

e-ifc

国际肥料通讯电子杂志 (e-ifc)
季刊, 国际钾肥研究所 (IPI) 主办

总第35期 | 2013年09月号



编者按

亲爱的读者:

撒哈拉以南非洲 (SSA) 农业用地比印度多50%, 从生产潜力上讲, 它理应成为全球粮食生产的主要地区。另外, SSA地区的肥料用量只有世界其他地区的10%-30%, 研究表明, 合理施用肥料, 该地区的粮食产量会提高2-3倍。基于这些事实, 加之考虑到该地区辽阔的面积, 毫无意外的是, 很多人认为SSA地区将为世界粮食安全做出重要的贡献。

在埃塞俄比亚, IPI参与了一个该国农业部领导的“全国土壤肥力建设技术示范”的大项目。这个项目在超过250个试验点上示范了种植画眉草 (teff, 埃塞俄比亚的一种粮食作物)、玉米、小麦、大麦、高粱、小米、燕麦等作物, 实行平衡施肥所带来的好处。项目取得了显著的成效, e-ipc以后将对这些成效进行跟踪报道。

本期e-ipc中, 我们收录了“施钾对埃塞俄比亚南部Chencha和Hagere Selam地区酸性土壤马铃薯和小麦产量的影响”。马铃薯施钾后产量是以前的2倍 (甚至3倍), 小麦产量为以前的2倍。合理的植物养分管理使其与世界其他生产系统相比, 获得更高的产量, 经济效益也因大幅增产而显著提升。这个例子说明只要把事情做对, 其影响有多大。

正是本着这样的理念, IPI将继续在SSA地区投入更多的力量, 给农民带来更多的收入, 提高营养利用效率, 对全球粮食安全做出更大贡献。

祝您阅读愉快!

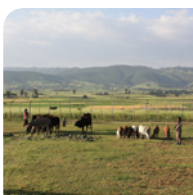
Hillel Magen

国际钾肥研究所所长

编者按

2

研究论文



施钾对埃塞俄比亚南部Chencha和Hagere Selam地区酸性土壤马铃薯和小麦产量的影响

3

Wassie Haile and Tekalign Mamo



盐碱土壤条件下水稻施钾对氮肥利用率的影响

9

Abd El-Hadi, A.H., A.Y. Negm, and M. Marchand



施钾对孟加拉Level Barind Tract(AEZ25) 缺钾台地土壤生姜 (*Zingiber officinale*) 产量和品量的影响

13

Akhter, S., S. Noor, M.S. Islam, M.M. Masud, M.R. Talukder, and M.M. Hossain

学术活动

19

最新出版物

21

钾素文献

23

信息公告

25

研究报告



照片拍摄: E. Sokolowski.

施钾对埃塞俄比亚南部Chencha和Hagere Selam地区酸性土壤马铃薯和小麦产量的影响

Wassie Haile⁽¹⁾ and Tekalign Mamo⁽²⁾

引言

农业是埃塞俄比亚的经济基础,是埃塞俄比亚人生计的主要来源。尽管埃塞俄比亚现在还不能满足快速增长的人口粮食需求,但其农业发展潜力非常巨大。根据国际食物政策研究所 (IFAPRI, 2010) 的报告,埃塞俄比亚有5-7百万人长期处于食物不安全状态。导致这种情况发生有很多原因,也非常复杂,但土壤肥力下降和土壤退化是其中一个主要因素。40年前,氮 (N) 和磷 (P) 被认定为绝大多数埃塞俄比亚土壤中最缺乏的营养元素。因此,1960年代末,埃塞俄比亚开始施用N肥和P肥 (尿素和磷酸二

铵),几种作物的产量显著提高。后来,施用尿素和磷素二铵成为农民广为采用的方法,直接导致这些肥料用量逐年提高。

现在埃塞俄比亚只施用含有N和P的肥料。这是一个由来已久的固有观念,就是认为埃塞俄比亚的土壤富含钾

⁽¹⁾ Hawassa 大学农学院作物和园艺科学系, P.O. Box 05, Hawassa, Ethiopia, wassiehaile@yahoo.co.uk

⁽²⁾ 埃塞俄比亚农业部 P.O. Box 62347, Addis Ababa, Ethiopia, tekalignmamo@gmail.com



图1. 非洲大陆和埃塞俄比亚在非洲的位置

素(K), 不需要施用含钾肥料 (Murphy, 1968)。这种观念也导致对埃塞俄比亚土壤钾素状况的研究重视不够。但是, 最近越来越多的证据表明, 由于一些原因, 可能导致埃塞俄比亚的土壤出现了缺钾的可能。这些原因包括, 近40年来大量砍伐森林 (Pound and Jonfa, 2005)、大范围的土壤侵蚀、作物带走的养分、连作、施肥量不足和有机无机配合施用不合理 (Bishaw and Abdulkadir, 1990) 等。

近年来, 埃塞俄比亚加强了除N和P外的土壤养分状况的研究, 研究结果证实, 像钾这一类元素, 开始成为埃塞俄比亚作物生长的限制因素。比如, Deressa等(2013)在埃塞俄比亚西部Wollega东部的5个地区, 采集了353个土壤样品, 分析结果表明, 土壤含钾(K)量和含钙 (Ca) 量低于作物生长的最优水平。Abegaz (2008) 2003年研究了埃塞俄比亚北部Tigray的Atsbi-Wonberta地区的3个土壤类型的钾素状况, 研究结果也表明, 淋溶土(Luvisol)上种植大麦时表现出缺钾现象。Abiye等 (2004) 报道了埃塞俄比亚变性土 (Vertisols) 上施用硫酸钾 (K_2SO_4) 可以显著提高小麦籽粒和秸秆中氮的吸收量, 提高小麦籽粒产量。

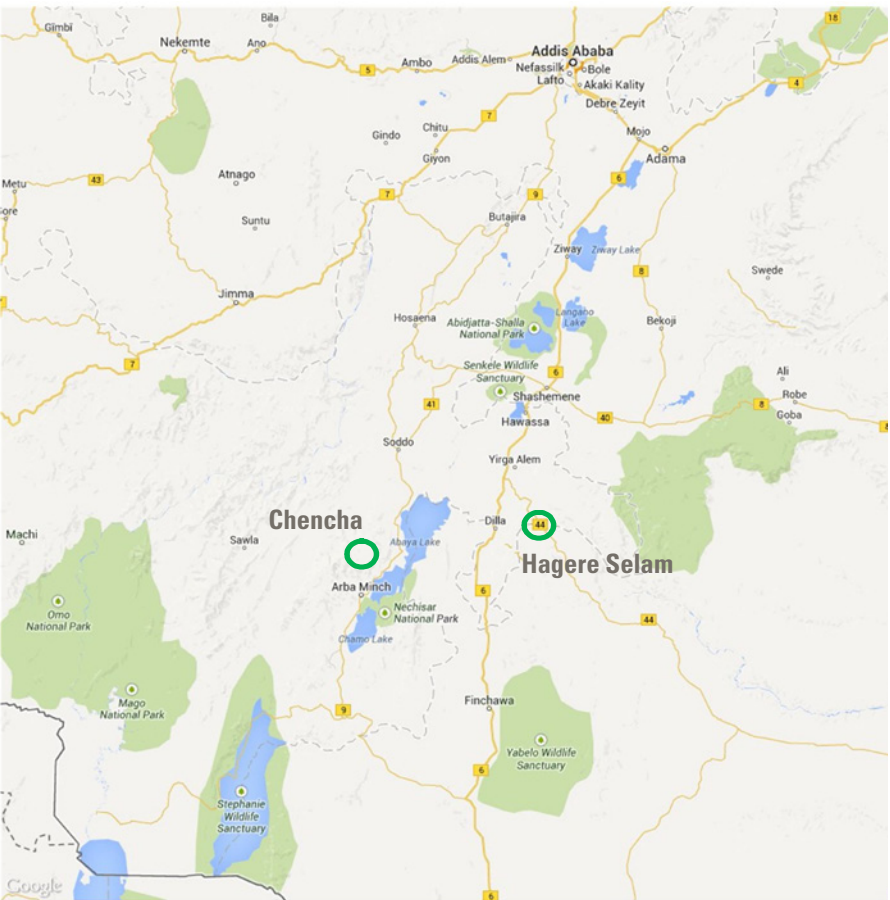


图2. 在埃塞俄比亚南部Chench和Hagere Selam的试验点分布
资料来源: IPI根据数字地图@2013 Google制作

2000年代早期, 埃塞俄比亚南部开展了不同作物多点试验, 研究作物生长最优NP用量。结果表明, 在有些酸性土地区, 施用NP的效应很小, 甚至就没有效应。但有趣的是, 有一个设在埃塞俄比亚南部的Chench地区酸性土区 (见图2) 2006-2007年的两年的试验, 目的是比较NP、NPK、有机肥 (FYM)、NP+FYM、NPK+FYM对马铃薯的施肥效应。其结果表明, 施用NPK处理异常显著地把马铃薯鲜薯的产量从对照和NP处理的 6.27 mt hm^{-2} 和 8.09 mt hm^{-2} 提高到令人惊奇的 30.9 mt hm^{-2} 。换句话说, 伴随NP施用K肥, 马铃薯鲜薯的产量与对照和NP处理相比, 分别提高了392%和282% (Wassie *et al.*, 2009)。这些研究使我们坚信那些对这些地区土壤缺钾可能是作物产量限制因素的猜测是有道理的, 由此, 我们决定在埃塞俄比亚南部的酸性土地区开展小麦和马铃薯施用NP肥 (尿素和磷酸二铵) 配施K肥的肥效定点研究。

这篇文章发表了在Chench和Hagere Selam (见图2) 酸性土上种植小麦和马铃薯施用钾肥的5年

(2007-2011) 研究结果。通过这样的研究结果, 旨在向科学家和政策制定者说明, 在埃塞俄比亚的这些地区或其他类似地区, 钾肥是作物生产中非常重要的一种投入品, 要调整埃塞俄比亚土壤钾素有关的研究方向。

材料与方法

钾肥对Chencha酸性土壤上爱尔兰马铃薯块茎产量的影响

该试验在Awassa农业研究中心的Chencha分中心试验站进行了两年(2007-2008)。该中心位于 $37^{\circ}6' E$ 和 $6^{\circ}13' N$, 海拔从2800 m到3005 m之间, 多年平均降雨量1500 mm。研究区土壤物理性质为: pH 4.8, 有机碳20 g/kg、N 0.3%、 P_2O_5 3.2 mg/kg、交换性K 0.028 Cmol/kg。试验用钾肥为KCl, 不同处理用量为(K_2O) 0、30、60、90、120、150、180、210、240、270和300 kg/hm²。试验为随机区组排列(RCB), 3次重复。马铃薯的品种为CIP 392618-511, 试验地面积 $2.75 m \times 3.9 m$, 行间和行内株间距分别为70 cm和30 cm。NP肥分别为尿素和重过磷酸钙(TSP), 用量分别为110 kg/hm²和40 kg/hm², 均匀施到所有小区。氮肥分次施用, 50%在播种时施用, 剩下的在播种后第45天施用。田间农事操作采用推荐方式方法。采集马铃薯鲜薯总量和可以上市的马铃薯商品量数据。

Hagere Selam地区酸性土壤农田尺度的马铃薯施钾效应验证试验

这个试验于2010年在Hagere Selam地区的24个农户的农田里进行。试验处理为: 对照(不施肥)、NP (110:40:0) 和NPK (110:40:100, N: P_2O_5 : K_2O , kg/hm²)。试验用肥料用尿素、重过磷酸钙和氯化钾分别作为NPK的营养来源。氮肥

分次施用, 50%在播种时施用, 剩下的在播种后1个月时施用。PK肥料在播种时作底肥一次性条施。试验采用RCB随机区组设计, 24个农户的农田试验作为重复。试验作物为爱尔兰马铃薯, 有4个品种, 分别为Zengena, Guassa, Jalleni和Tolcha。每个品种种植面积为 $3.75 m \times 3.9 m$, 行间和行内株间距分别为70 cm和30 cm。播种前, 采集混合土壤样品, 进行土壤理化性状测试。采集鲜薯产量、商品产量、小区鲜薯个数和其他相关数据。组织了农民田间日活动, 示范讲解了马铃薯施用钾肥的效果。

Hagere Selam地区农田尺度的小麦施钾效应验证试验

连续几年在Hagere Selam地区开展的小麦施钾试验取得了显著的成效, 随后, 作为全国协作试验的一部分, 2011年在该地区开展了农田尺度的小麦施钾效应验证试验和示范。处理包括(kg/hm²): 50尿素+100DAP(磷酸氢二铵); 50尿素+100DAP+50 K_2SO_4 ; 50尿素+100DAP+43.33KCl; 50尿素+100DAP+43.33KCl+50 $CaSO_4$ 。面包小麦(品种Degello), 播种量为150 kg/hm², 小区面积为 $5 m \times 5 m$ 。播种行间距为20 cm。试验采用RCB随机区组设计, 10个农户农田作为重复。农户田间操作采用推荐的小麦生产最优农艺措施。采集小麦产量和产量构成因素的有关数据。

统计分析

从试验站和农民田间采集了不同试验地点和试验季节的马铃薯鲜薯总量和商品量、小麦籽粒和秸秆产量。采用SAS (SAS, 2000) 软件对采集的数据进行变异分析(ANOVA), 分析了每个试验的参数, 如果发现其ANOVA差异显著, 再单独进行概率为0.05水平的最小显著差(LSD)分析。



照片1(左)和照片2(右)。马铃薯试验对照田(左)和NPK处理田(110:40:100 kg/hm², N, P_2O_5 和 K_2O)。地点: 埃塞俄比亚Hagere Selam地区, 照片拍摄: Wassie Haile。

结果与讨论

钾肥对Chencha酸性土壤上爱尔兰马铃薯块茎产量的影响

2年的试验结果都表明, 随着施钾水平的提高, 马铃薯鲜薯总产量和商品量都显著提高了(图1和表1)。施钾水平从30 kg/hm²提高到150 kg/hm², 显著提高了块茎的产量。在2007年种植季, 施钾量为150 kg/hm²的处理的产量, 从对照的13.4 mt/hm², 提高到55.9 mt/hm²。相对应的是, 2008年种植季, 其产量从对照的21.3 mt/hm², 提高到49.2 mt/hm²。

平均来说, 这个施钾量处理比只施用合理NP用量的对照处理, 其马铃薯块茎产量提高了差不多36mt/hm²。这一数据, 明显高于印度的典型试验 (Grewal et al.,1991) 和其他地区的施钾试验结果。这表明, 埃塞俄比亚在土壤缺钾时其马铃薯的产量非常低, 施钾显著提高了其产量, 有明显的经济效益。同时, 我们也推论认为, 埃塞俄比亚马铃薯产量的大幅提高, 不仅仅是由于钾素在作物体内的生理生化的直接作用, 还因为其与其他植物营养元素, 特别是氮素的协同作用 (Gething, 1993; Milford and Johnson, 2012) 共同作用的结果。

Hagere Selam地区酸性土壤农田尺度的马铃薯施钾效应验证试验

2010年马铃薯种植季, 施钾显著提高了Hagere Salem地区农民田里的马铃薯鲜薯总产量和商品量 (表2)。24个农田平均来看, 施钾量为100kg/hm²处理的马铃薯鲜薯总产量和商品量比对照分别提高208%和252%, 相应地, 其比NP处理分别提高52%和55%。这个结果和Adhikary和Karki(2006)在尼泊尔的研究结论是一样的。他们研究了在土壤交换性钾含量为0.167 me/100g土上种植马铃薯, 底施和追施不同水平的钾素的效应情况。他们的研究结果显示, 施钾量为100 kg/hm²处理 (50%基施, 50%追施) 的马铃薯产量显著地从对照的16.63 mt/hm²提到到24.75 mt/hm²。另外, NP和NPK处理之间产量提高的部分 (大约提高8 mt/hm², 或者提高50%) 主要是商品薯, 也就是说, NP处理的鲜薯产量中不能商品化的部分更高。这说明作物施钾对提高经济效益有正效应。

试验中使用的4个马铃薯品种对施钾效应的表现也显著的不同。块茎产量最高的是Zengana马铃薯, 其次是Jallenie和Guassa, Tolcha的产量最低(表2)。

表 1. 不同施钾水平对 Chencha 地区酸性土壤上爱尔兰马铃薯块茎产量的影响

K 肥用量 kg K ₂ O hm ⁻²	块茎产量			
	2007		2008	
	块茎总产量	商品薯产量	块茎总产量	商品薯产量
0	15.6 d†	13.4 d	24.5 c	21.3 d
30	21.7 d	19.7 d	25.7 bc	22.8 cd
60	38.0 c	34.6 c	29.7 c	26.5 cd
90	40.0 c	36.9 c	35.7 abc	32.9 abcd
120	50.8 ab	41.8 ab	36.5 abc	34.6 abcd
150	57.2 a	55.9 a	50.3 a	49.2 a
180	49.3 abc	47.5 ab	42.8 bc	41.4 abc
210	54.8 a	51.8 a	45.2 ab	42.7 ab
240	52.3 ab	49.7 a	44.9 abc	42.6 ab
270	51.4 ab	48.8 a	33.3 abc	31.6 abcd
300	51.3 ab	48.5 ab	44.1 abc	41.6 abc
LSD (0.05)	12.3	11.7	20.3	19.2
CV (%)	16.0	16.7	32	32.3

注: †相同英文字母表示在概率 0.05 水平下统计学上差异不显著。

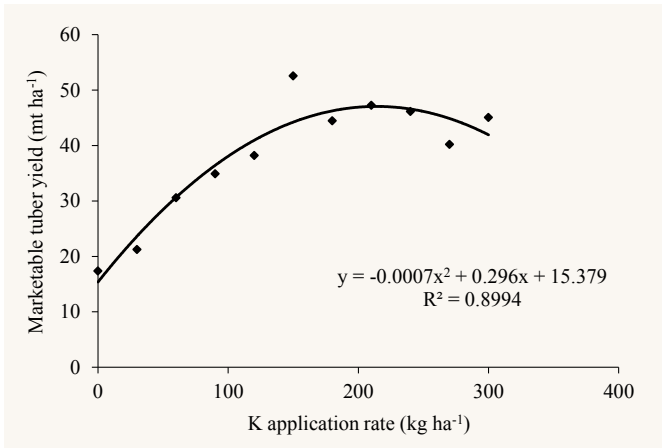


Fig. 1. The effect of increasing levels of K fertilizer on the marketable tuber yield of potato over two years (2007-2008) on acidic soils of Chencha, southern Ethiopia.

施用K、S对Hagere Selam地区小麦产量的影响

研究发现, 不同处理对小麦的生物量和籽粒产量的影响显著不同 (表3)。小麦生物量和籽粒产量最高的是50尿素+100DAP+43.33KCl+50CaSO₄处理。其次是50尿素+100DAP+50CaSO₄处理。但其他处理的小麦籽粒产量差异不显著, 表明S元素也可能是该地区的产量限制因素。

施钾和硫能提高Hegere Selam地区农民田间的小麦生物产量和籽粒产量, 这和先前在试验站的研究结论一样, 表明在该地区小麦施钾有显著效应。照片3和照片4 (p.8) 显示了小麦施用尿素和磷酸氢二铵 (照片3) 与施用尿素、磷酸氢二铵、氯化钾 (照片4) 的生长发育情况。

结论

过去5年里,在埃塞俄比亚南部的Chencha和Hagere Selam酸性土壤上施用钾肥对马铃薯和小麦的产量影响的试验研究表明,无论是在试验站点还是在农民的农田上,施用钾肥都能显著提高其产量。这些试验结果非常明确地证明,这些地区的土壤的有效钾含量非常低。这些地区施钾的正效应的结论与之前已经公开发表的那些关于马铃薯、小麦和大麦施钾效应的文献的结论一致。所以,这些试验结论就是一些实际的证据,证明长期以来存在的认为埃塞俄比亚土壤含钾丰富的说法是错误的。综合公开发表的对埃塞俄比亚中部、西北部、北部小麦、马铃薯和大麦施钾正效应的研究结果,这一结论得到了进一步的证明。

另外,近期几个刚发表和没有发表的研究结果表明,埃塞俄比亚全境的土壤交换性钾含量低于作物生产对钾素的需求量。然而,仅仅基于土壤钾素水平的测试是不足以准确预测土壤钾的植物有效性的,因为土壤中不同钾形态有交互作用(Römheld and Kirkby, 2010)。土壤母质、粘土类型及其性质、耕作强度、气候、作物品种等等,都影响土壤钾素的作物有效性。所以,建立土壤钾素有效性临界值,不仅需要研究土壤钾含量,还需要在温室和大田条件下,研究土壤和作物的交互作用。马铃薯比其他作物需钾量更高些,带走的钾素也比其他作物高的多,所以马铃薯是土壤钾有效性的指示作物(www.ipipotash.org/presentn/kinmp.php)。对Chencha和Hagere Selam来说,毫无疑问,土壤钾的有效性不足。因此,在这些地区施钾肥是提高作物产量和维持可持续

表 2. 2010 年 Hagere Selam 酸性土壤上施用 NP、NPK 肥料、不同品种及其交互作用对马铃薯产量的影响

处理 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O)	块茎总产量	商品薯产量	非商品薯产量
kg hm ⁻²	-----mt hm ⁻² -----		
对照(不施肥)	7.9 c†	6.2 c	1.7 b
NP (110:40:0)	16.0 b	14.0 b	2.0 a
NPK (110:40:100)	24.4	21.8 a	2.6 a
LSD	3.07	3.04	0.42
马铃薯品种			
Guassa	16.6 b	11.7 c	4.9 a
Jallenie	20.4 a	18.5 b	1.9 b
Tolcha	3.80 c	3.3 d	0.49 d
Zengana	23.6 a	22.5 a	1.1 c
LSD	3.53	3.51	0.48
肥料 X 品种	**	**	**
CV (%)	22.5	25.0	23.6

注: †相同英文字母表示在概率 0.05 水平下统计学上差异不显著。**表示在 0.01 水平下差异显著。

表3. 单施或配施K、S对2011年埃塞俄比亚南部不同土壤类型上小麦产量的影响

处理	平均生物产量	平均籽粒产量
kg 肥料	-----mt hm ⁻² -----	
50 尿素 + 100 DAP (磷素二氢铵)	5.23 c†	1.82 c
50 尿素 + 100 DAP + 50 K ₂ SO ₄	9.44 b	3.76 ab
50 尿素+ 100 DAP + 43.33 KCl	10.11 b	2.74 b
50 尿素+ 100 DAP + 50 CaSO ₄	10.597 b	4.02 ab
50 尿素+ 100 DAP + 43.33 KCl + 50 CaSO ₄	13.1 a	4.87 a
CV (%)	9.6	29.1

注: †相同英文字母表示在概率 0.05 水平下统计学上差异不显著。

发展的推荐方案。对埃塞俄比亚那些土壤测试土壤含钾量低下的地区,建议进一步大规模密集地开展实验室检测、温室大棚和大田作物施钾效应试验。需要做更多的工作去评估这些地区的其他作物的施钾效应。

参考文献

Abegaze, A. 2008. Indigenous Soil Nutrient Supply and Effects of Fertilizer Application on Yield, N, P and K Uptake, Recovery and Use Efficiency of Barley in Three Soils of Teghane, the Northern Highlands of Ethiopia. African J. Agric. Res. 3:688-699.

Abiye, A., M. Tekalign, D. Peden, and M. Diedhiou. 2004. Participatory On-Farm Conservation Tillage Trial in Ethiopian Highland Vertisols: The Impact of Potassium Application on Crop Yield. Expl. Agric. 40:369-379.

Adhikary, B.H., and K.B. Karki. 2006. Effect of Potassium on Potato Tuber Production in Acid Soils of Melapatan Pokhara. Nepal Agric. Res. J. 7:42-48.

Bishaw, B., and A. Abdulkadir. 1990. Agroforestry and Community Forestry for Rehabilitation of Degraded Watersheds on the Ethiopian Highlands. Ethiopian Tree Fund Foundation. www.etff.org/Articles/Agroforestry.html Accessed on 25/09/2012.



照片3 (左) 和照片4 (右)。施用尿素和磷酸氢二铵 (DAP) (左)和施用尿素、磷酸氢二铵 (DAP) 和KCl (右) 的小麦长势。

- Deressa, A., B. Bote, and H. Legesse. 2013. Evaluation of Soil Cations in Agricultural Soils of East Wellega Zone in the South Western Ethiopia. *Sci. Tech. & Art Res. J.* 2:10-17.
- Gething, P.A. 1993. Improving Returns from Nitrogen Fertilizers: The Potassium Nitrogen Partnership. *IPI Research Topics No. 13*, 2nd revised ed. International Potash Institute, Switzerland.
- Grewal, J.S., S.P. Trehan, and R.C. Sharma. 1991. Phosphorus and Potassium Nutrition of Potato. Technical Bulletin No. 31. Central Potato Research Institute, Shimla, India.
- IFPRI. 2010. Fertilizers and Soil Fertility Potential in Ethiopia: Constraint and Opportunities for Enhancing the System. IFPRI, Washington.
- Milford, G.F.J., and A.E. Johnston. 2012. Potassium and Nitrogen Interactions in Crop Production. Proceeding 615. International Fertilizer Society, UK.
- Murphy, H.F. 1968. A Report on Fertility Status and Other Data on Some Soils of Ethiopia. Experimental Station Bulletin No. 44. Hailesilassie College of Agriculture, Oklahoma State University.
- Pound, B., and E. Jonfa. 2005. Soil Fertility Practices in Wolaita Zone, Southern Ethiopia: Learning from Farmers. Farm Africa, Waterside press, London.
- Römhelt, V., and E.A. Kirkby. 2010. Research on Potassium in Agriculture: Needs and Prospects. *Plant and Soil* 335:155-180.
- Wassie, H., B. Shiferaw, and K. Kelsa. 2009. Integrated Soil Fertility Management Options for Sustainable Crop Production: Review of Research Findings from Southern Regional State of Ethiopia. p. 163-175. *In: ESSS (ed.) Improved Natural Resource Management Technologies for Food Security, Poverty Reduction and Sustainable Development. Proceedings of the 10th Conference of the Ethiopian Society of Soil Science, 25-27 March 2009, EIAR, Addis Ababa, Ethiopia.*

“施钾对埃塞俄比亚南部Chencha和Hagere Selam地区酸性土壤马铃薯和小麦产量的影响”还可以在IPI官方网站找到：
区域活动/撒哈拉以南非洲。

Research Findings



照片拍摄: M. Marchand.

盐碱土壤条件下水稻施钾对氮肥利用率的影响

Abd El-Hadi, A.H.⁽¹⁾, A.Y. Negm⁽¹⁾, and M. Marchand⁽²⁾

评价植物的氮肥利用率要计算植物从土壤和肥料中获取的氮素养分量以及产量形成时植物体同化的氮素量。基于大量的农民田间的试验研究, Cassman等 (2002) 认为, 肥料施入的氮素中约有50%的氮素没有被植物同化利用。特别是, 谷物作物籽粒的氮肥利用效率是相当低下的。

从农学、经济学或环境保护的角度看, 提高氮肥利用率都异常重要。提高氮肥利用效率有很多方法, 其中就包括平衡施用氮肥和钾肥。作物受益于氮磷协同吸收和同化关系, 平衡施肥特别重要(Milford and Johnston, 2007)。现代集约农业生产系统中存在的一个严重问题就是施肥不

平衡, 钾肥不足, 而氮肥过量。考虑到这一点的话, 氮钾协同平衡施用的观点就非常有价值了。

肥料的不平衡施用对土壤肥力和作物产量都带来损害, 从长远来看, 会导致土壤养分的矿化和过量施肥带来的损失。在一个成功的农业生产系统中, 应该避免不平衡施肥。提到这一点, 埃及已经开展了一些不同作物施用不同N、P、K组合的试验研究(Abd El-Hadi *et al.*, 1990; Hegazy *et al.*, 1990; Mohamed *et al.*, 1992; Genaidy and Hegazy, 1994 and Khadr *et al.*, 1994)。

⁽¹⁾埃及农业研究中心, 土壤、水和环境研究所。

⁽²⁾IPI WANA地区项目协调员, Switzerland。

这篇论文是一个田间试验报告，研究盐碱条件下水稻施钾的氮肥利用效率。这是IPI (WANA地区) 与埃及土壤、水和环境研究所合作项目的一部分。

材料与方法

田间试验从2006年夏季持续到2011年 (2007年夏季缺失)，试验地点在El-Serw研究站 (埃及北部Daniei^{ta} Govnorate)，研究N、P、K对水稻产量的交互作用，以及施钾对水稻氮肥利用效率的影响。试验设包括缺素区在内的5个处理，对照 (不施肥和NPK全量施肥)，NP (-K)、NK (-P)、PK (-N)。5个处理采用拉丁方设计 (Latin Square Design)，5次重复。使用表面灌溉系统。试验用肥料为尿素、普通过磷酸钙 (SSP) 和氯化钾 (MOP)，按照水稻推荐施肥量施用，即142.8 N、35.7 P₂O₅和57.12 K₂O kg/hm²。磷钾肥在水稻移栽前的整地过程中施入，2/3的氮肥也在整地时施入，但剩下的1/3用量在移栽后的30-40天施用。

土壤分析

从试验地采取土壤样品，并进行了分析测试。土壤质地用Piper(1950)的方法检测。土壤有效氮采用硫酸钾溶液 (1%) 提取，然后采用直接加入MgO蒸馏法 (Black, 1982)。有效P采用Olsen(1954)的方法测定，而有效钾采用Jackson(1973)的醋酸铵浸提后火

焰光度法测定。pH测定采用土壤悬浊液 (土水比1:2.5) 测定，土壤可溶性盐采用Jackson(1973)的方法，在土水比1:5时测定EC (dS/m)，然后乘以0.43，得到可溶性盐总量。土壤分析数据见表1。

植株分析

作物收获时，测定单位面积籽粒和秸秆的产量。在2011年生长季结束时，采集每个处理的籽粒，经过磨碎和湿消化后，分析其N、P、K含量 (Chapman and Pratt, 1961)。

结果与讨论

籽粒和秸秆产量

从2006年到2011年5个夏季生长季 (2007年除外) 水稻籽粒和秸秆产量和平均相对增产产量详见表2。5个夏季生长季的结果证实，氮素是水稻产量形成的最重要的营养元素：在所有的缺氮区 (比如PK处理)，其产量都显著低于NPK处理，表明只增加施用PK肥料，与对照的产量相比，其增加的产量并不显著。所有年份中，施钾 (比如NPK) 都能提高作物产量 (与NP相比)，但施P (NPK与NK相比) 处理，5年中只有2年显著增产。在3大

植物营养中，N与P或者K配合施用，与对照或者PK处理比，其籽粒产量和秸秆产量都最高。5年中，平衡施肥NPK处理都优于其他处理，增施钾肥，配合施用氮磷肥，水稻籽粒和秸秆产量都有提高。表中数据还表明，5年里，水稻籽粒产量从对照的7.85mt/hm²分别提高到NP、NK、PK和NPK的8.99、9.58、8.12、9.85mt/hm²，分别比对照提高了14.5%、22.0%、3.4%和25.5%。秸秆产量结果表现出相同的趋势，平衡施肥处理的秸秆产量在5个生长季中也表现出最大的增幅。

但是，就像表3和图1显示的一样，每个N、P、K的肥料养分的增幅在试验期间 (2006-2011年) 是下降的。类似的，肥料的农学效率也是下降的，但是，有趣的是，钾素的农学效率总是比N素要高，表示施钾有很高的效益。随着时间的推移，虽然由于平衡施肥带来的作物产量没有提高，但土壤肥力上升了 (可能由于试验开始时土壤肥力较低)。这样，虽然农学效率是相对较高的 (5-11.6 kg/kg)，但在试验结束末期时水稻的施肥效应较低。土壤肥力提高的另外一个原因可能是在试验开始前试验地

表 1. El-Serw 土壤样品测试结果

土壤质地	pH	可溶性盐总量 (%)	速效 N (mg/kg)	有效 P (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
Clay	8.7	0.46	35	7.8	450

注：表中数据表明，El-Serw 地区 pH 含量高的粘质盐碱土壤有效磷含量特别低，速效钾中等。

表 2. 平衡施肥对籽粒 (2006-2011) 和秸秆产量的影响 (5 年平均, 2006-2011)

处理	籽粒产量					5 年平均产量(2006-2011)			
	2006	2008	2009	2010	2011	籽粒	秸秆	籽粒产量增加	秸秆产量增加
	-----mt hm ⁻² -----							-----%-----	
对照	7.59 c†	7.37 c	8.75 d	7.38 c	7.89 d	7.85	6.73	-	-
NP	10.14 b	8.68 b	9.89 b	8.48 b	8.89 b	8.99	7.89	14.5	17.2
NK	10.16 b	8.92 b	10.48 a	9.56 a	9.37 a	9.58	8.17	22.0	21.4
PK	7.88 c	7.52 c	8.94 c	7.8 c	8.22 c	8.12	7.04	3.4	4.6
NPK	11.83 a	9.78 a	10.86 a	9.21 a	9.55 a	9.85	8.72	25.5	29.5

注：施肥量：N: 142 kg N hm⁻²; P: 35.7 kg P₂O₅ ha⁻¹; K: 57.12 kg K₂O hm⁻²。†同一列数字后相同英文字母表示在 0.05 概率水平下没有显著差异。**表示在 0.01 水平下差异显著。

表3 缺素区N、P、K对籽粒产量(mt hm^{-2})的贡献及施用N、P、K肥料的农学效率(kg kg^{-1})

养分	2006		2008		2009		2010		2011		2006-2011 平均	
	mt hm^{-2}	kg kg^{-1}	mt hm^{-2}	kg kg^{-1}	mt hm^{-2}	kg kg^{-1}	mt hm^{-2}	kg kg^{-1}	mt hm^{-2}	kg kg^{-1}	mt ha^{-1}	kg kg^{-1}
N (NPK-PK)	3.95	27.8	2.26	15.9	1.92	13.5	1.41	9.9	1.33	9.4	2.2	15.3
P (NPK-NK)	1.67	46.8	0.86	24.1	0.38	10.6	-0.35	-9.8	0.18	5.0	0.5	15.4
K (NPK-NP)	1.69	29.6	1.10	19.3	0.97	17.0	0.73	12.8	0.66	11.6	1.0	18.0

注: 施肥量142.8 kg N, 35.7 kg P_2O_5 和57.12 kg $\text{K}_2\text{O hm}^{-2}$

建设了地下排水沟系统, 可以将地下水降低到土壤表面的50-150 cm以下。地下水位下降有助于降低土壤盐分, 提高了养分的有效性, 提升了土壤肥力。

水稻籽粒中N、P、K养分的含量

平衡施肥对水稻籽粒中养分含量的效应以及2011年夏季籽粒的养分吸收量见表4。不同施肥处理对水稻籽粒N、P、K养分含量的影响的差异并不显著。与其他处理相比, NPK施肥处理水稻籽粒中N、P、K养分含量有轻微的下

N肥利用效率

N肥利用效率指单个施肥养分的最大经济产量, 作物吸收和利用肥料养分形成的作物产量和生物量(Fageria and Baligar, 2001)。根据有关文献, 养分利用效率包括表观养分回收率和内部养分利用效率, 其计算公式如下:

内部利用效率(IE)=籽粒产量/N素吸收量 (kg籽粒/kg N) (Dobermann, 2007)

表观回收率 (ARE 5%) $= (N_f - N_u / N_a) \times 100$ (Fageria et al., 1997), 式中:

- N_f = 施肥区域籽粒产量N素总吸收量 (kg hm^{-2}).
- N_u = 施肥区域 (对照) 籽粒产量 N素总吸收量 (kg hm^{-2}).
- N_a = 施氮总量(kg N hm^{-2}).

IE和ARE见表4, 表明施钾可以提高增施氮肥的利用率 (NK和NPK处理的的IE分别达到67.11和67.57, ARE分别达到9.4%和10.6%)。从这个角度来讲, Srinivasarao(2010)报道说, 氮素的农学效率的影响因素包括平衡施肥和适当的养管理, 在施钾作物上平衡施用氮素非常紧迫, 可以获得更高的单位施氮量的产量。

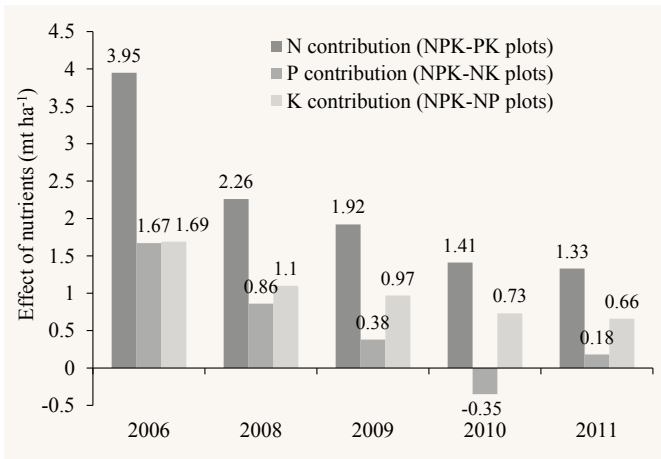


Fig. 1. Effect of N, P and K contribution in rice grain yield.

结论

在El-Serw地区(埃及北部Damietta省)粘粒含量较高的盐化土壤上, 通过试验了解N、P、K肥对水稻产量和氮肥利用效率的影响。试验结果表明, 氮素对谷物作物的产量形成最重要, 但是钾素的农学效率最高。与PK处理相比, 增施氮素, 配施磷素和/或钾素, 作物籽粒产量和秸秆产量最高。然而, 在试验周期内, 施肥的作物增产幅度一年比一年下降, 当然, 平衡施肥提高了土壤肥力。施钾也提高了增施氮素的利用效率。另外, NPK处理的N素回收效率最高。

表 4. 平衡施肥对 2011 年水稻籽粒中 N、P、K 含量和氮利用效率以及氮素回收效率的影响

处理	N	P	K	N 吸收量	P 吸收量	K 吸收量	籽粒产量	IE	ARE
	%			kg hm^{-2}			mt hm^{-2}	$\text{kg kg}^{-1} \text{ N}$	%
对照	1.60	0.52	0.16	126.24	41	12	7.89	62.50	-
NP	1.56	0.51	0.15	138	45	13	8.89	64.10	8.76
NK	1.49	0.46	0.15	139	43	14	9.37	67.11	9.42
PK	1.59	0.52	0.15	130	42	12	8.22	62.89	-
NPK	1.48	0.47	0.14	141.34	44	13	9.55	67.57	10.63

注: IE=内部利用效率, 吸收的单位氮素的籽粒产量; ARE $= (N_f - N_u) / N_a \times 100$.

参考文献

- Abd El-Hadi, A.H., M.S. Khadr, and M.A.M. Hassan. 1990. Effect of Fertilization on the Production of Major Field Crops under Intensive Cropping System in Egypt. 3rd International Congress of the Soil Science Society of Potassium. 20-22 March 1990.
- Cassman, K.G., A. Dobermann, and D. Walters. 2002. Agroecosystems, Nitrogen-Use Efficiency and Nitrogen Management. *Ambio* 31:132-140.
- Chapman, H.D., and P.F. Pratt. 1961. Methods of Analysis for Soil, Plants and Water. Univ. California Div. Agr. Sci.
- Dobermann, A. 2007. Nutrient Use Efficiency-Measurement and Management. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices. 7-9 March 2007, Brussels, Belgium.
- Fageria, N.K., V.C. Baligar, and C.A. Jones. 1997. Growth and Mineral Nutrition of Field Crops, 2nd ed. Marcel Dekker, New York.
- Fageria, N.K., and V.C. Baligar. 2001. Lowland Rice Response to Nitrogen Fertilization. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 32:1405-1429.
- Genaidy, S.A., and M.H. Hegazy. 1994. Evaluation of Mineral Fertilization for Main Field Crops. Relative Efficiencies and Economic Rates. *Egypt. J. Agric. Res.* 72(1).
- Hegazy, M.H., S.A. Genaidy, and M.M. Sobh. 1990. Effect of NPK Fertilization and Some Micronutrients on Wheat and Sugar Beet Production in North Delta Soils. Proc. 4th Conf. Agron., Cairo, 15-16 Sept. Vol. 1:167-178.
- Jackson, M.L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi.
- Khadr, M.S., A.Y. Negm, S.A. Shalaby, and A.Y. El-Taweel. 1994. Maximizing the Wheat Yield by Nitrogen and Potassium Fertilization. Proc. 6th Conf. Agron., Al-Azhar Univ., Cairo, Egypt, Vol. I: Sept, 1994.
- Milford, G.F.J., and A.E. Johnston. 2007. Potassium and Nitrogen Interactions in Crop Production. Proceedings No. 615; The International Fertiliser Society, York, United Kingdom.
- Mohamed, E.I., K.G. Assy, S.A. Shalaby, and A.H. Abdel-Hadi. 1992. Effect of Different Levels of Nitrogen and Potassium on Wheat Production in Middle and Upper Egypt. *Soils Proc.* 5th Conf. Aron, Zagazig, 13-15 Sept. Vol. 1:47-55.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe, and A. Dean. 1954. Estimation of Available Phosphorous in Soil by Extraction with Sodium Bicarbonate U.S. Dept. Agric. 939.
- Piper, C.S. 1950. Soil and Plant Analysis Inter-Science Pub. Inc., New York.
- Srinivasarao, Ch. 2010. Analysing Nitrogen Use Efficiency in Relation to Potassium in Long-Term Manurial Trials in Dry Land Agriculture. IPI-FAI Round Table Discussion on “Analyzing Nutrient Use Efficiency in Relation to Potassium”, Fertilizer Association of India, New Delhi 9-6-2010, New Delhi.

您还可以在IPI官方网站上浏览 “盐碱土壤条件下水稻施钾对氮肥利用率的影响”一文。网址：[区域活动/WANA](#)。

Research Findings



农民田间日活动, 孟加拉, Bogra, Shibganj, 香料研究中心。摄影: B. Tirugnanasotkhi

施钾对孟加拉Level Barind Tract(AEZ25)缺钾台地土壤生姜 (*Zingiber officinale*) 产量和品质的影响

Akhter, S.⁽¹⁾, S. Noor⁽²⁾, M.S. Islam⁽³⁾, M.M. Masud⁽⁴⁾, M.R. Talukder⁽⁵⁾, and M.M. Hossain⁽⁶⁾

摘要

通过田间试验, 研究施钾对生姜(*Zingiber officinale*) 的影响。试验在孟加拉农科院 (BARI) 的香料研究所 (SRC) 进行, 位于孟加拉Bogra Shibganj的Level Barind Tract(AEZ25)台地土壤上, 试验地土壤缺钾, 轻质。试验时间为2010-2011和2011-2012两个生长季, 目的是为了获得在其他养分充足的情况下, 作物最高产量和养分吸收时的最佳施钾量, 绘制作物吸钾平衡图。试验设5个处理, $T_1=K_0$ 对照, $T_2=K_{40}$ 、 $T_3=K_{80}$ 、 $T_4=K_{120}$ 、 $T_5=K_{160}$ kg hm^{-2} 。试验地采用完全区组设计 (RCBD) 随机排列, 每个处理3次重复。

所有处理都施用 $N_{133}P_{23}S_{12}Zn_2$ 。与缺钾对照相比, 施钾量直到高达 $120 kg hm^{-2}$ 处理的生姜的产量和产量构成都是升高的, 随后降低。类似地, 施钾量 $120 kg hm^{-2}$ 处理的生姜

注: 在这篇论文中, 使用K而不是 K_2O 来表示施肥量。

⁽¹⁾ 土壤科学室首席科学官, BARI, Gazipur

⁽²⁾ 主任TCRC, BARI, Gazipur

⁽³⁾ 原主任, BARI, Gazipur

⁽⁴⁾ 土壤科学室高级科学官, BARI, Gazipur

⁽⁵⁾ 土壤科学室科学官, BARI, Gazipur

⁽⁶⁾ 香料研究所土壤科学室科学官, BARI, Bogra

块茎产量最高(2010-2011和2011-2012年度分别达到17.6和16 mt hm^{-2})。施钾处理生姜产量升高13%-67%。施钾量与产量的效应关系为二次方程式($R^2=0.80$)。随着施钾量的增加(高到120 kg K hm^{-2})，作物吸钾量上升幅度为80-153 kg K hm^{-2} 。用肥料施入钾量和生姜带走的钾量，计算钾素表观平衡。试验表明，除了在施肥量为最大(160 kg K hm^{-2})时钾素表观平衡为轻微的正平衡以外，其他处理都为负平衡。从施钾效应曲线可知，在试验条件下，生姜产量最大时的最佳施钾量为122 kg K hm^{-2} 。经济分析表明，最佳边际利润成本比率(NBCR)时的施钾量为120 kg K hm^{-2} 。考虑到经济回报和最佳施肥量，配合施用 $\text{N}_{133}\text{P}_{23}\text{S}_{12}\text{Zn}_2$ 时，施钾量为122 kg K hm^{-2} 可能是在这种Level barind Tract(AEZ 25)缺钾台地土壤上获得最高产量的推荐施钾量。这一研究结果也表明，施钾对提高该研究区生姜产量和保持持续生产能力非常重要。甚至在其他养分平衡施用钾时，钾素表观平衡都是负平衡，表明钾素管理对持续高产和保持土壤肥力非常重要。

引言

虽然孟加拉的农业显著增产，但近年来，孟加拉主要作物产量有下降或停滞不前的趋势。这一结果是由于许多与土壤有关的限制因素的综合因素造成的，其中很重要的包括土壤养分的矿化、土壤有机质的耗竭、不合理施肥、生物和有机肥料施用不足，以及农事操作管理不善等。另外，尽管含N、P、K、S等养分的化肥施用量稳定增长，但这些养分施用并不平衡。一份养分施用量分析报告表明，与氮和磷素有关的钾素的施用量特别低。也正是因为这个原因，孟加拉全国钾素普遍缺乏。普遍将施用氮、磷肥料作为增产措施，而相比较而言，对施用钾肥的关注就很少。只是施用氮肥而不施钾肥，导致植物体内氮钾比失衡，很可能是影响作物产量的限制因素。确实，农民已经习惯施用大量氮肥，所以，在孟加拉钾素成了限制作物产量的因素。这样的后果是，在孟加拉高度集约化农业区域，有证据表明钾的矿化率高(130-165 kg K hm^{-2})，占总的养分矿化量的80% ($\text{N}+\text{P}_2\text{O}_5+\text{K}_2\text{O}$)的总矿化量为175-215 kg $\text{hm}^{-2} \text{yr}^{-1}$)。继氮和磷之后，钾是在孟加拉绝大多数土壤上都被证明为第3大缺乏的主要植物营养元素(Noor et al., 1998)。以前认为孟加拉土壤钾含量丰富，对低产的本地品种来说可能是对的。但是，近年来，高品种和杂交/超级杂交的集约化种植，使孟加拉普遍存在的很多作物土壤缺钾的情况越发明显，这些作物包括马铃薯、甘薯和其他块茎作物、甘蔗、水果、洋葱、蒜、纤维作物和高产的谷物作物(Islam

et al., 1985; Kundu et al., 1998; Noor et al., 1993; Miah et al., 2008)。钾素供应充足，可以提高块茎类作物的产量和抗性(Nwaogu and Ukpabi, 2010)。施钾还有其他的好处，包括改善作物-水分关系，提高光合作用，将光合产物更高效地运输到果实和根部，提高作物的生物和非生物的抗性(Marschner, 1995)。

生姜(*Zingiber officinale* Roscoe)是孟加拉最重要的香料作物之一。生姜是孟加拉的传统食材，是很好的调味品，孟加拉人的日常生活都离不开。生姜还有药用价值。生姜在市场上有不同的产品形态，包括鲜姜、干姜、漂白干姜、姜粉、姜油、姜糖、姜片等。从农艺角度来说，生姜吸收养分的量比较大。Lujio et al. (2004)报道，一株生姜可以从土壤中带走400 kg N hm^{-2} ，145 kg $\text{P}_2\text{O}_5 \text{hm}^{-2}$ (32 kg Ph hm^{-2})和950 kg $\text{K}_2\text{O} \text{hm}^{-2}$ (394 kg K hm^{-2})，带走的氮和钾的量几乎相同。生姜需钾量特别高导致生姜对低钾土壤非常敏感。在植物体内，钾素直接促进氮素的利用和蛋白质的合成，从而提高作物产量和生姜油脂含量(Lujio et al., 2004)。孟加拉有可能重新获得向国际市场出口香料或者丰富国际香料市场，但受到钾素供应缺乏的限制。生姜和姜黄这样的香料作物非常适合孟加拉北部的生长环境，但这一地区的砂质土壤非常容易发生淋洗，从而导致缺钾成为提高生姜产量的限制因素。这些香料作物对缺钾非常敏感，也需要大量的有效钾。特别是对种植生姜来说，农民越来越认识到施用钾肥，配套平衡施用氮磷肥，对提高块状茎产量的重要性。这样做对提高作物的经济效益非常重要，从而导致对钾肥的需求上升。因此，应该对生姜需钾量和钾素利用效率进行调查研究。

试验地位于在孟加拉农科院(BARI)的香料研究所(SRC)轻质台地土壤(Level Barind Tract (AEZ 25) at Shibhangi, Bogra)上，在2个生长季(2010-2011和2011-2012)里，种植生姜(var. BARI Ada-1)。研究的目的：(i) 建立充足施用其他养分情况下生姜最大产量时的最优施钾量；(ii) 测定作物对钾的吸收；(iii) 绘制一张这种土壤上钾素吸收和损失的钾素平衡图。

材料与方法

小区面积为2 m $\times$ 1.5 m，行间距为50 cm而株距25 cm。试验生姜品种为Bari Ada-1。试验设5个处理，即 $T_1=K_0$ 、 $T_2=K_{40}$ 、 $T_3=K_{80}$ 、 $T_4=K_{120}$ 、 $T_5=K_{160}$ kg hm^{-2} ，3次重复。试验采用完全随机区组排列(RCBD)。每个处理都施用 $\text{N}_{133}\text{P}_{23}\text{S}_{12}\text{Zn}_2$ kg hm^{-2} 。尿素、重过磷酸钙、氯化钾、石膏和硫酸锌分别作为N、P、K、S、Zn的来源。50%的钾素在最

后一次整地时作为底肥施入，50%的氮肥在种植后50天施入，剩下的氮肥和钾肥均匀分为2次分别在种植后80天和110天时施入。每年都是在5月份播种，每穴播种2块生姜块茎，在出苗后疏苗成1穴1苗。作物生长期间的所有必要的农事操作在必要时都正常进行。当所有的植株开始变干时的2011年2月和2012年2月收获作物。包括生姜产量、随机从每个处理中选择的10株生姜植株钾的含量等很多参数，都进行了详细的测试。采用统计包MSTAT-C进行统计分析，采用邓肯复极差检验 (DMRT) 进行处理间相差的显著性检验 (Steel and Torrie, 1960)。从每个处理中采集植物样品进行化学分析。

土壤化学分析

施肥前采集0-15cm的初始土样样品，采用标准方法对所有的重要参数进行分析测试 (表1)。测试结果表明，土壤有轻微酸化、淋洗严重、土壤有效钾缺乏，土壤硫和土壤硼也缺乏。

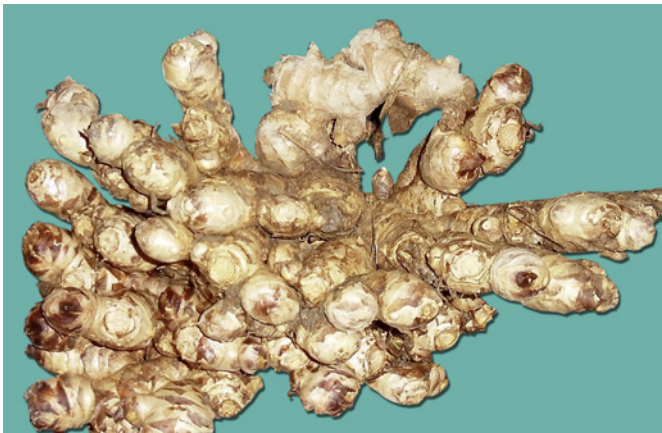
土壤测试采用标准方法。土壤pH采用玻璃甘汞电极法 (Jackson, 1958)。有机质采用湿氧化法 (Walkley and Black)。全氮采用凯氏定氮法 (Kjeldahl method)，钙、镁采用氯化钾提取。有效钾、锰和锌采用NaHCO₃浸提后用AAS法分析。有效硼采用CaCl₂浸提方法。有效磷采用Bray和Kurtz法，土壤硫测定采用BaCl₂比浊法。

植株化学分析

将从每个小区采集的植株样品在电烘箱中65℃时烘干72小时，碾碎通过20目筛，然后采用下面的标准程序进行分析。植株样品采用HNO₃-HClO₄ (3:1)消解后测定钾含量。植物吸收钾素量用植株钾素含量乘以植株干重计算。钾素平衡采用从肥料中外源加入的钾素减去生姜秸秆和块茎吸收带走的钾素的方法计算 (Panaullah *et al.*, 2000)。

结果与讨论

生姜施钾有正效应，随着施钾量增加 (增加到处理4，即120 kg K hm⁻²)，分蘖数增加，产量增加 (表2和表3)。处理4的叶片数和分蘖数都显著升高，在2个生长季其分蘖数平均分别为15.5和16.5。高于这个施钾水平的处理，生姜产量有下降的趋势。T₁处理 (对照，K₀) 其产量最低。施钾量最高的时候 (160 kg K hm⁻²) 2个生长季其分蘖数分别下降到14.3和13.9。叶片数也显示出相同的趋势。与此类似，单株生姜块茎重也分别逐渐显著上升直到T₄处理达到最高 (2年分别为380 g和273 g)，这一数值显著高于其他几个处理 (表3)。至于其他参



照片1. 生姜块茎(BARI Ada-1)在孟加拉是非常受欢迎的香料作物。
IPI-BFA-BARI, SRC, Bogra, 2011-2012.



照片2. 生姜需钾量很高，对钾素非常敏感。
IPI-BFA-BARI, SRC, Bogra, 2011-2012.

数，比如单株生姜块茎重，在施钾量最高的处理时有所下降，2年分别为330 g和232 g。在2个生长季中，施钾量一直到120 kg K hm⁻²时生姜鲜重产量提高最为显著 (表3)。施钾量为120 kg K hm⁻²时生姜鲜重产量达到最高 (2年分别为17.6 mt hm⁻²和16.0 mt hm⁻²)，显著高于其他所有处理的产

表 1. 香料研究中心的土壤肥力状况

土壤参数	pH	OM	Ca	Mg	K	Total N	P	S	B	Mn	Zn
		%	---meq 100 g ⁻¹ ---			%	-----μg g ⁻¹ -----				
2010-2011	5.6	0.94	3.8	0.8	0.10	0.07	12	8	0.18	8.0	1.2
2011-2012	6.2	1.1	4.7	1.9	0.11	0.09	19	21	0.26	9.4	0.63
临界值	-	-	2.0	0.5	0.12	-	7.0	10	0.20	1.0	0.6

量。施钾量最高时 (160 kg K hm^{-2})，其生姜鲜重产量处于第二位，2年分别为 14.5 mthm^{-2} 和 13.7 mthm^{-2} 。

在2011-2012生长季，施钾量为 120 kg K hm^{-2} 处理的生姜产量比对照高67%。这一结果跟Lujui等 (2004) 报道的在中国Yangji的试验，施钾生姜产量提高26%-47% (平均34%) 的结果差不多。钾素常常被称为品质元素，因为其可以直接提高氮素利用效率，提高单个产品大小、重量、油脂含量和改善产品色泽。这一结论与印度香料研究所 (IISR) 的试验结果是一致的。印度的试验表明，施钾提高了生姜和姜黄的产量和姜块的大小，施钾还提高了生姜中油脂 (Oleoresin) 的含量 (Sadanandan, *et al.*, 2002)。

施肥效应方程

回归分析表明施钾量和生姜产量之间存在二次正相关 (图1)。从回归方程中可以看出，最高生姜产量的最优施钾量为 122 kg K hm^{-2} ，而最经济施钾量为 119 kg K hm^{-2} (表4和图1)。

钾素吸收和平衡

不同施钾水平下，生姜吸收钾素范围在 $80\text{--}153\text{ kg K hm}^{-2}$ 之间 (图2)。这一结论和Sadanandan等 (2002) 的报道一致，他的研究结果为生姜每年吸钾量为 111 kg K hm^{-2} 。在我们的研究中，吸钾量最高的是施钾量为 120 kg K hm^{-2} 处理。有研究证明，香料作物吸收的钾素比其他任何营养元素都多。香料作物中，姜黄吸收钾量最多，其次是生姜。香料作物吸钾量与其作物品种和种植区域有关 (Sadanandan *et al.*, 2002)。研究表明，香料作物需钾量与土壤中钾素含量和动态变化有关，也与不同香料作物的根系分布和品种，以及产量水平有关。但是，施钾并保持一定的水平，对提高生姜的产量和改善其品质非常重要 (Sadanandan *et al.*, 2002; Sadanandan, 2000)。

钾素表观平衡通过计算肥料施入的钾素和生姜带走的钾素而获得 (图2)。除了 T_5 (160 kg K hm^{-2}) 处理以外，即使在其他养分都平衡施用的情况下，其余处理都表现出钾素负平衡。

表 2. 不同施钾水平对生姜产量分布的影响 (19 株平均)

处理	株高 (cm)		分蘖数/株		叶片数/株	
	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012
T ₁ (K ₀)	65.00	56.9 b	13.4 c	10.0 d	161.9 b	90.2 d
T ₂ (K ₄₀)	68.83	59.3 b	14.7 ab	11.4 cd	177.8 ab	114.9 c
T ₃ (K ₈₀)	76.20	62.8 b	15.5 a	12.6 bc	205.8 a	132.2 b
T ₄ (K ₁₂₀)	73.53	68.9 a	15.5 a	16.5 a	211.5 a	164.5 a
T ₅ (K ₁₆₀)	71.53	66.7 a	14.3 bc	13.9 b	201.3 ab	145.4 b
CV (%)	NS	4.0	3.8	7.6	11.2	6.2

注: 同列数据后字母相同表示没有达到 DMRT 分析在 5% 水平下显著性差异

表 3 不同施钾水平对生姜产量和产量分布的影响 (10 株平均).

处理	块茎重/株		块茎鲜重		比对照产量增加	
	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012	2010-2011	2011-2012
	g		mt ha ⁻¹		%	
T ₁ (K ₀)	245.0 d	183.3 c	12.8 c	9.6 d	-	-
T ₂ (K ₄₀)	290.0 c	203.0 bc	15.2 b	11.3 cd	19	18
T ₃ (K ₈₀)	350.0 ab	217.0 bc	16.1 ab	12.4 bc	26	29
T ₄ (K ₁₂₀)	380.0 a	273.3 a	17.6 a	16.0 a	38	67
T ₅ (K ₁₆₀)	330.0 b	232.0 b	14.5 bc	13.7 b	13	43
CV (%)	5.3	8.1	7.4	9.1	-	-

注: 同列数据后字母相同表示没有达到 DMRT 分析在 5% 水平下显著性差异



照片3. 施钾对生姜块茎的影响。IPI-BFA-BARI, SRC, Bogra, 2010-2011。

经济效益

不同施钾水平的经济效益见表5。施钾量为 120 kg K hm^{-2} (处理4) 的毛收入最高 ($\text{Tk.}336, 444 = 4, 313\text{ hm}^{-2}\text{ yr}^{-1}$)，而其可变成本较低 ($\text{Tk.}13,857\text{ hm}^{-2}\text{ yr}^{-1}$)。最高边际效益成本比 (MBCR) (8.1) 也是处理4，施钾量为 120 kg K hm^{-2} ，配套施用 $\text{N}_{133}\text{P}_{23}\text{S}_{12}\text{Zn}_2\text{ kg hm}^{-2}$ 。因此， 120 kg K hm^{-2} 的施钾量是经

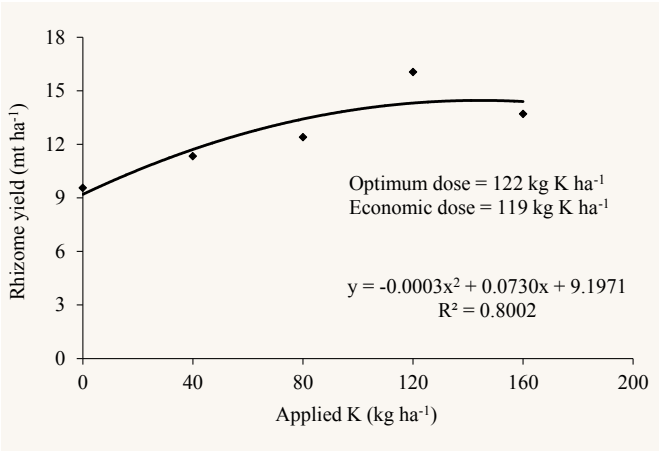


图1. 生姜对施钾的效应, 2011-2012。

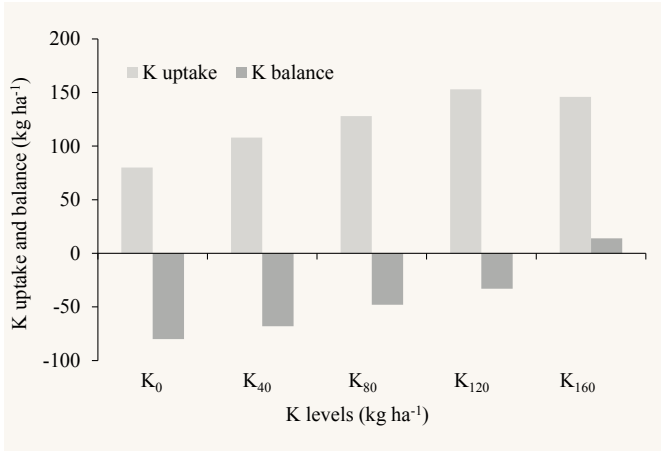


图2. 生姜种植钾素表观平衡。

经济效益最优的施钾量。毛收入最低 (Tk.223,556) 的是不施钾的对照处理T₁。

结论

在孟加拉Bogra Shibganj地区的 Level Barind Tract (AEZ 25)缺钾的台地轻质土壤上施钾对生姜产量有正效应。在研究区内, 生姜的块茎产量一直到施钾量高达120 kg K hm⁻²时随施钾量上升而上升。施钾量和生姜块茎产量之间存在二次相关关系, 生姜产量最高时的最佳施钾量为122 kg K hm⁻²。在试验施钾量的情况下, 生姜吸钾量变幅为80-153 kg K hm⁻²。即使在平衡施肥的情况下, 也表现出钾素负平衡, 说明钾素管理对获得持续高产和保持土壤肥力非常重要。经济效益分析表明, 施钾量为120 kg K hm⁻²时的MBCR最高。考虑经济效益和最佳施肥量, 在平衡施用N₁₃₃P₂₃S₁₂Zn₂ kg hm⁻²的情况下, Level Barind Tract(AEZ 25)地区台地缺钾土壤上生姜的最高产量的最适合施钾量为122kg K hm⁻²。

参考文献

Islam, M.S., S. Altamas, N.I. Sarkar, and K.M. Hossain. 1985. Potassium Responses in Greenhouse and Field Studies in Bangladesh. Proc. Inter. Symp. on Potassium in Agric. Soils SSSB-BARC, Dhaka. p. 70-89.

Kundu, B.C., M.S. Ahmed, M.K. Hasan, M.A. Hossain, and M.S. Islam. 1998. Effect of NPK Fertilizers on the Performance of Olkachu (*Amorphophallus campanulatus* Blume). J. Root Crops. 24(1):31-36.

表 4. 生姜施钾效应方程

回归方程	决定系数 (R ²)	最佳施钾量 (K)	经济施钾量 (K)	最佳施肥量时最大块茎产量	1kg K 肥料的生姜产量 (利用效率)
$y = -0.0003x^2 + 0.073x + 9.1971$	0.8002	122	119	13,711	112

表 5. 不同施钾水平生姜的经济效益分析(2 年平均).

处理	施钾 (K) 量	产量	毛收入	可变成本	MBCR ⁽¹⁾
	-----kg hm ⁻² -----		-----Tk. ⁽²⁾ hm ⁻² yr ⁻¹ -----		
T ₁	0	11,178	223,556	10,257	-
T ₂	40	13,267	265,333	11,457	3.6
T ₃	80	14,250	285,000	12,657	4.9
T ₄	120	16,822	336,444	13,857	8.1
T ₅	160	14,100	282,000	14,090	4.1

Note: ⁽¹⁾MBCR = 边际收益成本比值; ⁽²⁾1USD≈78Tk.

投入品价格: 1 kg N = Tk. 43.48
1 kg P = Tk. 110
1 kg K = Tk. 30
1 kg S = Tk. 83.33
1 kg Zn = Tk. 472.22
可变成本只包含肥料成本

产出品价格: 1 kg 生姜 = Tk. 20

- Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd ed. Academic Press, San Diego, California, USA.
- Miah, M.A.M., P.K. Shaha, A. Islam, M.N. Hasan, and V. Nosov. 2008. Potassium Fertilization in Rice-Rice and Rice-Wheat Cropping System in Bangladesh. *Bangladesh J. Agric. and Environ.* 4:51-67, Special Issue.
- Noor, S., S.A.K.M. Shamsad, and M.S. Islam. 1993. Quantity Intensity Parameters of Potassium in Three Main Soils of Bangladesh. *J. Indian Soc. Soil Sci.* 41(1):161-162.
- Noor, S., A.T.M. Farid, and M.S. Islam. 1998. Potassium Fixation and Depletion in Three Selected Soils of Bangladesh. *Bangladesh J. Agric Res.* 23(1):51-59.
- Lujju, L., G. Xisheng, G. Jiejun, D. Nan, and Z. Lin. 2004. Ginger Response to Potassium in Anhui Province. *Better Crops.* 88(1):22-24.
- Steel, R.C.B., and J.H. Torrie. 1960. Principles and Procedures of Statistics, McGraw Hall Book, New York, U.S.A. p. 377-398.
- Nwaogu, E.N., and U.J. Ukpabi. 2010. Potassium Fertilization Effects on the Field Performances and Post-Harvest Characteristics of Imported Indian Ginger Cultivars in Abia State, Nigeria. *Agricultural Journal* 5(1):31-36.
- Panaullah, G.M., M.A. Saleque, M. Ishaque, and A.B.M.B.U. Pathan. 2000. Nitrogen Dynamics Nutrient Extraction and Apparent Nutrient Balance in a Wheat-Mungbean/Maize-Rice Cropping Sequence at three Sites in Bangladesh. A paper presented in “Nutrient and Water Management for Sustainable Rice-Wheat Cropping Systems in Bangladesh and Australia” (ACIAR Project); external review held in Bangladesh 22-26 February 2000.
- Sadanandan, A.K. 2000. Agronomic and Nutrition of Black Pepper. *In: Black Pepper*. Ravindran, P.N. (ed.). Harwood Academic Publishers, New Delhi. p. 163-223.
- Sadanandan, A.K., K.V. Peter, and S. Hamza. 2002. Role of Potassium Nutrition in Improving Yield and Quality of Spice Crops in India. *In: Potassium for Sustainable Crop Production* (eds.) Pasricha, N.S., and S.K. Bansal. Potash Research Institute of India, Gurgaon, Haryana and International Potash Institute, Switzerland, p. 445-454.

“施钾对孟加拉Level Barind Tract(AEZ25)缺钾台地土壤生姜 (*Zingiber officinale*) 产量和品质的影响” 论文还可以在IPI官方网站找到：
[区域活动/印度东部、孟加拉和斯里兰卡](#)

学术活动

2013年7月

FAI-IPI-IPNI印度平衡施肥圆桌会议, 印度, 新德里, 2013年7月22日

摘自: 印度肥料学报, 2013年9月号, p100-102



照片拍摄: IPI

印度肥料协会 (FAI) 和国际钾肥研究所 (IPI) 和国际植物营养研究所 (IPNI) 联合主办了印度平衡施肥圆桌研讨会, 会议于2013年7月22日在印度新德里FAI大厦举办。FAI的主任Mr. Satish Chander先生致欢迎词。IPI所长Hillel Magen先生和IPNI南亚项目负责人Dr. Kaushik Majumdar博士介绍了圆桌会议日程安排。新德里农业科学家引智委员会 (ASRB) 主席Dr. Gurbachan博士在开幕式上讲话。来自印度农业研究委员会 (ICAR)、印度农科院 (IARI)、印度钾肥研究所 (PRII)、印度农业部、FAI、IPI、IPNI和相关肥料企业的35名代表参加了研讨会。在Satish Chander先生的欢迎辞中, 他强调了平衡施肥是农业发展的重要因素。然而, 他警告说, 当科学家全力研究平衡植物营养各个方面的问题时, 当农业技术推广人员在田间地头向农民传播平衡施肥技术时, 制定价格政策的政府部门有时抵消了促进平衡施肥的努力。Chander继续说道, 参加圆桌研讨会的专家的相互之间的互动可能有助于找到解决不平衡施肥方面问题的办法。

在介绍这个研讨会有关情况时, Hillel Magen先生建议, 虽然平衡施肥的概念广为人知, 但现实情况下必要对其重要性进行再次评估。至于化肥消费量, 他说, 氮素超

过了其他营养元素 (磷和钾), 一定程度上是价格政策导致的。要达到平衡施肥需要的信息, 只有土壤测试是不够的, 他说。从总体上来说, 水稻诊断工具比其他作物好的多, 所以适应其他作物的诊断工具, 比如IPNI的玉米营养专家系统的应用就非常紧迫。提到中国的肥料利用率比印度的高很多, Magen先生强调需要采用先进的农业技术, 在实际产量和可能获得的产量之间建立可能性的桥梁。

Kaushik Majumdar提到, 平衡施肥有两个挑战, 一是如何让农民获得平衡施肥的理念, 二是如何获得一个究竟什么样的平衡施肥才是真正的平衡施肥。他指出, NPK Plus可以有效支持平衡施肥, 强调定点的养分解决方案的需求。但是, 要让这一概念普及到农民那里, 科学家的解读需要面向最基层的需要。在他的开幕式致辞中, Gurbachan Singh博士强调说, 需要从过去的实践中吸取教训, 要对过去30年提高养分利用率的研究及取得的成绩进行总结。在促进平衡施肥时, 科学方法非常重要。Dr. Singh博士指出, 印度每年必须增加800-1000万t谷物产量才能满足印度人口增长的速度。这就需要采用先进技术持续提高作物产量。同时, 包括肥料在内的农业投入成本在上升。由此, 他指出, 平衡施肥的挑战既多样又复杂, 涉及养分、水、耕作, 应该鼓励与肥料施用相关连的作物秸秆还田, 以提高土壤肥力。豆科作物的叶片还田也能提高土壤有机质含量。强调多学科的结合, Singh主张通过整合农业系统来提高作物产量、土壤肥力和农民收入。他说, 在设计试验研究时, 要考虑基于农作系统的研究方法。

会上报告了6篇论文。他们是:

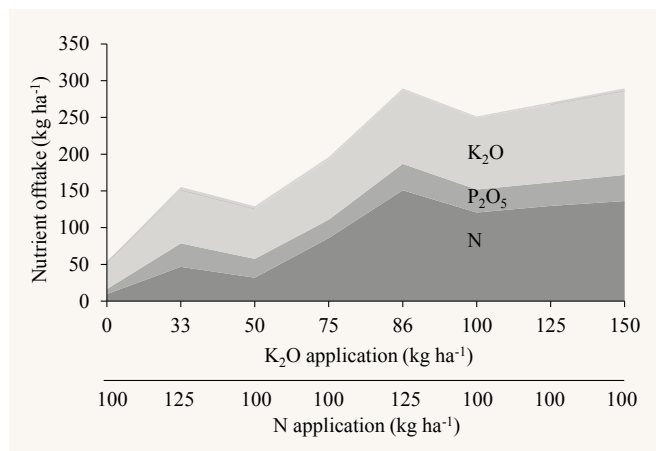
- 平衡施肥与长期可持续发展, Dr. Muneshwar Singh, Coordinator, LTFE, IISS, Bhopal
- 印度农田尺度试验中作物的施肥效应, Dr. V.K. Singh, ICAR National Fellow, PDFSR, Modipuram
- 印度钾素营养平衡和作物可持续生产, Dr. S.K. Bansal, Director, PRII, Gurgaon
- 提高养分利用效率以提高可持续生产和农业效益, Dr. B.S. Dwivedi, Head, Division of Soil Science and Agricultural Chemistry, IARI, New Delhi
- 印度施磷和施钾的作物效应和经济效应分析, Dr. Kaushik Majumdar, Director, South Asia Programme, IPNI, Gurgaon

- 施用NBS促进平衡施肥, Mr. B.B. Singh, Assistant Vice President (Corporate Affairs), TCL, Noida

热烈的讨论以后, 在圆桌研讨的总结环节, Hillel Magen先生汇总了与会者的观点, 得出以下几个要点:

- 印度单位面积养分施用量低而不平衡。将尿素从肥料补贴政策中排除, 导致NPK价格失真, 进一步加大了不平衡施肥的问题。
- 尽管平衡施肥方面开展了大量的研究, 但研究鸿沟还是存在。比如, 忽视对钾素淋洗问题的研究, 特别是在砂质土壤和降雨量较大的情况下的钾素淋洗问题。
- 加强定点的养分管理以促进平衡施肥和提高肥料利用率。平衡施肥方法因为不同的生产力水平而不同。
- 需要建立一个值得信赖的数据库, 以提高基于土壤测试的养分推荐的使用效果。
- 作物实际产量和潜在可获得产量之间存在巨大差距。为了让农民充分认识到施肥在缩小这个产量差距的价值, 需要在农户田间进行施肥示范。
- 农民和农场管理咨询师是这次研讨的听众, 但他们应该成为先进农业技术推广的核心。
- 特别需要使用大众媒介向农民传播最优管理措施。ICAR的一个完全农业频道和/或肥料生产企业有很长的路要走, 去向农业社区推广先进农业技术。

在圆桌研讨结束时, FAI的农学院的院长Dr. R.K. Tewatia博士提议为主讲嘉宾和随后的热烈讨论热烈鼓掌。



“平衡施肥”示意图显示了钾如何提高氮素的利用效率: 随着施钾量增加作物吸收更多的氮素。资料来源: IPI试验数据; 洋葱田间试验。

“FAI-IPI-IPNI印度平衡施肥圆桌会议, 印度, 新德里, 2013年7月22日”可以在IPI官方网站看到:
[区域论文和报告/印度](#)

学术活动 (续)

2013年10月

IPI-EMBRAPA主办的“巴西钾素平衡施用 - Uso Balanceado do Potássio na Agricultura Brasileira”2013年10月9-10日在圣保罗大学 (USP) 举办, Luiz de Queiroz College of Agriculture (ESALQ), Av. Pádua Dias, 11, Piracicaba/SP - CEP 13418-900, Brazil.

APOIO AO USO BALANCEADO DE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA

10 anos de parceria IPI e Embrapa

9 e 10 de Outubro 2013.

Programação (sujeita a alterações)



Quarta, 9 de Outubro de 2013

Seção de Abertura			
8:00	8:30	Entrega de materiais.	
8:30	9:00	Boas Vindas e Apresentação do IPI.	H. Magen/ T. Wiendl IPI
Seção Técnica 1: Características de uso de K no Brasil			
9:00	9:30	Últimos avanços da adubação potássica no Brasil.	G. C. Vitti ESALQ
9:30	10:00	Estatísticas de Consumo de Potássio pelas Culturas no Brasil.	J. F. Cunha TecFértil
10:00	10:30	Intervalo do Café	
10:30	11:00	à definir	MAPA/ MDA
11:00	11:30	O uso do K no Cerrado Brasileiro.	L. R. G. Guilherme UFLA
11:30	12:00	Closing Yield Gaps	
Seção Técnica 2: Aspectos fisiológicos do K nas plantas			
14:00	14:30	A importância fisiológica e a dinâmica do K nas plantas.	P. C. Castro ESALQ
14:30	15:00	Physiological aspects of K in Cotton	
15:00	15:30	Interação N e K na nutrição de plantas	C. H. Abreu-Junior CENA
15:30	16:00	Intervalo do Café	
Seção Técnica 3: Consumo e exigências de K nos países do Cone Sul			
16:00	16:30	AP no Suporte da Nutrição para Alta Produtividade	R. Ortega INIA
16:30	17:00	Estatística do uso de Potássio nos países do Cone Sul	R. Melgar INTA
17:00	17:30	Adubação Potássica no Uruguai	J. M. Bordoli UdelaR

Quinta, 10 de Outubro de 2013

Seção Técnica 4: O uso de potássio nos sistemas de produção do Brasil			
8:00	8:30	Dinâmica do K em Sistemas de plantio direto.	J. Kaminski UFSM
8:30	9:00	Porque não Alcançamos Produtividades Maiores no Brasil?	L. I. Prochnow IPNI
9:00	9:30	Sistema de Produção com Fertilidade Construída.	O. Martins SNP
9:30	10:00	Adubação Potássica em Solos sob SPD.	V. M. Benites Embrapa
10:00	10:30	Intervalo do Café	
Seção Técnica 5: Recomendações de adubação potássica			
10:30	11:00	Adubação Potássica na Cana	R. Rosseto APTA
11:00	11:30	Adubação Potássica no Milho.	G. Barth Fund ABC
11:30	12:00	Adubação Potássica na Soja.	L. Zancanaro Fund MT
12:00	12:30	Adubação Potássica no Café e Eucalipto.	A. E. Furtini UFLA
Seção Técnica 6: Projeto "Aduba Brasil" - Resultados e perspectivas			
14:00	14:30	Calibração da Adubação Potássica na Soja.	V. Benites Embrapa
14:30	15:00	Adubação Potássica em Solos Arenosos.	J. C. Polidoro Embrapa
15:00	15:30	Potássio em Solos sob Pastagem Intensiva.	A. Bernardi Embrapa
15:30	16:00	Intervalo do Café	
16:00	16:30	Correlações Espaciais no Mapeamento do Balanço de Potássio.	R. P. Oliveira Embrapa
16:30	17:00	Relações entre K, pragas e doenças.	M. C. S. Carvalho Embrapa
17:00	18:00	Discussão e fechamento	

想要了解更多详细情况, 请和IPI拉丁美洲的项目协调员Dr. Toni Wiendl联系, 或者访问IPI官方网站/学术活动。

2013第三届非洲稻米大会, Yaoundé, 喀麦隆, 21-24 October 2013, 想要了解更多详细情况, 请访问会议专门网站。

2014年2月

世界农林业大会: 生命之树: 扩大农林业的影响, 新德里, 印度, 2014年2月10-14日。更多详细情况, 请访问会议专门网站。

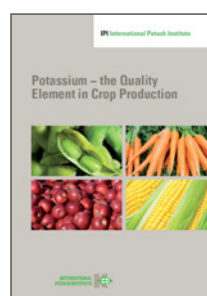
2014年8月

第29届国际园艺大会, 澳大利亚布里斯班, 2014年8月17-22日。更多详细情况, 请访问会议专门网站。

2014年9月

敬请在您的日程表上注明: IPI将和埃塞俄比亚农业部联合举办首届东非钾素论坛。2014年9月3-5日, 埃塞俄比亚Addis Ababa。更多详细情况, 请与IPI撒哈拉以南非洲项目协调员Mr. Eldad Sokolowski先生联系。

最新出版物



钾素-作物的品质元素

P. Imas编辑制作, 38页, 2013年出版

钾素和氮素、磷素一样, 都是作物从土壤中吸收量相对较大的植物必需营养元素。钾素可以提高作物的产量和改善农产品品质, 增强作物的抗逆性, 抵御病虫害、低温、干旱以及其他不利因素的侵袭。钾素有利于促进发育更强壮而健康的根系, 促进氮素和其他营养元素的吸收和利用转化。另外, 钾素在家畜的营养方面也很重要。

这本小册子包含了与钾素和产品质量有关的以下的这些方面:

- 作物健康
- 农产品的营养价值
- 食品的外在品质
- 农产品的加工品质
- 农产品的货架时间
- 作物对病虫害的抑制
- 人类健康
- 功能食品
- 食品中的硝酸盐含量
- 相关知识介绍

现在这本小册子从IPI的官方网站可以免费下载, 要获得纸质版本, 可以和IPI联系。



Le Potassium

Un élément essentiel à la vie

Калій

поживна речовина, необхідна для життя

钾素-生命的必需元素。我们刚刚出版了这本小册子的法文版和乌克兰语版本,这是你可以在IPI官网上下载的继英文版和葡萄牙语版本后新的版本。可以和IPI联系,索要法文版和乌克兰语版的纸质出版物,在乌克兰的话,也可以联系IPI在东欧的项目协调员Dr. Gennadi Peskovski博士,在葡萄牙可以联系IPI在拉丁美洲的项目协调员Dr. Toni Wiendl博士。阿拉伯语版本正在出版过程中,将不久就可以从IPI官网上下载,需要阿拉伯语版本纸质出版物的可以和设在埃及开罗的阿拉伯肥料协会 (AFA) 联系。

平衡施肥: 提高农作物产量和改善农产品品质的重要营养元素



Imas, P., S.K. Bansal, 中文翻译田有国博士, 6p. 2013年出版

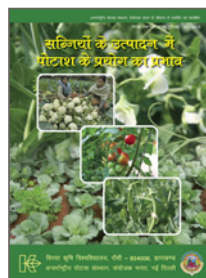
这本中文小册子现在可以从IPI网站上下载。如您需要中文版本的纸质版本,可以和中国农业部全国农业技术推广服务中心的田有国博士联系。



灌溉施肥: 水肥高效应用技术

Kafkafi, U., J. Tarchitzky, 中文翻译田有国博士, 2013年出版

IFA-IPI的这本书中文版现在可以在IPI官方网站下载。需要纸质版的请和中国农业部全国农业技术推广服务中心田有国博士联系。



सब्जियों के उत्पादन में पोटेश के प्रयोग का प्रभाव 蔬菜施钾效应

Kumar, P., S. Karmkar, A. Kumar, and J.K. Lal. Hindi. 12p. 2013

现在这个印度语的出版物可以在IPI官方网站上下载。

需要纸质版本的,可以和IPI东印度、孟加拉和斯里兰卡地区项目协调员Mr. Neeraj Kumar Awasthi先生联系。

英国钾盐发展协会出版物



肥料基施及其时机 钾素简报, 2013年夏

在SNS指数为0时,很容易为了高产而施氮肥,因为每年施用氮肥使土壤能提供充足的养分满足作物的需要。但我们不能在P和K指数为0的时候,轻易进行P素和K素施肥管理,因为不能在条播之前在苗床上施用足够的P肥和K肥以满足作物对P素和K素的需求。更多内容,请访问PDA网站。

钾盐发展协会 (PDA) 是一个独立的机构,成立于1984年,主要是为英国的土壤肥力、植物营养和肥料特别是钾素的施用提供技术支持和建议。更多信息,请访问 www.pda.org.uk。

K 钾素文献

片岩风化表层发育的森林土壤钾素动态变化

Jol Hamdan and Osumanu Haruna Ahmed. 2013. *Archives of Agronomy and Soil Science* 59(4-6):593-602.

摘要: 由于高度风化和养分淋洗, 潮湿的热带土壤有效钾含量低。试验在片岩风化表层发育的森林土壤上进行, 研究土壤矿物学及土壤钾素供应能力问题。该研究采用数量强度指标法 (Q/I)。片岩风化物显示风化程度很深, 淋洗穿透整个土壤剖面, 导致阳离子交换量 (CEC) 和土壤及残存风化物中有效钾含量都很低。片岩的矿物学检测表明, 其含有高岭石、水铝矿和针铁矿。在底层残余风化物中发现有长石、云母、云母-蒙脱矿物。 Q/I 参数表明, 在土壤和风化残余物中钾素供应强度都低。其原因是风化和强烈淋洗。钾素补充的自由能值 (ΔG_r°) 也表明土壤和片岩风化残余物中的钾素缺乏。 Q/I 参数与有机碳含量、粘粒含量、CEC、pH和交换性钾含量高度相关。

多年生黑麦草草皮施用氮肥和钾肥的长期效应

Ebdon, J.S., M. DaCosta, J. Spargo, and W.M. Dest. 2013. *Crop Sci.* 53(4):1750-1761, doi:10.2135/cropsci2012.06.0395.

摘要: 施钾对草皮生长的影响及其与植株钾含量和土壤钾含量的关系的研究非常不稳定, 因为有包括氮素施肥在内的很多因素都影响植株钾含量。这个开始于2004年持续5年的研究就是为了解氮素 (尿素) 和钾素 (硫酸钾) 对土壤的影响和对多年生黑麦草 (*Lolium perenne* L. 'Brightstar') 的施肥效应。田间试验设5个施氮水平 (49、147、245、343、441 $\text{kg hm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$), 3个施钾水平 (49、245、441 $\text{kg hm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$)。每年春天都分析牧草修剪产量 (CY)、叶片钾含量、土壤pH、生根量 (只有2004和2005年)、土壤钾含量。随着施钾量增加, 叶片钾和土壤钾含量呈线性增加, 而施较高氮素的其叶片钾含量、CY呈斜线下降, 但其土壤钾含量增加。施氮处理其叶片钾和CY线性增加, 而随着施氮量增加其生根量、土壤pH和土壤钾含量下降。生根量和CY负相关。在施氮量为245 $\text{kg hm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 及以下的处理中, 试验后期 (2006年) 出现钾素的奢侈吸收。随着施氮量的增加, CY和叶片钾含量之间的衰退强度 (r^2) 和共变 (covariation) 升高, 但随着年份延长而下降。即使在土壤测试钾含量低下的情况下 (50 mg kg^{-1}), 也没有发现草梢和根系生长随施钾而发生变化。

磷钾施肥对大豆种子质量和组分的影响

Krueger, K. A.S. Goggi, A.P. Mallarino, and R.E. Mullen. 2013. *Crop Sci.* 53(2):602-610, doi:10.2135/cropsci2012.06.0372.

摘要: 施用磷钾肥对大豆 [*Glycine max* (L.) Merr.] 种子质量的影响还不清楚。在一些种植区域和年份, 施肥量对大豆产量和组分有正效应, 但在其他地方却不是这样。因为大豆种子产量的生产成本上升了, 种子公司对通过提高土壤肥力有可能提高大豆种子质量非常感兴趣。研究目的是了解大豆施用不同用量的磷钾肥料对大豆种子质量因素, 比如种子存活率, 种子生活力、种子组分的影响。种子样品从一个施用磷钾的长期试验中采集。磷钾处理为0、8、26 $\text{kg P hm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 、0、66、132 $\text{kg K hm}^{-2} \text{ yr}^{-1}$ 。结果显示过量的磷钾施用量降低了大豆种子的质量。种子组分随着地点和处理不同而不同, 但是其变化没有规律可循。绝大多数试验点的大豆种子的蛋白质和油脂含量受到磷钾施用量的影响并不显著。但是磷钾过量施用大豆种子的亚油酸含量升高了, 而单施磷肥的则下降了。这些结果显示, 过量的土壤肥力有可能对大豆种子质量产生负面影响。

磷钾施肥对三叶草和土壤的影响

Macolino, S., L.M. Lauriault, F. Rimi, and U. Ziliotto. 2013. *Agron. J.* doi:10.2134/agronj2013.0054.

摘要: 三叶草 (*Medicago sativa* L.) 高产施肥策略应该考虑在集约农业区过去10年中土壤肥力上升的情况。田间试验在意大利北部的Padova大学进行, 研究在养分缺乏的土壤上不同磷钾施肥组合对三叶草产量和营养质量的影响。试验三叶草品种为Delta, 播种时期为2005年3月, 试验土壤为砂质土, 有效磷含量为38 mg kg^{-1} , 速效钾含量为178 mg kg^{-1} 。3个施磷水平 (0、100、200 $\text{kg hm}^{-2} \text{ P}_2\text{O}_5$) 和3个施钾水平 (0、300、600 $\text{kg hm}^{-2} \text{ K}_2\text{O}$) 衍生出9个施肥处理, 完全随机区组设计。在3个种植年中 (2005-2007) 三叶草都是在孕蕾期收获, 每次收获时测定干物质重 (DM)、牧草营养价值、磷钾含量、株高、茎密度等参数。试验结束时取土样测定有效磷和交换性钾含量。结果显示, 施磷对产量没有影响, 而且不与钾在促进三叶草产量时发生交互作用, 而施钾对产量有正效应。施钾量300 $\text{kg hm}^{-2} \text{ K}_2\text{O}$ 时满足最大产量的养分需求, 对牧草营养价值没有负面影响。土壤分析数据显示, 即使在施钾量非常高的情况下, 三叶草吸钾量也很高。

三种土壤犁沟施肥对玉米养分吸收的影响

Kaiser, D.E., and J.C. Rubin. 2013. *Agron. J.* 105(4):1199-1210, doi:10.2134/agronj2013.0122.

玉米(*Zea mays* L.)播种时施肥在北部气候区是一种常见的技术措施,可以促进早发和营养吸收。因为市场上供应的肥料品种太多,所以没法制定不同土壤上最适合的肥料品种的指导性意见。目的是研究不同肥料品种对温室里粘壤土(CL)、细砂(FS)和粉砂土(SiL)上种植植物生物量、氮磷钾硫含量和吸收的影响。参加试验的肥料品种有11种,既有液体的也有固体的,肥料直接和玉米种子接触施用,6个施肥水平。地上部分出苗14天后测定其平均生物量、养分含量和吸收量。在所有土壤类型上,和对照相比,含磷肥料提高或保持了植物生物量和养分吸收量。总体上说,含N、K和S的肥料都减少了植物的生物量,除了有些含K和含S的肥料在施肥量比较低的时候在FS土壤上吸收更多的K和S。即使在植物生物量和养分吸收量下降的情况下,植物组织的N、P、K和S的含量上升。种肥同播时肥料的品种选择非常重要,可以促进土壤养分的供应,最大程度地提高植物生长的早期植物的生物量和营养吸收。

延伸阅读

(敬请同时参阅IPI推特-Twitter和IPI脸书Facebook)

支持转基因(GMOs)

Alberts, B. et al. 2013. *Science* 314(6152):1320, DOI 10.1126/science.1245017.

基于印度干旱半干旱地区淋溶土上的27年的长期试验的钾素释放特性、钾素平衡和小米(*Eleusine coracana* G.)产量的稳产性

Srinivasarao, Ch. et al. 2013. *Plant Soil*, DOI 10.1007/s11104-013-1877-8.

墨西哥西南部玉米高粱间作系统研究

Flores-Sanchez, D. et al. 2013. *Agroecology and Sustainable Food Systems* 27(7):739-761, DOI 10.1080/21683565.2013.763888.

减氮控磷和稳钾施肥对水稻产量和养分积累的影响

Du Jia-yin, et al. 2013. *J. Plant Nutr. and Fert. Sci.* 19(3):523-533, DOI 10.11674/zwyf.2013.0301.

基于反射理论的不同灌溉制度下蜘蛛满对叶片植株钾素含量的“生物效应”评价

Nansen, C., et al. 2013. *Science Direct, Computers and Electronics in Agriculture* 97:21-26.

钾素对甘薯(*Ipomoea batatas* Lam.)产量、光合产物分布、酶活性和根中ABA含量的影响

Hongjuan Liu, et al. 2013. *Australian J. Soil Sci.* 7(6):735-743, ISSN 1835-2707.

施钾量和施钾频率苜蓿干物质产量、营养状态和经济效益分析

Bernardi, A.C.C., et al. 2013. *Int. J. Agron. Plant Prod.* 4(3):389-398, ISSN 2051-1914.

农艺进展: 为了提高农业生产能力和增加碳库的印度旱作生态系统中土壤的可持续管理

Srinivasarao, Ch., et al. 2013. *Science Direct, Advances in Agronomy* 121:253-329.

印度西北部粗质土壤上灌溉、氮素和钾素对麻疯树(*Jatropha curcas*)种子产量和含油量的影响

Abha Tikkoo, et al. 2013. *Science Direct, Soil and Tillage Research* 134:142-146.

水培条件下3个棕榈油品种钾素利用效率

Saykhul, A., et al. 2013. *Science Direct, Scientia Horticulturae* 162:55-62.

叶肉保持钾素能力与小麦和大麦抗盐性的关系

Honghong Wu, et al. 2013. *Physiologia Plantarum*, DOI 10.1111/ppl.12056.

基于QUEFTS分析的中国玉米营养需求

Xinpeng Xu, et al. 2013. *Science Direct, Field Crops Research* 150:115-125.

信息公告

IPI Available all around



需要这个宣传网页纸质版的, 请与IPI联系, 或者与您所在的区域的IPI项目协调员联系。

国际肥料通讯 *e-*ifc** 中文版 版权信息
ISSN 1664-8765 (网络); ISSN 1664-8757 (印刷)

出版者: 国际钾肥研究所 (IPI)
英文版编辑: Ernest A.Kirkby, UK; Susanna Thorp, WRENmedia, UK;
Patrick Harvey, Green Shoots, UK; Hillel Magen, IPI

中文翻译/编辑: 田有国, 全国农技中心, 中国
版式设计: Martha Vacano, IPI
地址: 国际钾肥研究所 (IPI)
P.O.BOX 260
Baumgartlistrasse 17
CH-8810 Horgen, Switzerland
电话: +41 43 8104922
电传: +41 43 8104925
E-Mail: ipi@ipipotash.org
网址: www.ipipotash.org

每季度一刊的国际肥料通讯, 订阅的用户可以通过E-mail定期发送, 同时在IPI网站上定期发布。

这期国际肥料通讯上的相关链接只出现在其电子版本上。
订阅国际肥料通讯电子杂志, 请发送电子邮件到网站的杂志订阅。
退订的, 请点击给您发送的邮件底部的杂志退订链接。

国际钾肥研究所成员公司:
ICL Fertilizers; JSC Uralkali; Tessenderlo Chemie; and JSC Belarusian Potash Company (BPC).

Copyright©国际钾肥研究所 (IPI)
IPI保有其所有出版物和网站内容的版权但是鼓励非商业目的的复制传播。引用有关内容的要注明出处。不用提出特别申请, 也不用付费, IPI允许用于个人或教育目的而非盈利或商业目的的使用其有关电子或印刷资料, 但必须在材料的首页注明材料来源。对IPI不拥有所有权的材料, 如果要复制或使用, 必须要得到其版权所有人的许可。