

洛阳牡丹立地地球化学特征

王志坤, 付巧玲, 宁福政, 王恒旭, 胡永华, 赵波

(河南省地质调查院, 河南 郑州 450007)

摘要:通过对洛阳牡丹进行调查及统计分析表明,牡丹的长势和品质与其地质地球化学背景有密切的关系,区内磷、钾、锰、铜、锌、钼的富足为洛阳牡丹的生长提供丰富的养分来源,土壤中的镉、铜、锌、砷等对牡丹花的生长有一定的促进作用。

关键词:洛阳牡丹;立地条件;地球化学特征

中图分类号: P632

文献标识码: A

文章编号: 1000-8918(2008)01-0075-04

作物产出的地质生态环境是近些年来农业地学的一个重要研究领域^[1]。牡丹花有富贵花和花中之王的美称,也是富贵与吉祥的象征,被定为我国的国花。牡丹即有观赏价值又有药用价值,一度被认为是我国花卉出口的拳头产品,每年一度的洛阳牡丹花会为洛阳经济发展起到了积极作用,并为旅游经济带来了勃勃生机。近年来我国农业、地质等部门的学者从各自专业出发,对许多名、特、优作物的产量和品质与自然背景的关系进行了较为广泛的研究。从生态环境角度系统研究名、特、优作物生长及其产量和品质与地理、地质、地球化学环境的关系是当前的热点。研究建立作物优质高产的地理、地质、地球化学环境模型,揭示影响作物生长的生态环境条件,指导作物的种植规划、施肥和管理,在充分利用与发挥自然环境优势的基础上达到优质高产的目的^[2-5]。

2004年河南科技大学杨正申教授、史国安副教授参与完成的“牡丹周年开花技术”,首次实现了人工控制条件下周年四季开花。但截至目前,对牡丹赖以生存的土壤养分及生态地质环境研究尚属空白,随着近年来多目标地球化学调查工作的开展和在农业地质方面的广泛应用,河南省地质调查院在伊洛河流域(洛阳城区)启动开展了生态地球化学调查工作,为进行洛阳牡丹生态地球化学环境的研究提供了有利的条件。

1 区域概况与采样、测试方法

1.1 区域概况

研究区位于河南省中西部、伊洛河流域中下游,

包括洛阳城区及周围偃师、孟津、宜阳三县小部分。地理坐标:112°18'27"~112°36'59",北纬34°34'40"~34°45'11",面积560 km²。

研究区西南部为剥蚀黄土丘陵,北部为侵蚀黄土塬,中东部为沉降堆积平原。西部最高海拔370 m,东部最低海拔125 m,高差约为245 m。气候属暖温带大陆气候,年平均降水量为601 mm,年最大降水量为1 305.8 mm,年最小降水量为355.3 mm,降水分布不均,6~8月的雨季降水量占全年降水量的51%左右。年平均气温14.6℃,元月最低气温-14℃,7月最高气温41℃。年日照时间2 227.2 h。工作区土壤分褐土和潮土两大土类,其中褐土类又分普通褐土、褐土性土、石灰性褐土、潮褐土等4个亚类^[6]。

1.2 采样及测试方法

在工作区内按4 km²为单位格子均匀布点,分别采集表层和深层土壤样:表层采地表0~20 cm,采样密度为1个样/km²;深层样采150~200 cm土壤,采样密度为1个样/4 km²。样品混匀装入土袋,风干后用研钵磨细,备化学分析。

武汉综合岩矿测试中心承担土壤样品分析工作,并按中国地质调查(覆盖区多目标地球化学调查暂行规定)测试方法测定全量指标54项、土壤有效量指标11项、牡丹花样测试指标13项。

2 研究区元素的背景分布特征

研究区大部分元素高于中国表层土壤背景值^[7],见表1。突出富集的是镉;其次富硒和钙;铜、

锌、磷、铬、镍、镁、铁为高背景含量元素；溴、碘、钼明显低于中国表层土壤背景值，属低背景或缺乏的元素。值得提出的是区内钼可能不属于低背景或缺乏元素，这是因为中国水系沉积物中钼背景 1.13，世界土壤（维氏，1954）中钼背景 0.8，而区内钼背景 1.2 均高于中国水系沉积物和世界土壤钼背景值，所以说本区钼不属于低背景元素。

表 1 洛阳城区表层土壤富集特征统计表

化探 指标	中国 A 层 n = 4093	河南 A 层 n = 816	研究区 A 层 n = 140	$\frac{w}{w}$ 研究区 A 层指标 $\frac{w}{w}$ 中国 A 层指标	$\frac{w}{w}$ 研究区 A 层指标 $\frac{w}{w}$ 河南 A 层指标
Cu	22.6	18.80	29.7	1.31	1.58
Zn	72.4	56.90	83.3	1.15	1.46
P	670	627	945	1.41	1.51
Mn	584	494	618	1.06	1.25
Fe ₂ O ₃	4.10	4.10	4.95	1.21	1.21
Co	12.7	9.39	13.2	1.04	1.42
V	82.4	83.40	91.0	1.10	1.09
Ti	3800	3749	4315	1.14	1.15
Cr	69.1	50.9	71.4	1.17	1.40
Ni	32.9	23.7	31.7	1.18	1.34
B	47.8	45.6	52.2	1.09	1.14
Se	0.29	0.15	0.57	1.97	3.80
Mo	2.00	0.56	1.23	0.62	2.20
K ₂ O	2.24	2.14	2.41	1.08	1.13
MgO	1.30	1.87	1.68	1.29	0.90
CaO	2.16	3.08	4.10	1.90	1.30
Cd	0.10	0.07	0.21	2.17	2.77
Br	5.40	2.73	3.34	0.62	1.22
I	3.67	1.75	1.69	0.46	0.97

注：含量单位为 $w(\text{氧化物})/\%$ 、 $w(\text{其他指标})/10^{-6}$ ； n 为样品个数

研究区与河南郑州—漯河一带（以下简称河南）表层土壤背景对比可知：研究区绝大部分元素高于河南背景值，硒、镉、钼尤为突出，其中硒是河南表层土壤背景的 3.8 倍、镉 2.7 倍、钼 2.2 倍；其他较富集的是铜、磷，在 1.51 ~ 1.58 倍；锌、锰、钴、镍、铁、钙及其他元素也在 1.04 ~ 1.46 倍以上。这些现象说明硒、镉、钼是河南表层土壤中的强富集元素，铜、磷、锌、锰、钴、钙也属河南表层土壤中元素的高背景或富集区。

工作区内广泛分布着古老的太华群和中基性熊耳群地层，太华群以斜长、角闪片麻岩类为主，熊耳群以玄武岩、安山岩类为主，这些岩类、矿物风化分解后，丰富的钙、镁、铁、锰、铜、锌、硼、钼、钒、钴、铬、镍等微量元素，经一系列的物理化学条件和搬运迁移，最后随洪冲积物在伊洛河两岸堆积富集。这正与该地区土壤背景含量，尤其是牡丹园区土壤背景特征相一致。

3 土壤中元素对牡丹的影响

3.1 土壤全量对牡丹的影响

3.1.1 全量对牡丹长势的影响

我们经对洛阳牡丹种植现状调查后，根据其牡丹长势（高低）、叶色深浅、花朵大小、鲜艳程度等方面，对其进行了粗浅的优、中、差等级的划分。为便于作图和讨论牡丹品质与土壤全量的关系，分别用优质区、一般区、劣质区的化探指标全量平均值与整个牡丹种植区各化探指标全量平均值的比值（ $R_{\text{全量}}$ ）作图（图 1）。

在图 1 中可以看出：铜、锌、汞、镉、磷呈高峰值出现，钙呈低谷区，其他元素偏高但不甚明显。而偏差牡丹园土壤中钙则较高，其他大部分微量元素则显著性偏低。一般种植区多介于优差之间，但钼高于优质区含量。从以上现象说明一些重金属与牡丹的品质存在着一定的正相关性，钙过高则与牡丹品质呈负相关。钙与铁的全量比值也说明，比值愈小（0.55）牡丹品质则优，比值（1.09）越大牡丹的品质则越差。

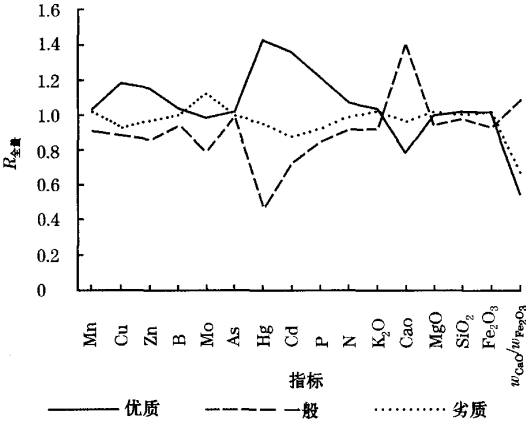


图 1 不同牡丹品质区与全区土壤化探指标全量比值曲线

3.1.2 全量与牡丹花的相关性分析

将土壤全量与牡丹花中分析数据标准化后，并滤除其干扰因素作偏相关分析，在 95% 置信度上的偏相关系数为 0.444。从表 2 中看出，土壤镉与花中镉的相关系数最大，具显著的相关性，土壤中铜与花中铜含量相关性也较强；其他元素如硼、锌、钼、砷、锰、磷相关系数为 0.293 ~ 0.441，说明具有一定程度的正相关性。也有相关系数较小或呈负相关的，如钙和汞、镁、钾等元素。

需要强调的是，土壤中的镉和铜、锌、磷与花中

表 2 牡丹花与土壤全量相关系数

化探指标	Zn	B	Mo	As	Hg	Mn	N	P	K ₂ O	MgO	Cu	Cd	CaO
Zn	0.390	0.208	0.232	0.335	0.014	0.135	0.254	0.162	0.08	-0.054	0.236	0.548	-0.044
B	0.591	0.321	0.336	0.474	0.257	0.445	0.232	0.432	0.349	0.052	0.592	0.489	-0.499
Mo	0.586	0.277	0.339	0.811	0.264	0.295	0.429	0.379	0.196	-0.238	0.752	0.809	-0.568
As	0.242	0.165	0.051	0.34	0.056	0.184	0.081	0.053	0.155	-0.278	0.411	0.318	-0.367
Hg	0.068	-0.073	-0.003	0.129	-0.074	0.029	-0.063	0.149	0.008	-0.212	0.248	0.165	-0.183
Mn	0.528	0.485	0.394	0.563	0.307	0.441	0.453	0.131	0.398	-0.078	0.537	0.612	-0.413
N	0.275	0.066	0.087	0.23	-0.1	0.014	0.19	0.411	0.019	0.011	0.18	0.467	-0.039
P	0.123	-0.005	-0.055	0.1	-0.266	-0.051	-0.181	0.293	-0.058	0.083	0.085	0.166	0.082
K ₂ O	0.363	-0.005	0.095	0.38	-0.066	0.078	0.086	0.351	-0.023	-0.104	0.482	0.452	0.178
MgO	0.218	0.026	-0.084	0.261	-0.273	-0.023	-0.186	0.106	-0.106	-0.17	0.219	0.301	-0.014
Cu	0.599	0.331	0.359	0.734	0.269	0.283	0.427	0.542	0.298	-0.135	0.692	0.821	-0.524
Cd	0.757	0.476	0.632	0.573	0.568	0.583	0.494	0.73	0.598	0.143	0.695	0.754	-0.745
Ca	0.047	-0.022	-0.153	-0.011	-0.26	-0.057	-0.298	-0.113	-0.094	-0.113	0.013	-0.029	0.082

的大部分元素的相关性为正值,尤其是镉对花中铜、钼的相关系数达 0.821、0.809,为较强的正相关性,与锌、锰、钾相关性也较好;铜与花中钼、硼、锰,锌与花中镉、铜、硼、钼、锰,砷与花中铜、钼、镉、锰等相关系数均较大,这说明土壤中的镉、铜、锌、砷能促进花对其他元素的吸收。

3.2 土壤有效量对牡丹的影响

3.2.1 有效量丰缺与评价

按农业部土壤元素丰缺标准,区域中铜、锰、钼、

锌、钾处于富足或很富足水平,其中以有效锰含量最高,是很富足标准值的 6.1 倍、铜是很富足标准值的 1.24 倍。磷、铁适度,氮、硼则处于相对缺乏的程度。

与河南土壤元素有效态相比(表 3):研究区有效锰含量非常高,土壤有效锰、钼、磷、锌、铜、硼、钾的含量分别是河南的 26.3、6.56、3.6、3.19、2.24、1.41、1.3 倍;有效钙、铁较河南偏低,分别是河南土壤的 0.85 倍和 0.76 倍。

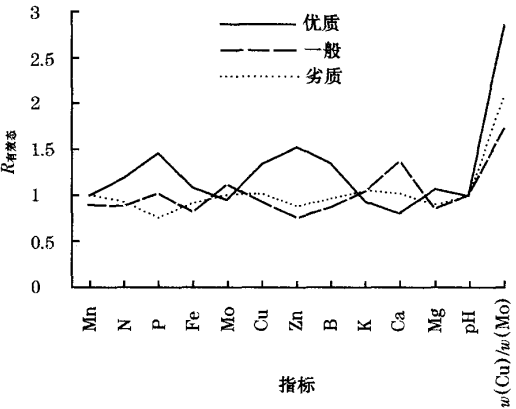
表 3 洛阳牡丹园土壤有效态丰缺评价

10⁻⁶

指标	评价标准					指标含量		$w(\text{洛阳指标})$ $w(\text{河南指标})$	丰缺度
	很缺	缺	适度	富足	很富足	洛阳	河南		
Zn	<0.3	0.3~0.5	0.5~1.0	1.0~3.0	>3.0	2.23	0.70	3.19	富足
Fe	<2.5	2.5~4.5	4.5~10	10~20	>20	5.45	6.70	0.81	适度
Mn	<1	1~5	5~15	15~30	>30	184	7.0	26.3	很富足
Cu	<0.1	0.1~0.2	0.2~1.0	1.0~1.8	>1.8	2.24	1.00	2.24	很富足
Mo	<0.1	0.1~0.15	0.15~0.2	0.2~0.3	>0.3	0.21	0.032	6.56	富足
P	<3.0	3~10	10~20	20~40	>40	14.5	4.0	3.63	适度
N	<30	30~90	90~120	120~150	>150	85	95.7	0.89	缺乏
B	<0.2	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	>2.0	0.44	0.312	1.41	缺乏
K	<30	30~100	100~150	150~200	>200	179	138	1.30	富足

3.2.2 有效量对牡丹品质的影响

优质牡丹种植区土壤中有效态含量与土壤全量有基本相同的变化趋势。分别用优质区、一般区、劣质区的土壤的有效态平均含量与整个牡丹种植区各元素的有效态平均含量的比值($R_{\text{有效态}}$)作图(图 2)。铜、锌、硼、氮、镁、铁、磷含量随牡丹品质而升高,反之则降低。尤其铜、锌、硼有效量与优等品质关系密切,钙和钼有效量随牡丹品质的变差而升高,与优质牡丹存在负相关性。pH 值的变化与钙、钼的高低有关,并与铜、锌、硼等有效态含量升高而降低,锰、磷、钾含量与牡丹品质关系不明显。



2 不同牡丹品质区与全区土壤化探指标有效态比值曲线

4 结论

(1)通过对牡丹种植区的调查研究发现,镉、钼、铜、磷、锌、锰、钴、钙属土壤中的高背景-富集元素,其原因与研究区上游大面积分布的中基性岩成土母质的地质背景有关。

(2)通过土壤全量与牡丹长势和品质的相关性研究,优质区中铜、锌、镉等明显高于一般及偏差牡丹园区的含量,硼、磷、氮也相对偏高,钙则明显偏低。土壤与花中的镉、铜、锌、磷等元素的相关性为正值,尤其是镉对花中铜、钼的相关系数达极显著,与锌、锰、钾相关性也较好;这说明土壤中的镉、铜、锌等能促进牡丹花对养分的吸收。

(3)区域中铜、锰、钼、锌、钾处于富足-很富足水平,其中以有效锰含量最高,是很富足;磷、铁适度;氮、硼则处于相对缺乏的程度。铜、锌、硼有效量与优等品质关系密切,钙和钼有效量与牡丹品质存在负相关性。

总之,该区内磷、钾、锰、铜、锌、钼等元素剪度高,有效量适度或富足,为牡丹的生长提供了丰富的

养分来源。在研究中,发现重金属剪含量高并不对牡丹生长造成不良影响,建议把牡丹作为对土壤污染修复的植物进行研究,可起到土壤污染修复与美化环境的双重效果。因牡丹的生长受多方面的影响,笔者仅从地球化学方面进行研究,建议对牡丹生长的气候、降水及生态环境、立地条件等进行系统研究,找出影响牡丹生长的主要因素。

参考文献:

- [1] 邵时雄,侯春堂. 中国农业地学研究新进展[C]. Hong Kong: Scientist Press international, Inc, 1999.
- [2] 朱立新,任天祥,周国华,等. 区域化探资料在提高农作物产量上的应用成果[J]. 物探与化探, 1994, 18(4): 241.
- [3] 朱立新,周国华. 勘查地球化学在农业上的应用[J]. 有色金属矿产与勘查, 1994, 3(4): 240.
- [4] 朱立新,周国华. 农业地球化学调查研究的基本方法[J]. 有色金属矿产与勘查, 1994, 3(6): 368.
- [5] 周国华,朱立新,马生明. 区域化探资料用于作物增产的开发技术[J]. 地质与勘探, 1998, 34(1): 45.
- [6] 魏克循. 河南土壤[M]. 北京:中国农业出版社, 2004.
- [7] 夏增禄,李林照,李廷芳. 土壤元素背景值及其研究方法[M]. 北京:气象出版社, 1987.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF LUOYANG PEONY

WANG Zhi-kun, FU Qiao-ling, NING Fu-zheng, WANG Heng-xu, HU Yong-hua, ZHAO Bo

(Henan Institute of Geological Survey, Zhengzhou 450007, China)

Abstract: Based on survey and a series of statistical analysis of peony in Luoyang, this paper holds that the growth and quality of peony in Lyoyang are related to the geochemical background. The high contents of P, K, Mn, Cu, Zn, Mo in the study area provide rich nutrients for the growth of peony. Cd, Cu, Zn, As and some other elements can lead to the growth of flowers.

Key words: Luoyang peony; growth condition; geochemical characteristics

作者简介:王志坤(1954-),男,高级工程师,主要从事地球化学及农业地质研究。