

不同抗寒力巴西橡胶树生理特性的研究

唐友林 陈绵达 周永成

(中国科学院华南植物研究所)

摘要 本文以不同抗寒力的巴西橡胶实生母树、无性系幼树和幼苗等为对象,比较研究它们在越冬期间的生理特性差异。研究结果表明,抗寒性强的橡胶实生母树、无性系幼树和幼苗的枝条和叶片,通常比抗寒性弱者具有较弱的呼吸强度、较低量的水分和还原糖,而含较高量的淀粉、蛋白氮,以及叶片含有较多的束缚水和蔗糖。

巴西橡胶树(*Hevea brasiliensis* Muell.-Arg.)原产南美洲亚马逊河流域,为喜高温高湿的热带雨林植物,自引入我国广西、粤西、粤东、云南、福建和贵州等地种植以来,一般都能正常生长发育,但是,由于这些地区所处纬度较高(达北纬22—24°),每年冬季寒潮低温影响较大,橡胶树因而遭受寒害,轻者落叶、枯梢,中者枯枝和破皮流胶,重者甚至整株地上部分死亡。然而,在同一零上低温作用下,不同的橡胶树植株或不同的橡胶无性系所受到的影响是不同的,其中有的未受寒害,而另一些则产生不同程度的寒害。按照对低温抵抗能力的大小,大致可以把它们划分为抗寒树(寒害在1级以下)和不抗寒树(受害3级以上)两个类型。为了加速橡胶抗寒品系的选育,六十年代初期,我们便开展了橡胶树抗寒力预测和橡胶树抗寒生理特性的研究。现将研究结果报道如下。

材料和方 法

从1960年开始,我们先后在广西热带作物研究所(龙州)、原华南热带作物研究院广州工作站(广州燕塘)和广东省湛江农垦局化州橡胶研究所(化州)等单位协作下,选取经历年寒潮低温考验自然筛选出来的抗寒的(寒害为0—1级)和不抗寒的(寒害为三级以上)橡胶实生母树、无性系幼树和幼苗(二年生)作为研究对象,定期或不定期采摘其顶蓬生长一致的稳定叶片和枝条,进行呼吸强度、水分状况、组织及细胞内碳水化合物含量、过氧化氢酶活性等生理指标测定。同时,把采摘的另一部分枝条和叶片标本烘干固定,磨粉后贮备留作碳水化合物和氮化合物分析之用。

橡胶树叶片和枝条呼吸强度的测定采用简易法^[1],取用6片小叶,或6段顶端枝条(长10厘米),每种作3个平行测定,取其平均值。叶片含水量测定是采用称重法。叶片内束缚水含量是用蔗糖溶液浸提测定,碳水化合物含量测定采用系统分析法,总氮含量和蛋白氮含量用康微皿定氮法测定,非蛋白氮含量则为总氮与蛋白氮含量之差。新鲜枝条淀粉含量的测定是用剃刀在第1蓬叶与第2蓬叶节间枝条切取薄片,用几滴1—KI溶液染色约5分钟后取出,在显微镜下观察并以木质部为主评定淀粉含量级别。级别共分0、1、2、3和4

本项研究由郭俊彦所长指导,得到华南热带作物研究院、广西热带作物研究所和广东省湛江农垦局化州橡胶研究所等单位的大力协作和支持,先后参加工作的尚有庞贞元、邓显发和钟华洲等同志,一并致以衷心感谢。

等五级，其中0—没有淀粉；1—淀粉很少；2—淀粉少；3—淀粉多；4—淀粉很多。枝条切片还原糖含量的评级与淀粉同，其测定染色是先把至少含有二层未损坏细胞的切片，放入硫酸铜浓溶液中浸1~5分钟后，取出切片水洗，加一大滴热沸的苛性钾，细胞内的还原糖即被染成橙黄至红黄色^[2]。过氧化氢酶活性的测定是根据《植物生物化学研究法》^[3]的方法加以改进。

结果与讨论

一、呼吸强度 冬季中橡胶实生母树叶片和枝条的呼吸强度随着温度的升降而增减。抗寒力强的橡胶实生母树叶片和枝条的呼吸强度较低，抗寒力弱的橡胶实生母树叶片和枝条的呼吸强度较高(图1、图2、表1)。前者是生态因子变动的影晌，后者是橡胶树抗寒生理特性上差异的反应。可以认为，橡胶树从热带地引种到热带北缘和亚热带地的适应过程中，冬季中生长的稳定，低的呼吸代谢水平，是它对零上低温抵抗能力增强的重要生理指标之一。

我们曾对四个不同抗寒力橡胶无性系二年生幼苗叶片进行过呼吸强度测定，其结果如表2指出，各无性系幼苗叶片的呼吸强度都随着温度的升降而增减。在寒潮的强低温影响之下，呼吸强度的降落甚为剧烈。在整个冬季中，各无性系幼苗叶片呼吸强度之间存在着一些差异，其数值大小与该无性系抗寒力之强弱恰成相反关系(表2)。

以橡胶无性系青湾坡17—12为例，在低于20℃的自然测定温度下，幼苗叶片的呼吸强度比在恒定20°±1℃温度下的要小，而在高于20℃的自然测定温度下，则前者的呼吸强度超过后者(图3)。从图

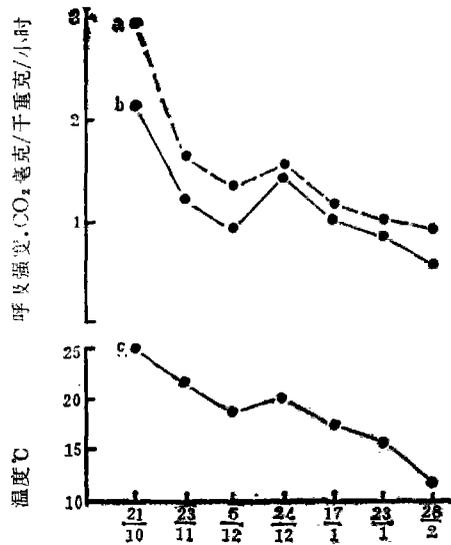


图1 越冬期间不同抗寒力橡胶实生母树叶片呼吸强度的变化(广州燕岭, 1963—1964)
a. 不抗寒树的呼吸强度; b. 抗寒树的呼吸强度; c. 测定呼吸强度时的温度。

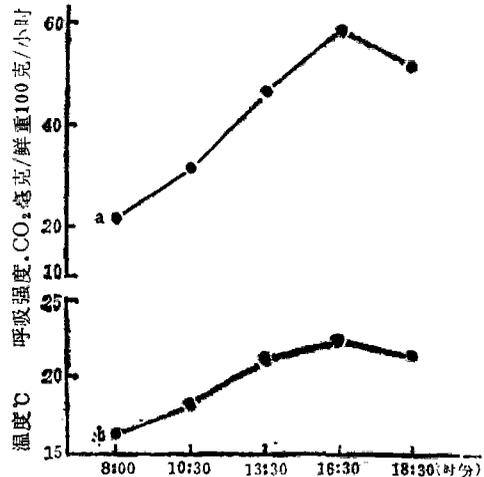


图2 越冬期间白天温度与橡胶实生母树叶片呼吸强度变化的关系(广西龙州, 1963年3月2日)
a. 橡胶树叶片的呼吸强度; b. 测定呼吸强度时的温度。

表1 冬季中不同抗寒力橡胶实生母树枝条呼吸强度的比较(CO₂毫克/100克鲜重/小时)

广西龙州, 1961,

组 合		I		II	
测 定 材 料		抗寒树8号	不抗寒树2号	抗寒树10号	不抗寒树5号
呼吸强度	9°±1℃(2月4日)	5.3	8.7	3.4	5.2
	18°±1℃(2月8日)	14.5	20.7	7.4	10.1

3还可以看出，橡胶幼苗叶片呼吸强度随着自然温度起伏变化幅度较大，而置于恒定温度 $20^{\circ} \pm 1^{\circ}C$ 下测定者其呼吸强度的变化较为平稳；然而，因为叶片材料在实验前均处在同一自然气温作用之下，所以，叶片在恒温下测得的呼吸强度曲线，仍然随着采样时的自然气温同步起落。

表2 不同抗寒力橡胶无性系幼苗叶片呼吸强度的比较
(CO₂毫克/干重克/小时)

广东化州，1964—1965

测定日期	11月28日	12月4日	12月8日	12月18日	12月28日	1月7日	1月17日	1月27日	2月6日	2月14日	2月24日
气候情况	晴，日温差大	阴，轻平流寒潮	晴	晴，轻辐射寒潮	晴	晴刮风	晴，日温差大	晴	阴，平流寒潮	晴	阴雨，平流寒潮
采样时的气温 $^{\circ}C$	17.5	10.0	17.5	12.2	14.7	11.7	13.5	18.1	8.0	19.5	8.3
测定呼吸强度时的温度 $^{\circ}C$	21.5	13.6	21.5	15.0	17.6	14.7	16.5	21.5	11.5	21.5	12.2
呼吸强度											
青湾坡17—12	1.62	0.87	2.28	0.90	1.05	0.74	0.91	1.62	0.59	1.72	0.57
PR107	1.68	0.90	2.22	0.91	1.14	0.76	0.89	1.76	0.63	1.66	0.54
PB86	1.80	0.92	2.33	0.95	1.24	0.88	0.93	1.71	0.68	1.75	0.51
Tjir 1	1.89	0.99	2.49	1.04	1.29	0.92	0.98	1.72	0.75	1.86	0.57

表中无性系青湾坡17—12的抗寒力强，Tjir 1的抗寒力弱，其余两者抗寒力中等。

已经开花结果或试行割胶的不同抗寒力无性系橡胶幼树叶片呼吸强度之间的大小变化规律也和上述的结果相同，即抗寒力强者呼吸强度较小，抗寒力弱者呼吸强度较大(表3)。

表3 不同抗寒力橡胶无性系幼树叶片呼吸强度的比较(CO₂毫克/干重克/小时)

组合	I		II	
	青湾坡17—12	联昌5—8	那大1—45	茅落24—8
抗寒力	强	弱	强	弱
呼吸度强	1.04	1.18	1.16	1.20

表中数据为8次重复的平均值。

通常，冬季中抗寒橡胶实生母树顶蓬叶稳定性好，呼吸代谢处于较低水平，不抗寒实生母树则一般进入稳定状态稍迟或顶芽欲趋萌动，其枝条和叶片均具较高水平的呼吸代谢。到了春季4月，气温回升，橡胶树进入了生长季节，这时，抗寒橡胶实生母树生长较快，其枝条的呼吸作用迅速增强，超出了不抗寒橡胶实生母树枝条的呼吸代谢水平(表4)。

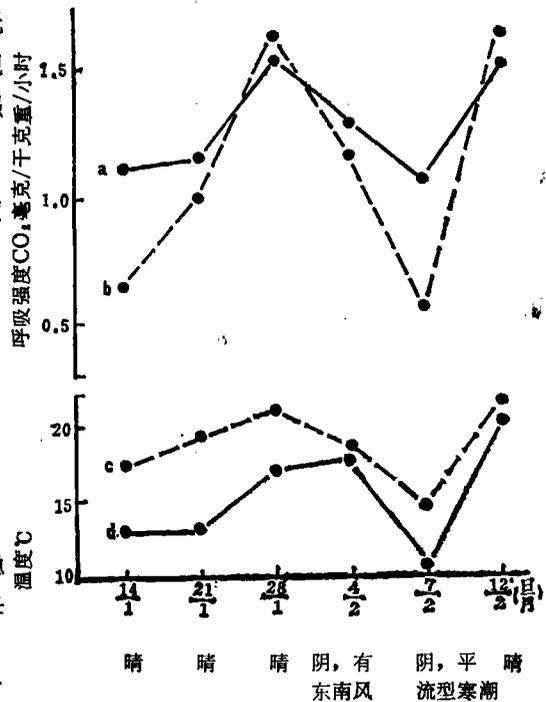


图3 橡胶无性系青湾坡12—17叶片在不同温度条件下的呼吸强度比较

(广州化州，1965年)

a. 恒温(20±1 $^{\circ}C$)下的呼吸强度；b. 自然气温下的呼吸强度；c. 自然测定气温；d. 采样时的大田气温。

表4 春季开始生长期间不同抗寒力橡胶实生母树枝条呼吸强度的比较(CO₂毫克/100克鲜重/小时)

广西龙州

组 合	I		II		III	
测定时间	1961年春		1961年春		1963年春	
测定材料	抗寒树(6号)	不抗寒树(4号)	抗寒树(1号)	不抗寒树(比1)	抗寒树(60-87)	无抗寒树(60-87D)
呼吸强度	9.0	8.0	12.6	9.2	13.8	8.6

橡胶树叶片的过氧化氢酶活性约为枝条的两倍。冬季中,橡胶实生母树抗寒力之强弱与过氧化氢酶活性之强弱有相反关系。如表5结果指出,抗寒力强的橡胶实生母树枝条和叶片的过氧化氢酶活性较弱,而抗寒力弱者,过氧化氢酶活性较强。

表5 不同抗寒力橡胶实生母树枝条和叶片过氧化氢酶活性的比较(O₂毫升/克鲜重/分钟)

广西龙州 1960

组 合	I				II			
类 型	抗寒树(11号)		不抗寒树(比5)		抗寒树(13号)		不抗寒树(7号)	
测定材料	叶 片	枝 条	叶 片	枝 条	叶 片	枝 条	叶 片	枝 条
过氧化氢(酶活性)	2.2	1.1	4.5	2.2	1.9	0.8	3.7	1.5

植物组织遭受冷寒前期,呼吸有增高现象^[4,5]。我们对遭受寒害的橡胶实生树枝条呼吸强度和过氧化氢酶活性作过测定,同样见到有强度增高表现(资料没有列出)。但是本实验所用材料在表现上均无可见寒害征象,因此,冬季中不抗寒橡胶树呼吸强度较高的数值,未必会包含有由于低温伤害而引起呼吸增高的成分在内。

二、水分状况 一些作者指出,抗寒性越强的植株含水量越低^[6,7]。我们对不同抗寒力橡胶实生母树、无性系幼树和幼苗等叶片水分含量测定的结果与此规律相符。即抗寒性强的橡胶实生母树、无性系幼树和幼苗叶片含水量较低,抗寒性弱者含水量较高(表6、表7和表8)。何景等^[8]认为,单凭植物的含水量来估计植物抗寒性的论点是不够全面的,要判断抗寒性的强弱还应该同时配合观察它们在低温影响下含水量的变化幅度。我们的实验测定是在在越冬期间进行的,虽然实验材料受到升降变化的自然气温影响,但是在实验期间,所有材料表明均无明显的可见伤害征象,也尚未看到橡胶树叶片含水量变化幅度的大小与其抗寒性的强弱之间存在带倾向性的规律。不过,从我们的测定结果可以看到在越冬后期橡胶

表6 不同抗寒力橡胶无性系幼树叶片含水量的比较

1964—1965, 广东化州

组 合	无性系名称	抗寒力	叶 片 含 水 量 (%)				
			12月22日	1月2日	1月12日	2月1日	总平均值
I	青湾坡17-12	强	54.3	57.4	54.4	56.6	55.67
	联 昌 5-3	弱	56.3	57.7	55.9	58.9	57.20
II	那 大 1-45	强	55.1	58.6	56.3	54.3	56.07
	茅 落 24-3	弱	57.1	60.4	56.9	55.1	57.37

表7 不同抗寒力橡胶无性系幼苗叶片含水量的比较 1964—1965, 广东化州

无性系 名称	抗寒力	叶片含水量 (%)										
		12月28日	12月29日	1月7日	1月14日	1月21日	1月28日	2月4日	2月7日	2月11日	2月12日	总平均值
青湾坡 17—12	强	65.4	65.3	60.0	58.7	60.0	57.2	57.5	58.1	57.7	58.5	59.8
PR107	中	66.5	63.8	59.5	58.5	59.4	58.6	57.3	59.1	57.8	58.2	59.9
PB86	中	65.9	63.3	62.1	60.8	61.0	60.4	59.7	59.3	59.7	59.6	61.2
Tjir 1	弱	67.1	69.7	61.2	59.7	60.4	59.2	61.1	64.2	60.9	58.8	62.2

无性系幼苗叶片含水量比前期有所减少的变化, 这可能与冬季雨量小、土壤干旱以及幼苗叶片逐渐成长得更加成熟等因素有密切的关系。

冬季中, 不同抗寒力橡胶实生母树叶片束缚水和自由水含量的分配比例是存在着一些差异的, 就是抗寒橡胶实生母树叶片有较高的束缚水含量、较低的自由水含量, 因而使束缚水/总含水量的比值较高, 不抗寒者则恰巧与之相反(表8)。

表8 冬季中不同抗寒力橡胶实生母树叶片的水分状况比较 1963, 10—12 月广州燕塘

测定材料	总含水量	自来水量	束缚水含量	束缚水/含水量
抗寒树 广32	53.1	7.9	45.2	85.1
不抗寒树 广32A	56.5	12.5	44.0	77.8

表中数据为4次重复的平均值

从表1、表4和表6的资料可以看出, 不同抗寒力的橡胶树呼吸强度或水份含量的大小与橡胶树本身抗寒性强弱之间所构成的比较关系, 仅适宜于在同一组合之内作相互比较。这是因为我们在选择研究材料时, 系把同立于一地的并在抗寒性上有显著差异的两棵植株配成一个组合, 而另一组合是另立他处, 这样不同组合的橡胶树则由于立地之异, 受不同生态环境条件之影响, 生理生化参数略有差异, 所以在进行比较研究时, 必须注意到这一点。其余类同。

三、碳水化合物 生长于南美热带原产地的巴西橡胶树是常绿树, 在引种到热带北缘和亚热带华南地区后, 虽然形成了一些冬季落叶或半落叶的生态类型, 但是大多数橡胶树在越冬期仍然满树葱绿, 叶片可以正常地进行光合作用, 枝条和叶片除富含糖分外, 还含有淀粉。我们的测定结果表明, 抗寒性强的橡胶无性系幼树、幼苗或实生母树的叶片, 均含有比抗寒性弱者较多的淀粉、蔗糖, 和较低量的还原糖(表9、表10)。

表11指出一个总的趋势: 抗寒性强的橡胶实生母树枝条蕴藏着较多的淀粉, 而抗寒性弱者拥有较多的还原糖。在越冬期间, 我们常用显微化学法观察橡胶树枝条淀粉和还原糖含量的变化, 所获得的结果和表11的结果相符(表12)。采用显微化学法有设备简单、用材不多和操作快捷之优点, 且能详细地观察到储藏物质等在组织或细胞内的分布。越冬期间, 橡胶树枝条淀粉主要贮藏在木质层内, 皮层次之, 髓部很少或者没有。抗寒橡胶实生母树和抗寒橡

表9 不同抗寒力橡胶无性系幼苗和实生母树叶片糖分和淀粉含量的比较(%)

组合	I		II		III		IV		V	
测定材料	天任35-45	PB86	抗寒树55-9	不抗寒树55-9A	抗寒树60-25	不抗寒树60-25C	抗寒树60-87	不抗寒树60-87D	抗寒树60-87	不抗寒树60-87D
抗寒性	强	弱	强	弱	强	弱	强	弱	强	弱
蔗糖	12.83	8.00	5.89	4.17	7.80	5.51	7.87	7.22	3.17	2.17
还原糖	4.15	6.29	3.55	4.09	3.95	4.47	4.05	4.96	8.83	9.49
淀粉	0.93	0.56	—	—	—	—	3.27	2.11	1.27	0.73

表中II、III组的数据为2次重复的平均值，I、IV组的数据为3次重复的平均值，V组数据为4次重复的平均值，除V组测定材料来自广州燕塘外，其余各组材料来自广西龙州。

表10 不同抗寒力的橡胶无性系幼苗叶片还原糖含量比较(%) 1964,12—1965,1,广东化州

无性系名称	青湾坡17-12	PR107	PB86	Tjir1
相对抗寒性	强	中	中	弱
还原糖含量	6.11	6.50	6.15	7.05

表中资料为3次重复的平均值。

表11 寒力橡胶实生母树枝条糖分和淀粉含量的比较(干重%)

组合	I		II		III	
测定材料	抗寒树55-9	不抗寒树55-9A	抗寒树60-25	不抗寒树60-25C	抗寒树60-87	不抗寒树60-87D
蔗糖	3.60	5.86	4.69	5.26	3.32	2.02
还原糖	4.83	8.97	3.12	3.68	2.50	3.50
淀粉	5.00	3.83	—	—	6.93	5.85

I、II组数据为5次重复平均值，III组数据为4次重复的平均值。

表12 不同抗寒力橡胶无性系幼苗和实生母树枝条还原糖和淀粉含量的显微化学法鉴定比较*

组合	I		II		III		IV	
测定材料	天任31-45	PB86	抗寒树55-9	不抗寒树55-9A	抗寒树60-25	不抗寒树60-25C	抗寒树60-87	不抗寒树60-87D
抗寒力	强	弱	强	弱	强	弱	强	弱
还原糖含量(级)	—	—	1.25	3.25	1	2.25	—	—
淀粉含量(级)	3.3	1.3	3.2	2.1	3.0	2.3	2.9	0.25

I组数据为3次重复的平均值，材料是二年生无性系幼苗，其余各组材料为实生母树，II和III组数据分别为5和6次重复的平均值，IV组数据为4次重复的平均值。

胶无性系一年生枝条切片中淀粉在木质层(枝条横切片)被1—KI溶液染成浓黑色环带，皮层和髓部内填充淀粉的细胞密集成组，而不抗寒者其枝条木质部的淀粉只能被染成较淡的蓝黑色，其间或有空白点，髓部没有淀粉或只有极少淀粉。极不耐寒而每年均遭受4级寒害的“炮筒树”，其萌生枝条极少淀粉，甚至个别植株从顶芽至树基部的各分段横切片上竟观察不到贮有淀粉粒的细胞，最后，只有在树根的切片才观察到有淀粉的存在。上述说明，冬季

中抗寒性越强的橡胶树枝条含有越多的淀粉。这些事实与北方植物的越冬性状恰恰相反。因为北方植物在秋季低温到来时, 淀粉逐渐消灭转化成糖类和油类, 而获得抗寒力的提高^[8], 冬季中抗寒性强的苹果品种枝条内淀粉的水解也比较迅速和完全^[9]。

四、氮化合物 根据分析结果可以看出(表13), 巴西橡胶树叶片的含氮化合物以蛋白氮为主, 约占总氮量的80%以上。枝条内氮化合物的含量比叶片的少得多, 仅仅占干物质的1%左右, 其中蛋白氮与非蛋白氮两含量的比例约在1:1上下(表14)。

在不同抗寒力橡胶实生母树之间或无性系之间相比较, 抗寒力强者其枝条和叶片的总含氮量、蛋白氮含量和非蛋白氮含量均高于抗寒力弱者(表13、表14)。

表13 不同抗寒力橡胶实生母树和无性系幼苗叶片氮化合物含量的比较(干重%)

组 合	I		II		III		IV	
	抗寒树 60-25	不抗寒树 60-25C	抗寒树 60-87	不抗寒树 60-87D	茂成 3-6	光岭 1-7	天任31-45	PB86
抗寒力	强	弱	强	弱	强	弱	强	弱
总 氮	2.82	2.54	2.72	2.32	2.71	2.27	3.15	2.77
蛋白氮	2.40	2.32	2.50	2.34	2.04	1.64	2.71	2.39
非蛋白氮	0.42	0.22	0.22	0.18	0.67	0.63	0.44	0.37

I、II、III和IV组的数据分别为4、2、2和8次重复的平均值。I、II组实验分析材料为橡胶实生母树的叶片, III、IV组为二年生无性系幼苗的叶片。

表14 不同抗寒力橡胶实生母树和无性系幼苗枝条氮化合物含量的比较(干重%)

组 别	I		II		III		IV		V	
	抗寒树 55-9	不抗寒树 55-9A	抗寒树 60-87	不抗寒树 60-87D	抗寒树 60-25	不抗寒树 60-25C	茂成 3-6	光岭 1-7	天任 31-45	PB86
抗寒力	强	弱	强	弱	强	弱	强	弱	强	弱
总 氮	0.90	0.72	1.23	1.09	1.32	0.84	0.90	0.84	0.92	0.66
蛋白氮	0.45	0.40	0.54	0.46	0.52	0.45	0.45	0.37	0.61	0.48
非蛋白氮	0.44	0.31	0.69	0.63	0.79	0.39	0.45	0.47	0.31	0.18

I、II、III、IV和V组数据分别为3、6、9、3和2次重复的平均值。除I、II、III组实验分析材料为实生母树枝条外, 其余二组为二年生无性系幼苗枝条。

零上低温对橡胶幼苗叶片氮代谢的主要影响, 是导致蛋白氮的减少和非蛋白氮的增加(表15)。王以柔等^[10]认为, 零上低温引起橡胶树寒害时, 氮代谢的变化趋向是蛋白质的水解加强。因此, 在霜冻低温影响之后, 抗寒性弱的橡胶无性系PB86叶片蛋白氮的减少多于抗寒性强的天任31-45, 而前者的非蛋白氮却成倍地增加。这一事实看来可以说明抗寒性弱的橡胶无性系在受寒之后, 叶片蛋白质的水解比较剧烈。

表15 不同抗寒力橡胶无性系幼苗遭受寒冷影响后
叶片氮化合物含量(干重%)的变化

广西龙州, 1963, 1, 15*

氮化合物	总氮				蛋白氮				非蛋白氮			
	8时	11时	14时	17时	8时	11时	14时	17时	8时	11时	14时	17时
抗寒性强无性系天任31—45	3.11	3.01	2.78	2.75	2.68	2.64	2.50	2.50	0.43	0.36	0.29	0.20
抗寒性弱无性系 PB86	2.75	2.57	2.43	2.68	2.35	2.12	1.85	1.85	0.40	0.44	0.58	0.83

*是日为广西龙州大霜冻的第二天。

参 考 文 献

- [1] 彭世全等, 1957: 几种测定呼吸作用方法的初步研究, 植物生理学通讯, 第3期, 45—51。
 [2] 德日阿帕利捷, И. И. (余名卷译), 1953: 植物显微化学实验指导, 27—28, 高等教育出版社出版, 1956。
 [3] 耶尔马科夫, А. И. (吴相钰译) 1952: 植物生物化学研究法, 第4章, 科学出版社出版, 1956。
 [4] 刘鸿先等, 1984: 植物生理学报, 第10卷, 第3期, 191—199。
 [5] Lyons, M. J., 1973; Ann. Rev. Plant Physiol 24: 445—466。
 [6] 何景等, 1980: 植物学报, 第22卷, 第1期, 41—48。
 [7] Оуян Шоу-жу. 1963: Физиол. Раст., 10(3): 366—368。
 [8] 瓦西里耶夫, И. М. (何永集等译), 1956: 植物的越冬, 103—114. 科学出版社出版, 1958。
 [9] Христо, А. А., 1961: Физиол. Раст. Том 8. Вып I. 58—66。
 [10] 王以柔等, 1978: 植物学报, 第20卷, 第1期, 44—53。

STUDIES ON THE PHYSIOLOGICAL CHARACTERS OF DIFFERENT COLD-RESISTANCE OF HEVEA BRASILIENSIS

Tang You-lin Chen Mian-da and Zhou Yong-cheng
(South China Institute of Botany, Academia Sinica)

Abstract The physiological characters of different cold-resistance rubber clone younglings and rubber seedling plants were investigated in winter. The results were obtained as follows: the sprigs and leaves of the cold-resistant rubber clone younglings and the cold-resistant rubber seedling plants generally had weaker respiration, lower water content and reducing sugar content, higher starch content and protein-N content than non-resistant. In addition, the former had more sucrose content and bound water content in the leaves than the later.