

普遍适用的肥料最佳管理措施框架

By T. W. Bruilsema, C. Witt, Fernando García, Shutian Li, T. Nagendra Rao,

Fang Chen, and S. Ivanova

本文阐述了旨在促进肥料发展和应用的最佳管理措施 (BMPs) 框架, 并加深理解这些措施对实现农业可持续发展目标的贡献, 并指导如何应用科学原理因地制宜地确定 BMPs。

农户水平上的种植制度管理有多种目标, 最佳管理措施的应用最能实现这些目标。施肥管理属于种植制度管理中较重要的方面, 此框架有助于阐述肥料最佳管理如何与农艺管理相适应。

一般来说, 可持续发展的目标就是实现经济、社会和生态三方面协调 (Brundtland, 1987), 这对当今乃至将来都至关重要。然而, 在农户水平上很难把特定作物的管理措施与这三个方面联系在一起。四个管理目标适用于所有作物管理体系的农户实际管理水平上 (Witt, 2003)。这四个目标是生产率、收益率、种植制度的可持续能力和环境协调能力 (PPSE), 他们之间的相互关系列于图 1 中。

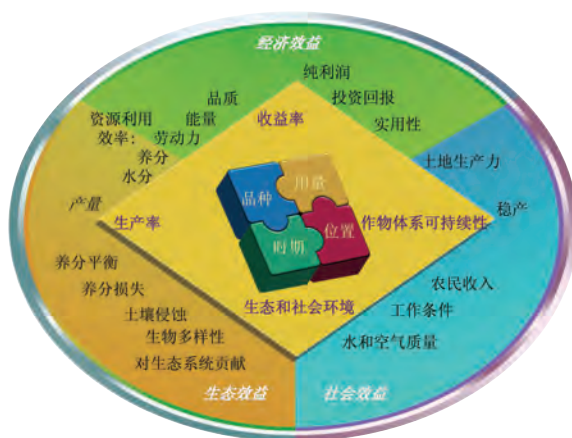


图 1 普遍适用的施肥最佳管理措施框架图

施肥最佳管理措施 — 采用正确的肥源用正确的用量在正确的时期施用在正确的位置, 与农艺上的最佳管理措施相结合实现作物管理的生产率、收益率、可持续性和环境友好的目标。用合理的技术指标评价肥料最佳管理措施在农户水平上对四个作物管理目标的影响, 以及对区域较大范围内可持续发展的经济、生态和社会目标的影响。肥料最佳管理措施是作物最佳管理措施的一部分, 要想肥料施用达到“最佳”, 就必须与其他农艺措施协调, 使四个目标的组合达到最优。在农户水平上发展、评价和完善最佳管理措施必须考虑这四个目标, 选择的指标必须能够反映四个目标在地区、国家或全球水平上的综合影响。在不同范围内使用的恰当指标将在以下性能指标部分作进一步讨论。

种植体系管理目标

生产率: 对种植体系而言, 单位时间单位种植面积的产量是反映生产率的主要标准, 在涉及的所有资源或生产要素方面必须考虑生产率, 正确评价生产率需要许多描述生产和投入利用率的指标。

收益率: 收益率是指产品的产值 (毛收益或总收入) 与生产成本之间的差值, 其主要标准是单位时间单位面积的纯收益。某一特定管理措施的收益率等于增加的总收入扣除其边际成本。

可持续性：是指随着时间推移，对相应资源产生影响的种植体系上的可持续性。一个具有持续性的生产体系是指所用资源的质量（或效率）不会随着时间的推移而降低，从而“即使投入不增加，产出也不会减少”（Monteith, 1990）。

环境（自然性和社会性）：作物生产体系通过物质损失到水和空气中而对周围生态系统产生广泛的影响，一些影响可以通过采取优化资源利用效率的有效措施而减少到一定程度。农户水平上的管理措施也会通过对劳动力需求、工作条件及生态系统的改变而影响社会环境。

肥料管理的目标

肥料最佳管理措施从本质上支持种植体系管理的四个目标，并恰当地描述为选择正确的肥料种类，采取正确的施用量，在正确的施肥时期施用在正确位置（Roberts, 2007）。肥料种类、施肥量、施肥时期和施肥位置相互依赖，并与一系列种植制度中的农艺管理措施相互联系（图1）。

科学原理

一些科学原理可以成套或单独地用于作物和肥料最佳管理措施上，这些原理既具有全球性，又可用于农户管理水平上，不同的作物体系下这些科学原理的应用可能具有很大差异。

与最佳管理措施每个范畴有关的一些原理如下：

- 1) 作物管理
 - a) 寻求实效性
 - b) 认识并适应风险
 - c) 确定评价指标
 - d) 确保全球和农户水平之间的双向反馈
- 2) 肥料管理
 - a) 符合过程机理
 - b) 认识与其他种植体系因素间的交互作用
 - c) 认识养分种类、用量、时期和位置间的交互作用
 - d) 避免对植物根系、叶片和幼苗产生负面影响
 - e) 认识对作物品质和产量的影响
- 3) 肥料品种
 - a) 提供植物有效态养分
 - b) 与土壤理化性状相适合
 - c) 认识营养元素间及其肥料品种间的协同作用
 - d) 认识肥料的混配性
 - e) 认识伴随元素的有益作用和作物对其敏感性
 - f) 控制非营养元素的作用
- 4) 肥料用量
 - a) 利用合适的方法估计土壤养分供应
 - b) 估计对作物有效的所有背景养分
 - c) 估计作物对养分的需求

- d) 预测肥料利用效率
- e) 考虑土壤的影响
- f) 考虑经济施肥量
- 5) 施肥时期
 - a) 估计不同时期作物对养分的吸收
 - b) 估计土壤养分的动态供应特征
 - c) 了解不同时期气候因素对养分损失的影响
 - d) 评价田间管理的合理性
- 6) 施肥位置
 - a) 了解根系—土壤体系动态变化
 - b) 对田块间和农户间空间变异进行管理
 - c) 适应耕作制度的需要
 - d) 限制养分从田间流失

许多应用于特定农户条件下的科学原理也不容忽视。凝炼出一套适合实际水平的最佳管理措施需要一些有资质人员参与，包括生产者和既懂理论又懂应用的顾问专家。这些原理更详细解释在 IPNI (2008) 中提供。

技术指标

技术指标需要反映肥料最佳管理措施对所有四种作物管理目标的影响。养分利用效率 (NUE, 单位肥料养分的产量或养分吸收量) 被认为是与肥料施用有关的最重要的指标。但是, 如图 1 所示, 肥料利用效率更多地直接关系到收益率和生产率, 而对可持续能力和环境健康的关系相对较少。现有的养分利用效率的其他指标 (Dobermann, 2007; Snyder and Bruulsema, 2007) 与四个目标的相关程度也不同。例如, 氮的最重要的技术指标是农学效率, 即单位肥料养分的增产量。然而, 对于磷、钾养分来说, 低的农学效率也能够接受, 对这两种养分来说采用不同的效率测定—偏养分平衡—可能与避免某些土壤养分耗竭或过量更有关系。

图 1 所示的部分指标在表 1 中亦有描述, 描述肥料最佳管理措施组合影响的一套技术指标依据考虑的范围而变化, 投资者需要选择使四个管理目标达到最佳状态的技术指标。我们提出的这一框架性概念有助于保证所选择的技术指标能均衡地反映四个目标, 与可持续发展目标相协调。(表一见下页)



表 1 与作物管理目标相关的肥料最佳管理措施的技术指标

管理目标	技术指标	说 明
生产率	产量	单位时间单位种植面积作物收获物数量
	品质	作物收获物组成成分数量(糖、蛋白质、矿物质等)或能增加产品价值的其它性状
	养分利用效率	施用单位养分所获得的产量或养分吸收量
	水分利用效率	单位灌水量或有效水分的产量,与灌溉或雨养生产有关
	劳动力利用效率	劳动力供需与田间管理的数量和时间密切相关
	能源利用效率	单位能源投入的作物产量
收益率	纯利润	反映单位时间内作物产品的数量和价值,与所有生产成本有关,其局限是无法抵御没有经济价值的外界条件
	投资回报	与纯利润相似,同时考虑资本投入和资金偿还
作物体系可持续性	简便易行	便于生产者应用某一最佳管理措施,通常易于掌握但又要了解其重要性
	土地生产力	反映土壤肥力水平的变化如土壤有机质和其他土壤质量指标
	稳产	在天气变化和虫害下保持作物产量稳定
	农民收入	改善生活水平
	工作条件	生活质量
社会和生态环境健康	水和空气质量	农业水域中水体养分浓度和数量或大气中浓度与数量。对农场范围内进行监测能力有限,对水域、区域乃至全球进行监测才是一项重要的公共服务内容。
	生态系统协调	难以量化,定性很重要,可以包括作物依赖自然界中的捕食者和传粉者,与外出娱乐、涉猎、捕鱼等有关的事项
	生物多样性	很难量化但可以定性
	土壤侵蚀	生长的作物和作物残体对土壤的覆盖度
	养分损失	养分损失到水和大气中,由于损失途径很多,因此在农户水平上很难测定
	养分平衡	土壤表面和农户水平下养分投入产出总的平衡帐,对养分投入的需求通常关系到收获物移走的养分随产量的增加而增加

结论

肥料施用最佳管理措施有助于实现作物体系管理的四个主要目标:生产率、收益率、可持续和环境健康。指导肥料施用最佳管理措施进行完善和实施的强有力科学原理是从相当长的农学和土壤肥力研究中发展而来的,当这些原理被看作是普遍性框架的一部分时,表明肥料施用最佳管理措施只有在各项措施都非常明确的特定条件下才能被认可。最佳管理措施的普遍性框架也需要用不断完善的技术指标来准确描述可持续发展前提下的施肥效益和风险。

Dr. Bruulsema, Dr. Witt, Dr. García, Dr. Li, Dr. Rao, Dr. Chen, and Dr. Ivanova 是 IPNI 在世界各地的职员, 为 IPNI 最佳管理措施 (BMP) 小组成员, 联系人: Tom.Bruulsema@ipni.net.

致谢:

Dr. Paul Fixen 为 BMP 基本框架的设计和完美作了大量基础性工作, 在此表示感谢。想更多了解这方面的问题, 请访问 IPNI 网站: www.ipni.net/conceptpapers.

参考文献:

Brundtland, G.H. 1987. Our common future. Report of the World Commission on Environment and Development.

Dobermann, A. 2007. Nutrient use efficiency C measurement and management. pp 1-28. In Fertilizer Best Management Practices. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices (FBMPs). 7-9 March, 2007. Brussels, Belgium.

IPNI. 2008. A global framework for best management practices for fertilizer use. IPNI Concept Paper #1. Norcross, GA.

Monteith, J.L. 1990. Can sustainability be quantified? Indian J. Dryland Agric. Res. Dev. 5:1-5.

Roberts, T.L. 2007. Right product, right rate, right time, and right place***the foundation of best management practices for fertilizer. pp. 29-32. In Fertilizer Best Management Practices. IFA International Workshop on Fertilizer Best Management Practices (FBMPs). 7-9 March, 2007. Brussels, Belgium.

Snyder, C.S. and T.W. Bruulsema. 2007. Nutrient Use Efficiency and Effectiveness in North America: Indices of Agronomic and Environmental Benefit. International Plant Nutrition Institute. Reference # 07076.

Witt, C. 2003. Fertilizer use efficiencies in irrigated rice in Asia. Proceedings of the IFA Regional Conference for Asia and the Pacific, Cheju Island, Republic of Korea, 6-8 October 2003. [online]. Available at www.fertilizer.org (last update 2003; accessed 27 Sept. 2005). Paris: International Fertilizer Association.

原文自 Better Crops with Plant Food, 2008 (2) 13-15

李书田、谢玲 译, 涂仕华、陈防 校