

植物资源可持续利用 暨蔡希陶学术思想研讨会

论文摘要



中国科学院西双版纳热带植物园

二〇一一年三月

目 录

1. 蔡希陶生平介绍.....	3
2. 生物柴油原料植物小桐子的功能基因组与分子育种.....	12
3. 蔡希陶与中国磨芋属植物研究.....	14
4. 植物 WRKY 转录因子的功能分析.....	16
5. 植物资源产业化与关键技术发展.....	18
6. 纳米催化剂的合成及用以生物能源和生物冶炼.....	21
7. 三七资源与三七产业可持续发展.....	24
8. 植物产业化生产虾青素的代谢工程.....	26
9. 小桐子种子油脂形成关键功能基因的研究.....	27
10. Characterization of an R2R3MYB transcription factor from the bamboo species <i>Fargesia fungosa</i> ...	28
11. 云南古茶的化学成分及品质综合评价.....	29
12. 龙血竭的人工诱导.....	31
13. 仿野生条件下天麻高产栽培及替代菌材研究.....	32
14. 甾体激素药物原料植物资源开发利用及持续发展的思考.....	34
15. 木本油料植物星油藤 (<i>Plukenetia volubilis</i>) 的研究现状和展望.....	35
16. 膏桐良种选育及其区域性试验研究.....	37
17. 汉麻新品种选育成果汇报.....	38
18. 生物柴油与乳酸的联产工艺.....	39
19. 西双版纳热带野生蔬菜资源及其研究利用现状.....	40
20. 盐胁迫对甜高粱光系统 II 功能的修饰及机制研究.....	41
21. 千年桐 SSR 分子标记的开发与种质亲源关系鉴定.....	42
22. 金丝李化学成分研究.....	43
23. 皮孔葱臭木的化学成分研究.....	44
24. 酸性离子液体在生物燃料合成中的应用.....	46
25. 蓖麻 EST-SSR 分子标记的开发与应用.....	48
26. 赤霉素对能源植物小桐子生殖生长的影响.....	49
27. 传统民间药余甘子的化学成分及其生理活性研究.....	50
28. 龙血竭—热带药用植物资源保护与持续利用.....	52

蔡希陶生平介绍

许再富

中国科学院西双版纳热带植物园，云南勐腊 666303

蔡希陶，字侃如（1911年4月10日—1981年3月9日），浙江东阳人，男，汉族，中共党员，原中国科学院云南热带植物研究所（现中国科学院西双版纳热带植物园）所长，研究员。他于1930年进北平静生生物调查所（现中国科学院植物研究所的前身之一）后，刻苦好学，出色地完成了北平附近的植物标本采集任务，在第二年就与胡所长合著，发表了“四川省唇形科植物之研究”论文，胡所长赞他是“不可多得的人才”。有一天，胡先骕给大家谈了在我国植物种类最丰富的地区是云南，那里十分闭塞，只有极少数中外植物学家做过短期的考察，空白的地方太多了。我们创立生物调查所就是要发展中国的生物学，越是空白的地方，越需要去考察。胡所长的一席话激发了年纪刚过二十，血气方刚的年轻蔡希陶的雄心壮志。他寻思：与其在标本馆按部就班地工作，读千本书，不如到大自然中走万里路。因而，他主动请缨赴滇考察和采集植物标本。1932年3月，蔡希陶便身怀胡所长亲笔信函，带着从社会上招聘的两名青年一起起程，踏上赴蛮瘴云南之途。刚出了北平，那两名青年获知要到万里之遥的云南，因害怕、后悔而溜走了。受爱国心的驱使、事业心的鞭策和对大自然的热爱，蔡希陶没有犹豫，孤身一人毅然前往，道经京浦路，到南京改乘轮船，溯江西上，入川至宜宾，在那里招了一名挑夫，步行入滇。从此以后，蔡希陶就与云南这个“植物王国”结了一生之缘，从事植物学研究长达半个世纪之久，为我国植物科学事业和为地方、国家经济社会的发展做出了杰出的贡献。

一、云南植物王国的揭幕人

云南地处祖国西南边陲，历来被誉为“植物王国”。然而，在 20 世纪 30 年代以前，由于山高谷深、多民族聚居，经济落后，运输仅靠人背马驮，而且到处瘟疫频发，盗匪横行，不仅外人把入滇视为畏途，即使生活在昆明地区的人非不得已也不轻易到边远地区，他们怕“要到元江（或盈江）坝，先把老婆嫁”，回不了家。对于中外的植物学家来说，也只有极少数敢冒险到云南个别地区进行短期的考察和采集植物标本，有的还葬身于林海。“明知山有虎，偏往虎山行”。与蔡希陶结伴的，除了一小群被他自称为“流动的鲁宾逊”外，还有一匹马、一条狗和一只猴子，颇得其趣，忘了寂寞与艰辛。从 1932 年到 1934 年的三年期间，他们的足迹从磅礴的乌蒙山到终年积雪的碧罗雪山，从水流湍急的金沙江到澜沧江和红河两岸的密林，风餐露宿，出入在土匪盗贼横行之乡，蛮烟瘴雨之地，也与黑彝头人喝牛血酒结盟。冒着生命的危险，他们采集了 21,000 余号的 10 多万份珍贵的植物标本，其中有不少从未被鉴定的新物种，为静生生物调查所的科学研究提供了宝贵的资料。从此，蒙在云南植物王国的面纱就被揭开了，人们第一次见识这个植物宝库的真面目。

二、植物科研机构的奠基者

1937 年 7 月 7 日，日本侵略者制造了卢沟桥事件，战火从东北燃到华北。那时的北大、清华、南开三所大学被迫南迁，而作为民间科研机构的静生生物调查所也岌岌可危。为了预留后路，胡先骕在 1938 年春天要求蔡希陶再次赴滇组织后方基地，筹建昆明工作站。从此，蔡希陶便移来眷属，在云南安家，成为云南以及后来中国科学院在云南两个植物科研机构的奠

基人，为我国植物科学的发展做出了重要的贡献。

1938 年的云南，俨然是一个独立王国，内地人想要在昆明成立一个学术机构，谈何容易。但蔡希陶却马到成功，那是因为在云南采集标本三年，其为人与才干已是众所周知，尤其深得教育厅厅长龚自知的信任。而蔡希陶所提出的由北平静生生物调查所与云南合办的“云南农林植物研究所”（中国科学院昆明植物研究所的前身），专事调查、研究云南植物，促进地方农林经济事业发展的创意很快就获得云南省府的认同。这样，在同年 7 月 24 日，地处昆明北郊黑龙潭的这个研究所便正式成立了。蔡希陶负责购地和办公室的建设，他在经济十分紧缺的条件下，组织了滇省的植物考察和标本采集，使馆藏标本很快达 69,000 号，也引种栽培了一批经济林木。那时与其共事的陈封怀在“忆述希陶同志一生”文中认为，农林所的建立“以希陶同志为首创之功”。其时常带西南联大学生到农林所实习的吴征镒在“也是迟来的怀念”一文中则把农林所誉为“那时的植物学‘最高学府’，……也是旧中国的一个植物分类学活动中心”。

1945 年抗战胜利后，迁滇的单位纷纷回迁，静生生物调查所的科技人员仅留下研究员、副所长的蔡希陶挑重担。随后，我国又陷入内战，民不聊生，云南省府和静生生物调查所先后减少以至于停止给农林所的拨款，加之于通货膨胀，农林所在风雨中飘摇。作为一条硬汉的蔡希陶为了所里 10 多名员工的生计和对 10 多万号植物标本的维护，只好组织员工种菜、种烟等出售，也在昆明市内租铺面开设鹦鹉商店出售花木和观赏小动物等，苦撑至昆明解放。

1950 年，云南农林植物研究所改为中国科学院植物分类研究所昆明工

作站，蔡希陶任站主任。获得新生的蔡希陶在 1951 年就踌躇满志地筹建昆明植物园。他一方面征地，一方面接受开明人士在土改时捐献的以云南山茶花为主的大量观赏植物和果树，构建了植物园的框架。在蔡希陶的领导下，昆明工作站及所属的植物园欣欣向上，也在科研上获得了长足的进展，而于 1959 年 4 月升格为中国科学院昆明植物研究所。如今，昆明植物所已成为国内外负有盛名的科研机构，蔡希陶为其建立与发展奠定了重要的基础。

在蔡希陶的科学译著目录中，人们十分纳闷：在“而立”之年以前，他已在植物分类研究上发表和出版了较多的论著，是科研的“不可多得的人才”。但为何从“而立”之年以后反而少有论著？1980 年，蔡希陶在“我的兴趣是什么”一文中解开了人们的疑团。他说：

“我在云南长期旅行，接触了不少农民朋友，他们看到我跑这么长的路，花这么多的钱，就时常问我：你采这么多的花花草草，拿回去做什么用呢？……从此我就把这个问题刻在我的脑海里。我的工作应该做在实用的刀口上，群众才会同情我。于是，我立定要用植物学这门理论学科去为人民做一些有用工作的志愿”。这也是他常说的，要在大地上书写“立体文章”。建立植物科学的研究机构，为人民做一些有用的工作就是蔡希陶立愿要书写的一类重要“立体文章”。所以，从云南农林植物所的筹建到抗战后留守黑龙潭，不愿返回北平，苦撑至解放和从 1951 年筹建昆明植物园，到昆明植物所建立，蔡希陶都全身心投入到这个科研机构的建设与发展上，以及进行植物资源的开发利用研究和为人民做一些有用的工作，而无暇顾及撰写供发表的论文。这也正是为何他刚为中国科学院昆明植物研究所奠定发展

的基础后，又马不停蹄地到西双版纳筹建一个热带植物园的缘故。

西双版纳地处滇南边陲，与老挝、缅甸接壤，距昆明 700 多千米。蔡希陶既熟知那里经济社会条件十分艰难，更知道那里分布有大面积的热带雨林和十分丰富的动植物资源，是进行植物资源开发利用和保护科学研究的最理想地方。他在“我的兴趣是什么”一文中也提到：“居住在城市大厦中很难接近植物，所以我就移樽就教到植物茂盛的山间密林附近去居住和工作。远离城市，工作和生活条件是要差一点的，但是条件是人创造的，我们可以创造条件。科学研究最基本的条件是自然界的对象，我们决不能离开这个条件去侈谈其它辅助条件”。这样，1959 年在年近半百的蔡希陶的带领下，一批被他的奉献科学的精神和高尚人格所感染的年轻科技人员和工人，他们自称为“集体的鲁宾逊”，在一个由澜沧江一大支流罗梭江环绕的“葫芦岛”上，用“十八把大刀”披荆斩棘地“双手劈开葫芦岛”，创建了我国第一个热带植物园。在他的领导和身体力行的带领下，这个建立在热带林海和穷乡僻壤的植物园，克服了难以想象的诸多困难，很快地在建园和科研上出成果、出人才，名闻中外，而于 1978 年升格为中国科学院云南热带植物研究所。

三、植物资源开发的先驱者

植物资源的开发利用和保护是蔡希陶“立定要用植物学这门理论学科去为人民做一些有用工作的志愿”，以及要书写的另一类“立体文章”。在年轻时，他与俞德浚合译的《系统植物分类》和《农艺植物考源》等论著已反映了蔡希陶在植物资源开发利用和保护上具有坚实的专业基础。而经过二三十年的科研实践，以及与吴征镒、裴鉴、曾呈奎合著的《植物资源学》

(1961) 则使他成为我国近代植物资源开发的先驱者。在从事植物学的 50 年研究中，蔡希陶与他的同事们发掘、遴选、试验、推广了几十种重要经济植物，为国家和地方经济社会的发展做出了杰出的贡献。

1940 年，云南成立“烟草推广委员会”，蔡希陶任干事，开始介入云南的烟草事业，然而深知缺乏优良品种是制约云南烤烟发展的瓶颈。1945 年，蔡希陶通过老朋友陈焕镛获得了来自美国的名贵烤烟品种“大金元”种子。随后他与俞德浚等人投入了烟草的繁殖、优质烟叶栽培试验、良种的保纯和培育适合云南风土的新品种等研究，获得成功。因而，云南烟草改进所在 1949 年“遂委托云南农林植物研究所在昆明黑龙潭设场继续办理，对本省推广美烟籽种之保育及研究试验，均获相当成绩”。后来经蔡希陶等举办的烟草技术人员训练班和大量繁殖提供农村推广种植的“大金元”良种烤烟种子而为新中国建立后的云南烟草业的大发展打下了重要的基础。

1951 年，政务院作出了《关于培植橡胶树的决定》。急国家需求所急的蔡希陶便立即组织昆明工作站的科技人员积极配合农垦部门前往云南热区进行了多次的橡胶宜林地的调查，科学地提出了“河口、西双版纳等地有大面积的平原和丘陵地适宜于三叶橡胶的种植，有些地区的生长情况可以同海南岛的橡胶媲美”的建议。也对 1953 年在昆明召开的橡胶宜林地总结会议上，中苏专家一致认为德宏州可以发展橡胶生产的建议提出异议，再三强调那里“因气候不适宜三叶橡胶的生产”。以上的科学结论和建议被垦殖部门所采纳，也为后来云南橡胶种植业发展的实践所证实。如今西双版纳已成为我国仅次于海南岛的橡胶生产基地。作为主要参加者的蔡希陶也于他逝世后的 1982 年，在“橡胶树在北纬 18~24 °大面积种植技术”项目上获“国

家科技发明一等奖”。

在 20 世纪 60 年代以后，蔡希陶则立足于西双版纳热带植物园。在他的领导、组织和亲自参与下，这个植物园从国内外引种栽培了 3 000 多种热带植物，并对较多的经济植物进行了深入的研究，获得了丰硕的科研成果。在 60 年代初期，为解决当时粮油的困难问题，他开展了种仁含油率超过 70% 的野生油瓜的家化研究；进行可以代粮的芭蕉丰产和加工研究，亩产芭蕉达 4 000 千克；在附近傣族村社进行双季水稻的试验，推动了西双版纳的粮食生产。在 70 年代，蔡希陶不顾在“文革”中所受到的严重摧残，又忘我地工作。为了解决当时我国对原产于热带地区的南药进口问题，他组织了砂仁、毕拔、千年健和血竭等国产南药资源的开发研究，并成功地研制了国产血竭，结束了被药圣李时珍誉为“活血圣药”血竭的一千多年的进口历史；为解决当时的能源供应问题，他领导了石油开采所急需的水基压裂液原料植物瓜尔豆的引种、栽培和加工的研究，获得良好的应用效果而于 1978 年获“全国科学大会奖”；他也在我国首先开展能源植物小桐子的栽培和油脂在手扶拖拉机的应用试验，获得成功，为该园后来的进一步研究打下了基础。

四、愿当科学道路的铺路石

在 20 世纪 80 年代以前，地处我国西南边陲的西双版纳的经济社会发展严重滞后，科技人才是十分稀缺的资源，要在那里建设一个高水平的科研机构谈何容易！作为热带植物园中唯一的研究员，在他立志书写的“立体文章”中还包括了科技人才的培养。他常以“在西双版纳，一屁股坐下就能压倒三棵药草，一打开窗户就可找到研究课题”去激励年轻科技人员，而他那“愿当铺路石子”的动情语言则为年轻科技人员在科技上的攀登增强了信心。

家在昆明的蔡希陶很少回家，以至于被妻子埋怨为“住旅馆”。他长年累月地在边陲农村的葫芦岛上与园里的职工同吃、同住、同劳动。他身体力行，除了利用晚上为年轻科技人员讲植物学课，开设英语和植物拉丁语培训班，以及抽空为年轻科技人员修改论文外，还经常带领他们到热带雨林科考、到少数民族村寨进行民族植物学调查，也到试验地、实验室与他们一起做试验与测试，手把手地培养和造就了一大批能文能武的热带植物科学人才。

也在他那不拘一格的人才培养下，在他的学生中，有三名后来分别成为我国有名的植物生态学、民族植物学和保护生物学的专家，他们也先后担任了中国科学院四个独立研究机构的所长，为我国植物科学事业做出了重要的贡献。

蔡希陶辞世后，根据他的遗愿，人们把他的少部分骨灰洒在由他创建的昆明植物园中的由他手植的一株水杉树旁。而骨灰盒则安放在由他创建的西双版纳热带植物园中的由他亲植的一株龙血树下，这位大自然的赤子又回归了母亲的怀抱。在树旁，竖立着一块镂刻着由陈封怀书写的“一生为国建家园，开辟边疆觅资源；西双版纳成大业，惨淡经营工作严”墓志的巨石，在巨石下，一股清泉终年涌出，由小而大，流进三个自然式的水池中。蔡希陶一生的“奉献科学”已成为热带植物园最重要的精神财富，他所书写的“立体文章”则成为该园发展的重要基础。“葫芦岛”人沿着他所铺设的道路，已把这个植物园建成了国家知识创新基地、国家战略资源植物保存基地、国家科普教育基地、国家生态旅游基地和国家高级科技人才培养基地。

五、蔡希陶重要科学著译选录

- [1]. 四川省唇形花科植物之研究（与胡先骕合著）1931《静生汇报》，2:259~266;
- [2]. 农艺植物考源（与俞德浚合译，胡先骕校）1936 商务印书局，1940年初版;
- [3]. 中国豆科植物之研究（一）（与俞德浚合著）1936《静生汇报》，7（1）:19~34;
- [4]. 中国蔷薇科植物之研究（一）1936《静生汇报》，7（3）:113~126
（与俞德浚合著）;
- [5]. 中国之蔷薇科植物（一）（与俞德浚合著）1937《科学》，21（6）:518;
- [6]. 中国豆科植物之研究（二）（与俞德浚合著）1939《静生汇报》，9（5）:257~269;
- [7]. 云南省野生植物的综合利用问题（与裴盛基合著）1959《生物学通报》，7月号:293-296;
- [8]. 植物资源学（与吴征镒、裴鉴、曾呈奎合著）1961《十年来的中国科学—生物学 I》，科学出版社，56-74;
- [9]. 油瓜的生物学特性 1962《生物学通报》，3:1-3
- [10]. 国产血竭植物资源的研究（与许再富合著）1979《云南植物研究》，1（2）:1-10;
- [11]. 中国姜科砂仁属植物新资料（与陈佩珊合著）1979《植物分类学报》，17（4）:90-92

生物柴油原料植物小桐子的功能基因组与分子育种*

徐增富

中国科学院西双版纳热带植物园热带植物资源开放实验室，云南勐腊 666303

小桐子(*Jatropha curcas* L.)又名小油桐、麻疯树、膏桐等，是一种多用途的大戟科多年生小乔木，适于在干旱、贫瘠的荒山、坡地种植，具有“不与人争粮、不与粮争地、不与地争肥”的优点，其种子含油率高达 40%，其油脂成分非常适合生产生物柴油，是目前国际上公认的最有发展潜力的能源植物之一。但目前生产上缺乏高产稳产的小桐子优良品种。我们的研究主要包括 3 方面的内容：1. 广泛收集和鉴定国内外小桐子种质资源，采用物理和化学诱变技术人工创制小桐子优异突变体库，为小桐子的功能基因组学和遗传改良研究提供丰富的种质资源；2. 系统开展小桐子功能基因组学与转基因技术研究，克隆和鉴定可用于小桐子遗传改良的功能基因，努力将小桐子发展成为能源植物研究的模式材料；3. 采用传统育种与分子育种相结合的方法培育高产、高油和抗逆的小桐子优良品种，为小桐子的大规模产业化种植提供优良种源。我们已从收集的国内外小桐子种质资源中筛选到具有优良农艺性状的株系，同时已获得一些花发育性状明显变异的突变体。已构建了小桐子不同发育阶段的花和胚的 cDNA 文库，完成了相应的基因表达序列标签 (Expressed Sequence Tag, EST) 测序工作；共得到平均长度为 480 bp 的高质量 EST 序列 30055 个，经拼接共得到平均长度为 547 bp 的 unigene 13088 个，利用这些序列以及公共数据库的小桐子序列信息设计了包含 43000 个探针的基因芯片，用于小桐子基因表达谱的分析研

究。已建立了小桐子的组培快繁技术以及农杆菌介导的转基因方法。目前正在采用基因芯片、高通量转录组测序和实时荧光定量 PCR 等技术，鉴定与小桐子花的性别决定、花和种子的发育以及油脂合成相关的候选功能基因，通过转基因超量表达和基因沉默的方法分析验证其确切的功能，为培育高产的转基因小桐子优良品种奠定基础。

* 本研究得到中国科学院知识创新工程重要方向项目(KSCX2-YW-Z-0723)和云南省高端科技人才引进计划项目(2009CII123)的资助。

蔡希陶与中国磨芋属植物研究

龙春林

中央民族大学生命与环境科学学院，北京 100081

中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204

磨芋属(*Amorphophallus* Blume ex Decaisne)为天南星科(Araceae)的一个大属，全世界约 200 种。据《中国植物志》(第 13 卷第 2 分册)记载，中国产磨芋属植物 18 种。李恒和龙春林于 1998 年在《云南植物研究》上订正为 21 种。最新版 *Flora of China* 记载中国产 16 种，其中 7 种为中国特有。笔者自 1986 年以来，即开始对中国磨芋属植物进行研究，认为中国产之磨芋种类应超过 20 种。

通过对磨芋属植物 20 余年的研究，笔者由衷地敬佩蔡希陶先生对该属植物所做出的开创性工作。

从蔡先生 1937 年发表在《中国植物学杂志》(第 4 卷第 1 期第 1-5 页)的《中国产之蒟蒻属植物》一文，能反映先生对磨芋属植物研究做出的重大贡献。

蔡先生毕生致力于植物资源的研究工作，体现在他事业的方方面面，包括他对磨芋属植物的研究。在《中国产之蒟蒻属植物》一文中，先生不仅仅就其分类学问题进行探讨，而是首先详细介绍这类植物的经济价值，包括民间的用途、栽培方法等，颇有实用价值。

关于“磨芋”(*Amorphophallus konjac* C. Koch)名称的问题，李恒先生和笔者在 1989 年进行过考证，即应正名为“磨芋”而非“魔芋”，后者属民间的通

俗称谓。蔡先生是现代植物学领域最早使用“磨芋”名称的学者，可见先生对《植物名实图考》等记载“磨芋”的古文献之精通。

蔡先生对磨芋属植物的观察非常仔细，除了大的形态学方面的性状，对细小的雄蕊、雌蕊等都观察入微，还对其光滑度、质感进行了细致的体验。

由于邓氏磨芋(*Amorphophallus dunnii* Tutcher, 即南蛇棒)极少开花，所以蔡先生对该种的处理，十分谨慎，表现出了先生严谨的科学态度。

另外，磨芋属植物为滇南习见的大型草本植物。先生对磨芋属植物的研究，为我们提供了一个重要的启示：就地取材、对身边的事物进行认真仔细的观察，便能获得理想的研究结果。

植物 WRKY 转录因子的功能分析

余迪求

中国科学院西双版纳热带植物园热带森林生态学重点实验室，昆明 650223

众所周知，许多环境因子，比如病虫害、高温热激、低温冷害、干旱和盐碱等，是影响作物产量和地理分布的重要环境因子。这些环境逆境因子严重影响植物生长发育的各个阶段。相对于高等动物而言，高等植物所遭遇的环境逆境因子胁迫众多而持久。因此，在长期进化适应过程中，植物形成一整套更有效适应逆境环境胁迫的复杂信号传导网络。通过系统分析植物对各种逆境环境因子胁迫反应及其信号通路，将挖掘出众多重要的抗逆境功能基因，并通过基因工程手段，培育能有效抵抗环境逆境因子胁迫的农作物新品种，达到提高农作物产量和减少农药施放的目的。

植物转录调控因子 WRKY 基因家族是植物特有的超级基因家族，在系统调节植物与众多逆境因子胁迫的互作反应及其信号转导复杂网络建成等方面发挥十分重要的生物学功能。最近几年来，我们系统解析植物 WRKY 基因家族在调控植物应答众多逆境因子胁迫及其信号通路建立等方面的生物学功能，取得一些重要的研究进展。比如，我们曾系统地证实，拟南芥 WRKY 蛋白质通过特异地结合植物抗病反应调控基因 NPR1 的启动子 W 盒序列，从而特异调节拟南芥 NPR 基因的表达和抗病性的形成；同时，抗病反应调控基因 NPR1 蛋白质对 WRKY 基因家族部分成员基因具有重要的反馈调控功能。至少有 10 个水稻 WRKY 基因受盐害、PEG、冷害及高温等 4 种逆境因子协同诱导表达，并同时植物激素 ABA 诱导具有显著响应反应。

高表达相应的水稻 **WRKY45** 既能显著地提高转基因植物对 ABA 的反应水平，又能提高转基因植物的抗病性和抗干旱水平，处于植物激素 ABA 和抗病信号分子水杨酸所介导两条信号转导途径的调控交点。而高表达相应的水稻 **WRKY23** 能显著地提高转基因植物抗病性状建立，但同时显著提高转基因植物对强光诱发的细胞死亡敏感性和花色素苷生物合成信号途径表达水平。通过调控相关信号转导途径之中基因表达，水稻 **WRKY23** 有机地整合植物抗病反应建立、强光诱发的细胞死亡和花色素苷生物合成等三条信号转导途径。水稻 **WRKY72** 基因通过调控植物激素 ABA 和生长素转运途径而参与植物形态建成。拟南芥 **WRKY2** 受 ABA 诱导表达而参与调控 ABA 依赖的种子萌发和萌发后的早期生长抑制，丰富了人们对 ABA 依赖的种子萌发和萌发后的早期生长抑制的认识，对 ABA 调控的种子萌发和萌发后的早期生长抑制方面的研究具有重要的指导意义。拟南芥 **WRKY8** 基因受病原细菌 *P. syringae* DC3000 和病原真菌 *Botrytis* 诱导表达，并在调控植物应对病原细菌 *P. syringae* DC3000 和病原真菌 *Botrytis* 的侵染胁迫反应及其信号通路中发挥重要的生物学功能，参与调控植物对病原细菌 *P. syringae* DC3000 和病原真菌 *Botrytis* 的抗性建立。拟南芥 **WRKY34** 受冷害诱导表达，通过负调控低温冷诱导基因 CBF1-3 的表达水平而影响成熟花粉冷敏感性。拟南芥 **WRKY22** 受黑暗诱导表达而参与调控黑暗诱导的植物叶片细胞衰老过程。拟南芥 **WRKY25**、**WRKY26**、**WRKY33** 和 **WRKY29** 受高温诱导表达，通过调控植物激素乙烯信号通路而参与调控植物抵抗高温抗性建立及其信号途径。烟草 **WRKY4** 基因参与调控植物抗病毒和叶发育。

植物资源产业化与关键技术发展

邱明华 李忠荣 聂瑞麟

中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204

以植物资源开发利用研究而闻名于世的植物学家蔡希陶先生诞辰 100 周年之际，而他急为国家战略需求所急，敢于争先创业，敢于理论结合实际，发展资源植物科学的精神，正是当今中华民族复兴和强大国家崛起的历史进程中，最为宝贵，最给力的精神财富。借此机会，我们结合以往植物资源产业开发的经历，探讨学习蔡先生精神和领会蔡希陶学术思想的感想和心得。

我们再此以除虫菊产业化技术开发和技术发展历程，来说明领会蔡希陶学术思想的重要现实意义。

除虫菊 (*Pyrethrum cineraefolium*)，又称白花除虫菊，是目前世界上唯一集约化种植而众所周知的杀虫植物。二战以前，日本是世界上产量最大的除虫菊干花及除虫菊酯生产国；二战以后，东非、南美的除虫菊产业发展迅速，取代日本，成为世界上产量最高的地区；90 年代澳大利亚的除虫菊产业迅速壮大。我国云南省等地在 30-40 年代已有从国外引种栽培，50 年代云南、贵州、浙江等省推广种植，80 年代云南省曾有大力推动除虫菊产业化的设想，成片推广种植面积最大达到了 500 亩以上。中国科学院昆明植物研究所除虫菊产业化工程研究组 90 年代初开始除虫菊的推广种植和应用的研究，取得了一系列成果，并转化为生产力：

- 1、培育出了除虫菊酯平均含量超过 1.5%，最高含量达 2%，最高产量

超过 140 公斤/亩的优良品种，新品系金甲 1 号、双龙 1 号在全省 10 余县推广试验。还选育了“峨山 1 号”、“峨山 2 号”等新优良品系。目前正在利用神舟 5 号和 29 号返回式卫星搭载的种子，进行太空诱导优良品种选育研究，同时进行除虫菊酯生物合成调控因素或基因的研究。

2、进行了完整的提取生产和精制加工的中间试验，比较了各种有机溶剂和超临界二氧化碳提取的各种技术参数和优缺点。生产工艺和产品质量在国际同领域处于领先水平。

3、利用现代纳米技术，进行了除虫菊干花超细粉和纳米粉的研制，表明该全新技术可能替代目前萃取技术生产的全部工艺技术。（该国家发明专利已经公开）

4、建立了国际大公司认可的质量控制方法，可以通过较为简单的方法制备纯度在国际上领先的标准品。

5、在我国各级政府和社会各界的大力支持下，2000 年在云南建起了专营除虫菊的中植生物公司、红河森菊公司，各自引进了 1000Lx2 的大型二氧化碳超临界提取设备和规模化生产的精制生产设备。

6、以订单农业的形式在云南泸西县、沾益县大规模种植，到 2001 年总种植面积超过了 90000 亩，云南的干花产量接近 5000 吨，约占世界除虫菊干花产量的 25%；2002 年除虫菊推广种植面积达 12 万亩。至此，中国除虫菊产业已经形成并具有相当规模，中国新兴的除虫菊产业基本形成。

而云南地区采用二氧化碳超临界流体提取的现代技术，在国际同行业中处于领先地位。中国科学院昆明植物研究所除虫菊产业化工程研究组协助相关企业首次在我国建立了除虫菊酯产品的企业标准，申报了除虫菊酯产

品的农药临时登记。建立了原料、产品质量控制和残留分析方法。完成了除虫菊产业化的全套技术，并进入了产业化生产。帮助云南企业获得近 20 个农药临时登记，同时协助完成了与除虫菊酯农药相关的企业标准 4 个（分属 4 个公司），改变了我国天然除虫菊酯农药和家用卫生产品空白的局面。

云南已经成为国内最大的除虫菊种植基地和除虫菊酯产业化基地，也成为全球除虫菊产业的一个重要基地。但随着技术发展和进步，每时每刻充满竞争，有机遇，也有随时有被淘汰出局的危机。

纳米催化剂的合成及用以生物能源和生物冶炼

方 真

中国科学院西双版纳热带植物园生物能源组, 昆明 650223

随着石油资源的日益枯竭, 化石经济面临严峻的挑战, 而以可再生生物质资源为基础的生物炼制正展现出其广阔的前景。将生物质原料如树木、木材加工废弃物、草、秸秆、农产废弃物等, 通过生物炼制技术, 可以生产大宗化学品、精细化学品、医药中间体和能源等。中国科学院西双版纳热带植物园在能源植物的种植、选育和高产技术积累了丰富的经验, 生物能源组结合植物园的科研发展规划, 跟进纳米技术和生物能源这一国际前沿领域, 在纳米催化剂、生物柴油、木质纤维素水解、副产甘油高值化开发、可发酵糖的微生物转化及快速非水解技术等方面进行了广泛而深入的研究。

1、在超重力螺旋通道床反应器中, 用共沉淀法和水热法制备一系列双羟基层状纳米磁性水滑石, 以纳米磁性水滑石为载体自组装酸性催化剂。以小桐子油为初始油脂原料, 在超声波反应体系中酸酯化-纳米磁性自组装固体酸酯交换两步法制备生物柴油: 超声功率 210 W, 醇油摩尔比 4/1, 催化剂用量 1.0 wt %, 在 45°C 反应 1.5 h 后生物柴油得率可达 95.2%, 纳米催化剂可重复使用 8 次。

2、以尿素为沉淀剂制备 Zn-Ca-Fe 水滑石, 将其高温煅烧获得的复合物金属氧化物(Zn-Ca-Fe LDO)作为固体催化剂用于纤维素水解, 在反应温度 160°C、反应时间 20 h、搅拌速度 400 r/min、催化剂用量 50 wt %(相对纤维

素的质量)和纤维素用量 2 wt % (相对水的质量)的反应条件下, 催化水解微晶纤维素的转化率高达 42.7%, 葡萄糖选择率高达 69.2%。使用该催化剂催化水解微晶纤维素, 纤维素转化率和葡萄糖选择率较高, 纤维素水解液为中性水溶液, 并且催化剂容易分离。

3、以固体碱煅烧硅酸钠为催化剂, 选择油脂酯交换反应和甘油水热反应的联合催化工艺, 同时获得生物柴油和乳酸。以菜籽油为初始原料, 经煅烧硅酸钠转酯化制备生物柴油, 在硅酸钠用量 3 wt %、醇油摩尔比 9/1、60°C 反应 60 min, 生物柴油得率可达 99.5%, 催化剂可重复使用 6 次。回收煅烧硅酸钠和副产甘油, 以活性下降的硅酸钠为催化剂继续催化副产甘油的热水反应生产乳酸, 在 300°C 反应 90 min, 乳酸得率可达 80.5%。煅烧硅酸钠价格便宜、制备简单、活性高效, 容易实现生物柴油和乳酸的联产。

4、以酸性离子液体[BMim]TS 直接作为溶剂和催化剂, 催化果糖制备 5-羟甲基糠醛 (5-HMF)。在 80°C、150 r/min 反应 30 min, 果糖转化率可达 100%, 5-HMF 的得率可达 94.5%。[BMim]TS 不仅可以通过静电作用溶解果糖和 5-HMF, 还可以给出氢离子而表现 Brønsted 酸性, 能与果糖形成氢键激活反应键, 进而降低反应温度、缩短反应时间。在脱水反应结束后, 产物 5-HMF 溶于离子液体, 但可通过有机溶剂萃取或蒸馏的方式达到 5-HMF 与离子液体的分离, 实现离子液体的回收, 避免了在反应过程中和后期分离时挥发性有机溶剂的使用, 减少了对环境的污染, 为 5-HMF 的制备提供了一种绿色工艺。

5、在钻石对顶砧微型反应器中, 以柳木和水为原料, 不添加任何催化剂, 在 403 °C 和 416MPa 反应条件下, 89-99%的柳木溶解, 并在 330-403

°C 22 s 内完全水解成单糖和单分子酚类化合物。研究发现，低密度水可完全溶解粒径小于 200 μm 的柳木，溶解部分在随后的超临界水中 9 s 内完全水解。这一结果可进一步实现木材非催化连续水解生产单糖，并为生物质水解、生物冶炼为生物燃料和化学品等下游产业开辟了一个新的研究领域。

三七资源与三七产业可持续发展

杨崇仁, 王东, 邓德山, 张颖君

中国科学院昆明植物研究所, 昆明 650204

云南省植物提取物工程研究中心, 玉溪 653100

随着社会的发展, 环境的变迁, 森林面积的缩小, 生物多样性的流失, 以及人为的大量采集, 植物资源的状态令人十分的担忧。其中, 药用植物的状态更是首当其冲。人参属植物既是重要的药物资源, 也是对环境因子十分敏感的生态脆弱型植物, 在自然界的分布十分有限。目前, 野生人参属植物正面临着濒危和灭绝的危险。人参属植物种质资源的保护和可持续利用已成为迫不可待的问题。我国西南地区, 特别是云南的东南部, 是人参属植物的物种多样性中心, 已发现的人参属植物为已知种类的一半以上。三七为人参属重要的药用植物, 主产云南, 是云南省特色的药物资源。三七是人参属植物中人工种植最早的物种之一, 已有数百年的栽培历史, 三七农业的现代化对于环境友好的三七产业可持续发展具有迫切的意义。三七除医疗作用外, 还是常用的食疗两用植物。三七是国际瞩目的明星药用植物, 国内外学者从各个方面开展三七的基础研究, 每年发表的研究论文达 100 篇以上。近 30 年来, 随着化学和药理研究的深入, 三七产品不断开发, 三七药材和总皂苷的需求量不断增长。开展三七栽培的关键技术研究, 解决三七农业发展中存在的种质资源退化、生态脆弱性增强、病害严重、药材农药残留超标、以及连作障碍引起的生态问题等, 实现三七农业的现代化。同时, 应用现代植物提取技术和生物技术工程, 深度开发三七活性物质, 发挥三七在医药品和健康相关产品中的应用潜力, 延伸产业链, 形

成三七现代加工产业，对于云药产业发展和我国医药健康产业的现代化建设具有迫切的现实意义。

植物产业化生产虾青素的代谢工程

黄俊潮

中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204

虾青素(3, 3'-二羟基-4, 4'-二酮基- β , β' -胡萝卜素) 因具有极强抗氧化活性和多种生理功能而在医药, 化妆品, 食品和水产养殖等方面有着广泛的应用前景。虾青素的生物合成只发生于少数微生物。高等植物由于缺乏 β -胡萝卜素酮化酶基因而无法合成虾青素。植物高效表达现有典型 β -胡萝卜素酮化酶基因未能积累高量虾青素。本研究从不同绿藻中筛选功能差别的 β -胡萝卜素酮化酶基因并将其表达于大肠杆菌和拟南芥中。研究发现来源于衣藻的酮化酶既能酮化 β -胡萝卜素, 又能酮化玉米黄素。植物表达该酮化酶基因能在不同组织中积累虾青素。通过同时表达酮化酶和羟化酶基因, 我们成功获在番茄果实中积累高量虾青素的转基因植株。这为实现植物产业化生产高价值虾青素提供可能。

小桐子种子油脂形成关键功能基因的研究

徐荣华 张楠 刘爱忠

中科院西双版纳热带植物园热带资源植物中心，云南勐腊 666303

小桐子 (*Jatropha curcas* L.) 适应性强，不与粮食争地，种子油脂经过简单的加工可得到优于 0 号柴油的生物柴油，在生物柴油的产业化开发中受到国内外的高度关注。然而，小桐子亩产油量相对较低，缺乏规模化种植的优良品种，同时小桐子遗传多样性低，基因库窄，很难通过传统的杂交选育的方法来实现优良品种的培育。因此，通过对小桐子的基因改良，培育优质高产品种是实现小桐子生物柴油产业化发展的重要途径。实现基因改良，必须了解小桐子种子储存油脂累积的关键功能基因及其分子机理。本研究集中克隆小桐子种子油脂形成的相关关键功能基因，包括 21 个与脂肪酸合成或与转运相关的关键酶基因和 8 个与储存油脂组装的关键酶基因。分析这些基因在种子发育过程中的时空表达显示 17 个基因在发育的种子中高效表达，15 个基因的表达和种子储存油脂的累积规律协同；同时运用基因修饰技术，利用酵母、烟草、拟南芥等转化体系，集中调查若干关键功能基因 (DGAT、GPAT、Gly3PDH 等) 的功能机理。研究显示过表达 DGAT1、DGAT2、GPAT2 均能不同程度地提高酵母、烟草和拟南芥种子的含油量，特别是 DGAT1 基因相对提高了含油量 50%。说明小桐子 DGAT1 基因是影响种子油脂累积的关键限量因子，通过基因工程实践，有望显著提高小桐子种子含油量。本研究为阐明小桐子种子油脂形成的遗传机理提供了重要的理论依据，同时对小桐子的基因改良实践具有重要的参考价值。

Characterization of an R2R3MYB transcription factor from the bamboo species *Fargesia fungosa*

王娟, 杨宇明

西南林业大学, 昆明 650224

The formation of the woody stems of bamboo requires the coordinated regulation of cellulose, xylan and lignin biosynthesis. Lignin contributes 25-30% of harvested bamboo constituents and is the major influence on the physical properties of bamboo used by industry. Reported here is the cloning and characterization of an R2R3MYB transcription factor gene (*FfMYB1*) from genomic DNA of the bamboo species *Fargesia fungosa*. *FfMYB1* includes a coding region of 813bp, corresponding to a predicted peptide of 270 amino acids. The characterized sequences of GenBank with highest % amino acid identity to *FfMYB1* were NtMYBGR1 of tobacco and AtMYB20 and AtMYB43 of arabidopsis. Both NtMYBGR1 and AtMYB20/43 are activators of the phenylpropanoid pathway for lignin production. Histochemical analysis of *Fargesia fungosa* stems showed rapid production of lignin during stem maturation and *FfMYB1* is a likely regulator of lignin production in bamboo shoots. A phylogenetic study of R2R3MYB sequences available for the bamboo subfamily identified other potential lignin-related R2R3MYBs, in particular 1 bphylf044c24 of the bamboo genera *Phyllostachys*.

云南古茶的化学成分及品质综合评价

张颖君, 许敏, 王东, 陈可可, 杨崇仁

中国科学院昆明植物研究所, 植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室,
昆明 650204

茶属(*Camellia*)是山茶科(Theaceae)中的一个属,分布于亚州东部及东南部,我国产近 100 种,云南产 39 种。根据闵天禄的分类系统,茶组植物包括 12 个种 6 个变种。我国是茶树的原产地,也是栽培、利用茶树最早的国家,具有丰富的茶树种质资源,我国拥有茶组植物的全部自然种类,其中,云南独特的地理环境和生态环境,孕育了丰富的茶树资源,是茶及其近缘植物的分化中心。

许多茶属植物具有较大的经济价值,是人类生活中不可缺少的物质基础之一,例如油茶(*C. oleifera*)为我国特有种,也是最重要的木本油料植物,茶油营养丰富,被誉为“东方橄榄油”;云南山茶花(*C. reticulate*)是世界名花,因花大色艳,居云南八大名花之首,并作为昆明市花;茶叶为世界三大饮料之首,因具有多方面的生理活性和保健功能,倍受人们喜爱。

目前,作为商品广泛利用的茶组植物只有茶(*C. sinensis*)及其变种普洱茶(*C. sinensis* var. *assamica*)。近年来,通过对茶组自然种类和种质资源的调查发现,我国民间有广泛利用当地野生茶树种类,“就地取材”采集制茶的饮茶历史和习惯,有的种类已被当地群众种植,如大理茶等,但大多茶用植物的化学物质基础不明。国内外相关研究,亦主要围绕现代广泛栽培的茶和普洱茶,对其它茶组植物涉及甚少。我们利用现代分析技术,从植物

化学的角度，对茶属野生茶用植物如：大理茶(*C. taliensis*)，光萼厚轴茶(*C. crassicolumna* var. *multiplex*)、离蕊茶(*C. pachyandra*)等进行了较系统的化学成分及生物活性研究，并对 6 种 3 变种茶组植物中的茶氨酸和没食子酸含量进行了定量分析评价；同时，应用 HPLC 及分光光度法，对云南临沧白莺山古茶的大理茶素、儿茶素类、茶鞣素、没食子酸、咖啡因和茶氨酸，以及茶多糖和茶多酚含量进行了分析。研究结果将不仅为云南古茶树的品质评价提供可靠的科学数据，为发现新的茶用植物资源和古茶种质资源的深入系统研究和合理开发利用提供基础，为选育优质茶树品种提供新的基因资源，对于茶组植物的系统分类亦将提供植物化学方面的科学依据，对于茶产业的可持续发展有重要的意义。

龙血竭的人工诱导

宋启示

中国科学院西双版纳热带植物园，昆明 650223

血竭源于西亚和北非，为古希腊和古阿拉伯传统药，自丝绸之路传入中国，在我国已有 1500 余年的应用历史。血竭有活血散瘀、镇痛、止血、补血、生肌敛疮等功效；能治疗各种血症、心血管疾病、溃疡炎症，有一定的抗衰老、抗肿瘤、抗辐射作用；被明代李时珍称为“活血之圣药”，是中医治疗血症的首选药。西双版纳热带植物园创始人蔡希陶教授于 1972 年在云南省孟连县发现国产血竭基源植物柬埔寨龙血树，研发出国产血竭——龙血竭，结束了我国血竭进口历史。血竭是以查尔酮为主的黄酮类物质，是龙血树茎干受损伤后缓慢形成的，龙血树活体组织以甾体皂甙类为主要成分，不含血竭成分。我们从正在形成血竭的龙血树伤口中分离到能诱导血竭形成的真菌菌株 **BRWG**，通过该菌株与龙血树愈伤组织共同培养、发酵，以及将该菌株回接到龙血树茎干上，人工诱导生产血竭原料。用 **HPLC** 检测诱导产物的龙血素 **A** 和 **B** 的含量，发现 **BRWG** 菌株与龙血树愈伤组织共发酵能产生少量的龙血素 **A** 和 **B**，通过改良发酵条件，龙血竭原料有可能通过发酵生产出来；还发现人工回接 **BRWG** 菌株到龙血树，能加快血竭的形成，得到的产物之龙血素 **A** 和 **B** 含量接近血竭野生原料，是人工诱导生产血竭原料的可行方法。

仿野生条件下天麻高产栽培及替代菌材研究

蔡传涛，刘贵周

中国科学院西双版纳热带植物园，昆明 650223

为探索天麻高产稳产栽培技术，在仿野生条件下研究不同树种、菌材用量以及麻种用量对天麻产量以及天麻素和天麻多糖含量的影响，为生产上提供理论依据；同时结合野外考察、田间和室内实验，探讨天麻栽培中替代菌材研究进展。以菌材树种（亮叶桦、响叶杨、核桃和白栎）和天麻变型（红天麻和白天麻）的用量（各 3 水平）为研究对象，在次生林下采用完全实验设计，共 72 个处理，分析各处理对天麻产量、折干率、天麻素和天麻多糖含量的差异，筛选获得具有高产优质天麻所具备的栽培条件；并对经济效益作了简单分析；通过室内实验和野外实验的结合，对替代菌材的研究进展作一简单论述。结果表明：不同树种菌材对天麻产量、经济效益（每年每亩的箭麻与白麻效益之和）具有明显差异，红天麻以亮叶桦和白栎为菌材时的产量较以响叶杨和核桃为菌材时的高，其中以每平方用亮叶桦菌材 12kg、麻种 800g 时的组合产量（ g/m^2 ）最高，达 4059.18，箭麻、白麻和米麻的产量分别为 3200.12、813.16 和 45.88，每年每亩的经济效益为 18211.99 元；其次为白栎菌材 12kg、麻种 800g 的处理，箭麻、白麻、米麻以及总产量分别为 2399.68、820.52、53.28、3273.48，经济效益为 16100.94 元；核桃菌材 12kg、麻种 600g 组合的箭麻、白麻、米麻以及总产量分别为 2005.76、855.64、56.00 和 2917.40，经济效益为 12532.79 元；响叶杨 14kg 和麻种 800g 组合的箭麻、白麻、米麻以及总产量分别为 2052.44、581.41、58.00 和 2691.85，经济效益为 10953.08 元。乌天麻以亮叶桦和核桃

为菌材时的产量较以响叶杨和白栎菌为菌材的高，其中亮叶桦 14kg 和麻种 600g 组合的产量最高，箭麻、白麻、米麻以及总产量分别为 1852.10、812.68、14.88、2679.66，经济效益为 27206.46 元；其次为响叶杨 14kg 和麻种 800g 组合，箭麻、白麻、米麻以及总产量分别为 1445.29、592.48、19.76、2057.53，经济效益为 16744.50 元；核桃 10kg 和麻种 800g 组合的箭麻、白麻、米麻以及总产量分别为 1062.86、972.25、27.15、2062.26，经济效益为 11390.11 元；白栎 12kg 和麻种 600g 组合的箭麻、白麻、米麻以及总产量分别为 1494.64、386.28、51.36、1932.28，经济效益为 14801.22 元。不同树种菌材对箭麻折干率也具有一定影响，红天麻中以白栎为菌材时天麻的折干率最高，为 0.234，其次为响叶杨（0.205）、亮叶桦（0.199）、核桃（0.198）；乌天麻以亮叶桦为菌材时最高，达 0.303，其次为响叶杨（0.278）、白栎（0.241）、核桃（0.208）。同时不同树种菌材对天麻素、天麻多糖含量的影响较大，以核桃为菌材时，红天麻的天麻素含量最高，是白栎为菌材的 1.1 倍，为亮叶桦和响叶杨为菌材的 1.6 倍，而天麻多糖含量则以白栎为菌材时最高，为其余三种树种的 2.2-2.7 倍。乌天麻中，以白栎和核桃为菌材时的天麻素含量相当，为其余两个树种菌材的 1.5-1.6 倍；以核桃为菌材时，天麻多糖含量最高，为其余三种菌材的 1.2-1.6 倍。红天麻和乌天麻的仿野生栽培中若以获取较高产量为目的，则分别以每平方用亮叶华菌材 12kg+麻种 800g、亮叶桦 14kg+麻种 600g 的组合最佳，获得的经济效益最高；若考虑天麻素以及多糖含量，则需考虑其他树种作菌材，如核桃、白栎等。通过对野外考察时发现蜜环菌着生在一些树种的根部，为天麻人工栽培提供新途径；同时人工菌棒生产是天麻栽培中急需解决的关键技术，课题组已从蜜环菌生长基质配方、生长环境等方面开展研究，具有较大的前景潜力。

甾体激素药物原料植物资源开发利用及持续发展的思考

吕春朝

中国科学院昆明植物研究所，昆明 650204

上世纪 50 年代末期，国家开展全国性薯蓣植物资源调查，同时着手发展甾体激素药物的化学合成技术，自力更生创建甾体激素药物产业。半个多世纪以来，我国甾体激素药物产业规模相当、品种多样，成为国家医药产业不可缺少的组成部分。

我国甾体激素药物原料植物资源丰富多样。国产薯蓣属植物资源支撑甾体激素药物生产半个多世纪。由利用野生资源转向人工规模种植的薯蓣种植业，在适宜地区一度发展成为大规模的新兴种植业，为农户增收带来实际效益。以 diosgenin 为起始底物的甾体激素药物合成有多项自主创新技术，使中国成为世界甾体激素药物主要生产国之一。

单一的原料资源和人工种植后有效成分含量日渐低下成为新的制约因素；以 diosgenin 为起始底物的甾体激素药物合成技术基本沿着常规路线发展，并基本成型，但所产品种仅为国际系列产品中的初、中级产品，高端产品不多。近 30 年来产业定位在中等水平上徘徊。

纵观我国甾体激素药物发展的历程，充分肯定取得的自主创新成就，正视存在的问题和制约因素，综合评估，思考对策，提出建议，供相关方面参考。

木本油料植物星油藤 (*Plukenetia volubilis*) 的研究现状和展望

蔡志全

中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303

因地制宜大力发展木本油料生产, 对满足我国食用植物油的需求具有十分重要的经济和战略意义。星油藤 (*Plukenetia volubilis*) 是南美洲特有的优良木质藤本油料植物, 现于国内已经引种成功。当前的研究表明, *Plukenetia* 属中包含着 20 余种植物, 主要分布于热带美洲、非洲、马达加斯加和亚洲; 属间的亲缘关系和遗传多样性分析已经初步完成。秘鲁农业部选育形成具有相对遗传稳定性的星油藤品种共有 40 余种; 不同品种间亚麻酸含量和产量的变异较大。星油藤生长迅速, 属于强需光性植物; 植物表面受到光线照射越多, 越有利于开花和结果。星油藤能够适应 70-2000 m 之间的海拔高度, 但在低海拔处种子的产量较高。星油藤能够在较大的温度范围内 (10-36℃) 生长良好; 具有广泛适应不同类型土壤的特性, 且能够在高浓度铝酸性土壤中生长旺盛。长期干旱和低温是造成植株生长缓慢的主要原因。镰刀菌和根结线虫是星油藤植株最主要的病虫害。星油藤种子的主要成分是油脂、蛋白质、氨基酸、维生素、甾醇等生物活性物质, 以及生物碱、皂甙和香豆素等次生代谢物。种子含油量约为 30%-60%, 主要由多元不饱和脂肪酸组成, 其含量可达 90% 以上。其多元不饱和脂肪酸以 Omega 脂肪酸为主; 其中, 亚麻酸含量为 43.75-51.39%。星油藤油中生育酚的含量可高达 2000-3000 mg/kg。星油藤种子富含蛋白质(26-33%); 从种子中提取并纯化出一种新型水溶性蛋白 (IPA 蛋白) 为目前首个含有所有人体必需氨基酸的植物蛋白, 将很有可能成为蛋白质粉代替品, 应用于

功能食品和膳食补充剂领域。

星油藤的栽培虽然历史久远，但其栽培、品质形成规律、品种改良等方面的研究刚刚起步。加速星油藤的开发利用建议从以下方面入手：完成特定抗性材料的挖掘和具有特殊性状遗传材料的选育；高产栽培技术的研究；利用分子生物学和基因工程手段，提高对种实的生理代谢尤其是脂肪酸合成代谢途径及其关键酶基因的认识和利用，以便更有利于种实产量和品质的提高；研制适合于种子的制油工艺和高附加值产品开发。星油藤作为热带特色植物资源有着很大的发展潜力，但目前星油藤的产业发展出现诸如提取不完全，规模较小和利用不充分等问题。星油藤是一项朝阳产业，对促进农村发展，服务人类健康有很大作用。相信随着更多国内外研究者的关注，星油藤的研究与应用很快会翻开崭新的一页！

膏桐良种选育及其区域性试验研究

杨成源

中国科学院西双版纳热带植物园，云南勐腊 666303

膏桐是目前国际上比较看好的生物柴油植物，大幅度提高单位面积产量是目前我国膏桐生物能源产业发展过程中亟待解决的问题。围绕这一问题，本项目将西双版纳在植物育种上的优势与干热河谷喀斯特地区生物柴油原料林基地建设对良种的需求相结合，开展了膏桐种质资源的收集和良种选育的试验研究。经过 5 年研究与实践，首先采用无性繁殖和有性繁殖交替使用的方法，按期育出了 2 个新的优良品种，使膏桐成为云南新型替代能源的可能性大大增加。其次，从膏桐植物的生物生态习性和对不良自然环境的适应机理入手，以改善土壤空气状况和土壤持水能力，提高植株抗逆性和早开花、多结果为目标，通过不同区域田间系统试验，制定了膏桐栽培技术规程。第三，摸索出一套林内间种姜黄等矮秆作物的方法。既可以改善膏桐植株的营养环境，亦可提供其他经济产品，增加收益。本项研究成果既可为膏桐生物柴油产业开发提供技术支撑，亦对干热河谷喀斯特地区其他经济林木产业开发具有重要的指导意义。与此同时，本项目制定的新品种定向培育技术和措施，对研究膏桐种群的系统演化规律有重要意义。

汉麻新品种选育成果汇报

段柱标

中国科学院西双版纳热带植物园，云南勐腊 666303

在州政府和植物园的关心和支持下，汉麻新品种选育课题组经过 5 年的努力，采用系统选育和杂交选育的方法，从云南地方品种中筛选出一系列优良品系，其中以勐晚 6 号、勐晚 9 号、勐晚 10 号的表现尤为突出。3 个新品系均表现出无毒、感光性迟钝、高产等特点。其中春麻、夏麻的平均株高均达 4 米以上，麻皮单产达 150 公斤/亩左右，麻皮质量优于对照。另在版纳冬繁的种子产量已达 84 公斤/亩，可以说主要农艺性状均超越了预期的育种目标。同时还突破了云麻 1 号感光性强，冬、春季节无法种植的缺陷，结束了西双版纳不适于汉麻繁种的历史。目前课题组正紧锣密鼓地准备新品系的品种审定，目前准备工作进展比较顺利，在年内即可完成对汉晚 6 号、汉晚 10 号的州内审定，今年的推广面积也可达几千亩。

生物柴油与乳酸的联产工艺

龙运多, 方真

中国科学院西双版纳热带植物园生物能源组, 昆明 650223

随着能源的日益消耗和环境的不断恶化, 寻找替代能源已成为必然趋势。生物柴油是一种环境友好的可再生能源, 有望取代石化柴油成为新的替代燃料。在生物柴油迅猛发展的同时, 副产物甘油也随之大量产生, 因此, 如何把副产甘油转化为高附加值产品已成为新的关注点。充分合理利用甘油不仅会带来更大的经济效益, 而且使整个生物柴油生产链更加完整, 对生物柴油的可持续发展具有重要意义。乳酸(Lactic acid)是 21 世纪最具有发展前景的有机酸之一, 广泛地应用于制药、食品、皮革、纺织等工业当中。由乳酸聚合而成的聚乳酸(PLA), 作为无毒、可降解、具有生物相容性的高分子材料, 已广泛应用于制造生物可降解塑料、绿色包装材料和药用修复材料。

以固体硅酸钠为催化剂, 联合催化油脂酯交换反应和甘油水热反应, 能同时获得生物柴油和乳酸。以菜籽油为原料, 硅酸钠(煅烧后)催化油脂与甲醇的酯交换反应, 从而制备生物柴油: 硅酸钠用量 3.0 wt %、醇油比 9/1、搅拌速率 250 r/min, 在 60°C 下反应 60 min, 生物柴油得率可达 99.6 %。硅酸钠催化剂重复使用率达 6 次, 且易于回收。待催化剂活性下降后, 通过离心分离回收的催化剂直接用于副产物甘油的水热合成反应, 在 300°C 下反应 90 min, 可得乳酸产率达 80.5 %。

通过一种催化剂同时催化油脂酯交换反应和副产物甘油水热反应, 从而实现生物柴油和乳酸的联产工艺。

西双版纳热带野生蔬菜资源及其研究利用现状

施银仙^{1,2}, 纳智¹, 范青飞^{1,2}, 许又凯¹, 胡华斌¹

1. 中国科学院西双版纳热带植物园, 热带森林生态学重点实验室, 勐腊 666303;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049

西双版纳作为我国热带地区, 物种极其多样, 全州土地面积 19125 平方公里, 世居傣族、哈尼族等 13 个少数民族, 具有丰富的热带野生蔬菜资源和野菜采食、加工、选种、栽培经验。西双版纳共有热带野菜近 300 种, 其中许多野菜具有独特的风味, 丰富的营养, 还具有良好的保健功能。野菜生长于土壤天然、空气清新, 光照充足的山林或草地, 营养元素及矿物质含量往往高于甚至远远超过同科同属的栽培蔬菜。加强对西双版纳热带野生蔬菜资源的数量、质量、分布, 引种栽培, 营养价值, 功能成分、加工技术和潜在经济效益的探索和研究, 建立西双版纳热带野生蔬菜资源信息系统, 实现优质热带野生蔬菜资源的高效、合理开发利用, 对改善当地农业产业种植结构, 提高本地野生生物资源的综合开发利用和促进地方经济发展具有重要意义。

盐胁迫对甜高粱光系统 II 功能的修饰及机制研究

王彩娟^{1, 2}, 姜闯道^{1**}, 谷卫彬¹, 石雷¹, 张守仁¹

1. 中国科学院植物研究所, 北京 100093;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049

本文研究了田间条件下不同 NaCl 浓度 (100 mmol L⁻¹、200 mmol L⁻¹) 对甜高粱光合特性和光系统 II (PS II) 行为的影响。结果表明: 1) 叶片 Na⁺离子含量与 Na⁺/K⁺比随盐浓度增加和处理时间延长而增加。2) 净光合速率 (P_n) 随盐浓度的增加而降低。3) 光系统 II 开放反应中心天线转化效率 (F_v'/F_m')、光化学猝灭系数 (qP) 和光系统 II 实际光化学效率 ($\Phi_{PS II}$) 均随盐浓度增加而下降, 而非光化学猝灭 (NPQ) 则随盐浓度的增加而增加。此外, 100 mmol L⁻¹ 处理组的净光合速率和荧光猝灭参数随处理时间延长有所恢复, 但 200 mmol L⁻¹ 处理组并无恢复现象。4) 光系统 II (PS II) 最大光化学效率 (F_v/F_m) 在 100 mmol L⁻¹ NaCl 处理时影响较小, 但在 200 mmol L⁻¹ NaCl 处理时明显下降。5) 短期盐胁迫未影响荧光诱导动力学曲线, 而处理 5d 后 200 mmol L⁻¹ NaCl 胁迫加快了荧光 O-K 和 O-J 相上升。6) 进一步研究证明, PS II 的失活速率在两个盐浓度下均无明显变化, 而修复速率在 200 mmol L⁻¹ 盐浓度处理 5d 后降低明显。并且, 叶片离子积累对 PSII 活性有明显影响。因此认为田间条件下叶片 Na⁺离子积累造成甜高粱碳同化能力降低并改变 PSII 激发能分配; 叶片离子含量的大幅增加会导致 PS II 活性下降及光抑制, 这与 PSII 失活速率无关, 主要是失活 PS II 修复速率受抑制的结果。本研究对理解田间和盐胁迫条件下 C4 植物光抑制发生具有一定意义。

千年桐 SSR 分子标记的开发与种质亲源关系鉴定

徐伟 杨清 刘爱忠

中科院西双版纳热带植物园热带资源植物中心, 西双版纳 666303

桐油树 (Tung tree) 是一种重要的工业用油料植物, 由于种子油脂主要成分为桐油酸, 是一种优良的干性油, 主要应用于工业上油漆的生产, 在中国及东南亚地区已有数百年的利用历史。近年来, 随着生物柴油产业化的需求, 利用桐油树种子油脂作原料生产生物柴油正开始逐渐受到关注。桐油树有两种油桐 (*Vernicia fordii*) 和千年桐 (*Vernicia montana*), 遗传关系十分近源, 都分布于中国南部和东南亚地区, 但形态上有明显的不同。虽然油桐树的种植和利用已有数百年的历史, 但千年桐的种植和利用还相当有限, 和油桐树相比, 千年桐对环境有更强的适应性, 而且亩产量相对较高。为了有效开发千年桐的种质资源与利用, 本研究广泛收集了 30 多个不同地理种群的千年桐种质资源, 分别利用分子生物学和生物信息学技术, 发展了千年桐基因组 SSR 分子标记 20 对和 EST-SSR 分子标记 22 对。利用这些 SSR 分子标记分析千年桐种质资源的遗传多样性, 结果显示千年桐种质资源具有中等程度的基因多样性 ($H_e \approx 0.40$)。种质亲源关系遗传分析显示千年桐种质资源具有明显的分化。本研究发展的 SSR 分子标记不仅为调查桐油树的居群遗传多样性和种质鉴定提供重要的技术手段, 同时为桐油树的分子辅助育种提供分子标记, 有利于促进桐油树资源的品种选育与种质开发、利用。

金丝李化学成分研究

范青飞^{1,2}, 许又凯¹, 施银仙^{1,2}, 纳智¹, 胡华斌¹

1 中国科学院西双版纳热带植物园热带植物资源开放实验室, 云南勐腊 666303

2 中国科学院研究生院, 北京 100049

通过正相硅胶、反相 RP-18 柱色谱及葡聚糖凝胶 Sephadex LH-20 等手段对金丝李 (*Garcinia paucinervis*) 茎皮的化学成分进行分离纯化, 并根据波谱数据鉴定其化合物的结构。共计分离鉴定了 11 个化合物, 分别为 paucinxanthone A (1), termicalcicolanone A (2), ugaxanthone (3), 7-prenyljacareubin (4), parvifolixanthone A (5), formoxanthone A(6), cambogin (7), isogarcinol (8), 焦祛康酸(9), 胡萝卜苷(10), β -谷甾醇(11)。其中化合物 1 为新化合物, 化合物 3, 4, 8, 9 为首次从该种植物分离得到, 化合物 2 为首次从该属植物分离得到。

皮孔葱臭木的化学成分研究

唐震^{1,2}, 纳智¹, 许又凯¹

1 中国科学院西双版纳热带植物园, 云南勐腊 666303

2 中国科学院研究生院, 北京 100049

柠檬苦素 (Limonoids) 是一类高度氧化的降三萜化合物, 其结构多样且具有广泛活性, 主要有昆虫拒食、抗疟、抗菌、抗癌等活性。楝科

(Meliaceae) 植物因其丰富的柠檬苦素而成为研究热点。以顺丁烯酰亚胺环 (maleimide ring) 为侧链的柠檬苦素在自然界中极为罕见。迄今, 在楝科植物中只发现两个此类化合物: Turrapubesin B和Laxiracemosin H。为得到更多结构新颖且具有生物活性的化合物, 我们正在对楝科葱臭木属

(*Dysoxylum*) 的植物进行植物化学成分研究。此前的研究表明, 葱臭木属植物中已经分离得到多种类型的化合物, 诸如柠檬苦素、生物碱、二萜、三萜皂苷等。我们选取皮孔葱臭木 (*Dysoxylum lenticellatum*) 作为研究对象。文献显示, 此前从该植物中分离得到了四降三萜和神经酰胺类化合物。

而我们对该植物进行植化研究一共分离得到了12个化合物, 均为首次从皮孔葱臭木中发现。通过现代波谱技术及对比文献数据, 这12个化合物的结构鉴定如下: stigmasterol(1), β -Sitosterol(2),

3-oxo-24,25,26,27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone (3),

3 α -hydroxy-24,25,26,27-tetranortirucall-7-ene-23(21)-lactone(4), laxiracemosin H(5), laxiracemosin B(6), 24,25-epoxy-tirucall-7-ene-3,23-dione(7),

butyrospermol (8), oleanolic acid(9), taraxerone (10), taraxerol(11),

8-hydroxy-6-methoxy-3-pentylisocoumarin(12)。体外肿瘤细胞生长抑制活性

显示，化合物**3**、**4**和**5**具有体外肿瘤细胞生长抑制活性。

酸性离子液体在生物燃料合成中的应用

郭峰, 方真

中国科学院西双版纳热带植物园生物能源组, 昆明 650223

近年来对能源的消耗和需求逐年急剧增长, 已成为制约全球经济发展的瓶颈问题。随着石油储量的日益减少和人们对全球温室效应关注度的提升, 能源与化学品的可再生原料成为未来开发的主要方向。生物柴油作为环境友好、可再生、优质清洁的生物燃料, 不仅能够增强我国石油安全, 还有利于改善环境、促进农村发展。此外, 5-羟甲基糠醛(5-HMF)是精细化工、医药及呋喃高分子材料的有价值的中间底物, 可以通过一系列化学反应制备多种具有高附加值的衍生物, 如 PET 的塑料、柴油燃料或其他化工衍生产品, 被称之为该领域“沉睡的巨人”。传统化学法采用液体酸碱, 生产过程复杂、腐蚀设备, 并存在催化剂难回收、副产甘油精制困难、后续处理产生大量废水等问题。因此, 近年来寻求活性稳定、可回收和重复利用的新型催化剂成为热点研究方向。酸性离子液体, 不仅具有优良的溶剂特性、蒸汽压低、不燃烧、热稳定好(-40~300°C), 而且具有 Lewis、Franklin 酸的酸性, 而含有 SO₄H 的酸性离子液体, 则同时具备了溶剂和 Brønsted 酸特性, 对环境无污染, 在催化、有机合成、分离和电化学等领域有广泛的应用。

首先考察了离子液体中氯化盐催化高酸值小桐子油酯(13.8 mg KOH/g)与甲醇的转酯化反应制备生物柴油。通过催化油酸与甲醇的酯化反应, 从 6 种离子液体中筛选出高活性离子液体[BMIIm][CH₃SO₃]。在 140°C 反应 5 h

后，催化剂[BMIm][CH₃SO₃]催化酯化反应的酯化率达 92%，而催化小桐子油酯交换反应的得率仅为 12.3%；在添加金属盐 FeCl₃ 后，温度为 120°C 时催化小桐子油酯交换反应，在酸性离子液体提供的 Brønsted 酸与氯化盐提供的 Lewis 酸共同作用下，生物柴油得率明显增高至 99.7%。酸性离子液体既可以用于催化游离脂肪酸与短链醇的酯化反应生产脂肪酸甲酯，又可以用于催化油脂的酯交换反应，在酯化反应或酯交换反应结束后回收甲醇，通过静置或离心的方式实现离子液体的分离回收，离子液体在干燥后可继续用作酯化反应或酯交换的催化剂，使催化剂得到循环使用。

其次，本研究以酸性离子液体[BMim] TS 直接作为溶剂和催化剂，催化果糖制备 5-HMF。在 80°C、150r/min 反应 30min，果糖转化率可达 100%，5-HMF 的得率可达 94.5%。[BMim] TS 不仅可以通过静电作用溶解果糖和 5-HMF，还可以给出氢离子而表现 Brønsted 酸性，能与果糖形成氢键激活反应键，进而降低反应温度、缩短反应时间。在脱水反应结束后，产物 5-HMF 虽溶于离子液体，可通过有机溶剂萃取或蒸馏的方式达到 5-HMF 与离子液体的分离，实现离子液体的回收，避免了在反应过程中和后期分离时挥发性有机溶剂的使用，减少了对环境的污染，为 5-HMF 的制备提供了一种绿色工艺。

离子液体在化工领域的应用正以惊人的速度发展，并将会在未来一段时间持续下去。目前，我们对离子液体影响化学反应的认识仅处于初级阶段。可以预言，当我们认识到离子液体作为溶剂和催化剂的本质并对其操控达到熟练程度的时候，离子液体的应用潜力将会呈现爆炸性的效应。

蓖麻 EST-SSR 分子标记的开发与应用

邱丽俊 杨春 徐晨敏 刘爱忠

中科院西双版纳热带植物园热带资源植物中心, 西双版纳 666303

蓖麻 (*Ricinus communis L.*) 是世界上最重要的非食用油料植物之一。因为蓖麻适应性强, 不择土壤, 耐瘠、耐旱、耐碱等特点, 能够广泛生长于温带、亚热带和热带地区。特别是蓖麻种子油脂富含蓖麻油酸 (顺式-12-羟基十八碳-9-烯酸), 在高温下不易挥发, 在低温下不易凝固, 一直是工业、航空和国防机械常用的润滑油, 具有重要的经济价值。近年来随着生物柴油产业化发展, 由于蓖麻油酸极性很强、而且结构稳定, 能够和酒精完全互溶, 利用蓖麻油作为生物柴油的原料在世界生物柴油产业化开发中已经受到高度的关注和利用。本研究利用生物信息学的手段, 以 GenBank 中 18,928 条非冗余的 EST 序列为基础, 发现了蓖麻 EST 序列含有丰富的 SSR 位点, 基于这些 SSR 位点发展了 400 多对具有多态的 EST-SSR 分子标记。利用这些分子标记检验蓖麻种质间的遗传多样性, 发现蓖麻种质间呈现了中度的基因多样性 ($H_e \approx 0.41$)。进一步利用这些分子标记, 初步分析种质间的遗传关系发现蓖麻种质具有不同的地理结构。该研究发展了大量的 EST-SSR 分子标记, 为蓖麻重要农艺性状的 QTL 图谱构建以及分子辅助定向育种提供了重要工具, 同时为研究蓖麻的种质遗传多样性及蓖麻的栽培演化提供了重要分子标记。

赤霉素对能源植物小桐子生殖生长的影响

皮雪静^{1,2}, 潘帮珍^{1,2}, 陈茂盛¹, 徐增富¹

1. 中国科学院西双版纳热带植物园 能源植物分子育种研究组, 云南勐腊 666303

2. 中国科学院研究生院, 北京 100049

对小桐子进行叶面喷施不同浓度(分别为 0, 50, 500, 1000, 1500 ppm)的赤霉素溶液, 我们得到如下结果: 1, 可将花序中的雌花诱导为两性花; 2, 坐果率由 92.92% (control)降至 50.47%(GA-1500); 3, 结实率由每果平均 2.62 个种子(GA-50)降至 1.81 个种子(GA-1500); 4, 种子含油量由 38.66%(control)减少至 34.14%(GA-1500)。这些结果对于进一步通过调控小桐子的生殖生长提高其种子产量和含油量具有重要意义。

传统民间药余甘子的化学成分及其生理活性研究

张颖君, 许敏, 王东, 杨崇仁

中国科学院昆明植物研究所, 植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室, 昆明
650204

余甘子(*Phyllanthus emblica* L.)为大戟科叶下珠属植物, 又名滇橄榄、庵摩勒、望果、油干果等, 分布于北非、西亚至东南亚。在我国, 主要分布于云南省, 以及四川、贵州、广西、广东和福建。为落叶小乔木或灌木, 是叶下株属中不多见的木本植物。余甘子广布于云南各地海拔 1,200-2,200 m 的山区, 特别是干热河谷两侧的疏林或山坡向阳处坡地, 在有的地段形成优势灌丛或小乔木林的居群, 对于山区的水土保持和生态平衡起着重要的作用。

余甘子是重要中药, 也是我国藏药、蒙药、傣药及维吾尔族药等民族药的传统常用药物。同时它亦被印度传统医药(Ayurvedic Medicine)收载和广泛使用。余甘子的果实可以食用, 作为抗炎解热药被各种传统药物体系广泛利用。它的根、枝叶和花均入药, 用于治疗消化不良, 腹泻, 痢疾, 湿疹等。近年发现余甘子在补益、抗肿瘤、抗肝炎、抗衰老、抗辐射、抗病毒等方面有显著的活性和生理功能。余甘子在医药品和健康食品的开发利用方面有着重要的应用前景。

我们对余甘子的根、果汁及枝叶进行了详细的化学研究, 从中共分离鉴定了 110 个化合物(包括 88 个多酚性成分), 其中 38 个为新化合物。它们的化学结构通过 1D-, 2D-NMR, MS, UV, IR, CD 等波谱和光谱及化学方

法, 分别鉴定为倍半萜(12 个), 水解单宁(19 个), 缩合单宁(14 个), 黄酮类(19 个), 芳香族化合物(18 个)以及有机酸的没食子酸酯和甙(18 个)。

在化学研究的基础上, 对其中的 60 多个主要化合物进行了清除自由基, 抗脂质过氧化及透明质酸酶 (hyaluronidase) 抑制活性的研究, 并对该植物的 19 个主要成分进行了抑制肿瘤细胞增殖活性的研究, 发现大多数化合物具有较好的活性。此外, 体外抗病毒活性研究表明, 没食子单宁 C5 和 C58 具有较强的抗单纯疱疹 1 型病毒 (HSV-1) 的活性, 倍半萜配糖体 C7 及类似物具有较强的抗 CVB3 活性, 对它们的抗病毒作用机制进行了初步研究。

龙血竭—热带药用植物资源保护与持续利用

许敏，张颖君，杨崇仁

中国科学院昆明植物研究所，植物化学与西部植物资源持续利用国家重点实验室，昆明
650204

对于人类来说，生物多样性是至关重要的天然资源。生物多样性的保护及生物资源的持续利用，取决于人类的共识与有成效的措施。亚洲热带地区，是世界生物多样性的中心之一，该地区丰富的药用植物资源有的应用于医药工业、保健品工业和健康相关产业；有的作为传统药物，为原住民和外来人所使用。由于无节制的采集，加之生态环境的破坏，许多野生药用植物资源已面临濒危的境地。对药用植物资源的保护和持续利用是已成为发展中国家面临的严峻挑战。本文以龙血竭为例，介绍我们的相关研究与体会。

血竭(dragon's blood)是天然形成的红色树脂，作为著名颜料和传统药材在欧洲已有 3000 多年的应用历史。隋唐时期通过“丝绸之路”传入中国，成为传统中药的珍稀药材。血竭的基源植物是生长于西亚和北非的龙舌兰科植物龙血树 (*Dracaena draco*) 和索科特拉龙血树 (*D. cinnabari.*)。明代以来，由于海上丝绸之路的开通，产于东南亚的棕榈科黄藤属植物果实的红色树脂作为血竭的替代品输入我国，逐渐形成主流。至上世纪 60 年代，人们只知盛产于婆罗洲和苏门答腊的“皇冠牌血竭”，而不知真正的血竭来自西亚和北非。二十世纪七十年代，著名植物学家蔡希陶教授在云南南部发现产生血竭的植物资源剑叶龙血树 (*D. cochinchinensis* S.C. Chen)，并证明国产龙血竭与我国本草最早记载的由西域来的血竭最为接近，完全可以

作为正品血竭的国产替代品。龙血竭已成为重要的中药而广泛应用。30 多年来，龙血竭工业生产使剑叶龙血树资源日益匮乏。东南亚地区的资源也随着我国不断增加的需求而急剧减少。龙血竭资源的保护与可持续利用已成为迫切的问题。

我们的研究发现，剑叶龙血树的红色树脂（龙血竭）富含多酚类化合物，而其新鲜的茎干和果实则富含甾体皂苷类成分。剑叶龙血树的近缘种，如：狭叶龙血树(*D. angustifolia* Roxb.)和柬埔寨龙血树 (*D. cambodiana* Pierre ex Gagnep.)的茎干也富含甾体皂苷类成分。龙血竭树脂只在受伤的植物体上才能形成。显然，龙血竭是剑叶龙血树在微生物感染后，形成的特殊的植物防卫素。我们在建立龙血竭药材质量标准的基础上，通过高压液相色谱指纹图谱分析方法，比较和评价了采自不同地区的龙血竭药材，并从生理学和生态学的角度对红色树脂的形成机制及化学成分的转化过程进行了初步研究。尽管剑叶龙血树的栽培已获得成功，而树脂的形成与生产仍然是龙血竭产业可持续发展的瓶颈。树脂形成的机理，及其与微生物感染的生理生化和生态效应等，是建立促进树脂分泌技术的基础，尚需要通过多学科协同研究方能阐明。