

# 十堰植烟土壤有效态微量元素分布特征及评价

魏小慧<sup>1</sup>, 佘国涵<sup>2</sup>, 张友臣<sup>1</sup>, 刘俊锋<sup>1</sup>, 张晓亮<sup>1</sup>, 苗春雨<sup>1</sup>, 王义伟<sup>1</sup>, 覃光炯<sup>3</sup>

(1. 湖北省烟草公司十堰市公司, 湖北十堰 442000; 2. 湖北省农业科学院植保土肥研究所, 湖北武汉 430064; 3. 湖北省烟草科学研究院, 湖北武汉 430030)

**摘要** [目的] 研究十堰市植烟土壤有效态微量元素现状, 分析其丰缺程度, 以期为全市烟区烟草平衡施肥方案的制订及烟叶品质的改善提供理论依据。[方法] 以十堰烟区植烟土壤为研究对象, 对房县、竹山、竹溪和郧西 4 个植烟土壤有效态微量元素含量及分布进行分析。[结果] 十堰烟区植烟土壤有效铜、有效铁含量丰富, 有效锌含量整体处于中等偏低水平, 有效硼、有效钼、水溶性氯含量大部分处于缺乏或者潜在缺乏水平; 十堰烟区有效态微量元素含量分布存在明显的地域差异, 其中, 郧西产区有效钼、有效硼、水溶性氯、有效锌含量偏低, 竹山产区有效钼、有效锌、有效硼含量偏低, 竹溪产区水溶性氯含量偏低, 房县产区有效硼、水溶性氯含量偏低。[结论] 在生产中, 十堰烟区应适当补充含硼、含钼、含氯等微量元素肥料, 其中, 郧西产区应补充硼肥和钼肥, 竹溪产区应补充氯肥, 竹山产区应补充锌肥和硼肥。

**关键词** 烟草; 土壤; 微量元素; 含量; 评价; 十堰

中图分类号 S153.6 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2017)08-0128-04

## Distribution Characteristics and Evaluation on Soil Available Micronutrients in Shiyan

WEI Xiao-hui<sup>1</sup>, SI Guo-han<sup>2</sup>, ZHANG You-chen<sup>2</sup> et al (1. Shiyan Tobacco Company of Hubei, Shiyan, Hubei 442000; 2. Institute of Plant Protection and Soil Manure, Hubei Academy of Agricultural Sciences, Wuhan, Hubei 430064)

**Abstract** [Objective] To study microelement present situation of planting tobacco soil in Shiyan and analyze the level of abundance and deficiency in order to provide evidence for formulating balanced fertilization scheme and improving the quality of tobacco leaves. [Method] The content and distribution of soil available micronutrients from tobacco-growing areas in Shiyan were studied and evaluated. [Result] The content of available Zn was low, the content of available Cu and Fe were the richest. However, the content of effective B, effective Mo, effective Zn and water soluble Cl were the lowest. The distribution of soil available micronutrient contents varied in Shiyan. The content of effective Mo, effective B and water soluble Cl were the lowest in soils from Yunxi; The content of effective Mo, effective Zn and effective B was the lowest in Zhushan area; The content of water soluble Cl was the lowest in Zhuxi area; The content of effective B and water soluble Cl were the lowest in Fangxian area. [Conclusion] B and Mo fertilizers should be applied more to tobacco-growing areas of Yunxi. Cl fertilizers should be increased in Zhuxi. Zn and B fertilizer should be increased in Zhushan.

**Key words** Tobacco; Soil; Micronutrient; Content; Evaluation; Shiyan

土壤中微量元素是植物生长发育必需的营养元素, 其在促进作物生长代谢、提高产量及改善品质方面具有十分重要的作用<sup>[1-4]</sup>。然而长期以高产为目的的农业生产只注重大量元素氮(N)、磷(P)、钾(K)等化学肥料的投入, 导致植烟土壤中微量元素养分严重失衡, 影响烟叶产量及质量的提高<sup>[5-10]</sup>。十堰是环神农架地区中间香型风格“金神农”烟叶的主要产地之一, 优越的生态条件是形成十堰烟叶“清香淡雅”风格特色的生态基础。笔者通过分析全市植烟土壤有效态微量元素现状, 分析其丰缺程度, 以期为制订全市烟区烟草的平衡施肥方案及改善烟叶品质提供理论依据。

## 1 材料与方

**1.1 土壤样品采集** 参照测土配方施肥技术规程, 在烟田尚未施用底肥前, 采集十堰植烟土壤样品 241 个, 其中, 房县 71 个, 竹山 65 个, 竹溪 39 个, 郧西 66 个。每个样品以一个田块为采样单元, 在采样单元内按五点取样法用不锈钢土钻随机取 0~20 cm 的土样, 充分混匀后用四分法取 1 kg 左右装入样品袋, 带回实验室风干、磨细、过筛、混匀、装瓶后供化学分析。

**1.2 测定项目与方法** 土壤中有有效态微量元素(Cu、Zn、Fe)

用 DTPA 溶液浸提, ICP-OES 法测定; 有效硼用沸水浸提, ICP-OES 法测定; 有效钼用 pH 3.3 草酸-草酸铵提取, 硫氰酸铵比色法测定; 水溶性氮采用硝酸银容量法测定<sup>[11-12]</sup>。

**1.3 评价标准** 参考已有的研究结果<sup>[9-11]</sup>, 综合分析十堰烟区烟叶土壤养分状况, 制订十堰烟区植烟土壤微量元素分级标准及临界值(表 1)。

## 2 结果与分析

**2.1 有效态微量元素描述性统计** 由表 2 可知, 十堰地区植烟土壤中有有效态微量元素含量变异系数在 53.28%~161.10%, 离散较大。其中水溶性氯变幅最大, 含量为 0.38~82.54 mg/kg, 最大值是最小值的 217 倍。从平均含量看, 十堰烟区土壤有效铜、有效铁含量较丰富, 其平均含量分别为 1.52、46.40 mg/kg。有效锌、有效硼、有效钼、水溶性氯含量偏低, 平均含量分别为 1.00、0.67、0.30、13.58 mg/kg。从变异系数看, 十堰烟区土壤有效态微量元素分布存在广泛差异, 其变异系数由大到小依次为有效硼、有效钼、水溶性氯、有效铜、有效锌、有效铁, 变异系数分别达 161.10%、121.87%、75.65%、57.84%、55.71%、53.28%。变异系数能反映随机变量的离散程度, 一般认为变异系数 10.00% 为弱变异, 变异系数为 10.00%~100.00% 为中等变异, 变异系数 >100% 为强变异。由此可知, 有效硼、有效钼、水溶性氯的变异强度属于强变异, 有效铜、有效锌、有效铁的变异强度属于中等变异。

**基金项目** 湖北省烟草公司重点科技项目(027Y2014-018)。

**作者简介** 魏小慧(1984—), 女, 湖北郧西人, 农艺师, 硕士, 从事烟草栽培与植保方面的研究。

**收稿日期** 2017-01-20

## 2.2 各产区土壤有效态微量元素分析

**2.2.1 有效铜。**铜多分布于烟株生长活跃的幼嫩组织,是多种氧化酶的构成成分<sup>[3,13-14]</sup>。由表3可知,各产区植烟土壤有效铜含量由高到低依次为房县、竹溪、郧西、竹山。十堰市植烟土壤有效铜含量为0.29~4.00 mg/kg,平均值为1.52 mg/kg。十堰烟区植烟土壤有效铜总体上含量丰富,土壤样

品中有效铜含量均>0.20 mg/kg 临界值,>1.00 mg/kg 的土壤样品所占比例为64.71%,4个植烟县中,竹山土壤有效铜含量最低,为0.92 mg/kg,房县有效铜含量最高,为1.85 mg/kg。竹山植烟土壤有效铜变异系数最大,房县变异系数最小。4个植烟县植烟土壤有效铜含量均可满足烤烟正常生长发育对铜的需求,因此在烟叶生产中可以考虑不施用铜肥。

表1 十堰烟区土壤有效态微量元素分级评级标准及临界值

元素种类 Element type	分级标准 Classification standard					mg/kg 临界值 The critical value
	极低 Extremely low	低 Low	中 Middle	高 High	极高 Extremely high	
有效铜 Effective copper	<0.20	0.20 ~ 0.50	0.51 ~ 1.00	1.01 ~ 3.00	>3.00	0.20
有效锌 Effective zinc	<0.50	0.50 ~ 1.00	1.01 ~ 1.50	1.51 ~ 2.00	>2.00	0.50
有效铁 Effective iron	<5.00	5.00 ~ 10.00	10.01 ~ 15.00	15.01 ~ 60.00	>60.00	5.00
有效硼 Effective boron	<0.20	0.20 ~ 0.50	0.51 ~ 1.00	1.01 ~ 2.00	>2.00	0.20
有效钼 Effective molybdenum	<0.10	0.10 ~ 0.15	0.16 ~ 0.20	0.21 ~ 0.30	>0.30	0.10
水溶性氯 Water soluble chloride	<5.00	5.00 ~ 10.00	10.01 ~ 20.00	20.01 ~ 30.00	>30.00	5.00

表2 十堰地区植烟土壤微量元素含量

Table 2 Soil microelement content in Shiyan planting tobacco area

元素种类 Element type	均值 Average mg/kg	标准差 Standard deviation mg/kg	变异系数 Variable coefficient %	最大值 Maximum mg/kg	最小值 Minimum mg/kg	各级分布 Distribution of each level//%				
						极低 Extremely low	低 Low	中 Middle	高 High	极高 Extremely high
有效铜 Effective copper	1.52	0.88	57.84	4.00	0.29	0.00	0.00	35.29	34.12	30.59
有效锌 Effective zinc	1.00	0.56	55.71	3.21	0.15	12.86	48.13	25.31	8.71	4.98
有效铁 Effective iron	46.40	24.72	53.28	95.04	9.92	0.00	1.61	9.68	48.39	40.32
有效硼 Effective boron	0.67	1.07	161.10	5.82	0.03	38.82	34.12	11.76	4.71	10.59
有效钼 Effective molybdenum	0.30	0.37	121.87	1.81	0.04	37.50	17.50	2.50	5.00	37.50
水溶性氯 Water soluble chloride	10.55	7.98	75.65	38.86	0.38	31.45	27.04	30.82	8.18	2.52

表3 十堰市不同植烟区土壤有效铜含量分布

Table 3 Soil effective copper content distribution of different planting tobacco areas in Shiyan

植烟区 Planting tobacco areas	样本数 Sample number	变幅 Range mg/kg	均值 Average mg/kg	变异系数 Variable coefficient %	各级分布 Distribution of each level//%				
					<0.20 mg/kg	0.20 ~ 0.50 mg/kg	0.51 ~ 1.00 mg/kg	1.01 ~ 3.00 mg/kg	>3.00 mg/kg
房县 Fangxian	71	0.29 ~ 3.44	1.85	49.30	0.00	4.76	14.29	61.90	19.05
竹山 Zhushan	65	0.38 ~ 2.34	0.92	62.94	0.00	21.05	52.63	26.32	0.00
竹溪 Zhuxi	39	0.37 ~ 3.85	1.75	53.23	0.00	4.76	19.05	61.90	14.29
郧西 Yunxi	66	0.83 ~ 4.00	1.52	53.07	0.00	0.00	29.17	62.50	8.33
全市 The whole city	241	0.29 ~ 4.00	1.52	57.84	0.00	8.24	27.06	54.12	10.59

**2.2.2 有效锌。**锌分布主要集中在烟株的根和顶端生长点,是很多酶的组成成分或活化剂<sup>[3,14]</sup>。由表4可知,有效锌含量由高到低依次为竹溪、房县、郧西、竹山。其中,竹溪和房县土壤有效锌含量相近,分别为1.09和1.07 mg/kg,分别有51.28%和52.11%的土壤样品有效锌含量>1.00 mg/kg,郧西土壤有效锌含量平均为1.04 mg/kg,有63.64%的土壤样品有效锌含量≤1.00 mg/kg,且存在一定程度的变异,变异系数为57.05%;竹山土壤有效锌含量较低,平均含量为0.84 mg/kg,有80.00%的土壤样品有效锌含量

≤1.00 mg/kg。研究认为,土壤有效锌含量<0.50 mg/kg时,施锌对作物有明显的增产效果,土壤有效锌含量在0.50~1.00 mg/kg时,增产效果不稳定<sup>[15-16]</sup>。可见,该区域植烟土壤有效锌含量多数能满足烤烟生长需要,但有效锌含量≤1.00 mg/kg的土壤样品占61.00%,其中有12.86%的面积缺锌严重。4个主要植烟县的土壤有效态锌含量≤1.00 mg/kg的土壤所占比例,竹山最高,房县最低,分别为80.00%和47.89%。因此,不同植烟区域应采取不同锌肥补充措施,可采用在烟草专用肥中添加锌或锌肥穴施的方法<sup>[17]</sup>。

**2.2.3 有效铁。**铁主要分布在烟株叶片上,是许多酶的辅基,是合成叶绿素必需的元素<sup>[3,13]</sup>。由表5可知,各烟区植烟土壤有效铁含量由高到低依次为竹溪、房县、鄱西、竹山。其中,竹溪土壤有效铁含量极丰富,为65.37 mg/kg,所有土壤样品的有效铁含量均>15.00 mg/kg,其中77.78%的土壤

样品有效铁含量>60.00 mg/kg;房县土壤有效铁含量平均为52.98 mg/kg,有95.24%的土壤样品有效铁含量>10.00 mg/kg;鄱西和竹山土壤有效铁含量相近,分别为36.80和36.62 mg/kg,且所有土壤样品有效铁含量均>10.00 mg/kg。因此,在烟叶生产上可考虑不施用铁肥。

表4 十堰市不同植烟区土壤有效锌含量分布

Table 4 Soil effective zinc content distribution of different planting tobacco areas in Shiyan

植烟区 Planting tobacco areas	样本数 Sample number	变幅 Range mg/kg	均值 Average mg/kg	变异系数 Variable coefficient %	各级分布 Distribution of each level//%				
					<0.50 mg/kg	0.50~1.00 mg/kg	1.01~1.50 mg/kg	1.51~2.00 mg/kg	>2.00 mg/kg
房县 Fangxian	71	0.15~3.05	1.07	51.81	11.27	36.62	38.03	8.45	5.63
竹山 Zhushan	65	0.26~3.21	0.84	70.74	23.08	56.92	10.77	3.08	6.15
竹溪 Zhuxi	39	0.36~1.99	1.09	35.07	5.13	43.59	38.46	12.82	0.00
鄱西 Yunxi	66	0.30~3.02	1.04	57.05	9.09	54.55	18.18	12.12	6.06
全市 The whole city	241	0.15~3.21	1.00	55.71	12.86	48.13	25.31	8.71	4.98

表5 十堰市不同植烟区土壤有效铁含量分布

Table 5 Soil effective iron content distribution of different planting tobacco areas in Shiyan

植烟区 Planting tobacco areas	样本数 Sample number	变幅 Range mg/kg	均值 Average mg/kg	变异系数 Variable coefficient %	各级分布 Distribution of each level//%				
					<5.00 mg/kg	5.00~10.00 mg/kg	10.01~15.00 mg/kg	15.01~60.00 mg/kg	>60.00 mg/kg
房县 Fangxian	71	9.92~95.04	52.98	43.90	0.00	4.76	4.76	42.86	47.62
竹山 Zhushan	65	14.88~77.13	36.62	64.26	0.00	0.00	12.50	62.50	25.00
竹溪 Zhuxi	39	25.56~88.89	65.37	33.42	0.00	0.00	0.00	22.22	77.78
鄱西 Yunxi	66	14.28~81.03	36.80	61.14	0.00	0.00	16.67	58.33	25.00
全市 The whole city	241	9.92~95.04	46.40	53.28	0.00	1.61	9.68	48.39	40.32

**2.2.4 有效硼。**烟草是中等需硼作物,以叶片积累最多,对植物细胞壁形成、细胞分裂和碳、氮代谢起着重要的调节作用<sup>[3,13,18]</sup>。由表6可知,各产区植烟土壤有效硼含量由高到低依次为竹溪、竹山、鄱西、房县。竹溪、房县土壤有效硼含量分别为1.01和0.48 mg/kg,有61.90%和66.67%的土壤样品含量≤0.50 mg/kg,且变异系数较大,分别为132.87%和108.29%;竹山、鄱西土壤有效硼含量分别为0.67和0.52

mg/kg,有78.95%和83.33%的土壤样品含量≤0.50 mg/kg,且变异系数较大,分别为151.88%和228.77%。烟草是对硼中等敏感的作物<sup>[18]</sup>,一般认为土壤有效硼含量<0.20 mg/kg为极缺,0.20~0.50 mg/kg为缺乏。可见,十堰烟区有72.94%土壤缺硼,其中38.82%的植烟土壤严重缺硼(<0.20 mg/kg),因此,该区域属于生产烟叶的缺硼区域,其中,鄱西、竹山缺硼最严重,在烟叶生产中应重视硼肥的施用。

表6 十堰市不同植烟区土壤有效硼含量分布

Table 6 Soil effective boron content distribution of different planting tobacco areas in Shiyan

植烟区 Planting tobacco areas	样本数 Sample number	变幅 Range mg/kg	均值 Average mg/kg	变异系数 Variable coefficient %	各级分布 Distribution of each level//%				
					<0.20 mg/kg	0.20~0.50 mg/kg	0.51~1.00 mg/kg	1.01~2.00 mg/kg	>2.00 mg/kg
房县 Fangxian	71	0.07~2.37	0.48	108.29	28.57	38.10	23.81	4.76	4.76
竹山 Zhushan	65	0.03~3.71	0.67	151.88	31.58	47.37	5.26	0.00	15.79
竹溪 Zhuxi	39	0.08~4.34	1.01	132.87	28.57	33.33	9.52	9.52	19.05
鄱西 Yunxi	66	0.07~5.82	0.52	228.77	62.50	20.83	8.33	4.17	4.17
全市 The whole city	241	0.03~5.82	0.67	161.10	38.82	34.12	11.76	4.71	10.59

**2.2.5 有效钼。**钼主要分布在烟株幼嫩叶片上,其作用表现在氮素代谢方面<sup>[3,19]</sup>。由表7可知,各产区植烟土壤有效钼含量由高到低依次为竹溪、房县、竹山、鄱西。其中,房县产区土壤有效钼含量为0.39 mg/kg,有90.91%的土壤样品有效钼含量>0.20 mg/kg,且房县土壤有效钼含量变异较小,变异系数为40.64%;竹溪产区土壤有效钼含量较丰富,平均为0.56 mg/kg,有55.56%的土壤样品有效钼含量

>0.20 mg/kg,但土壤有效钼含量变异较大,变异系数为113.72%;竹山和鄱西产区土壤有效钼含量相对较低,平均分别为0.18和0.11 mg/kg,有50.00%和75.00%的土壤有效钼含量≤0.10 mg/kg,且存在较大变异,变异系数分别为138.06%和115.08%。由于烟草对钼的需求量较低,可适当考虑增施钼肥。

表 7 十堰市不同植烟区土壤有效钼含量分布

Table 7 Soil effective molybdenum content distribution of different planting tobacco areas in Shiyan

植烟区 Planting tobacco areas	样本数 Sample number	变幅 Range mg/kg	均值 Average mg/kg	变异系数 Variable coefficient %	各级分布 Distribution of each level//%				
					<0.10 mg/kg	0.10~0.15 mg/kg	0.16~0.20 mg/kg	0.21~0.30 mg/kg	>0.30 mg/kg
房县 Fangshan	71	0.14~0.67	0.39	40.64	0.00	9.09	0.00	18.18	72.73
竹山 Zhushan	65	0.04~0.77	0.18	138.06	50.00	37.50	0.00	0.00	12.50
竹溪 Zhuxi	39	0.06~1.81	0.56	113.72	22.22	11.11	11.11	0.00	55.56
郧西 Yunxi	66	0.04~0.53	0.11	115.08	75.00	16.67	0.00	0.00	8.33
全市 The whole city	241	0.04~1.81	0.30	121.87	37.50	17.50	2.50	5.00	37.50

**2.2.6 水溶性氯。**烟草中以叶片含氯量最高,适量的氯供应有利于烟草生长,增强细胞膨压,从而提高抗旱能力<sup>[8]</sup>。研究表明,土壤水溶性氯含量 < 10.00 mg/kg 将不利于烟株生长,且影响烟叶的内在质量,若土壤水溶性氯含量 > 45.00 mg/kg,会对烟叶的燃烧性和安全性造成不良影响<sup>[16,20]</sup>。由表 8 可知,各烟叶产区植烟土壤水溶性氯含量由高到低依次为竹山、房县、竹溪、郧西。竹溪土壤水溶性氯含量为 9.23 mg/kg,土壤样品水溶性氯含量 > 10.00 mg/kg 的仅占

6.90%;竹山、房县、郧西土壤水溶性氯含量分别为 13.70、12.02、8.17 mg/kg,但变异系数较大,分别为 70.14%、67.25%、78.31%。可见,十堰多数植烟土壤水溶性氯含量在较适宜范围,但也有部分样点土壤水溶性氯偏低或偏高,郧西、竹溪、竹山、房县 4 个植烟县土壤水溶性氯含量 ≤ 10.00 mg/kg 的分别占 78.84%、76.93%、50.00%、39.53%。生产上可在烟草专用肥中配入一定数量的氯,以满足烟草对氯的需要。

表 8 十堰市不同植烟区土壤水溶性氯含量分布

Table 8 Soil water soluble chloride content distribution of different planting tobacco areas in Shiyan

植烟区 Planting tobacco areas	样本数 Sample number	变幅 Range mg/kg	均值 Average mg/kg	变异系数 Variable coefficient %	各级分布 Distribution of each level//%				
					<5.00 mg/kg	5.00~10.00 mg/kg	10.01~30.00 mg/kg	30.01~45.00 mg/kg	>45.00 mg/kg
房县 Fangshan	71	0.38~34.49	12.02	67.25	25.58	13.95	58.14	2.17	6.52
竹山 Zhushan	65	3.24~38.86	13.70	70.14	13.33	36.67	8.82	8.82	2.94
竹溪 Zhuxi	39	2.29~20.95	9.23	77.21	53.85	23.08	6.90	0.00	0.00
郧西 Yunxi	66	1.91~29.42	8.17	78.31	40.38	38.46	4.92	0.00	11.48
全市 The whole city	241	0.38~38.89	10.55	75.65	31.45	27.04	7.65	2.35	6.47

### 3 结论

(1) 十堰烟区植烟土壤有效锌、有效钼、有效硼和水溶性氯含量大部分处于缺乏或者潜在缺乏水平,应补充一定量的锌肥、钼肥、硼肥和氯化钾以保证烟株的正常生长;土壤有效铜、有效铁含量处于较高水平,在烟叶生产中可以考虑不施用铜肥和铁肥。有效铁、有效铜、有效钼、水溶性氯、有效锌、有效硼含量在中等(含)以上比例分别为 98.39%、91.76%、45.00%、41.51%、39.00%、27.06%。

(2) 十堰烟区微量元素含量分布存在广泛差异。有效硼、有效钼、水溶性氯、有效铜、有效锌、有效铁的变异系数分别为 161.10%、121.87%、75.65%、57.84%、55.71%、53.28%。其中,郧西产区有效钼、有效硼、水溶性氯、有效锌含量偏低,竹山产区有效钼、有效锌、有效硼含量偏低,竹溪产区水溶性氯含量偏低,房县产区有效硼、水溶性氯偏低。

(3) 在生产中,十堰烟区应适当补充含锌、含硼、含氯等微量元素肥料,其中,郧西产区应特别注意补充硼肥和钼肥,竹溪产区注意补充氯肥,竹山产区补充锌肥和硼肥。

### 参考文献

[1] 刘国顺,腊贵晓,李祖良,等. 毕节地区植烟土壤有效态微量元素含量评价[J]. 中国烟草科学,2012,33(3):23-27.  
[2] 李晓宁,高明,慈恩. 重庆市植烟土壤有效态微量元素含量评价[J]. 中

国生态农业学报,2007,15(3):25-28.  
[3] 黎根,吴风光,汪健,等. 植烟土壤有效态微量元素分析评价及对策[J]. 中国烟草科学,2011,32(S1):87-92.  
[4] 周毓华. 微肥施用对烟叶产质量的影响研究[J]. 中国烟草科学,2000,21(4):29-31.  
[5] 罗建新,石丽红,龙世平. 湖南主产区烟区土壤养分状况与评价[J]. 湖南农业大学学报(自然科学版),2005,31(4):376-380.  
[6] 陶晓秋. 四川西南烟区土壤有效态微量元素含量评价[J]. 土壤,2004,36(4):438-441.  
[7] 李明德,肖汉乾,余崇祥,等. 湖南烟区土壤中微量元素状况及施肥效应研究[J]. 中国烟草科学,2005,26(1):25-27.  
[8] 刘逊,邓小华,周米良,等. 湘西烟区植烟土壤氯含量及其影响因素分析[J]. 水土保持学报,2012,26(6):224-228.  
[9] 齐永杰,徐茂华,潘武宇. 硼锌钼肥及其配施对烤烟上部叶香气物质含量的影响[J]. 天津农业科学,2015,21(6):116-119.  
[10] 沈晗,周冀衡,赵百东,等. 云南保山市植烟土壤养分状况与烤烟化学成分相关分析[J]. 中国土壤与肥料,2012(4):22-26.  
[11] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M]. 北京:中国农业出版社,1999:166-187.  
[12] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京:中国农业出版社,2000:25-38.  
[13] 吴春. 贵州植烟土壤与烟叶中微量元素分析及微肥施用[D]. 贵阳:贵州大学,2006.  
[14] 宋牧,赵万鹏. 几种中微量元素肥料对烤烟产量及品质的影响[J]. 北京农业,2012(15):92-94.  
[15] 赵书军,梅东海,陈国华,等. 鄂西南植烟土壤微量元素分布及演变特点[J]. 土壤,2005,37(6):674-678.  
[16] 陈博,任艳芳,段建军,等. 贵州铜仁主要烟区植烟土壤有效态微量元素含量及评价[J]. 西北农业学报,2012,21(7):107-111.

比例配伍,其中微量元素进行重新组合排列,使得元素的溶解性、消化降解性及功能性发生改变,从而在人体的生理代

谢中发挥适当的调节作用<sup>[5]</sup>。

表3 配伍组合药水煎过滤残渣中各微量元素测定结果

Table 3 Determined values of contents of micro-elements in compatible medicines residues after decoction

配伍组合药 Compatible medicines	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn
当归、黄芪 <i>Astragalus membranaceus</i> , <i>Angelica sinensis</i>	0.943 7	0.605 0	0.089 8	0.018 0	0.001 2	0.005 2
白芍、甘草 <i>Radix Paeoniae Alba</i> , <i>Radix Liquiritiae</i>	13.949 5	0.862 9	0.082 6	0.018 2	0.003 0	0.008 8
黄芪、当归、白芍 <i>Astragalus membranaceus</i> , <i>Angelica sinensis</i> , <i>Radix Paeoniae Alba</i>	1.464 0	0.707 8	0.066 8	0.013 5	0.002 4	0.004 1
黄芪、当归、白芍、甘草 <i>Astragalus membranaceus</i> , <i>Angelica sinensis</i> , <i>Radix Paeoniae Alba</i> , <i>Radix Liquiritiae</i>	3.396 4	1.199 0	0.093 4	0.031 2	2.615 7	0.007 8

朱广伟等<sup>[16]</sup>分析发现,单独改变炙甘草或芍药的剂量,芍药甘草汤中醋白芍的药效组分均发生明显改变,醋白芍与炙甘草剂量比越接近1:1,药效组分含量越高。徐艳春等<sup>[17]</sup>研究表明,黄连与肉桂配伍后某些微量元素含量会下降,下降程度与肉桂的比例有关。李勇等<sup>[18]</sup>对治疗冠心病的益气活血中药复方研究发现,益气活血中药复方中微量元素铬、铁、锰、镁、锶、钾、钠的含量明显高于单味药中某元素的累加,亦高于益气药与活血药煎剂的元素累加;而其锌、铜、钴、钙的含量却少于单味药中某元素的累加。林义明等<sup>[19]</sup>用2,3-二氨基萘法通过环己烷萃取-荧光法测定黄芪、当归不同比例及单味药的水煎液、浸渍液的微量元素硒含量,结果发现,当归与黄芪1:5比例配合煎剂中硒含量明显高于其他比例组。

配伍后各药材的微量元素与药材其他成分或元素之间发生重新组合,影响到元素的存在形态,最终改变了元素的溶出率和释放率,间接表明配伍中药药性的物质基础涉及到其中所含微量元素的含量、存在形态、水煎释放率、溶解率等方面的影响。中药的恰当配伍使用,能够获得对症施治、补其所需的药物有效成分与微量元素。

### 3 结论

4种补益中药中各个元素分布规律较为一致,从高到低依次为钙、镁、铁、锌、锰、铜,钙与镁含量较高,铁、锌、锰、铜的含量比较稳定。

关于4种中药的配伍效果,镁含量相对较高,钙、铁、锌、锰、铜的含量较为稳定,各配伍复方药材消解后检测到的元素含量并不具有简单的加和规律。中药配伍后作为药效物质基础的微量元素变化的相关机理和作用机制有待于进一步探索。

当前,这些补益中药已在人们日常生活中用于煲汤、煮水服用来预防疾病和维持机体正常运转。中药微量元素的

生理调节和预防保健效果不可小视,弄清配伍中微量元素变化与功能性的关系能指导各中药恰当配伍,有利于人们正确使用中药进行保健。

### 参考文献

- [1] 韩春雨,李雅静. 微量元素与人体健康[J]. 广东化工,2013,40(15):88-89.
- [2] 秦俊法. 中国的中药微量元素研究V. 微量元素:中药质量控制不可或缺的特征参数[J]. 广东微量元素科学,2011,18(3):1-20.
- [3] 李敏晶,么爽,王秀娣,等. 三种微波萃取秦皮中秦皮甲素和秦皮乙素的方法[J]. 吉林大学学报(理学版),2004,42(2):278-282.
- [4] 范文秀,朱芳坤,郝海玲. 清热类中药中微量元素的比较研究[J]. 药物分析杂志,2010,30(2):310-313.
- [5] 胡广林,李平,罗盛旭. 中药微量元素溶出的研究概况[J]. 微量元素与健康研究,2007,24(2):51-53.
- [6] 王淑云,刘秀明,李锐,等. Zn、Mg对大鼠成骨细胞生长分化的影响[J]. 中华创伤杂志,1994,10(2):56-57.
- [7] 范娟娟,豆淑艳. 微量元素与人体健康[J]. 河南科技,2014(15):59.
- [8] 牛芸民,杨天林. 若干重要微量元素金属元素的生物化学功能及其与人体健康的关系[J]. 微量元素与健康研究,2014,31(2):78-80.
- [9] 郑春霞,王文全,胡志林. 维、哈、汉三种不同民族性别的人发中微量元素含量测定[J]. 光谱学与光谱分析,2000,20(3):368-370.
- [10] 赵永同,郝海兵,译. 微量元素用于临床实践中的问题[J]. 国外医学(卫生学分册),1991,18(1):33-37.
- [11] 盘家萍,韦凤平,李梅,等. 3种补气补虚类中草药原药及水煎液中微量元素元素的测定[J]. 微量元素与健康研究,2015,32(5):21-23.
- [12] 王永平. 补益中药微量元素的比较研究[J]. 中国医药指南,2012,10(35):73-74.
- [13] 郑觉风,祝光礼,夏元初,等. 虚证病人头发微量元素含量的改变:附57例分析[J]. 上海中医药杂志,1988(2):9.
- [14] 邵红,边才苗. 7种补益中药微量元素的含量及溶出率测定[J]. 广东微量元素科学,2002,9(11):51-54.
- [15] 刘长利,尹艳,张淑华,等. 中药甘草中微量元素与有效成分相关性研究[J]. 中国中药杂志,2014,39(17):3335-3338.
- [16] 朱广伟,张贵君,王晶娟,等. 单因素配伍剂量对经方芍药甘草汤药效组分的影响[J]. 实用药物与临床,2015,18(2):168-173.
- [17] 徐艳春,汪文莱,赵贤芳. 黄连配伍肉桂前后微量元素的成分分析[J]. 内蒙古民族大学学报(自然科学版),2003,18(2):145-147.
- [18] 李勇,刘孟宇. 益气活血中药复方对冠心病患者微量元素影响的研究[J]. 现代中西医结合杂志,2003,12(23):2508-2510.
- [19] 林义明,李前勇,苏荣,等. 当归补血汤煎液中硒元素的测定[J]. 中兽医学杂志,2003(6):7-8.

(上接第131页)

- [17] 蒋长春,纪晓玲,余伟,等. 米易县植烟土壤中微量元素肥力状况及施肥对策[J]. 安徽农业科学,2015,43(25):62-66,107.
- [18] 陈雨峰,叶晓青,周国荣,等. 增施锰、硼微肥对烤烟农艺性状及产质量的影响[J]. 广东农业科学,2013,40(14):75-77.

- [19] 齐永杰,徐茂华,潘武宁,等. 硼锌钼肥及其配施对烤烟上部叶香气物质含量的影响[J]. 天津农业科学,2015,21(6):116-119.
- [20] 唐莉娜,陈顺辉,林祖斌,等. 福建烟区土壤中微量元素丰缺状况及施肥对策[J]. 中国农学通报,2008,24(10):334-337.