

The Food and Life has published all type articles such as research articles, review articles, survey articles, research note, short communication or editorial since 2020. It covers the all scientific and technological aspects of food and life science.

<https://www.foodnlife.org>

응고 대체제로서 갈라만시 원액의 첨가가 리코타 치즈에 미치는 영향

김한솔, 박세림, 김정민, 박신영, 김학연*

공주대학교 동물자원학과



Effect of Ricotta cheese added with *Cirus microcarpa* concentrated solution as coagulation agent replacement

Han-Sol Kim, Se-Rim Park, Jeong-Min Kim, Sin-Young Park, Hack-Youn Kim*

Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea

Abstract

This study aim to investigate the quality characteristics and antioxidant activity of Ricotta cheese added with *Citrus microcarpa* concentrated solution (CCS) as coagulation agent replacement (C2: citric acid 3%, CCS 2%; C3: citric acid 2%, CCS 3%). The quality characteristics include the moisture content, protein content, color, pH, water holding capacity (WHC), viscosity and sensory evaluation. The antioxidant activity experiments include the DPPH scavenging activity and ferric reducing antioxidant power assay (FRAP). The moisture content of C2 and C3 treatment were significantly lower than the control ($p < 0.05$). The protein content of Ricotta cheese was significantly increased with an increasing CCS ($p < 0.05$). The pH of C3 treatment was significantly lower than the other treatments ($p < 0.05$), whereas the viscosity was higher than the other treatments. The DPPH scavenging activity of CCS treated samples were significantly higher than the control ($p < 0.05$). The FRAP of C3 treatment was significantly higher than the other treatments ($p < 0.05$). Among the sensory properties of color, flavor, off-flavor, and overall acceptability traits of C3 was significantly the highest value ($p < 0.05$). These results showed that the citric acid 2% and CCS 3% (C3) treatment was improved the quality characteristics and antioxidant activity of Ricotta cheese. Therefore, citric acid 2% and CCS 3% were suitable as coagulation agent replacement for Ricotta cheese.

Keywords: antioxidant activity, *Citrus microcarpa*, coagulation agent, quality properties, Ricotta cheese

서론

치즈는 원유에 유산균, 린넷, 산 등의 응고제를 첨가하여 카제인(casein)을 응고시켜 유청을 제거한 뒤 압축, 성형하여 제조하는 유제품이며(Lee and Nam, 1996), 원유에 함유되어 있는 지방, 단백질, 무기질, 비타민을 모두 함유하고 있어 예로부터 꾸준히 소비되는 식품이다(Keum, 2019). 치즈는 숙성 유무에 따라 신선 치즈와 숙성 치즈로 구분되며, 산과 열, 효소 등의 응고 방법에 따라 구분되어 다양한 종류의 치즈가 제조되고 있다(Kim et al., 2011).

신선 치즈 중 대표적인 형태로써 리코타 치즈(Ricotta cheese)는 원유나 유청을 80°C-85°C의 온도로 가열한 뒤, citric acid, acetic acid 등의 산가가 낮은 응고제를 첨가하여 단백질을 응고시키고, 이후 유청 분리를 원활하게 하기 위하여 압착 및 성형과

정을 거쳐 제조된다(Modler, 1988).

리코타 치즈는 카라멜과 유사한 풍미를 내고 수분을 다량 함유하여 부드러운 식감의 특징을 지니고 있어, 다양한 식품에 활용성이 높아 세계적으로 다양한 용도로 소비되고 있다(Pizzillo et al., 2005). 하지만 리코타 치즈는 약 15%-20%의 높은 지방을 함유하고 있기 때문에 일부 소비자들은 건강 측면에서 부정적인 인식을 지니고 있다(Banks, 2004; Ortiz Araque, 2018). 이에 고품질 치즈 제품을 개발하기 위한 연구로서 지방함량이 낮은 우유 또는 유청을 이용한 연구가 수행된 바 있으며(Banks et al., 1989), 단백질 응고제로서 산도가 낮은 레몬주스와 자몽주스를 이용한 연구의 경우, 치즈의 지방함량을 낮출 수 있다고 하였다(Abdel-Razig and Algamry, 2009). 이에 따라 단백질 응고제로서 산도가 낮은 천연 첨가물의 이용은 고품질 치즈 제조에

*Corresponding author : Hack-Youn Kim. Department of Animal Resources Science, Kongju National University, Yesan 32439, Korea. Tel: +82-41-330-1041, E-mail: kimhy@kongju.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

적합한 소재라고 판단된다.

산도가 낮은 천연첨가물인 칼라만시(*Citrus microcarpa*)는 감귤류에 속하며, 헤스페리딘(hesperidin), DGPP (3',5'-di-C- β -lucopyranosylphloretin) 등이 다량 함유되어 있어 항산화작용, 항균, 항염, B형 간염억제, 색소침착방지 등의 효능이 있다고 알려져 있다(Lou and Ho, 2017). 이에 따라 Yoong (2006)은 주스 제조 시 응집물을 생성시키기 위해 칼라만시를 기능성 첨가물로서 이용하였으며, Gomez 등(1985)은 칼라만시 추출물을 산 응고제로서 이용하여 기능성 크림 치즈를 제조한 바 있다. 하지만 칼라만시 원액을 기능성을 지닌 단백질 응고제로서 리코타 치즈에 적용한 연구는 수행된 바 없다.

따라서 본 연구에서는 단백질 응고제로서 citric acid를 첨가한 리코타 치즈와 기능성을 지닌 칼라만시를 응고제로 이용한 리코타 치즈의 품질 특성과 항산화능을 비교 분석하고, 칼라만시 원액의 응고 대체제로서 적합성을 판단하고자 실험을 진행하였다.

재료 및 방법

공시재료 및 리코타 치즈 제조

본 실험에 사용된 리코타 치즈의 단백질 응고제는 2.5%로 희석한 citric acid와 칼라만시 원액(*Citrus microcarpa* concentrated solution; CCS, pH: 2.30; CIE L*: 46.87; CIE a*: -0.3; CIE b*: 11.10; Chakanfood, Busan, Korea)을 이용하였다. 원유는 80-85°C의 온도로 가열과 동시에 교반을 실시하였으며, 열에 의한 응고 반응이 시작되면 교반을 중단하고 대조구(control)에는 원유 중량에 대해 citric acid 5%를 첨가하였고, C2 처리구에는 citric acid 3%, CCS 2%를 첨가하였으며, C3 처리구에는 citric acid 2%, CCS 3%를 첨가하여 커드를 형성시켰다. 응집된 커드는 면포에 담아 일정한 압력으로 압축시킨 후 일정한 크기로 성형하였다. 이후 제조된 리코타 치즈는 4°C 조건에서 저장하며 실험을 실시하였다.

수분, 단백질 함량 측정

리코타 치즈의 수분과 단백질 측정은 AOAC(Association of Official Analytical Chemists, 1990)법에 따라 수분 함량은 105°C 상압가열건조법, 단백질 함량은 Kjeldahl법으로 분석하였다.

색도 측정

리코타 치즈의 내부 단면을 colorimeter(CR-10, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 CIE L* 값인 명도(lightness), CIE a* 값인 적색도(redness), CIE b* 값인 황색도(yellowness)를 측정하였다.

pH 측정

pH 측정은 리코타 치즈 4 g과 증류수 16 mL를 혼합 후,

ultra-turrax(HMZ-20DN, Pooglim Tech., Seoul, Korea)를 이용해 1분간 6,991×g으로 균질하였다. 그 후 유리전극 pH meter (Model S220, Mettler-Toledo, Schwerzenbach, Switzerland)를 이용하여 측정하였다.

보수력 측정

여과지(Filter papers No. 2, GE Healthcare Life Sciences Whatman™, Marlborough, MA, USA)에 리코타 치즈 5 g을 갠 후, 탈지면이 담긴 코니칼 튜브에 넣고 centrifuge(Supra R22, Hanil, Daejeon, Korea)로 4°C 조건에서 109×g으로 10분간 원심분리하였다. 그 후 수분이 삼출된 시료 무게를 측정하고, 아래의 식을 통해 %로 산출하였다.

$$\text{보수력 (\%)} = \frac{\text{원심분리 후 리코타 치즈의 무게 (g)}}{\text{원심분리 전 리코타 치즈의 무게 (g)}} \times 100$$

점도 측정

리코타 치즈의 점도는 25 mm concentric cylinders가 장착된 회전식점도계(MerlinVR, Rheosys, Princeton, NJ, USA)를 이용하여 25°C 조건에서 head speed를 4×g으로 설정한 뒤 3초 간격으로 60초간 측정하였다.

DPPH free radical 소거능 활성도 측정

DPPH free radical 소거능 측정을 위한 전처리로 리코타 치즈 3 g과 증류수 15 mL를 넣고 ultra-turrax(HMZ-20DN, Pooglim tech.)를 이용하여 5,352×g, 20초간 균질한 후 centrifuge(Supra R22, Hanil)로 983×g, 4°C, 10분의 조건으로 원심분리하였다. 추출액은 filter paper(Whatman No. 1, GE Healthcare, Marlborough, MA, USA)에 여과하여 상등액을 추출하였다. 추출한 상등액(1 mL)과 DPPH 시약(1 mL)을 혼합하여 실온환경(24°C)의 어두운 곳에서 30분간 반응시킨 후 spectrophotometer(Optizen 2120 UV, Mecasys, Daejeon, Korea)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이를 통해 얻은 실험 결과는 아래의 식을 통해 백분율로 나타내었다.

$$\text{DPPH free radical (\%)} =$$

$$\frac{\text{시료 무첨가군의 흡광도} - \text{시료 첨가군의 흡광도}}{\text{시료 무첨가군의 흡광도}} \times 100$$

환원력(Ferric reducing antioxidant power assay, FRAP) 측정

리코타 치즈의 환원력 측정은 Dudonné 등(2009)의 방법을 이용하였다. FRAP 시약은 0.3 M sodium acetate buffer와 40 mM HCl에 녹인 10 mM TPTZ, 20 mM FeCl₃을 10:1:1 비율로 혼합한 후 37°C, 15분간 반응시켜 준비하였다. 상등액(1 mL)과 FRAP 시약(3 mL)을 혼합한 후 37°C 조건에서 15분간 반응

시킨 후 spectrophotometer(Optizen 2120UV, mecasys)를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다.

관능평가

리코타 치즈의 관능평가는 훈련된 panel 요원 18명을 구성하여 각 처리구별로 색(color), 풍미(flavor), 식감(texture), 다즙성(juiciness), 이미·이취(off-flavor), 전체적 기호도(overall acceptability)에 대하여 평가하였다. 각 항목에 대한 평가는 10점 척도법을 이용하였으며, 10점은 가장 우수하고, 1점은 가장 열악한 품질 상태를 나타내었다.

통계처리

실험의 결과는 최소 3회 이상 반복 실험하여 평가되었으며, 처리구들 간의 유의성 검정은 통계처리 프로그램 SAS(version 9.3 for Window, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하였다. 분석조건은 ANOVA를 통해 측정된 값에 대한 분산분석을 실시하고, 처리구들간의 유의적 차이는 Duncan's multiple range test를 이용하여 유의성을 검정하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

수분, 단백질 함량

Table 1은 응고대체제로서 CCS를 첨가하여 제조한 리코타 치즈의 일반성분을 나타내었다. 수분 함량 측정 결과, 대조구가 67.56%, C2 처리구가 64.24%, C3 처리구가 63.37%로 C2, C3 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 낮은 수분 함량을 나타내었다($p < 0.05$). 단백질 함량은 대조구가 12.71%, C2 처리구가 13.52%, C3 처리구가 14.05%의 단백질 함량을 나타내었으며, CCS의 첨가량이 증가할수록 단백질 함량도 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Mihretic 등(2018)은 응고제로서 레몬 추출물을 이용하여 치즈 제조 시 레몬추출물 첨가량이 증가할수록 단백질 함량이 증가하였다고 하여 본 연구 결과와 유사하였다. 또한 Udabage 등(2001)의 연구에 따르면 칼슘이온이 증가함에 따라 카제인 단백질의 응고 정도 또한 증가한다고 하였다. 이러한 결과는 칼라만시 내에 칼슘이 8.4 mg 함유되어 있다고 알려져 있는데(Pangerapan et al., 2016), 칼라만시에 함유된 칼슘으로 인하여 CCS의 첨가량이 증가할수록 카제인 단백질의 응집성이 증가하여 단백질 함량이 상승한 것으로 사료되며, 이에 따라 칼라만시의 첨가는 고단백질 리코타 치즈의 제조가 가능할 것이라고 판단된다.

색도, pH

CCS가 첨가된 리코타 치즈의 색도와 pH 측정 결과는 Table 1에 나타내었다. 명도와 적색도 측정 결과, CCS의 첨가량이 증

Table 1. Moisture contents, protein contents, color and pH of Ricotta cheese added with *Citrus microcarpa* concentrated solution as coagulation agent replacement

Traits	Treatments			
	Control	C2 ¹⁾	C3 ²⁾	
Moisture (%)	67.56±2.12 ^a	64.24±0.67 ^b	63.37±1.42 ^b	
Protein (%)	12.71±0.35 ^c	13.52±0.23 ^b	14.05±0.14 ^a	
Color	CIE L*	89.63±0.06 ^a	88.07±0.06 ^b	86.47±1.02 ^c
	CIE a*	2.48±0.05 ^a	2.13±0.23 ^b	1.83±0.06 ^c
	CIE b*	11.87±0.32 ^c	16.44±0.06 ^b	17.23±0.15 ^a
pH	5.77±0.03 ^a	5.69±0.03 ^a	5.52±0.06 ^b	

All values are mean±SD.

¹⁾ C2, Citric acid 3%, calamansi 2%.

²⁾ C3, Citric acid 2%, calamansi 3%.

^{a-c}Means on the same row with different letters are significantly different ($\alpha < 0.05$).

가할수록 유의적으로 감소하였다($p < 0.05$). 반대로 황색도 측정 결과, CCS의 첨가량이 증가할수록 황색도 값 또한 유의적으로 증가하였다($p < 0.05$). Celli 등(2018)의 연구에 따르면 응고제 종류에 따라서 리코타 치즈의 색도에 영향을 미친다고 하였다. 이와 유사하게 CCS의 색도(CIE L*: 46.65; CIE a*: -0.3; CIE b*: 11.10)에 영향을 받아 CCS의 첨가량이 증가할수록 리코타 치즈의 색도 또한 변화한 것으로 사료된다.

pH 측정 결과, 대조구와 C2 처리구 간에 유의적인 차이는 발견할 수 없었지만, C3 처리구는 다른 처리구에 비해 유의적으로 낮은 pH 값을 나타내었다($p < 0.05$). 이러한 pH의 차이는 칼슘이온의 활성과 연관이 있는데, 야채, 과일 등을 70°C-90°C의 조건에서 가열할 시 20°C의 조건에 비해 칼슘이온 활성이 23% 증가한다고 하였으며(Choi and Cho, 2015), Mishra 등(2005)의 연구에 따르면 치즈 제조 시 응고제의 pH가 낮으면 칼슘이온의 활성화가 높아져 카제인 단백질 응집이 활발하게 나타난다고 하였다. 또한 카제인 단백질은 등전점인 pH 4.6에서 응집현상이 가장 활발하다고 하여(Kim et al., 2011), pH가 낮은 C3 처리구가 높은 치즈 형성율을 나타내고, 이에 따라 제조 수율이 우수할 것으로 생각된다.

보수력

리코타 치즈의 응고대체제로서 CCS를 첨가하여 제조한 뒤, 보수력을 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 대조구의 보수력 값은 73.02%, C2 처리구의 보수력 값은 78.16%, C3 처리구의 보수력 값은 78.31%로 측정되었으며, 처리구들 간의 보수력의 유의적인 차이는 보이지 않았다. Almena-Aliste 등(2006)의 연구에 따르면 치즈의 pH가 높을수록 수분과 카제인 단백질의 상호 작용을 촉진시켜 보수력을 증가시킨다고 하여 본 연구결과와 상이한 결과를 나타냈으나, 본 연구에서 제조된 리코타 치즈의

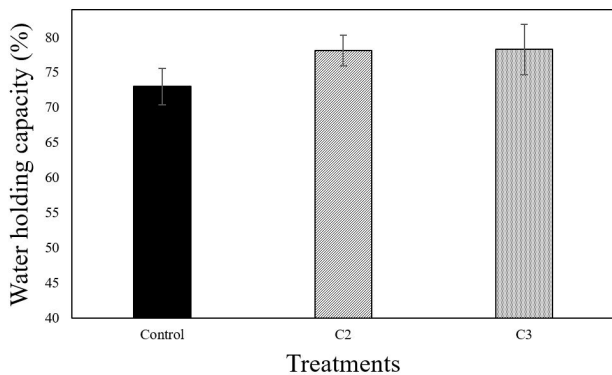


Fig. 1. Water holding capacity of Ricotta cheese added with *Citrus microcarpa* concentrated solution as coagulation agent replacement. C2, citric acid 3%, Calamansi 2%; C3, citric acid 2%, Calamansi 3%.

pH 범위인 5.52-5.77에서는 보수력에 영향을 미칠 정도로 편차가 크지 않기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 CCS를 이용하여 리코타 치즈를 제조할 시 기존의 리코타 치즈와 보수력에서 품질 차이가 발생하지 않는 제품을 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

점도

Fig. 2는 응고대체제로서 CCS를 첨가하여 제조한 리코타 치즈의 점도를 나타낸 그림이다. 점도 측정 결과, 대조구가 1.01-0.16 Pa.s, C2 처리구가 2.17-0.42 Pa.s, C3 처리구가 4.92-1.42 Pa.s를 나타내어 C3 처리구가 다른 처리구에 비해 가장 높은 점도를 나타내었다. 치즈는 온도와 pH에 따라 점도에 영향을 미친다고 알려져 있는데, Gigante 등(2006)에 따르면 낮은 pH를 가진 치즈는 높은 점도를 나타낸다고 하여 본 연구와 유사하였다. 또한 치즈의 점도는 관능적 식감과 연관이 있어, Monteiro 등(2009)은 pH가 낮은 치즈의 경우, pH가 높은 치즈에 비해 질감이 높은 특성을 가진다고 하였다. 따라서 pH가 대

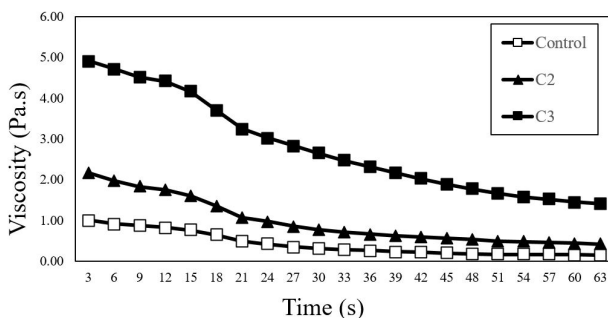


Fig. 2. Viscosity of Ricotta cheese added with *Citrus microcarpa* concentrated solution as coagulation agent replacement. C2, citric acid 3%, Calamansi 2%; C3, citric acid 2%, Calamansi 3%.

조구와 C2 처리구에 비해 낮았던 C3 처리구는 식감이 견고할 것으로 생각된다.

DPPH 라디칼 소거능, FRAP 환원력

Fig. 3은 CCS가 첨가된 리코타 치즈의 DPPH 라디칼 소거능과 환원력을 나타낸 그림이다. DPPH 라디칼 소거능 활성 측정 결과, CCS의 첨가량이 증가할수록 활성이 유의적으로 증가하여 항산화 효과를 얻을 수 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). Alonso 등(2002)은 총 폴리페놀 함량과 항산화 활성은 양의 상관관계를 나타낸다고 하였다. 이에 따라 CCS 내에는 총 폴리페놀 함량이 다량 함유되어 있기 때문에 높은 항산화능을 나타내는 것으로 생각된다. 본 연구와 유사하게 녹차 추출물을 기능성 첨가물로서 체다 치즈에 첨가한 Giroux 등(2013) 또한 항산화능이 증가하였다고 보고하였는데, 이에 따라 갈라만시 또한 치즈 제조 시 기능성을 부여할 수 있는 소재라고 생각된다.

응고대체제로서 CCS가 첨가되어 제조된 리코타 치즈의 환원력(FRAP) 측정 결과, 대조구의 흡광도는 0.68 nm, C2 처리구의 흡광도는 0.65 nm, C3 처리구는 0.72 nm로 대조구와 C2 처리구 간에는 유의적인 차이를 보이지 않았으나, C3 처리구는 다른 처리구에 비해 높은 흡광도를 나타내 유의적으로 환원력이 증가한 것으로 나타났다($p < 0.05$). 본 연구와 유사한 사례로, 과일 및 채소 분말을 첨가하여 치즈를 제조하였을 때 환원력이 증가하였다고 하였는데(Lucera et al., 2018), 이러한 결과는 갈라만시 내에 천연 항균제 역할을 하는 카페인(caffeic), 쿠마산(coumaric acid), 시나프산(sinapic acid)과 같은 페놀성 화합물이 함유되어 있기 때문이다(Noor et al., 2018). 이에 따라 응고대체제로서 CCS를 첨가하여 리코타 치즈를 제조하였을 때 CCS 함유량이 높은 C3 처리구가 높은 항산화능을 지닌 기능성

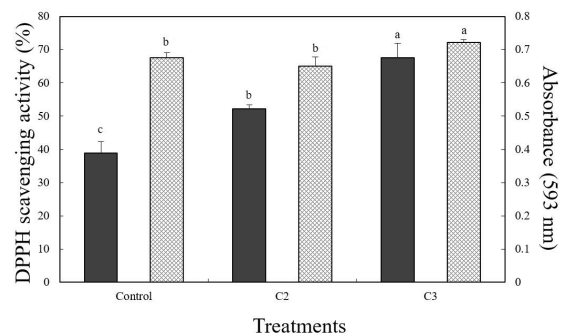


Fig. 3. DPPH radical scavenging activity and ferric reducing antioxidant power (FRAP) of Ricotta cheese added with *Citrus microcarpa* concentrated solution as coagulation agent replacement. ^{a-c}Mean on bars with different letters are significantly different ($p < 0.05$) C2, citric acid 3%, Calamansi 2%; C3, citric acid 2%, Calamansi 3%.

Table 2. Sensory properties of Ricotta cheese added with *Citrus microcarpa* concentrated solution as coagulation agent replacement

Traits	Treatments		
	Control	C2 ¹⁾	C3 ²⁾
Color	7.78±0.44 ^b	8.67±0.71 ^a	8.89±0.60 ^a
Flavor	8.67±1.00 ^b	8.78±0.83 ^{ab}	9.57±0.53 ^a
Texture	8.56±1.13	8.78±0.67	8.78±0.83
Juiciness	8.44±1.13	8.33±0.71	8.44±0.73
Off-flavor	8.22±0.97 ^b	8.67±0.50 ^{ab}	9.22±0.67 ^a
Overall acceptability	8.17±1.12 ^b	8.33±0.71 ^b	9.50±0.53 ^a

All values are mean±SD.

Likert scale ranging from 1 point (poor) to 10 points (excellent).

¹⁾ C2, Citric acid 3%, calamansi 2%.

²⁾ C3, Citric acid 2%, calamansi 3%.

^{a,b}Means on the same row with different letters are significantly different ($p < 0.05$).

리코타 치즈를 제조할 수 있을 것으로 생각된다.

관능평가

Table 2는 응고대체제로서 CCS를 첨가한 리코타 치즈의 관능평가를 나타낸 표이다. 색도 항목에서는 C2, C3 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났으며($p < 0.05$), 풍미 항목에서는 C3 처리구가 대조구에 비해 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 식감과 다즙성 항목에서는 처리구들 간에 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 이미·이취 항목은 대조구에 비해 C3 처리구가 유의적으로 높게 나타났다($p < 0.05$). 전체적 기호도에서는 C3 처리구가 C2 처리구, 대조구에 비해 유의적으로 높은 평가를 나타내었다($p < 0.05$). 칼라만시와 같은 감귤류는 특유의 향미를 나타내는 α -terpineol, geranyl acetate 성분이 함유되어 있기 때문에 풍미 증진의 목적으로 다양한 제품에 접목되기도 한다(Nisperos-Carriedo et al., 1992). 또한 칼라만시의 황색도가 높기 때문에 색도 증진 효과를 얻을 수 있다고 알려져 있으며(Yang and Cho, 2007), 칼라만시는 전체적인 기호도 상승을 위하여 접목되기도 한다(Kim et al., 2010). 따라서 관능평가의 일부 항목에서 특성이 개선된 것으로 생각된다.

요약

본 연구에서는 응고대체제로서 CCS를 첨가하여 제조한 리코타 치즈의 품질 및 항산화 특성을 분석하였다. 성분 변화에서는 CCS의 첨가에 따라 수분 함량이 감소하였으며, 단백질 함량은 증가하였고, pH가 감소함에 따라 점도가 상승하였다. 또한 칼라만시 특유의 색이 영향을 미쳐 명도, 적색도, 황색도

모두 대조구와 차이를 보였고, 보수력은 CCS의 첨가에 따른 처리구들 간의 차이를 보이지 않았다. 항산화능과 관련된 DPPH 라디칼 소거능과 FRAP 환원력은 CCS의 첨가로 인한 항산화능의 강화 효과를 얻을 수 있었으며, 관능평가 중 일부 항목에서 CCS를 첨가하였을 때 우수한 특성을 나타내었다. 이에 응고 대체제로서 CCS를 3% 첨가하고 citric acid를 2% 첨가한 C3 처리구가 대부분의 품질 특성에서 우수한 특성을 나타냈기 때문에, 응고 대체제로서 적합한 비율은 CCS와 citric acid를 각각 3%와 2%를 첨가하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

Conflicts of Interest

The authors declare no potential conflict of interest.

Acknowledgments

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No.PJ01528103)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

Ethics Approval

The sensory evaluation was approved by the Kongju National University's Ethics Committee (Authority No: KNU 2020-40).

Author Contributions

Conceptualization: Kim HY
 Data curation: Kim HS, Kim HY
 Formal analysis: Kim HS, Park SR, Kim JM
 Methodology: Kim HY
 Software: Kim HS
 Validation: Kim HY
 Investigation: Kim HS, Park SR, Kim JM
 Writing-original draft: Kim HS
 Writing-review&editing: Kim HS, Park SR, Kim JM, Park SY, Kim HY

Author Information

Han-Sol Kim (Master's Student, Kongju National University)
<https://orcid.org/0000-0002-3647-0878>
 Se-Rim Park (Undergraduate Student, Kongju National University)
<https://orcid.org/0000-0003-1906-8542>
 Jeong-Min Kim (Undergraduate Student, Kongju National University)
<https://orcid.org/0000-0003-4540-3666>
 Sin-Young Park (Ph.D Student, Kongju National University)
<https://orcid.org/0000-0001-7900-5987>

Hack-Youn Kim (Professor, Kongju National University)

<https://orcid.org/0000-0001-5303-4595>

References

- Abdel-Razig KA, AlGamry AS. 2009. Effect of natural acidifying agent and storage temperature on quality of unripened whey cheese. *J Sci Technol* 10:119-129.
- Almena-Aliste M, Gignate ML, Kindstedt PS. 2006. Impact of pH on the texture of cultured cream cheese: firmness and water phase characteristics. *Milchwissenschaft-Milk Sci Int* 61:400-404.
- Alonso ÁM, Guillén DA, Barroso CG, Puertas B, García A. 2002. Determination of antioxidant activity of wine by-products and its correlation with polyphenolic content. *J Agric Food Chem* 50:5832-5836.
- AOAC 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. pp. 777-788.
- Banks JM, Brechany EY, Christie W. 1989. The production of low fat cheddar-type cheese. *Int J Dairy Technol* 42:6-9.
- Banks JM. 2004. The technology of low-fat cheese manufacture. *Int J Dairy Technol* 57:199-207.
- Celli GB, Ravanfar R, Kaliappan S, Kapoor R, Abbaspourrad A. 2018. Annatto-entrapped casein-chitosan complexes improve whey color quality after acid coagulation of milk. *Food Chem* 255:268-274.
- Choi JB, Cho WI. 2015. Study on pretreatment methods to prevent tissue softening of heated onion. *Korean J Food Sci Technol* 47:56-62.
- Dudonné S, Vitrac X, Coutière P, Woillez M, Mérillon J. 2009. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. *J Agric Food Chem* 57:1768-1774.
- Gigante ML, Almena-Aliste M, Kindstedt PS. 2006. Effect of cheese pH and temperature on serum phase characteristics of cream cheese during storage. *J Food Sci* 71:C7-C11.
- Giroux HJ, Grandpré GD, Fustier P, Champagne CP, Gelais DS, Lacroix M, Britten M. 2013. Production and characterization of cheddar-type cheese enriched with green tea extract. *Dairy Sci Technol* 93:241-254.
- Gomez IV, Momogan LD, Almazan EN, Lawas FR. 1985. Calamansi extract in cream cheese production [Philippines]. *Philippine J Vet Anim Sci* 11:36.
- Keum JS. 2019. History of cheese industry in Korea. *Korean Soc Food Sci Technol* 52:272-286.
- Kim GY, Kim SH, Kim WS, Kim CH, Nam MS, Moon YI, Bae IH, Oh SJ, Yoon SS, Lee SW, Lee WJ, Jeon WM, Ha WG. 2011. Cheese. In *Milk processing technology*. 1st ed. Cheon SB (ed). pp 197-264. Yuhansa, Seoul. Korea.
- Kim JH, Oh HJ, Oh YS, Lim SB. 2010. The quality properties composition of post-daged doenjang (fermented soybean pasters) added with citrus fruits, green tea and cactus powder. *J East Asian Soc Diet Life* 20:279-290.
- Lee SW, Nam MS. 1996. Change in the casein, free amino acid and textures during ripening of Gouda cheese. *Korean J Food Sci Anim Resour* 16:35-40.
- Lee SY. 2000. Physico-chemical characteristics of calamansi juice, agglomerate and drink. *J Trop Agric Food Sci* 28: 183-188.
- Lou SN, Ho CT. 2017. Phenolic compounds and biological activities of small-size citrus: kumquat and calamondin. *J Food Drug Anal* 25:162-175.
- Lucera A, Costa C, Marinelli V, Saccotelli MA, Nobile MAD, Conte A. 2018. Fruit and vegetable by-products to fortify spreadable cheese. *Antioxidants* 7:61.
- Mihretie Y, Tadesse N, Amakelew S, Fikru S. 2018. Cheese production from camel milk using lemon juice as a coagulant. *J Environ Agric Sci* 17:11-19.
- Mishra R, Govindasamy-Lucey S, Lucey JA. 2005. Rheological properties of rennet-induced gels during the coagulation and cutting process: impact of processing conditions. *J Texture Stud* 36:190-212.
- Modler HW. 1988. Development of a continuous process for the production of Ricotta cheese. *J Dairy Sci* 71:2003-2009.
- Monteiro RR, Tavares DQ, Kindstedt PS, Gigante ML. 2009. Effect of pH on microstructure and characteristics of cream cheese. *J Food Sci* 74:C112-C117.
- Nisperos-Carriedo MO, Baldwin EA, Moshonas MG, Shaw PE. 1992. Determination of volatile flavor components, sugars, and ascorbic, dehydroascorbic, and other organic acids in calamondin (*Citrus mitis* blanco). *J Agric Food Chem* 40:2464-2466.
- Noor NAM, Murad M, Esah EM. 2018. Physicochemical, antioxidant and microbial properties of fresh black stem sugarcane juice with addition of calamansi juice. *Sains Malays* 47:2047-2054.
- Ortiz Araque LC, Darré M, Ortiz CM, Massolo JF, Vicente

- AR. 2018. Quality and yield of Ricotta cheese as affected by milk fat content and coagulant type. *Int J Dairy Technol* 71:340-346.
- Pangerapan R, Tuju TDJ, Kandou JEA. 2016. Sensory quality of candy calamansi (*Citrofortunella microcarpa*). *COCOS* 7:1-8.
- Pizzillo M, Claps S, Cifuni GF, Fedele V, Rubino R. 2005. Effect of goat breed on the sensory, chemical and nutritional characteristics of Ricotta cheese. *Livest Prod Sci* 94:33-40.
- Udabage P, McKinnon IR, Augustin MA. 2001. Effects of mineral salts and calcium chelating agents on the gelation of renneted skim milk. *J Dairy Sci* 84:1569-1575.
- Yang MO, Cho EJ. 2007. Quality properties of surimi with added citrus fruits. *J East Asian Soc Diet Life* 17:58-63.
- Yoong LS. 2006. Physical, chemical and quality properties of agglomerates and their beverages from fluidised bed drying of calamansi, pineapple and starfruit juice. *Inst Eng Malays* 67:26-33.

© Copyright. Korean Society for Food Science of Animal Resources.

Date Received Aug. 10, 2020
Date Revised Aug. 31, 2020
Date Accepted Aug. 31, 2020