

章丘大葱特征元素农业地球化学研究

赵西强,王存龙,王红晋

(山东省地质调查院,山东 济南 250013)

摘要:以章丘大葱产区生态地球化学调查为基础,采集了表层土壤、大葱、根系土及出露的代表性岩石样品,实测了大量和微量营养元素的含量,查明了研究区土壤地球化学背景。通过计算大葱对土壤营养元素的吸收率及大葱品质与营养元素的相关性分析,查明了大葱生长的特征营养元素为N、K₂O、Zn、B、P、Cu、Mn。在岩石-土壤-大葱这一生态体系中,营养元素在土壤中保持一定的储备和积累,为大葱的生长提供了有利的农业地球化学环境。

关键词:章丘大葱;特征元素;吸收系数;农业地球化学

中图分类号:S633.1

文献标识码:B

引文格式:赵西强,王存龙,王红晋.章丘大葱特征元素农业地球化学研究[J].山东国土资源,2015,31(1):55-58.

ZHAO Xiqiang, WANG Cunlong, WANG Hongjin. Study on Agricultural Geochemistry of Characteristic Elements of Green Onion Plantation in Zhangqiu Area[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(1): 55-58.

农业地球化学通过研究岩石和土壤微量元素对作物生长和果实品质的肥效作用,确定各种作物的特征营养元素。选择富含营养元素的土壤及岩石分布地区规划种植布局,可以提高产量,优化品质。将地球化学和农业充分结合,利用地球化学基础资料,查明各种营养元素和有益元素以及有害元素在基岩、土壤、农作物中的含量特征,研究农作物生长所需的特征元素与农作物品质的关系^[1]。该文通过对章丘大葱产区土壤中20种元素的含量及组合特征分析研究,结合元素的吸收系数及相关性分析,查明大葱生长的特征元素,探讨了营养元素在岩石、土壤及大葱体系中的分布转化。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

研究区位于章丘市中南部,北部以宁家埠镇为界,南部至山地前缘,面积为849.3 km²。大葱最佳种植区位于章丘市绣惠镇西北2 km,女郎山西麓的王金家村一大高家村一带。该区域广泛分布早三叠世孙家沟组紫红色粉砂岩、粉砂质泥岩、灰白色长石

石英砂岩夹凝灰岩,并有2条辉绿岩墙穿插其中^[2]。母岩经风化作用形成洪积冲积物,质地较细。与风力水力搬运来的异地物质,经长期耕作,形成褐土,土层厚度20~40 cm。

产地土壤类型属于洪冲积物潮褐土,pH平均值为7.5以上,属微碱性,耕作层质地为砂质粘壤土或粘壤土。潮褐土耕种历史久远,土体深厚,地势平坦,灌溉水源充足,土壤肥力高,土壤养分含量丰富,质地适中,构型上轻下重,保水、保肥性能较好,土性暖,耕性良好,适合各种旱作物,基本不存在障碍土层,目前,潮褐土属山东的优良高产土壤。

1.2 样品采集与分析

该文选择章丘大葱种植区849.3 km²,采样密度4点/km²,采集表层土壤样品3245件,贯穿大葱种植区布置一条水平剖面,分别采集大葱、根系土及出露的代表性基岩样品共计52件。样品测试分析由湖北省地质实验研究所完成。测试As、B、Cd、Cr、Cu、F、Hg、K₂O、Mn、Mo、N、Ni、orgC、P、Pb、pH、S、Se、TFe₂O₃、Zn等指标。Cd、Cu、Mo、Ni采用等离子体质谱法测定;K₂O、TFe₂O₃、Mn、Cr、P、Pb、Zn采用X射

收稿日期:2014-02-26;修订日期:2014-04-03;编辑:陶卫卫

基金项目:山东省章丘市土地质量地球化学评估(基[2008]GZTR03-24)

作者简介:赵西强(1980—),男,山东曹县人,工程师,主要从事生态地球化学调查与评价研究;E-mail:382129295@qq.com

线荧光光谱法分析;As,Hg,Se采取原子荧光光谱法测定;F,pH用离子电极法分析;N,orgC,B,S分别采取酸碱容量法、氧化还原法、发射光谱法及碘量法测定。分析过程采用标准样、密码样、重复样进行质量监控,其结果满足多目标区域地球化学调查规范要求^[3],并通过中国地质调查局专家组验收。

2 结果与讨论

2.1 研究区土壤地球化学背景

土壤地球化学背景值是反映成土母质在表生地球化学环境下,经过人类活动与自然改造后元素在表层土壤中的含量水平与分布状况,其与土壤基准值关系密切,总体上受土壤基准值控制。

参考多目标区域地球化学调查的方法,以表层土壤元素含量的平均值来表征土壤地球化学背景值^①。研究区土壤地球化学背景参数统计见表1。

表1 研究区土壤地球化学背景参数统计

元素	最大值	最小值	均值	标准差	变异系数	土壤背景值 ^[4]
As	14.3	5.6	9.9	1.456	0.146	9.3
B	75.2	22.3	48.8	8.85	0.181	38.6
Cd	0.29	0.053	0.17	0.04	0.236	0.084
Cr	96	45.8	70.8	8.3	0.118	66
Cu	39.5	14.3	26.9	4.2	0.157	24
F	673	381	526	49	0.093	506
Hg	0.114	0.007	0.049	0.022	0.447	0.019
K ₂ O	2.75	1.8	2.27	0.159	0.07	3.04
Mn	801	426	610	63	0.104	644
Mo	0.93	0.3	0.62	0.106	0.171	0.6
N	1965	325	1127	279	0.247	*
Ni	39.5	20	29.7	3.27	0.11	25.8
OrgC	4.18	0.14	2.14	0.68	0.318	0.67
P	1875	170	942	313	0.332	*
Pb	38.6	16.3	27.4	3.7	0.136	25.8
pH	8.54	7.15	7.85	0.23	0.03	7.7
S	554	75	300	84	0.282	*
Se	0.56	0.05	0.29	0.089	0.303	0.13
TF ₂ O ₃	6.26	3.39	4.78	0.496	0.104	3.89
Zn	99.9	45.2	72.6	9.29	0.128	63.5

由表1可见,土壤中元素含量范围变化较小,与山东土壤背景值相比,As,Cr,Cu,F,Mn,Mo,Pb等含量水平接近;orgC,Se,Fe,Zn,B等元素则显著偏高,其中Se平均含量为山东土壤背景值的2.2倍。从变异程度看,除Hg外所有元素变异系数较小(<0.4),说明研究区土壤中元素分布较为均匀。

综合分析,表层土壤有益元素的含量水平较高,而有害元素含量水平略低,因此,研究区土壤有益元素是Se的高背景成为发展特色富硒农产品的重要基础。

2.2 大葱种植区基岩及土壤中元素含量

研究区20件大葱、20件根系土及12件岩石样品元素含量参数统计见表2。

表2 研究区大葱、土壤、岩石中元素平均含量

元素	K ₂ O	N	P	Zn	Cu	Mn	B	Ni
大葱	10220	2630	1523	7.64	3.51	3.32	2.48	0.351
土壤	24185	1109	1229	64.89	25.87	613	53.3	28.05
岩石	11340	-	124	19.86	20.36	539	16.7	8.1
元素	F	Pb	Cr	As	Se	Mo	Cd	Hg
大葱	0.164	0.141	0.209	0.05	0.021	0.013	0.012	4.38
土壤	580	26.83	68.05	9.07	0.321	0.581	0.184	69.25
岩石	265	6.513	6.5	3.95	0.09	0.25	0.04	4.762

注:Hg单位为 10^{-9} ;其余元素为 10^{-6} 。

由表2可知,大葱中含量较高的元素为K₂O,N,P,Zn,Cu,Mn,B。这些元素也是土壤和岩石中含量较高的元素,有力证明地质地球化学背景与大葱的密切关系。大葱中的有益元素主要是从土壤中吸取的,含量大小不完全反映大葱对其需要的程度。研究表明,有些是大葱生长过程中必需的元素,如K,Cu,Zn等,而另一些是由于土壤环境中含量高而被迫摄入的,甚至于还能大量积累。反之,有些元素虽然是大葱生长过程中很必需的,却因其需要量甚微,只在大葱中少量存在。尽管如此,大葱中含量最高的元素,即使是被迫吸收而大量积累的,也会影响大葱的生理过程,促使植株产生变异。而那些丰度小而必需程度高的营养元素,可通过吸收系数与相关性来筛选^[5,6]。

2.3 大葱对元素的吸收系数

大葱对元素的吸收系数表示植株从土壤中摄取元素强烈程度,吸收系数计算公式:

$$K = T_j / S$$

式中: T_j 为元素在j介质中的含量;S为在土壤中的含量;K为吸收率。按大葱对元素的吸收程度的大小,将吸收系数分成4个等级:强烈摄取的元素($K \geq 1$);中等摄取的元素($K \geq 0.1$);弱摄取的元素($K < 0.1$);极弱摄取元素($K < 0.01$)。

由表3可知,大葱强烈摄取的元素为N和P;中

① 赵西强,战金成,王增辉等,山东省典型市县级土地质量地球化学评估报告(章丘市),2013年。

等摄取的元素为 Cu, K₂O 和 Zn; 弱摄取的元素为 B, Cd, Hg, Mo, Ni 和 Se; 极弱摄取的元素为 As, Cr, F, Pb, Mn。

表3 大葱对部分元素的吸收系数

元素	As	B	Cd	Cr	Cu	F	Hg	K ₂ O
吸收系数	0.006	0.047	0.075	0.003	0.14	0.003	0.071	0.423
元素	Mn	Mo	N	Ni	P	Pb	Se	Zn
吸收系数	0.005	0.023	2.43	0.013	1.318	0.005	0.071	0.12

吸收系数包含了大葱对元素需要的程度、摄入量及该元素在土壤中的丰度等含义。一般说,吸收系数较大($K \geq 0.1$)的元素,是大葱从土壤中主选择吸收的组分,为其生理必需元素。但是,吸收系数小的元素,不一定都不是大葱需要的元素。因为尽管某元素为大葱必需,但是由于它在土壤中含有量太高,以致计算出的吸收系数小。这种情况,还可以通过研究其在大葱植株中的含量及相关性等确认。

2.4 营养元素对大葱品质的关系

大葱品质主要包括内质和外观2个方面。外观上的品质差异主要有品种、种植技术决定。而内质方面则取决于大葱中有机成分的含量如总糖、总酸、可溶性固形物、糖酸比、维生素C及粗纤维等指标。通过对大葱中矿物质元素与总糖、总酸、可溶性固形物、糖酸比、维生素C及粗纤维等指标的R型聚类分析(图1),来探讨土壤地球化学背景对大葱品质的影响。

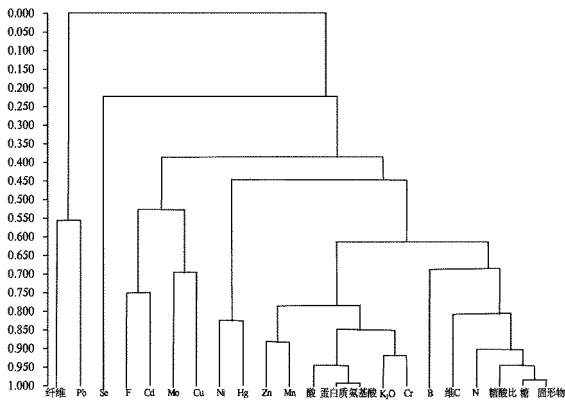


图1 大葱中营养元素与有机成分R型聚类分析图

由图1可知,元素N与总糖、糖酸比和可溶性固形物的相关系数为0.90,元素B与维生素C、糖酸比、总糖及可溶性固形物的相关系数为0.71; K₂O, Cr与蛋白质、氨基酸、总酸的相关系数为0.85; Zn, Mn与蛋白质、氨基酸、总酸的相关系数为0.80;

而Pb与粗纤维的相关系数为0.57。据此,可认为元素N, B和大葱中总糖、糖酸比和可溶性固形物及维生素C关系密切; K₂O, Cr, Zn和Mn与大葱中的蛋白质、氨基酸、总酸关系密切,而元素Pb则和大葱中的粗纤维关系密切。

综上所述,依据大葱中营养元素含量、元素吸收系数及与大葱品质相关性,可选择元素N, K₂O, Zn, B, P, Cu, Mn作为该研究区大葱生长特征营养元素。

2.5 营养元素在岩石-土壤-大葱体系中的运移和平衡

营养元素在岩石-土壤-大葱体系中的运移和转化,是影响大葱生长和品质的基础地球化学因素。元素在岩石-土壤-大葱生态体系中的迁移转化过程较为复杂,通常用元素的吸收系数($X = T/S$)和富集系数($F = S/R$)来表述元素在这一过程中的行为特征^[7]。吸收系数表明大葱对土壤中某一元素的摄取程度,富集系数则为元素从母岩进入土壤后富集或淋漓的程度。根据调查分析取得的地球化学数据,计算大葱各元素的吸收系数和土壤富集系数,绘制研究区大葱对营养元素的吸收曲线和土壤富集曲线(图2)。

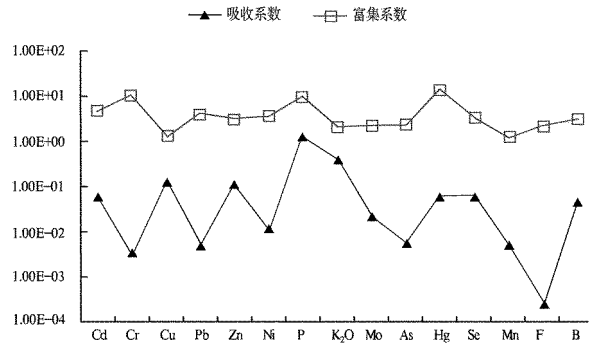


图2 研究区元素的吸收曲线和富集曲线

由图2可以看出:几乎所有元素富集系数 $F > 1$,证明了土壤地球化学元素组成对成土母质的继承性,同时表层土壤中元素在成壤过程中有所富集,其中元素P, K₂O在土壤中的强烈富集显然与农业施肥有关;而元素Pb, Hg, Cr在土壤中的较高的富集水平应引起重视;营养元素的吸收曲线均处于富集曲线的下方表明,在岩石-土壤-大葱这一生态体系中,营养元素在土壤中保持了一定程度的储备和积累,可以为大葱生长供给充分的养分,这也是有利于大葱种植的基本农业地球化学条件。

3 结论

(1)研究区土壤中有益元素 N, P, orgC, Se, B, Zn, Fe 等相比山东土壤背景显著偏高, 而元素 As, Pb, Mo, Cr, Mn 略低或接近山东土壤背景值。

(2)大葱对营养元素的吸收具有显著差异性, N, P, Cu, K₂O, Zn 为大葱从土壤中主选吸收的组分, 是大葱生长的必需生理元素。

(3)通过对大葱吸收系数及大葱品质相关的营养元素研究, 认为 N, K₂O, Zn, B, P, Cu, Mn 作为该研究区大葱生长特征营养元素。

(4)研究区土壤中有害元素 Pb, Hg, Cd 呈现出的富集性是值得关注的土壤环境问题。

Study on Agricultural Geochemistry of Characteristic Elements of Green Onion Plantation in Zhangqiu Area

ZHAO Xiqiang, WANG Cunlong, WANG Hongjin

(Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Based on agricultural geochemistry survey of green onions plantation field in Zhangqiu area, collecting the samples of topsoil, green onions, root soil and representative outcropped rocks, contents of major elements and nutrients have been tested, and geochemical background of soil in studying area has been identified. Through calculation of absorption coefficient and correlation analysis between green onion varieties and nutrients, it is showed that N, K₂O, Zn, B, P, Cu, Mn are the specific nutrient elements. Through analyzing the migration and mass balance of nutrient elements in rock - soil - green onion ecologic system, it is found that certain reserve and accumulation of nutrient elements in soil will provide beneficial geochemical environment for the growth of green onion.

Key words: Green onion in Zhangqiu; characteristic elements; absorption coefficient; agricultural geochemistry

参考文献:

- [1] 朱立新. 农业地球化学的研究进展及近期的主要任务[J]. 地质科技情报, 1994, 13(3): 63 - 68.
- [2] 王存龙, 王增辉, 郑伟军, 等. 章丘市富硒土壤环境对大葱品质的影响[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(27): 16577 - 16580.
- [3] 中国地质调查局. 多目标区域地球化学调查规范(DD2005 - 01)[S].
- [4] 万广华. 山东土壤[M]. 北京: 中国农业科学出版社, 1994.
- [5] 刘慧, 常向阳, 付善明, 等. 广东阳春双滘原产地产品沙姜的特征元素[J]. 土壤, 2011, 43(2): 317.
- [6] 陈德兴, 胡国俊, 柯爱荣. 湖北省优质柑桔地质-地球化学背景[J]. 地球科学, 1994, 19(3): 364 - 374.
- [7] 叶荣, 李蔚萍. 桂东南荔枝生长营养元素农业地球化学研究[J]. 地学前缘, 2006, 13(1): 119 - 127.