



烤烟—小麦轮作养分平衡管理定位试验研究

付利波, 陈华, 李洪文 (云南楚雄双柏县土肥站),
苏帆, 洪丽芳

云南省农业科学院农业环境资源研究所

摘要: 为了弄清烤烟—小麦轮作体系中不同养分管理对烤烟和小麦产量、净收益以及养分农学效率的影响, 在国际植物营养研究所资助的云南省曲靖市麒麟区土壤养分监测村进行了三年五季烤烟—小麦养分平衡管理定位试验研究。试验结果表明: 从产量、净收益考虑, 烤烟最佳施肥处理为 $N_2P_2K_3$, 小麦最佳施肥处理为 $N_2P_2K_2$ 。不施氮、磷、钾肥的处理三年均表现为产量、产值和净收益降低; 连续不施氮肥后烤烟和小麦减产、减收幅度大于连续不施磷、钾肥。

关键词: 养分管理; 烤烟—小麦; 产量; 产值; 净收益; 肥料养分农学效率

曲靖烟草种植以烤烟—小麦轮作为主, 曲靖烤烟种植面积占整个云南省种植面积的 $1/3$ 以上, 产量占整个云南省总产量的 $1/3$, 而云南省烤烟产量占全国烤烟总产量的 $1/3$ 以上^[1]。

烟草作为云南省的主要经济作物, 其品质直接关系到烟草企业的生死存亡^[2], 随着云南烟草产业的迅猛发展, 近10年来烟草研究人员在提高烤烟产质量方面取得了大量的研究成果, 同时在烤烟营养平衡管理方面也做了不少工作。但是一直以来只注重一季作物烤烟养分的管理, 小麦养分管理几乎被忽视, 小麦施肥盲目性仍然很大。从农田养分收支平衡状况看, 在轮作制生产经营中, 土壤养分管理应是一个连续的、系统的工作^[3], 只注重一季作物养分的管理, 而忽视另一季作物的养分管理, 势必造成新的养分不平衡, 不利于农业的可持续发展, 同时还产生因化肥不合理施用造成的浪费资源、危害环境等副效应^[4-5]。烤烟—小麦是云南植烟区最常见的一种轮作方式, 为解决云南烤烟—小麦养分平衡管理中的问题, 本项目在国际植物营养研究所的资助下, 于2004—2006年连续三年在烤烟—小麦轮作制中实施平衡施肥大田试验。

1. 材料与方法

1.1 试验地点和供试土壤状况

试验安排在有“云烟之乡”美称的曲靖市越州镇中加合作项目资助的土壤养分监测村定位试验地, 供试土壤为山原红壤, 土样分析用A S I法。土壤基本农化性状如表1。

表1 试验点原始土样养分状况 (A S I法)

	pH	OM	Ca	Mg	K	NH_4^+-N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
		毫克/升土											
测定值	6.3	2.0	2399.3	135.5	169.7	13.4	31.3	35.2	0.2	3.4	27.0	8.3	2.3
临界值			400.8	121.5	78.2	50	12	12	0.2	1	10	5	2

1.2 供试品种

供试烤烟品种为云 85，种植密度为 1000 株 / 亩；小麦为绵阳 39 号，每亩播种量 8 公斤。

1.3 试验设计

三年试验处理相同，设 10 个处理（表 2），四次重复，随机区组排列，小区面积 24 平方米。其中烤烟试验：供试肥料品种为尿素、普通过磷酸钙、氯化钾和硫酸钾，其中普通过磷酸钙作基肥一次性施入，尿素、氯化钾和硫酸钾分两次施用（60% 作基肥，40% 在团棵期施用）。在所有施 K 的处理中，钾肥用量按 1/4 KCl 和 3/4 K₂SO₄ 配合施用。小麦试验：供试肥料品种为尿素、普通过磷酸钙、氯化钾，肥料作基肥一次施入，试验不用有机肥。

表 2 烤烟、小麦不同养分管理水平肥料施用量（公斤 / 亩）

处理	烤烟 (2004-2006)			小麦 (2005-2006)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. OPT (N2P2K2)	9	13	16	10	10	10
2. OPT-N	0	13	16	0	10	10
3. OPT-P	9	0	16	10	0	10
4. OPT-K	9	13	0	10	10	0
5. N1P2K2	6	13	16	7	10	10
6. N3P2K2	12	13	16	13	10	10
7. N2P1K2	9	10	16	10	7	10
8. N2P3K2	9	16	16	10	15	10
9. N2P2K1	9	13	12	10	10	7
10. N2P2K3	9	13	20	10	10	15



2. 试验结果与分析

2.1 不同养分管理水平对烤烟、小麦产量的影响

产量统计结果(表 3)表明,三年五季在不施 N、P、K 三种养分中任一种时,烤烟和小麦的产量均较低,在固定其他两种肥料用量的基础上,在一定范围内,增施 N、P、K 三种养分中任一种时,烤烟和小麦的产量均随这种养分施用量的增加而有不同程度的增加,其中三年五季产量增加均达极显著水平。

从产量角度讲,三年烤烟 N、P₂O₅、K₂O 的最佳施用量均为 9 公斤/亩、13 公斤/亩、20 公斤/亩,小麦最佳施 N、P₂O₅、K₂O 量为 10 公斤/亩、10 公斤/亩、10 公斤/亩。

与上述烤烟和小麦各自推荐的最佳处理比较,连续三年五季不施氮肥,烤烟、小麦减产随着时间的推移越来越明显,其中烤烟由 04 年减产 32.2% 增加到 06 年的减产 63.7%。连续不施磷肥和钾肥烤烟和小麦减产显著。连续不施磷肥,作物减产没有不施氮肥明显;连续不施钾肥,作物减产没有不施磷肥明显。

表 3 不同养分管理对烤烟、小麦产量的影响(公斤/亩)

处理	2004		2005				2006			
	烤烟		小麦		烤烟		小麦		烤烟	
	产量	显著水平	产量	显著水平	产量	显著水平	产量	显著水平	产量	显著水平
	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%	5%	1%
OPT(N2P2K2)	182.4	ab A	385.8	a A	184.4	a A	226.9	a A	144.4	b B
OPT-N	123.7	d C	215.3	e D	113.8	d C	123.2	e D	52.4	e E
OPT-P	129.9	d C	221.0	e D	119.0	d C	133.6	de D	114.8	d D
OPT-K	146.3	cd BC	287.5	d C	119.5	d C	143.2	d D	116.5	d D
N1P2K2	169.3	abc AB	295.3	c C	168.3	b B	200.0	c C	139.1	b BC
N3P2K2	171.1	abc AB	374.2	a A	161.8	bc B	223.8	a AB	144.3	b B
N2P1K2	177.6	ab AB	360.8	b B	164.6	bc B	202.5	bc BC	141.5	b B
N2P3K2	157.2	bc ABC	373.6	a A	185.5	a A	222.1	a ABC	141.1	b B
N2P2K1	169.2	abc AB	376.7	a A	159.3	c B	215.5	abc ABC	130.2	c C
N2P2K3	190.9	a A	376.7	a A	187.9	a A	219.1	ab ABC	161.1	a A

2.2 不同养分管理水平对烤烟和小麦产值的影响

通过对三年五季作物产值进行统计分析,结果(表 4)可看出,增施 N、P、K 三种养分中任一种养分用量时,产值增加均达极显著水平;在不施 N、P、K 三种养分中任一种养分时,烤烟和小麦的产值均较低。在固定其它两种肥料用量的基础上,在一定范围(烤烟 N2P2K3、小麦 N2P2K2)内增施 N、P、K 三种肥料中任一种时,烤烟和小麦的产值均随这种肥料施用量的增加而有不同程度的增加。

从产值角度讲,三年烤烟 N、P₂O₅、K₂O 的最佳施用量为 9 公斤/亩、13 公斤/亩、20 公斤/亩,小麦最佳施 N、P₂O₅、K₂O 量为 10 公斤/亩、10 公斤/亩、10 公斤/亩。

试验结果还表明,连续三年五季不施氮肥,烤烟和小麦产值下降越来越明显,烤烟由 04 年的 34.9% 增加到 66.3%,连续不施磷,作物产值下降没有不施氮肥明显。

表 4 不同养分管理对烤烟、小麦产值的影响 (元/亩)

处理	2004		2005				2006			
	烤烟		小麦		烤烟		小麦		烤烟	
	产值	显著水平	产值	显著水平	产值	显著水平	产值	显著水平	产值	显著水平
		5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%	5% 1%
OPT(N2P2K2)	2170	a A	456	a A	1394	abc AB	272	a A	1428	bc AB
OPT-N	1413	bc BC	258	e D	781	e D	148	e D	482	d C
OPT-P	1473	bc BC	265	e D	1290	bc ABC	160	de D	1232	c B
OPT-K	1273	c C	345	d C	1052	d C	172	d D	1387	bc B
N1P2K2	1906	ab ABC	354	c C	1206	cd BC	240	c C	1488	b AB
N3P2K2	1893	ab ABC	449	a A	1323	abc AB	269	a AB	1372	bc B
N2P1K2	1914	ab ABC	433	b B	1338	abc AB	243	bc BC	1390	bc B
N2P3K2	2032	a AB	448	a A	1481	ab A	267	a ABC	1442	bc AB
N2P2K1	1793	ab ABC	452	a A	1393	abc AB	259	abc ABC	1387	bc AB
N2P2K3	2285	a A	452	a A	1492	a A	263	ab ABC	1729	a A

2.3 不同养分管理对烤烟和小麦净收益的影响

从试验结果(表 5) 可看出, 不同养分管理对烤烟和小麦净收益影响趋势与其对产量和产值的影响趋势相同。

表 5 不同养分管理对烤烟和小麦净收益的影响

处理	净收益 (元/亩)				
	2004 年 烤烟	2005 年 小麦	2005 年 烤烟	2006 年 小麦	2006 年 烤烟
OPT	2014	400	1212	189	1075
OPT-N	1284	220	631	99	160
OPT-P	1346	217	1142	102	919
OPT-K	1167	307	927	111	720
N1P2K2	1759	299	1034	167	1045
N3P2K2	1728	380	1131	174	1009
N2P1K2	1765	375	1164	167	1046
N2P3K2	1869	379	1291	170	1080
N2P2K1	1650	397	1225	182	1043
N2P2K3	2117	378	1295	168	1361

烟价: 上二 12.6 元/公斤 上三 8.30 元/公斤 上四 5.10 元/公斤 中三 13.6 元/公斤 中四 11.2 元/公斤 下二 10.00 元/公斤 下三 8.3 元/公斤 下四 4.6 元/公斤 小麦 1.2 元/公斤

尿素价格: 1.6 元/公斤; 普钙: 0.46 元/公斤; 氯化钾: 1.4 元/公斤; 硫酸钾: 2.0 元/公斤; 烘烤及薄膜成本: 60 元/亩

2.4 烤烟、小麦不同养分管理对肥料 N、P、K 养分农学效率的影响

通过对肥料N、P、K养分农学效率的计算，结果见表6。烤烟种植中，N、P养分农学效率均随该元素用量的增加而下降，表现在低N(N₁)、低P(P₁)水平时N和P养分农学效率最大，而K养分农学效率有一个由低到高再下降的变化，反映在中K水平时(K₂)K的养分农学效率最大。在小麦种植中，P或K的养分农学效率随着P或K用量的增加而下降，在低P(P₁)、低K(K₁)用量条件下养分农学效率最大，而N的养分农学效率随着N施用量的增加则有一个由低到高再下降的转变，中N水平时(N₂)养分农学效率最大。

表6 烤烟和小麦不同养分管理水平对肥料 N、P、K 养分农学效率的影响 公斤/公斤

		04年		05年		06年	
		烤烟	小麦	烤烟	小麦	烤烟	小麦
N 养分农学效率	N ₂ P ₂ K ₂	6.5	16.4	7.8	10.4	10.2	
	N ₁ P ₂ K ₂	7.6	11.4	9.1	11.0	14.4	
	N ₃ P ₂ K ₂	4.0	12.2	4.0	7.7	7.7	
P 养分农学效率	N ₂ P ₂ K ₂	4.0	15.8	5.0	9.3	2.3	
	N ₂ P ₁ K ₂	4.8	20.0	4.6	9.9	2.7	
	N ₂ P ₃ K ₂	1.7	10.2	4.2	5.9	1.7	
K 养分农学效率	N ₂ P ₂ K ₂	2.3	9.2	4.1	8.4	1.8	
	N ₂ P ₂ K ₁	1.9	12.7	3.3	10.2	1.1	
	N ₂ P ₂ K ₃	2.2	5.9	3.4	5.1	2.2	

注：养分农学效率 = (施用某养分处理作物产量 - 未施该养分处理作物产量) / 该养分施用量

3. 结论与讨论

3.1 连续三年烤烟 N、P₂O₅、K₂O 的最佳施用量为 9 公斤/亩、13 公斤/亩、20 公斤/亩，连续两年小麦最佳施 N、P₂O₅、K₂O 施用量为 10 公斤/亩、10 公斤/亩、10 公斤/亩。

3.2 连续三年五季不施氮、磷、钾肥三年均表现为产量、产值、净收益较低；连续不施氮肥，作物减产、减收幅度大于连续不施磷、钾肥作物减产、减收幅度，其中不施氮肥处理，烤烟产量、产值净收益下降越来越明显，减产率由 04 年的 32.2% 增加到 63.7%，小麦产量、产值、净收益下降越来越明显。

3.3 烤烟种植中，N、P 养分农学效率均随该元素用量的增加而下降，而 K 养分农学效率有一个由低到高再下降的变化；在小麦种植中，P 或 K 的养分农学效率随着该元素用量的增加而下降，而 N 的养分农学效率有一个由低到高再下降的转变。

下接 48 页