

소듐 알지네이트 농도에 따른 감 칼슘 알지네이트 비드의 물리적 및 관능적 특성

용동희 · 송민경 · 윤혜현[†]

경희대학교 대학원 조리외식경영학과 · 경희대학교 조리 · 서비스경영학과[†]

Effects of Sodium Alginate Concentration on Physical and Sensory Characteristics of Persimmon Calcium Alginate Beads

Dong Hee Yong · Minkyung Song · Hye Hyun Yoon[†]

Dept. of Culinary and Food Service Management · Dept. Culinary · Service management[†], Kyung Hee University

Abstract

The purpose of this study was to apply molecular gastronomy and spherification methodology to persimmon deserts. We prepared 'persimmon calcium alginate beads' and investigated their physical and sensory characteristics by adding different concentrations of sodium alginate (0.4, 0.6, 0.8, and 1.0%). Lightness and yellowness decreased significantly as the concentration of sodium alginate increased. However hardness, springiness, chewiness, cohesiveness, and resilience but not adhesiveness tended to increase as the concentration of sodium alginate increased. The thickness of the beads increased as the concentration of sodium alginate increased. In contrast, the thickness of the membrane decreased as the concentration of alginate increased from 0.8 to 1.0% suggesting that the amount of sodium alginate had reached a critical point. Quantitative descriptive analysis showed that voluminosity, springiness, hardness, chewiness, and residue tended to increase as the concentration of sodium alginate increased. Overall preference reached a peak at 0.4% sodium alginate.

Key words : molecular gastronomy, persimmon calcium alginate bead, sodium alginate

1. 서론

최근 수년 동안 새로운 요리 경향 중의 하나가 “분자요리 (molecular gastronomy)”이다. 영국의 음식 전문지 <Restaurant Magazine>에서 선정하는 세계최고의 레스토랑 Top 50에 1

위에서 50위까지의 레스토랑 대부분이 분자요리를 이용한 음식을 내고 있으며, 스페인의 페란 아드리아(Ferran Adria)가 이끄는 엘불리(El Bulli), 영국의 헛슨 블루멘탈(Heston Blumenthal)이 이끄는 더 팻 덕(The Fat Duck), 프랑스의 피에르 가니에르(Pierre Gagnaire)가 이끄는 피에르 가니에르(Pierre Gagnaire)가 수년 동안 순위의 선두를 차지하고 있는 사실에서 입증했듯 분자요리가 요리계의 새로운 최첨단 트렌드임은 확실한 사실이다(김성윤 2007).

분자요리는 기존 프랑스요리(Haute cuisine)에 있어 그 재료의 조직 및 질감, 요리과정과 노하우를 과학적인 지식을

[†]Corresponding author : Hye Hyun Yoon, Department of Culinary · Service management, Kyung Hee University
Tel : 82-2-961-9403
Fax : 82-2-964-2537
E-mail : hhyun@khu.ac.kr

바탕으로 연구 분석해 새로운 '음식 궁합'과 이를 통해 기존에 전혀 없었던 새로운 맛을 만들어낸다는 개념의 요리분야이다(Lee EJ 등 2008). 어렵고 생소하게 느껴지지만, 세계적인 요리계의 트렌드인 분자요리라는 영역과 좀 더 친숙하기 위해 우리의 한식에도 대표적인 분자요리 기법을 이용한 많은 요리들이 개발되어야 할 것이다.

이러한 분자요리의 대표적인 기법 중 하나로 spherification을 들 수 있다. Spherification 기법을 이용한 교질화물 제조시 영향을 주는 변수에 관해 선행연구를 고찰한 결과, 소듐 알지네이트의 농도, 염화칼슘의 농도, 반응 시간, 교반 속도, 온도, pH, 조리도구의 조건 등이 도출되었다(Ana Blandino 등 1999, Bang BH와 Seo JS 2002, You BJ와 Lim YS 2002, Rhim JW 등 2003, Park SJ와 Kang JY 2005, Cho M 등 2005, Woo JW 등 2007). 그 중 본 연구에서는 소듐 알지네이트의 농도, 염화칼슘의 농도에 따라 칼슘 알긴산 캡슐의 두께와 크기의 변화를 연구한 Ana Blandino 등(1999)의 논문 내 실험 결과 중 소듐 알지네이트 농도를 감에 적용하였다.

알지네이트는 갈조류에서 처음으로 추출되었으며 미역, 다시마 등의 갈색 해조류(brown algae) 세포벽의 주요 성분으로 존재하는 다당류(polysaccharide)이다. 알지네이트는 monomer인 α -L-guluronate(G)와 β -D-mannuronate(M)로 구성되어 있는 hetero polysaccharide로, 알지네이트의 당 서열은 아주 무질서한 것이 아니라 중간 중간에 비슷한 블록들로 이루어져있는데 그 비율과 조성은 해조류의 종류나 성장 환경에 따라 다르며 분자량도 50~1,000,000 g/mol에 이르기까지 매우 다양하다(최항석 2006). 알긴산 수화젤의 물리적 성질은 M/G비, 즉 M과 G 사슬의 구성비가 어떤 해조류에서 추출되었느냐의 여부에 따라 달라진다(Martinsend A 1989). 알긴산의 G함유량이 많을수록 좀 더 굳은 다공성 젤의 형성과 젤 상태를 오랫동안 유지하는 경향이 강하며, 2가 양이온으로 가교되어 있는 동안 과도한 팽윤과 수축이 발생하지 않고 본래의 형태를 유지한다(Paul DV 등 1996). 이에 반해, M의 함유량이 많을수록 유연하고 기공이 적은 젤을 형성하며, 젤이 쉽게 일어나는 경향을 나타낸다. 이러한 알긴산의 젤화는 2가 양이온 즉, G가 2가 양이온과 반응하여 V 모양의 구멍을 가지는 egg box모델의 3차원의 입체 구조를 형성함에 따른 것이다(Grant GT 등 1973).

감(*Diospyros kaki*)은 우리나라의 5대 과일 종류 가운데 하나로 90년대 이후부터 지역 적응에 맞고 상품성이 높은 우량품종을 중심으로 정착되어 재배면적이 증가하고, 새로운 농가 수입원으로 크게 각광받고 있는 식재료이다(Kim GJ 등 1999). 영양학적으로도 감은 고혈압, 동맥경화, 심장 및 신장병, 위궤양, 십이지장 및 당뇨병 등의 만성질환에도 효과가 있다고 동의보감에 기록되어 있으며(Kang YS 등 2007) 암 예방 효과가 있다고 알려진 비타민 A, C, D 및 엽록소를 풍부하게 함유하고 있는 우수한 식품이다(Roh YK 등 1999). 또한 감의 짙은 맛 성분인 탄닌은 비타민 C와 유사한 항산화 기능, 아질산염 제거기능 및 부패성 미생물 억제기능이 뚜렷하다고 보고된 바 있다(Seo JH 등 2000). 이러한 감을 이용한 우리나라 대표 음료로 수정과가 있다. 수정과는 겨울 시절(時節) 음식으로 감을 말려 만든 곱감을 계피물에 담가 부드럽게 되었을 때 먹는 우리나라 전통 음청류 중 하나이며 식혜와 더불어 가장 즐겨 먹는 음료이다(황혜성 등 1994).

본 연구는 분자요리 기법 중 하나인 spherification을 한식의 대표적인 음료인 수정과 감 고명에 적용해보고자 한다. Spherification을 이용해 구형화 된 감 비드는 수정과 고명으로 대체하기에 적합하다고 판단하였기 때문이다. 따라서 spherification 기법을 이용하여 소듐 알지네이트의 농도에 따른 '감 칼슘 알지네이트 비드'를 제조하고 물리적 및 관능적 특성을 연구하여 최적 조건을 찾아내고자 한다. 이를 통해 수정과 등의 한식메뉴에 분자요리를 적용하고 세계화, 대중화의 가능성을 제시하는데 본 연구의 목적이 있다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에서 사용한 감은 경북 청도산 대봉시를 구입한 것으로 푸레를 제조한 후 냉동 보관하여 사용하였다. 푸레에 첨가한 설탕과 레몬즙으로 각각 정백당(CJ Co, Korea), 레몬즙(Polenghi-Las, Italy)을 사용하였다. 칼슘 알지네이트 비드의 제조를 위한 재료로 소듐 알지네이트(MSC Co, Korea)와 염화칼슘(JUNSEI Co, Japan)을 사용하였다.

2. 감퓨레의 제조

먼저 완전 숙성되어 연감 상태가 된 대봉시를 깨끗이 수세한 후 껍질과 씨, 꼭지를 제거하여 믹서(handblender mixer, MR4050CA, Braun, Spain)로 1분간 분쇄한 후 갈변 방지를 위해 ascorbic acid, 레몬즙을 1% (w/v) 첨가하였다. 단맛을 보강하기 위해 설탕 2% (w/v)를 첨가하여 믹서로 1분간 혼합하였으며, 감퓨레의 점도는 점도기(Viscometer DV-II + PRO LV Spindle No.3, Brookfield, USA)를 이용하여 40 rpm, 20.7℃에서 700~750 cP의 범위에 들어오도록 소량의 물을 이용하여 조정 후 제조하였다. 제조한 감퓨레는 500 g씩 소포장하여 -20℃의 냉동고에서 저장하였다가 실험 2시간 전에 상온에서 해동하여 사용하였다.

3. 칼슘 알지네이트 비드 제조

시료의 제조 조건은 예비실험을 거쳐 선정하였고, 염화칼슘의 농도를 0.5% (w/v)로, 소듐 알지네이트와 염화칼슘의 반응시간을 2분으로 고정시킨 후 Table 1에 제시된 것처럼 소듐 알지네이트의 농도를 전체의 0.4%, 0.6%, 0.8%와 1.0% (w/v)로 설정하였다.

Table 1. Formula of persimmon spherification

Sample	Sodium alginate (%)	Persimmon puree (%)	Water (%)	Calcium chloride (%) (In water)	Reaction time (min)
SA0.4	0.4	40	59.6	0.5	2
SA0.6	0.6	40	59.4	0.5	2
SA0.8	0.8	40	59.2	0.5	2
SA1.0	1.0	40	59.0	0.5	2

소듐 알지네이트의 원활한 분산을 위해 소듐 알지네이트-물 베이스를 미리 만들어 사용하였다. 소듐 알지네이트 0.4 g, 0.6 g, 0.8 g, 1.0 g을 각각 총량 30 g이 되도록 60℃ 물에 30 초간 mixer(hand blender mixer, MR4050CA, Braun, Spain)에서 교반시켜 소듐 알지네이트-물 베이스를 만들어 두었다. 기포를 제거하기 위해 2시간 이상 휴지시킨 후 감퓨레 40 : 소듐 알지네이트-물 베이스 30 : 물 30의 비율로 혼합하여 믹서기에서 30초간 교반시켜 감 칼슘 알지네이트 용액을 제조하였다. 비드의 형태로 잡기 위해

지름 2 cm, 깊이 0.8 cm의 모양이 둥글고 안이 움푹한 스푼을 이용하여 소듐 알지네이트-감퓨레 혼합액을 5 mL씩 떠서 둥근 모양이 되도록 염화칼슘 수용액 0.5%(w/v)에 재빨리 투하시켜 2분간 반응시킨 뒤 체로 건져 물에 2번 반복하여 세척해 감 칼슘 알지네이트 비드를 제조하였다.

4. 색도 측정

소듐 알지네이트 농도를 달리한 칼슘 알지네이트 비드를 색차계(color reader, JC801, Color Techno System Co. Ltd, Japan)를 이용하여 L, a, b를 5회 반복 측정하여 평균과 표준편차를 구하였다. 이 때 사용한 표준 백색판 값은 L값 93.84, a값 -1.26, b값 1.37이다.

5. 텍스처 측정

소듐 알지네이트 농도를 달리하여 제조한 칼슘 알지네이트 비드의 텍스처 측정은 Texture Profile Analyser(TA-XT2 Express, Stable Micro System Ltd., UK)를 이용한 TPA를 실시하여 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 탄력성(springiness), 씹힘성(chewiness), 응집성(cohesiveness), 복원성(resilience)을 5회 반복 측정하여 평균과 표준편차를 구하였다. 이때 사용한 probe는 지름 40 mm이었으며 TPA의 측정 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Instrumental conditions of texture analyzer

Instrument	Parameter
Sample size	Diameter 2.0 cm bead
Plunger diameter	4.0 cm
Pre-test speed	2.0 mm/sec
Test speed	1.0 mm/sec
Post-test speed	1.0 mm/sec
Deformation	25%
Distance	5.0 mm
Force	10 g
Time	2.0 sec

6. 두께 측정

칼슘 알지네이트 비드의 막을 절단하여 안의 내용물을 제거한 후, 물에 3회 반복하여 세척하였다. 1차로 물기를 킷와

이프로 제거한 후 상온($25 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 2시간 자연 건조시켰다. 막 샘플 3장을 겹쳐 놓은 후 막 표면의 세 지점을 지정하여 정밀도를 갖는 $0.02 \mu\text{m}$ 의 마이크로미터기(Vernier Caliper series 530, Mitutoyo Co., Japan)를 이용하여 두께를 측정 후 평균값을 구하였다.

7. 막 형태 분석

막 형태를 분석하기 위해 칼슘 알지네이트 비드의 막을 절단하여 안의 내용물을 제거한 후, 물에 3회 반복하여 세척하였다. 1차로 물기를 킴와이프로 제거한 후 상온($25 \pm 2^\circ\text{C}$)에서 2시간 자연 건조시킨 시료를 광학현미경(optical microscope, STEADY-T, Medline Co., UK)을 이용하여 400배 배율에서 관찰하였다.

8. 관능 평가

관능 평가를 위한 패널로는 일주일 3회 이상 조리 실습과 taste testing을 하는 경희대학교 조리·서비스 경영학과 학생 12명을 선정하였다. 선정 후에는 분자요리와 분자요리 기법인 spherification에 대해 사전 설명을 하여 충분히 이해시키는 과정을 실시하였다. 또한 실험에 관한 설명과 질의응답의 시간을 가진 후 평가를 실시하였고, 정량적 묘사분석을 위해, 패널들에게 샘플 4개를 제공한 다음 시식하면서 발현하는 향미 순서대로 백지에 적도록 하였다. 외관, 향, 맛, 조직감의 항목으로 나누어 향미와 텍스처에 대한 관련 묘사어를 제시하였다. 패널 요원들을 통해 수집된 용어들은 토론을 통하여 최종적으로 선정하였으며, 선정된 용어는 패널들 간에 혼동을 방지하고 의미를 명확하게 하기 위해 각각의 용어를 설명한 기준 척도표를 작성하여 제공하였다.

시료인 칼슘 알지네이트 비드의 크기는 4가지 모두 지름 2 cm의 공모양으로 일정하게 준비하여, 제조 후 3시간 이내에 평가를 실시하였다. 물 안에 담겨있는 비드를 제공 10분 전 물에 건져낸 상태로 제공하였으며 관능 평가의 실시 시간은 오전 11:30~12:30이었으며 모든 패널들에게 입안을 헹굴 수 있는 생수와 빨을 수 있는 컵을 함께 제공하였다. 평가 전에 패널들이 참고할 수 있도록 평가 순서가 설명된 가이드라인과 기준 척도표를 제공하였다.

정량적 묘사분석과 기호도 검사를 하기 전과 후,

분자요리에 대한 전반적인 인지도를 조사하였다. “분자요리를 알고 있는가”와 “분자 요리를 경험한 적이 있는가” 등에 대해 사전 설문 조사하였다. 또한 정량적 묘사분석과 기호도 검사가 끝난 후 “오늘 경험한 샘플이 요리적 측면에서 새롭다는 생각이 드는가”와 “앞으로 한식요리 또는 제품으로 발전 가능성이 있다고 생각하나” 등에 대해 사후 설문조사도 함께 조사하였다. 평가항목은 시각(색상, 투명성, 입체감), 향미(화학적 향, 감맛, 화학적 맛, 후미), 촉각(탄력성, 단단함, 씹힘감, 잔여감) 등 11가지 항목을 7점 척도를 사용하여 측정하였다. 기호도 검사는 색, 향, 맛, 질감, 전반적 기호도에 대해 정량적 묘사분석과 같은 방법으로 측정하였다.

9. 통계처리

모든 실험은 5회 이상 반복한 결과를 SPSS 16.0을 이용하여 분석하였다. 시료간의 특성차이 검정은 one-way ANOVA를 이용하여 분석하였으며, $p < 0.05$ 수준에서 다중범위 검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 각 시료간의 통계적 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 색도

소듐 알지네이트의 농도에 따른 칼슘 알지네이트 비드의 색도 측정결과는 Table 3과 같다.

명도를 나타내는 L값의 경우 $SA_{0.4} > SA_{0.6} > SA_{1.0} > SA_{0.8}$ 의 순으로 소듐 알지네이트의 농도가 높아질수록 L값은 대체로 낮아지는 경향($p < 0.05$)을 나타냈다. a값의 경우 $SA_{0.4} < SA_{0.6} < SA_{1.0} < SA_{0.8}$ 의 순이었으며, b값의 경우

Table 3. Color values of persimmon calcium alginate bead spherified with various concentrations of sodium alginate

	SA0,4	SA0,6	SA0,8	SA1,0	F-value
L	37.42±0.09 ^{1)c}	34.74±0.72 ^b	29.71±0.68 ^a	32.16±1.86 ^a	29.69 [*]
a	10.83±0.19 ^a	13.31±0.85 ^b	13.72±0.90 ^b	14.45±0.02 ^b	18.46 [*]
b	29.21±0.26 ^c	28.71±0.56 ^c	22.52±0.12 ^a	24.19±1.59 ^b	44.61 [*]

¹⁾ Mean±S.D.

The different letters means significantly differences at 5% significance level by Duncan's multiple range.

SA0.4 > SA0.6 > SA0.8 > SA1.0의 순으로 소디움 알지네이트의 농도가 높아질수록 b값은 낮아지는 경향(p(0.05)을 나타냈다. 색도 측정 결과 소디움 알지네이트의 농도가 증가할수록 적색도는 높아지고 황색도는 낮아지는 것을 알 수 있었다. 이것은 비드의 두께와 연관이 있는 것으로 추정된다.

2. 텍스처

소디움 알지네이트의 농도에 따른 칼슘 알지네이트 비드의 텍스처 측정결과는 Table 4와 같다.

경도의 경우 SA0.4 < SA0.6 < SA0.8의 순으로 소디움 알지네이트의 농도가 높아질수록 경도의 값은 높아지다 SA1.0에서 갑자기 낮아졌다. 탄력성, 씹힘성, 응집성, 복원력 등의 특성도 경도와 마찬가지로 경향성을 나타냈다. 다만 부착성의 경우에는 SA0.4 > SA0.6 > SA0.8의 순으로 소디움 알지네이트의 농도가 높아질수록 부착성의 값은 낮아지다가 SA1.0에서 갑자기 높아졌다. 텍스처 특성 모두 p<0.05 수준에서 유의한 차이가 있었다. 부착성을 제외한 경도, 탄력성, 씹힘성, 응집성, 복원성의 모든 텍스처 특성에서 SA0.4에서 SA0.8로 갈수록 높은 값을 나타내다가 SA1.0에서 수치가 낮아지는 경향을 보였다. 이것은 비드의 막이 알지네이트의 guluronic acid block과 Ca²⁺이온 간의 이온결합에 의하여 형성되는데, Ca²⁺와 알지네이트의 COOH기 사이의 교차결합에 의하여 egg box 모양의 3차원 망상구조가 형성되는 현상에 기인한다(Park JS 등 1997). 즉, 알지네이트와 반응할 Ca²⁺가 얼마나 많이 존재하나에 따라 egg box 모양의 망상구조의 형성 정도가 결정되므로, 반응할 수 있는 알지네이트와 Ca²⁺이 많이 존재할수록 탄탄하고 조밀한 망상구조가 형성되므로 농도가 증가할수록 각 특성의 수치가 함께 증가하게 된다(Ji CI 등 2007). 하지만 SA0.8에서 SA1.0로 가면서 알지네

이트의 농도가 증가하는데 반해 값이 감소했던 이유는, 알지네이트의 양이 증가되어도 한정된 Ca²⁺에 의해서 더 이상의 망상구조가 형성되지 않기 때문이며, 알지네이트의 증가의 의해 감푸레의 점도가 증가됨으로 오히려 둔탁하고 약한 막이 형성하게 되는 것으로 사료된다(Ana B 등 1999).

4. 칼슘 알지네이트 비드 막의 두께

소디움 알지네이트의 농도에 따른 칼슘 알지네이트 비드의 두께 측정결과는 Table 5와 같다. SA0.4 < SA0.6 < SA0.8의 순으로 소디움 알지네이트의 농도가 높아질수록 두께가 두꺼워지다가 SA1.0에서 낮아지는 경향을 나타냈으며, 유의적(p<0.05)인 차이가 있었다. 이는 알지네이트 양의 증가에 비해 Ca²⁺양이 한정되어 있어 더 이상의 막구조를 형성하지 못하고 알지네이트의 증가로 감푸레의 점도가 증가되어 오히려 막 형성을 저해하는 요소로 작용되었기 때문이다(Park SJ와 Kang JY 2005).

Table 5. The membrane thickness of persimmon calcium alginate bead spherified with various concentration of sodium alginate

sample	Thickness (mm)
SA0.4	0.24±0.02 ^{1)a}
SA0.6	0.96±0.10 ^b
SA0.8	1.54±0.03 ^c
SA1.0	0.39±0.09 ^a
F-value	197.252 [*]

¹⁾ Mean±S.D.
The different letters means significantly differences at 5% significance level by Duncan's multiple range.

Table 4. Texture properties of persimmon calcium alginate bead spherified with various concentration of sodium alginate

	SA0.4	SA0.6	SA0.8	SA1.0	F-value
Hardness(g)	39.33±6.67 ^{1)a}	54.40±7.55 ^b	163.33±6.26 ^c	35.70±6.20 ^a	245.72 [*]
Adhesiveness(g.s)	-7.86±2.64 ^c	-11.76±1.98 ^b	-19.11±0.90 ^a	-6.56±0.61 ^c	0.012 [*]
Springiness	0.70±0.15 ^a	0.96±0.39 ^a	1.59±0.27 ^b	0.96±0.45 ^a	3.76 [*]
Chewiness	6.63±4.25 ^a	23.84±6.12 ^b	51.90±2.50 ^c	8.28±1.49 ^a	82.35 [*]
Cohesiveness	0.25±0.17 ^a	0.48±0.04 ^b	0.83±0.55 ^c	0.26±0.06 ^a	22.90 [*]
Resilience	0.09±0.07 ^a	0.18±0.03 ^a	0.56±0.11 ^b	0.08±0.01 ^a	30.87 [*]

¹⁾ Mean±S.D.
The different letters means differences at 5% significance level by Duncan's multiple range.

5. 막구조 관찰

소듐 알지네이트의 농도에 따른 칼슘 알지네이트 비드의 막 구조를 광학현미경으로 관찰한 결과는 Fig. 1과 같다.

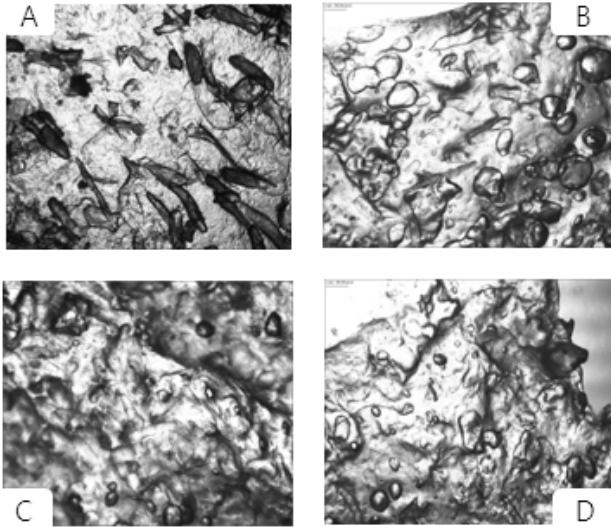


Fig. 1. Microphotographs of persimmon calcium alginate bead spherified with various concentration of sodium alginate

The magnification was used ×400
A: SA0.4 B: SA0.6 C: SA0.8 D: SA1.0

배율 400배의 실체 광학현미경으로 칼슘 알지네이트 비드의 막 구조를 측정해 본 결과 Fig. 1에서 보는 것과 같이 감푸레가 가지고 있는 섬유질이 점점 줄어들어보였으며, 투명성도 떨어졌다. 이는 막의 두께가 증가되는 것이 그 원인이라 할 수 있다(Ana B 등 1999). 즉, 막의 형태는 칼슘 알지네이트 비드의 막의 두께와 관련이 있음을 알 수 있는데, 두께가 두꺼울수록 감푸레의 섬유질은 막 안으로 묻히게 되며, 투명성도 점점 줄어드는 것으로 해석하였다.

6. 관능평가

1) 정량적 묘사분석

소듐 알지네이트의 농도에 따른 칼슘 알지네이트 비드의 정량적 묘사분석 결과는 Table 6과 같으며, QDA profile은 Fig. 2와 같다.

소듐 알지네이트의 농도를 달리한 칼슘 알지네이트 비드는 소듐 알지네이트의 농도가 높아질수록 낮은 노란정도가 낮게 평가되었으며 유의적인($p < 0.05$) 차이가 있었다. 투명성은 소듐 알지네이트의 농도가 높아질수록 투명도가 낮게 평가되었으며($p < 0.05$), 입체감의 경우 SA0.4 < SA0.6 < SA0.8의 순으로 높아지다 SA1.0에서 입체감의 평가는 낮아졌다. 이것은 기계적 특성의 탄력성과 강도와 연관성이 있음을 알 수 있다. 향미는 화학적인 향, 감맛, 화학적 맛, 후미의 평가 목록 중 전 구간에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 질감 부분에서 소듐 알지네이트의 농도를 달리한 칼슘 알지네이트 비드는 SA0.4~SA0.8의 순으로 소듐 알지네이트의 농도가 높아질수록 탄력성은 높게 평가되었으며 SA1.0의 경우 갑자기 낮아졌다. 이 결과는 기계적 특성의 탄력성, 단단함과 씹힘감도 동일하게 나타났다. 잔여감은 SA0.4 < SA0.6 < SA0.8 < SA1.0의 순으로 높아졌다.

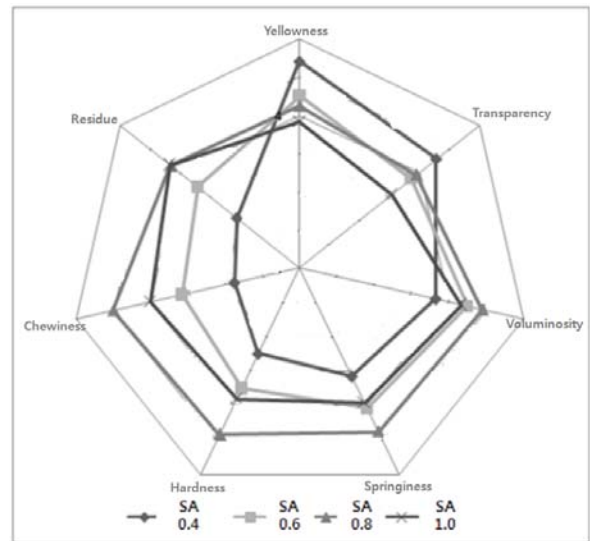


Fig. 2. QDA profile of persimmon calcium alginate bead spherified with various concentration of sodium alginate

Table 6. QDA results of persimmon calcium alginate bead spherified with various concentration of sodium alginate

	SA0.4	SA0.6	SA0.8	SA1.0	F-value
Yellowness	5.41±0.99 ^{1)ab}	4.5±0.90a	4.25±1.13a	3.83±1.02a	5.173*
Transparency	4.58±0.79 ^b	3.75±0.86ab	3.91±1.08ab	3.08±1.37a	4.091*
Voluminosity	3.66±0.77 ^a	4.5±1.00ab	4.91±0.79b	4.33±0.77ab	4.566*
Chemical odor	2.75±1.65	3.5±1.24	3.16±1.33	3.33±1.30	0.639
Persimmon taste	1.83±0.71	3.16±1.26	3.33±1.3	2.75±0.81	3.042
Chemical taste	3.16±1.26	3.16±1.19	4.25±0.86	4.54±1.12	1.042
Aftertaste	2.41±1.16	3.00±1.65	4.08±1.31	3.41±1.47	2.744
Springiness	3.16±1.19 ^a	4.08±1.72ab	4.75±0.96b	3.91±0.96ab	2.949*
Hardness	2.50±1.24 ^a	3.50±1.78ab	4.38±1.49b	3.83±0.93b	3.667*
Chewiness	1.75±0.86 ^a	3.16±1.02b	5.00±0.66c	4.00±1.14b	15.606*
Residue	2.16±0.83 ^a	3.41±1.16b	4.33±0.98c	4.33±0.88c	13.260*

¹⁾ Mean±S.D.

The different letters means significantly differences at 5% significance level by Duncan's multiple range.

2) 기호도 검사

소디움 알지네이트의 농도에 따른 감 칼슘 알지네이트 비드의 기호도 검사 결과는 Table 7과 같다.

Table 7. Acceptance of persimmon calcium alginate bead spherified with various concentration of sodium alginate

	SA0.4	SA0.6	SA0.8	SA1.0	F-value
Color	3.91±1.50 ¹⁾	3.16±0.93	3.00±0.73	2.83±1.11	2.225
Flavor	3.66±1.23	3.50±0.67	3.41±1.08	2.66±1.23	2.021
Taste	4.00±0.73	3.50±0.93	3.25±0.75	3.14±0.71	2.759
Texture	4.41±1.08 ^b	3.16±0.83 ^a	3.16±1.18 ^a	2.50±1.00 ^a	7.475 [*]
Overall Acceptance	4.66±1.15 ^c	3.75±0.86 ^b	3.16±0.93 ^b	2.08±0.79 ^a	15.657 [*]

¹⁾ Mean±S.D.

The different letters means significantly differences at 5% significance level by Duncan's multiple range.

색, 향, 맛, 질감 등의 모든 기호도 부문에서 SA0.4가 가장 높은 평가를 받았으며, 가장 낮은 기호도를 보인 것은 SA1.0이다. 그러나 질감을 제외한 색, 향, 맛의 각 항목 모두 소디움 알지네이트의 농도가 증가할수록 칼슘 알지네이트 비드의 기호도는 유의적인 차이를 나타내지 못했다. 전

반적 기호도 부문에서는 소디움 알지네이트의 농도가 높아 질수록 전반적인 기호도는 낮게 평가되었다(p<0.01).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 분자요리 기법 중 구형화 기법을 이용하여 감(Diospyros kaki)을 구형화시켜 소디움 알지네이트의 농도에 따른 감 칼슘 알지네이트 비드의 물리적 및 관능적 특성을 연구하였다. 명도(L)와 황색도(b)는 소디움 알지네이트의 농도가 증가할수록 그 값이 유의적으로(p<0.05) 감소하는 경향을 보인 반면 적색도(a)는 소디움 알지네이트 농도가 증가할수록 그 값이 유의적으로(p<0.05) 증가하였다. 텍스처의 경우에도 소디움 알지네이트의 농도가 증가될수록 경도, 탄력성, 씹힘성, 응집성, 복원력이 유의적으로(p<0.05) 증가하는 경향을, 부착성은 유의적으로(p<0.05) 감소하는 경향을 나타냈다. 이것은 감푸레 속에 있는 소디움 알지네이트와 염화칼슘의 반응 정도에 따른 결과라고 할 수 있다. 주목해야 할 점은 시료 SA0.8과 SA1.0의 경우 알지네이트의 농도가 증가하여도 측정값이 같은 방향의 현상을 나타내지 못한다는 것인데, 이는 알지네이트의 양이 증가에 비해 Ca²⁺의 양이 한정되어 있기 때문으로 사료된다(Park SJ와 Kang JY 2005).

비드의 막 두께와 형태의 분석결과 소디움 알지네이트 농

도가 증가할수록 비드의 감푸레 속에 있는 염화칼슘과 소디움 알지네이트의 반응이 활발해져 막 두께가 두꺼워지는 경향을 나타냈으며($p < 0.05$), 다만 SA0.8에서 SA1.0로 가면서 알지네이트의 양과 Ca^{2+} 의 양이 임계점에 도달되어 막의 두께가 감소하였다(Cho M 등 2005). 막 형태는 비드의 막 두께가 두꺼워질수록 감푸레의 섬유질이 막 안으로 묻히게 되어 투명성도 줄어드는 것을 확인하였다.

정량적 묘사분석 결과 소디움 알지네이트의 농도가 증가할수록 입체감, 탄력성, 단단함, 씹힘감, 잔여감은 모두 증가하였으며, 노란 정도, 투명성은 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였다.

기호도 검사 결과 색상, 향, 맛에서는 소디움 알지네이트 농도에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으나 질감과 전반적인 기호도에서는 소디움 알지네이트 0.4 %의 SA0.4 군이 가장 높은 평가를 받았다.

본 연구는 칼슘 알지네이트 비드의 물리적, 관능적 평가 결과를 통해 소디움 알지네이트의 최적 농도를 밝히는데 목적이 있다. 조리학적으로 감 칼슘 알지네이트 비드의 가장 적합한 배합비는 소디움 알지네이트 0.4%를 첨가했을 때임을 알 수 있었다. 이와 같은 연구를 통해 세계적 요리의 추세인 분자요리에 한식을 응용하고 새로운 식품개발에 적용하기 위한 기초적 자료를 제공했다는 데에 본 연구의 의의가 있다. 추후 연구에서는 소디움 알지네이트의 농도 뿐 아니라 반응 시간이나 염화칼슘 등의 농도가 물리적, 관능적으로 어떤 영향을 주는지 보다 심도 있게 알아봄으로써 다각도의 연구가 이루어져야 한다.

참고문헌

- 김성윤. 2007. 이 맛에도 만족 못하면 지구를 떠나라!. 조선일보. 2007년 05월03일
- 황혜성, 한복려, 한복진. 1994. 한국의 전통음식. 교문각. 서울. pp 497
- 최항석. 2006. 알지네이트 지지체를 이용한 이체지방조직 줄기세포의 생체 내 연골 분화. 석사학위논문. 가톨릭대학교. pp 7
- Ana B, Manuel M, Domingo C. 1999. Formation of calcium alginate gel capsules: influence of sodium alginate and $CaCl_2$ concentration on gelation kinetics. J Biosci Bioeng 88(6):686-689
- Bang BH, Seo JS. 2002. Characteristics of salt adsorption by calcium alginate beads. J Korean Soc Food Nutr 15(2):89-96
- Cho M, Kim BY, Baik MY, Rhim JH. 2005. Microencapsulation of fish oil by low-molecular weight sodium alginate. Korean J Soc Food Sci Technol 37(5):730-735
- Grant GT, Morris ER, Ress DA, Smith PJ, Thom D. 1973. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model. FEBS Letters 32:195-198
- Ji CI, Cho SM, Gu YS, Kim SB. 2007. The processing optimization of caviar analogs encapsulated by calcium-alginate gel membranes. Korean J Food Sci Technol 16(4):557-564
- Kang YS, Chae KY, Hong JS. 2007. Study on the quality characteristics of polished rice, brown rice and black rice *Jeolpyeon* by the addition of astringent persimmon concentrate. Korean J Food Cookery Sci 23(1):50-61
- Kim GJ, Choi HS, Kim WJ, Oh HI. 1999. Physical and sensory characteristics of persimmon jam prepared with enzyme treated persimmon juice. Korean J Soc Food Sci 15(1):50-54
- Lee EJ, Ahn JS, Choi JY. 2008. The current trends and the prospective view of the molecular gastronomy. Korean J Culinary Res 14(1):56-72
- Martinsen A, Skjåk-Bræk G, Smidsrod O. 1989. Alginate as immobilization material: I. Correlation between chemical and physical properties of alginate gel beads. Biotechnol. Bioeng 33(1):79-89
- Park SJ, Kang JY. 2005. Preparation and characterization of calcium alginate microcapsules by emulsification-internal gelation. J Korea Polymer Soc 29(4):369-374
- Park JS, Kim DK, Lee KH, Doh DS. 1997. The diffusion characteristics of solute into the Ca-alginate gel bead. Hwahak Konghak 35(1):41-45
- Paul DV, Haan D, Wolters B, Gerrit HJ, Reinout VS. 1996. Factors influencing the adequacy of microencapsulation of rat pancreatic islets1. Transplantation 62(7):888-893
- Rhim JW, Kim JH, Kim DH. 2003. Modification of Na-alginate films by $CaCl_2$ treatment. J Korean Soc Food Sci Technol 35(2):217-221
- Roh YK, Jang SH, Park SH, Byun HS, Sung JJ. 1999. Analysis of distribution properties on astringent persimmon. Korean J Postharvest Sci Technol 6(2): 184-187
- Seo JH, Jeong YG, Kim KS. 2000. Physiological characteristics of tannins isolated from astringent persimmon fruit. Korean J Food

Sci Technol 32(1):212-217

- Woo JW, Roh HJ, Park HD, Ji CI, Yang BL, Kim SB. 2007. Sphericity optimization of calcium alginate gel beads and the effects of processing conditions on their physical properties. Food Sci Biotechnol 16(5):715-721
- You BJ, Lim YS. 2002. Encapsulation of pine agaric(*Tricholoma matsutake*) flavor with alginates. J Korea Fish Soc 35(3):231-236