

## 橡胶树日间割胶试验初报

李 杨<sup>1</sup>, 潘 媛<sup>1</sup>, 罗 平<sup>1</sup>, 李富存<sup>1</sup>, 黄明超<sup>1</sup>, 袁克艳<sup>1</sup>, 杨江波<sup>2</sup>, 袁志能<sup>2</sup>,  
谢黎黎<sup>1\*</sup>

1. 广东农垦热带作物科学研究所, 广东化州 525100; 2. 广东农垦热带农业研究院有限公司, 广东广州 510000

**摘 要:** 为探究日间割胶对不同品种橡胶树产量、胶乳品质和生胶性能的影响, 以广东茂名垦区团结农场 6 个橡胶树生产性栽培品种为试验材料, 设定 3 个日间割胶时间处理, 以传统的凌晨 4:00 割胶为对照, 分析株次干胶产量、胶乳生理参数和生胶性能指标随割胶时间的变化趋势。结果表明: 经双因素方差分析, 产胶量受割胶时间和橡胶品种交互作用影响差异达显著水平, 各生理参数对品种响应存在显著差异, 对割胶时间响应不存在显著差异。干胶产量随日间割胶时间推移呈下降趋势, 生理参数及生胶性能指标在各品种间变化趋势不尽相同。本研究设置的 3 个时间处理, 最适合日间割胶的时间为早晨 6:00; 6 个参试品种中, 以胶乳体积、干胶产量和生理参数为评价指标, 最适宜日间割胶的品种为热垦 524 和热垦 525; 以生胶常规指标及生胶性能为评价指标, 最适宜日间割胶的品种为热研 7-33-97 和热垦 501。综合考虑以提高劳动效率, 增加胶工收入为目的, 因此, 本研究认为广东茂名垦区产胶高峰期可选用热垦 524 和热垦 525 于早晨 6:00 进行日间割胶生产。

**关键词:** 日间割胶; 干胶产量; 生理参数; 品种选择

中图分类号: S794.1 文献标识码: A

## Preliminary Report on Daytime Rubber Tapping Test of Rubber Trees

LI Yang<sup>1</sup>, PAN Yuan<sup>1</sup>, LUO Ping<sup>1</sup>, LI Fucun<sup>1</sup>, HUANG Mingchao<sup>1</sup>, YUAN Keyan<sup>1</sup>, YANG Jiangbo<sup>2</sup>,  
YUAN Zhineng<sup>2</sup>, XIE Lili<sup>1\*</sup>

1. Guangdong Agricultural Reclamation Institute of Tropical Crops Science, Huazhou, Guangdong 525100, China; 2. Guangdong Agricultural Reclamation Academy of Tropical Agriculture Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510000, China

**Abstract:** Three tapping time during the daytime of six rubber cultivars was set to explore the rubber yield, latex quality and raw rubber properties of different rubber varieties. The two-way analysis of variance showed that rubber production was significantly affected by the interaction between tapping time and rubber variety, and the response of each physiological parameter to the variety was significantly different, but there was no significant difference to the tapping time. The most suitable time for daytime rubber tapping is 6:00 am in the three daytime rubber tapping time treatment. Reken 524 and Reken 525 were the most suitable daytime rubber tapping variety judged by latex volume, dry rubber yield and physiological parameters. 7-33-97 and Reken 501 were the most suitable daytime rubber tapping variety judged by common raw latex properties. Considering the purpose of improving labor efficiency and increasing the income of rubber workers, Reken 524 and Reken 525 could be used for daytime rubber tapping at 6:00 am during the peak rubber production period in Maoming Reclamation Area, Guangdong, China.

**Keywords:** tapping during daytime; dry rubber yield; physiological parameters; variety selection

**DOI:** 10.3969/j.issn.1000-2561.2023.05.009

收稿日期 2022-07-12; 修回日期 2022-08-17

基金项目 广东省重点研发计划项目 (No. 2020B020217002); 现代农业产业技术体系——国家天然橡胶产业技术体系项目 (No. CARS-33-GD1)。

作者简介 李 杨 (1997—), 男, 硕士, 助理农艺师, 研究方向: 橡胶栽培及割胶。\*通信作者 (Corresponding author): 谢黎黎 (XIE Lili), E-mail: dqllx@163.com。

天然橡胶是我国不可或缺的战略物资和工业原料,被广泛应用于交通运输、医疗卫生和航空航天等领域,对稳固国计民生和保障国防安全起着举足轻重的作用<sup>[1-2]</sup>。割胶是目前获取天然橡胶的唯一方式,是橡胶生产的关键技术和中心环节,其劳动投入占整个天然橡胶生产成本的70%以上<sup>[3]</sup>。一般认为,橡胶树在低温高湿的环境中排胶最为顺畅,易于获得较高产胶量,日最低气温出现在凌晨,故传统生产模式通常需要凌晨3:00—4:00割胶<sup>[4]</sup>。但这种模式普遍存在作业环境昏暗、危险系数高和劳动舒适度差等问题,而且比较影响胶工正常生活作息,使得年轻人从事割胶意愿低<sup>[5]</sup>。尤其在当前天然橡胶价格低迷、行业不景气的形势下,割胶收入与劳动付出不成比例,传统凌晨割胶模式止步不前,导致大量胶工外流,严重阻碍天然橡胶产业良性发展<sup>[6]</sup>。因此,积极探索高效新型采胶模式对提高劳动效率、打破割胶作业的局限性和缓解胶工短缺问题具有重要现实意义。

日间割胶(tapping during the day)即白天割胶,是日出至天黑这段时间内进行割胶作业的技术统称。相比传统的凌晨割胶模式,日间割胶使胶工生产环境更安全,不需要昼夜颠倒从而提高劳动舒适度,更有助于提高采胶劳动效率。已有研究表明<sup>[7-8]</sup>,气刺短线和单孔采胶技术由于采用乙烯气体刺激延长橡胶树的排胶时间,不仅可充分增加人均割胶株数和挖掘产胶潜力,而且可实现白昼割胶,是日间割胶的典型代表技术。二者在不影响胶工正常作息、提高割胶速度的同时,又能保证胶乳干含稳定,是节约劳动成本的省工高效采胶方法<sup>[9-10]</sup>。然而,目前现有的日间割胶研究大多是对老龄树开展适用性评价、应用成效等方面<sup>[11-13]</sup>,且割胶时间主要集中在下午或傍晚,很少涉及白天其他时段采用常规割胶手段对生产性栽培品种的影响,尤其是有产胶量和胶乳生理参数随日间开割时间点变化及适宜于日间割胶橡胶树品种选择的研究报道较少。

针对上述情况,本研究选择茂名垦区6个综合表现优良的橡胶树生产栽培品种为试验对象,结合实际分别设置6:00、8:00和16:00三个日间开割时间处理,以常规凌晨4:00割胶为对照开展日间割胶技术试验。通过监测连续3刀株次干胶产量、生理参数和生胶性能指标的变化,探究日间割胶对不同橡胶树品种干胶产量和品质

的影响,初步筛选适合茂名垦区日间割胶的时间节点和橡胶树品种,旨在为填补橡胶树日间割胶技术体系空白提供可靠理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

试验点位于广东省茂名市高州市团结农场荷木坡队(110°63'E, 21°66'N),平均海拔高度50 m。属于亚热带季风性湿润气候,年均气温23℃,年均降水量在1400~1700 mm之间,每年5—9月为雨季,夏热冬暖,雨热同季。每年5—11月为广东的割胶时期。

选取茂名垦区6个生产性橡胶树栽培品种为试验材料。其中热垦515、热垦501、热垦525、热垦524和GT1定植于2002年6月,割龄为14年,热研7-33-97定植于2006年6月,割龄6年。各参试品种所在树位总株数为350~500株,从中选择40株生长健康、无死皮的橡胶树按顺序编号钉牌,试验开始前连续2个月按五天一刀正常割胶。

### 1.2 方法

1.2.1 试验设计 采用完全随机区组试验设计,共设4个割胶时间处理:(1)常规凌晨4:00割胶(CK);(2)6:00割胶;(3)8:00割胶;(4)16:00割胶。每个处理割10株,均采用S/2 d5割制阳刀非刺激割胶,设3次重复。试验开始于2021年6月,因试验区阴雨连绵,各参试品种于2021年10—11月趋于正常割胶的情况下完成连续3刀测定。整个试验在胶工割胶技术、树位条件、胶园管理水平等条件基本一致的情况下进行。

1.2.2 样品采集与测定 每个参试品种割胶后,用量筒测定开割至停排这段时间内流出的胶乳体积,记为单株胶乳体积。将同一处理10株树收集到的胶乳混合作为1个样品,现场称量总产量后,取5 mL新鲜胶乳置于已称取质量的离心管中,冰浴后带回实验室用于胶乳生理参数和总固含量测定。同时取500 mL样品加入保鲜剂后带回实验室,测定胶乳中的干胶含量。

按照每割次的干胶含量与胶乳产量计算刀次干胶产量,各品种均以平均值计算。采用烘干法测定总固形物含量和干胶含量<sup>[14]</sup>,非胶含量即为总固含量与干胶含量之差。塑性初值( $P_0$ )按GB/T 3510—2006测定;塑性保持率(PRI)按GB/T 3517—2002测定;门尼粘度按GB/T 1232—92测定。氮、灰分、杂质和挥发分含量分别按照GB/T

8088—2008、GB/T 4498—1997、GB/T 8086—2008 和 GB/T 6737—1997 测定。

### 1.3 数据处理

采用 Excel 2010 软件对所获数据进行录入和整理,使用 DPS v3.01 软件对数据进行统计分析,组间两两比较采用 LSD 法,用 Graphpad prism 8 软件作图,用 Word 2010 软件制表。

## 2 结果与分析

### 2.1 胶乳体积

胶乳体积是评价产胶潜力最直观且重要的指标之一。从图 1 可看出,不同割胶时间下不同品种获得的胶乳体积存在明显差异 ( $P<0.05$ )。在常规凌晨割胶 (CK) 时,参试品种胶乳体积排序为:GT1>热垦 525>热垦 515>热垦 524>热研 7-33-97>热垦 501。随着日间割胶时间推移,热垦 524、热垦 525、热垦 515 和 GT1 胶乳体积均逐渐下降,除热垦 525 外,其余三者 16:00 胶乳体积均显著低于 CK ( $P<0.05$ )。而热垦 501 和热研 7-33-97 日间割胶胶乳体积与 CK 相近。比较各品种在 6:00 及 8:00 的胶乳体积,从大到小依次为:热垦 524>热垦 525>GT1>热垦 515>热垦 501>热研 7-33-97。双因素方差分析结果 (表 1) 显示,品种和割胶

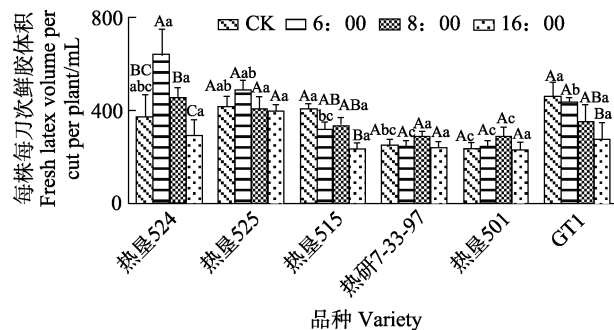


图 1 不同品种在不同时间割胶对胶乳体积的影响  
Fig. 1 Effects of different varieties at different times on latex volume

不同大写字母表示同一处理组内差异显著 ( $P<0.05$ ), 不同小写字母表示不同处理组间差异显著 ( $P<0.05$ )。Different capital letters indicate that within-group ANOVA reached a significant difference at the 0.05 level, different lowercase letters indicate that the between-group ANOVA reached a significant difference at the 0.05 level.

表 1 品种和割胶时间对胶乳体积影响的方差分析结果  
Tab. 1 Analysis of variance results of effect of variety and tapping time on latex volume

| 变异来源                | 自由度 | F 值     | P 值     |
|---------------------|-----|---------|---------|
| Source of variation | df  | F value | P value |
| 品种                  | 5   | 15.32   | <0.05   |
| 割胶时间                | 3   | 8.76    | <0.05   |
| 品种×割胶时间             | 15  | 3.90    | <0.05   |

时间均对胶乳体积影响达到显著水平 ( $P<0.05$ ), 同时割胶时间与品种之间的交互作用对胶乳体积也具有显著影响 ( $P<0.05$ )。

### 2.2 干胶产量

干胶产量是衡量橡胶树产胶能力最重要的性状指标,能直接反映橡胶树品种优劣,同时也是影响胶工收入的决定性因素。不同橡胶树品种在不同时间割胶干胶产量存在显著差异 ( $P<0.05$ ) (图 2)。比较 6 个参试品种常规凌晨割胶 (CK) 干胶产量表现,排序与胶乳体积基本一致。随着日间割胶时间推移,不同橡胶树干胶产量变化不尽相同。6 个参试品种除热垦 7-33-97 和热垦 501 外,其余均在 6:00 干胶产量最高,16:00 产量最低。但在 6:00 割胶仅热垦 524 显著高于 CK ( $P<0.05$ ),热垦 525、热垦 515、热垦 501 和 GT1 与 CK 差异不显著 ( $P>0.05$ )。这表明从干胶角度出发,多数参试品种均适宜在早晨 6:00 割胶。比较各品种 6:00 割胶干胶产量,从大到小依次为热垦 524>热垦 525>GT1>热垦 515>热垦 501>热研 7-33-97,其中热垦 524 显著高于其他品种 ( $P<0.05$ )。

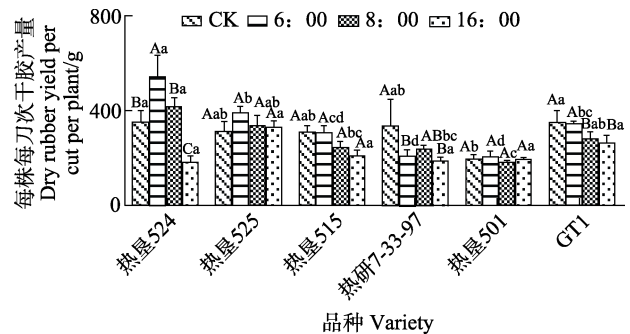


图 2 不同品种在不同时间割胶对干胶产量的影响  
Fig. 2 Effects of different varieties of rubber tapping at different times on the yield of dry rubber

不同大写字母表示同一处理组内差异显著 ( $P<0.05$ ), 不同小写字母表示不同处理组间差异显著 ( $P<0.05$ )。Different capital letters indicate that within-group ANOVA reached a significant difference ( $P<0.05$ ), different lowercase letters indicate that the between-group ANOVA reached a significant difference ( $P<0.05$ ).

双因素方差分析结果 (表 2) 显示,品种和割胶时间对干胶产量影响显著 ( $P<0.05$ ),且 2 个影响因子存在显著的交互作用 ( $P<0.05$ )。表明日间割胶干胶产量不仅受品种和割胶时间影响,同时还受品种和割胶时间交互作用影响。

2.3 生理参数指标

胶乳生理参数指标与品种、割胶时间的无重复双因素方差分析结果见表 3。橡胶品种对总固

复双因素方差分析结果见表 3。橡胶品种对总固

表 2 品种和割胶时间对干胶产量影响的方差分析结果  
Tab. 2 Results of ANOVA on effects of variety and tapping time on dry rubber yield

| 变异来源<br>Source of variation | 自由度<br>df | F 值<br>F value | P 值<br>P value |
|-----------------------------|-----------|----------------|----------------|
| 品种                          | 5         | 16.48          | <0.05          |
| 割胶时间                        | 3         | 8.73           | <0.05          |
| 品种×割胶时间                     | 15        | 2.70           | <0.05          |

表 3 生理参数指标检测结果及差异性分析  
Tab. 3 Physiological parameter index test results and difference analysis

| 品种<br>Variety | 割胶时间<br>Tapping time | 总固含量<br>Total solids content/% | 干胶含量<br>Dry glue content/% | 非胶含量<br>Non-rubber content/% |
|---------------|----------------------|--------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 热垦 524        | CK                   | 51.49                          | 49.84                      | 1.65                         |
|               | 6: 00                | 48.69                          | 46.81                      | 1.88                         |
|               | 8: 00                | 51.93                          | 50.22                      | 1.71                         |
|               | 16: 00               | 48.64                          | 46.90                      | 1.74                         |
| 热垦 525        | CK                   | 40.56                          | 38.42                      | 2.14                         |
|               | 6: 00                | 47.01                          | 44.90                      | 2.11                         |
|               | 8: 00                | 44.85                          | 42.64                      | 2.21                         |
|               | 16: 00               | 47.53                          | 45.32                      | 2.21                         |
| 热垦 515        | CK                   | 49.61                          | 47.28                      | 2.33                         |
|               | 6: 00                | 46.12                          | 43.80                      | 2.32                         |
|               | 8: 00                | 45.68                          | 43.37                      | 2.31                         |
|               | 16: 00               | 41.07                          | 38.57                      | 2.50                         |
| 热研 7-33-97    | CK                   | 45.13                          | 42.75                      | 2.38                         |
|               | 6: 00                | 43.49                          | 41.17                      | 2.32                         |
|               | 8: 00                | 39.42                          | 37.00                      | 2.42                         |
|               | 16: 00               | 43.10                          | 41.08                      | 2.02                         |
| 热垦 501        | CK                   | 33.63                          | 31.49                      | 2.14                         |
|               | 6: 00                | 44.98                          | 42.74                      | 2.24                         |
|               | 8: 00                | 44.42                          | 42.06                      | 2.36                         |
|               | 16: 00               | 33.36                          | 30.97                      | 2.39                         |
| GT1           | CK                   | 45.70                          | 43.69                      | 2.01                         |
|               | 6: 00                | 47.48                          | 44.96                      | 2.52                         |
|               | 8: 00                | 41.31                          | 39.28                      | 2.03                         |
|               | 16: 00               | 42.09                          | 39.99                      | 2.10                         |
| 显著性 P 值       |                      |                                |                            |                              |
| 品种            |                      | 0.036*                         | 0.033*                     | 0.013*                       |
| 割胶时间          |                      | 0.220                          | 0.224                      | 0.507                        |

注: \*表示处理间差异显著 ( $P<0.05$ )。

Note: \* indicate significant difference among treatments ( $P<0.05$ ).

含量、干胶含量及非胶固体含量影响均达显著水平 ( $P<0.05$ ), 而割胶时间对各生理参数指标影响未达到显著水平 ( $P>0.05$ )。常规凌晨割胶时, 各参试品种胶乳中总固含量、干胶含量差异较大,

从大到小依次为: 热垦 524>热垦 515>GT1>热研 7-33-97>热垦 525>热垦 501, 其中热垦 524 总固含量和干胶含量较热垦 501 分别高 34.7%和 36.8%。参试品种在日间割胶总固含量、干胶含量和非胶含量表现各不相同。其中, 热垦 524 各项指标保持稳定, 受割胶时间影响波动幅度小。热垦 525 日间割胶总固、干胶含量均有所增加, 总固含量最大较 CK 分别提高 17.2%, 干胶含量最大较 CK 分别提高 17.9%, 非胶固体含量均基本保持稳定。热垦 501 总固和干胶含量在 6: 00 割胶最高, 较 CK 分别增加 25.2%和 26.3%, 且随时间推移逐渐下降。而热垦 515、热研 7-33-97 和 GT1 日间割胶较 CK 总固、干胶含量均有所减少, 其中总固含量分别下降 17.2%、12.7%和 9.6%, 干胶含量分别下降 18.4%、13.5%和 10.1%, 热垦 515 和 GT1 非胶成分含量无太大变化, 仅热研 7-33-97 非胶成分下降 14.4%。总之, 热垦 524、热垦 525 和热垦 501 在日间割胶能稳定总固、干胶含量从而保证胶乳品质, 而热垦 515、热研 7-33-97 和 GT1 在日间割胶会降低胶乳总固、干胶含量。

#### 2.4 生胶性能指标

各品种不同割胶时间生胶性能指标见表 4。参试品种所有割胶时间生胶  $P_0$  均达到国家标准, 仅热研 7-33-97 和 GT1 在凌晨割胶生胶 PRI 能达到标准, 而热垦 525 和 GT1 在日间割胶生胶 PRI 均达不到标准。不同品种样品生胶性能对日间割胶时间变化的响应不同。其中, 热垦 524 从 6: 00 至 16: 00 割胶生胶样品中  $P_0$  基本保持稳定状态, PRI 和门尼粘度呈增加趋势, 至 16: 00 分别是 CK 的 3.1 倍和 1.16 倍。热垦 525 生胶样品中  $P_0$ 、PRI 门尼粘度在早晨割胶均有所下降, 其中 6: 00 降幅最大, 分别较 CK 减少 22.8%、49.1%和 22.4%, 在 16: 00 生胶各性能指标又与 CK 相持平。热垦 515 生胶样品中  $P_0$  和门尼粘度随割胶时间推移无较大变化, 仅 PRI 呈递增趋势, 至 16: 00 较 CK 分别提高 34.1%。热研 7-33-97 除门尼粘度随日间割胶时间推移呈上升趋势外,  $P_0$  和 PRI 均基本保持稳定。热垦 501 生胶  $P_0$  和门尼粘度较 CK 均有所降低, 在 8: 00 割胶降幅最小, 分别减少 8.6%和 3.3%, PRI 在 6: 00 最高, 较 CK 提高 10%, 且随时间推移逐渐下降。GT1 生胶 PRI 随割胶时间从早到晚逐渐降低, 至 16: 00 较 CK 降低 37.7%,  $P_0$  和门尼粘度则保持相对稳定。对各生胶性能指

标进行无重复双因素方差分析, 割胶时间对生胶各性能指标均无显著影响, 品种对  $P_0$  和门尼粘度影响达极显著水平 ( $P<0.01$ ), 而对 PRI 影响未达显著水平。

表 4 生胶性能测试结果及差异性分析  
Tab. 4 Test results and variance analysis of raw rubber properties

| 品种<br>Variety | 割胶时间<br>Tapping time | 塑形初值<br>$P_0$ | 塑形保持率<br>PRI/% | 门尼粘度<br>Mooney viscosity |
|---------------|----------------------|---------------|----------------|--------------------------|
| 热垦 524        | CK                   | 54.0          | 24.1           | 69.34                    |
|               | 6: 00                | 53.5          | 28.0           | 77.31                    |
|               | 8: 00                | 58.5          | 64.1           | 78.50                    |
|               | 16: 00               | 54.0          | 75.0           | 80.37                    |
| 热垦 525        | CK                   | 66.0          | 42.4           | 96.13                    |
|               | 6: 00                | 51.0          | 21.6           | 74.58                    |
|               | 8: 00                | 58.0          | 27.6           | 79.69                    |
|               | 16: 00               | 65.0          | 56.9           | 92.10                    |
| 热垦 515        | CK                   | 50.5          | 49.5           | 79.75                    |
|               | 6: 00                | 53.0          | 53.8           | 81.86                    |
|               | 8: 00                | 49.0          | 63.3           | 78.84                    |
|               | 16: 00               | 53.5          | 66.4           | 80.56                    |
| 热研 7-33-97    | CK                   | 46.5          | 65.6           | 66.97                    |
|               | 6: 00                | 45.0          | 57.8           | 65.76                    |
|               | 8: 00                | 45.0          | 44.4           | 66.19                    |
|               | 16: 00               | 48.0          | 62.5           | 72.47                    |
| 热垦 501        | CK                   | 52.5          | 69.5           | 74.97                    |
|               | 6: 00                | 44.5          | 76.4           | 70.88                    |
|               | 8: 00                | 48.0          | 67.7           | 72.48                    |
|               | 16: 00               | 37.0          | 35.1           | 58.65                    |
| GT1           | CK                   | 45.0          | 73.3           | 61.93                    |
|               | 6: 00                | 40.0          | 58.8           | 59.78                    |
|               | 8: 00                | 46.0          | 53.9           | 65.63                    |
|               | 16: 00               | 46.0          | 45.7           | 65.88                    |
| 标准            |                      | $\geq 30$     | $\geq 60$      |                          |
|               |                      | 显著性 $P$ 值     |                |                          |
| 品种            |                      | 0.000**       | 0.207          | 0.000**                  |
| 割胶时间          |                      | 0.292         | 0.359          | 0.393                    |

注: \*\*表示处理间差异极显著 ( $P<0.01$ )。

Note: \*\* indicate extremely significant difference among treatments ( $P<0.01$ ).

## 2.5 生胶常规指标

各橡胶品种不同割胶时间生胶常规指标结果见表 5。其中可以看出, 除 GT1 生胶含氮量高于国家标准外, 其余品种生胶常规指标均处于标准范围内。与此同时, 热垦 524 和热垦 515 灰分含量随割胶时间推移呈下降趋势, 至 16: 00 较 CK

分别下降 55.2% 和 20.7%, 热垦 525 和 GT1 均有所增加, 最大分别为 CK 的 1.3 倍和 2 倍, 热垦 501 在各处理灰分含量较 CK 低, 其中 6: 00 和 16: 00 均比 CK 减少 55.2%, 仅热研 7-33-97 保持基本不变。参试品种中, 无论日间还是凌晨割胶, GT1 生胶氮含量均较高, 其次为热研 7-33-97, 热垦 515 氮含量随割胶时间变化逐渐上升, 热垦 501 变化趋势则与前者相反, 其余品种均保持稳定状态。热垦 524、热垦 515、热研 7-33-97 和热垦 501 生胶氮含量随割胶时间变化呈上升趋势, 在 16: 00 达最高, 除热垦 501 在 16: 00 较 CK 降低 31.4% 外, 前三者分别是 CK 的 6.3 倍、1.6 倍和 1.3 倍。热垦 525 氮含量则随割胶时间推移逐渐下降, 在 16: 00 最低, 较 CK 降低 13.6%, 仅 GT1 无明显变化规律, 其在 8: 00 最低, 较 CK 降低 52.5%。对比各品种不同割胶时间挥发分, 热垦 525 逐渐上升, 至 16: 00 比 CK 提高 2.43 倍, 而热垦 515 和热垦 501 日间割胶均有所下降, 分别在 8: 00 和 16: 00 降幅最大, 分别降低 37.9% 和 66.7%, 同时热垦 524 除 8: 00 提高 42.1% 外, 其余处理均有所降低。此外, 热研 7-33-97 和 GT1 浓缩胶挥发分较 CK 基本接近。GT1 和热垦 515 生胶中杂质含量在 6: 00 割胶分别较 CK 下降 14.3% 和 26.7%, 而热垦 524 和热垦 525 与前二者相反, 在 6: 00 割胶较 CK 高 33.3% 和 16%, 其余时间割胶均与 CK 相差不大。热研 7-33-97 在上午割胶与 CK 杂质含量相近, 16: 00 割胶降低 16.7%。另外, 热垦 501 在 6: 00 和 16: 00 割胶杂质含量与 CK 相近, 至 8: 00 割胶反而提高 23.5%。

从无重复双因素方差分析结果来看, 品种对挥发分影响达显著水平 ( $P<0.05$ ), 对氮含量和氨含量影响达极显著水平 ( $P<0.01$ ), 而对灰分含量和杂质含量影响未达显著水平。另外, 割胶时间对生胶各常规指标的影响均未达到显著水平。

## 3 讨论

制约天然橡胶产胶量的因素有很多, 既取决于胶乳合成的多少, 又取决于排胶顺畅程度<sup>[15]</sup>。总之, 影响产胶量的因素大致分为橡胶树自身特性 (品种、生势、乳管机能、物候), 栽培措施 (种植方式、管理) 和环境气候条件 (温度、水分、土壤) 影响<sup>[16]</sup>。对于非传统植胶区, 气候条件成为最主要的因素之一<sup>[17]</sup>。本研究中大部分橡胶品种开展日间割胶在 6: 00 产胶量最高, 且产胶量

表 5 生胶常规指标测试结果及差异性分析  
Tab. 5 Routine index test results and variance analysis of raw rubber

| 品种<br>Variety | 割胶时间<br>Tapping time | 灰分含量<br>Ash content/% | 氮含量<br>Nitrogen content/% | 氨含量<br>Ammonia content/% | 挥发分<br>Volatile component /% | 杂质含量<br>Impurities content/% |
|---------------|----------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 热垦 524        | CK                   | 0.29                  | 0.35                      | 0.03                     | 0.19                         | 0.012                        |
|               | 6: 00                | 0.13                  | 0.39                      | 0.12                     | 0.13                         | 0.016                        |
|               | 8: 00                | 0.35                  | 0.33                      | 0.18                     | 0.27                         | 0.012                        |
|               | 16: 00               | 0.13                  | 0.39                      | 0.19                     | 0.14                         | 0.012                        |
| 热垦 525        | CK                   | 0.31                  | 0.32                      | 0.28                     | 0.14                         | 0.014                        |
|               | 6: 00                | 0.28                  | 0.32                      | 0.26                     | 0.11                         | 0.016                        |
|               | 8: 00                | 0.26                  | 0.34                      | 0.15                     | 0.16                         | 0.014                        |
|               | 16: 00               | 0.39                  | 0.33                      | 0.14                     | 0.34                         | 0.014                        |
| 热垦 515        | CK                   | 0.29                  | 0.39                      | 0.14                     | 0.29                         | 0.014                        |
|               | 6: 00                | 0.31                  | 0.45                      | 0.23                     | 0.19                         | 0.012                        |
|               | 8: 00                | 0.21                  | 0.50                      | 0.17                     | 0.18                         | 0.015                        |
|               | 16: 00               | 0.23                  | 0.54                      | 0.23                     | 0.20                         | 0.012                        |
| 热研 7-33-97    | CK                   | 0.19                  | 0.56                      | 0.28                     | 0.17                         | 0.012                        |
|               | 6: 00                | 0.20                  | 0.57                      | 0.30                     | 0.17                         | 0.013                        |
|               | 8: 00                | 0.14                  | 0.59                      | 0.38                     | 0.19                         | 0.012                        |
|               | 16: 00               | 0.16                  | 0.55                      | 0.35                     | 0.17                         | 0.010                        |
| 热垦 501        | CK                   | 0.29                  | 0.58                      | 0.35                     | 0.62                         | 0.013                        |
|               | 6: 00                | 0.13                  | 0.60                      | 0.21                     | 0.30                         | 0.013                        |
|               | 8: 00                | 0.14                  | 0.53                      | 0.23                     | 0.29                         | 0.017                        |
|               | 16: 00               | 0.13                  | 0.49                      | 0.24                     | 0.23                         | 0.014                        |
| GT1           | CK                   | 0.13                  | 0.70                      | 0.40                     | 0.39                         | 0.015                        |
|               | 6: 00                | 0.29                  | 0.69                      | 0.30                     | 0.36                         | 0.011                        |
|               | 8: 00                | 0.25                  | 0.69                      | 0.19                     | 0.40                         | 0.015                        |
|               | 16: 00               | 0.26                  | 0.74                      | 0.38                     | 0.37                         | 0.014                        |
| 标准            |                      | ≤0.6                  | ≤0.6                      |                          | ≤0.8                         | ≤0.05                        |
| 显著性 P 值       |                      |                       |                           |                          |                              |                              |
| 品种            |                      | 0.147                 | 0.000**                   | 0.004**                  | 0.017*                       | 0.265                        |
| 割胶时间          |                      | 0.879                 | 0.888                     | 0.317                    | 0.407                        | 0.498                        |

注: \*表示处理间差异显著 ( $P<0.05$ ), \*\*表示处理间差异极显著 ( $P<0.01$ )。

Note: \* indicates significant difference among treatments ( $P<0.05$ ), \*\* indicate extremely significant difference among treatments ( $P<0.01$ ).

随割胶时间变化逐渐下降,其原因可能与割胶时温度、空气中相对湿度有关。这是因为气温通过影响大气中的蒸气压进而控制橡胶树韧皮组织中的乳管膨压。而乳管膨压作为排胶初动力,涉及到排胶初速度和排胶持续时间,其与产胶量密切相关<sup>[18]</sup>。一天中以清晨时段气温最低,橡胶乳管膨压最高,随后逐渐下降,到晚上又恢复<sup>[19]</sup>。相对湿度则是对维持乳管中水分平衡起至关重要的作用<sup>[20]</sup>。有研究表明,在胶乳生成的适宜范围内产胶量随割胶时温度升高而下降,随相对湿度上升而上升<sup>[15, 21-22]</sup>。但本研究由于条件限制方面,未记录乳管膨压和割胶时的温湿度变化,后续研

究中将进一步验证环境因子与日间割胶产胶量之间的相关性。

不同橡胶树品种间产胶量和胶乳生理存在显著差异<sup>[23]</sup>。无论传统凌晨割胶还是日间割胶,选择优良品种都是提高产胶量的必要举措。不同品种间生理代谢差异主要由遗传基础决定,通过胶乳生理参数可以了解橡胶树的生理状况<sup>[24-25]</sup>。干胶含量和总固形物含量是评价橡胶树乳管中胶乳浓度和再生能力的 2 个首要指标<sup>[26]</sup>。其中,干胶含量不仅可反映橡胶树产胶潜力,还代表胶乳再生能力和再生水平<sup>[27]</sup>。而总固形物含量常被用于评估排胶量和胶乳再生量,若总固形物含量高则

说明胶乳粘稠,不利于排胶,且持续时间很短<sup>[28]</sup>。另外,试验过程中记录到在日间割胶参试橡胶树在天气炎热时割面上有较大几率出现泛黄“豆腐花”现象,而凌晨割胶则未发现此现象,初步猜测是由于日间割胶改变排胶生理所造成,需后续试验取样进一步测定。本研究中热垦 524 和热垦 525 产胶量、总固含量和干胶含量表现优良,这可能与二者均是胶木兼优的品种有关。

综上所述,确定合适的割胶时间及选用优良的橡胶树品种是保证日间割胶能稳定产量和提高采胶效率的前提和基础。结果表明,经双因素方差分析,产胶量受割胶时间和橡胶品种交互作用影响差异达显著水平,各生理参数对品种响应存在显著差异,对割胶时间响应不存在显著差异。本研究中产胶量随日间割胶时间推移呈下降趋势,生理参数及生胶性能指标在各品种间变化趋势不尽相同。3 个日间割胶时间处理以早晨 6:00 割胶综合表现最佳。6 个参试橡胶树品种中,从胶乳体积、干胶产量和胶乳生理参数角度评价,适宜茂名垦区日间割胶的品种为热垦 524 和热垦 525。从生胶常规指标和生胶性能角度评价,适宜茂名垦区日间割胶的品种为热研 7-33-97 和热垦 501。但考虑到以提高割胶效率和增加胶工收入为目的,因此本研究初步认为,研究区产胶高峰期可选用热垦 524 和热垦 525 在早晨 6:00 进行日间割胶生产。

本研究基于五天一刀非刺激割制下进行,但实际生产中五天一刀割制普遍需要配合采用乙烯利刺激,其割面、乳管膨压等都会有相应变化,进而会对橡胶树排胶时间、胶乳产量、干胶含量及干胶性能等产生影响。另外,因为本研究是对日间割胶的初次探索,每个处理仅设置 10 株树,割胶耗时相对较短,且 2021 年 7—9 月雨水较多故仅连续割 3 刀,得出的结果也仅是本研究初步结论,和实际生产上割大树位(400~500 株)耗时 4~5 h 及全年割胶的情况存在一定差异,因此可能对指导生产具有参考意义,同时又具有一定局限性。后续日间割胶研究需从配合刺激剂、扩大割胶株数及全年持续割胶方面进行重复验证。

## 参考文献

[1] 肖小虎,林显祖,龙翔宇,秦云霞,阳江华,方永军. 橡胶树 KT/HAK/KUP 基因家族成员的鉴定与表达分析[J]. 热

带作物学报, 2022, 43(1): 1-8.

XIAO X H, LIN X Z, LONG X Y, QIN Y X, YANG J H, FANG Y J. Identification and expression of KT/HAK/KUP genes in *Hevea brasiliensis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2022, 43(1): 1-8. (in Chinese)

[2] 邓小敏,杨署光,田维敏. 橡胶树胶乳高表达的法尼基焦磷酸合成酶的功能[J]. 林业科学, 2022, 58(1): 43-51.

DENG X M, YANG S G, TIAN W M. Function of farnesyl pyrophosphate synthases with high abundance in latex of *Hevea brasiliensis*[J]. Scientia Silvae Sinicae, 2022, 58(1): 43-51. (in Chinese)

[3] 杨文凤,黄学全,校现周. 从割胶技术方面解决胶工短缺的探讨[J]. 中国热带农业, 2015(5): 7-10.

YANG W F, HUANG X Q, XIAO X Z. Discussion on the solution of the shortage of rubber works from the cutting technology[J]. China Tropical Agriculture, 2015(5): 7-10. (in Chinese)

[4] 方天雄. 影响河口橡胶产量的气候因子分析[J]. 云南热作科技, 1985(2): 13-15.

FANG T X. Analysis of climatic factors affecting rubber yield in Hekou County, Yunnan province[J]. Journal of Yunnan Tropical Science & Technology, 1985(2): 13-15. (in Chinese)

[5] 杨文凤,校现周,吴明,魏芳,仇键,高宏华,范睿深,罗世巧. 我国高效割胶新技术推广应用概况[J]. 中国热带农业, 2021(6): 5-10, 58.

YANG W F, XIAO X Z, WU M, WEI F, QIU J, GAO H H, FANG R S, LUO S Q. Promotion and application of new high-efficiency latex harvest technology in China[J]. China Tropical Agriculture, 2021(6): 5-10, 58. (in Chinese)

[6] 曾霞,黄华孙. 我国天然橡胶技术发展现状与展望[J]. 中国热带农业, 2021(1): 25-30.

ZENG X, HUANG H S. Development and prospects of natural rubber technology in China[J]. China Tropical Agriculture, 2021(1): 25-30. (in Chinese)

[7] 李英权,黄学全. 海南垦区橡胶树短线乙烯气体刺激割胶技术的应用[J]. 橡胶科技, 2018, 16(8): 46-52.

LI Y Q, HUANG X Q. Application of short-cut rubber tapping technology with ethylene gas stimulation in Hainan state farms[J]. Rubber Science and Technology, 2018, 16(8): 46-52. (in Chinese)

[8] 魏芳,李晓娟,罗世巧,高宏华,杨文凤,仇键,吴明,校现周. 单孔采胶技术中排胶孔距离对橡胶树胶乳生理影响初报[J]. 中国热带农业, 2021(6): 11-17.

WEI F, LI X J, LUO S Q, GAO H H, YANG W F, QIU J, WU M, XIAO X Z. Preliminary report on the latex physiology influence of the tapping hole distance by single-hole latex harvest technique in rubber tree[J]. China Tropical Agri-

- culture, 2021(6): 11-17. (in Chinese)
- [9] 魏芳, 莫东红, 刘超武, 校现周, 罗世巧, 杨文凤, 高宏华, 仇键, 吴明. 橡胶树气刺短线采胶技术示范应用进展——以海南东方广坝地区为例[J]. 中国热带农业, 2021(5): 22-28.  
WEI F, MO D H, LIU C W, XIAO X Z, LUO S Q, YANG W F, GAO H H, QIU J, WU M. Application progress in the technique of short-cut tapping with gas stimulation in *Hevea brasiliensis* in Guangba area, Dongfang city, Hainan province[J]. China Tropical Agriculture, 2021(5): 22-28. (in Chinese)
- [10] 魏芳, 罗世巧, 高宏华, 杨文凤, 仇键, 吴明, 校现周. 橡胶树‘热研 7-20-59’气刺短线采胶技术试验初报[J]. 中国热带农业, 2022(1): 39-43.  
WEI F, LUO S Q, GAO H H, YANG W F, QIU J, WU M, XIAO X Z. Preliminary report on rubber tree ‘catas 7-20-59’ applied on the technique of short-cut trapping with gas stimulation[J]. China Tropical Agriculture, 2022(1): 39-43. (in Chinese)
- [11] 符慧波. 连续 13 年气刺微割试验总结[J]. 热带农业科学, 2010, 30(8): 5-7.  
FU H B. Summary of continuous experiments over 13 years on micro-cut tapping with gas-stimulation[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2010, 30(8): 5-7. (in Chinese)
- [12] 余守宽, 罗宗云, 陶建祥, 李建祥, 李明谦. 云南江城橡胶树气刺微割试验初报[J]. 热带农业科技, 2015, 38(4): 5-8.  
YU S K, LUO Z Y, TAO J X, LI J X, LI M Q. Preliminary report on experiment of micro-cut tapping with gas stimulation on *Hevea brasiliensis* in Jiangcheng city[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2015, 38(4): 5-8. (in Chinese)
- [13] 杨文凤, 校现周. 橡胶树气刺割胶技术研究现状与亟待解决的问题[J]. 中国热带农业, 2013(4): 18-21.  
YANG W F, XIAO X Z. Research status and problems to be solved in the technique of short-cut trapping with gas stimulation in *Hevea brasiliensis*[J]. China Tropical Agriculture, 2013(4): 18-21. (in Chinese)
- [14] 华元刚, 刘海林, 贝美容, 杨红竹, 林清火, 茶正早. 施肥对天然橡胶胶乳及生胶性能的影响[J]. 热带作物学报, 2018, 39(8): 1471-1475.  
HUA Y G, LIU H L, BEI M R, YANG H Z, LIN Q H, CHA Z Z. Effects of fertilizing on properties of natural rubber latex and raw rubber[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2018, 39(8): 1471-1475. (in Chinese)
- [15] 郭玉清, 张汝. 气象条件与橡胶树产胶量的关系[J]. 云南热作科技, 1980(3): 8-11.  
GUO Y Q, ZHANG R. Relationship between meteorological factors and yield of rubber tree[J]. Journal of Yunnan Tropical Science & Technology, 1980(3): 8-11. (in Chinese)
- [16] 周艳飞. 云南橡胶树栽培[M]. 昆明: 云南大学出版社, 2008.  
ZHOU Y F. Yunnan rubber tree cultivation[M]. Kunming: Yunnan University Press, 2008. (in Chinese)
- [17] DEVAKUMAR A S, RAO G G, RAJAGOPAL R. Studies on soil-plant-atmosphere system in *Hevea*. II. Seasonal effects on water relations and yield[J]. Indian Journal of Natural Rubber Research, 1988, 1(2): 45-60.
- [18] 史敏晶, 丁欢, 田维敏. 巴西橡胶树排胶机制研究进展[J]. 中国农学通报, 2022, 38(9): 56-65.  
SHI M J, DING H, TIAN W M. The latex flow mechanism in rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.): a review[J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2022, 38(9): 56-65. (in Chinese)
- [19] 安锋, 曾宪海, 林位夫. 橡胶树乳管膨压的测定技术及其变化规律[J]. 热带作物学报, 2010, 31(1): 151-157.  
AN F, ZENG X H, LIN W F. Review of techniques for detection of laticiferous turgor pressure[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2010, 31(1): 151-157. (in Chinese)
- [20] 李国尧, 王权宝, 李玉英, 周双喜, 于海英. 橡胶树产胶量影响因素[J]. 生态学杂志, 2014, 33(2): 510-517.  
LI G Y, WANG Q B, LI Y Y, ZHOU S X, YU H Y. A review of influencing factors on latex yield of *Hevea brasiliensis*[J]. Chinese Journal of Ecology, 2014, 33(2): 510-517. (in Chinese)
- [21] PRIYADARSHAN P M. Contributions of weather variables for specific adaptation of rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell.-Arg) clones[J]. Genetics and Molecular Biology, 2003, 26(4): 435-440.
- [22] OMOKHAFE K O, EMUEDO O A. Evaluation of influence of five weather characters on latex yield in *Hevea brasiliensis*[J]. International Journal of Agricultural Research, 2006(1): 234-239.
- [23] 张晓飞, 黄肖, 左如斌, 李琛, 李维国. 3 个橡胶树引进品种的胶乳生理特性研究[J]. 热带作物学报, 2021, 42(10): 2869-2874.  
ZHANG X F, HUANG X, ZUO R B, LI C, LI W G. Latex physiological characteristics of three introduced clones in *Hevea brasiliensis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2021, 42(10): 2869-2874. (in Chinese)
- [24] 吴明, 杨文凤, 校现周, 魏小弟, 刘实忠, 罗世巧. 橡胶树胶木兼优品种热垦 523 生理特性研究[J]. 西南农业学报, 2015, 28(3): 1052-1056.  
WU M, YANG W F, XIAO X Z, WEI X D, LIU S Z, LUO S Q. Study on physiological characteristics of latex/timber rubber clone Reken 523[J]. Southwest China Journal of Ag-

- ricultural Sciences, 2015, 28(3): 1052-1056. (in Chinese)
- [25] 杨文凤, 吴明, 校现周, 魏小弟, 刘实忠, 罗世巧. 橡胶树胶木兼优品种热垦 525 生理特性研究[J]. 热带农业科学, 2015, 35(6): 1-4, 17.  
YANG W F, WU M, XIAO X Z, WEI X D, LIU S Z, LUO S Q. Physiological characteristics of latex/timber rubber clone Reken 525[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2015, 35(6): 1-4, 17. (in Chinese)
- [26] 杨少琼, 熊涓涓, 莫业勇, 范思伟. 螯合稀土钼微肥对巴西橡胶胶乳的几种酶活性的影响 [J]. 热带作物学报, 1993(2): 39-45.  
YANG S Q, XIONG J J, MO Y Y, FAN S W. Effects of chelated rare earth molybdate (CRM) on the activities of some enzymes from latex of *Hevea brasiliensis*[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 1993(2): 39-45. (in Chinese)
- [27] 胡彦师, 曾霞, 程汉, 方家林, 黄华孙. 橡胶树新种质产排胶特性的初步研究[J]. 热带作物学报, 2009, 30(1): 31-36.  
HU Y S, ZENG X, CHENG H, FANG J L, HUANG H S. The characteristics of latex regeneration and latex flow of new amazon *Hevea* germplasm[J]. Chinese Journal of Tropical Crops, 2009, 30(1): 31-36. (in Chinese)
- [28] 牛静明. 气刺位置和割胶强度对橡胶树产排胶生理特性的影响[D]. 海口: 海南大学, 2011.  
NIU J M. Ethylene gas stimulation position and trapping intensity effects on physiological characteristics of *Hevea* latex regeneration and flow[D]. Haikou: Hainan University, 2011. (in Chinese)