

资：141

河南省

土壤锌含量和地理分布研究

孙德祥 蔡德龙 贺家媛

河南科学院地理研究所

一九八三年三月

前 言

众所周知，锌是植物正常生长不可缺少的微量元素，它是植物中酶的组成成分，对叶绿素的形成和分解蛋白质复合体的去氢酶作用有密切关系。水稻的僵苗病、玉米的白条病，果树的小叶病和丛生病等都是由于土壤中缺锌引起的，尽管土壤中全锌含量较高，但由于土壤 pH 、土壤微生物等土壤条件的变化使锌的可给性降低。锌的缺乏或过量都会引起植物生理功能失调，生长发育受阻从而影响作物的产量与品质，同时还会引起各种各样的疾病。

最近几年来，国内外对锌的研究与应用已相当重视，国内各省，例如山东、陕西、湖北、江苏等省都已开始进行锌肥的农业试验和土壤锌含量的研究。据国内外报道，在石灰性土壤和黄土母质上形成的土壤，锌肥对玉米、果树、水稻、小麦等均有良好的效果。河南省有关单位最近几年曾进行过一些锌肥试验，但增产效果不一致，不同的土壤类型，不同的地区或者不同的作物对锌肥的肥效产生不同的效果。

河南省地处中原，是我国的重要的粮、棉、油的生产基地之一，为查明这广大地区土壤微量元素锌的含量和地理分布，我们于1980年~1982年期间对河南省主要土壤类型中锌的含量和

地理分布进行了调查研究，并绘制出河南省土壤有效锌区域分布图，为农业生产大面积合理施用锌肥，提供科学依据。

由于种种原因以及作者水平所限，文中难免有不妥或缺点错误，请批评指正。

作者

1983年3月

目 录

前 言

一、土壤微量元素的研究方法.....	1
1、土壤标本的准备.....	1
2、土壤锌的测试方法.....	2
3、有效态锌分布图的绘制.....	3
二、河南省自然条件和土壤分布规律.....	4
三、土壤锌的含量.....	9
1、土壤全锌含量.....	9
2、土壤全锌分布频率.....	13
3、土壤有效锌含量.....	15
4、土壤有效锌的频率分布.....	16
四、河南省土壤锌的地理分布.....	23
1、土壤剖面中锌的垂直分布.....	23
2、土壤有效锌的地理分布.....	39
五、影响土壤锌含量的因素.....	42
六、河南省土壤微量元素锌的区域地理分布及分区.....	45
七、锌肥在农业上的应用.....	47
小 结.....	49

河 南 省

土壤微量元素锌含量和地理分布研究

孙德祥 蔡德龙 贺家媛※

目前，土壤科学在很大程度上致力于解决土壤各元素的供给与生物体之间的相互关系问题，由于微量元素锌对生物体有特殊的功能，起重要作用，一直是人类研究的重要元素之一。

一、土壤微量元素锌的研究方法：

1、土壤标本的准备

土壤微量元素含量在相当的程度上蕴存着母岩和成土母质的特性，因为成土母质决定了土壤中微量元素的最初含量，成土过程和人类的耕作活动又会改变原生的含量，从而在某种程度上又改变了土壤锌的分布规律，因此，我们按照成土母质和土壤类型采取土壤

※ 本项研究工作承蒙地、市、县有关部门协助

本所魏新、阎斌、马桂先、封雅玲、韩露参加了土壤锌的分析化验工作。

朱富元、周守明、肖艳、董玉枝承担了土壤常规分析化验工作。

参加本项研究工作的有郑文其、邓留珍及孟广华同志。

标本, 在全省范围内, 根据不同的地形部位, 不同的成土母质和土壤类型, 统一进行布置采样点, 共 1165 个, 平均每个点代表 10 万亩耕地, 土壤剖面标本按照大体自然发育层次进行采样, 剖面深度 1 米左右。

土壤耕层土样采取的原则是: ①取样者必须采用多点取土混合组成土样标本(取土工具必需用干净的竹片、玻璃或不锈钢刀取 0~20 厘米左右的土样, 并用聚乙烯塑料薄膜包装好, 并于室内风干后用塑料棒碾磨, 通过 20 目和 100 目尼龙网筛, 贮存于聚乙烯塑料袋内供分析化验用。并注意在采取土样标本过程之中必需防止各种污染。

2. 土壤锌的测试方法

土壤全锌含量分析系用玛瑙碾钵碾磨, 过 100 目尼龙筛, 取 0.5 克置于高温电弧灰化破坏有机质后, 用发射光谱分光光度法测定。

有效态锌含量系采用 DTPA(三乙胺五醋酸螯合剂)溶液 ($FH=7.3$) 浸提。提取液成分为 $0.05M DTPA + 0.01M CaCl_2 + 0.1 TEA$ (三乙醇胺), 浸提液与土壤样品比例 2:1, 振荡 2 小时后过滤, 滤液直接用日本岛津型原子吸收分光光度法测定。回收率为 85~115%。

分析化验数据检查后, 用电子计算机进行数据处理和统计计算, 以及相关系统计算。

3、有效态锌分布图的绘制

土壤有效态锌含量分级标准主要参考林赛 (Lindsay) 和南京土壤所微量元素组等拟定的分级标准 (DTFA 溶液提取) 土壤有效锌含量 $< 0.5 \text{ PPm}$ 为缺锌) 临界值, $< 0.3 \text{ PPm}$ 以下为有效态锌极缺状态, $0.5 \sim 1.00 \text{ PPm}$ 为缺锌边缘值, $1.00 \sim 2.00 \text{ PPm}$ 为土壤有效态锌含量适量, $2.00 \sim 3.00 \text{ PPm}$ 为有效态锌含量丰富, $> 3.00 \text{ PPm}$ 为极丰富, 我们将以上有效态锌含量分为 6 级, 对分析或图中有疑问的样点, 经调查研究核实后, 根据具体情况作必要的修正或取舍。

林赛标准为: 有效态锌 $< 0.5 \text{ PPm}$ 为缺锌临界值。

" " $0.5-1.00 \text{ PPm}$ 为缺锌边缘值,

" " $> 1.00 \text{ PPm}$ 为供锌正常

中国科学院南系土壤所标准, 有效态锌 $< 0.5 \text{ PPm}$ 为严重缺乏。

" " $0.5-1.00 \text{ PPm}$ 为缺乏

" " $1.00-2.00 \text{ PPm}$ 为适量

" " $2.00-4.00 \text{ PPm}$ 为丰富

" " $> 4.00 \text{ PPm}$ 为很丰富。

二、河南省自然条件和土壤分布规律

河南地处我国南、北过渡地带、地域辽阔。境内生物、气候、地形、成土母质以及水文等条件异常复杂，这些地理环境条件决定了河南省土壤微量元素的含量、地理分布和迁移规律。

河南省位于东经 $110^{\circ}21' \sim 116^{\circ}39'$ ，北纬 $31^{\circ}23' \sim 36^{\circ}22'$ ，北连河北、东邻山东、安徽，南部以大别山、桐柏山系为界和湖北省相接，西部和陕西省接壤，是我国的中原地区和农业基地，全省年均温 $12-15^{\circ}\text{C}$ ，年降雨量 $600-1300\text{mm}$ ，地势西高东低，最高峰老鸦岔海拔 2413.8 米，东部最低处三河尖海拔 23.2 米，高差和坡降均较显著。黄河以西北部山地系太行山区，山脉由北向西南沿省界形成一条向东南突出的弧形陡壁山地丘陵区，并以 200 米等高线与予东北广阔的黄淮海大平原相连，在北丘陵山区主要分布着褐土、棕壤和褐土和潮土过渡类型的土壤类型。南阳盆地以北、黄河以南、京广铁路以西是予西山丘陵区，由北向南有娘娘山、^x山、熊耳山、外方山和伏牛山、嵩山、箕山等，在广阔的山地丘陵区 and 陕洛——郑州一线复盖大面积的原生黄土和次生黄土，在这些黄土母质上发育形成褐土及其亚类，地势部位较高处由于气温、生物、降水垂直变化为棕壤形成创造了条件。而在地势较低与黄淮平原相接处分布着褐土向潮土、黄褐土、沙姜黑土

的过渡类型的土壤。山间河流两侧分布着少量的粗粒质土壤。省境南缘的桐柏——大别山系是一系列海拔1000米以上的山峰和海拔300~600米的低山丘陵，并迅速过渡到山前倾斜的淮河洪积和冲积平原。在伏牛山——淮河一线以南的南阳地区和信阳地区，由于水热资源丰富，母岩和成土母质风化强烈，生物生长累积迅速等优越条件，具有以暖温带向亚热带过渡的典型特征，是我省水热资源丰富，生物气候条件较为优越的北亚热带地区，在此水热气候生物优越的条件下，在地形部位较高的山区分布着棕壤，在低山丘陵垄岗区则分布着地带性的黄棕壤，在低势低洼区及冲田、反田等耕作土壤上，因长期耕作熟化，逐渐成面积较大的水稻土，而在河流两岸则分布着一定面积的潮土。我省北亚热带地区是南阳盆地，它是一个向南倾斜开口、三面环山，南与襄樊盆地相接的山间盆地，盆缘四周全为黄棕壤、黄褐土分布，盆地中心则为唐河、白河不同时期冲积沉积物所形成的沙姜黑土和水稻土分布。由于水热条件丰富，气候优越生物生长累积迅速，因而使土壤微量元素具有较高的转化迁移。

京广铁路以东，大别山以北是为黄河冲积沉积物和淮河冲积沉积物的予东平原，是我国最大的黄淮海平原的一部分，主要是由黄河和发源于予西、予南山地的淮河、卫河、沙颍河冲积而成，由于地势低洼起伏和各种形式的湖相沉积，以及黄河冲积带来的泥沙堆

积和水盐运动的特点，在这广大平原内广泛分布着潮土、盐土、风沙土和沙姜黑土。

伏牛山——淮河以北为我省的暖温带地区，从予西山地到予东黄淮海平原，土壤由棕壤、褐土逐渐演变到潮土，棕壤一般分布在海拔800~1000米以上的山地森林植被母质上，褐土发育在温带半干旱地区落叶阔叶林和森林草原植被的黄土性母质上。黄河改道及两侧由于风力运积，多形成风沙土，在予东南平原及南阳盆地，在河湖相沉积物上，土壤发生脱沼泽过程，多形成沙姜黑土。

河南省总面积166557.1平方公里，山地和平原大致相等，暖温带和北亚热带区面积分别116775.9平方公里和49781.2平方公里，山地、丘陵和平原等所占面积见表1—1和表1—2。

资料来源河南省土地资源研究文集 1982年

河南省地跨暖温带和北亚热带（见图1—2），具有典型的由温带向亚热带过渡的性质。暖温带是半干燥半湿润的季风气候区，北亚热带热量丰富，气候湿润，降水丰富有利于土壤微量元素的风化释放和迁移。

表1-1

河南省暖温带地区地貌类型

地貌类型	山地		丘陵		岗地				平原		总和
	平方公里	(占%)	平方公里	占%	平方公里	占%	平方公里	占%	平方公里	占%	
面积	22322.1	19.1	7191.65	6.2	1535.7	1.3	7536.0	6.5	77899.6	66.7	116775.9

表1-2

河南省北亚热带地区地貌类型

地貌类型	山地		丘陵		岗地		平原		总和
	平方公里	占%	平方公里	占%	平方公里	占%		占	
面积	8885.8	17.9	20180.8	40.5	5937.0	11.9	14163.7	28.5	49781.2

三、河南省土壤微量元素锌含量

河南省土壤全锌含量介于 $8.7 \sim 205.0 \text{ PPm}$ 之间，平均为 94.95 PPm ，略低于全国土壤锌的平均值 100 PPm （刘铎等，1978年），但明显地高于世界土壤中锌的平均含量 50 PPm ，（Swaine, 1955年）。本省土壤有效态锌含量变化范围为 $0.04 \sim 3.86 \text{ PPm}$ 之间，平均含量为 0.49 PPm 。

1. 土壤全锌含量

土壤全锌含量主要取决于土壤类型及成土母质。河南省由地形复杂、气温、降水变化较大，造成成土母质和土壤类型繁多，在这些明显不同的成土母质上发育起来的各种类型的土壤的全锌含量有着明显的差异。

河南省地质构造活动频繁，各种类型的沉积及岩浆活动的千差万别，造成山地丘陵、平原等地形地貌部位上成土母岩的复杂性，太行山区分布着大片的沉积岩和页岩母质，伏牛山区分布着火成岩、变质岩、沉积岩和原生黄土，又由于河流、降水的洪积冲积成大量的次生黄土，桐柏山——大别山区以变质岩和火成岩（例：花岗岩、花岗片麻岩，片麻岩等）为最多，山地丘陵上的岩石风化物除残留部分外，大部分在水力、风力和重力的作用下，被搬运到山坡山麓

或山前低洼处，成为坡积物或洪积物，在本省予东、予北广大的黄淮海平原地区，由于黄河、淮河等河流的几千年的冲积，形成范围广大的黄河冲积沉积物和淮河冲积沉积物，在南阳盆地则分布着唐河、白河的洪积物、坡积物和冲积沉积物，在广大予东平原和南阳盆地地势低洼地区又为河湖相^积沉积物和湖相沉积物，由于冲积时期和成土年代差异，因而使成土母质和土壤类型的含锌含量出现明显差异。

（见表3—1 最高平均为 $109 \cdot 91 \text{ P P m}$ ，以太行山区风化残积物全锌含量为 $43 \cdot 03 \text{ P P m}$ ，是全省各种成土母质中最低的。各种成土母质全锌含量依次为：

伏牛山区风化残积物（ $109 \cdot 91 \text{ P P m}$ ）> 淮河冲积沉积物（ $90 \cdot 36$ ）> 原生黄土母质（ $81 \cdot 1 \text{ P P m}$ ）> 大别山区风化残积物（ $77 \cdot 05 \text{ P P m}$ ）> 河湖相沉积物（ $73 \cdot 90 \text{ P P m}$ ）> 黄河冲积沉积物（ $70 \cdot 76 \text{ P P m}$ ）> 湖相沉积物（ $68 \cdot 54 \text{ P P m}$ ）> 太行山区风化残积物（ $43 \cdot 03 \text{ P P m}$ ）

由于成土母质全锌含量相差很大，由此种母质所形成的土壤全锌含量也有明显差异，特别是河南省土壤类型的变化复杂，种类繁多、气候条件、生物作用、成土过程和成土时间的不同而使各种土壤类型的全锌含量变化较大，（见表3—2）。一般来说， P H 值较高、有机质少，有盐碱危害的沙质土壤全锌含量较低，平均值一般 60 P P m 。例如，碱化潮土全锌含量平均仅为 $20 \cdot 80 \text{ P P m}$ ，
~10~

表 3 — 1 不同成土母质中的全锌含量

P P m

成 土 母 质	全 锌 含 量 变 化 范 围	全 锌 含 量 平 均 值	+ S、D	C V (%)
黄河冲积 沉 积 物	28.0—130.0	70.76	43.79	61.88
淮河冲积 沉 积 物	18.9—150.0	90.36	58.58	59.29
河湖相沉积物	34.2—145.0	73.90	42.44	57.43
湖相沉积物	35.9—97.6	68.54	26.19	38.22
原生黄土母质	52.5—116.3	81.10	23.01	28.37
太行山区 风 化 残 积 物	29.5—77.1	43.03	23.65	54.97
伏牛山区 风 化 残 积 物	56.4—191.0	109.91	40.03	36.42
大别山区 风 化 残 积 物	43.09—111.0	77.05	49.01	62.31

表 3-2

河南省土壤全锌含量 (耕层土壤) PPM

土壤类型	标本数	锌 全 量		± S、D	C V (%)
		变化范围	平均值		
盐 土	4	16·5—123·0	59·60	45·11	75·69
潮 土	40	8·7—184·0	90·63	45·24	49·92
风沙土	5	30·3—92·2	59·78	24·79	41·47
水稻土	8	48·5—184·0	136·13	43·71	33·67
沙姜黑土	20	27·8—194·0	94·34	43·71	46·33
褐 土	31	12·5—205·0	87·57	47·31	54·02
黄棕壤	15	31·3—201·0	112·02	48·74	43·51
棕 壤	9	23·0—194·0	82·44	53·33	64·69
备 注					

盐化潮土全锌含

锌含量平均仅为 41.07 PPm ，盐土全锌含量平均为 59.60 PPm ，风沙土全锌含量平均为 59.78 PPm 。而质地粘重，有机质含量多以及在河湖相沉积物上发育的土壤全锌含量均较高，例如，南阳地区和信阳地区含有机质的水稻土，质地粘重的黄棕壤，沙姜黑土，全锌含量平均均在 94 PPm 以上，其中水稻土，黄棕壤全锌含量平均均在 100 PPm 以上，以水稻土最高为 136.13 PPm ，以碱性潮土最低，全锌含量平均为 20.80 PPm ，各种土壤类型全锌含量顺序如下：

水稻土 (136.13 PPm) > 黄棕壤 (112.02 PPm) > 沙姜黑土, (94.34 PPm) > 潮土 (90.63 PPm) > 褐土 (87.57 PPm) > 棕壤 (82.44 PPm) > 风沙土 (59.78 PPm) > 盐土 (59.60 PPm) > 盐化潮土 (41.07 PPm) > 碱化潮土 (20.80 PPm)。

2、全锌含量分布频率

河南省土壤中全锌含量变化范围 $8.7-205.0 \text{ PPm}$ ，平均值为 94.95 PPm ，变化幅度较大。

根据该省土壤全锌含量值划分为五个等级，即：

$0-30 \text{ PPm}$ $31 \text{ PPm}-60 \text{ PPm}$ $61 \text{ PPm}-100 \text{ PPm}$

$101 \text{ PPm}-200 \text{ PPm}$ $> 200 \text{ PPm}$ 。