감귤 미숙과(풋귤) 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 품질 특성

이혜윤 · 차은성 · 천지연

제주대학교 식품생명공학과

Quality Characteristics of Immature *Citrus unshiu* Juice Jelly

Hye-Yoon Yi, Eun-Sung Cha, and Ji-Yeon Chun

Department of Food Bioengineering, Jeju National University

ABSTRACT This study investigated the effect of supplementation with immature *Citrus unshiu* juice (ICJ) on jelly quality characteristics. According to the amount of ICJ added, the ICJ jelly samples were divided into five groups, to determine differences in physicochemical properties: ICJ-0, ICJ-15, ICJ-30, ICJ-45, and ICJ-60 (immature *Citrus unshiu* jelly with 0, 15, 30, 45, and 60% ICJ, respectively). Konjac and κ -carrageenan were used as gelling agents, and all groups were gelled, regardless of the ICJ amount. Hunter *b* (yellowness) value of the jelly was increased with increasing ICJ supplementation, whereas the *L* (lightness) and *a* (redness) values were observed to decrease. Moreover, increasing amounts of ICJ resulted in increased levels of total phenolic content and total titratable acidity of the jelly, whereas the pH, moisture, and water activity (A_w) of the jelly were observed to decrease. The water holding capacity showed no significant difference among the groups ($P>0.05$). Texture properties for hardness and gumminess were significantly higher in the ICJ jellies (treatment group) than in the control ($P<0.05$). Depending on the ICJ amount, sensory properties of appearance, color, and taste of ICJ jelly were significantly different ($P<0.05$), but differences in texture and overall acceptability were not significant ($P>0.05$). Our results confirm that jelly prepared with 45% ICJ supplementation has the highest acceptability. Thus, we conclude that 45% ICJ is the optimal requirement for the preparation of high-quality jelly.

Key words: jelly, *Citrus unshiu*, immature, premature, quality characteristics

서 론

최근 건강지향 식생활의 다양화 및 고급화가 이루어짐에 따라 젤리와 같은 디저트 식품의 소비가 증가하고 있으며, 제조 원료와 공정에 따라서 다양한 품질로 생산되고 있다. 젤리는 과실을 압착 및 여과하여 얻은 과즙에 당과 겔화제를 혼합하여 일정한 모양으로 성형하고 응고시킨 반고체 상태의 식품을 말한다. 젤리는 수분을 결합할 수 있는 겔화제인 젤라틴, 펙틴, 한천 등과 산을 이용해 만들어지므로 저장성이 뛰어나고 부드러운 식감을 가지고 있어 기호도가 높은 디저트 식품으로 주목받고 있다(Oh 등, 2013). 젤리 제조 시 첨가되는 원료의 종류도 다양해져 유자(Kim, 1999), 오디(Moon 등, 2012), 키위(Oh 등, 2013), 포도(Choi 등, 2007), 감귤(Jeong과 Kim, 2008) 등의 착즙액을 이용한 젤리가 제조되고 있으며, 여러 가지 겔화제를 첨가하여 젤리 제품마다 다양

한 물성 차이를 볼 수 있다. 탕탕이나무열매(Lee와 Chung, 2020), 녹차(Guon 등, 2020), 크랜베리(Lee와 Ji, 2015), 마늘(Jung 등, 2009), 복분자(Yu 등, 2008), 마(Lee와 Park, 2007) 등과 같은 건강 기능성 성분과 부재료 등을 첨가하여 건강 기능적 특성을 향상시킨 젤리의 연구가 이루어지고 있으며, 소비자들도 기호식품으로의 젤리가 아닌 기능성 원료를 첨가한 건강 기능성 젤리를 선호하고 있다(Lee, 2016; Son 등, 2005).

곤약(konjac)은 식물의 뿌리에서 유래하여 용해성, 발효성 등 높은 점성을 가지고 있으며, 곤약의 주성분인 glucomannan은 난소화성식이섬유로 포도당의 흡수를 억제하여 식품의 부피를 키우거나 포만감을 유지하여 음식의 섭취량을 막아준다(Kim 등, 2020). 또한, 곤약은 배변활동을 원활하게 하여 체중 감량과 혈청 콜레스테롤 및 중성지방을 낮추는 데 도움을 주는 기능성 소재로서 다이어트 식품 소재로도 이용되며, 다른 겔화제와는 다른 특유의 겔 형성능을 보유하고 있어 식품의 텍스처 형성에 영향을 주고 각종 성인병의 발병 위험을 높이는 비만을 방지하며 당뇨병을 예방해 주는 기능을 가진 건강기능식품이다(Jeong 등, 2008).

카라기난(carrageenan)은 해조류인 홍조류(김, 우뚝가사리 등)의 열수 추출로 인해 얻어지는 천연물질로 일종의

탄수화물인 복합 다당류이며, 겔 상태를 유지해주는 기능이 있어 푸딩, 아이스크림, 젤리 등의 식품첨가물로 널리 사용되고 있다. 그뿐만 아니라 카라기난은 모두 galactose 잔기로 이루어져 있지만 황산기의 결합상태와 결합수에 따라 카파(κ), 아이오타(ι), 람다(λ) 카라기난 등으로 다양한 구조를 지닌다(Kim 등, 2020). 카라기난 계열 중 가장 널리 적용되며 보수력이 우수하고 시간이 지나도 점도에 영향을 미치지 않는 카파 카라기난은 겔 형성능이 우수하고 열 가역성이 뛰어나 과일 젤리와 같은 디저트 젤리의 겔화제로 주로 사용되며 안정제와 분산제로도 쓰인다(Yuan 등, 2019). 또한 카파 카라기난은 단독으로 사용하는 경우보다 glucomannan과 일정 비율로 혼합할 경우 강력한 겔을 형성하게 된다. 이러한 겔화제는 단독으로 사용할 경우 대체로 응집성이나 결합력이 약하고 외관이 젤리의 형태를 유지하지 못하며 이수 현상이 높고 안정성이 좋지 못하다는 단점을 보여주나, 혼합하여 사용할 경우 이러한 단점을 극복하고 바람직한 특성을 나타내는 경우가 많다(Han과 Han, 2014).

감귤은 운향목 운향과(Rutaceae) 감귤속(Citrus)에 속하는 식용식물이며, 다른 과실에 비해 풍부한 과즙과 독특한 향미를 지니고 있는 것이 특징이다(Choi, 2019). 감귤에는 다양한 고기능성 성분이 함유된 것으로 알려져 있으며, 특히 감귤류에는 60여 종의 플라보노이드가 들어있어 항산화, 항염증, 항암, 항비만, 항균 효과, 간독성 저해 효과, 혈압 강화 효과 등 다양한 효능이 있는 것으로 보고되고 있다(Yi 등, 2014; Kim, 2009; Kim과 Lim, 2020). 감귤은 연간 생산량이 약 70만 톤에 달하며 우리나라에서는 대부분 제주도에서 재배되고 있다. 과거에는 주로 생과로 소비되었지만, 현재는 과일생산물로 인해 소득성이 낮아지자 가공식품의 개발, 기능성 식품 등을 통해 부가가치를 높이는 방식으로 많이 사용되고 있다(Chung 등, 2000; Choi, 2019). 감귤의 미숙 과일인 풋귤(*immature Citrus unshiu*)은 2015년까지 ‘청귤’로 불리어왔으나, 제주 재래 감귤 품종 중 하나인 ‘청귤(*Citrus nippokoreana* Tanaka)’과 혼동된다는 이유로 인해 ‘풋귤’로 명칭이 변경되었으며 주로 온주밀감의 미숙과가 유통되고 있다(Park, 2020). 제주도에서는 감귤 생과의 생산량 감축과 품질 향상을 위해 매년 약 5~10만 톤 정도의 풋귤을 적과하여 폐기하고 있으나, 폐기되는 풋귤은 과수원 주변 환경을 오염시키는 요인으로 작용하고 있어 문제가 되고 있다(Kang 등, 2005; Yi 등, 2014). 그러나 풋귤에는 완숙과에 비해 폴리페놀, 유기산, 식이섬유 등이 다량 함유되어 있어 영양학적으로 매우 우수한 것으로 알려져 있으며, 풋귤수를 이용한 콩 추출물은 체지방 감소, 혈당 감소 등의 효능을 가지고 있는 것으로 보고되고 있다(Park 등, 2020; Choi 등, 2019a; Amore Pacific, 2018). 또한, flavanone 배당체인 hesperidin과 narirutin 그리고 polymethoxyflavones인 sinensetin, nobiletin, tangeretin, 3,5,6,7,8,3',4'-heptamethoxyflavone 등의 함량이 감귤 완숙과에 비해 풋귤에서

약 2배 이상 더 높은 값을 가지는 것으로 나타나 풋귤은 우수한 플라보노이드 공급원이 될 수 있는 것으로 보고되고 있다(Kim과 Lim, 2020). 따라서 Song 등(1998)은 풋귤에 다량 함유된 플라보노이드를 생약 소재로 이용하기 위해 풋귤을 수확하여 가공하는 것이 필요하다고 보고하였으나, 현재까지 풋귤의 가공과 관련된 연구로는 감귤 미숙과 식초의 품질 특성과 항산화 활성(Yi 등, 2014), 수확 시기 및 원료 조건에 따른 풋귤 식초의 항산화 활성(Park 등, 2020), 풋귤수로 처리한 발아콩 유래의 두층 펩타이드를 포함하는 근력 및 근육량 향상용 조성물(Amore Pacific, 2018) 등으로 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 곤약과 카파 카라기난을 겔화제로 사용하여 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리를 제조하고 품질 특성을 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 풋귤 착즙액(*immature Citrus unshiu* juice, ICJ)은 2019년 9월 제주시와 성산 지역에서 수확된 평균 지름 60~65 mm 크기의 풋귤을 세척한 후 통째로 분쇄, 착즙하여 제조된 것으로 제주에 있는 제주농장 영농조합 법인으로 부터 제공받았으며 -20°C 냉동고에 보관하면서 사용하였다. 풋귤 착즙액은 사용 직전 해동한 후 슬러리를 걸러내기 위해 100 mesh 체를 이용하여 1회 여과한 액을 분석에 사용하였다. 젤리 제조에 사용된 설탕과 물엿(Samyang Corporation, Seoul, Korea), 구연산(Citric acid anhydrous, ES Food, Gyeonggi, Korea), 곤약(Konjac YZ-JF-30H, Hubei Yizhi Konjac, Yichang, China), 카파 카라기난(Genugel Carrageenan Type AKW, CP Kelco, Atlanta, GA, USA)은 시중에서 구입하여 사용하였다.

젤리 제조

풋귤 착즙액 첨가 젤리는 선행연구를 통해 제조 방법과 배합비를 결정했으며 배합비는 Table 1과 같다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않고 물을 첨가한 후 설탕 50 g, 물엿 50 g, 구연산 1 g, 곤약 2 g, 카파 카라기난 4 g을 첨가한 것을 대조군으로 하였으며, 풋귤 착즙액을 각각 15%, 30%, 45%, 60% 첨가한 군으로 실험을 진행하였다. 풋귤 착즙액 첨가 젤리의 제조과정은 Fig. 1과 같다. 풋귤 착즙액과 물을 80°C 까지 가열한 후 설탕, 물엿, 구연산을 넣고 350 rpm의 속도로 10분간 가열 및 교반해주었다. 80°C 에서 500 rpm으로 교반하면서 곤약과 카파 카라기난을 천천히 넣어준 후 동일한 온도를 유지하면서 15분간 교반하였다. 겔화제가 완전히 용해되면 일정한 크기의 틀에 넣어 성형한 후 상온에서 30분간 식히고 4°C 냉장고에서 24시간 냉각하여 본 실험의 시료로 사용하였다.

Table 1. Ingredient compositions of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice

Ingredients (g)	Immature <i>Citrus unshiu</i> juice (%)				
	Control	15	30	45	60
Immature <i>Citrus unshiu</i> juice	0	75	150	225	300
Sugar	50	50	50	50	50
Starch syrup (70°Brix)	50	50	50	50	50
Citric acid	1	1	1	1	1
Konjac	2	2	2	2	2
κ-Carrageenan	4	4	4	4	4
Water	393	318	243	168	93
Total	500	500	500	500	500

Fig. 1. Scheme of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice.

색도

풋귤 착즙액과 젤리의 색도는 색차계(CS-200, Hangzhou CHNSpec Technology Co., Ltd., Hangzhou, China)를 사용하여 *L*(명도, lightness), *a*(적색도, redness), *b*(황색도, yellowness) 값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타냈으며, 표준백색판의 *L*, *a*, *b* 값은 90.84, 2.46, -13.09였다.

수분함량 및 수분활성도

풋귤 착즙액 첨가 젤리의 수분함량은 AOAC(2005)에 따라 105°C 상압가열건조법을 사용하여 측정하였다. 시료 3 g을 취하여 dry oven(LO-FS250, LK Lab, Namyangju, Korea)을 이용하여 105°C에서 건조시켜 백분율로 표기하였다. 풋귤 착즙액과 젤리의 수분활성도는 수분활성도 측정기(AquaLab Pre Water Activity Meter, Meter Group Inc., Pullman, WA, USA)를 이용하여 측정하였다.

보수력

풋귤 착즙액 첨가 젤리의 보수력은 Lee 등(2003)의 방법을 본 실험에 맞게 일부 변형하여 측정하였다. 거즈를 넣은 원심분리관에 시료 약 0.5 g을 취하고 원심분리기(Micro-fuge 16, Beckman Coulter, Brea, CA, USA)를 이용하여

8,000 rpm으로 15분간 원심분리한 후 시료 제거 후의 원심분리관의 무게를 측정하여 아래의 계산식을 이용하여 계산하였다.

보수력(%) = {시료 무게(g) - [시료 제거 후 원심분리관 무게(g) - 빈 원심분리관 무게(g)] / [시료 무게(g)]} × 100

가용성 고형분 및 pH, 총산도

풋귤 착즙액은 시료 3 g에 증류수 30 mL를 넣고 Vortex shaker(Vortex Genie-2, USA Scientific Inc., Ocala, FL, USA)를 이용하여 1분간 균질하여 시료액을 제조하였다. 풋귤 착즙액 젤리는 시료 3 g에 증류수 30 mL를 넣고 초고속 균질기(T25D, IKA, Staufen, Germany)를 이용하여 8,000 rpm에서 1분 30초간 균질한 후 원심분리기(LaboGene 1248 R, GYROZEN, Daejeon, Korea)를 이용하여 4,000 rpm으로 10분간 원심분리한 다음 상층액을 취하여 시료액을 제조하였다. 가용성 고형분은 전자당도계(PAL-BX, ATAGO Co., Ltd., Tokyo, Japan), pH는 pH meter(S470 Seven Excellence™, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. 풋귤 착즙액의 총산도는 착즙액 1 g에 증류수 50 mL를 넣고 200 rpm으로 30분간 교반하여 시료로 사용하였으며, 젤리의 총산도는 시료 1 g에 증류수 50 mL를 넣고 초고속 균질기(IKA)를 이용하여 8,000 rpm에서 1분간 균질한 액을 시료로 사용하였다. 0.1 N NaOH를 이용하여 시료액의 pH가 8.2까지 도달하는 데 소비되는 0.1 N NaOH의 양(mL)을 citric acid 함량(%)으로 환산해 아래의 계산식을 이용하여 계산하였다.

$$\text{총산도(w/w\%)} = \frac{0.0064 \times V \times f}{S} \times 100$$

V: 0.1 N NaOH의 소비량(mL)

f: 0.1 N NaOH의 factor

S: 검체량(g)

총 페놀 함량

풋귤 착즙액과 젤리의 총 페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법(Folin과 Denis, 1912)을 변형하여 측정하였다. 시료 1 g에 증류수 50 mL를 넣고 초고속 균질기(IKA)를 이용하여

Table 2. Measurement conditions for texture analyzer

Parameter	Condition
Strain	80%
Trigger load	0.02 N
Test speed	2.00 mm/s
Return speed	2.00 mm/s
Pretest speed	2.00 mm/s
Data rate	10.00 points/s
Probe	TA25/1000
Fixture	TA-BT-KIT
Load cell	10,000 g

8,000 rpm에서 1분간 균질한 후 원심분리기(GYROZEN)를 이용하여 4,000 rpm으로 20분간 원심분리하였다. 원심분리를 통해 얻은 상층액을 syringe filter 0.45 μ m로 여과하였으며 여과된 액을 시료로 사용하였다. 각 시료에서 200 μ L를 취하고 증류수 900 μ L를 혼합한 후 2 M Folin-Ciocalteu's phenol reagent 100 μ L를 가한 다음 상온의 암소에서 5분간 반응시켰다. 2% Na_2CO_3 300 μ L를 혼합하고 증류수로 2 mL를 정용하여 상온의 암소에서 60분간 반응 후 Microplate reader(EPOCHTM, BioTek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 760 nm의 파장에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 tannic acid 용액으로 작성하였으며, 시료의 총 페놀 함량은 100 g 중의 mg tannic acid equivalents(TAE)로 나타내었다.

조직감

풋귤 착즙액 첨가 젤리의 조직감은 각 시료를 10×10×10 mm로 성형한 후 texture analyzer(CT3 10K, AMETEK Brookfield, Middleborough, MA, USA)를 사용하여 TPA (texture profile analysis)로 측정하였다. 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 점착성(gumminess), 씹힘성(chewiness), 순간 복원력(resilience)을 측정하였으며, 각 시료당 5회 이상 반복 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 측정 조건은 Table 2와 같다.

관능검사

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리는 성인 20명을 대상으로

기호도 검사를 진행하였다. 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리는 일정한 크기로 절단하여 접시에 담아 제공했으며, 각 시료의 번호는 난수표를 이용하여 무작위의 세 자리 숫자로 표기하였다. 평가항목으로는 외관(appearance), 색(color), 단맛(sweetness), 신맛(sourness), 쓴맛(bitterness), 풋귤 향(citrus flavor), 탄력성(springiness), 단단한 정도(hardness), 수분감(moisture), 전체적인 기호도(overall acceptability)가 있으며, 평가 기준은 7점 척도(1점: 매우 싫다, 4점: 보통, 7점: 매우 좋다)를 이용하여 기호도가 높을수록 높은 점수를 주도록 관능검사를 실시하였다. 본 연구의 관능평가는 제주대학교 생명윤리위원회의 승인을 받아 그 규정에 따라 실행하였다(Approval Number: JJNU-IRB-2020-049-001).

통계처리

실험 결과는 최소한 3회 이상의 반복실험을 시행하여 평가되었으며, 결과는 평균±표준편차로 표현하였다. 통계분석은 Minitab 17(Minitab Inc., State College, PA, USA)에 의해 수행하였다. 각 시료의 유의성($P<0.05$) 검정을 위하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고, 사후검정으로는 Tukey의 다중범위시험을 실시하였다.

결과 및 고찰

외관 및 색도

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 외관은 Fig. 2와 같다. 대조군은 풋귤 착즙액이 첨가되지 않았으므로 물을 비롯한 여러 부재료의 영향으로 인해 무색의 투명한 외관을 띄었으며, 풋귤 착즙액 첨가량이 증가할수록 풋귤 착즙액 특유의 색(L : 47.43 ± 0.20 , a : -6.40 ± 0.12 , b : 14.43 ± 0.50)이 짙어지는 것을 확인할 수 있었다(Table 3).

젤리의 표면색은 소비자가 제품을 선택하는 과정 중 초기에 매우 중요한 요소로 알려져 있다(Lee와 Kim, 2019). 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 색도는 Table 4와 같다. L 값은 대조군이 54.66으로 가장 높게 나타났으며, 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아져 풋귤 착즙액 60% 첨가 젤리는 41.82로 가장 낮게 나타났다($P<0.05$). a 값도 대조군에서 -4.53으로 가장 높았으며 풋귤 착즙액

Fig. 2. Appearance of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice.

Table 3. Quality characteristics of immature *Citrus unshiu* juice

Parameter	Immature <i>Citrus unshiu</i> juice
Moisture (%)	95.10±0.00
Water activity (Aw)	0.994±0.001
pH	3.189±0.012
Sugar contents (°Brix)	0.50±0.00
Total acidity (%)	1.33±0.01
Total phenolic content (mg TAE/100 g)	68.82±6.76
<i>L</i> (lightness)	47.43±0.20
<i>a</i> (redness)	-6.40±0.12
<i>b</i> (yellowness)	14.43±0.50

Data are expressed as the mean±standard deviation (n=3).

첨가량이 증가할수록 유의적으로 낮아져 60% 첨가군에서는 -6.17로 나타나 *L*값과 유사한 경향을 나타내었다. 황색도를 나타내는 *b*값은 45% 첨가군에서 12.74, 60% 첨가군에서 12.54로 비교적 높은 값을 나타내었으며, 풋귤 착즙액 첨가량이 증가할수록 유의적으로 값이 증가하는 경향을 나타내었다($P<0.05$). 이러한 결과는 대조군에 비해 풋귤 착즙액의 *L*값과 *a*값이 각각 47.43, -6.40으로 낮고 *b*값은 14.43으로 높은 것이 영향을 미친 것으로 생각된다(Table 3). 살구즙 농축액이 함유된 젤리의 품질 및 향산화 특성 연구(Lee와 Kim, 2019)에서는 살구즙 농축액의 첨가량이 증가할수록 *L*값은 감소했지만 *a*값과 *b*값은 증가했다고 보고하였으며, 유자 분말을 첨가한 저당 젤리의 물리화학적 품질 특성 연구(Hwang 등, 2018)에서 유자 분말의 첨가량이 증가하였을 때 *L*값과 *b*값이 높아지는 경향을 보였다고 하였다. 이러한 연구 결과들과 비교했을 때 젤리에 첨가되는 재료 특유의 색과 첨가량 등이 최종 제품 색 품질에 영향을 미치는 것으로 판단되며 외관에 대한 기호도 평가를 통해 첨가량 조정이 필요할 것으로 생각된다.

수분함량 및 수분활성도

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 수분함량은 Table 5와 같다. 대조군의 수분함량이 80.76%로 가장 높았으며 풋귤 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 점차 감소하는 경향을 보여 착즙액 60% 첨가 젤리는 77.93%로 가장 낮은 값을 나타내었다. 풋귤 착즙액의 수분함량은 95.10%(Table 3)로 나타나 순수한 물에 비해 낮은 값을 가지므로 풋귤 착즙액 첨가량이 증가할수록 젤리의 수분함량은 감소하는 경향을 나타낸 것으로 생각된다. 이는 생맥산 농축액의 양을 달리 하여 제조한 젤리의 품질 특성 및 향산화성(Kim 등, 2015)에서 대조군에 비해 생맥산 농축액의 첨가량이 증가함에 따라 생맥산 농축액 젤리의 수분함량이 감소한다는 연구 결과와 오디 착즙액 첨가 비율에 따른 젤리의 품질 특성(Moon 등, 2012)에서 오디 착즙액의 첨가량이 증가할수록 오디 젤리의 수분함량이 감소하는 경향을 나타냈다는 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

미생물이 이용 가능한 자유수를 나타내는 지표인 수분활성도(Aw)라고 하는데, 이는 식품의 안전성에 영향을 미칠 수 있는 인자 중 하나이다(Kim, 2017). 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 수분활성도는 Table 5와 같다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 대조군 젤리의 수분활성도는 0.986으로 나타났으며, 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가함에 따라 젤리의 수분활성도는 감소하는 경향을 보여 풋귤 착즙액 60% 첨가 젤리는 0.981의 수분활성도를 보였다. 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가함에 따라 젤리의 수분활성도가 낮아지는 것은 물보다 높은 풋귤 착즙액의 가용성 고형분(0.5°Brix, Table 3)에 의한 것으로 생각된다. 양과겉질 추출물을 함유한 젤리의 품질 특성(Jeong과 Cha, 2020)에서 무첨가군에 비해 양과겉질을 첨가한 젤리의 수분활성도가 낮은 값을 나타내어 본 연구 결과와 유사한 결과를 확인할 수 있었다.

Table 4. Hunter color values of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice

	Immature <i>Citrus unshiu</i> juice (%)				
	Control	15	30	45	60
<i>L</i> (lightness)	54.66±1.41 ^a	47.32±1.20 ^b	44.02±1.59 ^c	42.04±0.89 ^d	41.82±0.69 ^d
<i>a</i> (redness)	-4.53±0.21 ^a	-4.98±0.40 ^a	-4.99±0.35 ^a	-5.60±0.46 ^b	-6.17±0.29 ^c
<i>b</i> (yellowness)	-10.38±0.22 ^c	4.65±0.71 ^b	11.88±1.27 ^a	12.74±1.32 ^a	12.54±0.64 ^a

Data are expressed as the mean±standard deviation (n=3).

Means followed by different letters (a-d) in a row are significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Table 5. Moisture, water activity, and water holding capacity of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice

	Immature <i>Citrus unshiu</i> juice (%)				
	Control	15	30	45	60
Moisture (%)	80.76±1.36 ^a	79.74±0.67 ^{ab}	79.17±0.52 ^{bc}	78.44±0.72 ^{cd}	77.93±0.49 ^d
Water activity (Aw)	0.986±0.003 ^a	0.985±0.002 ^a	0.984±0.001 ^{ab}	0.983±0.001 ^{bc}	0.981±0.001 ^c
Water holding capacity (%)	72.42±2.86 ^{NS}	72.06±1.25	72.72±0.78	70.70±1.39	70.75±0.83

Data are expressed as the mean±standard deviation (n=3).

Means followed by different letters (a-d) in a row are significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

NS: not significant.

보수력

젤의 수분은 젤이 외부로부터 힘을 받을 때나 냉동-해동 과정과 같은 온도 변화의 결과로 손실될 수 있는데, 이러한 수분손실은 젤의 수축, 질감 변화 그리고 품질 저하 등을 초래할 수 있으므로 보수력은 식품 젤에 있어서 중요한 특성 중 하나이다(Mao 등, 2001). 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 보수력은 Table 5와 같다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 대조군 젤리는 72.42%의 보수력을 나타냈으며 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가해도 시료 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 이는 풋귤 착즙액의 첨가량 차이가 보수력에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. 젤란검과 젤라틴 혼합용액 및 젤의 특성(Lee 등, 2003)에서는 젤란검과 젤라틴 비율에 따른 젤의 보수력 차이를 관찰하였는데, 전체적으로 30~80%의 보수력 범위를 가졌으며 젤란검만을 사용한 젤에 비해 젤란검과 젤라틴의 비율 중 젤라틴의 비율이 증가함에 따라 보수력이 증가하는 경향을 보여 젤란검 : 젤라틴의 비율이 40:60일 때 가장 높은 값을 나타내었으나 20:80일 때는 젤란검만을 사용한 젤과 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 또한, 경도가 동일한 한천 및 젤라틴 젤의 이화학적 특성 비교(Ryu 등, 2012)에서는 젤라틴 젤이 100%, 한천 젤은 98.57%의 보수력을 나타내어 젤의 보수력은 겔화제의 종류와 농도 등의 영향을 많이 받는 것으로 생각된다. Rhim과 Wang(2013)의 연구에 의하면 한천, 곤약, 카파 카라기난 혼합 겔 필름은 높은 수분보유력을 가지는 것으로 보고되었으며, Yuan 등(2019)의 연구에서는 겔화제로서 곤약과 카파 카라기난을 혼합하여 사용할 경우 둘 사이의 시너지 효과가 발생하여 깨짐성이 덜하고 수분보유능력이 향상된 안정적인 겔을 형성할 수 있다고 보고되었다. 따라서 본 실험과 같이 곤약과 카파 카라기난을 겔화제로 사용할 경우 높은 보수력을 지닌 겔을 형성할 수 있으리라 생각된다.

가용성 고형분

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 가용성 고형분 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 가용성 고형분 함량은 1.93~2.33°Brix의 범위를 나타내었다. 대조군(1.93°Brix)에 비해 처리군은 모두 유의적으로 높은 값을 보였으나($P<0.05$), 풋귤 착즙액을 15%(2.12°Brix), 30%(2.13°Brix) 첨가한 젤리 사이와 45%(2.24°Brix), 60%(2.33°Brix) 첨가한 젤리 간에는 유의적인 차이

를 보이지 않았으며($P>0.05$), 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가함에 따라 젤리의 가용성 고형분 함량이 높아지는 경향을 나타내었다. 이는 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가할수록 착즙액의 가용성 고형분(0.5°Brix, Table 3)이 젤리에 미치는 영향이 커지기 때문인 것으로 생각된다. Oh 등(2013)과 Moon 등(2012)의 연구에서 참다래 과즙과 오디 착즙액의 첨가량이 많을수록 젤리의 가용성 고형분도 유의적으로 증가했다고 보고하였으며, Lee와 Ji(2015)의 연구에서는 크랜베리 농축액의 첨가량을 달리하여 젤리를 제조했을 때 젤리의 가용성 고형분은 1.63~2.33°Brix의 범위를 나타내었고, 크랜베리 농축액의 첨가량이 증가할수록 젤리의 가용성 고형분도 유의적으로 증가하는 경향을 보였다고 보고하였다. 이러한 연구들은 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

pH 및 총산도

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 pH는 Table 6과 같다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 젤리의 pH는 3.247로 나타났으며 풋귤 착즙액 첨가량이 증가할수록 낮아지는 경향을 나타내 풋귤 착즙액 60% 첨가 젤리는 3.092의 pH를 나타내었다. 이는 일반적으로 약 7.0으로 알려진 물의 pH보다 낮은 풋귤 착즙액의 pH(3.189, Table 3)가 영향을 미친 것으로 생각된다. 동결건조 감귤 분말을 첨가한 양갱(Cha와 Chung, 2013)의 연구에서는 감귤 분말의 첨가량이 증가함에 따라 양갱의 pH가 유의적으로 낮아지는 경향을 나타내었으며, 감귤과 동일한 운향과에 속하는 유자 착즙액을 이용한 유자 젤리의 제조(Kim, 1999) 연구에서는 유자 착즙액의 희석배수가 높아질수록 유자 젤리의 pH가 높아지는 경향을 보여 본 연구 결과와 유사한 경향을 나타내었다.

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 총산도는 Table 6과 같다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 대조군 젤리의 총산도는 0.24%로 나타났으며, 풋귤 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 총산도도 증가하여 풋귤 착즙액 60% 첨가 젤리의 총산도는 1.06%로 나타났다. 강황과 비트를 첨가한 젤리의 품질 특성(Cho와 Choi, 2010) 연구에서는 비트의 첨가량이 증가할수록 젤리의 산도가 유의적으로 증가하였는데, 이는 비트에 포함된 비타민 C, 유기산, 포도산, 옥살산 등의 영향을 받은 것으로 보고하였다. 또한, Choi 등(2019b)은 풋귤 착즙액이 풋귤과 풋귤 착즙박보다 높은 비타민 C 함량을 가지는 것으로 보고하여 본 실험에서 풋귤 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 젤리의 총산도가 유의적으로 높아진 것은 비타민 C를

Table 6. Sugar contents, pH, and total acidity of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice

	Immature <i>Citrus unshiu</i> juice (%)				
	Control	15	30	45	60
Sugar contents (°Brix)	1.93±0.05 ^c	2.12±0.08 ^b	2.13±0.05 ^b	2.24±0.09 ^a	2.33±0.10 ^a
pH	3.247±0.073 ^a	3.172±0.062 ^{ab}	3.141±0.063 ^b	3.111±0.073 ^b	3.092±0.072 ^b
Total acidity (%)	0.24±0.02 ^c	0.42±0.01 ^d	0.64±0.02 ^c	0.86±0.03 ^b	1.06±0.04 ^a

Data are expressed as the mean±standard deviation (n=3).

Means followed by different letters (a-e) in a row are significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

Fig. 3. Total phenolic content of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice. Data are expressed as the mean±standard deviation (n=3). Means followed by different letters (a-d) above bars are significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

다량 함유한 풋귤 착즙액의 총산도(1.33%, Table 3)에 따른 결과라고 생각된다($P<0.05$).

총 페놀 함량

채소나 과일 등 주로 식물성 식품에는 다양한 페놀성 화합물이 함유된 것으로 알려져 있으며, 2차 대사산물로서 phenolic hydroxyl기를 가지는 방향성 화합물로 전자를 수용하는 기작을 통해 직접적으로 항산화 반응에 관여한다(Choi 등, 2019a). Lee 등(2013)의 연구에 의하면 페놀성 화합물의 함량이 높을수록 항산화 활성이 증가하며 체내에서 항비만, 항염증 등과 같은 생리활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 총 페놀 함량을 분석한 결과는 Fig. 3과 같다. 풋귤 착즙액을 0% 첨가한 젤리는 25.00 mg TAE/100 g, 15% 첨가한 젤리는 37.80 mg TAE/100 g, 30% 첨가한 젤리는 44.64 mg TAE/100 g, 45% 첨가한 젤리는 48.22 mg TAE/100 g, 60% 첨가한 젤리는 58.86 mg TAE/100 g으로 측정되었다. 풋귤 착즙액을 60% 첨가한 젤리는 유의적으로 높은 값을 나타내었는데($P<0.05$), 풋귤 착즙액 15% 첨가 젤리보다 약 1.5배 더 높은 총 페놀 함량을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 풋귤

착즙액 첨가량이 증가할수록 젤리의 총 페놀 함량 역시 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 총 페놀 함량이 68.82 mg TAE/100 g인 풋귤 착즙액의 첨가량 차이에 기인한 것으로 사료된다. 또한 본 실험의 결과는 오디 착즙액(Moon 등, 2012), 아로니아 착즙액(Joo 등, 2015), 인디언 시금치 열매 착즙액(Moon 등, 2016) 첨가 젤리 연구들과 유사한 경향을 나타내어 과채류 착즙액의 첨가량이 증가할수록 젤리의 총 페놀 함량 역시 증가한다는 것을 확인할 수 있다. Choi 등(2019a)의 연구에서는 풋귤 착즙액의 총 페놀 함량이 12.39 mg GAE/g으로 측정되어 본 실험의 시료보다 높게 나타났는데, 이는 풋귤을 착즙하는 과정과 방법 등에 따라 착즙액의 총 페놀 함량이 차이를 보이는 것으로 생각된다. 감귤은 과육보다 과피에서 더 높은 총 페놀 함량을 나타낸다는 연구(Song 등, 2013)를 바탕으로 풋귤의 과피와 과육을 적절하게 활용하여 다양한 가공식품에 적용해보는 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

Texture

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 texture로 경도, 부착성, 응집성, 탄력성, 점착성, 씹힘성, 순간 복원력을 측정했으며 결과는 Table 7과 같다. 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 경도는 24.10~33.30 N의 범위를 나타냈으며, 점착성은 2.58~4.77 N의 범위를 나타내었다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 대조군의 경도는 24.10 N, 점착성은 2.58 N으로 첨가군에 비해 유의적으로 낮은 값을 나타냈으며($P<0.05$), 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 경도와 점착성은 풋귤 착즙액을 첨가할수록 대조군보다 증가하는 경향을 보였으나 첨가군 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 오디 착즙액(Moon 등, 2012), 참다래 과즙(Oh 등, 2013), 돌나물 즙(Mo 등, 2007) 첨가 젤리 연구들에서는 시료의 첨가량이 증가할수록 젤리의 경도가 감소하는 경향을 나타내었으며, 인디언 시금치 열매 착즙액(Moon 등, 2016), 강황 분말(Cho와 Choi, 2010) 첨가 젤리의 연구들에서는 대조군보다 첨가군에서 높은 경도 값을 나타내었으나 첨가군에서는 첨가량이 증가함에 따라 경도가 낮아지는 경향을 나타내 본 실험과 유사한 경향을 확인할 수 있었다.

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 부착성은 0.74~1.59

Table 7. Texture of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice

	Immature <i>Citrus unshiu</i> juice (%)				
	Control	15	30	45	60
Hardness (N)	24.10±5.40 ^b	33.30±3.01 ^a	31.57±6.26 ^a	31.68±3.17 ^a	30.92±4.49 ^a
Adhesiveness (mJ)	1.30±0.37 ^{ab}	1.59±0.57 ^a	1.13±0.52 ^{ab}	0.93±0.56 ^b	0.74±0.68 ^b
Cohesiveness	0.10±0.04 ^b	0.12±0.04 ^{ab}	0.13±0.03 ^{ab}	0.15±0.04 ^a	0.14±0.03 ^{ab}
Springiness (mm)	1.96±0.29 ^a	1.60±0.19 ^b	1.75±0.27 ^{ab}	1.68±0.26 ^b	1.66±0.22 ^b
Gumminess (N)	2.58±1.19 ^b	3.94±1.27 ^a	4.15±1.19 ^a	4.77±1.33 ^a	4.30±1.35 ^a
Chewiness (mJ)	5.29±3.05 ^b	6.33±2.16 ^{ab}	7.28±2.41 ^{ab}	8.17±3.01 ^a	7.26±2.98 ^{ab}
Resilience	0.08±0.04 ^b	0.16±0.07 ^a	0.08±0.05 ^b	0.09±0.06 ^b	0.06±0.04 ^b

Data are expressed as the mean±standard deviation (n=3).

Means followed by different letters (a,b) in a row are significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

mJ의 범위를 나타냈으며, 순간복원력은 0.06~0.16의 범위를 나타내었다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 대조군의 부착성은 1.30 mJ로 측정되어 첨가군 젤리와 유의적인 차이를 보이지 않았으며($P>0.05$), 순간복원력은 0.08로 나타나 15% 첨가군보다 유의적으로 낮은 값을 나타내었으나($P<0.05$) 풋귤 착즙액을 30% 이상 첨가한 젤리와의 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$).

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 응집성과 씹힘성은 0.10~0.15, 5.29~8.17 mJ의 범위를 나타내었다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 대조군의 응집성은 0.10, 씹힘성은 5.29 mJ로 나타나 가장 낮은 값을 나타냈으며, 풋귤 착즙액 첨가군 중 45% 첨가군에서 응집성은 0.15, 씹힘성은 8.17 mJ로 가장 높은 값을 나타내었다. 복숭아 분말을 첨가한 젤리(Lee, 2016), 참다래 첨가 젤리(Oh 등, 2013)의 연구에서는 젤리의 응집성과 씹힘성이 첨가군보다 대조군에서 높게 나타나 본 연구와는 다른 경향을 나타내었다. 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가할수록 응집성과 씹힘성은 첨가군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으므로($P>0.05$) 풋귤 착즙액의 첨가량은 젤리의 응집성과 씹힘성에 크게 영향을 주지 않는 것으로 생각된다.

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 탄력성은 1.60~1.96 mm의 범위를 나타내었다. 풋귤 착즙액을 첨가하지 않은 대조군의 탄력성은 1.96 mm로 가장 높은 값을 나타냈고 첨가군보다 유의적으로 높게 측정되었지만($P<0.05$), 풋귤 착즙액을 30% 첨가한 젤리와의 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 풋귤 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 탄력성은 뚜렷한 경향을 보이지 않았으며 첨가군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 곤약과 카파 카라기난의 혼합 다당류를 겔화제로 사용한 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 탄력성 변화는 풋귤 착즙액이 함유한 유기산과 펙틴 등의 존재 여부와 양에 따라 젤리의 물성 변화에 영향을 미치는 것으로 사료된다(Son 등, 2005; Lee와 Lee, 2013; Kim 등, 2020). 결과적으로 본 실험에서는 경도와 점착성 항목에서 대조군과 첨가군 간에 유의적 차이를 보인 것을 확인하였다

($P<0.05$).

관능검사

풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 기호도 검사 결과는 Table 8과 같다. 외관, 색, 쓴맛, 풋귤향 항목에 대해서만 시료 간에 유의적인 차이를 보였다($P<0.05$). 외관의 경우 대조군과 풋귤 착즙액 15%, 30% 첨가 젤리 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나($P>0.05$), 이후 풋귤 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 높아지는 경향을 보여 60% 첨가 젤리에서 가장 높은 6.30을 나타내었다. 색에서도 외관과 유사한 경향을 나타내어 풋귤 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 높은 기호도를 나타내었으며, 풋귤 착즙액 60% 첨가 젤리에서는 가장 높은 6.25를 나타내었다. 반면에 Choi와 Lee(2015)는 진피 분말의 첨가량이 증가할수록 양갱의 색에 대한 기호도는 낮아졌다고 보고하였으며, Cha와 Chung(2013)의 연구에서도 동결건조 감귤 분말의 첨가량이 증가할수록 색에 대한 양갱의 기호도는 낮게 나타나 본 실험과는 상반된 결과를 보였다. 단맛과 신맛은 풋귤 착즙액 첨가량에 따라 유의적인 차이를 보이지는 않았으나($P>0.05$), 신맛의 경우 풋귤 착즙액 60% 첨가 젤리에서 가장 낮은 값인 3.75로 나타났다. 쓴맛에서는 풋귤 착즙액 15% 첨가 젤리가 4.65로 가장 높았으며 60% 첨가 젤리는 3.45로 나타나 유의적으로 가장 낮은 값을 나타내었다($P<0.05$). 이는 풋귤 착즙액이 다량 첨가되었을 시 풋귤 특유의 쓴맛이 많이 느껴져 낮은 기호도를 보인 것으로 생각된다. 진피(Choi와 Lee, 2015), 동결건조 감귤(Cha와 Chung, 2013) 분말 첨가 양갱의 연구에서도 분말의 첨가량이 증가함에 따라 양갱의 맛에 대한 기호도는 낮아져 본 연구와 유사한 경향을 보였다. 이처럼 미성숙과인 풋귤에 비해 낮은 산도와 높은 당도를 가지는 성숙과 감귤을 사용했음에도 첨가량이 증가함에 따라 맛에 대한 기호도는 낮아지는 것으로 보아 풋귤이 감귤보다 원과 자체로 섭취하기에는 어려움이 있으나, 여러 가공식품에 적당량 첨가할 시 관능적으로 감귤과 큰 차이를 보이지 않는 것으로 생각된다(Yi 등, 2014). 풋귤향은 대조군에서 유의적으로 낮은 값

Table 8. Sensory evaluation of jelly added with different quantity of immature *Citrus unshiu* juice

	Immature <i>Citrus unshiu</i> juice (%)				
	Control	15	30	45	60
Appearance	5.15±1.27 ^c	5.05±1.00 ^c	5.35±1.09 ^{bc}	6.15±0.81 ^{ab}	6.30±0.73 ^a
Color	5.10±1.21 ^{bc}	4.60±1.35 ^c	4.90±1.41 ^{bc}	5.70±1.17 ^{ab}	6.25±0.97 ^a
Sweetness	3.75±1.12 ^{NS}	4.05±1.43	3.40±1.10	4.45±1.32	3.75±1.48
Sourness	4.00±1.26 ^{NS}	4.60±1.39	4.00±1.49	4.10±1.25	3.75±1.68
Bitterness	4.46±1.10 ^{ab}	4.65±1.27 ^a	4.00±1.17 ^{ab}	4.10±1.25 ^{ab}	3.45±1.67 ^b
Citrus flavor	3.70±1.56 ^b	4.95±0.95 ^a	5.55±1.43 ^a	5.10±1.37 ^a	5.55±1.50 ^a
Springiness	5.15±1.63 ^{NS}	5.60±1.05	5.80±1.01	5.70±1.22	5.45±1.43
Hardness	5.25±1.48 ^{NS}	5.45±1.15	5.55±1.32	5.50±1.15	5.55±1.15
Moisture	6.10±0.91 ^{NS}	5.70±0.92	5.55±1.43	5.70±1.13	5.30±1.46
Overall acceptability	4.15±1.09 ^{NS}	4.75±1.48	4.65±1.35	5.50±1.10	4.60±1.79

Data are expressed as the mean±standard deviation (n=3).

Means followed by different letters (a-c) in a row are significantly different by Tukey's multiple range test at $P<0.05$.

NS: not significant.

을 나타내었으나($P < 0.05$), 풋귤 착즙액 첨가량에 따라서는 유의적인 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$). 젤리의 물성과 관련 있는 탄력성, 단단한 정도, 수분감 항목에서는 유의적으로 차이를 보이지 않았으며($P > 0.05$) 전체적인 기호도 역시 시료 간에 유의적인 차이를 보이지는 않았으나($P > 0.05$), 풋귤 착즙액 45% 첨가 젤리가 5.50으로 가장 높은 값을 나타내었다. 이러한 결과로 보아 풋귤 착즙액 첨가량이 증가함에 따라 외관, 맛 그리고 향 등의 항목에서는 관능적으로 차이를 보이거나 물성과 관련된 항목에서는 큰 차이를 보이지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 전체적인 기호도에서 가장 높은 점수를 받은 풋귤 착즙액 45% 첨가 젤리는 모든 항목에서 높은 점수를 받았으며, 두 번째로 높은 점수를 받은 15% 첨가 젤리의 경우 신맛, 쓴맛 등의 항목에서 높은 점수를 받았으나 외관과 색 항목에서 낮은 점수를 받았다. 외관과 색 항목에서는 풋귤 착즙액의 첨가량이 가장 많은 60% 첨가 젤리가 가장 높은 점수를 받아 색이 진할수록 높은 기호도를 보이는 것으로 나타났다. 결과를 종합해보면 전체적인 기호도를 비롯한 여러 관능검사 항목들에 대해서 대체로 높은 점수를 받은 풋귤 착즙액 45% 첨가 젤리가 가장 적합한 것으로 생각된다.

요 약

본 연구에서는 곤약과 카파 카라기난을 겔화제로 사용하여 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리를 제조하고 젤리의 품질 특성을 비교했으며, 관능검사를 진행하여 최적의 첨가량을 확립하고자 하였다. 색도 측정을 통해 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가할수록 젤리의 L^* 값과 a^* 값은 유의적으로 낮아져 60% 첨가군에서 각각 41.82, -6.17로 나타났으며, b^* 값의 경우 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 높아져 45% 첨가군에서 12.74, 60% 첨가군에서는 12.54를 나타내는 것을 확인하였다($P < 0.05$). 수분함량과 수분활성도의 경우 대조군에 비해 젤리에 첨가되는 풋귤 착즙액(0.5°Brix)의 양이 증가할수록 값이 낮아지는 경향을 나타내었다. 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 보수력은 70.70~72.72%의 범위를 나타냈으며 시료 간에 유의적인 차이를 보이지는 않았다($P > 0.05$). 풋귤 착즙액 첨가량에 따른 젤리의 가용성 고형분은 1.93~2.33°Brix의 범위를 나타냈으며, 첨가량이 증가함에 따라 젤리의 가용성 고형분은 증가하는 경향을 나타내었다. 풋귤 착즙액 젤리의 pH는 3.092~3.247의 범위를 나타냈으며 풋귤 착즙액의 첨가량이 증가함에 따라 젤리의 pH는 감소하는 경향을 보였고 총산도는 유의적으로 높아지는 것을 확인하였다($P < 0.05$). 풋귤 착즙액 첨가량이 증가할수록 젤리의 총 페놀 함량은 증가하는 경향을 보여 60% 첨가군에서는 58.86 mg TAE/100 g으로 나타났다. 조직감 측정 항목 중 경도와 점착성에서 대조군과 첨가군 간에 유의적인 차이를 보이는 것을 확인할 수 있었다($P < 0.05$). 관능검사 결과 전체적인 기호도에서 가장 높은 점수를 받은 풋귤 착즙액 45% 첨가군

은 모든 항목에서 대체로 높은 점수를 받았으며, 총 페놀 함량에서도 비교적 높은 값(48.22 mg TAE/100 g)을 나타내었기에 본 연구에서는 풋귤 착즙액을 45% 첨가한 젤리가 관능적으로 우수하며 높은 항산화 활성을 기대해볼 수 있는 최적이라 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농림식품기술기획평가원(IPET)에서 시행한 맞춤형혁신식품개발사업(과제고유번호: 1545023819)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Amore Pacific. Composition for increasing muscular strength and muscle mass comprising bean juice-peptides derived from germinated bean treated with green mandarin water. KR patent 1020160126419. 2018.
- AOAC. Official methods of analysis. 18th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 2005. p 33-36.
- Cha MA, Chung HJ. Quality characteristics of Yanggaeng supplemented with freeze-dried Citrus mandarin powder. Korean J Food Cult. 2013. 28:488-494.
- Cho Y, Choi MY. Quality characteristics of jelly containing added turmeric (*Curcuma longa* L.) and beet (*Beta vulgaris* L.). Korean J Food Cook Sci. 2010. 26:481-489.
- Choi EJ, Lee JE, Oh MS. The quality characteristics of grape jelly made with various gelling agents for consumption by elderly women. Korean J Food Cook Sci. 2007. 23:891-898.
- Choi JY, Lee JH. Physicochemical and antioxidant properties of yanggaeng incorporated with orange peel powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2015. 44:470-474.
- Choi MH, Kim KH, Yook HS. Analysis of active components of premature mandarin. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019a. 48:557-566.
- Choi MH, Kim KH, Yook HS. Antioxidant and antibacterial activity of premature mandarin. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2019b. 48:622-629.
- Choi MH. Quality characteristics and functional component analysis of premature mandarin. Master's thesis. Chungnam National University, Daejeon, Korea. 2019.
- Chung SK, Kim SH, Choi YH, Song EY, Kim SH. Status of citrus fruit production and view of utilization in Cheju. Food Ind Nutr. 2000. 5:42-52.
- Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem. 1912. 12:239-243.
- Guon TE, Jeong JS, Chung HS. Quality characteristics and antioxidant activity of brewed Daejak jelly. J Kor Tea Soc. 2020. 26(2):52-56.
- Han JS, Han JA. Preparation and characterization of gel food for elderly. Korean J Food Sci Technol. 2014. 46:575-580.
- Hwang K, Kang S, Kim DS, Lee H, Lee S, Choi Y, et al. Physicochemical characteristics of yuza (*Citrus junos* Sieb ex Tanaka) powder added low-sugar jelly. J Chitin Chitosan. 2018. 23:76-83.
- Jeong EJ, Cha YJ. Quality characteristics of jelly made with onion peel extracts. Culi Sci & Hos Res. 2020. 26:186-193.
- Jeong JS, Kim ML. Quality evaluation of citrus jelly prepared using concentrated citrus juice. Korean J Food Cook Sci.

2008. 24:174-181.
- Joo SY, Ryu HS, Choi HY. Quality characteristics of jelly added with aronia (*Aronia melanocarpa*) juices. Korean J Food Cook Sci. 2015. 31:456-464.
- Jung EY, Lee HS, Oh YH, Son HS, Suh HJ. Physicochemical properties of jelly prepared with garlic. J East Asian Soc Diet Life. 2009. 19:627-634.
- Kang YJ, Yang MH, Ko WJ, Park SR, Lee BG. Studies on the major components and antioxidative properties of whole fruit powder and juice prepared from premature mandarin orange. Korean J Food Sci Technol. 2005. 37:783-788.
- Kim DS, Lim SB. Extraction of flavanones from immature *Citrus unshiu* pomace: process optimization and antioxidant evaluation. Sci Rep. 2020. 10:19950. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76965-8>
- Kim HJ, Hong SK, Min AY, Shin SK, Sim EK, Yoon JH, et al. Antioxidant activities and quality characteristics of jelly added with *Saengmaegsan* concentrate. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2015. 44:393-400.
- Kim IC. Manufacture of citron jelly using the citron-extract. J Korean Soc Food Sci Nutr. 1999. 28:396-402.
- Kim IY. Physicochemical and sensory properties of low-calorie aronia (*Aronia melanocarpa*) jelly added with low-methoxyl pectin and saccharin and their changes during storage at different temperatures. Master's thesis. Chonnam National University, Gwangju, Korea. 2017.
- Kim YD. Study on the composition of flavonoids and biological activities from Jeju citrus fruits. Dissertation. Jeju National University, Jeju, Korea. 2009.
- Kim YM, Kim JM, Youn KS. Quality and textural properties of jelly prepared with different gelling agents. Korean J Food Preserv. 2020. 27:566-573.
- Lee DH, Chung HJ. Quality characteristics and antioxidant activities of jelly containing honeyberry powder. Korean J Food Preserv. 2020. 27:111-118.
- Lee JA, Park GS. Quality characteristics of jelly made with yam powder. Korean J Food Cook Sci. 2007. 23:884-890.
- Lee JA. Quality characteristics of jelly added with peach (*Prunus persica* L. Batsch) powder. Culi Sci & Hos Res. 2016. 22: 108-120.
- Lee JH, Ji YJ. Quality and antioxidant properties of gelatin jelly incorporated with cranberry concentrate. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2015. 44:1100-1103.
- Lee JH, Kim SY. Quality and antioxidant properties of jelly supplemented with apricot juice concentrate. Korean J Food Preserv. 2019. 26:425-430.
- Lee JH, Lee MK. Quality characteristics of jelly incorporated with sweet pumpkin powder. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:139-142.
- Lee KY, Shim J, Bae IY, Cha J, Park CS, Lee HG. Characterization of gellan/gelatin mixed solutions and gels. LWT—Food Sci Technol. 2003. 36:795-802.
- Lee YJ, Kim DB, Cho JH, Baik SO, Lee OH. Physicochemical characteristics and antioxidant activities of bioresource juices from Jeju. Korean J Food Sci Technol. 2013. 45:293-298.
- Mao R, Tang J, Swanson BG. Water holding capacity and microstructure of gellan gels. Carbohydr Polym. 2001. 46:365-371.
- Mo EK, Kim HH, Kim SM, Jo HH, Sung CK. Production of *Sedum* extract adding jelly and assessment of its physicochemical properties. Korean J Food Sci Technol. 2007. 39: 619-624.
- Moon HK, Lee SW, Moon JN, Yoon SJ, Lee S, Kim GY. Quality characteristics of jelly added with mulberry juice. Korean J Food Cook Sci. 2012. 28:797-804.
- Moon JH, Park KB, Hong KW, Kang B. Quality and antioxidant properties of the jelly according to different addition ratios of Indian spinach fruit juice solution. Culi Sci & Hos Res. 2016. 22:95-105.
- Oh HJ, Back JW, Lee JY, Oh YJ, Lim SB. Quality characteristics of jelly added with pressed kiwi (*Actinidia chinensis* var. 'Halla Gold') juice. Culi Sci & Hos Res. 2013. 19:110-120.
- Park B, Choi JW, Kim SH, Yun YR, Lee Y, Lee Y, et al. Antioxidant activity of premature mandarin vinegar according to harvest period and raw material conditions. Korean J Food Sci Technol. 2020. 52:333-341.
- Park HK. Characterization and identification of aroma-active components from peel of immature citrus (*Citrus unshiu*). Master's thesis. Korea University, Seoul, Korea. 2020.
- Rhim JW, Wang LF. Mechanical and water barrier properties of agar/κ-carrageenan/konjac glucomannan ternary blend biohydrogel films. Carbohydr Polym. 2013. 96:71-81.
- Ryu J, Jung J, Lee S, Ko S. Comparison of physicochemical properties of agar and gelatin gel with uniform hardness. Food Eng Prog. 2012. 16:14-19.
- Son MJ, Whan K, Lee SP. Development of jelly fortified with lactic acid fermented prickly pear extract. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2005. 34:408-413.
- Song EY, Choi YH, Kang KH, Koh JS. Free sugar, organic acid, hesperidin, naringin and inorganic elements changes of Cheju citrus fruits according to harvest date. Korean J Food Sci Technol. 1998. 30:306-312.
- Song YW, Moon KS, Cho SK. Antioxidant activity and nutrient content of ethanol and hot-water extracts of *Citrus unshiu* pomace. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2013. 42:1345-1350.
- Yi MR, Hwang JH, Oh YS, Oh HJ, Lim SB. Quality characteristics and antioxidant activity of immature *Citrus unshiu* vinegar. J Korean Soc Food Sci Nutr. 2014. 43:250-257.
- Yu OK, Kim JE, Cha YS. The quality characteristics of jelly added with *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel). J Korean Soc Food Sci Nutr. 2008. 37:792-797.
- Yuan C, Xu D, Cui B, Wang Y. Gelation of κ-carrageenan/Konjac glucomannan compound gel: Effect of cyclodextrins. Food Hydrocolloids. 2019. 87:158-164.