

不同立地类型和土壤类型对“裕丹参”生长和有效成分含量的影响

黄勇¹, 张红瑞¹, 周燕¹, 李贺敏¹, 王丰青¹, 曹金斌²

(1. 河南农业大学, 河南 郑州 450002; 2. 南阳白云山和记黄埔丹参技术开发有限公司, 河南 方城 473200)

摘要: 采用大田种植和盆栽方法, 分别研究了不同的立地类型(平地、阳坡、阴坡和坡地)和土壤类型(砂土、壤土和黏土)对产自河南省方城县的“裕丹参” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) 生长和有效成分含量的影响效应。结果表明: 在不同立地条件下, “裕丹参”的各项生长和根系产量指标以及根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量均有明显差异。随种植时间的延长, 平地、阳坡和坡地种植的“裕丹参”单株地上部干质量均逐渐降低, 而阴坡种植的单株地上部干质量先升高后逐渐降低; 但在不同立地类型下, 单株根系干质量和丹酚酸 B 含量均随种植时间的延长逐渐升高, 而丹参酮 II A 含量则先降低后升高。采收期, 平地种植的“裕丹参”的单株地上部干质量、单株根系干质量和鲜质量以及根系鲜产量均最高, 平地 and 坡地种植的“裕丹参”根直径较大, 阳坡种植的“裕丹参”根长最长, 阳坡和坡地种植的“裕丹参”单株根数、根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量也较高, 而阴坡种植的“裕丹参”的各项生长和根系产量指标以及丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量均最低。在不同类型土壤中, “裕丹参”的根系性状和根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量总体上差异显著, 其中, 用砂土种植的“裕丹参”的根直径、根长、单株根系鲜质量和干质量以及根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量均最高, 但单株根数最少; 用黏土种植的“裕丹参”根系生长总体最差, 但单株根数最多; 用壤土种植的“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量则最低。综合研究结果显示: “裕丹参”适宜种植于砂土的坡地或阳坡。

关键词: “裕丹参”; 立地类型; 土壤类型; 产量; 有效成分

中图分类号: S567.5⁺3; R282 文献标志码: A 文章编号: 1674-7895(2017)01-0091-06

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7895.2017.01.12

Effects of different site and soil types on growth and active ingredient content in “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza*) HUANG Yong¹, ZHANG Hongrui¹, ZHOU Yan¹, LI Hemin¹, WANG Fengqing¹, CAO Jinbin² (1. He’nan Agricultural University, Zhengzhou 450002, China; 2. Hutchison Whampoa Nanyang Baiyunshan Danshen Technological Development Co., Ltd., Nanyang 473200, China), *J. Plant Resour. & Environ.*, 2017, 26(1): 91-96

Abstract: Effects of different site types (flat land, sunny slope, shady slope and slope land) and soil types (sand, loam and clay) on growth and active ingredient content in “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) from Fangcheng County of He’nan Province were studied by field planting and pot cultivating methods. The results show that there are obvious differences in each index of growth and root yield, and in contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in root of “Yudanshen”. With prolonging of planting time, dry weight of above-ground part per plant of “Yudanshen” planted in flat land, sunny slope and slope land all decrease gradually, while that of “Yudanshen” planted in shady slope increases at first and then decreases gradually; while in different site types, dry weight of root per plant and salvianolic acid B content both increase with prolonging of planting time, while tanshinone II A content decreases at first and then increases. At harvesting time, dry weight of above-ground part per plant, dry weight and fresh weight of root per plant, and fresh yield of root of “Yudanshen” planted in flat land are

收稿日期: 2016-07-02

基金项目: 国家工业与信息化部国家中药材生产扶持项目(工信消[2011]119号)

作者简介: 黄勇(1980—), 河南信阳人, 男, 博士, 讲师, 主要从事中药材栽培与质量控制研究。

the highest, root diameter of “Yudanshen” planted in flat land and slope land is relatively large, and root length of “Yudanshen” planted in sunny slope is the longest, root number per plant and contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in root of “Yudanshen” planted in sunny slope and slope land are also relatively high, while each index of growth and root yield and contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in “Yudanshen” planted in shady slope are the lowest. In general, there are significant differences in root traits and contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in root of “Yudanshen” in different soil types, in which, root diameter, root length, fresh weight and dry weight of root per plant, and contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in root of “Yudanshen” planted with sand are the highest, but root number per plant is the least; root growth of “Yudanshen” planted with clay is the worst in general, but root number per plant is the most; contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in root of “Yudanshen” planted with loam are the lowest. The comprehensive analysis result shows that slope land or sunny land with sand is suitable to plant “Yudanshen”.

Key words: “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge); site type; soil type; yield; active ingredient

丹参 (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) 为唇形科 (Lamiaceae) 鼠尾草属 (*Salvia* Linn.) 多年生草本植物, 以干燥根及根茎入药, 为传统大宗中药材, 具有活血祛瘀、通经止痛、清心除烦和凉血消痈等功效^{[1],[2]77}。丹参适应性强, 喜气候温暖、阳光充足的环境, 广泛分布于中国的华北、中南、西北和西南等地区, 主产区为山东、河南、陕西和四川等省^[3]。河南省是丹参的传统道地产区和主产区之一, 河南产丹参药材中的 4 种菲醌类成分含量均高于其他产区^[4]; 其中, 方城丹参多种植于山地、坡地和荒地等自然条件较差的区域, 因自然环境条件和丹参栽培技术的独特性, 形成了具有显著特色的丹参道地产区, 所产药材称“裕丹参”, 在国内具有较高声誉^{[5]9,[6]}。

环境因子是影响药用植物体内初生代谢和次生代谢的主要因素之一^[7], 关于光照^[8]、温度^[8]、水分^[9]、土壤^[10-11]和肥料^[12-13]等因素对丹参药材质量的影响已有大量研究, 但多是对人为控制条件下 1 种或数种因素的影响效应进行研究, 忽略了中药材道地产区的独特自然条件和栽培方式, 更缺乏针对地域特色明显的“裕丹参”与环境因子相互关系的研究。

作者以“裕丹参”的传统种植区域为研究对象, 探讨不同的立地类型和土壤类型对“裕丹参”产量和品质的影响, 以期对“裕丹参”的规范化栽培和合理种植提供基础研究数据。

1 材料和方法

1.1 材料

供试“裕丹参”种苗来源于南阳白云山和记黄浦丹参技术开发有限公司丹参种植基地。经中国医学

科学院药用植物研究所张本刚研究员鉴定为唇形科植物丹参。

“裕丹参”产地方城县位于北亚热带与南暖温带交汇处, 地处南阳盆地与黄淮海平原分界线; 地理坐标为东经 112°38′~113°24′、北纬 33°04′~33°37′。年均日照时数 2 092 h, 无霜期 220 d, 年均气温 14 ℃, 年均降水量 840 mm。

主要仪器包括 Agilent 1100 型高效液相色谱仪 (美国 Agilent 公司)、DHG-9240A 型电热恒温鼓风干燥箱 (上海一恒科学仪器有限公司) 和 CP225D 十万分之一电子天平 (德国 Sartorius 公司)。

主要试剂包括丹参酮 II A (批号 110766201217, 纯度大于 98%) 和丹酚酸 B (批号 111562201111, 纯度大于 98%) 标准品, 均购自中国食品药品检定研究院; 乙腈和甲醇, 均为色谱纯; 去离子水。

1.2 方法

1.2.1 立地类型选择及种植方法 在“裕丹参”核心产区的方城县杨集乡尹庄村选取 4 种典型的立地类型, 包括平地 (平整的耕地, 黄壤土)、阳坡 (龙凤沟北坡, 光照时间长, 沙壤土, 坡度 25°)、阴坡 (龙凤沟南坡, 光照时间短, 沙壤土, 坡度 25°) 和坡地 (沟外缓坡地, 沙壤土, 坡度 10°), 每种立地类型的样地面积均为 60 m², 各 3 个重复。采取垄作种植方式, 垄宽 40 cm、垄高 15 cm、垄沟 30 cm, 一垄双行, 种植密度为 12 株·m⁻²。于 2011 年 11 月进行种苗移栽, 其他管理措施与一般大田生产相同。

1.2.2 土壤类型选择及种植方法 实验在上述丹参种植基地的百草园内进行。选择砂土、壤土和黏土 3 种类型的土壤供试, 其中, 砂土中有机质、全氮、速效氮、速效磷和速效钾含量分别为 8.524、0.853、

0.055、0.009 和0.007 6 g · kg⁻¹,壤土中有机质、全氮、速效氮、速效磷和速效钾含量分别为 12.341、1.127、0.072、0.012 和0.013 7 g · kg⁻¹,黏土中有机质、全氮、速效氮、速效磷和速效钾含量分别为 11.824、0.892、0.075、0.014 和0.012 1 g · kg⁻¹。采用盆栽方式,盆高 50 cm、直径 35 cm,每盆装土 22 kg,每盆种植 2 株,每类土壤 10 盆,视为 10 个重复。将栽培盆置于大田中,于 2012 年 4 月 29 日进行种苗移栽,其他管理措施与一般大田生产相同。

1.2.3 测量指标及测量方法 从 2013 年 8 月开始,每隔 30 d 每个处理取 10 株个体,将地上部和根系分开,分别称量单株地上部和根系的鲜质量;然后,于 45 °C 烘干至恒质量,分别称取单株地上部和根系的干质量。在 2013 年 11 月 15 日(采收期),每处理各取 10 株代表性个体,分别测量和统计根长、根直径、单株根数及根系鲜产量。根长为采用皮尺(精度 0.1 cm)测量的最长主根长度;根直径采用游标卡尺(精度 0.001 cm)测量,测量部位为单株鲜根最粗处的直径;单株根数仅统计每一单株中直径 2 mm 以上的根;单株地上部鲜质量和干质量以及单株根系鲜质量和干质量用百分之一电子天平称量。通过单株根系鲜质量与株数的乘积计算根系鲜产量。

将上述干燥根粉碎,参照文献[5]13 的方法,采用高效液相色谱法测定根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 的含量。

1.3 数据处理

采用 EXCEL 2003 软件和 DPS 7.05 数据处理系

统对实验数据进行统计和分析。

2 结果和分析

2.1 立地类型对“裕丹参”生长和有效成分含量的影响

2.1.1 对单株地上部和根系干质量的影响 不同立地类型种植的“裕丹参”单株地上部和根系干质量的动态变化见表 1。

由表 1 可见:随种植时间延长,平地、阳坡和坡地种植的“裕丹参”单株地上部干质量均呈逐渐降低的趋势,而阴坡种植的“裕丹参”单株地上部干质量则在 9 月 16 日达到最高,之后逐渐降低。在不同立地类型下,采收期(11 月 15 日)“裕丹参”的单株地上部干质量差异较大,其中,平地最高,阴坡最低,平地种植的“裕丹参”单株地上部干质量较阴坡高 43.06%,差异达显著水平。

由表 1 还可见:随种植时间延长,不同立地类型种植的“裕丹参”的单株根系干质量均逐渐升高,其中,平地种植的“裕丹参”单株根系干质量增速最高,坡地和阳坡次之,阴坡最低。采收期平地种植的“裕丹参”单株根系干质量达到 256.71 g,坡地、阳坡和阴坡种植的“裕丹参”单株根系干质量分别为平地的 89.33%、69.26%和 45.93%。平地和坡地种植的“裕丹参”单株根系干质量无显著差异,但均显著($P < 0.05$)高于阳坡和阴坡种植的“裕丹参”。

2.1.2 对根系产量性状的影响 不同立地类型对采

表 1 不同立地类型种植的“裕丹参”单株地上部和根系干质量的动态变化($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 1 Dynamic change in dry weights of above-ground part and root per plant of “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) planted in different site types ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

立地类型 Site type	不同时间(MM-DD)的单株地上部干质量/g Dry weight of above-ground part per plant on different dates (MM-DD)			
	08-17	09-16	10-16	11-15
平地 Flat land	81.27±7.10a	77.61±3.52a	67.86±5.11a	59.76±8.01a
阳坡 Sunny slope	65.82±6.30ab	65.14±8.30bc	61.08±2.52ab	48.83±2.35bc
阴坡 Shady slope	53.60±8.31b	57.27±4.96c	53.33±4.54b	41.81±4.08c
坡地 Slope land	76.67±14.01a	74.11±4.91ab	68.79±5.82a	52.44±4.34ab
立地类型 Site type	不同时间(MM-DD)的单株根系干质量/g Dry weight of root per plant on different dates (MM-DD)			
	08-17	09-16	10-16	11-15
平地 Flat land	102.75±10.42a	136.51±14.68a	218.58±21.38a	256.71±8.32a
阳坡 Sunny slope	81.20±5.77b	99.68±14.63bc	155.77±11.15c	177.80±10.57b
阴坡 Shady slope	66.37±16.59b	79.73±9.50c	95.22±3.63d	117.91±9.09c
坡地 Slope land	104.69±8.20a	112.36±13.51ab	187.87±14.12b	229.32±21.19a

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著($P < 0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

收期“裕丹参”根系产量性状的影响见表2。由表2可以看出:在采收期,平地 and 坡地种植的“裕丹参”根直径较大,分别达到0.922和0.834 cm,显著高于阴坡种植的“裕丹参”(0.522 cm)。阳坡种植的“裕丹参”根长最长(37.4 cm),阴坡种植的“裕丹参”根长最短(25.8 cm),二者间差异达显著水平。阳坡和坡地种植的“裕丹参”单株根数较多,分别达到42.0和40.1条,而阴坡种植的“裕丹参”单株根数仅28.7条,显著低于其他3种立地类型种植的“裕丹参”。

平地种植的“裕丹参”的单株根系鲜质量最高(667.38 g),阴坡种植的“裕丹参”单株根系鲜质量最低(377.29 g),二者间差异达显著水平。平地种植的“裕丹参”根系鲜产量最高,达 $80.08 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;坡地种植的“裕丹参”的根系鲜产量也较高,达 $74.02 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$;阴坡种植的“裕丹参”根系鲜产量最低,仅为 $45.27 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,平地 and 坡地种植的“裕丹参”根系鲜产量与阴坡种植的“裕丹参”有显著差异。

表2 不同立地类型对采收期“裕丹参”根系产量性状的影响($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 2 Effect of different site types on root yield traits of “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) at harvesting time ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

立地类型 Site type	根直径/cm Root diameter	根长/cm Root length	单株根数 Root number per plant	单株根系鲜质量/g Fresh weight of root per plant	根系鲜产量/kg·hm ⁻² Fresh yield of root
平地 Flat land	0.922±0.170a	28.9±3.3ab	34.8±5.8a	667.38±35.92a	(80.08±14.32)×10 ³ a
阳坡 Sunny slope	0.698±0.036ab	37.4±5.5a	42.0±9.0a	480.13±51.87ab	(57.62±10.16)×10 ³ ab
阴坡 Shady slope	0.522±0.057b	25.8±5.9b	28.7±9.5b	377.29±18.42b	(45.27±8.24)×10 ³ b
坡地 Slope land	0.834±0.101a	34.6±6.3ab	40.1±5.8a	616.84±63.56a	(74.02±9.61)×10 ³ a

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著($P < 0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

2.1.3 对根系中有效成分含量的影响 不同立地类型种植的“裕丹参”根系中丹参酮II A和丹酚酸B含量的动态变化见表3。

由表3可见,随种植时间延长,不同立地类型种植的“裕丹参”根系中丹参酮II A含量均呈先降低后升高的趋势,且不同立地类型间的丹参酮II A含量有显著差异;总体上看,坡地种植的“裕丹参”根系中丹参酮II A含量最高,阳坡和平地次之,阴坡最低。在采收期,坡地、阳坡、平地 and 阴坡种植的“裕丹参”根系中丹参酮II A含量分别为0.52%、0.43%、0.41%和0.34%,均高于“丹参酮类总量0.25%”^{[2]76}的丹参药材生产标准;其中,坡地种植的“裕丹参”根系中丹参酮II A含量与阳坡、平地 and 阴坡种植的“裕丹参”有显著差异。

由表3还可见:随种植时间延长,不同立地类型种植的“裕丹参”根系中丹酚酸B含量均呈逐渐升高的趋势,并在采收期达到最高值,但不同立地类型种植的“裕丹参”根系中丹酚酸B含量差异较大。坡地和阳坡种植的“裕丹参”根系中丹酚酸B含量较高,至采收期分别达到6.17%和5.85%;而平地 and 阴坡种植的“裕丹参”根系中丹酚酸B含量分别较坡地低17.18%和33.39%,差异达显著水平;但4种立地类型种植的“裕丹参”根系中丹酚酸B含量均高于“丹酚酸B含量大于3.0%”^{[2]77}的丹参药材生产标准。

2.2 土壤类型对“裕丹参”根系性状和根系中有效成分含量的影响

2.2.1 对根系性状的影响 不同土壤类型对采收期(11月15日)“裕丹参”根系性状的影响见表4。由表

表3 不同立地类型种植的“裕丹参”根系中丹参酮II A和丹酚酸B含量的动态变化($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

Table 3 Dynamic change in contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in root of “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) planted in different site types ($\bar{X} \pm SD$)¹⁾

立地类型 Site type	不同时间(MM-DD)的丹参酮II A含量/% Tanshinone II A content on different dates (MM-DD)				不同时间(MM-DD)的丹酚酸B含量/% Salvianolic acid B content on different dates (MM-DD)			
	08-17	09-16	10-16	11-15	08-17	09-16	10-16	11-15
平地 Flat land	0.35±0.03b	0.27±0.02b	0.31±0.03b	0.41±0.02b	2.75±0.07d	3.83±0.08b	4.88±0.04c	5.11±0.02c
阳坡 Sunny slope	0.37±0.03b	0.29±0.02b	0.28±0.03b	0.43±0.02b	3.31±0.11b	3.57±0.05c	5.42±0.05b	5.85±0.09b
阴坡 Shady slope	0.28±0.01c	0.25±0.04b	0.31±0.04b	0.34±0.02c	2.93±0.10c	3.05±0.04d	3.89±0.06d	4.11±0.05c
坡地 Slope land	0.43±0.02a	0.35±0.03a	0.41±0.04a	0.52±0.03a	3.49±0.11a	4.12±0.04a	5.89±0.08a	6.17±0.09a

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著($P < 0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant difference ($P < 0.05$).

4 可见:采用不同类型土壤种植的“裕丹参”的根系性状总体上有显著($P<0.05$)差异。其中,用砂土种植的“裕丹参”的根直径、根长以及单株根系鲜质量和干质量均最大,分别为 1.574 cm、28.0 cm、317.95 g

和 119.25 g,而用黏土种植的“裕丹参”这 4 项根系指标均最小;用黏土种植的“裕丹参”的单株根数最多,为 9.0 条,而用砂土种植的“裕丹参”的单株根数最少。

表 4 不同土壤类型对采收期“裕丹参”根系性状的影响($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 4 Effect of different soil types on root traits of “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) at harvesting time ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

土壤类型 Soil type	根直径/cm Root diameter	根长/cm Root length	单株根数 Root number per plant	单株根系鲜质量/g Fresh weight of root per plant	单株根系干质量/g Dry weight of root per plant
砂土 Sand	1.574±0.133a	28.0±2.3a	4.5±2.0b	317.95±17.41a	119.25±4.70a
壤土 Loam	1.306±0.050b	24.0±2.7ab	7.5±1.6ab	277.65±7.16b	99.15±3.40b
黏土 Clay	1.038±0.073c	19.1±3.3c	9.0±1.9a	231.55±22.21c	72.25±4.77c

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著($P<0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant difference ($P<0.05$).

2.2.2 对根系中有效成分含量的影响 不同土壤类型对采收期“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量的影响见表 5。由表 5 可见:采用不同类型土壤种植的“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量均有显著差异。其中,用砂土种植的“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量均最高,分别为 0.302% 和 8.872%;用黏土种植的“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量次之,分别为 0.281% 和 4.854%;用壤土种植的“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量最低,分别为 0.243% 和 4.363%。

表 5 不同土壤类型对采收期“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量的影响($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

Table 5 Effect of different soil types on contents of tanshinone II A and salvianolic acid B in root of “Yudanshen” (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) at harvesting time ($\bar{X}\pm SD$)¹⁾

土壤类型 Soil type	含量/% Content	
	丹参酮 II A Tanshinone II A	丹酚酸 B Salvianolic acid B
砂土 Sand	0.302±0.008a	8.872±0.106a
壤土 Loam	0.243±0.012b	4.363±0.186b
黏土 Clay	0.281±0.004c	4.854±0.124c

¹⁾ 同列中不同的小写字母表示差异显著($P<0.05$) Different lowercases in the same column indicate the significant difference ($P<0.05$).

3 讨 论

道地药材的形成与其优良种质和特定自然环境有密切关系,其次生代谢产物的合成及积累也与生长环境密切相关,并且,不同环境条件诱导产生的次生代谢产物种类和数量也不相同^[7,14]。黄璐琦等^[7]认为,逆境能够促进道地药材的形成,并且,植物积累次

生代谢产物所需的适宜生境与其生长发育的适宜生境可能并不一致,甚至相反。丹参为喜光、耐旱的药用植物,光照、温度、水和土壤等环境因素对其生长和次生代谢产物积累影响显著,不同产地丹参中的脂溶性和水溶性成分含量均存在显著差异,且各种成分的组成比例也不同^[8,15-16]。方城县作为丹参的传统道地产区之一,其独特的环境条件非常适宜丹参的生长和发育。

本研究中,在不同立地类型中,阳坡和坡地种植的“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量高于阴坡和平地,但根直径和根系鲜产量则低于平地,可能与平地土壤较阳坡和坡地土壤肥沃有关。在不同类型土壤中,用砂土种植的“裕丹参”根系中丹参酮 II A 和丹酚酸 B 含量分别达到 0.302% 和 8.872%,显著高于黏土和壤土,可能与“裕丹参”喜贫瘠和耐旱的特性有关,也印证了黄璐琦等^[7]提出的“药用植物的生态适宜性与普通植物的生态适宜性不完全相同”的观点。

在“裕丹参”的规范化种植过程中,选择种植区域应综合考虑产量和品质双重因素,建议在砂土的坡地或阳坡上种植“裕丹参”,以获得优质高产的“裕丹参”药材。

参考文献:

- [1] 李先恩, 张晓阳. 植物生长调节剂对丹参药材产量和品质的影响[J]. 中国中药杂志, 2014, 39(11): 1992-1994.
- [2] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: 2015 年版(一部)[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2015.
- [3] 郭宝林, 冯毓秀, 赵杨景. 丹参种质资源研究进展[J]. 中国中药杂志, 2002, 27(7): 492-495.
- [4] 袁 晓, 高俊飞, 袁 萍. 不同产地丹参药材 HPLC 指纹图谱分

- 析及4种非醌类成分含量的比较[J]. 植物资源与环境学报, 2012, 21(4): 62-66.
- [5] 刘媛媛. 裕丹参质量栽培技术研究[D]. 郑州: 河南农业大学农学院, 2008.
- [6] 魏志华, 王新民, 乔卿梅, 等. 裕丹参药材适宜产区区划研究[J]. 广东农业科学, 2011(17): 24-26.
- [7] 黄璐琦, 郭兰萍. 环境胁迫下次生代谢产物的积累及道地药材的形成[J]. 中国中药杂志, 2007, 32(4): 277-280.
- [8] 李倩. 环境因子对丹参生长及活性成分积累的影响规律研究[D]. 西安: 西北农林科技大学生命科学院, 2006.
- [9] 刘大会, 郭兰萍, 黄璐琦, 等. 土壤水分含量对丹参幼苗生长及有效成分的影响[J]. 中国中药杂志, 2011, 36(3): 321-325.
- [10] 伍钧, 陈远学, 刘世全. 中江县丹参产区的生态环境与土壤条件[J]. 四川农业大学学报, 2000, 18(4): 348-351, 373.
- [11] 黄淑华, 王渭玲, 曹鲜艳, 等. 基于温光和土壤湿度的丹参根生长发育预测模型[J]. 西北农林科技大学学报(自然科学版), 2012, 40(4): 191-196.
- [12] 韩建萍, 梁宗锁, 孙群, 等. 丹参根系氮、磷营养吸收及丹参酮积累规律研究[J]. 中国中药杂志, 2004, 29(3): 207-211.
- [13] 王渭玲, 梁宗锁, 孙群, 等. 丹参高产栽培优化配方施肥技术研究[J]. 西北植物学报, 2004, 24(1): 130-135.
- [14] 苏文华, 张光飞, 李秀华, 等. 植物药材次生代谢产物的积累与环境的关系[J]. 中草药, 2005, 36(9): 1415-1418.
- [15] 李倩, 梁宗锁, 董娟娥, 等. 丹参品质与主导气候因子的灰色关联度分析[J]. 生态学报, 2010, 30(10): 2569-2575.
- [16] 张辰露, 梁宗锁, 郭宏波, 等. 不同气候区丹参生物量、有效成分变化与气象因子的相关性研究[J]. 中国中药杂志, 2015, 40(4): 607-613.

(责任编辑: 张明霞)

(上接第83页 Continued from page 83)

- 3) 研究论文书写顺序为: 题目, 作者姓名, 作者单位, 所在地区及邮政编码, 中文摘要, 关键词(6个以内), 英文摘要(包括英文题目、作者姓名、单位、地区及邮编、摘要内容、关键词等, 英文摘要内容一般与中文摘要一致), 正文, 参考文献。研究简报附简单英文摘要(另附英文摘要的中文译文, 以便审阅), 其他与研究论文相同。
- 4) 题目: 不宜过长, 以不超过25个字为宜, 中、英文题目应一致, 尽量不用副标题。
- 5) 作者: 一般不超过8人, 中国作者英文姓名用汉语拼音, 按照GB/T 28039—2011《中国人名汉语拼音字母拼写规则》拼写。外籍作者姓在前名在后, 姓写全并全大写, 名缩写。第1作者需附简介: 姓名, 出生年份, 性别, 民族, 籍贯, 学位, 职称, 研究方向; 置于第1页下方。
- 6) 计量单位: 以GB 3100—1993、GB 3101—1993和GB 3102.1—1993至GB 3102.13—1993系列标准为准。
- 7) 图和表: 图表应少而精, “自明性”强。插图应线条匀称, 最大(包括图题和图注)不超过16.0 cm(宽)×21.5 cm(高), 图题和图注应有中英文对照。图版照片应清晰, 均应使用原图(除必要的剪裁外一般无需PS), 按16.0 cm(宽)×19.0 cm(高)的版芯整齐拼版, 图版说明须用中英文对照, 附于文后。表格请用三线表格式制作, 表内文字都应有中英文对照。
- 8) 参考文献: 择主要的列入, 文献的标注方式采用“顺序编码制”(GB/T 7714—2015), 即按正文中引用文献出现的先后顺序连续编码, 文献序号用方括号在正文中出现处的右上角注明。文献作者3人以下(包括3人)者, 全部列出; 3人以上者, 只列出前3人, 后加“等”(中文)或“et al”(外文)。文末参考文献表按序号依次编排, 不分文种。
- 9) 文中涉及的植物类群均需附完整正确的拉丁学名; 栽培植物请按照《国际栽培植物命名法规》进行命名及拉丁学名的书写。
4. 来稿请注明科研项目来源及项目编号, 对国家自然科学基金资助项目、省部级以上重大攻关项目和基础研究基金项目等资助的论文可优先发表。
5. 来稿请勿一稿多投。来稿时请注明正确的联系电话、电子信箱(E-mail)、QQ号以及详细的通信地址, 同时交审稿费80元。稿件处理情况将于收稿后4个月内通知作者。录用稿件收取一定的发表服务费。稿件一经刊登, 酌付稿酬并赠送当期期刊3册。不拟刊登的稿件恕不退回, 请自留底稿。编辑部对稿件有删改权。
6. 来稿文责由作者自负。凡在本刊发表的论文将编入数据库供交流、查阅及检索, 作者的著作权使用费与本刊稿酬一次性给付, 不再另付。如作者不同意将论文编入数据库, 请在来稿时声明。
7. 联系方式: 江苏省南京市中山门外 江苏省中国科学院植物研究所内(邮编210014)。电话: 025-84347014; QQ: 2219161478; E-mail: zwzybjb@163.com。