

研究报告

Research Report

蒙古黄芪种苗根茎大小与生长发育的动态相关性

王玲玲^{1,2} 杨路存¹ 熊丰^{1,2} 聂秀青^{1,2} 肖元明^{1,2} 李长斌^{1,2} 周国英^{1*}

1 中国科学院西北高原生物研究所, 中国科学院藏药研究重点实验室, 西宁, 810008; 2 中国科学院大学, 北京, 100049

* 通信作者, zhougy@nwipb.cas.cn

摘要 为了得到最适宜移栽的种苗根茎大小, 本研究通过比较蒙古不同大小的黄芪种苗 z 在不同时期与生长指标、产量之间的相关性和差异性。将不同根茎大小(<3 mm, 3~6 mm 及>6 mm)的种苗进行移栽, 通过对移栽后的种苗跟踪研究, 分别设置 8 月、9 月和 10 月不同的采收期。结果表明, 种苗分级处理对根长在 10 月份有显著性差异, 对地上鲜重在 9 月份有显著性变化, 对株高、根鲜重和根干重没有显著性变化。种苗分级对根直径和产量的相关性较弱, 没有显著性, 而采收期对根直径和产量的相关系数呈显著性。综合株产和群体经济效益, 最佳的移栽种苗根茎位于 3~6 mm 之间。本研究结果为青海省蒙古黄芪种苗移栽技术提供了切实可行的参考资料, 改善了传统经验种植方法, 促进了当地农民脱贫致富和中药产业发展。

关键词 蒙古黄芪(*Astragalus membranaceus*), 种苗根茎, 生长发育, 产量

The Dynamic Correlation between Root Size of Seedlings and Growth and Development of *Astragalus mongholicus*

Wang Lingling^{1,2} Yang Lucun¹ Xiong Feng^{1,2} Nie Xiuqing^{1,2} Xiao Yuanming^{1,2} Li Changbin^{1,2} Zhou Guoying^{1*}

1 Key Laboratory of Tibetan Medicine Research, Chinese Academy of Sciences, Northwest Institute of Plateau Biology, Chinese Academy of Science, Xining, 810008; 2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049

* Corresponding author, zhougy@nwipb.cas.cn

DOI: 10.13271/j.mpb.018.001344

Abstract In order to obtain the most suitable transplantable seedlings rhizome size, this study through the comparison of different sizes of *Astragalus mongholicus* seedlings in different periods and the correlation and difference between growth index, yield. Seedlings with different rhizome sizes (<3 mm, 3~6 mm and >6 mm) were transplanted. Through the follow-up study of seedlings after transplantation, different harvesting periods were set in August, September and October, respectively. The results showed that the seedling grading treatment had significant difference in root length in October, significant change in aboveground fresh weight in September, and no significant change in plant height, root fresh weight and root dry weight. The correlation between root diameter and yield was weak and not significant, while the correlation coefficient between root diameter and yield was significant in the harvesting period. Based on the comprehensive plant yield and population economic benefit, the best rhizomes of the transplanted seedlings were located between 3~6 mm. The results of this study provide practical reference materials for the transplanting technology of *Astragalus membranaceus* seedlings of Qinghai province, improve the traditional planting methods, promote the local farmers to get rid of poverty and become rich

基金项目: 本研究由青海省科技成果转化专项(2017-SF-119)、青海省高端创新人才“千人计划”项目、中科院兰州分院院地合作项目和青海省重点实验室发展建设专项(2017-ZJ-Y10)共同资助

引用格式: Wang L.L., Yang L.C., Xiong F., Nie X.Q., Xiao Y.M., Li C.B., and Zhou G.Y., 2020, The dynamic correlation between root size of seedlings and growth and development of *Astragalus mongholicus*, Fenzi Zhiwu Yuzhong (Molecular Plant Breeding), 18(4): 1344-1348 (王玲玲, 杨路存, 熊丰, 聂秀青, 肖元明, 李长斌, 周国英, 2020, 蒙古黄芪种苗根茎大小与生长发育的动态相关性, 分子植物育种, 18(4): 1344-1348)

and promote the development of traditional Chinese medicine industry.

Keywords *Astragalus membranaceus*, Seedlings roots, Growth and development, Yield

黄芪是中国传统中药材, 黄芪药材原植物为豆科黄芪属多年生草本植物蒙古黄芪(*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge. var *mongholicus* (Bge.) Hsiao) 和膜荚黄芪(*Astragalus membranaceus* (Fisch.) Bge.) (王玲丽等, 2017)。黄芪在中国有着两千多年的药用历史, 最早见于《神农本草经》(张慧等, 2009, 中国中药杂志, 34(12): 1591-1592), 《中国药典》(2015 版)记载黄芪主治气虚乏力, 食少便溏, 中气下陷, 久泻脱肛, 便血崩漏, 表虚自汗, 气虚水肿, 内热消渴, 血虚萎黄, 半身不遂等症状(国家药典委员会, 2015, 中国药典, pp.302-303)。近些年, 随着黄芪药用价值的研究与开发(刘翔, 2018), 野生黄芪资源锐减, 人工栽培的速生芪迅速占领市场(余坤子等, 2010)。2011-2016 年之间黄芪的出口量为 3.903×10^6 kg, 年均出口额达到 2 104.15 万美元, 未来黄芪出口量和出口额将稳中上升(程蒙等, 2019)。

随着黄芪需求量的日益增加, 其种植区域也在不断扩大, 通过对黄芪生态因子进行相似性区域的模拟探究, 未来黄芪适宜栽培区将扩大到青藏高原等高海拔地区(刘德旺等, 2016; 彭露茜和郭彦龙, 2017)。目前, 青海省东部农业区已经开始大规模种植黄芪。种苗是药材种植生产中产量和品质形成的关键因素之一(魏建和等, 2005)。当地的黄芪种植处于起步阶段, 群众栽培以经验为主, 种苗来源不清, 产地混杂, 种苗质量要求粗放, 粗放的耕作模式导致药材产量

低, 品质参差不齐, 经济收益难以保证, 挫伤生产积极性。关于黄芪种苗的研究, 大都集中在分级研究, 如种苗质量和出苗率的讨论(米永伟等, 2016; 米永伟等, 2017, 中药材, 40(2): 277-280; 彭亮等, 2018), 对于种苗质量对黄芪产量和质量影响方面的研究较为缺乏。

本研究通过对种苗进行根茎分类处理, 设置不同的采收期, 研究月际动态, 寻求能得到高产的种苗根茎大小。以期改善当地无序的栽培模式, 突出技术重点, 提高药农经济收入, 同时为黄芪规范化生产提供参考资料。

1 结果与分析

1.1 种苗根茎大小对蒙古黄芪生长发育的影响

通过对株高、根长和地上鲜重的方差分析结果可以看出, 种苗根茎大小对蒙古黄芪生长发育指标显著性不明显(表 1)。8 月份和 9 月份是蒙古黄芪生长旺盛期, 地上部分鲜重和株高都是高于 10 月份的。在各个月份内, 种苗根茎大小对株高没有显著性差异, 但是在三月份中, 株高随种苗根茎的增大而呈现整体下降的趋势, 即根茎越小, 株高值越大, 这可能是由于地上和地下部分的协同作用导致的, 地下营养少了, 地上部分发展就会比较好。

根长度并没有表现出跟株高一样的变化趋势, 结果显示(表 1), 当根茎大于 6 mm 时, 黄芪根长度的

表 1 不同大小种苗根茎的蒙古黄芪生长发育指标动态变化

Table 1 The growth and development indexes of *Astragalus mongholicus* in different size seedlings changed dynamically

监测部位 Monitoring site	种苗直径(mm) Seedling diameter (mm)	月份 Month		
		8	9	10
株高(cm) Plant height (cm)	<3	120.92±03.80 a	119.01±04.55 a	110.65±5.95 a
	3~6	118.20±03.21 a	114.57±03.78 a	107.88±6.46 a
	>6	112.59±04.75 a	114.11±04.20 a	101.31±7.35 a
根长度(cm) Root length (cm)	<3	40.76±01.71 a	40.29±01.83 a	44.50±3.28 ab
	3~6	40.57±01.79 a	41.04±01.39 a	46.79±2.90 a
	>6	40.60±02.24 a	36.70±01.57 a	39.26±3.35 b
地上鲜重(g) Above-ground fresh weight (g)	<3	80.97±13.87 a	84.41±12.75 b	20.73±5.36 a
	3~6	78.23±12.64 a	77.50±13.07 b	14.45±4.95 a
	>6	91.85±20.69 a	145.99±25.43 a	16.24±4.20 a

注: 同列不同的字母表示处理间在 0.05 水平存在显著性差异; 表中数据是 n 个数据的平均值(n≥30)

Note: Different lowercase letters within the same column indicate significant difference among treatments at 0.05 level; The data in the table is the average of n data (n≥30)

值是最小的,在三个月中表现趋势一致,可能是种苗根茎过大不利于黄芪后期地下部分发展。后两个月的根长度最大值是在第二个分级中出现,分别为41.04 cm和46.79 cm,8月份根长度最大值是在第一个根茎分级中,为40.76 cm。

从地上鲜重指标值中,我们可以看出,9月份仍然是黄芪的生长期,地上部分不断积累,但是在10月份,地上鲜重迅速下降,处于枯萎期,转为地下部分的发展。前两个月的地上鲜重最大值分别为91.85 g和145.99 g,此时种苗根茎是大于6 mm,10月份的地上鲜重最大值是20.73 g,种苗根茎是小于3 mm。

1.2 种苗根茎大小对蒙古黄芪产量的影响

通过对根鲜重和根干重进行单因素方差分析得出,种苗根茎大小对根鲜重和根干重没有显著性影响(图1)。小于3 mm和大于6 mm的两类种苗,黄芪根鲜重最大值是在9月份,分别为54.95 g和58.94 g,而3~6 mm分级中根鲜重最大值出现在10月份,三个分类中根鲜重最小值均出现在8月份(图1)。小于3 mm和3~6 mm的种苗,黄芪根干重最小值是在8月

份,最大值都是在10月份,分别为23.91 g和28.94 g,根茎大于6 mm的种苗移栽后,黄芪根干重最大值出现在9月,为26.67 g,最小值出现在8月份,为13.32 g(图1B),说明黄芪在8月份到9月份之间地下部分生长在不断积累。

种苗分级对根直径和产量的相关系数 $|r|$ 分别为0.034和0.069,为弱相关关系,相关性没有达到显著水平,而采收期对根直径和产量的相关系数分别为0.214和0.279,属于极显著相关关系(表2)。三个分级中根直径最大值均出现在9月份,分别为14.22 mm、14.05 mm和15.34 mm,最小值出现在8月份,分别为12.14 mm、12.45 mm和11.72 mm。

产量是株产在群体上的表现,种苗分级与产量的关系可以表现为与单株根鲜重的关系,无论是方差分析(图1)还是相关性分析可知(表2),种苗分级对产量的影响较小,与株产的影响趋势一样,10月份黄芪根鲜重和根干重均达到最大(图1),而群体产量10月份达到最高的根茎是在3~6 mm。

2 讨论

种苗是保证药材来源的基础,优良的种子和种苗是提高药材产量和质量的重要前提和保障(彭亮等,2018)。随着野生黄芪资源的枯竭,各地适宜栽培区开始人工培育黄芪以满足市场需求,黄芪药材的产量和质量受气候、土壤、温度、栽培管理技术等诸多因素的影响,但是种苗作为整个药材产业链的起点,其品质的优劣也对黄芪的优质高产起着举足轻重的作用(赵文吉等,2012,中国现代中药,14(3):5-8)。本研究将黄芪种苗分为小于3 mm、大于6 mm以及介于两者之间的种苗进行移栽培养,并进行月际动态观测,通过对株高、根长、地上鲜重等生长指标的分析发现,种苗移栽前根茎的大小对于后期黄芪的生长发育有重要影响,无论地上还是地下部分,都在后期的生长过程中受到其影响。对于根茎小于3 mm和大于6 mm的种苗来说,地上部分发展较好,株高、地上鲜重等测量值明显高于其他种苗。但是黄芪作为中国传统大宗药材,地下根部才是其药用部分,而3~6 mm的种苗,无论是品相(根长,根直径)还是株产、群体产量,都表现良好,因此,推荐使用3~6 mm种苗进行移栽。

目前关于黄芪种子种苗的研究和标准制定的报道较少,黄芪种苗质量标准分级操作过程仍然是个空白,是一项亟待解决的问题(禹娟红和张尚智,2018)。本研究具有很高的应用价值,甘草、紫花松果菊、黄连等药用植物都有各自的种苗分级标准(瞿显友等,

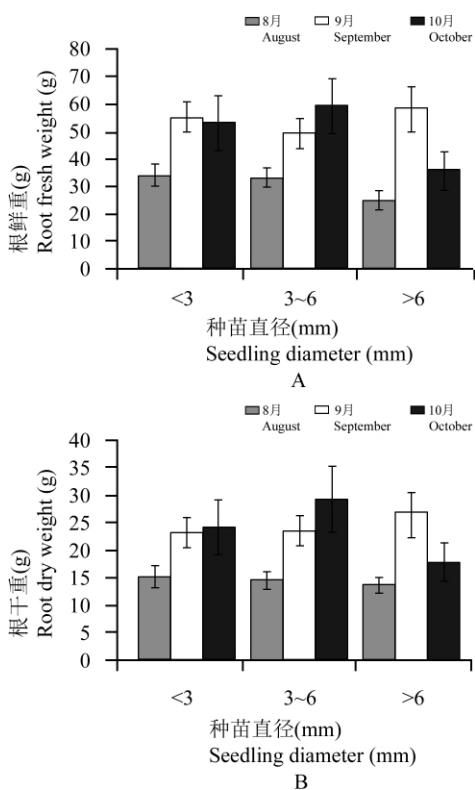


图1 不同种苗直径与不同采收期的蒙古黄芪根鲜重(A)和根干重(B)

Figure 1 Fresh root weight (A) and dry root weight (B) of *Astragalus mongholicus* with different seedling diameters and different harvesting periods

表 2 种苗根茎大小和采收期对蒙古黄芪根直径和产量的相关性分析

Table 2 Correlation analysis of root diameter and yield of *Astragalus mongholicus* in seedling root size and harvest period

	种苗根茎与根直径相关性 Correlation between seedling rhizome and root diameter	种苗根茎与产量相关性 Correlation between seedling rhizome and yield	采收期与根直径相关性 Correlation between harvest time and root diameter	采收期与产量相关性 Correlation between harvest time and yield
相关系数 Correlation coefficient	0.034 ^{ns}	-0.069 ^{ns}	0.214 ^{**}	0.279 ^{**}

注: ns: 无显著性水平 $p>0.05$; *: 显著性水平 $p<0.05$; **: 极显著性水平 $p<0.01$

Note: ns: No significance level $p>0.05$; *: Significance level, $p<0.05$; **: Extremely Significance level $p<0.01$

2012; 于福来等, 2012; 刘雪艳等, 2016, 中药材, 39 (2): 258-261), 而黄芪应用广泛, 市场广阔, 如果想要可持续发展, 必须从源头控制其品相和质量, 而本研究为黄芪种苗标准的研究提供了依据, 先是产量的基础, 下一步研究重点是成药后的质量, 这样结果用于生产, 将对药农增收、产业发展有着积极的作用。

3 材料与方 法

3.1 试验材料

试验材料为一年生蒙古黄芪(*Astragalus membranaceus*), 种苗来源于为甘肃省岷县。

试验样地选在青海省民和县峡门镇腰路村(36°15'32"N, 102°34'15"E), 选用外观形态一致的健壮苗斜栽, 淘汰老弱病态苗, 于四月底移栽, 移栽密度为 20 cm×25 cm, 移栽前施入混合基肥, 二铵 300 kg/hm², 马铃薯专用肥 300 kg/hm², 有机肥 720 kg/hm²。

3.2 指标测定

实验设计分为 3 个分级梯度(<3 mm, 3~6 mm 及 >6 mm), 采用随机区组实验设计, 每个梯度设 3 个重复, 设置了 3 个采收期, 于移栽当年采收, 分别在 8 月、9 月和 10 月。

生长测定指标分别为株高、根长、根直径、根干重等各项指标, 随机选取各小区植株 20 株, 株高、根长用钢卷尺测定, 根直径采用游标卡尺测定, 根干重用电子秤测定, 产量用平均鲜重折合成公顷产量计算。

应用 SPSS 22.0 对生长发育指标进行方差分析, 相关分析采用双变量法, 采用 LSD 法进行多重比较, 用 Origin pro 2016 进行作图。

作者贡献

王玲玲是本研究实验设计、论文撰写和研究的执行人; 杨路存参与实验设计; 熊丰、聂秀青、肖元明和李长斌协助进行田间试验种植、样品处理工作; 周

国英是项目的负责人, 指导实验设计、数据分析和论文写作与修改。全体作者都阅读并同意最终的文本。

致谢

本研究由青海省科技成果转化专项(2017-SF-119)、青海省高端创新人才“千人计划”项目、中科院兰州分院院地合作项目和青海省重点实验室发展建设专项(2017-ZJ-Y10)共同资助。

参考文献

- Cheng M., Chi X.L., Wang H., and Yang G., 2019, Analysis of status and problems of international trade of *Astragalus membranaceus* in China, *Zhongguo Xiandai Zhongyao* (Modern Chinese Medicine), 21(1): 1545-1549 (程蒙, 池秀莲, 王慧, 杨光, 2019, 我国黄芪的国际贸易现状及问题探析, 中国现代中药, 21(4): 424-428)
- Liu X., 2018, Protective effects of combination of *Astragalus polysaccharide* and *Lycium barbarum* polysaccharide on liver injury in mice, *Jiyinzuxue Yu Yingyong Shengwuxue* (Genomics and Applied Biology), 37(6): 2656-2662 (刘翔, 2018, 黄芪多糖与枸杞多糖联用对小鼠肝组织损伤的保护作用, 基因组学与应用生物学, 37(6): 2656-2662)
- Liu D.W., Gu C.M., Yang Q.Z., Huang L.F., Xie C.X., and Cai M., 2016, Resource surveys and suitability of origin for genuine medicinal materials, *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* in Inner Mongolia, China, *Yingyong Shengtai Xuebao* (Chinese Journal of Applied Ecology), 27(3): 838-844 (刘德旺, 谷彩梅, 杨庆珍, 黄林芳, 谢彩香, 蔡敏, 2016, 内蒙古地区道地药材蒙古黄芪资源调查及产地适宜性, 应用生态学报, 27(3): 838-844)
- Mi Y.W., Cai Z.P., Wu W.G., Wang G.X., Wang H.X., Peng Y.X., Gong C.W., and Wei L.X., 2016, Effects of sowing quantity and method on quality and yield of *Astragalus membranaceus* var. *mongholicus* in Weiyuan, Gansu Province, China, *Caoye Xuebao* (Acata Pratacultuae Sinaca), 25(7): 196-202 (米永伟, 蔡子平, 武伟国, 王国祥, 王宏霞, 彭云霞, 龚成文, 魏

- 莉霞, 2016, 播种量和方式对甘肃渭源蒙古黄芪育苗质量和产量的影响, 草业学报, 25(7): 196-202)
- Peng L.X., and Guo Y.L., 2017, Geographical distribution of *Astragalus* Radix and prediction of its suitable area in China, Sichuan Nongye Daxue Xuebao (Journal of Sichuan Agricultural University), 35(1): 60-68 (彭露茜, 郭彦龙, 2017, 中国黄芪地理分布和未来适生区预测, 四川农业大学学报, 35(1): 60-68)
- Peng L., Yang B.Y., Wang Y.Y., Zhang G., Yan Y.G., Zhang L., and Hu B.X., 2018, Quality grading standard of *Polygala tenuifolia* seedlings, Zhongguo Shiyang Fangjixue Zazhi (Chinese Journal of Experimental Traditional Medical Formulae), 24(17): 54-59 (彭亮, 杨冰月, 王媛媛, 张岗, 颜永刚, 张琳, 胡本祥, 2018, 远志种苗的质量分级标准, 中国实验方剂学杂志, 24(17): 54-59)
- Qu X.Y., Li L.Y., Zhong G.Y., Yin F.J., Wang Y., and Chen D. X., 2012, Establishment of seedling classification criteria of *Coptis chinensis* by dynamic clustering method, Zhongguo Zhongyao Zazhi (China Journal of Chinese Materia Medica), 37(6): 777-780 (瞿显友, 李隆云, 钟国跃, 银福军, 王钰, 陈大厦, 2012, 动态聚类法确定黄连种苗分级标准, 中国中药杂志, 37(6): 777-780)
- Wei J.H., Chen S.L., Cheng H.J., Li M.J., and Yang C.M., 2005, Seed and seedling standardization project of Chinese medicinal materials, Shijie Kexue Jishu-Zhongyiyao Xiandaihua (World Science and Technology/Modernization of H.Z. Traditional Chinese Medicine and Materia Medica), 7(6): 104-108 (魏建和, 陈士林, 程惠珍, 李梅君, 杨成民, 2005, 中药材种子种苗标准化工程, 世界科学技术-中医药现代化, 7(6): 104-108)
- Wang L.L., Feng H.L., Yang K., Teng H.M., and Hu Z.H., 2017, Research progress on biology and chemical constituents of *Astragalus membranaceus*, Jiyinzuxue Yu Yingyong Shengwuxue (Genomics and Applied Biology), 36(6): 455-459 (王玲丽, 丰华玲, 杨柯, 腾红梅, 胡正海, 2017, 黄芪生物学及化学成分研究进展, 基因组学与应用生物学, 36(6): 455-459)
- Yu F.L., Liu F.B., Wang W.Q., Hou J.L., Li W.D., Chen H.J., and Wang W.J., 2012, Establishment of seedling classification criteria of licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.), Zhongguo Xiandai Zhongyao (Modern Chinese Medicine), 14(12): 36-39 (于福来, 刘风波, 王文全, 侯俊玲, 李卫东, 陈惠杰, 王文杰, 2012, 甘草种苗质量分级标准研究, 中国现代中药, 14(12): 36-39)
- Yu J.H., and Zhang S.Z., 2018, Research progress on quality standards of *Astragalus* seeds and seedlings, Zhongshouyi Yiyao Zazhi (Chinese Journal of Veterinary Medicine), 37(4): 95-96 (禹娟红, 张尚智, 2018, 黄芪种子种苗质量标准研究进展, 中兽医医药杂志, 37(4): 95-96)
- Yu K.Z., Liu J., Hong H., Guo B.L., Cai S.Q., and Chen H.B., 2010, Ecological environment of cultivated *Astragali* Radix and market specification of prepared slices, Zhongguo Zhongyao Zazhi (China Journal of Chinese Materia Medica), 35(9): 1112-1115 (余坤子, 刘靖, 洪浩, 郭宝林, 蔡少青, 陈虎彪, 2010, 黄芪种植产地与生态环境及饮片规格的调查研究, 中国中药杂志, 35(9): 1112-1115)