

世界中草论坛

2011~2017

C O R D Y C E P S F O R U M

2011-2017



李增智 孙长胜 主编



科学出版社

世界虫草论坛 2011 ~ 2017

Cordyceps Forum 2011—2017

李增智 孙长胜 主编



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书收录了 2011 ~ 2017 年世界虫草论坛大会专家学术报告的内容, 呈现了近年来国内外在这一研究领域的研究热点和学术进展。全书图文并茂, 内容丰富, 精彩纷呈。

本书可供虫草研究领域科研人员参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

世界虫草论坛: 2011 ~ 2017 / 李增智, 孙长胜主编. ——北京: 科学出版社, 2018.8

ISBN 978-7-03-058278-2

I. ①世… II. ①李… ②孙… III. ①虫草属-国际学术会议-文集 IV. ①R282.71-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 160485 号

责任编辑: 鲍 燕 曹丽英 / 责任校对: 张凤琴
责任印制: 肖 兴 / 封面设计: 北京图阅盛世文化传媒有限公司

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>

北京汇瑞嘉合文化发展有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018 年 8 月第 一 版 开本: 787 × 1092 1/16

2018 年 8 月第一次印刷 印张: 15 1/2

字数: 368 000

定价: 128.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

《世界虫草论坛 2011 ~ 2017》 编辑委员会

主 编

李增智 孙长胜

副主编

王玉芹 李春如

委 员

陈以平 陈祝安 樊美珍 李春如 李泰辉

李增智 刘杏忠 刘玉宁 Nigel Hywel-Jones

Richard Humber 孙长胜 王成树 王玉芹

《世界虫草论坛 2011 ~ 2017》 编纂工作组

主 任

李增智

副主任

王玉芹 李春如

成 员

李 成 郭 颖 王源源 赵 忻 张忠亮

王 莹 董建飞

世界虫草研究在新时期 将走向新高度（代序）

李玉院士在 2016 年 8 月 13 日世界虫草论坛上的讲话

在中国传统中医药中，除了植物药、动物药、矿物药之外，还有一类前景更为广阔的菌物药。在菌物药里面，虫草以其独特的方式让世人所瞩目；在虫草里面，蝉花又以它最独特的研究方式和科学理论数据受到国内外同行的重视。应该说，泛亚在虫草特别是在蝉花虫草领域做出了突出贡献，以它独特的立足点和视角把虫草推向我们医学界和药学界的前沿，它是真正把科学和文化紧密结合的一个典范。

中国虫草博物馆的开办是对虫草的研究历史和现状的有机结合，使得虫草的研究具有更加深厚的底蕴。特别是对蝉花的研究真正体现了以中学为体、西学为用的结合方式，通过先进的研究手段，阐明了蝉花在中医药学中独特的位置。我相信，在泛亚的带领下，我国的虫草研究肯定能够抑制目前某些虫草菌不太正常的虚高冒领的现象，而真正以全新科学的态度展现给世人。

应该说，目前对虫草的研究赶上了一个非常好的机遇，国家在“十三五”中把大健康产业推向了前沿，真正地把人类的保健、养生和健康结合在一起，使得按照传统中医学理论发展起来的中医药学遇到了难得的机遇。尤其是屠呦呦获诺贝尔奖之后，又产生了一股新的研究中医药学的热潮，但是在很多方面没有以科学的态度研究这一宝贵的遗产。随着大健康产业的推进，我相信泛亚会以蝉花作为一个引领，真正起到对中医药学的推进作用。我相信在泛亚的带领下，中国和世界的虫草研究一定会被推向一个新的高度。这届大会就是一个非常好的、有力的佐证。

通过这次的交流，来自世界各国的虫草专家和中国的科学家紧密地结合，通过真正意义上的科学交流把中国虫草研究推向一个新的高度。中国虫草的研究和中国蝉花的研究一定会在泛亚科研群体和李增智教授的领导下，产生出更大的成果，一定会对中国虫草的研究、中国的中医药学的研究做出最突出的贡献。预祝这次大会取得圆满成功，谢谢大家！

中国工程院院士
中国菌物学会原理事长
吉林农业大学教授



目 录

第一章 专家学术报告

● 世界虫草论坛 2017 (2017.8.5 ~ 7, 辽宁沈阳)

虫草的分类: 从林奈的分类系统到一种真菌一个名称	003
Classification of <i>Cordyceps</i> : from Linnaeus to 1F1N	
金龟子绿僵菌的种系演变以及物种界限和重组	005
Phylogeny, species limits and recombination in <i>Metarhizium anisopliae</i> s.l.	
冬虫夏草——气候变化导致生境丧失的濒危物种	006
<i>Ophiocordyceps sinensis</i> an endanger species with habitat loss resulted from climate change	
蝉花研究与应用现状	008
Current status of research and application of cicada flower, <i>Isaria cicadae</i>	
澳大利亚热带雨林中昆虫和蜘蛛真菌的生物多样性	010
Biodiversity of fungi on insects and spiders in tropical Australian rainforest	
虫草: 从基因组到产业升级的思考	012
<i>Cordyceps</i> : the ways from the genomes to industrial upgrading	
野生和人工培养蝉花及蝉棒束孢菌丝代谢组比较研究	014
Metabolomic comparison between wild and cultured Chanhua and mycelia of <i>Isaria cicadae</i>	
冬虫夏草成熟过程中化学成分和基因组成分的动态变化	018
Dynamic alterations of chemical constituents and genomic components in natural <i>Cordyceps sinensis</i> during maturation	
泰国肉座菌目无脊椎动物病原真菌分类学最新进展	021
Recent additions to the taxonomy of hypocrealean invertebrate-pathogens from Thailand	
蝉花药理作用研究及临床应用展望	029
Pharmacological activity of cicada flower and its clinical application prospect	

建立国际虫草类真菌协会的建议	032
A proposal for the establishment of an international association of cordycipoid fungi	
从广义轮枝孢属拆分出的属的分类现状	033
Current taxonomic state of genera segregated from <i>Verticillium</i> s.l.	
虫草交配生物学研究进展	036
Recent progress in mating biology of <i>Cordyceps</i>	
蚁线虫草属真菌的多样性、生态学和进化	038
Diversity, ecology and evolution of myrmecophilous <i>Ophiocordyceps</i>	
基因组测序揭示白僵菌中白僵菌素和夫西地酸的生物合成途径	041
Genome sequencing reveals a biosynthetic pathway of beauvericin and fusidic acid in <i>Beauveria</i>	
虫生真菌的进化生物学研究	046
Evolutionary biology of <i>Cordyceps</i>	
蝙蝠蛾拟青霉菌丝体纯化多糖抗糖尿病肾病活性探讨	049
Studies on the anti-diabetic nephropathy activities of purified polysaccharides from <i>Paecilomyces hepiali</i>	
蛹虫草提取物降高尿酸血症作用及其活性成分	053
Hypouricemic effects of <i>Cordyceps militaris</i> and its significant constituents	
隐花色素 CRY-DASH 调控蛹虫草生长发育及虫草素和类胡萝卜素的合成	054
DASH-type cryptochromes regulate fruiting body development and secondary metabolism differently than CmWC-1 in <i>Cordyceps militaris</i>	
培育蝉花的色谱指纹图谱的初步建立及其在质量控制中的应用	057
The initial establishment of chromatographic fingerprint of cicada flower and its application in quality control	
不同干燥方式对人工蝉花虫草品质的影响	058
Effects of different drying methods on the quality of artificial cicada flower	
40 种虫草的人工培养	060
Artificial culture of forty <i>Cordyceps</i> spp.	

硒对蝉花抱梗束的功能和营养成分影响的研究	062
Effects of selenium on the function and nutrient composition of cicada flower	
SMRT 测序揭示冬虫夏草线粒体基因组的 DNA 修饰模式 ...	064
SMRT sequencing revealed the DNA modification pattern of the mitochondrial genome of <i>Ophiocordyceps sinensis</i>	
基于 UPLC-Q/TOF-MS 技术的 4 种虫草属真菌化学物质组的比较	067
Comparison of four kinds of cordyceps fungi chemical substance based on UPLC-Q / TOF-MS	
基于比较基因组学方法的冬虫夏草水平基因转移识别及验证	068
Identifying and analyzing the horizontal gene transfer in <i>Ophiocordyceps sinensis</i> based on the approach of comparative genomics	
HEA 通过腺苷受体展示针对小菜蛾的杀虫活性研究	069
N ⁶ -(2-hydroxyethyl)-adenosine exhibits insecticidal activity against <i>Plutella xylostella</i> via adenosine receptors	
高雄山虫草的成分分析及其抗氧化活性研究	070
Component analysis and antioxidant activities of <i>Cordyceps takaomontana</i>	
冬虫夏草子实体发育启动前后转录组中差异表达的关键基因研究	071
Research on the key genes having different expression in transcriptome before and after fruiting body emerging in <i>Cordyceps sinensis</i>	
基于全基因组序列的广东虫草转录因子分析	072
Genome-wide analysis of transcription factors in <i>Cordyceps guangdongensis</i>	
● 世界虫草论坛 2016 (2016.8.12 ~ 14, 浙江平湖)	
回到未来: 后基因组时代的虫草菌	073
Back to the future: Cordycipitoid fungi in a post-genomic world	
金蝉花在肾脏病中的研究	074
Study on cicada flower in kidney disease	

不丹虫生真菌的调查研究	077
A survey of the insect fungi of Bhutan	
韩国的虫草及其利用	079
Korean <i>Cordyceps</i> and their uses	
冬虫夏草——从真菌学到中药学	081
<i>Ophiocordyceps sinensis</i> : from mycology to traditional Chinese medicine	
肠道微生物及蝉花的可能作用	083
Gut microbe and the possible function of cicada fungus	
新热带区的虫草种类及潜在物种生物技术聚焦	085
Neotropical species of <i>Cordyceps</i> and focus in the biotechnology of potential species	
无脊椎动物病原真菌的活性次生代谢产物	088
Bioactive secondary metabolites of invertebrate pathogenic fungi	
有关冬虫夏草和蝉花的分类学问题	091
Taxonomic problems on <i>Ophiocordyceps sinensis</i> & <i>Isaria cicadae</i>	
小林义雄博士描述的虫草模式标本	094
Type specimens of <i>Cordyceps</i> spp. described by Dr. Kobayashi	
当前广义虫草命名变化及它的多学科影响	096
Current nomenclatural changes in <i>Cordyceps</i> sensu lato and its multidisciplinary impacts	
蝉花基因组特征及其进化	098
Genome features and evolution of <i>Cordyceps cicadae</i>	
蝉花复方对慢性肾脏病（2 ~ 5 期）肾功能及 ALB、PA 影响的临床观察	101
Clinical observation of vegetable cicada compound on renal function and ALB and PA in chronic kidney disease (2-5)	
中国虫草资源简介	104
A brief introduction to <i>Cordyceps</i> resources in China	
从极草双层片谈虫草新制剂的研究开发	107
Research and development of new preparation of <i>Cordyceps</i> from Jicao double layer	

蝉花中 HEA 的功能开发	109
The functions of HEA from <i>Cordyceps cicadae</i>	
利用基因组挖掘技术发现微生物天然产物	112
The use of genome mining technology to discover microbial natural products	
蛹虫草质量标准之探讨	114
Discussion on quality standard of <i>Cordyceps militaris</i>	
中国广义虫草属已知种与分布	117
Known species and distribution of <i>Cordyceps</i> s.l. from China	
蝉花菌种退化对其代谢的影响	120
Effects of strain degeneration on metabolism of vegetable cicada, <i>Isaria cicadae</i>	
冬虫夏草人工栽培技术研发	123
Research and development of <i>Ophiocordyceps sinensis</i>	
青海冬虫夏草和寄主昆虫资源变化及对策探讨	124
Study on the changes of <i>Ophiocordyceps sinensis</i> and host insect resources in Qinghai and its countermeasures	
蛹虫草研究进展及产业现状	126
Research progress and industrial status quo of <i>Cordyceps militaris</i>	
蝉花及其相关真菌	129
Vegetable cicada (Chanhua) and its allies	
● 世界虫草论坛 2015 (2015.3.26 ~ 27, 浙江平湖)	
虫草菌——药品和食品开发的宝贵生物资源	131
<i>Cordyceps</i> sensu lato an important biological treasure for medicine and food	
基因组研究协助虫草在食品和药品方面的开发	132
Genomics-aided development of <i>Cordyceps</i> for food and medicines	
韩国虫草用于食品和药品的研究开发现况	135
Research and application of <i>Codyceps</i> for food and medicine in Korea	
虫草及相关真菌的新分类系统	136
New classification of <i>Cordyceps</i> and related fungi	

冬虫夏草研发的现状及存在的问题	138
Current status and problems of <i>Ophiocordyceps sinensis</i> research and application	
冬虫夏草如何迈向可持续经营	141
Steps towards sustainable management of caterpillar fungus (<i>Ophiocordyceps sinensis</i>)	
中药蝉花对大鼠肾小管上皮细胞 (NRK) Sirt1 信号通路及其凋亡机制的研究	144
Effect of cicada flower on sirt1 signaling pathway in NRK cells	
蝉花及其复方对免疫功能的作用	146
The effect of cicada flower and its compound on immune function	
蝉花稳定性研究及思考	148
Study on the stability of cicada flower	
蝉花降肌酐有效部位初步筛选研究	149
Preliminary screening of creatinine effective part of cicada flower	
广东虫草新资源食品的开发	151
Studies on a new resource food <i>Cordyceps guangdongensis</i>	
冬虫夏草资源利用与保护	153
Utilization and protection of <i>Ophiocordyceps sinensis</i> resources	
我国虫草研发中的突出问题	155
Some key problems in Chinese research and development of <i>Cordyceps</i> fungi	
蝉花的营养成分及开发利用前景	157
Nutrition and development prospects of <i>Isaria cicadae</i> Miquel	
金蝉花药用历史、研发现状及展望	160
History, present situation and prospect of R & D of cicada flower in the medicinal field	
形形色色的虫生真菌	163
All kinds of insects fungi	
虫生真菌基因组与人类健康	166
Parasitic fungi genome and human health	

● 国际生物医学与生物技术论坛 (2011.3.17 ~ 19, 香港)

个体化医学的国际现状及展望	171
International status and prospect of individualized medicine	
金蝉花的化学成分分析和应用研究	173
The chemical and biological assessment of <i>Cordyceps cicadae</i>	
金蝉花全基因组测序及功能基因研究的展望	177
Prospect of complete genome sequencing and functional gene research of vegetable cicada	
金蝉花孢子粉及野生金蝉花粗多糖抗肿瘤作用初步报告	179
Applied report of conidia powder of <i>Cordyceps cicadae</i> and polysaccharide of wild <i>Cordyceps cicadae</i> on anti-tumors	
蝉花的抗癌及免疫调节作用	181
The anti-cancer and immunomodulatory effect of chanhua <i>Isaria cicadae</i>	
国际食药虫生真菌研究及产业发展现状及展望	185
Current status and perspective of study and industrial development of entomogenous fungi for food medicinal use	
金蝉花治疗慢性肾衰的中医临床应用及实验研究	188
Clinical application and experimental study of cicada flower in treating chronic renal failure	
韩国药用虫生真菌的研发趋势	190
Trends in the research and development of medicinal entomopathogenic fungi in Korea	

第二章 研究虫草的学者

A. Bassi (1773 ~ 1856)	195
M.J. Berkeley (1803 ~ 1889)	195
L. Quélet (1832 ~ 1899)	195
P.C. Hennings (1841 ~ 1908)	196
P.A. Saccardo (1845 ~ 1920)	196
G.E. Massee (1845 ~ 1917)	196
F.X.R. von Höhnelt (1852 ~ 1920)	197
C.L. Spegazzini (1858 ~ 1926)	197
T. Petch (1870 ~ 1948)	197
E.B. Mains (1890 ~ 1968)	198

邓叔群 (S.C. Teng) (1902 ~ 1970)	198
小林义雄 (Y. Kobayashi) (1907 ~ 1993)	199
刘锡琰 (Xijin Liu) (1911 ~ 2008)	199
清水大典 (D. Shimizu) (1915 ~ 1998)	200
J.M. Dingley (1916 ~ 2008)	200
臧穆 (Mu Zang) (1930 ~ 2011)	200
D.W. Roberts	201
沈南英 (Nanying Shen)	201
W. Gams	202
梁宗琦 (Zongqi Liang)	202
刘爱英 (Aiyang Liu)	203
陈祝安 (Zhu' an Chen)	203
陈以平 (Yiping Chen)	204
R.A. Samson	204
矢秋信夫 (Nobuo Yahagi)	204
樊美珍 (Meizhen Fan)	205
成载模 (J.M. Sung)	205
曾显雄 (S.S. Tzean)	206
郭英兰 (Yinglan Guo)	206
徐庆丰 (Qingfeng Xu)	206
李增智 (Zengzhi Li)	207
叶祖光 (Zuguang Ye)	208
R.A. Humber	208
岛津光明 (M. Shimazu)	208
M.S. Goettel	209
A.E. Hajek	209
姚一建 (Yijian Yao)	210
冯明光 (Mingguang Feng)	210
H.C. Evans	211
N.L. Hywel-Jones	211
J. Holliday	211
刘玉宁 (Yuning Liu)	212
刘作易 (Zuoyi Liu)	212
李泰辉 (Taihui Li)	213
朱佳石 (Jiashi Zhu)	213
R.J. St. Leger	213

陈士林 (Shilin Chen)	214
刘杏忠 (Xingzhong Liu)	214
虞泓 (Hong Yu)	215
徐泰浩 (Taihao Xu)	215
夏玉先 (Yuxian Xia)	216
伊坂雅彦 (M. Isaka)	216
J.W. Spatafora	216
胡丰林 (Fenglin Hu)	217
佐藤大树 (H. Sato)	217
柴一秋 (Yiqiu Chai)	218
K.T. Hodge	218
南圣姬 (S.H. Nam)	219
宣利江 (Lijiang Xuan)	219
S.A. Rehner	219
G.H. Sung	220
Tatiana Sanjuan	220
B. Shrestha	220
王成树 (Chengshu Wang)	221
张劲松 (Jinsong Zhang)	221
李玉玲 (Yuling Li)	222
王玉芹 (Yuqin Wang)	222
董彩虹 (Caihong Dong)	223
李春如 (Chunru Li)	223
黄勃 (Bo Huang)	223
朱戎 (Rong Zhu)	224
谭悠久 (Youjiu Tan)	224
K. Zeeshan	225
J.J. Luangsa-Ard	225

世界虫草论坛 2011 ~ 2017

Cordyceps Forum 2011—2017



Charter One ·
Abstracts

第一章

专家学术报告



● 世界虫草论坛 2017

(2017.8.5 ~ 7, 辽宁沈阳)



Classification of *Cordyceps*:
from Linnaeus to 1F1N

虫草的分类：从林奈的分类系统 到一种真菌一个名称



Joseph W Spatafora (约瑟夫·斯巴塔佛拉)

美国俄勒冈州立大学

在东西方悠久的文明史中，虫草是节肢动物病原真菌中最知名和研究最多的属之一（图1）。它是具有药用特性的生物活性化合物（如环孢菌素）的资源宝库，与虫草紧密相关的真菌（如白僵菌、绿僵菌）还是一些害虫非常成功的生物杀虫剂。早期分类学家（如林奈和弗里斯）描述和命名了该属，其特征在于虫体上长出的具柄子实体。在19世纪和20世纪的大部分时间里，分类和进化假设都是基于形态学和生态学的比较。20世纪后期见证了分子生物学和计算法则的融合，用于推断系统发育关系，诞生了分子系统学。在此期间，曾有一个关于节肢动物致病真菌系统学研究的更新。21世纪初期的许多研究表明，虫草不是由单一系群构成的，而是多源的。成箕枯等进行了大量的虫草分子系统研究，在肉座目下，将原虫草属重新分为4个属，即虫草属、鹿虫草属、异虫草属和线虫草属，分布在3个科，即麦角菌科、虫草科和线虫草科。这项研究的一个重要成果是：寄生节肢动物的生态学实际上是旧的，可能与许多用作虫草属宿主的昆虫目一样过时。从那时起，真菌命名规则发生了变化，取消了双重命名制度，这就允许以无性型和有性型给真菌物种命名。这种变化通常被称为“一菌一名”或“1F1N”。1F1N需要国际上的真菌学家工作组为各种真菌，包括节肢动物病原真菌选择一个属名，并且废除其他属名。当今，虫草和相关真菌的种类分为23个属，包括虫草科的 *Akanthomyces*, *Ascopolyporus*, *Beauveria*, *Blackwelliella*, *Cordyceps*, *Engyodontium*, *Gibellula*, *Hevansia*, *Hyperdermium*, *Parengyodontium* 和 *Simplicillium*; 麦角菌科的 *Conoidiocrella*, *Hypocrella*, *Orbiocrella*, *Metapochonia*, *Metarhizium*, *Pochnia* 和 *Tyrannicordyceps*; 以及线虫草科的 *Drechmeria*, *Harposporium*, *Ophiocordyceps*, *Polycephalomycetes* 和 *Tolypocladium* (图2)。至少说，虫草分类学已经进入激烈变化的时期，当我们更多地了解这些令人惊奇的真菌的进化关系时，应该更多关注其他的变化。