



我国生物农药制剂生产应用现状与前景^{*}

郑铁军

(黑龙江省农科院农药应用中心, 哈尔滨 150086)

摘要: 对我国的生物源农药的研究、生产登记现状进行了概述, 对生物源农药面临的问题、解决的途径及发展前景进行了讨论。

关键词: 生物源农药; 植物农药; 微生物农药; 抗生素

中图分类号: S 482 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-2767(2005)06-0040-04

The Present Situation and Prospect of the Production and Application of Biological Pesticide Agent in China

ZHENG Tie-jun

(Pesticide Application Center of Heilongjiang Academy of Agricultural Sciences, Harbin 150086)

Abstract: This paper has summarized the situation of research and products registration of the pesticide made from biological resources and has given some discussions on the problems of the biological pesticide faced and the ways to solve.

Key words: Pesticide made from biological resources; plant pesticide; bacterium pesticide; antibiotic substance

生物农药也叫生物源农药,是指来源于生物并可对特定的病虫草害具有控制特效的农药。21世纪是环保的世纪,以高效、低毒农药逐步替代传统的高毒农药是农药发展的必然趋势。生物源农药在自然生态环境中广泛存在,资源丰富,绝大多数无毒副作用,不破坏生态环境,残留少,选择性强。大力推广使用生物源农药,对于促进现代农业生产的发展,具有极其重要的现实意义。生物源农药分为直接利用生物和利用生物的活性物质两大类。生物农药根据其来源大致可分为植物农药、微生物农药和微生物代谢产物农药(抗生素)等。中国是生物源农药生产和使用大国,据统计,到2004年底,我国正式登记生产的生物源农药品种达67种,其中杀虫剂28个、杀菌剂28个、杀鼠剂3个、杀线虫剂2个、病毒防护制剂3个、卫生用杀虫剂3个,各类单剂、混配制剂生产企业有400多家^[1]。生物源农药在我国已成为一类重要的农药,对促进农业生产、保持生态环境起到重要作用。

我国国内的土壤、气候、农作物的多样性以及微生物多样性,使我国在生物源农药资源方面具有得天独厚的优势。我国的微生物资源特别丰富,为我国发展微生物农药提供坚实基础。我国农药植物资源十分丰富,全国各地荒山、荒地均可种植,从国外引种的农药植物已形成产业。特别是近年来我国在生物技术的开发和创新方面,不断取得突破性进展,为进一步发展生物源农药创造了良好的条件。

1 植物农药

植物源农药是指从植物中提取有杀虫、抗菌作用和除草作用的活性物质,直接或间接加工合成的农药。它们既能有效抑制有害生物,又对高等动物安全,对益虫和天敌昆虫无害,对环境无污染(在环境中易分解并且分解产物对环境亦无影响),符合人类发展现代农药所追求的目标。因此,由这些特异性次生物质制作的植物源农药是一类“环境和谐—相容农药”。值得指出的是,目前从植物中提取有毒次生物(如藜芦碱、烟碱等)制作的“植物源农药”不应冠以“绿色农药”、“无公害农药”之类使人误解,也

* 收稿日期: 2005-05-30

作者简介: 郑铁军(1964-),男,黑龙江省拜泉县人,副研究员,从事农药制剂研究。

就是说,从植物中提取的有毒物质(植物碱)不一定就是对哺乳动物和天敌低毒以及和环境相容。

中国多年来植物农药一直在应用,到 2004 年底,我国正式登记注册的植物农药品种达 17 种,生产厂家达 68 家之多,品种包括烟碱、苦参碱、鱼藤酮、茴蒿素、藜芦碱、苦皮藤素、川楝素、印楝素、毒藜碱、茶皂素、乙蒜素等。植物农药在我国已成为一类重要的农药。据统计,我国作为农药的植物主要集中在楝科、菊科、豆科、卫矛科和大戟科等 30 多科,其中以楝科、豆科和卫矛科的植物被认为最具有开发利用价值。

1.1 植物源杀菌剂

在植物性农药中,杀菌剂的研究相对杀虫剂来说要少的很多。我国香港特别行政区的红树科植物(*Excoecaria agallocha*)的提取物对镰刀菌有抑制作用,赵纯森等(1994)发现厚朴树(*Magnolia officinalis*)叶的提取物对立枯丝核菌有抑制作用。目前我国登记的植物源杀菌剂只有两种:大蒜素和乙蒜素。大蒜素只有一个厂家一个产品登记,用于防治黄瓜、枸杞的白粉病。乙蒜素有 7 个厂家登记 12 个产品,其中一个原药,80%乳油制剂 3 个,30%乳油制剂 3 个,20%高渗乳油制剂 1 个,41%乳油制剂 1 个,复配制剂 3 个。用于防治棉花的立枯病、苹果的褐斑病、黄瓜霜霉病、棉花枯萎病和水稻的稻瘟病。

1.2 植物源除草剂

李善林等发现小麦颖壳中的甲醇洗脱物对白茅的抑制率可达 90%以上^[2]。植物天然产物有名副其实除草效应的最好实例是 α -三嗪吩(XX),这是从万寿菊属植物中提取的, α -三嗪吩除有除草特性外,还有杀线虫作用。对 α -三嗪吩的作用方式尚不了解,但是有迹象表明 α -三嗪吩在紫外线照射下会产生原子氧,从而使酶失活、核酸氧化和膜破坏导致生物体损害^[3]。杨世超等发现小麦对白茅具有克生作用,并从麦根分泌物以及麦根、麦秸和颖壳的水浸液中分离到杀草活性物质^[4]。邵华等研究表明:薇甘菊不同部位的提取物对黑麦草等几种受体植物的生长有明显的抑制作用^[5]。由于薇甘菊生长的地方很难看到其他杂草和灌木,甚至在华南地区广泛分布的彩织菊也被薇甘菊所排斥。所以,分离、纯化薇甘菊中的生长抑制物质,研究其结构,并进一步将其开发为除草剂,具有十分重要的实践意义。到目前为止我国还没有商品化的植物源除草剂,然而随着杂草科学、生物技术、现代化学结构分析与合成手段的发展,植物源除草剂的研究和开发无疑是以后新型除草剂研究和开发的一大热点。

1.3 植物源杀虫剂

20 世纪 70 年代开始的新一轮植物源农药的开发,其重点已不再是从植物体寻找能够对害虫产生触杀或胃毒作用的毒性物质,而是寻求植物体产生的对害虫具有特异性作用的物质,如有拒食作用、阻碍生长发育、抑制蜕皮、抑制蛹发育和羽化、不育作用、包含干扰雌虫性信息素分泌、干扰交配、驱避产卵以及影响卵巢发育的次生化合物。植物源杀虫剂是人们研究的最多的一个课题,我国在近年来做了大量研究工作。我国自 20 世纪 30 年代开始,曾对烟草、鱼藤、巴豆、百部等杀虫植物进行过比较广泛的研究。进入 90 年代,对有杀虫活性的植物资源又作了进一步的调查研究。张兴等(1993)对西北地区的杀虫植物资源作了系统调查,发现了有研究和开发价值的杀虫植物 47 种^[6]。徐汉虹等分别对猪毛蒿(1994)^[7]、肉桂(1994)^[8]、芸香(1994)^[9]、八角茴香(1996)^[10]等近十种植物精油的杀虫作用进行了较为深入的研究。王兴林等(1996)报道了砂地柏、大戟、紫穗槐等 10 种植物提取物对棉铃虫生长发育的影响^[11]。另外,关于辣蓼(1993)^[12]、闹羊花(1992)^[13]、紫背金盘(1992)^[14]、大火草(1998)^[15]的杀虫活性也有不少研究报道。中科院植物研究所研制出的“25%莒荥烷碱乳剂”,对蚜虫、棉铃虫、菜青虫等具有较强的杀伤力,虫口减退率达 90%以上(郝西斌,1998)。广东省昆虫研究所等单位以鱼藤酮为主要成分,研制成功一种高效低毒低残留的新型植物性杀虫剂—高效鱼藤酮,投产 6 年来累计生产 3 000 多 t(胡楫,1995)。由北京农业大学等科研单位有关专家研制成功的新型高效植物性杀螨剂“螨速克”对棉红蜘蛛的防治效果优于或相当于目前广泛使用的化学农药(李芝凤,1995)。另外,吴文君等创制的植物杀虫剂苦皮藤乳油(20%KPTEC)对菜青虫、小菜蛾等害虫有特效,并且对温度、光照比较稳定,因此其开发应用前景广阔。刘惠霞等(1998)为保证苦皮藤乳油的质量,进行了苦皮藤红外光谱特征在近似种鉴别中的应用研究。在植物源农药的研究方面目前研究的报告很多,但我国目前已登记生产的植物源杀虫剂只有烟碱、鱼藤酮、印楝素、苦参碱、藜芦碱、除虫菊素等 14 种,共有 68 个企业的产品进行了登记,其中以苦参碱和氧化苦参碱登记生产的产品为最多,达 37 个企业的产品、39 个单一制剂、4 个复配制剂,其次为除虫菊素有 10 个企业的产品登记,烟碱有 6 个企业的产品登记。

2 微生物农药

微生物源农药是利用微生物或其代谢物作为防治农业有害物质的生物制剂。从 60 年代的青虫菌

到现在的阿维菌素,我国生物农药的研究、开发和生产已有近40年的历史,并取得了重大进展。微生物农药分为直接利用和代谢产物利用两大类。阿维菌素、井冈霉素和苏云金杆菌已成为我国微生物农药的三大品种。

2.1 直接应用

2.1.1 细菌类农药 细菌类农药是目前我国应用的比较多的一类,已登记的有6类100多个厂家,其中以苏云金杆菌申请登记的厂家为最多,达78家,146个产品,其中大部分是单剂,有30个混剂。苏云金杆菌(*Bacillus thuringiensis*, Bt.)属于芽孢杆菌属,是目前世界上用途最广、开发时间最长、产量最大、应用最成功的生物杀虫剂,占生物防治剂总量的90%以上,我国年产量达3万t左右,年防治面积增至约300万hm²次。已广泛用于水稻、玉米、棉花、蔬菜及林业上的多种重要鳞翅目害虫的防治。

2.1.2 真菌类生物农药 真菌类生物农药主要是昆虫病原真菌(简称虫生真菌),有700多种,研究应用较多的有白僵菌、绿僵菌、黄僵菌、青霉、拟青霉、蚜霉、轮枝霉、腐壳孢等。此类生物农药的特点是容易生产,使用后可在自然界中再次侵染,自然形成害虫流行病。但在使用时,对环境的温度、湿度要求较严格,感染时间较长,防效较慢。目前我国登记了11个菌株,大部分是杆菌,6个厂家,7个品种,其中木霉菌有两个厂家登记了3个品种,荧光假单胞杆菌有4家药厂登记了4个品种,主要防治小麦的全蚀病和番茄的青枯病。

2.1.3 病毒类生物农药 昆虫病毒可引起1000多种昆虫和螨类发病。世界上现有30多种病毒制剂,1993年我国登记的病毒制剂是棉铃虫多角体病毒,目前研究应用较多的是核型多角体病毒、质型多角体病毒和颗粒体病毒。我国自1985年在湖北蒋湖农场建立第一个棉铃虫病毒杀虫剂工厂以来,在上述两种病毒杀虫剂的研究开发方面,又不断取得新进展。目前我国已登记的病毒农药有9种,32个品种,其中最多的是棉铃虫核型多角体病毒,有13家农药厂登记了19个产品,两种剂型:可湿性粉剂和悬浮剂(此外,胡远扬教授成功分离了蟑螂非包涵体小病毒,提出用蟑螂病毒和蟑螂信息素或人工合成蟑螂信息素使其发病并传播给其它蟑螂,加上其它蟑螂病原微生物及衍生物可使蟑螂发病进程加快)。在此基础上,武汉大学生命科学学院与湖北绿洲生物技术有限公司合作,完善生物杀灭蟑螂技术、开发新产品“信息素诱引的病毒杀灭蟑螂系统”——“武大绿洲毒力岛”,可替代目前污染生态环境的化

学农药喷杀和毒杀蟑螂的方法。日前,武大绿洲毒力岛已经获得国家颁发的三证,产品已批量上市。

2.2 代谢产物利用(抗生素)

由微生物产生的代谢物作为农药——即农用抗生素,近年来发展十分迅速,已成为微生物源农药的主体。抗生素特别是抗菌素在我国的发展不仅历史悠久,而且水平处于世界先进之列。70年代开发的井冈霉素经久不衰,至今仍是防治水稻纹枯病的当家品种,每年使用面积达上千万公顷次。进入90年代后,抗生素的研究开发又进入一个新高潮,一些新的抗菌素得到开发,而且杀虫素的研究开发得到迅速发展。目前我国登记注册的抗生素品种有24种,产品170个,生产厂家达400多家,年产量为6~7万t。近年来,阿维菌素在我国发展迅速,登记产品不断增多,已成为生物源农药第三大品种,形成了以阿维菌素为基本化合物,向低毒方向发展,目前已有富表甲氨基阿维菌素和甲氨基阿维菌素苯甲酸盐两个品种进行了登记。阿维菌素其作用机制是干扰害虫神经系统的生理活性,使害虫迅速麻痹、拒食、缓动或不动,随后即死亡,它对蔬菜、果树、棉花、水稻和烟草等多种作物害虫具有良好的防治效果。甲氨基阿维菌素苯甲酸盐是一种以阿维菌素为原料半合成抗生素类杀虫剂农药。南开大学元素有机化学所2000年小试成功。其技术指标达到国际先进水平。据悉,这种名为甲氨基阿维菌素苯甲酸盐杀虫剂具有超高效、无毒、无公害、双重昆虫致死率高、较少受环境影响等特点,同阿维菌素其他系列产品相比较,针对农业界棘手的鳞翅目害虫的杀虫活性提高了1~3个数量级,可在蔬菜、烟草、茶叶等经济作物上使用。大田用药量2g/hm²左右,对害虫就具有很好的防治效果。阿维菌素及其半合成产品在国内的登记数量非常大,到2004年底登记的单剂和混配制剂的厂家达407个,制剂剂型为可湿性粉剂、悬浮剂、乳油和微乳剂,其中绝大部分制剂为乳油。

3 存在的问题和应用前景

生物源农药在我国有了很大的发展,得到了全面的开发和广泛的应用,但其研究、开发、生产和应用都还存在一些突出的问题和困难,困扰着我国生物源农药的发展。如生物源农药击倒速度慢,有效期较短,相对杀虫谱较窄,短期内对害虫种群控制力不强,不能迅速降低害虫口密度,与农民希望立即见效、药到虫死的要求相左,未能成为防治某一害虫的农药当家品种。相对杀虫谱较窄,不利于一药多治。如在蔬菜地出现多种害虫时,便顾此失彼、力不从心。应用推广存在一定难度,制剂化困难,产品质

量不稳定,生产企业规模小,研究开发与生产脱节,科研成果转化率低等^[16]。不少产品的基础研究(包括有效成分的结构鉴定,对植物品种与活性成分关系的研究等)不足,宣传材料有“炒作”之嫌,缺乏市场竞争能力。

随着高毒化学农药逐渐退出市场和不断推出低毒高效的化学农药新品种,简单地用微生物杀虫剂取代化学杀虫剂的时代已经过去了,更多的是实现两者的协调发展。近年来,微生物杀虫剂与化学农药的复配研究十分活跃,深受用户欢迎。今后,生物农药与化学农药的复配会越来越受到重视。国家应重视基础研究,加强知识创新力度,大力开发有自己知识产权的新品种,并加快科研成果产业化,提高产品质量,建立我国自己的产品质量标准。同时,还要加强对生物农药产品质量的监督管理,加大对生物农药研究、开发和资金的投入,对创新产品给予重奖,并在税收、价格等方面实行优惠政策。

随着不断增加的法规要求和食品安全意识的提高,以及部分化学植物保护产品的更新换代,将为生物农药工业提供良好的机会,使生物农药有可能从小的市场扩大成主流植物保护产品。目前,生物农药只能作为化学农药必要的补充,虽然生物农药工业发展潜力很大,但若想成为主流植物保护产品很难。生物农药的研究与开发只有集中寻找用于重要商业靶标作物上的产品,通过化学合成和改造使之达到药效快、成本低,达到和化学合成农药相似的效果,不能停留在只是简单的提取利用阶段,应加速高活性化合物的分离和鉴定。对一些具有高活性和特殊作用靶标的植物,采用生物追踪的方法加速其活性成分及构效关系的研究,并在此基础上迅速进行仿生合成和结构改造,寻找更有价值的化合物进行专利保护,为新农药创制奠定基础。同时应用目标植物活性化合物的定向合成,通过微繁殖、细胞及发

状根培养等技术以及植物特有的内生真菌定向合成目标植物的活性化合物,减少耕地的占用,实现植物活性成分的工厂化生产^[17],这样市场潜能才有可能成为现实。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国农业部农药检定所. 农药管理信息汇编[M]. 北京:中国农业出版社,2005.
- [2] 张兴,王兴林,冯俊涛,等. 植物性杀虫剂川楝素的开发研究[J]. 西北农业大学学报,1993,21(4):1-5.
- [3] 周红(译). 高等植物源农药[J]. 农药译丛,1994,16(2):1-6.
- [4] 杨世超,李孙荣,杨学君. 小麦对白茅的化感作用研究[J]. 杂草学报,1992,6(2):23-28.
- [5] 邵华,彭少麟,王继栋,等. 薇甘菊的综合开发与利用前景[J]. 生态科学,2001,20(1):132-135.
- [6] 张兴. 西北地区杀虫植物资源初步调查[J]. 甘肃农业大学学报,1993,28(1):93-98.
- [7] 徐汉红,赵善欢. 猪毛蒿精油的杀虫作用研究[J]. 华南农业大学学报,1993,14(1):97-102.
- [8] 徐汉红. 肉桂油的杀虫作用和有效成分分析[J]. 华南农业大学学报,1994,15(1):27-33.
- [9] 徐汉红. 芸香精油的化学成分和杀虫活性初探[J]. 天然产物研究与开发,1994,6(4):56-60.
- [10] 徐汉红. 八角茴香精油的杀虫活性与化学成分研究[J]. 植物保护学报,1996,23(4):338-342.
- [11] 王兴林. 10种植物提取物对棉铃虫生长发育的影响[J]. 西北农业大学学报,1996,24(6):99-101.
- [12] 张钟宁. 藜二醛对蚜虫的拒食活性[J]. 昆虫学报,1993,36(2):172-175.
- [13] 胡美英. 黄杜鹃花杀虫活性成分及其对害虫的毒杀作用[J]. 华南农业大学学报,1992,13(3):9-15.
- [14] 张业光. 紫背金盘提取物对四种鳞翅目害虫的作用活性的初步研究[J]. 华南农业大学学报,1992,13(4):63-68.
- [15] 王俊儒. 大火草化学成分及其拒食活性研究初报[J]. 西北植物学报,1998,18(4):643-644.
- [16] 康卓. 中国生物源农药产业化进展[J]. 农药,2001,40(3):4-8.
- [17] 蒋学杰,蒋红云. 我国植物源农药研究进展及发展策略[J]. 河南职业技术学院学报,2003,31(1):44-47.

(上接第33页)

中原单 32+龙辐 208(生物产量最高 8.11 万 kg/hm²、粗蛋白产量较高 2 446 kg/hm²、粗脂肪产量最高 751 kg/hm²、粗纤维产量较低 4 490 kg/hm²)为最好,其次是组合中原单 32+龙辐 208+秣食豆(生物产量 7.41 万 kg/hm²、粗蛋白产量 2 442 kg/hm²、粗纤维产量为混播组合最低 4 329 kg/hm²)。

3.2 混播组合提高了经济效益。在未增加成本下,混播组合中原单 32+龙辐 208、中原单 32+龙辐 208+白鹤、中原单 32+龙辐 208+秣食豆、中原单 32+龙辐 208+白鹤+秣食豆、中原单 32+秣食豆、龙辐 208+秣食豆各处理平均增值率分别达到

47.6%、36.6%、34.8%、27.3%、25.2%、34.6%。

参考文献:

- [1] 潘金豹,张秋芝,郝玉兰,等. 我国青贮玉米育种的策略与目标[J]. 玉米科学,2002,10(4):3-4.
- [2] 孔宪臣. 美国奶牛业的现状与黑龙江省奶牛业发展的思考[J]. 中国乳业,2002,(1):16-20.
- [3] 马春晖,韩建国,张玲. 高寒地区一年生牧草混播组合的研究[J]. 中国草食动物,2001,(4):36-38.
- [4] 韩建国,马春晖,毛培胜. 播种比例和施氮量及刈割期对燕麦与豌豆混播草地草产量和质量的影响[J]. 草地学报,1999,7(2):87-89.