

建模背景

在食品加工与制造过程中，热处理是影响食品品质的重要因素之一。高温处理虽然有助于杀菌和延长保质期，但同时也会导致食品中热敏感性营养成分（如维生素C、B族维生素等）的损失，影响食品的营养价值和感官品质。因此，建立能够量化营养成分损失程度的数学模型，对于优化热处理工艺参数、平衡食品安全与营养保留具有重要意义。

本建模方法基于化学动力学原理，采用经验型积分方程形式，用于描述食品在不同温度和时间条件下，营养成分的损失程度。该模型考虑了温度对反应速率的影响，并通过活化能参数反映特定营养成分对热的敏感性。模型输出为一个介于0与1之间的值，表示营养成分的相对损失率，可用于食品加工过程的品质预测与控制。

建模公式

模型采用以下积分形式表达营养成分损失率：

$$\text{Loss} = \int_0^t k(T(\tau)) \cdot e^{-\frac{E_a}{R \cdot T(\tau)}} d\tau$$

其中，损失率 (Loss) 由时间积分区间 $[0, t]$ 内温度变化函数

$T(\tau)$ 及其对应的反应速率函数共同决定； E_a

为该营养成分的特征活化能，反映其热敏感性； R 为理想气体常数； $k(T)$

为与温度相关的速率系数。

在实际应用中，若温度为恒定值，模型可简化为离散形式进行快速估算，从而提升工程应用中的计算效率。该模型可进一步扩展为动态温度条件下的积分形式，以更准确地反映实际加工过程中的非稳态热处理情况。