresh-cut yam treated with different alcohol concentrations and times, packaged and stored at 15°C.

진공 포장 후 블랜칭 처리 시 갈변(PPO 활성) 및 품질변화에 미치는 영향을 조사하였다. 평가는 색도변화, 경도변화, 미생물 총 균수를 측정하였고, 블랜칭 처리구의 경우 갈변현상과의 유의성을 알아보기 위해 PPO 활성도 변화를 추가적으로 측정하였다. 실험 결과, 알코올 전 처리구의 경우 농도에 따른 색의 변화가 유의적인 차이가 있었으며, 5% 알코올 처리가 대조구나 10% 처리보다 갈변억제 효과가 있었다. 하지만 블랜칭 처리구의 경우 유의적인 색의 변화가 나타나지 않았다. 또한 PPO 활성도가 1분 블랜칭의 경우 대조구 대비 50% 이하로, 5분 처리구는 85%의 활성이 감소된 것

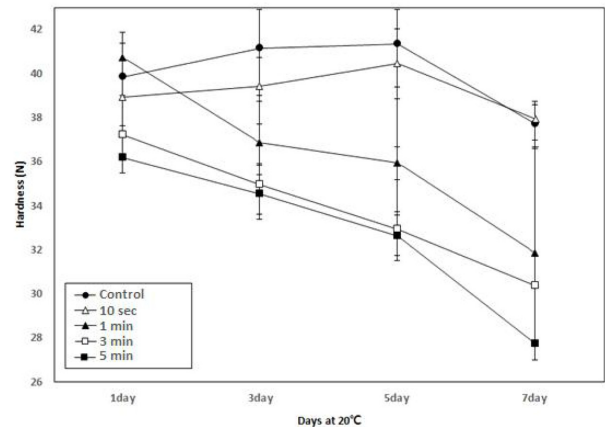


Fig. 4. Change in hardness of fresh-cut yam treated with different blanching conditions, packaged and stored at 20°C.

로 보아 갈변억제 효과가 있었음을 알 수 있었다. 경도의 경우 두 실험구 모두 감소하는 것으로 나타났으며, 특히 1분 이상 블랜칭 처리한 처리구의 경우 대조구에 비하여 10 N 이상의 경도가 저하되는 것으로 나타났다. 미생물은 두 처리 방법 모두 감소 추세를 보였으며, 알코올 전 처리구의 경우 알코올의 농도에 따라 감소 추세를 보였고 블랜칭 처리구의 경우 처리 시간에 따른 감소 추세를 보였다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림기술개발사업의 지원에 의

Table 3. Change in total plate counts (log CFU/g) of fresh-cut yam treated with different alcohol concentrations and times, packaged and stored at 15°C

	1 day	3 days	5 days	7 days
Control	-	3.63 ¹⁾	4.35	5.49
Alcohol 5%, 5 sec	-	-	2.09	3.37
Alcohol 5%, 10 sec	-	-	-	2.33
Alcohol 10%, 5 sec	-	-	-	2.34
Alcohol 10%, 10 sec	-	-	-	2.32

¹⁾Result were expressed as the average of triplicate samples.

Table 4. Change in total plate counts (log CFU/g) of fresh-cut yam treated with different blanching times at 75°C, packaged and stored at 15°C

	1 day	3 days	5 days	7 days
Control	-	2.28 ²⁾	3.39	4.68
Blanching, 10 sec	-	-	-	2.56
Blanching, 1 min	-	-	-	2.60
Blanching, 3 min	-	-	-	-
Blanching, 5 min	-	-	-	-

¹⁾Result were expressed as the average of triplicate samples.

해 이루어진 것임.

참고문헌

1. Moon, J.D., Jin, S.K., and Park, T.S. 1998. Studies on the sanitary treatment of the fresh pork and meat related apparatus. J. Agric. Technol. Res. 11: 133-140.
2. Ikediobi, C.O., Chelvarajan, R.L., and Agwu, I.U. 1989. Biochemical aspects of wound healing in yams (*Dioscorea* spp). J. Sci. Food Agric. 48(2): 131-139.
3. TomsBarbern, F.A. and Espin, J.C. 2001. Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. J. Sci. Food Agric. 81(9): 853-876.
4. Ozo, O.N., Caygill, J.C., and Cousey, D.G. 1984. Phenolics of five yam (*Dioscorea*) species. Phytochemistry 23(2): 329-331.
5. Del Valle, J.M., Aranguiz, V., and Leon, H. 1998. Effects of blanching and calcium infiltration on PPO activity, texture, microstructure and kinetics of osmotic dehydration of apple tissue. Food Research International 31(8): 557-569.
6. Nissreen, A.G. and Helen, C. 2006. The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potatoes. Journal of Food Engineering 74(3): 335-344.
7. Mukherjee, S. and Chattopadhyay, P.K. 2007. Whirling bed blanching of potato cubes and its effect on product quality. Journal of Food Engineering 78(1): 52-60.
8. Beveridge, T. and Weintraub, S.E. 1995. Effect of blanching pretreatment on color and texture of apple slices at various water activities. Food Research International. 28(1): 83-86.
9. Severini, C., Baiano, A., De Pilli, T., Romaniello, R., and Derossi, A. 2003. Prevention of enzymatic browning in sliced potatoes by blanching in boiling saline solutions. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie 36(7): 657-665.
10. Noel, A., Joseph, H., Christian, M., and Mathurin, N. 2003. How blanching and drying effect the colour and functional characteristics of yam (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) flour. Food Chemistry 82(2): 257-264.
11. Chung, Y.C., Chiang, B.H., Wei, J.H., Wang, C.K., Chen, P. C., and Hsu, C.K. 2008. Effects of blanching, drying and extraction processes on the antioxidant activity of yam (*Dioscorea alata*). Journal of Food Science and Technology 43: 859-864.
12. Noel, A., Christian, M., Joseph, H., and Mathurin, N. 2005. Biochemical origin of during the processing of fresh yam (*Dioscorea* spp.) into dried product. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 2552-2557.
13. Galeazzi, M.A.M. and Sgarbieri, V.C.J. 1981. Substrate specificity and inhibition of polyphenoloxidase from a dwarf variety of banana (*Musa Cavendishii*, L.). Journal of Food Science 46(5): 1404-1406.

투고: 2015.11.11 / 심사완료: 2015.11.26 / 게재확정: 2015.12.09