

农业新技术在植物营养与施肥研究中的应用

蓝福生

(广西壮族自治区广西植物研究所, 桂林 541006)
中国科学院

摘要 作为农业学科中从事植物、土壤、肥料、环境之间相互关系研究的一门学科, 植物营养与施肥对农业生产发展及农业生产率提高起到了极为重要的作用, 曾主导了农业的第一次技术革命。随着计算机技术、空间技术、生物技术、核技术等高新技术的迅速发展及其在农业上的广泛应用, 将使植物营养与施肥的研究和测试手段得到更新, 在植物营养分子遗传、根际微生态、生物肥料、专用肥和控释肥、计算机控制的施肥模式和精确施肥技术等方面将取得突破性进展, 这些成果的推广应用, 将成为推动农业产生飞跃性发展的主导因素, 这就意味着又一次农业新技术革命。必须提高全民科技意识及其掌握和应用植物营养与施肥高新技术成果的能力, 加强政府组织和管理, 增加投入, 加强学科内和学科间的交流与合作, 优化农业生产模式, 建立和完善农业科技成果开发和推广应用的中介体系, 才能加快我国植物营养与施肥高新技术的研究及成果开发和推广。

关键词 农业; 高新技术; 植物营养; 施肥

The application of new agricultural technology in the research of plant nutrition and fertilization

LanFusheng

(Guangxi Institute of Botany, Guangxi Zhuangzu Autonomous Region and Academia Sinica, Guilin 541006)

Abstract As one subject of agricultural science which is engaged in the research of the relation between plant, soil, fertilizer and environment; the research of plant nutrition and fertilization has been playing a great role in improving agricultural productive rate and agricultural development. It used to dominate the first agricultural technological revolution. Along with the rapid development of high—new technology and its wide application in agricultural research and production, such as computer technology, space technology, biological engineering technology, nuclear technology, new energy technology and new material technology *et al.*; the measures for the research and examination of plant nutrition and fertilization will be renewed The breaking progress will be made in the research of plant nutrition molecular genetics, micro—ecology of plant root

1997-12-30 收稿

作者简介: 蓝福生, 男, 1962 年出生, 副研究员, 现从事植物营养与施肥及蔬菜多样性研究。

system, biological fertilizer, fertilizer for a special crop, controlling release fertilizer, fertilizing modeling and accurate fertilizing technology under the control of computer *et al.* The popularization and application of research results from all these fields will become the dominant factors to promote the leap development of agriculture which means another new agricultural technological revolution. In order to accelerate the research of high—new technology for plant nutrition and fertilization, the exploitation and popularization of the research results in our country; it is necessary to improve the scientific consciousness of the whole nation and the ability to apply the research results of high—new technology for plant nutrition and fertilization, to strengthen the management and organization of the government, to strengthen the exchange and cooperation between subjects and inside the subject, to regularize the production model of agriculture, to establish and perfect the medium system for the exploitation and popularization of high—new technology results of agriculture.

Key words agriculture; high—new technology; plant nutrition; fertilization

在几千年的农业发展历史中, 根据经济、社会和科技发展水平, 可将农业的发展划分为原始农业、古代农业(传统农业)、现代农业三个阶段, 今后将进入一个新的发展阶段。主导农业发展产生阶段性变化的因素是生产工具, 每一代新的生产工具的革命, 都标志着农业的发展进入到一个新的历史阶段。十九世纪中叶, 现代育种技术和农业化学技术的应用主导了农业的第一次技术革命, 使农业发生了飞跃性的发展^[1]。本世纪中叶, 特别是最近三四十年以来, 在农业高速发展的同时, 具有根本性和普遍带动性的微电子和信息技术、空间技术、生物技术、核技术、新能源和新材料技术等为代表的全球性现代技术出现了突破性进展。农业作为人类赖以生存、发展的基础产业, 将成为许多相关学科科技工作者角逐的主战场, 并成为许多高新技术产业抢占的大市场。因此, 高新技术的迅速发展正在孕育着一场新的农业技术革命, 已拉开了农业新技术革命的序幕^[1]。

农业高新技术实质上是指以生物技术为核心的高新技术在农业上的应用, 是未来农业迈向高智能阶段的原动力, 具有超前、高起点、高投入、高效益、风险大、渗透性强、共溶性强、协作广泛、手段先进、技术及人才密集、更新换代速度快等特点。

生物技术是当今世界农业高新技术最基础和最关键的组成部分, 在动植物育种、动物疫苗、生物农药、环保、动植物生长调节剂、生物肥料、生物反应器以及农业微生物发酵工程和酶工程等许多领域将有广泛的应用前景。它突破了物种界限, 使目前在新品种培育中常规育种技术难以解决和不敢想象的问题成了可能, 育种时间大大缩短, 育种目标的准确性大大提高; 以生物工程技术为中心, 核辐射技术、生化透变技术、电子显微技术等众多高产技术对农业科研和生产将产生广泛的影响。计算机和信息技术将使农业的分散性、地域性、变异性、经常性以及稳定性和可控程度差等影响自身发展的行为弱势得到全面改善; 利用计算机技术建立的专家模型和咨询系统网络可广泛用于田间诊断、指导管理、优化作物栽培等; 应用生态学原理、系统工程、卫生遥感等科技手段可开展农业区划、实施可持续农业决策、大面积优化田间自动化管理等, 使农业向智能化、信息化、集约化、产业化、工厂化迈进。先进的制造、化工、新材料及自控等现代技术也加快了对农业的武装, 使农业新技术革命变得更加丰富多彩。

1 农业发展过程与植物营养与施肥研究及应用

1.1 植物营养与施肥研究发展概况

植物营养与施肥是农业科技领域中的一门学科，主要从事农业生产中植物、土壤、肥料、环境之间的相互关系的研究，包括植物体内各种营养物质的功能、运输、分配和能量转化的规律，植物对养分的吸收、转化和利用，土壤中养分物质存在的形态、转化途径及影响因素，各种肥料产品的特性、作用机理与合理利用的技术等^[2,3]。

欧洲的植物营养与施肥研究已有 2000 多年历史，最先起源于使用草木灰、石灰、厩肥等，后历经各种试验，从错误到正确，从简单到复杂，其间产生了不同的学派和论点，但以法国著名化学家李比希（1803~1873）创立的植物矿质营养学说影响最大。这一学说的提出，促使了化学在农业上的应用，主导和推动了农业的第一次技术革命。继李比希之后，许多科学家们通过大量的盆栽和田间试验证实了这一学说，并在此基础上建立各种化肥厂，生产各种化学肥料，使肥料生产从单元素到复合、复混到专用，研究内容越来越全面系统，研究技术和手段越来越先进。

我国农业生产历史悠久，植物营养与施肥的研究历史更长，约有 3000 多年，早于欧洲；在施肥方面也积累了丰富的经验。在战国和秦汉时期，已利用腐熟的人畜粪便、杂草、草木灰、豆萁、泥沙等作肥料；宋朝提出了“地力常新”的土壤培肥理论；宋、元朝开始使用石灰、石膏、卤水等无机肥料；到清朝，进一步重视养猪积肥及因地、因时、因物施肥等。但把植物营养与施肥作为一门科学来从事专门的研究，也只是最近几十年才开始的。1901 年开始施用化肥，以后进行了许多规模不等的肥料试验，从局部地区到全国，从短期到长期，通过科技工作者几十年的努力，使植物营养与施肥研究达到一定水平；特别是近几年来测土施肥和配方施肥的推广应用、计算机模拟的引入和应用，使我国的植物营养与施肥研究又进了一步，但与国际先进水平仍有一定差距。

纵观国内外植物营养研究与施肥技术应用的发展历史，100 多年来，植物营养与施肥研究从零到有，经历了古典时期、新古典时期和现代时期，最后发展成一个完整的科学体系。目前正逐渐与许多学科和新技术相互渗透，产生一些新的分支学科，形成一门体系更完整、内容更丰富、并具有现代科技特点的科学。

1.2 植物营养与施肥研究及其应用对农业发展的贡献

自古以来，植物营养与施肥在农业生产中均具有重要的位置。古时候，我国农业科学家已总结出农业八字宪法，并把肥排在第二位；李比希的植物矿质营养学说及开创的化肥工业和现代化肥施用技术主导了第一次农业技术革命的。国内外实践证明，现代农业生产率增长的源泉不是来自传统生产要素劳动和土地的增加，而主要来自现代新生产要素（现代农业科学技术）投入的增加。据测算，发达国家科技进步对农业经济增长的贡献份额已从本世纪的 20% 上升到目前的 60%~80%。据我国有关资料统计分析，粮食作物单产的提高 50% 归功于合理施肥，39% 归功于品种改良，20% 归功于其它耕作方法的改良；玻维斯在总结 50~80 年代农业高速发展的情况时，指出科技的贡献率是 73%，而其中主要的技术革新是良种、化肥、农药和灌溉；这足以说明农业生产中施肥的作用和地位。

具有弱质产业特点的农业，在将来的发展中，除继续增加对农业的物质投入和实施适度的政策保护以外，必须通过大力引进高新技术，切实转变增长方式，才能不断增强其内在发展动力，

以较少的资源和经济投入,生产更多高质量的农副产品,通过科学方法获取最佳经济、社会和生态效益,实现可持续发展。今后,全球人口激增、食物短缺、环境恶化、资源枯竭的问题日益严重,社会经济发展进一步加快,人们对农产品的数量需求越来越多,对农产品品质要求也越来越高,要达到最高产量的同时又获得最佳品质,必须依靠科学的栽培管理,特别是以现代高新技术为基础的植物营养研究与施肥技术的应用推广。

2 农业新技术在植物营养与施肥研究中的应用领域和发展方向

肥料是作物的“粮食”,化肥和平衡施肥技术的出现是第一次农业技术革命的产物和重要特征。但由于化肥使用不当和使用过量,不但造成浪费,而且导致环境污染和农产品品质下降,严重地影响人们的身体健康和人类的生存。如何提高化肥利用率和减少环境污染已成为当今重大课题,也是当今农业新技术革命应解决的难题。因此,在农业新技术革命中植物营养与施肥研究的发展方向和应用领域主要是:

2.1 植物营养分子遗传研究

化肥资源的紧缺与肥料利用率低是土壤植物营养科学长期以来要致力解决的问题。化肥资源浪费包括养分流失、挥发损失及在土壤中的无效性固定等。土壤本身及其大量固定的养分使其成为潜在的养分资源库。因此,提高肥料利用率应包括提高作物对化肥的吸收利用率和作物活化土壤养分能力。土壤改良在一定程度上可缓解养分逆境条件,但大面积的土壤改良,尤其是亚耕层土壤的改良受制于成本、资源、技术及实际推广应用的可行性等。因此,人们希望通过遗传改良培育出适应特定土壤环境逆境的优良品种,从根本上解决上述问题^[4,5]。植物不同基因型对土壤养分的吸收利用率和忍耐能力明显不同,可在收集大量种源的基础上,筛选出抗性强或利用养分能力强的种源材料,通过传统方法和现代高新技术培育出“有效植物”(即养分利用能力强或对元素缺乏和养分有效性低的条件抗性强的植物基因型)和“耐性植物”(对元素过多抗性强的植物基因型)新品种。随着对植物养分高效吸收利用生理生化机理的了解及分子生物学技术的飞速发展,关于植物遗传多样性及选择有效利用或抵抗土壤营养元素遗传型及其机理的理论研究及应用已成为一门新兴的前沿性研究学科,引起了土壤学、植物营养学、农学、遗传学及分子生物学等各个领域的重视。

2.2 根际微生态的研究

这也是当代植物营养学研究的又一重要领域,是土壤学和植物生理学之间的一门边缘学科,其研究前沿是探求土壤—根界面养分及其环境的动态,从而阐明土壤养分的生物有效性。因为植物营养物质和能量交换的过程主要是在根系和根表界面进行的,因此植物营养的过程,实质上就是植物根际营养的过程。传统的经典研究方法(如挖拙技术、形态研究方法、钉板法、木盒剖面根系法等)为植物营养研究作出了突出贡献,但本世纪中叶以来采用的新技术(如放射性示踪技术、P32注射、X光胶片放射性自显影技术、双标记自显影根系测定方法、植物多孔膜—根栽培技术、VA菌根测定法、冰冻切片法、微电极法、电子探针法等)将是当代和将来根际微生态研究的主要方法和基本技术。

2.3 生物肥料的研制与推广应用

化学肥料的研制与推广应用曾主导了第一次农业技术革新,使古老农业向现代农业迈进,产生了飞跃性发展,促进了经济发展和社会进步。但大量施用化肥、特别是化肥施用不当也带来了

许多问题, 如土壤特性恶化、肥力下降而使人类赖以生存的土壤资源的活力降低, 环境严重污染而影响人类的健康与生存等。为使农业和经济可持续发展, 人们在研究如何更合理地施用化肥、减少化肥不良影响的同时, 高新技术的引入和应用, 将会使长效、无污染的生物肥料的研究和开发再次成为科技工作者的重点研究领域。今后生物肥料的发展方向有: (1) 集中固定型生物肥料, 即通过微生物的吸收作用, 将环境中的养分元素集中或固定到植物根区, 供植物利用, 如各种固 N 菌肥; (2) 溶解型生物肥料, 即利用微生物及其分泌物溶解土壤中的难溶性营养元素, 供植物吸收利用; (3) 排除型生物肥料, 即通过微生物吸收或分泌物的中和沉淀作用, 减少土壤中某些元素的有效量, 避免植物吸收过量的元素而中毒; (4) 改善型和保护型生物肥料, 即通过对根系的保护或改善根际微生态环境, 提高作物对养分的吸收能力或对逆境的低抗能力。

2.4 计算机控制下的施肥模式和相应的精确施肥技术

据科学家们预测, 在信息和航天技术推动下, 应用遥感技术、地理信息系统技术和全球定位技术(简称 3S 技术)的精确施肥等将推动着施肥技术的革命。计算机技术可广泛应用于植物营养与施肥研究的各个方面, 近 30 年来, 随着计算机技术在植物营养科学中的渗透和应用, 是植物营养与施肥的研究出现了突破性进展。今后, 在进行土壤肥力调查和长期监控的基础上, 通过计算机技术建立各种数据库, 模拟土壤中和植物体内营养元素的变化, 将土壤、作物、肥料、产量、品质、效益等联系起来进行综合系统研究, 建立相应的推荐施肥系统和模式, 实现施肥科学化、自动化^[5,6]。

2.5 专用肥、控释肥的研究与开发

目前, 农业生产上肥料利用率低、肥料浪费和环境污染严重、肥料投入产出率低, 主要是由于肥料种类选择、施肥量及施肥时间不当而引起的。因此, 在摸清植物对各种营养元素的需求量、吸收利用规律、土壤特性、环境因子的影响的基础上, 研究和生产各种植物的专用肥或可控制养分释放速度和时间的肥料也将是今后各国植物营养与肥料科技工作者的重点研究方向。

2.6 核技术方法的应用

本世纪 40 年代以来, 核技术开始在植物营养研究中应用。其中稳定性核技术的应用(如 ^{15}N), 可使我们了解营养元素在植物—土壤系统中的循环及去向, 为肥料评价和指导施肥提供科学依据; 放射性核技术的应用, 进一步提示了磷 (P^{32})、锌 (Zn^{65})、碳 (C^{14})、钴 (Co^{50})、钙 (Ca^{45})、硫 (S^{35})、铁 (Fe^{59})、碘 (I^{131})、钠 (Na^{24})、氯 (Cl^{36})、锰 (Mn^{54})、铜 (Cu^{64}) 等大量和微量元素在植物体内的吸收、运输和转化等过程, 揭露了植物营养的实质。近代中子活化分析技术、 α -固体径迹技术、X-射线荧光分析技术等先进技术也已开始在植物营养研究中应用, 这必将推动植物营养科学向更微观更深的水平发展。

2.7 测试手段上更新

植物营养研究的测试方法是研究土壤—植物系统中营养物质循环、植物营养形态和生理诊断的必备手段, 它可帮助我们认识植物营养的化学和生物化学过程, 在继续利用传统化学分析技术的基础上, 化学—物理或物理方法(如许多自动化测试仪器和 AAS、IPC、CFA、EUF 等方法)将会成为未来植物营养研究的主要手段, 它们不仅为植物营养研究提供了微观研究的条件, 而且操作简单, 数据可靠, 又可大批量作业。

3 植物营养与施肥高新技术研究及其成果推广应用的建议

3.1 提高全民科技意识及其掌握和应用植物营养与施肥高新技术成果的能力

通过职业教育、专业技术教育、业务技术培训等多种形式开展农业高新技术宣传及植物营养与施肥高新技术研究与应用普及的教育工作,并结合生产实际,面对面地指导等方式,从而强化全社会对植物营养与施肥高新技术研究与应用推广的认识,培养农民技术骨干,提高农民的技术素质、对这些新技术的需求迫切性、掌握和应用植物营养与施肥高新技术成果的能力。

3.2 加强政府领导、组织和协调,为植物营养与施肥高新技术研究与应用推广提供政策优惠和保障

政府领导要充分认识植物营养与施肥高新技术研究与应用推广的重要意义,有关部门要加强管理、组织、协调,把这一领域的研究和成果应用列入国家和地方的重点攻关项目,瞄准主攻课题,保证投入,加强组织管理,依靠科研单位、高等学校、农业推广和管理部门间的联合,实行技术、人才、资源、资金和管理的优势集成,联合攻关,力求在一些领域抢占世界领先的一席之地。并研究制定相应的新技术保护暂行办法,建立和完善新技术保障体系,努力形成自己的知识产权。

3.3 增加投入,为植物营养与施肥高新技术研究与应用推广提供人力、物力和财力保证

目前,我国科研经费供给严重不足、科技投资效率低下、投资分散、资源无法优化配置,有限的科技资金不能流向最有实力的科研机构,有优势的研究机构的人才资源、学科积累等因财力资源不能匹配投入而无法有效组合,造成科技队伍不稳定,高层次农业科技人才流失严重,严重地影响植物营养与施肥高新技术研究与推广的进程。因此,必须加大对这一领域的教育和科研的人力、物力和财力的投入力度。

3.4 加强学科内和学科间的交流和合作

充分利用高新技术的优势,组织多学科力量,建立系统实验基地和技术应用推广示范基地,建立不同级别的开放实验室,供项目有偿使用。加强国际合作与交流,充分吸收各国植物营养与施肥新技术研究的先进成果,加快植物营养与施肥高新技术研究与推广的进程。

3.5 优化农业生产模式,为植物营养与施肥高新技术研究与推广提供优良环境

一家一户的小规模经营生产模式不利于农业高新技术的研究及应用推广,必须及时改变,发展有利于农业高新技术研究和应用推广的集约化、产业化的农业生产模式。

3.6 建立和完善植物营养与施肥高新技术成果开发和推广的中介机构,加快新技术成果开发和推广应用

植物营养与施肥高新技术成果的开发和推广应用是一项复杂的系统工程,涉及面广,政策性强,必须建立和完善农业高新技术试验、示范、推广服务体系,加强乡镇农技推广站的建设,制定有关奖惩政策,激发科技人员开发和推广植物营养与施肥高新技术成果的积极性。

参考文献

- 1 石元春. 迎接农业的新技术革命. 中国科学报 1997年5月2日, 第一版
- 2 毛达如. 近代植物营养科学的方法论. 植物营养与施肥学报, 1994, (1): 1~5
- 3 王贤忠. 土壤植物营养化学的研究现状和发展趋势. 土壤, 1991, (1): 183~187
- 4 吴平, 罗安程, 倪俊建等. 植物营养分子遗传研究进展. 植物营养与施肥学报, 1996, (1): 1~7
- 5 毛达如, 曹一平. 当代植物营养与施肥技术的计算机模拟研究与展望. 北京农业大学学报, 1995, 增刊, 117~118
- 6 王兴仁, 曹一平, 毛达如. 作物施肥综合调控系统的建立和应用. 北京农业大学学报, 1995, 增刊