



# Quality and textural properties of jelly prepared with different gelling agents

Yu Mi Kim<sup>1</sup>, Jung-Min Kim<sup>1</sup>, Kwang-Sup Youn<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea  
<sup>2</sup>Institute of Food Science and Technology, Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea

## 겔화제 종류에 따른 젤리의 품질 특성

김유미<sup>1</sup> · 김정민<sup>1</sup> · 윤광섭<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>대구가톨릭대학교 식품공학과, <sup>2</sup>대구가톨릭대학교 식품과학연구소

### Abstract

This study investigated the quality and textural properties of jelly produced using different gelling agents (gelatin: jelly prepared with 3.5% gelatin, carrageenan: jelly prepared with 1.5% carrageenan, konjac: jelly prepared with 2% konjac, agar: jelly prepared with 2.5% agar, w/w). The pH was lowest in gelatin, and the soluble solid contents of the jellies were not affected by the gelling agents. The L and a color values were highest in konjac, and the b value was highest in gelatin. In terms of texture properties, the hardness decreased in the order agar > konjac > carrageenan > gelatin. The springiness and cohesiveness were highest in gelatin, and the chewiness was highest in konjac. The jelly prepared with gelatin had the highest melting down rate among the jellies. The transparency was lowest in the agar sol state, and greatest in the gelatin sol state. Syneresis tended to decrease in all the gelling agents over time. The melting and gelling temperatures were the lowest in gelatin, which was unstable toward heat, whereas agar showed the highest temperatures and was thus stable toward heat. The results of this study could be useful not only in the production of gelled foods, but also in the selection of gelling agents suitable for various processing purposes and consumer targets as alternative materials for improving physical properties.

**Key words :** jelly, gel, texture, gelling agents

## 서론

최근 식생활의 다양화와 고급화가 이루어지면서 천연식품 소재로 제조된 가공식품과 기능성분을 강화한 식품을 선호할 뿐만 아니라, 식품의 조직감에 대한 높은 관심도도 높아져 디저트식품으로서 젤리 소비가 늘고 있다(Son 등, 2005). 또한, 젤리는 여러 연령층의 기호식품으로 소비되고 있으며, 건강 기능성을 개선한 제품뿐만 아니라, 다양한 식감을 제공할 수 있는 겔(gel)상 식품이 개발되고 있다(Choi와 Lee, 2014). 대

표적인 겔상 식품인 젤리는 수분 함량을 20% 내외로 함유한 당류 기호식품으로 수분을 결합할 수 있는 겔화제의 종류에 따라 다양한 조직감을 부여하며, 제조공정에 따라서도 다양한 제품을 기대할 수 있다(Kim 등, 2007). 사용되는 겔화제에 따라 펙틴 젤리, 한천 젤리, 젤라틴 젤리, 전분 젤리 등으로 구분되어진다. 조직상 특징으로서 펙틴 젤리는 잘 끊어지면 서 약간의 씹힘성이 있고, 한천 젤리는 더 잘 끊어지면서 약간의 씹힘성이 있고, 젤라틴 젤리는 질기고 씹힘성이 뛰어나며, 전분 젤리는 단단한 조직을 가지고 있어 다양한 소비자의

\*Corresponding author. E-mail : ksyoun@cu.ac.kr, Phone : +82-53-850-3209, Fax : +82-53-850-3209

Received 01 June 2020; Revised 23 July 2020; Accepted 24 July 2020.

Copyright © The Korean Society of Food Preservation.

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

육구를 충족시킬 수 있다(Lee 등, 2010).

식품에서의 물성은 다양한 소비자들의 기호성 충족 및 요구성을 들어줄 수 있는 요소이며, 겔화제 첨가로 인하여 쫄득하거나 혹은 부드러운 물성의 식감 개선뿐만 아니라, 증점제, 안정제, 유화제 등의 다양한 이용가치가 있다. 이러한 겔화제는 젤리 제작뿐만 아닌 묵(Lee와 Koh, 2017), 떡갈비(Jeong과 Kim, 2016), 과편(Kim과 Lee, 2003) 등의 다양한 식품에도 첨가된 연구가 진행되고 있다. 최근에는 식품을 통한 열량 섭취를 감소시키기 위하여 현재 설탕, 포화지방 등을 대체한 무설탕, 무지방, 무열량 식품에 대한 연구들이 진행되고 있다(Rhee, 2010). 닭발 추출 젤라틴을 이용한 샐러드 드레싱으로 마요네즈와 프렌치 드레싱 대체(Shin 등, 2008), 가시파래 첨가 알룰로스 곤약젤리 제조(Kim 등, 2019)와 같은 저열량, 당류 저감화 연구가 이루어지고 있다. 고령자용 젤상식품의 제조 및 특성연구(Han과 Han, 2014), 고령자용 감귤젤리의 품질 특성 연구(Lee 등, 2007) 등 기능성 물질을 첨가한 젤리의 연구뿐만 아니라, 겔화제를 이용하여 부드럽고 씹기 쉬운 물성으로 개량하여 어린이나 노약자용 식품 또는 소비자가 원하는 다양한 식감을 제공하고 있다. 하지만 대체 원료를 이용하여 개발된 식품의 경우, 기존의 식품과는 다른 물성과 특성을 가지는 경우가 많아, 대체 원료에 대한 물성 이해를 통해 기존 식품을 대체하려는 연구가 이루어지고 있어, 다양한 겔화제에 대한 물리적 특성이 주목받고 있다.

젤라틴은 동물의 결합 조직을 구성하고 있는 주요 단백질인 콜라겐을 가열한 후 산과 염기로 가수분해시켜 용출시킨 것으로 가역적인 열특성을 보인다. 젤라틴을 이용한 젤은 용융점이 37°C로 사람의 체온에서 쉽게 녹아 열안정성이 낮지만 부드러운 식감을 나타내므로 젤리, 과자, 푸딩 등 식품의 주원료 및 부원료로 많이 사용된다(Stevens, 2009). 최근 젤라틴 대체를 통한 저열량 식품에 대한 관심 증가, 채식주의자나 종교적 이유로 동물성 단백질인 젤라틴에 거부감을 지닌 사람들을 위한 젤라틴 대체 식품에 관한 연구도 주목을 받고 있다. 젤라틴을 대체할 수 있는 물질로는 펙틴, 변성 전분, 밀가루, 젤란검, 카라기난, 한천 등이 보고되고 있다(Karim과 Bhat, 2008).

카라기난은 해조류인 홍조류로부터 물이나 뜨거운 알칼리 용액으로, 추출한 복합 다당류로 sulfated galactan의 구조이며 황산기의 수와 결합위치에 따라 카파( $\kappa$ ) 카라기난, 아이오타( $\iota$ ) 카라기난, 람다( $\lambda$ ) 카라기난으로 구분한다. 카라기난은 젤 형성능, 점성, 유화 안정성 및 결합성 등을 이용하여 초콜릿 우유의 방지제, 식빵 및 과자류의 조직 보수 및 개량, 화장품 및 식품등의 점도 증강제 등에 이용되고 있다고 보고하였다(Kim 등, 2011).

곤약은 구약감자에서 추출한 다당류이며, 곤약의 주성분인 glucomannan은 난소화성 다당류로서 포도당의 흡수를 억

제하는 기능이 있어 열량이 거의 없는 식품으로 특유의 팽윤성을 가져 포만감을 유지하여 음식물의 과잉섭취를 막아준다. 또한, 곤약은 식품 측면에서는 저장성을 높이고, 정장 및 배변작용의 촉진 등으로 혈청 콜레스테롤을 낮추고, 장내 이물질을 흡착하여 배설해주며, 현대 성인병의 근본 원인인 비만을 방지하는 기능을 가진 식품이다(Choi와 Kim, 2012; Kim 등, 2013).

한천은 해조류인 우뚝가사리에서 추출된 것으로 한천은 다당류인 아가로오스와 적은 양의 아밀로펙틴으로 구성되어 있으며(Imeson, 2009), 식이섬유나 저열량 식품 소재로 많이 이용되고 있다(Do 등, 1998). 한천은 우제류에서 추출한 젤라틴에 대하여 소비자가 갖는 거부감을 해소할 수 있으며, 저열량, 고식이섬유 식품 소재로 비만이 문제시 되고 있는 현대 사회에 지방 및 단백질 대체제로서 높은 가능성을 인정받고 있다(Ryu 등, 2012).

젤리의 경우 첨가하는 다른 부재료에 의해 물성 및 이화학적 영향을 많이 받는 식품으로 부재료가 첨가되지 않고, 겔화제의 물리적 특성 및 이화학적 특성을 확인한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 다양한 겔화제로 젤라틴, 한천, 곤약 및 카라기난을 이용하여 제조한 젤리의 품질 특성을 비교하여 원하는 목적에 맞는 겔화제를 사용하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 연구에 사용한 겔화제는 젤라틴(Daejung, Siheung, Korea), 카라기난(ES food ingredients, Manila, Philippines), 곤약(Miryangagar, Miryang, Korea), 한천(Samchun, Pyeongtaek, Korea)을 구입하여 사용하였다.

### 젤리 제조

젤리의 제조는 예비실험을 통하여 겔화제 종류에 따라 젤이 형성되는 최적 농도를 설정하였으며, 최적 농도는 각각 젤라틴 3.5%, 카라기난 2%, 곤약 1.5% 및 한천 2.5%(w/w)로 하였다. 증류수 200 mL를 80°C water bath(WB-11, DAIHAN Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)에서 중탕하여 겔화제를 녹인 후 5분간 교반하였다. 완전히 용해된 후에는 일정한 크기의 틀(60 mm×60 mm×20 mm)에 넣고 상온에서 30분간 방냉한 후, 4시간 동안 4°C 냉장고에서 굳힌 후 실험에 사용하였다.

### 색도 측정

색도는 색차계(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이

용하여 밝기를 나타내는 L값(lightness), 적색도를 나타내는 a 값(redness), 황색도를 나타내는 b값(yellowness)을 각각 측정하였다.

### pH 및 가용성 고형분 측정

젤리의 pH 및 가용성 고형분 측정은 시료 3 g을 취해 30 mL의 증류수를 가한 후 homogenizer(Nissei AM-12, Nohon seiki Co, Tokyo, Japan)로 10,000 rpm에서 10분간 마쇄한 다음 3000 rpm에서 20분간 원심분리하여 상등액을 pH meter (S220, Mettler Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)와 굴절 당도계(N1, Atago, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

### 조직감 측정

젤리의 물성은 Rheometer(Compac-100, Sun Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 2회 압착시험을 통해 경도(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 씹힘성(chewiness)을 측정하였다(Lee 등, 2013). 측정조건은 시료를 20×20×20 mm<sup>3</sup>으로 절단하여 시료로 사용하였으며, 지름이 15 mm인 adaptor를 부착하여 table speed 120 mm/min, compression ratio를 30%, sample moves 10 mm로 설정하여 반복횟수는 6회로 하였다.

### 투명도 측정

젤리의 투명도는 Eun 등(2005)의 실험방법을 변형하여 측정하였다. 완성된 젤을 30℃에서 30분간 열을 가한 후 졸(sol) 형태에서 spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)을 이용하여 500 nm에서 측정하였다.

### 붕괴율 측정

젤리의 안정성을 측정하기 위하여 젤의 붕괴율은 시료 젤을 100 mL의 비이커에 50 g씩 주입하고, 5℃에서 3시간 냉각하여 겔화한 것을 젤리의 붕괴율 측정시료로 사용하였다. 붕괴율 측정온도는 water bath(WB-11, DAIHAN Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea) 40℃에서 10분간 둔 후 젤을 비커에서 꺼내어 6 mesh 금속망에 올려놓아 30초간 분리한 졸의 중량을 측정하여 젤 전체 중량에 대한 중량백분율을 붕괴율(%)로 하였다(Kawamura와 Takayanagi, 1989).

### 이수율 측정

이수율은 Park과 Kim(2010)의 실험을 참고하여 측정하였다. 저장 기간에 따른 젤리의 이수율은 일정한 크기(2×2 cm<sup>3</sup>)로 자른 시료를 petri dish에 각각 담아 5℃에서 5일간

저장하면서 24시간 간격으로 측정하여 다음 식으로부터 이수율을 구하였다.

$$\text{Syneresis (\%)} = \frac{\text{Weight of separated liquid (g)}}{\text{Weight of gel (g)}} \times 100$$

### 융해온도 및 응고온도 측정

젤리의 융해온도 및 응고온도는 Shimada 등(1993)의 방법을 이용하여 측정하였다. 융해온도는 내경 1.2 cm의 시험관에 시료졸을 5 mL씩 주입하고, 겔화할 때까지 5℃에서 3시간 유지한 후 25℃의 water bath(WB-11, DAIHAN Scientific Co., Ltd.) 에서 온도를 증가시켜 0.5℃ 상승 시마다 시험관을 거꾸로 세워 젤의 표면이 융해하기 시작하는 온도를 융해온도로 하였다. 시료졸 5 mL를 내경 1.2 cm의 시험관에 준비하고, 70℃의 water bath에서 30분간 유지시킨 후 온도를 저하시켰다. 온도가 0.5℃ 감소할 때마다 시험관을 하나씩 꺼내어 옆으로 누워 3초 후의 이동거리를 측정하여 이동거리가 2 mm일 때의 water bath 온도를 응고온도로 하였다. 상기 방법으로 젤의 응고온도를 측정시 온도가 저하하여 응고온도에 가까워 돌의 점도가 증가하여 유동하기 어려워진다. 이 측정법에서는 water bath의 온도를 측정온도로 하였기 때문에 실제의 응고온도와는 차이가 있다. 따라서 시험관벽에 가까운 부분은 응고되어 이동거리가 0 cm이나, 중심부는 아직 졸 상태인 2 mm 이동 시의 온도를 응고온도로 하였다.

### 통계처리

모든 실험은 3회 반복으로 행하여 평균치와 표준편차로 나타내었고, 유의성 검증은 IBM SPSS Statistics 19(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 Duncan's multiple range test를 행하였다.

## 결과 및 고찰

### 겔화제 종류에 따른 젤리의 색도

색도는 젤리의 기호성에 해당하는 외관에 영향을 주는 부분으로 부재료 첨가로 영향을 가장 많이 받는 특성이다. 이번 실험에서 제조된 젤리의 색도는 Table 1과 같다. 색의 밝기를 나타내는 L값은 곤약 57.14, 카라기난 54.39, 젤라틴 51.43 및 한천 46.36 순으로 곤약이 가장 높은 밝기를 가지며, 이와 반대로 한천이 가장 낮은 밝기를 가진다. 적색도를 나타내는 a값은 곤약 1.30, 젤라틴 0.80, 카라기난 1.04, 한천 1.02로 겔화제 종류에 따른 큰 차이가 나타나지 않았다. 황색도를 나타내는 b값은 젤라틴 4.31로 가장 높은 황색도 값을 나타내었다. Kim 등(2017)의 젤라틴 함량에 따른 북어육수 젤리의

**Table 1. Color values of jelly prepared with different gelling agents**

Sample	Color value		
	Lightness (L*)	Redness (a*)	Yellowness (b*)
Gelatin	51.43±0.31 <sup>c1)</sup>	0.80±0.020 <sup>b</sup>	4.31±0.22 <sup>a</sup>
Carraggenan	54.39±0.42 <sup>b</sup>	1.04±0.30 <sup>ab</sup>	0.12±0.15 <sup>b</sup>
Konjac	57.14±0.52 <sup>a</sup>	1.30±0.23 <sup>ab</sup>	-3.03±0.15 <sup>d</sup>
Agar	46.36±0.27 <sup>d</sup>	1.02±0.02 <sup>ab</sup>	-0.73±0.03 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

색도 변화에서 젤라틴 함량이 증가할수록 b값이 증가하는 경향을 나타내었으며, Jung과 Kim(2016)의 연구에서 돈피에서 추출한 젤라틴은 황색을 띄고 있다고 보고하였다.

### 겔화제 종류에 따른 pH 및 가용성 고형분

각 겔화제별 pH 및 가용성 성분은 Table 2와 같다. 곤약과 카라기난, 한천은 pH 7에 가까운 중성이며, 젤라틴의 경우 6.38로 약산성으로 나타났다. Do 등(1998)의 우뚝가사리로 부터 추출한 한천은 pH 6.85-8.11로 추출시 사용한 수산화나트륨 농도(0-8%)가 pH에 영향을 미친다는 것으로 보고하였다. Jeon과 Lee(2019)의 연구에 따르면 설탕만을 첨가한 곤약 젤리의 pH는 5.27로 나왔으나, 본 실험은 7.01로 더욱 높은 결과가 나타났다. 가용성 고형분은 젤리를 제조시 겔화제

와 증류수를 제외하고 첨가하지 않아 낮은 함량을 보이며, 한천의 경우는 고형분 값이 나타나지 않았다. Ryn 등(2012) 당도는 가용성 고형분의 굴절률을 측정하는 원리를 사용하기 때문에 젤라틴과 한천 또한 굴절률을 가져 당도 측정시에 영향을 끼칠 수 있다고 보고하였으나, 본 실험에서 사용한 겔화제는 당도가 모두 낮게 나타나, 부재료 및 기능성 물질 첨가 시 큰 영향을 미치지 않을 것으로 판단된다.

### 겔화제 종류에 따른 텍스처

텍스처는 식품을 가장 잘 날타낼 수 있는 특성으로 겔화제 별로 각 특징적인 차이가 존재한다. 본 실험에서는 경도, 탄력성, 응집성, 씹힘성의 텍스처 특성을 확인하고자 겔화제를 달리한 젤리의 텍스처 결과는 Table 3과 같다. 경도는 한천이 3,511.17 g/cm<sup>2</sup>로 가장 높게 나타났으며, 카라기난 773.18, 곤약 590.93 및 젤라틴 175.13 g/cm<sup>2</sup> 순으로 젤라틴에서 가장 낮은 경도를 나타내어 부드러운 특성을 가지는 것으로 확인하였다. 이는 단단한 물성의 젤리를 만들기에는 한천이 적합하며, 부드러운 식감의 젤리를 만들기에는 젤라틴이 적합하다고 사료된다. 탄력성은 젤라틴이 100.46%로 가장 높은 탄력성을 가지고 있으며, 곤약 95.68%으로 젤라틴과 유사한 값을 가지는 반면, 카라기난 79.31%, 한천 78.05%로 비교적 탄력성이 낮게 나타났다. 응집성은 젤라틴이 96.09%로 가장 큰 응집성을 나타내며, 곤약 > 카라기난 > 한천 순으로 낮은 응집성을 가진다. 씹힘성은 곤약이 269.00 g으로 가장 높은 값을

**Table 2. pH and soluble solids content of jelly prepared with different gelling agents**

Sample	pH	Soluble solids content (°Brix)
Gelatin	6.38±0.00 <sup>d1)</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>
Carraggenan	7.03±0.00 <sup>b</sup>	0.13±0.09 <sup>a</sup>
Konjac	7.01±0.00 <sup>c</sup>	0.20±0.00 <sup>a</sup>
Agar	7.70±0.00 <sup>a</sup>	0.00±0.00 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

**Table 3. Textural properties of jelly prepared with different gelling agents**

Sample	Hardness (g/cm <sup>2</sup> )	Springiness (%)	Cohesiveness (%)	Chewiness (g)
Gelatin	175.13±3.67 <sup>d1)</sup>	100.46±2.00 <sup>a</sup>	96.09±3.64 <sup>a</sup>	117.52±4.69 <sup>d</sup>
Carraggenan	590.93±17.76 <sup>c</sup>	79.31±2.19 <sup>b</sup>	61.49±2.53 <sup>c</sup>	251.71±15.12 <sup>b</sup>
Konjac	773.18±113.67 <sup>b</sup>	95.68±1.28 <sup>a</sup>	78.62±3.60 <sup>b</sup>	296.00±34.46 <sup>a</sup>
Agar	3,511.17±103.92 <sup>a</sup>	78.05±7.88 <sup>b</sup>	13.69±4.02 <sup>d</sup>	184.19±52.02 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences (p<0.05).

가지며, 카라기난, 한천, 젤라틴 순으로 높은 응집성을 나타내었다. 카라기난, 곤약 및 한천 겔화제는 당류복합체로 인체에 유용한 생리작용 및 기능성이 알려진 식이섬유로서 기능성을 부여할 수 있는 소재로 기능성 겔상 식품을 제조할 수 있다(Byun 등, 2000; Lee 등, 2003). Ryn 등(2012)의 실험에서 가장 부드러운 질감의 젤라틴이 단단한 한천과 동일한 경도가 되려면 젤라틴의 양이 약 6배 정도가 필요하다고 하였으며, 동일한 경도의 젤라틴과 한천에서는 응집성, 부착성, 씹힘성이 젤라틴이 한천보다 높다는 것을 확인할 수 있었다. 또한, Kang(2004)의 연구에서는 카라기난과 한천으로 제조한 겔의 물리적 특성을 비교한 연구에서 카라기난의 함량이 줄어들고, 한천의 함량이 많아질수록 응집성, 씹힘성, 탄성이 감소한다고 보고하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다. Lee 등(2003)의 알로에 겔상 식품의 제조특성 모니터링에서 곤약과 카라기난을 함께 겔화제로 사용할 때 둘 다 적거나 많이 첨가하는 것으로 너무 약하거나 강한 물성을 만들어 좋은 조직감을 형성하기 어렵다고 보고하였으며, 카라기난의 함량이 높아도 딱딱하지 않는 범위에서 곤약이 적당히 함유되어 쫄쫄쫄쫄한 물성을 가지는 것으로 나타났다. 카라기난을 사용한 백년초 젤리 연구결과에서 발효액 농도가 높을 때 경도가 가장 높게 나타났으며(Son 등, 2005), 반대로 한천을 사용한 복분자를 첨가한 젤리 연구결과에서는 복분자 추출액 농도가 낮을 때 가장 높게 나타났으며(Yu 등, 2008). 이는 겔화제로 사용한 카파 카라기난과 한천의 차이 외에도 젤리 형성 시 다리역할을 하는 칼슘 등의 무기질 함량 차이에 따른 것이며, 첨가물질의 유기산에 의해서도 물성의 차이가 나타난다고 보고하였다. 따라서 겔 형성은 pH나 염의 존재에 의하여 물성에 많은 영향을 받는다는 것을 확인할 수 있다(Hwang과 Choi, 1997).

### 투명도 및 붕괴율

겔화제 종류에 따른 젤리의 투명도 및 붕괴율은 Table 4에 나타내었다. 투명도는 겔화제의 불투명성을 확인하는 실험

**Table 4.** Transparency and melting down rate of jelly prepared with different gelling agents

Sample	Transparency (OD)	Melting down rate (%)
Gelatin	0.078±0.002 <sup>d1)</sup>	91.31±3.65 <sup>a</sup>
Carragenan	0.199±0.002 <sup>b</sup>	0.11±0.01 <sup>b</sup>
Konjac	0.093±0.001 <sup>c</sup>	0.63±0.25 <sup>b</sup>
Agar	0.788±0.009 <sup>a</sup>	0.08±0.04 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p < 0.05$ ).

로 외관에 영향을 주는 요인이다. 졸 상태에서의 투명도는 한천이 0.788로 가장 불투명한 값을 보였으며, 카라기난 0.199, 곤약 0.093, 젤라틴 0.078 순으로 투명도가 높게 나타났다.

붕괴율은 만들어진 겔의 구조에서 열에 대한 안정성을 측정하기 위하여 진행되는 실험으로, 본 실험에서는 젤라틴이 91.31%로 붕괴율이 높아 열에 대한 불안정성이 나타났다. 곤약, 카라기난 및 한천에서는 유의적 차이가 나타나지 않았으며, 40°C에서의 겔 붕괴는 일어나지 않아 젤라틴에 비해 열에 대한 안정성이 높은 것으로 나타났다. 이는 Kawamura와 Takayanagi(1989)의 카라기난과 젤라틴 혼합겔의 특성 연구에 따르면 카라기난 혼합비율이 높을수록 고온에서도 붕괴가 잘 일어나지 않으며, 고온에서 젤라틴분자의 가교가 소실되어도 카라기난 분자는 안정된 망상구조를 유지하여 졸로된 젤라틴 분자를 포함한 채 겔 형태를 유지하고 있기 때문이라고 보고하여, 겔화제를 혼합하여 사용하였을 때 각 겔화제의 단점을 보완할 수 있을 것이라고 사료된다.

### 이수율

이수율은 젤리를 이루고 있는 망상구조가 시간이 경과함에 따른 수축으로 인해 그 사이를 메꾸고 있는 수분이 밀려나오는 현상을 말하며, 적당한 이수율은 젤리의 맛과 품질에 영향을 주게 된다(Eun 등, 2005). 겔 형성시 결합부분이 약할 경우, 겔의 강도가 충분하지 못하여 내부의 물이 외부로 쉽게 유출된다(Hwang과 Choi, 1997). 겔화제별 이수율은 Table 5와 같이 시간이 지날수록 이수율이 낮아지는 것을 확인할 수 있으며, 카라기난의 젤리에서 이수율이 가장 높은 것을 확인할 수 있다. 곤약과 젤라틴, 한천은 유의적으로 차이가 없으며, 또한 한천은 셋째날부터 이수율이 나타나지 않았다. Thomas(1997)에 연구에 따르면 카라기난은 구조에 따라 이수현상에 차이가 있어 카파( $\kappa$ )형은 이수현상이 나타나지만, 아이오타( $\iota$ )와 람다( $\lambda$ )형은 이수현상이 없다고 하였으며, Wustenberg(2015)은 한천의 겔 내부는 물을 잘 가두어 이수현상이 낮다고 보고하여 본 실험 결과와 유사하게 나타났다.

### 용해온도 및 응고온도

겔화제를 이용하여 겔을 제조할 때 쉽게 겔화가 일어나고, 온도가 올라가도 겔이 잘 녹지 않는 성질은 겔을 취급할 때 중요한 요소이다. 각 겔화제별 겔화가 일어나는 응고온도와 겔이 녹기 시작하는 용해온도를 측정하여 Table 6에 나타내었다. 용해온도는 겔상태의 젤리에서 표면이 녹아 흐르는 상태가 되었을 때 온도를 나타냈으며, 한천이 82.17°C로 가장 높은 온도에서의 용해가 되는 것을 확인하였다. 곤약과 카라기난은 각각 51.67°C와 55.67°C의 온도에서 용해되었고, 젤라틴은 29.00°C에서 용해되는 것으로 나타났다.

**Table 5. Syneresis of jelly prepared with different gelling agents during storage at 5°C**

Sample	Syneresis (% , days)				
	1	2	3	4	5
Gelatin	0.83±0.21 <sup>b1)</sup>	0.28±0.12 <sup>b</sup>	0.30±0.22 <sup>b</sup>	0.30±0.22 <sup>b</sup>	0.27±0.39 <sup>bc</sup>
Carragenan	14.30±1.80 <sup>a</sup>	9.30±0.36 <sup>a</sup>	6.09±3.12 <sup>a</sup>	6.09±3.12 <sup>a</sup>	1.81±0.50 <sup>a</sup>
Konjac	1.23±0.52 <sup>b</sup>	0.84±0.72 <sup>b</sup>	1.04±0.27 <sup>b</sup>	0.97±0.43 <sup>b</sup>	0.99±0.16 <sup>b</sup>
Agar	0.27±0.30 <sup>b</sup>	0.04±0.06 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>b</sup>	0±0.00 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p<0.05$ ).

**Table 6. Melting and gelling temperature of jelly prepared with different gelling agents**

Sample	Melting temperature (°C)	Gelling temperature (°C)
Gelatin	29.00±0.00 <sup>d1)</sup>	16.33±0.24 <sup>c</sup>
Carragenan	55.67±0.94 <sup>b</sup>	35.83±0.24 <sup>a</sup>
Konjac	51.67±0.47 <sup>c</sup>	30.33±0.47 <sup>b</sup>
Agar	82.17±0.24 <sup>a</sup>	36.17±0.24 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are mean±SD of triplicate determinations. Different superscripts within a column indicate significant differences ( $p<0.05$ ).

응고온도는 졸 상태에서 표면의 움직임이 2 mm 이상 차이가 나지 않을 때를 응고온도로 측정하였다. 한천, 카라기난, 곤약 및 젤라틴은 각각 36.17, 35.83, 30.33 및 16.33°C 순서로 나타났으며, 젤라틴은 상온에서는 응고되지 않는 특성을 나타내는 것으로 확인하였다. 젤리의 용해에 있어서 젤라틴은 사람의 온도인 37°C 이하의 용해온도를 가져 입안에서 녹는 듯한 성질을 가지고 있는 것을 확인하였다. 한천의 경우, 용해온도와 응고온도가 높아 열에 대하여 안정성을 가지고 있음을 확인할 수 있었으며, Kim 등(1997)에 따르면 일반한천의 경우 80°C에서 용해가 급격히 증가하며, 응고점은 40.52°C로 본 실험결과와 유사하게 나타났다. 카라기난의 경우, Lee 등(2007)에 따르면 본 실험과 달리 카라기난이 한천보다 응고온도 및 용해온도가 더 높은 온도범위로 나타났는데, 이는 부재료로 첨가된 설탕 등의 당류가 카라기난과 한천의 겔 구조망에 안정적으로 들어가 응고온도 및 용해온도에 영향을 미쳤다고 판단된다.

## 요 약

겔형 식품의 물성을 조절하기 위하여 겔화제 종류에 따른 젤리의 품질 특성을 비교 분석하였다. 겔화제의 종류에 따른 젤리의 pH는 젤라틴에서 가장 낮게 나타났으며, 색도의 경우

L값 및 a값 모두 곤약에서 가장 높게 나타났으며, b값은 젤라틴에서 가장 높은 값을 나타내었다. 젤리의 텍스처 특성 중 경도는 한천, 곤약, 카라기난, 젤라틴 순으로 낮아지는 경향을 나타냈으며, 탄력성과 응집성은 젤라틴에서 가장 높게 나타났고, 씹힘성은 곤약이 가장 높은 값을 나타내었다. 붕괴율은 젤라틴에서 91.31%로 가장 높게 나타났으며, 카라기난, 곤약 및 젤라틴에서는 1% 미만의 붕괴율을 나타내 큰 차이를 가지는 것을 알 수 있었다. 투명도는 한천 졸 상태에서 불투명도가 높았으며, 젤라틴 졸 상태에서 투명도가 높았으며, 이수율은 모든 겔화제에서 시간이 지날수록 감소하였다. 용해온도 및 응고온도는 젤라틴에서 가장 낮은 온도를 나타내어 열에 불안정한 특성을 보였으며, 한천에서 열에 안정적인 특성을 갖는 것을 확인하였다. 이와 같은 연구결과는 겔형 식품 제조뿐만 아니라 물성 개량을 위한 소재로서 가공목적으로 따른 겔화제 선정시 도움이 될 것으로 기대된다.

## 감사의 글

본 논문은 2019년도 대구가톨릭대학교 교내연구비 지원에 의한 것으로 감사드립니다.

## Conflict of interests

The authors declare no potential conflict of interest.

## ORCID

Yu Mi Kim <https://orcid.org/0000-0002-9379-2291>

Kwang-Sup Youn <https://orcid.org/0000-0001-7451-0554>

## References

Byun MW, Ahn HJ, Yook HS, Lee JW, Kim DJ. Quality evaluation of jellies prepared with refined dietary fiber

- from ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. J Korean Soc Food Sci Nutr, 29, 64-67 (2000)
- Choi JE, Lee JH. Quality and antioxidant property of gelatin jelly incorporated with jujube concentrate. Food Eng Prog, 18, 65-69 (2014)
- Choi SH, Kim SM. Quality properties of giant squid (*Dosidicus gigas*) surimi-based product manufactured with *Amorphophallus konjac* flour. Korean J Food Sci Technol, 44, 422-427 (2012)
- Do JR, Park JH, Jo KS. A manufacturing technique of agar with strong gelling ability from *Gelidium amansii*. J Korean Fish Soc, 31, 673-676 (1998)
- Eun YR, Chol BS, Park GS. Physicochemical and sensory quality characteristics of mango-jelly added with antler powder. Korean J Food Cookery Sci, 21, 859-866 (2005)
- Han JS, Han JA. Preparation and characterization of gel food for elderly. Korean J Food Sci Technol, 46, 575-580 (2014)
- Hwang JK, Choi MJ. Physical properties of food and hydrocolloids. Food Industry and Nutrition, 2, 41-50 (1997)
- Imeson A. Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. John Wiley and Sons, Ames, IA, USA, p 31-49 (2009)
- Jeon JE, Lee IS. Effects of adding green grape juice on quality characteristics of konjak jelly. J Korean Soc Food Cult, 34, 629-636 (2019)
- Jeong HG, Kim HY. Development of Tteokgalbi added with pig skin gelatine powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 45, 1147-1152 (2016)
- Kang MH. Sensory evaluation and mechanical properties of jellies made by adding different jelling agent ratio in Sypjeondaebob extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr, 33, 1685-1688 (2004)
- Kawamura F, Takayanagi S. The properties of gelatin gel and sol mixed with carrageenan (part 1) effect of mixing ratio on the properties. J Cookery Sci Jpn, 22, 147-151 (1989)
- Kim AJ, Yuh CS, Bang IS, Park HY, Lee GS. An investigation the preparation and physicochemical properties of Oddi jelly using mulberry fruit powder. Korean J Food Nutr, 20, 27-33 (2007)
- Kim DH, Kim SJ, Kim MR. Physicochemical properties and antioxidant activities of allulose konjac jelly added with *Enteromorpha prolifera*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 48, 967-976 (2019)
- Kim EM, Lee HG. Development of lemon pyun by the addition of various gelling agents. Korean J Soc Food Cookery Sci, 19, 772-776 (2003)
- Kim HG, Kim OD, Son HJ. Physicochemical and rheological properties of agar by physical treatment. Korean J Food Nutr, 10, 228-233 (1997)
- Kim JH, Kim YH, Kim SK, Kim BW, Nam SW. Properties and industrial applications of seaweed polysaccharides-degrading enzymes from the marine microorganisms. Korean J Microbiol Biotechnol, 39, 189-199 (2011)
- Kim SK, Kim SW, Noh SJ, Kim YJ, Kang JH, Lee SC. Qualities of konjac containing tunic extract from *Styela clava*. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 410-414 (2013)
- Lee EJ, Koh BK. Quality properties of rice Mook with the addition of gelling agents. Korean J Food Cook Sci, 33, 87-93 (2017)
- Lee GD, Kim SK, Kwon DY, Park SR. Monitoring the manufacturing characteristics of aloe gel-state food. J Korean Soc Food Sci Nutr, 32, 89-95 (2003)
- Lee JE, Choi EJ, Oh MS. Studies on quality characteristics of Jeju mandarin orange jelly for the aged. Korean J Food Culture, 22, 475-481 (2007)
- Lee JY, Yoon HY, Kim MR. Quality characteristics of jelly with black garlic. Korean J Food Culture, 25, 832-838 (2010)
- Lee KY, Lee JW, Han YS, Yoon HG, Ko SH. Quality characteristics of jelly using the Tarak, traditional fermented milk. Korean J Food Cookery Sci, 29, 599-603 (2013)
- Park JH, Kim EM. Changes in the quality characteristics of mung bean starch jelly with white lotus (*Nelumbo nucifera*) root powder added. Culi Sci Hos Res, 16, 180-190 (2010)
- Ryu JN, Jung JH, Lee SY, Ko SH. Comparison of physicochemical properties of agar and gelatin gel with uniform hardness. Food Eng Prog, 16, 14-19 (2012)
- Shimada R, Kumeno K, Akabane H, Nakahama N. Gelation and melting of a mixed carrageenan-gelatin gel. J Home Econ Jpn, 44, 999-1005 (1993)
- Son MJ, Whang K, Lee SP. Development of jelly fortified with lactic acid fermented prickly pear extract. J Korean Soc Food Sci Nutr, 34, 408-413 (2005)
- Thomas WR. Carrageenan. In: Thickening and Gelling Agents for Food. Imeson A (Editor), Blackie Academic

- & Professional, London, UK, p 30-31 (1997)
- Wustenberg T. Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications. Wiley-VCH, Weinheim, Germany, p 2-6 (2015)
- Yu OK, Kim JE, Cha YS. The quality characteristics of jelly added with Bokbunja (*Rubus coreanus* Miquel). J Korean Soc Food Sci Nutr, 37, 792-797 (2008)