



编者按

亲爱的读者,

今天讨论食物安全的现状和未来时涉及的有关方面数十年来没有发生多少变化。根据多个不同的估计,在未来的40年里,全球农业需要提供比现在多70%-100%的食物。这些增长的需求,主要来自于人口的增加带来的总能量消费的增加和食物消费结构的多样化。

在任何一种生产过程中,普遍的稳定高产才能获得最大产量。因为农业生产高度依赖气候条件(温度、太阳辐照和降雨量),因而农产品产量变化不定,正因为此,只有那些主导气候条件相似的地区的农业生产水平才能进行相互比较。事实上,很多气候条件类似的地方,其农业生产水平差距很大,所以,从逻辑上可以推断出,这些因为管理因素导致的产量差距,可以通过应用基于科学的最佳技术措施来弥合。

所以,现在到了集中精力关注低产区域的时候了,这些低产区域的产量可以通过一定的措施提高到它应有的产量水平。举例来说,只要使用高质量的种子和施用适量的NPK肥料,东非的作物产量可以提高一倍。我们还知道,东欧的很大一部分地区,虽然降水量能满足作物生长需要,但其谷物产量水平远远低于其生产能力(参见Mueller等, Nature 490, 2012)。这些低产地区值得关注的另外一个原因是,从植物营养利用效率的角度看,提高这些地区的生产能力的做法能带来丰厚的回报,换句话说,就是每一克养分的投入,都能得到最高的产出。

我们相信,未来农作物产量要增加70%-100%,其中很大一部分要来自于这些低产地区的产量提高。这一信念是来自于我们十分坚信,农民会提高他们的农业生产管理能力,这也是我们应该统一我们的思想和行动的地方。

祝大家阅读愉快!

Hillel Magen

国际钾肥研究所所长

封面照片: 钾对生姜 (*Zingiber officinale*) 块茎产量和养分吸收的影响, 香料研究中心 (BARI), Shibgonj, Distt. Bogra, 孟加拉。照片由S.K. Bansal 于2012年拍摄。

编者按

2

研究报告



基于田间试验和大田示范的钾肥对印度南部安德拉邦雨养作物产量、肥料利用率、养分吸收和经济效益的影响
Srinivasarao, Ch. **3**



K_2HPO_4 可以提高栽培在富含沸石的惰性基质上番茄的产量和维生素C含量
Bernardi, A.C. de Campos, and M.R.Verruma-Bernardi **9**



国家报告: 埃及农业和IPI试验总结
Abd el-Hadi, A.H. and M. Marchand **13**

农技推广

20

学术活动

21

最新出版物

23

钾素文献

24

信息公告

32

研究报告



印度安得拉邦 (Andhra Pradesh) 的蓖麻作物。拍摄: Ch.Srinivasarao。

基于田间试验和大田示范的钾肥对印度南部安得拉邦雨养作物产量、肥料利用率、养分吸收和经济效益的影响

Srinivasarao, Ch.⁽¹⁾

引言

印度用世界2.5%的耕地,养活了占世界17%的人口。自从50年前绿色革命发端以来,印度的人口增长了3倍,达到11.4亿。在此期间,印度通过应用灌溉技术、杂交种子和肥料,持续提高粮食生产。为了满足未来预期的人口增长,据估计,到2020年,印度每年需要生产2.94亿吨粮食,而现在只有2.3亿吨。这样说来,在同样甚至更小的耕地面积上每年需要多生产6400万吨粮食。说耕地面积更小,是考虑到耕地的退化和气候变化的不利影响。养分的适当管理,即提高利用率、审慎而平衡或者综合利用养分,与其他有

效的土壤管理和农艺措施相结合,是最优先的解决之道 (Subba Rao *et al.*, 2011)。

印度雨养农业区占其全国耕地面积141 M hm²的58%,但其粮食产量只占全国的40% (Venkateswarlu *et al.*, 2012)。同时,雨养农业区和旱作农业区的单产水平远远低于灌溉农业区。在某种程度上,这是由于地处热带亚

⁽¹⁾中央旱作农业研究所, Santoshnagar, Saidabad (P.O.), Hyderabad-500059, 安得拉邦 (Andhra Pradesh), 印度。

热带地区的国家降水量不足的原因。这些地区的典型特征是干旱半干旱气候，所以土壤的有机质含量很低。而土壤有机质含量高低是土壤质量好坏的重要因素，因而与粮食安全直接相关 (Srinivasarao *et al.*, 2012)。所以，要满足由于人口增加带来的粮食安全的需要，提高雨养农业系统的作物单产水平，是一件非常紧迫的挑战。

直到相对较近的时候，印度科学家和政策制定者还有个共识，即认为印度土壤钾素 (K) 含量丰富；对作物施肥没有给予足够的重视 (Tandon and Sekhon, 1987)。在土壤中，钾素被认为与其存在的形态 (或容量) 有关。比如，存在可溶性钾、可交换性钾、非交换性钾或者矿物钾，还要考虑钾在不同钾库之间的移动性 (Syers, 2003)。在集约农业条件下，可溶性钾和可交换性钾 (统称有效钾)，是作物根系可以从土壤溶液中直接利用的钾素。这种钾的吸收，可以诱导其他不太容易接触的钾源，包括非交换性钾，进一步释放更多钾素。在钾的有效性较低的环境中，土壤非交换性钾的数量，释放到土壤溶液中的量，从这些颗粒释放钾素满足作物需要，这些都是与作物钾素营养相关的重要因素 (Mengel, 1985; Darunsontaya *et al.*, 2012; Srinivasarao and Surekha, 2012)。许多作物在雨养农业区一个生长季可以带走 100-200 kg K hm⁻²。这一数字，远远超过了在低钾土壤上从缓效钾释放出来的钾素。另外，从现在 NPK 的使用量情况来看 (图1)，印度当前施用的钾素化肥的量与作物的需求比非常低。图中所列8种作物的施钾量都很低。只有花生和棉花施钾量在 10-15.2 kg K₂O hm⁻²，其余的6种作物施钾量更低，向日葵只有 6 kg K₂O hm⁻²。)

印度农业生态类型区有不同的土壤类型，比如冲积土、中层和厚层黑土，红壤和砖红壤。不同土壤类型、成土母质、土壤质地和人为管理措施，其土壤的钾素含量

不同。高岭石占粘土矿物主要成分、土壤质地较轻的红壤和砖红壤，其土壤有效钾和非交换性钾的含量都很低 (Subba Rao *et al.*, 2011)。举例来说，印度班加罗尔的酸性土壤，含 94% 的高岭石，4% 的云母，1% 的石英和 1% 的长石。印度大多数红壤和砖红壤，以及冲积土，其有效钾和非交换性钾含量都很低。针对印度几种红壤和砖红壤的 X-ray 衍射 (SRD) 试验表明，印度酸性土壤中云母以及黑云母的数量少。这说明，印度酸性红壤的土壤钾库 (非交换性钾) 也非常低。

这篇论文研究了提高安得拉邦 (Andhra Pradesh) 红壤上雨养花生、高粱、玉米和蓖麻的钾肥用量，对作物单产、钾素利用率、钾含量和经济效益的影响。研究基于试验站点和农场 2 个尺度。

材料与方法

所有的试验都是在印度安得拉邦完成的。田间试验是在印度安得拉邦 Hyderabad 的中央旱作农业研究所 Gunegal 试验农场进行的。试验时间是 2010-2011 年。试验涉及 4 种重要的雨养作物，2 种油料作物 (花生和蓖麻) 和 2 种谷物作物 (高粱和玉米)。施肥量设计 3 水平 (对照，20、40、60 kg K hm⁻²)。土壤属于轻质砂壤土 (Alfisol)，酸性 pH，土壤有机碳低 (3.2 g kg⁻¹)，有效氮含量低 (122 kg hm⁻²)，Bray-P 中等 (12 mg kg⁻¹)，有效钾含量低 (46 mg kg⁻¹，醋酸铵浸提) (Hanway and Heidel, 1952)。土壤硫中等 (14 mg kg⁻¹)，DTPA-Zn 低 (0.45 mg kg⁻¹)，但铁、锰、铜和硼含量丰富 (Jackson, 1973)。所有的养分都是按照土壤测试结果和安得拉邦的推荐用量进行施肥的 (玉米: 100 kg N 和 60 kg P₂O₅; 高粱: 80 kg N 和 40 kg P₂O₅; 花生: 20 kg N 和 40 kg P₂O₅; 蓖麻: 80 kg N 和 40 kg P₂O₅)。钾素施用的是氯化钾 (MOP, 含钾 60%)，施用量按照试验设

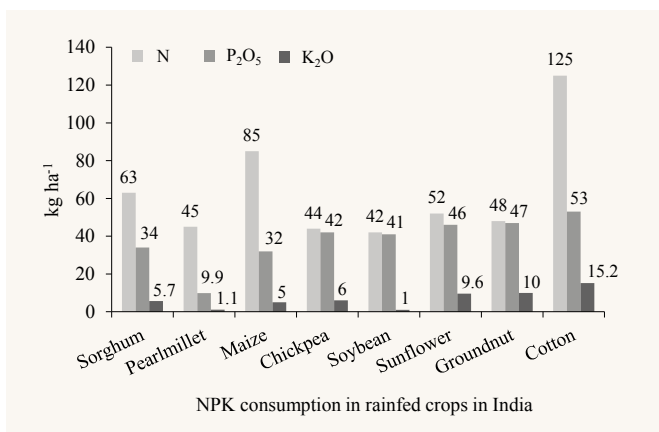


图1. 印度雨养农业区主要作物的NPK施用量 (kg hm⁻²)。资料来源: FAI, 2011-2012。



试验地种植的花生。拍摄: Ch.Srinivasarao。

计的3水平施用,包括对照在内,每个处理3个重复。

试验施用优良品种或杂交品种,即:花生(JL-24),高粱(SPV 462),玉米(Hybrid DHM 177)和蓖麻(DCS-9)。小区大小为5 m x 5 m,随机区组排列。其他田间管理等按照最佳操作进行。

在开展田间试验的同时,在安德拉邦2个雨养农业区的23个村子开展了大田示范,参加示范的有玉米、高粱和花生3个雨养作物。示范设农民习惯施肥,和农民习惯施肥(FFP)+30 kg K hm⁻²的MOP两个处理。FFP处理中农民施肥用量不是基于土壤测试结果进行的。FFP施氮经常过量,P素常常或多或少,但也差不多接近全邦推荐用量。很少见施用其他的大量元素和微量元素肥料。这些土壤也大多数是红壤(Alfisols),土壤质地为轻壤质,pH酸性,没有碱性,氮素含量低,Bray-P中等,醋酸铵浸提钾中等偏低(40-62 mg K kg⁻¹) (Hanway and Haidel, 1952)。DPTA-Zn含量低(<5 mg kg⁻¹),铁、锰、铜含量丰富。土壤测试为3次重复的平均值。测产并记录作物产量(籽粒产量加秸秆产量),植株分析含钾量。钾素利用率用农学效率表示(AE,每公斤养分增加多少的作物产量公斤数),钾素偏生产力(PFP,每公斤养分能够收获多少产量)。经济效益分析基于施钾肥增加的收入减去其增加的成本。测试了花生的不同部分(荚果、叶片和茎)、高粱和玉米不同部分(籽粒和秸秆)中钾的含量(Jackson, 1973)。统计分析使用Gomez和Gomez(1984)提出的方法。

结果和讨论

雨养作物钾素营养试验研究 籽粒和秸秆产量

不同施钾水平对花生、高粱、玉米、蓖麻等4种雨养作物产量的影响见表1。在所有的4种作物中,施钾都显著($p < 0.05$)增加了籽粒产量。在4种作物中,不同施钾水平下,玉米的籽粒产量最高,接下来是高粱、蓖麻和花生。花生的产量从对照的0.54 t hm⁻²提高到0.75 t hm⁻²(施钾量为60 kg K hm⁻²),比对照提高了38%。高粱籽粒产量从对照的2.8 t hm⁻²提高到3.74 t hm⁻²(施钾量为60 kg K hm⁻²),提高了33%。随着

Table 1. Impact of graded levels of K in productivity of rainfed crops on Alfisols in Gunegal Research Farm.

Potash application kg ha ⁻¹	Groundnut	Sorghum	Maize	Castor
-----mt ha ⁻¹ -----				
Pod/grain yield				
Control	0.54	2.80	3.90	0.74
20	0.60	3.30	4.60	0.86
40	0.67	3.60	4.90	0.92
60	0.75	3.74	5.12	0.94
LSD (P=0.05)	0.05	0.11	0.13	0.05
Straw yield				
Control	0.29	7.40	6.00	1.60
20	0.36	8.00	7.20	2.01
40	0.38	8.60	7.60	2.15
60	0.39	8.81	7.94	2.19
LSD (P=0.05)	0.06	0.45	0.31	0.21

施钾水平的提高,玉米产量也有很大的提高,在施钾量为20、40和60 kg K hm⁻²时,玉米产量分别比对照提高18%、25%和33%。在雨养农业的情况下,玉米产量在最佳施钾量的情况下,玉米产量超过5 t hm⁻²,这充分显示了平衡施肥在雨养农业区对提高作物产量的巨大潜力(Srinivasarao, *et al.*, 2010a, b)。对蓖麻这种非常重要的油料作物来说,籽粒产量从0.74 t hm⁻²(不施钾处理)提高到0.94 t hm⁻²(施钾量为60 kg K hm⁻²),比对照提高了27%。

类似地,在施钾量为60 kg K hm⁻²时,花生、高粱、玉米和蓖麻的作物秸秆产量也是显著增长($P < 0.05$),分别增长11%、19%、32%和36%。在这些地区的雨养作物上施钾效应显著,可能与轻质红壤(Alfisols)钾素比较缺乏有关(Naidu *et al.*, 1996)。这些土壤本来就缺钾,长期连作时,通过施用尿素和磷酸二氢铵(DAP)补充了氮素和磷素,但没有采取秸秆还田或施用钾肥,土壤钾素没有得到补充。多年来作物对钾素的需求主要靠对土壤钾素的耗竭来实现的,也叫土壤钾素“矿化”。因为长期连续的过量施用N、P,土壤缺钾状况就更严重。我们的试验结果显示,

Table 2. AE_K and PFP_K in rainfed crops on Alfisols in Gunegal Research Farm.

K rate	Groundnut	Sorghum	Maize	Castor
-----Agronomic efficiency of K (AE _K ; kg kg ⁻¹)-----				
kg ha ⁻¹				
20	12	25	35	6
40	3.4	20	25	4.5
60	3.4	15.6	20	3.3
LSD (P=0.05)	1.1	1.3	1.2	0.4
-----Partial factor productivity of K (PFP _K ; kg kg ⁻¹)-----				
kg ha ⁻¹				
20	30	165	230	43
40	17	90	122	23
60	13	62	85	16
LSD (P=0.05)	1.3	2.1	2.6	2.3

作物对施钾效应非常稳定,清楚地表明这些土壤上需要施钾。

施钾的农学效率 (AE) 和偏生产力 (PFP)

养分利用效率对雨养农业来说非常重要,因为降水量小而不稳定,导致增施养分的利用效率低下。表2 可见,玉米的施钾农学效率 AE_K 最高,其次是高粱和花生,最低的是蓖麻(表2)。施钾的农学效率在玉米上(AE_K 为35-20)和高粱上(AE_K 为25-15.6)较高,有利于鼓励农民使用钾肥和结束不愿施钾的情况,确信施钾增加产量可以弥补在雨养农业区特有的风险。这么高的农学效率 AE_K 也带来收入的增加(见后)。因为土壤缺钾和施钾显效,施钾的偏生产力 PFP_K 变幅很大(表2)。

钾含量和钾素吸收

不同水平施钾显著提高花生各个部位的钾素含量(图2A),以及高粱和玉米的籽粒的钾素含量(图2B)。相对花生荚来说,花生叶片和壳中的钾含量较高(图2A)。

通过计算花生荚/籽粒和秸秆产量,以及田间收获的作物的不同部位钾素含量-假设从土壤中移除了植物的全部-可以获得作物带走的钾素的量。结果显示,对3种不同的雨养作物来说,施钾会导致作物带走的钾量增加显著(图3)。作物带走的钾素的量最高的是玉米,其次是高粱,最后是花生,相对应的是,其产量和钾素含量都要低得多。作物吸收钾的量,高粱(高达 120 kg K hm^{-2})和玉米(160 kg K hm^{-2})较高,显示了在缺钾的Alfisols土壤上加强钾素管理的重要性(Srinivasarao et al., 2010 a, b)。即使没有施钾(比如对照地块),高粱和玉米所吸收的钾素大约为 65 kg K hm^{-2} ,显示大规模的钾素的矿化。这些结论清晰地揭示了施钾的必要性,因为种植玉米和高粱等作物对土壤钾素是极大的消耗,最后会导致土壤钾素的耗竭。这点对印度红壤地区来说,是最重要的,因为在那里土壤的耗竭已经变成限制作物产量的重要因素。

施钾的经济效益分析

在雨养农业作物上施用不同水平的钾素肥料显示有显著的经济效益。施钾经济效益最高的是玉米,其次是高粱、蓖麻和花生。施用20、40、60 kg K hm^{-2} 时,对花生来说,分别可以带来1620、3510和5670卢比的额外收入;对高粱来说,分别是4900、7840和8820卢比。在所有施钾水平中,玉米的回报

远远高于其他作物,在施钾量为 60 kg K hm^{-2} 时,玉米可以有12480卢比的额外收入。蓖麻施钾也显示了显著的经济效益。每1卢比的钾肥的投入,回报分别是:花生10卢比、高粱介于16-27卢比之间,玉米在23-40左右,蓖麻的回报在14-26之间。

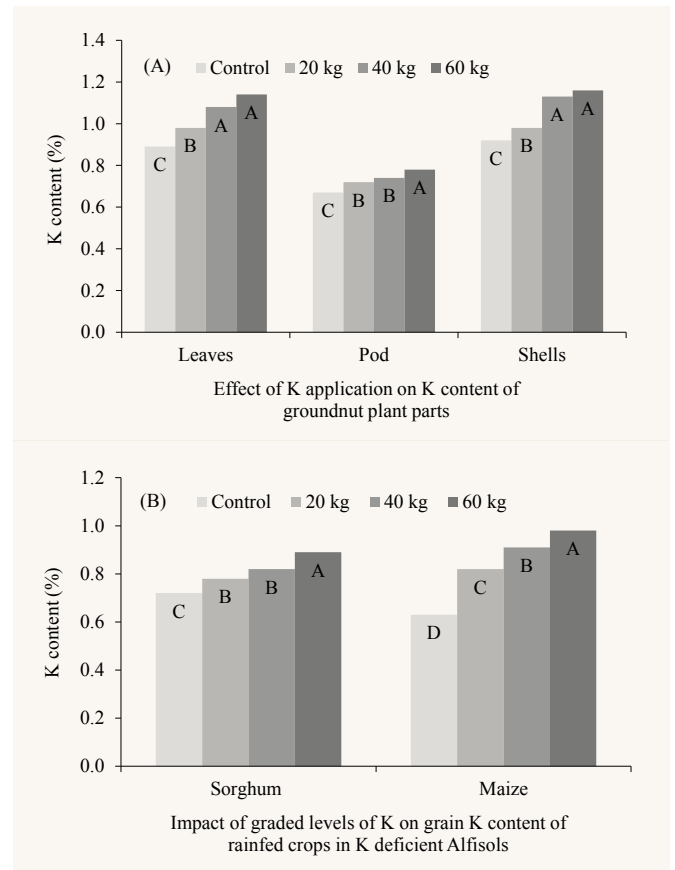


图2. 施用不同水平钾肥时花生不同部位 (A) 和高粱、玉米籽粒 (B) 中钾素含量的变化

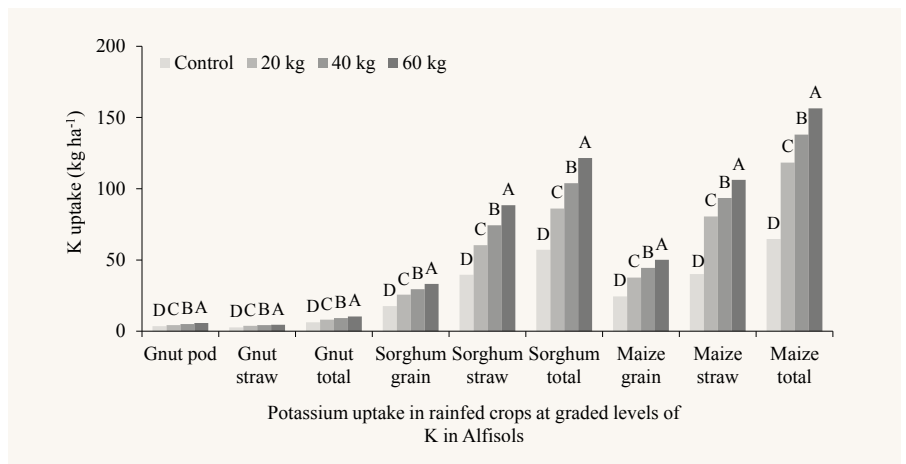


图3. 花生、高粱和玉米籽粒、秸秆和总氮情况 (蓖麻没有分析)

施用钾肥的大田示范及其农民的经济效应

施钾量为 30 kg K hm^{-2} 时,和农民习惯施肥比,对种植在安得拉邦2个区域(Khammam and Nalgonda) 23个农民的地块中的3种重要的雨养作物来说,花生、高粱和玉米的单产都提高了(图4)。

施钾对花生荚/籽粒产量效应变幅很宽,但是,农民田间的其他作物也是这样。施钾带来的额外增产变幅,花生为 $0.07\text{--}0.21\text{ t hm}^{-2}$,高粱为 $0.15\text{--}0.35\text{ t hm}^{-2}$,玉米为 $0.34\text{--}0.76\text{ t hm}^{-2}$ (表3)。有趣的是,虽然幅度不一,但所有农民(23个)施肥后都成功地提高了作物产量。在农民田间示范的施钾效应不同,主要与土壤中有效钾的变幅大($40\text{--}62\text{ mg kg}^{-1}$)有关。花生、高粱和玉米施钾 30 kg K hm^{-2} 时的产量效应分别为 0.14 、 0.25 和 0.53 t ,与此相对应的是,平均分别增加净收入 2970 、 1590 和 4702 卢比(表3)。从有效钾的数据来看,基于邦农业大学和邦农业部的推荐,在印度雨养农业区推荐施用钾量为 $20\text{--}40\text{ kg K hm}^{-2}$ 。但是,实际上,在生产中农民基本不施用钾肥,也几乎没有其他经济作物施钾。

结论

在绝大多数雨养作物上施用钾肥的重要性没有引起必要的重视,尽管施用钾肥可以有显著的经济效益。这是因为农民缺乏知识,也因为他们不愿增加投入,还因为雨养条件下作物栽培有许多不确定性。

这里报告的试验结果表明,无论是在试验站内试验还是在农民的田间示范,雨养作物-玉米、高粱、花生和蓖麻-在印度南部安得拉邦缺乏钾素的红壤上,施钾有实质性的效应。玉米施钾显示最高的农学效率(AE_K 13-35)和最高的经济效益,其次是高粱(AE_K 5-25)、蓖麻(AE_K 3-6)和花生(AE_K 3-12)。大田示范表明,施钾可以获得比试验站内试验更高的经济回报。较高的施钾农学效率显示在这些条件下,钾素非常缺乏,是产量的限制因素,施钾很大程度上可以获得高额的经济回报。

另外,钾素最佳施肥量使作物对雨养环境下干旱季节时断时续的旱灾有很好的耐受性,所以,除了修复土壤缺钾状况外,施钾还可能给农民带来其他的好处。

加强对雨养作物的包括钾素在内的养分管理,对实现这些作物在印度雨养农业区那些缺钾严重、红壤、砖红壤、酸性和轻质土壤上的生产潜力是非常重要的。

Table 3. Response to K and economics of K fertilization in on-farm trials.

Crop	No. farmers	Average yield FFP	Average yield with K application	AE_K	Average response over FFP	Average additional net income
		$mt\ ha^{-1}$	$mt\ ha^{-1}$	$kg\ kg^{-1}$	$mt\ ha^{-1}$	$Rs\ ha^{-1}$
Groundnut	6	0.34	0.46	3-7	0.14	2,970
Sorghum	8	1.01	1.24	5-12	0.25	1,590
Maize	9	4.05	4.58	13-25	0.53	4,702

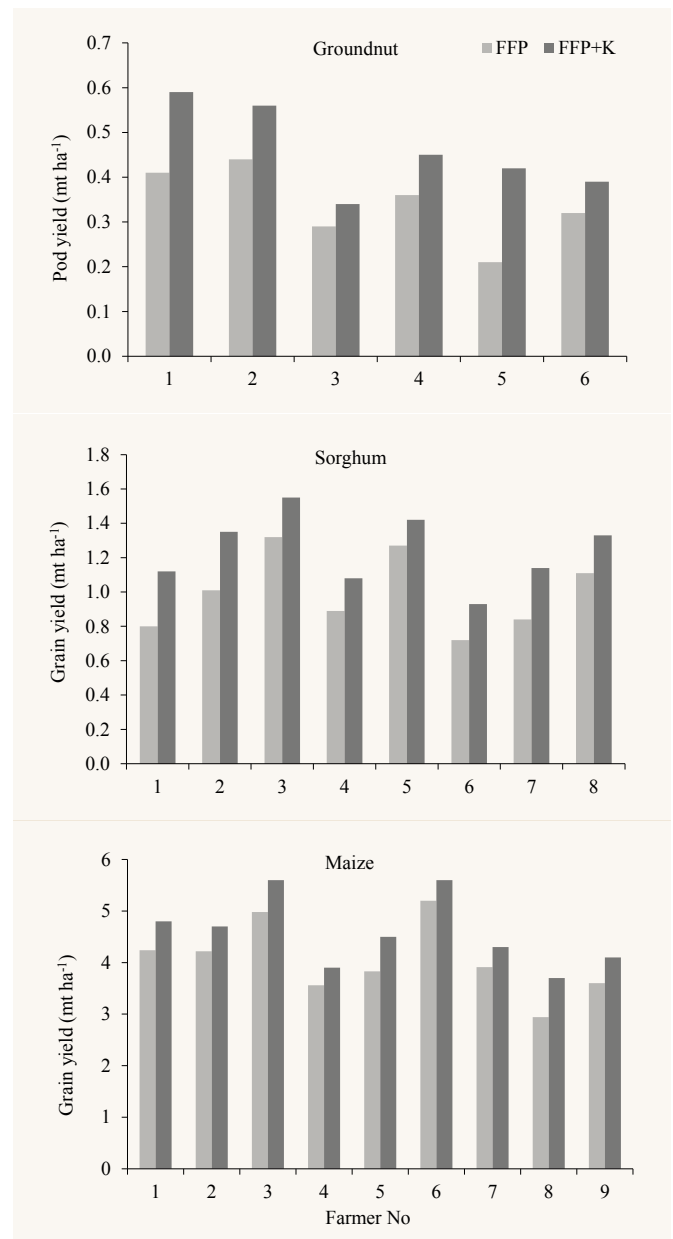


图4. 在农民田间施用 30 kg K hm^{-2} 时花生、高粱和玉米产量情况

参考文献

- Darunsontaya, T., A. Suddhiprakarn, I. Kheoruenromne, N. Prakongkep, and R.J. Gilkes. 2012. The Forms and Availability to Plants of Soil Potassium as Related to Mineralogy for Upland Oxisols and Ultisols from Thailand. *Geoderma* 170:11-24.
- FAI. 2010-2011 and 2001-2012. Fertiliser Statistics. Fertilizer Association of India, New Delhi, India.
- Gomez, A.K., and A.A. Gomez. 1984. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. 2nd Edition. John Wiley & Sons: New York. p. 180-209.
- 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.
- Mengel, K. 1985. Dynamics and Availability of Major Nutrients in Soils. *Adv. Soil Sci.* 2:65-131.
- Naidu, L.G.K., R.R. Reddy, E.V.S. Prakasa Rao, P. Krishnam, and R.A. Nasre. 1996. Potassium Deficiency in Crops - An Emerging Problem in Red and Lateritic Soils. *J. Potassium Res.* 12:23-29.
- Srinivasarao, Ch., and K. Surekha. 2012. Soil Potassium Fertility and Management Strategies in Andhra Pradesh Agriculture. *Indian Journal of Fertilizers* 8(10):40-59.
- Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, S. Dixit, and A.K. Singh. 2010a. Potassium Deficiency in Soils and Crops: Emerging Soil Fertility Constraint in Dryland Agriculture. Central Research Institute for Dryland Agriculture, Hyderabad, India. p. 34.
- Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, R. Lal, A.K. Singh, K.R.P. 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 Sci. Soc. Am. J.* 76(1):168-178.
- Srinivasarao, Ch., K.P.R. Vittal, S. Kundu, P.N. Gajbhiye, and M. Vijayasankar Babu. 2010b. Continuous Cropping, Fertilization, and Organic Manure Application Effects on Potassium in an Alfisol under Arid Conditions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 41(6):783-796.
- Subba Rao., Ch. Srinivasarao, and S. Srivastava. 2011. Potassium Status and Crop Response to Potassium on the Soils of Agro-Ecological Regions of India. International Potash Institute, Switzerland. p. 185.
- Syers, J.K. 2003. Potassium in Soils: Current Concepts. *In*: Johnston, A.E. (ed.) *Proceedings of the IPI Golden Jubilee Congress 1952-2002 held in Basel, Switzerland 8-10 Oct 2002. Feed the Soil to Feed the People. The Role of Potash in Sustainable Agriculture*. International Potash Institute, Switzerland. p. 301-310.
- Tandon, H.L.S., and G.S. Sekhon. 1987. *Potassium Research and Agricultural Production in India*. FDCO, New Delhi.
- Venkateswarlu, B., A.K. Singh, R. Ch. Srinivasa Rao, G. Kar, A. Kumar, and S.M. Virmani. 2012. *Natural Resource Management for Accelerating Agricultural Productivity*, Studium Press (India) Pvt. Ltd, New Delhi, India. p. 234.

“基于田间试验和大田示范的钾肥对印度南部安德拉邦雨养作物产量、肥料利用率、养分吸收和经济效益的影响”这篇论文可以在IPI网站[区域活动/印度栏目](#)浏览和下载。



2012年12月,在国际肥料协会(IFA)年会上,Cherukumalli Srinivasarao博士(左)接受2012年度IPI-IFA奖。
照片提供: Cherukumalli Srinivasarao。

2012年度IPI-IFA奖

Cherukumalli Srinivasarao博士,首席科学家(土壤学)在印度不同农业生态类型区的包括粮食作物、果树、蔬菜等在内的多种作物施钾的研究和推广方面做出了突出的贡献。他在基于交换性钾和含非交换性钾的粘粒的土壤肥力评价、印度钾素肥力图件的编制开发,以及需要施钾区域的识别等方面的贡献,对印度农业区域发展非常有用。他基于参与式的土壤样品采集和土壤健康卡片,开发了SSNM和INM施肥管理策略,以满足印度多种作物对钾素的需求。他在安得拉邦8个部落的雨养农业区的85个村庄针对土壤健康做了大量的工作,摸清了土壤缺钾的状况、记录了干旱地区几种不同作物的缺钾状况,研究了基于个性化的农民土壤测试结果和所栽培作物的特性的推荐施钾量,揭示了施钾对雨养农区农户生产能力、产品质量、经济效益和生计的影响。

研究报告



照片版权所有: 国际钾肥研究所 (IPI)

K_2HPO_4 可以提高栽培在富含沸石的惰性基质上番茄的产量和维生素C含量

Bernardi, A.C. de Campos⁽¹⁾, and M.R.Verruma-Bernardi⁽²⁾

引言

植物营养研究对解决土壤肥力低、土壤矿质营养的有效养分含量低和不适当的养分管理非常重要。破除这些障碍可以改善粮食安全的可持续性和在不伤害环境前提下的人类福利 (Cakmak, 2002)。

说到马铃薯的矿质营养, 钾素和磷素的施肥效果已经非常明确。钾素在植物生长、作物生产能力、新陈代谢、离子平衡、活化几种土壤酶和植物防御系统等方面都发挥重要的作用 (Marschner, 1995)。钾是植物最重要的无机溶质, 也是唯一一个不是有机结构构成成分的矿质营养。钾素在植物渗透调节、保持细胞的电化学平衡, 调节酶活性

管理等方面发挥了重要作用 (Hsiao and Läuchli, 1986)。钾素对植物能量状态、同化物质的转运与储存, 以及维持植物组织水分状态都非常重要。因为钾素可以提高水果单重和刺激作物根系生长, 所以钾素对农产品质量非常重要。钾是糖类物质的转运、碳水化合物的合成, 以及增强植物抵抗病虫害、旱灾、冻害等抗逆性的必需元素 (Marschner, 1995)。一些研究显示, 植物生长期钾素含量对植

⁽¹⁾Embrapa Pecuária Sudeste, C.P. 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP, Brazil, alberto.bernardi@embrapa.br

⁽²⁾Centro de Ciências Agrárias/UFSCar, Araras, SP, Brazil

物糖和酸有重大影响。在很大程度上,钾素介入作物品质的形成,主要是因为钾素可以促进可溶性同化物质,比如氨基酸和糖类,转运到存储器官(籽粒、块茎和根系),促进氨基酸和糖类转化成淀粉、蛋白质、维生素等。钾素营养对酸的浓度影响很大(Wien,1997),特别是对抗坏血酸(维生素C)的水平影响很大。

新鲜番茄是非常重要的维生素C源,所以包括适当的施钾在内的生产技术措施,是决定维生素C能提高到什么水平的重要因素。因为人体没法直接合成,所以,人体必须以食物的形式摄入维生素C(Lee和Kader,2000)。Byers和Perry(1992)指出,维生素C可以阻止人体的胃产生亚硝酸盐和刺激人体免疫系统,从而避免人体免遭癌症。维生素C还有利于人体健康的其他方面,比如免疫反应、肺功能和铁的吸收,避免自由基诱导对DNA的破坏,对降低低像CHD(冠心病)和白内障这些慢性病发生风险,甚至阻止有些慢性病的发生都非常重要(Weber et al.,1996,Kalt et al.,1999)。

根据Balliu和Ibro(2002)的研究,在番茄成熟收获阶段吸收的钾素总量的近70%的量都分布在果实中,16%在番茄的叶片中。番茄在营养生长和果实膨大期对钾素吸收非常快和相当稳定。缺钾植株生产的番茄肉质不丰满,成熟期不均衡,果实外形有疤等。成熟番茄的干物质含量大约占总重的5%-7.5%,这一比例较高,而干物质中含有对果实风味有影响的糖和有机酸。有机酸含量,主要是柠檬酸和苹果酸,促进番茄果实的膨大。虽然P和K都是植物必须营养元素,但磷对番茄生长的重要性总体上讲不如钾那样受到重视。主要的原因是番茄植株吸收较少的磷素(以磷酸盐的形式),以及番茄对施钾促进作物生长和提高产品质量的效应很好。番茄果实和植株组织中磷的含量不到其中钾的含量的1/10。磷素吸收后,磷素保持游离的无机磷的形式,也有作为包括糖与磷酸盐在内的重要成分的有机组分存在。在氮的基础上,P素构成活性转运RNA和DNA分子、以及核糖和嘌呤,磷素形成三磷酸腺苷(ATP)(Marschner,1986)。这个高能量物质的组成成分,虽然在植物体内浓度很低,但从为无以计数的新陈代谢反应提供需要的能量的角度来说,是非常重要的。一个这样的例子是,糖类在这类物质的作用下,从植物的叶片转运到植物的果实中。像钾一样,磷在植物体内也是高度移动性的。当番茄植株缺磷时,叶片面积减小很多,这时磷都被转移到番茄植株的根部,光合作用受到抑制,较小的叶片变得更加墨绿。在一些极端的例子中,下面阴暗部位的叶片因为花青素的累积而变成紫色。

试验情况

评价沸石水培基质上种植的番茄(*Lycopersicon esculentum* L. cv. Finestra; Bernardi et al., 2007, 2010)钾、磷对番茄产量、质量和干物质的影响都是正效应。按照Mumpton(1999)的定义,沸石水培基质是指植物生长介质中含有沸石,伴有或没有泥炭或蛭石。

就像Monte等(2010)指出的那样,沸石矿物因为重力作用和扩散作用而迁移到溶液($\text{NaCl } 0.5 \text{ mol L}^{-1}$)中,充满了负电荷。这些同离子物质被扩散到 K_2HPO_4 1.0 mol L^{-1} 溶液中,然后被离心、过滤和干燥。沸石中磷和钾的浓度分别为11,289和41,925 mg kg^{-1} 。

Bernardi等(2007, 2010)测试富含 K_2HPO_4 的4种水平(20、40、80和160 g/盆)的沸石惰性砂质基质。所有其他养分都是通过营养液的方式提供的。图1显示了P、K不同浓度水平下生长基质的番茄果实和干物质产量。试验结果显示,富含沸石是一种适当的缓释性的植物养分源。随着基质中有效钾的用量的增加,番茄鲜果和干物质重提高。平均每盆使用6.57g有效钾处理的,果实和干重产量较高(分别为786和66g/盆)。Nanadal等(1998)也有报道,提高基质的P和K的有效性可以提高番茄的产量。

根据Ashoor等(1984)的研究,随着施钾、施磷量的提高,番茄鲜果的维生素C差异显著(图2)。Dumas等(2003)

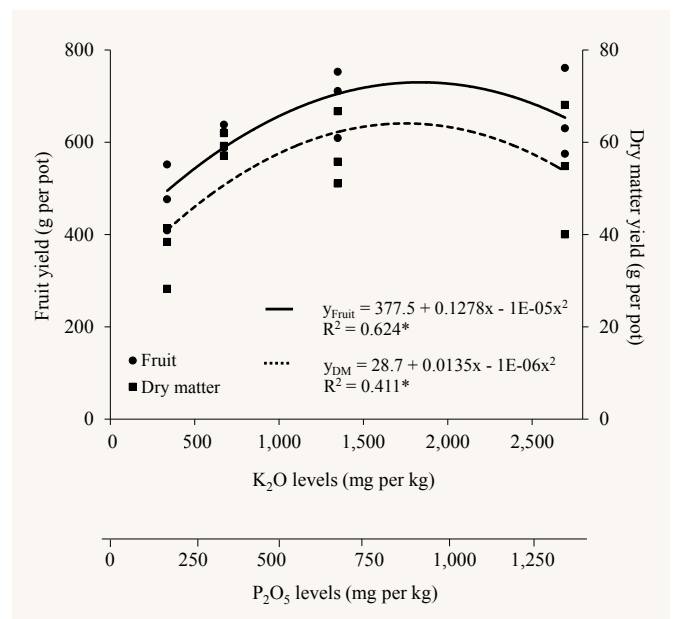


图1. 番茄鲜果和干物质重与生长介质中钾和磷含量水平的关系。引自Bernardi等, 2007, 2010。

在对几篇文章进行综述后,指出在施用复合肥后,番茄中的维生素C含量提高。在我们的试验中,在2.5和 1.3 g的 K_2O 和 P_2O_5 $mg\ kg^{-1}$ 的基质中,番茄维生素C最高,达到每100g番茄维生素C含量 26 mg。我们的结论和有关文献一致,有研究表明温室生产的番茄鲜果的维生素C含量范围在每100g番茄含维生素C 7-23 mg (Dumas *et al.*,2003)。不同的品种在大田种植条件下,其含量为17-22mg (Abushita *et al.*, 2000)。同样, Sampaio和Fontes (2000) 调查了施钾引起番茄的产量和鲜果番茄化学成分变化后,得出结论认为,施钾量为180kg K hm^{-2} 时,每100 g番茄鲜果维生素C含量为20 mg。

Solubo和Olorunda (1977)、Anac和Colcoglu (1995)、Nanadal 等 (1998)、Sampaio和Fontes (2000),以及Balliu和Ibro (2002) 都报道了因为施用钾肥导致番茄维生素C含量提高的情况。另外, Fontes等 (2000) 发现,不同施钾水平并不导致番茄维生素C含量的变化。

因为维生素是酸糖的内酯,较高的磷、钾养分含量处理的番茄鲜果,其维生素C含量也高,也许与其碳水化合物的合成和光合作用产生的糖的运输有关。磷和钾在糖从叶片运输到果实部分的装载和转运中发挥重要作用 (Marschner, 1995)。

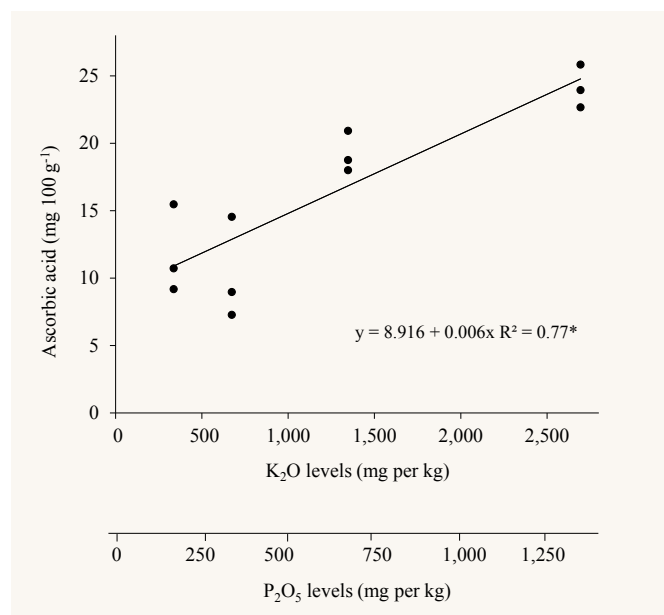


图2. 番茄鲜果中抗坏血酸(维生素C)含量与生长基质的关系。引自 Bernardi等, 2007, 2010。

结论

钾素无论在分子水平还是整个植株上发挥着无数的作用,包括在蛋白质的合成和稳定、以及在碳水化合物的合成中扮演酶的辅助因子。提高番茄植物施钾和施磷水平,加上沸石水培基质栽培试验,可以提高果实和总的干重。另外,番茄果实维生素C含量在基质中钾和磷的含量较高的情况下也有提高。在基质中含2.5和1.3 $g\ kg^{-1}$ 钾和磷的情况下,番茄维生素C含量达到最大,每100g鲜重番茄中含维生素C 26 mg。这一结论和其他研究者的相关文献一致。

这些研究结论提供了一个例子,进一步验证了适当的矿质养分的供应,是提高作物产量、保持土壤肥力、以及提高农产品质量,从而确保人类健康的重要因素。

参考文献

- Abushita, A.A., H.G. Daood, P.A. Biacs. 2000. Change in Carotenoids and Antioxidant Vitamins in Tomato as a Function of Varietal and Technological Factors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48(6):2075-2081.
- Anac, D., and H. Colocoglu. 1995. Response of Some Major Crops to K Fertilization. *In: K. Mengel and A. Krauss (eds.). K Availability of Soils in West Asia and North Africa - Status and Perspectives. International Potash Institute. p. 235-247.*
- Ashoor, S.H., W.C. Monte, and J. Welty. 1984. Liquid Chromatographic Determination of Ascorbic Acid in Foods. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists* 67(1):78-80.
- Balliu, A., and V. Ibro. 2002. Influence of Different Levels of Potassium Fertilizers on Growth, Yield and Ascorbic Acid Content of Tomato Fruit Grown in Non-Heated Greenhouse. *Acta Horticulturae* 579:385-388.
- Bernardi, A.C.C., C.G. Werneck, P.G. Haim, N. Botrel, J. Oiano-Neto, M.B.M. Monte, and M.R. Verruma-Bernardi. 2007. Yield and Fruit Quality of Tomato Grown in Substrate with Zeolite. *Horticultura Brasileira* 25(2):306-311.
- Bernardi, A.C.C., M.B.M. Monte, P.R.P. Paiva, C.G. Werneck, P.G. Haim, and F. Souza-Barros. 2010. Dry Matter Production and Nutrients Accumulation after Successive Crops of Lettuce, Tomato, Rice, and Andropogon-Grass in a Substrate with Zeolite. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 34(2):435-442.
- Byers, T., and G. Perry. 1992. Dietary Carotenes, Vitamin C, and Vitamin E as Protective Antioxidants in Human Cancers. *Annual Review of Nutrition* 12:139-159.
- Cakmak, I. 2002. Plant Nutrition Research: Priorities to Meet Human Needs for Food in Sustainable Ways. *Plant and Soil* 247(1):3-24.

- Dumas, Y., M. Dadomo, G.D. Lucca, P. Grolier, and G. Di Lucca. 2003. Effects of Environmental Factors and Agricultural Techniques on Antioxidant Content of Tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83(5):369-382.
- Fontes, P.C.R., R.A. Sampaio, and F.L. Finger. 2000. Fruit Size, Mineral Composition and Quality of Trickle-Irrigated Tomatoes as Affected by Potassium Rates. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília* 35(1):21-25.
- Hsiao, C., and A. Läuchli. 1986. Role of Potassium in Plant-Water Relation. *In: P.B. Tinker and A. Läuchli (eds.). Advances in Plant Nutrition 2*, Praeger, New York, p. 281-312.
- Kalt, W., C.F. Forney, A. Martin, and R.L. Prior. 1999. Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47:4638-4644.
- Lee, S.K., and A.A. Kader. 2000. Preharvest and Postharvest Factors Influencing Vitamin C Content of Horticultural Crops. *Postharvest Biology and Technology* 20:207-220.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- Monte, M.B.M., A. Middea, P.R.P. Paiva, A.C.C. Bernardi, N.G.A.M. Rezende, M. Baptista Filho, M.G. Silva, H. Vargas, H. Amorim, and F. Souza-Barros. 2009. Nutrient Release by a Brazilian Sedimentary Zeolite. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 81(4):641-653.
- Mumpton, F.A. 1999. La roca magica: Uses of Natural Zeolites in Agriculture and Industry *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 96:3463-3470.
- Nanadal, J.K., V. Ramesh, and U.C. Pandey. 1998. Effect of Phosphorus and Potassium on Growth Yield and Quality of Tomato. *Journal of Potassium Research* 14(1):44-49.
- Sampaio, R.A., and P.C.R. Fontes. 2000. Composição química e qualidade de frutos do tomateiro em função da adubação potássica. *Ciência Agrícola, Rio Largo* 5(1):65-73.
- Weber, P., A. Bendich, and W. Schalch. 1996. Vitamin C and Human Health - A Review of Recent Data Relevant to Human Requirements. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 66(1):19-30.

这篇论文“ K_2HPO_4 可以提高栽培在富含沸石的惰性基质上番茄的产量和维生素C含量”可以在IPI网站[区域活动/拉丁美洲](#)栏目下载和浏览。

研究报告



埃及Ismaelia附近种植的绿肥。拍摄: M.Marchand

国家报告: 埃及农业和IPI试验总结

Abd el-Hadi, A.H.⁽¹⁾, and M. Marchand⁽²⁾

引言

埃及位于非洲大陆的西北部,幅员面积100万 km²。埃及的北部是地中海,东部是加沙地带、以色列和红海,南部是苏丹,而西部是利比亚。埃及南北长1080 km,东西最长1100 km。埃及的国土面积包括广大的沙漠高原,中间有尼罗河谷和三角洲,这些只占国土面积的4%。

气候

地中海沿岸地区包括尼罗河三角洲都属于地中海气候,典型特征是具有温和多雨的冬季和高温干旱的夏季。而开罗南部,以及埃及其余地区,属于沙漠气候。夏天南部平均气温可能高达41°C,而同时期北部气温可能只有35°C左右。春季气温相对温和,但伴有尘暴。冬天白天气候温

⁽¹⁾埃及土壤、水和环境研究所植物营养室植物营养教授(SWERI, ARC-Giza, MALR, Egypt)

⁽²⁾IPI在西亚和北非地区的项目协调员

和, 充满明亮的阳光或者下雨, 但夜间非常冷。冬季平均温度南方在21°C左右, 而北方只有13°C。最湿润的区域是地中海沿岸, 年降雨量为200 mm。但南部降雨量急剧下降, 开罗的年降雨量只有29 mm, 而在许多沙漠地区, 数年可能只降1次雨水。

土地和水资源

埃及国土的大部分都是沙漠。绝大多数耕地都在尼罗河河流的沿岸、主要支流和灌溉水渠附近, 以及尼罗河三角洲。牧场只在沿地中海海岸呈窄窄的带状分布, 只有数公里宽, 而其畜牧的承载能力也很低。埃及没有森林地。

埃及国土面积约1亿hm², 农业用地约320万hm², 包括3个农业生产区:

1. 老的灌溉区, 面积约230万hm², 集中在Nile河谷和三角洲, 是埃及最肥沃土壤的代表。
2. “新近”开发出来的土地, 约80万hm², 包括新开发的沙地和含石灰的土地, 这样的土地土壤有机质、大量元素和微量元素含量都很低。
3. 雨养农业区, 10万hm²的沙地土壤, 分布在西北海岸和North Sinai。

以人均计, 埃及的耕地面积差不多是全世界最低的, 估计只有0.05 hm²。

土壤

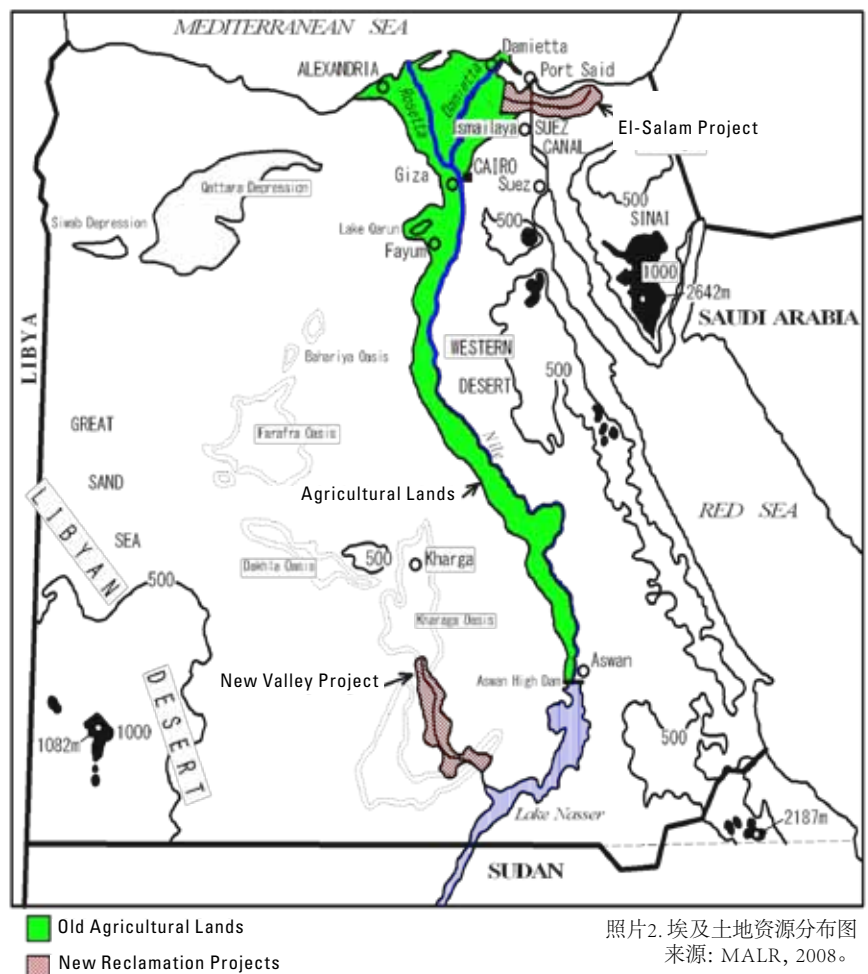
就像表1显示的那样, 埃及土壤的质地从砂质到重粘质变化很大。水溶性氮含量平均值低, 有机质含量低, 土壤反应是偏碱性。有效磷 (Oslen-P) 中等。但是, 醋酸铵浸提法测得的有效钾含量有高有低。DTPA提取法测得微量元素 (Zn、Mn和Fe) 显示, 沙土和砂质钙化土Zn含量低, 而Mn和Fe在所有的测试土壤中含量都属丰富。见表1。

水资源

尼罗河是埃及的主要水源, 按照1959年的尼罗河水协议, 每年尼罗河的分配流量为5550万m³。尼罗河水的化学性质见表2。



照片1. 埃及在非洲大陆的位置概图



照片2. 埃及土地资源分布图
来源: MALR, 2008。

Table 1. Typical analysis of Egyptian soils.

Location	North Delta	South Delta	East Delta	West Delta	Middle Egypt	Sinai	Toshka	Upper Egypt
Texture	Clay	Clay loam	Sandy	Sand calcar.	Loamy clay	Sandy	Sandy clay loam	Loamy
pH (soil; water1:2.5)	7.9-8.3	7.8-8.2	7.6-7.9	7.7-8.1	7.5-8.1	8.6-9.1	8.32-8.56	7.7-8.2
T.D.S. (%)	0.2-0.5	0.2-0.4	0.1-0.6	0.2-0.6	0.1-0.5	0.35-0.46	0.11-0.13	0.1-0.4
CaCO ₃ (%)	2.6-4.4	2.0-3.1	1.0-5.1	11.0-30.0	2.3-4.9	2.17-7.47	2.2-3.5	2.5-5.1
O.M. (%)	1.9-2.6	1.8-2.4	0.4-0.9	0.7-1.5	1.5-2.0	0.17-0.29	1.5-2.0	1.2-1.9
Soluble N (ppm)	25.0-50.0	30-60	10.0-20.0	10.0-30.0	20.0-30.0	10.0-21.0	7.25-39	20.0-25.0
Available P (ppm)	5.4-10.0	3.5-16.5	2.0-20.0	1.5-10.5	2.5-20.0	0.1-0.37	3.26-12	3.0-18.0
Available K (ppm)	250-500	300-250	105-358	100-300	250-380	163-192	148-285	280-400
Available Zn (ppm)	0.5-4.0	0.6-6.0	0.5-1.2	0.4-1.5	0.8-3.9	0.8-1.6	0.98-1.85	0.5-4.0
Available Mn (ppm)	13.1-45.6	11.2-37.2	3.0-11.7	10.0-20.0	8.6-51.9	1.4-3.1	0.48-2.45	10.0-47.0
Available Fe (ppm)	20.8-63.4	19.0-27.4	6.7-16.4	12.0-18.0	13.0-37.0	3.0-4.0	1.02-1.98	12.4-40.8

Source: Soils Water and Environment Research Institute, Egypt.

地下水

地下水是埃及非常重要的淡水水源。因为地下水稳定恒定，没有受到污染，地下水可以不经处理而直接用作饮用水源。

埃及制定了新的水资源计划(2017年结束)，在这个计划框架下，目标是要保护好65亿m³的地下水。

降水

降水对埃及来说非常有限。埃及的地中海西北沿岸每年有降水1.3m³，一路向南，降雨量逐步下降，以至于在埃及南部只有少得可怜的降雨。因此，对农业来说，降水少而不稳定，但是，对沙漠地带的牧场和北部沿岸的灌溉区来说，降水依然有一定的作用。

Table 2. Some chemical properties of Nile water.

Parameter	Unit	Value
pH		7.3
EC	dS m ⁻¹	0.37
Na ⁺	meq L ⁻¹	0.89
Ca ⁺⁺	meq L ⁻¹	1.66
Mg ⁺⁺	meq L ⁻¹	0.95
Cl ⁻	meq L ⁻¹	0.56
SO ₄ ⁺	meq L ⁻¹	1.31
HCO ₃ ⁻	meq L ⁻¹	1.8
Total N	ppm	4.5
NH ₄ ⁺	ppm	0.54
NO ₃ ⁻	ppm	1.43
Total P	ppm	0.17
K ⁺	ppm	1.9

Source: Abd el-Hady, 2007.

污水

自1950年代以来，埃及开始在农业上利用经过处理和与尼罗河水混合过的污水进行灌溉(表3)。沿着尼罗河三角洲建设了很多提水站，将污水和尼罗河水排进农田灌溉系统。据估计，农业利用污水灌溉量在2007-2008年度，大约有80亿m³。

水资源利用

据估计，2008年埃及总的用水量约为766亿m³。其中，农业用水600亿m³(占78.3%)，城市用水66亿m³(占9%)，而工业用水76亿m³(占10%)。除此以外，2亿m³用于航海的需要，比如轮船上做饭、引擎和其他用水等(表4)。

农业污水利用是通过将农业用水收集到河流中，用于农业灌溉再利用，2007-2008年度大约有80亿m³。其中，有29.7亿m³为经过处理后的污

水，13亿m³为灌溉再利用水，剩下的会排到主排水管道中，在那里和其他排水相混合，然后作为灌溉水再利用。经过处理的污水一般用于城市或道路沿路的景观树的灌溉。

作物种植制度

埃及的气候条件一年到头都有很多适宜种植的作物。大田作物占90%，剩下的10%为蔬菜、水果等，主要种植在老的和新近开发的农区。

主导的种植制度是一年两熟制，复种指数为200%，只有在蔬菜种植区复种指数达到300%。多年生甘蔗和多年生果树种植区的复种指数为100%。播种面积为684.8万hm²(表5)，平均复种指数为176%。埃及有3个生产季：冬季：从11月到5月；夏季：从4月或者5月到10月；“Nili”季：从7月或者8月到10月。

Table 3. Water resources in Egypt during 2002-2008 (in billion m³).

Resources	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
Nile water	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5	55.5
Ground water	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2	6.5
Drainage water	4.4	4.8	5.1	5.4	5.7	8
Sewage recycling	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.3
Rain & flash floods	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
Desalination	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Total	68.26	68.76	69.16	69.56	70.06	72.66

Source: Bahgat, 2008.

Table 4. Water resources usage in Egypt (in billion m³).

Sector	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
Irrigation	57.6	58.1	58.5	59.0	59.3	60.0
Municipal	5.2	6.0	6.1	6.1	6.3	6.6
Industry	6.2	6.5	6.8	7.0	7.3	7.6
Evaporation	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2
Navigation	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Total	71.3	72.9	73.7	74.5	75.3	76.6

Source: Bahgat, 2008.

Table 5. Total cropped area in 2008/2009 (about 16.3 million feddan*).

Crop	Area (million feddan)
Wheat	3.20
Berseem and other forage crops	2.90
Maize	2.70
Vegetables	2.35
Orchard	1.60
Oil crops	0.52
Cotton	0.50
Legumes	0.43
Sugar beet	0.37
Sugar cane	0.32
Other crops (medicinal and aromatic plants; ornamentals)	0.30

*Feddan = 0.42 ha

Source: Agricultural Statistics, 2010

绝大多数作物种植在三角洲和尼罗河河谷, 只有水稻(主要在三角洲)和甘蔗(主要在埃及的中上部)例外。冬季的主要作物是小米和苜蓿或者埃及车轴草(*Trifolium alexandrinum*)。埃及车轴草生长期3个月, 中间刈割2次, 作为肥田作物(短车轴草), 常常在种植棉花前进行。或者生长期6-7个月, 中间刈割4-5次, 作为饲草或者牵牛放牧用(长车轴草)。小作物还有Pulses、大麦、甜菜等。在夏季, 棉花和水稻是重要的经济作物, 而玉米和高粱主要是维持生计的作物。2008-2009年度埃及作物种植情况见表5。

肥料需求

为了提高农作物产量和克服限制因素, 埃及付出了巨大的努力。一个重要的手段, 就是推广作物的合理施肥, 很明显, 这样做会增加对化肥的需求。最近几年, 埃及肥料用量呈加快增加的趋势, 特别是氮肥, 其次是磷肥和钾肥。这其中最主要的原因是因为播种面积增加了, 不同作物的施肥量也增加了, 加之Aswan高坝(High Dam)的建设导致尼罗河灌溉水中营养成分的下降(钾素和微量元素

沉积在污泥中), 这些都是肥料用量增加的原因。

无数的研究充分证明了绝大多数埃及土壤缺乏有机质、氮素。虽然埃及土壤总磷含量很高, 但磷素对植物的有效性仍然介于充足和边际效应之间。钾素在老的农田土壤中是中等偏高, 但偶然地施钾仍然有效, 特别是花卉作物, 在沙土及一些石灰土上, 能看到施钾效应。

埃及肥料需求量主要依据作物对养分的需求和每种作物的种植分区、每种作物(表6)的最佳经济用量等推算的。每种作物的最佳经济施肥量是根据每种作物在不同气候条件下长期试验取得的平均结果, 以及植物带走的养分量测算的。

纳入埃及肥料需求估算的其他因素包括:

1. 作物轮作及其对肥料效应的影响。
2. 最近开发改良区域的扩展情况。
3. 土壤和植株测试结果。
4. 化肥和有机肥料的后效。
5. 作物复种指数, 是否因为间作和单位面积植株数的提高而提高。
6. 高产作物品种的审定和推广。
7. 作物的养分平衡状况。
8. 不同肥源的肥料价值。
9. 灌溉和排水系统的使用。

Table 6. Fertilization requirements for various field crops (kg ha⁻¹).

Crops	Old land			New land		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	-----kg ha ⁻¹ -----					
Cotton	60	22.5	24	-	-	-
Maize	120	15	24	140	30	48
Rice	40-60	15	24	-	-	-
Soybean	40	30	24	-	-	-
Beans	40	30-45	48	60	45	48
Wheat	90	22.5	24	100-120	30	24-48
Broad bean	15	30	24	15	30	48
Clover	15	22.5	24	20	30	24
Sunflower	30-45	15	24	45-60	30	24
Peanut	30	30	24	45	30	24
Sesame	30	22.5	24	45	30	24
Sugar beet	60	15	24	75-100	30	48

Source: Abd el-Hadi et al., 2009.

肥料需求有赖于作物生长状态：“老的农业土壤”是指尼罗河三角洲和尼罗河河谷地带，土壤质量好于“新开发的土地”，或者是沙漠改良土地。这些土地基本上是纯粹的沙子，土壤肥力非常低下(图1)。老的土地代表传统农作区，占全国农区面积的2%。沙漠地带的作物种植面积扩大，是确保埃及粮食安全的根本保障。

肥料使用量

从表2应该可以看出，随着钾肥的使用量从1979-1980年度的0.67万吨增加到2008-2009年度的5.5万吨，埃及的N:P₂O₅:K₂O比例从1979-1980年度的74.64:13.68:1下降到2008-2009年度的20.7:3.28:1，这对NPK养分的平衡具有正效应。

埃及肥料使用量最大的年份是2004-2007，平均每年有155.69万吨。与此同时，伴随着肥料的用量的增加，埃及粮食产量也在增加。

从表7中的数据可以看出，在1980-2009年期间，N肥的用量增加非常显著，同时，P、K肥的用量要低得多，而且非常稳定。

作物产量

从1980年到2009年期间，埃及的谷物产量从810万吨增加到2389.7万吨，高粱的产量从27.6万吨增加到42.3万吨，油料作物产量从18.5万吨增加到25.4万吨，块茎和根茎类作物产量从139.4万吨增加到442.9万吨，蔬菜产量从740.2万吨增加到2027.5万吨。但与此同时，纤维类作物产量从56.5万吨下降到23.1万吨(图3)。可以看出，随着N肥用量的稳定增加，埃及谷类作物和蔬菜作物产量增加较多。

IPI在埃及的项目活动

引言

埃及土壤、水和环境研究所(SWERI)和IPI合作从1981年到1990年开展了长期试验研究，在典型轮作制度下，在农民田间做试验，用以评价多种作物施钾效应。从1992-1995年，一系列长期试验在尼罗河东部(沙土和砂质壤土)研究在土壤含碱和水分胁迫下施钾对作物产量的效应。

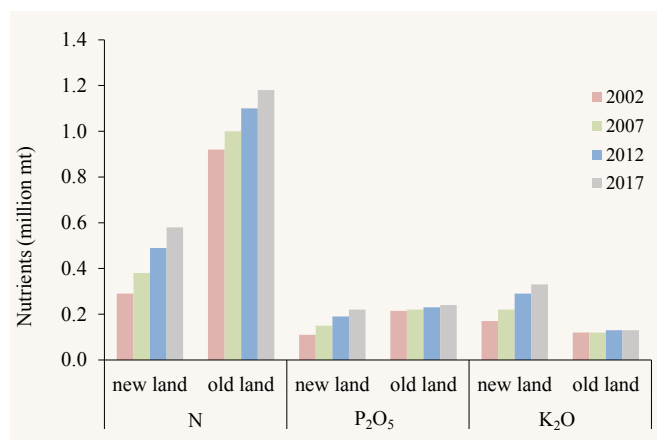


图1. 埃及新的和老的农业用地上肥料用量估计

Table 7. Nutrient amounts (kg ha⁻¹) removed by various crop plants (Abd el-Hadi *et al.*, 2009).

Crop	Yield <i>mt ha⁻¹</i>	kg ha ⁻¹				
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	S
Barley	5	150	55	150	25	20
Maize	6	120	50	120	40	25
Rice	5	100	50	160	20	20
Sorghum	4	120	40	100	30	15
Wheat	6	170	75	175	30	30
Potato	40	175	80	310	40	20
Sugar beet	45	200	96	300	90	35
Cabbage	70	370	85	480	60	80
Carrot	30	125	55	200	30	-
Cucumber	40	70	50	120	60	-
Eggplant	60	175	40	300	30	10
Lettuce	30	90	35	160	15	-
Okra	20	60	25	90	35	10
Radish	20	120	60	120	30	-
Onion and garlic	35	120	50	160	15	20
Spanish	25	120	45	200	35	-
Tomato	50	140	65	190	25	30
Bean	2.4	155*	50	120	20	25
Horse bean	2.4	160*	45	120	20	-
Pea	2.0	125	35	80	15	-
Apple	25	100	45	180	40	-
Banana	40	250	60	1,000	140	15
Citrus	30	270	60	350	40	30
Grape	20	170	60	220	60	30
Mango	15	100	25	110	75	-
Peanut	2	170*	30	110	20	15
Sesame seed	1	50	10	45	10	5
Rapeseed	3	165	70	220	30	65
Soybean	3	220*	40	170	40	20
Sunflower	3	120	60	240	55	15
Cotton (lint)	1	120	45	90	40	20
Sugarcane	100	130	90	340	80	60
Alfalfa	9	240*	65	170	40	25
Red clover	7	175*	45	140	50	20

*Leguminous plants obtain most of their nitrogen from the air.

Source: Principal Bank for Development and Agricultural Credit-Fertilizer Administration.

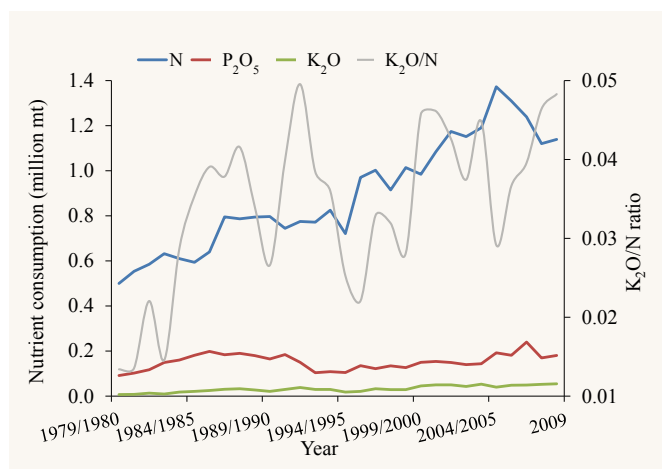


图2. 埃及1980-2009年间NPK肥料的用量和 K_2O/N 的比率
资料来源: IFA, 2010

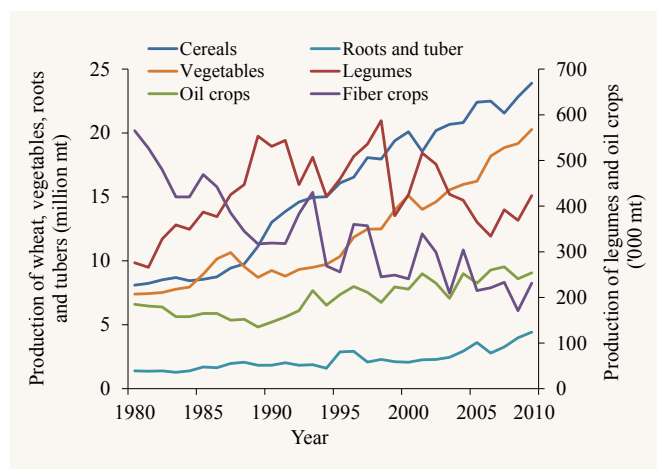


图3. 埃及1980-2009年间年度作物总产量。
资料来源: Central Administration for Agricultural Economic, Economic Affairs Sector, MALR.

试验项目

1. 连续7年 (1993-2000) 在代表不同土壤类型的6个不同的农业研究站开展了田间长期试验研究, 比较氯化钾 (MOP) 和硫酸钾 (SOP) 对不同作物的效应。后来, 在使用传统农业技术的农民的田块里延续了5年时间, 直到2005年。
2. 另外一个长期田间试验是在2005-2006年度开始, 一直延续到2012年, 研究N、P、K对作物产量的交互作用。
3. 从2009-2010年开始的季节, 设计了一系列试验, 研究K肥和不同的灌溉水量、不同灌溉方式的交互作用。

研讨会和培训班

SWERI和IPI合作, 在不同的研究站和政府机构举办了数十个研讨会, 主题关注解决农民面临的一些农业问题和促进作物增产的平衡施肥技术的重要性。

另外, IPI资助出版了一些与钾肥有关的书籍, 以及一些重要作物的营养缺乏症状图谱。所有的出版物都是用阿拉伯语编写的。从1984年到2010年, 从这些试验中获得的结论形成了25篇论文, 这些论文发表在国际和国内学术研讨会和多种学术期刊上。利用这些关于钾素施用效应的试验, 还完成了4篇博士论文。

结论

埃及的农业是典型的干旱半干旱农作系统, 其特征是种植面积有限。在埃及绝大多数地区, 水的有效性是一个重要的限制因素, 生活用水、工业用水和农业用水之间的矛盾十分突出。通过这些年的努力, 随着肥料用量的增加, 作物产量也在提高。其中, 一个重要的关注点就是, 为肥料经销商和零售商提供信息服务和为农民提供技术培训, 从而提高农资投入品的利用效率。产量的提高, 特别是粮食产量的提高, 得益于新的种植区域, 也就是所谓在Sinai沙漠区域和Toshka地区的“新开发土地”, 这也意味着特殊的灌溉技术的应用。SWERI和IPI起到的作用就是促进更好的NPK的施用比例, 也包括引起农民对在埃及特定的生产条件下的其他一些农业生产限制因素有更清醒的认识。

促进农业生产发展, 以满足不断增加的人口的需要, 以及最高效利用尼罗河水, 是埃及最主要的挑战。至于养分管理, SWERI和IPI合作的目的, 在于促使农民明白和掌握更好的肥料使用技术。为了实现这一目标, 非常重要的就是通过研究站的这些试验去证明、通过田间示范区展示给农民看, 最后是向农民解释清楚如何平衡施肥, 以及平衡施肥的好处。SWERI和IPI活动和埃及农业发展为什么能够取得成功, “推广”和“教育”是两个非常重要的关键词。



照片3. 埃及IPI项目分布图。

资料来源: Jacques Desclotres, MODIS Rapid Response Team, NASA/GSFC.



照片4. 讨论位于尼罗河三角洲的Nubaria附近的番茄的试验结果。拍摄: M.Marchand.

参考文献:

- World Atlas: http://go.hrw.com/atlas/norm_hm/egypt.htm#facts.
HRW World Atlas, Egypt.
- MALR. 2008. Bulletin of Agriculture Economics, Central Administration of Agriculture Economics, Ministry of Agriculture and Land Reclamation. Published data.
- Soils Water and Environment Research Institute. 2009. Unpublished data.
- El-Hadi, A. 2007. Compare the Effect of Polluted and River Nile Irrigation Water on Contents of Heavy Metals of Some Soils and Plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 3(4):287-294.
- Bahgat, A. 2008. Available Water Resources and Usage in Egypt. Environmental National Counting in the Field of Water Project, Workshop Nov. 2008. IFADATA statistics, 2010, <http://www.fertilizer.org/ifa/statistics.asp>.
- Central Administration for Agricultural Economics, Economic Affairs Sector, MALR. Agricultural Statistic 1980-2010.

这篇论文“国家报告：埃及农业和IPI试验总结”可以在IPI网站[区域活动/WANA](#)栏目浏览和下载。

农技推广

印度钾肥公司 (IPL) 在促进印度平衡施肥方面新近开展的工作

Pal, B.⁽¹⁾, and S.K. Bansal⁽²⁾

印度农民购买氯化钾 (MOP) 的价格从2008年的4600卢比上升到2012年的17000卢比, 这直接导致了印度农民MOP使用量的急剧下降。2012-2013年度, 印度氯化钾的使用量估计只有2011-2012年度的40%-45%。钾肥使用量的下降, 已经被印度钾肥销售领军企业印度钾肥公司 (IPL) 认定为一种严峻的挑战。IPL采取了下面的一系列措施去解决这一问题。

由IPL执行总裁Dr. P.S. Gahlaut召集, 2012年12月在新德里召开了一个相关方面参加的大会, 参加会议的有钾肥生产企业、研究者、产业大鳄等, 主题是讨论和制定计划, 以促进不同作物不同地区钾肥的推广应用, 特别是在甘蔗上的应用。参加会议的有IPL高级管理人员、活跃在印度的钾肥生产商, 以及包括国际钾肥研究所 (IPI)、印度钾肥研究所 (PRII)、国际植物营养研究所 (IPNI) 和印度糖业制造联盟 (ISMA) 等在内的研究机构。讨论和制定了不同的发展战略, 包括出版简单的小册子, 宣传使用钾肥甚至在价格高涨时依然可以为农民带来的好处, 还制作电视、电台节目、录制影像电影等。大家一致同意, 在印度所有主要种植区每一种特定的作物都需要采取与此相同的努力去推动钾肥的使用。

下面一些活动将在最短的时间内启动:

1. 用印度语和其他地区语言, 印制只有1页的彩色的非常简明的关于甘蔗施钾的宣传彩页, 分发到不同的糖厂, 向糖厂的农民会员和其他相关的农民宣传。
2. 在不同的邦分别举办大型的农民活动。
3. 2013年2月1日, 在全国电视台Door Darshan频道, 制作播放一期“关于甘蔗施钾所带来的好处”的电视节目, 该节目用印度语录制, 由Dr. Bhisham博士 (来自IPL) 讲解。

4. 2013年1月-3月, 由相关专家针对各种作物施钾的问题, 在印度全国电台制作一个名为“钾肥学校”的10分钟的系列谈话节目。
5. 着手准备一个名为“不同作物施钾对产量和经济效益的影响”带声音解说的PPT。另外, 收集各地各种作物的施钾相关信息, 并精确计算施钾的经济效益情况。IPL的基层营销人员利用这个PPT和精准计算的施钾效益这些资料, 向农民宣传即使在最近价格高涨的情况下, 施钾都能给农民带来好处。

总之, 这样大规模的面向印度甘蔗种植户的信息传播策略是一种不同的推广方法, 这种方法所设计的活动相互补充, 相得益彰, 为广大的种植特定的作物 (甘蔗) 的农户, 在一定的时间框架里, 提供非常清晰的钾肥知识。IPL计划在2013年针对其他作物开展类似的活动以促进钾肥的应用。



农民们在田间讨论提高养分管理途径。Bihar, 印度, 2013。
照片提供: IPL

这个报告也可以在IPI官方网站“[区域活动/印度](#)”栏目浏览。

⁽¹⁾印度钾肥公司 (IPL), 新德里, 印度

⁽²⁾印度钾肥研究所 (PRII), Gurgaon, 印度

学术活动

2012年5月

“利用模拟模型评价作物生产、养分管理、气候变化风险和可持续发展”培训研讨会于2012年5月14-19日在美国佐治亚大学举办。

来自农业技术推广决策支持系统 (DSSAT) 的报告, 报告人: Jagadish Timsina, 国际水稻所 (IRRI) 咨询专家和IPI临时支持专家



今天, 作物产量的增加, 比以往任何时候都更依赖合理地利用水、养分 (包括N、P、K) 和杀虫剂等各种农业投入品。另外, 其他的一些因素, 比如气候变化、极端气候出现频次、土壤碳库、生物燃料、长期的食品安全与环境可持续性, 都变成了全球性的问题。

计算机对土壤、植物和大气系统的模拟模型, 使我们对在不同环境条件和不同管理方式下, 作物反应机制、长势预测、资源利用情况和对环境的影响等有更进一步的理解。使用者导向的模拟模型可以极大地方便实现作物的最优生长, 获得作物高效管理的各种推荐方案。这个模型还可以用于了解气候变化对作物生长、土壤肥力、农作系统的可持续发展的潜在影响, 或提供适合气候变化和应对极端气候的管理预案。

国际农业系统分析联合体 (ICASA)、农业模型交互比较项目 (AgMIP) 和农业技术推广决策支持系统 (DSSAT) 基金会联合组织了“利用模拟模型评价作物生产、养分管理、气候变化风险和可持续发展”培训研讨会。该研讨会于2012年5月14-19日在美国佐治亚大学Griffin校区举办。这次活动的总的目标是使与会者对复杂的计算机软件功能更加熟悉, 了解软件如何模拟作物生长情况、作物产量、土壤和水、养分和碳动态, 以及如何应用这些模拟数据解决现实问题。

具体来说, 这个项目关注的焦点是: (i) 基于Windows的农业技术推广决策支持系统 (DSSAT) v4.5版本 (www.DSSAT.net) 的操作, (ii) 介绍DSSAT的作物系统模型 (CSM) 及其模块, 比如CROPGRO和CERES, 以及内嵌的科技, (iii) 系统模拟需求的最小数据需求和试验数据收集, (iv) 综合作物模拟模型及其数据库管理和地理信

息系统, 和 (v) DSSAT-CSM在提高农作系统最优管理、水资源和养分资源 (N、P、K) 等方面的应用。来自撒哈拉以南非洲、亚洲、北美和南美、欧洲和澳大利亚的41个代表参加了会议。

这个计划 (i) 描述了模拟土壤、天气、管理和害虫对作物产量的影响的实用方法, (ii) 示范如何模拟作物生长发育阶段、水资源利用、水分和养分吸收, 碳动态等, (iii) 采用“手把手”的方法利用DSSAT-CSM模型模拟农作系统, (iv) 描述收集和管理作物、天气和土壤数据的标准化和有效性检验, (v) 提供与会者大量的机会, 使他们利用自己的数据, 检验模型解决具体问题的准确性, (vi) 分析针对单一季节或长期作物轮作的管理备选方案, (vii) 专注于专一的应用, 包括灌溉、肥料和养分管理、土壤碳库、气候变化和极端气候, (viii) 评价农业生产带来的经济风险和环境影响。

应用基于Windows的DSSAT-CSM v4.5版本的项目是一种通用模型, 用于模拟作物生长发育、土壤和植物水分、NPK养分、碳动态等, 包括一些关于土壤管理、天气、基因、作物、经济和病虫害数据分析的工具和应用软件, 以及系统的应用和分析。CSM包括针对大豆、花生、菜豆、鹰嘴豆、蚕豆、豇豆、番茄、百喜草、臂形草、棉花的CROPGRO模块, 针对水稻、玉米、高粱和小米的CERES模块, 针对马铃薯的SUBSTOR模块, 针对小麦和大麦的CROPSIM-CERES模块, 针对甘蔗的CANEGRO模块, 和针对木薯的CROPSIM模块。在CSM模块中, CENTURY模型是模拟土壤碳和氮的。在即将发布的v4.6版本中, DSSAT-CSM中将含有一个非常简单的钾的模块。

这次培训研讨会的讲课老师有Jim Jones教授 (佛罗里达大学)、Gerrit Hoogenboom教授 (华盛顿州立大学)、Ken Boote教授 (佛罗里达大学)、Upendra Singh博士 (国际肥料发展中心)、Cheryl Porter (佛罗里达大学)。Jagadish Timsina博士是一位来自澳大利亚墨尔本的特约专家 (现在是IRRI的咨询专家), 他受IPI的部分资助和邀请, 参加这个研讨会。Timsina博士也参加了2012年7月24-27日IPI在中国举办的第12届国际论坛, 论坛的主题是“中国的土壤与植物的钾素管理”。同时Timsina博士还参与了内嵌在DSSAT v4.6版本中的钾素模型的评估与完善工作, 这个版本即将于2013年年初发布。

Timsina博士认为, 这个研讨会提供了大量的有关模拟系统的信息和DSSAT发展最新动态。这个研讨会对于促进对钾素模型的进一步了解特别有用, 这一模型还需要通过在非洲和亚洲的小规模农户集约农作模式上推荐钾肥用量等, 进行全面评估和不断完善。

什么是DSSAT?

农业技术推广决策支持系统 (DSSAT) 是一款含有28种作物模拟模型的应用软件 (v4.5)。DSSAT是建立在土壤、气候、作物管理以及试验数据之上的, 还有一些实用工具和应用模块。DSSAT作物模拟模块可以模拟作物的生长、发育、产量等这些土壤-作物-大气动态因子影响下发生变化的情况。这些模型已经得到非常广泛的应用, 有小到农户田间尺度的, 也有大到精确管理气候变化和极端气候出现频次对区域评价的影响的。DSSAT已经在全世界超过100个国家应用了20年, 使用者有研究人员、教学人员、咨询师、推广机构、种植户、政策制定者和决策者。更多信息, 请参见 www.dssat.net。

2013年4月

ISSPA 2013, 第13届土壤与植物分析国际研讨会, 于2013年4月8-12日在新西兰的Queenstown召开。研讨会的主题是: 土壤和植物测试的新机遇, 强调新的分析方法和融合的相关技术。研讨会包括口头报告和墙报两种形式。周二、周三两天和周五上午都是口头报告。更多详情, 请访问论坛专门网站。

2013年7月

WSF 2013, 第四届中国国际水溶性肥料论坛和展览交流会, 将于2013年7月2-4日在中国北京举办。技术革新是这个论坛的焦点, 具体地将关注技术, 创新和促进水溶性肥料在中国和世界的其他地区特别是亚洲的灌溉施肥、叶面施肥系统中的应用。这个活动是CNCIC和New Ag共同举办的。更多详情, 请访问会议专用网站。

2013年8月



第17届国际植物营养大会-为了营养安全和食物安全的植物营养, 2013年8月19-22日在土耳其的伊斯坦布尔会议展览中心 (ICEC) 举办。第17届国际植物营养大会的会议主题是: 为了营养安全和食物安全的植物营养。作为IPNC的白金赞助商, IPI将在2013年8月21日14:00-17:30主办一个钾素营养专场, 更多详情, 请访问国际植物营养大会会议专用网站。

非常希望这次大会将讨论、交流和传播相关知识, 同时, 在植物矿物质营养、植物分子生物学、植物基因、农学、园艺学、生态学、环境科学和肥料施用与生产等领域, 创造新的合作机会, 丰富现有合作内容。想要了解更多详细情况, 请与IPI西亚北非和中欧的项目协调员 [Mr. Michel Marchand](#) 先生联系。

2013年9月

第二届国际马铃薯农学和生理学大会 (Potato Agro-physiology 2013), 2013年9月5-19日在智利的Prague举办。更多详情, 请访问会议专用网站。

最新出版物



Fertirrigación - Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo del agua (灌溉施肥-植物养分和水分的高效管理工具)

作者: Kafkafi, U., and J. Tarchitzky; 西班牙语版翻译: R. Melgar, 2012.

这本IFA-IPI的出版物西班牙语版可以在IPI的官方网站下载。

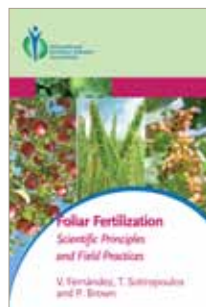
- 钾肥生产与钾矿储量
- 钾与环境
- 钾肥产品

这本小册子含有2幅全新设计的关于“钾在植物体内的功能”和“土壤和农业系统中钾素循环”框图, 还有一些彩色照片。这本小册子有英语和葡萄牙语两个版本, 都可以在IPI官方网站下载。



e-*ifc* No.32 | 2012年11月号

IPI成立60周年纪念特刊现在中文版和英文版都可以在IPI官方网站下载。要想获得纸质版, 请与 ipi@ipipotash.org 联系。



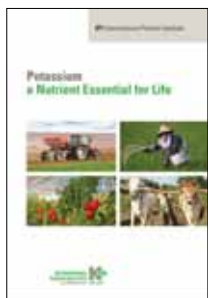
新的IFA出版物“叶面施肥: 科学原则和田间操作”

Fernández, V., T. Sotiropoulos, and P. Brown.

叶面施肥是在全世界广泛应用的一种施肥技术, 其重要性越来越凸显。虽然叶面施肥效应变化比较大, 许多叶面施肥的基本原则还没有为大众所了解和掌握, 但只要做到科学合理, 叶面施肥可能比土壤施肥对环境更友好, 目标导向更加明确。这本书的目的在于传递最新的信息和阐明叶面施肥的科学依据, 以及植物在不同种植环境、植物生理和物理化学情况下对叶面施肥的效应。本书讨论的信息都是来自科学研究、田间试验和观测记录, 以及肥料配方与施用技术等。

本书是 IFA 基于“4个正确(4R)”的提高养分管理水平的又一奉献。所谓“4R”就是正确的肥料产品, 以正确的用量, 在正确的时间, 施在正确的地方(参见 www.fbmp.info)。

本书可以从IFA官方网站下载。您也可以给IFA的秘书处发送一封电子邮件到 publications@fertilizer.org, 订购纸质书籍。



钾素-生命的基本营养元素

Potássio - um Nutriente Essencial para a Vida

钾素是地球上所有生物的基本的营养元素之一。所有的动物和植物都大量需要钾素。植物从其生长的土壤中获得钾素。动物从植物那里得到钾素营养, 或者直接或间接地从吃其他食草动物或者动物产品中获得钾素。

这本小册子总结了与钾素肥料有关的主要内容, 讨论了下面一些方面:

- 人体需要多少钾素营养?
- 植物需要多少钾素营养?
- 钾素缺乏及其缺素症状
- 土壤中的钾

钾素文献

氯化钠和氯化钾对BRRI dhan 41品种出苗情况的影响

Mandal, T., M.Z. Hossain, M.S. Jahan, and G.M.M. Rahman. 2012. *Bangladesh J. Agric. and Environ.* 8(1):19-25.

摘要: 在孟加拉国的Khulna大学农业技术学院的农学实验室开展的一项试验, 试验时间从2008年的9月10日到10月1日, 试验内容主要是比较氯化钠和氯化钾对BRRI dhan41品种的发芽与出苗情况的影响。氯化钠和氯化钾是2种盐分, 都是以0、75、150、225和300 mM的水平加入。测试数据包括发芽率、能量、体积和速度、根的长度和梢的长度, 还有每株植物的根梢的干物质重。不同盐分处理的植物的发芽率、根长、梢长和根、梢干物质重等所有参数变异都很大。发芽率、能量、体积和速度, 以及苗高(梢长)等参数随着盐分浓度的增加反而逐渐下降。发芽率和根、梢长度与盐分浓度成反比。

玉米杂交种钾素利用效率研究

M. Ahmad alias Haji A. Bukhsh, R. Ahmad, A. Ali, M. Ishaque, and A. Rehman. 2012. *Journal of Animal & Plant Sciences* 22(3):728-732

摘要: 玉米杂交种可以更好地利用钾素, 提高钾肥利用率, 和更高效地利用土壤N素, 从而可以节省生产成本, 保护环境。为了筛选合适的钾肥用量, 采用完全区组裂区设计, 主区为玉米杂交品种(H_1 =Pioneer-3012, H_2 =Pioneer-3062, H_3 =Pioneer-30D55), 副区为 K素用量($K_0=0$, $K_1=100$, $K_2=150$, $K_3=200$ 和 $K_4=250$ kg ha⁻¹), 4次重复。结果表明, Pioneer-30D55的钾肥利用率KUE较高(1.94), Pioneer-3012较低(1.86), 但Pioneer-3062与30D55差不多(1.92)。所有施钾处理与对照相比, KUE都提高了。除了对照外, 所有处理的KUE在统计学上没有差异。只要收获后土壤施N, Pioneer-30D55, 可能因为高效的根系在土壤中留下最少的N素(0.042%), 和Pioneer-3062(0.043%)与Pioneer-3012(0.044%)差异显著, 当然, 后两者之间差异亦显著。施用200 kg K ha⁻¹时, 作物收获后留在土壤中的N %最小(0.046), 与施用200 kg K ha⁻¹时, 作物收获后留在土壤中的N %(0.045)差异显著, 而在对照中留在土壤中的N %最大(0.042)。所以, 可以得出结论说玉米杂交品种Pioneer-30D55是最高效的作物。

不同砧木对Valais中部cv. Cornalin (酒葡萄品种) 特性的影响

Spring, J.-L., T. Verdenal, V. Zufferey, K. Gindro, and O. Viret. 2012. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 44(5):298-307.

摘要: 研究了不同砧木栽培下酿酒葡萄品种 cv. Cornalin的农学和酿酒特性。试验是在Leytron(VS)的ACW研究站进行的。试验砧木有3309 C, 5BB, Fercal, 41B MGt, 101-14 MGt和161-49 C。砧木主要影响葡萄的活力和接枝的矿物吸收。砧木41B MGt 和161-49 C与其他砧木比活力较差, 同时他们吸收的N和K也较少。砧木41 B吸收较多的镁, 茎坏死少, 但砧木5BB、Fercal和砧木101-14 MGt吸收镁少, 而茎坏死多。砧木41 B 和161-49 C 结出葡萄酿的酒稍微酸点。101-14 MGt 砧木似乎对于干旱缺水更为敏感。

谷物高粱-一种尚未为瑞士人所知但有很多吸引人的特性的可食用作物

Hiltbrunner, J., U. Buchmann, S. Vogelgsang, A. Gutzwiller, and H. Ramseier. 2012. *Recherche Agronomique Suisse* 3(11-12):524-531.

摘要: *Sorghum bicolor* (L.) Moench在全世界有4050万ha的播种面积, 是世界第五大可食用粮食作物。虽然高粱主要在温暖地区种植, 但在过去的几年中, 与其他作物相比, 欧洲高粱的种植面积有所提高, 因为即使在降水量很小的地区, 高粱的产量也很可观。为了使瑞士人积累更多的关于高粱种植的资料, 在瑞士的几个地方开展了几个高粱品种的试验, 持续时间是2009年到2011年。在有利环境下, 最早熟的品种产量可以达到110 dt ha⁻¹。收获时试验小区的湿度是16%。因为高粱需要比玉米生长的环境更温暖, 必须避免种植在冷空气聚集的地区或者盆地, 或者避免早播。这样可以确保早期的快速发育和授粉良好。仔猪饲养试验表明, 瑞士产的高粱比国外进口的谷物的质量更好, 可以满足饲养的需要。采用镰刀菌的主要的传染病试验结果表明, 脱氧瓜萎镰菌醇 (DON) 含量和感染率都较低。在瑞士玉米产区成功种植高粱, 证明气候变化情况下, 瑞士农民有可能获得更多更详细的不同小米和高粱品种在瑞士种植的资料。

DOC试验: 冬小麦的营养供应-养分亏缺在哪里?

Gunst, L., W. Richner, P. Mäder, and J. Mayer. 2013. *Recherche Agronomique Suisse* 4(2):75-81.

摘要: 冬小麦营养供应问题是DOC从1978-2003年的长期试验关注的一个问题。这个试验的目的就是要提供在有机农业系统与营养有关的产量限制的证据。“有机”和“传统”农业系统产量有很大的不同,不同施肥强度使植物养分特别是氮素运送到植物体内。因为土壤磷素供应在所有的DOC系统中整个试验周期内都很丰富,因此磷素不是限制因素。植株和子粒分析都表明磷素含量高而且差异不大,这也验证了土壤测试的结果。与此相反,在有机农业系统中当施肥量低时和不施肥对照处理中,土壤钾素和氮素一样,均被证明为作物生长的限制因素。这点也从地上部分生物量中钾素含量的差异以及土壤有效钾含量中得到印证。尽管如此,施钾量高时无论在生物动力还是在生物有机系统中,钾素都是平衡的。两种生物系统在这种高施肥量的情况下都是被认为是可持续的。

肥料研究-一些没有得到答案的问题

Tandon, H.L.S. 2012. *Indian J.Fert.*8(7):26-31.

土壤肥力和肥料研究领域的扩大导致生产和出版了无数的文献资料。在取得令人欣喜的成果的同时,在很多情况下数据的生产已经超过了数据的整合及其室内质量评价。这样的结果是产生了数据鸿沟,出现一些没有得到答案的问题,也有一些报道出来的数据很难得到解释。这篇论文列举了一些问题,用一些已经发表的研究论文作为例子,说明虽然已经取得或正在取得一系列进步,但一些重大的问题仍然悬而未决。这主要是因为很多研究者事先预设方案,在没有足够的储备的时候,试图通过调查来获得符合逻辑的结论。另外一个原因是,研究者因为研究出来的新成果的商业回报不好,而不得不采取简化但可以接受的研究程序。无法回答的问题减少了肥料研究成果在科学上和在实际中的应用。这个问题可以在研究者这个层次和在研究主管的层次得到矫正。

氮钾对种植在砖红壤上的石榴的施肥效应

Ghosh, S.N. 2012. *Indian J. Fert.*8(7):56-58

摘要: 为了找到生长在West Bengal地区的砖红壤上的石榴cv.Ruby对氮素和钾素的需求量,设置了一个连续3年的试验。开始试验时树龄5年。结果显示,石榴生长受施氮量和施钾量的不同的影响不大。但是在每株每年施用300g氮和钾的情况下,石榴产量和单果重差异显著,而且逐年

增加。石榴品质指标果汁含量、TSS和含糖量没有随施氮量和施钾量而提高,但是,维生素C含量在每株每年施用300 g和200 g氮和钾的情况下,有了显著提高。

水稻-小麦一年两熟种植制度下养分管理对土壤质量和作物产量的长期影响

Singh, J.P., J. Kaur, D.S. Mehta, and R.P. Narwal. 2012. *Indian J. Fert.* 8(8):28-48.

摘要: 在水稻-小麦一年两熟农作制度下开展长期试验,验证有机种植和施肥种植对水稻-小麦农作系统的可持续性的影响。施用化肥加有机肥(FYM,淤泥和绿肥)处理的产量显著高于单施化肥的处理。在水稻移栽前翻压绿肥刺田菁可以节约NPK化肥50%。随着时间的推移和随着NPK的不平衡施用,对照的水稻和小麦的籽粒产量显著下降。每年每公顷水稻产量下降0.055-0.134 Mg,小麦产量下降0.038-0.116 Mg。土壤肥力参数检测表明,土壤有机质含量和有效锌含量的逐渐下降是产量下降的主要因素。NPKZn的平衡施用,配施或不配施有机肥可以提高或者保持水稻-小麦农作系统的可持续性。连续13年的不施用化肥也不采取有机的土壤改良措施的对照田,损害了土壤质量,土壤有机C、有效氮、磷、钾和ETPA浸提微量元素含量都显著下降。但是,在NPKZn平衡施用或者NPKZn同时施用有机肥的情况下,土壤质量指标有机碳、有效态氮、磷、钾、锌、铜、铁、锰含量保持不变或者有显著提高。连续13年施用有机肥FYM、施用淤泥和绿肥,土壤碳分别增加14.5%、15.8%和5.3%。有机肥和化肥综合施用导致有机碳和氮库/形态可观的增加,导致微量元素含量从无效态(碳酸盐和氧化铁结晶)到速效态(水溶性和可交换态)和缓效态(有机颗粒和氧化镁和非结晶态铁)的含量比例的变化。

钾肥和锌肥对小麦产量、质量、养分吸收、形态生理学和生物化学参数的影响

Gajanand Jat, S.P. Majumdar, Santosh Choudhary, and N.K. Jat. 2012. *Indian J. Fert.* 8(9):20-27.

摘要: 2007年Rabi种植季到2008年,在拉贾斯坦邦(Rajasthan)的Jaipur Jobber的SKN农学系的试验农场开展了田间试验,目的是要了解钾肥和锌肥对小麦(*Triticum aestivum*)产量、质量、养分吸收、形态生理学和生物化学参数的影响。处理有4个施钾水平(0,20,40、60kgK₂Oha⁻¹)、4个施锌肥水平(0,3,6 and 9 kg Zn ha⁻¹),随机区组排量,4次重复。结果显示,施用钾肥和锌肥,小麦的籽粒产量和秸秆产量都显著提高。随着施用钾肥和锌肥,植物调节参

透压和适应小麦的形态学特征即叶片的相对含水量和蒸腾系数的能力显著提高了,同时,植物渗透势下降了。施用钾肥和锌肥还显著提高了小麦的生物化学参数,包括总苯酚、尿囊素、普氨酸、赖氨酸、叶绿素和蛋白质含量等,表明从人类和动物营养的角度看(赖氨酸和蛋白质含量),以及从提高其生物和非生物抗逆性来看(总苯酚、尿囊素、普氨酸和叶绿素含量),施钾和施锌有助于其产品质量的提高。施钾显著提高了籽粒和秸秆中的N、P、K、S和Zn的含量,而施锌可以提高籽粒和秸秆中的N、K、S和Zn,表明施钾和施锌可以提高小麦的营养品质。因为较高的养分含量和较高的产量,小麦籽粒中的养分吸收也较高。随着施钾和施锌的水平增加,钾和锌的植物生理效率和表观利用率下降了,而营养收获指数(Nutrient Harvest Index)却提高到每公顷60 kg K₂O和6 kg Zn。

印度安得拉邦的土壤钾素肥力与土壤管理策略

Srinivasarao, Ch., and K. Surekha. 2012. *Indian J. Fert.* 8(10):40-56.

摘要: 土壤钾素的下降已经成了限制印度农业生产发展的重要因素。土壤和作物中的钾素缺乏,特别是对红壤、砖红壤、酸性土壤、冲积土和沿海砂质土壤来说,是一个重大的土壤管理问题。安得拉邦不同气候类型区发育的土壤类型有红壤、砖红壤,接下来是黑土、冲积土和沿海砂质土壤。这篇论文研究了这些土壤类型的钾素供应特征的指标,如土壤有效钾含量、有效钾形态、土壤钾库,采用的方法有钾素释放速度、释放动力学、数量/强度参数、在长期集约化耕作条件下的钾素动态、在水田和旱作条件下作物对施钾的效应等。连作条件下的土壤钾素平衡、非交换性钾对作物钾素需求和将其纳入土壤测试内容,这些方面都进行了探讨。在灌溉水田和玉米、棉花、花生、蓖麻、鹰嘴豆、向日葵等几种雨养农作物,在施钾量为40-80 kg K₂O ha⁻¹时显著有效。作物钾素需求和钾肥推荐,以及土壤钾素管理的多个方面将成为未来研究的重点等,本文都进行了阐述。大规模种植耗钾作物,比如香蕉、棉花、玉米等,不适合于缺钾的红壤地区,除非外源施钾和实施秸秆还田。

印度棉花高产的土壤肥力管理策略

Srinivasarao, Ch., D. Blaise and M.K. Venugopalan, K.P. Patel, D.P. Biradar and Y.R. Aladakatti, S. Marimuthu, G.S. Buttar and M.S. Brar, and S. Ratna Kumari and V. Cheng Reddy. 2012. *Indian J. Fert.* 8(12):80-95.

摘要: 棉花是印度最重要的纤维类经济作物。2002年印度开始种植Bt转基因棉花,现在转基因棉花占全部棉花种植面积的90%。虽然转基因棉花可以显著提高单产和总产,但印度的棉花单产水平依然低于世界平均水平。土壤肥力低下是棉花提高单产的主要的限制因素。缺乏一种营养元素(N素)是最普遍的,在大多数情况下,缺乏是复合的(缺N、P、K,缺中量元素S和微量元素Zn、B)。针对Asiatic、Upland和杂交棉花品种进行的大量田间试验表明,依赖单一营养元素是不可持续的。在多种营养管理方案中,选择平衡施肥和定点精确养分管理(SSNM)方法,证明是合适的替代选择。但是,对棉花,特别是Bt转基因杂交棉的定点养分管理我们知之甚少。有报道表明,杂交棉施用微量元素肥料有显著效果,施肥经济效益显著。有机无机配合施用不仅可以提高杂交棉花的单产,而且可以保持棉花产量的长期稳定。主要限制因素是如何保障棉花有机养分丰富的来源。在Maharashtra邦、Andhra Pradesh邦、Gujarat邦、Punjab邦和其他北方地区,如Tamil Nadu和Karnataka等,显示土壤缺乏多种养分,需要更加注意加强养分的优化管理,因为棉花是最消耗养分的作物之一。在Dharwad的变性土上,Bt棉花获得的目标产量,是在从养分角度确定的目标产量为3.0 t ha⁻¹时,即施肥量为(165:75:120:20:20 kg ha⁻¹ NPK+ZnSO₄+FeSO₄)时获得的,但棉花产量为3.5 t ha⁻¹时,是在目标产量为4.0 t ha⁻¹,即施肥量为(220:100:110:25:25 kg ha⁻¹ NPK+ZnSO₄+FeSO₄)的情况下获得的。Saurashtra的含钙土壤在施钾量为10kg ha⁻¹时施钾有效。在轻质土壤和高渗透性土壤,以及在北Gujarat和Saurashtra地区含钙量高的土壤上施用B肥有效。在棉花主产区,比如Andhra Pradesh (Warangal, Khammam, Nalgonda and Adilabad)、Gujarat (Anand)、Punjab、Karnataka、Maharashtra和Tamil Nadu地区,在农民田间开展的农民参与式的SSNM试验和综合养分管理(INM)的大量试验表明,增施土壤缺乏的养分时棉花产量有显著的增加。生长在中等到缺镁的轻质红壤上的棉花,容易导致结铃数下降和植株长势不好。在一些田间示范中,较好的养分管理的BC值高达4。叶面喷施养分也显示较好的经济回报。间断的旱灾后,较小的氮肥施用量有利于棉花叶片的发育和桃铃大小。在轻质红壤上施用淤泥(40-60 t ha⁻¹),同时施用FYM/堆肥时,棉花对间歇性旱灾有更强的抵抗能力,延长了在旱灾发生期间因为缺水导致的叶片枯萎。

通过长期试验探明保持和修复淋溶土土壤肥力下降的方法

Muneshwar Singh, and R.H. Wangjari. 2013. *Indian J. Fert.* 9(2):24-32

摘要: 酸性土壤(淋溶土)覆盖印度非常广大的地区,包括南部的Kerala, 东北的Assam、Arunachal、Meghalaya和北部的Uttaranchal和Himachal Pradesh, 以及东部的Chhattisgarh、Jharkhand和Orissa等。大概有2500-3000万ha的耕作土壤pH低于5.5, 以及由此导致的比如P、K、Ca、Mg和B, 以及Cu、Al和Fe。土壤酸化和肥力低下之间呈显著的正相关。长期肥力试验在保持和加强这些土壤的生产能力方面非常重要。对淋溶土来说, 使用氮肥而不施用或施用其他养分比例不合适, 以及其他的土壤改良剂, 对土壤生产能力和土壤质量产生负面影响。在Palambur, 施用磷肥平均提高作物产量16.8q/ha(玉米)和12.1q/ha(小麦), 而施钾可以提高作物产量29.4q/ha(玉米)和18.7q/ha(小麦)。在Palampur, S是另外一种显著提高作物产量的营养元素。在施用推荐用量的N、P、K的同时, 施用石灰和FYM土壤改良物质, 可以使玉米产量提高5.8-9.0q/ha, 而提高小麦产量8.29-14.3q/ha。与此相似, 在Bangalore和Ranchi地区, 施用石灰和FYM, 有类似的效果。因此, 养分的平衡施用加上土壤改良措施的投入, 可以预期每年可以提高作物产量1.5-2.0t/ha, 也就是说每年可以提高4000-5000万t的粮食产量。在连续32年长期只施N肥导致土壤肥力下降的地块, 养分(P、K和FYM)的叠加效应可以在2-3年内使土壤得到修复。

肯尼亚土壤肥力管理、保持和土壤生产能力综述

Gicheru, P. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):22-32.

摘要: 土壤肥力相关问题是肯尼亚是主要问题。10多年来, 肯尼亚经历了农业生产下降的历程, 主要作物的低产就是一个明证。没有投入的主要作物的产量在11年间下降超过70%。连作而不施肥导致土壤有机碳下降, 单纯施用农家肥和有机无机肥料配施相比土壤微生物生物量大小和活性下降。在遍布全国的肥料试验中, 分别有57%的点和26%的点土壤N素和P素缺乏。随着生产能力的下降和土壤养分的耗竭, 许多农户开始采取施用化肥的同时, 采用其他增加有机肥的方法, 比如施用绿肥、堆肥和休耕等, 力求改善这种状况。强有力的证据表明, 施用化肥可以显著提高作物产量, 特别是玉米的产量。在生物物理因素中, 土壤肥力下降是该区域影响粮食安全的最重要的单一的因素。在撒哈拉以南地区, 在土壤水分胁迫情况下, 土壤肥力低下是最重要的限制作物产量的因素。

南亚Indo-Gangetic平原土壤生产能力和土壤肥力

Bijay Singh and Varinderpal Singh. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):33-40.

摘要: 对面积为1300万ha的Indo-Gangetic平原地区(IGP)来说, 肥沃的土壤施水稻-小麦农作系统中最很重要的资源。水稻-小麦农作系统管理措施是变化的, 相对应的是, 也影响了土壤肥力指标的变化。在长期实行水稻-小麦农作系统的地区, 土壤有机碳含量只在原始土壤碳含量较高的土壤上有所下降。否则, 土壤有机碳含量试图保持不变, 或者随着长期连作和施用化肥、有机肥而有所提高。土壤有效磷含量随着施用化学或有机磷肥而有所提高。对施用钾肥的极大的忽视, 导致土壤质量的下降。在IGP地区, 土壤普遍缺锌, 随着大量施用硫酸锌, 这种状况有所减少。Fe、Mn和B的缺乏区域, 也呈增长的趋势。在IGP西部, 其生产能力较高, 不仅是因为IGP从东到西太阳辐射下降和最低温度升高, 还因为西部地区肥料施用量大幅提高, 加上灌溉保障率提高。因为作物带走的养分比通过肥料施入的要多, 农民必须通过提高施肥量来保证生产水平。

地中海地区土壤肥力和作物养分研究: 成效与未来发展

Ryan, J., and R. Sommer. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):41-54.

摘要: 地中海气候使雨养作物在秋天到晚春或者早秋这段相对湿凉的季节都能够种植。干旱对该区域的农业一直存在严重影响。土壤肥力通过休耕、固氮作物种植和施用畜禽粪便等得以部分保持。因为土地利用压力, 这种情况已经发生了一些变化, 比如减少休耕, 作物多样化种植, 增加灌溉的使用和特别是化学肥料等化学投入品的增加等。总体上说, 氮肥使用量提高了20倍, 磷肥使用量也显著增加了。因为土壤含钾量较高, 钾肥的投入还不大。施用微量元素显效已经越来越引起人们的重视。这篇论文从更广泛的角度综述了土壤属性与作物产量相关的养分的情况, 特别关注农业生态系统中的养分动态平衡和养分施用效率。化肥对提高地中海地区的作物产量有显著的作用。化肥和养分是从农业生产、人类和动物健康, 以及环境这些宏大的角度进行考虑的。要更多关注土壤和农作系统对温室气体的排放的潜在影响, 以及土壤管理应该根据气候变化产生的可能影响而进行调整。从全球的变化趋势的角度, 可以发现地中海地区土壤的未来变化趋势。

几种作物和不同的土壤管理措施对哥伦比亚土壤肥力和生产能力的影

Alvaro García-Ocampo. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):55-65.

摘要: 在加勒比地区、安第斯河谷、Oriental平原、和哥伦比亚安第斯地区, 由于土壤母质、气候条件、生物多样性和土壤地文学位置等复杂多样, 该地区土壤类型、土壤质量和土壤退化的途径与危害程度都很丰富。专门论述了哥伦比亚的土壤和环境特性、土壤利用和土壤退化。这些也是提高农业产出的条件。土壤的多样性从生态学的角度为现代作物品种的栽培提供了成功的可能。提出了替代性的种植技术。为了提高哥伦比亚土壤可持续性, 应该实行减量栽培和改变栽培方式。种植在淋溶土(Alfisols)、变性土(Vertisols)或者软土(Mollisols)上的甘蔗每月可生长超过 14 t ha^{-1} , 而且含糖量很高。在安第斯或加勒比土壤上, 热带水果的年产量可以超过 40 t ha^{-1} 。油棕榈产量以到达 $33\text{-}35 \text{ t ha}^{-1}$ 。多种技术措施提高了土壤物理、土壤化学和土壤生物属性, 保持了高、中、低肥力土壤的较高的生产能力。结论认为, 哥伦比亚热带土壤的生产能力是土壤质量的表现和土壤管理的结果。

尼加拉瓜西南部木瓜可持续发展的养分综合管理

Odedina, J., S. Ojeniyi, and S. Odedina. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):132-140.

摘要: 因为投入、有效性和技术上的一些原因, 大量的化学肥料投入对尼加拉瓜农业来说是不太现实的。畜禽粪便在数量上没有保障, N、P、K等主要养分的一种或者多种养分常常非常低下。这篇论文研究了有机肥料和无机化肥对木瓜产量和土壤性质的影响。列出了有机肥和化肥单施的推荐用量。施用有机肥施肥效应最高, 而且和推荐用量的有机化肥配合施用的作物产量没有明显的差异。当化肥和有机肥配合施用, 养分的有效性最高。化肥和有机肥配施的木瓜块根的产量最高, 而单施有机肥的木瓜茎的产量最高。不施肥的对照处理在所有的指标中都最低。作物产量和土壤生产力可以通过不同来源的有机肥综合施用替代单施有机肥或者化肥来实现。

施用钾肥和镁肥提高始成土(Inceptisols)姜黄(Curcuma longa)产量

Karthikeyan Pullipalayam Kandasamy, Muthuraman Ravichandran, P. Imas, and M. Assaraf. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):147-150.

摘要: 姜黄(*Curcuma longa*)是热带地下茎块作物。然后, 养分管理的缺乏和养分矿化导致在印度南部姜黄主产区新鲜姜黄产量低下。为了研究在充足施用氮、磷的情况下施用钾、镁对姜黄产量和质量的影响, 设置了盆栽试验, 采用土壤为马德拉斯邦西部地区的Irugur土系(始成土)。试验为随机区组设计, 6个处理: K1 - 对照(不施钾), K2 - ($40^a + 4^b$), K3 - ($80^a + 8^b$), K4 - ($120^a + 12^b$), K5 - ($160^a + 16^b$), K6 - ($200^a + 20^b$) ($^a \text{kg of K}_2\text{O ha}^{-1}/^b \text{kg of MgSO}_4 \text{ ha}^{-1}$), 重复3次。处理(K6)分蘖数最多(每株14个), 根茎产量最大(每株963g), 姜黄素含量最高(4.28%), 这些都与其他处理在统计上有显著差异。这些结果显示, 集约种植的姜黄作物需要大量的钾素和一定量的镁素, 这样做有利于增加产量、提高质量和保持姜黄的营养成分。

变性土上配合施用有机肥和化肥提高水稻产量和土壤肥力

Venkataraman Sriramachandrasekharan, Rengaraj Manivannan, and Muthuraman Ravichandran. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):158-164.

摘要: 历时2年在变性土上的田间试验研究低地土壤对来自有机肥料和化肥的等量氮素的效应。处理所用的有机氮素来源广泛, 有椰子壳发酵有机肥、甘蔗废弃物堆肥、蚯蚓粪、畜禽粪便和农家肥(FYM)。处理有几个, 100%N素来自于以上有机来源, 50%的氮素来自于以上有机来源和50%来自化肥尿素, 100%的来自尿素和对照。肥料推荐用量N: P_2O_5 : K_2O (kg ha^{-1})为120:60:60。结果表明, 与对照相比, 施用有机养分或尿素或两者都加的处理, 都促进了作物生长、水稻产量和养分状况。连续2年作物产量最高(4.93和5.33 t ha^{-1})和秸秆产量(7.71和7.73 t ha^{-1})的是蚯蚓粪腐熟加尿素氮素各占50%的处理, 和这个处理在同等水平表现的是畜禽粪便氮素加尿素氮素各占50%的处理。有机化肥氮素配施的, 土壤中的 $\text{NH}_4\text{-N}$ 和 $\text{NO}_3\text{-N}$ 含量较高, 也提高了N素的吸收。养分利用效率是和单施进行对比的, 蚯蚓粪最高, 然后是绿肥和畜禽粪便。

尼加拉瓜半湿润热带草原棉花的可持续生产的土壤水分保持和肥料施用

Azubuike Chidowe Odunze, Abdoulaye Mando, Jean Sogbedji, Ishiaku Yoila Amapu, Bitrus Dawi Tarfa, Ado Adamu Yusuf, Abu Sunday, and Hassan Bello. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):190-194.

摘要: 在干旱半干旱地区, 土壤水分不足是作物生产可持续发展的主要限制因素。在尼加拉瓜干旱草原(几内亚北部草原, 干旱半干旱地区), 旱灾(6月-7月)常常持续超过3个星期。降水量分布不均, 导致土壤水分不能满足作物生长需要。高地土壤的表层通常是砂壤质, 土壤肥力天然较低, 土壤保持水分能力不高, 因为土壤片状侵蚀、连作和过度放牧而快速退化。该研究是2007-2008年棉花种植季进行的, 试验地点在尼加拉瓜干旱的热带草原Katsina州的Sabon Gari Garu地区。试验研究了起垄保水和施氮配施硼或不配施硼的效果。对数据进行统计分析, 其结果显示, 起垄+NPK+B棉花产量(2007年和2008年分别为415.7 kg ha⁻¹和312.47 kg ha⁻¹), 与NPK+B棉花产量(2007年和2008年分别施用245.2 kg ha⁻¹和255.16 kg ha⁻¹)相比, 2年的产量都显著较高。建议农民采用起垄栽培以保持水分, 同时施用NPK+B。

过去20年捷克土壤施用石灰和肥料的情况

Lošák, T., P. Čermák, and J. Hlušek. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(1):238-242.

摘要: 1961年以来, 作为国家农业化学的土壤测试项目的一部分, 捷克对一些基本的土壤肥力参数每3-6年监测1次。这个政府强制实施的项目, 影响了后来的肥料管理措施, 以及土壤反应和有效态养分(P、K、Mg、Ca)含量的测定。在一些特定的情况下(比如施用污泥、有机农业的土壤测试、洪水引起的土壤破坏等), 对土壤物理和微生物学的参数等, 也进行了测试。20年(1989-2008)的结果显示, 土壤pH值和土壤有效态营养元素含量有下降趋势。土壤识别系统被用于土壤养分测试, 所有的采样点都在全国制图系统中固定下来。所有的结果对农民和政府部门都是公开的。

伊朗南部钙质土的砂质、粉砂质和粘土颗粒的钾素释放

Mahdi Najafi Ghiri, Ali Abtahi, Soheila Sadat Hashemi, and Fatemeh Jaberian. 2012. *Archives of Agronomy and Soil Science* 58(12):1439-1454.

摘要: 研究了伊朗南部24种不同矿物类型的钙质土壤中非交换性钾的释放。用超声探头分散后分成砂质、粉砂质和粘土颗粒。样品用0.01M CaCl₂连续浸提2小时。粘土释放的钾素最多。从粘粒、粉砂质和砂质颗粒中累积释放的钾素分别为175-723 mg kg⁻¹、35-128 mg kg⁻¹和71-146 mg kg⁻¹, 其占比分别为20%-90%、4%-39%和2%-54%。从砂质土和粉砂质土壤颗粒中释放的钾素较少, 是因为这些土壤

的CaCO₃和石英含量较高。非交换性钾释放动力学的数据表明, 抛物线扩散和幂函数是最适合的动力学模型。这也表明, 钾从云母层间扩散慢是最终控制扩散速度的主要因素。钾素累积释放和抛物线扩散模型的b值, 与云母的粘粒含量显著相关。

撒施和深施磷肥和钾肥对免耕和条带耕作玉米产量的影响

Fernández, F.G., and C. White. 2012. *Agron. J.* 104(4):996-1005.

摘要: 改变施肥方法是提高肥料利用率的途径。我们的目标是研究磷肥和钾肥施用量和施肥方法对免耕和条带耕作的玉米(*Zea mays* L.)产量的影响, 对土壤水分、土壤磷钾含量和玉米根系的影响。在IL Urbana附近设置了4年的田间试验, 种植方式为玉米-大豆[*Glycine max* (L.) Merr.]。免耕/施肥为主区[免耕/撒施 (NTBC), 免耕/深施 (NTDB), 条带免耕/深施(STDB)]; 条带深施是在种植作物的垄里15cm深的地方施肥。每年磷肥用量(0、12、24、36 kg K ha⁻¹)为副区, 而钾肥用量(0、42、84、168 kg K ha⁻¹)为副副区。测定项目包括籽粒产量和产量构成、籽粒和秸秆磷钾含量、根系参数和土壤水分含量、磷素含量和钾素含量。条带免耕/深施处理的行粒数较高, 产量为9.43 Mg ha⁻¹, 比NTBC处理高7.8%, 比NTDB高7.9%。与撒施相比, 深施处理的种植带的土壤磷钾含量较高, 土壤表层的磷钾含量较低, 但其对根系分布没有影响。所有处理中, 因为绝大多数根系分布所在的土壤表层, 而且降水量在相当程度上补充了表层的土壤水分, 所以土壤表层的磷钾吸收是最明显的。相对于NTBC, STDB表观磷吸收高24%, 而表观钾吸收高23%。试验结果表明, STDB相对于免耕处理, 改善养分吸收条件, 为提高产量创造了有利条件。

氯和钾元素营养对一年生卡内里草芦籽粒产量的影响

William E. May, W.E., S.S. Malhi, C.B. Holzapfel, B.X. Nybo, J.J. Schoenau, and G.P. Lafond. 2012. *Agron. J.* 104(4):1023-1031.

摘要: 卡内里草芦(*Phalaris canariensis* L.)产量的年际之间的变化是农民最关心的问题。在Saskatchewan的13个点(年)的试验研究了一年生草芦的籽粒产量对K和Cl的效应, 目的在于为种植一年生草芦的农民提供基于土壤测试的KCl的施肥推荐。在土壤表层15cm土壤钾含量在155-717 kg K ha⁻¹之间的情况下, 土壤钾对一年生草芦的产量和发育没有影响。土壤氯含量对草芦的产量影响较大。

当通过KCl或CaCl₂施用Cl时,一年生草芦所有点的籽粒平均产量大约提高了24%。籽粒产量提高的原因是施用Cl提高了花序大小(每个花序的籽粒数)。当土壤Cl含量下降时,施Cl的效应有增加趋势。当应用土壤测试结果决定施肥量时,一年生草芦种植者需要去测试土壤Cl含量。当表层土壤(0-15cm)土层土壤Cl含量低于70kg Cl ha⁻¹时,推荐施用20 kg ha⁻¹的KCl,也就是9.1 kg的Cl。这一结果也鼓励农户使用个人田间测试条去测试土壤Cl效应强度。

克什米尔磷钾营养对大豆产量和化学组成的影响

M. Kaleem Abbasi, Majid Mahmood Tahir, Waleed Azam, Zaheer Abbas and Nasir Rahim. 2012. *Agron. J.* 104(5):1476-1484.

摘要: 大豆[Glycine max (L.) Merr.]的营养价值、商业价值和经济价值一直在上升,也许需要施用磷钾提高大豆的产量和经济效益。在巴基斯坦Rawalakot AJK的丘陵区的雨养农业区进行了为期2年(2008-2009)的田间试验,其目的是为了研究施用P、K肥料对大豆根瘤菌、大豆产量、大豆组分和N、P、K吸收的影响。试验采取随机区组完全设计,3次重复。处理包括3个P水平(60、90、120 kg P₂O₅ kg ha⁻¹),2个K水平(40、80 kg K₂O ha⁻¹)和对照,分别用P₀、P₆₀、P₉₀、P₁₂₀和K₀、K₄₀和K₈₀表示。试验结果表明,施用P、K肥料的大豆根瘤菌数量为75和136,对照为68。施用P、K肥料的所有处理其产量都有增加,最高产量处理是P₁₂₀K₄₀组合。植物吸收总的N、P、K(秸秆和籽粒)与产量趋势一致。大豆蛋白质因为施磷升高8%-13%,施钾提高11%-19%。单施P、K,或者PK配施,都显著提高大豆油脂含量。这个研究显示,土壤缺P和缺K,有可能使大豆作物产量和含油量低下,而合理施用P肥、K肥,是在山区生态系统条件下,提高和保持大豆产量的有效方法。

中国华北平原小麦-玉米农作系统的产量和钾素平衡

Chun-e He, Zhu Ouyang, Zhen-rong Tian and Harwood D. Schaffer. 2012. *Agron. J.* 104(4):1016-1022.

摘要: 这篇论文研究了中国华北平原(NCP)虞城综合试验站冲积土上的小麦(*Triticum aestivum* L.)-玉米(*Zea mays* L.)农作制度下,长期施钾对作物产量和钾素利用率和钾素平衡的影响。结果显示,在单施氮、磷的情况下,土壤钾素可以连续19年使年产量稳定在10.7 Mg ha⁻¹。单施钾肥,玉米产量显著提高46%,但对小麦产量没有影响。施钾肥对小麦的农学效率、植物生理效率、偏生产力不明显,明显比以前研究报告的平均值要低。另外,施入的钾有43%集中在小麦和玉米的地上部分。即使在平衡施肥的情况下,施钾会引起土壤钾素盈余,33%施入的钾素都留存在

土壤中,因为表面施肥这些钾素都存在于0-20cm土层中。结果表明,在NCP,土壤本身的有效钾含量还可以保持小麦产量10-30年。一般来说,在土壤含钾量高的冲积土上,土壤钾可以被利用。在这个研究中,对玉米和小麦的生产来说,每年471 kg ha⁻¹钾素投入超过了作物的需求,通过平衡施肥每年至少可以节约120-150 kg ha⁻¹ K。

苜蓿积累氮素对第一年玉米的钾素、再生和免耕时间的影响

Yost, M.A., J.A. Coulter, M.P. Russelle, C.C. Sheaffer, and D.E. Kaiser. 2012. *Agron. J.* 104(4):953-962.

摘要: 在美国玉米带,与玉米连作相比,在种植苜蓿(*Medicago sativa* L.)后第一年种植玉米(*Zea mays* L.),当翻压苜蓿每平米苜蓿株数≥43或53时,施氮量可以减少到约168 kg N ha⁻¹。玉米产量是提高了,但这个施肥指导受到了使用者的一些疑问。我们在美国的明尼苏达州的16个地点开展试验,关注种植苜蓿后第一年种植玉米的氮素的有效性的问题,这一问题与来自苜蓿的钾素的后效、苜蓿生长量和共生时期有关。玉米籽粒产量、玉米秸秆的产量和N素肥料的吸收不受来自苜蓿的K素的后效、苜蓿产量和共生时间的影响。试验点的玉米籽粒最大产量在12.0-16.1 Mg ha⁻¹之间,但对氮肥有效的只有一个。在那个试验点,排水不畅,按照氮肥价格0.87 USD kg⁻¹ N,籽粒价格132USD Mg⁻¹,计算出经济最佳施氮量(EONR)为85 kg ha⁻¹。在15个被测定的试验点中有6个的EONR为40 kg N ha⁻¹,玉米秸秆估价39 USD Mg⁻¹。这些研究结果表明,在美国中西部高产的中等或粘重质地土壤上,翻压每平米苜蓿株数≥43时,苜蓿后作为玉米的其籽粒产量通常是不施用氮肥的产量最大,与苜蓿生长情况和苜蓿玉米共生时间长短无关,但施用少量的氮肥,可能有助于提高最优的玉米秸秆产量。

不同的长期施肥策略如何影响华北平原玉米田土壤性质和玉米产量

Bingzi Zhao, Ji Chen, Jiabao Zhang, Xiuli Xin, Xiyang Hao. 2013. *J. Plant Nutr.* 176(1):99-109.

摘要: 在华北超过18年的长期试验,研究了施肥对玉米(*Zea mays* L.)的产量和土壤性质的影响。随机区组设计,7个肥料处理和4次重复。7个肥料处理是(1)堆肥(COMP), (2)50%堆肥+50%化肥(COMP1/2), (3)平衡施肥(NPK), (4-6)缺乏一种大量元素的不平衡施肥(NP, PK, and NK), (7)对照(CK)。除了对玉米产量进行测定外,还对土壤生物和土壤化学性质进行了测定。和NPK平衡施肥相比,玉米产量COMP处理高7.9%, COM1/2处理差别不大,但NP、PK、NK和CK处

理,其产量分别低12.4%、59.9%、78.6%和75.7%。整个生育阶段,微生物量C和N含量,土壤基础呼吸和荧光素二乙酸酯的水解、脱氢酶、脲酶、蔗糖酶的土壤酶活性,COMP和COMP1/2处理比NPK处理高7%-203%。其他处理的数值比NPK处理低60%。玉米产量与土壤有机碳(OC)和生物指标紧密相关,OC和很多生物指标紧密相关,说明OC是表征土壤质量的一个合适的指标。研究结果表明,提高作物产量和土壤质量的最主要限制因素是P,然后是N和K,而平衡施肥对保持作物高产和土壤质量非常重要。另外,COMP和COMP1/2处理中的OC、N和生物活性的提高,说明施用有机堆肥比化肥更有利。

延伸阅读

通过养分和水管理弥补产量差距

Mueller, N.D., J.S. Gerber, M. Johnston, D.K. Ray, N. Ramankutty, and J.A. Foley. 2012. *Nature* 490:254-257.

2050年粮食需求-澳大利亚农业的机遇

Linehan, V., S. Thorpe, N. Andrews, Y. Kim, and F. Beaini. 2012. *Conference paper* presented at the 42nd ABARES Outlook Conference 6-7 March 2012, Canberra, ACT.

华北平原几种不同生产技术条件下施钾对冬小麦的影响

Niu, J., W. Zhang, S. Ru, X. Chen, K. Xiao, X. Zhang, M. Assaraf, P. Imas, H. Magen, and F. Zhang. 2013. *Science Direct, Field Crops Research* 140:69-76.

全球陆地植被的营养限制

Fisher, J.B., G. Badgley, and E. Blyth. 2012. *Global Biogeochemical Cycles* 26(3).

高钾、钙和氮施肥减少因 *Xanthomonas campestris* pv. *Musacearum* 引起的香蕉细菌性凋萎病的易感性

Atim, M., F. Beed, G. Tusiime, L. Tripathi, and P. van Asten. 2013. *Plant Disease* 97(1):123-130.

印度半干旱热带特定流域使用不同水源进行补充灌溉对养分分布的影响

Srinivasarao, Ch., S.P. Wani, K.L. Sahrawat, Vijay Sandeep Jakkula, Sumanta Kundu, B.K. Rajashekar Rao, S. Marimuthu, P. Pathak, C. Rajesh, and G. Pardhasaradhi. 2012. *Indian J. Dryland Agric. Res. & Dev.* 27(1):58-69.

印度中部半干旱地区大豆-红花种植制度下的持续农业生产和变性土土壤质量

Srinivasarao, Ch., B. Venkateswarlu, Rattan Lal, Anil Kumar Singh, Sumanta Kundu, K.P.R. Vittal, S.K. Sharma, R.A. Sharma, M.P. Jain, and G. Ravindra Chary. 2012. *Canadian Journal of Soil Science* 92(5):771-785.

低量施肥下小扁豆生物固氮提高了间作小麦的生物化学指标和产量

Sanghmitra Suryapani, Shahid Umar, Afaq Ahmad Malik, and Altaf Ahmad. 2013. *Journal of Crop Improvement* 27(1):53-66.

钾素和关节炎

Rastmanesh, R., and C.E. Weber. In: *Bioactive Food as Dietary Interventions for Arthritis and Related Inflammatory Diseases*. 2013. p. 507-513. Elsevier, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-397156-2.00127-7>.

可可树 (*Theobroma cacao*) 的钠-钾协同: 提高光合作用, 水分利用效率和矿质营养

Gattward, J.N. A.A.F. Almeida, J.O. Souza Jr., F.P. Gomes, and H.J. Kronzucker. 2012. *Physiologia Plantarum* 146(3):350-362.

杂交玉米的钾肥利用效率

M. Ahmad alias Haji A. Bukhsh, R. Ahmad, A. Ali, M. Ishaque, and A. Rehman. 2012. *The Journal of Animal & Plant Sciences* 22(3):728-732.

干旱盐土条件下棕榈(*Olea europaea* L.)灌溉施肥中棕榈结果量与微量元素浓度的交互作用

Bustan, A., A. Avni, U. Yermiyahua, A. Ben-Gala, J. Riobv, R. Erel, I. Ziporia, and A. Daga. 2013. *Science Direct, Scientia Horticulturae* 152:44-55.

金色大地-农民在农产品价格飞涨时代。2013。

The Economist.

昂贵的水滴-海水脱盐可能有助于一定程度上解决中国北方的干渴问题,但代价高昂。2013。

The Economist.

中国的氮沉降加大了

Xuejun Liu, Ying Zhang, Wenxuan Han, Aohan Tang, Jianlin Shen, Zhenling Cui, Peter Vitousek, Jan Willem Erisman, Keith Goulding, Peter Christie, Andreas Fangmeier, and Fusuo Zhang. 2013. *Nature* 494:459-462.

在线视频

观看非常有趣的视频, Mark Lynas在生津农业会议上的报告, 2013年1月3日。新的环保主义者?

信息公告

IPI 钾素图库



国际钾肥研究所的钾素图库 (K Gallery) 现在可以通过iPad、iPhone和所有的安卓系统终端获得。针对iPad的一个应用(app)的更新刚刚发布, 针对iPhone和安卓平板电脑与智能手机的新应用也已经开发出来。这些应用有些新的特点, 比如通过作物或者缺素症状来搜索, 以及安装了方便添加新照片的功能。

我们的目标是要获得数以百计的高质量的照片, 展示使用钾肥后对植物或收获产量的影响。我们对钾素图库采取免费的方式, 也鼓励各位上传照片, 为这个方便所有人的免费资料库提供新照片。

农民的iPad



在印度Bihar的Dholi举办的农民日活动上, 农民们正在通过iPad浏览IPI的钾素图库。照片提供:IPI。

磷钾缺素修正和营养成分被作物移出量计算器

这个土壤缺乏磷钾养分修正和作物移出养分计算器是针对英格兰、威尔士和北爱尔兰的农民和植物营养咨询师设计的。这个仪器提供快速的英国绝大多数作物在收获时移出的磷素 (P_2O_5) 和钾素 (K_2O) 的量。只要简单输入作物信息和产量等信息, 点击“计算”, 然后就出现了作物带走的磷钾量 (和推荐的肥料用量)。如果土壤参数低于目标产量水平, 必须施用更多肥料, 补充作物带走的养分量和培肥土壤肥力。反之亦然。这个应用 (APP) 可以从PDA网站免费下载。



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。

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