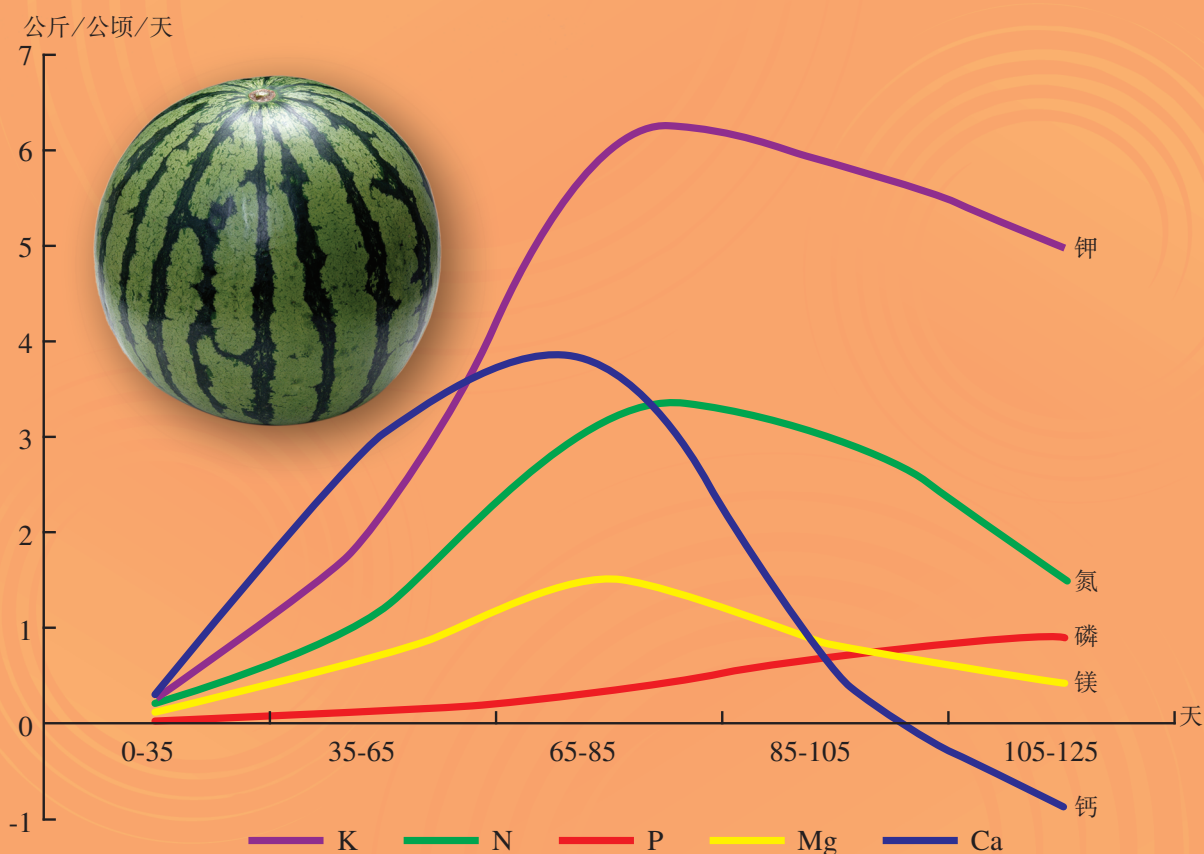




# 高效施肥

西瓜在整个生长季对大量营养元素的需求曲线



## 本期提要

我国化肥利用效率现状和变化趋势分析

云南思茅孟连茶叶平衡施肥试验研究

氮磷钾化肥对马铃薯产量和品质的影响

河南潮土小麦—玉米氮磷钾配施效应

钾对新疆加工番茄产量与品质的影响

莲藕平衡施肥技术示范效果

钾肥用量对酸性菜园土甘蓝产量和品质的影响

安徽省油菜平衡施肥技术

甘肃玉米磷、锌效应研究

测土配方施肥对云南楚雄水稻产量影响

烤烟—小麦轮作养分平衡管理定位试验研究

冬瓜氮磷钾肥配施效应研究

江汉平原鱼用苏丹草钾肥分期施用效果

水稻测土配方施肥的效果研究

# 高效施肥 2007年10月

## 本期目录

## 页数

加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目报告 (19)	1
云南思茅孟连茶叶平衡施肥试验研究	2
氮磷钾化肥对马铃薯产量和品质的影响	7
河南潮土小麦-玉米氮磷钾配施效应	11
钾对新疆加工番茄产量与品质的影响	15
莲藕平衡施肥技术示范效果	20
钾肥用量对酸性菜园土甘蓝产量和品质的影响	24
安徽省油菜平衡施肥技术	28
甘肃玉米磷、锌效应研究	31
测土配方施肥对云南楚雄水稻产量影响	34
烤烟一小麦轮作养分平衡管理定位试验研究	38
冬瓜氮磷钾肥配施效应研究	43
江汉平原鱼用苏丹草钾肥分期施用效果	49
水稻测土配方施肥的效果研究	54

## 《高效施肥》

为 IPNI 中国项目部的出版物，  
每年五月及十月各出一期  
本刊物以推动科学化的合理施肥为目标  
可免费向北京、武汉、成都办事处索取

网页：<http://www.ipni.net>  
<http://ipni.caas.ac.cn>

### 邮件地址：

主编：金继运 [jyjin@ipni.net](mailto:jyjin@ipni.net)  
编辑：陈 防 [fchen@ipni.net](mailto:fchen@ipni.net)  
涂仕华 [stu@ipni.net](mailto:stu@ipni.net)  
李书田 [sli@ipni.net](mailto:sli@ipni.net)  
何 萍 [phe@ipni.net](mailto:phe@ipni.net)  
梁鸣早 [mzliang@ipni.net](mailto:mzliang@ipni.net)

The Government of Saskatchewan helps make this publication possible through its resource tax funding. We thank the Government for this important educational project.  
此刊物由加拿大萨斯喀彻温省政府资助。  
特此致谢。

主编：金继运

编辑：陈 防、涂仕华、李书田、何萍、  
梁鸣早

国际项目总部—Saskatoon, Saskatchewan, 加拿大  
A.M. Johnston, Vice President, IPNI Asia Program  
Coordinator

### 理事会

Patricio Contesse, Chairman of the Board, SQM  
M. M. Wilson, Vice Chairman of the Board, Agrium  
Inc.  
S. R. Wilson, Finance Committee Chair, CF Industries  
Holdings, Inc.

行政办公室—Norcross, Georgia, 美国  
T.L. Roberts, President, IPNI

北美项目总部—Brookings, South Dakota, 美国  
P.E. Fixen, Senior Vice President, IPNI, Americas  
Group Coordinator, and Director of Research

### 中国项目部

金继运 主任	北京办事处
何 萍 副主任	北京办事处
李书田 副主任	北京办事处
梁鸣早 女士	北京办事处
陈 防 副主任	武汉办事处
涂仕华 副主任	成都办事处

### 会员公司：

Agrium Inc.	Mosaic
Arab Potash Company	PotashCorp
Belarusian Potash Company	Saskferco
Bunge Fertilizantes S.A	Simplot
CF Industries Holding, Inc.	Sinofert Holdings Limited
Groupe OCP	SQM
Intrepid Mining, LLC	Terra Industries, Inc
K+S KALI GmbH	Uralkali



## 加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目报告 (19)

### ——我国化肥利用效率现状和变化趋势分析

金继运

IPNI中国项目部, 北京

肥料是作物生产的物质基础, 在作物生产中发挥着不可替代的关键作用。由于肥料的重要作用和我国人多地少的国情, 我国化肥用量不断增加, 2005年我国化肥消费量占世界总消费量的32%。因此, 用好化肥, 提高化肥利用效率, 是保证作物持续增产和农田可持续利用的关键科学问题。

我国历史上共进行过三次全国性的化肥肥效(农学效率)试验。第一次在1935-1940年, 我国肥料科学奠基人张乃凤先生等在14个省68个地点共进行氮、磷、钾化肥肥效试验156个, 试验作物有小麦、水稻、油菜、棉花、玉米、谷子、甘薯、大麦、桑共9种。得出了“无论在哪一省, 氮素养分一般极为缺乏; 磷素养分仅在长江流域和长江以南缺乏; 钾素在土壤中俱丰富。”的科学论断。1957年, 农业部召开肥料工作会议, 组织全国化肥试验网, 由张乃凤先生负责设计和组织实施。1958-1962年全国化肥试验网在25个省(市、自治区)157个试验点上进行了第二次全国规模的化肥肥效试验, 研究发现在30年代第一次地力测定20年后, 我国土壤普遍缺氮, 仍然为作物生产的第一限制因素; 磷肥增产效果在南方稻区已经十分明显, 在北方也已经开始显效; 而多数情况下钾肥增产不显著。1980-1983年, 在农业部的统一部署下, 全国化肥试验网在张乃凤先生策划和林葆先生的带领下进行了第三次全国性的肥料试验, 在29个省(市、自治区)18种(类)作物上完成了5334个田间试验。结果发现, 与20年前相比, 氮肥效果在不同作物上有所下降; 磷肥效果在南方水稻上有所下降, 而在北方玉米和小麦上有所上升; 钾肥效果在南方已趋于明显, 在北方局部地区开始显效。明确了我国土壤对氮、磷、钾肥的需要程度和肥效, 总结出了合理施肥技术, 提出了提高氮、磷、钾化肥增产效益的措施, 制定了我国化肥区划。为发展我国化肥工业和农业生产, 做出了卓越贡献。

自上世纪八十年代初全国化肥试验网进行的第三次全国肥效试验至今, 我国一直没有系统的开展过全国性的肥料效益试验研究, 缺乏当前化肥氮、磷、钾增产效应的系统资料。国际植物营养研究所中国项目部在农业部支持下, 通过中国农业科学院农业资源与农业区划研究所等单位形成的全国性肥料合作研究网络, 开展水稻、小麦和玉米氮磷钾肥料效益试验。2002-2005年在全国范围内在水稻、小麦和玉米上共进行了160个氮肥试验, 184个磷肥试验和212个钾肥试验。结果表明, 我国目前氮磷钾化肥肥效在水稻、小麦和玉米上仍然是氮肥>磷肥>钾肥, 其中氮肥肥效显著高于磷钾肥, 磷钾肥之间肥效相差较小。

将2002-2005年的试验结果与全国化肥试验网在1958-1962年和1981-1983年所作的肥效试验结果进行比较, 氮肥的农学效益在1958-1962年施氮量低时最高, 2002-2005年的结果与1981-1983年比较差异不大, 每公斤氮素增产粮食10公斤左右。但是由于单位面积施肥量逐渐增加, 通过施用氮肥每公顷增加的粮食产量一直呈上升的趋势, 在1958-1962年、1981-1983年和2002-2005年的试验结果, 通过施用氮肥每公顷平均增产水稻分别为675-1200公斤、1140公斤和2222公斤, 小麦分别为450-900公斤、1170公斤和2050公斤, 玉米分别为900-1800公斤、1665公斤和2337公斤。当前磷肥的农学效率在水稻上比1981-1983年有所上升, 可能与杂交稻的普及和产量的提高有关, 在小麦和玉米上没有太大的变化。但是同样由于单位面积施肥量的增加, 通过施用磷肥每公顷增加的粮食产量也有明显的上升趋势。从1958-1962年至今, 钾肥的农学效益和单位面积增产产量随时间推移一直呈明显的上升趋势, 这与产量的提高和土壤中钾素的不断耗竭有关。



# 云南思茅孟连茶叶平衡施肥试验研究

云南省农科院农业环境资源研究所

陈华, 付利波, 李洪文 (云南楚雄双柏县土肥站),  
苏帆, 尹梅, 洪丽芳

**摘要:** 本研究采用大田试验研究方法, 对茶叶进行了氮磷钾不同配比对其产量、品质及经济效益影响的研究。结果表明, 平衡施肥可提高茶叶产量和品质。大田试验条件下最佳施肥量为: N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 和 K<sub>2</sub>O 分别是 20 公斤/亩、15 公斤/亩、20 公斤/亩, 以此用量和配比施肥, 可提高茶叶品质、产量和经济效益, 并拥有较好的生物性状。

**关键词:** 茶叶; 平衡施肥

随着人们对饮茶有益人体健康认识的深化及茶叶用途的拓展, 世界茶叶生产和消费均呈现出稳定上升的态势, 显示了茶叶产业广阔的市场空间和巨大的发展潜力。云南不仅是茶树的原产地, 还是中国重要的茶叶生产基地和产茶大省。截至 2005 年底, 云南省茶叶种植面积已达 297 万亩, 位居全国之首。目前, 茶叶产业已经成为云南省农村经济发展的重点产业之一。

但是, 由于云南省茶园大多分布在山区和半山区, 茶农长期以来偏施氮肥, 少施或不施磷钾肥, 而造成土壤养分平衡的严重失调, 极大程度地限制了茶树的生长, 造成茶叶产量和品质的逐年下降, 成为云南茶叶生产可持续发展的限制因素。本试验选取了极具代表性的思茅市孟连地区的土壤进行平衡施肥试验, 研究平衡施肥对云南茶叶产量与品质的影响, 从中总结发挥肥料效应的施肥规律, 为云南茶叶平衡施肥技术提供科学依据。

## 1. 材料与方法

### 1.1 供试土壤养分状况及供试品种

试验于 2006 年布置在云南省孟连县勐柏茶园, 土壤类型为山原红壤。土壤养分状况如表 1 (ASA 法), 供试品种为云康 10 号。

表 1 供试土壤养分状况

试验地点	pH	O.M.	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	%		毫克/升			毫克/升 土壤							
勐柏茶园	4.75	3.35	555.1	68.05	179.85	77.35	56.3	11.7	1.7	7.65	124.15	47.5	2.0
临界值			400.8	121.5	78.2	50	12	12	0.2	1	10	5	2

注: 土壤样品由中加合作土壤测试实验室分析

### 1.2 试验设计

试验设 10 个处理 (试验设计及养分用量见表 2), 4 次重复, 随机排列, 小区面积 66 平方米。试

验用氮肥为尿素，磷肥为普通过磷酸钙，钾肥为氯化钾，锌肥为氯化锌( $Zn\ 48\%$ )，镁肥为硫酸镁( $MgO\ 28\%$ )。

表 2 试验设计中不同处理的肥料养分用量 (公斤/亩)

处理	N	$P_2O_5$	$K_2O$	MgO	Zn
O P T ( N 2 P 2 K 2 )	20	15	15	2	0.27
O P T - N	0	15	15	2	0.27
O P T - P	20	0	15	2	0.27
O P T - K	20	15	0	2	0.27
N 1 P 2 K 2	15	15	15	2	0.27
N 3 P 2 K 2	25	15	15	2	0.27
N 2 P 1 K 2	20	10	15	2	0.27
N 2 P 3 K 2	20	20	15	2	0.27
N 2 P 2 K 1	20	15	10	2	0.27
N 2 P 2 K 3	20	15	20	2	0.27

### 1.3 施肥方法及样品采集

施肥方法采用条施，施肥前在茶树两侧距茶树 20 厘米处开约 20 厘米深的沟，将肥料均匀撒在沟内，再用土回填覆盖。于 3 月上旬施春茶肥，5 月中下旬施夏茶肥，8 月上中旬施秋茶肥。具体施肥情况见表 3。

表 3 施肥方法及时期

肥料种类	春茶肥	夏茶肥	秋茶肥
尿素	40%	30%	30%
普钙	40%	30%	30%
氯化钾	40%	30%	30%
硫酸镁	50%	50%	
氯化锌	50%	50%	

## 2. 结果与讨论

### 2.1 平衡施肥对云南茶叶品质的影响

#### 2.1.1 平衡施肥对云南茶叶矿质养分含量的影响

从表 4 可以看出，在增施 N、P、K 任何一种养分时，随着所增施的 N、P、K 量的不断增加，茶叶中的 N、P、K 含量也呈增长趋势。而不施 N、P、K 的处理，其茶叶中 N、P、K 含量也最低，而且 S 和 Mg 含量也在所有处理中处于最低水平，因此适当的施用 P 和 K 肥对提高茶叶矿质养分含量和茶叶品质有很大的作用。



表 4 不同处理茶叶中主要矿质养分的含量

处理	N (%)	P (%)	K (%)	S (%)	Mg (%)
OPT(N2P2K2)	4.92	0.78	2.47	0.34	0.29
OPT-N	3.46	0.68	2.38	0.29	0.21
OPT-P	4.77	0.59	2.40	0.30	0.24
OPT-K	4.79	0.71	2.30	0.31	0.23
N1P2K2	4.83	0.74	2.44	0.33	0.25
N3P2K2	4.97	0.78	2.46	0.35	0.27
N2P1K2	4.93	0.73	2.39	0.33	0.25
N2P3K2	4.95	0.81	2.48	0.35	0.28
N2P2K1	4.89	0.72	2.39	0.34	0.25
N2P2K3	4.92	0.79	2.50	0.36	0.29

2.1.2 平衡施肥对云南茶叶中氨基酸、蛋白质和水浸提物含量的影响

从实验结果(表 5)可以看出,在不施用 N、P、K 任何一种养分的处理中,其茶叶中的氨基酸、蛋白质、水浸出物的含量都低于其它处理。在增施 N、P、K 任何一种养分的同时,茶叶中的氨基酸、蛋白质、水浸出物的含量都随着增加。当增施纯氮 15 公斤/亩~25 公斤/亩时,茶叶中的氨基酸含量比不施氮增加 4.8%~20.5%,蛋白质含量增加 5.1%~11.1%,水浸出物含量增加 4.9%~11.1%(水浸出物含量在增施纯氮 20 公斤/亩~25 公斤/亩时,没有太大变化)。当增施 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10 公斤/亩~20 公斤/亩时,茶叶中的氨基酸含量比不施磷增加 4.3%~7.5%,蛋白质含量增加 4%~5%,水浸出物含量增加 1.1%~3.6%。增施 K<sub>2</sub>O 10 公斤/亩~20 公斤/亩时,茶叶中的氨基酸含量增加 3.9%~6.3%,蛋白质含量增加 3.7%~4.6%,水浸出物含量增加 1.3%~3.8%(水浸出物含量在增施 K<sub>2</sub>O 15 公斤/亩~20 公斤/亩时,没有太大变化)。

表 5 不同处理对云南茶叶中氨基酸、蛋白质和水浸提物含量的影响

处理	氨基酸 (%)	蛋白质 (%)	水浸出物 (%)
OPT(N2P2K2)	18.55	28.22	57.84
OPT-N	16.93	26.09	53.96
OPT-P	17.42	26.93	55.85
OPT-K	17.55	27.05	55.74
N1P2K2	17.74	27.42	56.63
N3P2K2	20.40	28.98	57.84
N2P1K2	18.16	28.01	56.47
N2P3K2	18.73	28.31	57.86
N2P2K1	18.24	28.05	56.47
N2P2K3	18.66	28.29	57.84

2.2 平衡施肥对云南茶叶生物性状的影响

试验结果(表 6)可得出,在不施 N、P、K 任何一种养分时,茶叶的新梢长度、百芽重和芽头密度均很低。在固定其它养分的基础上,增施 N、P、K 任何一种,茶叶的新梢长度、百芽重和芽头密

度均随这种养分施用量的增加而有不同程度的增加。当纯氮量从 15 公斤/亩增加到 25 公斤/亩时,新梢长度增长 0.12 厘米;纯氮量从 15 公斤/亩增加到 20 公斤/亩时,百芽重增加 14.3 克,芽头密度增加 15.1 个/平方米。 $P_2O_5$  量 10 公斤/亩时,新梢长度增长 0.21 厘米; $P_2O_5$  从 10 公斤/亩增加到 20 公斤/亩时,百芽重增加 14 克; $P_2O_5$  量从 10 公斤/亩增加到 15 公斤/亩时,芽头密度增加 47.9 个/平方米。 $K_2O$  量从 10 公斤/亩增加到 20 公斤/亩时,新梢长度增加 0.10 厘米,百芽重增加 20.6 克; $K_2O$  量从 10 公斤/亩增加到 15 公斤/亩时,芽头密度增加 36.6 个/平方米。但是,氮的施用量如果超过 20 公斤/亩时,百芽重和芽头密度反而下降;磷的施用量如果超过 10 公斤/亩时,新梢长度呈负增长。

表 6 不同 NPK 处理茶叶生物性状调查

处理	新梢长度(厘米)	百芽重(克)	芽头密度(个/平方米)
OPT(N2P2K2)	3.25	110.8	1709.2
OPT-N	3.04	93.4	1567.8
OPT-P	3.05	94.6	1577.3
OPT-K	3.04	93.1	1548.9
N1P2K2	3.16	96.6	1694.1
N3P2K2	3.28	110.1	1748.2
N2P1K2	3.26	96.8	1661.4
N2P3K2	3.24	110.9	1725.7
N2P2K1	3.18	98.5	1672.6
N2P2K3	3.28	119.1	1719.4

### 2.3 平衡施肥对云南茶叶产量的影响

试验结果(表 7)可得出,在固定其它营养元素的基础上,分别增施 N、P、K 的处理产量都高于相应不施 N、P、K 处理的产量。通过方差分析,两者之间的产量增加达到极显著水平。当增施纯氮 15 公斤/亩~25 公斤/亩时,茶叶产量增加 9.9%~21.9%,当增施  $P_2O_5$  10 公斤/亩~15 公斤/亩时,茶叶产量增加 9.8%~20.1% (但当增施  $P_2O_5$  超过 15 公斤/亩时,茶叶产量反而下降。),增施  $K_2O$  10 公斤/亩~20 公斤/亩时,茶叶产量增加 9.6%~21.6%。

表 7 不同 NPK 处理对茶叶产量的影响

处理	平均产量 (公斤/亩)	5% 显著水平	1% 极显著水平	与最佳处理 产量比(±%)
OPT(N2P2K2)	778.3	a	A	
OPT-N	641.9	c	C	-17.5
OPT-P	648.3	c	C	-16.7
OPT-K	648.0	c	C	-16.7
N1P2K2	705.6	b	B	-9.3
N3P2K2	782.9	a	A	0.6
N2P1K2	712.1	b	B	-8.5
N2P3K2	776.8	a	A	-0.2
N2P2K1	710.1	b	B	-8.8
N2P2K3	788.1	a	A	1.3

### 2.4 平衡施肥对云南茶叶经济效益的影响

通过对茶叶投入产出进行分析得出(表 8), 施肥收益最好的是 N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 用量分别为 20 公斤/亩, 15 公斤/亩, 20 公斤/亩的处理, 即 N<sub>2</sub>P<sub>2</sub>K<sub>3</sub> 处理。而不施 N、P、K 的处理施肥收益较低。当 N、P 的用量分别超过 20 公斤/亩、15 公斤/亩时, 其施肥收益不增反减, 而 K<sub>2</sub>O 的用量在增加到 20 公斤/亩时, 施肥收益还呈继续增长趋势, 但增长幅度有所降低。

表 8 不同 NPK 处理对茶叶经济效益的影响

处理	产值 (元/亩)	肥料投入 (元/亩)	施肥收益 (元/亩)	与 OPT 比 (元/亩)
OPT(N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> )	2724	193	2531	0
OPT-N	2247	106	2141	-390
OPT-P	2269	158	2111	-420
OPT-K	2268	138	2130	-401
N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2469	171	2298	-233
N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2740	215	2525	-6
N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2492	181	2311	-220
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2719	205	2514	-17
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2485	175	2311	-220
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2758	211	2547	16

注: 鲜茶叶: 3.5 元/公斤 尿素: 2.0 元/公斤 氯化钾: 2.2 元/公斤 普通过磷酸钙: 0.4 元/公斤  
硫酸镁: 2.0 元/公斤 氯化锌: 2.8 元/公斤

### 3. 结论

通过对茶叶平衡施肥试验的研究, 可以看出, 任何一种养分的欠缺或过量, 都会影响到茶叶的产量及品质, 从而直接影响到茶农的收益。只有做到 N、P、K 肥的合理、平衡的配合施用, 才能最大限度的降低生产成本, 提高经济效益。平衡施肥是改善茶叶品质、提高茶叶产量和收益以及茶叶可持续发展的保障。对各处理比较得出, N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 用量为 20-15-20 公斤/亩的处理为最佳处理。





## 氮磷钾化肥对马铃薯产量和品质的影响

段玉, 妥德宝, 赵沛义, 李焕春

(内蒙古农牧业科学院植物营养与分析研究所

呼和浩特市010031)

**摘要:** 通过5年11项次的马铃薯氮磷钾肥肥效试验,研究了施用氮磷钾化肥对马铃薯的增产效果、肥料利用率和对淀粉含量的影响。结果表明,施用氮磷钾化肥均有明显的增产效果,总的来看氮肥的增产效果>磷肥的增产效果>钾肥的增产效果。11项次试验中氮肥的利用率( $N$ )为14.3%-48.1%,平均29.5%;磷肥的利用率( $P_2O_5$ )为6.1%-26.5%,平均14.4%。钾肥的利用率( $K_2O$ )为16.1%-54.0%,平均35.4%。生产1吨马铃薯平均吸收 $N$  5.46 kg,  $P_2O_5$  1.31 kg,  $K_2O$  5.51 kg。

**关键词:** 马铃薯; NPK 化肥; 产量; 品质

马铃薯是世界上仅次于水稻、小麦、玉米的四大粮食作物之一<sup>[1]</sup>。全球2005年的产量超过3.23亿吨。我国马铃薯的种植面积约为533万公顷,产量4000万吨,是世界上最大的马铃薯生产国<sup>[2]</sup>。马铃薯总产量达到世界总产量的20%左右,居世界第一<sup>[1]</sup>。内蒙古自治区是我国马铃薯主产区之一。全区马铃薯常年种植面积60多万公顷,占粮食总播种面积的12.5%以上;鲜薯总产量达到930多万吨,占全国马铃薯鲜薯总产量的12%。马铃薯播种面积、总产量均居全国之首,已成为我区仅次于玉米、大豆的主栽作物。亩产由九十年代的750多公斤增加到1200多公斤。在阴山北麓的一些旗县,马铃薯的播种面积已经占总播种面积的一半以上。马铃薯不但是主要粮食作物和蔬菜作物而且也成为该地区的主要经济作物。

磷钾肥在提高农作产量和品质上有显著效果,尤其是在马铃薯等喜钾作物上提高品质的作用很大。按现有播种面积计算,马铃薯为65万公顷的有关资料表明:施用每公斤钾肥可以增加鲜薯38公斤左右,按60%的马铃薯施用钾肥估算,每公顷用量90公斤,增产总量可达133.4万吨,占总产量的15.2%。茎蔓叶等地上部分的风干物可达130万吨,是有机肥的重要来源。为此研究马铃薯的钾、磷肥肥效、需肥特点与经济合理的施用技术,不仅可以充实平衡施肥的内容,也是变优质作物资源为经济优势,发展地区经济,促进西部大开发,保证农业的可持续发展,改善土壤肥力的一个内容,在内蒙古地区的农业生产上有着重要的意义。

### 1. 材料与方法

#### 1.1 试验基本情况

试验在内蒙古武川东土城乡进行。试验地点及土壤养分状况见表1。

#### 1.2 试验处理、施肥及田间管理

试验均设置四个基本处理:OPT, OPT-N, OPT-P, OPT-K。

供试品种:脱毒紫花白。

试验用氮肥为尿素,含N 46%,磷肥为重过磷酸钙,含 $P_2O_5$  46%,钾肥为氯化钾,含 $K_2O$  60%,肥料全部做基肥一次深施,田间管理同一般生产田。

表1 供试地土壤养分分析结果

年份	质地	pH	OM	K	N	P	
			毫克/升				
			%				
2002年早地马铃薯	轻壤	7.8	0.8	65.5	13.0	15.2	
2002年水地马铃薯	重壤	8.3	0.7	76.5	8.7	14.7	
2003年早地马铃薯	轻壤	8.6	1.2	77.0	13.2	13.1	
2003年水地马铃薯	重壤	8.4	1.1	83.5	10.3	18.5	
2004年早地马铃薯	轻壤	8.4	1.0	70.4	75.0	14.5	
2004年水地马铃薯	重壤	8.4	1.2	54.8	7.9	10.3	
2005年早地马铃薯	轻壤	8.2	1.3	54.8	31.8	12.5	
2005年水地马铃薯	重壤	8.4	1.5	66.5	30.1	9.7	
2006年早地马铃薯	轻壤	7.8	1.1	144.7	8.3	16.6	
2006年水地马铃薯	重壤	7.9	0.4	58.7	7.9	20.9	

注：土壤分析在中加合作实验室进行，采用AS1方法。

## 2. 结果与分析

### 2.1 水地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

整理了2002年—2006年的5个水地马铃薯试验，结果见表2。

表2 水地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

项别		年份					平均
		2002	2003	2004	2005	2006	
施肥量 (公斤/亩)	N	8.5	8.0	8.0	8.0	16.7	9.8
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	6.0	6.0	6.0	6.0	15.0	7.8
	K <sub>2</sub> O	6.0	8.0	8.0	8.0	13.3	8.7
产量 (公斤/亩)	O P T	2293	1287	1733	2500	2100	1980
	O P T - N	2059	1100	1360	2087	1707	1660
	O P T - P	2213	1167	1593	2087	1693	1753
	O P T - K	2242	1167	1587	2267	1687	1787
增产率 (%)	N	11.4	17.0	27.5	20.0	22.9	19.8
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.6	10.3	8.8	19.7	24.1	13.3
	K <sub>2</sub> O	2.3	10.3	9.2	10.3	24.5	11.3
增产量 (公斤/公斤)	N	27.4	23.3	46.7	51.7	23.5	34.5
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.3	20.0	23.3	68.9	27.2	30.5
	K <sub>2</sub> O	8.6	15.0	18.3	29.2	30.9	20.4
肥料利用率 (%)	N	40.5	21.1	31.5	31.4	31.3	31.2
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	14.5	6.4	11.0	20.2	15.3	13.5
	K <sub>2</sub> O	26.2	22.6	43.5	45.2	53.3	38.2
生产1吨马铃薯 吸收养分量 (公斤/吨)	N	7.65	5.29	4.50	4.74	7.34	5.90
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.08	1.02	0.77	1.64	1.62	1.43
	K <sub>2</sub> O	5.72	5.30	5.71	5.90	8.48	6.22

从表 2 看出, 水地马铃薯 OPT 的产量水平为 1287-2500 公斤/亩, 平均为 1980 公斤/亩。OPT-N 的产量为 1100-2087 公斤/亩, 平均 1660 公斤/亩。OPT-P 为 1167-2087 公斤/亩, 平均 1753 公斤/亩。OPT-K 为 1167-2267 公斤/亩, 平均 1787 公斤/亩。马铃薯施用氮肥增产 11.4% -27.5% , 平均为 19.8% , 每公斤 N 增产马铃薯 23.3-51.7 公斤, 平均为 34.5 公斤; 施用磷肥增产 3.6% -24.1% , 平均为 11.3% , 每公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 增产马铃薯 13.3-68.9 公斤, 平均为 30.5 公斤; 施用钾肥增产 2.3% -24.5% , 平均为 11.3% , 每公斤 K<sub>2</sub>O 增产马铃薯 8.6-30.9 公斤, 平均为 20.4 公斤。施肥效果: 氮肥> 磷肥> 钾肥。

施用氮肥的肥料利用率(N) 为 21.1% -40.5% , 平均 31.2% , 磷肥的肥料利用率(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 为 6.4% -20.2% , 平均 13.5% , 钾肥的肥料利用率(K<sub>2</sub>O) 为 22.6% -53.3% , 平均 38.2% 。

生产 1 吨马铃薯吸收 N 4.50-7.65 公斤, 平均为 5.90 公斤。吸收 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.77-2.08 公斤, 平均为 1.43 公斤。吸收 K<sub>2</sub>O 5.30-8.48 公斤, 平均为 6.22 公斤。

### 2.2 旱地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

整理了 2002 年 - 2006 年在旱地上进行的 5 个马铃薯试验, 结果见表 3。

表 3 旱地马铃薯施肥的增产效果和肥料利用率

项别		年份					平均	
		2002	2003	2004	2004	2005		2006
施肥量 (公斤/亩)	N	4	10	3	3	3	8	4
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3	6	2	2	2	8	3
	K <sub>2</sub> O	3	8	2	2	2	7	3
产量 (公斤/亩)	OPT	789	640	962	953	1287	947	789
	OPT-N	642	500	842	927	1047	673	642
	OPT-P	709	393	920	940	1053	767	709
	OPT-K	707	547	861	933	1233	700	707
增产率 (%)	N	22.8	28.0	14.2	14.2	23.1	40.8	23.9
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	11.3	62.7	4.6	4.6	22.2	23.6	21.5
	K <sub>2</sub> O	11.6	17.1	11.7	11.7	4.7	35.6	15.4
增产量 (公斤/公斤)	N	34.4	14.6	39.9	39.9	80.6	32.9	40.4
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	26.7	40.2	21.1	21.1	116.7	21.7	41.4
	K <sub>2</sub> O	27.3	11.7	50.2	50.2	29.2	37.2	34.2
肥料利用率 (%)	N	48.1	14.3	37.3	21	23.8	24.3	28.1
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	10.5	10.2	18.4	26.5	18.6	6.7	15.2
	K <sub>2</sub> O	20.3	16.1	41.4	16.7	54.0	50.4	33.2
生产 1 吨马铃薯 吸收养分量 (公斤/吨)	N	4.76	4.26	5.70	5.69	4.24	5.84	5.08
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.07	1.37	1.05	1.17	1.19	1.42	1.21
	K <sub>2</sub> O	4.43	4.89	4.79	5.07	3.91	6.36	4.91

从表 3 看出, 旱地马铃薯 OPT 的产量水平为 640-1287 公斤/亩, 平均为 789 公斤/亩。OPT-N 的产量为 500-1047 公斤/亩, 平均 642 公斤/亩。OPT-P 为 393-1053 公斤/亩, 平均 709 公斤/亩。OPT-

K 为 5.47-12.33 公斤/亩, 平均 7.07 公斤/亩。马铃薯施用氮肥增产 14.2% - 40.8% , 平均为 23.9% , 每公斤 N 增产马铃薯 14.6-80.6 公斤, 平均为 40.4 公斤; 施用磷肥增产 4.6% - 62.7% , 平均为 21.5% , 每公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 增产马铃薯 21.1-116.7 公斤, 平均为 41.4 公斤; 施用钾肥增产 4.7% - 35.6% , 平均为 15.4% , 每公斤 K<sub>2</sub>O 增产马铃薯 11.7-50.2 公斤, 平均为 34.2 公斤。施肥效果: 氮肥> 磷肥> 钾肥。

施用氮肥的肥料利用率(N) 为 14.3% - 48.1% , 平均 28.1% , 磷肥的肥料利用率(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 为 6.7% - 26.5% , 平均 15.2% , 钾肥的肥料利用率(K<sub>2</sub>O) 为 16.1% - 54.0% , 平均 33.2% 。

生产 1 吨马铃薯吸收 N 4.24-5.84 公斤, 平均为 5.08 公斤。吸收 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 1.05-1.42 公斤, 平均为 1.21 公斤。吸收 K<sub>2</sub>O 3.91-6.36 公斤, 平均为 4.91 公斤。



### 2.3 施肥对马铃薯淀粉含量的影响

表 4 施肥对不同年份水地马铃薯淀粉含量的影响

处理	淀粉含量 %					平均
	2002	2003	2004	2005	2006	
O P T	13.5	10.46	11.45	12.06	12.88	12.07
O P T - N	13.35	10.36	12.62	14.44	15.32	13.22
O P T - P	10.7	10.42	11.65	12.72	13.2	11.74
O P T - K	10.52	11.68	11.01	11.31	13.29	11.56

表 5 施肥对不同年份旱地马铃薯淀粉含量的影响

处理	淀粉含量 %					平均
	2002	2003	2004	2005	2006	
O P T	14.95	14.25	12.55	14.25	14.9	14.18
O P T - N	15.59	14.46	12.65	14.77	14.9	14.47
O P T - P	12.61	13.27	12.46	13.28	13.8	13.08
O P T - K	14.88	14.6	12.11	14.46	14.1	14.03

下接 23 页



## 河南潮土小麦·玉米氮磷钾配施效应

李丙奇, 孙克刚, 金辉

(河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所,  
河南 郑州 450002)

**摘要:** 在河南省新乡市延津县潮土上进行的氮磷钾配施试验研究, 结果表明, 氮磷钾配施对小麦、玉米产量和经济效益具有显著的效果。小麦试验五个处理以  $N_{15}P_0K_{12}$  处理产量最高, 达 490 公斤/亩, 其利润也是最高为 651.1 元/亩,  $N_{15}P_0$  处理产量为 410 公斤/亩, 其利润是第 3 位 (566.7 元/亩), 施钾比不施钾增产 80 公斤/亩, 增产 19.5%, 效益增加 84.4 元/亩; 在玉米试验中六个处理以  $N_{15}P_0K_{12}$  处理产量最高, 达 614.7 公斤/亩, 其利润也是最高为 743.9 元/亩,  $N_{15}P_0$  处理产量为 466.7 公斤/亩, 其利润是第 3 位 (578.7 元/亩), 施钾比不施钾增产 148 公斤/亩, 增产 31.7%, 效益增加 165.2 元/亩。在产量构成因子中, 小麦试验施肥增产率分别为氮 40.0%、磷 12.6%、钾 19.5%, 玉米试验施肥增产率分别为氮 64.1%、磷 14.3%、钾 31.7%。决定小麦、玉米产量因素第 1 为氮素, 第 2 为钾素, 第 3 为磷素。

**关键词:** 潮土; 小麦; 玉米; 产量; 经济效益

### 1. 试验目的

河南省位于我国中东部, 黄河中下游, 黄淮海大平原的西南部。河南省的地势基本上是西高东低。流经河南省境内的河流有黄河、淮河、海河、长江四大水系。气候处于暖温带和亚热带交错的边缘地区, 气候具有明显的过渡性特征。全省年平均气温为  $12.8 \sim 15.5$  °C, 7 月最热, 月平均气温为  $27 \sim 28$  °C, 1 月最冷, 月平均气温为  $-2 \sim 2$  °C。年降水量从北到南大致为 600 ~ 1200 毫米之间。河南省是一个农业大省, 全省面积 16 ~ 17 万平方公里, 其中耕地面积 692 万公顷。农村人口占全省总人口的 85.9%, 农村社会总产值占全省社会总产值的 54.1%, 农业的基础地位显得尤为重要。随着作物单产的逐步提高, 复种指数的进一步增加, 氮、磷、钾化肥对作物产量和品质的影响也在发生变化。小麦·玉米轮作制度是河南种植制度的主体, 研究小麦、玉米在 NPK 配施条件下的产量与缺 N、缺 K、缺 P 时的小麦、玉米减产情况, 及不施肥土壤地力贡献情况, 有助于促进河南省配方施肥工作更好的开展。此项研究由国际植物营养研究所 (IPNI) 资助。

### 2. 材料与方

2005 - 2006 年试验设在新乡市延津县司寨乡平陵村, 土壤类型为潮土, 质地为中壤土, 供试土壤理化性状见表 1。小麦试验处理见表 2, 品种为郑麦 366, 播种量为: 7.5 公斤/亩。玉米试验处理见表 3, 品种为郑单 958, 种植密度为 0.4 万株/亩。小区面积 5 米 × 5 米, 重复 3 次, 随机区组排列。田间管理按丰产田要求, 并记载生物学性状。钾肥用加拿大产氯化钾。

作者简介: 李丙奇, (1977-), 男, 河南禹州人, 河南省农业科学院植物营养与资源环境研究所, 主要从事植物营养与资源环境方面的研究。

此项目由国际植物营养研究所 (IPNI) 资助。

表1 试验地土壤养分基本状况

作物	实验室 编号	经度	纬度	pH	OM	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
				%				毫克/升						
小麦	APH-W-5	E 114° 14'	N 35° 12'	8.3	0.45	89.95	1.5	33.2	10.15	2	1.35	21.1	6.5	1.4
		15.4"	42.2"											
玉米	ASXIR15	E 114° 14'	N 35° 12'	8.15	0.35	97.73	9.05	30.6	5.15	0.85	5.5	13.5	7.15	2.15
		15.4"	42.2"											

表2 小麦试验处理

处理	肥料用量 (公斤/亩)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1 施氮磷钾	15	8	12
2 施磷钾	0	8	12
3 施氮钾	15	0	12
4 施氮磷	15	8	0
5 不施肥	0	0	0

表3 玉米试验处理

处理	肥料用量 (公斤/亩)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1 施氮磷钾	15	6	12
2 施磷钾	0	6	12
3 施氮钾	15	0	12
4 施氮磷	15	6	0
5 农民习惯施肥	13.3	0	0
6 不施肥	0	0	0

### 3. 试验结果与经济效益分析

#### 3.1 小麦试验

新乡市延津县高庄乡平陵村小麦试验结果经方差分析, F 值达到显著水平。在小麦试验五个处理以 N<sub>15</sub>P<sub>8</sub>K<sub>12</sub> 氮磷钾处理产量最高, 达 490 公斤/亩, 其利润也是最高为 651.1 元/亩, 产投比为 6.3, 生物产量也是最高 1040 公斤/亩, 经济系数为 0.47, 产量与其他各个处理相差达到 1% 显著水平。其次处理为氮钾 N<sub>15</sub>K<sub>12</sub> 处理, 产量达 435 公斤/亩, 其利润为第 2 位 589.8 元/亩, 产投比为 7.0, 生物产量是第 2 位 930 公斤/亩, 经济系数为 0.47。N<sub>15</sub>K<sub>12</sub> 处理与 N<sub>15</sub>P<sub>8</sub> 处理之间产量差异没有达到 5% 和 1% 显著水平, 和其他处理均达到 1% 差异显著性。N<sub>15</sub>P<sub>8</sub> 处理产量为 410 公斤/亩, 其利润是第 3 位 566.7 元/亩, 产投比为 8.0, 生物产量是第 3 为 870 公斤/亩, 经济系数为 0.47。N<sub>15</sub>P<sub>8</sub> 处理与 N<sub>15</sub>K<sub>12</sub> 处理之



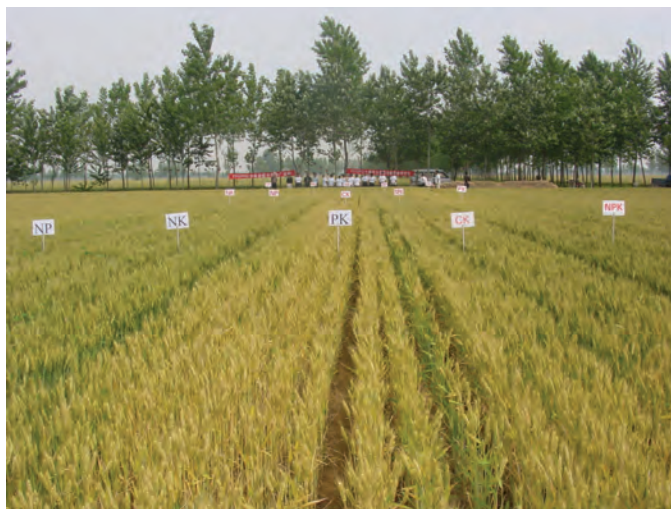
间没有达到 5% 和 1% 显著差异, 和其他处理均达到 1% 显著差异。 $P_8K_{12}$  处理产量为 350 公斤/亩, 其利润为第 4 位 485.4 元/亩, 产投比为 8.2, 生物产量是 790 公斤/亩, 经济系数为 0.44,  $P_8K_{12}$  处理与各个处理达到 5% 显著性差异, 但和不施肥处理没有达到 1% 显著性差异。不施肥处理产量为 310 公斤/亩。在氮磷钾  $N_{15}P_8K_{12}$  配施时, 施氮肥增产为 40.0%; 施磷肥增产为 12.6%; 施钾肥增产为 19.5%。通过以上分析看出, 决定小麦产量因素第 1 为氮素, 其次为钾素, 第 3 为磷素。平衡施肥不但能培肥地力, 并且能显著增加农民的收益。

表 4 小麦产量及经济效益分析

施肥处理			产量 公斤/亩	显著性		与最高产量差		施肥的经济分析			产投 比	生物产量 公斤/亩	经济 系数
N	$P_2O_5$	$K_2O$		5%	1%	公斤	%	产值	成本	利润			
15	8	12	490	a	A	-	-	774.2	123.1	651.1	6.3	1040	0.47
0	8	12	350	c	C	140	28.6	553	67.6	485.4	8.2	790	0.44
15	0	12	435	b	B	55	11.2	687.3	97.5	589.8	7.0	930	0.47
15	8	0	410	b	B	80	16.3	647.8	81.1	566.7	8.0	870	0.47
0	0	0	310	d	C	180	36.7	489.8	0	489.8		730	0.42
价格 (元/公斤) N 3.7、 $P_2O_5$ 3.2、 $K_2O$ 3.5、小麦 1.58													

### 3.2 玉米试验

新乡市延津县高庄乡平陵村玉米试验结果经方差分析, F 值达到显著水平。在玉米试验中六个处理以  $N_{15}P_8K_{12}$  处理产量最高, 达 614.7 公斤/亩, 其利润也是最高为 743.9 元/亩, 产投比为 7.4, 生物产量为第 1 位 1303 公斤/亩, 经济系数为 0.47, 产量与各个处理均达到 1% 显著差异。 $N_{15}K_{12}$  处理产量为第 2 位达 537.3 公斤/亩, 其利润为第 2 位 654.8 元/亩, 产投比为 7.7, 生物产量是第 2 位 1155.3 公斤/亩, 经济系数为 0.47。 $N_{15}P_8$  处理产量为 466.7 公斤/亩, 其利润是第 3 位 578.7 元/亩, 产投比为 8.7, 生物产量也是第 3 位 998.7 公斤/亩, 经济系数为 0.47。农民习惯施肥  $N_{13.3}$  处理产量为 408.3 公



斤/亩,其利润为第 4 位 522.3 元/亩,产投比为 1.1.6,生物产量为第 4 位 951.4 公斤/亩,经济系数为 0.43。 $P_6K_{12}$  处理产量为 374.3 公斤/亩,其利润为第 5 位 462.9 元/亩,产投比为 8.6,生物产量为第 5 位 842.3 公斤/亩,经济系数为 0.44,不施肥处理产量为 308.3 公斤/亩。在氮磷钾  $N_{15}P_6K_{12}$  配施时,施氮肥增产为 64.1%。施磷肥增产为 14.3%。施钾肥增产为 31.7%。通过以上分析看出,决定玉米产量因素第 1 为氮素,其次为钾素,第 3 为磷素,但是氮、磷、钾三元素对产量贡献不同。平衡施肥不但能培肥地力,并且能显著增加农民的收益。

表 5 玉米产量及经济效益分析

施肥处理			产量	显著性	与最高产量差		施肥的经济分析			产投	生物产量	经济	
N	$P_2O_5$	$K_2O$	公斤/亩	5%	1%	公斤	%	产值	成本	利润	比	公斤/亩	系数
15	6	12	614.7	a	A	-	-	860.5	116.7	743.9	7.4	1303.1	0.47
0	6	12	374.3	e	E	240.3	39.1	524.1	61.2	462.9	8.6	842.3	0.44
15	0	12	537.3	b	B	77.3	12.6	752.3	97.5	654.8	7.7	1155.3	0.47
15	6	0	466.7	c	C	148.0	24.1	653.3	74.7	578.7	8.7	998.7	0.47
13.3	0	0	408.3	d	D	206.3	33.6	571.7	49.3	522.3	11.6	951.4	0.43
0	0	0	308.3	f	F	306.3	49.8	431.7	0.0	431.7	0.0	724.6	0.43

价格(元·kg<sup>-1</sup>) N 3.7、 $P_2O_5$  3.2、 $K_2O$  3.5、玉米 1.4;

#### 4. 小结

氮磷钾配施对小麦、玉米产量和经济效益具有显著的效果。

小麦试验五个处理以  $N_{15}P_6K_{12}$  氮磷钾处理产量最高,达 490 公斤/亩,其利润也是最高为 651.1 元/亩,  $N_{15}P_6$  处理产量为 410 公斤/亩,其利润是第 3 位 566.7 元/亩,施钾比不施钾增产 80 公斤/亩,增产 19.5%,效益增加 84.4 元/亩。

玉米试验中六个处理以  $N_{15}P_6K_{12}$  处理产量最高,达 614.7 公斤/亩,其利润也是最高为 743.9 元/亩,  $N_{15}P_6$  处理产量为 466.7 公斤/亩,其利润是第 3 位 578.7 元/亩,施钾比不施钾增产 148 公斤/亩,增产 31.7%,效益增加 165.2 元/亩。特别指出的是,农民习惯施肥  $N_{13.3}$  处理产量为 408.3 公斤/亩,其利润为第 4 位 522.3 元/亩,平衡施肥比农民习惯施肥产量增加 206.3 公斤/亩,增产 50.5%,效益增加 221.5 元/亩。

平衡施肥不但能培肥地力,而且能显著增加农民的收益。

决定小麦、玉米产量因素第 1 为氮素,第 2 为钾素,第 3 为磷素。

#### 参考文献

- [1] 蒂斯代尔 S L, 纳尔逊 W L, 毕藤 J D. 土壤肥力与肥料 [M]. 金继运, 刘荣乐等译. 中国农业科技出版社, 1998.
- [2] 加拿大钾磷研究所. 肥料与农业发展国际学术讨论会论文集 [C]. 中国农业科技出版社, 1999.
- [3] Perrenoud S. 钾与植物健康 [M]. 黄晓澜译. 中国农业科技出版社, 1998.
- [4] 谢建昌. 钾与中国农业 [M]. 河海大学出版社, 2000.
- [5] 胡思农, 涂仕华. 四川省作物钾素营养和钾肥应用研究 [M]. 四川科学技术出版社, 2000.
- [6] 周健民. 土壤钾素肥力评价与钾肥合理施用 [M]. 吉林科学技术出版社, 2004.



# 钾对新疆加工番茄产量与品质的影响

张炎<sup>1</sup>, 王海燕<sup>2</sup>, 齐桂红<sup>2</sup>, 马海刚<sup>1</sup>, 徐万里<sup>1</sup>, 杨洛成<sup>2</sup>

1 新疆农业科学院土壤肥料研究所 乌鲁木齐 830091

2 新疆农十二师头屯河农场 乌鲁木齐 830022

**摘要:** 番茄是喜钾作物, 钾又是番茄的重要品质元素。本文通过 2 年的加工番茄钾肥用量田间试验和示范, 研究加工番茄的钾肥效应, 结果表明: 施用钾肥可以显著增加加工番茄产量, 经济效益显著; 由钾肥的效应方程可得出: 推荐施钾 ( $K_2O$ ) 量为 8.6-9.6 公斤/亩,  $N:K_2O$  为 1:0.7-0.8。施钾可以显著降低番茄果实硝酸盐含量、提高加工番茄果实茄红素含量、减少烂果量, 同时可提高果实糖:酸比、果实维生素 C 和可溶性固形物含量, 从而改善加工番茄品质。

**关键词:** 钾; 加工番茄; 产量; 品质; 灰漠土

新疆是我国加工番茄种植与加工规模最大、出口最多的生产基地, 加工番茄产业已成为新疆经济增长的一个支柱产业。番茄是喜钾作物。由于新疆灰漠土钾素含量较为丰富, 长期以来农民不施或很少施用钾肥, 但随着主要农作物单产水平的提高和连年的耕作, 农作物从土壤中带走了大量的钾, 使土壤钾有了较大的消耗, 农田土壤速效钾已有较大幅度的下降<sup>[1]</sup>, 因此缺钾已成为制约加工番茄高产优质的因素之一, 及时补充钾素营养十分必要。相关研究表明, 合理增施钾肥可提高产量, 改善品质、增强抗病能力<sup>[2-7]</sup>。国内关于保护地番茄的合理钾肥施用研究较多<sup>[8-11]</sup>, 但对加工番茄钾肥效应的研究却少有报道。2003 - 2004 年开展了钾对加工番茄产量和品质影响的研究与示范, 为新疆灰漠土加工番茄规模化生产中合理施钾提供科学依据。

## 1. 材料与方 法

### 1.1 试验示范地点、品种及土壤养分状况

试验安排在乌鲁木齐安宁渠乡国家灰漠土监测基地, 供试土壤为灰漠土, 供试品种 2003 年为新番 4 号, 2004 年为里格尔 87-5。

表 1 试验、示范田土壤的基本农化性状

试验、示范地点	有机质 克/公斤	全氮 克/公斤	碱解氮 毫克/公斤	速效磷 毫克/公斤	速效钾 毫克/公斤
2003 年	17.4	0.798	73.8	8.9	197
2004 年	14.9	0.783	64.0	9.0	181
头屯河农场 5 连示范	11.2	0.719	70.0	11.1	142
头屯河农场 1 连示范	14.9	0.738	58.3	15.7	249

示范点安排在农十二师头屯河农场 5 连和 1 连, 示范面积分别为 265 亩和 100 亩, 土壤类型为灰漠土, 示范品种为里格尔 87-5。

## 1.2 试验、示范设计

### 1.2.1 钾肥效应试验

2003年试验设5个处理,即CK、NPK0、NPK1、NPK2、NPK3,2004年设4个处理(无CK),除CK(不施肥)外,其它4个处理氮磷用量相同,分别为纯氮12公斤/亩, $P_2O_5$ 7.2公斤/亩,钾肥设4个水平,分别为0、6、12、18公斤/亩 $K_2O$ ,3次重复,随机排列。小区面积: $5.4 \times 4 = 21.6$ 平方米。试验用化肥:氮肥为大颗粒尿素(46%N),磷肥为三料磷肥(46% $P_2O_5$ ),钾肥为加拿大产氯化钾(60% $K_2O$ )。

施肥方法:基肥为全部的磷肥、钾肥和60%氮肥;追肥为40%的氮肥,在蹲苗结束后,第一穗果拇指大小时开沟追施,随后灌水。

### 1.2.2 钾肥示范

头屯河农场5连:基肥为稀土磷肥(12% $P_2O_5$ )25公斤/亩,三料磷肥10公斤/亩,钾肥分为施用氯化钾10公斤/亩、5.5公斤/亩与施用10公斤/亩硫酸钾(33% $K_2O$ )的等实物量和等养分量对比示范,以及不施钾处理;追肥为6月21日追施尿素25公斤/亩。

头屯河农场1连:基肥为尿素5公斤/亩,三料磷肥15公斤/亩,钾肥分为施用氯化钾8公斤/亩与施用硫酸钾14.5公斤/亩,等 $K_2O$ 量对比示范;追肥为5月中旬、6月中旬分2次追施尿素,每次10公斤/亩尿素。

上述试验、示范均采用地膜覆盖种植,行距配置为50+80厘米,株距为32厘米,各处理的田间管理均按照北疆加工番茄产区的管理模式统一管理,分批采收,产量为实收产量。

## 1.3 试验加工番茄果实品质样品的采集与测定

2003年8月中旬,在试验加工番茄大量成熟时,每小区随机取12个加工番茄果实样品,测定其果实的硝酸盐、亚硝酸盐、总糖、总酸、维生素C含量。2004年8月中旬,每小区随机采集12个加工番茄果实,测定加工番茄果实的硝酸盐、亚硝酸盐、维生素C、茄红素以及可溶性固形物含量。

## 1.4 加工番茄烂果量和烂果率的调查

2004年试验加工番茄成熟后,分批采收时将每小区烂果单独称重,记录重量为烂果量。

采收第一批果实前,在头屯河农场5连示范各处理随机调查75株,记录单株结果数和单株烂果数,计算各示范处理的加工番茄烂果率。

## 2. 结果分析

### 2.1 钾肥效应试验

#### 2.1.1 不同施钾量对加工番茄产量与经济效益的影响

分别对2003和2004年试验各处理加工番茄产量进行方差分析,施肥处理间差异均达到极显著或显著水平。对试验各处理产量结果进行LSD法多重比较,其结果见表2。由于受气候和品种差异的影响,两年的加工番茄产量虽有差异,但趋势是一致的。2003年施肥各处理与对照(CK)相比均表现出增产,其中NPK2处理比CK(不施肥)处理增产达39.2%;施钾各处理与不施钾肥处理(NPK0)比,也不同程度的增加加工番茄产量,NPK1、NPK2、NPK3处理分别比NPK0增产7.6%、17.8%和6.5%,

平均每亩分别增收 80.4 元、196.47 元、5.8 元。2004 年施钾各处理比不施钾肥处理 (NPK0), 也不同程度的增加加工番茄产量, NPK1、NPK2、NPK3 处理分别比 NPK0 增产 3.9%、14.6% 和 0.3%, 平均每亩分别增收 32.47 元、172.6 元、-83.00 元。

表 2 不同施钾处理的加工番茄产量和施肥经济效益分析

年份	处理	平均产量 (公斤/亩)	增产率 (%)	总收益 (元/亩)	增加收益 (元/亩)	钾肥投入 (元/亩)	增收 (元/亩)
2003 年	NPK2	6757 aA	17.8	1689.20	254.67	58.20	196.47
	NPK1	6176 bAB	7.6	1544.07	109.53	29.13	80.40
	NPK3	6111 bAB	6.5	1527.67	93.13	87.33	5.80
	NPK0	5738 bB	-	1434.53	-	-	-
	CK	4853 cC		1213.20			
2004 年	NPK2	7266 aA	14.6	1816.40	230.80	58.20	172.60
	NPK1	6589 bB	3.9	1647.20	61.60	29.13	32.47
	NPK3	6360 bB	0.3	1589.93	4.33	87.33	-83.00
	NPK0	6342 bB	-	1585.60	-	-	-

注: 不同大小写字母分别表示差异达 1% 和 5% 显著水平, 下同。加工番茄: 0.25 元/公斤,  $K_2O$ : 4.85 元/公斤。

### 2.1.2 加工番茄施用钾肥的肥料效应

根据 2 年不同施钾量试验的加工番茄产量结果, 用一元二次方程拟合得出加工番茄产量  $y$  与施钾 ( $K_2O$ ) 量  $K$  的关系式, 即钾肥的效应方程:

$$2003 \quad Y = -7.5299 K^2 + 163.85 K + 5669.6 \quad (R^2 = 0.5286^*, n = 12)$$

$$2004 \quad Y = -8.0006 K^2 + 156.16 K + 6241.8 \quad (R^2 = 0.5615^*, n = 12)$$

按照当地的加工番茄收购价 0.25 元/公斤,  $K_2O$  价格 4.85 元/公斤, 由钾肥的效应方程可得出: 2003 年经济施钾 ( $K_2O$ ) 量为 9.6 公斤/亩, 经济产量为 6549 公斤/亩, N :  $K_2O$  为 1 : 0.8; 2004 年经济施钾 ( $K_2O$ ) 量为 8.6 公斤/亩, 经济产量为 6993 公斤/亩, N :  $K_2O$  为 1 : 0.72。

### 2.1.3 施钾对加工番茄品质的影响

表 3 2003 年施钾对加工番茄品质的影响

处理	硝酸盐 毫克/公斤	总糖 %	酸度 %	糖:酸	维生素 c 毫克/100 克
CK	6.71	4.08	0.88	4.63	10.91
NPK0	4.13	5.93	1.04	5.77	10.48
NPK1	6.71	5.88	0.92	6.40	19.21
NPK2	4.13	5.91	0.88	6.72	11.08
NPK3	3.12	6.09	0.65	7.13	9.17

表 3 和表 4 是 2 年各处理加工番茄果实品质分析结果: 施用钾肥可以明显降低加工番茄果实硝酸盐



含量,硝酸盐含量随施钾量的增加有减少的趋势,但总体水平都比较低,其中2004年里格尔<sub>87-5</sub>施钾处理 $NPK_1$ 、 $NPK_2$ 、 $NPK_3$ 硝酸盐含量较不施钾处理 $NPK_0$ 分别降低47.7%、63.1%和52.2%。对两年试验加工番茄果实的亚硝酸盐含量进行测定,均未检出亚硝酸盐。施肥处理的总糖量比 $C_K$ (不施肥处理)有所增加,但施肥各处理间总糖量差异不大,果实酸度随施钾量增加而降低,试验各处理糖/酸随施钾量增加而有所增加。合理施用钾肥可以显著提高加工番茄果实茄红素含量,里格尔<sub>87-5</sub>施钾处理 $NPK_1$ 、 $NPK_2$ 、 $NPK_3$ 茄红素含量较不施钾处理 $NPK_0$ 分别提高30.4%、71.5%和40.8%。维生素C、可溶性固型物随施钾量的增加有增加的趋势,其中2004年 $NPK_2$ 处理最高,但其它处理差异不大。

表4 2004年施钾对加工番茄品质的影响

处理	硝酸盐 毫克/公斤	茄红素 毫克/100克	维生素C 毫克/100克	可溶性固型物 %	烂果量 公斤/亩
$NPK_0$	8.01 aA	6.11 bB	8.03	8.88	210.9 aA
$NPK_1$	4.19 bAB	7.97 abAB	8.33	8.88	208.5 aA
$NPK_2$	2.96 bAB	10.48 aA	9.73	10.5	145.8 bB
$NPK_3$	3.83 bB	8.6 abAB	8.92	8.5	193.6 aAB

施钾可以显著降低加工番茄成熟期的烂果量(表4),与不施钾处理 $NPK_0$ 相比, $NPK_1$ 、 $NPK_2$ 、 $NPK_3$ 各处理分别降低烂果量1.1%、30.8%和8.2%。从总体看烂果量有随施钾量的增加而减小的趋势,说明施钾可以增强加工番茄的抗逆性,减少加工番茄筋腐病、顶腐病、果腐疫病和齐腐病的发生<sup>[8-9]</sup>,降低其烂果率。

## 2.2 钾肥示范

由表5番茄产量结果可以看出:不论施用氯化钾还是施用硫酸钾都能够明显增加番茄产量,但是在施用等量 $K_2O$ 情况下,施氯化钾比施硫酸钾增产,头屯河农场5连和1连施用氯化钾比施用硫酸钾分别增产9.2%和7.0%。

另外,从头屯河5连示范可以看出:施钾比不施钾具有明显的增产作用,这主要是因为钾肥能够增强加工番茄的抗逆性,2003年7月降雨量较往年高,当地加工番茄烂果现象较为普遍,8月21日对示范田番茄烂果率调查得知,不施钾田块烂果率达36.4%,施钾田块为20%左右,施钾明显降低番茄的烂果率。

表5 加工番茄钾肥示范产量结果

地点	钾肥用量 公斤/亩	面积 亩	产量 公斤/亩	增产 %	增产 %	烂果率 %
头屯河5连	氯化钾 <sub>10</sub>	100	3906	1.2	38.4	20.8
	氯化钾 <sub>5.5</sub>	65	4215	9.2	49.3	22.1
	硫酸钾 <sub>10</sub>	100	3860	~	36.7	20.0
	不施钾	0.6	2823	~	~	36.4
头屯河1连	氯化钾 <sub>8</sub>	50	5234	7.0		
	硫酸钾 <sub>14.5</sub>	50	4890	~		



### 3. 小结

3.1 合理施用化肥可有效增加加工番茄的产量, 其中  $NPK_2$  处理比  $CK$  (不施肥) 处理增产达 39.2%。施用钾肥可以显著增加加工番茄产量, 2003 年  $NPK_1$ 、 $NPK_2$ 、 $NPK_3$  处理分别比  $NPK_0$  (不施钾肥处理) 增产 7.6%、17.8% 和 6.5%, 平均每亩分别增收 80.4 元、196.47 元、5.8 元; 2004 年  $NPK_1$ 、 $NPK_2$ 、 $NPK_3$  处理分别比  $NPK_0$  增产 3.9%、14.6% 和 0.3%, 平均每亩分别增收 32.47 元、172.6 元、-83.00 元。由钾肥的效应方程可得出: 供试土壤推荐施钾 ( $K_2O$ ) 量为 8.6 - 9.6 公斤/亩,  $N : K_2O$  为 1 : 0.72 - 0.8。

3.2 施钾可以显著降低番茄果实硝酸盐含量、提高加工番茄果实茄红素含量、减少烂果量, 同时可提高果实糖:酸比、维生素 c 和可溶性固形物含量, 从而改善品质。

3.3 在灰漠土施用等量  $K_2O$  情况下, 施氯化钾比施硫酸钾增产, 头屯河农场 5 连和 1 连施氯化钾比施硫酸钾分别增产 9.2% 和 7.0%。同时, 钾肥能够增强加工番茄的抗逆性, 施钾田块番茄烂果率明显低于不施钾田块。

### 参考文献

- [1] 张炎, 史军辉, 罗广华, 等. 新疆农田土壤养分与化肥施用现状及评价. 新疆农业科学, 2006, 43(5): 375-379.
- [2] 朱亚萍, 石孝均, 赵治书. 番茄配方施肥研究. 西南农业大学学报, 1999, 21(2): 166-169.
- [3] 吴庆强, 张勇, 梁东丽, 等. 不同钾肥品种对蔬菜产量和品质的影响. 西北农业学报, 2001, 10(2): 84-86, 90.
- [4] 崔瑞秀, 张丽敏, 吴秀英. 氮钾肥配施对番茄产量及品质的影响研究初报. 河北农业科学, 2005, 9(1): 114-115.
- [5] 高新昊, 张志斌, 郭世荣. 氮钾化肥配合追施对日光温室番茄越冬长季节栽培产量与品质的影响. 植物营养与肥料学报, 2005, 11(3): 375-378.
- [6] 秦文利, 李春杰. 增施钾肥对日光温室番茄产量和品质的影响. 中国土壤与肥料, 2007(1): 44-47.
- [7] 李彦, 郭良进, 高贤彪, 等. 钾肥对大棚番茄产量和品质的影响. 山东农业科学, 2004(1): 60-61.
- [8] 孙红梅, 李天来, 须晖, 等. 不同氮水平下钾营养对大棚番茄产量及品质的影响. 沈阳农业大学学报, 2000, 31(1): 68-71.
- [9] 崔元珩, 杨华, 孙晓军, 等. 新疆加工番茄主要病害发生. 新疆农业科学, 2004, 41(3): 160-163.





## 莲藕平衡施肥技术示范效果

刘冬碧, 熊桂云, 张继铭, 范先鹏

湖北省农业科学院植保土肥研究所 武汉 430064

许小玲, 卢秀清

汉川市农业局土肥站/麻河农业服务中心 汉川 431600

莲藕在我国主要分布在长江中下游地区,是种植面积最大、经济价值最高的水生蔬菜品种之一<sup>[1]</sup>。近几年来,湖北省莲藕种植面积在100万亩左右,占全省水生经济作物种植面积的60-70%,是全国的莲藕生产大省<sup>[2]</sup>。然而莲藕单产并不高,湖北省莲藕平均单产一直在800-1300公斤/亩范围内徘徊,并且各产地之间参差不齐,差异很大<sup>[3]</sup>。湖北省农科院植保土肥所近年在全省几个主要莲藕产区开展了以莲藕生产、肥料投入和产出以及藕田土壤养分状况为重点的综合调查和分析,同时开展了莲藕平衡施肥技术试验研究和示范宣传。调查结果表明,施肥结构不合理和部分藕田病虫害发生严重是当前湖北省莲藕生产中的两个主要问题,施肥结构不合理具体表现为多数莲藕施氮肥过多、部分莲藕施用磷肥过多、钾肥投入严重不足、硼和锌等微量元素肥料极少施用。土壤分析和相关试验研究结果表明,氮、钾、磷、硼、锌是莲藕产量的主要养分限制因子,在莲藕主产区采用“减氮控磷增钾补硼补锌”措施是获得莲藕高产的主要生产技术之一。以下是2006年在湖北汉川市开展的莲藕平衡施肥示范结果,为各莲藕产区合理施肥提供参考。

### 1. 材料与方 法

#### 1.1 示范地点及供试土壤

示范地点在湖北省汉川市麻河镇吴门村,土壤类型为冲积物母质发育的潮土性水稻土。在2005年的调查基础上,选择5户代表性农户,问卷调查其历年来及当年藕田肥料投入产出等情况,将其代表性藕田选作示范田,采集土壤样品(0-30cm),用土壤养分状况系统研究法(AS1法)分析的土壤养分含量如下: pH 值 $6.38 \pm 0.40$ ,有机质 $0.88 \pm 0.05\%$ ,速效K $162 \pm 69.9$ 毫克/升(单位下同), $\text{NH}_4^+-\text{N}$  $36.1 \pm 19.2$ ,速效P $23.1 \pm 12.4$ ,有效B $0.48 \pm 0.11$ ,有效Zn $1.34 \pm 0.33$ 。

#### 1.2 莲藕品种

鄂莲五号和湖南白泡

#### 1.3 示范方法

示范设置(1)推荐施肥( $\text{NPKBZn}$ )、(2)习惯施肥和(3)不施钾肥( $\text{NPBZn}$ )3个处理(或推荐施肥和习惯施肥2个处理),不施钾肥处理是在推荐施肥基础上减去钾肥,示范不设重复,小区面积 $200-1000\text{M}^2$ 不等,各小区之间用塑料布隔离防止肥水和藕带互串。推荐施肥氮肥用尿素( $\text{N}46\%$ )、磷肥用普钙( $\text{P}_2\text{O}_5$ 12%)、钾肥用氯化钾( $\text{K}_2\text{O}60\%$ )、硼肥用持力硼( $\text{B}15\%$ )、锌肥用大粒锌( $\text{Zn}30\%$ ),氮、钾肥第1次施肥分别占总施用量的50%和60%,第2次追肥分别占30%和40%,氮肥第3次追肥占20%,磷肥、硼肥和锌肥全部在第1次施肥时施用。习惯施肥按当地农户习惯作法,并按其使用的肥料有效氮

分含量进行纯养分换算，施肥时期和田间管理与当地作法相同，但示范区域不防治病害。于 7 月上、中旬莲藕地上部生长盛期调查示范区莲藕长势情况，待 10 月份荷叶全部枯黄后测产。各田块习惯施肥和推荐施肥处理的施肥量见表 1。

表 1 莲藕平衡施肥技术示范的推荐处理和习惯处理施肥量

田块号	推荐施肥(公斤/亩)					习惯施肥(公斤/亩)				
	(N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	硼肥	锌肥)	(N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	硼肥	锌肥)
1 号田	2.2	8	15	0.2	0.2	40.5	27.0	15.0	0	0
2 号田	1.5	8	15	0.2	0.2	26.0	6.7	6.7	0	0
3 号田	2.0	10	20	0.2	0.2	25.3	16.0	6.7	0	0
4 号田	2.2	8	15	0.2	0.2	35.0	12.0	9.0	0	0
5 号田	2.0	10	20	0.2	0.2	34.0	10.0	18.0	0	0

## 2. 示范结果

### 2.1 平衡施肥对莲藕生长发育的影响

于 7 月 5 日调查示范区域莲藕长势情况，结果表明：(1) 与习惯施肥处理的荷叶相比，推荐施肥处理的荷叶叶片大小与之相当，荷叶高度略低，但荷叶叶柄明显粗壮，单位面积上荷叶数明显较多。(2) 减钾处理的荷叶高度较低、叶片较小、茎秆细弱，单位面积上的荷叶数较少。以上结果表明，平衡施肥能促进莲藕各部位生长协调、健壮，为提高抗逆性和取得高产打下基础。

表 2 莲藕平衡施肥技术示范的调查结果

田块号	处理	荷叶高度 (厘米)	荷叶叶片 直径(厘米)	荷叶叶柄 直径(厘米)	荷叶密度 (片/平方米)	中心病团 (个/亩)
1 号田	推荐	13.5	6.2	1.65		6.0
	习惯	14.2	6.1	1.56		4.2
	减钾	13.2	5.8	1.49		4.0
2 号田	推荐	13.0	6.5	1.73	13.3	0.7
	习惯	13.2	6.4	1.62	10.5	3.5
3 号田	推荐	13.8	6.0	1.63		
	习惯	14.2	6.1	1.56		
4 号田	推荐	13.7	6.4	1.70	13.7	2.0
	习惯	13.5	6.2	1.59	10.3	4.0
	减钾	11.9	5.5	1.45	9.8	9.8
5 号田	推荐	13.6	6.3	1.68		
	习惯	13.8	6.3	1.59		
	减钾	12.3	5.7	1.48		

## 2.2 平衡施肥对莲藕抗病能力的影响

7月18日调查的部分示范田块发病(腐败病)情况也列于表2,结果表明:增施钾肥和平衡施肥能明显减少莲藕田块的中心病团数,有效地减少病害的发生和蔓延。以1号田为例,在病原菌流行的情况下,推荐施肥处理发病较少,发病率低,而减钾处理和习惯施肥的莲藕发病率明显增加,说明无论是“适氮适磷低钾”还是“高氮高磷适钾”都属于氮、磷、钾肥结构不合理,都不利于提高莲藕的抗病性。

## 2.3 平衡施肥对莲藕产量和经济效益的影响

测产结果表明,推荐平衡施肥产量为1561.1828公斤/亩,习惯施肥产量为1134.1654公斤/亩,不施钾肥产量为1001.1441公斤/亩(表3)。农户习惯施肥处理尽管投入较高,每亩藕田肥料投入成本与推荐施肥相当,或高出推荐施肥处理30元以上(1号藕田习惯施肥每亩投入成本比推荐施肥高出126元),但由于其氮、磷、钾肥比例不合理(氮肥或氮磷肥较多、钾肥较少),而且没有施用硼肥和锌肥,产量一般比推荐施肥低9.5-16%,1号藕田习惯施肥处理施氮、磷量过高,同时遭受严重腐败病,比推荐施肥处理减产33.6%。总的来看,习惯施肥处理每亩比推荐施肥处理减少纯收入146.700元。不施钾肥处理比推荐施肥处理减产21.40%,扣除少投入的肥料和收获劳务成本(其它成本相同),比推荐施肥处理每亩减少纯收入317.614元。

表3 平衡施肥对莲藕产量和经济效益的影响

田块号	处理	亩产 (公斤)	减产量 (公斤/亩)	减产幅度 (%)	减少收入 (元/亩)	比推荐少 投肥料费 (元/亩)	比推荐少投 劳务费 (元/亩)	净减收入 (元/亩)
1号田	推荐	1708	-	-	-	-	-	-
	习惯	1134	574	33.6	689	-126	115	700
	减钾	1067	641	37.5	769	53	128	588
2号田	推荐	1641	-	-	-	-	-	-
	习惯	1467	174	10.6	209	-0.42	37	172
3号田	推荐	1561	-	-	-	-	-	-
	习惯	1401	160	10.2	192	14	32	146
4号田	推荐	1668	-	-	-	-	-	-
	习惯	1401	267	16.0	320	-3.4	53	301
	减钾	1001	667	40.0	800	53	133	614
5号田	推荐	1828	-	-	-	-	-	-
	习惯	1654	174	9.52	209	-3.8	35	212
	减钾	1441	387	21.2	464	7.0	77	317

注:莲藕、N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O的价格分别按2006年的均价1.20、3.80、3.33和3.50元/公斤计算,硼肥4.00元/200克,锌肥4.00元/200克。收获劳务费0.20元/公斤。其它投入成本相同。



## 2.4 小结

田间试验研究和示范结果都表明,平衡施肥促进莲藕各部分协调生长、荷叶高度适中、叶柄粗壮,抗逆性强(病虫害风害),可获得较高的产量和经济效益。在上述示范中,尽管供试土壤速效钾含量较高( $162 \pm 69.9$  毫克/升),莲藕增施钾肥仍然可获得明显的增产效果。针对湖北省莲藕产区的施肥现状和存在的的问题,提出莲藕平衡施肥措施为“减氮控磷增钾补硼补锌”,莲藕为喜钾作物,对钾的吸收量明显大于对氮的吸收量<sup>[1]</sup>,因此生产中尤其要重视钾肥的投入。

## 参考文献

- [1] 李双梅,李峰,黄新芳,柯卫东。主藕、整藕和子藕作种的繁殖效果。中国蔬菜,2003(5): 15-17。
- [2] 湖北农村统计年鉴。中国统计出版社,1992-2003。
- [3] 刘冬碧,熊桂云。莲藕钾肥用量及其施用效应的初步研究。见:中国东南地区农林复合系统中的植物营养与施肥,132-136。北京:中国农业出版社,2005。

上接 10 页

从表 4、表 5 可以看出,以  $OPT-N$  处理淀粉含量最高,其次是  $OPT$  处理, $OPT-P$  处理淀粉含量最低。说明减少氮肥用量可以增加马铃薯淀粉含量,减少磷钾肥用量降低马铃薯淀粉含量。

## 3. 结论与讨论

3.1 内蒙古自治区大部分农田为相对富钾地区,土壤钾素含量在  $65 \text{ mg/L}$  以上,长期以来不施或少施钾肥已经不适应农业高产优质的生产发展需求,特别是需钾量较高的马铃薯,研究表明增施钾肥增产效果显著。阴山北麓是马铃薯主要种植区域,该区域总的施肥量较少,土壤贫瘠,土壤氮磷含量较低,大部分试验氮肥效果大于磷肥效果,磷肥效果大于钾肥效果,说明当前大部分地区推荐施肥仍应当注意氮磷钾肥的配合施用。

3.2 在马铃薯生长发育过程中矿质元素通过参与同化物的合成、转运和分配过程,对马铃薯的生长发育及产量形成有着重要作用。内蒙古大部分地区土壤干旱缺水严重,特别是春季,因而氮素利用率不高,在进行的 11 项次试验中增施氮肥的肥料利用率(N)为  $14.1\% - 48.1\%$ ,平均  $29.5\%$ ;由于大多数土壤为栗钙土,对磷素的固定较强,增施磷肥的肥料利用率很低,11 项次试验结果表明,增施磷肥的肥料利用率( $P_2O_5$ )为  $6.1\% - 26.5\%$ ,平均  $14.4\%$ 。增施钾肥的肥料利用率( $K_2O$ )为  $16.1\% - 54.0\%$ ,平均  $35.4\%$ 。平均生产 1 吨马铃薯吸收 N  $5.46$  公斤, $P_2O_5$   $1.31$  公斤, $K_2O$   $5.51$  公斤。

3.3 试验结果表明,水浇地马铃薯淀粉含量低于旱地马铃薯。减少氮肥用量可以增加马铃薯淀粉含量,减少磷钾肥用量降低马铃薯淀粉含量。说明充足的水分和氮肥供应促进营养器官的生长,而增施磷钾肥促进淀粉的积累。





## 钾肥用量对酸性菜园土甘蓝产量和品质的影响

李建勇<sup>1</sup>, 蔡国学<sup>2</sup>, 漆华<sup>2</sup>, 韩淮安<sup>2</sup>,  
张国平<sup>1</sup>, 王正银<sup>1</sup>

1. 西南大学资源环境学院, 重庆北碚 400716

2. 重庆市江津区农业局, 重庆江津 400451

**摘要:** 采用定位试验研究了不同钾肥用量对酸性菜园土甘蓝产量和品质的效应。结果表明, 适量施钾能提高甘蓝产量并改善其品质, 产量和品质在不同年份差异较大。增施钾肥提高甘蓝产量15.3%~31.5%, 以中钾处理提高幅度最大。3年中钾肥用量对甘蓝硝酸盐含量的影响不一致, 以高钾处理的硝酸盐含量相对较低。施钾使甘蓝氨基酸和维生素C含量分别提高3.7%~46.7%和0.8%~18.1% (第3年低钾处理除外), 可溶性糖含量提高作用 (第3年除外) 则以中钾>高钾>低钾。

**关键词:** 酸性菜园土; 钾肥用量; 甘蓝; 产量; 品质

甘蓝 (*Brassica oleracea* L.) 在我国居民的蔬菜消费量中占有重要的地位。在我国北方, 甘蓝作为主要的冬季蔬菜, 对其合理施肥的种类、数量和配比研究得较多。我国南方的自然条件和农业条件较北方差异更大, 甘蓝栽培中科学施肥的研究较少。在当前蔬菜生产上偏施氮肥造成产量虽高而品质下降的情况较为普遍<sup>[1,2]</sup>, 同时菜园土壤常因过量施用氮肥而出现酸化现象。重庆地区酸性菜园土壤呈逐年增加之态势, 土壤酸化后有效钾等养分含量降低, 严重影响蔬菜的产量和品质。为此, 在该类土壤的蔬菜生产中增施钾肥具有重要的意义<sup>[3]</sup>。本文报道酸性菜园土上连续3年施用不同用量钾肥对甘蓝产量和品质的效应, 以期为科学施用钾肥、生产优质蔬菜提供理论依据。

### 1. 材料与方 法

#### 1.1 供试土壤

试验于2004年8月至2007年2月(3个栽培年度)在重庆市江津区吴滩镇无公害蔬菜基地进行。供试土壤为沙溪庙组母岩发育而成的酸性紫色土, 其理化性状为: pH 4.75, 有机质7.0克/公斤, 铵态氮、速效磷、钾、钙、镁、硫、铁、硼、锌含量分别为3.1, 6.75, 32.8, 1275, 272.6, 64.1, 248, 0.1, 2.6微克/毫升。

#### 1.2 供试作物

供试作物为甘蓝京丰2号。

#### 1.3 肥料

尿素 (N 46%), 磷酸氢二铵 (N 10%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 44%), 氯化钾 (K<sub>2</sub>O 60%)。



### 1.4 试验方法

试验设 4 个处理 (表 1), 4 次重复, 随机排列, 共 16 个小区。各小区面积为 8 平方米, 每小区栽甘蓝 26 株。氮 (N) 和磷 (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 分别按 30 公斤/亩和 15 公斤/亩施用, 各处理一致。试验中磷酸氢二铵、氯化钾全部混匀作基肥穴施, 施后盖土。甘蓝长出 6 片叶时第一次追肥 (攻苗肥), 施追肥 N 20%; 第二次施 N 40%; 第三次施 N 肥 40% (结球前期)。收获时取可食部分新鲜样品分成 2 份, 1 份直接测定硝酸盐、氨基酸和维生素 C 含量; 另 1 份在 85℃ 下杀青, 65℃ 烘干磨细过 0.25 毫米筛, 用于测定可溶性糖含量。

表 1 田间小区试验方案

处理	(K <sub>2</sub> O, 公斤/亩)	代码
对照	0	C K
低钾	1.0	K <sub>1</sub>
中钾	2.0	K <sub>2</sub>
高钾	3.0	K <sub>3</sub>

### 1.5 测定方法

土壤的基本农化性状由中国农科院中加合作土壤植株测试实验室按国际农化服务中心 (ASIS) 的方法<sup>[4]</sup>测定。甘蓝硝酸盐采用紫外分光光度法, Vc 采用 2,6-二氯酚酚滴定法, 还原糖采用 3,5-二硝基水杨酸显色—分光光度法, 氨基酸用茚三酮显色分光光度法测定<sup>[5]</sup>。甘蓝产量用新复极差法 (SSR 检验法) 进行统计分析<sup>[6]</sup>。



## 2. 结果与分析

### 2.1 钾肥用量对甘蓝产量的影响

3 年的结果 (表 2) 表明, 施钾水平与甘蓝产量呈明显的抛物线变化关系, 均以中钾处理为最高产量。各施钾处理均较对照 (CK) 显著增产, 平均增产 15.3% ~ 31.5%。施钾各处理间不同年份表现出明显差异, 其中第 1 年施钾处理间产量差异未达到显著水平, 而第 3 年各处理间均达极显著水平。第 2 年施钾处理中, 低钾与中钾处理产量差异达极显著水平, 但低钾与高钾间、中钾与高钾间产量差异却未能达到显著水平。3 年甘蓝产量表现一致的是中钾和高钾水平均比低钾水平高, 且中钾水平产量始终为最高; 3 年产量年度间相差较大, 可能是由于 3 年间气候差异明显, 水肥耦合度不一所致。钾能促进

植物的光能利用，增强光合作用，促进光合产物的运转，协调源、库关系，从而增加产量。本试验结果进一步验证了钾在作物中的显著增产作用，特别是在酸性菜园土壤上对叶类蔬菜甘蓝的增产作用，并且表明在本试验条件下，中钾（即每亩施  $K_2O$  20 公斤）为最适施钾水平。

表 2 不同钾肥用量处理的甘蓝产量（公斤/亩）

处理	第 1 年		第 2 年		第 3 年		平均值				
C K	4 4 7 0	b	B	2 6 3 5	c	C	2 9 6 9	d	D	3 3 5 8	1 0 0 . 0
$K_1$	5 0 5 3	a	A B	3 0 6 1	b c	B C	3 5 0 6	c	C	3 8 7 4	1 1 5 . 4
$K_2$	5 2 7 0	a	A	3 6 0 3	a	A	4 3 7 5	a	A	4 4 1 6	1 3 1 . 5
$K_3$	5 1 2 0	a	A B	3 4 1 5	a b	A B	4 0 2 1	b	B	4 1 8 5	1 2 4 . 6

## 2.2 钾肥用量对甘蓝品质的影响

### 2.2.1 硝酸盐

由表 3 可知，钾肥用量对甘蓝硝酸盐含量的作用在 3 年中表现不一致，第 1 年各施钾处理硝酸盐含量均高于对照，第 2 年则表现相反，第 3 年与对照相比呈现出有高有低的现象。其中第 3 年甘蓝硝酸盐含量较第 1、2 年显著降低，这可能是因为第 3 年收获较迟，在植物体内的硝酸盐有较长时间转化为其它含氮化合物。施钾处理中，中钾处理的硝酸盐含量在第 2 年和第 3 年为最高水平，第 1 年却是最低水平，表现较一致的是高钾处理硝酸盐含量均低于低钾处理。这些结果表明钾对甘蓝硝酸盐含量有一定的影响，其机理有待进一步研究。

### 2.2.2 氨基酸

3 年试验结果（表 3）表明，甘蓝氨基酸含量年度间有明显差异，第 3 年与第 1、2 年相比，相同处理氨基酸含量有显著提高，与硝酸盐含量呈现相反变化趋势。与对照相比，所有施钾处理的氨基酸含量均有不同程度的提高（3.7% ~ 46.7%）。在施钾处理中，除第 3 年中钾处理含量最低外，其余年份中钾处理氨基酸含量均为当年最高，高钾处理氨基酸含量均较低钾处理为高。表明施钾水平影响甘蓝氨基酸含量，随施钾量的增加，氨基酸含量有先升高再降低的趋势（与产量的抛物线变化特点相似）。增施钾肥，可以保持细胞质的 pH 值，硝酸还原酶活性增强，从而促使  $NO_3^-$  转化为  $NO_2^-$  进而转化为氨基酸。

### 2.2.3 维生素 c

甘蓝维生素 c 含量在年度间有一定差异（表 3）。与对照相比，施钾处理维生素 c 含量多数情况下有不同程度的增加，增加幅度为 0.8% ~ 18.1%。在施钾处理中，除第 2 年中钾处理外，甘蓝维生素 c 含量随施钾量的增加而增加，均以高钾处理高于其它处理。表明甘蓝植株体内维生素 c 的合成受施钾的促进大。

### 2.2.4 可溶性糖

甘蓝可溶性糖含量在年度间差异较大（表 3），与第 1、2 年相比，第 3 年可溶性糖含量显著增加，这可能是第 3 年的甘蓝生育期相对较长，糖分充分积累所致。与对照相比，各施钾处理可溶性糖含量年度间表现不一致，第 1 和第 2 年均表现为提高，第 3 年有所降低，以低钾处理降低比例较大。各施钾

处理中, 可溶性糖含量均表现为中钾 > 高钾 > 低钾, 表明适量施钾 (中钾) 有稳定地提高甘蓝可溶性糖含量的作用。

表 3 不同钾肥用量处理的甘蓝品质比较

处理	硝酸盐						氨基酸					
	第 1 年		第 2 年		第 3 年		第 1 年		第 2 年		第 3 年	
	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%
C K	1 275	100.0	1 868	100.0	874	100.0	272	100.0	169	100.0	702	100.0
K <sub>1</sub>	2 414	189.3	1 631	87.3	830	95.0	357	131.2	223	132.0	852	121.4
K <sub>2</sub>	1 643	128.9	1 783	95.4	890	101.8	399	146.7	246	145.6	728	103.7
K <sub>3</sub>	2 033	159.4	1 599	85.6	829	94.8	361	132.7	242	143.2	938	133.6
处理	维生素 c						可溶性糖					
	第 1 年		第 2 年		第 3 年		第 1 年		第 2 年		第 3 年	
	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%	毫克/公斤	%	%	%	%	%	%	%
C K	273	100.0	376	100.0	395	100.0	1.04	100.0	1.77	100.0	3.71	100.0
K <sub>1</sub>	278	101.8	418	111.2	384	97.2	1.27	122.1	2.10	118.6	3.13	84.3
K <sub>2</sub>	302	110.6	385	102.4	398	100.8	1.42	136.5	2.27	128.2	3.61	97.3
K <sub>3</sub>	316	115.8	444	118.1	439	111.1	1.39	133.6	2.11	119.2	3.49	94.1

### 3. 小结

3.1 酸性菜园土壤有效钾缺乏, 钾已经成为甘蓝产量限制因子之一。与对照相比, 施钾显著提高甘蓝产量。3 年田间试验表明, 以中钾处理甘蓝产量为最高。

3.2 在甘蓝品质方面, 适量施用钾肥可以降低硝酸盐含量, 提高氨基酸、v<sub>c</sub>、可溶性糖的含量, 从而提高了甘蓝的营养品质和卫生品质。各品质指标中, 硝酸盐含量以高钾处理相对较低 (食用安全性更好); 维生素 c 含量以高钾处理较高、中钾次之; 氨基酸、可溶性糖含量均以中钾处理最高, 高钾处理次之。综合甘蓝各品质看以中钾处理的效果最好。

3.3 三年连续施用钾肥的试验综合结果, 对甘蓝产量和品质的效应均以中钾处理最好, 即每亩施用 K<sub>2</sub>O 20 公斤可以获得供试酸性菜园土壤上甘蓝的优质高产。

#### 参考文献:

- [1] 郭熙盛, 吴礼树. 施用氮钾肥料对蔬菜品质影响的研究进展. 华中农业大学学报, 2002, 21(6): 593 ~ 598
- [2] 李晓林, 张福锁, 米国华. 平衡施肥与可持续优质蔬菜生产. 北京: 中国农业大学出版社, 2000: 3 ~ 8
- [3] 何天秀, 何成辉, Michel Marchand 等. N、K、Mg 营养平衡与甘蓝高产优质的关系. 西南农业学报, 1999, 12 (3): 50 ~ 56
- [4] 加拿大钾磷研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法. 北京: 中国农业科技出版社, 1992, 42 ~ 53.
- [5] 严国光, 王福均主编. 农业仪器分析法. 北京: 农业出版社, 1982, 283 ~ 285.
- [6] 白厚义, 肖俊璋. 试验研究及统计分析. 西安: 世界图书出版社, 1998, 120 ~ 128.

## 安徽省油菜平衡施肥技术

李录久<sup>1</sup>, 郭熙盛<sup>1</sup>, 许圣君<sup>2</sup>, 孙义祥<sup>1</sup>, 李红松<sup>2</sup>, 吴萍萍<sup>1</sup>

(1 安徽省农科院土肥所 合肥 230031, 2 寿县农技推广中心 232200)

**摘要:** 通过田间试验研究安徽省江淮丘陵地区油菜高产高效的平衡施肥技术。结果表明, 平衡施肥对油菜生长发育有良好的促进作用, 并能增加产值, 提高经济效益。三年试验平均, 油菜平衡施肥较不施氮肥、磷肥和钾肥的增产率分别为55.2%、14.8%和11.9%, 较农民习惯施肥产量提高12.6%。平衡施肥增收19.53-226.87元/亩, 产投比为1.99-6.32:1。

**关键词:** 油菜; 平衡施肥; 江淮丘陵区

油菜是安徽省主要油料作物, 全省常年种植面积1500万亩, 为我国油菜三大主产省。江淮地区是安徽省油菜主产区, 播种面积近1000万亩, 占安徽省油菜播种总面积的66%。江淮丘陵地形起伏, 土壤类型主要是黄褐土及由此发育的水稻土, 有效养分含量较低, 油菜产量长期低而不稳。近年随着我国化肥工业的发展, 农田化肥施用量不断增加, 作物产量稳步提高。然而, 由于施肥结构不合理, 偏施氮磷肥, 不施或很少施用钾肥及微量元素肥料, 土壤速效钾含量迅速下降, 微量元素缺乏, 影响了油菜产量的进一步提高, 降低了施肥的经济效益。因此, 开展油菜平衡施肥研究, 对指导农民合理施肥, 实现农业高产优质高效具有重要作用。自2002年起, 在国际植物营养研究所中国项目部的资助下, 开展了油菜营养诊断施肥研究, 取得了显著的增产增收效果。现将结果整理如下。

### 1. 材料与方法

#### 1.1 土壤养分状况

试验在安徽省寿县堰口镇进行。供试土壤为普通黄褐土和水稻土, 肥力中等, 播前0-20cm耕层土壤样品经北京中——加合作实验室分析, 养分状况见表1。

表1 供试土壤耕层基本农化性状

试验年度	pH (水)	有机质 (%)	土壤有效养分含量 (毫克/公斤)								
			氮N	磷P	钾K	硫S	硼B	铜Cu	铁Fe	锰Mn	锌Zn
2002-2003	6.15	0.65	8.1	11.8	84.0	35.0	0.95	5.6	30.9	79.0	1.95
2003-2004	6.70	0.52	12.7	15.0	47.5	23.0	1.18	2.0	12.6	1.7	1.90
2004-2005	6.80	1.05	10.2	19.9	58.7	17.9	0.65	2.2	10.7	17.7	1.50

#### 1.2 试验设计

试验设5个处理: ①OPT (N11P6K6, 施N、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O量分别为11、6和6公斤/亩); ②OPT-N; ③OPT-P; ④OPT-K; ⑤农民习惯施肥Farm er Pr. (施过磷酸钙和碳酸氢铵各50公斤/亩, 追尿素15公斤/亩)。氮肥—尿素, 磷肥—磷酸二铵, 钾肥—氯化钾。施肥方法为: 70%的氮肥和全部磷、钾肥作基肥施用, 30%氮肥作追肥。小区面积20.0m<sup>2</sup>, 重复4次, 完全随机区组排列。供试油菜品种为皖油菜18等当地主栽品种, 每年10月上中旬播种, 次年5月中下旬收获。其它栽培管理措施同当地一般大田油菜。





## 2 结果与分析

### 2.1 施肥对油菜生长发育的作用

表 2 的调查结果说明, 施用氮磷钾化肥对油菜的生长发育具有良好的促进作用, 油菜株高、分枝数增加, 单株结果数、每角果粒数和千粒重提高, 经济性状改善, 为产量提高打下了基础。不施氮肥时, 油菜分枝特别是二次分枝数急剧减少, 角果数下降, 千粒重降低。

表 2 施肥对油菜产量构成因素的影响 (3 年平均)

处理	株高 (厘米)	分枝数 (个)		角果数 (角 / 株)	角粒数 (粒 / 角)	千粒重 (克)
		一次	二次			
O P T	1 2 7 . 3	8 . 2 9	5 . 6 7	2 4 7 . 2	2 5 . 0	3 . 2 5
O P T — N	1 1 3 . 0	5 . 4 9	1 . 0 0	1 7 5 . 6	2 2 . 2	2 . 8 7
O P T — P	1 1 5 . 2	6 . 8 4	3 . 5 0	2 1 1 . 4	2 1 . 9	2 . 9 6
O P T — K	1 1 7 . 1	6 . 9 6	4 . 3 4	2 2 1 . 0	2 2 . 7	2 . 9 2
F a r m e r P r .	1 2 3 . 7	6 . 8 0	5 . 5 0	2 0 9 . 9	2 4 . 3	3 . 1 1

### 2.2 平衡施肥的增产效应

从表 3 可看出, 江淮丘陵地区, 氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥技术具有显著的增产效果, 油菜施氮的增产率为 34.5 ~ 88.4%, 施磷产量相对提高 10.3 ~ 21.1%, 施钾增产 11.0 ~ 13.0%, 较农民习惯施肥增产 10.6 ~ 15.1%, 平均增产率分别为 55.2%、14.8% 和 11.9% 及 12.6%, 达 5% 或 1% 显著水平。不施氮肥、磷肥或钾肥时, 油菜产量下降, 相应只有平衡施肥产量的 53.1 ~ 74.4%、82.6 ~ 90.6%、88.5 ~ 90.1%, 平均分别为 64.5%、87.1%、89.3%, 减产效应显著或极显著。

表 3 平衡施肥对油菜产量和经济效益的影响

年份	处理	代号	产量 公斤/亩	增产 公斤/亩	增产率 %	经济效益 元/亩	施肥 产投比
2002-2003	$N_{11}P_6K_6$	OPT (CK)	78.4	—	—	—	—
	$N_0P_6K_6$	OPT - N	55.0	-23.4	-29.8**	-58.67	2.88
	$N_{11}P_0K_6$	OPT - P	70.6	-7.8	-9.9*	-19.53	1.99
	$N_{11}P_6K_0$	OPT - K	69.4	-9.0	-11.5*	-22.53	2.88
	$N_{15}P_6K_0$	Farmer Pr.	70.9	-7.5	-9.6*	-18.93	—
2003-2004	$N_{11}P_6K_6$	OPT	153.9	—	—	—	—
	$N_0P_6K_6$	OPT - N	114.4	-39.5	-25.7**	-110.40	4.35
	$N_{11}P_0K_6$	OPT - P	139.4	-14.5	-9.4*	-40.40	3.02
	$N_{11}P_6K_0$	OPT - K	136.7	-17.2	-11.2*	-48.20	4.62
	$N_{15}P_6K_0$	Farmer Pr.	138.9	-15.0	-9.7*	-38.67	—
2004-2005	$N_{11}P_6K_6$	OPT	172.7	—	—	—	—
	$N_0P_6K_6$	OPT - N	91.7	-81.0	-46.9**	-226.87	6.32
	$N_{11}P_0K_6$	OPT - P	142.6	-30.1	-17.4**	-84.27	4.51
	$N_{11}P_6K_0$	OPT - K	155.6	-17.1	-9.9**	-48.00	4.00
	$N_{15}P_6K_0$	Farmer Pr.	150.0	-22.7	-13.1**	-63.53	—

\*2002、2003 和 2004 年油菜价格分别为 2.50、2.80 和 2.58 元/kg，N 为 2.60、3.00 和 3.88 元/kg， $P_2O_5$  为 3.30、3.33 和 4.00 元/kg， $K_2O$  为 2.00、2.22 和 2.67 元/kg。

### 2.3 施肥的经济效益分析

氮磷钾化肥配合施用的平衡施肥技术(OPT)，可有效提高油菜的产值，增加农民经济收入(表3)。最佳施肥处理较不施氮肥的对照增收 58.67 ~ 226.87 元/亩，施用氮肥的产投比达 2.88 ~ 6.32:1；较不施磷肥的对照增收 19.53 ~ 84.27 元/亩，施用磷肥的产投比为 1.99 ~ 4.51:1；较不施钾肥的对照增收 22.53 ~ 48.20 元/亩，施用钾肥的产投比达 2.88 ~ 4.62:1；OPT 较农民习惯施肥增收 18.93 ~ 63.53 元/亩。

## 3. 小结

3.1 施用氮磷钾肥对油菜的生长发育具有良好的促进作用，油菜株高、分枝数增加，单株结果数、每角果粒数和千粒重提高，经济性状改善。

3.2 氮磷钾配合施用的平衡施肥技术具有显著的增产效果，油菜施氮的增产率为 34.5 ~ 88.4%，施磷产量相对提高 10.3 ~ 21.1%，施钾增产 11.0 ~ 13.0%，较农民习惯施肥产量增长 10.6 ~ 15.1%，平均增产分别为 55.2%、14.8% 和 11.9% 及 12.6%。

3.3 平衡施肥可有效增加油菜产值，提高经济效益。每亩增收 19.53 ~ 226.87 元，施肥产投比为 1.99 ~ 6.32:1。





## 甘肃玉米磷、锌效应研究

赖丽芳<sup>1</sup>, 胡志桥<sup>1</sup>, 郭天文<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 甘肃省农科院土肥所 甘肃 兰州 730070

<sup>2</sup> 甘肃省农科院旱农所 甘肃 兰州 730070

磷素和锌素是限制玉米增产的两个关键因子,但二者的使用不当,磷、锌的拮抗作用则会大大降低玉米产量,如何避免磷锌相互拮抗,利用相互促进作用达到增产是本试验的目的所在。经室内分析、吸附试验、盆栽及大田试验,在了解土壤养分状况的基础上,在当地主要种植模式玉米单作开展磷、锌效应研究,以确定磷、锌的合理施用量与施用比例。

本研究的目标是确定单作玉米的适宜磷、锌肥量及不同磷水平下锌对玉米产量与效益的影响,为玉米的平衡施肥推荐积累数据,为缺锌地区磷锌肥投入提供参考,本研究初次探索投入肥料的 $P_2O_5/ZnO$ 。

### 1. 材料与方法

#### 1.1 试验材料

试验设在甘肃省河西走廊中部的武威市永昌镇白云村( $38^{\circ}4'N, 102^{\circ}5'E$ ),属中温带内陆干旱荒漠区。海拔1504米,年降水量约150毫米,年均温度7.8℃,无霜期150天,大于10℃的年有效积温约为1500~3000℃,属于典型的两季不足、一季有余的自然生态区。农业生产采用地下水灌溉。土壤类型为灌漠土。试验地耕层0~20厘米土壤养分状况见表1。

表1 试验地养分状况(毫克/升)

pH	OM (%)	Ca	Mg	K	N	P	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
8.3	1.1	2042.1	235.7	144.7	16.5	43.7	71.6	6.1	1.9	37.5	22.2	1.5

#### 1.2 试验设计与施肥

本研究采用土壤养分状况系统研究法<sup>[1]</sup>。试验统一N、K及微量元素等养分用量,调整P、Zn用量,根据当地磷肥投入水平调查资料设置两个磷肥水平,三个锌肥水平,共设6个处理,为(1) $P_1Zn_1$ (2) $P_1Zn_2$ (3) $P_1Zn_3$ (4) $P_2Zn_1$ (5) $P_2Zn_2$ (6) $P_2Zn_3$ 。各处理肥料用量见表2。试验小区面积18平方米,重复3次,随机区组排列。小区间筑埂。氮肥的20%在播前基施,40%于玉米拔节期随水撒施,40%于大喇叭口期浇水前穴施,其它肥料在播前一次性施入。试验地前茬为小麦,供试作物品种为沈单16号,肥料种类:尿素(含N46%)、重过磷酸钙(含 $P_2O_5$ 46%)、氯化钾(含 $K_2O$ 60%)、硼砂(含B10%)、硫酸锌( $ZnSO_4$ ,含Zn20%)、硫酸铜( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ,含Cu25%)。

#### 1.3 试验方法

本研究于2001年10月作物收获后,秋耕冬灌前采集土样送中国农科院土肥所中一加合作土壤植物测试实验室进行测定分析,结果表明土壤K、S、Cu、B、Mn、P富余,N、Zn亏缺,同年采集土样进行盆栽试验,2002年开展大田验证试验,结果表明土壤养分限制因子主要是N,其次是Cu、B,施钾有效。但2003年大田玉米调查显示缺锌比较普遍,2004年开展玉米磷锌效应研究。

表2 各处理的肥料用量(公斤/亩)

处理	尿素	重过磷酸钙	氯化钾	硫酸铜	硼砂	硫酸锌
P1Zn1	43.5	8.7	16.7	0.7	2.0	0.8
P1Zn2	43.5	8.7	16.7	0.7	2.0	1.6
P1Zn3	43.5	8.7	16.7	0.7	2.0	2.4
P2Zn1	43.5	17.4	16.7	0.7	2.0	0.8
P2Zn2	43.5	17.4	16.7	0.7	2.0	1.6
P2Zn3	43.5	17.4	16.7	0.7	2.0	2.4

## 2. 结果与分析

### 2.1 低磷水平锌对玉米经济性状与产量的影响

试验结果显示：低磷肥水平下，不同锌肥施用量影响玉米的株高、穗粒数和百粒重，施锌1.6公斤/亩的株高最高，为228.7厘米，穗粒数与百粒重最大，分别为580粒和40.9克；与施锌0.8公斤/亩和2.4公斤/亩处理的相比，施锌1.6公斤/亩处理的玉米株高增加了5.2-5.7厘米，穗粒数增加了6-2.7粒，百粒重增加了2.2克。随锌肥用量增加玉米产量与产值增加(表3)，其中施锌1.6公斤/亩的处理玉米产量与产值最高，分别为931公斤/亩和1024元/亩，较施锌0.8公斤/亩处理增产玉米42公斤/亩，增产幅度4.7%，增收46元/亩，纯收入增加43元/亩；较施锌2.4公斤/亩的处理增产玉米15公斤/亩，增产幅度1.5%，增收16元/亩，纯收入增加19元/亩。不同处理投入肥料中的 $P_2O_5/ZnO$ 值计算结果(表3)表明随 $P_2O_5/ZnO$ 值的减小，玉米产量与产值增加， $P_2O_5/ZnO$ 值为1.3时，即 $8 < P_2O_5/ZnO < 2.5$ 时，玉米产量与产值最大，纯收入增值也最高。

表3 低磷水平锌对玉米产量与产值的影响

处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	增产量 (公斤/亩)	增产率 (%)	增收 (元/亩)	成本增加 (元/亩)	纯收入增加 (元/亩)	$P_2O_5/ZnO$
P1Zn1	889	978	0	0	0	0	0	2.5
P1Zn2	931	1024	42	4.7	46	3	43	1.3
P1Zn3	916	1008	27	3.1	30	6	24	8

### 2.2 高磷水平锌对玉米经济性状与产量的影响

试验结果显示：高磷肥水平下，不同锌肥用量对玉米经济性状影响差异不大，而对玉米产量的影响差异较大。产量结果(表4)显示：高磷水平下，施锌1.6公斤/亩处理的玉米产量与产值最低，分别为944公斤/亩和1039元/亩，施锌2.4公斤/亩处理的玉米产量和产值最高，分别为1100公斤/亩和1210元/亩；与施锌1.6公斤/亩处理相比，施锌0.8公斤/亩处理增产玉米42公斤/亩，增加产值46元/亩，增产幅度4.4%，纯收入增加49元/亩；施锌2.4公斤/亩处理增产玉米156公斤/亩，增加产值171元/亩，增产幅度16.5%，纯收入增加168元/亩。不同处理投入肥料中的 $P_2O_5/ZnO$ 值计算

结果(表 4)表明:  $P_2O_5/ZnO$  值为 2.5 时, 玉米产量最低,  $P_2O_5/ZnO$  值为 1.7, 即  $P_2O_5/ZnO < 2.5$  时, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。说明适宜的锌肥用量并保证投入肥料中合理的  $P_2O_5/ZnO$  值可显著提高玉米产量与产值, 提高玉米生产的经济效益。

表 4 高磷水平锌对玉米产量与产值的影响

处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	增产量 (公斤/亩)	增产率 (%)	增收 (元/亩)	成本增加 (元/亩)	纯收入增加 (元/亩)	$P_2O_5/ZnO$
P 2 Z n 1	986	1085	42	4.4	46	-3	49	5.0
P 2 Z n 2	944	1039	0	0	0	0	0	2.5
P 2 Z n 3	1100	1210	156	16.5	171	3	168	1.7



### 3. 小结

低磷水平下, 随锌肥用量增加, 玉米产量与产值增加, 施锌肥 1.6 公斤/亩的处理玉米产量与产值最高, 分别为 931 公斤/亩和 1024 元/亩; 随肥料  $P_2O_5/ZnO$  值的减小, 玉米产量与产值增加, 肥料  $P_2O_5/ZnO$  值为 1.3, 即  $8 < P_2O_5/ZnO < 2.5$  时, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。

高磷水平下, 施锌肥 1.6 公斤/公顷处理的玉米产量与产值最低分别为 944 公斤/亩和 1039 元/亩, 施锌肥 2.4 公斤/亩处理的玉米产量和产值最高分别为 1100 公斤/亩和 1210 元/亩; 肥料  $P_2O_5/ZnO$  值为 2.5 时, 玉米产量最低, 肥料  $P_2O_5/ZnO$  值为 1.7, 即  $P_2O_5/ZnO < 2.5$  时, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。

综上所述, 不同磷水平下, 适宜的锌肥用量和投入肥料中合理的  $P_2O_5/ZnO$  值可显著提高玉米产量与产值, 肥料  $P_2O_5/ZnO$  值在 8 至 2.5 间, 玉米产量与产值最大, 纯收入增值也最高。



## 测土配方施肥对云南楚雄水稻产量影响

李洪文<sup>1</sup>, 付利波<sup>2</sup>, 陈华<sup>2</sup>, 李春莲<sup>1</sup>, 寇兴荣<sup>3</sup>, 洪丽芳<sup>2</sup>

1 云南省楚雄州双柏县土肥站 2 云南省农科院环资所  
3 楚雄州土肥站

**摘要:** 本试验针对云南省楚雄州多数农民施肥存在重氮、轻磷忽视钾的现状开展了测土配方施肥研究。试验结果表明: 与当地习惯施肥相比, 应用测土配方施肥技术具有改善水稻主要经济性状, 促进水稻健康生长, 可进一步提高云南楚雄紫色土区水稻产量产值, 扣除投入成本, 测土配方施肥比当地习惯施肥净增产值79.94~104.73元/亩, 平均93.0元/亩; 较对照净增产值32.01~127.82元/亩, 平均71.8元/亩, 增加了种稻农民经济收入。

**关键词:** 测土配方; 平衡施肥; 水稻

楚雄州地处云贵高原西部, 耕地面积238.36万亩。紫色土性水稻土是最主要的耕作土壤, 面积约128万亩, 每年种植水稻120万亩, 占总耕地面积的50.3%, 主要分布在平坝地区, 具有滇中粮仓之称。但楚雄州多数农民施肥重氮、轻磷、忽视钾, 施肥存在一定盲目性。开展水稻测土配方平衡施肥具有示范作用。本试验旨在为楚雄州示范推广水稻测土配方平衡施肥技术提供依据。

### 1. 材料与方法

#### 1.1 供试土壤基本情况

试验于2005年在双柏县大庄镇柏大村进行, 平均海拔1500米, 土壤为紫色土性水稻土, 前作蚕豆, 试验前采用“之”字形取样法取土样分析。分析结果见表1:

表1 水稻测土配方施肥试验前土样分析结果

试验点户主	速效氮 (毫克/公斤)	速效磷 (毫克/公斤)	速效钾 (毫克/公斤)
苏家培	145.0	5.8	120.0
苏长富	137.0	3.5	89.9
苏世凯	156.0	19.8	110.0
苏杰	137.0	9.9	160.0

#### 1.2 试验设计

试验设三个处理(表2), 三次重复, 随机区组排列, 小区面积0.03亩。供试品种为三系杂交水稻II优838。

表 2 水稻测土配方施肥试验处理

单位: 公斤/亩

农户	苏家培户			苏长富户			苏世凯户			苏杰户			
	项目	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
试验处理	测土配方	14.3	8.1	6.0	14.5	9.0	9.0	14.2	4.5	7.5	14.4	6.6	6.6
	习惯	12.6	9.2	2.0	12.6	9.2	2.0	12.6	9.2	2.0	12.6	9.2	2.0
	对照	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

### 1.3 供试肥料

尿素 (含 N 46%) , 普通过磷酸钙 (含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 16%) , 农用硫酸钾 (含 K<sub>2</sub>O 50%) 。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 测土配方施肥对水稻产量的影响

从表 3 可见, 测土配方施肥比当地习惯施肥增产。其中: 苏家培户增产 72.3 公斤/亩, 增 9.6% , 苏长富户增产 70.1 公斤/亩, 增 12.4% , 苏世凯户增产 66.4 公斤/亩, 增 9.6% , 苏杰户增产 64.0 公斤/亩, 增 9.7% ; 苏家培户、苏世凯户、苏杰户试验点的各处理间产量差异达极显著水平。试验说明测土配方施肥能显著提高水稻产量。

表 3 水稻测土配方施肥试验实收产量

试验地点	处理	产量	测土比习惯增产		比对照增产	
		(公斤/亩)	公斤/亩	%	公斤/亩	%
苏家培	测土配方施肥	822.0 A	+72.3	+9.6	+81.4	+11.0
	当地习惯施肥	749.7 B	-	-	+9.1	+1.2
	不施化肥(c k)	740.6 C	-	-	-	-
苏长富	测土配方施肥	634.9 A a	+70.1	+12.4	+146.2	+29.9
	当地习惯施肥	564.8 A b	-	-	+76.1	+15.6
	不施化肥(c k)	488.7 B c	-	-	-	-
苏世凯	测土配方施肥	755.3 A	+66.4	+9.6	+113.6	+17.7
	当地习惯施肥	688.9 B	-	-	+47.2	+7.4
	不施化肥(c k)	641.7 C	-	-	-	-
苏杰	测土配方施肥	725.7 A	+64.0	+9.7	+82.4	+12.8
	当地习惯施肥	661.7 B	-	-	+18.4	+2.9
	不施化肥(c k)	643.3 C	-	-	-	-

注: 同一列中数据后的大写字母不同代表产量差异达极显著水平, 小写字母不同代表达显著水平

此外, 从表 4 可看出, 四个试验点产量平均, 测土配方施肥比当地习惯施肥增产 68.2 公斤/亩, 增 10.2% , 比对照增产 105.9 公斤/亩, 增 16.9% , 当地习惯施肥比对照增产 37.7 公斤/亩, 增 6.0% 。

地点间 F 值、处理间 F 值达极显著水平, 地点×处理 F 值达显著水平。测土配方施肥产量与对照



产量比较, 差异达极显著水平, 当地习惯施肥与对照产量比较, 差异也达极显著水平。

表 4 水稻测土配方施肥试验结果统计分析表

处理	四个试验点产量 平均 (公斤/亩)	测土比习惯增产		比对照增产	
		(公斤/亩)	%	(公斤/亩)	%
测土配方施肥	734.5 A a	+68.2	+10.2	+105.9	+16.9
当地习惯施肥	666.3 A a	-	-	+37.7	+6.0
不施化肥(c k)	628.6 B b	-	-	-	-

### 2.2 测土配方施肥对水稻经济效益的影响

表 5 水稻测土配方施肥经济效益分析

农户	处理	产量 (公斤/亩)	产值 (元/亩)	肥料投入 (元/亩)	净增 (+) 减 (-) 收 (元/亩)	
					较习惯施肥	较对照
苏家培	测土	822.0	1479.6	114.5	+104.7	+32.0
	习惯	749.7	1349.5	89.1	-	-
	对照	740.6	1333.1	0.0	-	-
苏长富	测土	634.9	1142.8	135.3	+79.9	+127.8
	习惯	564.8	1016.6	89.1	-	-
	对照	488.7	879.7	0.0	-	-
苏世凯	测土	755.3	1359.5	111.5	+97.2	+93.0
	习惯	688.9	1240.0	89.1	-	-
	对照	641.7	1155.1	0.0	-	-
苏杰	测土	725.7	1306.3	114.0	+90.3	+34.3
	习惯	661.7	1191.1	89.1	-	-
	对照	643.3	1157.9	0.0	-	-

注: 尿素 1.8 元/公斤、普钙 0.5 元/公斤、硫酸钾 2.8 元/公斤、稻谷 1.80 元/公斤

从表 5 可知, 水稻测土配方施肥经济效益十分显著, 扣除投入成本, 苏家培、苏长富、苏世凯、苏杰测土配方施肥分别比当地习惯施肥净增产值 104.7 元/亩、79.9 元/亩、97.2 元/亩、90.3 元/亩, 分别增 8.3%、8.6%、8.4%、8.2%, 分别较对照净增产值 32.0 元/亩、127.8 元/亩、93.0 元/亩、34.3 元/亩, 分别增 2.4%、14.5%、8.1%、3.0%。测土配方施肥能显著提高水稻经济效益。

### 2.3 测土配方施肥对水稻主要经济性状的影响

从表 6 的统计分析可见, 在 4 组试验中, 测土配方施肥亩有效穗比当地习惯施肥增加 0.4—1.1 万穗, 平均增加 0.75 万穗, 稻曲病穗率比当地习惯施肥降低 2.1—16.6 个百分点, 平均降低 8.0 个百

表 6 水稻测土配方施肥试验主要经济性状表

项目	基本苗 (万/亩)	最高茎蘖 (万/亩)	有效穗 (万/亩)	株高 (厘米)	穗长 (厘米)	穗均总粒 (粒)	穗均空秕率 (%)	稻曲病		穗均实粒数 (粒)	千粒重 (克)	
								穗均病 穗率(%)	穗均病 粒率(%)			
苏家培	测土	6.0	33.2	18.9	109.1	22.8	185.9	25.3	2.7	1.1	138.9	27.3
	习惯	6.0	31.4	17.9	108.1	22.6	176.7	22.8	6.4	2.6	136.4	26.9
	对照	6.0	25.8	15.4	102.1	22.6	161.4	19.0	4.0	1.2	130.8	28.1
苏长富	测土	4.8	29.6	16.6	108.5	23.6	176.1	21.6	3.6	3.9	138.1	26.7
	习惯	4.8	28.6	16.2	109.0	23.5	163.1	20.4	5.7	1.4	129.9	27.1
	对照	4.8	18.5	12.4	98.3	22.3	131.1	12.2	0.0	0.0	115.2	28.2
苏世凯	测土	4.8	25.8	15.9	113.8	23.4	189.2	21.6	10.0	7.4	148.4	28.1
	习惯	4.8	25.6	15.4	114.0	23.4	184.8	19.8	26.6	25.3	148.2	17.9
	对照	4.8	21.6	13.4	109.5	23.3	173.8	17.0	9.6	9.1	144.2	28.6
苏杰	测土	4.8	26.8	16.9	109.1	23.1	185.6	20.7	12.6	18.0	147.27	26.5
	习惯	4.8	22.9	15.8	108.3	23.0	184.4	15.5	22.3	19.9	145.8	26.9
	对照	4.8	18.9	14.3	103.4	22.6	149.0	13.7	3.6	2.0	128.6	28.2

分点；病粒率平均降低 4.7 个百分点。测土配方施肥穗均实粒数比当地习惯施肥平均增加 3.1 粒。

测土配方施肥的最高茎蘖数比当地习惯施肥明显增加。

在 4 组试验中，各处理间的株高、穗长、剑叶长宽无明显差异。

在水稻孕穗期和灌浆乳熟期分别对试验各处理进行调查，测土配方施肥区的叶色比当地习惯施肥区深 0.4 级，当地习惯施肥区比空白对照深 1.5 级。说明养分释放平稳、持续时间长。

从田间的直观反应来看，测土配方施肥水稻移栽后返青快，苗期个体生长均匀整齐，分蘖进度平稳，水稻个体和群体生长量较协调，为增产增收打下了一定的物质基础。

测土配方施肥水稻供肥平稳，返青后，叶色浓绿，进入灌浆乳熟期褪色缓慢，蜡熟期剑叶还有一定的绿叶面积，利于稻粒成熟饱满。

试验表明，应用测土配方施肥的田块供肥平稳、肥效持续时间较习惯施肥区长，有利于稻株个体的稳健生长，后期转色落黄一致。

### 致谢

云南省双柏县土壤肥料工作站施文发、苏玉，大庄镇农技站苏剑涛、李旺梅等同志参加了田间试验工作，谨此致谢。

### 参考文献：

- [1] 陈伦寿等，农田施肥原理与实践，农业出版社，1984 年；
- [2] 高祥照等，肥料实用手册，中国农业出版社，2002 年；
- [3] 郑圣先等，高产两系杂交水稻营养特性的研究。《迈向 21 世纪的土壤科学》。中国第九次土壤学会湖南卷论文集。湖南科学技术出版社，1999 年。



## 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<sup>[1]</sup>。

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<sup>[2]</sup>, 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<sup>[3]</sup>, 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<sup>[4-5]</sup>。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 K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 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 <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> 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 $N$ 、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 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 $N$ 、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 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%
O P T(N2P2K2)	182.4	ab A	385.8	a A	184.4	a A	226.9	a A	144.4	b B
O P T-N	123.7	d C	215.3	e D	113.8	d C	123.2	e D	52.4	e E
O P T-P	129.9	d C	221.0	e D	119.0	d C	133.6	de D	114.8	d D
O P T-K	146.3	cd BC	287.5	d C	119.5	d C	143.2	d D	116.5	d D
N 1 P 2 K 2	169.3	abc AB	295.3	c C	168.3	b B	200.0	c C	139.1	b BC
N 3 P 2 K 2	171.1	abc AB	374.2	a A	161.8	bc B	223.8	a AB	144.3	b B
N 2 P 1 K 2	177.6	ab AB	360.8	b B	164.6	bc B	202.5	bc BC	141.5	b B
N 2 P 3 K 2	157.2	bc ABC	373.6	a A	185.5	a A	222.1	a ABC	141.1	b B
N 2 P 2 K 1	169.2	abc AB	376.7	a A	159.3	c B	215.5	abc ABC	130.2	c C
N 2 P 2 K 3	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 $N$ 、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 的最佳施用量为9公斤/亩、13公斤/亩、20公斤/亩,小麦最佳施 $N$ 、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 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%
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, 不同养分管理水平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 不同养分管理水平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(N<sub>1</sub>)、低 P(P<sub>1</sub>) 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(K<sub>2</sub>) 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(P<sub>1</sub>)、低 K(K<sub>1</sub>) 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(N<sub>2</sub>) 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、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 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、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>、K<sub>2</sub>O 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



## 冬瓜氮磷钾肥配施效应研究

李国良, 姚丽贤, 付长营, 何兆桓, 周昌敏  
(广东省农科院土壤肥料研究所, 广州 510640)

**摘要:** 结合冬瓜果实特点与营养吸收特性, 探讨冬瓜氮磷钾化肥配施效应。结果表明, 每生产 1 吨冬瓜果实需要吸收的总养分为 N 1174.8 克、P 241 克、K 2374 克、Ca 1194 克、Mg 141 克、S 116 克、B 3.1 克和 Zn 1.8 克。在土壤有效磷丰富, 有效氮、钾缺乏及施有机肥条件下, 施磷稍微减产, OPT-N 处理比 OPT 处理减产 7.0%, OPT-K 处理显著减产 14.4%, 种植效益分别降低 8.5% 及 21.0%; 氮、钾肥产出率分别为 29.5 公斤冬瓜/公斤 N 及 61.2 公斤冬瓜/公斤 K<sub>2</sub>O。在土壤有效氮、磷、钾极缺乏及不施有机肥条件下, OPT-N 与 OPT-K 处理分别比 OPT 处理显著减产 21.2% 及 31.3%, OPT-P 处理减产 12.5%; 种植效益分别降低 60.4%、99.1% 及 40.1%。氮、磷、钾肥产出率分别为 41.5 公斤冬瓜/公斤 N、81.3 公斤冬瓜/公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 及 61.0 公斤冬瓜/公斤 K<sub>2</sub>O。研究表明, 中低产田种植冬瓜时, 更应重视氮磷钾肥的合理平衡施用。

**关键词:** 冬瓜; 氮磷钾; 营养特性; OPT; 产出率

广东省佛山市三水区大塘镇是国务院批准挂牌的蔬菜专业镇。当地农户常年以种植各种蔬菜为主。其中, 黑皮冬瓜是该镇的主要蔬菜品种之一, 已有近 30 年的种植历史, 每年种植面积超过 30000 亩。黑皮冬瓜具皮色墨绿、肉质致密、耐贮运的特点而深受广大消费者青睐, 产品远销东南沿海各省。由于冬瓜产量高, 经济效益较好, 近年来冬瓜种植面积不断扩大。然而, 省内对于冬瓜的施肥技术一直缺乏研究。根据我们以往进行的农户调查, 发现当地农户长期偏施磷肥, 土壤调查结果也显示该地区土壤富磷。本文旨在结合冬瓜果实特点及营养吸收特性, 探讨在不同土壤养分肥力条件下冬瓜氮、磷、钾化肥配施效应, 为冬瓜的合理施肥提供科学依据。

### 1. 材料与方法

2005 年 4 月—7 月在佛山市三水区大塘镇大塘村布置了两个冬瓜肥料试验。土壤养分状况由中加合作土壤植株测试实验室分析, 结果详见表 1。其中, 试验一土壤有效氮、钾含量缺乏, 有效磷等其他养分含量丰富, 土壤养分肥力属中上水平。试验二土壤有效氮、磷、钾含量极缺乏, 有效镁及锌缺乏, 其他养分含量为中上水平, 土壤养分肥力整体较低。

表 1 供试土壤理化性质

地点	pH	OM (克/公斤)	有效养分 (毫克/升)										
			NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
大塘 1	5.0	17.0	13.9	82.3	50.9	1409	97.2	209.5	0.85	5.0	343.6	38.2	8.1
大塘 2	6.2	14.0	4.6	6.2	19.6	735	37.7	28.7	0.45	1.1	36.4	14.2	0.85

两个试验点均设 OPT、OPT-N、OPT-P、OPT-K 四个处理, 三次重复, 随机区组排列。两试验小

区面积分别为 31.24 平方米和 27.3 平方米，种植株数分别为 23 株/小区 (490 株/亩) 和 21 株/小区 (512 株/亩)。



冬瓜分别于 2005 年 4 月 5 日和 4 月 20 日种植，品种均为黑皮冬瓜，冬瓜全生育期肥料施用量见表 2。试验一在施牛粪尿 600 公斤/亩基础上进行，底肥氮磷钾化肥各占总化肥用量的 35%，抽蔓肥占 18%，结瓜肥占 47%。6 月 25 日收获冬瓜。试验二不施有机肥，底肥氮磷钾化肥各占总化肥量的 25%，苗期施水肥 3 次，合计占 15%，抽蔓肥占 20%，结瓜肥占 40%。7 月 13 日收获冬瓜。两个试验各小区冬瓜分别单收及称重量，记录产量。取冬瓜植株分茎叶、瓜肉、瓜瓤、瓜皮和种子进行养分含量分析，调查冬瓜果实构成。

表 2 不同处理冬瓜全生育期肥料用量

处理	化肥养分 (公斤/亩)			化肥用量 (公斤/亩)			有机肥 (公斤/亩)
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	尿素	普钙	氯化钾	
<b>试验一</b>							
OPT	15.3	4.6	15.3	33.3	38.3	25.5	600.0
OPT-N	0.0	4.6	15.3	0.0	38.3	25.5	600.0
OPT-P	15.3	0.0	15.3	33.3	0.0	25.5	600.0
OPT-K	15.3	4.6	0.0	33.3	38.3	0.0	600.0
<b>试验二</b>							
OPT	18.0	5.4	18.0	39.1	45.0	30.0	0.0
OPT-N	0.0	5.4	18.0	0.0	45.0	30.0	0.0
OPT-P	18.0	0.0	18.0	39.1	0.0	30.0	0.0
OPT-K	18.0	5.4	0.0	39.1	45.0	0.0	0.0

注：尿素含 N 46%，普钙含 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 12%，氯化钾含 K<sub>2</sub>O 60%。

## 2. 结果与分析

### 2.1 冬瓜果实特点

综合两试验冬瓜果实特点见表 3。冬瓜含有大量水分，整个冬瓜含水量达 95.4%。其中，瓜肉的含水量高达 95.9%，瓜皮和瓜瓤分别为 88.1% 和 96.2%，种子也含有 76.7% 的水分。在冬瓜总鲜重中，瓜肉占 87.2%，瓜皮和瓜瓤分别占 5.2% 和 7.1%，种子仅占 0.5%。

表 3 冬瓜果实构成及含水量（鲜重，%）

项目	瓜肉	瓜皮	瓜瓤	种子	合计
含水量	95.9	88.1	96.2	76.7	—
占总重百分数	87.2	5.2	7.1	0.5	100

### 2.2 养分吸收特点

综合两试验点冬瓜植株各部位的养分吸收情况见表 4。数据显示，冬瓜果实吸收的养分绝大部分累积在果肉中。在单瓜重平均为 10.7 公斤情况下，每个冬瓜果实的养分吸收量为 N 7.32 克、P 1.75 克、K 14.31 克、Ca 2.23 克、Mg 0.69 克、S 0.64 克、B 14.3 毫克和 Zn 10.5 毫克，单株地上部吸收的总养分为 N 12.57 克、P 2.58 克、K 25.40 克、Ca 12.78 克、Mg 1.51 克、S 1.24 克、B 32.9 毫克和 Zn 19.7 毫克。以此计算每吨冬瓜果实带走的养分量为 N 684 克、P 159 克、K 1337 克、Ca 208.4 克、Mg 64 克、S 60 克、B 1.3 克和 Zn 1.0 克，每产生 1 吨冬瓜果实需要吸收的总养分为 N 1174.8 克、P 241 克、K 2374 克、Ca 1194 克、Mg 141 克、S 116 克、B 3.1 克和 Zn 1.8 克，养分吸收比例 N:P:K:Ca:Mg:S:B:Zn 为 1:0.21:2.02:1.02:0.12:0.10:0.003:0.002，即冬瓜需要吸收的 K 最多，Ca、N 次之，然后为 P、Mg 和 S。

表 4 一个冬瓜植株各部位养分吸收量及比例

部位	N (克)	P (克)	K (克)	Ca (克)	Mg (克)	S (克)	B (毫克)	Zn (毫克)
瓜肉	5.0	1.22	11.83	1.71	0.49	0.46	12.0	7.3
瓜皮	1.22	0.22	1.50	0.40	0.10	0.08	1.4	1.0
瓜瓤	0.65	0.17	0.81	0.08	0.05	0.05	0.9	1.2
种子	0.45	0.14	0.17	0.04	0.05	0.04	0.1	1.1
果实合计	7.32	1.75	14.31	2.23	0.69	0.64	14.3	10.5
茎叶	5.25	0.83	11.09	10.56	0.82	0.60	18.6	9.2
地上部合计	12.57	2.58	25.40	12.78	1.51	1.24	32.9	19.7
比例	1	0.21	2.02	1.02	0.12	0.10	0.003	0.002

### 2.3 不同施肥处理对冬瓜生长发育的影响

从田间观察，试验一中 OPT 与 OPT-P 处理冬瓜从苗期至果实膨大期，田间表现为叶色深绿，植株长势旺盛，处理间无明显差异。在冬瓜生育中期以后，OPT-N 处理植株上部叶片呈淡黄绿色，植株中下部黄叶较多，叶片较小，OPT-K 处理植株长势较差，叶片较小；试验二冬瓜整体上植株生长较慢，长势比试验一差。在不同施肥处理中，OPT 处理冬瓜长势较好，OPT-P 处理植株长势较差，OPT-N 处理



冬瓜叶片呈黄绿色，植株中下部黄叶较多，长势差，OPT-K 处理冬瓜长势最差。

#### 2.4 不同施肥处理对冬瓜果实性状及产量的影响

试验一结果显示(表5)，OPT、OPT-P 处理冬瓜果实大，呈圆柱形，果形好，果皮光泽度较好，平均单瓜重分别为15.5 公斤及15.7 公斤，产量分别为6483 公斤/亩及6575 公斤/亩，二者产量均达高产水平。OPT-N、OPT-K 处理冬瓜果实较轻，部分果实略弯曲，果皮光泽度较差，平均单瓜重分别为14.0 公斤及13.8 公斤，与OPT 处理相比分别减产4.51 公斤/亩及9.36 公斤/亩，降幅为7.0% 及14.4%，OPT-K 处理减产达显著水平。



试验二结果显示(表5)，OPT 处理平均单瓜重为8.0 公斤，冬瓜产量3512 公斤/亩，属中低水平。OPT-N、OPT-P、OPT-K 处理单瓜重较轻且部分瓜形较弯曲，平均单瓜重分别为6.3 公斤、7.0 公斤及5.5 公斤，产量分别为2766 公斤/亩、3073 公斤/亩及2415 公斤/亩，与OPT 处理相比分别减产21.2%、12.5% 及31.3%，其中OPT-N、OPT-K 处理显著减产。

#### 2.5 不同施肥处理对冬瓜种植效益的影响

试验一结果显示(表5)，OPT、OPT-P 处理冬瓜产值分别为4019 元/亩及4076 元/亩，扣除所有成本后，利润分别为2517 元/亩及2593 元/亩。OPT-P 处理比OPT 处理增收76 元/亩，增收3.0%。OPT-N、OPT-K 处理产值分别为3740 元/亩及3439 元/亩，扣除所有成本后，利润分别为2304 元/亩及1989 元/亩，比OPT 处理分别减收213 元/亩及527 元/亩，种植效益降低8.5% 及21.0%。

试验二结果显示(表 5), OPT 处理产值 1826 元/亩, 扣除所有成本后, 利润为 513 元/亩。OPT-N、OPT-P 及 OPT-K 处理产值分别为 1438 元/亩、1598 元/亩及 1256 元/亩, 扣除所有成本后, 利润分别为 203 元/亩、307 元/亩及 5 元/亩, 比 OPT 处理分别减收 310 元/亩、206 元/亩及 508 元/亩, 种植效益分别降低 60.4%、40.1% 及 99.1%。其中, 冬瓜不施钾肥几乎没有种植效益。

试验一冬瓜种植效益由高到低的顺序为: OPT-P > OPT > OPT-N > OPT-K, 试验二冬瓜种植效益由高到低的顺序为: OPT > OPT-P > OPT-N > OPT-K。这与上述冬瓜需要吸收 K 最多, N 次之, 然后为 P 的养分吸收特点是一致的, 但与姚艳萍<sup>[1]</sup>报道的在速效氮、钾含量较丰富、速效磷含量极缺乏的土壤上氮磷配施的增产效益优于氮钾配施有所不同。由于试验一土壤氮、钾养分含量极缺乏, 磷含量丰富, 不施磷肥对冬瓜种植效益影响不大, 与最佳施肥处理相比反而有所增收; 试验二土壤氮、磷、钾养分含量极缺乏, 不施氮、磷、钾肥其中一种, 冬瓜种植效益均比最佳施肥处理低, 表明在中低产田种植冬瓜时, 更应重视氮磷钾肥的合理平衡施用。

表 5 不同处理冬瓜产量及种植效益

处理	单瓜重 (公斤)	产量 (公斤/亩)	增产 (%)	产值 (元/亩)	成本(元/亩)			利润 (元/亩)	增收	
					化肥	其他	合计		元/亩	%
试验一										
OPT	15.5	6483 a	—	4019	139	1364	1503	2517	—	—
OPT-N	14.0	6032 a	-7.0	3740	72	1364	1436	2304	-213	-8.5
OPT-P	15.7	6575 a	1.4	4076	120	1364	1484	2593	76	3.0
OPT-K	13.8	5547 b	-14.4	3439	86	1364	1450	1989	-527	-21.0
试验二										
OPT	8.0	3512 a	—	1826	163	1150	1313	513	—	—
OPT-N	6.3	2766 b	-21.2	1438	85	1150	1235	203	-310	-60.4
OPT-P	7.0	3073 a b	-12.5	1598	141	1150	1291	307	-206	-40.1
OPT-K	5.5	2415 c	-31.3	1256	101	1150	1251	5	-508	-99.1

注: (1) 肥料价格(元/吨): 尿素 2000, 普钙 500, 氯化钾 2080。  
 (2) 其他成本包括地租、人工、农药、灌溉等。  
 (3) 冬瓜收购价格(元/公斤): 试验一为 0.62, 试验二为 0.52。

### 2.6 肥料产出率

用差减法计算两个试验的肥料产出率, 结果见表 6。试验一钾肥产出率最高, 达 61.2 公斤冬瓜/公斤 K<sub>2</sub>O, 氮肥次之为 29.5 公斤冬瓜/公斤 N, 施用磷肥反而稍微降低了产量。相反, 试验二磷肥产出率最高, 达到 81.3 公斤冬瓜/公斤 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 钾肥产出率为 61.0 公斤冬瓜/公斤 K<sub>2</sub>O, 氮肥产出率最低, 为 41.5 公斤冬瓜/公斤 N。由于试验一供试土壤有效氮含量高于试验二, 土壤有效磷丰富, 而且施用有机肥作为基肥, 因此氮肥产出率明显低于试验二, 施用磷肥反而减产。试验二土壤极为缺磷, 施用磷肥增产效果明显, 磷肥产出率最高。而两试验点均缺钾, 即使在试验一中施用了有机肥, 两试验点钾肥产出率亦极为接近。

表6 氮磷钾化肥产出率

处理	氮肥	磷肥	钾肥
	(公斤冬瓜 / 公斤 N)	(公斤冬瓜 / 公斤 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	(公斤冬瓜 / 公斤 K <sub>2</sub> O)
试验一	29.5	19.8	61.2
试验二	41.5	81.3	61.0

### 3. 结论

3.1 每生产1吨冬瓜果实需要吸收的总养分为N 1174.8克、P 241克、K 2374克、Ca 1194克、Mg 141克、S 116克、B 3.1克和Zn 1.8克，养分吸收比例N:P:K:Ca:Mg:S:B:Zn为1:0.21:2.02:1.02:0.12:0.10:0.003:0.002。

3.2 在土壤有效磷丰富，有效氮、钾缺乏及施有机肥条件下，OPT、OPT-P处理二者冬瓜产量均达高产水平。OPT-N处理比OPT处理减产7.0%，OPT-K处理显著减产14.4%，种植效益分别降低8.5%及21.0%。在本试验条件下，氮、钾肥养分产出率分别为29.5公斤冬瓜/公斤N及61.2公斤冬瓜/公斤K<sub>2</sub>O。

3.3 在土壤有效氮、磷、钾极缺乏及不施有机肥条件下，OPT处理冬瓜产量为中低水平。OPT-N、OPT-P、OPT-K处理分别比OPT处理减产21.2%、12.5%及31.3%，其中OPT-N、OPT-K处理减产达显著水平；种植效益分别降低60.4%、40.1%及99.1%。在本试验条件下，氮、磷、钾肥养分产出率分别为41.5公斤冬瓜/公斤N、81.3公斤冬瓜/公斤P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及61.0公斤冬瓜/公斤K<sub>2</sub>O。这表明中低产田种植冬瓜时，更应重视氮磷钾肥的合理平衡施用。

### 参考文献

[1] 姚艳萍, 杨海鹰, 李华等. 黑皮冬瓜氮、磷、钾配合效应研究初报[J]. 上海农业科技, 2004, (5): 110-111.

上接42页

### 参考文献:

[1] 乔星壁. 中国烟草大词典. 北京: 中国经济出版社  
 [2] 赵兴. 中国烟叶生产实用技术指南. 中国烟叶生产购销公司  
 [3] 加拿大钾磷肥研究所北京办事处. 土壤养分状况系统研究法, 北京: 中国农业科技出版社, 1992  
 [4] 鲁如坤, 刘鸿翔, 闻大中等. 我国典型地区农业生态系统养分循环和平衡研究Ⅲ. 全国和典型地区养分循环和平衡现状. 土壤通报, 1996, 27 (5)  
 [5] 金继运. 加拿大钾肥公司在中国的平衡施肥示范项目报告(15)—土壤养分综合系统评价法与测土配方施肥. 高效施肥, 2005年(2)



## 江汉平原鱼用苏丹草钾肥 分期施用效果

李小坤<sup>1</sup>, 鲁剑巍<sup>1</sup>, 陈防<sup>2</sup>, 鲁君明<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 华中农业大学资源与环境学院, 湖北 武汉 430070;

<sup>2</sup> 中国科学院武汉植物园, 湖北 武汉 430074;

<sup>3</sup> 湖北省荆州市大同湖管理区农科所, 湖北 荆州 433221

**摘要:** 田间试验条件下研究了氯化钾 ( $KCl$ ) 分期施用对苏丹草生长性状及产量的影响。结果表明, 基肥施用一定量  $KCl$  对苏丹草出苗数量影响不大, 过量施用则可能对出苗产生抑制作用; 施钾不会导致苏丹草叶片质量比例下降;  $KCl$  施用明显提高苏丹草对蚜虫的抵抗能力, 5 个施钾处理所寄生的蚜虫数平均为不施钾处理的 27.2%。 $KCl$  施用显著增加苏丹草鲜草产量和经济效益, 钾肥用量相同时, 不同施钾时期及钾肥用量分配对产量产生显著影响。在 5 个施钾处理中, 以 50% 作基肥、在第 2、3 和 4 次收获后平均施用余下 50% 钾肥处理的产量最高, 比不施钾处理增产 1107 公斤/亩, 增幅达 26.1%, 每千克  $K_2O$  增收苏丹草 46.2 公斤; 而  $KCl$  一次性作基肥施用增产效果较差。

**关键词:** 氯化钾; 施肥时期; 苏丹草; 产量; 抗性

近年来, 随着农业产业结构的调整, 素有“鱼米之乡”美誉的湖北省淡水渔业生产有了空前的发展。目前全省养殖面积已占全国内陆养殖面积的 11%, 水产总产量占 14%。随着鱼池面积的扩大和养鱼水平的提高, 每年需要投入大量的鱼饲料, 为了节约成本和利用本地资源优势, 养鱼地区草业种植发展迅速。然而, 农民在种植鱼用饲草时缺乏科学的养分管理技术, 存在不少误区, 简单地将大田作物的养分管理措施移植到草业管理中, 对于多次刈割的牧草也仅在基肥时一次性施用磷钾肥等, 导致牧草生长后期养分不足, 影响了产量潜力的发挥<sup>[1]</sup>。为了适应当前渔业生产的要求, 科学指导鱼用饲草施肥, 近年来我们在湖北省开展了苏丹草平衡施肥研究, 本文是该研究的部分结果。

### 1. 材料与方法

田间试验安排在湖北省武汉市华中农业大学实验基地进行 (北纬  $30^{\circ} 28' 25''$ , 东经  $114^{\circ} 20' 54''$ ), 供试土壤为潮土, 土壤肥力中等, 基本理化性状如下: pH 值 7.4, 有机质 18.3 克/公斤, 碱解氮 95.2 毫克/公斤, 速效磷 21.7 毫克/公斤, 速效钾 87.1 毫克/公斤, 缓效钾 546.3 毫克/公斤。供试品种为乌拉特 1 号苏丹草。

试验设 6 个处理, 各处理氮肥和磷肥用量及施用方法相同, 即全生育期施纯 N 36 公斤/亩, 其中 30% 作基肥, 余下 70% 分 4 次分别在各次收获后 (第 5 次收获除外) 平均追施; 施  $P_2O_5$  12 公斤/亩, 一次性作基肥施用。除处理 1 不施钾肥外, 其他各处理全生育期  $K_2O$  (品种为  $KCl$ ) 用量均为 24 公斤/亩, 钾肥施用时期和各次施用量见表 1。各处理 3 次重复, 小区面积 10 平方米, 随机区组排列。

苏丹草共收获 5 次, 每次收获时留 7—10 厘米茬以便下次重新发芽。各次收获时分区称鲜草质量, 且在第 1 次收获时统计各小区基本苗数, 在第 3 次收获时各处理随机选择 5 株观测蚜虫数, 在第 4 次和

第5次收获时分别测定苏丹草叶片和茎秆质量计算叶片质量比。

表1 试验设计中各处理钾肥施用情况 (K<sub>2</sub>O 公斤/亩)

处理号	处理内容	基肥	追肥			
			第1次收获后	第2次收获后	第3次收获后	第4次收获后
1	不施钾肥	-	-	-	-	-
2	KCl全部基施	2.4	-	-	-	-
3	KCl在基肥和第三次收获后各50%	1.2	-	-	1.2	-
4	KCl5次平均施用	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8
5	KCl50%基肥,第三次和第四次收获后各25%	1.2	-	-	6	6
6	50%基肥,第二次、第三次和第四次收获后平均施用余下50%	1.2	-	4	4	4

## 2. 结果与分析

### 2.1 基肥不同施钾量对苏丹草出苗的影响

第1次收获后对苏丹草基本苗状况调查结果表明,KCl在基肥时的用量对苏丹草出苗产生一定影响(图1)。不施钾(处理1)和低量钾肥(处理4)基本苗数最多,基肥施钾(K<sub>2</sub>O)12公斤/亩时基本苗数平均比不施钾处理下降8.4%,施钾2.4公斤/亩时基本苗数比对照下降16.2%,说明在播种时高量施用KCl对苏丹草出苗产生抑制作用,且随着钾肥用量提高抑制作用增强。

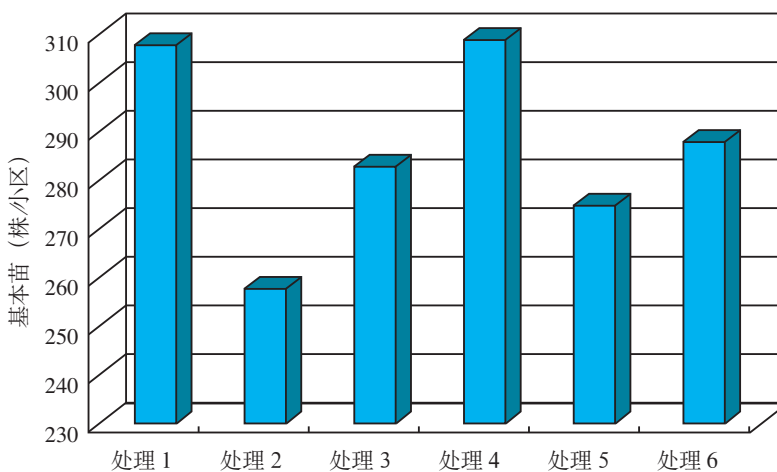


图1 钾肥施用对苏丹草基本苗的影响

### 2.2 钾肥施用对苏丹草叶片质量比例的影响

适口性是鱼草品质的一项重要指标,因草食性鱼类在进食鱼草时主要以叶片和细嫩的茎尖为主,所以常用叶片占整株苏丹草质量的比例来衡量<sup>[2]</sup>。然而,农民都知道钾肥具有壮秆的作用,因此担心施钾后可能减少鱼用饲草叶片质量比。本试验结果表明,在第4次和第5次收获时苏丹草的叶片质量比例略



有不同，其中第 4 次收获时有 2 个施钾处理的叶片质量比例高于不施钾处理（处理 1），而第 5 次收获时有 3 个施钾处理高于处理 1。第 4 次收获时 5 个施钾处理的叶片平均质量比与处理 1 相比降低 0.9%，而第 5 次收获时 5 个施钾处理的叶片平均质量比则比不施钾处理提高 1.5%。可见在同一次收获时各处理的叶片质量比相差不大（图 2），也说明钾肥的施用不会降低苏丹草的适口性。

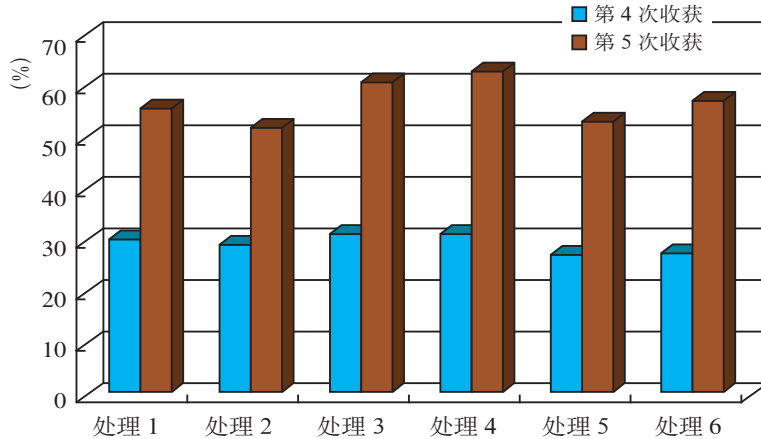


图 2 钾肥施用对苏丹草叶片质量比例的影响

### 2.3 钾肥施用对苏丹草抗虫能力的影响

生产实践表明，苏丹草是一种优质高产的鱼用饲草，作为 C<sub>4</sub> 作物其光合效率高，生长速度快，为了发挥其高产优势，生产中苏丹草种植密度一般较大，因而不可避免地会发生一些病虫害。其中，由于其糖分含量高，蚜虫危害较为严重<sup>[1]</sup>。目前防治蚜虫的主要方法是喷施农药，但由于苏丹草收获周期短，而鱼类又以叶片为食，因此农药残留很容易进入食物链，对人类产生危害，且大量农药施用又极易通过喂饲鱼草进入水体从而对江河湖泊和地下水产生污染。第 3 次收获时对各处理苏丹草叶片上寄生的蚜虫进行观测，结果显示施钾能显著减少蚜虫的数量（图 3）。5 个施钾处理的蚜虫数量平均为不施钾处理的 27.2%，其中当季（第二次收获后）施钾处理（处理 4 和 6）及高量基施钾处理（处理 2）的蚜虫数与不施钾处理相比减少的幅度更大。

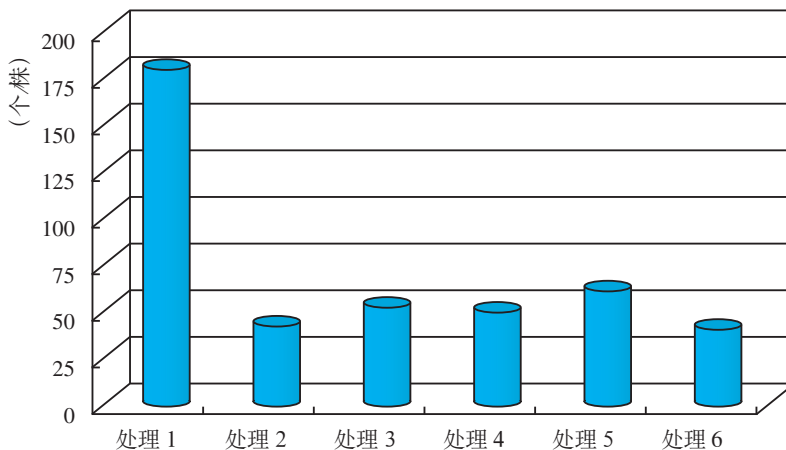


图 3 钾肥施用对苏丹草上寄生的蚜虫数的影响 (个/株)

### 2.4 不同施钾时期对苏丹草产量及经济效益的影响

产量结果(表 2)表明, KCl 施用显著提高苏丹草鲜草产量, 与不施钾处理相比, 各施钾处理在各次收获期均表现出增产, 从第 1 次收获到第 5 次收获的平均产量与对照相比分别增产 12.7%、18.2%、21.3%、12.6% 和 26.1%。

尽管各施钾处理的全生育期钾肥用量相同, 但由于钾肥施用时期及各时期的用量不同, 其鲜草产量存在明显的差别。第 5 处理(50% 基肥, 第三次和第四次收获后各追施 25%) 和第 2 处理(全部基施) 效果最差, 全生育期分别比对照增产 534 公斤/亩和 540 公斤/亩, 每公斤 K<sub>2</sub>O 增收 22.2 公斤和 22.5 公斤; 处理 3(基肥和第三次收获后各 50%) 比对照增产 775 公斤/亩, 每公斤 K<sub>2</sub>O 增收 32.3 公斤; 处理 6(50% 基肥, 第二次、第三次和第四次收获后平均施用余下 50%) 和处理 4(5 次平均施用) 钾肥增产效果最好, 分别比对照增产 1107 公斤/亩和 905 公斤/亩, 每公斤 K<sub>2</sub>O 增收 46.2 公斤和 37.8 公斤。说明对于多次收获的苏丹草在钾肥施用时应注意适宜的施用时期及各时期的用量分配。为了保证苏丹草在整个生育期的高产和稳产, 各次收获后(除最后一次) 均应施用一定量的钾肥, 且前期的分配量可多于后期, 但在基肥施钾时应注意如果用量较高可能会对基本苗产生负面影响。

表 2 不同施钾时期对苏丹草各次收获产量的影响 (公斤/亩)

处理	第 1 次收获	第 2 次收获	第 3 次收获	第 4 次收获	第 5 次收获	合计
1	1668	1161	763	573	82	4247 c
2	1773	1648	746	512	108	4787 b
3	1853	1469	907	670	123	5022 ab
4	1908	1433	1020	661	130	5152 ab
5	1832	1427	819	592	111	4781 b
6	1868	1468	1192	709	117	5354 a

注: 不同字母表明在  $p < 0.05$  水平上有显著差异。

表 3 是苏丹草钾肥施用试验经济效益分析结果。可以看出, 在种植苏丹草时合理施用钾肥是一项增产增收的有效措施。所有施钾处理均能取得明显的经济效益, 但由于施钾时期的差异会导致经济效益差别很大, 其中以处理 6 的纯收益增加最高, 达 165.6 元/亩, 产投比为 2.49。

表 3 不同施钾时期对苏丹草全年收获效益的影响

处理	增产量 (公斤/亩)	增加收入 (元/亩)	增加钾肥投入 (元/亩)	增加劳务费 (元/亩)	增加纯收益 (元/亩)	产投比
1	-	-	-	-	-	-
2	540	134.8	55.9	26.9	52.0	1.63
3	775	194.0	55.9	38.8	99.3	2.05
4	905	226.5	55.9	45.3	125.3	2.24
5	534	133.5	55.9	26.7	50.9	1.62
6	1107	276.9	55.9	55.4	165.6	2.49

注: 当年 K<sub>2</sub>O 价格 = 2.33 元/公斤 (1 吨 KCl 价 1400 元), 苏丹草价格 = 0.25 元/公斤 (草鱼价为 5.0 元/公斤, 按 20 公斤鲜草养 1 公斤鱼计算), 每公斤苏丹草劳务费按 0.05 元计算

### 3. 小结

通过大田试验研究表明,在全生育期 KCl 用量相同的条件下,由于施用期和不同施用期钾肥分配量不同,导致苏丹草基本苗数、对蚜虫的抵抗能力、不同收获期的苏丹草产量及经济效益存在明显差异。施用钾肥不会影响苏丹草的适口性(用叶片质量比例表示)。与不施钾相比,施钾(KCl)处理提高了苏丹草的抗蚜虫能力。施用钾肥显著地提高苏丹草总产量和经济效益,各施钾处理鲜草增产量为 534-1107 公斤/亩,增产幅度为 12.6%~26.1%,增加纯收益 50.9-165.6 元/亩。

钾肥不同施用期及分配量对苏丹草产量产生明显影响,其中以 50% 钾肥基施、余下 50% 在第 2、3、4 次收获后平均施用的处理效果最好。

#### 参考文献:

- [1] 鲁剑巍, 陈防, 梁友光, 等. 磷钾肥对鱼草产量及经济效益的影响[J]. 水利渔业, 2003, 23(2): 58-59
- [2] 弃芝兰. 刈割周期对苏丹草叶片生长的影响[J]. 草业科学, 1994, 11(6): 30-31
- [3] 张善忠. 鱼用苏丹草的病虫害防治技术[J]. 内陆水产, 1998, (12): 22



# 水稻测土配方施肥的效果研究

陈述惠<sup>1</sup> 杨腾玉<sup>1</sup> 陈英<sup>2</sup>

1 广西博白县县城振兴西路3号, 农业局土肥站, 博白 537600

2 广西博白县凤山农业服务中心 537605

**摘要:** 通过两个地点四个水稻试验对测土配方施肥与农民习惯施肥(常规施肥)进行比较, 结果表明, 测土配方施肥增产、增效显著, 与农民习惯施肥相比, 最高可增产20.2%; 最大增收为113.3元/亩。特别是在测土配方施肥的基础上, 增施农家肥效果更好。

**关键词:** 测土配方施肥; 常规施肥

随着农村经济的迅速发展, 农民对农业的投入逐年增加, 化肥施用量也随着投入的增加而不断增加。但是部分农民认为施肥越多, 产量越高, 偏施氮肥, 少施钾肥和有机肥, 造成施肥不合理, 浪费肥料, 出现高耗低效现象。为了提高肥料利用率, 减少施肥的盲目性, 建立良好的土壤生态环境, 提高作物产量, 特进行本试验。

## 1. 材料与方法

### 1.1 试验地点

试验地点在广西博白县东平镇塘龙村社根垌和凤山镇武卫村那花山垌田。土壤类型为潴育沙土田。

### 1.2 试验材料

供试作物: 杂交水稻。

供试肥料: 氮肥为河池产尿素, 含N 46%; 鹿寨产钙镁磷肥, 含 $P_2O_5$  15%; 钾肥为加拿大产粉红色氯化钾, 含 $K_2O$  60%。有机肥含N 0.2%、 $P_2O_5$  0.1%、 $K_2O$  0.2%。

### 1.3 试验设计

试验设三个处理, 3次重复。小区面积为30平方米, 随机区组排列。小区间筑田埂并用薄膜隔开, 防止肥水相互渗透影响试验结果。早晚两造不打乱小区排列, 同一小区重复试验。

试验前取耕层混合土样进行化验分析, 然后根据土质、养分含量及作物的需肥规律和各种肥料效应, 应用计算机专家系统预测目标产量及所需的各种肥料的数量, 然后按照配方卡施用肥料(即配方施肥)。处理如下:

处理<sub>1</sub>: 计算机推荐的氮、磷、钾施用量(即测土配方施肥)。

处理<sub>2</sub>: 处理<sub>1</sub> + 农家肥600公斤/亩。

处理<sub>3</sub>: 常规施肥, 施肥量按当地农民前三年平均施肥水平进行。

各处理肥料养分用量见表1。



表 1 各处理养分用量 (公斤/亩)

		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
塘龙村	处理 <sub>1</sub>	10.0	3.4	7.5
	处理 <sub>2</sub>	11.2	4.0	8.7
	处理 <sub>3</sub>	12.1	4.7	6.3
武卫村	处理 <sub>1</sub>	10.3	3.0	8.3
	处理 <sub>2</sub>	11.5	3.6	9.5
	处理 <sub>3</sub>	12.8	6.4	6.8

· 两个点处理<sub>1</sub> 和处理<sub>3</sub> 都是只施化肥, 增龙村处理<sub>2</sub> 是在处理<sub>1</sub> 施化肥的基础上施 600 公斤/亩农家肥。所以处理<sub>2</sub> 中化肥 N 是 1.0 公斤/亩加上农家肥 N 1.2 公斤/亩 (600 × 0.2% = 1.2) 共计 11.2 公斤/亩, 以此类推。

田间管理措施各处理相同, 单灌单排, 抛秧规格为 30 蔸/平方米, 每蔸 1 苗。每造水稻收获时, 各小区单独全割全收。称取实际产量, 并进行考种记录。

#### 1.4 肥料施用技术

氮、钾肥按表 2 的施肥时期及比例施肥, 农家肥、磷肥全作基肥。分蘖肥分两次施用, 第一次于抛秧后 5 天施, 第二次于抛秧后 12 天施。

表 2 施肥时期及比例

化肥名称	早稻			晚稻		
	基肥	蘖肥	穗肥	基肥	蘖肥	穗肥
氮肥	30%	40%	30%	30%	30%	40%
钾肥	30%	70%		30%	70%	

## 2 结果分析

### 2.1 施肥对水稻生长发育的影响

从考种结果表看 (表 3), 早稻处理<sub>1</sub> 和处理<sub>2</sub> 的每亩有效穗比处理<sub>3</sub> 分别增加 0.4 万穗和 0.8 万穗, 晚稻分别比处理<sub>3</sub> 增加 1.0 和 1.8 万穗; 穗粒数和实粒数都比处理<sub>3</sub> 增加, 这说明了配方施肥法优于习惯施肥法。测土配方施肥做到了土壤缺什么元素就补充什么元素, 需要多少补多少, 实现了各种养分平衡供应, 满足了作物需要, 提高了肥料利用效率, 促进了水稻的生长发育, 改善了植株的经济性状, 为水稻增产提供了条件。

表 3 不同处理水稻经济性状

处理	亩有效穗 (万)	成穗率 (%)	每穗总粒 (粒)	每穗实粒 (粒)	结实率 (%)	千粒重 (克)
1	17.8	51.8	120.1	103.2	85.9	24.8
2	18.2	50.2	121.7	105.0	86.3	24.8
3	17.4	49.8	112.5	95.5	85.2	24.7
1	18.0	50.8	130.8	123.7	94.6	23.5
2	18.8	50.6	131.5	125.6	95.5	23.5
3	17.0	47.0	126.7	118.8	93.8	23.4



### 2.2 施肥对水稻产量的影响

从测土配方施肥对水稻增产效果(表4)看,塘龙村和武卫村早稻测土配方施肥比习惯施肥分别增产46.3和54.0公斤/亩,增幅分别为12.6%与13.4%;配方施肥+农家肥比习惯施肥分别增产74.8和72.8公斤/亩,增幅分别为20.2%和18.1%。晚稻测土配方施肥比习惯施肥分别增产32.4和71.8公斤/亩,增幅分别为7.7%与15.9%;配方施肥+农家肥比习惯施肥分别增产58.1和90.9公斤/亩,增幅分别为13.8%与20.1%。

处理<sub>1</sub>与处理<sub>2</sub>比较,处理<sub>2</sub>比处理<sub>1</sub>都有增产的效果,增幅为3.7%~6.9%。

由此可见,测土配方施肥比常规施肥对水稻的增产效果显著,尤其是在配方施肥的基础上增施农家肥效果更佳。

表4 测土配方施肥对水稻的增产效果(公斤/亩)

地点	处理	早稻						晚稻					
		产量	比 <sub>3</sub> 增	增%	2比 <sub>1</sub> 增	增%	产量	比 <sub>3</sub> 增	增%	2比 <sub>1</sub> 增	增%		
塘龙	1	415.2	46.3	12.6			452.1	32.4	7.7				
	2	443.7	74.8	20.2	28.5	6.9	477.8	58.1	13.8	25.7	5.7		
	3	368.9					419.7						
武卫	1	456.3	54.0	13.4			523.0	71.8	15.9				
	2	475.1	72.8	18.1	18.8	4.1	542.1	90.9	20.1	19.1	3.7		
	3	402.3					451.2						

### 2.3 两种施肥方法肥料施用量比较

从表1可见,处理<sub>3</sub>的氮肥施用量比处理<sub>1</sub>、处理<sub>2</sub>都高,东平镇塘龙村的处理<sub>3</sub>比处理<sub>1</sub>、处理<sub>2</sub>分别高出21.0%和8.0%,凤山镇武卫村的处理<sub>3</sub>比处理<sub>1</sub>、处理<sub>2</sub>分别高出24.3%和11.3%。磷肥的施用量:塘龙的处理<sub>3</sub>比处理<sub>1</sub>、处理<sub>2</sub>分别高出38.2%和17.5%,武卫的处理<sub>3</sub>比处理<sub>1</sub>、处理<sub>2</sub>分别高出113.3%和77.8%。钾肥施用量:两个试验点的处理<sub>3</sub>比处理<sub>1</sub>、处理<sub>2</sub>都低。从总施肥量来看,常规施肥法比测土配方施肥法都高。

从表1和表4的结果比较可知,施肥量的多少并不与产量成正比,盲目施肥造成产量降低。由此可见,常规施肥存在养分配比不合理和施肥的盲目性、出现了高耗低效的现象。

### 2.4 对经济效益的影响

水稻产量、施肥量均为两试验点的平均值,按2005年价格,除去人工、农药未计成本,将稻谷折款并扣除用肥成本,计算三种施肥方法的施肥效益。结果如表5(稻谷按1.5元/公斤,尿素、氯化钾均为2.0元/公斤,普钙0.5元/公斤计算)。

由表5可知,亩收入顺序为处理<sub>2</sub>>处理<sub>1</sub>>处理<sub>3</sub>。处理<sub>1</sub>比处理<sub>3</sub>每亩增收89.9元,增幅为17.2%,处理<sub>2</sub>比处理<sub>3</sub>增收113.3元,增幅为21.7%。可见,测土配方施肥比常规施肥效益高,尤其以测土配方施肥并增施农家肥的处理经济效益更好。

表 5 两种施肥方法经济效益比较表

单位: 产量和养分投入用公斤/亩、成本效益用元/亩

处理	稻谷		养分投入						合计	亩纯收	比 <sub>3</sub> 增收
	产量	产值	N	金额	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	金额	K <sub>2</sub> O	金额			
1	4 6 1 . 7	6 9 2 . 6	1 0 . 2	4 4 . 4	3 . 2	1 0 . 0	7 . 9	2 6 . 4	8 0 . 8	6 1 1 . 8	8 9 . 9
2	4 8 4 . 7	7 2 7 . 1	1 1 . 4	4 9 . 6	3 . 8	1 1 . 9	9 . 1	3 0 . 4	9 1 . 9	6 3 5 . 2	1 1 3 . 3
3	4 1 0 . 5	6 1 5 . 8	1 2 . 5	5 4 . 4	5 . 6	1 7 . 5	6 . 6	2 2 . 0	9 3 . 9	5 2 1 . 9	

### 3 结论

测土配方施肥比常规施肥对水稻有显著的增产效果。这种方法是根据土壤理化性质及水稻的需肥规律而确定肥料的用量, 克服了施肥的随意性和盲目性, 减少了肥料的浪费, 降低了生产成本, 收到了节支增收的效果。特别是在配方施肥的基础上, 增施农家肥, 效果更好, 值得推广应用。

#### 参考文献

- [1] 高祥照等. 测土配方施肥技术[M]. 中国农业出版社 116-117
- [2] 农业部种植司、全国农业技术推广服务中心编著. 测土配方施肥技术问答. 中国农业出版社 49-51

## 科普宣传视频资料神奇的氮磷钾 VCD 光盘

加拿大国际植物研究所北京办事处，以国际植物研究所出版《神奇的氮》、《神奇的磷》、《神奇的钾》为蓝本，制作出一系列作物必需营养元素的农业科普宣传 VCD 视频光盘，以生动的形式向农民、农业技术人员、农业生产资料经销人员以及广大学生介绍植物生长必需的营养元素氮磷钾等的基本知识以及植物营养与人体健康和环境质量之间的关系。



### 神奇的氮光盘说明：

作物生长离不开氮，氮是基本的生命元素，氮还是自然界里联系生物界与非生物界的纽带；氮在空气中占 79%，但作物却不能直接利用空气中的氮，植物只能利用氧化态( $\text{NO}_3^-$ )的硝态氮或还原态( $\text{NH}_4^+$ )的铵态氮，才能吸收和同化。如何正确的施用氮肥，一直是广大农民和农业科技工作者最关心的事情。如果你对上述问题感兴趣，请看看《神奇的氮》。

### 神奇的钾光盘说明：

钾是植物、动物和人不可缺少的生命品质元素，一切生物化学反应都有钾参加。钾是植物需要量最多的。钾不是任何有机组成成分，它极易迁移到幼嫩的分生组织，因此缺钾首先表现在老叶上。钾能增进根系吸水和使植物节约用水。钾能活化六十多种酶，钾可促进形成新有机物的光合作用，并加速光合作用产物向贮藏器官（种子、根）的输送。如果你对上述钾的问题有兴趣，请看看《神奇的钾》。



如有需要请联系：加拿大国际植物营养研究所北京办事处

地址：北京中关村南大街 12 号院内 邮编：100081

电话：010 - 68918000 联系人：梁鸣早 Email: mzliang@ppi.caas.ac.cn