Vol.32, No.2, pp.90-98, 2020

Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences

RESEARCH ARTICLE

pISSN 2233-8322, eISSN 2508-870X
https://doi.org/10.22698/jales.20200009

산 침지와 이산화 염소 건조 공정을 통한 떡의 유통기한 연장 연구

김형주[1], Timilehin Martins Oyinloye[1], 윤원병[1,2,*]
[1]강원대학교 식품생명공학과 교수, [2]농업생명과학연구원 고령친화생물소재연구센터 센터장

Rice Cake Shelf Life Extension using Acid-soaking and the Chlorine Dioxide Drying Process

Kim, H. J.[1], T. M. Oyinloye[1] and W. B. Yoon[1,2*]
[1]Professor, Department of Food Science and Biotechnology, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea
[2]Director, Elderly-Friendly Food Research Center, Agriculture and Life Science Research Institute, Kangwon National University, Chuncheon 24341, Korea

***Corresponding author:** Yoon, W. B. (E-mail: wbyoon@kangwon.ac.kr)

Received: 22 June 2020
Revised: 25 June 2020
Accepted: 1 July 2020

A B S T R A C T

The consumption of rice cakes, a traditional Korean food, is increasing annually. Manufacturing companies plan to increase sales by exporting rice cakes. However, rice cake export is restricted due to harmful bacteria growth, such as *Bacillus cereus*, during transportation or storage. This study attempts to identify a method to inhibit microorganism growth after rice cake production while maintaining quality. Rice cakes were treated with chlorine dioxide (ClO_2) in two groups (citric acid-soaked rice cakes and an un-soaked control), and the shelf life and quality were evaluated. ClO_2 drying and ClO_2 drying after acid soaking inhibited microorganism growth at 4°C and 25°C. However, greater inhibition was observed when ClO_2 drying was applied after acid soaking. ClO_2 drying did not affect rice cake hardness, but hardness decreased during the acid-soaking process. Additionally, a color difference (ΔE) was observed after ClO_2 drying (with and without acid soaking). There were no significant differences in the sensory test despite it containing the color and hardness tests. Citric acid-soaked rice cakes had a lower taste evaluation, but the overall value did not differ, indicating acceptable taste. Rice cakes subjected to the ClO_2 drying process after a citric acid-soaking treatment had a longer shelf life and maintained quality.

Keywords: Citric acid, ClO_2 drying, Texture, Rice cake, Shelf life

서 론

떡은 음료, 주정과 함께 대표적인 쌀 가공품으로써 쌀가루, 찹쌀가루, 감자가루 또는 전분이나 기타 곡물분말 등을 주원료로 하여 이에 식염, 당류, 곡류, 두류, 채소류, 과일류 또는 주류 등을 가하여 반죽한 것으로 예로부터 내려오는 고유의 전통 음식이다(MFDS, 2018). 과거 떡은 단순히 간식으로 취급하여 식사로는 적합하지 않았으나, 1인 가구 증대로 인한 외식 빈도가 늘어나고 식품에 대한 소비 트랜드가 변하면서 떡의 수요는 2015년에 977억원, 2016년에

© Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://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.

1,043억원, 2017년에 1,122억원, 그리고 2018년에 1,281억원으로 매년 증가하고 있다(aTFIS, 2019).

현재 떡의 시장확장을 위하여 해외 시장 진출이 필수적이며, 이를 실현하기 위하여 미생물 생장 억제를 통한 떡의 장기보관은 반드시 해결해야 하는 과제이다. 하지만, 떡의 수출은 저장 및 유통 중 *B. cereus*를 비롯한 유해균의 생장으로 인하여 제한되고 있다. 일반적으로 미생물의 생장 억제는 멸균 혹은 냉장 및 냉동과 같은 방법으로 억제할 수는 있으나, 떡의 조직 변화 및 노화의 발생으로 인한 품질 인자의 변화로 떡의 가치 및 기호도가 감소할 수 있으며, 냉장유통 체제가 갖추어 지지 않은 수출 국가의 경우 수출이 제한되기 때문에 현재 국내 떡의 유통체계를 유지할 경우 수출에 많은 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하고자 자몽 추출물(Kang et al., 2013), 신규 재질의 포장재(Min et al., 2018), 천연 항균제(Yoo et al., 2018)등과 같은 방법을 통한 유통기한의 연장에 대한 연구사례가 보고된 바 있으며 다양한 제품개발 시도가 이루어 지고 있으나 현재 수출용으로 개발되고 있는 떡의 경우 여전히 다양한 문제점(예, 이취 및 이미 발생, 색변화등) 으로 적절한 유통기한이 확보된 떡의 수출은 원활하게 이루어지지 않고 있다. 특히 최근 유기산을 이용하여 떡을 침지하거나 배합하는 방식으로 제조하여 낮은 pH로 인해 미생물 억제를 하고자 하는 연구들이 보고된 바 있다(Jung et al., 2018). 유기산을 이용하여 pH를 감소시킬수록 미생물 억제력은 증가하지만, 이취 및 이미 발생으로 인한 잠재적인 품질저하 문제점을 가지고 있다.

따라서 본 연구는 유기산 배합 및 침지, 이산화 염소 가스 처리 등과 같은 다양한 공정을 압출 된 떡에 적용한 후, 미생물의 생장 및 품질인자의 변화를 측정하여 이산화 염소 가스 처리 공정을 통해 유기산의 사용정도를 최소화 하여 이미 및 이취의 발생을 억제하고자 하였다. 본 연구의 목적은 떡의 유통기한 연장을 위하여 이산화 염소가스 처리공정과 유기산 침지공정의 복합공정을 확립하기 위한 각 처리공정이 미생물적 안전성과 품질변화에 대하여 미치는 영향을 실험을 통하여 찾고자 함이다.

재료 및 방법

공시재료

연구에는 상용화된 멥쌀로 제조된 건식미분(Nongshim Flour Mills Co., Asan, Korea)을 사용하여 떡을 제조하였다. 첨가제로는 구연산(ES food, Gunpo, Korea), 소금(Chungjungone, Seoul, Korea)을 사용하였으며, 구연산과 소금은 인근 시장에서 구매하였다. 건식미분은 4°C에서 보관하며 사용하였으며, 이외 첨가제들은 상온(25°C) 에서 보관하며 사용하였다. 모든 떡 시료들은 상온에서 제조하였으며, 제조 후 상온에서 보관하며 제조 후 60분 이내에 품질특성을 측정하였다.

떡의 제조

본 연구에서 사용한 배합은 미분 1000 g에 소금 2 g, 구연산 6 ml을 첨가한 후, 600 ml의 증류수를 일정량씩 첨가하며 교반기(DSM-12P, Daeyung Bakery Machinery Co., Seoul, Korea)를 15분간 작동시켜 교반하였다. 이후 120°C에서 찜기(KRRSB10W, Koresta, Seoul, Korea)를 이용한 증자 과정을 40분 적용한 후, 압출기(Shandong Luerya Machinery Co., LTD., Shandong, China)를 통해 떡을 3회 압출성형 하였다. 압출이 완전히 종료 된 후 냉수(24°C)에 20분간 냉각을 진행하였다. 냉각 종료 후 떡은 상온에서 1시간 보관하여 표면 수분을 제거한 후 구연산 침지 혹은 조직감 측정을 진행하였다.

구연산 침지 시간 도출

떡의 산 침지는 25 ± 2°C의 상온 조건에서 구연산(ES food, Gunpo, Korea)과 증류수를 희석한 3%, 5% 구연산 용액을 사용하여 진행하였다. 떡의 경우 1 cm 직경으로 압출된 떡을 4 cm 길이로 절단하여 농도가 다른 구연산 용액에 침지하였다. 침지된 샘플은 10초, 20초, 30초, 40초, 50초, 60초 침지 후, pH 6.07의 증류수와 샘플 1 g을 첨가하여 homogenizer (Polytron PT 2100, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)로 균질 후 pH meter (Orion star A211, Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, U.S.A)를 통해 pH값을 측정하여 pH 4에 도달하는데 소요되는 시간을 확인하였다.

이산화 염소 가스 처리

샘플의 이산화 염소 가스 처리는 10°C로 설정한 drying chamber (Clean air oven LBO-3050H, Daihan Labtech Co., Namyangju, Korea) 내에서 이루어졌다(Oyinloye and Yoon, 2020). ClO_2 wax(Sun clean bactericide, Mirai CO., Tokyo, Japan)와 gas generator (Mini Breeze, Kimurasteel Industry Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 이산화 염소 가스를 발생시킨 후 chamber 내부에 1 cm 직경, 4 cm 길이로 절단한 동일한 종류의 떡 12개를 넣어 이산화 염소 가스에 노출시키며 6시간동안 건조시켰다. 이산화 염소 가스 농도가 일정할 수 있도록, portable chlorine dioxide gas detector (Yantai Stark Instrument Co., Ltd., Shandong, China)를 chamber 내부에 배치하여 지속적으로 확인을 진행하였다.

조직감 측정

떡 시료의 물리적 특성은 texture analyzer (TA.XT plus 100C, Stable Micro Systems LTD., Godalming, U.K)와 절단 칼날을 probe로 사용한 절단 시험으로 값을 측정하였다(Epstein et al., 2002). 이산화 염소 가스를 처리한 떡과 처리하지 않은 떡은 모두 상온에서 15분간 보관 후 측정되었으며, 경도(hardness), 부착성(adhesiveness), 점착성(gumminess)에 대하여 10회 반복 측정 후 평균값으로 나타내었다. 경도는 원하는 변형에 도달하는데 필요한 힘으로 응압 과정에서 나타나는 최고점(peak) 값이며, 부착성은 프로브와 샘플이 떨어지는데 필요한 힘을 의미한다.

측정은 떡 시료의 양끝을 3D-printer (Creatable D3, A Team Ventures Co., Seoul, Korea)로 출력한 고정틀에 접착제(Loctite, Dusseldorf, Germany)로 고정한 후, 0.5 mm 굵기의 칼날(Model PMGA-EVO2, NT Incorporated, Osaka, Japan)을 이용하여 절단하며 조직감 인자들을 측정하였다. 측정은 test speed 0.5 mm/sec, post-test speed 5.0 mm/sec와 같은 환경에서 진행하였다.

색도, 색차 측정

떡 샘플의 색도는 색차계(Minolta CR-410, Konica Minolta Co., Tokyo, Japan) 를 사용하여 10회 반복 측정하여 평균값을 사용하였다. L* (lightness), a* (redness), b* (yellowness), ⊿E(색차) 값으로 나타내었다. a값의 증가는 적색을, 감소는 녹색을 나타내며, b값의 증가는 황색을, 감소는 청색의 강도를 의미한다(Lee et al., 2016). ⊿E의 경우 아래와 같은 식을 통하여 도출하였다.

$$\triangle E = \sqrt{(\triangle L^*)^2 + (\triangle a^*)^2 + (\triangle b^*)^2}$$

미생물 분석

무처리군인 control, 이산화 염소 가스를 처리한 떡 샘플, 구연산 수용액에 침지하여 pH 4 도달 후 이산화 염소 가스를 처리한 떡 샘플을 각각 상온(25°C)과 저온(4°C)에서 보관하며 24시간 마다 미생물 수를 측정하였다. 샘플 10 g과 펩톤 수 90 g을 멸균 팩에 넣은 후 homogenizer (Polytron PT 2100, Kinematica AG, Luzern, Switzerland)를 이용하여 5분간 균질 하였으며, 분쇄된 시료는 PCA 배지(Difco Laboratories Inc., Franklin Lakes, NJ, USA)에 도말 후 37°C로 설정된 인큐베이터(LIB-150M, Daihan Labtech Co., Namyangju, Korea)에서 48시간 동안 배양하였다. 총 미생물 수는 집락계수법으로 측정하였으며, *B. cereus*가 5 – 6 log CFU/g 까지 증식할 경우 식중독을 일으킬 수 있다는 선례 연구에 따라 CFU/g이 6 이상 나타낼 때 까지 진행하였다(Park et al., 2012).

관능 평가

관능검사는 강원대학교 식품생명공학과 대학원생 15명을 대상으로 충분한 지식과 용어, 평가기준 등을 숙지시킨 후 동일한 떡볶이 떡 시료에 대한 관능검사를 3회 실시하여 차이식별 능력이 우수한 10명의 학생을 선별하여 실험을 진행하였다(Heo et al., 2004). 관능검사는 오전 10 – 11시 사이에 칸막이가 있는 관능검사실에서 이루어졌으며, 샘플은 control, 이산화 염소 가스를 처리한 떡, 구연산에 침지 후 이산화 염소 가스를 처리한 떡 총 3종류의 1 cm 직경의 떡을 1 cm 길이로 잘라 준비하였다. 샘플은 각각 1회용 접시에 담아 동시에 제공되었으며, 한 개의 샘플을 평가한 후에는 반드시 생수로 입안을 행군 후 다른 시료를 평가하도록 지시하였다(KWNUIRB-2019-10-005-001).

관능 항목은 단단한 정도인 경도(hardness), 떡의 맛(flavor), 색도(color), 전반적인 기호도(overall preference)에 대하여 진행하였다. 점수는 7점 점수법에 따라 평가하였으며, 기호도가 높을수록 7점에 가까운 점수를 주도록 하였다.

통계처리

실험에서 얻어진 결과 값은 SPSS (SPSS ver.18, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 통계처리를 하였으며 Duncan의 다중범위검정법(Duncan's multiple range test)으로 유의성을 검증하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

구연산 침지 시간 도출

구연산의 농도 및 침지 시간에 따른 떡의 pH 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 떡을 10, 20, 30, 40, 50, 60초간 3% 구연산 수용액과 5% 구연산 수용액에 침지한 후 pH를 측정한 결과 3% 구연산을 사용한 경우 침지 후 20초까지는 침지시간에 따라 pH가 유의미하게 감소하였으나 그 이후에는 pH의 변화를 확인할 수 없었다. 그러나 5% 구연산을 사용한 경우 pH가 20초 이후에도 감소하였으며, 60초간 침지를 진행 시 pH 3.5에 도달하는 것을 확인하였다. 결과적으로 목표인 pH 4는 3% 구연산을 사용하였을 때 60초, 5% 구연산을 사용하였을 때 30초 소요되는 것을 확인하였다. 이는 침지 초기에는 떡볶이 떡과 산미료 간의 농도 차이로 인한 물질 이동의 높은 구동력으로 확산 속도가 높기 때문이다. 이후에는 떡볶이 떡 표면과 산미료 용액 간의 농도차가 점차 감소하면서 확산 속도가 감소하는 것으로 사료된다. 본 연

구의 결과와 유사하게, 고상 식품에서의 산 확산 현상을 연구한 Marcotte et al. (2012)의 결과에서 구연산, 아스코르브산, 젖산, 아세트산 등의 식용 산 수용액에 의하여 감자와 당근의 pH가 초기에 빠르게 확산되며, pH 4.5 부근에서 확산 속도가 감소하는 것을 확인하였다. 또한, 산미료의 농도가 높을수록 동일 시간 침지하였을 때 pH의 감소 및 수소이온농도의 증가가 더 크게 나타나 떡볶이 떡으로의 산미료 확산은 산미료의 농도에 의존적임을 확인하였다. 이는 침지액 내 산미료의 용액과 떡볶이 떡 간의 농도구배가 높아져 물질 이동 구동력이 증가하기 때문으로 사료되며, Marcotte et al. (2012)의 연구에서도 시료와 산 수용액 사이의 pH차가 클수록 pH 감소 속도, 즉 수용액에서 시료로의 수소이온 확산 속도가 높음을 확인하였다. 본 연구에서는 연구 결과를 바탕으로 pH가 4보다 낮을 경우 맛을 비롯한 일부 품질 인자에 영향을 미칠 것으로 사료하여 본 연구에서는 pH 4인 떡을 제조하기 위해 3% 구연산에 60초 침지하였다.

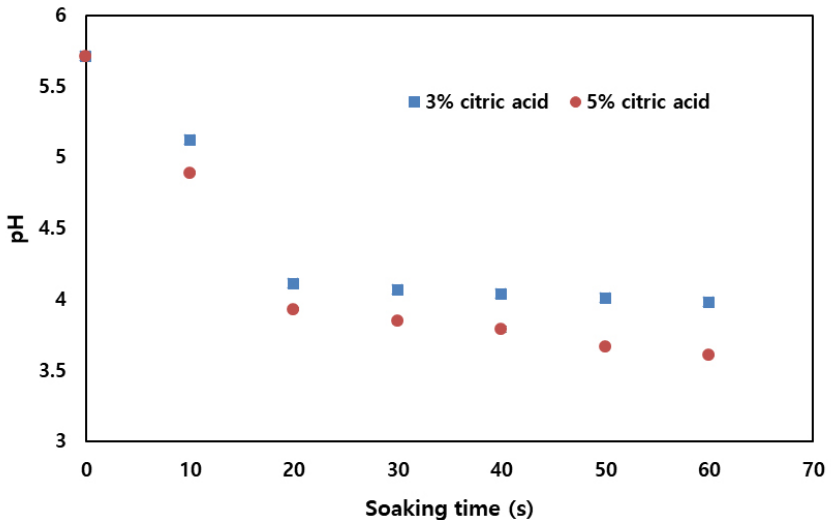

Fig. 1. Rice cake pH changes during acid soaking.

조직감 측정

Control, 이산화 염소 가스를 처리한 떡, 구연산 수용액에 침지를 진행한 떡(pH 4)에 대하여 조직감을 측정하였으며, 이산화 염소 가스를 처리한 떡과 control 떡 사이에 유의적인 차이를 확인할 수 없었다. 이에 따라 침지를 진행한 후 이산화 염소 가스 처리한 떡과 control의 조직감을 Fig. 2에 나타내었다. Control 샘플에서 hardness는 595.9 g을 나타냈으며, 산 침지를 진행한 샘플은 493.1 g으로 hardness가 감소하였다. Adhesiveness는 산 침지를 더 진행한 떡 샘플이 543.3 g.s로 기존의 352.2 g.s보다 더 높은 값을 나타내었다. Gumminess는 hardness와 마찬가지로 산 침지를 진행하지 않은 control 샘플에서 더 높은 값인 467.6을 나타내었으며, 산 침지 후 388.2로 기존보다 감소하였다. 이러한 결과는 산미료에 떡을 침지 시 쌀 전분을 구성하는 아밀로오스 분자의 입체 구조의 결합이 약화되어 hardness가 감소되었다고 보고한 선례연구 결과와 일치하였다(Jung et al., 2018). 떡의 조직감의 변화와 관련하여서는 본 연구결과와 유사한 다양한 사례들이 보고된 바 있다. Kang et al. (2012)의 연구 결과에서 떡볶이용 가래떡 제조 시 수분첨가량의 정도가 떡의 경도와 씹힘성에 반비례하는 결과를 나타냈다. 또한 절편에 연잎(Han and Yoon, 2007), 인삼분말(Lee et al., 2011), 율무가루(Chae and Hong, 2007) 등을 첨가하였을 때에도 이와 유사하게 수분 함량에 따른 경도의 변화가 나타났다.

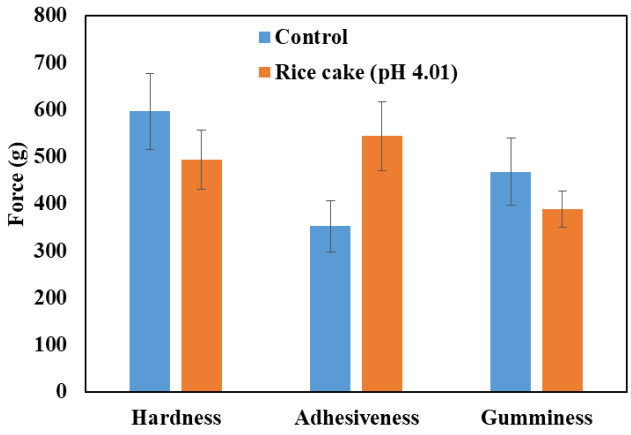

Fig. 2. Rice cake texture properties after ClO_2 treatment.

색도, 색차 측정

아무 처리도 진행하지 않은 control, 이산화 염소 가스를 처리한 떡, 구연산 수용액에 침지한 pH 4 떡에 이산화 염소 가스를 처리한 떡 총 3종류의 샘플의 색도를 측정하여 L, a, b 값으로 나타내었다. Control을 기준으로 설정한 후, 두 샘플에 대한 색차를 도출하여 이산화 염소 가스 및 구연산 침지 공정이 색도에 미치는 영향을 수치로 나타내었다(Table 1). 아무 처리도 하지 않은 control과 비교하였을 때 이산화 염소 가스만 처리한 떡의 경우 11.61의 색차를 나타내었으며, 구연산에 침지 후 이산화 염소 가스를 처리한 경우 12.08의 색차를 나타내었다. 이를 통해 이산화 염소 가스 처리 공정과 구연산 수용액에 침지하는 공정 모두 색도에 영향을 미치는데 유의적인 효과가 있음을 확인하였다. 이산화 염소가 떡의 색도에 미치는 연구결과는 보고된 바가 없으나 떡의 수침시간이나 산도조절제가 미치는 영향은 보고된 바가 있다. 쌀의 수침시간에 따라 색도를 확인한 Yu and Han (2004)의 연구에서 2 – 10 h 동안 수침한 쌀을 이용하여 가래떡을 제조하였을 때 10 h 동안 수침한 가래떡에서 명도값(L)이 가장 높아 밝은 가래떡의 제조가 가능함을 확인하였다. 또한, 가래떡에 산도 조절제를 첨가하여 색도를 평가한 Kang et al. (2013)의 연구에서도 산도조절제를 첨가한 떡에서 대조군에 비하여 b값이 유의적으로 낮은 결과를 나타내었다. 이를 통하여 수분 함량이 높고 pH가 낮을수록 떡이 백색을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과로 이산화염소처리 과정에 대한 색도의 변화에 대한 결과가 추가되었으나 전반적으로 이미 보고된 연구사례와 유사한 경향을 나타내었다.

미생물 분석

무처리군인 control과 이산화 염소 가스만 처리한 떡 그리고 산미료에 침지하여 pH 4 달성 후 이산화 염소 가스를 처리한 떡 총 3종류 떡 샘플의 시간 경과와 저장 온도에 따른 식품부패 미생물의 증식을 비교하여, 이산화 염소 가스와 구연산의 미생물 생장 억제 능력을 확인하였다(Tables 2, 3). Control의 경우 초기 균수가 5.12 log CFU/g이며, 상온 보관 2일차에 6 log CFU/g를 나타내었다. 이산화 염소 가스만 처리한 떡의 경우 초기 균수가 2.04 log CFU/g으로 균수가 유의적으로 감소한 것을 확인하였다. 해당 샘플의 경우 상온 보관 5일차에 6 log CFU/g를 나타내었다. 구연산 용액에 침지 후 이산화 염소 가스를 처리한 떡의 경우, 0.96 log CFU/g으로 가장 낮은 초기 균수를 나타내었으며, 상온 보관 8일차에 6 log CFU/g을 나타내며 가장 유의적인 미생물 억제 능력을 나타내었다. 산침지와 이산화염소처리의 복합공정을 통한 떡의 미생물 성장능력의 억제에 관한 연구는 보고된 바가 없으나 산과 열처리등에 의한 떡의 유통기

Table 1. Rice cake chromaticity after ClO2 treatment and acid soaking

	L	a	b	△E
Control	81.41 ± 0.21[a]	-1.06 ± 0.01[c]	13.19 ± 0.03[b]	-
Control + ClO_2	69.96 ± 0.07[b]	-0.85 ± 0.01[b]	15.14 ± 0.02[a]	11.61
pH 4 rice cake + ClO_2	69.33 ± 0.06[b]	-0.59 ± 0.01[a]	13.21 ± 0.01b	12.08

All data are reported as the mean ± SE (n=10). Values marked same letter indicates that values were not significantly different among the extrusion conditions ($p > 0.05$).

Table 2. Rice cake microbial analysis at 25°C

Storage day (s)	Control (Microbial load CFU/g)	Control + ClO_2 (Microbial load CFU/g)	pH 4 rice cake + ClO_2 (Microbial load CFU/g)
Initial	5.12 ± 0.04	2.04 ± 0.19	0.96 ± 0.11
Day 1	5.75 ± 0.06	2.66 ± 0.12	1.09 ± 0.10
Day 2	6.25 ± 0.04	3.14 ± 0.04	1.85 ± 0.03
Day 3	-	3.57 ± 0.19	1.94 ± 0.07
Day 4	-	4.22 ± 0.07	2.39 ± 0.01
Day 5	-	6.38 ± 0.01	2.90 ± 0.05
Day 6	-	-	3.84 ± 0.10
Day 7	-	-	5.19 ± 0.07
Day 8	-	-	6.83 ± 0.05

All data are reported as the mean ± SE (n=5).

Table 3. Rice cake microbial analysis (pH 4.01) at 4°C

Storage day (s)	Control (Microbial load CFU/g)	Control + ClO_2 (Microbial load CFU/g)	RC pH 4.01 + ClO_2 (Microbial load CFU/g)
Initial	5.12 ± 0.04	2.04 ± 0.19	0.96 ± 0.11
Day 1	5.12 ± 0.07	2.66 ± 0.12	1.09 ± 0.10
Day 5	6.01 ± 0.08	2.73 ± 0.05	1.11 ± 0.03
Day 10	-	3.95 ± 0.01	2.31 ± 0.06
Day 15	-	4.73 ± 0.09	3.01 ± 0.03
Day 20	-	5.67 ± 0.12	4.12 ± 0.05

All data are reported as the mean ± SE (n=5).

한 연장에 대한 연구는 보고된 바가 있다. 일반적으로 가열 살균 공정을 적용할 경우 전분 입자가 결정화되면서 전분 내부의 수분이 빠져 나와 상분리를 발생시키는 노화 현상이 발생하며, 이는 식품의 저장 안정성을 낮추고 조직을 더 단단해지게 하기 때문에 품질저하가 발생할 수 있다(Cheon et al., 2017). 산침지와 가열공정을 혼합할 경우 살균 온도가 낮을수록 산침지가 총 살균시간의 감소에 더 큰 영향을 미치며, 이는 산침지 전처리가 가열살균공정의 시간을 단축시켜 공정 효율을 증가시키고 가열 시간에 따른 떡의 형상 변화를 감소시켜 품질 변화를 최소화할 수 있음을 보여 주었다(Jung et al., 2018). 이와 유사하게 식품의 pH, 수분활성도, 염농도 등의 조건에 따른 미생물 수의 변화와 열처리 시간에 따른 품질 변화(영양성분, 색, 단백질)를 최적화하기 위한 연구가 우유, 당근, 옥수수, 자몽, 시금치 등의 다양한 식품에서 이루어진 바 있으며 복합공정의 경우 본 연구결과와 유사한 유통기한 연장결과가 도출된 바 있다(Awuah et al., 2007).

관능 평가

압출 떡에 대해 관능 검사를 진행하였다(Table 4). Flavor를 제외한 color, hardness, overall preference에서는 유의적인 차이를 확인할 수 없었다. Flavor의 경우, control이 5.2로 가장 높은 값을 나타내었으며, 구연산에 침지 후 이산화 염소 가스를 처리한 샘플이 4.6으로 가장 낮은 값을 나타내었다. 이러한 결과는 구연산의 사용으로 인해 발생한 특유의 신맛으로 인한 결과로 사료된다.

Table 4. Rice cake sensory evaluation scores after ClO_2 treatment and acid soaking

Sample	Color	Flavor	Hardness	Overall preference
Control	5.2 ± 0.4^{a}	5.2 ± 0.4^{a}	5.4 ± 0.5^{a}	5.0 ± 0.6^{a}
Control + ClO_2	5.0 ± 0.8^{a}	5.1 ± 0.5^{ab}	5.3 ± 0.6^{a}	4.8 ± 0.9^{a}
pH 4 rice cake + ClO_2	5.1 ± 0.8^{a}	4.6 ± 0.6^{b}	5.7 ± 0.8^{a}	4.7 ± 0.6^{a}

All data are reported as the mean ± SE (n=10). Values marked same letter indicates that values were not significantly different among the extrusion conditions ($p > 0.05$).

결 론

떡의 유통기한 연장에 영향을 미칠 것으로 판단되는 *B. cereus* 균의 생장 억제를 위해 구연산과 이산화 염소 가스를 떡에 적용하여 유통기한 연장에 대한 유의적인 효과 여부를 확인하고자 하였다. 추가적으로 해당 공정들을 적용하였을 때, 품질인자에 부정적인 효과가 나타나지 않는지 확인하기 위해 조직감, 색도 및 색차 측정, 관능 평가를 진행하여 확인하였다. 미생물 분석 결과 구연산과 이산화 염소 가스는 모두 미생물의 생장을 억제하는데 유의적인 효과를 나타내었으며, 두 공정을 모두 진행한 떡에서 미생물생장을 가장 강하게 억제하며 6 log CFU/g에 도달하는 시간을 기존의 약 4배 이상 연장하는 것을 확인하였다. 조직감의 경우 이산화 염소 가스 처리에 의한 유의적인 변화는 없었으나, 구연산에 침지 시 구조 변화로 인한 hardness와 gumminess는 감소하였으며, adhesiveness는 증가함을 확인하였다. 색도의 경우 이산화 염소 가스 처리 및 침지 공정을 진행할 시 기존의 떡과 색차가 발생함을 확인하였다. 그러나 이러한 조직감 및 색도의 차이는 패널들이 진행한 관능 평가에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, overall preference 또한 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 결론적으로 떡을 3% 구연산 수용액에 침지 후 이산화 염소 가스를 처리할 경우 미생물 생장을 억제하면서 품질 인자의 변화는 최소로 하여 유통기한 연장에 기여할 수 있는 것을 확인하였다.

사 사

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 농축산물 안전생산·유통관리기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음(318079-2).

인용문헌(References)

aTFIS (aT Food Iinformation Statistics System). Sales on Each Food of POS Retail. (2019) Retrieved from https://www.atfis.or.kr/sales/M002020000/search.do?searchItem=CD00000562&searchDivision=CD00000601

&searchCompany=2&searchYear=2018&searchQuarter=T&x=123&y=14&selectAccessHistoryIdx=0

Awuah, G. B., Ramaswamy, H. S., Economides, A. (2007) Thermal processing and quality: Principles and overview. Chem Eng Process 46:584-602.

Chae, K. Y., Hong, J. S. (2007) The Quality Characteristics of Jeolpyon with Different Amounts of Job's Tears Flour. Korean J Food Cookery Sci 23:770-776.

Cheon, H., Cho, W. I., Lee, S. J., Chung, M. S., Choi, J. B. (2017) Acidic and steaming treatments of tteokbokki rice cake to improve its microbial and textural properties. Korean J Food Sci Technol 49:502-506

Epstein, J., Morris, C. F., Huber, K. C. (2002) Instrumental texture of white salted noodles prepared from recombinant inbred lines of wheat differing in the three granule bound starch synthase (waxy) genes. J Cereal Sci 35:51-63.

Han, K. Y., Yoon, S. J. (2007) Quality Characteristics of Lotus Leaf Jeolpyun during Storage. J Korean Soc Food Sci Nutr 36: 1604-1611.

Heo, H. Y., Joo, N. M., Han, Y. S. (2004) Optimization of Jelly with Addition of Green tea Powder using a Response Surface Methodology. Korean J Food Cook Sci 20:112-118.

Jung, H. B., Yu, C. R., Park, H. W., Chung, G. S., Kim, K. M., Han, G. J., Yoon, W. B. (2018) Effect of the Water Content in Rice Cake and Acid Concentration of Acidulant on the Acid Soaking Characteristic of Rice Cakes for Tteokbokki. Food Eng Prog 22:264-271.

Kang, H. J., Lee, J. K., Lim, J. K. (2012) Quality Characteristics of Topokki Garaedduk with Different Moisture Ratios. Korean J Food & Nutr 41:561-565.

Kang, H. J., Park, J. D., Lee, H. Y., Kum, J. S. (2013) Effect of Grapefruit Seed Extracts and Acid Regulation Agents on the Qualities of Topokkidduk. J Korean Soc Food Sci Nutr 42:948-956.

Lee, J. K., Jeong, J. H., Lim, J. K. (2011) Quality Characteristics of Topokki Garaedduk Added with Ginseng Powder. Korean J Food & Nutr 40:426-434.

Lee, S. B., Kang, H. J., Park, M. S. (2016) Chromaticity Analysis of Natural Dyes Extracted from Sappan Wood, Gardenia, and Mugwort. Appl Chem Eng 27:325-329.

Marcotte, M., Grabowski, S., Karimi, Y., Nijland, P. (2012) Acid diffusion in solid foods. Int J Food Eng 8.

MFDS (Ministry of Food and Drug Safety). (2018) Korean Food Code. Retrieved from http://www.food-safetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/ foodRvlv/foodRvlv.do

Min, C. K., Jo, J. Y., Shin, J. S. (2018) Development of Packaging Materials to Extend the Shelf Life of Rice Cakes. Journal of Korea TAPPI 50:100-107.

Oyinloye, T. M., Yoon, W. B. (2020) Effects of Low-Temperature Drying with Intermittent Gaseous Chlorine Dioxide Treatment on Texture and Shelf-Life of Rice Cakes. Processes 8:375-392.

Park, K. H., Kim, B. S., Lee, J. J., Yun, H. J., Kim, S. R., Kim, W. I., Yun, J. C., Ryu, K. Y. (2012) Biological Hazard Analysis of Angelica gigas Nakai on Production and Marketing Steps. Korean J Soil Sci Fert 45:1216-1221.

Yoo, S. J., Chin, J. E., Oh, S. H., Ryu, M. J., Hwang, K. T. (2018) A Study on the Evaluation of Distribution Stability of Refrigerated Rice Cake Using Natural Antibiotics. J Chitin Chitosan 23:244-255.

Yu, J. H., Han, G. H. (2004) Quality characteristics of rice cake (Karedduk) with different soaking and steaming time. Korean J Soc Food Cookery Sci 20:630-636.