



# 钾镁肥优化施用对烤烟后期光合荧光特性和碳氮代谢酶活性的影响

谢榕榕<sup>1</sup>，柯玉琴<sup>2</sup>，李文卿<sup>1, 3\*</sup>，郑朝元<sup>1</sup>，吴良泉<sup>1</sup>,



- 1.福建农林大学资源与环境学院国际镁营养研究所， 中国福州350000
- 2.福建农林大学资源与环境学院生命科学学院， 中国福州350000
- 3.福建省烟草专卖局烟草科学研究所，中国福州350000

## 1 前言

镁对植物极为重要，叶片中约75 % 的镁参与蛋白合成，15 %-20 % 的镁与叶绿素合成有关，作为参与光合碳固定和代谢的一系列酶与辅助因子，活化酶包括1,5-二磷酸羧化酶（RuBP）、蛋白激酶。镁在土壤中的有效性低，一是镁离子具有较大的水合半径，与土壤胶体吸附性差，易被淋洗损失，特别是在雨量充沛的南方烟区土壤镁的有效性低。二是离子间的拮抗作用，植物吸收钾、钙、镁表现出拮抗作用也是导致土壤镁养分有效性低的原因之一。烤烟生产中常施用较高的钾肥，以提高烟叶钾含量，提高烟叶产量和品质；但传统烤烟种植上常忽视镁肥的补充，影响烟株生长和品质形成；较高施钾量进一步抑制烟株镁吸收。本研究通过优化钾镁施肥处理，通过减少钾肥施用，增加镁肥施用，达到平衡烟株营养的效果，为优化烤烟田间养分管理提供有效措施建议和指导。

## 2 材料与方法

### 2.1试验地点和品种

试验地点：福建省烟科所宜溪科研基地；

试验品种：翠碧一号(*Nicotiana tabacum* L. cv CB-1)；

基础地力表				
指标	pH	有效磷 mg/kg	速效钾 mg/kg	交换性镁 mg/kg
值	4.96	52.05	36.15	24.99

### 2.2试验设计

根据氮磷钾的配比，共设4个处理。

T1, N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=1：0.68：3,对照，施钾量(K<sub>2</sub>O)为315 kg/hm<sup>2</sup>,不施镁肥。  
T2, N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=1：0.68：2, 钾肥优化处理，施钾量(K<sub>2</sub>O)为210 kg/hm<sup>2</sup>,不施镁肥。  
T3: N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=1：0.68：2, 施钾量(K<sub>2</sub>O)为210 kg/hm<sup>2</sup>,每公顷增施19.5 kg MgO。  
T4: N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=1：0.68：2, 施钾量(K<sub>2</sub>O)为210 kg/hm<sup>2</sup>, 每公顷增施39 kg MgO。

各处理施氮量105 kg/hm<sup>2</sup>，施磷量为71.4 kg/hm<sup>2</sup>，肥料种类分别为专用肥（N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=12：8：22）885 kg/hm<sup>2</sup>，复合肥（N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=15：15：15）15 kg/hm<sup>2</sup>，基肥：追肥比例为66：34。T1处理硫酸钾（N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=0：0：55.1）240 kg/hm<sup>2</sup>，T2、T3和T4处理硫酸钾45 kg/hm<sup>2</sup>，均在烟株大开盘时双侧条施；镁肥为化学纯氧化镁，全部在移栽前1周条施。每处理种植98株，行株距为1.2 m×0.5 m，随机区组排列，重复3次。2019年1月25日移栽。除试验处理不同外，其余栽培措施均参照当年优质烟生产技术方案进行。

### 2.3测定项目

移栽前取土样，测定土壤中pH、有效磷和速效钾、交换性镁，以及微量元素的含量。在上部叶成熟期（5月29日）每个处理取倒2～3叶位叶片，带回实验室，剔除主脉后用于测定各生理指标。

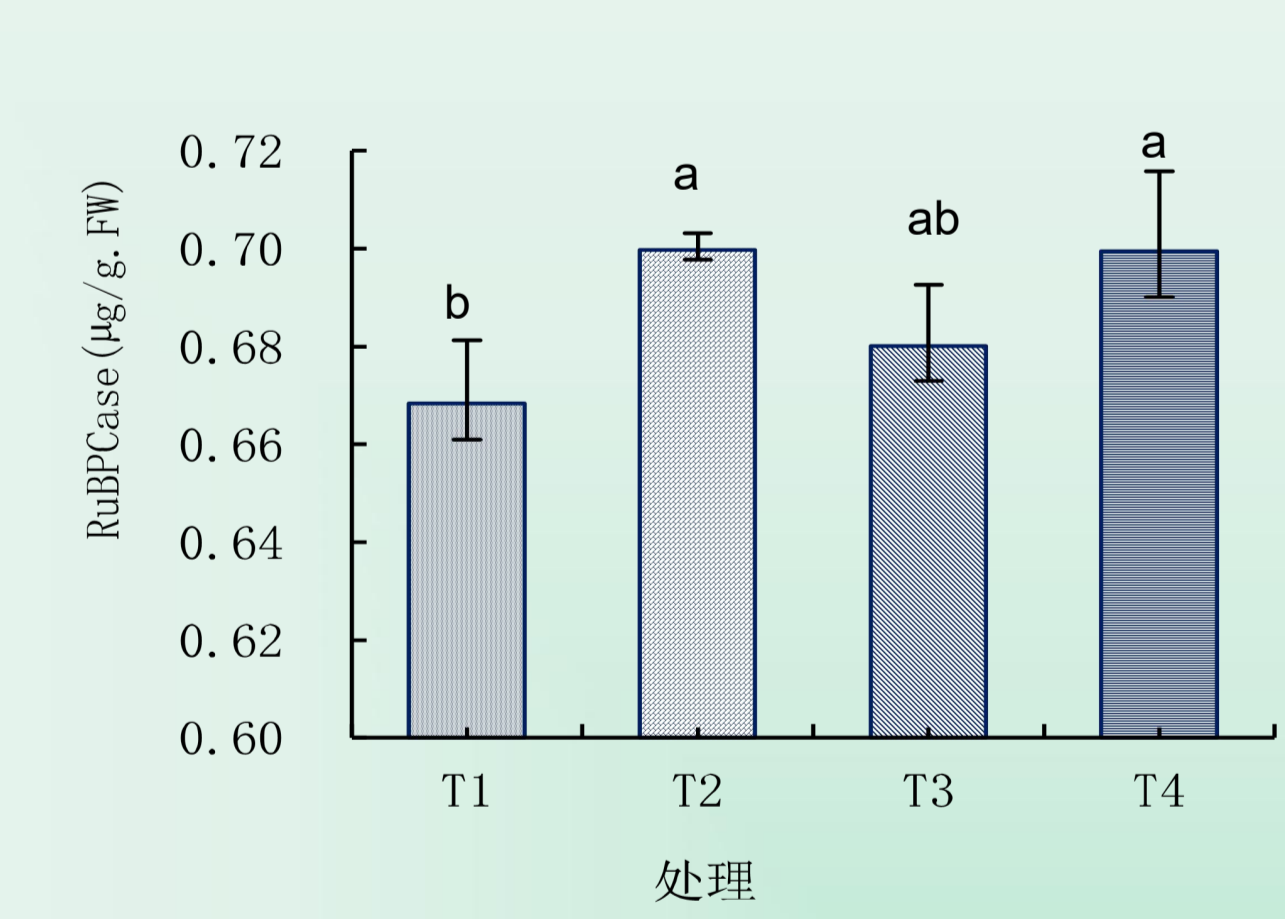


图1不同处理对采收期烤烟RuBPCase活性的影响

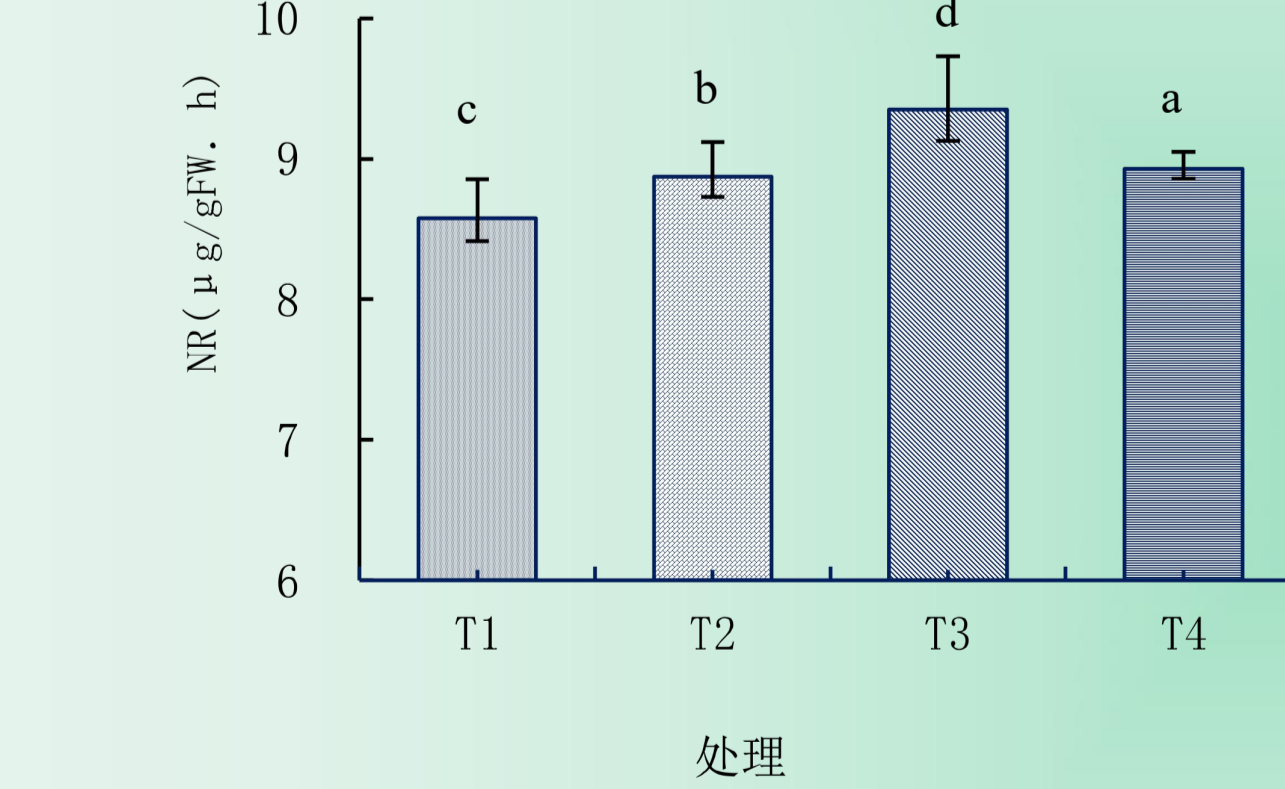


图2 不同处理对采收期烤烟NR活性的影响

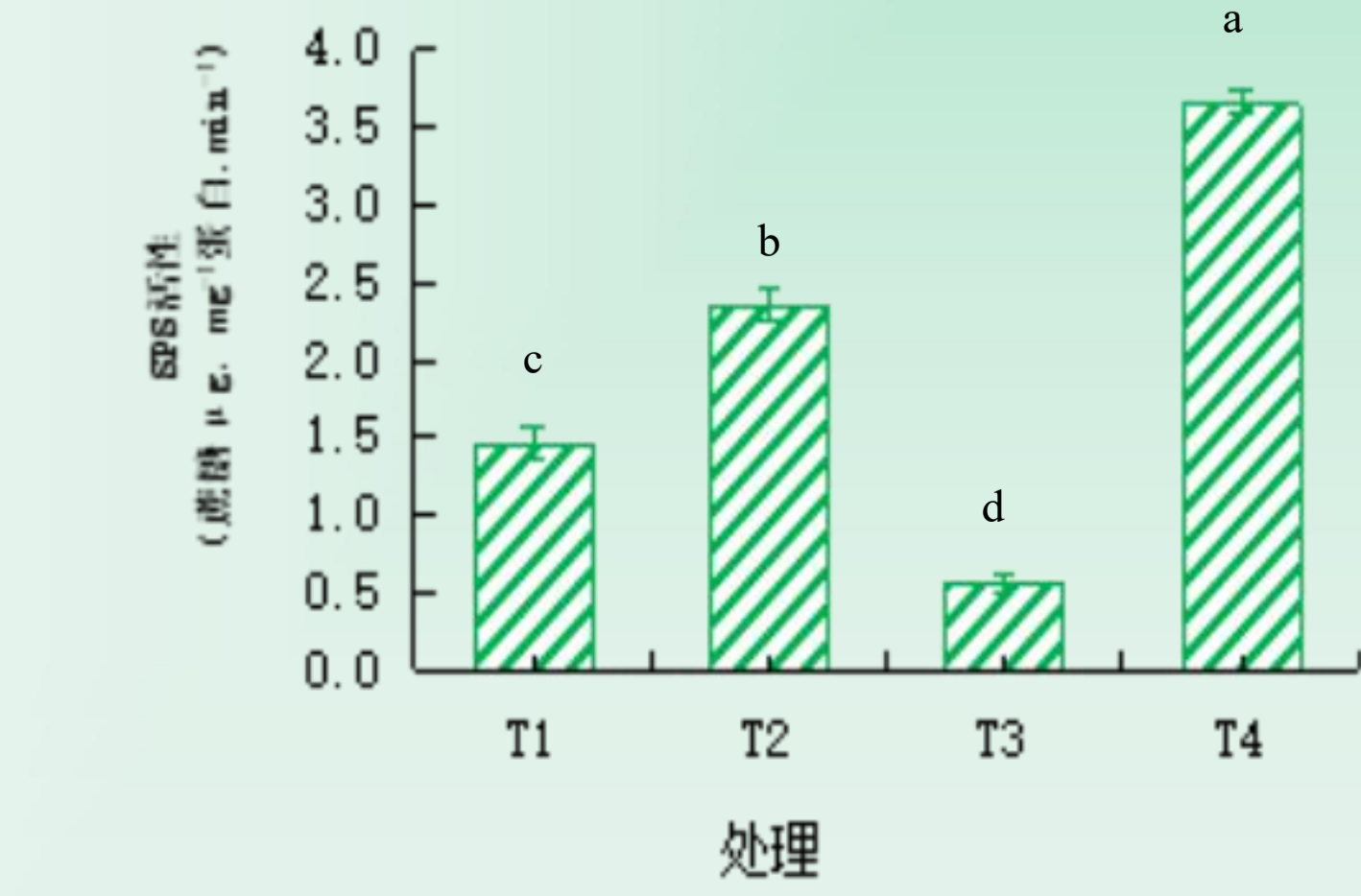


图4不同处理对采收期烤烟SPS活性的影响

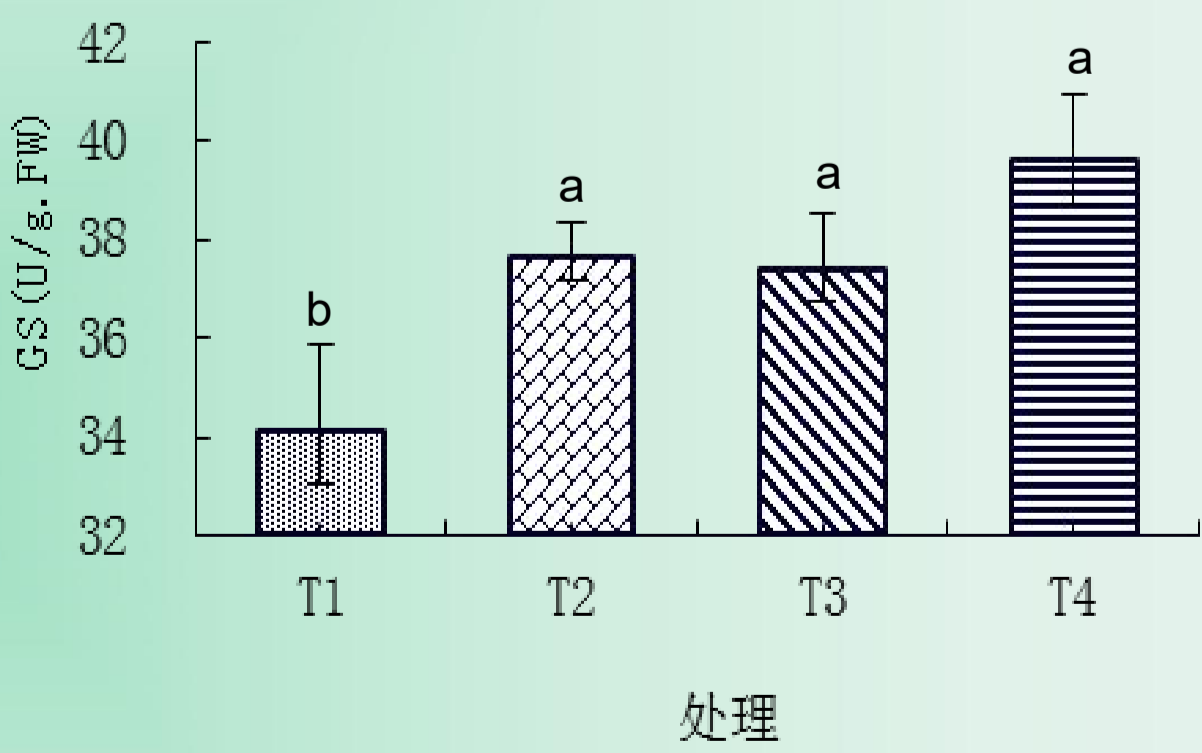
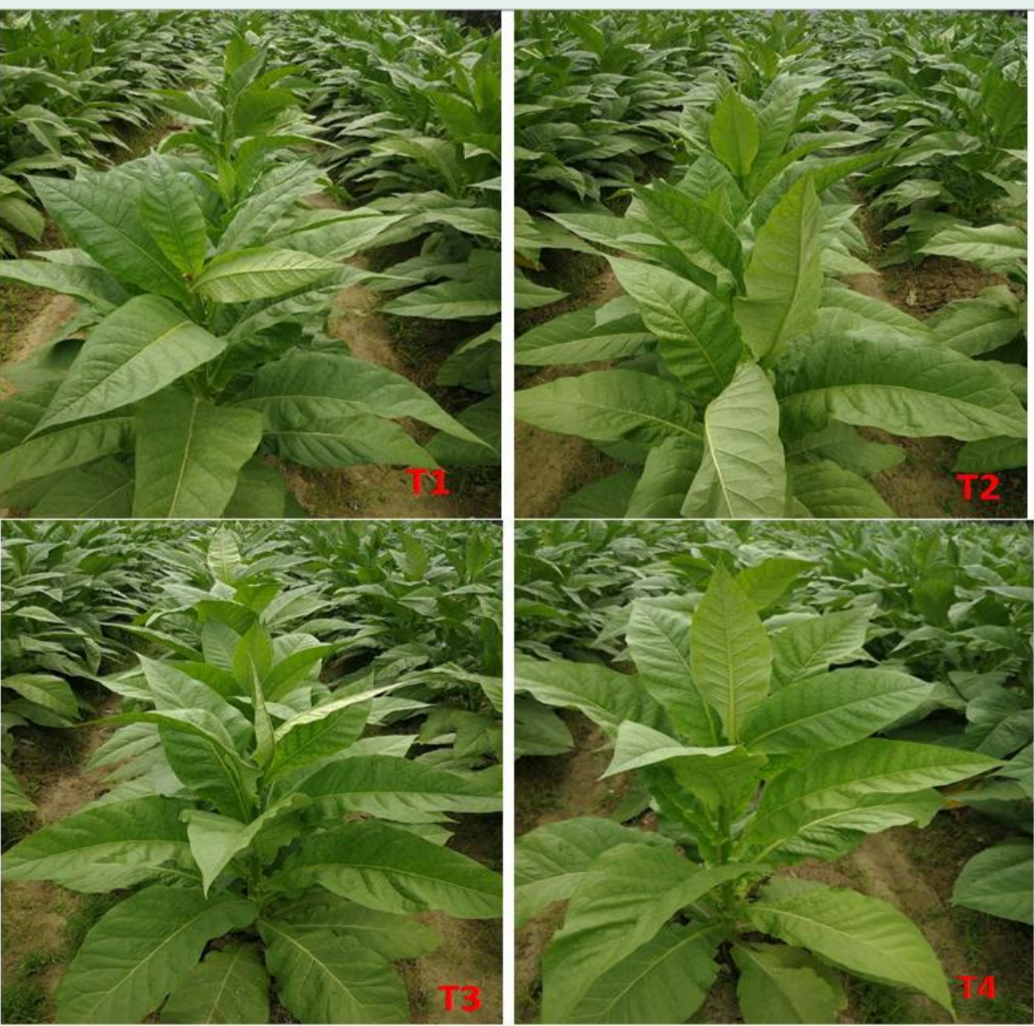


图3不同处理对采收期烤烟GS活性的影响

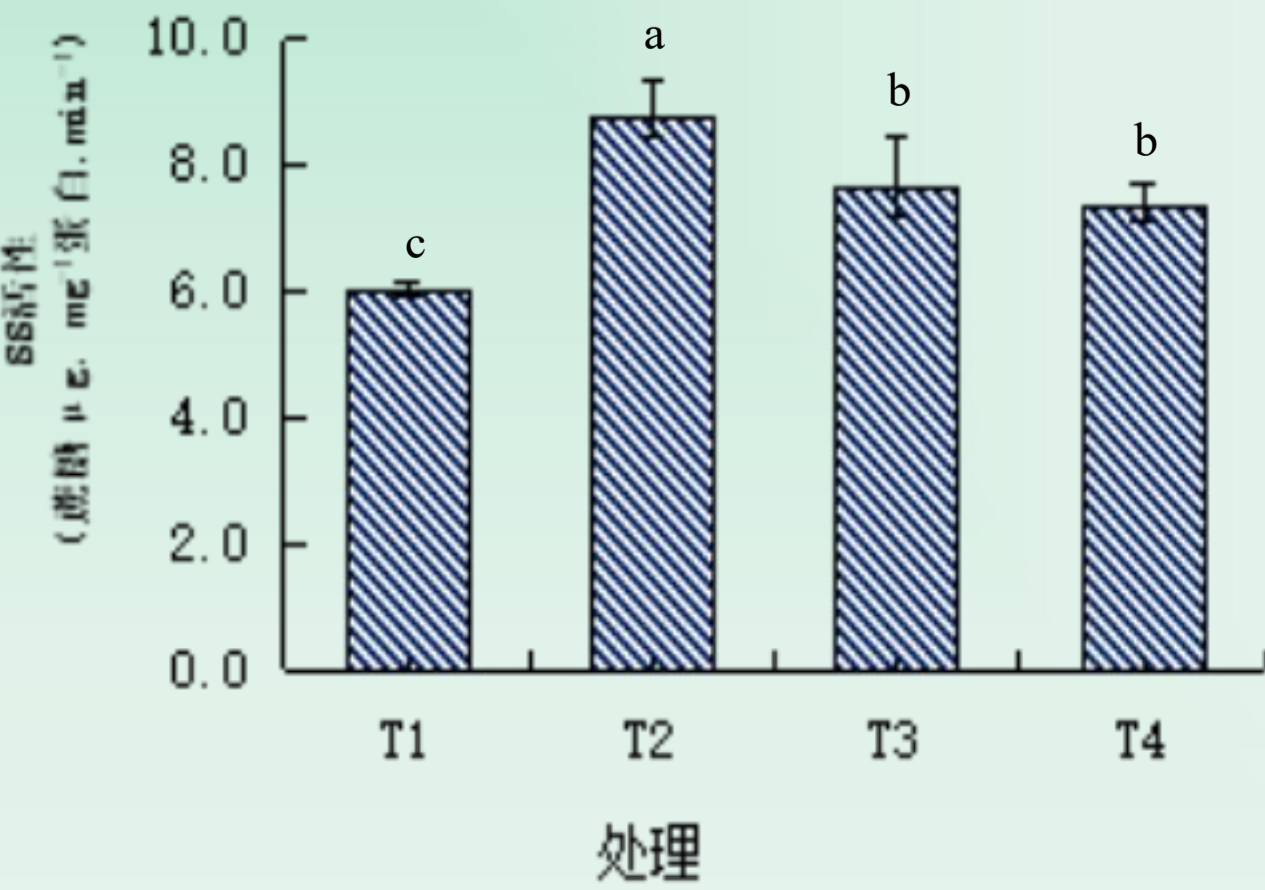


图5不同处理对采收期烤烟SS活性的影响



T1

T2



T3

T4

表1不同处理对采收期烤烟叶绿体色素含量(mg/g.FW)的影响

处理	Chl	Chla	Chlb	Car
T1	0.837cB	0.655cB	0.183cB	0.229bC
T2	0.855cB	0.660cB	0.194bcAB	0.237bBC
T3	0.936bA	0.730bA	0.207abAB	0.269aAB
T4	0.990aA	0.772aA	0.217aA	0.274aA

表2不同处理对采收期烤烟光合参数的影响

处理	Pn (μmolCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ·s)	Tr (mmol H <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> ·s)	Gs (mmolH <sub>2</sub> O/m <sup>2</sup> ·s)	Ci (mg/L)
T1	17.63bB	3.17cC	261.00bB	227.67aA
T2	20.87aA	3.34cC	317.67aA	215.33bA
T3	21.07aA	4.17aA	329.00aA	221.00abA
T4	19.27abAB	3.72bB	316.67aA	221.00abA

表3 镁不同施用量对采收期烤烟叶绿素荧光参数的影响

处理	Fo	Fm	Fv	Fv/Fm	Fv/Fo
T1	5418aA	27481cB	22010cC	0.801cB	4.441bB
T2	5269aA	31145bA	25825bB	0.831bA	4.929abAB
T3	5344aA	32423abA	27211abAB	0.839abA	5.204aAB
T4	5257aA	34093aA	28822aA	0.845aA	5.467aA



## 3 结果

### 3.1不同处理采收期烤烟光合特性的变化趋势

本研究结果表明生产上降低钾肥施用，烟叶叶绿素含量有增加的趋势；增加镁肥施用能显著提高叶绿素含量，主要提高叶绿素a含量，降低钾肥用量能够促进采收期烟叶叶绿体色素积累。优化施镁能提高采收期烤烟净光合速率，其中以施用19.5 kg（MgO）/hm<sup>2</sup> 镁肥效果最佳。与此同时，进一步分析叶绿素荧光参数，降低钾肥用量烤烟烟叶Fm、Fv、Fv/Fm值显著的增加，Fv/Fo也有增加的趋势，各处理中以钾镁比最低的T4 施用39 kg（MgO）/hm<sup>2</sup>处理时Fm、Fv、Fv/Fm、Fv/Fo值最高，烤烟叶光系统光化学反应功能最佳。综合采收期叶绿体色素含量、光合参数、叶绿体荧光参数，生产上通过降低钾肥施用，施入少量镁，能提高采收期光合作用中捕获光能的能力，将光能转化成化学能。

### 3.2不同处理采收期烤烟碳氮代谢的变化趋势

本研究结果表明施肥上降低钾肥用量，能有效提高烤烟RuBPCase活性的趋势，有利于促进采收期烤烟光合作用中碳同化进行。钾镁比例降低NR活性呈倒V型变化，施镁量为19.5 kg/ hm<sup>2</sup> 时NR活性最大。随着钾镁比例下降，GS活性呈增加趋势；各处理以优化加镁39 kg/ hm<sup>2</sup> 时GS活性最高，此时氮代谢过程中谷氨酰胺合成能力最强。说明镁肥施用能显著提高GS活性，促进氮代谢进行。增施镁肥19.5 kg/ hm<sup>2</sup> 时SPS活性最低，当优化处理外源施镁量达到39 kg/ hm<sup>2</sup> 时，烤烟SPS活性是优化施肥处理的1.5倍。降低钾镁比例显著影响SS活性，随钾镁比例降低SS活性呈倒V型变化。