

Effect of washing methods on the quality of freshly cut sliced *Deodeok* (*Codonopsis lanceolata*) during storage

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

¹Department of Korean Master Work and Culinary Arts, JEI College, Incheon 401-714, Korea

²Department of Hotel Food Service and Culinary Arts, JEI College, Incheon 401-714, Korea

³Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

세척방법에 따른 신선편이 슬라이스 더덕의 저장 중 품질 특성 변화

최덕주¹ · 이윤정² · 김윤경² · 김문호¹ · 최소례¹ · 차환수³ · 윤예리^{1*}

¹인천재능대학교 한식명품조리과, ²인천재능대학교 호텔외식조리과, ³한국식품연구원

Abstract

There is increasing interest in freshly cut products, that is, foods produced without washing and cutting. In this study, the quality of freshly cut sliced *Deodeok* was compared with that of what based on its washing methods. In bubble washing, the *Deodeok* rises to the water surface apace and is broken into centimeter sizes. Microbubble washing calls for the production of a great number of 0.1 mm-sized bubbles in anions-bearing water and their passing through a trumpet-shaped hole at a high pressure. To compare the product deterioration rates of the specimens, they were stored at 10°C for 10 days. In the specimens washed with the control method and with hand washing, the deterioration rate was 80%; and in the specimens washed with bubble and microbubble washing, 20~30%. The L-value (an index of browning) was higher in the bubble and microbubble washing than in the control and the hand washing, which implies that browning was minimized during the storage. As for the viable cell and coliform group counts that were measured during the storage, the specimens washed with the control method showed the highest values. In contrast, the specimens washed with microbubble washing showed the lowest values. In the sensory test, the specimens washed with microbubble were highest in storage preference. In conclusion, the *Deodeok* that was stored after it was washed with microbubble washing was found to have had the best quality.

Key words : *Codonopsis lanceolata*, fresh-cut, washing methods, quality change

서 론

최근 식품 소비의 형태는 식품자체 고유의 조직감이나 풍미, 외관 등의 품질은 유지하면서 건강증진과 편리성이 강조된 신선편이 식품의 선호도는 높아지고 있다(1). 신선편이 식품이란 과일, 채소 특유의 신선함을 유지하면서도 이용 시 간편성을 부여한 제품으로 원료 소재를 가열처리하지 않아서 조직세포가 신선한 상태의 특성을 가지는 것들을 말한다(2). 이처럼 신선편이 식품이 급성장하는 주요 원인은 외식업체, 단체급식 등에 납품하는 식자재 업체의

대형화 및 간편화 추구로 볼 수 있다. 이와 더불어 소비자의 소비추세가 건강과 편리성을 중시하는 경향으로 나타나면서 안전성에 대한 접근이 강조되고 있어 소비자가 곧바로 세척, 절단 과정 없이 곧바로 섭취하는 신선편이 채소류에 대한 품질 관리가 요구되어지고 있다(3). 채소류의 경우 신선편이 식품화하면서 식재료를 절단, 박피 하는 과정에서 조직손상에 따른 연화, 갈변, 미생물의 감염 및 번식 등으로 원료 채소류에 비해 선도 유지기간이 짧아지는 문제점이 발생하게 된다(4). 이러한 신선편이 채소류의 가공 및 유통 중 품질저하를 억제하기 위해서는 환원제(5), pH 강하제(6) 및 염류 등(7)의 처리들이 이루어지고 있다. 그리고 위생적 안전성을 확립하기 위하여 전해산화수(8), 오존

*Corresponding author. E-mail : miniyoun@jeiu.ac.kr
Phone : 82-32-890-7463, Fax: 82-32-890-7469

수(9), 전기분해수(10) 등의 세척수들이 이용되기도 하며, 여러 필름포장들(11,12)을 이용한 연구들이 진행되고 있는 실정이다.

최근 세척방법으로는 센티미터 단위의 큰 기포가 수면 위로 빠르게 상승하여 파열하는 방식인 ‘일반버블’과 마이크로미터 단위의 작은 기포로 50 μm 이하의 미세한 기포로 수면위로 천천히 상승하여 파열하는 방식인 ‘마이크로버블’이 있다. 마이크로버블 발생 원리는 마이너스이온을 함유한 물에 0.1 mm의 거품을 대량 넣어 강한 압력을 가하여 나팔모양의 구멍을 통과시키면 작은 버블이 나오는 원리이다. 마이크로버블 세척방법은 용존산소를 공급하는 기능, 굴 등의 생물에 대해서 생리활성을 촉진시키는 기능 및 제균 기능이 특징으로 확인되고 있다(13). 이와 같은 세척 기술은 현재 일본에서 활발히 연구가 진행되고 있는 분야로서 적용 분야의 대부분이 환경정화, 의료분야, 수산분야, 반도체분야, 정수용 등에 있으며, 신선농산물에서의 적용 기술은 일본에서조차도 초기단계에 있다. 이는 신선편이 식품에 대한 마이크로버블 세척기술에 대한 체계적인 연구가 필요하다고 판단된다(14).

초롱꽃과에 속하는 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 한국의 대표 산채류 식품으로 독특한 맛과 향으로 인하여 예로부터 강장, 해독, 해열, 거담 등에 좋은 식재료로 이용되어져 왔다(15). 다른 산채류 식재료들에 비하여 단백질, 탄수화물, 지방이 많이 들어있으며 무기질과 비타민도 풍부할 뿐만 아니라 saponin, inulin, flavonoid 등도 함유되어 있어서 여러 생리활성이 있는 것으로 보고되어 있다(16). 그러나 더덕을 신선편이 식품으로 처리 시 저장성이 저하되므로 세척 시 세심한 주의가 요구되어진다.

따라서 본 연구는 마이크로버블을 이용하여 신선편이 더덕을 세척하여 저장하였을 때 품질 변화를 최소화 할 수 있는 세척기술로 적합한 가에 대하여 판단하고자 한다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용한 더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 가락동 시장(Seoul, Korea)에서 2013년 4월에 구입한 후 외관 상태와 꺾기가 전체적으로 상급 제품으로 균일한 것을 선별하여 시료로 사용하였다. 세척박피 한 후 절단기(Stainless sweden, Hallde Co., Ltd., Hallde, Sweden)를 이용하여 약 1 cm 꺾기로 일정하게 슬라이스화 하였다.

세척 및 저장

표면세척방법은 무세척(CT), 손세척(HW), 일반버블세척(BW) 및 마이크로버블세척(MW)을 적용하였다. 일반버블세척과 마이크로버블세척은 한국식품연구원(Bundang,

Korea)에서 개발, 제작한 기계(신선채소용 세정 및 탈수 system)을 이용하여 세척하였다. 세척조에 4°C의 물을 가득 담아 물을 흘려보내며 버블기를 작동시켜 1 cm 크기의 ‘일반버블’과 50 μm 크기의 ‘마이크로버블’을 작동시켰다. 세척조에 버블수가 생성된 후 시료를 넣어 3 min 동안 세척을 하였으며, 세척 후 건조는 압축공기를 이용하여 1 min 동안 탈수를 하였다. 세척되어진 슬라이스 더덕은 건조 후 100 μm Nylon-PE(polyethylene) film bag(15×25 cm)에 50 g 씩을 담아 진공포장기(magic seal S-400, Daehae Co., Ltd., Incheon, Korea)를 이용하여 진공(vacuum 20 sec, seal 0.9 sec, cool 5 sec) 한 후, 10°C 저장고(10±1°C, 97% RH)에서 10일 동안 저장하며 품질을 비교분석 하였다.

마이크로버블과 일반버블을 이용하여 세척한 것은 저장 10일까지 부패한 것이 발생하지 않았다. 그러나 무세척구와 손세척구 후 포장한 것은 저장 7일부터 짓무르거나 상품성이 상실한 것들이 나타나기 시작하였다. 따라서 마이크로버블과 일반버블 세척 후 저장한 슬라이스 더덕은 10일, 무세척구와 손세척을 이용한 것은 7일까지 저장 실험을 진행하였다.

부패율 측정

슬라이스 더덕의 절단 시 점액질 유출여부를 근거로 하여 짓무름 부패(soft rot) 현상을 나타내는 시료 개수를 육안으로 확인하여 각 처리구별 전체 시료 수에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

조직감 측정

직경 3 mm의 probe가 부착된 rheometer (Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 슬라이스 더덕의 내부 경도 변화를 측정하였다. 더덕의 중앙단면을 내부 쪽으로 20 mm/min의 속도로 삽입 할 때 나타나는 조직의 평균저항값을 kg로 나타내었다.

수분함량 측정

약 2 g의 슬라이스 더덕을 식품공전 일반시험법(17) 중 상압가열건조법에 따라 측정하였다.

표면색도 측정

슬라이스 더덕의 중앙단면의 안쪽 부분을 색차계(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 측정 후 Hunter L, a, b값으로 표시하였다. 백색 표준판(L=99.75, a=-0.49, b=1.96)을 사용하여 색도계를 보정한 후 색 측정에 이용하였다

미생물 검사

슬라이스 더덕을 멸균팩(B1348WA, Nasco Co., Alabama, USA)에 넣은 다음 멸균된 0.85% NaCl 용액을 가한 후 균질

기(Stomacher 400 circulator, Seward, Paris, France)로 1분간 균질화하였다. 시료는 1 mL씩 취하여 단계적으로 희석하여 총균수는 plate count agar(PCA, Difco Lab, Sparks, ML, USA)를 대장균군은 chromocult coliform agar(CM, Merck Co., Darmstadt, Germany)를 사용하여 배양시킨 후 형성된 colony 수를 측정하여 log CFU/g으로 나타내었다.

관능평가

패널 20명을 대상으로 저장 10일 동안 시든정도, 변색, 이취, 조직감, 전반적인 기호도 항목에 대하여 9점 척도법으로 평가하였다. 항목의 점수가 높을수록 초기의 우수한 품질에 대한 변화가 적어 좋은 평가를 받은 것으로 하였다.

Video microscope system을 이용한 세척정도 측정

슬라이스 더덕을 200만 화소의 이동식 Video microscope system(BGVM-358, Sometech Co., Seoul, Korea)을 이용하여 120배율의 광학렌즈로 저장 중 슬라이스 더덕의 변화 정도를 측정하였다.

통계처리

실험은 3회 반복 실시하였으며, 유의성 검증을 위하여 statistical analysis system(SAS) 6.0 for windows program(SAS Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 ANOVA analysis 와 Duncan's multiple range test 방법으로 0.05% 수준에서 유의성을 분석하였다.

결과 및 고찰

부패율

저장 중 짓무름 부패 현상이 발생한 슬라이스 더덕의 개수를 세어 부패율을 측정하여 Fig. 1에 나타내었다. 저장 5일 후부터는 무세척구와 손세척의 경우 각각 35.4, 25.3%로 부패율이 급격한 증가를 보였다. 반면, 일반버블 세척구는 10.2%, 마이크로버블 세척구는 부패율을 보이지 않아 저장 중 품질유지에 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 저장 10일에는 무세척구와 손세척의 경우 전체의 80.3% 더덕이 부패하게 되어 상품성이 거의 없는 것으로 나타났지만, 버블세척구들은 20.4~30.1% 중량 손실만을 보임에 따라 상품성 유지에 유의적인 차이를 나타내었다($p < 0.05$). 조직이 손상되면 세포물질이 유출되어 부패 원인의 부가적 영양원으로 활용될 수 있기 때문에(18), 세척시 조직이 손상되지 않는 것은 부패율을 최소화 할 수 있는 중요한 방법 중 하나이다. 본 연구에서는 버블세척방법들을 이용하였을 경우 저장 중 부패율이 무세척구와 손세척구에 비하여 유의적으로 낮게 나타남에 따라 버블세척방법들

이 슬라이스 더덕 조직 손상을 최소화 시키는 것을 알 수 있었다.

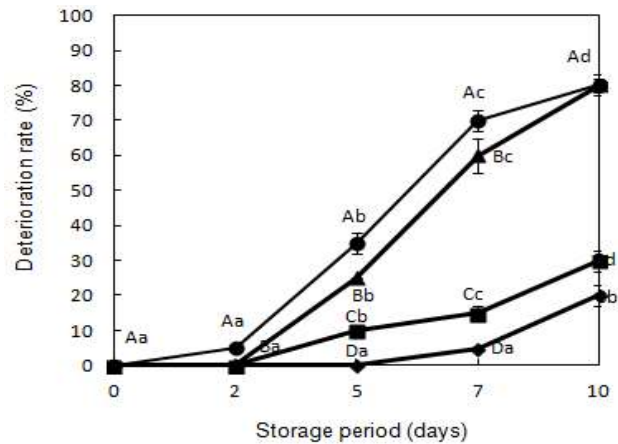


Fig. 1. Changes in weight loss of minimally processed sliced *Deodeok* by washing method stored at 10°C. ●; control, ▲; hand-washed, ■; bubble-washed, ◆; microbubble-washed.

Values with different capital letters (A~D) among minimally processed sliced *Deodeok* of same storage day of different washing methods are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test. Values with different small letters (a~d) among minimally processed *Deodeok* of sliced same washing method during storage days are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

조직감

더덕의 조직감은 신선편이 상품화 시 박피 및 절단 등의 조직손상으로 인한 세포벽 붕괴뿐만 아니라 이와 관련된 polygalacturonase(PGase)의 효소활성 증가로 인한 조직 연화가 빠르게 일어날 수 있으므로 변화를 최소화 시키는 것이 품질에 중요한 영향을 미친다(19). Fig. 2에서 나타난 바와 같이 초기 슬라이스 더덕의 조직감은 세척방법의 차이

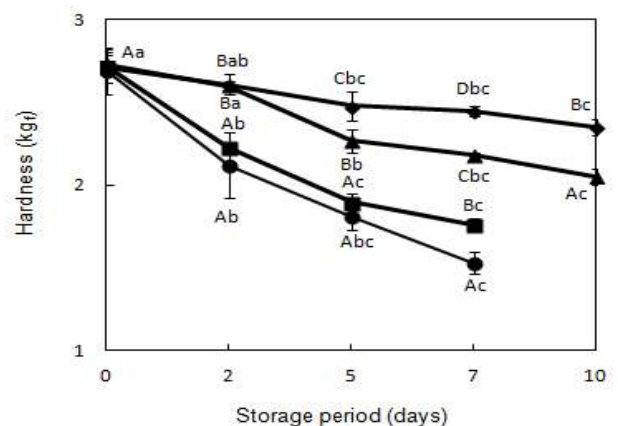


Fig. 2. Changes in hardness of minimally processed sliced *Deodeok* by washing method stored at 10°C. ●; control, ▲; hand-washed, ■; bubble-washed, ◆; microbubble-washed.

Values with different capital letters (A~D) among minimally processed sliced *Deodeok* of same storage day of different washing methods are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test. Values with different small letters (a~c) among minimally processed *Deodeok* of same washing method during storage days are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

와 관계없이 2.7 kg_f였으나, 무세척구와 손세척은 저장 2일 후부터 약 18.5~22.2% 유의적으로 감소하였다(p<0.05). 반면 일반버블세척과 마이크로버블세척구는 2.6 kg_f로 저장 초기의 조직감과 차이를 보이지 않았다(p<0.05). 저장 7일 후 무세척구와 손세척구의 조직감은 1.5, 1.8 kg_f이었으나, 일반버블세척과 마이크로버블세척은 2.2, 2.5 kg_f으로 세척 방법에 따라 조직감의 차이가 유의적으로 나타남에 따라 (p<0.05), 슬라이스 더덕의 세척방법 차이가 저장 중 조직감 품질에 영향을 주는 것으로 나타났다. 저장 10일 후에는 무세척구와 손세척을 이용한 슬라이스 더덕은 연화에 의한 경도의 변화가 급격히 진행되어 측정이 불가능하였다. 그러나 마이크로버블을 이용하여 세척한 슬라이스 더덕의 조직감은 2.4 kg_f으로 저장초기에 비하여 11.1%정도만 감소하여 품질유지에 가장 적합한 세척방법인 것으로 나타났다. Yun 등(20)은 사과에 감마선 조사기술 처리 후 저장하였을 때 과육의 품질이 크게 변화되지 않는 것으로 보고함에 따라, 전처리 기술들이 저장 중 품질에 영향을 주는 것으로 나타났다.

표면색 변화

신선편이식품의 경우 외관 특성이 더욱 강조되는데, 이는 일반적으로 색택이 균일하여야만 소비자에게 신선한 느낌을 주어 상품 구매 의사율을 증가시킬 수 있다(21). Table 1에서 보는바와 같이 신선편이 슬라이스 더덕의 초기

L값은 70.8~71.2 value로 세척방법에 따라 차이를 보이지 않았다. 무세척구와 손세척구의 경우에는 저장 2일부터 L값이 각각 65.5, 66.9 value로 일반버블세척(69.3 value)과 마이크로버블세척(70.8 value)구에 비하여 전체적인 색이 초기에 비하여 어두워진 것을 알 수 있었다(p<0.05). 저장 7일에는 마이크로버블세척구의 L값이 65.3 value이었던 반면 일반버블세척구는 60.5 value로 전체적인 슬라이스 더덕의 색이 어두워진 것으로 나타났다(p<0.05). 이와 같이 저장 중 슬라이스 더덕의 전체적인 색 변화는 세척 공정 중 polyphenol oxidase, peroxidase 등의 효소에 의한 효소적 갈변에 의한 결과라고 판단되어진다(22).

황색도를 나타내는 b값의 경우 초기에는 7.0~7.3 value로 L값과 마찬가지로 세척방법에 따라 차이를 보이지 않았다. 저장 2일부터 무세척구, 손세척, 일반버블세척의 경우에는 9.2~10.7 value로 저장 초기에 비하여 유의적인 차이를 보이며, 갈변이 되는 것으로 나타났다. 그러나 마이크로버블을 이용하여 세척한 슬라이스 더덕은 저장 7일 후에도 8.1 value로 저장 중 유의적인 변화를 보이지 않음에 따라, 초기의 색이 가장 잘 유지되는 것으로 나타났다. Kim 등(23)은 신선편이 양상추에 초음파 처리 후 세척하는 것은 저장 중 식품성분 등과 반응하여 갈변이 억제되는 못하는 것으로 보고하였다. 반면 본 연구에서는 신선편이용 슬라이스 더덕을 마이크로버블로 세척 시 저장 중 더덕의 갈변을 최소화시키며 색을 유지하는데 효과적인 것으로 나타났다.

Table 1. Hunter color values of minimally processed sliced *Deodeok* by washing method stored at 10°C

Color value	Storage period (day)	Washing methods			
		CT ³⁾	HW ⁴⁾	BW ⁵⁾	MB ⁶⁾
L ¹⁾	0	71.2±0.2 ^{7)A8)9)}	70.8 ^{Aa} ±1.1	71.2 ^{Aa} ±0.9	70.9 ^{Aa} ±0.6
	2	65.6 ^{Ab} ±0.4	66.9 ^{Ab} ±0.5	69.3 ^{Ba} ±1.1	70.8 ^{Ba} ±0.1
	5	63.4 ^{Ac} ±1.1	63.5 ^{Ac} ±0.5	65.6 ^{Ba} ±0.7	67.1 ^{Bb} ±0.3
	7	57.5 ^{Ad} ±0.9	57.8 ^{Ad} ±0.2	60.5 ^{Bb} ±0.2	65.3 ^{Cc} ±0.5
	10	-	-	58.1 ^{Ac} ±0.4	63.9 ^{Bd} ±0.2
b ²⁾	0	7.2 ^{Aa} ±0.3	7.0 ^{Aa} ±0.1	7.3 ^{Aa} ±0.2	7.3 ^{Aa} ±0.5
	2	10.7 ^{Ab} ±0.7	10.1 ^{ABb} ±0.1	9.2 ^{Bb} ±0.4	7.6 ^{Ca} ±0.4
	5	12.4 ^{Ac} ±0.8	10.7 ^{ABb} ±1.1	10.5 ^{Bc} ±0.3	7.7 ^{Ca} ±0.2
	7	13.5 ^{Ac} ±0.4	13.1 ^{Ac} ±0.3	10.6 ^{Bc} ±0.4	8.1 ^{Ca} ±0.1
	10	-	-	11.9 ^{Ad} ±0.2	9.2 ^{Bb} ±0.1

¹⁾L : (0) black ~ (100) white ²⁾b : (-) blue ~ (+) yellow

³⁾CT : control ⁴⁾HW : hand-washed

⁵⁾BW : bubble-washed ⁶⁾MB : micro-bubble-washed

⁷⁾Average±SD of triplicate determinations.

⁸⁾Values with different capital letters (A~C) among minimally processed sliced *Deodeok* of same storage day of different washing methods are significantly different at p<0.05 based on Duncan's multiple range test.

⁹⁾Values with different small letters (a~d) among minimally processed sliced *Deodeok* of same washing method during storage days are significantly different at p<0.05 based on Duncan's multiple range test.

수분 함량

세척방법 차이에 따른 저장 중 슬라이스 더덕의 수분함량의 변화는 Fig. 3과 같다. 특히 수분함량이 높은 과채류들은 주로 표피에서 수분이 증발되며, 이러한 상태가 지속될 경우 중량 및 조직감 감소 등과 같은 품질저하를 초래하게 된다(24). 초기에는 85.0~85.5%로 세척방법에 따른 수분함량의 차이를 보이지 않았다. 저장 2일 후에는 무세척구와 손세척은 각각 83.0, 84.5%로 유의적인 감소를 보인 반면 (p<0.05), 일반버블과 마이크로버블세척구는 저장초기에 비하여 수분함량의 차이를 보이지 않았다. 모든 처리구에서 저장기간이 증가할수록 수분함량이 유의적으로 감소하였으며, 저장 7일 후에는 무세척구와 손세척구가 각각 74.6, 78.3%로 수분함량이 크게 감소하여 품질저하에 영향을 주었다. 하지만 마이크로버블 세척구는 82.8%로 저장 중 수분함량이 다른 세척구들에 비하여 유의적으로 가장 잘 유지되는 것으로 나타났다(p<0.05). 저장 10일 후에도 마이크로버블로 세척한 슬라이스 더덕의 수분 함량은 81.2%로 나타남에 따라, 세척 시 마이크로버블 방법을 이용하면 저장 중 더덕 수분함량을 유지하는데 가장 효과적인 것으로 나타났다. Lee 등(25)은 인삼 세척 시 살균수 종류 차이에 따라 저장 중 수분함량 차이는 보이지 않는 것으로 보고 하였지만, 본 연구에서 사용된 버블세척의 경우에는 저장 중 수분함량 유지에 효과적이었다.

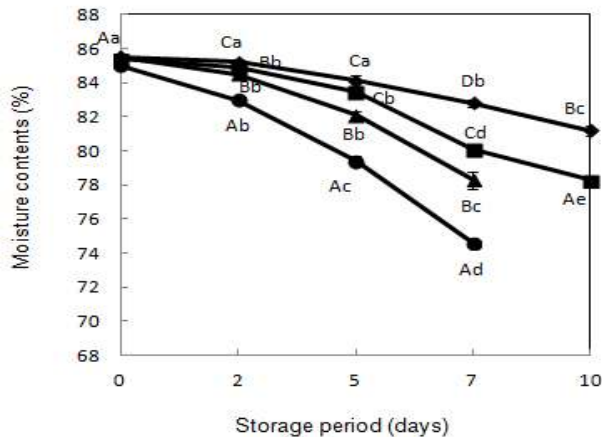


Fig. 3. Changes in moisture contents of minimally processed sliced *Deodeok* by washing method stored at 10°C. ●; control, ▲; hand-washed, ■; bubble-washed, ◆; microbubble-washed.

Values with different capital letters (A~D) among minimally processed sliced *Deodeok* of same storage day of different washing methods are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test. Values with different small letters (a~e) among minimally processed sliced *Deodeok* of same washing method during storage days are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

총균수, 대장균군 품질 변화

신선편이 식품의 미생물 증식은 위생적인 측면 뿐만 아니라 조직의 연부(soft rots) 증세도 동반하기 때문에 저장 중 미생물의 증식을 최소화시키는 것이 중요하다. 세척방법 차이에 따른 저장 중 슬라이스 더덕의 미생물 생장 변화는 Fig. 4와 같다. Fig. 4(a)에서 보는 바와 같이 저장초기 무세척구와 손세척구의 총균수는 각각 3.5, 3.1 log CFU/g이었지만, 일반버블세척과 마이크로버블세척은 각각 2.9, 2.3 log CFU/g으로 총균수에 차이를 보였다($p < 0.05$). Lee 등(26)은 상추를 마이크로버블로 세척 시 무세척구에 비하여 저장 초기 10배정도 총균수 감소 효과를 보이는 것으로 나타났는데, 이는 본 실험과 유사한 결과를 보여주었다. 저장 2일 후에 무세척구와 손세척구는 6.1 log CFU/g, 일반버블세척구는 5.7 log CFU/g으로 마이크로버블세척구(4.9 log CFU/g)에 비하여 미생물의 증식이 유의적으로 증가하는 것으로 나타났다($p < 0.05$). Park 등(27)은 저장·가공공정 중에는 미생물을 혼입을 완전히 제어시킬 수 없으므로 초기 미생물 수준을 감소시키는 것이 중요하다고 보고함에 따라 저장초기 미생물 증식을 억제시킬 수 있는 세척방법이 중요하다는 것을 알 수 있었다. 저장 7일후에도 총균수는 무세척구(8.5 log CFU/g) > 손세척(7.6 log CFU/g) > 일반버블세척(7.2 log CFU/g) > 마이크로버블세척(6.0 log CFU/g)순으로 유의적인 차이를 보임에 따라, 세척방법차이가 저장 중 미생물 증식에 영향을 주는 것으로 나타났다.

저장초기 무세척구와 손세척구의 대장균군은 각각 3.1, 2.7 log CFU/g으로 일반버블세척(2.2 log CFU/g)과 마이크로버블세척(1.2 log CFU/g)과 비교하여, 세척효과에 차이를 보이는 것으로 나타났다(Fig. 4(b)). 저장 2일 후에는 무세척

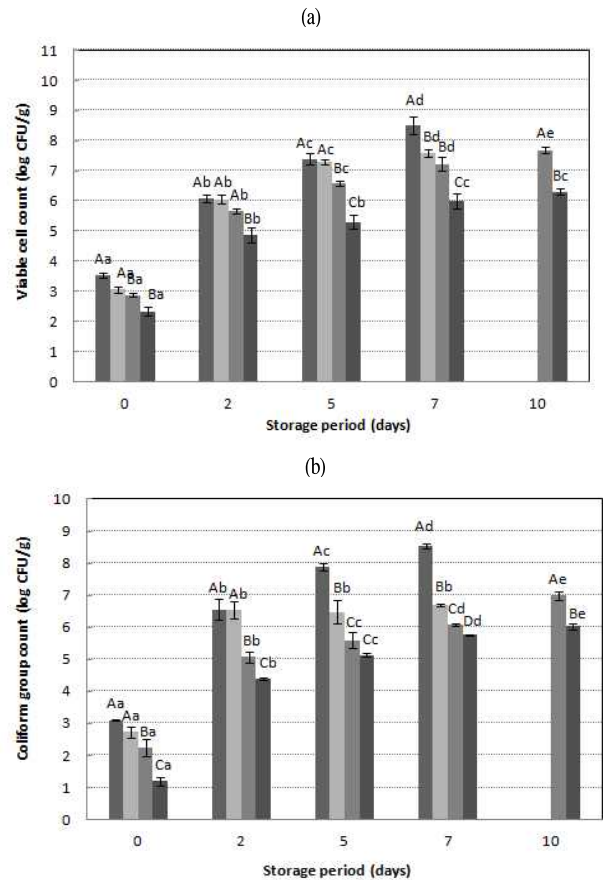


Fig. 4. Changes in viable cell count(a) and coliform group count(b) of minimally processed sliced *Deodeok* by washing method stored at 10°C. ■; control, □; hand-washed, ▒; bubble-washed, ■; microbubble-washed.

Values with different capital letters (A~D) among minimally processed sliced *Deodeok* of same storage day of different washing methods are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test. Values with different small letters (a~d) among minimally processed sliced *Deodeok* of same washing method during storage days are significantly different at $p < 0.05$ based on Duncan's multiple range test.

구와 손세척구가 6.6 log CFU/g으로 대장균군 수가 크게 증가하였지만, 마이크로버블세척을 이용한 슬라이스더덕은 4.4 log CFU/g으로 증식율이 가장 최소화되었던 것으로 나타났다. 저장 10일 후에도 일반버블과 마이크로버블세척구는 각각 7.0, 6.0 log CFU/g으로 무세척구와 손세척구에 비하여 대장균군이 저장 중 효과적으로 억제되는 것으로 나타났다. 이는 마이크로버블세척 후 슬라이스 더덕을 저장하는 것이 미생물 성장이 가장 적었으며, 10°C 저장 시 수명도 10일로 가장 길게 나타났다. 마이크로버블세척의 살균 메커니즘은 음전하를 띤 버블에 양전하를 띤 박테리아가 이끌려서 물리적 충격이나 자체 파괴에 의해 하이드록실 라디칼이 발생하여 순간적으로 초고온이 발생하는 원리로 다른 세척 방법들에 비하여 미생물의 살균효과가 크게 나타나는 것으로 판단된다. 본 연구결과와 유사하게 치커리 세척 시에도 기계세척구가 무세척구와 손세척구에 비하여 보다 뛰어난 잔존 미생물 감소효과 나타내었다(28).

관능평가

신선편이식품의 외부 모양과 형태는 품질특성을 판단하는 일차적 요소이기 때문에 중요할 뿐만 아니라 향과 맛도 저장 중 품질을 판단하는 중요한 지표이다. 10°C 저장 중 슬라이스 더덕의 시든정도, 변색, 이취, 조직감, 전반적인 기호도로 항목에 대하여 관능검사를 실시하였으며 그 결과는 Table 2에 나타내었다. 관능평가점수 5점 이하는 슬라이스 더덕의 상품성 한계로 보았다(21). 저장 중 시든 정도의 차이는 실제 구매자나 소비자가 상품의 구매의사를 결정하는데 중요한 영향을 줄 수 있다. 세척 후 당일에는 무세척구의 시든 정도가 8.0점으로 손세척, 일반버블, 마이크로버블 세척구(9.0점)들에 비하여 유의적으로 낮은 기호도를 나타냈다($p<0.05$). 저장 5일 후에도 무세척구의 시든 정도는 6.2점으로 가장 낮았으며, 손세척구(7.4점), 일반버블세척구(7.9점), 마이크로버블세척구(8.5점) 순으로 유의적인 차이를 보였다($p<0.05$). 저장 7일후의 무세척구는 시든 정도가 4.3점으로 상품성을 상실한 것으로 나타났지만, 일반버블과 마이크로버블세척구는 각각 6.5, 7.1점으로 상품성이 유지되었다.

세척방법 차이에 따른 슬라이스 더덕 표면색이 저장초기에는 8.7~9.0점으로 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 저장 2일후에는 무세척구와 손세척구는 각각 7.5, 7.6점으로 일반버블과 마이크로버블세척구(8.9점)에 비하여 유의적으로 표면색이 변화한 것으로 나타났다($p<0.05$). 저장 7일 후 무세척구와 손세척구는 각각 4.6, 4.9점으로 상품성을 상실한 것으로 나타났지만, 일반버블과 마이크로버블세척구는 저장 10일 후에도 각각 5.2, 5.9점으로 상품성을 유지하고 있는 것으로 나타났다. 이취의 경우에는 저장 2일까지 세척방법 차이에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 저장 5일 후 무세척구는 6.8점으로 손세척구(7.4점)와는 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 일반버블과 마이크로버블세척구의 경우에는 각각 8.2, 8.6점으로 이취 발생이 적게 나타났다($p<0.05$). 저장 7일 후에도 일반버블과 마이크로버블세척구는 각각 7.3, 7.6점으로 저장 5일과 유의적인 차이를 보이지 않았다. Whitaker 등(29)의 보고에 따르면 저장 중 변화하는 표면 색과 이취는 polyphenol oxidase, peroxidase 등의 효소에 의한 산화반응의 결과이며 이는 제품의 품질 특성에 영향을 주는 것으로 나타났다.

전반적인 기호도의 경우 저장초기에는 8.8점~9.0점으로 유의적인 차이를 보이지 않았지만, 저장 2일에는 무세척구(7.9점), 손세척구(8.4점)에 비하여 일반버블(8.8점) 및 마이크로버블세척(8.9점)구의 선호도가 유의적으로 높은 것으로 나타났다($p<0.05$). 저장 7일에도 무세척구와 대조구는 각각 4.5, 5.1점으로 상품성을 잃는 것으로 나타났지만, 일반버블과 마이크로버블세척구들은 각각 6.6, 7.2점으로 상품성이 유의적으로 높게 나타났다($p<0.05$). Lee 등(26)이 보고한 바에 따르면 상추 세척 시 손세척구에 비하여 버블

세척구들이 기호도가 유의적으로 높았지만, 일반버블과 마이크로버블 세척 간의 차이는 보이지 않는 것으로 나타났다. 하지만 본 실험에서는 슬라이스 더덕 세척 시 일반버블과 마이크로버블 방법 차이에 따라 전반적인 기호도의 차이를 보임에 따라 마이크로버블 세척을 한 후 신선편이식품화하는 것이 보다 저장 중 품질유지에 바람직 한 것으로 나타났다. 특히 무세척구와 손세척구들은 저장 2일부터 저장 중 품질의 차이를 보였지만, 마이크로버블세척구들은

Table 2. Changes in sensory characteristics of minimally processed sliced *Deodeok* by washing method stored at 10°C

Characteristic	Storage period (day)	Washing methods			
		CT ¹⁾	HW ²⁾	BW ³⁾	MB ⁴⁾
*Wilt	0	8.8±0.4 ^{5)A(a)7)}	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0
	2	7.9 ^{Aa} ±0.6	8.8 ^{Aa} ±0.4	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0
	5	6.3 ^{Ab} ±0.5	7.3 ^{Bb} ±0.5	7.9 ^{Cc} ±0.3	8.2 ^{Ddc} ±0.4
	7	4.3 ^{Ab} ±0.5	5.1 ^{Bc} ±0.6	6.5 ^{Cc} ±0.5	7.1 ^{Dcd} ±0.3
	10	-	-	5.0 ^{Ad} ±0.7	5.5 ^{Bcd} ±0.5
*Discoloration	0	8.7 ^{Aa} ±0.5	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0
	2	7.5 ^{Aa} ±0.5	7.6 ^{Ab} ±0.5	8.9 ^{Ba} ±0.3	8.9 ^{Ba} ±0.3
	5	6.1 ^{Ab} ±0.6	6.8 ^{ABb} ±0.4	8.1 ^{BCa} ±0.6	8.6 ^{Ca} ±0.5
	7	4.6 ^{Ac} ±0.5	4.9 ^{Ac} ±0.7	6.4 ^{Bb} ±0.5	6.7 ^{Bb} ±0.5
	10	-	-	5.2 ^{Ac} ±0.4	5.9 ^{Ab} ±0.3
*Off- flavor	0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0
	2	7.8 ^{Ab} ±0.4	8.0 ^{Abb} ±0.7	8.8 ^{Aa} ±0.4	8.9 ^{Aa} ±0.3
	5	6.8 ^{Ab} ±0.4	7.4 ^{ABb} ±0.5	8.2 ^{BCab} ±0.4	8.6 ^{Ca} ±0.5
	7	4.6 ^{Ac} ±0.7	5.3 ^{Ac} ±0.7	7.3 ^{Bb} ±0.5	7.6 ^{Bb} ±0.5
	10	-	-	4.7 ^{Ac} ±0.5	5.3 ^{Ac} ±0.5
*Texture	0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0
	2	8.1 ^{Aa} ±0.3	8.3 ^{ABa} ±0.5	9.0 ^{Ba} ±0.0	9.0 ^{Ba} ±0.0
	5	5.6 ^{Ab} ±0.5	6.7 ^{ABb} ±0.5	7.8 ^{BCb} ±0.4	8.4 ^{Ca} ±0.5
	7	5.0 ^{Ab} ±0.5	5.2 ^{ABc} ±0.4	6.5 ^{BCc} ±0.5	7.2 ^{Cb} ±0.6
	10	-	-	5.0 ^{Ad} ±0.5	6.1 ^{Bc} ±0.3
*Overall acceptability	0	8.8 ^{Aa} ±0.4	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0	9.0 ^{Aa} ±0.0
	2	7.9 ^{Aa} ±0.3	8.4 ^{Aa} ±0.5	8.8 ^{Ab} ±0.4	8.9 ^{Aa} ±0.3
	5	6.3 ^{Ab} ±0.5	6.8 ^{ABb} ±0.4	7.7 ^{BCbc} ±0.5	8.2 ^{Ca} ±0.4
	7	4.5 ^{Ac} ±0.5	5.1 ^{Ac} ±0.7	6.6 ^{Bc} ±0.5	7.2 ^{Bb} ±0.4
	10	-	-	5.0 ^{Ad} ±0.5	6.0 ^{Ac} ±0.5

*Wilt, Discoloration, Off- flavor, Texture, Overall acceptability: Extremely bad (1point), Normal (5point), Excellent (9point)

¹⁾CT : control ²⁾HW : hand-washed

³⁾BW : bubble-washed ⁴⁾MB : micro-bubble-washed

⁵⁾Average±SD of triplicate determinations.

⁶⁾Values with different capital letters (A~D) among minimally processed sliced *Deodeok* of same storage day of different washing methods are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

⁷⁾Values with different small letters (a~d) among minimally processed sliced *Deodeok* of same washing method during storage days are significantly different at $p<0.05$ based on Duncan's multiple range test.

저장 초기부터 5일까지 저장 중 유의적인 변화를 보이지 않았다($p < 0.05$).

Video microscope system을 이용한 세척정도

Video microscope system을 이용하여 세척방법 차이에 따른 슬라이스 더덕의 세척정도의 모습은 Fig. 5와 같다. 저장 5일 후 무세척구와 손세척구는 이물질이 많이 생성됨에 따라 품질이 저하된 것으로 보였으나, 일반버블 세척구는 표면색만 변화하였으며 이물질이 거의 보이지 않았다. 특히나 마이크로버블 세척구는 표면색의 유지도 뛰어났으며, 이물질도 발견되지 않아서 저장 중 품질이 우수하게 유지됨에 따라 다른 처리구들보다 세척효과가 우수한 것으로 확인되었다.

그러나 버블세척구들은 20.4~30.1%의 중량 손실만을 보였으며, 특히 마이크로버블세척구는 저장초기에 비하여 11.1%정도의 조직감만 감소하여 저장 중 변화가 가장 적었다. 슬라이스 더덕의 표면색도 갈변화를 최소화시키며 저장 중 색을 유지하는데 효과적인 것으로 나타났다. 저장 중 수분함량의 변화는 모든 처리구에서 감소하였는데, 특히 무세척구와 손세척은 각각 74.6, 78.3%로 수분함량이 크게 감소하였다. 저장 중 미생물의 수도 마이크로버블세척, 일반버블세척, 손세척, 무세척구 순으로 증식하는 것으로 나타났다. 관능검사와 video microscope system을 이용하여서도 마이크로버블 세척구는 이물질이 발견되지 않았음을 알 수 있었으며, 다른 처리구들보다 세척효과도 우수한 것으로 확인되었다. 이는 마이크로버블세척을 하여

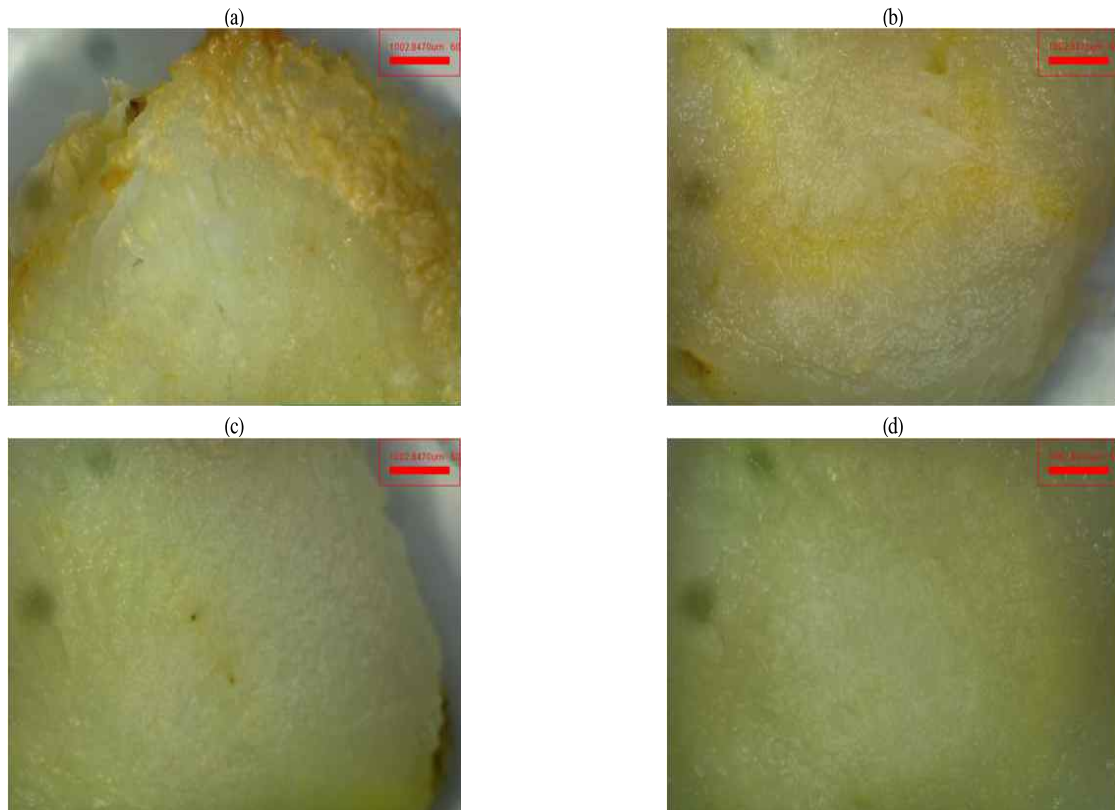


Fig. 5. Effect of washing method on minimally processed sliced *Deodeok*'s surface after 5 days at 10°C.

a; control, b; hand-washed, c; bubble-washed, d; microbubble-washed.

요 약

세척방법 차이에 따른 신선편이 슬라이스 더덕의 저장 중 품질 변화를 알아보기 위하여 10°C에서 저장 실험을 진행하였다. 저장 10일 후에 무세척구와 손세척은 전체의 80.3% 더덕이 부패되어 상품성을 상실하였을 뿐만 아니라 조직감의 연화도 급격히 진행되어 측정이 불가능하였다.

슬라이스 더덕을 저장하는 것이 품질유지에 가장 적합하였으며, 저장수명도 10일(10°C 저장시)로 가장 길게 나타났다.

감사의 글

이 연구는 2013년도 농림수산식품부, 한식 조리 특성화

학교 사업의 지원에 의해 수행되었으며, 지원에 감사드립니다.

References

- King AD, Bolin HR (1989) Physical and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 43, 132-135
- Huxsoll CC, Bolin HR (1989) Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol*, 43, 124-128
- Ahvenainen R (1996) New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. *Trends Food Sci Technol*, 7, 179-186
- Kim DM (1995) Minimal processing of fruits and vegetables. *Korean J Food Technol*, 8, 85-91
- Sapers GM, Miller RL (1992) Enzymatic browning control in potato with ascorbic acid-2-phosphates. *J Food Sci*, 57, 1132-1135
- Hwang TY, Son SM, Moon KD (2002) Screening of effective browning inhibitors on fresh-cut potatoes. *Food Sci Biotech*, 11, 397-400
- Sapers GM, Miller RL, Choi SW (1995) Prevention of enzymatic browning in prepeeled potatoes and minimally processed mushrooms. In: *Enzymatic Browning and Its Prevention*, American Chemical Society, Washington, USA, p 223-239
- Jeong SW, Jeong JW, Lee SH, Park NH (1999) Changes in quality of crown daisy and kale washed with cooled electrolyzed acid water during storage. *Korean J Post Harvest Sci Technol*, 6, 417-423
- Oh SY, Choi ST, Kim JK, Lim CI (2005) Removal effects of washing treatments on pesticide residues and microorganism in leafy vegetables. *Korean J Hort Sci Technol*, 23, 250-255
- Jeong JW, Kim JH, Kwon KH, Park KJ (2006) Disinfection effects of electrolyzed water on strawberry and quality changes during storage. *Korean J Food Preserv*, 13, 316-321
- Cho SD, Youn SJ, Kim DM, Kim KH (2008) Quality evaluation fresh-cut lettuce during storage. *Korean J Food Nutr*, 21, 28-34
- Kim JG, Choi ST, Lim CI (2005) Effect of delayed modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Korean J Hort Sci Technol*, 23, 140-145
- Kim KY, Nam MJ, Lee HY, Shim WB, Yoon YH, Kim SR, Kim DH, Ryu JG, Hong MK, You OJ, Chung DH (2009) Microbiological safety assessment of a perilla leaf postharvest facility for application of a good agricultural practices (GAP) system. *Korean J Food Sci Technol*, 41, 392-398
- Kevin W, Asako Y, Mami Y, Tomoko M, Kenichi H, Takahisa M (2011) Application of a combined decontamination method for fresh produce using SAHW, sucrose fatty acid ester and microbubbles. *Food Sci Technol*, 17, 555-559
- Hong WS, Lee JS, Ko SY, Choi YS (2006) A study on the perception of *Codonopsis lanceolata* dishes and the development of *Codonopsis lanceolata* dishes. *Korean J Food Cookery Sci*, 22, 181-192
- Park JK, Kim YH, Kim KS, Kwag JJ (1989) Volatile flavor components of *Codonopsis lanceolata* *traut*. *Korean J Agric Chem*, 32, 338-343
- Food Code (1998) Korea Foods Industry Association. Moonyongsa Co., Seoul, Korea, p 637-643
- Hong SI, Lee HH, Son SM, Kim DM (2004) Effect of hot water treatment on storage quality of minimally processed onion. *Korean J Food Sci Technol*, 36, 239-245
- Amiot MJ, Tacchini M, Aubert SY, Oleszek W (1995) Influence of cultivar, maturity stage and storage conditions on phenolic composition and enzymatic browning in pear fruits. *J Agric Food Chem*, 43, 1132-1137
- Yun HJ, Lim SY, Hur JM, Jeong JW, Yang SH, Kim DH (2007) Changes of functional compounds in, and texture characteristics of, apples, during post-irradiation storage at different temperatures, *Korean J Food Preserv*, 14, 239-246
- Jordan JL, Schewfelt RL, Prussia SE, Hurst WC (1985) Estimating the price of quality characteristics for tomatoes: Aiding the evaluation of the postharvest system. *Hort Sci*, 20, 203-205
- Chang MS, Kim JG, Kim GH (2011) Quality characteristics of fresh cut Lotus roots according to the temperature of the wash water. *Korean J Food Preserv*, 18, 288-293
- Kim DH, Kim SM, Kim HB, Moon KD (2012) Effects of optimized co-treatment conditions with ultrasound and low temperature blanching using the response surface methodology on the browning and quality of fresh-cut lettuce. *Korean J Food Preserv*, 19, 470-476
- Yun HJ, Lim SY, Hur JM, Jeong JW, Yang SH, Kim DH (2007) Changes of functional compounds in, and

- texture characteristics of, apples, during post-irradiation storage at different temperatures. Korean J Food Preserv, 14, 239-246
25. Lee HS, Cha HS, Kim BS, Kwon KH (2009) Quality characteristics during storage of ginseng washed by different methods. Korean J Food Preserv, 16, 342-347
26. Lee SA, Youn AR, Kwon KH, Kim BS, Cha HS (2009) Washing effect of micro-bubbles and changes in quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) during storage. Korean J Food Preserv, 15, 321-326
27. Park KJ, Jeong JW, Lim JH, Kim BK, Jeong SW (2008) Quality changes in peeled lotus roots immersed in electrolyzed water prior to wrap and vacuum packaging. Korean J Food Preserv, 15, 622-629
28. Kwon JY, Kim BS, Kim GH (2006) Effect of washing method and surface sterilization on quality of fresh-cut chicory (*Cichorium intybus* L.var. foliosum). Korean J Food Sci Technol, 38, 28-34
29. Whitaker JR, Lee CY (1995) Enzymatic browning and its prevention. ACS symposium series. American Chemical Society, Washington, USA, p 2-7

(접수 2013년 6월 17일 수정 2013년 10월 16일 채택 2013년 10월 29일)