

种植密度对黄芩生育性状和产量的影响

韩立军¹, 崔爱辉², 邵玺文³

(1. 吉林农业大学 教学实验场, 吉林 长春 130118; 2. 辉南县植保站, 吉林 辉南 135100; 3. 吉林农业大学 农学院, 吉林 长春 130118)

摘要:以1年生黄芩为试材,研究了不同种植密度对1年生黄芩产量和干物质分配的影响,以明确人工栽培黄芩最适种植密度。结果表明:种植密度对植株茎高以及主茎分枝数的影响不显著;对茎粗和根长的影响较为明显,呈处理V(株距20 cm) > 处理IV(株距16 cm) > 处理III(株距12 cm) > 处理II(株距10 cm) > 处理I(株距5 cm);随着种植密度的增大,根变细,叉根数增多,根外观品质变差。一定范围内增大种植密度,黄芩群体单位面积根重、地上面积干重以及根冠比均明显提高,说明提高种植密度是增加黄芩产量的有效措施;单株根重和单株地上部分干重则随种植密度的增加而减少,表现为处理V > 处理IV > 处理III > 处理II > 处理I;种植密度对根、茎、叶黄酮量的影响表现为根部黄酮量处理II > 处理III > 处理I > 处理IV > 处理V,茎部黄酮量处理III > 处理II > 处理I > 处理IV > 处理V,叶部黄酮量处理II > 处理III > 处理IV > 处理V > 处理I。人工种植黄芩适当密植,协调好个体与群体、地上部分与地下部分的关系,促使器官物质合理分配,并最大程度的利用光、温、水、气、肥等自然环境条件,是黄芩获得高产优质最重要的技术手段。

关键词:黄芩;产量;种植密度

中图分类号:S 567.21⁺9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2015)02-0141-04

黄芩(*Scutellaria baicalensis* Georgi)属唇形科多年生草本植物,以干燥根入药^[1],是我国常用大宗中药材之一,药效广泛,治疗效果显著,有抗炎解热、降压、利尿及抑制流感病毒等作用^[2]。黄芩商品过去主要来源于野生,随着应用范围的扩大和需求量的增加,野生资源急剧下降,人工栽培种植黄芩已成为我国商品黄芩的主要来源^[3-7]。不同栽培水平直接影响黄芩的生长发育,从而导致产量和品质的差别^[8]。目前对黄芩的人工栽培取得了一定的成果,但大多主要集中在以下4个方面:施肥量和施肥时期对黄芩干物质积累、产量和品质的影响^[9-11];水分供应对黄芩干物质影响及其与生理生态因子的关系^[12-13];对黄芩人工栽培的最佳采收时间的研究^[14-16];黄芩光合特性的研究^[17-18]。但针对不同栽培密度对黄芩生育性状和产量的影响报道较少。该试验

以1年生黄芩为试材,研究不同种植密度对黄芩生育性状和产量的影响,以期确定适宜黄芩生长的密度水平,促进黄芩地上部与地下部协调生长,提高黄芩产量和品质,为吉林省黄芩种植和 GAP 基地建设提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 试验地概况

试验区在吉林省临江市,地理位置位于北纬 41°27'、东经 126°11',年均气温 4.6℃,夏季最高气温历史极值 36.5℃,冬季最低气温历史极值 -42.2℃,年均降水量 883.4 mm,日照时数 2 259 h,无霜期 140 d。

1.2 试验方法

为研究不同种植密度对1年生黄芩生育性状和产量的影响,确定适宜黄芩生长的垄作密度水平,试验于2010年春季开始,垄宽为60 cm,垄上双行,株距设5个水平,处理I 5 cm、处理II 10 cm、处理III 12 cm、处理IV 16 cm、处理V 20 cm;小区长15 m,宽4.2 m,小区面积63 m²,随机区组排列,3次重复;黄芩种子来源于山西运城,经吉林农业大学中药材学院张连学教授鉴定为 *Scutellaria baicalensis* Georgi,5月1日播种,6月20日定苗,生长期田间管理水平相同。

1.3 项目测定

每个小区取30株测生育性状和产量。用水冲去根

第一作者简介:韩立军(1964-),男,博士,副研究员,研究方向为作物栽培。E-mail:hanlijun5216@126.com.

责任作者:邵玺文(1966-),男,博士,研究员,研究方向为作物栽培。E-mail:shaoxiwen@126.com.

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划重点资助项目(2009BADB3B03);吉林省科技发展计划重点资助项目(20090221);吉林省现代农业产业技术体系建设资助项目。

收稿日期:2014-09-09

部泥土,测量主茎高、主茎粗、根长、根粗,称量根和地上鲜重,用烘干法测定根和地上干重,计算总生物量、根重比(根重/总生物量)、根冠比(根重/地上重)、折干率(根干重/根鲜重)和地上重/总生物量。

1.4 数据分析

试验数据采用 Excel 和 DPS 软件进行分析。

2 结果与分析

2.1 种植密度对黄芩根、茎形态指标的影响

从表 1 可以看出,不同密度处理主茎株高间差别不显著;不同密度处理主茎粗有差别,处理 V>处理 IV>处

理 III>处理 II>处理 I,处理 V 和处理 I 达显著差异水平;不同密度处理主茎分枝数差别不显著;不同密度处理根长差别明显,处理 V>处理 IV>处理 III>处理 II>处理 I,处理 V 与处理 I 达极显著差异水平,与处理 II 达显著差异水平;种植密度增大黄芩根粗变细,且差别明显,处理 V 和处理 IV 均达极显著差异水平,处理 V 与处理 III 和处理 II 之间均达显著差异水平,处理 III 和处理 II 与处理 I 之间均达显著差异水平;叉根数处理 V 最多,处理 I 最少,2 个处理之间达显著差异水平,说明种植密度过稀叉根增加,根的外观品质变差。

表 1 种植密度对黄芩根、茎形态指标的影响

Table 1 The effect of planting density on root and stem morphological of *Scutellaria baicalensis*

处理	主茎长 /cm	主茎粗 /cm	分枝数 /个	根长 /cm	叉根数 /个	根粗 /cm
I	44.45±1.88 a	0.377±0.044 b	11.33±1.04 a	20.25±1.26 bB	1.33±0.145 b	0.859±0.032 cB
II	42.70±1.21 a	0.409±0.028 ab	14.53±0.24 a	21.16±0.37 bAB	1.83±0.296 ab	1.006±0.025 bAB
III	44.40±0.35 a	0.422±0.021 ab	13.43±1.43 a	21.72±0.51 abAB	1.83±0.524 ab	1.0250±0.034 bAB
IV	41.90±1.78 a	0.434±0.009 ab	13.83±0.98 a	21.76±0.35 abAB	1.70±0.351 ab	1.125±0.085 abA
V	44.35±1.80 a	0.482±0.029 a	12.87±0.77 a	24.28±1.06 aA	2.63±0.376 a	1.218±0.018 aA

注:不同小写字母表示 $\alpha=0.05$ 显著水平,不同大写字母表示 $\alpha=0.01$ 显著水平。下同。

Note: Different lowercase letters show significant at 0.05 levels, different capital letters show significant at 0.01 levels. The same below.

2.2 种植密度对黄芩干物质积累的影响

由表 2 可知,单株根重处理 V>处理 IV>处理 III>处理 II>处理 I, Duncan 多重比较表明,处理 V 与其它处理之间均达极显著差异水平,处理 II、处理 III、处理 IV 之间差异不显著,但与处理 I 之间均达极显著差异水平;单位面积根重处理 I>处理 II>处理 III>处理 V>处理 IV,处理 I 与其它处理之间均达极显著差异水平,处理 II 与处理 IV 达显著差异水平。黄芩地上部的茎叶与根部在生长发育过程中互相竞争又互相依赖,生长茂盛的茎叶有利于光合产物的合成、贮存及向根部的转运,不同种植密度显著影响黄芩地上部干物质积累。单株地上干重

处理 V>处理 IV>处理 III>处理 II>处理 I, Duncan 多重比较表明,处理 V 与其它处理之间均达极显著差异水平,处理 II、处理 III、处理 IV 之间差异不显著,但处理 III、处理 IV 与处理 I 之间均达极显著差异水平;单位面积地上干重处理 I>处理 II>处理 III>处理 V>处理 IV,处理 I 与处理 IV 和处理 V 之间均达极显著差异水平,与处理 III 和处理 II 之间均达显著差异水平;单位面积总生物量处理 I>处理 II>处理 III>处理 V>处理 IV, Duncan 多重比较表明,处理 I 与其它处理之间均达极显著差异水平,处理 II 与处理 IV 之间达显著差异水平。

表 2 不同种植密度对黄芩生物量的影响

Table 2 The effect of planting destiny on biomass of *Scutellaria baicalensis*

处理	根重 /(g·株 ⁻¹)	根重 /(g·m ⁻²)	地上重 /(g·株 ⁻¹)	地上重 /(g·m ⁻²)	总生物量 /(g·m ⁻²)
I	2.57±2.51cC	171.30±16.74 aA	3.61±3.36 cC	240.33±22.43 aA	411.63±37.25 aA
II	3.62±0.50 bB	120.52±1.67 bB	5.56±1.98 bBC	185.36±6.61 bAB	305.88±5.52 bB
III	3.69±3.49 bB	102.60±9.70 bcB	6.44±5.74 bB	182.47±15.99 bAB	285.07±24.64 bcB
IV	4.09±0.67 bB	85.28±1.39 cB	6.57±5.76 bB	134.25±11.96 cB	219.53±13.18 cB
V	5.53±2.34 aA	92.11±3.91 bcB	9.45±5.69 aA	157.53±9.49 bcB	249.65±13.1 bcB

2.3 种植密度对黄芩干物质分配的影响

植物器官干物质占全株比例可以反映干物质分配规律。由表 3 可知,根重比处理 I 较高,与处理 IV 和处理 V 之间达显著差异水平,其它处理之间差异不显著;地上干重占总生物量大小处理 IV 和处理 V 较高,处理 I 最低,达显著差异水平。根冠比大小反映植物地上与地下生

长关系及植物自身对环境适应特性。试验水平下黄芩根冠比处理 I 最大,处理 IV 和处理 V 较低,处理 I 与处理 IV 和处理 V 之间达显著差异水平;根的折干率处理间差异不显著。

2.4 种植密度对黄酮含量的影响

由图 1 可知,不同处理的黄芩种植密度对 1 年生黄

芩成熟期根、茎、叶总黄酮的影响,根部黄酮量处理Ⅱ>处理Ⅲ>处理Ⅰ>处理Ⅳ>处理Ⅴ,处理Ⅱ、处理Ⅲ与处理Ⅳ、处理Ⅴ差异极显著($P<0.01$),表现为处理Ⅱ和处理Ⅲ较高。茎部黄酮量处理Ⅲ>处理Ⅳ>处理Ⅴ>处理Ⅱ>处理Ⅰ,处理Ⅲ与其它处理差异极显著($P<0.01$),处理Ⅳ与

其它处理差异极显著($P<0.01$),处理Ⅲ茎黄酮含量较高。叶部黄酮处理Ⅲ>处理Ⅴ>处理Ⅰ>处理Ⅱ>处理Ⅳ,均达极显著差异水平($P<0.01$)。总体说明处理Ⅲ的种植密度对1年生黄芩成熟期根、茎、叶总黄酮量的效果比较好。

表 3 不同种植密度对黄芩干物质分配的影响

Table 3 The effect of planting density on dry matter distribution of *Scutellaria baicalensis*

处理	根重比	根冠比	折干率	地上重/总生物量
I	0.416±0.016 a	0.715±0.045 a	0.359±0.004 a	0.584±0.016 b
II	0.394±0.011 ab	0.652±0.031 ab	0.402±0.011 a	0.606±0.011 ab
III	0.391±0.014 ab	0.644±0.033 ab	0.360±0.02 a	0.609±0.014 ab
IV	0.360±0.019 b	0.563±0.05 b	0.408±0.014 a	0.640±0.019 a
V	0.369±0.007 b	0.586±0.018 b	0.357±0.019 a	0.631±0.007 a

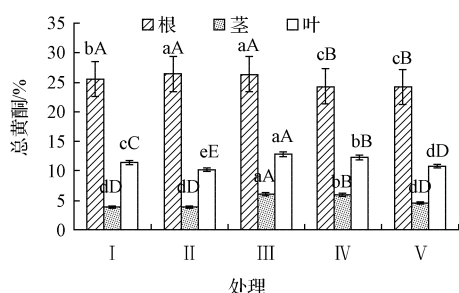


图 1 不同种植密度的 1 年生黄芩根、茎、叶总黄酮含量

Fig. 1 Anthoxanthin content of annual *S. baicalensis*'s root, stem and leaf by rigde cultivation density

3 结论与讨论

建立合理的群体结构,协调个体与群体之间的关系是作物获得高产的关键^[9]。合理栽培密度是调控黄芩群体大小的重要栽培措施。种植密度不同,群体所处的环境如光照、温度、湿度、土壤营养分配以及通气状况等条件会发生极大变化,从而直接影响个体的生长发育。栽培密度增大必然导致群体内部小生态环境条件发生改变,群体数量虽然增多,但是个体生长发育不良。种植密度达到一定极限以后,再增加密度会影响黄芩植株的生长发育,导致单位面积株数减少,植株高度、叶片数目、次生根数目等形态指标发生变化,最终影响植株的干物质积累^[17-18]。该试验研究表明,种植密度对植株茎高以及主茎分枝数的影响差异不显著;对茎粗和根长的影响较为明显,表现为处理Ⅴ>处理Ⅳ>处理Ⅲ>处理Ⅱ>处理Ⅰ,其中茎粗处理Ⅴ与处理Ⅰ达到了显著差异水平,根长处理Ⅴ与处理Ⅰ达到了极显著差异水平,与处理Ⅱ呈显著差异水平;黄芩随着种植密度的增大,根变细。研究发现,又根数随着种植密度的增大而增多,表现为处理Ⅴ最多,处理Ⅰ最少,表明种植密度过稀,又根数增加,根外观品质变差。分析其原因,可能是由于密度增大,造成植株间的光照等环境因子的竞争加剧,使得植株增高,

以适应变化的环境条件;但对肥水的竞争同样加剧,根系吸收面积减少,因此不利于黄芩个体的生长发育。

黄芩以根入药为主,黄酮类活性成分主要贮存于根中,根的大小及外观特征代表黄芩产量和品质^[19]。因此,明确不同种植密度对黄芩各器官干物质积累的影响,促进栽培黄芩根部与地上部的协调生长,提高黄芩总生物量,具有重要意义。该研究表明,一定范围内增大种植密度,黄芩群体单位面积根重、地上面积干重以及根冠比均明显提高,说明提高种植密度是增加黄芩产量的有效措施;但单株根重和单株地上部分干重则随种植密度的增加而减少,表现为处理Ⅴ>处理Ⅳ>处理Ⅲ>处理Ⅱ>处理Ⅰ,这是因为随种植密度的降低,单株所占面积增加,个体肥水和通风透光等条件优越,从而利于黄芩个体生长发育;处理Ⅲ的种植密度对1年生黄芩成熟期根、茎、叶总黄酮量的效果比较好。作物产量是群体条件下产量,作物群体结构是否合理与作物最终产量关系密切,建立合理的群体结构,并协调好群体与个体的关系,是作物获得高产的基本途径。因此,人工种植黄芩进行合理密植,并协调好个体与群体、地上部分与地下部分的关系,促使各器官物质合理分配,最大程度的利用光、温、水、气、肥等自然环境条件,是黄芩获得高产优质的最重要的技术手段。该试验研究了1年生栽培黄芩干物质积累与分配规律,2年生或多年生栽培黄芩适宜密度将陆续进行报道。

参考文献

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典. 一部[S]. 北京: 中国医药科技出版社, 2010: 282.
- [2] 张建春, 张华, 施瑛, 等. 黄芩苷的研究近况[J]. 时珍国医国药, 2005, 16(3): 247.
- [3] 杨全, 白音, 陈千良, 等. 黄芩资源现状及可持续利用的研究[J]. 时珍国医国药, 2006, 17(7): 1159-1164.
- [4] Xiao C W, Zhou G S. Effect of simulated precipitation change on growth, gas exchange and chlorophyll fluorescence of *Caragana intermedia* in

- Maowusus and land[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2001, 12(5): 692-696.
- [5] 安瑜, 王旭鹏, 赵建军. 宁夏六盘山栽培黄芩适宜采收期研究[J]. 中国实验方剂学杂志, 2013, 19(13): 161-167.
- [6] 胡德奇, 刘志梅, 张建军, 等. 辽宁省朝阳地区黄芩与市售黄芩、黄芩苷含量比较[J]. 中国保健营养, 2012(6): 5-10.
- [7] 薛黎明, 秦雪梅, 张丽增. 不同产地黄芩药材的黄芩苷含量测定及指纹图谱研究[J]. 中成药, 2008, 30(1): 10-16.
- [8] Wu S J, Sun A L, Liu R M, et al. Separation and purification of baicalin and wogonoside from Chinese medicine plant *Scutellaria baicalensis* Georgi by high-speed counter-current chromatography[J]. Journal of Chromatography A, 2005, 1066(1-2): 243-247.
- [9] 曹鲜艳, 王渭玲, 徐福利, 等. 黄芩干物质累积和氮磷钾吸收、分配规律研究[J]. 植物科学学报, 2012, 30(1): 79-84.
- [10] 曹鲜艳, 徐福利, 王渭玲, 等. 氮磷钾对黄芩生长与有效成分累积的影响[J]. 中国土壤与肥料, 2012(2): 56-61.
- [11] 何军, 李小燕, 张晓虎. N、P、K 配方施肥对 1 年生黄芩生长的影响[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(2): 758-760.
- [12] 邵玺文, 韩梅, 韩忠明, 等. 不同供水量处理黄芩 WUE 与生理生态因子的关系[J]. 灌溉排水学报, 2006, 26(3): 49-52.
- [13] Chen Q, Zhang H Y, Tang L L, et al. Effects of water and nitrogen supply on spinach (*Spinacia oleracea* L.) [J]. Pedosphere, 2002, 12: 171-178.
- [14] 王秀敏, 邓英杰, 中海军, 等. 河北怀柔栽培黄芩最佳采收期研究[J]. 中成药, 2005, 2(1): 5-9.
- [15] 李滨, 都晓伟, 张丽萍, 等. 黄芩栽培质量的动态研究[J]. 中医药学报, 1999, 27(1): 451.
- [16] 张齐家, 王启迪. 不同生长年限黄芩中黄芩苷含量测定[J]. 中医药学报, 1998, 26(5): 351.
- [17] 刘金花, 李佳, 张永清. 黄芩植株光合特性初步研究[J]. 中草药, 2009, 40(6): 961-964.
- [18] 邵玺文, 韩梅, 韩忠明, 等. 不同生境条件下黄芩光合日变化与环境因子的关系[J]. 生态学报, 2009, 29(3): 1470-1477.
- [19] 郭巧生. 药用植物栽培学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.

Effect of Planting Density on Growing Development Traits and Yield of *Scutellaria baicalensis*

HAN Li-jun¹, CUI Ai-hui², SHAO Xi-wen³

(1. Teaching Experimental Field, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118; 2. Huinan County Plant Protection Unit, Huinan, Jilin 135100; 3. Agronomy College, Jilin Agricultural University, Changchun, Jilin 130118)

Abstract: The annual *Scutellaria baicalensis* cultivars were used to study the effects of planting density on yields and dry matter distribution, and to determine the most suitable planting density for the artificial cultivation of *Scutellaria baicalensis*. The results showed that the planting density had no significantly effect on the main stem branching numbers and stem height. However, it had significantly on stem diameter and root length, and showed a trend of V (row spacing 20 cm) > IV (row spacing 16 cm) > III (row spacing 12 cm) > II (row spacing 10 cm) > I (row spacing 5 cm). The numbers of forked blade root had increased and the root had become slender with the increase of planting density, while the appearance quality of root had become poor. Group root weight, the floor area of dry weight and the root canopy ratio improved significantly with the increasing of planting density in certain range. The results showed that raised the planting density were the effective step to increasing the yield of *Scutellaria baicalensis*. With the increasing of planting density, the root weight and floor area of dry weight of per plant decreased, and showed a trend of V > IV > III > II > I; the effect of planting density on flavonoids content of root, stem and leaf, flavonoids content of root showed II > III > I > IV > V, flavonoids content of stem showed III > II > I > IV > V, flavonoids content of leaf II > III > IV > V > I. In a word, proper density; coordinate the relationship between individual and group and the relationship between the ground part and underground part; prompt organ material distribution rationally and the best utilize of natural environment, such as light, temperature, water, CO₂, fertilizer were the most important steps to achieved high yield and superior quality of *Scutellaria baicalensis*.

Keywords: *Scutellaria baicalensis*; yield; planting density