

文章编号:1001-7380(2016)04-0018-04

## 不同栽植密度对太子参产量及有效成分的影响

吴玉香<sup>1</sup>, 王汉琪<sup>2</sup>, 连彦<sup>1</sup>, 龙智慧<sup>1</sup>, 陈凌艳<sup>1</sup>, 何天友<sup>1</sup>, 荣俊冬<sup>2</sup>, 郑郁善<sup>1,2\*</sup>

(1. 福建农林大学园林学院, 福建 福州 350002; 2. 福建农林大学林学院, 福建 福州 350002)

**摘要:**通过几种不同密度种植方式对太子参产量及活性成分的影响进行了研究。结果表明:太子参在一定程度上密度越大产量越高,但过密种植反而使产量有所下降;在一定程度上,太子参的水分含量随着种植密度的增大而降低;总体上,种植密度小的处理其灰分含量高,密度大的处理灰分含量低;多糖含量变化总体上种植密度越小含量越高;在株行距 8 cm×15 cm 和株行距 12 cm×10 cm 2 个栽植水平上,总皂苷含量最高,密度最大的株行距 8 cm×10 cm 和密度较小的株行距 16 cm×15 cm 的栽植方式,总皂苷含量最低,株行距 12 cm×10 cm 栽植方式的总皂苷含量为 16 cm×15 cm 栽植方式的总皂苷含量的 1.95 倍,说明适宜的栽种密度有利于总皂苷的积累。为使太子参产量和活性成分达到最大,建议太子参的种植密度为 8 cm×15 cm 或 12 cm×10 cm。

**关键词:**太子参;种植密度;行距;株距;产量;灰分;多糖;皂苷

**中图分类号:**Q949.745.8;S567.23<sup>+</sup>9 **文献标志码:**A **doi:**10.3969/j.issn.1001-7380.2016.04.005

## Influence of different planting density on *Pseudostellaria heterophylla*'s yield and active substance content

WU Yu-xiang<sup>1</sup>, WANG Han-qi<sup>2</sup>, LIAN Yan<sup>1</sup>, LONG Zhi-hui<sup>1</sup>, CHEN Ling-yan<sup>1</sup>, HE Tian-you<sup>1</sup>,  
RONG Jun-dong<sup>2</sup>, ZHENG Yu-shan<sup>1,2\*</sup>

(1. Landscape School, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China;

2. Forestry School, Fujian Agriculture and Forestry University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:**The influence of 10 different planting densities on *Pseudostellaria heterophylla*'s root yield and active substance content was dealt with. The results showed that, to a certain extent, the higher planting density was, the greater the yield was, but the yield decreased with too dense planting; As the density increased to a certain extent, water content decreased; Overall, higher ash content got with smaller planting density; In general, polysaccharide content increased with planting density decrease; Saponins content in the planting densities of 8 cm spacing in the rows×10 cm line spacing and 16 cm spacing in the rows×15 cm line spacing got the lowest level while saponins in the densities of 8 cm spacing in the rows by 15 cm line spacing and 12 cm spacing in the rows by 10 cm line spacing got the highest, presenting that the suitable planting density was in favor to saponins accumulation. In order to gain *P. heterophylla*'s root yield and maximum active substance content, the planting densities of 8 cm by 15 cm or 12 cm by 10 cm were recommended.

**Key words:***Pseudostellaria heterophylla*; Planting density; Line spacing; Spacing in the rows; Yield; Ash content; Polysaccharide; Saponin

太子参(*Pseudostellaria heterophylla*),又叫孩儿参,为石竹科植物,其干燥块根可入药,具有益气、健脾生津、润肺、补肾之功效<sup>[1]</sup>。太子参主要分布在福建、浙江、江苏、安徽、山东等地,现主要在福

收稿日期:2016-06-07;修回日期:2016-06-29

**基金项目:**“十二五”国家科技支撑计划项目“厚朴等3种中药材高质量种植关键技术及新产品研究”(2011BAI01B06);福建省科技创新平台项目“福建省中药材 GAP 工程技术研究”(2008Y2001)

**作者简介:**吴玉香(1991-),女,福建三明人,硕士研究生。从事园林植物与观赏园艺研究。E-mail:1434066237@qq.com。

\* **通信作者:**郑郁善(1960-),男,福建永泰人,教授,博士生导师。从事园林植物与观赏园艺及森林培育学研究。

建、贵州和安徽等地规模种植和栽培。福建柘荣县产太子参最为出名,其种植面积和产量也居全国之首,故素有“中国太子参之乡”的美誉<sup>[2-3]</sup>。

近几十年来,太子参的价格有过几次上涨波动,最近的1次巨幅上涨是2009年下半年到2011年上半年,这期间价格涨幅达12.78倍<sup>[4]</sup>;对太子参药效的进一步开发利用,导致太子参的需求量大幅增加。如何有效提高太子参的产量,保证太子参的质量,已成为太子参种植过程中的重要课题。种植密度尤为重要,密度太大或太小,基本苗过多或过少,都会抑制群体优势,不利于高产。合理的种植密度能促进厢面空气流动,增强光合作用,降低厢面和表层土壤湿度,抑制病原菌的萌发、滋生和传播,提高了植株抗性,从而可以增加产量<sup>[5]</sup>。由此可见,合理密植是太子参高产的关键措施之一。本试验通过不同栽植密度对太子参产量与有效成分的影响研究,为今后的太子参质量控制提供依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

试验所用太子参来自福建柘荣闽东力捷迅药业有限公司英山乡太子参种植基地,种参为上年的自留种参。

### 1.2 试验方法

不同密度处理编号为C1—C9,各自的株行距见表1,CK采用传统种植中的单沟双排密植。

表1 栽植密度设计

处理编号	株距/cm	行距/cm	密度/(株/m <sup>2</sup> )
C1	8	10	125.0
C2	8	15	83.3
C3	8	20	62.5
C4	12	10	83.3
C5	12	15	55.0
C6	12	20	41.7
C7	16	10	62.5
C8	16	15	41.3
C9	16	20	31.3

在太子参活性成分质量控制中,水分含量测定采用烘干法<sup>[6]</sup>,灰分测定采用灼烧法<sup>[7]</sup>,多糖测定采用苯酚-硫酸比色法<sup>[8]</sup>;总皂苷以香草醛冰醋酸-高氯酸比色法测定<sup>[9]</sup>。

### 1.3 数据处理

数据采用SPSS20.0和Microsoft excel 2003软件进行处理和统计分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 不同栽培密度对太子参产量的影响

密度在种植上是一个重要栽培要素,适宜的密度有助于提高作物的产量。按照试验设计的密度表可知,密度由高到低的顺序为C1>C2=C4>C3=C7>C5>C6≈C8>C9。由图1可知,不同栽培密度下太子参产量不同。其中处理C5(株行距12 cm×15 cm)太子参产量最低,太子参产量由高到低的处理顺序为C1>C2>C4>C3>C7>CK>C6>C9>C8>C5。可见,在一定程度上,产量的大小变化与密度大小变化基本一致,即在一定程度上密度越大(密)产量越高。处理C1的太子参产量为处理C5的1.36倍。CK为传统种植中的单沟双排密植,属于过密种植,结果产量反而有所下降。

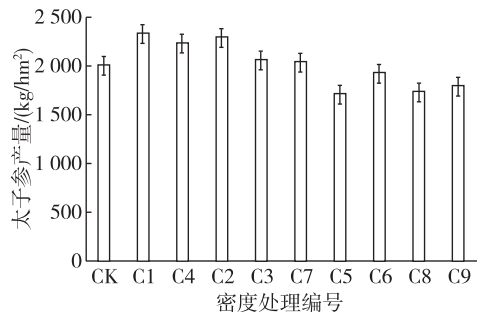
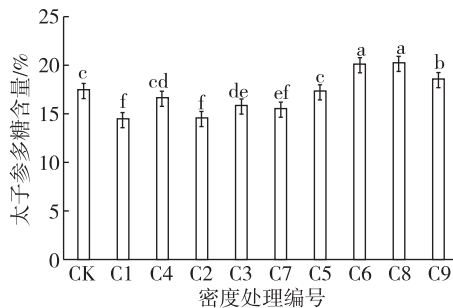


图1 不同栽培密度下的太子参产量

### 2.2 不同栽培密度对太子参成分的影响

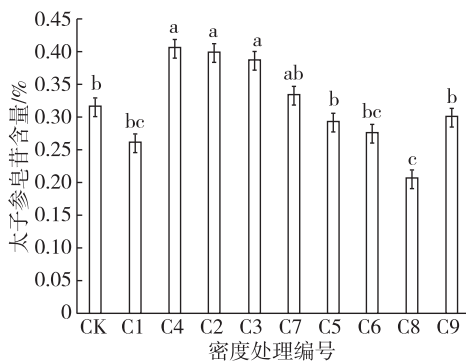
栽培密度不仅影响太子参的产量,而且对太子参成分(如多糖、总皂苷、灰分、水分等)也有一定影响。多糖含量由高到低的处理顺序为C8>C6>C9>CK>C5>C4>C3>C7>C2>C1(见图2),多糖含量大小的变化与密度大小的变化相反,即在一定程度上密度越小多糖含量越高,其中处理C8的多糖含量为处理C1多糖含量的1.39倍;总皂苷含量由高到低的处理顺序为C4>C2>C3>C7>CK>C9>C5>C6>C1>C8(见图3)。总皂苷含量在12 cm×10 cm和8 cm×15 cm的处理水平上含量最高,而处理C4的总皂苷含量为处理C8的1.95倍。在一定程度上,呈现出随着密度的增大总皂苷含量增加的趋势,说明适宜的栽种密度有利于总皂苷的积累;太子参含水量由高到低的处理顺序为C8>C6>C9>C5>C3>CK>C7>

C4>C2>C1(见图4)。含水量变化与多糖含量变化相似,即在一定密度范围内,密度越大,含水量越低;不同栽植密度下,太子参灰分含量也出现明显变化。灰分含量由高到低的处理顺序为 C6>C4>C8>C5>C9>C3>CK>C7>C1>C2(见图5)。栽植密度较大的处理 C4 灰分含量要比许多密度小的处理含量高。但总体上呈现出栽植密度越大,灰分含量越低的趋势。



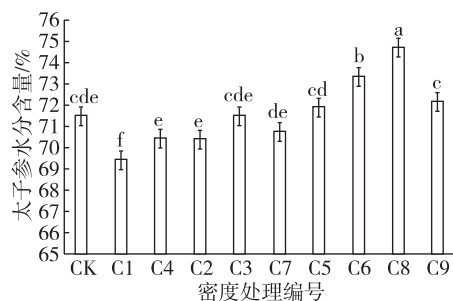
柱形图上方标注的不同小写字母表示结果差异性显著 ( $P < 0.05$ )

图2 不同栽植密度下太子参的多糖含量



柱形图上方标注的不同小写字母表示结果差异性显著 ( $P < 0.05$ )

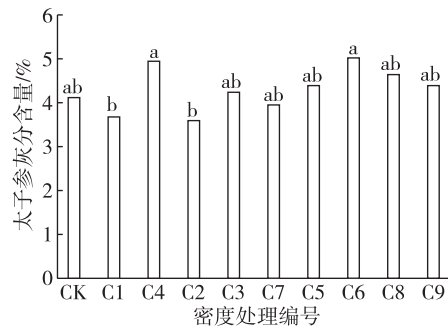
图3 不同栽植密度下太子参的总皂苷含量



柱形图上方标注的不同小写字母表示结果差异性显著 ( $P < 0.05$ )

图4 不同栽植密度下太子参的含水量

对不同栽植密度下太子参成分的多重比较进行单因素方差分析,  $P_{\text{水分}} = 0$ ,  $P_{\text{灰分}} = 0.002$ ,  $P_{\text{多糖}} = 0$ ,



柱形图上方标注的不同小写字母表示结果差异性显著 ( $P < 0.05$ )

图5 不同栽植密度下太子参的灰分含量

$P_{\text{皂苷}} = 0$ ,均达到极显著差异。对于水分,10个处理分为6个水平,其中密度最大的和密度最小的各自在不同显著水平,其余中等密度的水平间差异不显著,存在交叉现象;对于灰分含量,各处理间的差距不明显,处理分为2个水平;对于多糖含量,各处理间差异较为明显,分为6个水平,且各处理间交叉不明显;对于总皂苷含量,分为3个水平,处理间出现部分交叉,其中密度最大的处理和密度最小的处理分在同一水平。

### 3 结论与讨论

在栽植密度试验中,株行距对产量的影响较大,不同的栽植密度很大地影响着作物的通风条件、光照强度、水分、养分等。在不同的栽植密度处理中,水分、灰分、多糖、总皂苷含量都达到极显著差异 ( $P < 0.01$ )。

在西洋参的种植中,李玉德等认为,株距的扩大、行距的缩小,能够有效避免地下块根对养分和水分的争夺,又能使养分和水分得到充分利用<sup>[10]</sup>;黄芪的研究显示,随着栽培密度的增加,产量增大,单株根重减小,稀植能使单株的干物质积累增多,行距为25—35 cm时产量较高,综合性状较好<sup>[11]</sup>;何首乌的密度栽培试验也证明,不同的栽培密度对何首乌的生长、产量和品质存在影响,最佳株行距为37 cm×45 cm<sup>[12]</sup>;苦参的栽种密度越小,植株生长越健壮,干物质积累越多<sup>[13]</sup>;在麦冬的种植中,不同的栽培密度对产量的影响较大,但对多糖含量影响较小<sup>[14]</sup>;在竹节参的栽培中,不同的栽培密度间产量差异不显著,群体密度的增大和个体单株重的减少,种苗产量无明显差异<sup>[15]</sup>。以往对太子参栽培密度的研究主要集中在密度对其产量的影响上,林光美等<sup>[16]</sup>得出最佳的株行距为12.5 cm×5 cm和

16.7 cm×5 cm,种植密度为120万—160万株/hm<sup>2</sup>;王忠平等<sup>[5]</sup>研究显示,不同的栽培密度对太子参产量有显著影响,合理的密度能促进厢体空气的流动,增强光合作用,降低表土湿度,抑制病原菌的滋生及传播,提高抗性,进而增加产量。

本试验结果表明,在一定程度上,栽植密度越大,太子参产量越高,但过密种植反而使产量有所下降;含水量的大小变化与密度大小变化相反,即密度越大则水分含量越低;密度小的处理其灰分含量高,密度大的处理灰分含量低;多糖含量大小的变化与密度大小的变化相反,即密度越小则多糖含量越高;在8 cm×15 cm和12 cm×10 cm的处理上总皂苷含量最高,而在密度最大的C1和密度较小的C8上含量最低,说明适宜的栽种密度有利于总皂苷的积累。因此,为使太子参产量和有效成分达到最大,建议将其种植密度定为8 cm×15 cm或12 cm×10 cm。

从本次试验得出,一定程度上,产量随着密度增大而增加,但密度过大产量反而有所下降。这主要是因为合理的密度不仅能够保证太子参的生长空间,确保每个块根的质量不至于过小,又能在单位面积上提高太子参块根的总数,两者相乘,提高了太子参的产量;水分则是密度越大含量越少,主要是因为植株的单位生长空间内水分含量有限,密度越大,种植越密集,单位植株可吸收的水分含量越少;灰分含量与密度大小无绝对相关,可能与种植土壤中的微量元素含量有关,本试验中未测定土壤中元素含量,今后可进一步加强这部分研究,以说明栽植密度对元素含量的影响;结合多糖含量与总皂苷的含量变化,作者认为,对于药效成分而言,合理密度才能确保太子参在生长过程中,有足够的水分、养分、光照等用于其成分的合成、累积。

#### 参考文献:

- [1] 国家药典委员会. 中华人民共和国药典[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 62-63.
- [2] 林光美, 张建宝, 侯长红, 等. 太子参品种资源特性的研究[J]. 中国中药杂志, 2005, 30(6): 422-426.
- [3] 夏品华, 刘 燕. 太子参组织培养与快速繁殖研究[J]. 种子, 2010, 29(5): 41-45.
- [4] 郑 平. 太子参行情探析[J]. 中国现代中药, 2011, 13(8): 57-58.
- [5] 王忠平, 叶贵凯, 陈建祥, 等. 种参分级、播种密度、覆土深度对太子参产量的影响[J]. 湖南农业科学, 2013(11): 9-11.
- [6] GB/T 3543.6-1995. 农作物种子检验规程水分测定[S]. 北京: 中国标准出版社, 1995.
- [7] 陈钧辉, 张太平, 李 俊, 等. 生物化学实验: 4版[M]. 北京: 科学出版社, 2008: 20-22.
- [8] 范传颖, 陶正明, 吴志刚. 苯酚硫酸法与蒽酮硫酸法测定铁皮石斛中多糖含量的比较[J]. 浙江农业科学, 2013(7): 799-801.
- [9] 冀春茹, 王浴铭, 刘延泽, 等. 中药化学实验技术与实验[M]. 郑州: 河南科技出版社, 1986: 42.
- [10] 李玉德, 李 萍. 密度对西洋参产质量的影响[J]. 新农业, 2005(2): 16.
- [11] 张 阳, 范丽丽, 邵玺文, 等. 平作种植密度对黄芩生育性状和产量的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(12): 6203-6204, 6206.
- [12] 王华磊, 李宗豫, 赵 致, 等. 不同栽培密度对何首乌块根及其品质的影响[J]. 贵州农业科学, 2012, 40(12): 52-54.
- [13] 张庆霞, 纪 瑛, 高 峰, 等. 不同移栽密度对苦参生长动态的影响[J]. 草业科学, 2013, 30(10): 1608-1612.
- [14] 陈菁瑛, 苏海兰, 黄颖桢, 等. 不同种植密度对短葶山麦冬生长动态及产量质量的影响[J]. 中国农学通报, 2011, 27(27): 226-230.
- [15] 廖朝林, 张国华, 刘海华, 等. 竹节参种苗密度试验[J]. 现代农业科技, 2008(1): 7.
- [16] 林光美, 侯长红, 王树贵, 等. 行株距对太子参产量的影响[J]. 特产研究, 2005(4): 9-13.