

자연재료를 이용한 증점소재 개발 및 특성연구

진하경 · 김범근¹ · 한정아
상명대학교 외식영양학과, ¹한국식품연구원

Development and characterization of thickeners using natural materials

Ha-Kyung Jin, Bum-Keun Kim¹, and Jung-Ah Han*

Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University
¹Korea Food Research Institute

Abstract For elderly individuals with swallowing difficulties, texture-modified food containing thickeners is needed. The plant materials freeze-dried yam, lotus root, and artichoke were evaluated for their potential use as thickeners and compared to a commercial thickener (corresponding to 0.5, 1, or 2 bag viscosity, respectively). Yam powder showed a high peak viscosity, corresponding to that of rice starch. Although artichoke showed no pasting viscosity, it may be useful as a thickener when combined with xanthan gum. The certain amount of yam, lotus root, and artichoke powders added to commercial soup showed similar viscosities as the addition of 0.5 or 1 bag commercial thickener at 60°C. However, sufficient viscosity corresponding to that of 2 bags of commercial thickener was not achieved by using the plant material itself. Sensory tests by elderly subjects revealed that the soup with yam powder was preferred compared to soup made with other materials.

Keywords: thickener, viscosity, yam, lotus root, artichoke

서 론

연하장애란 저작 또는 연하운동이 저하되어 음식을 씹고 삼키기 어렵거나 불편함을 느끼는 상태를 말하는데, 노화와 더불어 자연스럽게 발생한다(1). 노화로 인한 치아의 손실, 타액 분비의 감소, 근육의 약화 등이 주된 원인으로 목 구조의 변형, 삼킴 과정의 지연과 같은 삼킴의 전반적 과정에서 장애 증상을 동반한다(2). 노화 이외에도 뇌졸중이나, 알츠하이머, 파킨슨 병, 또는 두부나 척추손상도 연하장애의 원인이 될 수 있다. 이러한 연하장애의 증상으로는 침 흘림, 탈수, 씹기 장애로 인한 음식물 섭취의 제한으로 오는 영양실조가 있으며(3,4), 먹는 즐거움을 상실하여 전반적 삶의 질이 저하되는 결과를 가져올 수 있다. 더 심각하게는 기도 흡인으로 인한 폐렴을 유발하고 질식의 위험을 높여 사망에 이를 수도 있기 때문에 이러한 기도 흡인의 위험성을 낮추기 위해 연하장애 환자의 음식물에 점성을 부여하는 것이 필요하다. 물과 같은 액체는 인두(pharynx)를 통과하는 흐름이 매우 빨라 연하장애자들이 삼키기 매우 어렵지만, 하이드로콜로이드(hydrocolloids) 등의 증점제를 첨가하는 경우 음식물 덩어리의 흐름 속도를 조절하여 인두를 통과하는 식품의 흐름의 속도를 감소시킴으로써(5) 삼킴 반사가 일어나기 전에 음식물들을 혀 너머

로 떨어뜨려 기도로 흡인될 수 있는 위험성을 줄이는데 도움을 주기 때문이다(6).

이러한 이유로 연하장애 환자를 위한 여러 점도 증진 제품이 시판되고 있는데, 국내에서 시판되는 제품으로는 연하솔루션(정식품), 연하케어(케어웰), 비스코업((주)레오스푸드) 등이 있고, 일본제품으로는 뉴케어 토로미 퍼펙트((주)Sankyo)가 있다. 이들 제품은 증점소재로 잔탄검, 텍스트린 등 증점 다당류를 첨가하고 있다. 이러한 증점제품은 소량으로 빠르게 점도를 높일 수 있다는 장점은 있으나 영양소의 공급은 없이 포만감을 줄 수 있다. 연하장애로 인해 물성 조절 및 증점제를 필요로 하는 사람들에게 있어 가장 큰 문제는 전체적인 식품 섭취량의 감소이다(7). 증점제의 첨가로 인한 포만감 때문에 전체적 식품섭취의 제한을 가져올 수 있고, 필요성분 섭취 부족으로 인한 문제를 야기할 수 있기 때문이다(8).

연하곤란자용 식품 점도와 관련된 연구로는 음식물의 점도와 양에 따른 삼킴근육의 근활성도 비교에 관한 연구(9), 증점제 종류에 따른 국의 유변학적 특성에 관한 연구(10), 연하곤란자용 증점 음료 특성에 관한 연구(11) 등이 있으나, 주 재료인 텍스트린 이외에 천연재료를 이용한 증점제의 개발은 미비한 실정이다. 따라서, 점도를 향상시키면서도 고령자들에게 유용한 영양성분을 공급할 수 있는 천연소재를 탐색하는 연구가 필요하다.

마(*Dioscorea batatas*)는 마과에 속하는 다년생 덩이뿌리로서 열대나 아열대 지방에 주로 분포하고 우리나라의 경우 산지에서 자생한다(12). 마에는 점질 다당류인 mannan이 함유되어 있어 점성이 높을 뿐 아니라 비타민, 무기질이 풍부하다(13-15). 또한 여러 소화효소가 함유되어 있어 소화흡수성이 용이하며(16), 항산화 작용 및 암세포 증식 억제 효과(17), 혈당 강하 효과(18), 비만 및 당뇨병 개선 효과(19) 등이 있는 것으로 알려져 있다. 연근(*Nelumbo*

*Corresponding author: Jung-Ah Han, Department of Foodservice Management and Nutrition, Sangmyung University, Seoul 03016, Korea

Tel: +82-2-2287-5357

Fax: +82-2-2287-0104

E-mail: vividew@smu.ac.kr

Received November 9, 2016; revised November 20, 2016;

accepted December 1, 2016

mucifera G)은 수련과 연속에 속하는 다년생 수상식물의 뿌리로 (20,21), methylcorypalline, dimethylcocaurine, kaempferol, quercetin, isoquercetin, flavonoids, 및 tannic acid과 같은 생리활성 물질을 함유하고 있으며 뮤신(mucin)이 함유되어 있어 콜레스테롤 감소 효과 및 위벽 보호 효과가 있는 것으로 보고되어있다(22,23). 돼지감자(*Helianthus tuberosus* L.)는 국화와 해바라기속 다년생 식물로 우리나라 전국 각지에 자생한다(24). 돼지감자 괴경의 주요 성분은 건조 중량의 약 75%를 차지하고 있는 inulin이며, 이는 β -2,1결합으로 연결되어있는 fructose의 중합체로(25), 변비를 개선하고 장 질환을 예방하며, 혈청 콜레스테롤 감소와 혈중지질의 저하, 항당뇨 효과가 있다고 알려져 있다(26). 본 연구에서는 이러한 세 종류의 자연 재료를 농도를 달리하면서 점도를 측정하여 시판증점제의 대체가능성을 알아보았다. 이들 소재를 이용하여 연하 곤란자들에게 증점 효과뿐 아니라 영양 및 기능성분을 제공할 수 있는 대체제 개발을 목적으로 하였다.

재료 및 방법

재료

실험에 사용된 돼지감자가루, 마가루, 연근가루는 동결건조된 제품으로 온라인 사이트((주)산마을, Gyeongsangnamdo, Korea)에서 구입하였으며, 증점소재의 분산매로는 시판되고 있는 국(맛있는 사골우거지국, Ottogi Co., Seoul, Korea)을, 증점 보조제로는 Xanthan 검(Keltrol, CPKelco Co., San Diego, CA, USA)을 사용하였다. 점도비교를 위한 시판증점제로는 연하솔루션(Greenbia Dysphagia Solution, Dr. Chung's Food, Cheongju, Korea)제품을 사용하였다.

시료 제조 및 점도 측정

분산매로 사용된 사골우거지국은 제품에 표기된 레시피에 따라 한 볼륨 당 300 mL의 물을 넣고 전자레인지에 5분간 돌려 준비한 후, 280 mesh 체에 내려 건더기를 제거하고 국물만 사용하였다. 체에 거른 사골우거지국의 국물을 수조에서 90°C까지 온도를 높여 준 후 150 mL를 취해 시판증점제 0.5포, 1포, 2포를 각각 첨가하여 잘 섞어준 후, 90-95°C에서 15분간 끓였다. 이 후, 상온에서 식히면서 제공 시간과 섭취 온도를 고려하여 60°C에서 15분간 3분간격으로 회전식 점도계(RVDV-II+P, Brookfield, MA, USA)를 이용하여 점도를 측정하였고, 각 점도에 해당하는 %Torque 값을 기준으로 1단계(%Torque ~25, 시럽 점도), 2단계(%Torque ~45, 요거트 점도), 3단계(%Torque ~100, 푸딩 점도)로 구분하였다. 천연 가루시료의 점도는 위의 시판증점제와 동일한 방법으로 측정하였고, 각 단계의 %Torque값 내에서 시판증점제에 해당하는 점도를 갖도록 국에 첨가된 가루재료의 양을 Table 1과 같이 결정하였다.

돼지감자의 경우 시료 자체에 점성이 없어 예비실험을 통해 돼지감자 첨가량을 6%로 고정하고 잔탄검을 농도별로 첨가하면서 점도를 조정하였다.

시료의 호화특성 분석

시료의 호화특성은 7% 현탁액을 만든 뒤 Rapid Visco Analyser (RVA 3D, Newport Scientific, Warriewood, Australia)를 이용하여 측정하였다. 현탁액은 50°C에서 1분간 유지한 후, 95°C까지 1분당 9°C의 속도로 가열하고, 95°C에서 5분간 유지하였다. 이 후 50°C까지 1분당 9°C의 속도로 냉각하고, 50°C에서 2분간 유지하면서 총 13분간 측정하였다.

색도측정

세 종류의 가루재료를 각 농도별 첨가한 시료의 색은 색차계(Chromameter, CR-300, Minolta Co.,Ltd, Osaka, Japan)를 이용하여 명도(lightness, L*), 적색도(redness, a*), 황색도(yellowness, b*) 값을 측정하여 나타내었다. 한 시료 당 5회 반복하여 색도를 측정된 후 평균값으로 나타내었다. 측정 시 사용한 표준 백색판(standard plate)은 L*=96.60, a*=0.24, b*=1.97이었다.

식이섬유함량 측정

세가지 가루시료의 총 식이섬유함량은 Enzymatic Gravimetric 방법(27)을 사용하여 측정하였다.

관능검사

관능검사는 마포 종합 노인복지관 65세 이상 노인 20명을 대상(평균 나이 83세)으로 패널과 연구원의 1:1 대면법을 통해 검사를 실시하였다. 시료는 시판증점제 1포 기준인 점도 2단계 시료들로 실시하였으며, 시료들은 검사 전, 보존병에 보관하여 따뜻하게 유지한 후, 검사 시에는 투명색 컵에 일정량 제공하고, 맛(taste), 향(flavor), 색(color), 목 넘김(swallow), 질감(texture), 전체적 기호도(overall preference)를 5점 평점 법(1: 매우 싫다, 2: 싫다, 3: 보통이다, 4: 좋다, 5: 매우 좋다)을 이용하여 평가하였다. 질감의 경우 5: 매우 곱쫄하다, 4: 곱쫄하다, 3: 보통이다, 2: 묽다, 1: 매우 묽다로 평가하였다.

통계분석

각 시료에 대한 모든 실험결과는 SPSS (Statistical Package for Social Sciences, version 20.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) 통계 프로그램을 이용하여 분석별 3회 이상 반복 측정된 결과 값에 대해 분산분석(ANOVA)을 실시하였으며 각 시료들 간의 유의적 차이는 사후검증(Duncan's multiple range test)을 통해 $p < 0.05$ 수준에서 검정하였다.

결과 및 고찰

점도 특성

Figure 1은 제조한 국에 증점제를 첨가하여 제조한 후, 60°C로 식혀 섭취온도에서 15분간 3분간격으로 점도를 측정된 결과이다. 먼저 시판증점제 0.5포에 해당하는 1단계 점도를 비교해 보면, 마

Table 1. Addition amount of three natural materials corresponding to commercial viscosity agent at three steps

	Step I (corresponding to Syrup viscosity)	Step II (corresponding to Yogurt viscosity)	Step III (corresponding to Pudding viscosity)
¹ S- ² COM	0.5 bag	1 bag	2 bag
S- ³ Y	5%	6%	7%
S- ⁴ LR	5%	8%	13%
S- ⁵ A6%+ ⁶ XG	XG 0.5%	XG 0.8%	XG 1.2%

¹S-Soup; ²COM-commercial thickening agent; ³Y-Yam powder; ⁴LR-Lotus Root powder; ⁵A-Artichoke powder; ⁶XG-xanthan gum

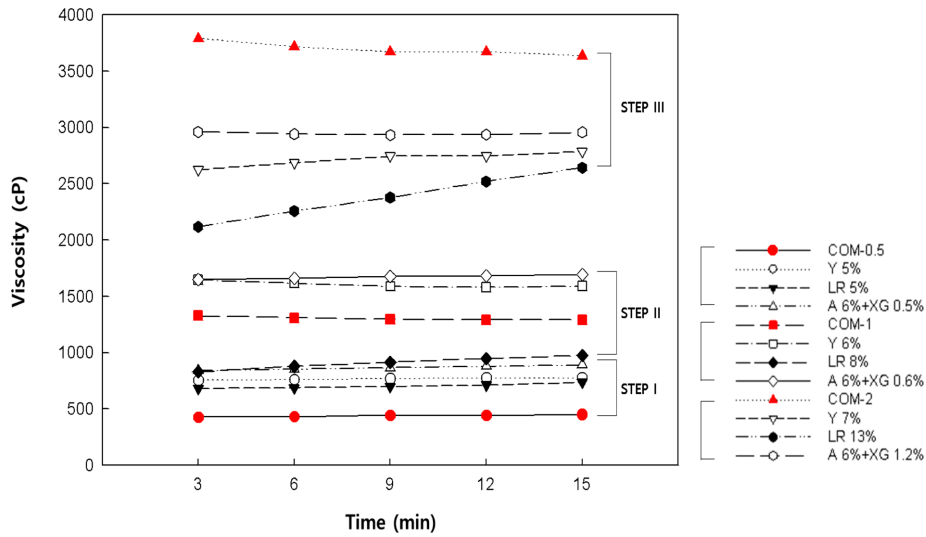


Fig. 1. Viscosity of commercial soups with different thickeners at 60°C. COM means commercial thickening agent, Y means Yam powder, LR means Lotus Root powder, A means Artichoke powder, XG means xanthan gum.

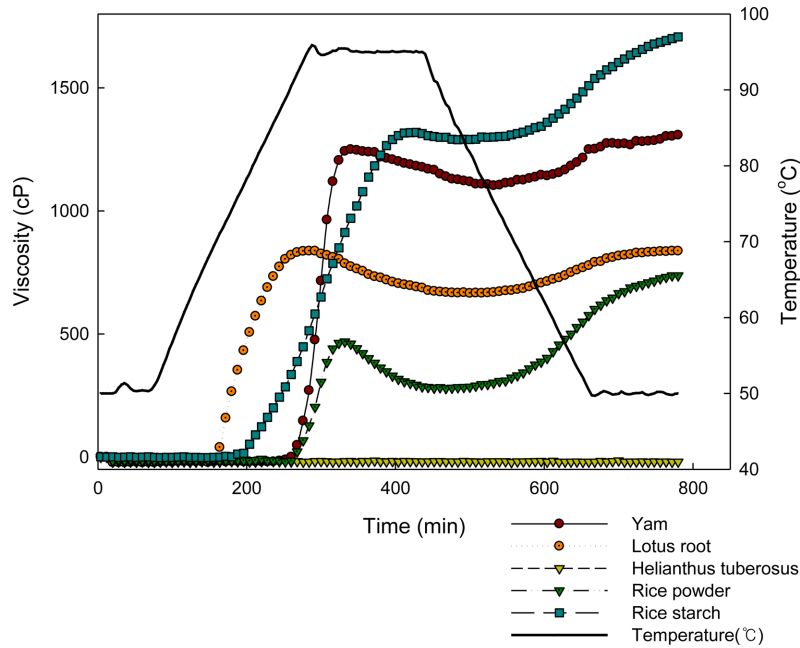


Fig 2. Pasting properties of three powders in comparison with rice starch and rice powder.

가루 5%, 연근가루 5% 첨가시료의 경우 시간이 지날수록 점도의 변화는 없었으나, 돼지감자 6%+잔탄 0.5%첨가시료의 점도는 약간 증가하는 경향을 보였다. 1단계 점도를 갖는 시료들을 비교해 보면 천연 가루를 첨가하여 점도를 높인 실험군이 대조군인 시판증점제보다 다소 높은 점도값을 보였다. 2단계, 즉 시판증점제 1포에 해당하는 점도를 갖도록 제조한 시료들을 비교해보면, 마가루 6% 첨가군과 돼지감자6%+잔탄검 0.8%첨가군은 시판증점제 보다 약간 높은 값을 갖는 것으로 측정되었고, 연근가루 8% 첨가시료는 약간 낮은 점도특성을 갖는 것으로 측정되었다. 시판증점제 2포에 해당하는 점도를 갖도록 제조한 국 시료간 비교에서 천연 가루 첨가군은 시판증점제를 첨가한 시료의 점도 값에 충분히 미치지 못하는 것을 확인 할 수 있었다. 이는 천연증점제로 사용한 마, 연근, 돼지감자+잔탄검의 경우 측정 가능 %Torque 값 내에서 시판증점제 2포와 비슷한 값을 찾는 데에 한계가 있

음을 의미하는 것이다. 시판증점제 2포에 해당하는 점도를 얻기 위해서는 검류를 추가하거나, 또는 천연가루재료의 농도를 더 높여야 하는데, 이 경우 시료의 향과 맛이 강해지면서 바람직하지 못한 특성을 갖는 것으로 평가되었다.

호화 특성

사용한 천연시료 자체의 호화점도특성을 알아보기 위해 7% 농도에서 측정된 결과는 Fig. 2에 제시되어 있다. 세 가루시료의 점도를 쌀가루와 쌀전분의 호화특성과 비교해 보면 마가루는 쌀전분과 유사한 최고점도를 보여 우수한 증점효과를 나타내었다. 연근가루는 호화온도가 69.9°C로 시료 중 가장 낮은 호화온도를 보였으며, 최고점도는 838 cP로 쌀가루보다 큰 최고점도를 보였다. 반면 돼지감자가루는 전혀 호화특성을 보이지 않아 그 가루 자체로는 증점제로 적합하지 않음을 보였다. 그러나, 점성이 없는

Table 2. Color characteristics of soups with commercial and three natural thickeners

	L*	a*	b*
¹ Soup	32.08±0.20 ^j	4.03±0.30 ^b	15.15±0.43 ^c
S- ² COM 0.5bag	32.09±0.46 ^j	3.69±0.18 ^c	13.57±0.64 ^f
S-COM 1bag	31.49±0.39 ^j	2.84±0.40 ^e	11.73±0.85 ^h
S-COM 2bag	31.41±0.26 ^j	2.27±0.10 ^f	10.70±0.19 ^j
S- ³ Y5%	47.11±0.23 ^c	0.91±0.04 ^h	18.14±0.13 ^a
S-Y6%	50.19±0.09 ^b	0.75±0.02 ^h	16.66±0.16 ^{bc}
S-Y7%	54.23±0.10 ^a	0.54±0.05 ⁱ	16.43±0.11 ^c
S- ⁴ LR5%	45.39±0.07 ^f	3.14±0.05 ^d	18.42±0.16 ^a
S-LR8%	45.69±0.04 ^e	4.42±0.04 ^a	17.06±0.03 ^b
S-LR13%	46.16±0.07 ^d	4.58±0.04 ^a	15.97±0.18 ^d
S- ⁵ A6%+ ⁶ XG0.5%	37.75±0.11 ^g	0.53±0.03 ⁱ	10.40±0.11 ⁱ
S-A6%+XG0.8%	37.62±0.16 ^{gh}	0.79±0.06 ^h	12.11±0.15 ^{gh}
S-A6%+XG1.2%	37.42±0.21 ^h	1.61±0.05 ^g	12.35±0.12 ^g

¹S-Soup; ²COM-commercial thickening agent; ³Y-Yam powder; ⁴LR-Lotus Root powder; ⁵A-Artichoke powder; ⁶XG-xanthan gum

돼지감자가루에 잔탄검을 첨가한 경우 시판증점제와 유사한 점성과 안정성을 낼 수 있는 것으로 보아(Fig. 1), 유용한 기능성 성분과 식이섬유의 좋은 공급원이 될 수 있는 돼지감자가루(Fig. 4)에 적절한 검류를 첨가로 다양한 점도를 갖는 증점제 탐색이 가능할 것으로 생각된다.

천연재료마다 첨가량에 따른 국의 점도 차이가 크며 이에 대한 선행 연구들이 미비하다는 점으로 보아 다른 여러 천연재료들에 대한 추가적인 연구가 이루어질 필요가 있다. 또한, 국의 종류에 따라 점도에 차이가 나타난다는 Kim 등(10)의 연구 결과로 보아 좀 더 많은 종류의 국에 적용해 볼 필요가 있다고 생각된다.

색도 특성

증점소제가 국의 색도에 미치는 영향은 Table 2, Fig. 3과 같이 소재 자체의 색에서 기인하는 것으로 볼 수 있다. 증점 소재가 색도에 미치는 영향을 비교해보면 명도를 나타내는 L값의 경우 마가루의 첨가군이 가장 높은 값을 나타냈으며 연근, 돼지감자, 시판증점제 첨가군의 순으로 낮은 값을 보였다. 또한 마와 연근의 경우 첨가량을 높일수록 명도는 높아지는 경향을 보였고, 돼지감자와 시판증점제의 경우 첨가량을 높일수록 낮은 값을 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 시판증점제나 마가루의 경우 첨가량이 많아질수록 수치가 유의적으로 감소하였으나 연근과 돼지감자의 경우 첨가량에 따라 유의적으로 증가하였다. 황색도를 나

타내는 b값은 경우 돼지감자시료를 제외한 다른 시료들은 첨가량이 많아질수록 값이 감소하는 경향을 보였다. Park 등(28), Kang 과 Yoon(29)은 연근가루 첨가량이 증가할수록 제품의 L값이 감소한다고 하였으나, 본 연구에서는 첨가량이 증가할수록 국의 L*값이 증가하는 결과를 보였고, L값을 제외한 나머지 a와 b값의 경향은 위의 연구들과 유사한 결과를 보였다.

시료의 식이섬유 함량

첨가한 증점소제의 총 식이섬유함량은 Fig. 4와 같이 시료 100g 당 돼지감자가루 27.1g, 연근가루 16g, 마가루 8.4g의 순으로 측정되었다. 한국인 영양섭취기준에서 65세 이상 식이 섬유소 권장량은 남자는 26g, 여자는 22g이나, 실제 섭취량은 7g 이하로 매우 부족하다고 조사되었으며, 이로 인해 활동적인 노인도 변비 유발률이 20.3%로 보고되었다(30). 식이섬유의 주된 공급원이라고 할 수 있는 채소류는 고령자들이 선호하는 식품(31)이기도 하고, 고령자들의 변비를 해결할 수 있는 중요한 공급식품이나, 노인들에게는 채소류가 씹기 어려운 식품이기 때문에(32) 원 채소류의 상태(나물 등)로는 충분한 식이섬유를 공급할 수 없다. 본 연구에서처럼 가루로 제조한 증점소제가 다량의 식이섬유를 함유한다면 고령자의 건강상태 개선에 중요한 영향을 미칠 것으로 기대할 수 있다. 따라서 본 연구에서 사용한 천연재료를 통해 검류 증점제의 단점을 보완하며 영양가와 점도 특성 모두 부여할 수 있는 증점제 개발이 가능할 것으로 생각된다.

고령자 대상 기호도 결과

65세 이상 노인들을 대상으로 한 관능검사에 대한 결과는 Table 3에 나타내었다. 맛의 경우 전체적으로 천연가루소재 첨가시료들이 시판 증점제 첨가시료보다 더 좋게 평가되었으며, 특히 마가루를 첨가한 시료에 대한 선호도가 가장 높게 평가되었다. 향의 경우에는 시료간 유의적인 차이가 나타나지 않았다($p>0.05$). 실제로 천연가루재료가 강하지는 않지만 각각의 향을 가지고 있으나, 노인들의 경우 후각이 퇴화되어 향에 대한 민감도가 떨어져 차이를 구별하지 못한 것으로 생각된다. 색은 시판증점제와 마가루 첨가시료가 유의적으로 높게 평가되었으며($p<0.05$), 돼지감자나 연근가루를 첨가한 두 시료간 유의적 차이는 없었다($p>0.05$). 목 넘김에 있어서는 마가루와 돼지감자 첨가군에 가장 높은 점수를 받았으며, 다른 두 시료간 유의적 차이는 없었다($p>0.05$). 질감의 경우 측정된 점도의 값과 비례하는 것으로 나타나 마와 돼지감자가루를 첨가한 시료가 가장 걸쭉하다는 평가를 받았고, 다음으로 시판증점제 첨가군, 연근가루 첨가군의 순으로 평가되었다. 목넘김과 질감의 관계에 있어, 비교적 걸쭉할수록 목 넘김에 대한 선호도가 높은 경향을 보이는 것으로 확인

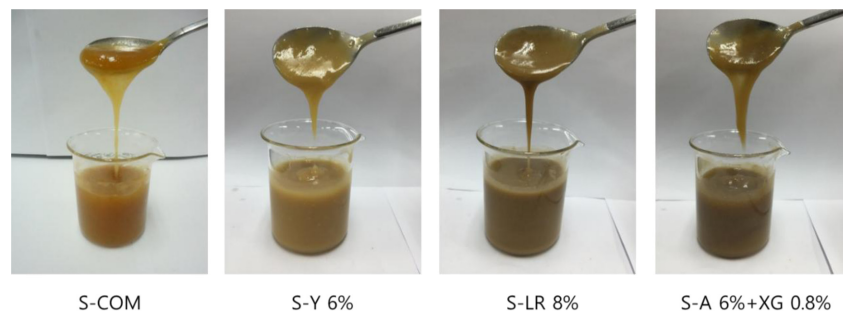


Fig. 3. Photograph of soups with different thickeners. Y means Yam powder, LR means Lotus Root powder, A means Artichoke powder, XG means xanthan gum.

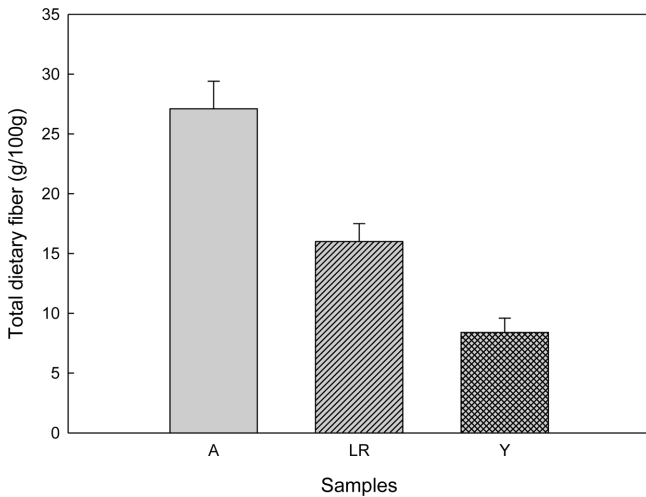


Fig. 4. Total dietary fiber contents in samples. A means Artichoke powder, LR means Lotus Root powder, and Y means Yam powder

되었다. 전체적 기호도에서도 마가루 첨가시료가 가장 높은 선호도를 보였으며, 그 외 다른 시료간 유의적 차이는 없었다.

요 약

노화로 인해 삼키는 데 어려움이 있는 노인들을 위한 천연 증점소재 개발을 위해 식이섬유 및 기타 유용한 성분이 함유된 것으로 알려진 마, 연근, 돼지감자 가루를 선택, 시판증점제의 0.5, 1, 2포에 해당하는 점도값을 갖도록 시판 국에 첨가하여 첨가량을 결정하고 점도 및 물리적, 관능적 특성을 비교하였다. 세 천연소재의 소화특성 분석결과, 마가루는 쌀전분과 유사한 최고점도를, 연근가루는 쌀가루보다 큰 최고점도를 보여 증점제로서의 가능성을 보였다. 돼지감자가루는 전혀 소화특성을 보이지 않아 그 자체로는 증점소재로서 바람직하지 않으나, 노인들에게 필요한 식이섬유를 많이 함유하고 있어 잔탄검을 첨가하여 증점제로서의 가능성을 확인하였다. 세 소재를 이용하여 시판증점제의 0.5 포 및 1포에 해당하는 점도값을 갖는 첨가량은 결정할 수 있었지만, 천연소재 첨가만으로는 시판증점제 2포에 해당하는 첨가량을 결정하기는 어려웠다. 노인을 대상으로 국에 증점소재를 첨가하여 관능검사를 실시한 결과 마가루 첨가군이 가장 높은 선호도를 얻어 시판증점제를 대체할 천연소재로서의 가능성을 보였다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2016R1A2B1012181).

References

- Langmore SE, Terpenning MS, Schork A, Chen Y, Murray JT, Lopatin D, Loesche WJ. Predictors of aspiration pneumonia: How important is dysphagia? *Dysphasia* 13: 69-81 (1998)
- Malmgren LR, Fisher PJ, Bookman LM. Age-related changes in muscle fiber types in the human thyroarytenoid muscle: An immunohistochemical and stereo logical study using confocal laser scanning microscopy. *Otolaryng. Head Neck. Surg.* 121: 441-451 (1999)
- Perry L. Dysphagia: The management and detection of a disabling problem. *Br. J. Nurs.* 10: 837-844 (2001)
- Barer DH. The natural history and functional consequences of dysphagia after hemispheric stroke. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 52: 236-241 (1989)
- Funami T, Ishihara S, Nakauma M, Kohyama K, Nishinari K. Texture design for products using food hydrocolloids. *Food Hydrocolloid.* 26: 412-420 (2012)
- Groher ME. Bolus management and aspiration pneumonia in patients with pseudobulbar dysphagia. *Dysphagia* 1: 215-216 (1987)
- KEA Philip, CE Greenwood. Nutrient contribution of infant cereals used as fluid thickening agents in diets fed to the elderly. *J. Am. Diet. Assoc.* 100: 549-554 (2000)
- Abbasi A, Rudman D. Undernutrition in the nursing home: prevalence, consequences, causes and prevention. *Nutr. Rev.* 52: 113-122 (1994)
- Park MJ, Woo HS, Chang KY, Han MY. Comparison of sEMG activation on swallowing-related muscles according to the bolus viscosity and volume. *J. Korean Soc. Occup. Ther.* 20: 69-80 (2012)
- Kim SG, Yoo WC, Yoo BS. Effect of thickener type on the rheological properties of hot thickened soups for elderly. *Prev. Nutr. Food Sci.* 19:358-362 (2014)
- Cho HM, Yoo WC, Yoo BS. Steady and dynamic rheological properties of thickened beverages used for dysphagia diets. *Food Sci. Biotechnol.* 21: 1775-1779 (2012)
- Lee JH, Kim JS. Quality characteristics of yackwa made with Yam (*Dioscorea batatas* Decne) powder. *Korean J. Culinary Res.* 20: 56-68 (2014)
- Muzac-tucker I, Asemota HN, Ahmad MH. Biochemical composition and storage of Jamaican yam (*Dioscorea sp.*). *J. Sci. Food Agric.* 68:219-224 (1993)
- Bonire JJ, Jail NSN, Lori JA. Iron, nickel, copper, zinc and cadmium content of two cultivars of white yam (*Dioscorea rotundata*) and their source soils. *J. Sci. Food Agric.* 57:431-435 (1991)
- Bonire JJ, Jail NSN, Lori JA. Sodium and potassium content of two cultivars of white yam (*Dioscorea rotundata*) and their source soils. *J. Sci. Food Agr.* 53: 271-274 (1990)
- Lee BY, Kim, HK. Quality properties of Korean yam by various drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 877-882 (1998)
- Jang JR, Hwang SY, Lim SY. Effects of extracts from dried yam on antioxidant and growth of human cancer cell lines. *J. Life Sci.* 20: 1365-1372 (2010)
- Kang TH, Choi SJ, Lee TH, Son MW, Kim SY. Characteristics of antidiabetic effect of *Dioscorea rhizoma* (1)-Hypoglycemic Effect. *J. Ethnopharmacol.* 21: 425-429 (2008)

Table 3. Sensory evaluation of soups with different thickeners

	Taste	Flavor	Color	Swallowing	Texture	Overall preference
¹ S- ² COM	3.35±0.99 ^b	3.25±0.97 ^{NS}	3.85±1.14 ^a	3.40±0.88 ^b	3.65±0.81 ^{ab}	3.50±1.05 ^b
S- ³ Y6%	4.05±0.94 ^a	3.30±0.86	3.55±1.19 ^{ab}	4.10±0.64 ^a	3.85±1.18 ^a	3.85±0.99 ^a
S- ⁴ LR8%	3.75±0.97 ^{ab}	3.55±1.10	3.05±1.23 ^b	3.60±0.60 ^b	3.20±0.62 ^b	3.46±1.05 ^b
S- ⁵ A6%+ ⁶ XG0.6%	3.55±1.00 ^{ab}	3.05±0.83	2.95±1.05 ^b	3.85±0.59 ^{ab}	3.95±0.83 ^a	3.53±0.95 ^b

¹S-Soup; ²COM-commercial thickening agent; ³Y-Yam powder; ⁴LR-Lotus Root powder; ⁵A-Artichoke powder; ⁶XG-xanthan gum

19. Yoo HS, Shin KS. Effect of yam extract on body weight levels and serum lipid profiles in C57BL/6J mice fed a high fat diet. *J. East Asian Soc. Diet. Life* 22: 231-238 (2012)
20. Park BH, Cho HS. Quality characteristics of Jook prepared with lotus root powder. *Fam. Environ. Res.* 47: 79-85 (2009)
21. Kim HS, Lee CH, Oh JW, Lee JH, Lee SK. Quality characteristics of sponge cake with added lotus leaf and lotus root powders. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1285-1291 (2011)
22. Jung HA, Kim JE, Chung HY, Choi JS. Antioxidant principles of *Nelumbo nucifera* stamens. *Arch. Pharm. Res.* 26: 279-285 (2003)
23. Lee KS, Kim MG, Lee KY. Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbonucifera*) leaf. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 35: 182-185 (2006)
24. Park GS. Optimization of muffin preparation upon addition of Jerusalem Artichoke powder and oligosaccharide by response surface methodology. *J. Korean Soc. Food Cult.* 29: 101-110 (2014)
25. Fleming SE, Grootwassink JWD. Preparation of high fructose syrup from the tubers of the jerusalem artichoke. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 12: 1-28 (1979)
26. Fiordaliso M, Kok N, Desager JP, Goethals F, Deboyser D, Marcel R, Nathalie D. Dietary oligofructose lowers triglycerides phospholipids and cholesterol in serum and very low density lipoproteins of rats. *Lipids* 30: 163-167 (1995)
27. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC Intl. 16th ed. Method 985.29. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (1995)
28. Park BH, Cho HS, Bae KY. Quality characteristics of dried noodle made with Lotus root powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 24: 593-600 (2008)
29. Kang JH, Yoon SJ. Quality characteristics of Julpyun containing different levels of lotus root powder. *Korean J. Food Cook. Sci.* 24: 392-397 (2008)
30. Kwon HK, Do HJ, Kim HJ, Oh SW, Lym YL, Choi JK, Joh HK, Kweon HJ, Cho DY. The impact of functional constipation on the quality of life in the elderly over 60 years. *Korean J. Fam. Med.* 31: 35-43 (2010)
31. Lee GY, Han JA. Demand for elderly food development: Relation to oral and overall health-Focused on the elderly who are using senior welfare centers in Seoul. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 370-378 (2015).
32. Iwasaki M, Taylor GW, Manz MC, Yoshihara A, Sato M, Muramatsu K, Watanabe R, Miyazaki H. Oral health status: Relationship to nutrient and food intake among 80 year-old Japanese adults. *Community Dent. Oral Epidemiol.* 42: 441-450 (2014)