

고압처리가 신선 과채음료의 저장기간 중 품질 안정성에 미치는 영향

김영경^{1,2*} · 이용현² · 이와하시 유미코¹

¹독립행정법인 농업·식품산업기술융합연구기구 식품종합연구소, ²동원F&B 식품과학연구원

Effects of High Pressure on Quality Stability of Fresh Fruit Puree and Vegetable Extracts During Storage

Young-Kyung Kim^{1,2*}, Yong-Hyun Lee² and Yumiko Iwahashi¹

¹National Food Research Institute, National Agriculture & Food Research Organization (NARO),
Ibaraki 305-8642, Japan

²Dongwon F&B Food Research Center, Sungnam 369-3, Korea

Abstract

Pressure, used as a minimal processing technology in the food industry, is a valuable tool ensuring microbiologically safe, shelf-stable fruit and vegetable production. Pressure could be used to deliver a greater variety of minimally processed products, as demanded by today's consumers. We evaluated the effect of <400 MPa pressure, applied during chilling, on fresh fruit purees (strawberry, kiwi, aloe, and pomegranate) and vegetable extracts (from carrot and spinach) during cold storage (<10°C) for 15-20 days. Samples were prepared in a processing facility in which total plate counts of falling and floating bacteria were controlled at $1 \times 10^0 - 10^1$ CFU/plate and $1 \times 10^2 - 10^3$ CFU/m³ under conditions of 21-25°C and 55-60% relative humidity. The aerobic plate counts of raw materials were less than 1×10^3 CFU/g. Evaluation parameters included microbiological safety, vitamin content, and sensory qualities. Although the overall quality of non-treated samples deteriorated with storage time at 10°C, samples pressurized at 250-350 MPa at 5-7°C for 10 min showed less change, with no significant difference in microbiological safety, vitamin content, or sensory quality. The use of pressure extended the shelf-life during storage at 10°C.

Key words : pressure, fruits puree, vegetable extracts, microorganisms, vitamin, sensory test

서 론

서구화된 식습관으로 현대인들의 체내 불균형이 갈수록 심화되고 있는 상황에서 웰빙 식품으로 비타민과 무기질을 다량 함유하고 있는 과채류의 영양과 맛을 그대로 살린 녹즙, 스무디, 야채음료 등과 같은 다양한 형태의 신선음료 시장이 확대되고 있다. 현재 국내 녹즙 시장 규모는 2000 억원으로 추정되고 있으며, 경기침체에도 불구하고 매년 15~20%정도의 성장률을 보이고 있는 것으로 알려져 있다. 수요층이 급속도로 증가되고 있는 신선음료군은 당일 생산, 당일 입고는 물론 원료 선별에서 생산, 유통 환경에 이르기까지 미생물 및 이화학적 품질 안정성을 고려하여

모든 생산공정과 제품 배송 차량의 온도까지 철저히 통제 관리가 필요한 대표적인 식품군이다(1). 이에 식품 의약품 안전청 고시(2009.6.30)에 준하여 비가열 처리 제품 중 과일 채소류 음료의 경우 10°C 이하의 냉장 유통을 기준으로 유통기한을 3일로 권장하고 있으며, 제조업체는 외적 환경 요인의 최소화를 통한 안전성 확보를 위해 생산 단계별 제품 품질관리는 물론, 생산 현장의 구역화 및 공조 관리, 원료 수확부터 소비자가 구매하는 순간까지 냉장 창고에의 보관 및 냉장 차량으로 운반하는 콜드 체인 방식을 운영하고 있다. 그러나 이와 더불어 유통과정상의 품질 안정성 확보를 위해 미생물 및 효소활성에 따른 근본적인 품질변화 요소를 최소화할 수 있는 비가열 제조 프로세스에 대한 연구개발이 요구되고 있다(2). 최근 들어 유럽, 미국, 일본 및 중국에서 보다 효율적인 범용형 압력시스템 개발을 통한

*Corresponding author. E-mail : candykyk@affrc.go.jp,
Phone : 81-29-838-8103, Fax : 81-29-838-7996

비가열처리방식의 식품산업에의 응용이 활성화되고 있다. 특히 종래의 500 MPa 이상의 압력 조건에서의 육가공품과 즉석조리식품에의 응용뿐만 아니라 점차 신선식품군의 수요가 확대됨에 따라 짧은 유통기간 동안의 미생물과 효소 활성 제어와 더불어 신선한 맛과 색상 등 관능적 측면에서의 품질 향상을 도모할 수 있는 최소 가공 프로세스로서 중고압의 이용 가능성에 대한 검토가 진행되고 있다(3-7). 비가열 신선 과채음료의 경우, 타 식품 품목군에 비해 비교적 원료 선별과 초기 미생물 개체수가 적정수준으로 유지 관리되며 생산현장의 온도 및 청정구역 관리는 물론 10℃ 내외의 냉장 조건에서의 저장 및 유통이 원활하게 이뤄지고 있는 신선식품군이다. 이에 본 연구는 저온 조건 유지가 용이한 비가열 신선 과채음료군 생산현장에의 400 MPa 이하의 범용형 압력 시스템 도입 및 확대를 목적으로 비가열 신선 과채음료 중 대표적인 6종에 대한 250~350 MPa 범위의 중고압 처리에 따른 미생물 개체수, 비타민 함량, 관능적 특성 변화 측면에서 권장 유통기간 3일동안의 품질 안정성 확보 및 유통기간 연장가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에서, 채소원료(당근, 시금치; 한국산)는 실험 당일 원료 표면 수세 및 절단 등 최소한의 비가열 가공 공정만을 거친 후 포장하여 10℃이하 냉장 보관한 것으로 식품공전상의 신선편의식품에 대한 미생물 안전관리기준 세균수가 g당 1×10^4 이하, 대장균 불검출에 적합한 원료를 사용하였다. 과일원료(딸기, 키위, 석류, 알로에)는 해당 과일 이외의 다른 식품 및 식품 첨가물이 포함되지 않은 냉동상태의 퓨레 타입으로 세균수가 ml당 1×10^2 이하, 대장균군 불검출에 적합한 원료를 사용하였다.

시료 제작

시료 제작은 봄(3~4월), 여름(7~8월), 가을(9~10월) 3회 실시하였으며, 온도 21~25℃, 습도 55~60% 가 유지되며, 낙하균과 부유균의 미생물이 각각 1×10^1 CFU/plate, $1 \times 10^2 \sim 10^3$ CFU/m³의 수준으로 관리되는 식품용 작업장에서 수행하였다. 채소원료는 열 발생이 적은 스텐레스 재질의 습식 분쇄기와 스크류 타입의 압착기가 연결된 소형 착즙기를 이용하였으며, 배출관에 코크가 달린 멸균 용기를 연결하여 착즙액을 받은 다음 스크류 타입 밀폐 뚜껑이 달린 PET재질의 100 mL용기에 분주하고 질소치환으로 잔존 공기를 제거한 다음 밀봉하였다. 과일원료는 10℃ 이하의 냉장상태에서 해동시킨 다음 균질화 후 고형물 농도를 6~7 brix 수준으로 조정하여 스크류 타입 밀폐 뚜껑이 달린 PET재질의 100 mL 용기에 분주하고 질소치환으로 잔존

공기를 제거한 다음 밀봉하였다. 제작한 시료는 10℃ 이하 냉장 보관하였다.

압력 처리

가압은 냉각수 순환 장치가 연결된 간접식 압력처리장치(5 L, KOBELCO, Japan)을 이용하였다. 시료를 처리하기 전에 압력 용기에 음용수를 주입하고, 냉각수를 순환시켜 압력 용기 내부 수온이 5~7℃ 유지되도록 하였다. 착즙한 채소시료(당근, 시금치)는 300±10 MPa 에서 10분간 처리하였으며, 퓨레 타입의 과일시료(딸기, 키위, 석류, 알로에)는 270±10 MPa 에서 10분간 처리하였다. 압력처리는 시료 제작 후 24시간 이내 실시하였다.

저장 및 샘플링

채소시료와 과일시료 모두 무처리군과 압력처리군으로 그룹화하여 동일한 10℃ 이하의 냉장 쇼케이스에 저장하였다. 미생물과 비타민 측정용 시료의 경우 저장 후 5일 간격으로 15~20일간 무처리군과 처리군의 시료 중 무작위적으로 3개씩 샘플링하였으며, 관능평가용 시료의 경우 저장 후 5일 간격으로 3회 실시하였다.

미생물 개체수 변화 측정

착즙한 채소시료(당근, 시금치)는 일반세균, 대장균 및 대장균군의 개체수 변화를 측정하였으며, 퓨레 타입의 과일시료(딸기, 키위, 석류, 알로에)는 일반세균, 대장균군, 바실러스 세레우스 개체수 변화를 측정하였다. 선택한 시료를 무균적으로 10 mL를 취한 뒤 9배의 멸균된 0.85% saline 용액을 가하여 1분간 혼합 희석한 다음 시료액을 1 mL를 취하여 9 mL의 멸균된 0.85% saline 용액으로 단계 희석하여 시험 용액을 조제하였다. 시료액 1 mL와 각 단계 희석액 1 mL를 일반세균용, 대장균 및 대장균군용 펠트리 필름(3M)에 각각 접종하여 35도에서 48~72시간 배양시킨 후 균체수를 확인하였다. 또한 바실러스 세레우스는 MYP 한천배지에 접종하여 30℃ 에서 24~48시간 배양시킨 후 혼탁한 환을 갖는 분홍색 집락을 선별하여 계수하였다.

비타민 성분 측정

1) 베타 카로틴 측정

착즙한 채소시료 중 당근즙의 베타 카로틴 함량 변화를 저장기간 동안 측정하였다. 측정은 C-18 column (Shimadzu, Japan), UV 450 nm, 유속 1.0 mL/min, injection volume 20 µL, 이동상은 100% MeOH을 사용하였다.

2) 비타민C 측정

퓨레 타입의 과일시료 중 딸기와 키위의 비타민C 함량 변화를 저장기간 동안 측정하였다. 측정은 시료 2 mL에 동량의 10% 메탄인산용액을 가하여 10분간 현탁시킨 후

5% 메탄인산을 가하여 총량을 100 ml로 한 다음, 3000 rpm, 10분간 원심분리 후 상등액을 취한 것을 시험용액으로 하였다. 측정은 C-18 column (Shimadzu, Japan), UV 245 nm, 유속 1.0 ml/min, injection volume 20 µL, 이동상은 0.05 M 제일인산칼륨 : 아세트니트릴 (60 : 40)을 사용하였다.

관능 평가

본 평가는 DIN standard-10952 방법에 준하였으며, 저장 기간 중 각 시료에 대한 관능적 품질 변화에 대한 평가는 5명의 훈련된 평가원에 의해 실시되었다. 평가는 10℃ 이하 냉장 보관 중이던 시료를 꺼낸 즉시 실시하였으며, 개봉한 다음 이취를 먼저 평가하였으며, 뒤이어 맛과 색, 조화도 등에 대한 전반적인 기호도를 9점 척도(9=perfect, optimal; 8=typical, without defects; 7=typical, with slight deviations; 6=noticeable deviations; 5=noticeable detractions, slight defects; 4=distinct defects; 3=strong defects; 2=very strong defects; 1=completely changed.)로 평가를 수행하였다. 각 시료는 동일한 원료로 당일 제조한 신선한 채소 착즙시료와 푸레 타입의 과일시료를 기준으로 비교 평가하였다. 평가된 측정값은 아래의 식에 따라 계산하여 통계 처리하였다(8).

$$Q = [(3 \times C) + (5 \times O) + (8 \times T) + (4 \times H)] / 20$$

(C:색, O:이취, T:맛, H:조화도)

결과 및 고찰

미생물 개체수 변화

1) 채소시료 중의 미생물 개체수 변화

착즙한 채소시료(당근과 시금치)의 무처리군과 압력처리군에 대한 일반세균수, 대장균 및 대장균군 개체수 변화를 15일동안 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. 착즙한 채소시료(당근과 시금치) 모두 대장균은 음성으로 시료 제작시 외부환경적 요인에 의한 대장균 오염은 없었음을 알 수 있었다. 반면 압력처리전 일반 세균수가 g당 $1 \times 10^4 \sim 10^5$, 대장균군이 g당 $1 \times 10^1 \sim 10^2$ 수준으로 초기 미생물 개체수가 다른 시료에 비해 높았던 당근즙은 300 ± 10 MPa 압력처리에 의해 일반세균과 대장균군 모두 g당 1×10^2 수준의 개체수 감소 경향을 보였으나, 시간이 경과함에 따른 개체수 증가율이 무처리군과의 유의차가 거의 없었음을 알 수 있었다. 또한 당근즙의 경우 저장 5일 이후 일반세균수가 g당 1×10^5 , 대장균군이 g당 1×10^2 수준을 넘어서는 것으로 나타나 300 ± 10 MPa 압력처리에 의한 미생물 제어 효과가 거의 없음을 알 수 있었다. 이와 달리 시금치즙의 경우 초기 미생물 개체수가 g당 $1 \times 10^2 \sim 10^3$, 대장균군이 g당 $1 \times 10^0 \sim 10^1$ 수준으로 시간이 경과함에 따른 개체수 증가율에서의 무처리군과의 유의차를 보였을 뿐만 아니라 저장

후 10일 경과하였음에도 일반세균수는 g당 1×10^4 이하, 대장균군은 g당 1×10^2 이하로 나타나 300 ± 10 MPa 압력처리에 의한 미생물 제어 효과가 다소 있음을 알 수 있었다.

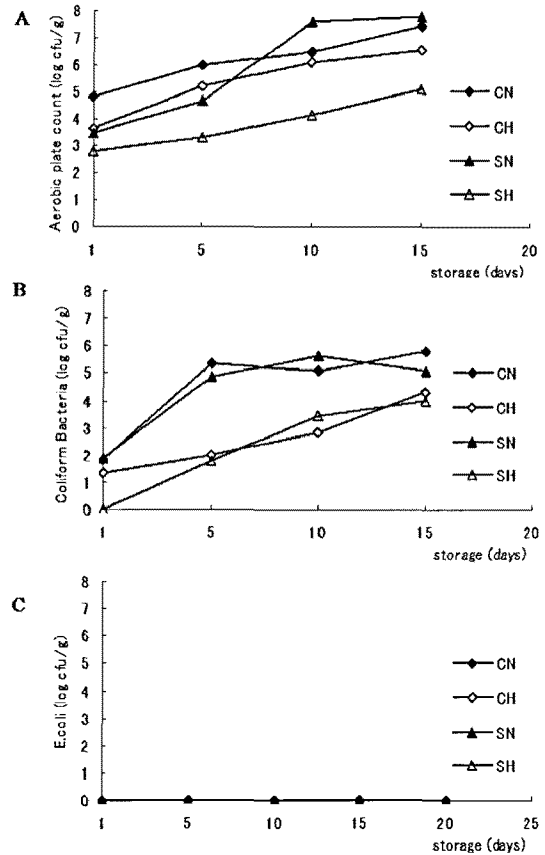


Fig. 1 Variation of microorganisms in vegetable extracts stored at 10°C for up to 15days.

A: Aerobic plate count, B: Coliform bacteria, C: E. coli. CN(non-treated carrot), CH(carrot treated at 300 ± 10 MPa, $5 \sim 7^\circ\text{C}$ for 10min), SN(non-treated spinach), SH(spinach treated at 300 ± 10 MPa, $5 \sim 7^\circ\text{C}$ for 10min). Results are means of three independent replications for three seasons (spring, summer, autumn). n=3, p<0.05

2) 과일 시료 중의 미생물 개체수 변화

푸레 타입의 과일시료(딸기, 키위, 석류, 알로에)의 무처리군과 압력처리군에 대한 일반세균수와 대장균군 및 바실러스 세레우스 개체수 변화를 20일동안 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 2에 나타내었다(9). 과일시료 모두 초기 대장균군은 음성으로 시료 제작시 외부환경적 요인에 의한 대장균군의 오염은 없었음을 알 수 있었다. 또한 그람양성 간균으로 내열성 아포를 형성하는 바실러스 세레우스 역시 초기 개체수가 g당 1×10^1 이하로 무처리군과 압력처리군 모두 저장 후 20일 경과하는 동안 g당 1×10^2 이하 수준을 유지하는 것으로 나타났다. 일반세균의 경우 전반적으로 채소시료에 비해 초기 미생물 개체수가 낮은 수준으로 석류와 알로에 푸레는 일반 세균수가 각각 g당 $1 \times 10^2 \sim 10^3$, $1 \times 10^1 \sim 10^2$ 였으며 딸기와 키위 푸레는 g당 1×10^1 이하 수준으로 채소시료보다 낮은 압력(270 ± 10 MPa)에서 처

리 하였음에도 불구하고, 저장 20일 경과 후에도 미생물 개체수가 g당 1×10^4 이하로 개체수 증가율에 있어서 채소 시료와 달리 무처리군과의 다소 큰 유의차를 보이며 미생물 안정성을 유지하는 것으로 나타났다.

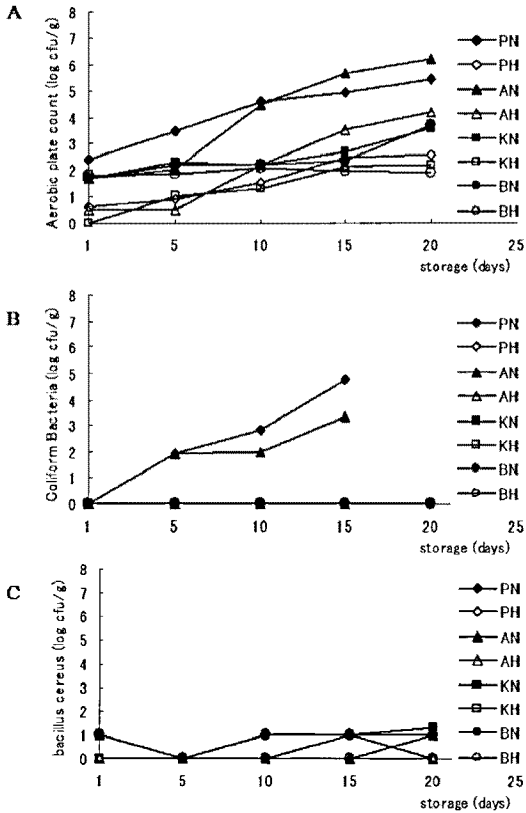


Fig. 2 Variation of microorganisms in fruits puree stored at 10°C for up to 20days. A: Aerobic plate count.

B: Coliform bacteria, C: E.coli. PN(non-treated pomegranate), PH(pomegranate treated at 270±10 MPa, 5-7°C for 5min), AN(non-treated aloe), AH(aloe treated at 270±10 MPa, 5-7°C for 5min), KN(non-treated kiwi), KH(kiwi treated at 270±10 MPa, 5-7°C for 10min), BN(non-treated strawberry), BH(strawberry treated at 270±10 MPa, 5-7°C for 10min). Results are means of three independent replications for three seasons (spring, summer, autumn). n=3, p<0.05

비타민 함량 변화

1) 베타 카로틴 함량 변화

Fig. 3에 야채시료 중 당근즙의 베타 카로틴 함량의 저장 기간별 측정된 결과를 나타내었다. 저장 5일째 시료 측정시 무처리군과 압력처리군 각각 베타카로틴 함량이 40%, 20% 감소된 것으로 나타나 압력처리가 베타 카로틴 함량 유지에 영향을 주는 것으로 나타났으나, 저장 5일 이후에는 무처리군과 압력처리군 모두 급속도로 베타 카로틴 함량이 감소되어 압력 처리에 따른 베타카로틴 함량 유지에 따른 품질 안정성 확보는 어려울 것으로 예측되었다.

2) 비타민C 함량 변화

Fig. 3에 과일시료 중 딸기와 키위 퓨레의 비타민C

함량의 저장기간별 측정된 결과를 나타내었다. 비타민 C가 다량 함유되어 있는 딸기와 키위 퓨레 모두 무처리군에 비해 압력처리군 시료는 저장일수 경과에 따른 함량변화가 크게 없는 것으로 나타나 압력 처리에 따른 비타민C 함량 유지에 따른 품질 안정성 확보가 가능할 것으로 예측되었다(10).

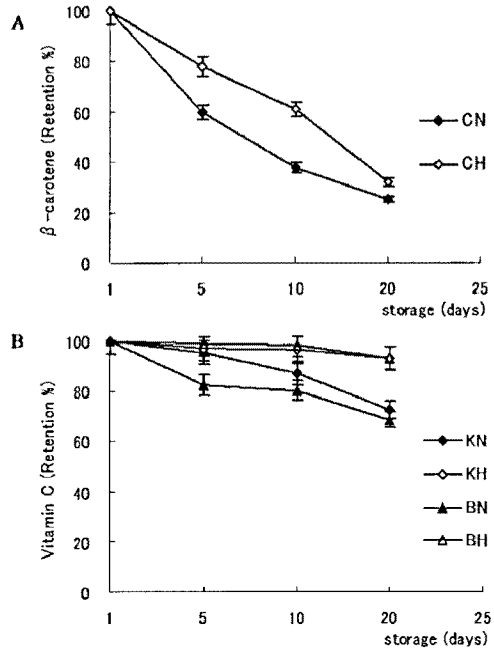


Fig. 3 Retention of Vitamin in fresh fruits puree and vegetable extracts stored at 10°C for up to 20days.

A: β-carotene, B: Vitamin C. KN(non-treated kiwi), KH(kiwi treated at 270±10 MPa, 5-7°C for 10min), BN(non-treated strawberry), BH(strawberry treated at 270±10 MPa, 5-7°C for 10min). Results are means of three independent replications for three seasons (spring, summer, autumn). n=3, p<0.05

저장일별 시료의 관능적 특성 변화

Fig. 4에 착즙한 채소시료와 퓨레 타입의 과일시료의 저장기간에 따른 관능적 특성 변화를 측정된 결과를 나타내었다. 채소시료는 전반적으로 저장일수가 경과됨에 따라 관능적인 품질 저하가 급격히 떨어졌으며, 특히 당근즙의 경우 무처리군과 압력처리군 모두 저장 후 5일 경과 후 색을 제외한 이취, 맛, 기호도 모두 최저 수준을 나타냈었다. 시금치즙의 경우, 시금치 본연의 쓴맛과 고유의 이취가 다소 자극적인 면이 있어 당일 제조한 시료에서도 색을 제외한 이취, 맛, 기호도에서 다소 낮은 점수를 나타내었으나 무처리군과 달리 압력처리군은 저장 일수에 따른 관능 평가 점수는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 채소시료 대비 압력처리한 과일시료는 전반적으로 색, 이취, 맛, 기호도 모두 당일 제조한 시료와의 유의차가 없었으며, 특히 키위와 딸기 퓨레의 경우 15일 경과 후에도 관능적으로 양호함을 알 수 있었다.

본 연구에서는 온도 21-25°C, 습도 55-60% 가 유지되며,

낙하균과 부유균의 미생물이 각각 1×10^1 CFU/plate, $1 \times 10^2 \sim 10^3$ CFU/m³의 수준으로 관리되는 신선 음료 생산 현장에서 초기 미생물 개체수가 1×10^3 이하로 유지되는 신선한 채소즙과 퓨레 타입의 과일을 5~7°C의 조건하에서 10분간 250~350 MPa 범위의 중고압으로 처리할 경우 10°C 이하의 냉장상태에서 유통기한 3일 동안 시료의 미생물 개체수와 비타민 함량 및 관능적인 품질 안정성 확보는 물론, 유통기간 연장 또한 가능한 것으로 조사되었다. 비가열 신선 과채음료 중 대표적인 6종에 대한 본 연구 결과를 통해, 미생물 개체수가 적정수준으로 유지 관리 되는 엄선된 원료 이용 및 온도와 구역관리가 행하여지는 청정한 생산현장에서 제조되는 비가열 신선 과채음료와 같은 신선 식품군에 있어서 미생물 및 효소활성에 따른 근본적인 품질 변화를 최소화 할 수 있는 수단으로서 400 MPa 이하의 범용형 압력 시스템 도입 및 적용 가능성을 보았으며, 향후 좀 더 다양한 신선식품군에 대한 품질 안정성 확보를 위한 폭넓은 적용 가능성 검토가 필요할 것으로 사료된다 (11-16).

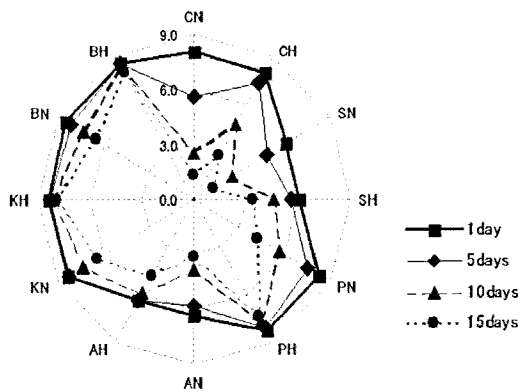


Fig. 4 Sensory quality of fresh fruit puree and vegetable extracts stored at 10°C for up to 15days.

CN(non-treated carrot), CH(carrot treated at 300±10 MPa, 5~7°C for 10min), SN(non-treated spinach), SH(spinach treated at 300±10 MPa, 5~7°C for 10min), PN(non-treated pomegranate), PH(pomegranate treated at 270±10 MPa, 5~7°C for 5min), AN(non-treated aloe), AH(aloe treated at 270±10 MPa, 5~7°C for 5min), KN(non-treated kiwi), KH(kiwi treated at 270±10 MPa, 5~7°C for 10min), BN(non-treated strawberry), BH(strawberry treated at 270±10 MPa, 5~7°C for 10min). Results are means of three independent replications for three seasons (spring, summer, autumn). n=3, p<0.05

요 약

본 연구는 비가열 신선 과채음료 6종에 대한 250~350 MPa 범위의 중고압 처리에 따른 미생물 개체수, 비타민 함량, 관능적 특성 변화 측면에서 권장 유통기간 3일 동안의 품질 안정성 확보 및 유통기간 연장가능성을 검토하였다. 초기 미생물 개체수가 g당 1×10^3 이하로 유지되는 채소 및 과일 원료에 있어서 온도 21~25°C, 습도 55~60% 가 유지되며, 낙하균과 부유균의 미생물이 각각 1×10^1

CFU/plate, $1 \times 10^2 \sim 10^3$ CFU/m³의 수준으로 관리되는 신선 음료 생산 현장의 경우, 외부 환경에 의한 시료의 대장균군과 내열성균 오염은 거의 없는 것으로 조사되었다. 반면, 압력 처리전 시료의 초기 일반 세균수가 g당 $1 \times 10^4 \sim 10^5$, 대장균군이 g당 $1 \times 10^1 \sim 10^2$ 수준으로 다른 시료에 비해 초기 미생물 개체수가 높았던 당근즙의 경우 저장 5일 이후 일반세균수가 g당 1×10^5 , 대장균군이 g당 1×10^2 수준을 넘어섰으며, 베타 카로틴 함량이 20% 이상 감소되었을 뿐만 아니라 관능적인 품질 또한 급격히 떨어지는 것으로 나타나 300±10 MPa 압력처리에 의한 품질 안정성 확보가 어려울 것으로 예측되었다. 이와 달리 압력 처리전 시료의 초기 미생물 개체수가 g당 $1 \times 10^2 \sim 10^3$, 대장균군이 g당 $1 \times 10^0 \sim 10^1$ 수준의 시금치즙은 저장 후 10일전까지 일반 세균수는 g당 1×10^4 이하, 대장균군은 g당 1×10^2 이하로 유지되며 관능적인 품질 저하 또한 거의 없는 것으로 나타나 300±10 Mpa 압력처리에 의한 품질 안정성 확보 및 유통기간 연장 또한 가능한 것으로 예측되었다. 또한 압력 처리전 초기 일반 세균수와 바실러스 세레우스가 각각 g당 1×10^2 이하, 1×10^1 이하이며 대장균군이 검출되지 않은 퓨레 타입의 과일시료의 경우 채소 시료보다 낮은 압력 (270±10 MPa)에서 처리하였음에도 불구하고, 저장 15일 경과 후에도 미생물 개체수 제어, 비타민 함량 유지와 관능적 품질 변화도 거의 없는 것으로 나타나 270±10 MPa 압력처리에 의한 품질 안정성 확보는 물론 현재보다 2~3배 유통기간 연장 또한 가능한 것으로 예측되었다.

참고문헌

1. Kim, B.S., Lee, H.O., Kim, J.Y., Yoon, D.H., Cha, H.S. and Kwon, K.H. (2009) Microbial contamination in a facility for processing of fresh-cut leafy vegetables. Korean J. Food Presev., 16, 573-578
2. Kim, J.S (2007) Microflora analysis and Pathogen Control of Agricultural Products and Ready-to-Eat Foods. Kyungwon University Graduate school, PhD Thesis
3. Yamamoto, K. (2005) 食品高壓加工の新世界技術. Biomedica, 12, 577
4. Takashi, N. (2009) Development of New Fields by Simple High-Pressure Equipment. JSHPREVIEW, 19, 275-280
5. Fumiyoshi, A. (2008) Effects of High Hydrostatic Pressure on Microbial Physiology. JSHPREVIEW, 18, 119-127
6. Balasubramaniam, V.M., Farkas, D. and Turek, E. (2008) Preserving Foods through High-Pressure Processing. Food Technol., 62, 32-38

7. Urrutia-Benet, G. (2005) High-pressure low-temperature processing of foods : Impact of meta-stable phases on process and quality parameters. Berlin University of Technology, PhD Thesis
8. Avelina, F.G. (2001) Antioxidative capacity, nutrient content and sensory quality of orange juice and an orange-lemon-carrot juice product after high pressure treatment and storage in different. Eur. Food Res. Technol., 213, 290-296
9. Arroyo, G., Sanz, P.D. and Prestamo, G. (1999) Response to high-pressure, low-temperature treatment in vegetables : determination of survival rates of microbial populations using flow cytometry and detection of peroxidase activity using confocal microscopy. J. Appl. Microbiol., 86, 544-556
10. Butz, P., Fernandez-Garc, A., Lindauer, R., Dieterich, S., Bognar, A. and Tauscher, B. (2003) Influence of ultra high pressure processing on fruit and vegetable products. Journal of Food Engineering, 56, 233-236
11. Butz, P., Edenharder, R., Fernández-García, A., Fister, H., Merkel, C. and Tauscher, B. (2002) Changes in functional properties of vegetables induced by high pressure treatment. Food Res. Int., 35, 295-300
12. Deliza, R., Rosenthal, A., Abadio, F.B.D., Carlos, H.O. Silva and Castillo, C. (2005) Application of high pressure technology in the fruit juice processing: benefits perceived by consumers. J. Food Eng., 67, 241-246
13. Hayashi, R. (1989) Application of high pressure to food processing and preservation: philosophy and development. A: Spiess, W.E.L., Schubert, H.(Editors), Engineering and Food. Vol. 2. Elsevier Applied Science, London, p.815-826
14. Palou, E., Lopez-Malo, A., Barbosa-Canovas, G. V., Welti-Chanes, J. and Swanson, B.G. (1999) High-pressure treatment in food preservation. In: Handbook of Food Preservation, Rahman, M.S.(Editor), Marcel Dekker, New York, p.533-575
15. Karino, S., Hane, H. and Kosugi, T. (1994) Behavior of water and ice at low temperature and high pressure. In: High Pressure Bioscience, Hayashi, R., Kunugi, S., Shimada, S. and Suzuki, A.(Editors), San-Ei Suppan Co, Kyoto, p.2-9
16. Urrutia-Benet, G., Schlüter, O., Knorr, D. (2004) High pressure-low temperature processing. Suggested definitions and terminology. Innov. Food Sci. Emerging Technol., 5, 413-427

(접수 2009년 11월 19일, 채택 2010년 2월 26일)