

控释肥温室无土栽培对烤烟钾素和有机酸含量的影响

施卫省¹, 刘基林¹, 王波¹, 彭翠珍²

(1. 昆明理工大学 现代农业工程学院, 云南 昆明 650500; 2. 云南农业职业技术学院, 云南 昆明 650031)

摘要: 以自然资源“桐油”为控释材料(从油桐果实中提取), 生产控释肥料, 研究“控释肥温室无土栽培对烤烟钾素和有机酸含量的影响”。结果表明: 成熟期, 施桐油控释复合肥最大叶面积为 1 145 cm², 株高为 80 cm, 施普通复合肥最大叶面积为 994 cm², 株高为 74 cm, 叶面积相差 151 cm², 株高相差 6 cm; 施控释复合肥比施普通复合肥上部叶片钾素含量高 0.1%、中部叶片高出 0.08%、下部叶片高出 0.08%; 最大叶片有机酸增加 2.431 μg·g⁻¹。结论: 通过温室无土栽培试验证明, 控释复合肥可以提高烤烟品质。图 1, 表 3, 参 14。

关键词: 温室; 无土栽培; 钾素和有机酸含量

中图分类号: S143.7⁺²

文献标识码: A

Influence of Controlled Release Fertilizer on Potassium and Organic Acid of Content of Tobacco in Greenhouse Hydroponic

SHI Wei-sheng¹, LIU Ji-lin¹, WANG Bo¹, PENG Cui-zhen²

(1. Faculty of modern agriculture engineering Kunming University of Science and Technology Kunming 650500, China;

2. Yunnan Agriculture Vocational Technology College Kunming 650031, China)

Abstract: Tung oil a natural resource was chosen as the controlled release materials to produce the controlled release fertilizer. We studied the influence of controlled release fertilizer in greenhouse soilless culture on the content of Potassium and organic acid of in tobacco. The plant maximal leaf area and height were 1 145 cm² and 80 cm respectively under the controlled compound fertilizer while that control treatment were 994 cm² and 74 cm at maturity, with differences for 151 cm² and 6 cm. The content of Potassium in upper, middle and lower leaves with controlled compound fertilizer was 0.1% 0.08% 0.08% greater than that of compound fertilization respectively, while the content of organic acid in the maximal leaf area was increased by 2.431 μg·g⁻¹. It proves that controlled released fertilizer can increase the quality of tobacco in greenhouse hydroponic.

Key words: greenhouse; hydroponic; content of potassium and organic acid

0 引言

控释肥料是采用缓溶或难溶性的材料包裹速溶性肥料, 使其养分缓慢透过薄膜包膜层, 供给作物吸收利用, 减少有效成份的损失。在国内外控释肥料的研究中, 有用醇酸类树脂或聚氨脂类树脂为控释材料^[1-2]。

烤烟素有喜钾作物之称, 钾能激活多种酶, 能加强碳水化合物的合成和运输, 增强抗病虫能力。钾素充足则烟叶香味足, 燃烧性和阴燃持火能力强, 有利于提高烟叶的产量和品质^[3-4]。烟叶中的有机酸是在烟草生长过程中合成的, 对烟叶的质量有着重要影响, 挥发性有机酸增进烟叶的香气, 降低烟气的碱性, 使气味变得醇和; 非挥发性有机酸影响气味, 但可调变烟气中的酸性, 使吸味醇和, 在烟气中起平衡作用^[5-6]。

从已有的研究看^[7-11]: 对烤烟产量和品质的研究主要集中在品种比较研究方面、不同种植地区的差

收稿日期: 2012-07-23; 修回日期: 2012-11-03.

基金项目: 国家自然科学基金项目(20264002)和省科技厅基金项目(2011FB032)。

第一作者简介: 施卫省(1964-), 男, 陕西户县人, 硕士, 副教授, 从事设施农业工程研究。

通讯作者: 彭翠珍(1965-), 女, 广西博白县人, 教授, 云南农业职业技术学院, 从事农业生物研究。

异比较方面,而对采用控释肥料研究烤烟品质较少。因此,如何了解和掌握桐油控释肥料在温室无土栽培条件下对烤烟品质的影响,就成为研究的关键性问题。

用桐油为控释材料,桐油的主要化学成分为 α -油三甘油酯,其化学性质含有共轭的不饱和双键;其物理性质为粘着性强、耐水性、耐摩擦、耐运输、成膜性好^[12],生产控释肥料。在温室无土栽培条件下,对烤烟品质进行研究,为桐油控释肥料在农业中的应用提供科学依据。

1 材料与方 法

1.1 材 料

桐油: 云南省红河州弥勒县荣华油脂有限公司生产,酸值为2.52,粘度为250 mPas。

复合肥: 烟草专用复合肥,氮、磷、钾总养分 $\geq 46.0\%$,昆明劲勋化工有限公司生产。

蛭石: 化学成分为水化的硅酸铝镁铁,其密度为 $0.096 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3} \sim 0.16 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$,呈中性,其吸水能力为 $500 \text{ L}\cdot\text{m}^{-3} \sim 650 \text{ L}\cdot\text{m}^{-3}$,颗粒直径为1 mm~2 mm。

温室: 昆明理工大学现代农业工程学院温室。

1.1.1 控释复合肥的制备。准确称取一定量的烟草专用复合肥(M_0)放入包膜机中,设定转速($100 \text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$)及温度($25 \text{ }^\circ\text{C}$)后,启动包膜机和热风机预热复合肥颗粒,然后将控释液喷到翻滚的颗粒表面,一定时间后(30 min),将控释复合肥取出称量质量(M),再将控释复合肥过筛,即得到大小一致的控释复合肥。

控释复合肥的涂层覆盖率 $C = (M - M_0) / M$ 。采用的控释复合肥涂层覆盖率 $C = 10.1\%$ 。

1.2 方 法

1.2.1 叶片成分测定。钾含量测定: 采用 $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O}_2$ 消煮,原子吸收法测定烟草叶片中的钾含量。氯离子测定: 用银量法测定;

有机酸测定^[11]: 采用硫酸甲酯化处理,气相色谱-质谱(GC/MS)分离分析技术测定烟草叶片中的有机酸含量。

1.2.2 控释复合肥的无土盆栽试验。供试的烟苗为云南常用品种K26,烟苗长到5~6片真叶移栽。烟苗从2012年6月20日移栽到无土栽培试验盆中,7月12日开始观察烟苗的生物性状变化情况。

烤烟施肥采用控释复合肥和普通复合肥,每盆施肥量0.9 g(有效成分),其 $\text{N}:\text{P}_2\text{O}_5:\text{K}_2\text{O} = 1:1:2.5$,增施的钾素用硫酸钾(化学纯)补充,每盆增施 K_2O 为0.5 g,灌水采用常规喷灌形式,重复5次。

1.2.3 烟草生育期记录。于生育期不同时间测定烟株农艺性状,株高、有效叶数、叶面积(叶面积指数 \times 叶长 \times 叶最大宽)^[13],成熟期测定叶片成分含量。

2 结果与分析

2.1 桐油控释复合肥对烤烟农艺性状的影响

在8月11日以前,施普通复合肥烟苗茎高的生长量都大于施控释复合肥烟苗的茎高,见表1。如7月12日测定,施普通复合肥烟苗茎高为4.7 cm,施控释复合肥的烟苗茎高为3.8 cm,相差0.9 cm;而在8月11日以后,施控释复合肥的烟苗茎高大于施普通复合肥烟苗的茎高,如8月11日测定,施控释复合肥的烟苗茎高为80 cm,施普通复合肥烟苗茎高为74 cm。从方差分析看,其差异明显。这说明在8月11日以前,桐油控释复合肥养分的释放比普通复合肥的养分释放性慢,故烟苗的茎高生长量低;在8月11日以后,桐油控释复合肥养分还在释放,而普通复合肥的养分供应量不如控释复合肥养分供应充足,故施桐油控释复合肥烟苗的茎高生长量比施普通复合肥的烟苗茎高生长快。

从烟苗生长的平均叶片数看,8月11日以后,即烟苗进入旺长期后,施普通复合肥烟苗叶片数小于施控释复合肥烟苗的叶片数,说明桐油控释复合肥还在继续有效的供给烟苗的养分,促进烟苗的生长和发育。

2.2 桐油控释复合肥对烟株最大叶面积的影响

在7月22日测量其每株烟苗的最大叶面积的平均值是: 施控释复合肥烟为 180 cm^2 ,施普通复合肥为

180 cm²，其数值相同；在8月1日测定，施控释复合肥的烟苗叶面积小于施普通复合肥烟苗的叶面积，见图1。在8月11日测定，施桐油控释复合肥为951 cm²，施普通复合肥烟苗的叶面积为901 cm²，相差50 cm²。可看出，施桐油控释复合肥已经为烤烟的丰产和提高上等烟叶的生产打下良好的基础。

表1 不同时期测定烟草的生物性状

Tab. 1 Characters of botany in different growth period of tobacco

处理 Treatment		控释复合肥 Controlled composite fertilizer							普通复合肥 Composite fertilizer						
		7月 7月 12日	7月 7月 22日	8月 8月 1日	8月 8月 11日	8月 8月 22日	9月 9月 4日	9月 9月 12日	7月 7月 12日	7月 7月 22日	8月 8月 1日	8月 8月 11日	8月 8月 22日	9月 9月 4日	9月 9月 12日
		1	3	7	22	32	46	68	79	5	11	25	38	48	68
株高 Stem Length	2	3	7	20	29	44	62	68	3	7	16	29	40	59	65
	3	5	12	25	37	51	76	86	8	16	31	42	53	75	85
	4	3.5	7	20	32	50	73	80	4.5	11	24	36	47	66	77
	5	4.5	13	27	39	55	74	87	3	7	18	27	39	59	66
平均 Average		3.8	9.2	22.7	33.8	49.2	70.4	80.0	4.7	10.4	22.8	34.4	45.4	65.4	74.0
方差 Variance		0.81	2.7	3.09	3.65	3.87	5.04**	6.78**	1.83	3.32	5.34	5.61	5.27**	6.02**	7.54**
叶片数 Number of Leaves	1	5	5	7	10	13	15	20	6	8	11	15	17	20	20
	2	5	5	7	11	14	17	20	5	7.5	10	13	16	19	19
	3	6	6	8.5	12	15	18	23	7	9.5	13	15	18	21	21
	4	5	5	6.5	12	15	17	20	7	9	11	15	17	19	19
	5	5	6	9.5	13	16	19	22	5	6.5	10	13	16	18	18
平均 Average		5.2	5.4	7.7	11.6	14.6	17.2	21	6.0	8.1	11.0	14.2	16.8	19.4	19.4

备注: $F_{0.95} = 3.55$, $F_{0.975} = 4.56$

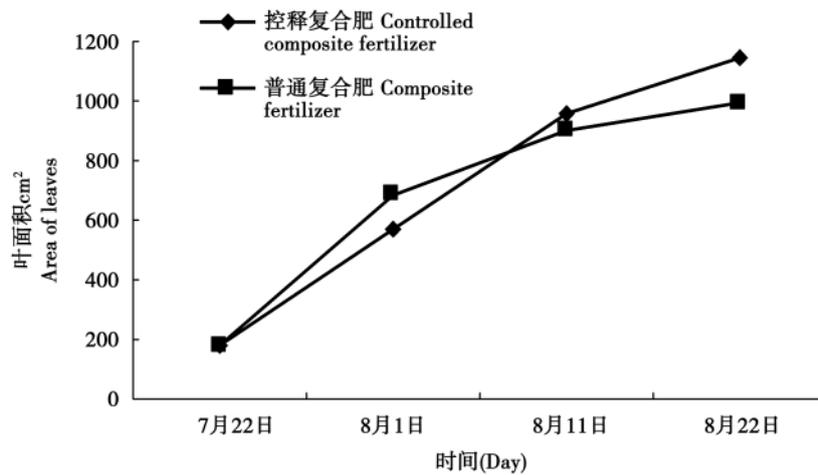


图1 不同时期施肥对烤烟最大叶面积的影响

Fig. 1 Effects of different fertilization time on the maximal leaf area of tobacco

2.3 桐油控释复合肥对烤烟叶片钾和氯含量的影响

烟草叶片钾含量高，燃烧性和阴燃持火能力强，烟灰也好；烟草叶片氯离子含量高低，直接影响烟草的燃烧性^[4]。施控释复合肥，上部、中部、下部叶片钾含量分别为2.34%、1.56%和2.55%；施控释复合肥比施普通复合肥上部叶片高出0.1%、中部叶片高出0.08%、下部叶片高出0.08%，见表2。不同叶位钾含量，下部叶 > 上部叶 > 中部叶；施控释复合肥比施普通复合肥的钾含量有所减少。

氯能够进行光合作用和气孔的调节、对植物细胞的伸长有重要作用、能够调节渗透压, 增强植物的抗逆性、适量的氯有利于碳水化合物的合成与转化, 增强烟株抗性。但氯离子在烤烟内积累过多, 会干扰烟草碳水化合物的代谢, 烟叶厚而脆, 淀粉种累过多, 叶缘向卷起; 使其燃烧性变差, 烘烤后色味不佳。因此, 烟草列为“忌氯作物”^[4]。

烤烟不同叶位氯含量为: 上部叶 > 下部叶 > 中部叶。施控释复合肥中部叶片氯离子含量比施普通复合肥中部叶片氯离子含量有所增加, 不利于烟草品质提高。

表 2 不同处理对烤烟钾和氯含量的影响

Tab. 2 Effects of different treatments on contents of potassium and chlorine of tobacco

类别 Kind	上部叶 Upper leaves		中部叶 Middle leaves		下部叶 Lower leaves	
	K ₂ O %	Cl %	K ₂ O %	Cl %	K ₂ O %	Cl %
控释复合肥 Controlled composite fertilizer	2.34	0.23	1.56	0.15	2.55	0.15
普通复合肥 Composite fertilizer	2.27	0.25	1.48	0.14	2.47	0.17

2.4 桐油控释复合肥对叶片有机酸含量的影响

非挥发性有机酸本身没有香气, 但具有减轻烟草的刺激性, 增加烟气浓度的作用。在卷烟燃吸过程中, 非挥发性有机酸通过平衡烟气的酸碱度影响烟气的吸味和香气, 是烤烟质量中重要的酸性潜香型指标之一^[5]。

施桐油控释复合肥, 最大叶片非挥发性有机酸总合为 52.405 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, 占有机酸总数的 92.8%, 施普通复合肥总合为 49.974 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, 减少 2.431 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, 其中, 施桐油控释复合肥苹果酸增加最大为 1.102 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$, 见表 3。施桐油控释复合肥, 最大叶片非挥发性有机酸含量的提高, 为烤烟品质的提高奠定一定的基础。

表 3 不同施肥对烤烟最大叶片有机酸含量的影响

Tab. 3 Effects of different fertilization on the organic acid content of the maximal leaf of tobacco

种类 Kind	酸的成分 Acids components	控释施肥 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Controlled fertilizer	普通施肥 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Fertilizer	控释 - 普通 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ Controlled - fertilizer
非挥发性有机酸 Nonvolatile organic acids	苹果酸 Apple acid	37.872	36.770	1.102
	戊二酸 Glutaric acid	6.721	5.627	1.094
	柠檬酸 Citric acid	3.642	3.410	0.232
	丙二酸 Malonic	2.246	2.242	0.004
	乙二酸 Oxalic acid	1.924	1.925	0.001
	总合 Total	52.405	49.974	2.431
高级饱和脂肪酸 High saturated fatty acids	软脂酸 Palmitic acid	1.754	1.764	-0.010
	硬脂酸 Stearic acid	0.186	0.187	-0.001
	十四酸 Fourteen acid	0.087	0.086	0.001
	总合 Total	2.027	2.037	-0.010
高级不饱和脂肪酸 High unsaturated fatty acids	亚麻酸 Linolenic acid	1.157	1.237	-0.080
	亚油酸 Linoleic acid	0.588	0.644	-0.056
	油酸 Oleic acid	0.324	0.335	-0.011
	总合 Total	2.069	2.216	-0.147
合计 Total		56.501	54.227	2.274

高级脂肪酸的甲酯、乙酯具有突出的芳香气味^[5]。施桐油控释复合肥,最大叶片高级饱和脂肪酸总合为 $2.027 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,占有机酸总数的3.59%;施普通复合肥总合为 $2.037 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,增加 $0.010 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,其中,施普通复合肥软脂酸增加最大为 $0.010 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

高级不饱和脂肪酸及其甲酯在热裂解过程中,易形成己醛、己烯等具强烈刺激性和杂气的物质,增加烟气刺激性,含量太高,影响烟叶的质量^[5]。施桐油控释复合肥,最大叶片高级不饱和脂肪酸总合为 $2.069 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,占有机酸总数的3.66%;施普通复合肥总合为 $2.216 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,增加 $0.147 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,其中,施普通复合肥亚麻酸增加最大为 $0.080 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 。

3 结论与讨论

施肥不当会给环境造成面源污染,国内外在利用控释肥料的研究方面发展较快^[1],目的在于以延长肥效,提高作物的产量和品质。在温室无土基质条件下,研究控释复合肥和普通复合肥对烤烟品质的影响,通过对烤烟的农艺性状和叶片成分分析,为控释复合肥的开发研究提供理论基础。

在影响作物生长的因素中,刘慧颖等^[14]研究控释肥料对葡萄产量品质的影响,结果比对照和常规施肥分别增产35.41%和10.52%。从所做试验的结果也可以看到,在8月22日测定,施桐油控释复合肥叶面积为 1145 cm^2 ,施普通复合肥的叶面积为 994 cm^2 ,相差 151 cm^2 ;施桐油控释复合肥比施普通复合肥茎高出6 cm,施桐油控释复合肥已经为烤烟的丰产打下良好的基础,这与刘慧颖等的研究结果一致。

在影响烤烟品质因素中,张新等^[3]研究钾肥对烤烟体内钾素分配及微量元素的影响,结果表明:增施钾肥可以提高烤烟叶片钾素含量。试验的结果也可以看到,在烤烟成熟期,施控释复合肥比施普通复合肥上部叶片钾素含量高 0.02 g ,中部叶片高出 0.14 g ,下部叶片高出 0.03 g 。

武雪萍等^[6]研究有机、无机肥不同配比对烤烟中有机酸的影响,结果表明:增施有机、无机肥不同程度能增加叶片中的有机酸含量。试验的结果也可以看到,施桐油控释复合肥最大叶片有机酸总量为 $52.405 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ 比施普通复合肥增加 $2.431 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,最大叶片非挥发性有机酸含量的提高,为烤烟品质的提高奠定一定的基础。可见,施桐油控释复合肥可以提高烤烟的品质,这与张新、武雪萍等的研究结果一致。

这只是在温室无土栽培条件下,研究控释复合肥对烤烟品质的影响,还应在大田情况下,考察其在烤烟生产中的作用,这方面有待进一步研究。

参考文献:

- [1] William P M. Reacted layer technology for controlled release [J]. Science, 1990 (3): 1-8.
- [2] 施卫省,潘美亮,刘基林,等. 无土基质中包膜复合肥对烤烟生产的影响 [J]. 中国农学通报, 2012, 28 (13): 255-258.
- [3] 张新,曹志洪. 钾肥对烤烟体内钾素分配及微量元素的影响 [J]. 土壤学报, 1994, 31 (1): 50-60.
- [4] 《烟草化学与分析》编写组. 烟草化学与分析 [M]. 北京: 中国财政经济出版社, 2000.
- [5] 史宏志,刘国顺,杨惠娟,等. 烟草香味学 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2011.
- [6] 武雪萍,刘国顺,彭华伟,等. 有机、无机肥不同配比对烤烟中有机酸的影响 [J]. 华北农学报, 2003, 18 (1): 97-99.
- [7] 何登峰,许仪,许自成,等. 农艺措施和调制条件对烟草香气物质含量的影响 [J]. 中国农学通报, 2006, 22 (4): 199-202.
- [8] 王少先,彭克勤,夏石头,等. 烟草碳、氮代谢及氮肥施用对烟草产量和品质的影响 [J]. 中国农学通报, 2004, 20 (2): 135-138.
- [9] 李丽杰,乔婵,赵光伟,等. 烤烟叶片成熟过程中钙镁铁含量的变化 [J]. 华北农学报, 2007, 22 (S1): 148-151.
- [10] 杨忠乔,虞爱旭,侯镜德,等. 气相色谱-质谱联用法分析烟丝中有机酸成分 [J]. 分析测试技术与仪器, 2003, 9 (1): 38-42.
- [11] 施卫省,戈振扬,刘基林,等. 桐油控释复合肥在烤烟上的应用效果 [J]. 河南农业科技, 2007 (4): 76-78.
- [12] 唐辉,王亚明,张晓春,等. 基于桐油包膜材料的包膜尿素的研究 (I) 包膜材料的 FTIR, DTA-TGA 研究 [J]. 云南大学学报: 自然科学版, 2004, 26 (2): 150-153.
- [13] 刘贵山. 烟草叶面积不同测定方法的比较研究 [J]. 安徽农业科学, 1996, 24 (2): 139-141.
- [14] 刘慧颖,韩晓日,娄春荣,等. 包膜肥料对巨峰葡萄光合特性及产量品质的影响 [J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37 (6): 826-830.