

油茶树体结构与产量关系的研究

潘华平, 刘君昂*, 周国英

(中南林业科技大学 林学院; 湖南 长沙 410004)

摘要: 应用逐步回归分析法和通径分析法研究油茶树体结构与产量的关系。结果表明: 冠幅、树高、枝下高和骨干枝数 4 个油茶树体结构因子对产量有显著性影响, 其中骨干枝数与油茶单株产量的关系最密切。并得到了 4 个树体结构因子与单株产量的多元线性回归方程及通径系数, 说明在保证一定树高的生长条件下, 增加冠幅, 促进培养骨干枝数的数量, 降低枝下高, 是提高油茶产量的关键技术措施。

关键词: 油茶; 树体结构; 产量; 通径分析; 回归方程

中图分类号: S794.401 文献标志码: A 文章编号: 1000-2286(2011)01-0058-05

Study on Relationship between the Tree Composition and Yield of *Camellia oleifera*

PAN Hua-ping, LIU Jun-ang*, ZHOU Guo-ying

(College of Forestry, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China)

Abstract: Based on stepwise regression and path analysis, the relationship between the tree composition and yield of *Camellia oleifera* was examined. It was found that four factors of tree composition including the crown width, the tree height, the clear bole height and the number of scaffold branches have significant impact on yield and the number of scaffold branches has closest relationship with the yield per plant. The multiple linear regression equation and the path coefficient between the four factors and yield per plant were obtained. Therefore, it is the key measure, for increasing *C. oleifera* yield to improve the crown width, to promote the number of scaffold branches and to decrease the clear bole height.

Key words: *Camellia oleifera*; tree composition; yield; path analysis; regression equation

油茶(*Camellia oleifera* Abel)为山茶科山茶属的常绿大灌木或小乔木,是我国特有的木本食用油料树种。茶油是优质食用油,不饱和脂肪酸含量极高,其营养保健价值不亚于橄榄油,有“东方橄榄油”之称^[1]。因其油质优良,深受群众喜爱^[2-3]。目前,油茶在我国的种植面积很大,全国栽培面积已超过 400 万 hm^2 ,但油茶产量一直很低,如何提高油茶林的产量,是当前急需解决的问题^[4]。树体结构是影响油茶产量的重要结构指标。合理的树体结构是油茶丰产、稳产的基础,不同树体结构树冠大小、枝叶生长、数量及分布不同,光能利用率各异,其产量、品质差异显著。为此,研究油茶树体结构与产量之间的关系对提高油茶产量具有重要指导意义。迄今为止,我国油茶科研取得了一系列成果,应用技术推广的内容包括:贮藏与加工技术、综合利用技术、病虫害防治技术、无性系苗木繁育技术、无性系苗造林技

收稿日期: 2010-09-09 修回日期: 2010-10-31

基金项目: 国家科技支撑计划课题(2009BADB1B0204)和国家林业局重点项目(2007-07)

作者简介: 潘华平(1985—),男,硕士生,主要从事森林经营研究, E-mail: panhp2004@163.com; * 通讯作者: 刘君昂,教授,博士生导师,主要从事森林健康经营技术研究, E-mail: kjc9620@163.com。

术和低产林改造技术等^[5],但关于油茶树体结构因子与产量之间的相关及通径分析的研究尚未见报道。因此,作者在油茶丰产栽培技术研究及前人研究的基础上,于2007—2009年开展了油茶树体结构因子与产量关系的研究,对其进行相关分析、多元逐步回归分析和通径分析,探讨油茶树体结构诸因子对产量影响的主次关系,建立油茶单株产量与树体结构因子的回归模型,为油茶生产、整形修剪、培养丰产树体结构提供理论指导。

1 材料与方法

1.1 试验材料

油茶品种为优良无性系的茶陵166、巨建2号、XLC55、XLC36、XLC58等,树龄为10~25年。

1.2 试验方法

试验设在湖南省油茶主产区的浏阳、攸县的油茶基地进行。共设置了7块样地,浏阳3块,攸县4块,每块样地面积为20 m×30 m且油茶株数在100株以上,然后在样地的对角线上机械抽取5株作为样株,用油漆作出明显标记。2007—2009年连续3年,于每年10月中旬测定样株冠幅(X_1)、树高(X_2)、枝下高(X_3)、冠高(X_4)、骨干枝数(X_5)、冠形指数(X_6)、冠高/树高(X_7)、树冠体积(X_8),11月上旬果实成熟采收时,实测单株产量(Y)。需要说明的是单株产量均为鲜果重。为了保证试验结果的可比性,选择设置调查的油茶林基地经营管理水平基本一致,抚育措施有垦复、施肥、除草;经营方式为优良无性系油茶品种混交林;油茶林的株行距约为2 m×3 m,密度为1 050~1 350株/hm²。

1.3 数据处理

对测定结果首先进行相关分析^[6-10],确定各树体结构因子之间及其与单株产量的相互关系;其次进行逐步回归分析^[6],剔除对产量没有显著性效应的因子;最后对产量构成具有显著性效应的因子进行通径分析^[10-13]比较。试验数据用DPS7.05版软件和Excel进行统计分析。

2 结果与分析

2.1 油茶树体结构因子与产量的相关分析

表1为8个油茶树体结构因子与单株产量的相关系数,因子之间的相关系数反映了各树体结构因子与产量及每两个因子间的密切性。从表1油茶植株8个树体结构因子与单株产量的相关系数和显著水平可以看出,冠幅(X_1)、树高(X_2)、枝下高(X_3)、冠高(X_4)、骨干枝数(X_5)及树冠体积(X_8)与单株产量(Y)的相关性达到极显著水平,冠形指数(X_6)、冠高/树高(X_7)与产量的相关性不显著。在各因子之间,冠幅、树高、枝下高、冠高、骨干枝数及树冠体积相互之间均呈极显著正相关,树高和冠高/树高、冠高和冠形指数呈显著负相关,冠形指数和冠高/树高呈极显著负相关。

表1 油茶树体结构因子与单株产量的相关系数

Tab.1 The correlation coefficient of the tree composition of *Camellia oleifera* to yield per plant

项目 Item	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	Y
X_1	1.00								
X_2	0.81**	1.00							
X_3	0.73**	0.82**	1.00						
X_4	0.74**	0.84**	0.73**	1.00					
X_5	0.67**	0.60**	0.33*	0.62**	1.00				
X_6	0.27	0.02	-0.05	-0.34*	0.20	1.00			
X_7	-0.22	-0.39*	-0.25	0.16	-0.01	-0.59**	1.00		
X_8	0.97**	0.83**	0.83**	0.82**	0.60**	0.08	-0.12	1.00	
Y	0.82**	0.76**	0.49**	0.73**	0.86**	0.16	-0.12	0.77**	1.00

* 表示在0.05水平显著; ** 表示在0.01水平显著。

* means significant difference at 0.05; ** means significant difference at 0.01.

2.2 树体结构因子与单株产量的逐步回归分析

通过油茶树体结构因子对单株产量影响的相关分析,可以初步确认冠幅(X_1)、树高(X_2)、枝下高(X_3)、冠高(X_4)、骨干枝数(X_5)、树冠体积(X_8)是和油茶单株产量相关性极显著的结构因子。为了进一步探讨影响油茶单株产量的主导因子,在相关分析的基础上,现将上述6个结构因子作为自变量,油茶单株产量作为因变量进行逐步回归分析。在进行逐步回归时,以调整相关系数 R 是否达到最大为原则,对上述6个自变量进行逐步回归法筛选。其中有4个自变量对单株产量的贡献达显著水平而被引入方程,产量回归方程为:

$$Y = -3.0772 + 0.1896X_1 + 1.8892X_2 - 3.0989X_3 + 1.6886X_5 \quad (1)$$

复相关系数 $R = 0.9354 > r_{0.01} = 0.4182$, F 值 $= 54.2127 > F_{0.01}(4, 31) = 4.02$, $P = 0.0001$,说明方程具有极显著的回归关系和相关关系,可以以此预测油茶单株产量。

由回归方程可知,冠幅、树高、枝下高、骨干枝数是影响油茶单株产量的主要树体结构因子。这说明在试验地现有密度、树形等条件下,增加骨干枝数、冠幅及树高对提高油茶产量具有显著地促进作用,而枝下高对产量的影响则起抑制作用。这是因为油茶是立体结果,骨干枝数的增加,冠幅必然也会相应扩大,增加光能利用率,从而增加结果量。如果枝下高过大,油茶枝叶向上徒长,直枝竖立,树势偏旺,树冠不开张,冠幅横向宽度小,冠幅面积小,油茶植株对光能的利用率降低,从而结果少,产量相对下降。因此,油茶栽培技术措施要以均衡树体生长与结实的关系为目标,既要保持合理的冠幅,又要使枝下高适宜,这是获得油茶丰产树体结构的保证。

2.3 偏相关分析

偏相关是建立任意两个变量间的相关,使其它变量保持常量而不干扰它们的关系,故更能准确地评价任意两个性状的密切程度^[15-20]。从表2各主要性状对产量的偏相关系数和显著水平可看出,对单株产量的影响有正向作用的 X_1 (冠幅)、 X_5 (骨干枝数)与产量间达到极显著水平, X_2 (树高)达显著水平, X_3 (枝下高)对单株产量的影响呈负向作用,但不显著。

表2 油茶主要性状与单株产量的偏相关分析

Tab.2 Partial correlation analysis on main traits and yield per plant of *Camellia oleifera*

项目 Item	偏相关系数 Partial correlation coefficient	t 检验值 T -test value	P 值 P value
$R(y, X_1)$	0.5032	3.2420	0.0028**
$R(y, X_2)$	0.4160	2.5469	0.0159*
$R(y, X_3)$	-0.3404	2.0159	0.0523
$R(y, X_5)$	0.6341	4.5655	0.0001**

* 表示在0.05水平显著; **表示在0.01水平显著。

* means significant difference at 0.05; ** means significant difference at 0.01.

2.4 树体结构因子与产量的通径分析

影响产量的因素很复杂,各因子间既存在直接相关,又可通过其它因子产生间接相关。要揭示因子间的关系,还需对因子间进行通径分析,估算出因子间的直接效应和间接效应^[15-20]。设油茶树体结构因子与产量之间的相关系数为 I_{iy} ,根据通径分析理论, I_{iy} 可分解成直接通径系数 P_{iy} 和间接通径系数 P_{ijy} ,即 I_{iy} 为 X_i 对 Y 的总影响力, P_{iy} 为 X_i 对 Y 的直接影响力, P_{ijy} 为 X_j 通过 X_i 对 Y 的间接影响力。因此,通过 I_{iy} 、 P_{iy} 和 P_{ijy} 的分析,可从各结构因子中找出影响产量的决定性因子。油茶4个主要性状因子对产量的直接和间接通径系数见表3。

从表3可以看出,油茶各主要树体结构因子对产量的直接作用从大到小依次为 $X_5 > X_1 > X_2 > X_3$,即树体结构因子中以骨干枝数(X_5)对产量的直接效应最大,其次是冠幅(X_1)、树高(X_2)和枝下高(X_3)。其中,骨干枝数、冠幅和树高对产量的直接作用为正效应,枝下高对产量的直接作用为负效应。骨干枝数对单株产量的正向直接作用最大(0.4463),它通过冠幅、树高所起的间接作用为正值,通过枝下高的间接作用为负值;冠幅对产量的直接通径系数为0.4157,通过树高、骨干枝数所起的间接效应

为正值,通过枝下高所起的间接效应为负值;树高对产量的直接途径系数为0.364 1,通过冠幅、骨干枝数所起的间接效应为正值,通过枝下高所起的间接效应为负值;枝下高对产量的途径系数为-0.257 0,通过冠幅、树高和骨干枝数所起的间接效应为正值,说明降低枝下高可以增加油茶产量。

表3 油茶主要性状与单株产量的途径分析

Tab.3 Path analysis on main traits and yield per plant of *Camellia oleifera*

项目(X_i) Item	相关系数(I_{ij}) Correlation coefficient	直接途径系数(P_{ij}) Direct path coefficient	间接途径系数(P_{ij}) Indirect path coefficient			
			X_1	X_2	X_3	X_5
X_1	0.82	0.415 7		0.295 6	-0.187 9	0.299 4
X_2	0.76	0.364 1	0.337 5		-0.210 2	0.268 6
X_3	0.49	-0.257 0	0.303 9	0.297 8		0.149 1
X_5	0.86	0.446 3	0.278 9	0.219 1	-0.085 9	

决定系数=0.874 9; 剩余途径系数=0.353 7。

The coefficient of determination is 0.874 9; The residual path coefficient is 0.357 3.

以上表明,骨干枝数、冠幅、树高和枝下高对产量的影响较大,其综合平衡才能合理地调节物质与能量的分配。冠幅反映了油茶叶在水平方向上的分布,树高、枝下高则反映了绿叶在纵方向的结构,而骨干枝数是树形的支撑骨架。树体结构因素中,骨干枝数对产量的影响最大,说明骨干枝数是提高产量的重要指标,故我们在油茶进入结果之前,不能忽视骨干枝数的培育。为了提高油茶单株产量,首先应考虑的是促进培养骨干枝数的数量,增加冠幅和一定的树高,降低枝下高,通过提高油茶植株的光和利用效率,从而增加结果量,使产量提高。

3 结论与讨论

(1) 相关分析表明,各树体结构因子与油茶产量的密切程度不一,其中冠幅、树高、枝下高、冠高、骨干枝数及树冠体积与单株产量的相关性达到极显著水平,冠形指数、冠高/树高与产量的相关性不显著。

(2) 在相关分析的基础上,运用逐步回归筛选法,建立了油茶单株产量与树体结构因子的数学模型为: $Y = -3.077 2 + 0.189 6X_1 + 1.889 2X_2 - 3.098 9 X_3 + 1.688 6X_5$ (复相关系数 $R = 0.935 4 > r_{0.01} = 0.418 2$, F 值 $= 54.212 7 > F_{0.01}(4, 31) = 4.02$, $P = 0.000 1$)。说明方程具有极显著的回归关系和相关关系。在油茶生产中,该模型也可作为预测油茶单株产量提供一定的借鉴意义。

(3) 偏相关分析和途径分析表明,冠幅、骨干枝数对产量的正向作用达到极显著水平,树高对产量的正向作用达显著水平,枝下高对单株产量的影响呈负向作用,但不显著;骨干枝数对单株产量的正向直接作用最大(0.446 3),其次是冠幅和树高,枝下高对产量的直接作用为负效应。因此在以产量为目标的油茶生产中,油茶树形的培育应首先考虑骨干枝数和冠幅,其次考虑其它树体结构因子。

(4) 科学合理的树体结构是油茶丰产、稳产的基础。何方等^[21]采用典型相关分析法研究表明冠幅与产量密切相关。本文综合运用相关分析、逐步回归分析、偏相关分析和途径分析的方法,对油茶树体结构因子与产量之间的关系进行分析,发现骨干枝数、冠幅、树高和枝下高是影响油茶产量的主导因子,其中骨干枝数、冠幅和树高对产量影响显著,而枝下高对产量影响不显著,这验证并丰富了前人的观点。同时,本研究也为油茶产量预测及丰产树体结构的培育提供了指导意义。

(5) 已有研究表明^[2],油茶幼林进入成年结实阶段后,随着年龄增大,产量逐年提高,表现为年龄与产量呈显著正相关;另据试验表明,修剪过的油茶树比不修剪的增产30%到1倍^[22]。本研究结果是在试验林现有条件下获得的,如果林龄、抚育措施等因子不同,本研究是否有代表性;如果是在修剪后的油茶上作试验,该研究是否能反映自然状态下的相关关系,这些都有待进一步探讨。此外,科学合理的丰产树体结构的具体量化标准也需要深入研究。

参考文献:

- [1]胡芳名,李建安,吕方德,等.湖南省油茶产业化现状及发展策略[J].经济林研究,2009,27(4):121-125.
[2]庄瑞林.中国油茶[M].北京:中国林业出版社,1989:1-3,86.

- [3]陈永忠,王德斌,刘欲晓. 湖南油茶产业发展机遇与对策[J]. 湖南林业科技, 2002, 29(4): 50-52.
- [4]周国英,陈小艳,李倩茹,等. 油茶林土壤微生物生态分布及土壤酶活性的研究[J]. 经济林研究, 2001, 19(1): 9-11.
- [5]张日清,吕芳德,王义强,等. 我国油茶生产现状存在问题及发展建议[J]. 经济林研究, 1996(S2): 303-305.
- [6]李冬生,王晓明,唐时骏,等. 板栗树体结构与产量关系的研究[J]. 湖南林业科技, 1994, 21(1): 9-12.
- [7]韩秉进,潘相文,金剑,等. 大豆植株性状相关性与产量回归分析[J]. 中国生态农业学报, 2008, 16(6): 1429-1433.
- [8]王广鹏,孔德军,刘庆香. 板栗单株产量的主要影响因素相关分析及通径分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(4): 1281-1304.
- [9]宋稀,刘凤兰,郑普英,等. 高密度种植专用油菜重要农艺性状与产量的关系分析[J]. 中国农业科学, 2010, 43(9): 1800-1806.
- [10]杨福孙,甘炳春,李榕涛,等. 野生抚育益智主要性状与产量的回归模型及相关分析[J]. 中国农学通报, 2010, 26(2): 272-276.
- [11]彭方仁,黄宝龙. 板栗产量构成因子的通径分析[J]. 河北林果研究, 1998, 13(2): 166-169.
- [12]刘权,毛爱宁,杨军,等. 巨峰葡萄幼树产量构成的性状因素分析[J]. 安徽农业大学学报, 1995, 22(1): 339-345.
- [13]Martin L. Path analysis on the relative characters with forming yield in grape[J]. J. Amer Soc Hort Sci, 1989, 114(1): 20-24.
- [14]王英,严学东. 30个旱稻品种的主要农艺性状与相关分析[J]. 热带作物学报, 2005, 26(1): 91-95.
- [15]王亚玲,师尚礼. 苜蓿种质资源产量与品质构成因子相关性分析及评价[J]. 甘肃农业大学学报, 2007, 43(6): 42-46.
- [16]Garcia del Moral L F, Rharrabi Y, Villegas D, et al. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach[J]. Agronomy Journal, 2003, 95: 266-274.
- [17]Mohammadi S A, M. Prasanna B, Singh N N. Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in Maize[J]. Crop science, 2003, 43: 1690-1697.
- [18]Ball R A, McNew R W, Vories E D, et al. Path analyses of population density effects on short-season soybean yield[J]. Agronomy journal, 2001, 93: 187-195.
- [19]Das M K, Fuentes R G, Taliaferro C M. Genetic variability and trait relationships in switch grass[J]. Crop science, 2004, 44: 443-448.
- [20]Maman N, Mason S C, Lyon D J, et al. Yield components of pearl millet and grain sorghum across environments in the Central Great Plains[J]. Crop Science, 2004, 44: 2138-2145.
- [21]何方,李纪元. 油茶产量与其相关因素的研究[J]. 经济林研究, 1990, 8(1): 1-13.
- [22]郭向阳,王鲲鹏. 低产油茶树改造整形修剪技术[J]. 湖南林业, 2008, 15(7): 16-17.