

微量元素钴研究

——河南新乡西四县土壤有效钴的含量 分析及钴肥肥效研究*

刘 雪 华

(中国科学院国家计委地理研究所, 100101)

李 继 云

(中国科学院生态环境研究中心)

STUDIES ON COBALT

——AVAILABLE COBALT CONTENTS OF SOILS AND EFFICIENCY OF COBALT FERTILIZER IN XINXIANG, HENAN

Liu Xuehua

(*Institute of Geography Chinese Academy of Sciences and State Planning
Commission, 100101*)

Li Jiyun

(*Research Center of Eco-Environment Sciences, Chinese Academy of Sciences*)

关键词 土壤有效钴含量, 钴肥肥效, 增产

钴 (Co) 是微量元素之一, 并早已被证实是人和动物的必需营养元素, 是蓝藻、微生物和豆科植物固氮作用所必需的元素, 而且能促进植物增产, 改进植物品质。但迄今为止, 还尚未证实它为所有高等植物所必需^[1-5, 9-12]。由于动物所需的 Co 主要来源于植物, 而植物所需的 Co 又主要来源于土壤, 鉴于我国对土壤和植物中 Co 的研究还很少, 钴肥又基本上未用于农业生产,¹³因此, 研究土壤和植物中的 Co 及钴肥具有重要意义。

本项研究的目的在于: 通过分析土壤中有效态钴的含量, 有针对性地对含 Co 较低的土壤施加钴肥, 以观察钴肥对土壤和生长于其上的作物的影响。并希望通过此项研究, 推动我国扩大 Co 的研究范围, 更重要的是将其因地制宜地应用于农业生产。

一、试验材料和测定方法

(一) 分析有效钴含量的土样

* 本项研究是在生态环境研究中心完成的。部分土样的采集是由所在课题组完成的, 特此致谢课题组所有同志!

1) 蔡祖聪, 1988: 土壤中钴的化学行为(博士论文)。中国科学院南京土壤研究所。

1989年4月—5月,所在课题组在新乡地区西四县及新州市市郊的四千余平方公里内按常规方法采集了68个耕层土样。

(二) 钴肥肥效试验设计

1989年秋在卫辉市郊区的南关村和李元屯乡的后白照河村的黄潮土分布区上选择了具代表性肥力水平的农田进行小麦的钴肥肥效试验。试验设CK(对照)、Co1(低量)、Co2(中量)三个处理,每一处理重复三次,每一重复的小区面积约为 30m^2 ,小区在田间按顺序排列(同时进行肥效试验的还有其它微量元素肥料)。各小区除施用的钴肥量不同外,其它条件基本一致。施用的钴肥是 $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$,施用方法是将粉末状的 $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 与土混匀后,均匀撒施在播种沟内。试验的植物对象是冬小麦。

(三) 钴肥肥效试验的土壤和小麦样品

在小麦生长的抽穗期按常规方法分别采集不同处理小区的土壤和小麦植株样品,另在收获期采集小麦籽粒样品。

(四) 钴的测定

土壤和小麦植株样品的前处理是参考《土壤农业化学常规分析方法》一书所叙方法^[6]。

土壤有效钴测定液的提取:称取10g处理土样放入150ml锥形瓶中,加入50ml 0.02mol/L EDTA + 0.5mol/L HOAC + 0.5mol/L NH_4OAc 混合提取液,室温振荡提取1小时,过滤得透明清液,即为土壤有效Co测定液。

小麦植株钴含量测定液的制备:称取处理过的植物样品1—2g,放入150ml锥形瓶中,加入10ml HNO_3 和 2ml HClO_4 ,放置过夜。将过夜的样品放在通风柜内的电热板上加热消化,当蒸发的气体由深黄色转为淡黄色,再至冒浓白烟时,继续加热直至瓶内液体近干时(剩约1ml),取下冷却,然后全部转移至25ml容量瓶中,用 0.1mol/L HNO_3 定容,即可。

土壤有效Co及植物全Co的测定均采用石墨炉原子吸收分光光度法,仪器为日立180—80原子吸收分光光度计^[7]。

二、结果和讨论

(一) 新乡西四县土壤有效钴的含量分析

1. 耕层土壤的有效态钴含量状况 68个耕层土样的分析结果表明:该区域土壤的有效态Co含量范围值是 $0.19—2.43\mu\text{g/g}$,均值为 $0.63\mu\text{g/g}$ 。而提取剂 0.02mol/L EDTA + 0.5mol/L HOAC + 0.5mol/L NH_4OAc 提取的土壤有效Co含量对于植物生长的临界值,至今未见报道,故本文测得的浓度均值 $0.63\mu\text{g/g}$ 是高还是低,亦不可而知。但68个土样中,有75%的样品Co含量低于均值,而含量高于均值的土样仅占总样数的25%,这种含量分布是偏态的。由此,可以从一方面说明该区域土壤有效Co含量普遍偏低。

2. 不同类型耕层土壤的有效态钴含量 68个耕层土样所属土类有:褐土、潮土和水稻土,其中潮土和褐土的分布面积较大。这三类土壤包括的土壤亚类有:淋溶褐土、褐土、褐土性土,潮褐土;褐土化潮土、黄潮土、盐化潮土;潜育型水稻土。表1反映了三种土类及其8个亚类土壤的有效Co含量状况,结果是褐土类>潮土类>水稻土类;8个亚类土壤的有效Co含量高低顺序为:淋溶褐土>褐土>褐土性土>褐土化潮土>黄潮土>潮褐土>盐化潮土>潜育型水稻土。

值得注意的是:位于平原上且占本区土地面积约45%的黄潮土,其绝大多数样品的

表 1 不同类型土壤的有效 Co 含量 ($\mu\text{g/g}$)

土 类		亚 类			
名 称	钴含量 ¹⁾ $\bar{x} \pm S_x$	名 称	含量范围	钴含量 $\bar{x} \pm S_x$	样 品
褐 土	1.02 ± 0.6886	淋溶褐土	1.83—2.43	2.18 ± 0.3122	3
		褐 土	0.85—1.70	1.27 ± 0.3280	5
		褐土性土	0.24—1.07	0.59 ± 0.3372	6
		潮 褐 土	0.24—0.72	0.48 ± 0.2715	4
潮 土	0.49 ± 0.2645	褐土化潮土	0.37—0.73	0.51 ± 0.0936	12
		黄潮土	0.19—1.63	0.50 ± 0.3152	32
		盐化潮土	0.25—0.55	0.39 ± 0.1476	4
水稻土	0.28 ± 0.0283	潜育型 水稻土	0.26—0.30	0.28 ± 0.0283	2

1) $\bar{x} \pm S_x$ 为平均值 ± 标准差。

有效 Co 含量低于各类土壤含 Co 平均值, 而高于均值的土壤多是位于山地、山前丘陵的褐土类。可见, 从山地褐土至平原的潮土, 有效 Co 含量随着地势由高到低而有规律地降低: 以低地的水稻土有效 Co 最低, 其次是广大平原分布的潮土, 而山地褐土的有效 Co 则较高, 这说明地形地势也是影响土壤有效 Co 含量的一个因素。

3. 土壤 pH、全 N 及易还原态 Mn 含量与有效 Co 含量的关系 经过测定及分析, 三者对土壤有效 Co 含量的影响用回归方程统计^[8]结果, 土壤有效 Co 含量与土壤的全 N 及易还原态 Mn 含量呈极显著的正相关关系, 其相关系数分别为 +0.4582**、+0.6882**。而与土壤的 pH 呈极显著的负相关关系, 其相关系数为 -0.3444**。

世界粮农组织提出: pH 接近中性或碱性的土壤含对植物有效的 Co 一般较少, 可能出现缺 Co 现象。该研究区域的土壤 pH 值为 7.16—8.17, 均属碱性土壤, 故此区土壤发生缺 Co 是有可能的。而且虽然 pH 的变化不大, 但 pH 与 Co 含量呈极显著的负相关性, 证实了土壤 pH 值越高, 有效 Co 含量越低的结论。

(二) 钴肥肥效试验

有针对性地选择分布面积广、含 Co 水平低的黄潮土进行钴肥肥效试验。

1. 不同处理下的土壤和小麦植株及其各器官中的钴含量变化 随施入 Co 量的增加, 土壤有效 Co 和小麦植株含 Co 均增加, 且当土壤有效 Co 增加 10—31.4% 时, 小麦植株含 Co 则增加 7.14—190.8%。Co 在小麦各器官中的含量亦不同, 而且也均随着钴肥施用量的增加而增加, 各器官含 Co 量的高低顺序是: 叶片 > 穗 > 籽粒 > 茎秆。叶片虽然含 Co 最高, 但它随土壤施 Co 增加而产生的变幅则最小 (7.5—49.5%), 麦穗的变幅最大 (63.6—248.5%)。当小麦生长进入到成熟期时, 麦粒中的 Co 含量较抽穗期麦穗的 Co 含量低 (见表 2)。

2. 钴肥对小麦生长发育和产量的影响 表 3 是小麦抽穗期的生长发育状况及成熟期的产量状况表。从中可以看出, 钴肥对小麦的生长发育具有一定的促进作用, 施钴肥的小麦植株平均高度较对照为高, 穗长也有变化, 钴肥对小麦产量的影响较大, 增产达 10—26%。

表 2 不同处理的土壤和小麦地上部植株及其各器官的 Co 含量

地 点	处 理	施 Co 量 (克/亩)	土壤有效 Co		小麦地上植株含 Co		叶 片		茎 秆		麦 穗		籽 粒 ¹⁾	
			含量 ($\mu\text{g/g}$)	比对照增加 (%)	含量 ($\mu\text{g/g}$)	比对照增加 (%)	含量 ($\mu\text{g/g}$)	增加 (%)						
卫辉市 市 郊 南关村	CK	0	0.35	—	0.065	—	0.200	—	0.046	—	0.068	—	0.057	—
	Co1	20	0.40	14.29	0.117	80.00	0.215	7.5	0.093	102.2	0.125	83.8	0.071	24.6
	Co2	60	0.46	31.43	0.189	190.77	0.299	49.5	0.117	158.7	0.237	248.5	0.112	96.5
卫辉市 李元屯乡 后白河村	CK	0	0.30	—	0.084	—	0.249	—	0.065	—	0.055	—	0.043	—
	Co1	20	0.33	10.00	0.090	7.14	0.284	14.1	0.076	16.9	0.090	63.6	0.076	76.7
	Co2	70	0.34	13.33	0.135	60.71	0.307	23.3	0.088	35.4	0.142	158.2	0.149	246.5

1) 籽粒样品采于收获期,其余样品均采于抽穗期。

表 3 Co 对小麦生长发育及产量的影响

地 点	处 理	施 Co 量 (克/亩)	分蘖数 (个)	株 高 (cm)	小穗数 (个)	穗 长 (cm)	产 量 (公斤/亩)	比对照增加 (%)
卫辉市 市 郊 南关村	CK	0	3	77.3	15	9.6	320	(—)
	Co1	20	4	79.6	17	9.7	402	(25.7)
	Co2	60	4	80.1	16	9.4	383	(19.8)
卫辉市 李元屯乡 后白河村	CK	0	4	84.9	17	9.4	370	(—)
	Co1	20	3	85.6	16	9.1	407	(9.9)
	Co2	70	3	85.5	17	10.0	420	(13.5)

三、小 结

土壤含 Co 量的分析和大田小麦钴肥肥效试验的结果表明:分布面积较广的潮土类土有效 Co 含量不足,施钴肥不仅能提高土壤中的 Co 水平,而且能提高小麦中的 Co 含量,促进小麦的生长发育,并使小麦获得增产。这在农业上有非常重要的意义,值得在潮土分布地区推广施用钴肥,既提高粮食产量,又满足人畜对正常 Co 水平的需求。

参 考 文 献

1. 邹邦基,1989: 钴和镍。微量元素与微肥施用,144—147 页,农业出版社。
2. Siilarpaa M. (陈万才等译),1981: 土壤与农业中的微量元素。土壤微量元素译文集,1—34 页,江苏科学技术出版社。
3. 联合国粮农组织,1988: 钴。粮农组织—肥料及营养丛书7: 微量养分,49—50 页,中国农业科技出版社。
4. 王岳定,1964: 关于植物 Na、Si、Co 营养研究的概况。土壤通报,第 1 期,47—51。
5. ЯГОДИН Б. А. (李宝安译),1985: 苏联农业中的微量元素肥料问题。土壤学进展,第 13 卷 3 期,17—20 页。
6. 中国土壤学会农业化学专业委员会编,1983: 土壤农业化学常规分析方法。科学出版社。
7. 《环境污染分析方法》科研协作组编,1987: 环境污染分析方法,第一卷: 无机物分析,科学出版社。
8. 赵仁容编,1964: 大田作物田间试验统计方法。辽宁人民出版社。
9. Holm-hensen O. et al, 1954: Cobalt as an Essential Element for Blue-Green Algae. *Physiologia Plantarum* 7; 665—675.
10. Reisenauer H. M., 1960: Cobalt in Nitrogen Fixation by a Legume. *Nature* 186 (4722): 375—376.
11. Powrie J. K., 1960: A Field Response by Subterranean Clover to Cobalt Fertilizer. *Aust. J. Sci.* 23:198—199.
12. Ozanne P. G. et al, 1963: The Cobalt Requirement of Subterranean Clover in the Field. *Aust. J. Agric. Res.* 14:39—50.

更 正

土壤学报 1994,31(3) p276,英文摘要题目:

“RELATIONSHIP BETWEEN THE COMPOSITION AND CONTENTS
OF POTASSIUM-SUPPLYING POWER OF SOILS STUDIED
USING THE BIOLOGICAL TEST TECHNIQUE”

应更正为:

“RELATIONSHIP BETWEEN THE COMPOSITION AND CONTENTS OF
POTASSIUM-BEARING MINERALS AND POTASSIUM-SUPPLYING POWER
OF SOILS STUDIED USING THE BIOLOGICAL TEST TECHNIQUE”

作者郑文娟 (Zheng Wenjuan) 勘误