

建模背景

在食品加工与保藏过程中，微生物的生长行为直接影响食品的安全性与货架期。为了有效控制微生物污染并优化加工工艺，建立能够反映环境因素对微生物生长速率影响的数学模型具有重要意义。本模型聚焦于温度、pH值、水活度 (Aw) 以及时间等关键参数，构建了一阶常微分方程，用于描述微生物数量随时间变化的增长速率。该模型可用于预测不同加工条件下微生物的动态变化，为食品安全控制策略提供理论依据。

建模公式

建模中采用的微分方程形式如下：

$$\frac{dy}{dt} = r_{max} \cdot \left(1 - \frac{y}{K}\right) \cdot \frac{T - T_{min}}{T_{opt} - T_{min}} \cdot (1 - e^{-Aw \cdot t}) \cdot (1 - |pH - pH_{opt}|)$$

该公式综合考虑了温度对生长速率的基础影响、水活度随时间对微生物活性的增强作用、pH值偏离最适范围带来的抑制效应，以及种群密度对增长的自我限制机制。模型中的各项因子相互耦合，反映了多因素协同作用下微生物的动态生长行为，适用于食品加工过程中微生物风险评估与工艺优化的模拟分析。