

# *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30期 | 2012年3月号



# 编者按

亲爱的读者:

国际钾肥研究所 (IPI) 是德国和法国钾肥生产企业在1952年发起成立的。非常清楚, IPI成立的时候就眼光卓越, 认识到要推动农业的进步需要在全世界范围内持续地开展农业科技交流。2012年, 我们就要举行IPI成立60周年的纪念活动。我们骄傲地将它作为一个重要的里程碑, 因为我们相信我们一直坚守着IPI成立之初坚持的理念。

在20世纪下半叶, 全世界很多国家和地区的农业都取得了长足的进步。然而, 也有很多地区与这样的快速发展失之交臂。在本期电子杂志中, 我们收录了一篇关于印度的部落地区改进施肥方法的论文, 要知道, 这个部落以前连“钾素”这个词都没有听说过…

我们今天还有IPI创立者们那样的眼界吗? 丝毫不用怀疑, 我可以肯定地说答案是“是的”。与60年前相比, 农民现在面临的问题如果不是更多, 也绝不会更少, 对农业科技和实用技术的需求更紧迫。从这个角度讲, 带着过去60年取得的巨大成就的骄傲, 带着继续支持农业发展的愿望, IPI在全球很多地区与科学家、推广官员和农民开展的工作将会继续推进。

祝您阅读愉快!

Hillel Magen

国际钾肥研究所 所长

## 编者按

### 研究报告

2



施钾对氮肥利用率 (NUE)、作物生长、产量因素及玉米 (*Zea mays* L.) 产量的影响  
Brar, M.S., Preeti Sharma, Amandeep Singh, and S.S. Saandhu

3



参与式定点钾素管理对印度安得拉邦 (Andhra Pradesh) 雨养农业区作物的影响  
Srinivasa Rao, Ch.

7



钾肥对百里香 (*Thymus vulgaris* L.) 精油的影响  
Eryüce, N., D. Anaç, Ö. Gürbüz Kılıç and C. Ceyhun Kılıç

17

### 学术活动

18

### 最新出版物

18

### 钾素文献

21

### 信息公告

24

# 研究报告



印度旁遮普 (Punjab) 的玉米试验地。K=0处理的试验地严重倒伏。摄影: M. S. Brar

施钾对氮肥利用率 (NUE)、作物生长、产量因素及玉米(*Zea mays* L.)产量的影响

Brar, M.S.<sup>(1)(2)</sup>, Preeti Sharma<sup>(2)</sup>, Amandeep Singh<sup>(2)</sup>, and S.S. Saandhu<sup>(3)</sup>

## 引言

氮肥利用率 (NUE) 是用施用的每公斤肥料生产多少公斤产量来计算的, 在谷物作物中, 其很少超过50%。NUE在水稻中为25%~34%, 其他作物大概在40%~60%, 全球平均大概在50%左右(Mosier, 2002)。玉米也不例外。据报道, 全球谷物作物的NUE为33%, 而且NUE每升高一个百分点, 价值达到2.34亿美元(Magen and Nosov, 2008)。Cassman (2002)报道说, 基于大量的田间试验结果发现, 在亚洲地区, 在农民常规管理模式下水稻的NUE为31%, 在定点精确管理的模式下为40%。Cassman进一步报道了小麦的氮肥利用率从不利气候条件下低到18%

到有利气候条件下高到49%。除了气候条件, 氮肥利用率还受很多因素的影响, 如作物需氮量、从肥料和土壤供氮量, 以及从作物土壤系统中损失的氮素。事实上, 不仅是氮素, 而且所有其他营养元素, 比如农业生态系统中的钾素, 非均衡施肥和不合理施用都会影响它们的利用率。

IPI在亚洲和欧洲的定点试验表明, 施用适量的钾素, 不仅增长, NUE也是增加的。具体来说, 乌克兰玉米上NUE提高15.5%, 印度玉米上提高18%, 中国小麦上提高

<sup>(1)</sup> 通讯作者: [brarms@yahoo.co.in](mailto:brarms@yahoo.co.in)

<sup>(2)</sup> 旁遮普农业大学土壤学系, Ludhiana, Punjab 141004

<sup>(3)</sup> 旁遮普大学农业气象系, Ludhiana, Punjab 141004

**Table 1.** Effect of fertilizer treatments on N and K uptake by maize grains.

Treatment <sup>(1)</sup>	Year					Average
	2003	2004	2005	2006	2007	
No. of fields	4	3	4	4	3	18
-----N uptake (kg ha <sup>-1</sup> )-----						
K <sub>0</sub>	23.2	39.5	37.7	50.7	49.8	40.2
K <sub>30</sub>	27.4	48.9	38.8	51.4	54.4	44.2
K <sub>60</sub>	30.4	55.4	37.7	51.6	52.6	45.5
K <sub>90</sub>	29.0	57.9	45.7	62.9	59.1	50.9
CD (5%)	4.13	11.57	8.19	10.18	NS	
-----K uptake (kg ha <sup>-1</sup> )-----						
K <sub>0</sub>	8.4	10.3	11.9	22.2	44.1	19.4
K <sub>30</sub>	12.4	13.0	13.1	20.1	45.9	20.9
K <sub>60</sub>	15.7	14.9	13.7	23.3	48.4	23.2
K <sub>90</sub>	15.7	16.5	15.6	34.6	51.8	26.8
CD (5%)	2.6	3.6	2.7	5.4	NS	

<sup>(1)</sup>N and P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> levels were 125 and 60 kg ha<sup>-1</sup>

**Table 2.** NUE of fertilizer N (kg grain/kg N) and apparent N recovery (%) at different levels of applied potassium.

K level (kg K <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> )	2003	2004	2005	2006	2007	Average	% increase over K <sub>0</sub>
-----NUE (kg grain/kg applied N)-----							
0	21.1	32.0	26.8	38.2	45.4	32.7	-
30	24.2	37.9	27.3	39.5	47.6	35.3	7.9
60	27.0	41.8	27.4	41.3	53.3	38.0	16.2
90	26.4	40.9	30.9	48.2	48.8	39.0	19.3
-----ANR (%)-----							
0	19	32	30	41	40	32	-
30	22	39	31	41	44	35	9.3
60	24	44	30	41	42	36	12.5
90	23	46	37	50	47	41	28.1

The NUE was calculated by dividing grain yield (kg) by the N applied (kg), and ANR (%) was calculated by dividing uptake of Nitrogen in kg by N applied in kg and multiplied by 100 (Ladha *et al.*, 2005).

19%，孟加拉水稻上提高26.3%。印度哈里亚纳邦 (Haryana) 珍珠稷上的试验表明，施用60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>的情况下，氮素的偏生产率 (Partial Factor Productivity) 从20.3kg/kg N上升到23.8kg/kg N (Yadav *et al.*, 2007)。

在印度，玉米是重要的粮食作物。在旁遮普 (Punjab) 邦，玉米主要种植在该邦的东北部的轻质低肥力土壤上。在那里，平衡施肥对作物增产的作用非常大。因为农民不习惯施钾，非平衡施肥就成了限制产量的因素之一，也导致该地区的玉米产量和NUE都较低。

印度旁遮普邦的Hoshiarpur和Nawanshe-har地区在农民田里做了

5年18个点的试验。每个试验处理重复3次。试验处理面积是800m<sup>2</sup>。4个处理，即施用N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O 125:60:0, 125:60:30, 125:60:60和125:60:90 kg ha<sup>-1</sup>，施用的肥料分别为尿素、磷酸氢二铵 (DAP) 和氯化钾 (MOP)。全部的DAP、MOP和三分之一的尿素在播种时施入。第二份三分之一的尿素在玉米齐膝高时施用，最后三分之一尿素在孕穗期施用。玉米6月份播种9月份成熟收获。玉米成熟时测定玉米株高、茎周和叶面积。收获时要测量和记录玉米穗长、穗周长、穗重和籽粒重。玉米籽粒产量是经10~15天自然风干后脱粒重量。收获时采集植株样品，在蒸馏水中洗涤，烘箱65℃烘干后用不锈钢威磨 (Willey mill) 研磨。植

株样用硝酸和高氯酸 (比例3:1) 消化处理，然后测定N (凯氏定氮法) 和K (火焰光度法)。

## 氮素吸收

提高NUE是增进作物吸收和改善作物利用氮素的结果。可以观察到，随着增加钾素的施用，玉米种子吸收氮量增加 (表1)。籽粒吸收氮量从单施氮磷不施钾的处理的平均为40.2kg ha<sup>-1</sup>提高到氮磷配施90kg ha<sup>-1</sup>的K<sub>2</sub>O时的50.9kg ha<sup>-1</sup>。作物吸收钾素的量也随着使用钾素量的增加而提高。

## 氮肥利用率 (NUE)

使用钾肥对玉米的NUE有很大的影响。不同年份不同地点，随着使用钾素的增加，NUE从21.1上升到53.3kg kg<sup>-1</sup> (表2)。年份和地点平均起来看，使用钾素K<sub>2</sub>O 0、20、60、90 kg ha<sup>-1</sup>时，NUE分别为32.7、35.3、38.0和39kg kg<sup>-1</sup>。与K<sub>0</sub> (不施钾) 对照，使用钾肥可以分别提高NUE 7.9%、16.2%和19.3%。作为指示施用钾肥对氮肥利用的影响的指标，氮素回收率 (ANR, kg N素吸收量/kg N素施用量) 不同年份和不同地点平均19%~50%，从不施钾(K<sub>0</sub>)的32%到最高施钾(K<sub>90</sub>)的41%。这也说明，施用钾素可以提高氮肥的利用效率，减少氮肥对环境的污染。

## 生长参数

玉米茎粗是非常重要的指示植株健壮和抗倒伏能力的参数。钾肥施用可以有利于增加玉米的茎粗，随钾肥施用量的增加，茎粗也在增加，最大的茎粗是在施用N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>和K<sub>2</sub>O为125:60:60 kg ha<sup>-1</sup>的处理 (表3)。平衡施肥条件下，特别是施钾的应用提高了玉米茎粗，可能与细胞的膨大有关。茎粗增加可以使玉米更强壮和健康，包括使根系更发达 (Walker and Parks, 1969; Singh and Tripathi, 1979; Ahmed, 1992)。在不施用钾肥的处理小区，可以看到玉米倒伏现象，但在包括钾素在内的植物平衡施肥的条件



施用 $K_2O$ 30kg ha的试验地。摄影: M. S. Braro。

下,施用NPK处理提高茎粗和使根系发达的处理中,没有出现倒伏。

五年试验综合起来看,株高变幅在223.5~242.3cm。虽然在绝大多数年份,施钾的影响很显著,但可以看出施钾可以提高玉米的株高(表3)。玉米叶片的光合作用产生的光合物质是玉米产量形成的驱动力,它与叶片的面积有关。哪个处理能提高叶面积,就可以说它能够提高玉米产量。从这个角度来说,可以看到随着施钾量的增加,玉米叶面积也在增加(表3)。总起来看,叶面积最大的是在施钾量为 $90\text{kg ha}^{-1}$ 的处理。施钾除了提高玉米的光合作用外,还可以调节溶质势,促进细胞扩展,从而可以提高叶片扩大速度和叶片面积(Rao and Madhava, 1983; Yahiya et al., 1996)。

### 产量参数

玉米收获时测定了玉米棒的长度和粗度。数据显示,施用60和 $90\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ 的处理的玉米棒比单施NP不施K的处理要明显长而粗(表4)。玉米棒子更长,可能与提高氮肥利用率,增强了光合作用、提高了光合产物转运速度从而增加了光合作用产物在玉米棒上的累积有关。

从长达5年的试验来看,施钾显著提高了玉米的千粒重和百粒重(表4)。施用 $90\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ 处理与对照(只施用氮肥,数据没有在表中列出)相比,百粒重平均增加了37%,千粒重提高了15%。与此类似,随着施钾量的增加,与施用NP的处理相比,这些参数也是在增加的。

### 籽粒产量

5年的研究数据显示(表3),只施用N、P不可能获得最大的产量。施钾是增产的重要因素。施用 $60\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ 的处理与施用NP的处理相比,产量增加了15%。施钾处理玉米籽粒产量的增加,是作物生长参数和产量参数积累效应的结果,有因为施钾而导

**Table 3.** Effect of fertilizer treatments on growth parameters of maize.

	Plant girth	Plant height	Leaf area
	-----cm-----		$\text{cm}^2$
$N_{125}P_{60}K_0$	6.34	229.6	5,669
$N_{125}P_{60}K_{30}$	6.71	234.1	5,966
$N_{125}P_{60}K_{60}$	7.00	240.1	6,091
$N_{125}P_{60}K_{90}$	6.95	242.3	6,334

**Table 4.** Effect of K application on yield parameters and grain yield (average of five years at 18 locations) of maize.

Treatments	Cob length	Cob girth	Grain weight of 100 cobs	Thousand grain weight	Grain yield
	-----cm-----		kg	g	mt ha <sup>-1</sup>
N <sub>125</sub> P <sub>60</sub> K <sub>0</sub>	20.0	14.4	9.1	235	5.69
N <sub>125</sub> P <sub>60</sub> K <sub>30</sub>	20.6	14.6	9.5	238	5.95
N <sub>125</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub>	21.1	14.8	10.5	249	6.54
N <sub>125</sub> P <sub>60</sub> K <sub>90</sub>	21.4	14.9	11.1	254	6.10

致参数的增加,也有施用N和P的作用,还有施钾带来的作物对氮的吸收和利用效率的提高的作用。

### 致谢

作者感谢 Hillel Magen 先生、Patricia Imas 博士,以及位于瑞士的国际钾肥研究所 (IPI) 对本研究的资助。

### 参考文献

Ahmed, F., M.M. Abid, T. Mahmood, N. Ali, M.A. Anwar, and N.A. Sandhu, N.A. 1w992. Effect of Potassium in Different Proportions with Nitrogen and Phosphorus on Growth, Yield and Oil Contents of Sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Journal of Agricultural Research* 30:353-357.

Cassman, K.G., A. Dobermann, and D. Walters. 2002. Agroecosystems, Nitrogen Use Efficiency and Nitrogen Management. *Ambio* 31:132-140.

Ladha, J.K., H. Pathak, T.J. Krupnik, J. Six, and C.V. Kessel. 2005. Efficiency of Fertilizer Nitrogen in Cereal Production: Retrospects and Prospects. *Advances in Agronomy* 87:85-156.

Magen, H., and V. Nosov. 2008. Putting Potassium in the Picture: Achieving Improved Nitrogen Use Efficiency. *In: IPI-BFA-BRRI International Workshop on Balanced Fertilization for Increasing and Sustaining Productivity*. 30 March -

1 April 2008, Dhaka, Bangladesh.

Mosier, A.R. 2002. Environmental Challenges Associated with Needed Increases in Global Nitrogen Fixation. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 63:101-116.

Rao, V.K., and R.K.V. Madhava. 1983. Influence of Potassium Nutrition on Stomatal Behaviour, Transpiration Rate and Leaf Water Potential of Pigeonpea in Sand Culture. *Proceedings of Indian Academy of Sciences* 94:671-676.

Singh, M., and H.P. Tripathi. 1979. Physiological Role of Potassium in Plants. *Indian Potash Journal* 4:2-15.

Walker, W.M., and W.L. Parks. 1969. Effect of Soils Potassium, Potassium Fertilizer and Method of Placement upon Lodging in Corn (*Zea mays* L.). *Soil Science Society of America Proceedings* 33:909-912.

Yadav, S.S., S. Singh, A. Tikoo, and J.S. Yadav. 2007. Studies on Potash Responses to Field Crops in Light Textured Soils of Southern Haryana, India. *e-ifc* No. 13, September 2007. p. 4-7.

Yahiya, M., T.K. Samiullah, and S. Hayat. 1996. Influence of Potassium on Growth and Yield of Pigeonpea (*Cajanus cajan* L.). *Indian Journal of Agronomy* 41:416-419.

这篇论文“施钾对氮肥利用率 (NUE)、作物生长、产量因素及玉米 (*Zea mays* L.) 产量的影响”在 IPI 网站 [区域活动/印度部分](#) 可以找到。

# 研究报告



土壤定点养分管理 (SSNM) 现场会。摄影: Ch. Srinivasa Rao。

## 参与式定点钾素管理对印度安得拉邦 (Andhra Pradesh) 雨养农业区作物的影响

Srinivasa Rao, Ch.<sup>(1)</sup>

### 引言

印度的雨养农业区影响农业生产能力的主要问题是土壤肥力下降, 养分非均衡化。在集约种植区, 有机质含量急剧下降, 导致主要粮食作物的产量停滞不前。除了普遍存在的缺N外, 土壤缺P、缺S和微量元素缺乏也严重制约集约生产系统下的土壤生产能力的保持或提高(Srinivasarao *et al.*, 2006, 2008, 2009a, 2010, 2011a)。据估计, 印度有2940万公顷土地每年养分净负8-10mt(Srinivasarao, 2011b)。较低的养分利用率是另外一个值得重视的问题。到目前为止, 灌溉地区对土壤肥力问题已经引起重视, 但最近的研究表明, 旱作农业区不仅缺水, 也缺乏养分(Srinivasarao *et al.*, 2011c; Srinivasarao and Vittal, 2007)。绝大多数雨养农业区的土壤有机质含量和有效N含量都较低, 而且该地区的作物长势表现出土壤缺乏包括中量元素和微量元素在内的多种营养元素。

施肥作为增长技术之一, 对产量提高的贡献差不多在50%左右。应用高产品种和提高施肥量, 极大地提高了小麦和水稻的产量水平。但是, 对很多旱作作物来说, 尽管采用了高产品种, 但因为施肥量较低, 这些高产品种的增产潜力并没有发挥出来。印度灌溉农业区的肥料用量占施肥总量的80%, 但占全部种植面积65%的雨养农业区只施用了20%的肥料。所以, 雨养农业区施肥量低是该地区农作物产量低下的重要因素(Srinivasarao *et al.*, 2011c; 2009b)。所以, 要花大力气重新确定耕地, 特别是旱作农业区的肥料用量, 使之与农作物的需求和土壤水分的有效性一致起来。

<sup>(1)</sup> 印度安得拉邦旱作农业中央研究院  
Santoshnagar, P.O. Saidabad, Hyderabad 500 059, Andhra Pradesh, India,  
Email: [cherukumalli2011@gmail.com](mailto:cherukumalli2011@gmail.com)



图1 安得拉邦略图。灰色的部分为研究区域，研究区中共有84个村庄开展了示范。

品进行测试，测试项目包括土壤化学性质（pH、EC和有机碳）和土壤养分（N、P和K）。土壤有效钾的测定采用醋酸铵提取，火焰光度计法测定（Hanway and Heidel, 1952），有效钾含量低于 $50 \text{ mg K kg}^{-1}$  就认为土壤缺钾（Srinivasarao *et al.*, 2007; Subbarao and Srinivasarao, 1996; Srinivasarao, 2011b）。

从84个村庄的土壤及其种植的作物上观察到钾素缺乏症状。缺钾作物主要包括花生、瓜尔豆、棉花、香蕉、旱稻、向日葵、玉米和其他作物，缺钾土壤类型包括红壤、砂质和轻质土壤，退化土壤和薄层黑土，区域分布在Anantapur, Nalgonda, Kadapa, Khammam, Warangal和Rangareddy地区（Srinivasarao *et al.*, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001a, 2001b, 2001c, 2006, 2007, 2010, 2011b）。1860个采样地块中，有65%的土壤中的钾处于中低水平（表2）。在绝大多数地区，一些农户的土壤钾含量非常低。在Adilabad地区，土壤钾含量中等，在 $20\sim 245 \text{ mg kg}^{-1}$ 之间，平均值为 $91 \text{ mg kg}^{-1}$ （Srinivasarao *et al.*, 2000）。在Nalgonda地区，从420块农户地块测试结果看，土壤钾含量较低，介于 $9\sim 154 \text{ mg kg}^{-1}$ 之

入低下和基础设施较差的地区。表1列出了项目点的基本情况。

### 参与式土壤样品采集与分析

召开几次示范村的农民参加的座谈和培训会，农民们意识到了土壤测试的必要性。2007~2011年，农民参与采集了8个研究区84个村庄1860个田块的土壤样品。根据在每个村庄与农民的座谈，依据土壤类型、作物品种、耕地坡度和农业管理水平等，采用分层随机取样法（SRSM）确定在30%的农户的地块采集土壤样品。对被选为取样地块的农户进行集中土壤样品采集培训。采集的土壤样品贴上标签，写上部落、村庄和农户的名字。在大多数部落，村庄的长老或负责人也参与了土壤样品的采集。采用标准的分析方法（Jackson, 1973），在CRIDA的土壤化学实验室对土壤样

研究区为安得拉邦部落控制的8个区域，世界银行支持的国家农业创新项目子课题3，即“通过提高农业生产系统的能力和有效支持系统的能力确保可持续的农村生计”，该项目始于2007年，由位于Hyderabad的旱作农业研究所领导的一个团队实施（图1）。该项目的目标是提高农村贫困人口的生活质量，采用的方法是通过实施良好的农业操作规范，采用先进的自然资源管理手段，提高农业系统整体的生产能力，以及通过富有效率的制度化的支持系统来解决利润和可持续发展的问题。项目点选在雨养农业典型区、部落控制区、农民收



**Table 1.** Details of study sites/villages selected in the target districts.

District	Villages	No of villages	No. of households	Area (ha)	Characteristics of the cluster	Soil type	Crops
Adilabad	Seethagondi, Garkampet, Arkapally, Old Somwarpet, Pedamalkapur, Chinamalkapur, Kotwalguda, New Somwarpet	8+2*	575	1,296	High tribal population (70%) and close to forests, very low productivity and technology adoption	Black	Cotton Pigeonpea Chickpea Vegetables
Nalgonda	New Banjara Hills, Jamal Kunta Thanda, Seetamma Thanda, Yellapa Kunta Thanda, Chinagore Kunta Thanda, Pedagore Kunta Thanda, Peda Seetharam Thanda, China Seetharam Thanda, Lalsingh Thanda	9+9	621	500	Highly drought prone area, off season employment and high migration rates, small hamlets/thandas with more than 80% tribal population	Red	Groundnut Pigeonpea Green gram Sorghum Vegetables Horticulture crops
Khammam	Bheemavaram, Koremvarigumpu, Kurvapally Kothuru, Mamillavai, Ramavaram, Thummalacheruvu Venkatapuram	7+4	650	1,000	High tribal population assigned and forest lands, poor communication and market facilities, and high indebtedness	Red and black	Cotton Sorghum Maize
Mahabubnagar	Zamistapur, Telugudem, Kodur Thanda	3+4	734	756	Highly drought prone area, more landless families, degraded lands, high livestock population, fodder scarcity, high migration and limited livelihood opportunities	Red and black	Castor Sorghum Groundnut
Anantapur	Pampanoor, Pampanoor Thanda, Yennankothapally	4+4	576	1,430	Most drought prone area, extensive monocropping of groundnut, repeated crop failures and water shortages, limited livelihood opportunities	Red (gravelly)	Groundnut
Kadapa	B. Yerragudi, Kapu Pally, B.A. Nagireddy Pally, Madhiga Pally, Moodindia Pally, Puttakarla Pally, Puttakarla Pally Colony, Konampeta	8+5	216	1,060	Drought prone area with predominance of small and marginal farmers with maximum erodable lands. Lacks proper credit and agricultural market facilities	Red and black	Groundnut Sunflower Vegetables
Warangal	Jaffer Gudem, Kusumbai Thanda and Satynarayana Puram, Jal Thanda, Ramanna Gudem, Vepalagadda Thanda, Cherla Thanda, Lokya Thanda	7+3	689	2,070	Village with high tribal population, degraded soils with good potential for water harvesting and drought proofing measures	Red and black	Cotton Rice Pigeonpea
Ranga Reddy	Ibrahimpur, Dhadi Thanda, Roopsing Thanda, Malkaypet Thanda	4+3	409	346	Village with high migration rates and lack of irrigation facility, more forest land, high use of chemical inputs and indebtedness	Red sandy	Maize Pigeonpea Vegetables

\*Extended villages



土壤定点精确养分管理 (SSNM) 农民试验地里花生(左)和瓜尔豆(右) 缺钾症状。摄影: Ch. Srinivasa Rao。

**Table 2.** Cluster-wise fertility status in 1,860 farmers' fields in the tribal districts of Andhra Pradesh (AP), 2007-2011.

Name of the District*		pH	EC	OC	Av. N	Av. P	Av. K
			$dS m^{-1}$	$g kg^{-1}$	$mg kg^{-1}$		
Adilabad (139)	Range	6.2-8.8	0.08-2.66	2.7-13.3	55-159	2.7-48	20-245
	Mean	8.1	0.29	6.2	94	6.9	91
Nalgonda (420)	Range	5.3-8.8	0.07-1.60	1.4-11.3	61-133	0.1-22.4	9-154
	Mean	7.4	0.29	4.6	86	4.0	39
Khammam (161)	Range	4.8-8.6	0.03-0.82	3.2-15.0	70-153	0.1-25.8	14-382
	Mean	6.7	0.18	7.0	91	3.8	80
Mahabubnagar (121)	Range	6.0-10.2	0.01-2.37	1.3-11.3	48-120	0.1-19.6	11-563
	Mean	7.80	0.22	4.4	80	3.9	47
Anantapur (340)	Range	5.5-8.8	0.02-3.20	1.2-14.5	57-105	0.3-18.9	17-664
	Mean	7.4	0.18	4.5	78	3.75	52
Kadapa (320)	Range	6.0-8.8	0.02-1.30	1.2-13.1	28-174	0.2-6.0	7-215
	Mean	7.3	0.12	2.6	55	1.2	27
Warangal (336)	Range	6.1-9.4	0.04-1.68	0.8-8.4	34-190	0.2-23.8	9-125
	Mean	7.8	0.27	4.1	85	7.1	49
Rangareddy (125)	Range	4.7-8.2	0.02-1.16	1.5-15.6	39-151	0.2-26.7	11-180
	Mean	6.7	0.12	5.0	96	4.0	41

\*个研究区农民地块 (1860块) 缺钾状况

试结果看, 钾素含量介于17~664  $mg kg^{-1}$ 之间, 但是土壤钾素平均含量较低 ( $52mg kg^{-1}$ )。另外, 除了插花种在黑土上的花生外, 绝大多数种在红壤上的花生都需要施钾。这些土壤上种植香蕉, 不施用钾肥是不可能种植的(Srinivasarao *et al.*, 2000, 2010)。在Kadapa地区, 从320个地块测试结果看, 土壤钾含量介于7~215 $mg kg^{-1}$ 之间, 平均值为27 $mg kg^{-1}$ , 表示土壤极端缺钾。在Warangal地区, 测试了336块农户土壤样品, 土壤钾素含量介于9~125 $mg kg^{-1}$ 之间, 平均值为49 $mg kg^{-1}$ (较低)。在Rangareddy地区, 测试了125块农田的土壤样品, 土壤钾素含量介于11~180 $mg kg^{-1}$ , 平均值较低 ( $41mg kg^{-1}$ )。

### 定点土壤养分管理 (SSNM) 田间试验

间, 平均值为39 $mg kg^{-1}$ 。这些土壤含钾量较低, 所以对于经济作物, 比如马铃薯、蔬菜、甜橙和桑葚, 以及大田作物, 比如花生、棉花、玉米、青鹰嘴豆和黑鹰嘴豆等, 施钾效应很好(图2~6)。Khammam地区的土壤钾含量中等, 介于14~382 $mg kg^{-1}$ 之间。但是, 含钾量低的红壤上种植的棉花, 在包括钾素在内的定点养分管理 (SSNM) 条件下, 绝大多数棉花施钾效应很好。Mahabubnagar地区, 钾素含量介于11~563 $mg kg^{-1}$ , 平均值为47 $mg/kg$ , 含量较低。所以, 缺钾土壤种植棉花、蓖麻和玉米等作物时需要使用钾肥。在Anantapur地区, 虽然从340块农户地块的土壤测

2007~2011年, 在不同区域不同作物上共开展了265个定点土壤养分管理田间试验: Adilabad (秋棉和早春鹰嘴豆)、Khammam (棉花)、Warangal (棉花和木豆)、Anantapur和Kadapa (花生、向日葵和蔬菜)、Mahubnagar(棉花、蓖麻和早春花生)、Rangareddy (玉米和木豆)和Nalgonda (花生、黑绿豆、绿豆和蔬菜, 比如马铃薯和秋葵)。试验的目的是为了示范展示SSNM的效果, 包括展示大量元素和中量元素肥料以及农户习惯做法的效果。对作物生长农田的土壤进行了测试, 掌握了土壤肥力状况和基于养分定点管理的施肥情况(表3)。

在Warangal, Adilabad, Nalgonda, Khammam和



SSNM管理模式下水稻缺钾症状。摄影: Ch. Srinivasa Rao。

Rangareddy等地区的一些地块里,发现土壤磷素累积现象。在这些磷素累积的田块,施肥量为其他作物推荐施肥量的一半。虽然在很多地块的土壤都显示缺钾,但在实施该项目以前,该地区的农户完全没有施用过钾肥。有些农民甚至不知道什么是氯化钾。在该项目的带动下,我们将钾纳入SSNM项目内容,特别是在土壤含钾量低的土壤上,以及耗钾量比较大的作物上,比如棉花、玉米、花生、蔬菜和其他园艺作物。表3列出了基于田间试验获得的Nalgonda地区花生、绿豆、马铃薯、秋葵的SSNM的施肥推荐单。与此类似,基于分析数据,制定了硫、锌和硼的推荐施用量。SSNM为单个农户的施肥推荐考虑了农户种植作物和土壤养分含量状况。土壤有效氮含量都很低,所以,除了花生和绿豆等豆科作物外,几乎所有的作物都推荐施用氮肥(表3)。

### SSNM定点养分管理模式对农户作物产量的影响

基于参与式土壤样品采集、在CRIDA实验室进行土壤样品测试、制定土壤质量卡片,以及考虑每个农户种植作物类型及其农田的土壤养分状况制定的施肥推荐,SSNM定点养分管理模式在所有8个区域所有作物上的效应都非常显著。下面讨论每个地区不同作物的施肥效应情况。

Adilabad地区:在Adilabad地区的SSNM模式平衡施肥效益比其他地区的效益高很多。棉花连作情况下,SSNM模式棉花籽棉产量平均为2.37mt ha<sup>-1</sup>,农民习惯施肥模式(FP)籽棉产量为1.66mt ha<sup>-1</sup>,SSNM模式比FP模式籽棉产量增加了43.1%。棉花和鹰嘴豆单作,或者棉花-木豆间作条件下,多年的低施肥量导致土壤养分矿化。这些村子中(人口占其部落人口的70%),在没有施用太多肥料的

**Table 3.** Farmer field specific fertilizer recommendations developed for oilseed/pulse crop (viz. groundnut, green gram, tomato and okra) based on soil test value for Dupahad cluster of Nalgonda district, AP (Similar SSNM data sheets developed for all other farmers fields across the eight districts).

Farmer No.	Village	Crop	Fertilizer requirement (kg ha <sup>-1</sup> )				
			Urea	DAP	MOP	Gypsum	ZnSO <sub>4</sub>
1	Jalmakunta Thanda	Green gram	50	-	90	-	-
2	Jalmakunta Thanda	Groundnut	-	125	90	-	50
3	New Banjara Hills	Groundnut	50	-	65	150	50
4	Jalmakunta Thanda	Green gram	50	-	-	-	25
5	Jalmakunta Thanda	Green gram	-	125	90	150	50
6	Seetamma Thanda	Groundnut	50	-	90	-	50
7	Jalmakunta Thanda	Green gram	50	-	-	-	50
8	New Banjara Hills	Groundnut	-	125	65	150	50
9	Peddagarakunta Thanda	Green gram	50	-	90	150	50
10	Jalmakunta Thanda	Green gram	-	125	-	-	50
11	Jalmakunta Thanda	Green gram	-	125	90	-	50
12	Jalmakunta Thanda	Green gram	50	-	65	-	50
13	Jalmakunta Thanda	Green gram	-	125	90	150	50
14	Jalmakunta Thanda	Green gram	-	125	65	150	50
15	Jalmakunta Thanda	Groundnut	-	125	65	150	50
16	Jalmakunta Thanda	Groundnut	-	125	65	-	25
17	Jalmakunta Thanda	Green gram	50	-	65	-	50
18	Jalmakunta Thanda	Tomato	50	-	90	-	50
19	Jalmakunta Thanda	Okra	-	125	90	-	50
20	Peddagarakunta Thanda	Tomato	50	-	65	-	25

情况下种植棉花10~15年。这也是为什么棉花的平衡养分施肥效应较高的原因之一。在早春作物中, 鹰嘴豆(品种JG-11), Adilabad地区Seethaondi族人聚集地的SSNM施肥效果显著, 平均产量从 $0.89\text{ mt ha}^{-1}$ 增加到 $1.21\text{ mt ha}^{-1}$ , 提高了35.1%。除了使用含硫肥料外, 使用石膏满足豆类作物对硫的需求。但是, 不同农户的平衡施肥效应差别非常大。平衡施肥比农民习惯施肥可以提高鹰嘴豆的产量变幅在15%~58%之间。这些发现说明种植高产品种(JG-11), 在合理施肥的情况下, 在Adilabad地区的深层黑土上其产量可以达到 $1.5\text{ mt ha}^{-1}$ 。

Khammam地区: 在Khammam地区的Tummalachervu族人聚集地区广泛分布着轻质红壤, 多种养分都处于缺乏状态。农民习惯施肥模式下籽棉产量为 $0.9\sim 2.5\text{ mt ha}^{-1}$ , 平均产量为 $1.9\text{ mt ha}^{-1}$ , 而SSNM施肥模式下的籽棉产量为 $1.3\sim 3.2\text{ mt ha}^{-1}$ , 平均产量为 $2.4\text{ mt ha}^{-1}$ 。SSNM模式籽棉平均产量比农民习惯施肥模式高13.6%~53.0%。有趣的是, 通过15个农户田间试验结果显示, 在棉花产量较高的情况下, FP和SSNM的差距比棉花产量较低的情况要大(图2)。

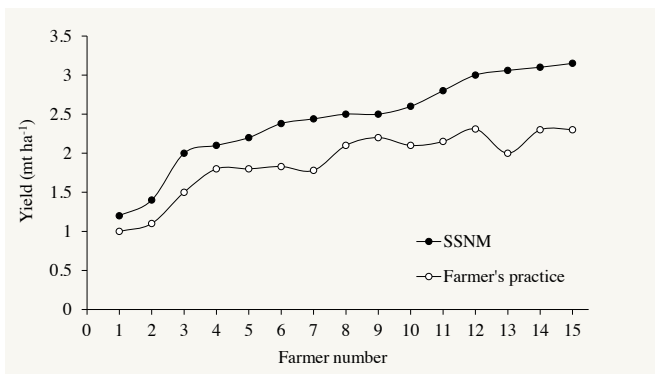


图2 Khammam地区T.Chervu族人聚居区实施平衡施肥对Bt抗虫棉产量的影响, 2009~2010。(BN=SSNM; FP=农民习惯养分管理, 只施用NP) (CD=0.23;  $p=0.05$ )

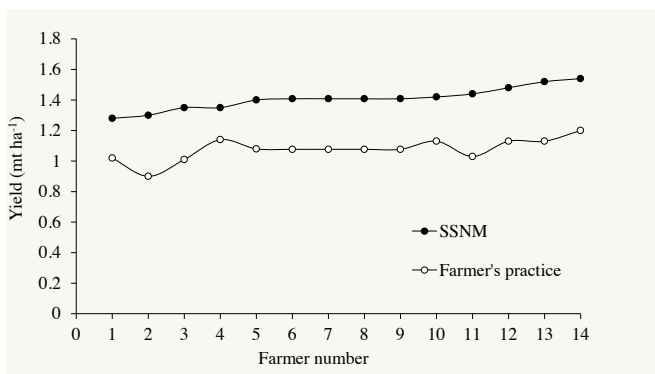


图3 Nalgonda地区的Dupahad族人聚居区实施平衡施肥对花生产量的影响, 2009~2010。(CD=0.08;  $p=0.05$ )

Nalgonda地区: 在Nalgonda地区的Dupahad族人聚集地区, 采用SSNM施肥模式, 花生和绿豆分别从 $0.54\text{ mt ha}^{-1}$ 和 $0.75\text{ mt ha}^{-1}$ 提高到 $1.08\text{ mt ha}^{-1}$ 和 $1.41\text{ mt ha}^{-1}$ , 或者说分别提高了31.1%和39.6%。绿豆和花生产量效应分别为33%~47%和18%~44%。蔬菜中的番茄和秋葵的平均产量分别从 $21.6\text{ mt ha}^{-1}$ 提高到 $30.4\text{ mt ha}^{-1}$ 和从 $8.7\text{ mt ha}^{-1}$ 提高到 $11.6\text{ mt ha}^{-1}$ , 或者说分别提高了41%和33% (图3-6)。像Khammam

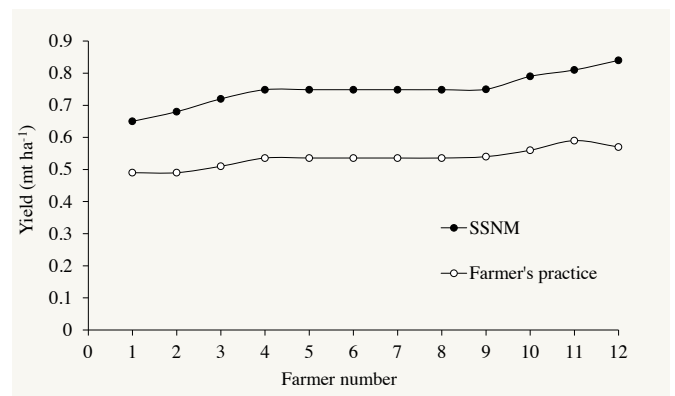


图4 Nalgonda地区Dupahad族人聚居区实施平衡施肥对绿豆产量的影响。(CD=0.07;  $p=0.05$ )

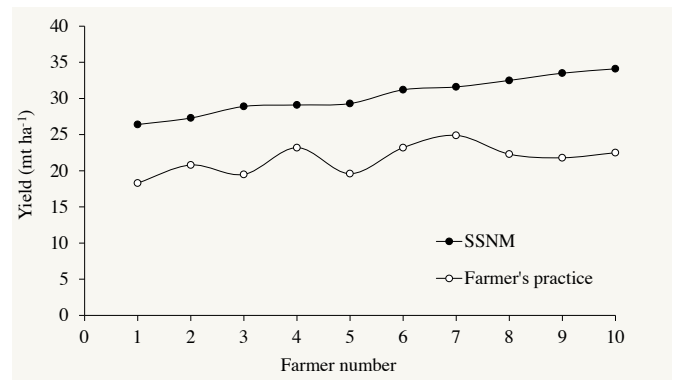


图5 Nalgonda地区Dupahad族人聚居区实施平衡施肥对番茄产量的影响, 2009~2010。(CD=0.9;  $p=0.05$ )

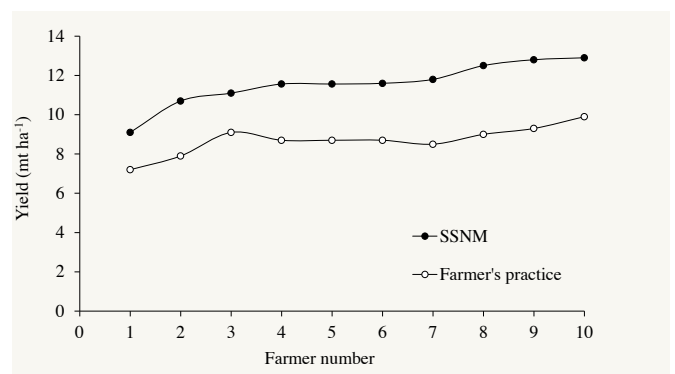


图6 Nalgonda地区Dupahad族人聚居区实施平衡施肥对秋葵产量的影响, AP, 2009~2010。(CD=0.4;  $p=0.05$ )



Anantapur地区农民和研究人员聚会共同探讨和评价SSNM实施效果。



Adilabad地区农民和研究人员聚会共同探讨和评价SSNM实施效果。



实施SSNM施肥模式的棉农和技术人员在棉田。摄影: Ch.Srinivasa Rao。

地区的棉花一样, Nalgonda地区所有作物中(油菜、食用豆类和蔬菜作物)、花生、绿豆、番茄和秋葵的产量在高产条件下, FP施肥模式和SSNM施肥模式的产量差距更大。

Warangal地区: 在Warangal地区的Jaffergudem族人聚集地区, 很多农户实施SSNM施肥模式都提高了棉花产量。一些农户实施SSNM施肥模式棉花产量达到了 $1.6 \text{ mt ha}^{-1}$ , 比FP施肥模式棉花产量提高5%~30%。

Kadapa地区: 该地区实施SSNM施肥模式, 花生产量从 $0.65 \text{ mt ha}^{-1}$ 提高到 $0.82 \text{ mt ha}^{-1}$ , 提高幅度为15%~18%。

Anantapur地区: 和Kadapa地区一样, 该地区实施SSNM施肥模式, 花生产量从花生产量从 $0.67 \text{ mt ha}^{-1}$ 提高到 $0.88 \text{ mt ha}^{-1}$ 。SSNM施肥效应为20%~50%, 平均为25%左右(Srinivasa-rao et al., 2010)。

Mahabubnagar地区: 该地区蓖麻、棉花和花生对施用微量元素

肥料效应显著。增产最高的是棉花(增产26%), 蓖麻增产居其次(增产19%), 增产幅度第三的作物是花生(增产18%)。

Rangareddy地区: 在该地区的Parigi族人聚居地区的轻质砂壤土上, 玉米和鹰嘴豆对施用大量元素和中量元素肥料显效。

基于数个定点试验研究, SSNM施肥模式提高了多种雨养农业作物的产量。SSNM施肥模式与FP施肥模式相比, 平均增产最小的作物是蓖麻, 增产19%, 平均增产最大的是番茄, 增产41% (图7), 其他的作物, 比如棉花、鹰嘴豆、花生、绿豆、玉米和秋葵的平均增产幅度介于两者之间。采用SSNM施肥模式, 8个地区雨养作物增产幅度如此大的原因, 与多种营养元素缺乏造成的土壤退化有关, 而且农民传统上除了施用氮肥和磷肥外很少施用其他营养元素肥料。就像表3显示的那样, 将钾素营养纳入SSNM养分管理, 极大地促进了产量的提高, 还

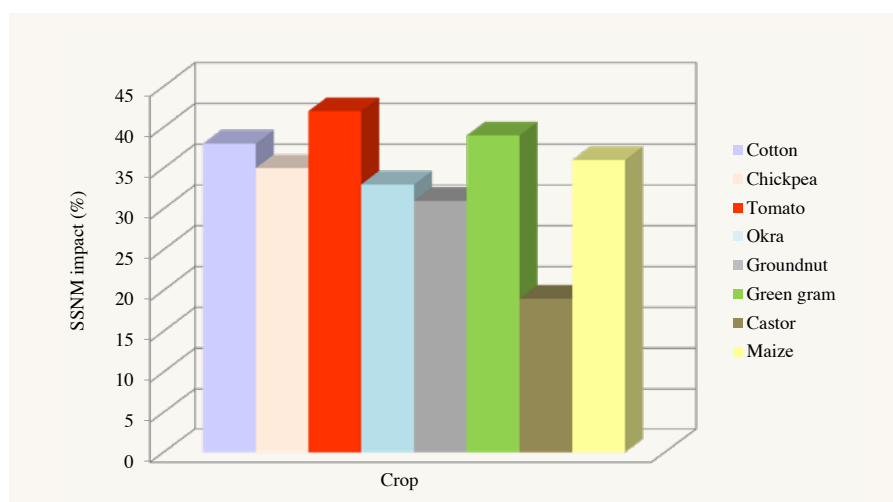


表7 SSNM定点养分管理与农民习惯施肥相比对几种雨养作物的总体影响

的净收入和每卢比投资回报率提高,促进了可持续发展。

### SSNM施肥模式对生计的影响

在项目实施区,应用先进的施肥技术增加农产品生产能力,是改善贫困的农村地区农民生计的重要途径之一。这样,应用各种方法评价土壤养分状况,根据作物需求合理补充缺乏养分。采用项目使用的技术,提高作物产量和农民收入,可作为改善农村生计的短期措施。在项目的很多区域都可以看到,高产和高回报带来的收益,绝大部分又被用作额外资本重新投入到农业生产中去了。蔬菜生产能力的提高,增加了家庭生产周期内的现金流。参加SSNM施肥模式试验的农户,增加了对蔬菜的消费,改善了家庭的营养状况(表5)。

很多农户认识到合理的养分管理带来的高回报,改善了家庭住房消

提高了番茄和秋葵等作物的品质。

### SSNM施肥管理模式对农民收入的影响

计算了基于投入品和生产的农产品在通常价格情况下平衡施肥和农

民习惯施肥对经济效益的影响。与农民习惯施肥模式相比,实施平衡施肥增加的额外投入(表4)主要是根据需要添加的营养元素的成本和多施入的氮肥和磷肥的成本。平衡施肥带来

**Table 4.** Economic benefits due to SSNM and balanced nutrition followed in different crops in target clusters of tribal dominated districts of Andhra Pradesh.

District/Cluster	Crop	No. of trials	Cost of cultivation		Net return		Return per Rupee investment	
			BN	FP	BN	FP	BN	FP
-----Rs./ha-----								
Adilabad (Seethagondi)	Cotton	14	23,967	21,287	30,783-55,533 (47,174) <sup>1</sup>	19,213-38,113 (28,540)	2.28-3.32 (2.97)	1.90-2.79 (2.34)
	Chickpea	14	11,736	9,536	5,564-14,214 (9,123)	2,228-8,110 (5,898)	1.47-2.21 (1.78)	1.23-1.85 (1.62)
Khammam (Tummalacheruvu)	Cotton	15	23,967	21,287	15,033-70,533 (49,210)	5,713-53,713 (35,828)	1.63-3.94 (3.05)	1.27-3.52 (2.68)
Nalgonda (Dupahad)	Groundnut	14	18,500	16,300	8,380-13,840 (11,068)	2,600-8,900 (6,317)	1.45-1.75 (1.60)	1.16-1.55 (1.39)
	Green gram	12	12,173	9,973	4,207-8,995 (6,691)	2,375-4,895 (3,527)	1.35-1.74 (1.55)	1.24-1.49 (1.35)
Warangal (Jaffergudem)	Tomato	10	58,074	55,874	47,526-78,326 (63,486)	12,926-43,726 (30,526)	1.82-2.35 (2.09)	1.23-1.78 (1.55)
	Bhendi	10	39,030	36,830	15,570-38,370 (30,345)	4,570-24,370 (15,370)	1.40-1.98 (1.78)	1.12-1.66 (1.42)
Kadapa (B. Yerragudi)	Cotton	13	23,967	21,287	9,033-22,533 (16,733)	10,213-17,713 (13,613)	1.38-1.94 (1.70)	1.48-1.83 (1.64)
	Groundnut	13	9,500	7,300	2,050-11,500 (6,299)	575-7,138 (3,533)	1.22-2.21 (1.66)	1.08-1.98 (1.48)
Anantapur (Pampanur)	Groundnut	9	9,500	7,300	5,200-7,300 (6,345)	3,200-6,875 (5,205)	1.55-1.77 (1.67)	1.44-1.94 (1.51)

BN = SSNM, or Balanced Nutrition

FP = Farmer's practice

<sup>1</sup>Values in parentheses indicate mean values

**Table 5.** Impact of SSNM implementation on weekly consumption of vegetables in households ( $\text{g day}^{-1}$ ) in three tribal districts.

District	SSNM participant farmer	Check farmer (without SSNM)
Adilabad	350	200
Nalgonda	480	210
Khammam	450	350

Average household size of five members

费、购买牲畜、子女教育、履行社会义务等等。Jaffergudem族的Pelli Venkanna说：“从我实施SSNM施肥管理的棉田带来的额外收益中，我花了22000卢比用水泥把我的房子刷了刷”。另一个Jaffergudem族的农民Korra Harishehandra说，他用花了13500卢比买羊。Buke Balu是一个相对成功的农民，他将收益投资于儿子的大学本科教育。

在Adilabad地区有一个叫D.Ratan的Seethagondi族男子，他采用SSNM施肥管理模式种鹰嘴豆获得了比别人高30%的回报。他用这些钱从一个信誉比较好的公司购买了Bt抗虫棉种子。他说：“与前几年不同，我不再受种子质量不好的困扰。自从我采用SSNM模式有了另外12000卢比的收入，我可以从市场上买到我想要的最好的种子”。

虽然有很多有关SSNM施肥管理模式对生计的影响方面的例子，但这些例子不能让我们对农民采用SSNM施肥管理模式的影响有个全方位的了解。当然，SSNM对生计的影响是可逆的，而且只有这些例子和定量化的数据才能看到其影响程度。

在Nalgonda地区的Dupahad族人的试验田里，SSNM施肥管理模式的影响主要是在蔬菜作物（番茄，秋葵）、叶菜（比如palak）和观花作物（比如万寿菊）等。虽然不像在棉花上的收益那么好，但增加的收入还是不同程度地提高了农民对日用品、更好的服装和更高品质的农业投入品的购买力。

## 致谢

作者感谢CRIDA的主任和S.Dixit博士，感谢他们对SSNM试验提供的最主要的支持。合作伙伴（CIDA、SAIRD、MARI、BAIF、KVK、Adilabad、AAKRUTI、ANGURAU、ICRISAT和SWC代表处）提供了在8个地区采集土壤样品和分析测试等其他的支持。作者也非常感谢参与这个项目的农民，他们非常愿意为项目团队带路，也提供了很多必要的信息、后勤服务，在农户和野外调查期间给予了各种协助。

## 参考文献

- Hanway, J.J., and H. Heidel. 1952. Soil Analysis Methods as used in Iowa State College Soil Testing Laboratory, Iowa Agric. 27:1-13.
- Jackson, M.L. 1973. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall of India Pvt. Ltd., New Delhi.
- Srinivasarao, Ch. 2011a. Nutrient Management Strategies in Rainfed Agriculture: Constraints and Opportunities. Indian J. Fert. 7(4):12-28.
- Srinivasarao, Ch., S.P. Wani, B. Venkateswarlu, K.L. Sahrawat, Sreenath Dixit, Sumanta Kundu, K. Gayatri Devi, and C. Rajesh. 2010. Productivity Enhancement and Improved Livelihoods through Participatory Soil Fertility Management in Tribal Districts of Andhra Pradesh. Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development 25(2):23-32.
- Srinivasarao, Ch., A. Subba Rao, and T.R. Rupa. 2001. Need for Inclusion of Non-exchangeable Potassium in Soil Test Based Potassium Fertilizer Recommendations. Fertilizer News 46(5):31-40.
- Srinivasarao, Ch., A. Subba Rao, Anand Swarup, S.K. Bansal, and V. Rajagopal. 2000. Monitoring the Changes in Conventional Estimates and Electroultrafiltration (EUF) Fractions of Potassium under Twenty Years of Rice-Rice Cropping on Inceptisol. Nutrient Cycling in Agroecosystems 56:277-282.
- Srinivasarao, Ch., K.P.R. Vittal, G.R. Chary, P.N. Gajbhiye, and B. Venkateswarlu. 2006. Characterization of Available Major Nutrients in Dominant Soils of Rainfed Crop Production Systems of India. Indian Journal of Dryland Agricultural Research and Development 21:5105-113.
- Srinivasarao, Ch. 2011b. Nutrient Ratio and Crop Response in Relation to Non-Exchangeable K in Different Agro-ecological Regions of India. Indian J. Fert. 7(7):32-45.
- Srinivasarao, Ch., A. Swarup, A. Subba Rao, and V. Rajagopal. 1999. Kinetics of Non-Exchangeable Potassium Release from a Trophaepta as Influenced by Long-Term Cropping, Fertilization and Manuring. Australian Journal of Soil Research 37:317-328.
- Srinivasarao, Ch., and K.P.R. Vittal. 2007. Emerging Nutrient Deficiencies in Different Soil Types under Rainfed Production Systems of India. Indian J. Fert. 3:37-46.
- Srinivasarao, Ch., S.P. Datta, A. Subba Rao, S.P. Singh, and P.N. Takkar. 1997. Kinetics of Non-Exchangeable Potassium Release by Organic Acids from Mineralogically Different Soil. Journal of Indian Society of Soil Science 45:728-734.
- Srinivasarao, Ch., D.K. Pal, and P.N. Takkar. 1998. Mathematical Models to Study the Kinetics of Potassium Release from Swell-Shrink Soils of Central India in Relation to their Mineralogy. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 161:67-72.
- Srinivasarao, Ch., T.R. Rupa, A. Subba Rao, G. Ramesh, and S.K. Bansal. 2006. Release Kinetics of Non-Exchangeable Potassium by Different Extractants from Soils of Varying Mineralogy and Depth. Communication in Soil Science and Plant Analysis 37:473-491.

Srinivasarao, Ch., T.R. Rupa, A. Subbarao, and S.K. Bansal. 2001. Subsoil Potassium Availability in 22 Benchmark Soil Series of India. *Communication in Soil Science and Plant Analysis* 32:863-876.

Srinivasarao, Ch., A. Subba Rao, and T.R. Rupa. 2000. Plant Mobilization of Soil Reserve Potassium from Fifteen Smectitic Soils in Relation to Soil Test Potassium and Mineralogy. *Soil Science* 165:578-586.

Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, R. Lal, A.K. Singh, K.P.R. Vittal, Sumanta Kundu, S.R. Singh, and S.P. Singh. 2012. Long-Term Effects of Soil Fertility Management on Carbon Sequestration in a Rice-Lentil Cropping System of the Indo-Gangetic Plains. *Soil Science Society of America Journal* 76(1):168-178.

Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, Sreenath Dixit, Sumanta Kundu, and K. Gayatri Devi. 2011c. Livelihood Impacts of Soil Health Improvement in Backward and Tribal Districts of Andhra Pradesh. Central Research Institute for Dryland Agriculture, Hyderabad, Andhra Pradesh, India. 119 p.

Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, R. Lal, A.K. Singh, Sumanta Kundu, K.P.R. Vittal, J.J. Patel, and M.M. Patel. 2011d. Long-Term Manuring and Fertilizer Effects on Depletion of Soil Organic Carbon Stocks under Pearl Millet-Cluster Cean-Castor Rotation in Western India. *Land Degradation and Development*. DOI: 10.1002/ldr.1158.

Srinivasarao, Ch., K.P.R. Vittal, K.N. Tiwari, P.N. Gajbhiye, and S. Kundu. 2007. Categorization of Soils Based on Potassium Reserves and Production Systems: Implications in K Management. *Australian Journal of Soil Research* 45:438-447.

Srinivasarao, Ch., K.P.R. Vittal, B. Venkateswarlu, S.P. Wani, K.L. Sahrawat, S. Marimuthu, and S. Kundu. 2009a. Carbon Stocks in Different Soils Under Diverse Rainfed Production Systems in Tropical India. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 40(15):2338-2356.

Srinivasarao, Ch., S.P. Wani, K.L. Sahrawat, and B.K. Rajasekhara Rao. 2009b. Nutrient Management Strategies in Participatory Watersheds in Semi Arid Tropical India. *Indian J. Fert.* 5(12):13-128.

Srinivasarao, Ch., K.P.R. Vittal, S. Kundu, P.N. Gajbhiye, and M. Vijayasankarbabu. 2010. Twenty Years of Continuous Cropping, Fertilization and Organic Manure Application Effects on Forms of Potassium and Kinetics of Non-Exchangeable K Release in the Profile of an Alfisol Under Arid Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 41:(6)783-796.

Subbarao, A., Ch. Srinivasarao, and S. Srivastava. 2010. Potassium Status and Crop Response to Potassium on the Soils of Agroecological Regions of India. IPI Research Topic No. 20 (2<sup>nd</sup> revised ed.), International Potash Institute, Switzerland. 185 p.

这篇论文“参与式定点钾素管理对印度安得拉邦 (Andhra Pradesh) 雨养农业区作物的影响”在国际钾肥研究所网站的“区域活动/印度”栏目也可以看到。



# 研究报告



土耳其Izmir城附近的Sahili百里香试验田。摄影: IPI。

## 钾肥对百里香 (*Thymus vulgaris* L.) 精油的影响

Eryüce, N.<sup>(1)(2)</sup>, D. Anaç<sup>(2)</sup>, Ö. Gürbüz Kılıç<sup>(3)</sup> and C. Ceyhan Kılıç<sup>(4)</sup>

### 引言

百里香 (*Thymus vulgaris* L.) 是一种重要的芳香植物, 全世界范围内约有100个品种。百里香广泛应用于医疗和菜肴烹饪等领域。在土耳其, 百里香约有40个品种, 其中土耳其本地品种14个 (匿名, 2010)。这些品种的百里香, 大部分在农村野外环境条件下生长和收获, 只有5%用以商业种植。百里香的精油中有50%的组分为百里香酚, 这使得百里香具备天然的抗菌性。香荆芥酚在这方面也有这样的功效 (匿名, 2009)。众所周知, 许多芳香植物的提取物都具有抗菌性 (Yousef and Tawil, 1980)。有报道称,

香荆芥酚和百里香酚还具有抗氧化、抗细菌和抗真菌作用 (Aureli et al., 1992)。

一般认为, 化肥中的矿物质养分会影响包括百里香在内的芳香植物的矿物质和有机物的组成。例如, 施用等量的氮肥 (N), 铵态氮肥处理中百里香的百里香酚百分

<sup>(1)</sup> 通讯作者: [nevin.eryuce@ege.edu.tr](mailto:nevin.eryuce@ege.edu.tr)

<sup>(2)</sup> Ege 大学农学院土壤与植物营养系, Bornova, Izmir, 土耳其

<sup>(3)</sup> Celal Bayar 大学, Akhisar 职业学院, 45600 Akhisar, Manisa, 土耳其

<sup>(4)</sup> Ege University, Bayındır 职业培训学院, 35840 Bayındır, Izmir, 土耳其

比要较高,而尿素处理的百分比要较低(Sharafzade *et al.*, 2011)。钾是提高作物产量和品质的一种营养元素,同样,它也有益于提高百里香的精油产量。Hornok (1983) 曾报道,施用钾肥( $K_2O$ )达 $180\text{kg ha}^{-1}$ 时,能提高百里香的精油量,这就印证了前面的理论。

本项目研究不同钾肥施用量对作物产量、大量营养元素含量和百里香(*Thymus vulgaris* L.)精油化合物的影响,以及他们之间的相关关系。

### 材料和方法

试验点土壤为砂壤土,偏碱,有机质含量低, $CaCO_3$ 含量高,不受可溶性盐分影响。试验土壤N、P、K、Mg的含量较低,Ca的含量较高(表1)。

本试验在百里香种植园中进行,随机区组设计,4处理4重复,4处理为 $K_2O$ 的4个不同施用量( $K_1$ 、 $K_2$ 、 $K_3$ 、 $K_4$ )。早春时,每块试验田( $10.0 \times 1.4 = 14.0\text{m}^2$ )施用 $450\text{kg ha}^{-1}$ 含量为15:15:15的NPK复合肥+Zn作为基肥,则N、 $P_2O_5$ 、 $K_2O$ 用量都分别为 $67.5\text{kg ha}^{-1}$ 。晚春时,在每个处理再追施磷肥( $H_3PO_4$ ),折 $P_2O_5$ 为 $67.5\text{kg ha}^{-1}$ 。为了设置不同K用量处理,在追施磷肥的同时施用硫酸钾,施用量分别为0、100、200、 $300\text{kg ha}^{-1}$ ( $K_2O$ )。4个处理的 $K_2O$ 总计用量分别为67.5、167.5、267.5和 $367.5\text{kg ha}^{-1}$ 。收获时,采集植株样(包括叶、茎和始花期的花)并称3次。采集试验田2个采样深度的土样,分析其理化性质。在第二次收获时,分析了干物质的矿质营养元素(Ryan *et al.*, 1996)和精油的组成成分。利用水蒸气蒸馏法,用Clevenger型装置进行3小时的精油提取。精油组成成分(%)的确定采用色谱/质谱分析法(GC-MS)(Toncer *et al.*, 2009)。

### 试验结果

表2中列出了百里香的产量和植株中大量营养元素含量。百里香的产量鲜重为 $26300 \sim 27000\text{kg ha}^{-1}$ 。干物质中矿质营养元素含量分别为: N为2.05%~2.14%, P为0.184%~0.209%, K为2.49%~2.90%, Ca为1.50%~1.51%和Mg为0.293%~0.306%。

随着钾肥用量的增加,百里香产量呈现出增产的趋势。试验结果表明, $K_3$ 处理的钾肥用量( $K_2O$   $267.5\text{kg ha}^{-1}$ )可能是达到经济产量的最适宜肥料用量(经济分析的相关数据未列出)。

表1 供试土壤物理性状和肥力水平

Depth	Texture	pH	Soluble salts	Organic matter	$CaCO_3$	N	P	K	Ca	Mg
			-----%-----			----- $\text{mg kg}^{-1}$ -----				
0-20	Sandy loam	7.46	0.047	0.98	20.95	0.07	1.18	118	3,240	23
20-40	Sandy loam	7.69	<0.02	0.62	26.78	0.03	1.48	59	3,360	24

表2 不同施肥水平的产量和植株中大量营养元素含量

K rate (basal +side dressing)	Yield	Nutrient elements				
		N	P	K	Ca	Mg
$\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$	$\text{kg ha}^{-1} \text{ fw}$	-----% dm-----				
$K_1$ (67.5)	26,300 b	2.05	0.184	2.67	1.51	0.299
$K_2$ (67.5+100)	26,400 b	2.14	0.209	2.90	1.50	0.306
$K_3$ (67.5+200)	26,800 a	2.07	0.204	2.49	1.51	0.293
$K_4$ (67.5+300)	27,000 a	2.06	0.202	2.72	1.50	0.293
LSD	132.9**	ns	ns	ns	ns	ns

\*\* Significance at  $P < 0.01$  level

相比基施钾肥 $67.5\text{kg ha}^{-1}$ 的 $K_1$ 处理,钾肥用量较高的处理,植物干物质中含量除了Ca不受K处理影响以外,其他大量营养元素(N、P、K、Mg)的含量都更高。其中, $K_2$ 处理的大量营养元素含量最高。

精油组成成分分析结果表明,精油的四种主要成分为百里香酚、对伞花烃(para cymen)、香荆芥酚和G-萜品醇(G terpinen),这与Sharafzade等人2011年的研究结果是一致的。方差分析结果表明,钾肥施用量和精油含量之间没有显著相关关系。但钾肥施用量和百里香酚与香荆芥酚在精油中所占百分含量之间呈正相关关系( $R_2$ 分别为



古代地中海人就已经懂得使用百里香。如今,百里香是许多美味佳肴中的必需品。图片来源: IPI

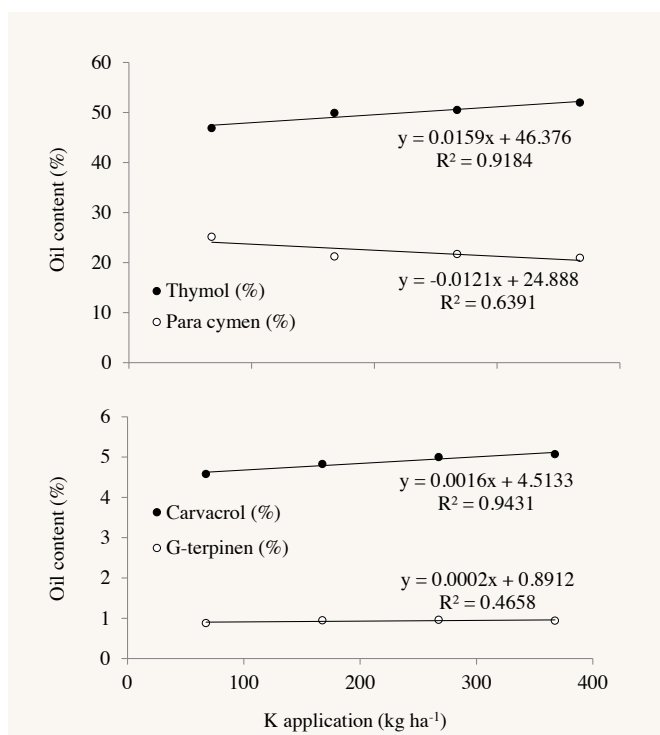


图1.钾肥用量和百里香 (*Thymus vulgaris* L.) 精油中4种主要成分所占百分比的相关关系

0.9184和0.9431, 见图1)。图1中的数据还表明, 钾肥施用量与对伞花烃所占百分比呈负相关 ( $R^2$ 为0.6391), 但和G-萜品醇所占百分比无相关性。以上分析表明, 百里香酚和香荆芥酚的含量的提高或者增加钾肥用量, 都可以减少百里香中对伞花烃的含量。

结论: 提高钾肥用量, 可以使百里香干物质中N、P、K、Mg营养元素的含量增加直到施钾量达到K2处理的水平时最高, 植株产量为K3处理时最高。但是, 他们之间的相关关系, 在统计学上没达到显著性。K4处理水平中, 钾肥施用量同精油的4种组成成分之间所存在的不同的相互关系表明, 可以尝试提高钾肥用量来确保百里香的稳定增产。

### 参考文献

- Anonymous. 2010. [www.ezberim.com/bitkiler-yararlari/136841-dag-kekigi-nedir-faydalari](http://www.ezberim.com/bitkiler-yararlari/136841-dag-kekigi-nedir-faydalari).
- Anonymous. 2009. [www.50mucizebitki.com/kekik.html](http://www.50mucizebitki.com/kekik.html).
- Aureli, P., A. Constantini, and S. Zolea. 1992. Antimicrobial Activity of Some Plant Essential Oils against *Listeria Monocytogenes*. *J. of Food Protection* 55:344-348.

Hornok, L. 1983. Influence of Nutrition on the Yield and Content of Active Compounds in Some Essential Oil Plants. *Acta Horticulturae* 132:239-247.

Ryan, J., S. Garabet, K. Harmsen, and A. Rashid. 1996. A Soil and Plant Analysis Manual Adapted for the West Asia and North Africa Region. ICARDA, Aleppo, Syria. 144 p.

Sharafzade, S., O. Alizadeh, and M. Vakili. 2011. Effect of Nitrogen Sources and Levels on Essential Oil Components of *Thymus vulgaris* L. *Australian Journal of Basic and Applied Sci.* 5(10):885-889.

Yousef, R.T., and G.G. Tawil. 1980. Antimicrobial Activity of Volatile Oils. *Pharmazia* 35:698-701.

Toncer, O., S. Karaman, S. Kızıllı, and E. Diraz. 2009. Changes in Essential Oil Composition of Oregano (*Origanum onites* L.) due to Diurnal Variations at Different Development Stages. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 37(2):177-181.

“钾肥对百里香 (*Thymus vulgaris* L.) 精油的影响”  
这篇文章还出现在IPI网站区域活动/西亚北非栏目。

# IPI学术活动

2012年7月

中国土壤和作物系统中的钾素管理国际研讨会。2012年7月24-27日在中国四川成都召开。由国际钾肥研究所和中国科学院南京土壤研究所、中国农业大学共同举办。更多详细情况,请访问 [IPI 网站](#)或者与IPI 中国项目协调员 [Mr. Eldad Sokolowski](#)先生联系。

的需求与种植的作物品种、土壤类型和生长期间的气候条件有关。欲获得该小册子,可以与Annamalai大学副教授Dr. P.K.Karthikeyan博士联系 (Dept. of Soil Science and Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Annamalai University Chidambaram-608002, India), 或从IPI网站上下载英语或泰米尔语版本。

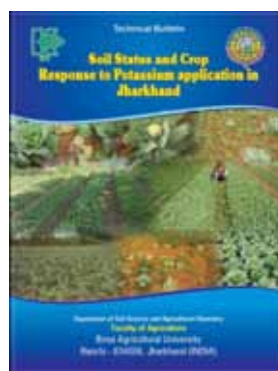
# 其他学术活动

2012年5月

2012年以色列农业技术博览会暨第18届国际农业展览。2012年5月15-17日在以色列特拉维夫召开。2012年以色列农业技术博览会是全球农业技术交流展览领域最重要的活动之一。展览期间将召开国际农用塑料协会(CIPA)的会议。欲了解更多详情,请访问[Agritech会议网站](#)。

2012年7月

第十一届国际精准农业大会将于2012年7月15-18日美国印第安纳州印第安纳波利斯Hyatt Regency酒店举行。欲了解更多详情,请访问[会议网站](#)。



## 印度贾坎德邦(Jharkhand)土壤肥力状况与作物施钾效应

2012年出版。8P. 英语。Sarkar, A.K., R. Kumar和S. Karmakar编

印度贾坎德邦(Jharkhand)地理幅员面积790万公顷,其中播种面积240万公顷。目前,贾坎德邦蔬菜产量达360万吨。采用先进的管理措施和培育土壤肥力,贾坎德邦的蔬菜产量还有很大的增产潜力。在大量元素中(NPK),与粮食作物相比,蔬菜作物需钾量更高,缺钾更容易导致蔬菜产品品质下降和缩短货架时间。欲获得该小册子可以从[IPI网站](#)下载,或者与印度Birsa农业大学农学系系主任A.K.Sarkar博士联系。

# 最新出版物



## 始成土种植姜黄(Curcuma longa)施钾技术

2012年出版。8p. 英语和泰米尔语。Karthikeyan,P.K., P.Imas编

这本小册子用照片和图表描述了印度南部泰米尔纳德邦(Tamil Nadu)种植姜黄施钾技术要点。姜黄是一种需钾量较高和对土壤肥力要求较高的作物。姜黄对肥料

## 钾素文献

### 印度恒河平原地区长期土壤肥力管理措施对水稻—扁豆轮作体系中土壤碳汇的影响

Ch., B. Venkateswarlu, R. Lal, A.K. Singh, K.P.R. Vittal, S. Kundu, S.R. Singh, and S.P. Singh. *Soil Sci. Soc. 76(1):168-178*. 2012.

摘要: 将大气中的CO<sub>2</sub>固定至农业土壤中用以增加土壤有机碳库的意义十分重大, 这是因为土壤有机碳库的提高会对土壤质量、农作物产量、适应与缓解气候变化产生影响。在印度半湿润热带气候条件下开展长达21年的大田试验, 评价作物秸秆碳的投入在水稻(*Oryza sativa* L.)—扁豆(*Lens esculenta* Moench)轮作制度下对土壤的影响。试验在始成土上研究了在满足作物生物生长需要和保持土壤有机碳库稳定的同时, 施用化肥和有机肥处理对作物产量的影响。农家肥(FYM)配施或不配施化肥的处理增加了碳的投入, 提高了土壤有机碳的浓度与总量。相比早期1986年的数据, 与对照相比, 施用了100%农家肥(FYM)的处理其1m深土壤剖面中的有机碳量高达(27.5 Mg ha<sup>-1</sup>), 形成了更多的碳(55.0%), 也增加了碳汇(6.6 Mg C ha<sup>-1</sup>)。等氮(推荐氮素用量)条件下, 相比配施化肥和农家肥的处理, 施用100%农家肥的处理上述参数也相对较高。土壤有机碳库和固定率均与累积碳素投入、高原地区水稻和扁豆可持续发展指数(SYI)成正相关关系。配施50%农家有机肥(FYM)和50%推荐用量化肥(RDF)的处理产量较高(水稻和扁豆产量分别为1.95 Mg ha<sup>-1</sup>和1.04 Mg ha<sup>-1</sup>)。而相比之下, 施用100%农家肥(FYM)的处理则提高了土壤有机碳库。根际中土壤有机碳库每增加1兆克有机碳, 水稻和扁豆产量就分别增加0.16和0.18 Mg ha<sup>-1</sup>yr<sup>-1</sup>。为了维持一个稳定的土壤有机碳库水平(农作制度没变, 对有机碳库没有影响), 在这种土壤类型、气候条件、耕作制度和施肥措施情况下, 每年需要投入2.47 Mg C ha<sup>-1</sup>。因此, 为达到这一碳含量, 每年至少需要产出7.1Mg干物质, 也就意味着水稻和扁豆的产量至少应达到1.6和0.7 Mg ha<sup>-1</sup>。单独施用化肥, 其用量无论是推荐施肥的50%还是100%, 都没有维持土壤有机碳库的作用。但化肥和农家肥(或其他有机肥)配施, 则对维持和提高以水稻为主要作物的土壤有机碳库方面起着十分重要的作用。

### 施用磷、钾肥对大豆耐贮性无影响

Krueger, K. A.S. Goggi, R.E. Mullen, and A.P. Mallarino. *Agron. J. 104(2):405-414*. 2011.

摘要: 极少的文献研究表明施用磷、钾肥会对大豆 [*Glycine max* L. (Merr.)]种子耐贮性产生影响。本文目的

在于确定磷、钾肥用量以及贮藏环境对大豆种子质量和种子遗留潜力的影响。种子批样品从长期磷、钾肥试验田采集。秋季手工施肥, 磷、钾肥用量各4个等级, 即 0, 28, 56, 112 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>; 0, 35, 70, 140 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>。种子样品贮藏在4种不同的环境中: 连续气候控制仓、连续非气候控制仓、一种非气候控制仓为每12小时调整一次温度, 温度分别为4.5°C和15.5°C, 另一种非气候控制仓分两个阶段调整温度, 第一个月4.5°C和15.5°C, 第二个月10°C和32.2°C。大多数在理想环境中贮藏的种子批, 发芽率低于推荐值的95%, 储藏13个月贮藏种子活力保持80%。种子贮藏环境温度若超过20°C, 相对湿度(RH)高于80%, 种子活力立即降至不可接受的水平。施用磷、钾肥并不会改善种子的贮藏性, 但在恶劣贮藏环境下萌发的种苗, 高量钾肥可在很短一段时间内提高其存活率。无论贮藏环境, 种子生产时施磷、钾肥水平如何, 种子生产者贮存的大豆种子时间都不应超过两个生长季。

### 乌干达施肥对水稻的影响和氮肥利用效率

Krueger, K. A.S. Goggi, R.E. Mullen, and A.P. Mallarino. *Agron. J. 104(2):405-414*. 2011.

摘要: 玉米(*Zea mays* L.)是乌干达小农栽种的重要作物品种。但乌干达土壤贫瘠、施肥少, 因此玉米产量低下。本文研究了氮肥对玉米产量、最佳经济效率(EO<sub>xR</sub>, 当x = N, P,或K)以及氮肥利用率(NUE)的影响。在4个农业生态区开展了22个试验。研究发现, 随着氮肥施用量的增加水稻产量得以不断提高。不施氮肥(N<sub>0</sub>)的处理水稻产量平均为1.79 Mg ha<sup>-1</sup>, 而施氮肥处理的水稻产量平均增加了近120%。氮肥平均最佳经济效率中, 氮肥施用量为45~24 ha<sup>-1</sup>N, 其成本与水稻价格之比(CPs)为10~30。磷肥配施氮肥能促进作物增产, 磷肥施用量为0.28 Mg ha<sup>-1</sup>, 在磷肥平均最佳经济效率中, 磷肥施用量为9~1 kg ha<sup>-1</sup>P, 成本与收入比率为10~50。施钾肥不增产。多施氮肥盈利多于施磷肥。平均地上部干物质氮含量为0~50 kg ha<sup>-1</sup>N, 相应氮肥施用量为46.3和94.3 kg ha<sup>-1</sup>。经计算, 施用氮肥处理的最佳经济效率平均氮浓度和氮收获指数分别为1.6%和63.8%, 均高于无氮处理。在氮肥最佳经济效率中, 氮肥平均回收率, 偏生产率和农学效率分别为66%, 86 kg kg<sup>-1</sup>和41 kg kg<sup>-1</sup>, 且随着氮肥施用量的增加而降低。在乌干达小农玉米种植中, 氮肥合理利用, 提高氮肥利用率, 可以带来更高的利润。同时, 经济效益的改善使农民有能力增加肥料投入, 减少农民传统施肥习惯。

## 印度农业体系中的钾平衡

Srinivasarao, Ch., and T. Satyanarayana. *Indian J. Fert.* 8(2):22-29. 2012.

摘要: 印度地区集约化生产体系大量的养分输出和不充足的养分补给, 导致土壤养分库损耗和多种养分缺失。为维持生产和保持土壤肥力, 十分有必要阻止养分损耗。那么清楚了解作物养分平衡就变得十分必要。很多研究从小区试验水平、长期肥料试验水平、州级水平和国家水平对钾平衡进行了探讨。大多数研究中, 仅考虑了肥料输入和作物带走的钾, 得出的结果大多认为在印度农业体系中钾亏缺。农业生态系统中, 钾的来源包括畜禽粪便、作物秸秆、堆肥、作物燃烧残留物、灌溉水和雨水等等。同样的, 除了作物带走的钾素, 土壤中的钾也通过雨水和灌溉被淋洗而损失。考虑上述所有的输入和输出因素, 从整体上看, 印度农业中钾平衡为每年亏缺3mt。考虑到印度农业中很多地区实行保护性耕作(约有4~5 mha)、种植绿肥(如墨西哥丁香), 以及其他非常规的钾源进入印度农业生产系统, 每年使印度农业中钾素亏缺减少到2.8mt, 从而从整体上看减少了钾素的亏缺。

## 雨养农业区长期试验条件下氮素利用率分析

Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, K.L. Sharma, P.K. Mishra, B.K. Ramachandrapa, J.J. Patel, and A.N. Deshpande. *Indian J. Fert.* 7(11):36 - 44. 2011.

摘要: 雨养农业区土壤既干旱缺水又非常贫瘠。这些土壤高度退化, 有机质含量低, 多种元素养分亏缺。与灌溉农业相比, 在雨养农业区种植的作物上施用少量的氮肥其效果就会非常明显。然而, 在雨养农业生产中, 施肥时配合适宜有效的土壤湿度对于提高养分利用率十分关键。本研究通过在雨养农业区的一些长期试验, 研究了土壤中的氮素亏缺、养分消耗、养分吸收和氮素利用率。

## 三种商业砧木对耐盐番茄的矿质养分、果实产量和质量的影响

Savvas, D., A. Savva, G. Ntatsi, A. Ropokis, I. Karapanos, A. Krumbein, and C. Olympios. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 174(1):154-162. 2011.

摘要: 采用循环水培方式分别种植自根、自嫁接和与商业砧木“Beaufort”, “He-Man”和“Resistar”嫁接的番茄 (*Solanum lycopersicum* Mill. cv. Belladonna F1)。试验设计为两因素(3 × 5), 三种不同营养液的NaCl的水平(电导率分别为2.5, 5.0和7.5 dS m<sup>-1</sup>, 与之对应的NaCl浓度分别为0.3, 22和45 mM)与五种嫁接方式相结合。在对照, 即0.3 mM NaCl浓度水平条件下, 不同嫁接处理的番茄产量之间差异不大。但在低盐分(22 mM NaCl)和中等盐分

(45 mM NaCl)水平条件下, 与嫁接在“He-Man”砧木上的番茄相比, 非嫁接和自嫁接番茄产量则明显降低。只与非嫁接番茄相比, 嫁接了其他两个砧木的番茄其产量更高, 而这样的差异仅表现在低盐分(Beaufort)或中度盐分(Resistar)水平。在低盐分和中度盐分浓度下, 不同嫁接处理的产量因单株结果数的不同而有所不同, 但嫁接与否对平均果重没有影响。NaCl盐分浓度对嫁接在“He-Man”上的番茄的产量没有影响, 然而采用了其他嫁接处理的番茄却因平均果重降低而减产。果实质量方面, 盐浓度提高了滴定酸度, 总可溶性固形物和维生素C含量, 而采用了嫁接或砧木的番茄质量指标没有变化。嫁接了三种商业砧木的番茄, 其叶片中钠的浓度显著下降, 但与自根番茄或自我嫁接番茄相比, 与“He-Man”砧木嫁接的番茄叶片中氯浓度增加, 而与“Beaufort”或“Resistar”砧木嫁接的番茄叶片氯浓度没有变化。与三种试验用商业砧木嫁接的番茄, 其叶片中镁浓度显著下降, 其明显表现是在种植19周后番茄叶片表现出缺镁症状。

## 更多阅读

### 巴西热带集约化管理的饲牛牧草生产系统的土壤肥料

Alberto C. de Campos Bernardi, Patr í cia P.A. Oliveira and Odo Primavesi, Embrapa Pecuí ria Sudeste, São Carlos - SP, Brazil. *In: Soil Fertility Improvement and Integrated Nutrient Management - A Global Perspective*. p. 37-56. 2012. [InTech](#).

### 土壤生产能力限制因素及其改良措施: 中部欧洲地区的一个试验

Grzebisz, W., and J. Diatta. Department of Agricultural Chemistry and Environmental Biogeochemistry, Poznan University of Life Sciences, Poland. *In: Soil Fertility Improvement and Integrated Nutrient Management - A Global Perspective*. p. 159-182. 2012. [InTech](#).

### 印度中部半干旱热带地区变性土雨季后种植高粱的产量和碳库潜力研究

Srinivasarao, Ch., A.N. Deshpand, B. Venkateswarlu, Rattan Lal, Anil Kumar Singh, Sumanta Kundu, K.P.R. Vittal, P.K. Mishra, J.V.N.S. Prasad, U.K. Mandal, and K.L. Sharma. April 2012. [Geoderma 175-176:90-97](#). 2012.

### 棉花枝条在调节缺钾影响时发挥重要作用

Bo Li, Ye Wang, Zhiyong Zhang, Baomin Wang, A. Egrinya Eneji, Liusheng Duan, Zhaohu Li, Xiaoli Tian. March 2012. [Journal of Plant Physiology 169\(4\):327-335](#).

### 棉花生产的钾肥后效动力学和最优施用策略

Harper, D.C., D.M. Lambert, J.A. Larson, and C.O. Gwathmey. February 2012. [Agricultural Systems 106\(1\):84-93](#).

### 再造富有营养和健康的农业

Edited by Shenggen Fan and Rajul Pandya-Lorch. 2012. [IFPRI](#).

### 土地退化和发展: 印度西部小米-瓜尔豆-蓖麻轮作条件下长期施用有机肥和化肥对土壤有机碳库的影响

Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, R. Lal, A.K. Singh, S. Kundu, K. P. R. Vittal, J. J. Patel, M. M. Patel. Wiley, DOI: [10.1002/ldr.1158](#).

### 嫁接到不同的砧木上对提高西瓜抗缺钾胁迫的能力

Yuan Huang, Jing Li, Bin Hua, Zhixiong Liu, Molin Fan, Zhilong Bie. March 2012. [Scientia Horticulturae](#).

### 合适的肥料品种和施肥技术提高作物可持续生产能力

Kenichi Kubo. October 2010. [FFTC, Extension Bulletin 635](#).

### 土壤科学与植物分析通讯 43 (1-2) . 2012. 特刊: 第十一届国际土壤和植物分析学术研讨会:

- 马铃薯(*Solanum tuberosum*) cv. Spunta对氮、钾的施肥效应。Kavvadias, V., C. Paschalidis, G. Akrivos & D. Petropoulos. p. 176-189. DOI: [10.1080/00103624.2012.634711](#).
- 盐分胁迫对铁树 (*Cordyline fruticosa* var. Red Edge) 营养状况的影响, 2: 钠、钾、钙和镁。Plaza, B.M., S. Jiménez, and M.T. Lao. p. 234-242. DOI: [10.1080/00103624.2011.638583](#).
- 不同土壤类型上的作物的磷钾累积相互关系。Katalin Sárdi, Ágnes Balázs & Balázs Salamon. p. 324-333. DOI: [10.1080/00103624.2011.638603](#).
- 无害化处理过的城市污水灌溉绿豆的氮钾施肥评价。Segura, M.L., Juana Isabel Contreras París, Blanca María Plaza, and M.T. Lao. p. 426-433. DOI: [10.1080/00103624.2011.638604](#).
- 地中海气候条件下温室的灌溉施肥水质和氮钾用量对西瓜生长和营养品质的影响。Contreras, J.I., B.M. Plaza, M.T. Lao, and M.L. Segura. p. 435-444. DOI: [10.1080/00103624.2012.641821](#).

更多的钾素文献, 请参见[IPI](#)网站。

注: 钾素文献部分的所有摘要都得到了版权所有人的授权。敬请关注我们在[Facebook](#)和[Twitter](#)上的信息动态。

# 信息公告

国际钾肥研究所东南亚地区项目协调员:  
Aliaksei Shcharbakou先生



国际钾肥研究所 (IPI) 主席Hillel Magen先生说, IPI 很高兴地宣布Aliaksei Shcharbakou先生加入了IPI团队, 并作为IPI在东南亚地区活动的项目协调员。他补充道, 除了水稻、玉米和油棕榈等这些重要作物外, 还有大豆、高粱、木薯和蔗糖, 这些都为满足该地区的食品安全、饲料、燃料做出了重要贡献。IPI的作用就是介入提高这些作物的营养管理水平的活动。

Aliaksei Shcharbakou先生出生在亚美尼亚, 在年幼时随全家迁到白俄罗斯。他的学术生涯很丰富。1998年, 经过在白俄罗斯Grodno农学院5年的学习, 获得了农学学士学位。然后, 他继续求学, 专攻农业法, 获得法学学位。

Aliaksei Shcharbakou先生的职业生涯开始于Grodno农学院农业管理和组织系。作为讲师, 他讲授的内容包括农业原材料和食品市场, 以及涉农工业的组织化。

2004年Aliaksei Shcharbakou先生加入白俄罗斯的Belpromtechservice, 该公司为涉农企业提供多种服务。作为公司市场部负责人, 他负责市场调研、广告、提升农化产品生产和技术设备水平, 参与国际性展会, 为推广新产品和应用技术开展培训。

Aliaksei Shcharbakou先生从2007年开始为白俄罗斯JSC白俄罗斯钾肥公司 (BPC) 工作, 任总农艺师。现在, 他成为了公司农学部的负责人, 负责公司全球农学市场项目和策略的发展和实施。Shcharbakou先生是BPC公司在几个国际机构和农学研究所的代表。Shcharbakou先生常驻新加坡, 对东南亚地区比较熟悉和了解。他的加入, 必将促进IPI在这一重要的农业地区的研究和推广项目取得更大的成功。

Mr. Aliaksei Shcharbakou 先生的联系方式:

[a.shcherbakov@belpc.by](mailto:a.shcherbakov@belpc.by)  
c/o JSC Belarusian Potash Company  
101 Thomson Road  
#28-02 United Square  
Singapore 307591  
电话 +65 6251 1108  
传真 +65 6251 1098  
手机 +65 9848 6206



国际钾肥研究所东欧地区项目协调员:  
Gennadi Peskovski博士



国际钾肥研究所 (IPI) 高兴地宣布任命 Gennadi Peskovski 博士作为 IPI 在东欧地区的项目协调员。他的作用主要是开创和管理 IPI 在乌克兰、波罗的海国家和该地区其他国家的研究和宣传活动。

Peskovski 博士在 2010 年加入 BPC 公司以前, 曾在白俄罗斯和波兰一些农业相关机构任过多种职位。他的俄语、波兰语和英语都非常流利。他在 BPC 公司的市场部工作, 负责为消费者提供农学的建议。

“Peskovski 博士在东欧地区农业领域的丰富经验将极大地促进 IPI 在该地区钾肥应用的努力取得成效”, IPI 主席 Hillel Magen 先生说。“该地区生产了大量的高质量的农产品。在 Peskovski 博士的协调下, IPI 希望能和该地区的科学家和推广人员有更多的合作, 通过改进该地区的植物营养状况, 最大程度地提高作物的生产能力。”

Dr. Gennadi Peskovski 博士的联系方式:

[g.peskovski@belpc.by](mailto:g.peskovski@belpc.by)  
c/o JSC Belarusian Potash Company  
2 Melnikaite Street  
220004 Minsk, Belarus  
电话 +375 17 211 04 43  
传真 +375 17 211 29 17  
手机 +65 9848 6206

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  
中文版主编: 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@pipotash.org](mailto:ipi@pipotash.org)  
网址: [www.ipipotash.org](http://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。

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 Belaruskali; 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, 如果要复制或使用时, 必须要得到其版权所有者的许可。