

## 建模背景

植物的生长过程受到多种环境和生物因素的综合影响。为了在农业生产中实现精准调控与高效管理，有必要建立能够反映关键因子作用机制的数学模型。本模型旨在模拟植物单位时间内的生物量增长速率，考虑了温度、光照强度、土壤含水量、施肥量以及大气CO<sub>2</sub>浓度五个关键变量的作用。通过构建一个简化的偏微分方程模型，并设定标准化的环境参数与生理响应函数，我们能够量化不同因子对植物生长的促进或限制效应，为农业生产决策提供理论依据与技术支持。

## 建模公式

模型采用基于逻辑斯蒂增长的扩展形式，描述植物在不同环境条件下的生长速率变化，其核心偏微分方程如下：

$$\frac{\partial B}{\partial t} = r \cdot B \cdot \left(1 - \frac{B}{K}\right) \cdot T_{\text{response}} \cdot L_{\text{response}} \cdot W_{\text{response}} \cdot N_{\text{response}} \cdot C_{\text{response}}$$

其中，\$ T\_{\text{response}} \$

表示温度对生长的响应函数，采用分段线性形式描述温度在适宜范围内的非对称响应；\$

\$ L\_{\text{response}} \$ 和 \$

\$ W\_{\text{response}} \$

分别表示光照和水分的指数饱和型响应函数；\$

$N_{\text{response}}$  和  $C_{\text{response}}$  分别代表养分和 $\text{CO}_2$ 浓度的线性增强效应。所有响应函数均归一化处理，以保证模型的可比性和稳定性。通过该模型，可以系统评估环境因子对植物生长速率的综合影响。