

腐殖酸有机肥在烤烟生产上的应用效果

熊维亮¹, 杨鹏¹, 杨军伟¹, 曾宗梁¹, 高远², 卢晓华², 张维³, 沈利臣^{2*}, 郭先锋^{3*} (1. 四川省烟草公司攀枝花市公司, 四川攀枝花 617026; 2. 上海烟草集团有限责任公司, 上海 200082; 3. 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266101)

摘要 [目的]提高烟叶质量, 推动烟草可持续发展。[方法]开展不同腐殖酸有机肥处理田间试验, 研究腐殖酸有机肥在烤烟生产中的应用效果。[结果]施用腐殖酸有机肥 C[N(10) - P₂O₅(6) - K₂O(24) - Zn(0.2) - B(0.2) - Mg(1.0), 有机质 8.5%, 腐殖酸 5.0%] 处理, 产量、产值等与对照差异最小, 用工量减少 6.25%, 总成本降低 9.73%; 施用腐殖酸有机肥 A[N(6) - P₂O₅(6) - K₂O(18) - Zn(0.2) - B(0.2) - Mg(1.0), 有机质 16.8%, 腐殖酸 10.0%] 处理, 外观质量和感官质量等方面均较优, 对改善烟叶质量的作用更突出。[结论]施用腐殖酸有机肥烤烟前期长势缓慢, 产量、产值低, 综合抗病性较强, 均价、上等烟比例和上中等烟比例高, 中部叶还原糖和总植物碱等含量低, 香气量、感官质量档次高, 成本降低。
关键词 腐殖酸有机肥; 烤烟; 应用; 烟叶质量
中图分类号 S141 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2018)08-0133-04

Application Effect of Humic Acid Organic Fertilizer in Flue-cured Tobacco Production

XIONG Wei-liang, YANG Peng, YANG Jun-wei et al (Panzhihua City Branch of Sichuan Province Tobacco Company, Panzhihua, Sichuan 617026)

Abstract [Objective] To improve the quality of tobacco leaf and promote the sustainable development of tobacco industry. [Method] A field experiment was conducted to investigate the effect of different organic fertilizers containing humic acid on tobacco leaf quality. [Result] Compared to the control, tobacco with the application of organic fertilizer containing humic acid C showed a little difference in yield and output value, a reduce in labor employment and total cost of 6.25% and 9.73%, respectively. Application of organic fertilizer containing humic acid A could play an important role in improving the leaf quality, resulting in both good appearance quality and sensory quality. [Conclusion] Tobacco treated with organic fertilizer containing humic acid showed slower growth rate, lower yield and output value, but better comprehensive resistance to disease, higher average price, higher proportion of upper grade tobacco leaves, higher ratio of the middle class and superior leaves, lower contents of reducing sugars and total plant alkaloid, better aroma characteristics and sensory quality, as well as lower production cost.

Key words Humic acid organic fertilizer; Flue-cured tobacco; Application; Tobacco quality

腐殖酸主要是由动植物遗骸经微生物分解转化及一系列地球物理化学变化而积累形成的有机物质。腐殖酸含有多种活性基团, 可促进土壤团粒结构的形成, 增加土壤的代换容量, 提高土壤缓冲能力, 具有改良土壤的作用。腐殖酸活化土壤中的微量元素, 可提高细胞膜和原生质的渗透性, 加速营养物质进入作物体, 增进肥效, 并刺激作物生长发育, 增强作物抗旱、抗寒、抗病能力, 具有改善作物品质等功能^[1-2]。

腐殖酸有机肥是以腐殖酸等有机物为基础, 辅以化学肥料制成, 营养全面, 含较多有机质、大中微量元素, 富含氨基酸、核酸等有机营养物质。关于腐殖酸有机肥促进作物增产提质的报道很多^[3-6], 孙克刚等^[3]在水稻上施用腐殖酸有机肥后, 水稻增产增收效果显著; 王彪等^[6]在黄瓜上施用腐殖酸有机肥后, 黄瓜产量明显高于对照, 显著改善了品质。腐殖酸有机肥在烟草生产上有很好的开发利用前景^[1], 但目前尚未见相关报道。

攀枝花市由于独特的生态条件, 是全国为数不多的优质烤烟产地, 所产烤烟质量优良, 风格突出, 得到全国卷烟工业企业的普遍关注。笔者开展腐殖酸有机肥对烤烟产质量的

影响研究, 为进一步提升攀枝花烟叶品质、彰显攀枝花烟叶特色、推动攀枝花烟草可持续发展具有积极意义。

1 材料与方法

1.1 试验地概况 试验于 2017 年在四川攀枝花普威镇新农村四队进行。土壤类型为黄棕壤, 土壤养分状况: pH 6.1, 速效氮 91.4 mg/kg, 速效磷 5.08 mg/kg, 速效钾 112.5 mg/kg, 有机质 14.8 g/kg。前茬作物为油菜, 排灌水条件好, 周围无果园、蔬菜大棚等病虫害传染源。

1.2 试验材料 供试烤烟品种为云烟 87。3 种腐殖酸有机肥均由四川大祥百事达生物科技有限公司提供。腐殖酸有机肥 A[N(6) - P₂O₅(6) - K₂O(18) - Zn(0.2) - B(0.2) - Mg(1.0), 有机质 16.8%, 腐殖酸 10.0%], 腐殖酸有机肥 B[N(5) - P₂O₅(4) - K₂O(26) - Zn(0.2) - B(0.2) - Mg(1.0), 有机质 10.0%, 腐殖酸 6.8%], 腐殖酸有机肥 C[N(10) - P₂O₅(6) - K₂O(24) - Zn(0.2) - B(0.2) - Mg(1.0), 有机质 8.5%, 腐殖酸 5.0%]。烟草专用基肥(N: P₂O₅: K₂O 为 10: 11: 32) 和烟草专用追肥(N: P₂O₅: K₂O 为 15: 0: 34) 由四川金叶化肥有限公司提供。

1.3 试验方法 根据腐殖酸有机肥种类共设 4 个处理: T₁, 施用腐殖酸有机肥 A, 用量 900 kg/hm², 在起垄时一次性施入, 移栽后 15 d, 施用专用追肥, 用量 75 kg/hm², 移栽后 30 d, 配合结膜上厢, 再施用专用追肥, 用量 75 kg/hm²; T₂, 施用腐殖酸有机肥 B, 用量 900 kg/hm², 在起垄时一次性施入, 移栽后 15 d, 施用专用追肥, 用量 75 kg/hm², 移栽后 30 d, 配合结膜上厢, 再施用专用追肥, 用量 75 kg/hm²; T₃, 施用腐殖酸有

基金项目 上海烟草集团有限责任公司科技项目“攀枝花优质烟叶均衡营养技术示范及应用”(2017310000140889); 四川绿色防控项目(SCYC201604)。
作者简介 熊维亮(1984—), 男, 重庆万州人, 助理农艺师, 从事烟草栽培技术研究与生产管理工作。* 通讯作者: 沈利臣, 从事烟草采购等方面的研究; 郭先锋, 副研究员, 硕士, 从事烟草化学方面的研究。
收稿日期 2017-12-25

机肥 C,用量 900 kg/hm²,在起垄时一次性施入,不再施用其他肥料;CK,对照,当地施肥方式,移栽时施油枯 150 kg/hm²,烟草专用基肥 750 kg/hm²,移栽后 15 d,施用专用追肥,用量 75 kg/hm²,移栽后 30 d,配合结膜上厢,再施用专用追肥,用量 75 kg/hm²。采用大田对比试验,每个处理 667 m²,行株距为 120 cm×50 cm,四周设置保护区。

试验仅对肥料种类和是否追肥进行调整,其他大田管理、采烤等生产技术措施与当地常规相同。

1.4 调查项目与方法

1.4.1 主要农艺性状及经济性状。在每个处理区域内均设置 3 个调查和取样区,按文献[7-8]分别对各处理生育期的主要农艺性状、病虫害进行调查。烟叶采烤收购完成后对各处理的主要经济性状进行统计分析。

表 1 不同处理主要生育期
Table 1 Main growth period of different treatments

处理 Treatment	移栽期 Transplanting period	团棵期 Rosette period	现蕾期 Squaring period	初采期 Early harvesting period	末采期 End of harvesting period	大田生育期 The growing period//d
T ₁	05-08	06-18	07-22	07-28	08-19	104
T ₂	05-08	06-19	07-20	07-26	08-18	103
T ₃	05-08	06-21	07-24	07-30	08-21	106
CK	05-08	06-15	07-18	07-26	08-18	103

2.2 农艺性状比较

2.2.1 团棵期主要农艺性状。由表 2 可知,在团棵期,各处理的叶宽差异不显著,但株高和叶长存在显著差异,表现为对照株高高,最大叶长长,同时最大叶宽也最宽,长势优于其他处理;而各腐殖酸有机肥处理的株高、最大叶长小于对照,长势相对较差,特别是 T₃ 处理表现更为明显。

2.2.2 打顶期主要农艺性状。由表 3 可知,在打顶期,各处理在农艺性状方面差异均不显著,但对照表现为有效叶片数相对较少,茎围细,下部叶较大,而上部叶较小;各腐殖酸有机肥处理表现为叶片数相对较多,茎围粗,下部叶较小,而上部叶较大,其中 T₃ 表现更为突出,该处理有效叶片数多,茎围粗,株高较高,上部叶大,下部叶较小。

表 3 打顶期不同处理主要农艺性状
Table 3 Main agronomic characters of different treatments in topping period

处理 Treatment	株高 Plant height//cm	叶片数 Leaf number 片/株	茎围 Laimos- phere//cm	下部叶长 The lower leaf length cm	下部叶宽 The lower leaf wide cm	腰叶长 The waist leaf length cm	腰叶宽 The waist leaf wide cm	上部叶长 The upper leaf length cm	上部叶宽 The upper leaf wide cm
T ₁	98.2	18.1	9.7	57.3	27.3	63.8	27.8	53.6	20.7
T ₂	89.2	18.0	9.6	54.8	25.0	61.1	26.1	54.9	21.1
T ₃	97.8	18.6	9.8	53.3	26.6	64.2	26.4	57.0	21.2
CK	90.3	17.6	9.3	59.7	28.3	60.8	27.2	52.9	20.3

2.3 抗病性比较 由表 4 可知,各处理黄瓜花叶病毒病(CMV)、马铃薯 Y 病毒病(PVY)以及赤星病等病害整体发病率较低,对烟株的影响较小,而普通花叶病(TMV)和气候斑病发病率相对较高,同时不同处理的发病率和病情指数

1.4.2 指标测定。采集各处理中部叶 C3F 代表性样品,送农业部烟草产业产品质量监督检验测试中心进行检测。按文献[9]的方法对样品进行外观质量鉴定,按文献[10-14]的方法分别测定烟叶的总糖、还原糖、总氮、总植物碱、钾和氯含量。按文献[15]的方法进行感官质量评价。

1.5 数据分析 试验数据采用 DPS 7.05 和 Excel 2003 等软件进行处理。

2 结果与分析

2.1 主要生育期比较 由表 1 可知,不同处理在生长发育方面有所差异,与对照相比,T₃ 处理表现为前期(从移栽期—现蕾期)生长缓慢,生育期相对较长,T₁ 和 T₂ 处理前期生长也较缓慢,但后期与对照间的生长发育差异不断缩小。

表 2 团棵期不同处理主要农艺性状

Table 2 Main agronomic characters of different treatments in rosette period

处理 Treatment	株高 Plant height cm	最大叶长 Maximum leaf length//cm	最大叶宽 Maximum leaf wide//cm
T ₁	28.10 ab	42.0 b	26.7 a
T ₂	27.60 ab	41.3 b	26.4 a
T ₃	26.40 b	40.2 b	25.8 a
CK	29.04 a	43.5 a	27.6 a

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著(P<0.05);不同大写字母表示处理间差异极显著(P<0.01)

Note: Different lowercase letters in the same column indicate significant difference at 0.05 level; Different capital letters in the same column indicate significant difference at 0.01 level

有所差异,与对照相比,各腐殖酸有机肥处理的普通花叶病和气候斑病等的发病率和病情指数较低,其中 T₁ 和 T₃ 综合表现较好。

表 4 不同处理主要抗病性

Table 4 Main disease resistance of different treatments

%

处理 Treatment	TMV		CMV		PVY		气候斑病		赤星病	
	发病率 Incidence rate	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate	病情指数 Disease index	发病率 Incidence rate	病情指数 Disease index
T ₁	10.0	2.7	0	0	0	0	2.8	3.1	2.3	1.8
T ₂	16.7	2.9	3.3	5.0	6.7	4.0	8.7	3.4	2.2	1.6
T ₃	13.3	2.1	0	0	0	0	7.3	2.8	1.7	1.3
CK	20.0	3.4	3.3	5.0	3.3	3.0	9.2	3.7	2.1	1.5

2.4 经济性状比较 由表 5 可知,不同处理主要经济性状中间均存在显著或极显著差异,其中对照表现为产量和产值高,但均价、上等烟比例和上中等烟比例均最低;各腐殖酸有

机肥处理均价、上等烟比例和上中等烟比例优于对照,其中尤以 T₁ 表现突出,其次是 T₂,而产量和产值低,其中 T₂ 与对照间差异最明显, T₃ 处理与对照间最为接近。

表 5 不同处理主要经济性状

Table 5 Main economic characters of different treatments

处理 Treatment	产量 Yield kg/hm ²	均价 Average price 元/kg	产值 Output value 元/hm ²	上等烟比例 Supper tobacco ratio//%	上中等烟比例 Rate of supper and medium tobacco//%
T ₁	1 834.5 bB	22.4 aA	41 092.8 bB	55.4 aA	93.6 aA
T ₂	1 713.0 cC	21.9 bA	37 514.7 cC	51.4 bAB	92.1 abA
T ₃	1 944.0 bAB	21.4 bcA	41 601.6 bB	50.8 bB	91.4 abA
CK	2 073.0 aA	20.6 cB	42 703.8 aA	49.2 cC	90.4 bA

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示处理间差异极显著($P<0.01$)
Note:Different lowercase letters in the same column indicate significant differences at 0.05 level;Different capital letters in the same column indicate significant differences at 0.01 level

2.5 外观质量比较 由表 6 可知,各处理 C3F 等级样品在颜色、成熟度、叶片结构、身份等方面与对照间差别不明显,但在油分和色度等方面优于对照,其中 T₁ 表现更明显,综合外观质量最好。

表 6 不同处理外观质量

Table 6 Appearance quality of different treatments

处理 Treatment	颜色 Color	成熟度 Maturity	叶片结构 Leaf structure	身份 Identity	油分 Oil	色度 Chorma
T ₁	橘黄 +	成熟	疏松	中等	有 +	中 +
T ₂	橘黄	成熟	疏松	中等	有	中
T ₃	橘黄	成熟	疏松	中等	有	中
CK	橘黄	成熟	疏松	中等	有 -	中 -

2.6 C3F 等级主要化学成分比较 由表 7 可知,不同处理的总糖、糖碱比、总氮、K₂O、Cl 差异不显著,但还原糖和总植物碱存在显著或极显著差异。综合表现为对照的还原糖和

总植物碱含量高,而 T₃ 化学成分略低于对照,但与对照间无显著差异,T₂ 和 T₁ 化学成分含量低,且与对照间存在显著或极显著差异,其中 T₂ 表现最突出。

表 7 不同处理中部叶主要化学成分

Table 7 Main Chemical composition of the middle leaf of different treatments

%

处理 Treatment	还原糖 Reducing sugar	总糖 Total sugar	总植物碱 Total alkaloids	糖碱比 Sugar - nicotine ratio	总氮 Total nitrogen	K ₂ O	Cl
T ₁	26.6 bA	31.4	2.34 bB	9.66	1.87	1.51	0.51
T ₂	26.1 bA	31.0	2.22 bB	9.95	1.74	1.38	0.36
T ₃	27.4 abA	32.4	2.59 abAB	9.03	1.93	1.47	0.42
CK	28.3 aA	33.7	2.78 aA	8.74	2.01	1.63	0.45

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示处理间差异极显著($P<0.01$)
Note:Different lowercase letters in the same column indicate significant differences at 0.05 level;Different capital letters in the same column indicate significant differences at 0.01 level

2.7 C3F 等级感官质量比较 由表 8 可知,不同处理在劲头、浓度、香气质、余味、杂气、刺激性、燃烧性和灰色等方面

差异不显著,但在香气量、得分等指标方面存在显著差异,各腐殖酸有机肥处理的香气量、得分均优于对照,尤其 T₁ 处理与对照间存在显著差异,质量最好,其次是 T₂ 处理,T₃ 处理整体略优于对照。

表 8 不同处理中部叶感官质量
Table 8 Sensory quality of the middle leaf of different treatments

处理 Treatment	劲头 Strength	浓度 Concen- tration	香气质 Aroma quality (15)	香气量 Amount of aroma (20)	余味 Aftertaste (25)	杂气 Miscellaneous qi (18)	刺激性 Irritation (12)	燃烧性 Combustion (5)	灰色 Grey (5)	得分 Score (100)	质量档次 Quality
T ₁	适中 -	中等	11.52	16.84 aA	19.42	13.12	8.57	4.00	4.00	77.5 aA	较好
T ₂	适中 -	中等 -	11.47	16.43 abA	19.30	13.16	8.64	4.00	4.00	77.0 abA	中等 +
T ₃	适中	中等	11.21	16.27 abA	19.14	13.23	8.47	4.00	4.00	76.3 abA	中等 +
CK	适中	中等	11.23	15.84 bA	19.21	13.27	8.32	4.00	4.00	75.9 bA	中等

注:同列不同小写字母表示处理间差异显著($P<0.05$);不同大写字母表示处理间差异极显著($P<0.01$)
Note:Different lowercase letters in the same column indicate significant differences at 0.05 level;Different capital letters in the same column indicate significant differences at 0.01 level

2.8 成本比较 由表 9 可知,各腐殖酸有机肥处理由于肥料投入成本相对对照少,总成本低,特别是 T₃ 处理,由于未进行 2 次追肥,不仅减少了烟草专用追肥的投入成本,而且减少了人工成本,与对照相比用工量减少 6.25%,总成本降低 9.73%。

表 9 不同处理成本
Table 9 The costs of different treatments

处理 Treatment	肥料 Fertilizer	肥料成本 Fertilizer cost			人工成本 Labor cost			总成本 Total cost 元/hm ²
		用量 Amount kg/hm ²	单价 Unit price 元/kg	费用 Cost 元/hm ²	用工量 Amount of labor 工/hm ²	单价 Unit price 元/工	费用 Cost 元/hm ²	
T ₁	腐殖酸有机肥 A	900	3.40	3 060	360.0	80	28 800	32 610
	烟草专用追肥	150	5.00	750				
T ₂	腐殖酸有机肥 B	900	3.40	3 060	360.0	80	28 800	27 000
	烟草专用追肥	150	5.00	750				
T ₃	腐殖酸有机肥 C	900	3.40	3 060	337.5	80	27 000	30 060
	烟草专用追肥	750	5.00	3 150				
CK	烟草专用追肥	150	5.00	750	360.0	80	28 800	33 300
	饼肥	150	4.00	600				

3 结论与讨论

腐殖酸有机肥作为有机肥的一种,不仅含有大中微量元素,同时富含有机物质、生物活性物质(活性酶、氨基酸、糖类)。施用腐殖酸有机肥不仅能改善土壤环境,增加生物多样性,为烟株的生长发育提供多种无机营养,同时烟株能直接吸收利用一些简单的有机营养成分,如各种氨基酸、核酸、可溶性糖、酰胺、酚类化合物和有机酸等^[16],增强了烟株的综合抗病能力,增加了烟叶中油分等物质,提高了烟气中的香气量,改善了烟叶品质,同时在一定范围内,表现出随肥料中有机质和腐殖酸的比例增加,其烟叶品质不断提升。这与前人的研究结果一致^[17-19]。

腐殖酸有机肥中养分的释放受矿化等作用的影响,与无机肥相比具有养分释放缓慢、肥效持久等特点,从而造成烟株前期生长缓慢,而随着时间的增加,后期仍能为烟株提供有效养分,促进上部叶的开片。同时氮是所有营养元素中对烟叶质量和产量影响最大、最敏感的元素,适时适量提供氮素是优质烟生产的基础^[20],与当地施氮量(对照)相比,腐殖酸有机肥提供的氮素均存在不同程度的不足,尤其是腐殖酸有机肥 B 处理,导致了单位面积产量和产值等不高。

“提质增效、减工降本”是烟草生产的主要目标之一,结

合腐殖酸有机肥肥效持久,可减少追肥等用工,成本低,提高烟叶品质等特点,以及无机肥前期生长发育好,产值高等特点,研究腐殖酸有机肥-无机肥配施对烤烟生产的影响,实现“提质增效、减工降本”协调发展,对推进烟草可持续发展具有重要意义。

参考文献

[1] 中国农业科学院烟草研究所. 中国烟草栽培学[M]. 上海:上海科学技术出版社,2005:319-346.

[2] 成绍鑫. 腐植酸类物质概论[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

[3] 孙克刚,和爱玲,杜君,等. 腐植酸有机肥在水稻上的增产效果研究[J]. 腐植酸,2015(6):15-20.

[4] 向泽民,王卫才,杨涛,等. 纽翠绿腐植酸液肥在水稻上的应用研究[J]. 现代农业科技,2013(6):218-219.

[5] 郭华生. “腐植酸有机肥”在青菜上的肥效试验[J]. 现代农业,2017(2):22-23.

[6] 王彪,张显东,金汉帅,等. 腐植酸有机肥对黄瓜产量和品质的影响[J]. 吉林蔬菜,2011(6):102-103.

[7] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草农艺性状调查测量方法:YC/T 142—2010[S]. 北京:中国标准出版社,2010.

[8] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草病虫害分级及调查方法:GB/T 23222—2008[S]. 北京:中国标准出版社,2009.

[9] 全国烟草标准化技术委员会. 烤烟:GB 2635—1992[S]. 北京:中国标准出版社,1992.

[10] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草及烟草制品 水溶性糖的测定 连续流动法:YC/T 159—2002[S]. 北京:中国标准出版社,2004.

(下转第 139 页)

基作用和其他过程加以同化^[9],可以促进作物的生长发育,极大地提升干物质的积累,增加产量。

3 讨论

YZS、GZS 是一种含有氮、镁、锰、铜、铁、锌、硼等作物必需营养元素的新型专用叶面肥,其中微量元素采用 IDHA 螯合技术,可 100% 快速吸收。在水稻不同时期施用,符合水稻生长需肥要求。分蘖期补充 YZS,能促进水稻根系生长和分蘖原基的发育,扩大叶面积,增加叶片中叶绿素和体内蛋白质含量,提高光合效率,促进颖花的分化与发育,提高籽粒质量^[10]。水稻前期根系生物量的提高,可以更大程度从土壤中汲取营养,为促进水稻的生长发育奠定物质基础。后期追施的 GZS 中含有氨基酸及多肽等生物活性物质,孕穗期和齐穗期喷施,可为水稻籽粒提供营养,促进水稻中蛋白质的形成,还可以提高水稻的抗逆能力。目前叶面肥存在的肥效期短、功能单一、效果不稳定等问题都在新型专用叶面肥上得到了有效的解决。YZS、GZS 中均衡全面的营养元素,氨基酸复合多肽等生物活性物质可为作物提供速效持效的营养, IDHA 新型专利螯合剂天然生物降解,不会对环境产生污染。叶面肥作为辅助施肥手段,具有直接供应养分、养分运送快、节肥高效等优点^[11-12],其效率是土壤施肥的 6~20 倍^[13]。

4 结论

- (1) 水稻于分蘖末期施用 YZS 可抑制植株生长,但效果不明显;可以增加根长、根数,提高水稻植株的根冠比,效果明显。
- (2) 水稻应用 YZS、GZS 可明显增加产量,增产率在 8.99%~18.72%。
- (3) 水稻孕穗期施用 GZS 主要增加结实率和千粒重;齐

穗期再次施用 GZS 对千粒重的影响更大。中后期使用 2 次 GZS,增产效果极为明显。

(4) 水稻应用 YZS 和 GZS 可显著提高水稻产量,在水稻生产实践中具有极大的推广价值。

参考文献

- [1] 陆景陵. 植物营养学[M]. 2 版. 北京: 中国农业大学出版社, 2003.
- [2] REINECKE F, GROTH T, HEISE K P, et al. Isolation and characterization of an *Achromobacter xylosoxidans* strain B3 and other bacteria capable to degrade the synthetic chelating agent iminodisuccinate[J]. FEMS Microbiology Letters, 2000, 188(1): 41–46.
- [3] FERNÁNDEZ V, DEL RÍO V, ABADÍA J, et al. Foliar iron fertilization of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch): Effects of iron compounds, surfactants and other adjuvants[J]. Plant and soil, 2006, 289(1/2): 239–252.
- [4] SARATHCHANDRA S U, GHANI A, YEATES G W, et al. Effect of nitrogen and phosphate fertilisers on microbial and nematode diversity in pasture soils[J]. Soil biology and biochemistry, 2001, 33(7/8): 953–964.
- [5] 俞建瑛, 翁清清, 黄德崇, 等. 氨基酸营养液对水稻增产效果的试验[J]. 华东理工大学学报(自然科学版), 1999, 25(5): 531–533.
- [6] 石景. 氨基酸水溶肥料在水稻上应用效果试验[J]. 安徽农学通报, 2011, 17(13): 50.
- [7] 张树生, 杨兴明, 黄启为, 等. 施用氨基酸肥料对连作条件下黄瓜的生物效应及土壤生物性状的影响[J]. 土壤学报, 2007, 44(4): 689–694.
- [8] 庞永彬. 水稻施用叶面肥效果研究[J]. 北方水稻, 2011, 41(3): 39–40.
- [9] 黄维南, 杨乃博. 高等植物的氮素代谢 VI. 植物根系的氨基酸分泌[J]. 实验生物学报, 1964, 9(3): 245–254.
- [10] 孙静文, 陈温福, 曾雅琴, 等. 氮素水平对梗稻根系形态及其活力的影响[J]. 沈阳农业大学学报, 2004, 34(5): 344–346.
- [11] ORLOVIUS K. Effect of foliar fertilisation with magnesium, sulfur, manganese and boron to sugar beet, oilseed rape, and cereals[J]. Plant nutrition, 2001, 92: 788–789.
- [12] SHEL P B J, VIVEKANANDAN P, VANDERPOOL R A, et al. Translocation and effectiveness of foliar-fertilized boron in broccoli plants of varying boron status[J]. Plant and soil, 1996, 183(2): 309–313.
- [13] 王险峰. 加强农药和叶面肥的使用管理[J]. 现代化农业, 1994(12): 4–6.
- [16] 谢莉. 有机肥对植烟土壤微生物活性及烤烟产量品质的影响[D]. 重庆: 西南大学, 2010.
- [17] 武雪萍, 刘增俊, 赵跃华, 等. 施用芝麻饼肥对植烟根际土壤酶活性和微生物碳、氮的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(4): 541–546.
- [18] 张文婧. 攀枝花烟区肥料资源供需平衡与有机无机肥配施对烤烟生长、产质量的影响[D]. 雅安: 四川农业大学, 2014.
- [19] 杨双剑. 有机施肥模式对植烟土壤微生态的调控研究[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
- [20] 熊维亮, 邵高明, 杨鹏. 烟草平衡施肥技术的应用[J]. 四川农业科技, 2017(5): 39–41.

(上接第 136 页)

- [11] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草及烟草制品 总氮的测定 凯氏法: YC/T 33—1996[S]. 北京: 中国标准出版社, 1997.
- [12] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草及烟草制品 总植物碱的测定 连续流动法: YC/T 160—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [13] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草及烟草制品 钾的测定 火焰光度法: YC/T 173—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [14] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草及烟草制品 氯的测定 连续流动法: YC/T 162—2002[S]. 北京: 中国标准出版社, 2002.
- [15] 全国烟草标准化技术委员会. 烟草及烟草制品 感官评价方法: YC/T 138—1998[S]. 北京: 中国标准出版社, 1998.

科技论文写作规范——标点符号

标点符号按照 GB/T 15834—2011 执行, 每个标点占 1 格(破折号占 2 格)。外文中的标点符号按照外文的规范和习惯。外文字母、阿拉伯数字、百分号等并列时, 其间用“,”, 不用顿号“、”。注意破折号“——”、一字线“—”(浪纹线“~”)和短横线“-”的不同用法。破折号又称两字线或双连划, 占 2 个字身位置; 一字线占 1 个字身位置, 短横线又称半字线或对开划, 占半个字身位置。破折号可作文中的补充性说明(如注释、插入语等), 或用于公式或图表的说明文字中。一字线“—”(浪纹线“~”)用于表示标示相关项目(如时间、地域等)的起止。例如 1949—1986 年, 北京—上海特别旅客快车。参考文献范围号用“-”。短横线用于连接词组, 或用于连接化合物名称与其前面的符号或位序, 或用于公式、表格、插图、插图、型号、样本等的编号。外文中的破折号(Dash)的字身与 m 宽, 俗称 m Dash, 其用法与中文中的破折号相当。外文的连接符俗称哈芬(hyphen)。其中, 对开哈芬的字身为 m 字身的一半, 相当于中文中范围号的用法; 三开哈芬的字身为 m 字母的 1/3, 相当于中文中的短横线的用法。