

# 种植密度对脱毒怀地黄生长发育、产量和品质的影响

王文君<sup>1</sup>, 陈明霞<sup>1,2</sup>, 李明军<sup>1,2</sup>, 李向武<sup>1</sup>, 李瑞雪<sup>1</sup>

(1. 河南师范大学 生命科学院, 河南 新乡 453007; 2. 河南省高校道地中药材保育及利用工程技术研究中心, 河南 新乡 453007)

**摘要:**以怀地黄为试材,研究了怀地黄脱毒试管苗在不同种植密度下(667 m<sup>2</sup> 种植 8 000、12 000、16 000、20 000、24 000 株)的生长发育、产量和品质的差异,以寻找适合脱毒怀地黄高产优质的种植密度。结果表明:在相同种植密度下,怀地黄脱毒苗在各个生长阶段的株高、叶片数、冠幅和叶片面积变化较大,其中株高、冠幅、叶面积均在 9 月达到最大值,叶片数在 10 月达到最大值,667 m<sup>2</sup> 种植密度为 20 000 株时株高最高,667 m<sup>2</sup> 种植密度为 8 000 株时冠幅、叶片数和叶片面积最大;667 m<sup>2</sup> 种植密度为 20 000 株时产量最高,鲜质量为 6 105.80 kg,干质量为 1 393.30 kg;梓醇 667 m<sup>2</sup> 种植密度为 20 000 株时达到最大值 2.860%,毛蕊花糖苷则在 667 m<sup>2</sup> 种植密度为 16 000 株时达到最大值,为 0.085%。综合可知,667 m<sup>2</sup> 种植密度 20 000 株为脱毒怀地黄种植的最适密度。

**关键词:**怀地黄;脱毒种苗;农艺性状;生长发育;产量;品质

**中图分类号:**S 567.23<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2017)07-0165-04

怀地黄(*Rehmannia glutinosa*) 属玄参科多年生草本植物,是著名的四大怀药之一<sup>[1-2]</sup>,主产于河南省温县、武陟、沁阳等地,具有强心、利尿、镇静、降血糖以及保护肝脏的功能<sup>[3]</sup>。地黄的主要有效成分是

梓醇,具有降血糖、利尿和缓泻等作用<sup>[4-6]</sup>;另一有效成分毛蕊花糖苷,对神经系统、免疫系统具有明显的作用,特别是针对老年痴呆、慢性肾炎等疾病具有明显的治疗作用<sup>[7-9]</sup>。2010 年版《中国药典》把梓醇和毛蕊花糖苷都列为地黄指标成分<sup>[10]</sup>。但近年来因品种混杂、病毒感染严重,造成地黄产量降低、品质变差<sup>[11]</sup>。生产中播种密度会造成群体结构不同而带来温光等生态条件的差异,最终影响籽粒产量和品质<sup>[12]</sup>。课题组对怀地黄的脱毒、快繁、生根及大田种植进行了系统的研究<sup>[13-16]</sup>,该试验研究了种植密度对脱毒怀地黄生长发育、产量和品质的影响,旨在寻找适合脱毒怀地黄高产优质的最佳种植密度,为脱毒怀地黄规模化生产提供参考依据和实践指导。

**第一作者简介:**王文君(1992-),女,硕士研究生,研究方向为药用植物生物技术。E-mail:2269594804@qq.com

**责任作者:**李明军(1962-),男,博士,教授,硕士生导师,现主要从事植物生理学教学及药用植物生物技术应用等研究工作。E-mail:limingjun2002@263.net

**基金项目:**国家农业科技成果转化资助项目(2009GB2D000226);国家中医药行业科研专项子课题资助项目(201407005-08);河南省创新型科技人才队伍建设工程资助项目(C20130037)。

**收稿日期:**2016-12-13

Meanwhile, the effects of different nutrient solution, different hormones and irrigation period of nutrient solution on the growth of *Bletilla striata* seedlings were discussed. The results showed that the number of seedling on per unit was highest and up to 9 plant · cm<sup>-2</sup> under the treatments of 9 : 1 : 1 substrates in volume (nutrient soil : vermiculite : perlite), sterilization by potassium permanganate and seed dressing by acticarbon in volume (seed : acticarbon = 1 : 30). *Bletilla striata* seedlings grew well under the treatment of spraying 1/2MS nutrient solution every 30 days and meanwhile adding 1.0 mg · L<sup>-1</sup> 6-BA, the seedlings grew better. The average stem length of *Bletilla striata* was up to 30 mm, average leaf width was 3.03 mm and average root length was 9.63 mm.

**Keywords:** *Bletilla striata* seeds; seed dressing; direct-seedling; nutrient solution

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

供试材料怀地黄脱毒试管苗脱毒‘85-5’为河南省高校道地药材保育及利用工程技术研究中心“四大怀药”组织培养研究室(位于河南师范大学生命科学学院)通过茎尖培养结合热处理获得。

### 1.2 试验方法

大田试验于 2015 年在河南省焦作市温县赵堡镇进行,共种植了 3 块地,在 4 月 25 日将脱毒种苗种植到大田,设置 5 个密度种植,分别为 667 m<sup>2</sup> 种植 8 000 株(行距×株距=29 cm×29 cm)、12 000 株(行距×株距=24 cm×24 cm)、16 000 株(行距×株距=20 cm×20 cm)、20 000 株(行距×株距=18 cm×18 cm)、24 000 株(行距×株距=17 cm×17 cm),每处理 3 次重复。

### 1.3 项目测定

于 7—10 月记录各处理下植株的株高、冠幅、叶片数、叶片长、叶片宽等数据,在 11 月收获后,测定产量和品质。参照《中国药典·2015 版》,利用 Agilent 1200LC 型高效液相色谱仪测定梓醇和毛蕊花糖苷含量。

### 1.4 数据分析

采用 Excel 和 SPSS 统计软件对试验数据进行数据分析。多重比较采用邓肯氏(DPS)新复极差法检验,其中大、小写字母分别表示在  $P=0.01$  和  $P=0.05$  水平上达到显著差异。

## 2 结果与分析

### 2.1 种植密度对脱毒种苗‘85-5’生物学性状的影响

由图 1~4 可以看出,在相同种植密度下,怀地黄脱毒苗在各个生长阶段的株高、叶片数、冠幅和叶

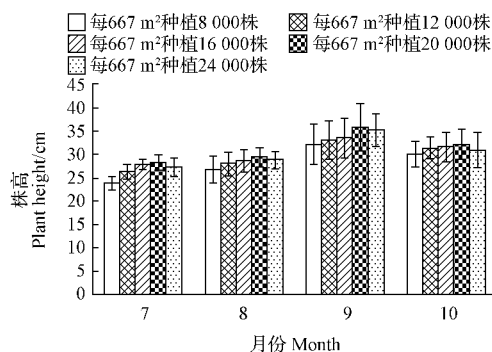


图 1 种植密度对怀地黄脱毒种苗‘85-5’株高的影响  
Fig.1 Effect of different planting density on height of *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling of ‘85-5’

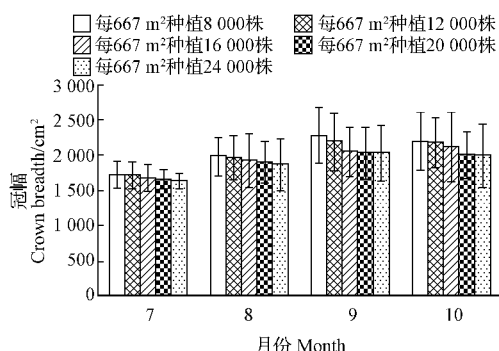


图 2 种植密度对怀地黄脱毒种苗‘85-5’冠幅的影响  
Fig.2 Effect of different planting density on crown width of *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling of ‘85-5’

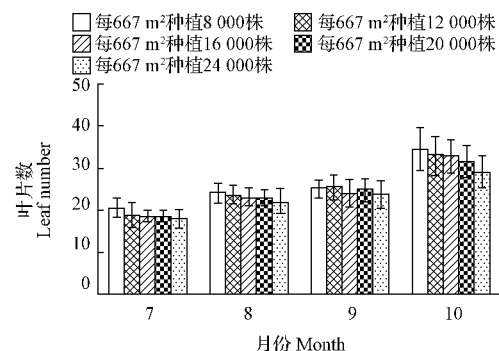


图 3 种植密度对怀地黄脱毒种苗‘85-5’叶片数的影响  
Fig.3 Effect of different planting density on leaf number of *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling of ‘85-5’

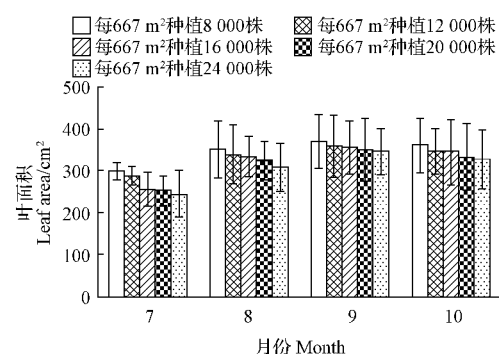


图 4 种植密度对怀地黄脱毒种苗‘85-5’叶片面积(长×宽)的影响

Fig.4 Effect of different planting density on leaf area (length×width) of *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling of ‘85-5’

片面积变化较大,其中株高、冠幅和叶片面积均是先升高后降低,在9月达到最大值;叶片数在10月达到最大值。667 m<sup>2</sup> 种植密度为20 000株时株高最高,667 m<sup>2</sup> 种植密度为8 000株时冠幅、叶片数和叶片面积最大;在测定的同一时期,随着种植密度的逐渐增大,怀地黄脱毒种苗的株高在667 m<sup>2</sup> 种植密度为20 000株时达到最高,而叶片数、冠幅及叶片面积受密度的影响变化不明显。

## 2.2 种植密度对脱毒种苗‘85-5’产量的影响

由表1可以看出,怀地黄脱毒苗种植密度增大

表1 种植密度对单株怀地黄脱毒种苗‘85-5’块根鲜质量、干质量的影响

Table 1 Effect of different planting density on fresh weight and dry weight of each *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling of ‘85-5’

667 m <sup>2</sup> 种植密度 Planting density of 667 m <sup>2</sup> /株	每株鲜质量 Fresh weight of plant/g	每株干质量 Dry weight of plant/g	667 m <sup>2</sup> 鲜质量 Fresh weight of 667 m <sup>2</sup> /kg	667 m <sup>2</sup> 干质量 Dry weight of 667 m <sup>2</sup> /kg
8 000	491.90±104.60ab	117.80±23.60a	3 932.50±832.60b	942.70±188.80b
12 000	531.70±144.70a	118.90±36.30a	4 796.40±1 736.10ab	1 072.20±436.00ab
16 000	475.60±67.90ab	110.20±14.20a	5 721.10±1 085.80a	1 325.20±227.00a
20 000	406.00±68.80ab	92.70±18.10a	6 105.80±1 376.80a	1 393.30±361.90a
24 000	261.80±23.30b	59.90±7.98a	4 724.20±559.10ab	1 080.60±191.60ab

注:不同小写字母表示组间差异显著( $P<0.05$ ),下同。

Note: Different lowercase letters show significant difference at 0.05 level, the same below.

## 2.3 种植密度对脱毒种苗‘85-5’品质的影响

由表2可以看出,随着怀地黄脱毒种苗种植密度的增大,二者的含量呈先增高后降低的趋势,其中梓醇含量在667 m<sup>2</sup> 种植密度为20 000株时达到最大值,为2.86%。毛蕊花糖苷含量则在16 000株时达到最大值,为0.085 0%。各种种植密度的梓醇和毛蕊花糖苷的含量无显著差异。综合产量和品质的数据,认为脱毒怀地黄较适合的大田667 m<sup>2</sup> 种植密度为16 000、20 000株。

表2 不同种植密度对怀地黄脱毒种苗‘85-5’中梓醇及毛蕊花糖苷含量的影响

Table 2 Effect of different planting density to contents of catalpol and acteoside of *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling of ‘85-5’

667 m <sup>2</sup> 种植密度 Planting density of 667 m <sup>2</sup> /株	梓醇含量 Content of catalpa/%	毛蕊花糖苷含量 Content of acteoside/%
8 000	2.45±0.38a	0.065 3±0.025 0a
12 000	2.52±0.52a	0.067 7±0.016 2a
16 000	2.55±0.24a	0.085 0±0.022 5a
20 000	2.86±0.26a	0.073 1±0.018 4a
24 000	2.24±0.21a	0.060 3±0.019 0a

## 3 讨论

有研究发现<sup>[17-19]</sup>,玉米、蚕豆、谷子的株高都随着种植密度的增加而增高,而王秀珍等<sup>[20]</sup>认为红花株高随密度的增加而降低。该研究发现,怀地黄

的过程中,每株怀地黄的鲜质量和干质量均呈先上升后下降的趋势,当667 m<sup>2</sup> 种植密度为12 000株时,单株怀地黄的鲜质量和干质量达到最高,分别为531.70、118.90 g。对表1分析可知,在设置的5个种植密度范围内,667 m<sup>2</sup> 怀地黄的鲜质量和干质量随种植密度的增大呈先升高后降低的趋势,当667 m<sup>2</sup> 种植密度为20 000株时,鲜质量和干质量均达到最大值,分别为6 105.80、1 393.30 g。

的株高随种植密度的增加而增高。曹毅等<sup>[21]</sup>研究表明,种植密度的增大对红秋葵的株高有明显的促进作用,而对叶片面积、分枝数和开展度的作用不甚明确。该研究表明,怀地黄的冠幅、叶片数、叶面积随种植密度的增加而变化不明显。这可能是不同作物的农艺性状对密度响应不同造成的。

种植密度是影响作物产量的重要因素,作物的高产优质离不开合理密植<sup>[22]</sup>。张娟等<sup>[23]</sup>研究表明,增加种植密度可以促进小麦吸收深层土壤氮素,减少土壤氮素残留,并保持较高的产量水平。李春奇等<sup>[24]</sup>研究显示,种植密度对玉米雌穗小花分化、吐丝进程、花粒数量、穗轴结构和产量影响显著。该研究结果表明,随种植密度的增大,怀地黄脱毒种苗的产量和品质呈现先升高后降低的趋势,在667 m<sup>2</sup> 种植密度为16 000、20 000株时,获得较高产量。每种植物品种适合其生长的较合适种植密度都存在较大差异。因此,进行种植密度对脱毒怀地黄高产优质生产的影响方面的研究,对于其实践生产具有重要的指导意义。

## 参考文献

- [1] 管家齐,郭艳丽,乌海良,等.地黄药理研究近况[J].中药材,2001,24(5):380-382.
- [2] WANG T X, GUI M Y, LIU H X, et al. Secretion of catalpol from *Rehmannia glutinosa* root to the rhizosphere[J]. Acta Physiol Plant, 2010, 32: 141-144.
- [3] 王民柱.汉中植物名录[M].西安:陕西科学技术出版社,1996.

- [4] 王敏,刘红彦,黄璐琦,等.道地产区地黄不同品种含梓醇量的比较[J].中草药,2002,37(3):444-446.
- [5] LI J P,ZHOU F J,JIA J W,et al. Effects of different store time and condition on the contents of catalpol in *Rehmannia glutinosa* [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs,2003,34(3):273.
- [6] 王太霞,李景原,胡正海.怀地黄营养器官中梓醇的积累动态[J].中草药,2004,35(2):208-209.
- [7] 李勇,孙秀燕,林翠英,等.3个品种栽培挥发油化学成分的比较[J].中草药,2005,36(12):1785-1787.
- [8] 尹明,牟娟,肖华芬,等.HPLC法测定蜜桶花颗粒中毛蕊花糖苷的含量[J].中药新药与临床药理,2008,19(6):485-487.
- [9] WEN X S,YANG S L,WEI J H,et al. Textual research on planting history of *Rehmannia glutinosa* and its cultivated varieties[J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs,2002,33(10):946-949.
- [10] 李建军,王莹,周延清,等.地黄不同种质资源产量和指标成分HPLC测定比较[J].郑州大学学报(理学版),2012,44(2):102-107.
- [11] 温学森,李先恩,杨世林,等.地黄病毒病及其亟待解决的问题[J].中草药,2001,32(7):662-665.
- [12] 刘萍,郭文善,徐月明,等.种植密度对中、弱筋小麦籽粒产量和品质的影响[J].麦类作物学报,2006,26(5):117-121.
- [13] 陈明霞,周彩云,李翔,等.怀地黄脱毒试管苗培养条件的优化[J].河南农业科学,2011,40(5):128-132.
- [14] 陈明霞,李敬敬,李明军,等.肥力水平对脱毒怀地黄农艺性状和产量及品质的影响[J].北方园艺,2013(1):174-177.
- [15] 陈明霞,李敬敬,李明军,等.多效唑与膨大素组合对脱毒怀地黄生长发育和品质的影响[J].南方农业学报,2014,45(11):1947-1950.
- [16] 陈明霞,张晓丽,李明军,等.多效唑和膨大素组合对怀地黄叶片生理特性的影响[J].北方园艺,2015(19):147-151.
- [17] 丰光,李妍妍,景希强,等.玉米不同种植密度对主要农艺性状和产量的影响[J].玉米科学,2011,19(1):109-111.
- [18] 缪亚梅,王学军,汪凯华,等.种植密度对通蚕鲜7号农艺性状、产量及经济效益的影响[J].江苏农业科学,2013,41(11):173-175.
- [19] 王显瑞,李书田,赵敏,等.不同种植密度对谷子农艺性状及产量的影响[J].新疆农业科学,2015,52(11):2028-2034.
- [20] 王秀珍,周相军,王丽.不同种植密度对红花产量及农艺性状的影响[J].新疆农业科学,2010,47(8):1557-1560.
- [21] 曹毅,任吉君,李春梅,等.不同种植密度对红秋葵生长发育的影响[J].北方园艺,2008(3):34-35.
- [22] 金光辉,高幼华,刘喜才,等.种植密度对马铃薯农艺性状及产量的影响[J].东北农业大学学报,2015,46(7):16-21.
- [23] 张娟,武同华,代兴龙,等.种植密度和施氮水平对小麦吸收利用土壤氮素的影响[J].应用生态学报,2015(6):1727-1734.
- [24] 李春奇,郑慧敏,李芸,等.种植密度对夏玉米雌穗发育和产量的影响[J].中国农业科学,2010(12):2435-2442.

## Effect of Planting Density on the Agronomic Traits ,Yield and Quality of virus-free seedling of *Rehmannia glutinosa*

WANG Wenjun<sup>1</sup>,CHEN Mingxia<sup>1,2</sup>,LI Mingjun<sup>1,2</sup>,LI Xiangwu<sup>1</sup>,LI Ruixue<sup>1</sup>

(1. College of Life Science, Henan Normal University, Xinxian, Henan 453007; 2. Engineering Technology Research Center of Nursing and Utilization of Genuine Chinese Crude Drugs of Henan Province, Xinxian, Henan 453007)

**Abstract:** *Rehmannia glutinosa* was used as test material, by making a survey on the difference in the growth, yield and quality of *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling growing in different planting density (8 000, 12 000, 16 000, 20 000, 24 000 plants per 667 m<sup>2</sup>) to find out the best planting density for high-yielding and quality. The results showed that growing in the same planting density, plant height, leaf number, crown breadth and leaf area of virus-free seedling in the different growth stages varied drastically. Plant height, crown breadth and leaf area were all the highest in September, leaf number was the largest in October. Plant height was the highest when planting density was 20 000 plants per 667 m<sup>2</sup>. Crown breadth, leaf number and leaf area were the largest when planting density was 8 000 plants per 667 m<sup>2</sup>. Yield was the highest when planting density was 20 000 plants per 667 m<sup>2</sup>, including fresh weight which was 6 105.80 kg, and dry weight which was 1 393.30 kg. The content of catalpa was the highest, reaching 2.860%, when planting density was 20 000 plants per 667 m<sup>2</sup>, and the content of acteoside was the highest, reaching 0.085%, when planting density was 16 000 plants per 667 m<sup>2</sup>. In conclusion, the optimal planting density of *Rehmannia glutinosa* virus-free seedling was 20 000 plants per 667 m<sup>2</sup>.

**Keywords:** *Rehmannia glutinosa*; virus-free seedling; agronomic traits; growth and development; yield; quality