



土壤养分平衡对云南烤烟—小麦种植制度下作物产量和品质的影响

付利波 苏帆 洪丽芳 陈华

云南省农科院土肥所

Influence of Nutrient Balance on Crop Yield and Product Quality in Tobacco-Wheat Cropping System in Yunnan Province

Fu Li-bo, Su Fan, Hong Li-fang, Chen Hua

Soil and Fertilizer Institute, Yunnan Academy of Agricultural Sciences

摘要:本文探讨了平衡施肥对烤烟、小麦的产量和品质的影响,为实现作物高产、优质、高效提供科学的施肥依据。从试验结果看出磷钾肥对烤烟有明显的增产增收效果。同样对于小麦生产,磷钾肥的增产增效作用也十分突出。比较各处理,烤烟最佳 N-P₂O₅-K₂O 用量为 9-10-18kg/亩,钾肥用 3/4 硫酸钾+1/4 氯化钾烤烟产值比全部用硫酸钾有所增加。在小麦上最佳 N-P₂O₅-K₂O 用量为 10-15-10 kg/亩。

关键词:养分平衡 产量 品质

根据土壤养分供应状况和作物吸收养分的特点进行平衡施肥,是充分发挥肥料增产作用的一项关键措施。云南是中国最适宜产烟区,烤烟目前仍为云南省支柱产业之一,由于烤烟栽培能给农民带来可观的经济收入,农民积极性很高,投入也很大,随着烤烟种植年代的增加,植烟土壤养分平衡问题也越来越突出。本试验针对云南地区一些烤烟——小麦种植制度下生产施肥中存在的问题开展平衡施肥研究,其目的是在进一步提高烤烟和小麦产量、产值的基础上,同时实现土壤的用养结合,保证云南农业的可持续发展。

1.材料和方法

1.1 样品采集

土壤样品于 2003 年 4 月 26 日从曲靖试验点不同处理分别采集。每个处理多点采集(约 15-20 个点)混合后留大约 5kg 的耕层土壤,风干,研磨后通过 2mm 孔径的筛子,再从过筛的土壤中随机地多点采集 1.5kg 的土样,最后再从 1.5kg 中选取有代表性的 500g 土壤进行实验室进行分析。

1.2 测定方法

土壤分析采用 ASI 分析法,分析 NH₄-N 含量。Ca 和 Mg 用 1N KCl 浸提,有效 P、K、Cu、

Fe 和 Zn 使用 ASI 浸提方法，有效 S 和有效 B 用 0.08M $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$ 浸提，有机质和 PH 值的测定也采用 ASI 法。

原始土壤样品于 2000 年 3 月从曲靖采集。实验室的分析结果表明，土壤养分很不平衡，土壤中 Fe、Mn 含量处于高水平，而有效 N、B、Zn、Mg 的含量却低于临界水平，成为限制作物生长的限制因子（表 1）。

表 1 土壤养分状况分析

年份	处理	pH	OM	Ca	Mg	K	NH_4	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
2000	原始土样	6.4	3.34	2444.9	103.4	89.9	12.2	20.6	32.1	0	5.7	24.4	22.4	1.3	
2003	K ₀	6.05	2.2	2854.6	156.3	43.35	13.5	12.6	95.25	0.5	5.9	62.1	38.8	4.9	
	K ₁	6	1.9	2435.7	138.2	288.2	16.15	91.1	87.15	1.45	8.7	167.1	45.8	6.1	
	P ₂ K ₂	5.9	2.3	2683.5	149.6	379.65	23.25	99.4	119.75	2.5	7.4	74.8	49.8	6.8	
	K ₃	5.85	2.25	2663.8	162.5	398.55	36.45	65.45	80.4	2.35	6.6	67.7	65.5	6.7	
	P ₀	6	2.3	2558.4	149.4	254.6	18.35	9.75	88.7	1.65	7.8	95.3	45.5	5.2	
	P ₁	5.95	2.2	2548.8	153.1	298.15	19.25	80.6	92.95	2.45	7.2	89.3	45.8	5	
	P ₃	5.7	2.35	2608.6	157.1	307.3	33.25	112.45	123.6	3.6	7.7	102.4	46.4	7.2	
	P ₂ K ₂ K ₂ SO ₄	5.85	2.1	2624.2	119.3	377.85	27.3	97.8	83.75	2.2	7.8	122.5	59.8	4.1	
	临界值				400	121.5	78.2	50	12	12	0.2	1	10	5	2

通过 3 年的平衡施肥试验，土壤养分发生了很大的变化。不施 P 或 K 的处理出现 P 或 K 的耗竭，P 含量下降 52.67%，K 含量下降 51.78%。而施 P 或 K 的处理土壤 P 或 K 含量大幅度提高，且随施 P 或 K 的量提高而提高。而土壤 B、Zn 和 Mg 的缺乏也随其补充而得以消除。但同时，土壤 pH 和有机质下降，这可能是由于有机肥施用量下降以及烤烟有机残留物还田较少有关。

1.3 田间试验设计

该试验地经过 3 年的平衡施肥试验，土壤中 Mg、B 和 Zn 限制因子对作物生长的限制作用已经基本消除，土壤中这些养分的含量提高到能满足当季作物的需要，所以本年度在设计上不考虑这些养分。

试验设 8 个处理，4 次重复，小区面积 26.7m²，随机排列（表 2）。小麦试验于 2002 年 10 月 20 日播种，品种为当地主栽品种绵阳 39 号，亩播种量为 8 公斤，2003 年 4 月 18 日收获，分区计产同时取样作品质分析。烤烟试验于 2003 年 5 月 15 日移栽，品种为当地当家品种云—85（漂浮育苗），7 月 24 日开始采烤，9 月 25 日采烤结束，分区计产量产值，并按处理取混合样进行品质分析。肥料品种：尿素（N 46%）、KCl（K₂O 60%）、普钙（P₂O₅ 17%）、

K₂SO₄ (K₂O 50%)。PK肥一次性作基肥施入,N肥 40%作基肥施入、60%作追肥施用。

表 2 烤烟和小麦的试验处理 (kg/亩)

作物	简称	处理	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
烤烟	K ₀	NP ₂ K ₀	9	10	0
	K ₁	NP ₂ K ₁ (1/4KCl,3/4K ₂ SO ₄)	9	10	9
	P ₂ K ₂	NP ₂ K ₂ (1/4KCl,3/4K ₂ SO ₄)	9	10	18
	K ₃	NP ₂ K ₃ (1/4KCl,3/4K ₂ SO ₄)	9	10	27
	P ₀	NP ₀ K ₂ (1/4KCl,3/4K ₂ SO ₄)	11	0	18
	P ₁	NP ₁ K ₂ (1/4KCl,3/4K ₂ SO ₄)	9	7	18
	P ₃	NP ₃ K ₂ (1/4KCl,3/4K ₂ SO ₄)	9	15	18
	P ₂ K ₂ (K ₂ SO ₄)	NP ₂ K ₂ (4/4K ₂ SO ₄)	9	10	18
	K ₀	NP ₂ K ₀ (KCl)	10	10	0
	K ₁	NP ₂ K ₁ (KCl)	10	10	7
小麦	P ₂ K ₂	NP ₂ K ₂ (KCl)	10	10	15
	K ₃	NP ₂ K ₃ (KCl)	10	10	10
	P ₀	NP ₀ K ₂ (KCl)	10	0	10
	P ₁	NP ₁ K ₂ (KCl)	10	7	10
	P ₃	NP ₃ K ₂ (KCl)	10	15	10
	P ₂ K ₂ (K ₂ SO ₄)	NP ₂ K ₂ (K ₂ SO ₄)	10	10	10

2 结果与分析

2.1 平衡施肥对烤烟和小麦产量的影响

由表 3 可以看出,烤烟不同的施肥处理间的产量差异明显。在 N 和 P 用量一定的情况下,施钾量在 0-18 kg/亩范围内,随着钾肥用量的增加,各处理增产十分明的,但施钾量在 27kg/亩时,产量反而下降。在 N 和 K 用量一定的情况下,施 P 量在 0-15 kg/亩范围内,随着 P 肥用量的增加,烤烟产量随之增加;在氮、磷、钾肥用量相同的情况下,钾肥用 3/4 硫酸钾+1/4 氯化钾比全部用硫酸钾有所增产。

在小麦试验上存在与烤烟相同趋势,施钾量在 18kg/亩时产量最高,以后随着钾肥用量的增加,呈减产趋势;在施磷量在 0-15 kg/亩范围内,随着磷肥用量的增加,各处理增产差异达显著水平。

表 3 平衡施肥对烤烟和小麦产量的影响

处理	K ₀	K ₁	P ₂ K ₂	K ₃	P ₀	P ₁	P ₃	P ₂ K ₂ (K ₂ SO ₄)
烤烟产量 (kg/亩)	96.6	132.0	129.3	127.3	94.7	101.3	122.0	128.3
小麦	242.8	317.9	387.7	380.3	232.4	315.2	388.1	387.9

2.2 平衡施肥对烤烟和小麦产值的影响

从表 4 可以看出,施钾量在 0-18kg/亩范围内,随着钾肥用量的增加,各处理产值呈增加态势,当施钾量增至 27kg/亩时,产值反而下降;随着磷肥用量的增加,各处理产值呈增加趋势。在氮、磷、钾肥用量相同的情况下,钾肥用 3/4 硫酸钾+1/4 氯化钾产值比全部用硫酸钾有所

增加。因此，掌握肥料的平衡施用是提高烤烟质量的关键。

因小麦价格受质量影响不大,故其产值变化规律与产量变化趋势一致。

表 4 平衡施肥对烤烟和小麦产值的影响

作物	效益	K ₀	K ₁	P ₂ K ₂	K ₃	P ₀	P ₁	P ₃	P ₂ K ₂ (K ₂ SO ₄)
烤烟	产值	777.9c	922.7b	1159.5a	1099.9a	731.7c	887.8b	1159.2a	1132 a
	投入	35.6	78.9	122.1	165.4	112.8	117.9	129.2	136.4
	净收益	742.3	843.9	1037.4	934.5	618.9	769.9	1030.1	995.6
小麦	产值	291.4c	381.4 b	465.2 a	456.4 a	278.9c	378.3 b	465.7 a	465.5a
	投入	38.0	50.9	65.5	56.4	42.2	52.1	63.4	387.9
	净收益	253.3	330.6	399.7	400.0	236.7	326.1	402.3	387.9

注：小麦 1.2 元/公斤，尿素 1.1 元/公斤,普钙 0.24 元/公斤,硫酸钾 2.8 元/公斤,氯化钾 1.45 元/公斤。因烤烟是按等级计价的，不同的等级价格不同，本试验烤烟是按“国家烤烟收购等级标准”计价的。

2.3 平衡施肥对烤烟和小麦品质的影响

通过试验不同处理对烟叶品质和小麦品质的分析反映出（表 5）（表 6），不同的养分配比对烟叶和小麦内在质量的影响也是明显的。对烤烟质量影响变化与对产量影响变化有一定相关性，随施磷钾量的增加，烟叶品质提高:总糖含量增加，生物碱下降，糖碱比增加，蛋白质含量增加。从表 4 还可看出,氯化钾和硫酸钾相比,对烟叶品质的影响差异不显著。

表 5 不同肥料处理对烟叶品质的影响

处理	总糖量%	生物碱%	糖碱比	蛋白质%	硝酸盐%
K ₀	22.9	3.91	5.86	10.32	0.04
K ₁	27.1	3.58	7.57	10.59	0.05
P ₂ K ₂	28.5	2.91	9.79	11.05	0.05
K ₃	28.9	2.40	12.04	11.45	0.06
P ₀	25.2	4.85	5.2	10.41	0.04
P ₁	26.5	3.81	6.96	10.55	0.05
P ₃	28.7	2.69	10.67	11.28	0.05
P ₂ K ₂ (K ₂ SO ₄)	28.5	2.95	9.66	11.04	0.04

至于平衡施肥对小麦品质的影响，从试验数据分析可看出，磷、钾肥用量在一定范围内增加，小麦内含物蛋白质、氨基酸含量也有所增加。相比于钾肥，磷肥对小麦质量上的影响更加明显。

表 6 不同肥料处理对小麦品质的影响。

处理	蛋白质%	氨基酸%	湿面筋%	沉淀值%
K ₀	15.72	12.30	35.15	31.03
K ₁	15.85	13.61	36.46	31.75
P ₂ K ₂	16.89	13.83	37.79	32.91
K ₃	16.86	13.89	36.78	32.85
P ₀	15.05	12.54	35.40	31.56
P ₁	15.37	13.11	37.91	32.96
P ₃	16.81	13.92	38.07	33.26
P ₂ K ₂ (K ₂ SO ₄)	16.87	13.78	37.33	32.23

2.4 平衡施肥对作物生物性状的影响

对供试作物烤烟生物性状的调查数据来看（表 7），其反映结果也均与施肥各处理对产量、品质的影响情况一致，增施钾肥，在一定程度上可使烟株茎围增加，使中上部叶片增大。增施磷肥，同样可使烟株茎围增加，使中上部叶片增大。

表 7 不同肥料处理对烤烟烟株地上部的影响

处理	株高(cm)	茎围(cm)	脚叶面积(cm ²)	中部叶面积 (cm ²)	顶叶面积(cm ²)
K ₀	87.0	9.6	56.3x26.0	59.8x26.7	48.8x22.6
K ₁	87.4	9.9	57.3x26.8	64.1x27.3	50.1x24.4
P ₂ K ₂	87.9	10.7	57.7x27.8	68.3x28.5	50.4x26.3
K ₃	87.9	10.6	57.4x27.6	68.0x29.5	50.4x26.2
P ₀	87.2	9.2	57.0x27.6	58.1x26.9	49.8x22.5
P ₁	87.2	9.6	57.3x27.5	67.7x27.4	50.9x25.3
P ₃	87.7	9.9	58.7x27.8	67.5x27.7	51.2x26.6
P ₂ K ₂ (H ₂ SO ₄)	87.8	10.1	57.9x27.7	68.0x28.8	50.7x26.5

同样在小麦试验中（表 7），在一定范围内增加磷钾肥的施用小麦的穗数、穗粒数、千粒重均有一定的增加，最终构成其产量的增加。

表7 平衡施肥对小麦经济形状的影响

处理	株高(cm)	穗长(cm)	穗数/亩	籽粒数/穗	千粒重(g)
K ₀	50.0	9.9	6.26	38.8	40.0
K ₁	52.1	9.9	6.68	44.1	42.5
P ₂ K ₂	52.4	10.3	7.72	44.5	45.2
K ₃	53.8	10.9	7.96	45.9	46.2
P ₀	51.0	9.9	6.37	36.8	40.5
P ₁	52.3	9.9	6.86	44.9	42.5
P ₃	52.7	10.4	6.74	46.3	48.5
P ₂ K ₂ (H ₂ SO ₄)	52.9	10.7	6.96	44.2	46.0

3.小结

在作物体内代谢中各种营养元素所起的作用是不一样的,互不能替代,任何一种元素的欠缺都会影响其作物的生长,最终影响作物产量和质量。适量施用磷钾肥有明显的增产增收效果,无论对烤烟的产量和质量均有积极的影响。同样对于小麦生产,磷钾肥的作用也十分明显。比较各处理,烤烟最佳 N-P₂O₅-K₂O 用量为 9-10-18kg/亩,钾肥用 3/4 硫酸钾+1/4 氯化钾烤烟产值比全部用硫酸钾有所增加。在小麦上最佳 N- P₂O₅-K₂O 用量为 10-15-10 kg/亩。

参考文献

- 1.李金宝等.浅谈湘南烤烟平衡施肥.土壤科学与农业可持续发展,P190-194.
- 2.李正英等.必需元素的营养机理.云南烟草中微肥营养与土壤管理(m),P6-9.
- 3.冯文强等.四川省农田养分循环与平衡的调查研究.农田养分平衡与管理 P208.
- 4.林克惠,战以时,李永梅.不同施钾量对烤烟烟叶品质的影响(J),
云南农业大学学报,1994,9(2).
- 5.林克惠主编,施肥与环境(M),昆明:云南农业大学.