

5 种微量元素对十堰烤烟产质量的影响

魏小慧¹, 佘国涵², 王 勇¹, 石方斌¹, 李爱华¹, 苗春雨¹, 刘 耀¹, 张 凯¹, 杨继龙¹

(1. 湖北省烟草公司十堰市公司, 湖北十堰 442012; 2. 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 湖北武汉 430064)

摘要 [目的]研究 5 种微量元素对十堰烤烟产质量的影响。[方法]在该烟区土壤和烟叶化验分析的基础上, 确定影响烟叶质量提升的微量元素种类, 针对性地添加不同量的镁、氯、锌、硼、铜 5 种微量元素施肥进行研究。[结果]综合在竹山点和竹溪点烟叶化学成分和烟叶产量来看, 常规施肥 + 37.5 kg/hm² Cl + 2.25 kg/hm² B 的烟碱含量、氯含量、总氮、总钾、氮碱比、糖碱比和钾氯比均较适宜, 烟叶产量有一定的提高。[结论]该研究可进一步提高十堰烟区科学施肥水平, 提高烟叶内在质量。

关键词 微量元素; 烤烟; 十堰

中图分类号 S572 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)01-0047-05

Effects of Five Trace Elements on Tobacco Yield and Quality in Shiyan

WEI Xiao-hui¹, SI Guo-han², WANG Yong¹ et al (1. Shiyan Tobacco Company of Hubei, Shiyan, Hubei 442012; 2. Institute of Plant Protection and Clay Fertilizer, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430064)

Abstract [Objective] To study the effects of five trace elements on tobacco yield and quality in Shiyan. [Method] Based on the analysis of the soil and tobacco leaves, to determine the types of trace elements that affecting the quality of tobacco leaves, then made a study by adding different kinds of trace elements such as magnesium, chlorine, zinc, boron and copper, respectively. [Result] Overall speaking, the content of nicotine, chlorine content, total nitrogen, total potassium, nitrogen and alkali ratio, the ratio of glycine and potassium chloride were all suitable by conventional fertilization + 37.5 kg/hm² Cl + 2.25 kg/hm² B, and the yield of tobacco leaves improved. [Conclusion] This study can further enhance the scientific fertilization level of Shiyan tobacco area and improve the inner quality of tobacco leaves.

Key words Trace elements; Tobacco; Shiyan

在传统的农业种植中, 人们施用复合肥只注重氮磷钾等, 往往忽视微量元素对土壤肥力的影响。在特定种类植物中, 微量元素对其生长存在较大的影响。科学研究及生产实践证明, 烟叶中钾、镁、铜、锰、锌等元素对其香气质、香气量有显著的影响。尤其是铜、锰、铁、锌等微量元素是烟草细胞结构和代谢化合物的组成成分, 含量不足或过量都会导致植物生理机能失调和生长发育受阻, 影响烟叶化学成分协调及香味成分的含量。该研究基于大田烟叶生长缺素症状调查, 对十堰烟区土壤中交换性钙、交换性镁、锌、氯和硼的分布状况, 施用方法及施肥效应等进行分析, 以期从微量元素的角度为改良烟草专用复合肥提供配方, 从而提高十堰烟叶产量和质量^[1-9]。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 根据近年及当年土壤化验数据分析^[10], 2014—2016 年在湖北省十堰市竹山县官渡镇大溪河村和竹溪县泉溪镇坝溪河村进行小区试验。试验田地势平坦, 黄棕壤, 前茬作物为烤烟, 地力中等。竹山点土壤基本理化性状为 pH 6.0、交换性镁 88.60 mg/kg、有效锌 2.57 mg/kg、有效铜 3.28 mg/kg、有效硼 0.26 mg/kg、氯 5.43 mg/kg; 竹溪点土壤基本理化性状为 pH 6.14、交换性镁 258.55 mg/kg、有效锌 1.67 mg/kg、有效铜 2.71 mg/kg、有效硼 0.85 mg/kg、氯 3.78 mg/kg。

1.2 材料 供试材料为十堰当地主栽品种云烟 87。

1.3 试验设计 镁肥试验设置 5 个水平: M₀ (0 kg/hm²)、M₁ (15.0 kg/hm²)、M₂ (22.5 kg/hm²)、M₃ (30.0 kg/hm²)、

M₄ (37.5 kg/hm²); 氯肥试验设置 5 个水平: C₀ (0 kg/hm²)、C₁ (22.5 kg/hm²)、C₂ (37.5 kg/hm²)、C₃ (52.5 kg/hm²)、C₄ (67.5 kg/hm²); 锌肥试验设置 4 个水平: Z₀ (0 kg/hm²)、Z₁ (4.5 kg/hm²)、Z₂ (9.0 kg/hm²)、Z₃ (13.5 kg/hm²); 微量元素复配试验设置 9 个水平 CK (0 kg/hm²)、T₁ (2.25 kg/hm² B)、T₂ (6.0 kg/hm² Cu)、T₃ (9.0 kg/hm² Zn + 2.25 kg/hm² B)、T₄ (22.5 kg/hm² Mg + 2.25 kg/hm² B)、T₅ (6.0 kg/hm² Cu + 2.25 kg/hm² B)、T₆ (37.5 kg/hm² Cl + 2.25 kg/hm² B)、T₇ (9.0 kg/hm² Zn + 2.25 kg/hm² B + 37.5 kg/hm² Cl)、T₈ (22.5 kg/hm² Mg + 2.25 kg/hm² B + 37.5 kg/hm² Cl)。所有处理氮、磷、钾肥用量保持一致, 施氮量 105 kg/hm², 氮磷钾配比为 1.0:1.2:3.0。镁肥 (Mg 9.5%)、氯肥 (Cl 47%)、锌肥 (Zn 21%)、铜肥 (Cu 25%)、硼肥 (B 20.5%)。常规施肥的肥料种类为尿素 (N 46.4%)、磷酸一铵 (N 11%, P₂O₅ 44%)、硫酸钾 (K₂O 51%)、硝酸钾 (N 13.5%, K 44%) 等。镁肥和氯肥作基肥施用; 铜肥、锌肥和硼肥均在移栽后 7~10 d 与硝酸钾溶于水后进行均匀追施, 所有微肥均单施。各处理均重复 3 次, 采用随机排列。于 5 月 1 日移栽, 其余措施按照十堰烤烟标准化生产技术方案执行。

1.4 测定项目与方法 检测试验点土壤交换性钙、交换性镁、有效锌、有效硼以及有效氯等指标, 测定各时期叶长、叶宽, 同时进行农艺性状调查。烤后烟叶按照国家 42 级标准进行分析, 各级别烟叶价格参考当地烟叶收购价格, 计算产量和产值, 并选取 C3F 进行化学成分分析。用分光光度法测定烟碱含量, 用 3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖, 用原子吸收光谱法测定钾含量, 用过氧化氢-硫酸消化法测定总氮含量, 用莫尔法测定氯含量, 用 DTPA 浸提原子吸收分光光度法测定镁和锌含量。

基金项目 湖北省烟草公司重点科技项目 (027Y2014-018)。

作者简介 魏小慧 (1984—), 女, 湖北十堰人, 农艺师, 硕士, 从事烟草栽培与植保研究。

收稿日期 2017-09-29

1.5 数据统计分析 利用 SPSS 软件进行数据的方差分析,利用 Excel 制作图表。

2 结果与分析

2.1 十堰烟区土壤微量元素以及烟叶品质分析与评价 根据竹山县采集土壤及对应烟叶样品分析,所调查的土壤平均 pH 为 5.9,属于弱酸性范围,但 pH <5.0 的强酸性土壤样点占比达 25%;土壤中交换性钙、交换性镁的平均含量分别为 1 542.1、222.3 mg/kg,属于较低水平;土壤有效锌平均含量为 3.7 mg/kg,属于高水平;土壤有效硼和有效氯的平均含量分别为 0.3、7.2 mg/kg,均属于缺乏水平,可见该区域土壤有效硼和有效氯是提高烟叶质量的障碍因子。

竹山县烟叶中锌含量 30.61 mg/kg,镁含量 1 938.07 mg/kg,烟碱 1.98%,还原糖 25.10%,氯 0.11%,总氮 1.42%,全钾 1.92%。其中,烟叶中烟碱较为适宜,但还原糖、糖碱比和钾氯比偏高,氯、全钾、总氮和氮碱比偏低。根据中国农业科学院烟草研究所对烟叶镁含量的划分标准(烟叶中镁含量小于 2 000 mg/kg 时明显缺镁,含量 2 000 ~ 4 000 mg/kg 为轻度缺

镁,含量 4 000 ~ 15 000 mg/kg 为正常;而优质烟叶锌含量范围为 20 ~ 80 mg/kg^[11-12])可知,竹山县烟叶中锌含量较为适宜,但是烟叶中平均镁含量小于 2 000 mg/kg,属于缺镁水平,且小于 2 000 mg/kg 缺镁样点比例达 66.7%。

由表 1 可知,土壤 pH 与烟叶中全镁呈显著正相关,与烟碱呈极显著正相关;土壤交换性钙与烟碱呈极显著正相关,与全钾呈显著负相关;土壤交换性镁与植物镁呈显著正相关,与植物锌和全钾呈显著负相关;土壤有效锌与总氮呈显著负相关,而土壤有效硼和有效氯与烟叶化学成分无显著相关。由此可见,土壤中 pH 不仅影响氮素供应,而且与土壤中交换性钙和交换性镁密切相关,因此土壤 pH 与烟叶中镁和烟碱呈显著正相关;土壤中钙、镁与锌和钾均有一定的拮抗,因此土壤中交换性钙和镁均与烟叶中全钾呈显著负相关,且交换性镁与植物锌呈显著负相关。交换性镁与植物镁呈显著正相关,而有效锌与植物锌无显著相关性,这表明土壤中锌能够满足植物的需求,但镁素缺乏和含量的高低显著影响烟叶镁含量。

表 1 竹山县调查土壤微量元素与烟叶化学成分相关性分析
Table 1 Correlation analysis of trace elements in soil and chemical components of tobacco leaves in Zhushan

指标 Index	植物锌 Plant zinc	植物镁 Plant magnesium	烟碱 Nicotine	还原糖 Reducing sugar	氯 Chlorine	总氮 Total nitrogen	全钾 Total potassium
pH	-0.541	0.681 *	0.795 **	0.325	0.467	0.328	-0.536
交换性钙 Exchangeable calcium	-0.395	0.546	0.806 **	0.331	0.566	0.140	-0.673 *
交换性镁 Exchangeable magnesium	-0.653 *	0.678 *	0.619 *	0.704 *	0.226	0.460	-0.597 *
有效锌 Available zinc	0.493	-0.302	-0.301	-0.240	-0.141	-0.656 *	0.239
有效硼 Available boron	0.004	0.139	0.330	-0.069	0.323	-0.213	-0.143
有效氯 available chlorine	-0.058	0.098	0.142	-0.018	0.148	-0.229	-0.202

注: * 表示相关显著(P < 0.05), ** 表示相关极显著(P < 0.01)
Note: * indicates significant correlation(P < 0.05), ** indicates extremely significant correlation(P < 0.01)

2.2 微量元素施用量及施用技术研究

2.2.1 镁肥施用量研究。

2.2.1.1 镁肥施用量对烟叶农艺性状的影响。据田间调查,在烟叶团棵期,施用镁肥以及不同施镁量对烟叶的各项农艺性状无明显影响。烟叶成熟期,在竹山点(缺镁区域),施用镁肥能够提高烟株高度(表 2),提高中部叶的开片情况;在竹溪点(不缺镁区域),施用镁肥对烟株株高、茎围、叶面积等农艺性状影响不大,但是对烟叶开片有抑制作用,尤其对上部叶,施镁量为 37.5 kg/hm² 时,烟叶的上部叶片呈现“勺”状,这可能是由于集中条施镁肥后,根区土壤中镁与钙、硼等微量元素产生拮抗,使得上部叶片出现典型的缺钙、硼等症状。

2.2.1.2 镁肥施用量对烟叶产量和产值的影响。由表 2 可知,随着施用镁肥量的增加,竹溪点的烟叶产量、产值和均价呈降低趋势,而在竹山点的产量呈上升趋势,这表明在土壤中镁元素相对丰富的情况下,集中大量施用镁肥可能影响烟叶的产量和产值,而在土壤镁元素缺乏的情况下,施用镁肥能够提高烟叶的产量和产值。在竹山点土壤镁缺乏情况下(交换性镁 88.6 mg/kg),以施用 30.0 kg/hm² 镁肥的产量和均价最高。

2.2.1.3 镁肥施用量对烟叶化学成分的影响。一般认为,优质烟叶化学成分指标主要有烟碱 1.5% ~ 3.5%、总氮 1.5% ~ 3.0%、还原糖 16% ~ 22%、钾离子 2.0% ~ 3.5%、氯离子 0.3% ~ 0.8%、氮碱比 0.8 ~ 1.0、糖碱比 8 ~ 12、钾氯比 4 ~ 10^[13-18]。根据优质烟叶化学成分指标范围,从表 2 可以看出,竹山和竹溪点中部烟叶中的还原糖、总氮和总钾均在优质烤烟范围内,但竹山点烟碱含量偏高,氯含量较低,这可能与竹山点土壤较肥沃,氮肥施用量偏高,土壤中氯含量较低有关。综合竹山点和竹溪点可知,施用镁肥后,烟叶中总钾含量均呈不同程度的降低趋势,而糖碱比和还原糖呈升高趋势。随着施用镁肥的增加,烟叶中的还原糖呈先增加后降低趋势,其中竹山点和竹溪点均以施用 30.0 kg/hm² 镁肥处理的还原糖含量最高,分别较常规施肥提高了 26.4% 和 9.9%。烟叶中钾含量随着施用镁肥量的增加,竹山点呈逐渐增加的趋势,而竹溪点呈逐渐降低的趋势,但各点钾含量均低于常规施肥处理。

综合烟叶的化学成分和烟叶产量,在土壤交换性镁含量低于 90 mg/kg 土壤中,以施用 22.5 ~ 30.0 kg/hm² 镁肥为宜,且施肥的方法采取田面撒施后起垄,防止集中施用而抑制烟株对其他元素的吸收。

表 2 不同镁肥施用量对烟叶成熟期农艺性状、产质量及中部叶化学成分的影响

Table 2 Effects of different amount of magnesium fertilizer on agronomic traits,yield,quality and chemical components of middle leaves during maturing period

试验点 Test point	处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	最大叶长× 最大叶宽 Maximum leaf length × maximum leaf width cm × cm	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg	烟碱 Nicotine %	还原糖 Reducing sugar %	氯 Chlorine %	总氮 Total nitrogen %	总钾 Total potassium %
竹山 Zhushan	M ₀	114.4	8.90	69.5 × 29.4	1 687.5	53 797.5	31.9	3.12	16.35	0.08	1.61	2.54
	M ₁	117.0	9.10	72.0 × 30.4	1 678.5	54 076.5	32.2	3.10	17.06	0.14	1.80	1.99
	M ₂	115.0	8.80	71.9 × 29.7	1 720.5	51 496.5	29.9	2.94	20.14	0.08	1.54	2.11
	M ₃	116.7	9.20	70.6 × 29.2	1 816.5	61 573.5	33.9	2.51	20.67	0.09	1.39	2.20
	M ₄	112.4	9.00	72.1 × 30.8	1 825.5	56 497.5	30.9	3.01	18.08	0.08	1.57	2.38
竹溪 Zhuxi	M ₀	136.1	8.70	67.3 × 30.1	1 801.5	57 373.5	31.8	1.68	20.84	0.36	1.55	2.68
	M ₁	136.5	8.50	66.5 × 30.3	1 782.0	53 241.0	29.9	1.40	21.35	0.37	1.44	2.60
	M ₂	137.1	8.50	66.9 × 30.0	1 678.5	50 565.0	30.1	2.06	22.66	0.24	1.56	2.39
	M ₃	136.5	8.70	65.9 × 29.4	1 734.0	53 316.0	30.7	1.96	22.90	0.25	1.60	2.27
	M ₄	136.0	8.60	65.3 × 29.1	1 653.0	47 551.5	28.8	1.91	19.90	0.30	1.60	2.31

2.2.2 氯肥施用量研究。

2.2.2.1 氯肥施用量对烟叶农艺性状的影响。据田间调查,烟叶团棵期,施用氯肥对烟株株高、茎围、最大叶长和叶宽等各项农艺性状无明显影响。烟叶成熟期,施用氯肥均明显提高了烟株株高(表 3)和烟叶叶片的开片情况。

2.2.2.2 氯肥施用量对烟叶产量和产值的影响。由表 3 可知,施用氯肥能不同程度地提高烟叶产量,且随着施用氯肥量的增加,烟叶产量均呈先增加后降低的趋势,其中竹山点以施用 52.5 kg/hm² 氯肥的产量最高,竹溪点以施用 37.5 kg/hm² 氯肥的产量最高;烟叶产值和均价在不同处理中均不同程度降低,过多施用氯肥会提高烟叶中氯含量,而烟叶中氯含量过高会影响烟叶的燃烧性,因此应根据烟叶的

分析结果,确定最佳施氯量。

2.2.2.3 氯肥施用量对烟叶化学成分的影响。从表 3 可以看出,施用氯肥后,竹山点烟叶中的烟碱和总氮含量均呈降低趋势,还原糖含量呈升高趋势;而竹溪点与竹山点相反,即烟碱和总氮含量均呈增加趋势,还原糖含量呈下降趋势,这可能与土壤类型有关;施用氯肥能明显提高烟叶中氯含量,且随着施用氯肥量的增加,烟叶中氯含量呈增加的趋势,但是与其他化学成分之间的变化无明显规律。在竹山点,施用 67.5 kg/hm² 氯肥时,烟叶中的氯含量达 1.64%,已超出优质烟叶氯范围(0.3%~0.8%),可能影响烟叶的燃烧性,因此施用 22.5~37.5 kg/hm² 氯肥为宜。

表 3 不同氯肥施用量对烟叶成熟期农艺性状、产质量及中部叶化学成分的影响

Table 3 Effects of different amount of chlorine fertilizer on agronomic traits,yield,quality and chemical components of middle leaves during maturing period

试验点 Test point	处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	最大叶长× 最大叶宽 Maximum leaf length × maximum leaf width cm × cm	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg	烟碱 Nicotine %	还原糖 Reducing sugar %	氯 Chlorine %	总氮 Total nitrogen %	总钾 Total potassium %
竹山 Zhushan	C ₀	114.4	8.90	69.5 × 29.4	1 687.5	53 797.5	31.9	2.79	16.87	0.09	1.58	2.40
	C ₁	114.7	8.80	71.3 × 29.5	1 678.5	49 923.0	29.8	2.36	21.25	0.18	1.21	2.32
	C ₂	119.2	9.00	69.8 × 29.8	1 731.0	53 119.5	30.7	2.12	22.47	0.36	1.34	2.05
	C ₃	116.4	8.80	70.3 × 31.6	1 762.5	50 505.0	28.7	2.96	18.29	0.08	1.47	2.19
	C ₄	116.1	9.00	71.8 × 29.3	1 729.5	52 516.5	30.4	2.33	17.03	1.64	1.49	2.90
竹溪 Zhuxi	C ₀	136.0	9.95	65.3 × 30.0	1 621.5	46 146.0	28.5	1.35	24.55	0.24	1.42	2.45
	C ₁	136.5	9.80	65.8 × 29.5	1 684.5	47 514.0	28.2	1.50	23.66	0.24	1.43	2.15
	C ₂	136.0	9.65	65.5 × 30.0	1 749.0	45 090.0	25.8	1.74	23.77	0.16	1.58	2.33
	C ₃	137.5	10.10	66.5 × 29.5	1 642.5	42 520.5	25.9	1.77	20.11	0.69	1.72	2.53
	C ₄	138.0	10.00	68.2 × 30.5	1 653.0	44 509.5	26.9	1.42	21.14	0.31	1.61	2.41

2.2.3 锌肥施用量研究。

2.2.3.1 锌肥施用量对烟叶农艺性状的影响。据田间调查,在烟叶团棵期,施用锌肥对烟株株高、节距以及最大叶长和叶宽等农艺性状均无明显影响。在烟叶成熟期,竹山点施用锌肥明显提高了烟株株高(表 4)以及叶片的开片情况,竹溪点施用锌肥明显提高了下部叶、中部叶和上部叶的开片情

况,可见在缺锌土壤中,施用锌肥能提高烟叶的开片情况。

2.2.3.2 锌肥施用量对烟叶产量和产值的影响。由表 4 可知,在竹溪点,施用锌肥明显提高了烟叶的产量和产值,且随着施用锌肥量的增加,竹溪点烟叶产量和产值均呈升高的趋势,以施用 13.5 kg/hm² 锌肥烟叶的产量和产值最高。在竹山点,施用锌肥后,烟叶的产量无明显变化,但烟叶产值和均

价出现不同程度的降低,这与成熟期调查的农艺性状结果不一致,可能与后期田块部分区域积水,导致计产计值结果不准确有关。

2.2.3.3 锌肥施用量对烟叶化学成分的影响。由表 4 可知,施用锌肥后,竹山点烟叶中的烟碱和总氮含量均呈降低

趋势,还原糖含量呈升高趋势;而竹溪点与竹山点相反,即烟碱和总氮含量均呈增加趋势,还原糖含量呈下降趋势,该趋势与氯肥施用试验烟叶化学成分相似,这可能与土壤类型有关。

综合烟叶中各化学成分和产量,以施用 9.0~13.5 kg/hm² 锌肥为宜。

表 4 不同锌肥施用量对烟叶成熟期农艺性状、产质量及中部叶化学成分的影响
Table 4 Effects of different amount of zinc fertilizer on agronomic traits,yield,quality and chemical components of middle leaves during maturing period

试验点 Test point	处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	最大叶长× 最大叶宽 Maximum leaf length× maximum leaf width cm×cm	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg	烟碱 Nicotine %	还原糖 Reducing sugar %	氯 Chlorine %	总氮 Total nitrogen %	总钾 Total potassium %
竹山 Zhushan	Z ₀	114.4	8.90	69.5×29.4	1 687.5	53 797.5	31.9	3.12	16.35	0.08	1.61	2.54
	Z ₁	118.9	9.00	71.1×30.3	1 674.0	48 786.0	29.2	3.16	19.07	0.10	1.38	2.46
	Z ₂	115.1	8.80	70.1×29.8	1 648.5	47 661.0	28.9	2.70	20.94	0.08	1.43	1.95
	Z ₃	116.1	9.00	70.4×29.5	1 738.5	49 966.5	28.7	2.86	19.38	0.11	1.49	2.30
竹溪 Zhuxi	Z ₀	138.0	10.00	63.5×28.6	1 654.5	48 891.0	29.6	1.59	24.85	0.23	1.51	2.63
	Z ₁	137.2	10.00	65.0×29.8	1 731.0	52 443.0	30.3	2.58	17.34	0.24	1.63	2.39
	Z ₂	138.7	9.50	65.5×30.4	1 780.5	51 282.0	28.8	2.24	22.77	0.15	1.49	1.89
	Z ₃	137.2	9.50	66.5×29.4	1 803.0	54 481.5	30.2	2.65	19.44	0.31	1.74	2.16

2.2.4 微量元素施用效果及方法研究。

2.2.4.1 微量元素复配对烟叶农艺性状的影响。据田间调查,在烟叶团棵期,不同处理间农艺性状差异不大。在烟叶成熟期,竹山点以常规施肥+22.5 kg/hm² Mg+2.25 kg/hm² B 处理的烟株株高、茎围、最大叶长和最大叶宽均较常规施肥处理有一定程度的提高;竹溪点,以常规施肥+6.0 kg/hm² Cu 处理的烟株株高、茎围、最大叶长和最大叶宽均较常规施肥处理有一定程度的提高,其他处理间的农艺性状差异不大。可见在竹溪点,施用锌、硼和铜等微量元素促进烟株的

生长,而在竹山点,施用镁、硼和铜等中微量元素促进烟株的生长。

2.2.4.2 微量元素复配对烟叶产量和产值的影响。由表 5 可知,相对于常规施肥处理,常规施肥+2.25 kg/hm² B 处理、常规施肥+37.5 kg/hm² Cl+2.25 kg/hm² B 处理提高了烟叶的产量,常规施肥+6.0 kg/hm² Cu 明显提高了烟叶的均价以及产值,而其他处理对烟叶的产量和产值影响不大,这表明该区域施用硼肥、铜肥和氯肥能促进烟叶生长,提高烟叶产量和品质。

表 5 不同微肥施用量对烟叶成熟期农艺性状、产质量及中部叶化学成分的影响
Table 5 Effects of different amount of microelement fertilizer on agronomic traits,yield,quality and chemical components of middle leaves during maturing period

试验点 Test point	处理 Treatment	株高 Plant height cm	茎围 Stem girth cm	最大叶长× 最大叶宽 Maximum leaf length× maximum leaf width cm×cm	产量 Yield kg/hm ²	产值 Output value 元/hm ²	均价 Average price 元/kg	烟碱 Nicotine %	还原糖 Reducing sugar %	氯 Chlorine %	总氮 Total nitrogen %	总钾 Total potassium %
竹山 Zhushan	CK	116.4	8.90	72.5×30.2	1 783.5	52 578.0	29.5	2.46	17.39	0.10	1.55	2.27
	T ₁	115.8	9.10	73.6×29.4	1 806.0	50 230.5	27.8	2.30	18.40	0.07	1.37	2.29
	T ₂	121.5	9.20	74.5×28.8	1 762.5	53 227.5	30.2	2.83	20.03	0.18	1.38	2.19
	T ₃	118.9	9.30	72.5×29.3	1 744.5	51 088.5	29.3	3.05	17.55	0.07	1.62	2.29
	T ₄	116.7	9.10	73.5×30.5	1 759.5	49 122.0	27.9	2.88	18.74	0.08	1.46	1.98
	T ₅	117.5	9.00	72.6×31.0	1 789.5	48 403.5	27.1	2.24	17.96	0.25	1.39	2.41
	T ₆	117.6	8.90	72.8×29.0	1 854.0	50 733.0	27.4	2.88	20.21	0.23	1.51	1.93
	T ₇	116.4	9.20	70.9×29.3	1 773.0	51 435.0	29.0	2.95	19.88	0.32	1.26	1.78
竹溪 Zhuxi	T ₈	119.2	9.00	69.8×30.5	1 737.0	49 152.0	28.3	—	—	—	—	—
	CK	136.5	8.65	67.6×30.0	—	—	—	2.06	22.19	0.26	1.55	2.16
	T ₁	137.2	8.70	66.9×31.5	—	—	—	1.56	22.93	0.32	1.48	2.72
	T ₂	138.0	8.65	68.3×30.5	—	—	—	1.67	22.20	0.31	1.55	2.15
	T ₃	138.1	8.65	65.9×29.6	—	—	—	2.01	23.53	0.38	1.59	2.11
	T ₄	135.8	8.65	67.2×30.9	—	—	—	2.00	21.05	0.23	1.66	2.38
	T ₅	137.5	8.80	64.3×30.5	—	—	—	1.49	25.80	0.25	1.43	2.37
	T ₆	136.4	8.68	64.3×30.2	—	—	—	1.89	22.37	0.22	1.61	2.02
	T ₇	137.4	8.65	62.6×30.1	—	—	—	1.55	25.79	0.11	1.36	2.01
	T ₈	135.6	8.65	67.5×30.7	—	—	—	—	—	—	—	—

2.2.4.3 微量元素复配对烟叶化学成分的影响。由表 5 可知,竹山和竹溪点的烟叶烟碱、还原糖和总钾均在优质烟叶范围内,但是竹山点除施氯处理外,其他处理的烟叶氯含量偏低,这可能会影响烟叶的切丝率。施硼肥后,烟叶中钾含量和还原糖含量呈增加趋势;施用镁肥后,烟叶中钾含量呈下降趋势。

综合竹山点数据来看,以常规施肥 + 6.0 kg/hm² Cu + 2.25 kg/hm² B 的烟碱含量、氯含量、总氮含量、总钾含量、氮碱比、糖碱比和钾氯比均较适宜;竹溪点以常规施肥 + 9.0 kg/hm² Zn + 2.25 kg/hm² B 的烟碱含量、氯含量、总氮含量、总钾含量、氮碱比、糖碱比和钾氯比均较适宜。

3 结论与讨论

3.1 5 种微量元素对烟叶农艺性状的影响 在土壤镁元素缺乏的情况下,增施镁肥能明显促进烟叶的开片情况,提高烟叶的产量和产值;而在土壤镁元素相对丰富的情况下,集中条施镁肥对烟叶的叶片,尤其上部叶开片有明显抑制作用,明显降低了烟叶的产量,这与集中大量施用镁肥可能抑制烟叶对钾、硼等元素的吸收有关。

3.2 5 种微量元素对烟叶产质量的影响 在竹山点施用镁肥 30.0 kg/hm²,可有效提高烟叶产量 129.0 kg/hm²,产值 7 776.0 元/hm²,降低烟叶中的烟碱、总氮和总钾含量,提高还原糖含量;在竹溪点施用氯肥 22.5 kg/hm² 能够提高烟叶产量 127.5 kg/hm²,可增加产值 1 368.0 元/hm²,且可以降低烟叶中烟碱和总氮的含量,提高烟叶中氯含量;在竹溪点施用锌肥 13.5 kg/hm² 能够提高烟叶产量 148.5 kg/hm²,可增加产值 5 590.5 元/hm²,且可以降低烟叶中烟碱和总氮的含量。适量施硼肥和铜肥后,烟叶中烟碱和总氮含量呈下降趋势。

3.3 5 种微量元素的最佳配比 综合烟叶的化学成分和烟叶产量,在土壤交换性镁含量低于 90 mg/kg 的土壤中,以施用 22.5 ~ 30.0 kg/hm² 镁肥为宜,且施肥方法采取田面撒施

后起垄,防止集中施用而抑制烟株对其他元素的吸收;在土壤水溶性氯含量低于 10 mg/kg 的土壤中,以补充 22.5 ~ 37.5 kg/hm² 氯肥为宜,且施用的含氯肥料必须以基肥施入;在土壤有效锌含量低于 1.0 mg/kg 的土壤中,以添加 9.0 ~ 13.5 kg/hm² 锌肥为宜。综合在竹山点和竹溪点烟叶化学成分和烟叶产量来看,常规施肥 + 37.5 kg/hm² Cl + 2.25 kg/hm² B 的烟碱含量、氯含量、总氮、总钾、氮碱比、糖碱比和钾氯比均较适宜,烟叶的产量有一定的提高。

参考文献

[1] 潘瑞炽. 植物生理学[M]. 北京:高等教育出版社,2004.
[2] 胡国松,郑伟,王震东,等. 烤烟营养原理[M]. 北京:科学出版社,2000.
[3] 韩锦峰. 烟草栽培生理[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
[4] 左天觉. 烟草的生产、生理和生物化学[M]. 上海:上海远东出版社,1993.
[5] 袁可能. 植物营养元素的土壤化学[M]. 北京:科学出版社,1983.
[6] 张延春,陈治锋,龙怀玉,等. 不同氮素形态及比例对烤烟长势、产量及部分品质因素的影响[J]. 植物营养与肥料学报,2005,11(6):787 - 792.
[7] 胡国松,曹志洪,周秀如. 烤烟根际土壤中钾素及微素行为的研究[J]. 中国烟草学报,1993(1):3 - 11.
[8] 陈江华,刘建利,李志宏,等. 中国植烟土壤及烟草养分综合管理[M]. 北京:科学出版社,2008:55 - 59.
[9] 聂新柏,靳志丽. 烤烟中微量元素对烤烟生长及产质量的影响[J]. 中国烟草科学,2003,24(4):30 - 34.
[10] 蔡永占,韩小女. 生物钾肥对烤烟含钾量及品质影响的研究进展[J]. 农学报,2016,6(11):37 - 41.
[11] 陈瑞泰. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,1987:135.
[12] 高华军,林北森,黄忠言,等. 百色烟区植烟土壤和烟叶镁素的营养特征[J]. 湖北农业科学,2013,52(6):1267 - 1269.
[13] 汪耀富,福锁,刘占卿. 灌水和过量施钾对烤烟养分含量及烟叶产量品质的影响[J]. 河南农业大学学报,2002,36(3):222 - 225.
[14] 魏小慧,但国涵,张友臣,等. 十堰植烟土壤有效态微量元素分布特征及评价[J]. 安徽农业科学,2017,45(8):128 - 131,134.
[15] 孙建峰,章新军,毕庆文,等. 河南烤烟主产区烟叶化学成分的比较分析[J]. 郑州轻工业学院学报(自然科学版),2006,21(2):40 - 43.
[16] 包勤,张艳玲,王爱国,等. 2002 - 2013 年间我国烤烟主要化学成分变化趋势及原因分析[J]. 烟草科技,2015,48(7):14 - 19.
[17] 王瑞新. 烟草化学[M]. 北京:中国农业出版社,2003.
[18] 王彦亭,谢剑平,李志宏. 中国烟草种植区划[M]. 北京:科学出版社,2010.

(上接第 17 页)

[10] 张京楼. 鳕鱼皮多肽的益生菌发酵工艺探索及体外抗氧化性能研究[D]. 烟台:烟台大学,2012.
[11] 李承威,宋洁. 胶原蛋白肽对于皮肤保健的实验研究[J]. 牡丹江医学院学报,2015,36(4):1 - 3.
[12] 李幸. 鳕鱼皮胶原蛋白保湿护肤效果的研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2014.
[13] 胡立新,程骅,占稳,等. 鱼下脚料中胶原蛋白的提取与应用[J]. 化学与生物工程,2009,26(2):7 - 9,17.
[14] ESPÍN J C,VARÓN R,FENOLL L G,et al. Kinetic characterization of the substrate specificity and mechanism of mushroom tyrosinase[J]. Eur J Biochem,2000,267(5):1270 - 1279.
[15] HOU H,ZHAO X,LI B F,et al. Inhibition of melanogenic activity by ge-

latin and polypeptides from pacific cod skin in B16 melanoma cells[J]. J Food Biochem,2011,35(4):1099 - 1116.
[16] 李昀. 胶原蛋白在食品和化妆品中的应用[J]. 天津农学院学报,2005(2):54 - 57.
[17] 王珊珊. 鳕鱼骨胶原肽与活性钙的制备及其抗骨质疏松活性研究[D]. 青岛:中国海洋大学,2013.
[18] 卢玉坤,姜慧明,王景峰,等. 鳕鱼皮胶原蛋白肽的促钙吸收作用[J]. 中国海洋药物,2013,32(4):49 - 56.
[19] 王志刚,孙京沙,倪鑫,等. 鳕鱼皮胶原蛋白肽的抗酒精性胃溃疡作用[J]. 中国海洋药物,2012,31(5):17 - 22.
[20] 刘晨晨,赵玉勤,杨最素,等. 鳕鱼皮胶原蛋白肽对小鼠急性肝损伤的保护作用研究[J]. 现代食品科技,2015,31(7):18 - 24.
[21] 王加斌,刘晨晨,丁国芳,等. 鳕鱼皮胶原蛋白肽对小鼠慢性四氯化碳肝损伤的保护作用研究[J]. 营养学报,2016,38(2):133 - 137.

科技论文写作规范——文内标题

文章内标题力求简短,一般不超过 20 字,标题内尽量不用标点符号。标题顶格书写,文内标题层次不宜过多,一般不超过 4 级,分别以 1;1.1;1.1.1;1.1.1.1 方式表示。