

余甘子结果母枝和结果枝生长发育特性研究

王开良¹, 姚小华¹, 任华东¹, 丁敏²

(1 中国林业科学研究院亚热带林业研究所, 浙江 富阳 311400 2 浙江缙云县林业局, 浙江 缙云 321400)

摘要: 2002年在福建惠安,通过调查余甘子的兰丰、粉甘、六月白、秋白、扁甘、山甘 6个品种树体结构组成,结果母枝和结果枝的生长发育特性及其相互关系,结果表明:10年生时余甘子结果枝主要集中分布在1~4年生结果母枝上;在垂直方向上,有效结果母枝主要集中在树冠上部和中部距地面100~200 cm处,层内有效结果母枝数占81.9%;在水平方向上,距主干0~150 cm处是有效结果母枝集中分布区,其有效结果母枝数占88.8%;从1~5年生单位母枝长(cm)的结果枝数来看,最多的是扁甘,平均达1 884个。研究认为,余甘子在30 a之前结果母枝分布比较合理;按合理的树体结构,余甘子造林时的初值密度750~900株·hm⁻²比较合理。

关键词: 余甘子; 结果母枝; 结果枝; 树体结构

中图分类号: S759.3 文献标识码: A

Growth Characteristics of Bearing Base Branch and Fruit Branch of *Phyllanthus emblica*

WANG Kai-liang¹, YAO Xiao-hua¹, REN Hua-dong¹, DING Min²

(1 Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang 311400 Zhejiang China 2 Forestry Bureau of Jinyun Jinyun 321400 Zhejiang China)

Abstract The tree structure of Lanfeng Fen' gan, Liuyuebai Q iubai B ian' gan, Shan' gan and the relationship between its indeterminate shoots and branchlets that growth development traits of *Phyllanthus emblica* L. were surveyed and analyzed. The results showed that branchlets were location 1 to 4 years' indeterminate shoots on 10 years tree. On vertical sense of tree structure, 81.9% availability indeterminate shoots were set upper and middle of canopy where distance 100~200 cm from earth surface. On horizontal direction of tree structure, 88.8% availability indeterminate shoots were set 0~150 cm from trunk of tree. The most branchlets of per centimeter of indeterminate shoots was 1 884 of bian' gan variety. The branchlets distributing is reasonable on 1 to 30 years' tree. From the structure traits of *Phyllanthus emblica* L. 750~900 individual plants per hectare will be rather rational density for a long consideration.

Key words *Phyllanthus emblica*; indeterminate shoots; branchlets; tree structure

合理的树体结构和叶幕结构是果树获得最大收获量的基础^[1]。余甘子 (*Phyllanthus emblica* L.) 自然分布广泛,资源丰富,存在许多不同类型^[2]。余甘子在其分布区由于林分密度、气候和生境的不同,形成了不同的树体结构^[3]。不同品种和不同树体结构对余甘子的产量影响很大,但从树体结构方面系统地研究余甘子的产量还未见报道。余甘子丰产、稳

产、结果寿命长,具有与其它多种果树完全不同的结果母枝和结果枝发育规律及特点^[4];其结果母枝不同龄级同时着生结果枝,并且同一结果母枝可多次着生结果枝。本文以余甘子不同栽培品种为材料,分析其结果母枝和结果枝的空间分布特性,为余甘子的树体结构调整和整形修剪提供理论依据。

收稿日期: 2005-04-13

基金项目: “948”项目: “余甘子优良品种和育种材料引进”(99-4-15)研究内容

作者简介: 王开良(1971—),男,浙江东阳人,助理研究员,硕士。

1 材料与方 法

1.1 试验林分概况

试验地选在福建省惠安县紫山镇兰田村。紫山镇位于闽东南沿海, 118°37'E, 24°9'N, 是滨海低山丘陵地形, 地势由西北向东南倾斜。惠安全县总面积 972.7 km², 其中林业用地 3.2 万多 hm², 占总面积的 32.9%。惠安县为南亚热带海洋性季风气候, 受季风影响, 最冷月份为 2 月, 平均气温 11℃, 最热月份为 8 月, 平均气温 27.7℃。试验地坡向东南, 坡位中部, 土壤属黄沙壤, 肥力较差。试验林由人工种植, 包括不同树龄和不同品种, 每年除草和施肥 1 次, 并作简单修剪, 生长良好。选择林分中兰丰、粉甘、六月白、秋白、扁甘、山甘等余甘子品种作为试验材料。

1.2 调查观测项目和方法

1.2.1 树体结构 从 2002 年 3 月份开始调查一直到 7 月份结束: (1)按品种; (2)按树龄 (5、10、30、60 年生); (3)按林分密度 (825、1665、2490 株·hm⁻²)。随机抽取 30 株单株调查地径、树高、冠高、冠幅、主杆高、主枝数、结果枝数、有效结果母枝数、总结果母枝数。

1.2.2 结果枝年生长动态 选取兰丰和粉甘品种, 每品种取 3 个单株, 每单株取 5 个标准枝上的 1 年生母枝和 2 年生母枝上的结果枝, 从萌动开始每隔 7 d 调查一次结果枝长。

1.2.3 结果枝分布规律 在立地条件基本一致的情况下, 选取 10 年生的余甘子结果树, 每品种 3 个单株 5 个标准枝, 按枝龄 1、2、3、4、5 年生, 分别统计结果枝数。

1.3 数据处理

将调查数据输入计算机建立数据库, 采用 EXCEL 处理, 利用 SAS 软件进行方差分析、多重比较等。

2 结果与分析

2.1 树体结构与结果层分布特性

对盛果期余甘子品种树体结构性状调查分析表明: 不同品种间在树体结构上有明显的差别 (表 1)。六月白、秋白和兰丰树体高大, 扁甘和粉甘次之, 山甘最为矮小。地径除山甘较小外, 其它品种间差别不大; 而冠幅则以兰丰、粉甘和扁甘较大, 秋白和六月白中等, 山甘最小。结合冠高比分析, 粉甘品种树冠近扁平型, 枝群分布合理, 兰丰和扁甘也属扁平型, 它们都较适于矮化密植栽培, 有利于合理利用空

间。秋白、六月白和山甘树冠直立, 往往形成伞形树冠, 稀植间种条件下可形成高大树冠, 较为丰产, 但密植或光照不佳时, 枝干易于光秃, 形成空膛的伞形树冠, 产量极低。

表 1 10 年生余甘子不同品种树体结构

品种	树高 /m	地径 /cm	冠幅 /m	主杆高 /m	主枝数 /个	冠幅 /树高
兰丰	3.8	14.1	3.6	0.5	6.1	0.94
山甘	2.4	8.1	2.2	0.7	3.4	0.92
粉甘	3.0	13.2	3.5	0.5	5.2	1.17
六月白	4.2	11.3	2.7	1.1	4.7	0.64
扁甘	3.5	12.4	3.4	0.7	5.2	0.96
秋白	3.9	10.2	2.9	0.75	6.1	0.73

余甘子一般主干不明显, 呈自然开心形, 从基部到 80 cm 内开始分 3~4 个主枝, 80~120 cm 内 2 次分枝, 留 2~3 条 3 级枝, 整个树体形成 8~12 条主杆。树冠呈半圆形, 密度稍大时成扁平形。余甘子的枝条有结果母枝和结果枝两类, 结果母枝是构成树冠的基础, 也是抽发结果枝的部位。凡是能够抽生结果枝的结果母枝, 称为有效结果母枝, 一般情况下不再抽生结果枝的则称为无效结果母枝。有效结果母枝随着树龄增加会变成不抽发结果枝的无效结果母枝。因此, 余甘子结果层会不断外移, 形成空膛而降低产量; 但无效结果母枝受到断枝、虫蛀等外部刺激时也能重新萌发结果枝, 而转变成有效结果母枝。

调查表明 (表 2): 余甘子在早期树高生长迅速, 随着树龄增加树高增速减慢, 但地径和冠幅却继续增加, 进入结果期后, 抽枝力也随树龄的增加而变弱, 新梢平均长度也逐步变小, 枝条生长方向也由主要向上生长改变为主要侧向生长。植株内部的空膛随着树龄的增加而增大, 结果层越来越向树冠顶部转移, 尽管树高、冠幅仍然有所增加, 但其有效结果体积反而逐步减少, 使其所能提供的果实产量越来越低。针对余甘子树冠发育的变化规律, 在余甘子生长发育的不同树龄阶段, 必须采取一定的整形修剪措施, 调整好余甘子的树体结构, 增大有效结果空间, 以提高植株的结实能力。

表 2 粉甘不同树龄树体结构

树龄 /a	树高 /m	地径 /cm	冠幅 /m	结果层高 /m	空膛高 /m	新梢平均长 /m
5	2.2	5.1	2.0	0.9	0.6	0.5
10	3.0	13.2	3.5	1.8	0.9	0.4
30	3.9	20.8	3.9	1.5	1.6	0.4
60	3.7	38.6	6.0	0.95	2.3	0.3

2.2 结果母枝的生长发育规律

2.2.1 结果母枝的发育习性 观测表明: 余甘子结果母枝的同一部位可多次抽生结果枝。结果枝每年在 3 月份开始萌发, 到秋季果实采收后就自行脱落。就一株树而言, 余甘子能延续结果几十年, 甚至几百年, 但就结果母枝而言, 一般只有 2~5 年生母枝才能抽发结果枝。第 2 年从 1 年生结果母枝上抽生新的 1 年生母枝, 自己则发育成 2 年生结果母枝, 并能在去年脱落的单个结果枝位上抽出束状结果枝, 并成为植株主要的结实枝条之一。2 年生结果母枝次年发育成 3 年生结果母枝, 其状与 2 年生结果母枝相似。3 年生结果母枝逐年发育为 4、5、6 年生结果母枝, 但随着年龄增大, 结果枝位萌发结果枝能力也逐步减弱, 束状结果枝的比例也逐渐减少, 直至不萌发结果枝而出现空位, 6 年生以上的结果母枝一般不再萌发结果枝, 而转变为树体的骨干枝。

在结果母枝同一部位重复萌发结果枝的特点, 使余甘子能够较长时间保持厚而均匀的结果层, 结果层的外移较为缓慢。特别是, 当其受到外界刺激(病虫害、机械损伤、枯枝等)时, 在伤口附近能萌发结果母枝和结果枝, 这一现象在苗木或大树嫁接后砧木上表现明显。因此, 嫁接繁殖和野生、低产林改造要求随时抹芽, 生产上也能利用这个特性控制好树体的结构。图 1 表示兰丰、粉甘品种的 1 年生结果母枝的生长节律。

2.2.2 结果母枝的树体分布特征 对 10 年生粉甘品种余甘子树的调查分析表明: 余甘子结果母枝在树冠上的分布具有明显的规律性(表 3)。在垂直方向上, 有效结果母枝主要集中在树冠上部和中部距地面 100~200 cm 处, 层内有效结果母枝数占植株结果母枝总数的 81.9%; 在水平方向上, 距主干 0~150 cm 处是有效结果母枝集中分布区, 其有效结果母枝数占植株结果母枝数的 88.8%。由此可见, 在

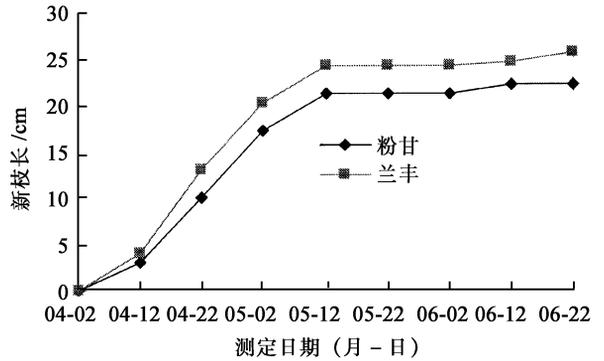


图 1 结果母枝年度生长节律

垂直方向上, 中部有效结果母枝数量较多, 树冠下部有一定的空腔。在水平方向上, 各层分布比较均。可见在现有密度和管理条件下, 10 年生时该品种植株的树冠生长发育良好, 尚未发生明显的结果层外移。

表 3 10 年生粉甘树平均有效结果母枝比例 %

方向	0~50 cm	50~100 cm	100~150 cm	150~200 cm	200~250 cm
水平	26.1	24.4	28.3	14.6	6.6
垂直	0	12.2	43.5	38.4	5.9

注: 水平方向为距主干距离; 垂直方向为距地表距离。

2.2.3 不同树龄结果母枝着生规律 对 10、30、60 年生的余甘子粉甘品种按水平和垂直 2 个方向每 50 cm 调查有效结果母枝数(表 4)。方差分析表明: 在水平方向上树龄对有效结果母枝的总体分布影响差异不显著, 而在水平方向的分段分析中差异极显著, 这反映了余甘子在水平方向上有效结果母枝总体分布受树龄影响较小, 多重分析表明树冠水平方向结果母枝的分布可以分成 3 段, 离主干 0~150 cm 为一段, 有效结果母枝分布最多; 150~200 cm 段次之; 200~250 cm 段最少。这与余甘子结果母枝大都斜向上生长, 且 1 年生结果母枝当年不结果的现象相吻合。

表 4 不同树龄结果母枝方差分析

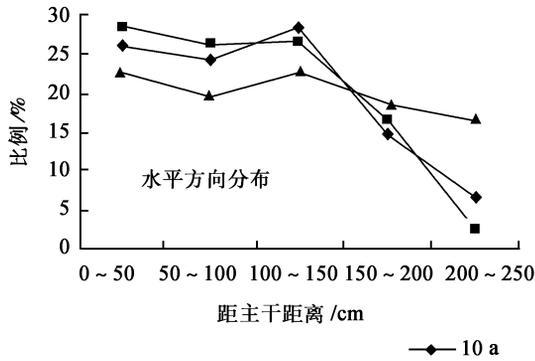
变异源	平方和	自由度	均方	F	P 值	F 检验值
分段间	682.38	4	170.595	11.00045	0.001105	5.994366
分段内	155.08	10	15.508			
总计	837.46	14				

注: $\alpha = 0.01$

在垂直方向上, 10 年生时距地表 100~200 cm 的冠层有效结果母枝数占 81.9%, 随着树龄的增加, 结果层越来越向上层偏移。30 年生时 100~200

cm 冠层的有效结果母枝数只占 54.6%, 而 200~250 cm 冠层的有效结果母枝数占 43.3%, 到 60 年生时 200~250 cm 冠层的有效结果母枝数占

72.8%; 原来半圆形树冠渐渐变成扁平形树冠, 这样原来比较合理的树体结构变成上部结果而中下层不结果的不合理树体结构。从图 2 可以看出: 水平方向离树干越远, 有效结果母枝越少; 在垂直方向上, 中上层有效结果母枝较多。因此, 余甘子的树体结



构到 30 a 后必须进行调整。调控树体结构主要通过整形修剪, 通过刺激无效结果母枝让其转变为有效结果母枝的方法, 恢复余甘子合理的树体结构, 来提高产量。

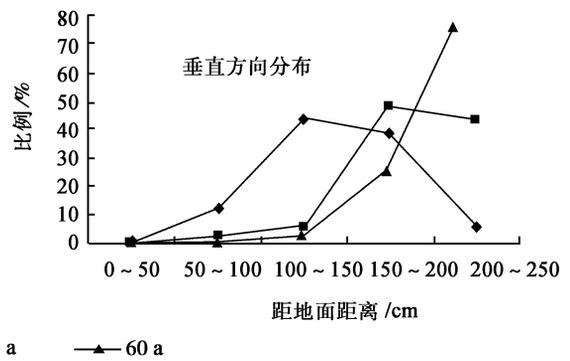


图 2 不同树龄有效结果母枝占结果母枝总数的比例

2.2.4 不同龄级的结果母枝的异质性 在立地条件基本一致的条件下, 选取不同品种 10 年生余甘子结果树, 按不同结果母枝枝龄进行调查分析, 结果表明 (表 5): 余甘子结果枝主要集中分布在 1~4 年生结果母枝上, 方差分析 (表 6) 表明: 在不同龄级的结果母枝间, 结果枝的分布存在极显著差异, 进一步分析得知这种差异存在于 5 年生以后和 4 年生前的结果母枝间, 说明余甘子在自然生长状态下, 结果枝主要分布在 1~4 年生母枝上, 而在 5 年生以后的母枝上分布较少。

待结果枝长到 5 cm 左右, 花开始发育, 一直到开花授粉完成, 结果枝边开花边缓慢生长, 小叶也随结果枝的生长而生长。对兰丰和粉甘品种调查分析表明: 余甘子结果枝生长节律呈较为扁平的“S”型生长曲线。从 3 月 2 日开始萌动, 到 4 月 4 日雄花开始开放, 结果枝生长比较缓慢; 4 月 7 日雌花开始开放, 结果枝继续缓慢生长; 到 4 月 30 日左右, 雌雄花授粉基本完成, 此后结果枝转为快速生长, 直到 5 月 24 日左右, 结果枝完全停止生长 (图 3)。由图 3 可见, 兰丰和粉甘两种品种的结果枝生长节律是十分接近的。

表 5 不同品种 1~5 年生母枝单位枝长结果枝数 /cm

结果母枝年龄 /a	兰丰	山甘	扁甘	粉甘	六月白	秋白
1	1.8	1.5	1.9	1.7	1.2	1.8
2	1.7	1.5	2.1	1.7	1.2	1.6
3	1.9	1.2	2.1	2.1	0.8	1.1
4	0.5	1.6	2.1	1.5	0.8	1.3
5	0.5	1.6	1.2	0.9	0.5	0.8
平均	1.31	1.46	1.88	1.61	0.90	1.32

表 6 不同品种不同枝龄结果枝数方差分析

差异源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	F 检验值
枝龄	2.352 7	4	0.588 2	5.079 0*	0.005 5	2.866 1
品种	2.723 0	5	0.544 6	4.702 7*	0.005 3	2.710 9
误差	2.316 1	20	0.115 8			
总计	7.391 9	29				

注: $\alpha = 0.01$ 。

2.3 结果枝的生长发育规律

2.3.1 结果枝的年生长期节律 余甘子结果枝的发育和花、果发育是交替协同进行的。先是结果枝发育,

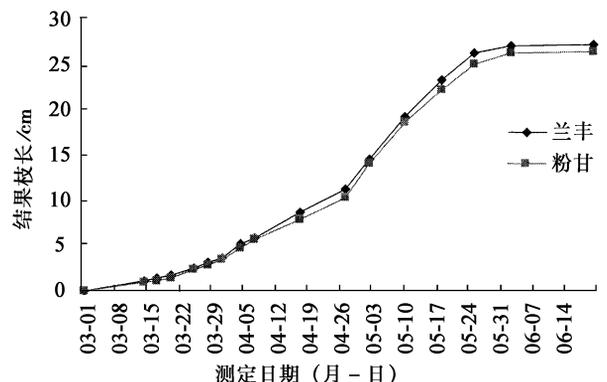


图 3 结果枝年生长期节律

2.3.2 不同品种结果枝分布的差异 当前, 余甘子的品种主要是按照果实的性状来区分的, 但是, 经过进一步实地观察, 发现不同的余甘子品种, 在树体结构、结果枝分布及有效结果母枝分布等性状方面也存在很大的差异。方差分析表明: 余甘子不同品种间结果枝的分布存在着极显著差异 ($F = 4.702 7 >$

$F_{0.01}$ (检验值) = 2 710 9), 有的品种在 1~5 年生结果母枝上的结果枝平均达到 177 条, 有的品种则只有 46 条, 前者是后者的 3.85 倍。余甘子的产量与结果枝数量的多少存在着直接的正相关, 结果枝多, 开花多, 产量也高。与此同时, 因为结果枝也是叶片着生的部位, 结果枝多, 叶片也多, 植株的光合作用能力也强, 最终获得的光合产物也能增加。通过多

重比较 (表 7), 按每 cm 结果母枝上的结果枝数来分析, 可以将参试品种分为 4 类, 最多的是扁甘, 达到 1.884 个; 其次是粉甘和山甘, 分别为 1.612 个和 1.458 个; 秋白和兰丰是第 3 类, 分别为 1.316 个和 1.310 个; 六月白只有 0.902 个, 结果枝数最少, 与其它品种之间都有显著差异。

表 7 不同品种单位母枝长结果枝数的多重比较

品种	扁甘	粉甘	山甘	秋白	兰丰	六月白
平均结果枝数	1.884 0 a	1.612 0 ab	1.458 0 ab	1.316 0 bc	1.310 0 bc	0.902 0 c

注: $\alpha = 0.05$

2.3.3 不同树龄结果枝分布差异性 对不同树龄的余甘子单位长度 (cm) 结果母枝上分布的结果枝数进行分析, 结果表明: 不同树龄之间的结果枝分布达到显著差异 (表 8)。经多重比较, 60 年生的与 10 年生和 30 年生的差异显著。作者认为这与目前部分地区对余甘子树体从不进行整形修剪, 老龄植株结果层外移、结实层厚度减少直接有关。

表 8 不同树龄的结果枝数方差分析

变异源	自由度	平方和	均方	F 值	$Pr > F$
树龄	2	1.263 4	0.631 7	4.30	0.039 0
误差	12	1.762 2	0.146 8		
总和	14	3.025 6			

注: $\alpha = 0.05$

在幼树阶段, 余甘子自然树型比较合理, 加上初始密度不大, 结果枝分布均匀, 单株产量较高。随着树龄的增大, 林分密度增加, 虽然每年萌生的新枝增多, 树冠逐年加大加密, 但有效结果母枝反而逐渐减少, 结果层逐渐外移, 最后才形成了以外部树冠结果为主的不合理树体结构。在不同地段选取立地、管理条件基本一致的不同树龄的余甘子树, 按母枝年龄调查结果枝数。余甘子的幼龄树, 大部分枝条都是有效结果母枝, 都能着生结果枝, 只有 1 年生母枝上的结果枝不结果, 随着树龄的增加, 产量逐年上升, 结果枝的长度, 小叶的长宽则逐渐有所下降。这种现象可能与营养的分配有关, 因为余甘子果实结在结果枝的 5~10 cm 长位置, 大部分营养转移到果实中, 才造成了结果枝生长量的减少。

2.3.4 不同林分密度树体结构、结果枝分布差异 对 825、1665、2490 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 3 种密度的林分进行实地调查和分析 (表 9) 表明: 林分密度对树体结构的影响存在显著差异。造林密度以 750~900 株 $\cdot \text{hm}^{-2}$ 的密度比较合理。余甘子是阳性树种, 结实期更加需要阳光, 林分过于密集, 出于争夺阳光的需要, 结果母枝也能直立向上生长, 使结果枝主要分布在树冠的上层。随着林分密度的增大, 树高、枝下高也增高, 而地径、冠幅、冠高等反而下降, 尤其是结果枝的数量相差较大。总之林分密度的不同, 会直接影响树体结构, 引起冠层结构的不同, 从而影响结果枝的分布, 最终影响到余甘子的产量。

表 9 不同林分密度结果枝数方差分析

变异源	自由度	平方和	均方	F 值	$Pr > F$
密度	2	2.608 222	1.304 111	4.53*	0.043 3
误差	6	1.728 667	288.111		
总和	8	4.336 889			

注: $\alpha = 0.05$

参考文献:

- [1] 王跃进, 杨晓益. 日本设施果树的树形结构与光能利用研究进展 [J]. 山西农业大学学报, 2001, 21(2): 200~202
- [2] 姚小华, 叶金好. 余甘子优良类型选择 [J]. 林业科学研究, 1993, 6(3): 299~305
- [3] 姚小华, 王炳三. 余甘子生物学特性及其利用初步研究 [J]. 经济林研究, 1991, 9(2): 30~35
- [4] 白岗栓, 李志禧. 茶坊吊枣的生物学习性观测研究 [J]. 陕西林业科技, 1999(3): 1~5