

不同种植密度对不出林生长和产量的影响*

Effects of Different Plantation Densities on the Growth and Yield of *Ardisia japonica*

邹蓉, 王满莲**, 孔德鑫

ZOU Rong, WANG Man-lian, KONG De-xin

(广西植物研究所, 广西桂林 541006)

(Guangxi Institute of Botany, Guilin, Guangxi, 541006, China)

摘要:【目的】研究不同栽培密度对不出林(*Ardisia japonica*)生长和产量的影响,为不出林人工栽培提供理论依据。【方法】以不出林为材料,研究6种不同栽培密度下不出林的形态、生物量及其分配指标的变化特征。【结果】除平均根长外,不同栽培密度对不出林单株的株高、地径、分株数、叶片数和根数均影响不显著;不出林根冠比和比根长均随栽培密度的增大而显著降低;随着栽培密度的降低,不出林单株地下部分鲜干重、地上部分鲜干重和总鲜干重均显著增大,但每小区总鲜干重显著减小。【结论】10cm×10cm栽培密度的不出林产量最高。

关键词:不出林 栽培密度 生物量 根冠比

中图分类号:R282.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2014)04-0274-04

Abstract:【Objective】The aim was to study effects of different plantation densities on growth and yield of *Ardisia japonica*, a kind of Chinese herbal medicine, find out the suitable density for the planting of *Ardisia japonica*, and provide reference for high yield and quality *Ardisia japonica* plantation. 【Methods】the morphological properties, biomass and biomass allocation characteristics of *Ardisia japonica* planted in six different densities were studied. 【Results】The result showed that density didn't significantly affect the plant height, basal diameter, branch number, leaf number and root number, except the average root length. With the decrease of light intensity, the root mass/crown mass ratio, specific root length, underground fresh and dry weight, aboveground fresh and dry weight, and total fresh and dry weight of *Ardisia japonica* increased significantly, but the total fresh and dry weight of per block decreased significantly. 【Conclusion】10cm×10cm is the optimal planting density for *Ardisia japonica*.

Key words: *Ardisia japonica*, planting density, biomass, the root mass/crown mass ratio

【研究意义】不出林(*Ardisia japonica*)

(Thunb) Blume)又名紫金牛、矮地茶,为紫金牛科小灌木或亚灌木植物,近蔓生,具匍匐生根的根茎,习见于海拔约1200m以下的山间林下或竹林下荫湿的地方。全株及根供药用,为我国民间常用的中草药,有止咳化痰、祛瘀解毒、利尿、止痛的功效;主治咽喉肿痛、关节疼痛、闭经、肺结核、慢性支气管炎、黄胆型肝炎与脱力劳伤^[1]。由于多年采挖,不出林野生资源已不能满足市场需求,开展其人工种植技术研究可为引种栽培和保护提供技术和科学依

收稿日期:2014-04-10

作者简介:邹蓉(1982-),女,助理研究员,主要从事药用植物引种栽培研究。

* 广西科技成果转化资金项目(1346004-29),桂林市科技成果转化与应用项目(20100103-6)和广西植物研究所基本业务费项目(13006,14013)资助。

** 通讯作者:王满莲(1978-),女,副研究员,主要从事植物生理生态学

据。【前人研究进展】目前国内外研究多集中在不出林及其同属植物的化学成分、药材质量评价等方面^[2~5],尚无人工栽培研究。在一定的生态环境中,密度是影响作物生产最主要的栽培因素之一。种植密度能引起植株个体间相互作用,密度增加导致植物种内产生竞争,使种群中单株生长量和生物量发生改变,而这些变化反过来又影响植物对资源的利用、分配及其与邻体之间的关系^[6,7]。【本研究切入点】种植密度对植物生长发育、产量和质量都有重要影响,但有关不出林的适宜种植密度目前尚未见相关研究报道。【拟解决的关键问题】本文通过研究种植密度对不出林生长和产量的影响,为不出林高产优质栽培提供科学依据。

1 材料与方法

试验地设在桂林雁山广西植物研究所试验场,土壤为红壤,pH值5.1,0~15cm深土壤的农化性状:有机质1.59%,全氮0.224%、全磷0.113%、全钾1.12%、速效氮80.8mg/kg、速效磷61.7mg/kg、速效钾90.2mg/kg。试验地做成18个2.5m长、1.5m宽的畦,设置6种株距和6种行距,株距分别为10cm,10cm,12cm,15cm,18cm和20cm,行距分别为10cm,15cm,26cm,18cm,20cm和25cm。6个处理,3次重复,共18个小区,随机排列,每小区面积3.75m²。于2012年4月,选择大小一致的不出林扦插苗(2011年4月自插床转移至营养袋)按实验设计密度定植,2012年11月全部收获,洗净晾干表面水分后测定每小区鲜重,并从中随机抽取部分植株测定单株地下部分鲜重、地上部分鲜重后,105℃杀青30min,80℃烘干至恒重,测定干重,计算干鲜比(植株干重/植株鲜重)和根冠比(地下部分干重/地上部分干重),通过干鲜比计算每小区干重。收获时在各处理的中间一行连续取10株材料测其

表1 不同栽培密度下不出林的生长形态特征^a

密度 Densities (cm×cm)	株高 Height (cm)	地径 Bisal diameter (mm)	分株数 Ramet number	叶片数 Leaf number	平均根长 Average root length (cm)	根数 Root number
10×10	14.75±0.46	2.51±0.11	6.4±0.7	12.0±0.7	26.5±3.3 ^d	7.1±0.6
10×15	14.34±0.48	2.52±0.17	6.7±0.8	12.4±0.8	34.0±3.7 ^c	6.9±0.5
12×16	14.61±0.34	2.54±0.24	6.6±0.7	12.2±0.5	36.8±3.5 ^c	7.3±0.4
15×18	14.43±0.37	2.55±0.15	6.5±0.5	11.9±0.8	42.0±3.6 ^c	7.5±0.6
18×20	14.26±0.59	2.58±0.25	6.4±0.4	12.2±0.7	51.3±5.2 ^b	7.4±0.5
20×25	14.00±0.59	2.57±0.15	6.8±0.6	12.3±0.7	63.4±4.8 ^a	7.6±0.6

* 表中数据为平均值±标准误,同列不同小写字母表示不同栽培密度间差异显著。

* The data were the mean±standard error. Different small letters indicate significant differences among plant densities.

株高、地径和根长,数分株、根和叶片数等生长性状。

密度处理对不出林参数的影响采用一维方差分析(One-way ANOVA),并用Duncan进行多重比较,检验的显著性界限水平定为0.05,所用软件为SPSS11.5(SPSS Inc.,USA)。

2 结果与分析

2.1 不同栽培密度对不出林生长形态特征的影响

如表1所示,除平均根长外,栽培密度对不出林的株高、地径、分株数、叶片数和根数均影响不显著。其中20cm×25cm密度下的平均根长显著大于其它密度处理;除显著低于20cm×25cm密度外,18cm×20cm密度的平均根长显著大于其它密度处理,10cm×15cm、12cm×16cm和15cm×18cm3种密度的平均根长差异不显著,10cm×10cm密度的平均根长显著小于其它密度处理。

2.2 不同栽培密度对不出林单株鲜重的影响

如表2所示,栽培密度显著影响不出林单株地下与地上部分鲜重与总鲜重,不出林单株地下部分鲜重与地上部分干重均随种植密度的降低而显著增大;单株地上部分鲜重均随种植密度的降低而增大,其中20cm×25cm与18cm×20cm两个低密度间差异不显著,10cm×10cm、10cm×15cm、12cm×16cm和15cm×18cm4个高密度间差异不显著,但两个低密度显著大于4个高密度;单株总鲜重随种植密度的降低而增大,其中20cm×25cm与18cm×20cm两个低密度间差异不显著,12cm×16cm和15cm×18cm两个中密度间差异不显著,10cm×10cm与10cm×15cm两个高密度间差异不显著,但低密度显著大于中密度,中密度又显著大于高密度。

2.3 不同栽培密度对不出林单株干重的影响

如表3所示,栽培密度显著影响不出林单株地

表2 不同栽培密度对不出林单株鲜重的影响^{*}Table 2 The fresh weight of *Ardisia japonica* seedlings under different plant densities

密度 Densities(cm×cm)	地下部分鲜重 Underground fresh weight (g)	地上部分鲜重 Overground fresh weight (g)	总鲜重 Total fresh weight (g)
10×10	17.08±0.32 ^e	7.85±0.63 ^b	24.93±0.94 ^c
10×15	18.97±0.38 ^{de}	8.01±0.05 ^b	26.98±0.43 ^c
12×16	20.14±1.25 ^d	8.44±0.67 ^b	28.58±1.92 ^b
15×18	22.39±1.44 ^c	9.04±0.65 ^b	31.95±2.06 ^b
18×20	27.92±0.55 ^b	11.16±0.48 ^a	37.78±0.32 ^a
20×25	29.25±0.70 ^a	11.20±0.36 ^a	40.45±0.92 ^a

* 表中数据为平均值±标准误,同列不同小写字母表示不同栽培密度间差异显著。

* The data were the mean±standard error. Different small letters indicate significant differences among plant densities.

表3 不同栽培密度对不出林单株干重的影响^{*}Table 3 The dry weight of *Ardisia japonica* seedlings under different plant densities

密度 Densities (cm×cm)	地下部分干重 Underground dry weight (g)	地上部分干重 Overground dry weight (g)	总干重 Total dry weight (g)	干鲜比 Dry and fresh weight ratio
10×10	5.68±0.10 ^e	2.61±0.22 ^b	8.29±0.26 ^c	0.333±0.001
10×15	6.29±0.12 ^{de}	2.71±0.03 ^b	9.00±0.23 ^c	0.333±0.002
12×16	6.72±0.39 ^d	2.85±0.21 ^b	9.57±0.41 ^b	0.335±0.001
15×18	7.61±0.50 ^c	3.07±0.23 ^b	10.68±0.35 ^b	0.334±0.001
18×20	8.91±0.17 ^b	3.55±0.11 ^a	12.46±0.65 ^a	0.334±0.001
20×25	9.82±0.23 ^a	3.80±0.10 ^a	13.62±0.54 ^a	0.337±0.001

* 表中数据为平均值±标准误,同列不同小写字母表示不同栽培密度间差异显著。

* The data were the mean±standard error. Different small letters indicate significant differences among plant densities.

下部分干重、地上部分干重及总干重,并且各部分干重与鲜重的变化趋势一致(表2),栽培密度对不出林各部分干鲜比影响不显著。不出林单株地下部分干重随种植密度的降低而显著增大;单株地上部分干重随种植密度的降低而增大,其中20cm×25cm与18cm×20cm两个低密度间差异不显著,10cm×10cm、10cm×15cm、12cm×16cm和15cm×18cm 4个高密度间差异不显著,但两个低密度显著大于4个高密度;单株总干重随种植密度的降低而增大,其中20cm×25cm与18cm×20cm两个低密度间差异不显著,12cm×16cm和15cm×18cm两个中密度间差异不显著,10cm×10cm与10cm×15cm两个高密度间差异不显著,但低密度显著大于中密度,中密度又显著大于高密度。

2.4 不同栽培密度对不出林单株根冠比和比根长的影响

如表4所示,栽培密度显著影响不出林单株根冠比和比根长。根冠比随种植密度的降低而增大,20cm×25cm、18cm×20cm和15cm×18cm 3个低密度间差异不显著,10cm×10cm、10cm×15cm和12cm×16cm 3个高密度间差异不显著,但低密度显著大于高密度。比根长除18cm×20cm、15cm×18cm和12cm×16cm 3个密度间差异不显著外,随种植密度的降低而显著增大。

表4 不同栽培密度对不出林单株根冠比和比根长的影响^{*}Table 4 The root shoot ratio and specific root length of *Ardisia japonica* seedlings under different plant densities

密度 Densities(cm×cm)	根冠比 Root shoot ratio	比根长 Specific root length
10×10	2.18±0.12 ^b	4.67±0.21 ^d
10×15	2.32±0.16 ^b	5.41±0.18 ^c
12×16	2.36±0.14 ^b	5.48±0.25 ^c
15×18	2.48±0.21 ^a	5.52±0.12 ^c
18×20	2.51±0.17 ^a	5.76±0.14 ^b
20×25	2.58±0.25 ^a	6.46±0.24 ^a

* 表中数据为平均值±标准误,同列不同小写字母表示不同栽培密度间差异显著。

* The data were the mean±standard error. Different small letters indicate significant differences among plant densities.

2.5 不同栽培密度对不出林每小区产量的影响

如表5所示,除18cm×20cm和15cm×18cm

表5 不同栽培密度对不出林每小区产量的影响^{*}Table 5 The yield per plot of *Ardisia japonica* seedlings under different plant densities

密度 Densities(cm×cm)	总鲜重 Total fresh weight(g)	总干重 Total dry weight(g)
10×10	9349.16±354.30 ^a	3108.60±118.93 ^a
10×15	6881.03±109.81 ^b	2294.50±37.13 ^b
12×16	5487.28±368.88 ^c	1838.17±115.56 ^c
15×18	4473.00±288.90 ^d	1495.47±101.10 ^d
18×20	3928.88±33.61 ^e	1313.36±14.42 ^d
20×25	2831.66±64.82 ^f	953.2±19.77 ^e

* 表中数据为平均值±标准误,同列不同小写字母表示不同栽培密度间差异显著。

* The data were the mean±standard error. Different small letters indicate significant differences among plant densities.

两个密度间的总干重差异不显著外,随着种植密度的降低,不出林的每小区总鲜重和总干重均显著增大。

3 讨论

不同株距、行距的密度栽培试验结果表明,除平均根长外,不同栽培密度对不出林单株的株高、地径、分株数、叶片数和根数均影响不显著,表明株距和行距对不出林根系长度的影响较大,对植株其它形态参数影响较小。比根长是根长和生物量的比值,可以表征根系收益和花费的关系^[8]。比根长是关键根系性状之一,它决定了根系吸收水分和养分的能力,是反映根系生理功能的一个重要指标^[9]。不出林单株平均根长随着行距和株距的增大呈显著增加的趋势,同时其比根长也随密度的增大而减小,在高密度下不出林个体根长与比根长减小,这说明植株单位质量根吸收营养和水分的能力、根的延长速率以及根的周转率显著受密度的影响。

相同基因型在不同种内竞争强度下会采用不同的生物量最优分配策略,即植物的生物量分配格局响应不同种群密度具有可塑性,不同的生物量分配格局反映了来自不同选择压力的不同对策^[10]。随着密度的增加,不出林的根冠比降低,高密度下增加地上部分的生物量分配而减少地下部分的生物量分配,这预示着不出林对地上光资源的竞争能力随着密度的增加而增加,而对水、矿质营养和物理空间等地下资源的竞争能力随着密度的增加而降低。匍匐生根的根茎是不出林地下部分的主体,也是其无性繁殖器官,虽然密度影响生物量分配,但各密度下不出林的地下部分生物量分配均较大,单株地下部分干重最小的地下部分干物质也是地上部分的2.18倍。

随着种植密度的降低,不出林的单株根鲜重、地上部分鲜重和总鲜重以及根干重、地上部分干重和总干重均显著增大,说明密度制约了不出林各部分生物量的积累。但随着种植密度的降低,不出林的每小区总鲜重和总干重均显著减小。综合而言,虽然高密度限制了不出林单株的生物量积累,但增加种植密度构建一个大的群体是实现大面积丰收的关键。

参考文献:

[1] 《中国植物志》编辑委员会.《中国植物志》:第58卷

[M].北京:科学出版社,1990:90.

Editorial Committee of Flora of Chinese. Flora of China:58th[M]. Beijing: Science Press, 1990:90.

- [2] 赵利琴.资源植物紫金牛研究进展[J].中国野生植物资源,2002,21(3):10-13.
Zhao L Q. The research advance on resourcal plant *Ardisia japonica* [J]. Chinese Wild Plant Resources, 2002,21(3):10-13.
- [3] 艾一祥,冯毅凡,郭晓玲.不同产地矮地茶中岩白菜素含量的差异[J].广东药学院学报,2006,22(5):510-512.
Ai Y X, Feng Y F, Guo X L. The content difference of bergnin in herba *Ardisiae japonicas* from different producing areas[J]. Journal of Guangdong College of Pharmacy, 2006,22(5):510-512.
- [4] 倪士峰,黄静,潘远江,等.紫金牛地上和地下部位挥发性成分比较研究[J].药物分析杂志,2004,24(3):257-261.
Ni S F, Huang J, Pan Y J, et al. Analysis of volatile oils from *Ardisia japonica* (Hornsted) BL. between aerial and underground parts[J]. Chin J Pharm Anal, 2004, 24(3):257-261.
- [5] 赵亚,刘合刚.紫金牛属植物研究近况[J].中草药,1999,30(3):225-230.
Zhao Y, Liu H G. The research advance on plants of *Ardisia japonica* genus [J]. Chinese Traditional and Herbal Drugs, 1999,30(3):225-230.
- [6] 黎磊,周道玮,盛连喜.密度制约决定的植物生物量分配格局[J].生态学杂志,2011,30(8):1579-1589.
Li L, Zhou D W, Sheng L X. Density dependence-determined plant biomass allocation pattern [J]. Chinese Journal of Ecology, 2011,30(8):1579-1589.
- [7] Li B, Chen J K, Watkinson A R. A literature review on plant competition [J]. Chinese Bull Bot, 1998, 15(4): 18-29.
- [8] 韦兰英,上官周平.黄土高原白羊草、沙棘和辽东栎细根比根长特性[J].生态学报,2006,26(12):4164-4170.
Wei L Y, Shanguan Z P. Specific root length characteristics of three plant species, *Bothriochloa ischaemum*, *Hippophae rhamnoides* and *Quercus liaotungensis* in the Loess Plateau [J]. Acta Ecologica Sinica, 2006,26(12):4164-4170.
- [9] Craine J M, Wedin D A, Chapi F S. The dependence of root system properties on root system biomass of 10 North American grassland species [J]. Plant and Soil, 2003;39-47. doi:10.1023/A:1022817813024.
- [10] Anten NPR, Hirose T. Biomass allocation and light partitioning among dominant and subordinate individuals in *Xanthium canadense* stands [J]. Annals of Botany, 1998,82:665-673.

(责任编辑:陈小玲)