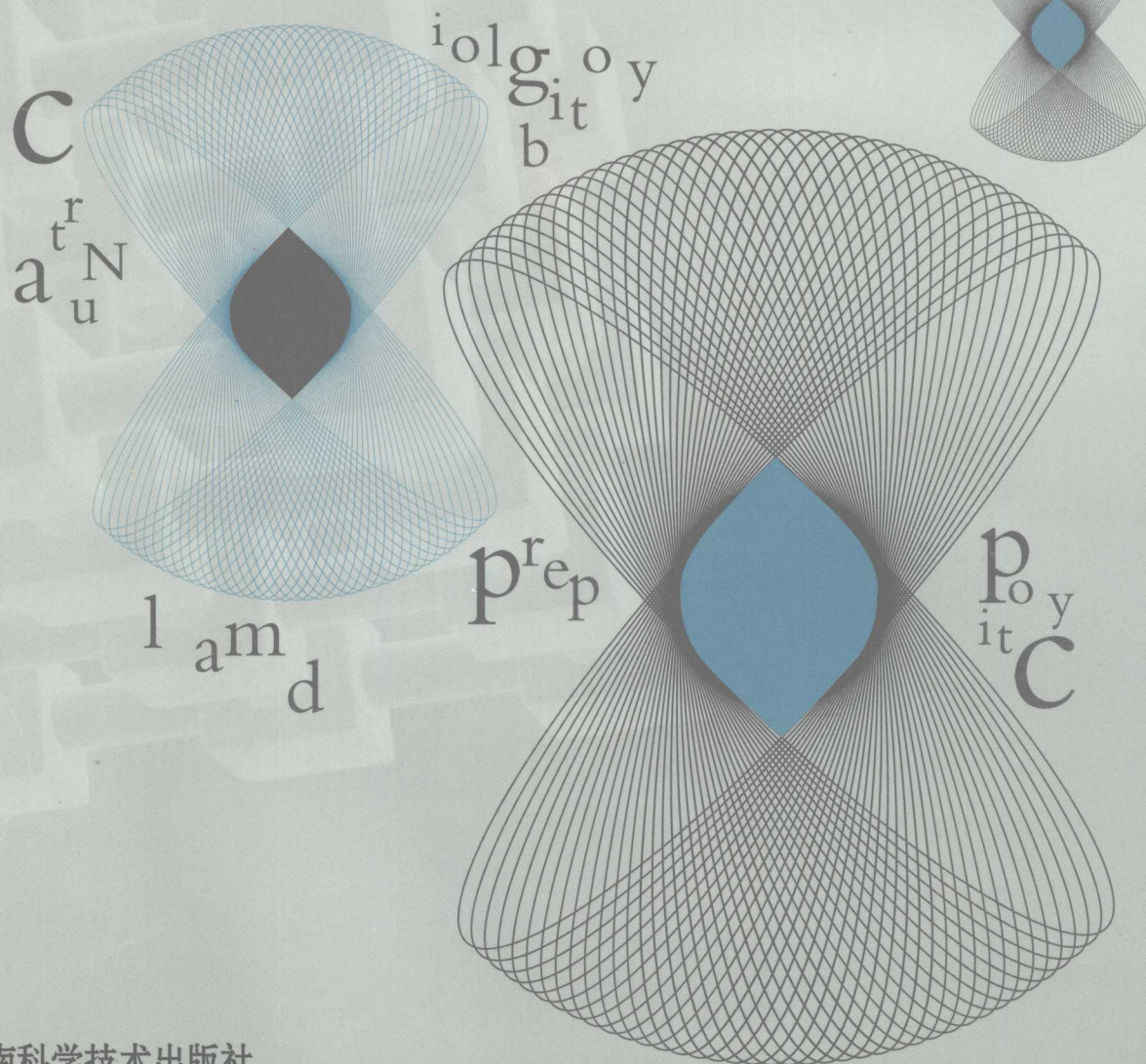


21世纪高等院校教材

# 天然生物活性物质 及其制备技术

常景玲 主编



21 世纪高等院校教材

# 天然生物活性物质 及其制备技术

常景玲 主编



河南科学技术出版社

· 郑州 ·

## 图书在版编目(CIP)数据

天然生物活性物质及其制备技术/常景玲主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2007. 8

(21世纪高等院校教材)

ISBN 978-7-5349-3733-0

I. 天… II. 常… III. 生物活性-物质-制备-研究 IV. Q1

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第096527号

---

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路66号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788628

网址: [www.hnstp.cn](http://www.hnstp.cn)

责任编辑: 吴沛

责任校对: 徐小刚 李华 张小玲

封面设计: 郑州元素(100)

版式设计: 栾亚平

印刷: 郑州胜岗印刷有限公司

经销: 全国新华书店

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 27.75 字数: 640千字

版次: 2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

印数: 1—1500

定价: 49.80元

---

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与出版社联系。

## 编写人员名单

**主 编** 常景玲（河南科技学院）

**副 主 编** 张志宏（河南科技学院）

邓小莉（平原大学）

**编写人员**（按姓氏笔画排序）

王 斌（河南科技学院）

任 敏（平原大学）

华承伟（河南科技学院）

赵现方（河南科技学院）

胡海燕（河南科技学院）

贺 杰（河南科技学院）

郭丹钊（河南科技学院）

谢风珍（河南科技学院）

# 前 言



来自于自然界植物、动物、海洋生物、微生物及其代谢产物中的多数天然物质,是天然药物、天然食品添加剂和天然化妆品中活性成分的重要来源。这些天然物质结构复杂,种类繁多,用途广泛,含量往往较低,并与许多其他化学成分共存。要很好地发掘我国丰富的天然资源,研究和利用这些天然物质,就必须先经过提取、分离和纯化过程。近年来,天然生物活性物质领域对现代生物技术、分子修饰和化学工程等高新技术的消化、吸收与利用,已打破了只能从天然生物材料中提取活性物质的界限,开辟了对天然活性物质资源进行开发、分子修饰、结构改造和人工合成等富有生命力的新领域,改变了传统天然活性物质的生产方式,推动了天然活性物质制备技术的进步与发展。对自然资源的研究与开发正向着深入化、快速化、微量化发展,以获取安全、无毒、高效的天然有效成分服务于人类。

作者结合自己多年科研教学及生产实践经验,本着实用、新颖、先进及可充分利用开发资源的原则,收集了国内外最新信息、技术资料,从我国天然生物活性物质资源的实际情况和需要出发,编成了此书。本书以至今最受关注且研究最为透彻的活性物质为主,突出了天然活性物质的制备技术和生产工艺。全书共分十三章,包括绪论、天然活性物质制备技术、天然萜类化合物、天然生物碱化合物、皂苷、天然类胡萝卜素、天然黄酮类化合物、天然原花青素和花色苷化合物、香豆素和木脂素类化合物、苔藓类植物活性成分、高等真菌生物活性物质、海洋天然活性物质、天然活性成分的开发与应用等,对每一类活性物质,从基础理论、操作技术、制造方法,到每一种活性物质的化学结构或组分、性质、原料、技术路线、工艺过程,均作了详细论述,使本书基础理论系统、技术技能训练针对性强,读者在实际工作中可根据理论联系实际的原则运用本书所介绍的技术路线,深入理解和掌握制备工艺并不断创新。因此,本书适于作为普通本科、专科生物工程及其相关专业的教学用书,也可供天然活性物质科研和乡镇企业工作者阅读和参考。

参加本书编写的人员为:常景玲编写第1、2、12章,张志宏编写第2章,胡海燕编写第3章,邓小莉编写第4章,贺杰编写第5章,华承伟编写第6章,郭丹钊编写第7章,王斌编写第8、9章,谢风珍编写第10章,赵现方编写第11章,任敏编写第12、13章。

编写过程中,得到了中药、保健品行业界专家和同仁的帮助,在此表示诚挚的感谢!

由于编者水平和实践经验有限,书中的一些看法和观点难免有值得商讨或错误之处,诚请读者和专家学者批评指正。

编 者

2007年3月

# 目 录



第 1 章 绪论 .....	(1)
第 1 节 概述 .....	(1)
一、天然生物活性物质 .....	(1)
二、天然生物活性物质包含的技术研究内容 .....	(1)
三、天然活性物质研究进展 .....	(2)
四、天然活性物质用途 .....	(3)
第 2 节 天然活性物质资源 .....	(5)
一、植物来源的天然活性物质 .....	(5)
二、动物来源的天然活性物质 .....	(13)
三、微生物来源的天然活性物质 .....	(13)
四、海洋生物来源的天然活性物质 .....	(14)
第 2 章 天然活性物质制备技术 .....	(16)
第 1 节 概述 .....	(16)
第 2 节 天然活性物质提取技术 .....	(17)
一、传统提取技术 .....	(17)
二、现代提取技术 .....	(26)
第 3 节 天然活性物质分离纯化技术 .....	(36)
一、纸层析(PPC) .....	(36)
二、薄层层析法(TLC) .....	(36)
三、柱层析 .....	(36)
四、铅盐沉淀法 .....	(39)
五、溶剂萃取法 .....	(39)
六、双水相法 .....	(43)
七、梯度 pH 值萃取法 .....	(43)
八、高压液相色谱法 .....	(43)
九、膜分离技术 .....	(43)
十、结晶与重结晶技术 .....	(46)
第 4 节 天然活性物质生物转化技术 .....	(49)



一、生物转化技术概述	(49)
二、微生物转化方法	(50)
三、微生物转化的影响因素	(55)
四、新技术在微生物转化中的应用	(56)
五、生物转化对天然活性物质结构修饰实例	(57)
六、生物转化研究进展	(62)
<b>第3章 天然萜类化合物</b>	(66)
<b>第1节 概述</b>	(66)
一、萜类化合物的结构及种类	(67)
二、萜类化合物的理化性质	(77)
三、萜类化合物的生理活性	(84)
四、萜类化合物的提取和分离	(87)
五、萜类化合物的结构鉴定与分析	(90)
<b>第2节 柠檬烯</b>	(91)
一、柠檬烯的性质及来源	(91)
二、柠檬烯的生理活性	(92)
三、柠檬烯的提取和分离	(95)
四、柠檬烯的生物转化	(98)
五、安全毒理学分析	(99)
六、柠檬烯的应用	(100)
<b>第3节 森林匙羹藤酸</b>	(102)
一、森林匙羹藤酸的结构与性质	(102)
二、森林匙羹藤酸的生理功效	(104)
三、提取与分离	(106)
四、森林匙羹藤酸的定量分析	(107)
五、安全毒理学分析	(108)
<b>第4章 天然生物碱化合物</b>	(112)
<b>第1节 概述</b>	(112)
一、生物碱的定义	(112)
二、生物碱在生物界的分布及存在形式	(112)
三、生物碱的生物活性	(112)
四、生物碱的生物合成	(113)
五、生物碱的结构与分类	(114)
六、生物碱的理化性质	(115)
<b>第2节 喜树碱</b>	(117)
一、喜树碱的理化性质和天然分布	(118)
二、喜树碱的生理功效	(121)
三、喜树碱的生产技术	(126)



	四、喜树碱的安全毒理学分析 .....	(131)
第3节	紫杉醇 .....	(132)
	一、紫杉醇的理化性质和天然分布 .....	(133)
	二、紫杉醇的生理功效 .....	(135)
	三、紫杉醇的生产技术 .....	(139)
	四、紫杉醇的安全毒理学分析 .....	(150)
第5章	皂苷 .....	(155)
第1节	概述 .....	(155)
	一、皂苷类化合物的结构及种类 .....	(155)
	二、皂苷类化合物的理化性质 .....	(159)
	三、皂苷及皂苷元的提取与分离 .....	(160)
	四、皂苷的检识 .....	(163)
	五、皂苷化合物的结构研究 .....	(165)
第2节	人参皂苷 .....	(168)
	一、人参皂苷的来源、理化性质 .....	(168)
	二、人参皂苷的生理功效 .....	(170)
	三、人参皂苷的生产技术 .....	(172)
	四、人参皂苷的安全毒理学分析 .....	(174)
第3节	大豆皂苷 .....	(174)
	一、大豆皂苷的来源、理化性质和分类 .....	(175)
	二、大豆皂苷的生理功效 .....	(178)
	三、大豆皂苷的生产技术 .....	(181)
	四、大豆皂苷的安全毒理学分析 .....	(182)
第4节	柴胡皂苷 .....	(183)
	一、柴胡皂苷的来源、理化性质和分类 .....	(183)
	二、柴胡皂苷的生理功效 .....	(186)
	三、柴胡皂苷的生产技术 .....	(190)
	四、柴胡皂苷的安全毒理学分析 .....	(191)
第6章	天然类胡萝卜素 .....	(194)
第1节	概述 .....	(195)
	一、类胡萝卜素的化学结构 .....	(195)
	二、类胡萝卜素的功能 .....	(198)
第2节	番茄红素 .....	(199)
	一、番茄红素的理化性质 .....	(199)
	二、番茄红素的生理功效 .....	(200)
	三、番茄红素的毒理学分析 .....	(202)
	四、番茄红素的测定方法 .....	(202)
	五、番茄红素的生产技术 .....	(202)





第3节	$\beta$ -胡萝卜素	(207)
	一、 $\beta$ -胡萝卜素的理化性质	(208)
	二、 $\beta$ -胡萝卜素的生理功效	(209)
	三、 $\beta$ -胡萝卜素的安全毒理学	(210)
	四、 $\beta$ -胡萝卜素的生产技术	(210)
第4节	叶黄素	(216)
	一、叶黄素的理化性质	(217)
	二、叶黄素的生理功效	(221)
	三、叶黄素的安全毒理学分析	(224)
	四、叶黄素的生产技术	(224)
第5节	辣椒红色素	(227)
	一、辣椒红色素的理化性质	(228)
	二、辣椒红色素的生理功效	(230)
	三、辣椒红色素的生产工艺	(230)
第7章	天然黄酮类化合物	(234)
第1节	概述	(234)
	一、黄酮类化合物的结构分类及在植物中的分布	(235)
	二、黄酮类化合物的生物合成途径及其吸收、代谢和排泄	(243)
	三、黄酮类化合物的理化性质	(245)
	四、黄酮类化合物的抗氧化活性及生理功能	(249)
	五、黄酮类化合物的提取、分离、纯化及鉴定	(253)
	六、黄酮类化合物的定量测定	(258)
第2节	淫羊藿苷	(259)
	一、来源与化学成分	(259)
	二、生物活性	(262)
	三、提取纯化方法(以箭叶淫羊藿为材料)	(263)
	四、毒理分析	(264)
第3节	竹叶黄酮	(265)
	一、来源与化学成分	(265)
	二、生物活性	(266)
	三、提取纯化方法	(268)
	四、毒理分析	(269)
第4节	大豆异黄酮	(270)
	一、来源与化学成分	(270)
	二、生物活性	(270)
	三、提取纯化方法	(272)
	四、毒理分析	(274)
第5节	黄酮类化合物的开发及应用前景	(275)



	一、黄酮类化合物在食品方面的应用 .....	(275)
	二、黄酮类化合物在医药领域的应用 .....	(276)
	三、黄酮类化合物在日化方面的应用 .....	(277)
	四、黄酮类化合物在动物生产方面的应用 .....	(277)
<b>第8章</b>	<b>天然原花青素和花色苷化合物 .....</b>	<b>(284)</b>
第1节	概述 .....	(284)
第2节	葡萄籽提取物 .....	(286)
一、	葡萄籽中原花青素的结构与分类 .....	(286)
二、	葡萄籽中原花青素的理化性质 .....	(286)
三、	葡萄籽中原花青素的生理功效 .....	(287)
四、	葡萄籽提取物的生产技术 .....	(289)
五、	葡萄籽中原花青素的安全毒理学分析 .....	(293)
第3节	松树皮提取物 .....	(293)
一、	松树皮提取物的理化性质 .....	(293)
二、	松树皮提取物的生理功效 .....	(294)
三、	松树皮提取物的生产技术 .....	(295)
四、	松树皮提取物的安全毒理学分析 .....	(297)
<b>第9章</b>	<b>香豆素和木脂素类化合物 .....</b>	<b>(299)</b>
第1节	概述 .....	(299)
第2节	香豆素类化合物 .....	(300)
一、	结构与分类 .....	(300)
二、	香豆素的理化性质 .....	(303)
三、	香豆素的生理功效 .....	(307)
四、	香豆素的生产技术 .....	(309)
五、	香豆素的安全毒理学分析 .....	(315)
第3节	木脂素类化合物 .....	(315)
一、	结构与分类 .....	(315)
二、	木脂素的理化性质 .....	(317)
三、	木脂素的生理功效 .....	(317)
四、	木脂素的生产技术 .....	(318)
<b>第10章</b>	<b>苔藓类植物活性成分 .....</b>	<b>(320)</b>
第1节	概述 .....	(320)
一、	苔藓植物的特征 .....	(320)
二、	苔藓植物的分类 .....	(321)
三、	中国苔藓植物的地理分区 .....	(321)
第2节	苔藓植物化学成分与生理活性 .....	(325)
一、	苔藓植物的主要化学成分 .....	(326)
二、	生理活性 .....	(329)



	三、展望 .....	(334)
第3节	苔藓类植物中的联苳类化合物 .....	(335)
	一、联苳类化合物性质和分类 .....	(335)
	二、联苳类化合物的性质 .....	(339)
	三、典型联苳类化合物 .....	(340)
	四、联苳类化合物对苔藓进化研究的意义 .....	(343)
第11章	高等真菌生物活性物质 .....	(344)
第1节	概论 .....	(344)
第2节	高等真菌免疫调节剂 .....	(345)
	一、香菇多糖 .....	(345)
	二、虫草多糖 .....	(349)
	三、灵芝多糖 .....	(352)
第3节	高等真菌抗生素 .....	(355)
	一、抗细菌类 .....	(355)
	二、抗真菌类 .....	(357)
	三、抗病毒类 .....	(359)
第4节	高等真菌毒素 .....	(360)
	一、胃肠炎型 .....	(360)
	二、神经精神型 .....	(361)
	三、溶血型 .....	(363)
	四、肝脏损害型 .....	(363)
	五、呼吸循环衰竭型 .....	(365)
	六、光过敏性皮炎型 .....	(366)
第5节	高等真菌色素 .....	(366)
	一、醌类化合物 .....	(367)
	二、酸类化合物 .....	(369)
	三、含氮化合物 .....	(371)
	四、酮类化合物 .....	(374)
第6节	其他 .....	(377)
	一、活血、消炎祛痛 .....	(377)
	二、滋补 .....	(377)
	三、降血压 .....	(378)
	四、驱虫 .....	(378)
	五、利尿 .....	(378)
	六、息风 .....	(378)
	七、消食健胃 .....	(378)
第12章	海洋天然活性物质 .....	(381)
第1节	概述 .....	(381)



	一、海洋生物活性物质的筛选 .....	(381)
	二、海洋生物活性物质生源材料的培养 .....	(382)
	三、海洋生物活性物质分离纯化技术 .....	(383)
	四、我国研究和开发中存在的主要问题及对策 .....	(383)
第2节	海洋生物活性产物及其生理作用 .....	(384)
	一、褐藻多糖硫酸酯 .....	(384)
	二、甲壳质和脱乙酰壳多糖 .....	(388)
	三、甘露醇 .....	(390)
	四、海藻酸 .....	(392)
	五、二十碳五烯酸和二十二碳六烯酸 .....	(396)
	六、鲨烯 .....	(399)
	七、河豚毒素 .....	(402)
第3节	海洋天然活性物质研究展望 .....	(403)
	一、海洋生物活性成分的研究 .....	(403)
	二、发掘新的海洋生物资源 .....	(404)
	三、构建新的生物筛选技术 .....	(404)
	四、开展海洋化学生态学研究 .....	(405)
	五、海洋药物研究的重点领域 .....	(405)
第13章	天然活性成分的开发与应用 .....	(408)
第1节	功能性食品与生物天然活性成分 .....	(408)
	一、营养、健康与疾病的关系 .....	(408)
	二、功能性食品的相关概念 .....	(412)
	三、功能性食品的毒理学评价 .....	(416)
第2节	功能性食品的开发 .....	(420)
	一、功能性食品的发展概况 .....	(420)
	二、植物活性成分在食品中的应用 .....	(421)
	三、功能性食品的开发 .....	(423)

# 第 1 章

## 绪 论

### 第 1 节 概 述

#### 一、天然生物活性物质

自然界中的生物千差万别，种类繁多。它们含有大量天然有机化合物，包括一级代谢产物，也包括大量二级代谢产物。这些产物不仅对生物本身的防御、生理调节起重要作用，而且也对人类的健康作出了非常重要的贡献。随着人们健康意识的不断提高，对生物来源的诸多生物活性物质重要性的认识也不断提高。对天然生物产物特有的化学结构复杂性和生物活性多样性的研究，不仅直接激发有机化学学科的发展，而且是有机化学进入生命科学的自然通道，并可促成从分子水平认识并揭示生命的奥秘。目前研究的天然生物活性物质以植物生物活性物质为主，对动物、微生物的生物活性物质研究也较多，特别是对海洋生物活性物质的研究迅速发展。

随着人类回归大自然呼声的增高，从天然资源中寻找新药或其他人类生活必需品变得热门起来。这种变化可以从检索最近的专利申请目录中看出。1994 年，欧洲专利局共受理了 74 000 份专利申请，其中涉及天然生物活性产物的专利增加了 5%，而有机合成物的专利申请却有所下降。天然生物活性产物申请专利最多的三个国家是美国、日本和法国，其天然生物活性产物专利申请百分比分别达 39%、22% 和 18%。

天然生物活性物质 (Natural Bioactive Substance, NBS; Natural Bioactive Products, NBP) 原意是指最新一类植物内源活性物质，也是国际上公认的有助于促进动物生理功能，调节机体平衡，增强活力的基源物质。近年来，对天然生物活性物质的研究逐渐扩展和深入，尤其是海洋生物活性物质的开发利用。概括地讲，天然生物活性物质是指通过精细化工、生物化学技术，从天然原料（如植物、动物器官、海洋生物和微生物等）中提取分离出的具有独特功能和生物活性的化合物。

#### 二、天然生物活性物质包含的技术研究内容

天然生物活性物质主要是指从植物、动物、微生物和海洋生物中获得的具有独特



功能和生物活性的物质，它包含着复杂的制备技术和工艺过程。现代生物化学、分子生物学、细胞生物学、微生物学及医学的进步和发展，特别是现代生物技术、分子修饰和化学工程等先进技术的引进与应用，打破了从天然生物材料中提取活性物质的界限，开辟了人工合成、结构改造、天然生物活性物质生物转化等富有生命力的新领域，推动了天然生物活性物质研究的进步与发展。

天然生物活性物质有很多获取的方法，最初主要凭实践经验，通过粉碎、干燥、提取、纯化等手段从生物材料中直接获取或者经简易加工而得。近代，对基础科学理论和高新技术的引进、消化、吸收和利用，逐步明确了天然生物活性物质的自然存在、化学结构、理化性质、药理作用、代谢过程等，天然生物活性物质的研究被提高到了有科学理论依据、有多学科先进技术和工艺方法的新阶段，成为化学界与生物界研究的重要组成部分。

最新信息表明，世界药学已发展到由化学合成药物转向天然药物的制造和研究上，人们的注意力日益集中到动植物、微生物和海洋生物上来，这是研究与开发天然生物活性物质的新动向。

天然生物活性物质制备技术包括以下几种：

#### 1. 生物材料中天然有效成分的制备技术

以动植物、微生物为原料，经提取、分离、纯化等工艺过程，制备已存在于生物体内的各种活性物质，应用于各个方面。

#### 2. 微生物转化和酶催化技术

以微生物转化或酶的催化作用，培养菌体或细胞产生的酶，通过菌体或细胞本身的代谢机制进行的制备技术。

#### 3. 现代生物技术和先进的分离检测技术

基因工程技术、分子生物学研究技术等现代生物技术不仅能对天然活性物质进行分子修饰，还可以制备出新型的生物活性物质，为新药开发奠定基础。超临界流体萃取、固相萃取、液膜萃取、微波提取、超声波提取等技术，实现了提取天然产物准确度高、快速、简单。核磁共振波谱（NMR）、质谱（MS）、X射线单晶衍射等技术在设备性能及检测技术方面的巨大进步，改革了天然产物结构鉴定的方法。今天波谱技术已成为探究大自然中物质内部秘密的最可靠、最有效的手段。

### 三、天然活性物质研究进展

近年来，国外对天然活性物质的研究及应用方兴未艾，世界卫生组织（WHO）、联合国粮农组织（FAO）及欧美日等国家极为重视该类物质的作用，有益于防止各种化学药物所造成的全球性的环境污染及在人畜体内和水产品中的残留对人类健康的威胁。

20世纪后期国际上相继研发成功的一些原创性重量级药物，充分展现了天然活性物质的巨大威力。从印度蛇根草中发现的神经系统药物利血平和从长春花中发现的抗癌药物长春新碱类等掀起了国际上叫噪生物碱化学研究热潮，不仅取得了一系列重要成果，同时发明和拓展了多种波谱学技术方法，进而推动了天然活性物质研究的飞速



发展。从常用中药青蒿中发现的抗疟新药青蒿素，开辟了抗疟药新类型，且疗效奇特，挽救了众多恶性疟疾病人的生命。紫杉醇是从红豆杉中发现的二萜生物碱，结构新奇，对多种癌症具有明显疗效。以上充分显示了天然活性物质在 20 世纪的辉煌，并明示从天然活性物质中研发和创新药物的巨大潜力。

我国研究及应用天然活性物质有悠久的历史。早在公元前 100 年西汉刘安《淮南子·万毕出》、《神农本草经》及 16 世纪李时珍《本草纲目》中就有中草药（苍术、茵陈等）中活性物质的提取及应用等详细记述。但是由于它在植物体内含量甚微，若采用传统的应用方法一般用量大、效应慢等，有碍生物的迅速发展。

目前，人们对膳食来源中的诸多植物的化学组成已有了相当的了解，并揭示了一些生物活性成分可起到维持或促进人类健康的效果。当然，并不限于此，人们还对很多非膳食植物进行了探讨及研究，并发现它们也含有大量有益的活性成分。可以这么说，现在人们对植物来源的生物活性成分的关注要超过以前的任何时期。

有学者称，20 世纪 90 年代以来对植物生物活性物质或植物化学物质（phytochemicals）的全新认识代表了营养学的第二个黄金时代的到来。它是营养学上一个全新的领域，对它们的研究不仅令人振奋、富有挑战性，而且还需要不同学科的科学家共同协作努力。当然，如果称现在为营养学的第二个黄金时代，那么意味着存在营养学的第一个黄金时代。1910~1940 年，众多维生素的发现即代表了营养学的第一个黄金时代。发达国家营养学家的“学术关注”的转变，即从对避免营养缺陷疾病转向对预防诸多慢性疾病的关注，也反映了植物来源的生物活性物质被重视的程度越来越高。

天然活性物质的研究一直是生物学科、化学学科中最令人瞩目的领域。从开发新药角度来讲，在 1981~2002 年上市的小分子药物中，6% 是直接来自天然产物，而有 55% 是天然产物的合成品或受天然产物结构的启发而研制的合成品。因而，进入 21 世纪，我们感受到天然活性物质的开发研究依然是异常活跃，生机勃勃。不仅新发现的天然活性物质引起大家的关注，而且一些老的天然活性物质也随着新技术、新设备、新仪器的发展而再一次成为研究的目标。

## 四、天然活性物质用途

我国土地辽阔，天然资源十分丰富，无论是天然植物、动物、海洋生物还是微生物，都有着种类多、分布广的优势。以它们为材料提取分离的活性物质的组分结构与生理活性关系的研究以及对天然物质的综合利用是当今人类非常感兴趣的课题，并要求对自然资源的研究与开发向深入化、快速化、微量化发展，以获取安全、无毒、高效的天然活性成分服务于人类。目前，天然活性物质的开发与应用已形成热潮并发展迅猛，天然活性物质的研究成果已在很多方面广泛应用。

### 1. 食品方面

(1) 食品调味剂和食用香料：有些调味剂不仅可调味，而且在生理上也有重要作用，在食品加工中不可缺少。天然食用香料（natural flavoring agents）是指含有各种挥发性香气成分，能赋予食品香味的一类天然物质。它们在食品加工中主要作用是产生香味，而不是增加营养。



(2) 天然食用色素：指从自然界生物体组织中直接提取的色素。按来源分为动物色素、植物色素和微生物色素，其中绝大部分来源于植物组织，特别是水果和蔬菜。

(3) 食品增稠剂和乳化剂：天然增稠剂按来源分为植物性胶、动物性胶（如明胶、壳聚糖等）、微生物胶（如黄原胶、菌核胶、酵母聚糖等）及酶处理生成胶（如酶处理淀粉、葡聚糖胺等）四大类。大豆卵磷脂是目前食品加工中广泛使用的食品乳化剂，还有皂角苷和植物甾醇等，它们都具有一定的生理活性。

(4) 食品保鲜剂和抗氧化剂：食品保鲜剂和抗氧化剂目前只有少数成分可以从天然产物中获得，但已成功应用于食品生产中，以后更安全、更有效的天然防腐剂将逐步取代合成的防腐剂。

(5) 食品营养强化剂（food nutritive fortifier, nutrition enhancer）：食品营养强化剂是“为加强食品成分而加入的天然的或者人工合成的属于天然营养素范围的食品添加剂”。食品营养强化剂兼有简化膳食处理、方便摄食和防病保健等作用。

## 2. 医药方面

(1) 抗氧化或抗衰老功能：现已公认，很多慢性疾病或老年疾病的发病，以及人类的衰老都与氧自由基相关。植物来源的大多数生物活性物质，特别是酚类化合物，都是很好的天然抗氧化剂（Natural antioxidant），不仅在体外体现出极佳的抗氧化活性，而且在体内也表现出很好的抗氧化活性（清除氧自由基）。基于此，目前国内外专家正致力于利用植物生物活性物质的抗氧化活性来预防慢性疾病或延缓衰老的研究。

(2) 降低或抑制胆固醇功能：胆固醇是人体所必需的一种生理活性物质，可起到调节人体生理的作用。不过，其含量一旦超标，将对人体生理产生很多不好的影响，如动脉粥样硬化就与 LDL - 胆固醇的氧化紧密相关。因此，人体胆固醇的含量应控制在一定范围内。现代研究发现，植物来源的很多生物活性物质都具有较显著的降血浆或血清胆固醇效果。

(3) 预防糖尿病、预防高血压功能：植物来源的诸多天然抗氧化剂通过清除活性氧，收到预防糖尿病的效果。另外，植物中也含有一些生物碱，通过抑制人体肠道糖苷酶的活性，起到降低血糖的作用。对于高血压症患者，植物中含有大量可抑制血管紧张素转换酶 - I（ACE - I）的生物活性物质，包括一些氨基酸或多肽，还有一些酚类化合物。

(4) 抗癌或抑制肿瘤功能：癌和肿瘤是导致现代人群死亡的主要原因之一，也是揭示“膳食与健康”之间关系的靶目标之一。现代很多流行病学研究显示，不同人群由恶性肿瘤所导致的死亡率与膳食或其中一些组分紧密相关。经过系统的动物研究、体外实验研究甚至临床研究，明确膳食植物中含有大量具有抑制肿瘤活性的生物活性物质。尽管如此，迄今为止所得出的结果还不能完全地适用于任何场合，目前很多科学家对一些植物生物活性物质的抗癌或抑制肿瘤活性持一定的保留态度。不过，有一点可以肯定：富含果蔬的膳食有助于预防多种疾病。

(5) 预防龋齿功能：现已明确，龋齿的发病机制与口腔中的一种称之为链球菌（包括 *S. muralis* 和 *S. sorbrinus*）的菌种密切相关。预防龋齿的途径大致有两种：一种是控制糖原的摄食；另一种则是摄取一些可抑制链球菌生长的化合物。目前市场上的预





防龋齿产品似乎大都通过第一种途径，而利用第二种途径的产品非常少。已有许多研究表明，一些植物生物活性物质（特别是原花青素类、有机硫化合物）具有很强的抑制链球菌生长的作用，从而体现出显著的预防龋齿效果。

(6) 抗过敏功能：目前大致有两种预防过敏的途径：一是尽量隔离过敏原，另一种则是摄取一些可抑制或减缓过敏症状的有效化合物。日本在该领域已进行了大量的研究，探讨了大量植物来源的生物活性物质的抗过敏活性，并确立了一套有效评价一种化合物抗过敏活性的方法。我国在该领域几乎还处于空白，有待于大力重视，不过，可以借鉴医学方面的一些评价过敏的方法。

(7) 预防心血管疾病功能（包括抑制血小板凝集）：植物中含有大量具有潜在预防心血管疾病效果的生物活性物质。心血管疾病的发病机制涉及很多因素，评价预防心血管疾病功能往往仅针对其中一项或多项风险因子，如血清胆固醇或脂质、动脉粥样硬化、血小板凝集、血栓形成、心肌梗死和血管舒张等。目前基本上已确立了一套较为完善的评价此类风险因子的标准，以开发此类活性物质的产品。

## 第2节 天然活性物质资源

自然界中，生物体内的各种生化基本物质是丰富多彩的，各种生物就是天然活性物质最好的资源。我国最新资料表明，植物中的生物活性物质有 11 146 种，动物有 1 581 种，还有微生物、海洋生物及待开发的其他资源。

### 一、植物来源的天然活性物质

植物中的生物活性物质数量非常巨大，已分离鉴定的酚类化合物就有 6 000 多种，其中属于类黄酮的就达 2 000 多种。尽管如此，它们仍大致可分为以下五类：①碳水化合物及磷脂；②含氮化合物（生物碱除外）；③生物碱类；④酚类；⑤萜类化合物。当然，每一类还可以分为很多小类。以酚类为例，它还包括花色素类、苯呋喃类、色酮类及色烯类、香豆素类、微量类黄酮类、黄酮及黄酮醇类、异黄酮及新类黄酮类、木酚素类、酚及酚酸类、酚酮类、苯丙烷类（phenylpropanoids）、醌类、二苯乙烯类、单宁类等。

#### 1. 多糖

最常见的植物多糖（polysaccharides）为纤维素和淀粉。常见的糖苷键有  $\alpha-1, 4$  苷键、 $\beta-1, 4$  苷键和  $\alpha-1, 6$  苷键。结构单位为单糖，结构单位之间以苷键相连，可以连成直链，也可以形成支链。直链一般以  $\alpha-1, 4$  苷键（如淀粉）和  $\beta-1, 4$  苷键（如纤维素）连成；支链在分支点处通过  $\alpha-1, 6$  苷键与主链相连。

20 世纪 70 年代，人们对膳食纤维给予了极大的关注，并认识到多糖对人体健康是不可缺乏的，甚至把多糖称为“第七大营养素”。至今，已成功上市的各种来源膳食纤维，包括大豆膳食纤维、苹果膳食纤维、香菇膳食纤维等。不过，近 20 年来，植物多糖引起人们兴趣的最重要原因还是一些多糖所体现出来的生理活性，包括降胆固醇效