

복어육수 젤리의 저장 중 색도 및 물성의 변화

†김계영 · 박인식 · 김성훈*

동아대학교 식품영양학과, *영산대학교 동양조리학과

Changes of Color and Texture during Storage of Puffer Fish Stock Jelly

†Gye Yeong Kim, Inshik Park and Sung Hun Kim*

Dept. of Food Science and Nutrition, Dong-A University, Busan 49315, Korea

*Dept. of Oriental Cuisine & Culinary Art, Yongsan University, Busan 48015, Korea

Abstract

This study was conducted to investigate the effect of gelatin concentration and storage on color and texture of puffer fish stock jelly. Puffer fish stock jelly was prepared by adding various amounts (2.5~10 percent) of gelatin to puffer fish stock. Color changes of puffer fish stock jelly were also investigated during storage at 4°C and 25°C with varying amount of gelatin (2.5~10.0 percent). Regardless of storage temperature, the L values of puffer fish stock jelly were slightly increased, while a values of the stock jelly were negatively decreased during storage. However, L and negative b values were decreased with increasing gelatin concentration, whereas a values were increased negatively with increasing gelatin concentration. The texture profiles of puffer fish stock jelly such as hardness, springiness, cohesiveness adhesiveness, chewiness and brittleness were determined during storage at 25°C and 4°C at various intervals. The hardness, chewiness and brittleness were increased during storage at 25°C for four days, while those of springiness and cohesiveness were decreased during storage. However, the values of all textural parameters were increased with increasing gelatin concentration in puffer fish stock jelly. Patterns of textural parameters of puffer fish stock jelly stored at 4°C were practically identical to those stored at 25°C.

Key words: puffer fish stock, gelatin, color, texture, jelly

서 론

젤라틴은 동물의 결합조직을 이루고 있는 주요 단백질인 콜라겐을 가열한 후에 산과 염기로 가수분해하여 생성한 유도단백질로 사람의 체온에서 쉽게 녹는 부드러운 질감을 가진다(Song & Park 2000). 젤라틴은 육즙과 같은 냄새와 맛을 가진 분말로 찬물에는 천천히 팽윤하여 젤라틴 무게의 5~10배의 가량의 물을 흡수한다. 젤라틴은 35°C 이상에서는 젤리 형태로 존재하며, 젤리의 강도는 젤라틴의 농도가 클수록, 분자량이 클수록 커진다(Song & Park 2000). 젤라틴은 젤리, 과자, 푸딩 등 식품의 주, 부재료로 널리 사용되며(Bourne M 2002), 젤라틴 100 g에는 350~450 kcal의 열량을 지니는 동

물성 식품재료이다(Stevens P 2009). 젤리는 과채류의 즙에 당과 젤화제를 혼합하여 농축, 성형한 것이다(Park & Joo 2006). 젤리는 사용되는 젤화제에 의하여 물성이 결정되며, 펙틴 및 한천 젤리는 씹힘성은 있으나 잘 끊어지며, 젤라틴 젤리는 씹힘성과 질감은 있으나, 입안에서 부드러움은 떨어진다(Kim 1999).

천연식품을 이용하여 제조한 젤리에 관한 연구로는 젤라틴과 펙틴을 서로 다른 비율로 첨가하여 복분자젤리를 제조하고, 제조된 복분자젤리에 대한 이화학적 특성 및 관능적 특성(Jin 등 2010), 돌나물 즙을 첨가한 젤라틴 젤리의 제조 및 품질 특성에 관한 연구(Mo 등 2007), 유자의 펙틴과 유자내의 다량 존재하는 산을 이용한 유자 펙틴 젤리를 기본구조로

† Corresponding author: Gye Yeong Kim, Dept. of Food Science and Nutrition, Dong-A University, Busan 49315, Korea. Tel: +82-51-200-5655, E-mail: tkrtmvl44@hanmail.net

하여 기계적 물성과 기호성이 높은 젤리의 제조 등이 있다 (Kim IC 2009).

동물성 식품을 기피하는 채식주의자들은 젤라틴을 대체하는 젤화제를 선호하며, 젤라틴을 대체할 수 있는 젤화제는 펙틴, 변성전분, 밀가루, 젤란검, 카라기난, 한천 등이 보고되고 있다(Karim & Bhat 2008). 최근 젤라틴과 한천으로 동일한 견고성의 젤리를 만든 후에 이화화적인 특성을 비교한 연구가 발표되었다(Ryu 등 2012).

복어는 고단백 식품으로 영양적으로 우수하며, 핵산관련 물질인 IMP도 풍부하여 식미가 우수하여 식품으로 수요가 많다. 복어는 우리나라 및 일본 연근해에 40여종이 서식하고 있으며, 주로 식품으로 이용되는 복어류는 황복, 참복, 자주복, 까치복, 밀복, 복섬, 은복, 검복 및 줄복 등 10여종이 있다(Yun 등 2009). 복어에 관한 연구는 주로 복어가 지니는 독성(Jang 등 2003; Jeon 등 2000; Jeong 등 1994), 복어 육과 껍질 농축물의 이화학적 특성(Kim 등 2010), 복어의 정미성분(Yun 등 2009), 저장 중 식품성분, 물성 및 관능적 특성(Mun 등 2012a; Mun 등 2012), 복어 분말첨가 국수(Park 등 2013) 등이 있다.

육수는 고기국물을 의미하는 것으로 다양한 재료를 사용하여 육수가 개발되고 있다. 육수의 재료로는 멸치, 닭, 가다랑어, 양지머리, 새우, 다시마, 버섯, 조개 등이 가장 많이 사용되고 있다(Kim & Park 2013). 일식요리에서는 복어 육수에 젤라틴을 첨가하여 제조하는 복어젤리인 니코고리(にこごり)라는 복어육수의 맛과 풍미가 농축되어 특유한 맛을 내는 메뉴가 있다. 육수에 젤라틴을 첨가하여 고형화하는 요리에는 다양하게 있으나, 일식에는 전체요리 등에 사용된다(Sung GH 2008). 복어젤리는 복어육수를 젤리화 함으로써 육수의 사용 기간을 연장할 수 있으나, 기간에 따른 품질특성에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구는 복어육수를 이용하여 복어육수 젤리를 제조하고, 육수젤리의 저장 중 물성 및 색도변화에 미치는 효과에 관한 연구를 수행하여 복어육수의 이용을 증대시키기 위하여 시도되었다.

재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 복어는 부산광역시 농수산물시장에서 검은 밀복(*Lafiocephalus gloveri* Abe it Tabeta)을 구입하여 사용하였으며, 젤라틴 가루는 삼미산업 제조의 이슬나라(전주시/한국)에서 구입하였다.

2. 복어 육수의 제조

냉동복어를 해동하고 독을 제거한 후, 뼈(몸, 머리)만 모아

서 독성을 제거하기 위하여 끓는 물에서 잠깐 데친 후, 즉시 얼음물에 담근 후 육수제조 재료로 이용하였다. 복어 뼈(380 g)는 물 1.5 L에 넣어서 열탕 하였으며, 끓기 시작하면 불을 줄여서 5분간 계속 열탕하고 거품을 제거하였다. 그리고 얼음물로 실온과 동일한 온도로 냉각하고 여과한 후, 11,750 × g에서 10분간 원심분리하고 상등액을 본 실험의 재료로 사용하였다.

3. 육수 젤라틴 젤리의 제조

복어육수의 젤리의 제조는 육수 100 mL에 젤라틴 분말을 2.5, 5.0, 7.5 및 10 g을 첨가하고, 2분간 가열하여 젤라틴 분말을 용해시켰다. 가열 후 생성된 젤라틴 젤리는 냉장고에서 1시간 굳힌 후, 지름 3 cm, 높이 1 cm의 원통형 조직배양 용기에 넣어서 4 및 25°C에서 보관하며 젤리의 물성을 측정하였다.

4. 색도 측정

젤라틴의 농도를 다양하게 첨가하여 제조한 복어육수 젤리를 25°C와 4°C에서 4일간 저장하면서 저장기간에 따른 색의 변화는 색차계(JC801S, Juki, Tokyo, Japan)를 사용하여 명도 L 값, 적색도 a 값, 황색도 b 값을 각 시료 당 3회 반복 측정하였으며, 사용된 calibration plate의 L 값은 91.82, a 값은 0.18, b 값은 2.92이었다.

5. 물성 측정

젤리의 물성 특성 측정은 Texture Analyser Rheometer(Compac-100 II, Sun Scientific Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 시료는 직경 3 cm, 두께 1 cm의 원통형으로 제조한 후, 30분 후에 2회 반복 압착실험(two-bite compression test)으로 견고성(hardness), 탄력성(springiness), 응집성(cohesiveness), 씹힘성(chewiness), 깨짐성(brittleness)을 3회 반복 측정하였으며, 이때 물성의 측정 조건은 Table 1에 나타내었다. 사용한 adapter는 직경 50 mm인 1번을 사용하였다.

6. 통계분석

본 실험에서 얻은 결과는 SPSS 통계프로그램(version 20)을 이용하여 처리하였다. 각 측정치의 평균과 표준편차를

Table 1. Measurement condition of rheometer

Measurement	Condition
Test speed	60 mm/min
Trigger	2 kg
Sample height	10 mm
Adapter number, diameter	1, 50 mm
Sample compressed	50%

구하고, 그룹 간 비교를 위하여 one-way analysis of variance (ANOVA)와 Duncan's multiple-range test를 실시하였으며, 통계적 유의수준은 $p < 0.05$ 로 설정하였다.

결과 및 고찰

1. 복어육수 젤리의 저장 중 색도 변화

복어육수에 젤라틴을 2.5~10.0%로 다양하게 첨가하여 각각의 젤라틴의 농도가 다른 복어육수 젤리를 제조하고, 이것의 색도를 색차계를 이용하여 L, a 및 b 값을 측정하였다 (Table 2). 명도 값인 L에서 흰색은 100이고, 검정색은 0으로 L 값의 감소는 육수의 색이 검정색이 증가함을 의미한다. a 값의 증가는 적색이 증가를 나타내며, a 의 음수 값의 증가는 녹색이 증가를 의미한다. b 값의 증가는 황색이 증가를 나타내고, b 음수 값의 증가는 청색이 증가함을 의미한다. 육수젤리는 젤라틴의 농도가 증가할수록 L은 유의적으로 감소하였으므로, 명도는 첨가하는 젤라틴의 양이 증가할수록 감소하였다. 첨가하는 젤라틴의 농도가 증가할수록 a 음수 값은 증가하고, b 음수 값은 감소하였으므로, 육수 젤리는 젤라틴의 양이 증가할수록 녹색도가 증가하고, 청색도는 감소하였다. 복어 육수 젤리를 25°C에서 72시간 저장기간 중에 색도의 변화는 젤라틴의 농도에 관계없이 저장기간에 따라서 증가하

는 경향을 나타내었다 (Table 2). 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 a 음수 값의 변화는 저장 24시간 후에는 초기에 비하여 차이가 없었으나, 48시간 및 72시간에는 감소하였다. 이러한 경향은 젤라틴을 5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에도 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리와 동일하였으나, 젤라틴을 7.5% 및 10.0% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에는 72시간 저장동안 a 음수 값이 감소하여 육수 젤리의 녹색도가 낮아졌다. 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 b 음수 값은 24시간 저장 후에는 증가하였으나, 48시간 및 72시간 저장 후에는 24시간 저장 후에 비하여 유의적인 차이가 없었다. 그리고 젤라틴을 5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에는 육수 젤리를 72시간 저장기간 동안 b 음수 값의 유의적인 차이가 없었다. 그러나 젤라틴을 7.5%와 10.0% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에는 초기에 비하여 24시간 저장 후에는 b 음수 값이 감소하였으나, 그 이후에는 유의적인 차이가 없었다.

Table 3은 복어육수 젤리를 4°C에서 72시간 동안 저장하면서 L, a 및 b 값을 측정한 결과이다. 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 L 값은 24시간 저장 후에 유의적으로 증가하였으나, 그 이후에는 변화가 없었다. 젤라틴을 2.5% 첨가한 복어육수 젤리의 72시간 저장 후의 L 값은 4°C에서는 38.59 ± 0.55 , 그리고 25°C에서는 38.19 ± 0.63 으로 차이가 없

Table 2. Hunter's color value of puffer fish stock jelly during storage at 25°C

Hunter's color value	Storage time(h)	The content of gelatin (%)				F-value
		2.5	5.0	7.5	10	
L	0	19.88±1.07 ^{ba}	6.76±1.38 ^{bb}	3.52±1.04 ^{bc}	1.07±0.86 ^{bd}	172.98 ^{***}
	24	38.19±0.85 ^{aa}	11.89±0.76 ^{ab}	9.38±0.64 ^{ac}	9.52±0.35 ^{ac}	1,285.67 ^{***}
	48	38.91±0.93 ^{aa}	12.11±0.72 ^{ab}	9.98±0.92 ^{ac}	10.11±0.65 ^{ac}	902.34 ^{***}
	72	38.19±0.63 ^{aa}	11.83±0.57 ^{ab}	10.90±0.37 ^{abc}	9.90±0.88 ^{ac}	1,375.00 ^{***}
	F-value	330.34 ^{***}	24.29 ^{***}	54.17 ^{***}	112.50 ^{***}	
a	0	-3.25±0.36 ^{ca}	-3.92±0.12 ^{cb}	-4.86±0.34 ^{dc}	-5.30±0.24 ^{dc}	32.24 ^{***}
	24	-2.77±0.30 ^{ca}	-3.72±0.12 ^{cb}	-4.06±0.19 ^{cb}	-4.50±0.13 ^{cc}	41.15 ^{***}
	48	-2.02±0.23 ^{ba}	-2.85±0.21 ^{bb}	-3.35±0.29 ^{bb}	-3.94±0.38 ^{bc}	24.36 ^{***}
	72	-1.32±0.11 ^{aa}	-1.82±0.27 ^{ab}	-2.39±0.23 ^{ac}	-2.98±0.35 ^{ad}	23.69 ^{***}
	F-value	30.30 ^{***}	75.60 ^{***}	45.85 ^{***}	33.44 ^{***}	
b	0	-10.26±0.65 ^{ad}	-7.64±0.52 ^{ac}	-4.66±0.20 ^{bb}	-3.42±0.84 ^{ba}	78.72 ^{***}
	24	-11.94±0.39 ^{bd}	-8.25±0.47 ^{ac}	-3.22±0.40 ^{ab}	-1.51±0.29 ^{aa}	440.92 ^{***}
	48	-11.75±0.22 ^{bd}	-8.54±0.79 ^{ac}	-2.55±0.33 ^{ab}	-0.84±0.23 ^{aa}	374.05 ^{***}
	72	-12.30±0.44 ^{bd}	-8.32±0.49 ^{ac}	-2.54±0.75 ^{ab}	-1.18±0.68 ^{aa}	220.07 ^{***}
	F-value	11.85 ^{**}	1.32	13.69 ^{**}	12.26 ^{**}	

These values are standard deviation of triplicate determinations. ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

^{a-d} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

^{A-D} Means with different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

Table 3. Hunter's color value of puffer fish stock jelly during storage at 4°C

Hunter's color value	Storage time(h)	The content of gelatin (%)				F-value
		2.5	5.0	7.5	10	
L	0	19.88±1.07 ^{cA}	6.76±1.38 ^{bB}	3.52±1.04 ^{bC}	1.07±0.86 ^{cD}	172.98 ^{***}
	24	37.13±0.80 ^{bA}	11.17±0.76 ^{aB}	6.29±0.72 ^{aC}	6.58±0.52 ^{bC}	1,297.50 ^{***}
	48	38.82±0.17 ^{aA}	11.67±0.84 ^{aB}	7.51±0.15 ^{aD}	8.47±0.42 ^{aC}	2,857.33 ^{***}
	72	38.59±0.55 ^{aA}	10.90±0.65 ^{aA}	6.68±0.31 ^{aC}	7.47±0.67 ^{abC}	2,191.84 ^{***}
	F-value	477.91 ^{***}	17.07 ^{**}	20.89 ^{***}	80.38 ^{***}	
a	0	-3.25±0.36 ^{cA}	-3.92±0.12 ^{cB}	-4.86±0.34 ^{cC}	-5.30±0.24 ^{cC}	32.24 ^{***}
	24	-2.63±0.17 ^{bA}	-3.53±0.39 ^{bcB}	-4.09±0.84 ^{bcC}	-4.58±0.06 ^{bC}	9.44 ^{**}
	48	-2.42±0.23 ^{abA}	-3.15±0.21 ^{bB}	-3.55±0.29 ^{abB}	-4.14±0.38 ^{bC}	23.99 ^{***}
	72	-1.82±0.11 ^{aA}	-2.32±0.27 ^{aB}	-2.89±0.23 ^{aC}	-3.38±0.35 ^{aD}	21.19 ^{***}
	F-value	20.02 ^{***}	19.76 ^{***}	8.72 ^{**}	23.66 ^{***}	
b	0	-10.26±0.65 ^{aD}	-7.64±0.52 ^{aC}	-4.66±0.20 ^{bB}	-3.42±0.84 ^{bA}	78.72 ^{***}
	24	-12.41±0.37 ^{aD}	-8.70±0.14 ^{bC}	-4.02±0.57 ^{abB}	-2.00±0.27 ^{aA}	475.20 ^{***}
	48	-12.26±0.16 ^{bD}	-8.57±0.42 ^{bC}	-3.48±0.33 ^{aB}	-1.48±0.06 ^{aA}	912.84 ^{***}
	72	-12.48±0.56 ^{bD}	-8.51±0.18 ^{bC}	-3.95±0.71 ^{abB}	-1.66±0.46 ^{aA}	262.37 ^{***}
	F-value	15.16 ^{**}	5.62 [*]	2.89	9.36 ^{**}	

These values are standard deviation of triplicate determinations. * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

^{a-c} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple-range test.

^{A-D} Means with different superscripts in a row are significantly different at $p<0.05$ by Duncan's multiple-range test.

였으며, 이러한 경향은 젤라틴을 5.0% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에도 동일하였다. 젤라틴을 7.5%와 10.0% 농도로 첨가한 복어육수 젤리를 4°C에서 보관한 경우에는 25°C에서 저장한 경우에 비하여 상대적으로 L 값이 낮았다.

젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리는 초기에는 a 값이 -3.25 ± 0.36 이었으나, 72시간 저장 후에는 -1.82 ± 0.11 로 a 음수 값이 유의적으로 감소하였다. 4°C에서 육수 젤리를 저장하는 경우에는 초기에 비하여 저장 24시간 후에는 a 음수 값이 유의적으로 감소하였으나, 48시간 저장 후에는 저장 24시간과 비교하여 유의적인 차이가 없었으며, 이러한 경향은 젤라틴을 10.0% 농도로 첨가한 복어육수 젤리에서도 유사하였다.

젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리를 4°C에서 72시간 저장한 후 측정된 색도 a 값은 -1.82 ± 0.11 로 25°C에서 72시간 저장한 후 측정된 값인 -1.32 ± 0.11 에 비하여 a 음수 값이 증가하였다. 이러한 경향은 젤라틴을 5.0% 와 10.0% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에도 동일하였다. 따라서 복어육수 젤리는 실온인 25°C에 비하여 4°C에서 저장하는 경우에 녹색도가 높았다. 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 b 음수 값은 4°C에서 저장초기에 비하여 저장 24시간에는 유의적으로 증가하였으나, 48시간 및 72시간 저장 후에는 24시간 저장 후에 비하여 유의적으로 차이

가 없었다. 그리고 젤라틴을 5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에도 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리와 유사한 경향을 보였다. 그러나 젤라틴을 7.5%와 10% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에는 초기에 비하여 24시간 저장 후에는 b 음수 값이 유의적으로 감소하였으며, 그 이후에는 유의적인 차이가 없었다. 젤라틴을 2.5% 첨가한 복어육수 젤리는 4°C에서 72시간 저장한 후 측정된 색도 b 값은 -12.48 ± 0.56 으로 25°C에서 72시간 저장한 후 측정된 값인 -12.30 ± 0.44 에 비하여 차이가 없었다. 이러한 경향은 젤라틴을 5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 경우에도 동일하였으나, 젤라틴을 7.5%와 10.0% 농도로 첨가한 복어육수 젤리는 4°C에서 저장기간 중에 실온인 25°C에 비해 b 음수 값은 증가하였다.

2. 복어육수 젤리의 저장 중 물성의 변화

복어육수 젤리는 복어육수에 젤라틴을 2.5, 5.0, 7.5 및 10.0% 농도로 다양하게 첨가하여 제조하였다. Table 4는 젤라틴의 농도를 다양하게 사용하여 만든 육수 젤리를 제조 직후와 25°C에서 72시간 동안 저장 중 물성의 변화를 나타낸 것이다. 육수 젤리의 견고성은 젤라틴의 농도가 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 복어육수 젤리의 탄력성은 젤라틴의 농도가 증가함에 따라 유의적으로 증가하였으나, 젤라

Table 4. Texture properties of puffer fish stock jelly during storage at 25°C

Texture parameters	Storage time (h)	The content of gelatin (%)				F-value
		2.5	5.0	7.5	10	
Hardness	0	213.40±58.21 ^{cd}	602.30±87.97 ^{dc}	1,271.47±162.94 ^{cb}	2,014.75±203.72 ^{ca}	94.86 ^{***}
	24	1,067.24±94.10 ^{bc}	2,840.76±214.19 ^{cb}	4,379.48±244.97 ^{ba}	4,485.65±212.36 ^{ba}	193.23 ^{***}
	48	1,072.21±64.57 ^{bc}	3,158.25±195.68 ^{bb}	4,653.89±243.84 ^{ba}	4,776.87±248.70 ^{ba}	218.46 ^{***}
	72	1,329.41±76.61 ^{ac}	3,734.32±119.19 ^{ab}	5,234.46±198.32 ^{aa}	5,465.23±156.36 ^{ba}	518.01 ^{***}
	F-value	127.7 ^{***}	212.83 ^{***}	204.75 ^{***}	157.08 ^{***}	
Spinginess	0	77.29±0.34 ^{ac}	81.59±1.11 ^{ab}	89.51±1.13 ^{aa}	88.76±0.43 ^{ba}	147.39 ^{***}
	24	64.08±0.48 ^{bc}	71.76±0.72 ^{bb}	74.65±0.17 ^{ba}	75.08±0.78 ^{ba}	224.56 ^{***}
	48	58.75±0.42 ^{cc}	68.43±0.30 ^{cb}	73.77±0.23 ^{ba}	73.49±0.76 ^{ca}	658.68 ^{***}
	72	49.81±0.97 ^{dd}	60.25±0.87 ^{dc}	65.36±0.32 ^{cb}	66.65±0.22 ^{da}	380.35 ^{***}
	F-value	1,083.41 ^{***}	360.24 ^{***}	827.87 ^{***}	725.39 ^{***}	
Cohesiveness	0	48.97±0.32 ^{ad}	60.98±0.17 ^{ac}	82.91±0.97 ^a	85.31±0.97 ^{aA}	1,835.67 ^{***}
	24	28.21±0.29 ^{bd}	41.16±0.82 ^{bc}	65.86±1.66 ^{bb}	69.35±0.56 ^{ba}	1,227.14 ^{***}
	48	26.58±0.50 ^{cd}	39.34±0.35 ^{cc}	63.61±0.15 ^{cb}	66.35±0.26 ^{ca}	9,601.76 ^{***}
	72	22.34±0.54 ^{dd}	35.39±0.79 ^{dc}	60.11±0.39 ^{db}	63.45±0.48 ^{da}	3,617.71 ^{***}
	F-value	2,330.09 ^{***}	1,083.07 ^{***}	318.62 ^{***}	737.06 ^{***}	
Chewiness	0	32.15±2.16 ^{cd}	288.59±27.36 ^{bc}	503.09±68.74 ^{bb}	803.42±62.40 ^{ba}	136.97 ^{***}
	24	108.24±25.24 ^{bc}	961.36±135.06 ^{ab}	1,600.72±107.68 ^{aa}	1,696.36±232.12 ^{aA}	76.29 ^{***}
	48	103.13±14.25 ^{bc}	1,009.76±181.71 ^{ab}	1,689.07±147.35 ^{aa}	1,747.00±218.80 ^{aA}	68.55 ^{***}
	72	155.33±22.56 ^{ac}	1,142.86±104.35 ^{ab}	1,796.32±96.36 ^{aA}	1,863.54±136.59 ^{aA}	191.59 ^{***}
	F-value	22.88 ^{***}	27.91 ^{***}	91.75 ^{***}	22.97 ^{***}	
Britleness	0	2,843.68±269.97 ^{dd}	25,368.09±1,371.01 ^{cc}	49,697.56±831.62 ^{db}	79,945.76±1,086.51 ^{ca}	3,433.77 ^{***}
	24	6,220.45±759.73 ^{cd}	99,104.60±8,864.32 ^{bc}	131,487.73±8,922.01 ^{cb}	145,962.60±7,569.32 ^{ba}	218.94 ^{***}
	48	9,502.57±1,520.95 ^{bd}	111,883.44±6,807.24 ^{ac}	146,375.74±6,356.68 ^{bb}	169,398.40±6,391.71 ^{aA}	460.39 ^{***}
	72	12,044.35±1,044.56 ^{ad}	120,874.69±3,645.23 ^{ac}	158,694.61±3,689.12 ^{ab}	176,987.22±5,487.30 ^{aA}	1,126.87 ^{***}
	F-value	47.24 ^{***}	162.49 ^{***}	216.14 ^{***}	180.37 ^{***}	

These values are standard deviation of triplicate determinations. *** $p < 0.001$.

^{a-d} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

^{A-D} Means with different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

틴의 농도를 10.0%의 농도로 증가했을 경우에는 7.5% 농도의 복어육수 젤리에 비하여 유의적인 차이가 없었다. 그리고 응집성의 변화는 젤라틴의 농도가 증가할수록 유의적으로 증가하였다. 육수 젤리의 씹힘성은 사용한 젤라틴의 농도 의존적으로 증가하였다. 그리고 복어육수 젤리의 깨짐성의 변화는 젤라틴의 농도가 증가 할수록 급격하게 증가하였다. 복어육수 젤리의 물성 측정에서 사용하는 젤라틴의 농도를 증가시키면 복어육수 젤리는 견고성, 탄력성, 응집성, 씹힘성 및 깨짐성이 모두 유의적으로 증가함이 확인되었다.

견고성은 젤라틴의 농도에 관계없이 저장기간에 따라서 증가하였다. 복어육수 젤리는 저장 24시간에는 제조 직후에 비하여 견고성이 유의적으로 증가하였으며, 저장 48시간 후

에는 저장 24시간 복어육수 젤리와 비교하여 견고성의 유의적인 변화는 없었다. 그러나 저장 72시간 후에는 2.5% 농도의 복어육수 젤리는 48시간에 비하여 견고성이 유의적으로 증가하였다. 이러한 경향은 젤라틴을 7.5%와 10% 첨가한 복어육수 젤리에서도 유사한 경향을 보였다. 그러나 5% 농도의 복어육수 젤리는 저장 직후와 24, 48 및 72시간에 비례하여 견고성이 유의적으로 증가하였다. 탄력성은 25°C에서 저장 중에 전체적으로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 응집성은 사용한 젤라틴의 농도에 관계없이 25°C에서 0, 24, 48 및 72시간 저장하는 동안 유의적으로 감소하였다. 복어육수 젤리의 저장기간 중에 응집성의 변화는 탄력성의 변화와 유사한 경향을 보였으며, 견고성과는 정반대의 경향

을 보였다. 씹힘성의 변화는 저장기간이 길어질수록 씹힘성이 증가하는 경향을 보였으며, 이것은 물성 측정에서 견고성 측정과 유사한 경향을 보였다. 견고성이 증가하면 씹힘성도 따라서 증가하게 된다. 깨짐성은 25°C에서 저장기간 동안 유의적으로 증가하였다. 저장기간 중에 복어육수 젤리의 깨짐성의 변화는 견고성의 변화와 유사하였다. 그리고 각 복어육수 젤리를 25°C에서 저장 중 측정된 물성의 특성은 견고성, 씹힘성 및 깨짐성은 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하였으나, 탄력성과 응집성은 저장기간이 길어질수록 유의적으로 감소하였다.

Table 5는 젤라틴(2.5~10.0%)을 첨가하여 제조한 복어육수 젤리를 4°C에서 72시간 동안 저장하면서 물성을 측정된 분석

한 결과이다. 4°C에 저장했을 경우에 복어육수 젤리의 견고성은 저장시간에 따라서 유의적으로 증가하였다. 2.5% 농도의 복어육수 젤리의 경우, 초기에는 213±58.21이었으나, 저장 72시간 후에는 1,011.48±26.08로 증가하였다. 그러나 같은 젤라틴 농도의 복어육수 젤리는 25°C에서 저장 72시간 후에 견고성이 1,329.41±76.61(Table 4)인 것에 비하면 상대적으로 견고성이 낮았다. 이러한 경향은 젤라틴 농도를 5.0, 7.5 및 10.0% 사용한 복어육수 젤리에서도 동일하였다. 복어육수 젤리의 저장 중 씹힘성과 깨짐성의 변화는 견고성의 변화와 유사하였다. 2.5% 농도의 복어육수 젤리의 경우, 저장 72시간 후에 씹힘성은 4°C에서는 118.56±20.69로 25°C의 155.33±22.56보다 낮았으며, 깨짐성도 4°C에서는 8,438.20±

Table 5. Texture properties of puffer fish stock jelly during storage at 4°C

Texture parameters	Storage time (h)	The content of gelatin (%)				F-value
		2.5	5.0	7.5	10	
Hardness	0	213.40±58.21 ^{cd}	602.30±87.97 ^{cC}	1,271.47±162.94 ^{cB}	2,014.75±203.72 ^{cA}	94.86 ^{***}
	24	886.54±24.72 ^{bc}	2,305.18±233.48 ^{bb}	3,551.65±290.10 ^{ba}	3,698.56±222.14 ^{ba}	108.89 ^{***}
	48	908.98±37.98 ^{bc}	2,605.48±206.50 ^{bb}	3,737.05±129.54 ^{aa}	3,945.20±147.37 ^{ba}	281.09 ^{***}
	72	1,011.48±26.08 ^{ad}	3,177.57±146.55 ^{ac}	4,126.22±133.20 ^{ab}	4,465.89±136.21 ^{aa}	496.16 ^{***}
	F-value	261.43 ^{***}	116.50 ^{***}	137.33 ^{***}	102.89 ^{***}	
Springiness	0	77.29±0.34 ^{ac}	81.59±1.11 ^{ab}	89.51±1.13 ^{aA}	88.76±0.43 ^{aA}	147.39 ^{***}
	24	65.66±0.78 ^{bc}	77.77±0.23 ^{bb}	84.88±0.11 ^{ba}	85.26±0.43 ^{ba}	1,173.27 ^{***}
	48	58.14±0.42 ^{cc}	74.52±0.61 ^{cb}	82.99±0.15 ^{cA}	83.14±0.34 ^{cA}	2,413.19 ^{***}
	72	50.21±0.25 ^{dd}	68.00±0.24 ^{dc}	75.23±0.45 ^{db}	77.65±0.60 ^{dA}	2,705.38 ^{***}
	F-value	1,654.84 ^{***}	231.99 ^{***}	280.57 ^{***}	307.33 ^{***}	
Cohesiveness	0	48.97±0.32 ^{ad}	60.98±0.17 ^{ac}	82.91±0.97 ^{ab}	85.31±0.97 ^{aA}	1,835.67 ^{***}
	24	28.18±0.51 ^{bd}	43.45±0.31 ^{bc}	66.66±0.21 ^{bb}	71.23±0.59 ^{ba}	6,545.30 ^{***}
	48	26.89±0.79 ^{cd}	42.75±0.16 ^{bc}	65.96±0.56 ^{bb}	70.81±0.27 ^{ba}	4,879.91 ^{***}
	72	23.02±0.50 ^{dd}	39.37±0.84 ^{cC}	63.25±0.42 ^{cB}	68.46±0.74 ^{cA}	3,211.60 ^{***}
	F-value	1,323.32 ^{***}	1,325.84 ^{***}	649.05 ^{***}	369.62 ^{***}	
Chewiness	0	32.15±2.16 ^{bd}	288.59±27.36 ^{bc}	503.09±68.74 ^{cB}	803.42±62.40 ^{cA}	136.97 ^{***}
	24	98.72±17.82 ^{ac}	811.61±121.05 ^{ab}	1,233.27±109.92 ^{ba}	1,305.11±120.22 ^{ba}	88.60 ^{***}
	48	107.85±27.11 ^{ac}	867.49±140.91 ^{ab}	1,343.48±128.18 ^{abA}	1,491.55±103.88 ^{abA}	97.39 ^{***}
	72	118.56±20.69 ^{ac}	989.45±121.46 ^{ab}	1,500.56±133.23 ^{aa}	1,656.20±150.11 ^{aa}	103.90 ^{***}
	F-value	12.27 ^{**}	22.99 ^{***}	45.95 ^{***}	31.69 ^{***}	
Brittleness	0	2,843.68±269.97 ^{dd}	25,368.09±1,371.01 ^{dc}	49,697.56±831.62 ^{db}	79,945.76±1,086.51 ^{dA}	3,433.77 ^{***}
	24	5,422.92±757.12 ^{cd}	76,346.68±1,814.73 ^{cc}	108,710.39±7,470.22 ^{cB}	120,006.22±2,632.31 ^{cA}	479.12 ^{***}
	48	6,881.32±606.14 ^{bd}	89,517.20±5,503.15 ^{bc}	119,917.91±5,235.40 ^{bb}	129,312.89±4,316.43 ^{ba}	484.94 ^{***}
	72	8,438.20±889.76 ^{ad}	109,623.44±4,563.33 ^{ac}	130,315.33±4,879.22 ^{ab}	140,069.98±2,346.56 ^{aA}	861.39 ^{***}
	F-value	37.61 ^{***}	275.37 ^{***}	144.95 ^{***}	256.20 ^{***}	

These values are standard deviation of triplicate determinations. ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

^{a-d} Means with different superscripts in a column are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

^{A-D} Means with different superscripts in a row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple-range test.

889.76으로 25℃에서 저장한 복어육수 젤리의 12,044.35±1,044.56보다 낮았다. 그리고 젤라틴 용도를 5.0, 7.5 및 10.0% 사용하여 제조한 복어육수 젤리에서도 유사한 결과를 보였다. 따라서 복어육수 젤리는 4℃에 저장하는 것이 실온에서 저장하는 것에 비하여 견고성뿐 아니라, 씹힘성과 깨짐성도 낮아지는 경향을 보였다.

복어육수 젤리의 탄력성과 응집성은 실온인 25℃에서는 저장시간에 따라 감소하였다. 복어육수 젤리를 4℃에서 저장하는 경우에도 저장시간에 따라 탄력성과 응집성이 감소하였다. 젤라틴을 5.0~10%를 사용한 복어육수 젤리에서도 4℃에서 저장한 복어육수 젤리의 탄력성 및 응집성은 25℃에서 저장한 것에 비하여 상대적으로 높았다. 따라서 복어육수 젤리를 4℃에서 저장하는 경우에는 실온인 25℃에 저장하는 것과 유사하게 저장시간에 따라서 견고성, 씹힘성 및 깨짐성은 증가하였으나, 탄력성과 응집성은 감소하였다. 그러나 복어육수 젤리를 4℃에서 저장하는 것이 25℃에서 보관하는 것에 비하여 저장 중 견고성, 씹힘성 및 깨짐성의 증가율이 낮았으며, 탄력성과 응집성의 경우에는 저하율이 낮은 경향을 보였다.

요약 및 결론

복어육수는 일식요리 등에 많이 사용되고 있으며, 육수에 젤라틴을 첨가하여 제조하는 복어육수 젤리는 전체 요리로 이용되고 있다. 본 연구는 복어육수 젤리를 4℃와 25℃에 저장하여 저장 중 물성변화를 조사하여 복어육수의 이용성을 확대하기 위하여 수행하였다.

복어육수에 젤라틴을 2.5~10%로 첨가하여 복어육수 젤리를 제조하고, 복어육수 젤리의 제조 직후와 25℃와 4℃에서 72시간동안 저장 중 젤리의 색도와 물성의 변화를 조사하였다. 복어육수 젤리의 L 값은 사용한 젤라틴의 농도에 관계 없이 저장시간에 따라서 증가하는 경향을 보였다. a 음수 값은 25℃에서 저장초기에 비하여 저장 24시간에는 차이가 없었으나, 48시간 및 72시간 저장 후 유의적으로 감소하였다. 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 b 음수 값의 변화는 25℃에서 저장초기에 비하여 저장 24시간에는 증가하였으나, 저장 48시간과 72시간에는 저장 24시간에 비하여 차이가 없었다. 복어육수 젤리의 L 값은 4℃에 저장했을 경우에 저장시간이 길어짐에 따라서 증가하였으나, a 음수 값은 저장시간에 따라서 감소하였다. 젤라틴을 2.5% 농도로 첨가한 복어육수 젤리의 b 음수 값의 변화는 저장초기에 비하여 저장 24시간에는 증가하였으나, 48시간 및 72시간 저장 후에는 24시간 저장한 젤리에 비하여 차이가 없었다.

복어육수 젤리는 사용한 젤라틴의 농도가 증가할수록 견

고성, 탄력성, 응집성, 씹힘성 및 깨짐성이 모두 증가하였다. 복어육수 젤리를 25℃에서 72시간동안 저장하면서 측정된 복어육수 젤리의 물성은 견고성, 씹힘성 및 깨짐성은 저장기간이 길어질수록 유의적으로 증가하였으나, 탄력성과 응집성은 저장기간이 길어질수록 감소하였다. 복어육수 젤리를 4℃에서 보관하는 경우에도 실온에서 저장하는 것과 동일한 물성 특성을 보였다. 그러나 복어육수 젤리를 4℃에서 저장하는 것이 25℃에서 보관하는 것에 비하여 저장 중 견고성, 씹힘성 및 깨짐성의 증가율이 낮았으며, 탄력성과 응집성의 경우에도 저하율이 낮았다. 본 연구의 결과는 복어육수의 저장 중 물성특성을 확인함으로써 복어육수 젤리의 이용에 관한 기초 자료로 사용가능할 것으로 판단된다.

References

- Bourne M. 2002. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement. Academic Press. London, UK pp.2-4
- Jang HC, Park JU, Kim JH. 2003. A study on the generative reason of the toxicity for the puffer fish. *J Fish Mar Sci Edu* 15:67-80
- Jeon JK, Arakawa O, Noguchi T. 2000. Toxicity of puffer fish in Korea. *J Korean Fish Soc* 33:176-178
- Jeong DY, Kim DS, Mee MI, Kim SR, Byun DS, Kim HD, Park YH. 1994. Toxicity of several puffers collected at a fish market of Pusan, Korea. *Bull Korean Fish Soc* 27:682-689
- Jin TY, Quan WR, Wang MY. 2010. Manufacturing characteristics and physicochemical component analysis of *Bokbunja* (*Rubus coreanus* Miquel) jelly. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 554-559
- Karim AA, Bhat R. 2008. gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challengers and prospects. *Trends Food Sci Tech* 19:644-656
- Kim IC. 1999. Manufacture of citron jelly using citron-extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29:396-402
- Kim RY, Sung NJ, Kim WT, Park JH, Kim YJ, Ju JC. 2010. Physicochemical characteristics of concentrate prepared by puffer muscle and skin. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 267-273
- Mo EK, Kim HH, Kim SM, Jo HH, Sung CK. 2007. Production of *Sedum* extract adding jelly and assessment of its physical properties. *Korean J Food Sci Technol* 39:619-624
- Mun SK, Park JH, Yoo SS. 2012a. A correlation analysis between physicochemical, mechanical characteristics and sensory characteristics of puffer fish fillet under storage conditions.

- Korean J Cookery Res* 18:205-219
- Mun SK, Sung KH, Yoo SS. 2012b. Change of free amino acid and nucleotide compound of puffer fish fillet under storage condition. *Korean J Food Cookery* 28:249-255
- Park BH, Yoo JY, Cho HS. 2013. Quality characteristics of dried noodle with added *Lagocephalus lunaris* powder. *Korean J Food Culture* 28:312-319
- Park SH, Joo NM. 2006. Optimization of jelly addition of *Morinda cirifolia* (noni) by response surface methodology. *Korean J Cookery Sci* 22:1-11
- Ryu J, Lee JJ, Ko S. 2012. Comparison of physicochemical properties of agar and gelatin gel with uniform hardness. *Food Eng Prog* 16:14-19
- Song JC, Park HJ. 2000. Food Additive. Naeha Publishing Co. Seoul, Korea pp.152-153
- Sung GH. 2008. Recent Japanese Cuisine. Baeksan Publishing Co. Seoul, Korea pp.344-345
- Stevens P. 2009. Food Stabilizer, Thickeners and Gelling Agents. John Wiley and Sons. Ames. IA, USA pp.116-144
- Yun JU, Hwang SM, Oh DH, Nam GH, Choi JD, Oh KS. 2009. Preparation and its taste-active components of grass puffer (*Takifugu niphobles*) extract. *J Agric Life Sci* 43:95-103

Received 17 April, 2017

Revised 09 June, 2017

Accepted 23 June, 2017