

河北昌黎县葡萄种植区农业地球化学特征

程立群,王金朵,刘剑波,张 勃

(河北省地矿局秦皇岛矿产水文工程地质大队,秦皇岛 066001)

摘 要: 本文在充分收集、整理分析昌黎县葡萄种植区内地质、水文、化探及农业生态方面资料的基础上,通过对种植区内的成土母岩、成土母质、耕种土、葡萄植株进行系统取样分析,研究了该区土壤肥力、土壤环境的地球化学特征以及矿物质元素在岩石-土壤-葡萄植株系统中的迁移、转化规律。研究结果显示:昌黎县葡萄种植区内土质优良,各元素含量适中,土壤绿色无污染,土壤中的化学成分组合和分布对花岗岩具有明显的继承性和依赖性,P、Ca、Cu、Mg、Mo、Zn、B、Mn、Se、K等元素是葡萄在生长过程中需要从土壤中大量吸收的营养元素。

关键词: 河北昌黎;葡萄;地球化学;营养元素

中图分类号: P593

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2015)01-0063-04

昌黎县位于河北省东部,地处燕山脚下、渤海之滨,自然资源十分丰富,由山丘、平原、浅海构成了多类型的自然资源结构。全县平原面积占总面积的90.4%,拥有耕地94万亩,是河北省果树生产重点县之一,素有“花果之乡”的美称。作为中国第一瓶干红葡萄酒诞生地^[1],昌黎县已经具有400多年的葡萄栽培历史。尤其是自20世纪70年代末从国外引进优质酿酒葡萄新品种^[2]以后,该县的葡萄种植产业有了长足的发展。2002年“昌黎葡萄酒”成为我国第一个获得原产地域保护的葡萄酒产品^[3]。截止到2013年,全县葡萄栽培面积5.1万亩,其中鲜食葡萄1.5万亩,酿酒葡萄3.6万亩,常年产量10万吨^[4]。现已成为我国县级区域内面积最大、产量最多、品质最好的干红酒葡萄基地。

近年来,当地果农为了增加葡萄产量盲目扩大种植面积,造成该地区葡萄产量增加而品质却有所下降。虽然当地一些学者专家做了一些研究工作,但大多数局限于对其品种、栽培技术、农药、化肥、土壤养分等^[5-8]方面的研究。本文从地学角度出发,对昌黎县葡萄种植区内的成土母岩、土壤、葡萄枝条进行系统取样分析,总结区内元素地球化学特征和研究P、K、Ca、Mg、Fe等矿质

营养元素在成土母岩-土壤-作物之间的迁移、富集过程。

1 成土母岩类型及地球化学特征

昌黎县葡萄种植区主要分布在昌黎岩体的南边部,地表出露岩石类型比较简单(图1),为燕山早期花岗岩。岩石呈灰白色、浅肉红色,中细粒花岗结构,块状构造,主要矿物成分以石英(30%)、钾长石(35%)和斜长石(30%)为主,少量角闪石、云母零散分布于长石中,约占5%左右。

本次研究在十里铺-五里营附近岩体周围采集了4件代表性成土母岩(基岩)样品,样品采自新鲜

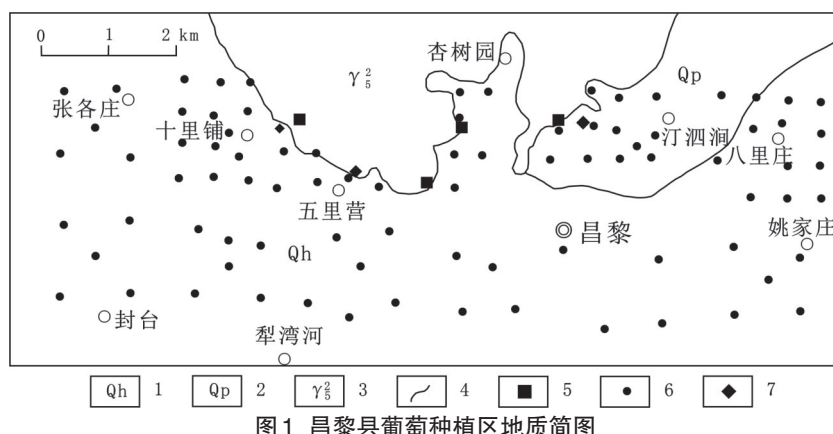


Fig.1 Geological sketch map of the grape planting zone in Changli County
1.全新统洪积、冲洪积; 2.更新统残坡积; 3.燕山期花岗岩; 4.地质界线;
5.基岩样品; 6.土壤样品; 7.葡萄植株样品

收稿日期:2014-08-11

资助项目:河北省地质勘查专项资金项目:秦皇岛市昌黎县葡萄产区农业生态地质条件调查(200341)

作者简介:程立群(1981-),男,工程师,2005年毕业于石家庄经济学院资源勘查工程专业,主要研究方向为矿产及农业地质,
Email:qhdchengliqun@163.com。

基岩,以采样点为中心,在周围5 m范围内按“梅花”状采取3~5块直径3~4 cm的基岩岩块组合成一个样品。送交河北省地矿局廊坊物探实验室进行岩石化学、微量元素分析。由表1可知,成土母岩的SiO₂含量平均为71.12%、K₂O为4.78%、Na₂O为5.05%、CaO为2.39%、Al₂O₃为12.73%,表现出高硅碱、低钙铝的特征。

由表2可知,成土母岩微量元素中除Pb明显高于地壳丰度值外,Ni、Co、Mo、Cu、Zn、As、Cr等元素含量接近或低于地壳丰度值;岩体中大部分稀土元素含量明显高于地壳丰度值,只有Eu、Dy、Ho等三种元素略低于或接近地壳丰度值。有关研究表明^[9-10],在农业上,稀土元素对植物种子的萌发和根的生长有特殊的效应,在适当浓度的稀土作用下,植物体内的生长素,赤霉素,细胞分裂素等激素的含量均有不同程度的增加,能促进植物对氮、磷等养分的吸收,运转,利用,并减少土壤中氮素损失。长期反复试验和推广应用证明^[11],适当施用稀土化合物可明显提高葡萄产量和品质。

2 土壤地球化学特征

农业地球化学主要研究的是元素在成土母质和土壤中的迁移、集散特征^[12]。大量研究表明,对生物具有重要影响作用的元素主要有C、H、O、P、K、Ca、Mg、Fe等16种必须营养元素和Pb、As、Cr、Hg、Cd等有害元素。而这些元素中除C、H、O主要从大气中获得外,其余元素主要由根系从土壤中吸取。成土母质介于成土母岩(基岩)和土壤之间,对元素的运移起着承上启下的作用。因此,本次研究在昌黎县葡萄种植区内分别对成土母质和葡萄耕种土进行了取样分析,共计采取样品85件。

(1)从图2可知,P、Mg、Cu、Mo、Ni、As、Cr等元素在成土母质(风化带)中的含量明显大于成土母岩(花岗岩)中的含量,说明这7种元素在成土母岩风化形成土壤过程中发生了富集作用。耕种土中除P(施肥所致)、Cu(葡萄叶面喷施硫酸铜)、Hg(表生带风化产物再沉积作用)元素含量明显高于成土母质外,其余元素含量接近或低于成土母质,二者的元素含量曲线靠的很近,说明土壤中的

化学成分对母岩具有明显的继承性和依赖性。

(2)从表3中可知,各元素在耕种土和成土母质中的含量变化系数相差十分明显:成土母质中各元素变化系数均较大,大部分元素变化系数超过20%,Hg、Fe元素变化系数甚至超过45%,仅Mo、Na、Cd变化系数小于15%,这反映了自然背景条件下元素分布的不均匀性特征;而耕种土元素变化系数均较小,变化系数最大的P也仅为1.09,其余元素变化系数均小于1,这表明昌黎区表层土壤熟化程度较高。

(3)耕种土中,生物必须营养元素N、P、K、Cu、Mo高于区域背景值,其余元素均低于或接近背景

表1 昌黎县葡萄种植区成土母岩岩石化学分析表
Table1 Rock chemical analysis for the soil forming rock in the grape planting zone in Changli County

样品编号(%)	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	MnO
PT-JY1	69.38	3.88	4.50	2.64	3.12	1.90	2.60	0.04
PT-JY2	69.24	5.80	5.01	2.73	3.88	0.48	2.06	0.03
PT-JY3	73.72	4.32	4.65	3.18	1.42	0.41	2.00	0.04
PT-JY4	72.12	5.12	6.04	2.68	1.13	0.21	2.19	0.03
平均	71.12	4.78	5.05	2.81	2.39	0.75	2.21	0.04

注:测试单位为河北省地矿局廊坊物探实验室

表2 成土母岩微量元素及稀土元素分析表
Table 2 Trace and rare earth element analysis for the soil forming rock

微量元素	元素	Ni	Co	Mo	Pb	Cu	Zn	As	Cr
(×10 ⁻⁶)	平均值	2.9	24.0	0.39	20.5	9.4	51.5	1.3	13.0
	地壳丰度	59.00	27.00	0.80	11.00	27.00	72.00	2.50	135.00
稀土元素	元素	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb
(×10 ⁻⁶)	平均值	42.25	84.23	9.13	35.23	5.02	0.37	4.10	0.64
	地壳丰度	20.00	43	4.90	20.00	3.90	1.10	3.70	0.60
	元素	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	
	平均值	3.60	0.79	2.32	0.40	2.55	0.38	21.30	
	地壳丰度	3.60	0.77	2.10	0.28	1.90	0.30	19.00	

注:测试单位为河北省地矿局廊坊物探实验室

地壳丰度值引自Rudnick and Gao(2003)

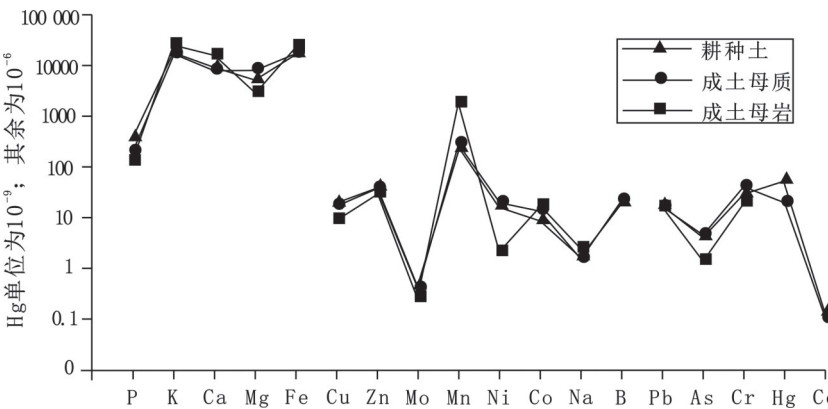


图2 不同层位土壤与成土母岩元素对比图
Fig.2 Comparison of the different soil positions and elements in the soil forming rock

表3 土壤、成土母质元素特征表
Table 3 The elements characteristic of the soil and parent rocks

元素		耕种土		成土母质		区域	土壤环境质量标准		
		均值	变化系数	均值	变化系数	背景值	一级	二级	三级
必须营养元素	N	729.8	0.44	537.6	26.41	440.00*			
	P	565.0	1.09	292.9	20.09	547.00			
	K	2.4	0.12	2.2	15.66	2.01			
	Fe	2.1	0.20	2.3	45.58	3.22			
	Mn	353.8	0.26	436.5	27.31	680.00			
	Cu	26.3	0.35	23.8	21.61	22.00	35	100	400
	Zn	55.7	0.19	56.3	24.87	68.00	100	250	500
	Mo	0.6	0.16	0.6	14.39	0.52			
	B	27.6	0.23	32.1	25.00	48.00*			
	Mg	0.7	0.25	0.9	35.04	1.26			
	Ca	0.9	0.25	0.9	15.91	3.38			
非必须有益元素	Cl	79.0	0.23	70.3	15.40	83.00			
	Co	9.2	0.22	11.6	26.01	13.00			
	Na	1.9	0.13	1.8	13.85	1.19			
	Ni	20.7	0.23	27.1	30.24	31.20	40	50	200
有害元素	Se	0.24	0.35	0.2	16.81	0.16			
	Cr	45.6	0.26	60.0	32.26	71.00	90	200	300
	Cd	0.1	0.55	0.1	14.58	0.09	0.20	0.30	1.00
	Pb	21.4	0.18	20.8	20.52	23.00	35	300	500
	As	6.0	0.27	6.5	23.30	12.00	15	30	40
	Hg	0.1	0.76	0.029	47.99	0.05	0.15	0.50	1.50

注：区域背景值源于《中国东部地壳与岩石的化学组成》^[13]；“*”引自《应用地球化学元素丰度数据手册》^[14]；单位Fe、Ca、Mg、K为%，其余为10⁻⁶。

值；非必须但有益元素中只有Se元素略高于背景值，其余元素含量均低于背景值；有害元素中只有Hg略高于背景值，远低于《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)中规定的一级土壤含量标准，其余各指示元素也均低于相关规定。可以说，本区土质优良，各元素含量适中，为葡萄的高产、优质提供了重要保障。

3 农业地球化学特征

矿物质元素在岩石－土壤－葡萄植株系统中的迁移和转化，是影响葡萄生长和品质的基础地球化学制约因素，其行为特征可用元素的吸收系数和富集系数来表述。

富集系数(F)为母岩进入土壤后富集或淋滤程度，可利用下列公式来计算：

F=S/R

R是元素在岩石中的含量；S是元素在土壤中的含量。

根据图3吸收曲线和富集曲线图，可将本区的元素按富集系数的大小分为三类：

- I. 土壤强烈富集的元素(F≥5)为Ni。
- II. 土壤富集的元素(F≥1)为As、P、Cu、Mg、Mo、

Se、Si、Zn、Pb。
III. 土壤淋溶的元素(F<1)为B、K、Fe、Ca、Co、Mn。

研究区内大部分元素富集系数F≥1，再次证明了土壤化学成分对母岩的继承性；而K、Fe、Ca、Co、Mn等元素富集系数F<1，这与花岗岩中这些元素本身含量较高有关。

为了研究葡萄植株从土壤中摄取矿物质的强烈程度，本次采集有代表性的同一品种的2~5年生葡萄枝条样品3件，利用下列公式计算葡萄对各元素的吸收系数(X)：

X=T/S

T为元素在葡萄枝条中的含量，S为元素在相对应土壤中的含量。

根据图3吸收曲线和富集曲线图，将本区的元素按吸收系数

的大小分为三类：

- I. 葡萄强烈摄取的元素(X≥1)为P、Ca。
- II. 葡萄中等摄取的元素(X≥0.1)为Cu、Mg、Mo、Zn、B、Mn、Se、K、Si。
- III. 葡萄微弱摄取的元素(X≥0.01)为Ni、Pb、Co、As、Fe。

一般来说，吸收系数≥0.1的元素是葡萄主动从土壤中摄取的，它反映了葡萄在生长过程中需要从土壤及成土母岩中大量吸收这些元素，是其生理必须元素。因此，昌黎县葡萄植株吸收强度系数属于I、II级的元素：P、Ca、Cu、Mg、Mo、Zn、B、Mn、Se、K可被认定为影响昌黎县葡萄生长的营养元素，适当补充研究区内土壤中的P、Ca、Cu、Mg、Mo、Zn、B、Mn、Se、K等营养元素的有效态含量，对促进葡萄的生长，避免土壤退化具有重要作用。而Si元素虽然吸收系数超过了0.1，但是其本身在土壤中的含量就很高，达到了36.66%，很可能是由于土壤环境中含量较高而被迫吸收的。所以，本次研究并未将Si认定为葡萄生长的营养元素。

从图3中还发现，除了Ca、Mn之外，大部分元素吸收系数曲线处于富集系数曲线之下。这表明，在岩石－土壤－葡萄植株这一生态系统中，大部分矿

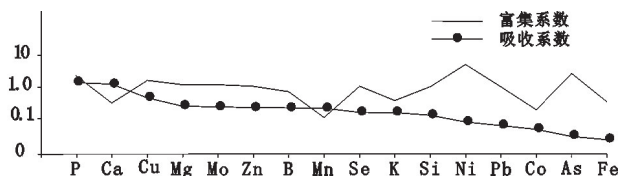


图3 研究区各元素吸收曲线和富集曲线图

Fig.3 Absorption and enrichment curves

物质元素在土壤中保持了一定的储备和积累,可以供给葡萄生长以充足的营养物质,这也是本区有利于葡萄生长的基本地球化学条件。

4 结论

(1)昌黎县葡萄种植区的成土母岩主要是燕山期花岗岩,它提供了葡萄生长、发育所需要的大部分物质来源。该岩体具有 SiO_2 、 K_2O 、 Na_2O 含量高, CaO 、 Al_2O_3 及大部分微量元素含量接近或低于区域背景值,富含稀土元素的特点。

(2)研究区内 Ni、As、P、Cu、Mg、Mo、Se、Si、Zn、Pb 等元素的富集系数 $F \geq 1$,说明土壤中的化学成分组合和分布对花岗岩具有明显的继承性和依赖性。

(3)耕种土中,生物必须营养元素 N、P、K、Cu、Mo 高于区域背景值,而 Cd、Pb、As、Hg 等有害元素含量明显低于一级土壤含量标准。表明昌黎葡萄产地土质优良,各元素含量适中,土壤绿色无污染。

(4)本次研究表明,P、Ca、Cu、Mg、Mo、Zn、B、Mn、Se、K 等元素的吸收系数大于等于 0.1,说明这些元素是葡萄在生长过程中需要从土壤中大量吸收的营养元

素。因此,为了保持昌黎葡萄的优良品质,相关农业部门在日常生产中要密切关注这些营养元素的动态变化,及时补充主要营养元素尤其是 P、Ca 的有效态含量。

参考文献:

- [1] 马静宇,赵佳娜,金大伟,等.昌黎葡萄酒业品牌营销分析[J].河北科技师范学院学报,2009,8(2):32-36.
- [2] 侯玉梅,王利国,鲁聚欣,等.昌黎葡萄生产现状及其经营战略的研究[J].经济研究导刊,2011,113(3):207-208.
- [3] 陈立峰.昌黎葡萄酒地理标志产品保护的问题与对策[J].中国商贸,2009,4(b):156-157.
- [4] 昌黎县情概况[EB/OL]. [2013-05-03]. http://www.clxzf.gov.cn/zfzreadnews.php?news_id=3323.
- [5] 薛丽霞,胡云峰,李喜宏,等.不同立地条件玫瑰香葡萄酒品质的比较研究[J].食品科技,2007,(11):77-79.
- [6] 王探魁,张丽娟,冯万忠,等.河北省葡萄主产区施肥现状调查分析与研究[J].北方园艺,2011,(13):5-9.
- [7] 刘俊,李敬川,王秀芬.河北省葡萄栽培历史、种植资源及现状分析[J].河北林业科技,2010,(5):23-26.
- [8] 尹兴,吉艳芝,倪玉雪,等.河北省葡萄主产区土壤养分丰缺状况[J].中国农业科学,2013,46(10):2067-2075.
- [9] 俞尧生,胡新春.稀土肥料在几种作物上的施用效果[J].浙江农业科学,1995,(4):177-179.
- [10] 胡勤海,叶兆杰.稀土元素的植物效应[J].植物生理学通讯,1996,32(4):296-300.
- [11] 黄品湖,郭秀珠,雷海清.稀土肥料在葡萄上的应用效果[J].浙江农业科学,2006,(5):508-509.
- [12] 童潜明.农业化学和地球化学与农业地质的几个问题[J].国土资源科技管理,2004,21(6):85-88.
- [13] 鄯明才,迟清华.中国东部地壳与岩石的化学组成[M].北京:科学出版社,1997.
- [14] 迟清华,鄯明才.应用地球化学元素丰度数据手册[M].北京:地质出版社,2009.

Agriculture Geochemistry Characteristic of the Grape Planting Aera in the Changli, Hebei Province

CHENG Li-qun,WANG Jin-duo,LIU Jian-bo,ZHANG Bo

(Qinhuangdao Mineral, Hydrogeology and Engineering Geological Team of Heibei Department of Geology and Mineral Industries, Qinhuangdao 066001,China)

Abstract: Based on the full collection and analysis on the information of geology, hydrology, geochemistry and ecology of agriculture, by systematic sampling and analysis on the soil mother rock, parent material, farming soil and grape plants of viticulture area in Changli County, the study focused on the geochemical characteristics of the soil fertility and environment, the migration and transformation of mineral elements in the rock-soil-grape plant system. It shows that the study area is of well soil quality and moderate element content. The soil is without pollution and the combination and distribution of chemical composition in it has apparent inheritance and dependence to the granite. P, Ca, Cu, Mg, Mo, Zn, B, Mn, Se, K and other elements are substantial nutrient elements required in the growth process of grapes from the soil.

Key words: Changli Hebei; grape; geochemistry; nutrient elements