

## 수학적 모델을 이용한 *Vibrio parahaemolyticus*의 성장 예측

문성양, 김태규, 조선희, 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 HACCP시스템의 단점을 보완함과 동시에 병원미생물의 정량적 위험도 평가를 위한 저비용의 유효수단으로 높이 인정되고 있다. 이에 본 연구에서는 수산 식품관련 대표적 병원미생물인 *Vibrio parahaemolyticus*를 대상으로 환경요인의 변화에 따른 성장변화를 정량적으로 예측하기 위한 수학적 모델의 적용가능성을 검토하였다. 그 결과, *V. parahaemolyticus*의 배양실험을 통하여 측정된 생균수값과 수학적 모델을 이용한 예측치는 양호하게 일치하였으며 초기균의 농도, 온도, pH 등과 같은 다양한 환경요인의 복합적 변화에 따른 유도기, 세대시간, 증식속도 등을 실제 배양실험을 거치지 않고서도 수학적 모델에 의해 예측이 가능하였다.

### 재료 및 방법

본 실험에 사용한 표준 균주로는 *Vibrio parahaemolyticus* ATCC 2210001을 이용하였다. 배지로는 추후 실제 게맛살에 적용하기 위하여 Modified Broth(peptone 10g, NaCl 10g, yeast extract 10g, dextrose 10g, disodium phosphate 2.5g, distilled water 1 l) 배지를 pH 6, 7, 8로 조정 후 pH, 온도(15°C, 20°C, 37°C), 초기 접종 균농도( $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ )를 달리하여 배양 실험을 행하였다. 배양 시간별 균수는 표준 평판배양법으로 생균수를 측정하였다.

### 결과 및 고찰

균주의 최초 균수에 따른 최대증식속도상수 k에 미치는 환경인자(온도, pH)의 복합적인 영향을 표현하는 다항식에 대하여 통계분석프로그램인 SPSS를 이용하여 해석한 결과, 최초 균수가  $1.0 \times 10^2$  CFU/ml 일때는 k =

-0.998+0.6587 · pH + 0.04328 · T( $r^2=0.965$ , 표준 오차  $\pm 0.09085$ ),  $1.0 \times 10^3$  CFU/ml은  $k = -0.766 + 0.02308 \cdot \text{pH} + 0.04526 \cdot T$ ( $r^2=0.999$ , 표준오차  $\pm 0.02744$ ), 그리고  $1.0 \times 10^4$  CFU/ml의 경우  $k = -0.768+0.06333 \cdot \text{pH} + 0.03036 \cdot T$ ( $r^2=0.966$ , 표준오차  $\pm 0.06628$ )의 관계식을 구하였다. 본 연구의 결과로부터 실험 조건(최초 균수 :  $10^2 \sim 10^4$ , 온도 :  $15^\circ\text{C} \sim 37^\circ\text{C}$ , pH : 6~8) 범위내에서 임의의 최초 균수, 온도 및 pH 조건에서 k값을 예측할 수 있으며, 예측된 k값을 Gompertz model에 적용함으로써 *V. parahaemolyticus*의 시간 경과에 따른 생균수 변화를 배양 실험에 의존하지 않고서도 예측이 가능하게 되었다.

### 참고 문헌

- Ratkowsky, D. A., Ross, T., 1995. Modelling the bacterial growth/no growth interface. Lett. Appl. Microbiol. 20, 29-33.
- Ratkowsky, D. A., R. K. Lowry, T. A. McMeekin, A. N. Stokes and R. E. Chandler. 1983. Model for Bacterial Culture Growth Rate Throughout the Entire Biokinetic Temperature Range. Journal of bacteriology, June 1983, 1222-1226.
- 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.
- Delignette-Muller, M.L. 1998. Relation between the generation time and the lag time of bacterial growth kinetics. Int. J. Food Microbiology. 43, 97-104.