PB-14

수학적 모델을 이용한 *Listeria monocytogenes*의 성장 예측

문성양, 박진화, 김태규, 이상수, 배승권*, 박욱연*, 신일식

강릉대학교 해양생명공학부, *강원도립대학 식품생명과학과

서 론

식품 위생과 관련하여 그 안정성 확보를 위한 새로운 기술로서 수학적 모델을 이용하여 미생물의 생장 변화를 예측하는 예측미생물학 분야의 중요성이 최근 크게 대두되고 있다. 수학적 모델은 정성적 분석 결과 및 경험치의 의존도가 높은 HACCP시스템의 단점을 보완함과 동시에 병원미생물의 정량적 위험도 평가를 위한 저비용의 유효수단으로 높이 인정되고 있다. 한편 복잡한 사회구조 및 식생활 패턴의 변화로 인하여 냉동 냉장에 의한 보관 및 유통의 의존도가 높은 패스트 푸드의 수요가 증대됨에 따라 저온성 병원 세균등에 의한 식중독 사례가 전 세계적으로 빈번하게 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 저온성 병원 세균의 대표적인 *Listeria monocytogenes*를 대상으로 배양과정 중의 성장 변화를 정량적으로 예측하기 위한 수학적 모델의 적용가능성을 검토하였다.

재료 및 방법

본 실험에 사용한 표준균주로서는 *Listeria monocytogenes* ATCC 19113을 이용하였다. 배지로서는 BHI broth(Difco) 액체 배지를 이용하였으며 Lactic acid 와 3N NaOH 로 pH 6, 7, 8로 보정한 후 각 pH에서 온도별(5℃, 25℃, 37℃)로 배양 실험을 행하였다. 배양 과정 중의 시간별 균 수는 평판 배양법으로 생균수를 측정하였다.

수학적 예측 모델

a) 1차 모델(Compertz equation) - 균체의 증식 모델

$$\log N = A + C \exp[-\exp\{-B(t-M)\}] \quad \text{---------- (1)}$$

N: 균체량, A: 초기 균수의 대수치, C: 균체의 증가량, t: 시간, B, M:증식 parameter

b) 2차 모델(Arrenius형 모델) - 균수의 증식에 미치는 온도의 영향

$$k = A \exp(-Ea/RT) \quad \text{---------- (2)}$$

k: 최대증식속도상수, A: 빈도 상수, Ea: 활성화 에너지(J/mol)

R: 기체 상수(8.31J/mol/K), T: 절대 온도,

결과 및 고찰

미생물의 배양 과정 중에 나타나는 sigmoid 형태의 증식 곡선을 연속함수로 표현하는 다양한 모델식이 보고되고 있으나, 그 중에서도 (1)식에 표현된 Gompertz식이 대표적이라 할 수 있다. 이에 서로 다른 배양 조건 하에서 실험에 의해 측정한 균 수와 Gompertz 모델식에 의한 계산치를 비교 검토하였다. 그 결과 실험치와 계산치는 양호하게 일치하여 균의 성장을 예측하는 모델식으로서의 적용가능성을 확인하였다. 또한, 서로 다른 pH(6, 7, 8) 및 온도(5, 25, 37℃)범위에서의 배양실험 결과, 최적 pH 및 배양 온도는 각각 pH 8, 37℃로 나타났다. 한편, 환경요인의 변화가 균의 증식에 미치는 영향을 조사하기 위하여 Arrehenius식(2)을 이용하여 온도와 최대증식속도상수와의 관계를 조사하였다. 그 결과 이들의 관계는 Arrehenius식에 의해 표현 가능하며, 이때의 활성화에너지값은 68983.8J/mol이었다. 또한, 최대증식속도 k가 0이 되는 최저 온도는 약 -0.98℃로 추정되었으며, 문헌치(1℃)와 근사한 값을 보였다.

참고 문헌

Hiroshi Fujikawa. 1998. Predictive Food Microbiology and Its Present state. J. Antibact. Antifung. Agent Vol.26, No. 8, 123-137.

Jean-Christoph Augustin, Vincent Carlier. 2000. Modelling the groth rate of Listeria monocytogenes with a multiplicative type model including interactions between environmental factors. Int. J. Food Microbiology. 56, 53-70.

Nobuhiro Yano. 1998. Predictive Microbiology and Its Application in Food Industry. Jpn. J. Food microbiology, 15(2), 81-87.

Tom Ross, Paw dalgaard, suwunna Tienungoon. 2000. Predictive modelling of the groth and survial of Listeria in fishery products. Int. J. Food Microbiology. 62, 231-245.