

文章编号 1001-8166(2004)05-0852-08

农业生物地球化学——新兴的边缘学科^{*}

王将克^{1,2}, 邹和平², 郑卓²

(1. 韶关大学英东生物工程学院生物地球化学营养工程研究所, 广东 韶关 512005;

2. 中山大学地球科学系, 广东 广州 510275)

摘 要 简述农业生物地球化学(生物地球化学的分支学科)的内涵, 并提出建立可持续性发展的生物地球化学营养工程模式。该工程的实施对于发展 21 世纪的富素绿色有机农业、富素绿色有机食品提高人类健康水平和促进农业经济产业化具有重要的现实意义并将产生深远的影响。

关键词 农业生物地球化学, 生物地球化学营养工程, 富素即富含生物源有机态微量元素
中图分类号 S13, Q5 文献标识码 A

据有关文献报道, 前苏联 . . 维尔纳德茨基^[1]于 20 世纪 20 ~40 年代创立了生物地球化学新学科, 并把生物地球化学的研究成果应用到农业生产中, 即开展微量元素在农业生产中的应用研究; 1950 年召开全苏联第一次微量元素在农业生产中应用研讨会, 并出版了论文集——《动植物生活中的微量元素》^[2], 为开展微量元素在生命科学中的应用研究打下了基础。

我国于 20 世纪 50 年代末, 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畜禽的实验研究, 如利用微量元素浸种、拌种、施肥、叶面喷施以及作为饲料添加剂等, 均取得不少成果。70 年代以来又广泛开展稀土元素农用的实验研究^[3-5], 但均以提高产量为目的。

半个多世纪以来, 微量元素在生命科学、医学和食品科学等领域广泛应用, 发展极为迅速。在 20 世纪 60 ~90 年代期间, 美国、德国 和我国^[6-8]分别使用氨基酸—微量元素螯合剂作为叶面喷施剂和饲料添加剂, 对于提高农作物和禽畜产量及改善品种质量起着重大作用。

我国利用微量元素优化家禽(禽蛋)、畜禽鱼

类、蔬菜、茶叶、果树等的报道也越来越多, 且取得了丰硕的成果^[9-17]。这标志着我国的生物地球化学在生命科学中的应用研究已发展到了一个新的阶段。所有这些工作为当今我们进一步开展农业生物地球化学的研究提供了依据和打下良好基础。

近几年来, 我们在编著《生物地球化学》^[18]一书过程中, 根据科学分类学的基本原理(即自然界中存在矛盾的普遍性和特殊性以及生物物质存在光学活性的原理)将地球化学学科分为无机地球化学和生物地球化学两大学科(图 1)。并将前人已创立 70 多年的生物地球化学这门学科的研究内容分成 5 个部分, 即生物无机地球化学、生物有机地球化学、微生物地球化学、原生环境生物地球化学和次生环境生物地球化学。次生环境生物地球化学包括两个研究方向: 一是通常所指的环境科学即研究人类活动引起的全球环境变化, 或人类活动引起的水、土、大气环境的污染和破坏, 最后导致人类生存环境, 甚至农业生态环境的恶化; 另一研究方向是本文提出的农业生物地球化学。上述两个学科、两个研究方向, 都以力求达到保护人类生存环境和提高人类健康水平为目的。

收稿日期: 2003-09-22, 修回日期: 2004-07-13.

作者简介: 王将克(1936~), 男, 广东人, 教授, 现主要从事生物地球化学和农业生物地球化学研究. E-mail: bjgcnt@sgu.edu.cn

美国 Albion Laboratories INC. 1990 Mineral Chelation and Animal Nutrition 植物动力(德国产品), 深圳华嘉名工贸发展有限公司(传宣品) 2003.

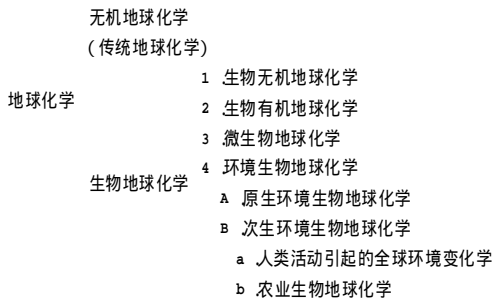


图1 地球化学学科的分类体系

Fig 1 Classified system of the geochemical sciences

农业生物地球化学是生物地球化学的分支学科,是一门研究农业生物体的元素与其生态环境之间相互关系的学科,也是农业科学、食品科学和医学相交叉的学科。它通过基岩—风化壳—土壤—农作物—畜禽—人类食物链中元素循环的规律和提高农产品及其制品(食品)的微量营养元素含量,作为主要研究内容,并应用本学科的研究手段——“生物地球化学营养工程”^[19]生物转化技术进行人工优化农作物品种,令农产品提高人体必需的有机态营养元素的含量,从而提高人类健康水平。

显然,根据上述学科的从属关系和通过下述农业科学发展史的分析,充分表明农业生物地球化学是生物地球化学和农业科学发展的必然产物,也是一门可持续性发展的学科。

1 研究内容^[5, 18-23]

1.1 概述

农业生物地球化学根据生物地球化学的基本原理,研究各地区大农业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,并且运用这些规律的同时,对各大农业区作区划布局,对农作物品种中营养元素含量水平的评价和开展品种的人工优化。所谓大农业系指广义的农业,即农、林、牧、副、渔;所谓大农业背景系指地质背景,尤其是地球化学因素。所谓地球化学因素即各地区农业背景中的化学元素的种种行为,亦即这些化学元素在各地区的组成、含量、分布、存在形式、迁移聚积等状况及其与土壤、大农业之间的相互关系。

每个地区农业生态环境几乎都经过受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,因此研究和探索这些制约关系、影响程度及其规律性是本学科研究的内容之一,提高大农业产品

质量是农业生物地球化学研究的核心,以绿色有机农业的标准发展具有开发前景的作物品种是本学科研究的重点和方向。

上述生物地球化学的基本原理为:自然界中存在生物地球化学区和食物链循环;无机界和有机界、生物物质和非生物物质相互转化;所有生物体都不能自制元素(含微量元素),生物体(或人体)所需的元素(含微量元素)都必须从环境(土壤、水和空气)中获取;生物对元素存在选择吸收和富集能力,不同生物对元素(含微量元素)的选择吸收和富集能力各异。

1.2 大农业背景的研究

(1) 农业地质背景的研究。有关资料表明,从不同构造区、不同时代、不同成因、不同成岩程度的各种岩石风化物及其生物残留物混合成为能生长植物和农作物的各种土壤,是一个复杂的自然过程。必须研究不同地质背景的地区与农作物生长发育所需的宏量及微量元素的丰欠关系,显然要掌握制约农作物生长发育的关键性化学元素的含量和迁移规律。因此,对基岩地层、风化壳和土壤中矿物质和微量元素进行分析,了解其丰欠程度,就可做到有针对性地施用土壤欠缺的肥料(包括微肥),以达到提高农产品的产量和质量的目的。

(2) 农业水文地质的研究。许多研究表明,地下水运动伴随着元素和盐分的迁移,这种迁移活动,从山区到平原或盆地最低处呈规律性变化。这些变化对各地区大农业和农作物将产生直接或间接的影响。因此,对水文地质,尤其是对有机农业基地的地表水和地下水的研究极为重要。

(3) 农业地貌的研究。着重对影响绿色有机农业布局和作物生长的地貌研究。我们知道,地形高度垂直变化,中、小、微地貌形态、坡向,第四纪风化壳的沉积物类型及成因等,对化学元素含量、分布和迁移及其对作物生长都会产生影响。

(4) 农业气候和自然植被对土壤背景地球化学因素影响的研究。经验表明,在不同的气候条件下,自然植被发育情况不同,对土壤类型、矿物成分和化学元素组成有很大影响,无疑,这方面的研究必不可少。

1.3 大农业基地(尤其是绿色有机农业基地)的研究

(1) 绿色有机农业基地的调查、采样和样品分析。

(2) 基地内营养元素循环、变化规律及营养链结构特色的研究。

(3) 绿色有机农业基地中,土壤对农作物养分

平衡和矿物元素有机转化的研究。

(4) 水、土、大气环境中污染性物质对农业品种及绿色有机农业基地污染情况的调查和有机农业转换期的研究。

(5) 总结我国农村传统农业中有关生物地球化学在农业生产中应用的丰富实践经验(如堆肥采用微生物发酵、利用生物地球化学食物链生态循环,开展多层次分层立体种养、轮作、间种、浅耙松土、生物防治等)。

通过上述各项研究,对绿色有机农业基地的发展条件进行综合评价,为进一步开发“富素”绿色有机农业基地的规划、布局提供科学依据。

1.4 优化农产品及精制富素绿色有机食品的研究

(1) 抽样检测绿色有机农业基地农产品的微量元素含量,其目的是评价产品微量元素的含量水平,为开展利用微量元素优化产品的试验提供依据;以富素绿色有机食品为标样,通过分析、评价,选择微量元素含量水平理想的产品向社会推广。

(2) 通过生物自身的转化作用,利用无机态微量元素优化豆类、叶菜类、水果类、真菌类、茶叶类、禽蛋类等品种,从而提高其有机态微量元素含量水平,满足人体健康需求。

1.5 其它有关方面的研究

(1) 利用某些动物(如土壤动物蚯蚓)为载体,松土、制造土壤团粒结构、转化土壤中的无机矿物元素成有机态元素,以便成为有利于植物生长的有机营养元素。

(2) 新型络合微肥和动物饲料添加剂,如氨基酸微量元素螯合剂和稀土络合微肥等的研制和开发。

(3) 利用“富素”(即富含生物源有机态微量元素)有机食品充实“餐桌工程”,推广“富素”配餐,提高膳食中微量营养元素含量,有效地满足缺铁症“亚健康”人群对微量元素的需求,增进人体健康。

(4) 利用“富素”农产品(如富素豆粉等)作为其它食品的添加剂,从而提高食品中有机态微量营养元素含量水平,满足人体健康需求。

(5) 利用“优化”技术,栽培和开发药用植物,精制“富素”地道药材系列产品。

(6) 作“富素绿色有机食品”食疗效果的检测,选择志愿者做产品食前和食后的头发中微量元素含量测定、比较研究。

2 与当前农业发展若干问题的关系^[22]

2.1 与世界农业革命的关系

“二战”结束后,全世界约有 15 亿人口处于饥

饿状态,为了解决人类的温饱问题,从 20 世纪 50 年代开始,联合国科学界提出进行“第一次世界农业革命”(或称绿色革命)。通过 30 年的努力,即从 20 世纪 50 年代到 80 年代末,世界的主要农产品获大幅度增长,使人类的温饱问题获得初步解决。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 20 世纪 80 年代末,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“营养缺乏症”,如当今世界 60 亿人口中大约 20 亿的妇女(包括孕妇)因缺铁而产生贫血症;至少有 15 亿儿童患上缺铁症,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健康需求;市面上销售的补铁、补锌、补钙的营养补品中的铁、锌、钙元素,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,在 20 世纪 90 年代联合国科学界提出进行“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,而我们则认为利用人体必需而又缺乏的微量元素去优化各大农业品种,提高其产品的有机态微量元素含量,从而满足人体健康之需求更具现实意义和深远价值。

事实表明,第二次世界农业革命是第一次农业革命的继续和发展,针对的是当前世界出现的“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 20 世纪 50 ~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

中国食品工业协会等:农业生物地球化学与富含有机态微量元素新食品首届全国研讨会论文集,2003,1-171.
报刊文摘,1996-06-13(4);深圳特区报,1997-02-20(8).

的关系。

2.2 与基因工程的关系

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”,如杂交新品种的推广,使世界上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“生物地球化学营养工程”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,是发展生命科学的“内部工程”。而“生物地球化学营养工程”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是如何进入生物体内转变成有机态并参与生物酶的体系,成为活性物质的。实质上,“生物地球化学营养工程”技术路线,是一条生物地球化学为农业生产服务的技术路线,是发展生命科学的“外部工程”,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,后者则提高产量和质量并重,且更注重提高其微营养素含量,特色非常明显。

2.3 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,其中饮食(包括饮食方式、习惯和质量)的改善是最重要的一个环节。在繁多的外界因素中,食物营养质量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,食物中的营养素含量问题就摆到首位,它直接影响到人体的健康。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了微量元素对人体的重大生理作用,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的一切生物活性的标志,在酶和辅酶体系的结构和成分中,都不能离开微量元素的参与。微量元素在生物体自身不能合成,生物体所需的微量元素必须从食物中获得。也就是说,食物中微量元素的含量水平,直接影响到人体每日的微量元素获取量,如果生物体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^[23,24]。

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,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。

2.4 农业生物地球化学与农业环境的关系

如上所述,农业生物地球化学是伴随着现代农业科技的发展和人类健康的需求而发展起来的一门新兴边缘学科,针对当今人类食物——农产品及其制品中普遍存在着污染和微量元素含量低,不能满足人体健康需求等问题而提出应用本学科的基本原理和科技手段,开发无公害、无污染的富含生物源有机态微量元素的农产品,是本学科研究的重要内容。

事实表明,凡是受不良的人为因素干扰越少的地区(环境),就越有利于发展现代农业,如我国西部地区、广东北部的“红三角”地区等,那里的地域广阔、人口稀疏,远离城市和工业区,其水、土和大气环境均少受污染,资源丰富,土地肥沃,是发展现代农业的理想环境,也是发展农业生物地球化学学科和开发富含生物源有机态微量元素绿色有机农业和有机食品的理想环境(基地)。因此,如何选择有利于发展农业生产的绿色基地(环境),是开展农业生物地球化学研究,首先应当考虑的重要问题。

3 研究意义和前景

如同其它学科一样,农业生物地球化学的产生和发展是随着社会经济和科学技术的发展而发展的。国内外,尤其是我国农业的发展,大体上都经历过刀耕火种——传统农业——石油农业——绿色农业(生态农业)——有机农业以及本文提出的富素绿色有机农业诸阶段。每个发展阶段都将大大地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。

纵观我国从传统农业到现代农业的发展历程及其与农业生物地球化学的关系(表1):

传统农业在我国历史悠久,至今已达数千年,是一种在科技不发达、靠人力耕作、生产力低的条件下从事耕作的纯天然无公害的农业。随着我国人口的不断增长和科技的日益进步,传统农业的产值已不能满足社会经济发展和人口增长的需求,因此,在上个世纪初便兴起了“石油农业”,即由石油副产品生产的化学肥料和农药在农业生产中得到了越来越广泛的应用,大大促进了农业的增产。与此同时,由基因工程培育的杂交良种(如水稻等农作物新品种)

表 1 纵观从传统农业到现代农业的发展过程

Table 1 The course of development from the traditional agriculture to modern agriculture

比较	传统农业		现代农业								
	石油农业	绿色农业(生态农业)		有机农业		有机食品					
		A 级绿色农业	AA 级绿色农业	有机农业	富素有有机农业	有机食品	富素有有机食品				
	长达几千年直至现代	20 世纪初至现在	20 世纪 70-80 年代至现在	20 世纪 80 年代至现在	20 世纪末至本世纪	20 世纪	20 世纪末至 21 世纪	21 世纪			
时代背景及农业特点	<p>精耕细作、农牧结合、多种经营,使用有机肥、绿肥、轮作、间作、表层松土、犁耙、生物、物理防治病虫害。科技不发达,生产力低,属经验农业,缺乏理论指导,缺乏先进生产工具。只能解决勉强维持当时人类的最低生活需求</p>	<p>科技不断发展,石油工业兴起,石油化学产品—化肥、农药、化学除草剂、生长激素等在农业生产中的应用,既促进农业的增产也带来负面影响</p>	<p>抵制使用“石油农业”的化学农用物质,防止污染</p>		<p>继承和发展传统农业,在认真总结传统农业丰富经验的基础上使用现代科技和先进的生产农具,发展纯天然、无公害、无污染,对人体健康无损害的可持续发展的农产品</p>	<p>针对当今人类缺乏症提出在有机农业的基础上,应用“生化营养工程”生物转化技术,利用无机矿物质元素优化大农业品种及产品,提高该产品中的有机态微量元素含量水平,为人类健康服务</p>	<p>以有机农业生产的农产品作为基本原料,配制生产有机食品</p>	<p>由于当今有机农业和有机食品只是强调对生态环境和农产品无污染的问题,至于农产品微量元素含量低未能满足人体健康需求的问题,在现有的有机农产品和有机食品的概念中没有包涵这方面的内容。“富素有有机食品”是针对当今人类缺乏症问题提出来的,可见“富素有有机食品”将大大充实有机农业和有机食品的内涵</p>			
			<p>允许有限制的使用化肥、农药、化学除草剂、生长激素、饲料添加剂</p>	<p>生产过程中不得使用任何人工合成的化肥、农药、化学除草剂、生长激素和饲料添加剂,可以有限使用矿物质,而且产品需要 3 年的过渡期</p>					<p>除同左外,增加富素</p>	<p>不准使用任何人工合成的化学物质</p>	<p>除同左外,增加富素</p>
			<p>允许使用基因工程生物种子</p>						<p>要求使用当地择优良种(非基因工程生物品种),要通过认证机构认证</p>		<p>原料必须来自有机农业生产体系,要通过认证机构认证</p>
正面效果	<p>纯天然、无公害、无污染的农产品,对人类健康无不良影响</p>	<p>极大地提高农产品产量,解决了由于人口迅速增长的人类食物需求和大大地提高饲料供应</p>	<p>除同左外,对人类的生存环境和农产品污染问题基本上得到控制</p>	<p>除同左外,人类的生存环境和农产品污染问题得到更严格的控制。同时由于使用非基因生物种子生产的产品及其制品,其安全性使消费者更加放心</p>	<p>产量和质量并重,重在质量,减少耗能,提高就业率,生态环境和污染问题得到严格控制,同时富素农产品,大大提高人体必需的微营养元素含量,满足缺乏症“亚健康”人群的需求</p>	<p>无环境污染、无公害的有机食品</p>	<p>无环境污染、无公害的,富含有机态微量元素的、有益于“亚健康”人群的有机食品</p>				
负面效果	<p>产量低未能满足人类温饱问题</p>	<p>带来环境和农产品污染,严重影响人类健康</p>	<p>生态环境和农产品污染问题得到部分控制,但对人类健康的影响未能得到完全控制</p>	<p>未能控制由于使用基因生物种子所产生的负面影响</p>	<p>其内涵中没有包含提高农产品中的有机微量元素以满足人体健康需求问题</p>	/					

结语 1、从“比较”表中说明,我国农业的发展历程,经历过由低产量、提高产量、产量质量并重、重在质量的过程,是随着社会经济和相关科学技术的发展而发展的,2、当今农产品及其制品(食品)中微量元素含量低,未能满足人体健康需求而引发的人类缺乏症,造成人体生理功能失调的“亚健康”人群多达人类的 70% 以上。这个问题已成为当今农业科学、食品科学和医学临床存在的、亟待解决的重大问题,也是本世纪人类农业革命、食物革命的主攻方向,农业生物地球化学及其发展该学科的“农业生物地球化学营养工程”正是针对上述问题而提出的。

的广泛使用,也大大提高了农产品的产量,逐渐解决了当时人类的“食物危机”问题。但是,大约到 20 世纪 70~80 年代,科学工作者逐渐意识到工、农业的发展,尤其是化学工业和交通运输业等产生的污染性物质对人类生存环境和健康的影响越来越严重,大量使用 N、P、K 化肥和基因生物种子等虽然使农业获大幅度增产,解决了人类食物资源短缺问题,但是与此同时对人类的健康问题也带来了严重的负面影响。由此,逐渐兴起了环境科学和发展“绿色农业”(生态农业)的热潮。

绿色农业分“A 级绿色农业”和“AA 级绿色农业”。A 级绿色农业是允许有限制的使用化肥和农药,AA 级绿色农业则完全不允许使用化肥和农药,就是说“绿色农业”抵制石油农业的化学农用物质,但允许使用基因工程种子,因此,仍保证农业的增产,即一方面使农产品产量不受影响,同时也大大改善了人类食物原料——农产品的污染问题。

近几年来,我国引进和发展了与人类健康密切相关的“有机农业”的概念(在美国称再生农业,在英国和西欧称生物农业,在日本称自然农业、生物动力或低投入农业等),主要依靠自然土壤,认为土壤是有生命的,施肥的作用是培肥土壤,转给作物。主张依靠自然的生物循环、轮作、间种、浅层犁耙、松土、生物防治、施用有机肥和矿物养分等,同时强调使用高产作物种子(不包括基因生物品种)。值得提起的是,开发有机农业的土地,必须选择远离城市和工业区的水、土、气不受环境污染地区,同时还需要对土壤进行改造,一般要求 2~3 年转换期,清除土壤中残留农药、重金属等残留性污染物质。显然,“有机农产品”及其制品“有机食品”将更优于“绿色农业”,也将成为 21 世纪农业生产的发展方向。我们知道,当今国内外关于“有机农业”的内涵还没有涉及到如何提高农产品中的微量元素含量问题。如前所述,应用“生物地球化学营养工程”的生物转化技术,提高“有机农业”产品中的有机态微量元素含量水平,即在有机农产品的基础上生产富含生物源有机态微营养元素的农产品(简称富素有机农产品),然后以它为原料生产“富素”有机食品,它的研究将大大充实绿色有机农业和有机食品的内涵。大量事实表明,当今人类缺素症患者多达几十亿(单缺铁症人群就多达 20 亿),其主要原因就是由于食物(农产品及其制品)中微量元素含量低,未能满足人体健康需求所致。可见,农业生物地球化学关于提高农产品及其制品中的微营养元素含量水

平,正是针对当今农产品及其制品(食品)和医学临床存在的,亟待解决的问题而提出的。

综上所述,农业生物地球化学是一门可持续性发展的学科,也是伴随着社会经济和科学技术的发展而诞生的一门新兴的边缘学科,它与当前发展农业生产和许多有关农业问题研究有密切的关系,尤其是与当今世界正在为解决人类“营养危机”而提出的“农业革命”和 21 世纪人类“食物革命”的关系更为密切。它的研究对于推动农业生产的发展、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(References):

- [1] Bep . B : 1922 - 1932 [M]. . 1940 . [M].
- [2] : 1952 .
- [3] Guo Bosheng (郭伯生). The current situation and prospects for application of rare earth element in agriculture [J]. Journal of Chinese Rare Earth Society (中国稀土学报), 1984, 3: 89-93 (in Chinese).
- [4] Wang Kuixi (王夔). The Trace Element in the Life Sciences [M]. Beijing: Chinese Meteorological Press, 1996 (in Chinese).
- [5] Liu Zheng (刘铮). The Trace Element in Soil of China [M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1996 (in Chinese).
- [6] Yu Da (于达). "The studies of amino acid and trace element complex compounds" adopted by state appraisal [J]. Chinese Forage (中国饲料), 1996 (5): 11 (in Chinese).
- [7] Lü Deqiang (吕德福), et al. Amino acid trace element chelate and its application in forage industry [J]. Chinese Forage (中国饲料), 1994 (2): 12 (in Chinese).
- [8] Zhang Peifang, et al. The Application of Leaf Fertilizer in Agriculture [M]. Shanghai: Shanghai Science and Technology Documentary Press, 1990 (in Chinese).
- [9] Zhang Zhishen (张之申), et al. Production of high-content-zinc eggs (preliminary report) [J]. Trace Elements (微量元素), 1989 (5): 59-61 (in Chinese).
- [10] Zhang Zhishen (张之申), et al. Changes of content of zinc, iron and copper in the tissue of egg-produced hen after over-amount zinc in daily grain fed [J]. Trace Elements (微量元素), 1991, (2): 44-45 (in Chinese).
- [11] Wang Jiangke (王将克), Lin Ke (林克). The application prospects of trace element selenium in the agricultural fields [J]. Guangdong Soil (广东土壤), 1998 (3) (in Chinese).
- [12] Liu Wenlong (刘文龙), et al. Studies of high-content-zinc vegetable [J]. Trace Elements (微量元素), 1991 (2): 41-43 (in Chinese).

就全球范围来说,人类“食物危机”主要出现在 20 世纪,而“营养危机”主要是 21 世纪。

- [13] He Yanzen(何艳贞), et al. Studies of germ anium-rich sprout [J]. Studies of Trace Elements and Health(微量元素与健康研究), 1992, (2): 39-40(in Chinese).
- [14] Wu Xingde(武兴德), et al. Studies of selenium-rich vegetable [J]. Studies of Trace Element and Health(微量元素与健康研究), 1993, (3): 37-38(in Chinese).
- [15] Xu Huide(徐辉德), et al. Cultivate experiments of selenium-rich tea [J]. Trace Elements(微量元素), 1988, (1): 57-58(in Chinese).
- [16] Yang Yongyun(杨咏云). Studies of methods to increase the content of selenium in grains by spouting selenium to crops [J]. Shanxi Medicine(陕西医药), 1985, (1)(in Chinese).
- [17] Zhang Shuxian(张书贤), et al. Application of amino acid trace element chelate in livestock, fowls and fish husbandry [J]. Forage Reader(饲料博览), 1996, 8(5): 28(in Chinese).
- [18] Wang Jiangke(王将克), Chang Hong(常弘), Liao Jinfeng(廖金凤), et al. Biological Geochemistry [M]. Guangzhou: Guangdong Science and Technology Press, 1999(in Chinese).
- [19] Wang Jiangke(王将克), Zou Heping(邹和平). A new approach of science and technology to develop the modern agriculture [J]. Scientific Chinese, 1999, (6): 16-17(in Chinese).
- [20] Yin Wenyi(尹文英), et al. The Soil Fauna in China [M]. Beijing: Science Press, 2000(in Chinese).
- [21] Huang Fuzhen(黄福珍). Earthworm [M]. Beijing: Agricultural Press, 1982(in Chinese).
- [22] Wang Jiangke(王将克), Zhong Yueying(钟月明). On agricultural biogeochemistry and its role in modern agricultural development [J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni(中山大学学报, 自然科学版), 1998, 37(Suppl. 2): 107-111(in Chinese).
- [23] Feng Chenghao(冯承浩). Meet the new course of the agricultural revolution in the 21 century with the new line of agricultural science and technology [J]. Studies of Trace Elements and Health, 2003, (6): 66-67(in Chinese).
- [24] Bowen H J M. Environmental Chemistry of the Element [M]. Academic Press, 1979.
- [25] Schroden H A. The Trace Element and Man [M]. The Davin-111. Adair Company, 1973.

AGRICULTURAL BIO GEOCHEMISTRY

—A NEW FRONTIER SUBJECT

WANG Jiang-ke^{1, 2}, Zou He-ping², ZHENG Zhuo²

(Institute of Biogeochemical Nutrition Engineering, Yingdong School of Biology and Engineering, Shaoguan University, Shaoguan 512005, China; 2. Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen (Zhongshan) University, Guangzhou 510275, China)

Abstract: Agricultural biogeochemistry is a branch subject of biogeochemistry as well as a new overlapping knowledge in the filed of life sciences, agriculture sciences, food sciences and medicine sciences. This new research field, based on the theory of biogeochemistry, focused chiefly on chemical elements and ecological relation among agricultural organism, geochemical and biogeochemical process in the mass agricultural background, agricultural planning, nutritional evaluation and promotion of the crop produces. The role of element cycles through the food chains (rock, weathering rock, soil, crop, animal and human) and the increase of trace element contents of crop produces for human health requirement have become the recent research aspects of agricultural biogeochemistry.

One of the most important applications of agricultural biogeochemistry technique is the method of biotransformation of element nutrition. On the basis of agricultural biogeochemistry theory, the trace elements of the crops can be improved through biological process by using selected agricultural variety as the carrier to transform the inorganic elements to organic matters with biological activities. The purpose is to increase the trace element content in the agricultural products and to strengthen the human health requirement. It is obvious that the agrobiogeochemistry is both the practical application and development of theory of biogeochemistry.

The agricultural products (such as soybean) of rich biological organic trace element nutrients cultivated through biogeochemical techniques are much better than the medicine products of inorganic nutrient element. The development of the relative techniques is significant for the exploitation of new medicines drug and new food of rich

nutrient element that is crucial for the health of human beings in the 21 century.

As we know , the development of green agriculture and organic agriculture is proposed because of the serious pollution of environment and farm produces which threaten the people's health. The work of biogeochemical nutrition aims at the issue human sub-health resulted from regional shortage of nutrient trace elements.

The purpose of developing agriculture is not only to improve the quality of produces and ensure the food supply , but also to solving the problem of nutrient crises in the world. The most important reasons are : (1) many diseases are caused by the food chains of regional inappropriate proportion or shortage of trace elements for normal demand of human health in the biogeochemistry background ; (2) more and more people have "sub - health " because of inadequate content of trace element taken from the food. Therefore , a new subject of interdisciplinary sciences (agriculture , food , medicine , geochemistry , biology , etc.) is developed.

In the Chinese history of social and agricultural development , four stages may be divided : the primeval cultivating by destroying forest ; feudal traditional agriculture ; petroleum agriculture of last century ; green agriculture and rich nutrient element agriculture of this century. It seems that the agricultural biogeochemistry combines agronomy technology , social economy and human health evolution and becomes a sustained research topic that is related closely to the catchword " nutrient crises " , " agricultural revolution " and " food revolution " . The research of this new scientific field is significant for promoting agriculture technology , national economy and human health.

Key words : Biogeochemistry ; biogeochemical nutrition engineering ; natural organic trace element.

檠

《地球科学进展》变更出版周期的公告

根据科学技术部司发函“国科财函[2003]34号”文的批复,《地球科学进展》杂志将从2005年1月起,由现在的双月刊变为月刊出版,其办刊宗旨、方针均不变,每期暂定页码为112页(7个印张),定价每期25.00元,全年300.00元。特此公告。

地址 兰州市天水中路8号 电话 0931 - 8271245 E-mail: aearth@ns.lzb.ac.cn