

Comparison of the Physicochemical Quality Characteristics of Strawberry Jams by Processing Methods

Nan-Jung Jung¹ and Yoon-Han Kang^{2*}

¹Department of Food Science, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

²Department of Food Processing and Distribution, Gangneung-Wonju National University, Gangneung 210-702, Korea

제조방법에 따른 딸기잼의 이화학적 품질 특성 비교

정난정¹ · 강윤한^{2*}

¹강릉원주대학교 식품과학과, ²강릉원주대학교 식품가공유통학과

Abstract

The objective of this study was to characterize three different commercial (A, B and C) and two handmade (HM-AP, atmospheric pressure; HM-RP, reduced pressure) strawberry jams in relation to soluble solids, pH, total acid, total polyphenol, anthocyanin, color values, texture properties, and sensory evaluation. The soluble solid contents varied from 62.33 to 68.33 °Brix, and the pH ranged from 3.59 to 3.70. The color L and a values were the highest in the HM-RP strawberry jam ($p < 0.05$). The total polyphenol contents of commercial jams A, B, and C were 56.10, 97.59, and 105.85 mg GAE/100 g, respectively, and those of the HM-AP and HM-RP of handmade jams were 156.13 and 189.94 mg GAE/100 g. The anthocyanin contents of A, B, and C commercial jams were 1.51, 0.95, and 0.80 mg/100 g, respectively, and those of the HM-AP and HM-RP handmade jams were 2.64 and 9.16 mg/100 g. The phenolic contents of the HM-RP jam were significantly much higher than those of the other jams. The hardness ranged from 5.67×10^3 (HM-AP jam) to 41.91×10^3 (jam B) dyne/cm², the jelly strength ranged from 40.08 (HM-AP jam) to 180.33 (jam B) dyne, and the strength ranged from 83.84 (jam C) to 302.93 (jam B) g. The sensory evaluation of the color, flavor, sweetness, sourness, viscosity and overall acceptability of the HM-RP jam showed higher values than those of the other jams. Especially, the highest value of the color score was found in the HM-RP jam. The electron donating abilities of jams A, B, and C and of the HM-AP and HM-RP jams were 44.27, 41.70, 53.06, 69.08, and 73.21%, respectively. These results indicated that the HM-RP strawberry jam prepared with reduced pressure using micro-oxygen technology was a good source of phenolic compounds, total polyphenols and anthocyanin, and had a high level of antioxidant activity.

Key words : strawberry jams, processing methods, total polyphenol, anthocyanin, antioxidative activity

서 론

딸기는 수확 후 매우 짧은 생명 현상을 보이는데 이는 상대적으로 높은 대사 활성과 곰팡이의 공격에 민감하기 때문이다. 게다가 취급, 저장 중에 물리적 손상으로 인한 세포 구조의 손상으로 연화와 갈변 현상이 가속화 된다(1). 딸기의 신맛은 말산, 구연산, 주석산, 비타민 C 등에 의해, 단맛은 포도당, 설탕, 과당 등에 의한다고 했으며(2), 냉동저

장 혹은 주스에서 생리활성이 우수한 것으로 보고되어 있다(3). 색은 안토시아닌 색소로 인해 적색으로 잼을 제조한 후에도 제품으로 이행되어 신맛과 단맛 및 적색 등에 있어서 기호성이 우수한 편이다(4). 또한 딸기잼의 제조 시 프럭토올리고당(5)이나 양파(6)를 첨가하여 품질을 제고하는 보고도 있다. 일시적으로 출하되는 딸기를 가공하거나 저장 중인 딸기로부터 잼의 제조는 딸기의 활용도 증진을 위해 필요하다. 잼의 제조법은 농가에서 소규모로 제조하는 재래식 방법의 상압가열농축법은 개방형으로 장시간 농축에 따른 제품의 변색과 딸기향의 손실로 저품질의 딸기잼이 제조된다. 그러나 최근에 제조 설비의 개선으로

*Corresponding author. E-mail : yhkang@gwnu.ac.kr
Phone : 82-33-640-2966, Fax : 82-33-640-2966

진공 혹은 감압 환경 하에서 제조한 딸기잼은 향미에 있어서 고품질의 제품이 가능하게 되었다. 시판 딸기잼은 딸기 함량이 53% 내외로 큰 차이는 없으나, 색, 향, 맛, 조직감 등의 이화학적 품질 특성 및 관능검사에 대한 시험 결과는 거의 없는 편이다. 본 연구는 개방형 상압에 의한 고온 농축으로 제조한 상압잼과 밀폐형 감압에 의한 저온 농축으로 제조한 감압잼 등 수제잼 딸기잼과 시판 딸기잼 3종의 품질 특성을 규명하여 잼의 제조를 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

딸기는 강원도 강릉시 농산물 도매 시장에서 2010년 7월에 구입한 것을 세척하고 꼭지를 제거하여 -50°C 에서 냉동하면서 사용하였다. 설탕과 펙틴(Pectin Type B Rapid Set, CP Kelco, Großenbrode, Germany)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

시판잼은 A사, B사 및 C사 등 3개사의 제품을 시중에서 구입하여 품질 특성 분석용 시료로 하였다.

잼의 제조

수제 딸기잼의 제조는 상압과 감압 농축으로 수제 딸기잼-상압(HM-AP)과 수제 딸기잼-감압(HM-RP)로 구분하였다. 2종의 잼의 제조 배합비는 딸기 중량 대비 설탕 50%, 포도당 10%, 펙틴 0.2% 및 구연산 0.2%로 하였다. 수제 딸기잼-상압(이하 상압잼)은 원료를 혼합한 후 상압으로 농축하여 젤리점 당도가 65°Brix 가 되도록 농축하였다. 수제 딸기잼-감압(이하 감압잼)은 제조 원료인 딸기 등 재료를 혼합한 후 Fig. 1과 같은 교반 감압 농축조에서 온도와 압력을 각각 75°C , 0.08 MPa를 유지하며 수분을 증발시켜 60°Brix 까지 농축하고, 상압 가열솥에서 가열로 65°Brix 의 젤리 완성점에 이르면 용기에 충전하고 냉각하였다.

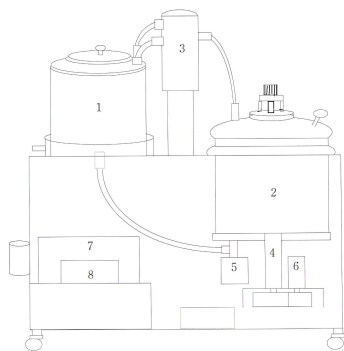


Fig. 1. Diagram of stirred reaction vessel under reduced pressure for preparation of strawberry jams (HM-RP).

1: vacuum chamber, 2: agitator and concentration vessel, 3: condenser, 4: shaft, 5: pump, 6: motor, 7: radiator, 8: vacuum pump

당도, pH 및 총 산도

당도는 휴대용 굴절당도계 (Hand refractometer, Atago Co., Ltd, Tokyo, Japan)을 이용하여 측정하였고, pH는 각 잼을 증류수로 10배 희석하여 균질기 (PH91, SMT, Japan)로 10,000 rpm에서 1분간 마쇄하여 $670\times\text{g}$ 에서 5분간 원심 분리한 후 상정액을 사용하였다. pH는 pH 메타 (pH 210, Hanna, Italy)를 이용하여 측정하였다. 총 산도는 Park(7)의 방법에 의하여 측정하였다. 각 잼 5 g에 증류수를 가하여 균질화한 후 100 mL 용량 플라스크에 정용하였다. 시료용액을 여과 (Whatman No. 2)하여 25 mL를 취한 후 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 사용하여 희석액을 중화시키는데 소비된 0.1 N NaOH의 소비량을 구연산(citric acid) 함량(%)으로 환산하여 표시하였다.

색 도

잼의 색은 색차계 (Minolta spectrophotometer CM-3500d, Tokyo, Japan)으로 Hunter L값(명도), a값(적색도), b값(황색도) 및 ΔE 값을 측정하였다.

총 폴리페놀

잼의 총 폴리페놀 함량은 Pinto 등(8)의 방법에 의하여 측정하였다. 즉 잼 3 g을 메탄올:물:초산 (70:30:5) 혼합용액 60 mL로 추출하여 100 mL로 정용하고 여과(Whatman No. 2)하여 시료로 하였다. 시료 추출물 0.25 mL에 Folin-ciocalteu's reagent 0.25 mL와 증류수 2 mL를 첨가하여 상온에서 3분간 반응시킨 후 포화 37°C 수조에서 30분간 반응시켜 750 nm에서 흡광도를 분광광도계 (Spectrophotometer UviLine 9100, Schott Instrument, Mainz, Germany)에서 측정하였으며, 표준물질로는 gallic acid를 이용하였다.

총 안토시아닌

총 안토시아닌 함량은 Park 등(9)의 방법을 이용하였다. 즉 잼 5 g에 추출 용매 (에탄올:증류수:HCl = 85:3:2)를 10배인 50 mL 넣고 혼합하여 시료 중의 안토시아닌을 추출하였다. 추출액을 여과지 (Whatman No. 2)로 여과한 후 여과액을 200 mL 정용플라스크에 정용하여 암소에서 2시간 방치하고 535 nm에서 흡광도를 측정하여 총 안토시아닌 함량을 계산하였다.

기계적 강도

각종 잼의 기계적 조직감 특성치 측정은 시료 30 g을 50 mL 비이커에 담은 다음 물성계인 Fudoh Rheometer (RT-2010D·D, Rheotech Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 경도(hardness, dyne/cm^2), 젤리강도(jelly strength, dyne) 및 파단응력(strength, g)을 측정하였다. 측정조건은 진입깊이 20 mm, load cell 1 kg, table speed 10 mm로 하였다. 이때 사용한 아답타(adapter)는 점성용인 No. 4(지름 10 mm)를 사용하였다.

관능검사

본교 식품과학과 대학생 20명을 대상으로 잼의 색, 향, 단맛, 신맛, 입안 촉감 및 종합적기호도를 조사하였다. 관능 검사는 9점 평점법으로 실시하였으며, 토스트용 식빵을 구워 4등분하여 잼을 바른 후 관능검사를 실시하였다.

전자공여능

전자공여능(electron donating ability: EDA)은 항산화활성을 나타내는 DPPH 라디칼 소거활성법으로 Blois(10)의 방법에 따라 딸기 5 g을 총 폴리페놀 추출법으로 조제한 추출물 0.2 mL에 0.2 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 용액 0.8 mL를 가하여 vortex로 혼합한 후 10분간 방치한 다음 525 nm에서 흡광도(optical density, O.D.)를 측정하여, 시료 첨가 전후의 흡광도 차이를 백분율(%)의 산출식인 [(시료 무첨가시 흡광도-시료 첨가시 흡광도)/시료 무첨가시 흡광도] × 100로 활성도를 계산하였다.

통계처리

색도 측정을 제외한 모든 실험은 3회 반복하여 평균±표준편차를 구하였으며, 통계분석은 Version 19.0의 통계프로그램 SPSS (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 분산분석(ANOVA)과 통계적 유의성 검증은 Duncan's multiple range test를 실시하여 p<0.05 수준에서 시료간 유의적인 차이를 검증하였다.

결과 및 고찰

당도, pH 및 총 산도

Table 1은 시판 딸기잼 3종과 제조한 딸기잼인 상압잼과 감압잼의 고형분 함량, pH, 산도 등 이화학적 특성을 조사한 결과이다. 총 고형분 함량은 시판잼이 62.33~68.33 °Brix, pH는 3.59~3.69로 C사 잼의 pH 3.78을 제외하고는 유의적인 차이는 없었다. 총산은 시판잼이 0.50~0.86, 상압잼과 감압잼이 각각 1.15, 1.01로 제조잼이 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 이는 딸기 고유의 유기산과 함께 딸기 중량에 대해 0.2% 구연산을 첨가하여 제조한 것에 기인한 것으로 생각된다. 그러나 제조한 잼은 산의 함량이 크게 증가하였음에도 pH에서 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 일반적으로 유기산의 증가는 젤리의 강도를 증가시키고 안토시아닌 등 색소의 안정에 기여하나 과량 첨가는 오히려 저장 중 젤리 강도를 저하시키거나 수분을 유리시킨다. 이와 같은 결과는 갈변을 억제하기 위하여 브랜칭 처리한 냉동 유자를 주원료로 제조한 유자잼(11)의 pH 3.16~3.32, 가용성 고형물 62.90~63 °Brix, 총산 0.69~0.73 수치는 상업적인 시판 잼에서 중요한 품질 특성의 하나인 보존 중의

색 변화를 억제할 수 있는 수준의 결과를 의미한다고 하였으며, 본 결과인 시판 딸기잼의 수치와 거의 일치하였다.

Table 1. Total sugar, pH, total acidity of commercial and handmade strawberry jams

Strawberry jams	Total sugar (°Brix)	pH	Total acidity (%)
A ¹⁾	62.33±0.57 ^a	3.60±0.04 ^a	0.86±0.13 ^{bc}
B	64.00±0.06 ^b	3.59±0.03 ^a	0.69±0.10 ^{ab}
C	68.33±0.57 ^c	3.78±0.06 ^b	0.50±0.10 ^a
HM-AP	67.33±0.57 ^d	3.70±0.06 ^a	1.15±0.24 ^c
HM-RP	66.00±0.00 ^c	3.69±0.06 ^a	1.01±0.20 ^c

¹⁾A, B and C: commercial jams, HM-AP: handmade-atmospheric pressure jam, HM-RP: handmade-reduced pressure jam.

²⁾Values are mean ± SD (n=3).

³⁾Values with different superscript within the same column are significantly different (p<0.05).

색도

Table 2는 시판 잼과 수제잼의 색도를 색차계를 이용하여 측정된 결과이다. 색의 밝기를 나타내는 L값은 시판 A잼과 감압잼이 각각 13.81, 14.80으로 타 잼보다 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 적색도는 3.91~13.68로 크게 차이를 보였는데 감압에서 저온으로 농축하여 제조한 잼인 HM-RP는 13.68로 타 잼보다 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 복분자의 주요 색소인 안토시아닌의 분해에 대해 펙틴은 억제 작용이 있다는 것으로 보고된바 있다(12). 본 결과에서 감압잼의 적색이 강한 것은 잼의 제조 시 낮은 온도에서 저온으로 농축한 결과 적색 색소의 안정화에 기인한 것으로 사료된다. 황색도를 나타내는 b값은 L값과 마찬가지로 시판 A잼과 감압잼이 유의적으로 높은 것으로 나타났다. 딸기잼의 색도 측정 결과(13)인 Hunter 색차값에 있어서 백색도의 L, 적색도의 a, 황색도의 b 값이 각각 13.87, 15.81, 4.93으로 나타났다. 본 결과의 감압잼인 HM-RP의 측정값인 14.80, 13.68, 4.67과 유사하였다.

Table 2. Color value of commercial and handmade strawberry jams

Strawberry jams	L	a	b	ΔE
A ¹⁾	13.81±0.94 ^b	7.42±1.71 ^a	4.72±0.64 ^b	82.68±0.74 ^a
B	11.76±0.75 ^a	5.89±0.81 ^a	3.57±0.16 ^a	84.53±0.67 ^b
C	11.02±0.47 ^a	3.91±0.45 ^a	3.06±0.41 ^a	85.25±0.52 ^b
HM-AP	11.20±0.16 ^a	6.61±0.11 ^a	3.26±0.40 ^a	85.13±0.14 ^b
HM-RP	14.80±0.60 ^b	13.68±0.19 ^b	4.67±0.04 ^b	82.51±0.63 ^a

¹⁾Refer to Table 1 for the abbreviation.

총 폴리페놀과 안토시아닌

Table 3은 딸기잼과 원료 딸기의 총 폴리페놀과 안토시아닌 함량을 측정된 결과이다. 시판잼 A, B, C의 총 폴리페놀 함량이 각각 56.10, 97.59, 105.85 mg GAE/100 g FW로 낮은 반면 제조잼인 상압과 감압잼이 각각 156.13, 189.94 mg GAE/100 g FW로 그 함량이 높았다. 이는 딸기의 함량이 시판잼이 53% 내외, 제조잼이 63%로 원료의 차이가 있으나 무엇보다도 제조방법에 따라 큰 차이를 보여 감압잼이 상압잼보다 높은 수치를 나타내었다. 시판잼 A, B, C의 안토시아닌 함량은 1.51, 0.95, 0.80 mg/100 g FW로 낮은 반면 상압과 감압잼이 각각 2.64, 9.16 mg/100 g FW로 그 함량이 유의적으로 높게 나타났다. 안토시아닌 함량은 상압잼과 감압잼에서 그 함량에 큰 차이를 보였는데 잼의 농축 시 산소와의 접촉과 가열 온도에 따라 영향을 크게 받는 것으로 나타났는데 감압 저온 농축은 75°C에서 상압 고온 농축은 95°C 이상의 온도에서 농축시간을 달리함으로 인해 함량에 차이가 있음을 알 수 있었다. Bilberry 잼 등 각종 잼의 페놀화합물과 radical scavenging capacity와 관련되며(14) 총 폴리페놀화합물 함량은 450 mg GAE/100 g FW였다.

Table 3. Total phenolics and anthocyanin contents in commercial and handmade strawberry jams, and strawberry

Strawberry jams	Total phenolics (mg GAE/100 g)	Anthocyanin (mg/100 g)
A ¹⁾	56.10±12.25 ^a	1.51±0.05 ^b
B	97.59±20.30 ^a	0.95±0.13 ^a
C	105.85±27.53 ^a	0.80±0.08 ^a
HM-AP	156.13±4.22 ^b	2.64±0.08 ^c
HM-RP	189.94±23.50 ^b	9.16±0.43 ^d
Strawberry		
Skin	261.21±1.81	44.86±0.43
Whole	111.60±1.21	30.72±0.87

¹⁾Refer to Table 1 for the abbreviation.

잼의 원료인 딸기의 외피와 전체 등 부위에 따른 총폴리페놀과 안토시아닌 함량은 총폴리페놀의 경우 외피와 전체에서 각각 261.21, 111.60 mg GAE/100 g FW였으며, 안토시아닌의 경우 44.86, 30.72 mg/100 g FW으로 나타났다. Buendia 등(15)은 스페인산 딸기 15 품종의 페놀화합물을 분석한 결과 안토시아닌이 20.2~47.4 mg/100 g FW (cyanidin 3-glucoside, pelargonidin 3-glucoside, 3-rutinoside 및 3-malonyl glucoside), 플라보놀은 1.5~3.4 mg/100 g FW (quercetin 3-glucuronide, kaempferol 3-glucoside 및 3-p-coumaroyl-glucoside)이며, 프로안토시아닌은 53.9~163.2 mg/100 g, p-coumaroyl-glucose가 0.84~6.70 mg/100 g, ellagitannins이 9.67~22.86 mg/100 g 등으로 그 중에서

가장 주된 페놀화합물은 프로안토시아닌인 것으로 보고되었다. 또한 브라질산 완숙 딸기의 총폴리페놀, 유리 및 총 엘라지산 함량 조사(16)에 의하면 ellagic acid 함량은 80% 아세톤 추출물로부터 48.3 mg/100 g FW이며, 총플라보노이드와 안토시아닌 함량은 24.0, 22.8 mg/100 g FW인 것으로 보고하였는데 안토시아닌 함량은 본 결과에서 30.72 mg/100 g FW으로 다소 높은 것으로 나타났다. 따라서 잼 중의 고함량의 안토시아닌 등 페놀성 화합물은 원료 딸기 중의 이들 화합물이 가공 중에 손실이 적어 잼에 많이 잔존한 것으로 판단된다.

기계적 강도

시판잼과 제조한 잼의 물성 측정 결과는 Table 4와 같다. 잼의 경도는 $5.67 \times 10^3 \sim 41.91 \times 10^3$ dyne/cm²로 B잼이 41.92 dyne/cm²로 현저히 높은 것으로 나타났다. 잼의 젤리 강도는 40.80~180.33 dyne이며 B잼이 180.33 dyne으로 유의적으로 높은 수치를 나타내었다. 파단응력은 83.84~302.93 g으로 경도, 젤리 강도에서와 같이 B잼이 302.93 g으로 가장 높은 수치를 나타내었다. 모과잼의 견고성의 경우 모과페이스트와 펙틴의 영향을 많이 받은 것으로 나타났다(17). 즉 펙틴의 첨가량과 설탕의 함량이 증가할수록, 모과페이스트가 감소할수록 견고성이 증가하였다. 딸기 페이스트의 함량이 높은 상압, 감압잼의 경도, 젤리강도 및 파단강도가 시판잼인 B잼에 비해 유의적으로 낮게 나타났다. 미역페이스트에 설탕 60%, 펙틴 0.75%, 구연산 0.3% 첨가하여 62°Brix로한 제품이 물성 면에서 양호하였다(18)고 보고하였다. 또한 미역 줄기를 이용한 잼의 제조 조건 연구에서 시판 O사와 D사의 딸기잼의 경도는 6.04×10^3 , 16.16×10^3 dyne/cm², 젤리 강도는 96.8, 258.8 dyne을 나타내었다(19).

Table 4. Hardness, consistency and strength value of commercial and handmade strawberry jams

Strawberry jams	Hardness ($\times 10^3$ dyne/cm ²)	Jelly strength (dyne)	Strength (g)
A ¹⁾	11.31±2.57 ^a	67.26±13.67 ^b	140.86±34.72 ^a
B	41.91±7.58 ^b	180.33±15.58 ^c	302.93±89.61 ^b
C	10.40±2.74 ^a	47.44±11.41 ^{ab}	83.84±30.49 ^a
HM-AP	5.67±0.70 ^a	40.80±4.85 ^a	110.48±12.50 ^a
HM-RP	7.80±0.54 ^a	53.14±2.34 ^{ab}	136.52±8.30 ^a

¹⁾Refer to Table 1 for the abbreviation.

관능검사

제조방법에 따른 딸기잼의 색, 향, 단맛, 신맛, 발림성 및 종합적 기호도에 대한 관능검사 결과는 Table 5와 같다. 잼의 색의 경우 A잼과 HM-RP잼의 평점이 높은 것으로 나타났다. 그러나 향, 단맛, 신맛 등은 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 향, 단맛, 신맛 등은 유의적인 차이

가 없는 것으로 나타났다. 식빵에 발림성은 시판잼 A, B, C 각각 6.90, 3.95, 6.50로 제조잼인 상압과 감압잼이 각각 6.65, 6.85의 함량을 보였으며, 그 중 시판 잼 B의 3.95는 가장 낮은 평점으로 이는 물성 값에서 경도, 젤리강도, 파단 응력에서 유의적으로 높은 수치를 나타낸 결과에 기인된 것으로 사료된다. 종합적 기호도를 볼 때 딸기의 색을 유지하고 식빵에 발림성이 좋은 잼들의 평점은 높은 반면 B잼과 같이 그렇지 않은 잼의 기호도는 낮은 것으로 판단되었다. 무잼의 제조시 재료의 혼합 비율이 중요한데 펙틴과 설탕 첨가율이 증가할수록 젤리화가 촉진되어 단단하게 되어 잼의 견고성이 증가하게 되는 것으로 추정하였다. 잼의 제조시 설탕과 펙틴이 중요한 역할을 하지만 지나치게 첨가하면 색, 맛 및 조직감에 좋지 않았으며, 높은 견고성 보다는 적당하게 부드러움을 유지하는 잼의 평점이 높은 것으로 나타났다(20).

Table 5. Sensory evaluation of commercial and handmade strawberry jammed bread

Strawberry jams	Color	Flavor	Sweetness	Sourness	Viscosity	Overall acceptability
A ¹⁾	6.60±1.96 ^{bc}	6.25±1.97 ^a	7.25±1.94 ^a	5.15±2.91 ^a	6.90±1.55 ^b	7.40±1.60 ^c
B	5.25±1.92 ^{ab}	5.45±1.79 ^a	6.60±1.73 ^a	4.35±2.35 ^a	3.95±1.96 ^a	4.85±3.23 ^a
C	4.55±2.14 ^a	5.30±1.75 ^a	6.23±1.99 ^a	4.55±2.04 ^a	6.50±1.76 ^b	5.50±2.21 ^a
HM-AP	6.05±2.14 ^{bc}	5.05±2.24 ^a	6.10±1.83 ^a	4.85±2.32 ^a	6.65±1.57 ^b	6.05±1.82 ^{ab}
HM-RP	6.95±2.14 ^c	6.15±1.87 ^a	6.60±1.54 ^a	5.10±2.25 ^a	6.85±1.39 ^b	7.00±1.26 ^{bc}

¹⁾Refer to Table 1 for the abbreviation.

전자공여능

Fig. 2는 제조방법에 따른 딸기잼으로부터 조제한 추출물의 전자공여능인 DPPH 라디칼소거능을 측정된 결과이다. DPPH 라디칼소거능은 시판잼 A, B, C 각각 44.27%, 41.70%, 53.06% 이었으며, 제조한 상압잼과 감압잼은 각각 69.08%, 73.21%로 감압잼이 높은 것으로 나타났다. 앞서 Table 2의 총 폴리페놀 함량은 감압잼>상압잼>C>B>A로 감압잼의 함량이 가장 높았다. 일반적으로 폴리페놀 함량이 증가할수록 항산화 활성이 증가하는 것으로 나타나 본 결과와 일치하였다. 흑마늘의 절반이 되게 각종 당류를 첨가하여 제조한 흑마늘잼의 항산화성(21)은 총 폴리페놀 화합물과 연관되며 그 함량측정 결과 57.14~84.02 mg tannic acid/100 g 으로 나타났다. DPPH 라디칼소거능 측정 결과 항산화성은 흑마늘에 들어 있는 페놀화합물에 기인한다고 보고한바 있다. 딸기의 주된 항산화 성분(22)은 폴리페놀, 안토시아닌 등이라고 했으며, 그 활성 성분은 cyanidin-3-glycoside, pelargonidin-3-glucoside 등이었다. 고압에 의해 성분의 분해는 일어나지 않았으나 70°C, 2분 열처리 푸레에는 아스코르브산 분해가 21% 발생했으나 안토시아닌은 압력처리구와 비가공처리구간에 유의적인 변화가 없었다.

색도는 압력처리로는 미미했으나 열처리 가공에서는 큰 변화가 없었다. 따라서 고압처리가공은 열처리에 비해 항산화 성분의 파괴를 줄이는 식품저장 가공기술인 것으로 나타났다. 또한 딸기로부터 항산화성, 항암성 등 기능성을 가진 페놀화합물을 LC-ESI-MS법으로 분석(23)하여 ellagic acid(EA), ellagitannins, gallotannins, 안토시아닌, 플라보놀, 플라바놀 및 coumaroyl glycosides를 동정하였으며 안토시아닌으로 pelargonidin 및 cyanidin이 주 화합물임이 밝혀졌다. 이는 딸기 가공식품의 진위판별과 딸기 소비의 지표 화합물이 될 것으로 예견하였다.

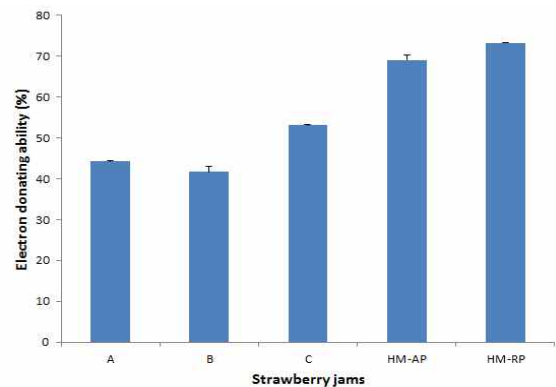


Fig. 2. Electron donating abilities of commercial and handmade strawberry jams.

A, B and C: commercial jams, HM-AP: handmade-atmospheric pressure jam, HM-RP: handmade-reduced pressure jam. Values are mean ± SD (n=3).

요약

시판 3사의 A, B 및 C 제품의 시판 딸기잼과 제조방법을 달리하여 직접 제조한 수제 딸기잼 즉 상압잼(HM-AP)과 감압잼(HM-RP) 등 5가지 딸기잼을 대상으로 총당, pH, 총산, 총 폴리페놀, 안토시아닌, 색도, 물성 및 관능검사를 실시하였다. 총당은 62.33~68.33 °Brix이었고, pH는 3.59~3.78 범위였으며, 총산은 0.51~1.01으로 나타났다. 딸기잼의 색도 중 명도(L)은 11.02~14.80, 적색도(a)는 3.91~13.68로 상압잼이 유의적으로 높게 나타났다. 색소 성분인 총 폴리페놀 함량은 시판 잼 A, B, C의 경우 56.10, 97.59 및 105.85 mg GAE/100 g, 상압잼과 감압잼의 경우 각각 156.13, 189.94 mg GAE/100 g로 조사되었다. 안토시아닌 함량은 시판 잼 A, B, C의 경우 1.51, 0.95 및 0.80 mg/100 g, 상압잼과 감압잼의 경우 각각 2.64, 9.16 mg/100 g으로 나타났다. 감압잼은 총 폴리페놀과 안토시아닌 함량에 있어 다른 잼에 비해 유의적으로 높게 나타났다. 물성 중 경도는 5.67×10^3 (HM-AP 잼)~ 41.91×10^3 (B 잼) dyne/cm², 젤리강도는 40.08 (HM-AP 잼)~180.33 (B 잼) dyne, 파단응력은 83.84 (C 잼)~302.93 (B 잼) g 이었다. 관능검사로 색, 향,

단맛, 신맛, 발림성 및 종합적 기호도를 조사한 결과 HM-RP 잼이 다른 잼에 비해서 평점이 높은 것으로 나타났으며, 특히 색의 평점은 6.95로 가장 높은 것으로 나타났다. 항산화 활성을 나타내는 DPPH 라디칼소거능은 A, B, C, 상압잼 및 감압잼 각각 44.27, 41.70, 53.06, 69.08, 73.21% 였다. 본 결과는 저산소 가공기술을 이용하여 감압하에서 저온에서 제조한 HM-RP 딸기잼은 폴리페놀화합물의 산화 안정화로 총 폴리페놀과 안토시아닌 등 그 함량이 다른 잼에 비해 유의적으로 높은 것으로 사료된다.

참고문헌

- Chisari M, Barbagallo RN, Spagna G (2007) Characterization of polyphenol oxidase and peroxidase and influence on browning of cold stored strawberry fruit. *Agric Food Chem*, 55, 3469-3476
- Jo JS, Hwang SY (2011) *Food materials*. 10th ed Munundang, Seoul, Korea, p 166-167
- Youn SJ, Cho JG, Choi UK, Kwoen DJ (2007) Change of biological activity of strawberry by frozen storage and extraction method. *J Life Sci*, 17, 1734-1738
- Wava Pinto M, Mariatanabe Y, Yoshimoto K, Okada Y, Nomura M (2011) Effect of impregnation using sucrose solution on a stability of anthocyanin in strawberry jam. *LWT-Food Sci Tech*, 44, 891-895
- Kim MY, Chun SS (2000) The effect of fructoligisaccharide on the quality characteristics of stawberry jam. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 16, 530-537
- Kim MY, Chun SS (2001) Effects of onions on the quality characteristics of strawberry jam. *Korean J Soc Food Cookery Sci*, 17, 316-322
- Park MK (2007) Quality characteristics of strawberry jam containing sugar alcohols. *Korean J Food Sci Technol*, 39, 44-49
- Pinto MS, Lajolo FM, Genovese MI (2007) Bioactive compounds and antioxidant capacity of strawberry jams. *Plant Foods Hum Nutr*, 62, 127-131
- Park SJ, Lee JH, Rhim JH, Kwon KS, Jang HG, Yu MY (1994) The change of anthocyanin and spreadmeter value of strawberry jam by heating and preservation. *Korean J Food Sci Technol*, 26, 365-369
- Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
- Kim JW, Lee GH, Hur JW (2006) Quality characteristics of citron jam made with frozen citron in Korea. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 197-201
- Jin TY, Heo SI, Lee WG, Lee IS, Wang MH (2008) Manufacturing characteristics and physicochemical component analysis of bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel) jam. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 48-52
- Byun MW, Yook HS, Ahn HJ, Lee KH, Lee HJ (2000) Quality evaluation of strawberry jams prepared with refined dietary fiber from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *Korean J Food Sci Technol*, 35, 1068-1072
- Šaviskin K, Zdunić G, Janković T, Tasić S, Menković T, Stević T, Dordević B (2009) Phenolic content and radical scavenging capacity of berries and related jams from certificated area in Serbia. *Plant Foods Hum Nutr*, 64, 212-217
- Buendia B, Gil MI, Tudela JA, Gady AL, Medina JJ, Soria C, López JM, Tomás-Barberán (2010) HPLC-MS analysis of proanthocyanin oligomers and other phenolics in 15 strawberry cultivars. *J Agric Food Chem*, 58, 3916-3926
- Pinto MS, Lajolo FM, Genovese MI (2008) Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.). *Food Chem*, 107, 1629-1635
- Lee EY, Jang MS (2009) Optimization of ingredients for the preparation of chinese quince (*Chaenomeles sinensis*) jam by mixture design. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 935-945
- Kim SJ, Moon JS, Kim JM, Kang SG, Jung ST (2004) Preparation of jam using *Undaria pinnatifida* sporophyll. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 598-602
- Ahn CB, Shin TS, Nam TS (2000) A trial for preparation of jam using sea mustard stem. *J Korean Fish Soc*, 33, 423-430
- Park JE, Kim MJ, Jang MS (2009) Optimization of ingredient mixing ratio for preparation of chinese radish (*Raphanus sativus* L) jam. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 38, 235-243
- Kim MH, Son CW, Kim MY, Kim MR (2008) Physicochemical, sensory characteristics and antioxidant activities of jam prepared with black garlic. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 1632-1639
- Patras A, Brunton NP, Pieve SD, Butler F (2009) Impact of high pressure processing on total antioxidant activity, phenolic, ascorbic acid, anthocyanin content and colour of strawberry and blackberry purées. *Innovative Food Sci Engin Tech*, 10, 308-313
- Seeram NP, Lee R, Scheuller HS, Heber D (2006)

Identification of phenolic compounds in strawberries by
liquid chromatography electrospray ionization mass

spectroscopy. Food Chem, 97, 1-11

(접수 2011년 12월 17일 수정 2012년 4월 19일 채택 2012년 5월 11일)