

# 论农业生物地球化学及其在 现代农业发展中的作用

王将克 钟月明

(中山大学地球科学系, 广州 510275)

**摘要** 论述农业生物地球化学——一门新兴边缘学科诞生的背景、研究内容及其与现代农发展的关系。

**关键词** 农业生物地球化学, 现代农业

**分类号** P 593

## 1 学科提出的背景

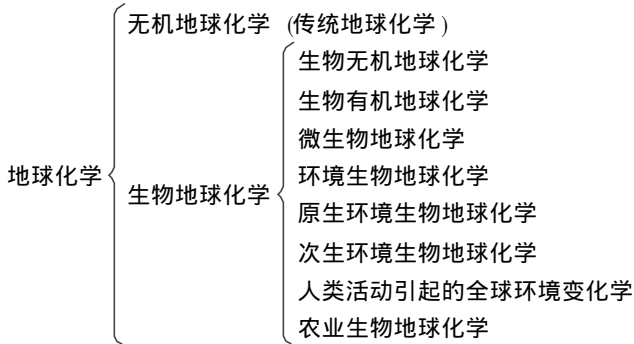
微量元素在农业生产中的应用和研究早有的报道, 但是, 农业生物地球化学作为一门学科, 过去在我国未见正式提出。

从学科发展史上看, 现代农业生物化学的研究工作始于苏联 B И. 维尔纳德茨基, 他于本世纪 20~40 年代开创了生物地球化学新学科<sup>[1]</sup>, 后来他的学生 A И. 维诺格拉多夫把生物地球化学的研究应用到农业生产中, 即开展微量元素在农业生产中的应用研究。1950 年召开苏联第一次微量元素在农业生产中的应用研讨会, 并出版了论文集——《动植物生活中的微量元素》(上、下集)<sup>[2]</sup>, 为开展微量元素在生命科学中的应用研究打下了基础。

50 年代初, 我国曾邀请苏联学者前来讲学, 作了许多有关生物地球化学方面的讲座, 也开展过关于微量元素应用于农作物和禽畜的试验研究, 如利用微量元素浸种、拌种、施肥、叶面喷施等增产和防病方面, 均取得不少成果, 70 年代还广泛开展稀土农用的试验研究。今年初, 在西雅图举行的全美科学促进协会年会上, 美国科学家呼吁开展新的农业革命, 以解决目前日常食物中的基本微量元素不足引起的常见疾病问题<sup>[5]</sup>。

上述种种情况为我们提出建立农业生物地球化学新学科提供思路和依据。

近几年来, 在编著《生物地球化学》<sup>[3, 4]</sup>一书过程中, 根据科学分类学的基本原理 (即自然界矛盾的普遍性和特殊性) 和生物物质光学活性的原理, 将地球化学学科分为无机地球化学和生物地球化学 2 大学科。无机地球化学即传统的地球化学是以地壳无机物质成分或化学元素为研究对象的学科, 而生物地球化学则是以地球表层各圈层, 尤其是生物圈中的生物有机体及其产物为研究对象的学科。该书提出了生物地球化学学科的分类体系:



可见, 农业生物地球化学是生物地球化学的另一分支学科. 在科技兴农的思想指导下, 为了发展广东的“三高 (高产高质和高效)”农业, 去年, 广东省老教授协会和我国农业部蓝田股份有限公司采纳多年研究的“农业生物地球化学”理论体系和新近提出的全面优化农业品种的技术路线——农业生物地球化学工程技术路线. 并联合向广东省委和广东省政府送呈《关于在广东兴建起“第二次农业革命”, 创立“优化农业实验基地”的建议》.

近 10 多年来, 国内外利用微量元素优化家禽、家畜、蔬菜、果树等的报道越来越多, 我国这些方面也取得丰硕的成果. 这标志着我国生物地球化学已发展到了一个新的阶段. 随着我国“三高”农业的迅速发展, 将推动相关学科的发展也将促进农业生物地球化学的进一步发展. 可见, 农业生物地球化学是伴随着社会经济和科学技术发展而诞生的一门新兴的边缘学科.

## 2 研究内容

农业生物地球化学是生物地球化学的重要组成部分, 它是一门根据生物地球化学的基本原理研究各大农业区本底背景中的地球化学因素和生物地球化学作用过程对大农业的影响和制约的学科, 同时也是开展对各大农业区的区划布局, 进行对大农业品种中营养素含量水平的评价以及开展品种人工优化的学科. 例如, 利用生物必须的和有益的微量元素, 优化大农业品种, 提高农业品种中的营养素含量, 这对于解决当前人类面临的“营养危机”和提高人体的健康水平极具特色, 意义重大.

所谓大农业是指广义的农业, 即农、林、牧、渔、副; 所谓大农业本底背景是指地质背景, 尤其是地球化学因素. 我们知道, 每个地区农业环境的本底几乎都经受过不同程度的生物地球化学作用, 并受其直接或间接的影响和制约; 所谓地球化学因素, 即各地区农业本底中的化学元素的种种化学行为, 亦即这些化学元素在各地区的组成、含量、分布、存在形式、迁移聚集等状况及其与土壤之间、与农业生产之间的相互关系.

可见, 研究和探索这些制约关系和影响程度及其规律性是本学科研究的内容之一. 而在这基础上进一步开展对各农业品种中化学元素, 尤其是微量元素含量水平的评价和品种的人工优化试验, 提高大农业品种的营养素含量水平是本学科研究的核心; 用“三高”的标准, 发展有开发前景的农业产品是本学科研究的重点和方向.

与遗传学, 农业生态学, 农业地质学和栽培学等学科不同, 农业生物地球化学的研究更加侧重如下 4 个方面: ① 大农业本底方面, 尤其是地球化学因素方面的研究; ② 大农业基地区划布局, 尤其侧重“三高”农业基地的研究; ③ 利用人体必需的和有益的微量元素, 开展对大农业品种优化试验, 提高其微营养素含量水平, 为人类食物革命提供物质基础的

研究;④ 通过综合研究,提出农业生物地球化学系统工程生态模式,对于实现农村现代化和促进农村经济产业化具有重要现实意义和产生深远的影响。

### 3 与当前农业发展有关问题的关系

#### 3.1 与世界农业革命的关系

据有关资料报道<sup>[6]</sup>,第二次世界大战结束后,全世界约有 15 亿人口处于饥荒状态,为了解决人类的温饱问题,从 50 年代开始联合国科学界提出进行第一次世界农业革命(或绿色革命)。通过 30 年的努力,即从 50~80 年代末,世界的主要农业产品增产超过 25%。可见,世界第一次农业革命是针对当时的“粮食危机”而提出的,主攻方向是提高农作物的产量,以解决当时世界,尤其是第三世界人民的温饱问题。但是,到了 80 年代,科学家发现,这些主粮——大米、玉米、小麦等的维生素和微量元素含量水平普遍不高,不能满足人体的需要,因而使世界,尤其是第三世界的人民患上营养性缺乏症,如当今世界 60 亿人口中就有 50% 的孕妇因缺铁而产生贫血症,至少有 15 亿儿童患缺铁症;目前,我国也有 60% 以上的儿童患有不同程度的缺锌综合症等。许多研究表明,人体中的许多疾病(如心血管病、地方性疾病、发育不良、早衰、癌肿、内分泌系统失调等)都与人体缺乏某些微量元素有关;我们日常生活中食用的许多动植物产品,如家禽、家畜、鲜奶和果蔬等,其微量元素含量及种类都普遍不符合或不能满足人体需要。市面上销售的补铁、补锌、补钙的营养补品,多为无机态的,人体服用后吸收率不高,且有副作用。

鉴于上述情况,联合国科学界提出在本世纪 90 年代进行第二次世界农业革命——培育产量高而又富含维生素和微量元素的作物新品种(不过,我们认为培育新品种的提法应改为利用人体必需和有益的微营养素去全面优化各大农业品种,提高其营养质量更为合适)。

我们认为,第二次世界农业革命是第一次农业革命的继续和发展,针对的是世界当前出现的“营养危机”,主攻方向是优化大农业品种,提高人类健康水平。第一次农业革命解决的是“量”的问题,第二次农业革命解决的既是“量”又是“质”的问题,是质量辩证统一的根本大计,具有崭新的、创造性的意义。如果说,通过第一次世界农业革命,使人类从 50 年代至 80 年代平均寿命增加 20 年,那么,可以预料,通过第二次农业革命将会使 21 世纪的人类平均寿命比现阶段再增加 20 年,显然,农业生物地球化学所研究的内容与当前世界农业革命有着密切的关系。

#### 3.2 与基因工程的关系

我们知道,第一次世界农业革命的技术路线是通过遗传工程(或基因工程)培育高产杂交良种以解决当时的“粮食危机”,如美国等许多国家培育的杂交新品种推销到世界各大洲,使这些地区的许多农作物获得大幅度增产,但并没有解决提高营养素的问题。而第二次农业革命则是针对第一次农业革命存在的问题,即当今世界的“营养危机”而提出的,解决的办法当然很多,我们认为,农业生物地球化学工程技术路线是解决当前“营养危机”的一种重要手段。在解决人类的“粮食危机”和“营养危机”问题上,上述两条技术路线存在着密切的互补关系。基因工程是研究细胞里的基因,培育高产杂交良种,属分子生物学范畴,是一条分子生物学为农业生产服务的技术路线,可谓是发展生命科学的“内部工程”。而农业生物地球化学工程技术路线,则是根据生物对元素的选择吸收机理,研究环境中无机态的元素如何进入生物体内转变成有机态——参与生物酶的体系,成为活性物质的,可

谓是发展生命科学的“外部工程”。可以认为,农业生物地球化学工程技术路线,是一条地学为农业生产服务的技术路线,属生物地球化学范畴。可见,前者重在培育杂交良种,提高其产量,后者则在提高产量的基础上,更注意提高其营养素含量,两者并重。

综上所述,当前第二次世界农业革命的中心任务是解决人类的“营养危机”问题。农业生物地球化学可发挥其重要作用,尤其是在利用人体所必需的和有益的微营养素去优化各农业品种,提高其微营养素含量水平,为国民经济和人体健康服务方面,更具有特色。

### 3.3 与当前“三高”农业热潮和“菜篮子工程”的关系

“三高”农业是 80 年代我国实行改革开放政策的必然产物。为了发展农村经济,广大农户自然产生了用“三高”标准来培育农作物的行动,尤其是经济发展地区出现了“三高”热潮。随着社会生产的发展,“三高”农业的概念越来越存在着不同的看法。我们认为,“三高”三者互为辩证关系,缺一不可。总的说来,“三高”的核心是质量问题,即应如何保证每个品种的营养素问题。当前,我国正在进行的“三高”热潮,声势不小,成绩很大,但是也确实存在一些误区,例如,报刊和广告宣传的“三高”农业,实际上只侧重一个“高”——高产,而对其营养质量问题注意较少,所谓“优质”实际上指的是口感好外观好看,值钱。农业生物地球化学将弥补这一不足,它是在上述的基础上进行品种的优化——通过喷施微肥和使用微营养饲料添加剂,提高其营养素含量。

“菜篮子工程”是“三高”农业的具体实施内容之一。“菜篮子”关系到千家万户,也关系到社会稳定和经济的可持续发展,世界许多发达国家和地区重视这个问题,我国也为解决城乡居民的“菜篮子”而制定许多可行政策,采取许多有效措施。早在 1988 年,国务院就正式批准国家农业部关于组织实施“菜篮子工程”建设的报告,1989 年全国各省、市开始贯彻。处于改革开放前沿的广东,很快就在全省各大中城市实施“菜篮子工程”。通过 5 年的实践,现取得令人瞩目的成绩。“菜篮子工程”现已成为农村走中国式社会主义道路的一项重大措施,对提高农业生产效益,促进我国城乡社会经济稳定和持续发展具有重要的现实意义和深远的影响。它的实施需要高科技,农业生物地球化学的研究是现实农业高科技的重要手段之一。可见,农业生物地球化学的研究与当前“三高”农业和“菜篮子工程”的关系均是非常密切的。

### 3.4 与 21 世纪人类食物革命的关系

俗语曰:“民以食为天”说明食物与人类生存和健康的密切关系,在人类的进化和发展过程中,经历了一系列的变化,其中食物(包括饮食方式,饮食习惯和食物营养)是最重要的一个方面,在诸多环境因素中,食物营养是关系到人类长寿的重要因素。在温饱问题基本上解决之后,食物中的营养含量问题就摆到首位,它直接影响到人体的健康。这个问题,随着现代医学的发展,尤其是近 10 多年来,大量的临床观察和科学实验更加证实生物必需微量元素的重大生理作用,例如凡是恶性肿瘤的患者其发硒和血硒含量水平均远远低于正常人的含量水平;酶和辅酶的作用是人和一切生物活性的标志,在酶和辅酶的体系和结构成分中,都不能离开微量元素的存在。微量元素在生物体内都不能合成,生物必需的微量元素必须每天从食物中获得。也就是说,食物中微量元素的含量水平,直接影响到人和生物每日的微量元素获取量,如果生物中微量元素供应不足,则直接影响到酶和辅酶的结构组成,令其活性降低,导致生物生长受阻,人体容易得病或老化。

上述事实充分说明农业生物地球化学关于利用生物必需的和有益的微量元素,全面优

化各种农业品种, 提高其营养素含量水平, 不仅是农业生产发展的需要, 而且也是人类食物发展史上的一场革命. 改善食物结构, 提高食物中营养素的含量, 以食物取代药物, 这是人类跨进 21 世纪亟待解决的重大问题之一.

此外, 与当前“绿色食品”的关系也非常密切. 所谓“绿色食品”系指无公害、高产、优质的食品 (包括无土栽培的蔬菜等等). 无公害即没有亚硝酸盐、病毒、重金属污染, 没有病虫害的产品. 高产即通过基因工程培育的杂交良种. 优质即口感好、外观好、品级高、值钱. 但是, 值得注意的是绿色食品没有强调营养素问题, 而农业生物地球化学弥补了这一不足, 可以在绿色食品的培育或无土栽培的过程中, 利用生物必需的和有益的微营养素, 进行叶面喷施, 浸种或掺种, 也可使用微营养素添加于动物饲料中, 以提高这些动植物产品的微营养素含量. 提出“富含向营养素绿色食品的概念, 可见农业生物地球化学关于优化大农业品种的理论和方法, 将充实绿色食品的内涵.

综上所述, 农业生物地球化学是伴随着社会经济和科学技术的发展而诞生的一门新兴边缘学科, 它与当前发展农业生产和许多农业问题研究有密切的关系, 尤其是当今世界正在为解决人类“营养危机”而提出的第二次农业革命和 21 世纪人类“食物革命”的关系更为密切. 它对于推动农业生产发展, 国民经济创汇, 提高人类健康水平, 具有深远的意义.

### 参 考 文 献

- 1 Веџа гскии В И. Ёио гохимическисеоечки. 1922~ 1932 гт, М ч АН СССР, 1940, 250С Литературу Ѳа 116НАЗВ, 1940
- 2 А° П 维诺格拉多夫. 动植物生活中的微量元素 (上、下册). 邓鸿举等译. 北京: 科学出版社. 1957, 1958
- 3 王将克, 钟月明, 常宏. 生物地球化学及其研究方向. 中山大学学报 (自然科学版), 1994, 33 (增刊): 95~ 101
- 4 王将克等. 生物地球化学. 广州: 广东科技出版社, 1998
- 5 深圳特区报. 1997. 2. 20, 第 8 版
- 6 报刊文摘. 1996. 6. 13, 第 4 版
- 7 王将克. 农业生物地球化学— 一门新兴的边缘学科. 见: 伍尚忠主编. 现代农业发展的战略与对策. 海峡两岸农业科技发展研讨会论文集. 广州: 暨南大学出版社, 1997

## On Agricultural Biogeochemistry and Its Role in Modern Agriculture Development

Wang Jiangke\* Zhong Yueming

**Abstract** This paper deals with agricultural biogeochemistry, which is a newly developing frontier science, and its background of emergence, its major study content and its relationship with the modern agricultural development.

**Keywords** agricultural biogeochemistry, modern agriculture

\* Department of Earth Science, Zhongshan University, Guangzhou, 510275, China