

部分地区蔬菜中的含砷量

夏立江 华 珞 韦东普

(北京农业大学资源与环境学院 北京 100094)

摘 要

本文通过对北京、上海、武汉等几大城市的主要菜区,土壤及蔬菜中含砷量的调查研究,分析不同地区相同种类蔬菜含砷量状况及同一地区不同种类蔬菜含砷量的状况。结果表明,不同地区相同种类蔬菜的含砷量各不相同;同种土壤中根菜、果菜、叶菜类含砷量又有一定差异。

关键词 砷; 蔬菜; 土壤

砷对环境的污染程度受土壤类型、砷的形态、农作物种类与耕作制度等因素的制约。过量的砷会阻滞植物的正常生长发育或使砷在可食部分累积⁽¹⁾。植株吸收的砷大多富集在根、茎、叶中,这正是蔬菜的主要可食部分⁽²⁾。而粮食作物的可食部分为籽粒。许多试验表明,水稻各器官的吸砷率为根>茎叶>空秕>糙米。关于土壤及作物中含砷量的研究已有许多报道,但多数为粮食作物。

许多品种的蔬菜对砷十分敏感。人们每天从蔬菜中吸收砷的量应是一个不容忽视的问题。土壤中含砷量与蔬菜中的含砷量有很大的相关性,蔬菜的含砷量又随其品种和部位有很大差异。本文对不同地区几大城市的主要菜区土壤与蔬菜含砷量进行了调查、测试及分析,并进行比较。

1 试验方法及样本的制备

调查的菜区为北京、上海、武汉、银川、苏州、烟台的蔬菜生产基地。土壤样品,采集0—20cm耕层土,风干后混合均匀,取部分用玛瑙研磨,过100目筛,装瓶备用。其基本理化性状见表1。蔬菜的样品,采集该菜的可食部分,用去离子水洗净、稍风干,再在60℃左右烘干、粉碎,装瓶备用。

砷的测定采用硝酸—高氯酸消解,二乙基二硫代氨基甲酸银比色法⁽³⁾。

表1 供试土壤的理化性质及砷的背景含量

地区	土壤	pH	有机质 (mg/kg)	CEC (cmol/kg)	As 背景值(mg/kg)	
					算术平均值	标准值
北京	褐土	7.8	23.0	18.3	9.7	2.54
上海	盐碱土	6.6	21.4	16.7	9.1	1.83
武汉	潮土	7.9	30.0	11.4	12.3	7.31
银川	潮土	7.9	14.0	10.6	11.9	2.76
山东	棕壤	6.9	26.7	11.6	9.3	2.86

2 结果与讨论

2.1 土壤类型及含砷状况

不同类型的土壤含砷量不相同, 蔬菜中含砷量与土壤中含砷量有很大的相关性。

表2 各地区土壤含砷量⁽⁴⁾ (单位: mg/kg)

地 区	土 壤	样品数	全 距	算术平均值		
				平均值	标准差	变异系数
北 京	山地淋溶褐土	9	5.61—12.8	8.73	2.53	0.29
	碳酸盐褐土	6	6.4—13.1	9.04	2.23	0.25
	亚高山草甸土	2	7.6—8.10	7.85	0.35	0.05
	草甸褐土	2	6.0—9.4	7.10	1.70	0.09
天 津	潮 土	67	3.6—22.1	10.76	4.72	0.44
	沼泽化潮土	5	8.7—13.8	11.38	1.92	0.17
	盐化潮土	19	6.3—17.0	10.03	2.78	0.22
	褐 土	10	4.3—15.0	8.43	3.90	0.47
南 京	黄 棕 壤	10	2.34—24.2	10.02	6.69	0.67
	黄 刚 土	6	7.45—10.2	9.29	0.87	0.09
	潮 土	7	9.31—12.4	10.60	1.16	0.11
广 州	赤 红 壤	10	1.53—4.92	12.20	14.3	1.17
	水 稻 土	4	3.93—22.0	12.73	8.04	0.63
	紫 色 土	2	2.72—17.2	9.96	7.24	0.73
广 东	石 灰 土	4	12.0—39.9	23.1	11.9	0.51
	砖 红 壤	6	2.45—11.0	6.75	3.41	0.51
	红 壤	4	1.90—18.0	10.4	6.70	0.64
	燥 红 壤	3	4.0—6.60	5.12	1.34	0.26

从表2看出, 各类型土壤中砷的含量从平均值上看, 在10mg/kg左右, 但各土壤类型中砷的含量有一定的差别, 影响土壤含砷量的因素很多, 不同类型土壤, 由于母质组成、矿物组成、化学成份不同, 砷的含量有着很大差异。中国科学院南京土壤研究所对我国不同土壤进行测定, 其吸附量的顺序为: 红壤 > 砖红壤 > 黄棕壤 > 黑钙土 > 碱土 > 黄土。

土壤中粘土矿物类型及阳离子组成不同对砷的吸附有较大的影响, 砷被土壤吸附主要是以阴离子的形式与土壤中带正电荷的质点相互作用。按砷被植物吸收的难易程度, 可以将砷分为水溶性砷, 吸附性砷和难溶性砷3类。Williams⁽⁵⁾等又将土壤中难溶性砷化物的形态分为4种: 铝型砷、铁型砷、钙型砷、闭蓄型砷。表3为部分土壤中砷的形态含量, 由表3看出, 各类型土壤中水溶性砷极少, 一般不足总砷量的5%, 砷与Fe、Al、Ca结合的强度为: Fe型砷 > Al型砷 > Ca型砷。其中铁、铝氢氧化物吸附砷有突出作用⁽⁶⁾。土壤含无定型铁、铝氧化物越多, 吸附砷的能力越强。铁、铝能与砷形成难溶性的沉淀物, 一方面能大量专性吸附砷, 增强土壤吸持砷的能力, 另一方面钙、镁能与砷生成难溶性沉淀物, 也可增强土壤吸持砷的能力。磷酸根能显著地减少土壤吸持砷的能力, 因土壤对磷的亲和能力远大于对砷的亲合力。土壤pH对砷吸持也有较大的影响, 因为砷在土壤中多以阴离子状态存在, 故当pH降低时, 土壤胶体上正电荷增加, 使砷的吸持能力加强, 反之亦然⁽⁷⁾。

2.2 不同地区蔬菜含砷量

由于各种砷化物在土壤中的溶解度不同, 因此土壤溶液中砷的浓度就不同, 对作物的毒害也就不同, 作物体内砷含量随作物品种和部位而有很大差异。

表3 土壤中各种形态无机砷含量^(*) (mg/kg)

土类	水溶性砷 Ws-As	铁型砷 Fe-As	铝型砷 Al-As	钙型砷 Ca-As	闭蓄型砷		无机砷总量
					O-Fe-As	O-Al-As	
黄棕壤(武胜关)	2.35	5.00	4.10	1.30	3.10	3.75	19.63
水稻土(武汉)	0.70	12.70	1.78	2.30	2.00	3.65	23.13
棕壤(潼关)	1.05	5.00	4.10	6.30	4.10	3.90	24.45
黄潮土(山西)	0.20	5.68	4.40	4.20	4.10	4.40	22.98
紫色土(四川江津)	-	12.48	5.03	3.85	2.00	4.70	28.06
红壤(江西大余)	0.12	8.55	3.60	1.10	3.04	16.4	32.76

表4 武汉、上海、北京几种蔬菜含砷量 (mg/kg)

采样地点	编号	土壤	pH	品种	砷含量		
					土	鲜菜含量	干菜含量
武汉 东西湖 农场	1	潮土	8.28	白萝卜	10.80	0.0039	0.0654
	2	潮土	8.34	架豆	11.10	-	-
	3	砂性潮土	8.23	白萝卜	13.30	0.0029	0.0734
	4	砂性潮土	8.29	架豆	9.80	-	-
	5	砂性潮土	7.91	油菜	8.89	0.0267	0.3660
	6	灰潮土	7.58	白萝卜	7.69	0.0034	0.0654
	7	灰潮土	8.02	架豆	7.84	-	-
	8	灰潮土	8.06	油菜	7.50	0.0054	0.0852
上海五四 农场	9	滨海盐碱土	7.58	生菜	7.40	0.0079	0.1550
	10	滨海盐碱土	7.60	生菜	7.92	0.0068	0.1240
	11	滨海盐碱土	7.98	萝卜	8.84	0.0075	0.1030
	12	滨海盐碱土	8.00	萝卜	9.08	-	-
北京 东北旺 农场	13	褐土	7.74	黄瓜	8.40	0.0025	0.0683
	14	褐土	7.72	油菜	8.93	0.0054	0.0953
	15	褐土	8.27	油菜	8.52	0.0105	0.1870
	16	褐土	7.72	黄瓜	9.11	0.0053	0.1510
北京 巨山农场	17	褐土	8.13	油菜	8.10	0.0049	0.1130
	18	褐土	8.02	油菜	8.32	0.0049	0.0905
	19	褐土	7.61	萝卜	8.02	0.0037	0.0866
	20	褐土	7.92	黄瓜	8.37	0.0093	0.1470

表4中所列的3大城市的4个蔬菜生产基地是距离市区、工厂、生活区较远,周围没有污染源,生产过程严格控制从化肥、农药中引入砷污染,生态环境较好的蔬菜生产基地。菜园土壤砷的平均含量比该地区土壤背景值砷含量低,武汉东西湖农场9.6(mg/kg,平均值)<12.3(mg/kg,背景值);上海五四农场8.3(mg/kg,平均值)<9.1(mg/kg,背景值);北京东北旺农场8.7(mg/kg,平均值)<9.7(mg/kg,背景值);北京巨山农场8.2(mg/kg,平均值)<9.7(mg/kg,背景值)。

表5中所列的为一般菜区蔬菜中含砷量,从表4和表5比较看,表4中蔬菜含砷量普遍比表5中蔬菜含砷量要低(表5中调查区蔬菜中含砷量普遍高出背景区蔬菜中含砷量),可以看出,采取控制手段能很好的防止砷对蔬菜的污染,但总的来看,各地区若干蔬菜中砷含量都远低于世界卫生组织与联合国粮农组织联合规定的食品卫生标准(0.25mg/kg)。

从表4、表5看,同品种蔬菜在不同地区吸收砷量不同,它受土壤类型、耕作方式及环

境条件等因素影响,涂从等人的结果指出,不同土壤上莴苣含砷量有所不同,在不同砷浓度处理下,其莴苣砷含量为:石灰性紫色土>中性紫色土>冲积土>酸性紫色土>黄壤。同时莴苣含砷量随着砷处理浓度增加而增大,与处理浓度呈正相关^[10]。

表5 不同地区若干蔬菜含砷量⁽⁹⁾ (mg/kg 鲜重)

品 种	含 量	上 海	银 川	北 京	苏 州
萝 卜	背景区	-	0.0064	-	-
	调查区	-	0.0079	0.017	-
	范 围	-	0.0035-0.0143	0.013-0.02	0.006-0.009
马 铃 薯	背景区	0.026	-	-	-
	调查区	0.019	-	-	-
	范 围	0.01-0.046	-	-	0.007-0.028
黄 瓜	背景区	0.12	0.0157	-	-
	调查区	0.014	0.0170	0.025	-
	范 围	0.0065-0.0027	0.007-0.036	0.002-0.0367	0.008-0.019
番 茄	背景区	-	0.0048	-	-
	调查区	-	0.0050	0.002	-
	范 围	-	0.0032-0.0076	0.0014-0.003	0.005-0.009
茄 子	背景区	0.010	0.0100	-	-
	调查区	0.014	0.0140	-	-
	范 围	0.004-0.029	0.0067-0.029	-	-
大 白 菜	背景区	-	0.0049	-	-
	调查区	-	0.0068	0.0075	-
	范 围	-	0.0018-0.0015	0.003-0.018	0.004-0.011
卷 心 菜	背景区	0.008	-	-	-
	调查区	0.020	-	0.0041	-
	范 围	0.0078-0.033	-	0.0029-0.0063	0.003-0.033
青 菜	背景区	-	-	-	-
	调查区	0.011	0.039	0.0145	-
	范 围	0.002-0.036	0.0315-0.0522	0.007-0.0213	-

同一地区相同土壤类型上不同品种蔬菜吸收砷的特点也不相同,对砷的反应有着很大的差异,豆类及黄瓜易受砷污染,而谷物类,抗砷能力强,对砷敏感的蔬菜有:蚕豆、黄瓜、洋葱、豌豆^[5]。从表4、表5中可看出,黄瓜吸砷量比其它品种蔬菜吸砷量要偏高。张素芹等指出,砷对黄瓜根系生长有明显阻滞作用,使之发育不良,降低黄瓜根的干重,抑制根系的代谢活性,阻碍水分的吸收与运输^[11]。从表4、表5还可以看出,各地蔬菜的吸砷量一般为:根菜类>果菜类>叶菜类。

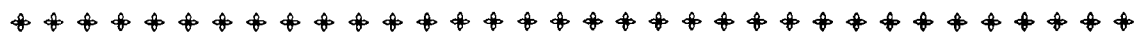
同品种蔬菜不同部位含砷量不同,若土壤含砷量为对照的20—30倍,则植物茎叶部分砷含量为1.3—3.0倍,而根部分则高达4—5倍^[5]。青菜绿叶部分含砷量又明显高于叶柄部分^[12]。小白菜含砷量根大于茎叶,但就其吸砷总量而言,茎叶又大于根,因茎叶占总重量的绝大部分,小白菜吸收的砷大部分输送到茎叶,其输送率(茎叶含砷量/根茎叶含砷量)可达60—70%。这表明吸砷量与生物产量是一致的^[2]。而蔬菜的主要生物产量正是其可食部分,这就影响了蔬菜的经济价值。

3 结 论

凡远离污染源, 生产过程又严格控制砷污染的菜区, 其土壤和蔬菜中含砷量都相对较低。各地区蔬菜中含砷量远低于食品卫生标准(0.25mg/kg)。不同地区对相同品种的蔬菜而言, 其含砷量有着一定的差异, 蔬菜含砷量与土壤含砷量有一定的相关性。同时受土壤类型、土壤 pH、活性铁、有效磷等因素的制约。同一地区不同种类蔬菜其含砷量也不相同。表现为不同种类蔬菜对砷的敏感性不同。其含砷量一般为根菜类 > 果菜类 > 叶菜类。同一株蔬菜其不同部位含砷量不同。对蔬菜而言, 其可食部位含砷量占整株菜含砷量的比例较大。

参 考 文 献

- [1] 杨居荣, 砷在土壤中的蓄积与迁移特征, 环境科学, 1988, 7(2): 26-31.
- [2] 简放陵等, 砷对蔬菜生长的影响和临界值的研究, 重庆环境科学, 1992, 14(2): 6-9.
- [3] 城乡建设环境保护部环境保护局, 环境监测分析方法, 中国环境科学出版社, 1983.
- [4] 刘全友, 我国部分地区土壤中砷的含量及其分布的探讨, 中国环境科学, 1984, 4(1): 73-76.
- [5] Williams, S. E. et al., J. Enviren Quality, 1991, 42.
- [6] 李汉卿, 环境污染与生物, 黑龙江科学技术出版社, 1985, 154-160.
- [7] 张毅, 赤红壤、红壤中砷的污染效应临界含量及土壤环境容量研究, 农业环境保护, 1992, 11(6): 256-260.
- [8] 李生志, 砷污染与农业, 科学普及出版社, 1989, 16, 36.
- [9] 汪雅各等, 上海农业环境污染研究, 上海科学技术出版社, 1991, 266.
- [10] 涂从等, 土壤砷毒性临界值初步研究, 农业环境保护, 1992, 11(2): 80-83.
- [11] 张素芹等, 农作物对镉铅砷的吸收与运输, 农业环境保护, 1992, 11(4): 171-175.
- [12] 汪雅各, 土壤不同重金属浓度对青菜生长及其残留的影响, 上海农业学报, 1990, 6(4): 67-72.



(上接第 104 页)

综合砷对土壤酶活性的影响, 以其活性受抑制率 25% 为依据, 可确知以土壤生化活性受影响的基准范围为 > 30mg/kg;

根据砷对土壤呼吸作用的影响, 以呼吸强度抑制率 > 25% 为指标可确定砷的土壤基准约为 100mg/kg.

根据砷对土壤固氮强度和纤维分解强度的影响, 以其受抑制率 25% 时为受害指标, 可以确定的基准值为 30mg/kg 和 > 200mg/kg.

从以上结果可见, 砷对土壤微生物数量、土壤酶活性、土壤呼吸强度及土壤代谢强度带来明显影响的临界值范围有一定差异, 综合这些结果并依据相对稳定的“最低限量性法则”, 可以确知灰钙土中砷的生态基准约为 25mg/kg(投加量+背景值)。由于该基准是从保护土壤生产力(农作物产量和质量)维护土壤生态系统的良性循环和正常代谢功能出发的, 故以此为依据制定的标准是安全可靠的。

参 考 文 献

- [1] 关松荫等, 土壤酶及其研究法, 农业出版社, 1986.
- [2] 廖自基, 微量元素的环境化学及生物效应, 中国环境科学出版社, 1992.
- [3] 杨居荣等, 土壤砷污染的植物效应, 土壤容量研究, 气象出版社, 1986.