

# 生物农药

## 科学使用指南

吴文君 高希武 张 帅 主编

**S**HENGWU NONGYAO  
KEXUE SHIYONG ZHINAN



化学工业出版社

# 生物农药 科学使用指南

吴文君 高希武 张 帅 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

本书在简述生物农药基本概念与基本特点的基础上,详细介绍了各大类型生物农药如植物源农药、微生物源农药、昆虫信息素、微生物农药、天敌昆虫以及植物农药等内容,另外,还介绍了生物农药的制剂加工与应用技术、生物农药的登记管理等,重点介绍了欧美及我国对生物农药登记的具体资料要求。在介绍我国开发、生产的生物农药品种的同时,也介绍了国外曾经或正在生产、研究的品种,以供开发与设计新农药时参考。

本书可供从事农药研究、生产、应用的工作者及有关院校的植物保护、农药、化学、生物化学、药学等专业的师生阅读,也可供有关管理人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

生物农药科学使用指南/吴文君,高希武,张帅主编,  
—北京:化学工业出版社,2016.10

ISBN 978-7-122-28073-2

I. ①生… II. ①吴…②高…③张… III. ①生物农药-农药施用-指南 IV. ①S482.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 219692 号

---

责任编辑:刘 军 张 艳

文字编辑:向 东

责任校对:边 涛

装帧设计:关 飞

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张 19 字数 333 千字 2017 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:50.00 元

版权所有 违者必究

# 本书编写人员名单

主 编 吴文君 高希武 张 帅

副 主 编 胡兆农 梁 沛 左会旭 赵建芹

编写人员 (按姓名汉语拼音排序)

范兰兰 高希武 胡兆农 姬志勤

鞠国钢 梁 沛 祁志军 邵振润

师宝君 束 放 吴文君 张 帅

张贵锋 张凯雄 赵建芹 左会旭

# 前

# 言

# PREFACE

生物农药 (biopesticides), 按照 Copping 和 Menn 的定义包含活体微生物 (病毒、细菌、真菌), 昆虫致病线虫, 植物源农药, 微生物源农药, 微生物次生代谢产物 (抗生素), 昆虫信息素, 用于表达抗虫、抗病、抗病毒、耐除草剂的基因以及昆虫天敌。生物农药的独特优点是对人类健康威胁小, 对环境安全, 而这正是全社会最关心的问题。因此, 进入 21 世纪以来, 各国政府和民众更加重视生物农药的开发和应用, 生物农药在整个农药市场的份额正在逐年上升。

1998 年和 1999 年, 国外相继出版了《The Biopesticide Manual》、《Formulation of Microbial Biopesticides: Beneficial microorganism, nematodes and seeds treatment》以及《Biopesticide: Use and Delivery》等专著, 系统介绍了生物农药的制剂加工、主要品种及应用技术等。笔者在 2004 年出版的《生物农药及其应用》的基础上, 进一步进行了完善和精炼, 增加了“植物诱抗剂”这一章节, 以较短的篇幅, 系统、扼要地介绍了生物农药的基本知识和主要品种, 促进我国生物农药的研发及推广应用。此外, 本书以科普为主, 更方便广大读者阅读理解。

由于我们的学识水平有限, 特别是本书涉及的知识面较广, 书中难免有不足之处, 恳请读者和各方面的专家批评指正。

编者

2016 年 9 月

## 目

## 录

## CATALOGUE

**第一章 生物农药概述 / 1**

|                   |   |
|-------------------|---|
| 第一节 农药和生物农药 ..... | 1 |
| 第二节 生物农药的特点 ..... | 3 |
| 第三节 生物农药的前景 ..... | 4 |

**第二章 植物源农药 / 6**

|                        |    |
|------------------------|----|
| 第一节 植物源农药概述 .....      | 6  |
| 一、植物源农药的历史与现状 .....    | 6  |
| 二、植物源农药的特点 .....       | 8  |
| 三、植物源农药研究与开发 .....     | 9  |
| 第二节 植物源杀虫剂 .....       | 12 |
| 一、产业化的植物源杀虫剂品种 .....   | 12 |
| 二、其他重要的植物源杀虫活性物质 ..... | 28 |
| 第三节 植物源杀菌剂 .....       | 34 |
| 一、产业化的植物源杀菌剂 .....     | 34 |
| 二、其他重要的植物源杀菌活性物质 ..... | 37 |
| 第四节 植物源除草剂 .....       | 38 |

**第三章 微生物源农药 / 41**

|                   |    |
|-------------------|----|
| 第一节 微生物源杀虫剂 ..... | 42 |
|-------------------|----|

|                    |    |
|--------------------|----|
| 一、商品化品种            | 42 |
| 二、其他研究较多的杀虫杀螨抗生素   | 47 |
| 第二节 微生物源杀菌剂        | 48 |
| 一、商品化产品            | 48 |
| 二、正在研发中的品种         | 60 |
| 第三节 微生物源除草剂        | 61 |
| 一、商品化的微生物源除草剂      | 62 |
| 二、尚未商品化的微生物除草剂活性物质 | 63 |

## 第四章 昆虫信息素 / 66

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 第一节 昆虫信息素概述          | 66  |
| 一、概论                 | 66  |
| 二、昆虫信息素的特点           | 67  |
| 三、昆虫信息素在害虫综合治理体系中的作用 | 68  |
| 四、信息素的生物合成           | 69  |
| 五、信息素的微量分析技术         | 69  |
| 六、信息素在周围介质作用下的化学转化   | 70  |
| 第二节 昆虫信息素类型及品种       | 70  |
| 一、性信息素               | 70  |
| 二、聚集素                | 93  |
| 三、报警信息素              | 101 |
| 四、追踪素                | 102 |

## 第五章 微生物农药 / 103

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 第一节 细菌杀虫剂              | 104 |
| 一、细菌杀虫药剂的特性            | 104 |
| 二、细菌杀虫药剂的产业化           | 105 |
| 三、苏云金杆菌                | 106 |
| 四、 <i>B. t.</i> 的致病型分类 | 109 |
| 五、球形芽孢杆菌               | 112 |
| 六、细菌杀虫剂产品介绍            | 113 |
| 第二节 真菌杀虫剂              | 121 |
| 一、真菌杀虫剂的发展历史           | 121 |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 二、种类与特性 .....             | 122 |
| 三、应用与应用前景 .....           | 124 |
| 四、真菌杀虫剂产品介绍 .....         | 127 |
| 第三节 病毒杀虫剂 .....           | 132 |
| 一、昆虫病毒研究概况 .....          | 132 |
| 二、杆状病毒 .....              | 133 |
| 三、杆状病毒在害虫综合治理中的作用 .....   | 134 |
| 四、杆状病毒的生产、质量控制和安全检测 ..... | 142 |
| 五、病毒杀虫剂产品介绍 .....         | 143 |
| 第四节 线虫杀虫剂 .....           | 151 |
| 一、线虫杀虫剂的发展历史 .....        | 151 |
| 二、昆虫病原线虫的种类及特性 .....      | 152 |
| 三、线虫杀虫剂的应用前景 .....        | 153 |
| 四、病原线虫产品介绍 .....          | 159 |
| 第五节 原生动动物杀虫剂 .....        | 164 |
| 一、昆虫病原原生动动物特性 .....       | 164 |
| 二、原生动动物的发展与类别 .....       | 166 |
| 三、原生动动物产品介绍 .....         | 166 |
| 第六节 微生物杀菌剂及除草剂 .....      | 167 |
| 一、微生物杀菌剂 .....            | 168 |
| 二、微生物除草剂 .....            | 169 |
| 三、微生物杀菌剂和除草剂品种介绍 .....    | 170 |

## 第六章 天敌昆虫 / 174

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 第一节 天敌昆虫在农业生产中的应用 ..... | 174 |
| 一、天敌昆虫的应用历史 .....       | 174 |
| 二、我国天敌昆虫产业化前景分析 .....   | 176 |
| 三、天敌昆虫的基因工程改造 .....     | 178 |
| 四、天敌昆虫防治效果的评价 .....     | 179 |
| 第二节 捕食性天敌昆虫 .....       | 181 |
| 第三节 寄生性天敌昆虫 .....       | 200 |

## 第七章 植物农药 / 213



|     |                  |     |
|-----|------------------|-----|
| 第一节 | 表达 Bt 毒素的转基因植物   | 213 |
| 第二节 | 表达消化蛋白酶抑制剂的转基因植物 | 214 |
| 第三节 | 表达凝集素的转基因植物      | 216 |
| 第四节 | 表达其他抗昆虫因子的转基因植物  | 217 |
| 第五节 | 植物农药产品           | 217 |
| 第六节 | 植物诱抗剂            | 225 |
| 一、  | 植物诱抗剂的种类         | 225 |
| 二、  | 植物诱抗剂产品          | 226 |

## 第八章 生物农药制剂加工及应用技术 / 234

|     |          |     |
|-----|----------|-----|
| 第一节 | 农用抗生素    | 234 |
| 第二节 | 植物提取物    | 234 |
| 一、  | 制剂加工     | 235 |
| 二、  | 质量控制     | 235 |
| 三、  | 混用       | 237 |
| 四、  | 应用技术     | 238 |
| 第三节 | 信息素      | 242 |
| 一、  | 诱捕法      | 242 |
| 二、  | 迷向法      | 244 |
| 第四节 | 活体微生物农药  | 245 |
| 一、  | 细菌制剂     | 246 |
| 二、  | 真菌制剂     | 248 |
| 三、  | 病毒制剂     | 249 |
| 四、  | 昆虫致病线虫制剂 | 250 |

## 第九章 生物农药的登记管理 / 252

|     |                                       |     |
|-----|---------------------------------------|-----|
| 第一节 | 美国对生物农药登记的要求                          | 252 |
| 一、  | 登记微生物农药所要求的资料                         | 253 |
| 二、  | 登记生物化学农药所要求的资料                        | 256 |
| 三、  | 转基因植物农药                               | 259 |
| 第二节 | 欧盟对生物农药登记的要求                          | 260 |
| 一、  | 生物农药活性成分登记资料要求 (91/414/EEC 附录II B 部分) | 261 |
| 二、  | 生物农药产品登记的资料要求                         | 264 |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第三节 中国生物农药的登记管理 ..... | 268 |
| 一、生物化学农药 .....        | 268 |
| 二、微生物农药 .....         | 272 |
| 三、植物源农药 .....         | 276 |
| 四、转基因生物 .....         | 277 |
| 五、天敌生物 .....          | 279 |

**参考文献** / 281

**中文索引** / 287

# 第一章

## 生物农药概述

### 第一节 农药和生物农药

什么是农药 (pesticide)? 按《中国农业百科全书·农药卷》的定义, 农药主要是指用来防治危害农林牧业生产的有害生物 (害虫、害螨、线虫、病原菌、杂草及鼠类) 和调节植物生长的化学药品, 但通常也把改善有效成分物理、化学性状的各种助剂包括在内。需要指出的是, 对于农药的含义和范围, 不同的时代, 不同的国家和地区有所差异。如美国, 早期将农药称为“经济毒剂” (economic poison), 欧洲则称为“农业化学品” (agrochemicals), 还有的书刊将农药定义为“除化肥以外的一切农用化学品”。20 世纪 80 年代以前, 农药的定义和范围偏重于强调对有害物的“杀死”, 但 20 世纪 80 年代以来, 农药的概念发生了很大的变化。今天, 我们并不注重“杀死”, 而是更侧重于“控制”。

关于生物农药 (biopesticide) 的概念则有许多争议, 概括起来主要有下述几种看法。

① 认为不应将生物农药、生物源农药混为一谈。生物农药是指用来防治农林牧业有害生物的活的生物体, 可分为三大类: 天敌昆虫 (寄生性天敌、捕食性天敌), 天敌微生物 (细菌、病毒、真菌、线虫、原生动物) 和遗传工程生物 (转基因植物、遗传工程微生物、遗传工程昆虫)。生物源农药则主要指生物代谢产生的具有农药活性的物质, 包括植物源农药、微生物源农药 (抗生素类)、外激素 (性外激素、聚集外激素、报警外激素、标迹外激素等) 及昆

虫生长调节剂（蜕皮激素类似物、保幼激素类似物等）。

② 认为不应将生物农药和生物防治混为一谈。生物农药即生物源农药，指来自动物、植物或微生物的代谢产物（主要指植物提取物、抗生素、昆虫信息素等）。农药、医药、兽药等药物是具体的化学物质，有固定的元素组成和分子结构。正是其分子结构决定了药物的理化性质和生物活性。农药作为药物有其确定的作用机制（无论是否被人类认识），而这种药物的作用机制主要表现为药物小分子和靶标大分子的相互作用。可以用来防治农林有害生物的活体生物，如昆虫天敌，无论是寄生性的还是捕食性的，都不具备药物的上述两个基本特征，它们对有害生物的防治不是像药物那样的分子间相互作用，而是一种生命活动中的行为反应；又如某些天敌微生物对植物病害的防治，是依赖天敌微生物竞争性的占据空间争夺营养而抑制病原菌的生长，表现为一种生态效应。这些有生命的生物体和无生命的化学物质之间的差异太悬殊，其研究、开发的思路和使用方法各不相同，不宜都归于农药的范畴，而应归为生物防治的一种手段。生物农药和传统的化学农药同属于农药的范畴，其最大的区别在于前者是生物合成的，后者是人工化学合成的。但随着社会的进步、科学的发展，二者的界限会越来越模糊。

③ 认为生物农药既包括活体生物（天敌动物、天敌微生物、转基因植物等），也包括生物体的代谢产物（植物提取物、抗生素、信息素等）。

不同国家的农药管理部门对生物农药的概念和内涵亦有不同的界定，国际经济合作与发展组织（OECD）提出的生物农药的定义包括：①信息素，②昆虫和植物生长调节剂，③植物提取物，④微生物，⑤大生物（主要指捕食性和寄生性昆虫天敌）。OECD 没有将抗生素列入生物农药的范畴。欧盟农药登记指令 91/414/EEC 虽然采用 OECD 关于生物农药的定义，但在登记时仍将信息素、植物提取物等视作化学农药，而且不允许转基因植物登记。EPA（美国国家环境保护局）界定的生物农药包括：①微生物农药（指活体微生物）；②生物化学农药（包括信息素、激素、天然的昆虫或植物生长调节剂、驱避剂以及作为农药活性成分的酶）；③转基因植物。其中“生物化学农药”还必须具备两个条件：①对防治对象没有直接毒性，而只有调节生长、干扰交配或引诱等特殊作用；②必须是天然产物，如果是人工合成的，其结构必须和天然产物相同（允许异构体比例的差异）。显然 EPA 没有将抗生素列为生物农药，也没有笼统地将植物提取物列为生物农药（除非植物提取物符合生物化学农药的条件）。我国农药管理机关对生物农药的界定类似于 EPA，在正式文件中将微生物农药和生物化学农药视为生物农药。

从上述关于生物农药概念的介绍不难看出，因为出发点不同，看问题的角

度不同,人们往往会对同一术语、同一概念有不同的理解、不同的表述。本书主要采用 L. G. Copping 主编的《Biopesticide Manual》中关于生物农药的界定,包括:①微生物农药(病毒、细菌和真菌),②昆虫致病性线虫,③植物源农药(植物提取物),④微生物的次生代谢产物(抗生素),⑤昆虫信息素,⑥转移到植物中可表达抗虫抗病及耐受除草剂的基因。此外,本书将天敌昆虫也纳入了生物农药的范畴。

## 第二节 生物农药的特点

与传统的合成化学农药相比,生物农药具有下述特点。

① 对哺乳动物的毒性较低,使用中对人、畜比较安全。生物农药中的活体生物(包括微生物)、信息素等对靶标有明显的选择性,乃至专一性,因而基本上不对哺乳动物构成威胁。生物农药的植物提取物和抗生素往往具有不同于化学农药的作用机制或具有特异的靶标,因而对哺乳动物的毒性较低,如印楝素,对昆虫主要表现为拒食作用和干扰生长发育,对大鼠急性经口  $LD_{50}$  值大于  $5000\text{mg/kg}$ ,家兔急性经皮  $LD_{50}$  值大于  $2000\text{mg/kg}$ ,鱼藤酮对大鼠急性经口  $LD_{50}$  值为  $132\text{mg/kg}$ ,对兔急性经皮  $LD_{50}$  值为  $1500\text{mg/kg}$ ,除虫菊素 I 和 II 对大鼠急性经口  $LD_{50}$  值为  $340\text{mg/kg}$ ,急性经皮  $LD_{50}$  值大于  $600\text{mg/kg}$ 。亦有少数抗生素的毒性较高,如阿维菌素,对大鼠急性经口  $LD_{50}$  值仅为  $10.06\text{mg/kg}$ ,但急性经皮  $LD_{50}$  值大于  $380\text{mg/kg}$ ,而且因其活性极高,其制剂的有效成分含量很低,如  $1.8\%$  爱力螨克乳油含 abamectin (阿维菌素) 仅  $1.8\%$ ,对大鼠急性经口  $LD_{50}$  值为  $650\text{mg/kg}$ ,兔急性经皮  $LD_{50}$  值大于  $2000\text{mg/kg}$ ,一般稀释  $4000\sim 6000$  倍喷雾,因而在使用中仍然对人畜安全。

② 防治谱较窄,甚至有明显的选择性。大多数生物农药,特别是昆虫天敌、活体微生物以及昆虫信息素对靶标有明显的选择性,有时甚至表现为专一性,即只对部分靶标生物有效。以昆虫天敌为例,棉田、麦田的异色瓢虫、七星瓢虫、龟纹瓢虫等主要捕食棉蚜、麦蚜,松毛虫赤眼蜂和螟黄赤眼蜂主要寄生棉铃虫卵、松毛虫卵、玉米螟卵;以活体微生物为例,即使是广泛使用的 Bt 制剂,其株系或品种之间的专一性也是很强的,如有的株系主要对某些鳞翅目幼虫有效,布氏白僵菌主要防治天牛、金龟子,玖烟色拟青霉主要防治白粉虱,淡紫拟青霉主要防治根结线虫,胶孢炭疽菌孢子专一性地寄生菟丝子;以植物提取物为例,苦皮藤素主要用于防治某些鳞翅目害虫如小菜蛾、菜青虫、槐尺蠖等,但对同是鳞翅目的甜菜夜蛾、甘蓝夜蛾、小地老虎等根本无

效；再以抗生素为例，井冈霉素对水稻纹枯病、小麦纹枯病高效，对稻曲病也很有效，但对其他许多病害却防效很差，甚至根本无效。

③ 对环境压力小，对非靶标生物比较安全。生物农药中的活体生物（微生物和天敌昆虫等）本身就是自然环境中存在的生物体。这些生物体死亡后很快就被其他微生物分解，不可能对环境产生不利影响。植物提取物、抗生素则是植物和微生物的次生代谢产物，亦是天然产物，在环境中容易通过光解、水解、酶解等途径降解，在自然界参与能量和物质的循环，不会像一些化学农药那样引起残毒、生物富集等问题。前已述及，许多生物农药对靶标生物具有选择性，乃至专一性，而作用方式往往又多是非毒杀性的，因而对非靶标生物，特别是对鸟类、兽类、蚯蚓、害虫天敌及有益微生物的影响较小。笔者等曾对 0.2% 苦皮藤素乳油进行过系统的非靶标生物安全评价，结果表明：鹌鹑急性经口  $LD_{50}$  值为 2880.6~2885.6mg/kg，对鸟类低毒；红鲫鱼的  $LC_{50}$  值（72h）为 171.1mg/L，对鱼类低毒；意大利蜜蜂饲喂  $LC_{50}$  值为 1660.0mg/L，触杀  $LC_{50}$  值为 9213.0mg/L，对蜜蜂低毒；家蚕  $LC_{50}$  值（触杀）为 3277.3mg/L，低毒；对蚯蚓  $LC_{50}$  值（3d）为 2178.8mg/L，低毒；泽蛙蝌蚪  $LC_{50}$  值（7d）为 72.8mg/L，低毒；七星瓢虫、异色瓢虫和龟纹瓢虫  $LC_{50}$ （触杀）值为 1893.2~1948.7mg/L，低毒；对土壤微生物群落无明显影响。生物农药的这一特点不仅有利于保护生态平衡，而且有利于有害生物综合治理（IPM）方案的实施。

④ 对靶标生物作用缓慢。和传统化学农药作用的速效性相比，大多数生物农药尤其是活体微生物及某些植物提取物和抗生素对靶标生物作用缓慢。如细菌杀菌剂 Bt 制剂防治小菜蛾，施药后 1d 基本上不表现防效，往往要 3d 后才表现出明显的防治效果；病毒杀虫制剂和真菌杀虫制剂，因病毒或真菌孢子首先要对寄主侵染，然后在寄主体内大量繁殖，害虫从被感染到死亡要 3~5d 时间。植物杀虫剂印楝素制剂、苦皮藤素制剂防治小菜蛾大田施药 3d 后才有 80% 以上的防治效果。抗生素制剂阿维菌素，在推荐浓度下防治小菜蛾，施药后 1d 防效往往不到 60%，3d 后方可达 90% 以上。生物农药的这种缓效性，在遇到有害生物大量发生迅速蔓延时往往不能及时控制危害

### 第三节 生物农药的前景

生物农药目前在世界农药市场所占的份额还很小。1995 年全球农药市场是 290 亿美元，其中生物农药为 3.8 亿美元，约占世界农药市场的 1.3%。

2000 年,我国已注册登记生物农药有效成分品种 77 个,占农药有效成分品种的 13.4%;产品 691 个,占注册登记农药产品的 7.1%。产量接近 10 万吨制剂,使用面积 4 亿亩次。据统计,截至 2015 年,生物化学农药及微生物农药同比增长 19.4%,增速远大于化学农药。

尽管生物农药目前在世界农药市场所占的份额还很小,但生物农药由于其对人畜毒性小、环境兼容性好、有害生物不易产生抗性等突出优点而符合现代社会对农业生产及农药的要求。特别是跨入 21 世纪后,各国政府更加强调环境保护,更加注重可持续农业的发展,公众也更加关注自身健康,崇尚有机食品。这种形势将促进生物农药的快速发展,预计全球生物农药的需求量将以每年 5.6% 的速度增长,所占农药市场的份额将越来越大。

## 第二章

# 植物源农药

### 第一节 植物源农药概述

植物源农药又称植物性农药，是利用植物资源开发的农药。包括从植物中提取的活性成分、植物本身和按活性结构合成的化合物及衍生物。类别有植物毒素、植物内源激素、植物源昆虫激素、拒食剂、引诱剂、驱避剂、绝育剂、增效剂、植物防卫素、异株克生物质等。按有效成分、化学结构及用途分类：生物碱、萜烯类、黄酮类、精油类、光活化毒素。植物源农药是生物农药的一个重要组成部分。它是指利用植物的某些部位（根、茎、叶、花或果实）所含的稳定的有效成分，按一定的方法对受体植物进行使用后，使其免遭或减轻病、虫、杂草等有害生物为害的植物源制剂。植物源农药所利用的植物资源为有毒植物。所以，植物源农药又通称为“草药农药”。

#### 一、植物源农药的历史与现状

在早期的农业生产以及日常生活中，人类就发现一些植物对农业害虫或蚊蝇等卫生害虫具有杀伤作用。早在公元前 7~5 世纪，中国就用莽草等植物杀灭害虫，用菊科艾属的艾蒿茎、叶点燃后熏蚊蝇；公元 6 世纪就有利用藜芦作杀虫剂的记载；10 世纪中叶有用百部根煎汁作杀虫剂的记载；到 17 世纪，烟草、松脂、除虫菊和鱼藤等也已作为农药使用。在印度、巴基斯坦等地，印楝是传统的杀虫植物，当地农民很早以前就将印楝叶子混入谷物以防治贮粮



害虫。

在 20 世纪 40 年代以前的 100 余年中,烟草、除虫菊和鱼藤等植物源杀虫剂是工业化国家重要的农药品种。在有机氯、有机磷和氨基甲酸酯等化学农药出现以后,植物源杀虫剂在农药市场所占的比重才迅速下降。1947 年,美国从东南亚进口鱼藤根超过 6700t,但 1963 年减少到了 1500t。

随着化学农药的大量使用,其弊端越来越引起了人们的重视,如环境污染、对非靶标生物的杀伤、害虫抗药性、农药残留以及害虫的再增猖獗等,同时也由于开发新农药的难度加大,使得植物源农药的发展有了新的契机。由于植物源农药来源于自然,具有对人畜安全、不污染环境、不易引起抗药性、在自然环境中易于降解等优点,因此,植物源农药的研究与开发是当今农药研究与开发的一个重要方面。植物中蕴藏着数量巨大的、具有潜在应用价值的天然产物。事实上,全球有多个实验室已经筛选了数千种高等植物,不仅仅是搜寻医药产品,同时也在发现农药产品。在实验室,乃至大田试验中,许多植物都表现出了潜在的害虫控制特性,但是,要想成功地投入商业化开发,防治效果仅仅是所需要的诸多条件中的一个。最乐观地估计,植物源农药仅占全球农药市场的 1%,但其以每年 10%~15% 的速度增长是完全有可能的。在未来 5 年内,在家庭卫生用药和园林保护农药市场中,植物源农药很可能占有 20% 以上的份额。

除了效果和作用谱之外,植物源农药在生物学方面需要具备的条件还包括:较低的毒性,对环境的压力尽可能小(即哺乳动物的选择性,天敌和非靶标生物的选择性,环境中的快速降解)。印楝杀虫剂能够满足这些条件,但是印楝产品的商品化也花费了十多年的时间以及数千万美元。显而易见,一个具有很好的防治效果,而且对使用者和环境都较安全的产品要实现商品化,还有其他条件需要满足,主要包括:丰富的资源;标准化的提取物,有效成分的质量控制;在管理上针对植物源农药的特殊要求。这些条件对传统化学农药来说都不是问题。

除非原材料能够满足市场的需求,即该植物在天然状态下的储量足够丰富,或者能够人工种植,否则不太可能投入数百万美元去开发一个植物源农药产品。例如,除虫菊素和鱼藤酮都是通过种植来提取的,印楝树在印度的保有量已经达到 2500 万株。

植物源农药一个最好的来源途径是含有效成分的种子正好是果汁工业的副产品。在美国,柑橘业每年要产生数千吨的柚种子,从其中能够得到 300t 柠檬素。柑橘属植物种子中最重要柠檬素对马铃薯甲虫具有很好的拒食作用。在东南亚,人们以红毛榴莲(*Annona muricata*)制备果汁,仅在菲律宾该水