

Edited by
Gerd-Joachim Krauss and Dietrich H. Nies

Ecological Biochemistry

Environmental and Interspecies Interactions

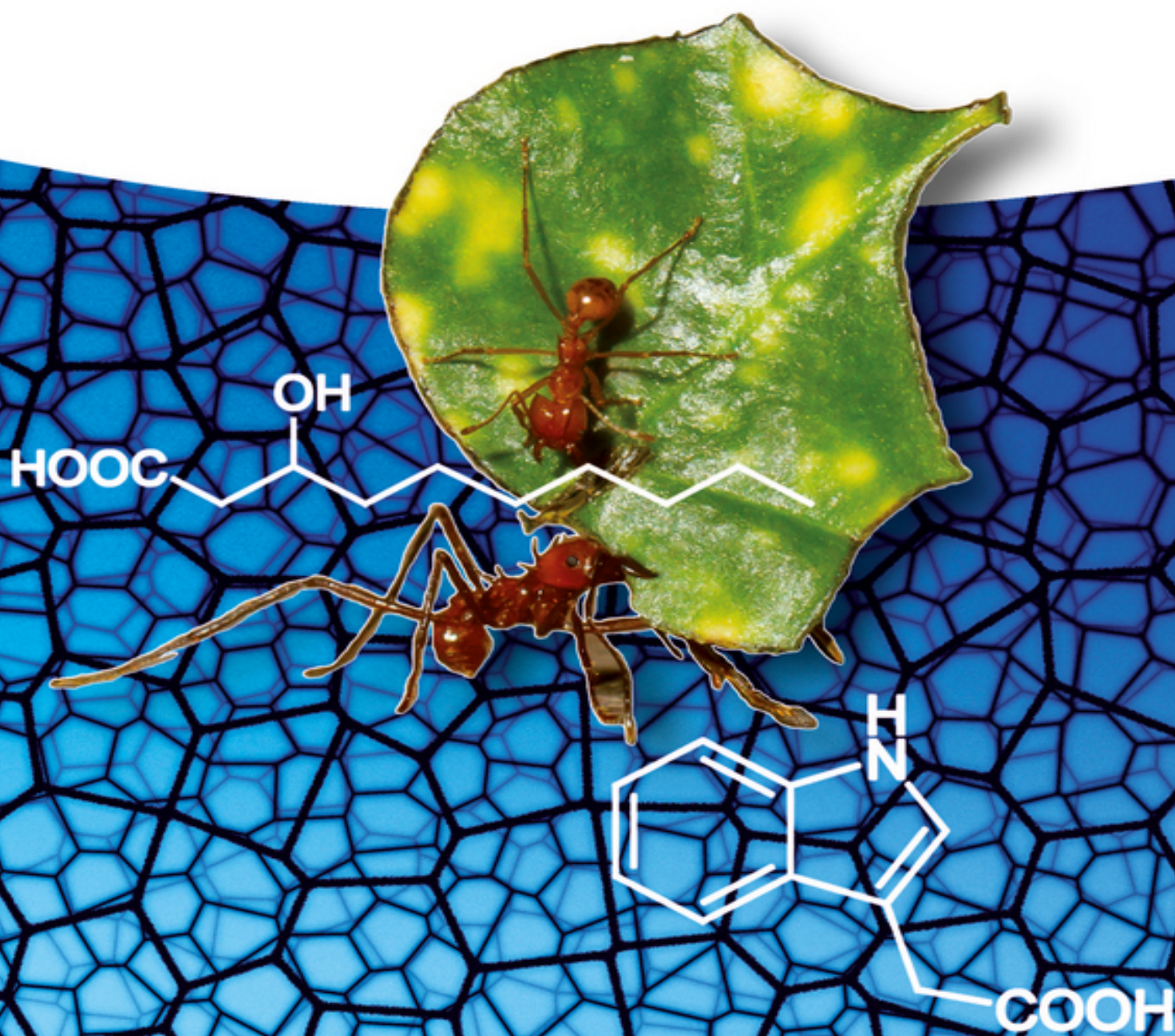


Table of Contents

[Cover](#)

[Related Titles](#)

[Title Page](#)

[Copyright](#)

[Dedication](#)

[List of Contributors](#)

[Foreword](#)

[Preface](#)

[Companion Website](#)

[s1: Basic Biochemical Roots](#)

[s1.1 Chemistry and Physics of Life](#)

[s01.2 Energy and Transport](#)

[s1.3 Basic Biochemistry](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Part I: Basics of Life](#)

[Chapter 1: Basic Biochemical Roots](#)

[1.1 Chemistry and Physics of Life](#)

[1.2 Energy and Transport](#)

[1.3 Basic Biochemistry](#)

[Chapter 2: Specialized Plant Metabolites: Diversity and Biosynthesis](#)

[2.1 Metabolite Diversity](#)

[2.2 Major Classes of Plant Specialized Compounds](#)

[2.3 Sites of Biosynthesis and Accumulation](#)

[2.4 Evolution of Specialized Pathway Genes](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 3: Evolution of Secondary Metabolism in Plants](#)

[3.1 Origins of Plant Secondary Metabolism](#)

[3.2 Evolutionary Alternatives](#)

[3.3 Endophytes, Symbiotic, and Ectomycorrhizal Fungi](#)

[References](#)

[Part II: Ecological Signatures of Life](#)

[Chapter 4: Systematics of Life, Its Early Evolution, and Ecological Diversity](#)

[4.1 Cellular Life Forms and Subcellular Parasites](#)

[4.2 Superkingdom Archaea](#)

[4.3 Superkingdom Bacteria](#)

[4.4 Superkingdom Eukaryota](#)

[Acknowledgment](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 5: Communities and Ecosystem Functioning](#)

[5.1 Competition for, and Distribution of, Limiting Resources as a Means of Ecosystem Functioning](#)

[5.2 Joint Exploitation of Limiting Resources by Symbioses](#)

[5.3 Avoidance of Competition](#)

[5.4 Facilitation Mechanisms in Communities and Ecosystem Functioning](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 6: Food Chains and Nutrient Cycles](#)

[6.1 Basic Concepts](#)

[6.2 Aquatic Systems](#)

[6.3 Terrestrial Systems](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Part III: Biochemical Response to Physiochemical Stress \(Abiotic Stress\)](#)

[Chapter 7: Information Processing and Survival Strategies](#)

[7.1 The Stress Concept - Plants and Their Environment](#)

[7.2 Plant Signal Transduction and the Induction of Stress Responses](#)

[7.3 Phytohormones](#)

[7.4 Other Signaling Molecules](#)

[7.5 Signal Transduction by Protein Phosphorylation](#)

[7.6 The Calcium Signaling Network](#)

[7.7 Stress-Induced Modulation of Gene Expression by microRNAs](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 8: Oxygen](#)

[8.1 Chemical Nature of Oxygen and Reactive Oxygen Species](#)

[8.2 Oxygen Metabolism](#)

[8.3 Oxygen Sensing](#)

[8.4 Antioxidant Defense](#)

[8.5 Reactive Oxygen Species in Abiotic Stresses](#)

[8.6 Reactive Oxygen Species in Biotic Interactions](#)

[8.7 Cell Signaling Function of Reactive Oxygen Species](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 9: Light](#)

[9.1 Principles of Light Detection and Photoreceptor Function](#)

[9.2 Sensing of UV-B Light](#)

[9.3 The LOV Domain: A Variable Molecular Building Block of Many Blue and UV-A Light Sensors](#)

[9.4 Cryptochromes](#)

[9.5 Phytochromes](#)

[9.6 Other Photoreceptor Systems](#)

[9.7 Flavonoid Biosynthesis in Plants - a Model for a Light-Regulated Adaptation Process](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 10: Water](#)

[10.1 Water: the Essence of Life](#)

[10.2 Water Balance in Plants](#)

[10.3 Drought Stress](#)

[10.4 Cold Stress and Freezing](#)

[10.5 Salinity](#)

[10.6 Flooding Stress](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 11: Mineral Deficiencies](#)

[11.1 Mineral Requirement and Insufficiencies](#)

[11.2. Carnivorous Plants and Fungi](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 12: Excess of Metals](#)

[12.1 Properties of Transition Metals](#)

[12.2 Metal Transport through Cell Membranes](#)

[12.3 Biochemistry of the Minor Biometals:
Essential, Desired, but Also Toxic](#)

[12.4 Biochemistry of Chemical Elements Without
Known Biological Functions](#)

[12.5 Metal-Binding Peptides and Proteins Involved
in Transition Metal Homeostasis](#)

[12.6 Interaction of Plants and Fungi with Metals](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 13: Xenobiotics from Human Impacts](#)

[13.1 Xenobiotics: from Emission to Cellular
Uptake](#)

[13.2 Adverse Effects of Xenobiotics: from Cells to
Ecosystems](#)

[13.3 Organismal Responses: Biochemical
Elimination of Xenobiotics](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Part IV: Organismal Interactions \(Biotic Stress\)](#)

[Chapter 14: The Biofilm Mode of Life](#)

[14.1 What are Biofilms?](#)

[14.2 Environmental Roles of Biofilms](#)

[14.3 Life Cycle of Biofilms](#)

[14.4 Investigation of Biofilms](#)

[14.5 The Matrix: Extracellular Polymeric Substances](#)

[14.6 Communication in Biofilms](#)

[14.7 Enhanced Resistance of Biofilm Organisms](#)

[14.8 Emergent Properties of the Biofilm Mode of Life](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 15: Rhizosphere Interactions](#)

[15.1 Bacterial Communities in the Rhizosphere](#)

[15.2 Fungi of the Rhizosphere](#)

[15.3 Plant-Plant Interactions](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 16: Plant-Animal Dialogues](#)

[16.1 The Flower Pollinator System](#)

[16.2 Ant-Plant-Fungus Mutualism, a Three-Way Interaction](#)

[16.3 Phenolics in the Interaction between Plant and Animals](#)

[16.4 Alkaloids in the Interaction between Plants and Animals](#)

[16.5 Terpenes in Plant Defense](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Part V: The Methodological Platform](#)

[Chapter 17: Sensing of Pollutant Effects and Bioremediation](#)

[17.1 Pollutant Effect and Approaches to Characterize Exposure](#)

[17.2 Ecological Restoration and Bioremediation](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 18: The -Omics Tool Box](#)

[18.1 Genomics](#)

[18.2 Transcriptomics](#)

[18.3 Proteomics](#)

[18.4 Metabolomics](#)

[18.5 Metallomics](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Chapter 19: Microscope Techniques and Single Cell Analysis](#)

[19.1 Visualization Principles](#)

[19.2 Preparation of Biological Materials](#)

[19.3 Detection Methods - from Macromolecules to Ions](#)

[19.4 Single Cell Technologies](#)

[References](#)

[Further Reading](#)

[Glossary](#)

[Index](#)

[End User License Agreement](#)

List of Illustrations

[Figure 1.1](#)

[Figure 1.2](#)

[Figure 1.3](#)

[Figure 1.4](#)

[Figure 1.5](#)

[Figure 1.13](#)

[Figure 2.1](#)

[Figure 2.2](#)

[Figure 2.3](#)

[Figure 2.4](#)

[Figure 2.5](#)

[Figure 2.6](#)

[Figure 2.7](#)

[Figure 2.8](#)

[Figure 2.10](#)

[Figure 2.9](#)

[Figure 2.11](#)

[Figure 2.12](#)

[Figure 2.13](#)

[Figure 2.14](#)

[Figure 2.15](#)

[Figure 2.16](#)

[Figure 3.1](#)

[Figure 3.2](#)

[Figure 3.3](#)

[Figure 3.4](#)

[Figure 3.5](#)

[Figure 3.6](#)

[Figure 3.7](#)

[Figure 3.8](#)

[Figure 4.1](#)

[Figure 4.2](#)

[Figure 4.3](#)

[Figure 4.4](#)

[Figure 4.5](#)

[Figure 4.6](#)

[Figure 4.7](#)

[Figure 4.8](#)

[Figure 4.9](#)

[Figure 4.10](#)

[Figure 4.11](#)

[Figure 4.12](#)

[Figure 4.13](#)

[Figure 4.14](#)

[Figure 4.15](#)

[Figure 4.16](#)

[Figure 4.17](#)

[Figure 5.1](#)

[Figure 5.2](#)

[Figure 5.3](#)

[Figure 5.4](#)

[Figure 5.5](#)

[Figure 5.6](#)

[Figure 5.7](#)

[Figure 5.8](#)

[Figure 5.9](#)

[Figure 5.10](#)

[Figure 5.11](#)

[Figure 5.12](#)

[Figure 6.1](#)

[Figure 6.2](#)

[Figure 6.3](#)

[Figure 6.4](#)

[Figure 6.5](#)

[Figure 6.6](#)

[Figure 6.7](#)

[Figure 6.8](#)

[Figure 6.9](#)

[Figure 6.10](#)

[Figure 6.11](#)

[Figure 6.12](#)

[Figure 6.13](#)

[Figure 6.14](#)

[Figure 6.15](#)

[Figure 6.16](#)

[Figure 6.17](#)

[Figure 6.18](#)

[Figure 6.19](#)

[Figure 6.20](#)

[Figure 6.21](#)

[Figure 6.22](#)

[Figure 6.23](#)

[Figure 7.1](#)

[Figure 7.2](#)

[Figure 7.3](#)

[Figure 7.4](#)

[Figure 7.5](#)

[Figure 7.6](#)

[Figure 7.7](#)

[Figure 7.8](#)

[Figure 7.9](#)

[Figure 7.10](#)

[Figure 7.11](#)

[Figure 7.12](#)

[Figure 7.13](#)

[Figure 7.14](#)

[Figure 7.15](#)

[Figure 7.16](#)

[Figure 7.17](#)

[Figure 7.18](#)

[Figure 7.19](#)

[Figure 7.20](#)

[Figure 7.21](#)

[Figure 7.22](#)

[Figure 7.23](#)

[Figure 7.24](#)

[Figure 7.25](#)

[Figure 7.26](#)

[Figure 7.27](#)

[Figure 7.28](#)

[Figure 8.1](#)

[Figure 8.2](#)

[Figure 8.3](#)

[Figure 8.4](#)

[Figure 8.5](#)

[Figure 8.6](#)

[Figure 8.7](#)

[Figure 8.8](#)

[Figure 8.9](#)

[Figure 8.10](#)

[Figure 8.11](#)

[Figure 8.12](#)

[Figure 8.13](#)

[Figure 8.14](#)

[Figure 9.1](#)

[Figure 9.2](#)

[Figure 9.3](#)

[Figure 9.4](#)

[Figure 9.5](#)

[Figure 9.6](#)

[Figure 9.7](#)

[Figure 9.8](#)

[Figure 9.9](#)

[Figure 9.10](#)

[Figure 9.11](#)

[Figure 9.12](#)

[Figure 10.1](#)

[Figure 10.3](#)

[Figure 10.2](#)

[Figure 10.4](#)

[Figure 10.5](#)

[Figure 10.6](#)

[Figure 10.7](#)

[Figure 10.8](#)

[Figure 10.9](#)

[Figure 10.10](#)

[Figure 10.11](#)

[Figure 10.12](#)

[Figure 10.13](#)

[Figure 10.14](#)

[Figure 10.15](#)

[Figure 10.16](#)

[Figure 10.17](#)

[Figure 10.18](#)

[Figure 11.1](#)

[Figure 11.2](#)

[Figure 11.3](#)

[Figure 11.4](#)

[Figure 11.5](#)

[Figure 11.6](#)

[Figure 11.7](#)

[Figure 11.8](#)

[Figure 11.9](#)

[Figure 11.10](#)

[Figure 11.11](#)

[Figure 11.12](#)

[Figure 11.13](#)

[Figure 11.14](#)

[Figure 11.15](#)

[Figure 11.16](#)

[Figure 11.17](#)

[Figure 11.18](#)

[Figure 11.19](#)

[Figure 11.20](#)

[Figure 12.1](#)

[Figure 12.2](#)

[Figure 12.3](#)

[Figure 12.4](#)

[Figure 12.5](#)

[Figure 12.6](#)

[Figure 12.7](#)

[Figure 12.8](#)

[Figure 12.11](#)

[Figure 12.9](#)

[Figure 12.10](#)

[Figure 12.12](#)

[Figure 13.1](#)

[Figure 13.2](#)

[Figure 13.3](#)

[Figure 14.1](#)

[Figure 14.2](#)

[Figure 14.3](#)

[Figure 14.4](#)

[Figure 14.5](#)

[Figure 14.6](#)

[Figure 15.1](#)

[Figure 15.2](#)

[Figure 15.3](#)

[Figure 15.4](#)

[Figure 15.5](#)

[Figure 15.6](#)

[Figure 15.7](#)

[Figure 15.8](#)

[Figure 15.9](#)

[Figure 15.10](#)

[Figure 15.11](#)

[Figure 15.12](#)

[Figure 15.13](#)

[Figure 15.14](#)

[Figure 15.15](#)

[Figure 16.1](#)

[Figure 16.2](#)

[Figure 16.3](#)

[Figure 16.4](#)

[Figure 16.5](#)

[Figure 16.6](#)

[Figure 16.7](#)

[Figure 16.8](#)

[Figure 16.9](#)

[Figure 16.10](#)

[Figure 16.11](#)

[Figure 16.12](#)

[Figure 16.13](#)

[Figure 16.14](#)

[Figure 16.15](#)

[Figure 16.16](#)

[Figure 16.17](#)

[Figure 16.18](#)

[Figure 16.19](#)

[Figure 17.1](#)

[Figure 18.1](#)

[Figure 18.2](#)

[Figure 18.3](#)

[Figure 18.4](#)

[Figure 18.5](#)

[Figure 18.6](#)

[Figure 18.7](#)

[Figure 18.8](#)

[Figure 18.9](#)

[Figure 18.10](#)

[Figure 18.11](#)

[Figure 18.12](#)

[Figure 18.13](#)

[Figure 18.14](#)

[Figure 18.16](#)

[Figure 18.15](#)

[Figure 18.17](#)

[Figure 19.1](#)

[Figure 19.2](#)

[Figure 19.3](#)

[Figure 19.4](#)

[Figure 19.5](#)

[Figure 19.6](#)

[Figure S1.1](#)

[Figure S1.2](#)

[Figure S1.3](#)

[Figure S1.4](#)

[Figure S1.5](#)

[Figure S1.6](#)

[Figure S1.7](#)

[Figure S1.8](#)

[Figure S1.9](#)

[Figure S1.10](#)

[Figure S1.11](#)

[Figure S1.12](#)

[Figure S1.13](#)

[Figure S1.14](#)

[Figure S1.15](#)

[Figure S1.16](#)

[Figure S1.17](#)

[Figure S1.18](#)

[Figure S1.19](#)

[Figure S1.20](#)

[Figure S1.21](#)

[Figure S1.22](#)

[Figure S1.23](#)

[Figure S1.24](#)

[Figure S1.25](#)

[Figure S1.26](#)

[Figure S1.27](#)

List of Tables

[Table 2.1](#)

[Table 4.1](#)

[Table 4.2](#)

[Table 4.3](#)

[Table 4.4](#)

[Table 4.6](#)

[Table 4.5](#)

[Table 6.1](#)

[Table 11.1](#)

[Table 11.2](#)

[Table 11.3](#)

[Table 11.4](#)

[Table 13.1](#)

[Table 13.2](#)

[Table 13.3](#)

[Table 14.1](#)

[Table 14.2](#)

[Table 15.1](#)

[Table 16.1](#)

[Table 17.1](#)

[Table 17.2](#)

[Table 17.3](#)

[Table 17.4](#)

[Table 18.1](#)

[Table 19.3](#)

[Table 19.1](#)

[Table 19.2](#)

[Table 19.4](#)

[Table S1.1](#)

[Table S1.2](#)

[Table S1.3](#)

[Table S1.4](#)

[Table S1.5](#)

[Table S1.6](#)

[Table S1.7](#)

Related Titles

Hirt, H. (ed.)

Plant Stress Biology

From Genomics to Systems Biology

2010

Print ISBN: 978-3-527-32290-9

also available in digital formats

Hayat, S., Mori, M., Pichtel, J., Ahmad, A. (eds.)

Nitric Oxide in Plant Physiology

2010

Print ISBN: 978-3-527-32519-1

also available in digital formats

Sterner, O.

Chemistry, Health and Environment

2 Edition

2010

Print ISBN: 978-3-527-32582-5

also available in digital formats

Weckwerth, W., Kahl, G.

The Handbook of Plant Metabolomics

2013

Print ISBN: 978-3-527-32777-5

also available in digital formats

Edited by Gerd-Joachim Krauss and Dietrich H. Nies

Ecological Biochemistry

**Environmental and Interspecies
Interactions**

WILEY-VCH

Verlag GmbH & Co. KGaA

Editors

Prof. Gerd-Joachim Krauss

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Institute of Biochemistry and Biotechnology
Kurt-Mothes-Strasse 3
06099 Halle/Saale
Germany

Prof. Dietrich H. Nies

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Institute of Biology/Molecular Microbiology
Kurt-Mothes-Strasse 3
06099 Halle/Saale
Germany

Cover

Leaf-cutter ants © michaklootwijk - fotolia.com

All books published by **Wiley-VCH** are carefully produced. Nevertheless, authors, editors, and publisher do not warrant the information contained in these books, including this book, to be free of errors. Readers are advised to keep in mind that statements, data, illustrations, procedural details or other items may inadvertently be inaccurate.

Library of Congress Card No.: applied for

British Library Cataloguing-in-Publication Data

A catalogue record for this book is available from the British Library.

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available on the Internet at <<http://dnb.d-nb.de>>.

© 2015 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Boschstr. 12, 69469 Weinheim, Germany

All rights reserved (including those of translation into other languages). No part of this book may be reproduced in any form – by photoprinting, microfilm, or any other means – nor transmitted or translated into a machine language without written permission from the publishers. Registered names, trademarks, etc. used in this book, even when not specifically marked as such, are not to be considered unprotected by law.

Print ISBN: 978-3-527-31650-2

ePDF ISBN: 978-3-527-68599-8

ePub ISBN: 978-3-527-68600-1

Mobi ISBN: 978-3-527-68598-1

oBook ISBN: 978-3-527-68606-3

“It is interesting to contemplate an entangled bank, clothed with many plants of many kinds, with birds singing on the bushes, with various insects flitting about, and with worms crawling through the damp earth, and to reflect that these elaborately constructed forms, so different from each other, and dependent on each other in so complex a manner, have all been produced by laws acting around us.”

Charles Darwin, *The Origin of the Species* (1859), John Murray, London

List of Contributors

Felix Bärlocher

Mount Allison University
Department of Biology
Sackville
63B York Street
E4L 1G7, NB
Canada

Jörg Degenhardt

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Institute of Pharmacy/Pharmaceutical Biotechnology
Hoher Weg 8
Halle/Saale
Germany

Karl-Josef Dietz

Bielefeld University
Biochemistry and Physiology of Plants
Faculty of Biology
University Strasse 25
Bielefeld
Germany

Dirk Dobritzsch

Institute of Biochemistry and Biotechnology

Department of Plant Biochemistry
Kurt-Mothes-Strasse 3
Halle/Saale
Germany

Hans-Curt Flemming

University of Duisburg-Essen
Biofilm Centre
Universitätsstrasse 5
Essen
Germany

Eva Freisinger

University of Zurich
Department of Chemistry
Winterthurerstrasse 190
Zürich
Switzerland

Jonathan Gershenzon

Max Planck Institute of Chemical Ecology
Department of Biochemistry
Hans-Knöll-Strasse 8
Jena
Germany

Rüdiger Hampp

University of Tübingen

IMIT, Department of Physiological Ecology of Plants
Auf der Morgenstelle 1
Tübingen
Germany

Anton Hartmann

Helmholtz Centre Munich
German Research Centre for Environmental Health
Research Unit Microbe-Plant Interactions
Ingolstädter Landstr. 1
Neuherberg
Germany

Bettina Hause

Leibniz Institute of Plant Biochemistry
Department of Cell and Metabolic Biology
Weinberg 3
Halle/Saale
Germany

Gerd Hause

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Biocentre, Microscopy Unit
Weinbergweg 22
Halle/Saale
Germany

Ingo Heilmann

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Institute of Biochemistry and Biotechnology
Department for Cellular Biochemistry
Kurt-Mothes-Strasse 3
Halle/Saale
Germany

Klaus Humbeck

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Institute of Biology/Plant Physiology
Weinbergweg 10
Halle/Saale
Germany

Gerd-Joachim Krauss

Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Institute of Biochemistry and Biotechnology
Kurt-Mothes-Strasse 3
Halle/Saale
Germany

Gudrun Krauss

Helmholtz Centre for Environmental Research - UFZ
Department of Environmental Microbiology
Permoserstrasse 15
Leipzig
Germany