

国际植物营养研究所中国项目 2014年度通讯

IPNI CHINA PROGRAM
NEWSLETTER 2014

中-加合作项目
NE推荐施肥玉米
验证试验
农户姓名:许亚东



IPNI

INTERNATIONAL
PLANT NUTRITION
INSTITUTE

OPT_E

FP

农学研究

小麦、玉米、水稻和大豆养分专家系统研究进展

作物施肥后主要通过地上部产量差异来表征土壤肥力差异。养分专家系统的施肥原理是基于多年多点的肥料田间试验建立起来的农学数据库、土壤基础养分供应，以及作物产量反应和农学效率之间的关系。同时考虑作物轮作体系和地块地点信息进行推荐施肥。田间实践证明，该推荐施肥方法是在我国作物种植岔口紧、土壤测试不及时或条件不具备时一种重要的施肥方法。

2014年分别在华北（河北、河南、山东和山西）和东北（包括黑龙江、吉林）小麦和玉米上开展了60个农户应用养分专家系统推荐施肥的田间验证试验以及大面积示范。同时在河北、河南、山东等地开展了大规模种粮大户和肥料企业的推荐施肥培训。通过前期数据库农学分析、田间验证和会议咨询和讨论，2014年研究建成了基于作物产量反应的水稻和大豆推荐施肥专家系统试用版，并在北方一季稻、南方早稻、晚稻和中稻开展水稻专家系统田间验证试验60个，在黑龙江、吉林和辽宁11个试验站开展了

大豆专家系统的田间验证试验33个。结果表明，玉米、小麦、水稻、大豆养分专家系统分别增产2.1–7.8%，2.0–11.2%，3.4–25.0%和9.2%。田间验证结果还表明，与测土施肥和农民习惯施肥比较，养分专家系统能够保证农民产量和收益的同时，大大提高肥料利用率。

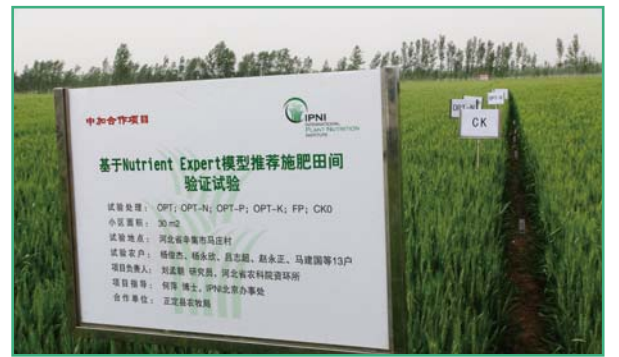
2012–2014年期间，发表关于作物养分专家系统施肥原理与田间验证试验文章8篇，包括 *Field Crops Research* 杂志5篇，*Better Crops with Plant Food* 杂志2篇，在《植物营养与肥料学报》上发表论文1篇。另外，还在2013年《高效施肥》第一期上出版10篇关于养分专家系统研究进展的专刊1期。



水稻养分专家系统田间验证试验



水稻养分专家系统界面



河北省小麦养分专家系统田间验证试验

作物 4R 钾肥管理研究进展

2014年在甘肃和内蒙古的向日葵上开展田间试验研究钾肥的最佳品种、正确用量和最佳施肥时期，并在新疆加工番茄上研究 KCl 的合适施用时期和与 K₂SO₄ 合理配比。取得以下进展：

在向日葵上，施钾显著增加向日葵干物质产量、籽粒产量、花盘直径、千粒重、出仁率和含油率。在甘肃和内蒙古各自的 20 个试验点中，分别有 16 个和 20 个试验点施钾增产，平均比不施钾分别增产 13.5% 和 11.2%，但施钾对甘肃的油葵籽粒品种没有显著影响，而施钾具有降低内蒙古食葵籽粒饱和脂肪酸、提高不饱和脂肪酸含量的作用。

甘肃的油葵和内蒙古食葵钾肥的农学效率分别为 4.9 kg/kg K₂O 和 3.4 kg/kg K₂O。每生产 100kg 油葵籽平均需要吸收 4.1 kg N、2.2 kg P₂O₅ 和 10.2 kg K₂O。同样，每生产 100kg 食葵籽平均需

要吸收 3.6 kg N, 0.6 kg P₂O₅ 和 7.7 kg K₂O。葵花籽产量与植株吸钾量和籽粒吸钾量间具有显著的相关性，这一关系可以作为某一目标产量下进行钾肥推荐的基础。

第一年的定位试验表明，钾肥的品种和施肥时期对向日葵籽粒产量、钾素吸收、花盘直径、千粒重和出仁率没有显著影响。钾肥的品种和施肥时期对甘肃油用向日葵籽粒品质没有影响，而内蒙古的食用向日葵上 K₂SO₄ 比 KCl 提高含油率和饱和脂肪酸含量，降低不饱和脂肪酸含量。

在内蒙古食葵上进行的钾肥用量和水管理交互效应试验表明，相比雨养和全覆膜集雨相比，滴灌下的向日葵干物质产量、籽粒产量、花盘直径、千粒重、出仁率和吸钾量最高，其次是全覆膜集雨，最后是雨养。滴灌、全覆膜集雨和雨养下钾肥的农学效率平均为 4.3、3.0 和 1.0 kg/kg K₂O，并随施钾量提高而降低。水分供应越好，葵花籽饱和脂肪酸



内蒙古(上)和甘肃(下)钾肥效应田间试验

钾肥品种和施用时期对内蒙古食葵(上)和甘肃油葵(下)的影响田间试验

含量越高，而不饱和脂肪酸含量越低。施钾量除降低籽粒纤维含量外，不影响其它品质指标。

在新疆的加工番茄上，KCl 分次施用或 KCl 与 K_2SO_4 配合施用比 KCl 全部秋季基施生产更多的番茄果实。50% 的钾以 KCl 花期和果期施用比 50% 的钾以 K_2SO_4 花期和果期施用可获得较高的农学效益、经济效益和产投比。50% 的钾以 K_2SO_4 在花期和果期施用果实全酸、色差和番茄红素含量高于全部施用 KCl 的处理。

后期施用钾肥增加番茄吸收累积钾素，50% 的钾以 KCl 秋季基施 +50% 的钾以 K_2SO_4 花期和果期施用的处理比全部钾肥以 KCl 秋季基施植株积累更多的钾。KCl 和 K_2SO_4 配合施用降低植株 Cl^- 的含量和累积量，同时比单独施用 KCl 减少 Cl^- 在土壤中的累积。KCl 全部基施比 50% 或 100% KCl 后期施用土壤表层 (0–20cm) Cl^- 含量低，而深层 (40–80cm) Cl^- 含量高，KCl 施用时期越靠后，表层土壤 Cl^- 含量越高。KCl 和 K_2SO_4 配合施用的表层土壤 (0–40cm) Cl^- 含量比全部 KCl 处理低。

新疆膜下滴灌加工番茄最佳钾肥管理措施是 50% 的钾以 KCl 秋季基施 +50% 的钾以 K_2SO_4 花期和果期施用。

玉米生态集约化养分管理提高产量和氮肥利用率

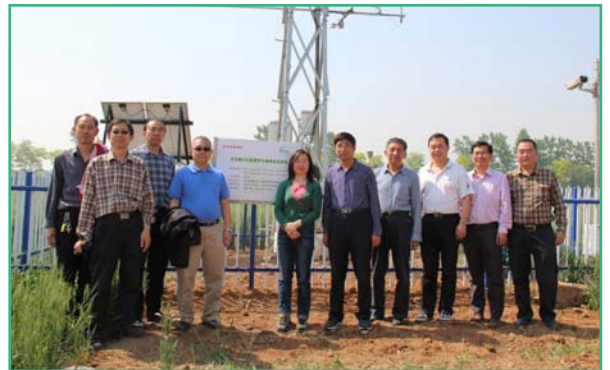
2014 年是生态集约化玉米养分管理试验开展的第 6 年，该研究分别设置在我国吉林省公主岭市和河北省石家庄市大河试验站，是 IPNI 全球玉米生态集约化养分管理项目 15 个定位试验点中的两个，分别代表我国春玉米和夏玉米 / 冬小麦轮作区养分管理研究。旨在通过生态集约化养分管理并结合其他最佳管理措施，最大限度提高产量的同时，减少对环境产生的负面影响。2014 年田间试验结果表明，与农民习惯施肥比较，生态集约化养分管理显著提高玉米产量 6.7–25.9%，提高经济效益 10.8–32.3%，氮素和磷肥投入在吉林春玉米和华北夏玉米上分别节约了 24–28% 和 48–64%，显著提高了氮素利用率并减少了因过量施氮对环境产生的潜在威胁。



吉林省玉米生态集约化养分管理



内蒙古向日葵上水钾交互效应试验



河北省玉米生态集约化养分管理

948 项目通过农业部验收

2014年6月6日,中国农业科学院农业资源与农业区划研究所主持承担的948项目“基于产量反应和农学效率的小麦和玉米推荐施肥方法”通过农业部组织的验收。作为项目负责人,何萍博士代表课题组汇报了项目执行期间研究进展。该项目是通过引进国际植物营养研究所的SSNM养分管理原则,并结合中国小麦和玉米主产区养分吸收特征参数以及我们小麦和玉米气候类型区特点,同时考虑轮作体系,经过消化和吸收研制形成适合我国小麦和玉米生产特点的养分专家推荐施肥系统。田间试验结果表明,该方法在保证作物产量的前提下,能够科学减施氮肥31–41%,减少磷肥12–31%,提高氮肥养分回收率50–55%(提高10个百分点),也推动了钾肥的平衡施用,每亩增加了农民收入57元。通过该项目培养博士研究生2名,发表SCI论文4篇。

氮磷钾施用的产量效应和施肥经济效益分析

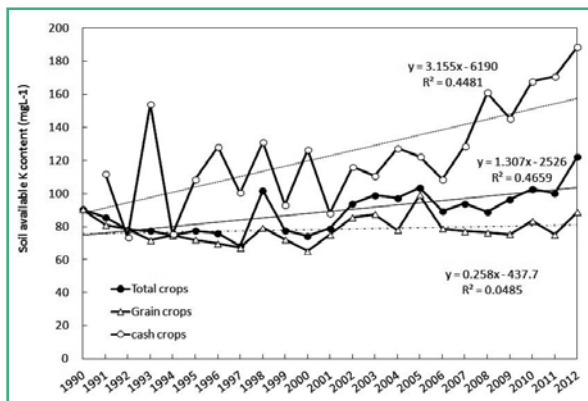
因土壤类型、养分管理措施不同导致施肥后作物的增产效应和经济效益也有所不同。总结2010–2012年在我国北方七省玉米主产区开展的373个田间试验结果表明,玉米施用氮、磷和钾肥料后平均产量效应分别为1.9, 0.95和0.97 t/ha,经济效益分析结果表明,施用氮、磷和钾平均产投比(VCR)分别为2.8、7.8和4.6,即投入单位金额的氮、磷和钾养分可分别获得2.8、7.8和4.6倍的收益。与农民习惯施肥比较(225–61–47 kg N–P₂O₅–K₂O/ha,产量10 t/ha,经济效益18,154元/ha),采用专家系统推荐施肥(157–56–67 kg N–P₂O₅–K₂O/ha)获得较高籽粒产量(10.3 t/ha)和经济效益(18,903元/ha)。专家系统推荐施肥多获益748元/ha,其中1/3来自节约的肥料,2/3来自增产带来的效益。实践证明,应用养分专家系统指导施肥能够增产增收,同时节约氮肥和磷肥投入,是一种优选的推荐施肥方法。详细信息请参见《植物营养与肥料学报》(2014, 20:1387–1394)和*Better Crops with Plant Food* (2014, 98:26–29)。

2002–2011年在内蒙古、甘肃、宁夏、青海四省进行田间试验研究马铃薯(*Solanum tuberosum* L)施用氮、磷、钾肥的增产效应和经济效益。试验设施氮(+N)、不施氮(-N)、施磷(+P)、不施磷(-P)、施钾(+K)、不施钾(-K)处理。结果表明,施用氮、磷、钾肥平均增产分别为5657、3967、5341 kg/ha,分别有95%、75%、81%的试验增产达显著水平($p < 0.05$),说明氮是影响马铃薯产量的主要因素,其次是钾,然后是磷。氮、磷、钾肥的农学效率分别为37.6 kg/kg N、45.0 kg/kg P₂O₅和44.9 kg/kg K₂O。施用氮、磷、钾肥平均分别增加收入5218、3683、4141元/ha,平均产投比(VCR)分别是9.3、12.7和8.8。通过分析不同肥料价格和马铃薯价格的VCR表明,随着施肥增产效应的增加,即使施肥量增加,VCR也增加。无论现在还是将来,西北地区马铃薯合理施用氮、磷或钾肥获得收益的概率超过75%,收益多少随增产效应、施肥量、肥料和马铃薯价格而变化。(详见:*中国土壤与肥料*, 2014, 4:42–47)

2014年IPNI中国项目武汉办事处收集整理了2001–2010年期间中国东南地区8个省(市)由IPNI项目合作单位提供的46个水稻田间试验示范结果和93个油菜田间试验示范结果,同时从农业年鉴获取了相关的数据资料,对水稻和油菜生产中的产量、价格、商品肥料的价格和施肥效益进行了比较和分析,得出的主要结论如下:在此10年期间东南地区的水稻和油菜产量上升了9.2%–31.0%,产品价格上升了80.0%–90.9%,氮磷钾商品肥料价格上升了48.1%–236.8%,与此同时净收益增加了42.0%–412.3%。我们也对今后水稻和油菜生产的经济效益进行了估算,计算结果表明水稻和油菜的产品价格是对经济效益影响最重要的因素,而商品肥料的价格与之相比要小得多,其影响力大约是产品价格影响力的1/3–1/4。因此,我们认为今后要想提高作物种植效益,就应该对农产品的价格更加关注,在肥料投入上应尽可能做到合理施肥、平衡施肥,对于肥料价格不必太计较。

中国土壤速效钾 20 年的时空演变特征

钾肥是不可再生资源，不能由其他化学物质再生合成。因此，了解土壤钾素养分状况对于有效利用钾素资源、保障钾素资源的可持续利用具有重要意义。通过分析 IPNI 于 1990—2012 年开展的 58,559 土壤样品和作物产量效应获得土壤钾素时空变化特征。结果表明，土壤速效钾从 1990s 年代的 79.8 mg/L 增加到 2000s 年代的 93.4 mg/L，其中经济作物的土壤有效钾增加速度高于粮食作物，主要源于经济作物 1.4–2.6 倍于粮食作物的较高的施钾量。不同区间土壤钾素差异较大，东北、华北、西北、东南和西南的平均土壤速效钾分别为 76.8, 99.8, 118.0, 83.9 和 81.3 mg/L。其中，东北地区年代间土壤速效钾变化不大，但是华北、东南和西南地区土壤速效钾从 1990s 年代到 2000s 年代分别增加了 34.8%，17.9% 和 30.2%，而西北地区则下降 75.9%。相对产量数据也进一步支持了以上土壤速效钾的时空变化。对于粮食作物，其土壤速效钾含量低于临界值，而对于经济作物虽然土壤速效钾含量有一定幅度的增加，但其施肥后仍然具有较大的产量效应，因此建议继续加强粮食作物和经济作物的土壤钾素的合理施用。而不同区域表现出来的差异也指导我们在施用钾肥要根



中国土壤速效钾随时间变化趋势

据地点和区域养分状况采用因地制宜的精准施肥策略。(详见: *Field Crops Research*, 2015, DOI 10.1016/j.fcr.2015.01.003)。

长期施钾对作物产量和土壤钾素平衡的影响

钾素田间定位试验开始于 1993 年，分别设置在吉林省公主岭市刘房子和河北省辛集市马兰农场。结果表明，不施钾处理十年平均产量为 7.0 t/ha，施用 113 和 225 kg K₂O/ha 处理分别增产 15.1% 和 13.8%。过量施钾显著增加 100cm 土层交换钾的淋溶，钾素施用对土壤非交换性钾素和全钾影响较小。考虑经济性和钾素资源的可持续性，随着秸秆还田比例不断增加，钾素施用可以适当降低。(详见: *Field Crops Research*, 2014, 163:1–9)。

河北试验结果表明，十年不施钾和仅秸秆还田处理土壤速效钾和土壤缓效钾含量低于试验开始时对照值，施钾和秸秆还田处理则增加 0–30cm 土层土壤速效钾和土壤缓效钾含量。与不施钾处理相比，施钾或秸秆还田处理在大多数年份增加作物产量，施钾对玉米的增产效果高于小麦。此外，秸秆还田还能增加 0–40cm 土层土壤有机碳含量。(详见: *Field Crops Research*, 2014, 169:116–122)。



长期施钾对作物产量和土壤钾素平衡的影响

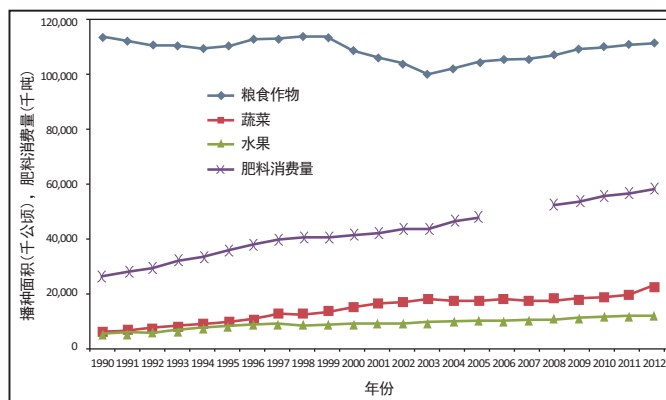
充足的磷肥对云南高度风化土壤上的玉米高产很重要

在经过几十年连续施用磷肥后，人们通常认为磷素已在土壤中积累，并成为环境污染的一个重要风险因子。为了弄清这是否也发生在高度风化的红壤上，云南农业科学院农业环境与资源研究所的研究人员开展了田间试验，探讨红壤玉米对不同磷肥用量的反应。结果表明，玉米对磷肥很敏感，其产量随磷肥施用量的增加而增加。在施磷量为 60 kg P₂O₅/ha 时，玉米籽粒产量比对照 (CK) 籽粒产量 (6.4 t/ha) 增加 2.7 t/ha (41.6%)。进一步增加磷肥用量至 120 和 180 kg P₂O₅/ha 时，玉米产量比对照继续增加 3.0 t/ha (46.8%) 和 3.4 t/ha (53.7%)。这一结果表明，经过多年施用磷肥后，生长在红壤上的玉米仍需要充足的磷肥来获得高产。在追求最佳经济效益产量的前提下，每公顷施用 60–120 kg P₂O₅ 能获得 >9.0 t/ha 的高产。

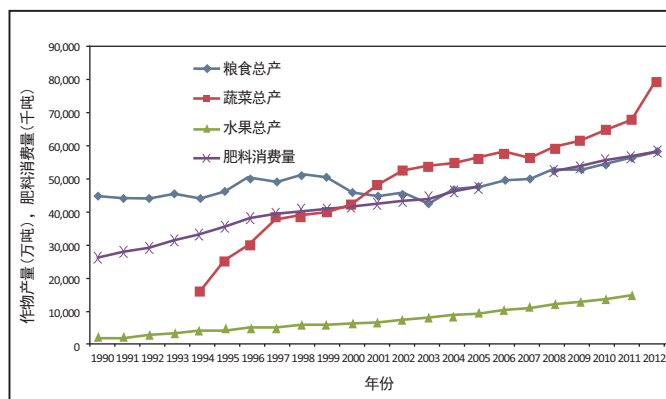
经济作物种植面积的扩大推动了近年来中国肥料消费量的不断增加

1999 年以前，中国的肥料用量与粮食产量一直保持很好的相关性。1999 年以后，我国的粮食播种面积出现下降，2003 年降至低谷，随后又保持缓慢持续上升。但肥料消费量一直呈快速上升趋势。一段时间以来，人们一直围绕这一话题开展研究与讨论。不少人认为，产生这一现象是过量施肥造成的。过量施肥导致肥料养分流失增加和利用率低，并增加环境污染的风险。通过对我国近 20 多年来肥料消费与农业产业结构变化的分析发现，1999 年以后我国肥料用量的持续增长归咎于经济作物播种面积和产量的增长，特别是蔬菜和水果。与 1990 年相比，2012 年我国的蔬菜和水果播种面积几乎翻番；与 1999 年相比，2012 年我国蔬菜播种面积增加 85%，水果播种面积增加 42%。从总产变化来看，与 1990 年

相比，2012 年我国的蔬菜总产量翻了 4 番，水果总产量翻了 7 番；与 1999 年相比，2012 年我国的蔬菜总产量翻了 1 番，水果总产量翻了近 2 番。因此，在经济作物播种面积越高的地区，其肥料消费量也越大。例如，四川省和广东省的经济作物面积/粮食作物面积分别为 0.6 和 1.3，其单位播种面积的肥料用量分别为 240 kg 养分/ha 和 415 kg 养分/ha。



1990–2012 年中国肥料消费量与粮食、蔬菜和水果播种面积的增长情况



1990–2012 年中国肥料消费量与粮食、蔬菜和水果总产量的增长情况

缺钾诱导水稻提前抽穗

在成都平原的一个水稻-小麦轮作长期定位试验中，发现一个非常有趣的现象，即缺钾小区水稻会提前一个星期抽穗（右边抽穗的小区为缺钾处理）。

这一现象从定位试验开始后3年后连年出现。该小区的稻谷产量比最佳处理减产8-16%，但在生长季节水稻植株一般没有明显的缺钾症状。在冬季的小麦上，缺钾小区小麦籽粒减产9-37%，但始终没有观察到小麦提前抽穗的现象。该试验结果表明，生长在寒冷干旱冬季的小麦比生长在温暖多雨夏季的水稻对缺钾更为敏感。鉴于两种作物对缺钾反应和减产程度，因此在水稻-小麦轮作体系中，需要考虑钾肥的最佳用量与合理分配，特别是侧重小麦季。

营养生长期增加N肥施用次数促进香蕉提前抽蕾

在广东开展的控施尿素田间试验中，测试了普通尿素与控释尿素不同用量和施用时间对香蕉生长的影响。发现在所有处理中，控释尿素分三次施用香蕉生长速度最快，抽蕾率最高(85%)。对普通尿素来说，在同一时期内缺N处理的抽蕾率为11.1%，分2次施用处理的抽蕾率为62.9%，分3次施用处理的抽蕾率为74.1%。其他处理的抽蕾率均小于71.0%。结



水稻缺钾出现提前抽穗(右边小区 OPT-K)



氮肥施用对香蕉抽蕾的影响，上图不施N处理没有花蕾出现，下图为施N处理

果表明，在香蕉营养生长期增加施氮次数（总N量相同）可以促进香蕉提前抽蕾。同理，利用滴灌和其他类似施肥技术也可以达到同样效果。香蕉营养生长期对氮肥反应的这一特性在生产上具有实用价值，即利用氮肥管理来调控抽蕾时间和香蕉成熟时间。

控释尿素与地膜覆盖相结合可显著降低坡耕地养分流失

为了理解氮肥品种与地膜覆盖对坡耕地养分流失通量和途径的影响，在四川省资阳市开展了人工降雨条件下2个覆盖方式和4个氮肥品种组合的随机区组田间试验。试验结果表明，氮、磷和钾通过地下径流（壤中流）损失的量分别占总流失量的71.3%，6.4%和8.9%，说明地下径流是氮素损失的主要途径，而地表径流是磷、钾损失的主要途径。与无地膜覆盖相比，地膜覆盖与控释尿素结合减少了地下径流中40.4%的N素损失和地表径流中29.3%的N素损失。在无地膜覆盖情况下，各种氮肥处理的N素损失量分别为 $\text{NO}_3\text{-N}$ >酰胺态-N> $\text{NH}_4\text{-N}$ >控释尿素-N。而在地膜覆盖情况下，各种氮肥处理的N素损失量分别为 $\text{NH}_4\text{-N}$ >酰胺态-N> $\text{NO}_3\text{-N}$ >控释尿素-N。当地膜覆盖与控释尿素一起使用时，N素损失量为最低，比 $\text{NH}_4\text{-N}$ 肥减少



农民在旱坡地采用施肥与地膜覆盖结合的技术



59.6%。因此，在四川紫色土丘陵地区，地膜覆盖 + 控释尿素是一项控制坡耕地氮素流失的有效措施。

缓释尿素 (CRU) 与普通尿素 (RU) 配施提高内蒙古覆膜玉米氮素利用效率

2014 年在内蒙古赤峰覆膜玉米上进行了缓释尿素 (CRU) 与普通尿素 (RU) 配施试验，结果表明当氮肥用量为 100% 推荐用量时，不同比例的 CRU(30%–75%) 与 RU(25%–70%) 配比施用提高玉米籽粒产量 3.2%–4.8%，增加氮肥农学效率 (AEN)1.8–2.7 kg/kg，提高氮素回收率 (REN)1.4–6.5 个百分点。当氮肥用量为推荐量的 80% 时，不同比例的 CRU(30%–75%) 与 RU(25%–70%) 配比提高产量 2.0%–4.5%，增加氮肥农学效率 1.4–3.2 kg/kg，提高氮素回收率 4.1–5.3%。60%CRU 配施 40%RU 为最佳配比，这一结果也在乌兰浩特市的另一个试验得到了验证，在氮肥用量为 100% 和 80% 推荐量下，60%CRU 配施 40%RU 比 100%RU 分别提高产量 4.0% 和 4.9%，增加 AE2.7 和 4.0 kg/kg，提高 RE8.5 和 3.9 个百分点。因此，CRU 与 RU 合理配施提高旱地覆膜玉米产量和氮素利用效率。

福建省晋江市和闽侯县区域耕地土壤养分时空变异特征

自 20 世纪 80 年代第二次土壤普查以后，土地利用、种植制度、耕作措施、施肥水平等都发生了较大的变化，这些都会对土壤养分的变化产生较大的影响，原有的养分空间分布已不能适应当前生产的需求，需进一步了解养分空间变异，为推荐施肥技术做好准备。为此，十分有必要通过在较大尺度范围内的土壤养分空间变异的研究，揭示土壤养分空间变异特征。

目前已有研究的空间尺度针对于地块或村域等小尺度范围，而针对县域尺度的研究较少，因此，福建省农业科学院土壤肥料研究所所以晋江市和闽侯县 2 个县级区域耕地为研究对象，分析了土壤养分空间变异，对于指导县域肥力和养分管理提供了重要的参考价值。

晋江市和闽侯县位于福建中部，地形地貌类型为丘陵、冲积平原，气候属亚热带湿润季风气候，年平均降水量 1500mm 以上。该研究运用地理信息系统和地统计学相结合的方法，探讨福建沿海县级区域耕地土壤主要养分指标—有机质、碱解氮、速效磷、速效钾的空间变异规律，并按照肥力指标法对耕层土壤进行了养分分级。结果表明，从县级区域耕层土壤分析，空间上不同地块土壤养分含量和空间变异结构变化差异大，晋江土壤的速效养分表现为结构性因素影响，而闽侯表现为结构性因素和随机性因素共同作用。研究者建立了土壤养分空间分布图，分析了其空间分布规律。按照肥力等级划分，该区域耕地氮素表现为部分区域缺乏，钾素大部分区域严重亏缺，磷素大部分区域盈余。从时间上看，以土壤速效磷为例，与 1980 年代第二次土壤普查资料相对照，其含量有所增长，从农田养分平衡角度也证实了该区域大部分耕地土壤的磷素有累积现象。

缓控释尿素肥料的肥效研究

2014 年在东南区的湖北、上海和浙江省进行了水稻和棉花施用缓控释尿素研究，其中在湖北省的潜江和洪湖安排了 2 个棉花试验和 1 个水稻试验，上海奉贤安排了 1 个直播早稻试验，浙江金华安排了 1 个直播早稻试验。从试验结果看，相同用量的缓控释尿素与普通尿素氮肥相比，可以提高作物产量、每亩减少用工投入 1–2 个，同时提高了氮肥利用效率和农学效率。例如，湖北的试验结果表明：在棉

花上缓控释尿素施肥处理籽棉产量为 243.2 kg/亩和 266.0 kg/亩, 比普通尿素处理分别增产 21.6 kg/亩 (9.7%) 和 39.5 kg/亩 (17.4%), 增加收益 180 元/亩和 288 元/亩; 在中稻上缓控释尿素施肥处理的稻谷产量为 713.9 kg/亩, 比普通尿素处理增产 114.2 kg/亩 (19%), 增加收益 200 元/亩, 增产幅度均达到显著标准。



湖北省洪湖水稻益多宝试验

江西毛竹主产区土壤有效 Cu、Zn、Fe 和 Mn 空间分布特征

土壤中微量元素的含量受成土母质和土壤类型以及土壤水分、温度、pH 等条件的影响, 因此, 不同立地条件对其含量有较大差异。土壤中的微量元素具有多价态、活性强等特点, 在土壤中以多种形态存在, 其中只有水溶态的那部分对植物有效, 对生态系统和农业生产具有重要意义。毛竹是一种耗肥量大的大径型竹种, 多年来随着毛竹产量和质量的提高, 从土壤中带走的各种养分也较多。由于土壤中的 Cu、Zn、Fe 和 Mn 等微量元素参与毛竹生理生化过程, 并且对毛竹产量和质量发挥重要作用, 土壤中微量元

素的消耗量也随毛竹生长而增加, 目前尚无对毛竹林地土壤微量元素进行过研究。为提高毛竹产量和质量, 摸清江西不同地理分布毛竹林土壤微量元素的含量及其分布特征, 从而指导江西毛竹主产区林地施肥进而提高毛竹产量和质量, 江西农业大学林学院对赣西北及赣南山区毛竹主产区林地的土壤有效 Cu、Zn、Fe 和 Mn 含量分布进行了研究。

试验林地位于江西省赣西北及赣南山区, 属中亚热带湿润季风气候, 海拔 200–800m, 土壤为花岗岩母质发育而成的黄红壤, 土层厚 60cm 以上, 平均坡度 8–16 度。地形复杂, 环境多样, 气候湿润温和, 雨量充沛, 日照充足, 四季分明。平均气温 16.2℃–19.7℃, 无霜期 240–307 天, 极端最高气温 41.6℃, 极端最低气温 –15.8℃, 平均年降水量为 1624.9mm, 平均日照时数 1737.1 小时。土壤 pH 值在 4.1–5.5 范围内, 水热、土壤和生境条件十分适宜毛竹生长。

对江西 6 个毛竹主产区 8 个林地的土壤有效 Cu、Zn、Fe 和 Mn 含量分析结果表明, 其含量差异变化较大。0–10cm、10–30cm 和 30–50cm 土壤平均有效 Cu 含量分别为 0.7 mg/kg、0.5 mg/kg 和 0.4 mg/kg。有效 Zn 的平均含量分别为 2.0 mg/kg、1.3 mg/kg 和 0.9 mg/kg。有效 Fe 平均含量分别为 19.4 mg/kg、15.9 mg/kg 和 13.6 mg/kg。土壤有效 Mn 平均含量分别为 16.4 mg/kg、12.1 mg/kg 和 9.2 mg/kg。方差分析表明不同样地土壤有效 Cu、Zn、Fe 和 Mn 含量均达差异显著水平, 土壤有机质含量和有效 Fe 含量之间呈正显著相关, 与 Cu 呈负相关。除 0–10cm 的土壤有效 Fe 和 Zn 含量之间相关性不显著外, 其它微量元素之间均达差异显著或极显著相关。

学术交流

第三次化学肥料研究与应用研讨会在武汉召开

为纪念陈华癸先生对我国植物营养与肥料学科发展和人才培养的杰出贡献，中国植物营养与肥料学会于2014年5月15-17日在湖北武汉举办“第三次全国化学肥料研究与应用学术研讨会暨陈华癸先生诞辰100周年纪念大会”。来自全国11家大专院校、27家科研院所植物营养与肥料研究领域的专家和研究生、7家中外肥料企业负责人、市场经理和技术人员等170余代表参加了本次会议。该会由中国植物营养与肥料学会化学肥料专业委员会和国际植物营养研究所中国项目共同主办，华中农业大学资源与环境学院、农业部长江中下游耕地保育重点实验室、新型肥料湖北省工程实验室和华中农业大学微量元素研究中心共4家单位承办，加拿大钾肥公司（CANPOTEX）提供部分赞助。会议围绕主题“粮食持续增产下养分管理的新挑战”，在化学肥料研究与应用、钾素营养与钾肥研



究、作物高效施肥与养分管理、植物营养生理与养分循环等4个方面共遴选安排了18个精彩的大会报告，开展了热烈的交流与讨论。会议报告前，化学肥料专业委员会主任何萍研究员介绍了该委员会组成，宣读了主任、副主任和委员任命名单，学会名誉理事长金继运研究员、副理事长杨少海研究员为副主任和委员颁发了聘书。最后，四川省农科院土肥所涂仕华研究员和华中农业大学徐芳森教授对本次会议进行了总结。



IPNI 年度工作会议

每年一度的 IPNI 工作会议于 2014 年 6 月 20–29 日在智利首都圣地亚哥和阿根廷首都布宜诺斯艾利斯举行，IPNI 全球不同地区主任参加了这次会议，会议由 IPNI 所长 Terry Roberts 主持。会议议题主要是交流 IPNI 不同地区的项目进展、IPNI 工作小组成员汇报研究进展和下一步研究计划。IPNI 中国项目成员参与的工作小组分别为生态集约化养分管理、大豆养分管理、4R 养分管理、最佳养分管理和养分循环、施肥与环境以及养分精准管理。会议期间，IPNI 地区主任还参观了智利 SQM 肥料企业的钾矿，并与 SQM 企业人员就钾素养分管理进行了讨论。

IPNI 中国北方地区工作年会在武汉举行

IPNI 中国 2013 年度北方地区工作年会及 2014 年工作年会于 2014 年 5 月 15 日在武汉召



开。来自中国北方地区约 40 位合作者在作物 4R 养分管理以及基于产量反应和农学效率的推荐施肥专家系统研究方面进行了总结与汇报并对 2014 年研究计划进行了讨论。北京办事处何萍、李书田、孙桂芳和课题组的研究人员参加了会议。

国际化肥工业协会 (IFA) 圆桌会议

2014 年 9 月 29 日，李书田博士参加了由 IFA 和中国石油与化学工业联合会 (CPCIF) 组织的圆桌会议，会上李博士就中国施肥存在的问题、国际植物营养研究所的最新养分管理措施如 4R 养分管理和养分推荐专家系统 (Nutrient Expert) 作了 5–8 分钟发言，并对政府、肥料企业、科研部门以及技术推广部门如何联合行动，推动肥料工业健康发展和肥料高效施用提出了建议。参会者包括 IFA 秘书长 Charlotte Hebebrand 女士、CPCIF 领导、农业部、国家发改委、财政部、工信部领导以及大型肥料企业（中化、云南云天化、湖北宜化、国投新疆罗布泊钾盐有限责任公司、贵州瓮福）领导参加了会议。

IPNI 中国项目 IT 培训

2014 年 10 月 12–14 日，IPNI 副所长 Steve Couch、IPNI IT 负责人 Brian Green 来中国西安进行 IPNI 中国项目培训。这次会议更新了中国项目新的邮件服务器，并在 IPNI 网页制作与维护、IPNI 数据库以及邮件系统等进行了系统培训。IPNI 中国项目北京办事处、成都办事处和武汉办事处全体人员参加了这次培训。



平台建设

2014年，在农业部、中国农业科学院和国际植物营养研究所的大力支持和强有力的领导下，CAAS-IPNI植物营养创新研究联合实验室进展顺利，在农学研究、人才培养、学术交流和技术推广等方面都取得了显著成就。在农学研究方面，继续开展基于产量反应和农学效率的推荐施肥方法研究以及基于4R的作物养分管理研究，并翻译了中文版《作物的4R养分管理》。同时，根据农学研究结果印发了系列出版物、技术宣传册和光盘，并免费分发给项目合作者、肥料企业以及各级农技推广人

员。2014年，依托联合实验室，与多个国家和组织开展了学术交流，如2014年7月份邀请加拿大农业部Harrow杨靖一博士访问实验室，并就应用作物模型开展碳氮水循环进行学术交流和开展博士研究生联合培养。2014年10月邀请IPNI加拿大东南地区项目主任Tom Bruulsema博士访问实验室，并就作物4R养分管理开展学术交流。以上联合实验室研究和交流活动得到中国农业科学院公益性科研院所基本科研业务费专项资金和IPNI共同资助。

技术宣传与教育培训

养分专家系统培训

2014年5月30日，何萍博士参加了河北省外专局举办的引进国外新技术发布会。何萍博士在会上发布了基于产量反应和农学效率的养分专家系统，并与河北省农科院签订应用养分专家系统减少环境污染的“蓝天计划”合作协议。6月份IPNI中国项目与新疆农科院签订了关于养分专家系统的合作协议。

6月6日，何萍博士应邀参加中国农科院国合局组织的世界银行非洲农业培训活动，非洲农业机构从业人员50余人参加这次培训。何萍博士介绍了基于作物产量反应的推荐施肥专家系统，引起与会非洲朋友的广泛关注并就如何把基于专家系统推荐施肥的新方法带给中国和非洲的农民等问题进行了热烈讨论。

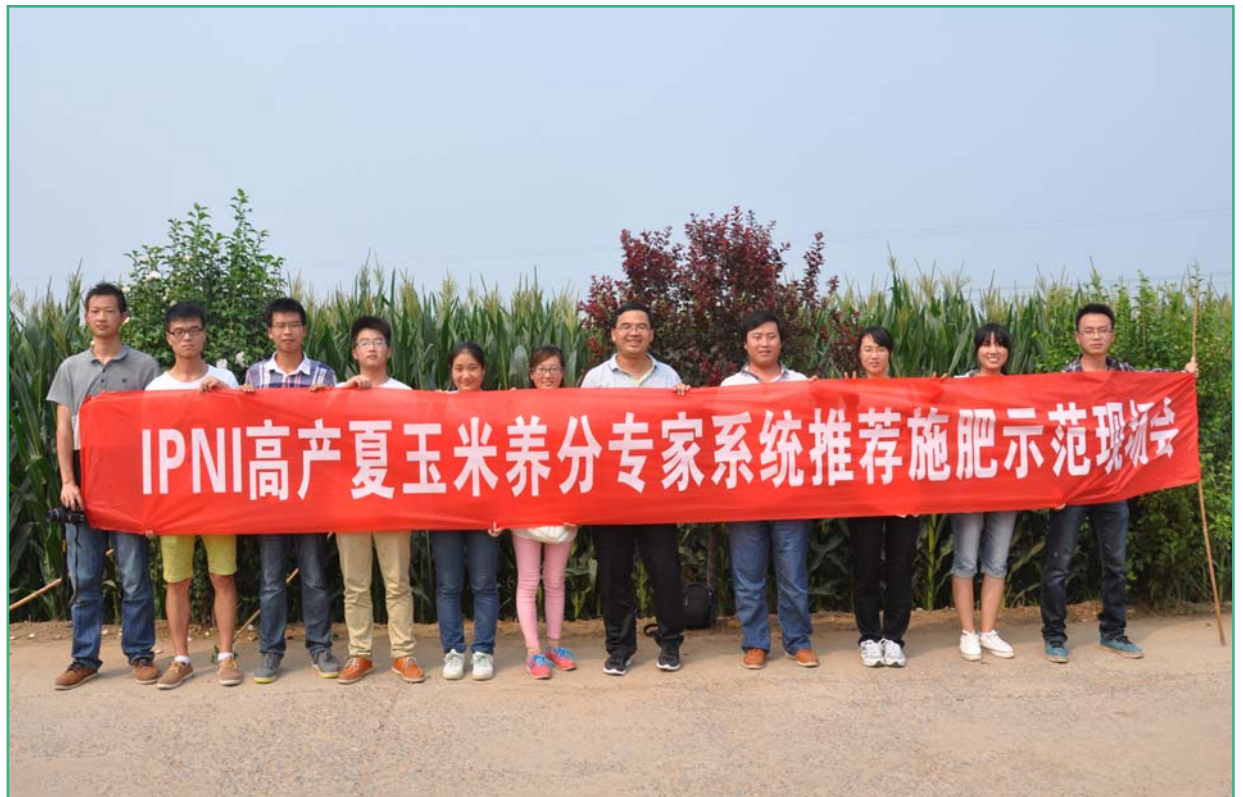




8月26日和9月13-14日，关于养分专家系统的田间示范活动和培训分别在河南郑州和河北宁晋县举行。金继运博士代表IPNI中国项目做了基于产量反应和农学效率的推荐施肥方法的报告并演示和培训了专家系统。与会者对专家系统非常感兴趣并提出了很多问题在会上讨论，会上免费分发220份小麦和玉米养分专家系统施用手册。会后还分别参观了在浚县和宁晋县组织的关于玉米专家系统的田间试验和示范。这次活动由河南省农委和河南农业大学以及河北省农科院举办。两次活动共有200多个种粮大户和当地农技人员参加这次活动。

9月9日，何萍博士在山东省农科院资源与环境研究所做了基于产量反应和农学效率的推荐施肥方法学术报告，与会者就专家

系统使用等提出了很多建设性问题。9月10日，山东省农科院组织了应用养分专家系统推荐施肥的田间示范观摩，合作者现场讲解并回答了农户提出的一些问题。田间考察结束后进行关于小麦和玉米专家系统的室内培训。100多户种粮大户和农技推广人员参加了这次田间考察和培训活动。



两名博士研究生参加养分专家系统项目

串丽敏博士的“基于产量反应和农学效率的小麦推荐施肥方法研究”获得中国农业科学院优博论文，她是2013年毕业的250名博士研究生中仅获得此项荣誉的10人之一。目前在读的博士研究生徐新朋开展的“基于QUEFTS模型的玉米和水稻养分吸收特性与高效施肥方法”入选中国农业科学院优博培养计划并获得中期考评优秀。串丽敏和徐新朋关于作物施肥方法有5篇文章发表在*Field Crops Research*上。

4R作物养分管理培训

2014年5月16日，第三次全国化学肥料研究与应用学术研讨会在湖北武汉召开，会议由中国植物营养与肥料学会化学肥料专业委员会和国际植物营

养研究所（IPNI）共同主办，由华中农业大学资源与环境学院等4家单位承办。会上李书田博士作了关于主要作物4R钾素管理研究进展的报告，重点介绍了马铃薯和棉花上钾肥的正确品种、合适用量和施肥时期。

2014年12月5日李书田博士应邀参加由陕西省土肥总站、陕西省农业保护总站、陕西省植物营养与肥料学会和陕西省土壤学会联合组织在陕西杨陵召开的全省技术推广中心主任和土肥站站长的技术培训会，介绍了国际植物营养研究所（IPNI）的宗旨和使命以及在全球的战略，结合近年的IPNI的研究实例系统介绍了正确的肥料品种、正确的肥料用量、正确的施肥时期和正确的施肥位置的4R养分管理的概念和科学原理，并对养分推荐专家系统（Nutrient Expert）如何体现4R养分管理进行了演示。参会人员有160余人，包括县、市、省级





农业推广中心、土肥站、农业保护中心的领导和技术人员以及西北农林科技大学资源与环境学院的领导、老师和学生。

平衡施肥示范

2014年3月27日，陈防博士应邀参加了由IPNI项目合作单位华中农业大学资源环境学院与当地农业局土肥站在湖北省武穴市组织的油菜平衡施肥田间示范活动，参加活动的共有56位分别来自湖北省农业厅土肥站、湖北省农科院植保土肥所、华中农业大学以及湖南、江苏、安徽、河南和重庆等省（市）农科院的代表。该田间示范活动安排参观了13个油菜田间试验，这些试验的主要目的是研究油菜施钾肥的效果以及适合当地条件的油菜施钾技术。



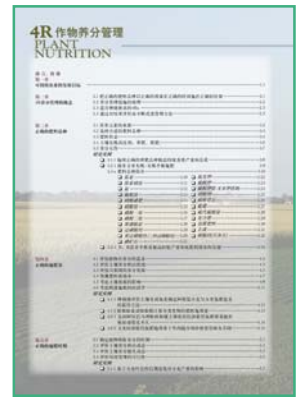
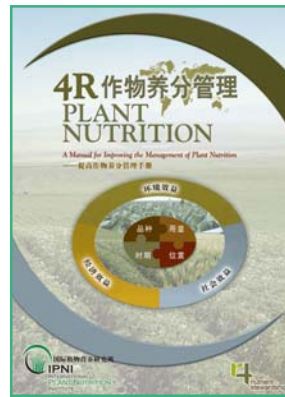
出版物

2014年IPNI中国项目出版两期《高效施肥》期刊。第一期是作物钾素营养与施肥专刊，总结主要作物施钾效应和并进行经济效益分析。第二期主要是综合报道作物养分管理与平衡施肥的研究进展和一些译文。

由IPNI主编的4R Plant Nutrition一书已由IPNI中国项目部翻译成中文，并发布在

了IPNI网站 (<http://www.ipni.net/4R>; <http://china.ipni.net/article/CNP-3103>)。

2014年12月武汉办事处在中国农业出版社出版了新书《东南地区人工生态系统的养分管理与环境效应》，该书由万开元、陈防、张过师等18人编写完成，共270页，402千字，收集整理了近几年IPNI东南地区国际合作研究项目的27个成果和论文，主要包括“土壤肥力时空特征与‘4R’养分管理”、“施肥与环境”和“面源污染评估与治理”等几个篇章。



2014 年度 IPNI 研究生奖学金

为鼓励在植物营养研究相关领域成绩突出的研究生，IPNI 每年设立研究生奖学金。凡是在具有学位授予资格的研究所或高校攻读土壤和植物科学包括农学、园艺、生态、土壤肥力、土壤化学、作物生理以及其他与植物营养有关的领域的在读研究生均有资格申请，每位获奖者将获得 2000 美元资助。

2014 年经过评审委员会严格评选，全球共有 30 名研究生获得 2014 年度 IPNI 研究生奖学金。中国区有 5 名研究生获此殊荣。他们分别是中国农业科学院农业资源与农业区划研究所艾超、华中农业大学资源与环境学院郝艳淑、中国农业大学资源与环境学院陈延玲、安徽农业大学资源与环境学院潘俊峰、中国科学院武汉植物园汪霄。2015 年 IPNI 研究生奖学金申请截止日期是 4 月 30 日，有意申请者请关注 IPNI 网站：www.ipni.net。





中国项目

IPNI CHINA PROGRAM
NEWSLETTER 2014

国际植物营养研究所 (International Plant Nutrition Institute, IPNI) 是一个非盈利性的科学研究机构，其使命是为推动人类健康和社会进步而致力于植物营养的科学研究和推广应用。IPNI 是一个全球性的组织，旨在通过合理的养分管理和科学施肥解决全球不断增长的食物、燃料、纤维和饲料需求。IPNI 于 2007 年 1 月运行，总部在美国乔治亚州，其全球项目分布在中国、非洲、澳大利亚 / 新西兰、巴西、东欧 / 中亚和中东、拉美南锥体、墨西哥和中美洲、北拉丁美洲、北美（加拿大和美国）、南亚和东南亚。IPNI 在全球有 30 多位具有土壤、植物营养以及肥料学博士学位的职员承担着全球每年 140 多个研究和推广项目，重点研究集约化生产体系下的养分管理，保障粮食安全。

国际植物营养研究所 (IPNI) 中国项目

- | | |
|-------|---|
| 北京办事处 | 联系人：何 萍 李书田
电 话：010-82108000
地 址：北京市中关村南大街 12 号旧主楼 628 室 109 信箱
邮 编：100081 |
| 成都办事处 | 联系人：涂仕华
电 话：028-84549289
地 址：成都市静居寺路 20 号科源大厦 714-715 室
邮 编：610066 |
| 武汉办事处 | 联系人：陈 防
电 话：027-87510433
地 址：中国科学院武汉植物园实验楼 103
邮 编：430074 |