

## 茶树油处理割线对天然橡胶产量及胶乳生理的影响

朱德明<sup>1,2</sup>, 王 进<sup>1</sup>, 孔令学<sup>3</sup>, 佘风华<sup>3</sup>, 安 锋<sup>1,3</sup>, 林位夫<sup>1</sup>

(1. 中国热带农业科学院 橡胶研究所, 海南 儋州 571737; 2. 中国热带农业科学院 农产品加工研究所, 广东 湛江 524001; 3. 澳大利亚迪肯大学 技术与研究创新研究所, 维多利亚州 吉朗 3125)

**摘要:** 比较了不同体积分数茶树油处理橡胶树 *Hevea brasiliensis* 割线对橡胶产量和产排胶生理特性的影响, 并与体积分数为 0.5% 乙烯利处理作了比较。结果表明: 与对照比较, 用体积分数为 80% 和 100% 茶树油涂抹割线可增加胶乳产量并使橡胶树的产排胶生理特性发生较大变化, 其中镁离子和无机磷极显著增加 ( $P < 0.01$ ), 硫醇降低。体积分数为 100% 茶树油与体积分数为 0.5% 乙烯利处理的增产效果相当, 但前者的干胶和蔗糖极显著高于后者 ( $P < 0.01$ ), 而硫醇则显著低于后者。茶树油刺激增产的机制可能有别于乙烯利刺激增产理论。表 3 参 13

**关键词:** 经济林学; 茶树油; 橡胶树; 橡胶产量; 产排胶生理

中图分类号: S794.1 文献标志码: A 文章编号: 2095-0756(2012)04-0546-05

## Rubber latex yield and physiology of rubber tree with tea tree oil treatments

ZHU De-ming<sup>1,2</sup>, WANG Jin<sup>1</sup>, KONG Ling-xue<sup>3</sup>, SHE Feng-hua<sup>3</sup>, AN Feng<sup>1,3</sup>, LIN Wei-fu<sup>1</sup>

(1. Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Danzhou 571737, Hainan, China; 2. Agricultural Product Processing Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences, Zhanjiang 524001, Guangdong, China; 3. Institute of Technology and Research Innovation, Deakin University, Geelong 3125, Victoria, Australia)

**Abstract:** To examine the effects of tea tree oil on rubber latex yield and the resulting latex physiological parameters of rubber tree (*Hevea brasiliensis*), clean water and 20%, 40%, 60%, 80% and 100% of tea tree oil were applied on the tapping cut of rubber trees. The data were analyzed by Duncan test and its results showed that when compared to clean water (ck), 80% and 100% of tea tree oil stimulation significantly promoted rubber latex yield ( $P < 0.05$ ). In addition, the latex physiological parameters changed with the sucrose content ( $P < 0.01$ ), magnesium ion content ( $P < 0.01$ ) and inorganic phosphorus content ( $P < 0.01$ ) of latex significantly increasing and thiol content significantly decreasing ( $P < 0.01$ ). The effect of tea tree oil treatments on rubber yield was similar to the impact of 0.5% ethrel stimulation. However, compared to ethrel stimulation, 100% tea tree oil treatment significantly increased dry rubber and sucrose contents ( $P < 0.01$ ) and decreased thiol content ( $P < 0.01$ ). Thus, tea tree oil treatment involved different latex yield promotion mechanisms than that of ethrel stimulation. [Ch, 3 tab. 13 ref.]

**Key words:** cash forestry; tea tree oil; *Hevea brasiliensis*; rubber yield; latex physiological parameters

天然橡胶由于具有很强的弹性、良好的绝缘性、坚韧的耐磨性、气密性(隔气隔水)和耐曲折的通用性能, 在工业、农业、交通、军事、航天航空等领域有着广泛的应用, 因而逐渐成为各国重要的战略物资和工业用原料<sup>[1]</sup>。随着对天然橡胶需求的日益增长, 如何进一步提高橡胶树的产量已成为天然橡胶行

收稿日期: 2011-08-29; 修回日期: 2011-11-28

基金项目: 中国热带农业科学院橡胶研究所基本科研业务费项目[1630022012009, YWFZX09-18(N)]

作者简介: 朱德明, 从事农产品加工研究。E-mail: demingzhu@gmail.com。通信作者: 林位夫, 研究员, 博士生导师, 从事橡胶栽培等研究。E-mail: rubberl@163.com

业亟待解决的重大课题，在传统的技术与方法基础上亟待探索新的途径。茶树油是以蒸馏的方式从港木桃金娘科 Myrtaceae 白千层 *Melaleuca alternifolia* 叶中提取的纯天然植物精油<sup>[2]</sup>，原产澳大利亚，无色至淡黄色液体，其成分复杂，主要含有 4-萜品醇(terpinen-4-ol)和 1,8-桉油素(1,8-cineole)等<sup>[3]</sup>，无污染、无腐蚀性、渗透性强，具有特征香气。茶树油是目前人们所知的活性最强的天然抗菌剂，可高效、无毒、无刺激地杀死真菌和细菌<sup>[4]</sup>，对植物真菌菌丝生长的抑制作用显著，可以用来开发农用地杀菌剂<sup>[5]</sup>。乳化茶树油可在不同程度上对香蕉起到保鲜作用，且浓度越大效果越好<sup>[6]</sup>。茶树油可显著抑制芭蕉炭疽菌 *Colletotrichum musae* 菌丝生长，且分生孢子内部构造也发生了改变，茶树油体积分数为 0.05% 时对芭蕉炭疽菌抑制效果最好<sup>[7]</sup>。关于茶树油对橡胶树 *Hevea brasiliensis* 产胶量影响的报道尚未见文献报告，本研究利用茶树油有溶解天然橡胶、抗菌消炎及提高免疫力的作用机制<sup>[8]</sup>，尝试用它作为橡胶产量刺激剂，以利于疏通排胶通道，清洁割胶面及恢复创伤，达到提高胶乳产量的目的。主要观察了用茶树油割线处理橡胶树割线对橡胶树胶乳产量和产胶生理的影响，探讨提高橡胶树胶乳产量的新途径。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

在中国热带农业科学院试验农场二队一林段内选择品种纯正、林相整齐、生长均一、大小基本一致的橡胶树 200 株。该林段橡胶树品种均为热研 7-33-97，开割 2 a，采用 S/2d/3 割制且未涂用乙烯利。处理前于 2010 年 6 月 24 日至 7 月 27 日首先进行 10 次观测，根据观测结果选出产量、干胶质量分数等性状指标基本稳定且基本一致的橡胶树共 30 株树作为实验用树(5 株·处理<sup>-1</sup>)。

### 1.2 方法

1.2.1 试验处理及方法 A1(ck): S/2d/3(不涂乙烯利)。A2: S/2d/3，采用体积分数为 0.5% 乙烯利刺激割胶，3 刀涂药 1 次。A3: S/2d/3，割胶前 10~20 h，将喷壶调为射线状，沿割面喷涂体积分数为 100% 茶树油，处理 1 次·刀<sup>-1</sup>。A4: S/2d/3，割胶前 10~20 h，将喷壶调为射线状，沿割面喷涂 80%(茶树油与煤油的体积分数)茶树油，处理 1 次·刀<sup>-1</sup>。A5: S/2d/3，割胶前 10~20 h，将喷壶调为射线状，沿割面喷涂为 40%(茶树油与煤油的体积分数)茶树油，处理 1 次·刀<sup>-1</sup>。A6: S/2d/3，割胶前 10~20 h，将喷壶调为射线状，沿割面喷涂为 20%(茶树油与煤油的体积分数)茶树油，处理 1 次·刀<sup>-1</sup>。按试验要求进行处理，然后由同一胶工进行割胶；采集每株样树第 25 滴以后的胶乳共约 25 mL 作冰镇保存，带回实验室分析，最后得出胶乳产量、干胶质量分数和相对产量以及胶乳的 pH 值、硫醇、无机磷、蔗糖和镁离子质量分数等。其中：相对产量=干胶产量/割线长度，通过实测每次割胶后的胶乳总质量和干胶质量分数(烘干法)及割线长度获得。胶乳蔗糖质量分数的测定采用简化的蒽酮法<sup>[9]</sup>，无机磷质量分数的测定使用钼锑抗比色法<sup>[9]</sup>，胶乳 pH 值用 pH 计测定，硫醇(R-SH)的测定参照 Jacob 等的 2-硝基苯甲酸(DTNB)法，胶乳中的镁离子质量分数利用原子吸收分光光度法测定。

1.2.2 试验时间 试验于 2010 年 7 月 30 日至 11 月 10 日进行。其中：处理 A5 和处理 A6 因稀释剂原因割面出现溃烂，因而于 9 月 3 日停止割胶和观测，且相关处理试验数据不列入下面统计。

1.2.3 数据处理 数据统计分析使用 SAS 9.0 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 产量与干胶质量分数

干胶产量是胶乳产量与干胶质量分数的乘积，它表示胶树排出胶乳的干胶量，干胶产量比产量更能代表橡胶的经济价值。橡胶的相对产量是干胶产量与割线长的比值，即 1 cm 割线的干胶产量，它可以排除树干直径及割线长度的差异对试验结果的影响。从表 1 可以看出：体积分数为 80% 和 100% 茶树油割线处理增加了干胶产量，其中体积分数为 100% 茶树油割线处理的干胶产量显著高于对照和体积分数为 80% 茶树油，与体积分数为 0.5% 乙烯利处理的增产效果持平，无显著性差异；体积分数为 100% 茶树油割线处理的相对产量较高，体积分数为 80% 茶树油割线处理的相对产量较低，且两者之间差异达到极显著水平( $P < 0.01$ )，但与对照和体积分数为 0.5% 乙烯利处理相比未达到显著水平；体积分数为 80%~100% 茶树油割线处理的干胶质量分数有一定下降，与对照相比没有显著差异，而且茶树油处理和对照的干胶

质量分数均极显著地高于体积分数为 0.5% 乙烯利处理的干胶质量分数 ( $P < 0.01$ )。

表 1 不同处理对干胶产量、相对产量和干胶质量分数的影响

Table 1 Effect of different treatments on dry rubber yield, relative rubber yield and dry rubber content

处理	干胶产量/(g·t <sup>-1</sup> )	相对产量/(g·cm <sup>-1</sup> )	干胶质量分数/(g·kg <sup>-1</sup> )
A1(ck)	50.51 ± 14.70 bA	1.640 9 ± 0.488 5 abAB	364.1 ± 32.0 aA
A2	57.78 ± 25.23 aA	1.739 1 ± 0.685 8 aAB	327.9 ± 65.2 bB
A3	58.43 ± 16.43 aA	1.829 3 ± 0.540 0 aA	357.0 ± 42.1 aA
A4	50.64 ± 10.98 bA	1.519 1 ± 0.340 5 bB	362.2 ± 22.1 aA

说明：不同大小写字母分别表示  $P < 0.01$  和  $P < 0.05$  显著性水平。

## 2.2 蔗糖、硫醇与 pH 值

表 2 表明：体积分数为 80%~100% 茶树油割线处理可以提高胶乳中的蔗糖质量分数，其中体积分数为 100% 茶树油割线处理的胶乳中蔗糖质量分数最高，极显著高于对照 ( $P < 0.01$ )。体积分数为 0.5% 乙烯利处理和体积分数为 80% 茶树油割线处理的胶乳蔗糖均高于对照，但差异未达显著水平；茶树油割线处理橡胶树的胶乳中硫醇极显著低于体积分数为 0.5% 乙烯利处理和对照 ( $P < 0.01$ )，体积分数为 0.5% 乙烯利处理橡胶树的硫醇极显著高于对照 ( $P < 0.01$ )；不同体积分数茶树油和体积分数为 0.5% 乙烯利处理对胶乳的 pH 值无明显作用，它们与对照均不存在显著性差异。

表 2 不同处理对胶乳蔗糖质量分数、硫醇和 pH 值的影响

Table 2 Effect of different treatments on the sucrose content, the thiol content and pH of latex

处理	蔗糖/(mg·kg <sup>-1</sup> )	硫醇/(mmol·L <sup>-1</sup> )	pH 值
A1(ck)	1 247.363 6 ± 691.883 0 bB	0.438 4 ± 0.310 3 bB	7.00 ± 0.23 aA
A2	1 381.648 1 ± 649.326 0 bAB	0.496 1 ± 0.374 5 aA	6.96 ± 0.20 aA
A3	1 650.519 3 ± 764.667 7 aA	0.321 5 ± 0.311 0 cC	6.95 ± 0.23 aA
A4	1 361.913 4 ± 669.214 8 aA	0.326 5 ± 0.303 7 cC	6.98 ± 0.24 aA

说明：不同大小写字母分别表示  $P < 0.01$  和  $P < 0.05$  显著性水平。

## 2.3 无机磷、镁离子与镁磷比

镁磷比值即胶乳中镁离子与无机磷质量分数的比值。从表 3 可知：体积分数为 80%~100% 茶树油割线处理均可提高胶乳中无机磷质量分数，且极显著高于对照 ( $P < 0.01$ )，但与体积分数为 0.5% 乙烯利处理无显著差异；体积分数为 80%~100% 茶树油割线处理橡胶树的胶乳中镁离子质量分数都明显高于对照，其中体积分数为 100% 茶树油割线处理和体积分数为 80% 茶树油割线处理分别极显著 ( $P < 0.01$ ) 或显著高于对照 ( $P < 0.05$ )，但与体积分数为 0.5% 乙烯利处理的胶乳镁离子质量分数差异不显著；体积分数为 80%~100% 茶树油割线处理都可以降低胶乳中的镁磷比值，其中体积分数为 80% 茶树油割线处理的胶乳中镁磷比值显著低于对照 ( $P < 0.05$ )，体积分数为 0.5% 乙烯利处理的胶乳的镁磷比值极显著低于对照 ( $P < 0.01$ )。

表 3 不同处理对胶乳无机磷、镁离子质量分数和镁磷比值的影响

Table 3 Effect of different treatments on the inorganic phosphorus content, the magnesium ion content and the ratio of latex magnesium and phosphorus content

处理	无机磷/(mg·kg <sup>-1</sup> )	镁/(mg·kg <sup>-1</sup> )	镁/磷
A1(ck)	757.127 6 ± 278.250 1 cB	404.170 4 ± 126.455 9 bB	0.600 1 ± 0.262 3 aA
A2	1 090.677 4 ± 318.803 2 aA	482.310 2 ± 140.604 8 aA	0.489 6 ± 0.234 7 bB
A3	1 015.606 4 ± 340.636 5 abA	483.352 2 ± 109.648 6 aA	0.549 4 ± 0.272 1 abAB
A4	987.701 3 ± 268.909 7 bA	457.650 8 ± 129.551 8 aAB	0.508 1 ± 0.230 0 bAB

说明：不同大小写字母分别表示  $P < 0.01$  和  $P < 0.05$  显著性水平。

### 3 结论与讨论

#### 3.1 茶树油割线处理可增加橡胶树干胶产量

茶树油割线处理可增加干胶产量，但只有体积分数为 100% 茶树油割线处理的干胶产量显著高于对照，且与体积分数为 0.5% 乙烯利处理的增产效果持平。

#### 3.2 茶树油割线处理可引起橡胶树产排生理参数变化

茶树油割线处理没有引起干胶质量分数发生显著变化，但可以极显著提高蔗糖质量分数(体积分数为 100% 茶树油)，显著增加胶乳无机磷质量分数，显著或极显著提高镁离子质量分数，显著降低镁磷比值(体积分数为 80% 茶树油)，极显著降低硫醇浓度，对胶乳中 pH 值没有影响。目前未见有相关报道。

#### 3.3 茶树油割线处理的增产机制可能不同于乙烯利刺激

据研究：乙烯利刺激增产主要通过增强某些酶活性，加强糖和水分等物质的运输，稀释胶乳促进排胶，提高胶乳中黄色体的稳定性，降低树皮汁液的絮凝活性和扩大排胶影响面。本试验也观测到乙烯利处理极显著降低干胶质量分数，显著增加胶乳中硫醇、镁离子和无机磷质量分数，降低镁磷比值等现象。而体积分数为 100% 茶树油割线处理不但没有降低干胶质量分数，还可以极显著提高蔗糖质量分数，并能显著增加胶乳无机磷质量分数，显著或极显著提高镁离子质量分数，显著降低镁磷比值(体积分数为 80% 茶树油)，其相对产量也明显提高。这表明，体积分数为 100% 茶树油割线处理并不是通过降低干胶质量分数、增大排胶量和延长排胶时间来增加胶乳产量的，它促进橡胶树干胶产量的增加可能是通过促使橡胶树向胶乳合成的方向发展实现的。确切机制，尚需进一步的深入研究。

干胶质量分数反映了胶乳原位生物合成能力的大小，并能表示 2 割次之间乳管细胞物质补充和胶乳再生水平，它不仅是反映产胶潜力的直接指标，而且是 2 割次之间乳管细胞物质补充率和胶乳再生率的重要参数<sup>[9]</sup>。胶乳的干胶质量分数和产胶量密切相关<sup>[10]</sup>，干胶质量分数越高则 2 次割胶时间之间橡胶的合成和再生速率越高。同时，胶乳的可溶性镁磷比值与产量之间呈极显著负相关；蔗糖又是橡胶生物合成的原料<sup>[11]</sup>，橡胶树胶乳蔗糖质量分数反映出该部位糖的供求关系，充足的蔗糖供应是获得高产的最主要因子<sup>[12]</sup>。当蔗糖是产胶量的限制因子时，提高胶乳中的蔗糖水平，将有利于增加产胶量。体积分数为 100% 茶树油割线处理有可能增加了剖面蔗糖供给，提高了一些酶的活性，进而提高了橡胶转化合成能力，同时又降低了镁磷比值，从而有利于橡胶树产排胶，因此，在体积分数为 100% 茶树油割线处理后橡胶树干胶质量分数能维持在较高的水平。

巴西橡胶树胶乳的硫醇主要由半胱氨酸、甲硫氨酸和谷胱甘肽组成，硫醇与抗坏血酸一起组成胶乳中主要的还原因子。硫醇是乳管代谢中主要酶的活化剂，也是黄色体膜的抗氧化剂和保护剂。硫醇质量分数的变化指示着胶乳再生能力的变化。硫醇过低可能会造成非酶促保护系统能力的减弱，从而导致死皮的发生，成为产量低的一种重要限制因素。本试验中观测到用茶树油作割线处理后，胶乳中的硫醇极显著降低，这是否不利于橡胶树产排胶安全，引发橡胶树死皮，仍有待进一步观测。另外，在本实验中因稀释剂选择不大合理或其他原因导致 A5 和 A6 处理割面很快发生溃烂，因此，有必要选择新的稀释剂或仅以稀释剂为对照对茶树油的喷涂效果进行进一步研究。

#### 参考文献：

- [1] 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: 1 - 2.
  - [2] HAMMER K A, CARSON C F, RILEY T V. In vitro activity of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil against dermatophytes and other filamentous fungi [J]. *J Antimicrob Chemother*, 2002, **50** (2): 195 - 199.
  - [3] COX S D, MANN C M, MARKHAM J L. Interactions between components of the essential oil of *Melaleuca alternifolia* [J]. *J Appl Microbiol*, 2001, **91** (3): 492 - 497.
  - [4] WESELER A, GEISS H K, SALLER R, et al. Antifungal effect of Australian tea tree oil on *Malassezia pachydermatis* isolated from canines suffering from cutaneous skin disease [J]. *Schweiz Arch Tierheilkd*, 2002, **144** (5): 215 - 221.
  - [5] 陶风云, 赵伟, 林强. 茶树油对植物病原真菌的抑制作用[J]. 安徽农业科学, 2008, **36** (34): 15055 - 15056.
- TAO Fengyun, ZHAO Wei, LIN Qiang. Inhibition effects of tea tree oil on the growth of phytopathogenic fungi [J]. *J Anhui*

- Agric Sci*, 2008, **36** (34): 15055 – 15056.
- [6] 钟业俊, 刘伟, 刘成梅, 等. 自然条件下乳化茶树油在香蕉保鲜中的应用[J]. 农业工程学报, 2009, **25** (6): 280 – 284.  
ZHONG Yejun, LIU Wei, LIU Chengmei, *et al.* Application of emulsified tea-tree oil on fresh-keeping of banana under natural condition [J]. *Trans CSAE*, 2009, **25** (6): 280 – 284.
- [7] 朱德明, 丁丽, 匡钰, 等. 茶树油对芭蕉炭疽菌菌丝生长和孢子萌发的抑制活性[J]. 食品研究与开发, 2008, **29** (6): 134 – 136.  
ZHU Deming, DING Li, KUANG Yu, *et al.* Study on the effect of tea tree oil on *Collectotrichum musae* [J]. *Food Res Dev*, 2008, **29** (6): 134 – 136.
- [8] 杜光, 郑恒, 宗凯. 茶树油化学成分及抗菌作用研究[J]. 中国医院药学杂志, 2004, **24** (8): 462 – 463.  
DU Guang, ZHENG Heng, ZONG Kai. Study on chemical constituents and antibacterial activity of the essential oil from tea tree [J]. *Chin Hosp Pharm J*, 2004, **24** (8): 462 – 463.
- [9] 肖再云. 橡胶树胶乳生理微诊断测定方法[J]. 热带农业科学, 2005, **25** (6): 29 – 31.  
XIAO Zaiyun. Physiological microdiagnostic measuring method from latex of *Hevea brasiliensis* [J]. *Chin J Trop Agric*, 2005, **25** (6): 29 – 31.
- [10] 刘子凡, 王军, 林位夫. 超高产橡胶芽接树产排胶生理研究[J]. 北京林业大学学报, 2010, **32** (4): 106 – 109.  
LIU Zifan, WANG Jun, LIN Weifu. Physiological characteristics of latex regeneration and latex flow of super-high-yield rubber budding tree [J]. *J Beijing For Univ*, 2010, **32** (4): 106 – 109.
- [11] 邹智, 杨礼富, 王真辉, 等. 橡胶树中橡胶的生物合成与调控[J]. 植物生理学通讯, 2009, **45** (12): 1231 – 1237.  
ZOU Zhi, YANG Lifu, WANG Zhenhui, *et al.* Biosynthesis and regulation of natural rubber in *Hevea* [J]. *Plant Physiol Commun*, 2009, **45** (12): 1231 – 1237.
- [12] LYNEN F. Biochemical problems of rubber synthesis [J]. *J Rubb Res Inst Malaya*, 1969, **21** (4): 389 – 406.
- [13] 高新生, 李维国, 黄华孙, 等. 热研 8-79-旺产期开割树生理特性研究初报[J]. 中国农学通报, 2009, **25** (3): 275 – 278.  
GAO Xinsheng, LI Weiguo, HUANG Huasun, *et al.* Primary study on physiological characteristics of tapped reyan 8-79 at high exploitation stage [J]. *Chin Agric Sci Bull*, 2009, **25** (3): 275 – 278.