

楼良水  
编著

# 现代科技虫草研究概要

Research  
Outline of Modern  
Science and Technology Cordyceps



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

# 现代科技虫草研究概要

楼良水 编著



北京大学出版社  
PEKING UNIVERSITY PRESS

## 图书在版编目 (CIP) 数据

现代科技虫草研究概要 / 楼良水编著. —北京: 北京大学出版社, 2017. 11  
ISBN 978-7-301-28426-1

I. ①现… II. ①楼… III. ①虫草属—研究—中国 IV. ① Q949.327.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 142580 号

- 书 名 现代科技虫草研究概要  
XIANDAI KEJI CHONGCAO YANJIU GAIYAO  
著作责任者 楼良水 编著  
责任编辑 郑月娥 王剑飞  
标准书号 ISBN 978-7-301-28426-1  
出版发行 北京大学出版社  
地 址 北京市海淀区成府路 205 号 100871  
网 址 <http://www.pup.cn> 新浪微博: @北京大学出版社  
电子信箱 [zye@pup.cn](mailto:zye@pup.cn)  
电 话 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62767347  
印 刷 者 涿州市星河印刷有限公司  
经 销 者 新华书店  
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 16 印张 彩插 1 260 千字  
2017 年 11 月第 1 版 2017 年 11 月第 1 次印刷  
定 价 98.00 元

---

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

### 版权所有, 侵权必究

举报电话: 010-62752024 电子信箱: [fd@pup.pku.edu.cn](mailto:fd@pup.pku.edu.cn)

图书如有印装质量问题, 请与出版部联系, 电话: 010-62756370

## 作者介绍

楼良水，生于1954年，汉族，浙江省杭州市人，祖籍浙江绍兴。现任中国生命关怀协会副会长、中国重大疾病防治产业促进会会长。

上世纪70年代末进入北京大学地球与空间科学学院古生物学专业学习，时任班主任为王宪曾教授。

北京大学毕业后，初期在浙江自然科学博物馆工作，从事博物学及生物分类学研究工作。曾在《浙江林学院学报》《昆虫学报》等专业杂志上发表生物新种发现及分类研究论文若干篇。

1989年进入浙江大学进行教研工作，并致力于科学研究及产业开发。曾担任浙江大学高联创意发明研究所所长(为开发型研究所，做技术转化开发工作)，期间有几十项发明创造成果面世。成果涉及化工技术、新材料技术、人体保健技术、生物技术等多个领域的发明创造。

本世纪初伊始，从事真菌类虫草技术的研究和开发。在应用现代科技手段、方法对虫草生化有效成分进行应用研究、产业开发方面作出了较大贡献和成绩。特别是虫草多糖抗肿瘤研究，经裸鼠及生物医学功效模型试验研究取得了重要成果，抗肝癌研究取得实质性进展。编著的《现代科技虫草研究概要》一书系统地呈现了现代科技虫草研究成果的总结和开发应用前景，对虫草这一国宝为人类疾病预防及健康提高进行了卓有成效的探索性研究及实践，也奠定了这一领域的研究地位，起到了方向性的指示作用。

## 序

《现代科技虫草研究概要》一书即将面世，作者楼良水教授嘱我为该书作序，我乐于受命。

良水是我的学生，上世纪70年代末考入北京大学，就读于地质学系古生物专业，古生物是地质学和生物学的交叉学科，学生可以获取比较广泛的相关知识。当时，我为他们班开设“孢子花粉学”专题课时，他就对各类神奇的菌孢(fungi spore)产生了浓厚的兴趣，所以他在校期间“孢子花粉学”这门课的成绩尤为优秀。

毕业之后，良水仍未改初衷，在菌孢学理论上，选择虫草这一珍稀物种作为研究课题。他广泛涉猎国内外相关资料和研究成果；利用现代科学技术进行试验，从而获得第一手资料，在此基础上潜心进行分析研究，扎扎实实在虫草研究领域，取得了丰硕的开创性的成果。

难能可贵的是，良水并没有将他的虫草研究成果停留在纸面上，而是率领团队，将成果引向产品的开发和应用。大家都知道，虫草在一千多年前医书就有记载，是一种珍贵的药材。如今他们以科学研究为基础，以实验数据为支撑，以先进的生产技术为手段，开发出这样的虫草产品，根深蒂固。我相信这样的产品一定能经得起社会的检验。

楼良水教授呕心沥血十几年，完成了《现代科技虫草研究概要》这部著作。作者详细系统地阐述了虫草的分布及现状、虫草生物化学及营养学分类、虫草的药理研究、虫草的培育等基本知识。该书具有科学性、实用性和可读性。《现代科技虫草研究概要》的出版将会促进人们对虫草菌孢的科学认识，从而正确地应用虫草。

我仅以如下四句话作为对作者的鼓励 and 希望：

广集天地之灵气  
博采生物之精华  
研发创新之产品  
造福人类之健康

王宪曾  
于北京大学  
2016 年 12 月

# 前 言

编写《现代科技虫草研究概要》这本书，主要基础是源于我本人学科专业，缘于上世纪 70 年代末我有幸进入北京大学地球与空间科学学院古生物学专业学习，师从中国孢子学权威王宪曾教授，在真菌与孢子学领域为我种下了优良的科研基因。

编著这本书，另是寄予了一批新中国生物科技带头人的厚望。我们多年从事虫草研究及开发，也希望中国虫草这一特殊物种走向国门，造福全人类，作出我们科技工作者应有的贡献！

现代科学技术涉及自然科学、技术科学的各学科，工程技术、生产技术的各领域。现代科学技术创造着新的技术群、产业群，改变着产业结构和劳动组织，对现代生产和生活的各个领域都产生了巨大的影响。纵观全局，人类的科研已经跨出地球，向着全宇宙进军，然而人类的生命科学研究尚未突破生、老、病、死的限制，生命科学研究的落后是有目共睹的事实。

我们也期望作一些有益的探索，在本书中将以冬虫夏草(简称虫草)研究的课题展开。虫草是一类重要的昆虫病原真菌，作为传统中草药在我国应用已有上千年的历史。近年来随着市场需求的增大，自然虫草被过度采挖，让这一物种濒临灭绝，同时给三江源脆弱的生态环境带来了难以修复的灾难。

我们以科技研究、人工培育、物种优化等多种科技手段，让虫草这一珍稀物种以更优质的品质为人类健康服务，期冀在人类健康、康复方面做一些有益的讨论和研究。我们兼顾虫草前沿研究及中国的中医传统理念，用中国人的思维，用现代科学的方式剖析虫草对人类健康的作用；同时我们也将运用西方医学、生物学、营养学、生物工程学等学科理论依据来分析虫草与健康的关系，寻找人类在攻克癌症等疾病方面的现代科学手段，探索人类长寿的秘密，为人类青春常驻、生活安康幸福递交一份属于东方人的答卷。

本书主要针对我国传统虫草这一珍稀物种展开，除了反映虫草生物学领域的最新进展之外，还涉及其临床与人类健康关联基础方面的探讨。全书共分十三章，从以下多方面逐一展示：国内、国际专家对虫草的研究近况；虫草物种分类、分布及现状；虫草属真菌研究进展；虫草培育的研究进展；虫草的科技培育；科技虫草的成分及功效研究；生命科学推动虫草科技的发展；虫草多糖的高科技研究；虫草商业化转化科技探索；国际基因研究与 DNA 标记在虫草领域的应用；虫草的药理作用研究进展；虫草生物活性成分的研究进展等。

本书知识广度已涉及中国虫草属名称 139 个，包含有效名称 130 个，业内公布认可的名称 125 个、变种 3 个；其中深入分析的有 10 个，在试验和临床方面均有不同程度的深入探讨。具体而言，介绍了处于知识深度前沿的物种基因 DNA 的标识在虫草中的应用，把虫草中的氨基酸物质成分深入到寡肽的研究，以及对肽蛋白在成长及防衰方面的研究等，通过专业的试验及临床，把结果清晰地展现给大家，这对今后虫草资源的调查研究是非常有必要的铺垫。

本书还涵盖了虫草商业转化方面的指导，将现代科技应用于虫草研究领域里以服务于人类，总结了至目前为止比较新颖和系统性的研究成果。本书涉及虫草研究的最前沿与虫草领域的研究经典，希望为广大虫草消费者、生物爱好者及相关研究人员提供虫草行业知识框架和试验参考。

现代科技需要知识创新、知识生产、知识传播和应用。我们对虫草进行的科学研究，也担负着 21 世纪全面实现小康社会，人民健康幸福的重要历史使命。本书所涉及的知识、观点、学术成果，均由本人及一批德高望重的学者、专家贡献所得。仅从我们的角度为虫草科技研究提出方向性大纲，供希望了解虫草行业的各位人士参阅，也愿更多的有志之士参与到我们的具体课题和试验研究中来。让我们共同努力完善虫草现代科技研究。

楼良水

2017 年 3 月

邮箱：303514395@qq. com

或 707914598@qq. com

编者按：

本书只用于行业内探讨与交流，不作为商业经营指导，不进行商业性宣传。如有涉及技术及试验数据，其权益归专业提供者所有，本书不赢利，不涉及第三方权益。本书因涉及面的需要，有引用和借鉴的部分，在本书末均有文献出处与人员名录。如有疏漏之处，敬请各位专家、同行来函批评、指正。谢谢！

# 目 录

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 第一章 概述 .....                 | (1)  |
| 1.1 中国虫草有关的史料记载 .....        | (1)  |
| 1.2 虫草研究的价值和意义 .....         | (4)  |
| 1.3 海外专家对中国虫草的研究 .....       | (4)  |
| 1.4 现代科学研究发现的虫草营养和药用成分 ..... | (5)  |
| 1.5 现代医学研究虫草的药理功能趋向 .....    | (6)  |
| 1.6 中医研究虫草的功效 .....          | (6)  |
| 第二章 虫草物种分类、分布及现状 .....       | (8)  |
| 2.1 西冬虫夏草 .....              | (8)  |
| 2.2 北冬虫夏草 .....              | (10) |
| 2.2.1 北虫草原寄生体昆虫的种类 .....     | (11) |
| 2.2.2 关于北虫草(蛹虫草)的记载 .....    | (12) |
| 2.3 亚香棒虫草 .....              | (13) |
| 2.3.1 棒蝠蛾分布地区 .....          | (14) |
| 2.3.2 棒蝠蛾生物学特性 .....         | (14) |
| 2.3.3 亚香棒虫草菌 .....           | (15) |
| 2.3.4 亚香棒虫草的化学成分及其药理作用 ..... | (17) |
| 2.4 凉山虫草 .....               | (17) |
| 2.4.1 凉山虫草研究 .....           | (18) |
| 2.4.2 如何鉴别 .....             | (19) |
| 2.4.3 凉山虫草的化学成分及药理作用 .....   | (19) |
| 2.5 新疆虫草 .....               | (21) |
| 2.6 泰山虫草 .....               | (22) |
| 2.6.1 泰山虫草研究 .....           | (23) |
| 2.6.2 泰山虫草的功效探索 .....        | (23) |
| 2.7 大虫草(蝉花) .....            | (24) |
| 2.8 中国其他各类虫草 .....           | (26) |
| 2.9 中国虫草的综合情况 .....          | (33) |

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| 第三章 虫草真菌生物学研究进程 .....              | (34) |
| 3.1 Kobayasi 分类系统 .....            | (34) |
| 3.2 Sung 分类系统 .....                | (35) |
| 3.3 虫草属真菌研究 .....                  | (36) |
| 3.4 虫草在生物界中的地位 .....               | (37) |
| 3.5 抗菌素 .....                      | (39) |
| 3.6 真菌的医学应用 .....                  | (40) |
| 3.6.1 药用真菌的种类 .....                | (40) |
| 3.6.2 药用真菌的有效化学成分 .....            | (45) |
| 3.6.3 药用真菌的主要生物功效 .....            | (46) |
| 3.6.4 药用真菌的前景和展望 .....             | (47) |
| 3.7 抗菌素的发现 .....                   | (48) |
| 3.8 抗菌素的作用机理 .....                 | (49) |
| 3.9 虫草真菌 .....                     | (50) |
| 3.10 虫草属真菌开发的方向和基础 .....           | (50) |
| 第四章 虫草的生物化学、营养学分类探索 .....          | (52) |
| 4.1 虫草中的氨基酸类 .....                 | (52) |
| 4.2 虫草中的核苷类 .....                  | (53) |
| 4.3 虫草中的脂单糖、多糖类、酸类、糖醇、固醇类 .....    | (54) |
| 4.4 虫草中的生物碱 .....                  | (56) |
| 4.5 虫草中的超氧化物歧化酶(SOD)、多胺类及维生素 ..... | (57) |
| 4.6 虫草中的微量元素 .....                 | (57) |
| 4.7 人工蛹虫草子实体中虫草素的检测 .....          | (58) |
| 4.8 北虫草中核苷类成分的含量测定 .....           | (58) |
| 4.9 虫草减轻自由基引起的细胞氧化损伤 .....         | (59) |
| 4.10 虫草对老年大鼠自由基代谢影响的研究 .....       | (60) |
| 4.11 虫草化学成分的比较 .....               | (61) |
| 4.12 人工虫草与野生蛹虫草化学成分的比较 .....       | (62) |
| 第五章 虫草素的高端生化研究 .....               | (64) |
| 5.1 虫草素的历史研究 .....                 | (64) |
| 5.2 虫草素(3'-脱氧腺苷)的研究进展 .....        | (65) |

|                              |                         |      |
|------------------------------|-------------------------|------|
| 5.3                          | 国内外虫草素的研究现状 .....       | (66) |
| 5.4                          | 虫草素的生物活性及其药理作用 .....    | (68) |
| 5.5                          | 虫草素具有抗肿瘤作用 .....        | (68) |
| 5.6                          | 虫草素具有抗病毒作用 .....        | (71) |
| 5.7                          | 虫草素具有广谱抗病菌作用 .....      | (71) |
| 5.8                          | 虫草素具有免疫调节作用 .....       | (72) |
| 5.9                          | 虫草素清除自由基的机理 .....       | (73) |
| 5.10                         | 虫草素的临床应用价值 .....        | (73) |
| 5.11                         | 虫草素的生物合成研究 .....        | (76) |
| 5.12                         | 虫草素高效生物合成技术试验 .....     | (77) |
| 5.13                         | 虫草素的提取方法 .....          | (78) |
| 5.14                         | 北虫草有效物质(虫草素)的优化提高 ..... | (79) |
| 5.15                         | 影响虫草素产量的因素分析 .....      | (80) |
| 5.16                         | 虫草素的提取及纯化工艺 .....       | (81) |
| 5.17                         | 虫草素的检测方法 .....          | (81) |
| 5.18                         | 虫草素高效提取纯化新技术 .....      | (82) |
| 5.19                         | 虫草素的生物合成来源 .....        | (82) |
| 5.20                         | 菌株种类的影响 .....           | (83) |
| 5.21                         | 培养方式的影响 .....           | (84) |
| 5.22                         | 培养基成分的影响 .....          | (84) |
| 5.23                         | 其他因素的影响 .....           | (85) |
| 5.24                         | 虫草素的体内代谢及结构优化 .....     | (86) |
| 5.25                         | 虫草素的研究具有创新意义 .....      | (88) |
| 5.26                         | 虫草素烷酰胺同系物的合成 .....      | (90) |
| 5.27                         | 药代动力学试验 .....           | (91) |
| 5.28                         | 体外抗菌活性试验 .....          | (92) |
| 5.29                         | 小结 .....                | (93) |
| 第六章 虫草多糖的化学结构及药理活性研究进展 ..... |                         | (94) |
| 6.1                          | 虫草多糖的化学结构 .....         | (94) |
| 6.2                          | 虫草多糖结构研究在质量控制中的应用 ..... | (96) |
| 6.3                          | 虫草多糖的物化特性 .....         | (96) |
| 6.4                          | 虫草多糖的药理活性研究进展 .....     | (97) |
| 6.5                          | 虫草多糖的药理学研究总结 .....      | (98) |

|            |                         |              |
|------------|-------------------------|--------------|
| 6.6        | 虫草多糖及多糖提取物降糖机制的研究 ..... | (99)         |
| 6.7        | 虫草多糖对肝脏的保护作用 .....      | (100)        |
| 6.8        | 虫草多糖保护肾功能的作用 .....      | (100)        |
| 6.9        | 虫草多糖的免疫调节作用 .....       | (101)        |
| 6.10       | 虫草多糖在呼吸系统中的作用 .....     | (101)        |
| 6.11       | 虫草多糖与内分泌系统的功效观察 .....   | (102)        |
| 6.12       | 虫草多糖与高肾功能活性 .....       | (102)        |
| 6.13       | 虫草多糖有神经系统调节作用 .....     | (102)        |
| 6.14       | 虫草多糖有抑制肿瘤作用 .....       | (102)        |
| 6.15       | 虫草多糖的其他作用 .....         | (103)        |
| 6.16       | 虫草多糖的提取分离工艺 .....       | (104)        |
| 6.17       | 虫草多糖的主要应用 .....         | (104)        |
| 6.18       | 虫草多糖的生物转化 .....         | (107)        |
| 6.19       | 发酵生产虫草多糖(液体发酵工艺) .....  | (108)        |
| 6.20       | 胞内多糖的提取 .....           | (109)        |
| 6.21       | 胞外多糖的提取 .....           | (109)        |
| 6.22       | 虫草多糖药理试验效果验证 .....      | (110)        |
| 6.23       | 虫草多糖发展存在的问题 .....       | (112)        |
| <b>第七章</b> | <b>人类基因组计划 .....</b>    | <b>(113)</b> |
| 7.1        | 人类基因组计划内容 .....         | (113)        |
| 7.2        | 人类基因组计划进展 .....         | (113)        |
| 7.3        | 人类基因组研究成果 .....         | (114)        |
| 7.4        | 遗传图谱 .....              | (114)        |
| 7.5        | 物理图谱 .....              | (115)        |
| 7.6        | 序列图谱 .....              | (115)        |
| 7.7        | 转录图谱 .....              | (115)        |
| 7.8        | HGP 对人类的重要意义 .....      | (116)        |
| 7.8.1      | HGP 对人类疾病基因研究的贡献 .....  | (116)        |
| 7.8.2      | HGP 对医学的贡献 .....        | (116)        |
| 7.8.3      | HGP 对生物技术的贡献 .....      | (116)        |
| 7.8.4      | HGP 对制药工业的贡献 .....      | (117)        |
| 7.8.5      | HGP 对社会经济的重要影响 .....    | (117)        |
| 7.9        | DNA 分子标记的优点和种类 .....    | (117)        |

|            |                          |              |
|------------|--------------------------|--------------|
| 7.9.1      | DNA 分子标记的优点 .....        | (117)        |
| 7.9.2      | 限制性片段长度多态性 RFLP .....    | (118)        |
| 7.9.3      | 以 PCR 为基础的分子标记 .....     | (118)        |
| 7.9.4      | 随机扩增多态性 DNA .....        | (118)        |
| 7.9.5      | 简单序列重复标记 SSR .....       | (119)        |
| 7.9.6      | 扩增片段长度多态性 AFLP .....     | (119)        |
| 7.9.7      | 以 DNA 测序技术为核心的分子标记 ..... | (119)        |
| 7.10       | DNA 标记在虫草领域中的应用 .....    | (120)        |
| <b>第八章</b> | <b>虫草商业化科技探索 .....</b>   | <b>(123)</b> |
| 8.1        | 虫草素的商业化转化创新 .....        | (123)        |
| 8.2        | 虫草中活性物质成分的开发 .....       | (124)        |
| 8.3        | 北虫草保质的工艺要求 .....         | (125)        |
| 8.4        | 人工北虫草的化学成分指标 .....       | (125)        |
| <b>第九章</b> | <b>虫草生化成分与人体健康 .....</b> | <b>(128)</b> |
| 9.1        | 虫草中的腺苷类物质与人体健康 .....     | (128)        |
| 9.2        | 虫草中的其他核苷成分与人体健康 .....    | (128)        |
| 9.3        | 虫草中的蛋白成分与人体健康 .....      | (130)        |
| 9.4        | 虫草中的不饱和脂肪酸与人体健康 .....    | (131)        |
| 9.5        | 虫草中的反油酸与人体健康 .....       | (133)        |
| 9.6        | 虫草中的天冬氨酸与人体健康 .....      | (133)        |
| 9.7        | 虫草中的苏氨酸与人体健康 .....       | (134)        |
| 9.8        | 虫草中的缬氨酸与人体健康 .....       | (134)        |
| 9.9        | 虫草中的丝氨酸与人体健康 .....       | (135)        |
| 9.10       | 虫草中的谷氨酸与人体健康 .....       | (136)        |
| 9.11       | 虫草中的甘氨酸与人体健康 .....       | (137)        |
| 9.12       | 虫草中的丙氨酸与人体健康 .....       | (137)        |
| 9.13       | 虫草中的磺基丙氨酸与人体健康 .....     | (138)        |
| 9.14       | 虫草中的蛋氨酸与人体健康 .....       | (138)        |
| 9.15       | 虫草中的异亮氨酸与人体健康 .....      | (139)        |
| 9.16       | 虫草中的亮氨酸与人体健康 .....       | (139)        |
| 9.17       | 虫草中的酪氨酸与人体健康 .....       | (140)        |
| 9.18       | 虫草中的苯丙氨酸与人体健康 .....      | (140)        |

|        |                                 |       |
|--------|---------------------------------|-------|
| 9.18   | 虫草中的赖氨酸与人体健康 .....              | (141) |
| 9.19   | 虫草中的组氨酸与人体健康 .....              | (142) |
| 9.20   | 虫草中的精氨酸与人体健康 .....              | (142) |
| 9.21   | 关于氨基酸知识的一些补充 .....              | (143) |
| 9.22   | 虫草中的甘露醇与人体健康 .....              | (145) |
| 9.23   | 虫草中的微量元素(钾)与人体健康 .....          | (146) |
| 9.24   | 科技虫草清除自由基的药理研究 .....            | (147) |
| 9.25   | 虫草中超氧化物歧化酶(SOD)的应用研究 .....      | (149) |
| 9.26   | 虫草的抗肿瘤活性研究进展 .....              | (150) |
| 9.27   | 虫草菌提取物对 HL-60 细胞的抑制作用 .....     | (151) |
| 9.28   | 虫草菌丝对传代大鼠系膜细胞(MsC)胶原代谢的影响 ..... | (152) |
| 9.29   | 虫草调控肺纤维化的作用 .....               | (153) |
| 9.30   | 虫草多糖对化学性肝损伤的保护作用 .....          | (155) |
| 9.31   | 虫草素活性对人体作用机理 .....              | (156) |
| 9.31.1 | 虫草素调节心、脑血管机能的作用机理 .....         | (156) |
| 9.31.2 | 虫草素降血糖机理 .....                  | (157) |
| 9.31.3 | 虫草素抗癌作用机理 .....                 | (158) |
| 9.31.4 | 虫草素抗氧化、抗疲劳作用机理 .....            | (160) |
| 9.31.5 | 虫草素抗菌、抗病毒作用机理 .....             | (161) |
| 9.31.6 | 虫草素抗炎作用机理 .....                 | (161) |
| 9.31.7 | 虫草素抗白血病作用机理 .....               | (162) |
| 9.31.8 | 虫草素的肝、肺功能调节机理 .....             | (162) |
| 9.32   | 虫草多糖生物活性研究进展 .....              | (164) |
| 9.33   | 虫草多糖的功能和虫草多糖脂质体的应用 .....        | (165) |
| 9.34   | 虫草及其发酵制品抗氧化能力研究 .....           | (166) |
| 9.35   | 虫草多糖对吸烟引起的细胞损伤的保护作用 .....       | (167) |
| 9.36   | 虫草多糖对免疫性肝损伤的保护作用 .....          | (168) |
| 9.37   | 北虫草小分子肽抗氧化和耐缺氧机制研究 .....        | (168) |
| 9.38   | 虫草蛋白肽与人体健康的研究 .....             | (170) |
| 9.39   | 北虫草提取液对小鼠肝细胞能荷的影响 .....         | (172) |
| 9.40   | 北虫草提取物延缓皮肤衰老的试验研究 .....         | (173) |
| 9.41   | 蛹虫草的化学成分、药效及应用 .....            | (174) |
| 9.42   | 虫草提高免疫力的机理 .....                | (176) |
| 9.43   | 肾脏功能调节机理 .....                  | (180) |

|                                 |                          |              |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| 9.44                            | 造血功能调节机理 .....           | (180)        |
| 9.45                            | 血脂调节机理 .....             | (181)        |
| 9.46                            | 调理内分泌、美容养颜、促进睡眠机理 .....  | (181)        |
| 9.47                            | 抗癌、抗菌、抗炎、抗衰老作用机理 .....   | (182)        |
| <b>第十章 生命科技将推动虫草科技的飞跃 .....</b> |                          | <b>(184)</b> |
| 10.1                            | 现代科技推动虫草研究的提升 .....      | (184)        |
| 10.2                            | 虫草核苷类化合物研究的突破 .....      | (186)        |
| 10.3                            | 常用核苷类化合物的分离技术应用 .....    | (186)        |
| <b>第十一章 虫草生物活性成分的研究进展 .....</b> |                          | <b>(187)</b> |
| 11.1                            | 虫草活性成分的纯化工艺 .....        | (187)        |
| 11.2                            | 虫草活性物质生物转换技术的研究 .....    | (188)        |
| 11.3                            | 虫草活性成分活性多肽(HGH)的研究 ..... | (189)        |
| 11.4                            | 活性多肽(HGH)的发现与发展 .....    | (190)        |
| 11.5                            | 活性多肽与老年人长寿 .....         | (192)        |
| 11.6                            | 虫草多糖机能研究 .....           | (193)        |
| 11.7                            | 蝙蝠蛾拟青霉 .....             | (196)        |
| 11.8                            | 虫草的无性型分离和验证的方法 .....     | (197)        |
| 11.8.1                          | 复无性型的问题 .....            | (199)        |
| 11.8.2                          | 有关虫草学名的问题 .....          | (199)        |
| 11.8.3                          | 合格发表的新种名称 .....          | (199)        |
| 11.8.4                          | 不合格发表或应作为异名的名称 .....     | (200)        |
| 11.8.5                          | 已作为异名处理的名称 .....         | (200)        |
| 11.8.6                          | 不可能是虫草无性型的名称 .....       | (200)        |
| 11.8.7                          | 可能不是虫草无性型的名称 .....       | (200)        |
| 11.8.8                          | 与虫草的关系有待验证的名称 .....      | (201)        |
| 11.8.9                          | 目前可以确认为虫草无性型的名称 .....    | (201)        |
| <b>第十二章 虫草培育的研究进展 .....</b>     |                          | <b>(202)</b> |
| 12.1                            | 蛹虫草的生物学特性 .....          | (202)        |
| 12.2                            | 菌丝体的发酵研究 .....           | (203)        |
| 12.3                            | 虫草发酵培育的条件 .....          | (204)        |
| 12.4                            | 无性虫草菌的分类 .....           | (205)        |

---

|            |                        |       |
|------------|------------------------|-------|
| 12.5       | 虫草的科技培育要素 .....        | (205) |
| 12.6       | 虫草科技培育的研究内容及技术路线 ..... | (206) |
| 12.7       | 北虫草培育成果 .....          | (208) |
| 12.8       | 菌种工艺 .....             | (209) |
| 12.9       | 母种条件要求 .....           | (211) |
| 12.10      | 培养基配料示范 .....          | (211) |
| 12.11      | 蛹虫草斜面菌种培养基的选择 .....    | (212) |
| 12.12      | 培养基制作 .....            | (213) |
| 12.13      | 接种 .....               | (214) |
| 12.14      | 菌丝体培养 .....            | (214) |
| 12.15      | 转色 .....               | (214) |
| 12.16      | 出菇 .....               | (215) |
| 12.17      | 子实体成长情况分析 .....        | (216) |
| 12.18      | 采收与储存 .....            | (216) |
| 12.19      | 食品级蛹虫草标准及分类 .....      | (217) |
| 12.20      | 子实体的营养价值 .....         | (218) |
| 12.20.1    | 蛹虫草的化学成分 .....         | (218) |
| 12.20.2    | 蛹虫草中的特色物质 .....        | (219) |
| 12.20.3    | 蛹虫草功能及作用的现代研究 .....    | (219) |
| 12.21      | 饮食建议 .....             | (221) |
| 12.22      | 适用人群 .....             | (221) |
| 12.23      | 国内北虫草人工培养现状 .....      | (221) |
| 12.24      | 北虫草人工培育研究进展 .....      | (222) |
| 12.25      | 培育虫草和野生北虫草的不同 .....    | (223) |
| 12.26      | 北虫草培育趋势 .....          | (223) |
| 12.27      | 讨论 .....               | (225) |
| 编后语 .....  |                        | (227) |
| 参考文献 ..... |                        | (229) |
| 鸣谢 .....   |                        | (238) |

# 第一章 概述

## 1.1 中国虫草有关的史料记载

古往今来，追求永生及健康是人类有史以来永恒不变的话题。中国从距今五千年前的大荒神帝(神农氏)到历代著名皇帝，除了能征善战外，都得安排御医，遍尝百草，寻找治病良药，一为自己“万岁！”，二为臣子、子民治病，以得人心。从三皇五帝至今，就有许多美丽的传说。敢于牺牲的成千上万的医生们用自己的生命去采摘百草，去体验百草的毒性和功效，这就是中医药文化。

虫草的应用在一千多年前的医学书籍《藏本草》中就有记载，虫草有“润肺、补肾”之功效；到清朝雍正或乾隆年间，虫草已被正式列为药材。将从古到今有关虫草的记载作以下梳理，以供大家参阅。

- ◆ 1694 年，汪昂的《本草备要》：“冬虫夏草，甘平，保肺益肾，止血化痰，止劳咳。”
- ◆ 1757 年，吴仪洛的《本草从新》：“入肺、肾经。甘、平。保肺、益肾、止血、化痰、已劳嗽。治膈症皆良。保肺气，实腠理，补肾益精。主治：肺虚咳喘，癆嗽，痰血，自汗，盗汗，肾亏阳痿，遗精，腰膝酸痛。”
- ◆ 1765 年，赵学敏的《本草纲目拾遗》：“治膈症，蛊胀，病后虚损。”“夏草冬虫，功与人参同，能治诸虚百损。以其得阴阳之气全也。功与人参、鹿茸同，但药性温和，老少病虚者皆宜食用……”“冬虫夏草性温暖，补精益髓，此物保肺气。”
- ◆ 《本草再新》：“有小毒，入肺、肾二经。”
- ◆ 1778 年，唐铨衡的《文房肆考》：“孔裕堂，桐乡乌镇人，述其弟患怯，汗大泄，虽盛暑，处密室帐中，犹畏风甚，病三年，医药不效，症在不起，适有戚自川解组归，遗以夏草冬虫三斤，遂日和荤蔬作肴炖食，渐至痊愈，因信此物之保肺气，实腠理，确有征验，嗣后用之俱奏效。”
- ◆ 1791 年，徐昆的《柳崖外编》：“和鸭肉炖食之，大补。”
- ◆ 1808 年，王秉衡的《重庆堂随笔》：“冬虫夏草，具温和平补之性，为虚症、