

백년초 젖산 발효액을 이용한 젤리의 제조

손민정 · 황 기 · 이삼빈[†]

계명대학교 식품가공학과

Development of Jelly Fortified with Lactic Acid Fermented Prickly Pear Extract

Min Jung Son, Ki Whang and Sam Pin Lee[†]

Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University, Daegu 704-701, Korea

Abstract

Rheological properties and sensory characteristics of prickly pear jelly made from κ -carrageenan and glucomannan were examined. Prickly pear extract (PPE) fermented by *Lactobacillus casei* LS (isolated from soy milk curd residue) exhibited pH 3.12, 1.15% acidity (lactic acid) and 2.7×10^9 CFU/mL lactic acid bacteria. In the effect of concentration of fermented PPE, the jelly containing 4% fermented PPE had higher springiness and slightly lower hardness than that without fermented PPE, and was superior to color and taste. The hardness and brittleness of jellies were enhanced by the addition of 0.25% citric acid. The addition of 0.25% ascorbic acid resulted in the production of soft jelly like pudding. In the effect of concentration of κ -carrageenan, the hardness and springiness of jellies were increased by adding 0.75% κ -carrageenan, but was decreased by adding at the 0.9% level. In the overall preference of jellies including sweet and sour taste, higher score was obtained by the fortification of 0.6% and 0.75% κ -carrageenan, 0.25% citric acid and 30% fructose syrup.

Key words: glucomannan, κ -carrageenan, prickly pear extract, jelly, fermentation

서 론

제주도의 특산물인 백년초(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten* MAKINO)는 부채 선인장과 속하며 형태에 따라 구분하면 부채꼴 선인장류로 *Opuntia*속으로 구분된다. 손바닥 선인장의 줄기와 열매는 변비치료, 소화기능의 향상 및 식욕 증진에 효능이 있는 식이섬유를 많이 함유하면서 과실이나 채소류보다 3배 이상 많은 30%를 차지한다(1). 백년초는 노화억제와 항암효과 및 항돌연변이 효과가 있는 폐놀성 물질(2)과 플라보노이드(3)가 5%정도 함유되어 있고 자양강장제 기능을 하는 여러 무기질과 아미노산이 함유되어 있으며, 선인장 열매로부터 분리된 pectin 성분(4,5)은 콜레스테롤 수치를 낮추며 당뇨를 억제하고 그로 인한 합병증 발생 방지도 효능이 있는 것으로 보고되었다(6).

또한 유용한 색소 성분과 점질물을 다량 함유하는 백년초 열매는 유용성과 기능성소재임에도 불구하고 식품소재로서의 이용은 제한적이며, 특히 산업적 이용이 미비한 실정이다. 최근에 백년초 열매는 잼, 주스 및 초콜릿 등 식품가공소재로 활용방안이 연구되었으며(7), 알콜음료(8,9), 젖산발효음료(10) 등 발효음료 제조를 위한 소재로 활용이 시도되고 있으나, 과잉 생산되는 백년초의 소비를 위해서는 다양한

새로운 이용방법들이 개발되는 것이 요구된다.

최근에 식생활의 다양화, 고급화가 이루어짐에 따라 디저트 식품으로서 젤리의 소비가 늘고 있고, 제조 원료도 훨씬 다양해져 유자와 키위 등의 새로운 과실 및 이들의 착즙액을 이용한 젤리(11,12)가 제조되고 있다. 또한 소비자들이 천연 식품소재로 제조된 가공식품을 선호하는 추세여서 천연 색소와 기능성을 포함한 백년초 열매는 젤리에 천연 색소의 부여와 기능성 성분을 강화하는 효과가 기대된다. Medina-Torres 등(13)은 백년초 점질물에 κ -carrageenan을 첨가하여 제조한 젤의 물리적 특성을 보고한 바 있다. 최근에는 젖산발효를 통해서 백년초 추출액의 풍미개선과 색소의 안정성에 관한 연구보고가 있다(10). 젤리 제조시에 천연 첨가물로서 백년초 열매 젖산 발효액을 첨가한 젤리를 개발하는 것은 백년초의 활용증진과 젖산균이 강화된 천연 젤리를 섭취하는 면에서 유용한 연구라 사료된다.

본 연구는 다당류를 이용한 젤리의 제조 과정에서 백년초 열매 추출액의 젖산 발효액을 첨가하여 혼합다당류 젤리에 백년초 열매의 고운 붉은 색깔과 점질물 등의 기능성 성분을 부여하며, 젖산발효를 통해서 probiotics로서 젖산균이 강화된 기능성 젤리를 제조하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해서 젤 형성능이 우수하고, 열가역성이 뛰어나 과일젤리와

[†]Corresponding author. E-mail: splee@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5554, Fax: 82-53-580-5554

같은 디저트 젤리의 겔화제로 주로 사용되는 κ -carrageenan (14,15)과 변비 개선에 탁월하고 다이어트 식품소재로 이용되는 glucomannan(16,17)의 혼합 다당류용액 백년초 열매 추출액의 젖산 발효액을 첨가하여 젤리를 제조한 후 이들의 물성과 기호성을 평가함으로써 천연색소, 점질물 및 젖산균을 함유한 젤리제조에 관한 기초연구를 수행하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 백년초는 2004년 2월에 수확한 백년초 열매 (*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)를 제주 선인장 마을 농원(한림농협협동조합)에서 구입하여 -18°C 에 냉동 보관하면서 사용하였다. κ -carrageenan(MSC Co., Ltd., Korea)과 glucomannan(정제근약-40, MSC Co., Ltd., Korea), 과당시럽(과당 55, 100°Brix, Samyang Genex Corp, Korea), seaweeds calcium(SETALG, France)을 사용하였다. 식용 yeast extract(Choheung Corp, Korea), 젖산균 배양용 MRS broth(Becton, Dickinson and Company, Sparks, MD)를 사용하였다.

백년초 열매 추출액의 젖산 발효액 제조

백년초 열매 100 g을 잘게 썰어 증류수 400 mL과 혼합하고 20°C 에서 2시간 동안 150 rpm(Flask shaker, KMC-1205S, Vision Scientific Co., Korea)으로 진탕 추출한 것을 거르로 여과하여 백년초 열매 추출액을 제조하였다. 백년초 열매 추출액은 80°C 에서 10분간 열처리하였으며, 살균된 추출액에 젖산 발효를 위한 보당으로 과당시럽을 전체 부피의 5%로 첨가한 후 살균된 20% yeast extract(w/v)용액을 1% 수준으로 첨가하였다(17,18). 비지에서 분리하여 *Lactobacillus casei* LS로 동정된 젖산균을 MRS agar 배지에서 2회 활성화시킨 후 80°C 에서 10분간 열처리된 백년초 열매 추출액에 접종하여 30°C 에서 24시간 정치 배양시킨 것을 스타터로 사용하였다(10). 젖산균 스타터는 과당과 yeast extract로 강화된 백년초 열매 추출액에 3%(v/v) 수준으로 접종한 후 30°C 항온배양기에서 48시간 배양하여 백년초 추출액의 젖산 발효액을 제조하였다.

백년초 열매 젖산 발효액 첨가 젤리 제조

젤리의 제조를 위해 1%(w/v) κ -carrageenan과 0.5%(w/v) glucomannan용액을 제조하여 121°C 에서 15분 동안 살균하여 이들 용액을 1:1 비율로 혼합한 후 과당시럽을 15%(w/w), 2%(w/w) seaweeds calcium(5% lactic acid) 용액을 3%(w/w), 25% 유기산 용액을 0.25%(w/w) 수준으로 첨가하였으며, 최종 다당류 농도가 0.3%(w/w) κ -carrageenan과 0.15%(w/w) glucomannan혼합용액이 되도록 제조하였다. 또한 일정 농도의 glucomannan에 κ -carrageenan 다당류의 농도를 0.3%(w/w)에서 0.9%(w/w)까지의 수준으로 증가시키면

서 백년초 발효액이 첨가된 젤리를 제조하였다. 혼합된 다당류 용액에 백년초 열매 젖산 발효액을 최고 10%(w/w)수준까지 첨가하여 혼합한 후 직경 2.5 cm, 높이 9.8 cm의 Falcon tube(Corning incorporated, Corning, NY)에 넣어 실온에서 20분 동안 냉각시킨 후 4°C 에서 24시간 냉장 보관한 후 원통형의 젤리를 제조하였다.

젤리의 기계적 물성 측정

원통형 젤리는 높이 20 mm, 지름 25 mm인 원통형으로 절단시킨 후에 젤리의 물성은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Japan)를 이용하여 2회 압착시험을 통해서 측정하였다. 젤리의 경도를 비롯한 물성인자 값은 지름이 20 mm인 adaptor를 부착하여 table speed 60 mm/min, compression ratio를 40%로 주어 각각의 조건에서 제조된 젤리로부터 4개의 시료를 측정하여 평균값으로 나타내었다.

젤리의 색도 측정

젤리의 색도는 Colorimeter(Color Reader, CR-10, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 4°C 냉장온도에서 3주 저장 동안의 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값의 변화를 1주일 간격으로 측정하였다.

젤리의 관능평가

백년초 열매의 젖산 발효액 첨가 젤리를 4°C 에서 24시간 보관한 후 계명대학교 식품가공학 전공 학생 및 연구원에게 관능검사를 실시하였다. 관능검사에 필요한 기본교육을 받은 15명을 관능요원은 색(color), 향(flavor), 맛(taste), 물성(texture), 전체적인 기호도(overall preference)에 대하여 9점 척도법으로 9점 매우 좋다, 1점 매우 나쁘다로 평가하였고, 실험결과를 SAS program을 이용한 Duncan's multiple range test로 시료간의 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

백년초 열매 추출액의 발효액 농도에 따른 젤리의 물성 변화

백년초 열매 추출액의 젖산발효액은 pH 3.12, 적성산도 1.15%(lactic acid, v/v), 2.7×10^9 CFU/mL의 젖산균을 포함하며 L값 19.6, a값 12.3, b값 1.4를 나타내면서 고유한 적색을 유지하였다. 최적 조건에서 젖산 발효된 백년초 열매 추출액은 젖산균이외의 오염균이 없는 젖산 발효액을 제조할 수 있었다(10).

백년초 열매 추출액의 젖산발효액을 10%(w/w)수준으로 첨가했을 때 젤리의 hardness는 $201,693 \text{ dyne/cm}^2$ 으로 가장 높았으며, 4% 첨가시에는 springiness가 101%로 가장 높았으며, hardness는 $182,405 \text{ dyne/cm}^2$ 로 가장 낮은 값을 나타내었으며 유의성이 인정되었다(Table 1). 젤리의 hardness와 springiness는 반비례의 양상을 나타내는 것을 볼 수 있었으며, 백년초 열매 추출액의 발효액을 4% 수준으로 첨가

Table 1. Values of rheological parameters of jelly fortified with fermented PPE

	FPPE ¹⁾ (%)					
	0	2	4	6	8	10
Max weight (g)	280.2±14.5 ^{a2)}	270.5±12.7 ^b	237.0±6.0 ^b	264.7±6.0 ^b	266.7±4.1 ^b	264.5±5.2 ^b
Distance (mm)	6.1±0.7 ^a	5.6±0.3 ^{ba}	4.7±0.2 ^c	5.5±0.1 ^{bac}	5.6±0.5 ^{ba}	5.1±0.5 ^{bc}
Strength (dyne/cm ²)	56266±454 ^a	53223±399 ^b	42765±189 ^c	51428±189 ^d	52052±128 ^c	51350±164 ^d
Hardness (dyne/cm ²)	187560±233 ^b	188525±105 ^b	182405±153 ^c	187015±351 ^b	187247±189 ^b	201693±178 ^a
Yield (g)	152.0±65.2 ^a	167.5±11.1 ^a	132.6±4.1 ^a	161.7±6.6 ^a	159.7±3.6 ^a	123.7±9.6 ^a
Adhesiveness (g)	-5.2±3.2 ^a	-3.5±0.5 ^a	-3.6±1.1 ^a	-4.2±0.5 ^a	-3.5±0.5 ^a	-4.0±0.8 ^a
Cohesiveness (%)	18.4±6.2 ^a	23.7±6.2 ^a	31.1±5.7 ^a	17.6±10.3 ^a	23.0±9.6 ^a	28.6±11.9 ^a
Springiness (%)	64.6±5.2 ^d	77.5±6.2 ^c	101.3±6.5 ^a	70.7±7.1 ^{dc}	81.2±7.1 ^{bc}	93.2±8.9 ^{ba}
Gumminess (g)	33.6±13.2 ^a	40.4±10.9 ^a	42.8±9.5 ^a	29.0±17.2 ^a	38.5±16.1 ^a	47.0±19.1 ^a
Brittleness (g)	24.6±18.3 ^a	32.8±15.7 ^a	43.5±10.6 ^a	24.6±17.3 ^a	33.3±18.7 ^a	48.5±29.9 ^a

¹⁾FPPE: Fermented prickly pear extract.

²⁾Values followed by the different superscript letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range.

하였을 때, 젤리의 hardness는 약간 감소하면서, springiness가 가장 높아 조직감 측면에서 부드럽고 탄력있는 젤리의 제조에 가장 적합하다고 사료되었다. 따라서 백년초 열매 추출액의 젖산발효액 첨가에 따른 κ-carrageenan과 glucomannan의 혼합다당류 젤리의 경도변화는 젖산발효물의 pH와 백년초 열매 추출액으로부터 기인된 칼슘 등의 무기물 존재에 따라서 젤리의 물성변화에 영향을 미치는 것으로 사료된다. Lee 등(19)은 백년초 열매에는 칼슘, 칼륨, 마그네슘 등의 무기질이 6% 정도 함유되어 있음을 보고하였다. κ-carrageenan의 칼슘 첨가에 의한 젤 형성에서 다당류의 농도가 0.5~1.0% 범위에서 칼슘의 첨가량이 적을수록 높은 젤 강도와 치밀한(fine) 삼차구조 및 높은 수분포집 능력을 갖는 것을 보고하였다(20). 이는 κ-carrageenan다당류는 galactose로 구성된 2당류 기본 잔기에 결합된 sulfate 잔기의 음이온이 첨가되는 칼슘과의 이온결합에 의해서 다당류 고분

자의 무작위적인 응집(aggregation)이 유발되면서 거칠은(coarse) 삼차구조를 형성하는 것으로 사료된다. 이는 κ-carrageenan을 이용한 젤리 형성에서 젤리 형성 다당류에 존재하는 음이온과 가교 역할을 하는 칼슘의 농도가 중요함을 나타낸다.

백년초 발효액의 농도에 따른 젤리의 색도 변화

백년초 발효액을 10%(w/w)수준 까지 첨가한 젤리의 색도 변화를 냉장 저장하면서 측정하였다(Table 2). 백년초 열매 추출액의 발효액의 첨가 농도가 높을수록 붉은색을 나타내는 a값이 높은 경향을 나타내었다. 4% 첨가시에 a값이 23.8이었으며 10% 첨가 시에는 a값이 31.7로서 무 첨가 젤리의 a값 1.9보다 매우 높은 값을 나타내었다. 그러나 젤리의 a값은 초기 31.7에서 저장 1주일 후에는 19.6으로 40% 정도 감소하는 경향을 보였으며, 냉장 저장 21일까지 붉은색이

Table 2. Changes in Hunter color values of the jelly by fermented PPE contents

FPPE ¹⁾ concentration (%)	Color	Storage at 4°C (days)			
		0	7	14	21
0	L	58.9±0.2 ²⁾	58.0±0.2	58.1±0.0	60.2±0.2
	a	1.9±1.4	0.2±0.2	0.4±0.1	0.3±0.1
	b	1.6±1.4	1.6±0.0	2.5±0.1	4.8±0.1
2	L	34.6±1.2	34.6±0.1	37.1±0.0	38.1±0.8
	a	16.6±0.4	14.8±0.0	11.9±0.1	7.2±0.2
	b	-3.8±1.9	-1.3±0.1	0.0±0.1	-0.2±0.1
4	L	34.4±0.1	34.5±0.2	32.0±0.1	32.9±0.6
	a	23.8±0.3	16.7±0.5	11.7±0.1	10.0±0.4
	b	-4.7±0.6	-2.5±0.0	-1.1±0.0	-1.2±0.1
6	L	34.5±0.7	33.7±0.2	33.2±0.0	33.8±0.7
	a	26.5±0.5	17.2±0.3	14.0±0.1	11.0±0.7
	b	-3.7±0.3	-1.9±0.1	-0.9±0.0	-0.9±0.1
8	L	34.0±0.8	34.5±0.3	34.5±0.0	34.4±0.8
	a	27.3±0.4	18.5±0.4	17.4±0.2	12.4±0.8
	b	-4.8±0.5	-3.0±0.0	-1.6±0.0	-0.9±0.2
10	L	34.4±2.4	34.8±0.2	35.3±0.5	35.3±0.1
	a	31.6±3.4	19.6±0.2	18.7±0.2	16.6±0.4
	b	-4.2±0.6	-2.8±0.0	-1.7±0.0	-0.7±0.2

¹⁾FPPE: Fermented prickly pear extract.

²⁾Data were presented as mean±SD (n=7).

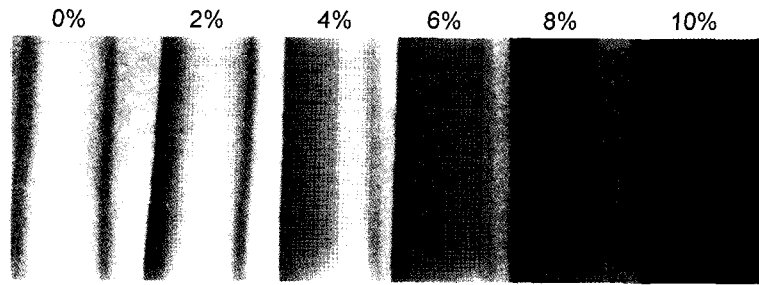


Fig. 1. The color of jelly according to addition of fermented PPE.

서서히 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한 L값과 b값은 냉장 저장 21일까지 상승하여 젤리의 냉장저장 중에 전체적인 적색은 얼어지는 것을 알 수 있었다.

Fig. 1에서 나타내는 것처럼 백년초 발효액을 8% 이상 첨가했을 때는 젤리의 붉은빛이 매우 강하여 어두운 적색을 나타냈으며, 4~6%를 첨가했을 때 기호도가 높은 연한 분홍빛의 젤리가 제조할 수 있었다. 백년초 발효액 첨가에 따른 조직감 측정에서 백년초 발효액을 4% 수준으로 첨가한 젤리가 springiness와 cohesiveness가 높은 점을 고려할 때 젤리 제조시에 백년초 발효액을 4% 수준으로 첨가하는 것이 젤리에 적당한 적색을 부여함과 동시에 탄력이 있는 젤리를 제조하는 면에서 볼 때 가장 적합한 것으로 판단된다. 한편 4% 수준의 백년초 발효액을 사용하는 경우에 젤리의 냉장 저장 중에 적색소의 퇴색을 고려하여 추가적인 천연색소의 첨가가 필요할 것으로 사료된다.

유기산 종류에 따른 젤리의 물성 변화

백년초 발효액이 첨가된 젤리의 물성과 맛의 개선을 위해 적합한 유기산의 종류 및 농도를 결정하기 위하여 κ-carrageenan과 glucomannan의 혼합다당류에 25%의 lactic acid (v/v), acetic acid(v/v), citric acid(w/v), ascorbic acid(w/v)를 각각 0.25%(w/w) 수준으로 첨가하여 젤리를 제조하였다. 이는 유기산의 농도를 0.5% 수준으로 첨가하는 경우에 신 맛에 의한 관능적인 면에서 부정적이었던 점을 고려하여 결정하였다.

Table 3의 결과와 같이 젤리의 hardness, cohesiveness 및

gumminess는 ascorbic acid를 제외한 lactic acid, acetic acid 및 citric acid를 첨가했을 때 control보다 높은 값을 나타내었으며 유의성이 인정되었다. 젤리의 cohesiveness 및 hardness와 같은 주요한 조직감 특성을 증가시키는데 유기산이 긍정적인 효과를 준다고 사료된다.

Ascorbic acid를 첨가한 젤리는 springiness가 가장 높았지만 hardness가 control보다도 낮아 형태가 유지되는 젤리보다는 pudding과 같은 형태의 젤리를 제조하는데 적합한 것으로 사료되었다. 반면에 첨가된 citric acid는 다른 유기산에 비해서 젤리의 hardness를 크게 증가시키면서, 백년초 발효액 첨가 젤리의 물성 개선에 가장 적합한 유기산이라 판단되며, 본 연구에서는 0.25%의 citric acid를 최적 젤리 제조를 위한 유기산 농도로 결정하였다.

κ-carrageenan 농도에 따른 젤리의 물성 측정

κ-carrageenan과 glucomannan 혼합액으로부터 κ-carrageenan의 첨가 농도 증가에 따른 젤리의 물성 변화를 알아보기 위해 κ-carrageenan을 전체 젤리의 0.3~0.9%(w/w) 수준으로 첨가하여 백년초 발효액을 4% 수준으로 첨가한 젤리의 물성 변화를 알아보았다(Table 4). 젤리의 hardness와 gumminess는 κ-carrageenan의 첨가 농도가 0.75% 수준까지 첨가될 때 증가되면서, 각각 330455 dyne/cm²와 172 g로 나타내었으며, cohesiveness는 κ-carrageenan의 첨가 농도가 0.60%일 때 41.8%로서 가장 높은 값을 나타내었다. 한편, κ-carrageenan을 0.45%와 0.90%를 첨가하였을 때 젤리의 hardness와 cohesiveness가 유사한 경향을 나타내었

Table 3. Values of rheological parameters of jelly fortified with fermented PPE and organic acid

	Control	Lactic acid	Acetic acid	Citric acid	Ascorbic acid
Max weight (g)	210.2±9.5 ^{ba1)}	232.7±25.3 ^a	239.1±5.7 ^a	232.7±15.0 ^a	198.2±20.6 ^b
Distance (mm)	7.0±0.4 ^a	7.7±0.1 ^a	7.7±0.1 ^a	24.6±34.3 ^a	6.9±0.5 ^a
Strength (dyne/cm ²)	65631±329 ^c	72653±590 ^b	74605±178 ^a	72654±468 ^b	61807±543 ^d
Hardness (dyne/cm ²)	186068±147 ^c	186808±197 ^c	191940±556 ^b	193997±128 ^a	178251±851 ^d
Yield (g)	204.0±12.2 ^b	165.7±12.0 ^c	225.2±13.1 ^a	52.5±10.5 ^c	144.0±3.2 ^d
Adhesiveness (g)	-3.7±0.5 ^a	-3.7±0.5 ^a	-4.2±1.0 ^a	-4.0±0.8 ^a	-3.3±0.9 ^a
Cohesiveness (%)	15.9±3.5 ^a	20.8±4.0 ^a	20.1±1.9 ^a	19.5±1.6 ^a	17.7±5.0 ^a
Springiness (%)	60.6±4.9 ^{ba}	56.2±5.1 ^{ba}	51.7±2.1 ^b	59.8±6.7 ^{ba}	64.6±8.1 ^a
Gumminess (g)	33.4±6.6 ^b	48.4±9.9 ^a	48.1±4.8 ^a	45.5±5.7 ^{ba}	34.8±8.7 ^{ba}
Brittleness (g)	20.2±4.2 ^a	27.6±8.4 ^a	24.8±2.0 ^a	27.3±4.6 ^a	22.6±6.5 ^a

¹⁾Values followed by the different superscript letters are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

Table 4. Values of rheological parameters of jelly fortified with fermented PPE and κ -carrageenan

	κ -carrageenan (%)				
	0.30	0.45	0.60	0.75	0.90
Max weight (g)	129.7±3.5 ^{d1)}	283.5±14.9 ^c	385.5±13.2 ^b	437.2±6.6 ^a	281.2±12.5 ^c
Distance (mm)	4.7±0.3 ^b	7.6±0.2 ^{ba}	7.7±0.2 ^{ba}	8.3±0.7 ^a	7.4±0.7 ^{ba}
Strength (dyne/c)	40502±109 ^d	88340±467 ^c	95024±534 ^b	136490±207 ^a	87794±391 ^c
Hardness (dyne/cm ²)	170193±115 ^c	230082±520 ^b	310165±195 ^a	330455±238 ^a	241793±175 ^b
Yield (g)	65.5±63.7 ^a	64.3±128.1 ^a	85.2±90.5 ^a	76.5±24.9 ^a	80.7±11.2 ^a
Adhesiveness (g)	-2.2±0.9 ^a	-6.5±0.8 ^a	-8.2±1.5 ^a	-7.7±5.1 ^a	-4.5±0.5 ^a
Cohesiveness (%)	17.1±4.7 ^b	21.8±4.8 ^b	41.8±8.0 ^a	39.3±1.6 ^a	18.2±1.9 ^b
Springiness (%)	70.5±7.9 ^a	59.9±7.6 ^a	61.4±6.0 ^a	68.1±6.8 ^a	64.9±5.6 ^a
Gumminess (g)	22.3±6.4 ^c	61.5±12.7 ^b	161.6±36.3 ^a	172.2±8.2 ^a	52.0±6.5 ^{cb}
Brittleness (g)	18.1±11.6 ^{cb}	37.6±13.7 ^b	99.9±33.8 ^a	117.4±14.9 ^a	33.7±3.8 ^b

¹⁾Values followed by the different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

Table 5. Comparison on the organoleptic properties of jelly fortified with fermented PPE including fructose syrup and citric acid

κ -carrageenan (%)	Fructose syrup (%)	Color	Flavor	Taste	Texture	Overall preference
0.60	20	6.7±0.5 ^{c1)}	7.0±0.0 ^b	6.7±0.5 ^b	7.0±0.0 ^{cb}	7.0±0.5 ^b
0.60	30	7.3±0.5 ^{ba}	8.0±0.0 ^a	7.7±0.5 ^a	7.8±0.4 ^b	8.0±0.5 ^a
0.75	20	7.0±0.5 ^{bc}	7.0±0.0 ^b	6.7±0.5 ^b	6.7±0.5 ^c	7.0±0.4 ^b
0.75	30	7.7±0.5 ^a	7.8±0.4 ^a	7.2±0.4 ^{ba}	8.0±0.0 ^a	8.0±0.4 ^a

¹⁾Values followed by the different superscript letters are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

고, 특히 κ -carrageenan을 0.90% 첨가하였을 때는 젤리의 hardness, cohesiveness 및 gumminess이 오히려 감소함을 알 수 있었다. 이런 현상은 Lai 등(21)이 κ -carrageenan의 농도 1.5% 수준에서 첨가되는 칼슘 농도가 0.5 M 이상에서는 젤의 강도가 감소되었으며, 이는 syneresis에 기인한다고 보고하였다. 이는 κ -carrageenan을 이용한 젤리 제조에서 젤의 강도의 최적화를 위해서는 최적의 다당류 농도와 함께 칼슘의 농도가 중요함을 의미한다. 따라서 glucomannan과 κ -carrageenan의 혼합용액에서 0.75%(w/w)의 κ -carrageenan을 첨가하였을 때 hardness와 gumminess가 뛰어난 젤리의 제조가 가능하였으며, 칼슘첨가량의 조절에 의해서 젤의 물성이 달라진다고 사료된다(22).

관능검사

백년초 젓산 발효액을 4%(w/w) 수준으로 첨가하고 κ -carrageenan, 과당시럽, citric acid의 첨가량에 따른 젤리의 색, 맛, 향, 조직감과 전반적인 기호도를 측정하였다. Glucomannan은 0.15%(w/w) 농도에서 κ -carrageenan의 농도를 최소화하면서 젤리의 hardness와 cohesiveness를 개선하는 방법으로 κ -carrageenan의 농도를 0.60%(w/w) 또는 0.75%(w/w)가 되게 첨가하고, citric acid 0.25% 및 과당시럽은 20%, 30% 수준으로 첨가하여 제조한 젤리의 조직감을 비교하였다. Table 5에서 보는 것처럼 citric acid를 0.25%(w/w) 첨가한 경우, 과당 30%(w/w)를 첨가하는 경우에 κ -carrageenan의 농도에 관계없이 색, 향, 맛, 조직감에 있어서 높은 기호성을 보였으며, 유의성이 인정되었다. 젤리의 전반적인 기호도에서는 κ -carrageenan을 0.6%와 0.75% 수준으

로 첨가하는 경우에 단 맛이 젤리의 선호도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 과당시럽을 20% 또는 30% 첨가의 경우에 overall preference는 7.0 이상으로 우수한 기호성을 보였으며, 0.05% 수준에서 유의성이 인정되었다. 30% 과당시럽의 첨가의 경우에 관능검사에서 측정된 조직감은 기계적인 측정값과의 상관관계를 보였으며, 0.6%보다 0.75% κ -carrageenan 농도에서 높은 조직감을 보였다. 반면에 κ -carrageenan의 농도 증가에 따른 조직감의 변화에도 불구하고 overall preference에 있어서 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 이는 단단하지 않고 단맛이 약하고 신맛이 강한 젤리의 선호도가 높았다는 Choi 등(23)의 연구와는 조금 다른 경향을 나타내었으며, 젤리의 향에 대한 기호도는 κ -carrageenan의 첨가량이 많을수록 감소하는 경향을 보였다는 Chun(24)의 결과와 상이한 경향을 나타내었다.

결론적으로 백년초 발효액 첨가된 젤리의 맛에서는 단 맛이 강하면서 κ -carrageenan을 0.6% 첨가하여 다당류의 농도가 낮은 젤리의 선호도가 높았고, 젤리의 조직감에서는 κ -carrageenan을 0.75% 및 과당시럽을 30% 첨가한 경우에 높은 젤리의 선호도가 좋았다. 모든 젤리의 전반적인 기호도가 9점 만점에 6.7점 이상의 점수를 얻은 것으로 보아 젤리의 색과 맛을 좀 더 개선한다면 기호도가 높은 백년초 열매 추출액의 젓산 발효액을 첨가한 젤리의 제조가 가능하다고 사료된다.

요 약

Glucomannan과 κ -carrageenan을 혼합하여 액상과당, 헤조칼슘, 유기산, 백년초 열매 추출액의 젓산 발효액을 첨가

한 젤리를 제조하였다. 백년초 열매 추출액의 젖산 발효액은 pH 3.12, 적성산도 1.15%(lactic acid, v/v), 2.7×10^9 CFU/mL의 젖산균을 포함하며 L값 19.6, a값 12.3, b값 1.4를 나타내었다. 젤리 제조시에 백년초 발효액을 4% 첨가하였을 때, 견고성은 약간 낮지만 탄력성이 높은 부드러운 젤리의 제조가 가능하였고, 젤리의 색과 맛에서도 좋은 기호도를 나타내었다. 유기산 중 citric acid를 0.25%(v/v) 첨가했을 때 견고성과 탄력성이 좋은 젤리를 형성한 반면, ascorbic acid를 0.25%(v/v) 첨가했을 때는 푸딩과 같은 부드러운 젤리가 형성되었다. κ -carrageenan 농도에 따른 젤리의 제조에서 0.75%의 κ -carrageenan을 첨가했을 때 젤리의 견고성과 brittleness가 높았고, 0.9% 첨가 시에는 오히려 젤리의 견고성이 감소하였다. 관능검사 결과, 0.25%의 citric acid와 30%의 액상과당을 함유하며 0.15%의 glucomannan과 0.6% 또는 0.75%의 κ -carrageenan을 혼합한 젤리의 전반적인 선호도가 높았다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 지원 및 과학기술부·한국과학재단 지정 계명대학교 전통 미생물자원 개발 및 산업화 연구센터의 지원과 산업자원부 지역혁신 인력양성 사업의 지원에 의해 연구되었음에 감사드립니다.

문헌

- Chung HJ. 2000. Antioxidative and antimicrobial activities of *Opuntia ficus indica* var. *saboten*. *Kor J Soc Food Sci* 16: 160-166.
- Kossori RL, Villaume C, Boustani E, Sauvaire Y, Mejean L. 1998. Composition of pulp, skin and seeds of prickly pears fruit (*Opuntia ficus-indica* sp.). *Plant Foods Hum Nutr* 52: 263-270.
- Jeong SJ, Jun KY, Kang TH, Ko EB, Kim YC. 1999. Flavonoids from the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *Kor J Pharmacogn* 30: 84-97.
- Majdoub H, Roudesli S, Picton L, Le Cerf D, Muller G, Grisel M. 2001. Prickly pear nopals pectin from *Opuntia ficus indica* physico chemical study in dilute and semi-dilute solutions. *Carbohydr Polymers* 46: 69-79.
- Fernandez ML, Trejo A. 1994. Prickly pear (*Opuntia* sp.) pectin alters hepatic cholesterol metabolism without affecting cholesterol absorption in Guinea pigs fed a hypercholesterolemic diet. *J Nutr* 124: 817-824.
- Shin JE, Han MJ, Lee IK, Moon YI, Kim DH. 2003. Hypoglycemic activity of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten* on alloxan- or streptozotocin-induced diabetic mice. *Kor J Pharmacogn* 34: 75-79.
- Joubert E. 1993. Processing of the fruit of five prickly pear cultivars grown in South Africa. *International J Food Sci Technol* 28: 377-382.
- Lee SP, Lee SK, Ha YD. 2000. Alcohol fermentation of *Opuntia ficus* fruit juice. *J Food Sci Nutr* 5: 32-36.
- Bae IY, Yoon EJ, Woo JM, Lee HG, Yang CB. 2002. The development of Korea traditional wine using the fruits of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. *J Kor Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 11-17.
- Lee SP, Son MJ. 2004. Optimization of lactic acid fermentation of prickly pear extract. *J Food Sci Nutr* 9: 7-13.
- Kim IC. 1999. Manufacture of citron jelly using the citron-extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 396-402.
- Yoon HS, Oh MS. 2003. Quality characteristics of mixed polysaccharide gels with various kiwifruit contents. *Kor J Soc Food Cookery Sci* 19: 511-520.
- Medina-Torres L, Torrestiana-Sanchez B, Alonso S. 2003. Mechanical properties of gels formed by mixtures of mucilage gum (*Opuntia ficus indica*) and carrageenans. *Carbohydr Polymers* 52: 143-150.
- Lee JH, Park SJ, Son SH. 1993. The rheological properties and applications of modified starch and carrageenan complex as stabilizer. *Kor J Food Sci Technol* 25: 672-676.
- Yoo MH, Lee HG, Lim ST. 1997. Physical properties of the films prepared with glucomannan extracted from *Amorphophallus konjac*. *Kor J Food Sci Technol* 29: 255-260.
- Yoshimura M, Nishinari K. 1999. Dynamic viscoelastic study on the gelation of konjac glucomannan with different molecular weights. *Food Hydrocol* 13: 227-233.
- Heenan CN, Adams MC, Hosken RW, Fleet GH. 2002. Growth medium for culturing probiotics bacteria for applications in vegetarian food products. *Lebensm-Wiss u-Technol* 35: 171-176.
- Nancib N, Boudjelal A, Benslimane C, Blanchard F, Boudrant J. 2001. The effect of supplementation by different nitrogen sources on the production of lactic acid from date juice by *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus*. *Bioresource Technol* 78: 149-153.
- Lee YC, Hwang K, Han DH, Kim SD. 1997. Compositions of *Opuntia ficus-indica*. *J Kor Food Sci Technol* 29: 847-853.
- Joo DS, Cho SY. 2003. Preparation of carrageenan hydrolysates from carrageenan with organic acid. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 42-46.
- Lai VM, Wong PA, Lii CY. 2000. Effects of cation properties on sol-gel transition and gel properties of kappa carrageenan. *J Food Science* 65: 1332-1337.
- Macartain P, Jacquier JC, Dawson KA. 2003. Physical characteristics of calcium induced κ -carrageenan networks. *Carbohydr Polymers* 53: 395-400.
- Choi JY, Song ES, Chung HK. 1994. A study of textural properties and preferences of fruit pectin jelly. *Kor Dietary Culture* 9: 249-266.
- Chun HJ. 1995. Influence of carrageenan addition on the rheological properties of Omija extract jelly. *Kor J Soc Food Sci* 11: 33-36.

(2005년 1월 6일 접수; 2005년 2월 28일 채택)