

西南和华南地区几种作物施用钾肥的经济效益分析

涂仕华^{1,2}

(1. 国际植物营养研究所成都代表处, 成都 610066; 2. 四川省农业科学院土壤肥料研究所, 成都 610066)

摘要: 在总结近 10 年来国际植物营养研究所在西南和华南地区开展的作物平衡施肥试验与示范的基础上, 对不同作物施用钾肥增产、增收和产投比情况进行了分析。并估算了在今后 10 年内, 水稻、马铃薯和香蕉三种作物在施用钾肥的第 25%、第 50% 和第 75% 个增产值(按过去的试验增产数据计算)时, 以及在钾肥和农产品价格不变和变化条件下, 三种作物产品产投比(VCR)的变化趋势。结果表明, 必须根据肥料和其他投入(品)的价格变化对农产品价格进行实时、适度调整, 才能保证农民的种田收入和种田积极性。

关键词: 作物; 钾肥; 经济效益

施肥的目的是为了获得高产、优质的农产品和好的经济效益, 为人类提供营养丰富和健康的食品。这些目的既是国家和社会的, 也是种植者的。但从种植者的角度出发, 好的经济效益则更为重要, 是他们以农为本的充分理由和目的。在那些种田收入太低或缺乏经济作物支撑的地方, 农民大多选择外出打工。无论是国家还是种植者, 肥料都是农业生产的必需生产资料或投入品。

随着世界人口的不断增加和耕地面积的不断减少, 在那些人均耕地拥有量很小的国家和地区, 农作物产量的增加更加依赖于不断提高单位面积的产量。这需要良好的气候条件保障和科学技术的进步来实现, 如作物品种改良、土壤培肥、肥料品种和施肥技术的不断提升、栽培技术优化、灌溉条件的改善和节灌技术的普及与应用、植物保护技术的发展与应用, 以及农业机械化水平的提高与应用。在这些影响作物单产的因素中, 肥料始终是一个举足轻重的因素, 这是因为肥料是作物的粮食, 施肥对粮食增产的贡献率达到了 30%–50%^[1]。因此, 合理的养分投入也是农业可持续发展的关键。

一般来说, 农民的施肥积极性和对施肥技术的自觉应用程度则取决于肥料价格和施肥产生的经济收益。市场经济是动态的, 不断变化的环境会影响农民获得最大利润的投入水平^[2]。因此, 在肥料价格和劳动力成本不断变化和提高的情况下, 如何平衡作物高产、优质, 土壤肥力的维系或不断提高, 保护生态环境和提高农民收益与施肥之间的关系, 成为国家、社会与农民共同关心的问题。本文以西南和华南地区过去 10 年来开展的作物施用钾肥增产、

增收的试验数据为例, 探讨了在肥料、农产价格变化条件下几种作物产品的收益变化情况, 为农产品价格的调整提供参考。

1 材料与方法

本文中西南和华南地区各省、市(区)的作物播种面积、产量数据来自《中国农业统计年鉴》^[3], 主要作物施用钾肥的增产效应来自两个区域内国际植物营养研究所项目合作单位在 2002–2011 年间开展的田间试验和示范数据。各种农产品价格、肥料价格和投入成本来自 2002–2012 年《全国农产品成本收益汇编》^[4]。由于该汇编中没有香蕉价格可用, 本文采用了我国香蕉主产区广东省的香蕉价格^[6,7]。为了方便比较, 西南和华南地区各省、市(区)作物施用钾肥的增收情况均以 2011 年的农产品价格和肥料价格为准。

为了分析农产品在不同售价、肥料价格变化条件下的钾肥施用回报, 我们选择了两个区域三种代表性作物, 即香蕉, 马铃薯和水稻, 作为分析对象。根据 2002–2011 年 10 年间农产品价格的实际变化情况, 我们假定了四种情况: 即 (1) 肥料与农产品价格维持不变(即保持 2011 年的价格); (2) 在 2011 年的基础上, 今后 10 年内肥料价格增长 50%, 农产品价格按过去 10 年的实际增长百分数; (3) 在 2011 年的基础上, 今后 10 年内肥料价格增长 50%, 农产品价格按过去 10 年的实际增加绝对值; (4) 在 2011 年的基础上, 今后 10 年内肥料价格增长 50%, 农产

基金项目: 国际植物营养研究所(IPNI)项目资助

作者简介: 涂仕华, 男, 研究员, 主要从事植物营养与施肥研究, Email:stu@ipni.net

品价格保持不变。根据这三种农作物对钾肥的产量反应试验数据,用 Excel 的统计功能分别计算出每种作物的第 25%、第 50% 和第 75% 个增产值。在以上假定条件下,分别分析在三个增产百分数时,钾肥、农产品价格变化情况下每种作物的产投比(VCR)。本文未考虑在钾肥价格下跌情况下作物施肥效益,因为肥料价格下跌一般被视为短时间的市场波动,不会演变成一种趋势。

数据统计采用 Excel 中的统计功能进行计算。

2 结果与讨论

2.1 西南和华南地区主要粮经作物的种植面积与单产

西南和华南地区的粮食主产省为四川,其次为云南、广西、广东和重庆;油料主产省为四川,其次为广东、贵州、云南、广西和重庆;蔬菜大省为四川、广东和广西;而水果主产省为广东,其次为广西和四川,其中热带水果主产地为广东、广西、海南和云南^[3]。表 1 列举了西南和华南地区 2011 年一些主要粮、经作物的单位面积产量(中国农业统计年鉴 2012)。除水稻外,西藏西藏自治区的玉米、小麦、油菜和马铃薯四大粮、油作物单产为西南和华南地区最高,紧随其后的是四川省。两个区域内的水稻单产以四川省为最高,其次是重庆、贵州、云南,而华南三省的水稻产量最低,可能主要是因为这一带为双季稻种植区之故(双季稻产量一般低于一季中稻),其中以海南省为最低(304 公斤/亩)。广西小麦单产最低(95 公斤/亩),仅为西藏的四分之一。四川蔬菜单产最高,其次是西藏,最低为云南和贵州。虽然广西为全国第一大甘蔗产地,但单产却以广东为最高,紧随其后的是广西、海南和云南。广东为两个区域最大的柑橘基地,但单产却以广西为最高,其次为广东和云南,贵州的柑橘单产最低(321 公斤/亩),仅为广西柑橘单产的 28%。

近 10 年来,两个区域各省、市(区)的玉米单产基

本持续增产,增幅达到 8%—40%;绝大多数省、市的水稻单产都保持了上升趋势,增幅小于玉米;油菜单产或维持、波动或略有下降;其他粮食作物单产总体保持增长,但存在一定程度的波动。对蔬菜和水果来说,不但种植面积快速增长,而且单产和总产都有大幅度增长。蔬菜种植面积增长最快的是西藏、云南、贵州和重庆,比 2001 年增长 80%—154%;而蔬菜单产增加最大的是广西、四川、海南和西藏,增幅在 17% 左右。水果的种植面积以重庆、贵州、四川和云南增长最快(58%—138%),而单产却以云南、广西和海南增长最快,比 2001 年增长 88%—160%。

2.2 西南和华南地区主要粮经作物钾肥增产效应

表 2 是近 10 年来西南和华南地区在 7 种主要粮经作物上施用钾肥的增产结果汇总。从表 2 看出,来自试验的作物平均产量远高于农业统计年鉴的区域作物平均产量,表明我们的田间试验大多安排在肥力较高、生产力处于中高水平的田、地上,只有少部分试验安排在肥力较低的土壤上。无论施肥与否,不同土壤肥力水平对作物产量影响都很大。根据刘平等(2001)在四川紫色丘陵区不同台位(肥力水平)土壤上的玉米试验结果,在相同玉米品种、施肥和田间管理条件下,丘陵下部试验地的对照(不施肥)处理玉米产量比丘陵顶部试验地的对照(不施肥)处理玉米产量高 40 公斤/亩,在最佳施肥条件下前者比后者高 137 公斤/亩^[5],表明高肥力土壤在合理施肥后的增产效果远远高于低肥力土壤。

从不同作物的施钾增产效应来看,最好的是香蕉,其次是油菜。水稻、玉米和甘蔗施用钾肥的平均增产率相当。从增产的幅度来看,差异则非常大。同一种作物施钾增产幅度差异最大的是小麦和香蕉,最小的是玉米和甘蔗。不同作物增产率最低值以小麦、马铃薯和水稻为最低,以油菜为最高;增产率最高值以马铃薯为最低,小麦和香蕉最高。施钾增产的大小受很多因素的影响,包括土壤类型、

表 1 2011 年西南和华南地区主要粮经作物平均单产

省份	水稻	玉米	小麦	油菜	马铃薯	蔬菜	甘蔗	柑橘	香蕉
广东	377	304	200	79	331	1572	5782	871	3472
广西	348	288	95	69	224	1439	4440	1145	2749
海南	304	291	--	--	276	1390	4272	582	2959
云南	415	283	151	127	214	1215	4127	823	1410
重庆	479	367	205	119	225	1517	2327	693	--
四川	507	343	231	148	240	1976	3130	795	--
贵州	297	206	130	98	189	1176	2427	321	--
西藏	400	442	442	176	436	1788	--	--	--
平均	434	297	204	129	218	1526	4472	854	2742

表 2 近 10 年来西南和华南地区主要粮经作物施用钾肥增产情况

作物	试验数	NPK 处理产量 (公斤/亩)		NP 处理产量 (公斤/亩)		施 K 增产 (%)	
		幅度	平均	幅度	平均	幅度	平均
水稻	45	284-633	505	251-587	455	4-25	14
玉米	44	443-635	485	230-620	440	8-23	15
小麦	32	286-505	424	170-408	346	2-48	17
马铃薯	18	222-658	370	176-517	292	3-21	17
油菜	11	163-236	197	125-177	152	10-31	20
甘蔗	14	6980-12078	9074	5711-10333	7733	9-22	15
香蕉	13	2717-4800	3711	1597-3933	2923	9-41	25

缺钾程度、作物品种对钾的需求量、钾肥用量、钾肥品种、施用时间、施用方法、气候条件和田间管理等。正因为如此,在土壤、气候、作物品种差异如此巨大的西南和华南各省、市(区),不说是不同作物,就是同一作物品种,在不同地点的作物钾肥效应也相差很大。

2.3 西南和华南地区主要粮经作物钾肥增收情况

西南和华南地区不同作物施用钾肥的增收数值和产投比(VCR)列于表3。统计结果表明,不同作物施钾的增收数值及VCR值的跨度很大,例如施钾肥每亩的增收值水稻为25-405元,马铃薯为135-1131元,香蕉为904-5354元。增收数值最高为香蕉、甘蔗和马铃薯,最低为小麦和水稻。从产投比来看,最高为香蕉,其次为马铃薯和玉米。

与农产品价格维持不变(即保持2011年的价格);(2)在2011年的基础上,今后10年内肥料价格增长50%,农产品价格按过去10年的实际增长百分数;(3)在2011年的基础上,今后10年内肥料价格增长50%,农产品价格按过去10年的实际增加绝对值;(4)在2011年的基础上,今后10年内肥料价格增长50%,农产品价格保持不变。在以上假定条件下,根据试验统计数据分别计算了三种农作物对钾肥的产量反应在第25%、第50%和第75%个增产值时以及在钾肥、稻谷不同价格时的产投比(VCR)。钾是一种特殊的植物必需营养元素,主要表现在它的土壤化学和生物化学行为上。第一,无论在生物体内还是环境中,钾都以离子形态而不是有机化合物的形态存在;第二,与氮、磷不同,耕作土壤中的氮磷都会累积,特别是磷,但耕作土壤中的钾则始终处于亏损状态^[8]。因此作者认为,在正常的维持量施钾水平下,用过去施钾增产的数值来代

表 3 近 10 年来西南和华南地区主要粮经作物施用钾肥增收情况

作物	试验数	NPK 比 NP 增产 (公斤/亩)		NPK 比 NP 增收 (元/亩)		产投比	
		幅度	平均	幅度	平均	幅度	平均
水稻	45	14-151	51	25-405	137	0.7-6.6	2.7
玉米	45	35-219	109	31-465	231	1.8-16.5	6.1
小麦	26	11-181	63	24-351	131	0.9-13	4.1
马铃薯	18	84-674	298	135-1131	480	1.6-12.7	6.9
油菜	11	13-85	41	59-389	188	1.1-8.3	3.1
甘蔗	14	433-1888	1205	221-925	591	1.1-5.1	3.3
香蕉	19	238-1407	835	904-5345	3172	2.1-14.4	7.7

2.4 在钾肥用量、价格和农产品价格变化条件下三种作物的经济回报分析

为了分析农产品在不同售价、肥料价格变化条件下的钾肥施用回报情况,本文选择了三种作物:香蕉-代表大面积种植的高利润果树,马铃薯-代表区内广泛种植的粮、菜兼用作物和水稻-代表最为广泛种植的粮食作物,作为分析对象。根据《中国农业年鉴》2002-2011年10年间的实际变化情况,我们假定了四种情况:即(1)肥料

表今后可能获得的增产情况是基本可行的。计算结果列于表4、表5和表6。

在钾肥和水稻产量维持不变的条件下,在第25%个增产值(30公斤/亩)、第50%个增产值(48公斤/亩)和第75%个增产值(62公斤/亩)及相应钾肥用量的水稻产投比没有明显变化(表4)。也就是说,不同施钾量产生的回报基本是等值的。在10年内钾肥价格增长50%,水稻价格增长150%的条件下,随着时间推移,

表4 水稻施用钾肥在第25%、第50%和第75%个增产值时,以及在钾肥、稻谷不同价格条件下的产投比(VCR)

假定条件				第25%个增产值		第50%个增产值		第75%个增产值	
肥料与稻谷价格变化趋势	时间 (年)	K ₂ O (元/公斤)	水稻	产量反应	K ₂ O	产量反应	K ₂ O	产量反应	K ₂ O
				(公斤/亩)					
				30	15	30	15	30	15
1. 肥料与水稻价格维持不变	目前	6.67	2.69	3.1		3.2		3.2	
2. 10年内肥料价格增长	5	8.34	4.71	4.3		4.5		4.5	
50%, 水稻价格增长150%	10	10.00	6.73	5.1		5.4		5.4	
3. 10年内肥料价格增长	5	8.34	3.50	3.2		3.4		3.5	
50%, 水稻价格增加1.62元	10	10.00	4.31	3.3		3.4		3.5	
4. 10年内肥料价格增长	5	8.34	2.69	2.5		2.6		2.6	
50%, 水稻价格保持不变	10	10.00	2.69	2.0		2.2		2.2	

注: 2002年的稻谷价格为1.07元/公斤, 2011年为2.69元/公斤, 涨幅150%, 增加1.62元/公斤。

表5 马铃薯施用钾肥在第25%、第50%和第75%个增产值时,以及在钾肥、马铃薯不同价格条件下的产投比(VCR)

假定条件				第25%个增产值		第50%个增产值		第75%个增产值	
肥料与稻谷价格变化趋势	时间 (年)	K ₂ O (元/公斤)	马铃薯	产量反应	K ₂ O	产量反应	K ₂ O	产量反应	K ₂ O
				(公斤/亩)					
				124	4	164	6	509	8
1. 肥料与水稻价格维持不变	目前	6.67	0.91	4.2		3.7		8.7	
2. 10年内肥料价格增长	5	8.34	1.08	4.0		3.5		8.2	
50%, 水稻价格增长150%	10	10.00	1.26	3.9		3.4		8.0	
3. 10年内肥料价格增长	5	8.34	1.04	3.9		3.4		7.4	
50%, 水稻价格增加1.62元	10	10.00	1.17	3.6		3.2		7.4	
4. 10年内肥料价格增长	5	8.34	0.91	3.4		3.0		6.9	
50%, 水稻价格保持不变	10	10.00	0.91	2.8		2.5		5.8	

注: 2002年的马铃薯价格为0.66元/公斤, 2011年为0.91元/公斤, 涨幅38%, 增加0.25元/公斤。

表6 香蕉施用钾肥在第25%、第50%和第75%个增产值时,以及在钾肥、香蕉不同价格条件下的产投比(VCR)

假定条件				第25%个增产值		第50%个增产值		第75%个增产值	
肥料与稻谷价格变化趋势	时间 (年)	K ₂ O (元/公斤)	香蕉	产量反应	K ₂ O	产量反应	K ₂ O	产量反应	K ₂ O
				(公斤/亩)					
				446	1205	844	40	1276	60
1. 肥料与水稻价格维持不变	目前	6.67	3.5	11.7		11.1		11.2	
2. 10年内肥料价格增长	5	8.34	5.15	13.8		13.0		13.1	
50%, 水稻价格增长150%	10	10.00	6.79	15.1		14.3		14.4	
3. 10年内肥料价格增长	5	8.34	4.35	11.6		11.0		11.1	
50%, 水稻价格增加1.62元	10	10.00	5.2	11.6		11.0		11.1	
4. 10年内肥料价格增长	5	8.34	3.5	9.4		8.9		8.9	
50%, 水稻价格保持不变	10	10.00	3.5	7.8		7.4		7.4	

施钾增产的产投比在前5年增加39%—40%, 后5年增加19%—20%。同样, 不同施钾量产生的回报基本是等值的。在10年内钾肥价格增长50%, 水稻价格每公斤增加1.62元的条件下, 产投比随时间推移不变, 随施钾量增加而略有增加。在10年内钾肥价格增长50%, 水稻价格维持不变的条件下, 产投比随施钾量的增加略有增加, 但随时间

推移而明显下降。这表明, 如果今后10年内稻谷价格不增长或按照过去10年价格增长的绝对值来计算, 稻农的收益就会不断降低, 从而会影响稻农的种稻积极性。

对马铃薯来说, 施钾增收的产投比变化情况与稻谷显然不同(表5)。第一, 在三个增产百分数时, 相应施钾量的产投比回报不等值, 表现为第50%个增产值的产

投比最低,第75%个增产值的产投比最高。产生这种现象原因的归咎于马铃薯试验施钾增产的数值不属于正态分布,第50%个增产值(中数)仅为164公斤/亩,而平均数则为298公斤/亩,比平均数低134公斤/亩。第二,在不同假定条件下,马铃薯施钾增收的产投比都不断下降。在马铃薯价格10年内增加38%的条件下,施用钾肥的产投比下降最小;而在马铃薯价格维持不变的条件下,施用钾肥的产投比下降最大。所以,要维护马铃薯种植农户的利益和种田积极性,马铃薯的价格应随肥料的价格的增长而同步增长。

香蕉是一种产量很高、需钾量很大的农作物,其经济回报也显著高于很多其他农作物。在不同假定条件下香蕉施用钾肥的产投比与水稻的情况类似,但并不完全相同(表6)。

在所有条件下,香蕉施钾在第25%个增产值(446公斤/亩)时的产投比最高,在第50%个增产值(844公斤/亩)和第75%个增产值(1276公斤/亩)的产投比明显降低且降幅几乎相同。在这种情况下,确定最佳经济施钾量对农民增产增收尤为重要。在未来10年内,只有当香蕉价格按94%的比例(过去10年的实际增长率)增长,施用钾肥增长增收的产投比才有显著提高,按未来10年提高香蕉1.7元/公斤的价格(过去10年的实际增加值)来计算,产投比与目前相当。如果维持香蕉价格不变,施用钾肥的产投比则出现显著降低。当然,由于香蕉的利润比其他农产品相对较高,只要天气和市场

风险没有显著变化,施用钾肥的最低产投比仍有7.4,还是不错的。

3 小结

不同作物施用钾肥的增产、增收幅度变化很大。产量增加最高的是甘蔗,其次是香蕉,最低的是油菜、水稻和小麦。不同作物施钾增收的数值及产投比值的跨度很大,增收数值最高的作物为香蕉、甘蔗和马铃薯,最低的为小麦和水稻。产投比最高的为香蕉,其次为马铃薯和玉米。在钾肥和农产品价格不变的条件下,水稻和香蕉的产投比随着钾肥施用量的增加基本维持不变,而马铃薯的产投比则表现为先降低,然后显著增加的情况;在今后10年,如果钾肥价格增长50%,农产品价格按最近10年的增长比例增长,水稻和香蕉的产投比明显增加,并且第50%个增产值和第75%个增产值的产投比等值,马铃薯的产投比则出现下降;在今后10年,如果内钾肥价格增长50%,农产品价格按最近10年的绝对增长值,水稻和香蕉的产投比维持不变,而马铃薯的产投比则出现下降或不变;在今后10年,如果内钾肥价格增长50%,农产品价格维持不变,则三种作物的产投比则都出现显著下降。当然,如果今后钾肥价格出现下降,则有利于降低投入成本,增加农民种田收入。因此要保证农民的种田收入和种田积极性,农产品价格必须根据肥料和其他投入品的价格增长情况实时、适度进行调整。

鸣谢:作者感谢IPNI西南和华南地区各合作单位(以拼音为序):重庆市农业技术推广总站,贵州省农业科学院,广东农业科学院土壤肥料研究所,广西农业科学院资源环境研究所,海南农业科学院土壤肥料研究所,四川省农业科学院土壤肥料研究所,西南大学资源与环境学院和云南农业科学院环境与资源研究所对本文提供的资料数据。

参考文献

- [1] Stewart, W M. Fertilizer contributions to crop yield. News & Views, 2002, [http://www.ipni.net/ppiweb/ppinews.nsf/0/7DE814BEC3A5A6EF85256BD80067B43C/\\$FILE/Crop%20Yield.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ppinews.nsf/0/7DE814BEC3A5A6EF85256BD80067B43C/$FILE/Crop%20Yield.pdf).
- [2] Stauffer M. The economics of fertilizer use in a market economy [M]. Fertilizer Economy and Marketing, Beijing: PPI/PPIC China Program, 1998.
- [3] 中国农业年鉴编辑委员会. 中国农业年鉴 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2001-2012.
- [4] 国家发展与改革委员会价格司. 全国农产品成本收益汇编 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2001-2012.
- [5] 刘平, 涂仕华, 张仁绥, 等. 土壤养分系统研究法的改进及应用 [J]. 西南农业学报, 2001, 14(增): 65-69.
- [6] 姚丽贤, 周修冲, 陈婉珍. 高产巴西蕉平衡施肥技术研究. 西南地区作物平衡施肥与坡耕地管理研究 [M]. 成都: 四川大学出版社, 2006.
- [7] 杨苞梅, 黄汉森, 黄强, 等. 钾氮营养对香蕉抽蕾和产量的影响. 西南地区作物系统养分管理研究(二) [M]. 成都: 四川大学出版社, 2012.
- [8] 谢建昌. 农业持续发展中的土壤钾素养分变化及其管理. 土壤科学与农业持续发展 [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995.