国际植物营养研究所中国项目
2016年度通讯

IPNI CHINA PROGRAM NEWSLETTER 2016

IPNI
INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

农学研究

Nutrient Expert (NE) 养分专家系统

小麦、玉米、水稻和大豆养分专家系统研究进展

当前我国施肥面临的主要问题有：作物种植茬口紧、测土施肥不及时、成本高以及土壤氮素测试结果与作物反应相关性差等。在科技部973计划、国家自然科学基金、国家重点研发计划项目的支持下，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所和IPNI（国际植物营养研究所）合作研创了基于作物产量反应和农学效率的推荐施肥方法。同时结合计算机软件技术，建立问答式界面，把复杂的施肥原理简化成为农技推广部门和农民方便使用的养分管理专家系统，简称NE系统。

NE 系统：

- 是一个基于计算机软件的施肥决策系统，能够针对每个农户地块信息提出个性化施肥方案
- 依据包含大量农学信息的数据库平台，仅根据地块的施肥历史和预期目标产量就能给出推荐施肥方案
- 考虑了作物轮作体系、秸秆还田、上季养分残效、有机肥施用、大气沉降、灌溉水等土壤本身以外的养分
- 给出预期推荐施肥的经济效益分析
- 可以根据农户／用户已有的肥料资源进行推荐施肥
- 把复杂的养分管理原则简单化，政府部门、农技人员和新型职业农民方便使用
- 在有和没有土壤测试条件下均可以使用

2016年继续在我国水稻和大豆主产区开展田间验证试验，同时推出了基于网络版本和手机等移动终端的玉米、水稻和大豆NE推荐施肥专家系统。水稻试验结果表明，与农民习惯施肥（施肥量176–72–99 kg N–P_2O_5–K_2O ha^{-1}，产量7.8 t ha^{-1}）和测土施肥(施肥量165–58–97 kg N–P_2O_5–K_2O ha^{-1}，产量8.1 t ha^{-1}）相比，NE 水稻专家系统(施肥量149–57–76 kg N–P_2O_5–K_2O ha^{-1}，产量8.3 t ha^{-1}）获得较高籽粒产量，同时氮素农学效率和偏因子生产率分别达到17 kg kg^{-1}和56 kg kg^{-1}，分别比农民习惯施肥和测土施肥提高了5 kg kg^{-1}和3 kg kg^{-1}，以及10 kg kg^{-1}和5 kg kg^{-1}。

2016年把接种根瘤菌作为NE大豆专家系统的重要措施，在我国东北三省开展的大豆专家系统田间验证试验表明，接种根瘤菌（33–62–64 kg N–P_2O_5–K_2O ha^{-1} + 根瘤菌）获得较高籽粒产量（3.5 t ha^{-1}），分别比不接种根瘤菌和与不施任何肥料增产0.4 t ha^{-1}和0.8 t ha^{-1}。以上结果表明，大豆接种根瘤菌是增产的一项重要措施，在大豆推荐施肥中要予以重视。

如何获得 NE 系统：

- 登陆网站直接下载免费使用的版本：http://china-zh.ipni.net/library/nutrient-expert
- 未来将开发马铃薯、经济作物以及果树和蔬菜作物
- 如有问题可联系：中国农业科学院农业资源与农业区划研究所或IPNI北京办事处，联系电话：010–82108000

基于产量反应和农学效率的推荐施肥方法获国家重点研发计划项目立项

2016 年 9 月 25–27 日，由中国农业科学院农业资源与农业区划研究所主持的国家重点研发计划项目“肥料养分推荐方法与限量标准”启动实施大会在北京召开。资划所副所长徐明岗主持会议，中国农科院科技局项目处处长刘蓉蓉、农业部科技发展中心主管领导许宁等参加了启动会。

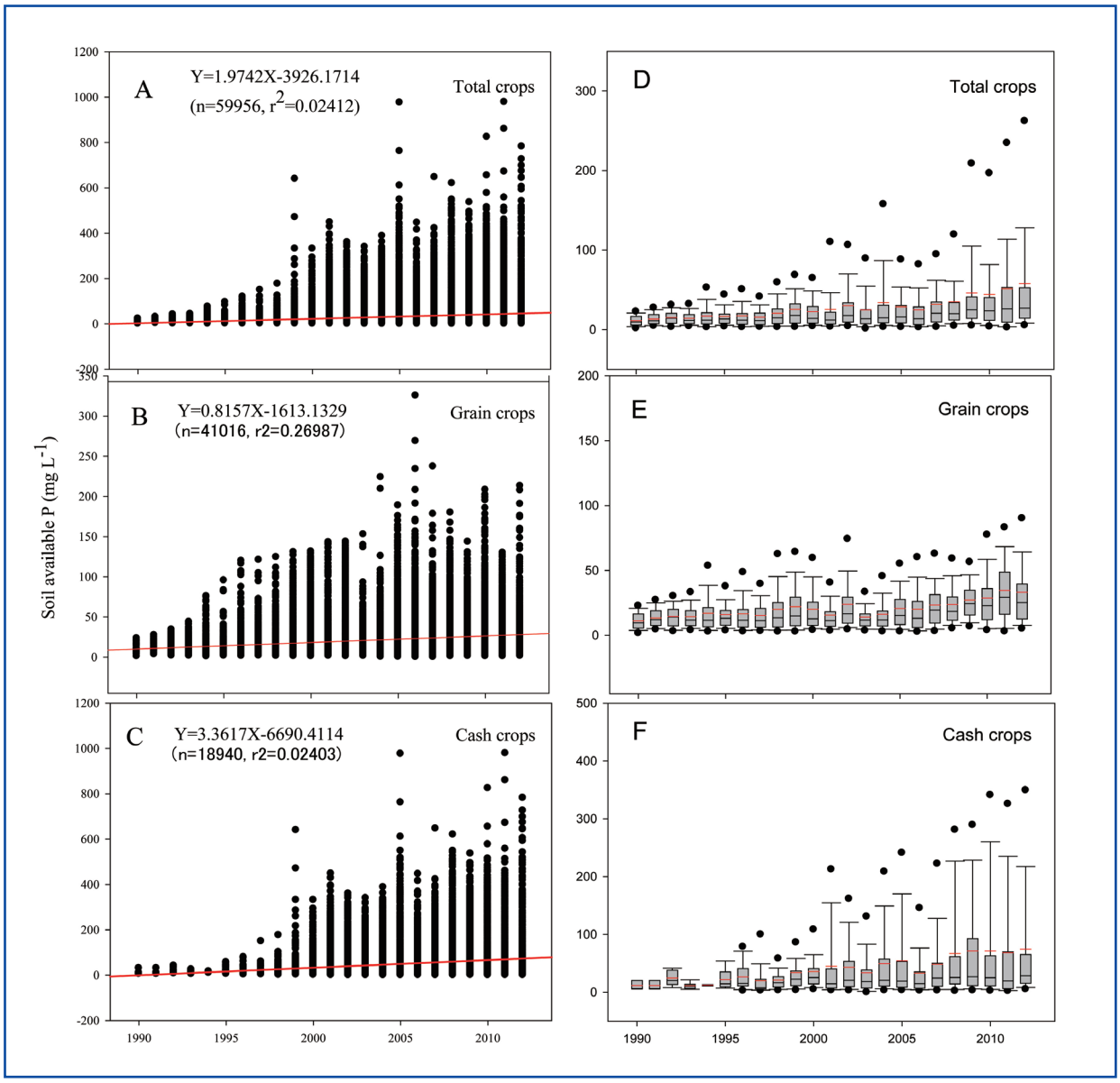
会上，项目负责人何萍研究员报告了项目的研究目标、研究内容和实施计划，提出了项目管理要求。项目设置了 9 个课题，由各课题负责人分别详细汇报了具体实施方案。为保障项目的顺利进行，项目成立了咨询专家组和执行专家组，专家组对项目以及课题涉及的科学问题和实施方案提出了建议。

项目通过研究粮食作物、经济作物、蔬菜、果树田间尺度及区域尺度养分推荐方法与限量标准，有机肥料替代化学养分机理，秸秆还田养分高效利用机理，钾及微量元素与氮磷协同增效机制，化学肥料减施增效调控途径，构建化学肥料减施与高效利用理论、方法和技术体系，建立我国不同作物化学肥料减施限量标准，为集约化农区化肥氮磷减施 20% 下作物持续增产，肥料氮磷利用率提高 10 个百分点提供理论基础和实现途径。项目的实施对于培养领军型科学家，打造优秀科技创新团队，整体提升我国植物营养与肥料学科的创新能力具有十分重要的意义。

项目国拨经费 6800 万元，承担单位还包括中国科学院南京土壤研究所、浙江大学、中国农业大学、南京农业大学、华中农业大学和西南大学等，全国共有 39 家单位和 60 名研究骨干参加本项目。

中国土壤速效磷 20 年的时空演变特征

磷矿是不可再生资源，不能由其他化学物质再生合成。因此，了解土壤磷素养分状况对于有效利用磷素资源、保障磷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 59,956 份土壤样品和 4837 个作物产量效应获得土壤磷素时空变化特征。结果表明，土壤速效磷从 1990s 年代的 17.1 mg L^{-1} 增加到 2000s 年代的 33.3 mg L^{-1}，其中经济作物的土壤有效磷增加速度高于粮食作物，主要源于经济作物较高的施磷量。不同地区间土壤磷素差异较大，从 1990 年代到 2000 年代，东北、华北、西北、东南和西南的平均土壤速效磷分别增加了 10%，113%，23%，16% 和 21%。相对产量数据也进一步支持了以上土壤速效磷的时空变化。本研究结果还表明，在不施磷肥的情况下经济作物减产比粮食作物更严重。不同区域表现出来的差异也指导我们在施用磷肥要根据地点和区域养分状况采用因地制宜的精准施肥策略。详细信息请参见马进川和何萍等发表在 Field Crops Research（http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.04.006）上的文章。

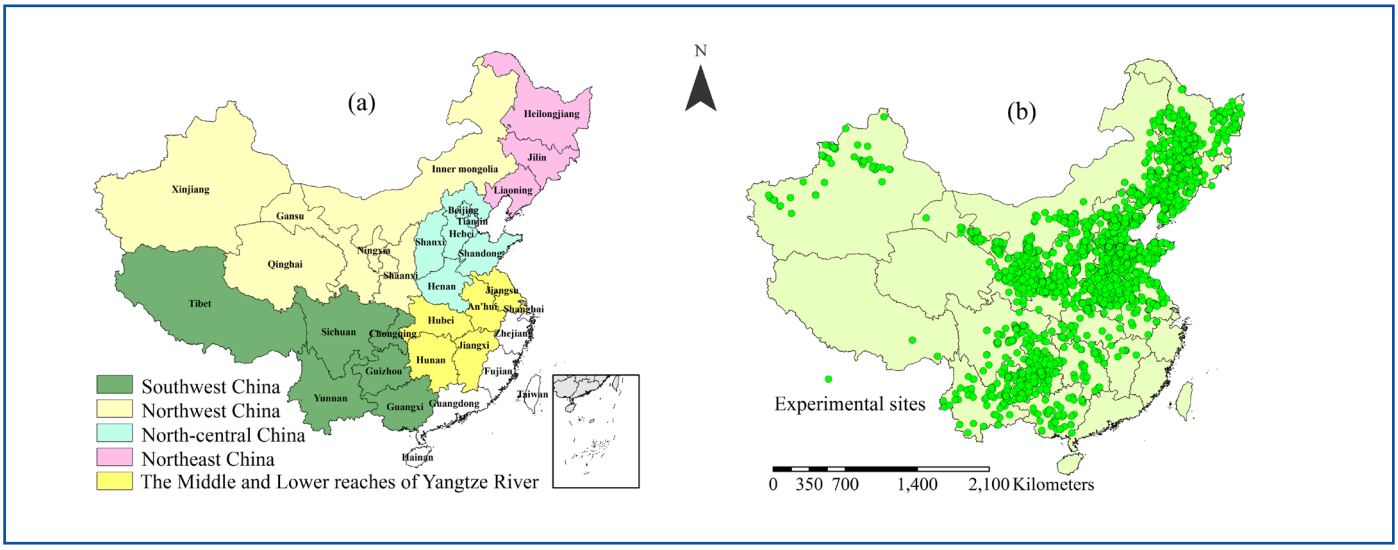


我国小麦肥料养分利用率特征

为更清楚了解中国小麦产量、施肥量以及养分吸收利用等特征，本研究通过汇总多年多点已有田间试验数据以及公开发表文献数据，分析了2000–2011年以来综合多种养分管理和技术措施下的小麦生产和养分吸收利用等特征，为更好指导施肥和生产提供理论依据。结果显示，2000–2011年小麦平均产量为5950 kg ha^{-1}，平均施N、P_2O_5、K_2O量分别为172、102和91 kg ha^{-1}。随着年际变化，氮磷肥施用量的下降和钾肥用量的提高，使氮磷钾肥养分供应基本趋于平衡，是产量逐步上升的重要原因。氮、磷、钾肥偏生产力平均分别位于29.5–39.6、43.4–74.9、44.1–76.5 kg kg^{-1}之间，氮肥偏生产力显著低于磷钾肥，年际间无显著变化，而磷肥和钾肥的偏生产力呈现出显著增长趋势。氮、磷、钾肥农学效率平均分别为9.4、10.2和6.5 kg kg^{-1}，氮肥农学效率波动幅度大于磷钾肥。氮、磷、钾肥利用率平均分别为33.1%、24.3%和28.4%，随年际间变化呈现出小幅波动。研究还发现，不同种植区域小麦的产量、施肥量以及利用率表现也有所不同。研究指出通过采取最佳的养分管理措施，如基于土壤测试或作物反应进行推荐施肥，提供满足作物生长所必需的养分，以及4R管理（合适的施肥时间、合适的肥料用量、合适的施肥位置以及合适的肥料种类）等措施，均需进行广泛应用，以保障作物高产和养分高效。论文研究详情参阅串丽敏和何萍等在PLoS ONE (2016,11(9):e0162802.doi:10.1371/journal.pone.0162802)发表的文章。

我国玉米产区可获得产量和肥料推荐量的时空变化

本研究汇总了2001–2015年我国玉米主产区开展的田间试验（n=5893），同时结合地理信息系统和玉米养分专家系统研究可获得产量、相对产量和肥料需求的空间变异性。结果得出，可获得产量具有较强的空间变异性，变异系数（CV）为25.5%。相对产量可以揭示土壤基础养分供应能力的空间异质性，并且已经结合到玉米养分专家系统中用于计算肥料需求。绘制相对产量的空间变异性得出，分别有85.3%、79.3%和72.5%的氮、磷和钾的相对产量分别为0.68–0.87、0.83–0.95和0.84–0.94。华北平原的相对产量高于其他地区。总体而言，N、P和K的肥料需求有很强的空间异质性，变异系数分别为19.5%、31.6%和35.0%，其中位于150–210 kg N ha^{-1}、50–90 kg P_2O_5 ha^{-1}和50–110 kg K_2O ha^{-1}的分别占到了全部研究区域的72.0%、81.7%和81.5%。2010–2014年10省605个田间试验得出，与农民习惯施肥相比，玉米养分专家系统不仅降低了31.6%的氮肥和15.5%的磷肥，而且提高了3.3%的产量。将肥料推荐施肥系统和地理信息系统与大型数据库相



结合对于研究和确定田块和区域尺度上肥料需求的变异性提供了一个有效的工具，有助于更加有效的进行肥料养分管理。论文研究详情参阅徐新朋和何萍等在 Field Crops Research(2017,203:8–15,http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.005)发表的文章。

应用 NE 养分专家系统缩小我国东北玉米产量差和提高肥料利用率研究

不合理的施肥措施导致养分利用率低，迫切需要一种科学的、可靠的、可行的推荐施肥方法。基于土壤测试的推荐施肥方法很难在小农户的经营模式上进行普及，因为在一年多熟种植系统中受到样品采集、成本和及时性等限制。应用 2012–2014 年 20 个春玉米田间试验结合模拟模型研究玉米养分专家系统在农学、经济和环境效益上的持续性。研究中估算了模型模拟的产量与实际产量的产量差，计算了经济效益和养分利用率，并应用已发表的氧化亚氮与施肥量间的关系方程式估算了温室气体排放。就平均值而言，NE（养分专家系统推荐施肥）、FP（农民习惯施肥）和 OPTS（测土施肥）处理的产量分别达到了潜在产量的 80%、74% 和 77%。NE 和 FP 处理间的产量差为 0.9 t ha^{-1}，NE 和 OPTS 处理间的产量差为 0.5 t ha^{-1}。所有试验中，与 FP 和 OPTS 处理相比，NE 处理的净效益分别增加了 303 和 167 美元 ha^{-1}，其中有 91% 和 98% 的效益增加是由于产量增加而非减少化肥投入带来的经济效益。NE 处理的养分利用率略高于 OPTS 处理。相对于 FP 处理，NE 处理的 N、P 和 K 回收率分别增加了 12、15 和 10 个百分点；农学效率分别增加了 6、35 和 10 kg kg^{-1}。此外，玉米收获时土壤无机氮、总温室气体排放，以及 GHG 排放强度 NE 处理比 FP 处理分别低 42%、17% 和 23%。结果得出玉米养分专家系统可以通过提高产量和养分利用率并降低环境风险而缩小东北春玉米种植系统的产量差。论文研究详情参阅徐新朋和何萍等在 Field Crops Research 发表的文章(2016,194:75–82,http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2016.05.005)。

我国水稻产量差和肥料养分利用率特征研究

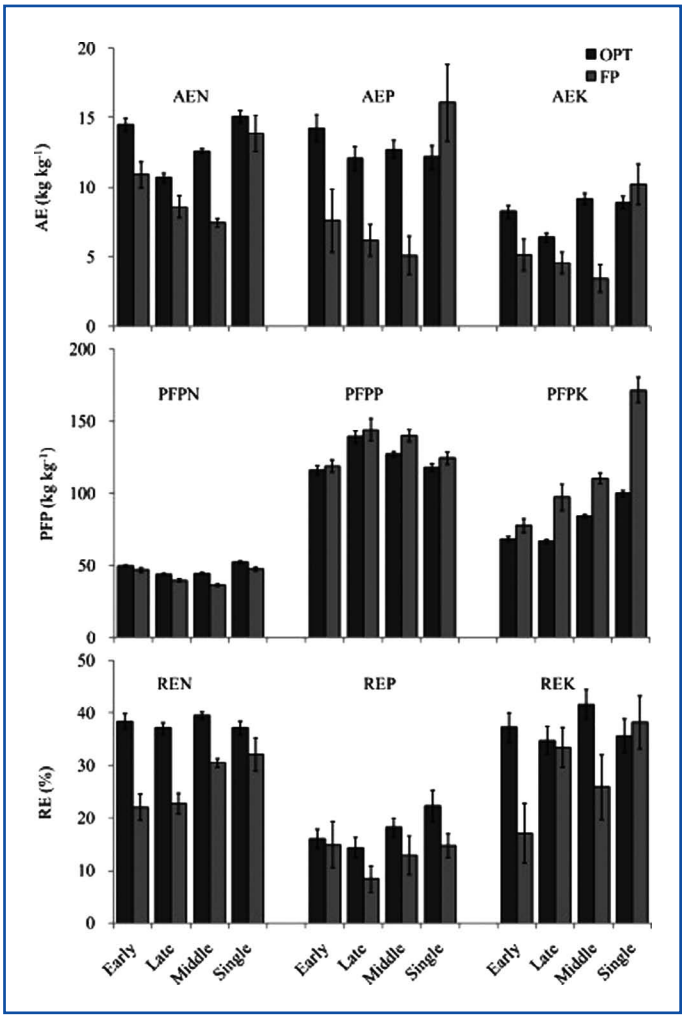
本研究收集和汇总了 2000–2013 年在我国水稻主产区的 2218 个田间试验，采用 Meta 分析和方差分析和评估了不同水稻种植类型（早稻、中稻、晚稻和一季稻）产量差、产量反应和肥料利用率差异。OPT 处理的平均可获得产量为 8.5 t ha^{-1}，OPT 处理和 FP 处理的产量差平均为 0.6 t ha^{-1}。所有试验的氮（N）、磷（P）和钾（K）的产量反应分别为 2.4、0.9 和 1.0 t ha^{-1}。应

Table 4
Recovery efficiency (RE), agronomic efficiency (AE) and partial factor productivity (PFP) to N, P and K fertilizer application for Nutrient Expert (NE), farmers' practices (FP) and soil testing (OPTS).

Year	Treatment	RE (%)			AE (kg kg^{-1})			PFP (kg kg^{-1})		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
2012	NE	33 a	47 a	55 a	18 a	88 a	30 a	77 a	501 a	201 ab
	FP	21 b	25 b	41 b	11 b	34 b	17 b	59 b	371 b	217 a
	OPTS	30 a	38 a	39 b	17 a	64 a	17 b	73 a	476 a	171 b
2013	NE	33 a	17 ab	46 a	19 a	41a	20 a	71 a	350 a	175 b
	FP	22 b	11 b	42 a	13 b	19 b	12 b	59 b	372 a	218 a
	OPTS	30 a	28 a	44 a	19 a	47 a	19 a	67 a	440 a	189 b
2014	NE	39 a	28 a	36 a	21 a	51 a	22 a	66 a	354 a	167 b
	FP	27 c	11 b	24 b	14 c	22 b	12 b	53 b	328 a	195 a
	OPTS	32 b	25 a	28 b	17 b	48 a	19 ab	61 a	401 a	169 b
All	NE	35 a	31 a	46 a	19 a	60 a	24 a	71 a	402 ab	181 b
	FP	23 c	16 b	36 b	13 b	25 b	14 c	57 b	357 b	210 a
	OPTS	31 b	31 a	37 b	18 a	53 a	18 b	67 a	439 a	176 b

The comparisons are within columns among NE, FP and OPTS in 2012, 2013, 2014 and across all years, respectively. The data for nutrient N, P and K efficiencies are on an elemental basis. Values followed by different letters for different treatments are significantly different at the 0.05 probability level.

用皮尔斯相关分析结果得出产量反应与土壤有机质含量呈显著负相关。OPT 处理的 N、P 和 K 的回收率比 FP 处理分别增加了 10.1、5.0 和 8.6 个百分点。进一步缩小产量差和提高肥料利用率，则需要考虑土壤、植物和养分管理等综合措施。论文研究详情参阅徐新朋和何萍等在 Field Crops Research 发表的文章(2016,186:58-65,DOI:10.1016/j.fcr.2015.11.011)。



4R 养分管理

施用 KCl 对新疆加工番茄产量／品质以及土壤中氯离子和盐分积累的影响—2014–2016 年三年结果总结

从 2014 到 2016 年每年都开展田间试验和示范，研究目标是：1）评价秋季 KCl 施用比例对加工番茄产量／品质和土壤剖面氯离子积累的影响；2）确定作物系统中氯离子的输入／输出及平衡；3）明确 KCl 合适的施用时期和比例。

处理包括：1）50% 的钾肥用 KCl 秋季基施，50% 的钾肥用 K_2SO_4 花期追施；2）50% 的钾肥用 KCl 秋季基施，50% 的钾肥用 K_2SO_4 果期追施；3）70% 的钾肥用 KCl 秋季基施，30% 的钾肥用 K_2SO_4 花期追施；4）70% 的钾肥用 KCl 秋季基施，30% 的钾肥用 K_2SO_4 果期追施；5）50% 的钾肥用 KCl 花期追施，50% 的钾肥用 KCl 果期追施；6）农民习惯施肥，即 50% 的钾肥用 K_2SO_4 花期追施，50% 的钾肥用 K_2SO_4 果期追施。各处理 N–P_2O_5–K_2O 用量均为 360–210–120 kg ha^{-1}。

三年结果表明：1）与农民习惯全部施用 K_2SO_4 相比，施用 KCl 对加工番茄产量和品质指标如 pH、固形物含量、色差、番茄酱 TJS、可滴定酸含量和番茄红素没有负面影响。2）在施钾量 120 kg K_2O/ha 时，施用 KCl 比农民习惯施肥土壤 Cl 含量高，但没有引起土壤 Cl 和盐分积累。3）70% 的钾肥用 KCl 秋季基施，30% 的钾肥

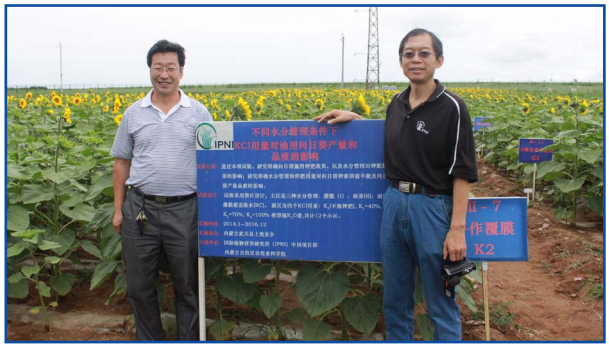
用 K_2SO_4 果期追施可获得较高的产量和收益，并对加工番茄品质没有不良影响，可以作为新疆加工番茄钾肥最佳管理措施。4) 在干旱地区如新疆，在土壤氯离子含量低（<50 mg Cl/kg）的土壤上，长期施用 KCl 应定期检测土壤氯离子含量，以免氯离子积累，在土壤氯离子含量高（>300 mg Cl/kg）的土壤或盐碱土上，施用 KCl 要掌握正确的施用时期和施用量，避免对加工番茄产生毒害。

西北地区向日葵钾肥最佳管理措施研究—2014–2016 三年总结

本项目自 2014 年开始，其研究目标是：1）确定向日葵生产中土壤钾素含量临界指标；2）确定正确的钾肥品种和施肥时期；3）明确水份和钾肥用量交互效应及合理配合。

2014–2016 三年间，分别在甘肃和内蒙古选取了 60 块代表性的向日葵地块，采集土壤样品进行推荐施肥，设施钾和不施钾两个处理，研究土壤速效钾含量与向日葵产量和相对产量的关系，已确定土壤速效钾的临界值。钾肥品种和施肥时期试验设 7 个处理，钾肥品种有硫酸钾和氯化钾，施肥时期有基施和基追结合。水份和钾肥用量交互效应试验采用列区设计，主区是 3 种灌溉方式，次区是 4 个钾肥用量。

结果表明：1）超过 75% 的试验施用氯化钾增产，平均每公斤 K_2O 增产油葵 4.0 公斤、增产食葵 3.0 公斤。此外，KCl 提高向日葵籽粒品质，增加千粒重、出仁率和含油量，增加不饱和脂肪酸如油酸、亚油酸和亚麻酸含量。2) 向日葵籽粒仅从土壤中移走少量的钾，秸秆还田是维持土壤钾素肥力的重要措施；3) 每生产 100 公斤籽粒油葵平均需要吸收 4.5 kg N、3.2 kg P_2O_5、13.0 kg K_2O，比例为 1:0.71:2.89，食葵需要吸收 3.8 kg N、1.6 kg P_2O_5、9.1 kg K_2O，比例为 1:0.42:2.39；4) 90% 相对产量下土壤速效钾临界值为 142 mg kg；5) K_2O 用量相同下，KCl 和 K_2SO_4 对产量和品质的影响相当，施用 KCl 的收益相当于或高于施用 K_2SO_4 处理，而且钾肥基施比追施获得更多效益。但



施用 KCl 后在秸秆还田条件下会引起土壤 Cl 累积。6) 对甘肃的油葵来说，推荐全膜覆盖加补灌下施用 KCl 120 K_2O/ha，对内蒙古食葵，推荐与雨养下施用 KCl 84 kg K_2O/ha、膜下滴灌下施用 KCl 120 kg K_2O/ha。

内蒙古马铃薯上不同钾肥与磷肥品种配施的效应

本研究目的是比较晶体 KCl 和／或 K_2SO_4 与 DAP 和／或美可辛（MESZ，12–40–0–10S–1Zn）配合施用对马铃薯产量和施肥效益的影响。2016 年在内蒙古开展田间试验，试验包括 5 个处理：1）DAP，不施钾；2）K_2SO_4 与 DAP 配施；3）一半钾用晶体 KCl、一半用 K_2SO_4 与 DAP 配施；4）晶体 KCl 与 DAP 配施；5）晶体 KCl 与 MESZ 配施。各处理 4 次重复，氮磷钾肥用量均为 225–120–150 kg N–P_2O_5–K_2O/ha。

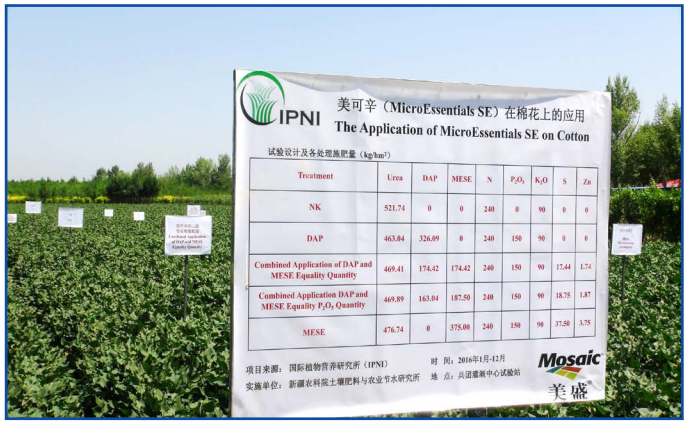
结果表明，施钾不同程度地增加马铃薯块茎产量，比不施钾增产 8.6%–12.7%。施钾比不施钾提高马铃薯的单薯重和商品薯率，但等钾量的硫酸钾和晶体氯化钾间没有显著差异。经济效益分析表明，全部用晶体 KCl 与 DAP 配合的产值最高，收益最好，其次是晶体钾与美可辛配施，比不施钾分别增收 674 和 557 美元／公顷，比单独用硫酸钾与 DAP 配合施用产值和效益分别高 278 和 161 美元／公顷。因此，内蒙古马铃薯上磷、钾最佳品种是晶体 KCl 与 DAP 或 MESZ 配合。

新疆棉花上不同磷肥品种的效果比较

锌（Zn）对棉花生产至关重要，但农民通常施用不含 Zn 的二铵，致使收获时带走了作物吸收的锌，并且得不到及时补充，造成土壤缺锌的问题也越加明显，新疆耕地土壤有效锌含量在 1 mg/kg 以下的占 84%，锌已成为新疆棉花增产的限制因子或潜在限制因子。一种新型氮磷复合肥（12–40–0–10S–1Zn，MESZ）既含 S 又含 Zn，为新疆棉农矫正缺锌提供了机会。因此，本研究目的是评价这种新型的复合肥在新疆棉花上的施用效果。

试验有 5 个处理：1）不施磷（P0）；2）农民习惯 FP（只施用 DAP）；3）美可辛和二铵等实物量配施（MESZ1+DAP1）；4）美可辛与二铵等 P_2O_5 量配施（MESZ2+DAP2）；5）只用美可辛（MESZ）。各处理重复 4 次。除处理 1）不施磷外，其他处理的 N，P_2O_5 和 K_2O 用量一致。N 用普通尿素、K 用 KCl。

结果表明，施磷增加皮棉产量 5.1%–8.6%。等磷量下，单独施用美可辛比单独施用 DAP 及其与美可辛配合施用处理的皮棉产量高，等磷量的美可辛与 DAP 配合施用比等实物量的两者配施的皮棉产量高。经济效益分析表明，等磷量的美可辛与 DAP 配合施用产值最高，收益最好，其次是单独施用美可辛处理，比不施磷分别增加 117 和 111 美元／公顷，比农民习惯只施 DAP 高 97 和



90 美元 / 公顷。等实物量的美可辛与 DAP 配合施用的效益远低于等磷量的美可辛与 DAP 配合施。用。因此，本试验表明美可辛是新疆棉花生产中的合适的磷肥品种。

4R 氮肥管理增加宁夏水稻产量和收益

宁夏水稻生产中过量施氮（300–360 kg/ha）普遍，造成氮素损失到环境中。本研究利用 Nutrient Expert（NE）专家系统推荐施氮，并结合 4R 氮肥管理提高氮肥利用率和增加农民收入。

试验设 4 个处理、3 次重复：1）不施氮对照；2）农民习惯 (FP)，N–P_2O_5–K_2O 为 270–90–60 kg/ha，60% 的 N、全部磷钾肥移栽前撒施，20% 的 N 移栽后施用，20% 的氮分蘖期施用；3）NE 专家系统推荐施 195–66–112 kg N–P_2O_5–K_2O/ha，1/3 氮用普通尿素、全部磷和 1/2 钾移栽前撒施，1/3 N 用普通尿素在分蘖期施用、1/3 氮用普通尿素和 1/2 钾在穗分化期施用；4）NE 专家系统推荐施 195–66–112 kg N–P_2O_5–K_2O/ha 结合缓控释肥 (CRU)，机械条施 60% CRU–N、40% 普通尿素 N 和全部磷钾肥，施肥位置为距秧苗 5cm、3–5cm 深。

结果表明，施氮比不施氮增产 3397–3593 kg/ha 或 90–95% 籽粒产量。NE 专家系统推荐施肥、用普通尿素撒施获得与农民习惯相当的产量和效益，但提高氮的农学效率 4.4 kg/kg N 并节省 75 kg N/ha。NE 专家系统推荐施肥结合 CRU 和机械条施：(1) 比 NE 专家系统推荐施肥、用普通尿素撒施水稻籽粒产量高 196 kg/ha、效益多 48 美元 /ha、农学效率高 1kg 籽粒 / kg N，(2) 比农民习惯施肥产量高 59 kg/ha、效益多 30 美元 /ha、农学效率高 5.3 kg 籽粒 /kg N。因此，在宁夏水稻上采用正确的氮肥品种、用量、施肥时期和施肥位置的 4R 氮肥管理就能提高产量、增加收益、提高氮肥利用率。

其他研究

生物炭对不同土壤钾素含量变化的影响及其机理

为了探讨生物炭对于不同土壤钾素有效性的影响及其机理，在 IPNI 中国项目和国家自然科学基金的支持下中国科学院武汉植物园采用土壤培养实验，研究了施用生物炭对于我国南方两种不同土壤（黄棕壤和灰潮土）钾素含量变化及理化性质差异。黄棕壤和灰潮土是我国长江中下游地区两种主要的土壤类型，两种土壤钾素含量均较低，尤其是灰潮土，并且这两种土壤理化性质差异较大。因此，本研究拟通过土壤培养试验来探明不同比例生物炭对不同特性土壤各钾素形态含量的影响并且明确生物炭提高土壤钾素有效性的机制，以期为生物炭在农业中的应用，特别是在土壤补钾增效中的作用提供理论依据。试验于 2015 年 9 月到 2016 年 6 月在中国科学院武汉植物园盆栽试验场进行。黄棕壤和灰潮土均取自湖北省武汉市，生物炭为竹炭，以竹子为原料 450℃ 条件下厌氧热解制备而成。本试验两种土壤类型中每种土壤设置 4 个处理，分别为①对照处理 (CK)，不施用生物炭 ② 1% 生物炭处理 (HB1)，

即生物炭占总土壤质量的1%，③ 2%生物炭处理(HB2)，即生物炭占总土壤质量的2%，④ 3%生物炭处理(HB3)，即生物炭占总土壤质量的3%。试验结果表明：施加1%、2%、3%的生物炭均能提高两种土壤各有效态钾含量水平，并且有效态钾含量均随生物炭用量的增加而增加。但是不同土壤有效态钾增加量却是不同的，黄棕壤有效态钾增加量要高于生物炭带入的钾量，而灰潮土有效态钾增加量却少于生物炭带入的钾量。生物炭对两种土壤的温度、pH、有机质含量、硅酸盐解钾菌数量均产生了不同的影响，这可能是两种土壤钾素供应能力有所差异的原因。总之，生物炭可提高两种土壤的钾素有效性，但是施用效果因土壤类型不同而有所差异。

三种水旱两熟轮作制养分运筹效率研究

在农作物种植体系中，不同作物之间的轮作是较为普遍的种植方式，在水稻种植区尤以水旱轮作最为普遍。水旱轮作是指水稻与不同旱季作物在同一地块上有次序进行轮作的一种种植方式。水旱轮作包括水稻－小麦、水稻－油菜、水稻－玉米、水稻－绿肥等种植方式。其特征为干湿交替、水热转化等。该轮作方式下，有利于土壤中碳循环、有机质分解与积累。水旱轮作是中国长江流域地区的主要耕作方式，其中也以稻－麦面积最大。合理的养分运筹是提高作物产量、提升作物品质的重要措施。根据作物自身的养分吸收与利用规律，对作物基肥与追肥的施用量、施用比例、施用时期进行了调整和分配，以满足作物在整个生长期间对养分的需求，提高肥料利用率，节约肥料资源，减少环境污染。因此在IPNI中国项目和农业部公益性行业专项的的支持下，中国科学院武汉植物园通过对稻－麦、稻－油、稻－玉等3种水旱轮作体系下的养分运筹相关文献筛选和分析，并在此基础上探讨和比较了3种轮作系统中水稻季肥料投入、基肥与追肥之间养分运筹特性、施肥经济效益以及肥料利用效率。研究结果表明，中国长江流域水旱轮作系统中水稻季施肥量占整个系统中投入肥料总量的比例在稻－玉轮作系统中较低(47.8%)，在稻－油轮作制中基本持平(51.4%)，而在稻－麦轮作制中较高(54.7%)。与其他2种轮作制相比较，稻－玉轮作中作物总产量、施肥经济效益和肥料利用效率均有明显提高，具有广阔的推广前景。从轮作制内养分运筹效率来看，稻－麦轮作制中水稻肥料投入占两季肥料总投入的54.7%，水稻的纯收入占两季总纯收入的67.8%；稻－油轮作制中水稻的肥料投入占51.4%，水稻的纯收入占79%；稻－玉轮作制中水稻的肥料投入占47.8%，水稻的纯收入占51.5%。由此可见，从经济收益上考虑，肥料在水稻上的利润率较高，可适当增加肥料投入，特别是磷、钾肥的投入，因为磷钾肥的偏生产力明显高于氮肥。

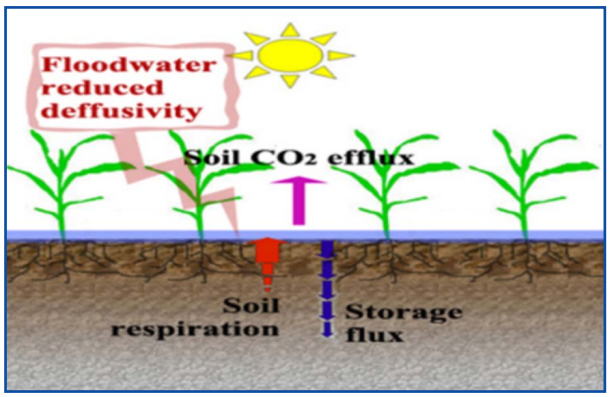
生物炭及其与化肥配施对灰潮土土壤理化性质、微生物数量和冬小麦产量的影响

生物炭作为一种新型的土壤改良剂在农业上的应用已展现巨大的前景。为促进生物炭在江汉平原灰潮土上的科学应用，在IPNI中国项目和国家自然科学基金的支持下，中国科学院武汉植物园采用田间试验，以冬小麦为供试作物，研究了空白对照（CK）、单施生物炭（B）、单施化肥（F）和生物炭与化肥配施（BF）4个处理对灰潮土土壤理化性质、微生物数量和冬小麦产量的影响。田间试验结果表明：单施生物炭与空白对照相比，以及生物炭化肥配施与单施化肥处理相比，施用生物炭均能显著提高土壤有机碳和速效钾含量，分别增加了69.9%和21.5%以及47.1%和59.7%，但对土壤容重、pH、碱解氮、速效磷的影响不显著，其中土壤pH和速效磷含量呈增加趋势，而土壤容重和碱解氮含量呈降低趋势；施用生物炭还提高了冬小麦越冬期、抽穗期和成熟期土壤中的细菌和放线菌数量且在越冬期达到显著差异水平，但对三个时期内土壤中的真菌数量均表现出一定的抑制作用。单施生物炭与空白对照相比，秸秆和籽粒干重分别增加6.8%和4.2%；生物炭与化肥配施与单施化肥相比，秸秆和籽粒干重分别提高4.4%和16.5%；且生物

炭与化肥配施的秸秆和籽粒干重高于二者单施。总的来说，施用生物炭能有效改善灰潮土土壤理化性质和养分状况，提高土壤细菌和放线菌数量，在一定程度上促进了冬小麦产量的增加。

稻－麦轮作制中长期不同模式施肥对土壤 CO_2 排放及其驱动因子的影响

土壤 CO_2 排放在全球碳循环中起着重要作用，因此，在预测和调节碳库容量时对其驱动因子有所了解就显得十分重要了。为了进一步探究农田 CO_2 排放的驱动因子，在 IPNI 中国项目和国家自然科学基金项目的支持下，中国科学院武汉植物园对华中地区稻－麦轮作长期（31 年）定位田间试验中不同施肥模式和相关环境因素，包括土壤有机碳、微生物碳，土壤全氮、全磷和全钾含量，三种土壤酶活性（酸性磷酸酶、脲酶和过氧化氢酶），土壤温度、pH 值、阳离子代换量、容重和孔隙度等进行了系统分析，发现土壤 CO_2 通量对于长期不同施肥模式引起的土壤养分状况差异比较敏感，施用有机肥料处理的 CO_2 通量比仅施用化肥或不施肥的处理明显增高。从相关性分析来看，土壤 CO_2 通量与土壤有机质含量、土壤全氮、全磷和微生物碳含量，酸性磷酸酶和脲酶活性，几种土壤物理化学特性（pH 值、阳离子代换量、容重和孔隙度）呈显著相关，而土壤全钾含量和过氧化氢酶活性未表现显著相关。上述结果表明在一定的土壤温度和湿度条件下，不同施肥模式的土壤 CO_2 排放量与土壤有机质和养分含量、微生物和酶活性、以及物理化学特性等这些驱动因子紧密相关。



中国南方农田灌渠底泥中重金属分布与生态评价

农田灌渠中重金属水平的上升预示着对种植业、养殖业和人类健康的潜在威胁。为了研究中国南方水网农区集约化栽培条件下灌渠中重金属含量状况，评价灌渠的环境污染风险，以便提出应对管理措施，中国科学院武汉植物园在 IPNI 中国项目和国家自然科学基金项目的支持下，在湖北省江汉平原水网农区采集了部分典型农田灌渠的底泥样品，分析测试了样品中重金属 Cu、Zn、Pb、Cr、Cd、Ni 和非金属元素 As 的含量，在对不同元素进行污染水平和生态毒性评价过程中采用了污染负荷指数和潜在生态风险指数作为评价指标。研究结果表明，样品中 7 种元素的浓度大小依次为 Zn>Ni>Cr>Cu>As>Pb>Cd。除 Cr 和 Pb 外，其他元素在样品中的含量均高于其土壤背景值，特别是 Cd（1.79 mg kg^{-1}）、As（99.61 mg kg^{-1}）和 Ni（142.62 mg kg^{-1}），它们分别是背景值浓度的 18.49 倍、8.89 倍和 5.3 倍。整个取样区域均处于中度污染水平并具很高的潜在生态风险，特别是靠近公路的区域表现出高污染风险。从不同元素的表现来看，Cd 和 As 这两种元素对供试区域生态风险的提升贡献最大。

荔枝、龙眼果实发生异常的营养障碍研究取得进展

近年来我国荔枝、龙眼主产区频现成年树果实发育期生长异常现象，对区域水果生产造成了较大影响。为了弄清荔枝、龙眼果实生长异常的原因，华南农业大学资源环境学院的荔枝岗位专家及其团队对此开展了一系列的科学调查和研究。在 2014–2015 年期间，该团队在我国南方荔枝主产区收集了多个果园的异常果和正常果样本，首先由国家荔枝龙眼产业技术体系病害防控岗位专家姜子德教授团队对异常果进行了病原物培养、分离和鉴定，未发现有可疑病原物存在，排除了病害的可能性。他们继而利用扫描电镜对部分荔枝果实样本进行了形貌观察和能谱分析，同时测定了两年中采集的所有样本的相关养分含量。在综合果园管理、施肥和气候数据的基础上，对荔枝龙眼果实异常现象进行了诊断，得出了初步结论，为今后对问题的确诊及进一步深入研究提供前期基础，也为生产上判断和预防此类现象提供科学依据。

荔枝异常果的症状：小果和中果期内，外果皮出现黑褐色斑点／块，但内果皮更为严重，重者果皮开裂，种胚坏死。大果期外果皮皱缩凸起，果实畸形变小；内果皮有黑褐色或淡绿色向果肉侵入的痂状物，严重者侵入部位果肉褐变腐烂。不同时期果实异常现象均表现出由内而外更为严重的规律（图 1）。

图 1 广西灵山文利草莓荔小果期果实异常症状

果实养分含量差异：对海南省永兴果园紫娘喜正常果和异常果不同部位养分含量测定结果表明，与正常果相比，异常果果皮、果肉和果核 N、P、K 含量均显著高于正常果，而且异常果其他部分果皮 N、P、K 含量也显著高于异常果黑褐色部分果皮的含量（表 1）。

然而，异常果果皮 Ca、Mg 含量则显著低于正常果，而且异常果黑褐色部分的 Ca、Mg 含量

表 1 海南永兴紫娘喜果实养分含量

部位	样本性质	N(g/kg)	P(g/kg)	K(g/kg)	Ca(g/kg)	Mg(g/kg)	B(mg/kg)
果皮	正常果	10.4±0.0c	1.0±0.0c	9.6±0.0c	6.8±0.1a	2.7±0.0a	19.7±0.7a
	异常果黑褐色部分	12.7±0.2b	1.4±0.0b	15.2±0.2b	4.2±0.0c	1.9±0.0c	13.5±0.5b
	异常果其他部分	15.6±0.2a	1.7±0.0a	16.9±0.0a	5.2±0.1b	2.3±0.0b	20.6±0.5a
果肉	正常果	11.8±0.2b	1.4±0.0b	14.2±0.0b	0.6±0.0b	1.1±0.0b	9.7±0.8a
	异常果	18.9±0.3a	2.3±0.0a	22.1±0.1a	0.9±0.1a	1.8±0.0a	10.8±0.1a
果核	正常果	12.7±0.2b	1.4±0.0b	8.6±0.1b	0.6±0.0a	1.4±0.0a	10.9±0.1a
	异常果	14.0±0.2a	1.6±0.0a	10.2±0.1a	0.5±0.0a	1.4±0.0a	10.8±0.5a

也显著低于异常果其他部分的含量。果肉 Ca、Mg 含量则为异常果显著高于正常果。异常果果核 Ca、Mg 含量则与正常果的十分接近。对于 B 含量，异常果其他部分果皮与正常果果皮的接近，且两者均显著高于异常果黑褐色部分果皮 B 含量。由此推测，紫娘喜果实异常现象可能与果皮 Ca、Mg 含量偏低有关。对广西和广东省的荔枝和龙眼异常果分析也发现类似结果。因此作者认为，这些地区成年荔枝、龙眼果树果实发育期生长异常症状是一种由于不良气候引起的果实缺 Ca 或缺 Ca 和 B 而引起的生理性病害。

与硫酸钾一样，氯化钾也是葡萄生产的优质钾肥

大多数果农喜欢在葡萄上施用硫酸钾，他们害怕氯化钾会对葡萄生长产生不利影响，并降低果实的产量和品质。这一错误认识的长期盛行，限制了氯化钾在农作物上的使用范围，特别在一些蔬菜和水果上。为了澄清这一问题，向广大果农们展示氯化钾是与硫酸钾一样有效的好钾肥，特地在华南地区的广西开展葡萄钾肥田间试验。试验有 4 个处理，分别是 100% K_2SO_4，50% K_2SO_4+50%KCl，100% KCl 和 100% KCl + 美可辛复合肥（12−40−0−10S−1Zn），试验重复 4 次。此外，每一处理的 NPK 用量为 240−135−167 kg N−P_2O_5−K_2O/ha，氮肥为尿素（N 46%），磷肥为钙镁磷肥（P_2O_5 18%），并在葡萄休眠期施用石灰 1.5t/ha。磷钾肥作基肥（50%，休眠期）和发芽肥（50%），氮肥分为基肥（21%）、发芽肥（43%），开花期—果实膨大期（36%）分 5 次用灌溉施肥方式施入，每隔 10−20 天施 1 次。美可辛复合肥作基肥和发芽肥施入。

结果表明，100% KCl 处理的葡萄产量最高，随后依次为 50% K_2SO_4+50%KCl 和 100% KCl+ 美可辛复合肥，但三者之间差异不显著。100% K_2SO_4 处理的葡萄产量最低，显著低于其他处理（10.4−15.8%）。这表明，在一个长期施用硫酸钾的葡萄园，把钾肥改为氯化钾，无论是半量还是全量，都会显著增加葡萄产量。就葡萄品质来看，施用氯化钾对葡萄中的总糖、可溶性固形物、活性酸、Vc 和糖酸比等都没有明显影响。这证明了在南方葡萄生产上氯化钾可以替代硫酸钾，而且显著增加葡萄产量，不会对葡萄品质产生任何不利影响。由于硫酸钾的价格通常都高于氯化钾，因此施用氯化钾还有利于降低生产成本。

表 1 不同肥料处理对葡萄产量的影响

处理	葡萄产量	比 SOP 增产	
	t/ha	t/ha	%
100%SOP	8.02 b	--	--
50%SOP+50%MOP	8.98 a	0.96	12.0
100%MOP	9.29 a	1.27	15.8
美可辛 +100%MOP	8.85 a	0.83	10.4

表 2 不同肥料处理对葡萄品质的影响

处理	总糖	固形物	活性酸	硝酸盐	VC	活性氯	糖酸比
	%			mg/kg			
100%SOP	15.56	15.79	0.59	154.17	40.72	9.62	26.43
50%SOP+50%MOP	15.88	16.62	0.54	85.68	44.71	9.95	29.58
100%MOP	15.28	15.39	0.56	151.81	40.2	11.62	27.27
美可辛 +100%MOP	14.61	15.87	0.57	142.36	42.99	10.22	25.6

学术交流

IPNI 中国项目组织“化肥零增长下养分高效利用国际学术研讨会”国际会议

2016 年 3 月 16–18 日，由国际植物营养研究所（IPNI）、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所、中国植物营养与肥料学会共同举办的“化肥零增长下养分高效利用国际学术研讨会”在北京召开。中国农业科学院副院长唐华俊院士对大会召开表示热烈祝贺。中国农业科学院农业资源与农业区划研究所何萍研究员作为组委会主席主持了开幕式，农业部国际合作司副处长叶全宝博士致开幕辞，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所副所长徐明岗研究员致欢迎辞，国际植物营养研究所副所长 Adrian Johnston 讲话，中国植物营养与肥料学会副理事长周卫研究员出席了开幕式。

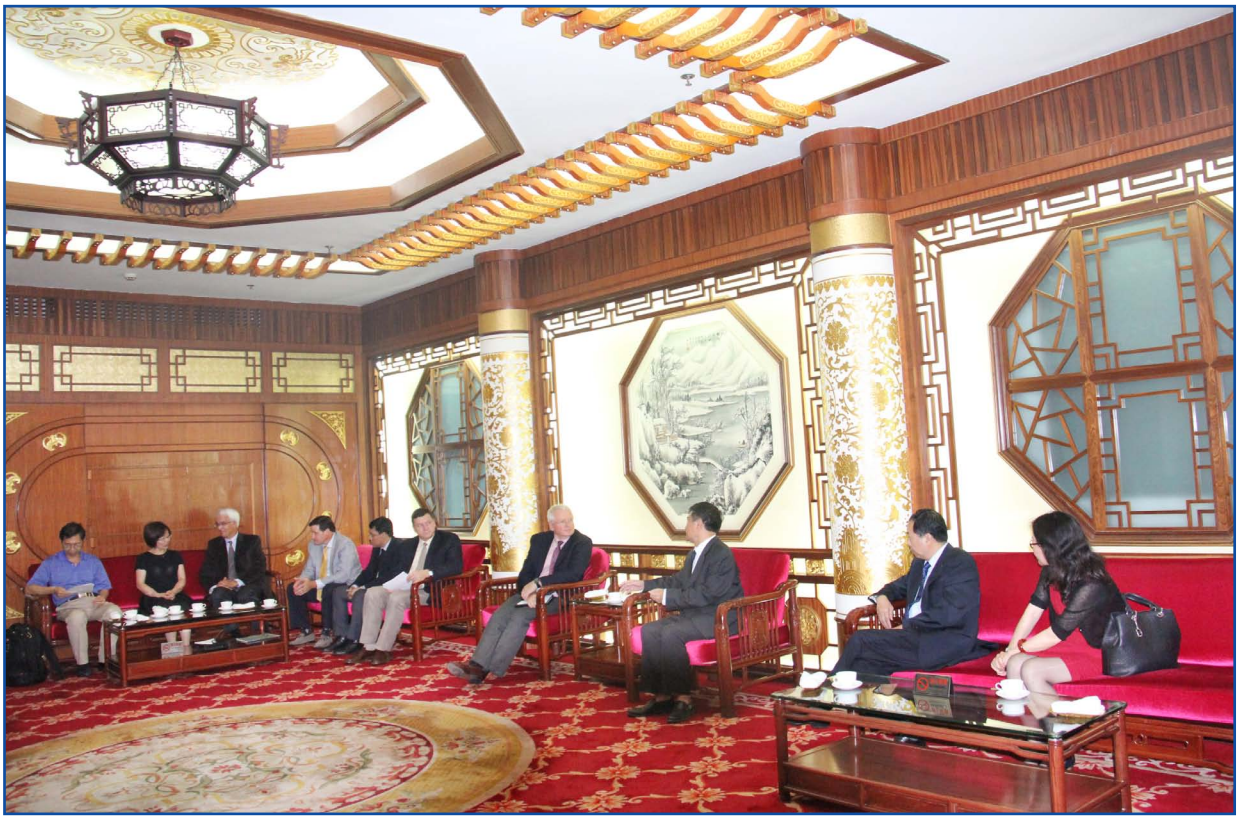
针对我国化肥不合理施用导致肥料利用率低下和环境污染的现状，本次会议以“化肥零增长下肥料减施增效策略”为主题。来自美国、英国、德国、加拿大、澳大利亚、印度、法国、意大利等的国外专家和国内学者共 300 余人参加大会。

共举行大会报告31场，报告内容包括粮食作物、经济作物、蔬菜、果树化肥减施增效技术以及新型肥料等5个方面的议题。大会特邀中国农业科学院农业资源与农业区划研究所周卫研究员和IPNI澳大利亚和新西兰项目主任Rob Norton博士作主旨报告，美国Purdue University的Tony Vyn教授，加拿大Agriculture and Agri-Food Canada的Jingyi Yang博士，德国钾盐K+S集团的Andreas Gransee博士，英国University of Warwick的Ian Burns教授，美国Texas A & M University的Mengmeng Gu博士，意大利University of Bologna的Adamo Domenico Rombola教授，美国国际肥料发展中心（IFDC）的Prem S. Bindraban博士，以及国际肥料工业协会（IFA）的Patrick Heffer博士等作主题报告。大会在总结发达国家提高肥料利用率经验基础上，提出了我国化学肥料减施增效技术途径，形成了养分资源高效利用北京宣言（Beijing Declaration）。

此次大会还发布了基于产量反应和农学效率的作物推荐施肥养分专家系统（Nutrient Expert），颁发了2015年国际植物营养研究所研究生奖学金，并评选出大会优秀墙报奖。大会得到了IPNI、IFA和加拿大钾肥公司（Canpotex）的经费支持。

IPNI中国项目成立30周年纪念活动在北京举行

2016年6月21日，IPNI中国项目30年庆典活动在北京友谊宾馆举行，农业部国际合作司副司长唐盛尧、IPNI所长Terry Roberts博士、中国农业科学院副院长吴孔明院士、中国农业科学院农业资源与农业区划研究所所长王道龙、IPNI中国项目部主任何萍等IPNI全球的30多位科学家、国内领导和专家、IPNI会员单位代表等近200人出席了会议，共同庆祝IPNI中国项目30年。



究成果，包括作物高产平衡施肥技术、土壤养分综合系统评价、坡地养分管理和植物篱技术、土壤养分精准管理、4R 养分管理、生态集约化养分管理、新型肥料技术以及基于作物的推荐施肥方法研究，为我国肥料养分科学施用作出了重要贡献。在此过程中，在我国土壤肥料领域研究经费短缺的阶段，IPNI 中国项目通过国际合作项目的实施，起到了稳定土壤肥料研究队伍的积极作用。因此，过去 30 年，IPNI 合作项目在土壤肥料领域研究、人才培养、新技术引进与宣传推广等方面取得了一系列重要成就。

创新始终是科学发展的主题，而国际合作是科技创新的重要源动力之一。作为全球性的非营利研究机构，IPNI 早在 1982 年就开始了在我国的农业合作研究。30 多年来，加拿大国际开发署代表加拿大政府通过与我国商务部先后签署了多个合作项目，由我国农业部和 IPNI 负责组织实施，形成了覆盖全国大陆所有省份 40 多个科研、教学和农业技术推广单位参加的土壤肥料研究协作网络。

据不完全统计，自 1982 年以来，IPNI 中国项目在我国 31 个省开展了 6000 多个肥料田间试验和示范，涉及作物 40 多种。结果表明，推荐施肥比农民习惯施肥平均增产 18%，每亩平均增收 551 元，合作项目在促进平衡施肥、增加产量和增加农民收入方面发挥了重要作用

30 年以来，IPNI 合作项目通过新理念和新技术引进，会同全国土壤肥料研究团队，紧密围绕国家目标和国家科技发展计划，取得了一系列研

未来，IPNI 中国项目将结合国家“十三五”研发专项在经济作物、果树和蔬菜肥料减施增效中发挥重要作用，也是践行农业部《到 2020 年化肥使用量零增长行动方案》的重要研发创新，为我国肥料高效利用做出重要贡献。

IPNI 中国项目学术年会在北京召开

2016 年 3 月 19 日国际植物营养研究所中国项目 2015 年工作会议在北京召开。IPNI 副所长 Adrian Johnston 博士、IPNI 中国项目全体成员以及来自 IPNI 全国合作网络的 22 个单位的代表和 5 个国内和国际化肥企业的负责人共 70 余人了参会。与会代表分别就小麦玉米养分专家系统、水稻养分专家系统、大豆养分专家系统、生态集约化养分管理、4R 养分管理和控释肥料研究作了 29 个专题报告。会议期间，与会者就会议讨论的议题进行了充分的交流和讨论，并确定了 2016 年度研究任务。

国际植物营养研究所中国项目 2016 年度工作会议暨研发专项相关课题联系会议在广州召开

2017 年 2 月 22–23 日国际植物营养研究所（International Plant Nutrition Institute，IPNI）中国项目 2016 年工作会议暨研发专项相关课题联系会议在广州召开。IPNI 副所长 Kaushik Majumdar 博士、IPNI 中国项目全体成员及 IPNI 全国合作网络和国家重点研发计划项目“肥料养分推荐方法和限量标准”相关课题负责人和研究骨干、国内外

化肥企业代表，共有来自 45 个单位百余人参会。开幕式上，Majumdar 博士指出，IPNI 在中国地区的研究已经开展了 30 年有余，在合理施肥和养分管理上取得了显著的成果，他提出在未来的研究中应该思考 NE 养分专家系统对粮食安全、农民收益和环境风险的积极贡献，并尝试大面积推广，从而进一步帮助政府、农民、肥料企业实现他们的诉求。项目负责人何萍博士再次强调，IPNI 多年来始终围绕国家需求开展工作，IPNI 将与国家研发计划密切联合，共同为我国化肥利用率提高作出重要贡献。

IPNI 合作者和研发计划项目专家分别就水稻、粮食作物、经济作物、蔬菜、果树推荐施肥方法以及生态集约化养分管理、4R 养分管理、钾肥和磷肥新品种等研究专题做了 48 个报告。与会者就以上会议议题进行了热烈的交流和讨论。闭幕式上，何萍要求各项目单位要透过现象发现科学问题，并着力将研究成果转化为可用的技术服务三农。

这次会议也对获得 2016 年度 IPNI 奖学金的四位中国研究生进行了颁奖表彰。自 2007 年以来，IPNI 设立优秀研究生奖学金，旨在表彰在土壤和植物营养领域表现突出的研究生。2016 年，全球共有 36 位 IPNI 奖学金的获得者，他们从 199 位申请人中脱颖而出，其中有 5 位来自中国，他们分别是中国科学院武汉植物园博士研究生顾志明、中国科学院南京土壤研究所李婷、中国科学院南京土壤研究所 Khalid Mehmood、中国农业科学院农业资源与农业资源区划研究所张倩。

IPNI 年度工作会议

每年一度的 IPNI 工作会议于 2016 年 6 月 19–25 日在北京举行，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。全球科学家还利用 IPNI 工作会议期间，参加了 IPNI 中国项目 30 周年纪念活动，并参观了 CAAS–IPNI 植物营养创新研究联合实验室。

何萍参加第七届国际氮素大会

2016 年 12 月 5–9 日第七届国际氮素大会在澳大利亚墨尔本召开。何萍博士在会上作了题为“基于产量反应和农学效率的推荐施肥方法”学术报告，并在种植制度和氮素利用率(Cropping systems and nitrogen efficiency)专场作为 Co–chair 主持会议。何萍做的学术报告引起了与会者的热情提问和关注，所提交的论文被邀请收录在本领域主流期刊《Soil Research》上发表。会议期

间，何萍参观了墨尔本大学土地与环境学院并探讨了进一步合作的可能性。

何萍获得中组部万人计划领军人才

2016 年何萍入选第二批中组部万人计划领军人才。

何萍研究员主要从事植物营养研究，是 973 计划首席科学家，科技部中青年科技领军人才，农业部全国农业科研杰出人才，中国植物营养与肥料学会理事，化学肥料专业委员会主任，中国农业科学院－国际植物营养研究所植物营养创新联合实验室主任。她先后主持 973 计划项目、国家重点研发计划项目、国家自然科学基金基金及重大国际合作项目等 20 项，获省级科技奖励 4 项，发表 SCI 论文等 100 余篇，出版著作 1 部。获“全国三八红旗手”、“中共十八大代表”等荣誉。

“万人计划”（也称为“国家高层次人才特殊支持计划”），主要围绕建设创新型国家的战略部署，面向国内高层次人才，用 10 年左右时间，有计划、有重点地遴选支持一批自然科学、工程技术和哲学社会科学领域的杰出人才、领军人才和青年拔尖人才，形成与“千人计划”相互衔接的高层次创新创业人才队伍建设体系。

平台建设

张倩圆满完成 CAAS–IPNI 植物营养创新研究联合实验室学习任务

张倩同学是中国农业科学院农业资源与农业区划研究所植物营养创新团队的博士研究生，经 CAAS–IPNI 联合实验室选派于 2016 年 4–9 月赴美国俄勒冈州立大学的开展长期施肥下的土壤生态和微生物方面的学习与交流。经过 6 个月的学习，张倩英语交流能力有了很大的提高，她在美期间还完成两篇 SCI 论文的撰写并成功在 Soil Biology & Biochemistry 上发表。联合培养研究生是 CAAS–IPNI 联合实验室能力建设的重要环节，对青年人才的培养具有重要的推举作用。

技术宣传与培训

NE 养分专家系统培训会在济南召开

2016 年 11 月 22 日，IPNI 中国项目部在山东济南成功举行了 NE 养分专家系统专题报告会，该活动是在中国植物营养与肥料学会的年会期间举行的。有来自全国的科研人员、肥料企业人士以及部分媒体代表 200 余名参加了这次专题报告会。中国项目部主任何萍研究员、李书田研究员、徐新朋博士和杨富强博士分别做了《NE 作物推荐施肥新方法》、《NE 与 4R 养分管理》、《NE 养分专家系统管理实践》和《NE 软件操作及注意事项》报告。参会代表对 NE 养分专家系统表现出极大的兴趣，现场互动氛围热烈，收到了良好的效果。会议免费发放养分专家系统培训材料 200 余册。

2016 年 IPNI 中国项目针对科研人员、农技推广人员、肥料企业和种植大户等开展的 NE 养分专家系统培训 10 余次，培训人员达 8000 人次，免费发放各类培训资料 8000 余册。研究结果也显示，NE 养分专家系统推荐施肥在保证作物产量的前提下，能够节肥增效和保证农田可持续利用，在实践中受到广大用户的热烈欢迎，具有广阔的应用前景。

2016 年 1 月 16–17 日，应华中农业大学新型肥料工程实验室的邀请，陈防博士参加了该实验室的学术年会，并在会议上作了题为“养分高效利用攻略—IPNI 的对策与实践”的报告，介绍了 4R 养分管理理念和主要作物的养分管理专家系统 (NE@)。

2016 年 3 月 16–19 日，陈防博士参加了在北京举办的“中国养分效率改善与化肥零增长国际学术交流会”，在会上作了“中国棉花养分管理的学术报告”。

2016 年 8 月 3–5 日，应湖北迪斯科化工集团邀请，陈防博士参加了该集团在武汉举办的“2016 年高端肥料高峰论坛及迪斯科国际发展策略峰会”活动，并在峰会上作了“全球肥料资源和提高肥效策略”的主题演讲，介绍了中国养分管理中存在的主要问题、IPNI 的 4R 养分管理策略和养分管理专家系统。参加活动的有 1000 多位来自全国各地的相关领导、专家、肥料经销商。

2016 年 9 月 19–21 日，陈防博士参加了在西安举行的中国土壤学会会员大会，在会上被选举为新一届的常务理事(2016–2020)。

2016 年 9 月 23–25 日，陈防博士应邀参加了由华中农业大学在武汉举办的“全国作物中微量元素营养与肥料施用关键技术研讨会暨中国中微量元素及肥料产学研创新联盟成立大会”，并被选举为专家顾问委员会成员。该联盟是由全国 32 家大学、科研单位和媒体，42 个知名肥料企业共同发起成立

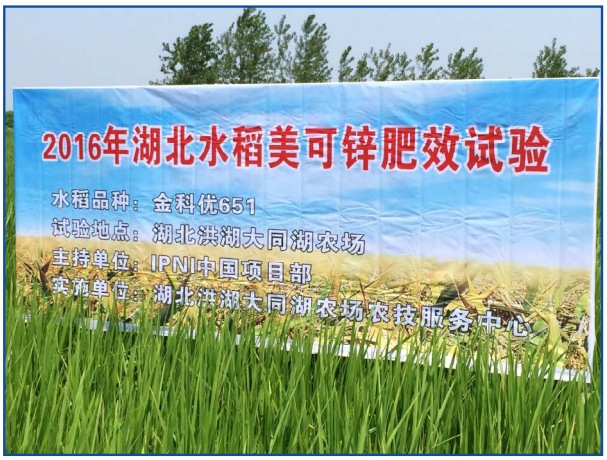
的，由华中农业大学微量元素研究中心、农资导报和史丹利农业集团共同领导，由参加的肥料企业提供经费支持。参加成立大会的有300多位代表。

2016年11月4日，应美盛公司(Mosaic)邀请，陈防博士参加了在南京举行的“2016美盛植物营养发布会”，会上美盛公司推介了几款加入了中微量元素的新型磷钾复合肥，大约200多位来自全国各地的肥料经销商参加了该发布会。陈防博士作了题为“中国钾与中微量元素养分管理策略”的专题报告，重点介绍了过去20多年来IPNI中国项目在不同作物的钾肥及中、微量元素施肥技术和施肥效果方面的研究结果、养分管理经验与施肥技术。

2016年11月21–23日，陈防博士参加了由中国植物营养与肥料学会在山东济南举办的全国会员大会，并被选举为新一届学会的监视会成员(2016–2020)。

2016年12月23日，陈防博士作为协会常务理事会会员参加了在武汉召开的湖北省肥料应用协会年会。共60多位来自全省各大学、科研院所、政府部门、肥料企业和新闻媒体的代表出席了此次工作年会，会上各方面代表进行了充分交流和参观考察，与部分企业签订了技术合作协议。

2016 年与美盛公司(Mosaic)合作在湖北开展了水稻美可辛肥效试验示范，我们负责选择试验区域和合作农户、参与试验设计和具体实施、结果的总结报告。期间在 7 月和 9 月份 2 次组织现场考察与指导示范活动，试验示范活动效果明显。试验结果表明：相比普通磷肥，结合适宜的施肥方式，美可辛磷肥具有较好的增产效果，以及经济效益，具有较好的市场应用前景。



2016 年武汉办事处陈防与汪霄等合作撰写并印刷了水稻、油菜、棉花和小麦养分管理技术手册各 3000 份，该手册简要介绍了国内外水稻、油菜、棉花和小麦的生产和养分管理现状，国内特别是长江流域主产区养分管理存在的主要问题，几种农作物的养分需求规律和科学施肥对策，同时还介绍了几种作物主要营养元素的缺素症状，4R 养分管理策略和 NE 养分管理专家系统。这些资料和信息将有助于农业技术人员和广大农户进行合理施肥、提高这几种作物的养分管理水平。

控释尿素对中国不同作物的效应研究总结

2016 年 4 月 4–6 日，涂仕华博士参加了由 IFA 和 New Ag International 共同主办的第四届缓控释肥料和稳定性肥料国际会议，并代表 IPNI 中国项目部和 Agrium 做了题为“控释尿素对中国不同作物的效应研究总结”的报告。该报告总结了 IPNI 中国项目部从 2008 至 2015 年期间在全国各地多种粮、油和经济作物上开展的试验研究结果。全球缓控释肥料的八个领军企业赞助了该会议，来自世界各地的原料供应商、生产商、经销商代表与从事该领域研究的大学及科研院所的专家教授们共同商讨了缓释控释肥料的重要议题，包括缓、控释肥料，含脲酶抑制剂或硝化抑制剂的稳定性肥料。约 300 人参加了这次会议。

北美聚磷酸铵（APP）液体肥料的发展历史与应用情况

2016 年 10 月 15 日，涂仕华博士参加了在贵阳市召开的“中国聚磷酸铵液体肥料产品应用研讨会”。作为大会的支持单位之一，IPNI 派涂仕华博士做了“北美聚磷酸铵(APP)液体肥料的发展历史与应用情况”的学术报告。会议由中国合作时报社和中国农资传媒主办，瓮福（集团）有限责任公司承办。大会参会人数约 160 人，主要来自企业、大学及科研单位。涂仕华博士的报告包括以下内容：1. 磷(P)– 动、植物的必需营养元素；2. 美国液体聚磷酸铵(APP)的发展历史；3. 液体聚磷酸铵肥料储运与施用设备；4. APP 液体肥料品种与液体复合肥；5. APP 的土壤化学（转化、移动和有效性）及施用方法；6. 液体肥料是单独施用还是与固体肥料结合施用？ 7. APP 液体肥料在不同农作物上的应用效果；8. 与固体肥料相比，APP 液体肥料的经济性和

成本；9. 最经济的液体肥料服务距离是多少？10. 目前液体肥料的施用模式？是否承包给服务公司（含土壤测试）来实施？ 11. 服务公司是如何收取费用的？

科学利用 KCl 和 4R 养分管理培训

2016 年 1 月 20–21 日，应美盛肥料公司的邀请，IPNI 北京办事处李书田博士在秦皇岛对美盛中国科技和销售人员进行培训，重点培训含氯化肥，尤其是氯化钾的合理施用和注意事项，尤其对在氯敏感作物如马铃薯、苹果、柑桔、烟草等上如何合理施用氯化钾进行了重点讲解和讨论，并就如何把 4R 养分管理理论运用到氯化钾合理施用上进行了详细探讨。约 100 人参加了此次培训。

培训内容包括：

1）不同作物氯毒害的土壤临界水平
2）含氯化肥对主要氯敏感作物产量品质的影响
3）主要作物耐氯程度分级
4）如何科学施用 KCl，优先施在对氯不敏感作物上，优先用于含氯低的土壤上和降雨量丰富、有灌溉的地区。
5）土壤氯的来源和我国土壤含氯分布状况，以及如何确定某种作物上KCl最高限量。
6）氯离子输入／输出平衡以及在土壤中的积累。
7）4R 养分管理原理与实践

中国西部农业生产体系的 4R 养分管理

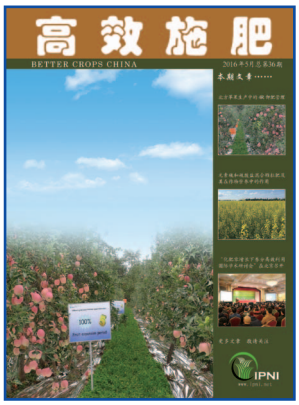
2016 年 8 月 7–8 日，IPNI 北京办事处李书田博士应邀参加“中国西部农业生产体系可持续发展与高效生产技术国际研讨会”和“甘肃土壤肥料学会和甘肃肥料协会组织的学术研讨会”，并做了题为“中国西部农业生产体系的 4R 养分管理”学术报告，重点讲述 4R 养分管理原理和如何在干旱条件下实现养分管理和提高肥料利用率。来自甘肃农大、甘肃省农科院和甘肃省土肥站等 120 位专家、学者、技术推广人员、学生等参加此次研讨会。

Nutrient Expert 专家系统推荐施肥与4R 养分管理

2016 年 11 月 22 日，在济南召开了中国植物营养与肥料学会组织的学术研讨会，Nutrient Expert 养分专家系统学术讨论会作为大会的一部分，会上 IPNI 北京办事处李书田博士做了题为："Nutrient Expert 专家系统推荐施肥与 4R 养分管理"报告，重点阐述了这种新的推荐施肥方法—Nutrient Expert 专家系统推荐施肥是如何与 4R 养分管理紧密结合。包括学者、技术推广人员以及肥料企业人员在内约 150 人参加了此次研讨会。

出版了两期《高效施肥》

第 36 期包括 14 篇研究论文，其中 4 篇为译文，第 37 期包括 12 篇研究论文，其中 1 篇为译文。



IPNI 研究生奖学金

为鼓励在植物营养和养分管理相关学科取得优异成绩的优秀研究生，2016 年国际植物营养研究所(IPNI) 研究生奖学金获得者已揭晓。经过评审委员会严格按照标准对每一位申请者的学术业绩和其他各方面进行评价，结果有 36 位来自 14 个国家和地区的在读研究生获得 2016 年度 IPNI 研究生奖学金。中国有 5 位研究生获得了这项奖励，每位获奖者得到 2000 美元资助。以下是获奖者名单：

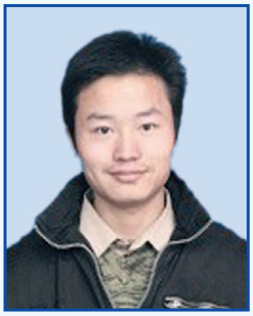
顾炽明，中国科学院武汉植物园生态学专业博士研究生，研究方向是植物营养与农业生态学，主要从事农业面源污染的发生机理及防控措施的研究。

李婷，中国科学院南京土壤研究所植物营养学博士研究生（已毕业）。主要研究土壤有效钾的来源、构成及其生物有效性。

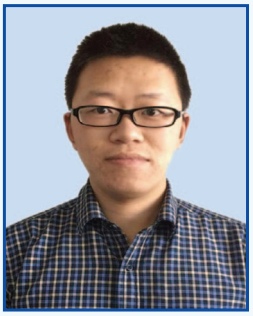
梁国鹏，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所土壤学硕士研究生。主要从事氮肥水平下农田土壤碳排放及其生物化学驱动机制的研究。现正在美国俄克拉荷马大学攻读生态学博士学位。

Khalid Mehmood，中国科学院南京土壤所博士研究生，主要研究使用低能耗生物炭改良酸性土壤并结合无机肥促进作物生长。

张倩，中国农业科学院农业资源与农业区划研究所植物营养学硕博连读研究生。主要从事稻麦轮作体系土壤有机培肥效应及其微生物学机制研究。


顾炽明

李 婷


梁国鹏

Khalid Mehmood

张 倩

IPNI 研究生奖学金自 2007 年设立了研究生奖学金，凡有 IPNI 项目的任何国家，在具有学位授予资格的单位从事土壤和植物营养学相关学科的在读研究生都有资格申请。截止到 2016 年已有 35 位来自中国研究生获得此项殊荣。请符合条件的研究生于每年 1 月 1 日至 4 月 30 日提交申请。详情请随时关注 www.ipni.net/awards。

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品、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