

橡胶树优良品种云研 76-235 的选育报告

刘忠亮¹, 高小俊¹, 肖再云¹, 何素明², 杜华波², 李明谦^{1*}, 和丽岗^{1**}

1. 云南省天然橡胶可持续利用研究重点实验室/云南省热带作物科学研究所, 云南景洪 666100; 2. 云南农业大学热带作物学院, 云南普洱 665000

摘要: 抗寒高产一直是云南橡胶树育种的核心目标。通过选择抗辐射型、寒害能力强的品种 GT1 为母本, 大规模推广的速生高产品种云研 277-5 为父本, 采用人工隔离授粉, 获得杂交后代, 经过有性系比试验, 从后代群体中选出优异单株, 进入无性系初级比较试验和无性系高级比较试验, 筛选出产量高、生长快、抗寒性和产胶类型与对照 RRIM600 相当的优良无性系云研 76-235。30 a 的系统鉴定表明, 云研 76-235 早期生长快, 在初级比较试验中, 无性系定植后第 6 年, 年平均茎围增长 6.0 cm, 为对照 RRIM600 的 115.4%, 干胶产量高, 无性系 1~5 割年年均单株干胶产量为 2.64 kg, 分别为对照 RRIM600 和 GT1 的 149.26% 和 168.54%; 在高级比较试验中, 无性系 1~13 割年, 单株年平均产胶量为 4.6 kg, 为对照 RRIM600 的 140.12%, 抗寒能力强于 RRIM600, 弱于 GT1 和云研 77-4。该品种的选育成功丰富了云南轻中寒害区橡胶种植的品种资源, 为云南橡胶产业发展和提升提供品种支撑。

关键词: 橡胶树; 优良无性系; 云研 76-235; 选育

中图分类号: S794.1

文献标志码: A

Breeding Report of the Excellent Rubber Clone Yunyan 76-235

LIU Zhongliang¹, GAO Xiaojun¹, XIAO Zaiyun¹, HE Suming², DU Huabo², LI Mingqian^{1*}, HE Ligang^{1**}

1. Yunnan Key Laboratory of Rubber Tree Sustainable Utilization / Yunnan Institute of Tropical Crops, Jinghong, Yunnan 666100, China; 2. College of Tropical Crops, Yunnan Agricultural University, Pu'er, Yunnan 665000, China

Abstract: High yield with cold resistance clones is the core objective of rubber tree breeding in Yunnan. In this study, the cold-resistant clone GT1, which exhibits strong tolerance to radiative chilling injury, was selected as the female parent, and the widely cultivated fast-growing, high-yielding variety Yunyan 277-5 was used as the male parent. Through artificial isolated pollination, hybrid offspring were obtained. After a sexual family trial, individual plants with potentials were selected from the progeny population and entered into small-scale and large-scale clone comparative trials. This process led to the selection of an excellent clone, Yunyan 76-235, which is characterized by high yield and fast growth with the cold resistance and latex production type comparable to the clone RRIM600. Thirty years of systematic evaluation demonstrated that Yunyan 76-235 exhibits rapid early growth, with an average annual girth increment of 6.0 cm by the 6th year after planting in the primary trial area, which is 115.4% of the clone RRIM600. It also shows high yield of dry rubber, with an average annual dry rubber yield per tree of 2.64 kg in years 1–5 of tapping in the small-scale clone comparative trials, representing 149.26% and 168.54% of the RRIM600 and GT1, respectively. In the large-scale clone comparative trials, the average annual rubber production per tree in years 1–13 of tapping was 4.6 kg, which is 140.12% of the RRIM600. Its cold resistance is stronger than that of RRIM600 but weaker than that of GT1 and Yunyan 77-4. The successful breeding of clone Yunyan 76-235 enriches the genetic resources for rubber cultivation in areas of Yunnan where prone to mild and moderate cold damage, providing variety support for the development and enhancement of the local rubber industry.

收稿日期 2025-11-17; 接受日期 2025-12-18

基金项目 省所非财政拨款科研专项 (No. 646); 云南热带作物科技创新体系建设专项资金项目 (No. RF2024-1-3)。

作者简介 刘忠亮 (1973—), 男, 本科, 副研究员, 研究方向: 橡胶树栽培、遗传育种、胶乳生理; *同等贡献作者: 李明谦 (1975—), 男, 本科, 研究员, 研究方向: 橡胶树遗传选育种、割胶生理。**通信作者 (Corresponding author): 和丽岗 (HE Ligang), E-mail: yhlgl@163.com。

Keywords: *Hevea brasiliensis*; superior clone; Yunyan 76-235; breeding

DOI: 10.3969/j.issn.1000-2561.2026.02.009

天然橡胶因其具有良好的弹性、绝缘性、可塑性、气密性和耐磨性,广泛用于工业、国防、交通、民生、医药卫生等领域,是重要的战略物资和工业原料。巴西橡胶树(*Hevea brasiliensis*)原产于南美洲,为典型的多年生热带高大乔木树种,是天然橡胶最主要的来源。目前橡胶树的种植已遍布 60 多个国家和地区^[1-2],我国于 1904 年引种橡胶树,1952 年开始规模种植,经过几十年的努力,截至 2024 年,全国种植面积已达 112 万 hm^2 ,年产干胶达 92.2 万 t ^[3]。

20 世纪 50 年代开始,我国从国外引进了大量优良无性系进行适应性试种,并成功鉴定和筛选出 RRIM600、PR107、GT1、PB86、IAN873 等优良品种,在生产上广泛种植,为我国植胶良种化打下了坚实的基础^[4-5]。于 60 年代初开展实生树优株选育和人工杂交育种,成功选育出一系列适合我国不同气候类型的新品系,如海垦 1、热研 7-33-97、海垦 2、大丰 95 等^[6-7]。云南植胶区纬度偏北($21^{\circ}\sim 25^{\circ}\text{N}$),海拔较高(600~900 m),冬季低温是威胁橡胶树生存的主要因子,自 1953 年植胶以来,相继出现 10 次大范围寒潮侵害^[8-11],其中德宏垦区于 1982/1983 年冬春季,红河、文山垦区于 1984/1985、1991/1992、1992/1993、2007/2008、2010/2011 年冬春季分别出现冬季强冷天气,橡胶树受害较重^[12-18]。因此,培育和推广橡胶树抗寒高产品种对云南天然橡胶产业的持续发展具有重要意义。

1957 年起,云南省热带作物科学研究所先后从国外和我国海南引入 600 余个优良品种和 5000 余份新种质,并以此为基础开展杂交选育,培育出了一批适应云南热区独特自然环境的高产抗寒新品种,如云研 1 号有性系、云研 77-4、云研 77-2、云研 73-46 等抗寒高产品系,以及云研 277-5、云研 80-1983、云研 73-477、云研 76-398、云研 76-235 等高产速生品系,保障了云南天然橡胶产业的稳步发展^[19-21]。

云研 76-235 是云南省热带作物科学研究所于 1975 年通过人工隔离授粉杂交选育出来的高产速生无性系。1980 年进入苗圃无性系初级比较试验,1992 年进入无性系高级比较试验。1993 年,在云南省农垦橡胶树品种汇评会中被评定为云南轻中

寒区试种级品种^[22]。云研 76-235 的选育成功,丰富了云南橡胶树种植的品种结构,为增强产业竞争力提供品种支撑。

1 材料与方法

1.1 材料

试验品种为云研 76-235,亲本为 GT1 $\times$ 云研 277-5,无性系初级比较试验和高级比较试验均采用裸根芽接桩苗定植。

1.2 方法

在初级比较试验中,无性系定植于 1981 年,对照为 RRIM600、GT1 和云研 277-5。试验采用随机区级设计,设 3 次重复,每个无性系 10~15 株,株行距 1.5 m $\times$ 2.0 m。在高级比较试验中,无性系定植于 1992 年,对照为 RRIM600。试验采用随机机组设计,设 4 个重复,株行距为 2.5 m $\times$ 8.0 m,小区株数为 45~71 株。

1.2.1 品种植物学形态鉴定 品种形态学鉴定及特征描述专业术语参照《橡胶树种质资源描述规范和数据标准》^[23]。

1.2.2 生长量测定 在初级比较试验和高级比较试验中,无性系定植后,每年于 11—12 月测量离地 100 cm 处茎围。在初级比较试验中,无性系定植后 1、3、5 a,使用游标卡尺测定离地 100 cm 处的树皮厚度,每个无性系测量 10~20 株。

1.2.3 产量测定 在初级比较试验中,无性系定植后第 4 年,50%的植株达到离地 100 cm 处茎围达 40 cm 时,于 110 cm 处开割, S/2 d/3 割制,甲酸凝固胶乳,收集 5 刀的胶块,烘干,称量记录单株的干胶产量。

在高级比较试验中,无性系定植后第 8 年,50%的植株 100 cm 处茎围 ≥ 45 cm 时,于离地 110 cm 处开割。产量测定方法同初级比较试验,每个无性系测量记录不少于 25 株。同时,每月上、中、下旬分别测定 1 次干胶含量。开割后第 1~3 年采用 s/2 d/3 割制,第 4~5 年采用 s/2 d/3+0.3% ET 割制,第 6~7 年采用 s/2 d/3+0.5% ET 割制,第 8~11 年采用 s/2 d/4+1.0% ET 割制,第 12~15 年采用 s/2 d/4+1.5% ET 割制。

1.2.4 抗寒性鉴定 2009—2013 年在云南农业大学热带作物学院区内建立的抗寒前哨苗圃进行

抗寒性鉴定试验。试验采用随机区组设计，每小区 5 株，3 次重复，每个无性系种植 15 株。株行距为 1.0 m×1.0 m。对照品种为云研 77-4、GT1 和 RRIM600。每年 11 月和次年 4 月分别调查越冬前、后苗木的生长和越冬寒害，同时记录 12 月—次年 3 月的气温、土壤温度、空气湿度、日照时数。

1.2.5 大田白粉病观察 2005—2010 年，每年 2 月下旬—4 月初，参照《橡胶树育种技术规程》^[24]调查高级比较试验区内云研 76-235 和对照 RRIM-600 的白粉病发病情况。发病率=感病叶片数之和/调查叶片总数×100%；病情指数=Σ[(病级叶片数×该病级值)/(调查总叶数×最高病级值)]×100。

1.2.6 死皮调查 每年 12 月中下旬，参照《橡胶树割胶技术规程》^[25]死皮（TPD）症状及死皮分级标准调查高级比较试验区内云研 76-235 和对照 RRIM600 的死皮发生情况。死皮发病率=死皮发病株之和/调查总株数×100%；死皮指数=Σ[(各死皮发病级值×该级别株数)/(调查总株数×最高病级值)]×100。

1.3 数据处理

使用 Microsoft Excel 软件和 DPS 6.5 软件对试验数据进行统计，并进行方差分析、多重比较分析和配对样本 t 检验。

2 结果与分析

2.1 植物学形态特征

茎干：直立、单杆型，树皮褐色，叶痕菱形，托叶痕平伸，鳞片痕新月型；叶蓬：弧形；大叶柄：直，长度中等，先端无沟有浅窝，大叶枕平伸或上仰，叶柄基部突大；小叶柄：平伸或上翘，长度中等，有沟，先端有沟，小叶枕膨大至 1/2；蜜腺：2~6 枚，腺点突起，周边明显、面平，多连生，排列不规则；叶片：椭圆或倒卵，叶色深绿色，叶尖芒尖或急尖，叶缘为大波，主侧脉角度中等，主网脉分明，叶基楔形，两侧小叶基完整，叶片不光滑，有光泽，叶片质地较硬，可翻转，主侧脉角度中等，叶片横截面舟形，三小叶显著分离；胶乳：淡黄色。云研 76-235 与近似品种 GT1 主要特征差异性比较见表 1 和图 1。

2.2 生长量

2.2.1 茎围生长 茎围生长测定结果(表 2 和表 3)表明，云研 76-235 早期生长较快，开割后生长速度放缓。在初级比较试验区定植后 1~6 a，云研

表 1 特异性描述		
Tab. 1 Characteristics description		
性状 Trait	GT1	云研 76-235 Yunyan 76-235
茎干	3 年生以下茎干有些弯曲；芽眼部位有木质瘤隆起（2 年生芽条木栓化部位明显）	直立、无瘤状突起
叶蓬	典型的半球形	弧形
小叶柄	三小叶柄先平伸，然后下倾，有时略成弯形上仰，小叶柄无沟，先端平	平伸或上仰，小叶柄有沟，先端有沟
叶片基部	两侧小叶基内斜	两侧小叶基完整
蜜腺	分生，2~4 枚，常为 3 枚，多呈品字或方形排列	多连生，排列不规则
种子	前狭后宽	近圆形
胶乳	白色	淡黄色

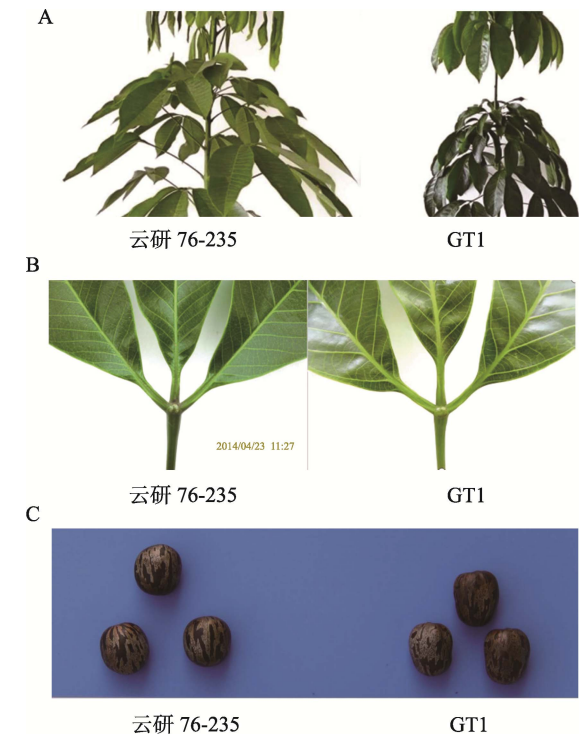


图 1 叶蓬（A）、叶片基部和蜜腺（B）、种子（C）
Fig. 1 Leaf canopy (A), leaf blade base and nectary (B), seed (C)

76-235 年均增粗 6.0 cm，为对照 RRIM600 的 115.4%，为 GT1 的 103.4%，极显著大于 RRIM600，与 GT1 无显著差异；在高级比较试验区定植后 1~7 a，云研 76-235 年均增粗 6.3 cm，为对照 RRIM600 的 103.3%，无显著差异。开割后，在初级比较试验区 1~5 割年，云研 76-235 年均增粗 5.6 cm，分别为对照 RRIM600 和 GT1 的 114.3%、

表 2 不同品种开割前茎围生长表现

Tab. 2 Stem circumference growth performance of different clones before tapping

试验区 Test area	品种 Clone	茎围 Stem circumference/cm							平均 Average
		1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	
初级	云研 76-235	5.7	4.9	5.5	6.2	6.6	6.8		6.0 ^{Aa}
	GT1	5.3	5.2	5.6	6.1	6.4	6.3		5.8 ^{ABa}
	RRIM600	4.3	4.5	5.3	5.6	5.7	5.8		5.2 ^{Bb}
高级	云研 76-235	5.8	5.7	6.2	6.7	6.6	6.8	6.2	6.3 ^{Aa}
	RRIM600	5.7	5.8	6.1	6.6	6.6	6.3	5.7	6.1 ^{Aa}

注：不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），不同大写字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ）。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$).

表 3 不同品种开割后茎围生长表现

Tab. 3 Stem circumference growth performance of different clones after tapping

试验区 Test area	品种 Clone	茎围 Stem circumference/cm													平均 Average
		1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	12 a	13 a	
初级	云研 76-235	6.3	5.8	5.5	5.2	5.2									5.6 ^{Aa}
	GT1	5.7	5.4	5.1	4.8	4.5									5.1 ^{Aa}
	RRIM600	5.5	5.1	4.9	4.5	4.4									4.9 ^{Aa}
高级	云研 76-235	5.7	5.4	5.2	5	4.6	4.5	4.2	4	3.9	3.7	3.6	3.6	3.5	4.4 ^{Aa}
	RRIM600	5.3	5	5	4.8	4.7	4.4	4.3	3.9	4	3.6	3.6	3.6	3.4	4.3 ^{Aa}

注：不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），不同大写字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ）。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$).

104.0%；在高级比较试验区 1~13 割年，云研 76-235 年均增粗 4.4 cm，为对照 RRIM600 的 102.0%。

2.2.2 树皮生长 树皮厚度测定结果（表 4）表明，云研 76-235 幼树期树皮生长较快。开割前 5 a，云研 76-235 平均树皮增长为 0.69 cm，分别为对照 RRIM600、云研 277-5、GT1 的 121.05%、116.95%、102.99%，极显著大于云研 277-5 和 RRIM600，与 GT1 差异不显著。

表 4 不同品种树皮生长量

Tab. 4 Growth of bark of different clones

品种 Clone	测量株数 Number of plants measured	树皮生长量 Growth of bark/cm			
		1 a	3 a	5 a	平均 Average
云研 76-235	15	0.53	0.69	0.84	0.69 ^{Aa}
GT1	16	0.49	0.68	0.83	0.67 ^{Ab}
云研 277-5	15	0.41	0.60	0.76	0.59 ^{Bc}
RRIM600	16	0.40	0.58	0.73	0.57 ^{Bd}

注：不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），不同大写字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ）。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$).

2.3 干胶产量

干胶产量测定结果（表 5 和表 6）表明，云研 76-235 的产量较高。初级比较试验区 1~5 割年，云研 76-235 年均单株干胶产量为 2.64 kg，分别为对照 RRIM600 和 GT1 的 149.26%和 168.54%，差异极显著。高级比较试验区 1~13 割年，云研 76-235 年均单株干胶产量为 4.6 kg，为对照 RRIM600 的 140.12%，差异极显著。高级比较试验区 1~13 割年，云研 76-235 单位面积产量为 1511.0 kg/hm²，为对照 RRIM600 的 114.05%，差异不显著。

表 5 初级比较试验区不同无性系干胶产量
Tab. 5 Dry rubber yield of different clones of the primary comparison experiments

品种 Clone	测量株数 Number of plants measured	单株干胶产量 Dry rubber yield per plant/(kg·a ⁻¹)					平均 Average
		1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	
云研 76-235	14	0.68	1.53	2.08	3.71	5.18	2.64 ^{Aa}
RRIM600	12	0.74	1.32	1.66	2.25	2.86	1.77 ^{Bb}
GT1	15	0.54	1.08	1.35	2.28	2.57	1.56 ^{Bc}

注：不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），不同大写字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ）。
Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$).

表 6 高级比较试验区不同无性系干胶产量
Tab. 6 Dry rubber yield of different clones of the advanced comparison experiments

性状 Trait	品种 Clone	干胶产量 Dry rubber yield													平均 Average
		1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	12 a	13 a	
单株产量 (kg·a ⁻¹)	云研 76-235	1.4	2.8	4.3	4.3	6	6.1	5.1	6.3	5.6	5.4	3.9	4.4	4.7	4.6 ^{**}
	RRIM600	1.5	3.4	2.4	2.7	3.5	3.8	3.6	3.9	4.2	3.9	3.7	3.1	3.3	3.3
单位面积产量 (kg·hm ⁻²)	云研 76-235	505.9	1007.3	1683.9	1739.8	2246.4	2232.9	1771.7	2076.1	1767.4	1384.3	1222.4	1073.5	931.4	1511.0
	RRIM600	352.8	791.4	1123.8	1283.9	1364.3	1748.2	1626.8	1604.4	1747.8	1394.6	1626.2	1349.3	1209.2	1324.8

注：**表示差异极显著($P<0.01$)。
Note: ** indicate extremely significant difference ($P<0.01$).

2.4 抗性

2.4.1 抗寒性 2009 年 12 月—2010 年 2 月的冬季，抗寒前哨点以高温为主，伴有短时低温，最冷月均温为 16.23℃，绝对最低气温为 3.50℃，绝对最高气温为 33.50℃，单日最大温差为 26.50℃，日平均气温≤5.00℃的连续天数有 3 d，较大的

昼夜温差和极端低温导致参试品种受到伤害。云研 76-235 以 3 篷叶的状态越冬，冬后调查有 3 株 4 级死亡，2 株顶篷叶回枯，平均受害率为 55.56%，寒害均级为 1.78，受害程度比云研 77-4 和 GT1 重 1.11，较 RRIM600 轻 0.33，差异均不显著(表 7)，表明云研 76-235 的抗寒性中等。

表 7 不同品种的抗寒性鉴定
Tab. 7 Cold resistance identification of different varieties

品种 Clone	调查株数 Number of plants observed	株数 Number of plants					受害率 Victimization rate/%	寒害均级 Cold damage grade average
		0 级 0 grade	1 级 1 grade	2 级 2 grade	3 级 3 grade	4 级 4 grade		
云研 77-4	14	14	0	0	0	0	0	0 ^{Ab}
GT1	15	10	3	0	1	1	33.33	0.67 ^{Aab}
云研 76-235	9	5	0	2	0	3	55.56	1.78 ^{Aab}
RRIM600	9	3	0	2	1	3	66.67	2.11 ^{Aa}

注：不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），不同大写字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ）。
Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$).

2.4.2 抗病性 连续 6 a 的白粉病观测结果(表 8)表明，云研 76-235 白粉病受害程度与对照 RRIM600 相当，平均发病率为 97.2%，病情指数为 31.7，4~5 级发病率为 1.2%。

2.5 副性状

2.5.1 干胶含量 初级无性系比较试验区和高级无性系比较试验区的干胶含量测定结果(表 9)显示，云研 76-235 在初级比较试验区 1~5 割年平均干

表 8 大田白粉病病情调查
Tab. 8 Field investigation of powdery mildew disease

品种 Clone	调查株数 Number of plants observed	危害等级 Hazard level						发病率 Affection rate/%	病情指数 Disease index	4~5 级发病率 Grades 4-5 affection rate/%
		0	1	2	3	4	5			
云研 76-235	600	17	281	242	53	7	0	97.2	31.7	1.2
RRIM600	600	13	256	268	54	6	3	97.8	33.1	1.5

Note: $X^2=6.109 < X_{0.05}=11.070$, D.f=(r-1)(c-1)=5.

表 9 不同无性系的干胶含量
Tab. 9 Dry rubber content of different clones

品种 Clone	干胶含量 Dry rubber content/%													平均 Average
	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	12 a	13 a	
云研 76-235	28.14	37.66	36.09	33.86	35.97									34.34 ^{Aa}
GT1	29.11	35.39	33.88	32.67	33.81									32.97 ^{ABa}
RRIM600	25.44	29.64	29.51	30.53	30.16									29.06 ^{Bb}
云研 76-235	33.60	33.00	36.00	41.10	36.60	40.10	40.50	32.90	33.50	33.00	34.60	36.10	39.70	36.20 ^{Aa}
RRIM600	28.60	31.10	32.50	37.50	33.20	37.80	35.90	29.00	29.00	29.10	30.50	33.10	35.90	32.60 ^{Bb}

注：不同小写字母表示差异显著（ $P<0.05$ ），不同大写字母表示差异极显著（ $P<0.01$ ）。

Note: Different lowercase letters indicate significant difference ($P<0.05$), different uppercase letters indicate extremely significant difference ($P<0.01$).

胶含量为 34.34%，极显著高于对照品种 RRIM600，与 GT1 无显著差异；高级比较试验区 1~13 割年平均干胶含量为 36.20%，极显著高于对照品种 RRIM600。

2.5.2 死皮性状 高级系比区第 13 割年的死皮

调查结果(表 10)表明，云研 76-235 发病率中等，第 13 割年发病率为 23.81%，死皮病情指数为 22.98，4~5 级死皮率为 22.62%，与对照 RRIM600 无显著差异。

表 10 第 13 割年死皮级别
Tab. 10 Tapping panel dryness (TPD) grade of the 13th tapping year

品种 Clone	调查株数 Number of plants observed	株数 Number of plants						死皮率 TPD rate/%	死皮病指 TPD index	4~5 级死皮率 TPD rate of 4-5 grade/%
		0 级 0 grade	1 级 1 grade	2 级 2 grade	3 级 3 grade	4 级 4 grade	5 级 5 grade			
云研 76-235	168	128	0	0	2	3	35	23.81	22.98	22.62
RRIM600	183	159	0	1	3	2	18	13.18	11.94	10.92

Note: $X^2=8.684 < X_{0.01}=11.070$, D.f=(r-1)(c-1)=5.

2.5.3 刺激割胶 高级比较试验区 1~13 割年单位面积干胶产量年度变化分析(图 2)表明，云研 76-235 产胶类型与对照 RRIM600 相当，均不耐高浓度刺激。未刺激的前 3 a 干胶产量随着割龄的增长而升高，但云研 76-235 升高的幅度较 RRIM600 大。第 4~5 年施用浓度为 0.3% 的乙烯(0.3% ET)刺激后，产量急剧上升，达到最高值，而对照 RRIM600 在施用 0.5% ET 的第一年才接近高峰值。割胶第 7 年后，2 个品种的产量均出现短暂性的下降，施用 1.0% ET 后干胶产量又出现轻微上升。第 9 割年后产量急剧下降，而对照 RRIM600 保持在一个较为平稳的水平。继续施用

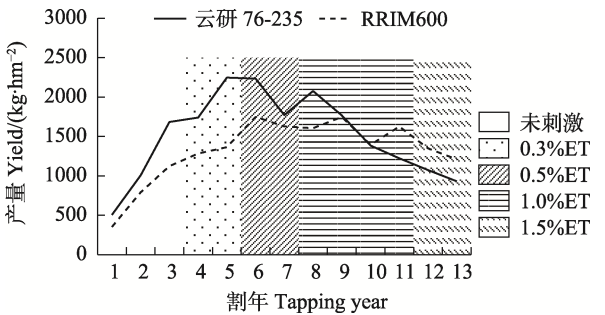


图 2 乙烯刺激的产量变化
Fig. 2 Yield changes stimulated by ethylene

1.5% ET 刺激后，产量不再随着割龄的增长而增高，反而下降，说明云研 76-235 耐受乙烯刺激的

浓度不能超过 1.0%，以 0.3% 为宜。

高级比较试验区 13 割年的死皮病情指数年度变化分析(图 3)显示,云研 76-235 与 RRIM600 的变化趋势相似。施用 0.3% ET 和 0.5% ET 时,死皮指数无明显差异,施用 1.0% ET 后,云研 76-235 死皮大幅增长,对照 RRIM600 死皮也增长较大;随着品种适应 1.0% ET 的刺激后,部分中轻度死皮株恢复割胶,次年死皮指数有所下降,施用 1.5% ET 后,死皮率又逐渐上升,说明 2 品种在 10 割龄内施用 1.0% ET 的浓度会影响胶树的健康状况。

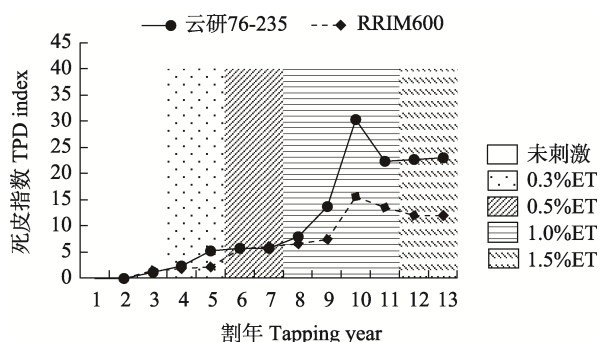


图 3 乙烯刺激后的死皮发生变化

Fig. 3 Changes in TPD after ethylene stimulation

3 讨论

亲本选配是遗传改良的基础,以当前广泛种植的主流品种为亲本可以聚合不同品种的优良基因,有利于快速培育出多性状优良的新品种。云研 76-235 的母本 GT1 是经长期生产验证的骨干品种,其在抗寒性与适应性上表现突出。陈建白^[26]的叶柄电导法鉴定表明 GT1 抗寒力强;杨立青^[27]用 GT1 作为亲本选育出云研 77-2、云研 77-4 等多个抗寒高产品种,表现出较高的遗传潜力;张晓飞等^[28]通过 175 个橡胶品种进行系谱分析,证实了选用 GT1 为亲本,杂交后代能得到较好的遗传。父本云研 277-5 则具备显著的速生与高产特性^[29]。GT1 × 云研 277-5 组合实现了“强抗寒”与“速生高产”性状的基因聚合,为选育兼具抗寒力与生产力的新品种云研 73-235 提供了遗传基础。但试验表明云研 76-235 的抗寒力弱于母本,产量高于母本,只遗传了亲本的单一性状,这与常规杂交育种中“抗寒×高产”的组合选配,出现“高产品种不抗寒”“抗寒品种不高产”并未完全遗传双亲优良特性的问题相吻合。

RRIM600 作为早期引进的四大品种之一,表现为稳产、高产、速生。新割胶制度施行后,表现出不耐刺激,易死皮。宋国敏等^[30]对 RRIM600 和 GT1 的刺激割胶状况调查表明,RRIM600 死皮率明显上升,11~15 割年死皮病情指数为 26.8%;段保停等^[31]对德宏、临沧植胶区的 5 个品种死皮病发病调查也表明,RRIM600 的死皮发病率分别为 20.9% 和 17.4%,证明了 RRIM600 在现行的割胶制度下死皮发病率高,云研 76-235 在高级试验区 13 割年死皮发病率与对照 RRIM600 相当。通过刺激效应分析,其产胶特性与对照极为相似,为同一类型品种,云研 76-235 的选育成功,为橡胶树种植提供了一个更加优良的新种质资源。

云研 76-235 是一个核心经济性状优良、副性状均衡的橡胶树新品种。在核心经济性状上具有生长速度快、高产稳定、抗寒性较好的特点。在生长方面,其早期生长量显著超越对照 RRIM600 与 GT1。在产量方面,在初级比较试验(1~5 割年)和高级比较试验(1~13 割年)中,其单株干胶产量均极显著高于对照 RRIM600 及亲本 GT1。在抗寒性方面,其抗寒能力介于强抗寒亲本 GT1 与较弱对照 RRIM600 之间,在保留 GT1 部分抗寒能力的同时,通过杂交引入了父本的高产基因,实现了性状的优化组合。在副性状方面,其干胶含量适中且稳定(1~13 割年平均为 36.2%),抗白粉病能力与主流品种 RRIM600 相当,死皮发生率较低(第 13 割年死皮率为 23.81%),但不耐刺激,与 RRIM600 属同一刺激增产类型,生产中需注意控制乙烯利刺激浓度与施用时间,以降低死皮风险。基于云研 76-235 的性状特点,推荐其在云南 I 类植胶区及 II、III 类区的轻寒环境(如缓坡、丘陵)推广种植,可作为更新换代品种的优选之一。

当然,以上结论主要基于初级和高级比较试验与抗寒鉴定,未来亟需开展区域性生产试验,以精确界定其最佳适生环境,并在大面积单一品种胶园的规模化种植条件下,系统评估其对抗旱、耐贫瘠等逆境以及各类病害的长期抗性/耐性,同时持续监测其产量与死皮发展的长期稳定性,从而为其科学布局与安全推广提供最终依据。

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.

- HE K, HUANG Z D. Rubber culture in the northern part of tropical area[M]. Guangzhou: Guangdong Science & Technology Press, 1987. (in Chinese)
- [2] 何长辉, 莫业勇, 刘锐金. 中国天然橡胶生产能力预测分析(2019—2025年)[J]. 林业经济问题, 2020, 40(3): 320-327. HE C H, MONG Y Y, LIU R J. Prediction and analysis of natural rubber production capacity in China (2019-2025)[J]. Issues of Forestry Economics, 2020, 40(3): 320-327. (in Chinese).
- [3] 卫晋瑶, 郑红裕, 石钰欣. 2024 年我国天然橡胶产业形势分析及未来展望[J]. 中国热带农业, 2025, 123(2): 17-22, 7. WEI J Y, ZHENG H Y, SHI Y X. Analysis of China's natural rubber industry in 2024 and future outlook[J]. China Tropical Agriculture, 2025, 123(2): 17-22, 7. (in Chinese)
- [4] 周钟毓. “橡胶树国外优良无性系的引种选育与大面积推广应用”成果简介[J]. 热带农业科学, 2000(2): 1-4. ZHOU Z Y. An introduction to the achievements in “Introduction, selection and large-scale extension of exotic superior clones of rubber trees”[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 2000(2): 1-4. (in Chinese)
- [5] 云南省热带作物科学研究所育种室. RRIM600、GT1、PB86 和 PR107 四个橡胶无性系在云南垦区的适应性[J]. 云南热作科技, 1983(2): 37-39, 20. Department of Genetic Breeding, Yunnan Institute of Tropical Crop. Adaptability of four rubber tree clones RRIM600, GT1, PB86, and PR107 in the reclamation area of Yunnan[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1983(2): 37-39, 20. (in Chinese)
- [6] 黄华孙, 周钟毓. 我国橡胶树的引种试种与新品种选育[J]. 热带作物研究, 1997(4): 6-10. HUANG H S, ZHOU Z Y. Introduction, trial planting and new clone breeding of rubber trees in China[J]. Chinese Journal of Tropical Agriculture, 1997(4): 6-10. (in Chinese)
- [7] 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)
- [8] 云南省热带作物科学研究所农业区划组. 云南垦区低温寒害问题的再认识(试验调查研究综合报告)[J]. 云南热作科技, 1977(3): 6-12, 10. Agricultural Regionalization Division, Yunnan Institute of Tropical Crops. Re-examination of the low-temperature cold damage issue in the Yunnan reclamation area (Comprehensive report on experimental investigation)[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1977(3): 6-12, 10. (in Chinese)
- [9] 西双版纳农垦局, 云南省热带作物科学研究所. 西双版纳二、三类型区 1983/84 年冬橡胶树寒害调查报告[J]. 云南热作科技, 1985(1): 1-9. Xishuangbanna Agricultural Reclamation Bureau, Yunnan Institute of Tropical Crop Science. Investigation report on cold damage of winter rubber trees in the second and third type areas of Xishuangbanna in 1983/84[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1985(1): 1-9. (in Chinese)
- [10] 云南热区寒害专业调研组. 云南省热区 1999/2000 年冬热带作物寒(冻)害调研报告[J]. 云南热作科技, 2001(增刊): 1-17, 34. Special Research Group on Cold Damage in Tropical Regions of Yunnan. Survey report on cold (frost) damage to tropical crops in Yunnan province during the winter of 1999/2000[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2001(Suppl.): 1-17, 34. (in Chinese)
- [11] 张声彝. 我国南方橡胶种植的寒害问题[J]. 热带地理, 1983(1): 14-19. ZHANG S L. The problem of cold damage of rubber planting in southern China[J]. Tropical Geography, 1983(1): 14-19. (in Chinese)
- [12] 德宏农垦分局. 德宏垦区 1982/83 年冬期橡胶树寒害调查报告[J]. 云南热作科技, 1984(2): 4-8. Dehong Agricultural Reclamation Branch. Investigation report on chilling injury of rubber trees in winter of 1982/83 in Dehong reclamation area[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1984(2): 4-8. (in Chinese)
- [13] 方天雄. 对河口地区 1984/85 年冬橡胶寒害的浅见[J]. 云南热作技, 1986(1): 6-8. FANG T X. Preliminary observations on rubber cold damage in the Hekou region during the winter of 1984/85[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1986(1): 6-8. (in Chinese)
- [14] 红河热作所寒害调查组. 红河、文山垦区 1991/92 年橡胶树寒害调查报告[J]. 云南热作科技, 1993(1): 18-24. Cold Damage Investigation Team of Honghe Tropical Crops Research Institute. Investigation report on cold damage to rubber trees in the reclamation areas of Honghe and Wenshan during the winter of 1991/92[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1993(1): 18-24. (in Chinese)
- [15] 陈传昭, 叶其彭, 陈式汝. 红河分局河口垦区一九九二 / 九三年冬春橡胶寒害普查报告[J]. 云南热作科技, 1994(1): 5-8. CHEN C Z, YE Q P, CHEN S R. General survey report on rubber cold damage in the Hekou reclamation area of Honghe branch during the winter-spring of 1992/93[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1994(1): 5-8. (in Chinese)
- [16] 王树明, 钱云, 兰明, 李芹. 滇东南植胶区 2007/2008 年冬春橡胶树寒害初步调查研究[J]. 热带农业科技, 2008(2): 4-8. WANG S M, QIAN Y, LAN M, LI Q. Preliminary report on cold damage of rubber tree in the east of Yunnan during winter-spring of 2007 to 2008[J]. Tropical Agricultural Sci-

- ence & Technology, 2008(2): 4-8. (in Chinese)
- [17] 陈伟强, 白建相, 李芹, 曾宪勳, 赵立宾, 曾吕武, 兰明, 黄绍忠. 云南河口地区 2007/2008 年冬春低温与热带作物寒害[J]. 热带农业科技, 2008, 31(4): 43-47.
CHEN W Q, BAI J X, LI Q, ZENG X M, ZHAO L B, ZENG L W, LAN M, HUANG S Z. Low temperature in winter/spring of 2007 to 2008 and cold injury on tropical crops in Hekou area[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2008, 31(4): 43-47. (in Chinese)
- [18] 王树明, 胡卓勇, 李芹. 2010/2011 年冬春滇东南河口、文山植胶区橡胶树寒害调查报告[J]. 热带农业科技, 2012, 35(2): 1-8, 15, 47.
WANG S M, HU Z Y, LI Q. Investigation report on cold injury of rubber tree in southeast Yunnan in winter/spring of 2010 and 2011[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2012, 35(2): 1-8, 15, 47. (in Chinese)
- [19] 罗仲全, 李维锐. 不断提高植胶科技水平, 促进橡胶产业持续发展[J]. 热带农业科技, 2006, 29(3): 20-24.
LUO Z Q, LI W R. To advance ceaselessly the science and technology for accelerate the persistent development of rubber industry[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2006, 29(3): 20-24. (in Chinese)
- [20] 潘华荪, 王正国. 云南橡胶树选育种工作进展和成就[J]. 云南热作科技, 2005, 28(1): 9-15.
PAN H S, WANG Z G. Status quo and achievement of rubber selection and breeding in Yunnan[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2005, 28(1): 9-15. (in Chinese)
- [21] 和丽岗, 肖桂秀, 宁连云, 刘忠亮, 肖再云, 孙小龙, 张长寿, 李国华. 云南橡胶树选育种现状和展望[J]. 热带农业科技, 2010, 33(1): 1-8.
HE L G, XIAO G X, NING L Y, LIU Z L, XIAO Z Y, SUN X L, ZHANG C S, LI G H. Current state on breeding and selection of *Hevea* clone in Yunnan and its prospective[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2010, 33(1): 1-8. (in Chinese)
- [22] 杨少斧. 云南汇评橡胶品系[J]. 云南热作科技, 1993(2): 45-47.
YANG S F. Collection evaluation of rubber tree varieties in Yunnan[J]. Tropical Agricultural Science and Technology, 1993(2): 45-47. (in Chinese)
- [23] 黄华孙, 曾霞. 橡胶树种质资源描述规范和数据标准: NY/T 2944-2016[S]. 北京: 中国农业出版社, 2006.
HUANG H S, ZENG X. Description and data standard of rubber tree germplasm resources: NY/T 2944-2016[S]. Beijing: China Agriculture Press, 2006. (in Chinese)
- [24] 农业标准出版研究中心. 橡胶树割胶技术规程: NY/T 607—2018[S]. 北京: 农业农村部, 2018.
Agricultural Standard Publishing Research Center. Technical specification for rubber tree tapping: NY/T 607—2018[S]. Beijing: Ministry of Agriculture and Rural Affairs, 2018. (in Chinese)
- [25] 农业标准出版研究中心. 橡胶树育种技术规程: NY/T 1088—2020[S]. 北京: 农业农村部, 2021.
Agricultural standard publishing research center. Technical code for rubber tree breeding: NY/T 607—2010[S]. Beijing: Ministry of Agriculture and Rural Affairs, 2021. (in Chinese)
- [26] 陈建白. 叶柄电导法鉴定橡胶无性系抗寒力的初步研究[J]. 云南热作科技, 1999, 22(4): 4-6.
CHEN J B. Preliminary study on identification of cold resistance of rubber clones by petiole conductance method[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1999, 22(4): 4-6. (in Chinese)
- [27] 杨立青. 橡胶新品种云研 77-2、云研 77-4 选出与早期研究[J]. 云南热作科技, 2002(1): 1-4, 17.
YNG L Q. Forepart study on new varieties Yunyan 77-2 and Yunyan 77-4 of *Hevea brasiliensis*[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2002(1): 1-4, 17. (in Chinese)
- [28] 张晓飞, 赵建文, 李维国. 中国育成橡胶树杂交品种的血缘组成及骨干亲本选择[C]//2018 中国作物学会学术年会论文摘要集, 中国热带农业科学院橡胶研究所, 中国, 江苏, 扬州, 2018: 232.
ZHANG X F, ZHAO J G, LI W G. Pedigree composition and key parent selection of hybrid rubber tree varieties bred in China[C]// Abstract Collection of the 2018 Annual Conference of the Crop Science Society of China, 2018, Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science, China, Jiangsu, Yangzhou, 2018: 232. (in Chinese)
- [29] 云南省热带作物科学研究所遗传育种室. 大规模推广级品种, 云研 277-5 的选育研究[J]. 云南热作科技, 1996, 19(3): 8-12.
Department of Genetic Breeding, Yunnan Institute of Tropical Crops. Breeding research on the large-scale extension grade variety Yunyan 277-5[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 1996, 19(3): 8-12. (in Chinese)
- [30] 宋国敏, 李国伟, 黄玉斌. 橡胶 RRIM600、GT1 品系刺激割胶状况调查[J]. 农业研究与应用, 2012(4): 37-40.
SONG G M, LI G W, HUANG Y B. Investigation on status of stimulation tapping of rubber strain RRIM600, GT1[J]. Journal of Agricultural Research and Application, 2012(4): 37-40. (in Chinese)
- [31] 段保停, 李金涛, 钊相仙, 张孝云, 殷山山. 云南德宏、临沧五个橡胶树品种死皮病发病率调查[J]. 热带农业科技, 2017, 40(2): 6-8, 21.
DUAN B T, LI J T, CHUAN X X, ZHANG X Y, YIN S S. The incidence of tapping panel dryness on *Hevea* rubber in two regions of Yunnan province[J]. Tropical Agricultural Science & Technology, 2017, 40(2): 6-8, 21. (in Chinese)