

施用生物钾肥后减少化学钾肥对烤烟致香物质和评吸质量的影响^①

高华军¹, 林北森¹, 石媛媛¹, 陈德鑫², 刘祥彪¹, 杨金广²

(1 广西壮族自治区烟草公司百色市公司科研所, 广西百色 533000; 2 中国农业科学院烟草研究所, 山东青岛 266101)

摘 要: 采用大田试验研究了施用生物钾肥后减少化学钾肥施用量对烤烟致香物质和评吸质量的影响。结果表明, 施用生物钾肥后减少化学钾肥不会降低烟叶中主要致香物质含量和总致香物质含量, 以减少化学钾肥 14% 的处理烟叶总致香物质含量和主要致香物质含量较高; 施用生物钾肥后减少化学钾肥处理烤烟评吸质量较好, 经济效益较高。但研究也发现, 上述结果具有不稳定性, 因此, 针对不同烟区生物钾肥的研制和施用还有待于进一步的研究。

关键词: 烤烟; 生物钾肥; 化学钾肥; 致香物质; 评吸质量

中图分类号: S572; S144.1; S147.5

生物钾肥——硅酸盐菌剂是一种细菌型肥料, 施入土壤后, 可将以硅酸盐形式存在的难以利用的钾素转化为可被当季烤烟直接吸收利用的有效钾, 由此促进烤烟生长发育, 提高烟叶产量, 改善烟叶品质^[1-4]。有研究表明, 生物钾肥的施用效果远高于化学钾肥, 可代替部分化学钾肥, 降低生产成本, 且不影响烟叶的产量和品质^[5-6]。目前对生物钾肥替代部分化学钾肥的研究多集中于对烤烟农艺性状、经济效益及常规化学品质影响方面^[7-9], 对烤烟致香物质和评吸质量的影响尚未见更多的报道。

烤烟致香物质含量是衡量烟叶品质的重要因素之一, 是对烟叶香气质、香气量及香型进行评价的重要指标^[10-11]。国内已有很多学者就烤烟致香物质与生态条件^[12]、品种^[13]、施肥^[14-16]、灌水^[17]、成熟度及烘烤^[18-19]等的关系进行了研究, 认为合理的技术措施有利于烤烟致香物质的积累与烟叶品质的提高。

为进一步提高广西百色地区烤烟烟叶的香气质量, 采用田间试验研究了施用生物钾肥后减少化学钾肥对烤烟致香物质和评吸质量的影响, 旨在为适当减少化学钾肥的投入及优质高香气特色烟叶的生产提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

田间试验于 2009—2010 年在广西百色市靖西县

化峒镇街上村进行。供试土壤为水稻土, 质地为壤土, 2009 年和 2010 年 0~20 cm 土层理化性状见表 1。试验用烤烟品种为云烟 85, 采用漂浮育苗。2009 年试验前茬作物为水稻, 于 3 月 3 日用移栽器膜上移栽, 种植行距 110 cm、株距 50 cm; 2010 年试验前茬作物为红薯, 于 3 月 4 日用移栽器膜上移栽, 种植行距 120 cm、株距 50 cm。施氮量: 纯 N 87.75 kg/hm², N:P₂O₅=1:1。具体施用肥料种类和用量为烟草专用复合肥(9-12-26)750 kg/hm²、硝酸钾 150 kg/hm²、硼砂 18 kg/hm²、硫酸镁 60 kg/hm²、硫酸锌 30 kg/hm², 硫酸钾依各处理而定。其中烟草专用复合肥起垄时条施; 硝酸钾 75 kg/hm² 移栽时随定根水施用、75 kg/hm² 在移栽后 7~10 天灌根; 硼砂、硫酸镁、硫酸锌在移栽时随定根水施用; 各处理硫酸钾在移栽后 15~20 天灌根。

1.2 试验设计

本试验对施用生物钾肥后减少化学钾肥(硫酸钾)(简称“减钾”)用量进行研究。2009 年设置 4 个处理, 2010 年增加不施生物钾肥处理(CK₀), 具体试验设计见表 2。所用生物钾肥为复合微生物钾肥(沧州益微增产菌生物制剂厂生产, 活菌含量≥2 亿/g), 生物钾肥在烤烟移栽时兑水灌根(之后覆土), 用量 30 kg/hm²。采取随机区组试验设计, 3 次重复, 随机排列, 每小区面积 60 m², 每小区 4 行。

基金项目: 广西壮族自治区烟草专卖局项目“生物钾肥在烤烟生产上的应用与推广”(2008-8)和中国烟草总公司科技项目(110200801007)资助。

作者简介: 高华军(1981—), 男, 河南淇县人, 硕士, 农艺师, 主要从事烟草栽培生理方面的研究。E-mail: gaohuajun_81@163.com

表 1 试验田土壤理化性状
Table 1 Physical and chemical properties of tested soil

年份	pH	有机质(g/kg)	全氮(g/kg)	全磷(g/kg)	全钾(g/kg)	碱解氮(mg/kg)	速效磷(mg/kg)	速效钾(mg/kg)
2009	7.96	50.45	3.50	1.86	4.98	216	41	66
2010	8.00	56.22	3.83	1.70	6.14	240	41	123

表 2 试验设计
Table 2 Experimental design

年份	处理	主要肥料用量(kg/hm ²)			
		复合肥 (9-12-26)	硝酸钾	硫酸钾	生物 钾肥
2009	CK	750	150	135	30
	减钾 7%	750	150	90	30
	减钾 14%	750	150	45	30
	减钾 21%	750	150	0	30
2010	CK ₀	750	150	135	0
	CK	750	150	135	30
	减钾 7%	750	150	90	30
	减钾 14%	750	150	45	30
	减钾 21%	750	150	0	30

注：减钾比例 = (CK 处理 K₂O 用量 - 减钾处理 K₂O 用量) / CK 处理 K₂O 用量 × 100%。

1.3 测定项目及方法

每年烟叶烘烤结束后，根据烤烟 42 级国标 (GB2635-92)对烤后烟叶分级，取各处理 X2F(3 ~ 5 叶位)、C3F(8 ~ 12 叶位)、B2F(14 ~ 17 叶位)等级烟样各 3.0 kg 由农业部烟草产业产品质量监督检验测试中心进行样品评吸，并测定 2010 年试验中部叶 (C3F)致香物质含量。致香物质采用气相色谱-质谱 (GC/MS)方法测定(气质联用仪为美国安捷伦公司生产，型号 7890A-5975C)，详见文献[20]。

1.4 数据处理

文中数据采用 Excel 2003 及 DPS v6.55 专业版进行分析。

2 结果与分析

2.1 施用生物钾肥后减少化学钾肥对烤烟致香物质的影响

烤后烟叶样品的定性定量分析共检出 40 种对烟叶致香成分有较大影响的化合物(表 3)。含量较高的致香物质主要有新植二烯、苯甲醇、香叶基丙酮、巨豆三烯酮-B、巨豆三烯酮-D、巨豆三烯酮-A、糠醛、苯乙醛、苯乙醇等。

不同处理比较，在测定的 40 种香气成分中，减钾 7% 处理烟叶苯甲醇、香叶基丙酮、巨豆三烯酮-B、巨豆三烯酮-D、糠醛、苯乙醇、苯乙醛等 7 种含量较高的致香物质含量略低于或接近两对照处理。减钾

14% 处理烟叶苯甲醇、苯乙醛、香叶基丙酮、巨豆三烯酮-D、糠醛、巨豆三烯酮-C、糠醇等 7 种物质含量高于两对照处理，苯乙醇、巨豆三烯酮-A、巨豆三烯酮-B、二氢猕猴桃内酯等 4 种物质含量接近两对照处理。减钾 21% 处理烟叶巨豆三烯酮-D、巨豆三烯酮-C、二氢猕猴桃内酯等 3 种物质含量高于两对照处理，苯甲醇、香叶基丙酮、巨豆三烯酮-A、巨豆三烯酮-B、糠醛 5 种物质含量略低于或接近两对照处理。CK 处理含量较高的致香物质大多高于 CK₀ 处理或差别不大。

按照各个致香物质官能团的不同，将烤烟致香物质分为醇类，醛、酮类，低级脂肪酸类，酯、内酯类，酚类，呋喃类等。各处理醇类化合物以减钾 14% 处理含量最高，其次为 CK₀ 处理，CK 处理最低。各处理醛、酮类物质含量仍以减钾 14% 处理最高，其次为减钾 21% 处理，减钾 7% 处理最低。各处理低级脂肪酸类物质、酚类物质总量差别不大。各减钾处理酯、内酯类化合物略低于 CK₀ 处理，但高于或接近 CK 处理。各处理呋喃类物质的变化趋势与醇类物质相似，表现以减钾 14% 处理含量最高，其次为 CK₀ 处理，CK 处理最低。

从致香物质总量看，各处理烟叶总致香物质含量(除去新植二烯)以减钾 14% 处理最高，其他减钾处理高于 CK 但略低于 CK₀。新植二烯是各处理致香物质中含量最高的成分，除减钾 7% 处理低于两对照外，其他减钾处理均高于两对照处理。将新植二烯计算在内，各处理烟叶致香物质总量以减钾 21% 处理最高，其次为减钾 14% 处理，减钾 7% 处理低于两对照处理，说明施用生物钾肥后适当减少化学钾肥用量不会减少烟叶香气物质含量。

2.2 施用生物钾肥后少减化学钾肥对烤烟评吸质量的影响

由表 4 可知，2009 年各处理烤烟下部叶评吸得分以减钾 21% 处理最高，其他处理低于 CK 处理，但差异不显著；中部叶各减钾处理评吸得分均高于 CK 处理，并以减钾 14%、减钾 21% 处理显著高于 CK 处理；上部叶评吸得分以减钾 7% 处理最高，减钾 21% 处理最低。2010 年各处理下部叶评吸得分以减钾 14% 处理最高，其次为 CK 处理，减钾 7% 处理高于 CK₀，而减钾 21% 处理则低于两对照处理，

表 3 施用生物钾肥后减少化学钾肥对烤烟致香物质的影响(mg/kg)

Table 3 Effects of decreasing chemical potassium after biotic-potassium application on content of aroma components in flue-cured tobacco leaves

致香物质		处理				
		CK ₀	CK	减钾 7%	减钾 14%	减钾 21%
醇类	戊醇	0.11	0.078	0.073	0.11	0.11
	沉香醇-1	0.10	0.085	0.084	0.11	0.095
	芳樟醇	0.64	0.57	0.58	0.72	0.64
	α-松脂醇	0.25	0.22	0.24	0.28	0.25
	香叶醇	0.21	0.22	0.24	0.24	0.21
	糠醇	2.60	2.90	2.80	3.10	2.80
	苯甲醇	18	14	17	19	17
	苯乙醇	5.90	4.90	5.00	5.90	5.40
	小计	27.81	22.97	26.02	29.46	26.51
醛、酮类	苯甲醛	0.61	0.45	0.46	0.72	0.48
	苯乙醛	5.90	5.50	5.10	7.80	5.90
	环己酮	0.046	0.046	0.049	0.05	0.045
	2-甲基-2-庚烯-6-酮	0.27	0.24	0.23	0.30	0.28
	2-甲基四氢呋喃-3-酮	0.76	0.61	0.56	0.89	0.67
	异佛尔酮	0.086	0.076	0.071	0.091	0.091
	β-大马酮	0.53	0.55	0.59	0.64	0.56
	香叶基丙酮	18	14	15	19	17
	β-紫罗兰酮	0.45	0.50	0.46	0.57	0.47
	巨豆三烯酮-A	8.20	8.50	7.60	7.60	7.50
	巨豆三烯酮-B	34	36	32	33	33
	巨豆三烯酮-C	3.20	3.40	4.10	4.70	4.40
	巨豆三烯酮-D	17	18	18	20	20
	小计	89.05	87.87	84.22	95.36	90.40
低级脂肪酸类	2-甲基丙酸	0.087	0.054	tr	0.11	tr
	丁酸	0.031	0.025	0.021	0.031	0.023
	异戊酸	0.40	0.29	0.21	0.40	0.19
	戊酸	0.30	0.20	0.12	0.25	0.13
	4-甲基戊酸	0.055	0.045	0.029	0.053	0.03
	辛酸	0.46	0.39	0.45	0.39	0.35
	癸酸	0.24	0.25	0.22	0.24	0.24
	小计	1.57	1.25	1.05	1.47	0.96
酯类、内酯类	棕榈酸甲酯	1.30	1.20	1.30	1.10	1.05
	亚油酸甲酯	0.77	0.74	0.76	0.76	0.63
	邻苯二甲酸二丁酯	0.067	0.088	0.093	0.064	0.094
	β-丁内酯	1.30	0.56	0.56	0.73	0.56
	γ-壬内酯	0.034	0.029	0.036	0.036	0.035
	亚麻酸内酯	1.80	1.50	1.60	1.50	1.40
	二氢猕猴桃内酯	2.50	2.90	2.70	2.60	3.30
	小计	7.77	7.02	7.05	6.79	7.07
酚类	苯酚	0.55	0.42	0.36	0.55	0.49
	小计	0.55	0.42	0.36	0.55	0.49
呋喃类	糠醛	12	10	11	14	11
	5-甲基糠醛	0.75	0.64	0.64	0.85	0.75
	2-乙酰基-5-甲基呋喃	0.082	0.077	0.065	0.092	0.083
	小计	12.83	10.72	11.71	14.94	11.83
萜烯类	新植二烯	513	485	468	515	536
总量（不含新植二烯）		139.59	130.25	130.40	148.58	137.26
总量		652.59	615.25	598.40	663.58	673.26

注：tr 表示为痕量。

表 4 施用生物钾肥后减少化学钾肥对烤烟评吸质量的影响

Table 4 Effects of decreasing chemical potassium after biotic-potassium application on smoking quality of flue-cured tobacco leaves

年份	部位	处理	香型	劲头	浓度	香气质 (15)	香气量 (20)	余味 (25)	杂气 (18)	刺激性 (12)	燃烧性 (5)	灰色 (5)	得分 (100)
2009	下部	CK	中偏浓	适中	中等	11.08 ab	15.92a	18.83 b	13.08 a	8.67 a	3.25 a	2.83 a	73.66 ab
		减钾 7%	中偏浓	适中	中等	10.83 b	15.75 a	18.75 b	12.92 a	8.58 a	3.25 a	2.83 a	72.91 b
		减钾 14%	中偏浓	适中	中等	11.25 a	15.75 a	19.25 ab	13.08 a	8.83 a	3.25 a	2.08 b	73.49 b
		减钾 21%	中偏浓	适中	中等	11.33 a	16.17 a	19.42 a	13.25 a	8.83 a	3.25 a	2.08 b	74.33 a
	中部	CK	中偏浓	适中	中等	11.17 a	15.92 a	19.08 a	13.00 a	8.75 a	3.25 a	2.08 b	73.25 c
		减钾 7%	中偏浓	适中	中等	11.08 a	16.00 a	19.17 a	13.17 a	8.67 a	3.25 a	2.83 a	74.17 bc
		减钾 14%	中偏浓	适中	中等+	11.29 a	16.14 a	19.43 a	13.29 a	8.86 a	3.29 a	3.00 a	75.30 a
		减钾 21%	中偏浓	适中	中等+	11.14 a	16.14 a	19.21 a	13.07 a	8.79 a	3.29 a	3.00 a	74.64 ab
	上部	CK	中偏浓	适中	中等+	10.79 a	15.86a	18.93 ab	12.64 ab	8.79 a	3.29 a	3.00 a	73.30 a
		减钾 7%	中偏浓	适中	中等+	10.86 a	15.86 a	19.14 a	13.07 a	8.79 a	3.21 a	2.71 a	73.64 a
		减钾 14%	中偏浓	适中	中等	10.71 a	15.71 a	18.64 b	12.86 ab	8.79 a	3.21 a	2.71 a	72.63 ab
		减钾 21%	中偏浓	适中	中等	10.83 a	15.67 a	18.75 ab	12.50 b	8.50 a	3.25 a	2.08 b	71.58 b
2010	下部	CK ₀	中偏浓	较大-	中等+	10.50 bc	15.50 a	18.00 bc	12.17 bc	8.33 ab	3.33 a	2.92 a	70.75 cd
		CK	中偏浓	适中	中等	11.00 a	15.75 a	18.58 a	12.67 ab	8.83 a	3.33 a	2.92 a	73.08 ab
		减钾 7%	中偏浓	适中+	中等+	10.67 ab	15.50 a	18.33 ab	12.42 ab	8.50 ab	3.33 a	2.92 a	71.67bc
		减钾 14%	中偏浓	适中	中等	11.08 a	15.92 a	18.67 a	12.92 a	8.92 a	3.33 a	2.92 a	73.76 a
		减钾 21%	中偏浓	较大-	中等+	10.17 c	15.50 a	17.75 c	11.67 c	8.08 b	3.33 a	2.92 a	69.42 d
	中部	CK ₀	中偏浓	适中+	中等+	10.75 ab	15.67 a	18.42 ab	12.50 abc	8.50 a	3.33 a	2.92a	72.09 bc
		CK	中偏浓	适中	中等+	11.17 a	16.00 a	18.92 a	13.08 a	8.75 a	3.33 a	2.92 a	74.17a
		减钾 7%	中偏浓	适中+	中等+	11.08 a	15.75 a	18.75 a	12.67 ab	8.58 a	3.33 a	2.92 a	73.08 ab
		减钾 14%	中偏浓	适中+	中等+	10.33 b	15.42 a	18.08 b	12.00 c	8.17 a	3.33 a	2.92 a	70.25 c
		减钾 21%	中偏浓	适中+	中等+	10.58 ab	15.50 a	18.17 b	12.17 bc	8.33 a	3.33 a	2.92 a	71.00 c
	上部	CK ₀	中偏浓	适中+	中等+	10.58 ab	15.58 a	18.00 bc	12.00 cd	8.17 b	3.33 a	2.92 a	70.58 cd
		CK	中偏浓	适中+	中等+	10.67 a	15.75 a	18.17 bc	12.33 bc	8.42 ab	3.33 a	2.92 a	71.59 bc
		减钾 7%	中偏浓	适中+	中等+	10.83 a	15.83 a	18.50 ab	12.67 ab	8.58 ab	3.33 a	2.92 a	72.66 ab
		减钾 14%	中偏浓	较大-	中等+	10.25 b	15.50 a	17.83 c	11.75 d	8.17 b	3.33 a	2.92 a	69.75 d
		减钾 21%	中偏浓	适中+	中等+	10.92 a	16.00 a	18.75 a	12.83 a	8.75 a	3.33 a	2.92 a	73.50 a

注：表中各列数字后不同小写字母表示同一部位不同处理间差异在 $P < 0.05$ 水平显著，下同。

但仅与 CK 处理差异显著；中部叶各处理评吸得分以 CK 处理最高，其次为减钾 7% 处理，其他减钾处理均低于两对照处理；上部叶评吸得分以减钾 21% 处理显著高于两对照处理及其他处理，减钾 7% 处理次之，减钾 14% 处理最低。两年结果表明，减钾处理下部和上部烟叶评吸质量均较好，2010 中部烟叶评吸质量逊于两对照处理，但总体质量仍较好，即施用生物钾肥后适当减少化学钾肥不会降低烟叶的评吸质量。

2.3 施用生物钾肥后减少化学钾肥对烤烟经济效益的影响

从表 5 可以看出，2009 年减钾处理烟叶产值、总效益有高于 CK 处理的趋势，并以减钾 21% 处理烟叶的增效率最高；2010 年各施用生物钾肥处理烟叶产值、总效益均高于 CK₀ 处理，另外减钾 7%、减钾 14% 处理烟叶的增效率都高于 CK 处理，且以减钾 7% 处

理最高。因此，施用生物钾肥后适当减少化学钾肥可在降低肥料投入的基础上增加烟叶的经济效益。

2.4 讨论

生物钾肥能被土壤固定的钾素活化出来，对烤烟的钾素营养能起到一定改善作用，且不降低烟叶品质^[6,9]。因此，本研究中施用生物钾肥后减少化学钾肥处理烟叶致香物质含量及评吸质量均较好。其中，减钾 14% 处理烟叶主要致香物质含量及致香物质总量均明显高于两对照处理；减钾 21% 处理烟叶致香物质总量也高于两对照处理，其主要致香物质含量均较高；减钾 7% 处理烟叶致香物质含量逊于对照处理，但差别不大。另外，两年的结果显示各减钾处理下部、上部烟叶的评吸质量均较好，中部叶评吸质量也仅在 2010 年试验中略逊，但整体较好。两年的结果还显示，施用生物钾肥后适当减少化学钾肥烟叶经

表 5 施用生物钾肥后减少化学钾肥对烤烟经济效益的影响
Table 5 Effects of decreasing chemical potassium after biotic-potassium application on economic benefits of flue-cured tobacco leaves

年份	处理	产值(元/hm ²)	肥料投入(元/hm ²)	总效益(元/hm ²)	增效率(%)	增效率(%)
2009	CK	30 276.00 a	4 893.15	25 382.85	—	—
	减钾 7%	30 529.07 a	4 724.40	25 804.67	1.66	—
	减钾 14%	29 737.03 a	4 555.65	25 181.38	-0.79	—
	减钾 21%	32 410.94 a	4 386.90	28 024.04	10.41	—
2010	CK ₀	17 563.09 a	3 563.10	13 999.99	—	—
	CK	19 050.48 a	3 645.60	15 404.88	10.03	—
	减钾 7%	20 413.54 a	3 470.10	16 943.44	21.02	9.99
	减钾 14%	19 022.04 a	3 294.60	15 727.44	12.34	2.09
	减钾 21%	17 606.66 a	3 119.10	14 487.56	3.48	-5.95

济效益及增效率均较高。综合本研究结果,施用生物钾肥后减少化学钾肥用量烟叶致香物质含量、评吸质量不会受到负面影响,综合经济效益较好。因此,生产上可以在施用生物钾肥后适当减少化学钾肥用量 10% 左右较为适宜。

需要注意的是,有报道表明供钾水平高的土壤生物钾肥活化土壤矿物钾的作用不大,而供钾水平中、低土壤上使用生物钾肥可能会更经济有效^[6]。本试验中 2010 年 CK 处理(施用生物钾肥后正常施用化学钾肥)及减钾 7% 处理的烟叶致香物质总量低于 CK₀ 处理(不施生物钾肥),即前面的两个处理中生物钾肥作用并不明显,造成这一施用生物钾肥效应不稳定的现象原因可能是:百色地区属于亚热带区,土壤风化较为强烈,矿物以不含钾的高岭石为主,很难指望依靠生物钾肥中的菌剂来活化土壤矿物钾。另外,本研究使用的生物钾肥并不是基于试验地区土壤微生物分析的基础上研制出来的,菌剂很可能不适应当地的环境条件而作用发挥不大。因此,针对不同烟区的生物钾肥的研制和施用还有待于进一步研究。

3 结论

(1) 施用生物钾肥后减少化学钾肥施用量不会降低烟叶中主要致香物质含量和总致香物质含量,烟叶评吸质量也较好。

(2) 施用生物钾肥后减少化学钾肥施用量能减少肥料的投入(主要是硫酸钾),降低生产成本,并可增加烟叶的经济效益。

(3) 生物钾肥的施用效果具有一定的不稳定性,其研制和施用还有待于进一步的研究。

参考文献:

[1] 刘荣昌,李凤汀,郝正然,杨则媛. 生物钾肥开发研究与推广[J]. 中国农业科学, 1998, 31(1): 95-96

[2] 夏振远,李云华,杨树军. 微生物菌肥对烤烟生产效应的研究[J]. 中国烟草科学, 2002, 23(3): 28-30

[3] 刘国顺,王景,徐辰生,王维超,岳宏彬. 生物钾肥对烤烟含钾量和经济性状的影响[J]. 中国烟草科学, 2005, 26(4): 46-48

[4] 黄瑾,高华军,刘春萍,林北森,钟二昌,周文亮. 生物钾肥对植烟土壤养分和烤烟产质量的影响[J]. 广西农业科学, 2010, 41(11): 1 198-1 201

[5] 袁宝生,张巨祥,孙文海,郑玉欣. 生物钾肥对改良烟草品质提高烟草产量的效果[J]. 河北省科学院学报, 1994(2): 33-34

[6] 高华军,林北森. 生物钾肥对烤烟产质量影响的研究进展[J]. 中国烟草科学, 2009, 30(3): 73-76

[7] 蒋太明,秦松,陈旭晖. 生物钾肥的增钾效应及在烤烟上的应用[J]. 贵州农业科学, 1997(5): 22-25

[8] 方先兰,辜尊荣,曾立荣. 烤烟施用生物钾肥试验初报[J]. 江西农业科技, 2001(4): 21-22

[9] 朴世领,李虎林,卢忠恩,安金花,李云善. 生物钾肥对烤烟生产的影响[J]. 延边大学农学学报, 1997(2): 94-97

[10] 韩锦峰,汪耀富,钱晓刚. 烟草栽培生理[M]. 北京: 中国农业出版社, 2003: 189-221

[11] 左天觉(朱尊权等译). 烟草的生产、生理与生物化学[M]. 上海:上海远东出版社, 1993: 199-208

[12] 简永兴,董道竹,李连利,杨磊,邹国林. 种植海拔对烤烟中性挥发性香气物质及燃吸品质的影响[J]. 烟草科技, 2009(9): 43-46

[13] 汪耀富,高华军,刘国顺,于建军,韩富根. 不同基因型烤烟叶片致香物质含量的对比分析[J]. 中国农学通报, 2005, 21(5): 117-120

[14] 汪耀富,高华军,刘国顺,于建军,韩富根. 氮、磷、钾肥配施对烤烟化学成分和致香物质含量的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 12(1): 76-81

[15] 张国显,邱慧慧,王廷晓,张大纯,马永建,史宏志,王维超,曹晓涛,刘国顺. 土壤肥力对烤烟不同部位中性香气成分含量的影响[J]. 土壤, 2011, 43(1): 101-106

[16] 高华军,黄瑾,钟二昌,林北森,黄忠言. 稀土元素肥料对烤烟致香物质含量和评吸质量的影响[J]. 烟草科技, 2011(12): 65-68

[17] 汪耀富,宋世旭,杨亿军. 成熟期灌水对烤烟化学成分和致

- 香物质含量的影响[J]. 灌溉排水学报, 2007, 26(3): 101-104
- [18] 汪耀富, 高华军. 采收时间对烤烟致香物质含量和评吸质量的影响[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2006, 34(12): 74-78
- [19] 王能如, 徐增汉, 李章海, 彭怀俊, 靖军领. 变黄末期烟叶变黄和凋萎程度对翠碧 1 号品种香型的影响[J]. 烟草科技, 2010(5): 51-55
- [20] 常爱霞, 贾兴华, 冯全福, 付宪奎, 王绍美, 史牧. 特香型烤烟香气成分检测及香气性状遗传分析[J]. 中国农业科学, 2004, 37(12): 2 033-2 038

Effects of Decreasing Chemical Potassium After Biotic Potassium Application on Aroma Components and Smoking Quality in Flue-cured Tobacco Leaves

GAO Hua-jun¹, LIN Bei-sen¹, SHI Yuan-yuan¹, CHEN De-xin², LIU Xiang-biao¹, YANG Jin-guang²

(1 Tobacco Science Research Institute, Baise Tobacco Company of Guangxi Province, Baise, Guangxi 533000, China;

2 Tobacco Research Institute of CAAS, Qingdao, Shandong 266101, China)

Abstract: The effects of decreasing chemical potassium after application of biotic potassium on content of aroma components and smoking quality in flue-cured tobacco leaves were studied by field experiments. The results showed that application of decreasing chemical potassium after biotic potassium application did not reduce contents of total aroma components and major aroma components and the treatment of decreasing chemical K_2O by 14% was better. The application of decreasing chemical potassium after biotic potassium application also could obtain good smoking quality and high economic benefit, but this result was unstable and needs further study for developing and applying biotic-potassium fertilizer.

Key words: Flue-cured tobacco, biotic-potassium fertilizer, Chemical potassium fertilizer, Aroma components, Smoking quality