植物营养与肥料学报 2005,11(4):560-563
Plant Nutrition and Fertilizer Science

微量元素对丹参生长发育及有效成分的影响

韩建萍[1,2], 梁宗锁[2*], 张文生[1]
(1 北京师范大学资源学院资源药物与中药资源研究所,北京 100875;
2 中国科学院、水利部水土保持研究所,陕西杨凌 712100)

Effect of microelement on growth and active ingredient of *Salvia miltiorrhiza* Bge.

HAN Jian-ping[1,2], LIANG Zong-suo[2*], ZHANG Wen-sheng[1]
(*1 Inst. of Natural Medicine and Chinese Medicine Resour., College of Resour. Sci. and Techn., BNU, Beijing 100875, China;*
2 Inst. of Soil and Water Conservation CAS, Yangling Shaanxi 712100, China)

中图分类号: S567.506　　**文献标识码**: A　　**文章编号**: 1008-505X(2005)04-0560-04

微量元素与中药活性分子在人体内起着相互协同、互相渗透,互相制约的作用,并参与体内各种生化反应,促进机体自身调节;中药有效成分可能是其中的某种或某几种有机成分或微量元素,更可能是它们之间形成的配合物[1],如中药补血药材中的铁、锰、锌、铜的含量较高[2]。中药的生长环境对中药生长及所含微量元素含量有着直接的影响。微量元素可作为植物体内某些有机合成反应的催化剂或参与植物有效成分的结构功能而影响植物化学成分的形成和积累,从而最终影响药材的药理活性[3]。中药的采收期直接影响其产量和品质,其生长年龄对所含微量元素有重要的影响,因此可以通过对中药的不同生长期微量元素含量的不同而选择适宜的采收期,以提高中药的临床药效[4]。我国北方石灰性土壤和沿海的盐泽土以及南方的部分土壤因微量元素缺乏而成为当地农业生产的限制因素之一,施用微量元素肥料不但能克服土壤中微量元素的含量不足,而且能提高土壤氮磷等养分的有效性[5]。

丹参(*Salvia miltiorrhiza* Bge.),是一种多年生常用中草药,具有活血祛瘀,消肿止痛,养血安神的功能。目前丹参的栽培已形成规模,但是迄今尚缺少有关丹参微量元素施肥的研究。本文从栽培的角度探讨施用微量元素对丹参生长发育及有效成分积累的影响,旨在为丹参的优质高产栽培提供依据。

1 材料与方法

1.1 试验方法

供试材料来自商南丹参基地所育的丹参苗(*Salvia miltiorrhiza* Bunge)。试验包括盆栽和田间小区试验两部分。

1.1.1 盆栽试验　盆栽土采自陕西省商洛天士力药源基地的砂壤土,肥力均匀,pH8.3,有机质14.6g/kg,全N 0.98g/kg,碱解N 85.7mg/kg,速效P(P) 25.7mg/kg,速效K(K) 172mg/kg。试验用盆高28cm,口径30cm,每盆装土15kg。微量元素肥料包括硫酸锌(Zn)、硫酸锰(Mn)、硫酸铁(Fe)、硫酸铜(Cu)、硼砂(B),以不施微肥作对照(CK)。每盆施肥量0.6g(分析纯),与土混匀后装盆。2001年5月4日将苗移栽入盆,每处理4盆,每盆4株,栽后浇水,并始终保持田间持水量的65%~70%。试验在中国科学院水土保持研究所防雨棚内进行。

1.1.2 田间小区试验　2002年在商洛天士力丹参药源基地进行。试验区内0—60 cm土层的土壤有机质10.2g/kg、全N 0.7g/kg、速效N 67.5 mg/kg、速效P 14.9mg/kg、速效K 130.9mg/kg、有效Fe 16.8 mg/kg、有效Cu 1.6 mg/kg、有效Mn 12.1 mg/kg、有效Zn 0.8 mg/kg。供试的微量元素肥料与盆栽试验相同。每小区面积24m^2,随机排列,重复2次。

收稿日期: 2004-03-03　　**修改稿收到日期**: 2004-10-20
基金项目: 陕西省科技攻关项目(2001K01-G15-03); 陕西天士力植物药业有限公司基金(TSL01001)资助。
作者简介: 韩建萍(1977—),女,新疆石河子市人,博士研究生,主要从事中药资源学研究。* 通讯作者

丹参苗于 3 月 8 日移栽，成活后，将长势一致的植株挂牌标记，每处理 30 株，供作取样用。每小区（$24m^2$）分别称取微量元素肥料 25g 溶于 500mL 水中，兑水 30kg，于 4 月 20 日进行沟灌；以浇等量的清水做对照。试验期间保持土壤水分为田间持水量的 65%～70%。

1.2　测定项目与方法

试验 6 月开始取样，盆栽每隔 20d 取样一次，共取样 5 次；田间试验每隔 30d 取样一次，共取样 6 次。丹参生长情况主要测定根干、鲜重，地上干、鲜重，根直径，根长，根数。

供试土壤基本性状按常规方法测定[6]；植株内微量元素 Fe、Mn、Cu、Zn 用原子吸收分光光度法[7]测定；干灰化后，姜黄素比色法测定 B。丹参素的含量按天士力企业内部标准测定，丹参酮 IIA 的含量按中华人民共和国药典（2000 年版）[8]测定。

2　结果与分析

2.1　微量元素肥料对丹参素和丹参酮 II_A 含量的影响

施用微量元素的各处理丹参素含量，除铜外，均以移栽后 150d 为最高（因为 150d 之前丹参根未膨大，不必测定），随后下降，至收获时（250d）又有所上升。表明丹参素含量与生长时期的关系较为密切。施用微量元素对提高丹参素含量的效果以 Mn 和 Fe 较为显著（表 1）。

表 1　施用微肥不同生长时期丹参素含量的变化（%，田间试验）

Table 1　Change of Dansensu content with various treatments sampling at different growth time（Field exp.）

处理	移栽后天数 Days after transplanting（d）			
Treatment	150	180	210	250
CK	1.17	1.26	0.82	0.91
Mn	1.93	1.33	1.29	1.33
Fe	1.84	1.54	0.86	1.37
Zn	1.61	1.41	0.77	1.24
B	1.58	1.16	0.99	1.45
Cu	1.21	1.37	0.69	1.27

丹参酮 II_A 含量高峰同样出现在移栽后 150d，随后又逐渐降低（表 2）。有研究表明，根直径的大小与丹参酮 II_A 的含量呈负相关[9]。在丹参酮 II_A 累积高峰期，丹参根系尚未膨大，单位重量的根表皮面积相对较大，所以丹参酮 II_A 的含量高。而后随着根径长粗，丹参酮 II_A 的含量逐渐降低。

表 2 还看出，Fe、Mn、Zn、Cu 有利于丹参酮 II_A 含量的积累，而施 B 丹参酮 II_A 含量较对照降低，这与施 B 有利于根的增粗有关。

表 2　施用微肥不同生长时期丹参酮 II_A 含量的变化（%，田间试验）

Table 2　Change of tanshinone II_A content with various treatments sampling at different growth time（Field exp.）

处理	移栽后天数 Days after transplanting（d）					
Treatment	90	120	150	180	210	250
CK	0.20	0.18	0.41	0.32	0.20	0.23
Mn	0.19	0.25	0.49	0.39	0.35	0.28
Fe	0.23	0.12	0.57	0.49	0.32	0.19
Zn	0.23	0.28	0.45	0.13	0.40	0.26
B	0.24	0.22	0.35	0.32	0.36	0.29
Cu	0.15	0.16	0.50	0.43	0.37	0.29

2.2　不同微肥处理对丹参植株中相应微量元素含量的影响

不同微量元素处理对丹参植株不同生长时期吸收相应微量元素的情况（表 3）看出，施用不同微量元素植株体内的相应的微量元素含量均较对照有不同程度的增加。其中，施用硼处理增加较显著，植株体内的硼含量在移栽 90d 时是对照的 2.9 倍；在移栽 110d 时是对照的 2.4 倍，说明施用硼处理有利于植株对硼的吸收。

中药质量的优劣在很大程度上取决于药材生长的土壤中化学元素种类和元素含量，每一种地道药材都有几种特征性微量元素图谱[10]。不同药材栽培中所需的微量元素及其含量也不同，如丹参对微量元素的需求以硼的需求量最大，而黄连需求量最大的是铁[11]。

2.3　不同微肥处理对丹参根生长的影响

表 4 看出，施硼、锰、锌的处理，收获时根干重比对照增加，差异达极显著和显著水平。施锰和铁肥有利于地上部分生物量的累积。

施微量元素肥对不同生长时期根干重积累情况可以看出，无论是盆栽（图 1A）或田间试验（图 1B），施微肥均有利于植株的生长，施硼、锰、锌肥较有利于根干物量的累积。

表3 不同处理不同时期植株微量元素含量

Table 3 Microelement content in plants with various treatments sampling at different growth time

取样时间 Sampling time (d)	硼含量 B content (mg/kg)		铜含量 Cu content (mg/kg)		锌含量 Zn content (mg/kg)		铁含量 Fe content (%)		锰含量 Mn content (mg/kg)	
	B	CK	Cu	CK	Zn	CK	Fe	CK	Mn	CK
90	138.7	47.6	30.86	24.77	55.77	40.14	0.188	0.16	64.16	55.04
110	86.0	35.9	15.96	15.39	41.88	32.86	0.165	0.10	51.37	41.69
130	72.6	—	13.40	—	37.95	—	—	—	48.59	—
150	58.8	34.8	13.05	11.65	36.79	30.14	0.141	0.07	31.35	30.12
170d	48.6	—	11.75	—	33.09	—	—	—	26.9	—

注(Note):盆栽试验中CK和Fe处理因缺苗,130d和170d未测;CK and Fe treatments in pot experiment is no determined, because of missing plants; same as follows.

表4 微量元素处理丹参收获期生物量比较(盆栽试验)

Table 4 The biomass of plant with microelement treatments in harvest stage (Pot exp.)

处理 Treatment	地上部产量(g/pot) Shoot weight		根重(g/pot) Root weight	
	鲜重 Fresh wt.	干重 Dry wt.	鲜重 Fresh wt.	干重 Dry wt.
CK	144.19	27.18	167.05	39.19
B	162.47	45.88*	228.33**	62.90**
Cu	108.99	22.59	168.22	42.32
Zn	138.19	25.56	148.40	48.19*
Fe	254.72**	52.56**	178.47	43.49
Mn	252.61**	50.82**	191.62	56.60**

注:*,**分别表示差异达5%和1%显著水平。

Note: * and ** mean the significant at the 5% and 1% levels.

3 小结

盆栽和大田的试验研究结果表明,施用锰肥、铁肥、硼和锌肥的处理丹参素含量均较对照有所增加;而且丹参素和丹参酮 II_A 累积高峰均出现在移栽后150d。施用铁、锰、锌和铜等微肥有利于丹参酮 II_A 的累积;而硼肥不利于丹参酮 II_A 的累积。施用硼、锰和锌肥丹参产量比不施肥对照增产明显,差异达极显著和显著水平;表现出施用硼、锰、锌肥对丹参产量增加的正效应。

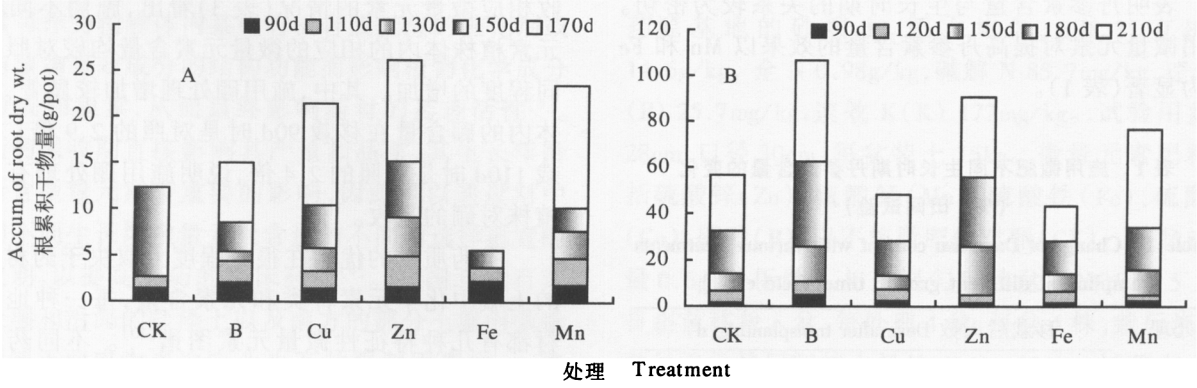

图1 微量元素处理丹参根干重积累动态(A:盆栽试验,B:田间试验)

Fig.1 The accumulation of the dry root weight under microelement treatments(A: Pot exp., B: Field exp.)

参考文献:

[1] 谢学建,张俊慧,马爱华. 微量元素与中药功效关系[J]. 时珍国医国药,1999,10(10):79.
Xie X J, Zhang J H, Ma A H. The relationship between microelement and efficacy of traditional chinese medicine[J]. Lishizhen Medicine and Materia Medica Research, 1999, 10(10): 79.

[2] 高国丽. 中药微量元素研究中存在的几个问题探讨[J]. 微量元素与健康研究,1998,15(3):50.
Gao G L. Discussion of several question exist in study on the microelement of tradition chinese medicine[J]. Study of Trace Elements and Health, 1998,15(3): 50.

[3] 周长征. 中国细辛属植物分类及细辛道地药材的系统研究[D]. 北京中医药大学博士论文,1994. 127-128.
Zhou C Z. Economy study on plant classify of asarum category and asarum traditional medicinal materials[D]. Ph D thesis, Beijing University of Chinese Medicine, 1994. 127-128.

[4] 周祖文. 影响中药微量元素的相关因素研究概况[J]. 微量元素研究与健康,2002,19(1):66-68.

Zhou Z W. Study survey of correlative factors of effect traditional chinese medicine microelement[J]. Study of Trace Elements and Health, 2002,19(1): 66-68.

[5] 魏孝荣,郝明德,苏蕾. 长期施用微量元素肥料对土壤养分的影响[J]. 水土保持研究,2003,10(1)29-30.
Wei X R, Hao M D, Su L. Effects of long-term trace elements fertilizer on soil nutrient contents[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2003, 10(1): 29-30.

[6] 中国科学院南京土壤研究所. 土壤农化分析[M]. 南京: 江苏科学技术出版社,1986.
Institute of Soil in Nanjing of CAS. Analysis of soil characteristics[M]. Nanjing: Jiangsu Science and Technology Press, 1986.

[7] 鲁如坤. 土壤农业化学分析方法[M].北京: 中国农业科技出版社, 2000.146-336.
Lu R K. Analysis method of soil characteristics[M]. Beijing: China Agricultural Scientech Press, 2000. 146-336.

[8] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典(2000 年版)[M]. 北京: 化学工业出版社,2000.
Edited by Nation Pharmacopoeia Council. The people's republic of china pharmacopoeia (2000 edition)[M]. Beijing: Chemistry Industry Press, 2000.

[9] 陈震,宋洪涛,陈博粤. 营养液浓度对丹参生长的影响[J]. 中国中药杂志,1992,17(3): 141-142.
Chen Z, Song H T, Chen B Y. Effects of nutrition thickness on the Dansen growth[J]. China Journal of Chinese Material Medical, 1992, 17(3): 141-142.

[10] 罗炳锵. 中药微量元素的作用[J]. 中药材,1990,13(2): 41-44.
Luo B Q. Effect of microelement on traditional chinese medicine[J]. Chinese Traditional Medicine Material, 1990,13(2): 41-44.

[11] 王正银,陈仕江,钟国跃,等. 石柱黄连不同生长期植株营养特性的研究[J]. 植物营养与肥料学报,2003,9(2): 242-247.
Wang Z Y, Chen S J, Zhong G Y *et al*. Study on nutrient character of rhizome of chinese goldthread in shizhu at different growth stages [J]. Plant Nutrition and Fertilizer Science, 2003, 9(2): 242-247.