

185-192

云南含笑苗期生物量及其相对生长关系的初步研究*

左家哺¹⁾

(湖南省林业专科学校, 衡阳市 421005)

5688.101

A

摘要 本文比较研究了二种不同种源即贵州省威宁县河坝乡树舍村和云南省安宁县绿藤乡官地村的云南含笑苗期的地径、苗高、根系、叶面积等因子生长状况及其生物产量; 其次, 分析了生物量以及各生长因子间的相互关系; 第三, 根据实际调查与测定数据拟合了关于生物量与各生长因子以及各器官生物量之间的34个数学模型。文末拟定了云南含笑一年生苗木分级标准。

关键词 云南含笑; 苗期; 生物量; 相对生长关系 生长

A PRELIMINARY STUDY OF BIOMASS AND RELATIONSHIP OF RELATIVE GROWTH OF YEARLING SEEDLINGS OF MICHELIA YUNNANENSIS

Zuo Jiafu

(Hunan Province Technical College of Forestry, Hengyang 421005)

Abstract This paper deals with the comparative studies of the yearling growth of diameter, height, root, area of leaf and their biomass of seedlings of *Michelia yunnanensis*. The seed sources are from two counties, i. e. the Weining county of Guizhou province and the Anning county of Yunnan province. The author analysed the correlative relationship between the biomass and growth factors of seedlings of *M. yunnanensis*. According to the data of the practical investigation and measurement, the author set up 34 mathematical models between the biomass and growth factors and the biomass of organs of *M. yunnanensis* seedlings by regressive method. The results showed: 1. The diameter, height, total length of lateral root, area of leaf and total biomass of the yearlings of *M. yunnanensis* from the Weining county of Guizhou province are better than those from the Anning county of Yunnan province, especially the differences of the diameter, height and area of leaf are very remarkable, i. e. the seed source of *M. yunnanensis* from the Weining county are better than those from the Anning county. 2. The distribution of total biomass of *M. yunnanensis* in the organs are: leaf>stem>root (Weining), or leaf>root>stem (Anning), which shows that the base of making up of biomass of *M. yunnanensis* seedlings are the leaves. 3. The main factor influencing on biomass of *M. yunnanensis* seedlings are firstly, the area of leaf; secondly, the

* 本文系贵州林业推广项目——云南含笑繁殖研究工作的一部分。
1) 作者原工作单位为贵州省林业学校。

total length of lateral root, and lastly, the diameter and height. At last, the author suggests the grades of the divisional standard of *M. yunnanensis* for the yearling seedlings.

Key words *Michelia yunnanensis*; seedling period; biomass; relationship of relative growth

云南含笑 (*Michelia yunnanensis*) 是一种重要的芳香油及园林盆景植物, 开展有关苗期生物量及其相对生长关系的研究对于其育苗、栽培等生产工作具有重要的指导意义。作者对二种不同种源即贵州省威宁县河块乡树舍村(下文简称“威宁 Weining”)和云南省安宁县绿腴乡官地村(下文简称“安宁 Anning”)的云南含笑一年生苗进行了调查与测定(二种源均播种在贵州林校简易温室内且处理与管理方法完全相同, 另文待发), 现将结果整理如下。

1 资料的收集和整理

根据数理统计的要求^[1], 以95%的概率保证、90%以上的精度(地径和苗高)确定二种不同种源调查株数各为25株(共计50株), 以系统抽样方法获取。用游标卡尺测定其地径(D)、苗高(H)、主根长(R)、侧根总长(R_1); 用TG328A型光学读数分析天平测定根鲜重(W'_R)、叶鲜重(W'_L)、茎鲜重(W'_S), 求出总鲜重(W'_T); 用透明网格纸测定叶面积(S)。将25株同一种源苗木分器官随机分为5个样品置于干燥箱中, 保持105℃恒温至恒重, 求算含水率(P_L : 叶; P_R : 根; P_S : 茎), 以此换算各株器官的干物质重量即生物量(下同)(W_R : 根; W_L : 叶; W_S : 茎), 求出总生物量(W_T) (本文以下均按此部分符号统一使用, 而不再次说明)。

2 结果与分析

2.1 苗期生长及其生物产量基本情况

从表1资料及其显著性检验结果^[1]看出, 云南含笑苗期单株平均地径、平均苗高、平均叶面积以及侧根总长平均值等均是威宁种源大于安宁种源, 尤其前面三个因子差异显著; 只有主根长平均值安宁种源显著地大于威宁种源。此外, 威宁种源的茎、叶鲜重及总重显著地大于安宁种源; 安宁种源根鲜重大于威宁种源, 但差异不显著; 威宁种源的根、叶、茎生物量及总生物量均大于安宁种源, 尤其茎、叶生物量与总生物量差异显著。总的看来, 威宁种源的云南含笑苗期单株平均生长及生物量均比安宁种源优良, 这与其种子品质特性分析结果(贵州林业科技, 1993, 第4期, 待发)是一致的。

从图1看出, 威宁种源的云南含笑苗期生物量分配是: 叶>茎>根, 而成年期则是: 根>茎>叶^[2], 这说明云南含笑随生长期的不同各器官生物量的分配是不相同的, 而安宁种源云南含笑苗期生物量的分配是: 叶>根>茎。由此看来, 不管哪一种源, 其苗期叶生物量均占50%以上, 表明云南含笑苗期总生物量构成基础是叶, 反映了叶在积累有机物质方面的重要作用。根据这些结果, 故可初步认为云南含笑苗期各器官生物量的理想比例构成应是: 根: 叶: 茎 = 2.0—2.5 : 5.0—6.0 : 2.0—2.5, 这样的苗木才高大粗壮、根多叶茂, 苗木质量优良。

表1 云南含笑一年生苗平均生长量及其生物量(单位: 株)

Table 1 The average increment and biomass of the yearling seedlings of *Michelia yunnanensis* (per tree)

生长因子 Growth factors	种源 Seed source				t 值 t-value
	威宁 Weining		安宁 Anning		
	Average Value	Precision Value	Average Value	Precision Value	
D(地径 Diameter)(mm)	1.8932	0.9090	1.6056	0.9075	0.1544
H(苗高 Height)(mm)	71.34	0.9232	47.04	0.9089	7.2103
R(主根长 Length of main root)(mm)	117.28	0.9152	131.12	0.9311	2.1261
R ₁ (侧根总长 Total length of lateral root)(mm)	717.24	0.7845	578.40	0.7584	1.9752
S(叶面积 Area of leaf)(mm ²)	2069.12	0.7448	1389.44	0.7616	2.7298
W' _R (根鲜重 Fresh weight of root)(g)	0.13933	0.7824	0.14526	0.7631	0.2662
P _R (根含水率 Moisture content of root)(%)	75.5002		76.7328		
W _R (根生物量 Biomass of root)(g)	0.03414	0.7824	0.03377	0.7631	0.0695
W' _L (叶鲜重 Fresh weight of leaf)(g)	0.37248	0.7697	0.24313	0.7648	2.4512
P _L (叶含水率 Moisture content of leaf)(%)	74.2988		75.4183		
W _L (叶生物量 Biomass of leaf)(g)	0.09573 ^c	0.7697	0.06124	0.7648	2.7037
W' _S (茎鲜重 Fresh weight of stem)(g)	0.14163	0.8322	0.08066	0.8209	4.5253
P _S (茎含水率 Moisture content of stem)(%)	75.5338		76.2448		
W _S (茎生物量 Biomass of stem)(g)	0.03465	0.8322	0.01916	0.8209	4.7360
W _T (总鲜重 Total fresh weight)(g)	0.65344	0.8065	0.47505	0.7846	2.3117
W _T (总生物量 Total biomass)(g)	0.16452	0.8065	0.11417	0.7846	2.5832

可靠性 P=1-α=0.95

临界值表 t_{0.05}=2.0126

此外,表1还可看出,云南含笑苗期各器官的含水率均在75%左右,以根、茎略高,叶略低,而成年期含水率在50—60%之间,以叶最高,其次是根茎^[2]。这反映了云南含笑随生长期不同各器官含水率是不一致的,同时又说明云南含笑可以在温凉的干旱地区引种栽培,扩大其种群面积。

2.2 苗期各因子间的相关分析

通过对云南含笑苗期的D、H、R、R₁、S、W_R、W_L、W_S和W_T资料的相关系数统计分析以及判断相关系数密切程度的标准^[3]获得了图2的结果。从图2可以看出二个重要问题,第一,云南含笑苗期总生物量与叶面积、侧根总长呈高度正相关,说明其总生物量主要由叶面积、侧根总长二个因子所决定。这是由于侧根总长愈增加,根毛数量亦愈多,进而水分及无机养分的吸收量亦愈增加,加之叶面积增加,吸收光能量愈多,这样有机物质积累更加丰富即生物量愈高。此外,因为叶面积增加、光合产物增加以后,叶生物量无疑也会增加,同时也使苗木生长得越高,茎生物量进而增加,这与植物有机物质运输与分配中的“就近供应”原理是吻合的^[4]。因此,云南含笑总生物量与茎、叶生物量,茎与叶二者生物量,茎生物量

与苗高、叶面积,以及叶生物量与叶面积等因子间呈现高度正相关是必然的。第二,云南含笑苗期根生物量与苗高以及主根长与苗高均呈负相关,也就是说苗高与根生物量和主根长的生长量成反比关系即苗高生长量越高则根生物量愈低、主根长生长愈慢。从实际情况来看,苗高与主根长的比例是1:1.6440(威宁种源)至1:2.7874(安宁种源)之间,平均为1:2.0983。这说明云南含笑苗期主根生长较快而苗高生长相对较慢,它正好符合植物地上、地下相关生长原理^[4]。

2.3 回归模型拟合与分析

苗木的叶、茎、根等器官之间是相互联系、相互制约的有机整体,它们相互之间以及与整体之间均普遍存在一定的关系。故我们根据实测资料拟合有关回归模型,既可反映它们之间的关系密切程度,又可供预测分析之用。

2.3.1 叶面积与苗高、地径的关系

根据实测资料的散点图发现,云南含笑叶面积与苗高、地径(D^2H)呈线性相关,故其数学模型拟合如下:

$$\underline{S} = 757.5051 + 5.0185 (D^2H) \quad (r = 0.6767) \quad (\text{种源: 威宁}) \quad (1)$$

$$\underline{S} = 365.9100 + 7.9970 (D^2H) \quad (r = 0.7192) \quad (\text{种源: 安宁}) \quad (2)$$

通过查临界值(r_{α})表得知, $r_{0.01} = 0.5069$,说明式(1)、(2)是成立的,即叶面积与苗高、地径之间呈显著的线性相关关系。反映了云南含笑苗期地径、苗高是随叶面积增大而增大,即叶面积愈大,积累有机物质愈多,则苗高粗壮。

2.3.2 生物量与叶面积的关系

根据实测资料的散点图发现,云南含笑苗期总生物量、各器官生物量与叶面积之间均呈线性关系,故拟合的数学模型如下(式(3)、(5)、(7)、(9)为威宁种源,式(4)、(6)、(8)、(10)为安宁种源):

$$\underline{W}_T = 8.0770 \times 10^{-5} \underline{S} - 2.6043 \times 10^{-3} \quad (r = 0.9284) \quad (3)$$

$$\underline{W}_T = 9.1191 \times 10^{-5} \underline{S} - 1.2536 \times 10^{-2} \quad (r = 0.9313) \quad (4)$$

$$\underline{W}_R = 2.2176 \times 10^{-5} \underline{S} - 1.1747 \times 10^{-2} \quad (r = 0.7890) \quad (5)$$

$$\underline{W}_R = 3.7998 \times 10^{-5} \underline{S} - 1.9030 \times 10^{-2} \quad (r = 0.7270) \quad (6)$$

$$\underline{W}_L = 5.8792 \times 10^{-5} \underline{S} - 2.5917 \times 10^{-2} \quad (r = 0.9832) \quad (7)$$

$$\underline{W}_L = 5.0839 \times 10^{-5} \underline{S} - 9.3970 \times 10^{-3} \quad (r = 0.9782) \quad (8)$$

$$\underline{W}_S = 1.7774 \times 10^{-5} \underline{S} - 4.1765 \times 10^{-3} \quad (r = 0.7468) \quad (9)$$

$$\underline{W}_S = 3.2315 \times 10^{-4} + 1.3557 \times 10^{-5} \underline{S} \quad (r = 0.8743) \quad (10)$$

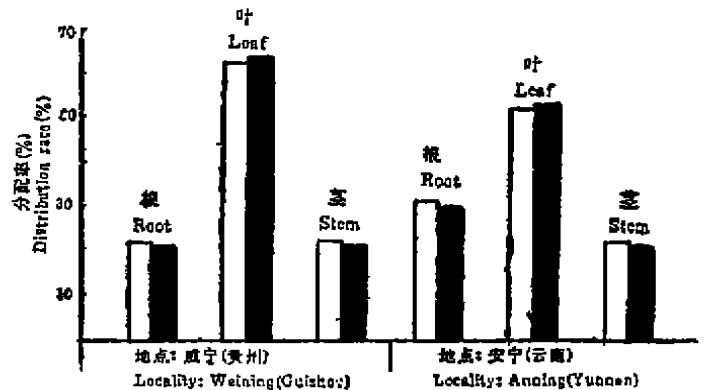


图1 云南含笑一年生苗生物量在各器官的分配

(□, 鲜重; ■, 干重)

Fig. 1 Distribution of biomass of the yearling seedlings of *Michelia yunnanensis* in various organs

(□, Fresh weight; ■, Dry weight)

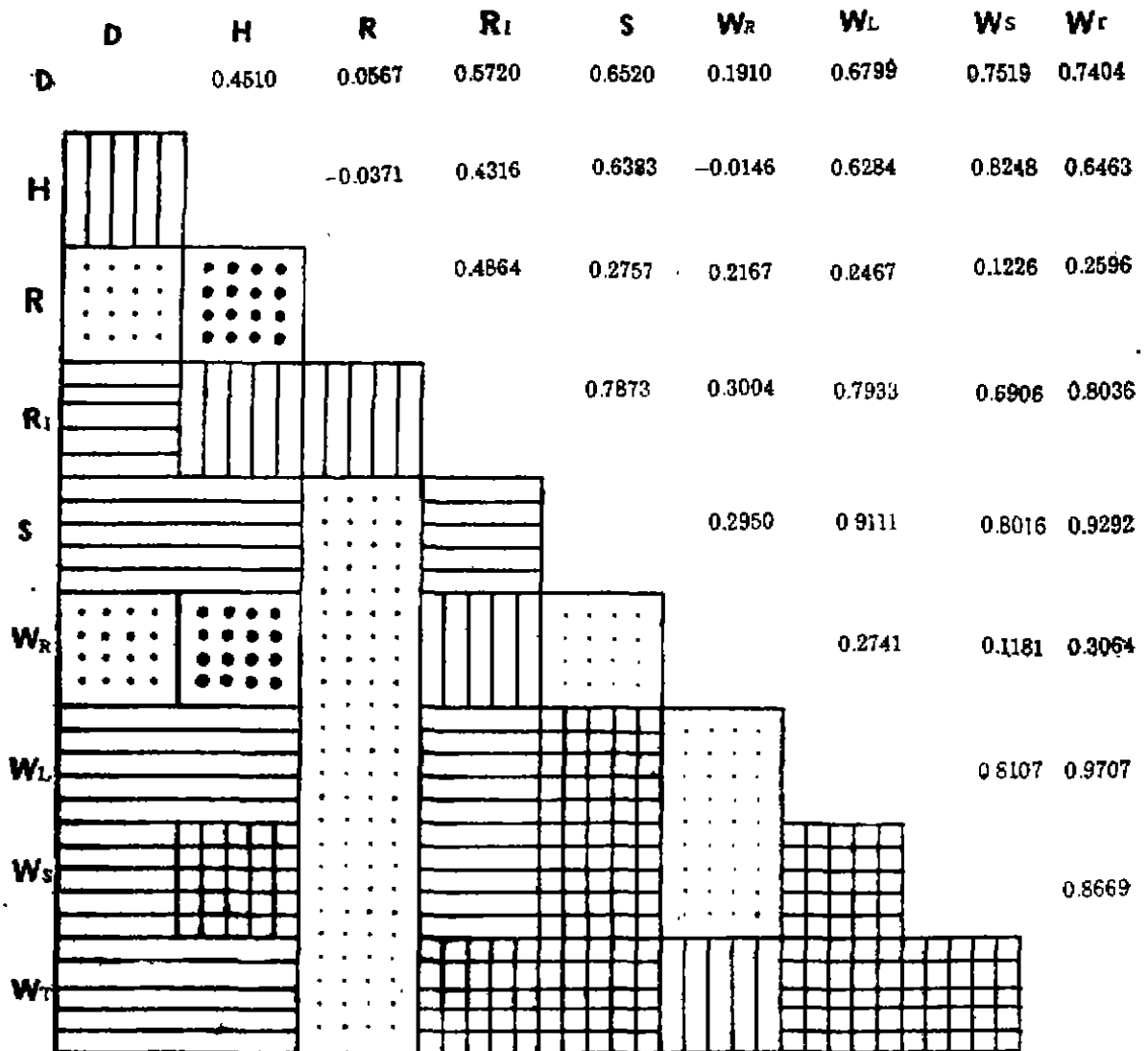


图2 云南含笑苗木生物量和生长因子间的相关分析

Fig. 2 The correlative analysis between the biomass and growth factors of seedlings of *Michelia yunnanensis*

($r > 0.8000$ 高度相关; $0.5000 \leq r \leq 0.7999$ 显著相关; $0.3000 \leq r \leq 0.4999$ 相关; $0 \leq r \leq 0.2999$ 不相关; $r < 0$ 负相关; D、H、R、R₁、S、W_R、W_L、W_S及W_T与表1相同)
 ($r > 0.8000$ High correlativity; $0.5000 \leq r \leq 0.7999$ Remarkably correlativity; $0.3000 \leq r \leq 0.4999$ Correlativity; $0 \leq r \leq 0.2999$ Discorrelativity; $r < 0$ Negative correlativity; D、H、R、R₁、S、W_R、W_L、W_S and W_T of this figure and table 1 are the same)

通过查 r_a 表得知 (见上面), 式 (3) — (10) 线性相关关系显著, 反映了云南含笑苗期总生物量以及各器官生物量与叶面积存在密切的关系, 尤其是叶生物量与叶面积之间关系更密切, 也就是说生物量是随叶面积的增加而增加, 理由如前所述。

2.3.3 生物量与苗高、地径的关系

根据实测资料的散点图发现, 云南含笑生物量与苗高、地径呈幂函数关系, 其数学模型拟合如下 (式(11)、(13)、(15)、(17)为威宁种源; 式(12)、(14)、(16)、(18)为安宁种源):

$$\underline{W}_T = 3.0544 \times 10^{-3} (D^2H)^{0.7147} (\underline{r} = 0.8455) \quad (11)$$

$$\underline{W}_T = 2.6882 \times 10^{-3} (D^2H)^{0.7070} (\underline{r} = 0.8324) \quad (12)$$

$$\underline{W}_R = 1.1989 \times 10^{-3} (D^2H)^{0.5800} (\underline{r} = 0.5374) \quad (13)$$

$$\underline{W}_R = 7.7983 \times 10^{-4} (D^2H)^{0.7704} (\underline{r} = 0.8031) \quad (14)$$

$$\underline{W}_L = 1.2833 \times 10^{-3} (D^2H)^{0.7014} (\underline{r} = 0.7492) \quad (15)$$

$$\underline{W}_L = 1.2413 \times 10^{-3} (D^2H)^{0.7940} (\underline{r} = 0.7506) \quad (16)$$

$$\underline{W}_S = 5.7973 \times 10^{-4} (D^2H)^{0.7374} (\underline{r} = 0.9173) \quad (17)$$

$$\underline{W}_S = 6.1444 \times 10^{-4} (D^2H)^{0.7099} (\underline{r} = 0.8918) \quad (18)$$

通过查 r_a 表得知, 式(11)—(18)幂函数相关关系显著, 反映了云南含笑苗期生物量与地径、苗高存在密切的关系, 尤其是茎生物量与地径苗高之间关系更密切, 说明其生物量随地径、苗高的增加而增加。

2.3.4 总生物量与各器官生物量的关系

根据实测资料的散点图发现, 云南含笑苗期总生物量与各器官生物量之间均呈线性相关, 故其数学模型拟合如下 (式(19)、(21)、(23)为威宁种源, 式(20)、(22)、(24)为安宁种源):

$$\underline{W}_T = 5.3416 \times 10^{-2} + 3.2546 \underline{W}_R (\underline{r} = 0.7594) \quad (19)$$

$$\underline{W}_T = 5.7551 \times 10^{-4} + 3.3636 \underline{W}_R (\underline{r} = 0.9139) \quad (20)$$

$$\underline{W}_T = 3.1000 \times 10^{-2} + 1.3947 \underline{W}_L (\underline{r} = 0.9657) \quad (21)$$

$$\underline{W}_T = 7.1531 \times 10^{-3} + 1.7473 \underline{W}_L (\underline{r} = 0.9773) \quad (22)$$

$$\underline{W}_T = 4.4837 \times 10^{-3} + 4.6208 \underline{W}_S (\underline{r} = 0.8434) \quad (23)$$

$$\underline{W}_T = 7.6628 \underline{W}_S - 3.2680 \times 10^{-2} (\underline{r} = 0.9348) \quad (24)$$

通过查 r_a 表得知, 式(19)—(24)线性相关关系显著, 反映了云南含笑苗期总生物量与各器官生物量之间存在密切的关系, 尤其是总生物量与叶生物量之间关系更加密切, 说明云南含笑苗期总生物量是随各器官生物量 (尤其是叶) 的增加而增加。此外, 从图 2 看出, 总生物量与叶、茎生物量之间的相关系数最大呈高度相关, 因此又拟合了以下二个二元数学模型:

$$\underline{W}_T = 6.0658 \times 10^{-3} + 1.0893 \underline{W}_L + 1.5633 \underline{W}_S (\text{威宁种源}) \quad (25)$$

$$(\underline{r}_{0,1,2} = 0.9846, \underline{F} = 348.41 > \underline{F}_{0.01} = 5.72, \underline{b}'_1 = 0.7543, \underline{b}'_2 = 0.2855)$$

$$\underline{W}_T = 9.4561 \times 10^{-4} + 1.2609 \underline{W}_L + 1.8790 \underline{W}_S (\text{安宁种源}) \quad (26)$$

$$(\underline{r}_{0,1,2} = 0.9832, \underline{F} = 319.74 > \underline{F}_{0.01} = 5.72, \underline{b}'_1 = 0.7384, \underline{b}'_2 = 0.2622)$$

式(25)、(26)说明云南含笑苗期总生物量与叶、茎生物量之间二元线性相关关系显著,

且叶生物量对总生物量影响较大, 而茎生物量对总生物量的影响相对要小些。

2.3.5 各器官生物量间的关系

根据实测数据的散点图发现, 云南含笑苗期各器官生物量之间均呈线性关系, 其数学模型拟合如下(式(27)、(29)、(31)为威宁种源; 式(28)、(30)、(32)为安宁种源):

$$\underline{W}_L = 0.0150 + 0.1994 \underline{W}_R \quad (\underline{r} = 0.5917) \quad (27)$$

$$\underline{W}_L = 2.2134 \underline{W}_R - 1.3504 \times 10^{-2} \quad (\underline{r} = 0.8133) \quad (28)$$

$$\underline{W}_S = 5.9336 \times 10^{-3} + 0.8139 \underline{W}_R \quad (\underline{r} = 0.6372) \quad (29)$$

$$\underline{W}_S = 1.1628 \times 10^{-3} + 0.5330 \underline{W}_R \quad (\underline{r} = 0.8050) \quad (30)$$

$$\underline{W}_S = 2.8088 \underline{W}_L - 1.5991 \times 10^{-3} \quad (\underline{r} = 0.7408) \quad (31)$$

$$\underline{W}_S = 3.1400 \times 10^{-3} + 0.2617 \underline{W}_L \quad (\underline{r} = 0.9109) \quad (32)$$

通过查 \underline{r}_a 表得知, 式(27)~(32)均呈显著的线性相关关系, 反映了云南含笑苗期各器官生物量之间存在密切的关系, 尤其叶、茎生物量之间关系更密切。

2.3.6 总生物量与叶面积、侧根总长的关系

从图2看出, 云南含笑苗期总生物量与叶面积、侧根总长之间的相关系数最大呈高度相关, 故拟合了二个二元数学模型:

$$\underline{W}_T = 1.5033 \times 10^{-3} + 4.8049 \times 10^{-5} \underline{R}_1 + 5.5591 \times 10^{-5} \underline{S} \quad (\text{威宁种源}) \quad (33)$$

$$(\underline{r}_{0,1,2} = 0.8296, \underline{F} = 24.29 > \underline{F}_{0.01} = 5.72, \underline{b}'_1 = 0.2333, \underline{b}'_2 = 0.7413)$$

$$\underline{W}_T = 2.8734 \times 10^{-3} + 2.2174 \times 10^{-5} \underline{R}_1 + 7.0870 \times 10^{-5} \underline{S} \quad (\text{安宁种源}) \quad (34)$$

$$(\underline{r}_{0,1,2} = 0.9348, \underline{F} = 76.20 > \underline{F}_{0.01} = 5.72, \underline{b}'_1 = 0.1260, \underline{b}'_2 = 0.8345)$$

式(33)、(34)说明云南含笑苗期总生物量与侧根总长、叶面积之间的二元线性相关关系显著, 且叶面积对总生物量的影响较大, 而侧根总长对生物量的影响相对要小些。与式(25)、(26)的复相关系数 ($\underline{Y}_{0,1,2}$) 比较发现, 茎、叶生物量二者较侧根总长、叶面积二者与总生物量之间的关系相对要密切些。

3 小结与建议

综上所述, 我们可以获得以下七点初步结论: 1. 产自贵州省威宁县河块乡树舍村的种源的云南含笑苗期地径、苗高、侧根总长以及叶等生长状况和总生物量均优于产自云南省安宁县绿腴乡官地村的种源。2. 云南含笑苗期总生物量各器官的分配是: 叶 > 茎 > 根 (威宁种源), 或叶 > 根 > 茎 (安宁种源), 说明叶是构成其生物量的基础; 此外, 各器官含水率均在75%左右。3. 云南含笑苗期总生物量与叶面积、侧根总长二者以及叶、茎生物量二者之间均呈高度正相关, 且存在显著的线性相关关系, 其中, 叶面积及其生物量对总生物量的影响较大, 而侧根总长、茎生物量对总生物量的影响相对要小些尤其是侧根总长更小; 此外, 茎生物量与苗高、叶面积及其生物量, 以及叶生物量与叶面积等之间呈高度正相关, 而根生物量、主根长与苗高之间均呈负相关。4. 云南含笑苗期叶面积与地径、苗高 ($\underline{D}^3 \underline{H}$) 存在显著的线性相关关系。5. 云南含笑苗期总生物量及各器官生物量与叶面积均存在显著的相关关系, 尤其是叶生物量与叶面积之间关系更密切。6. 云南含笑苗期总生物量及各器官生物量与地径、苗高 ($\underline{D}^2 \underline{H}$) 之间均存在显著的幂函数相关关系, 尤其茎生物量与地径、苗高 ($\underline{D}^3 \underline{H}$) 之间关系更密切。7. 云南含笑苗期总生物量与各器官生物量之间以及各器官生物量

相互之间均呈显著的线性相关关系,尤其是总生物量与叶生物量及茎生物量与叶生物量之间的关系更密切。

根据本文各方面的综合分析结果可以得出,影响云南含笑苗期总生物量的主导因子是叶面积,其次是侧根总长,最后是地径、苗高。因此,作者应用抽样估计的方法^[1]将云南含笑一年生苗拟定以下苗木等级标准(表2)供其播种、育苗和栽培等实际生产工作中参考。

表2 云南含笑一年生苗木划分等级标准
Table 2. The grades of divisional standard of *Michelia yunnanensis* for the yearling seedlings

等级 Grades	苗高 Height (mm)	地径 Diameter (mm)	叶面积 Area of leaf (mm ²)	侧根总长 Total length of lateral root (mm)	总生物量 Total biomass (g/tree)
I级(优) I (Best)	≥64	≥1.84	≥2008	≥750	≥0.15994
II级(良) II (Better)	63—59	1.83—1.72	2007—1729	749—648	0.15993—0.13928
III级(一般) III (Common)	58—54	1.71—1.62	1728—1451	647—545	0.13927—0.11864
IV级(差) IV (Bad)	<54	<1.62	<1451	<545	<0.11864

致谢 谢志先生协助计算机程序编写,龙延梅小姐协助计算,张春秀女士、杨成秀女士提供测试工作之方便,在此表示感谢。

参 考 文 献

- 1 符伍儒主编。数理统计。北京:中国林业出版社,1980,131—134,155—159,216—223,246—250
- 2 左家喃。云南含笑生物量研究。贵州林业科技,1992,20(2):9—13
- 3 陈太山主编。统计学原理与林业统计学。北京:中国林业出版社,1988,158
- 4 李朝茂主编。植物生理学。北京:中国林业出版社,1985,126—127,166—167