



Effect of mixed natural extract treatment on quality characteristics of fresh-cut lettuce during storage

Hyeon-Jeong Lee¹, Ji-Young Choi¹, Su-Hyeon Heo¹, Su-In Bae¹, Ji-Yoon Kim¹, Kwang-Deog Moon^{1,2*}

¹School of Food Science and Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Food and Bio-industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

로즈마리 복합 추출물 처리가 fresh-cut 양상추의 저장 중 품질 변화에 미치는 영향

이현정¹ · 최지영¹ · 허수현¹ · 배수인¹ · 김지윤¹ · 문광덕^{1,2*}

¹경북대학교 식품공학부, ²경북대학교 식품생물산업연구소

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the quality of fresh-cut lettuce after a washing treatment with differing concentrations of mixed natural extract. Five different treatments were employed: distilled water, sodium hypochlorite (Cl), 20% mixed natural extract (Na-1), 60% mixed natural extract (Na-3), and 100% mixed natural extract (Na-5). Measurements of carbon dioxide concentration, enzymatic activities, total aerobic bacteria, and sensory evaluation were investigated on day 1, 2, 3, and 5 at 5°C. The CO₂ concentration in lettuce treated with Cl was significantly higher than that in other samples on day 5, and it remained generally low during the storage period in that treated with Na-5. The enzymatic activities (POD (peroxidase) and PAL (phenylalanine ammonia lyase) activities) in lettuce treated with Na-5 and Na-3 were low during the storage, and were significantly higher in lettuce treated with Cl than that in other samples on day 5. Total aerobic microbial count increased during storage, specifically on day 5, and was 6.53±0.08 log CFU/g in lettuce treated with Cl, while those in lettuce treated with Na-5 was 6.22±0.18 log CFU/g and significantly different. In case of sensory evaluation, there was no significant difference between the washing treatments in off flavor and smell. Color and overall acceptability in Na-5 was higher than that treated with Cl. The results revealed that the washing treatment of mixed natural extracts primarily containing rosemary extracts could be used to wash fresh-cut lettuce.

Key words : fresh-cut, lettuce, natural extract, enzymatic activity, sensory evaluation

서 론

경제의 발달과 가족 구성의 변화에 따라 신선함, 경제성 및 건강식품이라는 인식과 함께 편의성을 가진 fresh-cut 산업은 빠르게 성장하고 있으며, 양상추(*Lactuca sativa* L.)

는 fresh-cut 샐러드로 많이 사용되고 있다. 양상추는 일반적으로 절단, 세척 및 포장 과정을 거친 최소가공제품(minimal processing)으로 이용되고 있어 조리 및 가공이 필요한 다른 채소에 비해 더 많은 영양성분을 함유하고 있다(1). Fresh-cut 양상추는 일반적으로 절단, 세척 및 포장 과정을 거쳐 ready-to-eat 제품 형태로 유통되고, 그 동안 자른 단면에서 효소적 갈변 및 품질 저하가 발생하며, 이는 원물 양상추에 비해 저장 기간이 짧아지는 결과를 초래하게 된다(2). 저장 기간 동안의 갈변현상은 안전 및 위생과 함께 소비자들이 fresh-cut 양상추 제품을 구매하는 데 있어 주요한 고려 사항이 된다(3).

*Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr
 Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772
 Received 30 October 2018; Revised 1 February 2019; Accepted 8 February 2019.
 Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

살균제를 이용한 신선편이제품의 세척은 미생물에 의한 부패를 감소하기 위한 단계이며, 염소(chlorine)는 미생물 감소 효과와 저렴한 가격으로 인해 농산물 세척에 주로 이용된다. 흔하게 사용되는 free chlorine의 형태는 liquid chlorine과 hypochlorite이고(4), 절단한 양상추와 양배추에 200 ppm의 chlorine을 처리하였을 때 *Listeria monocytogenes*가 각각 1.7 및 1.2 log CFU/g 감소하였다는 보고가 있다(5). 하지만 chlorine은 특정 조건에서는 미생물 감소의 효과가 제한적이고, 유기물에 의해 쉽게 비활성화 되며, 효과는 pH 의존성이 높다고 알려져 있다(6). 또한 chlorine은 유기물과 반응하여 chloroform, trihalomethane, chloramine, haloacetic acid 등과 같은 발암성 및 돌연변이성 chlorinated compounds를 포함하는 유해한 부산물을 생성할 수 있다(7). 또한 chlorine 외에도 절단 양상추의 안전성을 확보하고 효소적 갈변 및 품질 저하를 억제하기 위하여 전해수, 오존수, 환원제, 유기산 등 다양한 화학물질을 이용한 연구가 있지만(8,9), 소비자들의 건강에 대한 인식 변화로 이러한 화학물질들을 기피함에 따라 식용작물 등에서 추출한 천연 물질에 관한 연구가 대두되고 있다.

로즈마리(*Rosmarinus officinalis* L.)는 전반적인 연령층에서 선호도가 높은 허브로 식용뿐만 아니라 약용, 향료, 미용 및 관상용 등 여러 방면에서 이용되고 있다(10). 로즈마리 essential oil은 항미생물효과를 가지고 있으며 주요한 구성요소는 1,8-cineole, α -pinene, camphor, camphene, β -pinene, borneol 등이라고 보고되었으며(11), 로즈마리 추출물을 이용하여 fresh-cut 감자(12), 브로콜리(13) 등에 이용한 연구가 있다. 에탄올은 항미생물 효과가 있고, GRAS(Generally Recognized as Safe) 물질로 인식되면서 식품 산업에 이용되고 있다(14). 또한 가지(15), 망고(16), 아스파라거스(17) 및 양상추(18) 등 과채류의 유통기한 연장의 효과가 있다는 보고가 있다. 구연산은 강한 산미료로 pH를 저하시켜 polyphenoloxidase(PPO) 등의 효소 활성을 억제할 수 있다(19).

따라서 본 연구에서는 로즈마리 추출물, 주정 및 구연산을 이용하여 천연복합추출물을 제조하고, 이를 전처리로서 세척 처리한 fresh-cut 양상추에 있어서 갈변, 효소활성, 미생물 및 관능검사 등의 실험을 통해 품질변화에 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 및 로즈마리 복합 추출물의 제조

양상추(*Lactuca sativa* var. *capitata*)는 대구의 마트에서 무작위 구매하였으며, 상태가 건전한 양상추를 선별하여 겉잎을 제거한 후 실험에 사용하였다. 로즈마리 복합 추출물은 로즈마리 잎 분말 100 g에 80%(v/v) 주정 800 g을

첨가하여 30°C에서 12시간 진탕추출하여 여과한 후 감압 건조하여 제조한 추출물 0.0025%, 구연산 0.5%, 주정 5.0% 비율의 혼합물을 쥘다인소재(Yongin, Korea)로부터 제공받았으며, 이것의 원액(100%)과 증류수로 60%, 20%로 희석한 희석액을 양상추의 행굼 세척에 이용하였다.

전처리조건 및 저장

겉잎을 제거한 양상추는 갈변을 억제하기 위해 수욕상에서 약 30×20 mm 크기로 절단하였다. 처리한 양상추는 증류수, 차아염소산나트륨(유효염소 150 ppm) 및 앞에서 제조한 로즈마리 복합 추출물 100%, 60%, 20%에 1분 동안 침지하고, 각각을 Co, Cl, Na-1, Na-3, Na-5로 명명하였다. 침지 후 1분 동안 수돗물을 이용하여 행굼 세척을 2회 실시하였다. 행굼 세척이 끝난 양상추는 0.05 mm 두께의 polypropylene(PP) film bag(200×250 mm)에 약 70 g 씩 넣어 열접착 밀봉 포장하였다. 포장이 끝난 양상추는 5°C에서 저장하면서 1, 2, 3, 및 5일 간격으로 품질 특성을 분석하였다. 차아염소산나트륨의 유효염소량은 식품첨가물공전(20)에 따라 실시하였다.

포장 내 기체 조성 분석

Fresh-cut 양상추의 저장 기간 동안 포장 내부의 기체 조성은 DualTrak oxygen/carbon dioxide analyzer(902D, Quantek Instruments, Northboro, MA, USA)를 이용하여 이산화탄소 농도를 측정하였다.

Peroxidase(POD) 활성 분석

양상추의 저장 중 POD 활성 변화를 측정하기 위하여 Yang 등(21)의 방법을 변형하여 실험하였다. 양상추 10 g에 polyvinylpyrrolidone(PVPP, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 5 g과 0.2 M sodium phosphate buffer(pH 7.0) 90 mL를 가하여 균질화하고 10,000 ×g에서 15분간 원심분리하여 얻은 상등액을 조효소액으로 사용하였다. 조효소액 0.4 mL과 25 mM guaiacol(Sigma Chemical Co.)과 25 mM hydrogen peroxide를 포함한 0.05 M sodium phosphate buffer(pH 7.0) 2.8 mL를 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc., Madison, WI, USA)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하고 1분당 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 하여 unit/g/min으로 POD 활성을 나타내었다.

Phenylalanine ammonia lyase(PAL) 활성 측정

양상추의 저장 중 PAL 활성 변화를 측정하기 위해 Ke와 Saltveit(22)의 방법을 변형하여 실험하였다. 양상추 10 g에 5 mM β -mercaptoethanol과 PVPP(25 g/L)를 함유하는 50 mM borate buffer(pH 8.8) 32 mL를 가하여 균질화하고, 4°C, 15,000 ×g에서 30분간 원심분리하여 얻은 상등액을 조효소

액으로 사용하였다. 조효소액에 50 mM phenylalanine (Sigma Chemical Co.) 0.55 mL의 유무를 구분하여 40°C에서 1시간 반응시킨 후 UV-visible spectrophotometer(Evolution 201, Thermo Fisher Scientific Inc.)를 이용하여 290 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시간당 생성된 cinnamic acid의 μM 로 PAL 활성을 나타내었다.

호기성 총 세균

양상추 저장 중 호기성 총 세균 변화를 측정하기 위하여 식품공전(23)에 따라 실시하였다. 양상추 25 g과 0.1% pepton water 225 mL를 멸균백에 넣고 stomacher(Bagmixer® 400CC, Interscience, St. Nom, France)를 이용하여 6분간 혼합하였다. 혼합액 1 mL를 plate count agar(BD Difco Lab., Sparks, MD, USA)와 혼합하여 35°C에서 48-72시간 배양한 후 집락을 계수하고, log CFU/g으로 나타내었다.

관능검사

양상추의 저장 중 품질 변화를 알아보기 위해 숙련된 경북대학교 식품공학부 학생 15명을 대상으로 이취(off flavor), 갈변 정도(browning), 외관(appearance), 색(color), 냄새(smell), 종합적 기호도(overall acceptability)의 항목으로 관능검사를 실시하였다. 항목 중 이취, 갈변 정도 및 단단함 정도는 객관적 평가로 이취가 강할수록 갈변 정도가 심할수록 단단할수록 높은 점수로 책정하였으며, 외관, 색, 냄새 및 종합적 기호도는 주관적 평가로 패널 개인의 기호도가 클수록 높은 점수로 책정하였다. 관능검사는 7점 척도법(7점:매우 좋음, 4점:보통, 1점:매우 나쁨)으로 나타내었으며, 2점 이하는 상품적 가치가 없음으로 하였으며, 관능검사는 경북대학교 생명윤리심의위원회의 규정에 따라 심의하여 승인번호(2018-0053)를 받아 진행되었다.

통계처리

실험은 3회 이상 반복 측정하여 평균과 표준편차로 나타내었다. 또한 유의성 검정을 위하여 SAS 9.4 program(SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 실시하였다.

결과 및 고찰

포장 내 기체 조성 변화

로즈마리 복합추출물을 처리한 양상추의 저장 중 포장 내 이산화탄소 조성의 변화는 Fig. 1과 같다. Co 처리구의 저장 1일째 포장 내 CO_2 농도는 $3.9 \pm 0.6\%$ 로 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 농도였으며, 저장 기간 동안 10.3 ± 0.4 - $14.1 \pm 0.2\%$ 로 꾸준히 낮은 농도로 유지되었다.

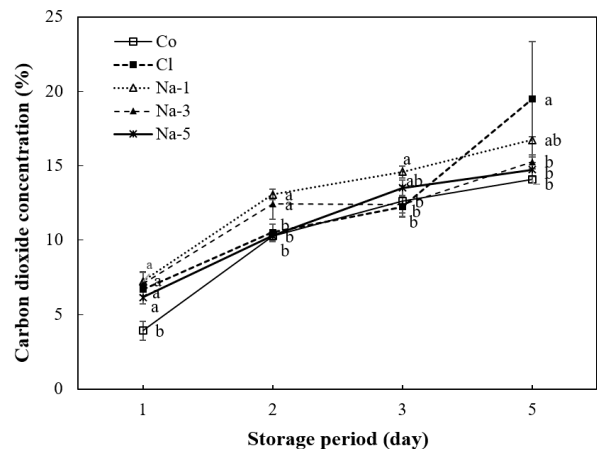


Fig. 1. Changes in the carbon dioxide concentration of fresh-cut lettuce during storage.

Co, distilled water; Cl, sodium hypochlorite; Na-1, 20% mixed natural extract; Na-3, 60% mixed natural extract; Na-5, 100% mixed natural extract. Value represent means \pm SD (n=3). Bar with different letters are significant statistical difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

이에 비해 Na-1 처리구의 저장 1일째 및 저장 5일째 포장 내 CO_2 농도는 $7.2 \pm 0.6\%$ 및 $16.7 \pm 0.2\%$ 로 저장 기간 동안 대체로 높은 수준으로 유지되었다. Cl 처리구는 저장 1일째 $6.7 \pm 0.4\%$, 저장 3일째 $12.2 \pm 0.7\%$ 로 낮은 포장 내 CO_2 농도를 나타내었으나 저장 5일째 $19.5 \pm 3.9\%$ 로 다른 구에 비해 유의적으로 높은 값으로 나타났다. 또한 Na-5 처리구의 경우 저장 1일째 및 저장 5일째 포장 내 CO_2 농도는 $6.2 \pm 0.5\%$ 및 $14.7 \pm 0.5\%$ 로 저장 기간 동안 낮은 수준으로 유지되었다. 포장 내 기체조성의 변화는 시료간의 호흡률을 비교 평가할 수 있는 방법으로, 낮은 O_2 함량 및 높은 CO_2 함량의 조건은 modified atmosphere packaging(MAP)의 원리로 알려져 있다. Kim 등(24)의 phytoncide 처리한 신선편이 양상추에서도 저장 12일까지 이산화탄소 농도가 계속 증가한 것으로 나타나 본 연구에서와 유사한 경향으로 나타났다.

Peroxidase(POD) 활성 변화

POD는 갈변과 관련된 주요 효소로 알려져 있다. 로즈마리 복합추출물을 처리한 양상추 제품의 저장 중 POD 활성의 변화는 Fig. 2와 같다. POD는 효소적 갈변과 관련된 대표적인 효소로 알려져 있으며, 효소적 갈변 측정의 지표로 이용한다. 저장 1일째 Co 처리구 및 Na-1 처리구의 POD 활성은 119.7 ± 16.6 및 117.5 ± 14.8 unit/g/min으로 Na-5 처리구에 비해 유의적으로 높았으며, 저장 기간 동안 꾸준히 높은 POD 활성을 유지하였다. Cl 처리구의 경우 저장 2일째까지는 낮은 POD 활성을 보였으나, 저장 3일째 152.0 ± 25.2 unit/g/min으로 증가하였으며, 저장 5일째에는 248.0 ± 36.8 unit/g/min으로 다른 처리구와 비교하여 유의적으로 가장 높은 POD 활성을 보였다. 반면에 Na-5 처리구의 경우 저장 1일째 74.5 ± 25.0 unit/g/min으로 유의적으로 낮은 값이었으

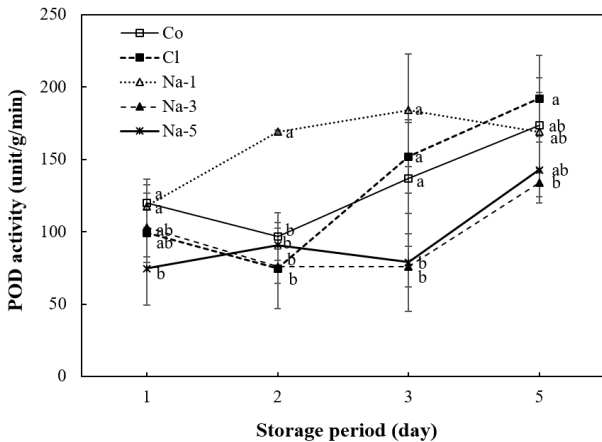


Fig. 2. Changes in the peroxidase (POD) activity of fresh-cut lettuce during storage.

Co, distilled water; Cl, sodium hypochlorite; Na-1, 20% mixed natural extract; Na-3, 60% mixed natural extract; Na-5, 100% mixed natural extract. Value represent means \pm SD (n=3). Bar with different letters are significant statistical difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

며, 저장 기간 동안 POD 활성은 낮게 유지되었다. Wessels 등(25)은 로즈마리 잎 추출물이 녹차, 히비스커스 꽃, 케모 마일, 오레가노, 서양 쟈기풀 등의 다른 허브추출물에 비하여 절단 사과 효소의 효소적 갈변을 저해하는 것에 더욱 효과적이었다는 연구 보고를 하였다.

이와 유사하게 로즈마리 복합추출물이 양상추의 저장 중 POD 활성을 저해하여 효소적 갈변 현상을 감소시켰을 것으로 판단된다.

PAL 활성 변화

PAL은 phenylpropanoid 경로를 통해 페놀 화합물을 형성하는 효소이다(26). 로즈마리 복합추출물을 처리한 양상추

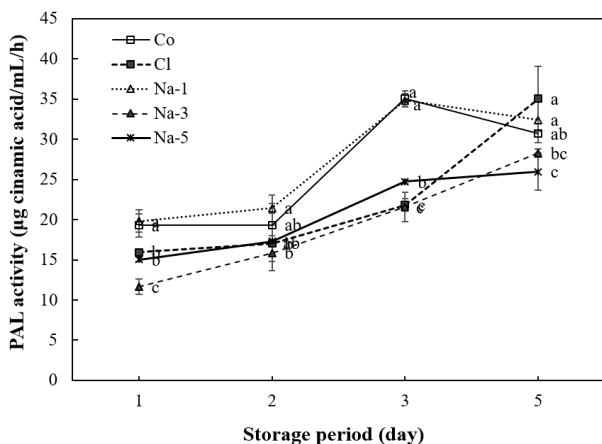


Fig. 3. Changes in phenylalanine ammonia lyase (PAL) activity of fresh-cut lettuce during storage.

Co, distilled water; Cl, sodium hypochlorite; Na-1, 20% mixed natural extract; Na-3, 60% mixed natural extract; Na-5, 100% mixed natural extract. Value represent means \pm SD (n=3). Bar with different letters are significant statistical difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

의 저장 중 PAL 활성의 변화는 Fig. 3에 나타내었다. PAL 활성은 저장 1일째 11.7 ± 1.0 - 19.8 ± 1.4 $\mu\text{g cinamic acid/mg/hr}$ 에서 저장 기간에 따라 점차 증가하여 저장 5일째에는 26.0 ± 2.3 - 35.0 ± 4.1 $\mu\text{g cinamic acid/mg/hr}$ 로 측정되었다. 저장 1일째에는 Na-3 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 PAL 활성이 유의적으로 낮았으나, 저장 5일째에는 Na-5 처리구가 26.0 ± 2.3 $\mu\text{g cinamic acid/mg/hr}$ 로 유의적으로 낮게 나타났다. Cl 처리구의 경우 저장 3일까지 낮은 PAL 활성을 보였으나, 저장 5일째 급증하여 35.0 ± 4.1 $\mu\text{g cinamic acid/mg/h}$ 으로 PAL 활성이 가장 높게 나타났다. Kim 등(27)의 연구에서 phytoncide를 처리한 양상추의 POD 및 PAL 활성이 증류수를 처리한 양상추보다 유의적으로 낮게 나왔다고 보고한 바 있어, 본 연구의 로즈마리 복합추출물을 처리한 결과와 유사하게 나타났다. 로즈마리 추출조건으로 다른 추출농도보다 에탄올 75%가 가장 높은 항산화력과 총 폴리페놀 함량을 나타내었다는 Lee 등(28)의 연구결과에 따라 로즈마리 복합추출물을 제조할 때 사용한 주정 80%가 로즈마리의 항산화 성분을 추출하는데 큰 기여를 했을 것으로 보인다. 이는 물과 유기용매가 혼합되어 있는 경우 폐놀성 물질의 용출이 용이하기 때문이다.

호기성 총 세균 변화

저장 기간에 따른 로즈마리 복합추출물 처리 양상추의 호기성 총 세균의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 저장 1일째 호기성 총 세균은 4.2 ± 0.1 - 5.0 ± 0.3 log CFU/g이었고, 저장 5일째에는 6.2 ± 0.2 - 6.8 ± 0.3 log CFU/g으로 저장 기간에 따라 호기성 총 세균은 지속적으로 증가하였다. Co 처리구 및 Na-1 처리구의 저장 1일째 호기성 총 세균은 4.6 ± 0.1 및 5.0 ± 0.3 log CFU/g이었고, 저장 5일째 6.6 ± 0.1 및 6.8 ± 0.3

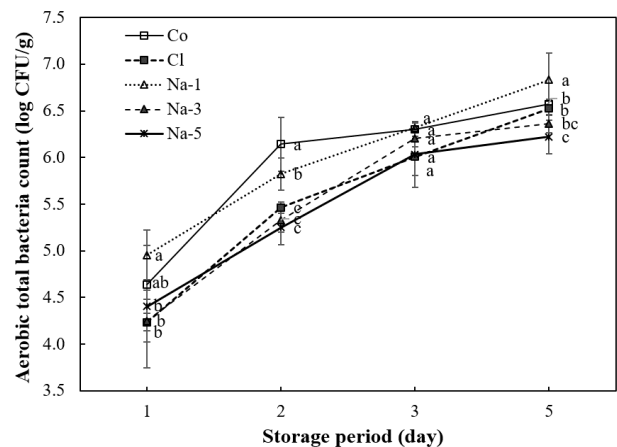


Fig. 4. Changes in total aerobic bacteria of fresh-cut lettuce during storage.

Co, distilled water; Cl, sodium hypochlorite; Na-1, 20% mixed natural extract; Na-3, 60% mixed natural extract; Na-5, 100% mixed natural extract. Value represent means \pm SD (n=3). Bar with different letters are significant statistical difference ($p < 0.05$) by Duncan's multiple range test.

log CFU/g으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높았다. 또한 Co 처리구 및 Na-1 처리구의 경우 호기성 총 세균이 저장 기간 동안 다른 처리구에 비해 지속적으로 높게 나타났다. Cl 처리구 및 Na-5 처리구의 경우 저장 1일째 4.2±0.1 및 4.4±0.7 log CFU/g으로 Co 처리구 및 Na-1 처리구에 비해 유의적으로 낮았다. 저장 5일째 Cl 처리구 및 Na-5 처리구의 호기성 총 세균은 6.5±0.1 및 6.2±0.2 log CFU/g이었고, Na-5 처리구가 Cl 처리구에 비해 유의적으로 낮음을 확인할 수 있었다. 이는 로즈마리 첨가에 의한 미생물 감소 효과는 농도가 높을수록 더 효과적이라는 Oh 등(29)의 연구 보고와 유사한 결과였다. 또한 Ouattara 등(30)은 rosemary essential oil이 *Pseudomonas* 등 6가지 부패미생물에 항균 효과가 있다고 보고한바 있으며, Hesham 등(31)은 사과주스 저장 시 실험구 중 로즈마리 농도가 가장 높은 essential oils에서 aflatoxin, 일반세균, 효모 및 곰팡이 생장을 억제 효과를 확인하였다. 또한 ethanol 추출이 물추출에 비해 로즈

마리 추출액의 항균 활성이 높다는 결과를 통해 본 실험에서 로즈마리 주정 추출이 항균 활성을 높였을 것으로 보인다(32).

관능검사

로즈마리 복합추출물을 처리한 양상추의 저장 기간 중 관능검사 결과는 Table 1과 같다. 이취는 저장 1일째 2.1±1.2-2.6±1.4에서 저장 5일째 2.8±1.5-3.4±1.5로 저장 기간에 따라 이취의 정도가 증가하였으나, 처리구에 따른 유의적 차이는 나타나지 않았다. 또한 냄새의 경우 저장 기간에 따른 점수변화는 적었으며 각 처리구에 따른 유의적 차이 또한 나타나지 않아 양상추 처리에 있어서 로즈마리 복합추출물 처리가 이취 및 냄새 항목에 미치는 영향이 적음을 확인하였다. 갈변의 경우 저장 1일째 Cl 처리구의 경우 4.3±1.6으로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높게 나타났으며, 저장 2일째를 제외하고 모든 저장 기간에서 유의

Table 1. Changes in sensory evaluation of fresh-cut lettuce during storage

	Storage period (day)	Co ¹⁾	Cl	Na-1	Na-3	Na-5
Off flavor	1	2.2±1.4 ^{2)ab3)}	2.1±1.2 ^a	2.6±1.4 ^a	2.5±0.9 ^a	2.7±0.7 ^a
	2	1.9±0.8 ^a	2.1±0.9 ^a	2.5±1.5 ^a	2.7±1.3 ^a	2.8±1.5 ^a
	3	2.5±1.4 ^a	2.7±1.5 ^a	2.8±1.6 ^a	3.0±1.6 ^a	3.1±1.5 ^a
	5	2.9±1.4 ^a	3.4±1.5 ^a	2.8±1.5 ^a	3.2±1.3 ^a	3.3±1.4 ^a
Browning	1	1.9±1.6 ^b	4.3±1.6 ^a	2.9±1.4 ^b	2.7±1.1 ^b	3.0±1.5 ^b
	2	4.2±1.5 ^a	4.3±1.7 ^a	3.7±1.5 ^a	3.1±1.7 ^a	3.3±1.3 ^a
	3	4.5±1.2 ^b	6.2±1.3 ^a	4.7±1.3 ^b	3.2±1.1 ^c	2.8±1.3 ^c
	5	4.8±1.4 ^b	6.5±0.7 ^a	4.2±1.4 ^{ab}	3.8±1.1 ^c	3.5±1.5 ^c
Appearance	1	5.9±1.2 ^a	2.8±1.1 ^c	4.0±1.5 ^b	4.3±1.5 ^b	4.1±1.5 ^b
	2	2.9±1.1 ^b	2.9±1.0 ^b	3.4±1.0 ^b	4.3±1.3 ^a	3.8±1.5 ^{ab}
	3	3.6±1.4 ^{ab}	1.9±0.8 ^c	3.0±1.1 ^b	3.9±1.0 ^a	4.9±1.1 ^a
	5	2.4±1.1 ^b	1.6±0.9 ^c	2.6±0.6 ^b	3.2±1.1 ^b	4.3±1.3 ^a
Color	1	5.7±1.5 ^a	2.7±1.1 ^c	4.1±1.4 ^b	4.4±1.7 ^b	4.2±1.5 ^b
	2	2.9±1.2 ^{bc}	2.5±1.0 ^c	3.5±1.5 ^{bc}	4.7±1.6 ^a	4.0±1.6 ^{ab}
	3	3.4±1.5 ^b	1.7±0.7 ^c	3.1±0.9 ^b	4.2±1.1 ^a	4.9±1.1 ^a
	5	2.5±1.1 ^{bc}	1.8±0.9 ^c	2.4±0.7 ^{bc}	3.1±1.2 ^b	4.3±1.4 ^a
Smell	1	5.5±1.7 ^a	4.4±1.7 ^b	4.3±1.5 ^b	3.9±1.4 ^b	4.0±1.6 ^b
	2	4.7±1.2 ^a	4.5±1.3 ^a	4.4±1.5 ^a	1.5±1.3 ^a	4.2±1.4 ^a
	3	4.5±1.1 ^a	3.9±1.2 ^a	3.9±1.3 ^a	3.8±0.9 ^a	3.7±1.1 ^a
	5	4.0±1.1 ^a	3.7±0.8 ^a	4.0±1.2 ^a	4.3±1.3 ^a	4.1±1.1 ^a
Overall acceptability	1	5.8±1.4 ^a	3.3±1.9 ^b	4.2±1.7 ^b	4.3±1.4 ^b	4.3±1.3 ^b
	2	3.1±1.2 ^a	3.2±1.0 ^a	3.3±1.2 ^a	3.9±1.4 ^a	3.9±1.3 ^a
	3	3.5±1.1 ^b	1.9±0.8 ^c	3.1±0.9 ^b	3.8±0.9 ^{ab}	4.5±1.1 ^a
	5	2.1±1.0 ^{ab}	1.6±0.8 ^c	2.5±1.0 ^{ab}	3.1±1.1 ^b	4.1±1.5 ^a

¹⁾Co, distilled water; Cl, sodium hypochlorite; Na-1, 20% mixed natural extract; Na-3, 60% mixed natural extract; Na-5, 100% mixed natural extract.

²⁾Value represent means±SD (n=3).

^{3)A-C}Different letters in the same row indicate significant statistical difference (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

적으로 높아 갈변정도가 가장 심하였음을 알 수 있었다. 이에 비해 Na-5 및 Na-3 처리구의 갈변은 저장 2일째를 제외하고 다른 구에 비해 유의적으로 낮아 갈변정도가 적음을 확인하였다. 이러한 갈변의 결과는 색의 기호도 평가와 반대로 나타났는데, Cl 처리구의 경우 저장 1일째 2.7 ± 1.1 이었고, 저장 5일째 1.8 ± 0.9 로 다른 처리구에 비해 저장 기간 동안 유의적으로 낮은 값으로 나타나 기호도 평가에서 상품성이 없음을 확인하였다. 이에 비해 Na-5 및 Na-3 처리구의 색에서 저장 5일째 4.3 ± 1.4 및 3.1 ± 1.2 로 다른 구에 비해 높은 점수를 보여, 갈변 정도가 약한 양상추가 색의 기호도가 높음을 확인하였다. 로즈마리추출액은 바질이나 세이지 추출액에 비하여 사과 주스를 본 실험과 같은 4℃ 냉장보관 시 redness를 나타내는 a^* values가 증가하는 것을 느끼게 한다는 연구가 있었으며, a^* value는 갈변의 의미와 같다(31). 종합적 기호도 평가에서 저장 1일째 Co 처리구의 점수가 5.8 ± 1.4 로 유의적으로 높게 나타났다. 하지만 저장 5일째 Co 처리구는 2.1 ± 1.0 , Cl 처리구는 1.6 ± 0.8 로 나타나 특히, Cl 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮음을 확인하였고, Na-5 처리구의 경우 저장 5일째 4.1 ± 1.5 로 유의적으로 높음을 알 수 있었다. 또한 Na 처리구의 농도가 감소할수록 종합적 기호도의 점수도 감소하였다.

요 약

본 연구에서는 로즈마리 추출물과 주정을 이용하여 로즈마리 복합추출물을 제조하고, 이를 이용하여 세척 처리한 fresh-cut 양상추의 품질변화에 미치는 영향을 확인하고자 하였다. Na-1 처리구의 포장 내 이산화탄소의 농도는 저장 기간 동안 대체로 높은 수준으로 유지된 반면, Na-5는 낮은 수준으로 유지되었으며, Cl의 경우 5일째 $19.5 \pm 3.9\%$ 로 다른 처리구에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다. POD 활성 결과, Cl 처리구의 경우 저장 2일째까지 낮은 활성을 보였으나, 저장 5일째에는 248.0 ± 36.8 unit/g/min으로 가장 높은 활성을 보였다. 반면 Na-5 처리구의 경우 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 값으로 시작하여 저장 기간 동안 낮은 값을 보였다. PAL 활성은 저장 1일, 5일 각각 Na-3, Na-5 처리구가 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮게 나타났으며, Cl 처리구의 경우 저장 3일까지 낮은 활성을 보였으나, 5일째 급증하여 가장 높은 값을 보였다. 호기성 총 세균의 경우 지속적인 증가가 모든 처리구에서 나타났으며, Co 및 Na-1 처리구가 저장 5일째 6.6 ± 0.1 및 6.8 ± 0.3 log CFU/g으로 높았으며, Na-5의 경우 6.2 ± 0.2 log CFU/g으로 Cl 처리구에 비해 유의적으로 낮음을 확인할 수 있었다. 저장 2일을 제외한 저장 기간 중 Cl 처리구에서 갈변 점수가 유의적으로 높은 반면 Na-5 및 Na-3의 경우 유의적으로 낮았으며,

이는 색의 기호도 평가와 반비례 했다. 종합적 기호도 평가에서 저장 5일에 유의적으로 Cl 처리구 점수가 낮았고, Na-5는 높은 값을 보였으며, Na 처리구 농도가 감소할수록 종합적 기호도의 점수도 감소하였다.

이와 같은 결과를 바탕으로 로즈마리 복합추출물을 fresh-cut 양상추의 세척단계에 이용하였을 때 포장 내 낮은 CO₂ 가스 수준과 POD 및 PAL 활성, 낮은 호기성 총 세균수, 높은 기호도 평가 등의 결과를 바탕으로 fresh-cut 양상추에 이용가능함을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 고부가가치식품기술개발사업의 지원을 받아 연구되었습니다(316068-03).

References

1. Kim MJ, Moon YY, Tou JC, Mou B, Waterland NL (2016) Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca saiva* L.). J Food Compos Anal, 49, 19-34
2. Sun Y, Zhang W, Zeng T, Nie Q, Zhang F, Zhu L (2015) Hydrogen sulfide inhibits enzymatic browning of fresh-cut lotus root slices by regulating phenolic metabolism. Food Chem, 177, 376-381
3. Mo CY, Kim GY, Kim MS, Lim JG, Lee KJ, Lee WH, Cho BK (2017) On-line fresh-cut lettuce quality measurement system using hyperspectral imaging. Biosyst Eng, 156, 38-50
4. Waghmare RB, Annature US (2015) Integrated effect of sodium hypochlorite and modified atmosphere packaging on quality and shelf life of fresh-cut cilantro. Food Packaging Shelf, 3, 62-69
5. Zhang S, Farber JM (1996) The effects of various disinfectants against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. Food Microbiol, 13, 311-321
6. Meireles A, Giaouris E, Simoes M (2016) Alternative disinfection methods to chlorine for use in the fresh-cut industry. Food Res Int, 82, 71-85
7. Belletti N, Lanciotti R, Patrignani F, Gardini F (2008) Antimicrobial efficacy of citron essential oil on spoilage and pathogenic microorganisms in fruit-based salads. J Food Sci, 73, M331-M338
8. Gil MI, Selma MV, Lopez-Galvez F, Allende A (2009)

- Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: Problems and solutions. *Int J Food Microbiol*, 134, 37-45
9. Wang H, Feng H, Lue Y (2004) Microbial reduction and storage quality of fresh-cut cilantro washed with acidic electrolyzed water and aqueous ozone. *Food research international*, 37, 949-956
 10. Gwon SY, Moon BK (2009) The quality characteristics of Sulgidduk prepared with green tea or rosemary powder. *Korean J Food Cook Sci*, 25, 150-159
 11. Jiang Y, Wu N, Fu YJ, Wang W, Luo M, Zhao CJ, Zu YG, Liu XL (2011) Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of rosemary. *Environ Toxicol Pharmacol*, 32, 63-68
 12. Rizzo V, Amoroso L, Licciardello F, Mazzaglia A, Muratore G, Restuccia C, Lombardo S, Pandino G, Strano MG, Mauromicale G (2018) The effect of sous vide packaging with rosemary essential oil on storage quality of fresh-cut potato. *LWT-Food Sci Technol*, 94, 111-118
 13. Alvarez MV, Ponce AG, Moreira MR (2013) Antimicrobial efficiency of chitosan coating enriched with bioactive compounds to improve the safety of fresh cut broccoli. *LWT-Food Sci Technol*, 50, 78-87
 14. Homaida MA, Yan S, Yang H (2017) Effects of ethanol treatment on inhibiting fresh-cut sugarcane enzymatic browning and microbial growth. *LWT-Food Sci Technol*, 77, 8-14
 15. Hu W, Jiang A, Tian M, Liu C, Wang Y (2009) Effect of ethanol treatment on physiological and quality attributes of fresh-cut eggplant. *J Sci Food Agric*, 90, 1323-1326
 16. Gutierrez-Martinez P, Osuna-Lopez SG, Calderon-Santoyo M, Gruz-Hernandez A (2012) Influence of ethanol and heat on disease control and quality in stored mango fruits. *LWT-Food Sci Technol*, 45, 20-27
 17. Herppich WB, Huyskens-Keil, S, Hassenberg K (2014) Impact of ethanol treatment on physiological and microbiological properties of fresh white asparagus (*Asparagus officinalis* L.) spears. *LWT-Food Sci Technol*, 57, 156-164
 18. Yan S, Yang T, Luo Y (2015) The mechanism of ethanol treatment on inhibiting lettuce enzymatic browning and microbial growth. *LWT-Food Sci Technol*, 63, 383-390
 19. Capotorto I, Amodio ML, Diaz MTB, Chiara MLV, Colelli G (2018) Effect of anti-browning solutions on quality of fresh-cut fennel during storage. *Postharvest Biol Technol*, 137, 21-30
 20. Ministry of Food and Drug Safety. http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/04_03.jsp?idx=420 (accessed August 2018)
 21. Yang Z, Zheng Y, Cao S (2009) Effect of high oxygen atmosphere storage on quality, antioxidant enzymes, and DPPH radical scavenging activity of Chinese bayberry Fruit. *J Agric Food Chem*, 57, 176-181
 22. Ke D, Saltveit ME (1989) Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. *Physiol plant*, 76, 412-418
 23. Ministry of Food and Drug Safety. http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=362 (accessed August 2018)
 24. Kim DH, Kim HB, Moon KD (2013) Effects of phytoncide treatment on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of fresh-cut lettuce. *Korean J Food Preserv*, 20, 166-172
 25. Wessels B, Damm S, Kunz B, Schulze-Kaysers N (2014) Effect of selected plant extracts on the inhibition of enzymatic browning in fresh-cut apple. *J Applied Botany and Food Quality*, 87, 16-23
 26. Tomas-Barberan FA, Espin JC (2001) Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *J Sci Food Agric*, 81, 853-876
 27. Kim DH, Kim HB, Chung HS, Moon KD (2014) Browning control of fresh-cut lettuce by phytoncide treatment. *Food Chem*, 159, 188-192
 28. Lee CY, Kim KM, Son HS (2013) Optimal extraction conditions to produce rosemary extracts with higher phenolic content and antioxidant activity. *Korean J Food Sci Technol*, 45, 501-507
 29. Oh SH, Kim JH, Lee JW, Lee YS, Park KS, Kim JG, Lee HK, Byun MW (2004) Effects of combined treatment of gamma irradiation and addition of rosemary extract powder on ready-to-eat hamburger steaks: I. Microbiological quality and shelf-life. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 687-693
 30. Ouattara B, Simard RE, Holley RA, Piette GJP, Begin A (1997) Antibacterial activity of selected fatty acid and essential oils against six meat spoilage organisms. *Int J Food Microbiol*, 37, 155-162
 31. Eissa HA, Abd-Elfattah SM, Abu-seif FA (2008) Anti-microbial, anti-browning and anti-mycotoxigenic activities of some essential oil extracts in apple juice. *Pol J Food Nutr Sci*, 58, 425-432
 32. Choi HR, Son SY, Choi EH (2005) Antimicrobial activities of martha rosemary under different processing conditions. *Korean J Food Sci Technol*, 37, 50-54