

广藿香中矿质营养分布特性的研究

吴友根^{1,2}, 郭巧生^{1*}, 林尤奋², 何际婵³

(1. 南京农业大学 中药材研究所, 江苏 南京 210095; 2. 海南大学园艺园林学院, 海南 海口 570228;

3. 中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所, 海南 儋州 571737)

摘要:目的 通过对海南3个广藿香种植基地土壤及其植株根、茎和叶中的矿质营养元素(P、K、Ca、Mg、Fe、Zn、Mn、Cu)的量及其相关性进行分析评价,为广藿香矿质营养诊断和指导合理施肥提供依据。方法 采用ICP法测定P、K、Ca、Mg、Fe、Zn、Mn、Cu量,并运用SPSS11.5软件对测定结果进行分析。结果 海南广藿香种植基地土壤和植株根、茎、叶中的矿质营养元素的量,因栽培地点的不同而存在差异,Mn、P、K、Ca、Mg量的分布规律表现为叶中最多、茎次之、根最少;Fe和Cu量大小顺序为根>叶>茎;而Zn的分布则呈现出“根>茎>叶”的趋势。土壤、根间K元素的量呈极显著正相关,Zn呈显著负相关;Ca和Fe元素的量在根、茎间呈极显著正相关;P、K、Mg和Cu元素的量在茎、叶间亦呈极显著正相关,而Mn则呈显著正相关。结论 广藿香主要通过选择性吸收调控其矿质营养元素的量。

关键词:广藿香;矿质营养;分布

中图分类号:R282.6

文献标识码:A

文章编号:0253-2670(2009)10-1647-04

广藿香 *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth. 为唇形科刺蕊草属植物,以干燥地上部分入药,是我国常用的芳香化湿类中药,具有芳香化浊、开胃止呕、发表解暑之功效。常用于治疗湿浊中阻、脘痞呕吐、暑湿倦怠、胸闷不舒、寒湿闭暑、腹痛吐泻、鼻渊头痛等疾病^[1]。万宁市是海南广藿香药材的主产区,目前市场上广藿香药材多来源于该产区^[2,3]。矿质营养是影响广藿香生长发育、产量和质量的重要因素,因此,为了提高广藿香药材的产量和品质,不仅需要了解广藿香种植土壤的营养特性,还必须深入研究广藿香植株对矿质营养的吸收与分配特性。本研究拟通过测定不同产地海南广藿香植株及种植基地土壤中矿质营养元素的量,找出广藿香各器官中矿质营养元素的分布特征,分析器官间及其与土壤中矿质营养元素的相关性,为广藿香矿质营养诊断和指导合理施肥提供依据。

1 材料和方法

1.1 基地土壤来源:万宁市是海南省广藿香的主要产区,琼海市也有少量栽培,本试验地选自万宁大茂东星基地(代号:DM)、万宁东澳明星基地(DA)及琼海基地(QH),土壤pH值分别为5.53、4.72、5.31。

1.2 供试土壤:土壤采样参照 GB15618 5.1、5.2

的规定执行。在每个供试基地内分设5个随机采样区,每个样区依棋盘式采样法分别采集耕作层(0~20 cm)土样12个,四分法获得混合样品,样量约4.0 kg。土样带回实验室风干,按分析要求分别磨碎过筛备用。

1.3 供试样品:2006年9月广藿香成熟采挖时,在每个供试基地内分设5个随机采样区,每个样区随机采挖广藿香植株12株,共60株,分离根、茎和叶,依次用自来水、0.1%中性洗涤剂液、2次自来水、1次蒸馏水、2次去离子水洗净、晒干、烘干(60℃)、混匀,取部分粉碎后脱水至恒重,置干燥器中备用。

1.4 仪器与试剂:Milestone Ethos T微波消解系统,Optimal 2100DV电感耦合等离子体发射光谱仪,雷磁25型酸度计,所用试剂均为国产优级纯或分析纯,经检测确认,符合矿质营养检测的要求。

1.5 pH值的测定:采用电位测定法,水土比为1:1,3次重复。

1.6 矿质营养元素的测定:采用Milestone Ethos T微波消解系统,加入混酸(8 mL 65% HNO₃, 5 mL 37% HCl, 1.5 mL 40% HF)和消解液(7 mL 65% HNO₃, 1 mL 30% H₂O₂)分别对土样和植物样消解,运用电感耦合等离子体质谱(ICP)法测定,3次重复。

* 收稿日期:2008-12-12

基金项目:国家自然科学基金资助项目(30960533);中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金(中国热带农业科学院热带作物品种资源研究所)资助项目(PZS053);海南省自然科学基金项目(30814);海南省教育厅高等学校科学研究资助项目(Hjkj2009-25);海南大学科研资助项目(hd09xm58)

作者简介:吴友根(1975—),男,江西乐安人,讲师,在读博士,主要从事药用植物的教学与科研工作。

*通讯作者:郭巧生 Tel:(025)84396591 E-mail:gqs@njau.edu.cn

1.7 数据分析:采用统计软件 SPSS11.5 和 Excel 2003 对试验数据计算处理及相关分析。

2 结果与分析

2.1 不同种植基地土壤中的矿质营养素的量及其相关性:由表1可知,海南广藿香种植基地土壤中的矿质营养差异较大。Ca、Mg、Fe、Zn、Mn 5种元素的基地间差异均显著。琼海基地土壤中 Ca 为最

多,是大茂基地土壤中 Ca 量的 1.37 倍;大茂基地土壤中 Mg、Fe、Zn、Mn 的量均为最低,分别为东澳基地(均为最高)的 42.80%、22.07%、66.96%、63.92%;K 量在东澳和琼海基地土壤中的差异不明确,但均与大茂基地差异显著;而 Cu 则是琼海和大茂基地的差异不显著,但均显著差异于东澳基地;仅 P 元素在 3 个基地土壤中的量差异不明显。

表1 海南广藿香不同种植土壤中的矿质营养元素的量

Table 1 Mineral nutrient elements in soil from three planting bases of *P. cablin* in Hainan Province

基地	P/(mg·g ⁻¹)	K/(mg·g ⁻¹)	Ca/(mg·g ⁻¹)	Mg/(mg·g ⁻¹)	Fe/(mg·g ⁻¹)	Zn/(mg·g ⁻¹)	Mn/(μg·g ⁻¹)	Cu/(μg·g ⁻¹)
DA	7.39 a	8.17 a	18.77 b	12.15 a	17.85 a	1.15 a	1 316.69 a	27.76 a
QH	8.42 a	6.07 a	21.22 a	10.09 b	12.04 b	0.87 b	1 237.78 b	22.60 b
DM	6.04 a	0.78 b	15.53 c	5.20 c	3.94 c	0.77 c	841.66 c	21.58 b

同列数字(平均值)后的字母表示 $P=0.05$ 水平差异显著性

Data are average value. a, b, and c are significantly different at 0.05 level, compared in vertical direction

由表2可知,广藿香种植基地土壤中的矿质营养元素间存在不同程度的相关性。P 与 Ca, Ca 与 Mn 存在显著相关;Zn 与 Cu 表现出极显著相关,相关系数为 0.989;K 分别与 Mg、Fe、Mn 达极显著正

相关,与 Zn 亦显著正相关;Mg 与 Fe、Mn 的相关性极显著,相关系数均为 0.990,与 Zn、Cu 显著相关;而 Fe 与 Zn、Mn 亦极显著相关;其余矿质营养量间的相关性均不显著。

表2 海南广藿香根、茎、叶及其种植土壤中的矿质营养相关性分析

Table 2 Correlations of mineral nutrient elements in roots, stems, leaves, and soil from *P. cablin* in Hainan Province

矿质元素	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
P		-0.982 **	0.311	-0.980 **	-0.088	0.834 *	-0.898 *	-0.958 **
K	-0.877 *		-0.459	0.934 **	0.262	-0.912 *	0.810	0.959 **
Ca	0.666	-0.232		-0.120	-0.955 **	0.782	0.140	-0.305
Mg	-0.991 **	0.807	-0.754		-0.096	-0.712	0.965 **	0.944 **
Fe	-0.925 **	0.631	-0.890 *	0.965 **		-0.618	-0.350	0.115
Zn	0.968 **	-0.963 **	0.460	-0.925 **	-0.804		-0.506	-0.814 *
Mn	-0.664	0.238	-0.991 **	0.757	0.885 *	-0.455		0.852 *
Cu	-0.670	0.237	-0.989 **	0.758	0.901 *	-0.466	0.981 **	
P		-0.926 **	-0.889 *	-0.976 **	0.836 *	-0.523	-0.856 *	-0.495
K	0.575		0.993 **	0.823 *	0.981 **	0.164	0.597	0.132
Ca	0.838 *	0.730		0.773	0.988 **	0.080	0.527	0.054
Mg	0.629	0.984 **	0.739		0.700	0.694	0.946 **	0.669
Fe	0.542	0.970 **	0.642	0.990 **		-0.025	0.433	-0.062
Zn	0.296	0.849 *	0.326	0.876 *	0.932 **		0.888 *	0.993 **
Mn	0.691	0.978 **	0.824 *	0.990 **	0.963 **			0.872 *
Cu	0.239	0.774	0.235	0.816 *	0.885 *	0.989 **	0.730	

根部(见右上角数据);茎部(见左上角数据);叶部(见右下角数据);种植土壤(见左下角数据);* $P<0.05$; ** $P<0.01$ (下表同)

Roots (see upper right); stems (see upper left); leaves (see lower right); soil (see lower left)

* $P<0.05$; ** $P<0.01$ (same as below)

2.2 广藿香不同器官矿质营养的吸收与分配特性

2.2.1 大(中)量矿质元素:相同植株器官,不同种植基地间大量矿质元素量的差异较大(表3)。广藿香根中,东澳基地的 K 和 Mg 量为最高,分别为 2.70、2.76 mg/g,大茂基地的相应元素的量均为最低,大小差距分别为 2.87、1.76 倍,但大茂基地的 P 和 Ca 量为最大,分别为 4.67、4.93 mg/g,分别是东澳基地和琼海基地的 2.37、1.22 倍。对于茎而言,大茂基地的 P 和 Ca 量为最高,但 K 和 Mg 的量却

为最低,分别是琼海基地和东澳基地的 37.19%、50.00%。在广藿香的叶片中,大茂基地的 P 量为最大,但 K、Ca 和 Mg 的量却为最小,分别为 2.33、12.11、2.86 mg/g,分别是最大质量分数的 36.01%、64.31%、34.62%。

从表3可以看出,同一种植基地,大量矿质元素在不同器官间的差异亦较大。东澳基地种植的广藿香,基根茎叶中的 P、K、Ca 和 Mg 量的差异均达显著水平,而产于琼海和大茂基地的广藿香,除了根茎

表 3 不同产地海南广藿香根、茎、叶中的矿质营养元素

Table 3 Mineral nutrient elements in roots, stems, and leaves from *P. cablin* of various habitats in Hainan Province

基地	器官	P/(mg·g ⁻¹)	K/(mg·g ⁻¹)	Ca/(mg·g ⁻¹)	Mg/(mg·g ⁻¹)	Fe/(mg·g ⁻¹)	Zn/(mg·g ⁻¹)	Mn/(μg·g ⁻¹)	Cu/(μg·g ⁻¹)
DA	根	1.97 f	2.70 d	4.91 f	2.76 f	1.17 c	0.53 c	279.25 d	26.78 a
QH		2.58 d	2.60 de	4.03 g	2.28 g	1.64 a	0.38 d	180.69 g	26.15 a
DM		4.67 b	0.94 g	4.93 f	1.57 i	1.27 b	0.81 a	123.42 h	23.62 b
DA	茎	2.21 e	3.77 c	7.52 e	3.46 c	0.23 g	0.37 d	422.66 c	17.14 d
QH		2.60 d	4.84 b	9.98 d	2.99 d	0.19 h	0.33 e	257.10 e	10.34 e
DM		4.71 b	1.80 f	10.18 d	1.73 h	0.15 i	0.69 b	243.51 f	9.65 e
DA	叶	3.58 c	4.84 b	15.68 b	8.26 a	0.42 e	0.32 e	660.71 a	19.43 c
QH		3.54 c	6.47 a	18.83 a	7.14 b	0.48 d	0.23 f	458.36 b	10.64 e
DM		5.76 a	2.33 e	12.11 c	2.86 e	0.37 f	0.22 f	258.91 e	10.48 e

间 P 的量差异不显著外,叶中 P 量均与其差异显著,不同器官间 K、Ca 和 Mg 的差异也达显著水平。并且 P、K、Ca 和 Mg 的量在根、茎和叶中的分布规律均表现为叶片最多,茎中次之,根系最少。

2.2.2 微量矿质元素:Mn 是多种酶的激活剂,对碳水化合物、脂质代谢和蛋白合成具有重要作用。在产自 3 个种植基地的广藿香各器官中,除琼海基地广藿香茎与大茂基地广藿香叶中 Mn 量的差异不显著外,其余间两两差异显著。其中,东澳基地广藿香叶中的量为最高(660.71 μg/g),大茂基地广藿香根中的 Mn 的量为最低(123.42 μg/g),大小之差 5.35 倍。并且 Mn 的量在 3 基地广藿香根、茎和叶中的分布规律均表现为叶片最多,茎中次之,根系最少。

现代研究表明,Zn 元素对人体有清热、凉血、消炎、生肌之功能。在本试验中,大茂基地广藿香根中 Zn 的量为最大(0.81 mg/g),而广藿香叶中 Zn 的量为最小(0.22 mg/g),其余基地广藿香各器官中 Zn 的量位于其间。通过对相同基地不同器官间所含 Zn 的分析,结果表明,Zn 在广藿香器官中的分布呈现出“根>茎>叶”的趋势。

不同种植基地所产广藿香各器官间 Fe 量的差异较大(表 3),大茂基地广藿香茎中的 Fe 量为最低(0.15 mg/g),是琼海基地广藿香根中 Fe 量(最高,1.64 mg/g)的 9.15%,其余的量介于其间,但两两间差异均显著。比较同一基地广藿香器官间 Fe 的量后发现,其分配比例为根中最高,叶中次之,茎中最低。分析 Cu 元素量,也存在相同的分布规律。

2.3 根、茎、叶中矿质营养元素相关分析

2.3.1 根系中矿质元素的相关性分析:广藿香根中 8 种矿质营养元素具有以下相关关系(表 2):除 Ca 和 Fe 外,所测定的其他元素与根系中 P 的量均呈显著的相关关系,但只有 Zn 呈正相关;对根中 K 的积累有极显著正向影响的是 Mg 和 Cu 元素,有显著负向影响的是 Zn 元素;Mg、Zn、Mn 对广藿香根

中 Cu 的积累有显著的影响。其中 Mg、Mn 元素是正影响,但 Zn 元素为负影响;对根中 Ca 的积累有显著负影响的元素是 Fe,而根中的 Mn 与 Mg 的积累则呈极显著正相关。由此可见,根系中不同矿质营养元素的量间存在着一种协同或拮抗的关系。

2.3.2 茎中矿质元素相关性分析:广藿香茎中矿质营养元素间具有以下的相关关系(表 2):K、Mg、Fe 和 Zn 显著地影响茎中 P 的积累,其中,K、Mg、Fe 呈显著负相关,仅 Zn 为极显著正相关;对茎中 K 的积累有显著负向影响的是 Zn 元素,而 Cu 对 Mn 的积累有极显著正向影响;Fe、Mn 和 Cu 对广藿香茎中 Ca 的积累均为显著的负效应,而对 Mg 有显著影响的主要有 Fe 和 Zn,前者为极显著正相关,后者为极显著负相关;Mn 和 Cu 对茎中 Fe 的积累有显著的正效应,相关系数在 0.885 以上,其余矿质营养在广藿香茎中的积累均不呈显著相关。

2.3.3 叶片中矿质元素的相关性分析:广藿香叶中矿质营养元素的相关性见表 2,对 P 在叶中积累有显著影响的元素有 K、Ca、Mg、Fe 和 Mn,均为显著或极显著负相关,相关系数在 -0.83 以下;对叶中 K 的积累有显著正向效应的元素是 Ca、Fe 和 Mg,前两者为极显著相关,相关系数超过 0.98,后者表现出显著相关;叶中 Fe 元素对 Ca 的积累有极显著的正向影响;对叶中 Mn 积累有显著影响的元素为 Mg 和 Zn,且均为正向效应,相关系数分别为 0.946 和 0.888;Zn、Mn 元素与 Cu 均呈显著正向相关。显著或极显著的正相关表明,不同矿质营养元素相互间存在着一种协同吸收互动的动态平衡过程,而负相关则表现出矿质离子间的相互颀颛。

2.4 种植土壤与根系及器官间的矿质营养相关性分析:对海南广藿香种植土壤与根、根与茎、茎与叶间的 8 种矿质元素的量变化的相关性分析(表 4),结果表明,土壤与根系中 K 元素的量呈极显著正相关,相关系数为 0.925,Zn 元素的量呈显著负相关;

表4 海南广藿香种植土壤与根、根与茎、茎与叶的矿质营养相关性分析

Table 4 Correlations on mineral nutrient elements between soil and roots, roots and stems, stems and leaves from *P. cablin* in Hainan Province

矿质元素	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Cu
土壤/根	- 0. 803	0. 925 **	- 0. 091	0. 760	0. 672	- 0. 902 *	0. 673	0. 464
根/茎	- 0. 573	- 0. 800	0. 977 **	- 0. 619	0. 941 **	- 0. 276	- 0. 220	0. 268
茎/叶	0. 988 **	0. 989 **	- 0. 103	0. 997 **	0. 440	- 0. 437	0. 899 *	0. 990 **

Ca 和 Fe 元素的量在根、茎间呈极显著正相关,相关系数分别为 0. 977、0. 941;茎与叶中的 P、K、Mg 和 Cu 元素的量亦呈极显著正相关,而 Mn 元素的量则呈显著正相关;其他元素在土壤与根系、植株器官间的相关性均不显著。

3 讨论

3.1 种植土壤与器官中矿质营养元素量之大小:比较种植基地土壤及其所产广藿香器官中的矿质营养元素的量(表1和表3),结果表明,在相同的种植基地上,土壤中的 P、Ca、Mg、Fe 和 Mn 的量均大于广藿香各器官中相应矿质营养的量;大茂基地土壤中 Zn 的量略低于根中的量,但差异不明显;对于 K 元素,琼海和大茂基地土壤中的量均低于相应广藿香叶中的量,统计分析表明,琼海基地土壤中 K 的量与其叶中的量差异不显著,而大茂基地所产广藿香叶中 K 的量却显著高于其土壤中的量,为 2.99 倍,富集能力强,这与马建军等^[4]在日光温室甜樱桃上试验的结果相一致,这可能与 K 元素易于移动且供应充足,使 K 元素在叶片中吸收累积有关。

3 基地广藿香营养器官中矿质营养量的统计结果(表3)表明,Mn、P、K、Ca、Mg 量的分布规律表现为叶中最多、茎次之、根最少;Fe 和 Cu 量大小顺序为根>叶>茎;而 Zn 的分布则呈现出“根>茎>叶”的趋势。同时,也说明了海南广藿香营养器官中的矿质营养元素的量,因栽培地点的不同而存在差异。土壤中矿质营养元素的量与广藿香器官中的量有一定关系,但不存在对应的线性关系。这与罗集鹏等^[5]在分析不同产地广藿香宏量与微量元素的量时所得结论相一致。

3 基地广藿香根中 Cu 的量均大于 20.0 mg/kg,而茎叶中 Cu 的量却均小于 20.0 mg/kg(表3),根据《中国药典》2005 年版规定,广藿香药材为其干燥地上部分,这就表明,3 基地药材中 Cu 的量均小于 20.0 mg/kg,按《药用植物及制剂外经贸绿色行

业标准》Cu 重金属量最高限量为 20.0 mg/kg 的要求,3 基地所产药材的重金属 Cu 符合限量标准,同时,这也可能是《中国药典》2005 年版规定广藿香药材为其干燥地上部分而不包括根系,以防重金属超标的原因之一。

3.2 广藿香器官中矿质营养元素的分布与吸收方式:曹槐等^[6]采用电感耦合等离子体质谱(ICP-AES)法测定了烤烟生长期间根叶不同部位 10 种矿质营养元素的量,并对试验数据作了因子分析和方差分析,结果表明,矿质营养分布方式受植株部位影响,根部有较高浓度的微量元素分布,常量元素主要分布在叶片。实验结果(表3)也表明,P、K、Ca 和 Mg 常量元素,浓度分布以叶片最多,而 Zn、Fe 和 Cu 等微量元素,则以根系最高。

统计分析检验土壤和根系中矿质营养元素的量,相关系数分析显示,两者中大多数矿质营养元素相关性不显著(表4),这与严振等^[7]在湛江、吴川、阳春和高要等广藿香基地的试验结果基本一致,说明土壤因素对广藿香矿质营养元素吸收总体上虽无明显的影响,但可通过选择性吸收调控基矿质营养元素的量,即遗传特性可能是影响广藿香矿质营养元素吸收的主要因素。

参考文献:

- [1] 中国药典[S]. 一部. 2005.
- [2] 喻良文. 广藿香药材的品质评价研究[D]. 广州:广州中医药大学,2006.
- [3] 吴友根,郭巧生,郑焕强. 广藿香本草及引种历史考证的研究[J]. 中国中药杂志,2007,32(20):2114-2117.
- [4] 马建军,边卫东,于凤鸣. 日光温室甜樱桃果实中矿质营养元素含量的生长季变化[J]. 河北农业大学学报,2006,26(3):13-16.
- [5] 罗集鹏,吴忠. 不同产地广藿香宏量与微量元素分析[J]. 中药材,2001,24(12):869-870.
- [6] 曹槐,张晓林,刘世熙,等. 烤烟矿质营养分布的因子分析[J]. 植物营养与肥料学报,2001,7(3):318-324.
- [7] 严振,丘金裕,蔡岳文,等. 广藿香营养特性研究[J]. 中药材,2002,25(4):227-230.