

# B 与 Zn · K 配施对烤烟生长和品质的影响

左万琦 (重庆市烟草公司彭水分公司, 重庆 409600)

**摘要** [目的] 为指导烤烟合理施肥, 提高烟叶品质提供科学依据。[方法] 通过田间小区试验, 对烤烟植株体内 K、Zn、B 的交互作用进行研究。[结果] K 肥、Zn 肥、B 肥配施能显著提高烟叶的 K 含量, 降低烟叶烟碱含量, 糖碱比和施末克值处于较合理的范围, 烟叶内部化学成份趋于协调。[结论] 当烤烟叶片的 K、Zn、B 含量比例为 300:30:15 时, 烟株根系发达, 干物质积累量大, 烤烟产量和中上等烟的比例较高, 分别达到 2 701.21 kg/hm<sup>2</sup>、81.21%。

**关键词** 烤烟; K; Zn; B; 配施

中图分类号 S572 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2013)29-11658-03

## Effects of Fertilizer Zinc, Boron, Potassium Fertilizer on Growth and Quality of Flue-cured Tobacco

ZUO Wan-qi (Peng-shui Branch, Chongqing Tobacco Corporation, Chongqing 409600)

**Abstract** [Objective] The research aimed to provide the scientific basis for the guidance of the reasonable fertilization and the improvement of the leaf quality. [Method] Using field plot test, the interaction of boron, K and zinc in the body was studied. [Result] The combination of K fertilizer, zinc fertilizer and boron fertilizer could significantly increase the content of K. The lower the content of nicotine, the sugar alkali ratio and ShiMuKe value were in a more reasonable range. Internal chemical composition in tobacco leaf tended to be coordinated. [Conclusion] The root development of tobacco plant and dry matter accumulation was higher, the proportion of superior tobacco in tobacco production was a higher proportion up to 2 701.21 kg/hm<sup>2</sup>, 81.21% with the ratio of K, zinc and B content in flue-cured tobacco leaf was 300:30:15.

**Key words** Flue-cured; Potassium; Zinc; Boron; Fertilizer combined application

B、Zn、K 是作物生长发育必不可少的营养元素。研究表明, 施 Zn 能促进作物次生根的发生和根系的良好发育<sup>[1-2]</sup> 及植株对 N、P、K 的吸收利用, 增加各器官中 N、P、K 的含量, 提高 N、P、K 肥料的利用率<sup>[3-5]</sup>。在大田生产中, 由于作物对 Zn 的吸收利用较小, Zn 在土壤中移动性不大。另外, 在增施氮肥的同时, 若不配施 Zn 肥, 则在高 N 营养条件下易诱发作物缺 Zn, 影响作物产量的进一步提高<sup>[6]</sup>。施用硼肥能明显提高作物各生育期内烟叶的叶绿素含量, 增加光合强度、蒸腾速率及硝酸还原酶、过氧化物酶的活性<sup>[7-8]</sup>, 促进烤烟生长, 增加烟叶产量, 提高烟叶上中等烟比例和经济效益<sup>[9-10]</sup>。另一方面, 配施硼肥能提高烟株的抗病能力, 促使烟叶提前进入成熟期, 提高烟叶钾含量和其他部分微量元素含量<sup>[11]</sup>。另外, 由于在南方酸性土壤上种植烤烟时大部分施用过量的钾, 而过多的钾在一定程度上会抑制烟叶对硼的吸收, 导致烟叶出现部分缺硼现象。研究表明, 当土壤水溶性硼低于 0.40 mg/kg 时, 烟株就会出现缺硼症状<sup>[12-13]</sup>。以往只偏重烤烟 K、Zn、B 个别元素肥效的研究, 而对 K、Zn、B 元素间交互作用的研究报道很少。为此, 笔者通过对烟株体内 K、Zn、B 元素之间交互作用进行研究, 进一步探讨它们之间的适宜比例, 为指导烤烟合理施肥、提高烟叶品质提供科学依据。

## 1 材料与方

**1.1 试验材料** 试验于 2012 年在重庆市彭水县润溪乡进行。供试土壤主要农化性状为: 有机质 11.02 g/kg, 碱解氮 79.52 mg/kg, 有效 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12.12 mg/kg, 速效钾 124.15 mg/kg, 有效锌 0.25 mg/kg, pH 6.50。供试烟草品种为烤烟 K326。

供试肥料有 ZnSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O、NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>、过磷酸钙、K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>、硼砂 (B ≈ 11%), 均为分析纯。

**1.2 测定项目及方法** 烟碱含量的测定采用紫外分光光度法<sup>[14]</sup>; 总糖、还原糖含量的测定采用 Somogyi 法<sup>[15-16]</sup>; 烟叶钾含量的测定采用火焰光度计法<sup>[14]</sup>; 烟株干物质的测定: 按植株根、茎、叶器官分离, 洗净后在 105 °C 下杀青 30 min, 然后在 60 °C 下烘干, 分别测定根、茎、叶及全株干物质重, 最后分别粉碎过 40 目网筛。

**1.3 试验设计** 参照 L<sub>9</sub>3<sup>4</sup> 正交表进行正交试验设计, 设 Zn 肥、B 肥和 K 肥 3 个因素, 每个因素设 3 个水平, 即 Zn 0、30、60 kg/hm<sup>2</sup>, B: 0、15、30 kg/hm<sup>2</sup>, K: 0、150、300 kg/hm<sup>2</sup>, 共 9 个处理组合, 具体试验处理见表 1。每个处理重复 3 次, 随机区组排列, 共 27 个试验小区。在 2012 年 4 月 10 日移栽, 2012 年 8 月 2 日收获计产, 栽培管理按当地常规栽培方法进行, 期间测定烤烟农艺性状。在采收、烘烤结束后, 取烟叶样品测定总氮、烟碱等化学成分。

表 1 试验处理方案

编号	处理组合	Zn	B	K	kg/hm <sup>2</sup>
①	Zn <sub>1</sub> B <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	0	0	0	
②	Zn <sub>1</sub> B <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	5	150	
③	Zn <sub>1</sub> B <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	0	30	300	
④	Zn <sub>2</sub> B <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	30	0	150	
⑤	Zn <sub>2</sub> B <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	30	15	300	
⑥	Zn <sub>2</sub> B <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	30	30	0	
⑦	Zn <sub>3</sub> B <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	60	0	300	
⑧	Zn <sub>3</sub> B <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	60	15	0	
⑨	Zn <sub>3</sub> B <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	60	30	150	

**1.4 统计分析方法** 数据的描述统计、方差分析等均采用 SPSS13.0 统计软件进行。

## 2 结果与分析

**2.1 Zn 与 B、K 配施对不同生长期烤烟叶绿素含量的影响** 将试验烟株移栽后的团棵期 (30 d)、旺长期 (45 d)、现

作者简介 左万琦 (1972 - ), 男, 重庆人, 助理农艺师, 从事烟叶生产工作, E-mail: zwwq30222@163.com。

收稿日期 2013-09-19

蕾期(70 d)、圆顶期(85 d)和成熟期(100 d)的中部第 11 片叶(因棵期第 8 片叶)叶绿素含量进行测定。同时,以 5 个测定时期为区组,对 9 个处理叶绿素含量的测定结果进行方差分析。由表 2 可知,在烟草生育期中,K、B、Zn 交互对烟草叶绿素含量的影响达 0.05 显著水平,而 B、K 交互、B、Zn 交互和 K、Zn 交互的作用差异不显著。这说明在供试水平条件下,K、B、Zn 交互对烟草叶绿素含量的影响较大,而 B、K、Zn 的两两交互作用对烟草叶绿素含量的影响较小。各因素及其交互作用对烟草叶绿素含量的影响顺序为 K、Zn、B 交互 > K、B 交互 > K、Zn 交互 > Zn、B 交互,其中,  $Zn_2$  在 0.05 水平显著优于  $Zn_1$ 、 $Zn_3$ ,  $B_2$  在 0.05 水平显著优于  $B_1$ 、 $B_3$ 。因此,考虑经济因素,以配施  $Zn_2$ 、 $B_2$  为最优。

表 2 Zn 与 B、K 配施对不同生长时期烤烟叶绿素含量的影响

处理	团棵期	旺长期	现蕾期	打顶期	成熟期
$Zn_1 B_1 K_1$	1.607 a	1.811 a	2.031 a	2.010 a	1.854 a
$Zn_1 B_2 K_2$	1.901 a	1.999 a	2.165 a	2.011 a	1.752 a
$Zn_1 B_3 K_3$	2.401 bc	2.451 bc	2.528 bc	2.241 ab	1.997 ab
$Zn_2 B_1 K_2$	2.105 ab	2.205 b	2.451 b	2.301 b	2.131 b
$Zn_2 B_2 K_3$	2.587 c	2.671 c	2.738 c	2.505 c	2.092 ab
$Zn_2 B_3 K_1$	2.010 ab	2.231 b	2.591 bc	2.321 b	1.914 ab
$Zn_3 B_1 K_3$	2.230 b	2.391 b	2.541 bc	2.381 b	1.962 ab
$Zn_3 B_2 K_1$	2.097 ab	2.304 b	2.582 bc	2.325 b	1.913 ab
$Zn_3 B_3 K_2$	2.369 bc	2.419 bc	2.591 bc	2.451 bc	1.921 ab

注:同列不同小写字母表示差异在 0.05 水平显著。

**2.2 Zn 与 B、K 配施对烟株农艺性状的影响** 由表 3 可知,处理  $Zn_2 B_2 K_3$  最大叶长达 69.96 cm,茎围达 7.53 cm,与其他烟株相比,其总体性状表现出长势均匀,叶片较宽大,烟株较高,节距长,能促使烟株提早进入旺长期,其茎围能在全生育期保持较高水平,株高表现出较高的增长态势。

表 3 Zn 与 B、K 配施对烟株农艺性状的影响 cm

处理	最大叶长	最大叶宽	株高	茎围
$Zn_1 B_1 K_1$	63.12	32.15	110.52	6.98
$Zn_1 B_2 K_2$	64.05	33.51	112.05	6.85
$Zn_1 B_3 K_3$	65.85	35.16	108.16	6.89
$Zn_2 B_1 K_2$	65.91	34.89	110.22	7.01
$Zn_2 B_2 K_3$	69.96	37.05	115.12	7.53
$Zn_2 B_3 K_1$	63.15	32.18	109.56	6.97
$Zn_3 B_1 K_3$	67.18	35.98	115.15	6.76
$Zn_3 B_2 K_1$	64.12	33.51	110.35	6.81
$Zn_3 B_3 K_2$	67.53	37.12	114.85	7.21

**2.3 Zn 与 B、K 配施对烤烟各器官干物质积累的影响** 由表 4 可知,各处理的根干重由大到小依次为处理  $Zn_2 B_2 K_3$  > 处理  $Zn_3 B_1 K_1$  > 处理  $Zn_1 B_3 K_3$  > 处理  $Zn_3 B_3 K_2$  > 处理  $Zn_2 B_1 K_2$  > 处理  $Zn_1 B_2 K_2$  > 处理  $Zn_2 B_3 K_1$  > 处理  $Zn_3 B_2 K_1$  > 处理  $Zn_1 B_1 K_1$ , 处理  $Zn_2 B_2 K_3$  的根系最发达,其次为处理  $Zn_3 B_1 K_3$ , 两者皆在 0.05 水平显著高于处理  $Zn_1 B_1 K_1$ ; 茎部位的干重最大为处理  $Zn_3 B_3 K_2$ , 达 49.51 g, 其次为处理  $Zn_2 B_2 K_3$ , 达 48.14 g, 最小是处理  $Zn_1 B_1 K_1$ , 达 39.58 g; 另外,处理  $Zn_2 B_2 K_3$  茎部位的干重和全株重均最高,处理  $Zn_1 B_1 K_1$  最低。由此可知,

Zn、B、K 配施能有效增大烟株各部位的干物质积累量,但是随着施用量的增加效果逐渐下降。

表 4 Zn 与 B、K 配施对烤烟干重的影响 g

处理	根	茎	叶	全株
$Zn_1 B_1 K_1$	20.26	39.58	112.26	172.10
$Zn_1 B_2 K_2$	23.15	45.12	125.62	193.89
$Zn_1 B_3 K_3$	24.15	45.18	131.53	200.86
$Zn_2 B_1 K_2$	23.61	46.87	133.45	203.93
$Zn_2 B_2 K_3$	26.86	48.14	147.69	222.69
$Zn_2 B_3 K_1$	22.45	42.96	115.68	181.09
$Zn_3 B_1 K_3$	24.35	44.31	135.67	204.33
$Zn_3 B_2 K_1$	22.17	42.98	118.96	184.11
$Zn_3 B_3 K_2$	23.68	49.51	136.94	210.13

## 2.4 Zn 与 B、K 配施对烟叶常规化学成分的影响

**2.4.1 Zn 与 B、K 配施对烟叶 Zn 与 B、K 含量的影响。** B 烟叶中 K、B、Zn 的含量对烟叶品质有重大的影响。由图 1 可知,不同处理烟叶含 B、Zn 量存在明显的差异,其中处理  $Zn_2 B_2 K_3$  烟叶中 K、B 含量明显高于其他处理。烟叶 Zn 含量最高的是处理  $Zn_2 B_2 K_3$ , 达 50.61 mg/kg, 最低的是处理  $Zn_1 B_1 K_1$ , 达 12.36 mg/kg; 烟叶 B 含量最高的是处理  $Zn_1 B_3 K_3$ , 达 38.67 mg/kg, 最低的是处理  $Zn_1 B_1 K_1$ , 达 20.16 mg/kg。烟株的含硼量并没有随着施硼量的增加而增加,而是当施硼达 15 kg/hm<sup>2</sup> 时,烟株的含硼量随施硼量的增加而呈递减趋势。出现这种情况,有可能是施硼量为 15 kg/hm<sup>2</sup> 时,硼的供应量已满足烟株生长的需要,当施硼量超过这个值时,在一定的程度上阻碍甚至毒害烟株的生长,造成烟株含硼量的下降。从图 2 可以看出,烟叶钾含量排列顺序为处理  $Zn_2 B_2 K_3$  > 处理  $Zn_3 B_1 K_3$  > 处理  $Zn_1 B_3 K_3$  > 处理  $Zn_1 B_2 K_2$  > 处理  $Zn_2 B_1 K_2$  > 处理  $Zn_3 B_3 K_2$  > 处理  $Zn_3 B_2 K_1$  > 处理  $Zn_2 B_3 K_1$  > 处理  $Zn_1 B_1 K_1$ , 处理  $Zn_2 B_2 K_3$  最高为 20.95 g/kg, 处理  $Zn_1 B_1 K_1$  最低为 12.36 g/kg。

**2.4.2 Zn 与 B、K 配施对烟叶其他化学成分含量的影响。** 由表 5 可知,Zn 与 B、K 配施对烟叶总氮、蛋白质含量的影响规律不明显,但能降低烟叶中烟碱和 Cl 的含量。其中,处理  $Zn_2 B_3 K_1$  烟叶烟碱含量最低,达 26.13 g/kg, 处理  $Zn_1 B_1 K_1$  最高,达 29.87 g/kg; 处理  $Zn_2 B_2 K_3$  烟叶 Cl 含量最低,达 3.19 g/kg, 处理  $Zn_1 B_1 K_1$  最高,达 4.01 g/kg; 烟叶的施木克值和糖/碱比一般用于判定烟气的吃味和刺激性,是重要的烟叶品质指标。烟草施木克值在 2.0~2.5 范围内越高的质量越好,优质烟叶中糖/碱比一般以接近于 10 为最好<sup>[13,17]</sup>。从糖碱比和施木克值等烟叶协调性来看,处理  $Zn_2 B_2 K_3$  在优质烟范围之内。因此,在烤烟生产中必须注意均衡施肥,以达到烤烟内养分的协调平衡。

**2.5 Zn 与 B、K 配施对烤后烟叶产量、经济性状的影响** 由表 6 可知,不同的处理组合对烤后烟的经济性状有着明显的影响。处理  $Zn_2 B_2 K_3$  平均产量、中上等烟平均比例均为最高,分别为 2 701.21 kg/hm<sup>2</sup>、81.21%, 处理  $Zn_2 B_2 K_3$ 、 $Zn_3 B_1 K_3$  平均产量与其他处理相比达 0.05 显著水平; 处理

Zn<sub>2</sub>B<sub>2</sub>K<sub>3</sub> 中上等烟平均比例与其他处理相比达 0.01 显著水平。这说明平衡施肥后烟株生长健壮,叶片厚薄适中,油分多,弹性强,香气质好,产量高;与其他处理比较,处理

Zn<sub>1</sub>B<sub>1</sub>K<sub>1</sub>、Zn<sub>2</sub>B<sub>3</sub>K<sub>1</sub>、Zn<sub>3</sub>B<sub>2</sub>K<sub>1</sub> 中上等烟平均比例明显较低,且达到 0.01 显著水平。这说明 K 肥能提高烟叶的品质,增加烤烟中上等烟平均比例,是烤烟生长的重要品质元素。

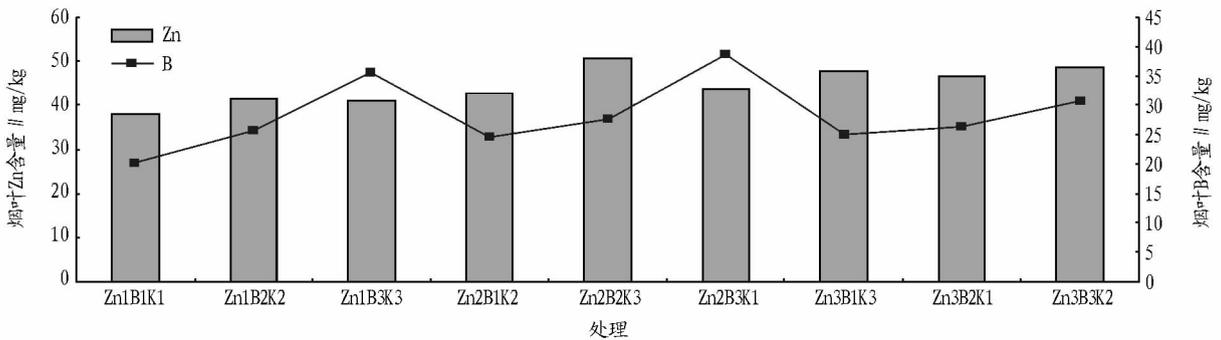


图1 Zn 与 B、K 配施对烟叶 Zn、B 含量的影响

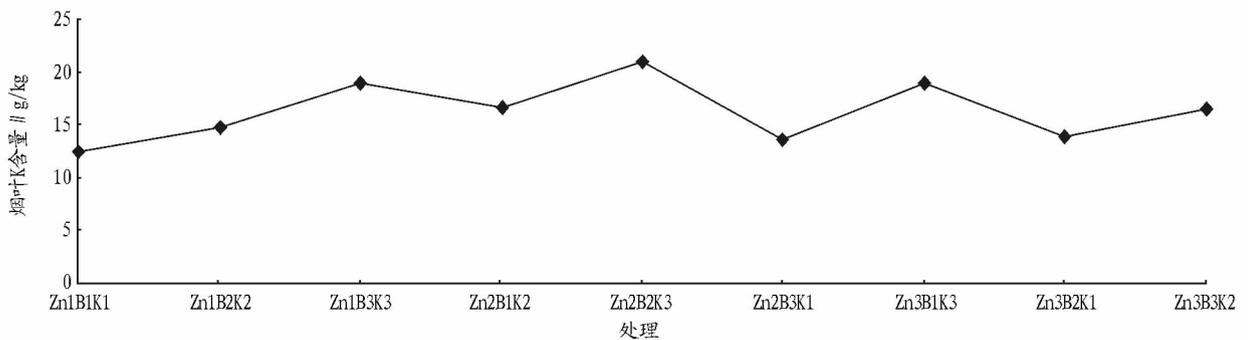


图2 Zn 与 Mg、K 配施对烟叶 K 含量的影响

表5 Zn 与 B、K 配施对烟叶其他化学成分含量的影响

处理	总氮//g/kg	烟碱//g/kg	蛋白质//g/kg	Cl//g/kg	糖碱比	氮碱比	施木克值
Zn <sub>1</sub> B <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	25.35	29.87	99.64	4.01	6.87	0.85	2.21
Zn <sub>1</sub> B <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	26.12	29.69	102.31	3.61	7.94	0.88	2.24
Zn <sub>1</sub> B <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	24.15	27.53	105.12	3.57	7.77	0.88	2.71
Zn <sub>2</sub> B <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	22.86	28.83	99.61	3.75	7.88	0.79	2.32
Zn <sub>2</sub> B <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	25.21	26.43	96.32	3.19	8.32	0.91	2.37
Zn <sub>2</sub> B <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	23.15	26.13	95.32	3.89	7.12	0.89	2.39
Zn <sub>3</sub> B <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	24.51	27.89	96.38	3.51	7.96	0.88	2.26
Zn <sub>3</sub> B <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	25.13	28.73	102.31	3.91	6.69	0.87	2.18
Zn <sub>3</sub> B <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	24.21	27.43	106.15	3.45	7.83	0.88	2.59

表6 Zn 与 Mg、K 配施对烤后烟叶产量、经济性状的影响

处理	平均产量 kg/hm <sup>2</sup>	中上等烟平 均比例//%
Zn <sub>1</sub> B <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	1 927.21 aA	52.57 aA
Zn <sub>1</sub> B <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2 235.20 bB	70.31 bB
Zn <sub>1</sub> B <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	2 471.11 bB	75.12 cB
Zn <sub>2</sub> B <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2 421.34 bB	70.72 bB
Zn <sub>2</sub> B <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2 701.21 dC	81.21 dC
Zn <sub>2</sub> B <sub>3</sub> K <sub>1</sub>	2 021.45 aA	55.22 aA
Zn <sub>3</sub> B <sub>1</sub> K <sub>3</sub>	2 592.22 cC	76.72 cB
Zn <sub>3</sub> B <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2 187.31 aA	53.68 aA
Zn <sub>3</sub> B <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2 472.01 bB	71.21 bB

注:同列不同小写、大写字母分别表示差异达 0.05、0.01 显著水平。

### 3 结论与讨论

施用 K、Zn、B 肥均能显著提高烟叶的 K、Zn、B 含量。研究表明,处理 Zn<sub>2</sub>B<sub>2</sub>K<sub>3</sub> 能够促进烤烟植株的生长,使得烟株提早进入旺长期,其茎围能在全生育期保持较高的水平,株

高表现出较高的增长态势,其叶片具有较高的 K 含量和适宜的 Zn、B 含量,同时能降低烟叶的烟碱、Cl 含量,糖碱比和施木克值均在优质烟范围之内,表现出较好的品质,平均产量和中上等烟平均比例均优于其他处理。因此,烤烟大田生产时,K、Zn、B 施用比例应控制在 300:35:15 比较适宜。

### 参考文献

- [1] 胡中松,曹志洪,周如秀,等.烤烟化学组分与抽吸品质的关系研究初报[M]//曹志洪.优质烤烟生产的 K 素与微素.北京:中国农业出版社,1995:11-17.
- [2] 李芳贤,王金林,李玉兰,等.Zn 对夏玉米生长发育及产量影响的研究[J].玉米科学,1999(7):72-77.
- [3] 蔡晓布.磷、Zn 肥配合施用对青稞产量与品质的影响[J].植物营养与肥料学报,2000,6(1):117-120.
- [4] 常青,殷中意,李宏,等.重庆市郊土壤中锌的调查分析[J].重庆工商大学学报:自然科学版,2004,21(3):226-228.

(下转第 11666 页)

指标决定的,然而这些性状指标之间的边界一般是模糊的。采用模糊综合评价的数学方法对各处理农艺性状进行评判,所得结果较客观、实际。因此,采用该评判方法对各试验处理进行评判。借鉴前人经验,结合各种性状指标在当地相对重要程度确定各性状的权重系数。应用模糊综合评价法,对各处理10项甘蔗性状指标的优劣进行评判(各处理某项指标第1名为4分,以此类推,第4名为1分,分别乘以权重系数(萌芽率、分蘖率、生长速、茎径,单径重权重为0.05,有效茎和含糖量为0.10,产量和糖分为0.25),使得该项指标的分数值),得出各处理模糊综合评价结果<sup>[10]</sup>。从表6可以看出,各处理性状指标优劣依次为配方组>常规组>复合组>空白组。这说明配方施肥在植蔗业是行之有效的。

### 3 小结

研究表明,测土施肥方案基本符合当地生产实际。从萌芽、分蘖、伸长量及产量、产糖量、增产值上看,配方施肥均比其他处理高,综合评价结果第一。可见,甘蔗配方施肥可促进甘蔗的正常生长,提高甘蔗产量,达到以最经济的肥料成本,获取丰产、优质的原料甘蔗,达到“缺什么补什么”,使作物“吃饱吃好而不浪费”<sup>[11-13]</sup>。由于作物从土壤中带走的多,归还的少,时间长了就造成地力下降,所以要测土一次,根据土壤养分变化施肥<sup>[14]</sup>。虽然肥料试验不可能在每块田地进行,但得到的有关土壤的资料能帮助肥料工作者制定最适于当地情况的施肥方案<sup>[15]</sup>。

另外,该试验中种植较迟(4月29日种植),生长期比早春植少3个多月,肥料未得到充分利用,加上甘蔗种植在旱坡地上,农户备耕仓促,仅1耙开行,深耕达不到30cm,保水、抗旱能力差,而这些因素对肥料的分解、利用造成一定影响,导致整个试验产量均偏低。所以,在实施甘蔗测土配方的同时,蔗地要深耕深松,特别是旱坡地,要提早种植,利用

早、中期生长快的特点,提早管理,甘蔗才能获得高产。

### 参考文献

- [1] 雷崇华,江翠平,覃剑锋.甘蔗测土配方施肥经济效益的研究[J].广西热带农业,2010,127(2):9.
- [2] 高祥照,马文奇,杜森,等.我国施肥中存在问题的分析[J].土壤通报,2001,32(6):258-261.
- [3] 陈新平,张福锁.通过“3414”试验建立测土配方施肥技术体系[J].中国农技推广,2006,22(4):36-39.
- [4] 白由路,杨刚苹.我国农业中的测土配方施肥[J].土壤肥料,2006(2):3-7.
- [5] 韦霁洋,莫申萍,梁惠英.甘蔗施用生物肥与无机复合肥的效益分析[J].广西热带农业,2009,125(6):8-10.
- [6] 陈桂芬,黄玉溢,刘斌,等.甘蔗地理式滴管施肥效应[J].广西农业科学,2010,41(6):573-576.
- [7] 何锦富.甘蔗测土诊断施肥技术研究[J].广西农学报,2008,23(1):9-10.
- [8] 高祥照,马常宝,杜森.测土配方施肥技术[M].北京:中国农业出版社,2005:37-38.
- [9] 黄福珠.甘蔗新品种种性研究[D].南宁:广西大学,2006.
- [10] 谢延林,姜爽,梁灿衡.甘蔗品比试验初报[J].广西蔗糖,2010,60(3):21-24.
- [11] 莫增军.测土配方施肥技术在甘蔗上的应用研究[J].广西农业科学,2009,40(7):877-880.
- [12] 皇本连,杨清辉.甘蔗测土配方施肥的研究进展[J].中国糖料,2011(1):60-63.
- [13] 吴大吉,韦春满,韦日阔.南方甘蔗测土配方施肥试验研究[J].现代农业科技,2011(13):119-120.
- [14] 广西甘蔗编写组.广西甘蔗栽培[M].南宁:广西科学技术出版社,1991:187.
- [15] COOKE G W. Fertilizing for maximum yield [M]. London: Science Press, 1978:164.
- [16] ZHANG Y F, XING X M, GUO C Y, et al. Comparison of New Varieties of Sugarcane in China[J]. Agricultural Science & Technology, 2012, 13(4): 755-759.
- [17] 谢如林,谭宏伟,周柳强,等.不同氮磷施用量对甘蔗产量及氮肥、磷肥利用率的影响[J].西南农业学报,2012(1):198-202.
- [18] CHEN Y G, WU J T, YANG J X, et al. Development Strategy of Sugarcane Industry in Guangdong Province[J]. Asian Agricultural Research, 2012, 4(10):17-22,27.
- [5] 杨利华,郭丽敏,傅万鑫.施Zn对玉米氮磷K肥料利用率、产量及籽粒品质的影响[J].中国生态农业学报,2003,11(2):41-43.
- [6] 田士明,王梅芳,张韶华,等. Zn、锰肥对玉米吸收氮磷K及干物质积累的影响[J].土壤肥料,1999(1):44-45.
- [7] 王文亮,刘清华,牛德江,等. 硼肥不同施用量对烟草生长发育的影响[J].河南农业大学学报,1998(32):83-86.
- [8] 罗鹏涛. 硼在植物生活中的作用及在烟草生产上的应用[J].云南农业大学学报,1990,5(4):237-241.
- [9] 金立新,唐金荣,刘爱华.成都地区土壤硼元素含量及其养分管理建议[J].第四纪研究,2005,25(3):363-369.
- [10] 陈江华,刘建利,龙怀玉.中国烟叶矿质营养及主要化学成分含量特征研究[J].中国烟草学报,2004,10(5):20-27.
- [11] 邱鹏飞,丁明忠.四川植烟土壤硼肥施用效应[J].西南农业学报,2001,14(S1):38-40.
- [12] 罗鹏涛,邵岩.硼在植物生活中的作用及在烟草生产上的应用[J].云南农业大学学报,1990,5(4):237-241.
- [13] 曹志洪.优质烤烟生产的K素与微素[M].北京:中国农业出版社,1995:63-68.
- [14] 西北农业大学植物生理生化教研组.植物生理学实验指导[M].西安:陕西科学技术出版社,1987.
- [15] 王瑞新.烟草化学[M].北京:中国农业科技出版社,2003:245-275.
- [16] 南京农学院.土壤农业化学分析[M].北京:中国农业出版社,1982.
- [17] 陈江华,刘建利,龙怀玉.中国烟叶矿质营养及主要化学成分含量特征研究[J].中国烟草学报,2004,10(5):20-27.

(上接第11660页)

### 参考文献