

# 镁氯硼元素互作及后效对烤烟生长的影响<sup>①</sup>

张林<sup>1,2</sup>, 刘满强<sup>1</sup>, 徐经年<sup>2</sup>, 焦加国<sup>1</sup>, 唐经祥<sup>2</sup>,  
李田<sup>3</sup>, 刘碧荣<sup>2</sup>, 李辉信<sup>1\*</sup>, 祖朝龙<sup>2\*</sup>

(1 南京农业大学资源与环境科学学院, 南京 210095; 2 安徽省农业科学院烟草研究所, 合肥 230031;  
3 池州市烟草公司, 安徽池州 247000)

**摘要:** 通过连续 2 年的盆栽试验, 研究了镁(Mg)、氯(Cl)和硼(B)单施、互作及施肥后效对烤烟(云烟 87)农艺性状和经济性状的影响。结果表明, 单施 B 显著增加烤烟的产值, 且效果能维持到第 2 年; 单施 Mg 也有积极的效果; 单施 Cl 对烤烟经济产值无显著影响, 是否施 Cl 要依据土壤中 Cl 含量和元素互作等因素而定。Mg 与 Cl 按 1:1.51 配施对烤烟生长有促进作用, 特别在施肥当季作用明显, 显著增大中部叶片的长×宽, 提高了烤烟产值; Mg 与 B 按 1:0.08 配施后效促进了烤烟生长, 显著提高了烤烟产值。相比之下, Cl 与 B 按 1:0.05 配合施用, 在施肥当季对烤烟生长有抑制作用, 但后效显著增大了上部叶片长×宽, 有所提高产值, 对烤烟生长表现出一定的促进作用。Mg、Cl 与 B 按 1:1.51:0.08 结合施用, 在施肥当季较 Cl 与 B 配施及 CK 表现出一定的促进作用。总之, 合理的烤烟施肥措施应考虑营养元素的类型、配施比例、互作及后效。

**关键词:** 施肥; 交互作用; 后效; 烤烟生长; 产值  
中图分类号: S572; S062

烤烟(*Nicotiana tabacum* L.)是产量和品质并重的嗜好类作物, 土壤养分状况直接关系到烤烟的产量和品质<sup>[1]</sup>。镁(Mg)、氯(Cl)和硼(B)是烤烟生长发育必需的中微量元素, 有关 Mg、Cl、B 单施对烤烟生长发育的影响已有较多报道, 主要表现在促进烟株生长发育<sup>[2-3]</sup>、影响烟株生理代谢<sup>[4]</sup>、提高烟叶产量<sup>[5]</sup>和内在品质<sup>[6-7]</sup>等几个方面。烟株在吸收土壤养分的过程中, 各营养元素之间存在着广泛的拮抗和协同作用效应<sup>[8]</sup>, 有关钾、钙和镁互作对烤烟生长发育的影响已有报道<sup>[9]</sup>, 但 Mg、Cl、B 三者互作的影响尚少有报道。

施肥对作物增产效果一般表现为两个阶段, 一是施肥当季的增产作用, 二是前作施肥的后效作用<sup>[10]</sup>。已有研究揭示了硒对烤烟的生长有一定的后效作用<sup>[11]</sup>, 但还没有其他中微量元素对烤烟的后效作用的报道。本研究以皖南池州地区烟-稻轮作区为研究区域, 重点探讨 Mg、Cl、B 3 种元素互作及后效对烤烟农艺性状和产值量的影响, 旨在为烟-稻轮作区的烤烟合理施肥提供科学指导。

## 1 材料与方法

### 1.1 供试土壤

供试土壤采集于安徽池州市烟草公司张溪育苗基地附近农田, 为未种过烤烟的普通筒育水耕人为土, 采集深度为 0~20 cm。土壤基本理化性质为: pH 6.3, 有机质 24.1 g/kg(中等<sup>[12]</sup>), 碱解氮 105.7 mg/kg(中等<sup>[12]</sup>), 速效磷 46.8 mg/kg(丰富<sup>[12]</sup>), 速效钾 97.5 mg/kg(缺乏<sup>[12]</sup>), 有效硼 0.4 mg/kg(缺乏<sup>[12]</sup>), 水溶性氯 26.0 mg/kg(较适宜<sup>[13]</sup>), 交换性镁 73.6 mg/kg(中等<sup>[12]</sup>), 交换性钙 1.4 g/kg(很丰富<sup>[12]</sup>), 有效铁 93.2 mg/kg(很丰富<sup>[12]</sup>), 有效锰 44.6 mg/kg(很丰富<sup>[12]</sup>), 有效铜 2.6 mg/kg(很丰富<sup>[12]</sup>), 有效锌 1.1 mg/kg(丰富<sup>[12]</sup>)。

### 1.2 试验设计

在池州市烟草公司张溪育苗基地塑料大棚内实施盆栽试验。在施等量氮磷钾基础上设 Mg、Cl 和 B 元素 3 因素完全交互处理, 分别为 CK(对照)、单施 Mg、单施 Cl、单施 B、Mg 和 Cl 配施(Mg+Cl)、Mg

基金项目: 安徽省烟草专卖局(公司)科研基金项目(AHKJ2009-02)资助。

\* 通讯作者(huixinli@njau.edu.cn; lcz2468@yahoo.com.cn)

作者简介: 张林(1982—), 男, 安徽凤阳人, 硕士研究生, 主要从事土壤生态及烤烟栽培研究。E-mail: zhanglin00@163.com

和 B 配施(Mg+B)、Cl 和 B 配施(Cl+B)、3 种元素全施(Mg+Cl+B), 试验盆钵完全随机排列, 共 8 个处理, 每个处理重复 3 次。

具体试验步骤为: 20 kg 土壤与肥料混合均匀后装入盆钵, 按照 1.2 m × 0.5 m 株行距放置盆钵, 栽烟 1 株。品种为当地主栽品种云烟 87。每盆基肥氮磷钾施用量分别为 6.20 g N、7.96 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、20.13 g K<sub>2</sub>O。Mg、Cl、B 元素以七水硫酸镁、氯化钾、硼砂作基肥施入, 分别按 300 kg/hm<sup>2</sup><sup>[14]</sup>、94.65 kg/hm<sup>2</sup><sup>[15]</sup>、19.5 kg/hm<sup>2</sup><sup>[16]</sup>进行施肥, 按 16 500 株/hm<sup>2</sup>计, 每盆施纯 Mg、Cl、B 分别为 1.79 g、2.71 g、0.14 g。于 2010 年 4 月 6 日移栽。视土壤干湿程度用去离子水浇灌, 盆钵下面的托盘承接灌溉溢水, 并浇回原盆。栽后第 60 天开始采烤并打顶抹杈, 栽后第 80 天测量各处理烤烟中部叶片长宽、株高, 并计量有效叶片数, 第 104 天测量上部叶片长宽。栽后 113 天采烤结束。

样品采集完全后移栽水稻(*Oryza sativa*), 每盆 3 株, 按当地农民习惯施肥, 每盆施尿素 1.34 g(纯 N 0.85 g)、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 g(纯 K<sub>2</sub>O 0.54 g), 不施用 Mg、Cl 和 B。定期浇灌, 11 月初水稻成熟收获后, 盆钵内土壤留待第二年 Mg、Cl 和 B 后效研究。

Mg、Cl 和 B 元素后效试验在 2010 年烟-稻轮作基础上继续进行。于 2011 年重复种植烤烟, 由于 2010 年氮磷钾施肥不利于后期烤烟叶片成熟, 2011 年减

少了氮磷钾施用量, 比例与去年相同, 每盆施用量分别为 5.45 g N、6.98 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、17.71 g K<sub>2</sub>O。各处理施肥水平一致, 均不施用 Mg、Cl 和 B。盆栽过程中, 管理、采样措施及测量时间同上。

### 1.3 测定项目

土壤基本性质分析测定参照《土壤农化分析》进行<sup>[17]</sup>。烤后烟叶由专职评级人员按《烤烟》<sup>[18]</sup>国标进行分级计产, 依当年国标价格计算产值。烤烟产值指烤烟重量乘于均价, 以元/hm<sup>2</sup>表示。均价指各级别烤烟重量分别乘以相应级别烤烟国标价格, 相加求和, 再除以各级别烤烟总重量, 以元/kg 表示。上等烟比例以上等烟叶重量占烟叶总重量的百分比表示。

### 1.4 数据统计分析

用三因素(Mg、Cl 和 B)方差分析进行元素的主效应和交互效应分析, 用单因素方差分析及最小显著极差法(LSD)比较处理之间差异的显著水平。显著水平指 P<0.05, 所有分析利用 SPSS 18.0 软件进行。

## 2 结果与分析

### 2.1 Mg、Cl 和 B 施肥当季(2010年)对烤烟的影响

与 CK 相比, Mg、Cl 和 B 单施及配施处理比 CK 增大了中部叶片长×宽, 其中 Mg 与 Cl 配施、三者全施显著大于 CK 和单施 B 处理(图 1)。Mg、Cl

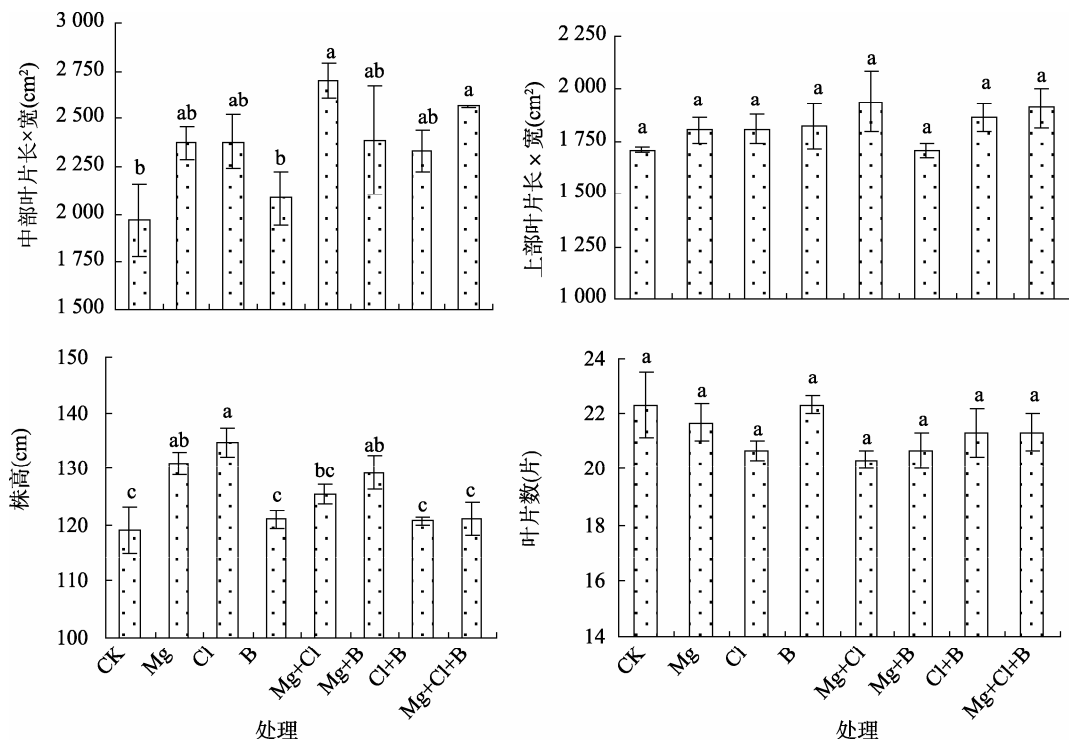


图 1 Mg、Cl、B 对施肥当季(2010年)烤烟农艺性状的影响

Fig. 1 Current effects of Mg, Cl, B on agronomic characteristics of flue-cured tobacco(2010)

单施及 Mg 与 B 配施显著增加了烤烟株高。Mg 和 Cl 对中部叶片长×宽和株高影响作用大于 B。Mg、Cl 和 B 单施或配施对上部叶片长×宽、叶片数无显著影响。三因素方差分析表明, Mg、Cl 对中部叶片长×宽影响显著; B、Cl×B 及 Mg×Cl 对株高影响达到显著水平(表 1)。

从图 2 可见, 单施 B 处理烤烟产值高于单施 Mg 和 Cl, 显著高于 CK。但 B 与 Mg、Cl 分别配施及三者配施处理的烤烟产值与 CK 差异不显著; 其中 B 与 Cl 配施产值和上等烟比例最低, 且产值显著低于除 CK、三者全施之外的其他处理。单施 Mg 和 Cl 处理的产值与 CK 差异不显著; 但 Mg 与 Cl 配施处理烤烟产值高于单施 B, 并显著高于其他处理。各处理间上等烟比例差异不显著。三因素方差分析表明, Mg 对产值影响显著(表 1); Cl、B 对产值、上等烟比例都无明显影响, 但 Cl 与 B 互作显著影响产值; Mg 与 B 互作也显著影响产值。

**2.2 Mg、Cl 和 B 施肥后效(2011 年)对烤烟的影响**  
B 单施、B 与 Cl 配施后效显著增大了烤烟上部

叶片长×宽(图 3)。单施 Mg 后效的烤烟株高显著高于单施 Cl、B 的后效, 但各处理与 CK 差异都不显著。Mg、Cl 和 B 单施或配施后效的中部叶片长×宽、叶片数与 CK 差异都不显著, 但 Mg 单施后效的叶片数显著高于 Mg 与 Cl 配施的后效。三因素方差分析表明, Mg 和 B 施用后效分别对上部叶片长×宽影响显著, 仅 Mg 的后效对株高影响显著(表 2)。

从图 4 可见 Mg、B 单施后效的产值和上等烟比例显著高于 CK 和单施 Cl 后效; 两者配施后效比 CK 提高了产值和上等烟比例, 其中产值与 CK 差异显著, 且在配施组合中后效最大。Cl 单施及配施后效烤烟的产值和上等烟比例与 CK 差异都不显著, 其中 Cl 单施后效最差, Cl 配施有增加产值和上等烟比例的趋势。三因素方差分析表明, Mg 的施用后效对上等烟比例影响显著, B 的后效显著影响产值, Mg 与 B 互作后效显著影响产值和上等烟比例(表 2); Cl 的后效显著影响产值。

表 1 Mg、Cl、B 施肥当季(2010 年)对烤烟影响方差分析(F 值)  
Table 1 Variance analyses of effects of Mg, Cl, B on flue-cured tobacco (2010)

变异来源	中部叶长×宽	上部叶长×宽	株高	叶片数	产值	上等烟比例
Mg	8.62*	0.44	2.55	1.83	8.00*	2.55
Cl	7.26*	4.02	0.04	2.86	0.06	0.30
B	0.02	0.03	6.42*	0.11	1.75	1.00
Mg×Cl	0.14	0.71	17.06**	1.03	4.36	0.03
Mg×B	0.19	1.57	0.71	0.11	5.67*	1.52
Cl×B	0.56	0.00	6.91*	1.83	22.81***	0.35
Mg×Cl×B	0.00	0.28	3.52	0.46	1.10	0.06

注: \* 表示在 P < 0.05 水平显著, \*\* 表示在 P < 0.01 水平显著, \*\*\* 表示在 P < 0.001 水平显著, 下同。

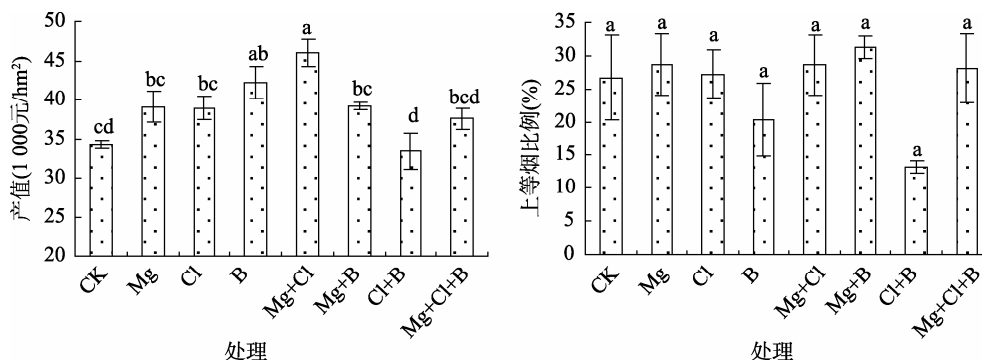


图 2 Mg、Cl、B 对施肥当季(2010 年)烤烟经济性状的影响  
Fig. 2 Current effects of Mg, Cl, B on economic characteristics of flue-cured tobacco(2010)

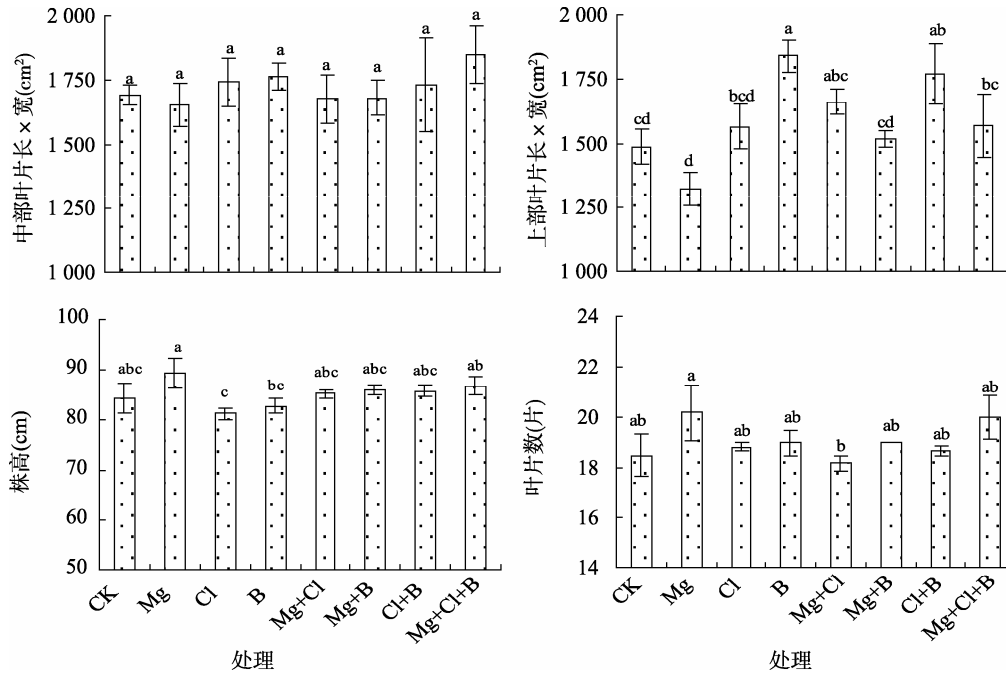


图 3 Mg、Cl、B 后效(2011 年)对烤烟农艺性状的影响

Fig. 3 Residual effects of Mg, Cl, B on agronomic characteristics of flue-cured tobacco (2011)

表 2 Mg、Cl、B 施肥后效(2011 年)对烤烟影响方差分析(F 值)

Table 2 Variance analyses of residual effects of Mg, Cl, B on flue-cured tobacco(2011)

变异来源	中部叶长×宽	上部叶长×宽	株高	叶片数	产值	上等烟比例
Mg	0.06	6.65*	6.13*	1.75	3.08	5.36*
Cl	0.54	3.04	0.43	0.32	8.74**	0.83
B	0.85	8.24*	0.08	0.32	5.03*	2.35
Mg×Cl	0.38	2.70	0.36	0.32	0.85	0.11
Mg×B	0.24	3.92	0.83	0.04	8.39*	9.71**
Cl×B	0.05	3.54	4.41	1.75	0.19	0.17
Mg×Cl×B	0.66	0.40	0.05	4.32	0.04	0.01

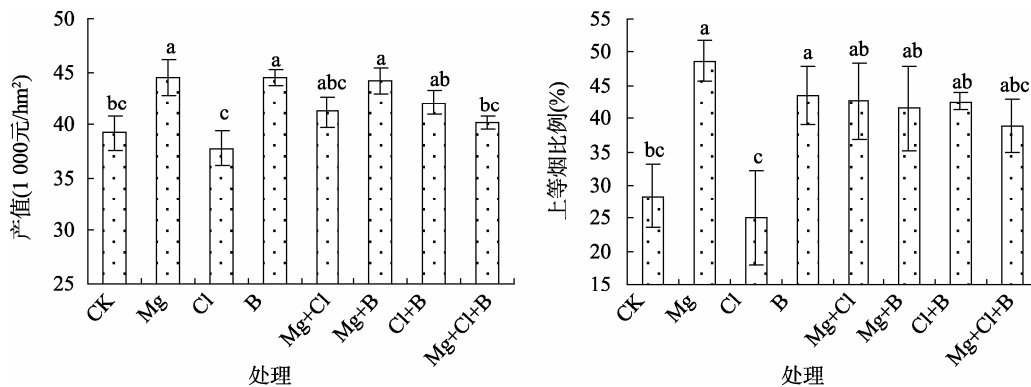


图 4 Mg、Cl、B 后效(2011 年)对烤烟经济性状的影响

Fig. 4 Residual effects of Mg, Cl, B on economic characteristics of flue-cured tobacco (2011)

### 3 讨论

本研究中单施 B 对烤烟叶片数虽然没有显著影响, 但通过促进干物质积累增加了单叶重<sup>[19]</sup>, 且其后效显著增大了上部叶片长×宽, 两年都显著提高了烤烟产值。结合供试土壤有效 B 含量, 说明皖南烟区土壤缺 B 问题确实较为明显, 施 B 对烤烟生长具有显著的效果。

单施 Mg 在施肥当季显著增加株高, 对烤烟产值和上等烟比例有增加趋势; 后效烤烟的产值和上等烟比例显著高于 CK。生物耗竭试验表明: 随种植茬数增加, 土壤中交换态 Mg 含量下降, 植物吸收土壤非交换态 Mg 增加<sup>[20]</sup>。第 2 年种植烤烟时, 土壤中部分非交换态 Mg 转换为交换态, 从而促进其生长。说明在皖南烟区施 Mg 对烤烟也有积极的效果, 特别在后效(第 2 年)得到明显地体现。

Cl 单施只在施肥当季显著增加株高, 但对产值等没有产生显著影响。结合供试土壤水溶性 Cl 含量, 说明当土壤水溶性 Cl 含量在较适宜范围内时, 单施 Cl 对烤烟经济产值影响不显著。有研究表明虽然 Cl 作为必要的营养元素对烟草的生长发育必不可少, 但 Cl 在烟株体内积累过多会产生毒害作用<sup>[21]</sup>。当土壤水溶性 Cl 含量低于 30 mg/kg 时最适宜种植烟草, 而高于 45 mg/kg 时则不适宜种植烟草; 烤烟在土壤溶液中的耐 Cl 临界值为 150~180 mg/kg, 当总 Cl 量超过 600 mg/kg 时烤烟就会发生中毒现象<sup>[22]</sup>。有研究表明, 皖南地区旱地黄红壤(第四纪红黏土母质, 红色酸性淋溶土), 使用 44.84~67.18 kg/hm<sup>2</sup> 的氯化钾代替硫酸钾作钾肥肥源, 可以提高烟草的经济产量<sup>[23]</sup>, 这一结论与本研究的结果不一致, 是因为其旱地土壤的 Cl 含量仅为 9.85 mg/kg<sup>[23]</sup>, 远低于本研究的供试土壤。这说明皖南烟区是否施 Cl 要依据土壤中 Cl 含量等因素而定。

单施 B 和 Mg 均对烤烟生长具有积极的效果, 而单施 Cl 效果不明显, 但当 Mg、Cl 与 B 混施时对烤烟生长却产生了不同的影响, 当季与后效效果也不一样。本研究表明 Mg 与 Cl 按 1:1.51 配施, 在施肥当季显著增大了中部叶片长×宽, 显著提高了产值, 其后效对烤烟产值和上等烟比例有增加趋势。有研究表明, 阳离子如 K<sup>+</sup>、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup> 等与 Mg<sup>2+</sup> 产生拮抗作用<sup>[24]</sup>, 而阴离子如 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>、H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup> 与 Mg<sup>2+</sup> 之间存在协同作用<sup>[25]</sup>, 因此当 Mg 与 Cl 配施时, 由于两者带有异性电荷, 可能对烤烟生长产生协同效应, 肥效比单施要明显。也有研究认为交互作用的存在是以特定的作物和一定的浓度比范围为前提的<sup>[8]</sup>, 经过种

植烤烟和水稻, 由于协同效应从土壤中吸收了较多的有效态 Mg 与 Cl, 第二年不再表现出协同影响。因此 Mg 与 Cl 配施在当季对烤烟生长有显著影响, 而后效影响则不明显。

当 Mg 与 B 按 1:0.08、Cl 与 B 按 1:0.05 配施时, 在当季对烤烟产值和上等烟比例无显著影响, 其中 Cl 与 B 配施处理产值和上等烟比例最低; 但 Mg 与 B 配施后效显著提高了产值, Cl 与 B 配施后效显著增大了上部叶片长×宽, 有增加产值和上等烟比例的趋势。因为烤烟对 B 吸收的主要形态是硼酸<sup>[26]</sup>, 与 Cl<sup>-</sup> 结合对烤烟生长可能产生拮抗作用。因此相比之下两者配施在当季对烤烟生长表现出一定的抑制作用。由于土壤中有效态微量元素含量及其迁移性直接影响着烤烟对微量元素的吸收和利用<sup>[27]</sup>。随土壤中 Mg、Cl 与 B 被当季烤烟和水稻吸收带走, 含量降低, 其后效可能因为 Mg 与 B、Cl 与 B 的比例都变协调, 产生一定的协同效应, 进而都促进了烤烟生长。Mg 与 B 配施后效还可能因为土壤中两者含量降低后, 是 Mg 或 B 单独起主导作用的结果。

在 Cl 与 B 配施基础上再施入 Mg, 增加了烤烟产值和上等烟比例。可能是因为阳离子 Mg<sup>2+</sup> 的加入降低了 Cl 与 B 之间的拮抗作用, 同时 Mg<sup>2+</sup> 与 Cl<sup>-</sup> 产生一定的协同效应, 因此在施肥当季三者共同施用效果较 Cl 与 B 配施及 CK 表现好。

从施肥当季及后效配施对烤烟生长影响效果不同, 可见几种养分元素之间在一个适宜的配比范围内, 才能促进烤烟生长, 否则施肥效果低, 甚至可能会发生拮抗作用。李娟等<sup>[9]</sup>研究表明烤烟 K、Ca、Mg 施用比例在 1.0:1.0~2.0:0.1~0.15 时比较适宜, 合适的 Ca/B 为 1200<sup>[8]</sup>。因此有必要对 B 与 Mg、Cl 适宜配施比例进行深入的研究。

### 4 结论

(1) 单施 B 促进烤烟生长, 对烤烟的增产效果显著, 且效果能维持到第 2 年。单施 Mg 对烤烟也有积极的效果, 特别在后效(第 2 年)得到明显的体现。但是否施 Cl 要依据土壤中 Cl 含量、元素互作等因素而定。

(2) 当 Mg、Cl、B 元素相互配合施用, 对烤烟生长产生不同的影响, 后效对烤烟生长的影响与当季也不同。按 1:1.51 配施 Mg 与 Cl 对烤烟生长有促进作用, 特别在施肥当季作用明显, 显著增大中部叶片的长×宽, 提高了烤烟产值。Mg 与 B 按 1:0.08 配施后效促进了烤烟生长, 显著提高了烤烟产值。

Cl 与 B 按 1 : 0.05 配施在当季相比之下对烤烟生长有抑制作用,但后效对烤烟生长表现出一定的促进作用。Mg、Cl 与 B 按 1 : 1.51 : 0.08 结合施用,在施肥当季较 Cl 与 B 配施及 CK 表现出一定的促进作用。

#### 参考文献:

- [1] 刘国顺. 烟草栽培学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [2] Stephenson RA, Parker MB, Gaines TP. Manganese and soil pH effect on yield and quality of flue-cured tobacco[J]. Tobacco Science, 1987(31): 104-109
- [3] 李永忠, 蒋志宏, 杨志新, 罗鹏涛. 供 Mg 水平对烤烟主要经济性状的影响[J]. 西南农业大学学报, 2002, 24(3): 200-203
- [4] Catriona MO, Macinnis N, Peter JR. Towards a more ecologically relevant assessment of the impact of heavy metals on the photosynthesis of the seagrass, *Zostera capricorni*[J]. Marine Pollution Bulletin, 2002(45): 100-106
- [5] 韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003
- [6] 胡国松, 曹志洪, 周秀如. 烤烟根际土壤中钾素和微量元素行为的研究[J]. 中国烟草学报, 1993, 1(3): 3-11
- [7] 许自成, 黎妍妍, 肖汉乾, 李挥文, 刘春奎. 湖南烟区土壤交换性钙、镁含量及对烤烟品质的影响[J]. 生态学报, 2007, 27(11): 4 425-4 433
- [8] 王家玉. 植物营养元素交互作用研究[J]. 土壤学进展, 1992(2): 1-10
- [9] 李娟, 章明清, 林琼, 陈子冲, 谢光球, 彭嘉桂, 熊德中. 钾、钙、镁交互作用对烤烟生长和养分吸收的影响[J]. 安徽农业大学学报, 2005, 32(4): 529-533
- [10] 郑剑英, 赵更生, 吴瑞俊. 黄绵土长期施肥后效及对土壤水分的影响[J]. 水土保持学报, 1994, 8(2): 85-90
- [11] 杨兰芳, 丁瑞兴. 盆栽烤烟土壤硒的形态变化[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版), 1999, 17(2): 47-50
- [12] 陈江华. 中国植烟土壤及烟草养分综合管理[M]. 北京: 科学出版社, 2008
- [13] 霍沁建, 石孝均, 关博谦. 重庆植烟土壤氯含量[J]. 西南农业大学学报(自然科学版), 2004, 26(4): 494-497
- [14] 关广晟. 烟草镁吸收积累规律与调控研究[D]. 长沙: 湖南农业大学, 2007
- [15] 石孝均. 重庆市烤烟氯素营养研究[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2007, 29(3): 74-80
- [16] 宋珍霞. 重庆市植烟区土壤硼素营养及施硼效应研究[D]. 重庆: 西南大学, 2006
- [17] 鲍士旦. 土壤农化分析(第三版) [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [18] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. 烤烟(GB2635-1992)[S]. 北京: 中国标准出版社, 1992
- [19] 徐淑芬, 宁辉. 微量元素对烤烟产量影响的研究[J]. 黑龙江农业科学, 1995(2): 20-22
- [20] Salmon RC, Arnol PW. The uptake of magnesium under exhaustive cropping[J]. Journal of Agricultural Science, 1963, 61: 421-425
- [21] 刘春生, 李西双. 氯对植物的营养功效、毒害及含氯化肥的合理施用[J]. 山东农业大学学报, 1996, 27(1): 118-121
- [22] 烟草种植区划协作组. 全国烟草种植区划报告[C]. 北京: 轻工业出版社, 1985
- [23] 崔权仁, 王世济, 刘小平, 赵第锟, 武家美. 皖南烟区烟叶氯的动态变化与氯化钾用量范围研究[J]. 安徽农业科学, 2005, 33(3): 460-462
- [24] 朱列书. 烟草营养学[M]. 吉林: 吉林科学技术出版社, 2004
- [25] Ohno T, Grunes DL. Potassium-Magnesium interactions affecting nutrient up take by wheat forage[J]. Soil Science Society of America Journal, 1985, 49: 685-690
- [26] Goldberg S, Lesch SM, Donald L. Suarez predicting boron adsorption by soil using chemical parameters in the constant capacitance model[J]. Soil Science of America Journal, 2001, 64: 1 356-1 363
- [27] 李文卿, 陈顺辉, 谢昌发, 黄一兰, 梁颁捷, 林祖斌, 林毅. 烟田土壤养分迁移规律研究 II 中微量元素的迁移规律[J]. 中国烟草学报, 2004, 10(1): 17-21

## Current and Residual Effects of Mg, Cl and B and Their Interactions on Flue-cured Tobacco Growth

ZHANG Lin<sup>1,2</sup>, LIU Man-qiang<sup>1</sup>, XU Jing-nian<sup>2</sup>, JIAO Jia-guo<sup>1</sup>, TANG Jing-xiang<sup>2</sup>,  
LI Tian<sup>3</sup>, LIU Bi-rong<sup>2</sup>, LI Hui-xin<sup>1\*</sup>, ZU Chao-long<sup>2\*</sup>

(1 *College of Resources and Environmental Science, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China;*

2 *Tobacco Research Institute, Anhui Academy of Agricultural Sciences, Hefei 230031, China;*

3 *Chizhou Tobacco Company, Chizhou, Anhui 247000, China*)

**Abstract:** Current and residual effects of Mg, Cl and B and their interactions on flue-cured tobacco agronomic characteristics and economic characteristics were investigated through two years' pot experiment. The results showed that B applied-alone increased tobacco output value significantly than Mg or Cl applied-alone, and the effect could be extended to the following year. Mg applied-alone also had positive effects. Both current and residual effects of Cl applied-alone on output value were not significant, whether applied Cl should be decided on soil Cl content and element interactions. 1 : 1.51 was optimal ratio for Mg and Cl, which could promote tobacco growth especially in the current year and stimulated significantly the growth of middle leaves (length × width) and output value. Mg and B applied-together on the ration of 1 : 0.08 had positive residual effects and it increased significantly tobacco output value. Cl and B applied-together on the ration of 1 : 0.05 restrained tobacco growth in current year, but significantly increased the tobacco upper leaves length × width in the after-year, and increased tobacco growth, output value to some extent. In conclusion, reasonable fertilization should consider nutrient type, composite ratio, the interactions and residual effects.

**Key words:** Fertilization, Interaction, Residual effect, Flue-cured tobacco growth, Output value