

다양한 겔화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 품질 특성

피 윤 정¹ · 윤 혜 현^{2*}

¹경희대학교 대학원 조리외식경영학과 박사졸업, ²경희대학교 조리 & 푸드디자인학과 교수

Quality Characteristics of Matcha Milk Caramel according to Various Gelling Agent

Yoon Jeong Pi¹ and Hye Hyun Yoon^{2*}

¹Doctor of Philosophy, Dept. of Culinary Science & Food Service Management, Graduate School, Kyung Hee University, Seoul 02453, Republic of Korea

²Professor, Dept. of Culinary Arts & Food Design Management, Kyung Hee University, Seoul 02453, Republic of Korea

ABSTRACT

This study aimed to lower the final heating temperature of matcha milk caramel to preserve the original qualities of matcha while resolving storage and distribution issues caused by the product's soft texture by incorporating various gelling agents. Samples were prepared without a gelling agent (CON) and with 0.25% of either low-methoxyl pectin (P), low-acyl gellan gum (GG), or agar (A). The CON sample had the highest moisture content, followed by P, GG, and A, with increasing moisture content correlating with decreased sweetness, while significant differences in pH and color were also observed among the samples. In terms of texture, hardness, adhesiveness, gumminess, and chewiness were lowest in CON and increased progressively in A, GG, and P. Spreadability result revealed that CON had the highest spreadability, while A, GG, and P significantly reduced it ($p<0.001$). Notably, GG and P showed lower spreadability than M (a commercial sample), suggesting greater stability during distribution. In the consumer acceptance result, no significant differences were found in smell or taste within the samples. However, the samples containing gelling agents were rated higher than CON in appearance, texture, and overall acceptance, with P receiving the highest ratings, making it the most preferred gelling agent among consumers.

Key words: matcha, milk caramel, gelling agent, pectin, gellan gum, agar

서 론

캐러멜(caramel)은 독특한 풍미와 특유의 질감으로 다양한 식품 산업에서 시럽이나 소스, 고형체 상태로 두루 활용되었으며, 그 중에서 밀크캐러멜(milk caramel)은 우유, 설탕, 콘 시럽, 지방의 혼합물로 구성된 대중적인 유형의 스낵이 되었다(Steiner AE 등 2003). 그리고 오늘날에는 밀크캐러멜을 적당한 양으로 섭취할 경우 얻는 즐거움과 함께 건강적인 효능까지 고려하게 되었다(Marfil PH 등 2012). 즉, 밀크캐러멜을 영양 보조제로 생각하면서 단 것을 줄이는 대신 성분 일부를 수정하고, 보충적인 이점을 추가하여 건강기능성 식품으로 인식하게 되었다(Tomassone MA 등 2012). 최근에는 파인에플 열매(Rukmi DL 등 2021), 두리안 과일과 감귤류 주스(Sulistyowati E 등 2019), 흑마늘(Min JH 등 2020), 앰프리트 생강 및 세강 목재 추출물(Rahayu S 등 2023) 등 여러 가지 건강 식재료를 활용한 밀크캐러멜에 관한 연구가 보고되고

있다.

말차(抹茶, Matcha)는 과거에는 주로 전통 의례에 사용되었으나, 최근 몇 년간은 일본뿐만 아니라 해외에서 음료, 스낵, 초콜릿, 아이스크림 및 기타 식품에 건강 기능성 성분으로 이용되며, 시장 수요가 크게 증가하고 있다(Kochman J 등 2020). 말차에는 카테킨, 카페인, 페놀산, 루테인, 비타민K와 같이 건강에 유익한 다양한 활성성분이 들어있으며(Sakurai K 등 2020). 특히, 다양한 유형의 카테킨은 페놀성 화합물에 속하는 생리 활성화 물질로 항산화, 항염증 등의 특성을 가지고 있어 여러 질병을 예방한다. 따라서 말차를 정기적으로 섭취하면 신체적, 정신적 건강에 긍정적인 영향을 미쳐 불안감 감소, 기억력과 인지기능 향상, 심장 대사 증진, 항종양 효과와 함께 염증성 사이토카인이 감소하고, 산화 스트레스가 완화되는 다양한 건강상의 이점이 있다(Sokary S 등 2023). 또한, 녹차는 뜨거운 물에 우려서 마시지만, 말차는 가루 전체를 물에 타서 마시기 때문에 모든 성분을 섭취할 수 있어

* Corresponding author : Hye Hyun Yoon, Tel: +82-2-961-9403, E-mail: hhyun@khu.ac.kr

생물학적 활성이 더욱 향상되는 것으로 확인되었다(Pervin M 등 2018).

일반적으로 밀크캐러멜은 혼합물을 118~125℃까지 가열한다(Minifie BW 1999). 따라서 말차를 첨가한 밀크캐러멜을 높은 온도까지 최종 가열하게 되면, 온도가 상승함에 따라 점점 갈변화되고, 캐러멜 풍미가 더욱 진해져(Barra G 2004) 결국 말차 고유의 색과 맛이 약해지게 된다(Lee MJ & Hwang ES 2016). 반면에 말차 밀크캐러멜을 낮은 온도로 최종 가열하게 되면, 비교적 말차의 특성이 유지되지만, 부드러워진 질감으로 인하여 시간이 지남에 따라 평평하게 늘어지고, 뭉개지면서 포장지에서 녹은 밀크캐러멜이 새어나오는 경우가 생길 수 있다(Mendenhall H & Hartel RW 2014). 결국, 말차 밀크캐러멜은 최종 가열온도에 따라 질감과 색상이 달라지기 때문에 가열온도에 따라 때로는 제품의 문제가 해결되기도 하지만, 또 다른 문제가 나타날 수도 있다(Mendenhall H & Harte RW 2014). 보통 단단한 밀크캐러멜은 부드러운 밀크캐러멜보다 더 오래 높은 온도까지 최종 가열한 것이다. 따라서 최종 가열온도가 낮았을 때는 부드러운 질감으로 인해 보관, 유통과정에서 문제점이 나타날 수 있게 된다(Markovic J 2021). 식품에서는 이와 같이 부드러운 식감을 개선하기 위하여 다양한 겔화제를 이용하고 있다(Kim YM 등 2020).

겔화제(gelling agent)는 겔(gel)을 형성할 수 있는 친수성 콜로이드인 검류로써(Kwon JY 등 2005) 펙틴, 한천, 곤약, 젤라틴, 젤란검 등이 있다. 펙틴(pectin)은 고등식물의 세포벽에서 추출된 고분자량, 생체 적합성, 무독성의 음이온을 띠는 천연 다당류(Willats WGT 등 2006)로 겔화제, 증점제, 안정제로 식품산업에서 기능성 성분으로 널리 이용되고 있으며, 대부분 젤리, 잼, 과일 음료 농축액, 디저트, 발효 유제품 등에 사용된다(Lopes da Silva JA & Rao MA 2006). 젤란검(Gellan gum)은 스프링고모나스 엘로데아(*Sphingomonas elodea*, ATCC 31461)를 배양, 발효하여 얻어진 다당류(Sworn G & Stouby L 2021)로 뛰어난 안정성, 우수한 기계적 특성, 산과 열에 대한 저항성이 강해 여러 분야에서 활용되며(Park A 등 2020), 특히 식품 산업에서는 점탄성을 제어하기 위한 질감 조절제로 사용된다(Barra G 2004). 또한 한천(agar)과 유사한 텍스처를 가져 최근 고령자용 겔화제로 주목받고 있다(Funami T 등 2006). 한천(agar)은 해조류인 우뚝가사리에서 추출되며, 85℃ 이상의 온도에서 용융하고 40℃ 이하에서는 단단하고 쉽게 부서지는 겔을 형성하는 특징이 있다(Imeson A 2009). 한천은 저열량, 고식이섬유 식품 소재로서 현대사회에서 비만 문제 해결에 기여할 수 있는 단백질 및 지방 대체제로 높은 가능성을 인정받고 있으며(Ryu JN 등 2012), 겔화제, 증점제, 안정제, 유화제 등으로 식품 산업에서 다양하게

활용된다(Liao Y 등 2022). 최근 들어, 제과제빵 산업에서 겔화제와 같은 대체원료에 대한 물성을 이해하고, 기존 식품을 대체하려는 연구가 활발히 이루어지고 있어 다양한 겔화제의 물리적 특성에 대한 관심이 상당히 높아지고 있다(Kim YM 등 2020). 하지만 밀크캐러멜에 있어서 겔화제를 첨가한 연구로는 k-카라기난과 젤란검을 첨가한 후에 이를 비교한 연구(Barra G 2004)와 콘시럽의 일부를 한천과 젤라틴으로 대체한 연구(Wagoner TB 등 2016) 정도가 있을 뿐 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 건강 기능성 식재료인 말차를 첨가한 밀크캐러멜 제조 시에 말차 고유의 맛과 색을 살리기 위해 최종 가열온도를 낮출 경우, 조직감이 부드러워져서 생기는 문제점을 개선하기 위해 다양한 겔화제를 첨가하여 제조하였다. 그리고 기계적 측정을 통해 겔화제 간의 물리적 특성을 확인하고, 소비자 기호도를 조사하여, 말차 본연의 특성이 잘 구현되면서 안정적인 질감까지 함께 유지될 수 있는 가장 적절한 겔화제를 찾아 말차 밀크캐러멜의 품질을 향상시키고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에서 사용된 말차는 2024년 4~5월 제주도 성읍 녹차마을에서 차광 재배 및 수확, 가공된 오늘날은 프리미엄 말차 100%(Gossifarm Co., Jeju, Korea)로 구입하였다. 설탕은 백설탕 하얀설탕(CJ Cheiljedang Co., Incheon, Korea)을 사용하였고, 전화당은 트리몰린(Sudzucker Co., Belgium)을 구입하였다. 콘시럽은 옥수수 전분 100%로 제조된 D.E. 41.2인 물엿(Samyang Co., Incheon, Korea)을 구입하였다. 또한, 단백질 5%, 지방 6%, 당류 5% 함량의 우유는 매일우유 오리지널(Maeil Dairies Co., Pyeongtaek, Korea)을 유지방 38%의 생크림인 생크림 R 38(Maeil Dairies Co., Pyeongtaek, Korea)을 사용하였다. 유지방 82%, 소금 0.04% 함량의 칸디아 익스트라 테이스트 버터(Candia Co., France)를 구입하였다. 그리고 다양한 겔화제로는 저메톡실 펙틴(SIB Co., Asan, Korea), 저아실화 젤란검(Biotechnologys Co., China), 밀양한천(Miryangagar Co., Miryang, Korea)을 구입하여 사용하였다.

2. 시료 제조

다양한 겔화제를 첨가한 말차 밀크캐러멜의 배합은 선행 연구(Pi YJ & Yoon HH 2023)를 참조하였으며 Table 1과 같다. 본 실험에 사용된 펙틴, 젤란검, 한천은 모두 겔화제, 증점제, 안정제, 유화제로 식품 산업에서 다양하게 활용되는

Table 1. Preparation of matcha milk caramel according to various gelling agent

Ingredient (g)	Matcha milk caramel			
	CON ³⁾	P (0.25%)	GG (0.25%)	A (0.25%)
Milk mix ¹⁾	285	285	285	285
Sugar mix ²⁾	400	400	400	400
Matcha	7	7	7	7
Butter	30	30	30	30
Pectin LM	0	1.8	0	0
Gellan gum LA	0	0	1.8	0
Agar	0	0	0	1.8

¹⁾ Milk mix: Milk is 150 g and fresh cream is 135 g.

²⁾ Sugar mix: Sugar is 200 g, corn syrup is 100 g and invert sugar is 100 g.

³⁾ CON: 0% gelling agent, P: 0.25% low-methoxyl pectin, GG: 0.25% low-acyl gellan gum, A: 0.25% agar.

(Liao Y 등 2022) 검류로써 특히 모두 열에 안정성이 높기 때문에 말차 밀크캐러멜 제조에 있어 적합하였다(Park A 등 2020). 고메톡실 펙틴은 pH가 3.3~3.5일 때 겔이 잘 형성되는 반면에 저메톡실 펙틴의 겔화는 pH 2.6~6.5 사이의 넓은 영역에서 겔을 형성할 수 있으며, 칼슘과 같은 2가 양이온이 존재할 때 더욱 잘 반응한다(Oakenfull D & Scott A 1984). 따라서 본 연구에서는 배합을 고려했을 때, 저메톡실 펙틴(Pectin LM: P)이 적절하다고 판단되었으며, Choi EJ 등 (2007)의 연구를 참고하여 각각 0.25%, 0.5% 비율로 첨가하였다. 그리고 젤란검은 단단하고 탄력이 없으며, 깨지기 쉬운 겔을 생성하여 상업적으로 주로 이용되는 저아실 젤란검(Gellan gum LA: GG)으로 정하였으며(Sanderson GR & Clark RC 1983), Barra G(2004)의 연구를 바탕으로 저아실 젤란검과 한천의 첨가량을 각각 0.25%, 0.35%, 0.45%로 설정하여 실험하였다. 예비 실험 결과, 저메톡실 펙틴 0.25%, 저아실 젤란검 0.25%, 한천 0.25%의 비율이 가장 적합하다고 판단되어 본 연구의 시료로 채택하였다. 말차는 사용 전에 30 mesh 체(Test sieve, Chunggye Sanggongsa, Co., Korea)를 통과시킨 후, 설탕과 고르게 혼합하여 준비하였다. 스테인리스 스틸 냄비(Amicook Fan No. 24, Amicook Co., Korea)에 우유와 생크림을 넣고 혼합한 뒤, 전자유도 가열식 조리기(BKP20TCHO, 2000W, Dipo Induction Co., China)를 5단으로 설정하여 우유 막이 생기지 않도록 내열성 스페츨러(Elveo Spatule, Matfer Co., France)로 30 rpm 속도로 계속 저어가며 3분간 가열하였다. 단, 이때 배합표 내에서 소량의 설탕과 함께 미리 섞어둔 한천은 처음부터 넣고 가열했으며, 저메톡실 펙틴과 저아실 젤란검은 약 85℃에서 첨가하였다. 완전히 끓어오르면, 전화당, 콘시럽, 설탕과 혼합해 둔 말차

를 넣고 같은 속도로 교반하며 2분간 가열하였다. 이후 버터를 넣고 1분간 추가로 가열하여 전체적으로 녹으면, 가열온도를 2단으로 낮춘 후, 핸드블렌더(Bamix Deluxe M160, Bamix Co., Switzerland)의 회전 속도를 1단(10,000~12,000 rpm)으로 설정하고 20초 동안 충분히 유화시켰다. 바닥이 타지 않도록 30 rpm 속도로 계속 저어주면서, 온도계(Dretec Digital Thermometer 0-219, Dretec Co., China)로 온도를 확인하며 115℃까지 가열이 되면 가열 온도를 1단으로 낮췄다. 그리고 60 rpm으로 빠르게 교반하며 최종 온도 118℃까지 끓여 시료를 제조하였다(Barra G 2004). 스테인리스 스틸 사각틀(18 × 18 × 3 cm)에 시료를 10 mm 높이로 고르게 부었다. 이후, 30분 동안 상온(24℃)에서 냉각한 뒤, 시료가 건조되지 않도록 사각틀을 랩으로 밀봉한 후, 보관 백에 넣어 냉장고(Lassele LS-525R_BP, Lassele Co., Seoul, Korea)에서 24시간 동안 수분 손실을 방지하며 보관하였다. 상온에서 30분간 방치한 후, 시료는 초음파 컷팅기(Ultrasonic Slicer MC-2020T, MECS TECH Co., Korea)를 사용하여 가로 20 mm, 세로 10 mm 크기로 절단하여 사용하였다.

3. 수분 함량 측정

수분 측정은 선행 연구(Kim YM & Han YS 2018)를 참고하여, 시료의 중심부에서 0.5 g 을 취하여 할로젠 수분측정기(MB95 Moisture Analyzer, Ohaus Co., Switzerland)로 150℃에서 90분간 건조한 후, 3회 반복 측정을 통해 얻은 값을 평균값과 표준편차로 나타내었다.

4. 당도, pH 측정

pH와 당도 측정은 선행연구(Kwen TE 등 2020)를 참고

하여 진행하였다. 각 비커에 시료 10 g과 증류수 100 mL를 첨가한 후, 80℃로 설정된 핫플레이트(CIMAREC, Thermo Scientific Co., USA) 위에서 30분 동안 녹였다. 그리고 핸드 블렌더(Bamix Deluxe M160, Bamix Co., Switzerland)를 사용하여 회전 속도 1단(10,000~12,000 rpm)으로 20초간 균질화한 다음, Whatman No. 1 여과지를 사용하여 여과한 후, 상등액만을 시료로 사용하였다. pH 측정은 pH meter (STARTER3100, Ohaus Co., Switzerland)로, 당도 측정은 0~85 °Brix 범위를 측정할 수 있는 디지털 당도계(Digital Brix Refractometer HI96801, Hanna Instruments Inc., USA)를 사용하여 3회 반복 측정 후 평균값과 표준편차로 나타내었다.

5. 색도 측정

색도 측정은 선행연구(Yu EA & Yoon HH 2021)를 참고하여 진행하였다. 35 × 10 mm 크기의 tissue culture dish (20035, Soya Co., Ltd, Korea)에 시료 15 g을 담고, color meter(JC-801, Color Techno System Co., Yokohama, Japan)를 사용하여 명도를 나타내는 L값[0: black, 100: white], 적색도를 나타내는 a값[(-80): green, (+100): red], 그리고 황색도를 나타내는 b값[(-70): blue, (+70): yellow]을 3회 반복 측정한 후, 그 결과를 평균값과 표준편차로 나타내었다. 사용된 표준 백색판(standard plate)의 L, a, b값은 각각 93.96, -1.80, 1.91이었다.

6. 조직감 측정

조직감 측정은 선행연구(Mendenhall H & Hartel RW 2016)를 참고하여 texture analyzer(TA.XT, Stable Microsystems, UK)를 사용해 실험실 온도 23℃에서 수행하였다. 탐침은 직경 25 mm의 스테인리스 스틸 구형을 사용하였고, 시료는 가로, 세로, 높이를 각각 10 mm로 준비하여 밀폐 용기에 보관한 상태로 측정하였다. 사전 테스트 속도 0.5 mm/s, 테스트 속도 0.5 mm/s, 사후 테스트 속도 0.5 mm/s, 압축 거리 6 mm, 접촉 시간 10초로 설정한 상태에서 3회 반복 측정하였으며, 경도(hardness), 응집성(cohesiveness), 탄력성(springiness), 부착성(adhesiveness), 검성(gumminess), 씹힘성(chewiness)을 평가하여 평균값과 표준편차로 나타내었다.

7. 퍼짐성 측정

Line spread chart를 이용하여 말차 밀크캐러멜의 퍼짐성을 측정하였다(Bang HJ & Yoon HH 2021). 측정을 위해 제조가 완료된 시료를 지름 30 mm, 높이 15 mm 크기의 반구형 틀에 채운 후, 냉장고(5℃)에서 24시간 보관하였다. 틀에서 뺀 후, 시료를 유통의 안정성을 고려한 온도인 35℃에서 60분간 방치한 후, 각 시료의 퍼진 상태를 측정하였다. 각 시

료의 3곳에서 퍼진 거리(cm)를 측정하여 평균값을 계산하였다. 바닥에는 5 mm 간격으로 원을 그려 측정을 용이하게 하였다.

8. 기호도 검사

다양한 젤화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 기호도 검사는 선행연구(Jung YS & Yoon HH 2018)를 참고하여, 훈련받지 않은 일반인 70명(남자 33명, 여자 37명; 10~20대 22명, 30~40대 33명, 50~60대 15명)을 대상으로 실시하였다. 검사는 식사 후 1시간 이내를 피하여 오후 3시에 진행되었다. 20 × 10 × 10 mm 크기로 자른 시료를 뚜껑이 있는 일회용 플라스틱 용기에 담아, 세 자리 숫자의 난수를 기입한 후, 24℃ 상온에서 약 30분 동안 보관한 상태로 4가지 시료를 한 번에 제공하였다. 평가 항목은 외관(appearance), 냄새(odor), 맛(taste), 조직감(texture), 전체적인 기호도(overall acceptance) 등 5가지이며, 각 항목에 대해 좋아하는 정도를 7점 척도(1: 매우 싫음, 4: 보통, 7: 매우 좋음)로 평가하였다.

9. 통계 분석

본 실험에서 도출한 데이터는 SPSS 21.0 프로그램(SPSS 21, IBM, Armonk, NY, USA)을 이용하여 각 시료의 평균과 표준편차를 계산하고 통계 처리하여 분석하였다. 시료 간의 유의적인 차이를 검정하기 위해 일원분산분석(One-way ANOVA)을 실시하였으며, Duncan의 다중 범위 검정(Duncan's multiple range test)을 $p < 0.05$ 수준에서 실시하여 확인하였다.

결과 및 고찰

1. 수분 함량

다양한 젤화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 수분 함량은 Table 2와 같다. 식품의 수분 함량은 제품의 조직감과 유연성을 제공하며, 수화 및 여러 화학 반응의 촉매 역할을 한다(Park SM 2005). 본 실험의 결과, CON의 수분 함량은 9.69%였고, 젤화제의 종류에 따라 A, GG, P 순으로 9.31%, 8.61%, 8.21%로 감소하여 시료들 간에 유의한 차이를 보였다($p < 0.01$). 이는 젤화제 종류에 따라 겔 형성 시 흡수되는 수분율에 차이가 있기 때문에 수분 함량에 영향을 미쳤을 것으로 보인다(Gao Y 등 2024). Barra G(2004)는 밀크캐러멜에서 카라기난과 젤란검의 첨가량이 증가함에 따라 수분 함량이 감소하였다고 보고하였다. 또한, Javanmard M 등(2012)의 연구에서도 망고 잼에서 하이드로콜로이드가 존재할 때, 설탕과 같은 친수성 분자와 하이드로콜로이드 간의 물에 대한 경쟁이 발생하여 사슬 간 결합이 촉진되어 수분 함량이 감

소하는 것으로 나타났다. 결국 하이드로콜로이드를 첨가하면 더 단단하고 농도가 높아지게 되고, 수분은 줄어든 결과가 되었다.

2. pH, 당도

다양한 겔화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 pH와 당도 결과는 Table 2와 같다. 겔화제가 첨가되지 않은 CON의 pH 결과 값이 6.51로 나왔기 때문에 본 실험에서는 낮은 pH(3~3.5)에서 겔화되는 특성이 있는 고메톡실 펙틴보다 저메톡실 펙틴이 적절하였음이 확인되었다. 또한 겔화제의 종류에 따라 P, GG, A 순으로 pH 결과값은 6.44, 6.54, 6.57로 점차 증가하였다($p<0.001$). Cha ES 등(2022)의 다양한 겔화제를 이용한 젤리의 제조 및 품질 특성 연구에서도 각 겔화제 0.3% 첨가 시 P, GG, A 순으로 pH의 결과 값이 증가하는 경향으로 나타나 유사하였다.

당도 측정 결과에 따르면, CON의 당도는 6.97 °Brix로 가장 낮았으며, 다양한 겔화제에 따른 당도는 P, GG, A가 각각 7.13, 7.07, 7.03 °Brix로 유의하게 차이가 있었다($p<0.05$). 이는 혼합물 내의 수분 함량이 감소할수록 점점 당이 농축되어 상대적으로 당도가 높아지는 현상과 관련이 있는 것(McGee H 2007)으로 본 실험에서도 각 시료의 수분 함량에 따른 당도의 결과 값이 나온 것으로 보인다. 또한, Cha ES 등(2022)의 연구에서 겔화제 농도 1.2%에서 가용성 고형분이 P, GG, A에서 각각 28.3, 28.7, 27.0 °Brix로 측정되어, 한천이 가장 낮은 가용성 고형분으로 나타난 결과와 유사한 경향을 보였다.

3. 색도

다양한 겔화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 색도 변화는 Table 2에 나타나 있다. L값에서는 P가 39.54로 제일 낮게 나와 가장 어두웠으며, CON, GG, A는 각각 39.79, 40.56, 41.38

로 나타나 시료 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 예비 실험에서 P, GG, A를 각각 1%씩 첨가하여 겔화시킨 시료들의 L값이 36.59, 37.57, 41.68로 나타났기 때문에 각 겔화제의 특성이 시료에 영향을 미쳐 실험 결과가 나타난 것으로 해석된다.

a값의 결과는 대조군인 CON이 -11.27로, 시료들 중에서 녹색도가 가장 높았다. P, GG, A는 각각 -10.81, -11.20, -10.78로 나타났으며, 이들 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).

b값의 결과는 CON이 20.21로 측정되었고, 겔화제 종류에 따라 P, GG, A 순으로 각각 20.19, 21.53, 22.57로 점차 증가하였으며, 한천이 가장 높은 황색도를 나타냈다($p<0.001$). 이는 Choi EH 등(2013)의 연구에서 겔화제를 달린 발사믹 식초 젤리의 품질 특성 중 한천이 가장 높은 황색도를 보인 결과와 유사하였다. 또한, Choi EJ 등(2007)의 연구에서 여성 고령자를 대상으로 한 포도젤리의 겔화제에 따른 품질 특성 연구에서 0.25% 첨가한 한천과 젤란검의 L, a, b 값 결과와 유사한 경향을 보였다.

4. 조직감

다양한 겔화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 조직감 결과는 Table 3에 나타나 있다. 경도(hardness)에서 CON의 값은 333.86 g으로 가장 낮았으며, 겔화제의 종류에 따라 A, GG, P 순으로 각각 452.16 g, 569.44 g, 932.00 g으로 점차 증가하여, 겔화제에 따라 겔의 강도가 달랐으며, P가 가장 단단한 것으로 확인되었다($p<0.001$). Lee EJ & Ko BK(2017)의 연구에서는 0.2% 한천을 첨가한 쌀 묵 시료가 대조군보다 더 높은 경도를 보였으며, Kim DS & Iida F(2022)의 연구에서도 커스터드에 한천을 농도별로 첨가했을 때, 농도 증가에 따라 점도가 현저히 증가한 결과를 보여주었다. 또한 Barra G

Table 2. Moisture content, pH, °brix, and color value matcha milk caramel according to various gelling agent

Matcha milk caramel	Moisture content (%)	pH	°Brix	Hunter values		
				L-value	a-value	b-value
CON ¹⁾	9.69±0.52 ^{a2)}	6.51±0.01 ^d	6.97±0.06 ^b	39.79±0.04 ^c	-11.27±0.22 ^c	20.21±0.06 ^c
P	8.21±0.16 ^b	6.44±0.01 ^c	7.13±0.06 ^a	39.54±0.06 ^d	-10.81±0.28 ^{ab}	20.19±0.11 ^c
GG	8.61±0.14 ^b	6.54±0.01 ^b	7.07±0.06 ^{ab}	40.56±0.06 ^b	-11.20±0.08 ^{bc}	21.53±0.11 ^b
A	9.31±0.37 ^a	6.57±0.01 ^a	7.03±0.06 ^{ab}	41.38±0.02 ^a	-10.78±0.21 ^a	22.57±0.05 ^a
F-value	11.61 ^{***3)}	282.00 ^{***}	4.33 [*]	885.84 ^{***}	4.45 [*]	536.00 ^{***}

All value are mean±S.D.

¹⁾ CON: 0% gelling agent, P: 0.25% low-methoxyl pectin, GG: 0.25% low-acyl gellan gum, A: 0.25% agar.

²⁾ a~d Value with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

³⁾ * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$.

Table 3. Quality characteristics of matcha milk caramel according to various gelling agent

Matcha milk caramel	Hardness (g)	Adhesiveness (g.s)	Springness	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness
CON ¹⁾	333.86±41.46 ^{c2)}	-496.40±40.51 ^a	0.37±0.05 ^b	0.54±0.12	177.87±18.75 ^c	65.69±4.71 ^b
P	932.00±75.12 ^a	-980.53±70.61 ^c	0.47±0.08 ^{ab}	0.41±0.01	381.22±31.80 ^a	180.51±34.75 ^a
GG	569.44±88.83 ^b	-850.45±97.85 ^c	0.60±0.08 ^a	0.44±0.03	247.98±23.92 ^b	147.26±4.92 ^a
A	452.16±43.89 ^{bc}	-673.09±122.95 ^b	0.43±0.11 ^b	0.48±0.01	215.05±21.13 ^{bc}	91.54±18.96 ^b
F-value	46.73 ^{***3)}	17.05 ^{***}	4.08 [*]	2.79	39.50 ^{***}	20.22 ^{***}

All value are mean±S.D.

¹⁾ CON: 0% gelling agent, P: 0.25% low-methoxyl pectin, GG: 0.25% low-acyl gellan gum, A: 0.25% agar.

²⁾ a~c Value with different letter within a column differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

³⁾ * $p<0.05$, *** $p<0.001$.

(2004)의 연구에서도 젤란검을 첨가한 겔의 경도가 젤란검 농도에 따라 증가하였으며, 동일한 농도에서 젤란검이 한천, κ-카라기난과 비교했을 때, 더 강한 경도를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서도 유사한 결과를 보여주어, GG가 A보다 더 높은 경도를 나타내었다.

부착성(adhesiveness)의 결과는 CON이 -496.40으로 가장 낮았으며, 겔화제의 종류에 따라 A, GG, P가 각각 -673.09, -850.45, -980.53으로 점점 더 높은 부착성 결과값을 보였다($p<0.001$). 이는 경도와 마찬가지로 겔화제의 종류가 밀크캐러멜의 부착성에 영향을 미치는 것으로 해석될 수 있으며, 부착성은 경도와 유사한 경향을 보이는 것으로 나타났다. 탄력성(springiness)에서는 GG가 0.60으로 가장 높았고, 시료 간에 유의한 차이가 있었으나($p<0.05$), 응집성(cohesiveness)에서는 시료 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

검성(gumminess)과 씹힘성(chewiness) 결과는 CON이 각각 177.87과 65.69로 다른 시료들에 비해 가장 낮았으며, A, GG, P가 순으로 점차 높아지는 경향을 보였다($p<0.001$). 이와 같이 조직감 결과는 Choi EJ 등(2007)의 연구에서 0.35% 한천과 0.3% 젤란검을 첨가한 포도젤리의 조직감 결과와 유사하여, 겔화제의 종류에 따라 전체적으로 비슷한 패턴을 보였다. 결과적으로 겔화제는 겔화되면서 식품의 질감 특성에

영향을 미치며, 또한 겔화제 종류에 따라 겔화 되는 강도가 달라 조직감에 유의한 차이가 나타나는 것으로 확인되었다.

5. 퍼짐성

다양한 겔화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 퍼짐성 결과는 Table 4에 나타나 있다. 겔화제를 첨가하지 않고 118℃까지 최종 가열한 CON의 퍼짐성 값은 3.53 cm로 가장 많이 퍼졌으며, 겔화제를 첨가한 A, GG, P 순으로 각각 3.41, 3.21, 3.11 cm로 감소하여 P의 퍼짐성이 가장 약하였다. 이로써 겔화제를 첨가한 모든 시료들은 CON과 비교했을 때, 퍼짐성이 유의미하게 감소한 것을 확인할 수 있었다($p<0.001$). 이러한 결과는 TPA 검사 중에서 경도와 관련이 있는 것으로 조직감이 단단할수록 퍼짐성이 감소하였다. 그리고 시판용 밀크캐러멜(M)의 퍼짐성 값은 3.23 cm으로 측정되었으며, M과 비교했을 때, A는 M보다 더 퍼졌지만, GG와 P는 M보다 퍼짐성이 더 약하게 나타났다. 결국 겔화제가 첨가되지 않은 CON은 퍼짐성이 커서 보관, 유통 시에 안정성이 떨어질 수 있지만, 겔화제를 사용한 모든 시료는 겔화 작용의 의해 전반적으로 질감이 단단해져 퍼짐성이 감소하게 되고, 특히 0.25%의 GG 또는 P를 첨가하게 되면, 시판용 밀크캐러멜(M)의 퍼짐성보다 약해져 부드러운 질감으로 인한 문제점이

Table 4. Spreadability of matcha milk caramel according to various gelling agent

	Matcha milk caramel					F-value
	CON ¹⁾	P	GG	A	M	
Spreadability (cm)	3.53±0.02 ^{a2)}	3.11±0.02 ^d	3.21±0.02 ^c	3.41±0.02 ^b	3.23±0.02 ^c	101.70 ^{***3)}

All value are mean±S.D

¹⁾ CON: 0% gelling agent, P: 0.25% low-methoxyl pectin, GG: 0.25% low-acyl gellan gum, A: 0.25% agar, M: Commercial milk caramel

²⁾ a~d Value with different letter within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$)

³⁾ *** $p<0.001$.

개선될 수 있다는 결론을 도출할 수 있었다.

요 약

6. 기호도 검사

다양한 겔화제에 따른 말차 밀크캐러멜의 기호도 검사 결과는 Table 5에서 나타났다. 외관(appearance)에 대한 기호도는 P가 5.67로 가장 높은 기호도를 보였으며, A, GG, CON의 기호도는 각각 5.06, 4.84, 3.10으로 나타나 시료 간에 유의한 차이가 있었다($p<0.001$). 냄새(odor)에 대한 기호도는 모든 시료가 4.47~4.91의 범위에서 통계적으로 차이가 없이 비슷한 수준의 기호도를 나타냈으며, 맛(taste)에 대한 기호도 역시 4.80~5.21 사이에서 유의한 차이 없이 모두 평가되어 겔화제 첨가가 향미에 대한 기호도에 전혀 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다. 조직감(texture)에 대한 기호도에서는 P가 5.26으로 가장 높았으며, GG, A, CON은 각각 4.29, 4.16, 3.41로 나타나 유의한 차이를 보였다($p<0.001$). 기계적 측정에서 나타난 경도의 결과값과 종합해 볼 때, 겔화제의 첨가로 시료의 높아진 경도는 소비자 검사의 조직감에 대한 기호도에 긍정적인 영향을 미친 것으로 판단되었다. 전체적인 기호도(overall acceptance) 측정 결과, 겔화제를 첨가하지 않은 CON이 4.11로 가장 낮은 기호도를 보였으며, 다음으로 GG가 4.66, A가 4.76으로 기호도가 높아져 겔화제를 첨가했을 경우, 만족도가 향상되는 것으로 확인이 되었다. 특히, 외관과 조직감의 기호도에서 모두 높은 기호도를 보여 준 P가 전체적인 기호도에서도 5.31로 가장 높은 기호도를 보여 말차 밀크캐러멜의 제품 품질을 개선시키는 가장 적절한 겔화제로 평가되었다($p<0.001$). 결국, 말차 밀크캐러멜에 겔화제를 첨가하게 되면, 향미에 대한 기호도에는 유의한 영향을 미치지 않지만, 외관과 조직감에 대한 기호도를 높혀 전체적인 소비자 만족도를 향상시킬 수 있다는 것을 확인하였다.

본 연구의 목적은 말차 밀크캐러멜의 최종 가열온도를 낮춰 말차 본연의 특성은 잘 살리되, 부드러워진 질감 때문에 생기는 보관, 유통 상의 문제점은 다양한 겔화제를 첨가하여 개선시키고자 하였다. 본 실험을 위한 말차 밀크캐러멜은 겔화제를 첨가하지 않은 대조군(CON)과 저메톡실 펙틴(P), 저아실 젤란검(GG), 한천(A)을 각각 0.25%씩 첨가한 실험군으로 118℃까지 최종 가열하여 준비하였다.

기계적 측정 결과에 따르면, 말차 밀크캐러멜의 수분 함량은 겔화제를 첨가하지 않은 CON이 가장 높았으며, 겔화제가 첨가된 A, GG, P 순으로 유의하게 수분 함량이 낮아졌다. 이와 같은 수분 함량은 당도에 영향을 미쳐, 수분 함량이 낮아질수록 당도는 높아지는 것을 확인할 수 있었다. pH와 색도 값(L, a, b)은 각 시료 간에 유의한 차이가 있었다. 조직감 측면에서, 경도, 부착성, 감성, 씹힘성 모두 CON이 가장 낮은 값을 보였고, A, GG, P 순으로 점점 높은 값을 나타냈으며, 응집성에서는 시료 간에 유의한 차이가 없었다. 퍼짐성 검사 결과, 겔화제를 첨가하지 않은 CON이 가장 퍼짐성이 강하였으며, A, GG, P 순으로 퍼짐성이 유의하게 약해졌다. 특히, 시판용 밀크캐러멜(M)의 퍼짐성과 비교했을 때, GG와 P는 M보다 퍼짐성이 더 약하게 나타나 질감의 안정성에 효과적일 수 있음을 보여주었다. 결과적으로 첨가된 겔화제는 시료의 물리적 특성에 전체적으로 영향을 미친 것으로 나타났다.

기호도 검사 결과, 냄새와 맛에 대한 기호도는 시료 간에 유의한 차이가 없었던 반면, 외관, 조직감에 대한 기호도를 포함한 전체적인 기호도 평가에서도 겔화제를 첨가한 모든 시료들이 CON에 비해 높은 기호도 수준을 보여주어 전반적으로 제품 품질이 우수해진 것으로 확인되었다. 특히, P가 가장 높은 기호도 수준으로 평가되어 소비자들이 가장 선호하

Table 5. Consumer acceptance of matcha milk caramel according to various gelling agent

Sensory attributes	Matcha milk caramel				F-value
	CON ¹⁾	P	GG	A	
Appearance	3.10±1.74 ^{c2)}	5.67±1.53 ^a	4.84±1.47 ^b	5.06±1.26 ^b	37.36 ^{***3)}
Odor	4.81±1.45	4.91±1.46	4.56±1.53	4.47±1.46	1.41
Taste	5.06±1.44	5.21±1.62	4.80±1.39	4.99±1.64	0.89
Texture	3.41±1.79 ^c	5.26±1.43 ^a	4.29±1.70 ^b	4.16±1.93 ^b	13.50 ^{***}
Overall acceptance	4.11±1.65 ^c	5.31±1.28 ^a	4.66±1.40 ^b	4.76±1.60 ^b	7.62 ^{***}

All value are mean±S.D.

¹⁾ CON: 0% gelling agent, P: 0.25% low-methoxyl pectin, GG: 0.25% low-acyl gellan gum, A: 0.25% agar.

²⁾ a~c Value with different letter within a row differ significantly by Duncan's multiple range test ($p<0.05$).

³⁾ *** $p<0.001$.

는 것으로 나타났다. 따라서 말차 밀크캐러멜에 겔화제를 첨가하게 되면, 낮은 온도로 최종 가열하더라도 겔화에 의해 경도가 단단해지고, 퍼짐성이 약해질 뿐만 아니라 말차 고유의 특성이 유지될 수 있게 되어 전체적으로 품질이 향상되는 것으로 평가되었다.

말차 밀크캐러멜에 다양한 겔화제를 첨가하고, 시료에 나타난 겔화 강도 및 특성을 비교한 기계적 측정 결과를 학문적으로 분석함으로써 향후 겔화제를 활용한 연구, 개발에 있어서 유용한 선행 자료가 될 것으로 사료된다. 그리고 실무적으로 말차 밀크캐러멜에 겔화제를 첨가할 경우, 생산자 입장에서는 최종 가열온도를 낮춤으로써 총 가열시간이 단축되면, 제조 공정에서 시간과 비용이 절감되어 생산 효율성까지 증대시킬 수 있을 것이다. 더불어 소비자 입장에서도 맛과 질감에 있어 제품 품질이 향상되어 만족도가 높아지는 긍정적인 효과를 기대해 볼 수 있을 것이다.

감사의 글

본 소논문은 제1저자 괴윤정의 박사학위 논문 중 일부를 수정 보완한 것임을 밝힙니다.

REFERENCES

- Bang HJ, Yoon HH (2021) Quality characteristics of vanilla sauce made with plant-based milk. *Korean J Food Cook Sci* 37(3): 192-201.
- Barra G (2004) The rheology of caramel. Ph D Dissertation University of Nottingham, Nottingham. pp 5-9.
- Cha ES, Lee HY, Lim SY, Chun JY (2022) Preparation and quality characteristics of jelly according to various gelling agents. *Food Eng Prog* 26(1): 51-59.
- Choi EH, Kim DS, Choi SK, Park KB (2013) Optimization and quality characteristics of balsamic vinegar jelly with various gelling agents. *Culi Sci & Hos Res* 19(1): 151-163.
- Choi EJ, Lee JE, Oh MS (2007) The quality characteristics of grape jelly made with various for consumption by elderly women. *Korean J Food Cook Sci* 23(6): 891-898.
- Funami T, Tsutsumino T, Kishimoto K (2006) Thickening and gelling agent used for thickened and care food. *J Cookery Sci Jpn* 39(3): 233-239.
- Gao Y, Liu R, Liang H (2024). Food hydrocolloids: structure, properties, and applications. *Foods* 13(7): 1077.
- Imeson A (2009) Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. John Wiley & Sons, Ames, USA. pp 31-49.
- Javanmard M, Chin NL, Mirhosseini SH, Endan J (2012) Characteristics of gelling agent substituted fruit jam: Studies on the textural, optical, physicochemical and sensory properties. *Int J Food Sci Technol* 47(9): 1808-1818.
- Jung YS, Yoon HH (2018) Quantitative descriptive analysis and consumer acceptance of sausage with added glasswort (*Salicornia herbacea* L.) power. *Culi Sci & Hos Res* 24(8): 21-29.
- Kim DS, Iida F (2022) Nutritional composition of Tonka bean (*Dipteryx odorata*) and its application as an elder-friendly food with gelling agent. *Gels* 8(11): 704.
- Kim YM, Han YS (2018) Antioxidant activities and quality characteristics of Matcha (powdered green tea) spreads containing coconut milk. *Korean J Food Sci Technol* 50(1): 92-97.
- Kim YM, Kim JM, Youn KS (2020) Quality and textural properties of jelly prepared with different gelling agents. *Food Sci Preserv* 27(5): 566-573.
- Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K (2020) Health benefits and chemical composition of matcha green tea. A review. *Molecules* 26(1): 85.
- Kwen TE, Jung JS, Jung HS (2020) Quality characteristics and antioxidant activity of brewed daejak jelly. *J Kor Tea Soc* 26(2): 52-56.
- Kwon JY, Song JY, Shin MS (2005) Characteristics of non-waxy rice starch/gum mixture gels. *Korean J Food Cook Sci* 21(6): 942-949.
- Lee EJ, Ko BK (2017) Quality properties of rice mook with the addition of gelling agents. *Korean J Food Cook Sci* 33(1): 87-93.
- Lee MJ, Hwang ES (2016). Quality characteristics and antioxidant activity of rice sponge cake with added green tea powder. *Korean J Food Sci Technol* 48(4): 354-360.
- Liao Y, Sun Y, Wang Z, Zhong M, Li R, Yan S, Li Y (2022) Structure, rheology, and functionality of emulsion-filled gels: Effect of various oil body concentrations and interfacial compositions. *Food Chem: X* 16: 100509.
- Lopes da Silva JA, Rao MA (2006) Pectins: Structure, functionality, and uses. pp 353-413. In: *Food Polysaccharides and Their Applications* 2nd ed. Taylor & Francis (ed). CRC Press, Boca Raton, FL.
- Marfil PH, Anhê AC, Telis VR (2012) Texture and microstructure of gelatin/corn starch-based gummy confections.

- Food Biophys 7(3): 236-243.
- Markovic J (2021) Technological process of caramel candy production and organoleptic characteristics. KNOWLEDGE-International Journal 45(3): 589-593.
- McGee H (2007) On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen. Simon and Schuster, New York, NY, USA. p 645.
- Mendenhall H, Hartel RW (2014) Control of caramel texture through formulation. Manuf Confect 94: 57-67.
- Mendenhall H, Hartel RW (2016) Protein content affects caramel processing and properties. J Food Eng 186: 58-68.
- Min JH, Jung JH, Lee JS, Lee SJ, Lee HD (2020) Quality characteristics of black garlic caramel. Proceedings of the Korean Society of Food Science and Nutrition Conference 256-257.
- Minifie BW (1999) Chocolate, Cocoa, and Confectionery: Science and Technology. 3rd ed. Aspen Press, Gaithersburg, USA. p 499.
- Oakenfull D, Scott A (1984) Hydrophobic interaction in the gelation of high methoxyl pectins. J Food Sci 49(4): 1093-1098.
- Park A, Choi JH, Lee S, Been S, Song JE, Khang G (2020) Application of double network of gellan gum and pullulan for bone marrow stem cells differentiation towards chondrogenesis by controlling viscous substrates. J Tissue Eng Regen Med 14(11): 1592-1603.
- Park SM (2005) Changes in physicochemical properties during aging process of Gondalbi (*Ligularia stenocephala*) Jangachi. MS Thesis Jinju National University of Industry, Jinju. p 21.
- Pervin M, Unno K, Ohishi T, Tanabe H, Miyoshi N, Nakamura Y (2018) Beneficial effects of green tea catechins on neurodegenerative diseases. Molecules 23(6): 1297.
- Pi YJ, Yoon HH (2023) Quality characteristics of milk caramel added with different amount of matcha. Culi Sci & Hos Res 29(12): 9-18.
- Rahayu S, Rosidah R, Paramita O, Ansori M, Setiani BE (2023) Analyzing milk caramel candy with the addition of emprit ginger and secang wood extract. TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana Dan Boga 11(2): 98-112.
- Rukmi DL, Muslim MNA, Wulandari EC, Mulyani S, Legowo AM (2021) Physical and organoleptic qualities of milk-based caramel with variations in addition of pineapple fruit (*Ananas Comosus* (L) Merr.). J Sain peternak Indones 16(4): 354-361.
- Ryu JN, Jung JH, Lee SY, Ko SH (2012) Comparison of physicochemical properties of agar and gelatin gel with uniform hardness. Food Eng Prog 16(1): 14-19.
- Sakurai K, Shen C, Ezaki Y, Inamura N, Fukushima Y, Masuoka, Hisatsune T (2020) Effects of matcha green tea powder on cognitive functions of community-dwelling elderly individuals. Nutrients 12(12): 3639.
- Sanderson GR, Clark RC (1983) Gellan gum. Food Technol 37(4): 62-70.
- Sokary S, Al-Asmakh M, Zakaria Z, Bawadi H (2023) The therapeutic potential of matcha tea: A critical review on human and animal studies. Curr Res Food Sci 6: 100396.
- Steiner AE, Foegeding EA, Drake M (2003) Descriptive analysis of caramel texture. J Sens Stud 18(4): 277-289.
- Sulistyowati E, Mujihario S, Irnad Susanti A, Phatonah S (2019) Physical and organoleptic characteristics of milk caramel candy with durian fruit (*Durio zibethinus* Murr) and gerga citrus (*citrus* sp) juice. Jurnal Agroindustri 9(2): 56-65.
- Sworn G, Stouby L (2021) Gellan gum. In: Handbook of hydrocolloids. Woodhead Publishing, Amsterdam, Netherlands. pp 855-885.
- Tomassone MA, Sosa CA, Vergara LE, Llugdar Ojeda MC, Sgroppo S (2012) Jellies de batata en envases de polipropileno. In: II Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limitrofes Chaco, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Resistencia.
- Wagoner TB, Luck PJ, Foegeding EA (2016) Caramel as a model system for evaluating the roles of mechanical properties and oral processing on sensory perception of texture. J Food Sci 81(3): S736-S744.
- Willats WGT, Knox P, Mikkelsen JD (2006) Pectin: New insights into an old polymer are starting to gel. Trends Food Sci Technol 17(3): 97-104.
- Yu EA, Yoon HH (2021) Sensory characteristics of strawberry jam sweetened with fructooligosaccharide added with pyllium husk powder. Culi Sci & Hos Res 27(3): 133-141.

Date Received Sep. 12, 2024

Date Revised Oct. 3, 2024

Date Accepted Oct. 4, 2024