변성전분을 활용한 케첩과 마요네즈의 개발

김지수 · 김은아 · 이예림 · 이은형 · 정현모 · 심재훈

한림대학교 식품영양학과, 한국영양연구소

Development of Ketchup and Mayonnaise Made with Modified Starch

Ji-Soo Kim, Eun-A Kim, Ye-Rim Lee, Eun-Hyeong Lee, Hyun-Mo Jeong, and Jae-Hoon Shim

Department of Food Science and Nutrition and the Korean Institute of Nutrition, Hallym University

ABSTRACT Long-term refrigerated stored foods such as ketchup and mayonnaise deteriorate in quality due to changes in physical properties during storage. This study tried to address this problem by arresting the quality deterioration during storage using previously developed enzyme-treated, modified starch (CBAC). CBAC has a higher water solubility and an average molecular weight of 10^6 Da, which is lower than other starches. The ketchup and mayonnaise prepared with the addition of CBAC were softer, and chromaticity experiments confirmed they maintained their original color well compared to other starches. In addition, delamination did not occur even after 3 weeks of refrigeration when ketchup was prepared with the addition of CBAC. The emulsion stability of mayonnaise after refrigerated storage for 4 weeks was high at 99.83% when 100% CBAC was added. The sauce prepared with the addition of CBAC was low calorie and considered suitable for commercialization as it maintained its physical properties well even after long-term storage at low temperatures.

Key words: ketchup, low-fat mayonnaise, clean label starch, CBAC

서 론

토마토케첩(tomato ketchup)은 토마토즙에 소금, 설탕, 양파, 향신료 등을 첨가하여 제조한 것으로 토마토케첩의 맛은 모든 연령층의 기호에 잘 맞아 가장 많이 사용되는 소스 중의 하나이다(Lee 등, 1997). 케첩의 주재료인 토마토는 가짓과에 속하는 1년생 작물로 전 세계적으로 재배되며 소비되는 채소 중 하나이다(Kim 등, 2014). 또한, 카로티노이드계인 베타카로틴(β -carotene)과 라이코펜(lycopene)이 다량 함유되어 있다(Rajchl 등, 2010; Hwang과 Moon, 2021). 베타카로틴은 비타민 A의 전구체로서 항산화 효과가 우수한 것으로 알려져 있고, 라이코펜은 항산화 효과 외에 폐양성 대장암, 전립선암, 직장암, 위암 등의 암 발생 억제 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(Shi 등, 2004; Zhu 등, 2021). 또한, 신진대사를 돕는 비타민 C, 지방의 분해를 돕는 비타민 B군 등 다양한 비타민과 함께 철분, 칼슘과 같은 무기질도 함유되어 있으며, 필수아미노산도 존재하는 영양

및 기능성을 고르게 갖춘 식품이다(Lee 등, 1972). 이렇듯 케첩의 구성성분에 관한 연구는 다양하게 수행되고 있지만, 장기 저온 저장 시 발생하는 층 분리 등의 안정성에 관한 연구는 미비한 수준이다.

마요네즈(mayonnaise)는 난황, 식물성 식용유와 식초가 주재료이며 소금, 설탕 외에 기타 향신료를 부재료로 하여 만들어진 수중유적형 에멀전이며(Park 등, 2020), 마요네즈의 식용유 함량은 65% 이상이고 식초 함량은 2.5% 이상으로 규정되어 있다(Harrison과 Cunningham, 1985). 일반적인 마요네즈는 지방 함량이 많으며, 지방의 과다한 섭취는 혈중 콜레스테롤 농도를 높여 동맥경화증, 고지혈증, 심장질환 등 각종 성인병을 유발하게 된다(Cho와 Kim, 1995). 또한, 지방은 암 발생에 영향을 끼치는 것으로 밝혀져 현대인들은 저지방, 저열량 식품을 선호하게 되었다(Kim 등, 2009). 최근 지방의 섭취와 첨가량을 줄이려는 방법으로 다양한 지방대체물을 사용하고 있다.

이러한 지방대체물을 이용하여 저지방 식품을 제조할 경

Received 1 September 2021; Revised 22 September 2021; Accepted 1 October 2021

Corresponding author: Jae-Hoon Shim, Department of Food Science and Nutrition, Hallym University, Hallymdaehak-gil 1, Chuncheon, Gangwon 24252, Korea, E-mail: jhshim@hallym.ac.kr

Author information: Ji-Soo Kim (Graduate student), Eun-A Kim (Graduate student), Ye-Rim Lee (Graduate student), Eun-Hyeong Lee (Graduate student), Hyun-Mo Jeong (Graduate student), Jae-Hoon Shim (Professor)

© 2022 The Korean Society of Food Science and Nutrition.

This is Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://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.

우 열량을 최소한으로 하되, 지방이 제공하는 물성, 형태, 맛, 향미, 크립성, 유화성 등을 지방이 첨가되지 않았을 때도 유지할 수 있어야 한다(Song 등, 2007; Venus 등, 2021). 최근 다양한 소재의 지방대체물이 개발되고 있으며, 특히 탄수화물계 지방대체물은 소스류 등에 적용되어 사용되고 있다(Venus 등, 2021). 전분은 물리적, 화학적, 효소적 기법으로 변형될 수 있으며, 다양한 방법으로 변형된 변성전분은 마요네즈의 지방 함량을 25%에서 75% 수준으로 대체가 가능하다(Thaiudom과 Khantarat, 2011).

일반적으로 만들어진 토마토케첩과 마요네즈는 장기간 저온 저장 시 층 분리 또는 낮은 유화 안정성 등으로 제품의 품질에 좋지 않은 영향을 끼치게 된다(Lee 등, 1997; Şahin과 Özdemir, 2007). Lee와 Song(2003)의 연구에 따르면 전분이나 gum 등과 같은 친수성 소재를 소스류에 첨가함으로써 품질을 개선한 바 있다. 또한 최근에 비화학적으로 다양하게 변형된 전분이 식품 산업에서 유화제 또는 안정제로 사용되는 것으로 보고되었다(Kasprzak 등, 2018; Park 등, 2020; Almeida 등, 2021). 케첩 제조 시 전분을 첨가하면 기호도 및 물성에 변화를 가져올 수 있으며, 변성전분을 사용하면 개선된 점성, 현탁성 등을 기대할 수 있어 케첩의 물성 개선에 매우 효과적일 수 있다(Lee 등, 1997). 본 연구에서는 변성전분인 CGTase and branching enzyme treated amylopectin cluster(CBAC)를 첨가하여 장기간 저온 저장 시에도 소스의 품질을 유지하고자 하였다. CBAC 전분은 효소적 기법을 활용한 변성전분으로, 일반적인 전분보다 분자량이 현저히 낮아 수용성이 높아 소스류에 적용 시 물성이 개선될 것으로 기대된다. 따라서 변성전분 CBAC를 첨가하여 케첩과 마요네즈를 제조할 시 저지방이고 안정성이 높은 상품성 있는 소스를 개발하고자 해당 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 변성전분은 효소 처리 변성전분으로, 옥수수 전분은 Junsei Chemical(Tokyo, Japan)에서 구입하여 사용하였다. 효소 cyclodextrin glucanotransferase(CGTase; Toruzyme)와 branching enzyme(Branchzyme)은 Novozymes(Bagsvaerd, Denmark)에서 구입하였다. 상업용 클린 라벨 전분(clean label starch, CLS; Novation 2300, Ingredion, Westchester, IL, USA)은 한국식품연구원(Wanju, Korea)에서 제공받았다. 설탕과 소금(Beksul, CJ Cheiljedang, Nonsan, Korea), 식초와 콩기름(Ottogi, Anyang, Korea), 토마토, 계란, 양파는 현지 식료품점에서 구매하였다.

변성전분(CBAC) 제조

옥수수 전분 용액(1%, w/v)을 50 mM sodium acetate buffer(pH 6.0)에 넣고 100°C에서 호화시켜 주었다. 호화전

분을 60°C에서 5분 동안 예열한 후, CGTase(0.645 KNU-CP/mg substrate) 및 branching enzyme(0.000001872 BEU/mg substrate)를 첨가하여 60°C에서 특정 시간 동안 교반하면서 반응하였다. 효소 반응 후 20분간 끓여주어 효소의 활성을 정지시켰다. 위 방법으로 제조된 액상 CBAC 전분을 동결 건조하여 분말 형태로 만들어 실험에 사용하였다.

케첩 및 마요네즈 제조

케첩은 Juszczak 등(2013)의 구성을 변형하여 제조하였다(Table 1). 모든 재료를 혼합하고 낮은 불 세기에서 15분 동안 조리하였다. Table 2의 마요네즈 제조법은 Mun 등(2009)의 구성을 수정하여 제조하였다. 콩기름을 제외한 모든 재료를 블렌더를 사용하여 7분간 혼합하고 점차 콩기름을 첨가하였다. 케첩과 마요네즈의 sample은 전분의 종류와 양에 따라 구성하였다. 실험을 위해 전분의 50% 또는 70%가 CBAC와 CLS 전분으로 대체되었다. 마요네즈는 대조군으로 전분을 콩기름으로 대체한 일반 마요네즈도 함께 제조하였다.

점도 측정

케첩과 마요네즈의 점도는 측정 spindle(SC4-28)과 함께 Brookfield Rheometer(DV3T, Brookfield Engineering, Middleboro, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 측정 전 sample을 sample holder에 붓고 spindle을 sample에 넣어 주었다. Spindle을 30 rpm으로 실온에서 1분 동안 회전시켜 각 sample의 점도를 측정하였다. 3 반복 실험 후 평균값으로 data를 결정하였다.

Table 1. Recipe used for the preparation of ketchup

Ingredient	Proportion (%)
Starch ¹⁾	5
Sugar	23
Tomato juice ²⁾	51
Vinegar	5
Salt	2
Onion juice ²⁾	3
Water	11

¹⁾Starch types and contents varied among samples.

²⁾Tomato and onion were added in juice form.

Table 2. Recipe used for the preparation of mayonnaise

Ingredient	Proportion (%)
Gelatinized starch ¹⁾	3.4
Water	33.6
Vinegar	10
Sugar	4
Salt	1
Soybean oil ²⁾	37
Egg yolk	11

¹⁾Starch types and contents varied among samples.

²⁾For normal mayonnaise, twice the amount of soybean oil was added and gelatinized starch and water were excluded.

물성 측정

케첩과 마요네즈 sample을 4°C에서 24시간 보관한 후 Texture analyzer(TA-XT2, stable micro systems, Surrey, UK)를 사용하여 시료의 경도(hardness)를 측정했다. 케첩의 TPA program은 Cai 등(2020)의 방법을 참고하였으며 pretest speed 5.0 mm/s, test speed 5.0 mm/s, post-test speed 10.0 mm/s, strain 70%, time 5.0 s, trigger force 10.0 g로 설정하였다. 마요네즈의 TPA program은 Song 등(2007)의 방법을 참고하였으며, pretest speed 5.0 mm/s, test speed 5.0 mm/s, post-test speed 10.0 mm/s, strain 85%, time 5.0 s, trigger force 30.0 g로 설정하였다.

색도 측정

투명한 petri dish에 케첩과 마요네즈 sample을 채우고 Minolta colorimeter(CR-400, Osaka, Japan)를 사용하여 색도를 측정하였다. 각 sample은 3번 반복하여 측정하였으며, 평균값으로 결과를 도출하였다. 케첩의 경우 a값(적색도, redness), 마요네즈의 경우 b값(황색도, yellowness)의 값을 비교하였다.

케첩의 층 분리 측정

케첩의 층 분리는 저장 후 생성된 상층액 물의 양을 측정하였다. 케첩 50 g을 4°C에서 3주간 tube에 담아 보관한 다음 1,800×g에서 10분 동안 실온에서 원심분리하였다. 원심분리에 의해 상층액이 분리되면 층 분리된 정도를 분리된 물의 무게(g)로 표시하였다.

마요네즈의 유화 안정성 측정

마요네즈의 유화 안정성을 측정하기 위해 50 mL 원심분리 튜브에서 50 g(F₀)의 마요네즈를 칭량하였다. 4°C 냉장고에서 4주간 보관한 후 마요네즈를 1,800×g, 25°C에서 10분간 원심분리하였다. 분리된 상부 지방을 제거하고 하부 침전물의 무게를 측정하였다(F₁). 마요네즈의 유화 안정성은 다음과 같이 측정되었다(Mun 등, 2009): 유화 안정성(%)=(F₁/F₀)×100%, 여기서 F₀은 마요네즈 50 g이고 F₁은 F₀을 원심분리한 후 지방을 제거한 하부 침전물의 무게이다.

통계 처리

모든 실험은 3회 반복하여 측정 후 평균과 표준편차로 나타내었다. SPSS statistics 21 program(IBM, Chicago, IL, USA)을 사용하여 수행되었으며, P<0.05의 수준에서 Duncan's multiple range test에 따라 분석하였다.

결과 및 고찰

케첩 및 마요네즈의 점도 및 물성

케첩과 마요네즈의 점도는 CBAC의 첨가량이 증가함에 따라 유의적으로 감소하였다(Fig. 1). Corn starch(C.S)를

첨가하여 제조한 케첩의 경우 평균값이 24,363 cp로 나타났으며, CBAC를 70% 첨가하여 제조한 케첩의 점도는 2,422 cp로 일반 corn starch를 첨가한 케첩보다 점도가 약 90.1% 낮은 수치를 나타냈다. 전분이 첨가되지 않은 일반 마요네즈의 경우 24,904 cp를 기록하였으나, CBAC를 100% 첨가하여 제조한 마요네즈의 점도는 2,504 cp로 약 89.9% 감소한 수치를 나타내었다. 이와 같은 결과를 보았을 때, CBAC를 첨가할수록 점도가 낮아짐에 따라 소스의 형상을 잘 유지하면서 부드러움을 알 수 있었다. 물성 또한 점도와 유사한 결과로 나타났는데(Fig. 2), 케첩과 마요네즈 모두 CBAC를 첨가할수록 경도가 유의적으로 감소하였으며, 70%와 100% CBAC를 첨가하였을 때 가장 딱딱함의 정도가 낮았다. Lee 등(2014)의 연구에 따르면 CGTase 처리를 통해 아밀로펙틴이 아밀로펙틴 클러스터 단위로 가수분해되어 분자량이 낮아짐을 확인할 수 있었다. 분자량이 낮아짐에 따라 수용성은 높아져 CBAC를 첨가하여 제조한 소스가 타 전분을 첨가하여 제조한 소스보다 점도 및 경도가 감소하였음을 알 수 있었다. 결과적으로 CBAC를 케첩 및 마요네즈에 적용하면 제품을 보다 더 부드럽고 표면을 윤기 있게 만들어 주어 좋은 품질을 유지하는 데 유리하다고 판단된다.

Fig. 1. Comparison of viscosity of modified starch treated ketchup and mayonnaise. (A) ketchup and (B) mayonnaise. Different lowercase letters indicate significant differences at $P<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

Fig. 2. Comparison of hardness of modified starch treated ketchup and mayonnaise. (A) ketchup and (B) mayonnaise. Different lowercase letters indicate significant differences at $P<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

케첩 및 마요네즈의 색도

케첩과 마요네즈의 색도 측정 결과, CBAC를 첨가할수록 색도 결과값이 높은 것으로 나타났는데(Fig. 3), 그중에서도 70% CBAC를 첨가한 케첩과 100% CBAC를 첨가한 마요네즈에서 케첩의 적색도, 마요네즈의 황색도를 가장 잘 유지하는 것을 확인할 수 있었으며, 명도(L value)에서는 실험구와 대조군 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 동일한 전분의 농도에서 CBAC 전분 용액은 호화 시에 다른 전분보다 투명함을 관찰할 수 있었기 때문이라 판단된다. 따라서 CBAC의 호화 특성으로 일반 전분을 첨가하여 제조한 것보다 CBAC를 첨가하여 케첩 및 마요네즈 제조 시에 소스 본연의 색을 더욱 잘 유지할 수 있음을 나타낸다. 색깔이 선명한 케첩과 마요네즈의 경우 본연의 색을 잘 유지할수록 제품화 시 소비자들의 선호도가 높기 때문에(Kim 등, 2016) CBAC는 케첩과 마요네즈의 첨가제로써 적합하다고 판단된다.

Fig. 3. Color measurement of the ketchup and mayonnaise. (A) ketchup and (B) mayonnaise. Different lowercase letters indicate significant differences at $P<0.05$ according to Duncan's multiple range test.

케첩의 층 분리

케첩을 3주간 냉장 저장한 후 원심분리하여 실제 제품화 시 저장 중 층 분리에 대한 저장 안정성을 측정해보았다(Fig. 4A). 옥수수 전분 또는 CLS 전분을 첨가한 케첩과 비교할 때, CBAC를 첨가한 케첩이 층 분리에 가장 안정적이었다. 또한 CBAC의 첨가량이 증가할수록 저장 안정성도 높아지는 것을 확인할 수 있었는데, 그중 CBAC를 70% 첨가하여 제조한 케첩이 corn starch를 첨가한 케첩에 비해 저장 안정성이 23% 높은 것을 알 수 있었다. 이는 CBAC가 일반 전분보다 상대적으로 수분과의 친화력이 더 높아 층 분리를 효과적으로 억제하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 CBAC 전분이 케첩과 같은 냉장 저장식품에 적용 시 효과적인 것으로 판단된다.

마요네즈의 유화 안정성

일반 전분과 변성전분으로 대체하여 제조한 저지방 마요네즈의 유화 안정성은 제조 후 4주간 냉장 보관하여 보관 중 고형질과 기름 간의 층 분리 정도를 측정하였다(Fig. 4B).

Fig. 4. Layer separation in ketchup and mayonnaise. (A) Serum separation in ketchup. (B) Emulsion stability of mayonnaise. Different lowercase letters indicate significant differences at $P < 0.05$ according to Duncan's multiple range test.

결과적으로 CBAC가 첨가될수록 층 분리가 거의 발생하지 않아 유화 안정성이 높은 것으로 나타났다. 100% CBAC로 처리된 저지방 마요네즈의 유화 안정성은 99.83%로 일반 마요네즈의 유화 안정성인 99.64%와 유사하였다. Lee 등 (2013)의 연구 결과에서 장기보관 실험 시 CLS를 첨가하면 저지방 마요네즈의 유화 안정성이 향상되어 효소 처리된 변성전분이 액체의 물리적 특성을 제어할 수 있어 상용화에 유용할 것이라 밝혔다. CBAC는 CLS와 유사한 특성이 있어 마요네즈의 물성을 개선하고 저장 안정성을 높일 수 있음을 확인하였다.

요 약

케첩과 마요네즈와 같은 장기 냉장저장보관 식품은 저장 기간에 물성의 변화로 인해 품질이 저하된다. 이러한 문제를 개선하기 위해 본 연구에서는 이미 개발된 효소 처리 변성전분인 CBAC를 사용하여 저장 중 문제점을 개선하고자 하였

다. CBAC는 타 전분 대비 분자량이 낮아 수용성이 높은 특성을 가지고 있다. CBAC를 첨가하여 제조한 케첩과 마요네즈의 물성은 더욱더 부드러웠으며, 색도 실험 결과 CBAC를 첨가하여 제조한 케첩과 마요네즈가 타 전분 대비 소스 본연의 색을 잘 유지하는 것으로 확인되었다. 또한 케첩을 제조한 후 3주간 냉장 저장한 뒤 층 분리 정도는 CBAC를 첨가하였을 때 층 분리가 가장 일어나지 않았으며, 4주간 냉장 저장한 뒤 확인해본 마요네즈의 유화 안정성 또한 CBAC를 100% 첨가하였을 때 99.83%로 가장 높았다. 따라서 CBAC를 첨가하여 제조한 소스는 저칼로리이며, 저온 장기 저장 시에도 물성을 잘 유지하는 것으로 보아 제품화에 적합하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 논문은 2021년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(2021R1A6A1A03044501)과 이공분야기초연구사업(2021R1A2C1006192)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Almeida RLJ, dos Santos Pereira T, Almeida RD, Santiago AM, de Lima Marsiglia WIM, Nabeshima EH, et al. Rheological and technological characterization of red rice modified starch and jaboticaba peel powder mixtures. *Sci Rep.* 2021. 11:9284. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88627-4>
- Cai X, Du X, Zhu G, Cai Z, Cao C. The use of potato starch/xanthan gum combinations as a thickening agent in the formulation of tomato ketchup. *CyTA J Food.* 2020. 18:401-408.
- Cho EH, Kim SK. Effects of the fat contents & distribution on the disease status of young adults male. *Korean J Nutr.* 1995. 28:451-459.
- Harrison LJ, Cunningham FE. Factor influencing the quality of mayonnaise: a review. *J Food Qual.* 1985. 8:1-20.
- Hwang ES, Moon SJ. Quality characteristics and antioxidant activity of stick jelly made with different amount of tomato juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2021. 50:476-482.
- Juszczak L, Oczadly Z, Galkowska D. Effect of modified starches on rheological properties of ketchup. *Food Bioproc Tech.* 2013. 6:1251-1260.
- Kasprzak MM, Macnaughtan W, Harding S, Wilde P, Wolf B. Stabilisation of oil-in-water emulsions with non-chemical modified gelatinised starch. *Food Hydrocoll.* 2018. 81:409-418.
- Kim KB, Jang JA, Ko JY, Choi SK. Quality characteristics of sweet pumpkin on mayonnaise. *Korean Food Serv Assoc.* 2009. 5:71-87.
- Kim KH, Kim YS, Koh JH, Hong MS, Yook HS. Quality characteristics of *Yanggaeng* added with tomato powder. *J Korean Soc Food Sci Nutr.* 2014. 43:1042-1047.
- Kim YJ, Kim K, Park K, Choi S. Quality characteristics of tomato sauce added with various thickening agent. *Culi Sci & Hos Res.* 2016. 22(7):100-111.
- Lee HB, Yang CB, Yu TJ. Studies on the chemical composition of some fruit vegetables and fruits in Korea (I). *Korean J Food Sci Technol.* 1972. 4:36-43.

- Lee HW, Jeon HY, Choi H, Shim JH. Enzymatic production of amylopectin cluster using cyclodextrin glucanotransferase. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2014. 43:1388-1393.
- Lee I, Lee S, Lee N, Ko S. Reduced-fat mayonnaise formulated with gelatinized rice starch and xanthan gum. *Cereal Chem*. 2013. 90:29-34.
- Lee MO, Song Y. Manufacture and stability of low calorie mayonnaise using gums. *J Korean Soc Food Sci Nutr*. 2003. 32:82-88.
- Lee YI, Lee SJ, Noh WS. Effect of the modified starch on the physical properties of tomato ketchup. *Agric Chem Biotechnol*. 1997. 40:48-52.
- Mun S, Kim YL, Kang CG, Park KH, Shim JY, Kim YR. Development of reduced-fat mayonnaise using 4 α GTase-modified rice starch and xanthan gum. *Int J Biol Macromol*. 2009. 44: 400-407.
- Park JJ, Olawuyi IF, Lee WY. Characteristics of low-fat mayonnaise using different modified arrowroot starches as fat replacer. *Int J Biol Macromol*. 2020. 153:215-223.
- Rajchl A, Voldřich M, Čížková H, Hronová M, Ševčík R, Dobiáš J, et al. Stability of nutritionally important compounds and shelf life prediction of tomato ketchup. *J Food Eng*. 2010. 99:465-470.
- Şahin H, Özdemir F. Effect of some hydrocolloids on the serum separation of different formulated ketchups. *J Food Eng*. 2007. 81:437-446.
- Shi J, MacNaughton L, Kakuda Y, Bettger W, Yeung D, Jiang Y. Bioavailability of lycopene from tomato products. *J Food Sci Nutr*. 2004. 9:98-106.
- Song ES, Kim EK, Woo NRY. Development of low fat mayonnaise made with modified starch. *Korean J Food Cult*. 2007. 22:254-260.
- Thaiudom S, Khantarat K. Stability and rheological properties of fat-reduced mayonnaises by using sodium octenyl succinate starch as fat replacer. *Procedia Food Sci*. 2011. 1:315-321.
- Venus H, Hossein EA, Ahmad P. Textural properties of low fat mayonnaise with whey protein concentrate and Tragacanth gum as egg and fat substitutes. *Foods Raw Mater*. 2021. 9:19-23.
- Zhu L, Song Y, Liu H, Wu M, Gong H, Lan H, et al. Gut microbiota regulation and anti-inflammatory effect of β -carotene in dextran sulfate sodium-stimulated ulcerative colitis in rats. *J Food Sci*. 2021. 86:2118-2130.