

施肥调整对昭通烤烟生长及烟叶品质的影响

刘 燕^{1,2}, 赵正雄^{1*}, 付修廷³, 展恩能⁴,

蒋 跃³, 黄 韡³, 陈晓燕³, 李崇禄³, 赵 芳³, 余海涛⁵

(1. 云南农业大学烟草学院, 昆明 650201; 2. 保山市烟草公司龙陵分公司, 云南 龙陵 678000; 3. 昭通市烟草公司, 云南 昭通 657000; 4. 昆明市烟草公司, 昆明 650031; 5. 湖南中烟工业有限责任公司技术中心, 长沙 410014)

摘 要: 针对昭通当地烟叶质量难以满足卷烟企业对原烟品质的更高要求, 2010—2011 年研究了在常规施肥基础上进行的施肥方法调整和养分配比调整对烟株生长及品质的影响。结果表明: (1) 综合 2 年农艺性状结果, 以施肥方法调整相对更好; 2010 年病虫害总体以 2 个施肥调整处理抗性更好; (2) 较常规相比, 2 个施肥调整能不同程度的增产、增值, 以养分配比调整效果更好; (3) 烤后叶长、叶宽和单叶重差异不大, 含梗率和叶面密度总体以养分配比调整相对更好; (4) 2 个施肥调整处理初烤烟叶的总糖、还原糖含量较常规高, 3 个处理其他化学成分含量较接近; (5) 与常规相比, 施肥方法调整和养分配比调整评吸总分分别增加了 4.1 和 3.0 分, 质量均提高了 2 个档次。综上所述, 当地现有施肥模式尚有调整优化空间, 2 个施肥调整均有明显的提质增产效果, 以养分配比调整效果更为显著。

关键词: 烤烟; 施肥; 优化; 产量; 质量

中图分类号: S572.045

文章编号: 1007-5119(2014)06-0032-06

DOI: 10.13496/j.issn.1007-5119.2014.06.007

Effects of Adjusting Fertilization on Flue-cured Tobacco Growth and Leaf Quality in Zhaotong

LIU Yan^{1,2}, ZHAO Zhengxiong^{1*}, FU Xiuting³, ZHAN Enneng⁴,

JIANG Yue³, HUANG Wei³, CHEN Xiaoyan³, LI Chonglu³, ZHAO Fang³, YU Haitao⁵

(1. College of Tobacco Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China; 2. Baoshan Tobacco Company of Yunnan Province, Banshan, Yunnan 678000, China; 3. Zhaotong Tobacco Company of Yunnan Province, Zhaotong, Yunnan 657000, China; 4. Kunming Tobacco Company of Yunnan Province, Kunming 650031, China; 5. Research and Technology Center of Hunan Tobacco Industrial Corporation, Changsha 410014, China)

Abstract: Because tobacco leaf quality in Zhaotong could not meet the higher requirements of cigarette enterprises for raw tobacco quality, field experiments were conducted to study the effect of adjusting fertilization on the tobacco growth and leaf quality from 2010 to 2011, including local conventional fertilization, adjusting the fertilizing method and adjusting the nutrients ratio. The results showed that, adjusting fertilizer method was the best in terms of the agronomic attributes for the two years. Adjusting fertilizer method and adjusting nutrients ratio treatments improved disease resistance in 2010. Compared with conventional fertilizer application, adjusting fertilizer treatment increased yield and economic value in different levels, and the effect of adjusting nutrients ratio was better. There were little difference among leaf length, leaf width and leaf weight among treatments. Percentage of stem and leaf density of adjusting nutrients ratio was relatively better than others. Total sugar and reducing sugar for adjusting fertilizer treatment were higher than conventional fertilization. The two total scores for adjusting fertilizer method and adjusting nutrients ratio treatments increased by 4.1 and 3 points, respectively, and the quality improved by 2 grades. In conclusion, adjusting fertilizer method and adjusting nutrients ratio treatment can improve quality and increase yield, but the later treatment was more effectively.

Keywords: flue-cured tobacco; fertilization; optimization; yield; quality

我国烤烟种植面积和消费量均居世界首位, 烟叶生产在国民经济中占有相当重要的地位。但就我国烟叶质量特色和总体结构而言, 与卷烟工业需求

尚有较大差距。施肥是影响烤烟品质的主要因素之一, 其中以氮、磷、钾三要素影响尤为明显。目前, 关于氮、磷、钾肥用量^[1-8]、不同肥料配比^[9-14]、追

基金项目: 云南省烟草公司科技计划项目(09YN021); 云南中烟工业公司科技项目(2010YL03); 湖南中烟工业公司(ZY2011-112)

作者简介: 刘 燕, 女, 硕士, 研究方向为烟草施肥与营养。E-mail: liuyan8joyce@163.com。*通信作者, E-mail: zhaox0801@163.com

收稿日期: 2014-03-09

修回日期: 2014-09-13

基肥比例^[15-16]、施用方法^[17-20]等对烤烟产量和品质的影响已有较多报道,但这些研究多集中于三要素中某一因子对烟草生长发育或烤后烟叶某一品质指标的影响,烟株生长中三因子交互作用的研究也仅局限于为某一烟区或某一土壤类型或某一品种提供适宜的肥料配比。而我国烤烟种植范围广,气候条件和土壤条件差异大,且不同烤烟品种的生长有其自身的营养规律和品质要求,其对养分的吸收数量和状况也就各不相同。因此,如何进行合理施氮、有效施磷、高效施钾以实现优质适产一直是烟草栽培的关键。

昭通是全国 31 个重点优质烤烟产区之一,昭通烟叶以内在化学成分协调性好、清香型风格明显、香气尚足赢得全国多家名牌卷烟企业青睐。但由于长期一种施肥模式,且当地有机肥不足,同时烟株对养分的选择性吸收,导致土壤养分比例失调,加之烤烟优质适产的养分规律得不到满足等问题已经造成当地烟叶质量难以满足卷烟企业对原烟品质的更高要求。因此,昭通现有烤烟施肥模式如何调整值得探讨。基于此,本研究对改进当地烤烟施肥方法和养分配比进行了探讨,以期为当地科学施肥,提高烟叶工业可用性提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 试验地点

试验地点位于云南省昭通市鲁甸县桃源乡大水塘村(海拔 1934 m),供试烤烟为当地主栽品种云烟 97。试验土壤为黄壤土,前作为闲地,土壤肥力均匀。试验前土壤基本肥力情况见表 1。

表 1 试验前土壤基本肥力

Table 1 The soil nutrients before experiments

年份	pH	有机质/ (g·kg ⁻¹)	碱解氮/ (g·kg ⁻¹)	速效磷/ (g·kg ⁻¹)	速效钾/ (g·kg ⁻¹)
2010	6.07	21.20	87.32	29.00	226.00
2011	6.49	23.29	89.83	18.38	193.38

1.2 试验设计

2010—2011 年田间小区试验均设 3 个处理,2 年内具体实施保持一致,分别如下。

1.2.1 对照(CK) 常规施肥方式,施纯氮 97.95 kg/hm², $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=1:0.96:2.68$,氮、钾基肥和全部磷肥由烟用复合肥(氮磷钾比为 10:14:24)提供,栽烟时拌土基施;追肥 KNO₃ 15 kg,分别于移栽时和移栽后 25 d 各兑水溶施 1/3 和 2/3。

1.2.2 基肥双层环施 肥料用量和种类不变,基肥双层环施,其中,复合肥 15 kg 拌土基施,剩余的环施(栽烟后覆膜前完成),追肥 KNO₃ 15 kg 在移栽后 10、25 d 分 2 次兑水浇施(分别施总量的 1/2)。

1.2.3 养分配比调整 施纯氮 90.45 kg/hm², $m(N):m(P_2O_5):m(K_2O)=1:0.93:3.11$;氮、钾基肥和全部磷肥由烟用复合肥提供,复合肥 15 kg 拌土基施,剩余的环施,追肥 KNO₃ 15 kg,不足的钾肥用 K₂SO₄ 补充(KNO₃ 移栽后 10 d 兑水浇施 1/2,剩余 1/2 在 25 d 时与 K₂SO₄ 兑水浇施)。

每处理 3 次重复,共 9 个小区,随机区组排列,每小区栽烟 100 株,株行距为 55 cm×120 cm。于 5 月 9 日移栽,其他田间管理措施严格按照当地优质烟叶生产技术规范进行。

1.3 采样及指标测定

2010 年,主要测定田间农艺性状、病虫害调查、产量、产值、烟叶物理性状和化学成分;2011 年,重点测定田间农艺性状、SPAD 值(叶绿素含量)、产量、产值、物理成分、化学成分和评吸质量。

1.4 数据处理

采用 SPSS 软件进行数据统计分析。

2 结 果

2.1 烤烟农艺性状

2010 年下部叶采烤前烤烟农艺性状测定结果(表 2)表明,基肥双层环施烟株的株高、茎围、节距、上部叶最大叶面积和叶面积系数皆略高于常规施肥方式(对照)和养分配比调整,其中养分配比调整处理相对最低,但 3 个处理间差异不显著。2011 年测定结果(表 3)以基肥双层环施和养分配比调整叶面积系数略高于常规施肥方式,而有效叶

表2 各处理烟株农艺性状(2010年)

Table 2 Agronomic characters of each treatments (2010)

处理	株高/cm	茎围/cm	节距/cm	有效叶数/片	最大叶面积/m ²			叶面积系数
					下部叶	中部叶	上部叶	
常规施肥方式	128.33	9.42	5.98	18.75	0.18	0.14	0.07	3.09
基肥双层环施	130.25	9.59	6.35	18.50	0.18	0.14	0.08	3.14
养分配比调整	121.83	9.31	5.93	18.00	0.17	0.14	0.08	2.99

表3 烤烟叶面积系数和有效叶数(2011年)

Table 3 Leaf area index and effective leaf number (2011)

项目	常规施肥方式	基肥双层环施	养分配比调整
叶面积系数	2.90	2.97	3.13
有效叶数	21.00	20.92	20.58

数相反,但差异均不显著。综合2年测定结果,以基肥双层环施相对较好。

2.2 烟株病虫害

由表4可知,2010年下部叶和中部叶采烤前,不同处理的烟株主要病虫害发生情况存在差异,基肥双层环施和养分配比调整2个处理在一定程度上改善了烤烟病虫害情况。下部叶采烤时,就赤星病

和烟青虫的病情指数而言,基肥双层环施(1.41和3.19)和养分配比调整(4.95和1.35)均低于常规施肥方式(5.61和3.35),而气候斑病情指数以常规施肥方式略低于其他处理。与前期相比,中部叶采烤时不同施肥处理烟叶气候斑发生情况均明显下降,而赤星病和烟青虫略有增加;与常规施肥方式相比较,基肥双层环施和养分配比调整2个处理气候斑发病率和病情指数都明显降低,其中以养分配比调整最低,且烟青虫发生情况也是养分配比调整略低于其他处理,而赤星病在不同施肥处理间无明显差异。

表4 各处理烟株病虫害发生情况(2010年)

Table 4 The occurrence of diseases and insect pests for different treatments (2010)

处理	项目	下部叶采烤时			中部叶采烤时		
		气候斑	赤星病	烟青虫	气候斑	赤星病	烟青虫
常规施肥方式	发病率/%	4.29	5.61	3.49	3.76	21.20	3.76
	病情指数	4.29	5.61	3.35	3.76	2.10	3.37
基肥双层环施	发病率/%	5.43	1.41	1.35	2.76	22.15	4.92
	病情指数	5.43	1.41	3.19	2.23	2.11	4.65
养分配比调整	发病率/%	5.46	4.54	3.49	1.33	23.40	3.34
	病情指数	5.46	4.95	1.35	1.20	2.25	3.28

2.3 烟叶 SPAD 值

叶片 SPAD 值取决于叶绿素对特定波段光线的吸收,读数越大说明叶绿素含量越高,SPAD 值也间接的反映了烟株氮素营养状况。随着烟叶成熟,叶内含氮化合物逐渐分解,碳水化合物累计增加,叶绿素逐渐分解降解,其含量下降,烟叶逐渐变黄。由表5可知,中部叶采烤前,常规施肥方式和养分配比调整中部叶和上部叶叶绿素含量较接近,均略高于基肥双层环施处理。这说明不同施肥处理烟叶成熟落黄较一致。

2.4 烟叶产质量

从表6可知,在当地目前的施肥量及其施用方式的基础上,进行基肥双层环施和养分配比调整能

不同程度的提高烤后烟叶产量和产值。2010年养分配比调整产量、产值显著高于常规施肥方式,分别增加了10.53%和10.68%,2011年增加了3.06%和4.91%;基肥双层环施处理2010年较常规施肥方式增加了3.05%和7.34%,2011年增加了4.19%和4.63%。2年测定结果表明,养分配比调整处理上等烟比例和中等烟比例均高于常规施肥方式;基肥双层环施处理上等烟比例与其他处理间无显著差异,而中等烟比例高于或显著高于其他处理。

表5 各处理烟叶 SPAD 值(2011年)

Table 5 SPAD for different treatments (2011)

项目	常规施肥方式	基肥双层环施	养分配比调整
中部叶	44.70	44.00	44.83
上部叶	54.60	53.97	54.77

表 6 各处理烤烟产质量

Table 6 Yield and output value for different treatments

年份	处理	产量/(kg·hm ⁻²)	产值/(元·hm ⁻²)	均价/(元·kg ⁻¹)	上等烟比例/%	中等烟比例/%
2010 年	常规施肥方式	3076.71b	39754.53b	12.89	36.63	31.25b
	基肥双层环施	3170.42ab	42673.90a	13.46	35.88	41.36a
	养分配比调整	3400.66a	43999.33a	12.89	37.43	32.09ab
2011 年	常规施肥方式	2441.60	32509.30	13.30	25.36	40.89
	基肥双层环施	2543.84	34014.51	13.37	27.13	40.81
	养分配比调整	2516.38	34104.62	13.46	24.86	42.96

注：数字后小写字母不同表示 5%显著差异，下同。

2.5 烟叶物理性状

烟叶的物理特性是反映烟叶品质与加工性能的重要参数。2 年测定结果表明 (表 7), 不同施肥处理的 B2F、C3F、X2F 级初烤烟叶单叶重、叶长差异不显著;就叶宽而言,2010 年基肥双层环施处理 C3F 级叶宽显著高于养分配比调整处理外,其他的差异均不显著;烤后烟叶叶面密度为 39.07~73.76 g/m²,2010 年除基肥双层环施处理 C3F 相对最低外,B2F 和 X2F 级叶面密度均以常规施肥方式低于或显著低于其余处理,2011 年测定规律一致;2010 年常规施肥方式各个部位烟叶含梗率略高于基肥双层环施处理,且显著高于养分配比调整处理,2011 年测定结果在各施肥处理间差异不显著,总体以常规施肥方式相对较高。

2.6 烟叶化学成分

从表 8 可知,2 年测定结果变化规律较一致。2010 年测定结果表明,不同施肥处理烟叶钾、烟碱、氮和氯含量以及氮碱比较接近,基肥双层环施和养分配比调整初烤烟叶的总糖、还原糖含量较常规施肥方式高;基肥双层环施和养分配比调整 C3F、B2F 烟叶糖碱比略低于常规,X2F 相反,但均处于适宜范围内。2011 年测定结果表明,不同施肥处理烤后烟叶烟碱、钾、氮、氯含量差异不大;基肥双层环施和养分配比调整 C3F、X2F 烟叶含糖量、氮碱比、糖碱比较接近,且皆略高于常规;B2F 含糖量、氮碱比、糖碱比在 3 个施肥处理间差异不大。综合 2 年测定结果,基肥双层环施和养分配比调整有利于烟叶品质提高。

表 7 各处理烟叶物理性状

Table 7 Physical indicators for different treatments

年份	部位	处理	叶长/cm	叶宽/cm	单叶重/g	叶面密度/(g·m ⁻²)	含梗率/%
2010	B2F	常规施肥方式	61.39a	15.44b	13.58a	69.12a	35.96a
		基肥双层环施	66.66a	16.41b	13.71a	71.31a	31.53ab
		养分配比调整	60.76a	14.10b	12.33a	67.72a	27.25b
	C3F	常规施肥方式	68.44a	21.41ab	14.10a	51.73a	41.97a
		基肥双层环施	68.96a	22.77a	13.78a	48.93a	38.25b
		养分配比调整	66.93a	20.90b	13.14a	58.63a	37.10b
	X2F	常规施肥方式	67.76a	25.95a	13.43a	39.07b	45.08a
		基肥双层环施	67.27a	23.30a	12.60a	44.74a	44.73a
		养分配比调整	67.26a	26.09a	12.89a	45.14a	40.17b
2011	B2F	常规施肥方式	43.92a	31.80a	11.08bc	61.17a	49.19bcd
		基肥双层环施	56.38a	18.92a	12.26abc	73.76a	47.92cd
		养分配比调整	44.25a	31.92a	11.42abc	61.17a	45.60d
	C3F	常规施肥方式	54.43a	24.30a	13.42a	55.45a	54.65b
		基肥双层环施	55.13a	25.60a	13.15ab	49.10a	52.00bc
		养分配比调整	56.47a	23.27a	12.29abc	50.81a	53.96b
	X2F	常规施肥方式	52.60a	25.03a	10.55c	39.57a	60.63a
		基肥双层环施	53.33a	25.35a	12.15abc	43.18a	64.28a
		养分配比调整	53.33a	24.78a	11.42abc	39.21a	63.26a

表8 各处理烟叶化学成分

Table 8 Chemical constituents for different treatments

年份	部位	处理	总糖/%	还原糖/%	烟碱/%	氯/%	钾/%	氮/%	氮碱比	糖碱比
2010	B2F	常规施肥方式	29.66	23.89	3.16	1.25	2.52	2.01	0.64	9.39
		基肥双层环施	30.54	24.00	3.35	1.20	2.58	2.18	0.65	9.12
		养分配比调整	29.94	23.00	3.36	0.89	2.58	2.31	0.69	8.91
	C3F	常规施肥方式	32.37	26.16	2.17	0.86	2.41	1.73	0.80	14.92
		基肥双层环施	33.38	25.58	2.40	0.86	2.45	1.84	0.77	13.91
		养分配比调整	34.95	26.47	2.59	1.14	2.50	1.98	0.76	13.49
	X2F	常规施肥方式	31.24	24.66	2.06	0.94	2.28	1.72	0.84	15.17
		基肥双层环施	33.89	26.80	1.99	1.03	2.39	1.82	0.91	17.03
		养分配比调整	31.81	24.55	1.91	1.03	2.37	1.95	1.02	16.65
2011	B2F	常规施肥方式	26.96	19.19	4.58	0.45	1.59	2.80	0.61	5.89
		基肥双层环施	26.57	19.81	4.57	0.38	1.55	2.75	0.60	5.81
		养分配比调整	26.45	19.33	4.53	0.37	1.64	2.60	0.57	5.84
	C3F	常规施肥方式	19.60	14.60	3.37	0.37	1.57	2.18	0.65	5.82
		基肥双层环施	21.90	15.90	3.35	0.32	1.58	2.27	0.68	6.54
		养分配比调整	20.40	15.60	3.23	0.36	1.54	2.20	0.68	6.32
	X2F	常规施肥方式	16.37	13.07	3.32	0.40	2.54	2.22	0.67	4.93
		基肥双层环施	18.46	15.03	3.59	0.37	2.29	2.19	0.61	5.14
		养分配比调整	18.56	14.81	3.47	0.47	2.28	2.17	0.63	5.35

2.7 评吸结果

香气质、香气量、杂气、刺激性、余味的得分越高,烟叶质量越好,一般认为劲头以适中为宜。表9表明,施肥调整烤后烟叶劲头以适中为主,浓度以中等偏上为主,施肥调整对燃烧性和灰色没有明显影响。就其他评吸指标而言,以基肥双层环施

的烟叶香气质纯净、香气量较足、杂气较少、刺激性较小、余味舒适、综合得分和质量档次相对最高,养分配比调整次之,常规施肥方式(对照)最低,其中基肥双层环施和养分配比调整2个处理的总得分较常规施肥方式分别增加了4.1和3.0分,质量均较常规提高了2个档次。

表9 各处理烟叶评吸结果(2011年)

Table 9 Smoking quality for different treatments(2011)

处理	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)	质量档次
常规施肥方式	适中 ⁺	中等 ⁺	10.31	15.38	17.88	11.88	8.38	3.00	3.00	69.8	中等 ⁻
基肥双层环施	适中	中等 ⁺	11.06	15.94	19.25	13.06	8.63	3.00	3.00	73.9	中等 ⁺
养分配比调整	适中	中等 ⁺	10.88	15.75	18.94	12.75	8.50	3.00	3.00	72.8	中等 ⁺

3 讨论

大量研究表明,改进施肥方法,特别是改善氮和钾肥施用量能显著促进烟株生长发育,改善烟株抗逆性,表现出明显的提质增产效果^[18-19,21],本研究发现在当地施肥量不变的基础上采用基肥双层环施也有一致结果,这可能是基肥双层环施大大降低了烟苗根系早期周围的化肥浓度,同时适应了烟株侧根发达的特性,有利于烟株对养分的均衡吸收,促进烟株早生快发,提高烟株抗性,对烟株产量和品质形成最为有利。就烤烟生产养分配比调整而言,研究发现不同氮磷钾配比显著影响烤烟长

势、外观质量、化学成分协调性、烟叶致香物质累积和产值量,但只有适宜的养分配比才能提高养分资源利用率,保证烟叶的产量和品质^[10-11,22-24]。然而,养分配比受品种、土壤、施肥年限等因素影响,在昭通鲁甸进行养分配比调整后有明显的提质增产效果,这说明调控当地养分配比很有必要。

4 结论

本试验结果表明,在当地施肥量不变的基础上采用基肥双层环施同样能提高烟株抗性,具有提质增产的作用;2年结论一致。2010和2011年产量较对照分别增加了3.05%和4.19%,烟叶香吃味明

显改善,烟叶评吸总得分较常规种植增加了 4.1 分、质量提高了 2 个档次。氮、磷施用量较常规种植减少、钾略有增加的施肥处理并未影响烟株的正常生长发育和成熟落黄,反而明显提高了烟叶产质量,有利于烟叶化学成分的协调,烟叶评吸总得分较常规种植增加了 3.0 分、质量提高了 2 个档次。综合 2 年试验结果而言,当地现有施肥模式尚有调整优化的空间,施肥方法调整和养分配比调整均有明显的提质增产效果,其中养分配比调整处理效果更为显著。

参考文献

- [1] 李进平,谢志坚,涂书新,等. 烤烟烟碱合成及其氮素来源与移栽期和氮肥的关系研究[J]. 植物营养与肥料学报, 2010, 16(3): 714-719.
- [2] 李文卿,陈顺辉,江荣风,等. 不同施氮量对烤烟总氮和烟碱积累的影响[J]. 中国烟草学报, 2007, 13(4): 31-35.
- [3] 刘泓,熊德中,许茜. 氮肥用量与留叶数对烤烟氮吸收及烟碱含量的影响研究[J]. 中国生态农业学报, 2006, 4(2): 85-87.
- [4] 李文卿,陈顺辉,李春俭,等. 不同施氮水平对烤后烟叶中性致香物质含量的影响[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(6): 14-20.
- [5] 李文卿,陈顺辉,李春俭,等. 不同施氮水平对翠碧 1 号烤烟产质量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(4): 142-146.
- [6] 金霞,赵正雄,吕芬,等. 施磷量对烤烟几种生理生化物质含量、赤星病发生及烟叶产质量的影响[J]. 中国烟草学报, 2010, 16(3): 53-56.
- [7] 刘华山,田效园,韩锦峰,等. 施钾量对上部烟叶钾和烟碱含量及相关酶活性的影响[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(29): 12787-12789.
- [8] 郑宪滨,曹一平,张福锁,等. 不同供钾水平下烤烟体内钾的循环、累积和分配[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 6(2): 166-172.
- [9] 李鹏飞,周冀衡,郭汉华,等. 养分亏缺对烤烟主要香气前体物含量的影响[J]. 湖南农业大学学报, 2009, 35(5): 474-479.
- [10] 汪耀富,高华军,刘国顺,等. 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.
- [11] 柴家荣,尚志强,戴福斌,等. 氮、磷、钾营养对白肋烟叶绿素色素、化学成分的影响及相关性分析[J]. 中国烟草科学, 2006, 27(2): 5-9.
- [12] 刘峰,石孝均,杨超,等. 有机无机氮肥配施对山地烤烟生长、抗病性及香吃味的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(16): 187-190.
- [13] 蒲文宣,张新要,李天福,等. 不同土壤类型上氮素形态配比对烤烟生长发育及产质量的影响[J]. 中国农学通报, 2010, 26(7): 142-146.
- [14] 张延春,陈志锋,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.
- [15] 李春俭,张福锁,李文卿,等. 我国烤烟生产中氮素管理及其与烟叶品质的关系[J]. 植物营养与肥料学报, 2007, 13(2): 331-337.
- [16] 钟晓兰,张德远,周生路,等. 钾肥用量及基追肥比例对烤烟干物质累积和钾素吸收动态的影响[J]. 应用生态学报, 2006, 17(2): 251-255.
- [17] 郭丽琢,张福锁. 不同时期的钾素营养对烤烟含钾量及其它品质指标的影响[J]. 植物营养与肥料学报, 2006, 6(2): 166-172.
- [18] 代晓燕,郭春燕,王海波,等. 钾肥施用方式对豫西烤烟钾含量及产质量的影响[J]. 中国烟草学报, 2012, 18(3): 42-45.
- [19] 郑宪滨,刘国顺,邢国强,等. 分次施用钾肥对烤烟产量和品质的影响[J]. 河南农业大学学报, 2007, 41(2): 138-141.
- [20] 赵正雄,殷红慧,李宏光,等. 断根追钾条件下减量施氮对烟株后期氮、钾吸收及烟叶产量质量的影响[J]. 作物学报, 2008, 34(7): 1294-1298.
- [21] 吴雷,曹国璠. 不同施肥措施对烤烟养分吸收及干物质积累的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(16): 255-258.
- [22] 潘艳华,胡靖,杨树明,等. 土壤氮磷钾量比对烤烟产量品质的影响[J]. 西南农业大学学报, 2000, 22(2): 120-122.
- [23] 殷红慧,赵正雄,王丽萍,等. 烟农施肥现状调查与分析[J]. 耕作与栽培, 2005(5): 16-18.
- [24] 陶芾,腾婉,李春俭,等. 我国烤烟生产体系中的养分平衡[J]. 中国烟草科学, 2007, 28(3): 1-5.