

为了更好的利用热带资源，必须保护热带资源。

首先，要把自然保护区严格的保护起来。自然保护区内有着珍贵稀有的野生动植物资源（如大象、野牛、孔雀、犀鸟等，还有木莲、龙脑香、望天树等）。这些稀有珍贵的动植物不仅有很大的经济价值，而且还有科学研究价值，这是全世界都关心的无价之宝，把它们保护好，这是我们对人类应做的贡献。不加保护，它们就有面临绝灭的危险！珍贵的大象就要跑到国外去，这样不仅宝贵的资源受到严重损失，而且将造成极坏的政治影响。

其次，要把自然保护区的生态环境保护下来，为今后研究热带森林生态系统，解决综合性合理开发利用，提供良好的基地。热带森林生态系统的研究是联合国组织的“人与生物圈”计划的第一项，即人类活动对热带和亚热带生态系统的生态影响。我国也是“人与生物圈”计划的参加国，而且是负责指导和监督这些项目执行的国际协调委员会的成员国。1978年8月中旬在西宁召开的陆地生态系统科研工作会议上，很多代表发言都谈到研究热带森林生态系统重要性，但都担心热带森林的保护问题。

第三，我们要正确认识橡胶、热带森林、热带经济作物三者之间的关系。从整个国家来说，它们都是缺一不可的、同样重要的、相互不可代替的宝贵财富。但当前的主要矛盾是：我国仅存的、少得可怜的西双版纳热带森林正面临着毁灭的威胁！在这关键时刻，不采取保护森林的有效措施，其后果必然是砍伐殆尽。我们要树立全局的观点和长远的观点。我们的认识是：既要保护林，也要种好胶，不能顾此失彼。因此，要扩大耕地面积，必须“在不损害水土保持、森林、草原和水产资源的条件下，组织国营农场和人民公社有计划地开垦荒地，使耕地面积有较多的增加”。为此，在西双版纳热带地区发展橡胶、经济林木等都应首先考虑在已破坏原始森林的200多万亩荒地上逐渐发展，这样既发展了经济作物、改造了荒山，又保护了现有的生物资源。

第四，希望在西双版纳建立热带森林景观的天然公园，进一步发展和保护我国热带稀有珍贵的生物资源，使西双版纳更加美丽富饶，为丰富世界生物资源，做出应有的贡献。

183338

植物胶乳的生物学功能与 热带雨林的關係初探*

钟纪育

迄今为止，在植物界中已查明的胶乳植物已超过2000余种。^[1]在被子植物中有明确记载的有1117种，^[2]分属于80余个科，407个属。其中较为集中的科是夹竹桃科、萝藦

*本文经裴盛基副教授仔细审阅、修改，并提出宝贵意见。卢人道、李朝明等同志提出宝贵意见，特此致谢。

科、桑科、大戟科、山榄科和菊科。这六个科拥有橡胶植物的属占60%，计234个属，992个种，占88%，并且它们之中的绝大多数种类生长在热带。

云南西双版纳被子植物中上述六个科的植物现已初步查明含有橡胶的属有50个，占属总数的21%，拥有147种，占14.8%。〔3〕

经初步分析，可以认为西双版纳橡胶烃类植物种类是很丰富的，这为我们探讨这类植物中橡胶烃类的生物学功能的问题提供了基本条件。

由于产胶植物在橡胶工业和未来新能源方面的需要，近半个世纪以来一直受到人们的注意。若干研究的结果，为探讨橡胶烃类的生物学功能提供了有力的证据。

橡胶烃类有何生物学功能这一问题，并不仅只是一个基础理论性问题。在实践上，它将指导新的橡胶植物资源及能源植物的筛选和寻找，以及这类植物的引种驯化，生态学分布规律等，因此，是很重要的一个研究课题。

早在1914年，德国生物化学家Tobler, F.〔4〕首先提出，那种认为橡胶烃类在植物中的存在可以保护该植物免受动物侵害的观点是值得探讨的。Spence, D.〔5〕于1935年提出橡胶烃的存在是“植物贮备食物的一种方式。”苏联的Prokofiev, A. A.〔6〕及美国的Bonner, J.〔7〕等通过生物化学的研究又否定了这一论点。

Ritter, F. J.〔8〕及Bealing, F. J.〔9〕认为由于橡胶烃的形成总是伴随着在无氧酵解过程中产生乙醇的过程，因而认为它们在植物体中具有促进呼吸的作用。Miller, L. P.〔10〕则通过这一系列可能的酵解反应的能量收支平衡的计算结果，说明Ritter等的意见也不完全。那么橡胶烃类的生物学功能究竟应当是怎样的呢？迄今仍然没有得到较满意的回答。为此，笔者通过以下几个方面的事实，对这一问题进行初步的探讨，并借此提出自己的观点，以供参考。

首先，我们看看地球上陆地总有机物贮藏量的分布情况。（见表一）。

表一 地球上陆地总有机物贮量（单位：吨 $\times 10^9$ 碳）〔11〕

热带雨林	340	} 58%
热带季雨林	120	
温带常绿林	80	
温带落叶林	95	
北方森林	108	
栽培植物	7	
总的陆地碳	827	

再从William, L. T.〔12〕发表的地球上植物界各类的分布情形：热带地区集中了高等植物总数的64.58%，真菌类的75%，蕨类的91.6%，藓类的63%，苔类的75%，就可以知道，现今，陆地植物主要集中分布在水、热丰富的热带地区，这和地球上热带地区雨量和热量的分布基本上吻合。

现今,地球上陆地植物的分布格局可以从历史地植物学所阐述的观点得到解释^[13]。被子植物起源于第三纪,密布全球;第四纪时,由于地球的造山运动和冰川南袭这两次大冲击,植被分布格局发生了重大变化。而大部分热带地区未受冰川的影响;生物物种质资源得到了保存和发展。

我们又知道,水热系数最高的地区,就是热带雨林区。单位面积上,热带雨林的生物种类最多,密度最大。所以热带雨林生态系统具有最高的生物学生产力。据 Whitmore, T.C.^[14]的数据,全球热带雨林总面积仅有 830×10^6 公顷。要集中相当于每公顷2000余吨重的活的植物体,那么,生物物种之间的生存竞争是十分激烈的,反映这一现象的就是植物的立体分层性。现今存在于热带雨林中的成员植物的每个种类,都是经历了数百万年的生存竞争和自然选择作用的结果而被保存下来的。

由于热带雨林生态系统中生物种类的高度集中,因此生物之间的生存竞争非常激烈,在西双版纳热带雨林中我们随处都可以看到。例如最典型的“绞杀植物”榕属的许多种类,仅在西双版纳就有40余种,是热带雨林中包含种数最多的一个属,在远东及东南亚热带雨林中,这属植物多达数百种,它们的种子能够在受到蚁群攻击或与蚁群共处的植物的枝丫处的少量被蚂蚁携带的富于胡敏质的土壤中萌发成幼苗,这类幼苗的根部可以在湿度很大的雨林环境的潮湿空气中生长,下延,被形象地称为“气根”,众多的气根从其它植物的枝干处下延直接生长到地面,从而又转变为真正的根。有些则紧密地缠绕于“寄主”植物的茎干上,顺着茎干向下延伸至寄主植物根的四周,逐渐“定植”,由根逐渐长大,变粗,以至于将原来的植物完全包围,“寄主”植物生存的空间越来越少,从土壤中获得养料越来越少,最后死亡,腐烂。“寄主”植物的位置就完全被绞杀植物所取代;这种生存竞争的能力是惊人的,这是它们最适应于富于生存竞争的热带雨林生态环境,甚至成为生存竞争中的“霸王”之一的典型例子。这些具有“气生根”能力的植物都是胶乳植物。在热带雨林生境中,生活力和适应性最强的植物,也无一例外的属于胶乳植物。

含有橡胶烃类的胶乳植物常常是热带雨林中的成员,有许多甚至是处于生态学优势的建群种类。

从上述情况中,我们可以看出,胶乳植物与热带雨林之间有着一定的相关性,绝大多数胶乳植物是适应于热带雨林的生态环境的。

为着进一步说明这一点,让我们以西双版纳热带雨林为例,看看在本区热带雨林中习见的橡胶植物的属种情况:

有关西双版纳的热带雨林,在吴征镒教授主持下编写的《中国植被》^[14]一书中,及 Федоров, А.А.的“中国的热带雨林”^[15]中均有描述。按照《中国植被》所述的若干大的群系为:

1. 千果榄仁、番龙眼、翅子树林: (Form. *Terminalia myriocarpa*, *Pometia tomentosa*, *Pterospermum lanceifolia*) (即“沟谷雨林”)这一群系中橡胶植物的歪叶榕, *Ficus obscura* (处在中层) 为建群树种; 还有 *Ficus* 属的许多其它种类。下层常有夹竹桃科的狗牙花属 *Ervatamia* 如单瓣狗牙花 *Ervatamia divaricata* 为雨林中习见的。

2. 箭毒木、龙果、橄榄林 (Form. *Antiaris toxicaris*, *Pouteria grandifolia*, *Can-*

arium album) 类型中, 占优势的橡胶植物高山榕 *Ficus altissima*, 盆架树 *Winchia calophylla*, 虎克榕 *Ficus hookeri*, 滇树菠萝 *Artocarpus lakoocha*, 越南白背桐 *Mallotus cochinchinensis*, 兰树 *Wrightia laevis* 等高大乔木, 其中高山榕常在第一层 (高30米以上) 是很突出的, 许多绞杀植物如榕属多种也很常见。此外, 萝藦科的许多籐本常常缠绕其间, 夹竹桃科的许多小乔木杂于其间。

3. 望天树林, (Form. *Parashorea chinensis*) 这一类型中著名的“老茎生花”植物木奶果 *Baccaurea ramiflora* 是产胶植物。还常见金毛榕 *Ficus simplicissima*, 东京树菠萝 *Artocarpus tonkinensis* 等。

此外, 各类型雨林中还常见到鹊肾树 *Streblus sp.*, 马榔果 *Ficus glomerata*, 构皮树 *Broussonetia papyrifera*, *Artocarpus* 属, 桑属 *Morus* 等等。

在各种次生林中, 撩荒地中橡胶植物常常是其中的先锋种类。如榕属多种, 构皮树, 木奶果, 鸡骨常山属 *Alstonia*, 野桐属 *Mallotus* 等。

现将西双版纳热带雨林中习见的橡胶植物的属及该属所拥有的种数, 列于表二。

表二 西双版纳热带雨林中习见的橡胶植物 (属名)

Apocynaceae 夹竹桃科		Trachelospermum 3		Alchornea 1	
属名	种数	Winchia	5	Baccaurea	1
Aganosma	5	Asclepiadaceae 萝藦科		Euphorbia	3
Alyxis	2	Asclepias	1	Jatropha	2
Alstonia	1	Calotropis	1	Macarang	1
Amalocalyx	1	Ceropegia	2	Excoecaria	2
Beaumontia	1	Cryptolepis	2	Mallotus	9
Bousigonia	1	Cynanchus	4	Sapium	1
Ervatamia	6	Genianthus	1	Moraceae 桑科	
Epigynum	1	Gongnoema	1	Artocarpus	5
Holarrhena	1	Gymnema	5	Broussonetia	1
Ichnocarpus	2	Heterostemma	5	Ficus	44
Kopsia	1	Marsdenia	5	Morus	3
Melodinum	1	Myriopteron	1	Streblus	2
Micrechites	3	Oxystelma	1	Hippocrateaceae 希藤科	
Parabarium	2	Streptocaulon	2	Salacia	3
Parameria	1	Tylophora	3	Sapotaceae 山榄科	
Pottsia	1	Compositae 菊科		Pouteria	1
Rauwolfia	2	Arctium	1		
Strophanthus	1	Euphorbiaceae 大戟科			

和世界上一切生物的演替和进化一样，热带雨林生态系统也在不断地处于平衡——不平衡——平衡的不断矛盾运动进程之中。生存竞争和自然选择不断淘汰那些适应能力差的物种，而保存那些适应能力强的种类。在这一历史进化过程中，生物体不断地产生了许多适应性变异，其中有利的变异被逐渐得到保存和发展，不利的变异就逐渐被淘汰。胶乳植物的胶乳细胞，就是这类植物适应性变异被保存和发展的特异组织，就是胶乳植物与其它植物显著不同的适应性性状，也是一切胶乳植物的共同特征。

胶乳植物这一名称，是由于受创植株分泌出白色的，或其它颜色（黄、橙、红等）的胶乳而得名的。广义地讲，各种类型的碳氢化合物常常是胶乳中的一种主要成分。狭义地讲，直接指那些碳氢化合物主要是橡胶烃类的植物。本文论及的主要是狭义的范围，是胶乳植物中的一大类。作为这一类的典型，我们以三叶橡胶树为例加以论证。当然，这一典型，对于一切胶乳植物来说，在一定程度上也反映了胶乳植物的共性。

一切胶乳植物都具有特异化了的胶乳细胞。有些适应性更强的胶乳植物的胶乳细胞可以进一步发展成为乳管，乳管系统。

胶乳细胞是一类很复杂的活细胞。它们除了一般细胞所具有的亚细胞器都具备以外，胶乳就是这类细胞中的原生质。这类原生质的成分比一般的原生质成分更为复杂。因为它们除了执行一般细胞的各种功能之外，还要执行一些特殊的功能，就是合成橡胶烃类以及控制这类合成的各种途径的复杂的酶系统，并执行对各种变化着的生态因子进行协调，以调整体内的生理生化反应来不断地及时的产生新的适应性的复杂的功能。这是胶乳植物与其它植物的显著区别之一。后者这一功能，在一定程度上我们可以说，它是生物体由简单到复杂，由低级向高级发展的反映。换言之，胶乳植物是一类更复杂，更高级的植物。它是与热带雨林生态系统密切相关的。

胶乳细胞怎样产生橡胶烃类，又怎样协调植物体内的生理生化反应以适应于外界复杂的环境变化呢？

橡胶烃类在植物体中的合成与生长素、萜类(各种树脂，挥发油等)、胡萝卜素类的合成途径一样，都是经过著名的甲瓦龙酸(MVA)途径被合成的。^[10]它的反应步骤是，由光合作用所产生的糖类的一部分①先被转化为丙酮酸②，由②被乙酰辅酶A缩合为乙酰乙酰辅酶A③，由③进一步缩合为丙二酸→丙二酰基辅酶A→β-羟基-β-甲基-戊二酸单酰辅酶A④(Malonate→Malonyl-CoA→HMG-CoA)，由④直接被还原为甲瓦龙酸⑤，在腺甬三磷酸(ATP)高能键参与下被磷酸化为甲瓦龙酸磷酸酯⑥，由⑥进一步被磷酸化为甲瓦龙酸焦磷酸酯⑦；此时，它可能在体内向着几个不同的途径转化，其中之一就是由⑦脱水脱羧转变为异戊烯基焦磷酸酯⑧，由⑧缩合成橡胶烃类⑨。这一步反应的产量变动，密切地与外界环境有关。换言之，它是与外界环境条件的变化相协调的。例如，在较适宜的温度范围(18°~28°C)，适宜的二氧化碳浓度下，在相对静风或者植株受到损伤等环境下，它可以合成较多的橡胶烃类以适应于这些环境条件。当环境起了变化，例如，温度高于28°C，大风不止、阴雨连绵、光照太强、等情况下，它就降低橡胶烃的生成速率，以适应于这种变化。

当气温下降至10°C以下的环境条件下，橡胶烃的合成下降或停止，同时反应改变了方向；由⑧向着合成树脂类(各种萜类)的方向反应，产生较多的树脂及挥发油。

当胶乳植物处于最适的生态环境之下时，它在产生橡胶烃的同时，也产生最宜浓度的赤霉素类，以促成未成熟的茎组织的巨大增长；在临近开花时，促进开花、多花多果等生长速率以与外界环境条件密切协调。

仅从橡胶烃类的上述合成动态变化与生态因子的密切相关性，我们就可以明显的看出橡胶烃类的这一生物学功能之一。

胶乳细胞除合成橡胶烃类以外，还有十分复杂的其它功能，被研究得较清楚的一个，就是有着一套较复杂的排胶—内凝、外凝的自动控制系统。在三叶橡胶中，有两个亚细胞器被称作黄色体 (Lutioids) (其中含大量的胡萝卜素类化合物) 和弗林—威斯林 (Frey-Wyssling) 颗粒，发挥着充分的作用。当植株受害时 (如蚁群攻击，昆虫啃咬，动物践踏，大风断枝等) 外凝系统促使愈口密封，促使迅速愈合。内凝系统则使体内胶乳暂时凝固，以确保植株在逆境中生存。

从上述例子，我们可以看出，植物适应环境的方式主要是通过体内复杂的生理变化过程 (光合作用、蒸腾作用、呼吸作用等) 以及与生理变化密切相关的生化合成途径的变化的方式来适应于外界环境变化的。这一个特性，苏联的生物化学家依万诺夫称它为生理生化特性，是很恰当的。

Goebel 在其《植物器官学》一书中早就指出：“器官的形态和机能之间有着紧密的关系。”众所周知，要解释形态构造，理论上是不可能和功能相分离的。

胶乳植物的胶乳细胞是在长期的自然选择法则作用下发生、发展和完善化的；它的形态和构造完全是与体内复杂的生理生化特性密切相关的。所以，要阐明某些植物次级代谢产物的生物学功能，就不能脱离它们所赖以产生的特殊组织和细胞，而特异化细胞的产生，又是与生态环境条件密切相关的。这样来看问题比较符合于它们的客观实际。

本文就是从这样的角度试图阐明植物胶乳的生物学功能与热带雨林之间的相互关系，供参考。

由于笔者水平有限，错误和缺点实难避免，实望学者们多加批评指正。

主要参考文献

- [1] Metcalfe, G.R. 1967, Distribution of latex in the plant kingdom, *Econ. Bot.* 21, 115—127
- [2] Polhamus, L.G. 1962, *Rubber*, p.59—61, New York.
- [3] 钟纪育, 西双版纳野生橡胶植物的初步研究, 内部资料。
- [4] Tobler, F. 1914, Physiologische Milchsafte und Kautschuk Studien, I. *Jahr. Wiss. Bot.* 54, pp 265—308
- [5] Spence, D. et al., 1935, The function of rubber hydrocarbon in the Living Plant, *Trans. Inst. Rubber Ind.* 9 : 113—134.
- [6] Prokofiev, A.A. 1939, Rubber formation in plants, *Bull. Acad. Sci. U.S.S.R., Ser. Biol.* p.908—923
- [7] Bonner, J. 1965, The isoprenoids in plant biochemistry, p.665—692 Academic press, New York.
- [8] Ritter, F.J. 1954, Biosynthesis of rubber and other isoprenoid compounds, *Rubber J.* 126, p.55—71
- [9] Bealing, F.J. 1965, Role of rubber and other terpenoids in plant metabolism, in *Proc. Nalt. Rubber Producers Res. Assoc. Jubilee Conf.*, Cambridge, p.113—122. London.
- [10] Miller, L.P. 1973, *Phytochemistry*, v. 2, p.301—343. New York.
- [11] Whitmore, T.C. 1975, *Tropical Rain Forests of the Far East*, Clarendon press, Oxford.
- [12] William, L.T. 1980, *Pacific Horticulture*, p. 3.
- [13] Вульф, Е.В. 1964, 历史植物地理学, 科学出版社。
- [14] 中国植被编委会, 1980, 中国植被, p.388—392, 907—908, 科学出版社。
- [15] Федоров, АН.А. 1960, 中国的热带雨林, 植物生态学与地植物学资料丛刊, 第4辑, p.1—22, 科学出版社。