

攸县油茶生物学特性及矮化 密植早实丰产的研究*

黄爱珠 庄瑞林 董汝湘 顾炳贤

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所) (浙江省富阳县林业技术推广站)

摘要 对从湖南引种至浙江的攸县油茶生物学特性进行了系统观察,同时对与果实产量有关的主要性状进行相关分析,并就各种不同造林密度进行了试验,得出冠高(x_1)、冠幅(x_2)与单株产量(y)的回归方程: $y = 0.048 x_1 - 4.537$; $y = 0.034 x_2 - 2.24$ 。结果表明,攸县油茶的最适造林密度为每亩500~950株(即7500~14250株/ha),以此密度造林可达到早实高产之目的。

关键词 攸县油茶;生物学特性;造林密度

攸县油茶(*Camellia yunsiensis* Hu.)为山茶属优质食用油料物种之一,在原产地大多处于野生或半野生状态,林中常混有马尾松、杂灌木等。我们于1964年从湖南攸县以集团选种在浙江富阳造林,生长良好,产量较高,引种获得成功。经多年调查观察发现:攸县油茶具有树体紧密、结实层厚、当年春开花秋后果成熟、果皮薄、出籽率高、抗油茶炭疽病等特点,是一个适宜密植、有较高生产潜力的物种^[1~3]。为了进一步了解攸县油茶生物学特性及其性状变异,探索其适宜栽植的密度,我们于1980年开始进行该项目的研究,现将结果综述如下。

1 材料与方法

1.1 试验林概况

(1) 生物学特性观察在亚林所本部来龙山基因资源圃中的攸县油茶圃进行。该圃系1964年直播造林。种子来自湖南攸县江南村。林地为低山坡麓地段,坡向西南,坡度8~10度,红黄壤,土层厚60~80 cm,肥力中等。造林株行距1.7 m×2.0 m,每年锄草一次,林分生长良好。

(2) 主要经济性状之间的相互关系测定在浙江富阳龙羊区查口村试验林进行。该林系1968年直播造林,面积6.3亩,种子来自湖南攸县江南村。林地为低山山坡,坡向东北,坡度5~8度,红黄壤,土层厚50~80 cm。造林株行距1.5 m×2.0 m。幼林阶段每年锄草施肥一次,生长良好。

(3) 密度试验林种子选自富阳查口村及本所攸县油茶圃经初选的优良单株的集团种子。试验林分二片。第一片设于亚林所本部来龙山,系新开垦低山山坡地,坡向西南,红黄壤,土层深50~80 cm,肥沃度中等,有机质含量为0.3%~0.78%,全N含量0.02%~

本文于1990年9月10日收到。

*参加本题工作的还有李康元同志。

0.04%, 全P含量0.05%~0.09%。试验设9种造林密度, 随机排列, 重复4次, 每种密度共占一亩。试验总面积9亩(表1)。

造林前试验地进行全垦整地, 按设计的密度要求挖穴, 每穴施垃圾肥或猪栏粪10kg左右并拌少量磷肥, 于1981年春直播造林, 造林后第一年进行补苗, 并于每年冬季和6、7月份中耕除草抚育1~2次。

第二片试验林(即扩大试验林), 设于富阳白石、大坞、洞桥三地。选择立地条件相对一致的平缓坡地带, 采用下列6种不同密度造林: ①0.7m×1.0m; ②1.0m×1.0m;

③1.0m×1.7m; ④1.0m×2.0m; ⑤1.3m×1.3m; ⑥1.3m×1.7m。按自然条件设计各密度试验面积, 共保存试验林200亩。

1.2 观察记载方法

1978年开始攸县油茶的生物学特性观察, 采用随机或按不同类型标定10~20株作为观察株。其中抽梢展叶、果实生长过程、花芽分化等观察1年; 花期性状全林观察4年; 不同花期与座果率关系、花的大小与果实大小的关系观察3年。

与果实产量有关的经济性状之间相互关系的测定, 是从试验林中按顺序标定100株, 连续5年进行单株测产, 同时对与产量有关的各性状进行测定, 并分析其相关性。采用索氏抽提法测定种仁含油率。

按机械方法(按行每隔5株标1株)在密度试验林的每小区标定20株标准株。从1982年起开始测定各标准株的树高、冠幅等营养生长指标。1983~1985年开始观察开花率、座果率。1984年开始以小区为单位分区采摘统计产量, 并用1985~1989年5年各密度4次重复总产量的平均值为基数进行方差分析和最小显著差测验, 以分析各密度间的差异状况。同时于1985~1988年连续4年从每小区随机取10个单株, 每株10个果, 进行果实经济性状及种仁含油率的测定。

2 结果与分析

2.1 生物学特性的观察

对引种于浙江富阳的攸县油茶进行系统生物学特性观察, 并将主要的生长发育特性与温度、雨量关系列成图1。

2.1.1 种子发芽 在适宜的湿度条件下, 种子在15.7~20℃温度下经10天左右开始吸胀, 在温度达20.4~24.4℃时, 最适发芽。整个发芽过程需34~69天。圃地播种一般于5月初苗木开始出土, 5月下旬大量出土。

2.1.2 抽梢展叶 根据萌发季节可分为春梢、夏梢和秋梢。春梢生长在3月上旬, 旬平均温度9.5~10℃时, 叶芽开始萌动, 4月中旬进入旺盛生长, 5月上旬基本结束, 枝条趋木质化, 平均新梢生长量12~12.5cm; 夏梢一般在5月下旬开始萌发, 萌发的枝条数量一般为

表1 攸县油茶造林密度试验设计

组号	株行距(m)	每亩株数
1	0.33×0.33	6120
2	0.50×0.70	1902
3	0.70×0.70	1350
4	0.70×1.00	951
5	1.00×1.00	666
6	1.00×1.30	512
7	1.30×1.30	394
8	1.30×2.00	256
9 ^①	1.00×2.3(攸)	289
	2.30×2.3(普)	125

① 第9区是攸县油茶与普通油茶隔行混交。

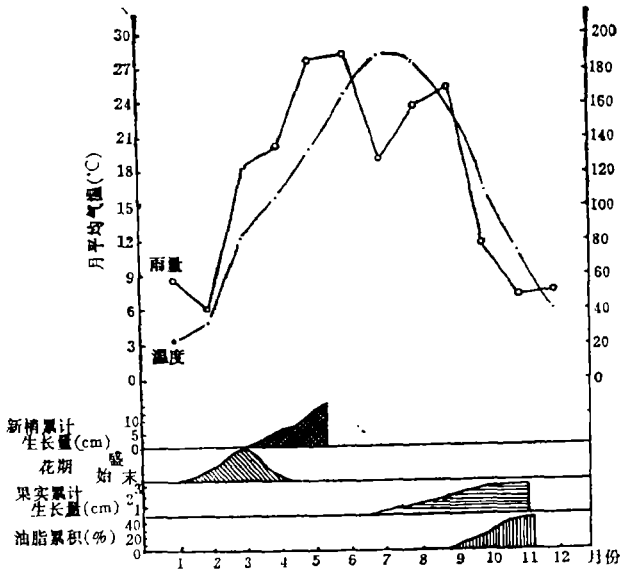


图1 攸县油茶主要生物学特性与历年月平均温度及降雨量关系

春梢数的60%左右；7月下旬有极少量的秋梢萌发。

2.1.3 花期 1月初始花，此时平均气温为3~4℃；2月中旬至3月中旬为盛花期，这时平均气温为5~9℃；4月初终花，这时平均气温为10~12℃。花期前后达100多天。从90株定株观察的结果看，按花期迟早可分为早、中、晚三种花期类型。不同花期对座果率有很大的影响：早花类（1~2月上旬）约占全林的23.80%，平均座果率为22.22%~44.18%；中花类（2月中旬~3月中旬）约占全林的68.13%，平均座果率58.16%~72.25%；晚花类（3月下旬）约占全林的8.07%，平均座果率为60%左右。

右。其中中花类的平均座果率高于早花类与晚花类。因此，在选种时以选择中花类单株为宜。

2.1.4 单花性状 攸县油茶的单花性状与普通油茶基本相同，不同的是：攸县油茶柱头上不分泌粘液，雌蕊成熟就有受精能力。据测定，每朵花的寿命为5~7天。雄蕊成熟在上午9时至下午16时为多，花药在初开时全部开裂，花粉鲜黄色，约60 h后变为棕黄色。每朵花从瓣裂始花起1~3天内柱头正常，4天后柱头枯萎。因此，单花授粉的有效时间为1~3天。攸县油茶正常花粉粒呈圆球形，花粉粒直径为 $35.6 \pm 2.95 \mu\text{m}$ ，宽 $33.46 \pm 2.91 \mu\text{m}$ 。正常发育花粉约占83.6%，败育率高达16.4%。我国山茶属主要油茶物种花粉粒的平均直径为 $35.52 \sim 55.90 \mu\text{m}$ ，正常发育花粉比例占94.15%，所以，攸县油茶是正常发育的花粉比例最低、败育率最高的一个物种^[4]，这也说明攸县油茶是一个比较原始的物种。

2.1.5 花器分化 花芽于7月初开始分化，10月中下旬出现解剖结构的花粉粒，历时100~105天。花芽分化与日均气温有一定的关系(图2)。

2.1.6 果实生长与果实成熟 幼果从5月开始生长，5月~8月上旬生长缓慢；在高温多雨的8月中旬至9月中旬，果实生长最为迅速，约占果实总生长量的50%；9月中旬后温度与雨量逐渐下降，果实生长逐渐减慢；10月下旬果实基本定型；10月底11月初果实自然成熟。油脂累积从8月底开始至11月底结束，含油率迅速递增(图1)。

2.1.7 花的大小与果实大小的关系 攸县油茶群体中，花的大小差异很大，一般是花大果大，花小果小(表2)。根据表2资料作花径与单果重的相关分析得出： $r = 0.935^{**} > r_{0.01(4)} = 0.9172$ ，两者为极

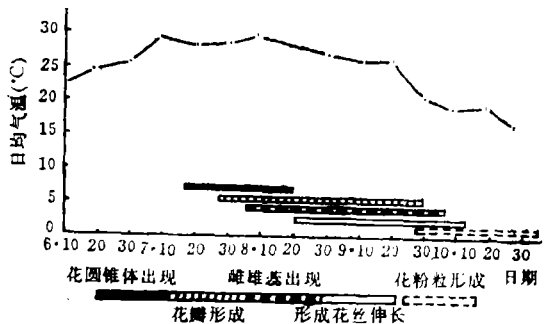


图2 花芽分化与气温的关系

显著正相关。

表 2 攸县油茶花与果大小的关系

果 实 类 型	株 号	花 大 小 (cm)		果 实 大 小 (cm)		
		全 花 径	花 瓣 径	每 斤 果 数	平 均 果 径	最 大 果 径
小 果 类	50	5.84×5.38	2.19×1.92	220	1.38×1.49	1.65×1.51
	14	5.58×5.37	2.77×2.43	214	1.53×1.66	1.90×1.90
	平均	5.71×5.38	2.48×2.16	217	1.46×1.58	1.78×1.71
中 果 类	84	6.83×6.48	2.69×2.21	170	1.95×1.93	2.20×2.20
	44	6.48×6.33	2.14×2.38	120	2.07×2.10	2.40×2.40
	平均	6.66×6.41	2.55×2.30	145	2.01×2.01	2.30×2.30
大 果 类	48	8.25×8.17	3.39×2.85	79	2.51×2.44	3.16×3.10
	85	8.14×8.19	3.10×3.19	94	2.35×2.30	3.10×3.10
	平均	8.20×8.18	3.25×3.02	86	2.43×2.37	3.13×3.10

2.2 产量与有关的性状相关

分析单株产量等16个主要性状的变异情况和各个性状之间相关(表3), 可以发现: ①攸县油茶单株产量的变异系数为24.44%, 比普通油茶单株产量的变异系数(41.8%~68.7%)¹⁾小, 说明攸县油茶单株产量比普通油茶稳定。②果皮薄, 鲜出籽率、鲜出仁率较高, 而且变异幅度不大。③单株产量与冠高、冠幅呈显著正相关, 说明提高树冠体积, 是提高产量的关键因素之一。④单株产量与单果重、每果籽数、每果籽重呈不显著正相关, 就是说增加单果重、每果籽重, 也能提高单株产量。⑤种仁含油率与多种性状呈负相关, 尤其与单果重、每果籽重呈显著负相关, 与单株产量呈不显著负相关, 说明随着产量的增加, 果实增大而种仁含油率有下降的趋势。⑥各性状相关系数中, 值得注意的性状——分枝角度与单果重、每果籽数、每果籽重等呈显著正相关, 说明植株的分枝性状应引起重视及需进一步探索。

在91对性状相关系数中, 有23对性状的相关系数达到极显著水平($P > P_{0.01}$)。依经济性状的重要性及代表性, 选择冠高 x_1 (cm) 与单株产量 y (kg)、冠幅 x_2 (cm) 与单株产量 y (kg) 两对性状进行回归分析, 其回归方程为: $y = 0.048 x_1 - 4.537$; $y = 0.034 x_2 - 2.24$ 。

2.3 造林密度试验

对密度试验林9年的观察和产量等的实测, 经方差分析, 其结果列表4、5。

2.3.1 高生长 从表4可以看出, 在不同密度试验中, 植株高生长总的趋势是随着密度加大而加高, 尤其在2、3年生时更为明显。各密度处理间, 从密度小到密度大, 其平均树高呈阶梯形上升的趋势, 说明幼林时密度大能促进高生长。

2.3.2 冠幅生长 单株冠幅生长有随密度加大而逐渐减小的趋势。在4年生(1984年)时各密度间的平均冠幅大小差异不明显, 其平均冠幅均在29.70 cm×29.61 cm至39.6 cm×38.75 cm之间, 而到7年生(1987年)时, 就明显地表现出密度大冠幅小、密度小冠幅大的现象(表4), 说明过密会影响植株的冠幅生长。

2.3.3 开花率和座果率 观测表明, 3年生各密度的植株开花率均在40%以上, 最高区组

1) 沈宝莲等, 1980, 普通油茶自然类型经济性状的研究, 油茶科研资料选编, 36~40。

表3 各 性 状 相 关 系 数

标号	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
相关性状	树高	枝下高	冠径	冠高	树体指数	分枝角度	单果重	每果籽数	每果籽重	鲜出籽率	果皮厚	鲜出仁率	种仁含油率 (%)
1 单株产量 (kg)	0.4230**	0.3718**	0.5544**	0.3398**	0.0580	-0.0811	0.0690	0.1466	0.0618	0.0263	0.0572	0.0412	-0.1583
2 树高 (cm)		0.3629**	0.4123**	0.9172**	0.4134**	0.0319	0.1089	0.2167*	0.1352	-0.0420	0.1082	0.1044	-0.0047
3 枝下高 (cm)			0.3136**	0.0694	0.1652	-0.0844	0.1872	0.1568	0.1467	-0.0835	0.1976*	-0.1966*	0.1128
4 冠径 (cm)				0.3252**	-0.1363	0.0343	-0.0515	0.0846	-0.0269	0.0536	-0.0697	0.0301	-0.1994*
5 冠高 (cm)					0.3724**	0.0683	0.0678	0.1992*	0.1131	-0.0061	-0.0416	0.1830	-0.0441
6 树体指数						0.1477	0.1116	0.0289	0.0267	-0.0201	-0.0937	0.0579	-0.0559
7 分枝角度 (度)							0.2336*	0.2703**	0.3823**	-0.4735**	0.5382**	-0.4096**	-0.1510
8 单果重 (g)								0.3752**	0.8099**	0.2567**	-0.0520	0.0129	-0.341**
9 每果籽数 (个)									0.2962**	-0.0174	-0.0603	-0.1005	-0.1249
10 每果籽重 (g)										0.4347**	-0.0429	0.0420	-0.3632**
11 鲜出籽率 (%)											0.0464	0.1531	-0.1029
12 果皮厚 (cm)												-0.0334	-0.1824
13 鲜出仁率 (%)													0.1266

注：“*”表示在0.05水平上显著，“**”表示在0.01水平上显著。

表 4 不同密度逐年生长量、始花座果率和产量

组号	1982年		1983年		1984年			1985年			
	树高 (cm)	树高 (cm)	开花率 (%)	树高 (cm)	冠幅 (cm)	开花率 (%)	鲜果产量 (kg/亩)	树高 (cm)	冠幅 (cm)	座果率 (%)	鲜果产量 (kg/亩)
1	32.93	51.15	62.5	86.90	33.36×32.66	100	15.5	106.60	43.05×43.05	41.48	69.00
2	30.78	42.78	45.0	89.95	37.05×38.70	100	3.30	108.20	44.50×44.50	40.80	104.4
3	28.26	37.30	40.0	72.95	38.21×34.00	97.5	3.15	91.04	43.39×42.70	39.88	28.07
4	26.05	37.82	47.5	71.25	37.91×36.91	95.0	2.62	93.40	47.43×47.02	34.77	24.97
5	26.53	38.75	52.5	74.69	37.01×35.48	97.5	2.57	85.07	42.99×42.73	38.21	25.10
6	25.93	40.10	72.5	68.38	36.14×35.52	100	1.80	86.50	42.49×42.87	34.78	13.81
7	22.40	31.25	42.5	60.01	31.26×23.86	95.5	0.87	77.68	39.95×38.20	34.65	8.83
8	18.33	31.75	52.5	58.51	29.7×29.61	97.5	0.35	78.48	38.23×38.23	35.34	5.68
	21.20	42.82	25.0	74.40	39.6×38.75	92.5	1.05	88.48	49.5×48.88	40.80	9.15
9	69.15	90.37	个别	107.67	72.71×80.87	40.5	—		96.5×100.88	—	—

组号	1986年		1987年		1988年		1989年		1985~1989年		林内光照 强度 ^① (lx)
	鲜果产量 (kg/亩)	树高 (cm)	冠幅 (cm)	鲜果产量 (kg/亩)	鲜果产量 (kg/亩)	鲜果产量 (kg/亩)	鲜果产量 (kg/亩)	5年总产量 (kg/亩)			
1	230.00	155.00	52.75×51.00	112.00	125.0	573.30	1109.3	3208.33			
2	206.00	159.13	61.41×64.08	140.00	160.0	486.30	1107.3	12145.83			
3	140.00	157.83	73.91×72.66	118.75	162.0	534.50	983.52	18595.83			
4	128.20	138.65	82.18×80.45	84.50	150.0	515.80	903.47	21479.17			
5	103.00	135.88	80.28×78.16	75.43	118.5	446.20	768.23	25150.00			
6	40.5	129.91	86.00×82.55	31.61	71.0	333.70	490.62	30600.00			
7	25.51	125.25	80.58×78.08	20.25	67.5	240.60	362.69	29020.83			
8	22.80	114.16	83.91×77.06	14.80	59.5	155.50	258.28	29208.33			
	29.50	118.62	63.25×73.27	24.00	60.0	180.00	302.65	18912.50			
9	25.00	211.55	121.7×128.16	40.00	70.0	122.00					

① 林内光照强度于1986年7月23日上午10时各密度组同时测定。

表 5 不同密度产量的最小显著差(LSD)测验

编号	不同密度 平均产量 ^① (kg/亩)	2	3	4	5	6	7	8	9
		276.82	245.83	225.86	192.05	124.65	90.67	75.66	64.57
1	277.32	0.5	31.49	51.46*	82.27**	152.67**	186.65**	201.66**	212.75**
2	276.82		30	50.96*	84.77**	152.77**	186.15**	201.16**	212.25**
3	245.83			19.97	53.78*	121.18**	155.16**	170.17**	181.26**
4	225.86				33.81	101.25**	135.19**	150.20**	161.29**
5	192.05					67.40**	101.38**	116.38**	127.48**
6	124.65						33.98	48.99*	60.08*
7	90.67							15.01	26.10
8	75.66								11.09
9	64.57								

注: $LSD_{0.05} = 46.8$; $LSD_{0.01} = 63.28$ 。

① 指各密度4次重复5年总产量的平均值。

达72.5%，4年生时各密度植株开花率均在95%以上，各密度间虽有差异，但无明显的规律性。座果率在各密度间无明显的差异及规律。

2.3.4 产量差异显著性测定 根据1985~1989年5年各密度4次重复总产量的平均值方差分析结果表明，不同密度之间产量差异极为显著($P > P_{0.01}$)，总产量有随着密度的增大而增加的趋势。最小显著差测验结果(表5)表明，就各密度处理组分析，第1~3组产量无显著差异，说明每亩1350~6120株的产量基本相同。第3~5组产量有差异但不显著，第1~4组与第5~9组的产量差异极显著。第7~9三个密度组的产量最低，而且各密度组间差异不明显。第5组的产量显著高于第6~9组间的产量，因此认为第1、2组与第7、8、9组，即每亩1902株以上和每亩394株以下，属过密或过稀，从长远与近期产量看都是不可取的。因此，从短期经营、提早收益、林地管理来看，以第3组或第4组，即每亩1350株或951株为合适，可以达到矮、密、早的目的。若以较长期经营为目的，则以第5组，即每亩666株为合适。该组产量虽略低于第4组，但明显高于第6~9组，且其产量在5年后呈明显上升趋势。

富阳白石、大坞等200亩扩大试验林，1987~1989年3年测产的结果情况与小区密度试验的结果趋势基本一致，其中株行距0.7 m × 1 m至1 m × 1.3 m，即每亩950株和每亩512株的产量为最高。

2.3.5 鲜出籽率、鲜出仁率和干出籽率 三者各密度间没有显著差异；种仁含油率略有差异，密度大的种仁含油率略低于密度小的，这可能与密度大的林内光照少有一定的关系。

2.3.6 各密度组的产油情况 从小区密度试验林1989年的产量看，除第8、9两个密度组外，其余7个密度组的平均亩产油均在20 kg以上(按测定的果油率8.47%折算产油量，以下同)，都超过原设计要求在1989年平均亩产油20 kg的指标。其中第3和第4两个密度组，平均亩产油43.32 kg和44.9 kg。从富阳的几处扩大试验林看，1989年的产量，白石10亩试验林中，株行距0.7 m × 1.0 m的平均亩产油达23.14 kg，其他各点平均亩产油15 kg以上，也超过国家标准局发布的油茶丰产林幼林9年生亩产油10~15 kg的标准。

3 结论与建议

(1) 攸县油茶具有树体紧密、开花结实早的特点，适当密植可达到早实丰产。其果实经济性状良好，果皮薄，鲜出籽率(68.16%以上)、鲜出仁率(81.38%以上)高，油质澄清，略带香味，耐贮藏，是一个高产、优质且很有发展前途的油茶物种，建议在我国中、北亚热带地区大力发展。

(2) 通过单株或集团选择，选取中、晚花类型，以及大、中型果实的优良单株或类型造林，可以明显提高选种效果，获得高产目的。

(3) 对主要经济性状与产量的相关分析表明，冠幅、冠高与产量呈显著正相关，因此，建议采取一定的技术措施，扩展树冠体积，以提高单位面积产量。

(4) 通过不同密度的系统造林试验，认为可按照不同的经营目的，选择每亩950株、660株、500株，即株行距0.7 m × 1.0 m、1 m × 1 m、1 m × 1.3 m的密度进行造林，以达到早实丰产的目的。

参 考 文 献

- [1] 庄瑞林等, 1986, 中国油茶, 中国林业出版社。
- [2] 庄瑞林等, 1984, 一个高产抗病的油茶物种——攸县油茶, 亚林科技, (2): 1~7。
- [3] 陈炳章等, 1985, 中国主要油茶物种脂肪酸含量, 植物生理学通讯, (2): 26~28。
- [4] 庄瑞林等, 1984, 我国油茶主要物种花粉大小、变异及染色体数的初步观察, 林业科技通讯, (3): 15~17。

*Studies on Biological Characteristics and High-Yielding
with Dwarfing and Close Planting Systems in
Camellia yuhsienensis*

Huang Aizhu Zhuang Ruilin Dong Ruxiang
(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Gu Bingxian
(The Forest Technical Extension Station of Fuyang, Zhejiang)

Abstract In this report a series of biological characteristics in *C. yuhsienensis* which was introduced into Zhejiang Province from Hunan Province, was systematically observed. The relationships between fruit yield and major economic characteristics analysed. Various planting densities were tested. Some linear regression equations were established as follows: $y = 0.048 x_1 - 4.537$; $y = 0.034 x_2 - 2.240$ (y : kg, Fruit yield of individual tree; x_1 : cm, Crown depth; x_2 : cm, Crown diameter). According to the different management types, it is suggested that the best planting density for *C. yuhsienensis* should be 7 500~14 250 trees/ha to achieve high-yielding.

Key words *Camellia yuhsienensis*; biological characteristics; planting density