

## 建模背景

在农业生产中，作物的生长速率受到多种环境因子和管理措施的综合影响。为了更好地预测和调控作物的生长过程，有必要建立一个能够反映关键环境变量与作物生长之间关系的数学模型。该模型旨在模拟作物生物量随时间的变化速率，并可用于农业管理中的决策支持，例如灌溉调度、施肥策略、环境调控等。模型基于经验函数构建，综合考虑温度、光照、水分、养分和CO<sub>2</sub>浓度等因素对作物生长速率的影响，适用于中短期作物生长过程的动态模拟。

## 建模公式

$$\text{GrowthRate} = k \cdot (1 - e^{-\alpha \cdot \text{light}}) \cdot \frac{\text{temp} - T_{min}}{T_{opt} - T_{min}} \cdot \left(1 - \left(\frac{\text{temp} - T_{opt}}{T_{max} - T_{opt}}\right)^2\right) \cdot \frac{\text{water}}{100} \cdot \frac{\text{nutrient}}{N_{max}} \cdot \left(1 + \beta \cdot \frac{\text{co2} - 400}{400}\right)$$

该模型中，各因子分别描述不同环境变量对作物生长速率的限制或促进作用。光照影响采用指数函数形式，模拟光强对光合作用的非线性响应；温度影响采用分段函数，分别描述低于最适温度和高于最适温度时的响应差异；水分和养分影响采用线性归一化方式，反映其在适宜范围内的供给水平；CO<sub>2</sub>浓度影响采用线性增强模型，体现其对光合作用的促进作用。所有因子相乘共同决定作物在特定环境条件下的生长速率。