

不同割龄橡胶树 PR107 产胶量的月变化特征

吴春太¹, 刘汉文², 马征宇², 李维国¹, 曾日中¹

(1. 中国热带农业科学院 橡胶研究所 国家橡胶树育种中心 / 农业部橡胶树生物学与遗传资源利用重点实验室, 海南 儋州 571737; 2. 海南天然橡胶产业集团阳江分公司, 海南 琼中 572900)

摘要: 采用统收统测的方式对 20 个割龄的橡胶 *Hevea brasiliensis* PR107 无性系树位 5-12 月产胶量进行测定分析, 以研究 PR107 无性系单株、单位面积干胶产量的月变化规律。结果表明: 不同割龄的株产干胶量和公顷产干胶量的月变化曲线除 1 a 和 12 a 表现为多峰型外均表现为双峰型; 夏季的 6 或 7 月是 PR107 产胶的高峰期, 秋季 11 月是 PR107 产胶的另一个高峰期。在 4 或 5 月和 9 月应加强肥水供应以提高树体养分的蓄积。PR107 的 8 个中低割龄和 12 个高割龄的月株产干胶量与月公顷产干胶量均具有极显著的线性相关($P<0.01$)。PR107 中低割龄的月株产干胶量与月公顷产干胶量在 5 月和 7, 12 月分别有极显著($P<0.01$), 显著($P<0.05$)的线性相关; 其他月份中低割龄和 5-12 月高割龄 PR107 的月株产干胶量与月公顷产干胶量相关性均不显著($P>0.05$)。综上可见, 不同割龄 PR107 橡胶树的干胶产量显著受采收期影响。图 5 表 1 参 11

关键词: 经济林学; 橡胶树; PR107 无性系; 株产干胶量; 公顷产干胶量; 月变化

中图分类号: S794.1 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2015)06-0868-07

Monthly yield for PR107 clones of *Hevea brasiliensis* at different tapping ages

WU Chuntao¹, LIU Hanwen², MA Zhengyu², LI Weiguo¹, ZENG Rizhong¹

(1. Rubber Research Institute, State Center for Rubber Breeding/Key Laboratory of Biology and Genetic Resources of Rubber Tree of Ministry of Agriculture, Chinese Academy of Tropical Agriculture Sciences, Danzhou 571737, Hainan, China; 2. Yangjiang Branch of Hainan Natural Rubber Industry (Group) Corporation Limited, Qiongzhong 572900, Hainan, China)

Abstract: To explore the change rule of dry rubber yields in *Hevea brasiliensis* rubber tree clone PR107 for alternating months, production yields over 5-12 months were measured and analyzed for trees with 20 tapping ages. Results showed that the monthly dynamics of dry rubber production per tree and dry rubber yield per hectare for 18 tapping ages exhibited double peak curves; whereas, two were multi-peak curves. Dry rubber yield per hectare per month was closely related to dry rubber production per tree per month for eight young and middle-aged as well as twelve old-aged PR107 clones ($P<0.01$). There was also a close relationship in May between dry rubber production per tree per month and dry rubber yield per hectare per month for young and middle-aged PR107 clones ($P<0.01$), a strong relationship in July and December ($P<0.05$), and mostly no relationship in other months ($P>0.05$). Thus, changes in harvesting times have a strong effect on dry rubber yields in PR107 clones of *H. brasiliensis* at different tapping ages. [Ch, 5 fig. 1 tab. 11 ref.]

Key words: cash forestry; *Hevea brasiliensis*; PR107 clone; dry rubber production per tree; dry rubber yield per hectare; monthly dynamics

收稿日期: 2014-10-29; 修回日期: 2015-06-07

基金项目: “十二五”国家天然橡胶产业技术体系抗风高产育种专项(CARS-34)

作者简介: 吴春太, 副研究员, 博士, 从事天然橡胶生物合成与调控研究。E-mail: chuntaiwu@163.com。通信

作者: 曾日中, 研究员, 博士, 从事橡胶树产胶分子生物学研究。E-mail: hnzrz@aliyun.com

巴西橡胶 *Hevea brasiliensis* 为大戟科 Euphorbiaceae 橡胶属 *Hevea* 多年生木本植物, 是最重要的制取天然橡胶树种^[1-2], 其天然橡胶综合性能好, 用途十分广泛, 而且耗量很大。为满足市场需求, 一般可通过扩大橡胶树栽植面积和提高单产水平实现天然橡胶总产量增长。为了扩大植胶面积, 许多国家的胶园已经发展到非传统植胶园区, 而中国天然橡胶生产区地处热带北缘, 栽植规模难以进一步扩大, 仅能从提高单株、单位面积胶产量努力。为此, 优良无性系在天然橡胶生产中发挥着重要作用, 如高产的 RRIM600, 抗风高产的 PR107, 抗寒高产的 GT1 等。而且追求橡胶低风险高效益生产已成为当今种植业主的重要导向之一, 因此, 产量既是衡量橡胶经济效益的重要指标之一, 又影响到橡胶树品种的应用范围。此外, 同一品种橡胶树的单株胶产量和单位面积胶产量与其投产后的割胶年限关系密切^[3-4], 割胶年限又称为橡胶树的割龄。而且, 随着季节的更迭, 胶林间的温度、湿度、光照和养分等因素也处于不断的变化中。因此, 不同季节对不同割龄橡胶树天然橡胶生产影响较为明显, 尤其是极端温度所造成的冷热应激和雨天可严重影响橡胶产量, 大大降低品种的应用效率, 给橡胶生产造成巨大损失。PR107 是印度尼西亚国营农业企业公司于 1923 年从佛达(VaDa)胶园的普通实生树群体中选择育成的抗风高产橡胶树优良品种^[5], 由爱国华侨雷贤钟于 1955 年从马来西亚引进中国。该品种在海南、广东生长表现良好, 具有迟熟、干胶含量高、高产、稳产、抗风性强和耐刺激(乙烯利刺激、深割)等特性^[6-7], 1990 年全国橡胶树优良品种汇评晋升为大规模推广级品种^[8]。因此, 本研究以不同年份种植的 PR107 为材料, 探索 PR107 幼、中、老龄开割橡胶树 5~12 月的产胶量变化, 旨在明确不同割龄 PR107 胶树在采胶季节的产胶量高峰期, 指导橡胶生产和胶树的平衡施肥, 确保巴西橡胶养树和经济效益最大化。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验地位于海南省琼中黎族苗族自治县大丰农场($19^{\circ}16'N$, $109^{\circ}45'E$), 该场属热带岛屿季风性气候区, 光照充足, 热量丰富, 年平均日照时数为 1 911.3 h, 历年平均气温 $22.9^{\circ}C$, 日平均气温 $\geq 12^{\circ}C$ 的年积温 $8 279.5^{\circ}C$, 最冷月平均气温 $16.8^{\circ}C$, 年无霜期为 365 d, 雨水充沛, 年平均相对湿度 85%, 年平均降水量 2 278.3 mm, 但分布不均匀。12~3 月降水量偏少, 平均为 31.0~54.4 mm; 8~9 月降水量偏多, 平均为 319.1~415.8 mm。日最大降水量达 385.4 mm。风速较小, 平均为 $1.7 m \cdot s^{-1}$, 但台风次数不少, 5~11 月 ≥ 8 级台风年平均 1 次, ≥ 10 级台风年平均 0.3 次。主要土壤(71.8%)类型为黄色砖红壤, 土壤表层有机质质量分数为 $25.0 g \cdot kg^{-1}$, 全氮为 $1.6 g \cdot kg^{-1}$, 碱解氮为 $171 mg \cdot kg^{-1}$, 速效磷 $3.0 mg \cdot kg^{-1}$, 速效钾 $70.0 mg \cdot kg^{-1}$, pH 4.2~6.5。

1.2 试验材料与干胶量测定方法

试验材料选用不同栽植年份的幼、中、老龄橡胶树无性系 PR107, 涵盖 20 个栽植年份, 分别是 1963, 1966, 1967, 1968, 1969, 1970, 1971, 1975, 1976, 1977, 1978, 1979, 1980, 1981, 1983, 1988, 1990, 1991, 1996, 1999 年, 其砧木来自未经选择的种子实生苗, 行株距 $7 m \times 3 m$, 栽植密度为 $476 株 \cdot hm^{-2}$, 栽植 8 a 后开割, 各个割龄的岗位割株数为 527~749 株, 平均株数 639.6 株, 树位面积 $1.32 \sim 5.65 hm^2$ (平均 $3.39 hm^2$), 对每种割龄设置 3 次重复, 田间管理同常规胶园。

试验于 2008 年全部采用复方乙烯利刺激的半树围 4 d 1 刀(S/2 d/4+ET+0.5%CRM)割制采胶, 割胶前 2~3 d 分别采用不同质量分数的乙稀利对不同割龄段的橡胶树进行刺激, 即 1 a ($5.0 g \cdot kg^{-1}$), 4 a ($15.0 g \cdot kg^{-1}$), 9~10 a ($25.0 g \cdot kg^{-1}$), 12 a ($30.0 g \cdot kg^{-1}$), 17~37 a ($35.0 g \cdot kg^{-1}$) 的乙稀利质量分数随割龄段上升呈递增趋势, 同时加质量分数为 0.5% 的螯合稀土钼, 统一使用糊剂, 涂 $1.5 \sim 2.0 g \cdot 株^{-1} \cdot 次^{-1}$ 。不同割龄树位割胶刀数为 46.00~69.00 刀, 平均 60.47 刀, 耗皮 $0.14 cm \cdot 刀^{-1}$ 。以有效割株统收统测的方式对树位进行产量测定, 各个树位采割的胶乳送胶房测产, 先称鲜胶乳质量, 然后用干胶含量杯于胶桶内取混合样, 利用 DH925A 型微波胶乳测试仪(北京大华无线电仪器厂)测定干胶含量, 并借助常用干胶含量数据采集智能转化系统(DAIT-system_V1.1)查询干胶含量值。根据查询结果计算干胶质量, 并同时记录各月割胶刀数, 停产后分别按承包株数和树位面积计算单株月产量和单位面积月产量。

1.3 统计分析

利用连续测产结果分别计算出 5~12 月各月总产干胶量, 然后分别除以树位有效割株数和总面积,

从而得出月株产干胶量和月公顷产干胶量。并利用SAS 8.0对原始数据进行简单相关和一元回归分析。

2 结果与分析

2.1 不同割龄PR107株产干胶量的月变化

20种割龄PR107的株产干胶量及其月变化见图1。由图1可看出：PR107株产干胶量月变化主要表现为双峰型曲线，仅1a和12a呈现波动性变化。受农场割胶岗位竞标耽搁，相对于往年正常的4月中上旬，2008年开割时间推迟近1个月，为此，春季5月产胶能力并不太高，且各割龄间产胶量差异最大(变异系数为44.13%)，具体表现为37, 12, 32, 33, 30, 29, 20, 31, 24, 34, 25, 9, 23, 22, 10, 21, 19, 4, 17, 1a依次递减。随着采胶时间的推移，20个割龄的PR107第2蓬叶功能发育不断完善，养分消耗减少，产胶能力不断提高，除1a和12a外，在夏季6月，4, 19, 31a的产胶量升至第1个峰值，37a达到其产胶量的最高峰；在夏季7月，10, 21, 22, 23, 24, 30, 32a的产胶量升至第1个峰值，9, 17, 20, 25, 29, 33a达到其产胶量的最高峰；在夏季8月，34a达到其产胶量的最高峰；进入秋季的9月和10月，除1a和31a外，其余割龄PR107的株产干胶量均下降；进入秋季的11月又升至第2个峰值，4, 10, 19, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 32a达到其产胶量的最高峰，波动性变化的1a和12a也达到其产胶量的最高峰；秋冬季之交的12月，所有割龄的产胶能力均急速下降，各割龄的产胶量为37, 31, 34, 25, 30, 32, 29, 24, 20, 23, 12, 33, 21, 22, 10, 9, 19, 4, 17, 1a依次递减，但各割龄间差异最小(变异系数为36.13%)。20个割龄的最小月株产干胶量变异系数高达39.43%，也就是说各割龄PR107单株的最小产胶量差异较大。不同割龄的最大月株产干胶量变异系数为最小，但达33.70%，即各割龄PR107单株的最大产胶量差异也较大。6-11月或7-11月各割龄2个峰值变化幅度不一样，18个峰值差值为6.43~275.37g，31a的峰值差最大，30a的峰值差最小，平均峰值差为88.73g；月变化的峰谷差值较大，为138.26~566.60g，37a的峰谷差最大，9a的峰谷差最小，平均峰谷差为272.15g。12月的株产干胶量仅4, 9, 12, 33, 37a低于5月的值，大部分还能保持相对较高的株产干胶量。

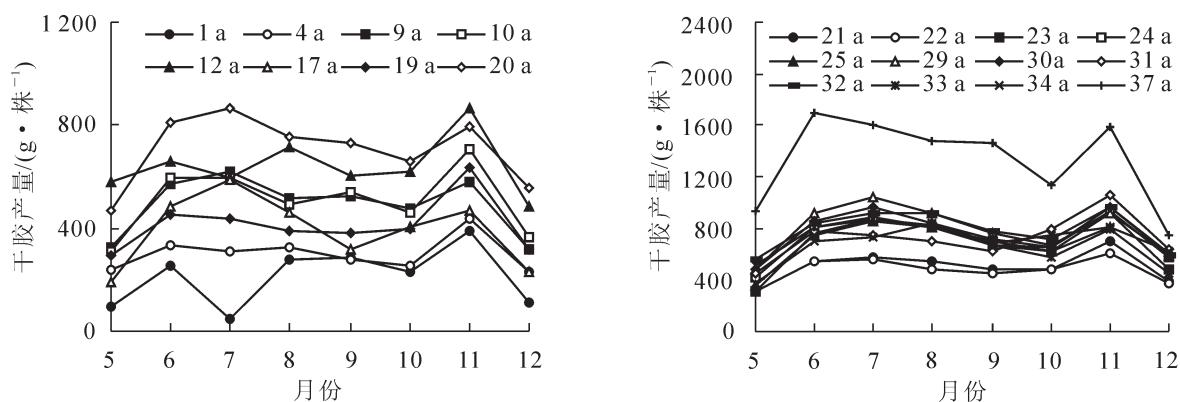


图1 1~37 a 割龄橡胶树PR107株产干胶量的月变化

Figure 1 Monthly dynamic variation of the dry rubber productions per tree of PR107 in *Hevea brasiliensis* at 1-37 ages of tapping

2.2 不同割龄PR107公顷产干胶量的月变化

由图2可见：20种割龄PR107公顷产干胶量的月变化趋势大体相同，呈双峰型，仅1a和12a呈现多峰型变化。当年开割时间延迟至5月中上旬，为此，春季5月产胶能力并不太高，且各割龄间的产胶量差异大(变异系数为31.60%)，具体表现为12, 19, 21, 20, 34, 9, 33, 24, 37, 22, 4, 25, 17, 32, 30, 29, 10, 23, 31, 1a依次递减。随着割胶时间的推移，20个割龄的PR107第2蓬叶功能发育不断完善，养分消耗减少，产胶能力不断提高，除1a和12a外，在夏季6月，4, 10, 19, 31a的产胶量升至第1个峰值，37a达到其产胶量的最高峰；在夏季7月，21, 22, 23, 24, 30, 32a的产胶量升至第1个峰值，9, 17, 20, 25, 29, 33a达到其产胶量的最高峰；在夏季8月，34a达到其产胶量的最高峰；进入秋季9月和10月，除1a和31a外，其余割龄PR107的公顷产干胶量均下降；进入秋

季的11月又升至第2个峰值, 4, 10, 19, 21, 22, 23, 24, 30, 31, 32 a 达到其产胶量的最高峰, 多峰型变化的1 a 和12 a 也达到其产胶量的最高峰; 秋冬季之交12月, 所有割龄的产胶能力均急速下降, 各割龄的产胶量为34, 21, 12, 24, 25, 19, 20, 22, 9, 17, 33, 30, 23, 29, 32, 31, 10, 37, 4, 1 a 依次递减, 且各割龄间的产胶量差异大(变异系数为30.85%)。20个割龄的最小月公顷产干胶量变异系数最大(32.03%), 说明各割龄PR107树位的最小产胶量差异较大。不同割龄的最大月公顷产干胶量变异系数为最小, 但达24.03%, 即各割龄PR107树位的最大产胶量差异也较大。6-11或7-11月, 各割龄2个峰值变化幅度不一样, 18个峰值差值为0.30~68.60 kg, 19 a 的峰值差最大, 30 a 的峰值差最小, 平均峰值差为20.41 kg; 月变化的峰谷差值较大, 为31.79~102.10 kg, 17 a 的峰谷差最大, 32 a 的峰谷差最小, 平均峰谷差为55.28 kg。12月的公顷产干胶量仅4, 9, 12, 33, 37 a 低于5月的值, 大部分还能保持相对较高的公顷产干胶量。

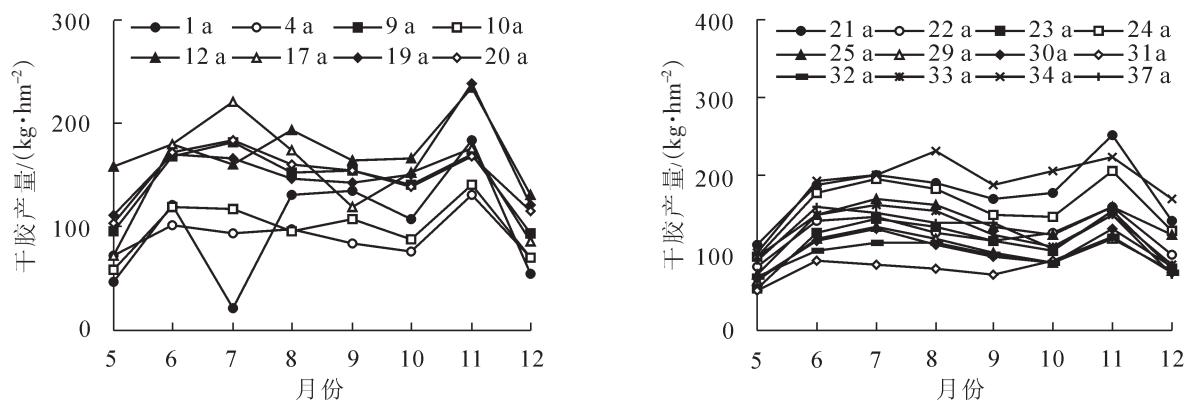


图2 1~37 a 割龄橡胶树PR107公顷产干胶量的月变化

Figure 2 Monthly variation of the dry rubber yields per hectare of PR107 in *Hevea brasiliensis* at 1-37 ages of tapping

2.3 月株产干胶量与月公顷产干胶量的关系

橡胶树自身遗传物质组成、结构和功能是决定单株、单位面积产胶量差异形成的主要因素, 但这并不是唯一的, 其还受砧木基因型、植株割龄、季节物候、温度、相对湿度、风速、光照强度、日照长短、及土壤类型和采胶方式影响。此外, 单株胶产量与胶树的面积单产彼此之间也有一定的影响。

20种割龄的PR107在2008年5-12月的8个月中, 月公顷产干胶量与月株产干胶量均具有极显著的线性回归关系(表1)。把1~20 a 8个中低割龄综合一起进行月公顷产干胶量与月株产干胶量的回归分析, 得到 $y=49.24438+0.18294x$ ($R=0.76085^{**}$, $n=64$), 回归结果经F检验达到了极显著水平, 月公顷产干胶量与月株产干胶量具有极显著的线性相关(图3)。把21~37 a 12个高割龄综合一起进行月公顷产

表1 不同割龄PR107月株产干胶量与月公顷产干胶量的关系

Table 1 Relationship between monthly dry rubber productions per tree and dry rubber yields per hectare in a month of PR107 at different ages of tapping

割龄/a	回归方程	相关系数	样本数	割龄/a	回归方程	相关系数	样本数
1	$y=-0.00057+0.47727x$	1.00000**	8	23	$y=0.98347+0.16405x$	0.99943**	8
4	$y=-0.00514+0.30384x$	1.00000**	8	24	$y=3.07120+0.21608x$	0.99965**	8
9	$y=-0.00333+0.29406x$	1.00000**	8	25	$y=-0.00143+0.19856x$	1.00000**	8
10	$y=-4.93947+0.20695x$	0.99877**	8	29	$y=2.19413+0.12668x$	0.99965**	8
12	$y=-0.58686+0.27257x$	0.99996**	8	30	$y=0.89167+0.13328x$	0.99804**	8
17	$y=0.00086+0.37450x$	1.00000**	8	31	$y=-0.12275+0.11462x$	0.99995**	8
19	$y=3.27914+0.36977x$	0.99987**	8	32	$y=0.00350+0.12326x$	1.00000**	8
20	$y=3.12046+0.20766x$	0.99864**	8	33	$y=1.77702+0.18351x$	0.99985**	8
21	$y=2.00196+0.34980x$	0.99578**	8	34	$y=-0.00081+0.27166x$	1.00000**	8
22	$y=0.83583+0.25804x$	0.99954**	8	37	$y=0.00328+0.09400x$	1.00000**	8

说明: y 为月公顷产干胶量($\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2} \cdot \text{月}^{-1}$); x 为月株产干胶量($\text{g} \cdot \text{株}^{-1} \cdot \text{月}^{-1}$)。 $R_{0.05}(6)=0.707$, $R_{0.01}(6)=0.834$ 。

干胶量与月株产干胶量的回归分析, 得到 $y=96.35470+0.04313x$ ($R=0.27068^{**}$, $n=96$), 回归结果经 F 检验达到了极显著水平, 月公顷产干胶量与月株产干胶量具有极显著的线性相关(图4)。

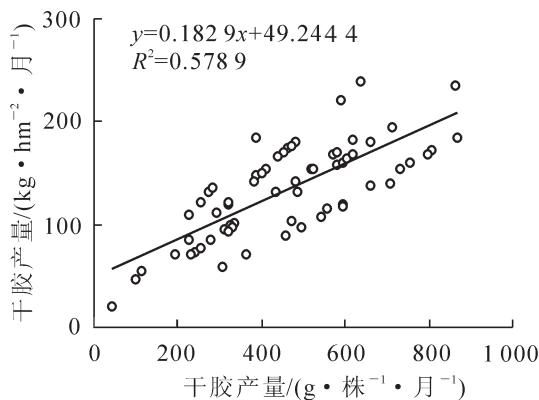


图3 中低割龄 PR107 月株产干胶量与月公顷产干胶量的相关性

Figure 3 Correlation between monthly dry rubber productions per tree and dry rubber yields per hectare in a month of PR107 at young and middle tapping ages

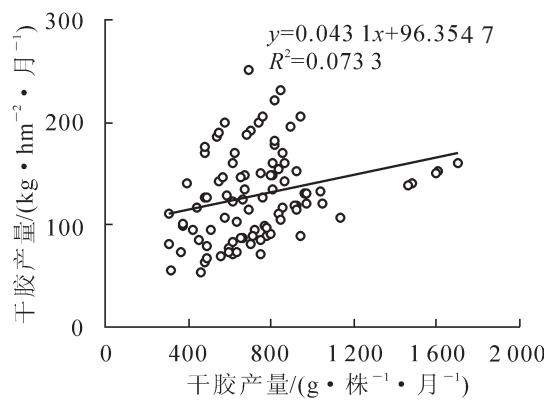


图4 高割龄 PR107 月株产干胶量与月公顷产干胶量的相关性

Figure 4 Correlation between monthly dry rubber productions per tree and dry rubber yields per hectare in a month of PR107 at high tapping ages

从月变化来看, 5月, 8种中低割龄 PR107 的月公顷产干胶量与月株产干胶量有极显著的线性相关(图5), 相关方程分别为 $y=27.04717+0.20011x$ ($R=0.86523^{**}$, $n=8$); 7月和12月, 8种中低割龄 PR107 的月公顷产干胶量与月株产干胶量有显著的线性相关(图5), 相关方程为 $y=35.88699+0.21180x$ ($R=0.82221^*$, $n=8$), $y=43.40822+0.15195x$ ($R=0.78184^*$, $n=8$); 6, 8, 9, 10, 11月8种中低割龄 PR107 和5-12月12种高割龄 PR107 的月公顷产干胶量与月株产干胶量相关性均不显著。

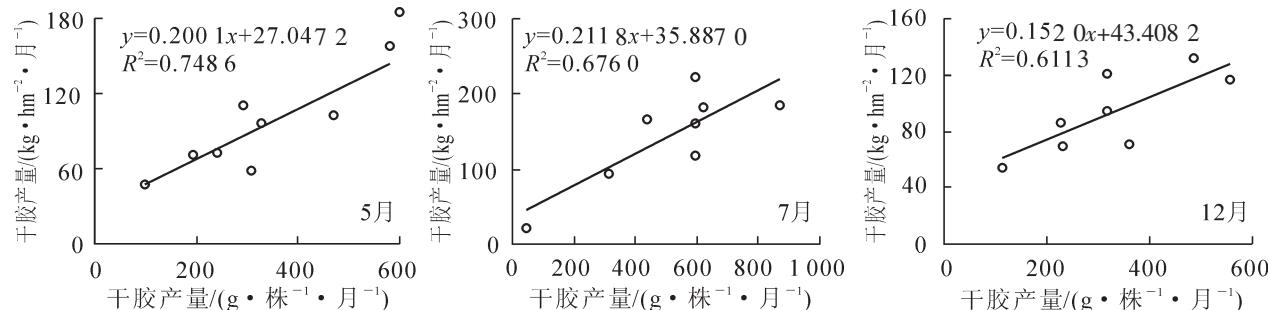


图5 5, 7和12月中低割龄 PR107 月株产干胶量与月公顷产干胶量的相关性

Figure 5 Correlation between monthly dry rubber productions per tree and dry rubber yields per hectare in a month of young and middle-aged PR107 in term of tapping year in May, July and December

3 小结与讨论

橡胶树的产胶能力是决定干胶月产量差异的主要因子, 但这并不是唯一的, 还受采割期的气候影响, 特别是降雨和气温。降雨天数直接影响月割胶刀数, 而气温则通过影响树身产排胶对产量发挥间接作用。巴西橡胶在海南地区1 a 采收8~9个月。由于采胶期不同, 其生长和产胶过程中温度、湿度、光照、风速、土壤肥力有很大差异。来自于同一试验地的同一割龄胶树, 在不同采割期干胶量的变化主要来源于气候、养分和物候差异。一般认为, 适宜的光照条件、凉爽天气、较高的湿度、微风以及第1蓬叶生长良好有利于胶乳的生成^[9-10]。PR107 成龄橡胶树在海南地区于2月下旬前后开始萌动, 3月展叶, 至次年1月下旬开始落叶, 但不同割龄的物候变化有差异, 其产胶量年周期变化便存在差异, 因此, 株产干胶量和单位面积产干胶量的月变化呈现多种表现形式, PR107 胶树株产干胶量和单位面积产干胶量的月变化表现为双峰型, 仅1 a 和12 a 呈现波动性变化。双峰型的第1个峰值出现于6或7月, 第2

个峰值出现于 11 月, 其变化的趋势与作者对大丰 95 的研究结果^[11]相同。这说明不同发育阶段的橡胶树株产干胶量和单位面积产干胶量变化趋势有一定的规律性, 不因品种而异, 也说明在不同生长月份采取的管理措施应有所区别。而且造成 2 个峰值间月干胶产量下降的可能原因有倒数第 1 蓬新叶的生长、高温和干热风, 但低温是第 2 个峰值后的月干胶产量下降的最可能原因。虽然大多数割龄胶产量月变化特征类似, 但峰值和最高峰值出现时间不尽相同, 这反映了不同割龄 PR107 对各个月份气象因子适应性有所不同, 这应与试材的树龄、叶片物候、叶量、割线所处位置以及所处地域当年气候有关^[2-3, 9-10]。为达到高产护树的目的, 在 4 或 5 和 9 月应加强肥水供应以提高树体养分的蓄积, 有利于产胶高峰期树体的生长和产胶。

所有中低割龄和高割龄的月公顷产干胶量与月株产干胶量间均存在极显著的线性回归关系($P < 0.01$), 这表明不同中低和高割龄的树位单位面积有效割胶株数变异均较小, 即使所有林段均经历“达维”台风, 但中低和高割龄的平均存树率仍分别高达 74.20% 和 61.23%, 而且在割率也分别高达 74.76% 和 61.65%, 试验进一步证实 PR107 的抗风、抗死皮和高产特性。结合中低和高割龄的月公顷产干胶量与月株产干胶量的相关性检验结果看, 6, 8, 9, 10, 11 月, 8 种中低割龄 PR107 和 5-12 月 12 种高割龄 PR107 的月公顷产干胶量与月株产干胶量相关性均不显著, 死皮病发生和样本容量过小可能是导致相关性不显著的原因。

本试验所用的割龄均选自大丰农场生产林段, 气候、土壤等生境差别不大, 除采胶用刺激剂乙烯利含量有差别外, 其他栽培管理措施一致, 若无乙烯利的促进作用, 可以认为同一采胶期的割龄间单株产胶量的差异主要来源于割线高低和叶蓬生长前 3 个物候期天气的好坏的差异。本试验针对 20 种割龄选择 5 种乙烯利浓度不同的复方刺激剂, 尽管 1 a 与 4 a, 12 a 与 17~37 a 割龄段间的月株产干胶量差异并不显著, 但割龄段 9~10 a, 12 a, 17~37 a 的月株产干胶量极显著高于 1 a 和 4 a 的量, 且 17~37 a 和 12 a 的月株产干胶量分别极显著和显著高于 9~10 a 的量; 12 a 和 17~37 a 的月公顷产干胶量极显著高于 1 a, 4 a 和 9~10 a 的量, 12 a 的月公顷产干胶量显著高于 17~37 a 的量, 其余割龄段间的月公顷产干胶量差异无统计学意义。所以导致割龄间月株产干胶量、月公顷产干胶量差异的原因可能是不同浓度乙烯利与各割龄互作的结果。本研究首次报道了 PR107 不同割龄单株、单位面积产干胶量对月份变化的敏感性特征, 即不同割龄的干胶产量随月份变化明显, 具体机制有待进一步研究。

4 致谢

海南天然橡胶产业集团阳江分公司大丰管理区骆明华、谭振强、覃冬梅等提供品种基本信息及相关生产资料, 特此感谢!

5 参考文献

- [1] van BEILEN J B, POIRIER Y. Guayule and Russian dandelion as alternative sources of natural rubber [J]. *Crit Rev Biotechnol*, 2007, **27**(4): 217 – 231.
- [2] 吴春太, 李维国, 黄华孙. 近年来国内外橡胶树育种研究新进展[J]. 广西植物, 2012, **32**(6): 860 – 866.
WU Chuntai, LI Weiguo, HUANG Huasun. New advance on *Hevea* breeding of recent years at home and abroad [J]. *Guizhou Botany*, 2012, **32**(6): 860 – 866.
- [3] GONÇALVES P de S, BORTOLETTO N, CARDINAL Á B B, et al. Age-age correlation for early selection of rubber tree genotypes in São Paulo State, Brazil [J]. *Genet Mol Biol*, 2005, **28**(4): 758 – 764.
- [4] 林清火, 李世池, 罗微, 等. PR107 品种不同割龄与单株产量关系初步研究: 以国有阳江农场为例[J]. 热带作物学报, 2012, **33**(10): 1738 – 1742.
LIN Qinghuo, LI Shichi, LUO Wei, et al. Correlation studies between different tapping ages and individual rubber yield of clone PR107: a case study in Yangjiang State Farm [J]. *Chin J Trop Crop*, 2012, **33**(10): 1738 – 1742.
- [5] 何康, 黄宗道. 热带北缘橡胶树栽培[M]. 广州: 广东科技出版社, 1987: 391 – 394.
- [6] 吴云通, 梁茂寰, 胡东琼, 等. PR107 在海南岛西部地区的适应性[J]. 热带作物学报, 1982, **3**(2): 19 – 29.
WU Yuntong, LIANG Maohuan, HU Dongqiong, et al. Investigation on the adaptability of RP107 in west Hainan Island [J]. *Chin J Trop Crop*, 1982, **3**(2): 19 – 29.

- [7] 黄华孙. 中国橡胶树育种 50 年 [M]. 北京: 中国农业出版社, 2005: 174 – 192.
- [8] 广东省农垦总局, 海南省农垦总局. 橡胶树良种选育与推广 [M]. 广州: 广东科技出版社, 1994: 171 – 172.
- [9] RAJ S, DAS G, POTHEN J, et al. Relationship between latex yield of *Hevea brasiliensis* and antecedent environmental parameters [J]. *Int J Biometeorol*, 2005, **49**(3): 189 – 196.
- [10] CLERMONT-DAUPHIN C, SUVANNANG N, HAMMECKER C, et al. Unexpected absence of control of rubber tree growth by soil water shortage in dry subhumid climate [J]. *Agron Sustainable Develop*, 2013, **33**(3): 531 – 538.
- [11] 吴春太, 马征宇, 刘汉文, 等. 不同割龄橡胶树大丰 95 产胶量的月变化 [J]. 福建林学院学报, 2014, **34**(3): 269 – 273.
WU Chuntai, MA Zhengyu, LIU Hanwen, et al. Monthly variation of rubber yields in Dafeng 95 of *Hevea brasiliensis* at different tapping ages [J]. *J Fujian Coll For*, 2014, **34**(3): 269 – 273.

欢迎订阅 2016 年《中国农业科学》中、英文版

《中国农业科学》中、英文版是由农业部主管、中国农业科学院与中国农学会共同主办的综合性学术期刊。主要刊登农牧业基础科学和应用基础科学研究论文、综述、简报等。设有作物遗传育种·种质资源·分子遗传学; 耕作栽培·生理生化·农业信息技术; 植物保护; 土壤肥料·节水灌溉·农业生态环境; 园艺; 储藏·保鲜·加工; 畜牧·兽医·资源昆虫等栏目。读者对象为国内外农业科研院(所)、大专院校的科研、教学与管理人员。

《中国农业科学》中文版为半月刊, 影响因子、总被引频次连续多年居全国农业科技期刊最前列或前列。为北京大学图书馆 1992–2014 年连续 7 次遴选的核心期刊, 位居《中文核心期刊要目总览》“农业综合类核心期刊表”的首位。1999–2008 年和 2013–2014 年获“国家自然科学基金重点学术期刊专项基金”资助; 2015 年获中国科协精品科技期刊工程项目资助。1999 年获“首届国家期刊奖”, 2003 和 2005 年获“第二、三届国家期刊奖提名奖”; 2002–2014 年先后 12 次被中国科学技术信息研究所授予“百种中国杰出学术期刊”称号; 2009 年获中国期刊协会/中国出版科学研究院“新中国 60 年有影响力的期刊”称号; 2010 年和 2013 年荣获“第二、三届中国出版政府奖期刊提名奖”, 2013 年获新闻出版广电总局“百强科技期刊”称号; 2012 年、2013 年和 2014 年获清华大学图书馆等“中国最具国际影响力学术期刊”称号。

《中国农业科学》中文版大 16 开, 每月 1 日和 16 日出版, 国内外公开发行。208 页/期, 定价 49.50 元, 全年定价 1 188.00 元。国内统一连续出版物号 CN 11-1328/S, 国际标准连续出版物号 ISSN 0578-1752, 邮发代号 2-138, 国外代号 BM43。

《中国农业科学》英文版(*Agricultural Sciences in China, ASA*), 2002 年创刊, 月刊。2012 年更名为《农业科学学报》(*Journal of Integrative Agriculture, JIA*)。2006 年 1 月起与国际著名出版集团 Elsevier 合作, 全文数据在 ScienceDirect 平台面向世界发行。2009 年被 SCI 收录, 2014 年 JIA 影响因子为 0.833。JIA 大 16 开, 每月 20 日出版, 国内外公开发行。180 页/期, 国内订价 80.00 元, 全年 960.00 元。国内统一连续出版物号 CN 10-1039/S, 国际标准连续出版物号 ISSN 2095-3119, 邮发代号 2-851, 国外代号 1591M。

《中国农业科学》中、英文版均可通过全国各地邮局订阅, 也可向编辑部直接订购。邮编: 100081; 地址: 北京中关村南大街 12 号《中国农业科学》编辑部; 电话: 010-82109808, 82106281, 82105098; 传真: 010-82106247; 网址: www.ChinaAgriSci.com; E-mail: zgnykx@caas.cn。联系人: 林鉴非。