

浙江省无污染农产品产地土壤环境质量标准研究

郇逸根¹, 董岩翔², 李琰²

(1. 上海申丰地质新技术应用研究所有限公司, 上海 201107; 2. 浙江省地质调查院, 浙江 杭州 311203)

摘要: 分析了已有中国农产品产地标准中存在的一些主要问题, 认为制定全国统一的产地环境标准不仅技术难度较大, 而且在实际应用过程中容易产生问题。在 1: 25 万尺度浙江省农业地质环境土壤地球化学调查的基础上, 根据元素的地球化学组成、含量、分布状况、影响因子等因素, 并考虑到对人体和生态环境产生影响的元素有效量, 制定浙江省无污染农产品产地土壤环境质量标准(推荐)。虽然影响农产品质量的因素很多, 如大气降尘、灌溉水、施肥等, 农产品产地土壤环境质量终究是首要的。

关键词: 农产品产地; 土壤环境; 质量标准; 浙江省

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2007)01-0068-04

当今, 可持续发展已成为时代发展的主流, 而可持续发展的基础是农业的可持续发展。土壤是农业发展的物质基础, 土壤质量是土地持续利用的前提, 是土壤支持生物生产能力、净化环境能力和促进动植物和人类健康能力的集中体现。可持续土地利用管理与土地评价有着密切的联系。在土地可持续利用管理过程中, 评价指标(体系)的选取是一大关键。随着中国农业由传统农业向现代农业发展, 农业生产由数量型向质量效益型转变, 农产品市场安全化、发展无公害和绿色农产品以及全面提高农产品的质量安全问题越来越受到关注。由于产地环境对农产品质量安全水平产生的直接影响, 在对农业生产全程质量控制过程中制定配套的产地环境标准已成为农产品质量安全控制的重要手段。

1 现中国农产品产地标准中存在的主要问题

1.1 农产品产地标准的多源性与可操作性障碍

良好的农业生态环境质量是无公害和绿色农产品生产过程质量控制的基础和先决条件, 评价标准和评价指标是衡量产地农业生态环境质量是否合格的尺度, 因此, 评价标准、评价指标、监测规则等必须合理、科学地确定。

受管理体制、经费投入、基础研究等多种因素的制约, 目前已颁布施行的产地环境标准存在着一些共性的问题^[1-2]。中国的标准体系框架分国家标准、行业标准、地方标准和企业标准 4 级。由于标准

的制定和归口管理的部门不同, 标准定值依据不统一, 使颁布的标准间存在一些矛盾。就蔬菜生产而言, 可以适用的产地环境标准有 3 类: ①国家质量监督检验检疫总局颁布的《农产品安全质量 蔬菜产地环境要求》(GB/T 18407.1-2001); ②农业部颁布的《无公害食品 蔬菜产地环境条件》(NY5010-2002)与《绿色食品 产地环境技术条件》(NY/T391-2000); ③国家环保总局即将颁布的《食用农产品产地(大田种植)环境质量评价标准》。对比这些标准可以发现, 其适用范围、主要内容和指标限值大致相同, 但个别指标存在差异, 这就会给标准的执行带来一定困难, 有时甚至会造成混乱。

另外, 中国绿色食品发展中心组织农业大学等单位, 对绿色食品产地土壤环境质量标准进行了专门研究。研究认为, 对于绿色食品生产来说, 国家 1 级标准显得偏严, 2 级标准又显得偏松, 故确定绿色食品土壤环境质量标准应在国家的 1 级与 2 级标准之间。现行的无公害蔬菜产地土壤环境质量标准中仅 Pb 的标准值处于 1 级与 2 级标准之间, 其余污染物均为 2 级标准。因此, 有些学者^[2]建议: 这一做法也适用于无公害蔬菜产地土壤环境质量标准。

不少产地环境标准中对土壤中的六六六(BHC)、DDT 作为规定, 从 1983 年全国停产禁用这 2 种农药至今已有 20 多年。浙江省农业地质环境与农产品安全调查成果表明, 过去投放进入土壤的这 2 种农药绝大部分对土壤已不构成污染。随着时

间的推移,土壤中这 2 种农药的影响会越来越小,再对这 2 种农药作出规定意义不大。相反,对于总氰、PCBs、苯等应列入土壤环境标准内。

1.2 国家标准的地方性指导意义倚倚

由于中国幅员辽阔,东西、南北差距都在 5 000 km 以上,各地生态环境条件复杂、差异显著,土壤类型多样且同一土壤类型相互间土壤元素背景值存在差异,影响土壤元素背景值的因素众多,因此制定全国统一的产地环境标准不仅技术难度较大,而且在实际应用过程中容易产生问题。已有相关标准之间的衔接和统一,标准本身的科学性和实用性有待于加强和提高;包括酸雨在内的对土壤环境质量影响因素,也是产地土壤环境标准制定须考虑的问题。

土壤环境质量标准的制定主要有 2 条思路^[3]: 地球化学方法和生态因子方法。前者根据元素的地球化学组成、含量、分布状况、影响因子等因素,按照标准实施的区域或功能,通过一定的调查、计算和拟合来确定元素的环境质量标准。该方法制定的标准优点是可以充分考虑不同地理区域的实际情况,缺点是与元素的生态学影响联系不够。后者是在大量长期生态学试验(生态毒理学、环境卫生学等)制定的环境基准的基础上,参考社会、政治、经济等因素来修正形成。这种方法制定的标准优点是可以将污染物的影响与食品卫生、环境影响等因素充分联系,缺点是实际工作中由于缺乏长期试验和复合试验,选用化合物的类型有一定的局限性,制定的标准有一定的“误差”。

现行的《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)中 10 类污染物质的指标值是根据这些物质在土壤中的平均本底含量来确定的。由于不同自然条件下发育成不同土壤类型,同一种土壤类型发育于不同的母质母岩,其土壤环境背景值也有明显差异,同一元素在不同区域、不同土壤类型中的本底含量存在较大差异。因此,土壤元素的背景值是统计性的,以特征值表达该元素背景值的集中趋势。可以说,土壤环境背景值是一个范围值而不是一个确定值,即是以一定的置信度表达该元素的背景值范围。显然,采用全国统一的背景值作为《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)的定值依据,在实际应用中必然会出现偏差,从而在环境质量评价时会得出与实际不符的错误判断,影响土地的正常利用。

2 浙江农产品产地环境标准的制订

2.1 产地土壤环境标准制订的技术思路

由于土壤系统的复杂性,重金属元素化学、生物

学特性和环境影响因子的变异性,与大气、水标准相比较,土壤标准的制定最为复杂,也容易引起争议。“七五”期间,我国土壤环境容量研究主要根据元素在土壤-植物体系、土壤-微生物体系、土壤-水体系中的生态学效应和环境效应,确定了主要土类的元素临界值。该土壤元素的临界值是指土壤元素既不影响农产品产量和生物学质量,又不导致地表水和地下水污染的最大含量。土壤临界值不仅取决于元素自身的性质,而且也取决于存在的自然条件(土壤类型、理化性质等)及在该自然条件下的赋存形态。元素的土壤临界值是通过一定的生态效应试验获得,主要是通过受控试验而不是自然条件的试验完成,且大量试验是中、高剂量水平的短期试验,缺乏低剂量水平下的试验。

1995 年发布的《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)的制定依据是土壤背景值与生态因子的方法结合,即标准的 1 级水平为土壤背景值几何平均值与几何标准差的乘积,2 级和 3 级水平大体与元素临界值的低限、高限相当;绿色食品的土地壤环境质量标准是元素土壤背景值的算术平均值加 2 倍的算术标准值;有机(天然)食品的土壤环境质量标准直接采用了土壤背景值的算术平均值^[3-4]。

虽然元素的背景值与农产品的卫生标准值没有直接的联系,之间的关系仅仅是一种理论上、逻辑上的推理,但是元素高背景地区所生产的农产品遭受污染的可能性更大。通常,所说的土壤元素背景值指的是土壤中元素的全量。严格地说来,只有土壤中污染元素的有效量才会对人体和生态环境产生影响,土壤矿物晶格中包藏的重金属一般不会直接对植物和环境造成危害和污染。其中,Cu、Pb、Zn、Cd、Cr 等元素绝大部分是以残渣态的形式存在,有机态、铁锰氧化态和碳酸盐态优于可交换态和可溶态,当外源重金属进入土壤后其形态会不断发生形态转化;Hg 主要以金属汞、无机化合态汞和有机化合态汞的形式存在,有机汞中的甲基汞易被植物吸收。

浙江省农业地质环境调查成果表明,1990 ~ 2002 年的 12 年间,杭嘉湖地区土壤酸碱度平均下降了 0.3 个单位,土壤酸化速率为 0.097 个单位/a。土壤酸化除了与土壤地质及农业生产施肥等因素有关外,酸雨是一个重要因素。土壤酸化可显著降低土壤对重金属的吸持,增加重金属的释放潜力,有利于重金属活化并迁移进入生态食物链。当然,土壤吸持重金属的能力与土壤对酸的缓冲性存在着一定的关系,因此,土壤酸缓冲性也常作为土壤生态环境质量指标^[4]。

上述 3 项影响土壤环境质量的主要因素,应是制定产地土壤环境标准时必须考虑的内容。

2.2 产地土壤环境标准的推荐

浙江省农业地质环境调查(2002)中对浙北平原区、浙东沿海丘陵平原区和浙中丘陵盆地区等主要农业种植区实行土壤地球化学调查,采集表层土壤样,采样密度为 1 件/ km^2 ,由多坑点采集 0~20 cm 土壤组合而成,1 件/ 4 km^2 组合提供测试分析。采样点一般布设于水田、菜地、旱地、茶园、果园、林地中。采样时避开新近搬运的堆积土、垃圾堆和明显的局部污染区。采集的土壤样品晾干后,充分过 20 目筛,按有关规范要求组合成 400 g/件,进一步研磨加工后送测。由中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所采用 X 荧光光谱法测定土壤 Pb、Cu、Cr、Ni、Zn 全量,检出限分别为 $(2.1, 5.2, 2.2) \times 10^{-6}$;采用原子荧光法测定土壤 As 全量,检出限为 1×10^{-6} ;采用原子荧光光谱法测定土壤 Hg 全量,检出限为 3×10^{-9} ;采用原子吸收光谱法测定土壤 Cd 全量,检出限为 30×10^{-9} 。由安徽地质实验室采用原子荧光法测定土壤 Hg、As 的有效量,检出限分别为 $(0.005, 0.05) \times 10^{-6}$;等离子体发射光谱法测定土壤 Cu、Zn、Pb、Cd 有效量,检出限分别为 $(0.2, 0.2, 0.3, 0.03) \times 10^{-6}$ 。土壤 Hg、As、Cu、Zn、Pb、Cd 有效量的浸提方法为:酸性、中性土壤用稀硝酸(0.1 mol)浸取,碱性土壤用 DTPA 浸取。

表 1 为浙江省无污染农产品产地土壤环境质量

表 1 浙江省无污染农产品产地土壤环境质量标准(推荐)

参数	1 级	2 级			3 级
	自然背景	<6.5	6.5~7.5	>7.5	>6.5
总 As	10	20	15	10	20
DTPA 提取有效 As	0.05			0.05	0.1
硝酸提取有效 As	0.07	0.15	0.10		
总 Cd	0.200	0.250	0.300	0.600	1.000
DTPA 提取有效 Cd	0.180			0.540	0.900
硝酸提取有效 Cd	0.190	0.240	0.280		
总 Cu	40	60	120	120	400
DTPA 提取有效 Cu	6.5			20	65
硝酸提取有效 Cu	(7.5)	(12)	(25)		
总 Hg	0.180	0.330	0.550	1.100	1.800
DTPA 提取有效 Hg	0.0004			0.0024	0.0040
硝酸提取有效 Hg	0.0005	0.0010	0.0015		
总 Pb	40	300	400	500	600
DTPA 提取有效 Pb	10			100	150
硝酸提取有效 Pb	10	60	80		
总 Zn	110	200	275	350	550
DTPA 提取有效 Zn	10.5			35	55
硝酸提取有效 Zn	(11.5)	(25)	(30)		
总 Ni	30	30	40	50	150
总 Cr	90	200	270	350	400

注:含量单位为 $w(\text{元素})/10^{-6}$;括号内为估计值

标准(推荐)。表中,重金属总量 1 级限量值为浙北平原区、浙东沿海丘陵平原区和浙中丘陵盆地区的 1: 25 万尺度土壤地球化学调查的自然背景值加 2 倍标准差,2 级和 3 级限量值为元素临界值的低限和高限。高限依据元素的地球化学学习性,以 1 级限量值的 2 倍(As)、5 倍(Cd、Zn、Ni、Cr)、10 倍(Cu、Hg)和 15 倍(Pb)设定。重金属有效量分稀硝酸(0.1 mol)浸取和 DTPA 浸取,前者浸取的重金属有效量略高于后者浸取量。其 1 级限量值、2 级限量值和 3 级限量值的设定同总量。

土壤安全临界值是指保证农产品质量安全性的土壤元素的最高允许含量,是与区域农业地质背景、作物农产品类型有关的系列值。浙江省农业地质环境调查未采用传统的盆栽试验方法来确定临界值,而是以浙江省典型农作物为研究对象,大田调查取得的土壤、农产品元素含量资料为依据,建立土壤安全临界值^①。根据大米中元素限量国家卫生标准所推导得出的早、晚稻土壤元素安全临界值见表 2。据此资料确定的土壤元素安全临界值有可能偏低,即生产安全大米的土壤元素含量要求过严。

表 2 保证稻米质量安全的土壤元素安全临界值

元 素	As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
大米限量卫生标准	0.7	0.200	10	0.020	0.4	0.4	50
早稻土壤安全临界值	7.5	0.450	55	0.300	8	28	250
晚稻土壤安全临界值	17	0.520	90	0.450		24	200

注:含量单位为 $w(\text{元素})/10^{-6}$

当然,影响农产品质量的因素很多,如大气沉降、灌溉水、施肥等,农产品产地土壤环境质量终究是首要的。浙江省农业地质环境与农产品安全调查(2004)表明,按照食品卫生国家标准和采用的农产品卫生标准,农产品的 Pb 污染最为严重,其次是 Cr、Cu 污染最轻;按照土壤环境质量国家标准,农产品产地土壤重金属的超标率约 14.8%,其中土壤 Cd 污染程度较高,Pb 次之,As 和 Hg 的污染程度较低。可以认为,前者是农产品质量的生物效应表现,后者是土壤质量的元素地球化学表征,二者的差异可能反映了农产品质量影响因素的多源性,但在很大程度上还是反映了土壤环境质量评价标准的不符合性和不科学性。

杭州市郊蔬菜地土壤重金属环境质量评价结果发现(2003)^[6],土壤质量评价标准和土壤质量综合

① 周国华. 浙江省农业地质环境调查评价方法技术研究. 2004.

评价分级标准尚有欠缺,以地方区域自然背景值为评价标准比以《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)作评价标准更符合实际情况。为此,对北京城市边缘区土壤重金属污染物分布进行研究时(2005),在利用国家土壤环境质量标准讨论土壤质量的同时,还是利用了北京地区重金属自然土壤元素背景值来进行评价^[7]。

3 结论

由于标准的制定和归口管理的部门不同,标准定值依据不统一,使已颁布的标准间存在一些矛盾。

由于各地生态环境条件复杂、差异显著,土壤类型多样且同一土壤类型相互间土壤元素背景值存在差异,影响土壤元素背景值的因素众多,因此制定全国统一的产地环境标准不仅技术难度较大,而且在实际应用过程中容易产生问题。

利用浙北平原区、浙东沿海丘陵平原区和浙中丘陵盆地区的 1: 25 万尺度土壤地球化学调查的自然背景值加 2 倍标准差作为重金属总量和有效量一级限量值,依据元素的地球化学学习性,以一级限量值

的 2 倍(As)、5 倍(Cd、Zn、Ni、Cr)、10 倍(Cu、Hg)和 15 倍(Pb)设定元素临界值的高限,可以制定地方性的浙江省无污染农产品产地土壤环境质量标准(推荐)。

参考文献:

- [1] 高怀友,刘凤枝,赵玉杰. 中国农产品产地环境标准中存在的问题与对策研究[J]. 生态环境,2004,13(4):691,701.
- [2] 田卫,俞穆清,张虎成,等. 我国无公害蔬菜产地环境质量评价指标体系的建议[J]. 农业系统科学与综合研究,2004,20(3):212.
- [3] 孟凡乔,史雅娟,吴文良. 我国无污染农产品重(类)金属元素土壤环境质量标准的制定与研究进展[J]. 农业环境保护,2000,19(6):356.
- [4] 张建光,刘玉芳,郭素萍,等. 我国无公害干果产地土壤重(类)金属限量标准研究[J]. 土壤学报,2005,42(1):153.
- [5] 章明奎,符娟林,黄昌勇. 杭州市居民区土壤重金属的化学特性[J]. 土壤学报,2005,42(1):44.
- [6] 李静,谢正苗,徐建明,等. 杭州市郊蔬菜地土壤重金属环境质量评价[J]. 生态环境,2003,12(3):277.
- [7] 陈晶中,陈杰,谢学俭,等. 北京城市边缘区土壤重金属污染物分布特征[J]. 土壤学报,2005,42(1):149.

THE EARTH ENVIRONMENT QUALITY STANDARD FOR THE UNPOLLUTED FARM PRODUCTS AREA OF ZHEJIANG PROVINCE

LI Yi-gen¹, DONG Yan-xiang², LI Yan²

(1. Shanghai Shenfeng Institute of Novel Geological Techniques Co., Ltd., Shanghai 201107, China; 2. Zhejiang Institute of Geological Survey, Hangzhou 311203, China)

Abstract: Some main problems existent in the present standard for farm products areas of China are discussed in this paper. It is thought that the formulation of a nationwide environment standard for producing areas is not only technically difficult but also likely to give rise to lots of troubles in the course of practical application. Based on the 1: 250,000 survey of earth geochemistry of the agro-geological environment in Zhejiang and the study of such affecting factors as the geochemical composition, content and distribution of elements and taking into account the effective quantities of elements that affect people and environment, the authors have formulated the standard of earth environment quality for the unpolluted farm products area in Zhejiang for recommendation. Although there are many factors that affect the quality of farm products, such as atmospheric fallen dusts, irrigative water and fertilizer application, the quality of earth environment in the farm products area obviously plays the most important role.

Key words: farm products area; earth environment; standard of quality; Zhejiang Province

作者简介: 郦逸根(1946 -),男,教授级高级工程师,长期从事区域物化探综合研究与找矿以及环境地质与农业地质工作。