

江苏省如皋市土壤中微量元素含量有效性评价^①

李巧玲, 苏建平*, 阚建鸾, 周志宏

(江苏省如皋市农业技术推广中心, 江苏如皋 226500)

摘要:为平衡施肥提供依据, 本文应用 GPS 定位技术采集了江苏省如皋市 290 个代表性土样, 并对土样中钙、镁、硫、硅 4 种中量元素有效态含量进行了检测和评价。结果显示, 全市土壤交换性钙、交换性镁、有效硫和有效硅平均含量分别为 4 570、403、26 和 144 mg/kg。如皋市土壤交换性钙、镁含量丰富, 但在各土系土壤间分布不均。有效硫和有效硅同时存在缺乏和过高现象。整体来看, 有近 1% 的土壤缺硅, 约 14% 的土壤缺硫。土壤交换性镁和有效硅的含量为中等变异, 交换性钙和有效硫的含量属于高度变异。相关分析显示, 4 种中量元素有效性与土壤 pH、有机质、全氮、有效磷和速效钾含量存在不同程度的相关性。如皋市土壤中微量元素有效性不仅与成土母质关系密切, 同时受土壤理化性状以及肥料施用的重要影响。今后中量元素肥料的施用应考虑多种因素, 以实现平衡施肥。

关键词:江苏如皋; 土壤; 中量元素; 有效性评价

中图分类号: S159 **文献标识码:** A

随着生态农业的发展, 农业生产也不断向着优质高产的方向转变。土壤是作物中量元素的主要来源, 农作物对中量元素的需要量仅次于氮、磷、钾^[1]。中量元素钙、镁、硫、硅参与作物多个生理代谢和多种化合物的合成, 其供应状况直接影响作物的生长发育、产量及品质^[2-6]。长期耕作导致土壤中中量元素失衡, 因此中量元素在农业生产中的作用越来越受到人们的关注^[7-8]。前人对中量元素的研究大多集中在植烟土壤, 比如付亚丽等^[9]对云南红河烟区土壤中微量元素含量进行了分析, 范东升等^[10]对广西河池植烟土壤中微量营养元素丰缺状况进行了研究, 蔡寒玉等^[11]研究了丽江植烟土壤中微量营养元素状况并提出施肥对策。为确保产量和品质, 粮食作物耕层土壤中中量元素营养状况值得深入研究。如皋市是江苏省的农业大市, 以往的研究中, 对如皋土壤耕层养分变化的研究多偏向于大量元素养分^[12-13]和微量元素养分^[14], 而对土壤中中量元素养分变化的研究几乎为零。本研究依据全国农业技术推广服务中心对全国土壤中中量元素含量等级划分相关标准, 对如皋市各土系耕层土壤钙、镁、硫、硅 4 种中量元素有效态含量及分

布进行了分析评价, 不仅为进一步优化施肥技术提供依据, 而且对于保护土壤环境意义重大。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

江苏省如皋市位于长江三角洲冲积平原, 地处 32°00'~32°30' N, 120°20'~120°50' E, 总面积 1 593 km², 其中耕地面积 8.25 × 10⁴ hm²。研究区属于北亚热带湿润季风性气候区, 年均温 14.6 ℃, 年均降雨量 1 060 mm, 全年降水主要集中在 6 月下旬至 9 月上旬, 具有日照充足、气候温和、雨量充沛、光热水高峰基本同季的气候特征。全市地势较为平坦, 气候条件无明显差异, 但在地质背景、土壤性质、种植习惯和社会经济条件等方面地域差异较明显。成土母质主要为浅湖相沉积物、江淮古冲积物和长江新冲积物, 主要土壤类型为雏形土(潮土)和水耕人为土(水稻土)。根据中国土壤系统分类的方法, 将如皋市土壤分为白蒲系、搬经系、东陈系、郭园系、磨头系、下原系、营房系、张黄港系和长青沙系 9 个土系^[15]。各土系土壤主要理化性质如表 1 所示。

基金项目: 江苏省农业委员会 2015 年测土配方施肥项目(苏农计〔2015〕36 号)资助。

* 通讯作者(rgstfz@qq.com)

作者简介: 李巧玲(1988—), 女, 内蒙古额济纳旗人, 硕士, 助理农艺师, 主要从事土壤肥料技术与推广。E-mail: lql08907054@163.com

表 1 如皋市各土系表层土壤主要理化性质
Table 1 Physicochemical properties of soil series in Rugao City

成土母质	土系	颗粒组成			pH (H ₂ O)	有机质 (g/kg)	全氮 (g/kg)	有效磷 (mg/kg)	速效钾 (mg/kg)
		2 ~ 0.02 mm	0.02 ~ 0.002 mm	< 0.002 mm					
浅湖相沉积物	白蒲系	56.21	30.11	13.68	7.84	20.22	1.23	22.02	89.71
	搬经系	62.78	25.69	11.54	7.87	18.82	1.13	27.71	79.11
江淮古冲积物	东陈系	60.38	27.32	12.30	7.85	19.12	1.12	24.21	81.19
	郭园系	68.20	22.72	9.08	7.88	18.18	1.07	23.26	56.59
	磨头系	70.87	20.48	8.65	7.89	17.76	0.90	21.80	64.35
	下原系	68.00	22.69	9.31	7.86	18.41	1.07	23.44	73.72
长江新冲积物	营房系	33.96	49.74	16.30	8.12	18.78	1.10	17.13	57.69
	张黄港系	56.91	30.65	12.45	8.08	18.37	1.08	14.94	55.00
	长青沙系	4.44	74.19	21.37	8.19	20.99	1.36	17.84	86.93

1.2 样品采集和分析

采用 GPS 定位技术，遵循均匀性、代表性原则于 2015 年在如皋市共布置 290 个采样点(图 1)，采集各点 0 ~ 20 cm 耕层土壤。野外采集的土壤样品在室内风干，再按分析要求研磨成不同粒度，供分析用。用乙酸铵交换，原子吸收分光光度法测定土壤中交换性钙、镁含量；磷酸盐浸提，分光光度计测定有效态硫含量；有效态硅含量用柠檬酸浸提，分光光度计测定^[16]。土壤基本化学性质(有机质、pH、全氮、有效磷和速效钾)采用常规方法测定^[16]。

1.3 数据处理

采用 Excel 2013 对数据进行处理，应用统计软件 SPSS 21.0 检验各土系土壤间中量元素有效态含量的差异、分析土壤中量元素与其他性质之间的相关关系。绘图采用 ArcGIS 10.2 软件实现。

1.4 土壤中量元素有效态分级

根据土壤中量元素养分供应能力和作物对中量元素的需求，依据全国农业技术推广服务中心对全国土壤中量元素含量等级划分，将土壤中量元素有效态分为极低、低、中、丰富和高共 5 个等级(表 2)。

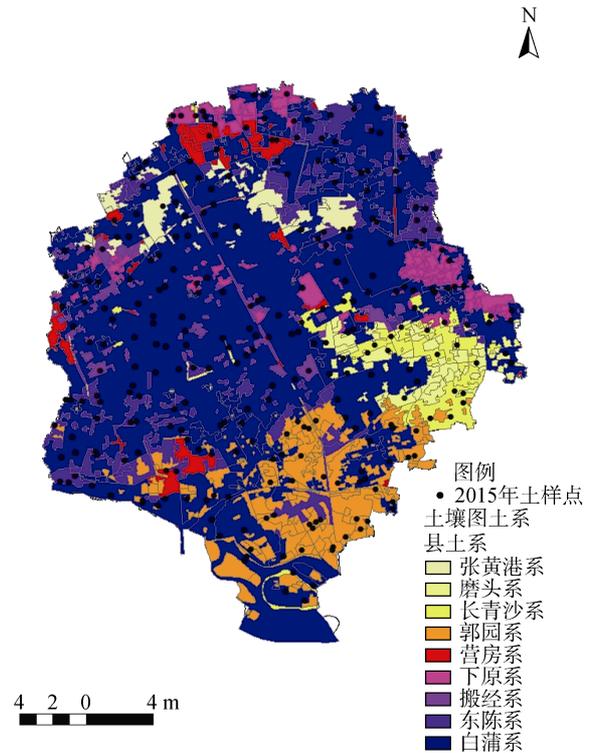


图 1 土壤样点分布图
Fig. 1 Distribution of soil sampling sites

表 2 土壤中量元素有效态分级
Table 2 Content grades of available medium elements in soil

元素种类	养分含量分级(mg/kg)				
	极低	低	中	丰富	高
交换性钙	<200	200 ~ 400	400 ~ 1 200	1 200 ~ 2 500	>2 500
交换性镁	<50	50 ~ 100	100 ~ 200	200 ~ 300	>300
有效硫	<10	10 ~ 15	15 ~ 30	30 ~ 50	>50
有效硅	<25	25 ~ 70	70 ~ 115	115 ~ 230	>230

2 结果

2.1 如皋市土壤中量元素有效态含量

按照土壤中量元素有效态分级标准(表 2), 交换性钙、交换性镁、有效硫和有效硅的缺乏临界值分别为 400、100、15 和 70 mg/kg。由表 3 可知, 钙、镁、硫、硅 4 种元素有效态含量在如皋市各土系间变化很大。土样交换性钙和镁含量均在临界值以上, 有效硫和有效硅含量低于临界值的土样占总土样数分别为 14.48% (42 个)和 1.03%(3 个)。长青沙系(12 433 mg/kg)、营房系(9 398 mg/kg)和张黄港系(8 765 mg/kg)土壤交换性钙含量显著高于其他土系($P < 0.05$)。白蒲系土壤交换性镁含量为最高(518 mg/kg), 与其他各土系差异显著 ($P < 0.05$)。张黄港系土壤交换性镁含量最低。

长青沙系土壤有效硫含量显著高于其他各土系($P < 0.05$)。有效硅含量最高为白蒲系(183 mg/kg), 其次为长青沙系(168 mg/kg)和搬经系(162 mg/kg)。郭园、磨头、张黄港系土壤有效硅含量相对其他土系较低。全市土壤交换性钙、交换性镁、有效硫和有效硅平均含量分别是 4 570、403、26 和 144 mg/kg。在土壤科学研究中, 可根据土壤性质的变异系数对其变异程度进行分类: 变异系数在 0~15% 为小变异, 16%~35% 为中等变异, >35% 为高度变异^[17]。本研究中土壤交换性镁和有效硅含量的变异系数分别为 26.72% 和 29.35%, 为中等变异, 交换性钙和有效硫含量的变异系数分别为 70.46% 和 47.46%, 属于高度变异, 这表明土壤理化性状和不同农业利用方式对不同土系土壤中量元素含量影响很大。

表 3 如皋市土壤中量元素有效态含量
Table 3 Content statistics of available medium elements in soils of Rugao City

土系	交换性钙(mg/kg)	交换性镁(mg/kg)	有效硫(mg/kg)	有效硅(mg/kg)
白蒲系(21)	4 069 ± 2 088 cd	518 ± 124 a	28 ± 10 bcd	183 ± 56 a
搬经系(27)	3 355 ± 1 774 cd	425 ± 129 bcd	31 ± 14 b	162 ± 42 ab
东陈系(54)	3 138 ± 1 594 d	423 ± 101 bcd	29 ± 13bc	150 ± 40 b
郭园系(17)	3 668 ± 1 925 cd	395 ± 79 bcd	21 ± 10 e	126 ± 23 cd
磨头系(113)	3 756 ± 1 920 cd	384 ± 94 c	22 ± 10 de	133 ± 32 cd
下原系(18)	4 612 ± 2 600 c	439 ± 125 b	24 ± 11 cde	145 ± 66 bc
营房系(13)	9 398 ± 2 660 b	366 ± 64 cde	27 ± 8 bcde	143 ± 39 bcd
张黄港系(13)	8 765 ± 2 353 b	296 ± 72 e	24 ± 13 bcde	115 ± 19 d
长青沙系(14)	12 433 ± 4 910 a	369 ± 65 cde	44 ± 15 a	168 ± 43 ab
全市平均	4 570 ± 3 220	403 ± 108	26 ± 12	144 ± 42
样本数	290	290	290	290
变异系数(%)	70.46	26.72	47.46	29.35
临界值	400	100	15	70
临界值以下样本数	0	0	42	3
临界值以下样本占比总样品(%)	0	0	14.48	1.03

注: 表中数据为平均值±标准差; 同列不同小写字母表示各土系间中量元素差异显著($P < 0.05$); 下同。

2.2 如皋市土壤中量元素分级评价

参照表 2 中相关标准, 如皋市土壤中量元素各级含量出现频率如表 4 所示, 交换性钙和镁均处在丰富级以上水平, 其中 71.38% 的土样交换性钙和 85.52% 的土样交换性镁含量位于高级水平。4.14% 和 10.34% 的土样有效硫分别分布在极低级和低级水平, 有效硫处于中级水平的土样出现频率高达 57.24%, 有效硫分布在丰富和高水平的土样分别占 22.76% 和 5.52%。有 25.86% 的土样有效硅处于中级水平,

有效硅分布在丰富级水平的土样占 68.28%, 有效硅过高的土样出现频率为 4.83%, 另有 1.03% 土样有效硅含量处于低水平。

2.3 如皋市土壤中量元素有效态与其他土壤性质的相关性

如皋市土壤中量元素有效性受 pH、有机质以及大量元素的影响不尽一致。经相关性分析可得(表 5), 土壤交换性钙含量与 pH 和全氮含量呈极显著正相关 ($r = 0.348^{**}$, $P = 0.000$; $r = 0.191^{**}$, $P = 0.001$); 交换

表 4 如皋市土壤中量元素各级含量出现频率
Table 4 Content frequencies of available medium elements in soils of Rugao City

元素种类	样本数	临界值	各级含量出现频率(%)				
			极低	低	中	丰富	高
交换性钙	290	400	0	0	0	28.62	71.38
交换性镁	290	100	0	0	0	14.48	85.52
有效硫	290	15	4.14	10.34	57.24	22.76	5.52
有效硅	290	70	0	1.03	25.86	68.28	4.83

性镁含量与有机质和全氮含量为极显著正相关关系($r = 0.329^{**}$, $P = 0.000$; $r = 0.156^{**}$, $P = 0.008$), 与速效钾含量呈显著正相关($r = 0.132^*$, $P = 0.024$)。土壤有效硫含量与全氮和速效钾含量为极显著正相关关系($r = 0.233^{**}$, $P = 0.000$; $r = 0.185^{**}$, $P = 0.002$), 而与 pH 之间呈极显著负相关($r = -0.269^{**}$, $P = 0.000$)。土壤有效硅含量极显著正相关于有机质、全氮和速效钾含量($r = 0.216^{**}$, $P = 0.000$; $r = 0.218^{**}$, $P = 0.000$; $r = 0.199^{**}$, $P = 0.001$)。4 种中量元素有效态含量与有效磷含量之间的相关关系均未达显著水平。

进一步对土样按有机质含量高低分为 4 组, 比较 4 种中量元素在组间的差异(表 6)。结果显示, 4 种中量元素有效态含量均随有机质含量增加呈升高趋势。各组间交换性钙含量差异不显著($P < 0.05$); 有机质含

量 > 25 g/kg 时交换性镁含量最高, 交换性镁含量最低值出现在有机质含量 < 10 g/kg 组, 且与其他 3 组差异显著($P < 0.05$); 有机质含量 > 25 g/kg 时有效硅含量显著高于其他 3 组($P < 0.05$); 有效硫含量则以有机质含量 < 10 g/kg 时显著低于其他 3 组($P < 0.05$)。

表 5 如皋市土壤中量元素有效态含量与其他土壤性质的相关性

Table 5 Correlation between contents of available medium elements and soil other nutrients in Rugao City

	交换性钙	交换性镁	有效硫	有效硅
pH	0.348**	0.023	-0.269**	0.04
有机质	0.038	0.329**	0.114	0.216**
全氮	0.191**	0.156**	0.233**	0.218**
有效磷	-0.079	0.003	0.104	0.084
速效钾	0.004	0.132*	0.185**	0.199**

表 6 土壤中量元素有效态含量与有机质含量的关系
Table 6 Relationship between contents of soil available medium elements and soil organic matter

有机质(g/kg)	样本数	交换性钙(mg/kg)	交换性镁(mg/kg)	有效硫(mg/kg)	有效硅(mg/kg)
> 25	25	4 727 \pm 2 023 a	443 \pm 110 a	30 \pm 15 a	167 \pm 48 a
20 ~ 25	106	4 583 \pm 2 773 a	431 \pm 103 a	27 \pm 12 ab	146 \pm 39 b
10 ~ 20	155	4 542 \pm 2 440 a	382 \pm 105 b	25 \pm 12 b	139 \pm 43 b
< 10	4	4 380 \pm 1 106 a	261 \pm 27 c	22 \pm 6 b	125 \pm 28 b

3 讨论

通过对如皋市各土系土壤中量元素的分析可知, 长青沙系、营房系和张黄港系土壤交换性钙含量显著高于其他土系, 原因是这 3 个土系由长江新冲积物母质发育而成, 具有强烈的石灰反应而含一定数量 CaCO_3 [18]。各土系土壤交换性镁含量较丰富可能与长期施用钾肥有关, 因为在作物吸收过程中, 钾和镁之间具有拮抗作用 [19-21]。张黄港系土壤交换性镁含量最低, 这可能与土壤偏砂性而交换性镁易流失有关 [22]。与其他各土系相比, 长青沙系土壤有效硫含量为最高, 可能因为该土系土壤质地偏黏且有机质含量较其他土系高, 故硫的含量较高。白蒲系、长青沙系和搬经系土壤有效硅含量较其他土系高。究其原

因, 发育在浅湖相沉积物上的白蒲和搬经两个土系, 成陆时间较早, 硅元素活性较好; 发育于长江新冲积物上的长青沙系, 虽成陆时间短, 但表层土质地黏重, 硅素易积累。郭园、磨头、张黄港 3 个土系土壤有效硅含量较低的原因可能是其土壤偏砂性, 因此供硅能力较低 [23]。分析结果表明, 如皋市土壤交换性镁和有效硅含量为中等变异, 交换性钙和有效硫含量属于高度变异, 这反映了各土系由于自然或人为因素的差异造成农业土壤有效中量元素存在较大差异。

交换性钙镁是土壤中主要的交换性盐基, 为植物可利用的钙镁, 同时钙、镁、硫既是作物营养元素又是品质元素 [24], 平衡其在土壤中的有效态含量至关重要。本研究分析结果显示, 如皋市土壤交换性钙镁较丰富, 基本不存在缺钙和缺镁现象。

交换性钙镁平均含量不仅远高于浙江省东部地区土壤^[25]、福建地区蔬菜地土壤^[7]，而且高于贵州部分植烟区土壤^[3]。有效硫平均含量与浙江地区农田土壤^[25]相当，低于湖南地区长期施肥的水稻土^[19]以及四川植烟土壤^[26]。如皋市是江苏省沿江地区农业大市，水稻种植面积较大，而水稻是典型的硅酸植物，硅素营养对于其生长极为重要。本研究显示该市土壤有效硅含量较丰富，这与马同生^[23]的研究结论一致，并且高于浙江省大部分地区^[23]、湖南省水稻土^[19]和海南省农田土壤^[27]，低于上海地区农田土壤^[28]。但考虑到如皋市土壤有效硅含量变异较大，因此依然存在缺硅风险。本研究表明土壤交换性钙含量与 pH 为极显著正相关关系，并且 pH 对交换性钙含量的影响比交换性镁大，这与廖勇等^[20]试验结果类似。土壤有效硅含量与 pH 相关性未达显著水平的结果与前人^[11,22]的研究结论不完全一致，可能是由于样本数量不够大。陈建国等^[19]研究认为土壤 pH 高时硫的有效性较低，反之则硫的有效性较高，本研究也得到相似的结论。

不同土系、不同质地的土壤其中量元素的有效性及其含量不同，作物对不同的中量元素敏感程度和需求也不同。本研究为如皋市中量元素肥料的科学有效施用提供了可靠依据。针对如皋市实际情况，部分地区在种植水稻、小麦等作物时应当适量增施硅肥，以提高结实率、抗倒伏、抗病虫害^[27,29-30]。在缺硫地区和喜硫作物(油菜、豆科、薯芋类等)栽培时酌情增施含硫元素肥料，以保证土壤养分的供需平衡。同时还要注意增施有机肥，以维持土壤中量元素平衡的重要养分补给源。此外，还应根据作物喜好开展种植业结构调整。今后，应持续监测土壤中量元素动态变化，在制定施肥方案时应当因地制宜设置中量元素肥料的施用量，继续加大测土配方施肥技术推广力度，通过平衡施肥来提高土壤养分的均衡供应能力，促进农作物健康生长和农业可持续发展。

4 结论

由于受成土母质、土壤理化性状、肥料施用等影响，如皋市各土系土壤中钙、镁、硫、硅的有效态含量差异在全市范围内变异性较大。总体来说，如皋市土壤中交换性钙和交换性镁含量比较丰富，但分布不均匀；有效硫和有效硅同时存在缺乏和过高现象。有小部分地区土壤缺硅(约1%)，部分地区缺硫(约14%)。土壤 pH 和有机质含量不同程度地影响各土系土壤中量元素有效性。

参考文献：

- [1] 代东明. 中量营养元素与施肥[J]. 内蒙古农业科技, 2013 (3): 56-59
- [2] 黄昌勇. 土壤学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000: 201-210
- [3] 陈永安, 张西仲, 杨梅林, 等. 黔南植烟土壤交换性钙镁含量研究[J]. 现代农业科技, 2013 (19): 250-251
- [4] 束维正. 中微量元素肥料在农业生产上的应用[J]. 安徽农学通报, 2013, 19(24): 63-64
- [5] 张磊, 陈雪丽, 李伟群, 等. 叶喷式高效硅肥对水稻产量和品质的影响[J]. 现代化农业, 2014 (11): 12-13
- [6] 李强, 周冀衡, 刘晓颖, 等. 曲靖烤烟镁含量特征及其影响因素[J]. 土壤, 2017, 49(3): 565-571
- [7] 陈杰东. 石狮市萝卜基地土壤中微量养分状况分析[J]. 现代农业科技, 2016 (17): 176
- [8] 邱学礼, 高福宏, 李忠环, 等. 昆明市植烟土壤交换性钙镁特征分析[J]. 烟草科技, 2013(1): 81-84
- [9] 付亚丽, 李宏光, 付国润, 等. 红河植烟土壤中微量元素含量分析[J]. 云南农业大学学报, 2012, 27(1): 73-79
- [10] 范东升, 尹永强, 罗宝雄, 等. 广西河池植烟土壤中量、微量营养元素丰缺状况及施肥对策[J]. 江西农业学报, 2014, 26(10): 64-68
- [11] 蔡寒玉, 徐元飞, 蒋朝臣, 等. 云南丽江植烟土壤中微量元素营养元素状况及施肥对策[J]. 土壤通报, 2015(4): 967-971
- [12] 廖菁菁, 黄标, 孙维侠, 等. 农田土壤有效磷的时空变异及其影响因素分析——以江苏省如皋市为例[J]. 土壤学报, 2007, 44(4): 620-628
- [13] 苏建平, 黄标, 丁峰, 等. 江苏省如皋市 30 年来土壤肥力质量演变分析[J]. 土壤通报, 2009, 40(1): 66-71
- [14] 朱静, 黄标, 孙维侠, 等. 农田土壤有效态微量元素的时空变化及其影响因素研究[J]. 南京大学学报(自然科学版), 2007, 43(1): 1-12
- [15] 王虹, 黄标, 孙维侠, 等. 江苏省如皋市土系及其生产性能和生态环境特征[J]. 土壤学报, 2012, 49(5): 862-874
- [16] 鲍士旦. 土壤农化分析[M]. 北京: 中国农业出版社, 2000
- [17] Nielson D R, Bouma J. Soil spatial variability[M]. Wageningen Agricultural University Library / Pudoc DLO, 1984: 166-193
- [18] 马同生, 冯亚军, 梁永超, 等. 江苏沿江地区水稻土硅素供应力与硅肥施用[J]. 土壤, 1994, 26(3): 154-156
- [19] 陈建国, 张杨珠, 曾希柏, 等. 长期不同施肥对水稻土交换性钙、镁和有效硫、硅含量的影响[J]. 生态环境, 2008, 17(5): 2064-2067
- [20] 廖勇, 李岭, 刁朝强, 等. 贵阳市开阳县植烟土壤有效中量元素调查与分析[J]. 江西农业学报, 2015, 27(4): 37-40
- [21] 陈竹君, 赵文艳, 张晓敏, 等. 日光温室番茄缺镁与土壤盐分组成及离子活度的关系[J]. 土壤学报, 2013, 50(2): 388-395
- [22] 姜勇, 张玉革, 梁文举, 等. 耕地土壤交换性钙镁比值的研究[J]. 土壤通报, 2003, 34(5): 414-417

- [23] 马同生. 我国水稻土中硅素丰缺原因[J]. 土壤通报, 1997, 28(4): 169-171
- [24] 何刚, 袁大刚, 赵燕, 等. 茶多酚与低分子有机酸活化土壤矿质元素的差异研究[J]. 土壤学报, 2014, 51(6): 1378-1387
- [25] 王日照, 陈海生, 吴玉勇, 等. 浙东红壤丘陵区农田土壤中量微量元素含量研究[J]. 江西农业学报, 2012, 24(5): 104-107
- [26] 秦艳青, 杨兴友, 李爱军, 等. 达州白肋烟植烟土壤中、微量元素含量分析及施肥对策[J]. 江西农业学报, 2012, 24(9): 130-132
- [27] 张冬明, 肖彤斌, 符传良, 等. 海南农田土壤中硅的含量及其空间分布[J]. 贵州农业科学, 2017, 45(3): 139-143
- [28] 茅国芳, 汪传炳. 上海地区农田土壤有效硅含量状况及水稻施硅效应研究[J]. 土壤, 2002, 34(5): 270-274
- [29] 胡时友, 刘凯, 马朝红, 等. 中微量元素肥料配合施用对水稻生长和产量的影响[J]. 湖北农业科学, 2016(20): 5196-5198
- [30] 马新, 陈家杰, 刘涛, 等. 水淬渣与钢渣硅肥对玉米硅、磷养分吸收及产量的影响[J]. 土壤, 2016, 48(1): 65-70

Availability Assessment of Medium Elements Contents in Soils of Rugao, Jiangsu

LI Qiaoling, SU Jianping*, KAN Jianluan, ZHOU Zhihong
(Rugao Agricultural Technology Promotion Center, Rugao, Jiangsu 226500, China)

Abstract: In order to provide basis for balanced fertilization, a total of 290 topsoil samples in Rugao were collected using GPS positioning technology and the available contents of four medium elements of calcium, magnesium, sulfur and silicon in soils were analyzed and assessed. The results showed that the average contents of exchangeable calcium, exchangeable magnesium, available sulfur and available silicon in soils were 4 570, 403, 26 and 144 mg/kg, respectively. On the whole the contents of exchangeable calcium and exchangeable magnesium were abundant but they were not evenly distributed. Available sulfur and available silicon were both deficient and excessive. Nearly 1% of the samples were deficient in silicon, and about 14% of the samples were deficient in sulfur. According to relevant literature, the contents of exchangeable magnesium and available silicon were medium variation, and the contents of exchangeable calcium and available sulfur were great variation. The correlation analysis showed that there were different correlations between the availability of four medium elements and soil pH, organic matter, total nitrogen, available phosphorus and available potassium. It can be concluded that due to the influences of soil parent material, physicochemical properties, fertilization and agricultural utilization patterns, the content variabilities of soil medium elements were large in the whole city. In the future, more attentions should be paid to the reasonable application of medium element fertilizers to realize balanced fertilization.

Key words: Rugao of Jiangsu; Soil; Medium element; Availability assessment