

초고압 및 냉동 처리한 대추술의 품질특성

박희정¹ · 김광엽² · 한귀정¹ · 정헌상^{2*}

¹농촌진흥청 농촌자원개발연구소

²충북대학교 식품공학과

Quality of Jujube Wine with Hydrostatic Pressure and Freezing Treatment

Hee-Joeng Park¹, Kwang-Yup Kim², Gwi-Jung Han¹, and Heon-Sang Jeong^{2*}

¹Agriproduct Science Division, National Rural Resources Development Institute, Gyeonggi 441-100, Korea

²Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

Abstract

To prevent the deterioration of jujube wine quality due to commercial heating process for sterilization, hydrostatic pressure (500 MPa, 5 min) or freezing (frozen at -20°C for 3 days, followed by thawing at room temperature for 4 hr) treatment was applied. Their microbial count, physicochemical property and sensory quality were investigated in comparison to heat-treated jujube wine (63°C, 10 min) and commercial wine. Pressure-treated and commercial jujube wine were completely sterilized and heat-treated wine was decreased to <10 CFU/mL while freezing-treated jujube wine was partially sterilized (30~60%). Hydrostatic pressure and freezing, and heat treatment had no influence on chemical compositions such as pH, acidity, amino acidity, reducing sugar and ethanol content, but significantly induced the changes of instrumental color. While sensory quality of heat-treated jujube wine was significantly deteriorated, reducing sour and burning taste, that of pressure and freezing-treated jujube wine was maintained fresh without decrease in sour and burning taste.

Key words: jujube wine, hydrostatic pressure, freezing, physicochemical properties, sensory quality

서 론

대추술은 충청북도 보은의 특산물인 대추를 이용한 대추액과 쌀을 원료로 발효시켜 만든 청주지방의 전통 민속주로 알코올 함량이 16%인 갈색 빛의 투명한 술이다. 효능으로는 신진대사를 원활하게 하고 위를 튼튼하게 하며 피로회복과 이뇨작용이 우수하고 특히 하절기 피로에 효과가 좋은 것으로 알려져 있다(1).

대추술은 발효, 여과 및 살균 공정의 순으로 제조되고 있다. 여과는 발효가 완성된 술 중의 부유물질을 기계적으로 제거하여 품질을 높이는 조작이고, 살균은 세균이나 효모를 사멸시켜서 술의 저장성을 연장시키는 공정으로 숙성기간을 단축시키는 역할을 하기도 한다. 그러나 지나친 살균은 술의 품질을 저하시키는 요인이 되고 있어 이에 대한 주의가 요구된다(2). 가열살균법은 전통주의 안전성과 저장성을 향상시키기 위하여 널리 사용하고 있는 살균법이지만, 열로 인하여 공유결합이 절단 및 생성되면서 식품의 풍미성분에 변화를 일으키고 조직감, 색깔, 영양성분 등에도 좋지 않은 영향을 미치므로(3), 식품 고유의 품질을 최대한 보존할 수 있는 비열처리 살균방법에 대한 관심이 증가하고 있다. 대추

술에서도 가열살균 후에 lactose, citrate, malate 및 휘발성 성분 등이 감소하고, 화독내와 쓴맛 등이 증가하면서 대추술 고유의 풍미가 손실되어 상품가치가 저하되는 문제점이 있는 것으로 보고되었다(4). 이에 Kang 등(5)이 가열살균법 대신에 미세여과 공정과 한외여과법을 이용하여 대추술의 품질을 향상시킨 바 있고, Park 등(6)이 초고압 및 냉동처리를 이용하여 대추술의 최적살균조건을 조사하고 살균특성을 밝히는 등 품질개선을 위한 연구를 수행한 바 있다.

초고압처리는 최근에 각광을 받고 있는 비열살균처리방법 중의 하나로, 압력이 온도처럼 열역학적인 인자로 작용하여 열처리와 동일한 살균효과를 기대할 수 있으면서, 공유결합의 절단 및 생성 없이 비공유결합에만 영향을 미치므로 식품의 고유풍미 및 영양성분을 그대로 유지할 수 있는 장점이 있다(3). 압력은 1899년 Hite에 의해 처음으로 식품분야에 이용되기 시작하였고, 1980년대에 들어서면서 본격적인 연구가 이루어지게 되었다(7). 최초의 실용화 제품인 잼(8)을 비롯하여 밀감쥬스(9) 등이 제조된 이후 신선한 야채즙(10) 및 발효음식(11,12) 등 저용식품의 종류가 다양해지면서 연구범위가 넓어지고 있다. 전통주 분야에서도 대추술에 대한 살균효과를 조사한 연구(6)를 비롯하여 좁쌀탁주에 초

*Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

고압을 처리했을 때 미생물살균과 효소불활성화 조건을 조사한 연구(13) 및 좁쌀탁주에 400 MPa에서 10분간 초고압 처리하여 저장성을 향상시킨 연구(14) 등 품질개선을 위하여 연구가 일부 이루어졌다.

냉동은 저온에서 미생물의 증식이 멈추거나 늦어지는 특성을 이용하여 식품의 저장을 목적으로 주로 사용하고 있는 기술이지만, 처리온도, 냉동속도 및 시간, 균주의 성장단계 또는 배지의 성분 등의 조건에 따라서 냉동회복 시 미생물의 생존율이 영향을 받게 되므로 처리조건을 조절해줄 때 되면 부분적인 살균효과를 얻는 것이 가능해진다(15,16).

본 연구에서는 대추술의 품질을 개선하기 위한 목적으로 대추술의 품질을 저하시키는 주요공정으로 알려진 가열살균공정을 효과적으로 대체할 수 있는 비열살균법을 탐색하기 위하여, 초고압 및 냉동 처리한 대추술을 대상으로 미생물수, 이화학적 및 관능적인 품질특성을 조사한 연구결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재료

대추술은 충북 청주시 산성동에 위치한 “청주 대추술”로부터 공급받아 사용하였다. 신선한 대추술은 발효액을 여과한 것이고, 시판 대추술은 여과한 대추술을 가열살균(63°C/10분)한 다음 감미하고 포장하여 판매하고 있는 제품이다.

시료의 처리

초고압, 냉동 및 가열처리는 전보(6)에서 선정된 최적조건에 따라 실시하였다. 초고압처리는 에탄올로 살균한 폴리에틸렌 봉투에 대추술을 10~30 mL 정도씩 담고, 기포의 유입을 최소화하여 밀봉한 후에 500 MPa에서 5분 동안 초고압(MFP-7000, Mitsubishi Heavy Industry Co., Japan) 처리하였으며, 온도변화는 16~27°C 범위였다. 냉동처리는 살균한 1 L 용기에 대추술 800 mL를 담아 -20°C 냉동고에서 3일간 보관하였다가, 20°C 항온기에서 4시간동안 정지하여 해동하였다. 가열처리는 대추술 공장에서 사용하는 방법에 따라 실시하였다. 즉, 700 mL 유리병에 대추술 400 mL를 담고 63°C로 조절된 water bath(WBC 1510A, Jeio Tech. Co., Korea)에서 대추술의 냉점부위가 63°C에 도달한 다음에 10분간 가열한 후에 상온에서 서서히 냉각하였다. 이 때 대추술의 초기온도는 18~20°C이었다.

성분분석

pH는 pH meter로 측정하였고, 총산 및 아미노산도는 국제청 주류분석법(17)에 준하여 분석하였으며, 환원당은 대추술을 희석한 다음 Somogyi-Nelson 법(18)에 따라 정량하였고, 에탄올농도는 8%로 희석한 대추술을 headspace vial에 2 mL씩 담아 headspace-gas chromatography(Varian

Genesis Headspace, Varian, USA)로 분석하였다. 시료는 headspace 상에서 80°C에서 30분간 평형화하였고, GC(Varian star 3400, Varian, USA)의 컬럼은 Stabilwax(30 m×0.32 mm)이었고, detector는 FID이었으며, 컬럼온도는 40°C에서 2분간 유지하다가 10°C/min의 속도로 상승한 후에 200°C에서 5분간 유지하였다. Injection port의 온도는 200°C이었고, carrier gas는 질소가스를 2 mL/min의 속도로 이동시켰다. 모든 성분분석 결과는 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

색도측정

색도는 대추술 25 mL를 취하여 색도계(Colorquest II TC-1500MC, Tokyo Denshoku Co., Japan)를 사용하여 Hunter 색채계인 L, a, b 및 ΔEab 값을 구하였다. 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

미생물 검사

대추술 중의 생균수는 AOAC방법(19)에 따라 측정하였다. 세균용 배지는 PCA(Plate Count Agar, Difco) agar를 사용하였고, 젖산균용 배지로는 Rogosa Agar(Lactobacillus selective Agar, Merck)에 acetic acid를 0.133%를 가하여 최종 pH를 5.5로 조절하여 사용하였다. 효모용 배지로는 SDA(Sabouraud Dextrose Agar, Difco)에 95% ethanol과 chloramphenicol을 각각 1.0 및 0.5%씩 첨가하여 사용하였다. 세균과 젖산균은 37°C에서 48시간 배양하여 균수를 측정하였고, 혐기성균은 2% agar 증충한 후 CO₂ 농도를 18%로 조절한 항온기(CO₂ incubator, Vision Scientific Co., Korea)에서 배양하여 측정하였고, 효모는 25°C에서 72시간 배양하여 균수를 측정하였다. 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다.

관능검사

대추술의 관능검사는 충북대학교 식품공학과 학생 중 차이식별검사를 위한 기본 훈련을 마친 8명(여자 4, 남자 4)의 평가요원을 대상으로 하였고, 제시하는 시료의 온도를 10°C로 조절한 후 실시하였다. 대추술의 관능적인 특성을 조사하기 위하여 종합적인 차이검사와 특성차이검사를 순차적으로 실시하였다(20). 종합적인 차이검사는 무처리구와 처리구(동일한 처리구 2점)를 각각 한 그룹으로 하여 제시되는 순서를 달리한 6개의 조합에 대하여 평가하는 방식의 삼점 검사법(triangle test)으로 실시하였고, 특성차이검사는 종합적인 차이검사에서 무처리구와 비교하여 유의차가 인정되는 처리구를 대상으로 추가로 실시하였다. 특성차이검사는 무처리 대추술의 주요 관능특성을 5점 기준으로 하여 비교하여 각 처리구의 값을 척도채점법으로 평가하였다. 주요 관능특성으로는 가열처리 시 대추술 품질저하에 미치는 주된 관능특성으로 보고된 화독내, 누룩내, 알코올 향, 단내, 신내, 단맛, 신맛, 쓴맛, 화한 맛, 탄맛 등 5가지의 향과 맛에

대하여 조사하였고, 색과 전체적인 품질에 대하여도 평가하였다.

통계분석

실험결과에 대한 통계분석은 SAS 프로그램을 이용하여 실시하여 평균±SD으로 나타내었고, 처리구간의 유의성은 ANOVA 분석 및 Duncan의 다범위검증(Duncan's multiple range test)을 이용하여 조사하였다(21).

결과 및 고찰

초고압 및 냉동처리 대추술의 미생물수

초고압 및 냉동처리한 대추술 중의 미생물수를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 무처리 대추술 중에 효모는 2.2×10^2 CFU/mL, 일반세균은 2.3×10^3 CFU/mL, 호기성 젖산균은 2.9×10^3 CFU/mL, 혐기성 세균은 1.3×10^3 CFU/mL, 혐기성 젖산균은 2.1×10^3 CFU/mL 등으로 효모가 가장 적었다. 대표적인 전통주인 탁주($10^7 \sim 10^8$ CFU/mL)(14) 및 약주(10^5 CFU/mL)(22)에 비해서는 균수가 적었는데 이러한 차이는 발효정도, 에탄올농도, 여과공정의 유무 또는 정교함 및 숙성 등에 기인하는 것으로 생각된다.

대추술을 500 MPa에서 5분간 초고압 처리했을 때는 효모, 세균류, 젖산균류 모두 살균되어 전혀 검출되지 않았다. 좁쌀탁주에서(14)는 400 MPa에서 10분간 초고압 처리했을 때 젖산균과 효모는 살균되었으나 일반세균수는 10^4 CFU/mL 정도가 생존해 있었는데, 이는 초기균수가 대추술에 비해 높은 것과 압력처리 시간보다는 크기에 대한 살균효과가

높기 때문에 나타난 결과로 판단된다(6). 압력에 대한 살균 효과에 관해서는 압력의 크기와 밀접한 관계가 있으며, 균종에 따라서는 젖산균 및 효모가 더 민감하고, 식품성분에 따라서는 당 농도가 높은 잼에서 살균효과가 감소하는 등 외부적인 환경에 따라서는 달라지는 것으로 알려져 있다(23).

냉동처리 후에는 균중에 따라서 1~2 log cycle 범위에서 균수가 감소하여 살균효과가 완전하지는 않았으며, 균종별로는 호기성 젖산균 및 혐기성 세균에 대한 살균효과가 높았고 효모에 대해서 가장 낮게 나타났다. 냉동에 의한 미생물의 사멸기작은 냉각속도가 $1 \sim 10^\circ\text{C}/\text{min}$ 범위일 때 세포주변의 외액의 일부만이 얼어 세포가 탈수되어 수축하고 미동결된 수분에는 용질이 농축된 상태로 존재하는 세포의 동결상태가 되는데, 이 상태는 치명적이지는 않지만 장기간 유지될 때 세포막 장애를 일으켜 사멸하는 것으로 알려져 있다(24).

가열처리 후에는 세균류만이 각각 10 CFU/mL 이하로 생존하였고, 시판 대추술에서는 균이 검출되지 않았는데, 이는 실제공장에서 가열살균시간이 더 길어졌을 가능성을 시사하는 것으로 보다 정확한 판리가 요구된다 하겠다. 한편 Park 등(6)에 의해 대추술을 700 MPa의 압력으로 처리한 후에 내압성균으로 *Bacillus sphaericus*가 분리되었고, 불충분한 살균으로 인하여 부패된 시판 대추술의 원인균으로 *Bacillus megaterium*이 분리된 바 있다.

초고압 및 냉동처리 대추술의 성분특성

초고압 및 냉동처리한 대추술의 성분특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. pH는 3.94~3.96의 범위에서 모든 처리구간 유의적 차이는 없는 것으로 나타나 초고압, 냉동 및

Table 1. Microbial counts of jujube wines pasteurized by different methods (CFU/mL)

Microorganism	Samples ¹⁾				
	Untreated	Pressure treatment	Freezing treatment	Heat treatment	Commercial product
Yeast	2.2×10^2	- ³⁾	1.3×10^2	-	-
Aerobic bacteria	2.3×10^3	-	3.1×10^2	8.0×10^0	-
Aerobic Lactobacillus	2.9×10^3	-	1.5×10^1	-	-
Anaerobic ²⁾ bacteria	1.3×10^3	-	1.6×10^1	2.0×10^0	-
Anaerobic Lactobacillus	2.1×10^3	-	1.7×10^2	-	-

¹⁾Pressure treatment, pressured at 500 MPa for 5 min; freezing treatment, frozen at -20°C for 3 days and thawed at 20°C for 4 hr; heated treatment, heated at 63°C for 10 min.

²⁾Facultatively anaerobic condition: 18% CO_2 incubator at 37°C .

³⁾-: not detected.

Table 2. Physicochemical properties of jujube wines pasteurized by different methods

Property	Samples ¹⁾				
	Untreated	Pressure treatment	Freezing treatment	Heat treatment	Commercial product
pH	$3.94 \pm 0.04^{\text{a2)NS3)}$	$3.94 \pm 0.04^{\text{a}}$	$3.94 \pm 0.02^{\text{a}}$	$3.94 \pm 0.04^{\text{a}}$	$3.96 \pm 0.06^{\text{a}}$
Acidity	$0.39 \pm 0.03^{\text{aNS}}$	$0.39 \pm 0.04^{\text{a}}$	$0.39 \pm 0.05^{\text{a}}$	$0.38 \pm 0.03^{\text{a}}$	$0.37 \pm 0.06^{\text{a}}$
Amino acidity	$0.42 \pm 0.05^{\text{a}}$	$0.41 \pm 0.05^{\text{a}}$	$0.44 \pm 0.03^{\text{a}}$	$0.44 \pm 0.03^{\text{a}}$	$0.33 \pm 0.04^{\text{b}}$
Reducing sugar (%)	$3.46 \pm 0.12^{\text{aNS}}$	$3.44 \pm 0.47^{\text{a}}$	$3.19 \pm 0.22^{\text{ab}}$	$2.95 \pm 0.13^{\text{b}}$	$3.26 \pm 0.05^{\text{ab}}$
Ethanol (%)	$15.70 \pm 0.27^{\text{aNS}}$	$14.34 \pm 1.89^{\text{a}}$	$15.32 \pm 0.95^{\text{a}}$	$14.65 \pm 2.37^{\text{a}}$	$15.86 \pm 0.75^{\text{a}}$

¹⁾Pressure treatment, pressured at 500 MPa for 5 min; freezing treatment, frozen at -20°C for 3 days and thawed at 20°C for 4 hr; heated treatment, heated at 63°C for 10 min.

²⁾Means in the same column not followed by the same letter are significantly different ($p < 0.05$).

³⁾NS: not significant.

가열처리에 의해 대추술의 pH가 영향을 받지 않는 것을 알 수 있었다. 이는 Ogawa 등(9)의 밀감주스를 600 MPa 압력으로 처리했을 때 pH가 3.56에서 3.55와 3.57범위에서 유지되었다는 보고와 Min 등(4)이 60~100°C 범위에서 가열 시에는 온도에 관계없이 pH의 변화가 일어나지 않았다는 보고와 일치하는 내용이었다.

산도 역시 0.37~0.39 범위에서 처리구간에 유의차가 없는 것으로 나타나 초고압, 냉동 및 가열처리가 대추술의 산도에 크게 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다. 이는 초고압 처리에 의해 ascorbic acid 등 유기산 함량이 거의 변하지 않았다는 보고(9)와 관련이 있고, 가열처리 시에 Min 등(4)의 80°C 이상으로 가열 시 유기산이 감소한다는 내용으로 미루어 볼 때 가열온도가 낮아 유기산 함량변화가 거의 없었던 것으로 생각된다.

환원당은 2.95~3.46% 범위로 모든 처리에 의하여 감소하는 경향을 보였으나 처리구간에 유의차는 없었다. 이는 고압 처리 시에 fructose 및 glucose 등의 함량에 변화가 없다는 보고(9)와 유사한 결과였다. 가열처리 시에는 환원당이 갈변 반응에 관여하여 소비되는 것으로 알려져 있으나(4,24) 본 연구에서는 유의적인 차이는 확인할 수 없었는데, 이는 갈변 반응이 미약했기 때문에 판단되며 비록 유의적인 차이는 없었지만 환원당의 감소폭이 가열처리 시에 0.51%로 가장 컸으며 냉동처리(0.27%), 시판처리(0.20%) 및 초고압처리(0.02%) 시에 작았던 결과로 미루어 볼 때 가열에 의해 환원당 함량의 감소와 갈변이 서서히 진행되고 있는 것으로 사료된다. 시판처리구의 환원당 함량이 가열처리구보다 유의적으로 높았던 것은 감미를 위해 당분을 첨가했기 때문인 것으로 보인다.

아미노산도는 0.33~0.44의 범위로 나타났는데, 초고압, 냉동 및 가열 처리에 의해서는 0.41~0.44 범위에서 유사했던 반면, 시판 대추술은 0.33으로 다른 처리구에 비하여 유의적으로 낮았다. 아미노산은 술의 품질에 영향을 미치는 성분으로 주로 단백질의 분해에 의해 생성되는 것으로 미루어 볼 때(24), 초고압 및 냉동처리가 단백질의 분해에는 크게 영향을 미치지 않는 것으로 보이고, 시판 대추술에서 아미노산 함량이 낮게 나타난 것은 갈변에 의한 손실 때문으로 생각된다. 한편 가열처리구에서 환원당 함량이 감소하면서 갈

변의 징후를 나타낸 것에 비하여 아미노산도의 변화는 거의 없었는데, 이는 amino carbonyl 반응에 관여하는 amino 화합물인 아미노산, peptide, protein, amines 등 중에 아미노산보다 갈변속도가 빠른 amines 성분이(25), 가열처리구의 갈변 초기단계에서 아미노산이 갈변반응에 관여하기 전에 먼저 갈변반응에 관여했기 때문으로 생각된다. 에탄올 함량은 역시 무처리구일 때 15.7%, 고압 처리구에서 14.3%, 냉동 처리구에서 15.3%, 가열 처리구에서 14.7%, 시판처리술에서 15.9%로 처리구간에 유의적인 차이는 없어 각 처리방법이 에탄올함량에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

이로부터 초고압, 냉동 및 가열처리가 대추술의 pH, 산도, 아미노산도 및 환원당, 에탄올함량 등의 성분특성에 유의적으로 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었고, 대추술의 상품화 과정 중에 성분변화가 일부 일어나는 것을 알 수 있었다.

초고압 및 냉동처리 대추술의 색도

초고압 및 냉동처리 대추술의 색도를 분석한 결과는 Table 3과 같다. L값(명도)은 47.69~55.58 범위로 나타났고, b값(황색도)은 21.90~26.89 범위로 나타났으며 L 및 b값 모두 처리구간에 유의적 차이가 없었다. a값(적색도)은 5.45~9.62 범위로 나타나 초고압, 냉동 및 가열처리구는 무처리구와 유사하였고(5.45~7.02), 시판 대추술은 유의적으로 가장 높은 값을 보이면서 다른 그룹으로 나타났다. 또한 전체적인 변화(ΔE_{ab})는 17.07~32.36의 범위에서 유의적으로 뚜렷하게 나타나 초고압, 냉동 및 가열처리가 대추술의 색을 유의적으로 변화시키는 것을 알 수 있었다. 변화폭은 고압처리구에서 가장 작았고 다음으로 시판처리구, 가열처리구 및 냉동처리구 순으로 증가하는 것으로 나타났다.

초고압처리에 의해 대추술은 적색도(a)가 약간 증가하는 경향을 보였으나 전체적인 변화 폭이 가장 작게 나타나 초고압처리가 대추술 고유의 색에 큰 영향을 미치지 않는 효과적인 살균방법임을 알 수 있었다. 초고압처리가 색에 미치는 영향에 대해서는 밀감주스(9)에서는 L, a, b의 변화가 없었으나, 신선초 녹즙(10)에서는 색소의 용출로 L, b값은 증가하고 a값은 감소하는 색도의 변화가 있었던 것으로 미루어 볼 때, 시료의 형태, 색소의 종류 등과 같은 개별적인 특성에 영향이 달라지는 것으로 판단된다. 냉동처리에 의해서는 유의차는 없었으나 명도가 높아지는 경향을 보아 제품의 색이

Table 3. Hunter L, a, b values and ΔE_{ab} of jujube wines pasteurized by different methods

Hunter	Samples ¹⁾				
	Untreated	Pressure treatment	Freezing treatment	Heat treatment	Commercial product
L	49.58 ± 1.01 ^{a2)NS3)}	49.98 ± 0.63 ^a	55.58 ± 2.30 ^a	49.69 ± 8.29 ^a	47.69 ± 7.30 ^a
a	5.45 ± 0.45 ^b	6.20 ± 0.71 ^b	5.91 ± 0.20 ^b	7.02 ± 2.07 ^b	9.61 ± 1.78 ^a
b	25.26 ± 0.40 ^{aNS}	26.89 ± 0.08 ^a	21.89 ± 6.11 ^a	25.36 ± 2.47 ^a	25.14 ± 4.10 ^a
ΔE_{ab}	0 ^d	17.07 ± 4.07 ^c	32.36 ± 1.18 ^a	21.91 ± 1.06 ^b	18.63 ± 0.55 ^{bc}

¹⁾Pressure treatment, pressured at 500 MPa for 5 min; freezing treatment, frozen at -20°C for 3 days and thawed at 20°C for 4 hr; heated treatment, heated at 63°C for 10 min.

²⁾Means in the same column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

³⁾NS: not significant.

호려지면서 가장 큰 폭으로 색도가 변하는 것을 알 수 있었다. 이는 냉동처리 탁주에서 싱거운 맛이 느껴졌다는 보고(26)와 유사하며 냉동 후 해동으로 인하여 술의 맛뿐 아니라 색도 호려질 수 있음을 의미하는 결과로 볼 수 있다. 가열처리에 의해서는 무처리구와 유사하였음에도 불구하고 냉동처리구 다음으로 색도의 변화가 유의적으로 높았는데, 이는 성분분석 결과에서 환원당의 감소하는 경향으로부터 예상했던 갈변의 진행이 이루어고 있음을 뒷받침하는 내용으로 사료된다. 또한 시판 처리구에서의 색도 변화폭은 적색도가 유의적으로 높았으나 기기적인 측정에 의해서는 가열 처리구와 유사한 수준으로 확인되었다.

초고압 및 냉동처리 대추술의 관능적 특성

초고압 및 냉동처리가 대추술의 관능적인 품질에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 4 및 5와 같다. 처리방법을 달리한 대추술을 대상으로 전체적인 관능적인 특성에 차이가 있는지 알아보려고 종합적인 특성차이검사를 실시한 결과(Table 4), 모든 처리구가 무처리구와 유의차가 인정되어 색, 향, 맛 및 전체적인 품질에 대하여 개별적인 특성검사를 실시하였다(Table 5).

대추술에 대한 종합적인 차이식별검사 결과 모든 처리구에서 무처리구와 비교하여 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 4). 특히 냉동 및 시판처리구의 식별이 가장 용이하였고 다음으로 가열처리구, 초고압처리구 순으로 나타나, 초고압처리가 대추술의 관능적인 특성에 가장 적게

영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 고압처리가 풍미에 미치는 영향에 대해서는 고압처리 쟈에서 신선한 풍미가 유지되었다는 보고에서와 같이 큰 영향을 미치지 않으나(8), 신선 초녹즙 고압처리 시 폴냄새가 감소했다는 보고(10)에서와 같이 특정 향미성분에 대해서는 영향을 미치는 것으로 생각된다.

처리구들간에 유의적 차이를 보이는 주요 향미특성을 조사하고자 주된 관능특성으로 보고된 5개의 향과 맛 특성, 색 및 전체적인 품질에 대하여 개별적인 특성차이를 조사한 결과 알코올향(alcohol aroma), 누룩내(nuruk aroma), 쓴맛(bitter taste) 및 탄맛(burnt taste)은 처리구간에 유의적인 차이가 없었고, 화독내(burnt aroma), 단내(sweet aroma), 신내(sour aroma), 단맛(sweet taste), 신맛(sour taste), 화한 맛(burning taste), 색 및 전체적인 품질에 대해서는 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. 화독내, 단내, 신내 및 단맛은 시판처리구를 제외한 다른 처리구간에는 관능적인 차이를 유의적으로 확인할 수 없었고, 시판처리구에서 화독내, 단내 및 단맛이 가장 강했고 신내가 가장 낮았다. 신맛과 화한 맛은 초고압 및 냉동 처리구에서 무처리구와 유사하게 유지되면서 가열 및 시판처리구와 유의적으로 구분이 가능했다. 화독내는 가열시 증가하여 탁주의 품질을 저하시키고, 신맛은 신선한 술에서 좋은 품질을 나타내는 관능적인 특성으로 보고된 바 있다(27).

대추술의 색은 초고압 및 냉동처리구가 무처리구와 유의

Table 4. Results of triangle test for the difference between raw and pasteurized jujube wine

Item	Untreated + Pressure treatment ¹⁾	Untreated + Freezing treatment	Untreated + Heated treatment	Untreated + Commercial product
Y/S ²⁾	21/44***	26/42*	25/46**	39/45*

¹⁾Pressure treatment, pressured at 500 MPa for 5 min; freezing treatment, frozen at -20°C for 3 days and thawed at 20°C for 4 hr; heated treatment, heated at 63°C for 10 min.

²⁾Y is the number of panel recognized the difference compared to jujube wine stored at 0°C, S is the total number of panel. *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

Table 5. The sensory properties for aroma, taste, color and overall quality of jujube wines pasteurized by different methods

Sensory attribute	Samples ¹⁾				
	Untreated	Pressure treatment	Freezing treatment	Heat treatment	Commercial product
Alcohol aroma	5.00 ^{a2)NS3)}	5.06 ^a	4.88 ^a	4.84 ^a	4.59 ^a
Burnt aroma	5.00 ^b	5.34 ^b	5.25 ^b	5.37 ^b	5.98 ^a
Nuruk aroma	5.00 ^{abNS}	5.22 ^{ab}	4.85 ^b	5.56 ^a	5.31 ^{ab}
Sweet aroma	5.00 ^b	4.76 ^b	4.92 ^b	5.00 ^b	6.53 ^a
Sour aroma	5.00 ^a	4.87 ^a	5.08 ^a	5.26 ^a	4.41 ^{ab}
Bitter taste	5.00 ^{aNS}	5.41 ^a	5.18 ^a	4.81 ^a	5.29 ^a
burnt taste	5.00 ^{bNS}	5.22 ^{ab}	5.20 ^{ab}	5.23 ^{ab}	5.71 ^a
Sweet taste	5.00 ^b	4.92 ^b	4.84 ^b	4.68 ^b	6.58 ^a
Sour taste	5.00 ^{abc}	5.54 ^a	5.19 ^{ab}	4.87 ^{bc}	4.49 ^c
Burning taste	5.00 ^{ab}	5.36 ^a	4.97 ^{ab}	4.53 ^b	5.06 ^b
Color	5.00 ^{bc}	5.31 ^b	4.58 ^{cd}	4.23 ^d	6.13 ^a
Overall quality	5.00 ^a	4.76 ^a	4.43 ^a	3.35 ^b	3.23 ^b

¹⁾Pressure treatment, pressured at 500 MPa for 5 min; freezing treatment, frozen at -20°C for 3 days and thawed at 20°C for 4 hr; heated treatment, heated at 63°C for 10 min.

²⁾Means in the same column not followed by the same letter are significantly different (p<0.05).

³⁾NS: not significant.

적으로 유사한 그룹으로 나타났으며, 시판술이 가장 높았고, 가열처리구는 가장 낮게 나타났다. 기기적인 색도 측정결과에서 전체적인 색도변화가 가장 컸던 냉동 처리구는 무처리구와 관능적인 구분이 뚜렷하지 않았던 반면, 냉동처리구에 비하여 색도 변화가 적었던 가열 및 시판처리구에서는 구분이 뚜렷하였다. 이는 냉동처리술의 색변화 정도는 기계적인 측정에 의해서는 식별이 가능하나 사람에 의해 관능적으로 식별할 만한 수준은 아님을 의미한다.

전체적인 품질은 두 그룹으로 분류되었는데, 초고압 및 냉동처리 대추술이 무처리술과 같은 품질을 보이면서 가열 및 시판처리구와 다른 그룹으로 구분되었다. 가열처리 대추술은 신맛 및 화한 맛이 감소하면서 전체적인 품질이 낮아진 반면, 초고압 및 냉동 처리술에서는 대추술 고유의 신맛과 화한 맛이 손실되지 않으면서 신선한 품질이 유지된 것을 알 수 있었다. 한편 시판대추술에서는 화독내, 단내 및 단맛이 뚜렷이 증가하고 신내 및 신맛이 감소하면서 가장 낮은 품질을 보였는데 이는 시판대추술이 가열(화독내 증가) 및 감미(단내 및 단맛 증가) 공정에 의해 품질이 저해된 것으로 판단되므로 이들 공정에 대한 개선이 요구된다 하겠다. 종합적인 차이식별검사에서 초고압 및 냉동 처리구가 무처리구에 대해 유의차를 보인데 반해 개별적인 식별검사의 전체품질에서는 유의차가 없는 것으로 나타났는데, 이는 전자의 평가에서는 무처리구와 하나의 처리구간의 차이만을 조사하여 구분이 용이했던 반면 후자의 평가에서는 무처리구를 포함한 5개의 처리구 모두에 대한 차이를 조사하였기 때문에 가열 및 시판처리구의 강한 특성으로 인하여 상대적으로 식별이 어려워진 것으로 판단된다.

이상의 결과로부터 초고압처리하는 대추술에 대한 살균효과가 우수하고 성분 및 색도에 큰 영향을 미치지 않으면서 본래 대추술의 관능적인 특성을 최대한 유지할 수 있는 효과적인 비열살균법을 알 수 있었다. 한편, 냉동처리는 고압 처리에 비해서는 살균효과가 다소 불완전하고 기기적인 색도 변화가 유의적이었으나 관능적으로 받아들일 수 있는 수준이었다. 그러나 살균효과가 불완전하므로 저장 특성에 대한 추가 연구가 이루어져야 할 것이다.

요 약

대추술의 가열살균으로 인한 품질저하를 개선하고자 초고압(500 MPa, 5분) 및 냉동처리(-20°C에서 3일간 냉동 후 20°C에서 4시간 동안 해동)를 이용하여 대추술을 살균한 다음 가열처리구(63°C, 10분) 및 시판대추술과 비교하면서 품질특성을 조사하였다. 미생물은 초고압 및 시판대추술에서는 검출되지 않았고, 가열처리구에서는 세균류만이 10 CFU/mL 이하로 검출되었으며, 냉동처리구에서는 10²~10³ CFU/mL 수준으로 검출되어 30~60%의 살균효과를 보였다. 초고압, 냉동 및 가열처리하는 대추술의 pH, 산도, 아미노

산도, 환원당 및 에탄올함량 등의 성분에 유의적인 영향을 미치지 않았으나, 색도에는 유의적으로 영향을 미쳤으며 변화폭은 초고압 처리가 가장 작았고 다음으로 가열 및 시판, 냉동처리 순으로 크게 나타났다. 관능검사 결과에서는 가열처리 시 신맛 및 화한 맛이 감소하면서 전체적인 품질이 낮아진 데 비하여, 초고압 및 냉동처리 시에는 신맛과 화한 맛이 변하지 않으면서 품질이 유지되었다. 한편 시판 대추술에서는 탄내, 단내 및 단맛이 뚜렷이 증가하고 신내 및 신맛이 감소하면서 가장 낮은 품질을 보였다. 이상으로부터 초고압처리하는 살균효과가 우수하고 제품의 성분 및 색도에 큰 영향을 미치지 않으면서 본래 대추술의 관능적인 특성을 최대한 유지할 수 있는 효과적인 비열살균법을 알 수 있었고, 냉동처리 역시 관능적으로 받아들일 수 있는 수준으로 품질이 유지되었으나 불완전한 살균으로 인한 저장성 연구가 추가되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 산업자원부·한국산업기술평가원의 지역협력 연구센터인 충북대학교 생물건강연구개발센터의 지원에 의한 것입니다.

문 헌

- Park RD. 1996. *Traditional Korean alcohol beverage*. Hoeilmunwhasa, Seoul, Korea. p 90-93.
- Min YK, Lee MK. 1997. The changes of the quality of jujube wine during its manufacturing operations. *Food Eng Prog* 1: 81-86.
- Marquis RE. 1976. High-pressure microbial physiology. *Adv Microbial Physiol* 11: 159-163.
- Min YK, Lee MK, Yoon HS, Park HJ. 1997. Quality changes in jujube wine with heating temperatures. *Food Eng Prog* 1: 212-218.
- Kang HA, Chang KS, Min YK, Choi YH. 1998. Value addition of jujube wine using microfiltration and ultrafiltration. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1146-1151.
- Park HJ, Min YK, Kim KY, Kang SW. 1997. Sterilization effects of hydrostatic pressure and low temperature treatments on the jujube wine. *Food Eng Prog* 2: 163-170.
- Hoover DG. 1993. Pressure effects on biological systems. *Food Technol* 47: 150-161.
- Horie Y, Kimura K, Ida M, Yosida Y, Ohki K. 1991. Jam preparation by pressurization. *Nippon Nogeikagaku Kaishi* 65: 975-980.
- Ogawa H, Fukihisa K, Sugawara K, Kubo Y, Fukumoto H. 1991. Effect of hydrostatic pressure on sterilization of citrus juice. In *High Pressure Science for Food*. Hayashi R, ed. San-Ei Pub. Co., Kyoto. p 225-232.
- Lee DU, Park J, Kang J, Yeo IH. 1996. Effect of high hydrostatic pressure on the shelf-life and sensory characteristics of *Angelica keiskei* juice. *Korean J Food Sci Technol* 28: 105-108.
- Hong K, Park J. 1998. Effect of hydrostatic pressure on the shelf life and quality of *Dongchimi*. *Korean J Food Sci Technol* 30: 602-607.

12. Lim S, Jwa MK, Mok C, Park YS. 2001. Quality changes in *Kochujang* treated in high hydrostatic pressure. *J Food Sci Technol* 33: 444-450.
13. Jwa MK, Lim SB, Mok C, Park YS. 2001. Inactivation of microorganism and enzymes in foxtail millet *Takju* by high hydrostatic pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 33: 226-230.
14. Lim SB, Jwa MK, Mok C, Park YS, Woo GJ. 2004. Changes in microbial counts, enzyme activity and quality of foxtail millet *Takju* treated with high hydrostatic pressure during storage. *Korean J Food Sci Technol* 36: 233-238.
15. Meynell GG. 1958. The effect of sudden chilling on *E. coli*. *J Gen Microbiol* 19: 380-389.
16. Patterson TE, Jackson H. 1979. Effect of storage at 1 and 4°C on viability and injury of *Staphylococcus aureus*, *E. coli* and *Streptococcus faecalis*. *J Appl Bacteriol* 46: 161-167.
17. Handbook of Korean liquor industry. 1975. Korean Alcohol and Liqueur Industry Association.
18. Chae SK. 1998. *Food Analysis*. Ji-gu Publishing Co., Seoul, Korea. p 385-398.
19. AOAC. 1984. *Official Method of Analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA. p 822.
20. Kim KO, Lee YC. 1998. *Sensory Evaluation of Food*. Sinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. p 166-188.
21. SAS Institute Inc. 1996. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
22. Kang MY, Park YS, Mok C, Chang HG. 1998. Improvement of shelf-life of *Yakju* by membrane filtration. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1134-1139
23. Ludwig H, Bieler C, Hallbauer K, Seigalla W. 1992. Inactivation of microorganism by hydrostatic pressure. *High Pressure and Biotechnol* 224: 25-32.
24. Son TH, Seong JH, Kang WO, Moon KD. 2003. *Food Processing*. Hyeongseol Publishing Co., Seoul, Korea. p 121-152.
25. Lee KH. 2000. *Food Chemistry*. Hyeongseol Publishing Co., Seoul, Korea. p 465-470.
26. Yang JY, Lee KH. 1996. Shelf-life and microbiological study of *sansung Takju*. *Korean J Food Sci Technol* 28: 779-785.
27. Lee CH, Lee HD, Kim JY, Kim KM. 1989. Sensory quality attributes of *Takju* and their changes during pasteurization. *Korean J Dietary Culture* 4: 405-410.

(2007년 7월 27일 접수; 2007년 11월 5일 채택)