

国际肥料通讯 第 24 期 2010 年 9 月

e-ifc No. 24, September 2010

国际肥料通讯电子杂志 (e-ifc), 季刊, 国际钾肥研究所主办

Electronic International Fertilizer Correspondent (*e-ifc*). Quarterly correspondent from IPI.

编者按

亲爱的读者:

2009 年 11 月, 国际钾肥研究所和合作伙伴在印度奥里萨邦 (Orissa) 组织了一个大型的学术研讨会, 主题是钾在食物生产和农产品安全中的作用, 涵盖了农作物及其生产环境的养分管理的许多方面。这个研讨会除了使与会的科学家有机会建立一个协作网, 并共享经验, 交流成果外, 我们还很高兴地向各位报告这次研讨会丰富的后续成果, 这就是《植物和土壤》(Plant and soil) 杂志的研讨会特刊, 专门刊发了 9 篇本次研讨会上的优秀会议论文。Ismail Cakmak 教授作为此次研讨会的科学大脑, 是这期特刊的特约客座编辑, 为论文的发表做了大量工作。这些文章可在《植物和土壤》在线杂志中查阅和下载 (<http://springerlink.com/content/0032-079x/1-2/>)。

印度奥里萨邦会议的另外一个重要成果是建立了一个特别小组, 专门评估印度变性土 (vertisols) 钾肥施肥推荐的需求。在这期杂志的第 22-23 页你可以了解关于这方面工作的更新进展。

由于优惠扶持政策和良好的生产环境, 农民可以提高作物产量, 以获得更好收益。《经济学人》杂志 (The Economist) 2010 年 8 月 26 日报道了巴西农业的一个成功范例。这个例子说明, 为农民所接受的扶持政策和强有力的科技支撑, 以及拥有大量的耕地和水资源, 对提高农作物产量和增加农民收入十分重要。这个例子也说明, 只要提供农民必要条件, 不仅在巴西, 其他地区农民同样可以获得成功。国际钾肥研究所相信, 只要采取适当对策措施, 农作物产量就可提高 2-4 倍, 以满足全球不断增长的粮食供应需求, 比如在非洲, 就有可能实现。

在这期电子杂志中, 你会发现一些研究报告, 如印度甘蔗上的灌溉施肥的试验研究报告, 表明灌溉施肥可以显著地降低养分和水分的投入。事实上, 灌溉施肥被认为在全球很多地区都有着巨大的应用潜力。这期杂志还综合报道了中国、古巴和法国开展的钾对烟草产量和品质的影响试验结果。研究报告还有中国南方双季稻区钾肥效应和钾素平衡的试验结果。另外, 像以往一样, 这期杂志还带给你最新的学术活动、科技文献出版等更新信息。

祝您阅读愉快!

Hillel Magen

国际钾肥研究所所长

施肥养分	丰缺指标	早稻、双晚 施肥指标	晚稻 施肥指标	实际量计算 (亩)	单位 施肥指标 (亩)	实际量计算 (亩)
全氮	1.4g/kg以上 (中)	晚 3%	晚 3%	晚 3%	晚 3%	晚 3%
	1.4-1.2g/kg (中)	晚 3%	晚 3%	晚 3%	晚 3%	晚 3%
	1.4g/kg以下 (下)	晚 3%	晚 3%	晚 3%	晚 3%	晚 3%
有效磷	10mg/kg以上 (中)	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%
	10-7mg/kg (中)	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%
	7mg/kg以下 (下)	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%
速效钾	40mg/kg以上 (中)	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%
	40-30mg/kg (中)	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%
	30-10mg/kg (下)	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%	晚 0.5%

上图为中国安徽省芜湖县的一块田间标识牌, 标明了芜湖县水稻测土配方施肥用肥标准。这个施肥推荐标准非常详细, 氮和磷分 3 个不同水平, 钾 4 个水平, 根据不同的目标产量, 针对早稻、双季晚稻和单季晚稻分别作出了施肥推荐。这些施肥推荐是基于大量土壤样品分析化验结果作出的, 可有效提高养分利用率。摄影: 国际钾肥研究所

目录

[编者按](#)

[研究报告](#)

- [滴灌条件下不同施钾量对甘蔗产量和品质的影响](#)
- [钾素对烟叶产量和品质的影响研究](#)
- [不同类型生态区稻-稻种植制度中钾肥效应及钾素平衡研究](#)

[学术活动](#)

[最新出版物](#)

[钾素文献](#)

[信息公告](#)

研究报告

滴灌条件下不同施钾量对甘蔗产量和品质的影响

Deshmukh, A.S.⁽¹⁾, P.P. Shinde⁽¹⁾, S.S. Katake⁽¹⁾, D.B. Phonde⁽¹⁾, V.S. Mali⁽¹⁾, and P. Imas⁽²⁾.

摘要

甘蔗种植中水和养分的投入至关重要，而利用微灌系统输送水和养分则是提高耕地、水和肥料利用率的重要方法之一。本文介绍了以甘蔗品种 Co 86032 为试材，进行的 3 季(2003~2004 年, 2004~2005 年和 2006~2007 年)种植试验，研究了滴灌条件下不同施钾量对甘蔗产量和品质的影响。同对照处理的传统灌溉和施肥的种植方式相比，滴灌技术施肥，减少了氮肥和钾肥 30% 施用量，增加产量 19.1%，提高水分利用率 2 倍多。传统灌溉方式用水量为 26560m³/hm²，而滴灌方式仅为 14560 m³/hm²，减少用水 45.2%。对照处理的蔗茎产量为 142.82t/hm²，而采用滴灌施用 70%氮肥和钾肥，土壤施用 100%磷肥的方式，蔗茎产量能达到 170.08 t/hm²。在减少 30%氮肥和钾肥基础上，钾肥的农学效应为每公斤 K₂O 生产 1.43t 蔗茎，而对照处理的传统方式为每公斤 K₂O 生产 0.84t 蔗茎。试验的最佳处理能减少 30%的 N 和 15%的 K 投入（同对照处理相比），每公顷增加净收入超过 18000 卢比（约 400 美元）。

关键词：滴灌；配对种植；沟灌；水分利用率；肥料利用率；节水



试验地在印度的位置示意图

前言

甘蔗是印度主要经济作物之一，直接影响到这个农业社会国家的社会经济发展。印度甘蔗种植面积 515 万 hm²，年产量 34000 万 t（2008~2009 年），产量较低，仅为 66t/hm²。北方邦(Uttar Pradesh)，马哈拉施特拉邦(Maharashtra)，泰米尔纳德邦(Tamil Nadu)，卡纳塔卡邦(Karnataka)和古吉拉特邦(Gujarat)是印度甘蔗的主产区。目前，印度糖使用量为 1850 万吨，但由于印度人口的不断增加，到 2015 年，糖需求量将达 2800 万吨。水资源管理不当和养分不平衡是制约印度甘蔗增产的主要因素。强化水资源管理、提高养分利用率能显著提高甘蔗产量。因此，亟需通过实施灌溉施肥等现代精准农业栽培模式，提高甘蔗产量。



试验田照片

甘蔗生育期长且生物量大，因此整个生育期的需水量大，每个种植季需灌溉 25~30 次。据估计，种植甘蔗每公顷每年总需水量为 20000~30000m³，有效用水量为 12000~13000m³。甘蔗生产 1t 干物质需水 400m³，生产 1t 蔗茎需水 200m³。因此，甘蔗种植的灌溉管理对提高其作物产量和蔗糖产量有着至关重要的作用。

生产每吨蔗茎需 K₂O 1.32~1.44kg (IFA, 1992)。钾肥通常和氮肥一起施用，因为施用钾肥可以提高氮肥施用效率。另外，甘蔗生长到 6 个月时施钾肥可以提高蔗汁还原糖分。施用钾肥可提高可榨蔗茎产量，蔗茎糖分含量及蔗汁糖度。钾缺乏会削弱蔗糖从叶向茎转运能

(1) 印度 Vasantdada 糖料研究所 (VSI)。 as.deshmukh@vsiisugar.org.in。

(2) 国际钾肥研究所印度项目前协调员。 patricia.imas@iclfertilizers.com。



力。施用氮肥和钾肥呈正相关关系，适量施用钾肥能改善氮肥施用过量导致的蔗糖分减少现象。但过度施用钾肥（即超过最佳施用量）会对蔗茎蔗糖含量起明显负作用；因为K是灰分的主要组成成分，过量施钾会导致汁液中的灰分含量增高。因为榨汁时溶液中蔗糖含量保持不变，过量施钾肥会减少榨汁时蔗汁还原糖分 (Ng Kee Kwong, 2002)。当然，施钾过量才会产生以上问题，而对于钾含量较低的土壤，施钾有利于提高蔗茎品质。

由于雨季的不确定性导致地下水不能得到及时补充，同时，过度灌溉致使地下水被过度开采，使得农业生产用水成了限制农业生产的重要因素，而且用水成本也越来越高。灌溉用水十分短缺，尤其是夏季，导致传统灌溉方式下甘蔗产量降低，肥效下降。在甘蔗种植中采用滴灌技术，将溶解的肥料输送到作物根部，提高了水和肥料的利用效率。灌溉施肥能根据甘蔗作物的需求及土壤类型，确保精确供应养分到植物根系最密集、最需要的地方，从而提高蔗茎产量和蔗糖含量。本文介绍了印度马哈拉施特拉邦普纳的 Vasantdada 糖业协会 (VSI) 农场长达 3 年的试验结果，不同区域的 3 个农户的田块作为试验地，设置 2 个处理，详见附录。在氮和钾的灌溉施肥试验中，设置了 5 个钾水平，以更好的了解灌溉施肥系统提高水和钾肥使用效率的作用。研究目标如下：

1. 滴灌条件下，不同施钾量对甘蔗作物产量和品质的影响。
2. 不同施肥水平下的肥料和水利用效率。
3. 不同施肥水平下的成本收益比例。

材料和方法

2003 年，本研究工作在 VSI 的实验农场开始实施，供试甘蔗品种为 Co 86032，按先宿根蔗后新植蔗的顺序持续种植。试验采用 4 重复的随机区组设计 (RBD)。整个小区规格为 58m×58m，每个小区为 8.5m×13.5m。作物种植前进行了土壤分析。土壤为非钙质土，pH 值 8 左右。土壤电导率为 0.35~0.45 dS / m。有机碳为 0.59%~0.95%。Olsen 法测得有效磷为 4.38~6.97ppm，1N 醋酸铵法测得的有效钾为大于 400ppm (表 1)。

表 1 灌溉施肥试验处理设置

处理	灌溉方式	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	施肥次数	施肥方式
T1	沟渠	340-170-170	4	A
T2	滴灌	340-170-170	4	A
T3	滴灌	240-170-196	13	B
T4	滴灌	240-170-170	13	B
T5	滴灌	240-170-145	13	B
T6	滴灌	240-170-120	13	B
T7	滴灌	240-170-95	13	B

注：

A=通过土壤施肥方式施用所有肥料

B=通过灌溉施肥方式施用 N 和 K，通过土壤施肥方式分两次施用 P (过磷酸钙)

T1: 马哈拉施特拉邦的化肥推荐用量 (N-P₂O₅-K₂O, 340-170-170 kg / hm²)，传统灌溉方式下，土壤施肥。N 肥分 4 次施用，在作物种植时施用 1 次，然后每 45 天追施 1 次，共追施 3 次；P 肥和 K 肥分 2 次施用，分别在种植时和种植后的 120 天培土时施用。

T2: 马哈拉施特拉邦的化肥推荐用量，滴灌方式下，土壤施肥，分 4 次施用。

T3: 尿素 70% 的推荐用量、氯化钾 115% 的推荐用量，随滴灌等量分 13 次施用+过磷酸钙推荐施肥量，分 2 次土壤施肥。



T4:尿素 70%的推荐用量、氯化钾 100%的推荐用量，随滴灌等量分 13 次施用+过磷酸钙推荐施肥量，分 2 次土壤施肥。

T5:尿素 70%的推荐用量、氯化钾 85%的推荐用量，随滴灌等量分 13 次施用+过磷酸钙推荐施肥量，分 2 次土壤施肥。

T6:尿素 70%的推荐用量、氯化钾 70%的推荐用量，随滴灌等量分 13 次施用+过磷酸钙推荐施肥量，分 2 次土壤施肥。

T7:尿素 70%的推荐用量、氯化钾 55%的推荐用量，随滴灌等量分 13 次施用+过磷酸钙推荐施肥量，分 2 次土壤施肥。

沟灌处理的灌溉计划基于灌溉水与累计的蒸发量的比值(IW/CPE)=0.75 制定，滴灌处理的灌溉量则基于气候法计算，如，月均蒸发量，蒸发系数和不同生长阶段的作物系数。沟灌条件下，平均灌溉周期分别为：雨季（6-9 月）18 天、冬季（10-1 月）14 天、夏季（2-5 月）9 天。滴灌条件下，采用每日灌溉方式，滴灌量以使土壤水分含量接近田间含水量为准。传统灌溉方式用水量为 26556m³/hm²，滴灌用水量为 14563 m³/hm²，是传统灌溉方式的 54.84%。

结果与讨论

根据三年试验数据（2 次新植和 1 次宿根），试验结果如下：

收获时作物生长性状观测

收获作物时，观测作物生长性状，包括可榨蔗茎高、收获节间数和茎径，数据见表 2。不同处理的可榨蔗茎高为 271~305cm。除了 T7（240 kg N/hm²，95 kg K₂O/hm²），其他处理的可榨蔗茎高和节间数和对照相比差别显著。T7 处理的茎周长最短，为 8.33cm，可能是因为和其他处理相比，该处理施钾量最少。

表 2 收获时作物生长性状观测结果（2 次新植蔗和 1 次宿根蔗的合并数据）

处理	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Kg/hm ²	茎高 cm	周长	节间数
T1	340-170-170	271.35	8.55	22.83
T2	340-170-170	300.57*	8.44	25.02*
T3	240-170-196	300.84*	8.93*	25.00*
T4	240-170-170	299.62*	8.64	24.58*
T5	240-170-145	305.74*	8.86*	24.19*
T6	240-170-120	300.56*	8.97*	24.83*
T7	240-170-95	277.69	8.33	23.91
SE ±		2.99	0.08	0.38
CD 5%		8.82	0.23	1.13

* 和其他数据相比，统计学上差异显著。

蔗茎和蔗糖产量

灌溉施肥和传统灌溉方式下的蔗茎产量存在显著差异。利用滴灌进行灌溉施肥的 T2 处理的蔗茎和蔗糖产量，比利用传统灌溉的 T1 处理的显著增加，且用水量明显降低（图 1、表 3）。T1 和 T2 的差别仅在其使用的灌溉系统及用水量上，这也说明 T1 处理漫灌方式的水量浪费很大。T3-T7 处理都利用灌溉施肥方式施用氮肥和钾肥，而 T1 和 T2 处理则采用的是土壤施肥方式。从表 3 可以看出，利用滴灌进行灌溉施肥处理的蔗茎产量要高于对照处理、采用漫灌和土壤施肥方式施肥的 T1 处理和采用滴灌及土壤施肥方式施肥的 T2 处理。T5 处理采用滴灌进行 70%N+85%K(和农民传统施肥的处理 T1 对比)的灌溉施肥，得到的蔗茎产量最高，达 175.5t/hm²。T7 处理的钾肥用量最少，仅为传统施肥量的 55%，导致了

蔗茎产量减少，与对照处理 T1 的产量对比增产不显著。所有的采用滴灌方式的处理的蔗汁蔗糖百分比都较高，但差异不显著（表 3）。除 T7 处理外（最低施 K 水平），其他采用滴灌方式的处理的蔗茎和蔗糖产量都显著高于对照，且与施钾量相关性很好（图 1）。由于甘蔗种植收益同蔗糖产量密切相关，因此，以上结果表明，农户可通过 T5 处理获得最高收益，且显著高于对照处理。

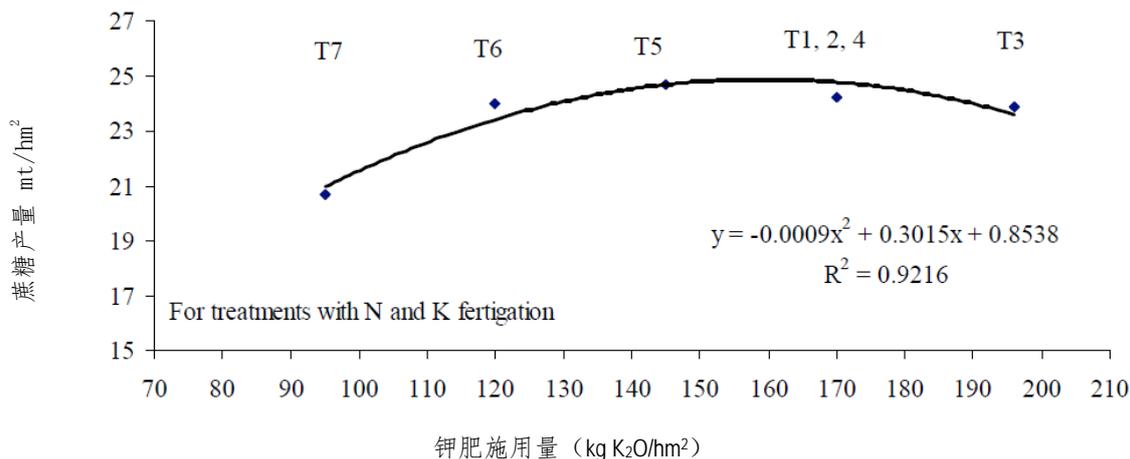


图 1 钾肥施用量和蔗糖产量的关系

水资源利用效率

滴灌系统提高了水资源利用率一倍多，从原来的每立方米水生产 5.4kg 蔗茎提高到每立方米水生产 12.1kg 蔗茎（表 4）。这个令人惊奇的结果证明了使用节水技术可以带来显著的效益。在同样多的水资源条件下，利用节水技术，就可以使农户加倍扩大甘蔗种植面积，或减少生产投入，带来可观的经济效益。本文没有对这方面的经济价值进行计算，但我们确信，政策制定者会将其归功于滴灌技术的采用。

表 3 蔗茎和蔗糖产量、用水量和不同处理的水分利用率（2 次新植蔗和 1 次宿根蔗的合并数据）

处理	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O Kg/hm ²	蔗茎产量 t/hm ²	可榨蔗茎数 茎/hm ²	蔗汁蔗糖比例 %	蔗糖产量 t/hm ²	用水量 m ³ /hm ²	水分利用率 kg 蔗茎/m ³
T1	340-170-170	142.82	111293	13.71	19.6	26556	5.4
T2	340-170-170	163.88*	122141*	14.11	23.12*	14563	11.3
T3	240-170-196	170.32*	136815*	14.01	23.88*	14563	11.7
T4	240-170-170	169.43*	130026*	14.3	24.22*	14563	11.6
T5	240-170-145	175.50*	133869*	14.06	24.67*	14563	12.1
T6	240-170-120	170.08*	129813*	14.11	24.00*	14563	11.7
T7	240-170-95	148.28	117666	13.95	20.67	14563	10.2
SE ±		2.12	2333	0.15	0.36	-	-
CD 5%		6.24	6864	N.S.	1.08	-	-

* 数据在统计学上差异显著。

经济效益

据统计，包括 3 季的灌溉系统投入（基于 5 年内收回成本计算）在内，T1~T7 处理的甘蔗种植平均成本分别为 86549、100666、100657、100315、101085、99969 和 96105 卢比（表 4）。按每吨甘蔗 1000 卢比计算，T1~T7 处理收益分别为 142820、163880、170320、169430、175500、170080 和 148250 卢比，不同处理每公顷纯收益分别为 56271~74415 卢

比（表 4）。除 T7 处理外，其他采用滴灌方式处理的净收益明显要高，每公顷纯利比对照处理增加 18144 卢比（约 403 美元）（表 4）。根据试验结果，改漫灌为滴灌，仅通过增产一项每年每公顷就可增收 7000 卢比。而且，如果将水费计算在内，净收入还会增加更多。T1~T7 处理的成本收益比率分别为 1:1.65, 1:1.63, 1:1.69, 1:1.69, 1:1.73, 1:1.70 和 1:1.54（表 4）。

使用滴灌系统的 T2~T7 处理的成本收益比率是基于市场实际计算出来的。如果把政策规定的对滴灌系统 50% 的补贴计算在内，该收益比率还会更高。通过比较 T2~T7 处理的灌溉施肥和传统的大水漫灌及土壤施肥，可以发现，滴灌在增加作物产量同时，还可节水 45.16%。

表 4 滴灌系统节水节肥条件下的水分利用率和甘蔗收益蔗茎和蔗糖产量（2 次新植和 1 次宿根的合并数据）

处理	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O kg/hm ²	用水量 m ³ /hm ²	蔗茎产量 t/hm ²	水分利用率 kg 蔗茎/m ³	种植收益 Rs/hm ²	毛收益 m ³ /hm ²	净收益 kg 蔗茎/m ³	成本收益比率
T1	340-170-170	26556	142.82	5.4	86549	142820	56271	1.65
T2	340-170-170	14563	163.88*	11.3	100666	163880	63214*	1.63
T3	240-170-196	14563	170.32*	11.7	100657	170320	69663*	1.69
T4	240-170-170	14563	169.43*	11.6	100315	169430	69115*	1.69
T5	240-170-145	14563	175.50*	12.1	101085	175500	74415*	1.73
T6	240-170-120	14563	170.08*	11.7	99969	170080	70111	1.7
T7	240-170-95	14563	148.28	10.2	96105	148250	52145	1.54
SE±		-	2.12	-	-		1782.8	0.021
CD 5%		-	6.24	-	-		5244.1	0.064

说明:

每公斤甘蔗售价1000卢比；每公斤养分的N（尿素）、P₂O₅（过磷酸钙）和K₂O（氯化钾）的价格分别是10.87、18.75和7.67卢比。

每公顷的灌溉施肥系统的成本（处理2~7）的成本6000卢比，按5年使用期限折旧到每年是1200卢比，加上12%的利息，每年的成本是1632卢比。

净收益=毛利-成本。

成本收益比率（B: :C）毛利润和成本的比。

结论

甘蔗是印度的主要经济作物，产量和品质受水资源和养分供给的严重制约。本试验通过 3 个种植季，在相同施肥量条件下，对滴灌与传统灌溉方法进行了比较。结果表明，滴灌系统比传统灌溉方式的水资源利用率高 2 倍，同时还能减少肥料用量，提高作物产量和品质。蔗茎产量提高了 19.09%，蔗糖含量增加 22.47%。这都是在节水 42.5%、节氮肥和钾肥 30% 的条件下取得的好成绩。从经济的角度来说，以上一系列对滴灌系统进行的成本经济分析，对农民具有十分重要的意义。

鸣谢

作者十分感谢 IPI 对此次 VSI 试验经济上的支持，感谢试验所在的 3 个农场的支持。特别感谢 Patricia Imas 博士对此次试验长期的指导与帮助。



参考文献:

Ng Kee Kwong, K.F. 2002. The Effects of Potassium on Growth, Development, Yield and Quality of Sugarcane. In: Pasricha and Bansal (eds.). Potassium for Sustainable Crop Production. Proceedings of the International Symposium on the Role of Potassium in Nutrient Management for Sustainable Crop Production in India. Potash Research Institute of India (PRII) and International Potash Institute (IPI), Horgen, Switzerland.

World Fertilizer Use Manual. 1992. International Fertilizer Association (IFA), Paris, France.

本文在国际钾肥研究所网站的[区域活动/印度](#)栏目中也可以看到。

附录

3个示范小区分别位于马哈拉施特拉邦的 Ahmednagar, Sangli 和 Latur 区。示范设 2 个处理。

T1: 传统灌溉方式下化肥推荐用量 (N-P₂O₅-K₂O, 340-170-170 kg/hm²),

T2: 70%N 和 70%K₂O 分 13 次随灌溉进行施肥。100%的 P₂O₅ 通过土壤施肥方式施用。

示范区数据如下, 均为同 VSI 农场做对比

处理	出芽率 %	分蘖率	可榨蔗茎高 cm	节间数 个	蔗茎径 cm	种植密度 个/hm ²	蔗茎产量 t/hm ²	蔗糖比例 %	蔗糖产量 t/hm ²	用水量 m ³ /hm ²	水分利用率 kg/m ³
T1	73.16	5.96	247.67	22	9.85	90357	88.24	12.25	10.82	26370	3.3
T2	74.12	6.49	262.67	23.33	10.09	94627	111.53	12.41	13.84	14844	7.5

研究报告

钾对烟叶产量和品质的影响

Marchand, M.

摘要

钾和氮是农作物生长中两种主要的营养元素，二者缺一不可都会导致减产。对烟草生产来说，钾和氮在决定烟草的叶色、口感、吸湿性、可燃性、糖分和生物碱等品质参数方面起着至关重要的作用。全面监控氮肥的形态、施用量和施肥时机是当今农业生产中的先决条件。和其他大田作物一样，氮-钾平衡施肥能够促进烟草的生长并改善烟草对氮、钾的吸收，进而在作物生长季或收获后减少氮素的损失。目前已证实钾在烟草生长过程对产量的增加和品质的提高有重要作用。钾决定烟叶化学成分的作用在很多研究中都得到了很好的证实。为了确保烟草生长良好及有非常好的燃烧性和口感，干物质中钾含量必需达到2.0%-2.5%以上、氯含量必需保持在1.0%-1.5%以下。本文通过在法国、中国和古巴布置的盆栽和大田试验，研究了施钾量、钾肥来源和施肥时间对烟草产量和品质的影响。通过测定产量、矿质养分含量、含糖量、茎秆3个部分的烟叶生物碱含量以及反映可燃性的水溶性碱含量，调查了各种钾肥（硫酸钾，氯化钾，硝酸钾和重碳酸钾）与两种氮源（来源于硝酸钾的硝态氮和来源于尿素的尿素态氮）的配合效果。在用于制作雪茄的烟草上进行的滴灌施肥试验表明，在经过稍长一段时间后，来源于硫酸钾的钾肥能够提高烟草的品质。最后，在中国设置的叶面喷施硫酸钾肥的试验表明，叶面喷施钾肥能够起正效应，促进了烟叶中钾含量的增加。



关键词：烟草；矿质养分；钾；叶成分；灌溉施肥；叶面施肥

引言

农作物的生长和基本生理活动在极大程度上受到栽培措施的影响。就烟草来说，间苗、打顶、分株和收获都直接影响烟草总产、烟叶等级和化学性质。烟草生长过程中所必需的N、P₂O₅和K₂O等矿质养分供应量分别为130-150，30-40，230-240 kg/hm²。施肥也显著影响叶色、口感、吸湿性、可燃性、含糖量和生物碱含量等烟草最重要的品质特征。烟叶的燃烧性或可燃性是烟草行业评价其品质所考虑的关键指标之一。很多研究表明有机酸和钾能够增加烟草的可燃性，而过多的氮，尤其是铵态氮不利于烟草的燃烧。氯能显著降低烟草的燃烧性及其口感较差，这使得氯与其他元素如硫等明显区分开来。糖分和生物碱含量也是烟草重要的品质参数，其受矿质元素所控制，特别是氮肥的施用量和形态对其影响较大。本文利用近些年在法国、古巴和中国开展的盆栽和大田试验，以提高人们对施肥影响烟草作物的产量和品质的认识。这些试验中施用的钾肥品种分别为硝酸钾、硫酸钾、氯化钾和重碳酸钾。

法国-盆栽试验（1995）

两个试验都为盆栽试验，每天灌水后将淋洗液循环利用用于下次灌溉。第一个试验在可控制的密闭温室内针对黑晾烟（ITB 1000）进行，时间为1994年12月到1995年5月。第二个试验在可调节屋顶的开放温室内针对烤烟（ITB 32）进行，时间为1995年6月到1995年9月。

Table 1. Soil analysis for the pot experiments (P₂O₅ Joret Hebert).

	Clay	Silt	Sand	pH	O.M.	CEC	P ₂ O ₅	K ₂ O	K/CEC	MgO	CaO	Cl
	-----%-----				%	meq 100 g ⁻¹	----ppm----		%	-----ppm-----		
Content	15.6	76.8	5.5	6.2	2.12	10.2	153	73	1.52	100	2.87	11

土壤分析

两个试验所用土壤相同，均为微酸性、缺磷及严重缺钾的壤土（见表1），装盆前与所施用的肥料充分混匀。

试验处理

根据法国土壤对钾和氮的需求量，所种植的弗吉尼亚烤烟施用硝酸钾(13-0-44)中K₂O和N的施用量分别为270 kg/hm²和80 kg/hm² (表2)。硝酸钾、硫酸钾、氯化钾和重碳酸钾配合尿素施用以保持氮和钾的施用量相等。法国种植的黑晾烟密度为38000株/hm²，在此条件下需要N和K₂O的施用量分别为200 kg/hm²和400 kg/hm²。在硝酸钾处理上，为保持所有处理施氮量一致，所缺的N由尿素补充。试验各处理重复六次，试验小区随机排列。各处理P₂O₅和MgO的施用量相等，分别为75 kg/hm²和20 kg/hm²，由三重过磷酸钙和碳酸镁肥料带入。

Table 2. Quantities of fertilizers applied on the pot experiments.

Fertilizer	Flue-cured		Air-cured	
	g pot ⁻¹	kg ha ⁻¹	Fertilizer	g pot ⁻¹
KNO ₃	17.61	80N+270K20	KNO ₃ +urea	25.98+5.06
K ₂ SO ₄ +urea	14.82+4.98	80N+270K20	K ₂ SO ₄ +urea	21.98+12.41
KCl+urea	12.64+4.98	80N+270K20	KCl+urea	18.74+12.41
K ₂ CO ₃ +urea	11.34+4.98	80N+270K20	K ₂ CO ₃ +urea	16.81+12.41

结果

干物质产量

在两个试验中，硫酸钾，氯化钾和硝酸钾处理总产量均基本相等，而重碳酸钾处理下烟草产量最低 (图1)。与晾烟试验相比，烤烟的相对干物质产量更高，这可能与晾烟试验是在完全人工控光和控温条件下进行有关。

矿物质组分

氮

与预期的一样，晾烟中总氮含量为200 kg N/hm²，高于烤烟中总氮的含量 (80 kg N/hm²)。烤烟和晾烟中的全氮，95%以上都以有机态形式存在 (图2)。在烤烟试验中，硝酸钾处理下硝态氮含量最高，而晾烟试验硝酸钾处理却并非如此 (结果未列出)。

钾

相对干物质产出达到2%才能满足烟草必须的品质指标，这在晾烟和烤烟试验中都很容易获得 (图3)。但在实际大田试验中却很难获得，这一点值得深思。施用各种不同钾肥，烟叶中钾的含量基本相同。从植株下部叶到上部叶中钾的含量逐渐减少，这与前人研究结果一致。虽然晾烟的施钾量 (K₂O 400 kg/hm²) 显著高于烤烟的施钾量 (K₂O 270 kg/hm²)，且氮的投入量也是晾烟高于烤烟，但是，除了上部叶外，晾烟烟叶中钾的含量并没有显著增加。

硫

各试验处理中硫的浓度都保持在0.65%以下。即使硫酸钾施肥量为800 kg/hm² (相当于施硫量为144 kg/hm²) 时，烟叶中硫的最大浓度也只能达到0.49% (图4)。此研究结果也证实了烟草中硫的吸收有自动调节的能力。不管施硫量多高，烟叶中硫的浓度也不会超过0.5%。与此相反，提高氯肥用量，叶片中氯的浓度则可以提高4-9倍 (图5)。

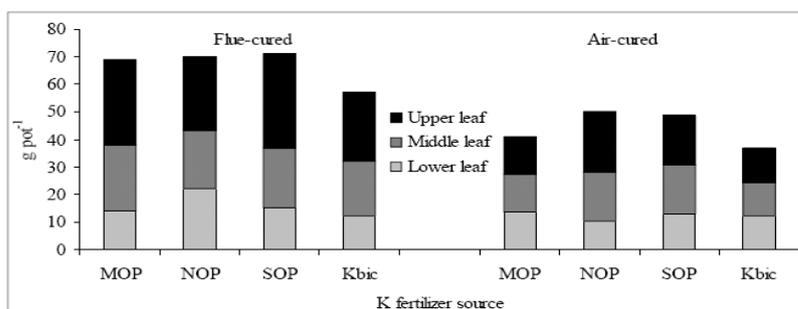


Fig. 1. Dry matter production of flue-cured and air-cured tobacco leaves with different sources of K fertilizers.

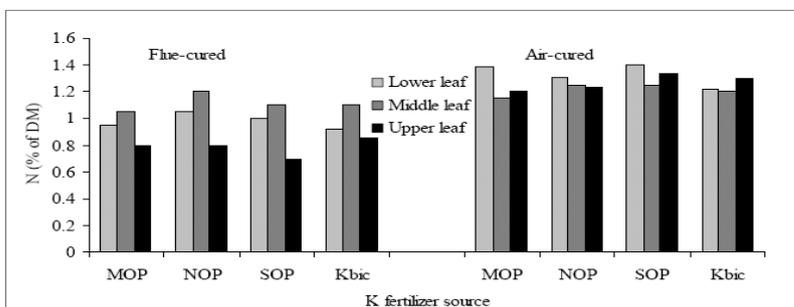


Fig. 2. N concentration (percent in DM) in flue-cured and air-cured tobacco leaves with different sources of K fertilizers.

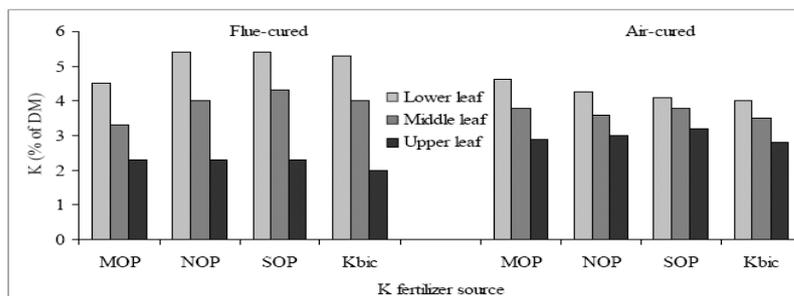


Fig. 3. K concentration (percent in DM) in flue-cured and air-cured tobacco leaves with different forms of K fertilizers.

氯

在两个试验中，烟叶中氯的浓度均在氯化钾处理下最高。烟草行业中普遍认为烟叶中氯浓度低于1%是精品烟的必要条件。当氯浓度超过2%时，烟叶则失去了其商业价值。

水溶性碱

烟叶的燃烧性与水溶性灰分碱度 (WSA) 有密切的相关关系。尤其是水溶性灰分碱度与全氮的比值能准确表明相对于物质产出比，两者比值越高表明烟草的燃烧性越好。在两个试验中，氯化钾处理下水溶性灰分碱度与全氮的比值最低，其燃烧性也最差，这也与氯含量较高有一定关系。硝酸钾、硫酸钾和重碳酸钾等处理下水溶性灰分碱度没有差异。由于烤烟试验中重碳酸钾处理下全氮的含量最低，从而使得水溶性灰分碱度与全氮的比值最高。硝酸钾和硫酸钾处理下水溶性灰分碱度与全氮的比值差异较小。因而，相比钾和氯对烟草燃烧性的显著影响，烟叶的含硫量则对燃烧性的影响非常小。

法国-田间试验 (2001)

材料与方法

试验于2001年在法国东部的Pôle d'Aspach实验站进行，该实验站位于法国第二大烟草种植区内。本试验用于进一步验证不同施肥时间下氮和钾的施用效果。试验设置3个处理，每个处理的施肥量相等，即N156 kg/hm²，P₂O₅ 100 kg/hm²，K₂O 400 kg/hm²。施用的肥料为硝酸铵、硝酸钾、硫酸钾和一种可溶性硫酸钾。3个处理为：

T1: 常规移栽施肥 (硝酸铵 466 kg/hm² + 硫酸钾 800 kg/hm²)，使用沥干架进行滴灌 (CK)；

T2: 常规移栽施肥 (硝酸铵 299 kg/hm² + 硫酸钾 400 kg/hm²)，且在移栽后3周内每周滴灌施入硝酸铵 56 kg/hm² + 硫酸钾 40 kg/hm²，然后7周内每周滴灌施入硫酸钾 40 kg/hm²；

T3: 常规移栽肥 (硝酸铵 299 kg/hm² + 硫酸钾 400 kg/hm²)，移栽后10周内每周滴灌施入硝酸钾43.5 kg/hm²。

试验结果

在这两个大田试验中，分析测定了烟叶的产量和品质参数 (依据烟草行业标准)。表3为烟叶的产量，反应了先施氮肥后施钾肥能够更好的满足作物生长的需要。表4也表明了烟叶的品质与其产量关系紧密。处理2中烟叶的氮和氯浓度最低，而钾的浓度适中，三者浓度都能满足烟草行业标准的标准。另外，硫的浓度也未超过0.65% (这个含量被认为是开始影响燃烧性的临界值)。

等级指数分析表明，移栽后前3周施用氮肥有利于这两个品种烟草品质的提高 (表5)。此处理在弗吉尼亚烤烟上效果更为明显，其A级烟草约占60%。

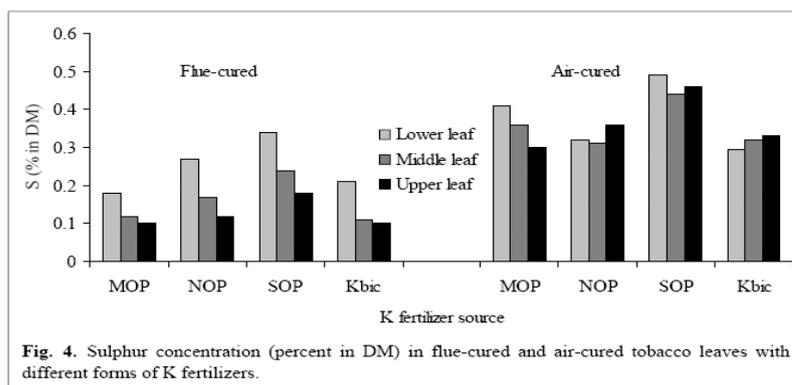


Fig. 4. Sulphur concentration (percent in DM) in flue-cured and air-cured tobacco leaves with different forms of K fertilizers.

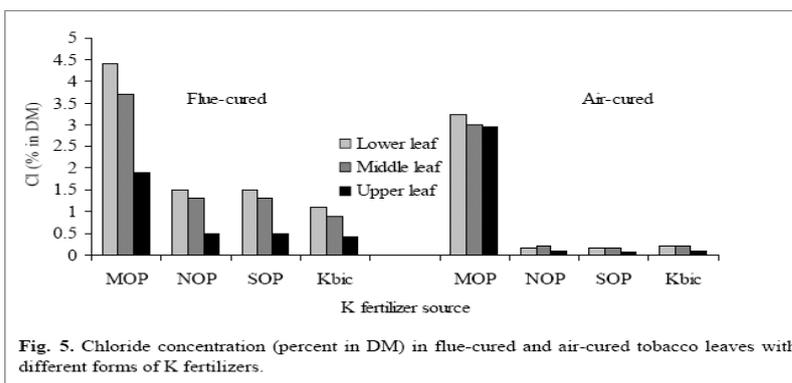


Fig. 5. Chloride concentration (percent in DM) in flue-cured and air-cured tobacco leaves with different forms of K fertilizers.

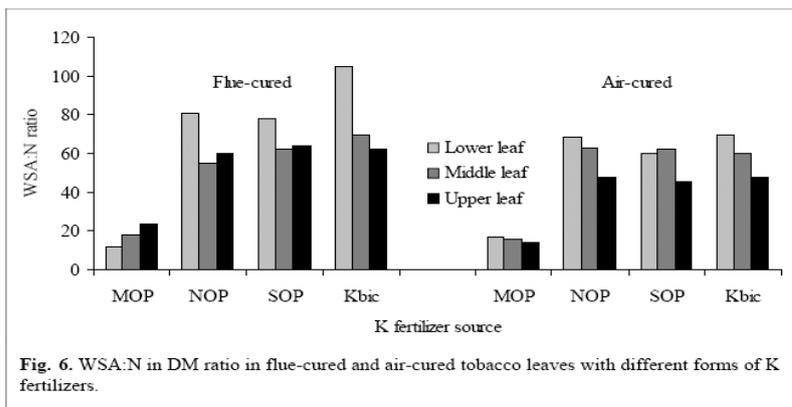


Fig. 6. WSA:N in DM ratio in flue-cured and air-cured tobacco leaves with different forms of K fertilizers.



Table 3. Influence of the treatments on tobacco yield.

Treatment	Black tobacco	Virginia tobacco
	-----g ha ⁻¹ -----	
T1	14,396 b	9,587 c
T2	15,650 a	11,637 a
T3	14,743 b	10,309 b
SE	890 kg	444 kg
CV %	6.00	4.40

Table 4. Mineral composition of the leaves (%).

Treatment	Black tobacco				Virginia tobacco			
	N	K	Cl	S	N	K	Cl	S
	-----%-----							
T1	2.09	3.21 a	0.38 b	0.56 b	1.08 a	2.26 a	0.12 a	0.43 a
T2	2.06	3.09 b	0.35 c	0.60 a	1.04 b	2.23 b	0.10 b	0.44 a
T3	2.08	2.88 c	0.47 a	0.51 c	1.08 a	2.17 c	0.13 a	0.34 b
SE	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04
CV %	1.2	0.6	2.6	0.3	0.8	0.6	4.4	0.8

古巴—田间试验 (1997/2001)

为了确定生产雪茄用的避光生长的黑烟草（品种为“Criollo 98”）的最适施肥时机和施肥量，我们在Pinar del Río省San Juan y Martinez的烟草实验站布置了5处理的烟草滴灌施肥试验。

材料与方

根据最新的美国土壤系统分类，该实验站的土壤为老成土，具有富含铁铝的，由石英石发育而成的黄土且伴有盐分淋洗等特征。试验在长条形地块上进行，设置5个处理，每个处理4个重复。

施用的肥料分别为硝酸铵、硝酸钾和一种可溶性硫酸钾。本试验的5个处理详见表6所述，其中各处理的N, P₂O₅和K₂O施用量一致，分别为125 kg/hm², 51 kg/hm²和188 kg/hm²，但施肥次数和施肥方法不同。试验所用的烟草品种为该实验站培育出来的“Criollo 98”。这一品种的烟叶最大宽度为33-36cm，长度为53-58cm，潜在的均产为2250 kg/hm²，具有广泛的抗病性。移栽后20~25天随机采取5株/小区烟草用于测产和分析。中部叶的长度、宽度和干物重的测定参考Torrecilla等（1980年）的方法。烟草的燃烧性根据Guardiola（1992年）提出的方法测定。烟草栽培的所有过程都按外包烟叶要求的农业措施进行，于11月中旬移栽，2月初收获。

Table 5. Grade index for black and Virginia tobacco (%); grades: from A, high quality to E, low quality (classification used by European tobacco industry).

Treatment	Black tobacco					Virginia tobacco				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
T1	17	36	0	0	47	22	2	6	0	71
T2	21	20	11	0	47	59	4	12	0	26
T3	21	14	13	0	52	36	11	15	0	38

Table 6. Treatments for the Cuban experiment.

Treatment	Type	K fertilizer	Method	N; K fertigation
T1	Farmer's practice	SOP	Manure + fertigation	0 to 18 DAT
T2	Recommended program, based on absorption curves	SOP	Basal dressing + fertigation	N fertigation from 0 to 21 DAT; K fertigation from 0 to 28 DAT
T3	Standard program	SOP	Fertigation only	N and K fertigation from 0 to 21 DAT
T4	Program based on NOP	NOP	Basal dressing + fertigation	N and K fertigation from 0 to 28 DAT
T5	T5 = T2 without basal dressing	SOP	Fertigation only	N fertigation from 0 to 21 DAT; K fertigation from 0 to 28 DAT

DAT – days after transplanting.

结果和讨论

3年试验期间平均温度、相对湿度和降雨量与25年来同一时期的平均值没有显著的差异。各试验小区土样的测定于每季作物收获前后进行，分析表明土壤pH，有机质，有效磷和速效钾的含量变化非常小（表7）。值得一提的是，土壤K/Ca比，Ca/Mg比和pH是按照1988年Morejón针对古巴情况提出的推荐量进行。



Table 7. Soil analysis before and after the experiment.

Treatment	pH	Organic matter	Concentration in soil	
			K ₂ O	P ₂ O ₅
		%	-----mg 100 g ⁻¹ -----	
Before	6.02	2.59	15.79	46.50
After (T1)	6.10	2.44	14.41	39.26
After (T2)	5.90	2.54	15.45	37.87
After (T3)	6.05	2.49	15.63	43.62
After (T4)	6.00	2.42	15.57	44.75
After (T5)	6.12	2.50	15.23	45.38

Table 8. Influence of the treatments in the biological indices.

Treatment	Length		Width		Dry matter		Combustibility ^(*)
	-----cm-----				g		seconds
T1	46.75	c	27.5	b	3.90	c	18.50
T2	59.75	a	33.2	a	4.85	a	24.25
T3	48.50	bc	26.2	b	4.11	b	22.50
T4	48.00	bc	27.0	b	3.18	d	28.50
T5	51.50	b	28.0	b	3.87	c	26.25
SE	1.13		0.77		0.27		-
CV %	4.59		5.64		2.95		-

^(*) According to Guardiola (1992), combustibility is considered low (0-5 sec.); acceptable (6-10 sec.); good (11-20 sec.) and excellent (>20 sec.).

由表8可知，所有处理的叶长、叶宽、干物重和可燃性都好于对照（即农民常规施肥）。除了对照外，所有处理烟草的燃烧性都很好。T2处理通过基施肥，配合N、K滴灌施肥（硫酸钾为钾源，氮肥滴灌施肥一直到移栽后的第21天，钾肥到第28天）的方法，能够达到最大干物质产量。T4处理通过基施肥，配合N、K滴灌施肥（硝酸钾为钾源，N、K滴灌施肥一直到移栽后的第28天），能够达到最好的燃烧品质。

表9为产量及其产量构成。T2处理的出口用外包的烟草的产量最高，因而能明显增加经济效益。T2处理中用于外包出口、国内销售及制作雪茄的烟草产量都是最高，说明硫酸钾配合短期的氮肥滴灌（滴灌施肥至移栽后第21天，以减少氮素的负面效应）和较长的钾肥滴灌施肥（滴灌施肥至移栽后28天），效果较好。

总之，在古巴生长条件下，移栽后7到28天进行4次滴灌施肥能够显著增加出口外包烟叶的产量和品质。

根据以上试验结果，我们推荐烟草种植者施用滴灌施肥技术，及烟草营养生长的第一阶段控制氮肥的施用，充分发挥后期施钾的效应。

Table 9. Influence of the treatments on yield and quality of production.

Treatment	Wrapper for export		Wrapper for national consumption		Binder and filler		Total yield	
	-----kg ha ⁻¹ -----							
T1	674.05	b	395.87	bc	621.32	d	1,691.24	d
T2	898.69	a	507.87	a	833.67	b	2,237.23	a
T3	661.62	b	343.17	c	764.87	c	1,769.66	c
T4	443.95	c	449.15	ab	913.25	a	1,806.35	bc
T5	499.20	c	443.77	b	873.94	ab	1,816.91	b
SE	20.18		20.06		15.80		14.55	
CV %	7.00		10.28		3.96		1.65	

中国- 田间试验 (1997)

材料与方 法

与其他作物上的试验一样，叶面喷施可溶性硫酸钾能够显著提高产量及烟叶中钾的含量。另外，由于没有叶面施用的氮，烟叶中氮浓度的减少也有利于烟草的成熟。

试验是在中国和法国进行的。在中国广东省布置的试验中，每盆中N, P₂O₅, K₂O的施用量一致，分别为120 kg/hm², 60 kg/hm², 200 kg/hm²。烟苗移栽后第45, 55, 65天分别进行叶面喷肥。不同试验处理用于确定叶面喷肥中钾的适宜浓度（表10）。

Table 10. Effect of foliar application on tobacco leaf. Data from Hong He Tobacco Research Station.

Treatment	K content in leaf	Total yield	Upper leaves	Middle leaves
	%	-----kg ha ⁻¹ -----		
Control	1.66	2,709	1,524	838
Soluble SOP 2%	2.04	2,795	1,595	840
Soluble SOP 4%	2.17	3,062	1,628	970
Soluble SOP 6%	2.25	2,894	1,610	929

结果

结果证实了增加叶面喷肥中钾的浓度高至6%能够增加烟草叶片中钾的含量，进而有利于增产。叶面喷施的可溶性硫酸钾的含钾量达到4%时能够得到最大产量3062 kg/hm²。可溶性硫酸钾的含钾量达到6%时能显著增加烟叶中钾的浓度（至2.25%），但是不能持续不断地增产。叶面喷施4%的可溶性硫酸钾使烟草品质最好（数据未列）。

增加叶面喷施钾浓度能够显著影响烟叶中钾的含量，使其从1.66%增加至2.25%。与对照相比，叶面喷施钾肥处理下上部和中部的烟叶也有一定的增产。就叶面喷肥而言，低量喷施硫酸钾不能够很好的解释烟叶中钾含量增加的原因。这可能的原因为：在含钾量低而其他元素充足的烟叶上喷施钾肥，能够改善蔗糖（和钾）在韧皮部由枝条到根部的运输，且能量也可能随之被供应到根部，促进根的生长，从而增加了由土壤中泵入的钾。叶面喷施钾素和任何方式促进钾的吸收，都能够有利于改善水分条件，光合作用和蛋白质的合成等。

结论

通过在不同地区布置的一系列试验，就所开展试验的条件下，我们得出以下结论：

1. 钾肥是保证烟草生长过程中品质状况的先决条件，钾肥能够改善烟草的烘烤性和可燃性。

2. 钾肥和氮肥分施有利于氮钾的供应及其供应时机的调整，大多能够改善烟草的质量特征。

3. 氯化钾能够改变烟叶中氮的代谢和降低其燃烧性，显著降低了烟叶的品质。

4. 在法国进行的试验表明，若水分不是限制因素的条件下，钾肥分次施用通常是一个更有效的方法。在滴灌栽培的作物系统中，当钾吸收达到最大且氮不是限制因素时，可以施用硫酸钾和重碳酸钾。在古巴布置的试验表明，硝酸钾只能在烟草生长初期施氮受限制的条件施用。

5. 在严重缺钾或钾素被土壤性质限制条件下，叶面喷施钾肥是一种非常有效的供钾方法。它能够增加根部对钾的吸收，进而提高被认为是烟草行业重要质量指标的烟叶中钾的含量。



补充阅读

Anderson, P.J., T.R. Swanback, and O.E. Street. 1932. Potash Requirements of the Tobacco Crop. Conn. Agr. Exp. Sta. Bul. 334.

Chen, G. 1997. Techniques for Farming and Curing Tobacco. Baoshan Tobacco Company, Yunnan province.

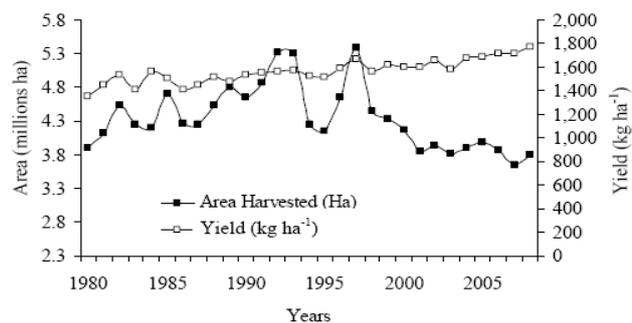
Chouteau, J., and D. Fauconnier. 1988. Fertilizing for High Yield and Quality: Tobacco; IPI Bulletin 19, International Potash Institute, Horgen, Switzerland. 53 p.

- Cuba, Ministerio de la Agricultura. 2001. Instituto de Investigaciones del Tabaco. Manual Técnico para el Cultivo del Tabaco negro Tapado. La Habana: SEDAGRI/AGRINFOR. 36 p.
- Cuba, Ministerio de la Agricultura. 1988. Instituto de Investigaciones del Tabaco Instructivo Técnico para el Cultivo del Tabaco. La Habana: SEDAGRI/AGRINFOR. 128 p.
- Dadgari, R. 1974. Study of the Influence Exerted by Some Chemical Constituents on Tobacco Combustibility. *A. du Tabac*, sect. 2, 11, Bergerac, SEITA.
- Etourneau, F., and B. Bourrié. 1995. Effect of Sulphate of Potash Fertilization on Nutrients Uptake by Flue-Cured Tobacco under Alsacian Conditions. Joint meeting of agronomy and phytopathology group, CORESTA, Oxford, UK.
- Guardiola, J.M., and M. Torres. 1992. Procedimiento para medir la combustión de las hojas del tabaco negro. San Antonio de los Baños: Instituto de Investigaciones del Tabaco.
- Hernandez, A., J.M. Perez Jimenez, O. Ascanio, F. Ortega, L. Avila, A. Cardenas, A. Marrero, N. Castro, J. Baisre, A. Obregon, J. Ruiz, D. Bosch, M. Reverol, N. Companioni, R. Villegas, I. Cuellar, M. Castellanos, G.S. Tatevosian, L.L. Shishov, O.A. Agafonov, and V.S. Shishova. 1975. Second Clasificación de los suelos de Cuba. – La Habana: Revista Agricultura. 8(1):47-69.
- Jones J.L., and M. Rasnake. 1985. Effects of KCl vs K₂SO₄ on the Yield and Quality of Virginia Suncured Tobacco. *Tob. Sci.* 29:12-13.
- Marchand, M., and B. Bourrié. 1996. Efficiency of Various Grades of Potash Fertilisers on the Production and on the Chemical Composition of Tobacco Leaves. CORESTA Congress, Yokohama, Japan. 3-8 November.
- Marchand, M., and B. Bourrié. 1998. Sulphate of Potash: The Potash Fertilizer for Quality Tobacco. Tobacco Seminar, Tobacco Research Institute of China, Qingzhou, China.
- Marchand, M. 1999. Foliar Application of Potash Fertilizer: Another Way to Enhance Tobacco Quality. Joint meeting of agronomy and phytopathology group, CORESTA, Suzhou, China 10-14 October 1999.
- Marchand, M., and B. Bourrié. 2002. Efficiency of Potash Fertilizers Applied in Fertigation on the Production and Chemical Composition of Tobacco Leaves, CORESTA Congress, New Orleans, USA 22-27 September 2002.
- McCants, C.B., and W.G. Woltz. 1967. Growth and Mineral Nutrition of Tobacco. *Advances in Agronomy* n° 19. p. 211-265.
- McGee, H.A., and J.M. Lewis. 1946. Tobacco Production. Clemson Agri. College Circ. 287.
- Mengel, K., and E.A. Kirkby E.A. 1987. Principles of Plant Nutrition, International Potash Institute, 4th edition 1987. 573 p.
- Morejón, L. 1988. Evaluación de diferentes métodos y criterios para determinar requerimientos de cal en suelos tabacaleros de la provincia de Pinar del Río. 95 p. Tesis (Doctor en Ciencias Agrícolas) Ciudad de la Habana. Instituto de Suelos, MINAG.
- Papenfus, H.D. 1991. Fundamental Principles of Topping, Suckering and Harvesting, and their Influences on Modifying Leaf Quality and Style. Second National Member's Congress of China Tobacco Society, Beijing, September.
- Papenfus, H.D. 1994. Proposal to Improve the Fertilisation of Programme for Traditionally Irrigated Malaysian Flue-Cured Tobacco on Bris Soils. By courtesy of Rothmans International.
- Papenfus, H.D. 1996. Integrated Crop Management for High Quality Flue-Cured Tobacco Production. Agro Expo China Beijing.
- Ryding, W.W. 1981. Effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium on Flue-Cured Tobacco in Zimbabwe. *Zimbabwe J. Agric. res.* 19, 1.
- Smith, W.D. 1987. Tobacco Response to Sulphur on Soils Differing in Depth to the Argilic Horizon. *Tob. Sci.* 31:36-39.
- Soil Survey Staff. 1994. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture. Soil Conservation Service. New York: Government Printing Office. 306 p.
- Torrecilla, G., A. Pino., P. Alfonso, and A. Barroso. 1980. Metodología para las mediciones de los caracteres cualitativos de la planta de tabaco. *Cienc. Téc. Agric. Tabaco.* 3(1):21-61.
- Wan Azman. 1992. Influence of Soil Types on the Performance of Tobacco as Affected by Rates and Sources of Nitrogen Fertiliser. International conference on fertiliser usage in the tropics, the Malaysian Society of Soil Science, Kuala Lumpur.



Area and productivity of tobacco, 1980-2008

Total world production of tobacco in 2008 was 6.7 million mt, of which 2.8 million mt were produced in China, followed by Brazil (0.8), India (0.5) and the USA (0.36 million mt). While global area decreased from 5.3 million ha in the 90s to 3.8 million ha in 2008, productivity improved steadily and reaches now 1,770 kg ha⁻¹ (unmanufactured). Data from FAOSTAT, accessed September 2010.



该文也可在国际钾肥研究所网站“[区域活动/WANA](#)”栏目找到。

研究报告

不同类型生态区稻-稻种植制度中钾肥效应及钾素平衡研究

廖育林^{3,3}, 郑圣先^{1,3}, 聂军^{1,3}, 鲁艳红^{1,2,3}, 谢坚^{1,3}

摘要

本文研究了丘陵生态区和洞庭湖生态区稻-稻种植制度中, 钾肥和磷肥、氮肥配施对水稻产量和钾肥效应及钾素平衡的影响。结果表明, 在丘陵生态区红黄泥田施钾量为 0、112.5、150 和 187.5K₂O kg/hm² 时, 施钾水平 150K₂O kg/hm² 时产量较高; 洞庭湖生态区紫潮泥田中缓效钾与速效钾含量均较高, 施钾效应不明显。两种类型生态区土壤上, 氮肥增产效果明显地大于钾肥。通过测定秸秆和籽粒中钾含量与施钾量的对比确定肥料钾利用率。在水稻吸收钾养分方面, 丘陵生态区红黄泥田上的 3 个施钾处理的两季水稻吸收来自肥料钾的百分比, 均高于洞庭湖生态区的紫潮泥田上的处理。丘陵生态区红黄泥田上的 3 个施钾处理中, 早稻钾素利用率平均为 35.0%, 晚稻为 51.8%; 洞庭湖生态区紫潮泥的 3 个施钾处理中, 早稻钾素利用率平均为 27.1%, 晚稻为 42.6%。肥料氮的利用率随钾肥施用量增加而提高, 这一趋势在晚稻上更为明显。每季水稻施钾 112.5、150、187.5K₂O kg/hm² 时, 钾素平衡出现亏缺。在早稻施氮量 165 kg N /hm² (丘陵生态区), 150 kg N /hm² (洞庭湖生态区) 和晚稻施氮量 180 kg N /hm² 的条件下, 两种类型生态区土壤上的氮素平衡中氮均出现盈余, 且氮素盈余量随钾肥用量的增加而下降。

关键词: 稻-稻种植制度; 钾肥; 钾肥效应; 钾素平衡。

稻-稻种植制度是南方水稻种植区的一个重要生产体系, 为我国贡献了许多的粮食。但是因为土壤缺钾而出现了土壤肥力下降和水稻产量的降低。近年来, 随着水稻品种质量的改善和氮、磷肥用量的加大, 水稻产量还保持在一个较高的水平, 但钾素施用量和利用率都不高。农民从他们的稻田移走所有的稻草作为燃料和家畜饲草, 稻田土壤缺钾问题也会越来越严重 (Wihardjaka *et al.*, 1999; Yadav, 1998)。或为易于耕地操作而燃烧秸秆, 在失去土壤有机质的同时, 也带来养分肥力的降低。因为类似的原因, 印度也出现了类似的土壤钾素亏缺和土壤肥力降低的问题 (Romheld and Kirkby, 2010)。在目前施肥情况下, 农田三要素的平衡中, 钾素一般处于亏缺状态, 有的还严重亏缺。为了维持和提高土壤钾素肥力, 使水稻高产稳产, 应充分注意土壤钾素的平衡问题 (Wang *et al.*, 2005)。因此, 了解不同稻-稻种植区土壤的供钾特性, 充分发挥稻田土壤潜在的供钾能力, 合理施用钾肥等仍将是维持水稻高产和稻田土壤钾可持续利用的关键。做好稻田钾肥管理是实现水稻高产和维持土壤钾素平衡的基础, 对稻-稻种植制度来说, 一种理想施肥策略主要是在不过量施用条件下施用足够的钾到土壤, 施钾是维持稻-稻种植制度中各季水稻产量的一种重要措施。

为了达到钾肥的施用量与稻-稻种植周期中各季水稻的生理需钾量相一致和达到钾肥合理分配以及最佳经济效益的目的, 研究钾素利用效率和钾素平衡状况就十分必要。为此, 2005-2006 年在湖南不同生态区水稻土上, 进行了钾肥对水稻产量和钾肥效应及土壤钾素平衡的研究, 旨在为湖南不同生态区水稻土的钾肥合理施用提供科学依据。

材料与方法

试验概况

试验点位于湖南长沙县干杉乡和沅江市熙和乡。长沙县干杉乡的土壤为第四纪红土发育的红黄泥田 (丘陵生态区), 沅江市熙和乡的土壤为湖积物发育的紫潮泥田 (洞庭湖生态区)。供试土壤的主要化学性质见表 1。

表 1 供试土壤的主要化学性质

地点	土壤名称	生态类型区	pH*	有机质 (g/kg)	全 N (g/kg)	速效 N (mg/kg)	速效 P (mg/kg)	缓效 K (mg/kg)	速效 K (mg/kg)
长沙县	红黄泥田	丘陵生态区	5.7	38.7	12.2	196.5	19.9	115.0	106.6
沅江市	紫潮泥田	洞庭湖生态区	7.3	46.0	24.4	216.0	17.9	349.0	131.0

*土水比 1:2.5(w/w).

(1) 湖南省土壤肥料研究所, 湖南长沙 410125。(2) 湖南农业大学资源与环境学院, 湖南长沙 410128。(3) 农业部望城水稻土生态环境重点野外观测实验站, 湖南长沙 410125。

通讯作者: 廖育林, ylliao2006@126.com

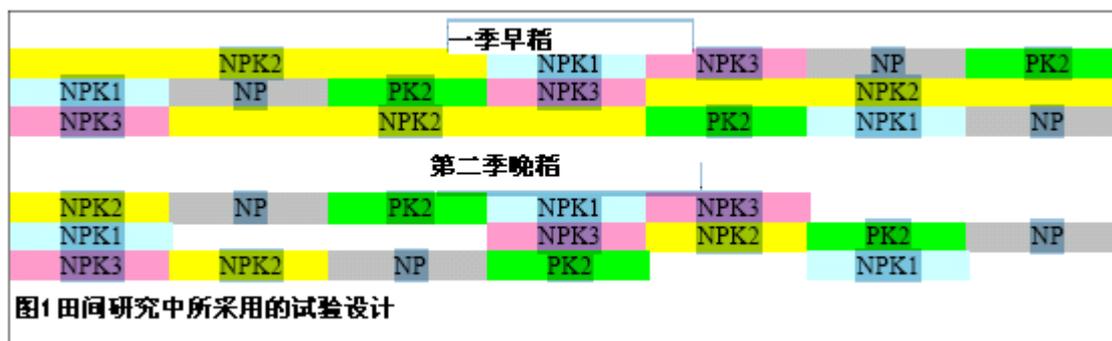
试验设计

试验设5个处理：NP；PK₂；NPK₁；NPK₂；NPK₃（见图1）。K₂的用量为150K₂O kg/hm²，K₁的用量为K₂的75%（112.5K₂O kg/hm²），K₃的用量为K₂的125%（187.5K₂O kg/hm²）。种植中晚稻仍为5个处理，即早稻的NPK₂小区裂为3个小区：NPK₂、NP和PK₂，加上早稻的NPK₁和NPK₃。除PK₂处理之外，其它处理早稻施氮165N kg/hm²（丘陵生态区）和150N kg/hm²（洞庭湖生态区），晚稻180N kg/hm²，氮肥的2/3于插秧前耙入土中，余下的1/3在分蘖期追施。磷肥作基肥于插秧前施入（早稻90 P₂O₅ kg/hm²，晚稻45 P₂O₅ kg/hm²）。钾肥也是作为基肥施入。小区面积20m²，重复3次，随机区组排列。两个试验点的供试杂交早稻组合为八两优100，杂交晚稻组合为威优64（长沙县）和 I 优198（沅江市）。早稻于4月下旬插秧，7月中旬收获，株行距 16.7cm×20cm。晚稻于7月中旬插秧，10月下旬收获，株行距20cm×20cm。早稻和晚稻分别在7月中旬和10月下旬收获。

表 2 试验各处理施肥量 单位：kg/hm²

处理	早稻			晚稻		
	N(*)	P ₂ O ₅	K ₂ O	N(*)	P ₂ O ₅	K ₂ O
NP	165/150	90	0	180	45	0
PK ₂	0	90	150	0	45	150
NPK ₁	165/150	90	112.5	180	45	112.5
NPK ₂	165/150	90	150	180	45	150
NPK ₃	165/150	90	187.5	180	45	187.5

说明：165、150 kg/hm²分别是长沙县和沅江县的氮肥用量。



测定方法与计算方法

土壤中的 pH、有机质、全氮、速效氮、速效磷、缓效钾和速效钾及植株中全钾、全氮均采用常规分析。所有数据均采用 SPSS 系统软件统计检验。钾素的输入包括施入的钾和根茬归还钾量，输出量包括水稻吸收的钾量。氮素的输入包括氮肥和根茬归还氮量，输出量包括水稻吸收氮量和氮素挥发损失量。氮素挥发损失的量根据湖南近年来有关试验的参数进行计算。

结果

不同类型生态区施用钾肥对水稻产量的影响

丘陵生态区早稻和晚稻的 3 个施钾处理与不施钾肥处理产量之间的差异达到显著水平或极显著水平（表 3），但 NPK₃ 和 NPK₂ 处理之间的差异没有达到显著水平，这说明在供试土壤钾素肥力水平和生产条件下，NPK₂ 处理（150K₂O kg/hm²）已经达到较高产量。洞庭湖生态区早稻和晚稻的 3 个施钾处理增加了水稻产量，但与 NP 之间的差异没有达到显著水平，说明在供试土壤钾素肥力水平和生产条件下，土壤钾可以满足作物较高产量的需要。丘陵生态区红黄泥田上早稻每施入 1kgK₂O 生产稻谷 1.78~2.78kg，晚稻 1.48~2.40kg，洞庭湖生态区紫潮泥田上早稻每施入 1kgK₂O 生产稻谷 0.62~1.33kg，晚稻 0.44~1.33kg。按平均计，丘陵生态区红黄泥田上两季水稻每施入 1kgK₂O 生产的稻谷平均为 2.15kg，洞庭湖生态区平均为 1.0kg。丘陵生态区红黄泥田施钾的农学效率高于洞庭湖生态区紫潮泥田。



表3 不同类型生态区施用钾肥对水稻产量的影响

处理		早稻产量 (kg/hm ²)	晚稻产量 (kg/hm ²)	农学效应 (kg grain /kg K ₂ O)	
早稻	晚稻			早稻	晚稻
丘陵生态区					
NP	NP	7283.3 c ¹	7983.3 c	/	/
NPK ₁	NPK ₁	7483.3 b	8150.0 b	1.78	1.48
NPK ₂	NPK ₂ (1-1)	7700.0 a	8333.3 a	2.78	2.33
NPK ₃	NPK ₃	7683.3 a	8433.3 a	2.13	2.40
洞庭湖生态区					
NP	NP	7666.7 a	8316.7 a	/	/
NPK ₁	NPK ₁	7800.0 a	8366.7 a	1.18	0.44
NPK ₂	NPK ₂ (1-1)	7866.0 a	8516.6 a	1.33	1.33
NPK ₃	NPK ₃	7783.3 a	8517.3 a	0.62	1.07

注：小写字母表示处理间差异达 5% 的显著水平，下同。

不同类型生态区稻-稻种植制度中水稻对肥料钾和肥料氮素利用率

由差值法测得的丘陵生态区红黄泥田的 3 个施钾处理早稻表观钾素利用率平均为 35.0% (33.5~36.7%)，晚稻平均为 51.8% (47.3~55.8%)。洞庭湖生态区紫潮泥田的 3 个施钾处理早稻钾素利用率平均为 27.1% (26.1~27.8%)，晚稻平均为 42.6% (36.9~48.7%)。按两季水稻平均计，丘陵生态区红黄泥田的 3 个施钾处理两季水稻钾素利用率平均为 43.4%，比洞庭湖生态区紫潮泥田的 3 个施钾处理的 34.9%，高出 8.5 个百分点 (表 4)。在丘陵生态区红黄泥上，早稻 3 个施钾处理的表观氮素利用率平均为 32.7% (30.3~34.1%)，晚稻平均为 34.6% (32.2~35.3%)；在洞庭湖生态区紫潮泥田上，早稻 3 个施钾处理的氮素利用率平均为 34.6% (33.5~35.3%)，晚稻平均为 35.0% (34.2~36.3%)。氮素利用率是按地上部植物吸收肥料氮量除以施入土壤中肥料氮量计算的，对于给定氮肥用量来说，肥料氮的利用率随钾肥的施用而提高，这一趋势在晚稻上更为明显。

表4 不同类型生态区稻-稻种植制度中氮和钾的利用率

处理	丘陵生态区			洞庭湖生态区		
	早稻	晚稻	平均	早稻	晚稻	平均
钾利用率(%)						
NPK ₁	36.7	52.4	44.6	27.3	48.7	38.0
NPK ₂	34.7	55.8	45.3	26.1	42.3	34.2
NPK ₃	33.5	47.3	40.4	27.8	36.9	32.4
氮利用率(%)						
NPK ₁	30.3	32.2	31.3	33.5	34.5	34.0
NPK ₂	33.2	35.3	34.3	34.9	36.3	35.6
NPK ₃	34.1	36.3	35.2	35.3	34.2	34.8
NP	25.8	23.0	24.4	25.6	20.9	23.3

不同类型生态区稻-稻种植制度中钾氮养分的平衡

钾素的输入项中包括钾肥和根茬钾的归还量，输出项主要是水稻吸收的钾。从不同类型生态区 2 季水稻总的钾素平衡结果可以看出 (表 5)，在钾素总输入项中，总输入量随钾量施用量的增加而显著增加。在钾素的输出项中，水稻输出量随钾素总输入量的增加而增加。从不同类型生态区土壤钾素输出量的情况来看，洞庭湖生态区紫潮泥田的钾素量明显的高于丘陵生态区红黄泥田，这可能由于该区土壤钾含量较为丰富所致。当施钾量从每季 112.5K₂O kg/hm² 增至每季 187.5K₂O kg/hm² 时，两季水稻吸钾量随钾肥施用量无明显增加，而钾素亏缺却随钾肥施用量的增加而降低，相应的两季水稻总产量也没有随钾肥施用量的增加而提高。洞庭湖生态区 NP 处理早稻和水稻吸钾量之和 (表 4) 要远远高出丘陵生态区稻田红黄泥田之和，这可以从另一个角度说明该生态区土壤水稻施钾不增产的重要原因。

表 5 不同类型生态区稻-稻种植制度中不同处理的钾素平衡状况(kg K₂O/hm²)

处 理	早 稻			晚 稻			全 年 总 计		
	输 入	输 出	亏 缺	输 入	输 出	亏 缺	输 入	输 出	亏 缺
丘陵生态区									
NP	0	129.6	129.6	3.5	186.8	183.3	3.5	316.4	312.9
NPK ₁	112.5	170.9	58.4	116.2	245.8	129.6	228.7	416.7	188.0
NPK ₂	150	181.7	31.7	153.8	270.5	116.7	303.8	452.2	148.4
NPK ₃	187.5	192.4	4.9	191.1	275.4	84.3	378.6	467.8	89.2
洞庭湖生态区									
NP	0	164.7	164.7	3.7	245.7	242.0	3.7	410.4	406.7
NPK ₁	112.5	195.4	82.9	116.4	300.5	184.1	228.9	495.9	267.0
NPK ₂	150	203.8	53.8	153.8	310.0	156.2	303.8	513.8	210.0
NPK ₃	187.5	216.9	29.4	191.3	314.9	123.6	378.8	531.8	153.0

氮素的输入包括氮肥和根茬氮的归还量，输出项包括水稻吸收氮以及氮素的气态损失，氮素的气态损失量是根据近年作者有关试验的参数进行计算的，灌溉水中带入的养分大体和渗漏水带走的养分相当，故未将这两部分养分作为输入和输出计算在内。不同处理土壤氮素的收支平衡情况表明（表 6），两种类型生态区土壤都出现有盈余，其中丘陵生态区和洞庭湖生态区的 NP 处理分别为 81.8N kg/hm²和 43.8N kg/hm²，高于其它处理。本研究结果表明，丘陵生态区红黄泥田施氮的盈余量高于洞庭湖生态区紫潮泥田，同时氮素的盈余量与钾肥用量密切相关，氮素盈余量随钾肥用量的提高而下降。且在两种类型生态区的土壤上表现出同一趋势。

表 6 不同类型生态区稻-稻种植中不同处理的氮素平衡状况 (kg N/hm²)

处 理	早 稻			晚 稻			全 年 总 计		
	输 入	输 出	盈 余	输 入	输 出	盈 余	输 入	输 出	盈 余
丘陵生态区									
NP	165	115.1	49.9	186.4	154.5	31.9	351.4	269.6	81.8
NPK ₁	165	118.5	46.5	189.1	166.6	22.5	354.1	285.1	69.0
NPK ₂	165	123.3	41.7	189.2	172.2	17.0	354.2	295.5	58.7
NPK ₃	165	124.7	40.3	189.3	173.9	15.4	354.3	298.6	55.7
洞庭湖生态区									
NP	150	128.9	21.1	187.0	164.3	22.7	337.0	293.2	43.8
NPK ₁	150	137.9	12.1	189.7	178.5	11.2	339.7	316.4	23.3
NPK ₂	150	139.9	10.1	189.6	181.7	7.9	339.6	321.6	18.0
NPK ₃	150	140.5	9.5	189.7	178.0	11.7	339.7	318.5	21.2

注：1、丘陵生态区红黄泥田早稻和晚稻的 NP 处理氮素气态损失按 20.9%，NPK₁、NPK₂、NPK₃ 按 18.5%估计；

2、洞庭湖生态区紫潮泥田早稻和晚稻的 NP 处理氮素气态损失按 25.3%，NPK₁、NPK₂、NPK₃ 处理按 23.5%估计。

不同类型生态区稻-稻种植制度中不同施肥处理土壤速效钾含量变化

土壤速效性钾含量的变化与试前土壤原速效钾和缓效钾水平有关(Muneshwar et al.,2002)。因为施肥能改变土壤速效钾含量，所以试验前和试验后都进行了土壤速效钾的测试。在两个生态类型区，不施钾处理（NP）导致的土壤有效钾含量下降的幅度最大（表 7）。但洞庭湖生态区，土壤速效钾下降程度较小，可能与试前土壤速效钾和缓效钾含量较高有关。在两个生态类型区，施钾都减缓了土壤速效钾含量降低的程度。不施钾导致土壤速效钾含量降低，表明土壤钾素的净耗竭，也表明缓效钾转化成有效钾的速度变慢。

表 7 不同类型生态区稻-稻种植中不同处理土壤速效钾含量变化 (K₂O mg/kg)

处 理	丘陵生态区		洞庭湖生态区	
	早 稻	晚 稻	早 稻	晚 稻
试前土壤速效钾含量*	106.6; 115.0		131.0; 349	
NP	59.7c	53.4d	95.5d	95.5d
PK ₂	86.1a	83.3a	128.3a	128.3a
NPK ₁	63.5b	57.6c	108.4bc	98.2b
NPK ₂	66.3b	66.5b	97.7d	99.7b
NPK ₃	64.8b	67.3b	114.2b	100.3b

* 土壤有效钾含量；土壤缓效钾含量

讨论

整体上看，丘陵生态区稻-稻种植制度中施钾的效应大于洞庭湖生态区，土壤供钾能力的大小是施钾效应差异的主要原因，丘陵生态区第四纪红土发育的红黄泥田的缓效钾和速效钾含量明显低于洞庭湖生态区湖积物发育的紫潮泥田。湖积物发育的紫潮泥田的供钾能力较高，土壤中钾基本上能够满足水稻对钾素营养的需要，能够获得较高的产量。这一结果也与该生态类型区的钾素农学效率较低相一致。

在早稻施用 112.5~187.5K₂O kg/hm² 条件下，晚稻连续施用等量的钾，出现晚稻产量的增产幅度小于其他各施钾处理的早稻的增产幅度，说明施钾肥具有后效作用。两种类型生态区施用氮肥的增产效果和农学效应远远大于施用钾肥的，因此，在稻-稻种植制度中合理施用氮肥仍是实现水稻高产的关键，也是在缺钾稻田土壤上发挥钾肥增产效应的最主要措施。

肥料氮的利用率随钾肥施用量的增加而提高，这一趋势在晚稻上更为明显。该结果表明，施钾后有利于水稻吸收更多肥料氮，钾肥对水稻吸收肥料氮有明显的促进作用，且在两种类型生态区的土壤上，钾肥对水稻吸收肥料氮的促进作用是一致的。

在每季水稻施钾量为 112.5、150 和 187.5K₂O kg/hm² 的条件下，钾素平衡出现亏缺。在早稻施氮量 165N kg/hm² (丘陵生态区)，150N kg/hm² (洞庭湖生态区) 和晚稻施氮量 180N kg/hm² 的条件下，两种类型生态区土壤上的氮素平衡，均出现氮素盈余，且盈余量随钾肥用量的增加而下降。

致谢： 该研究得到了国际钾肥研究所的资助，也是国家十一五关键技术研发项目（2006BAD05B09）和湖南农科院科技创新项目(2009hnnkycx23)的一部分。感谢同事们提供基础性土壤数据，感谢协助田间试验开展的所有技术人员。

参考文献

- 鲍士旦, 徐国华. 稻麦轮作下施钾效应及钾肥后效[J]. 南京农业大学学报. 1993, 16(4): 43-48.
- 纪雄辉, 郑圣先, 鲁艳红, 等. 施用尿素和控释氮肥的双季稻田表层水氮素动态及其径流损失规律[J]. 中国农业科学, 2006, 39(12): 2521-2530.
- 刘德林, 聂军, 肖剑. ¹⁵N 标记控释氮肥对提高氮素利用效率的研究[J]. 激光生物学报, 2002, 11(2): 87-92.
- 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京: 中国农业科技出版社, 2000.
- Muneshwar, S., V.P. Singh, and D. Damodar Reddy. 2002. Potassium Balance and Release Kinetics under Continuous Rice-Wheat Cropping System in Vertisol. *Field Crops Res.*, 77:81-91.
- Römheld, V., and E.A. Kirkby. 2010. Research on Potassium in Agriculture: Needs and Prospects. *Plant and Soil* (in press).
- 王允青, 刘英, 况晶, 郭熙盛. 安徽江淮丘陵区杂交水稻钾肥效应初报[J]. 土壤肥料, 2005(3):36-38.
- Wihardjaka, A., G.J.D. Kirk, S. Abdulrachman, and C.P. Mamaril. 1999. Potassium Balances in Rainfed Lowland Rice on a Light-Textured Soil. *Field Crops Research*, 64(3):237-247.
- Yaday, R.L. 1998. Fertilizer Productivity Trends in a Rice-Wheat Cropping System under Long-Term Use of Chemical Fertilizers. *Experimental Agriculture*, 34:1-18.
- 郑圣先, 罗成秀, 戴平安. 湖南省主要稻田土壤供钾能力的研究[J]. 中国农业科学. 1989, 22 (1): 75~82.
- 郑圣先, 刘德林, 聂军, 等. 控释氮肥在淹水稻田土壤的去向及利用率[J]. 植物营养与肥料学报. 2004, 10(2): 137-142.

国际钾肥研究所学术活动

2010年3月

“钾肥施用和土壤管理对中美洲和加勒比地区农业可持续发展的重要性”的国际学术研讨会于2010年3月10-13日在萨尔瓦多首都圣萨尔瓦多召开。

Naumov, A.⁽¹⁾

中美洲和加勒比地区以其盛产和出口香蕉、柑橘、咖啡、棉花、花卉和甘蔗等农产品而出名。出口这些农产品也为该地区提供了主要的财政收入来源。依靠从事农业生产维持生计的农业人口占了该地区人口的绝大部分。另外，对很多农民来说，施肥技术非常传统落后，很少有人知道“平衡施肥”的概念，他们也基本不用钾肥。

事实上，维持农业系统的可持续，很大程度上依赖于通过平衡施肥技术提高土壤肥力、维持土壤可持续生产能力。钾肥对提高作物产量和农产品品质都非常重要，从而对提高农民收入和福利也起到很大作用。

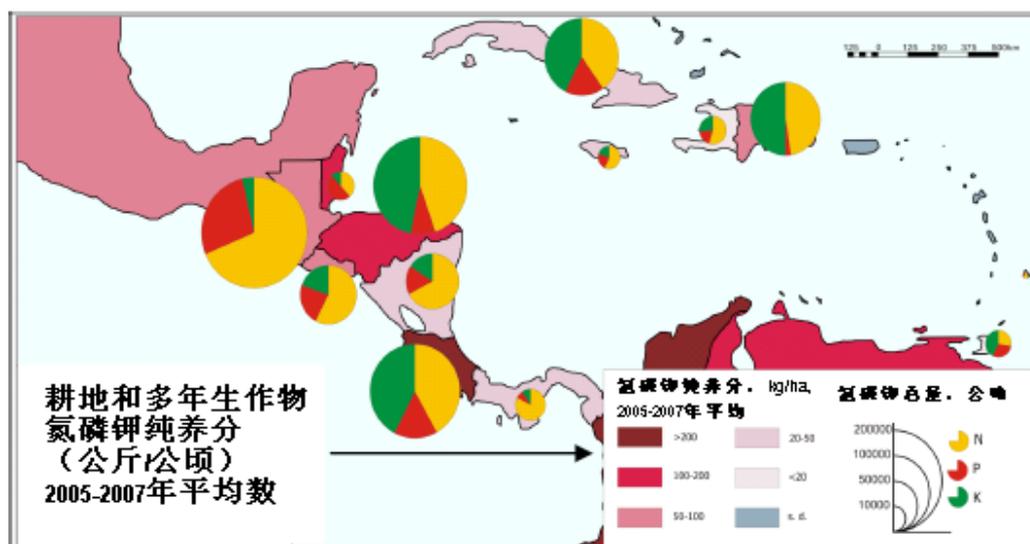
热带土壤在该地区面积很大，它们对养分缺乏和土壤肥力下降非常敏感。要显著提高该地区食物生产水平，必须把引进先进的农业生产和施肥技术放在优先考虑的地位。

为了交流经验和探讨未来发展方式，国际钾肥研究所和萨尔瓦多土壤学会联合组织，2010年3月10日至13日在萨尔瓦多首都圣萨尔瓦多召开了以“钾肥施用和土壤管理对中美洲和加勒比地区农业可持续发展的重要性”为主题的国际学术研讨会。国际钾肥公司和萨尔瓦多政府为本次研讨会的召开提供了赞助。

参加这次研讨会的有来自哥斯达黎加、古巴、多米尼加共和国、萨尔瓦多、危地马拉、洪都拉斯、尼加拉瓜和波多黎各的土壤学家和植物营养学家、农艺师等。研讨会邀请了来自阿根廷、巴西、哥伦比亚、法国、以色列、俄罗斯和美国的专家学者作报告。来自国际粮农组织(FAO)、美洲开发银行(Inter-America Development Bank)等相关国际组织的专家，以及来自肥料生产企业和农业商业公司的代表出席了会议。同时，研讨会主办方非常欢迎来自本地大学的年轻学生和科学家与会。



研讨会一角。摄影：A. Naumov。



中美洲和加勒比地区肥料用量示意图(氮磷钾总量, kg/hm²)。示意图由A. Naumov设计。数据来源: 国际肥料协会(IFA)和联合国粮农组织(FAO)。

(1) 国际钾肥研究所拉丁美洲协调员。E-mail: alexey.naumov@ipipotash.org。

大会报告主要涉及香蕉、咖啡、棉花、甘蔗、烟草、果树和蔬菜、玉米、水稻和大豆的合理施肥问题（这些报告可以在线获得：<http://www.ipipotash.org/speech/index.php?ev=103>）。土壤肥力评价和保育、免耕栽培下的养分循环、复混肥料、灌溉施肥、中水灌溉的养分管理和叶面肥的应用等等内容在报告中都有涉及。另外，当前经济危机对农业发展影响、对中美洲国家和加勒比地区化肥使用不平衡的影响等，也是报告的重点。

报告显示，在中美洲和加勒比地区也有很好钾肥施用等的施用技术范例，说明合理施肥不仅可以提高作物产量和农产品品质，还能够促进农业的可持续发展。哥斯达黎加的甘蔗和萨尔瓦多的咖啡的合理施肥就是很好的例子。哥斯达黎加的 ingenios 公司专门从事甘蔗种植加工，该公司通过在种植的甘蔗上施钾肥，获得了高于 200kg/hm² 的产量（数据来源：Chaves Solera）。在萨尔瓦多中小型农场 fincas 的试验，撒施 K₂O500kg/hm²，干咖啡豆产量到达了获得了 3t/hm²（数据来源：Sandoval）。

然而，大家都知道，该地区农民多数忽视土壤管理、植物营养和合理施肥的基本知识。同时，由于收入的低下，农民根本不重视现代农业生产和管理技术。就像示意图显示的那样，该地区的海地和尼加拉瓜等国家，施肥水平非常低下，氮磷钾养分配比也极端不合理。

在研讨会讨论中，大家一致认为，应该在该地区大力普及合理施肥技术知识，研讨会是推动该地区农业技术推广的一个起点。同时，大家认为，研讨会不仅使不同国家的科学家聚在一起讨论和交流农民遇到的合理施肥和土壤管理的问题，而且也形成了一个推动本地区关注和解决这些问题的专业团队，意义十分重大。

两天半的大会报告以后，与会者用一天时间，参观了萨尔瓦多的一个农场，使科学家有机会和当地的农民互动。会前报到的代表，还参观了 Aguascalientes 的一个咖啡农场和咖啡加工厂，参观活动由农场的所有人 Borja 家族组织。

数据来源：

Chaves Solera, M., LAICA, Costa Rica.

Sandoval, J., PROCAFE, El Salvador.

欲浏览本次研讨会的报告，请点击国际钾肥研究所网站的“论文与报告”栏目。



与会代表正在萨尔瓦多东部的 Benneficio del cafe Aguascalientes 考察咖啡加工厂。摄影：A.Naumov。

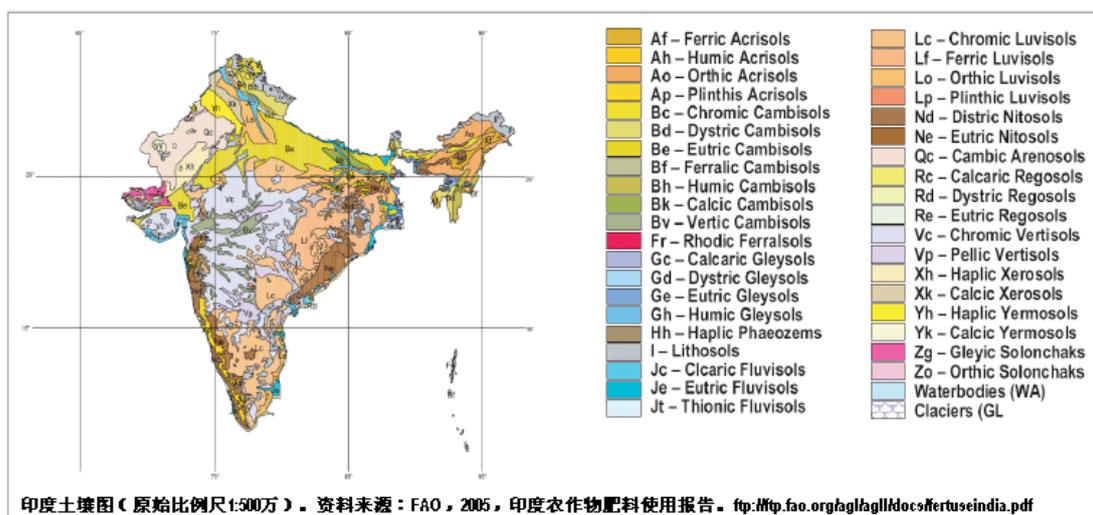
这次研讨会的报告，也可以在国际钾肥研究所网站“[区域活动/拉丁美洲](#)”栏目看到。

2010年8月

国际植物营养协会（IPNI）、国际钾肥协会（IPI）和印度农科院土壤调查局（NBSS）和土地利用规划局（LUP）联合组织的“变性土钾肥推荐的评估与改进”国际学术研讨会于2010年8月24-25日在印度那格浦尔（Nagpur）成功举办。

近年来，变性土的钾肥推荐施肥越来越普遍，问题也越来越多。变性土的粘粒含量很高，和质地较轻的土壤相比，需要更多的钾素满足作物的生长。

印度的变性土主要分布在西部的马哈拉施特拉邦（Maharashtra）、中部的中央邦（Madhya Pradesh）、南部的安得拉邦（Andhra Pradesh）、西南部的卡纳塔克邦（Karnataka）、东南部的泰米尔纳德邦（Tamil Nadu）、北部的古吉拉特邦（Gujarat）、西北部的拉贾斯坦邦（Rajasthan）和东部切蒂斯格尔邦（Chhattisgarh）（参见印度土壤图）。农作物主要分布在雨养农业区。农作物种类很丰富，主要有高粱、大豆、棉花、玉米、花生、鹰嘴豆、甘蔗和柑橘。



在这种背景下, 国际植物营养协会 (IPNI)、国际钾肥协会 (IPI) 和印度农科院土壤调查局 (NBSS) 和土地利用规划局 (LUP) 联合组织了一天半的研讨会, 评估改变变性土钾肥推荐的有关情况。

为了提高农民的收入和保育土壤肥力, 40 多位来自变性土地区的大学的科学家、印度农科院和政府官员, 一起讨论了变性土施肥推荐的有关问题。研讨会发表了 12 篇文章, 涵盖变性土矿物学、农作物钾肥需求、作物施钾效应和多年验证过的施钾实际效应与推荐施钾的适应性等问题。

经过坦诚和热烈的讨论, 与会者一致认为, 目前 55mg/kg 的变性土推荐施钾量太低, 而且只在低钾土壤上才施钾, 需大幅提高钾肥施用量, 甚至加倍提高到 250kg/hm² (最大到 120mg/kg)。大学需要进一步的跟踪研究, 重新定义和总结施钾推荐的情况。印度土壤调查局和土地利用规划局主任 Dipak Sarkar 博士做了会议总结。

国际植物营养协会副主席 Harmandeep Singh 博士组织了研讨会, 并编辑了会议论文集。该论文集今年稍晚时候会面世。



与会代表合影。摄影: 国际钾肥研究所

研讨会报告, 可以在国际钾肥研究所网站“[区域活动/印度](#)”栏目看到。

2010 年 11 月

“西亚和北非地区土壤管理和钾肥施用”国际学术研讨会将于 2010 年 11 月 22-25 日在土耳其的安塔利亚市举办 (Antalya)。

第二轮通知, 请见国际钾肥研究所网站。

国际钾肥研究所和土耳其爱琴海大学 (Ege University) 联合举办“西亚和北非地区土壤管理和钾肥施用”国际学术研讨。西亚和北非地区以出口水果和蔬菜等农产品而闻名。但是, 很大一部分农产品都还是只用来满足本地区日益增长的人口需要。平衡施肥, 特别是钾肥的施用在本地区应用很不普遍。

这次研讨会将讨论土壤肥力、化肥质量、肥料利用率和叶面施肥等问题。这次研讨会将引起本地区大学、科研机构、政府部门和农业商业公司的土壤和植物营养学家、农艺师、农业技术推广专家, 以及有志于交流提高农作物产量和农产品品质的农民的兴趣。组织者预期会有跨区域的代表与会者。受邀做报告的专家将来自于本地区和欧洲国家。这个研讨会将在土耳其所有的大学发布会议通知。墙报式的报告对所有人开放。特别鼓励本地区的大学生与会并发表与主题相关的研究报告。

欲获取更详细的信息，可以访问国际钾肥研究所的网站，也可以和国际钾肥研究所西亚和北非地区协调员 M.Marchand 先生。

2010 年 12 月

氮素 2010: 第五届国际氮素大会，2010 年 12 月 3-7 日在印度新德里召开。国际钾肥研究所将和国际氮协 (INI) 和印度氮素协作网 (ING) 在 12 月 4 日或 5 日联合组织“植物中的氮钾交互作用”的专场报告会。受邀做报告的专家来自中国、印度和以色列。详细情况请参见国际钾肥研究所网站 <http://www.ipipotash.org> 或大会网站: <http://www.n2010.org/>。

2012 年春

国际钾肥研究所正在筹备于 2012 年春天在中国西南地区召开“土壤和植物中的钾”（暂名）的国际学术研讨会。更多更详细的情况，将陆续在国际钾肥研究所的网站上公布。

其他相关学术活动

2010 年 11 月

第三届国际水稻大会将于 2010 年 11 月 8-12 日在越南河内的国家会议中心举办。大会的主题是“水稻：为了下一代”。大会将为与会的有关研究人员、科学家、专家、贸易商和决策者提供一个交流探讨的平台。大会将讨论水稻研究的最新进展、未来技术、贸易和政策等问题，这些都将重新定义严重依赖水稻的贫困地区人们的生存与发展方向。欲知更多详情，请访问 <http://www.ricecongress.com>。

2011 年 2 月

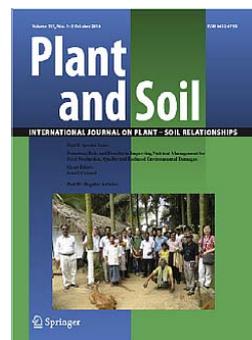
纪念 Dahlia Greidinger 农业传感国际研讨会将于 2011 年 2 月 21-24 日在以色列海法举行。研讨会的目的是回顾农业遥感和直接感测的研究和开发领域的进展，探讨农业传感确保可持续农业生产的发展前景。欲知更多详情，请访问 <http://agri-sensing.technion.ac.il/>。

最新出版物

《植物和土壤》，335 (1-2). 2010 年 10 月。

第一部分：钾素在提高食物生产养分管理水平、农产品品质和减少环境风险中的作用和施肥效益。Ismail Cakmak 教授任特邀客座编辑。

这个特刊包含 2009 年 11 月 5-7 日在印度奥里萨邦由国际钾肥研究所、奥里萨农业技术大学和国际植物营养学会共同举办的国际研讨会上发表的 9 篇论文。



[编者的话：更好的作物生产和农产品质量的钾素](#). Cakmak, I. P. 1-2.

[长期牧草轮作试验条件下土壤钾素吸收量化研究](#). Oborn, I., A.C. Edwards, and S. Hillier. P.3-19.

[多种施氮条件下作物的钾素营养研究](#). Zhang, F., J. Niu, W. Zhang, X. Chen, C. Li, L. Yuan, and J. Xie. P. 21-34.

[水稻的需肥特性和磷钾平衡的定点观测](#). Buresh, R.J., M.F. Pampolino, and C. Witt. P. 35-64.

[南亚水稻-玉米农作系统养分管理的现状、发展前景和研究的优先领域](#). Timsina, J., M.L. Jat, and K. Majumdar. P.65-82.

[与农业施肥不同的森林施肥研究发展趋势和施肥技术](#). Smethurst, P.J. P.83-100.

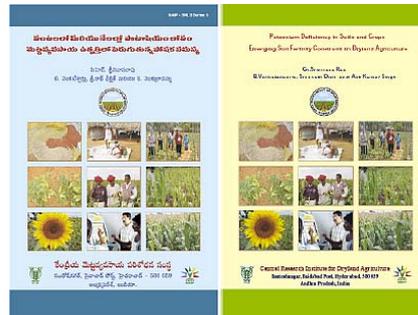
[打开潘多拉魔盒：气候变化对发展中国家作物养分和土壤肥力的影响](#). St. Clair, S. B., and J.P. Lynch. P. 101-115

[钾素营养对甜瓜采后品质的影响研究](#). Lester, G.E., Jifon, and D.J. Makus. P. 117-131.

[人类矿物营养不良的全球化影响](#). Stein, A.J. P.133-154.

[农业钾素研究：需求与前景](#). Romheld, V., and E.A. Kirkby, P. 155-180.

《土壤和作物缺钾是旱作农业土壤肥力障碍的主要因素》，有英语和泰卢固语 (Telugu) 两个版本，2010 年出版。印度安得拉邦海得拉巴市 (Hyderabad) 旱作农业中央研究所 (CRIDA) 的 Srinivasa Rao, Ch., B.Venkateswarlu, S.Dixit 和 A.K.Singh 编写。

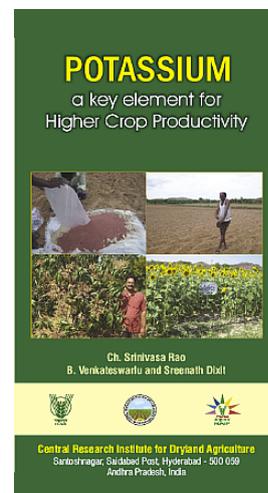


取得 Ch.Srinivasa Rao 博士和 CRIDA 的许可后,可以在国际钾肥研究所的网站上下载该文献的英语版和泰卢固语两个版本。要索取纸质小册子, 请和 Ch.Srinivasa Rao 博士联系, E-mail: cheruku65@rediffmail.com。

《钾：作物高产的关键元素》

这个 6 页的小册子由印度安得拉邦海得拉巴市 (Hyderabad) 旱作农业中央研究所 (CRIDA) 的 Srinivasa Rao, Ch., B.Venkateswarlu 和 S.Dixit 编写。

取得 Ch.Srinivasa Rao 博士和 CRIDA 的许可后,可以在国际钾肥研究所的网站上下载该材料的电子版。要索取纸质小册子, 请和 Ch.Srinivasa Rao 博士联系, E-mail: cheruku65@rediffmail.com。



钾素文献

有机农业：为什么少得可怜的农场愿意实行。Ferjani, A., A. Zimmermann, 和 L.Reissig. 2010. *Recherche Agronomique Suisse* 1(6):238-243. 法语。

摘要：

1990-2005 的 10 多年间，瑞士的有机农场数量显著增长，有机农业也得到了农场主和消费者的认可。尽管如此，可耕地区的有机农场还是明显处于少数群体，造成这种状况的原因往往是因为可耕地区农场实行有机农业的要求比草地地区严格的多。针对 600 个有机农场和初级能源生产的可耕地农场的调查，目的是弄清哪些因素导致了农场主不愿意实行有机农业。调查结果显示，影响因素主要是农场主害怕的就是杂草增加带来的繁重的除草工作、产品附加值较低导致收益率低下、养分管理和严格且经常变化的有机农业指导准则。对可耕地地区有机农场的调查结果显示，这些担心仅仅部分是合理的。增进相邻地区的交流对促进有机农场的发展非常重要。

钾素对大豆生长和产量的影响。Morshed, R.M., M.M. Rahman, M.A.Rahman, 和 A.T.M. Hamidullah. 2009. *Bangladesh J. Agric. And Environ.* 5(2):35-42. 英语。

摘要：

本试验在孟加拉国首都达卡 (Dhaka) 的 Jahangirnagar 大学植物系的试验场进行，时间为 2004-2005 年 Rabie 的作物季（一般从前一年的十月中旬到第二年的四月中旬），目的在于研究钾对大豆的产量和品质的影响。供试品种是 G-2（孟加拉大豆 4 号）。试验处理为：K1（不施钾）、K2、K3、K4、K5 和 K6 分别施用孟加拉农业科学院 (BARC) 推荐施钾量的 50%、75%、100%、125% 和 150%。氮、磷和硫肥施用完全按照 BARC 推荐的施肥量和施肥方法进行。种子播种前接种根瘤菌。所有的处理的作物长势都比对照作物好，其中处理 K5（施钾 9.38kg/hm²）长势最好。处理 K5 获得最高的单株籽粒产量（7.61 克/株），比对照高 82.93%。随着施钾量的变化，作物产量呈抛物线变化。产量构成，如单株豆荚数、荚粒数和株粒数均随施钾量增加（最大到 9.38kg/hm²）而增加。施钾量 9.38kg/hm² 时（高于 BARC25%）大豆产量最高。所以，试验表明，在 Jahangirnagar 大学农场的粉质粘土上，大豆的钾肥施用量应该比 BARC 的推荐施钾量高 25%。

提高不同基因型马铃薯养分利用效率探讨。Trehan.S.P. 2009. *Potato J.* 36(3-4):121-135. 英语。

摘要：

为了从 10 个印度马铃薯品种中筛选出养分利用效率高的品种，布置了 3 个独立的田间试验，分别比较了它们的养分效率参数、农学利用效率 (AUE)、生理利用效率 (PUE) 和养分吸收系数 (NUE)。结果表明，不同马铃薯品种的养分利用效率差异很大。Kufri Pukhraj 品种在种植绿肥和不种绿肥的情况下，它的氮磷钾养分利用效率在 10 个品种中最高。养分利用效率高的品种抵抗养分缺乏的能力强，也就是说，在施用较少的氮磷钾时依然可以获得较高的产量。当然，养分利用效率高的品种的 AUE 也比其他品种高。在种植绿肥和不种绿肥的条件下，不同品种平均的 AUE 分别是 68-100kg/kg N 和 62-97kg/kg N。Kufri Pukhraj 品种的 AUE 在种植绿肥和不种绿肥的条件下分别是 100kg/kg N 和 97kg/kg N，均显著高于其他品种。种植绿肥条件下氮素利用效率高的主要原因是单位种植绿肥土壤可以吸收利用更多的氮素。比如，一种基因型的根系可以从种植绿肥的土壤中获取更多的氮素。品种 K.Pukhraj 在不施磷的情况下产量可以到达 30000kg/hm²，而在同一地块，品种 K.Badshah 和 K.Ashoka 需要 100 公斤 P₂O₅/公顷，产量才分别到达 27000 kg/hm² 和 30400 kg/hm²。与此类似，品种 K.Pukhraj 在不施钾的情况下产量可以到达 36400 kg/hm²，而在同一地块，品种 K.Badshah 和 K.Sutlej 需要 80 公斤 K₂O/公顷，产量才分别到达 36100 kg/hm² 和 37000 kg/hm²。不同的马铃薯品种的磷钾利用效率变异较大，是因为它们吸收利用磷钾形成产量 (PUE) 的能力和单位土壤吸收利用磷钾的能力不同 (NUE)。

印度 Indo-Gangatic 平原东部以马铃薯为主的两种种植制度的养分综合管理。Kumar, M., M.K. Jatav, S.P. Trehan, and S.S. Lal. 2009. *Potato J.* 36(3-4):136-142. English

摘要:

为减少马铃薯作物上的肥料用量并利用其秸秆还田, 2004~2007年, 印度巴特那中央马铃薯研究站在水稻-马铃薯-洋葱和玉米-马铃薯-绿豆两种主要轮作种植制度上试验了不同的养分综合管理措施。试验处理主要为不同施肥量处理、完全利用厩肥替代 N 肥处理、减少后季作物施肥量处理、秸秆还田和施用厩肥处理。两种轮作制度中, 由于玉米-马铃薯-绿豆的轮作种植制度改善了土壤物理条件, 因此该轮作制度中的马铃薯产量更高。然而, 水稻-马铃薯-洋葱轮作中, 水稻和洋葱作物的收益回报较高, 因此该轮作制度的纯收益和马铃薯等值收益率 (PEY) 更高。另外, 本文试验结果还表明, 玉米-马铃薯-绿豆轮作中, 当马铃薯施肥过剩时, 绿豆作物可通过施用厩肥或将马铃薯秸秆还田, 替代一半的 NPK 肥料投入; 而对于水稻-马铃薯-洋葱轮作中的洋葱, 该做法则不适用。玉米-马铃薯-绿豆轮作中, 豆类作物的秸秆还田会有益于后季的玉米作物种植; 而水稻-马铃薯-洋葱轮作中, 洋葱同其后季的水稻之间, 则未发现这样的影响。有机肥处理中的马铃薯产量最低, 但会随有机肥的连续施用, 产量逐年稳定提高。第二种轮作制度下耕作层土壤有机碳含量的增加和土壤容重的下降都表明该种轮作制度有利于土壤物理条件的改善。

土壤日光消毒对离体培养马铃薯田间繁殖的影响。Singh, R.K., J. Sharma, G.K. Singh, and S.P. Trehan. 2009. *Potato J.* 36(3-4):143-148. English.

摘要:

本文利用贾朗达尔 CPRS 的田间实验, 研究了土壤日晒对杂草和 3 个马铃薯品种茎块产量的影响。地膜覆盖田块的地表平均最高温度为 53.3°C, 5cm 深土壤平均最高温度为 50.5°C, 10cm 为 44.0°C, 15cm 为 38.6°C, 比没有地膜覆盖膜的处理分别高了 10.96°C、9.4°C、5.6°C 和 3.9°C。土壤日光消毒处理 4 周后, 种植期的土壤有效氮磷钾含量分别增加了 15.7%、67.3% 和 11.4%, 收获期的土壤有效氮磷钾含量分别增加了 11.4%、13.1% 和 32.2%。另外, 土壤日光消毒处理的杂草种群和杂草鲜重分别减少了 98.0% 和 99.2%。土壤日光消毒处理区的试管薯和脱毒小薯产量分别为 27900kg/hm² 和 45690kg/hm², 而非日光消毒处理区的产量分别为 19320 kg/hm² 和 39920kg/hm²。

土壤钾的有效性同大豆产量和大豆三出复叶叶片钾含量的相关分析。Slaton, N.A., B.R. Golden, R.E. DeLong, and M. Mozaffari. 2010. *Soil Sci Soc Am J* 74:1642-1651.

摘要:

土壤测试对于弄清土壤缺素状况、制定推荐施肥方案、提高大豆产量和经济效益都有着十分重要的作用。本文对大豆产量与 M3 浸提法和 1mol/LHNO₃ 浸提法测得的土壤钾含量和大豆初花期 (R1) 到盛花期 (R2) 三出复叶叶片钾含量进行相关分析, 并校准依据 M3 方法确定的钾肥量。试验土壤为粉砂壤土, 试验了 34 个区 (年), 作物为成熟期组为 IV 或 V 的大豆品种, 并设置了 5 个钾肥用量水平 (K:0~148kg/hm²)。在不施钾肥区, M3 浸提法测得土壤有效钾含量为 46~167mg/kg, 与大豆产量相关性为 59% 到 100%。有 11 个试验区 M3 浸提法测得土壤有效钾含量 < 91 mg/kg, 均和钾肥施用量呈正相关。土壤有效钾含量为 91~130 mg/kg 的 15 个试验区中, 有 9 个区的大豆产量也与钾施用量呈正相关。根据模型, M3 浸提法土壤有效钾含量影响相对产量的 76%~79%, K 的临界浓度为 108~114 mg/kg。线性-平台模型还预测, 1mol/LHNO₃ 浸提法土壤钾临界浓度为 480 mg/kg。当 M3 浸提法和 1mol/LHNO₃ 浸提法测得的土壤有效钾含量增加, 大豆三出复叶叶片中的钾含量增加明显, 两者呈线性正相关, 但 M3 浸提法测得的土壤钾含量只占影响三出复叶叶片中钾含量变异性的 49%~53%。M3 浸提法测得的土壤钾含量能很好的预测东阿肯色州粉砂土壤上大豆种植时土壤钾的有效性。

磷酸一钙、硫酸铵和氯化钾对土壤中钾组分的影响。Wang, H.Y., J.M. Zhou, C.W. Du, and X.Q. Chen. 2010. *Pedosphere* 20(3):368-377.

摘要:

近十年间, 由于中国重施氮磷肥、轻施钾肥, 导致了土壤中钾(K) 亏缺的情况日趋严重。然而, 关于氮磷钾肥之间是如何相互作用而影响土壤钾素状况的问题, 至今研究的还不够透彻, 从而未能更好的提高氮磷钾肥的利用效率。本文通过 90 天室内试验培养方法, 以中国的 3 种典型土壤为试验土壤, 研究了硫酸铵、磷酸一钙和氯化钾对土壤钾组分的影响。硫酸铵能显著改变土壤中钾组分并增加钾含量; 而大多数情况下, 磷酸一钙则对钾的平衡没有显著影响。除水稻土外, 几乎所有土壤中施用硫酸铵都能显著增加水溶性钾的含量, 同时减少交换性钾的含量。因为水稻土含有大量的 2: 1 型粘土矿物, 在这种土壤中增施钾肥会延缓钾的固定。不施钾肥会抑制三种试验土壤中固定钾的释放。对于施用硫酸铵的土壤, 这些交互作用可能会影响到植物对土壤中钾的吸收。提高钾肥利用率, 必须依据土壤钾状况、土壤性质和种植制度来决定是否混施硫酸铵和钾肥。

钾肥管理在印度农业中的应用。Srinivasa Rao, Ch., A. Subba Rao, K.V. Rao, B. Venkateswarlu, and A.K. Singh. 2010. *Indian Journal of Fertilisers* 6(7):40-54.

摘要:

印度的钾素推荐施肥是根据土壤测试化验室测得的土壤有效钾(包括交换性和水溶性)含量的结果而制定的。然而, 最近对非交换性钾的研究发现, 土壤中的非交换性钾也可被作物大量吸收。本文收集了过去 30 年印度土壤中非交换性钾状况和非交换性钾对作物需钾量的贡献, 基于交换性钾和非交换性钾的印度土壤分类, 综合考虑土壤中交换性钾和非交换性钾含量的推荐施肥等相关资料, 对其进行了研究分析。通过对土壤非交换性钾的测试, 可以预测作物钾素需求的即时变化和集约化农作制度下钾肥的长期需求变化。基于已经发表的资料, 绘制了印度土壤交换性钾和非交换性钾的分布图, 以及需要施钾的钾素缺乏分布图。本文研究发现, 一些交换性钾含量高, 而非交换性钾含量较低或处于中等水平的地区, 土壤需要施钾保持钾素肥力。

这些分布图和施肥量建议, 有助于摸清应该优先施钾的施钾高效区域, 提供提高钾肥效率的可能措施。尤其是对钾需求较高的香蕉、甘蔗、土豆、棉花、谷类作物、烟草、饲草、蔬菜、水果等作物, 更应该给予关注。因此在土壤试验室开展包含非交换性钾在内的土壤测试工作, 对于评价印度集约化农作制度下的土壤钾素长效供应能力和获得可靠的钾肥推荐用量等, 有着十分重要的意义。

想了解更多钾素最新文献, 请访问 www.ipipotash.org/literature。
注: 该电子杂志中所有的文献的摘要都获得了论文版权所有人的授权。



信息公告

INTERNATIONAL POTASH INSTITUTE

अनुकूलन फसल पोषण, मिट्टी, फसल और कृषि पारिस्थितिकी तंत्र में पोटेशियम

العربية | 中文 | English | Español | Français | हिन्दी | Português | Русский

Google Custom Search

अपनी भाषा में
Spanish
Español

Choose your Crop
Sugarcane

पोटेशियम के बारे में बुनियादी तथ्य
पोटेशियम सभी जंतुित जीवों के लिए एक आवश्यक तत्व है।

पोटेशियम मैग्नी
pp.s, ppt, slickr

न्यूजनेटर् ई-आईएफसी
नवावतन संस्करण,
30th June
2010

18/03/2010 25/05/2010 30/06/2010

नाइट्रोजन और पोटेशियम सहभागिता
पोटेशियम नाइट्रोजन उपयोग की क्षमता को बढ़ाता है।

पोटेशियम और पर्यावरण

पोटेशियम और चाय बुनावना
पोटेशियम आकार, प्रोटीन, तेल और विटामिन के स्तरों को बढ़ाता है।

18/03/2010 18/03/2010 18/03/2010

पोषक तत्व उपयोग और पोषक तत्व संतुलन

पोटेशियम और तनाव और वादर रोड
पोटेशियम तनाव से राहत में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

विस्तार और ज्ञान का वितरण

18/03/2010 18/03/2010 28/07/2009

China July 2010: visiting maize and rice field experiments
New IPIK gallery Flickr photoset available from IPI's recent visit to [two field experiments \(maize and rice\)](#) in China, July 2010.

NEWS
13 September 2010
Event added: Wageningen Soil Meeting.
07 September 2010
K in the literature added: Implications in Efficient K Fertility Management in Indian Agriculture.
07 September 2010
K in the literature added: Organic Agriculture: Why so Few Farms Convert.
07 September 2010
K in the literature added: Improving Nutrient Use Efficiency by Exploiting Genetic Diversity of Potato.
07 September 2010
K in the literature added: Integrated Nutrient Management in Potato Based Cropping Systems for Eastern Indo-Gangetic Plains of

संशोधन
आईपीआई के बारे में
आईपीआई के बारे में
चित्र कीचर
आईपीआई टीम
आईपीआई सदस्य
और बोर्ड
आईपीआई संघ के
उपयोगी कृषि

प्रकाशन
ई-आईएफसी
(न्यूजनेटर्)
इंटरैक्टिव उपकरण
इंटरनेट
प्रकाशन (ऑनलाइन)
पत्र और प्रस्तुतियाँ
साहित्य में पोटेशियम

स्थिति पत्र
क्षेत्रीय क्विज
मध्य यूरोप
चीन
पूर्वी भारत, बांग्लादेश
और श्रीलंका
भारत
आईपीआई INRC का
समर्थन करता है
नॉटन अमेरिका
उप-सहारा अफ्रीका
पश्चिम एशिया और
उत्तरी अफ्रीका (WANA)
संशोधन
ई-आईएफसी सदस्यता
के लिए
आयसस सदस्यता
के लिए
आयसस क्या है?

海地语的国际钾肥研究所网站

国际钾肥研究所现在将网站主页和浏览器翻译成了阿拉伯语、中文、法语、海地语、葡萄牙语、俄语和西班牙语。国际钾肥研究所希望借此吸引更多的用户访问网站。

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; WRENmedia,UK; Hillel Magen, IPI

英文版式设计: Martha Vacano, IPI

中文版编辑: 田有国

文版式设计: 田有国

地址: 国际钾肥研究所 (IPI)

P.O.BOX 569

Baumgartlstrasse 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, 对订阅的用户, 可以通过 E-mail 定期发送, 同时在 IPI 网站上会定期发布。

订阅国际肥料通讯电子杂志, 请发送电子邮件到

E-mail: e-ifc-subscribe@ipipotash.org (不需要填写邮件主题词和邮件内容)。

退订国际肥料通讯电子杂志, 请发送电子邮件到

E-mail: e-ifc-unsubscribe@ipipotash.org。

国际钾肥研究所成员公司:

ICL Fertilizers; JSC International Potash Company;
JSC Silvinit; K+S KALI GmbH; Tessenderlo Chemie.

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, 必须要得到其版权所有人的许可。