

不同供水量对防风生长发育和品质的影响

韩忠明¹, 王云贺¹, 赵淑杰^{1,2}, 韩梅¹, 杨利民¹

(1 吉林农业大学 中药材学院, 吉林 长春 130118; 2 吉林农业大学 资源与环境学院, 吉林 长春 130118)

摘要:采用室外盆栽的方法,在防风 *Saposhnikovia divaricata* 生长季节(6—9月)设200(SW)、300(MOW)、400(MIW)和450 mm(CK)4个不同供水量,研究其对防风生长发育和主要有效成分的影响.结果表明:200和450 mm供水都不利于防风的生长发育,400 mm供水的防风根质量、地上质量和总质量均较高,与其他处理差异极显著;升麻素苷和5-O-甲基维斯阿米醇苷含量随着供水量的减少呈增加趋势;总色原酮产量以400 mm供水量处理最高,分别是MOW、CK和SW的1.42、2.00和3.04倍.在生长季节降水量300~400 mm区域内,防风地上部分与地下部分生长协调,产量高,品质好;根冠比为0.667 0~0.717 8,平均单株根干质量为9.65~14.54 g,平均单株总色原酮产量为0.079 85~0.113 24 g·株⁻¹.

关键词:防风;水分供给量;生物量;色原酮

中图分类号:S567.2

文献标识码:A

文章编号:1001-411X(2009)03-0004-04

Effects of Water Supply on Growth and Quality of *Saposhnikovia divaricata*

HAN Zhong-ming¹, WANG Yun-he¹, ZHAO Shu-jie^{1,2}, HAN Mei¹, YANG Li-min¹

(1 College of Chinese Medicinal Materials, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China;

2 College of Resources and Environment, Jilin Agricultural University, Changchun 130118, China)

Abstract: The effects of water supply of *Saposhnikovia divaricata* on plant growth and active ingredients during growing season (from June to September) were investigated by pot planting experiment. Plants were subjected to four water supply treatments, SW, MOW, MIW and CK corresponding respectively to 200, 300, 400 and 450 mm of mean precipitation in growing season. The result showed that 200 and 450 mm could produce unfavorable effects on the growth of *S. divaricata*. The root biomass, over ground biomass and total biomass in MIW were relatively higher than others, which had significant difference. The contents of prim-O-glucosylcimifugin and 5-O-methylvisammioside increased with decreasing water supply. The yield of total chromones was highest in MIW, which was 1.42, 2.00, 3.04 times of those of MOW, CK and SW, respectively. The 300 and 400 mm of mean precipitation in growing season could promote the growth of shoots and roots, higher yield and better quality, which the ratio of root/shoot was between 0.667 0 and 0.717 8, the mean root dry mass was between 9.65 and 14.54 g, and the total chromones yield was between 0.079 85 and 0.113 24 g per plant.

Key words: *Saposhnikovia divaricata*; water supply; biomass; chromone

环境条件的差异影响药材的生长发育,导致产量和品质的差别,而水分是影响植物生长、光合作用和产量的重要环境因素之一^[1-3]. 防风 *Saposhnikovia*

divaricata 为伞形科防风属多年生草本植物,以未抽薹的干燥根入药,是我国常用大宗中药材之一. 用于治疗感冒头疼、风湿痹痛、风疹瘙痒、破伤风等^[4]. 据

收稿日期:2008-11-17

作者简介:韩忠明(1979—),男,博士研究生;通讯作者:杨利民(1963—),男,教授,博士,E-mail: ylmh777@126.com

基金项目:国家自然科学基金(30570173);吉林省科技发展计划重大项目(20075022)

现代药理研究,其主要活性成分为升麻素苷、升麻素、5-O-甲基维斯阿米醇苷和亥茅酚苷等色原酮类物质以及多糖、挥发油等,具有解热、镇痛、抗炎、抗肿瘤、抗血小板聚集等多种功效^[5-7]。随着防风用量加大,人们对其过度采挖,使野生资源锐减,加剧了野生防风资源的破坏。近年来,防风栽培面积迅速扩大,栽培防风已成为我国防风药源的主要来源:药用植物的驯化栽培可以有效地减轻人们野外采集对生态环境的破坏,是减轻野生资源压力,保护药用植物资源的最重要途径之一^[8]。不同供水量对防风生长发育和品质影响的研究,国内外鲜见文献报道。本试验采用盆栽模拟水分胁迫的方法,研究不同水分状况下防风各器官干物质积累、分配及品质的变化,探讨防风在引种栽培过程中生长发育和有效成分积累与环境水分的关系,为提高防风产量和品质及进一步研究防风抗旱生理提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

防风种子来源于吉林农业大学药用植物园,经吉林农业大学中药材学院杨利民教授鉴定确定。对照药品升麻素苷和5-O-甲基维斯阿米醇苷由中国药品生物制品检定所提供,批号分别为111522和111523。

1.2 试验管理

盆栽试验在吉林农业大学药用植物园(43°48'N、125°25'E)可移动防雨棚内进行。塑料盆高40 cm,上部口径33 cm,下部口径26 cm。试验设4个处理,每处理25盆,随机排列。2007年4月中旬播种,保证土壤水分充足,苗出齐后,每盆定苗4株,6月1日开始进行水分处理,9月30日结束,冬季做好防寒,2008年6—9月继续水分处理。试验期间,阴雨天覆盖防雨棚防止自然降水,晴天移开防雨棚,保证人工控制水分胁迫下,其他生态因子接近自然状况。

1.3 试验设计

模拟长春降水量设计了4个梯度的水分供给量,分别为200(SW)、300(MOW)、400(MIW)和450 mm(CK)。其供水量分别相当于防风生长季节(6—9月)的降水总量。每个供水量处理的施水次数、时间均相同,一般在当天17:00—18:00进行,每隔5 d施水1次。

为了和自然降水相近,试验按照月降水量施水。以长春1990—2005年年平均降雨量573.5 mm为参考,6—9月降水量432.9 mm,占全年降水量的75.49%,其

中6月占全年18.39%、占生长季的24.37%,7月占全年的26.81%、占生长季的35.52%,8月占全年的22.49%、占生长季的29.79%,9月占全年的7.8%、占生长季的10.33%。由于各月份的降水量不同,所以4种供水处理的各月份施水量也不同,根据试验用盆将每次施水量换算成mL,具体见表1。

表1 不同供水处理的每月及每次施水量

Tab. 1 Water supply of different treatments in every month and every time

供水量/mm	月份	每月施水量/mm	每次施水量/mL
200(SW)	6	48.73	694.15
	7	71.04	1 012.16
	8	59.57	848.88
	9	20.66	294.07
300(MOW)	6	73.10	1041.23
	7	106.56	1 518.24
	8	89.36	1 272.89
	9	30.99	441.97
400(MIW)	6	97.46	1 388.30
	7	142.07	2 024.32
	8	119.14	1 697.76
	9	41.32	589.00
450(CK)	6	109.64	1 561.84
	7	159.83	2 277.36
	8	134.04	1 909.77
	9	46.49	662.52

1.4 测定指标和方法

1.4.1 取样测产 2008年试验结束后,每处理随机取5盆,用水快速冲去根部泥土,测量株高、根长、根粗,称量根、叶柄、叶鲜质量,45℃烘干测定根、叶柄、叶干质量,计算总生物量、根质量比(根质量/总生物量)、叶柄质量比(叶柄质量/总生物量)、叶质量比(叶质量/总生物量)、根冠比(根质量/地上质量)和根折干率(根干质量/根鲜质量)。

1.4.2 有效成分的测定 将防风根粉碎,过30目筛。用Agilent 1100高效液相色谱仪测防风根中升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷的含量,并计算总色原酮产量(平均总色原酮含量×平均单株生物量)。

1.5 数据处理

用DPS 7.05版本统计分析软件进行方差分析和多重比较。

2 结果与分析

2.1 供水量对防风生长特性及生物量的影响

植物对水分亏缺的响应首先反映在地上部分生

长受到抑制以适应环境条件的变化. 方差分析结果(表2)表明,不同供水量对防风的形态指标和生物量均有显著的影响. 严重水分胁迫显著限制了防风株高生长,MIW、MOW 处理与 CK、SW 处理之间达到极显著水平. 防风以根入药,而且根系的主要功能是吸收水分,对干旱的适应性视水分亏缺程度不同,对干旱的反应也不同. 防风根质量 MIW > MOW > CK > SW,MIW 干物质积累较多,而 SW 根干物质积累较

少,方差分析结果表明,根质量 MIW 处理与其他处理,MOW 和 CK 与 SW 处理的差异极显著. 根长和根粗是防风药材主要的外观品质,根长 MIW > CK > MOW > SW,MIW 与其他处理差异显著,根粗 MIW > MOW > CK > SW,MIW 与 MOW 处理无显著差异,MIW、MOW 与 CK、SW 处理差异显著. 说明适当控水可以提高防风根生物量,而严重水分胁迫显著降低了防风根部生长及生物量的积累.

表2 供水量对防风生长特性及生物量的影响¹⁾

Tab.2 Effects of water supply on growth characteristics and biomass of *Saposhnikovia divaricata*

供水量/mm	株高/cm	根长/cm	根粗/cm	根干质量/g	叶柄干质量/g	叶干质量/g	地上部干质量/g	总干生物量/g
200(SW)	35.9cC	36.8cB	0.582cB	4.37dC	1.12dD	2.27dD	5.49cC	7.76dC
300(MOW)	48.1bAB	44.6bA	0.793abA	9.65bB	3.80bB	5.26bB	13.45bB	18.71bB
400(MIW)	53.5aA	50.3aA	1.023aA	14.54aA	7.20aA	8.19aA	21.78aA	29.97aA
450(CK)	44.5bB	45.1bA	0.775bA	8.08cB	4.67cC	4.37cC	12.75bB	17.12cB

1) 同列数据后,小写字母不同者表示在 0.05 水平差异显著,大写字母不同者表示在 0.01 水平差异显著(Duncan's 法)

叶柄质量 MIW > CK > MOW > SW,叶质量 MIW > MOW > CK > SW,各处理间差异均极显著. SW 处理叶柄及叶干质量较低是防风适应严重水分胁迫,减少水分散失,实现自我调节的特征表现. 地上部干质量和总生物量均是 MIW > MOW > CK > SW,MIW 与其他处理之间差异极显著. 不同水分处理防风地下部分的生物量变化趋势和变化幅度与地上部分生物量变化保持了较高的协同一致性,这充分说明了植物对水分胁迫的生态反应具有整体性.

2.2 供水量对防风干物质分配的影响

在水分胁迫条件下,植物生物量分配的改变有助于植物适应环境的变化. 由表3可知,根干物质比

为 SW > MOW > MIW > CK,方差分析结果表明,SW 与其他处理差异极显著;叶柄干物质比为 CK > MIW > MOW > SW,各处理间差异极显著;叶干物质比 SW、MOW 与 MIW、CK 处理差异极显著. 根冠比的变化能反映植物地上部分与地下部分的生长关系及植物自身对环境的适应特性,是衡量生物量分配比例受水分胁迫影响程度的重要指标. 随着供水量减少,各处理根冠比呈显著增加趋势,各处理差异极显著. 根的折干率为 SW > MOW > MIW > CK,即随着水分胁迫的加重,根折干率显著上升,SW、MOW 与 MIW、CK 处理差异极显著,SW 与 MOW 处理、MOW 与 MIW 处理差异显著.

表3 供水量对防风干物质分配的影响¹⁾

Tab.3 Effects of water supply on dry matter partitioning of *Saposhnikovia divaricata*

供水量/mm	根干物质比	叶柄干物质比	叶干物质比	根冠比	根折干率
200(SW)	0.562 4aA	0.145 1dD	0.292 5aA	0.794 8aA	0.411 5aA
300(MOW)	0.516 3bB	0.203 0cC	0.280 6abA	0.717 8bB	0.367 2bA
400(MIW)	0.484 6cC	0.242 2bB	0.273 4bAB	0.667 0cC	0.311 8cB
450(CK)	0.471 4cC	0.274 0aA	0.254 6cB	0.632 3dD	0.284 9cB

1) 同列数据后,小写字母不同者表示在 0.05 水平差异显著,大写字母不同者表示在 0.01 水平差异显著(Duncan's 法)

2.3 供水量对防风有效成分及总色原酮产量的影响

有效成分含量是衡量中药材品质的重要标准. 不同供水量对防风有效成分具有显著影响(表4). 升麻素苷、5-O-甲基维斯阿米醇苷的质量分数随着供水量减少而增加,升麻素苷质量分数 MIW 与 MOW 处理差异显著,SW 与其他处理差异极显著;5-O-甲基维斯阿米醇苷质量分数各处理间差异极显著;总色原酮质量分数 SW > MOW > MIW > CK,各处理间差异极显著;但总色原酮产量 MIW > MOW > CK > SW,以 MIW 处理的总色原酮产量最高,分别是 MOW、CK、SW 的 1.42、2.00、3.04 倍.

表4 供水量对防风有效成分及总色原酮产量的影响¹⁾Tab.4 Effects of water supply on the content of effective ingredient and total chromones yield of *Saposhnikovia divaricata*

供水量/mm	w(升麻素苷)/%	w(5-O-甲基维斯阿米醇苷)/%	w(总色原酮)/%	总色原酮产量/(g·株 ⁻¹)
200(SW)	0.308 6aA	0.545 3aA	0.853 9aA	0.037 31
300(MOW)	0.294 2bB	0.533 5bB	0.827 8bB	0.079 85
400(MIW)	0.284 1cB	0.495 0cC	0.779 0cC	0.113 24
450(CK)	0.250 7dC	0.449 0dD	0.699 7dD	0.056 56

1) 同列数据后,小写字母不同者表示在0.05水平差异显著,大写字母不同者表示在0.01水平差异显著(Duncan's法)

3 讨论与结论

植物对水分的需求及对水分亏缺的反映,是与植物本身地上、地下部分的外部形态特征、生长状况及生态条件密切相关.构成防风中药材产量和品质的因素主要是根长、根粗、根生物量和有效成分含量.当土壤水分亏缺时,植株根系的水分和养分吸收受到影响,使各器官的生长发育都受到限制.细胞增大与增殖首先受到抑制,导致光合面积减小,生长速率降低,进而造成植物生物量减少^[9].试验结果表明,防风受水分胁迫的影响程度,因受胁迫的轻重、持续时间的不同而有所差别. SW 供水量严重限制了防风的生长发育,使单株高度、根长、根粗显著下降,从而导致单株生物量降低; MOW 和 MIW 供水量处理的防风株高、根长、根干质量、地上部干质量和总生物量较高,以 MIW 供水量最好, MIW 处理与其他处理的根长和根粗差异显著,与其他处理的根干质量差异达到极显著.

防风不同器官的生物量对不同强度水分胁迫响应不同,说明防风在土壤水分胁迫不断加重的情况下,一方面减少了地上部分物质的积累,表现为植株高度降低,叶片数减少,另一方面调整生物量的分配,表现为根干物质比、叶干物质比、根冠比随着供水的减少呈增加趋势,从而保持代谢平衡.这可能是植物在逆境条件下优化资源配置实现自我保护的生理机制,即当根部土壤含水量降低时,植物主动将光合有机物质和能量较多地供给根系和光合器官叶片,最大可能地保持自身的水分和其他物质的平衡,这种响应对于植物适应干旱的土壤环境具有重要的生理意义.

次生代谢产物通常是植物适应不良环境的产物^[10],防风色原酮主要在根中积累,升麻素苷和5-O-甲基维斯阿米醇苷含量随供水量的减少呈增加趋势,总色原酮产量 MIW > MOW > CK > SW,以 MIW 处理的总色原酮产量最高,平均单株总色原酮产量达到0.113 24 g,分别是 MOW、CK 和 SW 处理的1.42、2.00 和 3.04 倍.这为规范防风种植过程中如

何提高有效成分含量提供了重要的水分依据,对于提高防风药材品质具有重要的理论意义.

无论从根生物量还是总色原酮产量来看,适宜水量有利于防风增产和有效成分的积累.因此,就供水量而言,栽培防风种植在年降水量 397 ~ 530 mm、生长季节降水量 300 ~ 400 mm 的区域,其地上部分与地下部分生长协调,各部分器官生物量分配合理,产量高,品质好.

参考文献:

- [1] O'CONNOR T G, HAINES L M, SNYMAN H A. Influence of precipitation and species composition on phytomass of a semi-arid African grassland[J]. Journal of Ecology, 2001, 89(5): 850-860.
- [2] SHAH N H, PAULSEN G M. Interaction of drought and high temperature on photosynthesis and grain-filling of wheat[J]. Plant and Soil, 2003, 257(1): 219-226.
- [3] HU Ji-chao, CHAO Wei-xing, ZHANG Jia-bao, et al. Quantifying responses of winter wheat physiological processes to soil water stress for use in growth simulation modeling[J]. Pedosphere, 2004, 14(4): 509-518.
- [4] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典: I 部[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005: 102.
- [5] 张贵君, 张燕波, 李影. 我国生药防风近 10 年的研究概况[J]. 时珍国药研究, 1997, 8(1): 73-75.
- [6] 王林丽, 宋志勇. 防风的研究进展[J]. 中国药业, 2006, 15(10): 63-64.
- [7] 薛宝云, 李文, 李丽, 等. 防风色原酮甙类成分的药理活性研究[J]. 中国中药杂志, 2000, 25(5): 297-299.
- [8] 邵玺文, 韩梅, 韩忠明, 等. 水分供给量对黄芩生长与光合特性的影响[J]. 生态学报, 2006, 26(10): 3214-3220.
- [9] SAYED O H. Adaptational responses of *Zygophyllum qatarense* Hadidi to stress conditions in a desert environment [J]. Journal of Arid Environments, 1996, 32(4): 445-452.
- [10] 阎秀峰. 植物次生代谢生态学[J]. 植物生态学报, 2001, 25(5): 639-640.

【责任编辑 李晓卉】