

표면살균수 처리 후 진공포장된 신선편이 더덕의 저장 중 품질특성 변화

최덕주¹ · 이윤정² · 김윤경² · 김문호¹ · 최소례¹ · 차환수³ · 박형우³ · 윤예리^{1,†}

¹인천재능대학교 한식명품조리과

²인천재능대학교 호텔외식조리과

³한국식품연구원

Effect of Surface Sterilization on Quality of Vacuum Packaged Fresh-cut Deodeok (*Codonopsis lanceolata*) during Storage

Duck-Joo Choi¹, Yun-Jung Lee², Youn-Kyeong Kim², Mun-Ho Kim¹, So-Rye Choi¹,
Hwan-Soo Cha³, Hyung-Woo Park³ and Aye-Ree Youn^{1,†}

¹Department of Korean Master Work and Culinary Arts, JEI College

²Department of Hotel Food Service and Culinary Arts, JEI College

³Korea Food Research Institute

Abstract This study investigated the changes in the quality of minimally processed sliced Deodeok (*Codonopsis lanceolata*) during storage at 7°C in relation to vacuum packing using PE film after the various surface washing treatments. The surface washing treatments resulted in approximately 1~2 log CFU/g reduction of microbial load in the early storage day. After 20 days, the weight loss rate, deterioration rate, hardness, color, total microorganism levels and the coliform count of deodeok washed by ultrasonic wave water was deteriorated rapidly like the control. When measured by the fresh-cut deodeok surface using the video microscope system, washing with chlorine water and electrolyzed water didn't seem to make perceivable quality deterioration during the 10 days at 7°C. The hardness and color maintenance of the product vacuum packaged using PE film after washing with electrolyzed water, was better than that of other treatments.

Keywords Deodeok (*Codonopsis lanceolata*), Sterilization, Fresh-cut, Storage, Quality change

서 론

더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 초롱꽃과에 속하는 다년생 초본으로서 한국을 비롯하여 중국, 대만 및 일본 등지에 많이 분포되어 있는 산채류 식품이다¹⁾. 다른 산채들에 비하여 단백질, 탄수화물, 지방이 많이 들어있고 칼슘, 인, 철분과 같은 무기질과 비타민 B₁과 비타민 B₂가 풍부할 뿐만 아니라 독특한 맛과 향이 있다^{2,3)}. 최근에는 더덕의 saponin, inulin, flavonoid 등 성분들이 많이 함유되어 있는 것으로 발견됨에 따라⁴⁾, 항산화, 항돌연변이원성 및 항암성에 대한 우수성을 입증되어 미래에 각광받는 건강유지 및 건

강증진 식품으로 무한한 가치의 식재료로 여겨지고 있다^{5,6)}. 그러나 대부분의 더덕은 생더덕과 깎더덕으로 유통이 되고 있으므로, 경쟁력 증대와 생산 농가의 부가 가치를 높이기 위해서는 신선편이 제품 개발이 필요한 실정이다.

최근 소비자들의 식생활 변화에 따라 원료 채소를 박피, 제심, 수세, 절단 등의 단위공정을 거쳐 완성한 신선편이식품은 편리함으로 인해 일반 소비자들은 물론 단체급식용으로 그 수요가 점차 늘고 있다⁷⁾. 그러나 신선편이 농산물 관련업계의 양적 성장은 이루어지고 있으나 일반 물 세척만으로는 충분한 세척효과가 나타나지 못할 뿐만 아니라, 원료 공급의 안정적인 미확보 및 유통기간 단축, 그리고 미생물 증식 등의 문제를 여전히 안고 있어서 안정적인 자리 매김을 하지 못하고 있다⁸⁾. 이는 세정 후보다 우수한 품질을 유지하면서 그대로 식용할 수 있는 안전하고 효율적인 살균 및 세정방법에 대한 필요성이 높아지고 있다^{9,10)}. 그

[†]Corresponding Author : Aye-Ree Youn
Jaenung College, Songnim 4-dong, Dong-gu, Incheon, Korea
E-mail : <miniyoun@jeiu.ac.kr>

러나 신선편이 채소류는 특성상 가열과 같은 살균처리가 곤란하므로 halogen 화합물, oxidizer, alcohol 등의 화학적 살균을 이용하거나 방사선 및 UV조사 등의 방법들이 이용되고 있다^{11,12)}.

따라서 본 연구에서는 소비자의 편리성을 위하여 더덕 표면을 살균수(초음파수, 염소수, 전해수)로 처리한 후, 센티미터 단위의 기포가 수면위로 빠르게 상승하여 파열되는 형태인 일반 버블수로 세척하여 진공포장한 것을 신선편이 제 품화하여 저장 중 품질 특성 변화를 조사하고자 한다.

재료 및 방법

1. 재료

실험에 사용한 더덕은 2011년 12월에 가락동 시장에서 전반적으로 외관 상태 및 굵기가 상급 제품인 것을 균일하게 선별하였다. 선별된 더덕은 세척박피한 후 절단기(Stainless sweden, 5/32.4, Hallde Co. Ltd., Sweden)를 이용하여 약 1 cm 굵기로 일정하게 슬라이스하여 사용하였다.

2. 전처리와 포장형태

표면살균 목적으로 슬라이스 더덕에 처리된 염소수는 급식소에서 일반적으로 사용하는 염소용액을 기준으로 100 ppm 4% sodium hypochlorite solution(Sigma, USA), 전해수(pH 8.0~8.5, HClO 100 ppm), 저온 초음파수(2°C) 1 L에 2 min 간 담가두었다. 그 후에 세척조에 일반버블기(신선채소용 세척 및 탈수 system, 한국식품연구원, 2008)를 이용하여 일반버블수를 생성되게 한 다음 시료를 넣어 3 min 동안 세척을 하였다. 세척 후 건조는 압축공기를 이용하여 1 min 동안 탈수를 하였다. 대조구는 표면살균수를 하지 않고, 버블수로만 세척을 하였다. 살균 세척되어진 슬라이스 더덕은 건조 후 100 µm PE(polyethylene) film을 동일한 크기로 잘라 진공(vacuum 20 sec, seal 0.9 sec, cool 5 sec) 포장한 후, 7°C 저장고(7±1°C, 97% RH)에서 20일 동안 품질을 비교분석 하였다.

3. 품질 특성 분석

1) 생체 중량감소율

저장 중 증산 및 호흡으로 인한 중량감소율은 각 처리구별 무게를 칭량저울(TS2KK Ohaus Co. Ltd., USA)로 측정하여 초기중량에 대한 감소율을 백분율(%)로 표시하였다.

2) 부패율

시료의 절단부 조직에서 점액질 유출여부 판단을 통하여 짓무름 현상(soft rot)을 나타내는 시료 개수를 육안으로 확인하고 각 처리구별 전체 시료 수에 대한 백분율(%)로 표시하였다.

3) 표면색택

처리구당 10개의 시료를 선별하여 중앙단면의 안쪽 부분을 측정 후 전체적인 명도를 나타내는 'L값'과 각각 yellow와 blue를 나타내는 +b와 -b값으로 저장 중 색변화를 측정하였다. 색차계(CR-400, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japan)는 백색 표준판(L=99.75, a=-0.49, b=1.96)으로 보정하였다.

4) 조직감

더덕의 내부 경도 변화를 측정하기 위하여 직경 3 mm의 probe가 부착된 Rheometer Compac-100(CR-200D, Sun Scientific Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 중앙단면을 20 mm/min의 속도로 삽입하고 조직의 평균저항값을 kgf로 나타내었다(Song, J. C. Park, H. J. 1995. Food properties of matter. Ulsan Publication.).

5) 총균수

슬라이스 더덕을 멸균팩(B1348WA, Nasco Co. Ltd., IL, USA)에 넣은 다음 멸균된 0.85% NaCl 용액을 첨가하여 균질기(Stomacher 400 circulator, Seward, UK)로 1분간 균질화하였다. 시료는 1 mL씩 취하여 단계적으로 희석하여 총균수 측정용 배지(Petri film, 3M Co. Ltd., CA, USA)에 접종한 후 37°C에서 24시간 배양시킨 후 형성된 colony 수를 측정하여 log CFU/g으로 나타내었다.

6) 대장균군

시료는 1 mL씩 취하여 대장균군 측정용 배지(Petri film, 3M Co. Ltd., CA, USA)에 접종한 후 37°C에서 48시간 배양시킨 후 형성된 colony 수를 측정하여 log CFU/g으로 나타내었다.

4. Video microscope system을 이용한 세척정도

60배율 광학렌즈로 200만 화소의 이동식 Video microscope system(BGVM-358, Sometech. Co. Ltd, Korea)을 이용하여 살균수 차이에 따른 슬라이스 더덕 표면의 세척 정도를 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 중량 감소율

표면살균수 처리 차이에 따른 신선편이 더덕의 저장 중 중량감소율 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 7에서 저장 5일에는 대조구(1.5%)를 제외한 처리구들에서는 중량의 변화가 거의 없었다. 저장 10일부터는 초음파수와 염소수 처리구에서도 감소율이 약 1% 정도를 보이면서 변화를 보이기 시작하였다. 초기에 비하여 저장 20일 후에는 대조구, 초음

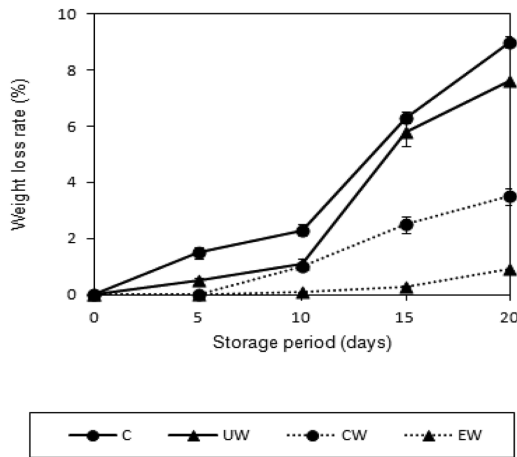


Fig. 1. Changes in weight loss of fresh-cut Deodeok treated with different washing methods during storage at 7°C. C: control UW: ultrasonics wave water CW: chlorine water EW: electrolyzed water

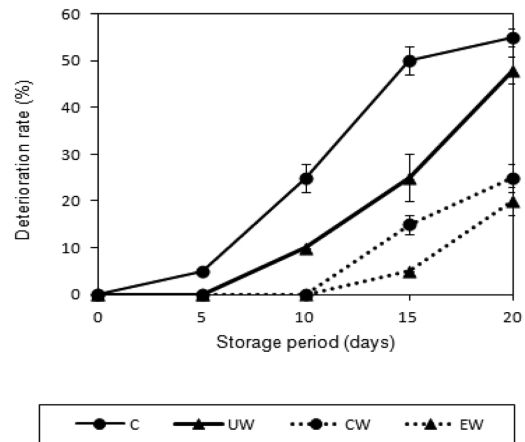


Fig. 2. Changes in deterioration rate of fresh-cut Deodeok treated with different washing methods during storage at 7°C. C: control UW: ultrasonics wave water CW: chlorine water EW: electrolyzed water

파수와 염소수 처리구는 각각 9.0, 7.6, 3.5%의 감소율을 보였다. 반면 신선편이 더덕을 전해수로 전처리하는 것은 초기에 비하여 0.9%의 감소율을 보임에 따라 저장 중 중량이 가장 효과적으로 유지되는 것으로 나타났다. 처리구에 따른 저장 중 신선편이 더덕의 중량감소율은 저장초기보다는 10일 이후에 감소폭이 높게 나타남에 따라 더덕표면의 수분이 저장 과정 중 증발하여 내부 품위가 변화하는 것으로 판단된다. Kim 등¹³⁾의 보고에 따르면 수삼은 표면살균수보다는 세척수 온도에 따라 유의적인 차이가 있었다. 이는 추후 신선편이 더덕도 표면살균수 온도 차이에 따른 추가 연구가 필요하다고 판단된다.

2. 부패율

더덕의 슬라이스된 조직에서 점액질 유출여부를 근거로 짓무름 부패를 판별하여 시료의 부패율을 측정하였다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 저장 10일에 대조구는 25%의 부패율을 보인 반면 염소수와 전해수 처리구들의 신선편이 더덕은 전혀 부패되지 않았다. 그리고 초음파수 처리구는 저장 15일에 25%의 부패율을 보임에 따라 상품성을 잃기 시작하였다. 저장 20일에는 대조구와 초음파수 처리구는 각각 55, 48%의 부패율을 보인 반면, 더덕을 전해수로 처리하여 PE 필름으로 진공포장하였을 때에는 20% 부패율을 보이며 상품성이 가장 오래 유지되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 초음파수 처리시 살균과정에서 식물 세포의 손상으로 세포물질이 유출되어 부패 원인균의 부가적 영양원으로 활용되었기 때문에 대조구의 부패 정도와 큰 차이가 없는 것으로 판단된다. Hong 등¹⁴⁾은 신선편이 양파를 단순 열수처리 하였을 때에는 대조구보다 더 높은 부패율을 보

였다고 보고함에 따라, 식물세포 세척 처리 시에는 조직의 손상이 일어나면 세포내 이온성분 소실이 유발되어 부패가 일어나므로 유의해야 한다.

3. 조직감

신선편이 더덕의 조직감은 씹힘성과 밀접한 관련이 있으므로 소비자들이 품질을 평가할 수 있는 중요한 인자 중의 하나이다¹⁵⁾. 저장 중 더덕 조직감의 변화는 저장 중 세포벽 분해효소의 작용에 의해서 세포벽이 변하고, 이는 품질 저하를 초래하게 된다. Fig. 3은 표면살균수 처리 차이에 따른 더덕의 저장 중 조직감 변화를 나타내었다. 저장 초기 조직감은 2.6~2.7 kgf로 표면처리에 따른 차이를 보이지 않았다. 저장 10일 이후 초기에 비하여 전해수 처리구의 조직감은 5.9%의 감소만을 보여 안정된 조직감을 유지한 반면, 대조구, 초음파수와 염소수 처리구의 조직감은 각각 22.3, 19.8, 15.0%의 감소율을 보여 더덕 조직의 연화를 보이기 시작하였다(Table 1). 저장 20일 후에도 전해수로 표면살균 후 PE 필름으로 진공포장 되어진 신선편이 더덕의 조직감은 초기에 비하여 9.2% 감소함에 따라, 저장 중 조직 연화를 가장 최소화한 것으로 판단된다. Kim 등¹³⁾에 의하면 수삼을 표면 세척한 후 저장 중 조직감의 변화를 보았을 때, 저장 직전에는 조직감이 증가하였다가 감소한다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 사용되어진 더덕은 슬라이스화되어 신선편이용으로 저장되어졌기 때문에 저장 중 조직감은 지속적으로 감소하는 것으로 판단된다.

4. 표면색택

표면살균수 처리 차이에 따른 신선편이 더덕의 저장 중

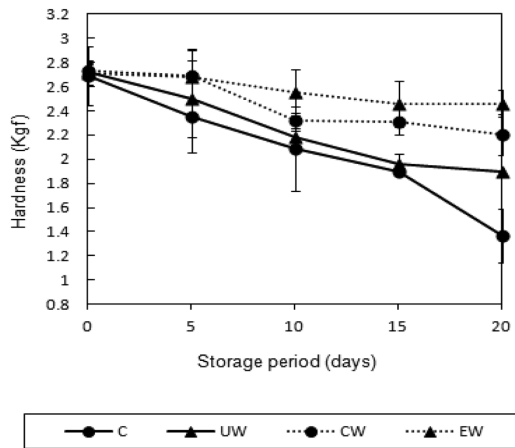


Fig. 3. Changes in hardness of fresh-cut Deodeok treated with different washing methods during storage at 7°C.

C: control UW: ultrasonics wave water
CW: chlorine water EW: electrolyzed water

Table 1. Decreasing rate of hardness of fresh-cut Deodeok treated with different washing methods during storage at 7°C

Treatment	Storage period (day)				
	0	5	10	15	20
C	0	12.6	22.3	29.3	49.0
UW	0	8.0	19.8	27.9	30.1
CW	0	1.4	15.0	15.3	19.4
EW	0	1.1	5.9	9.2	9.2

표면색의 변화를 Table 2에 나타내었다. 수확 후 채소에서 일어나는 화학적 변화 중의 하나는 효소에 의하여 고유의 색이 변화하는 것이다¹⁶⁾. 표면살균수 처리에 관계없이 저장 초기 신선편이 더덕 표면색의 L값은 65.2~66.0 value와 b 값은 7.0~7.4 value를 나타내었다. 저장 10일부터는 대조구와 초음파수 처리구의 L값은 각각 58.4, 58.9 value, b값

은 11.8, 9.7 value로 전체적인 더덕의 색이 어두워지고 특유의 노란빛은 사라졌다. 이는 저장 중 초음파수로 표면살균처리한 처리구는 대조구와 마찬가지로 더덕이 갈변된 것으로 판단된다. 그러나 염소수와 전해수로 표면살균처리 하여 진공포장 처리구의 L값은 각각 63.5, 65.7 value, b값은 9.0, 8.5 value로 저장 중 표면색 변화가 최소화된 것으로 나타났다. 전해수로 표면살균 후 PE 필름으로 진공포장되어진 더덕 표면은 저장 20일 후에도 처리구의 b값이 9.9 value로 변화가 최소화되었다. 이는 신선편이 더덕 표면색을 유지하는 살균수 처리로 가장 효과적인 것으로 나타났다. Mosquera와 Guerrero¹⁶⁾는 채소 고유의 색을 유지하고 황변을 최소화하는 데에는 세척수처리 뿐만 아니라 저장습도도 영향을 주는 것으로 보고하였다.

5. 총균수와 대장균군 측정

대부분 더덕의 유통방식은 표면에 흙이 묻어있는 상태로 취급되고 있는데, 이는 흙에 묻어있던 미생물이 저장 및 유통 중 증식됨에 따라 더덕의 질적, 양적 손실을 초래한다. Fig. 4에서 보는 바와 같이 표면살균수 처리 차이에 따라 저장 초기 총균수는 차이를 보였다. 대조구는 log 3.5 CFU/g이었던 반면 초음파수, 염소수, 전해수로 처리되어진 신선편이 더덕의 총균수는 각각 log 2.0, 0.9, 0.6 CFU/g으로 표면살균수를 처리하는 것에 대한 효과를 알 수 있었다. 저장 20일 후에는 전해수로 표면살균 후 PE 필름으로 진공포장되어진 신선편이 더덕의 총균수가 log 5.3 CFU/g로 다른 처리구들(log 7.2~8.7 CFU/g)에 비하여 저장 중 미생물 증식이 가장 적었다. 저장 초기 표면살균 처리에 따른 대조구와 초음파수의 대장균군수는 log 1.8, 1.6 CFU/g이었던 반면, 염소수와 전해수는 log 1.3, 0.6 CFU/g으로 표면살균 효과가 보다 뛰어난 것으로 나타났다(Fig. 5). Sohn 등¹⁷⁾은 세척하지 않은 수삼을 포장하여 저장한 경우 미생물 증식 정도를 연구하였고, Hong 등¹³⁾은 세척 수삼의 저장 중 주요한 품질 저하요인을 미생물 증식으로 보고함에 따라 더

Table 2. Changes in color value of fresh-cut Deodeok treated with different washing methods during storage at 7°C

Color value	Treatment	Storage period (day)				
		0	5	10	15	20
L ¹⁾ value	C	65.2±0.9 ³⁾	62.1±1.5	58.4±2.0	57.5±0.9	56.4±0.6
	UW	65.5±1.5	62.6±0.4	58.9±2.3	57.9±0.2	56.9±0.2
	CW	65.4±0.7	65.0±1.8	63.5±0.8	58.2±1.2	57.5±1.2
	EW	66.0±0.2	66.3±0.8	65.7±0.9	60.1±1.2	59.4±1.1
b ²⁾ value	C	7.2±0.3	10.2±1.2	11.8±1.9	12.8±0.7	13.7±0.4
	UW	7.0±0.1	9.3±0.8	9.7±0.5	11.2±1.8	11.4±0.4
	CW	7.4±0.2	8.6±0.4	9.0±0.1	10.3±0.6	10.9±0.1
	EW	7.4±0.5	8.4±0.4	8.5±0.4	9.5±0.2	9.9±0.1

¹⁾L: (0) black~(100) white, ²⁾b: (-)blue~(+)yellow, ³⁾Average±S.D. of triplicate determinations

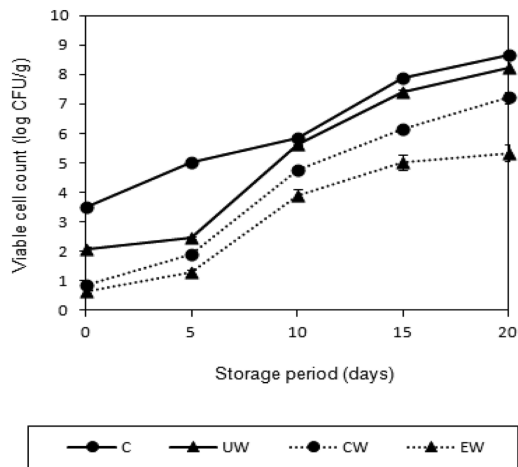


Fig. 4. Changes in viable cell count of fresh-cut Deodeok treated with different washing methods during storage at 7°C. C: control UW: ultrasonics wave water CW: chlorine water EW: electrolyzed water

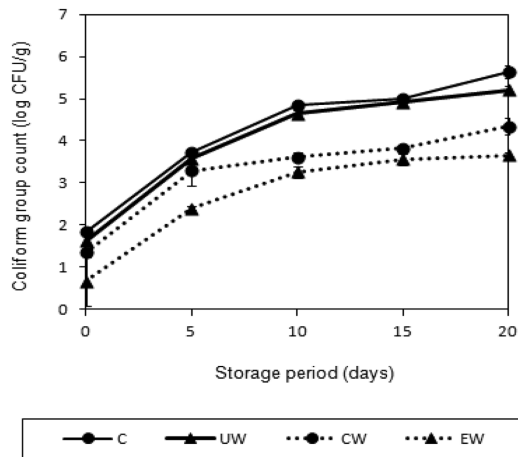


Fig. 5. Changes in coliform group count of fresh-cut Deodeok treated with different washing methods during storage at 7°C. C: control UW: ultrasonics wave water CW: chlorine water EW: electrolyzed water

덕도 적절한 세척방법을 적용하는 것이 중요하다고 판단되어진다. Torriani와 Massa¹⁸⁾는 절단당근의 대장균수는 대조구에 비하여 염소수로 세척하였을 때 감소함에 따라 영향을 주는 것으로 보고하였으며, 이는 본 연구 결과와 유사하였다. 저장 20일 후에도 전해수 처리구는 log 3.6 CFU/g으로 대조구(log 5.6 CFU/g), 초음파수(log 5.2 CFU/g)와 염소수(log 4.3 CFU/g) 처리구에 비하여 증식률이 적게 나타남에 따라, 전해수를 이용하여 표면살균 후 PE 필름으로 진공포장 되어진 신선편이 더덕이 저장 중 미생물 번식이 가장 적은 것으로 나타났다. 이는 Park과 Lee¹⁹⁾가 염소처

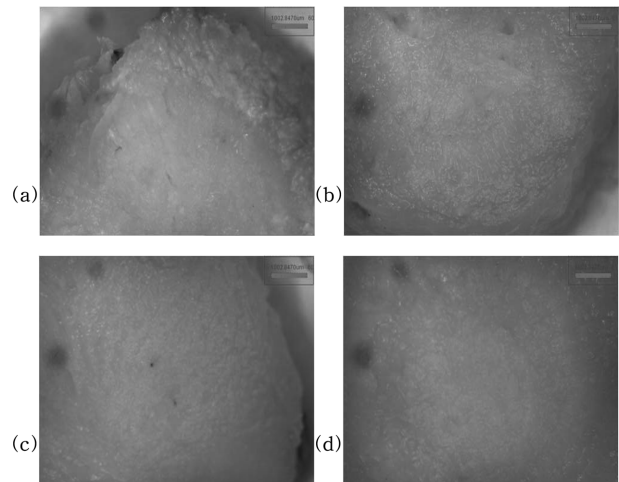


Fig. 6. Effect of washing methods on surface of fresh-cut Deodeok after 10 storage days.

리는 단기저장에는 유효하지만 장기저장 시에는 오히려 미생물 증식이 더 왕성해질 수 있다고 보고함에 따라, 저장기간이 길어질 때에는 염소수보다는 전해수를 이용하는 것이 효과적이라는 본 연구의 결과를 뒷받침하였다.

6. Video microscope system을 이용한 표면 측정

Video microscope system을 이용하여 대부분 표면살균수 처리 차이에 따른 슬라이스더덕의 저장 10일 후 표면의 모습은 Fig. 6과 같다. 염소수(CW)와 전해수(EW)로 표면 살균 후 PE 필름으로 진공포장되어진 슬라이스 더덕은 무세척구(C)와 초음파수(UW) 처리에 비해 저장 중에도 표면이 보다 깨끗하게 유지되고 있는 것을 관찰할 수 있었다. Lee 등²⁰⁾은 상추의 표면세척효과를 Video microscope system로 측정하였을 때, 무세척구와 세척구들간의 차이를 확연히 나타내는 것으로 보고하였다.

감사의 글

이 연구는 2012년도 농림수산식품부, 한식 조리 특성화 학교 사업의 지원에 의해 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

요 약

표면살균처리(초음파수, 염소수, 전해수) 후 PE 필름으로 진공포장 되어진 슬라이스 더덕의 저장 중 효과를 살펴본다. 저장 초기에는 대조구에 비하여 표면살균처리된 신선편이 더덕은 총균수와 대장균군이 10배 이상 적게 측정되었다. 저장 20일 후 초음파수 처리구는 미생물뿐만 아니라 중량감모율, 부패율, 조직감과 표면색택이 대조구와 차이를

보이지 않을 정도로 품질이 저하되었다. Video microscope system을 이용하여 슬라이스더덕의 표면을 측정하였을 때 염소수와 전해수 처리구는 저장 10일까지는 초기와 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 저장 20일 후에는 슬라이스더덕 표면을 전해수 처리하여 PE필름으로 진공포장한 것이 조직감 뿐만 아니라 표면색의 갈변이 가장 적음에 따라, 저장 중 품질 유지에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

참고문헌

- Kim, C. H. and Chung, M. H. 1975. Pharmacognostical studies on *Codonopsis lanceolata*. Korea J. Pharmacog. 6: 43-47.
- Lee, S. K. 1999. The volatile flavor components of wild & cultivated codonopsis lanceolata by instrumental and sensory analysis. Master thesis. Duksung University, Seoul, Korea
- Lee, J. H. 2002. Immunostimulative effect of hot water extract from *Codonopsis lanceolata* on lymphocyte and clonal macrophage. Korea J. Food Sci. Technol. 34: 732-736.
- Park, J. K., Kim, Y. H., Kim, K. S. and Kwag, J. J. 1999. Volatile favor components of *Codonopsis lanceolata* traut. J. Korea Agric Chem. Soc. 32: 338-343.
- Park, S. J., Park, D. S., Lee, S. B., He, X. and Ahn, J. H. 2010. Enhancement of antioxidant activities of *Condonopsis lanceolata* by ultra high pressure extraction. J. Korea Soc. Food Sci. Nutr. 39: 1898-1902.
- Kim, S. H., Choi, H. J., Chung, M. J., Cui, C. B. and Ham, S. S. 2009. Antimutagenic and antitumor effects of *Condonopsis lanceolata* extract. J. Korea Soc. Food Sci. Nutr. 38: 1295-1301.
- Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. Trends Food Sci. Tech. 7: 179-187.
- Yoon, G. S. 1995. A study on the knowledge and utilization of korea traditional basic side dishes. Korea J. Dietary culture 10: 457-463.
- Jeong, J. W., Kim, B. S., Kim, O. W., Nahmgung, B. and Park, K. J. 1995. Changes in quality of lettuce during storage by immersion-type hydrocooling. Korea J. Food Sci. Technol. 27: 537-545.
- Jung, S. W., Park, K. J., Park, B. I. and Kim, Y. H. 1996. Surface sterilization effect of electrolyzed acid water on vegetable. Korea J. Food Sci. Technol. 28: 1045-1051.
- Kim, B. S., Jung, J. W., Jo, J. H. and Park, H. W. 2002. Development of surface sterilization system for fresh leafy vegetables. Korean Food Research Institute, Korea. pp. 25.
- Jung, J. W., Park, K. J., Park, K. J., Park, B. I. and Kim, Y. H. 1996. Surface sterilization effect of electrolyzed acid water on vegetable. Korea J. Food Sci. Technol. 28: 1045-1051.
- Kim, E. J., Kim, K. H. and Kim, D. M. 2007. Effect of surface washing treatment on quality of fresh ginseng during storage. Korea J. Food Sci. Technol. 39: 380-385.
- Hong, S. I., Lee, H. H., Son, S. M. and Kim, S. M. 2004. Effect of water treatment on storage quality of minimally processed onions. Korea J. Food Sci. Technol. 36: 239-245.
- Jordan, J. L., Shewfelt, R. L., Prussia, S. E. and Hurst, W. C. 1985. Estimating the price of quality characteristics for tomatoes: Aiding the evaluation of the postharvest system. Hort-Sci. 20: 203-205.
- Mosquera, I. M. and Guerrero, L. G. 1995. Disappearance of chlorophylls and carotenoids during the ripening of the olive. J. Sci. Food. Agr. 69: 1-6.
- Sohn, H. J. 1998. Development of fresh ginseng commodity packaged with functional soft film. Final Report of Technology Development Program for Agriculture and Forestry, Ministry of Agriculture and Fishery, Korea.
- Torriani, S. and Massa, S. 1994. Bacteriological survey on ready-to-use sliced carrots. Lebensm. Wiss. Technol. 27: 487-490.
- Park, W. P. and Lee, D. S. 1995. Effect of chlorine treatment on cut watercress and onion. J. Food Qual. 18: 415-424.
- Lee, S. A., Youn, A. R., Kwon, K. H., Kim, B. S. and Cha, H. S. 2009. Washing effect of micro-bubbles and changes in quality of lettuce(*Lactuca sativa* L.) during storage. Korea J. Food Preserv. 16: 321-326.