



Research and Development on
Nutrition of Butterflies

蝴蝶营养

研究与开发

史军义 蒲正宇 姚俊 编著
李志伟 刘宇韬 郑华



科学出版社



蝴蝶营养研究 与开发

史军义 蒲正宇 姚 俊 李志伟 刘宇韬 郑 华 编著



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是由中国林业科学研究院资源昆虫研究所蝴蝶研究与发展中心负责组织该中心和云南中林生物资源科技有限公司、深圳市天赋盛景旅游投资管理有限公司等单位的专家和技术人员参与调查、研究和编写,历时五年时间完成的关于我国蝴蝶营养研究与开发方面的第一部专业学术著作。

本书共7章,书中依次介绍了我国蝴蝶营养研究与开发的基本概念、总体思路与背景情况、蝴蝶资源的保护与开发现状、蝴蝶营养研究的内容与方法、蝴蝶营养成分检测结果与分析(包括常规营养、矿质元素、氨基酸等)、蝴蝶营养的总体评价以及蝴蝶营养产品的开发与利用等。书后附有主要参考文献及蝴蝶营养成分表、常见食物营养成分表、中国常见食用昆虫名录等。

全书注重内容的专业性和编撰的科学性,力求用数据说话、理论联系实际,文字简洁、图文并茂、使用方便。可以作为广大与蝴蝶研究、开发以及与食品、饮料、保健品、日化用品加工相关的科研人员、企事业管理者和工程技术人员的重要参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

蝴蝶营养研究与开发 / 史军义等编著. -- 北京: 科学出版社, 2015
ISBN 978-7-03-043307-7

I. ① 蝴… II. ① 史… III. ① 蝴蝶营养研究与开发
IV. ① Q964

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第026873号

责任编辑: 刘思佳 / 责任校对: 王万红
责任印制: 吕春珉 / 装帧设计: 金舵手世纪

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

北京中科印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年3月第 一 版 开本: 787×1096 1/16

2015年3月第一次印刷 印张: 15

字数: 300 000

定价: 110.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈中科〉)

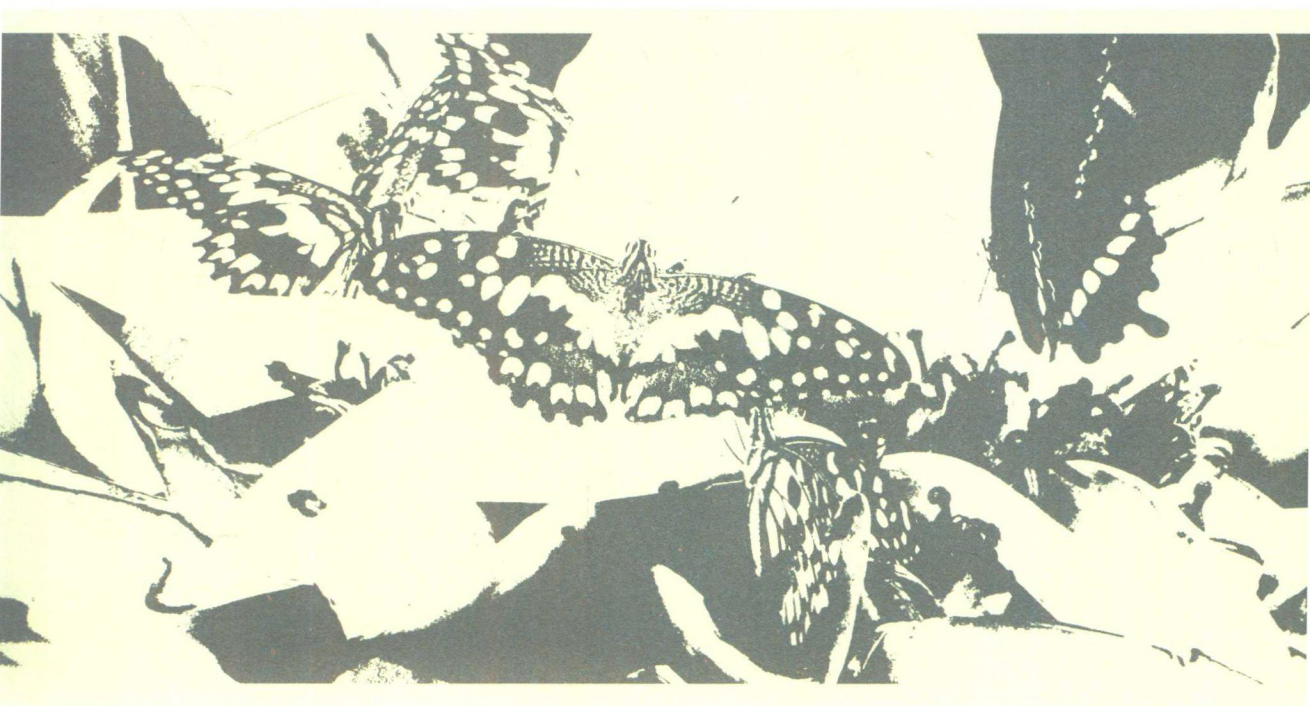
销售部电话 010-62134988 编辑部电话 010-62135120-8009 (VZ02)

版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-64030229; 010-64034315; 13501151303

Research and Development on Nutrition of Butterflies

By Shi Junyi Pu Zhengyu Yao Jun
Li Zhiwei Liu Yutao Zheng Hua



《蝴蝶营养研究与开发》

编著人员名单

主 编：史军义 蒲正宇 姚 俊 李志伟 刘宇韬 郑 华
参 编：马丽莎 周德群 史蓉红 赵丽芳 令狐启霖 李 青
雷 鹏 章晓颜 李 萌 曹 倩 吕 蓉 王 戎
杨 洋 杨 玲 杨 志 彭 慧 宋苒苒 李文义
姜永利 朱 牧 丁 雷
摄 影：蒲正宇 史军义 姚 俊 李志伟 刘宇韬 周雪松
刘思熠
制 图：姚 俊 蒲正宇 秦锡钰
内 外 业：杨成柱 李贵兴 李红旺

序一

PREFACE I

随着中国改革开放的不断深入和各项事业的蓬勃发展，中国的林业建设事业也迎来了前所未有的良好发展机遇。加强生态环境保护与建设，维护生物多样性，促进森林资源的可持续利用，已经成为社会舆论和广大人民群众普遍关心的焦点问题并且达成了广泛的社会共识。众所周知，中国幅员辽阔，以森林为主的陆地生态系统中蕴藏着极其丰富的生物资源。这些资源无论在人们的物质生活还是精神生活中，均扮演着十分重要甚至是不可替代的角色。在最新发布的全国林业发展规划中，提出要全面实施以生态建设为主的林业发展战略，以加快转变林业发展方式、提升林业质量效益为主线，以实现兴林富民为目标，认真夯实林业在社会可持续发展战略中的重要地位，在生态建设中的首要地位和应对气候变化中的特殊地位，为新时期林业的跨越式发展做出积极贡献。毫无疑问，林业已然成为当前建设美丽中国、弘扬生态文明的主阵地。

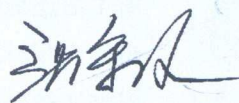
资源保护的最终目的，在于资源的可持续利用。昆虫是世界上最大的生物类群，也是森林资源不可或缺的重要组成部分。到目前为止，人类已发现和定名的昆虫约 160 万种之多，占地球上已知生物种类的 2/3 以上。昆虫不仅种类多，而且种群数量大，生长繁殖迅速，生态适应性广，几乎在地球的每一个角落都能发现昆虫的踪迹。在浩瀚的昆虫资源宝库中，蝴蝶仅仅是沧海一粟。19 世纪以来，世界各地陆续出现了蝴蝶养殖、蝴蝶旅游、蝴蝶贸易、蝴蝶加工等与蝴蝶相关的产业发展模式，各种蝴蝶延伸产品的开发和利用以及在此基础上发展起来的蝴蝶文化产业，构成了庞大的蝴蝶产业网络，充分展示出了蝴蝶这一小小物种的巨大潜能。这在林业资源、尤其是林下资源的综合开发和利用方面，其示范作用不可小觑。

据我所知，中国林业科学研究院资源昆虫研究所是国内最早致力于蝴蝶

应用研究的研究机构之一。该所从 20 世纪 90 年代初就组织开展了蝴蝶资源调查和人工饲育方面的研究工作，并先后承担了国家林业局下达的“蝴蝶规模化人工饲育技术研究”、“珍稀濒危蝴蝶培育技术引进”、“珍稀鳞翅目蝶类规模化繁育关键技术研究”、“蝴蝶养殖关键技术推广应用”、“观赏蝴蝶规模化人工养殖示范与推广”、“蝴蝶工艺品制作工艺研究及产品开发”以及“中国珍稀蝶类保护策略研究”等多项科研课题。他们发扬实事求是、精益求精、勇于探索、敢于实践的科学精神，广泛团结国内外同行专家、学者以及技术人员和从业人士，努力整合社会资源，进行了长期不懈的努力攻关，虽历经坎坷和波折，依然大胆创新，勇于探索，终于取得了令人鼓舞的积极成果。

由该所与其协作单位的专家和技术人员参与检测、分析、研究和编写的《蝴蝶营养研究与开发》一书，是迄今为止我国关于蝴蝶营养研究与开发方面资料收集较丰富、基础数据较系统、内容编写较完整的专业著作。该书的主要撰写人员，本身既是多项国内以及国际合作蝴蝶研究课题的参与者、系列蝴蝶专利技术的发明者，同时也是目前国内许多蝴蝶项目的策划、参与、组织和实践者。相信该书的出版，不仅对于蝴蝶研究者、生产者、加工者、经营者以及广大蝴蝶爱好者具有很大启发和帮助，而且对于推动我国整个蝴蝶产业的发展，具有十分重要的现实意义。

故此推荐，以飨读者。



中国林业科学研究院院长

2014 年 12 月 11 日于北京

序二

PREFACE II

作为森林昆虫学工作者，我深知资源昆虫在整个林业资源中的地位和价值，以及它们对于经济建设乃至社会发展的重要作用。蝴蝶是资源昆虫的重要组成部分，与人们的生产和生活关系密切。对于蝴蝶的研究与开发，已经成为当今世界昆虫资源研究与开发的一个引人注目的热点和前缘性研发内容，其范围涉及蝴蝶区系、蝴蝶生物学、蝴蝶生态学、蝴蝶生物多样性、蝴蝶保护学、蝴蝶分子系统学、蝴蝶人工规模化养殖与生产、蝴蝶的加工和利用等各个方面。但总体看来，内容广泛，深入不够。

全世界大约有 20 000 余种蝴蝶，中国就有 2 000 多种，约占世界蝴蝶种类的十分之一，是地球上蝴蝶资源最为丰富的国家之一。中国还是蝴蝶文字记载最早的国家。最早关于蝴蝶的描述，是出自战国时期的《庄子·齐物论》，距今约有 2 300 多年的历史。在中国的传统文化中，蝴蝶大都与美丽、自由、吉祥、长寿、富贵联系在一起，更多则是与忠贞不渝的爱情联系在一起。在当代世界上，凡有华人生存的地方，几乎无人不知“梁山伯与祝英台”这个从 1 400 多年前流传至今的凄美动人的爱情故事，音乐作品《梁祝》的优美旋律几乎成为中华民族最具代表性的声音之一。因此，对于蝴蝶的关注、对于蝴蝶资源的保护和利用，对于蝴蝶价值的不断探索、发现、认知、开发和利用，进而服务于人类的发展和进步事业，是每一个蝴蝶从业者义不容辞的责任和义务。

我和本书第一作者史军义教授是多年的老朋友，15 年前，当我还在学校生物科学与技术学院任职时，鉴于史教授的学术成就，即聘请他作为我院的兼职教授。我们在森林昆虫研究和利用方面有长期交流，共识颇多。2008 年，我应邀主持国家林业局科技司“948”项目的验收工作，由他负责的《珍稀濒

危蝴蝶培育技术引进》课题获得了与会专家的一致好评，认为其关键技术达到了国内领先水平，并被国家林业局认定“珍稀蝴蝶规模化培育技术”科技成果1项，此事给我留下了深刻印象。此后数年间，我从不同渠道了解到，他和他率领的研究团队始终立足蝴蝶研究的理论和实践前沿，以实事求是的科学态度和勇于探索的创新精神，努力发掘蝴蝶资源的内在价值，取得了令人信服的积极成果。

《蝴蝶营养研究与开发》是迄今为止我国关于蝴蝶营养研究与开发方面资料收集全面、基础数据丰富、内容编写科学的第一部专业著作。它的出版，不仅对我国蝴蝶资源的深入研究和利用具有很大的推动作用，甚至对我国整个蝴蝶产业的未来发展具有重要的现实意义。

日前作者索序，断无推辞之理，故应雅嘱，撰此小语以荐之。

骆有庆

教授、长江学者

北京林业大学副校长

2014年6月27日于北京

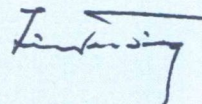
PREFACE III

Since 2000, the Ecological Conservancy Outreach Fund (ECO) of the University of Alberta in Edmonton, Alberta, Canada has worked closely with its dedicated partner, the Research Institute of Resource Insects (RIRI) of the Chinese Academy of Forestry in Kunming, Yunnan Province. Under the leadership of RIRI's President, Dr. CHEN Xiaoming, our joint focus has been on soil conservation, eco-rehabilitation, and rural economic reform in Yunnan's farming communities along the Upper Yangtze River. As the Co-Founder and Executive Director of ECO, I visited Kunming often. In 2004, a cursory but fascinating conversation with Professor SHI Jun-Yi, then Vice President of RIRI, aroused my great interest in his research on biodiversity conservation in the butterflies. Further discussions led to an ECO-RIRI joint research project in 2005: "Large Scale Experimental Breeding and Exposition in the Butterflies." In the succeeding years, I participated in overseeing the planning, designing, organizing, site-selecting and constructing of the laboratory, breeding and aviary facilities. In addition, I was also involved in the selection, planting, and management of species-specific host plants for the butterflies. Through these activities, I learned a great deal and shared the satisfaction and happiness with my colleagues witnessing the birth, growth, and maturation of our new research undertaking. Stemming from this initial exposure, I also learned about the exposition side of the butterfly research. This led to my additional exposure on the key aspects of Butterfly Garden design, construction, and management, through which, the fruits of biodiversity conservation can now be shared with the general public. By 2013, the book "*Butterfly Garden: Design, Construction and Management*" was published. This mile-stone accomplishment represents years of hard work and perseverance by Professor Shi and his team. I was particularly pleased, as an ageing colleague, to have registered my heart-felt congratulations to the authors in the Preface of that book.

Now, in 2014, it appears Professor Shi and his team has captured another bountiful harvest. Having built a solid foundation on butterfly breeding, exposition, and crafting over the past years, their newest efforts have yielded a most unusual compendium: “Nutritional Research and Development in the Butterflies.” This new publication is certainly extra-ordinary as it has documented in great depth, the nutritional values of butterflies and its suitability as a resource insect for human consumption. Out of strong curiosity I flipped through the volume and was utterly surprised to learn the rich amino acid contents the butterflies possess, especially, the essential amino acids required by men. I was particularly taken by the extremely high sulphur-containing amino acids, for example methionine and cysteine (94.2mg/g protein) in *Papilio demoleus* Linnaeus and *Erionota torus* Evans (82.9 mg/g protein). Both methionine and cysteine are body’s own antioxidants and detoxifying agents essential for fighting inflammation and maintaining good health. Recent animal studies also indicated that the high cysteine content found in canola protein isolates could be responsible in mitigating the metabolic syndrome and insulin resistance induced by high fat and high sugar diet typical of the North American population. Perhaps the high cysteine and methionine contents in some of the butterflies could offer additional health benefits beyond just good nutrition.

I have researched energy metabolism in animals and men over the past 50 years. From my perspective, the present book has systematically provided the basic nutrition data of selected butterfly species and evaluated their suitability for development as new resources for human consumption. As the first of its kind, there are always omissions and lack of refinement in some of the descriptions. But the creative approach and forthright projection have clearly reflected the authors’ commitment to scientific investigation and interpretation. For these, they should be commended.

Lastly, I would like to congratulate the authors for sharing their newest hard work with the butterfly researchers and hobbyists. I whole-heartily endorse the authors’ dedicated efforts and felt truly privileged and honored to have been asked to introduce their newest mile-stone accomplishment.



Lawrence Chia-Huang Wang, Ph.D., FRSC, D.Sc. (Hon)

Professor Emeritus, Department of Biological Sciences

Co-Founder and Executive Director, the ECO Fund

University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada T6G 2E9

June 25, 2014

序三

PREFACE III

自 2000 以来，加拿大阿尔伯塔大学的生态保护宣传基金（ECO）同中国林业科学研究院资源昆虫研究所紧密合作，在陈晓鸣所长的带领下，我们共同关注了云南长江上游的水土保持、生态修复和农村经济体制改革等问题。作为 ECO 的共同创始人和执行主任，我经常到访昆明。2004 年，我和时任资源昆虫研究所副所长的史军义教授进行了一次仓促但很富吸引力的谈话，他所从事的蝶类生物多样性保护研究激起了我的极大兴趣。我们的进一步讨论是在 2005 年 ECO 基金会与林科院资源昆虫研究所合作开展的《蝴蝶规模化养殖与利用试验示范研究》项目之中。这些年来，我不仅参与了整个蝴蝶合作项目的策划、设计、组织、养殖场选址和建设工作，还参与了蝴蝶养殖以及蝴蝶优良寄主植物的筛选、种植和管理工作，以及蝴蝶观赏园的开发、建设和经营等。通过这些活动，我学到了很多关于蝴蝶研究的知识，我和同事们共享了蝴蝶合作项目带来的满足和幸福，并一起见证了这一新事业的出生、成长和成熟。2013 年，我们终于分享到这一工作带来的第一个阶段性成果，也就是史教授和他的团队通过不懈的努力，克服诸多困难，将这些年来在蝴蝶园设计、建设和管理方面的理论和实践集中成册，正式出版了《蝴蝶园设计、建设与管理》一书。我有幸借为这部具有创新意义的专著作序之机，表达了作为一名科技工作者的欣喜之情和对史教授及其团队的由衷赞美。

2014 年，注定又是史教授和他的团队收获的一年。他们再接再厉，在以往蝴蝶养殖、蝴蝶观赏和蝴蝶工艺品加工等一系列工作的基础上，对蝴蝶的特殊价值和用途进行了更加深入的科学探索，并且获得了新的发现和新的成果。《蝴蝶营养研究与开发》一书的创作完成和出版，无论从任何角度讲，都是一件不同寻常的事件。在我怀着深深的好奇翻阅该书时，第一次得知蝴蝶

体内含有如此丰富的氨基酸，尤其是人体不能合成的必需氨基酸。最让我感到惊讶的，是蝴蝶体内丰富的含硫氨基酸，居然含量如此之高！例如蛋氨酸和胱氨酸的含量，达摩凤蝶蛹体内达到 120.3mg/g 蛋白质，而黄斑蕉弄蝶成虫体内达到 82.9mg/g 蛋白质。这两类氨基酸都是人类抗氧化和解毒功能的基本元素，具有对抗炎症和维持身体健康的重要作用。最近的动物研究表明，油菜分离蛋白中具有较高的蛋氨酸含量，这正是其能减轻北美人群中由高脂和高糖食品引起的代谢综合征和胰岛素抵抗的原因。因此，在一些蝴蝶中存在的高含量蛋氨酸和半胱氨酸，也许能给我们在正常的营养摄入的基础上带来额外的好处。

本人从事动物和人类的能量代谢研究达 50 年之久。在我看来，《蝴蝶营养研究与开发》是第一部系统的提供了蝴蝶营养研究与开发方面资料的专著，也是论述了蝴蝶作为人类可以利用的新型资源的可行性的专业著作。它或许不够理想，不够完美，但其折射出的创新意识和创新态度以及勇于尝试的科学精神，着实令人称道！

最后，我要祝贺作者将他们的又一部新作分享给所有的蝴蝶研究者和爱好者。我很荣幸，也非常高兴，可以为这引人注目的具有里程碑意义著作的出版再次表达我衷心的认可！

王录畴

加拿大皇家科学院院士

加拿大阿尔伯塔大学教授

加拿大 ECO 基金会共同创始人和执行主任

2014 年 6 月 25 日于加拿大埃德蒙顿

前言



《蝴蝶营养研究与开发》是由中国林业科学研究院资源昆虫研究所蝴蝶研究与发展中心、云南中林生物资源科技有限公司和深圳市天赋盛景旅游投资管理有限公司等单位的科研和工程技术人员合作研究、分析、整理、编撰的一部专业著作。书中各蝴蝶营养成分由农业部农产品质量监督检验测试中心（昆明）负责测试。该书从2011年3月提出编撰计划开始，到2014年9月完稿，历时3年多时间。该专著的主创人员，有的已从事蝴蝶科研工作多年，先后承担过十多项国家级、省部级以及国际合作的蝴蝶科研课题，有的长期参与蝴蝶养殖、蝴蝶加工和蝴蝶产业开发，有的则对蝴蝶营养产业充满信心，已经或正在聚集资源，积极投身蝴蝶营养产品的开发和利用。可以说，本书是在认真总结前人工作精华的基础上，通过不懈努力、全力合作所获得的最新研究成果，也是迄今为止，关于我国蝴蝶营养研究与开发方面收集资料较丰富、营养分析较全面、内容阐述较系统的第一部学术专著。

《蝴蝶营养研究与开发》的主要内容：第1章，绪论，主要包括蝴蝶营养的基本概念、蝴蝶营养研究的目的与意义、蝴蝶营养开发的基本概念、蝴蝶营养研究与开发的指导思想、基本原则、技术路线、可行性评估以及本书的价值构建和关键词解释等；第2章，蝴蝶营养研究与开发的背景，主要包括蝴蝶的自身价值、此前的蝴蝶研究工作以及在昆虫营养研究与开发方面的有益探索等；第3章，蝴蝶资源保护与开发现状，主要包括蝴蝶资源保护现状、蝴蝶资源开发现状（含蝴蝶养殖现状、蝴蝶开发现状和蝴蝶利用存在问题）以及蝴蝶营养研究与开发现状等；第4章，蝴蝶营养研究的内容与方法，主要包括蝶种选择与采集、蝴蝶样品的前处理方法、蝴蝶营养成分的检测方法、蝴蝶营养成分定义及数据处理分析方法等；第5章，蝴蝶营养成分的检测与

分析,主要包括6科15属20种35个蝴蝶虫态的鲜质量、干质量、水分、灰分、11种矿质元素含量、能量值、脂肪含量、蛋白质含量、碳水化合物含量、18种氨基酸含量及其总量的检测和分析,另外,还分析了部分蝶种的维生素、核黄素等营养成分;第6章,蝴蝶营养的总体评价,主要包括蝴蝶及其不同虫态各营养成分的平均含量以及及部分昆虫对应营养成分的比较;第7章,蝴蝶营养产品的开发与利用,主要包括蝴蝶营养产品开发与利用的原则、蝴蝶营养产品的类型与定位、优质蝶种的选取、蝴蝶原材料的生产、收集、加工、市场开发以及前景展望等;书后附有附录,主要包括蝴蝶营养成分表、常见食物营养成分表、常见食用昆虫名录以及主要参考文献近170篇。

《蝴蝶营养研究与分析》课题组共检测了18种33个虫态的蝴蝶营养成分,引用了其他学者关于菜粉蝶幼虫和金凤蝶幼虫的营养成分检测结果,另外还在营养分析对比部分,引用了杨月欣等编著的《中国食物成分表》一书中的相关数据,并对部分数据进行了鲜样与干样之间的换算。全书注重内容的专业性和编撰的科学性,力求用数据说话、理论联系实际,文字简洁、图文并茂、使用方便,可以作为广大蝴蝶研究、开发以及与食品、饮料、保健品、日化用品加工相关的科研人员、企事业管理者和工程技术人员的参考用书。

在《蝴蝶营养研究与开发》的创作过程中,我们得到了国家林业局资源昆虫培育与利用重点实验室支撑项目“蝴蝶规模化人工饲养技术研究”、国家林业局科技司“948”项目“珍稀濒危蝴蝶培育技术引进”和林业科学技术推广项目“观赏蝴蝶规模化人工养殖示范与推广”、国家林业局保护司动物保护专项“中国珍稀蝶类保护策略研究”和“凤蝶资源的保护与救护”、“中国珍稀蝶类栖息地维护保护试点”、“珍稀蝶类野外种群观测及栖息地维护”、中国-加拿大技术合作项目“蝴蝶规模化人工养殖与利用试验示范研究”、中央公益性科研院所基本科研业务费专项基金项目“蝴蝶工艺品制作工艺研究及产品开发”、“五种蝴蝶成虫行为化学生态机理及生态调控技术研究”、中央财政林业科技推广示范项目“蝴蝶养殖关键技术推广应用”等课题的技术支撑;先后得到了国家林业局保护司、濒危物种进出口管理办公室、中国林业科学研究院、尤其是资源昆虫研究所等多家单位有关领导、专家和技术人员的支持和帮助,在此一并表示由衷的感谢!其中,我们要特别感谢中国林业科学研究院张守攻院长、北京林业大学骆有庆副校长、加拿大皇家科学院王家璜院士在百忙之中抽空为本书作序;特别感谢国家林业局苏春雨、周亚飞、金志成、周志华、王维胜、吕小平、张炜、唐红英等各级领导以及中国林科院资源昆虫研究所陈晓鸣所长、杨时宇书记、苏建荣副所长、石雷副所长、李昆副所长、冯颖研究员、陈智勇处长、杨海云处长、欧晓东处长、陈军副处长和周成理博士、唐宇翀博士、王绍云站长、周静站长给予该项工作的大力支持和帮助;特别感谢陈世松、陈利、童安齐、赵世伟、马学彪、周雪松、朱贵平、杨

目录

CONTENTS

第1章 绪论 1

1.1 蝴蝶营养的基本概念.....3	1.6.5 市场的可行性..... 10
1.2 蝴蝶营养研究的目的与意义.....4	1.7 蝴蝶营养研究与开发的技术路线..... 11
1.3 蝴蝶营养开发的基本概念.....6	1.7.1 蝴蝶营养研究技术路线图..... 11
1.4 蝴蝶营养研究与开发的指导思想.....6	1.7.2 蝴蝶营养开发技术路线图..... 11
1.5 蝴蝶营养研究与开发的基本原则.....7	1.8 本书的价值构建..... 12
1.6 蝴蝶营养研究与开发的可行性评价....7	1.8.1 为什么编写本书..... 12
1.6.1 资源的可行性.....7	1.8.2 本书想做什么..... 12
1.6.2 政策的可行性.....8	1.8.3 本书的基本目标是什么..... 12
1.6.3 技术的可行性.....9	1.9 本书的关键词及其解释..... 13
1.6.4 经济的可行性.....9	

第2章 蝴蝶营养研究与开发的背景 15

2.1 蝴蝶的自身价值..... 16	2.2.2 蝴蝶的生物学研究..... 20
2.1.1 蝴蝶的生态价值..... 16	2.2.3 蝴蝶的生态学研究..... 26
2.1.2 蝴蝶的观赏价值..... 16	2.2.4 蝴蝶的资源保护研究..... 27
2.1.3 蝴蝶的人文价值..... 17	2.2.5 蝴蝶的分子系统学研究..... 27
2.1.4 蝴蝶的经济价值..... 18	2.3 昆虫营养研究与开发的有益尝试..... 28
2.2 蝴蝶研究现状..... 20	2.3.1 昆虫营养研究情况..... 28
2.2.1 蝴蝶的本底资源研究..... 20	2.3.2 昆虫营养开发情况..... 33

第3章 蝴蝶资源保护与开发现状 35

3.1 蝴蝶资源保护现状.....	36	3.2.2 蝴蝶开发现状.....	40
3.1.1 蝴蝶面临的主要威胁.....	36	3.2.3 蝴蝶利用存在的问题.....	42
3.1.2 蝴蝶主要保护措施.....	37	3.3 蝴蝶营养研究与开发现状.....	43
3.2 蝴蝶资源开发现状.....	39	3.3.1 蝴蝶营养研究现状.....	43
3.2.1 蝴蝶养殖现状.....	39	3.3.2 蝴蝶营养开发现状.....	45

第4章 蝴蝶营养研究的内容与方法 47

4.1 蝶种选择与采集.....	48	4.4.1 水分.....	57
4.1.1 蝶种选择范围.....	48	4.4.2 能量.....	57
4.1.2 选择蝶种及虫态.....	48	4.4.3 灰分.....	58
4.1.3 选择标准与样品采集.....	52	4.4.4 矿质元素.....	58
4.1.4 样品采集地信息.....	52	4.4.5 碳水化合物.....	59
4.2 样品前处理方法.....	56	4.4.6 脂肪.....	60
4.3 营养成分检测方法.....	56	4.4.7 蛋白质.....	60
4.4 营养成分分类及数据处理方法.....	57	4.4.8 氨基酸.....	60

第5章 蝴蝶营养成分的检测结果与分析 63

5.1 黄斑蕉弄蝶.....	64	5.2.2 常规营养成分分析.....	71
5.1.1 蝶种概述.....	64	5.2.3 矿质元素分析.....	72
5.1.2 常规营养成分分析.....	65	5.2.4 氨基酸分析.....	73
5.1.3 矿质元素分析.....	66	5.2.5 营养价值评价.....	74
5.1.4 氨基酸分析.....	67	5.2.6 开发前景.....	75
5.1.5 营养价值评价.....	68	5.3 迁粉蝶.....	75
5.1.6 开发前景.....	69	5.3.1 蝶种概述.....	75
5.2 箭环蝶.....	69	5.3.2 常规营养成分分析.....	76
5.2.1 蝶种概述.....	69	5.3.3 矿质元素分析.....	77