

植物学通报

CHINESE BULLETIN OF BOTANY

第 1 卷

第 2 期

Vol.1

No.2



中国植物学会编辑
知识出版社出版

2
1983

植物学通报

第1卷 第2期

目 录

专论与综述

- 我国植物生理学五十年..... 殷宏章 夏镇渎 (1)
- 中国植物化学分类学回顾和展望..... 何关福 (7)
- 玉米花药培养的进展..... 郭仲琛 (13)
- 提高甘蔗组织培养效率的研究..... 王敬驹等 (17)

研究报告

- 哈密瓜果实在发育和成熟期中的呼吸代谢变化..... 高海峰 (20)
- 几种木本植物叶外植体形成愈伤组织过程中过氧化物酶同工酶的变化..... 徐杏阳等 (24)
- 抗寒抗病葡萄新品种——北醇..... 黎盛臣等 (28)
- 红花种质资源的研究

- Ⅰ. 高含油量红花品种的初步筛选..... 袁国弼等 (31)

- 含 α -桐酸的两种油料植物..... 黄民权 (34)
- 胡萝卜花药培养诱导出单倍体小植株..... 蔡得田 周 嫦 (36)
- 锦丰梨胚乳植株的诱导及其倍性..... 赵惠祥 (38)
- 平贝母愈伤组织的诱导和器官再生..... 赵国凡等 (40)
- 北美东部阿巴拉契亚山地区的主要植被和区系及其与我国温带落叶阔叶林地区的关系..... 应俊生 (42)
- 论锉拟鳞木的时代..... 冯少南 (48)

技术与方法

- 古植物撕片法的研究..... 朱为庆 (51)
- 二种牵牛花粉粒的扫描电镜观察..... 许欣荣 赵华英 (54)
- 植物新鲜样品的扫描电镜直接观察方法..... 蔡继炯 (55)

专题讲座

- 国际植物命名法规简介Ⅱ..... 汤彦承 (57)

教学园地

植物的受精作用

- 第二讲 花粉在柱头上萌发和花粉管进入胚囊的途径..... 胡适宜 (60)

新书评介

- 一本优秀的植物胚胎学教材——《被子植物胚胎学》..... 杨弘远 (65)
- 《地质时期中国各主要地区植物景观》书后..... 徐 仁 (50)

会议简讯

- 中国植物学会成立五十周年年会暨第九届会员代表大会在太原举行..... 编 (67)
- 植物照相审片会议..... 周云龙 (66)
- 中国古生物学会古植物专业委员会在西安召开..... 韵 梅 (68)
- 中国植物学会成立以来出版的期刊..... 佟 编 (68)

我国植物生理学五十年

殷宏章

夏镇涵

(中国科学院上海植物生理研究所)

一、引言

我国是一个具有悠久历史的国家，古代的劳动人民在从事农业生产的丰富经验中早就对植物的生理活动积累了不少知识，例如朱培仁(1957)根据纪元前14—11世纪殷墟甲骨文中所记载的史料，证实了那时人们已认识了旱害与涝害并获得了植物水分生理的某些资料，这比古希腊的记载至少要早一千余年。其后，在闻名于世的汜胜之书(公元前一世纪)，齐民要术(贾思勰，公元533—544)，农政全书(徐光启，公元1625—26)，天工开物(宋应星，公元1637)等著作中，分别有关于植物性别、种子发芽、种子处理和储藏、生长发育等生理学的记载。

但是现代的实验性的植物生理学还是从国外引进的。最早大约是张挺(1884—?)从日本留学回国，1914年起在武昌高等师范任教，曾讲授植物学、植物形态、植物分类、植物生态和植物生理诸学科，并编有讲义。其次是钱崇澍(1883—1965)1915年从美国留学归来，先在南京的江苏甲种农业学校，以后又在金陵大学、东南大学及厦门大学讲授过植物学和植物生理学，编印了讲义和实验指南。他曾与W. J. V. Osterhout在1917年发表了我国第一篇植物生理学研究论文，再后是李继侗(1892—1961)于1925年从美国回来，在天津南开大学任教，讲授植物生理学并指导实验，同时做了些研究工作。他在1929年英国的植物学刊(Annals of Botany, 1929)上发表了题为“光对光合速率变化的瞬时效应”一文，最早启示光反应不止一个，被国外的学者认为是光合作用中

很重要的一篇论文。他应当是在国内从事植物生理学实验研究的第一人。

30年代初可以说是我国植物生理学的教学和研究，培养人才并建立队伍的起始期。李继侗1929年在北京清华大学，罗宗洛(1898—1978)1930年从日本回来先在广州中山大学、后在南京中央大学，汤佩松1933年从美国回来在武汉大学，分别建立了实验室，并且系统地开展组织培养、矿质营养、呼吸代谢等方面的研究，培养了不少人才，为我国的植物生理学奠定了基础。虽然不久以后，由于日本军国主义的入侵，我国的高等学校内迁，科学发展受到了严重干扰。但是我国植物生理学的先驱者在极端困难的条件下坚持不懈地开展工作，李继侗在昆明西南联合大学、汤佩松在清华农业研究所、罗宗洛在重庆中央大学和眉潭浙江大学分校，都因陋就简，想方设法继续为推动我国植物生理学倾注了心血，他们可贵的创业精神，坚韧的毅力是十分令人敬佩的。在纪念我国植物学五十年的时候，对这些植物生理学的奠基人，我们谨致以崇高的敬意。

解放前，由于队伍小，设备差，再加上颠沛流离的不安定条件，我国的植物生理学工作是分散而无计划的，研究方向也很狭窄，主要集中在生长、营养和代谢等方面，而对其它的重要问题如光合作用、水分、抗性等不论是从事研究的人员，还是研究成果都寥若晨星。到了解放以后，我国的植物生理学尽管也有不少曲折，但确是取得了突飞猛进的进展。这主要表现在以下几个方面：

1. 研究和教学机构的设立。1950年成立了中国科学院实验生物研究所植物生理研究

室, 1953年在此基础上成立了中国科学院上海植物生理研究所。1956年成立了中国科学院北京植物生理研究室, 1962年并入植物研究所。以后在中国科学院华南植物研究所, 昆明植物研究所等分别成立了植物生理研究室(组)。1956年起在北京大学、南开大学、北京农业大学、复旦大学、兰州大学等大专院校生物系或农学系相继成立了植物生理专业或专门化, 这种专业或专门化至今已有不少。

2. 研究方向的扩展。如前所述, 解放前我国的植物生理学研究是比较零散的, 涉及的方向也很狭隘。50年来经过努力可以说已经有了较全面的布局, 不但补齐了空白的分支而且有一些创新。目前开展的植物激素、代谢生理、光合作用、生物固氮、细胞生理、生长发育、营养生理和环境生理等几方面包括了从分子细胞、组织和器官、个体和群体各个水平的深入探讨。把群体概念引入植物生理学的研究, 我们也是较早的。

3. 逐步正确地理解理论如何联系实际, 树立了为社会主义建设服务的观点。建国以来我国的植物生理学工作者通过实践加深了生物体与生活环境条件统一的观点、整体观点, 注意了生理过程在不同水平上的相互联系和制约的关系、生长发育形态与物质运转调配和代谢机理的关系。特别是针对我国农业生产上存在的与植物生理学密切有关的问题。如主要农作物的营养与水分、器官脱落、籽粒形成、物质运输、植物激素、除莠剂、贮藏、抗性……等进行了研究, 有的已经或正在生产上起作用(罗宗洛, 1953、1959; 汤佩松, 1964、1980)。

4. 队伍的扩大。如表 I 所列, 我国植物生理学的专业工作者, 从解放前约为 20 人左右发展到现在的 2000 余人; 五十年间增加了近 100 倍。仅以中国植物生理学会的会员为例: 1963 年成立时代表约为 100 人, 1982 年统计共 2,245 人。全国已有 12 个省市成立了植物生理学会, 在其它学会中设立植物生

理专业组或其它相应机构的有 13 个。

表 1 我国植物生理学发展概况 *

年 份	人 员	论文总数	论文数/年	专业刊物
1929—49	—20	—155	7	0
1949—59	—700	—300	30	2
1979—81	—2000	—400	100—120	4

* 1960—1978 因资料不全未统计。

5. 出版有关植物生理学著作和刊物。

解放前植物生理学著作极少, 也没有专业刊物, 1956 年创刊植物生理学通讯, 1963 年又创刊植物生理学报, 70 年代又出版了植物生理生化译丛和植物生理生化进展。现还出版五种植物生理教材和几十种专著。

二、各方面研究进展

下面我们简单地谈一下, 五十年来我国植物生理学各方面研究的主要成果:

(1) 营养生理

植物的营养生理是我国植物生理学中开始最早的研究工作, 上面提到钱崇澍 1917 年发表的论文就是关于“钼锑”对水绵植物的特殊作用。30 年代罗宗洛用溶液培养法研究了玉米幼苗对氮素的吸收。观察到根系吸收铵离子与硝酸根的速率不同, 引起培养液中酸碱度的变化从而影响生长。40 年代起罗宗洛和他的学生探讨了微量元素的生理作用, 研究它们对水稻小麦玉米初期生长物质变化, 花粉萌发与生长等的作用, 崔澂等在美国 (1948) 及国内用蕃茄研究了锌和生长素生物合成的关系, 以及对色氨酸合成的作用, 及对细胞器的结构的影响。曹宗巽 40 年代末期在美国较早用 ^{32}P 研究了植物磷代谢的某些特点 (1949, 1950)。

(2) 光合作用

在旧中国光合作用研究几乎没有开展工作, 李继侗在南开大学教植物生理学, 在实验中看到光色调换时光合作用速率会有短期跳动, 研究结果在 1929 年发表。后来, French 认

为这观察非常接近于 Blinks(1957)提出的光色瞬变效应,但是比 Blinks的工作早了20多年。

解放后,上海植物生理研究所和北京植物所相继在50年代和60年代成立了光合作用研究室,其它许多地方也逐步开展了有关工作。一般都结合着当地的特点,许多种生态环境的植物,包括作物、树木与藻类等进行研究。至今已在原初反应、同化力形成、碳代谢、叶绿体结构功能、光合作用演化及生理生态等方面开展了工作。其中大部分是结合农作物的育种、栽培等有关光合作用的问题进行探讨,尤其是植生所1958年在殷宏章倡导下,自五十年代末开始,在总结农业丰产经验的基础上针对当时认识模糊的重大问题,较系统地研究了群体光能利用与产量形成的关系。70年代,王天铎等更深入用电子计算机进行教学分析;邱国雄等设计和改进了田间测定技术设备,对农业生产有较广泛的影响。

在理论研究方面作了较多的工作。上海植生所在60年代初即开始光合磷酸化研究,沈允钢等在国际上首先发现了高能态的存在,并继续深入对偶联效率及其调节进行研究;李淑俊等通过重组实验对光合磷酸化与氧化磷酸化的共同性进行探讨。北京植物研究所在汤佩松、匡廷云等的领导下,自70年代起开展叶绿体结构功能的研究,对类囊体上叶绿体蛋白复合体的类型作了分析并观察到它们的组成随生理状态不同而发生变动,植生所施教耐等探讨了磷酸烯醇型丙酮酸羧化酶及核酮糖二磷酸羧化酶的结构功能与调节,北大生物系吴相钰等研究有关碳同化酶的光活化等问题,梅镇安等研究光合作用的原初反应,江苏农学院高煜珠等分析了光呼吸与光合作用的联系等。

(3) 呼吸代谢

这方面的研究在我国也是起始较早的。30年代汤佩松在国外就首先证明了细胞氧化酶在植物体内存在(1932),他回国后在武

汉大学建立了实验室,抗战期间在昆明,后来在北京清华大学,与他的学生们一直在继续工作,并曾首先提出呼吸的多条途径的论据。40年代至50年代,殷宏章在英国做了磷酸化酶的细胞化学与气孔开闭的关系,后来在上海与李淑俊做了光对叶绿体淀粉形成的影响。汤佩松和阎龙飞证明碳酸酐酶在叶绿体的存在。汤佩松还和吴相钰研究了水稻中硝酸还原酶的适应形成。60年代起这方面的工作更蓬勃开展。如上海植生所施教耐等对于种子中脂肪合成与EMP转变为HMP途径及三羧酸循环活力的关系。兰州大学吕忠恕等果实发育期的呼吸途径的改变。复旦大学薛应龙等器官脱落与呼吸途径的关系。70年代这方面的工作又得到恢复和发展,如植物研究所汤佩松等对能荷变化与生长的关系,华南植物所王爱国等对超氧使化酶活性与种子老化的关系,王以柔等对低温与不同抗冷性黄瓜幼苗的呼吸代谢的影响。吕忠恕等对抗氰呼吸途径与果实生理及水稻萌发的关系,薛应龙等对PAL的特性及抑制蛋白的研究。这些显然已开始把呼吸代谢的变化联系到植物生长发育的过程上来。

(4) 植物激素

我国对于植物生长素的研究也是30年代就已开始的,而且有些研究是在国外进行和发表的。殷宏章(1938)在国外发表了生长素与植物叶片昼夜运动的研究;黄昌贤发表了生长素诱导无种子果实的工作(1938)。40年代,殷宏章等在昆明做了用生长素诱导插条生根,罗宗洛等在遵义及重庆开展了生长素与微量元素在刺激生长上的比较研究;汤玉玮在国外发表了吲哚乙酸氧化酶的研究(1947);崔激发表了生长素与硫化腺嘌呤对器官发生的研究(1948),和锌对生长素合成的作用(1948)。解放后这方面的研究在全国各地蓬勃展开。上海植生所汤玉玮等多年从事于激素对硝酸还原酶的作用机理和激素与棉花蕾铃脱落的关系的研究;北农大姜

成后研究了2,4-D的除草效应;天津南开大学的杨石先研究了新激素的化学合成。兰州大学的吕忠恕等研究了激素与白兰瓜抗性的关系,北京植物所崔激等研究了荸荠中细胞分裂素的鉴定和对器官分化的影响;浙农大的李曙轩等研究了激素在蔬菜上的应用;华南师院潘瑞炽等研究了B₅对花生萌发的影响;北大曹宗巽等在激素与性器官分化方面等都对推动我国植物激素研究作了大量工作。罗士韦还主编了“植物激素”一书。

(5) 细胞生理

30年代,李继侗(1934)发现银杏胚乳提取汁可以促进银杏离体胚的生长,这一发现对以后利用胚乳汁、幼果和幼种子提取物促进培养组织的生长发育具有启发性,导致今日广泛应用椰子汁(胚乳)作为培养基附加成分。罗宗洛与罗士韦(1935—36)在离体玉米等根尖培养中发现幼桑叶等提取汁可促进离体根的生长,为以后发现维生素等活性物质做为培养基中不可缺少的成分提供了启示。罗士韦(1946)还在美国发表了首次培养石刁柏茎尖成功的论文。其后斯库格(skoog)和崔激(1948)利用生长素和腺嘌呤处理烟草茎切段和愈伤组织以控制生长和芽的形成导致了激动素的发现和以后利用激动素和生长素控制器官分化工作的开展。近十年来,国内的组织和细胞培养的研究进展迅速,特别是在花粉和花药培养、单倍体育种方面做了大量工作。近十年关于无性系快速繁殖和药物培养也在发展。所涉及的植物对象有农作物、蔬菜、果树、林木、花卉、药用植物和海藻等。甘蔗和花卉的试管苗以及通过花药培养出的一些小麦、水稻品种,开始在生产上起作用。我国自己诱变和生产的EA₃-867纤维素酶制剂广泛应用于原生质体的研究。通过原生质体培养已能从烟草、矮牵牛、胡萝卜、油菜、甘蓝、怀地黄等多种植物培养成再生植株,并开展了细胞融合的研究,经诱导和筛选已选出了抗4-氧赖氨酸的烟草突变体。

(6) 生长发育

我国早期植物生长发育的研究很少,且大都局限于形态观察,30年代初丁颖等观察过水稻开花过程及顺序,30年代后期潘简良及40年代初林仪耀与陈希凯以及徐庆钟先后研究过早、晚稻对光周期的不同反应。40年代末,曹宗巽在国外研究兰花授粉后的生理生化变化,被认为是较早的有关受精生理的工作。唐锡华观察过香榧树胚胎分化发育过程。50年代起对植物光周期及春化的成化生理研究显著增加。崔继林、黄季芳等研究了我国水稻小麦品种的春化要求,夏镇澳等指出了小麦光周期诱导与生长锥分化的关系;殷宏章等阐明了春化过程中小麦胚中核酸含量增多,李曙轩等指出大蒜花梗的发育需要低温,形成鳞茎需要长日,倪晋山等对油菜的春化试验证明现蕾开花要求低温春化,春化产物可通过嫁接传递。近年谭克辉等进行了小麦春化过程中代谢变化的研究。

50年代,丁颖、杨开渠、唐锡华、吴光南、汪向明、于志忱等进行过水稻多品种光周期与强度反应的研究,肖翊华先后在苏联和武汉研究过光周期反应与马铃薯块茎形成及开花的关系,并指出植株在雌雄蕊分化期对硼特别敏感。60年代,70年代,唐锡华等指出了水稻改良品种的光周期反应特性的不同,及温度对光周期诱导过程,并阐明了绿色茎梢接受光周期诱导与同源四倍体水稻的光周期反应特性。近年肖翊华等研究了杂交稻的光周期与温度反应特点。唐锡华、肖辅、任锡畴等还分别研究了光周期诱导产物的传递性问题。李曙轩对白菜与芥菜;王金陵等对大豆;陈英等对洋麻;李宗道对苎麻;于志忱等对亚麻、黄麻;奚元令等对棉花;陈善葆对玉米;任锡畴等对盐蒿等植物进行了春化或光周期的研究。林世成等观察了温度对植物器官生长发育的影响。曹宗巽,李曙轩等研究了性别分化与木本植物性别的苗期鉴别;曹宗巽研究了花粉中的激素,包括甾族激素的存在情

况以及花粉与柱头相互作用中糖蛋白的识别作用。肖翊华等进行了授粉、受精的生理研究。唐锡华等进行了水稻、小麦、瓜胶豆胚胎发育的生长分析,大分子物质的变化等生理研究,并开始探索到胚胎发育的分子基础。赵同芳、董愚得等对种子的休眠进行了研究。应用同工酶鉴定生长发育过程或预测性别及杂交优势,以及果实、籽粒或块茎、块根形成与萌发的生理等方面亦有不少工作。

(7) 生物固氮

生物固氮方面的工作,在旧中国,除了30年代陈华癸在英国作过根瘤菌株选育研究之外,其它方面几乎是空白。新中国成立后,沈阳林土所,江苏农科院,南京土壤所,湖北水生所和浙江农科院分别在大豆、花生、紫云英、蓝绿藻和红萍应用方面进行了不少工作,都取得了一定的增产效果。作为近代基础生物学课题并结合生产实际,系统而全面地开展生物固氮的研究,是从70年代开始的,中国科学院为此专门组织了包括科学院所属的一些研究所,有关高等院校和产业部门的研究机构在内的多学科配合的固氮研究协作组,开展了化学固氮、固氮的生理生化和固氮遗传诸方面的研究,取得了一定进展。上海植生所沈善炯等在克氏肺炎杆菌的固氮遗传研究中确定 *nif* 基因之间不存在静止区,指出 *nifH* 与 *nifJ* 类型具有多样性,最近他们还利用 DNA 重组质体克隆技术证实了 *nifA* 对 *nif* 启动子的作用。宋鸿遇等在光合固氮生物(光合细菌和蓝藻)的光合固氮及其与氢代谢的关系,沈玕懋等在棕色固氮菌钼的吸收、转化与贮存诸方面取得了一些有意义的结果。其它如,中国科学院植物所王发珠等、沈阳林土所单尉增等、吉林大学唐敖庆等和厦门大学蔡启瑞等在固氮酶的结构和功能,农科院原子能所尤崇杓等在铁蛋白功能和水生所黎尚豪等在蓝藻固氮酶的分离及性质研究中都做了许多工作。近几年来,又有林土所黄家彬等在固氮树木和固氮

放线菌的资源调查,福建亚热带植物所黄维南等在固氮的非豆科植物利用,武汉病毒所王子芳等和在联合固氮,以及一些农业院校和科研单位在根瘤菌共生固氮、红萍固氮及其在生产中的应用等方面相继开展了工作,并且都逐步得到了一些结果。

(8) 物质运输

这方面的工作基本上是50年代开始的。姜成后在北京农业大学与植物所细胞研究室,后来又与上海植生所有关室组协作,研究了细胞间连络的结构与功能、细胞内原生质的胞间运转问题,由系统的生理实验与相应的细胞学观察,论证了细胞间连丝是植物组织和细胞的重要结构部分,是细胞间信息传递与物质运输的重要通道。他们发现了植物组织中细胞间的电偶现象,指出胞间连丝是细胞间的电波及电解质传递的途径。指出了营养组织中胞核和胞质的穿壁运动是一个正常生理现象。是植物体内原生质的连续性的佐证。原生质在适当解除集结后的穿壁运动与细胞内含物的输出与再分配密切相关。60年代更发现和记录到原生质穿壁是由于主动的伸缩,同时阎龙飞从烟草等维管束中首先分离并提纯了收缩蛋白,在韧皮部作了ATP酶的组织化学定位,进而在筛分子传递细胞中做了ATP酶电镜定位。指出收缩蛋白的伸缩活动在韧皮部有机物的运输中的推动作用。70年代更深入的生理生化分析和亚显微的观察都表明,衰退组织内含物最终撤离是通过大量的囊泡形成和迁移,原生质解除集结与主动运动而实现的。这是首先发现的一个新方式,是一个有效的物质集装运输方式,在理论上及实际应用上均有重要意义。

(9) 环境生理

这方面的工作,是解放后才开始的,在新中国成立不久,上海植生所与华南植物所等在罗宗洛领导之下去海南岛等处调查橡胶树的栽培。指出水分平衡的破坏是我国橡胶受寒害的原因之一。其后,他又组织率领人员去

华东沿海以及西北干旱地区调查,结合实际,开始了植物的抗盐性,抗旱性,抗冷性和抗涝性的研究。提出了对于逆境敏感性及其适应方式,为当时盐碱地农业、林业、水利等提供了一些科学依据。至于伤害机理方面,60年代已发现脱水对小麦灌浆运输影响不大。

70年代,主要研究了水稻花期冷害热害的规律。如临界温度、临界时间等,和可行的物理防御技术。同时对小麦灌浆期的抗旱性及抗干热风进行了研究,指出光合面积的缩小是主要减产的原因,缺水是伤害的关键。70年代后期,又深入到机理方面的研究,上海植生所王洪春等证明水稻干胚膜脂中脂肪酸的不饱和度与其抗寒性有关,可做指标。此外,对葡萄、玉米、苹果的抗寒性与膜结构功能的关系展开研究。余叔文等研究了逆境乙烯的来源,实验证明,有两种途径及其调节,除正常来自蛋氨酸及ACC以外还有来于丙:酰蛋氨酸(MACC)的,后来不受AVG的抑制,是小麦对渍水逆境的结果。

70年代后期又开始了大气污染生理的研究。余叔文等讨论了 SO_2 对植物的伤害是由于质膜的损伤,表现为离子外渗增加,组织电阻降低,可作为指标,并证明膜损伤是与膜脂过氧化有关。自由基清除剂对伤害有保护作用。他们并出版了“大气污染伤害植物症状图谱”一书,为实际伤害诊断及生物监测提供了依据。

三、小 结

从上面的简单综述可以看出五十年来我国植物生理学的发展概况,经过的道路是曲折的,而取得的成果是很明显的。在我国,这个学科的开始并不算晚,但解放前由于社会的动荡不安、进展甚小。全国解放后,工作就立即展开了,尤其是1956年国家科学远景规划制订以后,更有计划地系统地建立了起来。直到现在,不论在人员队伍及仪器设备方面都可以说已初具规模,植物生理学的

各个方面都在大力开展;在教学、研究、普及和推广等方面都取得了可喜的成就。例如在基本理论方面,光合作用的瞬时效应、光合磷酸化的高能中间态、呼吸作用的多途径、植物体内的大分子组合及原生质的运转、群体的光能利用和生产力等,在国际上都是发现或提出比较早的。更突出的是联系实际的工作,一开始就受到重视;对亚热带,盐碱、干旱地区的调研从而开展了水分、营养、抗性和环境生理的研究。其它如组织培养、植物激素等对生产实际均做出了贡献。还有许多工作曾获得了各种奖励。

总的看来我们与一些先进国家相比虽然还较落后,但我们具有优越的条件,占有天时地利人和等有利因素,我国幅员广阔,从亚热带到近寒带,具有高山峻岭、沙漠、海洋、湖泊、森林、草原等各种自然条件,有悠久的植物栽培知识和丰富的农业生产经验,更主要的是我们社会主义的优越性,科学工作者们的积极性。如果这些有利的条件都能充分发挥起来,必然能赶超世界先进水平,闯出自己的道路,使植物生理学出现崭新的局面。回顾以往展望未来,不胜兴奋。

这一篇简述多承上海植物生理所,中国植物生理学会的许多位同志提供材料和意见,在此统一致谢,当然包括的还不全面,不免遗漏,写法也不一定恰当正确,甚至有错误,均请大家批评指正。

参考文献

- [1] 朱培仁, 1975: 甲骨文所反映的上古植物水分生理知识。南京农学院学报, 2: 175-212。
- [2] 罗宗洛、顾源, 1953: 中科院植物生物研究所简况。生物学通报, 11: 446-448。
- [3] 汤佩松, 1956: 关于我国植物生理学十二年远景规划的一些建议和资料。科学通报, 3: 49-59。
- [4] 罗宗洛, 1959: 十年来的中国植物生理学。植物生理学通讯, 1: 1-9。
- [5] 罗宗洛, 1964: 中国植物生理学会成立大会开幕词。植物生理学通讯, 1: 1-5。
- [6] 汤佩松, 1964: 三十五年来我国植物生理学的研究工作——回顾与前瞻。植物生理学通讯, 1: 6-12。
- [7] 殷宏章, 1964: 从全国植物生理学会看植物生理的现状。植物生理学通讯, 1: 15-18。
- [8] 汤佩松, 1980: 中国植物生理学的五十年。植物生理学通讯, 3: 1-6。

中国植物化学分类学回顾和展望

何 关 福

(中国科学院植物研究所)

一、引言

植物化学分类学 (plant chemotaxonomy) 是从分子水平上研究各植物类群及其亲缘关系的一门新兴的边缘科学。

自达尔文创立“进化论”以来,植物学家在揭示植物的系统发育方面已取得很大成绩。但迄今为止,人们对植物系统发育的认识与其客观实际还有相当大的距离,这就需要许多学科配合作战,共同努力,继续深入探索“植物系统发育”(plant phylogeny)的奥秘。在这方面,经典分类学今后仍然起着重要的作用。但越来越多的事实证明,植物化学分类学在解决这一重大课题中将是不可缺少的武器。植物化学分类学是揭示植物在分子水平上反映出来的特有矛盾,而这对经典植物分类学来说,是力所不及的。

植物化学分类学在我国起步并不晚,但过去由于种种原因而造成发展迟缓,然而近年来却蒸蒸日上,正在迎头赶超国际先进水平。

二、古代萌芽

虽然植物化学分类学是现代发展起来的一个领域,但化学证据很早就应用于植物分类学中。古人把植物分成可食的、药用的和有毒的植物类群。这种分类的实质是取决于植物体中的化学成分。在国外,当追溯植物化学分类学起源时,值得提出的第一位学者是Grew, N (1641—1712)。这是因为他

在(1673年)一书中指出:“正如每个植物都可能

可能有它自己的多少不同的个性一样,它也有凭肉眼可以看到的与其他植物相同的地方。同样,它也有与这些植物相同的性质。例如,野生的和栽培的黄瓜属植物即有其相异处,一种有强烈的致泻作用,一种则完全没有;但在利尿作用上则完全一致。我们知道伞形科植物的性质是各种各样的,但有一点很可能完全相同,就是驱风作用”。

我国早期的药书《神农本草经》上记载植物药252种,动物药67种,矿物药46种。它是按药物毒性强弱和功效分为上中下三品。上品无毒,多服久服不伤人,有益气延年之功;中品有毒或无毒,斟酌其益,有治病补虚之效;下品多毒,不可久服,可除邪愈疾。这是一种对药物的分类方法。明代李时珍(1596年)编著的《本草纲目》按药物的自然属性与特征加以分类,即所谓“物以类从,目随纲举”。他把亲缘关系相近的科属植物列在一类,如草部之四,湿草类的53种药物中,有21种属于菊科,并把8种蒿属植物排列在一起。从现代分类学和药学观点看,蒿属植物不仅具有相似形态特征,而且大多含有挥发油。有些植物药物效用也都近似。李时珍这种分类法,可以说是植物化学分类学的雏型。他这种思想比Grew, N(1673)的观点还要早近77年。因此,看来我国是植物化学分类学萌芽最早的国家。

三、现代兴起

在国外,化学分类学(Chemotaxonomy)这个名词是于本世纪五十年代末提出来的。

接着,不同的学者又为这门新兴的边缘学科提出了各种名字。于是,掀起了化学分类学研究的热潮。发表了关于化学分类学的许多著作。例如,1963年荷兰学者 R. Hegnauer 出版了《植物化学分类学》巨著的第一卷。国际上的植物化学分类学的蓬勃发展,引起了我国学者的极大注意,并开始了这方面的研究工作。1959年,黄鸣龙等^[28]翻译出版的《有机化学展望》(论文集)一书中有一篇 H. Erdtman 写的文章“有机化学和松柏树木的分类”,该文企图从有机化学观点,根据树木组织中基本化学物质的特性来研究松柏类植物分类。王宗训^[2]于1963年发表了“高等植物的化学成分与其系统发育的关系”一文。他首次把植物“化学分类学”(Chemotaxonomy)一词介绍给我国广大读者,并且详细叙述了国外关于“植物系统发育与所含化学成分演变关系的规律”和“植物分类系统与某些化学成分在植物界的分布”的研究概况。他还强调指出,人们对植物化学成分与植物系统位置相联系的规律的认识,有利于更好地开发利用植物资源。例如,药学家根据这种规律,在探查药物资源方面,取得了不少成就。降血压药物利血平于1952年从印度的蛇根木(*Rauwolfia Serpentina*)中发现后,根据蛇根木属于夹竹桃科萝芙木属这个系统位置的指引,至1956年就从萝芙木属约20种植物中发现了此种生物碱,并根据植物的亲缘关系,在萝芙木属的两个近缘属中也找到了此种生物碱。同年,王宗训^[3-5]又在中国植物学会三十周年年会上发表了题为“从异喹啉生物碱看双子叶植物一些科的亲缘关系”、“从生物碱看罂粟科一些属之间的亲缘关系”和“吲哚类生物碱在我国植物资源中分布的探讨”等三篇论文,较详细地讨论了有关生物碱在植物类群中的分布情况,并根据生物碱分布特点,论证了相应植物类群之间的亲缘关系。1965年,王宗训^[6]在题为“从异喹啉生物碱

试论双子叶植物一些科与罂粟科一些属的亲缘关系”的一文中,用大量资料进一步讨论了异喹啉生物碱在多心皮类及其近缘类植物一些科中的分布规律和有关植物类群亲缘关系的问题。他^[7]还在“高等植物的系统发育与其化学成分的关系研究的进展”一文中,较全面地介绍了这方面的发展历史、各家学说以及植物的系统发育与各类主要化学成分的关系。朱太平^[17]与刘铸晋等协作,研究了我国香茅属植物的挥发油成分及该属植物的分类。他将我国所产的香茅属16种植物分为六类:(1)主含柠檬醛的;(2)主含香草醛的;(3)主含香叶醇的;(4)主含辣薄荷酮的;(5)主含榄香脂素的;(6)其他类。他根据物种的精油成分、形态特征和地理分布,将我国所产的香茅草划分为三个组(Sections): I. *Aromoleum* Liou, II. *Rusa* (stapf) Liou, III. *Cymbopogon*。并于 *Aromoleum* 组下分四个系 (Series): (1) *Citrati* Stapf, (2) *Tortiles* Liou, (3) *Distantes* Liou, (4) *Tibetici* Liou。他认为,种间的进化与亲缘关系不仅可以从植物种的形态特征上找到证据,也可以从所含的挥发油成分上看出。他指出, *Cymbopogon citratus*, *C. flexuosus*, *C. khisianus*, *C. winterianus*, *C. nardus* 等植物不仅从形态特征、地理分布上证明亲缘关系较近,而且在化学成分的生源关系上也是接近的,这些植物的挥发油主要含柠檬醛、香草醛和香叶醇等。裴鉴和丁志遵^[42]对我国薯蓣属植物进行了广泛调查,发现有20种左右的植物含甾族皂甙配基,它主要集中于根茎组 (*Stenophora*) 中。周俊和黄伟英^[27]调查了云南薯蓣科、延龄草科、龙舌兰科和百合科等含甾族皂甙配基的植物,发现所调查的延龄草科植物都含有该种成分。焦启源^[18]认为,采用次生物质的化学成分来分析品种之内和品种之间的亲缘关系,将有助于系统分类学的研究。他主要根据次生成分,把25种植物

分为77个“生理类型”，例如把梓樟分成三个生理类型：(1) 柠檬醛型，(2) 香草醛型，(3) 樟脑型。这种“生理类型”从现在来看，通常叫作化学型 (Chemotype)。对种下化学型的研究是植物化学分类学上的一个重大课题。

四、最近发展

七十年代中期以来，中国植物化学分类学有了较大发展。在这个时期，翻译了有关化学分类学的文章和书籍，写了综述评论，并且发表了不少研究论文，我国植物分类学者对植物化学分类学引起了很大兴趣。

1972年，在“生物资源利用及分类学与生态学研究概况”^[13]一文中，谈到了化学分类学的问题。胡昌序等^[16]翻译了英国学者P. M. 史密斯著的《植物化学分类学》。本书对植物化学分类学原理和方法，以及化学特征在分类学和系统学中的应用作了扼要而全面的阐述。他^[49]还翻译了Tom J. Mabry写的“植物化学的一些重要新领域”一文。其中有一节“种群和分类学的较高等级上化学研究的新探索”讨论了有关化学分类学的问题。胡昌序等^[32]在“化学分类学的新进展”一文中详细叙述了国外关于“次生化合物的分布及其对分类学的意义”和“生化方面的工作对植物分类学的意义”等两个方面的研究进展。何关福等^[20-22]在“谈谈植物化学分类学”、“国外植物化学在分类学中的应用——化学分类学”和“植物化学分类学”等三篇文章中，较全面地介绍了国外植物化学分类学发展概况。本文作者^[45]还翻译了荷兰学者R. Hegnauer写的“化学分类学——过去和现在”一文。此文对植物化学分类学历史和当前发展作了简要叙述。同时还翻译了“植物脂肪酸的结构和分布”^[46]一文。该文讨论了植物脂肪酸在低等植物和高等植物分类中的作用。王蜀秀^[48]翻译的“二萜和三萜在分布上的系统学方面问题”一文详细

地讨论了二萜和三萜在植物分类学中的应用。廉永善^[44]等翻译了“黄酮类化合物在豆科植物中的分布”一文。本文作者通过黄酮类化合物在豆科植物中分布来深入地讨论了豆科的化学分类问题。佟绍华^[47]译的“生物碱和植物系统学”一文着重讨论了生物碱在植物系统学研究中的意义。

在植物化学分类学研究工作方面出现了可喜的局面。英国学者Hutchinson在前人工作的基础上，通过进一步研究指出：多心皮是被子植物原始的特征；最原始的本木群是木兰目 (Magnoliales)，最原始的草本群是毛茛目 (Ranales)；由毛茛科 (Ranunculaceae) 演化到单子叶植物的泽泻科 (Alismataceae)。苏联学者Takhtajan提出，单子叶植物与毛茛目在系统发育上是没有关系的；单子叶植物起源于水生而无导管的睡莲目 (Nymphaeales)，即通过茛菪科 (Cabombaceae) 的可能已经绝灭了原始类群进化到泽泻目，再衍生出单子叶植物的各个分支。近来，日本学者田村道夫提出被子植物的一个新系统，他认为单子叶植物的祖先是毛茛目，由毛茛科衍生出百合目 (Liliales)，再发展形成单子叶植物的各个支系。显然，单子叶植物起源于双子叶植物的观点已为大多数学者所接受，然而它们的起源途径仍然众说纷纭。杨崇仁、周俊^[29]通过对单子叶植物和毛茛科以及“睡莲目”植物中生物碱、甾体化合物、三萜化合物、氰甙和脂肪酸等五类化学成分的比较分析后，他们认为毛茛科与百合目有着密切的亲缘关系。因此，提出了“单子叶植物毛茛—百合起源”的主张，不同意苏联学者Takhtajan关于“单子叶植物茛菪—泽泻起源”的观点。这个论断是与英国学者Hutchinson和日本的田村道夫的假设是基本一致的。这是第一次用化学方法阐明了单子叶植物，特别是百合科的起源问题。中国人参属的分类问题一直存在着争论。在“人参属植物的三萜成分和分类系

统、地理分布的关系”^[9]一文中,作者们从化学成分角度,结合形态和地理分布等特点,把我国人参属植物分为两个类群:第一个类群的三萜皂甙元是以达马烷型四环三萜为主,是人参属的古老类群,其代表植物有三七、人参和西洋参等。第二个类群的三萜皂甙元是以齐墩果烷型五环三萜为主。这一类群表现了正在分化发展的趋势。其代表植物有姜状三七、屏边三七和竹节参等。然而,假人参这个种在植物形态上应属第一个类群,但在化学成分上则与第二个类群相一致。因此,它显然是两个类群之间的过渡类型。据近代研究表明,达马烷型四环三萜皂甙是人参药用部分的有效成分之一,而齐墩果烷型五环三萜皂甙则是植物界广泛分布的成分,生理活性不强。这样,对形态分类难于解决的人参属的分类问题,作者们提出了新的分类依据和新的看法。根据形态分类,三尖杉属的系统位置一直未定,有些分类学家将它作为红豆杉科成员,有些则把它独立成科。通过生物碱成分的分析,朱太平^[18]认为三尖杉科与红豆杉科不同,与松亚目的其他科更不同,因此它可自成一科。李锡文^[19]根据精油化学成分讨论了云南樟 [*Cinnamomum glanduliferum* (Wall.) Ness] 及其相近种的如下几个问题: (1) 个体发育与系统发育的关系; (2) 种的多型性; (3) 同一种内不同类型之间及不同种之间的演化关系; (4) 关于云南樟是否与黄樟归并的问题; (5) 樟属尤其是樟组的起源中心问题。黄秀兰等^[36]根据对鼠尾草属一些植物的丹参酮II A含量的测定和有关特征的研究指出,皖鄂丹参和浙皖丹参在外部形态上的差异与它们在根内部组织上以及丹参酮II A的含量上的差异是相互印证的。黄秀兰等^[37]还根据鼠尾草属植物含二萜醌化合物的种类之多在唇形科中比较突出,结合形态特征,建议将鼠尾草属从野芝麻亚科 (Lamioideae) 中分出,另立一个鼠尾草亚科 (Salvioideae X. L.

Huang Subfam. NoV.)。在对五肋百里香精油成分的研究^[10]中,发现了五肋百里香种下有二个化学型。它们所含的精油成分有显著差别。珍稀特有植物银杉是本世纪五十年代在我国发现的松科新属(单种属)新种。银杉属自1958年发表以来,其系统位置一直有不同看法,有些学者还认为它不能单独成为一属。何关福等^[28]通过对银杉树干中锯齿烯族化合物的分析,并用薄层层析法对松属、云杉属、落叶松属、雪松属和冷杉属做了关于锯齿烯族化合物的初步检测,还参考有关文献后发现,银杉属、松属和云杉属不仅都含有锯齿烯族这一类化合物,并且还含有相同的锯齿烯族成分。因此,这一共同性支持了分类学家和形态学家的意见,即在松科各属中,银杉属是近缘于松属和云杉属。并且还可看出,在银杉属所含的锯齿烯属化合物中,既与松属、云杉属有相同的成分,又有不同的成分,这一差异性也许正说明了这个属的独立性。马起凤等^[1]根据化学成分,结合形态特征,将菊科术属 (*Atractylodes* DC.) 分成两组。第一组是以根茎挥发油中含有大量苍术酮而不含苍术素为特征,其中包括白术、关苍术和鄂西苍术。第二组是以根茎挥发油中含有苍术素而苍术酮含量相对较少为特征,其中主要有南苍术、北苍术和朝鲜苍术。包文芳等^[15]在研究蕨类石韦属 (*Pyrrosia* Mirbel) 后,根据芒果甙和异芒果甙两成分的有无和含量的多少,将12种石韦分为如下三组: (1) 芒果甙和异芒果甙含量高,在0.3%以上,庐山石韦、光石韦、毡毛石韦和中石韦属于此组; (2) 芒果甙和异芒果甙含量低,在0.1%以下,有柄石韦、北京石韦、石韦和绒毛石韦属于此组; (3) 不含芒果甙和异芒果甙,柔软石韦、西南石韦、矩圆石韦和纸质石韦属于此组。周荣汉等^[20]在“延胡索的拉丁名”一文中指出,从总生物碱薄层层析图谱看,延胡索与齿瓣延胡索甚为相似,一些主要组分的Rf值也一致;但它与东

北延胡索的差别则比较大。林寿全等^[81]从豆科甘草属 (*Glycyrrhiza*) 的六种中均测得甘草次酸。胡之璧等^[83]通过对垂盆草和狭叶垂盆草的比较研究后发现, 狭叶垂盆草化学成分、生化指标和形态特点与垂盆草 (*Sedum sarmentosum* Bunge) 均有明显差别。因此, 作者们把狭叶垂盆草 (*Sedum angustifolium* Z. B. Hu et X. L. Huang) 定为新种。肖培根等^[24]在“中国产小檗属药用植物资源的研究——分类、分布和药用价值”一文中引用了化学资料。在“植物亲缘关系、化学成分与疗效间的联系性及其在药物研究中的运用”^[12]一文中, 作者们提到了新兴学科植物化学分类学在研究药物中的运用。杨纯榆^[30]在对国产石杉科、石松科药用植物的分类、分布和药用价值研究中注意利用化学成分。中国科学院植物所油脂组^[11]发表的“榆属六种植物翅果油的研究”文章中提出了榆属的一个化学特征是其翅果油具有碘值低、皂化值高、低碳饱和脂肪酸占优势以及癸酸为主要脂肪酸成分的性质。王静萍等^[4]在“榆科种子油脂肪酸成分与榆科分类”一文中认为, 榆科种子油脂肪酸成分可明显地分为两类: 一类是以癸酸为主要成分的饱和酸占绝对优势, 包括榆属 (*ulmus*) 和榉属 (*zelkova*); 另一类是以亚油酸为主要成分的不饱和酸占绝对优势, 包括朴属 (*celtis*)、青檀属 (*pteroceltis*)、糙叶树属 (*Aphananthe*)、山黄麻属 (*Trema*)、白颜树属 (*Gironniera*) 和 *Chaetachme* 等。从种子油脂肪酸成分及其分布规律来看, 支持将榆科各属归并为榆朴两类 (族或亚科) 的观点。邓玉诚等^[14]对东北植物油脂与植物类群的关系作了研究。裴鉴、丁志遵等^[43]根据我国薯蓣属 (*Dioscorea* L.) 根状茎组 (*Sect. Stenophora* uilne) 的外部形态特征、细胞染色体数、花粉形态、地理分布和植物化学成分等, 证明根状茎组是该属中的一个比较原始

的自然类群。陈州等^[25]在研究国产赛莨菪属、山莨菪属及天仙子属植物时引用了某些化学成分的资料, 并指出“这三个属的植物体所含的药用有效成分, 主要是莨菪碱类的多种生物碱。不同的种, 其所含有效生物碱的性质及数量也有差异”。胡志昂^[34]用聚丙烯酰胺凝胶板电泳分析了杨属全部 5 个组 26 个种 3 个变种, 以及其他欧美杨无性系、人工种间杂种的阳极同工过氧化物酶。实验表明, 叶柄和茎的酶谱相当稳定。整个酶谱分 5 组。c 组酶为整个杨属所共有。b 组只限白杨组各种, 而且只有白杨组才缺乏 a 组各酶带。d 组酶带最多、最复杂, 充分显示出种的专一性。根据酶谱可以鉴定种、变种, 甚至某些无性系。他认为, 杨属植物在形态进化的同时, 发生了过氧化物酶的分歧。

国外植物化学分类学的蓬勃发展和国内植物化学分类学的许多研究工作引起了我国植物分类学者的关注。对于植物化学分类学, 我国著名植物分类学家秦仁昌^[35]教授强调指出: “植物分类学工作者应予以大力支持, 密切合作, 共同解决形态分类学中的许多疑难问题。”喻诚鸿^[39]在介绍第十三届国际植物学会“系统与进化植物学”组学术活动情况时, 专门叙述了关于化学分类学的研究概况。路安民等^[40, 41]在其讨论被子植物系统和进化的文章中均引用了化学资料, 涉及到化学分类问题。

五、展 望

1. 近年来, 我国的植物分类学工作者、植物化学工作者、药物学工作者、天然产物化学工作者和有机化学工作者对植物化学分类学不仅有很大兴趣, 而且不少工作者正在从事这方面的研究, 并取得了一定成绩。有些单位已成立了专门进行植物化学分类学研究的组织, 如中国科学院北京植物研究所植物化学研究室系统发育组和四川大学生物系植物化学分类学实验室; 此外, 沈阳药学院正

着手建立植物化学分类学研究组。1982年7月在沈阳举办了我国第一次“植物化学分类学”学习班,有近60人参加学习。内蒙古大学、哈尔滨师大和四川大学等高等学校的植物化学分类专业的研究生将“植物化学分类学”列入必修课。沈阳药学院于1978年首次招收了植物化学分类学研究生。有些高等院校(如沈阳药学院)还编印了“植物化学分类学”讲义。因此,不难预料,在今后的五年或十年内,植物化学分类学在中国将有很大发展。

2. 同国外植物化学分类学家一样,我国从事植物化学分类学研究的学者所面临的主要任务是:(1)研究各植物类群(如科和属)的化学特征(Chemical Character),寻找各类化学成分在植物系统中的分布规律,从分子水平上来看各植物类群的归属是否合理;(2)研究种内化学类型(Chemotype),从植物化学分类学的角度,与其他有关学科的工作者一起来揭示物种形成的过程、机理和规律;(3)通过揭示植物在分子水平上反映出来的特有矛盾,参与探索植物系统发育的奥秘。

3. 我国地大物博,蕴藏着近三万种高等植物,今后必须继续结合植物资源的开发利用来发展植物化学分类学。根据已掌握的植物化学成分与植物系统位置相联系的理论来指导从植物界中寻找国民经济上迫切需要的各种天然化合物。通过大量植物的化学成分研究,必然积累许多资料,因此反过来又促进了植物化学分类学的发展。

4. 虽然国内关于生物合成工作已有开展,但目前还没有着力于用生物合成的观点来探讨植物系统发育的问题。然而可以预料,在植物化学分类学研究中,利用生物合成的手段来证明植物类群之间亲缘关系的某些问题的时期将是不会太遥远了。

5. 在植物化学分类学研究中,国外对大分子化合物,特别是核糖核酸,已很重视。

这是因为它们具有揭开植物系统发育奥秘的决定性信息。相信在不久的将来,我国植物化学分类学工作者也会投入这方面的研究。

参考文献

- [1]马起凤、孟宪纾、周荣汉,1982:沈阳药学院学报,第15期,54—61。
- [2]王宗训,1963a:药学通报,9(6):241—248。
- [3]王宗训,1963b:中国植物学会三十周年年会论文摘要汇编,63—64。
- [4]王宗训,1963c:同上,85—86。
- [5]王宗训,1963d:同上,327。
- [6]王宗训,1965:植物学报,13(3):283—296。
- [7]王宗训,1966:天然有机化学论文集,科学出版社,北京278—289。
- [8]王静萍、孟绍江、张庆华、何关福,1981:植物分类学报,19(4):415—420。
- [9]中国科学院云南植物研究所,1975:植物分类学报,13(2):29—44。
- [10]中国科学院植物研究所四室萜类组、山东省第一轻工业科学研究所食品室香料组,1978:植物学报,20(1):31—36。
- [11]中国科学院植物研究所四室油脂组,1975:植物学报,17(1):45—48。
- [12]中国医学科学院药物研究所药用植物研究室,1977:植物分类学报,19(3):172—180。
- [13]中国科学院动物研究所、植物研究所、微生物研究所生物科学动态编写组,1972:生物科学参考资料,第一集,科学出版社,93—94。
- [14]邓玉诚、李霞冰、郭煜、丰业成、王红斗、朱廷儒,1981:自然资源,第1期,26—39。
- [15]包文芳、孟宪纾、周荣汉,1982:沈阳药学院学报,第15期,62—71。
- [16]史密斯, P.M. (胡昌序、王蜀秀、温远影译), 1980:植物化学分类学,科学出版社。
- [17]朱太平,1963:中国植物学会三十周年年会论文摘要汇编,339—340。
- [18]朱太平,1979:植物分类学报,17(4):7—19。
- [19]李锡文,1975:植物分类学报,13(4):36—50。
- [20]何关福,1974:植物学杂志,(1),25—26。
- [21]何关福,1974:生物科学参考资料,第四集,科学出版社,45—60。
- [22]何关福、徐炳声,1980:自然杂志,3(7):506—508。
- [23]何关福、马忠武、印万芬、陈梦玲,1981:植物分类学报,19(4):440—443。
- [24]肖培根、宋万志、刘国声、陈碧珠、吕双进,1974:植物分类学报,12(4):383—404。
- [25]陈介、陈宗莲,1977:植物分类学报,15(2):57—68。
- [26]周荣汉、许春泉,1977:植物分类学报,15(2):81—83。

玉米花药培养的进展

郭 仲 琛

(中国科学院植物研究所)

玉米是中国主要粮食作物之一,分布广,增产潜力大。长期以来,在生产上利用玉米自交系配制杂种以获得杂种优势,是玉米增产的一种有效方法,但培育一个自交系要花费4—6年时间,还不能保证其纯合性,这就使杂种优势的利用受到限制。1970年以来,中国花药培养研究取得了很大进展^[1]有20多种作物获得花粉植株。通过这个方法,培育出了烟草、水稻和小麦等作物新品种。1975年玉米花药培养获得了花粉植株^[2],1977年培育出自交结实的种子,到现在已在30多个材料上获得100多个纯系,配制几百个测交组合。许多组合具有明显的优势,为玉米杂种优势的利用展示了美好前景^[6,7]同时在雄核发育、花药培养方法、染色体加倍、花粉植株的移栽、后代的选育鉴定等方

面做了许多工作,取得了较大的进展。现综述如下:

一、培养基的研究

玉米花药培养所用的基本培养基有MS、N6、玉培、南开二号。正14等,其中以N6诱导效果较好。^[1,2,3,4]

(一)无机盐 N6培养基诱导效果较好,主要是调整了无机盐中硝态氮和铵态氮的比例,缪树华^[13]指出:磷酸二氢铵对胚状体的形成有好的效应,硝酸钾和磷酸二氢铵合用时,硝态氮和铵态氮的比例以6:1最好。

(二)蔗糖浓度 我们试验了花粉发育时期和蔗糖浓度的影响^[10]结果以15%效果最好。用液体培养和固体培养得到相似的结果(见表1、2)。

[27]周俊,黄伟英,1963:中国植物学会三十周年年会论文摘要汇编,325—326。
[28]图特, A主编(黄鸣龙、黄维垣等译),1959:有机化学展望,科学出版社,373—408。
[29]扬崇仁、周俊,1978:植物分类学报,16(1):1—9。
[30]杨纯楠,1982:植物分类学报,20(4):445—451。
[31]林寿全、童玉懿,1977:植物分类学报,15(2):47—56。
[32]胡昌序、王蜀秀,1980:植物分类学报,18(4):457—465。
[33]胡之璧、黄秀兰、舒朴,1981:植物分类学报,19(3):308—312。
[34]胡志昂,1981:植物分类学报,19(3):291—297。
[35]秦仁昌,1979:植物分类学报,17(4):1—5。
[36]黄秀兰、李锡文,1981:植物分类学报,19(2):245—249。
[37]黄秀兰、杨保津、胡之璧,1981:植物分类学报,19(4):421—432。
[38]焦启源,1963:中国植物学会三十周年年会论文摘要汇编,336—337。
[39]喻诚鸿,1982:植物分类学报,20(1):120—123。

[40]路安民、张芝玉,1978:植物分类学报,16(4):1—15。
[41]路安民,1981:植物分类学报,19(3):280—290。
[42]裴鉴、丁志遵,1963:中国植物学会三十周年年会论文摘要汇编,321—324。
[43]裴鉴、丁志遵、秦慧贞、舒璞、唐世蓉、张涵庆,1979:植物分类学报,17(3):61—71。
[44]Harborne, J. B. (廉永善、卢毓孙译), 1975:植物化学译文集,科学出版社,57—90。
[45]Hegnauer, R. (何关福译) 1975:植物化学译文集,科学出版社,30—37。
[46]Hitchcock, c. et B.W.Nichols (何关福译), 1975:植物化学译文集,科学出版社,153—180。
[47]Mabry, T. J. et Mears, J. A. (佟绍华译), 1975:植物化学译文集,科学出版社,40—56。
[48]Ponsinet, G, G.Ourisson, A.C.Oehlschlager(王蜀秀译), 1975:植物化学译文集,科学出版社,98—114。
[49]Mabry, T. J. (胡昌序译) 1975:植物化学译文集,科学出版社,1—19。

表 1 蔗糖浓度对玉米花药液体培养的影响

蔗糖浓度 (%)	接种花药数 (个)	产生胚状体和愈伤组织数 (个)	百分比 (%)
20	252	7	2.77
18	246	15	6.09
15	299	32	10.70
12	109	2	1.83
10	105	1	1.95
6	219	0	0

表 2 蔗糖浓度对玉米固体培养基的影响

蔗糖浓度 (%)	接种花药数 (个)	产生胚状体和愈伤组织数 (个)	百分比 (%)
18	210	8	3.8
15	301	12	3.87
12	205	2	0.97

蔗糖浓度在10—20%范围内都能产生胚状体或愈伤组织,其中以15%诱导频率最高。在15%蔗糖浓度和单核中期的花粉发育时期的情况下,液体培养比琼脂固体培养可以提高诱导频率一倍以上^[5]。

(三)活性炭的影响 培养基中加入0.5%的活性炭对提高胚状体和愈伤组织的诱导频率有显著的作用,结果如表3。

表 3 活性炭对玉米花药培养的影响

活性炭的浓度 (%)	接种花药数 (个)	产生胚状体和愈伤组织数 (个)	诱导频率 (%)
0.5%	634	25	3.94
对照	651	11	1.63

从表3结果看出,培养基中加入0.5%的活性炭,其诱导频率为3.94%,而对照仅1.68%,提高诱导频率一倍以上。细胞学观察表明,培养15天后未加活性炭的,花药中许多花粉已经停止发育,细胞内原生质体逐渐解体;加入活性炭的启动的花粉比较多而且生长健壮,这和我们在烟草中观察结果是一致的。Anagnostakis^[15]认为活性炭可能吸收培养基中不利于细胞团生长的有毒物质,从而提高了诱导频率。

(四)激素的作用 玉米对2,4-D的反应不如其他作物敏感,在所试各种浓度配比的2,4-D和激动素的诱导培养基上,几乎都能

产生胚状体和愈伤组织,在2,4-D高达8毫克/升和激动素1毫克/升的情况下,个别的也能在诱导培养基上直接产生植株。我们认为玉米的内源激素启动花粉的脱分化是够的。谷明光等^[3]在诱导培养基内减去2,4-D,加入三碘苯甲酸(TIBA)或谷氨酰胺、丝氨酸、肌醇,也有良好效果。夏肖倪^[11]在N6中加入0.4—1毫克/升石油助长剂,代替KT,对诱导和分化率都有提高。

(五)酪蛋白水解物对玉米花药培养的影响

表 4 酪蛋白水解物(CH)对玉米花药培养的影响

酪蛋白浓度 (毫克/升)	接种花药数 (个)	产生胚状体和愈伤组织数 (个)	诱导频率 (%)
对照	938	23	2.45
500	795	38	4.97
1,000	839	16	1.92
2,000	768	17	2.21

表4结果说明,培养基中加入500毫克/升的酪蛋白水解物比其他各组的浓度更合适些。

二、花粉发育时期的影响

在玉米花药培养中,花粉发育时期是否合适对胚状体或愈伤组织的诱导影响很大。多次试验证明,接种花药中处于单核中期的花粉,即花粉圆形具萌发孔,核居中间,细胞质稠密,有或没有小液泡,其诱导频率最高(见表5)。

表 5 玉米花粉发育时期对诱导频率的影响

花粉发育时期	接种花药数 (个)	产生胚状体和愈伤组织数 (个)	诱导频率 (%)
四分体时期	640	10	1.57
单核中期	800	56	7.0
单核靠边期	480	21	4.35
二核初期	400	2	0.50

表5结果说明,单核中期的花粉诱导频率最高,其次是单核靠边期。所以准确选择花粉发育时期是提高胚状体或愈伤组织诱导频率的重要因素。

徐庆玉^[8]观察指出：一个花药内的花粉发育大体上一致，但在一个雄穗上发育期很不一致，受材料及环境条件的影响很大，在大多数情况下，花粉发育为单核中期的花药呈淡黄色半透明，该时期可以持续4—7小时。这为取材镜检提供了形态上的指标。

三、预处理的效果

选择花粉发育时期合适的雄花序，基部插入蒸馏水中，放在5—8℃冰箱中进行预处理，适当时间的预处理可以提高诱导频率，但预处理时间过长，诱导频率逐步下降。一般来说5天后仍能产生少量胚状体。^[10]

徐龙珠等^[9]先将花药接种在25%的无菌蔗糖溶液内预处理6—8分钟，再转至培养基上，诱导频率显著提高。经几年重复，结果一致。

四、材料的差异

在我们试验的159个杂交组合中，有10个材料诱导频率较高，其中以592、(小八趟×水白)F₁杂交组合频率最高。毋秋华^[6]的报告指出：以花粉植株后代做母本进行杂交，用其F₁进行花药培养，胚状体和愈伤组织的诱导频率很高。在4种培养基上平均32.4%，最高可达52.4%并获得相当多的绿苗。这与小麦、水稻上观察到的结果是一致的。由此可见，用花粉植株后代与别的品种杂交，可以作为提高频率的一条途径。

植株的生理状态对诱导频率也有很大的影响。许多单位都发现，同一材料接种日期不同诱导率相差很大，李宝森等^[4]在春季接种双跃三号，诱导频率为6%，而夏季接种为0.63%。曹孜义等^[14]发现，晴天的早晨(6—8点)或傍晚(18—20点)取材接种的诱导频率高；而雨后，则是中午取材的诱导频率高。在水稻上也有类似情况。

五、胚状体和愈伤组织的形态学、细胞学观察

(一)形态学特征 一般接种后30天左右开始出现胚状体或愈伤组织，35—45天出现最多，接种80天后还可以产生少量胚状体。胚状体或愈伤组织大多数从花药的一侧突破药壁而长出，也有从花药一端裂口处长出。每个花药产生的胚状体数目不一，从一个到几个，最多可达7个。在玉米花药培养中，多数一开始就产生胚状体，少数产生愈伤组织，愈伤组织上又能分化胚状体或芽。有些花药既产生胚状体又产生愈伤组织。形成胚状体和愈伤组织的比例，不同品种和不同培养基是不同的，一般胚状体占80%左右。

玉米花药培养中，胚状体的形态特征是多种多样的，有些与典型的单子叶胚(合子胚)很相似，可以区分出盾片、胚芽、胚根和胚轴等。但这样的胚状体数量不多。大多数为畸形胚状体，有的还出现双子叶、多子叶、筒状结构的子叶。一般来说胚状体转移到N6+KT 1毫克/升+CH 500毫克/升+0.5%活性炭+5%蔗糖的培养基上，就可以萌发形成幼苗。但有些胚状体不经转移，在诱导培养基上，就可以直接萌发形成幼苗。在由胚状体或愈伤组织形成的植株中，有时能观察到有少数白苗。

(二)花粉愈伤组织产生胚状体的形态发生 1. 胚状体的起源位置 从胚状体产生的位置上看，多数的胚状体产生于愈伤组织的表皮细胞，也有少数产生于愈伤组织的内层细胞。2. 胚状体的原始细胞具有以下的特点：它具有浓的原生质，细胞核较大，核处于细胞的中央，这种细胞由于体积增大而逐步变圆，接着细胞开始有丝分裂。3. 原始细胞的分裂顺序和合子胚大体相似，第一次有丝分裂形成二个子细胞，一个基细胞和一个顶细胞。基细胞有时不分裂，因而胚状体看不到明显的胚柄，有些基细胞体积迅速增