

전처리 방법이 달래의 품질 특성과 미생물 저감에 미치는 영향

심현정 · 성옥란 · 조용식 · 장현욱 · 황영*

농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부 발효가공식품과

Effects of Physical and Chemical Treatment as the Pretreatments on Microorganisms and Quality Characteristics of *Allium monanthum*

Hyun-Jeong Shim, Ok-Lan Seong, Yong-Sik Cho, Hyun-Wook Jang, Young Hwang*

Fermented & Processed Food Science Division, Department of Agrofood Resources, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju, Korea

(Received November 26, 2021/Revised December 22, 2021/Accepted December 27, 2021)

ABSTRACT - The purpose of this study was to investigate the effect of the microbial reduction and quality maintenance of the physical and chemical pretreatment of *Allium monanthum*. For physical treatment, handwash, bubble wash and ultrasonication were conducted at 50°C and 60°C for 1, 3 and 5 minutes, respectively, and for chemical treatment the sample was immersed in fumaric acid and acetic acid of 1.5% and 2% concentrations for 1, 3 and 5 minutes, respectively. As a result of the microorganism and quality analysis, 3 minutes of bubble wash was the most effective physical pretreatment in reducing fungi although the effect on reducing total viable bacterial was small. Furthermore, 5 minutes of ultrasonication at 60°C significantly reduced microorganisms, but also resulted in the reduction of the a value of chromaticity, which cause the green color to fade. With chemical pretreatment, it was found that treating with fumaric acid was more effective in reducing the total viable bacteria and fungi than acetic acid. The result shows that 1.5% concentration of fumaric acid is the most effective with 3 minutes of treatment time. The quality of *Allium monanthum* were compared in the combination of the two most effective microorganism reduction pretreatments: 3 minutes of bubble wash (B3) and 3 minutes in 1.5% fumaric acid (F153). As a result of analyzing the quality characteristics over 9 days of storage at 4°C after the treatments, it was revealed that the BF treatment is more effective in reducing fungi than the total viable bacteria. The results shows that the BF treatment is more effective in reducing total viable bacteria, whereas the F153 treatment is more effective in reducing fungi. Also, it was found that the ΔE value in BF was the lowest, whereas F153 treatment showed the green color faded. The maximum cohesiveness changed more significantly in the green stems than in the roots. On the 9th day of storage, the hardness of the green stem was found to be maintained at the highest level ($P<0.05$) after F153 treatment, whereas that of the roots decreased ($P<0.05$) since the 6th day after the bubble wash. Considering the reduction of microorganisms and the quality maintenance of *Allium monanthum*, the most effective pretreatment methods were 3 minutes in 1.5% fumaric acid for reducing microorganisms and maintaining color and maximum cohesiveness, and the combined process could also be effective if the expiration period is within 3 days.

Key words: *Allium monanthum*, Bubble washing, Organic acid, Fumaric acid, Microorganism

달래(*Allium monanthum*)는 백합과(*Lillium*)에 속하는 다

년생 알뿌리 식물로 독특한 향기와 맛을 가지면서 살균, 지혈, 신경안정, 해독작용 등이 있어 식용뿐만 아니라 약 용으로도 이용되어 왔다¹⁾. ‘작은 마늘’이라고 불릴 만큼 마늘과 효능 및 영양 성분이 유사한 달래는 의학에서 장염, 위염, 불면증, 피를 생성시키는 보혈 약재로 쓰이고 있으며, 자궁출혈이나 생리불순 치료제로 처방되고 있다²⁾. 잎에는 다량의 무기 성분이 있고, 알뿌리에는 다양한 종류의 아미노산과 당이 함유되어 있어 식품 영양학적인 면에서 가치가 매우 높다.

*Correspondence to: Young Hwang, National Institute of Agricultural Sciences, Rural Development Administration, Wanju 55365, Korea
Tel: +82-63-238-3632, Fax: +82-63-238-3843
E-mail: youngh@korea.kr

Copyright © The Korean Society of Food Hygiene and Safety. All rights reserved. The Journal of Food Hygiene and Safety is an Open-Access journal distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

달래의 생리활성에 관한 연구로는 달래를 흰쥐에 투여했을 때 흰쥐의 식이 효율과 HDL-콜레스테롤 및 인지질을 증가시키고, 혈청 총 콜레스테롤과 혈당을 감소시켜 동맥경화증이나 당뇨병 등의 예방에 효과가 있음이 증명된 바 있다³⁾. 또한 기능성 물질인 알릴설파이드(Allyl sulfide)를 함유하고 있어 강장 효과가 있으며, 총 페놀함량은 마늘과 고추보다 높은 수준으로 보고되고 있고, 암세포 성장 억제에도 효과가 있는 것으로 밝혀졌다^{1,4)}.

달래의 소비는 오래전부터 야생 봄나물로 이용되어 오다가 노지 재배를 하면서 4-5월, 10월 하순-11월 두 차례 수확이 가능하였고, 점차 수요가 많아지면서 시설 재배가 일반화되어 1월-3월에도 달래 수확이 가능하여⁵⁾ 겨울에도 소비할 수 있게 되었다. 그러나 달래의 둥근 비늘 줄기와 수염뿌리의 구조상 세척 작업에 노동력 투입이 과다하게 소요되는 어려움이 있으며, 산채류 특성상 가열 공정을 거치지 않고 유통되므로 미생물학적 안전성에 매우 취약하므로 수확 후 초기 미생물 제거가 필요하다⁶⁾.

채소류 세척·비가열 살균 방법에는 공기 방울 세척법⁷⁾, 유기산 처리, 오존, 염소⁸⁻¹⁰⁾, 차아염소산수¹¹⁾, 초음파 처리¹²⁾, 플라즈마¹³⁾ 살균 등의 세척 처리 방법이 이용되고 있다. 공기 방울 세척기는 흙 등의 이물질 분리와 소금에 절인 채소류의 염분 제거 목적으로 사용되고 있다⁷⁾, 유기산 처리는 용액 상에서 비해리된 분자의 형태로 미생물을 불활성화 시키는 기작을 통해 과채류의 초기 미생물 제어에 사용된다⁸⁻¹⁰⁾. 가열 공정 없이 생으로 섭취하는 채소류의 경우, 식품 유래 병원균 오염과 저장 중 미생물 증식이 관심의 대상이 되고 있는데¹⁴⁾, 일반적으로 과일을 원료로 하는 제품은 갈변이나 향미, 조직감 손상이 주로 품질 저하를 유발하지만, 채소의 경우에는 갈변이나 미생물에 의한 부패가 주요 품질 관리 요소이다. 특히 가공 처리된 채소류의 경우 대부분이 저 산성(pH 5.8-6.0) 식품으로 분류되고, 높은 수분함량을 지니며, 절단면의 표면적이 커서 미생물 생육에 이상적인 조건을 갖추고 있다¹⁵⁾.

따라서 본 연구에서는 달래의 뿌리구조 특성상 흙 등의 이물질 세척이 어려운 특징이 있는데, 전처리 방법을 통해 달래의 미생물학적 오염을 감소시키고 품질을 유지할 수 있는 효율적인 방법을 알아보고자 개별적인 물리·화학적 방법을 탐색하고 병합 처리와 비교하여 저장 기간별 미생물 저감 효과와 품질 특성 변화를 알아보고자 하였다.

Materials and Methods

실험 재료

달래는 2021년 2월에 충남 서산 농가의 달래(Seosan Dalae Federation Farming Association, Seosan, Korea)에서 시설재배된 것으로 찹찹이(달래의 둥근 비늘줄기 부분을 고무줄로 묶어 판매하는 등급) 등급을 세척되지 않은 상

태로 현지에서 직접 구매하여 사용하였으며, 저장실험의 경우 전처리 방법별로 처리하여 4°C에서 저장하며 0, 3, 6, 9일 간격으로 미생물과 품질 분석을 실시하였다. 달래의 일반성분은 수분, 회분, 조지방, 조단백질, 탄수화물, 식이섬유소를 식품공전법¹⁶⁾의 일반시험법으로 분석하였다.

전처리 방법

달래 전처리 방법은 물리적, 화학적, 병합 처리로 나누어 실시하였다. 대조구는 손 세척 방법으로 달래 250 g을 세척수 5 L에 담가 1분 동안 흔들면서 흙, 이물질 등을 제거하였다. 물리적 처리에서는 버블 세척과 Ultrasonication으로 세척하고, 버블 세척은 Hydraulic bubble press (SST-100, south star trading Co. LTD., Osaka, Japan) (68×160×70 cm)를 이용하여, 1분, 3분, 5분 동안 실시하였고, Ultrasonication 세척은 Ultrasonic cleaner (WUC-D10H, DAIHAN Scientific Co. Ltd., Wonju, Korea)를 이용하여 세척수의 온도를 50°C와 60°C로 나누어 각각 1분, 3분, 5분 동안 세척하였다. 이는 Kim 등의 연구¹⁷⁾의 방법을 일부 변형한 것이다. 화학적 처리는 유기산인 acetic acid (Daejung Chemicals & Metals Co., LTD, Siheung, Korea)와 fumaric acid (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)를 사용하여, 농도를 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%로 달리하여 각각 1분, 3분, 5분 동안 침지 처리하였다.

유기산 조건은 Kang 등⁸⁾의 연구 방법을 일부 변형했으며, 병합 처리는 물리·화학적 처리를 순차적으로 적용한 것으로 버블 세척 3분을 실시 후 fumaric acid 용액 1.5%에서 3분 동안 침지 후 저장실험과 품질 분석에 이용하였다. 전처리 방법을 달리한 달래의 품질 분석을 위하여 처리군 별로 250 g을 분쇄기(DA505, Daesung Artron, Seoul, Korea)에서 1분 동안 마쇄한 후, Hunter value, 총 식이섬유, 일반성분 분석의 시료로 이용하였다.

미생물 시료 준비를 위해 분쇄기는 미리 UV lamp에서 30분 살균하였고, 이를 이용하여 1분 동안 마쇄한 후 실험 재료로 사용하였으며, 실험에 사용한 모든 기구는 고압멸균기(WACS-1100, DAIHAN Scientific Co., Ltd, Wonju, Korea)에서 121°C에서 15분간 멸균하여 사용하였다. 저장 중 품질 변화 분석을 위한 시료는 손 세척을 대조군으로 하여 버블 세척 3분, fumaric acid 1.5%에서 3분 침지, 버블 세척과 fumaric acid 처리를 순차적으로 실시한 병합 처리로 나누어 실시하고, 9일 동안 4°C에서 냉장 보관하면서 3일 간격으로 미생물 생육과 품질의 변화를 측정하였다.

미생물 분석

달래의 미생물 정량 분석은 식품공전 일반시험법¹⁸⁾을 참고하여 수행하였다. 시료 5 g을 멸균 희석액(3M, Seoul, Korea) 45 mL와 함께 멸균 stomacher bag (3M, Seoul, Korea)에 넣어 10배 희석한 후 stomacher (BagMixer 400,

Interscience, Bretèche, France)를 이용하여 5분간 균질화하였다. 일반세균은 petrifilm aerobic count plate (AC, 3M)를 이용하여 37°C에서 48시간 배양하였으며, 배양 후 petrifilm 위에 형성된 집락(colony)을 계수하여 log colony forming unit (CFU)/g으로 나타내었다. 또한 *E. coli*는 petrifilm *E. coli*/coliform count plate (EC, 3M)를 이용하여 37°C에서 48시간 배양하였다. 배양 후 기포를 가진 파란색 균체는 *E. coli*로, 기포를 가진 빨간색 균체는 양성으로 계수하였다. fungi는 Kim¹⁹⁾등의 연구 방법에 따라 petrifilm yeast/fungi count plate (YM, 3M)에 25°C에서 5일 배양하였다. 배양 후 외곽이 크고 불명확한 균체를 곰팡이 양성으로 계수하였다.

Hunter value

색도는 색차계(Color i7, X.rite, Grand Rapids, USA)를 이용하여 3반복 측정하였고, L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)으로 나타내었다. 이때 사용한 색차계의 표준 백판의 값은 L 99.37, a -0.1, b -0.14였다.

최대 응집력

최대응집력은 Lee²⁰⁾등의 연구방법에 따라 달래의 초록색 줄기 부분과 흰색의 등근 비늘줄기(알뿌리) 부분을 구분하고 Reometer (Complac-100II, Sun scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 조직별로 측정 조건을 달리하여 분석하였다. 달래 초록색 줄기 부분은 등근 흰색 비늘줄기의 선단에서 초록색 쪽으로 5 cm 길이를 절단한 후 시료로 사용하였고, No.8 probe를 이용하여 줄기가 완전히 절단될 때의 최대응력(g)을 측정하였다. 이때 측정 조건은 test-speed 120 mm/min, distance 5 mm, 로드셀 최대응력은 2 kg으로 설정하였다. 등근 흰색 비늘줄기는 지름이 1 cm인 것을 선별하여 시료로 사용하였고 No.1 probe를 이용하여 30% 진입하였을 때의 최대응력(g)을 측정하였다. 이때 측정 조건은 test-speed 120 mm/min, distance 5 mm, 로드셀 최대응력은 10 kg으로 설정하였다. 달래의 최대응집력 측정은 두 부분으로 나누어 각각 5회 반복하여 측정하였다.

통계분석

통계분석은 SPSS 26.0 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA)프로그램을 사용하였다. 평균값의 유의차 검정은 일원 배치 분산분석(ANOVA)을 실시하여 $P < 0.05$ 수준에서 처리 효과가 유의적인 경우 사후 검정으로 Duncan's multiple range test를 실시하여 평균간 다중비교를 하였다.

Results and Discussion

일반성분

실험에 사용된 달래의 일반성분 분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 수분이 88.6%로 대부분을 차지했으며, 다음으로 조회분과 식이섬유소가 각각 7.66%, 5.01%로 높게 나타났고, 조지방이 2.4%로 조단백질과 탄수화물에 비해 2.5-6.7배 높게 나타났다. 식품의약품안전처 식품영양성분 데이터서비스의 전국 달래 생것의 평균 일반성분표²¹⁾에서 수분 91%, 단백질 1.9 g/100 g, 탄수화물 6.1 g/100 g, 지질 0.2 g/100 g, 회분 0.8%, 총 식이섬유 2.9 g/100 g 이었다. 또한 Oh¹⁾등의 연구에 사용된 달래는 충남 서산시 운산면 탑곡리 지역의 농가에서 재배하는 달래를 사용하여, 일반 성분 분석 결과 수분 76.2%, 조단백 2.58 g/100 g, 탄수화물 19.33 g/100 g, 조지방 0.87 g/100 g, 회분 1%, 조섬유 3.31 µgRE/100 g 이었다. 본 실험에 사용된 달래와 비교하면 수분, 조단백, 탄수화물은 낮고, 조지방과, 회분, 총 식이섬유가 특이적으로 높게 분석되었다. 이는 재배지역은 같아도 달래의 재배 시기나 방법 또는 달래의 개체성분이 달라서 값이 다른 것으로 판단된다⁴⁾.

물리적 전처리 효과

달래 세척 방법의 적합한 처리 조건을 알아보기 위해 미생물과 색도를 비교하였다. 물리적인 처리에서는 대조군으로

Table 2. Microorganism analysis of *Allium monanthum* according to physical treatment (log CFU/g)

Treatment ¹⁾	Time (min)	Total viable bacteria	Fungi
Control		5.6±0.0 ²⁾	4.6±0.0 ^a
	1	6.1±0.0 ^b	2.9±0.1 ^f
	B	5.8±0.0 ^c	2.4±0.1 ^g
US50	5	5.7±0.0 ^d	2.2±0.2 ^g
	1	6.3±0.0 ^a	4.6±0.0 ^a
	3	5.7±0.0 ^d	4.5±0.0 ^b
US60	5	5.5±0.0 ^f	4.2±0.0 ^c
	1	5.5±0.0 ^f	3.9±0.0 ^d
	3	5.4±0.0 ^g	3.9±0.0 ^d
	5	5.3±0.0 ^h	3.6±0.0 ^e

¹⁾ Control: Wash by hand shaking in water for 1 min, B: Bubble washing, US50: Ultrasonic cleaning in 50°C water, US60: Ultrasonic cleaning in 60°C water.

²⁾ a-g Different superscripts indicate there are significant difference between values in a same column according to Duncan's multiple range test at $P < 0.05$.

Table 1. Proximate composition of *Allium monanthum* (g/100g)

Moisture	Crude protein	Carbohydrate	Crude fat	Crude ash	Fiber
88.61±0.65	0.96±0.08	0.36±0.06	2.40±0.19	7.66±0.56	5.01±0.10

손 세척을 1분 동안 실시하고, 버블 세척과 Ultrasonication 처리에서는 처리시간을 1분, 3분, 5분으로 달리하여 미생물을 분석하였고, Ultrasonication 처리 시 세척수 온도를 50°C와 60°C의 두 조건에서 실시하였다. Table 2와 같이 버블 세척은 처리시간이 길어질수록 일반세균과 곰팡이가 수가 감소하였고 대장균은 검출되지 않았다. 그러나 대조군과 비교했을 때 일반세균은 버블 세척에서 더 증가하였고, 곰팡이의 경우 모든 처리시간에서 2 log CFU/g 전후로 감소하였다. 일반세균의 경우 처리시간이 증가할수록 미생물 감소에 유의적인 효과가 있었고, 곰팡이의 경우 3분 이상 처리에서는 유의적 차이가 없어 버블 세척의 미생물 저감 효과는 3분 처리 시 효과적임을 알 수 있었다.

Ultrasonication 세척의 경우, 50°C 세척수에서 처리했을 때 처리시간 3분까지는 일반세균의 수가 대조군보다 많았으나, 5분 처리 시에는 대조군보다 0.09 log CFU/g 감소하였다. 그러나 곰팡이는 Ultrasonication 1분 처리부터 대조군보다 감소 효과를 보여 처리시간이 증가할수록 곰팡이가 유의적으로 감소하였으며, 5분 처리 시 대조군보다 0.38 log CFU/g가 감소하였다. 60°C 세척수에서 Ultrasonication 처리 시에는 모든 처리군에서 대조군보다 일반세균과 곰팡이가 감소하는 결과를 나타냈으며, 같은 처리시간이라 하더라도 50°C 세척수보다 미생물 저감 효과가 커 5분 처리에서 일반세균은 대조군보다 0.25 log CFU/g 감소하였고, 곰팡이는 1.06 log CFU/g 감소하였다. 즉, 세척수 온도가 60°C일 때 50°C에 비해 일반세균은 3%, 곰팡이는 17%의 저감 효과를 상승시켰다.

물리적 처리 방법 간의 미생물 종류별 저감 효과를 비교해보면 버블 세척이 Ultrasonication 처리보다 곰팡이 감소에는 큰 효과가 있었으나, 일반세균 저감에는 효과가 없

어 전체적인 미생물 감소를 고려하였을 때 Ultrasonication 처리 60°C가 효과적이었으며, 처리시간이 길어질수록 저감 효과가 높게 나타난 Ultrasonication 5분 처리에서 미생물 저감 효과가 가장 높았다. 그러나 일반세균의 저감 효과는 세 처리 모두 큰 효과를 나타내지 못하여 물리·화학적 병합 처리에서는 곰팡이 감소에 효과적인 버블 세척 3분 처리를 적용하였다.

Hunter value는 L, a, b값으로 나타내어 Table 3에 나타났다. 물리적 처리 방법별 L값에서는 처리 간 차이가 없었으며, 버블 세척의 경우 처리시간이 긴 5분 처리에서 a값이 약간 증가하였고, b값은 처리 시간별 차이가 나타나지 않았다. a값의 증가의 의미는 녹색의 감소 경향을 나타내는 것으로 세척 시간이 긴 5분 처리에서는 달래의 녹색이 조금 약해지는 결과를 보였다. Ultrasonication 처리에서는 두개의 온도 조건 모두 L값과 b값에 처리 시간별 차이가 없었고 50°C 세척수에서는 a값에서도 처리 시간별 차이가 없었으나, 60°C 세척수 조건에서는 처리시간이 가장 긴 5분 처리에서 a값이 증가하는 경향을 보여 녹색이 약해지는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과에서 물리적 처리 방법과 처리시간이 달래의 색에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 따라서 물리·화학적 병합 처리 조건으로는 미생물 분석에서 곰팡이 저감 효과가 높았던 버블 세척 3분과 5분 처리 중 달래 색도의 ΔE 값이 가장 작은 버블 세척 3분 처리를 적용하였다.

화학적 전처리 효과

화학적 처리의 미생물 저감 효과를 알아보기 위하여, acetic acid와 fumaric acid의 유기산을 이용하여 각각 1.5%

Table 3. Hunter value of *Allium monanthum* according to physical washing treatment

Treatment ¹⁾	Time (min)	L	a	b	ΔE
Control		55.01±0.39 ^{a2)}	-2.28±0.08 ^b	9.59±0.17 ^a	-
B	1	55.15±0.22 ^a	-2.23±0.10 ^b	9.73±0.11 ^a	4.47±0.08 ^{ab}
	3	55.23±0.43 ^a	-2.29±0.05 ^b	9.92±0.38 ^a	4.28±0.05 ^b
	5	55.06±0.34 ^a	-2.05±0.02 ^a	9.59±0.10 ^a	4.58±0.17 ^a
US50	1	54.72±0.24 ^a	-2.19±0.02 ^{ab}	9.69±0.13 ^a	4.40±0.00 ^{ab}
	3	54.93±0.23 ^a	-2.21±0.05 ^{ab}	9.71±0.05 ^a	4.43±0.07 ^{ab}
	5	55.21±0.42 ^a	-2.19±0.16 ^{ab}	9.70±0.16 ^a	4.45±0.13 ^{ab}
US60	1	54.90±0.68 ^a	-2.23±0.11 ^b	9.60±0.54 ^a	4.45±0.27 ^a
	3	54.90±0.19 ^a	-2.25±0.01 ^b	9.70±0.08 ^a	4.46±0.03 ^{ab}
	5	55.10±0.33 ^a	-2.12±0.12 ^{ab}	9.53±0.03 ^a	4.36±0.07 ^{ab}

¹⁾ Control: Wash by hand shaking in water for 1 min, B: Bubble washing, US50: Ultrasonic cleaning in 50°C water, US60: Ultrasonic cleaning in 60°C water.

²⁾ a-b Different superscripts indicate there are significant difference between values in a same column according to Duncan's multiple range test at $P < 0.05$.

Table 4. Microorganism analysis of *Allium monanthum* according to organic acid treatment (log CFU/g)

Treatment ¹⁾		Total viable bacteria	Fungi	
Concentration	Time (min)			
Control		5.6±0.0 ^{a2)}	4.6±0.0 ^a	
Acetic acid	1	5.7±0.2 ^a	3.9±0.1 ^b	
	1.5%	3	5.1±0.1 ^b	
	5	5.1±0.1 ^b	3.6±0.1 ^c	
	1	5.2±0.0 ^b	3.9±0.1 ^{bc}	
	2.0%	3	4.5±0.2 ^d	3.6±0.1 ^{bc}
	5	4.5±0.1 ^d	3.7±0.0 ^{bc}	
Fumaric acid	1	5.7±0.0 ^a	2.6±0.1 ^d	
	1.5%	3	4.9±0.0 ^e	
	5	4.6±0.2 ^d	2.5±0.1 ^{ef}	
	1	4.8±0.1 ^e	2.8±0.2 ^{de}	
	2.0%	3	4.9±0.0 ^e	2.6±0.1 ^{ef}
	5	4.6±0.2 ^d	2.5±0.0 ^{ef}	

¹⁾ Control: Wash by hand shaking in water for 1 min.

²⁾ a-f) Different superscripts indicate there are significant difference between values in a same column according to Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

와 2% 용액에 달래를 1분, 3분, 5분 동안 침지 처리한 후 미생물 분석을 실시하고 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 화학적 처리에서 대장균은 대조군을 포함한 모든 처리에서 불검출 되어 저감 효과를 알기 어려웠으나, acetic acid 처리 시 일반세균은 처리 농도와 시간이 증가할수록 유의적으로 감소하는 경향을 나타냈다($P<0.05$). Acetic acid 1.5% 용액에서는 3분과 5분 처리에서 일반세균과 곰팡이 수가 유의적 차이가 보이지 않아 처리시간이 3분 이상일 경우 미생물 감소 효과가 같은 것을 알 수 있었다. 또한 농도가 높은 2% 용액에서 저감 효과가 더 컸는데, 3분과 5분 처리에서 유의적 차이가 없었으며 acetic acid 2% 용액, 3분 처리에서 일반세균은 대조군보다 1.06 log CFU/g, 곰팡이는 1.02 log CFU/g 가 감소하여 일반세균과 곰팡이에 대한 저감 효과를 동시에 나타내었고, 5분 처리 조건에서 유기산 농도별로 일반 세균 저감 효과를 비교해보면 acetic acid 2% 용액이 1.5% 용액에 비해 저감 효과가 12% 상승하였다.

Fumaric acid 용액 처리에서는 일반세균과 곰팡이 수 저감에 유의적인 효과가 있었는데($P<0.05$), 1.5% 용액에서는 1분 처리 시 대조군에 비해 일반세균의 저감 효과가 없었으나 3분 처리에서는 0.72 log CFU/g 감소하였고, 5분 처리에서는 1.09 log CFU/g 감소하여 처리시간 증가에 따른 유의적인 감소 효과를 보였다. 곰팡이의 경우에는 1분 처리에서도 2 log CFU/g 가까이 감소하여 큰 저감 효

과를 보였는데, 처리시간이 증가함에 따른 유의적 차이는 보이지 않아 1분의 처리만으로도 곰팡이 저감에 효과적임을 알 수 있었다. Fumaric acid 2% 용액에서는 1%의 같은 시간대인 1분 처리와 비교 시 일반세균 수가 0.86 log CFU/g 감소하여 처리 유기산 용액의 농도가 증가하면 일반세균 수가 유의적으로 감소하는 것을 알 수 있었다. 처리시간에 따라 일반세균 수도 감소하였는데, 1분과 3분 처리에서는 유의적 차이가 없었으나 5분 처리 시 유의적으로 감소하여 1.14 log CFU/g 이 감소하였다. 곰팡이의 경우 처리시간이 1분 보다 길수록 곰팡이 수가 더 감소하였으나 3분과 5분 처리의 유의적 차이는 보이지 않았다.

이상의 결과에서 화학적 처리에 따른 미생물 저감 효과는 acetic acid 보다 fumaric acid가 효과적이며 fumaric acid 침지액을 사용했을 때 일반세균과 곰팡이 모두 저감 효과가 있었고 특히 곰팡이 저감에 더욱 효과적이었다. 곰팡이 저감 효과는 fumaric acid 용액 농도나 처리 시간에 따라 큰 차이가 없었으나 일반세균 저감은 1분 처리 시 1% 보다는 2% 처리가 효과적이었고, 처리시간이 3분 이상일 경우 유기산 농도별 유의적 차이는 없었다. 화학적 처리 중 최적의 방법은 유기산 중 미생물 저감에 효과적인 fumaric acid를 사용하고, 3분 이상의 처리 시간에서 유의적 차이가 없어 3분 처리가 효율적이며, 처리 용액의 농도는 3분 처리에서 농도별 유의차를 보이지 않아 달래의 품질 변화를 고려할 때 1.5% 용액으로 처리하는 방법이 가장 효율적임을 알 수 있었다.

화학적 처리에 따른 달래의 색도 변화는 Table 5과 같다. acetic acid 처리의 경우 시간과 농도에 따른 L값은 유사하여 특별한 경향이 나타나지 않았고, a값과 b값은 대조군에 비해서 acetic acid 1.5%, 1분 처리에서부터 각각 0.46, 0.64가 증가하였고 이후 유기산 용액 농도나 처리시간에 따른 큰 차이를 보이지 않았다. 1분 동안 손 세척만 실시한 대조군과 색차 전체를 비교한 ΔE 를 보면, 유기산 농도별 1분 처리에서 변화폭이 가장 컸고 3분과 5분 처리에서는 큰 차이가 없었다. fumaric acid 처리의 경우에서도 용액의 농도나 처리 시간에 따른 달래의 색에 유의적 차이는 관찰되지 않았으나, 대조군과 비교 시 1.5% 1분 처리에서 L값은 변화가 없는 반면 a 값은 0.26, b값은 0.9 증가하였고 이후 처리 시간 증가에 따른 유의적 변화는 찾기 어려웠다. 2% 용액에서도 이러한 경향은 같았으며, 색도 전체 값의 변화를 나타내는 ΔE 는 fumaric acid 1.5%, 3분 처리에서 4.0으로 가장 작은 색차를 보였다.

위의 물리적, 화학적 전처리의 미생물 저감 효과와 달래의 색 변화를 고려하여 병합 처리 조건으로는 물리적 방법 중 곰팡이 저감에 효과적인 버블 세척 중에서 색도 변화가 작은 3분 처리를 적용하였고, 화학적 처리에서는 일반세균과 곰팡이 저감에 같은 효과를 나타내는 낮은 농도의 fumaric acid 1.5%를 유기산으로 선택하였으며, 처리

Table 5. Hunter color value of *Allium monanthum* according to organic acid treatment

Treatment ¹⁾		L	a	b	ΔE	
Concentration	Time (min)					
Control		55.01±0.39 ^{a,b2)}	-2.28±0.08 ^f	9.59±0.17 ^d	-	
Acetic acid	1	54.24±0.18 ^d	-1.82±0.05 ^{a,b}	10.23±0.39 ^{b,c}	4.40±0.12 ^a	
	1.5%	3	54.50±0.09 ^{b,c,d}	9.98±0.06 ^c	4.18±0.07 ^{c,d,e,f}	
	5	54.72±0.32 ^{a,b,c,d}	-1.81±0.05 ^{a,b}	10.32±0.22 ^{a,b,c}	4.19±0.03 ^{c,d,e}	
	1	54.67±0.26 ^{a,b,c,d}	-1.81±0.02 ^{a,b}	10.18±0.20 ^{b,c}	4.37±0.03 ^{a,b}	
	2.0%	3	54.63±0.15 ^{a,b,c,d}	-1.76±0.01 ^a	10.27±0.03 ^{a,b,c}	4.26±0.10 ^{b,c,d}
	5	54.47±0.14 ^{c,d}	-1.87±0.04 ^{b,c}	10.22±0.19 ^{b,c}	4.28±0.01 ^{a,b,c}	
Fumaric acid	1	55.01±0.55 ^{a,b}	-2.02±0.03 ^e	10.49±0.27 ^{b,c}	4.12±0.14 ^{d,e,f,g}	
	1.5%	3	54.69±0.05 ^{a,b,c,d}	-1.89±0.04 ^{b,c}	10.28±0.16 ^c	4.00±0.02 ^g
	5	54.77±0.15 ^{a,b,c}	-1.87±0.02 ^{a,b}	10.38±0.11 ^{a,b,c}	4.12±0.09 ^{d,e,f,g}	
	1	55.12±0.11 ^a	-1.97±0.02 ^{d,e}	10.60±0.11 ^{b,c}	4.08±0.04 ^{e,f,g}	
	2.0%	3	54.99±0.38 ^{a,b}	-1.94±0.08 ^{c,d}	10.27±0.15 ^{a,b,c}	4.05±0.02 ^{f,g}
	5	54.97±0.10 ^{a,b,c}	-1.95±0.02 ^{c,d}	10.39±0.04 ^{b,c}	4.15±0.08 ^{c,d,e,f}	

¹⁾ Control: Wash by hand shaking in water for 1 min.

²⁾ a-g Different superscripts indicate there are significant difference between values in a same column according to Duncan's multiple range test at $P<0.05$.

Table 6. Changes in microorganism by the storage period of *Allium monanthum* according to pre-treatment (log CFU/g)

Treatment ¹⁾		Storage period (days)			
		0	3	6	9
Total viable bacteria	CON	6.2±0.1 ^{B2)a,3)}	6.5±0.0 ^{Aa}	6.0±0.1 ^{Cb}	6.1±0.0 ^{Ca}
	B3	6.1±0.0 ^{Bb}	6.4±0.1 ^{Ab}	6.1±0.1 ^{Ba}	6.0±0.0 ^{Ba}
	F153	5.9±0.1 ^{Cc}	6.4±0.1 ^{Ab}	6.1±0.1 ^{Bab}	6.2±0.0 ^{Ba}
	BF	5.6±0.1 ^{Ad}	5.5±0.1 ^{ABc}	5.3±0.1 ^{Cc}	5.5±0.1 ^{Bb}
Fungi	CON	5.0±0.0 ^{B2)a,3)}	5.2±0.1 ^{Aa}	4.6±0.1 ^{Cc}	5.2±0.1 ^{Aa}
	B3	4.9±0.2 ^{Aa}	5.0±0.1 ^{Aa}	5.0±0.1 ^{Ab}	4.6±0.2 ^{Bc}
	F153	4.9±1.9 ^{Ba}	4.9±0.1 ^{Bb}	5.3±0.1 ^{Aa}	4.2±0.2 ^{Cd}
	BF	4.9±0.1 ^{Ba}	5.1±0.1 ^{Aa}	4.6±0.2 ^{Cc}	4.9±0.1 ^{Bb}

¹⁾ CON: Control, wash by hand shaking in water for 1 min, B3: Bubble washing 3min, FA153: Immersion in 1.5% fumaric acid sol. for 3 min, BF: Bubble washing 3min and Immersion in 1.5% fumaric acid sol. for 3 min.

²⁾ A-C Values is different superscripts in a row are significantly different ($P<0.05$).

³⁾ a-d Values is different superscripts in a column are significantly different ($P<0.05$).

시간은 곰팡이 저감 효과가 유사하고 색도 변화가 적은 3분 처리를 선택하였다.

저장 중 미생물 변화

전처리 방법 중 미생물 저감과 색 유지에 효과적인 물리·화학적 단독 처리와 병합 처리를 실시하여 저장기간별 미생물 분석을 실시한 결과는 Table 6과 같다. 물리적인 처리에서는 버블 세척 3분 처리(B3), 화학적 처리에서는 fumaric acid 1.5% 용액에서 3분 동안 침지한 처리(F153), 병합 처리는 버블 세척 3분 처리 후 fumaric acid 1.5% 용

액에서 3분 침지 처리(BF)한 것을 4°C에서 저장하면서 0, 3, 6, 9일 간격으로 미생물을 조사하였다.

대조군과 B3의 초기 일반세균은 6 log CFU/g 이상이었는데, F153과 BF는 5.6-5.9 log CFU/g으로 버블 세척 3분 처리는 일반세균 수가 대조군에 비해 유의적으로 감소하지 않았지만 F153과 BF는 각각 0.33, 0.61 log CFU/g 만큼 일반 세균수가 감소되어 초기 일반세균을 억제하는 효과를 나타냈다. 또 대조군과 버블 세척 3분 처리는 저장기간이 경과하면서 일반세균이 초기보다 증가하는 경향을 보였는데, 3일까지는 증가하였다가 이후 점차 완만하게 감

소하였다. F153 처리는 초기 일반세균은 감소하였으나 3일까지 증가하였고 그 이후 점차 감소하다 9일 차에 다시 증가하였다. 그러나 병합(BF) 처리는 저장기간이 경과하면서 오히려 초기 일반세균보다 감소하여 저장 9일 차에서는 0.15 log CFU/g이 감소하였다. Park²²⁾등의 연구에 따르면 깎 도라지의 경우 초기 일반세균수는 5.26 log CFU/g이었고 저장 2, 3일 차에 일반세균수가 미세하게 증가하고 이후 완만하게 증가세를 보이면서 저장 4일 차에 7.63 log CFU/g를 나타냈는데, 그와 달리 유기산 처리와 버블 세척을 병합 처리하여 일반세균의 증가를 억제하는 것으로 보였다. 이는 Kang⁸⁾ 등의 연구에서 병합 처리가 다른 처리보다 일반세균 억제에 더 효과적인 것과 같은 결과였다. *E. coli*는 모든 처리에서 검출되지 않아 저감 효과를 알 수 없었다.

곰팡이의 경우 세 처리 모두 대조군에 비해 초기 곰팡이 수에서 0.13-0.18 log CFU/g 이 감소하였고 3일 차까지 F153을 제외한 모든 처리구에서 곰팡이가 증가하였다. 9일 차의 곰팡이 수를 비교해 보면 F153, B3, BF순으로 대조군보다 곰팡이가 감소하였다. 실험에 사용된 전처리 방법은 일반세균보다는 곰팡이 저감에 더 효과적이었으며, 일반세균은 BF 처리가, 곰팡이는 F153 처리가 저감 효과가 높았다.

저장 중 색도 변화

달래의 미생물 저감에 효과적인 단독 전처리와 병합 전처리 실시 후 저장 기간별 달래의 색도 변화는 Table 7에 나타났다. L값은 저장 일수에 따른 유의적 차이가 없이 처리간에 일정한 경향을 보였다. 유기산을 처리한 F153는 초기에는 다른 처리구에 비해 값이 낮았으나 9일 차에는 처리 간 유의적 차이가 없었다. 이러한 경향은 BF 처리에서도 나타나 전처리 직후에는 값이 낮아졌으나, 6일 차까지 증가하다가 9일 차에는 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. a값은 fumaric acid를 처리한 F153과 BF가 6일 차에 값이 가장 증가하였고, 이후 낮아지는 경향을 보였고, 대조군과 B3는 값이 완만하게 증가하여 점점 녹색이 약해지는 경향을 보였다. b값은 모든 처리구에서 전처리 방법별, 저장기간의 경과에 따른 큰 변화가 없었으며, 병합(BF) 처리 시 9일 차에 황색도 값이 유의적으로 감소하였으나, 이 때 처리 방법별로는 유의적 차이가 없어 황색도 값은 BF 처리에서 가장 잘 유지되는 것을 알 수 있었다. 또한 세 가지 색도 값의 차이를 보면 대조군에서 9일 차까지 색차가 유의적인 차이가 없었으며, 초기 색차 변화는 BF 처리에서 3.9로 가장 작았고 B3, F153 순으로 색차 값이 컸다. 이러한 경향은 저장기간이 경과되어도 어느 정도는 유지되었으나, 9일 차에서는 BF, B3, F153 순

Table 7. Changes in Hunter value by the storage period of *Allium monanthum* according to pre-treatment

Treatment ¹⁾	Storage period (days)				
	0	3	6	9	
L	CON	56.00±0.41 ^{A2)a3)}	56.08±0.36 ^{Aa}	56.06±0.67 ^{Ab}	55.75±0.75 ^{Aa}
	B3	55.58±0.30 ^{Aab}	55.53±0.12 ^{Aa}	55.18±0.41 ^{Ab}	55.67±0.24 ^{Aa}
	F153	54.99±0.34 ^{Ac}	55.49±0.80 ^{Aa}	55.56±0.84 ^{Ab}	55.08±0.44 ^{Aa}
	BF	55.99±0.39 ^{ABb}	55.63±0.17 ^{Ba}	56.71±0.59 ^{Aa}	55.42±0.32 ^{Ba}
a	CON	-2.09±0.21 ^{C2)b3)}	-1.57±0.09 ^{Ba}	-1.21±0.22 ^{Aa}	-1.16±0.13 ^{Aa}
	B3	-2.09±0.06 ^{Bb}	-2.08±0.03 ^{Bb}	-2.09±0.05 ^{Bc}	-1.76±0.03 ^{Ac}
	F153	-2.15±0.05 ^{Cb}	-1.99±0.11 ^{Bb}	-1.65±0.02 ^{Ab}	-1.85±0.11 ^{Bc}
	BF	-1.79±0.03 ^{Ca}	-1.73±0.10 ^{Ca}	-1.31±0.14 ^{Aa}	-1.51±0.05 ^{Bb}
b	CON	10.45±0.34 ^{A2)a3)}	10.24±0.16 ^{Aa}	9.99±0.24 ^{Aa}	10.14±0.36 ^{Aa}
	B3	10.10±0.13 ^{ABab}	9.99±0.04 ^{ABa}	9.84±0.28 ^{Ba}	10.32±0.28 ^{Aa}
	F153	10.01±0.13 ^{Ab}	10.00±0.56 ^{Aa}	9.81±0.60 ^{Aa}	9.79±0.24 ^{Aa}
	BF	10.41±0.15 ^{ABab}	9.92±0.27 ^{ABa}	10.25±0.22 ^{ABa}	9.87±0.35 ^{Ba}
ΔE	CON	-	3.68±0.09 ^{Ab}	3.38±0.23 ^{Ac}	3.35±0.19 ^{Ac}
	B3	4.23±0.07 ^{Ab}	4.23±0.04 ^{Aa}	4.33±0.08 ^{Aa}	3.88±0.01 ^{Bab}
	F153	4.40±0.05 ^{Aa}	4.21±0.22 ^{Aa}	3.92±0.13 ^{Bb}	4.13±0.10 ^{ABa}
	BF	3.90±0.02 ^{Ac}	3.89±0.06 ^{Ab}	3.52±0.07 ^{Cc}	3.72±0.16 ^{Bb}

¹⁾ CON: Control, wash by hand shaking in water for 1 min, B3: Bubble washing 3min, FA153: Immersion in 1.5% fumaric acid sol. for 3 min, BF: Bubble washing 3min and Immersion in 1.5% fumaric acid sol. for 3 min.

²⁾ A-B Values is different superscripts in a row are significantly different ($P<0.05$).

³⁾ a-c Values is different superscripts in a column are significantly different ($P<0.05$).

으로 색차 값이 작아 유기산 단독 처리의 경우 색 변화가 가장 컸으며 물리적 처리가 포함될 경우 색의 변화가 적은 것을 알 수 있었다. 이는 유기산 처리가 농산물의 색도 등 품질 변화를 일으키지 않는다는 보고^{23,24}와는 차이가 있었으나, 미생물 제어 효과를 확보할 수 있는 효과적인 처리 방법으로 여겨진다. 또한, 달래의 색 변화 관찰시 a값의 변화는 대조군에서 저장기간이 길어질수록 증가하여 녹색이 연해지는 것을 관찰했으나, 색차 전체를 비교한 ΔE 값 변화에는 이러한 경향을 나타내지 못하여 녹색 등 특정한 색의 변화를 비교할 때는 색도값 자체를 비교하는 것이 더 유효함을 알 수 있었다.

저장 중 최대 응집력 변화

달래의 전처리 방법별 저장 중 최대응집력의 변화는 Fig. 1에 나타냈다. 달래의 초록색 줄기 부분과 흰색의 둥근 비늘줄기 부분을 구분하여 절단 강도를 측정된 결과, 달래의 초록색 줄기 부분은 저장 일수 3일 차부터 급격하게 절단 강도가 감소하였으며, 3일 차에서는 대조군과도 처리 간 유의차가 없었으나, 6일 차에서는 유기산 단독 처리인 F153, 버블세척, 병합 처리 순으로 절단 강도를 높게 유지하였고, 9일 경과 시에는 유기산 단독 처리에서 절단 강도가 가장 높게 유지되고 나머지 처리에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이는 Lee²³ 등의 연구에서 나타난 배추, 무김치의 숙성 중 조직의 최대 응력은 숙성 초기에 급격한 감소를 보이다가 이어 완만한 감소를 보이고 있는 것과 같은 경향으로, 유기산이 미생물의 생육을 지연시켜 조직감의 변화가 작게 나타난 것과²⁴ 유사한 결과로 보인다.

흰색 비늘줄기 부분은 다른 양상을 나타냈는데, 전처리 후 초기부터 강도의 차이를 보여 물리적 처리인 B3에서 가장 큰 강도를 유지했고, F153, BF 순으로 절단 강도 값이 높아 단독 전처리가 초기 경도 유지에 효과가 있는 것을 나타냈다. 저장 3일 차에서는 오히려 대조군에서 가장 높은 강도를 나타냈으나, 6일 경과 시부터는 버블 세척 (B3) 처리에서 강도 값이 유의적으로 작고 다른 처리에서는 유의적 차이를 보이지 않아 6일 이후부터는 물리적 처리가 달래의 흰색 줄기 부분의 강도를 낮게 한다는 것을 알 수 있었다. 식품의 조직감은 재료의 품종, 수확시기, 부위 등에 따른 원료적 요인과 온도, 농도 등과 같은 가공 요인에 의해 영향을 받는 것으로 나타나는데²³, 이처럼 저장 시간이 경과함에 따라 조직감이 떨어지는 것은 저장 일수가 지나면서 수분의 증산과 세포조직이 붕괴가 되는 것으로 보고되고 있다²⁵. 또한 과일 및 채소의 조직감은 수분함량과 무기질 함량에 의해서도 영향을 받는데 수분은 삼투현상에 의해 세포 내로 들어와 팽압을 형성하여 조직감에 관여하는 것으로 알려져 있다²³.

본 연구에서는 초기에는 화학적 전처리가 달래 흰색 줄기 부분의 물리적 강도를 작게 하지만, 저장기간이 6일 이

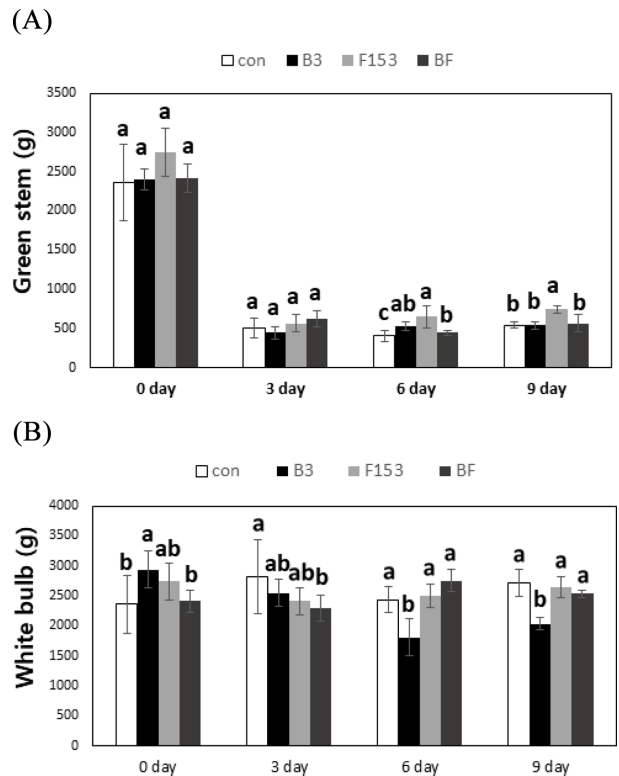


Fig. 1. Maximum cohesiveness (Texture) of *Allium monanthum* green stem (A) and white bulb (B) (g/m²)
 1) CON: Control, wash by hand shaking in water for 1 min, B3: Bubble washing 3min, FA153: Immersion in 1.5% fumaric acid sol. for 3 min, BF: Bubble washing 3min and Immersion in 1.5% fumaric acid sol. for 3 min.
 2) a-c Values is different superscripts in a row are significantly different (P<0.05).

상 경과할 때는 물리적 처리의 영향이 더 크다는 것을 관찰하였다. 또 흰색 줄기보다는 초록색 줄기 부분이 저장기간에 따른 강도 저하가 컸으며, 줄기 전체의 최대응집력 유지를 고려할 때 흰색과 초록 줄기 부분의 최대응력을 모두 잘 유지할 수 있는 처리는 푸마르산 단독 처리인 F153이었다. 물리적 처리인 버블 세척을 단독 또는 병합 처리 시에는 미세하지만 세척 시 발생하는 물리적 충격이 저장 6일 차부터 달래의 강도 저하를 촉진시키는 것으로 여겨졌다.

이상의 연구 결과에서 미생물 저감 효과와 달래의 색, 최대응집력 등의 품질 유지 두 가지 측면을 보면, 일반세균 저감은 병합 처리에서, 곰팡이 저감 효과는 F153처리에서 높았는데, 색도나 최대응집력 유지에는 화학적 방법인 F153 처리가 효과적이었다. 따라서 달래의 미생물 저감과 품질 유지를 위한 방법으로는 F153 처리가 가장 효과적이라고 할 수 있었다. 이러한 결과는 달래를 밀키트 등 신선 농산물 형태로 유통하거나 조리 전 필수 과정인 세척 시 활용 가능할 것으로 보이며, 유통기한이 3일 이내의 짧은 기간이라면 병합 처리도 적용 가능할 것으로

여겨진다. 본 연구의 한계점은 전처리 방법에 따른 품질 특성 분석 시 외관인 색과 최대응집력에 국한하여 비교하였는데, 추후 저장 기간별 손실되기 쉬운 비타민, 유기산 등의 영양 성분 변화 분석을 통해 달래의 품질 변화에 대한 정보를 추가해야 할 것으로 여겨진다.

국문요약

달래의 전처리 방법을 통해 미생물 저감과 품질 유지 효과를 알아보기 위해 물리적인 처리로는 손 세척 1분, 버블 세척, Ultrasonication 처리를 50°C와 60°C의 온도에서 각각 1분, 3분, 5분 동안 세척하였고, 화학적 처리에서는 유기산인 푸마르산과 아세트산 용액 1.5%와 2% 농도에서 각각 1분, 3분, 5분 동안 침지 처리하였다. 미생물과 품질 분석 결과 물리적 처리에서는 버블 세척 3분이 곰팡이 저감에 효과적이었으나 일반세균 저감 효과는 적었고, Ultrasonication 60°C, 5분 처리에서 미생물 저감 효과가 가장 높았으나 색도의 a값이 증가하는 경향을 보여 녹색이 약해졌다. 화학적 처리에서는 acetic acid에 비해서 fumaric acid에서 일반세균과 곰팡이의 저감 효과가 높았으며, fumaric acid 1.5% 용액에서 3분 처리의 저감효과가 가장 높았다. 달래의 미생물 저감 효과가 좋은 버블세척 3분 (B3), fumaric acid 1.5%, 3분 처리(F153), 두 가지 방법을 조합한 병합(BF) 처리를 실시하고 9일 동안 4°C에서 저장하며 품질 특성을 비교해 본 결과, 일반세균보다는 곰팡이 저감에 더 효과적이었으며, 일반세균은 BF가 곰팡이는 F153에서 미생물 감소 효과가 있었다. 색변화에 있어 BF 처리의 ΔE값이 가장 낮았으며, 유기산 처리에서 색변화를 보여 F153에서 녹색이 약해졌다. 최대응집력 변화 알뿌리 보다는 녹색 줄기에서 현격히 나타났는데 저장 9일 차에 F153처리에서 녹색 줄기의 경도가 가장 높게 유지되었고 ($P<0.05$), 알뿌리 부분은 물리적 방법인 버블 세척 시 6일 차부터 다른 처리에 비해 낮아졌다($P<0.05$). 달래의 미생물 저감과 품질의 유지를 고려할 때 전처리 방법으로는 fumaric acid 1.5%용액으로 3분 처리 시 미생물 저감 효과와 색·최대응집력의 특성 유지가 우수하였고, 3일 이내의 유통기간이라면 병합 처리도 효과적인 방법으로 적용할 수 있음을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호 : PJ01528106)의 연구비 지원으로 수행된 과제로 이에 감사드립니다.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

ORCID

Hyun-Jeong Shim <https://orcid.org/0000-0002-1449-0683>
 Ok-Lan Seong <https://orcid.org/0000-0002-0630-5513>
 Yong-Sik Cho <https://orcid.org/0000-0002-5481-6643>
 Hyun-Wook Jang <https://orcid.org/0000-0003-0661-0558>
 Young Hwang <https://orcid.org/0000-0001-5687-9905>

References

- Oh, T.S., Kim, C.H., Cho, Y.K., Kim, S.M., Kim, P.H., Shin, D.I., *Allium monanthum* flavors, biological activity and characteristics according to collecting in different region. *JKAIS*, **15**, 5176-5185 (2014).
- EPIS, (2021, November 10). *Allium monanthum* MAXIM. <http://www.bris.go.kr/portal/resource/book/selectResource-Book-DtlInfo.do?lfrMnno=MANUIP3300200037&gubun=1&siteGb=P&menuNo=200200>
- Choi, J.Y., Lee, I.S., Kim, S.C., Effects of wild garlic on serum component of cholesterol fed rats. *J. Korean Appl. Sci. Technol.*, **9**, 73-79 (1992).
- Riu, I., Kim, C.K., Kim, K.M., Oh, J.Y., Growth characteristics and analysis of phylogenetic relationship of *Allium monanthum* and *Allium grayi*. *J. Hort. Sci. Technol.*, **22**, 270-277 (2004).
- Rural Development Administration, 2013. Wild vegetable, third ed. Rural Development Administration, Suwon. Korea, pp. 389-400.
- Park, J.S., Lee, W.J., Dietary fiber contents and physical properties of wild vegetables. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **23**, 120-124 (1994).
- Korean Society for Agricultural Machinery, 1997. Proceedings of the Korean society for agricultural machinery conference. Korean Society for Agricultural Machinery, Jeonju, Korea. pp. 313-320.
- Kang, J.H., Park, S.M., Kim, H.G., Son, H.J., Lee, K.Y., Kang, K.N., Park, J.T., Song, K.B., Combined treatment of aqueous chlorine dioxide organic acid, and blanching for microbial decontamination of wild vegetables after harvest. *J. Korean Soc. Food Sci. Nurt.*, **45**, 277-283 (2016).
- Akbas, M.Y., Olmez, H., Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Lett. Appl. Microbiol.*, **44**, 619-624 (2007).
- Kang, J.H., Song, K.B., Non-thermal treatment of postharvest strawberry and establishment of its optimal freezing condition. *J. Appl. Biol. Chem.*, **58**, 55-60 (2015).
- Park, K.J., Lim, J.H., Jung, H.Y., Jeong, M.C., Disinfection efficacy of slightly acidic electrolyzed water (siaeaw) against some fresh vegetables. *Korean J. Food Preserv.*, **24**, 312-319 (2017).
- Yu, Y.M., Youn, Y.N., Hua, Q.J., Cha, G.H., Lee, Y.H., Biological hazard analysis of paprikas, strawberries and toma-

- toes in the markets. *J. Food Hyg. Saf.*, **24**, 174-181 (2009).
13. Kim, H.S., Go, S.M., Jeong, R.D., Jeong, R.D., Kwon, D.H., Park, M.R., Development of a plasma sterilization system for improved storability of paprika and validation of its effects. *J. ALES*, **30**, 144-151 (2018).
 14. Martínez-Tomé, M., Vera, A.M., Murcia, M.A., Improving the control of food production in catering establishment with particular reference to the safety of salads. *Food Control*, **11**, 437-445 (2000).
 15. Willocx, F., Hendrickx, M., Tobback, P., 1994. The influence of temperature and gas composition on the evolution of microbial and visual quality of minimally processed endrive, CRC Press, New York, USA, pp. 475-492.
 16. Ministry of Food and Drug Safety, (2021, November 12). proximate analysis. Retiered from http://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=11020
 17. Kim, S.Y., Oh, D.H., Predictive modeling of *Bacillus cereus* on carrot treated with slightly acidic electrolyzed water and ultrasonication at various storage temperatures. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **43**, 1296-1303 (2014).
 18. Ministry of Food and Drug Safety. (2021, November 12). Microorganism. http://foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=362
 19. Kim, A.N., Lee, K.Y., Ha, M.H., Lee, M.H., Kim, J.I., Kwak, D.Y., Choi, S.G., The effect of air bubble washing with natural sanitizers on microbial contamination and quality characteristics of perilla seeds. *J. Korean Food Preserv.*, **25**, 797-803 (2018).
 20. Lee, Y.J., Jung, H.B., Yoon, W.B., Investigation of the changes in texture of soybean sprout depending on the heating conditions in sous-vide and conventional hot water cooking. *J. Appl. Biol. Chem.*, **61**, 219-226 (2018).
 21. Ministry of Food and Drug Safety. Food Nutrition Ingredient Database. (2021, November 12). *Allium monanthum*. <https://www.foodsafetykorea.go.kr/fcdb/simple/search/first-List.do>
 22. Park, S.H., Noh, B.Y., Han, K.J., Standardization of manufacturing process and storage condition for preprocessed foodstuffs (pre-processed namul; peeled balloon flower roots and parboiled bracken). *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **41**, 1611-1618 (2012).
 23. Lee, G.C., Changes in textural properties of kimchi during fermentation. *J. East Asian Soc. Diet. Life.*, **5**, 359-370 (1995).
 24. Park, I.K., Kim, S.H., Kim, S.D., Effect of organic acids addition during salting on the fermentation of kimchi. *J. East Asian Soc. Diet. Life.*, **6**, 195-204 (1996).
 25. Jeong, J.H., Lee, Y.S., Kim, J.K., Optimizing a Method for measuring firmness of chinese cabbage (*Brassicarapa*) and comparing textural characteristics among cultivars. *J. Hortic. Sci. Technol.*, **30**, 700-708 (2012).