

초고압 및 냉동처리에 의한 대추술의 저장 중 품질변화

박희정¹ · 김광엽² · 정현상^{2*}

¹농촌진흥청 첨단농업과

²충북대학교 식품공학과

Quality Changes of Jujube Wine by Hydrostatic Pressure and Freezing Treatment during Storage

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

¹High-Tech Agriculture Division, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-857, Korea

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

Abstract

Jujube wine was treated with hydrostatic pressure (500 MPa, 5 min) or freezing (-20°C, 3 days and thawed 20°C, 4 hr) and their microbial counts, physicochemical properties, and sensory characteristics were investigated during storage at 35°C for 60 days. Microorganisms in pressure-treated jujube wine were not detected during the whole period and chemical compositions as well as color were slightly changed. Sensory quality was significantly preserved until 20 days without increasing sweet aroma and taste. In freezing-treated wine, bacterial counts were decreased after 10 days and remained below 10 CFU/mL while lactic acid bacteria and yeast were not detected. Changes of chemical composition were smaller than those of the untreated wine but bigger than those of the pressure-treated or heat-treated wine. Instrumental color was changed after 10~20 days resulting from the increase of L value and the reduction of a value. Sensory quality was significantly similar with the fresh wine for 10 days, suggesting that pressure treatment would be the most effective sterilization method to improve the shelf life of jujube wine whereas freezing treatment would be insufficient.

Key words: jujube wine, hydrostatic pressure, freezing, quality, storage

서 론

대추술은 충청북도 청주 지방의 전통 민속주로 대추액과 쌀을 발효시켜 만든 투명한 갈색 빛을 띠는 술로, 신진대사를 원활하게 하고 위를 튼튼하게 하며 피로회복과 이뇨작용이 우수하고 특히 하절기 피로회복에 효능이 있는 것으로 알려져 있다(1). 대추술은 발효, 여과 및 살균공정을 거쳐 생산되고 있으며 불완전한 여과 및 살균공정으로 인하여 품질이 저하되는 문제점이 있다(2,3). 이에 Kang 등(4)은 미세 여과공정과 한외여과법 등의 여과공정을 개선하여 대추술의 품질을 향상시키고자 하였고, Min 등(3)은 가열 살균 시에 lactose, citrate, malate 및 휘발성 성분 등이 감소하고 화독내와 쓴맛 등이 증가하는 등 가열로 인한 대추술의 풍미 손상기작을 규명한 바 있다. 이 외에도 가열 대추술 중의 내열성 균을 분리 동정하고(5), 저장 중의 이취 원인이 되는 휘발성 화합물을 GC/MS를 이용하여 확인하고 olfactometry를 이용하여 향기 profile을 분석(6)하는 등 대추술의 품질을 향상시키고자 한 연구들이 수행되어 왔다.

가열살균처리는 전통주의 안전성과 저장성을 향상시키기 위해서 널리 사용되고 있는 공정이지만 열로 인한 공유결합의 절단 및 생성으로 인하여 식품의 풍미성분에 변화를 일으키고 조직감, 색깔, 영양성분 등에도 좋지 않은 영향을 미치므로 최근에는 식품 고유의 품질을 최대한 보존할 수 있는 비열처리 공정에 대한 관심이 높아지고 있다(7). 비열처리 살균방법 중 초고압 처리는 최근에 각광받고 있는 살균방법으로 압력이 온도처럼 열역학적인 인자로 작용하여 열처리와 동일한 살균효과를 나타낼 뿐만 아니라 공유결합이 아닌 비공유결합에만 영향을 미치므로 식품의 고유풍미 및 영양성분 등 품질을 유지할 수 있는 장점이 있다(8). 식품에 대한 압력연구는 1980년대 들어서 본격적으로 이루어지기 시작한 이후(9), 1991년에 초고압 처리한 잼이 최초로 실용화(10)되면서 연구범위가 계속적으로 확대되고 있다. 주류 분야에서도 쏘팔탁주에 초고압을 처리한 후에 미생물과 효소활성을 조사하여 저장성을 향상시킨 연구(11,12)가 수행된 바 있고, 본 연구팀에 의해서도 대추술에 초고압 처리했을 때의 살균특성(12) 및 품질변화(13)를 조사한 결과 초고압 처리가

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

대추술의 성분에 유의적인 영향을 미치지 않고 색도의 변화를 최소화하면서 관능적으로도 신맛과 화한 맛의 변화 없이 최대한 품질을 유지할 수 있는 효과적인 살균법임이 보고된 바 있다(13).

본 연구에서는 대추술의 품질 향상을 위한 연구의 일환으로 초고압 및 냉동처리를 이용하여 처리한 대추술의 저장 특성을 구명하고자, 전보(13)에서 설정된 최적의 초고압(500 MPa, 5분) 및 냉동처리(-20°C, 3일) 조건에 따라 대추술을 처리한 다음에 35°C에서 60일간 저장하면서 미생물수, 성분 변화, 색도 및 관능적인 특성을 조사한 결과를 보고하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

대추술은 청주시 산성동에 위치한 “청주 대추술”로부터 공급받아 사용하였다. 신선한 대추술은 발효액을 여과한 것이고, 시판 대추술은 여과한 대추술을 가열 살균(63°C/10분)하고 감미하여 포장한 후에 실제로 판매하고 있는 제품이다.

시료의 처리

초고압(MFP-7000, Mitsubishi Heavy Industry Co., Tokyo, Japan) 처리는 폴리에틸렌 봉투에 대추술을 10~30 mL 정도씩 담고 기포의 유입을 최소화하여 밀봉한 후에 500 MPa에서 5분 동안 처리하였고 이때 온도는 16~27°C 범위였다. 냉동 처리는 살균한 1 L 용기에 대추술 800 mL를 담아 -20°C 냉동고에서 3일간 보관하였다가 꺼내어 20°C 항온기에서 4시간 동안 해동시킨 다음 시료로 사용하였다. 가열 처리는 700 mL 유리병에 대추술 400 mL를 담고 63°C로 맞춘 항온수조(WBC 1510A, Jeio Tech. Co., Daejeon, Korea)에서 대추술의 냉점부위가 63°C에 도달한 다음에 10분간 가열하였고 이후 상온에서 서서히 냉각하였다. 이 때 대추술의 초기온도는 18~20°C이었다.

저장성 실험

무처리 대추술, 초고압 대추술, 냉동처리 대추술, 가열처리 대추술 및 시판 대추술 등 각 조건에 따라 처리한 5종의 대추술을 1 L 삼각플라스크에 800 mL씩 무균적으로 담고 35±2°C에서 60일 동안 저장하면서 품질특성의 변화를 조사하였다. 조사항목은 미생물, 성분분석, 색도 및 관능적 특성이었고, 미생물변화, 성분변화 및 색도변화는 10일 간격으로 조사하였으며 관능적인 품질은 저장 후 10일, 20일, 40일 및 60일째에 각각 조사하였다. 관능평가를 위한 대조구로 냉장 보관한 무처리 대추술을 이용하였다.

성분분석

성분분석은 pH, 산도, 아미노산도, 환원당 및 에탄올 농도에 대하여 수행하였다. pH는 pH meter로 측정하였고, 총산

및 아미노산도는 국세청 주류분석법(14), 환원당은 Somogyi-Nelson 법(15)에 따라 분석하였고, 에탄올 함량은 head-space-gas chromatography를 사용하여 분석하였다. 에탄올 함량은 시료를 8%로 희석하여 vial에 2 mL씩 담고 head-space(Varian Genesis Headspace, Varian, USA)상에서 80°C에서 30분간 평형화한 후에 GC로 분석하였으며, GC(Varian star 3400, Varian, USA)의 칼럼은 Stabilwax(30 m×0.32 mm)였고 칼럼온도는 40°C에서 2분간 유지하다가 10°C/min의 속도로 상승시킨 후에 200°C에서 5분간 유지하였다. Detector는 FID였고, inject port의 온도는 200°C이었으며 질소가스를 carrier gas로 하여 2 mL/min 속도로 이동시켰다.

색도측정

색도는 색도계(Colorquest II TC-1500MC, Tokyo Den-shoku Co., Japan)를 사용하여 대추술 25 mL씩을 취하여 Hunter 색체계인 L, a, b 및 ΔEab 값을 구하였다.

미생물 검사

대추술 중의 생균수는 AOAC 방법(16)에 따라 측정하였다. 세균용 배지는 PCA(Plate Count Agar, Difco)를 사용하였고, 젖산균용 배지로는 Rogosa Agar(Lactobacillus selective Agar, Merck)에 acetic acid를 0.133% 가해 최종 pH를 5.5로 맞추어 사용하였으며, 효모용 배지로는 SDA(Sabouraud Dextrose Agar, Difco)에 95% ethanol과 chloramphenicol을 각각 1 및 0.5%씩 첨가하여 사용하였다. 균수는 일반 세균과 젖산균의 경우는 37°C에서 48시간 배양한 후 측정하였고, 혐기성균은 2% agar로 증충하고 CO₂ 농도가 18%인 항온기(CO₂ incubator, Vision Scientific Co., Bucheon, Korea)에서 배양한 후 측정하였으며, 효모는 25°C에서 72시간 배양한 다음 측정하였다.

관능검사

대추술의 관능검사는 충북대학교 식품공학과 학생 중 차이식별검사를 위한 기본 훈련을 마친 8명(여자 4, 남자 4)의 평가요원을 대상으로 실시하였다. 평가항목으로는 색, 단내와 단맛, 신내와 신맛 및 전체적인 품질에 대하여 조사하였고, 평가방법은 냉장 보관한 신선한 대추술을 5점 기준으로 하고 이와 비교하여 약하면 낮은 점수, 강하면 높은 점수를 기록하는 방식의 9점 척도 채점법(17)으로 실시하였으며, 제시된 시료의 온도는 10°C로 조절하였다.

통계분석

실험결과는 SAS(Statistic Analysis System, ver. 7.0) program을 이용하여 통계분석을 실시하였다. 즉, 통계 package를 이용하여 평균을 구한 다음 분산분석(ANOVA) 및 Duncan의 다범위 검증(Duncan's multiple range test)을 이용하여 유의성을 분석하였다(18).

결과 및 고찰

미생물수의 변화

대추술의 가열살균 과정 중의 품질 저하를 개선하기 위하여 초고압(500 MPa, 5분) 및 냉동처리(-20°C에서 3일간 냉동한 후에 20°C에서 4시간 해동)를 이용하여 대추술을 살균한 다음 35°C에서 60일간 저장하면서 미생물 상의 변화를 조사한 결과는 Fig. 1과 같다. 초고압 처리한 대추술은 완전히 살균되어 저장 초기와 저장 중 모두 미생물이 전혀 검출되지 않았다. 이는 초고압 처리한 좁쌀탁주(12)에서 젖산균류는 검출되지 않았으나 세균류가 저장기간 동안 10⁴ CFU/mL 수준을 유지한 것과 비교해볼 때 미생물적 안정성이 월등히 높은 것을 알 수 있었다. 냉동처리 대추술에서는 대조구와 유사하게 효모와 젖산균은 급격히 감소하여 저장 10일

부터 검출되지 않았고, 호기성 일반세균은 저장 10일부터 2 log cycle 감소하여 10 CFU/mL 수준이었다가 20일 후에는 10 CFU/mL 이하로 감소하였으며, 혐기성 일반세균도 저장 10일부터 감소하여 저장 말기까지 10 CFU/mL 이하로 검출되었다. 가열 처리술의 경우는 세균류만이 저장기간 동안 10 CFU/mL 이하 수준으로 존재하였고, 시판 처리술에서 미생물이 전혀 검출되지 않아 미생물적으로 안전한 것으로 나타났다. 무처리 대추술에서는 초기에 효모가 2.2×10² CFU/mL, 호기성 및 혐기성 일반세균과 젖산균 모두 10³ CFU/mL 수준으로 존재하다가, 저장 10일 경과 후에는 효모, 호기성 및 혐기성 젖산균은 전혀 검출되지 않고 호기성 및 혐기성 일반세균류만이 검출되었다. 호기성 세균은 저장 10일 경과 후에 2 log cycle 감소하여 10 CFU/mL 수준으로 존재하다가 저장 30일 후부터는 10 CFU/mL 이하로 검출되

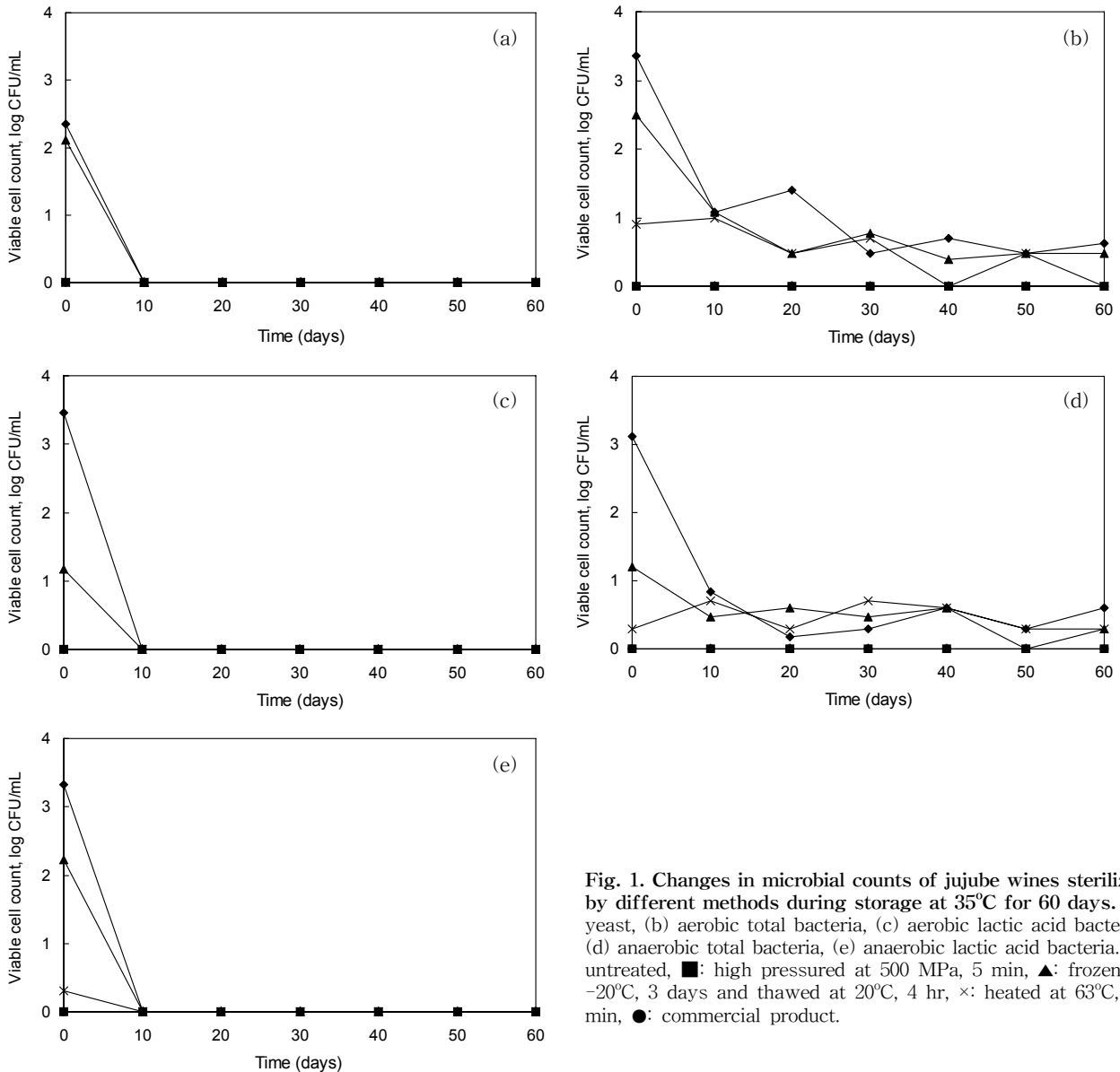


Fig. 1. Changes in microbial counts of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days. (a) yeast, (b) aerobic total bacteria, (c) aerobic lactic acid bacteria, (d) anaerobic total bacteria, (e) anaerobic lactic acid bacteria. ◆: untreated, ■: high pressured at 500 MPa, 5 min, ▲: frozen at -20°C, 3 days and thawed at 20°C, 4 hr, ×: heated at 63°C, 10 min, ●: commercial product.

었고, 혐기성 일반세균은 저장 10일부터 10 CFU/mL 이하로 감소하여 저장 말기까지 이 수준을 유지하였다. 이로부터 세균류가 효모 및 젖산균류에 비하여 대추술에 대한 내성이 강하고, 세균류 중에는 호기성균이 혐기성균에 비하여 내성이 강한 것을 알 수 있었다. 무처리 대추술 중의 미생물이 초기 $10^2 \sim 10^3$ CFU/mL 수준에서 20일 내에 10 CFU/mL 수준으로 감소한 것으로 볼 때 대추술의 조성이 미생물의 생육에 부적절한 것으로 판단되며, 이는 에탄올 농도에 대한 미생물 증식에 대해서 4%에서는 세균과 효모는 대부분 증식하고 곰팡이는 억제되며, 8% 이상에서는 대부분의 미생물이 증식하지 않는다(19)는 내용과도 유사하다.

외관상으로는 무처리술과 냉동처리 대추술에서 저장 후반부로 갈수록 황색의 점액성 침전이 형성되면서 부패가 이루어진 반면 고압, 가열 및 시판 대추술에서는 부패현상이 관찰되지 않았다. 이는 미생물과 관련지어 생각했을 때 대추술 중에 존재하는 미생물은 저장 중 거의 증식하지는 못하지만 부패의 요인이 되며 시판 대추술의 유통 중 부패가 살균 부족과 관련이 있음을 뒷받침하는 결과로 판단된다.

초고압 및 냉동처리 대추술의 저장 중 성분 변화

초고압 및 냉동 처리한 대추술을 저장하면서 pH, 산도, 아미노산도, 환원당 및 에탄올 농도 등의 성분 변화를 조사한 결과는 Fig. 2~6과 같다.

pH는 초고압, 가열 및 시판 대추술에서는 초기에 3.94~3.96 범위에서 말기에는 3.83~3.89의 범위로 거의 변화가 없었으나, 무처리 및 냉동 처리술은 초기에 3.94에서 20일 이후에는 다른 처리구에 비하여 낮아져 최종일에 각각 3.48 및 3.62를 나타내었다(Fig. 2). 산도는 초고압, 가열 및 시판 대추술에서는 저장기간 동안 거의 변화가 없었던 반면 무처리 및 냉동 처리술에서는 초기 0.39에서 20일 이후부터 다른 처리구들과 유의적인 차이를 보이면서 증가하는 경향을 보여($p < 0.05$) pH의 변화양상과 상관성을 보였다(Fig. 3). 이는

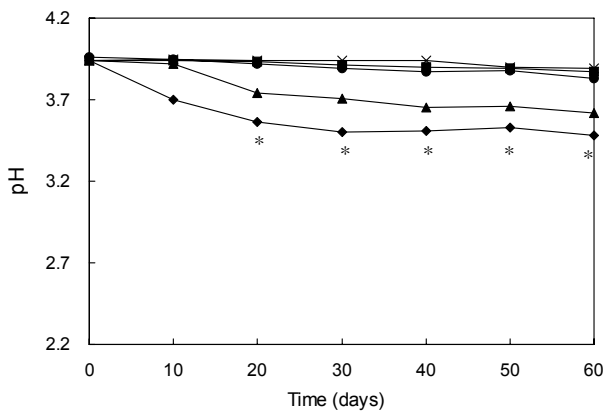


Fig. 2. Changes in pH of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days. ◆: untreated, ■: high pressured at 500 MPa, 5 min, ▲: frozen at -20°C, 3 days and thawed at 20°C, 4 hr, ×: heated at 63°C, 10 min, ●: commercial product. * $p < 0.05$.

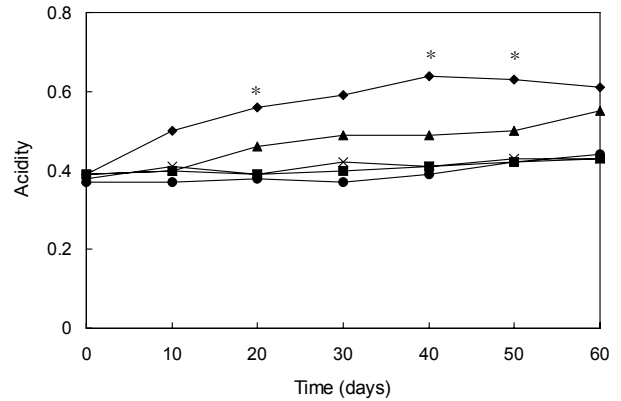


Fig. 3. Changes in acidity of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days. ◆: untreated, ■: high pressured at 500 MPa, 5 min, ▲: frozen at -20°C, 3 days and thawed at 20°C, 4 hr, ×: heated at 63°C, 10 min, ●: commercial product. * $p < 0.05$.

탁주 저장 중의 유기산 함량이 증가하였고(20), 좁쌀탁주 저장 중 산도가 높아졌다는 연구 결과(12)와 일치하는 내용이였다. 이처럼 저장 중 대추술의 pH 및 산도 변화가 저장 초기에 미생물 수가 높은 처리구인 무처리구 및 냉동 처리구에서 크게 나타난 것으로 보아 잔존 미생물에 의해 술의 변패가 진행된 것으로 판단된다. 특히, 저장 10일 이후에 젖산균류가 전혀 검출되지 않은 뒤로 pH와 산도의 변화가 일정한 수준을 유지하는 것으로 보아 저장 중 pH 및 산도의 변화는 젖산균에 의해 생성된 산류에 의한 것으로 생각된다.

환원당은 저장기간이 경과할수록 소폭으로 감소하는 경향을 보였고(Fig. 4), 대체로 저장 40일까지는 거의 일정한 수준을 유지하다가 이후에는 감소의 폭이 상대적으로 컸으나 처리구간의 유의차는 확인할 수 없었다($p < 0.05$). 초고압 처리술은 40일 이후에도 감소폭이 적어 가장 높은 환원당 함량을 보이면서 안정적이었던 한편 냉동 및 가열 처리구는

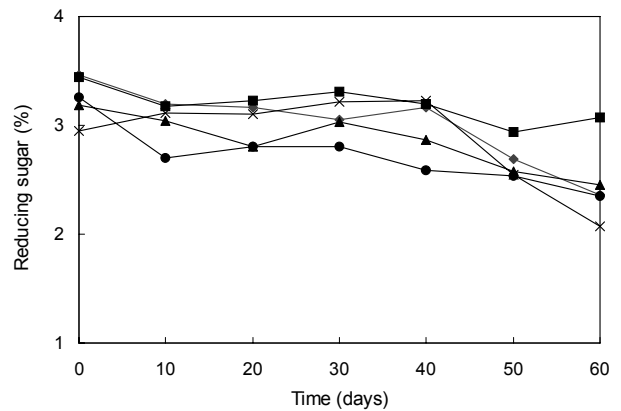


Fig. 4. Changes in reducing sugar of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days. ◆: untreated, ■: high pressured at 500 MPa, 5 min, ▲: frozen at -20°C, 3 days and thawed at 20°C, 4 hr, ×: heated at 63°C, 10 min, ●: commercial product.

40일 후에 감소하였는데, 이는 냉동 및 가열 처리구에서 아미노산도가 40일 이후에 감소한 것과 일치하는 결과였다. 환원당은 전분의 분해산물로 glucoamylase에 의해 생성되므로 glucoamylase의 활성과 관련이 있고(21), 미생물의 영양원(22)으로 이용될 수 있기 때문에 식품 중의 함량변화로부터 미생물 생육 관계를 대략적으로 설명할 수 있으며, 아미노산과 amino carbonyl 반응을 일으켜 갈변물질을 생성(21)하는데도 관여한다. 초고압처리에 의한 glucosamylase의 활성에 대해서는 처리 시에는 영향을 받지 않으나 저장 중에는 오히려 활성이 증가하고 저장 온도가 낮을수록 증가폭이 큰 것으로 보고(12)되었다. 따라서 대추술 저장 중 환원당의 감소는 대추술 중의 효모가 검출되지 않은 것으로 미루어 볼 때 효모에 의한 것이 아니라 amino carbonyl 반응에 관여하여 소모된 것으로 판단되고, 저장 중 glucoamylase의 활성은 매우 낮은 것으로 생각된다.

아미노산도는 모든 처리구에서 저장기간이 경과함에 따라 점차적으로 증가하였고(Fig. 5), 이는 탁주 저장 중에 아미노산 함량이 증가한다는 보고(20)와 유사하였다. 초고압 및 냉동 처리구에서는 저장할수록 아미노산이 증가하다가 50일 이후에는 일정한 수준을 유지하여 가열 및 시판 처리구와 유사했던 반면 무처리구는 계속적으로 증가하여 최종일에는 다른 처리구들에 비하여 가장 높은 함량을 보였다($p < 0.05$). 시판 대추술에서의 아미노산도는 다른 처리구에 비하여 낮았는데 이는 제품의 품질 향상을 위해 첨가한 당과 amino carbonyl 반응(21)을 일으키면서 소비되었기 때문으로 생각되며, 저장 중 아미노산 함량이 증가한 것은 효소 등에 의한 단백질 분해(21)나 미생물의 자가소화(22) 등에 의한 아미노산의 생성과 관련이 있을 것으로 추측된다. 그러나 시판 대추술과 초고압 처리구의 경우에는 미생물이 전혀 검출되지 않았음에도 불구하고 아미노산도가 증가한 점을 볼 때 미생물의 자가소화에 의한 것이라기보다는 효소작용

에 의해 증가한 것으로 판단되며 초고압 및 열처리에 의해서 단백질 분해효소의 기능이 불활성화 되지 않은 것으로 예상되는데, 이는 초고압처리에 의해서는 대부분의 효소가 불활성화 되지만 일부효소는 활성이 증가하는 경우가 있고(11), 가열에 의해서는 70°C 이상에서 처리하면 효소가 비가역적으로 불활성화 되는 것(12)과 관련이 있는 것으로 생각된다. 한편, 열처리와 동일한 효과를 보이는 살균조건에서는 열처리에 비하여 효소 불활성화능이 낮은 것으로 보고(23)되어 있다.

에탄올 함량은 저장기간이 경과함에 따라 점차 감소하였다(Fig. 6). 초기에는 초고압(14.3%) 및 가열 처리구(13.7%)가 다른 처리구(15.3~16.0%)에 비하여 약간 낮았다가 10일 이후부터 다른 처리구들에 비하여 낮아지기 시작하였다($p < 0.05$). 냉동 처리구에서는 에탄올 농도가 낮아져 20일을 전후하여 에탄올 함량이 높은 그룹에서 낮은 그룹으로 바뀌면서 가장 두드러진 감소를 보였다. 에탄올 함량이 감소한 원인으로서는 탁주 및 약주에서 에탄올이 초산균과 젖산균에 의하여 이용될 수 있다는 보고(11)와 같이 대추술 중의 잔존 미생물에 의하여 이용되었거나 처리공정이나 저장 중 휘발로 인한 자연적인 손실을 들 수 있는데, 본 실험에서는 초고압 처리에서 미생물이 존재하지 않았던 결과를 고려해볼 때 후자의 요인과 관련이 있을 것으로 생각된다.

초고압 및 냉동처리 대추술의 저장 중 색도 변화

초고압 및 냉동 처리 대추술의 저장 중 색도를 기계적으로 측정된 결과는 Fig. 7과 같다. 식품의 색 변화는 식품을 저장하거나 가공할 때 일어나는 일반적인 현상으로 식품의 품질에 상당한 영향을 미친다(21). 대추술 역시 고유의 투명한 갈색의 술로 색이 제품의 고유한 특성뿐 아니라 품질과도 관련이 깊은 중요한 요소로 볼 수 있다. 대추술의 L값(명도)은 초기에 47.69~53.46 범위에서 저장 60일 후에는 36.36

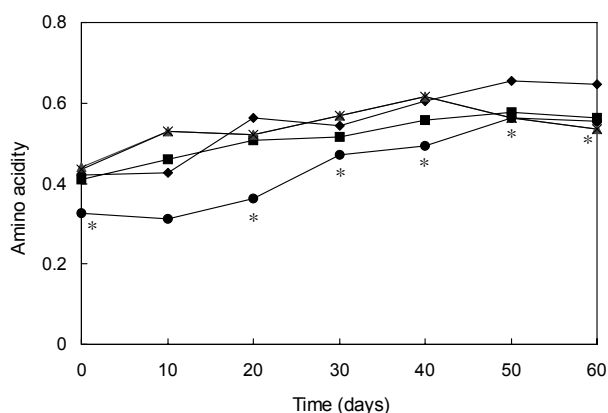


Fig. 5. Changes in amino acidity of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days. ◆: untreated, ■: high pressured at 500 MPa, 5 min, ▲: frozen at -20°C, 3 days and thawed at 20°C, 4 hr, ×: heated at 63°C, 10 min, ●: commercial product. * $p < 0.05$.

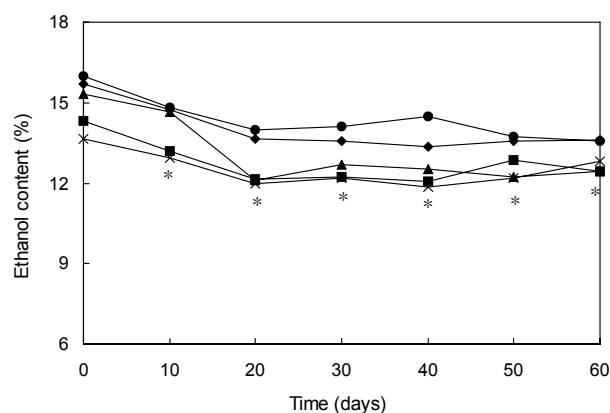


Fig. 6. Changes in ethanol content of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days. ◆: untreated, ■: high pressured at 500 MPa, 5 min, ▲: frozen at -20°C, 3 days and thawed at 20°C, 4 hr, ×: heated at 63°C, 10 min, ●: commercial product. * $p < 0.05$.

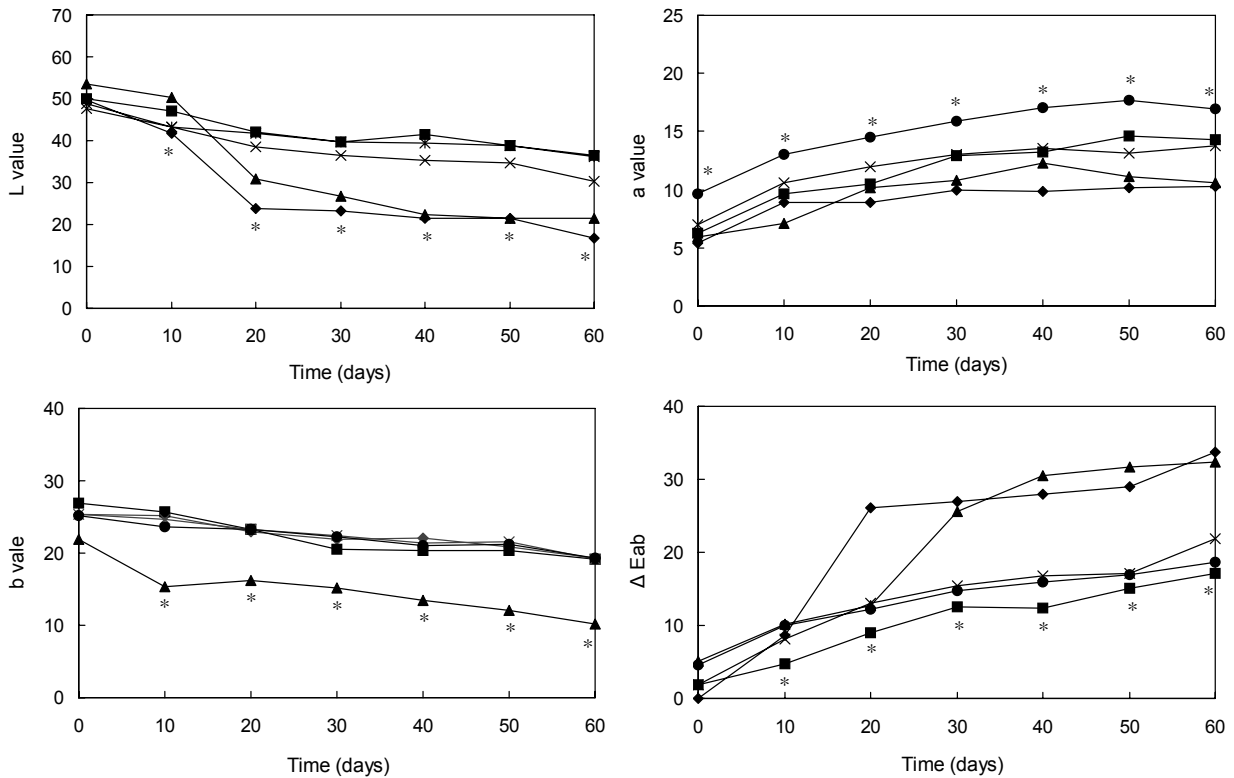


Fig. 7. Changes in L, a, b, and ΔEab of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days. ◆: untreated, ■: high pressured at 500 MPa, 5 min, ▲: frozen at -20°C, 3 days and thawed at 20°C, 4 hr, ×: heated at 63°C, 10 min, ●: commercial product. *p<0.05.

범위로 시간에 따라 점차 감소하는 경향을 보였다. 저장기간에 따라서는 10일부터 처리구간에 차이를 보이기 시작하였는데, 특히 무처리구 및 냉동 처리 대추술에서 20일 후부터 급격히 감소하여(p<0.05) 가장 낮은 값을 보인 반면, 초고압, 가열 처리구 및 시판술은 저장기간 동안 완만하게 감소하였다. 저장 중인 대추술에서는 침전물이 생성되는 것을 관찰할 수 있었는데 불완전하게 살균된 술에서 침전물이 더 많이 발생하는 것을 볼 수 있었다. 침전물은 갈변과 더불어 저장 중인 대추술의 색변화에 많은 영향을 미치는 것으로 생각되며, 원인으로서는 용액 상에서 amino-carbonyl reaction이 일어날 때 생성(21)되었거나 살균 부족으로 인한 잔존 미생물의 대사물이나 여과 후 잔여 고형분의 침전 등의 복합적인 요인에 의한 것으로 판단된다.

a값(적색도)은 초기 5.45~9.61의 범위에서 저장 말기에 10.31~16.98 범위로 시간이 경과할수록 점차 증가하였다. 처리구 간에는 시판술이 저장기간 내내 다른 처리술에 비하여 높은 값을 보였고 초고압 처리구와 가열 처리구가 다음 순으로 높았으며(p<0.05) 무처리구와 냉동 처리구는 저장기간 동안 가장 낮은 경향을 보였다.

b값(황색도)은 초기에는 21.90~26.89의 범위를 보이다가 저장 말기에는 10.22~19.35 범위로 완만하게 감소하는 경향을 보였다. 처리구간에는 냉동 처리술이 저장 초기부터 말기까지 가장 낮은 값을 보이면서 다른 대추술 처리구와 두드러

진 차이를 보였고(p<0.05), 냉동 처리구 이외의 다른 처리구들은 모두 유사한 수준에서 소폭 감소하였다.

전체적인 색도의 변화를 나타내는 ΔE값은 저장 초기에는 5정도의 범위 안에 있다가 점차 증가하여 말기에는 17.07~33.71의 범위로 증가하는 것으로 나타났다. 처리구간에는 초고압 처리의 변화폭이 가장 작았고, 무처리술과 냉동 처리술은 각각 10~20일 후에 26.05와 20~30일 사이에 25.51로 급격히 증가하였는데 이 결과는 저장 중 L값이 20일 후에 급격히 변화한 양상과 유사하였다. 이로써 대추술의 색도 변화는 적색도의 증가와 황색도 및 명도의 감소에 의한 것을 알 수 있었고 변화 시기는 저장 10~30일 사이에 두드러졌으며, 무처리 및 냉동 처리구 등 살균이 부족한 처리구일 때 더 뚜렷한 것을 알 수 있었다.

초고압 및 냉동처리 대추술의 저장 중 관능특성 변화

초고압 및 냉동 처리한 대추술을 저장하면서 관능적인 품질변화를 조사한 결과는 Table 1과 같다. 평가 항목으로는 Park 등(13)에 의해 대추술의 기호도에 중요한 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있는 단내 및 단맛, 신내 및 신맛을 비롯하여 색과 전체적인 품질에 대해서 이루어졌다.

관능적인 색은 시간이 지날수록 증가하는 경향을 보였고, 초기에는 초고압 및 냉동 처리구는 신선한 술과 같은 그룹에 해당하면서 다른 처리구와는 유의적인 차이를 보였고, 이후

Table 1. Changes in sensory characteristics of jujube wines sterilized by different methods during storage at 35°C for 60 days

Property	Samples ¹⁾	Time (days)				
		0	10	20	40	60
Color	Fresh	5.00 ^{bc2)}	5.00 ^b	5.00 ^b	5.00 ^b	NS 5.00 ^d
	Untreated	5.00 ^{bc}	5.30 ^b	5.74 ^b	5.62 ^b	7.25 ^b
	Pressure treatment	5.31 ^b	5.38 ^b	5.70 ^b	5.73 ^b	8.50 ^b
	Freezing treatment	4.58 ^{cd}	5.48 ^b	5.33 ^b	5.84 ^b	6.75 ^c
	Heat treatment	4.23 ^d	5.53 ^b	5.35 ^b	5.36 ^b	7.25 ^b
	Commercial product	6.13 ^a	6.60 ^a	6.43 ^a	6.80 ^a	7.25 ^b
Sweet aroma	Fresh	5.00 ^b	5.00 ^{bc}	NS 5.00 ^b	5.00 ^c	NS 5.00 ^f
	Untreated	5.00 ^b	4.13 ^c	6.25 ^{ab}	5.50 ^{bc}	6.20 ^e
	Pressure treatment	4.76 ^b	5.43 ^b	5.31 ^b	6.38 ^{ab}	7.80 ^b
	Freezing treatment	4.92 ^b	5.81 ^{ab}	5.88 ^{ab}	6.38 ^{ab}	7.00 ^c
	Heat treatment	5.00 ^b	5.71 ^{ab}	5.75 ^{ab}	5.88 ^{abc}	7.60 ^b
	Commercial product	6.53 ^a	7.00 ^a	6.88 ^a	6.88 ^a	6.60 ^d
Sour aroma	Fresh	5.00 ^a	NS 5.00 ^{bc}	NS 5.00 ^a	NS 5.00 ^a	NS 5.00 ^a
	Untreated	5.00 ^a	5.25 ^a	4.75 ^a	4.75 ^a	4.80 ^b
	Pressure treatment	4.87 ^a	5.36 ^a	4.13 ^a	4.50 ^a	3.00 ^e
	Freezing treatment	5.08 ^a	4.56 ^a	5.00 ^a	3.88 ^a	4.40 ^c
	Heat treatment	5.26 ^a	4.57 ^a	4.63 ^a	4.38 ^a	2.50 ^f
	Commercial product	4.41 ^{ab}	3.88 ^a	3.75 ^a	3.88 ^a	3.50 ^d
Sweet taste	Fresh	5.00 ^b	5.00 ^b	NS 5.00 ^{ab}	5.00 ^c	NS 5.00 ^d
	Untreated	5.00 ^b	4.63 ^b	4.95 ^{ab}	5.88 ^{bc}	5.00 ^d
	Pressure treatment	4.92 ^b	5.57 ^b	4.78 ^b	5.75 ^{bc}	6.40 ^a
	Freezing treatment	4.84 ^b	5.75 ^{ab}	5.81 ^{ab}	6.38 ^{ab}	5.60 ^c
	Heat treatment	4.68 ^b	5.36 ^b	5.58 ^{ab}	6.13 ^{ab}	5.80 ^b
	Commercial product	6.58 ^a	6.88 ^a	6.13 ^a	7.00 ^a	5.80 ^b
Sour taste	Fresh	5.00 ^{abc}	NS 5.00 ^{ab}	NS 5.00 ^a	5.00 ^{bc}	NS 5.00 ^c
	Untreated	5.00 ^{abc}	5.25 ^{ab}	4.86 ^a	6.25 ^a	6.40 ^a
	Pressure treatment	5.54 ^a	5.50 ^a	5.43 ^a	5.88 ^{ab}	4.30 ^e
	Freezing treatment	5.19 ^{ab}	4.75 ^{ab}	5.43 ^a	4.88 ^{bc}	5.10 ^b
	Heat treatment	4.87 ^{bc}	4.14 ^{ab}	4.88 ^a	5.25 ^{abc}	4.90 ^d
	Commercial product	4.49 ^c	3.94 ^b	4.63 ^a	4.63 ^c	5.10 ^b
Overall quality	Fresh	5.00 ^a	5.00 ^a	5.00 ^a	NS 5.00 ^a	NS 5.00 ^a
	Untreated	5.00 ^a	4.78 ^{ab}	4.17 ^b	4.77 ^a	3.75 ^b
	Pressure treatment	4.76 ^a	4.70 ^{ab}	4.30 ^{ab}	4.65 ^a	3.00 ^d
	Freezing treatment	4.43 ^a	4.77 ^{ab}	4.07 ^b	4.85 ^a	3.25 ^c
	Heat treatment	3.35 ^b	4.17 ^b	4.06 ^b	4.81 ^a	2.75 ^e
	Commercial product	3.23 ^b	3.32 ^c	3.92 ^b	4.30 ^a	3.25 ^c

¹⁾Fresh, untreated jujube wine stored at refrigerator; untreated, untreated jujube wine stored at 35°C; 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; heat 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). NS: not significant.

저장 중 40일까지는 시판술에 대해서만 차이를 보였으며 (p<0.05), 40일 이후에는 모든 처리구에서 유의차를 확인할 수 없었다. 이는 기계적인 색도 측정결과에서 무처리구와 냉동 처리구에서 명도가 저장 10~20일 사이에 급격히 감소 하면서 색도변화가 두드러졌던 것과는 다른 내용으로 그 원인으로는 기계적인 색도 측정 시 사용한 시료의 양이 25 mL로 관능평가 시 사용한 양(약 10 mL 가량)에 비하여 많아 기계적인 색도가 진하게 평가될 수 있다는 점과 이 정도의 색도 차이는 관능적으로 구분이 어렵다는 점을 들 수 있을 것이다.

단내와 단맛은 저장 중에 증가하는 경향을 보이다가 20일 이후에는 처리구간에 유의적인 차이를 확인하기 어려웠다.

즉 저장 10일째에 단내는 초고압 및 냉동 처리구 모두 냉장 보관한 신선 대추술과 유의적으로 유사하였고 단맛은 초고압 처리구가 냉동 처리구에 비하여 신선한 대추술과 유의적으로 더 유사한 것으로 나타났다. 대추술에서 단내 및 단맛의 증가는 기호도에 좋지 않은 영향을 미치며(13) 증가 원인으로서는 amino-carbonyl reaction에 의해 달콤한 향과 맛이 생성되기 때문인 것으로 생각된다(13,21).

신내와 신맛은 저장기간에 따라 대체로 감소하는 경향을 보였으나 저장 10일부터는 처리구간에 유의적인 차이를 구분할 수 없었다. 저장 중 산도의 두드러진 증가를 보였던 무처리구 및 냉동 처리구에서도 신내 및 신맛에서 유의적인 차이를 보이지 않았는데 이는 이러한 산도의 증가폭이 관능

적으로 감지하기 어려운 수준이었거나 단내의 증가로 인하여 상대적으로 느끼기 어려워진 것으로 생각된다. 신맛은 화한맛과 더불어 신선한 대추술의 기호도에 좋은 영향을 미치는 특성인 것으로 알려져 있다(13).

전체적인 품질은 시간이 지남에 따라 점차 감소하였는데 초기에는 초고압 처리구와 냉동 처리구가 신선한 술과 함께 좋은 품질을 보이면서 다른 처리구와 뚜렷이 구분되었으나 ($p < 0.05$) 저장 40일 이후부터는 유의적인 차이를 확인할 수 없었다. 즉 저장 10일에는 초고압 및 냉동 처리구가 신선한 대추술과 품질이 유사하였으나 저장 20일에는 초고압 처리구만이 신선한 대추술과 유사한 품질을 보여 초고압 처리한 대추술의 저장성이 가장 우수한 것을 알 수 있었으며, 가열 처리 및 시판 처리술에 비해서도 우수한 품질을 보였다. 이는 초고압 처리한 좁쌀 탁주를 25°C에서 30일간 저장했을 때의 기호도가 가열 처리한 경우에 비하여 낮게 나타났던 Lim 등(12)의 연구결과와 비교해볼 때 본 실험에서의 초고압 처리조건에 의하여 대추술의 기호도 및 저장성이 상당히 향상되었음을 보여주는 결과로 볼 수 있다. 또한 무처리술은 저장 20일째에 전체적인 품질이 낮아졌는데 이는 Kim 등(6)이 보고한 대추술의 저장 중 이취성분 분석결과 확인된 이취 감지시기(10~15일)와 일치하는 결과였다. 한편 저장 중 대추술의 이취에 대해서는 1-octanol 및 methionol을 비롯한 6개 화합물과 관련 있고 주로 짙내, 찌든내, 썩은내 및 쓴포도주내 등의 특성을 보이는 것으로 알려져 있다(6).

이상의 결과로부터 초고압 처리는 저장 중 대추술의 성분 및 색도 변화가 가장 적고 단내와 단맛의 상승을 억제하면서 관능적인 기호도가 가장 우수하고 35°C에서도 20일까지 품질이 유지되는 가장 효과적인 살균처리 방법임을 알 수 있었고, 냉동처리는 초기 품질에는 영향을 미치지 않으나(13) 저장 중에 성분 및 색도에서 일부 변화가 나타나면서 10일 이후에는 품질이 저하되어 초고압 처리구에 비하여 저장성은 낮은 것을 알 수 있었다.

요 약

가열살균에 의한 대추술의 품질저하를 개선하기 위하여 초고압(500 MPa, 5 min) 및 냉동처리(-20°C에서 3일간 냉동 후 20°C에서 4시간 동안 해동)를 이용하여 대추술을 살균한 다음 저장 중 품질특성 변화를 조사하였다. 초고압 처리 대추술은 저장기간 동안 미생물이 전혀 검출되지 않았고 성분 및 색도의 변화폭도 가장 작았으며 관능적으로도 단내 및 단맛의 상승을 억제하면서 저장 20일까지 신선한 대추술과 유의적으로 품질이 유사하였다. 냉동처리 대추술에서는 저장 중 효모와 젖산균이 감소하여 저장 10일 후부터 검출되지 않고 세균류만이 10 CFU/mL 이하로 잔존하면서 대조구와 유사한 경향을 보였다. 성분변화는 대조구에 비해서는 소폭이었으나 초고압 처리구, 가열 처리구 및 시판 대추술보다는

켰으며 색도는 적색도와 명도가 낮아지면서 전체적인 변화 폭이 크게 나타났고, 관능적으로는 단내 및 단맛의 상승이 일부 억제되면서 저장 10일까지는 신선한 대추술과 품질이 유의적으로 유사하였다. 이상으로부터 초고압 처리는 대추술의 저장 중 품질을 유지할 수 있는 가장 효과적인 살균방법임을 알 수 있었고, 냉동 처리는 초기 품질에는 영향을 미치지 않았으나 저장 중에는 성분 및 색도에 변화가 나타나면서 초고압 처리에 비하여 저장성은 낮은 것을 알 수 있었다.

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.
- 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.
- Kim JY, Min YK, Yoon HS. 2000. Flavor changes of Daechusul during storage. *Food Eng Prog* 4: 45-50.
- Lee CH, Lee HD, Kim JY, Kim KM. Sensory quality attributes of Takju and their changes during pasteurization. *Korean J Dietary Culture* 4: 405-410.
- Marquis RE. 1976. High-pressure microbial physiology. *Adv Microbial Physiol* 11: 159-163.
- 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.
- 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.
- 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.
- Park HJ, Kim KY, Han GJ, Jeong HS. 2007. Quality of jujube wine with hydrostatic pressure and freezing treatment. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 1444-1450.
- Handbook of Korean liquor industry. 1975. Korean Alcohol and Liqueur Industry Association.
- Chae SK. 1998. *Food Analysis*. Ji-gu Publishing Co., Seoul, Korea. p 385-398.

16. AOAC. 1984. *Official Method of Analysis*. 14th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 822.
17. Kim KO, Lee YC. 1998. *Sensory evaluation of food*. Sinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. p 166-188.
18. SAS Institute Inc. 1996S. *SAS User's Guide*. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA.
19. Son TH, Seong JH, Kang WO, Moon KD. 2003. *Food processing*. Hyeongseol Publishing Co., Seoul, Korea. p 121-152.
20. Lee HC, Kim SS. 1989. *Food Storage*. Soohaksa Co., Seoul, Korea.
21. Lee KH. 2000. *Food chemistry*. Hyeongseol Publishing Co., Seoul, Korea. p 465-470.
22. Kim SS, Ahn CW, Woo IE. 1999. *Food microorganism*. Soohaksa Co., Seoul, Korea.
23. Yen GC, Lin HT. 1996. Comparison of high pressure treatment and thermal pasteurization effects on the quality and shelf-life of guava puree. *Int J Food Sci* 31: 205-213.

(2008년 8월 22일 접수; 2009년 1월 7일 채택)