

丽江市植烟土壤养分丰缺状况评价*

王博¹, 杨焕文^{1**}, 李佛琳¹, 段树苍², 陈茂建², 李成杰², 蔡寒玉², 易建华³

(1. 云南农业大学烟草学院, 云南昆明 650201; 2. 云南烟草公司丽江市公司, 云南丽江 674100;

3. 云南省进出口检验检疫局, 云南昆明 650000)

摘要: 为研究丽江金沙江区域烟田土壤养分状况, 于2008~2009年连续两年对丽江主要植烟土壤进行养分状况普查, 2008年共采集土样273个, 2009年采集土样75个。结果表明: (1) 丽江土壤pH整体处于适宜范围, 玉龙土壤pH为最适宜地区; (2) 土壤有机质含量较高, 大于35 g/kg的比例超过60%; (3) 土壤速效氮、速效磷、速效钾含量适宜至较高, 2009年比2008年有所上升; (4) 土壤有效钙、有效镁含量高至极高; (5) 土壤有效锌含量基本能满足烤烟生长需求, 土壤有效硼部分地区存在缺乏, 缺乏比例为10.6%; (6) 79.8%土壤氯离子含量小于45 mg/kg, 处于适宜范围。

关键词: 土壤养分; 评价; 烤烟; 丽江

中图分类号: S 158.3 文献标识码: A 文章编号: 1004–390X(2011)03–0382–07

Evaluation of Nutrient Contents of Tobacco-growing Soils in Lijiang

WANG Bo¹, YANG Huan-wen¹, LI Fo-lin¹, DUAN Shu-cang²,

CHEN Mao-jian², LI Cheng-jie², CAI Han-yu², YI Jian-hua³

(1. College of Tobacco Science, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China;

2. Lijiang Prefecture Corporation of Yunnan Tobacco Company, Lijiang 674100, China;

3. Entry-exit Inspection Quarantine Bureau, Kunming 650000, China)

Abstract: To study tobacco-growing soil nutrient contents in Lijiang Jinshajiang River, 273 tobacco-growing soil samples were collected in 2008 and 75 tobacco-growing soil samples collected in 2009. The contents of soil nutrient were measured. The results showed that (1) the pH values were suitable as a whole, Yulong was the most suitable area. (2) The contents of organic matter were on the high level, the proportion of organic matter contents which exceeded 35 g/kg was more than 60%. (3) Contents of available nitrogen (N), available phosphorus (P) and available potassium (K) were suitable or on the high level. And Contents of available N, available P and available K in 2009 were higher than those in 2008. (4) The contents of exchangeable calcium (Ca) and exchangeable magnesium (Mg) were high or very high. (5) Contents of available zinc (Zn) could satisfy the need of flue-cured tobacco. Contents of available boron (B) were low in some area. (6) The proportion of chloride (Cl⁻) whose contents were under 45 mg/kg was 79.8%.

Key words: soil nutrient; evaluation; flue-cured tobacco; Lijiang

收稿日期: 2010–04–12 修回日期: 2010–10–21 网络出版时间: 2011–05–13 10:25

* 基金项目: 中国烟草总公司重大科技专项及云南省烟草公司项目(09YN022); 云南省应用基础研究项目(2008ZC051M)。

作者简介: 王博(1985–), 男, 四川成都人, 硕士研究生, 主要从事烟草生理生化研究。

E-mail: jerrytree@tom.com

** 通讯作者 Corresponding author: 杨焕文(1963–), 男, 白族, 云南剑川人, 教授, 主要从事烟草生理生化教学及科研工作。E-mail: mryanghuanwen@126.com

网络出版地址: http://www.cnki.net/kcms/detail/53.1044.S.20110513.1025.201103.382_180.html

土壤肥力是衡量土壤生产力的综合指标,土壤养分状况是土壤肥力的基础,优质烟叶的生产与土壤的养分状况有着密切的联系^[1-2]。植烟土壤的养分状况,直接影响烟草生长发育的营养水平,进而影响烟叶的产量和品质^[3]。确定植烟土壤的养分丰缺指标应该综合考虑烟叶产量和品质^[4]。烟草特别适合种植在中等肥力的土壤上,所以植烟土壤要求氮素含量中等偏低,磷、钾相对丰富,微量元素供应充分或至少不十分缺乏。一般认为^[5-7],土壤 pH 范围为 5.5~6.5,有机质低于 20 g/kg,全氮含量低于 0.15%,碱解氮低于 150 mg/kg,土壤速效钾大于 120 mg/kg,速效磷大于 10 mg/kg,土壤含氯量小于 30 mg/kg 的土壤适宜于优质烟生产;也有研究认为^[1],有机质含量低于 15 g/kg,碱解氮低于 65 mg/kg 时,比较有利于氮素的人为控制;巴西 95% 植烟土壤有机质含量大于 30 g/kg,亦能生产优质烟。本文对丽江市主要植烟土壤 pH、有机质、速效氮、速效磷、速效钾、有效钙、有效镁及有效锌和有效硼等土壤养分状况进行了测定,旨在了解植烟土壤养分有效含量及其不同年度间的变化动态,为更好地管理和培肥土壤、提高烟叶质量提供参考。

1 材料与方法

1.1 样品的采集

2008~2009年,选择丽江市各烟叶生产县土壤类型和肥力具有代表性的烟田,采集耕层混合土壤样品,土壤样品采集深度 0~30 cm,采集时采用 GPS 定位,每个样品由 5 个采样点的混合土壤组成,用四分法保留 1~2 kg,2008 年采集土壤样品 273 个,2009 年采集土壤样品 75 个,经风干、磨碎、过筛后制成待测样。

1.2 土壤养分测定方法

土壤样品均采用常规分析方法^[8-9]。2008 年对丽江土壤化学指标进行了全面的测定,包括土壤 pH、有机质、速效氧、速效磷、速效钾、有效钙、有效镁、有效锌、有效硼、氯离子共 10 项指标;2009 年对土壤 pH、有机质、速效氮、速效磷、速效钾共 5 项指标做了进一步测定,以期表明 2008~2009 年丽江土壤肥力水平的变化,而中、微量元素在土壤中含量相对较稳定,因此不

再做测定。其中,土壤 pH 采用电位法(水土比为 1:2.5)测定;有机质采用油浴——重铬酸钾滴定法;水解氮采用碱解扩散法;速效磷采用 Olsen 法;速效钾采用醋酸铵浸提——火焰光度法;有效钙镁采用 1 mol/L NH₄OAc 浸提——EDTA 络合滴定法;有效硼采用沸水浸提——姜黄素比色法;有效锌采用 DTPA 浸提——原子吸收分光光度法。

1.3 样品指标的参考分级标准

参考陈江华^[1]等的分级方法,对各项指标进行丰缺评价。

2 结果与分析

2.1 丽江市各烟区土壤养分状况(表 1)

2008 年宁浪 pH (6.74) 最高,其次为古城,华坪,永胜,玉龙;2009 年仍是宁浪 pH 最高,其次为永胜,华坪,古城,玉龙。2008~2009 年,永胜 pH 上升幅度最高,其次为玉龙,华坪,宁浪,古城 pH 下降了 0.13。

2008 年古城有机质含量 (51.93 g/kg) 最高,其次为玉龙,永胜,华坪,宁浪;2009 年玉龙有机质含量 (54.30 g/kg) 最高,其次为华坪、古城、永胜、宁浪。2008~2009 年玉龙、永胜、华坪、宁浪有机质含量有所增加,古城有机质含量有所下降。

2008 年玉龙速效氮含量 (176.23 mg/kg) 最高,其次为古城、华坪、永胜、宁浪;2009 年仍是玉龙速效氮含量 (232.48 mg/kg) 最高,其次为古城、华坪、永胜、宁浪。2008~2009 年,所有烟区速效氮含量均有所上升。

2008 年玉龙速效磷含量 (44.14 mg/kg) 最高,其次为古城、华坪、永胜、宁浪;2009 年仍是玉龙速效磷含量 (54.68 mg/kg) 最高,其次为华坪、永胜、古城、宁浪。2008~2009 年玉龙、华坪、永胜、宁浪速效磷含量有所增加,古城速效磷含量有所下降。

2008 年永胜速效钾含量 (265.81 mg/kg) 最高,其次为古城、华坪、宁浪,玉龙;2009 年仍是华坪速效钾含量 (407.43 mg/kg) 最高,其次为永胜、玉龙、古城、宁浪。2008~2009 年玉龙、华坪、永胜、宁浪速效钾含量有所增加,古城速效钾含量有所下降。

表 1 2008 ~ 2009 年丽江市各烟区土壤养分状况

Tab. 1 Soil nutrient contents in different tobacco area in 2008 and 2009

年份 year	烟区 tobacco area	样本数 sample number	pH	有机质/ (g · kg ⁻¹) organic matter	速效氮/ (mg · kg ⁻¹) available nitrogen (N)	速效磷/ (mg · kg ⁻¹) available phosphorus (P)	速效钾/ (mg · kg ⁻¹) available potassium (K)
2008	古城 Gucheng	16	6.59	51.93	153.07	29.96	259.55
	玉龙 Yulong	85	5.78	50.63	176.23	44.14	140.90
	永胜 Yongsheng	120	6.17	40.38	117.52	25.42	265.81
	华坪 Huaping	32	6.30	37.58	124.11	29.28	251.28
	宁蒗 Ninglang	20	6.74	35.84	85.36	15.46	229.86
	总计 total	273	6.13	43.59	136.30	31.24	222.22
2009	古城 Gucheng	3	6.46	40.94	198.87	26.54	204.89
	玉龙 Yulong	25	6.29	54.31	232.48	54.68	222.61
	永胜 Yongsheng	36	6.76	40.52	158.80	33.20	322.70
	华坪 Huaping	5	6.70	43.03	162.66	36.82	407.43
	宁蒗 Ninglang	4	6.89	39.65	137.66	16.18	144.22
	总计 total	73	6.58	45.62	186.06	40.00	278.08

2.2 丽江市植烟土壤养分特征及变化

2.2.1 土壤 pH

丽江土壤 pH 最适宜比例平均为 36.6%，均值 6.06，适宜比例平均为 48.1%，均值 6.40，土壤过酸的比例平均为 23.1%，均值

4.94，土壤过碱的比例平均为 28.8%，均值 7.51。2008 ~ 2009 年，pH 值略有上升，主要表现在 pH > 7.0 的比例由 19.0% 上升至 38.6%，pH < 5.5 的比例由 27.5% 下降至 18.7% (表 2)。

表 2 2008 ~ 2009 年土壤 pH 分布范围

Tab. 2 Distribution range of soil pH values in 2008 and 2009

范围 range	2008 年				2009 年			
	百分比/ percent	均值 mean	标准差 standard difference	变异系数/ % CV	百分比/ percent	均值 mean	标准差 standard difference	变异系数/ % CV
< 4.5	0.4	4.49	0.00	0.00				
4.5 ~ 5.5	27.1	5.18	0.22	4.27	18.7	5.15	0.21	4.15
5.5 ~ 6.5	42.5	6.04	0.27	4.52	30.7	6.08	0.23	3.80
6.5 ~ 7.0	11.0	6.71	0.15	2.17	12.0	6.77	0.16	2.37
> 7.0	19.0	7.45	0.23	3.05	38.6	7.57	0.36	2.39
合计 total	100.0	6.13	0.80	13.10	100.0	6.58	1.00	15.16

2.2.2 土壤有机质

丽江土壤有机质含量比较丰富，2008 年和 2009 年大于 35 g/kg 的比例平均为 67.3%，均值 54.13 g/kg，15 ~ 25 g/kg 的比例平均为 11.7%，均值 20.30 g/kg，小于 15 g/kg 的比例平均为 2.8%，均值 12.70。2008 ~ 2009 年土壤有机质变化不大 (表 3)。

2.2.3 土壤速效氮

2008 和 2009 年丽江土壤速效氮大于 100 mg/kg 的比例平均为 77.7%，均值 183.52，小于 65 mg/kg 的比例平均为 7.85%。2008 ~ 2009 年，土壤速效氮含量所上升，主要表现为大于 100 mg/kg 的土壤比例由 70.4% 上升至 85.0%，上升了 15.1%，小于 65 mg/kg 的比例由 11.7% 下降至 4.0%，下降了 7.7% (表 4)。

表3 2008~2009年土壤有机质含量分布范围

Tab. 3 Distribution range of soil organic matter contents from year 2008 to 2009

范围/ (g·kg ⁻¹) range	2008年				2009年			
	百分 比/% percent	均值/ (g·kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV	百分 比/% percent	均值/ (g·kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV
<15	2.9	12.43	2.97	23.90	2.7	12.98	1.61	12.42
15~25	11.4	20.69	2.81	13.58	12.0	19.92	2.38	11.94
25~35	20.5	30.06	2.75	9.14	16.0	29.51	2.58	8.75
>35	65.2	53.23	13.59	25.53	69.3	55.04	17.60	31.98
合计 total	100.0	43.59	17.60	40.37	100.0	45.62	20.71	45.39

表4 2008~2009年土壤速效氮含量分布范围

Tab. 4 Distribution range of soil available N contents in 2008 and 2009

范围/ (g·kg ⁻¹) range	2008年				2009年			
	百分 比/% percent	均值/ (g·kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV	百分 比/% percent	均值/ (g·kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV
<65	11.7	52.60	11.45	21.76	4.0	51.56	10.21	19.80
65~100	17.9	84.48	9.44	11.17	9.3	82.13	11.93	14.53
100~150	34.1	125.92	15.00	11.91	20.0	123.45	14.71	11.91
150~200	21.6	171.92	15.05	8.75	28.0	178.61	12.50	7.00
>200	14.7	238.33	26.88	11.28	38.7	262.84	49.12	18.69
合计 total	100.0	136.30	58.39	42.84	100.0	186.06	76.72	41.23

2.2.4 土壤速效磷

2008年和2009年丽江速效磷含量>20 mg/kg的比例平均为65.5%,均值52.48 mg/kg,小于10 mg/kg的比例平均为

13.3%,均值6.13。2008~2009年,土壤速效磷含量略有上升,速效磷含量由31.24 mg/kg上升至40.00 mg/kg,上升了8.76(表5)。

表5 2008~2009年土壤速效磷分布范围

Tab. 5 Distribution range of soil available P contents in 2008 and 2009

范围/ (g·kg ⁻¹) range	2008年				2009年			
	百分 比/% percent	均值/ (g·kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV	百分 比/% percent	均值/ (g·kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV
<10	13.2	6.49	2.34	36.08	13.3	5.77	2.00	34.71
10~20	22.3	14.91	2.61	17.50	20.0	15.53	3.12	20.09
20~40	36.6	28.89	5.47	18.92	29.3	28.46	5.23	18.39
>40	27.8	71.37	17.96	27.99	37.3	81.20	41.29	51.15
合计 total	100.0	31.24	21.06	67.43	100.0	40.00	33.31	83.29

2.2.5 土壤速效钾

丽江土壤速效钾含量较高,大于150 mg/kg的土壤比例平均66.0%,均值339.70 mg/kg,大于350

mg/kg的土壤比例21.2%,均值552.13。2008~2009年速效钾含量有所上升,主要表现在大于350 mg/kg比例由11.7%上升至30.7%,上升了19%(表6)。

表 6 2008 ~ 2009 年土壤速效钾分布范围

Tab. 6 Distribution range of soil available K contents in 2008 and 2009

范围/ (g · kg ⁻¹) range	2008 年				2009 年			
	百分 比/% percent	均值/ (g · kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV	百分 比/% percent	均值/ (g · kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV
<80	8.8	59.65	12.47	20.90	9.3	53.61	15.98	29.80
80 ~ 150	26.0	114.82	19.05	16.59	24.0	108.91	18.21	16.72
150 ~ 220	28.6	180.27	20.81	11.54	20.0	185.66	21.72	11.70
220 ~ 350	24.9	274.70	33.85	12.32	16.0	293.33	42.05	14.33
>350	11.7	573.13	312.78	54.57	30.7	531.12	138.05	25.99
合计 total	100.0	222.22	180.79	81.36	100.0	278.08	198.78	71.48

2.2.6 土壤有效钙

2008 年丽江市植烟土壤仅有 1.5% 的土壤属于极度缺钙, 5.1% 的土壤有效钙在 400 ~ 800 mg/kg 之间, 也属于缺钙的土壤。85.3% 的土壤有效钙含量丰富 (表 7)。

2.2.7 土壤有效镁

2008 年丽江土壤有 1.5% 的土壤有效镁低于 50 mg/kg, 另有 7.7% 的土壤有效镁在 50 ~ 100 mg/kg 之间, 生长在这些土壤的烟株可能出现缺镁症状。另一方面, 有 65.2% 的土壤有效镁含量丰富 (表 7)。

表 7 土壤有效钙、有效镁分布范围

Tab. 7 Distribution range of soil available calcium (Ca) and available magnesium (Mg) contents

有效钙 available Ca					有效镁 available Mg				
范围/ (g · kg ⁻¹) range	百分 比/% percent	均值/ (g · kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV	范围/ (g · kg ⁻¹) range	百分 比/% percent	均值/ (g · kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV
<400	1.5	227.95	95.31	41.81	<50	0.4	18.87	0.00	0.00
400 ~ 800	5.1	653.04	81.79	12.52	50 ~ 100	7.7	80.42	12.24	15.22
800 ~ 1 200	8.1	1 064.69	87.16	8.19	100 ~ 200	26.7	142.93	26.29	18.39
1 200 ~ 2 000	20.5	1 559.02	235.61	15.11	200 ~ 400	31.5	292.07	59.47	20.36
>2 000	64.8	4 467.32	2 194.76	49.13	>400	33.7	610.62	212.16	34.75
合计 total	100.0	3 338.82	2 354.12	70.51	合计 total	100.0	342.26	240.53	70.28

2.2.8 土壤有效硼

2008 年全市植烟土壤丽江植烟土壤有 56.4% 的土壤属于缺硼土壤, 其中, 10.6% 属于有效硼含量极低的土壤 (表 8)。

2.2.9 土壤有效锌

2008 年, 丽江 83.9% 的植烟土壤有效锌含量比较高, 仅有 1.8% 的土壤属于极缺或缺锌土壤 (表 8)。

表 8 土壤有效硼、有效锌分布范围

Tab. 8 Distribution of soil available boron (B) and available zinc (Zn)

有效钙 available Ca					有效锌 available Zn				
范围/ (g · kg ⁻¹) range	百分 比/% percent	均值/ (g · kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV	范围/ (g · kg ⁻¹) range	百分 比/% percent	均值/ (g · kg ⁻¹) mean	标准差 standard difference	变异 系数/% CV
<0.5	10.6	0.13	0.06	46.67	<0.3	0.0	0.00	0.00	0.00
0.5 ~ 1.0	45.8	0.36	0.08	23.00	0.3 ~ 0.5	1.8	0.44	0.08	17.68
1.0 ~ 1.5	35.5	0.69	0.13	19.05	0.5 ~ 1.0	14.3	0.77	0.15	19.92
1.5 ~ 2.0	6.6	1.20	0.13	11.04	1.0 ~ 3.0	63.0	1.87	0.53	28.29
>2.0	1.5	2.30	0.50	21.61	>3.0	20.9	4.34	1.34	30.78
合计 total	100.0	0.54	0.36	66.40	合计 total	100.0	2.21	1.39	62.96

2.2.10 土壤氯离子

2008年,丽江土壤氯离子含量小于45 mg/kg的比例占总数的79.8%,其中小于30 mg/kg的比例为27.1% (表9)。

表9 土壤氯离子分布范围

Tab.9 Distribution range of soil chloride (Cl^-) contents

范围/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) range	样本数 number of sample	百分 比/% percent	均值/ ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) mean	标准差 Standard difference	变异系 数/% CV
<30	74	27.1	24.59	4.22	17.15
30~45	144	52.7	35.97	4.02	11.17
>45	55	20.1	63.20	22.39	35.43
合计 total	273	100.0	38.37	17.09	44.55

3 讨论与结论

烤烟的生长发育以及烟叶最终的产量、质量与烟田土壤养分状况有着密切的关系。丽江土壤pH、有机质、速效养分及微量元素含量整体较适宜,能满足优质烤烟生产的需要。

2009年丽江植烟土壤pH较2008年有所上升,但总体仍处于最适范围内。2009年有机质含量比2008年略微增加,但幅度很小。丽江土壤有机质含量较高,这对改善土壤物理结构有重要意义^[10]。2009年丽江市土壤速效氮、速效磷、速效钾含量比2008年有所增加,但幅度不大,这可能与2009年的施肥量增加有关。许龙等^[11]提出土壤速效氮含量以小于65 mg/kg较为适宜,任四海等^[12]提出大于100 mg/kg为供应较高。烟叶含钾量与土壤速效钾含量、施钾量在一定范围内呈正相关关系^[15],烟叶钾含量越高,其燃烧性越强,烟叶商品价值越高^[16]。宋承鉴等^[13]认为速效磷含量在5~15 mg/kg,烤烟品质较好,陈江华等^[14]认为速效磷含量大于20 mg/kg为供应丰富。

在丽江5个主要植烟区中,玉龙的速效氮、速效磷含量最高,说明这一地区具有较高的施肥水平,永胜的速效钾含量最高,而速效氮含量中等、速效磷含量较低,这可能与永胜的成土母质有关,宁蒗的速效氮、速效磷、速效钾含量最低,说明该地区的施肥水平较低,也可能跟当地的土

壤较贫瘠有关,另一方面,宁蒗的pH是所有烟区最高的,pH过高不利于优质烤烟的生产。

土壤中微量元素如钙、镁、硼、锌,对烤烟的生长发育具有重要作用。施钙能有效地改善根系细胞膜结构,提高根系的吸收能力^[17]。镁是叶绿素不可缺少的成分,烟草缺镁时,叶片出现缺绿症;镁供应过多时,叶片成熟延迟,抑制烟株对钾的吸收,降低烟草的燃烧性^[18]。锌在烟草体内的生理功能主要体现在促进光合作用和细胞分裂,参与生长素和蛋白质合成,以及成为各种含锌金属酶的组成成分^[18]。硼是烟株生长必须营养元素,它参与蛋白质代谢、生物碱合成、有机物运输^[19]。

烤烟是忌氯作物,土壤中氯超过45 mg/kg时会对烤烟正常生长产生不良影响,但同时氯是烤烟必需的营养元素,适量的氯对烟叶的产量和品质形成有着重要意义^[20]。

[参考文献]

- [1] 郑立臣,宇万太,马强,等. 农田土壤肥力综合评价研究进展 [J]. 生态学杂志, 2004, 23 (5): 156-161.
- [2] 洛东奇,白洁,谢德体. 论土壤肥力评价指标和方法 [J]. 土壤与环境, 2002, 11 (2): 202-205.
- [3] 肖汉乾,罗建新,王国宝,等. 湖南优质烟区不同产量水平土壤肥力状况分析 [J]. 作物研究, 2003, 17 (1): 28-30.
- [4] 陈江华,刘建利,李志宏. 中国植烟土壤及烟草养分综合管理 [M]. 北京: 科学出版社, 2008: 39-61.
- [5] 云南省烟草科学研究所,中国烟草育种研究(南方)中心. 云南烟草栽培学 [M]. 北京: 科学出版社, 2007: 283.
- [6] 陈建军,陈建勋,吕永华. 根际pH值对烟草无机营养吸收的影响(简报) [J]. 植物生理学通讯, 1996, 32 (5): 341-344.
- [7] 李念胜,王树声. 土壤pH值与烤烟质量 [J]. 中国烟草, 1986 (2): 14-16.
- [8] 中国土壤学会农业化学专业委员会. 土壤农业化学常规分析方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1983: 45-78.
- [9] 鲍士旦. 土壤农化分析 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 49-56.
- [10] 马成泽. 有机质含量对土壤几项物理性质的影响

- [J]. 土壤通报, 1994, 25 (2): 65-67.
- [11] 许龙, 李忠环, 陈荣平, 等. 昆明市植烟土壤 2002~2006 年养分状况变化动态分析 [J]. 土壤, 2009, 41 (2): 282-287.
- [12] 任四海, 徐辰生, 孙敬权, 等. 土壤肥力因子与烤烟品质的关系 [J]. 安徽农业科学, 2004, 32 (2): 368-369, 390.
- [13] 宋承鉴, 宋月家, 周思肖, 等. 广西植烟土壤特性分析 [J]. 中国烟草, 1994 (2): 5-9.
- [14] 陈江华, 李志宏, 刘建利, 等. 全国主要烟区土壤养分丰缺状况评价 [J]. 中国烟草学报, 2004, 10 (3): 14-18.
- [15] 李智勇, 刘思英, 丁一, 等. 土壤速效钾含量与烤烟钾肥施用效应的研究 [J]. 中国烟草, 1996, 17 (1): 40-44.
- [16] 刘有才, 徐建平, 徐志刚, 等. 不同施硼措施对植烟土壤钾素变化及烟叶钾含量的影响 [J]. 华中农业大学学报, 2009, 28 (5): 569-572.
- [17] 汪邓民, 周冀衡, 朱显灵, 等. 磷钙锌对烟草生长、抗逆性保护酶及渗透调物的影响 [J]. 土壤, 2000, 32 (1): 34-37, 46.
- [18] 李天福, 黄成江, 王树会, 等. 思茅市主要植烟土壤养分特征及推荐施肥技术 [J]. 中国土壤与肥料, 2008 (1): 18-21.
- [19] 潘文杰, 姜超英. 烟草硼素营养研究进展 [J]. 贵州农业科学, 2003, 31 (1): 56-58.
- [20] 李明德, 肖汉乾, 汤海涛, 等. 氯素营养对烤烟生长发育和产量、品质的影响 [J]. 中国烟草学报, 2004, 10 (6): 21-24.

(上接第 381 页)

- [6] GHOSH B C, BHAT R. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields [J]. Environmental Pollution, 1998, 102: 123-126.
- [7] 党廷辉, 郭胜利, 樊军, 等. 长期施肥条件下黄土高原土壤 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ 的淋溶分布规律 [J]. 应用生态学报, 2003, 14 (8): 1265-1268.
- [8] 角媛梅, 哈尼梯田文化景观及其保护研究 [J]. 地理研究, 2002, 21 (6): 734-743.
- [9] 李棋, 王秋兵. 巧手绣出山河美——哈尼族梯田稻作农经文化的形成和发展 [J]. 国土资源, 2005 (11): 50-53.
- [10] 杨益花, 张亚洁, 苏祖芳. 施氮量对杂交水稻产量构成因素和干物质积累的影响 [J]. 天津农学院学报, 2005, 12 (1): 5-8.
- [11] 李伟波, 吴留松, 廖海秋. 太湖地区高产稻田氮肥施用与作物吸收利用的研究 [J]. 土壤学报, 1997, 34 (1): 67-72.
- [12] 汪华, 杨京华, 金洁, 等. 不同氮素用量对高肥力稻田水稻——土壤—水体氮素变化及环境影响分析 [J]. 水土保持学报, 2006, 20 (1): 50-54.
- [13] 杨泽敏, 王维金, 蔡明历, 等. 氮肥施用期及施用量对稻米品质的影响 [J]. 华中农业大学学报, 2002, 21 (5): 429-434.
- [14] 奚振邦, 卞以洁, 邝安琪, 等. 双季稻的吸肥高峰与挥发性氮肥全层施肥法的研究 [J]. 土壤学报, 1978, 15 (2): 113-124.
- [15] 红河哈尼族彝族自治州哈尼族辞典编纂委员会. 红河哈尼族彝族自治州哈尼族辞典 [K]. 昆明: 云南民族出版社, 2006: 241-244.
- [16] 王玲, 黄世文, 林贤青, 等. 两种氮肥用量对超级稻产量性状和病虫害发生的影响 [J]. 植物保护, 2007, 33 (3): 76-79.
- [17] 丁克坚, 黄义德, 汪振华. 氮肥、密度对水稻产量及纹枯病、褐飞虱发生程度的影响 [J]. 安徽农业大学学报, 1998, 13 (2): 17-28.
- [18] 胡建章. 肥水管理对稻田主要害虫种群及产量的影响 [J]. 昆虫学报, 1986, 29 (1): 49-55.
- [19] 陈罗湘, 周尚泉, 陈远贵, 等. 不同施肥处理对水稻病虫害及天敌发生的影响 [J]. 作物研究, 2006 (4): 330-334.
- [20] DHUGGA K S, WAINES J G. Analysis of nitrogen accumulation and use in bread and durum wheat [J]. Crop Science, 1989, 29 (9/10): 1232-1239.