



# 潘瑞炽植物生理论文选集

PAN RUI CHI ZHI WU SHENG LI LUN WEN XUAN JI

广 东 高 等 教 育 出 版 社



# 潘瑞炽植物生理 论文选集

广东高等教育出版社

·广州·

## 图书在版编目 (CIP) 数据

潘瑞炽植物生理论文选集/潘瑞炽. —广州: 广东高等教育出版社, 2002. 5  
ISBN 7 - 5361 - 2678 - 6

I. 潘… II. 潘… III. 植物生理学 - 文集 IV. Q945 - 53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 031182 号

广东高等教育出版社出版发行  
广东邮电南方彩色印务有限公司印刷  
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 35 印张 922 千字  
2002 年 5 月第 1 版 2002 年 5 月第 1 次印刷  
印数: 1 ~ 1 000 册  
定价: 88.00 元

## 本书编辑组

组 长：方 旋 陈汝民

组 员：(按姓氏笔划为序)：

马广智 卫焕荣 王小菁 叶庆生

李 玲 李娘辉 施和平 宾金华

## 颜泽贤校长序

潘瑞炽教授从事教学和科研工作已有 55 年，在华南师范大学工作也将近 40 年，为我校、我省乃至我国的科教事业奉献出自己的全部心血和智慧。

潘瑞炽教授几十年来在师范大学任教，辛勤耕耘，为国家培养出大批教学、科研骨干人才；他从 1979 年开始收研究生，现已培养出硕士研究生 32 名，博士研究生 20 名，博士后研究人员 7 名，他们中很多人已是政府部门、教学和科研等单位的领导、学术骨干或带头人，真可谓桃李满天下。

上一世纪 50 年代，潘瑞炽教授受教育部委托主编了《植物生理学》教材（高等教育出版社），出了 2 版。文革后再受教育部委托重新编写《植物生理学》教材，现已 4 版。这样，从 1958 年到现在，该书已先后再版 6 次。此书是全国使用最广泛、发行时间最长、发行量最大的植物生理学教材，对我国的植物生理学教育作出了卓越贡献。该书 1988 年被国家教育委员会评为高等学校优秀教材一等奖。

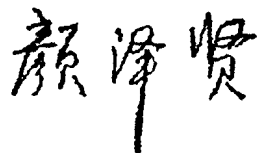
潘瑞炽教授一向重视教书育人，尤其是对研究生。他要求他们老老实实做学问，诚诚恳恳做人；首先要立志为人民，才能发挥知识的专长。潘先生关心爱护学生，严格要求学生。由于潘教授教学质量高，教书育人成绩显著，1997 年被评为“广东省教书育人优秀教师”，1988 年被省政府评为“优秀园丁”。

潘瑞炽教授在植物生理领域，如植物生长物质、作物生理、兰花生理和抗性生理等方面都有很深的造诣，是我国知名的植物生理学家和植物生长物质专家。他注重理论联系实际，结合当地生产问题进行研究，为解决当地生产问题提供理论依据，其研究成果得到了国内外植物生理学界较高的评价。几十年来，潘瑞炽教授承担了国家、省级课题 10 多项，获得广东省高教厅科技成果奖、广东省自然科学奖多项，在国内各级刊物上发表论文 260 多篇，出版著作 10 部，参加国际性学术会议 10 多次，在国际学术同行中享有很高的声誉。

作为学科带头人，博士生和博士后导师，潘瑞炽教授殚精竭虑，为华南师范大学生物学科的发展和建设作出了重大的贡献。他创建植物生理研究室，1979 年第一批获得硕士学位授予权，1986 年成为我校第一个理科博士学位授权点，1991 年经国务院学位委员会批准建立了我校第一个博士后流动站；植物生理学科还一直被评为广东省重点学科。1997 年，在植物生理研究室基础上，建成了“广东省植物发育生物工程重点实验室”。在我校“211 工程”建设中，植物学博士点和博士后流动站是“生物发育及其应用”重点建设学科的主要支撑学科。

兹值潘瑞炽教授即将退休，《潘瑞炽植物生理论文选集》即将出版之际，谨作此序，以表达我对潘瑞炽教授多年来在教学科研诸方面所作贡献的崇高敬意。

华南师范大学校长、教授

A handwritten signature in black ink, reading '颜泽贤' (Yan Ze Xian) in a cursive style.

2002年1月

## 娄成后院士序

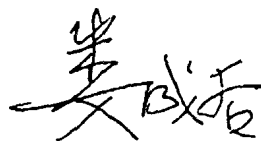
潘瑞炽教授在师范大学任教 50 余年，在植物生理学上，不断授课育人，数次编写通用教材，全国采用，成效显著。他的研究工作，就地取材，多方探讨，严谨测验，独到创建之处，不胜枚举。文集选列论著，足资验证。我仅就他研究的主攻方向：应用植物生理于现代化我国的作物生产事业，写些个人的体会。

田间农业生产是借“人和”的调控，“天时、地利”的利用，“作物”的培育来完成的。我国在解放后短暂的几十年内，首先在东部沿海地区，引进现代西方突飞猛进的科学技术，进行传统农业的革新，把农业生产措施与效率，提高到空前的高度。新作物品种的选育，大田的耕作栽培、灌溉施肥，作物的播种收获，自然与生物灾害的防除，植株的整形，疏枝果果等多样措施，都包含着植物生理的内容。他对这些现象的探讨，阐明了革新应有的举措。现代农业中新兴技术之一是利用生物化学制剂来调节作物的生命活动。这些制剂是人工合成的，和植物体内激素等生理活性物质密切相关的。制剂的剂量极微，轻而易举地施用在田间作物上，就能调控它们的生长发育与营养代谢的进程，使之更为有效地利用农业资源；还能代替繁重劳动措施，做到大量节约劳力；以及增强作物对灾害的抗御，借以保持高产优质的收获与经济收益。

潘教授多年来在广东亚热带地区工作，那里周年气候温和，物种丰富、农村经济发达，结合田间作业，他不遗余力地在多种作物上，试用这项新兴技术，非常成功地解决了不少问题，并逐步向国内外推广。

生物化学制剂处理作物虽然非常有效，但必须合理使用，才能达到预期效果。“过犹不及”，使用不当，会适得其反，甚至会给作物与生态环境遗留下不良后果。故此，无论是研究人员，生产与销售的企业单位，以及直接使用的农民，需要了解一些生理的基本知识，熟悉适用的领域与前景。潘教授在一些特殊植物生理现象的探讨中，和农业技术的开发上，具有天时、地利、人和的优越条件，因而在他的论文集中，鲜明地显示出：他在我国广大农区与优良传统上，毕生献身于植物生理的研究和用之于农业革新，所得的丰富硕果值得我们学习、参考、保留！

中国农业大学教授  
中国科学院院士



2001 年 8 月

## 许智宏院士序

潘瑞炽教授是我国著名的植物生理学家，长期在大学从事植物生理教学和科学研究。他编写的《植物生理学》大学教材，简明扼要，文字通畅，分量适中，深受读者欢迎。从 1958 年至今几十年来，不断修改，再版六次，被全国各类高等院校选用，是我国发行时间最长，发行量最大的《植物生理学》教材，对我国植物生理学教学起着很大的作用。我在北京大学学习期间，此书也是植物生理学课程的主要参考书，受益不浅。潘先生知识渊博，教学深入浅出，重点突出，教学效果很好；又能教书育人，被评为广东省教书育人优秀教师。近 20 年来，他主要培养硕士生、博士生，乃至成立博士后流动站，招收博士后人员，为我国培养出相当多的高层次教育和科研人才。

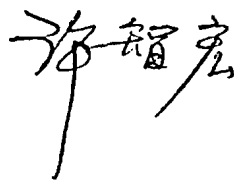
潘先生的研究领域主要在植物生长发育以及园艺植物的生理生化，取得不少成果。他先后从事植物生长物质，兰花生理和作物生理等研究。他的研究特点是结合农业实际，解决当地生产问题。

广东是我国花生主产区之一。他利用外施激素、测定内源激素含量和组织培养等技术，发现果针在未入地前，它的生长主要是受赤霉素和生长素促进；入地后，果针受到土粒的机械刺激和黑暗的诱导，大量释放乙烯。乙烯一方面抑制果针的延长，另一方面产生与发育有关的信号，诱导子房膨大。该工作对花生杂交育种技术提供理论根据。他还应用植物生长延缓剂防止花生徒长，提高产量，在生产上得到了广泛应用。

墨兰是广东栽培最广的一种兰花。潘先生对墨兰的水分生理、矿质营养、光合作用、同化物分配、呼吸作用、生长等进行了广泛的研究，阐明了墨兰对水分和氮、磷、钾的要求，光合作用的光补偿点和饱和点，光合产物在体内的分配，多效唑对叶片生长的影响，等等，为墨兰合理栽培提供了根据。

潘先生多年来在植物生理教学和科研方面的成就和经验，使他成为我国植物生理学界受人尊重的一位长者。兹值潘教授论文选集出版之际，写几句话，作为序。

北京大学校长，教授  
中国科学院副院长，中科院院士



2001 年 12 月



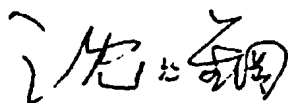
## 沈允钢院士序

潘瑞炽教授 1949 年毕业于浙江大学研究院，是我的学长。他长期从事植物生理学的教学工作，曾与人合作编写供师范院校用的《植物生理学》教材，很受读者欢迎，已多次改编再版，这不仅基于他具有丰富的教学经验，能够做到教材概念明确，叙述清晰，取材合理，分量适中；而且还得益于他一直都在进行植物生理科学研究，善于根据自己的实践体会，在教材中能择要地吸收较成熟的新成果，并作简明的分析评论。

潘瑞炽先生 50 多年来始终将教学与科研紧密结合在一起，做到了既是桃李满天下，又能科研成果丰收，至今已发表论文 200 多篇，非常难能可贵。他的研究领域涉及作物生理、植物生长物质、兰花生理、光生物学等许多方面，我想这至少有两种原因。首先是与他长期从事植物生理学教学和编写教材有关，所以对植物生理学的各分支学科都具有相当深入的知识 and 看法，便于开展研究；另一个原因是他重视理论联系实际，因此，不断努力创造性地将植物生理学各种知识，应用到改进教学和指导生产实践中去。综观植物生理学在 20 世纪下半叶的发展，以新生长物质的发现及其调控作用的研究最为活跃，而且它们与农业生产的关系非常密切。因此，他在这方面的科研工作也最多。他不但常将国内外这方面的新进展及时地结合到自己的研究问题中去，而且还很早地注意到这些物质在植株内的分布和降解情况。这对当前人们正强调农业生产中要合理地使用这些物质，保证人们安全是有重要意义的。

现在潘瑞炽先生的这本论文选集的出版，有助于读者较系统地具体了解他的学术思路和科研内容，无疑将对我国植物生理学的发展有积极促进作用。

中国科学院上海植物生理生态研究所研究员  
中国科学院院士



2001 年 11 月

## 前 言

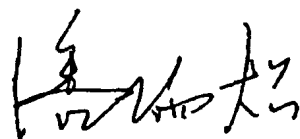
真是光阴似箭，日月如梭。大学刚毕业的情景还历历在目，而今又说是年老退休了。在即将离开教坛之际，我的老学生们出于对我真挚的爱护和尊重，建议将我 55 年来的科研成果，汇编出一本论文选集。我觉得，这些论文不只是我个人的成绩，也是学生们和与我的集体劳动成果；这些论文还体现出团结友爱、互相协作精神；我又想，科学发展都是有个过程，由简单到复杂，由初步到成熟，由许多片段到完整全面。基于上述看法，我欣然同意出版这本论文选集。

回顾 50 多年来，我先后在浙江大学、东北师范大学和华南师范大学任教，上过植物解剖学、植物生理学、农业基础、高级植物生理学、植物激素等课程，教过许许多多大学生，而且出版了被许多学校采用的《植物生理学》教材，间接培养更多的大学生；近 20 多年来，我又培养不少研究生，因此，可谓桃李满天下。现在他们在社会主义建设中已做出很好的成绩，青出于蓝胜于蓝。

在 55 年教学科研过程中，我先后发表文章 200 多篇，包括研究论文、综述、科普文章、教学经验、书评、其他等。现选取其中 85 篇有代表性的研究论文汇编于本论文选集，内容分为植物生长物质、作物生理、兰花生理，光生物学和发根农杆菌遗传转化等 5 个方面。这些研究有理论性文章，也有应用生理研究，联系本地生产实际，为生产服务。由于原来论文的字体不一，大小有异，排列亦不完全相同，因此本论文选集把这些论文全部重新排版，以求统一。本书论文基本保持了原来格式，只是英文摘要统一放在最后；原有缩写 ppm 仍保留不变，未换算为 mol/L，因为换算起来工作量较大，请原谅。本书还收集我的著作 10 部，并对它们的内容作了简介。

在本书最后的本人传略中，扼述个人的简历和荣誉称号，重点介绍教学和科研工作的感受。在教学方面总结编写《植物生理学》教材的过程和肤浅经验，教书育人的体会。在科研方面，则总结植物生长调节剂在生产上的应用，花生结荚机理，墨兰的生理变化，水稻的蓝光效应和发根农杆菌对葛属植物的遗传转化等方面的体会。

本论文选集整个出版过程，得到华南师范大学生命科学学院领导的支持，更承蒙华南师范大学校长颜泽贤教授、中国农业大学娄成后院士、北京大学校长许智宏院士和中国科学院上海植物生理生态研究所沈允钢院士等作序，使本书倍增光辉，非常感谢。在汇编本书过程中，得到王小菁教授、叶庆生教授、李玲教授、宾金华副教授和研究生们的大力协助，在此谨表谢意。



2002 年 1 月

# 目 录

前言 .....	(1)
论文	
一、植物生长物质	
1 植物生长物质研究进展 .....	(1)
2 植物生长延缓剂的生化效应 .....	(11)
3 重视植物生长调节剂的残毒问题 .....	(20)
4 B <sub>9</sub> 对花生某些生理过程的影响 .....	(24)
5 B <sub>9</sub> 对花生叶片和叶绿体结构的影响 .....	(31)
6 PP <sub>333</sub> 对水稻幼苗矿质元素吸收的影响 .....	(37)
7 PP <sub>333</sub> 对水稻幼苗几种大量元素吸收及其外流的示踪研究 .....	(44)
8 Influence of paclobutrazol on mineral element content of rice seedlings. ....	(48)
9 PP <sub>333</sub> 对杂交水稻亲本抽穗的延缓效应 .....	(52)
10 Heading retardation of parent plants in hybrid rice treated with paclobutrazol .....	(54)
11 PP <sub>333</sub> 在水稻和花生可食部分及土壤中残留量的研究 .....	(59)
12 PP <sub>333</sub> 对花生生长和叶片结构的影响 .....	(64)
13 应用 PP <sub>333</sub> 和粉锈宁提高春花生产量的研究 .....	(71)
14 ABA 对水稻幼苗抗冷性的影响 .....	(74)
15 不同胁迫预处理对水稻幼苗抗冷性和抗旱性的影响 .....	(82)
16 脱落酸对黄瓜幼苗抗冷性和抗盐性的作用 .....	(87)
17 The role of abscisic acid in chilling resistance .....	(94)
18 CCC 提高花生幼苗抗旱性的研究 .....	(102)
19 Increasing yield and drought resistance of groundnut using plant growth regulators .....	(108)
20 茉莉酸甲酯对水稻光合速率及其同化产物运输的调节作用 .....	(115)
21 茉莉酸甲酯对水稻幼苗光呼吸代谢的影响 .....	(121)
22 茉莉酸甲酯对水稻幼苗光合作用的影响 .....	(126)
23 茉莉酸甲酯对花生幼苗生长和抗旱性的影响 .....	(133)
24 茉莉酸甲酯对水分胁迫下花生幼苗 SOD 活性和膜脂过氧化作用的影响 .....	(139)
25 茉莉酸甲酯诱导烟草幼苗抗病与过氧化物酶活性和木质素含量的关系 .....	(146)
26 茉莉酸甲酯对烟草幼苗抗炭疽病的影响 .....	(152)
27 Effect of fosamine – ammonium on the growth, development and yield of peanut ( <i>Arachis hypogaea</i> L) plant . ....	(158)
28 Effect of surfactant Agral 90 on activity of plant growth retardants in the physiology of rice plants. ....	(164)

29 表面活性剂“粤辅1号”提高水稻植株对赤霉素的吸收和利用研究	(172)
30 用表面活性剂提高稻苗叶片对6-BA的吸收和利用研究	(178)
31 Synergistic effects of plant growth retardant and IBA on the formation of adventitious roots in hypocotyls cuttings of mung bean	(183)
32 Physiological basis of the synergistic effects of IBA and triadimefon on rooting of mung bean hypocotyls.	(189)
33 Comparative effect of IBA, BSAA and 5, 6 - Cl <sub>2</sub> - IAA - Me on the rooting of hypocotyls in mung bean	(196)
34 Influence of ethylene on adventitious root formation in mung bean hypocotyl cuttings	(206)
35 BA对花生叶片蔗糖和淀粉代谢有关酶活性的影响	(212)
36 壳梭孢素与乙烯在黄化豌豆幼苗生长中的相互作用	(218)
<b>二、作物生理</b>	
37 菜籽的游离脂肪酸和其发芽率的关系	(227)
38 春小麦和冬小麦某些生理特征比较研究	(232)
39 花生入地结荚原因的研究	(240)
40 花生子房柄的结构及其伸长生长的研究	(248)
41 植物生长物质对花生子房柄伸长的影响	(256)
42 NAA, GA <sub>3</sub> 和 BA对离体花生子房结荚的影响	(262)
43 花生结荚期间生长素、赤霉素和乙烯的变化	(269)
44 大豆植株不同部位种子含油量的变化	(273)
45 不同生育期间大豆植株主要有机物的变化	(279)
46 大豆花荚脱落的解剖学和生理学研究	(284)
<b>三、兰花生理</b>	
47 土壤干旱期间墨兰的水分生理变化	(290)
48 Response of Cymbidium sinense to drought stress.	(297)
49 硝态氮和氨态氮对墨兰生长发育的影响	(304)
50 不同水平磷对磷饥饿墨兰生长发育及某些生理特性的影响	(311)
51 不同水平磷对磷饥饿墨兰某些生化特性的影响	(317)
52 磷饥饿墨兰对磷的吸收及其在体内的分布	(323)
53 不同钾水平对钾饥饿墨兰生长发育和生理的影响	(326)
54 不同钾水平对钾饥饿墨兰碳水化合物和蛋白质含量的影响	(333)
55 Mineral nutrition of Cymbidium sinense	(339)
56 兰属植物光合途径的研究	(346)
57 墨兰叶片结构及光合作用的研究	(351)
58 Translocation of photosynthetically assimilated <sup>14</sup> C in Cymbidium sinense	(358)
59 Study on respiration of Cymbidium sinense.	(363)
60 墨兰光合途径的研究	(369)
61 Biochemical and physiological changes associated with the development of Cymbidium sinense flower.	(375)
62 PP <sub>333</sub> 对墨兰生长发育和叶片结构的影响	(381)
63 Physiology of Cymbidium sinense: a review.	(385)

64 墨兰原球茎生长的研究 .....	(391)
<b>四、光生物学</b>	
65 蓝光延缓绿豆离体叶片衰老的研究 .....	(399)
66 蓝光对水稻幼苗碳水化合物和蛋白质代谢的调节 .....	(405)
67 蓝光对水稻幼苗叶绿体发育的影响 .....	(412)
68 蓝光对水稻幼苗生长效应的研究 .....	(417)
69 蓝光对水稻幼苗呼吸代谢的影响 .....	(422)
70 蓝光对水稻幼苗生长及内源激素水平的影响 .....	(427)
71 蓝光对水稻幼苗光合作用的影响 .....	(433)
72 蓝光对绿豆下胚轴愈伤组织生长和呼吸的影响 .....	(437)
73 蓝光对绿豆下胚轴愈伤组织形成和生长过程中蛋白质代谢的影响 .....	(443)
74 光质对水稻幼苗初级氮同化的影响 .....	(450)
75 光质对水稻幼苗蛋白质、氨基酸含量的影响 .....	(458)
76 光敏色素对黄化绿豆幼苗下胚轴原生质体膨大的调节作用 .....	(463)
77 The role of calcium ion in red light – induced swelling of mung bean protoplast .....	(471)
78 红光对绿豆下胚轴线粒体 $Ca^{2+}$ 积累, ATPase 及 NAD 激酶活性的影响 ...	(475)
79 The effect of external $Ca^{2+}$ and $Ca^{2+}$ – channel modulators on red – light – induced swelling of protoplasts of Phaseolus radiatus L .....	(482)
80 Effect of red light on the level of endogenous phytohormones during segment elongation of mung bean hypocotyls .....	(490)
<b>五、发根农杆菌的遗传转化</b>	
81 发根农杆菌对黄瓜的遗传转化 .....	(496)
82 Ri T – DNA 转化对黄瓜毛状根内源激素水平的影响 .....	(501)
83 发根土壤杆菌对葛属药用植物的遗传转化 .....	(507)
84 发根农杆菌 T – DNA 基因对 3 种葛属植物毛状根形态和葛根素含量的影响 .....	(513)
85 影响发根农杆菌对野葛遗传转化效率的因素 .....	(518)
著作及其简介 .....	(524)
历年发表的文章 .....	(527)
传 略 .....	(539)

## 植物生长物质研究进展

潘瑞炽

(华南师大生物系, 广州 510631)

植物的生长发育是一个很复杂的过程。它既受外界环境如水分、阳光和温度等影响及遗传因素——基因的控制,也受到植物生长物质的调节。植物生长物质是植物生理学中一个主要内容。解放前,我国植物生理学老前辈就开展生长素的研究工作,为我国植物生长物质研究打下了良好的基础。解放后,特别是30年来,进行植物生长物质研究的队伍越来越壮大,研究内容逐步加深加宽。硕果累累,长盛不衰。在理论上开展激素受体和突变体的研究,在实践上联系主要作物生长发育的化学控制,满足生产需要。60年代的赤霉素应用高潮和近年的生长延缓剂应用高潮,解决农业生产上的一些问题,受到农民群众的认可和采用,也得到国外同行的重视。这篇综述,回顾和总结30年来我国植物生长物质的研究业绩;更重要的是,在此基础上要展望未来,进一步发挥潜力,为植物生长物质的理论研究和为农业服务作出更大的贡献。

### 一、植物激素

#### (一) 生长素类

吲哚乙酸(IAA)在植物体内的分布和运输,直接决定IAA的生物效应。细胞中有些化合物影响IAA的运输。萘基邻氨甲酰苯甲酸(NPA)就是其中之一。试验证明,假挪威槭细胞中有NPA,它在膜上,与膜有较高的亲和力。人工合成的生长素类例如1-NAA, 2-NAA及生长素运输抑制剂2, 3, 5-TIBA与NPA竞争膜的结合位点。

IAA之所以能使细胞延长,与初生壁上的文丝排列分不开。IAA可使苘麻愈伤组织的初生壁上的纤维较对照长,形成网状结构。IAA促进葡萄糖、甘露糖、半乳糖、木糖和阿拉伯糖等糖类大量增加。以 $^3\text{H}$ -葡萄糖示踪分析的结果也表明,IAA促进 $^3\text{H}$ -葡萄糖渗入到果胶和半纤维组分中。由此可见,IAA促进细胞中多糖特别是半纤维素多糖的合成。

IAA诱导胡萝卜块根形成层产生愈伤组织,效果很好,这与促进水分吸收有关。IAA也显著地促进胡萝卜块根形成层生根,但此作用可被椰子乳或赤霉素所拮抗,尤其是椰子乳。

以 $^{14}\text{C}$ 示踪法研究IAA对小麦和棉花的光合产物运输表明,低浓度IAA处理植物的茎端或根,光合产物向处理组织的运输增加。作者认为,IAA提高器官生理活力,所以加速光合产物运入的速度。

#### (二) 赤霉素类

赤霉素( $\text{GA}_3$ )对水稻、菠菜、芋、荸荠、蕉藕等植物的生长有促进作用,而对大蒜、洋葱、大葱、水仙等的生长则无促进作用。研究得知,前一类植物含有淀粉等多

原载《中国植物生理学史料汇编》,中国植物生理学会,1993,6~16

注:本文是中国植物生理学会委托编写的,其内容为中国的植物生长物质研究进展。

糖，赤霉素促进呼吸，将淀粉转变为可溶性糖，参加生长需要；而后一类，GA<sub>3</sub>不促进呼吸，所以不促进生长。用组织培养证明烟草组织等的可溶性糖/淀粉比值小，GA<sub>3</sub>就有促进生长作用；而胡萝卜和地锦的可溶性糖/淀粉比值大，GA<sub>3</sub>则无促进生长作用。研究表明，GA<sub>3</sub>可能促进CAMP的转录水平，所以促进淀粉酶合成，加强淀粉酶活性。

GA<sub>3</sub>能促进芦苇纤维细胞延长。GA<sub>3</sub>和硼酸混合施用，效果最好，促进<sup>3</sup>H-葡萄糖渗入纤维细胞的胞壁中，增加纤维细胞的长度、数目和细胞层的厚度，基秆增高，增加芦苇纤维的产量。

水稻生育后期喷施GA<sub>3</sub>，10~20 d内，明显增加剑叶光合速率，也提高籽粒呼吸速率，灌浆速度增加，显著地提高籽粒淀粉合成酶/水解酶比值。加速淀粉积累，但后期则相反，处理的淀粉积累还不如对照。用<sup>14</sup>C示踪也证实，在水稻始穗期喷施GA<sub>3</sub>，处理后10天内，叶片光合产物的输出率提高，以后下降，20 d后无效。

### (三) 细胞分裂素类

用电子显微镜放射自显影方法，研究6-苄基氨基嘌呤(6-BA)在烟草愈伤组织中的定位，发现6-BA既可与质膜、液泡膜和线粒体膜相结合，又可与细胞核，特别是核仁相结合，说明6-BA的受体既存在于细胞膜系统上，又存在于细胞核内，呈现多位点现象。

6-BA可使小麦离体叶绿体的光合磷酸化活性增强。进一步研究证实小麦叶绿体中存在着与<sup>3</sup>H-6BA专一结合的蛋白质，pH为7.6时结合活性较高。玉米素可与6-BA竞争结合位置。脱落酸与细胞分裂素有拮抗效应，可能是脱落酸改变了细胞分裂素结合蛋白与细胞分裂素结合后的某些性质。

6-BA能加强叶绿素的生物合成过程。6-BA促进黄化小麦叶片的氨基酮戊酸(ALA)的生物合成。喷施6-BA于黄化黄瓜子叶，可使NAPPH-原叶绿酸酯还原酶(NPR)蛋白和该酶的作用底物(NADPH、原叶绿酸酯)含量增加，从而使NPR酶活性加强，加快叶绿素的生物合成，使叶绿素含量增加，叶色变深。

在低pH暗诱导下，6-BA使黄化水稻叶片的硝酸还原酶活性提高20%~30%。6-BA不只诱导烟草愈伤组织和小麦幼苗的硝酸还原酶活性。而且促进NO<sub>3</sub><sup>-</sup>的诱导。试验认为，6-BA促进没有活力的硝酸还原酶的酶原蛋白。然后由硝酸盐诱导成有活力的硝酸还原酶，硝酸盐和细胞分裂素同时存在，才使硝酸还原酶有活力。

在紫外线诱变下，获得缺少硝酸还原酶活力的曼陀罗单倍体突变细胞株，它的核内的细胞分裂素结合蛋白减少。细胞分裂素能促进正常细胞中硝酸还原酶诱导活力。而在这种突变细胞中，外源细胞分裂素对该酶的活力诱导没有作用，因此推测，细胞分裂素不能提高硝酸还原酶活力的原因，是激素不能充分与结合蛋白结合，降低了细胞核内RNA聚合酶活力，减低细胞中转录的总水平。

用6-BA涂抹去顶去根花生幼苗上位叶，6 d后，处理叶总玉米素核苷类含量比对照高，而下位叶含量比对照低，说明下位叶的总玉米素核苷类运送到上部处理叶。

6-BA、玉米素和激动素能引起黄瓜子叶张开，6-BA在0.01 ppm时也能产生这种效应，可作为细胞分裂素生物鉴定方法。

棉株根系伤流中有细胞分裂素，其中包含玉米素、核糖基玉米素和异戊烯基腺苷。白天伤流的细胞分裂素浓度高于晚上，盛花期根系伤流的细胞分裂素水平高于铃期伤流的细胞分裂素。

### (四) 脱落酸

水稻幼苗叶上的脱落酸(ABA)的专一结合点是在膜上，这个专一结合位点对ABA具有强的亲和力，最适pH为4.5，其结合量随反应时间延长而增加，1 h达最大值，以后逐渐降低，可能是专一结合位点活性减弱所致。这类结合位点可是ABA进入

细胞的载体，也可能是 ABA 作用的受体。

ABA 明显抑制小麦叶绿素前全体、 $\sigma$ -氨基酮戊酸 (ABA) 的生物合成，无论对绿苗或黄化苗转绿过程中都同样有抑制效应，其抑制效应随 ABA 浓度提高而增大。6-BA 则促进 ALA 的生物合成，并且能逆转 ABA 的抑制作用。

以水稻黄化叶片为材料，在低 pH 暗诱导条件下，ABA 对硝酸还原酶活性起促进作用，但在 pH7.0 的光诱导条件下，ABA 对硝酸还原酶则表现出抑制作用。

当小麦芽鞘单侧照光时，向光一侧的 ABA 含量是背光一侧的两倍，所以向光性与向光一侧的 ABA 增多有关。如切去芽鞘尖端，单侧照光不会产生向光性，两侧 ABA 差不多，这说明芽鞘尖端是产生 ABA 的部位。

### (五) 乙烯

当绿豆下胚轴和小麦黄化幼苗地上部分切段受机械损害后，会出现两个乙烯高峰。第一个乙烯高峰在受伤后立即出现，没有后滞期，不被氨基乙氧基乙基甘氨酸 (AVG) 和  $\text{CO}_2^{2+}$  抑制，这种乙烯称为伤害乙烯，可能来自膜上的亚麻酸；第二个乙烯高峰是在受伤后 1h 出现，有 10~20 min 的后带期，能被 AVG 和  $\text{CO}_2^{2+}$  抑制，这种乙烯称为伤害诱导乙烯，与基础乙烯，由蛋氨酸转变来的。

植物遭受伤害后，组织产生的乙烯和乙烷呈此消彼长关系。例如小麦黄化苗受机械伤害后，乙烯产生渐增；伤害加重，则乙烯相应下降而乙烷明显上升。通  $\text{N}_2$  或冰冻使麦苗受伤，也产生类似现象。看来在某些条件下，组织产生的乙烯有来自共同前体的可能性。

外施乙烯于番茄叶片和葡萄柚的油胞层组织，都抑制内源乙烯的生物合成。乙烯抑制 1-氨基环丙烷-1-羧酸 (ACC) 的合成，但促进 ACC 转变为 1-丙二酰氨基环丙烷-1-羧酸 (MACC)，最后导致进一步减少内源 ACC 的含量，乙烯释放就下降。

低  $\text{O}_2$  水平抑制苹果 ACC 转变为乙烯，而且钝化该过程的酶系统，高  $\text{CO}_2$  不仅抑制 ACC 合成，而且还抑制 ACC 转变为乙烯。

乙烯生成的最适温度，一般是 30~35  $^{\circ}\text{C}$ ，高于 35  $^{\circ}\text{C}$  则下降，在 40  $^{\circ}\text{C}$  则完全被抑制，然而不同植物组织对高温的反应不同，35  $^{\circ}\text{C}$  开始抑制小麦叶片乙烯产生，而大豆下胚轴在 35~40  $^{\circ}\text{C}$  乙烯仍然增加，45  $^{\circ}\text{C}$  才受到抑制。

莠苣种子在 25  $^{\circ}\text{C}$  下萌发率很低，外施乙烯可以诱导萌发。在 0~400 ppm 范围内，随乙烯深度增大，萌发率也增高。在不同温度下萌发率不同，乙烯释放量也不同。乙烯的生成比胚根突破种皮早，所以乙烯生成和莠苣种子萌发成因果关系的。

水浮莲是需光种子。乙烯可代替光照能引起萌发，ACC 也能诱导种子萌发。在照光萌发种子中，内源 ACC 含量及乙烯释放量都显著增加。 $\text{CoCl}_2$  和氨基氧乙酸 (AOA) 都能抑制光的诱导萌发。推论光打破休眠诱导萌发的作用是与乙烯生成密切相关。

花生种子的胚轴是乙烯和 ACC 合成的部位，也含有大量的 MACC。子叶对胚轴合成 ACC 有调节作用，很可能 ATP 从子叶运入胚轴，使乙烯合成途径正常进行。

乙烯与果实贮藏有密切关系。曾以二氧化碳、充氮和抽气等对 5 个主要苹果品种进行采后预处理，可以抑制或延迟果实乙烯的产生，保鲜效果好。

用乙烯利处理巴西三叶橡胶树、印度紫檀、吐鲁香、漆树、马尾松等，都明显地促进处理树排泌乳液 (树脂)，其中用乙烯利处理橡胶树，在海南省一带已应用较多，作为特殊情况下的一种措施。

## 二、一些植物生长物质

### (一) 油菜素内酯

以水稻叶片倾斜和萝卜幼苗生长试验方法，比较 19 种油菜素，内酯 (RB) 类似化合物结构和活性的相关性，发现表油菜素甾醇内酯 (24-Epi-BR) 在这两个系统中都具有很强的生物活性。 $\text{C}_2$  位失去羟基 (香蒲甾醇) 仅在水稻试验中有高活性。改变  $\text{C}_{22}$



位侧链结构在萝卜试验中仍有活性。

应用 BR 预处理大麦幼苗，能延长大麦原生质体活力，促进细胞分裂。BR 处理明显提高呼吸速率、ATP 和可溶性蛋白质含量，从而延缓大麦叶肉原生质体活力的衰退。因此，BR 预处理大麦幼苗对大麦叶肉原生质体培养是有益的。

用表油菜素内酯 (epiBR) 处理黄瓜幼苗下胚轴后，过氧化物酶活性和吲哚乙酸氧化酶活性都被抑制，随着处理浓度增加和处理时间延长，前者的抑制效应越明显，而后者酶活性增加就越缓慢。BR 促进生长的作用方式与吲哚乙酸可能不同。

epiBR 促进小麦胚芽伸长的生理活性大于 IAA。epiBR 和 IAA 混合处理，对芽鞘切段伸长、乙烯释放和  $H^+$  分泌都表现加成作用。但这两种激素在作用时间上是有差别的。

BR 明显提高水稻幼苗的硝酸还原酶活性，并促进  $NO_3^-$  的吸收。BR 对花生幼苗主茎伸长和叶面积扩大都有促进作用，而且提高叶绿素含量和光合速率，干鲜重都增加，在 0.01 ~ 10 ppm BR 溶液浓度范围内，叶片呼吸速率随 BR 浓度的增加而提高，BR 促进呼吸作用主要是加强 TCA 和 HMP 途径，但稍降低了 EMP 途径。

epiBR 处理绿豆上胚轴后，DNA 和 RNA 含量都比对照高，进一步研究得知，epiBR 可能参与组织生长过程的转录和复制，从而促进 RNA 聚合酶活性，降低 RNA 和 DNA 水解酶活性，造成 RNA 和 DNA 累积，促进组织生长。

在玉米雌穗和小花分化期，喷施 epiBR 能促进幼穗发育，幼穗生长快，吐丝提前，籽粒的败育率减少，提高玉米产量。在小麦花期施用 epiBR，增加结实率和粒重。

### (二) 多胺

精胺能延缓离体大麦叶片的叶绿素和蛋白质含量的下降，阻止非水溶性蛋白质的降解，提高结合态叶绿素相对含量。

腐胺、尸胺、亚精胺和精胺都能促进绿豆下胚轴插条生根，增加根数和根干重。添加精胺于培养基，有利于文竹组织培养生根。用土培、砂培和水培试验也表明，腐胺和亚精胺都明显促进烟草侧根发生，增加根数、根长、根体积及根干重，也提高根系活力。多胺生物合成抑制剂 L-刀豆氨酸、D-精氨酸、二氟甲基鸟氨酸和二环己基胺处理番茄种子时，幼苗根的生长明显受抑，外加多胺可逆转这个抑制效应。精胺、亚精胺和腐胺能延缓小麦离体叶片在暗处叶绿素的损失和蛋白质水解，多胺也抑制丙二醛生成，衰老减慢。腐胺、亚精胺和精胺对稀脉萍的成花均有一定的抑制作用。多胺合成抑制剂甲基乙二醛-2 (脘基脘) 强烈抑制稀脉萍群体的增殖速率，并能在非诱导光周期下开花。这种增殖速率降低和成花诱导作用均可被多胺逆转。油松花粉内的腐胺、亚精胺和精胺的含量，以亚精胺最高。腐胺对花粉萌发和花粉管生长的作用不明显，精胺一般表现为抑制作用，并随浓度而加强。

### (三) 茉莉酸

茉莉酸甲酯能使水稻和花生幼苗的株高降低，叶面积变小，气孔关闭，蒸腾降低。用茉莉酸甲酸处理花生苗后，茎较坚硬，根部干重大于对照。处理后，光合产物从叶逐渐转移到根部和茎部，尤其是根部。无论是根、茎或叶，处理后还原糖、可溶性糖和淀粉含量都低于对照，而纤维素和木质素则相反，大大高于对照，特别是茎部，所以茎坚硬。机械组织发达，有利于抗倒伏。

茉莉酸甲酯处理提高水稻和花生幼苗体内脱落酸含量和游离脯氨酸含量。在低温或干旱条件下，茉莉酸甲酯能使体内超氧化歧化酶活性、过氧化氢酶活性和抗坏血酸含量比对照高，同时使丙二醛在叶片积累减慢。因此茉莉酸甲酯能提高水稻的抗冷性和花生的抗旱性。

### (四) 三十醇烷

三十醇烷促进水稻、小麦等的光合磷酸化活性，贮积 ATP；也可提高硝酸还原酶活性，改善氮营养；而且还可增强抗逆性，防止叶片早衰。1983 ~ 1984 年 11 个省级以