

# 橡胶树死皮发生机理研究现状及展望

喻时举, 林位夫\* (中国热带农业科学院橡胶研究所, 海南儋州 571737)

**摘要** 综述了橡胶树死皮发生机理的研究现状及假说, 并对橡胶树死皮在内源激素间平衡关系方面的研究进行了展望。

**关键词** 巴西橡胶树; 死皮; 发生机理; 激素平衡

**中图分类号** S763.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2008)17-07299-02

Research Status and Prospect of the Occurrence Mechanism of Tapping Panel Dryness of *Hevea brasiliensis*

YU Shi-ju et al (Rubber Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agriculture, Danzhou, Hainan 571737)

**Abstract** Research status and hypothesis of the occurrence mechanism of tapping panel dryness (TPD) were discussed. Equilibrium of endogenous hormones in TPD of *Hevea brasiliensis* was forecasted.

**Key words** *Hevea brasiliensis*; Tapping panel dryness; Occurrence mechanism; Hormone equilibrium

橡胶是人类经济社会不可缺少的物质材料,也是人类生活的重要经济来源。巴西橡胶树作为产胶的重要来源,利用光合作用源源不断地制造同化物,在其体内形成橡胶。橡胶树死皮病(Tapping Panel Dryness, TPD)大大影响了胶乳的产量与质量,对社会经济造成了严重影响。强割、强度刺激与过度排胶会引起橡胶树死皮,胶乳中蔗糖和核糖体含量的减少与乳管组织的衰老及死皮的发生具有一定的联系<sup>[1]</sup>。原因可能是在强度加大的情况下橡胶树体内受压太大,营养物质消耗过量,乳管发生变化,从而导致其不能正常产胶。病理方面的研究发现有褐皮病与非褐皮病 2 种症状,初步证明由类立克次氏体引起。梁尚朴研究发现,赤霉素和生长素对橡胶树死皮病的防治有较好的效果,而且处理的时间越长效果越明显<sup>[2]</sup>。在此研究基础上,笔者对橡胶树死皮发生机理的研究现状及假说进行了综述。

## 1 橡胶树死皮发生机理研究现状

### 1.1 气候、环境条件、割胶强度和品系与橡胶树死皮

气候对橡胶树死皮发生有影响。杨少琼等研究发现受强台风袭击无严重受害症状且正常采胶的橡胶树具有死皮的倾向,受台风影响严重的橡胶树发病几率大于未受台风损坏或损坏较小的橡胶树<sup>[3]</sup>。Pushpades 等通过对土壤、叶片、胶乳的分析发现,营养不平衡容易导致橡胶树发病。调查发现同一地段内橡胶树发病的可能性大致相同,土壤营养也有导致死皮的倾向<sup>[4]</sup>。Schweizer 研究发现高强度割胶会导致死皮发生。由于强度割胶,胶乳强烈稀释,养分随乳清大量流失,使代谢储备物耗尽,或者由于越冬后树冠生长和胶乳再生两者竞争养分,使树皮处于“饥饿状态”而导致死皮<sup>[5]</sup>。过度割胶或过度刺激,将破坏橡胶树产胶与排胶之间的生理平衡,造成代谢紊乱而促进死皮。Jacob 等提出死皮与品系的特性有关,堵塞指数越低、产量越高的品系,越容易死皮<sup>[6]</sup>。Gohet 等研究表明无性系 PB260 和 GT1 对死皮敏感,而无性系 AVROS2037 和 AF261 对死皮敏感性低。杨少琼等发现 RRIM600 的死皮发生率是 PR107 的 2 倍。很多环境与人为因素都有可能是影响死皮的原因,但造成橡胶树死皮的几率不同,其发生机理也不相同。

### 1.2 分子生物学与橡胶树死皮

近 10 年来,关于细胞周期

信号传导以及 DNA 修复系统的细胞生物学和分子生物学基础研究取得了重大进展,也在一些概念上取得了新的突破。其中最突出的成就是细胞程序性死亡(Programmed Cell Death, PCD)概念的建立<sup>[7]</sup>。近几年,人们逐渐认识到 PCD 或细胞凋亡是在多细胞生物中普遍存在的一种自然现象,是由遗传控制的、有规律的、生理性的主动死亡过程。这个过程受细胞内外信号的调控,有特定基因的参与。根据刘志昕的假设:死皮病因可以是生物因子,也可以是环境因素和人为因素带来的各种生理胁迫,它们可通过共同的机制发生作用。而水杨酸(Salicylic Acid, SA)、茉莉酸(Jasmonic Acid, JA)和系统素(Systemin)等可能作为信号沿维管束远距离传递信息,通过细胞信号转导和一系列基因调控过程诱发 PCD。Darussamin 等对健康树和死皮树树皮的蛋白提取物进行了 SDS-PAGE 分析,结果表明,在健康树中发现分子量为 42、49、52 ku 3 种重要蛋白,而在死皮树树皮中发现 52 ku 的蛋白含量较健康树大量增加,42、49 ku 蛋白消失,并且出现了一种 22 ku 的新蛋白<sup>[8]</sup>。Diank 等研究发现,死皮植株胶乳中 SDS-PAGE 的带型较健康树有明显不同,主要表现在死皮植株中乳管 C-乳清的 2 种蛋白质(26.0 和 24.5 ku)较健康树大量增加,而一些胞质蛋白有所减少<sup>[9]</sup>。以上研究表明有些蛋白表达增强了,有些削弱了,也有新蛋白出现了。这些蛋白质标记到底是与 TPD 有关还是仅属于伤害或乙烯刺激引起的胁迫应答蛋白,还有待于进一步了解。

### 1.3 病理学与橡胶树死皮

曾有研究人员怀疑死皮是由病原菌引起的,但他们都无法证实造成死皮病菌的存在<sup>[10]</sup>。Nandris 等报道了造成不排胶的某种类型的树皮坏死的致病原因。陈慕容等从 1979 年开始从植物病理学方面探索死皮病的传染病因,对我国华南 5 省橡胶树死皮病进行了调查,认为死皮病和橡胶树丛枝病之间存在着密切的联系。通过丛枝病芽嫁接、抗菌素探索诊断病原、电子显微镜检查、血清学测试等试验,初步证明橡胶树褐皮病和丛枝病间存在传染病因<sup>[11-12]</sup>。此外,还利用 Koch 法则对死皮树进行病皮接传病试验,研究证明了 TPD 具有传染性。Rands 采用病原直接接种橡胶树的方法来验证病原对死皮发生起作用的猜测,结果表明,在其设置的 6 个试验中,无一例能成功地诱导出死皮病<sup>[13]</sup>。

### 1.4 生理学与橡胶树死皮

大量的研究表明,橡胶树死皮病发生的原因有可能是生理学方面的。死皮病在生理学方

**作者简介** 喻时举(1982-),男,贵州铜仁人,硕士研究生,研究方向:橡胶树死皮与内源激素平衡关系。\* 通讯作者。

**收稿日期** 2008-03-26

面的表现与发生病因如下:①过度排胶、营养亏缺,由于强割,胶乳强烈稀释,养分随乳清大量流失,使代谢物耗尽,排胶状态改变,使树体营养处于“饥饿状态”而导致死皮<sup>[14-15]</sup>;②黄色体破裂,胶体原位凝固,黄色体的完整存在为胶乳代谢提供了稳定的环境,黄色体破裂后,释放二价金属阳离子等致凝物质,使胶乳在原位凝固<sup>[16]</sup>;③乳管堵塞,有死皮发生的乳管周围的薄壁细胞形成胶状物质,侵填体侵入乳管,使乳管堵塞而导致细胞壁木质化<sup>[17]</sup>;④活性氧水平升高,活性氧水平伴随死皮树中黄色体破裂指数的增加和NAD(P)H氧化酶活性的升高而升高<sup>[11,18-19]</sup>;⑤核酸含量减少、含氮量和蛋白含量降低,曾日中等研究发现乳管中核酸的含量明显减少<sup>[1]</sup>,Chua观察到死皮树树皮中含氮量降低,破坏了同化过程的平衡<sup>[20]</sup>。死皮在生理方面的表现是复杂的,没有统一、具体的观点来形容生理方面的死皮,生理研究者们认为橡胶树死皮是严重的紊乱现象。如果能了解紊乱现象的本质,就有可能揭开橡胶树死皮病生理方面的发生机理。

## 2 橡皮树死皮病发生机理假说

关于死皮病发生机理的假说甚多。Schweizer提出代谢贮备物质耗尽或营养亏缺说,从环割树皮后强割胶树以及在被隔离的“皮岛”上割胶导致死皮的试验中,观察到这些树的树皮组织以及木质部外层组织的淀粉都已消失,从而认为死皮系胶树排胶影响面范围的组织中贮备物质消耗殆尽所致,指出了褐皮病发生中营养状态的重要性。Sharples等提出树皮有效水分波动致病说,认为割胶反复地流失大量胶乳,树皮所需要的水分跟着发生波动,水分不正常的波动是褐皮病发生的原因。Frey-Wyssling也持类似的观点,认为胶乳不正常强度稀释促进褐皮病的发生。Chua提出了蛋白质合成失调导致乳管衰老致病说<sup>[20]</sup>。正常产胶树和死皮树中树皮的可溶性糖类、淀粉含量没多大差异,而死皮树树皮中含氮量和蛋白含量则低于正常产胶树,因而认为割胶过度引起的死皮是由于贮备同化物质耗尽说法缺乏根据,认为死皮和流失过多乳清固形物有关,即和流失蛋白和核酸过多有关,从而破坏了同化过程的平衡,导致乳管衰老,丧失其机能,最终死皮。曾有研究人员证实了自由基破坏黄色体膜导致死皮的假说,黄色体膜成分中的类脂,尤其是磷脂,大多数含不饱和脂肪酸,由于分子结构上存在双键,使膜具有良好的流动性和通透性,不饱和脂肪酸极易被生物体代谢的氧化还原反应中所产生的有毒氧如超氧离子自由基和羟自由基等所氧化,生成过氧化脂酸,过氧化脂酸与OH发生连锁反应,生成过氧化脂质,从而破坏膜结构造成黄色体受损破裂,而使胶乳在原位凝固,造成死皮。

## 3 展望

橡胶树死皮机理目前为止没有具体的、明确的概念来阐述。多数研究者认为,死皮多是由强割和强刺激引起的一种生理性病症,而这种病症是通过乙烯来起作用的。乙烯能够大幅度地提高橡胶树的产胶量,目前已广泛用于生产实践<sup>[21]</sup>。但随着乙烯利的使用,死皮病发生率越来越高,甚至有乙烯诱导死皮的说法<sup>[22]</sup>。应用细胞激动素和赤霉素能保持高水平的超氧化物歧化酶和过氧化氢酶活性,抑制膜脂过氧化作用,进而延缓衰老。Kramor等指出,赤霉素有阻碍乙烯作用的能力,内源生长素似乎是个抗成熟的因子<sup>[23]</sup>。

内源激素相互之间存在着对抗性、协同性和同一性<sup>[24]</sup>。对抗性将使某激素的生理作用在一定程度上部分或完全抵消另一类激素的生理作用;协同性是指2种或2种以上激素所引起的同一生理作用;同一性是指2类激素虽具有同一生理作用,但其中某类激素的生理作用是通过另一类激素所发挥作用的。激素水平是这3种关系表现的关键,各种激素水平维持得适当,则表现为激素间的协同性与同一性,橡胶树则表现为产胶正常。如果各种激素水平出现不稳定或不平衡,则表现为激素间的对抗性,橡胶树则表现为产胶异常,甚至不能产胶导致死皮。近几年由于乙烯利的普遍使用,大量出现死皮现象,有可能是乙烯利的使用引起了橡胶树激素间的不平衡关系,打破了原有的激素平衡。

然而,激素间的关系究竟怎样,是否存在某种平衡来维持正常的产胶,若存在某种激素平衡,是否因为这种平衡被破坏而导致死皮,如何解决或恢复这种不平衡的激素关系,这些都还有待于深入研究。若从激素间平衡关系入手,了解激素平衡并依靠这种平衡来决定橡胶树产胶是否正常,则有可能了解强割和强刺激导致死皮的致病原因,从而揭示橡胶树死皮的生理机理,建立橡胶树死皮的防治技术体系。

## 参考文献

- [1] 曾日中,黎瑜,杨少琼. 巴西橡胶树胶乳核酸含量与产量与死皮关系的研究[J]. 热带作物学报,1997,18(1):10-15.
- [2] 梁尚朴. 赤霉素和生长素防治橡胶树死皮病的效果及对死皮病成因的看法[J]. 热带农业科学,1990(3):25-27.
- [3] 杨少琼,莫业勇,范思伟. 台风对橡胶树的影响——一级风害树的生理学和排胶不正常现象[J]. 热带作物学报,1995,16(1):17-28.
- [4] PUSHPADES M V et al. Byown bast and nuthion:Acase Study[J]. Rubb.Board Bull,1975,12(3):83-88.
- [5] JACOB J L,PREVOT J C,LACROTTE R. Tapping panel dryness in Hevea brasiliensis Plantations [J]. Recherche.Development,1994,1(3):22-24.
- [6] ELLIS R E. Mechanisms and functions of cell death [J]. Annu RevCell Biol,1991,7:663-698.
- [7] DARUSSAMIN A,SISWANTO SUHARYANTO,CHAIDAMSARI T. Changes in the chemical compositions and electrophoretic profile of latex and bark proteins related to tapping panel dryness incidence in Heveabrasiliensis[J]. Menara Perkebunan,1995,63(2):52-59.
- [8] DIANK,Sangare A,Diopoh J K.Evidence for specific Variation of protein pattern during tapping panel dryness Condition development in Hevea brasiliensis [J].Plant Science,1995,105(2):207-216.
- [9] 周建南. 国外巴西橡胶树死皮的研究[J].热带作物研究,1995(2):73-78.
- [10] SIVAKUMARAN S,LEONG S K,GHOUSE M,et al. Influence of some agronomic pracyices on tapping panel dryness in Hevea tree [M].Presented at IRRDB Workshop on TPD, 1994.
- [11] 陈慕容,罗大全,黄庆春,等. 橡胶树丛枝病原的抗血清制备与应用[J].热带作物学报,1998,19(4):34-38.
- [12] 陈慕容,杨绍华,郑冠标,等. 橡胶树丛枝病及其与褐皮病关系的研究[J].热带作物学报,1991,12(1):65-73.
- [13] 陈慕容,罗大全,许来玉,等. 橡胶树褐皮病皮接传染研究[J].热带作物学报,2000,21(3):15-20.
- [14] RANDES R D. Brown bast disease of Plantation rubber.Its cause and prevention [M].Indie Archief Voor De Rubbercultuur In Nederlandsch --- 5e Jaargang,1921:224-275.
- [15] 许闻献.国外橡胶树死皮生理学研究简况[J].热带农业科学,1984(1):38-42.
- [16] 许闻献,魏小弟,校现周,等. 刺激割胶制度对橡胶树死皮病发生的生理效应[J]. 热带作物学报,1995,16(2):10-13.
- [17] CHRESTIN H. Biochemical basis of bark dryness[C]. Proceeding (下转第7487页)

表 2 南京市三次产业及 GDP 明细偏离-份额分析  
Table 2 Analysis of three industries and GDP shift-share in Nanjing

亿元

增量 Increment	第一产业产值 Production value of primary industry	第二产业产值 Production value of secondary industry	第三产业产值 Production value of tertiary industry	GDP
全国分量 National component	94.44	473.15	491.49	1 059.08
结构分量 Structural component	-63.78	-24.14	190.64	102.72
竞争分量 Competitive component	-9.56	204.81	-95.27	99.98
合计 Total	21.1	653.82	586.86	1 261.78

元,第三产业优势使经济增长 190.64 亿元。虽然南京市第二产业与全国相比较仍具有竞争优势,高于标准区域 204.81 亿元。但是第一、三产业竞争优势不强,低于标准区域水平 9.56 亿、95.27 亿元。

2.2.2 产业结构高度化水平的综合分析。产业结构高度化水平一定程度上反映了区域综合竞争力水平。据统计,南京市农林牧渔总产值指数为 108.9,高于全国平均水平(107.5),说明南京市农业产值水平高于全国平均水平,农业内部结构在逐步优化和升级。近年来,南京市农业在“城乡一体、科教兴农、外向带动、多元发展”战略的指导下,确立了农业主导产业,不断优化农业结构,重点发展花卉苗木、经济林果、特种水产、蔬菜等适合市场需求的高效农产品;依靠科技进步,促进农业产业升级,并建立了多个省级和市级农业科技园区;围绕市场需求,推进农业产业化经营。但是,农业产业发展范围大,类型多,没有形成独立的完整体系和规模优势;农业科技整体水平不高,新品种、新技术的推广以及农业机械化的普及都有待进一步提高;农业发展资金投入不足,产出效益较低;农业生产布局不尽合理,功能定位缺乏有效的理论指导等原因成为阻碍南京市农业可持续发展的“瓶颈”<sup>[19]</sup>。研究表明,发达国家农产品加工业产值与农业产值之比大都在 3.0:1 以上,我国为 1.1:1,而南京市只有 0.85:1。因此,南京市农业产业的进一步优化将会更好地促进经济的发展。

从第二产业来看,多年来南京市工业发展较快,部分工业行业综合效益较为突出,工业产业结构进一步优化:电子、汽车、石化、钢铁四大支柱产业优势进一步凸显;工业空间布局进一步优化,南京四大国家级开发区所完成的工业现价产值所占比重已达到 60.1%;规模企业优势进一步显现,全市总量规模前 261 家大中型企业所实现的产值占该市的比重已达到 80%。同时,南京工业经济增长方式加快转变:“十五”期间工业经济综合效益指数连续多年在江苏省排名第 1;资源综合利用水平不断提高,2002~2005 年,该市万元工业增加值综合能耗从 3.15 t 标准煤下降到 2.62 t 标准煤,

下降了 16.8%;万元工业增加值耗水量从 310 t 下降到 285 t,下降了 8.1%,节能降耗为经济增长做出了贡献。

从第三产业来看,南京市第三产业发展层次基本上在逐年增高,2002 年首次实现了“三、二、一”的发展顺序。南京市第三产业产值在全国 16 个副省级城市中居第 6 位。从三次产业的产值比重和就业比重来看,南京市在全国分别排在第 9 位和第 8 位,在 16 个副省级城市中分别排在第 7 位和第 4 位;从相对值上分析,南京市的第三产业发展水平是较高的,尤其是服务密度在全国排在第 5 位,居于 16 个副省级城市的首位。

### 3 结论

(1)通过对 1978~2005 年的截面资料和时序资料判断,南京产业结构的变化符合产业结构变迁的一般规律,产业结构正向高度化水平迈进。

(2)产业结构演进对南京经济增长的影响因素分为 3 种类型,即产业结构偏离为负和竞争力偏离份额为负型;产业结构偏离为负和竞争力偏离份额为正型;产业结构偏离为正和竞争力偏离份额为负型。

(3)区域产业结构调整的实现,需要建立产业协调与分工合作机制,依托特色优势产业和城镇群,推进产业重点地带合理化布局开发,适度进行功能性分工和产业结构调整,形成独具特色的网络型产业布局体系,进而形成区域性“群落型”经济优势。

### 参考文献

[1] 胡援成,杜学勇.我国地理上的二元经济结构与区域发展政策[J].当代财经,1994(5):33-36.  
 [2] 吴殿廷.区域分析与规划高级教程[M].北京:高等教育出版社,2004:98-99.  
 [3] 陈栋生.区域经济学[M].郑州:河南人民出版社,1993:55-60.  
 [4] KNUDSEN D.Shift-share analysis:Further examination of models for the description of economic change [J].Socio-Economic Planning Sciences,2000,34:177-198.  
 [5] 国家统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,1979-2004.  
 [6] 南京市统计局.南京年鉴[M].北京:中国统计出版社,1978-2000.  
 [7] 南京市统计局.南京统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2001-2005.  
 [8] 李江帆.第三产业经济学[M].广州:广东人民出版社,1992.

(上接第 7300 页)

of the Symposium “Exploitation,Physiology and Improvement of Hevea”.Paris.1984,273-279.  
 [17] GOMEZ J B,GHANDIMATHI H. The brown bast syndrome of Hevea Part I. Morphological observations [J].Journal of Natural Rubber Research,1990,5(2):81-89.  
 [18] YANG SHAOQIONG, MO YEYONG,LI YU,et al. Onset and development process of whole cut dryness and physiological expression [C]. IRRDB Meeting on Tapping Panel Dryness in Hevea brasiliensis,CATAS,Hainan1997.  
 [19] 许闻献,校现周.橡胶死皮树过氧化物酶同工酶和超氧化物歧化

酶同工酶的研究[J].热带作物学报,1988,9(4):31-36.  
 [20] CHUA S E. Physiological changes in Hevea trees under intensive tapping [J]. Journal of the Rubber Research Institute of Malaya,1967,20(2):100-105.  
 [21] 蔡磊,校现周,蔡世英.乙稀利与橡胶树排胶及死皮关系[J].云南热作科技,1999,22(4):8-21.  
 [22] 校现周.乙稀代谢对橡胶树的伤害及其发生机制探讨[J].热带农业科学,2000(4):7-11.  
 [23] KRAMER J.木本植物生理学[M].北京:中国林业出版社,1985.  
 [24] 范玉清,车德才.植物五大类激素之间的关系[J].山西师大学报:自然科学版,1996,10(2):40-41.