

연구노트

저온 플라즈마 처리한 쌀국수의 품질 특성

김현주^{1,*} · 이병원¹ · 백기호² · 조철훈² · 김재경³ · 이진영¹ · 이유영¹ · 김민영¹ · 김미향¹ · 이병규⁴

¹국립식량과학원 중부작물부 수확후이용과, ²서울대학교 농생명공학부,
³한국원자력연구원 첨단방사선과학연구소, ⁴국립식량과학원 간척지농업연구팀

Quality characteristics of rice noodles treated with cold plasma

Hyun-Joo Kim^{1,*}, Byong Won Lee¹, Ki Ho Baek², Cheorun Jo², Jae-Kyung Kim³, Jin Young Lee¹,
Yu-Young Lee¹, Min Young Kim¹, Mi Hyang Kim¹, and Byoungkyu Lee⁴

¹Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

²Department of Agricultural Biotechnology, Center for Food and Bioconvergence,
and Research Institute for Agriculture and Life Science, Seoul National University

³Advanced Radiation Technology Institute, Korea Atomic Energy Research Institute

⁴National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

Abstract Cold plasma has been applied to improve quality of food product; however, studies on its effects on microbial and physicochemical qualities of rice noodles are rarely conducted. In this study, changes in the quality characteristics of rice noodles treated by cold plasma were determined. Cold plasma was generated in a square-shaped plastic container (250 W, 15 kHz, ambient air), and dielectric barrier discharge plasma treatments were applied to rice noodle samples for 0, 10, or 20 min. Rice noodles inoculated with either *Bacillus cereus* or *Escherichia coli* O157:H7 were subjected to plasma treatment for 20 min, and the approximate bacterial count reduction were 4.10 and 2.75 log CFU/g, respectively. The Hunter color values of the sample were increased after cold plasma treatment. Peroxide values and thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) were increased with an increase in cold plasma treatment time. Furthermore, lipid oxidation was enhanced. Although further studies are warranted to evaluate changes in chemical qualities, such as lipid oxidation of rice noodles, induced by cold plasma, the results suggest that cold plasma can improve the microbial and physical qualities of rice noodles.

Keywords: Rice noodles, Cold plasma, Quality

서 론

쌀(Rice, *Oryza sativa* L.)은 우리나라뿐만 아니라 아시아 지역을 중심으로 주식으로 섭취하고 있는 주요 식량작물이다. 과거에는 쌀을 취반하여 밥을 주식으로 섭취했다면 식품 소비패턴이 다양하게 변화함에 따라 밥을 대신해 빵, 면 등의 섭취가 점차 증가하고 있다(Choi 등, 2015; Yang과 Kim, 2010). 이에 따라 밥쌀용 쌀 소비는 점차 감소하고 있는 반면 가공용 쌀 소비는 점차 증가하고 있는 추세이다. 따라서 밥쌀용뿐만 아니라 가공용도에 적합한 쌀을 이용한 가공제품 개발을 통해 쌀 소비 촉진을 위한 많은 연구결과가 발표되고 있으며 쌀대, 점토 등과 같은 비식용 소재로서의 이용 가능성 연구도 추진되고 있다(Park 등, 2018).

쌀국수는 중국, 태국, 베트남을 비롯한 동남아시아 일대에서 많이 섭취되고 있으며, vermicelli 혹은 behoon이라고도 불리고 있

다(Seo 등, 2011). 밀로 만든 국수의 품질은 글루텐과 전분에 의해 영향을 받으나 면발 형성이나 강도는 글루텐이 큰 역할을 한다. 하지만 쌀에는 글루텐 함량이 없어 쌀국수 품질은 전분의 이화학적 특성에 의해 결정된다고 볼 수 있다(Seo 등, 2011). 현재까지 발표된 쌀국수에 관한 연구로는 아밀로스 함량이 다른 쌀이나 파쇄미 등 쌀 종류에 따른 품질 특성(Choi 등, 2014; Seo 등, 2011), 유기산 및 증점제 등 첨가제에 따른 품질 특성(Kim 등, 2009), 발아현미 및 미강 등 부재료 첨가에 따른 품질 특성(Kong과 Lee, 2010) 등의 결과가 주로 발표되었다. 해외 연구발표에 따르면 생면에서 *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* 등과 같은 병원균이 검출되어 식중독 유발 가능성이 있어 국수의 안전성 확보가 필요하다고 하였다(Jensen 등, 2004; Chen 등, 2019). 하지만 국내에서 쌀국수 제조 후 유통과정에서의 안전성 확보 관련 연구는 상대적으로 미진한 실정이다.

플라즈마는 제 4의 물질상태를 지칭하는 단어로써 기체보다 높은 에너지를 가지게 되었을 때 이온과 전자로 분리되면서 이들이 갖는 에너지가 서로 평형을 이루는 상태를 말한다(Bogaerts 등, 2002). 저온 플라즈마는 반응성이 높은 라디칼과 이온 등의 전하입자가 풍부하여 미생물 세포막을 파괴하고 DNA 변형을 일으켜 미생물을 사멸시키는 것으로 알려져 있다(Kim 등, 2015). 특히 플라즈마는 식품 가공공정 중에 적용할 수 있는 비열처리 기술로서, 원제품뿐만 아니라 가공과정 중의 교차 오염 등을 위해 적

*Corresponding author: Hyun-Joo Kim, Department of Central Area Crop Science, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Suwon, Gyeonggi 16613, Korea

Tel: +82-31-695-0614

Fax: +82-31-695-0609

E-mail: tlrtod@korea.kr

Received July 7, 2020; revised July 29, 2020;

accepted July 31, 2020

용이 가능한 기술이라고 할 수 있다. 2010년대부터 저온 플라즈마 기술을 식품 분야에 적용하기 위하여 밥, 감귤, 소시지, 치즈 등 다양한 가공제품에 적용한 사례가 발표된 바 있다(An 등, 2016; Jayasena 등, 2015; Kim 등, 2015; Lee 등, 2018). 하지만 쌀 가공제품에 적용한 사례는 선식(Kim 등, 2016)을 제외하고는 미진한 실정이다. 쌀국수 면을 제조하기 위하여 생산 공장에서는 원료의 분쇄, 성형, 포장 등의 과정을 거치게 되는데 단계별 교차오염을 방지하기 위해서 다양한 플라즈마 조건에 따른 연구를 수행하고 최적 조건을 확립해야 할 필요성이 있다.

따라서 본 연구에서는 쌀국수의 유통 안전성 확보를 위한 기초자료를 확보하기 위하여 현재 시판 중인 쌀국수에 공기 방전을 이용하여 저온 플라즈마 중 유전체장벽 플라즈마 처리에 따른 미생물 저감화 및 품질 특성 변화를 관찰하고자 하였다.

재료 및 방법

시료 준비 및 저온 플라즈마 처리

본 연구에서 사용한 실험재료는 아밀로스 함량이 높은 고아미 품종으로 제조 및 시판되고 있는 쌀국수(Hanmyeon, Seosan, Korea)를 구입하여 실험에 사용하였다. 저온 플라즈마 처리는 개발된 컨테이너형 유전체장벽 플라즈마 시스템을 활용하였다(Kim 등, 2015). 280 μm 두께의 polytetrafluoroethylene을 컨테이너 내부벽에 장착하고 구리를 전극의 재질로 이용하였다. 플라즈마 형성 전력은 250 W, 전압은 4.2 kV이고 인가된 접압의 주파수는 15 kHz였다. 플라즈마 처리를 위한 컨테이너 크기는 137(길이) \times 104(너비) \times 53(높이) mm였으며, 플라즈마 활성을 위해 공기를 사용하였다. 준비된 시료를 일정크기(80 mm)로 절단하여 컨테이너 플라즈마 시스템에 넣은 후 기존 연구발표 및 예비시험 결과를 바탕으로 플라즈마 처리시간을 0, 10 및 20분으로 하였다.

미생물 감균 효과

미생물의 사멸효과를 측정하기 위하여 쌀국수를 멸균한 후 미생물을 접종하였다. 시료 5g씩 PE nylon bag에 넣은 다음 진공 포장한 후 한국원자력연구원 첨단방사선연구소에서 35 kGy로 감마선 조사(Co-60 gamma irradiator, point source AECL. IR-79, MDS Nordion International Co. Ltd., Ottawa, ON, Canada)하여 멸균하였다.

미생물 표준균주는 *Bacillus cereus* (KCTC 3624) 및 *Escherichia coli* O157:H7 (KCCM 40406)를 한국생명공학연구원(Korean Collection for Type Cultures, KCTC) 및 한국미생물보존센터(Korean Culture Center of Microorganisms, KCCM)에서 구입하여 실험에 사용하였다. 미생물 활성은 *B. cereus*는 nutrient broth (Difco Laboratories, Detroit, MI, USA), *E. coli* O157:H7은 tryptic soy broth (Difco Laboratories) 10 mL에 접종하여 24시간 배양시킨 배양액 0.1 mL를 취해 새로운 배지 10 mL에 접종하여 18시간 동안 2차 배양한 후 그 배양액을 실험에 사용하였다. 균주 접종 시 배양배지에서 오는 오차를 줄이기 위해 2차 배양액을 원심분리(3,000 rpm, 15분)한 후 상등액을 제거하여 0.85% 멸균식염수로 2회 세척하였다. 실험에 사용된 미생물의 초기농도는 7-8 log CFU/mL 수준이 되도록 하였으며 균주를 멸균된 시료에 2% (v/w) 농도로 접종하였다.

접종 후 플라즈마 처리한 시료 5g에 멸균된 식염수(0.85% NaCl) 45 mL을 첨가한 다음 혼합하여 10진 희석법으로 희석한 희석액을 nutrient agar (Difco Laboratories) 및 tryptic soy agar (Difco Laboratories)에 도말하였다. 미생물 증식은 표준천배양방

법으로 각각 37°C에서 48시간 배양한 후 30-300개의 집락을 형성한 배지만 계수하여 log CFU/g으로 나타냈다.

색도

시료를 지름 50 mm의 투명 용기에 잘게 부셔서 넣은 후 분광측색계(Model CM-3500d, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 기계는 측정 전 표준흑판과 표준백판을 표준화한 후 사용하였으며 명도(L*, lightness), 적색도(a*, redness) 및 황색도(b*, yellowness)값으로 나타내었다. 측정된 값은 Spectra Magic Software (Minolta Cyber Chrom Inc., Osaka, Japan)을 이용하여 기록하였다.

경도

시료의 조직감 특정을 위하여 플라즈마 처리한 쌀국수 면을 일정한 크기(1.5 cm \times 2 cm)의 투명 용기에 넣은 후 물성측정기를 이용하여 distance 5 mm, plunger diameter 3 mm, speed 60 mm/s의 조건으로 측정하였으며, 모든 시료는 10회 반복하여 평균값으로 환산하였다.

과산화물가

플라즈마 처리에 의한 쌀국수의 과산화물가 측정을 위해 쌀국수 내 지질을 Folch 등(1957)의 방법으로 추출하였다. 시료 10g에 Folch 용액(chloroform:methanol=2:1) 50 mL을 넣고 실온에서 24시간 동안 진탕하였다. 그 후, 여과지(Whatman No. 4, Whatman Ltd., Maidstone, England)로 여과한 후, 여과액 부피의 20%가 되도록 0.88% NaCl 수용액을 첨가하여 층을 분리한 다음 하층부를 취하여 질소농축을 하여 과산화물가 측정에 사용하였다. 추출한 지질의 과산화물가 측정은 Kim 등(2013)의 방법에 준하여 실험하였다. 지질 1g에 acetic acid와 chloroform (3:2) 혼합용액 35 mL을 넣고 포화요오드화칼륨 용액 0.5 mL을 가하여 가볍게 흔들어 섞은 다음 암소에서 5분간 방치하였다. 그 후 증류수 75 mL을 가하여 진탕하여 섞고 1% 전분시액 2.5 mL을 지시약으로 하여 0.005 M 티오황산나트륨액으로 적정하였다. 과산화물가를 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$\text{Peroxide value (meq/kg)} = [(V_1 - V_0) \times F \times 0.01 / S] \times 1,000$$

V_1 : 시료에 대한 0.005 N 티오황산나트륨 적정량(mL)

V_0 : 대조구에 대한 0.005 N 티오황산나트륨 적정량(mL)

F: 0.005 N 티오황산나트륨 용액의 역가

S: 시료 무게(g)

2-Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS)

플라즈마 처리한 쌀국수의 지질산패도를 측정하기 위해 TBARS 값을 측정하였다. 시료 5g을 15 mL 증류수와 함께 균질화한 후 1 mL을 취하여 20 mM thiobarbituric acid in 15% trichloroacetic acid 용액 3 mL과 50 μL BHA (7.2% butylated hydroxyanisole in ethanol)를 혼합한 다음 90°C 수조에서 15분간 가열하고 10분간 냉각하였다. 반응용액을 3,000 rpm에서 15분간 원심분리한 후 그 상등액을 취해 532 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도를 기준으로 표준곡선에 따라 TBARS값을 mg malondialdehyde/kg sample로 계산하였다.

통계분석

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 12.0 (Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용

하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range tests에 의해 실험구간의 차이를 5% 유의수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

미생물 감균 효과

저온 플라즈마에 의한 쌀국수의 미생물 감균 효과를 살펴보기 위하여 일반호기성미생물을 분석한 결과 모든 시료에서 미생물이 검출되지 않았다(data not shown). 이는 본 연구에서 사용한 쌀국수가 포장 후 살균 처리되어 일반 미생물이 검출되지 않을 것으로 판단된다. 따라서 쌀국수 제조과정 중 교차오염 가능성을 염두에 두고 쌀국수에 병원성 미생물인 *B. cereus* 및 *E. coli* O157:H7을 인위적으로 오염시켜 플라즈마 처리에 의한 미생물 감균효과를 분석하였다(Table 1). 플라즈마 처리에 의해 쌀국수 내 오염된 미생물이 감소하는 것을 확인하였으며, 20분 처리 시 *E. coli* O157:H7은 2.75 log CFU/g 감소하였고, *B. cereus*는 검출되지 않았다. 이는 플라즈마 처리에 의해 선식에 오염된 *B. cereus*, *B. subtilis* 및 *E. coli* O157:H7이 각각 2.20, 2.22 및 2.52 log CFU/g 감소하였다고 보고한 결과와 유사하였다(Kim 등, 2016).

전리된 가스 상태인 플라즈마는 전자, 양이온, 음이온, 자유 라디칼 등을 포함한 reactive species가 존재하고 있다. 특히 reactive species에는 미생물 세포막을 통해 확산되면서 세포막의 지질과 단백질, 및 세포 내의 DNA와 같은 거대 분자와 반응하여 미생물 세포에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Kim 등, 2009). 플라즈마 처리에 따른 미생물 생육 저해 효과에 영향을 주는 주요 요인으로 플라즈마 방전 가스, 처리 시간, 에너지, 플라즈마 처리 방식 등을 포함한 공정 요인과 미생물 종류, 식품 종류 및 표면 등이 있다(Nimera 등, 2012). 특히 플라즈마 처리 시 미생물 종류에 따라 사멸 효과가 달라지는데, 이는 그람 양성균이 그람 음성균 보다 세포벽 두께가 두꺼운 경우와 스트레스에 노출되면 포화지방산과 불포화지방산의 비율을 변화시켜 스트레스에 의해 저항력을 높이는 기작 때문에 나타난 결과라고 판단된다(Arku 등, 2011; Oh 등, 2015). 따라서 본 연구결과를 통해 저온 플라즈마 기술은 쌀국수에서도 미생물 사멸 효과를 기대할 수 있

Table 1. Inactivation of food-borne pathogens on rice noodle samples treated by cold plasma (unit: log CFU/g)

Time (min)	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Escherichia coli</i> O157:H7
0	4.10±0.02 ^a	4.96±0.02 ^a
10	2.70±0.04 ^b	3.74±0.03 ^b
20	ND ^{c2)}	2.21±0.14 ^c

^{a-c}Different letters with the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

¹⁾Mean±standard deviation(n=3).

²⁾Not detected<10¹ CFU/g.

Table 2. Hunter color values and lipid oxidation of rice noodles treated by cold plasma

Time (min)	Hunter color values			Lipid oxidation	
	L*	a*	b*	TBARS (mg malondialdehyde/kg)	Peroxide value (meq/kg)
0	74.42±0.25 ^c	-1.07±0.03 ^b	2.91±0.08 ^c	0.19±0.00 ^b	0.00±0.00 ^c
10	73.26±0.20 ^b	-0.97±0.04 ^c	3.83±0.13 ^a	0.95±0.06 ^c	3.17±0.29 ^b
20	75.45±0.30 ^a	-0.95±0.03 ^a	3.40±0.12 ^b	1.00±0.04 ^c	5.67±0.29 ^a

^{a-c}Different letters with the same column indicate significant differences ($p < 0.05$).

¹⁾Mean±standard deviation (n=3).

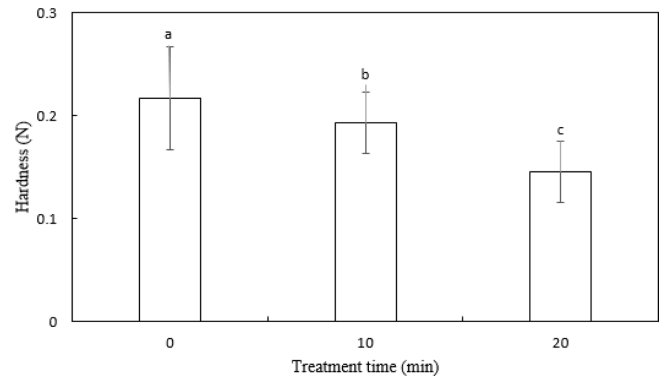


Fig. 1. Effect of cold plasma treatment time on hardness of rice noodle.

을 것으로 판단되었다.

색도 및 경도

플라즈마에 의한 쌀국수의 색도 변화를 측정된 결과 명도(L*), 적색도(a*) 및 황색도(b*) 모두 플라즈마 처리 시간이 증가함에 따라 그 값이 증가하였다(Table 2). Kim 등(2016)은 플라즈마에 의해 선식의 명도가 증가한 반면, 적색도(a*)와 황색도(b*)는 감소하였다고 발표하였다. 현재까지 플라즈마를 이용한 식량작물 가공제품의 색도 변화에 관한 연구는 플라즈마 처리에 따른 명도, 적색도 및 황색도의 수치 변화에 관한 내용이 주로 발표되었다. 추후 저온 플라즈마 기술의 쌀국수를 비롯한 가공제품의 색도 변화 구멍 및 조리 특성에 미치는 영향 등의 후속연구가 필요하다.

저온 플라즈마 처리한 쌀국수의 조직감을 측정하기 위하여 면의 경도를 측정된 결과를 Fig. 1에 제시하였다. 분석결과 플라즈마 처리에 의해 쌀국수 면의 경도가 감소한 것을 확인하였다. 현재까지 플라즈마 처리에 의한 면류의 경도 변화에 관해 분석한 연구는 미진한 상황이다. 하지만 일부 연구결과에 따르면 플라즈마에 의해 현미의 경도가 감소하였으며 경도는 씹힘성과 상관성이 있어 취반 후 식감이 개선될 것으로 판단하였다(Sarangapni 등, 2015; Lee 등, 2016). 플라즈마 처리한 쌀국수 면 역시 씹힘성이 개선되어 부드러운 조직감이 형성될 것으로 판단되나, 추후 이를 명확하게 밝히기 위해서 조리학적 특성 등의 후속연구가 필요하다고 생각된다.

과산화물가 및 TBARS

플라즈마 처리에 따른 쌀국수의 지질산화도를 측정하기 위하여 과산화물가와 TBARS 값을 Table 2에 제시하였다. 과산화물가와 TBARS값 모두 플라즈마 처리시간에 따라 증가하였다. 플라즈마에는 반응성이 큰 이온, 자외선 및 라디칼 등이 시료 내

함유된 지방을 산화시키는 것으로 보고된 바 있다(Roehm 등, 1971). 특히 지방 및 단백질이 상대적으로 많이 함유된 우유(Kim 등, 2015), 돈육 (Jayasena 등, 2015) 등에 플라즈마 처리를 하였을 때, 지질산화가 발생되어 이를 제어하기 위한 후속연구가 필요하다는 연구결과가 발표된 바 있다. 하지만 발표된 일부 연구결과를 보면 플라즈마 처리한 베이컨(Kim 등, 2011), 삶은 난백(Lee 등, 2012) 등의 지방산패도 변화를 측정하기 위해 TBARS 값을 측정한 결과 플라즈마 처리에 의한 유의적인 차이는 없다고 보고하였다. 따라서 플라즈마 처리에 의한 과산화물기 및 지방산패도의 변화는 시료의 종류, 방전가스, 플라즈마 형태 등의 다양한 요소에 따라 변화할 수 있어, 시료에 적합한 플라즈마 시스템 개발이 필요하다고 판단된다.

요 약

쌀국수의 유통 안전성 확보를 위한 기초자료를 확보하기 위하여 최근 각광받고 있는 저온 플라즈마 처리에 의한 쌀국수의 품질 특성 분석을 하였다. 본 연구에서 이용한 플라즈마는 컨테이너형 유전격벽 플라즈마로 방전 가스는 공기를 활용하여 0, 5, 10 및 20분 처리하였고 미생물 감균효과, 색도, 경도 및 지질산패도 변화를 측정하였다. 쌀국수에 *B. cereus* 및 *E. coli* O157:H7을 접종한 후 20분간 플라즈마 처리 시 *E. coli* O157:H7은 2.75 log CFU/g 감소하였고, *B. cereus*는 검출되지 않았다. 색도 측정결과 플라즈마 처리에 의해 명도(L*), 적색도(a*) 및 황색도(b*) 모두 증가하였으며, 경도는 처리시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 하지만 플라즈마 처리에 의해 지질산화가 일어나는 경향을 보였다. 따라서 공기로 방전된 저온 플라즈마 기술은 쌀국수의 품질안전성을 개선될 것이라고 판단되나 관능적 품질 특성 개선을 위한 적합 플라즈마 모델 선정, 포장방법 개선 등의 후속연구가 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 AGENDA 연구사업(과제번호: PJ01255601)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

- An HJ, Park KJ, Kim SS. Preservative effect of stored 'Setoka' (*Citrus* sp.) using the noncontacted low temperature atmospheric pressure surface discharge plasma. *Korean J. Food Preserv.* 23: 772-777 (2016)
- Arku C, Fanning S, Jordan K. Flow cytometry to assess biochemical pathways in heat-stressed *Cronobacter* spp. (formerly *Enterobacter sakazakii*). *J. Appl. Microbiol.* 111: 616-624 (2011)
- Bogaerts A, Neyts E, Gijbels R, Mullen V. Gas discharge plasmas and their applications. *Spectrochim. Acta B* 57: 609-658 (2002)
- Chen Y, Chen G, Wei R, Zhang Y, Li S, Chen Y. Quality characteristics of fresh wet noodles treated with nonthermal plasma sterilization. *Food Chem.* 297: 124900 (2019)
- Choi EJ, Kim CH, Kim YB, Keum JS, Jeong YH, Park JD. Quality characteristics of instant rice noodles manufactured with broken rice flour. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 43: 1270-1277 (2014)
- Choi EJ, Park JD, Kim CH, Kim YB, Kum JS, Jeong YH. Effect of stored rice on quality characteristics of instant rice noodles. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 44: 1356-1363 (2015)
- Folch J, Lee M, Stanley SGH. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497-509 (1957)
- Jayasena DD, Kim HJ, Yong HI, Park S, Kim K, Choe W, Jo C. Flexible thin-layer dielectric barrier discharge plasma treatment of pork butt and beef loin: Effects on pathogen inactivation and meat-quality attributes. *Food Microbiol.* 46: 51-57 (2015)
- Jensen N, Hocking AD, Miskelly D, Berghofer LK. Microbiological safety of high moisture noodles. 1. Marketplace survey of noodles sold in Australia. *Food Australia* 56: 71-78 (2004)
- Kim B, Yun H, Jung S, Jung Y, Jung H, Choe W, Jo C. Effect of atmospheric pressure plasma on inactivation of pathogens inoculated onto bacon using two different gas composition. *Food Microbiol.* 28: 9-13 (2011)
- Kim KS, Han CW, Joung KH, Lee SK, Kim AJ, Park WJ. Quality characteristics of rice noodles with organic acid and thickening agents. *J. Korea Aca. Ind. Coop. Soc.* 10: 1148-1156 (2009)
- Kim HJ, Kang M, Yong HI, Bae YS, Jung S, Jo C. Synergistic effects of electron-beam irradiation and leek extract on the quality of pork jerky during ambient storage. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 26: 596-602 (2013)
- Kim HJ, Woo KS, Jo C, Lee SK, Park HY, Sim EY, Won YJ, Lee SB, Oh SK. Effect of atmospheric pressure plasma on the quality of commercially available *Sunsik*. *J. Food Hyg. Saf.* 31: 375-379 (2016)
- Kim HJ, Yong HI, Park S, Kim K, Choe W, Jo C. Microbial safety and quality attributes of milk following treatment with atmospheric pressure encapsulated dielectric barrier discharge plasma. *Food Control* 47: 451-456 (2015)
- Kong S, Lee JS. Quality characteristics and changes in GABA content and antioxidant activity of noodle prepared with germinated brown rice. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 274-280 (2010)
- Lee KH, Kim HJ, Woo KS, Jo C, Kim JK, Kim SH, Park HY, Oh SK, Kim WH. Evaluation of cold plasma treatments for improved microbial and physicochemical qualities of brown rice. *LWT-Food Sci. Technol.* 73: 442-447 (2016)
- Lee HJ, Song HP, Jung HS, Choe W, Ham JS, Lee JH, Jo C. Effect of atmospheric pressure plasma jet on inactivation of *Listeria monocytogenes*, quality, and genotoxicity of cooked egg white and yolk. *Korean J. Food Sci. Ani.* 32: 561-570 (2012)
- Lee KH, Woo KS, Yong HI, Jo C, Lee SK, Lee BW, Oh SK, Lee YY, Lee B, Kim HJ. Assessment of microbial safety and quality changes of brown and white cooked rice treated with atmospheric pressure plasma. *Food Sci. Biotechnol.* 27: 661-667 (2018)
- Nimera BA. Cold plasma decontamination of foods. *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 3: 125-142 (2012)
- Oh YJ, Lee H, Kim JE, Lee SH, Cho HY, Min SC. Cold plasma treatment application to improve microbiological safety of infant milk powder and onion powder. *Korean J. Food Sci. Technol.* 47: 486-491 (2015)
- Park J, Lee SK, Choi I, Choi HS, Lee DS, Park HY, Han SI, Oh SK. Starch content and in vitro hydrolysis index of rice varieties containing resistant starch. *Korean J. Crop Sci.* 63: 304-313 (2018)
- Roehm JN, Hadley JG, Menzel DB. Oxidation of unsaturated fatty acids by ozone and nitrogen dioxide. *Arch. Environ. Health* 23: 233-238 (1971)
- Sarangapani C, Devi Y, Thirundas R, Annapure US, Deshmukh RR. Effect of low-pressure plasma on physico-chemical properties of parboiled rice. *Food Sci. Technol.* 63: 452-460 (2015)
- Seo HI, Ryu BM, Kim CS. Effect of heat-moisture treatment of domestic rice flours containing different amylose contents on rice noodle quality. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 40: 1597-1603 (2011)
- Yang HS, Kim CS. Quality characteristics of rice noodles in Korean market. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 39: 737-744 (2010)