

袁善奎, 王以燕, 农向群, 等. 我国生物农药发展的新契机[J]. 农药, 2015, 54(8): 547-550.

我国生物农药发展的新契机

袁善奎¹, 王以燕¹, 农向群², 王中康³, 楼少巍⁴, 张钟宁⁵, 郑尊涛¹

(1.农业部农药检定所 北京 100125 2.中国农业科学院 植物保护研究所 植物病虫害生物学国家重点实验室 北京 100193;
3.重庆大学 生命科学学院 重庆 400030 4.沈阳化工研究院有限公司 沈阳 110021 5.中国科学院 动物研究所 北京 100101)

摘要 从我国生物农药的登记、生产现状、当前市场需求和管理政策阐述了发展新契机, 并对微生物农药、植物源农药和生物化学农药登记管理中关注的问题进行了分析和讨论。

关键词 生物农药 契机 微生物农药 植物源农药 生物化学农药

中图分类号 :TQ450 文献标志码 :A 文章编号 :1006-0413(2015)08-0547-04

New Opportunity for Bio-pesticides Development in China

YUAN Shan-kui¹, WANG Yi-yan¹, NONG Xiang-qun², WANG Zhong-kang³,
LOU Shao-wei⁴, ZHANG Zhong-ning⁵, ZHENG Zun-tao¹

(1.Institute for the Control of Agrochemicals, Ministry of Agriculture, Beijing 100125, China; 2.State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests, Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China;
3.School of Life Sciences, Chongqing University, Chongqing 400030, China; 4.Shenyang Research Institute of Chemical Industry Co., Ltd., Shenyang 110021, China; 5.Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

Abstract: Registration, production status, current market demand, management policy and the new developing opportunity for bio-pesticides in China were expounded in this paper, as well as some topics related to the registration and management of microbial pesticides, botanical pesticides and biochemical pesticides were discussed and analyzed.

Key words: bio-pesticides; opportunity; microbial pesticide; botanical pesticide; biochemical pesticide

我国生物农药的历史悠久,资源丰富,它在植物保护和防治病媒昆虫的史卷上可以算是先驱者,由于化学农药的大力发展及其显著效果,使生物农药显得有些逊色。随着全社会对农产品质量和生态环境安全意识的日益提高,近期生物农药再次受到政府重视、企业关注、消费者欢迎。

1 生物农药登记和生产现状

目前,我国已登记的产品如包括抗生素在内的生物农药有效成分100多个(截至2014年12月31日),占农药有效成分的17.3%。约4 000多个产品,占已登记农药数量的13.7%,若不包括抗生素类产品,有效成分近100个,占农药有效成分数量的14.6%,产品近1 500个,约占4.7%(见表1~5)。

表 1 在我国已取得登记的微生物农药有效成分名单

| 类别 | 品种 / 产品数量 | 有效成分种类 |
|------|-----------|--|
| 细菌 | 12/284 | 苏云金杆菌 <i>Bacillus thuringiensis</i> 、苏云金杆菌以色列亚种 <i>Bacillus thuringiensis</i> Berliner israelensis、球形芽孢杆菌 <i>Bacillus sphaericus</i> 、枯草芽孢杆菌 <i>Bacillus subtilis</i> 、蜡质芽孢杆菌 <i>Bacillus cereus</i> 、荧光假单胞杆菌 <i>Pseudomonas fluorescens</i> 、多粘类芽孢杆菌 <i>Paenibacillus polymyza</i> 、短稳杆菌 <i>Empedobacter brevis</i> 、地衣芽孢杆菌 <i>Bacillus licheniformis</i> 、解淀粉芽孢杆菌 <i>Sphaerotheca amyloliquefaciens</i> 、坚强芽孢杆菌 <i>Bacillus firmus</i> ；海洋芽孢杆菌 <i>Bacillus marinus</i> |
| 酵母 | 1/1 | 假丝酵母 <i>Torula yeast</i> |
| 真菌 | 9/38 | 金龟子绿僵菌 <i>Metarhizium anisopliae</i> 、球孢白僵菌 <i>Beauveria bassiana</i> 、哈茨木霉菌 <i>Trichoderma harzianum</i> 、木霉菌 <i>Trichoderma</i> SP、淡紫拟青霉 <i>Paecilomyces lilacinus</i> 、厚孢轮枝菌 <i>Verticillium chlamyosporium</i> ZK7、耳霉菌 <i>Conidiobolus thromboides</i> 、寡雄腐霉菌 <i>pythium oligadrum</i> 、噬菌核霉 <i>coniothyrium minitans</i> |
| 病毒 | 10/59 | (1)核型多角体病毒：棉铃虫核型多角体病毒 <i>Heliothis armigera</i> nuclear polyhedrosis virus NPV、茶尺蠖核型多角体病毒 <i>Ectropis oblique hypulina</i> Wehrli nuclear polyhedrosis virus EONPV、甜菜夜蛾核型多角体病毒 <i>Spodoptera exigua</i> nuclear polyhedrosis virus LeNPV、苜蓿银纹夜蛾核型多角体病毒 <i>Autographa californica</i> nuclear polyhedrosis virus NPV、斜纹夜蛾核型多角体病毒 <i>Spodoptera litura</i> nuclear polyhedrosis virus NPV、甘蓝夜蛾核型多角体病毒 <i>Mamestra brassicae</i> multiple nuclear polyhedrosis virus NPV (2)质型多角体病毒 松毛虫质型多角体病毒 <i>Dendrolimus punctatus</i> cytoplasmic polyhedrosis virus (3)颗粒体病毒 菜青虫颗粒体病毒 <i>Pierisrapae</i> granulosis virus PrGV、小菜蛾颗粒体病毒 <i>Plutella xylostella</i> granulosis virus (PXGV)、蟑螂病毒 <i>Periplaneta fuliginosa</i> densovirus PfDNV |
| 病原生物 | 1/2 | 蝗虫微孢子虫 <i>Nosema locustae</i> |
| 小计 | 33/384 | |

收稿日期 2015-06-01

作者简介 袁善奎(1976—)男,高级农艺师,从事生物农药登记管理工作。E-mail:yuanshankui@agri.gov.cn。

通讯作者 王以燕,女,北京人,研究员。E-mail:wyyicama@sina.com。

表2 在我国已取得登记的植物源农药有效成分名单

| 类别 | 品种 / 产品数量 | 有效成分种类 |
|--------|-----------|---|
| 杀虫剂 | 13/169 | 苦参碱 matrine、鱼藤酮 rotenone、印楝素 azadirachtin、藜芦碱 vertrine、除虫菊素 pyrethrins、除虫菊素(+) pyrethrin(+)、烟碱 nicotine、苦皮藤素 celastrol、桉油精 eucalyptol、右旋樟脑 d-camphor、八角茴香油 star anise oil、狼毒素 neochamaejasmin、茶皂素 tea saporin |
| 杀软体动物剂 | 1/2 | 螺威 TDS |
| 杀鼠剂 | 2/4 | 雷公藤甲素 triptolide、莪术醇 curcumol |
| 杀菌剂 | 5/20 | 蛇床子素 cnidiadin、丁香香酚 eugenol、香芹酚 carvacrol、大黄素甲醚、小檗碱 /berberine |
| 小计 | 21/195 | |

表3 在我国已取得登记的生物化学农药有效成分名单

| 类别 | 品种 / 产品数量 | 有效成分种类 |
|-------|-----------|---|
| 调节剂 | 20/295 | 赤霉素 gibberellic acid、GA3、A4+A7、芸苔素内酯 brassinolide、丙酰芸苔素内酯、吲哚乙酸 indol-3-ylacetic acid、吲哚丁酸 4-indol-3-ylbutyric acid、烯腺嘌呤 enadenine；羟烯腺嘌呤 oxynadenine；莽氨基嘌呤 6-benzylamino-purine、三十烷醇 triacontanol、S- 诱抗素 (+)-abscisic acid、1- 甲基环丙烯 1-methylcyclopropene (MCP)、复硝酚钠 sodium nitrophenolate(2,4- 二硝基苯酚钠 sodium 2,4-dinitrophenolate、5- 硝基邻甲氧基苯酚钠 sodium 5-nitroguaiacolate、对硝基苯酚钠 sodium para-nitrophenolate、邻硝基苯酚钠 sodium ortho-nitrophenol)、复硝酚钾(2,4- 二硝基苯酚钾 potassium 2,4-dinitrophenolate、对硝基苯酚钾 potassium para-nitrophenolate、邻硝基苯酚钾 potassium ortho-nitrophenolate)、超敏蛋白 harpin protein、抗坏血酸 vitamin |
| 诱抗剂 | 8/82 | 氨基寡糖素 oligosaccharins、香菇多糖 fungous proteoglycan、几丁聚糖 chitosan、葡聚糖 glucosan、低聚糖素 oligosaccharins 4AS、混合脂肪酸 mixed aliphatic acid、甲噻诱胺、极细链格孢激活蛋白 plant activator protein |
| 昆虫干扰剂 | 6/31 | 诱虫烯 muscalure、诱蝇胺 (地中海实蝇引诱剂) trimedlure、梨小性迷向素 (E-8- 十二碳烯乙酸酯 E-8-dodecen-1-yl acetate、Z-8- 十二碳烯醇 Z-8-dodecenol、Z-8- 十二碳烯乙酸酯 Z-8-dodecen-1-yl acetate)、驱蚊酯 ethyl butylacetylaminopropionate |
| 小计 | 34/408 | |

表4 在我国已取得登记的矿物源农药有效成分名单

| 类别 | 品种 / 产品数 | 有效成分种类 |
|-----|----------|--|
| 杀虫剂 | 3/497 | 硫磺 sulfur、矿物油 mineral oil、硅藻土 silicon dioxide 或 diatomaceous earth |
| 杀菌剂 | 1/4 | 腐殖酸 humic acids |
| 小计 | 4/501 | |

表5 在我国已取得登记的天敌有效成分名单

| 类别 | 品种 / 产品数量 | 有效成分种类 |
|-----|-----------|--|
| 杀虫剂 | 2/3 | 松毛虫赤眼蜂 <i>Trichogramma dendrolimi</i> Matsumura、平腹小蜂 <i>Anastatus japonicus</i> |

据2014年对全国主要生物农药企业的问卷调查,在已登记的生物农药产品中,约20%处于未生产状态,34%为生物农药与化学农药的混配制剂。因此,在市场上可供选择和使用的生物农药产品和数量就较少,远远不能满足生产实际需要。总体来说,需要加强生物农药产品的产能,提高产品质量和稳定性。

许多种植者认为化学农药见效快、防治效果好,不愿意主动使用生物农药,据调查,在经济作物区能主动或愿意使用生物农药的农户不到30%,在粮食作物产区更是少得可怜。这就需要我们全面认识生物农药,其实多数生物农药对人畜毒性较低;具有较明显的选择性,有利于有害生物综合治理(IPM)技术应用,对环境相容性好、对非靶标生物较安全;有的是多种成分协同发挥作用,具有不易产生抗性的优点。生物农药产品主要在农业和林业上用于杀虫和杀菌领域,尤其是在防治玉米的玉米螟、草原的蝗虫、林木的松毛虫、天牛、茶毛虫、美国

白蛾等害虫效果显著,在鲜食作物如番茄等及水果的保鲜、诱抗、调节生长及部分病虫害防治具有一定优势,另外,还有部分用于卫生类产品防治蚊幼虫和蟑螂。生物农药的推广不能只看眼前,要看它对农业生产带来的巨大和长远的潜在价值,未来生物农药的市场及防治上将有广阔的天地。近几年随着国际贸易的发展,我国生物农药出口队伍也在不断壮大,境外生物农药也正陆续进入我国市场,有利于促进我国生物农药向着品种多样及提高产品质量的方向发展。2014年我国新登记了3个生物农药品种:海洋芽孢杆菌、坚强芽孢杆菌和蝗虫微孢子虫,约占新农药登记的17.6%,其中蝗虫微孢子虫属于原生动物,它在我国微生物农药中又新增一个类别,在防治蝗虫用农药史册上又增加一个品种。由于政策的宣传和导向,加强了生物农药母药登记的倾向,除了以上3个新生物农药同时均有母药登记外,在2014年登记的产品中,枯草芽孢杆菌又增加了4个母药的登记,球孢白僵菌、多粘类芽孢杆菌、苏云金杆菌(以色列亚种)、金龟子绿僵菌及香菇多糖、香芹酚也都增加了母药的登记。另外,对于微生物农药将按菌株进行管理,同种微生物的不同菌株按不同的有效成分管理。这是鼓励生物农药发展、企业积极配合、完善登记要求、自觉与国际接轨的新气象,这与将新出台的农药管理条例和配套规章相吻合。为鼓励生物农药发展,我国先后与美国、加拿大等境外国家和组织开展生物农药登记管理法规技术研讨会,开拓视野,明确方向,加快了我国生物农药登记管理和

生产使用的发展,这也是我国生物农药的一亮点。2015年5月21日在农业部种植业管理司下发《种植业生产使用低毒低残留农药主要品种名录(2014)》中有29个生物农药,而且该名录实行动态管理、定期更新。

2 生物农药发展契机

2015年,政府加强导向和扶植,扩大低毒生物农药示范补贴试点范围,在17个省(市)40个县(市)的蔬菜、水果、茶叶生产基地开展试点示范,发挥示范带动作用。作为农药登记管理部门,应遵循生物农药的特点,在政策和技术方面体现对它的合理性和特殊性,既科学严谨,严格风险管控,又从实际出发,体现差异,鼓励、促进生物农药产业健康、持续发展。目前,农业部要求提高农药利用率,开展农药使用量零增长行动,此时生产企业遇到了生物农药发展新的契机。希望能加强生物农药的作用机理研究,提高产品的科技水平,确保生物农药可持续性发展,避免破坏资源,减少对农业生产中土地、水资源的占用,建立科学鉴定、检测技术和评价方法,确保产品质量,加强剂型和助剂的研究,促进产品深度开发与利用,向国际化水平迈进。积极推进产、学、研联合,推动资源优势整合,提升生物农药产业整体水平和市场竞争力,促进生物农药行业的发展。而且,将进一步扩大宣传和指导,推进生物农药的使用。为百姓把好农药在食品和环境中的安全大门,提高人们生活指数,让生物农药阔步前进。

3 商榷问题

3.1 微生物农药

目前,在微生物农药登记方面,关于有效成分名称需要鉴别到生物学分类的哪一层级,如种、亚种等,尚没有明确的要求。我国已登记的细菌类产品如苏云金杆菌,存在库斯塔克亚种,还是菌鲎泽亚种、拟步甲亚种或日本亚种等(除以色列亚种外),虽然登记的产品数量较多,但很少有企业在登记时提供亚种、血清型等方面的信息。目前只有极少数微生物农药登记时提供了菌株编号,实际上由于各企业基本都采用自己的菌种,未必每个企业的菌种都相同,活性和安全性存在差异。所以,微生物农药很难认定为相同产品。

微生物农药的分类也是在逐渐认识和发展的,根据形态学及生理生化等特征的不同,有的微生物种以下已经有进一步的分类,如亚种、品系或血清型作为种下品系分类也在研究中普遍接受。现仅苏云金杆菌(*B.t.*)菌种就已收集了上千品系或有差别的菌株,它们在生物化学、血清型、孢子体、抗原、抗生素的合成、酶、噬菌体和

外原凝集素组成等方面存在差异^[1]。其实作为微生物农药最主要的差异应是生物活性和致病性。目前,已登记的真菌微生物农药,如木霉菌属(*Trichoderma*)、白僵菌属(*Beauveria*)等仅鉴定到了属,未鉴定到种及以下,如木霉菌属有哈茨木霉(*T. harzianum*)、交织木霉(*T. intricatum*)和棘孢木霉(*T. asperellum*)等种类;白僵菌属(*Beauveria*)有球孢白僵菌(*B. bassianan*)等;绿僵菌属(*Metarhizium*)有金龟子绿僵菌(*M. anisopliae*)、大孢绿僵菌(*M. majus*)、蝗绿僵菌(*M. acridum*)等。

根据微生物农药的特性,登记时应首先确定它在生物学分类中的地位,如属、种、亚种、变种或专化型及定名人等,但至少应当鉴定到种名,而不只是属名。如果已经明确亚种、变种或专化型的应当注明,并带上菌株编号,这既是科学管理的体现,也是对知识产权的尊重和保护。对生产企业和管理部门都是有益的,通过加上菌株编号可方便企业维权,有利于市场监管,也便于与国际市场接轨。在第三届农业部农药临时登记评审委员会第95次全体会议纪要已明确:“新申请登记的微生物农药的通用名称后应标注菌株代号。不同菌种的同种微生物农药,按不同有效成分进行管理”。

既然微生物农药很少存在相同产品,那对相同菌种不同菌株编号的产品,需要提交或减免哪些资料才科学合理?作者认为不同菌株可能存在生物活性和致病性的差异,应针对靶标生物活性的差异,提交室内生物活性测定报告和田间药效试验报告;其次,需提供致病性试验报告。虽然它们在形态学、生物化学、遗传学特征及其生长环境(贮存条件)、宿主等表现特征可能存在一定的差异,应对此做出陈述,而这些特性可能对毒理学和环境的影响不大,如存在特例将做出特殊说明或提供报告以证明其差异。目前,在国际上通常是在提交第一阶段毒理和环境资料的基础上,如发现在致病性、毒理或环境风险方面存在问题,则需考虑提交高级阶段试验资料。这样即与国际接轨,又能减少企业负担,同时还促进和加快企业登记微生物农药的步伐,丰富和壮大生物农药的品种和产量。

3.2 植物源农药

首先需要在明确我国生物农药的定义下,判断哪些植物源农药属于生物农药(如除虫菊素等由于具有直接毒性,在境外多归化学农药管理),其次需要落实究竟哪些产品是提取还是合成的。其实不论生产工艺如何都可以登记,分清仿生合成物或天然提取物、单一或混合组分等类别,只是提交的资料将有所差异。企业有义务阐述清楚,管理部门有责任了解详细情况。

植物源农药登记的瓶颈之一是从植物提取物本身多是混合物,其效力可能是相互协调发挥的,其代表性活性成分有的可能很难确认。同时还需注意提取溶剂的安全性。另外在很难对全组分进行鉴定时,在境外一般申请者须提供尽可能多的信息,如在活性成分不能被提取和纯化时,可申请豁免活性成分的登记。如美国的虎杖根提取物、茶树油、皂角苷、香茅油、冷压印楝油、土荆芥提取物等,他们往往会在产品名称加上“提取物”、“油”等字,合成植物有效成分名称前会加注“同源物”,如同源-芸苔素内酯Homo-brassinolide等,便于区别天然与仿生合成农药。当然它们在资料要求上也有所差异,如结构、纯度和含量等,而仿生农药还需提交必要的相关证明资料。植物源农药产品质量控制非常重要,它们受植物品种和区域的影响,对产品质量、持续性和稳定性可能会有所影响,所以须提供批量分析和流程控制数据,以确保生产出满足产品标准的稳定产品。

另外,精油是许多有气味植物的气味来源,它含大部分萜类化合物,也会含脂肪族和芳香酯、酚醛树脂和取代苯烃。但应认识到某些精油还具有一定毒性,不是精油都是低毒产品,实际有的精油还属于受管制产品。通常作为人类食品的提取物为食品产品,如当它使用浓度与其在食品中的浓度接近时可不提供什么数据,而经纯化和浓缩的食品提取物有可能存在一些风险,还需提供充分数据。

3.3 生物化学农药

在现行的《农药登记资料规定》中,生物化学农药主要包括4类:信息素(外激素、利己素、利它素)、激素、植物和昆虫的调节剂和酶,但前提是对防治对象没有直接毒性,而只有调节、干扰交配或引诱等特殊作用,必须是天然化合物,如是人工合成的,其结构必须与天然化合物相同(允许异构体比例差异)。由于目前在登记时就没有明确判断哪些产品能归属这类产品,以致现在也难以理清我国究竟有多少生化农药。当然,可尝试地参照美国等国家生物农药定义和名单来判断,但国内登记的产品大都缺少作用机理相关的资料,增加判断难度。为此,需要根据我国生物农药定义,建立判断依据和原则,在申请时须提交必要资料,才能把好这一关。根据生化农药定义和专家们的商议,建议将生物化学农药分为昆虫行

为干扰剂或化学信息物质、植物或昆虫生长调节剂、植物诱抗剂等3类进行管理更加科学合理。

信息素类农药还存在有效成分的命名问题,它们相对多为分子量小、化学结构简单的易挥发物质,有的是2元或3元的混合物。由于该产品会受生物(如雌雄比、其他害虫密度以及周围植物等)和非生物因素的影响(如气温、风速等环境),在不同地区的配方或配比可能会存在一定差异。

国际上信息素的有效成分多采用化学名称,产品名称一般以防治靶标名称加上信息素,如梨小食心虫性信息素(oriental fruit moth sex pheromone)即Z-8-十二碳烯乙酯+E-8-十二碳烯乙酯+Z-8-十二烯醇,(Z)-dodec-8-enyl acetate+(E)-dodec-8-enyl acetate+(Z)-dodec-8-enol、舞毒蛾性信息素(gypsy moth sex pheromone)即环氧十九烷disparlure等。目前,我国登记的信息素产品不多,需要规范和明确相应的试验方法、评价准则和登记要求,以推进信息素类生物农药产品的登记管理。

4 结语

当前,农业部提出农药使用量“零”增长行动,全社会都在关注食品安全,为了农产品安全和环境生态的需要,生物农药将“大显身手”,此时是生物农药发展的大好契机。加大应用农业防治、生物防治、物理防治等防控技术,创建有利于作物生长、天敌保护而不利于病虫害发生的环境条件,预防控制病虫害发生,从而达到少用药的目的^[2]。

世界各国基本都从减免适当的登记资料、缩短登记流程、加快审批时间等方面制定了鼓励低风险生物农药登记的措施。近年来,我国一直在积极推动生物农药登记资料规定的修订和完善工作,力争体现对各类生物农药的针对性、科学性和可操作性,提高生物农药管理水平,促进生物农药产业健康、稳定发展。

参考文献:

- [1] 吴文君,高希武.生物农药及其应用[M].北京:化学工业出版社,2004.
- [2] 农业部关于印发《到2020年化肥使用量零增长行动方案》和《到2020年农药使用量零增长行动方案》的通知[N].农业部,2015年2月17日.

责任编辑 赵平

美国农业部解除对陶氏益农 Enlist™ 棉花性状的管制

美国农业部(USDA)近期宣布解除对陶氏益农 Enlist 棉花性状的管制。USDA 现已完成 Enlist 玉米、大豆和棉花性状的法规审批流程。Enlist 棉花为新型 Enlist 杂草防控体系的一个组成部分。耐 2,4-滴、草甘膦及草铵膦,可以便利地提供更多的杂草防除选择。Enlist Duo 可有助于防控草甘膦抗性杂草(主要为草甘膦抗性长芒苋)。Enlist Duo 还具有很多其他优势。