

橡胶树日间割胶时间和品种评价方法研究

谢黎黎^{1*} 马启铭¹ 潘媛¹ 周少新¹ 李富存¹ 罗平¹ 黄明超¹ 袁志能²
杨江波² 袁克艳¹

¹广东农垦热带作物科学研究所 广东化州 525145

²广东农垦热带农业研究院有限公司 广东广州 510000)

摘要: 日间割胶是一种与常规割胶时间段不同的割胶方法,对改善胶工割胶舒适度具有重要意义。为筛选出适合日间割胶的橡胶树品种和割胶时间点,以广东茂名垦区的9个橡胶树品种为试验对象,设置3个日间割胶时间,以常规割制下4时割胶为对照,通过分析不同品种在不同时间段的割胶生理参数,以期建立起合适的日间割胶品种评价方法。经双因素方差分析,地点·品种和割胶时间对初始排胶速度、单株鲜胶体积、鲜胶重、干胶含量等参数存在显著($P < 0.05$)的交互影响;根据灰色系统理论,通过将不同地点·品种的生理参数结合灰色关联度法建立日间割胶品种评价体系,利用该评价体系筛选出了团结农场‘热垦525’、团结农场‘热研73397’、新时代农场‘湛试32713’、新时代农场‘PR107’、新时代农场‘热研73397’和新时代农场‘云研774’等5个适合日间割胶的地点·品种,确定了割胶时间以上午6—8时为最优;同时,利用茂名垦区广泛种植的‘热研73397’进行评价结果验证,验证结果表明,该品种在常规割胶和上午6—8时割胶下干胶产量、鲜胶重和初始排胶速度无显著差异($P > 0.05$)。结果为进一步研究日间割胶、筛选适合日间割胶橡胶品种奠定一定理论基础。

关键词: 橡胶树; 日间割胶; 品种评价

Study on the Daytime Tapping Time and Variety Evaluation Method of Rubber Trees

XIE Lili^{1*}, MA Qiming¹, PAN Yuan¹, ZHOU Shaoxin¹, LI Fucun¹, LUO Ping¹, HUANG Mingchao¹,
YUAN Zhineng², YANG Jiangbo², YUAN Keyan¹

基金项目: 广东省重点领域研发计划项目(2020B020217002); 现在农业产业技术体系——国家天然橡胶产业技术体系项目(No: CARS-33-GD1)。

***通信作者:** 谢黎黎(1986—),女,博士,高级农艺师/所长,从事橡胶树新品种和新技术的示范和推广工作。E-mail: dqllx@163.com

共同第一作者: 马启铭(1996—),男,硕士,从事橡胶树相关的生产和研究工作。

¹Guangdong State Farms Institute of Tropical Crop Science, Huazhou 525145, Guangdong;
²Guangdong State Farms Research Institute of Tropical Agriculture Co., Ltd.,
 Guangzhou 510000, Guangdong)

Abstract: Daytime rubber tapping is a rubber tapping method that is different from conventional tapping time, which is of great significance to improve the comfort of rubber tree tapping. In order to screen out rubber tree varieties and tapping time points suitable for daytime tapping, this study selected 9 rubber tree varieties in Maoming cultivation area of Guangdong Province, set three daytime tapping time treatments, and analyzed the physiological parameters of different varieties in altered tapping time with the conventional tapping at 4 am as the control. Through two-factor analysis of variance, the results showed that the location, variety and rubber tapping time had significant ($P < 0.05$) interaction effects on physiological parameters such as initial latex flow rate, latex volume per tree, latex weight and dry rubber content. According to the grey system theory, by combining the physiological parameters of different places and varieties with the grey correlation degree method, the evaluation system of daytime rubber tapping varieties was established. Using the evaluation system, five suitable places and varieties for daytime tapping were selected out, including 'Reken 525' and 'Reyan 73397' of Tuanjie State Farm, 'Zhanshi 32713', 'PR 107', 'Reyan 73397' and 'Yunyan 774' of New Era State Farm, and the optimal tapping time was determined to be between 6-8 am. Meanwhile, 'Reyan 73397', which was widely planted in Maoming reclamation area, was used to verify the results. It showed that there was no significant difference ($P > 0.05$) in dry rubber yield, latex weight and initial latex flow rate between conventional tapping and early tapping at 6-8 am. The results laid a foundation for further research on daytime rubber tapping and selection of rubber varieties suitable for daytime tapping.

Keywords: rubber tree; daytime rubber tapping; variety evaluation

天然橡胶与石油、钢铁、煤炭并称为四大工业原料，被广泛用于工业、国防、交通、民生、医药、卫生等领域^[1-3]。作为我国重要的战略资源，在当今资源化时代的大背景下，发展天然橡胶产业对稳固国民民生和保障国防有着深远意义^[4,5]。随着我国经济持续性快速增长，国内对天然橡胶的需求也相应呈现扩大势头^[6]。当前，橡胶树 (*Hevea brasiliensis*) 是天然橡胶的主要来源，我国天然橡胶种植面积约1700万亩 (1亩 \approx 0.067hm²)，人力割胶成本占生产成本的70%以上^[7]。传统的割胶方法 (2—4时割胶) 违背正常作息规律、劳动强度大、操作难度大，导致胶园弃管、胶工弃割等现象急速加剧，加之我国天然橡胶生产对外存在着很强的依存度以及各种不定向因素，这些都给国内天然橡胶供应带来严重的安全隐患^[7-10]。

日间割胶 (Tapping during the day) 即白天割胶，是在日出至日落这一时间段内进行割胶作业的技术统称^[11]。其相较夜间割胶，胶工的生产环境更

加安全，劳动舒适度和工作效率较高，操作难度也相对降低。在之前的研究中^[11]，本项目组选择茂名垦区6个综合表现好的橡胶树生产栽培品种为试验对象，设定6时、8时和16时3个日间割胶时间处理，以常规4时割胶为试验对照，通过测定干胶产量和胶乳生理参数等指标的变化探究日间割胶对不同橡胶树品种的影响。初报在存在交互作用的情况下筛选出了适合日间割胶的橡胶树品种，但并未形成具体筛选出的橡胶树品种是否适合日间割胶的评价体系。

在之前研究的基础上，本研究选择茂名垦区‘热垦516’‘热垦524’‘热垦525’‘93114’‘PR107’‘湛试32713’‘云研774’‘GT1’‘热研73397’ (分别从两个农场选择) 9个生产主栽品种为试验对象，以凌晨4时割胶为对照 (CK)，日间6时、8时、10时3个日间割胶时间为处理开展割胶试验。旨在通过比较9个品种和4个时间点割胶产量及其他生理参数变化建立适

合日间割胶时间和品种的评价体系并筛选出适合日间割胶的橡胶树品种，为白天割胶的可行性研究提供理论依据。

1 材料与方 法

1.1 研究材料

参试橡胶树的来源和品种分别为：广东农垦团结农场有限公司荷木坡队的‘GT1’‘热研73397’‘热垦516’‘热垦524’‘热垦525’以及广东农垦新时代农场有限公司4队和5队的‘湛试32713’‘93114’‘PR107’‘热研73397’‘云研774’。其余所有研究材料均由广东农垦热带作物科学研究所提供。

1.2 研究方法

1.2.1 割胶方法 开割高度均在橡胶树距离地面100~130cm，采用低频无刺激割胶，1/2树围，5d割1刀（S/2 5d），割胶时使割胶刀由上侧向下成25°~30°划出割线（阳线）^[12,13]。

1.2.2 试验设计 每个参试橡胶树品种均选择生长状况良好，原则上无死皮，且能够正常排胶和割胶的植株。采用完全随机试验设计，每个橡胶树品种将常规4时割胶作为对照组（CK），6时、8时、10时割胶作为处理组，每个处理组和对照组均随机选取10株进行编号和钉牌，共设定3次割胶重复。为避免试验区域连续阴雨天气对试验造成影响，选择天气相对稳定的2022年10—11月开展连续3刀的割胶试验（2022年10月22日第1刀、27日第2刀、11月1日第3刀。2022年10月前雨水较多，无法开展连续性3刀的割胶试验，因此在胶水量相对稳定的10、11月开展试验）。整个试验过程均在胶工割胶技术、树位条件、胶园管理水平等条件基本一致的情况下开展^[11]。

1.3 数据收集与测定

1.3.1 初始排胶速度 初始排胶速度（Initial Latex Flow Rate, ILFR）是指单株橡胶树割胶前5min内的排胶平均速度，用计时器和量筒测得，单位为mL/min。

1.3.2 单株鲜胶体积和鲜胶重 单株鲜胶体积（Fresh Latex Volume per Cut, FLVC）是指单株从割胶后开始排胶至排胶结束的鲜胶乳体积，用量筒测

得，单位mL。

鲜胶重（Field Latex Weight, FLW）是指单株橡胶树所产胶乳的重量，单位为kg/株。胶乳用胶桶收取，重量用手提电子秤测得。

1.3.3 其他胶乳相关参数 所测其他胶乳相关参数包括总固体含量（Total Solids Content, TSC）、干胶含量（Dry Rubber Content, DRC）、非胶成分（Non-Latex Constituent, NLC）、干胶产量（Dry Rubber Yield, DRY）4个指标，其测量方式均参照GB/T 8299-2008和SN/T 3371-2012测定。

1.4 模型选取和建立

所测初始排胶速度、鲜胶重等各项生理参数均受橡胶树品种和割胶时间2个因素交互影响。在通过各项生理参数相关性分析后选取合适的生理参数作为评判标准，将“所有参试农场的橡胶树品种×所有割胶时间点”看做1个灰色系统^[14,15]，并以此灰色系统构建日间割胶品种评价体系，具体处理流程如下^[16,17]。

①将“所有参试农场的橡胶树品种×所有割胶时间点”看做1个灰色系统，每个橡胶树品种×每个割胶时间点即为该系统的1个因素，以不同参试橡胶品种各个割胶时间点的生理参数构建成比较数列 X_i ， $X_i = [X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(k)]$ ， i 表示待评价橡胶树品种×割胶时间点的序号， $i = 1, 2, 3, \dots, m$ ， k 表示各项生理参数的序号， $k = 1, 2, 3, \dots, n$ 。

②构建1个参考的数列“橡胶树品种×割胶时间” X_0 ， $X_0 = [\sum X_i(1), \sum X_i(2), \dots, \sum X_i(k)]$ 。

③将数列 X_0 和 X_i 进行标准化处理，得到 X_0' 和 X_i' 两个数列，并计算数列 X_0' 和 X_i' 之间的绝对值差数列 $\Delta_i(k)$ 。 $X_0' = X_0 - \overline{X_0}$ ， $X_i' = [X_i(1) - \overline{X_i(1)}, X_i(2) - \overline{X_i(2)}, \dots, X_i(k) - \overline{X_i(k)}]$ ， $\Delta_i(k) = |X_i' - X_0'|$ 。

④根据绝对差值数列 $\Delta_i(k)$ 得到绝对差值的二级最小差 $\min\min\Delta_i(k)$ 和绝对差值的二级最大差 $\max\max\Delta_i(k)$ 。

⑤根据二级最小差 $\min\min\Delta_i(k)$ 、二级最大差 $\max\max\Delta_i(k)$ 和绝对差值 $\Delta_i(k)$ ，计算得到 $\varepsilon_i(k)$ 。

$$\varepsilon_i(k) = \frac{\min\min\Delta_i(k) + \rho \max\max\Delta_i(k)}{\Delta_i(k) + \rho \max\max\Delta_i(k)}$$

其中 ρ 为分辨系数， $\rho = 0.5$ 。

⑥再根据所得关联系数 $\varepsilon_i(k)$, 计算得到灰色关联度 r_i , $r_i = \frac{1}{n} \sum \varepsilon_i(k)$ 。

待数据处理好后, 根据灰色关联度的大小顺序建立筛选适合日间割胶橡胶树品种的模式。

1.5 数据处理

所有数据均通过Microsoft Excel和IBM SPSS Statistics 26处理, 所有作图均通过R4.0.4完成。

2 结果与分析

2.1 初始排胶速度的比较

初始排胶速度与橡胶树的产量指标有着重要关系。表1是地点·品种和割胶时间对初始排胶速度的双因素方差分析结果, 地点·品种对初始排胶速度有极显著影响 ($P < 0.01$); 割胶时间对初始排胶速度无显著影响 ($P > 0.05$); 地点·品种和割胶时间对初始排胶速度有极显著的交互影响 ($P < 0.01$)。

在不同排胶时间处理下, 不同橡胶树品种初始排胶速度的比较如图1所示。在常规4时处理组中(CK)团结农场‘热垦516’的初始排胶速度显著 ($P < 0.05$) 高于其他品种。随着割胶时间的推移, 6时割胶组中, 团结农场‘热垦516’‘热垦524’‘热垦525’‘GT1’‘热研73397’, 以及新时代农场‘PR107’的初始排胶速度显著 ($P < 0.05$) 高于其他品种。8时割胶组中, 团结农场‘热垦516’、新时代农场‘93114’和新时代农场‘湛试32713’的初始排胶速度均显著 ($P < 0.05$) 高于其他品种。10时割胶组中, 团结农场‘GT1’和新时代农场‘湛试32713’的初始排胶速度均显著 ($P < 0.05$) 高于其他品种。

在同一品种不同排胶时间处理下, 团结农场

‘热垦516’和新时代农场‘PR107’在10时割胶时初始排胶速度为最低, 4时、6时和8时割胶差异性不显著; 团结农场‘热垦524’、‘热垦525’和新时代农场‘湛试32713’在4个时间点割胶均表现为差异性不显著; 团结农场‘热研73397’和‘GT1’在4时(CK)割胶初始排胶速度最低, 10时割胶初始排胶速度最高; 新时代农场‘93114’在8时割胶的初始排胶速度显著 ($P < 0.05$) 高于其他割胶时间; 随着割胶时间的推移, 新时代农场‘云研774’初始排胶速度依次降低。

2.2 单株鲜胶体积和鲜胶重的比较

单株鲜胶体积可以直接反映橡胶树的产量概况。割胶时间、地点·品种和割胶时间×地点·品种的交互作用对单株鲜胶体积均有极显著影响 ($P < 0.01$) (表2)。这一研究结果与初报中的结果一致^[11]。

比较结果显示(图2), 在不同排胶时间处理下, 不同橡胶树品种的单株鲜胶体积存在显著差异 ($P < 0.05$)。不同品种在同一时段割胶, 鲜胶体积之间有所不同。处理组的3个日间割胶时间点的鲜胶体积与CK相比, 均无显著变化 ($P > 0.05$) 的有团结农场‘GT1’‘热研73397’‘热垦516’‘热垦524’‘热垦525’, 以及新时代农场‘湛试32713’‘PR107’。另外, 在同一品种不同割胶时间段的比较中, 新时代农场‘云研774’和‘热研73397’4时(CK)割胶和6时割胶的鲜胶体积显著 ($P < 0.05$) 高于其余时间, 新时代农场‘93114’4时、6时、8时割胶的单株鲜胶体积显著 ($P < 0.05$) 高于10点。

胶乳鲜重是评价生胶质量的重要指标, 其与橡胶树品种和割胶时间密切相关。割胶时间、地

表1 地点·品种和割胶时间对初始排胶速度影响的方差分析结果

变异来源	Df值	F值	P值
地点·品种	9	7.660	0.000**
割胶时间	3	2.771	0.324 ^{ns}
地点·品种×割胶时间	27	2.224	0.001**

注: 表中^{ns}、*、**分别表示在 $\alpha = 0.05$ 水平下不显著、在 $\alpha = 0.05$ 水平下显著、在 $\alpha = 0.01$ 水平下显著, 下同

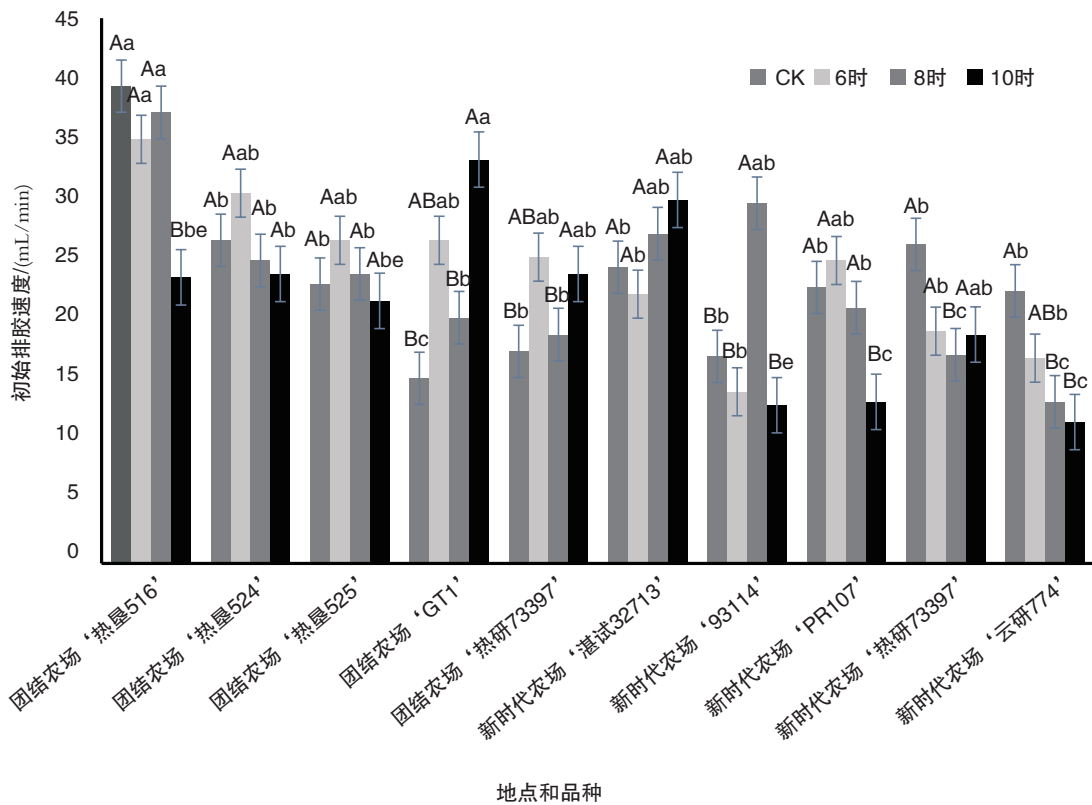


图1 不同割胶时间下不同品种橡胶树的初始排胶速度比较

注：图中大写字母为同一品种在不同时间下差异显著 ($P < 0.05$)，图中小写字母为同一时间处理下不同品种差异显著 ($P < 0.05$)，下同

表2 不同地点·品种和割胶时间单株鲜胶体积差异的方差分析结果

变异来源	Df值	F值	P值
地点·品种	9	13.323	0.000**
割胶时间	3	9.953	0.000**
地点·品种×割胶时间	27	2.056	0.005**

点·品种对鲜胶重均有极显著影响 ($P < 0.01$)，割胶时间×地点·品种的交互作用对鲜胶重有显著影响 ($P < 0.05$) (表3)。本研究结果与初报中的结果一致。

在所有比较中 (图3)，胶乳鲜重不受割胶时间影响的有团结农场 'GT1' '热研73397' '热垦516' '热垦524' '热垦525'，以及新时代农场

'93114' 'PR107'，这7个品种白天割胶胶乳鲜重均与CK之间未达到显著差异 ($P > 0.05$)。除此之外，不同时间点不同品种橡胶树胶乳鲜重变化基本与胶乳体积变化相似，4时割胶组中新时代农场 '云研774' 和 '热研73397' 胶乳鲜重显著高于其他品种 ($P < 0.05$)，6时割胶组中新时代农场 '云研774' 胶乳鲜重最大，8时和10时割胶组均以团结

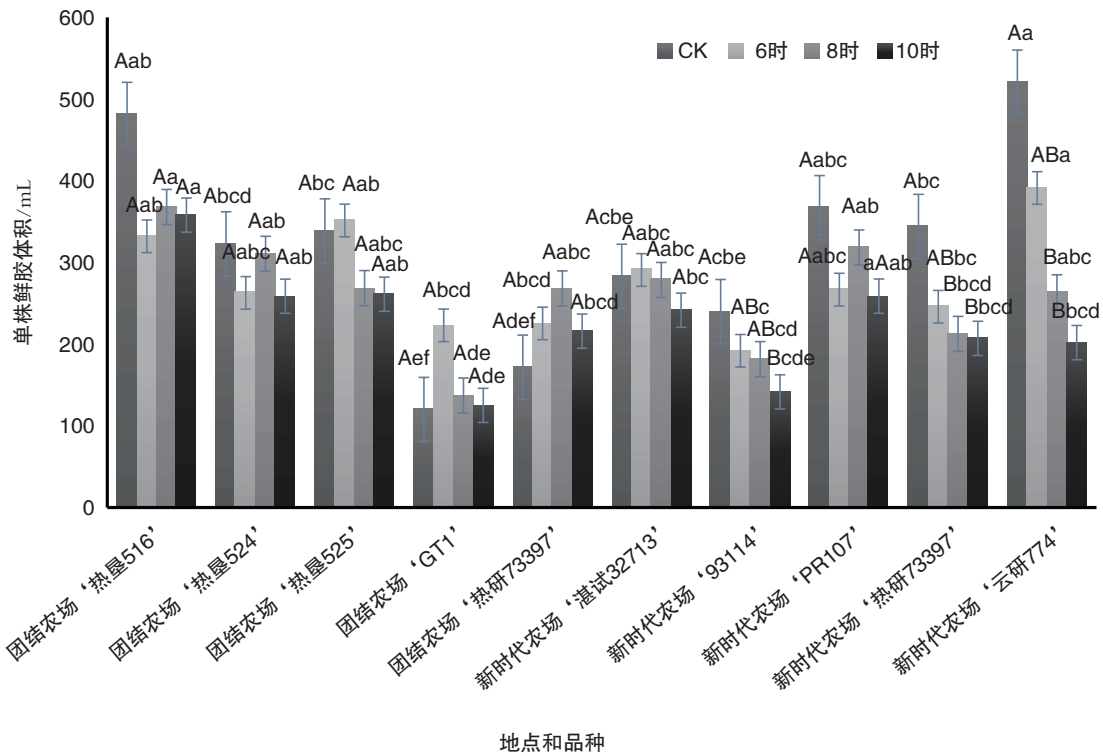


图2 不同割胶时间下不同品种橡胶树的单株鲜胶体积的比较

表3 地点·品种和割胶时间对鲜胶重影响的方差分析结果

变异来源	Df值	F值	P值
地点·品种	9	3.717	0.001**
割胶时间	3	5.967	0.001**
地点·品种×割胶时间	27	1.905	0.036*

农场‘热垦516’胶乳鲜重最大。

2.3 其他胶乳相关参数的比较

表4为各地点·品种在不同割胶时间下总固体含量、干胶含量、非胶成分和干胶产量的比较。地点·品种对总固体含量、干胶含量、非胶成分和干胶产量4个指标均有显著影响 ($P > 0.05$)；地点·品种与割胶时间的交互作用除对非胶成分影响不显著 ($P > 0.05$) 外，对其余指标均有显著影响 ($P < 0.05$)；对于割胶时间而言，其对所有指标影响均不显著 ($P > 0.05$)；在所有地点·品种中，除团结农场‘GT1’外，其余处理在不同割胶

时间处理下的胶乳总固体含量和干胶成分均高于CK。这一研究结果与初报^[11]中结果大致相同。

2.4 相关性分析

表5为所测指标的相关性分析。初始排胶速度与总固体含量、干胶产量表现出极显著相关 ($P < 0.01$)，与鲜胶体积表现出显著相关 ($P < 0.05$)，与其余指标相关性不显著 ($P > 0.05$)；鲜胶体积和鲜胶重除二者之间表现出极显著相关外 ($P < 0.01$)，与剩下指标相关性不显著 ($P > 0.05$)；总固体含量与干胶产量、非胶成分表现出极显著相关 ($P < 0.01$)；干胶产量与非胶成分表现出极显著

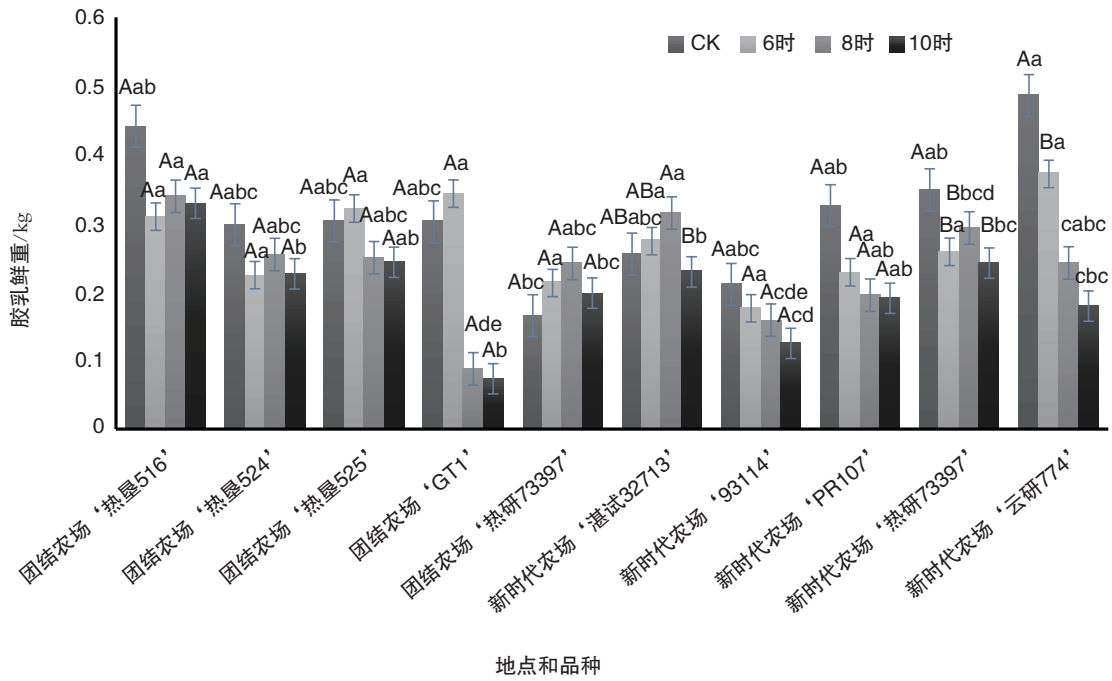


图3 不同割胶时间下不同品种橡胶树的胶乳鲜重比较

表4 各地点·品种不同割胶时间点的胶乳生理参数指标比较

地点·品种	割胶时间	生理参数指标			
		总固体含量/%	干胶含量/%	非胶成分/%	干胶产量/g
团结农场 '热垦516'	CK	47.15	45.28	1.87	200.64
	6时	46.65	44.51	2.14	137.76
	8时	48.23	45.94	2.29	155.83
	10时	45.77	43.41	2.36	142.82
团结农场 '热垦524'	CK	45.68	42.96	2.72	127.93
	6时	46.84	44.02	2.82	98.74
	8时	46.61	44.12	2.49	112.20
	10时	49.25	46.80	2.45	105.86
团结农场 '热垦525'	CK	40.10	36.98	3.12	112.16
	6时	33.23	30.07	3.16	96.61
	8时	42.12	39.33	2.79	98.21
	10时	39.46	36.74	2.72	89.28
团结农场 'GT1'	CK	54.95	52.61	2.34	68.19
	6时	48.28	46.02	2.26	94.87
	8时	51.54	48.53	3.01	106.65
	10时	50.60	48.29	2.31	83.84

表4 (续)

地点·品种	割胶时间	生理参数指标			
		总固体含量/%	干胶含量/%	非胶成分/%	干胶产量/g
团结农场‘热研73397’	CK	44.19	41.28	2.91	158.88
	6时	47.48	44.58	2.90	157.89
	8时	47.09	44.20	2.89	42.61
	10时	45.10	42.30	2.80	35.40
新时代农场‘湛试32713’	CK	34.45	31.53	2.92	80.40
	6时	34.74	31.16	3.58	85.32
	8时	36.57	33.45	3.12	105.27
	10时	38.25	34.91	3.34	79.94
新时代农场‘93114’	CK	43.09	40.01	3.08	165.00
	6时	41.30	38.97	2.33	112.66
	8时	44.84	41.71	3.13	97.23
	10时	42.05	38.91	3.14	75.75
新时代农场‘PR107’	CK	34.03	31.37	2.66	102.11
	6时	28.66	25.98	2.68	59.36
	8时	34.49	31.76	2.73	61.93
	10时	33.49	30.74	2.75	58.56
新时代农场‘热研73397’	CK	34.66	31.69	2.97	110.50
	6时	33.78	30.75	3.03	79.43
	8时	34.80	31.52	3.28	92.35
	10时	34.83	31.76	3.07	76.80
新时代农场‘云研774’	CK	36.58	33.95	2.63	84.34
	6时	—	—	—	—
	8时	43.16	40.16	3.00	66.19
	10时	44.96	42.27	2.69	48.56
		显著性P值			
地点·品种		0.041*	0.035*	0.024*	0.038*
割胶时间		0.128 ^{ns}	0.368 ^{ns}	0.478 ^{ns}	0.325 ^{ns}
地点·品种×割胶时间		0.012*	0.018*	0.058 ^{ns}	0.015*

相关 ($P < 0.01$)，与干胶含量表现出显著相关 ($P < 0.05$)。

2.5 日间割胶品种评价体系的建立

根据灰色系统理论，在研究中所有数据分析结果的基础上，将不同地点·品种胶乳产量等生理参

数指标采用灰色关联度法建立评价技术体系，筛选出符合日间割胶高产优质、抗性良好要求的品种及开割时间点，具体评价流程如下。

①给定任意地点的1个橡胶树品种，将其进行日间割胶试验，测定其CK、6时、8时、10时割胶

的初始排胶速度、总固体含量、干胶含量、鲜胶重（由相关性分析选择，但不局限于此4项指标）。

②将所测指标通过灰色关联度法进行数据处理，得出该品种不同时间点的关联度。

③将每个品种CK、6时、8时、10时的关联度系数进行从大到小排序，以CK的排序名次 ≥ 3 作为该品种适合日间割胶的评判标准（即割胶时间处理中有至少两个时间点排序在CK之前）。

2.6 日间割胶品种评价结果

根据日间割胶品种评价体系，每个地点·品种的关联度系数（表6）。其中符合日间割胶要求的有团结农场‘热垦525’‘热研73397’，新时代农场‘湛试32713’‘PR107’‘热研73397’和‘云研774’。考虑胶工割胶强度，在本研究时间段内以早上6—8时割胶最为适宜。

2.7 日间割胶品种评价结果的验证

本研究试验所在地为广东农垦茂名垦区，特选取茂名垦区广泛种植的品种‘热研73397’进行日间割胶品种评价结果的验证。在建设农场十五队随机选择林相整齐、树体健康的‘热研73397’橡胶树200株，其中100株在2—4时进行常规割胶，另外100株在上午6—8时进行日间割胶，收集连续3个月（2023年9—11月）的割胶数据。

通过‘热研73397’常规割胶和日间割胶相关性状的差异性分析（表7）可以看出，初始排胶速度、鲜胶重、干胶含量和干胶产量均未表现出显著差异（ $P > 0.05$ ），这一研究结果与日间割胶品种评价结果中的‘热研73397’结果一致。

3 讨论与结论

判断橡胶树是否适合日间割胶的标准有很多，本研究选择不同的橡胶树品种在不同时间点割胶，获得其胶乳产量和其他生理参数，并通过这些指标形成了评判橡胶树品种是否适合日间割胶的方法。影响橡胶树各项指标的不仅有橡胶树品种和不同割胶时间，还有两者之间的交互作用，这为日间割胶品种评价体系的建立增加了困难。因此，本研究利用灰色系统理论建立了日间割胶品种评价体系。该评价体系依托于初始排胶速度、总固体含量、干胶含量和鲜胶重4个和产量相关的生理指标对橡胶树是否适合日间割胶进行评价。该评价方法不仅不局限于现有的4项生理指标和现有的4个割胶时间点，还可以对任意橡胶树品种进行评价，这为建立一套完整的日间割胶标准奠定了品种选择基础。

天然橡胶的产量与胶农是否选择割胶有着密切联系^[18]，从产量指标数据分析来看，本研究中大部分橡胶树品种均以4时、6时割胶产量最高，这与初报中的研究结果大致相同，与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的报道表现一致^[19-21]。因此，在保证天然橡胶产量不减产的情况下，选择茂名垦区广泛种植的‘热研73397’在6—8时割胶进行品种筛选结果的验证。结果表明，其与常规割胶的产量没有显著差异，但在6—8时割胶胶工不需要半夜起床，可以有充足的睡眠时间，从而提高割胶效率和改善割胶环境，这使得胶工的割胶舒适度大大提高。这一

表5 所有所测指标的相关性分析（皮尔逊相关）

	初始排胶速度/(mL/min)	鲜胶体积/mL	鲜胶重/g	总固体含量/%	干胶产量/g	非胶成分/%
鲜胶体积/mL	0.384*					
鲜胶重/g	0.304	0.835**				
总固体含量/%	0.473**	0.294	0.268			
干胶产量/g	0.477**	0.291	0.263	0.999**		
非胶成分/%	-0.026	0.028	0.045	0.443**	0.419**	
干胶含量/%	0.190	-0.112	-0.100	0.277	0.315*	-0.276

表6 日间割胶品种评价结果

地点·品种	割胶时间				品种筛选结果
	CK	6时	8时	10时	
团结农场‘热垦516’	②0.868031	③0.867397	④0.850083	①0.89389	
团结农场‘热垦524’	①0.916414	③0.83274	②0.896227	④0.830882	
团结农场‘热垦525’	③0.906216	④0.801453	①0.976822	②0.963278	√
团结农场‘GT1’	②0.790521	①0.860338	③0.590693	④0.482134	
团结农场‘热研73397’	③0.833224	④0.831395	①0.865982	②0.848879	√
新时代农场‘湛试32713’	③0.845686	④0.835336	②0.854257	①0.908566	√
新时代农场‘93114’	①0.910911	②0.866416	④0.725728	③0.761366	
新时代农场‘PR107’	③0.797067	④0.761874	①0.865712	②0.832713	√
新时代农场‘热研73397’	③0.803166	②0.82597	④0.799574	①0.859376	√
新时代农场‘云研774’	③0.775908	-	①0.914569	②.822802	√

注：表中①、②、③、④表示每个地点·品种在CK、6时、8时、10时割胶情况的关联度排序

表7 ‘热研93397’常规割胶和日间割胶初始排胶速度、鲜胶重、干胶含量、干胶产量的差异性分析

性状	常规割胶/日间割胶
	显著性P值
初始排胶速度	0.927 ^{ns}
鲜胶重	0.825 ^{ns}
干胶含量	0.478 ^{ns}
干胶产量	0.542 ^{ns}

研究结果对改善胶园弃管、胶工弃割等现象具有重要意义。

本研究的所有试验均依托于广东农垦茂名垦区的橡胶生产队，试验数据具有实际生产意义，但在实际生产过程中影响橡胶产量和其他生理参数的因素有很多，如天气因素会影响实际割胶间隔、胶工的身体状况会影响割胶效率等。本研究的试验数据也受天气因素限制，如受连续阴雨影响在取样时未能确保连续3刀每刀之间的时间间隔；由于割胶地点与实验室距离较远，在运输过程中新时代农场‘云研774’6时割胶胶乳凝固而无法测得其总固体含量、干胶含量等指标等。因此，本试验结果对实

际割胶生产具有借鉴意义，但还需要进一步进行多年生产试验进行验证。

参考文献

- [1] 刘锐金, 黄华孙. “十四五”时期推动天然橡胶产业健康发展的思考[J]. 中国热带农业, 2021(4):8.
- [2] 刘锐金, 何长辉, 刘东, 等. 持续推进天然橡胶生产保护区工作的思考[J]. 中国热带农业, 2022(4):12-21.
- [3] 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.
- [4] 肖小虎, 林显祖, 龙翔宇, 等. 橡胶树KT/HAK/KUP基因家

»» (下转第16页)

等加工产能，与食品企业签订保底收购协议。

3. 错峰销售与市场拓展

对于早熟品种，如海南‘桂早荔’‘妃子笑’，利用空档期（3—4月）主攻北方高端市场，联合电商平台开展预售；对于中晚熟品种，广东、广西可通过“产区直供”“社区团购”缩短流通环节，6月上市高峰期开展促销活动（如荔枝节、产地直播）。

4. 全渠道市场拓展

稳定拓展客商来地采收、商超、路街零售等线下渠道。积极拓展平台电商、社区团购、直播带货、微信小程序和公众号等线上渠道。推广宣传果园采摘、创新开展跨品甚至跨类合作营销等融合渠道。

5. 多元化与广范围精准营销

关注大众消费市场和组织市场、自消费市场和

礼品市场的差异化消费需求，开展精准营销。关注本地市场、本省市场、省外市场和国外市场4个层级市场动态，重视差异化特征，提前布局。

6. 数据驱动与政策协同

通过产销信息平台整合各产区产量、上市时间、价格等数据，实时预警市场风险，引导物流和采购资源合理调配。加强政策扶持，对新建冷链设施进行补贴，对加工企业提供税收减免，鼓励产业联盟、协会组织引领区域经营主体合作营销，避免恶性竞争。☞

致谢：国家荔枝龙眼产业技术体系海口、儋州、湛江、茂名、深圳、钦州、玉林、漳州、保山、泸州、增城综合试验站（工作站）提供截至2025年3月中旬的成花和产量估测数据。特此致谢。

◀
(上接第32页)

- 族成员的鉴定与表达分析[J].热带作物学报,2022,43(1): 1-8.
- [5] 邓小敏,杨曙光,田维敏.橡胶树胶乳高表达法尼基焦磷酸合成酶的功能[J].林业科学,2022(1):43-51.
- [6] 陈娃容,邓祥丰,王玲玲,等.4GXJ型电动割胶刀在天然橡胶收获中的应用研究[J].热带农业科技,2021,44(3):14-18.
- [7] 王玲玲,黎土煜,陈娃容,等.我国热带丘陵山区胶园采收机械和技术研究现状[J].安徽农业科学,2022,50(12):6.
- [8] 黄华孙.天然橡胶体系分册[M].北京:中国农业出版社,2020.
- [9] 杨文凤,黄学全,校现周.从割胶技术方面解决胶工短缺的探究[J].中国热带农业,2010(2):7-10.
- [10] 汝绍峰,李梓豪,梁栋,等.天然橡胶树割胶技术的研究及进展[J].中国农机化学报,2018,39(2):5.
- [11] 李杨,潘媛,罗平,等.橡胶树日间割胶试验初报[J].热带作物学报,2023,44(5):937-945.
- [12] 中华人民共和国农业农村部.橡胶树割胶技术规程: NY/T 1088-2020[S].北京:中国农业出版社,2021.
- [13] 中华人民共和国农业部.橡胶树栽培技术规程: NY/T221-2016[S].北京:中国农业出版社,2017.
- [14] 王金鑫.基于灰色系统的汽车产业发展竞争力指数评价方法[J].中国汽车,2023(11):56-64.
- [15] 张金波.基于灰色系统理论和神经网络的呼吸机故障预测模型的建立与研究[J].生物医学工程与临床,2023,27(6):803-810.
- [16] 吴良发,赵雯,刘敏,等.基于熵权法和灰色关联度法评价丁香软片质量[J].药物流行病学杂志,2023,32(8):906-914.
- [17] Tao Y, Chen L, Pan M, et al. Tracing anti-osteoporosis components from raw and salt-processed semen of *Cuscuta chinensis* by employing a biochemometrics strategy that integrates ultrasonic-assisted extraction, quantitation, efficacy assessment in zebrafish, and grey relationship analysis[J]. Sep. Sci.,2021,44(17):3229-3236.
- [18] 邓诗璇.我国天然橡胶产量与生产潜力预测研究[D].海口:海南大学,2023.
- [19] 李国尧,王权宝,李玉英,等.橡胶树产胶量影响因素[J].生态学杂志,2014,33(2):8.
- [20] 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.
- [21] Priyadarshan PM. Contributions of weather variables for specific adaptation of rubber tree (*Hevea brasiliensis*, Muell.-Arg.) clones[J]. Genetics and Molecular Biology,2003, 26:435-440.