

저당성 무화과 잼의 제조

허원녕 · 김명화
국립 목포대학교 원예육종학과

Processing of Low Sugar Jams from Fig Pulp Treated with Pectinesterase

Won Nyoungh Hou and Myoungh Hwa Kim

Department of Horticultural Crops Breeding, Mokpo National University

Abstract

The change of pectinesterase (PE) activity and pectin substances in fig fruit were investigated and low sugar jams prepared by various methods from fig fruit were compared. Fig fruit PE, which began to show the activity at the harvest time, was not inactivated and had slight activity during frozen storage at -25°C . The amount of alcohol insoluble solid (AIS) and the degree of esterification (DE) of AIS were reduced by its own PE activity. However the intrinsic PE of fig fruit was not enough to make low-methoxyl pectin below 50% of DE. Fig pulp treated by its own PE and combination of fig PE and orange PE could make low-methoxyl pectin. After PE treatments, fig pulp adjusted below pH 4.0 by addition of citric acid kept red colour. Fig jams processed by various methods had lower soluble solid (31~49°Brix) compared with conventional fig jam. Five kinds of fig jams out of those showed higher score than others in the sensory evaluation. For preparation of the five jams, the fig pulps with or without 1% pectin were treated at 50°C for 25 minutes with addition of orange PE (200 units/400 g pulp). The treated pulps were added with 0.25% citric acid, 0.7% calcium and 20% cane sugar. The mixed pulps were prepared for jams containing low sugar by hot plate or microwave or refrigeration (excepting the mixed pulp without pectin).

Key words: fig fruit, pectinesterase, low-methoxyl pectin, low sugar jam

서 론

무화과(*Ficus carica* Linn)는 성장속도가 빠르고 내병성이 크기 때문에 농약을 사용하지 않는 무공해 식품이면서, 열량원과 비타민 및 무기질을 고루 함유한 과일⁽¹⁾로 기호도가 높아지고 있다. 그러나 수확후 생과로서는 저장성이 극히 낮아 수일내 소비하여야 하는 어려운 점이 있으며, 이를 해결하기 위한 방법으로 생산농가들은 무화과를 수확 즉시 또는 냉동 저장하면서 잼으로 가공하고 있다. 이들이 가공한 잼은 단맛이 너무 높다는 평가를 받을 뿐만 아니라 소비자들의 식품에 대한 기호가 건강을 생각하여 저열량의 과일 채소류 소비를 지향하고 있는 실정이다⁽²⁾. 따라서 일반적으로 시판되는 잼의 가용성 고형분이 60~65%⁽¹⁾나 함

유되고 있는 것을 개선하여 35% 또는 그 이하의 가용성 고형분을 함유한 저당성 무화과 잼으로 만들면 잼 저장화에 의한 과일 본래의 풍미를 보다 잘 유지⁽³⁾시킬 뿐만 아니라 무화과로부터 생산되는 잼의 수율 증대와 저열량을 요구하는 소비자의 기호에도 호응하게 될 것이다.

잼의 저당화를 증점제(thickening agent) 첨가에 의한 방법⁽⁴⁾으로 만든 무화과 잼은 예비적인 소비자의 기호조사에서 좋은 반응을 얻지 못했으므로, 펙틴의 low methoxyl화에 의한 저당성 잼을 가공하고자 하였다. 펙틴은 에스테르화도(degree of esterification: DE)가 25~50%인 것을 low methoxyl pectin이라 하고 50~80%인 것을 high methoxyl pectin이라 한다⁽⁵⁾. High methoxyl pectin은 당과 산의 존재하에서 수소결합과 소수성결합에 의하여 젤리화시키는 것으로 일반적인 잼에 사용되는 펙틴이 주로 해당된다⁽⁶⁾. Low methoxyl pectin의 경우는 당이 적더라도 다가성의 금속이 존재하면

Corresponding author: Won Nyoungh Hou, Department of Horticultural Crops Breeding, Mokpo National University, Mokpo, Chunnam 534-729, Korea

펙틴 분자의 carboxyl기 사이에 금속이 가교를 형성하여 gel의 망상구조를 만들어 가당하지 않고도 젤리화됨으로 저열량 식품을 만들 수 있다고⁷⁾하였으나 low methoxyl pectin 젤리화 정도는 low methoxyl pectin, pH, 첨가하는 당의 종류 및 그것들의 농도와 상호 연관성을 갖는다⁸⁾는 보고에서 당류의 필요성을 나타내었다.

식물기원 pectinesterase (EC 3.1.1.11, PE)에 의하여 생성된 low methoxyl pectin은 미생물성 PE나 산 또는 알칼리에 의해서 생성된 것보다 젤리화 적성에는 부족한 면이 있다고 하였으나⁹⁾, 본 연구에서는 무화과 자신 또는 오렌지로부터 추출한 PE만 첨가하여 무화과 펄프의 펙틴을 deesterification하여 low methoxyl pectin화한 무화과 펄프를 만들고, 이로부터 저당성 잼을 만들어 high methoxyl pectin에 의한 일반적인 방법으로 만든 잼과 비교하여 무화과의 저당성 잼 가공의 가능성을 알아보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 무화과 품종은 마쓰히도후인이었고 과일 생육과정 및 저장기간에 따른 펙틴질과 관련 효소의 조사를 위한 것은 전남 영암군 삼호면 무화과원(전남 진흥원 난지과수시험장 시험포)에서 과실 생장기별[제1기(착과 25일), 제2기(착과 63일), 제3기(착과 73일)]로 채취하고, 착과 79일(수확기)이 넘은 무화과를 수확하여 저장 기간별(10, 20, 30일)로 저장하여 사용하였고, 다른 실험을 위해서는 같은 품종으로 1995년도와 1996년도 가을에 수확한 것을 냉동 저장(-25°C)하여 사용하였다.

효소 활성 측정

1 M NaCl과 무화과 시료를 1:3 (v/w)으로 혼합하여 마쇄기로 갈고 4°C에서 pH 7.0으로 유지하면서 2시간 동안 교반한 후 0°C에서 3,200×g로 원심 분리한 상정액을 조효소액으로 사용하였다. PE 활성 측정은 Seymour¹⁰⁾의 titrimetric assay 방법을 개변하여 사용하였다. 1% 펙틴(galacturonic acid: 84%, DE: 57.6%, Sigma)을 기질로 효소 활성은 pH stat (718 STAT Titrimetric, Metrohm Ltd., Switzerland)를 사용하여 측정하였다. 효소 활성 단위는 측정 조건에서 매분당 1 μmole의 카복실기그룹을 유리하는 효소 양으로 다음 식에 의하여 구하였다.

PE units/mL =

$$\frac{\text{mL NaOH} \times \text{Normality of NaOH} \times 1,000}{\text{minutes} \times \text{mL sample}}$$

Exo-polymethylgalacturonase (Exo-PMG)의 활성도는 0.5% pectin 용액(0.1 M NaCl을 함유한 0.03 M acetate buffer, pH 5.0) 5 mL에 효소 1 mL를 첨가하여 40°C에서 4시간 반응시키고 2 N HCl 0.9 mL를 가하여 반응을 정지시켰다. 반응액을 2,500×g로 8분 동안 원심 분리한 상정액을 취하였고, 환원당의 양은 DNS (dinitrosalicylic acid)법¹¹⁾에 의하여 구하였다. 효소단위(unit)는 효소액 1 mL가 1분간에 1 mole의 환원당(galacturonic acid)을 증가시키는 양으로 하였다. Endo-PMG의 활성도는 Nagel 등의 방법¹²⁾에 따라 exo-PMG의 활성도 측정에서와 같이 반응시키고 정지시킨 반응액의 점도의 감소를 측정하고, 효소의 활성은 효소액 1 mL에 의하여 기질의 점도를 50% 감소시키는 데 걸리는 효소 반응 시간(min)의 역수로 나타내었다. Protease 활성 측정은 Anson-Hagihara의 방법¹³⁾에 따라 수행하였다. 효소의 활성 단위는 1분간에 생성되는 tyrosine의 μg수로 표시하였다.

펙틴질의 분석

알코올 불용성 물질(alcohol insoluble solid, AIS)추출¹⁴⁾은 과실조직 100 g를 세절하여 99% ethanol 400 mL를 가한 후 역류냉각관을 부착하여 15분간 비등시켰다. Büchner 깔때기로 여과, 70% 열수 ethanol 300 mL에 현탁, 여과하는 것을 3회 반복하여 불순물을 제거하고, 다시 99% ethanol 300 mL로 세정, 여과한 후 40°C의 항온에서 건조하여 알코올 불용성 물질을 얻었다. 펙틴의 에스테르화도는 National Formulary¹⁵⁾의 방법에 따라 하였다.

PE를 이용한 무화과 펄프 펙틴질의 low methoxyl pectin화

무화과 자신이 가지고 있는 PE를 이용하는 방법은 금년도 수확한 무화과를 껍질, 육질, 전체 과일로 나누어 각각을 100 g씩 칭량하여 마쇄한 다음 50°C에서 25분간 반응시킨 것¹⁶⁾의 AIS를 추출하여 DE 값을 비교하였고, 무화과 자신의 PE이외에 다른 PE를 무화과 펄프에 첨가하는 방법은 위와 같이 무화과를 마쇄한 다음 오렌지로부터 추출한 PE(목포대학교 원예 육종학과 소장)를 50, 100, 150 units씩 각각 첨가하여 50°C에서 25분간 반응시킨 것의 AIS를 추출하여 그의

DE 값을 비교하였다.

색도 측정

무화과 펄프의 pH를 0.1 M HCl과 NaOH로 변화시키면서 일어나는 색도의 변화를 색차계(Chromameter CR 200, Minolta)로 측정하여 Hunter 색차계의 L (lightness), a (redness), b (yellowness) 값 및 hue (a/b)와 chroma ($\sqrt{a^2 + b^2}$)를 나타내었다.

Low methoxyl pectin화된 무화과 펄프를 이용한 저당성 잼의 제조

잼의 제조는 1996년 9월 10일 수확한 산도 0.24%, 펙틴 함량 0.30%인 무화과를 냉동 보관하면서 꼭지 부분의 두꺼운 껍질 부분만을 제거하고 믹서로 마쇄하여 펄프로 만들었다. 이 펄프에 pectin을 1% 첨가하거나 혹은 첨가하지 않고 자신의 PE만으로 또는 오래지 PE (200 units/400 g)를 첨가하여 무화과의 pectin을 55°C에서 25분 동안 가열하여 가수분해한 다음, 이 펄프에 20%의 설탕을 가하고, Ca 0.7% 및 구연산 0.25%를 첨가하여 젤리화시켰다. 젤리화는 hot plate나 microwave로 가열하였고, 비가열 처리에 의한 젤리화는 원료 혼합 후 냉장에 의하여 젤리화시켰다. 가열법에 의한 것은 설탕을 반씩 처음과 중간에 나누어서 가하였고 냉장에 의한 것은 일시에 가하였다. 또한 가수분해 시킨 펄프에 hot plate로 젤리화하는 경우는 물을 펄프의 1:1 (v/w)로 첨가하고 microwave에 의하여 가열하는 경우는 물을 펄프의 1/2:1 (v/w)로, 냉장의 경우는 물을 첨가하지 않았다. 젤리점의 판정은 cup test로 잼이 물속에서 흩어지지 않을 때를 젤리점으로 하였다.

High methoxyl pectin상태의 무화과 펄프를 이용한 저당성 잼의 제조

증점제로 한천 0.3%와 카라기난 0.3%를 무화과 펄프의 일부에 혼합하여 약하게 가열하면서 녹인 다음 여기에 1% pectin을 첨가 혹은 첨가하지 않은 나머지 펄프를 혼합하고 냉장하여 젤리화 시켰다.

향신료를 첨가한 저당성 잼의 제조

PE처리로 low methoxyl pectin화한 무화과 펄프를 가열에 의해 젤리화시켜 만든 저당성 잼과 같은 방법으로 행하였다. 단 가열 중에 무화과 펄프 400 g당 생강 분말(동일산업) 2 g, 양파 파쇄액 50 mL, 마늘 분말(동일산업) 2 g, 생강 분말 0.5 g+마늘 분말 0.5 g+양파 파쇄액 25 mL를 각각 첨가하여 젤리화시켰다.

제품의 특성 조사

가용성 고형분량은 굴절당도계(Atago)에 의해 "Brix"로 나타내었고 젤리화의 온도는 젤리점에서의 온도로 나타내었다. 젤리의 강도는 240 mL의 용기에 저장한 잼을 유리 평판에 거꾸로 쏟아 붙고 5분간 방치한 후 네 방향으로 퍼져 있는 거리 평균값으로 나타내었다⁽¹⁷⁾. 또한 색차와 가열하지 않고 제조한 잼의 protease의 활성도 조사하였다.

제품의 관능검사

제조한 잼을 목포대학교 교직원 및 학생 50명을 panel로 하여 색깔, 맛, 풍미, 조직, 기호도에 최고 7점 최저 1점으로 7단계 평가를 한 후, 결과의 통계 분석은 분산분석(F검정)과 Duncan의 다중범위 검정을 하여 각각의 유의성 검정을 하였다⁽¹⁸⁾.

결과 및 고찰

무화과 성숙 및 저장 중 효소의 활성 변화

무화과 자체내의 PE, PMG 및 protease의 변화를 조사한 결과는 Table 1에서 보는 바와 같이 PE는 무화과가 착과된 후 73일이 되는 제 3생장기 중간까지도 활성을 나타내지 않다가 성숙을 마치고 숙성기에 들어가 무화과를 수확해야 하는 시기에 활성을 나타내고 그 이후 냉장이나 상온 저장 기간에도 지속적인 활성을 가지고 있었다. Protease는 PE보다 빠르게 착과 73일부터 활성을 나타내기 시작하고 그 이후 계속적인 활성을 유지하였다. 그러나 PMG의 exo-형은 전기 간에 걸쳐 활성을 나타내지 않았고 endo-형만이 착과 73일 경에 활성을 나타내기 시작하여 착과 79일인 수확시기에 활성이 증가함을 보였으나 냉장의 경우는 10일에 거의 불활성화 되고 냉동 저장시는 10일에도 더욱 높은 활성을 보였으나 그 이후는 실패되었다. 이와 같은 결과는 아보카도가 수확 후 PMG와 유사한 polygalacturonase (PG)가 증가하고 PE는 급격히 감소하였다는 보고⁽¹⁹⁾와는 상반된 결과였으며, 사과와 경우 수확 후 품종에 따라 차이가 있으나 PG는 일시적으로 증가하다가 소멸하고 PE는 수확 후에 도리어 증가한다는 경향⁽²⁰⁾과는 유사한 결과를 보였다. PE의 활성이 수확 후 단기 저장만 아니라 냉동으로 6개월 이상 저장하여도 수확시기와 거의 같은 수준이거나 그 이상의 활성을 유지하고 과일의 껍질 부위가 육질 부위보다 PE를 더 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다 (Table 2). 이러한 결과는 PE를 이용하여 무화과의 펙틴질을 low methoxyl화시키는 데는 무화과 자신의

Table 1. Changes in enzyme activities during maturation and short term storage of fig (units/mL)

Time	PE ¹⁾	Protease	PMG ²⁾		
			Exo-PMG	Endo-PMG ($\times 10^3$)	
25 days after anthesis	ND ³⁾	ND	ND	ND	
63 days after anthesis	ND	ND	ND	ND	
73 days after anthesis	ND	5.87	ND	1.3	
The days after harvest	The day of harvest	0.71	8.92	ND	3.2
(79 days after anthesis)	10 days at 5°C	1.75	9.01	ND	ND
	10 days at -25°C	0.97	7.85	ND	5.3
	20 days at -25°C	0.79	7.8	ND	ND

¹⁾Pectinesterase.²⁾Polymethylgalacturonase.³⁾Not detected.**Table 2. Enzyme activities and pectin substance of fig stored at -25°C for 6 months**

Frozen fig	PE ¹⁾ (units/mL)	Protease (units/mL)	PMG ²⁾ (units/mL)		Pectin substance (%)	
			Exo-PMG	Endo-PMG ($\times 10^3$)	AIS ⁴⁾	DE ⁵⁾ of AIS
Peel	2.78	6.82	ND ³⁾	trace	8.9	68.2
Flesh	1.29	8.51	ND	trace	4.1	45.9
Whole fruit	2.40	7.91	ND	trace	4.5	54.8

^{1,2)} and ³⁾See Table 1.⁴⁾Alcohol insoluble solid.⁵⁾Degree of esterification.**Table 3. Changes in contents of AIS¹⁾ and DE²⁾ of AIS during maturation and short term storage of fig (%)**

Time	AIS of whole fruit	DE of AIS	
25 days after anthesis	10.6	38.0	
63 days after anthesis	22.1	51.6	
73 days after anthesis	18.6	51.6	
The days after harvest	The day of harvest	8.6	95.1
(79 days after anthesis)	10 days at 5°C	7.9	77.8
	10 days at -25°C	5.7	84.0
	20 days at -25°C	5.4	73.0

¹⁾ and ²⁾See Table 2.

PE만으로도 가능하며 또는 외부에서 첨가할 경우에도 소량의 PE 만으로 가능할 것이라 여겨진다. Protease도 PE와 같이 단기 및 장기 저장(Table 3) 어느 경우에도 활성을 유지하였으며 젤리화 과정에서 효소의 열변성만 일어나지 않는다면 잼으로 가공하여 식품으로 이용하면서 고기의 연화제로도 이용할 수 있으리라 여겨진다.

성숙과정 및 저장 중 AIS 및 AIS의 DE 변화

Table 3에서 무화과 착과 후 성숙기간과 단기 저장 중에 펙틴 질을 포함하고 있는 AIS의 함량은 착과 63일까지 그의 양이 증가하다가 수확 및 단기 저장 기

간에 점점 그의 양이 감소하였다. 그리고 6개월 이상 냉동 저장한 무화과(Table 2)는 과일 전체에 대한 AIS 함량은 4.5%였고 부위별로는 껍질 부위가 육질 부위보다 함량이 높은 편이었다. AIS의 DE는 무화과의 수확시까지 계속 증가하다가 그 이후 단기저장(Table 3) 및 장기저장(Table 2)기간에 감소되었다. 이것은 PE의 활성이 나타나는 시기와 일치하며 저장기간 전기간에 걸쳐 비록 냉동 저장을 하여도 PE의 작용을 받아 서서히 펙틴질의 methylester가 deesterification이 일어나는 것으로 여겨지며 장기 저장한 것일수록 PE에 의하여 low methoxyl화는 많이 진행되었다. 6개월간 장기 냉동 저장한 무화과의 전체 과일에 대한 DE는 54.8%로서 low methoxyl pectin과 high methoxyl pectin의 경계인 50%에 가깝도록 deesterification되었다.

PE를 이용한 무화과 펄프 펙틴질의 low methoxyl pectin화

무화과 자신이 가지고 있는 PE만을 이용하는 방법과 다른 PE를 무화과 펄프에 첨가하는 방법을 이용하여 AIS 및 AIS의 DE 변화를 측정된 결과는 Table 4와 같았다. 껍질, 육질, 과일 전체의 모든 경우에서 효소 반응을 시키지 않은 것에 비하여 AIS의 함량과 AIS의 DE값은 감소하였으며, 감소의 정도는 자신의 PE만을

Table 4. AIS and DE¹⁾ of AIS²⁾ in fig pulp treated by its own PE³⁾ and their combination with orange PE

Parts of fig	Treatments of PE	AIS	DE of AIS
Peel	Control	9.3	70.6
	Fig PE	7.0	34.4
	orange PE 50 units	6.1	29.8
Flesh	Fig PE+	4.1	27.2
	orange PE 100 units	4.0	27.9
	orange PE 150 units	4.3	45.3
Whole fruit	Control	3.2	38.8
	Fig PE	2.6	24.8
	orange PE 50 units	2.5	24.5
Whole fruit	Fig PE+	2.2	10.9
	orange PE 100 units	5.9	50.9
	orange PE 150 units	4.5	35.3
Whole fruit	Control	3.6	27.2
	Fig PE	3.8	27.2
	orange PE 50 units	3.6	24.5
Whole fruit	Fig PE+	3.8	27.2
	orange PE 100 units	3.6	24.5
	orange PE 150 units	3.6	24.5

^{1,2)} and ³⁾See Table 1 and 2.

사용한 경우보다 PE를 첨가한 경우에 더 크게 나타났다. 무화과 펄프 펙틴질의 DE 값이 50%이상일 때 high methoxyl pectin, 그 이하를 low methoxyl pectin 이라고 보면 무화과 자신의 PE만으로는 DE가 35% 정도였고, 외부에서 PE를 첨가하면 DE 값이 30%이하로 low methoxyl pectin화가 더 많이 진행된 무화과 펄프를 제조할 수 있었다.

무화과 펄프의 pH 변화에 따른 색도의 변화

무화과 펄프의 pH 변화에 따른 색도 변화를 조사한 결과는 Table 5와 같다. 무화과 펄프는 pH 4.0 이하에서 a값이 높았고 chroma도 높아 붉으면서 산뜻한 색

Table 5. Hunter colour values of fig pulp with pH

pH of fig pulp	Colour values				
	L	a	b	Hue ¹⁾	Chroma ²⁾
3.0	36.25	3.62	1.13	3.20	3.79
3.5	36.96	1.69	1.38	1.22	2.18
4.0	36.57	0.78	1.79	0.44	1.95
4.5	36.41	-0.19	1.57	-0.12	1.58
5.0	37.05	-0.41	0.95	-0.43	1.04
5.23 (natural fig pulp)	40.10	0.39	2.71	0.14	2.74
5.5	36.02	-0.88	1.27	-0.69	1.55
6.0	35.97	-1.07	1.05	-1.01	1.50
6.5	34.62	-1.33	1.02	-1.30	1.68
7.0	34.04	-1.36	0.90	-1.51	1.76

¹⁾a/b

²⁾ $\sqrt{a^2+b^2}$

을 나타내었고 그보다 pH가 높은 경우에는 녹색에 가까워지는 기호성이 떨어지는 색깔을 나타내었다. 그러므로 무화과 잼제조시 유기산을 첨가하여 pH를 4.0 이하로 변화시켜야 무화과 잼의 색깔이 외관을 좋게 하는 붉은 색을 유지할 수 있으리라 사료된다.

저당성 무화과 잼으로 제조한 제품의 성질

여러 가지 방법으로 제조한 잼들의 몇가지 성질을 조사한 결과는 Table 6과 같다. 가용성 고형분 함량은 점착제인 한천과 카라기난을 첨가하여 만든 것이 19°Brix로 가장 낮은 값을 보였으며, PE로 가수분해하여 low methoxyl화 한 다음에 hot plate로 가열하여 만든 것, microwave로 가열한 것 그리고 5°C에서 냉장하여 만든 것은 각각 평균 37.4, 41.0, 31.0°Brix를 나타냈다. 이들 모두 시중에 유통되는 high methoxyl pectin 상태로 가열하여 제조한 잼의 60~65°Brix보다 훨씬 낮은 가용성 고형분을 함유하는 저당성 잼으로 제조되었다. 3가지 방법 중에서는 냉장의하여 제조한 것이 가장 저당성 잼이었고 microwave에 의한 것이 비교적 고당성이었다. 젤리화 온도는 냉장에 의한 것을 제외하고는 high methoxyl pectin에 의한 일반적인 잼제조의 젤리화 온도인 103~105°C보다 훨씬 낮은 90 °C 부근에서 젤리화되었다. 이것은 식품 중에 내열성이 약한 유효 성분이 기존의 방법보다 적게 변화될 것이라고 여겨진다. 냉장에 의한 젤리화의 경우 효소를 첨가하여 반응시킨 것과 자신의 효소만으로 반응시킨 것의 젤리화된 상태는 크게 달랐다. 후자의 경우 젤리화된 잼에서는 물이 유리되는 현상이 일어났으며(자료 미제시), 관능검사에서도 나쁜 영향을 미쳤다. 젤리 강도는 microwave에 의한 것이 가장 높았고 hot plate에 의한 것이 가장 약하게 나타났으나 서로간에 현격한 차이는 없었다. 잼의 색깔은 모두 보라색 쪽의 붉은 색을 나타냈으며, 냉장에 의한 젤리화가 붉은 색이 비교적 선명하게 나타났으며, 가열에 의한 것은 그것보다 붉은 색이 낮은 편이었으나 채도는 강하게 나타났다. 가열하지 않고 젤리화시킨 잼들에서 protease의 잔존 활성을 조사한 결과는 점착제를 첨가한 것이 다른 것에 두드러지게 효소 활성이 높았고, 다른 경우는 펙틴을 첨가하지 않은 것이 첨가한 것보다, 또한 PE를 첨가한 것이 첨가하지 않은 것보다 높은 활성을 나타냈다. 무화과의 ficin은 펙틴질에 영향을 받으며 이들은 한천 카라기난 같은 점착제와 공존할 때 펙틴의 영향을 감소시키는 것으로 보여지며 ficin 효소의 장기 보존에 고려하여야할 사항으로 여겨진다.

저당성 무화과 잼의 관능검사

19가지 방법으로 제조한 저당성 잼을 시중에서 판매하는 고당성 무화과 잼과 함께 관능검사를 실시한

결과는 Table 7과 같다. 그들 중에 5 종류가 관능검사에서 양호한 평가를 받았다. 그것들은 무화과 펄프에 펙틴을 1% 첨가하거나 혹은 첨가하지 않고 PE (200

Table 6. Properties of fig jams containing low sugar manufactured by various methods

Products ¹⁾	°Brix	Temperature of gelation (°C)	Strength of gel (cm)	Protease (units/mL)	Hunter colour value ³⁾				
					L	a	b	Hue	Chroma
1AaH	37	86	6.45		50.26	3.73	-14.94	-0.25	15.40
1AaM	38	92	6.68		52.64	2.10	-15.86	-0.13	16.00
1AaR	31	5	6.23	35.13	49.89	7.03	-12.95	-0.54	14.73
1AbH	36	90	7.03		49.76	3.93	-14.61	-0.27	15.13
1AbM	36	87	7.00		52.85	2.76	-15.11	-0.18	15.36
1AbR	32	5	4.68	6.56	56.46	5.56	-15.21	-0.37	16.20
1BaH	41	92	6.48		53.29	2.52	-16.43	-0.15	16.62
1BaM	49	90	4.73		50.57	2.91	-16.56	-0.18	16.81
1BaR	33	5	6.20	56.86	49.40	8.36	-11.41	-0.73	14.14
1BbH	35	85	6.78		54.31	2.90	-15.00	-0.19	15.27
1BbM	41	97	5.85		52.47	2.62	-15.00	-0.17	15.22
1BbR	30	5	7.35	7.41	54.33	8.95	-9.18	-0.97	12.80
1AaHG	36	93	5.40		55.63	3.03	-14.65	-0.21	14.96
1AaHO	36	92	6.20		54.46	3.10	-15.91	-0.19	16.20
1AaHGr	39	93	6.13		53.37	2.11	-16.32	-0.13	16.46
1AaH3	39	97	6.00		55.35	2.21	-15.94	-0.14	16.09
2aR	19	5	8.20	112.91	53.37	6.47	-14.69	-0.44	16.05
2bR	19	5	7.93	234.05	53.83	9.04	-12.18	-0.74	15.17
Mean ²⁾	H	37.4	91.0	6.33	53.30	2.94	-16.62	-0.18	16.88
	M	41.0	91.5	6.01	52.13	2.60	-15.63	-0.17	15.84
	R	31.0	5.0	6.12		52.52	7.48	-12.18	-0.61

¹⁾1; low methoxyl pectin, 2; High methoxyl pectin, A; Fig pulp hydrolysis by fig's own pectinesterase, B; Fig pulp hydrolysis by addition of orange pectinesterase (200 units/fig pulp 400 g), a; No addition of pectin, b; Addition of 1% pectin H; Hot plate heating M; Microwave heating, R; Refrigeratin for 24 hr, G; Ginger, O; Onion, Gr; Garlic, 3: Ginger+onion+garlic.

²⁾Values of Mean based on table figures.

Table 7. Sensory evaluation scores¹⁾ of fig jams manufactured by various methods

Products ²⁾	Colour	Taste	Flavor	Texture	Acceptability
Control	3.51±0.23 ^{de}	3.88±0.21 ^{ck}	3.65±0.20 ^{df}	4.33±0.21 ^{ah}	2.80±0.23 ^{de}
1AaH	3.93±0.14 ^{bcd}	3.57±0.18 ^{cf}	3.81±0.16 ^{cde}	4.31±0.18 ^{ah}	4.16±0.18 ^{abc}
1AaM	3.59±0.08 ^{cde}	3.86±0.07 ^{cd}	3.76±0.15 ^{cdef}	4.27±0.14 ^{ah}	3.61±0.17 ^{bc}
1AaR	4.08±0.20 ^{abcde}	3.71±0.24 ^{cd}	3.90±0.20 ^{bcd}	4.08±0.18 ^b	3.88±0.22 ^{abc}
1AbH	3.83±0.15 ^{bcd}	4.27±0.19 ^{abcd}	4.12±0.15 ^{abc}	4.41±0.15 ^{ah}	4.10±0.16 ^{abc}
1AbM	3.18±0.14 ^f	4.27±0.18 ^{abcd}	4.10±0.15 ^{abc}	4.32±0.18 ^{ah}	4.35±0.18 ^{ab}
1AbR	3.43±0.23 ^{de}	2.63±0.20 ^{hi}	3.37±0.20 ^g	3.35±0.18 ^e	2.59±0.14 ^{ef}
1BaH	4.51±0.16 ^{abcd}	4.47±0.18 ^{ah}	4.14±0.17 ^{abc}	4.51±0.17 ^{ah}	4.45±0.18 ^a
1BaM	5.06±0.19 ^a	4.40±0.29 ^{abc}	4.20±0.20 ^{ab}	4.53±0.21 ^{ah}	4.51±0.18 ^a
1BaR	4.24±0.17 ^{abcde}	3.16±0.18 ^{fg}	3.43±0.16 ^{efg}	3.33±0.17 ^e	4.49±0.15 ^a
1BbH	4.67±0.16 ^{abc}	4.69±0.19 ^a	4.50±0.16 ^a	4.65±0.19 ^a	4.57±0.18 ^a
1BbM	4.06±0.15 ^{abcde}	4.33±0.18 ^{abcd}	4.12±0.18 ^{abc}	4.27±0.17 ^{ah}	4.18±0.18 ^{abc}
1BbR	4.81±0.18 ^{ab}	4.24±0.19 ^{abcd}	4.16±0.19 ^{abc}	4.29±0.17 ^{ah}	4.24±0.20 ^{abc}
1AaHG	3.73±0.16 ^{bcd}	2.86±0.18 ^{gh}	3.76±0.22 ^{cdef}	3.31±0.14 ^e	2.69±0.14 ^{ef}
1AaHO	4.08±0.20 ^{abcde}	2.24±0.17 ^{hij}	2.22±0.16 ^j	3.29±0.22 ^e	2.22±0.19 ^{ef}
1AaHGr	3.45±0.18 ^{de}	4.10±0.18 ^{bcd}	3.94±0.17 ^{bcd}	4.29±0.18 ^{ah}	3.86±0.19 ^{abc}
1AaH3	3.45±0.18 ^{de}	2.63±0.18 ^{hi}	3.18±0.18 ^{gh}	3.29±0.19 ^e	2.84±0.17 ^{de}
2aR	3.96±0.23 ^{bcd}	2.08±0.16 ^j	2.88±0.19 ^{hi}	2.86±0.20 ^d	2.20±0.17 ^{ef}
2bR	3.43±0.24 ^{de}	1.81±0.12 ^j	2.71±0.20 ⁱ	2.35±0.18 ^d	2.02±0.14 ^f

¹⁾Scores are mean±SD.

²⁾See Table 6

^{a-f)}Significant difference at 1% level.

units/400 g pulp)를 첨가하여 펙틴질을 low methoxyl pectin으로 한 다음 잼의 색깔을 좋게 하기 위하여 구연산 0.25%로 pH를 낮추고, low methoxyl pectin의 가교제로 Ca 0.7%, 젤리화와 적당한 감미를 주기 위한 설탕을 20% 가하여 microwave 혹은 hot plate에 의하여 가열하거나 또는 냉장(펙틴 무첨가는 제외)에 의하여 젤리화한 것이었다. 이상의 결과에서 무화과 펄프의 펙틴질을 자신의 PE와 첨가한 PE에 의하여 low methoxyl pectin으로 변화시키면 목적인 바와 같은 저당성의 잼을 제조할 수 있었다.

요 약

무화과에 대한 PE와 그와 관련한 펙틴질의 변화를 조사하고, 저당성 무화과 잼을 제조하여 비교하였다. 무화과의 PE는 과일의 수확 시기에 활성을 나타내기 시작하고 저장기간 동안 실활되지 않았으며, 냉동저장 중에도 PE의 미약한 활성을 나타냈다. 그러므로 무화과 PE의 작용에 의하여 냉동 저장 중에도 과일 내의 AIS의 양과 펙틴질의 DE를 감소시켰다. 그리고 low methoxyl pectin으로 저당성 무화과 잼을 만들기 위하여 무화과 PE 및 무화과 PE에 오렌지 PE를 첨가한 것이 AIS 및 AIS의 DE를 감소시켰다. 그리고 무화과 잼의 anthocyanin 색깔을 안정하게 유지하기 위해서는 pH 5.23의 천연 무화과 펄프에 유기산을 첨가하여 pH 4.0 이하로 조절한 것이 적색 및 채도가 높게 나타났다.

19가지의 다른 방법으로 무화과의 저당성 잼을 제조한 결과, 제조한 모든 무화과 잼은 시중 무화과 잼의 65°Brix보다 낮은 31~49°Brix의 가용성 고형분량을 갖는 저당성 잼이었다. 그러나 그들 중에 5 종류만이 관능검사서에서 양호한 평가를 받았다. 그것들은 무화과 펄프에 펙틴을 1% 첨가하거나 혹은 첨가하지 않고 PE (200 units/400 g pulp)를 첨가하여 펙틴질을 low methoxyl pectin으로 한 다음 잼의 색깔을 좋게 하기 위하여 무화과 펄프에 대하여 구연산 0.25%를 첨가하여 pH를 낮추고, 가교제로 Ca 0.7%, 젤리화와 적당한 감미를 주기 위한 설탕 20%를 가하여 microwave 혹은 hot plate에 의하여 가열하거나 또는 냉장(펙틴 무첨가는 제외)에 의하여 젤리화한 것이었다.

감사의 글

본 연구는 1996년도 한국과학재단 지경 식품산업기술연구센터의 지원 지역협력 연구과제인 "무화과의 저

당성 잼의 가공"의 연구결과로써 이에 감사드립니다.

문 헌

1. 김형만 : 무화과 재배. 영남농촌지도소. p. 19, p. 152-173 (1995)
2. Sloan, A.E. and Contributing editor: Top ten trends to watch and work on. *Food Technol.*, **48**(7), 87 (1994)
3. Ohio state university extension factsheet (<http://www.ohio-state.edu/~ohioline/>): Human nutrition and food management): *Jams, Jellies and other fruit spreads.* (1996)
4. 김상순 : 식품가공저장학. 수확사, p. 97 (1979)
5. Raphaellides, S.N., Ambatzidou, A. and Petridis, D.: Sugar composition effects on textural parameters of peach jam. *J. Food Sci.* **61**(5), 942 (1996)
6. Crandall, P.G. and Wicker, L.: Pectin internal gel strength. In *Chemistry and Function of Pectins*, Fishman, M.L. and Jen, J.J. (ed.), American Chemical Society symposium series 310, p. 89 (1986)
7. 이성우, 김광수, 김순동 : 식품화학. 수확사, p. 53 (1989)
8. Jaskari, J.: Factors affecting gel formation of LM-pectin. *Helsingian-Yliopisto-Elintarvikemian-Ja-Teknologian-Laitos-EKT- Saria*, **858**, 120 (1990)
9. BeMiller, J.N.: An Introduction to pectin. In *Chemistry and Function of Pectins*, Fishman, M.L. and Jen, J.J. (ed.), American Chemical Society symposium series 310, p. 89 (1986)
10. Seymour, T.A.: Purification and properties of pectinesterases from marsh white grapefruit. *Ph.D. Thesis.* University of Florida, Gainesville, FL, USA (1990)
11. Miller, G.L.: Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.* **31**, 426 (1959)
12. Nagel, C.W. and Vaughn, R.H.: Comparison of growth and pectolytic enzyme production by *Penicillium polymixa*. *J. Bacteriol.* **83**, 1 (1962)
13. 秋原文二 : 標準生化學實驗. p. 207 (1953)
14. Kim, Y.J. and Kim, C.J.: Changes in the pectic substance during maturity of apple (in Korean). *J. Kor. Soc. Food Sci Nutr.* **17**(1), 63 (1988)
15. Kim, W.J., Smit, C.J.B. and Rao, V.N.M.: Prediction of firmness and strength of low-ester gel from chemical composition (in Korean). *Korean J. Food Sci Technol.*, **18**(5), 364 (1986)
16. Hou, W.N.: A study on the processing of low sugar jam. *Ph. D. Thesis*, Mokpo National Univ., Seoul, Korea (1991)
17. 김재욱, 박계인 : 식품가공실습법. 향문사, p. 200 (1973)
18. 채영암, 구자욱, 서학수, 이영만 : 기초 생물 통계학. 향문사, p. 155 (1992)
19. 이승구 : 원예작물의 수확후 생리. 성균사, p. 103 (1996)
20. Byun, J.K., Her, J.S., Chang, K.H. and Kang I.K.: Changes in pectic substances and cell wall hydrolases during ripening and storage of apple fruits (in Korean). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.*, **34**(1), 46 (1993)

(1997년 10월 27일 접수)