浙 江 林 业 科 技，2018，38（4）：38－42
J Zhejiang For Sci Technol

doi:10.3969/j.issn.1001-3776.2018.04.006

红豆树容器苗各器官生物量和水分分配规律研究

温莉娜[1]，叶长飞[1]，刘建灵[1]，华美霞[1]，毛青青[1]，江　波[2]

（1. 浙江省云和县林业局，浙江　云和　323600；2. 浙江省林业科学研究院，浙江　杭州　310023）

摘要：对不同高度等级 2 年生红豆树 *Ormosia hosiei* 容器苗各器官的生物量和水分分配规律进行研究。结果表明，处于不同高度时期各器官生物量和水分分配规律不同：①红豆树容器苗单株生物量及各器官生物量都随着高度的增加而增加，各器官生物量分配顺序从大到小依次为叶生物量>根生物量>干生物量>枝生物量；根、干、枝、叶生物量分配随着高度的增加呈现一致增加的趋势；苗高与地径，苗高、地径与根、干、枝、叶生物量以及地上、地下和单株生物量都具有极显著相关关系($P < 0.01$)；②苗高在 40 ~ 45 cm 的红豆树根、干、叶和单株含水率均达到最大值，其中枝含水率在各器官含水率中最大，达到 67.04%，而苗高在 65 ~ 70 cm 的根、干、叶及单株含水率均为最低值，但枝含水率却是在此高度的时候达到最大值；③根、干和单株含水率与各器官生物量呈极显著负相关($P < 0.01$)，枝含水率与各器官生物量呈不显著相关，叶含水率与根、干生物量呈现显著负相关($P < 0.05$)，与叶、单株生物量呈现极显著负相关($P < 0.01$)。

关键词：红豆树；容器苗；生物量；含水量；分配规律

中图分类号：S792.99　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1001-3776（2018）04-0038-05

Regularity of Distribution of Biomass and Moisture Content in Different Organs of Container *Ormosia hosiei* Seedlings

（WEN Li-na[1]，YE Chang-fei[1]，LIU Jian-ling[1]，HUA Mei-xia[1]，MAO Qing-qing[1]，JIANG Bo[2]）

（1. Yunhe Forestry Bureau of Zhejiang, Yunhe 323600, China; 2. Zhejiang Academy of Forestry，Hangzhou 310023，China）

Abstract: Seeds of *Ormosia hosiei* were collected in November of 2013 in Yunhe of Zhejiang province. Container seedling cultivation was carried out in April of the next year. Determinations were implemented in May of 2016 on height, ground diameter, biomass and moisture content in different organs of seedlings with different height classification. The results showed that biomass of individual plant and different organs had positive relation with height growth of seedlings. Biomass in different organs was ordered by leaf > root > stem > branch. It had close relation between seedling height and ground diameter, as well as between height and ground diameter with biomass in different organs, aboveground, underground and individual plant. Moisture content in root, stem, leaf and individual seedlings had the highest at 40-45cm, especially in branch, 67.04%. While moisture content in root, stem, leaf and individual seedlings was the lowest, but that in branch was the highest, 68.97%. Moisture content in root, stem and individual seedling had significant negative relationship with biomass in different organs. Leaf moisture content had evident negative correlation with biomass in root and stem, but great negative correlation with biomass in leaf and individual seedling.

Key words: *Ormosia hosiei*; container seedling; biomass; moisture content; distribution regulation

收稿日期：2017-05-21；**修回日期**：2018-05-25

基金项目：浙江省林业厅项目（2016SY08）

作者简介：温莉娜，硕士研究生，从事林业技术推广工作；E-mail：19402723@163.com。通信作者：江波，研究员，从事森林生态研究；E-mail：312033571@qq.com。

苗木生物量是反映苗木竞争能力的重要指标。生物量是植物的基本生物学特征和功能性状之一，是物质和能量积累的基本体现[1]。生物量分配是植物生殖与生存平衡的结果[2]。生物量的大小表明植物利用和积累空间资源的能力[3]，而植物构件水分含量的高低则表明其抗旱能力的强弱。红豆树 *Ormosia hosiei* 属豆科 Leguminosae 红豆属 *Ormosia*[4]植物，因种皮颜色鲜红而得名，是国家Ⅱ级保护珍稀濒危植物[5]。目前对红豆树的研究不多，主要集中在人工栽培育苗试验、造林技术研究和红豆树资源介绍，如红豆树育苗试验研究、红豆树培育技术和红豆树造林技术研究[6-10]，而对红豆树容器苗的生物量和水分分配规律的研究几乎没有。本试验对红豆树容器苗各器官的生物量和水分分配规律进行研究，为红豆树的育苗提供理论参考依据，为更好地培育优质苗木提供基础资料。

1　材料与方法

1.1　试验地概况

试验地位于浙江省云和县崇头镇重河湾苗圃，地理坐标 119°55′ E，28°5′ N，属于中亚热带季风气候，温暖湿润、四季分明、雨量充沛；年均气温 17.6℃，极端最高气温 42.5℃，极端最低气温 – 8.7℃；年无霜期 240 d；年均降水量 1 547 mm。试验地海拔 230 m，坡向西南，坡度 15°，土壤为红壤，土层厚 45 cm。

1.2　研究方法

于 2013 年 11 月采集云和县林业局大院的红豆树种子。种子袋藏。播种前用 80℃开水烫种，2014 年 4 月，采用 18 cm × 20 cm 无纺布容器进行育苗，每个容器一粒种子，基质为 40%的泥炭和 25%的谷糠、10%废菌棒、25%有机肥。苗木在设施大棚进行培育，出苗后用 50%遮荫网遮荫，苗木生长期间见干时设施喷水，5，8，10 月 2%浓度复合肥（N:P:K=15:15:15，45%，洋丰集团）喷施以促进苗木快速生长。2016 年 5 月，根据苗木的生长状况，将 40 ~ 70 cm 高的苗木，按照每 5 cm 划分为一个高度等级，共分成 40 ~ 45，>45 ~ 50，>50 ~ 55，>55 ~ 60，>60 ~ 65，>65 ~ 70 cm 6 个高度等级，每等级 50 株，然后随机抽取处于各高度等级之间（不包括各高度等级两端的高度）的 5 株容器苗，测量其高度、地径，然后将苗木的根部、干、分枝和叶分别称质量后装入标记好的纸袋中，在实验室烘箱中 110℃杀青 0.5 h 后，再在 90℃恒温下烘至恒质量为止。烘干后称其干质量，得到每一苗木的根、干、分枝和叶的生物量。苗木各部分含水率的计算方法：

$$\text{含水率} = \frac{\text{鲜重} - \text{干重}}{\text{鲜重}} \times 100\%$$

1.3　数据分析

采用 Excel 对红豆树各器官的生物量大小、含水率及其分配比率进行统计，利用 SPSS13.0 软件对其各器官生物量与含水率进行相关性分析。

2　结果与分析

2.1 不同高度红豆树容器苗各器官的生物量及其分配情况

由图 1 可知，红豆树容器苗随着苗高的增加，各器官生物量一致出现增加的趋势。高度处于 40 ~ 45 cm 的红豆树容器苗根、干、枝、叶的生物量（平均）分别为（3.56 ± 0.31）g，（2.78 ± 0.35）g，（0.74 ± 0.07）g，（4.70 ± 0.14）g；高度处于 65 ~ 70 cm 的红豆树容器苗根、干、枝、叶的生物量（平均）分别为（13.39 ± 1.10）g，（15.62 ± 0.67）g，（2.16 ± 0.16）g，（16.95 ± 0.56）g，两个高度等级中干的生物量差距最大，达到了 5.6 倍，差距最小的枝生物量也达到了 2.9 倍。

从表 1 中可以看出，从不同高度等级的红豆树各器官生物量分配比例上看，根、干和叶分配存在较显著差异，枝分配的差异性相对不大，分配大小基本都表现为叶 > 根 > 干 > 枝。不同高度苗的各器官生物量分配比例不同。高度在 45 ~ 50 cm 的幼苗，各器官生物量分配表现为叶 > 根 > 干 > 枝，其中叶分配达到最大值 48.20%，

是所有调查的容器苗中各器官分配值最大的，根、干分配分别为 26.2%和 19.54%；高度在 60 ~ 65 cm 的幼苗，各器官生物量分配表现为根 > 叶 > 干 > 枝，叶分配值只有 31.22%，是所有调查高度幼苗中叶分配值最低的；高度在 65 ~ 70 cm 的幼苗，各器官生物量分配表现为叶 > 干 > 根 > 枝，根分配值只有 27.83%；其余高度等级的红豆树各器官生物量分配基本与总体分配表现一致。

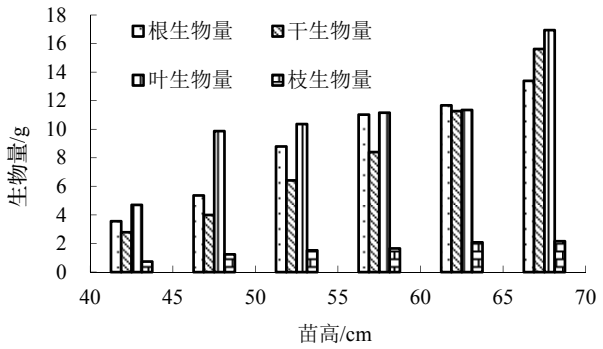

图 1 不同高度容器苗各器官生物量

Figure 1 Biomass of different organs of container *O. hosiei* seedlings with different height

对红豆树各高度等级的容器苗地径、苗高、各器官生物量等指标进行相关分析，结果见表 2。由表 2 表明，苗高与地径之间具有极显著相关关系($P < 0.01$)；苗高与根、干、枝、叶生物量以及地上、地下和单株生物量间都达到极显著正相关($P < 0.01$)，其中苗高除了与地径、叶生物量相关系数低于 0.9，与其他指标相关系数均大于 0.9；虽然地径与各指标的相关系数都低于苗高与各指标的相关系数，但与各指标间仍存在极显著正相关($P < 0.01$)。由此可以通过苗高和地径的变化趋势推测出各器官的生物量变化趋势。

表 1 红豆树各器官生物量分配

Table 1 Distribution of biomass in different organs of container *O. hosiei* seedlings

株高等级/cm	根占比/%	干占比/%	枝占比/%	叶占比/%
40 ~ 45	30.22	23.63	6.25	39.90
45 ~ 50	26.20	19.54	6.06	48.20
50 ~ 55	32.44	23.70	5.60	38.25
55 ~ 60	34.20	26.05	5.12	34.63
60 ~ 65	32.09	30.98	5.73	31.22
65 ~ 70	27.83	32.46	4.49	35.22

表 2 红豆树各器官生物量与苗高和地径的相关分析

Table 2 Correlation analysis on various organs biomass with height and ground diameter of container *O. hosiei* seedlings

指标	苗高 相关系数	地径 相关系数	指标	苗高 相关系数	地径 相关系数
苗高	1	0.859 **	叶生物量	0.864**	0.677**
地径	0.859 **	1	地上生物量	0.948**	0.787**
根生物量	0.974**	0.845**	地下生物量	0.974**	0.845**
干生物量	0.968**	0.831**	单株生物量	0.971**	0.817**
枝生物量	0.907**	0.809**			

注：**表示极显著水平($P < 0.01$)；*表示显著水平($P < 0.05$)。下同。

2.2 红豆树容器苗各器官不同高度等级的水分分配特征

对 2 年生红豆树容器苗各器官不同高度等级的含水率进行测定得到各自均值并进行多重比较（表 3）。结果表明，红豆树容器苗单株含水率及各器官含水率在不同高度等级下存在显著差异($P < 0.05$)，但差异并不在所有的高度等级中，并且各器官含水率的差异表现各不相同。高度处于 40 ~ 45 cm 的红豆树根、干、叶和单株含水率均达到最大值，含水率都超过 60%，其中枝含水率在各器官含水率中最大，达到 67.04%；随着高度的增加，各器官含水率均有所下降，在高度处于 55 ~ 60 cm 的时候，红豆树根、干、枝含水率相比之前又开始增加，而叶和单株含水率仍在下降；45 ~ 60 cm 的幼苗单株含水率变化不大，含水率在（60 ± 1.4）%之间；65 ~ 70 cm 的幼苗根、干、叶及单株含水率均为最低值，根、叶和单株含水率保持相近水平，其值保持在 55%左右，而干含水率只有 51.32%，与之相反的是枝含水率却是在此高度的时候达到最大值，为 68.97%。在该高度等级下，干、叶和单株含水率与其他高度等级下的含水率间存在显著差异($P < 0.05$)。

表 3　不同高度红豆树容器苗木各器官含水率

Table 3　Moisture content in different organs of container *O. hosiei* seedlings with different height

苗高等级/ cm	根含水率/%	干含水率/%	枝含水率/%	叶含水率/%	单株含水率%
40 ~ 45	63.20 a	62.63 a	67.04 a	66.76 a	64.86 a
45 ~ 50	62.11 ab	61.84 ab	65.74 ab	59.95 b	61.40 b
50 ~ 55	56.22 d	54.30 c	66.08 ab	65.27 a	60.47 b
55 ~ 60	59.58 bc	56.26 c	66.68 a	58.79 b	59.06 c
60 ~ 65	56.86 cd	59.67 b	62.72 b	65.30 a	61.02 b
65 ~ 70	55.91 d	51.32 d	68.97 a	55.33 c	55.20 d

注：小写字母为 LSD 比较结果，同列中相同字母表示没有显著差异，不同字母表示差异显著($P < 0.05$)。

对不同高度等级的红豆树容器苗各器官的含水率进行相关分析，见表 4。由表 4 结果表明，根含水率与干和单株含水率之间存在极显著的正相关($P < 0.01$)，其相关系数分别为 0.701，0.650，而与枝和叶含水率之间相关性很低，其相关系数只有 – 0.001，0.127；干含水率与单株含水率间呈极显著的正相关($P < 0.01$)，其相关系数达到 0.851，与叶含水率呈显著的正相关($P < 0.05$)；枝含水率与根、干、叶和单株含水率之间存在不显著的负相关，其相关系数在 – 0.001 ~ – 0.450 之间；叶含水率只与单株含水率存在极显著的正相关($P < 0.01$)，其相关系数为 0.820；通过对含水率与苗高、地径之间相关性分析，根、干和单株含水率与苗高之间存在着极显著的负相关($P < 0.01$)，其相关系数在 – 0.723 ~ – 0.826，叶含水率与苗高也存在显著的负相关($P < 0.05$)，其相关系数为 – 0.505，而单株含水率与地径存在极显著负相关($P < 0.01$)，根、干含水率与地径有显著负相关($P < 0.05$)，枝含水率与苗高和地径相关性不大。

表 4　红豆树各器官间含水率的相关系数

Table 4　Correlation coefficient of moisture content among different organs of container *O. hosiei* seedlings

指标	苗高	地径	根含水率	干含水率	枝含水率	叶含水率
根含水率	– 0.739**	– 0.566*	1			
干含水率	– 0.723**	– 0.564*	0.701**	1		
枝含水率	0.058	– 0.055	– 0.001	– 0.362	1	
叶含水率	– 0.505*	– 0.291	0.127	0.522*	– 0.45	1
单株含水率	– 0.826**	– 0.594**	0.650**	0.851**	– 0.32	0.820**

2.3　红豆树容器苗各器官生物量与含水率的关系

苗木各器官的含水率在一定程度上反映着干物质的积累程度[11]，对红豆树容器苗的含水率与生物量进行相关分析，结果见表 5。由表 5 表明，根、干和单株含水率与各器官生物量间呈极显著负相关($P < 0.01$)，其相关系数在 – 0.621 ~ – 0.945，说明对于红豆树来说，含水率越高，越不利于红豆树有机物的积累，更不利于红豆树的生长。同时可以看出枝含水率与各器官生物量呈不显著相关，说明枝条含水率的大小与整个植株生物量的积累相关性并不大；叶片含水率与根、干生物量呈现显著负相关($P < 0.05$)，与叶、单株生物量呈现极显著负相关($P < 0.01$)，其中与叶生物的相关系数达到 – 0.712，说明在一定范围内，叶片含水率越高越不利于植物及其各器官生物量的积累。

表 5　红豆树各器官生物量与含水率的相关系数

Table 5　Correlation coefficients between biomass and moisture content in different organs of container *O. hosiei* seedlings

指标	根生物量	干生物量	枝生物量	叶生物量	单株生物量
根含水率	– 0.723**	– 0.701**	– 0.701**	– 0.689**	– 0.730**
干含水率	– 0.746**	– 0.718**	– 0.621**	– 0.777**	– 0.767**
枝含水率	0.004	0.113	– 0.178	0.176	0.091
叶含水率	– 0.493*	– 0.552*	– 0.436	– 0.712**	– 0.599**
单株含水率	– 0.818**	– 0.847**	– 0.757**	– 0.945**	– 0.896**

3　结论与讨论

红豆树各器官生物量分配大小表现为叶生物量 > 根生物量 > 干生物量 > 枝生物量。红豆树枝生物量所占单株生物量的比例，平均仅为 5.54%，是所测器官中生物量分配值最低的，这主要是因为 2 年生红豆树幼苗尚处

于发育期间，枝条生长缓慢，尚处于发育的初级阶段。不同高度等级的红豆树幼苗根、干、叶生物量分配相对较平均，在23% ~ 48%之间变动。红豆树各器官生物量随着高度的增加而增加，这主要是因为处于生长发育旺盛期的红豆树幼苗，各器官都是养分积累的重要场所。叶片生物量分配随着高度的增大先增加后降低，45 ~ 50 cm时其分配值最大，达到48.2%，根据对红豆树幼苗的含水率的分析，在40 ~ 45 cm 高时的叶含水率达到峰值，生长旺盛，当其高度到达45 ~ 50 cm时叶生物量积累到了一定程度，其分配值相对较大。随着高度的增加，干、根生物量大量积累的同时，叶片的数量相对稳定不变，其生物量所占的比例开始减少[12]。根生物量分配随着高度的增加总体上先增加后减少，这可能是因为红豆树幼苗初期主根发育不完全，主根生长需要养分，待生长到一定高度，根系生长较为稳定，从而使生物量分配降低。

红豆树各器官含水率在不同高度表现出不同的差异，同一器官的水分含量在不同高度也出现不同的变化，器官的含水率在一定程度上反映着干物质的积累程度[13-14]。红豆树幼苗随着高度的增加各器官含水率变化趋势各不相同，其中根部含水率在高度处于40 ~ 50 cm时最大，之后随着高度增加根含水率都没有超过前面高度的根含水率。根系的水分含量在影响苗木成活的各因子中起着一定的主导作用，提高根含水率在一定程度上能提高苗木造林成活率，所以造林时不能盲目选择高的苗木，同时要控制好叶片的含水率，叶片含水率高的植物不利于各器官生物量的积累。

参考文献：

[1] 董道瑞，李霞，万红梅，等. 塔里木河下游胡杨（*Populus euphratica*）地上生物量估测[J]. 中国沙漠，2013，33（3）：724 – 730.
[2] 郝虎东，田青松，石凤翎，等. 无芒雀麦地上生物量及各构件生物量分配动态[J]. 中国草地学报，2009，31（4）：84 – 88.
[3] 徐雪娇，刘济明，徐国瑞，等. 不同小生境中小蓬竹的含水率及生物量分配规律[J]. 贵州农业科技，2010（10）：163 – 166.
[4] 中国树木志编辑委员会. 中国树木志·第二卷[M]. 北京：中国林业出版社，1985：1306 – 1307.
[5] 中华人民共和国国务院. 国家重点保护野生植物名录（第一批）[J]. 植物杂志，1999（5）：4 – 11.
[6] 周善森，刘伟，袁位高，等. 不同立地条件下红豆树容器苗与裸根苗造林对比试验[J]. 浙江林业科技，2012，32（1）：34 – 38.
[7] 周进松. 珍贵树种红豆树的容器苗培育技术[J]. 现代园艺，2015（4）：62 – 63.
[8] 范剑明，谢金兰，张冬生，等. 红豆树育苗技术探讨[J]. 园艺与种苗，2013（6）：33 – 35，59.
[9] 甘国勇. 不同立地质量红豆树人工林造林效果分析[J]. 福建热作科技，2011，36（1）：8 – 11.
[10] 彭彪，陈孝丑，林雄平，等. 红豆树多用途林的营造技术研究[J]. 宁德师范学院学报，2016，28（3）：247 – 250.
[11] 何明珠. 荒漠植物枝系构件及其持水力研究[D]. 兰州：甘肃农业大学，2004：1 – 5.
[12] 唐小燕，袁位高，沈爱华，等. 闽楠容器苗各器官生物量的分配格局及水分特征研究[J]. 植物研究，2012，32（1）：99 – 104.
[13] 杨青，苏光荣，段柱标. 版纳甜龙竹种群生物量结构及其回归模型[J]. 西北农林科技大学学报：自然科学版，2008，36（7）：128 – 134.
[14] 苏文会，顾小平，官凤英，等. 大木竹林种群生物量结果及其回归模型[J]. 南京林业大学学报：自然科学版，2006，30（5）：51 – 54.