

不同土壤种植下四种柴胡种质药材中 常量及微量元素含量的比较研究

曹海禄^{1,2}, 魏建和^{1*}, 何春娥¹, 杨成民¹, 于婧¹

1. 中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所, 北京 100193

2. 中国药材集团公司科技研发部, 北京 102600

摘要 采用 ICP-AES/ICP-MS 技术对 7 种土壤种植下的 4 种柴胡种质药材中 21 种常量及微量元素含量进行了分析测定。综合考虑种质和土壤对柴胡药材中常量和微量元素含量的影响, K, Ca, Mg, Na 4 种常量元素含量受种质影响较大, Fe, Cu, Ni, Ti, Cr, V, Zr, Se, Sn, Cs, Cd, Hg, Pb 等 13 种微量元素含量则受土壤影响较大; 4 种柴胡种质中, 以甘肃种质的柴胡药材中常量和微量元素含量较高, 中柴 1 号柴胡药材中常量和微量元素含量较低; 在 7 种土壤种植下, 以在北京市延庆县永宁镇盛世营村山地土壤上种植的柴胡药材中常量及微量元素含量较低, 而在北京市怀柔区喇叭沟门乡东岔村土壤上种植的柴胡药材中常量及微量元素含量较高。这些研究结果为了解各自药材中药效成分的含量及其疗效差异起着重要作用, 也为选择种质和土壤及栽培出高产优质的柴胡提供重要依据。

关键词 ICP-MS/ICP-AES; 柴胡; 土壤; 种质; 矿质元素

中图分类号: O657.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3964/j.issn.1000-0593(2010)04-1105-04

引言

中药防病治病的物质基础是中草药所含的活性成分^[1]。微量元素与中药的性、味、归经有密切关系。中药“归经假说”认为中药的性、味是由有机活性分子和微量元素构成的, 两者在人体内相互协同, 相互补充, 相互渗透, 相互制约, 共同参与体内各种生化反应, 促进机体自身调节、协调阴阳, 以达到治病健身之目的^[2,3]。近年来, 随着微量元素分析技术的不断进步和人们对微量元素与健康研究的逐步深入, 微量元素在中药药效中的作用及其对人体健康的影响越来越引起人们的关注。

柴胡系伞形科(Umbelliferae) 芹亚科(Apioideae) 柴胡属(*Bupleurum*) 多年生草本植物, 以干根入药。柴胡药材属于辛凉解表药, 其性味苦, 微寒, 具有和解表里, 疏肝, 升阳之功能, 是治疗感冒发热, 寒热往来, 胸胁胀痛等症的常用大宗药材。柴胡的药效成分除了柴胡皂苷类、黄酮类等化合物外, 还含有多种人体必需的矿质元素^[4,6]。本研究采用 ICP-MS/ICP-AES 技术, 分析比较了不同土壤种植下 4 种柴

胡种质药材中 21 种常量及微量元素含量的差异, 旨在探讨种质与土壤对柴胡药材矿质元素积累的影响, 为柴胡种植选择种质和土壤提供依据, 促进柴胡药材质量评价及品质的改善。

1 材料与方法

1.1 实验材料

将北柴胡 *Bupleurum chinense* DC 人工选育品种中柴 1 号、山西种质, 三岛柴胡 *Bupleurum falcatum* L., 银州柴胡 *Bupleurum yinchowense* Shan et Y. Li 的甘肃种质种子, 于 2006 年 4 月 15 日播种于盛有 7 种土壤的玻璃箱中, 试验在中国医学科学院药用植物研究所内的试验基地进行。供试土壤分别来自甘肃省陇西县首阳镇三十里铺村(S-LX)、山西省新绛县阳王镇刘裕村(S-XJ)、北京市延庆县永宁镇盛世营村(平地)(S-YQP)、北京市延庆县永宁镇盛世营村(山地)(S-YQS)、北京市平谷区山东庄镇西沥津村(S-PG)、北京市怀柔区喇叭沟门乡东岔村(S-HR)和中国医学科学院北京协和医学院药用植物研究所栽培中心试验地(S-YZS)。于 2007 年

收稿日期: 2009-05-05, 修订日期: 2009-08-08

基金项目: 国家“十一五”科技支撑计划项目(2006BAI09B01)和北京市自然科学基金项目(6082020)资助

作者简介: 曹海禄, 1981 年生, 中国药材集团公司科技研发部助理工程师 e-mail: caohailu@163.com

*通讯联系人 e-mail: wjianh@263.net

11 月 2 日收获柴胡鲜根, 表面阴干后, 剪成 0.5~2 cm 小碎块, 置 40 °C 烘箱内烘干至恒重。

1.2 实验方法

样品前处理: 用万分之一天平精确称取粉碎过筛样品 0.2 g, 置于聚四氟乙烯坩埚中, 用溶液(硝酸 盐酸 高氯酸 氢氟酸=5 3 1 5)消解, 在电热板上消化, 转入 25 mL 容量瓶定容。空白样品同理。

含量测定: 使用电感耦合等离子原子发射光谱仪 ICP-AES 测定柴胡药材中 Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, Ti 和 V 的含量, 使用电感耦合等离子体质谱仪 ICP-MS 测定 Co, Ni, Mo, Se, Sn, Cd, Cr, Pb, Cs 和 Hg 的含量。结果采用 SPSS 和 DPS 软件进行统计分析。

2 结果分析

表 1 反映了种质和土壤对柴胡药材中 21 种常量和微量元素含量的影响及各因子的效应。可以看出, 在 4 种种质间, K, Ca, Mg, Na 四种常量元素和 Zn, Ni, Cr, Mo, V, Co 等 6 种微量元素含量存在着显著差异; 而在 7 个土壤间, Ni, Ti, Cr, Mo, V, Zr, Cs, Cd 等 8 种微量元素含量存在着显著差异。从各因子的影响效应(SS/ SST)来看, 种质对 K, Ca, Mg, Na 四种常量元素含量的影响大于土壤的影响; 而对余下的 17 种微量元素含量而言, 除了 Mn, Zn, Mo, Co 外, 其他

Table 1 Variance analysis(F value) and SS/ SST of the effect of soil and germplasm on elements content in Bupleurum L.

检测参数	种质		土壤	
	F 值	SS/ SST(%)	F 值	SS/ SST(%)
K	31.21 **	76.96	1.67	8.25
Ca	3.84 *	35.55	0.48	8.97
Mg	15.5 **	70.63	0.22	2.03
Na	6.15 **	40.62	1.49	19.72
Fe	1.70	15.09	1.8	31.81
Mn	2.66	25.44	0.9	17.21
Cu	1.34	11.68	2.06	35.95
Zn	7.19 **	45.33	1.33	16.82
Ni	4.08 *	21.93	4.26 **	45.83
Ti	0.33	1.12	11.40 **	78.29
Cr	3.22 *	14.63	6.40 **	58.12
Mo	15.22 **	47.70	5.34 **	33.49
V	12.50 **	15.06	32.26 **	77.71
Zr	0.84	5.35	4.45 **	56.53
Co	3.39 *	30.08	0.94	16.67
Se	1.20	11.81	1.47	29.01
Sn	0.37	4.35	1.09	25.53
Cs	2.00	13.11	3.65 *	47.70
Cd	2.06	9.97	6.29 **	60.94
Hg	1.05	12.33	0.74	17.27
Pb	0.58	6.02	1.55	32.07
平均		24.51		34.28

Note: * and ** indicate significant difference at $p = 0.05$ and $p = 0.01$ level, respectively

13 种微量元素含量均以土壤影响大于种质影响。

柴胡药材中含有丰富的矿质元素, 尤其是 K, Ca, Mg, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, Ni, Ti 等, 而且 4 个种质之间在矿质元素含量上存在较大差异(表 2)。其中, K 含量 4 个种质间均存在显著性差异; Ca 含量以甘肃种质(GGS)显著高于其他 3 个种质, 中柴 1 号(GZC)显著低于其他 3 个种质; Mg 含量以甘肃种质显著高于其他 3 个种质, 中柴 1 号和山西种质(GSX)显著低于甘肃种质和三岛柴胡(GSD); Na 含量以山西种质和甘肃种质显著高于三岛柴胡。此外, 除 Ti, Zr, Cs, Pb, Se, Hg 六种微量元素外, 其他 15 种元素含量均以甘肃种质的最高; 而 K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo, Cd, Cs, Hg 等元素含量则以中柴 1 号的最低。

Table 2 Elements content in the roots of four germplasms of Bupleurum L. ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

元素	柴胡种质				平均
	GZC	GSD	GSX	GGS	
K	7 820d	8 832c	9 360b	10 566a	9 144
Ca	3 134c	3 538b	3 461b	4 235a	3 592
Fe	420a	468a	481a	480a	462
Mg	2 187c	2 337c	2 944b	3 161a	2 657
Na	607ab	506b	742a	771a	656
Ti	9.54a	10.13a	9.71a	9.32a	9.68
Mn	30.31a	30.34a	35.79a	40.18a	34.16
V	0.998a	0.998a	0.984a	1.427a	1.102
Cr	5.67a	6.41a	6.11a	7.09a	6.32
Co	0.394a	0.409a	0.357a	0.475a	0.409
Ni	14.43a	25.75a	18.74a	26.00a	21.23
Cu	47.98a	55.92a	49.51a	71.50a	56.23
Zn	42.90a	33.30a	45.11a	46.36a	41.92
Zr	2.04a	1.30a	1.15a	1.19a	1.42
Mo	1.09a	1.52a	1.40a	1.59a	1.40
Cd	0.156a	0.163a	0.175a	0.230a	0.181
Sn	0.673a	0.483a	0.377a	0.727a	0.565
Cs	0.063a	0.070a	0.068a	0.067a	0.067
Pb	1.322a	0.842a	0.751a	0.962a	0.969
Se	0.155a	0.147a	0.180a	0.151a	0.158
Hg	0.011a	0.039a	0.016a	0.032a	0.025

Note: Different letters indicate significant difference at $p = 0.05$ (LSDMCD)

7 种土壤种植下的柴胡药材中矿质元素含量也存在较大差异(表 3), 其中 K 和 Ca 含量不同土壤种植之间差异达显著性水平。而且, 在北京市延庆县永宁镇盛世营村山地土壤(S-YQS)上种植的柴胡药材中, K, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Mo, Se 硒等元素含量最低; 而在北京市怀柔区喇叭沟门乡东岔村土壤(S-HR)上种植的柴胡药材中, Fe, Ti, V, Zr, Se, Cs, Cd 等 7 种微量元素含量最高。

3 讨 论

中草药中常量和微量元素含量受自身遗传特性和环境条件的影响。已有研究表明^[7-10], 种质和土壤对柴胡生长和有效成分含量均有明显影响, 而作为其生长和有效成分合成所必需的矿质元素含量, 同样受到种质和土壤的影响。

本研究发现, 4 种常量元素含量种质间达显著性差异; 此外, 在 4 种种质中, 以甘肃种质的柴胡药材中常量和微量元素含量较高, 尤其是 K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Sn; 而以中柴 1 号柴胡药材中常量和微量元素含量较低, 如 K, Ca, Mg 和 Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Mo, Cd, Cs, Hg 等。其原因可能是受遗传特性的影响, 4 种种质富集各元素的能力不同所致。

在相同的种质和气候条件下, 土壤成了影响中草药中常量及微量元素含量的重要因素。在本试验条件下, 以在北京

市延庆县永宁镇盛世营村山地土壤上种植的柴胡药材中常量及微量元素含量较低, 如 K, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Mo, Se 等; 而在北京市怀柔区喇嘛沟门乡东岔村土壤上种植的柴胡药材中常量及微量元素含量较高, 如 K, Fe, Ti, V, Zr, Se, Cs, Cd 等。其原因可能是 7 种土壤中这 21 种常量及微量元素含量有所不同, 在生长过程中通过根系吸收、富集在药材中, 从而导致不同土壤上种植的柴胡药材中常量及微量元素含量的差异。

不同土壤种植下 4 个种质柴胡药材中常量及微量元素含量的差异, 为了解各自药材中药效成分的含量及其疗效差异起着重要作用。进而可以根据有效成分含量和疗效的需求, 在人工种植柴胡或安排 GAP 基地过程中, 通过选择适宜种植的优良柴胡品种, 在道地产区进行推广, 同时采取合理区划、适地适用和科学施肥等措施, 以提高柴胡的产量和品质。

Table 3 Elements content in the roots of *Bupleurum* L. planted in seven soils ($\mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$)

元素	土壤							平均
	S-YZS	S-YQP	S-YQS	S-HR	S-PG	S-XJ	S-LX	
K	9 066c	9 091bc	8 581d	9 551ab	9 601a	9 018cd	9 103bc	9 144
Ca	3 349bc	3 721abc	3 816ab	3 646abc	3 404abc	3 348c	3 861a	3 592
Mg	2 666a	2 717a	2 608a	2 540a	2 651a	2 679a	2 738a	2 657
Na	570a	792a	627a	596a	691a	649a	671a	657
Fe	429a	433a	420a	562a	506a	464a	420a	462
Mn	37. 13a	31. 18a	30. 18a	32. 31a	36. 25a	39. 48a	32. 52a	34. 15
Cu	47. 04a	46. 11a	32. 31a	65. 63a	84. 41a	51. 14a	66. 97a	56. 23
Zn	40. 27a	41. 00a	36. 67a	41. 22a	41. 98a	44. 97a	47. 32a	41. 92
Ni	17. 20a	16. 90a	10. 34a	26. 41a	32. 29a	19. 70a	25. 77a	21. 23
Ti	9. 59a	9. 31a	8. 19a	15. 28a	9. 94a	8. 28a	7. 14a	9. 68
Cr	4. 49a	9. 34a	5. 08a	4. 74a	7. 00a	7. 59a	5. 98a	6. 32
Mo	1. 46a	1. 41a	1. 04a	1. 30a	1. 59a	1. 56a	1. 43a	1. 40
V	1. 457a	0. 992a	0. 911a	1. 956a	0. 726a	1. 047a	0. 625a	1. 102
Zr	1. 29a	0. 85a	0. 76a	4. 24a	0. 90a	0. 82a	1. 07a	1. 42
Co	0. 425a	0. 363a	0. 419a	0. 393a	0. 392a	0. 507a	0. 362a	0. 409
Se	0. 194a	0. 129a	0. 081a	0. 271a	0. 141a	0. 172a	0. 120a	0. 158
Sn	0. 215a	0. 859a	0. 495a	0. 276a	1. 233a	0. 581a	0. 297a	0. 565
Cs	0. 055a	0. 065a	0. 060a	0. 084a	0. 065a	0. 065a	0. 074a	0. 067
Cd	0. 263a	0. 136a	0. 150a	0. 337a	0. 135a	0. 106a	0. 140a	0. 181
Hg	0. 014a	0. 012a	0. 026a	0. 018a	0. 044a	0. 046a	0. 011a	0. 024
Pb	0. 794a	0. 557a	0. 593a	1. 594a	0. 778a	0. 589a	1. 882a	0. 969

Note: Different letters indicate significant difference at $p = 0. 05$ (LSDMCD)

参 考 文 献

- [1] CHEN Li, WU Yi-ping(陈力, 吴懿平). Chinese Traditional and Herbal Drugs(中草药), 2002, 33(10): 865.
- [2] AO Shu-hua(敖书华). Chinese Pharmaceutical Journal(中国药理学杂志), 1992, 27(8): 457.
- [3] LUO Bing-qiang(罗炳强). Traditional of Chinese Medicinal Materials(中药材), 1990, 13(2): 41.
- [4] HAN Li-qin, DOND Shun-fu, LIU Jian-hua(韩丽琴, 董顺福, 刘建华). Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory(光谱实验室), 2007, 24(2): 78.
- [5] ZHONG Yue, DOND Shun-fu, LEI Jun-tao, et al(钟越, 董顺福, 雷钧涛, 等). Journal of Anhui Agri. Sci.(安徽农业科学), 2008, 36(19): 8137.
- [6] ZHANG Yu-quan, FAN Wen-xiu, HOU Yu-xia(张玉泉, 范文秀, 侯玉霞). Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory(光谱实验室),

2008, 25(3) : 505.

- [7] Toshihiro T, Eiji S, Mizuo M, et al. Shoyakugaku Zasshi, 1988, 42(3) : 236.
[8] Yoshiko S, Ikuyo O, Mitsuko K, et al. Shoyakugaku Zasshi, 1980, 34(3) : 239.
[9] Tae-Kwon S, Totok A, Dwi H, et al. J. Fac. Agr., Kyushu Univ., 1997, 42(1) : 17.
[10] Katsuko H, Mamoru N, Youichi H, et al. Natural Medicines, 1995, 49(1) : 14.

Comparison of the Contents of Mineral Elements in the Roots of Four Germplasms *Bupleurum* L. Planted in Different Soils

CAO Hai-lu^{1,2}, WEI Jian-he^{1*}, HE Chuan¹, YANG Cheng-min¹, YU Jing¹

1. Institute of Medicinal Plant Development, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100193, China
2. Research & Development Center, China National Group Corp. of Traditional & Herbal Medicine, Beijing 102600, China

Abstract Contents of 21 elements, including of K, Ca, Mg, Na, Fe, Mn, Cu, Zn, Ni, Ti, Cr, Mo, V, Zr, Co, Se, Sn, Cs, Cd, Hg, and Pb, in the roots of four germplasms *Bupleurum* L. planted in the soils from seven regions, were analyzed by ICP-MS/ ICP-AES. The results showed that the contents of K, Ca, Mg and Na are mainly ascribed to the effect of germplasms, and the contents of Fe, Cu, Ni, Ti, Cr, V, Zr, Se, Sn, Cs, Cd, Hg and Pb are mainly ascribed to the effect of soils considering the integrated effects of germplasms and soils. Generally, element contents in the root of G GS were higher and that in the root of G ZC were lower in the four germplasms of *Bupleurum* L. Element contents in the root of *Bupleurum* L. planted in S HR were higher, while that planted in S YQS were lower as a whole among these soils from seven regions. The difference in the element contents has an important effect on the research into the contents of officinal ingredients and their curative effect in the roots of four original *Bupleurum* L. germplasms planted in the soils from seven regions. And this study also provides an important scientific foundation for the choices of germplasms and soils in the cultivation of high-yield and high-quality *Bupleurum* L.

Keywords ICP-MS/ ICP-AES; *Bupleurum* L.; Planting soil; Germplasm; Mineral elements

(Received May 5, 2009; accepted Aug. 8, 2009)

* Corresponding author