pISSN 1229-1153 / eISSN 2465-9223 *J. Food Hyg. Saf.*
Vol. 34, No. 3, pp. 296~302 (2019)
https://doi.org/10.13103/JFHS.2019.34.3.296

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

초산 세척과 키토산 첨가에 의한 간장게장의 미생물학적 품질 향상

이석규[1] · 이보람[2] · 육현균[1]*
[1]한국교통대학교, [2]㈜다담은

Improvement of Microbiological Quality of Ganjang-gejang by Acetic Acid Washing and Addition of Chitosan

Seok-Gyu Lee[1], Bo-Ram Lee[2], Hyun-Gyun Yuk[1]*
[1]*Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong, Korea*
[2]*DADAMEUN, Goesan, Korea*
(Received March 18, 2019/Revised April 29, 2019/Accepted June 4, 2019)

ABSTRACT - Ganjang-gejang (soy sauce-marinated crab) is a ready-to-eat (RTE) seafood and is also one of the most popular traditional dishes in Korea. It is generally prepared by washing raw blue crabs and then preserving them in soy sauce. Since this process does not involve cooking or any treatment with heat, it is difficult to control the microbiological quality of the final product. Thus, the objectives of this study were to compare the efficacies of various sanitizers in eliminating microorganisms on raw blue crab during the washing step and to evaluate the effectiveness of chitosan on the inhibition of microbial growth in the ganjang-gejang during storage. The raw blue crabs were submerged in chlorinated water (50 mg/L), peracetic acid (40 mg/L), acetic acid (5%) and lactic acid (5%) for 10 min at 25°C, respectively. The blue crabs treated with 5% acetic acid were marinated with soy sauce containing 0.5 and 1% of soluble chitosan, followed by storing them at 4 and 12°C for up to 30 days. Results show that 5% acetic acid reduced the microbial populations on the blue crabs by 1.5 log CFU/g, which was significantly higher than those of other treatments. Based on these results, 5% acetic acid was selected for the washing step. The microbial populations of all ganjang-gejang samples significantly increased to about 8.0 CFU/g at 12°C for 7 days. At 4°C, the microbial populations of the products containing 1% chitosan increased by about 2.9 CFU/g for 20 days, which were significantly lower than those (4.2-4.5 log CFU/g) of the products without and with 0.5% chitosan. Thus, these results suggest that 5% acetic acid washing of raw blue crabs and the addition of 1% chitosan in ganjang-gejang could improve the microbiological quality of the final products under refrigerated condition.

Key words : Ganjang-gejang, Acetic acid, Chitosan, Preservation, Microbiological quality

간장게장은 우리나라의 전통적인 저장발효식품 중의 하나로 신선한 꽃게를 세척한 후 양념된 간장을 꽃게가 잠길 정도로 붓고 며칠 간격으로 간장을 따라내어 다시 끓여 부어주기를 2-3회 반복하여 제조한다. 현대에 들어서는 맞벌이 가정 및 1인가구의 증가에 따라 간장게장을 가정에서 직접 소규모로 제조해서 소비하는 형태가 아닌 가정간편식(HMR, home meal replacement)의 형태로 소비되고 있다. HMR 형태의 간장게장은 전통적인 방법과 달리, 세척한 꽃게에 미리 다려진 간장소스를 첨가하여 포장한 후 냉장온도에서 1-3일간 숙성시켜 소셜커머스와 TV홈쇼핑을 통해 전국적으로 유통되고 있다.

현행 식품위생법의 식품별 기준 및 규격에 따르면, 간장게장은 '절임류'에 속하며, 살균 또는 멸균 과정을 거치지 않은 제품은 세균수 및 대장균군수에 대한 특별한 규제를 받지 않고 있다. 그러나 최종소비자가 그대로 섭취할 수 있도록 유통판매를 목적으로 위생 처리하여 용기·포장에 넣은 냉동 간장게장의 경우에는 세균수 (10^5 CFU/g 이하) 및 대장균수 (10 CFU/g 이하)기준의 규제를 받는다[1].

간장게장은 주재료인 꽃게를 세척 후 날것 그대로 사용하며 최종제품 또한 가열살균과정이 없기 때문에 보관 및 유통과정 중에 미생물학적 문제를 야기할 가능성이 높은 식품이라 할 수 있다. 특히 원료인 꽃게가 *Vibrio parahaemolyticus*와 같이 해수에서 유래하는 병원성 미생

*Correspondence to: Hyun-Gyun Yuk, Department of Food Science and Technology, Korea National University of Transportation, Jeungpyeong 27909, Korea
Tel: 82-43-820-5244, Fax: 82-43-820-5240
E-mail: yukhg@ut.ac.kr

물에 오염되어 있을 경우, 가공 과정 중에 완벽하게 제거하기 불가능하기 때문에 냉장보관이 적절하게 이루어지지 않으면 보관 시 균수가 급증하여 식중독을 일으킬 수 있다. 최근 4년간 한국 소비자원 소비자위해감시 시스템에 접수된 젓갈 및 게장 관련 위해사례는 총 305건으로 매년 꾸준히 증가하는 추세이다[2,3]. 또한 간장게장을 통한 식중독 사례도 보고되었는데, 예를 들면 2016년에 거제도에서 간장게장을 섭취한 후 복통 증세를 나타낸 환자들이 발생했으며 이 중 한 명은 증세가 악화돼 패혈증 쇼크 및 심장 이상 증세로 사망한 사례가 있었다[4]. 따라서 간장게장은 이러한 집단 식중독의 원인이 될 수 있기 때문에 제조와 유통단계에서 각별한 주의가 필요하다.

간장게장과 같은 식품들은 가열처리를 하게 되면 식품 본래의 독특한 풍미나 조직감이 변질되기 때문에 원래품질을 그대로 유지하면서 인체에 유해한 혹은 부패에 관여하는 미생물들의 생육을 억제할 수 있는 비가열 살균 기술을 적용해야 한다. 이러한 기술 중 천연적인 방법으로는 유기산 세척을 들 수 있으며, 현재까지 초산이나 젖산과 같은 유기산 세척 방법은 과채류 및 식육에 존재하는 병원성 미생물의 제어를 위해 연구되어 왔다. 예를 들어, Moon 등[5]은 돼지 등심을 유기산 처리하였을 때 대조구에 비하여 세균수와 대장균수를 유의적으로 낮출 수 있다고 보고했으며, Chang 등[6] 은 메밀 싹에 유기산 처리를 하였을 때 총균수와 대장균군의 감소로 인해 저장효과가 높아진다고 보고했다. 따라서 이러한 유기산 세척은 원물 꽃게의 초기 미생물 수를 줄일 수 있는 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

또한 간장게장의 유통 및 보관 과정에서도 냉장이 제대로 이루어지지 않을 경우, 미생물 수가 급증하여 쉽게 부패될 수 있기 때문에 간장게장의 유통기한을 늘리기 위해서는 적절한 천연보존제를 간장게장에 첨가하는 것도 가능한 방법일 수 있다. 천연보존제 중 키토산은 갑각류의 껍질이나 곤충의 표피, 효모 및 곰팡이 등의 세포벽 등을 구성하고 있으며, 자연계에서 셀룰로오스 다음으로 많이 존재하는 키틴을 탈 아세틸화 하여 얻을 수 있는 천연고분자 물질이다[7].

키토산은 항산화 및 항균 활성을 가지며, 식품에 첨가될 경우 분자량에 따라 식품의 저장성을 향상시키는데 효과를 보이는 것으로 알려져 있어[8] 천연식품보존제로서 이용가능성이 높은 물질이라 할 수 있다. 키토산의 경우, 일부 해산물의 부패억제에 대한 연구도 진행되어 왔는데, 예를 들면 Yang 등[9]은 양식 넙치로부터 분리한 세균들에 대하여 키토산 및 키토산올리고당을 일정시간 처리하였을 때 세균의 생육이 효과적으로 억제된다고 보고했으며, Simpson 등[10]은 새우를 일정농도 이상의 키토산 용액에 담군 후 냉장 상태에서 저장하였을 때 여러 가지 미생물의 생육이 억제되어 새우의 저장성을 향상 시 킬 수 있다고 보고했다.

현재까지 유기산 세척과 키토산을 이용하여 간장게장의 미생물 저감화에 관한 연구가 이루어진 적이 없기 때문에, 본 연구에서는 간장게장의 미생물학적 안전성과 유통기한 연장을 위해 원물 꽃게에 유기산을 포함한 여러 살균제에 의한 세척과 간장게장에 대한 키토산 첨가 효과를 분석하였다.

Materials and Methods

재료

본 실험에 사용된 꽃게(*Portunus trituberculatus*)는 전문 유통업체에서 냉동상태로 구입하였고 실험하기 전 수돗물을 이용하여 해동시킨 후 사용하였다. 수용성 키토산(water soluble chitosan)은 청주시에 소재한 ㈜바이오폴리텍(Cheongju, Korea)에서 구입하였으며 멸균증류수를 사용하여 농도별로 희석하여 사용하였다.

살균세척제 처리

Acetic acid와 lactic acid (Samchun, Pyeongtaek, Korea)는 멸균증류수를 이용하여 2%와 5% 용액을 각각 제조하였다. Peracetic acid (Kowein, Changwon, Korea)는 멸균증류수를 이용하여 40 mg/L으로 희석하여 사용하였으며, 농도는 RQflex® plus 10 (Merck, Darmstadt, Germany)을 이용하여 측정하였다. Chlorine 용액은 유한락스(Yuhanclorox, Hwaseong, Korea)를 멸균증류수를 이용하여 50 mg/L 용액으로 각각 만들어 사용했으며, peracetic acid와 마찬가지로 free chlorine의 농도를 RQflex® plus 10을 이용하여 측정하였다. 해동이 끝난 꽃게는 몸체와 등껍질로 나눈 후 각 부위를 반으로 잘라서 한쪽은 처리 하지 않고 (대조군), 나머지 반쪽은 각 살균세척제에 10분간 침지시킨 후 몸체를 25 g 채취하여 멸균백에 넣어 0.1% peptone water (BD, Sparks, NV, USA) 225 mL에 희석시켜 균질기를 이용하여 2분간 균질화 시켰다. 등껍질은 바로 멸균백에 넣어 100 mL의 0.1% peptone water를 이용하여 손으로 1분간 문질러 균질화 시켰다. 균질화 시킨 검액 1 mL를 10배수 계단희석법을 이용하여 적절히 희석시킨 후 Petrifilm™ AC(3M, Saint Paul, MN, USA)와 Petrifilm™ EC (3M)을 이용하여 각각 총균수와 대장균군/대장균수를 측정하였다. 도말된 Petrifilm은 37°C에서 24~48 h 동안 배양하였다.

저장성 실험

상업적으로 판매되고 있는 제품과 비교하기 위해 기존 제품을 제조하던 방식으로 해동이 끝난 꽃게를 전해수(free chlorine 농도; 20~40 mg/L, pH 5.0~6.0)에 10분간 침지시킨 후 간장소스 400 mL와 생강과 마늘을 플라스틱용기에 넣고 밀봉하였다(방법 1). 또한 유기산 처리에서 미생물

감소 효과가 가장 컸던 5% acetic acid 용액으로 해동이 끝난 꽃게를 10분간 침지한 후 수돗물을 이용하여 세척하고, 간장과 증류수를 19 : 1의 비율로 만들어 방법 1과 같이 제조하였다(방법 2). 간장게장의 저장성에 대한 키토산의 효과를 알아보기 위해 방법 2와 같이 꽃게를 세척한 후 멸균증류수 대신에 0.5%(방법 3)와 1%(방법 4) 키토산을 각각 첨가하여 간장게장을 조제하였다. 실험군(방법 2-4) 모두 방법 1과 같이 부재료(생강, 마늘)와 함께 플라스틱 용기에 넣고 밀봉하였다. 본 실험을 위한 간장게장은 제조사에서 직접 제조하여 현재 시중에서 유통되고 있는 HMR형태로 개별 포장하여 제조하였다. 각 방법을 이용하여 제조된 간장게장은 저온 조절이 가능한 배양기(Jeio tech, Deajeon, Korea)를 이용하여 4°C와 12°C에 각각 저장하며 실험을 진행하였다. 각 온도에 저장된 간장게장은 각 시기별로 꺼내어 clean bench내에서 멸균된 가위를 이용하여 25 g 채취하여 0.1% peptone water 225 mL와 함께 멸균백에 넣어 균질기를 이용하여 2분간 균질화 시키고 10배 희석법을 사용하여 희석 후 각각 Petrifilm™을 이용하여 37°C에서 24~48 h 동안 배양하여 온도별, 일자별 총균수 및 대장균군/대장균수를 측정하였다.

통계 분석

각 실험군별 균수는 평균값과 표준편차로 나타내었고, 각 평균값의 유의차분석은 IBM SPSS Statistics (21, SPSS Inc. Chicago, IL, USA)를 이용하여 $P<0.05$ 수준에서 Duncan's Multiple Range Test로 검증하였다.

Results and Discussion

살균세척제 효과

원물 꽃게의 세균수를 감소시키기 위해 여러 살균세척제를 처리했고 그 미생물 저감화 효과를 Table 1에 나타내었다. 여러 살균세척제 중 5% acetic acid처리를 제외한 나머지 세척제는 0.3~0.8 log CFU/g을 감소시켜 물 처리군(0.3 log CFU/g)과 통계적으로 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 반면에 5% acetic acid 처리군은 약 1.5 log CFU/g을 감소시켜 세척제 중 가장 높은 세균수 감소 효과를 보였다.

Table 1. Reduction of microbial populations in blue crabs by various sanitizer treatments.

Sanitizers	Reduction (Log CFU/g)[1)]
Water	0.3 ± 0.2^{bc}
50 mg/L chlorinated water	0.2 ± 0.2^{c}
2% acetic acid	0.3 ± 0.2^{bc}
5% acetic acid	1.5 ± 0.7^{a}
2% lactic acid	0.2 ± 0.2^{c}
5% lactic acid	0.8 ± 0.4^{b}
40 mg/L peracetic acid	0.8 ± 0.6^{b}

[1)]All measurements were done in triplicate with replication, and all values are means ± standard deviation. Different letters indicate the significant ($P< 0.05$) difference.

Acetic acid나 lactic acid와 같은 유기산에 의한 미생물의 살균기작을 보면 먼저 해리되지 않은 유기산 분자만 세포막을 관통할 수 있는데, 이때 내부로 들어간 유기산 분자가 세포 내부의 중성 환경에서 해리가 되어 양성자가 생성됨에 따라 세포 내부의 pH가 감소하게 된다. 이러한 세포 내부의 pH의 변화는 대사에 관여하는 여러 효소의 변성을 초래하게 되면서 미생물의 사멸을 촉진하게 된다[11].

본 연구에서는 같은 농도의 lactic acid와 acetic acid를 이용하여 꽃게를 세척했음에도 불구하고 acetic acid가 lactic acid 세척 보다 훨씬 높은 살균력을 나타내었다. 이전 연구들의 결과를 보면, 본 연구결과와 유사하게 *E. coli* O157:H7을 접종한 소고기, *Salmonella*를 살포한 닭 껍질[12]과 삼겹살[13], 그리고 *Listeria monocytogenes*를 접종한 칠면조 롤에[14] acetic acid와 lactic acid를 처리하였을 때 acetic acid가 lactic acid보다 균의 생육저하 혹은 감소에 더 큰 영향을 주는 것으로 보고되었다. 이는 같은 농도나 pH 상태에서는 acetic acid의 해리되지 않은 분자의 농도가 lactic acid보다 훨씬 높기 때문일 것으로 여겨진다. 실제로 Yuk 등[15]의 연구에 따르면, pH 5.4에서 acetic acid의 해리되지 않은 분자의 농도가 lactic acid의 해리되지 않은 분자의 농도 보다 약 7.9배가 높다고 보고하였는데 이는 유기산의 항균효과가 유기산 분자의 p*Ka*값과 분자량에 따라 달라질 수 있음을 뜻한다. 이러한 이유로 같은 5% 농도에서는 acetic acid 세척이 lactic acid 세척보다 꽃게의 미생물 수를 저감시키는데 훨씬 효과적임을 알 수 있다. 따라서 본 실험 결과를 토대로, 이 후 저장성 실험 시 원물 꽃게의 세척은 5% acetic acid를 사용하였다.

간장게장의 저장성 향상에 있어서 키토산 첨가의 효과

키토산 첨가가 간장게장의 저장성을 향상 시킬 수 있는지를 알아보기 위해 상기에 언급한대로 현재 시중에 유통되고 있는 간장게장(방법 1 – 전해수로 세척 및 키토산 무첨가), 5% acetic acid로만 꽃게를 세척한 후 제조한 간장게장(방법 2 – 키토산 무첨가), 5% acetic acid로 꽃게를 세척한 후 0.5%(방법 3) 및 1% 키토산이 첨가된 간장소스로 제조된 간장게장(방법 4)을 냉장온도인 4°C와 저장 중 온도 변이를 고려한 12°C에 각각 저장한 후 세균수를 분석하였다. 먼저, 전해수와 5% acetic acid로 원물 꽃게를 세척한 후 각 원물 꽃게의 세균수를 분석했을 때 각각 2.5 log CFU/g과 2.0 log CFU/g로 나타났고, 대장균군 및 대장균은 전혀 검출되지 않아 검출한계(1.0 log CFU/g)보다도 적게 존재하는 것으로 나타났다(Fig. 1).

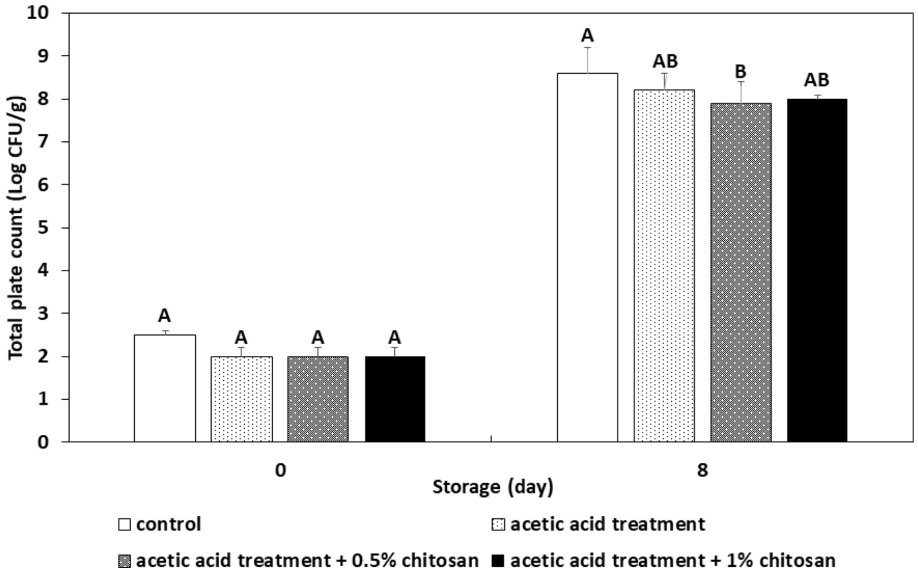

Fig. 1. Changes in total plate counts during storage of ganjang-gejang(crab marinated in soy sauce) products at 12°C. All measurements were done in triplicate with replication, and all values are means ± standard deviation[A-B]. Different letters indicate the significant (P< 0.05) difference.

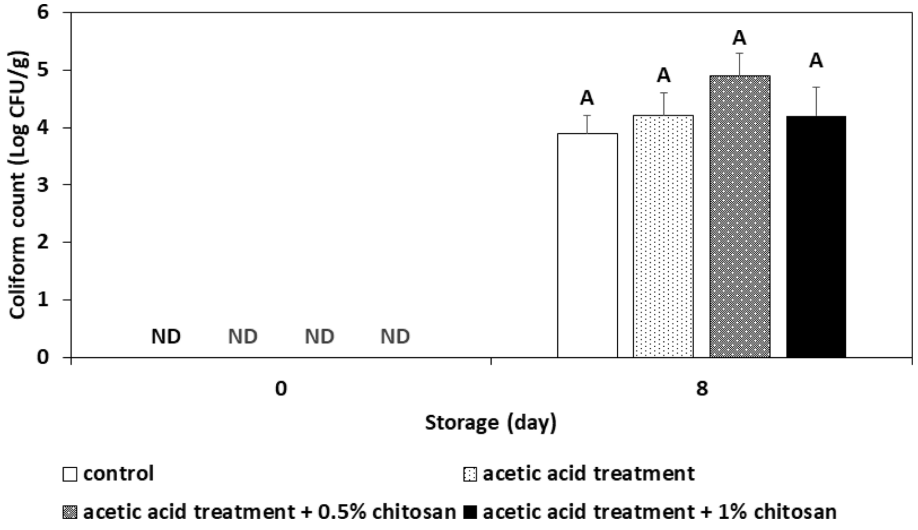

Fig. 2. Changes in coliform counts during storage of ganjang-gejang products at 12°C. ND means not detected (Detection limit was 10 CFU/mL).

먼저, 12°C에 저장한 간장게장의 경우, 간장게장 제조방법과 상관없이 8일간 저장했을 때 총균수는 약 8.0 log CFU/g까지 증가하여 부패가 상당히 진행된 것으로 나타나 더 이상 저장실험을 진행할 수 없었다(Fig. 1). 대장균군 또한 간장게장의 제조방법에 상관없이 8일 이내에 모든 시료에서 약 3.9-4.9 log CFU/g까지 증가한(Fig. 2) 반면에, 대장균은 전혀 검출되지 않았다. 본 연구 결과와 유사하게, Park[16]은 청어 fillet을 1% 키토산에 침지한 후 –20°C, 4°C와 20°C에서 각각 저장했을 때 키토산 첨가군과 대조군 모두 저장온도가 높을수록 생균수가 증가하는 것으로 보고하였다. 이러한 결과를 종합해서 고려했을 때, 키토산의 미생물 생육 억제 효과는 높은 저장온도에서는 거의 나타나지 않는 것으로 판단된다.

12°C와는 달리 4°C에서 저장한 간장게장의 경우에는 10일차에 총균수는 각각 4.8(방법 1), 4.5(방법 2), 3.3(방법 3), 2.9 log CFU/g(방법 4)로 나타나, 키토산의 농도에 상관없이 키토산 처리군(방법 3과 4)의 세균수 증가가 무첨가군(방법 1과 2)에 비해 유의적으로 낮은 것으로 나타났다(Fig. 3). 본 연구와 유사하게 꽃게와 같은 갑각류인 새우로 진행된 Chaiyakosa 등[17]의 연구에서도 1,000 mg/L와 2,500 mg/L

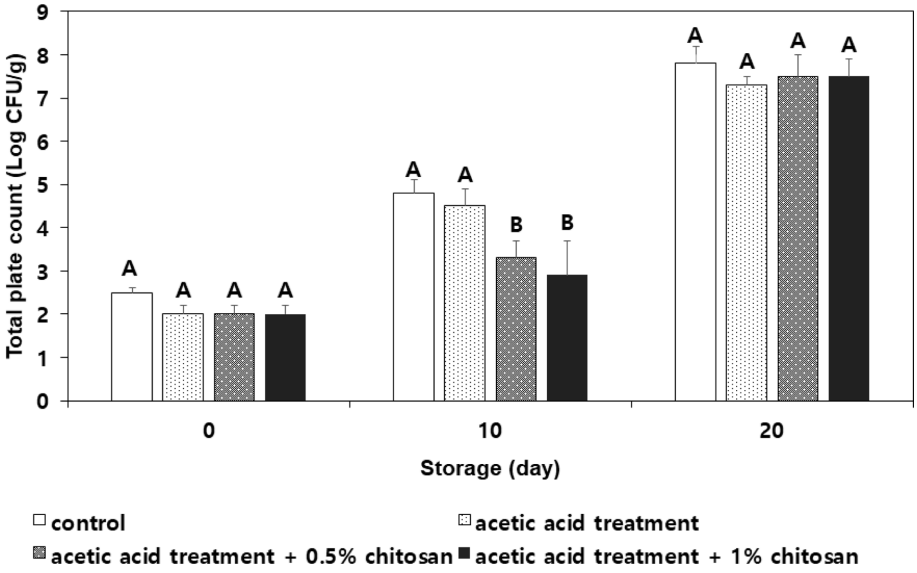

Fig. 3. Changes in total plate counts during storage of ganjang-gejang products at 4°C.

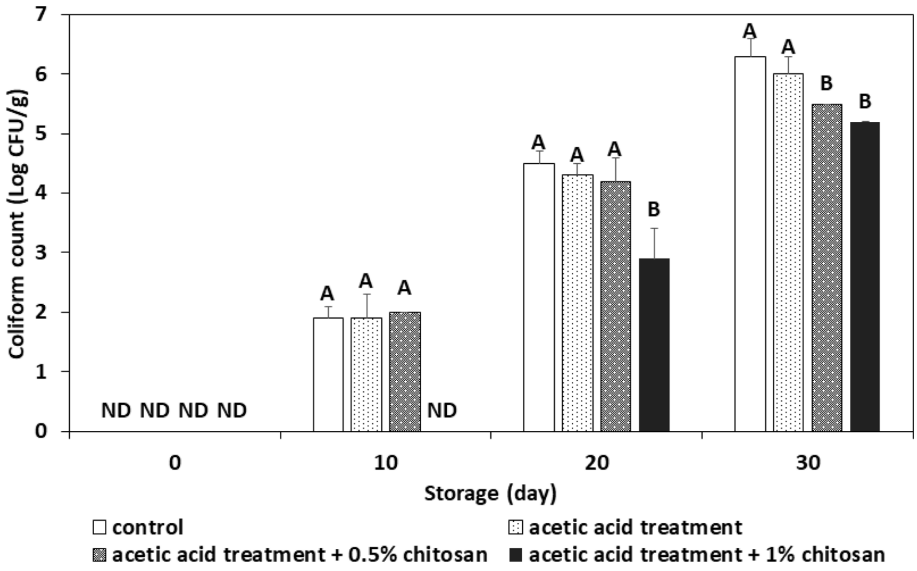

Fig. 4. Changes in coliform counts durring starage of ganjang-gejang products at 4°C.

농도의 키토산을 처리했을 때 *Vibrio parahaemolyticus*의 감소에 있어서 유의적인 차이가 없었다. 반면에 Alfaro 등[18]의 연구에서는 1%의 키토산 처리가 새우의 일반세균수 감소에 있어서 0.5%보다 훨씬 효과적이었다. 이러한 차이는 키토산이 처리된 식품과 그 식품에 존재하는 미생물의 종류 차이에 기인하는 것으로 여겨진다. 대장균군의 경우, 방법 1, 2, 3으로 각각 제조한 간장게장에서는 1.9, 1.9, 2.0 log CFU/g이 검출되었으나, 방법 4에 의해 제조된 간장게장에서는 전혀 검출되지 않았다(Fig. 4). 대장균군과와 달리 대장균은 모든 간장게장에서 검출되지 않았다 (data not shown).

4°C에서 20일간 저장한 간장게장에서는 키토산 첨가와 상관없이 모든 시료에서 총균수가 7.3~7.8 log CFU/g까지 증가하여 부패가 서서히 진행되고 있는 것으로 나타났다 (Fig. 3). 대장균군은 방법 1~3으로 제조한 간장게장에서 4.2~4.5 log CFU/g이 검출된 반면에, 방법 4로 제조한 시료에서는 2.9 log CFU/g만 검출되어 1% 키토산 첨가가 대장균군의 생육을 효과적으로 억제한 것으로 나타났다 (Fig. 4). 대장균은 10일차와 마찬가지로 20일째 까지 모든 시료에서 검출되지 않아 검출한계보다 적게 존재하는 것으로 나타났다. 30일째에는 대장균군의 경우, 방법 1과 2에 의해 제조된 간장게장에서는 각각 6.3과 6.0 log CFU/

g이 검출된 반면에, 방법 3과 4에서는 각각 5.5와 5.2 log CFU/g이 검출되어 키토산 첨가군에서 유의적으로 낮게 검출되었다. 대장균수는 10일과 20일째와는 달리 30일째에서 모든 시료에서 약 3.6-3.9 log CFU/g 정도 검출되어 간장게장을 장기적으로 저장했을 때 대장균이 충분히 생육할 수 있음을 보였다(data not shown).

Youn 등[19]의 연구를 보면 돈육가공품에 키토산을 첨가하여 저장을 할 경우 일반세균수의 생육이 그렇지 않은 대조군에 비하여 키토산의 농도가 높을수록 생육이 억제되었으며, 10일 동안 일반세균수의 생육이 무첨가군에 비해 느려지는 현상을 보였다. 반면에 본 연구에서는 30일 동안 저장 시 키토산 첨가군에서도 일반세균 및 대장균의 생육이 무첨가군과 유사하게 나타나 앞선 연구와 다른 결과를 나타냈다. 이와 같은 결과의 차이는 저장기간의 차이에 기인하는 것으로 여겨진다.

본 연구 결과를 요약하면, 원물 꽃게에 대한 5% acetic acid 세척이 다른 살균세척제 보다 초기 미생물 저감화에 효과적이었으며, 1% 키토산을 첨가한 간장게장을 냉장온도에 저장했을 때 무첨가군과 0.5% 키토산을 첨가한 간장게장에 비해 미생물의 생육 억제효과가 큰 것으로 나타났다.

식품공전 상 간장게장의 미생물에 관한 규격이 정해져 있지 않지만 일반식품의 총균수의 기준이 5 log CFU/g인 것으로 생각해 보면 1% 키토산 첨가한 시료들이 나머지 실험방법에 비하여 약 10일 정도 더 오래 보관할 수 있다고 판단된다.

이러한 연구 결과에 따라, 5% acetic acid 세척과 1% 키토산 첨가 및 저온저장을 함께 사용한다면, 총세균수와 대장균군의 생육억제를 통해 간장게장의 미생물학적 품질을 향상시킬 수 있을 것으로 여겨진다. 또한 키토산 첨가 간장게장을 HMR로 판매한다면 기존 냉동제품에 비해 신선하고 유통기한이 연장된 제품을 소비자들에게 제공할 수 있을 것이다.

Acknowledgement

본 연구는 2017년도 중소기업청 맞춤형기술파트너 사업의 연구비(C0530666)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

국문요약

간장게장은 우리나라 전통 식품 중의 하나로 생 꽃게를 세척한 후 간장소스를 첨가하고 저온에서 숙성시켜 포장하여 상업적으로 판매하고 있다. 하지만, 간장게장 제조 특성 상 열처리를 하지 않기 때문에, 간장게장의 미생물학적 품질을 유지하는데 어려움이 따른다. 따라서 본 연구에서는 원물 꽃게의 초기 미생물 저감화를 위해 여러 살균세척제의 효능을 비교하고 저장 중 간장게장 제품의 미생물학적 품질을 유지하기 위해 키토산의 항균 효능을 평가하였다. 먼저, 상온에서 생 꽃게를 염소수(50 mg/L), 과초산(40 mg/L), acetic acid (5%), lactic acid(5%)에 각각 10분간 침지시켜 일반세균수를 분석하였다. 결과를 살펴보면, 여러 살균세척제 중 5% acetic acid 세척이 생 꽃게에 존재하는 일반세균수를 약 1.5 log CFU/g까지 감소시켜 가장 효과적인 것으로 나타났다. 키토산 효능을 평가하기 위해 현재 상업적으로 제조되고 있는 간장게장(방법 1; 전해수 세척), 5% acetic acid로만 세척된 꽃게(방법 2), 5% acetic acid로 세척된 꽃게에 0.5%(방법 3)와 1%(방법 4)의 수용성 키토산이 첨가된 간장으로 제조된 간장게장을 각각 4°C와 12°C에서 최대 30일까지 저장하면서 일반세균수, 대장균군 및 대장균수를 측정하였다. 12°C에서 저장된 간장게장의 일반세균 수는 7일이 지났을 때 약 8 log CFU/g까지 증가하였다. 4°C의 경우, 1% 키토산이 첨가된 군(방법 4)에서 20일 동안 약 2.9 log CFU/g까지만 증가한 것으로 나타나 키토산 무첨가군(방법 1과2)과 0.5% 첨가군(방법 3)(4.2~4.5 log CFU/g)에 비하여 훨씬 효과적이었다. 본 결과에 따라, 생 꽃게를 5% acetic acid로 세척한 후 간장게장에 1% 키토산을 첨가하여 냉장온도에서 저장한다면 간장게장 제품의 미생물학적 품질 향상에 큰 도움이 될 것으로 여겨진다.

References

1. Ministry of Food and Drug Safety, Retrieved from https://www.foodsafetykorea.go.kr/portal/safefoodlife/food/foodRvlv/foodRvlv.do on May 30, (2019).
2. Korea Consumer Agency, Retrieved from http://www.kca.go.kr/brd/m_46/view.do?seq=2221&itm_seq_1=3 on May 30, (2019).
3. Korea Consumer Agency, Retrieved from http://www.kca.go.kr/brd/m_46/view.do?seq=776&itm_seq_1=3 on May 30, (2019).
4. MBC News, Retrieved from http://imnews.imbc.com/replay/2016/nw1800/article/4149136_19830.html on May 30, (2019).
5. Moon, J.D., Jin, S.K., Park, T.S.: Studies on the sanitary treatment of the fresh pork and meat related apparatus, *J. Agric. Tech. Res. Inst.* **11**, 133-140 (1998).
6. Chang, S.K., Lee, H.H., Hong, S.I., Han, Y.S.: Effect of organic acid treatment on the quality attributes of buckwheat sprout during storage, *Korean J. Food Sci. Technol.,* **42**(2), 190-197 (2009).
7. KISTI(Korea Institute of Science and Technology Information), Chitosan, Available from: http://www.itfind.or.kr/Report/200301/IITA/IITA-0743/IITA-0743.pdf (2002).
8 Youn, S.K., Choi, J.S., Park, S.M., Ahn, D.H.: Studies on the improvement of shelf-life and quality of vacuum-packaged seasoned pork meat by added chitosan during storage, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **31**(3), 445-450 (2002).

9. Yang, B.G, Lee, J., Kim, S.H., Jeon, Y.J.: Antimicrobial effect of chitosan and chitooligosaccharides against bacterial diseases of cultured flounder, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **33**(2), 236-243 (2004).
10. Simpson, B.K., Gagne, N., Ashie, I.N.A., Noroozi, E.: Utilization of chitosan for preservation of raw shrimp. *Food Biotechnol.,* **11,** 25-44 (1997).
11. Carpenter, C.E., Smith, J.V., Broadbent, J.R.: Efficacy of washing meat surfaces with 2% levulinic, acetic, or lactic acid for pathogen decontamination and residual growth inhibition, *Meat Sci.,* **88**, 256-260 (2011).
12. Mun, S.H., Yang, H.S., Cheon, S.M., Jeong, U.C., Yun, C.W., Park, G.B., Ju, S.T.: Effects of organic acid treatment on the reduction of pathogenic microorganisms, *Food Sci. Anim. Resour.,* **33,** 254-257 (2004).
13. Seol, K.H., Kim, H.W., Jang, O.K., Oh, M.H., Park, B.Y., Ham, J.S.: Effect of organic acid and water washing on meat quality and surface population of *E. coli* of pork loin, *CNU J. Agr. Sci.,* **39(**4), 569-575 (2012).
14. Conner, D.E., Scott, V.N, Bernard, D.T.: Growth, inhibition, and survival of *Listeria monocytogenes* as affected by acidic conditions, *J. Food Prot.,* **53**(8), 652-655 (1990).
15. Yuk, H.G., Marshall, D.: Influence of acetic, citric, and lactic acids on *Escherichia coli* O157:H7 membrane lipid composition, verotoxin secretion, and acid resistance in simulated gastric fluid, *J. Food Prot.,* **68(**4), 673-679 (2005).
16. Park S.W.: Effects of natural preservatives, vacuum packaging and storage temperature on keeping qualities of herring fillet, M.S. Dissertation, Kyungsung University (1998).
17. Chaiyakosa, S., Charernjiratragul, W., Umsakul, K., Vuddhakul, V.: Comparing the efficiency of chitosan with chlorine for reducing *Vibrio parahaemolyticus* in shrimp, *Food Control,* **18**, 1031-1035 (2007).
18. Alfaro, L., Chotiko, A., Chouljenko, A., Janes, M., King, J.M.: Development of water-soluble chitosan powder and its antimicrobial effect against inoculated *Listeria innocua* NRRL B-33016 on shrimp, *Food Control*, **85**, 453-458 (2018).
19. Youn, S.K., Choi, J.S., Park, S.M., Ahn, D.H.: Studies on the improvement of shelf-life and quality of vacuum-packaged seasoned pork meat by added chitosan during storage, *J. Anim. Sci. Technol.,* **44**(6), 1023-1030 (2004).