

굴(*Crassostrea gigas*) 패각 분말 첨가에 의한 배추김치의 식품학적 품질 변화

도형훈¹ · 김지훈² · 한해나² · 김송희² · 김갑진² · 엄성환³ · 김영목^{1,2*}

¹부경대학교 식품산업공학과, ²부경대학교 식품공학과, ³한국식품연구원

Effects of Adding Oyster *Crassostrea gigas* Shell Powder on the Food Quality of Chinese Cabbage *Kimchi*

Hyoung-Hun Do¹, Ji-Hoon Kim², Hae-Na Han², Song-Hee Kim², Gab-Jin Kim², Sung-Hwan Eom³ and
Young-Mog Kim^{1,2*}

¹Department of Food Industrial Engineering, Graduate School of Global Fisheries,
Pukyong National University Busan 48513, Korea

²Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 48513, Korea

³Korea Food Research Institute, Sungnam 13539, Korea

This study investigated the effects of adding oyster shell powder (OSP) from *Crassostrea gigas* on the food quality of Chinese cabbage *Kimchi* (CCK). We monitored the changes in microbial levels, pH, acidity and sensory evaluation during the fermentation of CCK treated with various contents of OSP. The microbial assay showed that adding OSP to CCK inhibited the growth of viable cells, total coliforms, and lactic acid bacteria, with the greatest growth inhibition against lactic acid bacteria over the fermentation period. After fermentation for 18 days, the lactic acid bacterial counts in CCK treated with OSP (0.3%, 0.5% and 1%) were at least 1 log CFU/g lower than those of control CCK. In addition, the pH and acidity of CCK treated with OSP were lower than in control CCK over the fermentation period. The overall sensory evaluation of CCK with 0.3% OSP was better than that of control CCK after fermentation for 24 days. In conclusion, OSP treatment, especially 0.3% OSP, enhances the food quality and extends the self-life of CCK, while minimizing the detrimental effects on its sensory characteristics.

Key words: *Crassostrea gigas*, Food quality, *Kimchi*, Self-life, Sensory evaluation

서론

우리나라 대표적인 전통발효식품 중 하나인 김치는 일본의 장류, 그리스의 요구르트와 함께 2006년 미국 Health 잡지가 뽑은 세계적인 발효식품으로 인정받고 있다. 김치는 어패류 유래의 젓갈과 채소를 이용한 이상적인 건강식품이며, 밥에서 풍부한 탄수화물을 공급받고 콩으로 만든 장류에서 단백질과 지방질을 보충하는 한국인의 식생활에 비타민과 무기질을 공급하는 하는 중요한 식품이다(Park, 2012). 김치는 한류문화 및 발효식품의 소비확대로 산업적 생산이 증가하고 있다. 그러나 김치의 숙성과정에 일어나는 산패나 이상발효 현상들이 품질저

하 현상을 일으켜 김치의 고유한 맛과 품질을 유지할 수 있는 대책이 필요하다. 이에 김치의 저장성 향상을 위해 열처리(Kang et al., 1991), 방사선(Song et al., 2004), 소독제(Park and Woo, 1988), 항미생물제(Ahn, 1988; Moon et al., 1995), 생약(Jung et al., 2002; Lee et al., 1998), 그리고 pH 조절제(Lee and Kim, 2003; Park et al., 2002)와 같은 연구들이 진행되어져 왔다. 특히, 김치의 저장성 연장을 위하여 항균활성 뿐만 아니라 다양한 생리활성을 가지고 있는 백련초 분말을 이용한 연구(Lee et al., 2011b), 키토산올리고당을 이용한 연구(Yoo et al., 1998) 및 함초가루를 이용한 연구(Jung et al., 2010) 등이 진행되었다. 하지만 이러한 방법들은 안정성, 경제성 및 품질적 측면에서 문

<http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0596>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Korean J Fish Aquat Sci 48(5) 596-603, October 2015

Received 30 July 2015; Revised 1 September 2015; Accepted 3 September 2015

*Corresponding author: Tel: +82. 51. 629. 5832 Fax: +82. 51. 629. 5824

E-mail address: ymkim@pknu.ac.kr

제가 있어 실용화 되지 못하고 있는 것이 현실이다(Kim et al., 2000; Park et al., 1994; Park and Han, 1994).

현재 남해청정해역을 중심으로 한 굴 양식업은 고소득사업으로 평가를 받고 있지만 연간 28만톤의 굴 폐각이 발생되며 그 중 10만톤/년은 재활용되지 못하고 바다 인근에 쌓여 있는 상황이다. 굴 폐각은 CaCO_3 가 주성분이며 700°C 이상의 열처리에 의해 항균성을 나타내는 물질인 CaO로 전환된다(Sawai et al., 2001; Shiga et al., 1999). 이러한 물질을 식품가공에 사용하면 식품의 저장성 향상뿐만 아니라 다양한 무기질의 공급원으로 사용되어질 것으로 기대된다(Choi et al., 2006). 실제로 폐각 분말 첨가에 의한 돈육 소시지의 품질 및 저장안정성에 대한 연구(Lee et al., 2011a), 갯김치의 품질특성과 저장성에 대한 연구(Jung et al., 2010), 생굴의 식품학적 품질과 저장성에 대한 연구(Jeong et al., 2015) 등이 진행되었다. 하지만, 폐각 분말 첨가에 의한 배추김치의 식품학적 품질변화에 대한 연구의 거의 없다. 이에 본 연구에서는 굴 폐각 분말 첨가에 의한 배추김치의 식품학적 품질과 저장기간에 미치는 효과에 대해 연구하였다.

재료 및 방법

김치 재료 및 굴 폐각 분말

배추김치의 재료는 주재료로 해남산 4월 배추를 그리고 김치속 제조를 위한 부재료로 고춧가루, 무, 생강, 마늘, 멸치 액젓, 새우젓, 양파 등을 사용하였다. 각 재료의 구입과 배추김치의 제조는 부산광역시 북구 덕천동 소재하고 있는 김치가공공장에서 진행하였다. 배추김치 제조에 사용된 각종 부원료의 배합비율은 Table 1에 나타내었다.

김치의 식품학적 품질 변화에 대한 굴 폐각 분말의 영향을 보기 위하여 김치속에 굴 폐각 분말을 최종 0.1%, 0.3%, 0.5% 및 1% (w/w) 첨가하였고 굴 폐각 분말이 첨가되지 않은 것을 대조구로 하였다. 본 연구에서 사용된 굴 폐각 분말은 $1,800^\circ\text{C}$ 에서

소성하고 분쇄한 것으로 부산시 기장군에 소재하고 있는 (주)비와이에코에서 제조한 굴 폐각 분말(제품명: 이온화 칼슘 TYPE IC-60, 칼슘함량 65.1%)을 제공 받아 사용하였다.

배추김치의 제조

배추김치는 위에서 기술한 대로 배추와 김치속을 사용하여 부산시 북구 덕천동에 소재하고 있는 김치제조업체에서 제조하였다. 배추는 이물을 제거하고 잘 다듬은 후 4등분하여 10% (w/v) 소금물에 4°C 에서 약 3시간 동안 절였다. 이후 절임 배추를 흐르는 물에 3회 세척하고 30-40분 동안 탈수시켰다. 이를 1/4쪽으로 절단하고 다양한 농도로 첨가된 굴 폐각 분말을 함유하고 있는 김치속을 잘 버무려서 배추김치를 제조하였다. 준비된 배추김치는 김치 포장용 위생 비닐백(25 cm × 30 cm)에 담은 후 4°C 에서 저장하였다. 배추김치의 식품학적 품질에 대한 굴 폐각 분말의 영향을 모니터링 하기 위하여 3일 간격으로 시료를 채취하고 미생물 균수 변화, 산도 및 pH 변화를 측정하였다. 또한, 저장기간 경과에 따른 관능학적 평가도 실시하였다.

미생물 균수 측정

배추김치에서의 일반 세균수는 표준평판법에 따라 시험하여 형성된 집락(colony forming unit, CFU)을 계수하여 측정하였다. 저장기간의 경과에 따라 각 시료 25 g을 취하여 225 mL의 멸균생리식염수(0.85% saline solution)를 넣어 균질기로 90초 동안 마쇄하고 균질액을 멸균생리식염수로 희석하였다. 균질액과 각 단계 희석액 1 mL를 petri dish에 취하고, 미리 멸균되어 $43-45^\circ\text{C}$ 로 유지된 nutrient agar (Difco, Detroit, MI)를 약 15-20 mL씩 분주하여 일반세균수의 측정을 위해서는 $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 48 ± 3 시간 배양한 후 형성된 집락수를 측정하였다.

배추김치의 대장균군 측정하기 위해서 대장균군 건조필름배지(3M™ Petrifilm™ Coliform Count plates; 3M, St. Paul, MN)를 이용하였다. 대장균군은 일반 세균수를 측정하는 방법과 같이 시료를 균질화 하였고 균질화된 용액을 연속적으로 희석한 후 희석액 1 mL를 각각의 건조필름배지 중앙에 접종한 뒤 건조필름배지를 $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 의 배양기에서 24시간 동안 배양하였다. 배양 후 액화 현상이 없고 배지 당 30-300개 colony를 생성한 평판을 선택하여 붉은색 colony의 gas가 생성된 집락수를 측정하였다(Kim et al., 2011).

배추김치의 유산균수는 일반 세균수 측정에 사용된 같은 방법으로 시료를 균질화 하였고 deMan, Rogosa and Sharpe agar (Difco, Detroit, MI)를 이용하여 $35 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 72 ± 3 시간 배양한 후 형성된 집락수를 측정하였다(Kim and Yoon, 2005).

산도 및 pH 측정

미생물 측정에서와 같이 배추김치의 저장기간의 경과에 따라 각 시료 100 g을 취하여 녹즙기로 착즙하고 pH 및 산도를 측정하였다. 산도는 중화적정법에 의하여 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 0.1 N NaOH 용액으로 적정하여 젖산(%)으로

Table 1. Ingredients of seasoning mixture and composition ratio (%) of each ingredient for preparing Chinese cabbage *Kimchi* in this study

Ingredient	Proportion (% , w/w)
Chinese cabbages	75
Red pepper powder	79
Daikon	7
Garlic	5
Aekjeot	4
Salted shrimp	1
Onion	0.5
Ginger	0.5

환산하였다(Kim and Yoon, 2005). pH는 pH meter (Thermo Scientific., Singapore)를 이용하여 측정하였다.

관능평가

본 연구에서 실시한 관능검사는 검사 목적과 취지를 충분히 숙지시킨 20-30세의 패널 요원 10-14명을 선정하여 10점 척도 법으로 관능검사 실시하였다.

통계분석

유의성 검증은 SPSS 12.0 (SPSS Inc., 2004, Chicago, IL, USA)을 사용하여 평균값과 표준편차를 산출하였으며, one-way ANOVA test 및 Duncan의 다범위 검정(Duncan' multiple range test)을 통하여 하였고 $P < 0.05$ 의 유의수준에서 검정하였다.

결론 및 고찰

일반 세균수의 변화

굴 껍각 분말을 첨가한 배추김치에서 숙성중의 미생물 변화를 알아보기 위하여 배추김치를 담근 직후로부터 3일 간격으로 시료를 채취하여 일반세균수 변화를 측정하였다. 배추김치에서 일반세균수의 경우, 0일차에는 대조구와 굴 껍각 분말 첨가군 사이에 유의적인 차이가 없었으나 0.1% 굴 껍각 분말 첨가군의 경우 김치의 발효가 진행되면서 발효 15일차에 최고 $8.69 \pm 1.02 - 8.97 \pm 0.19 \log \text{CFU/g}$ 까지 증가한 반면, 0.3-1% 굴 껍각 분말 첨가군은 $7.45 \pm 0.14 - 7.98 \pm 1.11 \log \text{CFU/g}$ 로 1 $\log \text{CFU/g}$ 이상의 생육저해 효과가 관찰되었다(Fig. 1). 발효

18일차 부터는 대조구와 굴 껍각 분말 첨가군 모두 stationary phase에 접어들었으며 발효 27일차 부터는 대조구와 굴 껍각 분말 첨가군 모두 일반세균수가 감소하는 경향을 관찰 하였다(Fig. 1). 배추김치의 숙성 조건 등의 차이점이 있지만, Choi et al. (2006)도 0.5%의 굴 껍각 분말 첨가에 의해 일반 세균수가 1 $\log \text{CFU/g}$ 이상 감소한다고 보고하고 있어 본 연구 결과와 유사하였다.

이러한 결과는 돈육 소시지에 대한 껍각 분말의 저장성 연장 효과에 대해 연구한 결과(Lee et al., 2011a), 갯김치에서의 연구 결과(Jung et al., 2010) 및 두부에서의 연구결과(Kim et al., 2007) 등과 마찬가지로 굴 껍각 분말 첨가에 의해 배추김치에서 일반세균의 생육이 저해되어 저장성 연장효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되었다.

위생지표세균의 변화

굴 껍각 분말을 첨가한 배추김치가 숙성되는 동안 시간 경과에 따른 위생지표세균의 변화를 알아보기 위하여 발효기간 중 3일 간격으로 시료를 채취하여 대장균군수의 변화를 측정하였다. 대조구과 굴 껍각 분말 첨가군 모두 저장 0일차부터 대장균군이 검출되었다. 이러한 결과는 배추김치 제조에 사용되는 절임 배추와 부원료의 대장균 오염 및 배추김치를 제조하는 과정에서 사용된 도구나 사람 또는 환경으로부터 대장균군이 오염되었다고 판단된다(Kang et al., 2002). 하지만, 김치발효 중의 산도 증가와 pH가 저하 되면서 점차적으로 위생지표세균이 감소한다고 보고 되고 있다(Kang et al., 2002). 또한 Kim and Yoon (2005)도 배추김치의 제조 초기에 대장균군이 검출 되지만 발효가 진행되면서 검출되지 않았다고 보고하고 있다. 다른

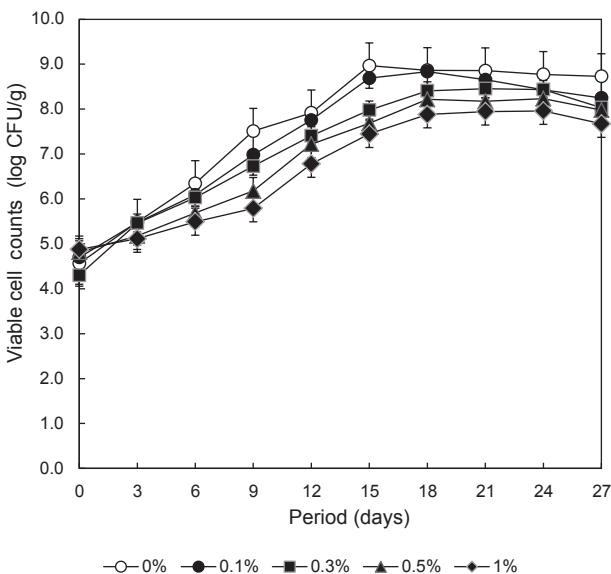


Fig. 1. Change of viable cell counts by addition of oyster *Crassostrea gigas* shell powder in Chinese cabbage *Kimchi*.

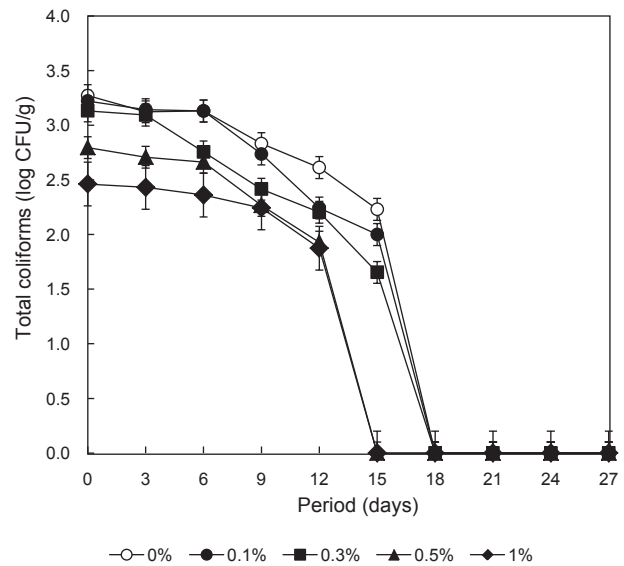


Fig. 2. Change of total coliform by addition of oyster *Crassostrea gigas* shell powder in Chinese cabbage *Kimchi*.

연구자들의 결과와 마찬가지로 본 연구에서 제조한 배추김치의 경우에도 김치의 발효가 진행되면서 대장균수가 감소되는 것으로 나타났다(Fig. 2).

배추김치에서의 대장균수의 변화에 대한 굴 패각 분말 영향에 대한 조사결과도 일반세균수의 변화와 마찬가지로 굴 패각 분말에 대해 농도 의존적인 결과가 나타났다. 특히, 0.3-0.5% 굴 패각 분말 첨가군은 저장 15일차부터 대장균군이 불검출되었고 대조구와 0.1% 굴 패각 분말 첨가군의 경우 저장 18일차에 대장균군이 불검출 되었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 배추김치의 발효가 진행 되면서 다른 연구자들의 보고와 마찬가지로 김치의 발효 중에 생성된 유기산 등에 의한 산도 증가와 pH 저하 효과에 의해 대장균군이 사멸하지만(Chung et al., 1997; Kim and Yoon, 2005), 배추김치에 굴 패각 분말의 첨가에 의해 특히 김치 발효 초기에 부패 및 병원성과 관련 있는 대장균군의 제어에 유의할 만한 효과가 있는 것으로 나타났다.

pH 및 산도의 변화

배추김치의 식품학적 품질에 있어서 중요한 지표중의 하나는 산도와 pH 이다(Ko and Baik, 2002). 이에 배추김치의 발효 시간 경과에 따른 pH 및 산도의 변화를 알아보기 위하여 3 일간 격으로 시료를 채취하여 pH와 산도를 측정하였다.

배추김치의 제조 초기에 대조구 pH는 5.71이었고 굴 패각 분말을 첨가한 배추김치의 경우 농도 의존적으로 pH가 증가하였다(Fig. 3). 굴 패각과 유사한 김치에 칼슘 분말 제재를 첨가한 연구(Park et al., 2002)와 김치에 칼슘 lactate 를 첨가한 논문(Kim et al., 1999)에서도 김치의 초기 pH가 높다고는 보고하

였다. 이는 굴 패각 분말 자체의 높은 pH에 기인한 것으로 판단된다. 하지만, Fig. 3에 나타난 것 처럼 배추김치의 발효가 진행되면서 점차적으로 pH는 감소하였다(Kim et al., 1999; Park et al., 2002).

모든 실험군에서 배추김치의 발효가 진행됨에 따라 전체적으로 pH가 감소하였으나, 굴 패각 분말 첨가군의 경우 발효 3일 차에 pH가 특이적으로 상승하는 것으로 나타났다. 이는 김치 속에 첨가한 굴 패각 분말이 배추김치 발효 초기에 발생하는 드립에 의해 용해되면서 pH가 상승한 것으로 판단된다. 즉, 김치속에 첨가한 굴 패각 분말이 김치제조 초기에는 완전하게 녹아있지 않았다가 시간이 지나면서 굴 패각 분말이 배추김치에 완전히 녹아 들면서 pH가 증가한 것으로 추정된다. 하지만 그 이후로는 발효가 진행 되면서 감소하는 경향이 나타났다. 대조구의 pH는 저장 12일 이후 4.95 ± 0.05 로 5.0이하로 낮아졌고 저장 27일까지 4.32 ± 0.20 로 감소하여 0.1-0.5% 굴 패각 분말 첨가군과 유사한 pH범위였으나 1% 굴 패각 분말 첨가군은 저장 24일까지 5.0이상의 pH를 유지하였으며 저장 27일에는 4.89 ± 0.07 으로 pH 저하가 상대적으로 지연되었다. Choi et al. (2006)도 0.05-0.5%의 굴 패각 분말 첨가에 의한 김치의 숙성 중 pH가 감소하며 최종 pH는 4.0-5.0인 것으로 보고하고 있어 본 연구 결과와 유사하였다.

배추김치의 산도의 변화는 Fig. 4에 나타내었다. 발효 0일째, 대조구의 산도는 0.33 ± 0.06 으로 가장 높았으나 굴 패각 분말을 첨가한 배추김치의 산도는 농도 의존적으로 감소하였고 1%의 굴 패각 분말을 첨가한 김치의 산도는 측정되지 않았다. 저장 3일차에 대조구의 경우, 0.31 ± 0.06 이었으나 1%의 굴 패각 분말을 첨가한 김치의 산도는 측정되지 않았으며 9일차까지 이

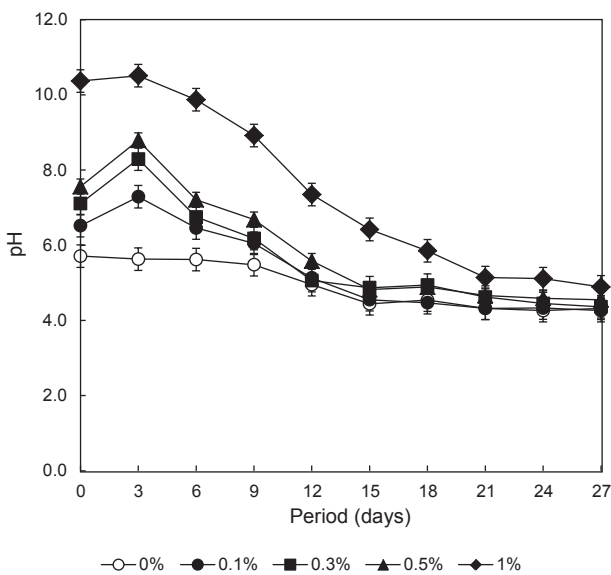


Fig. 3. Changes of pH by addition of oyster *Crassostrea gigas* shell powder in Chinese cabbage *Kimchi*.

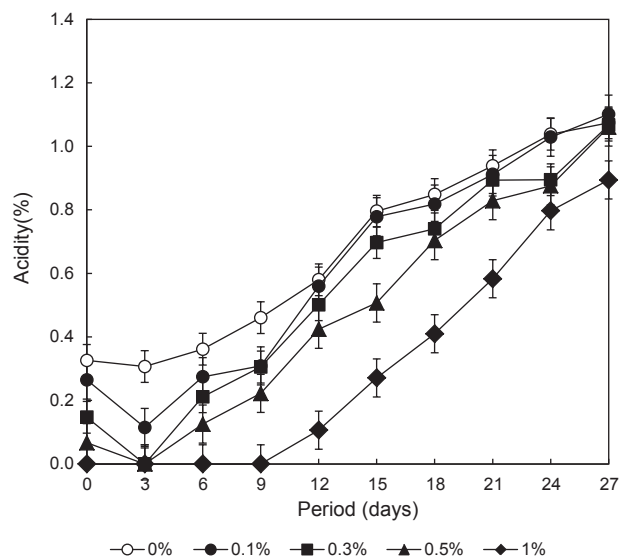


Fig. 4. Changes of acidity by addition of oyster *Crassostrea gigas* shell powder in Chinese cabbage *Kimchi*.

러한 결과가 지속되었다. 배추김치 대조구의 경우 발효 3일 이후 서서히 산도가 증가하면서 발효 27일에 약 1.07으로 나타났다. 굴 폐각 분말을 첨가한 실험군의 경우에는 3일 이후 산도가 증가하였으나 굴 폐각 분말 첨가량에 의존적으로 산도 증가가 억제 되는 것으로 나타났다. 특히, 1% 첨가한 실험군을 제외한 0.3% 이상의 굴 폐각 분말을 첨가한 실험군에서는 대조구와 비교하였을 때 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. pH와 마찬가지로 김치의 산도가 3일차에 전체적으로 감소한 이유는 발효 초기에는 배추김치에 첨가한 굴 폐각 분말이 완전하게 김치에 녹아 들지 않았다가 시간이 지나면서 굴 폐각 분말이 용해되면서 산도가 감소한 것으로 추정된다. 김치의 산도는 15 일차까지 급격하게 증가하다가 그 이후부터 증가속도가 서서히 감소하였으며 저장 27일차까지 지속적으로 증가하였다.

김치의 숙성에서 맛이 가장 좋은 적숙기의 최적산도는 0.4-0.75%이며 0.75-1%는 숙성의 최종단계이고 1%가 넘으면 섭취하기 힘든 것으로 알려져 있다(Shin et al., 2012). 대조구와 0.1% 굴 폐각 분말 첨가군의 산도는 저장 24일차에 $1.04 \pm 0.04\%$ 로 증가하였으나, 0.3-0.5% 굴 폐각 분말 첨가군은 저장 27일차에 $1.06 \pm 0.01\%$ 로 대조구에 비해 유의적으로 낮은 산도를 유지하였으며, 1% 굴 폐각 분말 첨가군은 저장 27일차에도 $0.89 \pm 0.04\%$ 로 다른 실험군들에 비해 낮은 산도를 나타내었다. 대조구 및 굴 폐각 분말 첨가군의 산도가 현저히 증가한 시기는 발효 9-15일차 사이였는데, 이는 pH가 급격히 저하된 기간과 일치하며 김치의 발효가 진행됨에 따라 생성된 유기산으로 인해 산도가 증가되고, pH가 낮아진 것으로 판단된다(Shin et al., 2012).

본 연구에서 얻어진 굴 폐각 칼슘 첨가에 의한 pH 및 산도 변화에 대한 효과는 갯김치에 대한 폐각 분말 첨가(Jung et al., 2010), 김치에 대한 칼슘제제 첨가(Park et al., 2002) 및 김치에 대한 칼슘 lactate 첨가(Kim et al., 1999) 등에 대한 연구 결과와 유사하였다.

굴 폐각 분말첨가에 의해 pH 저하 및 산도 증가가 억제 되는 현상은 김치 발효와 숙성에 중요한 인자 중의 하나인 발효 중의 유산균수의 변화와 관련이 있는 것으로 판단되어 배추김치 발효 중의 유산균수의 변화에 대한 굴 폐각 분말의 영향에 대하여 조사하였다(Jung et al., 2010; Kim et al., 2005).

유산균수의 변화

굴 폐각 분말을 첨가한 김치의 숙성 중 유산균수의 변화는 Fig. 5에 나타내었다. 배추김치의 제조 초기에 대조구에서 유산균수($4.54 \pm 0.31 \log \text{CFU/g}$)는 김치 숙성이 진행되면서 서서히 증가하였다. 0일차에는 대조구와 굴 폐각 분말을 첨가한 첨가군 사이에 유의적인 차이가 관찰되지 않았지만 배추김치 발효 3일차부터 대조구에 비하여 굴 폐각 첨가군들에서 유산균수가 낮게 나타났다. 대조구는 발효 초기 $5.37 \pm 0.15 \log \text{CFU/g}$ 이던 것이 저장 18일차에 $8.15 \pm 0.97 \log \text{CFU/g}$ 에 도달 하였

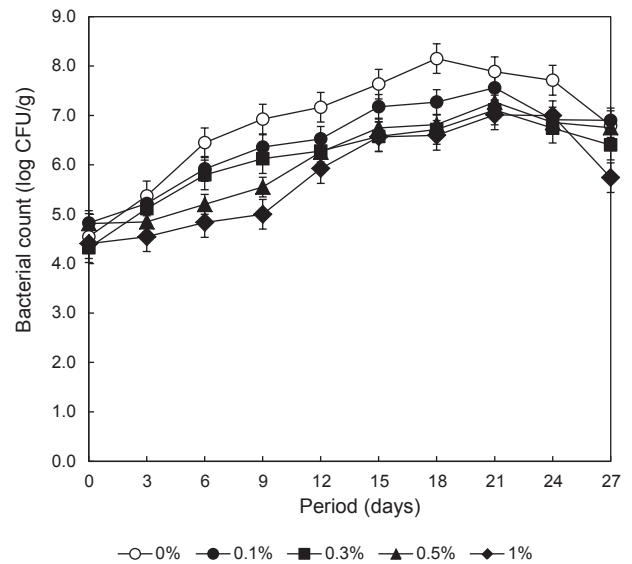


Fig. 5. Changes of lactic acid bacteria by addition of oyster *Crassostrea gigas* shell powder in Chinese cabbage Kimchi.

고 굴 폐각 분말 첨가군은 저장 21일차에 7.01-7.56 log CFU/g에 도달하였으며 대조구에 비해 상대적으로 낮은 균수를 나타내었다. 특히, 저장 18일차에는 0.3-1% 굴 폐각 분말 첨가군의 경우 대조구에 비해 유산균수가 1 log CFU/g 이상 차이가 나는 것으로 나타났다. 저장 21일차부터 굴 폐각 분말 첨가군에서도 유산균의 증식이 억제되어 저장 27일차에는 5.74-6.90 log CFU/g으로 감소하였다. 배추김치의 숙성 조건 등의 차이점이 있지만, Choi et al. (2006)도 0.5%의 굴 폐각 분말 첨가에 의해 유산균수가 1 log CFU/g 이상 감소한다고 보고하고 있어 본 연구 결과와 유사하였다.

본 연구에서 얻어진 굴 폐각 칼슘 첨가에 의한 유산균 생육에 대한 효과는 갯김치에 대한 폐각 분말 첨가(Jung et al., 2010), 김치에 대한 칼슘제제 첨가(Park et al., 2002) 및 김치에 대한 칼슘 lactate 첨가(Kim et al., 1999) 등에 대한 연구 결과와 유사하여 김치의 맛과 숙성에 큰 영향을 미치는 유산균 증식에 대해 굴 폐각 분말이 일반 세균수 결과와 마찬가지로 굴 폐각 분말 농도 의존적인 생육 억제 효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 굴 폐각 분말 첨가에 의한 배추김치에서의 pH 저하 및 산도 증가 억제 효과의 주된 원인은 굴 폐각 분말 첨가에 의한 유산균 생육효과에 의한 것으로 판단된다.

이상의 결과를 종합해 보면, 일반 세균수의 생육에 대한 굴 폐각 분말 억제에 대한 효과뿐만 아니라 유산균의 생육억제에 대한 효과도 뛰어난 것으로 나타났다. 따라서, 굴 폐각 분말의 첨가가 배추김치의 관능적인 평가에 부정적인 영향을 미치지 않는다면 향후 김치류의 저장성 연장을 위한 천연 첨가물로서의 적용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

Table 2. Changes of sensory values by addition of oyster *Crassostrea gigas* shell powder in Chinese cabbage *Kimchi*

Sensory parameters	Period (days)	Chinese cabbage <i>Kimchi</i> treated with various content of oyster shell powder				
		0.0%	0.1%	0.3%	0.5%	1.0%
Sourness	0	2.25±1.22 ^a	2.16±1.03 ^a	2.42±1.44 ^a	2.75±2.01 ^a	2.08±1.31 ^a
	3	3.57±1.90 ^{ab}	3.57±2.07 ^{ab}	3.29±1.50 ^{ab}	3.00±1.15 ^a	2.29±1.89 ^a
	6	3.75±1.86 ^{ab}	4.08±1.98 ^{ab}	3.92±1.93 ^{ab}	3.58±2.31 ^a	3.00±2.22 ^a
	9	4.14±1.89 ^{abc}	3.85±2.21 ^{ab}	4.29±1.97 ^{ab}	3.57±1.81 ^a	3.00±2.33 ^a
	12	5.55±1.77 ^{bcd}	6.55±1.35 ^b	6.44±1.70 ^b	5.44±1.62 ^a	5.22±1.40 ^a
	15	6.00±1.42 ^{bcd}	6.50±1.24 ^b	5.90±1.67 ^b	5.20±1.51 ^a	4.90±2.11 ^a
	18	5.55±1.87 ^{bcd}	6.56±1.86 ^b	6.44±2.49 ^b	5.44±2.24 ^a	5.22±1.06 ^a
	21	6.42±1.46 ^{bcd}	6.78±1.99 ^b	6.51±1.75 ^b	5.65±1.06 ^a	4.68±2.11 ^a
	24	7.28±1.89 ^{cd}	7.00±1.67 ^b	6.57±1.46 ^b	5.86±2.56 ^a	4.14±2.33 ^a
27	7.42±1.45 ^d	7.00±1.56 ^b	6.14±1.15 ^b	5.71±1.79 ^a	4.00±1.76 ^a	
Bitterness	0	2.08±0.65 ^a	3.08±0.55 ^{ab}	4.17±0.50 ^{bc}	5.25±0.87 ^a	8.00±0.00 ^{bc}
	3	2.00±1.10 ^a	2.43±0.04 ^a	4.43±1.00 ^{bc}	6.14±0.56 ^a	7.14±0.05 ^{abc}
	6	2.33±0.34 ^a	3.67±0.08 ^b	4.33±0.51 ^{bc}	5.50±1.00 ^a	6.92±1.00 ^{ab}
	9	2.43±0.10 ^a	3.00±1.00 ^{ab}	4.86±0.06 ^c	5.00±0.00 ^a	6.29±1.04 ^{ab}
	12	2.00±0.00 ^a	2.44±0.44 ^a	3.44±0.81 ^{ab}	5.44±0.89 ^a	6.78±0.08 ^a
	15	2.20±0.02 ^a	2.40±1.42 ^a	4.10±0.50 ^{bc}	5.20±2.00 ^a	8.20±0.20 ^c
	18	2.00±1.78 ^a	2.44±0.01 ^a	3.44±0.90 ^{ab}	5.44±1.90 ^a	6.86±0.45 ^{ab}
	21	2.10±0.43 ^a	2.44±0.00 ^a	3.44±0.05 ^{ab}	5.22±1.44 ^a	7.00±0.00 ^{ab}
	24	2.20±0.54 ^a	2.43±0.00 ^a	3.44±0.30 ^{ab}	5.00±0.56 ^a	7.14±1.14 ^{ab}
27	2.29±1.29 ^a	2.43±0.01 ^a	2.57±1.04 ^a	4.29±1.57 ^a	6.43±0.41 ^a	
Crispness	0	8.00±1.56 ^a	7.33±2.22 ^a	7.25±2.29 ^a	7.58±1.00 ^a	7.00±1.86 ^a
	3	6.00±2.15 ^a	6.29±2.11 ^a	6.57±1.33 ^a	5.43±2.15 ^a	3.86±2.42 ^a
	6	6.17±1.58 ^a	6.75±2.46 ^a	6.33±1.56 ^a	5.67±1.86 ^a	4.42±1.43 ^a
	9	5.86±1.59 ^a	6.57±1.23 ^a	6.29±1.50 ^a	5.43±1.70 ^a	5.43±1.90 ^a
	12	5.89±2.43 ^a	6.44±2.32 ^a	5.56±1.56 ^a	4.89±1.78 ^a	5.11±2.34 ^a
	15	5.70±2.59 ^a	5.90±2.89 ^a	5.50±1.42 ^a	4.90±2.68 ^a	4.90±1.70 ^a
	18	5.89±1.33 ^a	6.44±1.80 ^a	5.56±1.43 ^a	4.89±1.43 ^a	5.11±2.11 ^a
	21	5.87±1.06 ^a	6.44±1.78 ^a	5.94±2.11 ^a	5.16±1.33 ^a	5.11±2.46 ^a
	24	5.86±2.46 ^a	6.44±1.77 ^a	6.33±2.86 ^a	5.43±2.00 ^a	5.11±1.00 ^a
27	6.72±1.43 ^a	6.24±1.74 ^b	6.99±1.83 ^a	5.20±1.33 ^a	2.70±1.45 ^a	
Overall taste	0	7.33±2.42 ^a	5.58±2.27 ^b	5.08±2.11 ^a	4.58±2.47 ^a	1.92±1.38 ^a
	3	7.14±1.86 ^a	6.86±1.46 ^b	5.43±1.27 ^a	3.86±1.46 ^a	1.43±0.79 ^a
	6	7.75±1.06 ^a	6.92±1.56 ^a	5.67±1.61 ^a	4.33±1.30 ^a	2.50±1.51 ^a
	9	7.71±1.20 ^a	6.86±1.37 ^b	5.43±1.41 ^a	4.86±1.51 ^a	2.86±1.43 ^a
	12	7.67±0.50 ^a	6.78±0.97 ^b	6.11±1.27 ^a	3.56±1.51 ^a	2.44±1.67 ^a
	15	7.10±1.54 ^a	7.10±1.87 ^b	6.00±1.19 ^a	4.40±1.62 ^a	2.60±1.45 ^a
	18	7.71±2.22 ^a	6.14±1.19 ^b	5.08±2.61 ^a	4.33±1.56 ^a	2.86±2.14 ^a
	21	6.84±1.21 ^a	6.62±2.21 ^b	6.57±1.56 ^a	4.77±1.51 ^a	2.80±1.12 ^a
	24	6.72±1.43 ^a	6.24±1.74 ^b	6.99±1.83 ^a	5.20±1.33 ^a	2.70±1.45 ^a
27	6.57±1.51 ^a	6.14±1.46 ^b	7.14±1.68 ^a	5.14±1.57 ^a	3.00±1.63 ^a	

Means (±SEM) within the same row having different superscripts are significantly different at $P < 0.05$.

배추김치의 관능학적 특성에 대한 굴 패각 분말 첨가의 영향

굴 패각 분말을 첨가한 배추김치의 숙성 중 관능학적 특성은 미리 선발된 관능 평가원에게 본 실험의 목적을 설명하고 적절한 훈련과정을 거친 후 10단계 평점법(10점은 매우 강하다, 5점은 보통이다, 1점은 매우 약하다)에 따라 신맛, 쓴맛, 아삭함 및 전체적인 맛에 대하여 평가를 실시하고 그 변화를 나타낸 결과는 Table 2에 나타내었다.

신맛의 경우 배추김치 담금 직후에는 실험군 간에 유의적 차이는 없었으나, 숙성이 진행됨에 따라 점차 증가하는 경향을 보였으나 굴 패각 분말의 첨가량이 증가 할수록 낮은 것으로 평가되며 이는 pH와 산도의 결과에 영향을 받은 것으로 판단된다(Kim and Yoon, 2005). 배추김치의 쓴맛은 굴 패각 분말의 첨가량이 증가 할수록 높은 값을 보였으나 0.1%와 0.3% 굴 패각 첨가군의 경우 점점 감소 하다가 27일째 대조구와 평이하게 나타났다. 이는 배추김치가 발효되면서 나타나는 신맛이 증가하여 굴 패각 분말에 의한 쓴맛을 감소시키는 것으로 사료된다. 배추김치의 식감 중의 하나인 아삭함의 경우는 굴 패각 분말 0.1%와 0.3% 첨가군의 경우 발효기간 중에 대조구와 대등하거나 다소 높은 것으로 나타났다. 이상의 결과를 바탕으로 한 전체적인 맛에 대한 결과를 분석하여 보면, 발효 0일차에는 굴 패각 분말 첨가군들이 대조구에 비하여 낮은 기호도를 나타냈으나 발효24일차부터 0.3% 굴 패각 첨가군이 대조구보다 높은 기호도를 나타내었다. 이는 김치의 발효가 진행되면서 신맛이 증가하여 김치의 쓴맛을 감소시켜 기호도에 긍정적으로 영향을 미치는 것으로 사료된다. 0.5-1% 굴 패각 분말 첨가군은 김치의 발효가 진행되면서 기호도가 점차 증가하는 경향을 보였지만 다른 첨가군에 미치지 못하는 것을 관찰할 수 있었다. 즉, 배추김치에 대한 굴 패각 분말 첨가군에 대한 신맛, 쓴맛, 아삭미 및 전체적인 맛 등의 관능적인 요소를 종합적으로 판단한 결과 0.3% 굴 패각 분말 첨가군이 배추김치의 기호도에 영향을 미치지 않으면서 가장 관능적으로 우수한 효과를 나타내는 것으로 분석 되었다.

굴 패각 분말을 첨가한 배추김치에서 일반세균, 유산균 및 위생지표세균을 포함한 미생물 생육억제 효과와 배추김치의 식품학적 품질에 대한 산도, pH 그리고 관능적인 평가를 종합하면 0.3% 굴 패각 분말을 첨가한 배추김치에서 관능성에 큰 영향을 미치지 않으면서 가장 뛰어난 저장성 연장 효과를 기대할 수 있는 것으로 나타났다. 본 연구에서 얻어진 배추김치에 대한 굴 패각 분말의 식품학적 품질 및 저장성에 대한 연구 결과는 향후 배추김치등과 같은 비가열식품 및 발효식품 등에서 식품학적 품질 향상과 저장성 연장을 위한 연구에 응용될 수 있을 것으로 기대된다.

사 사

이 논문은 부경대학교 자율창의학술연구비(2015년)에 의하여 연구되었음.

References

- Ahn SJ. 1988. The effect of salt and food preservatives on the growth of lactic acid bacteria isolated from *Kimchi*. Korean J Soc Food Sci 4, 39-50.
- Choi YM, Whang JH, Kim JM and Suh HJ. 2006. The effect of oyster shell powder on the extension of the shelf-life of *Kimchi*. Food Control 17, 695-699.
- Chung CH, Kim YS, Yoo YJ and Kyung KH. 1997. Presence and control of coliform bacteria in *Kimchi*. Korean J Food Sci Technol 5, 999-1005.
- Jeong ET, Han HN, Kim Y, Lee EH, Kim DH, Kim JH, Yeon SM and Kim YM. 2015. The effects of natural food additives on the self-life and sensory properties of shucked and packed pacific oyster *Crassostrea gigas*. Korean J Fish Aquat Sci 48, 244-248. <http://dx.doi.org/10.5657/KFAS.2015.0244>.
- Jung BM, Jung SJ and Kin ES. 2010. Quality characteristics and storage properties of *Gat Kimchi* added with oyster shell powder and *Salicornia herbacea* powder. Korean J Food Cookery Sci 26, 188-197.
- Jung HO, Chung DO and Park ID. 2002. A study on sensory characteristics of herb onion *Kimchi* differing in herb content. Korean J Culinary Res 8, 259-265.
- Kang CH, Chung KO and Ha DM. 2002. Inhibitory effect on the growth of intestinal pathogenic bacteria by *Kimchi* fermentation. Korean J Food Sci Technol 34, 480-486.
- Kang KO, Ku KH, Lee HJ and Kim WJ. 1991. Effect of enzyme and inorganic acid salts addition and heat treatment on *Kimchi* fermentation. Korean J Food Sci Technol 23, 183-187.
- Kim JG and Yoon JS. 2005. Changes of index microorganisms and lactic acid bacteria of Korean fermented vegetables (*Kimchi*) during the ripening and fermentation-Part 1. Korean J Environ Health Sci 31, 79-85.
- Kim SD, Kim ID, Park IK, Kim MH and Youn KS. 1999. Effects of calcium lactate and acetate on the fermentation of *Kimchi*. Korean J Postharvest Sci Technol 6, 333-338.
- Kim SD, Kim MK, Kang MS, Lee YG and Kim DS. 2000. Effects of ark shell powder on the fermentation and quality of *Kimchi*. Food Sci Biotechnol 9, 280-284.
- Kim SJ, Sun SH, Min KJ and Yoon KS. 2011. Microbiological hazard analysis and verification of critical control point (CCP) in a fresh-cut produce processing plant-case study of a fresh-cut leaf processing plant. Korean J East Asian Soc Dietary Life 21, 392-400.
- Kim YS, Choi YM, Noh DO, Cho SY and Suh HJ. 2007. The effect of oyster shell powder on the extension of the shelf life of *Tofu*. Korean J Food Chem 1, 155-106.

- Ko YT and Baik IH. 2002. Change in pH, sensory properties and volatile odor components of *Kimchi* by heating. Korean J Food Sci Technol 6, 1123-1126
- Lee JJ, Park SH, Choi JS, Kim JH, Lee SH, Choi SH, Choi YI and Jung DS. 2011a. Effect of oyster shell powder on quality properties and storage stability of emulsion-type pork sausages. Korean J Food Sci Ani Resour 31, 469-476.
- Lee MY and Kim SD. 2003. Calcium lactate treatment after salting of Chinese cabbage improves firmness and shelf-life of *Kimchi*. J Food Sci Nutr 8, 270-277.
- Lee SH, Cho OK, Choi WJ and Kim SD. 1998. The effects of mixed medicinal herb extracts with antimicrobial activity on the shelf-life of *Kimchi*. Korean J Food Sci Technol 30, 1404-1408.
- Lee YS, Sohn HS and Rho JO. 2011b. Changes in the quality of baechu *Kimchi* added with backryeoncho powder during fermentation. Korean J Food Cookery Sci 27, 59-70.
- Moon KD, Byun JA, Kim SJ and Han DS. 1995. Screening of natural preservatives to inhibit *Kimchi* fermentation. Korean J Food Sci Technol 27, 257-263.
- Park HJ and Han YS, 1994. Effect of mustard leaf on quality and sensory characteristics of *Kimchi*. Korean J Soc Food Nutr 23, 618-624.
- Park HJ, Kim SI, Lee YK and Han YS. 1994. Effect of green tea on *Kimchi* quality and sensory characteristics. Korean J Soc Food Sci 10, 315-321.
- Park KY. 2012. Increased health functionality of fermented foods. Food Ind Nut 17, 1-8.
- Park KJ and Woo SJ. 1988. Effect of Na-acetate, Na-malate and K-sorbate on the pH acidity and sourness during *Kimchi* fermentation. Korean J Food Sci Technol 20, 40-44.
- Park WP, Park KD, Cheong YJ and Lee IS. 2002. Effect of calcium powder addition on the quality characteristics of *Kimchi*. J Korean Soc Food Sci Nutr 31, 428-432.
- Sawai J, Shiga H and Kojima H. 2001. Kinetic analysis of the bacterial action of heated scallop-shell powder. Int J Food Microbiol 71, 211-218.
- Shiga H, Sawai J and Kojima H. 1999. Utilization of heated shell powder in biocontrol. Trans Mater Res Soc Jpn 24, 557-560.
- Shin JH, Kim RJ, Kang MJ, Kim GM and Sung NJ. 2012. Quality and fermentation characteristics of garlic-added *Kimchi*. Korean J Food Preserv 19, 539-546.
- Song HP, Kim DH, Yook HS, Kim KS, Kwon JH and Byun MW. 2004. Application of gamma irradiation for aging control and improvement of shelf-life of *Kimchi*, Korean salted and fermented vegetables. Radiat Phys Chem 71, 57-60.
- Yoo EJ, Lim HS, Kim JM, Song SH and Choi MR. 1998. The investigation of chitosanoligosaccharide for prolongating fermentation period of *Kimchi*. J Korean Soc Food Sci Nutr 27, 869-874.