

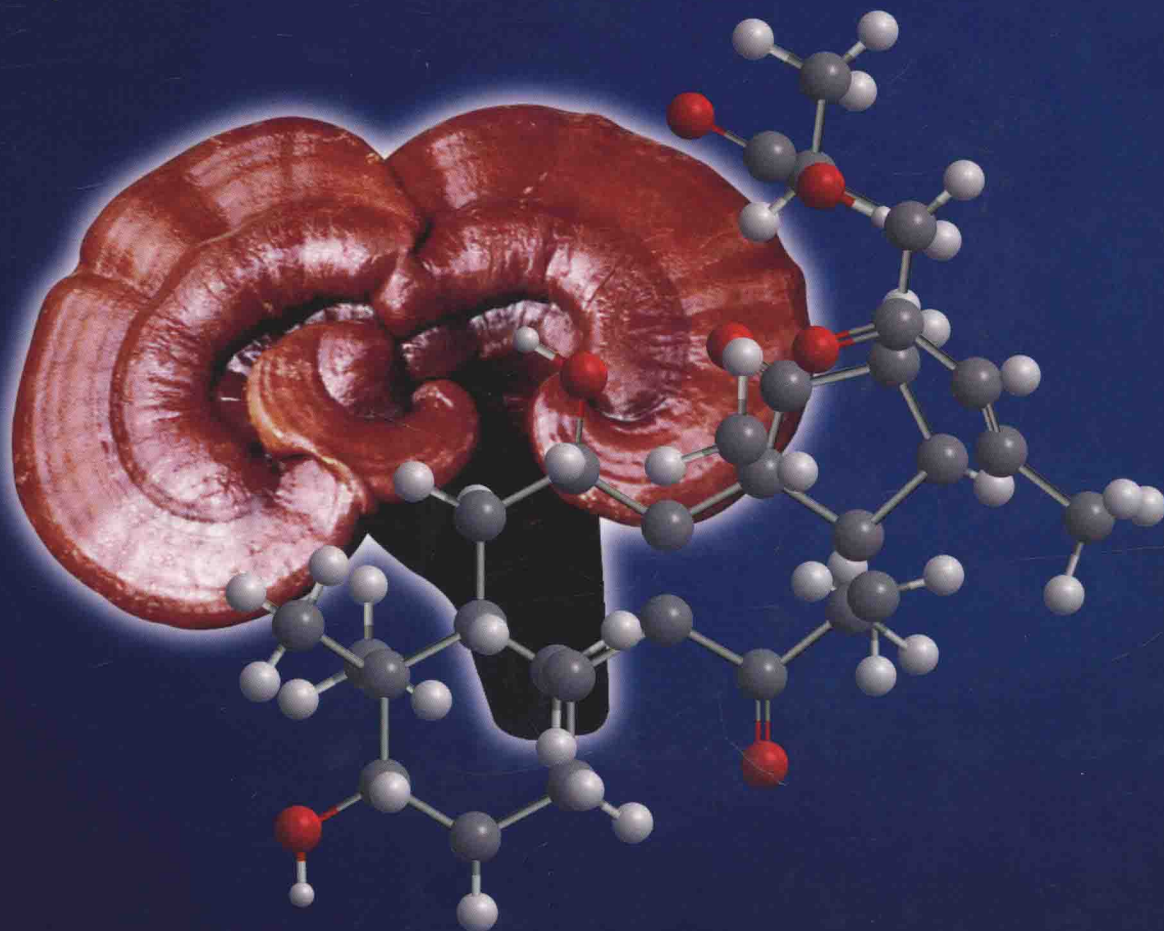


上海出版基金项目  
Shanghai Publishing Funds

# 中国 食用药用真菌化学

ZHONG GUO SHI YONG YAO YONG ZHEN JUN HUA XUE

主编 陈若芸 副主编 康 洁



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technological Literature Press



上海出版资金项目  
Shanghai Publishing Funds

# 中国食用药用真菌化学

ZHONGGUO SHI YONG YAO YONG ZHEN JUN HUA XUE

陈若芸 主编 康洁 副主编



上海科学技术文献出版社  
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目(CIP)数据

中国食用药用真菌化学/陈若芸主编. —上海:  
上海科学技术文献出版社, 2016. 3

ISBN 978-7-5439-6915-5

I. ①中… II. ①陈… III. ①食用菌类 ②药用菌类  
IV. ①S646 ②S567.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 300095 号

责任编辑 孙 嘉 胡德仁

中国食用药用真菌化学

陈若芸 主编 康 洁 副主编

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 常熟市人民印刷有限公司

开 本: 889×1194 1/16

印 张: 59.5

字 数: 1 760 000

版 次: 2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-6915-5

定 价: 358.00 元

<http://www.sstlp.com>

# 《中国食用药用真菌化学》

总策划 陈惠 胡德仁  
主 编 陈若芸  
副主编 康洁

## 编辑委员会(按姓氏笔画排序)

丁平 申竹芳 朱平 吉腾飞 刘超  
许建华 李帅 李晔 邱明华 张劲松  
张培成 陈虹 陈惠 陈若芸 郑林用  
胡德仁 郭顺星 康洁 谢小梅 潘扬  
潘新华 戴均贵 戴胜军

## 参加编写人员名单(按姓氏笔画排序)

丁平 马先杰 王欣 王艳 王磊  
王洪庆 王爱国 王维波 亓新柱 田振  
田丽霞 冯娜 冯子明 冯孝章 吉腾飞  
巩婷 曲德辉 朱平 朱慧 朱忠敏  
乔涌起 刘启 刘超 刘彦飞 刘莉莹  
刘圆圆 刘继梅 许芳 许建华 李帅  
李萌 李鹏 杨焱 杨桤楠 杨鹏飞  
苏明声 苏现明 肖磊 肖自添 邱明华  
何焕清 张昭 张婷 张鹏 张玉玲  
张志鹏 张春磊 张培成 张瑞雪 陈虹  
陈地灵 陈若芸 陈晓梅 陈晓燕 陈晶晶  
邵思远 周岩飞 周薇薇 屈敏红 赵芬  
胡嘉雯 聂秀萍 晏仁义 殷晓悦 高万  
郭顺星 黄龙江 康洁 绪扩 彭惺蓉  
董爱军 谢红 谢小梅 谢意珍 谭永霞  
潘扬 潘鸿辉 潘新华 戴均贵 戴胜军  
魏雨恬

# 序 言

我国是世界上最早进行食用菌栽培,同时又拥有丰富真菌物种资源的国家之一。我国食药菌总产量占世界总产量的80%以上,年总产值已突破2000亿元,从业人员达3000万人,已成为举世瞩目的食药菌生产、出口大国。

我国几代人的食用药用真菌科研、教学、生产、推广实践经验与成果,值得总结、积累、传承与创新。为后代人留下珍贵的历史文献,是我国社会发展、人民健康的需要,是科研、教学、改革不断创新的需要,也是不断拓展生产力与推广新技术的需要,更是我国几代食用药用真菌科技工作者梦寐以求的夙愿。

为繁荣市场,提供和推广环保、绿色健康产品,为人类身心健康作出贡献,食用药用菌科技工作者企盼能有一部既能全面、完整、系统地介绍食药菌化学与生物活性研究概况,又能理论与实践相结合的学术论著来指导自己的实践工作。

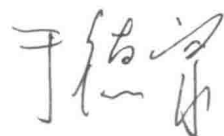
《中国食用药用真菌化学》这本巨著顺应了这一需求。该书是由我国食用药用菌界几十位科研、教学、生产第一线的学术带头人、青年骨干和实干专家们共同编纂而成,书中充分展示了食药菌化学研究这一重要、迅猛发展的理论、技术与最新进展的概貌,对我国食药菌业

试读结束,需要全本请在线购买: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

今后的持续发展,具有重要的实用价值与引领指导意义。

我坚信:该书有利于我国食用药用菌化学研究领域经典文献的传承、新知识的传播和交流,她的顺利出版必将受到食药用菌业科技工作者和大专院校师生的欢迎,值得大为推荐运用。

中国工程院院士

Handwritten signature in black ink, consisting of three characters: '于德军' (Yu Dejun).

# 前 言

自然界有真菌 20~25 万种,我国至少有 18 万种。我国真菌资源十分丰富,大型子实体真菌被称为高等真菌或大型真菌,通常也称为“蘑”、“菌”、“菇”、“蕈”。目前市场上销售的食用菌很多已能工厂化栽培,如金针菇、双胞蘑菇、杏鲍菇、蟹味菇、白玉菇等。食用菌业现已成为继粮、油、果、蔬之后的第五大农作物。除了食用菌外,著名的药用担子菌有:灵芝、茯苓、云芝、树舌、银耳、黑木耳、猪苓、猴头、马勃、鸡油菌、牛肝菌、鸡枞等。著名的药用子囊菌有:麦角菌、冬虫夏草、竹黄、羊肚菌等。药用真菌除大型真菌外,还有小型真菌。大型真菌子实体和菌核是传统的药用部位,而制药工业用菌大多是小型真菌,更多的是利用真菌的菌丝体和其代谢产物制药,其中最具有代表性的是青霉素和头孢菌素。药用真菌在药品和保健品领域有着举足轻重的作用。

早年对食用和药用真菌的研究主要集中在栽培和粗提物的生物活性上,对其化学成分研究较少,有效成分研究更少。随着分离分析手段的不断提高,新技术、新方法的普及,近年来不断从食药菌中发现结构新颖和具有显著生物活性的化合物,食药菌的化学研究备受关注,已逐步发展成为化学领域的一个新兴分支学科。

总结、传承、积累已有的科研成果,并进一步转化为第一生产力,为后代人留下重要经典文献,是我们当代食用和药用真菌科技工作者应尽的义务

与责任。

《中国食用药用真菌化学》汇集了目前我国与世界食用菌、药用菌最新的科研成果,最新化学研究进展、化学成分的生物活性、化学先导物的结构改造、食药菌生物活性等方面内容。旨在向全世界宣传、揭示、推广我国食药菌最新研究成果,为全人类身体健康服务。

《中国食用药用真菌化学》共 89 章,包括 84 个品种,每个品种独立为一章。这些品种中,大部分研究十分深入和系统,但也有些品种研究得较肤浅,内容比较少,之所以把这些研究内容较少的品种也收载书中,旨在为今后食药菌科研工作者提供更多的参考文献。本书详细介绍了食药菌的研究方法和新技术、真菌化学成分的快速分离与方法、药用真菌化学成分的生物合成、活性成分与有毒成分的提取分离、结构鉴定和相关生物活性。其中提取分离和结构鉴定方面介绍得尤为详尽,包括提取分离所用方法、技术和所需溶剂,化合物的结构式,红外光谱、紫外光谱,质谱,核磁共振波谱数据等。数据翔实,清晰完整,是一本可全面反映目前食用药用真菌化学和相关生物活性研究概况的专业巨著。

《中国食用药用真菌化学》适宜食用菌、药用菌领域广大科技工作者和食品化学、药学、农学、生物技术等相关专业的科技、教学、生产工作者研究参考,是一本不可多得、必备的典藏工具书。

承蒙中国工程院院士于德泉教授为本书作序,谨代表编写人员表示衷心的感谢。

由于科研和教学任务繁忙,时间紧迫,书中难免存在错误之处,恳请广大读者、同仁批评、指正,以便在再版时更臻完善。

陈若芸





# 目 录

第一章 食药用真菌化学成分研究总论 .....	1	一、聚酮化合物(Polyketides) .....	28
第一节 概论 .....	1	二、聚酮途径 .....	29
第二节 食药用真菌化学成分的研究 .....	2	三、洛伐他汀与黄色镰刀菌素的生物合成途径 .....	30
一、多糖 .....	3	(一) 洛伐他汀 .....	30
二、糖蛋白和多糖肽 .....	3	(二) 黄色镰刀菌素 .....	31
三、萜类 .....	3	第二节 非核糖体多肽与生物合成途径 .....	32
(一) 倍半萜 .....	3	一、非核糖体多肽类(Non-ribosomal peptides)化合物 .....	32
(二) 二萜 .....	4	二、非核糖体多肽途径 .....	32
(三) 三萜 .....	4	三、青霉素 G 和头孢菌素 C 的生物合成途径 .....	33
四、生物碱 .....	5	第三节 PKS-NRPS 杂合化合物与生物合成途径 .....	35
五、环肽类 .....	6	一、PKS-NRPS 杂合化合物 .....	35
六、鞘脂 .....	6	二、PKS-NRPS 杂合途径 .....	36
(一) 神经酰胺 .....	6	三、伊快霉素和球毛壳甲素的生物合成途径 .....	37
(二) 脑苷 .....	6	第四节 萜类化合物与生物合成途径 .....	40
(三) 肌醇磷酸神经酰胺 .....	6	一、萜类(Terpenoids)化合物 .....	40
七、甾体 .....	6	二、萜类化合物的合成途径 .....	41
第三节 食药用真菌化学与创新药物研究 .....	7	(一) 倍半萜类(Sesquiterpenoids)化合物生物的合成途径 .....	42
第四节 食药用真菌化学研究的趋势 .....	7	(二) 二萜类(Diterpenoids)化合物的合成途径 .....	44
参考文献 .....	8	(三) 三萜类(Triterpenoids)化合物生物的合成途径 .....	46
第二章 真菌化学成分快速分离与方法 .....	11	第五节 杂萜类化合物与生物合成途径 .....	47
第一节 概述 .....	11	一、杂萜类化合物 .....	47
第二节 化学成分快速分离技术基础 .....	11	二、杂萜类化合物生物的合成途径 .....	49
一、化学成分快速分离的理论 .....	11	三、Anditomin 生物的合成途径 .....	50
二、化学成分快速分离的条件选择 .....	13	第六节 生物合成中关键酶的生物催化应用 .....	51
三、化学成分快速分离色谱的仪器 .....	14		
第三节 化学成分快速分离方法研究进展 .....	15		
一、快速分离色谱在天然生物代谢产物中组分的初步分离 .....	15		
二、快速分离色谱在天然生物代谢产物中化学成分分离、纯化的应用 .....	16		
参考文献 .....	25		
第三章 药用真菌化学成分的生物合成 .....	28		
第一节 聚酮化合物及其生物合成途径 .....	28		



# 中国食用药用真菌化学

ZHONGGUO SHI YONG YAO YONG ZHEN JUN HUA XUE

第七节 展望	53	三、裸盖菇素的检测分析方法	78
参考文献	53	第四节 蕈菌毒素的应用	78
第四章 药用真菌多糖化学	56	一、在医药领域中的应用	78
第一节 概述	56	二、在农业与生物科技领域的应用	79
第二节 药用真菌多糖化学	56	三、其他	79
一、药用真菌多糖的性质	56	第五节 展望	79
(一) 理化性质	56	参考文献	80
(二) 结构特征	56	第六章 冬虫夏草	84
二、药用真菌多糖的提取和分离方法	57	第一节 概述	84
(一) 提取	57	第二节 冬虫夏草化学成分的研究	84
(二) 分离	57	一、冬虫夏草中生物碱、核苷类化学成分的提取与分离	84
三、药用真菌多糖的结构鉴定研究	58	二、冬虫夏草中核苷类化学成分理化常数与光谱数据	85
(一) 纯度检查	58	三、冬虫夏草中甾醇类化学成分的提取与分离	86
(二) 相对分子质量的测定方法	58	四、冬虫夏草中甾体类化学成分理化常数与光谱数据	88
(三) 单糖组成的测定方法(GC-MS)	59	第三节 冬虫夏草的生物活性	89
(四) 多糖的结构预测	59	参考文献	90
第三节 药用真菌多糖分析	59	第七章 赤芝	92
苯酚-硫酸法	59	第一节 概论	92
第四节 药用真菌多糖活性	60	第二节 赤芝化学成分的研究	92
一、免疫调节	60	一、三萜类化合物	92
二、抗肿瘤	60	二、核苷类化合物	112
三、抗氧化	61	三、甾醇类化合物	112
四、抗病毒	61	四、脑苷与多肽、氨基酸类化合物	113
五、降血糖、降血脂	61	五、蛋白质、凝集素类化合物	114
六、抗帕金森病	61	六、有机酸、长链烷烃、其他类化合物	115
七、结构特征与生物活性的关系	62	七、无机元素	115
八、多糖的衍生化	62	第二节 赤芝化学成分的提取分离、结构鉴定	115
第五节 展望	63	一、赤芝三萜类化学成分的提取分离	115
参考文献	64	(一) 溶剂提取法	115
第五章 蕈菌毒素	67	(二) 超声提取法	115
第一节 概述	67	(三) 微波辅助提取法	116
第二节 蕈菌毒素化学成分的研究	67	(四) 超临界 CO <sub>2</sub> 提取法	116
一、鹅膏肽类毒素	67	二、赤芝三萜类化合物的光谱特征	116
二、氨基酸毒素类	69	三、赤芝三萜类化合物提取分离与结构鉴定实例	118
三、生物碱类	70	四、赤芝孢子油的提取简介	123
四、萜类	73	五、赤芝三萜结构测定中的化学反应	
五、苯醌类	75		
六、蛋白质	76		
七、其他类型	76		
第三节 常见蕈菌毒素的检测分析方法	76		
一、鹅膏肽类毒素的检测分析方法	76		
二、奥来毒素的检测分析方法	77		



.....	124	(二) 对免疫功能的恢复作用.....	143
第三节 赤芝各种化合物的含量测定 .....	124	(三) 对异常免疫损伤的抑制作用 .....	143
一、赤芝三萜化合物的含量测定 .....	124	.....	143
(一) 薄层色谱(TLC) .....	124	二、抗肿瘤 .....	144
(二) 比色法测定赤芝总三萜酸 .....	124	三、保肝作用 .....	145
含量.....	124	四、延缓衰老与抗氧化 .....	145
(三) 高效液相色谱(HPLC)法测定 .....	126	五、降血压 .....	146
三萜化合物的含量.....	126	六、降血糖 .....	146
二、灵芝中核苷类化学成分的含量 .....	131	七、降血脂 .....	146
测定 .....	131	八、抗缺氧与心肌保护 .....	147
三、灵芝中甾醇类化合物的含量测定 .....	131	九、抗溃疡 .....	147
.....	131	十、改善学习与记忆障碍 .....	147
四、灵芝中氨基酸的含量测定 .....	131	十一、镇静催眠 .....	147
五、灵芝孢子粉还原糖和多肽的含量 .....	132	十二、抗人类获得性免疫缺陷病毒的 .....	147
测定 .....	132	作用 .....	147
六、灵芝孢子油中脂肪酸的含量测定 .....	133	第六节 灵芝的临床应用 .....	148
.....	133	一、肿瘤 .....	148
七、灵芝中三萜酸 HPLC 指纹图谱的 .....	134	二、肝炎 .....	148
研究 .....	134	三、冠心病、心绞痛与高脂血症.....	149
第四节 赤芝多糖 .....	136	四、慢性支气管炎与哮喘 .....	149
一、赤芝多糖类化学成分的提取方法 .....	136	五、神经衰弱 .....	149
.....	136	六、高血压病 .....	150
二、赤芝多糖类化学成分的分离方法 .....	136	七、糖尿病 .....	150
.....	136	八、中老年保健 .....	150
(一) 分级沉淀法.....	136	(一) 增强老年人免疫功能.....	151
(二) 离子交换色谱.....	137	(二) 治疗男性更年期综合征.....	151
(三) 凝胶色谱法.....	137	九、怎样正确选用灵芝产品 .....	151
(四) 超滤技术.....	137	参考文献 .....	152
三、赤芝多糖类相对分子质量与纯度 .....	139	第八章 紫芝 .....	163
鉴定 .....	139	第一节 概论 .....	163
(一) 测定多糖类相对分子质量的 .....	139	第二节 紫芝化学成分的研究 .....	163
原则.....	139	一、紫芝三萜类化合物的提取分离与 .....	163
(二) 测定多糖类相对分子质量常用 .....	139	主要理化、波谱数据.....	163
的方法.....	139	二、紫芝甾体类成分的提取分离与主 .....	166
(三) 赤芝多糖类总糖含量的测定 .....	140	要理化、波谱数据.....	166
.....	140	三、紫芝生物碱类成分的提取分离与 .....	168
(四) 赤芝多糖类单糖组成的测定 .....	141	主要理化、波谱数据.....	168
.....	141	四、紫芝鞣酯类成分的提取分离与主 .....	170
(五) 赤芝多糖类化学成分的结构 .....	141	要理化、波谱数据.....	170
测定.....	141	第三节 紫芝化学成分的生物活性 .....	171
第五节 灵芝的药理作用 .....	142	第四节 展望 .....	171
一、免疫调节作用 .....	142	参考文献 .....	171
(一) 免疫增强作用.....	142	第九章 松杉灵芝 .....	173





# 中国食用药用真菌化学

ZHONGGUO SHI YONG YAO YONG ZHEN JUN HUA XUE

第一节 概述 .....	173	取与分离 .....	200
第二节 松杉灵芝化学成分的研究 .....	173	二、反柄紫芝中三萜类化学成分的理化常数与光谱数据 .....	201
一、松杉灵芝中三萜类化学成分的提取与分离 .....	173	三、反柄紫芝中甾体类成分的提取分离与结构鉴定 .....	205
二、松杉灵芝中三萜类化学成分的理化常数与主要波谱数据 .....	175	四、反柄紫芝中杂萜类成分的提取与分离 .....	206
三、松杉灵芝中甾体类成分的提取分离、理化常数与主要波谱数据 .....	179	五、反柄紫芝中杂萜类成分的理化常数与光谱数据 .....	207
四、松杉灵芝苯并呋喃类成分的提取分离与主要波谱数据 .....	180	第三节 反柄紫芝的生物活性 .....	211
第三节 松杉灵芝的生物活性 .....	180	参考文献 .....	212
第四节 展望 .....	181	<b>第十四章 茯苓</b> .....	214
参考文献 .....	181	第一节 概述 .....	214
<b>第十章 硬孔灵芝</b> .....	184	第二节 茯苓化学成分的研究 .....	214
第一节 概述 .....	184	一、茯苓中的三萜类化合物 .....	214
第二节 硬孔灵芝化学成分的研究 .....	184	(一) 三萜类化合物的提取与分离 .....	214
一、硬孔灵芝中甾体类成分的提取分离与结构鉴定 .....	184	(二) 茯苓中三萜类化学成分的构鉴定 .....	219
二、硬孔灵芝中生物碱类成分的提取分离与结构鉴定 .....	186	二、茯苓中的甾醇类成分 .....	236
第三节 硬孔灵芝的生物活性 .....	186	(一) 甾醇类成分的提取与分离 .....	236
参考文献 .....	187	(二) 茯苓中甾醇类化学成分的构鉴定 .....	237
<b>第十一章 薄盖灵芝</b> .....	188	三、茯苓中多糖类化合物 .....	241
第一节 概述 .....	188	(一) 茯苓多糖的提取与分离鉴定 .....	242
第二节 薄盖灵芝化学成分的研究 .....	188	(二) 茯苓多糖的结构改造 .....	244
一、薄盖灵芝中的化学成分 .....	188	第三节 茯苓生物活性的研究 .....	246
二、薄盖灵芝中生物碱类成分的理化常数与光谱数据 .....	190	第四节 结论与展望 .....	247
第三节 薄盖灵芝的生物活性 .....	191	参考文献 .....	247
参考文献 .....	191	<b>第十五章 羊肚菌</b> .....	251
<b>第十二章 茶病灵芝</b> .....	193	第一节 概述 .....	251
第一节 概述 .....	193	第二节 羊肚菌化学成分的研究 .....	251
第二节 茶病灵芝化学成分的研究 .....	193	一、吡喃酮类化学成分 .....	251
一、茶病灵芝中三萜类化学成分的提取与分离 .....	193	(一) 吡喃酮类成分的提取与分离方法 .....	251
二、茶病灵芝中三萜类化学成分的理化常数与光谱数据 .....	195	(二) 吡喃酮类成分的理化常数与光谱数据 .....	252
第三节 茶病灵芝的生物活性 .....	198	二、羊肚菌中甾醇类化学成分 .....	253
参考文献 .....	199	(一) 甾醇类化学成分提取与分离方法(一) .....	254
<b>第十三章 反柄紫芝</b> .....	200	(二) 甾醇类化学成分提取与分离方法(二) .....	254
第一节 概述 .....	200		
第二节 反柄紫芝化学成分的研究 .....	200		
一、反柄紫芝中三萜类化学成分的提			





(三) 甾醇类化学成分的理化常数 与光谱数据·····	254	一、棒麦角碱类和 D-麦角酸的合成 途径·····	271
三、羊肚菌中皂苷类的化学成分·····	256	二、麦角胺碱的生物合成途径·····	275
(一) 皂苷类成分的提取与分离 方法·····	256	三、参与合成麦角生物碱的基因簇·····	277
(二) 羊肚菌中皂苷类化学成分的 理化常数与光谱数据·····	257	第四节 麦角生物碱的来源与生产方式 ·····	280
四、羊肚菌中醇类的化学成分·····	257	一、利用田间作物——黑麦生产麦角 生物碱·····	280
(一) 醇类化学成分的提取与分离 方法(一)·····	258	二、液体发酵生产麦角生物碱·····	281
(二) 醇类化学成分的提取与分离 方法(二)·····	258	三、国内麦角碱生产情况·····	281
(三) 羊肚菌中醇类化学成分的理 化常数与光谱数据·····	258	参考文献·····	282
五、羊肚菌中脂肪酸类的成分·····	259	第十七章 蜜环菌·····	286
(一) 脂肪酸类成分的提取与分离 方法·····	259	第一节 概述·····	286
(二) 脂肪酸类成分的理化常数与 光谱数据·····	260	第二节 蜜环菌化学成分的研究·····	286
六、羊肚菌中核苷类的化学成分·····	261	一、蜜环菌主要化学成分的类型·····	287
(一) 核苷类化学成分的提取与分离 ·····	261	二、蜜环菌化学成分的理化常数与光 谱数据·····	293
(二) 核苷类化学成分的理化常数 与光谱数据·····	261	第三节 蜜环菌的生物活性·····	311
七、羊肚菌中稀有氨基酸类成分的提 取与分离·····	261	第四节 展望·····	313
八、稀有氨基酸类成分的理化参数与 光谱数据·····	262	参考文献·····	313
第三节 羊肚菌的生物活性·····	262	第十八章 树舌·····	317
参考文献·····	262	第一节 概述·····	317
第十六章 麦角菌·····	264	第二节 树舌化学成分的研究·····	317
第一节 概述·····	264	一、树舌中三萜类化学成分的提取与 分离·····	317
第二节 麦角生物碱的基本结构和种类 ·····	264	二、树舌灵芝中三萜类化学成分的理 化常数与光谱数据·····	317
一、棒麦角碱类·····	265	三、树舌中甾体类成分的提取分离与 结构鉴定·····	323
二、D-麦角酸的简单衍生物·····	266	四、树舌中甾醇类化学成分的理化常 数与光谱数据·····	325
三、麦角胺碱·····	266	第三节 树舌的生物活性·····	326
四、麦角生物碱中各类化合物的理化 常数与光谱数据·····	268	参考文献·····	326
(一) 棒麦角碱类·····	268	第十九章 牛樟芝·····	329
(二) D-麦角酸的简单衍生物·····	268	第一节 概述·····	329
(三) 麦角胺碱类·····	270	第二节 牛樟芝化学成分的研究·····	329
第三节 麦角生物碱的生物合成途径·····	271	一、牛樟芝多糖类化学成分的研究·····	329
		二、牛樟芝三萜类化学成分的提取 ·····	329
		三、牛樟芝中三萜类化学成分与波谱 数据·····	330
		第三节 牛樟芝化学成分的分析研究·····	341
		一、牛樟芝多糖类化学成分的分析	



测定 .....	341	六、抗变态(过敏)作用 .....	361
二、牛樟芝三萜类化学成分的分析		七、降脂活性 .....	361
测定 .....	341	八、肝保护作用 .....	361
第四节 牛樟芝的生物活性研究 .....	341	九、增强学习记忆功能 .....	361
一、牛樟芝提取物的急性毒性研究 .....	341	十、美白作用 .....	361
二、牛樟芝的药理活性 .....	342	第四节 展望 .....	361
第五节 牛樟芝的开发与应用 .....	342	参考文献 .....	362
参考文献 .....	342	<b>第二十二章 香菇</b> .....	365
<b>第二十章 灰树花</b> .....	345	第一节 概述 .....	365
第一节 概述 .....	345	第二节 香菇化学成分的研究 .....	365
第二节 灰树花化学成分的研究 .....	345	一、香菇多糖 .....	365
一、灰树花多糖成分与提取分离 .....	345	二、蛋白质、氨基酸、核酸和酶 .....	368
(一) 灰树花的多糖成分 .....	345	三、香菇嘌呤 .....	368
(二) 灰树花多糖的结构分析与构		四、维生素 .....	368
效关系 .....	346	五、微量元素 .....	368
(三) 灰树花多糖的制备 .....	346	六、香菇的香味成分和鲜味成分 .....	369
第二节 灰树花的生物活性 .....	347	第三节 香菇的生物活性 .....	369
一、免疫调节活性 .....	347	一、免疫调节与抗肿瘤作用 .....	369
二、抗肿瘤作用 .....	348	二、抗微生物作用 .....	370
三、抗辐射作用 .....	348	三、抗氧化 .....	371
四、抗病毒作用 .....	349	四、降血糖作用 .....	371
五、抗氧化作用 .....	349	五、降血脂、抗血栓 .....	371
六、延缓衰老作用 .....	349	六、健胃、保肝 .....	371
七、肝保护作用 .....	349	七、防龋齿 .....	371
八、降血糖作用 .....	349	第四节 香菇的开发与应用 .....	372
九、胃黏膜损伤的保护作用 .....	349	参考文献 .....	372
第三节 展望 .....	350	<b>第二十三章 猴头菌</b> .....	375
参考文献 .....	350	第一节 概述 .....	375
<b>第二十一章 金针菇</b> .....	352	第二节 猴头菌化学成分的研究 .....	375
第一节 概述 .....	352	一、多糖类化学成分 .....	375
第二节 金针菇化学成分的研究 .....	352	二、萜类化学成分 .....	376
一、金针菇化学成分与提取分离 .....	352	三、酚类化学成分 .....	379
(一) 蛋白质、多糖与糖蛋白类成分		四、吡喃酮类化学成分 .....	381
.....	352	五、甾醇类化学成分 .....	382
(二) 其他类成分 .....	354	六、脂肪酸类化学成分 .....	383
二、金针菇化学成分的理化常数与		七、其他 .....	383
光谱数据 .....	356	第三节 猴头菌的生物活性 .....	383
第三节 金针菇的生物活性 .....	359	一、抗溃疡和抗炎作用 .....	383
一、抗肿瘤与免疫调节活性 .....	359	二、抗肿瘤作用 .....	383
二、抗病毒作用 .....	360	三、抗氧化、延缓衰老作用 .....	384
三、抗菌作用 .....	360	四、保肝护肝作用 .....	384
四、抗炎作用 .....	360	五、神经营养作用 .....	384
五、抗氧化活性 .....	360	六、降血糖作用 .....	384





七、降血脂、降血压作用·····	384	第二十五章 银耳·····	409
八、提高机体耐缺氧能力·····	385	第一节 概述·····	409
九、增加心肌血液输出量,加速机体		第二节 银耳化学成分的研究·····	409
血液循环·····	385	一、银耳多糖的提取与分离·····	409
十、抗疲劳作用·····	385	二、银耳多糖的结构特征·····	409
十一、抗突变作用·····	385	(一)子实体多糖·····	410
十二、抗辐射作用·····	385	(二)孢子多糖·····	410
十三、抗菌作用·····	385	(三)胞外多糖·····	411
第三节 展望·····	385	(四)胞壁多糖·····	411
参考文献·····	386	三、银耳中其他成分的提取分离与结	
第二十四章 黑木耳·····	389	构鉴定·····	411
第一节 概述·····	389	第三节 银耳多糖的含量测定·····	412
第二节 黑木耳化学成分的研究·····	389	一、硫酸苯酚比色法·····	412
一、黑木耳的化学成分·····	389	(一)原理·····	412
二、黑木耳多糖类化学成分的提取与		(二)标准曲线的制备·····	412
分离·····	391	(三)样品的测定·····	413
(一)从子实体中提取多糖的方法		二、3,5-二硝基水杨酸比色法·····	413
·····	392	(一)原理·····	413
(二)深层发酵提取多糖的方法·····	394	(二)标准曲线的制备·····	413
三、黑木耳多糖的分离与纯化·····	396	(三)样品的测定·····	413
(一)脱蛋白方法·····	396	第四节 银耳的生物活性·····	413
(二)除色素·····	397	一、银耳多糖的生物活性·····	413
(三)多糖的纯化·····	397	(一)银耳多糖与非免疫系统·····	413
四、黑木耳多糖类化学成分的提取与		(二)银耳多糖与免疫系统·····	414
分离·····	398	(三)降血糖、降血脂作用·····	414
五、多糖的结构研究·····	398	(四)抗凝血、抗血栓作用·····	414
(一)多糖的检测·····	398	(五)延缓衰老作用·····	415
(二)总糖含量的测定·····	399	二、银耳的其他活性·····	415
(三)相对分子质量的测定·····	399	参考文献·····	415
(四)多糖结构的研究·····	399	第二十六章 云芝·····	418
第三节 黑木耳生物活性的研究·····	402	第一节 概述·····	418
一、调节免疫功能·····	403	第二节 云芝化学成分的研究·····	418
二、降血脂·····	403	一、云芝多糖类化学成分的提取、分	
三、降血糖·····	403	离与鉴定·····	418
四、抗肿瘤活性·····	403	二、云芝糖肽类化学成分的提取、分	
五、抗凝血活性·····	404	离与鉴定·····	419
六、对慢性脑缺血损伤的保护作用·····	404	三、云芝蛋白质类化学成分的提取、	
七、抗氧化活性·····	404	分离与鉴定·····	419
八、抗辐射作用·····	404	第三节 云芝的生物活性·····	422
九、延缓衰老作用·····	405	一、抗氧化和抗炎作用·····	422
十、对动物运动功能的影响·····	405	二、免疫调节作用·····	422
第四节 展望·····	405	三、抗肿瘤作用·····	422
参考文献·····	405	参考文献·····	423



# 中国食用药用真菌化学

ZHONGGUO SHI YONG YAO YONG ZHEN JUN HUA XUE

第二十七章 槐耳 .....	424	一、竹荪多糖类成分的提取、分离与结构鉴定 .....	441
第一节 概述 .....	424	二、竹荪凝集素的提取、分离与结构鉴定 .....	444
第二节 槐耳化学成分的研究 .....	424	三、竹荪挥发性成分的研究 .....	444
一、槐耳多糖的提取和纯化 .....	424	第三节 竹荪的生物活性 .....	445
二、槐耳多糖的理化常数与光谱数据 .....	424	参考文献 .....	446
第三节 槐耳的生物活性 .....	425	第三十一章 正红菇 .....	449
一、一般药理学与毒性研究 .....	425	第一节 概述 .....	449
二、抗肿瘤作用 .....	426	第二节 正红菇化学成分的研究 .....	449
三、免疫活性 .....	426	一、正红菇粗多糖化学成分的提取与分离 .....	449
参考文献 .....	426	二、正红菇凝集素化学成分的提取、分离与鉴定 .....	450
第二十八章 黑柄炭角菌 .....	427	三、正红菇多糖 PRVL-2 化学成分的提取、分离与鉴定 .....	451
第一节 概述 .....	427	四、正红菇脂肪酸的提取、分离与鉴定 .....	451
第二节 黑柄炭角菌化学成分的研究 .....	427	五、正红菇色素的提取、分离与鉴定 .....	451
一、不同药用部位的化学成分 .....	427	六、正红菇的其他成分 .....	452
(一) 子实体的化学成分 .....	427	第三节 正红菇的生物活性 .....	453
(二) 发酵菌丝体的化学成分 .....	430	参考文献 .....	453
二、多糖、蛋白质、肽、氨基酸与矿物质元素 .....	432	第三十二章 马勃 .....	455
三、核苷酸 .....	433	第一节 概述 .....	455
四、3,4-二氢异香豆素 .....	433	第二节 脱皮马勃 .....	455
五、黄酮 .....	435	一、脱皮马勃化学成分的研究 .....	455
第三节 黑柄炭角菌的生物活性 .....	436	二、脱皮马勃甾体类化学成分的提取与分离 .....	455
一、调节神经作用 .....	436	三、脱皮马勃甾体类化学成分的理化常数与光谱数据 .....	456
二、调节免疫作用 .....	436	第三节 大秃马勃 .....	457
三、调节内分泌作用 .....	436	一、大秃马勃化学成分的研究 .....	458
四、抗贫血作用 .....	436	二、大秃马勃化学成分的提取与分离 .....	459
五、抗氧化作用 .....	436	三、大秃马勃甾体类化学成分的理化常数与光谱数据 .....	459
参考文献 .....	437	第四节 紫色马勃 .....	460
第二十九章 安络小皮伞菌 .....	438	第五节 马勃的生物活性 .....	461
第一节 概述 .....	438	参考文献 .....	462
第二节 安络小皮伞菌化学成分的研究 .....	438	第三十三章 层孔菌 .....	464
一、安络小皮伞菌化学成分的提取与分离 .....	438	第一节 概述 .....	464
二、安络小皮伞菌各种化学成分的理化常数与光谱数据 .....	438	第二节 层孔菌化学成分的研究 .....	464
三、安络小皮伞菌多糖 .....	439		
第三节 安络小皮伞的生物活性 .....	439		
参考文献 .....	439		
第三十章 竹荪 .....	441		
第一节 概述 .....	441		
第二节 竹荪化学成分的研究 .....	441		







一、层孔菌主要化学成分的类型 .....	466	(一) 材料 .....	493
(一) 层孔菌属真菌中的三萜类化 合物 .....	466	(二) 方法与结果 .....	493
(二) 层孔菌属真菌中的甾醇类化 合物 .....	468	二、假蜜环菌甲素的 HPLC 法测定 分析 .....	494
(三) 层孔菌属真菌中的倍半萜类 化合物 .....	470	(一) 材料 .....	494
(四) 层孔菌属真菌中的其他类化 合物 .....	470	(二) 方法与结果 .....	494
二、层孔菌化学成分的理化常数与光 谱数据 .....	471	第四节 假蜜环菌的生物活性 .....	496
(一) 层孔菌属真菌三萜类化合物的 理化常数与光谱数据 .....	471	参考文献 .....	496
(二) 层孔菌属真菌甾体类化合物的 理化常数与光谱数据 .....	480	<b>第三十五章 美味牛肝菌</b> .....	497
(三) 层孔菌属真菌倍半萜类化合物的 理化常数与光谱数据 .....	484	第一节 概述 .....	497
(四) 层孔菌属真菌其他类化合物的 理化常数与光谱数据 .....	484	第二节 美味牛肝菌化学成分的研究 .....	497
第三节 层孔菌的生物活性 .....	487	一、美味牛肝菌化学成分的提取与 分离 .....	497
一、抗癌、抗肿瘤作用 .....	487	(一) 美味牛肝菌多糖的提取与 分离 .....	497
二、平喘、祛痰的功效 .....	488	(二) 美味牛肝菌其他成分的提取 与分离 .....	498
三、补益作用 .....	488	二、美味牛肝菌化学成分的理化常数 与光谱数据 .....	498
四、抗炎镇痛作用 .....	488	(一) 美味牛肝菌多糖 .....	498
五、乙酰胆碱酯酶抑制剂 .....	488	(二) 其他成分 .....	500
六、植物毒素 .....	488	第三节 美味牛肝菌的生物活性 .....	502
七、收缩汗腺周围血管作用 .....	488	参考文献 .....	502
八、抗菌、抗病毒作用 .....	488	<b>第三十六章 桦褐孔菌</b> .....	505
九、促进机体代谢的作用 .....	489	第一节 概述 .....	505
第四节 展望 .....	489	第二节 桦褐孔菌化学成分的研究 .....	505
参考文献 .....	489	一、桦褐孔菌萜类化学成分的提取与 分离 .....	505
<b>第三十四章 假蜜环菌</b> .....	491	二、桦褐孔菌萜类化学成分的理化常 数与主要波谱数据 .....	509
第一节 概述 .....	491	三、桦褐孔菌甾体类成分的提取、分离 和主要波谱数据 .....	515
第二节 假蜜环菌化学成分的研究 .....	491	四、桦褐孔菌中芳环化合物的提取、 分离和主要波谱数据 .....	516
一、假蜜环菌化学成分的提取分离与 结构鉴定 .....	491	第三节 桦褐孔菌化合物的生物活性 .....	518
二、假蜜环菌化学成分的理化常数与 光谱数据 .....	492	第四节 展望 .....	518
三、假蜜环菌化学成分的合成 .....	492	参考文献 .....	519
第三节 假蜜环菌化学成分的分析研究 .....	493	<b>第三十七章 蒙古口蘑</b> .....	521
一、假蜜环菌甲素的荧光光度法测定 .....	493	第一节 概述 .....	521
		第二节 蒙古口蘑化学成分的研究 .....	521
		一、蒙古口蘑凝集素的提取、分离与 性质 .....	521
		二、蒙古口蘑多糖的提取、分离与性质	

