

## 게맛살로부터 분리한 부패 미생물에 대한 예측 성장 모델의 개발

문성양, 조선희, 홍성수, 신일식

강릉대학교 해양생명공학부

### 서론

식품 위생과 관련하여 그 안전성 확보를 위한 새로운 기술로서 수학적 모델을 이용하여 미생물의 성장 변화를 예측하는 예측미생물학 분야의 중요성이 최근 크게 대두되고 있으며, 이러한 예측미생물학은 정성적 분석 결과 및 경험치의 의존도가 높은 HACCP 시스템의 단점을 보완함과 동시에 병원미생물의 정량적 위험도 평가를 위한 저비용의 유효수단으로 높이 인정되고 있다. 이에 본 연구에서는 수산가공식품 중 많은 수요를 차지하고 있는 게맛살에 대하여 주요 부패 세균을 분리하고, 이들을 직접 게맛살에 접종하여 게맛살 주 부패 세균에 대하여 다양한 환경요인의 변화에 따른 성장을 관찰하고 그 성장을 예측할 수 있는 수학적 모델을 완성하였다. 그 결과, 실제 게맛살에서 게맛살의 주 부패 세균의 성장과 수학적 모델에 의한 예측치는 양호하게 일치하였으며 초기 균의 농도, 온도 등과 같은 환경요인의 복합적인 변화에 따른 균의 성장을 수학적 모델에 의해 예측이 가능하였다.

### 재료 및 방법

게맛살을 25℃ incubator에서 3일간 방치 후 생리식염수로 균질화 한 후, Brain heart infusion (BHI) agar plate에 100 $\mu$ l를 도말하여 37℃에서 24시간 배양하였다. 증식한 colony의 특징을 관찰하여 group 별로 분류한 후 검출빈도가 높은 두 group을 게맛살의 주요 부패세균으로 선정하였으며, 분리한 두 부패균을 검출 빈도와 일치하게 혼합하여 -80℃동결보존하면서 실험에 사용하였다. 전배양된 혼합 균주를 일정 크기로 절단한 게맛살에 초기균수가 10<sup>1</sup>, 10<sup>2</sup>, 10<sup>3</sup> CFU/ml 가 되도록 접종하여 각 온도별(15℃, 20℃, 25℃)로 배양하면서 시간에 따른 균의 성장을 관찰하였다. 또한 주 부패균들에 대하여 gram stain, spore stain, motility test, catalase test 등을 통하여 생화학적 특징을 관찰 하였다.

## 결과 및 고찰

게맛살을 25℃에서 3일간 방치한 후 검출 빈도가 높은 colony별로 그룹화하여 2종의 주 부패균을 분리하였으며, 이들의 생화학적 특징을 검사한 결과, *Bacillus* sp. 와 일치하는 특징을 보였다. 게맛살의 환경요인에 따른 균의 성장을 알아보기 위해서 각기 다른 온도(15℃, 20℃, 25℃)와 초기 균수( $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$  CFU/ml)에서 배양하여 균의 생육지표치인 최대증식속도상수 k에 대하여 온도와 초기균수와의 관계를 평방근 모델을 이용하여 다음과 같이 나타내었다.

초기균수가  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$  CFU/ml일 때, 각각,  $\sqrt{k}=0.03040 \times (T-6.03079)$ ,  $\sqrt{k}=0.02988 \times (T-6.16174)$ ,  $\sqrt{k}=0.02612 \times (T-4.47455)$  로 나타났으며, 최대증식속도상수 k에 미치는 초기균수의 영향은 온도에 비하여 매우 적은 것으로 나타났다. 또한, 실험은 실제 게맛살을 대상으로하여 실험치와 모델에 의한 예측치가  $R^2=0.83$ 의 다소 낮은 상관 관계를 나타냈으나 반복실험을 통해 보완이 가능할 것으로 보인다. 이상의 결과로, 균의 생육 지표인 최대증식속도 상수 k를 모델식을 이용해 각 환경 조건에서 예측이 가능하게 됨으로써, 고차 수산가공식품인 게맛살에 대한 신속하고 정량적인 위험도 평가가 가능한 저비용의 수단으로 이용이 가능할 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

- Augustin, Jean-Christophe and Vincent Carlier., 2000. Modelling the growth rate of *Listeria monocytogenes* with a multiplicative typemodel including interationsbetween environmental factors. *Int. J. Food Microbiology*. 56, 53-70.
- Baranyi, Jozsef and Terry A. Roberts. 1995. Mathematics of predictive food microbiology. *Int. J. Food Microbiology*. 26, 199-218.
- Fujikawa, Hiroshi and Yataro, Kokubo. 1999. Microbiology Food Safety Assurance with Quantitative Risk Assessment. *Jpn. J. Food Microbiology*, 16(2), 87-97
- Presser, K. A, Ratkowsky, D. A., Ross, T., 1997. Modelling the growth rate of *Escherichia coli* as a funrion of pH and lactic acid concentration. *Appl. Environ. Microbiol.* 63, 2335-2360.
- Ratkowsky, D. A., J. Olley, T. A McMeekin, and A. Ball. 1982. Relationship between temperature and growth rate of bacterial cultures. *J. Bacteriol.* 149:1-5.
- Yano, Nobuhiro. 1998. Predictive Microbiology and Its Application in Food Industry. *Jpn. J. Food microbiology*, 15(2), 81-87.