



现代农业与肥料系列丛书

Modern Agriculture and Fertilizers

中国项目

China Program

学术论文集之五

Proceedings No. 5



土壤养分状况系统研究法 学术讨论会论文集

中国农业科学院土壤肥料研究所

加拿大钾磷研究所北京办事处

主 编： 金继运

副主编： 吴荣贵 梁鸣早

中国农业科技出版社

土壤养分状况系统研究法 学术讨论会论文集

中国农业科学院土壤肥料研究所
加拿大钾磷研究所北京办事处

主 编： 金继运

副主编： 吴荣贵 梁鸣早

(京)新登字 061 号

图书在版编目 (CIP) 数据

土壤养分状况系统研究法学术讨论会论文集 / 中国农业科学院土壤肥料研究所, 加拿大钾磷研究所北京办事处编, 北京: 中国农业科技出版社, 1995. 12

ISBN 7-80026-994-9

I. 土... II. ①中... ②加... III. 土壤有效养分 - 研究 - 学术会议: 讨论会 - 文集 IV. S158.3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 15057 号

责任编辑
技术设计
出版发行

王涌清

中国农业科技出版社
(北京海淀区白石桥路 30 号)

经 销
印 刷
开 本
印 数
版 次
定 价

新华书店北京发行所发行
敦煌印刷北京有限公司印刷

787×1092 毫米 1/32 印张: 190 插页:

1-3000 册 字数: 25 千字

1995 年 9 月第一版 1995 年 9 月第一次印刷

22 元

前 言

土壤养分状况系统研究法是在多年来国际上土壤测试和推荐施肥研究的基础上逐步发展形成的。美国佛罗里达州的国际农化服务中心 (Agro Service International Inc.) 的 A. H. Hunter 在总结了前人 R. B. Cate 和 L. Nelson 研究结果的基础上, 于 1980 年提出了一套用于土壤养分状况评价的实验室分析和盆栽试验方法。1988 年在农业部的协调与支持下, 该方法通过中 (国) - 加 (拿大) 钾肥农学合作项目引进我国, 并于 1990 年在中国农业科学院土壤肥料研究所内建成了中 (国) - 加 (拿大) 合作土壤植物测试实验室, 引进了美国国际农化服务中心的先进技术和全套设备。在此基础上, 我国有关单位与加拿大钾磷研究所的专家共同努力, 开展了大量深入细致的研究工作, 结合我国具体情况, 对该方法进行修改完善, 逐步发展形成了一整套适合我国土壤条件和种植制度的土壤养分状况系统研究方法, 同时在一些国家及省、部级科技攻关项目, 及部分地区的测土施肥工作和丰收计划项目中成功地进行了应用。

土壤养分状况系统研究法的形成、发展、完善和在推荐施肥中的成功运用是土壤肥料研究和施肥工作的一大进步。它的主要特点是结合考虑了土壤中大、中、微量元素的综合平衡、土壤对主要营养元素的吸附固定、肥料利用率及施肥量的影响, 此种方法较能正确评价土壤中各种营养元素的供应状况, 制定土壤中存在的和潜在的土壤养分限制因子, 在土壤肥力研究、土壤养分限制因子的检测、土壤生产和承载力评价、土壤资源调查、土壤环境保护及高产优质高效农业生产体系的适应等方面, 均有广泛的应用前景。

为了不断总结经验, 使该方法逐步完善, 并在土壤养分状况研究和测土施肥等工作中发挥应有的作用, 在农业部的支持下, 中国农业科学院土壤肥料研究所与加拿大钾磷研究所北京办事处于 1994 年 8 月 29 日在北京召开了土壤养分状况系统研究法学术讨论会, 来自 25 个科研及教学单位的 48 位专家在大会上交流了应用土壤养分状况系统研究法的经验。同时, 邀请了美国国际农化服务中心 (ASI) 总裁 A. H. Hunter 博士, 加拿大钾磷研究所 (PPI/PPIC) 副总裁 Sam Portch 博士和加拿大钾肥出口公司 (Canpotex) W. Janke 博士就土壤养分状况研究的有关问题作了进一步探讨。本论文集收编了这次学术讨论会的论文及部分文章, 希望能从此进一步推动土壤养分状况研究及测土施肥工作的发展。

该论文集的出版, 是中 (国) - 加 (拿大) 钾肥农学第三期合作项目的内容之一, 得到了加拿大国际开发署 (CIDA), Canpotex, PPI/PPIC 及其赞助公司的资助, 对此, 深表感谢。

本论文集的排版及绝大部分录入工作是莫俊英小姐完成的, 在此表示谢意。

金继运

1995 年 8 月

目 录

土壤测试原理与实践

Arvel H. Hunter 1

中国持续农业中的肥料管理与土壤肥力

Sam Portch 10

市场经济如何运行及中国的平衡示范项目

Howard Cummer 和 Wilf Janke 28

土壤养分状况系统研究法在土壤肥力研究及测土施肥中的应用

金继运 张 宁 梁鸣早 吴荣贵 Sam Portch 40

中加合作实验室在北方平衡施肥中的作用

吴荣贵 程明芳 杨俐萍 金继运 52

土壤中作物养分障碍因子的系统诊断研究

符建荣 詹长庚 姜丽娜 58

天津市菜园土壤及营养诊断

周艺敏 朱青华 景海春 兰耀龙 66

天津主要土壤养分状况的系统研究

景海春 周艺敏 王正祥 兰耀龙 朱静华 翁莉萍 74

山东主要土壤养分状况的系统研究

张漱茗 阎 华 张 军 刘光栋 崔荣宗 82

应用土壤养分状况系统研究法对高产平衡施肥研究

张桂兰 李贵宝 孙克刚 王 英 吴素娥 焦 有 90

江西省油菜 - 棉花种植制中高产、优质、高效施肥技术的研究

李祖章 陶其骧 刘光荣 罗奇祥 徐招莲 100

春玉米、晚水稻、冬番茄轮作制中高产、高效施肥管理研究

卢锦屏 谭宏伟 周柳强 谢如林 欧 飞 张肇元 107

土壤养分状况系统研究法在吉林省春玉米科学施肥中的应用

张 宽 王秀芳 吴 巍 王晓村 胡会军 胡和云 114

天津地区土壤机械组成与土壤养分状况的相关研究

朱静华 周艺敏 景海春 兰耀龙 121

土壤养分状况系统研究法在测土施肥中的应用

李玉颖 梁 红 滕险峰 赵洪凯 125

运用土壤养分状况系统研究法确定磷肥在贵州省几种土壤上的合理施用

尹迪信 曾令伦 朱 青 阎献芳 130

土壤养分状况系统研究法在豆稻轮作制中的应用	
洪丽芳 苏帆 胡靖 Sam Portch	135
土壤养分状况系统研究法在河北省的应用效果	
郭建华 邢竹 申建波 刘宗衡	142
土壤养分状况系统研究法在辽宁的初步应用	
雷永振 张满珍 赵凯 邱卫文 王祥珍 张保烈	149
山西主要土壤养分状况的系统研究	
白大鹏 陈明昌 王宏庭 刘富 赵建强	155
菜籽饼与氮磷肥配合使用对春小麦产量的影响	
庞宁菊 洪世奇 朱胤椿	166
小麦高产施肥与化控综合农艺措施的研究及模型的建立	
孙克刚 李贵宝 王英 焦有 张桂兰 杨胜利	172
小麦、玉米、水稻施肥模型的建立	
张宁 金继运	180
农作物优化施肥技术在生产上的应用与推广	
赵国丰 王连林 黄明印	186

土壤测试原理与实践

Arvel H. Hunter

(美国国际农化服务中心)

一、土壤测试试验室的管理

装备和运转土壤肥力评价实验室应考虑的几个问题：

1. 所需设备应尽可能简易，同时还应有能力完成所需的分析项目。设备应该是半自动化，全自动化的设备对这类工作一般不利于快速分析也不利于控制分析质量。
2. 分析方法必须能够得出与土壤养分状况高度相关的结果，即获得理想的植物生长和作物产量这些元素是否缺乏、充足或过量的数据。在一定程度上，应选择或改进分析方法，尽可能减少分析步骤，因为每一步都可能有人为与设备造成的误差。分析数据应具有较高的准确性和精确性。
3. 迅速准确地给出分析结果是实验室成功地为农民提供服务的必要条件，这一点非常重要，从收到土样至提出推荐施肥方案的时间应尽可能短，一般不超过 5 天。所以，在较忙的季节，即使样品量再大，分析设备、分析方法及分析人员应该有能力在 5 天以内完成，并包括给出推荐施肥方案。这一般是指常规分析，测定项目包括 pH、可溶性盐、有机质、活性酸、Ca、Mg、K、Na、N、P、S、B、Cu、Fe、Mn、Zn。
4. 对某些特殊分析项目一般要用较长的分析时间。
5. 其它项目分析如重金属、田间持水量、毛管孔隙、渗透速度以及氯化物等有些用户也可能提出，所以实验室应有能力提供这些分析数据，但不一定和常规分析那样在短时间内完成。
6. 分析中心必须控制分析质量，每 10 个分析样品加一个参比样，这样分析过程出现错误时，能够迅速查出和纠正问题。当发现参比样有误差时，应重新分析。
7. 多数实验室普遍存在人为误差，设计的分析步骤应尽量减少人为误差。
8. 至于分析设备，所有不易或不能迅速修理的设备应至少购买两台，若一台出现故障，另外一台仍然能够工作。因为仪器出故障多在分析高峰期，这时即便出现很小的仪器故障，若没有备用仪器，也会耽误您宝贵的时间，这也是不选择复杂分析仪器的另一个原因，但这些仪器必须有能力按时完成所需分析项目。

分析误差

每一种分析方法和分析步骤最终结果都不可避免地产生误差，应该严格控制，使分析误差降到最低限度。在某种程度上，误差的降低决定于样品的均匀度，分析步骤的多少，

仪器在分析过程中对被测元素的敏感性，影响结果的几种因素如时间、温度、光线，采取的分析方法是否能检测出样品中被测元素的最低含量，以及周围环境污染等。一般来讲，在某种程度上对植物和土壤样品的分析比医药、冶金或试剂能允许的误差要大，原因在于取样误差以及农民很难根据分析结果进行准确的推荐施肥。

一般土壤和植物样品的分析误差不应超过 10%，然而许多情况下，这种精度也不易获得。不能得到高精度并可能产生较大误差的一个实例是从土壤中提取硼。有时从土壤中提取的硼很低，提取液中的浓度接近现有最佳分析方法的测定极限。这种情况下 100% 误差就比较不错了。然而在这种硼水平下，可以允许有误差，因为显然土壤中有效硼很低不利于作物生长，这种情况下，可以安全地推荐施硼而不必担心犯错误。

二、土壤样品的采集

以室内分析为手段进行土壤肥力评价，必须从土壤样品的采集着手。

取土样的目的是为了获得有关土壤养分的有效性以及其它限制或有利于植物生长的土壤因子等可靠信息。样品应该代表所测地区的情况。在提供信息方面，（某种程度上）样品分析数据不如样品的代表性重要。

如果用某一地域的数据和信息资料来判断其它附近或较远区域的情况，其准确性完全取决于取样点与非取样点的相似性。

A. 引起土壤养分变异的几点原因

1. 地形不平

高地趋于损失元素而洼地趋于集积；

2. 质地不同

成土母质不同则质地和其它特性不同；

3. 有机质含量

原生植被和作物不同导致有机质的积累亦不同，土壤质地和排水不一样也导致有机质含量不同；

4. 土壤耕种历史

作物的种植方式和肥料分配方式的不同也会引起土壤养分变化；

5. 取土深度

元素含量和其它土壤特性与取土深度有关；

6. 取土时间

作物生长的前期、生长期和收获后土壤养分的有效性均有变化；

7. 取样面积

取土面积增大，养分变化亦增加；

8. 土壤剖面特性

水位深度，土层深度以及碳酸盐、盐分等的积聚都将引起土壤养分的变异。

B. 作物类型

取土深度和取样方式要依据前茬作物类型或即将种植的作物种类而定；

在生长浅根作物的土壤上，取土深度应低于生长深根作物的土壤；

在果园或深根作物区域取样，其取样深度应相对较深。

C. 取样的一般原则

1. 应该在某一点取足够的小样，混合后形成有代表性的样品，小样数量一般 20 - 30 个；
2. 取土深度通常为耕层，没有耕过的土壤，取土深度应该在根系密集区；
3. 取样时间要在下个种植季节前，得到分析结果后有充分的时间购买和施用肥料；
4. 取土工具在大小、形状和使用等方面可以变化很大，但不应含有营养元素如铜、锰、锌等以防污染土样，最常用的材料是钢、不锈钢和铬钢，这些金属也可能发生污染但与土壤的养分含量相比微乎其微。用干净的塑料袋收集土壤。

D. 样品处理

1. 每时每刻都应注意不要使被测元素受到污染；
2. 分析之前样品所接触的表面都应清洁，不含污染元素；
3. 还应防止汗液、烟灰、唾液、肥料或农药污染样品；
4. 样品袋或容器必须不含污染元素；
5. 尽可能避免过高的湿度；
6. 应该注意，某些情况下取土的一般原则可能改变以适应特殊情况，然而使样品不受污染这条原则不能变。

植物样品的采集

在制定或更改施肥措施方面，植物组织分析不如土壤分析那么普遍或广泛。然而近年来对植物组织分析的应用也逐渐产生兴趣。随着数据资料的积累以及数据解释方法的改进，预计这种兴趣会继续增加，为提高作物产量和品质提供理想的需肥预测能力。

植物组织分析需要许多步骤来获得数据，然后才能解释和应用。

第一步当然是采集植物组织样品，植物组织可以由叶片、茎秆、叶柄、叶片中脉、根系、树皮等组成。至今采取植物样品重点放在叶片组织，但也有例外，糖用甜菜、棉花采取叶柄，用叶柄的分析数据可以了解整个生长季节中的某种营养元素的浓度变化。

1. 采样的目的

就农业生产而言，植物组织分析的目的在于了解植物组织中的营养状况，进而调节植物营养，以获得高产优质的产品。

2. 采样中的问题

养分含量的变化：植物组织中的营养元素含量不是固定不变的，每天、每月或不同生长阶段都在变化，幼叶中的养分浓度变化较大；而老叶或成熟组织中的养分则保持不变甚至损失。

3. 统计方面的考虑

许多研究发现，同一植株的相同组织养分含量有变化，而不同组织的变化更大。同品种彼此生长不同的植株间也有变异。当然，在同种土壤和相同环境条件下生长的不同作物之间的变异更大。

由以上讨论可知，植物样品的采集不是一项简单的工作，不可能用植株分析数据很容易地解决作物生长中的所有问题。但是，我们并不反对采用植株分析这项技术，这项研究还应继续下去，我们将利用植株组织分析作为提高产量和品质的一项手段。

4. 采样的一般规则

1) 在欲了解信息的地块，按实际能力尽可能多取植物样品，样品数量最低也应满足室内分析的要求，一般 5-10 克干物质就足够了；

2) 通常选择外部刚刚成熟的新叶；

3) 通常在生殖生长前取样，但也应酌情而定；

4) 应采集无灰尖、或无残留农药的组织；

5) 不要采集被害虫、病害或机械损伤的组织；

6) 不能采集受水分或热胁迫的组织。

植物样品采集的一般规则也应因地制宜，把取样情况记录下来以便更好地解释数据。

5. 植物样品的处理与准备

1) 在不改变组织中养分浓度的情况下，冲洗并除去组织表面的污染物；

2) 尽快风干样品，抑制酶的活动，防止植株腐烂；

3) 大批取样时，减少样品量便于室内处理，但应使所采取样品有代表性；

4) 将样品在 75-80°C 下烘干至恒重；

5) 在无污染的情况下粉碎植物样品，并通过 20 目筛混匀；

6) 处理好的样品应保存在干燥的容器中，在干净、冷凉干燥处保存。

三、解释室内分析评价土壤肥力

任何土壤肥力实验室，或用任何分析方法都能够提供分析资料和数据。室内分析的目的是得到具有高准确度和精确度的数据。

然而这些分析资料只有经过合理的解释，并帮助农民提高和 / 或增加作物产量之后，才能实现其真正的价值和意义。

样品的代表性很重要。分析的精确度再高，若土壤样品没代表性，所得分析数据也不能给出正确的解释。

评价土壤肥力实际上具有预见性的作用。而且这种预测能力依赖于准确的实验数据和合理的解释。

Cate 与 Nelson 提出了一个解释土壤分析数据的方法，我认为这种方法不仅提供了一种准确预测能力的手段，而且也容易理解和应用。

用 Cate - Nelson 方法至少要有两个处理并有多点产量数据。一个处理在土壤中施用植物生长必需的营养元素，另一个处理不施这种元素。

对我来讲，建立这些处理的正确和唯一可接受的方法是获得所有必需营养元素的肥力状况，其它地区有关土壤肥力的分析资料和信息。这些数据应该用现有的最好的常规分析方法和能够提供可靠数据的吸附固定研究来获得。

用这些信息可以设两个处理，这两个处理中除被研究的元素外，其它与土壤肥力有关的因素应调到最佳状态，然后，在一个处理中将被研究元素调到最佳水平（由室内分析和吸附研究确定），而另一处理则不施这种元素。用这些处理的产量数据计算出相对产量百分数，而后与土壤分析值作图（如下所示）。

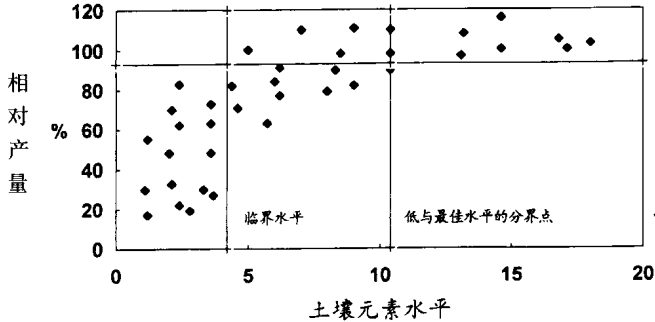


图1. 不同土壤上的相对产量(%)与土壤测试值的关系

有足够的土壤分析值，就能够得到上图。从这一图形上可以找出：

- a) 某元素的临界值；
- b) 该元素的最适值；
- c) 该元素对植物的毒害值。

有必要找出这三个水平以便合理解释土壤分析数据，同时提出作物的推荐施肥，以指导农民经济施肥。

相对产量计算方法如下：

$$\text{相对产量 (\%)} = \frac{\text{不加某植物营养元素但满足其它条件的产量}}{\text{加入该植物营养元素同时满足其它条件的产量}}$$

因为许多因素以及这些因素的综合作用很大程度上影响植物对营养元素的吸收，所以很难正确地解释植物组织中营养元素的浓度。

植物组织分析在多方面有助于理解施肥的价值和不同肥料中营养元素对植物的有效性，以及其它生长因素对各种元素吸收的影响。

由植物分析来预测土壤中营养元素的丰缺状况一般不太可靠，也不可能靠植物组织分析来确定某元素的施用量，或使植物组织中该元素浓度达到所谓的正常范围并获得高产。

很多书刊中都列出了不同植物组织中某些元素的临界值，最佳范围值，和对植物的毒害值。虽然不同刊物所列数据彼此不一致，但作为评价和解释植物组织分析结果的标准是有帮助的。

四、推荐施肥

人们常提出这样一个问题，即谁为农民推荐施肥？

是由农业方面的教师或科研人员负责？或由“土壤 - 植物分析实验室主任、分析化学家或与实验室有关的农学人员负责？还是由肥料推广部门和经营部门负责？或者只为农民提供所需资料，由其自己决定怎么做呢？

对我来说，以上这些人都应该直接或间接地帮助农民并告诉他们用什么肥料，用多少，什么时候用。

实验室在提供土壤与植物分析结果的同时，也应对这些数据作出解释，并为农民提出施肥建议，即为获得较高的肥力水平和获利的作物产量所需的植物必需营养元素种类和数量。这一点已变得很普遍并被广泛接受。

参与推荐施肥的任何单位和个人都应该借鉴以上所提到的那些人员的知识和经验。

应该用什么样的资料来形成作物的推荐施肥体系呢？

1. 作物种类及其特性

- a. 吸收养分效率；
- b. 高产时需要的养分数量；
- c. 生长速率（整个生育期）；
- d. 对营养元素和土壤条件的敏感性；
- e. 作物产品价格。

2. 土壤和植物组织的分析结果

- a. 养分含量及形态并附有解释说明；
- b. 植物对营养元素的利用率；
- c. 土壤吸附与固定资料；
- d. 将土壤某一元素加到适宜水平时所需该元素数量；
- e. 当地高产施氮经验；

f. 肥料有效养分是满足全部还是部分植物的需要。

通过考虑以上因素，试验室就能够提出一个较好的施肥意见。

然而，实验室不能估计其它一些因素对作物生长的影响。这些因素包括气候、农民的管理能力、灌溉能力、病虫害防治措施、获高产所需的财力。

农民、农业推广部门以及肥料销售部门都很了解以上信息资料。所以，在当地推荐者的帮助下，农民将决定他们能够做哪些，应该做哪些。

五、经济施肥

本文对经济施肥的讨论摘自 Dr. Charles Black 的“土壤肥力评价及其调控”一书的第二章。

如果想了解全部内容，建议拜读 Black 博士的第二章，因为他详细探讨了各方面的内容。也可以参考 PPI/PPIC 中国项目出版的“现代农业与肥料”系列刊物，讲学材料之二，即 1993 年 Murry Fulton 的报告，并附有中文翻译。

关于这方面的问题，我只想作几点总结性的讨论。

1. 如果科研人员不知道怎样获得高产，同时经济学家也不知道投入什么来得到高产，则对经济施肥来说，就不能作出成功的经济研究和正确的结论。
2. 多数农民不知道为什么投入，也不知道投入对作物生长与品质有什么影响。如果他们出售的农产品所得利润比投入的费用高，他们就认为投入比不投入好。
3. 许多，或大多数农民当用一种肥料显著增产时，他们会年复一年地施用同一种肥料。过一段时间后，这种作法会造成不经济甚至损失。因为每投入一次肥料，土壤肥力状况都会不同程度发生变化。因此，需要改变肥料种类和数量，以满足土壤肥力变化的需要。
4. 肥料成本在某一时期会发生变化。变化的原因很多，比如产品的生产与分配费用改变或生产者工资提高等。生产与分配成本的变化必将影响肥料成本。

生产者创造的利润变化或许还没有完全调整，但至少有两种方法有助于保证合理的利润。

a. 政府合理控制价格。

b. 两家或多家肥料商之间进行销售竞争。

5. 对农民来说，如果肥料成本未超过不用肥料时所得的价值，则他们认为肥料不太贵。
6. 欲获得比施肥成本更多的价值，最保险又最经济的方法是采用土壤养分状况系统研究法，并配合适宜的施肥措施，才能获得高产、高效，才能获得最佳作物产量的一系列施肥措施。

六、中国实行土壤肥力评价的原则

用室内分析数据评价土壤肥力在某种程度上几乎已被全世界所采纳。

这种计划的成败主要在于：

1. 向农民提供的分析数据是否及时；
2. 是否具有为本地区大部分农民提供服务的能力；
3. 根据当地乃至全世界的研究资料以及合理的解释能否提高服务区域的农业生产；
4. 农民只有通过了解这种计划，并确信能提高农业生产时，才相信此计划。

许多因素影响作物产量

1. 土壤肥力

土壤肥力以及与土壤肥力有关的所有植物生长必需的营养元素。肥力较好的土壤中的所有营养元素都能通过土壤充足供应而又不过量。土壤中有许多其它元素或化合物因其存在的浓度或形态不利于植物正常生长，从而也影响土壤肥力。

2. 土壤条件

许多土壤条件既可促进作物生长，又可抑制作物生长，抑制作物生长的因素包括：

- a) 土壤酸度；
- b) 土壤盐度或碱度；
- c) 不利的土壤质地和结构；
- d) 不利的地下水位和土层厚度。

3. 病虫害防治

毫无疑问，只要有作物生长就难免有病虫害的发生，除非采取有效的措施防止杂草、害虫、病菌，否则这些因素都影响肥效。

4. 作物本身

作物的种类和品种需要充分适应其生长条件。

5. 气候条件

植物生长受气候的影响较大，所以，欲获得产量就需适应现有气候条件，为提高作物产量应对湿度、温度、生育期及光照进行调整，但目前只有湿度控制（排灌）才经济有效。

6. 管理措施

管理措施如适时播种和收获都有利于取得高产。

以上所有影响作物生长的因素中，只有土壤肥力能够得到经济有效地控制和管理。

不断增加和保持全世界不断增长的粮食产量在于提高土壤肥力。

目前世界主要粮食和纤维作物的平均产量只达到最高产量的 $\frac{1}{3}$ 到 $\frac{1}{2}$ ，只有使影响作物产量的诸因子处于最佳状态，才能达到最高产量。

使土壤肥力达到最佳状况不可能通过不合理的施肥和施用改良剂来获得。

土壤养分状况系统研究方法已取得了可喜的结果。然而，研究本身价值很小，其价值只有当所取得的成果被应用后才能实现。

土壤养分状况系统研究方法所涉及的内容包括：

1. 在某一地区采集土壤和植物样品并记录有关信息；
2. 室内分析；
3. 合理解释试验数据；
4. 根据分析数据，给出施肥建议；
5. 通过推广和教育为农民提供信息，帮助应用；
6. 适时生产和分配所需的农业生产资料；
7. 继续研究。

当提高并维持不断增长的农业生产的各项措施到位并充分发挥作用时，就能够提高作物产量。

我们必须记住，获得所需要的作物产量不是最终目的，而是开始。通过合理分配，将农业生产资料及时送到农民手中，并达到所需产量是我们的目的。所有这些必须在既对肥料生产者有利又对农民有利的系统中进行，而且为消费者提供的粮食和纤维的价格应合理。

翻译：李书田

校对：梁鸣早 吴荣贵

中国持续农业中的肥料管理与土壤肥力

Sam Portch

(钾磷研究所 / 加拿大钾磷研究所)

一、中国的持续农业

持续农业是人类的一个重要课题，如果没有它，物种将会面临饥饿，甚至灭绝。

中国在过去就此已作了大量的工作，(1993年)组织了三个国际学术研讨会。在各次会议上，就持续农业真正的含义，怎样实现，怎样衡量，政府的对策如何等问题进行了广泛而深入的讨论。

本文运用了两个重要的概念：a) 持续农业 b) 土壤管理，它们分别在文中下了定义。我不想讨论或维护这些定义，而是想解释它们的作用。在特定的范围内它们将是中国主要农作系统持续性评价的基础。

(一) 定义

持续农业：持续农业指在 a) 各种资源利用上经济可行 b) 在可预见的将来也有充分的适应性 c) 同时能保持或增加资源。

土壤管理：是指涉及生物学、化学、物理因子的土壤资源的管理或耕作，而且能保护土地资源提高环境质量。

与上述定义有关的两点：

a) 不能过分强调持续农作系统的经济可行性。经济可行性可通过创收农业及政府补贴等对农民有利的农业计划而实现。

b) 将土壤管理看作影响持续农业的唯一或最重要的因子，这种看法是不合理的。然而，它是一个关键因子。不正确的土壤管理会导致土壤退化，水土流失，最终导致灾难性的后果，这样的例子有案可查，遍及全世界。

中国人口众多(占世界总人口的22%)，但在有限的耕地上(占世界总数的7%)，制定出的农业生产计划在短期内已获得了成功，但从长远看是不持续的。

Dregne(1982)就世界土壤资源的不合理利用(土壤管理不善)作了综述，大约1000-3000年前，水土流失就在逐年增加，这也包括中国的黄土高原。他认为这些地区严重的水土流失原因是人们耕种不当，过度耕伐以及人口压力太大，这些因素今天仍在中国的土壤管理中产生影响。

在中国，仅仅依靠有机肥就提供了充足的食物、纤维与燃料，这一点为各国文献所引用。这可能是第二次世界大战以前的情况，但没有报导有关当时的生活水平、人均粮食消

费数量或者营养不良和饥饿状况的资料。当然，当时的作物产量比今天低得多（小麦、水稻产量当时分别为 1466, 2930kg/公顷，现在分别为 3225, 5805kg/公顷）（林葆，金继运，1991）。然而，自新中国成立后，领导者认识到仅靠有机肥是不能提供给作物足够的养分来生产出满足日益增长的人口所需的粮食。

许多使用的有机肥来自于其他地区（常常是高坡地），从而导致这些地区的资源退化。林葆等（1989）认为，中国过去低地土壤仅靠有机肥能维持相应的产量的原因并不为很多人所知，它是以高坡地土壤和自然环境的昂贵代价所取得的。由于人们不断从高坡地区将植物养分（以有机肥的形式）转移到低洼地，从而导致高坡地区土壤退化和侵蚀，这样大量有机物质便转移到地势较低地区。因此，在一段时间内，低洼地区施用有机肥也能长期保持适度的产出。

但是，中国农业仅仅依靠有机农业的神话应该结束了。中国现在是世界上最大的肥料生产国、进口国和消费国。

中国自 50 年代以来试图改变因养分转移与耗竭而产生的土壤退化问题，然而，因养分施用不平衡使得进展不是完全令人满意（林葆，李家康，1988）

一般地，有两种方式可以进行持续农业，彼此间差异甚大。一种方式是在很远的将来维持现有产量，另一种方式是维持自然资源库，使最近的增产能够在很远的将来得以持续。第一方式假定目前与环境相适应的最高产量已经达到，第二种假定增产与保护环境质量是共同目标（Kerves, 1989）

在北美及西欧，低投入持续农业（LISA）及有机农业，已成为一些科学家研究的重要概念。大多数人对 LISA 一词的使用所关心的是“低”的相对性（究竟低到什么程度算为“低”）及对“持续”的多种多样的定义。

LISA 源于对环境质量的关心及对化肥、农药施用的惧怕。常常由于了解不够或感情用事，LISA 得到了广泛的关注和宣传。

Magnuson 在 1989 年指出，有关 LISA 的错误概念包括不了解养分收支平衡，对有机肥在作物吸收前必须转化为无机物（与化学肥料相同）缺乏了解，以及认为有机肥较无机肥的污染更轻（如果使用不当，两者的污染程度是一样严重的）。

Von Uexk — II 及 Dev(1992) 讨论了 LISA 在亚洲的情况。他们认为，如果没有化肥（无机肥料）将导致大量的饥饿，农户将不得不开垦边缘地区，因而加速这些地区的土壤退化，这一点是可以证明的。LISA 概念在这些条件下肯定不会导致持续。

Von Uexk — II(1992) 针对中国的持续农业问题，他的回答是，中国能否负担得起 LISA 是很明确的。他认为“我们（中国）可以与 LISA 谈情说爱，但决不能拥抱她，否则将导致一个致命之吻”。他继续指出，北美及欧洲推行 LISA，因为他们人口压力不大，气候适宜，有效的管理以及过去已建立起平衡的土壤肥力。

中国的确在许多方面情况不同，土壤肥力低且很不平衡，恶劣的气候，人口压力大，管理不善。作为一个宏伟的计划，国内外的许多科学家认为中国目前不适合 LISA 而且将来也不适合 LISA。因此，对真正的低投入持续农业的讨论除了在一些特殊场合下似乎没有必要。