

녹즙의 위생화를 위한 오존처리의 효과

조재민¹ · 권상철² · 도 기¹ · 정재현¹ · 이경행^{1*}

¹충주대학교 식품생명공학부

²(주)참선진종합식품

Effect of Ozone Treatment for Safety Improvement of Fresh Vegetable Juice

Jae-Min Cho¹, Sang-Chul Kwon², Tu-qi¹, Jae-Hyun Jeong¹, and Kyung-Haeng Lee^{1*}

¹Division of Food and Biotechnology, Chungju National University, Chungbuk 368-701, Korea

²Chamsunjin Food Co., Ltd., Chungbuk 365-801, Korea

Abstract

Fresh vegetable juice is a non-heat treated product and the only step to reduce microbial growth is washing. Therefore, the materials for fresh vegetable juice including *Angelica keiskei*, *Brassica loeracea var. acephala*, and *Daucus carota* L. were treated by ozone after the first washing process and investigated for microbial and chemical changes. The number of the total aerobic bacteria in materials after selection step were $8.2 \times 10^5 \sim 5.0 \times 10^6$ CFU/g, which was a higher contamination level than the limit of Korea food code (10^5 CFU/g). However, after the 1st washing process and ozone treatment, the total aerobic bacterial number was reduced to $4.7 \times 10^4 \sim 6.7 \times 10^4$ CFU/g, which showed 2 log microbial reduction. After the 2nd washing step followed by ozone treatment, there was no difference in microbial number. The number of *coliforms* in the materials of fresh vegetable juice were $8.0 \times 10^3 \sim 3.5 \times 10^3$ CFU/g initially but showed $1.5 \times 10^2 \sim 3.0 \times 10^2$ CFU/g after the ozone treatment (1 log reduction). On the other hand, there was no changes in the contents of ascorbic acid, flavonoids, polyphenols, minerals (cadmium and lead) during all processes. In addition, no color changes were observed during washing process. Therefore, ozone treatment in the materials of fresh vegetable juice decreased the microbial numbers. Also, chemical characteristics of ozone treated sample were not different when compared with control.

Key words: fresh vegetable juice, ozone, washing step, microbial number

서 론

녹황색 채소류는 β -carotene, ascorbic acid, tocopherol 등의 vitamin류와 Mn, Se, Zn, Cu 등의 미량원소들이 함유되어 있으며 특히 각종 polyphenol 화합물들이 다량 함유되어 있다(1-4). 이들 성분들은 노화방지, 발암억제, 각종 성인병의 원인이 되는 free radical을 효과적으로 억제하는 것으로 알려져 있다(5). 이와 같이 생리활성을 가진 녹황색 채소를 가열하지 않고 세척 후 잘게 절단하여 빵아서 즙으로 만든 것이 녹즙이라 하며(6) 녹즙은 본래 녹황색 채소가 갖는 영양소가 체내에서 쉽게 소화 흡수될 수 있도록 제조한 것이라 할 수 있다.

녹즙의 생리적 기능성을 살펴보면 원료가 갖는 항산화성분들 즉 β -carotene, ascorbic acid, tocopherol, polyphenol 화합물 등이 다량 함유되어 있으며 아질산염, 니트로사민 생성억제, 돌연변이 억제, 간세포 보호작용, free radical 감소효과, 항혈전 효과, 면역활성 효과 등 여러 질병에 대응할

수 있는 기능들이 밝혀지고 있어 최근 건강식품으로서 소비자들에게 매우 각광받고 있다(1,6).

그러나 현행 녹즙은 비가열 과채주스군에 속해있어(7) 제조과정 중 별도의 가열 살균공정을 거치지 않기 때문에 다른 어떤 가공식품에 비하여 위생적인 처리공정이 요구된다(8). 또한 제조된 완제품에 살균 목적의 첨가물도 포함되지 않으므로 절대적인 냉장 유통이 필요하며 유통기한이 매우 짧기 때문에 단기간에 소비해야 할 뿐만 아니라 짧은 유통기한으로 대량생산에도 많은 제한을 받을 수밖에 없는 구조로 되어 있다.

녹즙은 비가열 과채주스군에 속하기 때문에 제조과정 중 미생물의 생육을 억제할 수 있는 유일한 공정은 원료 채소의 세척처리 공정에 한한다. 따라서 가능한 생산지(농장)에서부터 외부 오염원을 최대한 차단한 상태로 제조 공장 내 입고되어야 하며 입고 후 최단 기간 내 제조해야 하는 제조상의 어려움을 가지고 있다.

녹즙은 비가열처리 식품으로, 유통기간 연장을 위한 열처리는 불가능하기 때문에 이를 대체할 수 있는 새로운 살균방

*Corresponding author. E-mail: leekh@cjnu.ac.kr
Phone: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5272

법의 개발이 요구되고 있다(8). 현재 사용되는 비가열 식품 살균 기술로는 전기장, 자기장, 초단파 및 초고압 등의 방법(9,10)이 있으나 녹즙의 관능적 품질저하 및 설비비용 등 때문에 실용화 되지 못하고 있는 실정이다. 비가열 살균방법 중 오존(O₃)처리기술은 오존에 의한 살균 및 산화력이 매우 높고 시간 경과 후 산소로 돌아오기 때문에 2차 오염을 초래하지 않는 장점과 살균 및 탈색, 탈취 등의 효과가 있는 것으로 알려져 식품산업을 비롯한 관련 산업에서의 이용 빈도가 점차 증가하고 있는 추세이다(11).

따라서 본 연구에서는 비가열 살균기술 중의 하나인 오존처리기술을 이용하여 녹즙의 원료 중 가장 많이 이용하고 있는 명일엽(*Angelica keiskei*), 케일(*Brassica loeracea* var. *acephala*) 및 당근(*Daucus carota* L.)을 녹즙의 원료로 하여 원료 세척과정 중 미생물의 변화, 주요 화학성분의 변화 및 색도의 변화를 측정하였다.

재료 및 방법

재료 세척 및 오존처리

녹즙의 주원료인 명일엽, 케일 및 당근은 충북 진천군(주) 참선진중합식품으로부터 공급받아 비 가식부를 제거하는 정선을 거친 후 1차 세척하고 오존처리를 한 후 2차 세척을 실시하였다. 오존처리는 Kim 등(12)의 방법에 따라 오존발생장치(Ozone Tech. Co., Daejeon, Korea)를 사용하여 발생되는 gas 상태의 오존을 세척수에 잘 혼합되도록 하고 3 ppm의 오존농도로 2분 동안 침지하였다. 시료처리군은 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척 후 시료를 채취하여 미생물수의 변화, 화학성분 변화 및 색도 변화 등을 측정하였다.

미생물수의 변화

녹즙의 주재료인 명일엽, 케일 및 당근을 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척 후에 각각 채취하여 총 균수와 대장균군수를 측정하였다. 총 균수의 측정(13)은 시료 20 g에 180 mL의 0.9% 생리식염수를 붓고 stomacher(promedia SH-II M, Tokyo, Japan)를 사용하여 균질화시키고 희석한 후 총 균수는 plate count agar(Difco Lab., Detroit, MI, USA)를 이용하여 30°C에서 3일간 배양 후 계수하여 시료 1 g 당 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다. 대장균군수의 측정은 대장균군 측정용 3M 배지(Petrifilm Coliform Count Plates, 3M Microbiology Products, MN, USA)에 희석한 시료를 1 mL 분주하여 40°C에서 2일간 배양 후 계수하여 시료 1 g 당 colony forming unit(CFU/g)로 나타내었다.

Ascorbic acid 함량 측정

녹즙의 주재료인 명일엽, 케일 및 당근을 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척 후 각각 채취하여 세척과정 중 ascorbic acid의 함량을 Park 등(14)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 각각의 시료를 녹즙기(Happy zone Co., KP-E1304,

Seoul, Korea)를 이용하여 착즙하고 착즙액 0.2 mL에 10% TCA 용액 0.8 mL를 넣고 3,000 rpm에서 5분 동안 원심분리하고 상등액 0.5 mL, 증류수 1.5 mL 및 10% Folin phenol reagent 0.2 mL를 넣고 혼합한 후 실온에서 10분간 방치하고 760 nm에서 흡광도를 측정하여 ascorbic acid의 함량을 측정하였다. 표준물질로는 L-ascorbic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로 하여 standard curve에 대입하여 계산하였다.

Flavonoid 함량 측정

녹즙의 주재료인 명일엽, 케일 및 당근을 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척 후 각각 채취하여 총 플라보노이드 함량을 Moreno 등(15)의 방법에 의해 측정하였다. 즉 착즙한 각각의 시료 0.1 mL에 80% ethanol 0.9 mL를 가하여 이 혼합액 0.5 mL에 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 80% ethanol 4.3 mL를 각각 가하였다. 위 반응액을 상온에서 40분간 방치한 후 415 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질로는 quercetin(Sigma Chemical Co.)을 0.03%로 희석하여 함량을 standard curve에 대입하여 계산하였다.

총 polyphenol 함량 측정

녹즙의 주재료인 명일엽, 케일 및 당근을 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척 후 후에 각각 채취하여 polyphenol 화합물의 함량을 AOAC법(16)에 의하여 측정하였다. 즉 polyphenol 화합물의 함량은 착즙한 시료 1 mL에 0.5 mL의 Follin-Denis 시약과 1 mL의 포화 Na₂CO₃용액, 7.5 mL의 증류수를 차례로 혼합하여 30분 경과한 뒤 760 nm에서 흡광도를 측정하였으며, 표준물질로는 gallic acid(Sigma Chemical Co.)를 사용하였다.

납 및 카드뮴 측정

녹즙의 주재료인 명일엽, 케일 및 당근을 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척 후 채취하여 납과 카드뮴의 함량을 식품공전(17)에 따라 ICP-AES(Thermo elemental Ltd., Cambridge, UK)로 측정하였다. 즉 각각의 시료를 예비탄화 후 550°C에서 회화시키고 물로 적신 후 염산 5 mL를 넣고 방치 후 500 mL로 표정, 여과한 후 ICP-AES로 분석하였다. ICP-AES의 분석조건은 Rf power는 1350 W, Flush pump rate는 100 rpm, Nebulizer flow는 20.1 PSI로 하였다.

색도 측정

녹즙의 주재료인 명일엽, 케일 및 당근을 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척 후 각각 채취하여 세척과정 중 색 변화를 알아보기 위하여 착즙한 각각의 시료 5 mL를 petri dish(55×12 mm)에 넣고 색도 색차계(model CR-300, Osaka, Japan)를 이용하여 L*(lightness), a*(redness) 및 b*(yellowness) 값을 측정하였으며 시료 당 5회 반복 시험하여 그 평균값으로 나타내었다.

통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험구간의 차이를 분석하였다.

결과 및 고찰

미생물수의 변화

명일엽, 케일 및 당근을 녹즙 원료로 사용하기 위하여 세척공정별로 채취하고 일반세균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1과 같다.

정선한 명일엽의 일반세균수를 측정된 결과, 5.0×10^6 CFU/g으로 식품공전에서 제시한 10^5 CFU/g보다 높은 균수를 보여 원료의 위생화가 반드시 필요할 것으로 사료되었다. 명일엽을 1차 세척한 경우에는 8.5×10^5 CFU/g으로 균수가 감소하였으나 1차 세척만으로는 식품공전에서 제시한 균수를 초과하는 것으로 나타났다. 한편 1차 세척 후 오존처리를 한 경우에는 4.7×10^4 CFU/g으로 감소하여 원료에서의 균수와 비교할 때 약 2 log cycle 정도 감소하는 것으로 나타났다. 오존 처리 후 2차 세척하였을 때에는 오존처리 후의 균수와 유의적인 차이는 없는 것으로 나타나 세척공정만으로는 균수를 쉽게 제거하기 힘들고 오존처리와 같은 비가열 살균 기술을 이용하는 것이 필요할 것으로 판단되었다.

케일의 경우에는 정선한 원료에서 8.9×10^5 CFU/g이었으며 1차 세척 후 오존처리한 케일에서는 5.5×10^4 CFU/g으로 1차 세척한 후의 균수에 비하여 1 log cycle 이상 감소하여

녹즙 원료를 세척과정 중 오존처리를 하게 되면 균수가 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

당근의 경우에는 정선한 원료에서 8.2×10^5 CFU/g이었으며 1차 세척 시에는 7.5×10^5 CFU/g으로 원료에서의 균수와 비교할 때 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다. 그러나 오존처리를 한 후에는 6.7×10^4 CFU/g으로 균수를 감소시키는 것으로 나타나 오존처리에 의해 살균효과가 있음을 확인할 수 있었다.

Kim(18)은 오존수로 배추를 분무 세척한 결과, 처리 30분까지 급격한 제균 효과를 보이는 것으로 나타났으며 3 ppm의 오존처리 시 81%, 6 ppm의 오존처리 시에는 92% 정도의 높은 농도로 제균이 된다고 하여 본 결과와 비교할 때 원료는 다르지만 오존에 의한 살균효과는 유사한 결과를 보이는 것으로 나타났다.

또한 Lee와 Cho(19)는 김치 원부재료의 위생화를 위하여 배추, 고춧가루, 생강, 파 등에 오존처리를 한 결과, 80% 이상의 제균 효과를 보인다고 하여 오존처리가 비가열살균제품의 원료 위생화에 적합한 것으로 사료되었다.

명일엽, 케일 및 당근을 녹즙 원료로 사용하기 위하여 세척공정별로 채취하고 대장균균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 2와 같다.

명일엽을 정선한 직후 대장균균수를 측정된 결과, 3.5×10^3 CFU/g으로 나타나 토양으로부터 수확한 원료이기 때문에 대장균균이 발견되는 것을 알 수 있었다. 그러나 1차 세척을 한 경우에는 4.8×10^2 CFU/g으로 세척에 의해서도 대장균균의 수를 크게 감소시키는 것으로 확인되었다. 또한 1차 세척 후 명일엽에 오존처리를 한 경우에는 대장균균수가

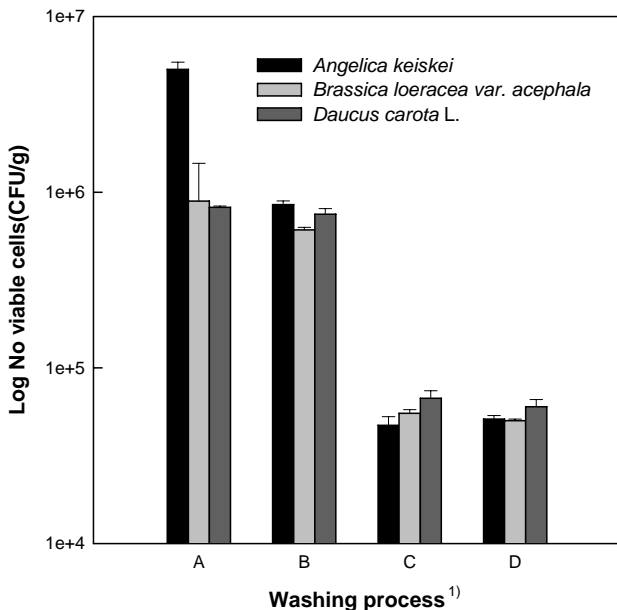


Fig. 1. Changes of total bacterial counts of fresh vegetable juice materials during washing processes. ¹⁾A, Fresh vegetable juice material; B, After first washing; C, After ozone treatment; D, After second washing.

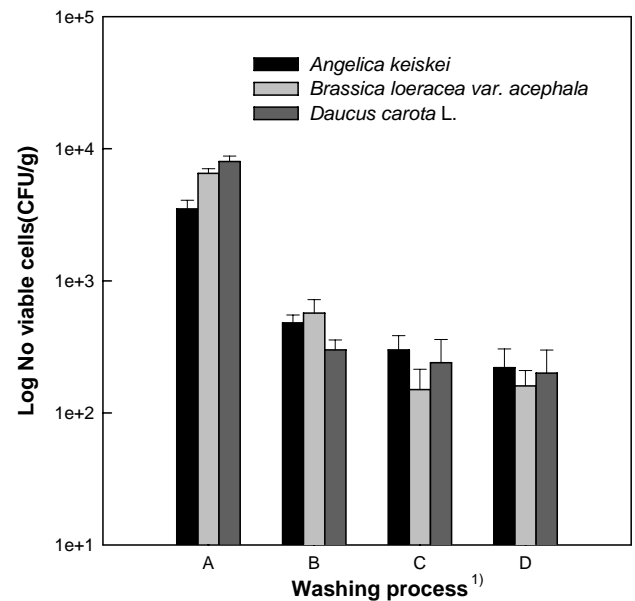


Fig. 2. Changes of coliform counts of fresh vegetable juice materials during washing processes. ¹⁾A, Fresh vegetable juice material; B, After first washing; C, After ozone treatment; D, After second washing.

3.0×10² CFU/g으로 감소하였으며 2차 세척한 명일엽은 2.2×10² CFU/g으로 나타났다.

케일의 경우, 정선한 원료에서의 대장균수는 6.5×10³ CFU/g이었으나 1차 세척 후에는 5.7×10² CFU/g으로 초기 균수에 비하여 약 90% 정도 균수가 감소하였으며 오존처리 및 2차 세척 시에는 1.5~1.6×10² CFU/g으로 초기 균수에 비해 약 97%의 감균율을 보이는 것으로 나타났다.

당근은 정선한 원료에서의 대장균수가 8.0×10³ CFU/g이었으나 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척함에 따라 대장균수가 감소하여 2.0×10² CFU/g으로 초기균수와 비교할 때 97% 정도의 제균 효과가 있는 것으로 나타나 녹즙 제조 시 원료 세척공정이 매우 중요한 것을 알 수 있었다.

한편 식품공전(7)상 규정은 가열하지 아니한 원료가 함유된 제품에서는 대장균수에 대한 규정사항이 없으므로 문제는 없지만 세척과 오존처리를 하게 되면 더욱 위생화가 가능할 것으로 판단되었다.

녹즙 원료 세척과정 중 화학성분의 함량 변화

명일엽, 케일 및 당근을 녹즙 원료로 사용하기 위하여 세척공정별로 채취하고 ascorbic acid, flavonoid 및 polyphenol 화합물의 함량 변화를 측정된 결과는 Table 1과 같다.

Ascorbic acid의 경우, 정선한 명일엽의 ascorbic acid의 함량은 9.64 mg%이었으며 세척과정 중의 변화를 살펴보면 각각 10.2, 9.67 및 9.69 mg%로 1차 세척 시 ascorbic acid 함량이 약간 높았지만 세척과정 및 오존처리 중에는 유의적인 차이는 없었다. 케일의 경우에는 정선한 원료에서의 ascorbic acid의 함량은 11.04 mg%로 가장 높았으나 1차 세척, 오존 및 2차 세척과정 중 함량과 비교할 때 유의적인 차이가 없었다. 당근녹즙을 제조하기 위하여 세척 및 오존처리 하였을 때의 ascorbic acid의 함량 변화는 5.55~6.01 mg%로 다소 차이는 있지만 세척 또는 오존처리에 의한 차이가 아니라 시료오차인 것으로 사료되었다.

과량의 오존(18)을 식품에 처리할 경우, 비타민류나 chlorophyll 및 carotenoid 등과 같은 산화되기 쉬운 성분의 산화로 인하여 갈변을 일으키는 문제에 대하여 유의할 필요

성이 있다고 하였지만 본 실험에 사용한 오존처리 양에서는 산화가 쉽게 일어나는 ascorbic acid의 산화현상이 관찰되지 않았다.

Lee와 Cho(19)는 김치 원부재료에 오존처리를 한 경우, 대조군과 비교할 때 오존을 처리하였다고 ascorbic acid의 함량이 유의적으로 감소하거나 혹은 증가하지 않아 오존처리 유무에 상관없다고 하여 본 결과와 유사한 것으로 사료되었다.

이와 같은 결과를 종합해보면 세척 및 오존처리과정 중 약간의 함량 변화는 있지만 녹즙 위생을 위하여 사용한 오존처리에 의해서는 ascorbic acid 함량 변화가 없는 것으로 판단되었다.

Flavonoid의 경우, 명일엽을 정선한 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척하는 동안 각각 65.67, 64.02, 67.85 및 65.14 mg%로 세척 및 오존 처리에 따른 유의적인 차이는 없었으며 케일 및 당근의 경우에는 각각 28.50~31.17 mg% 및 7.88~8.39 mg%로 명일엽의 경우와 마찬가지로 세척 및 오존처리 과정 중 변화는 없는 것으로 나타나 녹즙의 위생화를 위한 오존처리는 녹즙 원료 내에 존재하는 flavonoid의 함량 변화에는 영향이 없는 것으로 사료되었다.

녹즙 원료의 polyphenol 화합물 함량의 경우, 정선한 명일엽의 polyphenol 화합물의 함량은 원료의 경우 15.52 mg%였으며 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척하였을 때에는 각각 15.90, 18.29, 17.86 mg%로 오존처리 후의 polyphenol 화합물의 함량이 유의적으로 높게 나타났다. Kim 등(8)은 녹즙을 위생화하기 위하여 감마선을 조사하였을 때 polyphenol 화합물의 함량이 약간 증가한다고 하였으나 본 결과에서의 함량 증가는 오존처리에 의하여 함량이 증가한 것이라기보다는 시료 채취 부위에 따른 함량차이인 것으로 판단되었다. 케일 및 당근 녹즙의 위생화를 위한 세척과정과 오존처리 시의 함량변화는 각각 8.07~8.69 mg% 및 5.63~5.84 mg%로 처리과정간 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보아 녹즙의 위생화를 위하여 처리하는 오존은 ascorbic acid, flavonoid 및 polyphenol 화합물의 함량

Table 1. Changes of ascorbic acid, flavonoid and polyphenol compound contents of fresh vegetable juice materials during washing processes (unit: mg%)

Fresh vegetable juice material	Chemical compound	Washing process			
		Material	First washing	Ozone treatment	Second washing
<i>Angelica keiskei</i>	Ascorbic acid	9.64±0.13 ^{b1)}	10.32±0.15 ^a	9.67±0.22 ^b	9.69±0.14 ^b
<i>Brassica loeracea var. acephala</i>		11.04±0.16 ^a	10.95±0.14 ^a	10.76±0.22 ^a	11.02±0.11 ^a
<i>Daucus carota</i> L.		5.84±0.16 ^{ab}	5.93±0.17 ^{ab}	6.01±0.16 ^a	5.55±0.13 ^b
<i>Angelica keiskei</i>	Flavonoid	65.67±1.56 ^a	64.02±1.05 ^a	67.85±1.85 ^a	65.14±1.71 ^a
<i>Brassica loeracea var. acephala</i>		30.00±0.93 ^a	31.17±1.31 ^a	28.50±0.91 ^a	28.65±1.35 ^a
<i>Daucus carota</i> L.		7.88±0.09 ^a	8.03±0.48 ^a	8.34±0.29 ^a	8.39±0.65 ^a
<i>Angelica keiskei</i>	Polyphenol compound	15.52±0.35 ^b	15.90±0.28 ^b	18.29±0.23 ^a	17.86±0.38 ^a
<i>Brassica loeracea var. acephala</i>		8.14±0.26 ^a	8.07±0.40 ^a	8.69±0.47 ^a	8.34±0.42 ^a
<i>Daucus carota</i> L.		5.63±0.43 ^a	5.72±0.21 ^a	5.69±0.25 ^a	5.84±0.16 ^a

¹⁾Mean values within the same row with different letters were significantly different (p<0.05).

Table 2. Changes of lead and cadmium content of fresh vegetable juice materials during washing processes

(unit: mg/kg)

Fresh vegetable juice material	Mineral	Washing process			
		Material	First washing	Ozone treatment	Second washing
<i>Angelica keiskei</i>	Pb	0.052±0.014 ^{a1)}	0.039±0.010 ^a	0.040±0.012 ^a	0.038±0.012 ^a
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>		0.049±0.018 ^a	0.028±0.006 ^{ab}	0.015±0.007 ^b	0.038±0.006 ^{ab}
<i>Daucus carota</i> L.		0.051±0.006 ^a	0.042±0.005 ^{ab}	0.043±0.003 ^{ab}	0.038±0.004 ^b
<i>Angelica keiskei</i>	Cd	0.002±0.001 ^a	0.003±0.001 ^a	0.005±0.003 ^a	0.004±0.003 ^a
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>		0.003±0.002 ^a	0.003±0.001 ^a	0.003±0.002 ^a	0.001±0.001 ^a
<i>Daucus carota</i> L.		0.005±0.001 ^a	0.001±0.001 ^b	0.001±0.001 ^b	0.002±0.001 ^b

¹⁾Mean values within the same row with different letters were significantly different ($p < 0.05$).

변화에 영향을 끼치지 않는 것으로 판단되었다.

녹즙 원료 세척과정 중 납 및 카드뮴의 함량 변화

명일엽, 케일 및 당근을 녹즙 원료로 사용하기 위하여 세척공정별로 채취하고 납 및 카드뮴의 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다.

정선한 명일엽의 납 함량은 0.052 mg/kg으로 식품공전 (7)에서의 규격인 0.3 mg/kg 이하인 것으로 나타나 원료의 납 함량은 기준치에 비하여 1/9 수준으로 문제가 없는 것으로 나타났다. 녹즙 원료로 사용하기 위하여 명일엽을 1차 세척, 오존처리 후 2차 세척하였을 때 납 함량은 0.038~0.040 mg/kg으로 원료일 때보다는 수치상으로 낮은 함량을 나타내었으나 처리과정 중 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났다.

케일의 경우에는 원료에서의 납 함량은 0.049 mg/kg으로 다른 처리군에 비하여 가장 높은 값을 나타내었으나 식품공전의 기준치보다 1/6 수준으로 매우 낮게 나타났다. 그러나 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척한 경우에는 각각 0.028, 0.015 및 0.038 mg/kg으로 원료에서보다 낮은 수준이었으며 명일엽과 달리 처리과정 중 약간 감소하는 경향이였다. 당근 녹즙을 제조하기 위하여 세척 및 오존처리 하였을 때의 납 함량 변화는 원료에서는 0.051 mg/kg 정도였으나 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척한 경우에는 납 함량이 조금씩 감소하는 경향이였으나 크게 감소하지는 않는 경향이였다.

카드뮴의 경우, 정선한 명일엽의 카드뮴 함량은 0.002 mg/kg으로 녹즙의 식품공전규격(0.1 mg/kg 이하)과 비교할 때 매우 적은 양이 함유되어 있었다. 명일엽 원료를 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척하였을 때의 카드뮴 함량은 0.003~0.005 mg/kg으로 원료의 경우에서와 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 케일의 경우에도 정선한 원료에서 카드뮴의 함량이 0.003 mg/kg이었으며 1차, 오존처리 및 2차 세척과정 중에 카드뮴의 함량은 0.001~0.003 mg/kg으로 원료에서의 함량과 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 오존처리에 의한 변화는 거의 없는 것으로 사료되었다.

당근 세척 처리과정 중 카드뮴의 함량 변화는 정선한 원료에서는 0.005 mg/kg으로 가장 높은 함량을 나타내었으나 1차 세척하였을 때에는 0.001 mg/kg으로 다소 낮아지는 것

으로 나타났으며 그 후 오존처리 및 2차 세척 시와 비교할 때 유의적인 차이가 없는 것으로 나타나 오존처리에 의하여 카드뮴의 함량 변화는 없는 것으로 판단되었다. 이와 같은 결과는 세척 및 오존처리과정 중 약간씩은 함량차이는 있지만 대체적으로 오존처리에 의하여 납 및 카드뮴의 함량 변화는 가져오지 않는 것으로 사료되었다.

녹즙 원료 세척과정 중 색도의 변화

명일엽, 케일 및 당근을 녹즙 원료로 사용하기 위하여 세척공정별로 채취하고 착즙하여 색도의 변화를 측정된 결과는 Table 3과 같다.

Lightness는 명일엽의 경우, 정선한 원료, 1차 세척 오존처리 및 2차 세척하는 동안 34.23~32.32로 처리단계별로 약간씩 감소하였으며 케일의 경우에는 오존처리 시까지 약간 감소하다가 2차 세척 시에는 다시 증가하는 것으로 나타났다. 반면 당근의 경우에는 정선한 원료에서는 34.23으로 가장 낮았으나 오히려 처리단계별로 서서히 증가하여 2차 세척 후에는 34.75로 가장 lightness가 높게 나타났다. 이와 같이 명일엽, 케일, 당근에서 각기 다른 결과를 나타내는 것은 처리단계별로 시료 채취 시 시료 채취 부위별 차이 때문에 각기 다른 경향을 나타내는 것으로 사료되며 처리단계에 따른 lightness는 큰 차이는 없는 것으로 판단되었다.

Redness의 변화를 살펴보면 명일엽은 1.91~2.08로 처리구간 약간씩은 차이가 있지만 큰 차이는 보이지 않는 것으로 나타났고 케일의 경우에는 1.93~2.01로 명일엽과 마찬가지로 처리구간에 큰 차이가 없었다. 또한 당근의 redness에서도 처리구간에 따른 차이는 크게 없는 것으로 나타났다.

녹즙의 세척과정 중 yellowness의 변화는 명일엽의 경우에는 정선한 원료에서는 7.77로 가장 높았고 세척 처리과정 중 서서히 감소하는 경향이였다. 그러나 케일은 정선한 원료에서 5.93으로 가장 낮았고 2차 세척 시에는 6.03으로 가장 높게 나타났다. 당근에서는 정선한 원료 및 1차 세척 시에 낮은 yellowness 값을 보이고 케일과 마찬가지로 2차 세척 시 7.54로 약간 높은 값을 나타내었다. 이와 같은 결과는 앞서 언급한 lightness와 마찬가지로 시료 채취시의 부위별 차이 때문으로 처리단계에 따른 lightness는 큰 차이는 없는 것으로 판단되었다.

Table 3. Changes of Hunter's color values of fresh vegetable juice materials during washing processes

Fresh vegetable juice material	Hunter's color values ¹⁾	Washing process			
		Material	First washing	Ozone treatment	Second washing
<i>Angelica keiskei</i>	L*	34.23±0.04 ^{a2)}	34.03±0.18 ^a	32.26±0.18 ^b	32.32±0.40 ^b
	a*	1.91±0.07 ^b	2.08±0.08 ^a	2.03±0.05 ^{ab}	1.98±0.05 ^{ab}
	b*	7.77±0.05 ^a	7.66±0.04 ^b	7.64±0.03 ^b	7.61±0.03 ^b
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>	L*	32.12±0.05 ^a	31.87±0.04 ^b	31.85±0.03 ^b	32.18±0.02 ^a
	a*	1.95±0.04 ^b	1.93±0.03 ^b	2.01±0.03 ^a	1.90±0.02 ^b
	b*	5.93±0.04 ^b	5.73±0.02 ^c	5.23±0.02 ^d	6.03±0.03 ^a
<i>Daucus carota</i> L.	L*	34.23±0.04 ^b	34.27±0.03 ^b	34.70±0.02 ^a	34.75±0.06 ^a
	a*	8.48±0.03 ^b	8.51±0.03 ^{ab}	8.52±0.02 ^{ab}	8.55±0.02 ^a
	b*	7.36±0.03 ^b	7.33±0.03 ^b	7.51±0.05 ^a	7.54±0.04 ^a

¹⁾L* value: 0 black, 100 white, a* value: + red, - green, b* value: + yellow, - blue.

²⁾Mean values within the same row with different letters were significantly different (p<0.05).

요 약

녹즙 제조 시 미생물 생육 억제를 위한 유일한 공정은 세척처리 공정이므로 비가열 살균기술인 오존 처리기술을 이용하여 녹즙 원료들의 세척공정(정선 원료, 1차 세척, 오존처리 및 2차 세척) 중 미생물 및 주요 화학성분의 변화를 측정하였다. 정선 원료의 일반세균수는 $8.2 \times 10^5 \sim 5.0 \times 10^6$ CFU/g으로 식품공전에서 제시한 10^5 CFU/g보다 높은 균수를 보여 위생화가 반드시 필요하였다. 그러나 1차 세척 후 오존처리 시 $4.7 \times 10^4 \sim 6.7 \times 10^4$ CFU/g으로 약 2 log cycle의 감균 효과를 볼 수 있었으며 2차 세척에서는 큰 차이가 없었다. 녹즙 원료의 대장균균수는 $8.0 \times 10^3 \sim 3.5 \times 10^3$ CFU/g이었으나 오존처리 시 $1.5 \times 10^2 \sim 3.0 \times 10^2$ CFU/g로 초기에 비하여 약 1 log cycle 정도의 감균 효과를 보였다. 한편 세척공정 중 ascorbic acid, flavonoid 및 polyphenol 화합물, 무기물(카드뮴 및 납)의 함량 변화는 유의적인 함량 변화를 볼 수 없었으며 색상차이도 없는 것으로 나타났다. 따라서 녹즙 원료의 위생화를 위한 오존처리 시 미생물 수를 감소시킬 수 있었으며 화학적인 변화는 없는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 시행한 2008년도 산학협력실사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

- Chung SY. 2003. Antioxidant nutrients of green yellow vegetable juices and nitrite scavenging effect. *Food Industry and Nutrition* 8: 37-44.
- Byers T, Perry G. 1992. Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu Rev Nutr* 12: 135-159.
- Algeria BC. 1992. Cancer preventive foods and ingredients. *Food Technol* 4: 65-68.
- Stähelin HB, Gey KF, Eichholzer M, Lüdin E. 1991. β -carotene and cancer prevention. *Am J Clin Nutr* 53: 265S-269S.
- Shulz H. 1994. Regulation of fatty acid oxidation in heart. *J Nutr* 124: 165-171.
- Shin CK. 2003. Present and prospect of fresh vegetable-extract juice industry. *Food Industry and Nutrition* 8: 1-7.
- 식품의약품안전청. 2008. 제 5. 식품별 기준 및 규격 18-1. 과일·채소류음료. 식품공전 5-18-1~5-18-3.
- Kim MJ, Kim JH, Yook HS, Lee KH, Byun MW. 1999. Sanitizing effect of γ -irradiation on fresh vegetable-extract juices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 378-382.
- Martens B, Knorr D. 1992. Developments of non-thermal processes for food preservation. *Food Technol* 46: 124-129.
- Knorr D. 1993. Effects of high-hydrostatics pressure processes on food safety and quality. *Food Technol* 47: 156-162.
- Park JY. 2000. Use of ozone sterilization for food industry. *Food Science and Industry* 33: 50-57.
- Kim MJ, Oh YA, Kim MH, Kim MK, Kim SD. 1993. Fermentation of Chinese cabbage kimchi soaked with *L. acidophilus* and cleaned materials by ozone. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 165-174.
- APHA. 1976. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Speck M, ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Park YK, Kim SH, Choi SH, Han JG, Chung HG. 2008. Changes of antioxidant capacity, total phenolics and vitamin C contents during *Rubus coreanus* fruit ripening. *Food Sci Biotechnol* 17: 251-256.
- Moreno MN, Isla MIN, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical scavenging activity of propolis from several region of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of official Analytical Chemist, Washington, DC.
- 식품의약품안전청. 2008. 제 10. 일반시험법 6. 유해성금속시험법. 식품공전 10-6-1~10-6-3.
- Kim MJ. 1995. A study on soaking and fermentation method for sanitization and quality improvement of *baechu kimchi*. *PhD Dissertation*. Taegu Hyosung Catholic University, Daegu.
- Lee KH, Cho JM. 2006. Effect of ozone and gamma irradiation for eliminating the contaminated microorganisms in food materials for *Kimchi* manufacturing. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 1070-1075.

(2009년 4월 14일 접수; 2009년 4월 27일 채택)