

스마트팜 생산 새싹인삼의 유기산 처리 및 포장 용기에 따른 품질 평가에 대한 융합연구

송해원¹, 김훈¹, 김정실², 하호경³, 허창기⁴, 오임경^{4*}

¹순천대학교 식품공학과 학사, ²순천대학교 바이오시스템기계공학전공 교수, ³순천대학교 동물자원학과 교수, ⁴순천대학교 식품공학과 교수

Convergence study on the quality evaluation of ginseng sprout produced smart farm according to organic acid treatment and packing containers during storage

Hae Won Song¹, Hoon Kim¹, Jungsil Kim², Ho-Kyung Ha³, Chang Ki Huh⁴, Imkyung Oh^{4*}

¹Student, Department of Food Science & Technology, Suncheon National University

²Professor, Department of Biosystems Machinery Engineering, Suncheon National University

³Professor, Department of Animal Science & Technology; Interdisciplinary Program in IT-Bio Convergence System, Suncheon National University

⁴Professor, Department of Food Science & Technology, Suncheon National University

요약 본 연구에서는 스마트팜에서 생산된 새싹인삼의 저장성을 향상시키기 위해 전처리과정과 포장 용기에 따른 새싹인삼의 물리적 품질 및 미생물 변화를 10일 간 저장하면서 평가하였다. 전처리 방법(ascorbic acid, citric acid, peroxyacetic acid) 및 포장 용기(expanded polystyrene (EP), polypropylene (PP), polyethylene (PE), polypropylene + polyethylene + cast polypropylene(PP+PE+CPP))에 따른 품질 변화를 물성(texture)검사, 일반세균수검사, 수분함량 및 색도 측정으로 평가하였다. 전처리 종류에 따라 비교한 결과, citric acid처리군에서 가장 낮은 텍스처 변화 및 세균 증식 억제에 효과를 확인하였다. 전처리 중 가장 효과가 높은 citric acid 처리군을 용기별로 저장 후 품질을 평가한 결과, PP용기에 10일 저장한 경우, 유의적인 텍스처 감소 및 색변화가 나타나지 않았고, 저장기간 증가에 따라 일반세균수가 가장 낮게 증가하였다. 따라서 본 연구는 citric acid 전처리군 및 PP용기에서 저장했을 때 새싹인삼의 품질 손상이 가장 적게 나타나 새싹인삼의 저장성 개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

주제어 : 새싹인삼, 신선편의식품, 유기산처리, 포장용기, 저장기간, 품질

Abstract In this study, the physical quality and microbial changes of ginseng sprout according to the pretreatment process and packaging container were evaluated to improve the storage properties of ginseng sprout produced in smart farm. Quality change during storage (10 days) according to pretreatment method (ascorbic acid, citric acid, peroxyacetic acid) and packaging container (expanded polystyrene (EP), polypropylene (PP), polyethylene (PE), polypropylene + polyethylene + cast polypropylene (PP+PE+CPP)) was evaluated in terms of texture, viable cell count, water content, and color. As a result of comparison according to the type of pretreatment, the citric acid treatment group showed the lowest texture change and the effect on inhibition of bacterial growth. On the other hand, citric acid, which was most effective among pretreatments, was treated in all samples and then stored in 4 types of containers. Specially, the ginseng sprout in PP packaging container was not observed significant softening or color changes after 10 days storage, and the lowest changes in viable cell number. Therefore, this study was shown that citric acid treatment and use of PP packaging container are effective in increasing the shelf life of ginseng sprout.

Key Words : Ginseng sprout, Salad, Organic acid, Packaging containers, Storage, Quality

*This research was supported by the MSIT(Ministry of Science and ICT), Korea, under the Grand Information Technology Research Center support program(IITP-2021-2020-0-01489) supervised by the IITP(Institute for Information & communications Technology Planning & Evaluation)

*Corresponding Author : Imkyung Oh(oik007@scnu.ac.kr)

Received October 28, 2021

Revised November 15, 2021

Accepted January 20, 2022

Published January 28, 2022

1. 서론

최근 건강에 대한 관심이 높아지고 생활 수준이 향상되어 식품에서도 보다 건강한 식품을 섭취하려고 하는 요구가 증가하고 있다. 또한 1인 가구 증가와 맞벌이 여성이 증가함에 따라 조리시간을 단축시키고 간단하고 건강하게 먹을 수 있는 즉석조리식품 또는 샐러드와 같은 신선편이식 등이 등장하면서 간단하면서 건강도 챙길 수 있는 식품의 수요가 증가하고 있다[1]. 이러한 경향에 따라 우리나라 기능성 식품 시장에서 가장 높은 비율을 차지하는 인삼은 새싹인삼의 샐러드 형태로 발전되어 생산 및 판매되고 있다.

새싹인삼(*Panax ginseng sprout*)은 묘삼을 4-6주간 키워 수확한 인삼으로 뿌리와 어린잎 전체를 모두 다 먹을 수 있고[2], 새싹 상태에서 수확하기 때문에 섬유소가 질기지 않아 유연하고, 성숙된 것에 비해 인삼의 쓴맛이 상대적으로 약하기 때문에 샐러드용으로 많이 이용되고 있다. 새싹인삼은 연중 재배가 가능하며 농약을 사용하지 않고 실내 시설을 이용하여 계절과 무관하게 수경 또는 토경재배로 생산할 수 있다. 최근 새로운 재배방법으로 스마트팜을 활용한 새싹인삼 재배법이 개발되었는데, 스마트팜에서 새싹인삼의 생육에 필요한 무기양분, 온도, 광도 및 재배환경을 조절하여 재배하는 방법으로 무농약으로 청정 재배될 뿐 아니라 빠른 성장속도로 인해 재배시간을 단축시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 스마트팜 새싹인삼 연구의 대부분은 재배법 및 생산 효율 증대를 위한 연구가 대부분으로 새싹인삼의 품질 평가에 대한 연구는 거의 이루어지지 않았다. 한편, 새싹인삼의 경우 조직이 연하고 부드러운 세척, 절단 및 포장 등의 가공과정과 유통 과정 중에서 물리적 손상을 받기 쉬울 뿐 아니라 상온에서 3일 이상 보관하면 잎이 노랗게 변색되어 품질이 급격히 저하되기 때문에 유통기간이 짧은 특성으로 인해 대중적 소비로 이어지지 못하고 있는 실정이다[3].

일반적으로 신선편이 식품은 구입 후 바로 섭취할 수 있도록 최소가공(minimal processing)을 거치는데, 샐러드용 채소 제품의 경우 가열·살균과정이 없기 때문에, 유통기한을 연장시킬 수 있는 미생물 제어기술은 냉장 온도 및 pH 조절, 포장 용기 및 화학적 세척 방법 등으로 알려져 있다[4,5]. 전처리 단계에서 많이 사용하는 화학적 방법으로는 오존수 처리[6], 과산화수소[7] 및 citric acid[1,8]와 L-ascorbic acid[9] 등의

유기산을 이용한 전처리 방법이 활용되고 있다. 이중 유기산 처리방법은 환경친화적인 방법으로 초기 미생물 수를 감소시키고 세포 내부의 pH를 감소시켜 세균과 곰팡이의 생육을 억제하는 기작으로 최소가공 공정에 많이 사용되고 있다고 보고되고 있다[10]. 또한 신선편이 제품은 밀봉파우치 또는 플라스틱형 포장용기에 판매되기 때문에, CO₂와 O₂ 농도 및 상대습도의 유지에 영향을 주는 포장 방법이나 포장용기는 신선편이 제품의 품질 유지 및 유통기한 연장하는 기술로 인정받아 왔다[5]. 그러나, 새싹인삼은 신선채소처럼 유통하면 품질의 급격한 저하가 이루어지고, 스티로폼으로 유통 시 뿌리, 잎 및 줄기에서 물러짐 현상이 발생한다. 더불어, 스티로폼에 함께 넣는 청수태(청이끼)에 곰팡이나 이취 발생의 문제점이 있어[11], 품질 저하를 막는 새싹인삼에 적합한 유통방법에 대한 연구가 필요하다. 새싹인삼에 대한 연구는 재배 시기별 생육 특성 및 유효성분의 변화[12] 및 이화학적 특성 변화[13], 새싹인삼 추출물의 기능성 검증[14,15] 등이 보고되었으며 스마트팜에서 생산되는 새싹인삼의 유통기한 연장을 위한 품질 향상 방법에 대한 연구는 거의 보고된 것이 없다. 따라서, 본 연구에서는 새싹인삼이 유통기간 동안 쉽게 물러지고, 유통 기한이 짧은 단점을 해결하고자 스마트팜 생산 새싹인삼의 가공 공정에서 일어나는 전처리 방법 및 유통 과정에서의 포장소재에 따른 물리적 품질 및 미생물 변화를 조사하여 새싹인삼의 수확 후 유통 방법을 확립을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 실험재료

새싹인삼은 2021년 3-8월 중 스마트팜(3D Technology Co., Ltd., Gwangju, Korea)에서 2년근 묘삼을 이용하여 25일 재배한 것으로 구매하여 사용하였다. 새싹인삼은 실험 직전 수확하여, 폴리스틸렌(EPS) 상자에 보냉재와 함께 시료를 넣고 운송한 후 실험에 사용하였다. 전처리 용액으로서 초산계 살균제인 peroxyacetic acid(TLC 클린, KTL Co., Seoul, Korea)는 0.008% 채소 세척 권장 농도[16]로 희석하여 사용하였고, 유기산 2종 ascorbic acid (Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan; 99.6 %)와 citric acid (Daejung Co., Seoul, Korea; 99.5%)는 1% 농도로 예비실험결과를

바탕으로 농도를 결정하여 사용하였다.

2.2 전처리 및 저장

수확된 새싹인삼은 먼저, 흐르는 물에 가볍게 세척하여 소독된 채반에 5분간 놓아 물기를 제거한 다음, 전처리 종류별로 증류수(대조군), 1% ascorbic acid 용액, 1% citric acid 용액 및 0.008% peroxyacetic acid (KTL Co., Seoul, Korea)용액 3 L씩 준비한 다음, 각 시료별로 새싹인삼 30 g을 전처리 용액에 넣고 5분간 침지 시켰다. 야채탈수기(Yamaken Co.,Japan)를 이용하여 100 rpm, 1분 동안 작동시켜 물기를 제거한 다음, 냉장온도(5℃)에서 PE재질 용기에 넣어 10일 동안 저장하면서 품질의 변화를 관찰하였다.

저장 용기에 따른 새싹인삼의 품질 변화를 살펴보기 위하여 전처리 용액에서 가장 효과가 좋은 1종을 선택하여 위의 방법에 따라 침지 후 물기를 제거한 다음 PP (polypropylene) 재질 용기(Hana Industry Co., Seoul, Korea), PE (polyethylene) 재질 용기(Seisannipponsha Co., Tokyo, Japan), PP+PE+CPP (polypropylene + polyethylene + cast polypropylene) 재질 용기(Sungwon P&G Co., Yangju, Korea) 및 EPS (expanded polystyrene) 재질 용기(Samilip Co., Seoul, Korea)에 담아 냉장 저장(5℃)하였고, 이때 저장 당일 0일을 기준으로 3, 7, 10일 동안 관찰하며 실

험을 진행하였다(Fig. 1).

2.3 새싹인삼의 색도 측정

새싹인삼의 색도 측정은 Minolta CR-400 colorimeter (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan)를 이용하여 명도(lightness, *L*), 적색도(redness, *a*), 황색도(yellowness, *b*)를 측정하였다. 새싹인삼 뿌리 부분의 색은 믹서기(HR-2051, Philips, Netherland)로 1분 동안 같은 후 petri dish에 담아서 측정하였으며, 잎 부분은 새싹인삼의 잎의 윗면이 위로 올라가게 하여 측정하였다. 이때 사용된 표준 백판(standard plate)은 *L*값 97.75, *a*값이 0.49, *b*값이 1.96이었다.

2.4 새싹인삼의 경도 측정

새싹 인삼의 경도(hardness)는 Texture analyzer (Model CR-100, Sun Scientifics Co. LTD., Setaga yaku, Japan)를 이용하였으며, 새싹인삼 뇌두 1 cm 아랫 부분 즉, 뿌리의 가장 두꺼운 부분에서 측정하였다. 이 때, blade type probe 를 이용하였고, speed: 1 mm/sec, 50% strain 조건에서 측정하였으며, 측정을 통해 얻어진 force-distance curve로부터 경도(hardness)를 계산하였다.

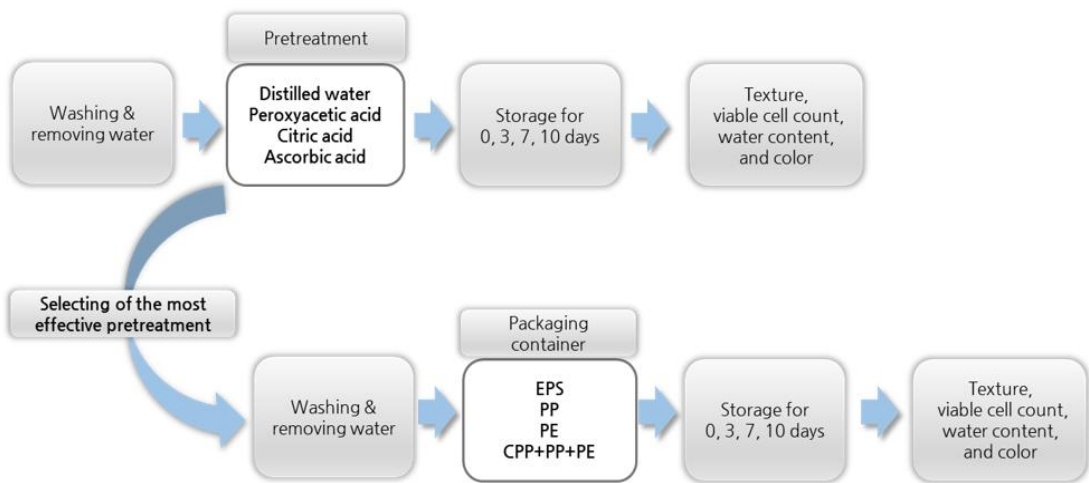


Fig. 1. A schematic diagram of this study

2.5 새싹인삼의 일반세균수 측정

새싹인삼의 일반세균수 측정은 식품공전법(Ministry of Food and Drug Safety, 2009)에 따라 수행하였으며 시료 10 g에 멸균된 0.85% phosphate-buffered saline용액(pH 7.4)90 mL를 가하여 균질기(Homogenizer H2-1, HAPS®, Seoul, Korea)를 이용하여 2분간 균질화 시킨 후 시험액 1 mL를 취한 다음 멸균된 인산완충용액 9 mL에 희석하였다. 10진 희석법에 따라 계열희석한 후 균수 측정을 위하여 각 희석 단계의 희석액을 1 mL씩 취하여 일반세균배지(Petrifilm™ aerobic count, 3M, St Paul, USA)에 각각 접종하였으며, 접종 후 일반세균은 35℃에서 48시간 동안 배양한 뒤 형성된 colony를 계수하여 log colony forming unit (CFU/mL)으로 나타내었다. 모든 측정은 3회 반복하여 수행하였으며 검체들의 평균값을 결과값으로 나타내었다.

2.6 통계처리

모든 실험은 최소 3회 반복하여 진행되었으며 결과값을 평균±표준편차로 나타내었다. SPSS 26 통계프로그램(IBM SPSS Statistics 26, IBM Corp., Armonk, NY, USA)을 사용하여 분산분석(AVOVA)을 실시하였으며, 각 데이터 평균값의 유의성은 Duncan's multiple

range test를 이용하여 95% 신뢰수준에서 정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 외관변화

새싹인삼은 잎, 줄기, 뿌리 모두 샐러드의 형태로 사용되기 때문에 소비자의 기호도에 있어서 외관은 매우 중요한 요소이다. 본 실험에서는 과채류 전처리 방법으로 사용되는 유기산(citric acid와 ascorbic acid)과 상용 살균제정제(peroxyacetic acid)의 효과를 PE 포장용기에 넣고 10일동안 저장하면서 비교하였고, 전처리 용액의 종류에 따른 새싹인삼의 외관 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 그 결과, 뿌리 부분은 외관상 거의 변화는 보이지 않았으나, 잎 부분의 경우 저장기간 증가에 따라 잎의 색이 변하고 시드는 현상이 관찰되었다. 이는 5℃ 냉장 온도 및 PE 포장 용기에 저장함으로 인해 수분이 외부로 빠져나가지 않아서, 마름현상이나 짓무르는 현상은 높게 나타나지 않은 것으로 판단된다. Chang 등 (2020)의 연구 결과에 따르면[11], 20℃ 유통에서는 저장 2일 후부터 위조현상이 급격히 나타나 품질이 매우 나빠졌다고 보고하고 있어, 유통 중 일정한 냉장 온도 및 습도를 유지하는 것이 새싹인삼의 외관 및 품질에 중요한 영향을 미치는 요인이라 생각된다.

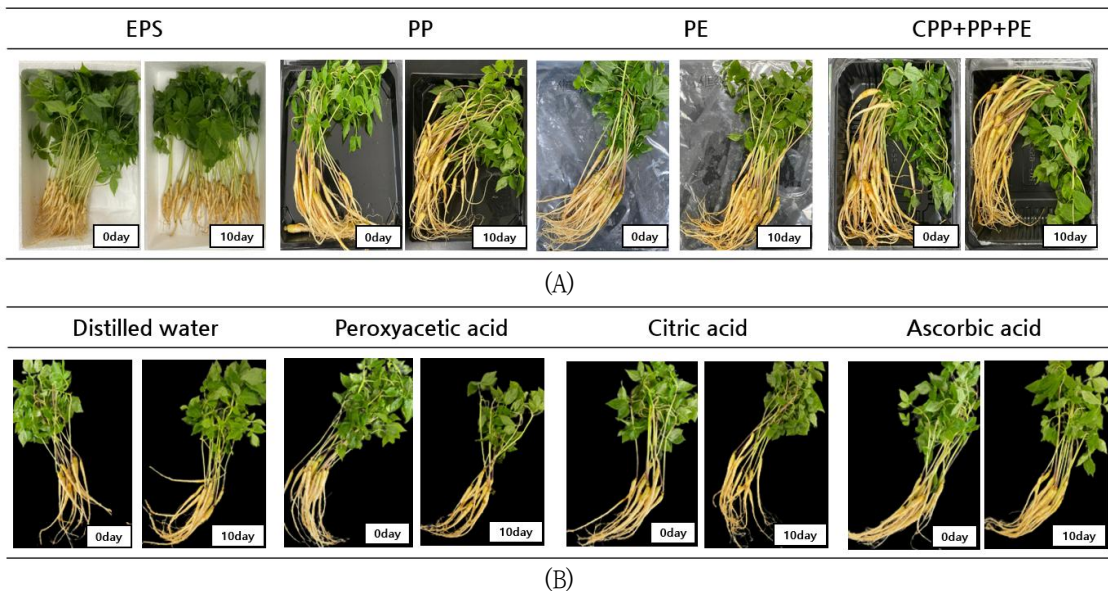


Fig. 2. Visual appearances of ginseng sprouts during storage time (A): After pretreatment, (B):After packaging containers

3.2 색도

3.2.1 전처리 용액 별

전처리 방법에 따른 새싹인삼의 품질 변화를 측정하기 위해 뿌리의 색도를 분석하였으며, 결과는 Table 1에 나타내었다. 잎의 L (lightness)값은 대조군의 경우 31.61-33.32, peroxyacetic acid 처리 시료는 30.10-35.08, citric acid 처리군 31.05-33.23, ascorbic acid 처리군은 31.50-33.55으로 저장 기간이 증가함에 따라 전체적으로 증가하는 경향을 나타내었다. a (redness)값의 경우도 마찬가지로 저장기간이 늘어남에 따라 증가하는 경향을 보였는데, citric acid의 경우 저장 7일까지 a값에 유의적인 변화가 없다가 저장 10일에 저장기간에 따른 유의적인 차이가 나타났으며, peroxyacetic acid 처리군은 저장 7일부터 저장기간에 따른 유의적

인 변화가 나타났다.

b (yellowness)값의 경우, 저장 3일차에 peroxyacetic acid 처리군과 citric acid의 경우 저장기간에 따른 변화가 유의적으로 관찰된 반면, 다른 실험군들은 7일부터 유의적인 변화가 나타났다. 특히, citric acid 처리군의 경우 새싹인삼 잎의 색 변화가 가장 늦게 나타나 엽록소의 변색 억제에 효과를 보였는데, 이는 citric acid가 잎의 효소적 갈변을 일으키는 polyphenol oxidase (PPO) 활성부위에 있는 구리를 킬레이트하여 PPO 활성을 저해하여 갈변을 방지하는 것이라고 할 수 있겠다[17]. 한편, 뿌리의 색의 경우 저장기간이 증가함에 따라 L값은 증가하는 경향을 보이고 있으며 저장 10일에 citric acid 처리군에서 가장 낮은 값을 보였다.

Table 1. Color changes of ginseng sprout during storage time after pretreatment

Pretreatment solution		Distilled water	Peroxyacetic acid	Citric acid	Ascorbic acid	
L	0 day	31.61±0.41 Aab ¹⁾²⁾	30.10±0.39 Cc	31.05±1.05 BCb	31.50±0.31 ABb	
	3 day	31.67±1.10 Ab	32.26±0.92 Ab	29.33±0.11 Bc	29.73±0.25 Bc	
	7 day	32.25±0.65 Aa	29.04±0.79 Cc	30.33±0.71 Bbc	31.38±0.32 Bb	
	10 day	33.32±0.63 Ba	35.08±1.04 Aa	33.23±0.73 Ba	33.55±0.95 ABa	
Leaf	a	0 day	8.41±0.37 Ab	7.78±0.03 Ab	7.76±1.01 Ab	7.94±0.26 Ab
		3 day	7.00±0.28 Ac	7.39±0.23 Ab	7.69±0.48 Ab	6.92±0.79 Ac
		7 day	9.03±0.38 ABab	10.08±0.79 Aa	7.69±1.23 Bb	8.92±0.52 ABb
		10 day	9.33±0.61 Aa	9.14±1.04 Aa	9.94±0.08 Aa	10.10±0.40 Aa
b	0 day	13.64±0.52 Ac	11.96±0.47 Ac	12.32±2.36 Ac	12.66±0.29 Ac	
	3 day	13.77±0.56 ABc	15.94±0.46 Ab	13.82±1.50 ABb	13.56±1.61 Bc	
	7 day	15.50±0.43 Bb	18.90±1.07 Ba	15.47±0.80 Bb	16.98±1.57 ABb	
	10 day	18.56±0.89 Aa	18.56±2.18 Aab	18.71±0.22 Aa	20.83±0.79 Aa	
L	0 day	56.73±0.61 Aa	58.01±0.83 ABa	57.82±0.55 ABa	58.40±0.68 Aa	
	3 day	57.39±0.16 Ba	56.16±0.23 Cb	58.61±0.21 Aa	56.41±0.16 Cb	
	7 day	54.18±0.04 Cc	56.48±0.37 Ab	56.25±0.29 Ab	55.72±0.15 Bc	
	10 day	55.39±0.51 Ab	56.07±0.75 Ab	53.59±0.13 Bc	55.21±0.14 Ac	
Root	a	0 day	5.40±0.31 BCa	5.82±0.06 ABa	6.05±0.16 Aa	5.06±0.30 Ca
		3 day	4.80±0.13 Ab	4.98±0.13 Ab	4.21±0.33 Bc	4.72±0.09 Aa
		7 day	4.69±0.34 Ab	4.26±0.17 ABc	4.20±0.30 Bc	4.60±0.03 ABb
		10 day	4.91±0.12 Ab	3.79±0.38 Bd	5.04±0.32 Ab	4.90±0.26 Aa
b	0 day	23.27±0.65 Aa	23.29±0.61 Ac	22.17±0.12 Bc	22.80±0.27 ABc	
	3 day	23.48±0.54 Ba	25.25±0.28 Aa	25.06±0.30 Ab	25.39±0.11 Aa	
	7 day	23.44±0.39 Ca	24.13±0.18 Bbc	25.55±0.23 Aab	24.57±0.43 Bb	
	10 day	23.93±0.45 Ba	24.44±0.87 Bab	25.90±0.71 Aa	24.27±0.42 Bb	

¹⁾ Values are means Mean±S.D.

²⁾ Mean values with different small letters within a column and capital letters within a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Table 2. Color changes of ginseng sprout during storage time after packaging containers

Packaging containers		EPS	PP	PE	CPP+PP+PE		
Leaf	L	0 day	33.45±1.49 Ab ¹⁾²⁾	31.16±0.44 Cc	32.83±0.83 Aa	32.07±0.92 Ba	
		3 day	34.68±0.97 Aa	32.34±0.98 Bb	32.20±0.84 Cb	31.71±0.88 Ca	
		7 day	35.06±0.85 Aa	32.92±0.90 Ba	30.27±2.47 Dc	31.55±1.27 Ca	
		10 day	34.37±0.76 Aa	30.83±0.72 Cc	31.82±0.72 Bb	32.18±0.73 Ba	
	a	0 day	-12.44±1.07 Aa	-13.49±0.66 Bb	-13.45±0.82 Bb	-12.25±0.41 Aa	
		3 day	-13.04±0.59 ABb	-13.29±0.52 Bb	-13.02±0.42 ABc	-12.90±0.62 Ab	
		7 day	-13.15±0.60 Ca	-12.35±0.43 Ba	-10.93±0.44 Aa	-12.23±0.56 Ba	
		10 day	-13.72±0.60 Cc	-12.05±0.41 Aa	-12.09±0.44 Ab	-12.54±0.39 Ba	
	b	0 day	17.15±1.55 Bb	19.00±0.95 Aa	19.44±1.29 Aa	17.05±0.63 Bb	
		3 day	17.63±0.91 Bb	18.95±0.73 Aa	17.83±0.61 Bb	18.13±0.97 Ba	
		7 day	17.61±1.17 Ab	17.50±0.62 Ab	15.58±0.73 Cc	16.96±0.75 Bc	
		10 day	19.12±0.98 Aa	16.86±0.53 Dc	17.35±0.86 Cb	17.87±0.66 Bab	
	Root	L	0 day	60.85±0.87 Aa	60.47±0.34 Bb	61.01±0.66 Aa	61.18±0.45 Aa
			3 day	58.33±0.86 Bc	59.76±0.66 Ac	58.48±0.47 Bc	59.80±0.43 Ab
			7 day	60.21±0.92 Ab	59.17±0.64 Bd	60.10±0.49 Ab	58.61±0.93 Cd
			10 day	57.27±0.39 Cd	61.30±0.46 Aa	57.48±0.45 Bd	59.24±0.62 Cc
a		0 day	2.49±0.22 Cc	3.26±0.25 Ab	3.08±0.17 Bb	3.08±0.21 Ba	
		3 day	3.18±0.28 Ba	3.46±0.28 Aa	3.28±0.22 Ba	3.21±0.29 Ba	
		7 day	2.59±0.53 Ab	2.58±0.27 Ac	2.37±0.22 Ad	2.58±0.21 Ab	
		10 day	2.67±0.18 Bb	3.44±0.28 Aab	2.64±0.19 Bc	2.69±0.29 Bb	
b		0 day	18.46±0.46 Ad	18.49±0.73 Ab	18.32±0.47 Ac	18.52±0.44 Ac	
		3 day	18.73±0.41 Bc	18.88±1.37 Bab	19.74±0.52 Aa	19.51±0.57 Aa	
		7 day	19.51±0.35 Aa	18.82±0.74 Bb	18.72±0.55 Bb	18.92±0.67 Bb	
		10 day	19.01±0.34 Bb	19.43±0.63 Aa	17.87±0.51 Dd	18.62±0.66 Cc	

¹⁾ Values are means Mean±S.D.

²⁾ Mean values with different small letters within a column and capital letters within a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test

Ascorbic acid 시료의 경우 b값에서 저장 0일과 저장 10일간 유의적인 차이를 보이지 않았으나, peroxyacetic acid의 경우 가장 낮은 b값을 보여, peroxyacetic acid 처리가 저장 기간에 증가에 따라 뿌리의 색 변화가 가장 높았다. Park 등(1998)의 연구에 따르면[18], 깎마늘은 1% citric acid, 콩나물은 1% ascorbic acid, 양파는 2% citric acid에서 갈변 억제 효과가 있는 것으로 나타나 갈변을 억제할 수 있는 유기산 종류와 농도가 다양함을 보고하고 있으며, Chang 등(2010)의 결과에서는[19] ascorbic acid 및 citric acid 침지처리에 의한 메밀 새싹의 저장 중 갈변억제 가능성 확인하였다. 새싹인삼의 갈변은 신선채소류의 상품성 저하의 주요 요인이므로 본 연구에서는 1% citric acid 처리가 잎의 색을 유지하여 잎의 갈변억제

에 효과가 있다고 판단된다.

3.2.2 포장용기 별

전처리 용액 중 가장 효과가 좋은 1% citric acid에 침지한 후 포장 용기에 따른 새싹인삼의 품질 변화를 측정하였고, 각 시료의 색도 결과는 Table 2에 나타내었다. 전반적으로 색도 변화에서 새싹인삼 잎과 뿌리의 색도변화는 포장 용기 종류에 따라 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. 이 결과는 냉장온도에서는 포장재질에 따른 색도의 변화는 거의 없었고, 모든 포장재들 간의 유의적인 차이를 볼 수 없었다는 Ko 등(2014)의 결과[20] 및 절단 배추의 포장 재질에 따라 유의적으로 차이가 나타나지 않은 Son 등(2015)의 결과[21]와 일치하는 경향을 보이고 있다.

3.3 경도

3.3.1 전처리 용액 별

Peroxyacetic acid, citric acid과 ascorbic acid 3가지 전처리 용액으로 새싹인삼을 전처리한 후 5℃에서 10일간 저장하면서 새싹인삼 뿌리의 경도 변화를 확인한 결과는 Fig. 3과 같다. 새싹인삼은 저장기간에 따라 모든 처리군과 대조군에서 시간이 지나면서 경도가 감소하는 경향을 나타내었다. 저장기간 동안에 새싹인삼 경도의 변화가 가장 뚜렷이 나타난 것은 peroxyacetic acid 용액 처리군으로 26.57 N에서 20.29 N으로 23.6%의 경도의 감소를 보였고, 가장 낮은 경도 변화를 나타낸 것은 22.06 N에서 19.62N으로 11.1%의 변화를 보인 citric acid 용액 처리군으로 확인되었다. 이와 같이 citric acid 용액 처리군은 peroxyacetic acid 용액 처리군보다 저장기간 동안에 경도 변화가 낮아, 조직이 덜 물러지고, 냉장온도에 저장 시 효과가 있는 것으로 보였다. Kwak 등(2012)의 연구결과에서 보고한 바와 같이 새싹인삼과 같은 근류인 도라지의 경우에 acetic acid 처리군이 가장 급격하게 경도가 낮은 경향을 나타내었고[22], 10℃와 24℃에 저장한 도라지 모두 acetic acid 처리군이 가장 유의적으로 경도가 낮은 경향이라고 보고되었는데, 이는 미생물 증식으로 부패가 진행되고 조직의 연화가 나타난 것

이라고 하였다. 본 연구에서도 미생물의 변화가 가장 많이 일어난 peroxyacetic acid처리군에서 가장 낮은 경도값을 보여 미생물 증식에 따른 경도 감소라고 판단된다.

3.3.2 포장용기 별

본 실험에서는 시중에 보편적으로 판매하고 있는 포장재를 가지고 실험했으며 1% citric acid용액으로 전처리한 새싹인삼을 각 포장재로 5℃에 저장하면서 새싹인삼의 물러짐의 정도, 즉 경도의 변화를 측정하여 Fig. 3(B)에 나타내었다. 새싹인삼의 포장 용기에 따른 경도의 변화는 저장기간이 증가함에 따라 4종류의 시료군 모두 감소하는 경향을 보였다. Fig. 3(B)에서 EPS 용기 저장 새싹인삼의 경우 저장 0일과 10일을 비교해 보면 약 13% 감소하였고, PP용기의 경우 약 9%정도 감소하였다. 또한 PE와 CPP+ PP+PE 포장 용기는 저장 초기에 27.71-28.1 N의 경도를 보였지만 저장3일 차부터 23.58-24.83 N으로 급격하게 경도가 감소하였다. 이는 새싹인삼의 포장 방법 중 PP용기로 포장하는 것이 공기의 투과성이 좋아 저장기간이 증가함에 따라 물러지지 않았기 때문에 다른 처리군보다 경도 변화량이 낮아 저장에 가장 효과가 있다고 생각된다.

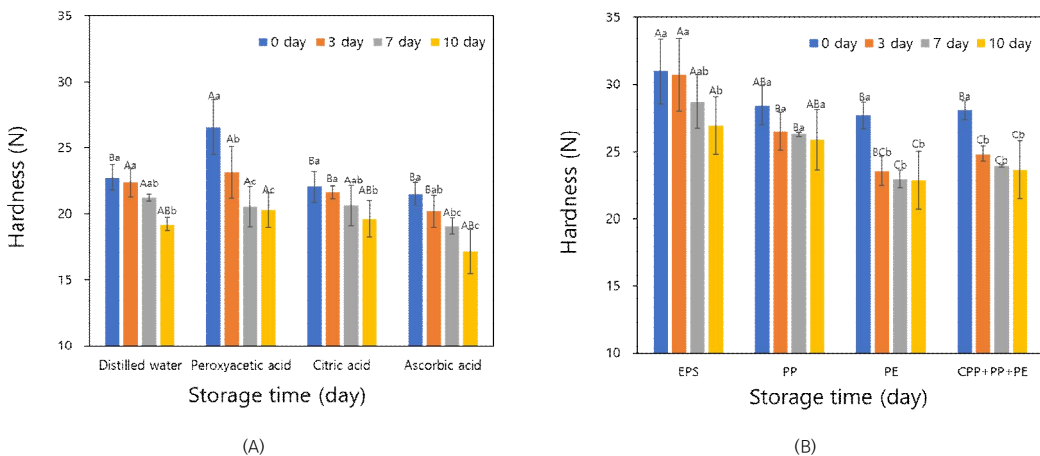


Fig. 3. Hardness of sprout ginseng root during storage time after pretreatment–(A): After pretreatment, (B): After packaging containers. Values with different capital letters above the bars are significantly different by storage days within the same samples, and with different lowercase letters different by samples on the same storage day at $p < 0.05$ by Duncan’s multiple range test.

Table 3. Water contents of ginseng sprout during storage times (A): After pretreatment, (B): After packaging containers

(A)	Storage times			
	0 day	3 day	7 day	10 day
Distilled water	86.3±0.3 Ac ¹⁾²⁾	87.3±0.1 Ab	90.2±0.1 Aa	86.6±1.2 Bbc
Peroxyacetic acid	86.5±0.2 Ab	85.3±0.3 Cc	85.3±0.3 Dc	91.5±1.1 Aa
Citric acid	84.8±0.7 Bb	85.9±0.5 Bb	85.9±0.4 Cb	89.6±1.6 Aa
Ascorbic acid	86.1±0.4 Ab	87.0±0.2 Ab	87.0±0.2 Bb	89.3±1.7 Aa
(B)	0 day	3 day	7 day	10 day
EPS	88.0±2.9 Aa	88.8±0.2 Aa	88.6±0.1 Aa	89.7±0.1 Ba
PP	86.7±0.3 Bb	87.0±0.1 Cab	88.1±0.5 Ba	84.1±0.2 Cc
PE	86.7±0.3 Bc	87.4±0.3 Bb	87.7±0.3 Bb	90.3±0.0 Aa
CPP+PP+PE	86.7±0.3 Bd	87.6±0.2 Bc	88.0±0.2 Bb	89.4±0.1 Ba

3.4 수분 함량

3.4.1 전처리 용액 별

전처리 종류에 따른 새싹인삼 시료의 저장 기간에 따른 수분함량은 Table 3(A)에 나타내었다. 새싹인삼의 수분함량은 약 84-86% 정도로 많은 수분을 함유하고 있으며, 저장 기간이 증가함에 따라 전처리 용액의 종류에 상관없이 수분함량은 모두 증가하였다. 이는 PE 재질의 지퍼백에 보관하였는데, 기공이 없는 필름으로 공기 투과성이 낮아 시간이 지남에 따라 새싹인삼의 호흡과정에서 발생한 수분으로 인해 오히려 새싹인삼의 수분 함량이 증가했을 것이라 판단된다. 저장 10일 후 peroxyacetic acid처리 시료가 가장 높은 수분함량을 보였는데, 이는 경도 결과에서 나타난 것처럼 peroxyacetic acid 처리군이 경도 감소량이 제일 높은 것은 수분 함량의 증가로 조직이 물러져 경도에 영향을 주었음을 확인할 수 있었다.

3.4.2 포장용기 별

포장 용기에 따른 새싹인삼 시료의 수분함량 측정 결과는 Table 3(B)에 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 따라 포장 용기 종류에 따라 감소의 정도가 다르게 나타난 것을 확인할 수 있었다. 각각의 용기에 들어있는 시료의 수분함량은 저장기간이 증가함에 따라 PP용기의 경우 감소하였으나 EPS, PE 및 PP+PE+CPP는 증가하는 경향을 나타냈다. PE와 PP+PE+CPP는 공기 투과성이 낮아 시간이 지남에 따라 새싹인삼의 증산 및 호흡작용으로 인한 습기가 내부에 가득 차 수분이 높게 나왔을 것이라고 사료되며, PP 재질 포장용기는 공기 투과성이 높아 시간이 지남에 따라 수분이 감소했을 것

이라고 사료된다. Lee & Lee (2012)의 결과와[23] 마찬가지로 밀폐가 잘되고 공기 유통이 적은 것은 수분 함량이 높은 것으로 나타났으며, 비교적 공기 유통이 원활한 것은 수분감소 정도가 커서 수분 함량이 낮았다 는 결과와 일치하였다.

3.5 일반세균수

3.5.1 전처리 용액 별

전처리 용액 종류별 새싹인삼의 미생물학적 품질을 평가하는 지표로서 일반세균수를 측정하였고 결과는 Fig. 4(A)에 나타내었다. 전처리 용액에 침지 직후(0 day) citric acid 및 ascorbic acid 처리군의 미생물 수는 대조군 및 peroxyacetic acid 처리군과 비교 하여 유기산 처리만으로 미생물수가 유의적으로 감소 하는 효과를 확인할 수 있었다. 또한 저장기간이 증가 함에 따라 일반세균수는 증가하였는데, 저장 7 일에 가장 높은 값을 보였다. 저장 10 일 후에는 peroxyacetic acid 처리군이 가장 높은 값을 보였고 대조군> ascorbic acid 처리군> citric acid 처리군 순서로 나타났다. 이와 같이 citric acid 으로 전처리한 새싹인삼 이 미생물의 품질 평가에서도 증류수, peroxyacetic acid 및 ascorbic acid 처리보다 더 효과가 있었다. Akbas 등[24]과 Francis & O'Beirne [8]의 결과에서 살펴본 바와 같이, 신선편이 양상추를 0.5, 1% citric acid 용액에 침지한 결과 E.coli 를 1.5-2.0 log 감소시켰다고 보고하고 있어 본 연구도 이와 비슷한 citric acid 의 미생물 제어 효과를 확인할 수 있었다.

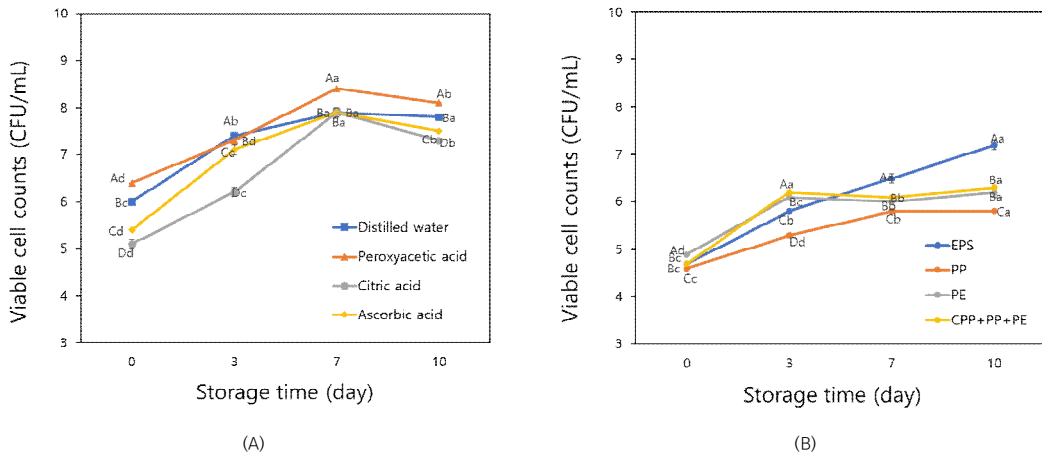


Fig. 4. Viable cell counts of sprout ginseng root during storage time after pretreatment (A): After pretreatment, (B): After packaging containers. Values with different capital letters are significantly different by storage days within the same samples, and with different lowercase letters different by samples on the same storage day at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

3.5.2 포장용기 별

포장은 신선편이 원료 농산물의 증산작용을 조절하여 제품의 수분 손실 및 신선도 유지에도 도움이 된다. 또한 오염원을 방지하는 역할이고 가지고 있어, 신선편이 제품 유통 중 발생할 수 있는 이취를 조절 및 미생물 증식을 억제하는 역할을 가지고 있다[25].

적절한 포장 방법과 재질을 선택하는 방법은 미생물 증식과 부패를 억제하는 매우 간단하면서 효과적인 방법이 될 수 있기 때문이다[4]. 전처리 방법 중 가장 좋은 효과를 보인 citric acid로 전처리한 후 포장용기를 다르게 한 각 시료의 미생물 결과는 Fig. 4(B)와 같다. 저장 일수가 경과함에 따라 모든 처리구에서 일반세균수는 꾸준히 증가하였다. 저장 0 일차에 일반세균수는 4.6-4.9 log CFU/mL 범위였으나 저장기간이 경과함에 따라 각 포장용기 별로 유의적 차이를 보였다. 저장기간이 경과하면서 PP 용기는 4.6-5.8 log CFU/mL 까지 증가하였고, CPP+PP+PE 필름과 PE 팩은 4.7-6.3 log CFU/mL 로 PP 용기에 비해 전반적으로 높은 일반세균수가 측정되었다. 일반세균수가 가장 크게 증가한 시료는 EPS 포장 용기이며 4.7-7.2 log CFU/mL 까지 증가하였다. 이와 같은 결과는 일반세균수의 증가량이 크지 않고 전반적으로 일정하게 유지되는 PP 용기의 사용이 유통시에 효과적인 미생물 제어를 위해서는 권장될 수 있겠다. Kim 등(2008)의 연구에[26] 의하면

신선편이 청경채를 용기포장과 필름백 포장으로 나누어 진행하여 미생물 실험을 진행한 결과, 용기포장으로 포장한 경우 필름백 포장에 비해 더욱 효과적인 것으로 보고되었는데, 이는 본 연구에서도 PP 용기로 포장한 새싹인삼의 일반세균수가 더 적게 증식되어 동일한 효과가 검증되었다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 스마트팜에서 생산되는 새싹인삼의 저장 기간에 따른 전처리 및 포장 용기에 따른 품질을 평가 함으로 유통 기한을 연장할 수 있는 기술 개발에 기초 자료를 제공하고자 실시하였다. 본 연구에서 먼저 포장 전 세척과정에서 전처리 용액에 따른 품질 변화를 살펴 본 결과, citric acid 처리구에서 색도, 경도가 시간이 지남에 따라 가장 적은 변화량을 보이고, 일반세균수의 증가도 억제하는 것을 확인하였다. 또한 현재 포장용기로 일반적으로 사용되는 4종류의 포장용기를 소재별로 구분하여 저장하면서 새싹인삼의 품질을 살펴보았다. 먼저 앞의 실험에서 효과를 보인 citric acid 처리 방법을 적용하여 포장용기별 특성을 살펴본 결과, 공기의 흐름성이 좋은 PP포장 용기 사용이 저장 후 10일이 지나도록 크게 무르거나 색의 변화없이 새싹인삼의 품질이 유지되고 있음을 확인하였다. 그리고 일반세균수의

경우도 가장 낮은 감소율을 보여, 용기에 따른 유의적인 차이를 확인할 수 있었다. 본 연구결과를 종합해 볼 때 본 연구에서 처리한 citric acid 전처리를 통해 PP 소재 용기에 냉장 저장한다면 새싹인삼의 품질의 급격한 저하 없이 유지할 수 있을 것이다. 앞으로 스마트팜 생산 새싹인삼의 셸러드로의 소비를 촉진하기 위해서는 지속적으로 소비자의 기호도 및 기능성 성분 분석 등 지속적인 연구가 병행되어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] H. J. Park, J. E. Lee, S. A. Kim & W. B. Shim (2021). Microbial Risk Assessment for Mixed Vegetable Salad and Fresh and Frozen Fruits Distributed in Korea. *Journal of Food Hygiene and Safety*, 36(4), 324-330.
DOI : 10.13103/JFHS.2021.36.4.324
- [2] S. J. Cho, H. P. Moon, S. H. Kim & S. R. Oh. (2019). *Determinants and Strategies for Exports of Agri-Food Firms*. Naju : Korea Rural Economic Institute.
- [3] H. E. Lee, J. S. Lee, J. W. Choi, D. H. Pae & K. R. Do. (2009). Effect of mechanical stress on postharvest quality of baby leaf vegetables. *Korean Journal of Food Preservation*, 16(5), 699-704.
- [4] D. M. Kim. (1999). Extension of freshness of minimally processed fruits and vegetables. *Korean J Hort Sci Technol*, 17, 790-795.
- [5] U. De Corato. (2020). Improving the shelf-life and quality of fresh and minimally-processed fruits and vegetables for a modern food industry: A comprehensive critical review from the traditional technologies into the most promising advancements. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60(6), 940-975.
DOI : 10.1080/10408398.2018.1553025
- [6] O. J. Gwon, S. J. Kim & M. U. Byeon. (1996). Effects of Ozone Treatment by Microorganisms Inactivation in the Food Industry. *Korean Journal of Food Preservation*, 3(2), 149-154.
- [7] M. Finnegan, E. Linley, S. P. Denyer, G. McDonnell, C. Simons & J. Y. Maillard. (2010). Mode of action of hydrogen peroxide and other oxidizing agents: differences between liquid and gas forms. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 65(10), 2108-2115.
DOI : 10.1093/jac/dkq308
- [8] G. A. Francis & D. O'Beirne. (2002). Effects of vegetable type and antimicrobial dipping on survival and growth of *Listeria innocua* and *E. coli*. *International Journal of Food Science & Technology*, 37(6), 711-718.
DOI : 10.1046/j.1365-2621.2002.00622.x
- [9] K. Liu, C. Yuan, Y. Chen, H. Li & J. Liu. (2014). Combined effects of ascorbic acid and chitosan on the quality maintenance and shelf life of plums. *Scientia Horticulturae*, 176, 45-53.
DOI : 10.1016/j.scienta.2014.06.027
- [10] E. Feliziani, A. Lichter, J. L. Smilanick & A. Ippolito. (2016). Disinfecting agents for controlling fruit and vegetable diseases after harvest. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 53-69.
DOI : 10.1016/j.postharvbio.2016.04.016
- [11] E. H. Chang, J. H. Lee, J. W. Choi, I. S. Shin & Y. P. Hong. (2020). Effects of Film Packaging and Gas Composition on the Distribution and Quality of Ginseng Sprouts. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 28(2), 152-166.
DOI : 10.7783/KJMCS.2020.28.2.152
- [12] B. J. Seong et al. (2019). Changes in growth, active ingredients, and rheological properties of greenhouse-cultivated ginseng sprout during its growth period. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 27(2), 126-135.
DOI : 10.7783/KJMCS.2019.27.2.126
- [13] A. R. Cho, M. J. Pyo, M. J. Kang & J. H. Shin. (2019). Evaluation of phytochemical contents and physiological activity in *Panax ginseng* sprout during low-temperature aging. *Korean Journal of Food Preservation*, 26(1), 38-48.
DOI : 10.11002/kjfp.2019.26.1.38
- [14] M. Y. Akbas & H. Ölmez. (2007). Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(14), 2609-2616.
DOI : 10.1002/jsfa.3016
- [15] S. J. Park. (2019). Antioxidant Activities and Whitening Effects of Ethanol Extract from *Panax ginseng* Sprout Powder. *Journal of The Korean Society of Food Science and Nutrition*.
- [16] J. E. Han. (2010). Potential Alternative Disinfection Methods for Organic Fresh-cut Industry for Minimizing Water Consumption and Environmental Impact. *Bulletin of Food Technology*, 23(1), 15-27.

- [17] M. V. Martinez & J. R. Whitaker. (1995). The biochemistry and control of enzymatic browning. *Trends in Food Science & Technology*, 6(6), 195-200.
DOI : 10.1016/S0924-2244(00)89054-8
- [18] W. P. Park, S. H. Cho & D. S. Lee. (1998). Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 30(2), 278-282.
- [19] S. K. Chang, H. H. Lee, S. I. Hong & Y. S. Han. (2010). Effect of Organic Acid Treatment on the Quality Attributes of Buckwheat Sprout during Storage. *Korean J Food Sci Technology*, 42(2), 190-197.
- [20] E. S. Ko, J. H. Won, H. S. Jin, K. Song, K. B. Jeon & J. N. Kim. (2014). Effects of Packaging Materials and Storage Temperature on the Shelf-life of Korean Grinded Yam. *Korean Journal of Packing Science & Technology*, 20(3), 103-111.
- [21] E. J. Son, I. W. Hwang & S. K. Chung. (2015). Quality characteristics of cut kimchi cabbage during short-term storage depending on the packaging materials. *Korean Journal of Food Preservation*, 22(5), 623-628.
DOI : 10.11002/kjfp.2015.22.5.623
- [22] S. J. Kwak, N. Y. Park, G. C. Kim, H. R. Kim & K. S. Yoon. (2012). Changes in quality characteristics of wild root vegetables during storage. *Journal of the Korean Society of Food science and Nutrition*, 41(8), 1158-1167.
DOI : 10.3746/jkfn.2012.41.8.1158
- [23] J. S. Lee & Y. S. Lee. (2012). Effect of Packaging Methods on Postharvest Quality of \$ Tah \$\$ Tasai \$ Chinese Cabbage (\$ Brassica \$\$ campestris \$ var. \$ narinosa \$) Baby Leaf Vegetable. *Korean Journal of Food Preservation*, 19(1), 1-6.
DOI : 10.11002/kjfp.2012.19.1.001
- [24] M. Y. Akbas & H. Ölmez. (2007). Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut iceberg lettuce. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(14), 2609-2616.
DOI : 10.1002/jsfa.3016
- [25] J. G. Kim. (2017). Packaging technology of fresh-cut produce. *Food Science and Industry*, 50(2), 12-26.
- [26] B. S. Kim, M. S. Chang, S. Y. Park, H. S. Cha, K. H. Kwon & G. H. Kim. (2008). Effect of water

temperature and packing type on quality of fresh-cut pak-choi. *Korean Journal of Food Preservation*, 15(1), 1-8.

송 해 원(Haewon Song)

[학생회원]



- 2018년 3월 ~ 현재 : 국립순천대학교 식품공학과 학사
- 관심분야 : Food processing, functional food, rheology
- E-Mail : songhaewon0922@naver.com

김 훈(Hoon Kim)

[학생회원]



- 2016년 3월 ~ 현재 : 국립순천대학교 식품공학과 학사
- 관심분야 : Food processing, functional food, rheology
- E-Mail : rlagns3144@naver.com

김 정 실 (Jungsil Kim)

[정회원]



- 2011년 8월 : 미국 미시건주립대학교 기계공학과(공학박사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 국립순천대학교 바이오시스템기계공학전공 조교수
- 관심분야 : biomaterials, functional food evaluation, biomechanics
- E-Mail : jungsilkim@scnu.ac.kr

하 호 경(Ho-Kyung Ha)

[정회원]



- 2011년 2월 : 경상대학교 응용생명 과학전공(이학석사)
- 2016년 8월 : 경상대학교 응용생명 과학전공(이학박사)
- 2018년 8월 ~ 현재 : 국립순천대학교 동물자원과학과 조교수
- 관심분야 : dairy processing, milk protein, nano delivery system
- E-Mail : hkha@scnu.ac.kr

허 창 기(Chang-Ki Huh)

[정회원]



- 2006년 8월 : 순천대학교 식품공학과 (이학석사)
- 2012년 8월 : 순천대학교 식품공학과 (이학박사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 국립순천대학교 식품공학과 부교수

- 관심분야 : food microbiology, fermented food, biotechnology
- E-Mail : hck1008@scnu.ac.kr

오 임 경(Imkyung Oh)

[정회원]



- 2002년 2월 : 한양대학교 식품영양학과(이학석사)
- 2016년 8월 : 한양대학교 식품영양학과(이학박사)
- 2019년 8월 ~ 현재 : 국립순천대학교 식품공학과 조교수

- 관심분야 : Food processing, functional food, rheology
- E-Mail : oik007@scnu.ac.kr