

글리신을 활용한 저염 오징어 및 명란 젓갈의 미생물 안전성 확보

최준봉¹ · 천희순² · 정명수³ · 조원일^{4,*}

¹수원대학교 호텔관광대학원, ²서울향료(주) 기술연구소,
³이화여자대학교 식품공학과, ⁴씨제이제일제당(주) 식품연구소

Effects of glycine on microbial safety of low-salted squid and *myungran jeotgal*

Jun-Bong Choi¹, Hee Soon Cheon², Myong-Soo Chung³, and Won-Il Cho^{4,*}

¹Graduate School of Hotel & Tourism, The University of Suwon

²R&D center, Seoul Perfumery Corporation

³Department of Food Science and Engineering, Ewha Womans University

⁴CJ Foods R&D, CJ Cheiljedang Corporation

Abstract Seven antimicrobial agents known to be effective in inhibiting the growth of lactic acid bacteria were applied to ensure the microbial safety of low-salted squid and *myungran jeotgal* with 4-6% salinity. These agents reduced the salt content by 50% compared with the conventional *Jeotgal*. Lactic acid bacteria such as *Lactobacillus* sp., *Streptococcus* sp., and *Pediococcus* sp. were commonly found to account for 80% of microbial organisms, and yeast and fungi were observed in squid and *myungran jeotgal*, respectively. The total bacterial counts in squid and *myungran jeotgal* showed 94.20 and 90.87% reduction after the addition of 0.5% (w/w) glycine. The microbial counts in squid and *myungran jeotgal* decreased 10^1 - 10^2 CFU/g when compared with the control after 21 days at 10°C. Glycine was found to be an effective commercial antimicrobial agent that can be used to control bacterial count in low-salted *Jeotgal* without affecting sensory qualities such as overall taste and flavor.

Keywords: low salted, squid, *myungran jeotgal*, lactic acid bacteria, antimicrobial agent, glycine

서 론

젓갈은 우리나라의 전통적 저장 발효식품으로서 어패류의 근육, 내장 또는 생식소 등에 일정량의 식염을 첨가하여 알맞게 숙성시킨 후 직접 섭취하거나 여러 가지 식품의 맛을 향상시키기 위한 부재료로 사용하는 대표적인 조미식품이다(Cho 등, 2002; Jang 등, 2016; Yoon 등, 2003). 구체적으로 젓갈류는 어패류, 연체류 등의 다양한 수산물의 살, 내장, 알을 약 20% (w/w)의 농도가 되도록 소금에 절여 상온에서 일정기간 보관하여 자체 자가분해 효소와 미생물에 의한 발효작용으로 생긴 유리아미노산과 핵산 분해산물의 상승작용으로 인해 특유의 감칠맛을 가지게 되며, 무기성분이 풍부하고 조직감이 독특하며 소화흡수가 양호한 식품이다. 또한 생성된 조미성분에 의한 감칠맛 외에도 다양한 젓갈의 원료인 수산 원물 내에 존재하는 단백질 분해효소에 의한 단백질, 펩타이드 등의 분해와 숙성 중 관여하는 미생물 등에 의해 독특한 풍미가 생성되는 특징을 가지고 있다(Jang 등, 2016; Li 등, 2014; Yoon 등, 2003).

젓갈은 원료, 제조방법에 따라 세분화할 수 있는데, 원료에 따른 젓갈의 분류는 생선 전체를 원료로 한 젓갈류, 조개류를 이용한 젓갈류, 그리고 창자부위를 원료로 한 젓갈류로 구분할 수 있으며 원료별 젓갈의 종류는 매우 다양하여 145-160종으로 알려져 있다(Oh, 2013; Yoon 등, 2001). 또 다른 분류는 제조방법에 따라 젓갈을 구분하는 것으로 일반 젓갈은 주원료 60% 이상을 사용하여 식염을 가해 발효 숙성하는 것을 말하며, 양념젓갈은 젓갈에 고춧가루, 조미료 등의 양념을 첨가한 경우를 말한다. 또한 액젓은 젓갈을 여과 분리한 액을 말하며, 조미액젓은 액젓을 희석하여 염수나 조미료를 첨가한 것을 일컫으며, 젓갈에 곡류를 가해 숙성하는 종류를 식해라고 한다. 이러한 다양한 젓갈 중 반찬 용도로 사용되는 조미된 양념젓갈에는 명란젓, 창란젓, 오징어젓, 조개젓, 어리굴젓이 해당되며, 이 중에서도 명란젓, 오징어젓의 생산량이 많아 시장규모도 큰 편이다(Han 등, 2005; Hong과 Kim, 2013; Kim 등, 1999).

젓갈은 이러한 장점으로 다용도 조미식품으로 많이 사용되고 있으나 저장성 확보를 위한 고농도의 식염 함유로 식미 저하 및 고혈압, 신장병 등의 성인병을 유발시킬 수 있는 건강상의 문제점도 있어 짠맛을 줄인 저염 젓갈에 관심이 증대되고 있다. 특히 밥 반찬 용도로 많이 취식되고 있는 오징어와 명란 젓갈은 저염화에 대한 소비자의 요구가 다른 젓갈에 비해 높은 편이다(Ahn 등, 2012; Kim 등, 2008). 오징어 젓갈은 몸통 육에 고춧가루, 향신채, 조미료 등의 양념을 첨가한 다음 냉장에서 숙성시켜 제조하며, 명란 젓갈도 유사하게 염지 및 저온 숙성 후 조미양념

*Corresponding author: Won-Il Cho, CJ Foods R&D, CJ Cheiljedang Corporation, Suwon, Gyeonggi 16495, Korea
Tel: 82-31-8099-1338
Fax: 82-31-8099-2907
E-mail: wonil.cho@cj.net
Received December 25, 2018;
accepted January 25, 2019

혼합을 통해 제조하는 대표적인 양념 젓갈이다.

저염 젓갈은 여러 장점이 있지만 염 함량이 5-10% (w/w) 내외로 기존 젓갈의 20% (w/w) 대비 50% 이상 낮아 미생물 안전성이 취약한 문제점이 있어 이를 해결하기 위한 여러 시도가 있었다(Han 등, 2005). 구체적으로 첨가제를 이용하여 미생물의 생육을 저해하기 위해 알코올(alcohol), 젖산(lactic acid) 및 모노글리세리드(monoglyceride), 글리세린(glycerin) 등의 항균 성분을 이용하거나 솔비톨(sorbitol), 말티톨(maltitol), 자일로오스(xylose) 등의 수분활성 조절 성분을 이용한 연구 등이 수행되었다(Cheigh 등, 2012; Kim 등, 2015; Kim과 Lee, 1997). 그러나 이러한 첨가제를 사용할 경우 고유의 향미를 저하시키고 이미, 이취를 발생시키는 등 품질저하를 가져오게 되어 적용에 제한이 있었다. 이외에 약용 및 식용 식물류의 에탄올 추출물을 이용한 방법이 연구되었는데 젓갈 변질균에 대한 증식억제력이 나타나 활용가능성이 있지만 향후 상업화를 위한 세부 검토가 필요하다(Ha 등, 2017; Kim 등, 2011; Yu 등, 2011).

또 다른 위생화 방법으로 방사선 조사에 대한 연구가 수행되었는데, 방사선은 투과력이 강하여 완포장한 상태에서 연속적으로 조사 처리하여 미생물을 사멸시킬 수 있다는 장점이 있지만 소비자 선호도가 떨어지는 단점이 있다(Kim 등, 1999; Kim 등, 2008). 이와 같이 저염 오징어 및 명란 젓갈의 유통기한 연장을 위한 미생물 살균에 대한 여러 시도가 있었지만 상품화에 적용할 만한 효과적인 방법은 아직 확보되지 않은 상태이다.

이상과 같은 상황을 고려하여 본 연구에서는 저염 오징어 및 명란 젓갈의 고유의 관능품질에 큰 영향을 주지 않으면서 저장성을 확보하기 위한 효과적인 방법으로 연구문헌 조사와 소비자 선호도 등에 근거한 상업적 항균제 활용법을 선정하여 최적의 항균소재와 적용 조건에 대한 세부 실험을 수행하였다. 또한 상업적 활용도를 높이기 위해 항균 효과 외 관능품질에 대한 영향도 세부 고찰하여 사용량 선정 시 고려하였다.

재료 및 방법

실험 재료

선도가 좋은 오징어와 명란 생물을 서울 시내 수산물 전문 매장에서 구입하여 저염 젓갈용 시료로 사용하였다. 실험 시 시료간의 품질 편차 및 저장 조건에 의한 영향을 최소화하기 위하여 시료는 일괄 구입하여 -20°C 냉동고 보관을 통해 맛, 향 및 색상 등의 관능품질의 변화가 없는 냉동 상태로 유지시켜 저염 젓갈 제조시 필요한 양 만큼 해동하여 사용하였다.

저염 젓갈 제조

시료로 사용한 저염 명란 젓갈은 다음과 같은 방법으로 제조하였다. 먼저 신선한 상태의 냉동 명란을 4°C 냉장 상태에서 24시간 자연 해동한 다음 정제수 기준 3% (w/w) 정제염 용액으로 세척한다. 이어 세척한 명란 중량 대비 8% (w/w) 정제염과 3% (w/w) 사과산나트륨(sodium DL-malate, Fuso Chemical Co., Ltd., Osaka, Japan)과 25% (w/w) 정제수를 첨가한 다음 잘 혼합 후 10°C 저온상태에서 24시간 동안 저장하여 염 성분이 충분히 스며들게 한다. 마지막으로 염지한 명란 중량 대비 3% (w/w) 고춧가루, 2% (w/w) 설탕, 1% (w/w) MSG (monosodium glutamate) 그리고 다진 마늘과 생강을 각각 2.5% (w/w), 1% (w/w) 첨가하여 조미된 저염 명란 젓갈을 준비한다.

또한 저염 오징어 젓갈 시료도 명란 젓갈과 유사한 방법으로 제조한다. 냉장 상태에서 자연 해동 후 염수에서 세척한 다음 원료 대비 8% (w/w) 정제염, 30% (w/w) 물엿, 3% (w/w) 사과산나트륨을 첨가한 다음 10°C 에서 24시간 저장하여 염 성분이 오징어 내부로 침투되게 한다. 이어 정제수로 깨끗이 세척 후 1시간 탈수한 다음 2% (w/w) 고춧가루, 10% (w/w) 물엿, 1% (w/w) MSG 그리고 1.5% (w/w) 다진 마늘과 0.5% (w/w) 다진 생강을 첨가, 혼합하여 최종적으로 조미 저염 오징어 젓갈을 준비한다.

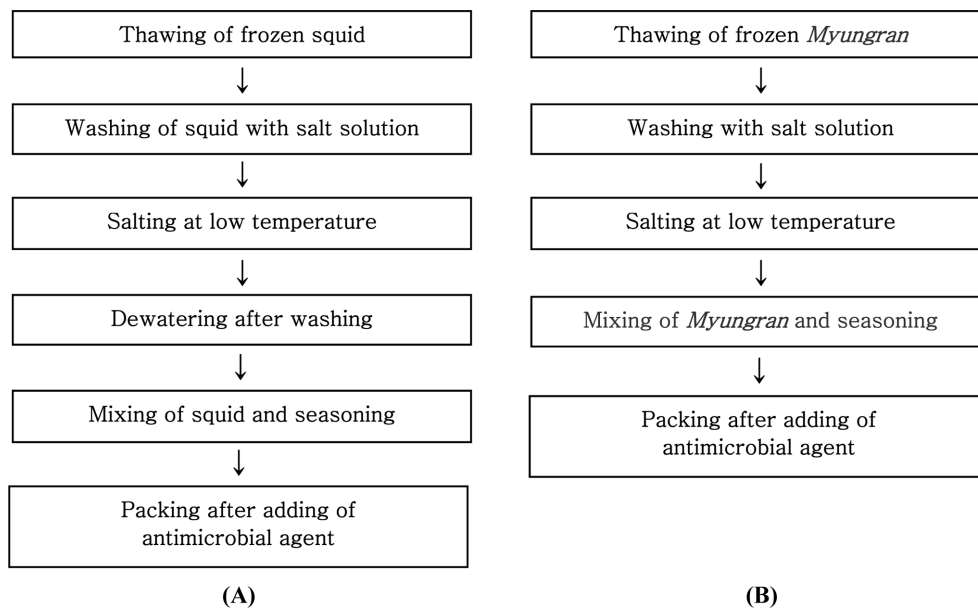


Fig. 1. The diagram of manufacturing process of low-salted squid and *myungran* (pollack roe) *jeotgal* using commercial antimicrobial agents. (A) low-salted squid *jeotgal*, (B) low-salted *myungran* (pollack roe) *jeotgal*.

저염 오징어 및 명란 젓갈의 제조 방법에 대한 요약 사항을 Fig. 1에 각각 나타내었다.

저염 젓갈 항균제 처리

저염 젓갈의 냉장 유통 저장성을 확보하기 위해 연구 문헌 조사와 예비 실험을 통해 젓갈 내 자생 미생물에 대해 생육 억제 효과가 있는 것으로 나타난 7종의 식품용 상업적 항균제를 1차 선정하여 살균 효과를 고찰하였다. 저염 젓갈용 항균제 1차 선정 시 고려한 또 다른 중요 사항은 상업적 적용을 위해 상용화된 항균소재 여부이다. 실험에 사용한 상업적 항균제는 아미노산 계통의 글리신(glycine, ESfood Inc., Gunpo, Korea), *Streptomyces* 속의 배양액에서 정제한 엘-라이신(L-lysine)의 호모 폴리머(homo polymer)인 폴리라이신(ϵ -Poly-L-lysine, Shin Seung Hichem Co., Ltd., Seoul, Korea), 난백에서 정제한 라이소자임(lysozyme, Sigma-Aldrich Inc.), 연어의 정소 내의 핵산 및 염기성 단백질에서 추출한 프로타민(protamine, Sigma-Aldrich Inc., Saint Louis, MO, USA), 굴 껍질에서 추출한 칼슘제제(calcium, Serimfood Inc., Bucheon, Korea), 새우 껍질에서 추출한 키토산(chitosan, Sigma-Aldrich Inc.)과 젓산균이 생성하는 천연 단백질 항균 성분인 박테리옌(bacteriocin)을 함유한 유산균 발효 추출물(*Lactobacillus fermented extract*, Sigma-Aldrich Inc.)으로서 모두 식품에 사용이 가능한 소재를 사용하였다. 상업적 항균제는 저염 젓갈 중량 대비 0.5% (w/w)를 조미 배합 과정에서 첨가, 혼합하여 저장 기간 별로 총균수 등의 변화를 세부 고찰하였다.

이화학 특성 분석

pH 측정은 저염 젓갈 시료 10 g에 증류수 200 mL를 넣고 완전히 분쇄한 다음 거즈를 이용하여 남은 고형물은 걸러서 제거한 후 pH meter (MP 220 pH Meter, Mettler Toledo Korea, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다. 염도(salinity)도 동일한 시료를 이용하여 염도 측정기(TM-30D, Takemura Electric Works Ltd., Kyoto, Japan)로 측정 후 희석 배수를 감안하여 계산해 낸다. 또한 색도(chromaticity)는 색차계(Colorimeter Minolta Camera Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다. 색도 측정을 위해 기기 보정은 흑색 및 흰색 교정판을 이용하여 실시하였으며, 색도값은 L (lightness), a (redness), b (yellowness)를 측정하여 비교분석하였다.

또 다른 저염 젓갈의 주요 품질 지표인 수분활성도(water activity)는 수분 활성도 측정기(Aqua Lab. Model Series 3TE, Decagon Devices Inc., Pullman, WC, USA)를 이용하여 측정하였으며, 맛 성분의 주요한 지표인 아미노태질소(AN, amino nitrogen) 함량은 식품공전에 따라 포몰(Formol) 적정법으로 측정하였다(Han 등, 2005; Kim과 Lee, 1997).

미생물 분석

총균수 측정을 위해 각각의 시료는 10 g씩 무균적으로 취하여 분쇄한 후 멸균 증류수에 혼합한 다음 인산완충액으로 단계적으로 희석한 뒤 PCA (plate count agar, Difco Lab., Detroit, MI, USA) 배지에 pouring culture method로 접종하였다. 35±1°C에서 24-48시간 배양한 후 각 plate에서 30-300개의 colony가 보이는 것을 계수하였고, 동일한 방법으로 계수 실험을 3회 반복하여 총균의 평균치를 CFU/g으로 표시하였다.

내열성균인 바실루스 계통 균수 측정은 멸균 증류수에 혼합한 분쇄 시료를 100°C, 10분 가열한 후 TSA (trypticase soy agar, Difco Lab.) 배지에서 총균수 분석을 통해 측정하였으며, 진균 측

정은 PDA (potato dextrose agar, Difco Lab.) 배지를 이용하였다. 또한 저염 오징어 및 명란 젓갈 내 자생균 현황은 광학 현미경 (MBL3200, A.KRÜSS Optronic, Hamburg, Germany)으로 관찰하여 고찰하였다.

통계처리

3회 반복 실험한 데이터에 대해서는 통계패키지 SAS (ver. 9.0, SAS Institute, Cary, NC, USA)를 이용하여 통계 처리하였다. 두 실험 군 간 유의성 검정은 t-test 방법을 실시하여 평균값을 비교하였으며, 3개 이상의 실험 군 간의 유의성 검정은 분산분석(ANOVA), Duncan 다중범위검정($p < 0.05$)을 이용하여 비교, 분석하였다.

결과 및 고찰

저염 젓갈 미생물 현황

오징어 젓갈 내 주요 자생균은 연구문헌 조사 결과 10⁸ CFU/g 내외의 *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp., *Streptococcus* sp. 등의 젓산균이며, 그 외 중온균인 *Pseudomonas* sp., *Flavobacterium* sp., *Bacillus* sp. 등과 yeast가 생육하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 균총은 숙성 초기에는 10²-10³ CFU/g 수준이나 숙성 적기가 되면 10⁷-10⁸ CFU/g 수준이 되며 말기에는 균종에 따라 10³-10⁹ CFU/g 내외가 되었다. 또한 명란 젓갈도 오징어 젓갈과 유사하게 *Lactobacillus* sp. 계통의 젓산균이 우점종으로 숙성이 진행됨에 따라 10⁴ CFU/g에서 10⁷-10⁸ CFU/g 수준으로 증식하게 되며, 오징어 젓갈과는 달리 곰팡이도 숙성 초기에 10²-10³ CFU/g 내외의 생육하고 있는 것이 특징으로 파악되었다(Han 등, 2015; Kim 등, 2015; Kim과 Lee, 1997).

본 연구에서도 저염 오징어 및 명란 젓갈 내 자생하고 있는 균총을 확인하기 위하여 광학 현미경 관찰 등을 통해 분석한 결과 연구문헌 결과와 유사하게 간균인 *Lactobacillus* sp.와 구균 상태로 colony의 색깔이 선명한 *Streptococcus* sp., *Pediococcus* sp., *Luconostoc* sp. 등의 젓산균이 균총의 80%를 차지하는 우점균으로 나타났으며(Fig. 2), 오징어 젓갈에는 yeast가 명란 젓갈에는 곰팡이가 추가로 관찰되었다.

저염 젓갈에 대한 항균제 효과

숙성 5일차 저염 오징어 젓갈의 총균수는 Fig. 3A에서와 같이 10⁴-10⁵ CFU/g 내외로 주로 젓산균이 생육하는 것으로 나타났다. 젓산균 계통의 미생물의 살균 및 생육억제에 효과가 있다고 알려진 5종의 상업적 항균제를 오징어 젓갈 중량 대비 0.5% (w/w)를 조미배합 과정에서 첨가, 혼합하여 총균수의 변화를 고찰한 결과 글리신이 94.20%, 폴리라이신이 92.78%의 살균률을 보여 10¹ CFU/g 내외의 감균 효과를 나타내었다. 그 외 프로타민, 라이소자임과 페카칼슘도 각각 84.72, 87.78 및 89.72%의 살균률을 보여 유효한 항균효과가 있었지만 글리신 및 폴리라이신 대비 감균 효과가 낮게 나타났다(Fig. 3A).

5종의 상업적 항균제 중 항균효과가 가장 우수한 글리신은 조미료로도 많이 사용되는 아미노산 계통의 항균성분으로 그람 음성균 및 양성균 모두에 대해 살균효과를 가지고 있는 것으로 알려져 있다. 또한 약산성 및 중성 부근에서 항균력이 잘 발휘되며, 특히 유기산과 병용 사용시 감균 및 생육 억제에 있어 효과적인 것으로 알려져 있다(Jung 등, 2006). 이러한 항균 특성으로 일본에서는 주로 수산 가공품, 면류 등에 많이 적용되고 있다. 글리신과 유사한 항균 효과를 나타내는 폴리라이신은 미생물의

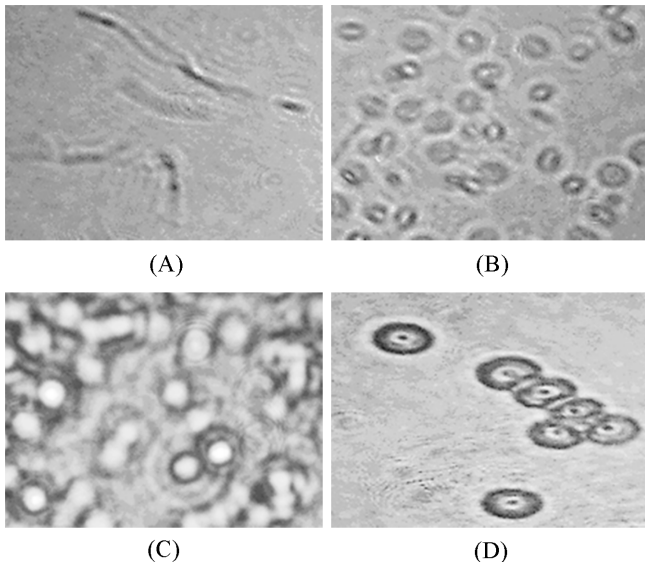


Fig. 2. The microscopic photographs of various microorganisms in low-salted squid and *myungran* (pollack roe) *jeotgal*. (A) *Lactobacillus* sp., (B) *Streptococcus* sp., (C) *Pediococcus* sp., (D) *Luconostoc* sp.

세포벽과 세포막의 친수성 및 소수성 영역과 결합하여 구조의 변형을 통해 손상을 가져올 수 있는 계면활성제 계통의 항균제로 넓은 pH 영역과 열안정성을 보유하고 있고 물에 대한 용해도가 높아 특히 가열살균이 필요한 수분 활성이 높은 식품에 효과적으로 작용할 수 있는 특징을 가지고 있다(Kyung, 2006). 그 외 프로타민은 세포막 인지질과 결합하여 세포벽 생성 저해 등의 기작으로, 그리고 라이소자임은 세포벽 성분을 분해하는 용균 효소의 작용에 의해 항균효과를 나타내는 것으로 알려져 있다(Hong과 Kim, 2013; Kim 등, 2015). 본 연구에서는 글리신이 오징어 젓갈에 대해 항균 효과가 가장 우수하게 나타나 상업적으로 적용 가능한 항균제로 선정하였다.

이어 저염 명란 젓갈에 대한 항균제 적용 실험을 진행하여 Fig. 3B와 같은 결과를 얻었다. 저염 명란 젓갈의 경우 단백질 분해와 관련된 그람 양성균이 다량으로 생육하고 있으며, 또한 곰팡이도 자생하고 있어 연구문헌 조사와 예비실험을 통해 적용이 가능한 상업적 항균제를 글리신, 키토산 및 박테리옌을 함유하고 있는 유산균 발효 추출물로 정하여 항균 효과를 세부 고찰하였다. 저염 명란 젓갈에 사용한 항균제의 농도는 오징어 젓갈과 동일하게 0.5% (w/w)로 하여 조미 배합 과정에서 첨가, 혼합하여 총균에 대한 감균 효과를 살펴 보았다. 저염 명란 젓갈에 적용한 글리신, 키토산, 유산균 추출물은 각각 90.87, 76.09 및 67.39%의 살균률을 나타내 저염 오징어 젓갈의 경우와 동일하게 글리신이 10¹ CFU/g의 감균 효과를 나타내어 3종의 항균제 중에서 가장 우수한 항균효과를 나타내었다. 미생물의 세포벽에 결합하여 손상시키는 항균 기작을 가진 키토산의 경우 산성에서 항균활성이 높다는 특성을 감안 시 pH가 6.0 내외인 저염 오징어 및 명란 젓갈에서는 감균 효과가 떨어지는 것으로 나타났다. 또한 유산균 발효 추출물의 경우 함유하고 있는 박테리옌이 젓산균의 세포벽을 용해시켜 살균 효과가 있는 것으로 알려져 있는데 저염 명란 젓갈에는 젓산균외 곰팡이도 다수 자생하고 있어 항균 효과가 낮게 나타났다(Oh, 2013; Yoon 등, 2003; Yu 등, 2011). 저염 명란 젓갈에서도 오징어 젓갈과 마찬가지로 글리신의 항균효과가 가장 좋게 나타나 상업적으로 활용 가능한 항균제로 선정하였다.

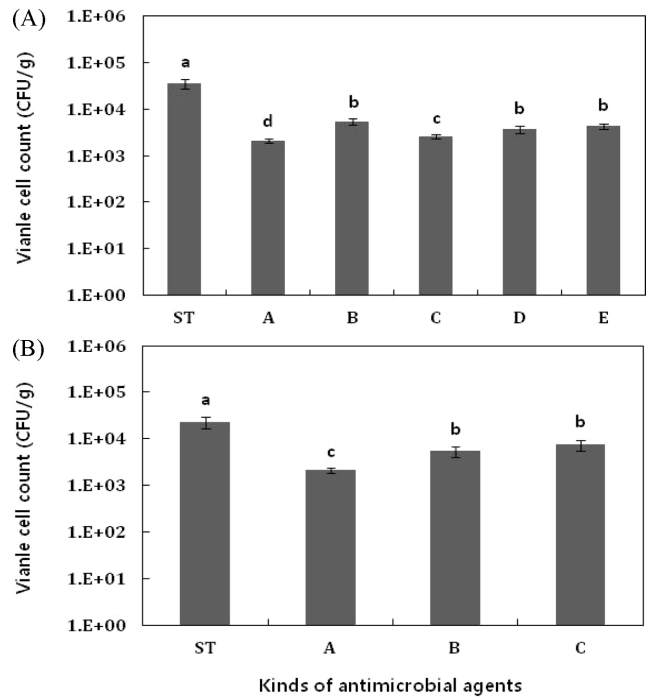


Fig. 3. The comparison of antimicrobial activity on 0.5% (w/w) various commercial antimicrobial agents in (A) low-salted squid *jeotgal* and (B) low-salted *myungran* (pollack roe) *jeotgal*. (A) ST: no treatment, A: glycine, B: protamine, C: polylysine, D: calcium, E: lysozyme (B) ST: no treatment, A: glycine, B: chitosan, C: bacteriocin. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p < 0.05$.

항균제 처리시 이화학적 특성 비교

항균성 소재 처리시 무처리구 대비 이화학적 특성을 비교하였다 (Table 1). 실험 결과 저염 오징어 젓갈에서는 가장 항균효과가 우수한 0.5% (w/w) 글리신 처리시 pH가 무처리구 5.9에서 5.3으로 유의적으로 감소였으며, 염도와 수분활성도는 각각 3.3% 수준에서 3.2%, 0.95에서 0.92로 미세하게 감소하여 차이가 거의 없었다. 글리신은 약산성으로 pH는 5.97 내외이므로 pH 감소는 글리신 첨가에 의한 영향 보다는 항균효과에 의한 미생물 균총 및 균수 변화에 따른 성분 변화 때문으로 여겨진다. 색도 차이 명도, 적색도 및 황색도 측정을 통해 무처리구 대비 글리신 처리구를 비교, 분석한 결과 각각 35.7에서 39.1로, 10.6에서 9.8로, 12.4에서 14.7로 변화가 있었지만 모두 표준편차 범위 내로 유의적 차이가 없었다. 젓갈류에 있어 맛 성분의 주요 지표인 아미노태질소 함량을 무처리 대비 분석한 결과 아미노산인 글리신 첨가에 의해 0.27 ppm에서 0.33 ppm 수준으로 유의적으로 ($p < 0.05$) 증가하였다 (Table 1).

다른 항균성 소재인 0.5% (w/w) 폴리라이신, 프로타민, 라이소자임을 각각 첨가한 경우도 대부분 아미노산을 함유한 항균성 물질인 관계로 아미노태질소 함량이 무처리구 0.27 ppm 수준에서 0.30-0.39 ppm 내외로 증가하였다. 또한 pH도 항균 효과에 의한 미생물 균총 변화와 연관되어 생성된 성분 영향 등으로 무처리구 5.9 대비 5.1-5.7 수준으로 감소하는 것으로 나타났다(Table 1).

저염 명란 젓갈에서도 0.5% (w/w) 글리신 첨가구에서 오징어 젓갈 경우와 같이 pH가 무처리구 6.0에서 5.2로 감소하였으며, 염도도 5.4% 수준에서 4.6% 내외로 유의적으로 감소하였다. 또한 색도값에서도 적색도와 황색도가 유의적으로 차이가 났으며, 아미

Table 1. The comparison of physicochemical characteristics of low-salted squid and myungran (pollack roe) jeotgal treated with various 0.5% (w/w) commercial antimicrobial agents

Kinds of jeotgal	Agents	pH	Salinity (%)	A _w	Chromaticity			AN (ppm)
					L	a	b	
Squid	ST	5.91±0.17 ^a	3.30±0.08 ^b	0.95±0.02 ^a	35.74±2.89 ^b	10.62±2.03 ^a	12.42±4.93 ^a	0.27±0.02 ^c
	Glycine	5.29±0.04 ^c	3.20±0.03 ^b	0.92±0.01 ^a	39.10±0.85 ^b	9.75±0.76 ^a	14.71±0.79 ^a	0.33±0.01 ^b
	Protamine	5.49±0.08 ^b	3.40±0.05 ^b	0.91±0.02 ^a	38.56±1.54 ^b	7.00±1.28 ^b	10.99±2.10 ^a	0.33±0.02 ^b
	Polylysine	5.65±0.25 ^a	3.30±0.02 ^b	0.91±0.04 ^a	35.96±2.10 ^b	5.58±0.53 ^b	10.18±3.20 ^a	0.30±0.03 ^b
	Calcium	5.25±0.08 ^c	3.60±0.04 ^a	0.91±0.02 ^a	39.52±1.13 ^b	10.39±2.11 ^a	15.82±0.98 ^a	0.32±0.02 ^b
	Lysozyme	5.13±0.10 ^c	3.70±0.05 ^a	0.90±0.01 ^b	40.26±0.92 ^a	11.04±2.97 ^a	14.76±1.12 ^a	0.39±0.03 ^a
Myungran	ST	5.95±0.22 ^a	5.40±0.09 ^a	0.96±0.03 ^a	37.31±1.90 ^a	11.59±2.50 ^a	22.57±3.91 ^a	0.51±0.03 ^a
	Glycine	5.17±0.15 ^b	4.60±0.07 ^c	0.94±0.02 ^a	39.95±1.45 ^a	6.38±1.82 ^b	12.37±1.25 ^b	0.44±0.02 ^b
	Chitosan	5.11±0.09 ^b	4.80±0.06 ^c	0.94±0.02 ^a	35.23±2.73 ^a	12.46±3.10 ^a	11.31±1.01 ^b	0.46±0.02 ^b
	Bacteriocin	5.20±0.13 ^b	5.00±0.08 ^b	0.93±0.04 ^a	34.74±2.21 ^a	8.84±1.55 ^a	8.51±0.94 ^c	0.48±0.03 ^a

*ST: no treatment, AN: aminonitrogen

All values were expressed as mean±SD (n=6)

Different superscript letters in a column indicate values that differ significantly by ANOVA with Duncan's multiple-range test at $p<0.05$

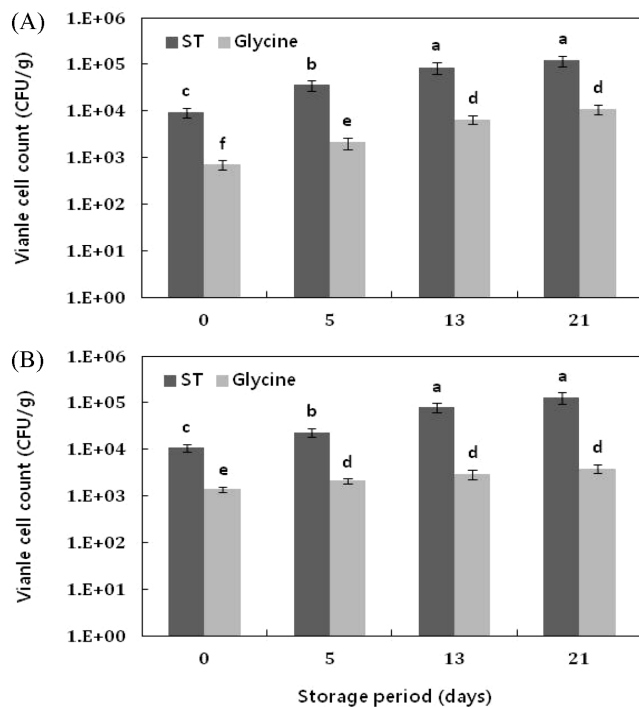


Fig. 4. The comparison of microbial growth by storage period with and without 0.5% (w/w) glycine in (A) low-salted squid jeotgal and (B) low-salted myungran (pollack roe) jeotgal. Values marked above the bar with different letters are significantly different by ANOVA with Duncan's multiple range test at $p<0.05$.

노태질소 함량은 오징어 젓갈의 경우와 반대로 0.51 ppm 수준에서 0.44 ppm 내외로 감소하였다. 이러한 현상은 현미경 관찰 결과에서 저염 명란 젓갈의 경우 오징어 젓갈과는 달리 곰팡이류가 발견된 점을 감안시, 항균 성분에 의해 단백질 분해력을 가진 곰팡이균의 생육이 억제되어 아미노태질소 성분 생성이 감소하는 것으로 사료된다(Han 등, 2015; Kim 등, 2015; Kim과 Lee, 1997). 저염 명란 젓갈에서 다른 천연항균제인 키토산, 박테리옌을 첨가한 경우도 글리신 처리구와 유사하게 pH, 염도가 감소하고 황색도와 아미노태질소 함량도 유의차($p<0.05$) 있게 감소하였다.

저장 기간별 항균제 효과

저염 오징어 젓갈에 0.5% (w/w) 글리신을 혼합 후 저장기간별로 총균수의 변화를 고찰한 결과 Fig. 4A와 같이 10°C의 냉장조건에서 21일 경과 후에도 90%의 살균률이 유지되어 10¹ CFU/g의 감균 효과가 지속되었다. 저염 명란 젓갈의 경우에도 Fig. 4B와 같이 동일 함량의 글리신 첨가시 냉장 21일 후에도 97%의 살균효과가 지속되어 무처리구 1.3×10⁵ CFU/g 대비 3.9×10³ 수준으로 감균되어 2 log 내외의 감소하였다.

이상의 결과에서 기존 염도 10% 내외의 일반 젓갈류에 비해 염도를 50% 내외 낮춘 4-6%의 저염 젓갈에 아미노산 계통의 항균성 소재인 글리신을 0.5-1.0% (w/w) 첨가시 냉장 유통 조건에서 미생물 안전성 확보가 가능하여 상업적으로 활용 가능성이 높다고 할 수 있다.

요 약

기존 대비 염함량을 50% 내외 감량한 염도 4-6%의 저염 오징어 및 명란 젓갈의 미생물 안전성을 확보하기 위해 상업적 항균제 7종의 적용 실험을 진행하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 저염 젓갈 내 자생하고 있는 균총을 살펴본 결과 간균인 *Lactobacillus* sp.와 구균인 *Streptococcus* sp., *Pediococcus* sp., *Luconostoc* sp. 등의 젓산균이 80%를 차지하는 우점균으로 나타났으며, 오징어 젓갈에는 yeast가 명란젓에는 fungi가 추가로 관찰되었다. 젓산균 계통의 미생물의 살균 및 생육억제에 효과가 있다고 알려진 5종의 상업적 항균제를 저염 오징어 젓갈 중량 대비 0.5% (w/w)를 조미배합 과정에서 첨가, 혼합하여 총균수의 변화를 고찰한 결과 글리신이 94.20%, 폴리라이신이 92.78%의 살균률을 보여 10¹ CFU/g 내외의 감균 효과를 나타내었으며, 저염 명란 젓갈에서도 0.5% (w/w) 글리신이 90.87%의 살균률을 나타내었다. 저염 젓갈의 균 제어에 효과적인 글리신은 조미료로도 많이 사용되는 아미노산 계통의 항균성분으로 그람 음성균 및 양성균 모두에 대해 살균효과를 가지고 있으며, 특히 유기산과 병용 사용시 감균 및 생육 억제에 있어 효과적인 것으로 알려져 있다. 저염 오징어 젓갈에 0.5% (w/w)의 글리신을 혼합 후 저장기간별로 총균수의 변화를 고찰한 결과 10°C의 냉장조건에서 21일 경과 후에도 90%의 살균률이 유지되어 10¹ CFU/g의 감균 효과가 지속되었으며, 저염 명란 젓갈의 경우에도 저장시 97%의 살균효과

가 지속되어 무처리구 대비 10^2 CFU/g 내외 감소하였다. 따라서 글리신은 다양한 수산물을 원료로 사용한 저염 젓갈의 균 제어에 활용할 수 있는 효과적인 상업적 항균제로 판명되었다.

References

- Ahn SH, Kwon JS, Kim K, Yoon JS, Kang BW, Kim JW, Heo S, Cho HY, Kim HK. Study on the eating habits and practicability of guidelines for reducing sodium intake according to the stage of change in housewives. *Korean J. Community Nutr.* 17: 724-736 (2012)
- Cheigh CI, Mun JH, Chung MS. Nonthermal sterilization and shelf-life extension of seafood products by intense pulsed light treatment. *Korean J. Food Nutr.* 25: 69-76 (2012)
- Cho HR, Park UY, Chang DS. Studies on the shelf-life extension of *Jeotkal*, salted and fermented seafood. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 652-660 (2002)
- Ha TM, Jeon DY, Im HC, Yoon YH, Shin MY, Yoon KB, Kim JB. Antimicrobial activity of *Maesil* (*Prunus mume*) extract against *Vibrio vulnificus*. *J. Food Hyg. Saf.* 32: 163-169 (2017)
- Han JS, Cho HR, Cho HS. Study for the establishment of the quality index of low-salted *Myungran-jeot*. *Korean J. Food Cookery Sci.* 21: 440-446 (2005)
- Hong WJ, Kim SM. Quality characteristics, shelf-life, and bioactivities of the low salt squid *Jeot-gal* with natural plant extracts. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 42: 721-729 (2013)
- Jang GH, Seo DY, Oh SC. Changes of the nucleotides and their related compounds according to the ripening process of low salt fermented squid. *J. Korean Oil Chem. Soc.* 33: 304-310 (2016)
- Jung SW, Song JH, Lee KG, Hong KW, Lee SJ. Inhibitory effects of temperature and vinegar against indicator organisms in raw fishes for sushi ingredient during chilled storage. *Food Eng. Prog.* 10: 192-200 (2006)
- Kim JJ, In YW, Oh SW. Antimicrobial activity of citral against *Salmonella Typhimurium* and *Staphylococcus aureus*. *Korean J. Food Sci. Technol.* 43: 791-794 (2011)
- Kim B, Jung S, Choe JH, Liu XD, Jo C. Microbiological and sensory characteristics of electron beam irradiated squid *Jeotkal* and its ingredients. *J. Agri. Sci.* 35: 155-165 (2008)
- Kim DH, Kim JH, Yook HS, Ahn HJ, Kim JO, Sohn CB, Byun MW. Microbiological characteristics of gamma irradiated and low-salted fermented squid. *Korean J. Food Sci. Technol.* 31: 1619-1627 (1999)
- Kim SM, Lee KT. The shelf-life extension of low-salted *Myungran-Jeot* 1. The effects of pH control on the shelf-life of low-salted *Myungran-Jeot*. *J. Korean Fish. Soc.* 30: 459-465 (1997)
- Kim JS, Park JB, Jang SW, Kwon DH, Jang, MH, Lee MO, Ha SJ. Determination of antibacterial activity from *Tricholoma matsutake* extract and its application to low salted *Jeot-gal*. *KSBB J.* 30: 253-256 (2015)
- Kyung KH. Growth inhibitory activity of sulfur compounds of garlic against pathogenic microorganisms. *J. Fd. Hyg. Safety.* 21: 145-152 (2006)
- Li J, Kim BS, Kang SG. Preparation and characteristics of *Haliotis Discus Hannai Ino* (abalone) viscera *Jeotgal*, a Korean fermented seafood. *Korean J. Food Preserv.* 21: 1-8 (2014)
- Lim S, Yang MS, Kim SH, Mok C, Woo GJ. Changes in quality of low salt fermented anchovy by high hydrostatic pressure treatment. *Korean J. Food Sci. Technol.* 32: 111-116 (2000)
- Oh SC. Influences of squid ink added to low salt fermented squid on its changes in lactic acid bacteria. *Korean J. Food Nutr.* 26: 678-684 (2013)
- Yoon JH, Kang SS, Lee KC, Kho YH, Choi SH, Kang KH, Park YH. *Bacillus jeotgali* sp. nov., isolated from *Jeotgal*, Korean traditional fermented seafood. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 51: 1087-1092 (2001)
- Yoon J, Lee W, Kang J, Lee J, Lee M. Manufacture of squid *Jeotgal* by the improved process. *J. Korean Fish. Soc.* 36: 333-339 (2003)
- Yu MH, Chae IG, Jung YT, Jeong YS, Kim, HI, Lee IS. Antioxidative and antimicrobial activities of methanol extract from *Rosmarinus officinalis* L. and their fractions. *J. Life Sci.* 21: 375-384 (2011)