



科 爱 传 播
RE-AL COMMUNICATIONS
生命科学

· 导读版 ·

Bioengineering and Molecular Biology of Plant Pathways

植物代谢途径的生物工程和 分子生物学

Hans J. Bohnert, Henry Nguyen, Norman G. Lewis



原版引进



科学出版社

www.sciencep.com

Advances in Plant Biochemistry and Molecular Biology

植物生物化学和分子生物学前沿(第一卷)

Bioengineering and Molecular Biology of Plant Pathways

植物代谢途径的生物工程和分子生物学

Edited by

Hans J. Bohnert

Urbana, IL, USA

Henry Nguyen

Columbia, MO, USA

Norman G. Lewis

Pullman, WA, USA

科学出版社

北京

图字:01-2009-1839

This is an annotated version of
Advances in Plant Biochemistry and Molecular Biology Volume 1
Bioengineering and Molecular Biology of Plant Pathways

By **Hans J. Bohnert, Henry Nguyen, and Norman G. Lewis**

ISBN: 978-0-08-044972-2

ISSN: 1755-0408

Copyright © 2008 Elsevier Ltd.

All rights reserved.

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or any information storage and retrieval system, without permission in writing from the publisher.

AUTHORIZED EDITION FOR SALE IN P. R. CHINA ONLY

本版本只限于在中华人民共和国境内销售。

图书在版编目(CIP)数据

植物代谢途径的生物工程与分子生物学:英文/(美)博纳特(Bohnert, H. J.)等编著. —影印本. —北京:科学出版社, 2009
ISBN 978-7-03-024313-3

I. 植… II. 博… III. ①植物-代谢-生物工程-研究-英文 ②植物-代谢-分子生物学-研究-英文 IV. Q946

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 044538 号

责任编辑:孙红梅/责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

编辑部电话:010-64006589

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2009 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2009 年 4 月第一次印刷 印张: 30 1/2 插页: 12

印数: 1—1 500 字数: 723 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

分子生物学时代的植物代谢工程

——评“植物代谢途径的生物工程和分子生物学”

刘春明

中国科学院植物研究所信号转导与代谢组学研究中心, 北京, 100093

E-mail: cmliu@ibcas.ac.cn

代谢是指生物体内发生的由酶催化的化学反应。这些发生在细胞内甚至细胞外的化学级连反应能够将简单的小分子无机化合物转变为复杂的有机大分子, 也可以将生物大分子降解为小分子化合物。代谢工程是指通过分子生物学手段有目的地对代谢途径进行修饰改造, 从而促进或抑制某一种或某一类化合物的产生。

根据生命体对这些代谢物或代谢途径的依赖程度, 可人为地将代谢分为主代谢和次生代谢两类: 前者是指广泛存在于生物体内的维持其生命过程所必需的基本代谢途径; 后者是指不同物种适应特定环境而进化产生的特殊代谢途径。尽管动植物的主代谢具有相当多的共同之处, 但是植物体内的次生代谢途径和次生代谢产物要比动物体内复杂得多。自然的选择是残酷的。一粒种子萌发的瞬间便决定了它一生将要面对的生境, 应对得成功与否对任何一株植物来说都是生与死的抉择。

由于植物不能运动, 在其整个生命过程中必须经得起随时可能出现的恶劣环境的挑战, 必须能够反抗其他生物的攻击。其最主要的应对策略是通过产生能够进行自我保护作用的次生代谢产物。这些不同分子量大小的有机化合物在吸引传媒昆虫, 抵御高温或寒冷、干旱或湿涝、高光或阴暗、盐碱等非生物胁迫, 面对来自包括病毒、细菌、真菌、昆虫和其他动物在内的生物胁迫过程中起着重要作用。

据不完全统计, 高等植物能够产生超过 20 万种不同的代谢产物。这些化合物除了对植物的生存生死攸关以外, 也是粮食、医药、保健、食品、化工、纺织和建筑等产业的重要原料。例如, 人类粮食的最主要来源是由植物的种子合成的淀粉、储藏蛋白和脂肪酸等多聚化合物; 人类建筑的最主要材料——木材是在植物茎秆中合成的以纤维素、半纤维素和木质素为主的多糖类化合物; 服装和纺织的主要材料天然棉麻纤维也是源自植物细胞壁的多糖; 从李时珍神农尝百草的时代, 中国人就已经学会了利用植物的次生代谢产物治疗疾病。

这本由荷兰的 Elsevier 出版集团 2008 年首版发行的《植物代谢途径的生物工程和分子生物学》是《植物生物化学和分子生物学前沿系列丛书》的第一卷。这是继 80 年代 Stumpf 和 Conn 教授编辑出版《植物生物化学总论》丛书之后的一个新的系列丛书。本书由意大利诺大学 Bohnert 教授、密苏里大学的 Nguyen 教授和华盛顿大学 Lewis 教授三人共同主编, 由多位植物代谢工程的专家参与撰写, 是目前代谢工程领域的一本最新专著。

本书具有两个突出特点：

一、选题新颖

涵盖了植物代谢工程的最新进展，既包括了最近几年来发展起来的利用模式植物的突变体或转基因植物对代谢途径进行的分子解析和遗传操作，也包括了与药物生产相关的次生代谢途径的遗传改造。

二、重点突出

本书包含的 13 个章节呈现了目前代谢工程研究的诸多领域，既有次生代谢途径的遗传改造，也涵盖了包括光合作用、脂肪酸合成、储藏物质累积、氨基酸代谢、纤维素合成等主代谢途径的遗传工程。

本书可以作为植物化学和代谢工程研究领域科研工作者的日常参考书，也可以作为从事该领域研究的硕博研究生学习的教科书。由于本书非常详细地罗列了植物代谢工程领域最前沿的文献，如果了解植物代谢工程领域发展趋势和启动相关科研选题，我推荐大家仔细阅读本书，相信你会从中受益。

致 谢

《植物生物化学和分子生物学前沿》系列丛书第一卷《植物代谢途径的生物工程和分子生物学》的主编及作者们愿将此书奉献给 Paul Stumpf。他于 2007 年 2 月 10 日不幸天逝。植物化学研究的发展受益于他一生的激情投入、科学的底蕴和宽广的视野。他和 Eric Conn 两人在植物生物学和植物化学方面的贡献奠定了这一领域的基本基础，整个学术界应该感激他们。

(刘春明 译)

.....

本书封面图片为金琥 (*Echinocactus grusonii* Hildm.) 幼苗，由中国科学院植物研究所植物园刘永刚惠赠，谨表谢意。

丛书导言和致谢

本新系列丛书的最初理念设计和组织工作源自 W. David Nes，并得到了 Norman G. Lewis 的协助。David Nes 完成了其中第一卷的策划。令人遗憾的是 David Nes 博士未能按原计划统筹这一卷目，也没能有机会看到本书的完成。

本丛书的起因源自于美国自然科学基金会（NSF）组织的“理念创新：生物学系统的前沿技术”研讨会。非常感谢自然科学基金会能够支持这一激动人心的学术讨论，挖掘当前生物科学探索所面临的一些关键屏障问题，从而使这个系列丛书得以启动。本书针对研讨会上所提出的数个关键学术问题进行探讨，如代谢流程的调控、出于人道目的所进行的生命蓝图解析所面临的机遇和挑战以及新知识给我们带来的机会（详见由 Bohnert 和 Nguyen 所撰写的前言）。

我们强烈建议读者能够全面阅读本书的 13 个章节。你会意识到尽管我们对于动物、微生物和植物基因组的序列解析速度越来越快，可是对于基因和蛋白质功能的探索却仍旧非常缓慢，对生命之蓝图的深层次知识知之甚少。本丛书将聚焦于植物代谢工程的前沿领域和新兴技术，着重探讨植物科学面临的关键技术难题。解决这些难题将会提升植物化学的研究水平，使之进入具有科学完美性和社会影响力的新高度。

读者会注意到我们还邀请 Eric Conn 和 Paul K. Stumpf 为本丛书撰写了序，阐明他们心目中的“总论”理念。遗憾的是 Paul K. Stumpf 教授在本书出版前不幸于 2007 年 2 月 10 日仙逝。尽管如此，能够有机会邀请到两位植物化学的开拓者为本书作承上启下的回顾是一件非常幸运的事情。同时我们还要感谢 Hiroko Hayashi 女士为协调和修改大量手稿所做出的繁琐工作，并感谢众多审稿人的参与。

Norman G. Lewis

（刘春明 译）

第一卷前言

八十年代由 Eric Conn 和 Paul K. Stumpf 主编出版的《植物生物化学总论》系列丛书涵盖了很多在当时已经研究得比较清楚的植物化学领域。然而，在过去的 20 年里，植物生物化学、植物生理学和分子遗传学的进展日新月异。这些革命性的突破来自于“基因组学”、“蛋白组学”和“代谢组学”等先进技术和理念的出现，特别是与之相关的新设备的研制和新用途的开发。本书是由 Norman Lewis 教授主编的《植物生物化学和分子生物学前沿》系列丛书的第一卷，整合了当前植物生物化学和生物学领域的一些最新理念和最新进展。为了将本书的内容置于适当的历史框架之下，我们在后面附上了 Eric Conn 和已故的 Paul K. Stumpf 两位前辈为本系列丛书撰写的“序”，从中可以了解出版初衷。

随着对物种基因组结构和转录组差异的了解不断深入和突变体信息的几何级数增加，我们能够利用转基因手段解析基因功能，培育新品种，开发新产品。本书包括 13 个章节，从不同角度展现了利用转基因手段所进行的这类探索，目的是改造植物的新陈代谢、环境适应性和发育。参与本书撰写的作者在新研究手段的开发、酶工程的生物化学解析、多基因参与代谢途径的修饰、对特定器官或发育时期代谢途径的工程改造等领域有很深的造诣。

Kruger 和 Ratcliffe 重点探讨了代谢网络结构分析的相关技术，对改造代谢途径所面临的挑战提出了一些新的理念。然后，数个章节详细探讨了代谢网络修饰之后的代谢流变化监测、调控机理分析和动力学模拟研究，并对已发表文章进行了综合评述，旨在建立一个统一的分析标准。Shanklin 对酶工程进行了理论与应用探讨，重点阐述了具有指导意义的结构模型，并利用该实验室的几个成功范例予以佐证。

Yokota 和 Shigeoka 分析了几个有可能通过生物工程提高光合作用效率的基础代谢途径，并指出了其复杂性和面临的多重挑战。作者还对一些失败的例子进行了评述，指出了未来的生物学研究可能给这一领域带来的影响。在对基础代谢进行工程改造的章节中，Galili 及其同事对改变氨基酸代谢途径所能采取的手段和目前进展进行了系统评价。

有三个章节探讨了对有重要经济价值的终产物进行工程改造的进展及其前景：Saxena 和 Brown 分析了纤维素工程改造的现状；Holding 和 Larkins 阐述了储藏蛋白遗传修饰方面的进展，Cahoon 和 Schmid 综述了食用油和工业用油含量和组分遗传工程方面所取得的成就。基于这三个代谢途径的工程改造复杂性差异，作者们对如何将复杂代谢途径分解为可以进行工程改造的关键节点提出了自己的看法。Nawrath 和 Poirier 着重讨论了如何利用植物生产多聚化合物，例如，对于植物内源代谢途径如角质素和软木脂进行工程改造和导入植物中不存在的合成多酚和多聚羟基烷酸的代谢途径。像多数章节的作者一样，他们认为开展植物代谢途径的基础研究非常重要。针对更加复杂的课题，Bressan 及其同事尝试了通过遗传工程手段提高植物的抗盐能力。他们提出了一个将代

谢过程、发育阶段和组织整合在一起的复合改造方案，从而有可能实现在自然条件下提高作物抗旱能力的目的。

最后四个章节致力于次生代谢途径的工程改造。Kutchan 及其同事在展现植物生物碱合成途径进展的基础上，进一步探讨了在解析代谢途径和代谢物方面所取得的突破。同样，Sato 和 Yamada 比较全面地阐述了利用细胞系生产医药相关的次生代谢物方面的研究。Zhou 及其同事描述了对甾醇甲基转移酶进行生物工程改造的战略，涵盖了从酶结构、代谢途径框架到甾醇的生态学效应等多个方面。Lewis 及其同事对最近几年在多酚、木质素和木酚素的工程改造领域所取得的巨大进展及其发展前景进行了综合评述。这一主题与由 Saxena 和 Brown 所撰写的纤维素的生物合成和工程改造对于发展以木质纤维素为基础的可再生能源具有重要意义。

有效实现植物代谢途径的遗传工程改造依然面临几个挑战。首先，由于植物代谢途径调控的复杂性，我们需要慎重考虑并把对植物生长和发育所造成的负面影响降到最低；其次，要想使代谢物和终产物的产量达到预期的水平，我们需要从机理水平上了解植物的基因组结构（目前已经有多个植物基因组被解析）、了解转录本丰度的调控、了解代谢途径与蛋白质水平调控，以及了解代谢流的调控。本书对于如何克服限制代谢途径的协调性所面临的困难提出了新的理念和策略。

以前出版的植物化学丛书对当时这一领域的发展做了及时的汇总，提供了很多现在看起来依然非常有用的知识。很多植物研究人员将其作为起点或跳板开展创造性的新研究。我们希望这套新的以植物代谢工程改造为主题的系列丛书具有类似的启发作用，也希望在不远的将来，我们能够实现从对单个基因、几个蛋白质或酶的改造到对大量代谢途径的工程改造。

Hans Bohnert

Henry Nguyen

2007 年 1 月

（刘春明 译）

序

一种比较好的方式引介这套新版的《植物生物化学和分子生物学前沿》系列丛书需要追溯到前一套丛书启动时的上个世纪 80 年代，了解一下当时植物化学的状况。当时，我们二人（Paul Stumpf 和 Eric Conn）牵头组织植物化学领域的顶尖科学工作者撰写了那个系列丛书。1980 年，我们曾为那套丛书写了一个总序，解释了为什么我们认为到了应该出版一套《植物生物化学》专辑的时候了。

我们在《植物生物化学》¹ 总序中这样写道：

1950 年，James Bonner 在由他主编、Elsevier 出版集团学术出版社（Academic Press）首版发行的《植物生物化学》一书前言中曾经说过，“植物化学需要做的事情还很多。我们对高等植物的基本代谢过程的了解依然是支离破碎的。尽管此书的重点是放在高等植物，你会注意到我们许多时候不得不引用来自微生物或高等动物的结论。毋庸置疑，植物生物化学的很多问题的阐释可以借鉴来自其他生物的知识和技术……

植物化学的许多研究领域在本书中只字未提，这是因为在高等植物中这一方面的信息确实太少。

本书共有 30 个章节，490 页。里面所引用的许多生物化学方面的例子多是来自于细菌、真菌和动物方面的研究。尽管本书有许多不足之处，但是它的最大作用是面向年轻一代的植物化学工作者，激励他们进入植物生物化学领域，“改变高等植物的这一方面的知识匮乏的现状。”

1950 年以后，生物化学进入爆炸式发展时期。遗憾的是植物化学研究在生物化学领域中的接受程度还是很不一致。除了光合作用以外，生物化学家们似乎总在躲避与植物组织相关的即使是最有趣的问题。某些顶尖的生物化学杂志时常把一些非常好的稿子拒掉，理由是既然一个化学过程已经在大肠杆菌或肝脏组织中阐述得很清楚了，就没有理由将豌豆萌发种子中所做的研究结果再报道一遍。即使大家都知道当今世界最大的疾病是饥饿，除了国家自然科学基金以外，美国联邦资助机构还是不愿意支持那些以植物为主要实验材料的研究工作。

第二版由 J. Bonner 和 J. Varner 共同编辑、多位作者参与撰写的 979 页《植物生物化学》于 1965 年以全新版式问世；改头换面后的第三版共 908 页于 1976 年再次上市。此间几本不是太厚的植物生物化学教科书也相继出版。此外，两个分别由欧洲和北美主办的植物化学研讨会也每年出版论文集，为广大的生物学工作者提供了许多植物化学方面非常专业的论文。植物化学的研究水平在明显提高。

尽管这些书籍和文章都非常有用，可是没有一套完整的系列丛书能够为那些置身不同领域的植物化学工作者提供权威的综述。因此，我们认为出版这样一套系列丛书的时候

¹ Stumpf, P. K., and Conn, Eric E., eds. in chief. (1980). The Biochemistry of Plants: A Comprehensive Treatise, Vol. 1, pp. xiii-xiv. Academic Press, New York.

机已经成熟。在学术出版社的鼓励和配合下，我们邀请了6位同仁参与组织这套8册的《植物生物化学总论》丛书。在此后的几个月的时间里，160多位作者承诺愿意为这八册书奉献专文。

我们的希望是，这套书籍不光为从事植物化学研究的工作者提供最新信息，也向那些从事细菌和神经生物化学的科研人员提供关于植物细胞的有趣的和甚至在很多情况下是特有问题的知识。我们也希望一些高年级的学生会被本书中的一些内容所吸引而进入植物化学领域，发展其事业。

尽管这套系列丛书覆盖了植物化学的很多方面，我们不敢承诺它涵盖了所有问题，更不敢承诺对所有问题的探讨有相同的深度。比较明显的是这套书中没有关于植物激素和矿质营养的内容。这些与植物生理学更靠近的领域一般说来会在植物生理方面的专业丛书中探讨，或者在这些领域中更加专业的论著中阐述。有些方面，例如类固醇、固氮、类黄酮和色素等专题在这个丛书中只有一个章节的内容，实际上关于这些专题的年报或丛书已经有很多了。

这套出版于1980~1990年间的丛书共16册，涵盖了当时研究得比较清楚的植物生物化学诸多领域。此后，由于分子生物学技术的突破和对植物生长发育知识的拓展，植物化学发生了革命性的进步。利用这些新的手段，人们设计了一系列能够在干旱和盐碱等恶劣环境下，或在微生物、真菌、病毒和昆虫种群侵害时，仍能够较好地生长的转基因植物。诸多新发展的精密技术手段有助于我们去探索植物生活史的奥秘，去分离鉴定那些与萌发、生长、开花与种子形成等相关的基因。因此，出版一套新的系列丛书来总结植物生物化学和分子生物学最新进展的时机已经成熟。毋庸置疑，植物将继续影响这个复杂世界的诸多方面。

这套丛书的总体目标和第一卷的目的，Hans Bohnert 和 Henry Nguyen 会在他们的前言中阐述。

Paul K. Stumpf
Eric E. Conn

(刘春明 译)

CONTRIBUTORS

Rachel Amir

Plant Science Laboratory, Migal Galilee Technological Center, Rosh Pina 12100, Israel.

R. Malcolm Brown Jr.

Section of Molecular Genetics and Microbiology, School of Biological Sciences, The University of Texas at Austin, Austin, Texas 78712.

Hans J. Bohnert

Departments of Plant Biology and of Crop Sciences, University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana, Illinois 61801.

Ray A. Bressan

Department of Horticulture and Landscape Architecture, Purdue University, Horticulture Building 1165, West Lafayette, Indiana 47907-1165.

Edgar B. Cahoon

USDA-ARS Plant Genetics Research Unit, Donald Danforth Plant Science Center, 975 North Warson Road, St. Louis, Missouri 63132.

Laurence B. Davin

Institute of Biological Chemistry, Washington State University, Pullman, Washington 99164.

Susanne Frick

Donald Danforth Plant Science Center, St. Louis, Missouri 63132.
Leibniz Institut für Pflanzenbiochemie, Weinberg 3, 06120 Halle/Saale, Germany.

Gad Galili

Department of Plant Sciences, The Weizmann Institute of Science, Rehovot 76100, Israel.

Shmuel Galili

Institute of Field and Garden Crops, Agricultural Research Organization, Bet Dagan 50250, Israel.

P. Michael Hasegawa

Department of Horticulture and Landscape Architecture, Purdue University, Horticulture Building 1165, West Lafayette, Indiana 47907-1165.

David R. Holding

Department of Plant Sciences, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721.

Nicholas J. Kruger

Department of Plant Sciences, University of Oxford, Oxford OX1 3RB, United Kingdom.

Toni M. Kutchan

Donald Danforth Plant Science Center, St. Louis, Missouri 63132.

Leibniz Institut für Pflanzenbiochemie, Weinberg 3, 06120 Halle/Saale, Germany.

Brian A. Larkins

Department of Plant Sciences, University of Arizona, Tucson, Arizona 85721.

Norman G. Lewis

Institute of Biological Chemistry, Washington State University, Pullman, Washington 99164.

Christiane Nawrath

Département de Biologie Moléculaire Végétale, Biophore, Université de Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland.

W. David Nes

Department of Chemistry and Biochemistry, Texas Tech University, Lubbock, Texas 79409.

Henry T. Nguyen

Division of Plant Sciences, National Center for Soybean Biotechnology, University of Missouri-Columbia, Columbia, Missouri 65211.

Yves Poirier

Département de Biologie Moléculaire Végétale, Biophore, Université de Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland.

R. George Ratcliffe

Department of Plant Sciences, University of Oxford, Oxford OX1 3RB, United Kingdom.

Fumihiko Sato

Department of Plant Gene and Totipotency, Graduate School of Biostudies, Kyoto University, Kyoto 606-8502, Japan.

Inder M. Saxena

Section of Molecular Genetics and Microbiology, School of Biological Sciences, The University of Texas at Austin, Austin, Texas 78712.

Katherine M. Schmid

Department of Biological Sciences, Butler University, 4600 Sunset Avenue, Indianapolis, Indiana 46208.

John Shanklin

Biology Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973.

Shigeru Shigeoka

Department of Advanced Bioscience, Faculty of Agriculture, Kinki University,
3327-204 Nakamachi, Nara 631-8505, Japan.

Daniel G. Vassão

Institute of Biological Chemistry, Washington State University, Pullman,
Washington 99164.

Marion Weid

Leibniz Institut für Pflanzenbiochemie, Weinberg 3, 06120 Halle/Saale, Germany.

Yasuyuki Yamada

Graduate School of Biological Sciences, Nara Institute of Science and Technology,
8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-0192, Japan.

Akiho Yokota

Graduate School of Biological Sciences, Nara Institute of Science and Technology
(NAIST), 8916-5 Takayama, Ikoma, Nara 630-0101, Japan.

Wenxu Zhou

Department of Chemistry and Biochemistry, Texas Tech University, Lubbock,
Texas 79409.

DEDICATION

The editors and contributing authors dedicate this first volume of the *Advances in Plant Biochemistry and Molecular Biology* entitled "**Bioengineering and Molecular Biology of Plant Pathways**" to the memory of Paul Stumpf, who sadly passed away on February 10, 2007. Plant biochemistry benefited immensely from Paul's life-long passion to this subject, as well as his scientific rigor and insight. The scientific community is indebted to both he and Eric Conn for their dedication in helping advance the very basis of plant biology / plant biochemistry.

INTRODUCTION TO THE SERIES AND ACKNOWLEDGEMENTS

This new series was initiated conceptually and organizationally by W. David Nes with the assistance of Norman G. Lewis, with the first volume commissioned by W.D. Nes. Sadly, Dr. Nes was unable to oversee the completion of the volume as originally planned.

This particular volume has as its origin an U.S. National Science Foundation (NSF) workshop entitled "Realizing the Vision: Leading Edge Technologies in Biological Systems". In this regard, we are deeply grateful to NSF for supporting this most exciting workshop, in helping identifying critical barriers to ongoing biological endeavors, and thus in initiating this series. This volume, addresses several of the critical areas from the workshop, such as metabolic flux regulation, and the challenges and opportunities that still remain as humanity attempts to understand the blueprints of life and the opportunities that this new knowledge now gives us (see attached preface by Bohnert and Nguyen).

The reader is strongly encouraged to comprehensively review all of the 13 chapters/topics within the volume. In so doing, it becomes rapidly evident that while the rate of genomic sequencing in animal, microbial and plant systems has occurred very rapidly, this knowledge is not, however, matched by any comparable levels of discovery of gene and/or protein function, i.e. and thus of yet gaining a deep understanding of the "blueprints of life". This series is therefore designed to focus upon leading edge and emerging technologies, as well as critical barriers that face various areas in the plant sciences. Overcoming these will bring the field of metabolic plant biochemistry to new levels of scientific excellence and societal influence.

The reader should also note that we commissioned both Eric Conn and Paul K. Stumpf to write a Prologue as regards their "Comprehensive Treatise". Sadly at the time of this publication, Prof. Paul K. Stumpf passed away (February 10, 2007). We are nevertheless grateful to have this volume graced by both of these remarkable plant biochemistry pioneers. We are also indebted to both Ms. Hiroko Hayashi who worked tirelessly in coordinating and correcting the various manuscripts, as well as to the many reviewers of these contributions.

Respectfully,
Norman G. Lewis

PREFACE TO VOLUME 1

Volumes published during the 1980s that made up the series on "*The Biochemistry of Plants—A Comprehensive Treatise*", edited by Eric Conn and Paul K. Stumpf, covered many of the then known aspects of plant biochemistry. During the last two decades, however, our knowledge on plant biochemistry, physiology, and molecular genetics has been augmented to an astonishing degree. This remarkable revolution has been brought about by new techniques, new concepts that are now summarized as "genomics", "proteomics" and "metabolomics," as well as to a large degree by new forms of instrumentation for each type of application. This volume has been designed to incorporate new concepts and insights in plant biochemistry and biology as part of a new series titled "*Advances in Plant Biochemistry and Molecular Biology*" edited by Professor Norman Lewis. To put this into suitable context, attached is a Foreword by Eric Conn and the late Paul K. Stumpf as regards the need for this new series.

The increased knowledge about the structure of genomes in a number of species, about the complexity of their transcriptomes, and the nearly exponentially growing information about mutant phenotypes have now set off the large scale use of transgenes to answer basic biological questions, and to generate new crops and novel products. This volume includes thirteen chapters, which to variable degrees describe the use of transgenic plants to explore possibilities and approaches for the modification of plant metabolism, adaptation or development. The interests of the authors of these chapters range from tool development, to basic biochemical know-how about the engineering of enzymes, to exploring avenues for the modification of complex multigenic pathways, and include several examples for the engineering of specific pathways in different organs and developmental stages.

Kruger and Ratcliffe focus on the tools for analyzing metabolic network structures and provide a conceptual framework about the challenges faced in engineering pathways. Sections on metabolic flux and control analysis as well as kinetic modeling that measure the impact of changes on network structure, with excellent discussion of the literature, are destined to set a standard. Enzyme engineering with theoretical and practical considerations is discussed by Shanklin with a focus on structure models as the guiding light. Examples of success from the author's laboratory provide lucid documentation.

The engineering potential for altering photosynthetic performance, discussed by Yokota and Shigeoka, addresses a fundamental set of pathways, whose improvements would be of great importance, although complexity and barriers to change have shown to be still considerable. The authors, nevertheless, provide an overview of the failures and discuss prospects provided by the emerging new