

·学科进展与展望·

国家自然科学基金资助植物营养学分析及该领域研究现状和发展趋势

罗晶¹ 申建波² 杨新泉¹

(1 国家自然科学基金委员会生命科学部,北京 100085; 2 中国农业大学资源与环境学院,北京 100094)

[摘要] 本文综合分析了国家自然科学基金 20 年来对植物营养学的资助情况,并对我国植物营养学的研究现状、研究热点及发展趋势进行了讨论。

[关键词] 国家自然科学基金,植物营养学,现状,展望

1 国家自然科学基金对植物营养学资助情况

植物营养学是在德国科学家李比希的矿质营养理论的基础上形成的,在 20 世纪逐步发展成为完整的学科。我国于 1986 年召开了第一次植物营养教学和学科讨论会。1990 年前后,一批留学国外的青年学者陆续回国,与国内科学家一起,开始了植物营养学学科建设的探索。我国植物营养学的发展与国家自然科学基金的支持密不可分,自 1986 年国家自然科学基金委员会成立以来的 20 年中,在各类基金项目的持续支持下,植物营养学从起步到成长,并不断发展壮大,逐步形成了较为完善的学科体系。国家自然科学基金在促进植物营养学学科发展、基础研

究水平提高、国际合作与交流及人才培养方面发挥了重要作用。

1.1 资助项目与研究方向

我国植物营养学学科是在农业化学和肥料学的基础上逐步发展形成的。1993 年,自然科学基金委把握国内外学科发展的趋势和我国农业生产的需求,将植物营养学分支学科纳入农学学科代码体系中。综合统计结果表明,从 1986 年至今共资助各类项目 283 项,资助总经费 6197.6 万元(见表 1)。目前,植物营养学已经逐步发展成为包括植物营养生理与遗传、植物根际营养、土壤肥力和肥料学、养分资源管理与养分循环等主要研究方向的学科体系。

表 1 1986—2005 年国家自然科学基金资助植物营养学项目和经费情况

项目类别	面上项目				重点 项目	重大 项目	国家杰出青年 基金	合计
	合计	自由申请	青年基金	地区基金				
资助项数(项)	268	212	37	19	7	2	6	283
资助经费(万元)	3737.6	3013.1	522.5	202	740	1300	420	6197.6

1.2 面上项目资助情况分析

在过去的 20 年中,植物营养学面上项目资助数量不断增加(见图 1)。其中,自由申请项目增加最多,青年基金和地区基金项目基本维持在一个比较稳定的水平(3—4 项/年)。面上项目在 1992 年之前增加并不明显,之后呈现快速增加态势,2005 年资助项目数比 1992 年提高了 4.3 倍,资助经费提高了 25 倍(见图 2)。资助项目数量和资助经费的增

加,有力地促进了我国植物营养学研究队伍的成长和研究水平的提高,并推动了我国植物营养学学科的发展。

植物营养学 2005 年度共受理自由申请项目 101 项,资助 21 项,平均资助率为 20.8%。不同研究方向的申请数量依次为植物营养生理与遗传、养分资源管理与养分循环、土壤肥力与肥料学和植物根际营养;平均资助率依次为植物根际营养、土壤肥

本文于 2005 年 11 月 21 日收到。

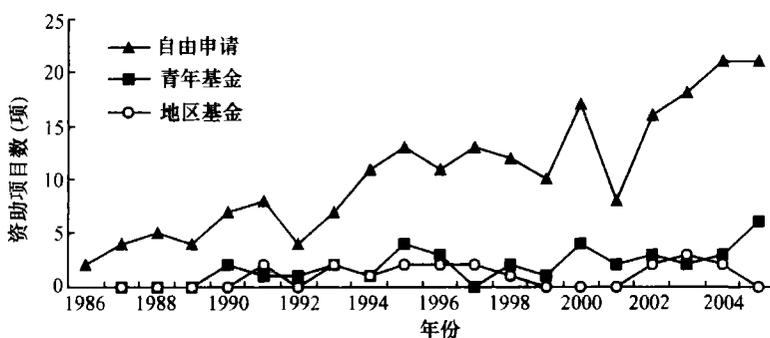


图1 植物营养学面上资助项目变化趋势

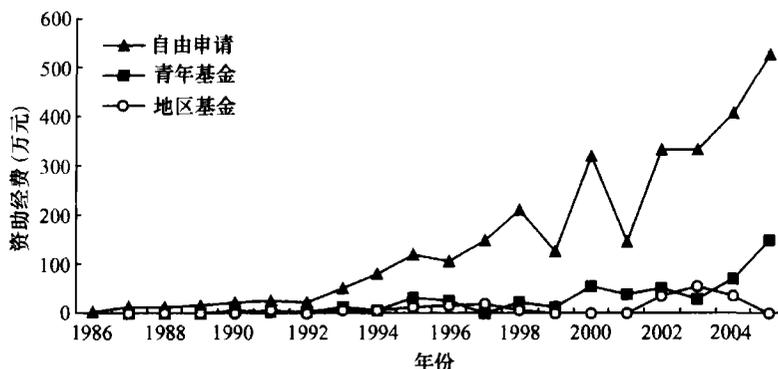


图2 植物营养学面上项目资助经费变化趋势

力与肥料学、植物营养生理与遗传、养分资源管理与
养分循环(见表2)。2005年自由申请项目平均资助
强度已经接近26万元。

表2 2005年植物营养学自由申请项目资助情况统计

研究方向	植物营养 生理与遗传	植物根 际营养	土壤肥力 与肥料学	养分资源管理 与养分循环	其他	合计
申请项数(项)	40	11	17	21	12	101
申请比例(%)	39.6	10.9	16.8	20.8	11.9	100
资助项数(项)	9	3	4	4	1	21
资助比例(%)	42.9	14.3	19.0	19.0	4.8	100
平均资助率(%)	22.5	27.3	23.5	19.0	8.3	20.8

1.3 重点项目资助情况分析

国家自然科学基金共资助植物营养学重点项目7项,包括:1992年,中国农业大学张福锁主持的“根分泌物在根际微生态系统中的营养机理”;1994年,江苏省农业科学院黄东迈主持的“农业有机肥(秸秆、厩肥)养分的循环、平衡与转化研究”;1998年,南京农业大学沈其荣主持的“有机肥优化农田养分循环的机理研究”,浙江大学吴平主持的“水稻稻米品质性状遗传及环境调控机理研究”;2002年,华南农业大学严小龙主持的“作物磷效率的根系形态构型特性及其生理和遗传基础”,西北农林科技大学李生秀主持的“西北旱地优质高产高效栽培的生理生态研究”;2005年,中国科学院遗传与发育生物学研究所凌宏清主持的“Strategy I植物的铁元素吸收代

谢分子调控机制研究”。

研究方向和内容主要包括:植物营养生理与遗传3项、植物根际营养2项、土壤肥力和肥料学1项、养分资源管理与养分循环1项。这些重点项目的实施,推动了植物营养学学科全面发展,为学科体系的建立与完善奠定了重要基础。

1.4 重大项目资助情况分析

国家自然科学基金共资助植物营养学重大项目2项。1997年,由中国科学院遗传与发育生物学研究所李振声院士主持的“挖掘生物高效利用土壤养分潜力,保持土壤环境良性循环”重大项目,以土壤-作物-大气体系中氮、磷元素的循环为主题,以协调作物高产与环境保护间矛盾为主要目标,重点阐明生物(农作物与微生物)高效利用土壤氮、磷养分的

遗传学潜力及其生理机制,分析氮磷的转化规律、损失途径及其阻控措施。筛选出磷、氮高效作物种质,选育出磷高效小麦品种小偃 54;阐明了小麦磷高效的生理学机制以及菌根高效活化磷的原理;揭示了北方旱作和南方稻区土壤氮的主要去向,定量估算了我国陆地氮通量,在国际上首次发现稻田磷化氢的释放。该项目的实施,对于推动植物营养学基础研究及其与遗传学、土壤学、环境科学的交叉发挥了重要的作用。有关研究成果受到国际学术界的广泛关注,产生了重要的国际影响。

2003年,由中国科学院南京土壤研究所朱兆良院士和中国农业大学张福锁教授主持的重大项目“主要农田生态系统氮素行为与氮肥高效利用的基础研究”开始实施,目前取得了阶段性进展:定量研究了氮肥的产量效应和环境效应,明确了随施氮量的增加进入环境的活性氮和土壤残留氮超过了作物对氮肥的需求;发现干湿沉降和灌溉水带入的氮对农田供氮量和地表水富营养化的潜在影响;确定了高产与环保相协调的区域适宜施氮量;初步阐明了主要作物不同氮效率基因型对氮素吸收的生理和分子机制。上述两项重大项目紧密围绕“磷”和“氮”两个重要的营养元素开展多学科综合性系统研究,极大地推动了植物营养学的发展。

1.5 国家杰出青年科学基金资助情况分析

国家杰出青年科学基金先后资助了植物营养学6位青年科学家:1994年,中国农业大学张福锁;1995年,中国农业大学李晓林;1997年,浙江大学吴平;1999年,华南农业大学严小龙,浙江大学杨肖娥;2002年,中国科学院遗传与发育生物学研究所凌宏清。他们在各自的研究领域都做出了突出的成绩,已成为植物营养学各分支学科的带头人,并成为培养我国植物营养学高级人才的生力军和推动我国植物营养学基础研究走向国际舞台的中坚力量。

2 国家自然科学基金对植物营养学发展的促进作用

在国家自然科学基金的持续支持下,经过我国植物营养学家的不懈努力,我国植物营养学研究水平得到了迅速提高,主要表现在:(1)每年发表于国际性刊物上的论文数量快速增长、水平不断提高,仅以中国农业大学植物营养学科为例,论文数量由20年代90年代初期的1—2篇增加到目前的30—40篇,而且论文的影响因子不断提高;(2)参与国家重大基础研究的项目数量持续增加,如浙江大学吴

平教授在国家自然科学基金面上项目、重点项目和国家杰出青年科学基金连续支持的基础上,2005年担任了国家重点基础研究发展计划(973计划)“作物高效利用氮磷养分的分子机理”项目的首席科学家;(3)研究队伍素质不断提高,我国已经形成了以国家杰出青年科学基金获得者和重点项目负责人领军的中青年研究队伍;(4)与国际同行的交流日益频繁,研究成果逐步得到国际同行的认可,我国已经成功地举办了多次国际性的植物营养学学术研讨会。

国家自然科学基金的持续支持,推动了我国植物营养学学科发展的一系列重要进程。如自1992年起在中国农业大学及其他有关院校先后建立了植物营养系,加强了植物营养学的教学、研究和人才培养工作;1993年中国植物营养与肥料学会成立,作物营养与施肥科学被确定为农业部重点学科;1994年《植物营养与肥料学报》正式创刊;1996年成立了农业部植物营养与养分循环重点实验室;2002年植物营养学发展成为国家重点学科;2005年“第十五届国际植物营养大会”在北京召开。

植物营养学研究工作所取得的成绩及其在农业发展中的重要作用,不仅引起了我国政府的高度重视,而且也极大提升了我国植物营养研究的国际影响力,促使我国获得了“第十五届国际植物营养学大会”的主办权。会议以“植物营养在食品安全、人体健康和环境保护中的作用”为主题,成为有史以来国际上规模最大的植物营养学术会议。会上,国务院副总理回良玉代表中国政府提出:“在过去的一个多世纪中,不断发展的植物营养科学为增加食物供给,缓解全球饥饿状况,提高人民生活质量方面发挥了重要作用。当前,世界农业的发展正面临着人口不断增加、食物需求不断增长、质量安全水平不断提高的巨大压力,面临着水土资源短缺、生态环境恶化和自然灾害频繁的严峻挑战。在新的历史条件下,植物营养科学担负着保障食品安全、保护生态环境、实现人与自然和谐发展的神圣使命。”他不仅对植物营养学在农业发展中的贡献给予了高度评价,也提出了在新的条件下植物营养学所肩负的历史重任。

3 我国植物营养学研究现状与特点

在国家自然科学基金等的支持下,我国科学家在植物营养学研究领域做了大量工作,在短短的20年时间里,特别是在近10年,取得了令人瞩目的成绩。纵观我国植物营养学的发展,其特点主要表现在以下几个方面。

3.1 理论联系实际,突出成果创新

我国植物营养学的研究始终遵循理论研究与应用基础研究并重的思路,注重在生产实践中发现问题,通过理论研究揭示其成因与机理,提出解决问题的对策和调控措施。一方面丰富和发展了植物营养学的理论内涵,不断拓展研究内容,并在重要的热点研究领域取得了国际前沿性的研究成果,如在根际过程及其调控机理、根系构型与养分高效利用、植物营养生理与遗传的研究等方面取得了较大进展;另一方面,着眼于解决限制我国农业可持续发展的瓶颈问题,加强应用基础研究,如养分资源管理及高效利用、面源污染的防治、重金属毒害的生物修复等,从而走出了一条有特色的植物营养学研究新路。

国家自然科学基金特别重视对原创性项目的支持,推动了植物营养学研究的不断创新,一些国际前沿性的科学命题先后得到了资助,如“根际生态过程及其调控机理”、“植物吸收养分的理想根构型”、“植物对养分胁迫的适应和调节”、“养分循环与养分资源管理”等,其研究成果受到国际学术界的广泛关注。同时,对具有我国特色、与农业生产密切相关的科学问题也给予了高度重视,我国科学家在根际过程及生态调控、水稻覆膜旱作、间套作体系的植物营养学问题、控释肥与缓释肥、无损测试技术的应用、污染环境的植物修复与生理机制等方面也取得了一批令国内外关注的重大进展,为提高我国农业的综合生产能力做出了重要贡献。

3.2 加强学科交叉,拓宽研究领域

我国植物营养学的发展是与其他学科的交叉、融合紧密相关的。植物生理学、生态学、土壤学、微生物学、分子生物学和信息科学等交叉学科不仅为植物营养学的发展提供了理论上的支持,而且也植物营养学在研究技术、方法和手段上的创新奠定了重要基础。在20年的发展历程中,植物营养学由最初传统的单一学科逐步发展成为理论研究与应用基础研究并重的多层次、综合性的研究体系。

在微观研究领域,植物营养学的研究从营养生理、生物化学、到分子生物学逐步深入,运用相关学科的新技术、新方法解决植物营养学发展中的科学问题,从而促使植物营养学与其他学科不断交叉与融合。植物营养关键过程与机理的深入研究不断丰富和完善植物营养理论体系。在植物-土壤相互作用的根际过程及调控机理、养分循环与养分高效利用、植物适应养分胁迫的机理等方面的研究达到了国际水平,促进了植物营养生理与遗传学、植物营养

分子生物学、以及植物营养育种学的快速发展,使植物营养在理论基础研究方面呈现出良好的发展前景。

在宏观研究领域,从植物个体、群体的营养研究,发展到生态系统对环境胁迫的响应机制等多层次的综合研究。一方面着重研究农业可持续发展中存在的植物营养学问题,提高农业综合生产能力,保护环境;另一方面强调在生态环境建设中,特别是在生态恢复与重建、污染环境控制与生物修复、水土资源保护与合理利用等方面发挥重要作用,构建资源节约与环境友好的农业生产体系。这些综合性的研究已经成为植物营养学研究的一个明显特点,植物营养学与其他学科的交叉渗透必将进一步促进植物营养学的发展,推动植物营养学应用基础研究的不断创新。

3.3 紧密结合国家需求,在国民经济中发挥重要作用

生产实践的需求是科学发展的源泉,也是促进科学发展的动力。植物营养学发展的动力源于我国农业生产实践对于植物营养与施肥科学的需求。随着我国农业生产的不断发展,生产力水平的不断提高,以及人们对农业高产、优质、环保等需求的增加,生产实践对于植物营养学研究提出了更高的要求。这是由于农业生产的许多方面,包括作物高产的实现、资源的高效利用、农产品品质的改善与食品安全以及环境保护等均与植物营养有着密不可分的关系。当前,我国农业生产发展的现状与作物高产优质、资源高效以及环境保护的目标之间尚有较大的差距。例如,由于环境变化、生产方式变化等带来的作物品质问题、土壤质量下降问题;不合理的养管理带来的病虫害加剧、农产品中有害成分超标、农业生产环境中(土壤、大气和水)有害物质增加等,对人类健康和社会经济的可持续发展构成了威胁。

作为农业生产最重要的物质投入,养分资源在改善农作物品质方面的作用已经引起政府和大众的高度重视。受自然和人类活动双重影响的农业生产环境及生产方式(品种、栽培等)在新的形势下会不断发生变化,这使得植物营养科学的研究在未来的发展中具有巨大的活力和生存空间。

近年来,我国植物营养学研究注重围绕挖掘植物自身养分高效吸收和利用的潜力,提高养分资源的利用效率,应用养分资源综合管理技术改变目前养分投入不合理、农产品品质下降和环境污染(如面源污染等)等问题。其中,养分资源综合管理包括氮素的实时监控、水肥一体化、根际施肥、氮素面源污染控制等研究成果在生产实践中发挥了重要的作

用。此外,植物营养育种,包括磷效率、氮效率育种等也有了良好的进展,磷高效的小麦品种的选育取得了突破,氮高效玉米育种的工作也取得了较大进展。这些来自生产实践、服务生产实践的应用基础研究在提高作物的养分吸收和利用效率、控制污染、节约资源、保护生态环境、优化养分资源管理、提高人体健康水平等方面发挥了重要作用,为实现我国农业可持续发展的目标提供了有力的科技支撑。

3.4 加强国际交流,推动国际合作

目前,我国植物营养学界与国际相关研究单位的合作交流日趋频繁、不断深入。每年,我国有关高等院校、科研院所的植物营养研究机构都派出大批青年科学家到国外优秀的研究小组进行学术访问与合作研究;同时,每年也有大批国际植物营养学专家来华进行学术交流,如2004年在云南昆明召开的国际植物营养学培训班就是一个成功的范例。我国植物营养科学家在国内多次组织了国际性的学术讨论会,如:2002年在北京召开的国际磷会议,2004年在南京召开的国际氮大会,以及2005年在北京召开的国际植物营养学大会等。我国植物营养学界与德国科学家广泛深入的合作成为国际合作的一个成功范例,如中国农业大学与德国 Hohenheim 大学的合作已经长达30多年,为我国的植物营养研究领域培养了大批高水平的业务骨干,其中国家自然科学基金委员会与德意志研究联合会(DFG)给予了直接的支持。我国植物营养学的研究尽管起步较晚,但却以与农业生产及国民经济重大问题相结合进行国际前沿性基础研究和应用基础研究为特色,受到国际同行的密切关注和赞赏。由于在植物营养学研究领域的突出成绩,中国农业大学张福锁1993年被推选为国际植物营养学会常务理事,2001年担任国际植物营养学会主席。2001年华南农业大学严小龙被推选为国际植物营养学会常务理事。我国植物营养学的快速发展在国际学术界产生了重要影响,许多研究领域正在跻身于国际先进行列,国际化水平正在迅速提高。

4 植物营养学的研究热点及发展趋势

4.1 植物营养学研究热点

目前,全球性的资源与环境问题给人类的生存和发展带来了严峻挑战,协调生物与环境间的相互关系、提高资源的利用效率、推进经济和社会的可持续发展,不仅是自然和社会科学家共同面临的重大课题,而且是21世纪全人类关注的焦点。特别是我

国在人口众多、资源严重短缺、自然灾害频繁、生态环境脆弱的基本国情下发展农业,面临着愈来愈多的复杂科学问题,为植物营养学的发展提供了前所未有的机遇。综合分析国际植物营养学的发展表明,在今后相当长的时间里,植物营养领域的研究热点将主要集中在“根际过程及其调控机制”、“土壤-植物体系养分循环及其环境效应”、“植物适应养分胁迫的机理及信号传导”、“养分高效基因组和功能基因组研究”和“养分资源综合管理与农业可持续发展”等方面。为此,应大力开展植物营养生理与遗传学、养分高效基因组和功能基因组、植物-土壤相互作用的根际过程及调控机理、养分资源的高效利用等方面的研究。通过开展上述研究,逐步揭示植物与土壤相互作用机理、植物对矿质养分和重金属元素的吸收与利用的分子机理,从而有效操纵和调控植物与土壤相互作用的过程,这些研究内容的突破将进一步推动植物营养学乃至整个生命科学的快速发展。

4.2 植物营养学发展趋势

在揭示植物-土壤互作机理的基础上,充分挖掘养分高效利用的生物学潜力、优化肥料投入、提高肥料利用率、减少污染、保护环境、促进农业可持续发展,这不仅是我国农业迫切需要解决的重大问题,也是我国植物营养学基础研究的未来趋势。其中,养分在土壤和植物体内的转化和养分循环、植物适应养分胁迫的机理及信号传导、植物养分高效基因的分子标记和克隆等基础性领域将逐步成为植物营养学研究的前沿。我国科学家通过对农业生产中的植物营养问题的系统研究,提出了以“充分挖掘养分高效利用的生物学潜力,附之以根际生态调控”为主导思想的提高作物养分资源利用效率的科学思路,既能揭示植物适应营养胁迫的机理、又能对选育抗性品种、研制新型肥料、利用生物学改良途径开发中低产田提供科学方法和理论依据,从而为丰富和发展植物营养学理论、推动理论与实践的结合、保障我国粮食安全、优化肥料投入和保护环境、促进农业可持续发展做出新的贡献。

参 考 文 献

- [1] 冯锋,张福锁,杨新泉. 植物营养研究——进展与展望. 北京: 中国农业大学出版社, 2000.
- [2] 李振声,朱兆良,章申等. 挖掘生物高效利用土壤养分潜力,保持土壤环境良性循环. 北京: 中国农业大学出版社, 2004.
- [3] Li C J, Zhang F S, Dobermann A et al. Plant Nutrition for Food Security, Human Health and Environmental Protection. Beijing: Tsinghua University Press, 2005, 454—455.

REVIEW AND PROSPECT TO THE DISCIPLINE OF PLANT NUTRITION IN NSFC

Luo Jing¹ Shen Jianbo² Yang Xinquan¹

(1 *Department of Life Sciences, NSFC, Beijing 100085*; 2 *China Agricultural University, Beijing 100094*)

Abstract The paper presents an overview of the main kinds of grants funded in the Discipline of Plant Nutrition in NSFC in the past 20 years. In addition, it analyses the status of plant nutrition research in China, the priority and the developing trend of plant nutrition.

Key words NSFC, Discipline of Plant Nutrition, review, research prospect

(上接 80 页)

OUTDOOR AUGMENTED REALITY AND ITS APPLICATION IN DIGITAL RECONSTRUCTION OF YUANMINGYUAN

Wang Yongtian Lin Liang Liu Yue Zheng Wei

(*Department of Optoelectronic Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081*)

Abstract Augmented reality is a new technology involving multiple disciplines and attracting considerable research interests. Its characteristics include the combination of virtual objects with real world, 3D registration and real-time interaction, and it has important application prospects in areas such as medical surgery, industrial design, city planning, military simulation, education and training, culture and entertainment. In this paper, novel solutions based on outdoor augmented reality are presented for the digital reconstruction of the famous royal garden of Yuanmingyuan. After discussions of the key issues in an outdoor augmented reality system, architectures and working principles of three augmented reality systems for the digital reconstruction of historical sites are described, including a fixed-position viewing system, a handheld mobile system and a head-mounted system.

Key words Augmented reality, display systems, registration, historical sites, digital reconstruction, Yuanmingyuan