

海河流域植物硫素含量特征的研究*

林舜华 黄银晓 蒋高明 韩荣庄 高雷明

(中国科学院植物研究所, 北京, 100044)

S154.4

A

摘要 本文研究了海河流域各类植物硫元素含量特征及与土壤硫素的关系。结果表明:海河流域植物全硫含量平均值为0.232%,为正常含量的下限值,与我国南、北方一些地区比较属中等水平,其中栽培植物略高于野生植物。植物硫含量范围差别悬殊,最大值可为最小值的26倍,以沿大城市的水系和地区的植物含硫量高。海河流域的土壤全硫含量平均值为0.043%(指耕地和天然植被的土壤),为正常土壤含量的中上水平,植物硫元素含量与土壤硫含量和有机质含量呈正相关趋势。

关键词: 植物硫含量特征, 土壤硫含量, 栽培植物, 野生植物, 海河流域。

植物

土壤

植物元素的化学特征,是生物地球化学的重要内容,它能较好地反映和揭示生境条件;同时也是植物长期历史演化的结果,对于揭示植物种的形成及演化都有重要意义。

硫是一切作物(植物)不可缺少的元素,它是蛋白质成分的构成元素,而且与叶绿素的形成也有关联。在作物体内,硫除以硫酸盐存在外,它也含在挥发性物质和维生素中,因此硫被公认为地球生命支持系统主要构成元素之一。在农业生产中,硫与碳、氮、磷的含量对粮食产量起着决定性作用。然而过多的硫对植物的生理功能和生长发育也有明显的危害,如大气中的SO₂对作物(植物)的危害是全世界所公认的主要公害之一。

硫在农业上的重要意义日益受到人们的重视,我国很早就有在农田施用硫肥的经验,并提出测定植株的含硫量是一个鉴定土壤养分水平的途径之一。一般认为我国南方缺硫,而北方主要是硫过多的问题^[1]。由于海河流域是我国农业发展中的一个重要基地,因此从植物的角度探明对粮食产量起决定作用的硫(还有碳、氮、磷)的状况是十分必要的,它可揭示土壤养分水平现状、土壤资源潜力和农业发展限度,且对于提高农业生产水平有一定的指导作用;在理论上对于了解硫在植物-土壤系统中的循环也有重要意义。

1 海河流域的自然概况和植被特征

海河流域位于东经112°00'—118°30',北纬35°00'—41°30'。气候属温带大陆性季风型,平均气温0—14℃,最冷月(1月)平均温度-16℃,最热月(7月)平均温度23.5℃,≥10℃积温1622—4600℃,年雨量300—950mm,平原地区500—700mm,其中80%集中在7—8月,无霜期70—220d。流域汇集了蓟运河、潮白河、永定河、大清河、滹沱河、漳卫河6大水系,面积达26万km²。跨越河北、河南、山东、山西、内蒙古5省区和北京、天津2市。土壤类型十分复杂,有棕壤、草甸土、褐土、潮土、盐土、沙土、沼泽土和水稻土等。

* 中国科学院“七·五”重大项目资助的课题。

收稿日期:1993 02 28,修改稿收到日期:1993 08 13。

植被属暖温带落叶阔叶林区,分布以栎类为主的暖温带落叶阔叶林和油松为主的针叶林,局部地区有盐生草甸和盐生植被;流域区为我国农业发展的一个重要基地,农作物为一年两熟和二年三熟,主要作物有玉米、高粱、谷子、大豆、花生、棉花等,其中玉米大面积分布。村庄周围和部分丘陵地区种植枣、杏、梨、核桃、苹果等果树。

1988至1989年两年中,分别在海河流域的河北省(31个采样点)、山西省(25个点)、天津(9个点)、山东省(7个点)、河南省(4个点)、北京(6个点)等省市、共82个采样点。采集植物分析样品424个(其中栽培植物342个、野生植物82个)、土壤样品151个,上述样品均进行C、N、S、P全量的分析。本文主要是报道硫元素的研究结果。

2 研究结果

2.1 海河流域植物硫素含量特征

供分析的样品包括61种植物,其中栽培植物21种;野生植物40种。栽培植物中粮食作物7种、经济作物6种、蔬菜类3种、水果类5种。野生植物中、阔叶树14种、草本植物15种,其他如针叶树、灌木半灌木、水生植物及蕨类植物各3—4种。采集栽培植物的根、茎、叶、果和野生植物的茎、叶等部位样品;土壤样品采0—10cm和10—20cm两土层,上述样品风干后、粉碎、过筛备用。植物土壤样品经过酸消化变成溶液后,用硫酸钡比浊法进行测定。现选择该流域一些有代表性的植物的分析结果列于表1。

从133个植物样品(表1)分析的结果表明,海河流域的农作物叶含量范围在0.013%—1.05%、茎含量0—0.853%、果实含量0—0.398%、根含量0—0.327%,各器官硫含量的平均值是叶0.230%、茎0.199%、根0.148%、果0.078%,其大小顺序是叶>茎>根>果。野生植物叶硫含量范围0.037%—0.781%、茎0.020%—0.053%,其含量平均值分别为0.234%和0.045%。从上述的数字看出,农作物的叶和野生植物的叶含硫量接近,但前者的根、茎、果含硫量却比较高,总的看来栽培植物含硫量要比野生植物高。前人资料报道植物组织中全硫含量占干物质的0.2%—0.5%^[2],而海河流域各类植物全硫含量范围0.046%—1.23%,平均含量为0.232%。对比前人的资料可以看出,海河流域各植物全硫含量为正常值的下限,但其含量范围却差别悬殊,最大值(垂柳)为最小值(沙果)的26.7倍,这与海河流域跨越我国南北5省,其土壤及其他环境条件十分复杂有关。

野生植物含硫量与我国南、北方非污染地区植物进行比较看出,海河流域植物全硫含量比北京、陕西农村、天津盘山^[3]略低,但高于广州和太白山植物,处于中等水平(表2),接近于本流域植物全硫含量的平均值。总的看来海河流域野生植物含硫量居中等水平,但少数偏低。

国内外对农作物含硫量都有过报道,不同作物需要的总硫量决定于植物的生产量和作物类型。一般认为有机物质产量高的作物如甘蔗、玉米,需要较多的硫;含蛋白质高的苜蓿、三叶草特别是十字花科植物也需要较多的硫,因此油菜需要的硫约高于谷类植物的3倍左右,它们的含硫量顺序是十字花科>豆科>禾本科。我国南方地区植物各科硫含量的范围是十字花科0.35%—0.92%;豆科0.23%—0.27%;禾本科0.11%—0.20%^[1]。海河流域各科植物含量范围(指植物地上部分平均含量,下同)是:十字花科0.088%—0.906%、豆科0.145%—0.497%、禾本科0.074%—0.244%,这与国内外研究结果很近似,但其含量范围的下限值都偏低,说明本流域植物含硫量变化幅度很大。此列出一些植物含硫的临界值与海河流域植物含硫量,由此可以看出,流域区内植物含硫量大多靠近临界值^[6],但有高有低。

表 1 海河流域主要植物全硫含量
Table 1 The content of total sulphur of main plant in HaiHe River basin

植物种 Plant species	根 Root			茎 Stem			叶 Leaf			果 Fruit		
	No. of samples 样品数	Range 范围 (%)	Mean and standard deviation 平均数 (%) 变异系数 标准差 (%)	No. of samples 样品数	Range 范围 (%)	Mean and standard deviation 平均数 (%) 变异系数 标准差 (%)	No. of samples 样品数	Range 范围 (%)	Mean and standard deviation 平均数 (%) 变异系数 标准差 (%)	No. of samples 样品数	Range 范围 (%)	Mean and standard deviation 平均数 (%) 变异系数 标准差 (%)
玉米	27	0.008—0.327	0.097 0.073 74.818 33	0—0.460	0.077 0.084 108.615 36	0.051—0.520	0.153 0.099 64.844 20	0—0.341	0.041 0.074 180.027			
高粱	7	0.048—0.167	0.098 0.049 48.79 11	0.012—0.188	0.080 0.052 65.10 11	0.013—0.366	0.113 0.101 89.083 6	0—0.062	0.03 0.027 90.012			
谷子	8	0—0.215	0.127 0.066 52.278			0.024—0.156	0.095 0.043 45.562 7	0.011—0.130	0.081 0.048 58.829			
小荳	2	0.165—0.183	0.174 0.013 7.315			0.136—0.151	0.144 0.011 7.366 2	0.039—0.073	0.056 0.024 42.931			
白薯						0.175—0.243	0.207 0.028 13.48 4	0.044—0.051	0.047 0.003 6.264			
大豆	16	0.004—0.259	0.098 0.051 62.635 15	0.022—0.311	0.140 0.092 65.621 19	0.040—0.829	0.195 0.172 87.502 6	0.093—0.215	0.143 0.042 29.423			
花生	3	0.180—0.321	0.237 0.074 31.254			0.170—0.431	0.265 0.143 53.869 3	0.029—0.143	0.078 0.059 75.033			
棉花	10	0.020—0.107	0.069 0.025 36.144 9	0.048—0.281	0.169 0.095 55.992 15	0.090—1.05	0.485 0.262 54.039 8	0.120—0.398	0.275 0.095 34.461			
向日葵	2	0.064—0.125	0.095 0.043 45.404 2	0.296—0.853	0.575 0.394 68.497 3	0.248—0.603	0.418 0.178 42.568					
马铃薯	2	0.117—0.141	0.129 0.017 13.155 2	0.263—0.497	0.380 0.165 43.543 2	0.239—0.658	0.402 0.225 55.885					
油菜						0.784—0.906	0.845 0.086 10.209					
芦苇						0.037—0.396	0.216 0.158 73.180					
苔草						0.105—0.110	0.108 0.004 3.274					
早柳						0.117—0.557	0.334 0.162 48.402					
小叶杨						0.020—0.053	0.037 0.023 63.066 3					
加杨						0.098—0.781	0.360 0.318 88.26 5					
刺槐						0.043—0.044	0.001 1.607 3					
臭椿						0.075—0.113	0.094 0.027 28.585 2					
油松						0.040—0.200	0.105 0.069 65.691 4					

玉米 *Zea mays* L. 高粱 *Sorghum vulgare* Pers. 谷子 *Panicum miliaceum* L. 水稻 *Oryza sativa* L.
 小麦 *Triticum aestivum* L. 白薯 *Ipomoea batatas* (L.) Lam. 大豆 *Glycine max* (L.) Merr. 花生 *Arachis hypogaea* L.
 棉花 *Gossypium hirsutum* L. 向日葵 *Helianthus annuus* L. 马铃薯 *Solanum tuberosum* L. 油菜 *Brassica juncea* (L.) Czern et Coss.
 芦苇 *Phragmites communis* Trin. 苔草 *C. sp* 早柳 *Salix matsudana* Koidz. 小叶杨 *P. simonii* Carr.
 加杨 *P. canadensis* Moench. 刺槐 *Robinia pseudoacacia* L. 臭椿 *Ailanthus altissima* (Mill) Swingle 油松 *Pinus tabulaeformis* Carr.

表 2 各地区野生植物含硫量比较
Table 2 The comparison of sulphur content of wild plant in different region

地区 Region	植物种数(个) Plant species	全硫含量 Total S content
太白山 Tai Ba Shan	29	0.172%
广州 Guangzhou	16	0.175%
海河流域 Haihe River basin	40	0.234%
北京 Beijing	32	0.291%
陕西农村 Countryside in Shanxi	16	0.341%
天津盘山 Tianjin Panshan	27	0.264%

表 3 植物含硫的临界值与海河流域植物含硫量比较

Table 3 The sulphur critical value of plant in comparison with plant sulphur content in Haihe River basin

植物部位 Plant organ	植物种 Plant species	含硫临界值 Total S critical value	海河流域植物含硫量 Total S content in HaiHe
全株 Plant	棉花 Cotton	0.18%	0.25%
全株 Plant	大、小麦 Barley、Wheat	0.15%	0.125%
叶片 Leaf	大豆 Soybean	0.18%	0.196%
叶片 Leaf	花生 Peanut	0.135%	0.266%
叶片 Leaf	玉米 Maize	0.20%	0.153%
茎 Stem	水稻 Rice	0.084%	0.137%

表 4 比较了中国南方和海河流域植物的含硫量,从表 4 中看出,我国南方作物含硫量与海河流域植物相比较各有高低,但总的看来要比海河流域高些,很可能与南方农田施肥有关;与北方的陕西省比较,海河流域的农作物与果树含硫量也有些偏低。

表 4 不同地区作物含硫量比较
Table 4 The comparison of crop sulphur content in different region

作物名称 Crop names	中国南方 The south of China				海河流域 HaiHe River basin				
	果实 Fruit		茎秆 Stem+Leaf		果实 Fruit		茎秆 Stem+Leaf		
	样品数 NO. of samples	平均含硫量 Mean S	样品数	平均含硫量	样品数 NO. of samples	平均含硫量 Mean S	样品数	平均含硫量	
禾本科 The grass family	水稻 Rice	20	0.157%	20	0.189%	1	0.035%	1	0.137%
	小麦 Wheat	5	0.163%	5	0.123%	2	0.056%	2	0.144%
	玉米 Maize	—	—	5	0.203%	20	0.041%	36	0.110%
豆科 The pulse family	大豆 Soybean	2	0.368%	6	0.227%	6	0.143%	19	0.168%
	花生 Peanut	6	0.261%	14	0.226%	3	0.078%	3	0.266%
十字花科 The mustard family	油菜 Rape	2	0.890%	2	0.348%	—	—	2	0.845%
	苹果 Apple	陕西省 ShanXi		0.481%	海河流域 HaiHe		0.121%		
	玉米 Maize	陕西省 ShanXi		0.385%	海河流域 HaiHe		0.153%		

海河流域各类型植物全硫含量的特点,见表 5。从表 5 看出,栽培植物中的粮食作物无论从根系或地上部分含硫量都比较低,以蔬菜类地上和地下部分含量最高,经济作物地上部及地下部的含量均很高,其次为水果类。植物地上部各器官含量顺序为叶>茎>果;从野生植物看,其含硫量顺序是灌木、半灌木>水生植物>阔叶树>草本植物>蕨类、苔藓>针叶树。表 5 中 10 类植物平均含硫量顺序是:蔬菜类(0.441%)、灌木半灌木(0.371%)、水生植物(0.351%)、经济作物(0.268%)、阔叶树(0.230%)、草本植物(0.167%)、粮食作物(0.116%)蕨类植物(0.097%)、水果类(0.092%)、针叶树(0.080%)。上述情况看出栽培植物中以蔬菜类的含量最高,经济作物也较高,明显地突出了十字花科含硫量高的特点;野生植物中以灌木、半灌木及水生植物含量为高,针叶树含量最低。

表5 海河流域各类植物全硫含量比较(平均值)
Table 5 The comparison of total sulphur content of different plant in Haihe River basin(Average)

植物类别 Plant kind	全硫含量范围 Content range of total S			
	根 Root	秸秆 Stem+Leaf	果实 Fruit	
栽培植物 Cultivated plants	粮食作物 Grain crops	0.097%—0.195%	0.077%—0.244%	0.030%—0.081%
	经济作物 Economic crops	0.029%—0.237%	0.142%—0.575%	0.055%—0.275%
	蔬菜类 Vegetables	0.129%—0.315%	0.088%—0.845%	
	水果类 Fruit		0.004%—0.326%	0.024%—0.164%
野生植物 Wild plants	阔叶树 Broadleaf tree		0.018%—1.23%	
	针叶树 Coniferous tree		0.021%—0.119%	
	灌木半灌木 Shrubs and semi-shrubs		0.071%—0.285%	
	草本植物 Herb	0.050%—0.067%	0.051%—0.596%	0.188%
	水生植物 Hydrophyte		0.364%—0.337%	
	蕨类苔藓植物 Pteridophyte and Bryophyte		0.057%—0.140%	

2.2 海河流域各水系的植物硫含量差异

分别以海河流域分布较广泛的玉米、大豆为例,比较各水系和各地区植物硫含量的差异,可以看出玉米含硫量以分布在大清河为最高,其次为永定河、子牙河的含量也较高;大豆以分布在永定河含硫量最高,其次为大清河。两者都以分布在滹沱河和潮白河含硫量低,特别在潮白河的更低(见图1)。并可看出玉米和大豆含硫量的地域分布规律基本相同。植物含硫量高的所在水系主要都座落在天津、河北、北京等大城市,都属大气中含SO₂较高的地区;再比较海河流域南、北各省市玉米和大豆的含硫量,也以大城市北京和天津的植物含硫量高些,山东省也较高,因此不管是以各水系或以各省市为例子进行比较,其结论都是沿大城市的水系和地区的植物其含硫量偏高。据有关文章介绍,空气中的含硫情况,大城市与郊区相比较,空气含硫量可相差10倍之多,而大气中的硫主要是随降雨进入土壤而供给作物^[1],因此可认为城市大气硫偏高是形成此地植物含硫量高的一个重要原因。另外从图2(代表海河流域各省区硫含量范围值)也可证实上述的结论。图2是以普遍分布在海河流域各地区的玉米为例子,试图找出硫素的地域分布和差异,结果看出:靠近天津、北京及房山、廊坊等大中城市以及盐渍土分布较广泛的河北省南皮和大厂等地的植物其含硫量都是比较高的。

从分析数字中还发现植物含硫量与其土壤pH值有一定关系,以玉米(各器官含量平均值)为例,在36个采样点中有25个采样点含硫量小于0.100%、有8个采样点少于0.200%、仅3个采样点超过0.200%,而这3个采样点pH值都较高,如天津杨柳青土壤pH为7、土壤含硫量高达0.12%,玉米含硫量为0.265%;山东滨县土壤pH为7.52、玉米含硫量为0.282%。上述两地分别相当于玉米含硫量最小值的河北大厂的4.5—4.8倍,而大厂的土壤pH值是6.59、玉米含硫量为0.059%。另一例子是北京官厅水库的土壤pH值为6.54、玉米含

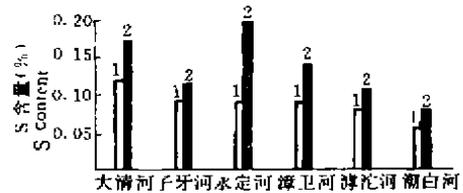


图1 海河流域各水系玉米、大豆全硫含量比较(平均值)

Fig. 1 The comparison of total sulphur content of *Zea mays* and *Glycine max* of different river system in Haihe River basin

大清河 Daqing he, 子牙河 Zi ya he, 永定河 Yong ding he, 漳卫河 Zhang wei he, 潮白河 Chao bai he

1 玉米 Maize, 2 大豆 Soybean.

硫量仅为 0.077% 等。上述一些例子都可说明植物含硫量有随 pH 值升高而提高的趋势。

2.3 海河流域土壤硫素含量及与植物的关系

在流域区内配合已采集的农田作物和野生植物的生长地、选择 74 个采样点,共收集土壤样品 151 个,进行 C、N、S、P 4 个元素含量的分析。每一采样点一般均采两层即 0—10cm 和 10—20cm,现将各种植物生长地土壤的含硫量列于表 6。

据报道,中国不同土壤类型全硫含量大致在 0.01%—0.05% 的范围内^[1]、温带地区土壤全硫含量范围为 0.005%—0.04%。土壤全硫量水平取决于土壤有机质的含量和气候条件^[2]。世界土壤全硫含量 0.07%,我国陕西省土壤全硫含量在 0.003%—0.078%^[3]。本文的研究结果:海河流域土壤全硫含量为 0.009%—0.077% 的样品约占总样品的 90%

以上,这个数字与上述列举的资料甚为接近,但还有 10% 的样品在 0.081%—0.150% 之间,属偏高范围。海河流域土壤全硫含量的平均值为 0.043%,是中国不同土壤类型全硫含量范围(0.01%—0.05%)的中上水平,但略低于世界土壤含量。

表 6 是结合各种植物硫素含量特点来考虑的,可以看出海河流域各类土壤全硫含量有如下的特点:①城市土壤(指市区行道树土壤)含硫量高,其值(各样点的上、下层平均值,下同)为 0.072%,而郊区灌木土 0.023%、森林土 0.034%,上述城市土壤可为郊区两种土壤的 3.1—2.1 倍,看出城市土壤硫含量偏高的趋向是很明显的;②水田的水稻土含硫量为 0.085%,而旱作地土壤为 0.026%(其中玉米土为 0.031%、小麦土为 0.021%、谷子土 0.024%),前者可为后者的 3.3 倍,看出旱作地的土壤含硫量是较低的、特别是花生土和白薯土含量更低,仅分别为 0.017% 和 0.015%;③生长碱蓬的盐土和芦苇滩的沼泽土含硫量也较高、为 0.471% 和 0.082%,它们分别为旱作地土壤的 18.1 倍和 3.2 倍;④草甸土含硫量也略高为 0.056%、分别为森林土和灌木土的 1.6 倍和 2.4 倍;⑤蔬菜地土壤和果树土含硫量分别为 0.020% 和 0.019%,接近旱作地土壤。总的看来海河流域旱作地土壤含硫量是较低的。

据有关资料报道,全硫量在 0.023%—0.078%、有效硫含量在 23—156ppm 之间的为含硫量比较丰富的土壤^[4],还有报道认为全硫含量 < 0.015% 是低硫土壤、0.015%—0.025% 为中硫、0.025%—0.035% 为中上、> 0.035% 为高硫土壤^[4]。对比海河流域的土壤,约占 70% 以上的土壤含硫量属中硫范围,约 30% 的土壤含硫量属高硫范围。

上述已经提到:凡有机质含量较高的,其全硫含量也较高(见表 7)。表中所列的数字充分说明了土壤含硫量随有机质增减而升降的趋势。城市土壤有机质含量高,其全硫含量也高,反之旱作地有机质含量和全硫含量都是较低的。

植物全硫含量与所在地土壤的全硫含量基本上成正比关系。如旱作地土壤含硫量低,而玉米、谷子、小麦的含量也偏低、分别是 0.09%、0.088%、0.100%、上述数字是本流域禾本科植

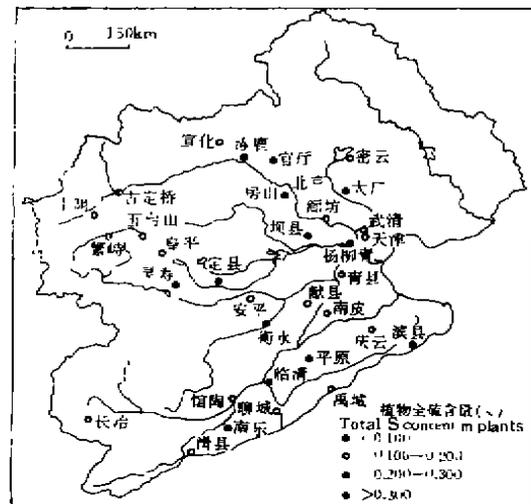


图 2 海河流域植物硫的分布图
Fig. 2 The distribution of S in the plants of Haihe River basin

物含硫量范围(0.074%—0.244%)的下限;再如盐土的含硫量在各类土壤中最高的(表6),而此地生长的碱蓬其全硫含量也达0.596%,明显地看出了土壤含硫量低者植物中含硫量也低;土壤含硫量高植物中含硫量也高的规律。另外农田土壤含硫量一般都比林区土壤含硫量低,这很可能是由于农作物的吸收作用所致。

表6 植物生长地土壤全硫含量

Table 6 The content of total sulphur of soil in plant habitat

植物生长地土壤 Soil of plant habitat	土层厚度 0—10cm Depth of soil(cm) 10—20cm					
	样品数 No. of samples	含量范围 Range (%)	平均值 Mean (%)	样品数 No. of samples	含量范围 Range (%)	平均值 Mean (%)
玉米土	17	0.014—0.093	0.029	16	0.014—0.13	0.032
小麦土	3	0.020—0.024	0.022	3	0.013—0.029	0.019
高粱土	5	0.022—0.033	0.027	5	0.023—0.17	0.059
谷子土	6	0.011—0.032	0.023	6	0.013—0.035	0.024
莜麦土	1	—	0.022	1	—	0.036
白薯土	2	0.011—0.018	0.015	2	0.011—0.016	0.014
大豆土	7	0.011—0.12	0.043	3	0.016—0.12	0.051
棉花土	5	0.016—0.025	0.021	5	0.012—0.039	0.021
向日葵土	2	0.019—0.024	0.022	2	0.012—0.014	0.031
花生土	2	0.012—0.014	0.013	1	—	0.021
芝麻土	1	—	0.020	1	—	0.021
马铃薯土	1	—	0.033	1	—	0.024
白菜土	1	—	0.027	—	—	—
油菜土	1	—	0.012	—	—	—
苹果土	1	—	0.017	1	—	0.010
鸭梨土	1	—	0.022	1	—	0.021
果树土	1	—	0.023	—	—	—
水稻土	1	—	0.085	—	—	—
盐土(碱蓬等)	3	0.044—0.84	0.471	—	—	—
沼泽土(芦苇)	3	0.063—0.091	0.079	3	0.042—0.15	0.085
草甸土	2	0.045—0.084	0.065	2	0.029—0.064	0.047
灌木土	2	0.013—0.025	0.019	1	—	0.026
滨蒿土	1	—	0.018	1	—	0.015
小叶杨土	2	0.009—0.027	0.018	2	0.017—0.025	0.021
落叶松土	1	—	0.053	1	—	0.027
山杨林土	1	—	0.048	1	—	0.028
白桦林土	1	—	0.095	1	—	0.031
五台青杨土	1	—	0.033	1	—	0.018
松林土	1	—	0.023	2	0.013—0.013	0.013
城市土(行道树)	5	0.047—0.12	0.088	5	0.013—0.100	0.055

表7 各类土壤全硫含量与有机质的关系

Table 1 Relationship between soil total sulphur and organic matter

土壤类型 Soil type	地点 Site of samples	有机质含量 Organic matter	全硫含量 Content of total S
城市土壤 City soil	大同新建西路 Da Tong Xin Jian Xi Lu	4.40%	0.108%
	大同迎宾东站 Da Tong Ying Bin Dong Lu	3.17%	0.047%
	大同火车站 Da Tong railway station	3.17%	0.086%
	大同苹果街 Da Tong Ping Guo Jie	5.21%	0.077%
旱作地土壤 Nonirrigated farmland soil	河北廊坊玉米土 He Bei Lang Fang	0.86%	0.031%
	河北青县玉米土 He Bei Qing Xian	0.88%	0.032%
	山西山阴谷子土 Shan Xi Shan Yin	0.59%	0.023%
	河北南皮谷子土 He Bei Nan Pi	0.81%	0.024%

3 小结

3.1 海河流域植物全硫含量范围变幅很大,其值可从0.046%—1.23%,后者为前者的26.7倍,植物全硫含量平均值为0.232%,为正常值的下限。农作物全硫含量(地上部分平均值)0.215%、野生植物为0.140%,以农作物全硫含量为高。

3.2 海河流域的栽培植物中以粮食作物全硫含量较低,蔬菜类最高;野生植物中以针叶树含量最低,灌木含量最高。

3.3 海河流域作物全硫含量的趋向是沿大城市的水系和地区含量偏高,这与上述地区大气中SO₂含量高有关。

3.4 海河流域土壤全硫含量平均值为0.043%,为正常含量的中上水平,但农田土壤(除水稻土外)全硫含量都在正常值的下限,少数低于正常值。以盐土最高,可为正常值的10倍以上。土壤全硫含量随有机质增加而提高。

3.5 植物全硫含量与土壤全硫含量呈正比例趋势,旱作地土壤和盐土这种趋势最为明显。

参 考 文 献

- 1 刘崇群等.我国南方土壤硫素状况和硫肥施用.土壤学报,1981,18(2),185—191
- 2 (德)蒙格尔K,(英)克尔贝尔E A,张宜春,刘同仇等译.植物营养原理.北京,农业出版社,1987,381—399
- 3 林舜华等.以植物土壤元素含量评价天津大气环境质量.植物学报,1989,31(1),59—60
- 4 刘崇群等.中国南方农业中的硫.土壤学报,1990,27(4),398—400
- 5 尉庆丰等.陕西省土壤中硫素的含量与分布.西北农业大学学报,1989,17(4),59—60
- 6 袁可能编著.植物营养元素的土壤化学.北京,科学出版社,1983,296

STUDIES ON THE CONTENT FEATURE OF SULPHUR IN PLANTS IN HAIHE RIVER BASIN

Lin Shunhua Huang Yinxiao Jiang Gaoming Han Rongzhuang Gao Leiming
(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing, 100044)

Studies the content feature of sulphur in various kinds of plants in Haihe River basin, and its relationship with the sulphur content in soil. It has been found that the content of total sulphur in plants in Haihe River basin is 0.232 percent which is the lowest limit of the normal content. This is a medium level compared to that in some areas in North or in South. The content of total sulphur in cultivated plants is slightly higher than in wild plants.

The content of total sulphur in soil in the Haihe river basin is 0.043 percent on average. It is slightly higher than the average level of the normal soil content. The contents of sulphur in both plant and soil tend to have a positive correlation to soil organic matter.

Key words: content character of plant sulphur, content of soil sulphur, cultivated plants, wild plants, Haihe river basin.