

吉林省土壤微量元素含量与分布规律研究

第1报 土壤中的铜和锌

张树人 赵协哲 宋钢 孙敬华 周唯

(吉林省农业科学院土肥所)

摘 要

通过吉林省2994个土壤样本的测定,查明了吉林省土壤微量元素铜和锌的含量与分布。土壤全量微量元素铜和锌低于我国土壤的平均含量。由于成土母质和土壤类型的不同,使土壤微量元素的含量变化较大。土壤有效锌普遍缺乏,少数土壤缺铜。并论述了土壤有效微量元素的含量与土壤性质的关系。

微量元素在动植物生长发育中的作用越来越引起人们的重视。在动物—植物—土壤之间的微量元素循环中,土壤起决定性作用。因此,查清土壤中微量元素含量,找出其地理分布,积累和迁移规律,具有十分重要的意义。

从1981—1986年,结合吉林省第二次土壤普查,在全省46个县(市)采集2994个土样,分析了全量及有效铜、锌、铁、锰、硼、钼元素及pH值、有机质、碳酸钙和机械组成。共21109项次。

本文根据调查统计资料,着重阐述了吉林省土壤微量元素含量,分布特点及与土壤性质的关系。研究结果按元素分期报告如下:

一、土壤中的铜

(一) 土壤全铜

1. 吉林省主要成土母质中铜的含量 全省主要成土母质中铜的含量见表1。东部山区的岩浆岩母质以玄武岩和火山灰母质铜的含量较高,其次是安山岩和花岗岩母质。变质岩母质以片岩为最高,石英岩则很低。沉积岩母质以页岩较高,石灰岩为中等,砂岩最低。中部的黄土及黄土状沉积物母质铜的含量为中等。辽河、洮儿河冲积母质铜的含量为中等(17ppm);而第二松花江冲积母质铜的含量较高(22ppm)。西部砂性母质铜的含量为最低。

2. 土壤全铜含量 我省土壤全铜含量范围是1.9—30.5ppm,平均为17.1ppm。我省主要土壤全铜的含量见表2。东部山区的灰棕壤、棕壤、白浆土全铜含量都很丰富。中部黑土全铜含量也很丰

全省主要成土母质中铜的含量见表1。东部山区

我省主要成土母质中铜、锌的平均含量

表1

单位: ppm

母质 类型	元 素	铜	锌
玄武岩	风化物	25	110
安山岩	风化物	22	86
花岗岩	风化物	17	82
火山灰	风化物	24	107
片岩	风化物	27	107
石英岩	风化物	14	86
页岩	风化物	23	114
石灰岩	风化物	19	82
砂岩	风化物	12	68
黄土状沉积物		19	69
冲积物	质	19	72
砂性母质		12	38

表 2

吉林省土壤全铜、全锌含量

单位: ppm

土 类	铜		锌	
	平均 *	变 幅	平均 *	变 幅
灰 棕 壤	17.5	5.5—30.5	97.2	51.5—140.3
棕 壤	15.7	10.0—27.0	81.4	64.0—113.2
白 浆 土	21.0	10.9—28.3	93.5	66.1—121.9
黑 土	20.1	10.7—26.2	74.0	40.7—97.4
黑 钙 土	17.1	7.5—28.8	55.5	44.4—72.7
淡 黑 钙 土	16.6	13.9—21.9	49.7	45.7—59.9
栗 钙 土	11.4	10.2—12.2	42.9	38.7—50.5
盐 土	15.5		52.9	
碱 土	17.1	9.6—24.6	56.1	41.7—68.6
风 砂 土	7.0	1.9—14.6	33.5	26.1—47.7
草 甸 土	13.1	4.2—20.2	63.2	24.5—88.7
冲 积 土	13.5	4.2—24.0	53.3	32.8—77.1
沼 泽 土	19.5	13.9—24.7	89.0	68.1—116.2
泥 炭 土	27.9		91.9	
水 稻 土	19.6	10.7—26.8	104.6	45.8—169.0
全省平均	17.1	1.9—30.5	78.1	24.5—169.0

* 表中的平均值是剖面各层厚度与含量的加权平均值

富, 而黑钙土则为中等水平。西部的淡黑钙土、碱土和盐土为中等, 而栗钙土和风砂土为最低。

东中部的草甸土和冲积土铜的含量较高, 而西部的石灰性草甸土和冲积土铜的含量很低, 接近砂土水平。水稻土铜的含量很丰富。总之我省土壤全铜的含量是自东南向西北逐

表 3

土壤剖面中全铜含量

土 类	深度 (cm)	含量 (ppm)	土 类	深度 (cm)	含量 (ppm)
灰 棕 壤	0—10	28.9	黑 钙 土	0—20	15.1
	10—56	18.3		20—46	15.5
	56—73	31.1		46—74	16.9
	73—120	23.0		74—100	14.6
棕 壤	0—20	20.4	淡 黑 钙 土	0—13	13.9
	20—50	17.4		13—32	13.9
		22.3		32—54	19.9
	50—100			54—78	14.6
白 浆 土	0—19	14.5	草 甸 土	0—15	23.1
	19—35	13.2		15—44	26.1
	35—70	35.9		44—62	21.2
	70—120	36.4		62—100	10.5
黑 土	0—20	19.7	水 稻 土	0—15	19.5
	20—34	22.0		15—21	22.5
	34—65	21.4		21—47	21.4
	65—105	23.9		47—80	15.8

渐降低的趋势，呈明显地带性分布。

3. 土壤全铜在剖面中的分布 东部土壤的剖面表层有铜的积累，可看到淋溶淀积过程。中西部土壤铜在剖面中的分布较均匀，表层积累铜的现象不明显，见表3。

(二) 土壤有效铜

1. 土壤有效铜的含量 全省2633个耕层样本统计，土壤有效铜的样本平均含量为1.36ppm。(面积加权平均为1.26ppm)含量范围是0.00—37.50ppm。土壤有效铜的临界值为0.20ppm。低于临界值的样本占2.1%，分布面积1727620亩，占全省耕地2%，在0.20—1.00ppm的中等含量样本占42.4%，分布面积为38247077亩，占全省耕地48%，大于1.00ppm的高含量样本占55.5%，分布面积40292447亩，占全省耕地50% (见表4)。总之我省土壤有效铜的含量是很丰富的，只是西部的淡黑钙土、栗钙土和风砂土有效铜偏低，部分土壤缺铜，但面积很小。

表4 吉林省各类土壤有效铜含量及分布频率*

土壤名称	样本数	平均pH	平均含量(ppm)	变幅(PPm)	置信区间 $t_{0.05}$	标准差	变异系数	分布频率(%)					
								≤0.10	>0.10 ~0.20	>0.20 ~1.00	>1.00 ~1.80	>1.80	
火山灰土	4	5.59	0.57	0.51—0.65					100.0				
灰化土	8	5.34	1.66	0.21—3.19	0.63—2.69	1.23	74		37.5	25.0		37.5	
灰棕壤	309	6.33	0.91	0.12—5.75	0.82—1.00	0.76	84	3.9	64.7	22.0		9.4	
棕壤	44	6.53	1.15	0.27—3.84	0.97—1.33	0.59	51		47.4	45.4		6.8	
白浆土	3206	2.1	1.24	0.14—8.11	1.15—1.32	0.80	65	0.3	43.8	42.5		13.4	
黑土	180	6.97	1.39	0.34—12.66	1.24—1.54	1.01	72		24.4	64.4		11.1	
黑钙土	144	8.08	0.93	0.21—3.56	0.98—1.07	0.46	46		54.9	42.4		2.8	
淡黑钙土	201	8.25	0.67	0.10—2.40	0.62—0.72	0.32	48	0.5	88.6	9.0		2.0	
栗钙土	13	7.83	0.70	0.21—2.62	0.33—1.07	0.61	87		92.3			7.7	
盐土	8	9.66	1.19	0.55—1.88	0.77—1.61	0.50	42		50.0	37.5		12.5	
碱土	32	8.81	1.19	0.12—3.99	0.86—1.52	0.91	76	3.1	56.3	18.7		21.9	
草甸土	423	7.36	1.57	0.22—37.6	1.36—1.76	2.06	132		30.0	46.1		23.9	
冲积土	288	6.81	1.35	0.06—9.88	1.23—1.47	1.05	78	1.0	2.8	34.7	44.1		17.4
沼泽土	53	6.13	1.76	0.02—18.1	1.08—2.44	2.48	141	1.9	1.9	34.0	28.3		34.0
泥炭土	92	6.20	1.46	0.04—7.96	1.24—1.68	1.01	69	1.1		28.3	48.9		21.7
风砂土	109	7.99	0.56	0.00—4.31	0.44—0.68	0.64	113	6.4	12.8	70.6	4.6		5.5
石质土	7	6.33	0.74	0.25—2.04	0.18—1.30	0.60	81			85.7			14.3
石灰岩土	19	6.69	0.78	0.15—2.84	0.49—1.07	0.60	76		5.3	73.7	15.8		5.3
水稻土	362	5.93	2.53	0.12—9.29	2.38—2.68	1.47	58		0.6	8.0	24.9		66.6
(人参土)	17	5.54	0.94	0.35—1.65	0.73—1.15	0.40	43			58.5	41.2		
合计	2633		1.36	0.00—37.5				0.5	1.6	42.4	34.7		20.8

*为了跟全国土壤普查统一，分级标准暂采用全国第二次土壤普查微量元素含量分级标准。

2. 土壤有效铜的分布 (1) 土壤有效铜的地理分布。全省耕层土壤有效铜的地理分布是中部台地平原含量最高，平均为1.69ppm；东部山区次之，平均为1.47ppm；西部平原最低，平均为0.82ppm。(2) 土壤有效铜在剖面中的垂直分布。东部山区的土壤及水稻土有较强的淋溶淀积作用。中西部地区的土壤有效铜在剖面中的分布较均匀。冲积土

有高低相间的层状分布。水稻土的表层富集铜的现象特别明显,见表5。

3. 土壤有效铜的含量与土壤性质的关系 土壤有效铜的含量受土壤性质的影响很明显,相关统计表明,土壤有效铜的含量与土壤全铜、有机质和物理粘粒呈正相关;与灰棕壤白浆土的有机质呈抛物线相关。与土壤pH值和碳酸钙含量呈负相关。相关系数均达到极显著水准,见表6。

表5

土壤剖面中有效铜的分布

单位:PPm

土 类	深度 (cm)	含 量	土 类	深度 (cm)	含 量
灰 棕 壤	0—15	0.96	淡 黑 钙 土	0—10	0.48
	15—40	0.32		0—27	0.48
	40—75	0.62		27—45	0.50
	75—120	0.26		45—120	0.51
棕 壤	0—16	1.06	草 甸 土	0—18	1.64
	16—28	0.50		18—40	1.55
	28—76	1.14		40—64	1.18
	76—120	0.78		64—98	1.72
白 浆 土	0—12	1.76	冲 积 土	0—20	0.64
	12—28	1.76		20—43	2.92
	28—76	2.04		43—68	0.22
	76—120	0.80		68—90	0.90
黑 土	0—18	1.14	风 砂 土	0—22	0.36
	18—30	1.12		22—47	0.35
	30—56	1.04		47—67	0.30
	56—87	1.32		67—120	0.23
黑 钙 土	0—20	0.42	水 稻 土	0—13	3.74
	20—53	0.56		13—26	4.04
	53—79	0.80		26—36	1.34
	79—100	0.98		36—87	1.68
	100—120	1.16		87—120	2.68

表6

土壤有效铜的含量与土壤性质的关系

土壤性质	土 类	样 本 数	回 归 方 程 式	r	r _{0.01}
土壤全铜		49	$y = -0.2070 + 0.1064x$	0.897	0.354
土 壤 有 机 质	黑 土	45	$y = -0.1674 + 0.6369x$	0.573	0.372
	淡 黑 钙 土	59	$y = -0.1153 + 0.3488x$	0.769	0.325
	白浆土、灰棕壤	25	$y = -0.0226 + 0.6842x - 0.0598x^2$	0.949	0.496
土壤pH		52	$y = 2.6420 - 0.2386x$	-0.909	0.354
物理粘粒		78	$y = -0.3744 + 0.0443x$	0.927	0.283
碳 酸 钙		35	$y = 1.0582 - 0.0853x$	-0.780	0.418

注: y 的单位为PPm; x 单位: 全铜为PPm, 有机质、物理粘粒、碳酸钙为百分数

二、土壤中的锌

(一) 土壤全锌

1. 吉林省主要成土母质中锌的含量 我省主要成土母质中锌的含量见表1。东部山区的岩浆岩母质中,以火山灰和玄武岩母质含锌量最高,其次是安山岩母质,花岗岩母质锌的含量较低。变质岩母质以片岩为最高,石英岩较低。沉积岩母质以页岩为最高,石灰岩为中等,砂岩最低。

中部的黄土及黄土状沉积物母质锌的含量为中下等水平。辽河和洮儿河冲积母质锌的含量为低等水平(54ppm),第二松花江冲积母质锌的含量较高(85ppm)。西部的砂性母质锌的含量最低。

2. 土壤全锌的含量 全省土壤全锌的含量范围是24.5—169.0ppm,平均为78ppm。全省各种土壤全锌含量见表2。东部山区的各种土壤全锌含量都很丰富,只是发育在石英岩,石灰岩和砂岩上的土壤全锌含量较低。中部的黑土全锌含量为中下等水平,黑钙土全锌含量很低。西部的淡黑钙土和栗钙土全锌含量也很低,风砂土为最低。

隐域性土壤中的水稻土、草甸土、冲积土全锌含量较高。中西部的水稻土和石灰性草甸土、冲积土全锌含量较低。

我省土壤全锌含量地带性分布很明显,自东南向西北逐渐下降的分布特点。

3. 土壤全锌在剖面中的垂直分布 东部土壤剖面表层有锌的积累。淋溶淀积过程较强,淋洗层锌减少,淀积层有锌的富集,中西部土壤锌在剖面中分布很均匀,表层积累锌的现象不明显,见表7。

表7 土壤剖面中全锌含量 单位: Ppm

土 类	深度 (cm)	含 量	土 类	深度 (cm)	含 量
灰 棕 壤	0—10	81.7	黑 钙 土	0—15	47.1
	10—56	96.8		15—35	55.6
	56—73	112.2		35—54	52.3
	73—120	205.4		54—98	42.2
棕 壤	0—15	89.2	淡 黑 钙 土	0—18	43.6
	15—49	56.7		18—48	47.8
	49—55	61.2		48—90	37.2
	55—120	62.2		90—135	60.6
白 浆 土	0—20	92.4	草 甸 土	0—15	106.5
	20—50	46.2		15—44	109.9
	50—95	56.4		44—62	90.5
	95—120	77.0		62—100	64.7
黑 土	0—20	73.8	水 稻 土	0—19	106.0
	20—50	63.4		19—30	92.8
	50—100	73.0		30—47	56.1
			47—90	93.7	

面中的垂直分布。多数土壤剖面的表层能够积累有效锌。东部土壤有淋溶淀积作用，淋溶层减少，淀积层增加。中西部土壤有效锌在剖面中分布较均匀，见表9。

表9 土壤剖面中有效锌的分布 单位: ppm

土 类	深度 (cm)	含 量	土 类	深度 (cm)	含 量
灰 棕 壤	0—10	1.17	栗 钙 土	0—20	0.39
	10—56	0.51		20—50	0.36
	56—73	0.66		50—100	0.32
	73—120	0.37			
棕 壤	0—16	1.04	草 甸 土	0—15	3.88
	16—28	0.56		15—44	2.16
	28—76	0.72		44—62	0.12
	76—120	0.20		62—100	0.16
白 浆 土	0—19	1.40	冲 积 土	0—20	0.46
	19—35	0.08		20—43	1.28
	35—70	0.72		43—68	0.14
	70—120	0.58		68—90	0.50
黑 土	0—20	0.63	风 砂 土	0—20	0.36
	20—34	0.24		20—55	0.34
	34—65	0.24		55—110	0.44
	65—105	0.20		110—120	0.28
黑 钙 土	0—20	0.38	水 稻 土	0—14	1.12
	20—35	0.32		14—24	0.16
	35—81	0.28		24—39	0.46
	81—120	0.26		39—80	4.38

表10 土壤有效锌的含量与土壤性质的相关性

土壤性质	土 类	样本数	回 归 方 程 式	r	r _{0.01}
土壤全锌		45	$y = -0.3136 + 0.0157x$	0.815	0.372
土 壤	黑 土	22	$y = -0.3441 + 0.3393x$	0.585	0.526
	淡黑钙土	50	$y = -0.0673 + 0.1680x$	0.591	0.353
有机质	白浆土、灰棕壤	31	$y = -2.6607 + 2.4372x - 0.1884x^2$	0.920	0.449
土壤 pH		76	$y = 4.4431 - 0.5073x$	-0.932	0.302
碳酸钙		37	$y = 0.6657 - 0.0453x$	-0.501	0.418
物理粘粒		60	$y = -0.3019 + 0.0328x$	0.945	0.325

注: y 的单位为 ppm; x 的单位: 全锌为 ppm, 有机质、物理粘粒、碳酸钙为百分数

3. 土壤有效锌的含量与土壤性质的关系 土壤性质对土壤有效锌的影响十分明显。相关统计表明, 土壤有效锌与土壤全锌、有机质、物理粘粒呈正相关。与灰棕壤和白浆土, 有机质含量呈抛物线相关。与土壤 pH 值, 碳酸钙呈负相关, 相关系数均达到极显著水准, 见表10。

TRACE ELEMENTS CONTENT AND DISTRIBUTION IN SOILS OF JILIN PROVINCE

I. COPPER AND ZINC IN SOIL

Zhang Shuren et al.

(*Jilin Academy of Agricultural Science, Gongzhuling*)

ABSTRACT

Making an analysis of 2994 soil samples of Jilin Province, present paper gives the content and distribution of trace elements Cu and Zn in the Soils of Jilin Province. The total contents of Cu and Zn in soils of Jilin Province are lower than the average contents of Cu and Zn in the soils of China. Owing to the diverse parent materials and soil types, the contents of trace elements in the soils fluctuate greatly. The available Zn is deficient in the soil commonly and the Cu is deficient only in several soils. The relationship between available trace elements in soils and the properties of the soils are described.

《中国农业科学》1988年征订启事

《中国农业科学》是中国农业科学院主办的综合性农牧业科学学术刊物。主要报道我国农牧业科学在基础理论和应用技术研究方面的学术论文，重要科研成果的专题报告，各学科研究的新进展和综述等。读者对象是国内外农牧业科技工作者和院校师生。农业生产战线上的干部等。

本刊为双月刊，每册16开本96页，另附图版2—4页。国内发行每册定价2.00元，全年12.00元。全国各地邮局办理订阅，代号：2—138。1987年11月份开始收订1988年各期，请勿错过。

国外发行由中国国际图书贸易总公司（中国国际书店）承办，代号：BM43本刊承接国内外广告业务。

《中国甜菜》1988年征订启事

《中国甜菜》是中国农业科学院甜菜研究所主办的全国性甜菜专业科学技术刊物。主要报道我国甜菜基础理论、育种和良种繁育、耕作栽培、生理生化、植物保护及甜菜生产机械化等方面的学术论文、研究报告、考察报告、先进生产技术和经验；同时，刊登国内外甜菜科研和生产动态（资料综述、新闻、照片）等，以促进学术交流，推动甜菜生产的发展。

读者对象：主要是甜菜科技工作者、院校师生、农业生产战线上的干部与专业户以及糖厂从事原料工作的各级人员。

本刊为季刊，每季初月出刊，16开本50—60页，每册定价0.5元，全年定价2元。本刊由哈尔滨市邮局发行，全国各地邮局均可订阅，代号14—69。黑龙江省期刊登记证Z 2072。

本刊还承办各类广告，欢迎广为利用。