

不同物候期油桐各器官生物量 消长规律的研究*

陈炳章

(中国林业科学研究院亚热带林业研究所)

摘要 在油桐结果期、结果盛期,历时两年系统地研究了油桐生物量及其在各器官中的分配规律;分析了油桐各器官在不同物候期的生长势,从而阐明油桐营养生长和生殖生长之间保持均衡的关系,为油桐丰产栽培提供理论依据。

关键词 油桐;生物量;物候期

目前油桐栽培生产上的主要问题是管理粗放、树木早衰、产量低、油质差。国内对油桐形态、良种选育、种质资源、立地类型、栽培管理的研究已有众多报道,对油桐生长发育规律研究报道甚少。研究油桐各器官生物量的年变化,了解油桐各器官在不同物候期的生长势,对掌握营养生长和生殖生长之间保持均衡的关系是至关重要的,也是油桐生长发育规律的基本材料,可为油桐丰产栽培提供理论依据。

1 试验桐林的基本情况

试验桐林设在亚林所来龙山,地处杭州西南面的富春江畔,北纬 $30^{\circ}07'$,东经 $119^{\circ}94'$,为中亚热带北缘。年均气温 15.5°C ,1月份平均气温 2.9°C ;极端最低气温 -11.4°C ;7月份平均气温 28.7°C ,极端最高气温 39.3°C 。平均无霜期约220天,全年降水量在1550mm左右,平均大气相对湿度82%,日照时数约2028.7h。全年气候温和,属亚热带季风性气候区,一般从11月中旬开始至3月下旬或4月上旬有霜冻。试验区海拔约在100~150m,坡向东南,坡度 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$,土壤为砂岩风化的低丘红壤,土壤肥力中等(见表1)。

试验林为1983年使用五爪桐单株种籽营造,株距4m,行距8m。试验林面积5亩,营造时每株使用厩肥10kg为底肥。

表1 试验桐林土壤肥力状况

土层深度 (cm)	物理性粘粒 <0.01mm (%)	质地	pH	有机质 (%)	全氮 (N%)	全磷 ($\text{P}_2\text{O}_5\%$)	速效钾 (mg/100g)	容重 (g/cm^3)
0~20	51.94	重壤土	5.10	1.268	0.078	0.101	6.25	1.1
20~50	49.87	重壤土	5.14	1.130	0.076	0.660	4.82	1.15
50~100	60.38	轻粘土	5.25	1.200	0.056	0.610	4.66	1.35

本文于1990年5月26日收到。

*顾培英同志参加了本研究的资料分析和数据整理工作。

2 材料与方法

2.1 采样株的确定 为消除单株差异，在对三年生试验桐林进行生长状况调查时，选择地径粗4.1~5.0 cm、株高2.5~3 m、结果数在15~20个的油桐40株，以2株为一组合编号，第二年在编号范围内选择结果数在48~63个的单株为采样株。

2.2 采样时间^[1] 三年生桐林4月开始采样，间隔期为一月左右，连续采集到第二年桐果成熟采收为止。

2.3 采样和测试方法 在同一组合编号的2株内，选择单株差异小的一株，整株采样。分别采集主干、第二年枝条、新梢、花、果、基簇叶、新梢叶、主根、侧根、小于2 mm的吸收根，在室内将附带的泥土、杂物洗净。果实再分成果皮、种仁。分别将各器官称鲜重，再放入60℃烘箱内烘干，称取干重。采样前记录植株的生长状况、结果数。

3 结果与分析

3.1 不同物候期油桐株生物量的消长规律

油桐第三年进入结果期，年生物量的消长规律是与油桐年生长发育周期密切相关的。油桐的物候期一般划分为^[2]：萌动期(3月上旬~4月上旬)、花期(3月下旬~4月下旬)、枝叶生长期(4月中旬~7月上旬)、花芽分化期(6月上旬~11月上旬；7月上旬果实的体积基本稳定)、果实生长发育期(7月上旬~10月中旬)和落叶休眠期(10月下旬~翌年3月上旬)。

从图1可以看出，枝叶生长期植株鲜重增长较快，4月24日至7月24日鲜重增加了6 296 g、干物质增加1 350 g。这时期植株水分含量较高，由57.14%提高到70.73%，到花芽分化期、果实生长发育期，植株的鲜重基本保持稳定，仅增加了562.4 g，植株水分含量有所

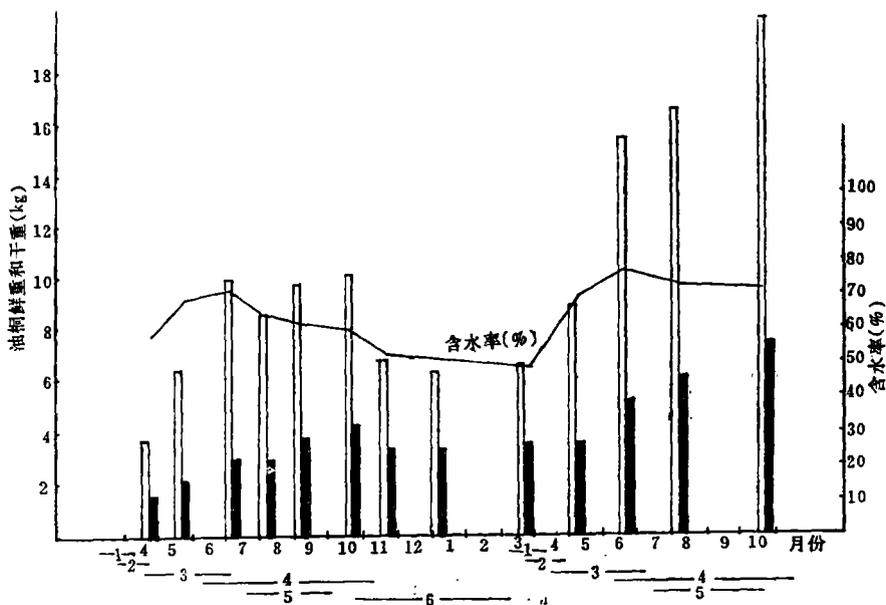


图1 不同物候期油桐鲜重、干重和水分含量消长

1. 萌动期；2. 花期；3. 枝叶生长期；4. 花芽分化期；5. 果实生长发育期；6. 落叶休眠期

□ 鲜重；■ 干重(图3同)

降低,保持在60.39%~64.77%,干物质增加1248g。油桐从萌动到果实成熟,干物质增加2598.8g。到11月份由于果实采收和落叶,生物量的增加明显减少,整个落叶休眠期,生物量保持相对稳定,植株的含水量也是各物候期中最低的,在48.8%~52.4%,含水量降低对油桐安全越冬非常重要。翌年试验桐林已谓四年生林,进入结果盛期,结果数量较前增加一倍多,生长速度也较快,枝叶生长期干物质增加1781.5g,果实生长发育期干物质增加达2265.6g,年生长周期生物量增加4047.1g,比第一年结果多1448.3g。这些明显变化说明油桐进入了盛果期,生物量在急剧地增加。

3.2 不同物候期油桐各器官生物量的分配规律

进入正常结实的油桐单株,年生长发育主要与温度、湿度有关。研究生物量在各器官的分配规律对掌握年生长发育周期,确定栽培技术措施都有一定意义^[3]。

表2 不同物候期油桐生物量(干重)及其分配

测定日期 ^② (月·日)	单株生物量(g)					各器官分配率(%)			
	枝干	叶	根	果(花)	合计	枝干	叶	根	果(花)
4·24	938.3	5	462.4	12.3 ^①	1418.0	66.2	0.35	32.6	0.87 ^①
5·27	1046.7	493.1	444.1	48.3	2032.2	51.3	24.3	21.9	2.4
7·4	1196.2	759	529.8	417.0	2902.0	41.3	26.2	18.2	14.3
8·9	1296.5	667.3	527.3	441.1	2932.2	44.2	15.1	18	22.7
9·13	1839.2	505.7	673.3	707.3	3725.5	49.4	13.6	18.1	19.0
10·16	1925.2	568.5	753.4	903.1	4150.2	46.4	13.7	18.1	21.8
11·21	2047	301	873.9		3221.9	63.5	9.3	27.2	
1·12	2092		1080.5		3172.5	65.9		34.1	
3·20	2217		1154.8		3371.8	65.8		34.2	
5·10	2049.2	379.2	1094.1	22.6	3545.1	57.8	10.7	30.9	0.6
6·24	2538.6	687.8	1079.2	837.2	5142.8	49.4	13.3	21	16.3
8·14	2721	1004.8	1051.1	1254.3	6031.2	45.1	16.7	17.4	20.8
10·16	2998.7	1065	956.8	2388.8	7409.3	40.5	14.4	12.9	32.2

①为花生物量及分配率的数值;②各测定日期相应的物候期见图1。

从表2可以看出不同物候期油桐各器官的生物量分配率是不同的。三年生油桐生物量分配枝干、根比重大,在枝叶生长后期叶片的生物量迅速增加,占24.3%~26.2%;七月份后果实生物量分配率在19.0%~22.7%;采果后,落叶休眠期油桐生物量增加主要体现在根系上,要比枝干增加的生物量还多110.9g,占到总增加量的62.9%。四年生油桐在枝叶生长期分配给营养器官的生物量占到83.7%,果实只占有16.3%;而到果实成熟时,果实的生物量比重要比果实生长发育初期增加一倍。叶片在果实生长发育期生物量比三年生油桐同期所占的比重大。很明显,四年生油桐已进入结实盛期,叶片是形成同化产物的主要器官,能增强光合作用,制造更多的有机物质供给果实,果实生长发育期枝干和根系的生物量分配比重明显下降。

3.3 油桐根系生物量的消长特点

油桐是浅根系,由主根、侧根和大量小于2mm吸收根组成。一般在主根上形成若干一级侧根,然后依次形成二级、三级侧根,油桐侧根多数沿地表伸展,这些主侧根和大量吸收根

构成圆锥状根系。三年生油桐采样株根幅在2.43~3.62m之间,侧根总长度544~1046 cm,主根深达82~117cm。四年生油桐的根幅平均在4.14m,侧根总长度1135~1340 cm。侧根、吸收根延伸最快时期是枝叶生长期,到果实生长发育期和落叶休眠期就趋向稳定。在图2看到干物质在枝叶生长期增加不多,表3中表明这时期水分含量最高,在果实生长发育期根系的水分含量趋向相对稳定,图2表明这时期主根、侧根干物质

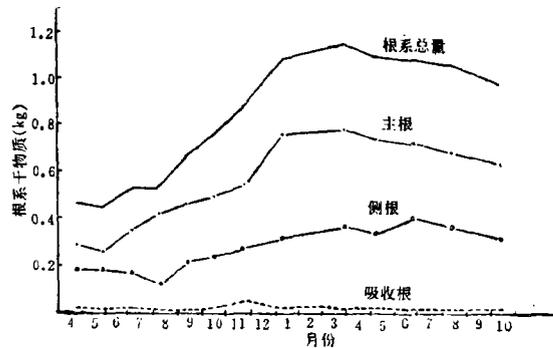


图2 油桐根系生物量累积消长

质有明显积累。根系生物量积累最旺盛却是在落叶休眠前期11月中旬至1月上旬,这时期由于果实、叶片均已采收和脱落,枝干表皮的叶绿体和根系的的活动能力均还保持在一定水平,同化产物的消耗小于积累,在主根、侧根的干物质积累较多,1月份以后积累基本上趋向停滞。四年生油桐已进入结果旺期,结果量比三年生要增加2~3倍,这时根系干物质稍有减少,可以认为三年生油桐虽然已开始结果,但整个年周期生长还是以营养生长为主,根系迅速庞大,生物量增加。四年生油桐进入盛果期,根系的生长发育受制于生殖生长,落叶休眠前期是根系本身积累最重要的时期,采种后的冬挖和施肥显然对根系的生长是极为有利的。吸收根在枝叶生长期延伸速度快,向肥性能特别明显,90%的吸收根密集在5~25 cm的熟土层,穿扎在生土层的侧根则表面光滑很少有细骨干根着生,吸收根一直保持鲜嫩,含水量在67.5%~81%,吸收根着生部位主要是在侧根延伸前部,干物质基本上是稳定的,可以认为在年周期内吸收根一直保持着活力。

表3 主根、侧根、吸收根不同物候期水分含量

物候期	枝叶生长期			果实生长发育期			落叶休眠期			枝叶生长期		果实生长发育期	
	调查日期(月·日)	4·24	5·27	7·4	8·9	9·13	10·16	11·21	1·12	3·30	5·10	6·24	8·14
主根含水率(%)	61.2	65.8	67.2	64.1	54.1	60.8	58.2	59.3	56.0	57.9	59.9	56.5	63.9
侧根含水率(%)	65.3	70.0	72.6	62.9	64.5	68.7	52.2	62.1	59.6	71.5	67.4	60.3	70.9
吸收根含水率(%)	68.2	70.8	79.6	67.5	67.6	79.3	80.0	78.9	77.4	76.1	77.7	81.3	78.0

综上所述,根系生物量的消长,由于三年生油桐是以营养生长为主,在枝叶生长期、果实生长发育期生物量一直是积累,在枝叶生长前期、果实生长发育前期较为平稳,落叶休眠期是根系生物量积累最多时期,是其他物候期积累总和的两倍。四年生油桐由于进入盛果期,从油桐萌动起到果实成熟,根系的干物质有一定程度的减少,根系吸收物质主要输送地上部份供营养生长和生殖生长的需要。

3.4 油桐枝干生物量的消长特点

油桐主干是种子萌发后出土第一年生长形成的。翌年在其顶端混合芽抽出而形成的枝条为第二年枝条,油桐没有明显的营养枝与结果枝之分,一般根据枝条着生部位分为主枝和侧枝,主枝直接生于去年生枝顶端与花序轴联生,侧枝则着生于主枝的叶腋中。在第二年枝条顶端混合芽抽出来谓第三年枝条,当年抽出来的谓新梢。

图3可以看到,三年生油桐在枝叶生长期的71天中,枝干鲜重增加迅速,达到1009g,干重仅增加257.9g,果实生长发育期104天中鲜重的增加势头减缓,只有915g,而干重却增加729g,干物质积累的速度较快,可以认为三年生油桐整个年周期以营养生长为主,在落叶休眠期166天中鲜重与干重均保持相对的稳定。四年生油桐枝叶生长期85天中,鲜重增加1649g,干物质只增加322g,趋势同三年生。在果实生长发育期114天中鲜重增加401g,干物质增加450g,均低于三年生油桐在此时期的增长数,这与树体结实量增加、生殖生长旺盛制约枝干的生长有关。图4可以发现,在枝叶生长前期,主干的干物质均有所降低,而结果枝条

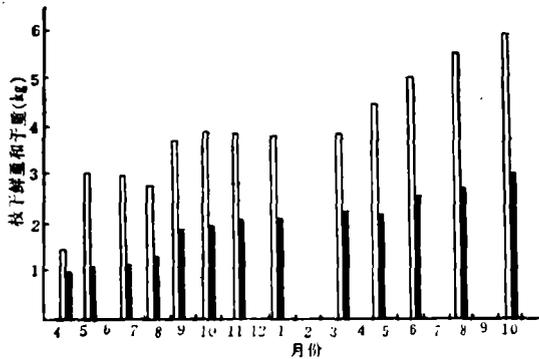


图3 油桐枝干鲜重、干重消长

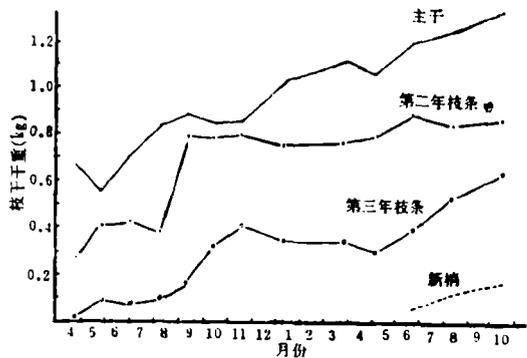


图4 油桐主干、枝条、新梢生物量消长

干物质有所增加,在果实生长发育期主干干物质积累速度转缓慢。结果枝条和新梢的干物质积累速率较快。四年生油桐,枝叶生长前期主干干物质也略有降低,果实生长发育期主干和第二年枝条干物质积累速度较慢,结果枝和新梢积累速度较快。可以认为在果实生长发育期枝干干物质积累主要在结果枝是为了保证果实发育。落叶休眠期枝条的干物质积累基本停止,但主干的干物质还有一定的增加,这为树体萌动、开花、枝叶生长准备了物质基础。

3.5 油桐叶片生物量的消长特点

油桐的叶片与花序都是从去年生枝顶的肥大混合芽萌发而来的,通常把最初抽出、着生于花芽基部的叶片称“基簇叶”,而把当年生新梢上面叶片称为“新生叶”。基簇叶一般在花期幼叶开始展平且迅速生长,新生叶要比基簇叶迟近一个月抽出,生长更为迅速^[1]。从图5看到,三年生油桐叶片生物量累积高峰在7月初,基簇叶要占到58.3%,四年生油桐的叶片生物量累积高峰比三年生时要延迟一个多月。在8月中旬,基簇叶只占其中的39.2%。图5还可看到,三年生油桐新生叶生物量一直在增加,在基簇叶脱落时新生叶仍保持增长的势头,8月至10月结果枝、新梢生物量的增加,可以认为都是新生叶所致。四年生油桐进入结果盛期,情况就有所不同,基簇叶的生物量不像三年生时在7月份就明显地下降,而是相对地保持在一定水平,到果实采收时生物量占到分配率的4.61%,三年

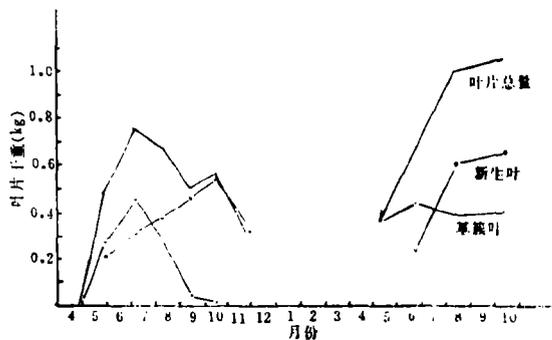


图5 油桐叶片生物量消长

生同期只占到0.39%。新生叶在三年生采果时生物量分配率有12.02%，到四年生采果时生物量分配率下降到8.24%。枝干生物量的增加与三年生相比已趋缓和，增加部位是结果枝与新梢。基簇叶与新生叶生物量的消长不同，叶片的同化能力已产生差异，经测定果实生长发育期，结果枝上基簇叶的光合作用强度为19.4 mg/h·dm²，新生叶只有13.6 mg/h·dm²。叶片是光合作用的器官，也是生物量积累的源泉，不同部位着生的叶片功能是不同的，也可认为是协调植株营养生长和生殖生长的关键器官，因此可以利用叶片来了解油桐的营养生长和生殖生长。

3.6 油桐果实生物量的消长特点

油桐的果序是以花序，尤其是花序中的雌花着生位置为基础的，油桐的多数雌花授粉后5~6天才能受精，尔后子房迅速膨大，到4月下旬~5月初幼果已形成，到7月上旬果实的大小、形状固定，这时果实中水分占到90%以上，干物质积累最旺盛是在8月上旬至10月中旬^[4]。

从表4可以看到，三年生油桐在枝叶生长期，果实鲜重已占整个植株的26.7%~32.7%。其中主要是果皮，占到55%~68%，生物量分配率为14.4%~16.3%，其中种仁分配率仅有1.5%~1.7%，很明显这时生物量积累主要在营养器官。到果实生长发育期，油桐生物量在营养器官的积累势头减弱(表5)。在枝叶生长期70天中积累增加945.8g，7月4日到10月16日的103天积累增加只有762g，而果实在枝叶生长期生物量积累只有417g，不到营

表4 果实鲜重、干物质重消长

测定日期 (月·日)	三 年 生					四 年 生				
	5·27	7·4	8·9	9·13	10·16	5·10	6·24	8·14	10·16	
鲜重 (g)	果皮	251.5	1950	2322	2476.3	2620	113.6	3674.4	3521.3	5392
	种仁		700	333.5	450.7	682		1381.6	2381.2	2721.6
	总计	251.5	2650	2655.5	2927.0	3302	113.6	5056.0	5902.5	8113.6
干物重 (g)	果皮	48.3	383.2	380.0	533.3	575.3	22.6	750.8	798.2	1108.3
	种仁		33.8	61.1	174	327.8		86.4	456.1	1280.5
	总计	48.3	417.0	441.1	707.3	903.1	22.6	837.2	1254.3	2388.8

表5 不同物候期油桐营养器官、生殖器官干物质积累比较

测定日期 (月·日)	三 年 生						四 年 生				
	4·24	5·27	7·4	8·9	9·13	10·16	3·30	5·10	6·24	8·14	10·16
营养器官(g)	1539.2	1983.9	2485	2491.1	3062.3	3247.1	3361.8	3522.5	4305.4	4818.1	4942.2
生殖器官(g)	12.3	48.3	417	441.1	707.3	903.1		22.6	837.4	1254.3	2388.8

养器官的一半，在7月4日到10月16日期间达到486.1g，是营养器官生物量的67%，三年生油桐果实生物量中果皮占主要地位，种仁只占到36.2%。可以认为三年生油桐生殖生长优势不明显。四年生油桐枝叶生长期营养器官干物质累积达933.6g，果实也达到837.4g，这其中主要为果皮积累，到果实生长发育期(6月24日到10月16日)共113天中营养器官的干物质累积636.8g，而果实干物质累积达到1551.4g，大大超过营养器官干物质累积，果实干物质累积主要依靠种仁干物质累积量的增加，这时期种仁干物质累积量比种皮要多2.4倍。四年生油桐进入盛果期，桐油质量也明显优于三年生油桐。

4 小结与讨论

(1) 油桐生物量消长规律与植株的生长发育有密切关系。三年生时主要以营养生长为主,基簇叶在九月份基本脱落,果实生物量分配率只有21.8%,其中果皮占63.7%。落叶休眠期是根系生物量累积最多的时期,主干生物量也有所增加。四年生油桐进入盛果期,生物量急剧增加,叶片生物量累积高峰较三年生延迟一个多月,基簇叶生物量到10月中旬仍保持相对的稳定,基簇叶的光合作用强度也明显高于新生叶。在果实生长发育期,结果枝、新梢生物量积累速率明显高于主干和第二年枝条,果实生物量分配率提高32.2%,果皮只占到46.4%。

(2) 油桐年生长发育周期各器官水分也按规律性变化,枝叶生长期水分含量最高,到果实生长发育期有所降低,落叶休眠期水分含量最低。在果实生长发育期,水分的作用更重要,干旱影响油脂形成,过多则影响植株安全越冬。

(3) 桐林冬挖和早春肥水管理对根系、主干增加生物量有明显的作用,这样为油桐萌发、开花、枝叶生长和根系伸展,准备了物质条件。

(4) 进入结果盛期的四年生油桐,植株生物量的增加已经超过枝叶生长期。在果实生长期枝干和根系生物量的分配比重已明显下降,生长优势主要在果实。进行桐林夏铲有“七月挖金”之说,既能保持土壤水分,又能为根际土壤微生物创造有利活动条件,加快土壤养分的释放,保证果实长油所需水分和养分。所以夏季的土壤管理是油桐增产的重要环节,能保证果实生长期植株对水分等的要求。

参 考 文 献

- [1] 陈炳章, 1982, 叶分析在油桐营养研究上的应用初报, 林业科技通讯, (10): 11~14.
- [2] 阙国宁, 1978, 油桐生长的环境和生物学特性, 亚林科技, (4): 40~48.
- [3] 唐光旭等, 1989, 油茶的生长、产量和生物量与海拔高度相关关系的研究, 经济林研究, 7(1): 97~101.
- [4] 陈炳章, 1988, 油桐种子油脂合成及其在品种类型上的差异, 林业科学研究, 1(2): 140~147.
- [5] 卢宾, 1958, 果园土壤管理, 农业出版社.

A Study on the Total Biomass and Its Distribution in Different Organs of Tung-Oil Tree

Chen Bingzhang

(The Research Institute of Subtropical Forestry CAF)

Abstract The total biomass and its distribution in different organs of Tung-Oil trees were systematically studied for two years during periods when the trees bore just and produced fully their fruits. The growing potential of each organ in different phenological phases of the trees was analysed, which expounded the dialectical relation keeping a balance between vegetative growth and reproductive growth of the trees, and provided a theoretical basis on appropriate cultivative measures for promoting their high yield.

Key words Tung-Oil tree; biomass; phenological phases