我国生物农药的登记及推广应用现状

刘晓漫, 曹焯程*, 王秋霞, 颜冬冬, 欧阳灿彬, 李园

(中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100193)

摘要 近年来,化学农药的大量使用引起的害虫抗药性、农药残留、环境污染、食品安全等问题日趋严峻,严重制约我国社会经济的可持续发展。使用高效、安全、环境兼容性好的生物农药,减少化学农药的使用,是保障我国食品安全和生态安全的重要措施。本文比较了国内外生物农药界定的差异,详细介绍了现阶段我国生物农药的登记情况和推广应用现状,并就其今后的发展提出了建议和展望。

关键词 生物农药; 登记; 推广; 应用

中图分类号: S 482.7 **文献标识码:** A **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2018301

Current situation of bio-pesticide registration, extension and application in China

LIU Xiaoman, CAO Aocheng, WANG Qiuxia, YAN Dongdong, OUYANG Canbin, LI Yuan

(Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100193, China)

Abstract In recent years, the problems of pest resistance, pesticide residue, environmental pollution and food security are getting worse due to the extensive use of pesticides. They seriously restrict the sustainable development of society and economy in China. Using efficient, safety and environment-compatible bio-pesticides and reducing the use of chemical pesticides are important measures to ensure food security and ecological security. The difference in the definitions between domestic and foreign bio-pesticides was presented, and the detailed information about the current status of bio-pesticide registration, application and extension in China was provided. In addition, several advices for the future development and application of bio-pesticides were proposed.

Key words bio-pesticide; registration; extension; application

我国耕地面积只有全世界的 8%,但化学农药用量却占全球 35%,为世界第一。每年使用的化学农药高达 100 多万 t。尽管化学农药的施用确保了农作物的丰产丰收,但不当使用引起的环境污染、农药残留超标等问题,迫使科研人员积极研发环境友好型农药,其中生物农药受到了政府的高度重视。目前,生物农药已被列为我国中长期科技规划的重点攻关项目。经过近 70 年的发展,我国已经掌握了上百种生物农药的关键技术及产品研制的技术路线,上千个产品获得登记和推广应用,其中苏云金杆菌、枯草芽孢杆菌、木霉菌、乙炔利、赤霉酸、苦参碱、阿维菌素等明星产品深受农户喜欢,田间广泛应用。

1 生物农药的定义^[1]

生物农药(biopesticide)是指利用生物活体或生

物代谢过程产生的具有生物活性的物质,或从生物体中提取具有农药作用的物质,作为防治农林作物病、虫、草、鼠害的农药。具体类型有:微生物农药、抗生素农药、植物源农药、生物化学农药、天敌生物、转基因生物等,即通常所说的生物源农药。农药类别涵盖生物杀虫剂、生物杀菌剂、生物杀螨剂、生物杀线虫剂、生物除草剂、生物杀鼠剂。

1)微生物农药(microbial pesticide)是指以细菌、真菌、病毒和原生动植物或经基因修饰的微生物活体为有效成分,防治病、虫、草、鼠等有害生物的生物源农药。

微生物农药包括以下 4 类:(1)细菌农药(bacterial pesticide)是指以具有杀虫、抑菌生物活性,无核膜的原核生物为有效成分的微生物农药。(2)真菌农药(fungal pesticide)是指以营养体为分枝管状菌丝体,细胞壁含几丁质,繁殖体为各种孢子的吸收异

养型真核生物为有效成分的微生物农药。(3)病毒农药(viruses pesticide)是指以由核酸和外壳蛋白组成病毒粒子的非细胞形态生物为有效成分的微生物农药。(4)原生动动物农药(protozoa pesticide)是指体型微小,以伪足或鞭毛运动的单细胞原生动动物为有效成分的微生物农药。又称原虫类农药。

2)生物化学农药(biochemical pesticide)是指对防治对象没有直接毒害,具有生理调节、干扰交配、引诱或抗性诱导等特殊作用的天然或人工合成的农药。生物化学农药必须符合下列两个条件: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;必须是天然化合物,如果是人工合成的,其结构必须与天然化合物相同(允许异构体比例的差异)。生物化学农药包括以下 6 类:(1)信息素(pheromone)是指由动植物分泌的,能改变同种或不同种受体生物行为的生物化学农药。(2)激素(hormone)是指由生物体某一部分合成并可传导至其他部位起控制、调节作用的生物化学农药。(3)天然植物生长调节剂(natural plant growth regulator)是指由植物或微生物产生的,对同种或不同种植物的生长发育(包括萌发、生长、开花、受精、坐果、成熟及脱落等过程)具有抑制、刺激等作用或调节植物抗逆境能力(寒、热、旱、湿和风等)的生物化学农药。(4)天然昆虫生长调节剂(natural insect growth regulator)是指由昆虫产生的对昆虫生长过程具有抑制、刺激等作用的生物化学农药。(5)蛋白类农药

(protein pesticide)是指由细菌、真菌纯化或合成的多肽或蛋白,具有毒性、抑制、抗性诱导及生理调节等生物活性的生物化学农药。(6)寡聚糖类农药(oligosaccharide pesticide)是指直接合成或经基因修饰的低分子碳水化合物,具有抑制、抗性诱导及生理调节等生物活性的生物化学农药。

3)植物源农药(botanical pesticide)是指有效成分来源于植物体的农药。

4)农用抗生素(agro-antibiotic)是指微生物农药所产生的用于防治农业有害生物农药。

5)转基因生物(transgenic organism)是指利用外源基因工程技术改变基因组构成,具有防治农业、林业的病、虫、草等有害生物以及耐除草剂等农业生物。不包括自然发生、人工选择和杂交育种,或由化学物理方法诱变,通过细胞工程技术等得到的植物和自然发生、人工选择、人工授精、超数排卵、胚胎嵌合、胚胎分割、核移植、倍性操作得到的动物,以及通过化学、物理诱变、转导、接合等非重组 DNA 方式进行遗传性状修饰的微生物。

6)天敌生物(natural enemy organism)是指具有防治农业、林业的病、虫、草等有害生物微生物以外的商品化活体。

2 国内外生物农药定义、范畴的差异^[2-4]

不同国家和地区对生物农药的界定不同,具体差异如表 1。

表 1 国内外生物农药范畴的差异

Table 1 Differences in the categories of bio-pesticides at home and abroad

国家/地区 Country/Region	微生物 Microbial	生物化学 Biochemical	植物源 Botanical	天敌生物 Natural enemy	转基因生物 Transgenic organism	抗生素 Antibiotic
中国	✓	✓	✓	✓	✓	✓
美国	✓	✓			✓	
加拿大	✓	✓				
OECD	✓	✓	✓	✓		
欧盟	✓	✓	✓	✓		
英国	✓	✓	✓			
FAO	✓	✓				
澳大利亚	✓	✓	✓	✓	✓	
日本	✓	✓		✓		
中国台湾	✓	✓	✓			

尽管不同国家定义的生物农药的范畴不同,但所有的生物农药都包含如下共性和优点: 1)天然存在的化学物质或衍生物;2)对非靶标生物低毒;3)在环境中易降解;4)可以应用于有机农业领域;5)对哺乳动物低毒;6)对施药人员和施药点附近的居民安

全;7)绿色技术;8)无使用限制。

3 我国登记注册的生物农药有效成分名录

我国已登记注册并仍在有效期内的生物农药有效成分超 100 种,产品约 4 966 个,(统计结果截至

2018 年 4 月,包括单剂和混配药剂)^[5]。其中微生物农药有效成分 32 个,产品 509 个;生物化学农药有效成分 27 个,产品 668 个;植物源农药有效成分

27 个,产品 414 个;农用抗生素有效成分 11 个,产品 3369 个;天敌生物有效成分 3 个,产品 6 个;至今尚无转基因生物农药登记,详细名录见表 2~表 6。

表 2 我国微生物农药登记产品

Table 2 Registered microbial pesticides in China

序号 No.	登记名称 Name	产品数 Number of formulated products	剂型(含原药)/主要剂型 Formulation (including TC)/ Main formulation	农药类别 Category	生产企业 Manufacturer
1	枯草芽孢杆菌	71	7/可湿性粉剂	杀菌剂	55
2	地衣芽孢杆菌	2	1/水剂	杀菌剂	2
3	荧光假单胞杆菌	5	3/可湿性粉剂	杀菌剂	4
4	蜡质芽孢杆菌	26	5/可湿性粉剂	杀菌剂	15
5	多黏类芽孢杆菌	10	4/可湿性粉剂	杀菌剂	5
6	坚强芽孢杆菌	1	1/原药	杀菌剂	1
7	海洋芽孢杆菌	2	2/可湿性粉剂	杀菌剂	1
8	甲基营养型芽孢杆菌 LW-6	4	2/可湿性粉剂	杀菌剂	2
9	木霉菌	15	3/可湿性粉剂	杀菌剂	12
10	耳霉菌	2	1/悬浮剂	杀虫剂	2
11	苏云金杆菌	239	11/可湿性粉剂	杀虫剂/卫生杀虫剂	130
12	解淀粉芽孢杆菌	6	3/可湿性粉剂	杀菌剂	4
13	短稳杆菌	2	2/悬浮剂	杀虫剂	1
14	球形芽孢杆菌	4	2/悬浮剂	卫生杀虫剂	3
15	假丝酵母	1	1/饵剂	昆虫引诱剂	1
16	淡紫拟青霉	8	3/粉剂	杀虫剂/杀线虫剂	5
17	厚孢轮枝菌	3	3/颗粒剂	杀菌剂/杀线虫剂	2
18	球孢白僵菌	20	6/可分散油悬浮剂	杀虫剂	10
19	金龟子绿僵菌	12	6/油悬浮剂	杀虫剂/卫生杀虫剂	6
20	大孢绿僵菌	2	2/微粒剂	杀虫剂	1
21	棉铃虫核型多角体病毒	26	4/悬浮剂	杀虫剂	14
22	苜蓿银纹夜蛾核型多角体病毒	7	2/悬浮剂	杀虫剂	5
23	斜纹夜蛾核型多角体病毒	9	4/悬浮剂	杀虫剂	7
24	黏虫颗粒体病毒	1	1/可湿性粉剂	杀虫剂	1
25	小菜蛾颗粒体病毒	1	1/悬浮剂	杀虫剂	1
26	松毛虫质型多角体病毒	7	3/杀虫卡	杀虫剂	5
27	茶尺蠖核型多角体病毒	3	2/悬浮剂	杀虫剂	2
28	甘蓝夜蛾核型多角体病毒	5	3/悬浮剂	杀虫剂	1
29	蟑螂病毒	2	2/饵剂	卫生杀虫剂	1
30	菜青虫颗粒体病毒	3	3/悬浮剂	杀虫剂	1
31	甜菜夜蛾核型多角体病毒	9	4/悬浮剂	杀虫剂	5
32	蝗虫微孢子虫	1	1/悬浮剂	杀虫剂	1

表 3 我国生物化学农药登记产品

Table 3 Registered biochemical pesticides in China

序号 No.	登记名称 Name	产品数 Number of formulated products	剂型(含原药)/主要剂型 Formulation (including TC)/ Main formulation	农药类别 Category	生产企业 Manufacturer
1	诱虫烯	4	2/饵粒	卫生杀虫剂	4
2	极细链格孢激活蛋白	1	1/可湿性粉剂	杀菌剂	1
3	辛菌胺醋酸盐	12	2/水剂	杀菌剂	11
4	吡啶乙酸	6	4/水剂	植物生长调节剂	4
5	吡啶丁酸	21	6/可溶粉剂	植物生长调节剂	15
6	S-诱抗素	21	7/水剂	植物生长调节剂	9
7	三十烷醇	16	7/微乳剂	植物生长调节剂	12
8	乙烯利	116	8/水剂	植物生长调节剂	88

续表 3 Table 3(Continued)

序号 No.	登记名称 Name	产品数 Number of formulated products	剂型(含原药)/主要剂型 Formulation (including TC)/ Main formulation	农药类别 Category	生产企业 Manufacturer
9	赤霉素	124	16/乳油	植物生长调节剂	51
10	菇类蛋白多糖	2	1/水剂	杀菌剂	2
11	香菇多糖	34	2/水剂	杀菌剂/植物诱抗剂	29
12	氨基寡糖素	63	7/水剂	杀菌剂/植物诱抗剂	47
13	几丁聚糖	18	6/可湿性粉剂	杀菌剂	12
14	丁子香酚	7	3/可溶液剂	杀菌剂	7
15	梨小食心虫性信息素	1	1/原药	昆虫性信息素	1
16	羟烯腺嘌呤	20	5/水剂	植物生长调节剂/杀菌剂	10
17	烯腺嘌呤	14	4/可溶粉剂	植物生长调节剂/杀菌剂	7
18	苜氨基嘌呤	29	8/可溶液剂	植物生长调节剂	15
19	丙酰芸苔素内酯	5	2/水剂	植物生长调节剂	4
20	葡聚烯糖	5	2/可溶粉剂	杀菌剂	4
21	低聚糖素	12	3/水剂	植物诱抗剂/杀菌剂	12
22	超敏蛋白	2	1/微粒剂	植物生长调节剂	2
23	地中海实蝇引诱剂	1	1/诱芯	昆虫引诱剂	1
24	混合脂肪酸	4	1/水乳剂	杀菌剂	3
25	避蚊胺	75	7/驱蚊液	卫生杀虫剂	59
26	复硝酚钠	21	3/水剂	植物生长调节剂	20
27	驱蚊酯	34	4/驱蚊花露水	卫生杀虫剂	25

表 4 我国植物源农药登记产品

Table 4 Registered botanical pesticides in China

序号 No.	登记名称 Name	产品数 Number of formulated products	剂型(含原药)/主要剂型 Formulation (including TC)/ Main formulation	农药类别 Category	生产企业 Manufacturer
1	烟碱	8	6/乳油	杀虫剂	6
2	苦参碱	114	7/水剂	杀虫剂/杀菌剂	89
3	小檗碱	6	2/水剂	杀菌剂	5
4	印楝素	23	6/乳油	杀虫剂	17
5	鱼藤酮	23	5/乳油	杀虫剂	16
6	藜芦碱	8	3/可溶液剂	杀虫剂	6
7	柠檬烯	2	2/可溶液剂	杀虫剂	1
8	柠檬酸铜	3	1/水剂	杀菌剂	3
9	芸苔素内酯	38	6/水剂	植物生长调节剂	28
10	24-表芸苔素内酯	16	4/水剂	植物生长调节剂	12
11	樟脑	24	4/片剂	卫生杀虫剂	17
12	乙蒜素	27	4/乳油	杀菌剂	18
13	除虫菊素	26	11/气雾剂	卫生杀虫剂/杀虫剂	13
14	蛇床子素	17	7/水乳剂	杀菌剂	13
15	松脂酸铜	15	4/乳油	杀菌剂	12
16	松脂酸钠	7	2/可溶粉剂	杀虫剂/杀螨剂	7
17	苦皮藤素	5	3/水乳剂	杀虫剂	4
18	琥胶肥酸铜	29	2/可湿性粉剂	杀菌剂	16
19	桉油精	2	2/可溶液剂	杀虫剂	1
20	八角茴香油	1	1/微粒剂	杀虫剂	1
21	大黄素甲醚	4	3/水剂	杀菌剂	1
22	狼毒素	2	2/水乳剂	杀虫剂	1
23	雷公藤甲素	2	2/颗粒剂	杀鼠剂	1
24	香芹酚	5	2/水剂	杀菌剂	4
25	大蒜素	2	2/微乳剂	杀菌剂	1
26	右旋樟脑	3	3/片剂	卫生杀虫剂	1
27	莪术醇	2	2/饵剂	杀鼠剂	1

表 5 我国抗生素类农药登记产品

Table 5 Registered antibiotic pesticides in China

序号 No.	登记名称 Name	产品数 Number of formulated products	剂型(含原药)/主要剂型 Formulation (including TC)/ Main formulation	农药类别 Category	生产企业 Manufacturer
1	春雷霉素	118	6/可湿性粉剂	杀菌剂	75
2	多抗霉素	90	5/可湿性粉剂	杀菌剂	58
3	多杀霉素	88	6/悬浮剂	杀菌剂	50
4	井冈霉素	291	6/水剂	杀菌剂	148
5	四霉素(梧宁霉素)	5	3/水剂	杀菌剂	1
6	中生菌素	34	2/可湿性粉剂	杀菌剂	13
7	宁南霉素	12	5/水剂	杀菌剂	3
8	阿维菌素	1 775	17/悬浮剂	杀虫剂	640
9	甲氨基阿维菌素/甲氨基阿维菌素苯甲酸盐	946	15/悬浮剂	杀虫剂	399
10	申喹霉素	6	2/悬浮剂	杀菌剂	5
11	依维菌素	4	3/乳油	杀虫剂	2

表 6 我国天敌生物类农药登记产品

Table 6 Registered natural enemies in China

序号 No.	登记名称 Name	产品数 Number of formulated products	剂型(含原药)/主要剂型 Formulation (including TC)/ Main formulation	农药类别 Category	生产企业 Manufacturer
1	松毛虫赤眼蜂	4	2/杀虫卵袋	杀虫剂	4
2	平腹小蜂	1	1/卡片	杀虫剂	1
3	异色瓢虫	1	1/卡片	杀虫剂	1

4 生物农药的推广应用现状及存在的问题

4.1 生物农药的推广应用现状

近年来,生物农药的创制与开发应用得到了政府部门的高度重视与大力支持,设立了“863”等专项资助项目,推动了生物农药资源的挖掘、新剂型的研发、产业化示范推广和不同生物农药标准的制定,促进了我国生物农药的创新与推广,并促成了多种新型生物农药的登记注册^[6]。

生物农药生产企业的队伍不断壮大,生产工艺、应用推广面积和产品质量都有了长足的进步。据统计我国有 260 多家企业生产生物农药,约占农药生产企业的 10%,生物农药制剂年产量约 13 万 t,年产值约 30 亿元人民币,分别约占整个农药总产量和总产值的 9%左右,应用面积约 2 600 万~3 300 万 $\text{hm}^2 \cdot \text{次}$ ^[6]。某些明星产品如 Bt、阿维菌素的年产值及推广应用范围可与化学农药媲美,甚至远销国外。Bt 年产值约 3.5 亿元,年出口 1.5 亿元左右,阿维菌素年产值 15 亿元,年出口约 7 亿元。白僵菌、绿僵菌等推广应用效果良好。木霉菌等真菌生物农药发酵产抗逆性孢子工艺取得突破,广泛应用于防治蔬菜根腐病、灰霉病等土传病害^[7]。棉铃虫核型多角体病毒和黏虫颗粒体病毒等十多种昆虫病毒制剂获得

登记。害虫天敌的生产与利用技术达国际领先水平,例如赤眼蜂的年繁蜂量 100 亿头左右,应用面积 133.3 万 hm^2 以上,是全球应用面积最大的国家。植物源农药快速发展,至今登记在册的植物源农药有效成分约 30 个,其中苦参碱、印楝素、鱼藤酮、芸苔素内酯和除虫菊素等植物源生物农药在我国农业生产实践中已得到了广泛的应用,植物源生物农药的推广有了长足的进步^[8]。

从 2014 年开始,政府在部分地区开展了低毒低残留农药示范补贴试点,鼓励农民使用生物农药,在上海、山东等地取得了良好的效果,极大地推动了生物农药的应用^[9]。

4.2 生物农药推广应用存在的问题

尽管生物农药的应用推广面积呈稳步上升的趋势,但生物农药在农业生产中的普及和应用步伐十分滞缓,生物农药的开发生产热与应用滞缓呈现出强烈的反差,生物源农药在整个农药产业中的比重还很低,且与欧美发达国家相比仍存在不小的差距。制约生物农药推广应用的主要因素有如下几个方面。

4.2.1 政策因素

1) 生物农药的登记制度不够完善。我国生物农药的登记仍在沿用化学农药的标准,缺乏独立的体系和登记标准,同时登记费用较高,小企业难以承

受,致使生物农药登记困难,亦成为生物农药难以走向市场的制约因素之一^[7]。建议成立生物农药登记管理专家委员会,如美国 EPA 早在 1995 年就成立了生物农药分类委员会,还设立了生物农药与污染防治处,专门负责生物农药登记管理。为了减少农药企业的负担,在 1984 年公布了《生物农药注册指南》,2007 年又发布《生物农药登记资料规定》。通过分阶段评审,在第 1 阶段没有发现有关影响和问题的,减免生物农药登记部分资料,如可豁免生物农药的残留和 MRL 值等试验数据^[2]。

2)政策扶植力度不够。发达国家在政策、资金、平台建设等方面对生物农药予以全面扶持,通过统防统治进行推广。部分在农业科技开发中投入低于中国的发展中国家如印度也对生物农药给予了补贴。我国生物农药产业虽然经历了 60 多年的发展,但对生物农药的示范补贴工作起步较晚,2014 年开始试点,2015 年中央一号文件强调要大力推广低毒低残留农药,同时《2015 年种植业工作要点》指出,农业系统要扩大低毒生物农药示范补贴试点范围。政策的扶持极大地促进了生物农药产业的发展,但由于其是个稚嫩的产业,产业市场规模、生产结构和生产效率还不能适应农业发展的需要,导致目前的补贴杯水车薪,力度和覆盖范围远远不够,除了北京、上海等经济实力较强的省市推广应用良好外,其他地区的扶持力度均有待加强。

4.2.2 生物农药产品自身因素

1)生物农药见效慢,药效受环境因素影响较大。由于生物农药以预防为主,在发生后的防治中见效比较慢,加之产品本身易受温度、湿度、光照、稀释用水 pH 等环境因素的影响,稳定性不如化学农药,且使用技术复杂,农民又缺乏对生物农药的药理特性和使用技术的认知,导致使用效果不理想,因此在病虫害发生时农民往往首选化学农药。另外,多数生物农药在存储和运输中易发生有效成分的降解或活体微生物数量下降,直接影响药效,提高生物农药的成本。

2)产品数量少,性价比低。生物农药产品约占我国登记农药总数的 11%~13%。目前登记的产品中数量较多的有苏云金杆菌、乙烯利、赤霉酸、苦参碱、春雷霉素、井冈霉素、阿维菌素、甲氨基阿维菌素、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐,其他登记的产品数量基本不超过 10 个。生物农药大多是通过微生物发

酵提取、活体微生物的培育、植物提取等手段生产制备,其生产的复杂性远超化学农药,使得其成本居高不下。生物农药是环境友好型农药,长远来看对改善生态环境有重要贡献,对社会经济发展也有促进作用,但这些效益难以体现在短期的产品回报中,农民高额的投入无法获得预期的回报,最终传导为生物农药的使用性价比低^[10]。

3)防治谱窄,具有明显的选择性。大多数微生物农药、信息素、天敌生物等对靶标生物有明显的选择性,有的甚至表现专一性,即只对部分靶标生物有效。这既是生物农药的优点,也是它的不足。

4.2.3 企业因素

1)生物农药生产企业规模小且分散。我国现有的微生物农药企业大多数为小型乡镇企业,生产装备和技术落后,商品的剂型化程度低,产品质量的稳定性也不高。企业资金短缺,技术研发能力不足,企业注重眼前利益,没有长远规划,导致生产的生物农药品种重复性较高,企业之间往往是低水平竞争。

2)经营单位多而散,人员素质低,经营行为难规范。我国农药经营单位多而散,主体素质差,农民用药主要由个体户供应。据调查,全国共有农药经营单位 35 万多个,经营人员 60 多万,90%农药经营者的文化程度在高中及以下学历,近八成的经营单位人员组成在 3 人以下。

3)宣传、示范不到位。农民对生物农药缺乏感性的认识,他们对一些常用农药非常熟悉,使用效果也不错,认为没必要冒险去换新农药,并且农药选错了,将会给一年的生产带来无法弥补的损失。加上我国地域宽广,各地温差、湿度、气候差异大,同一种农药对不同地方的农作物效果不同,这就需要企业和科技人员深入农村,示范到户,让农民亲眼看见生物农药的效果,这是我国生物农药企业拓宽市场的关键。

4)虚假宣传,不顾客观事实。生物农药虽然具有高效、低残留、不破坏生态环境、有利于食品安全等优点,符合“绿色防控”理念发展的需求。但在现阶段生物农药是无法替代化学农药而广泛应用于农业生产的,必须理性地认识到化学农药仍然是农业生产中病虫害防治的主力军。不顾客观事实的虚假宣传或诱导,不仅不利于生物农药的推广和科学用药的理论传播,相反可能误导消费者,给消费者带来不必要的损失,从而给生物农药的推广带来负面影响^[10]。

5)假冒伪劣产品泛滥。据农资导报报道,2017 年

农业部共抽检农药样品 5 029 个,其中不合格样品 557 个,不合格率为 11.1%,其中,生物农药产品合格率仅为 57.7%。存在的主要问题包括,标明的有效成分未检出、擅自添加其他农药成分、有效成分含量不符合要求、部分产品被标称生产企业确认为假冒产品。

5 前景展望及建议

众所周知,化学农药对人类健康和生态环境造成了许多不利的影 响,为了保障食品安全和人类健康,监管当局禁/限用了许多高毒高残留农药。另外,农药的不科学使用加剧了有害生物抗药性的发展,导致可以使用的高效、低毒、环境友好型农药品种越来越少。生物农药既能有效控制有害生物又对人畜低毒,满足了生产者、消费者和管理当局的需求,因此获得了越来越多的关注,是当前和今后发展的热点领域。

研发一个新化学农药的难度越来越大,据估计需要花费约 2.5 亿美元,耗时约 10~20 年,但登记一个新的生物农药只需要花费约 300 万~500 万美元,耗时 3 年左右^[11]。生物农药的这一优势吸引了众多企事业单位资金和人员的投入,这将极大地推动生物农药产业的发展。

生物农药在有机农业生产中大有作为。国外有机农业普遍接受来源于植物或微生物的生物农药的应用^[12],温室的特殊环境也适合生物农药的应用。今后随着有机农业的发展,对生物农药的需求将越来越大。

生物农药是有害生物综合治理措施中的重要组成成分。生物农药具有环境兼容性的优点,对授粉昆虫和其他天敌生物无害,常与其他生物防治措施、农业耕作措施和化学农药综合应用于有害生物的治理^[13],这种结合使生物农药突破了只在小生态农业和园艺植物中应用的局限,拓展了生物农药的应用范围。

近年来,随着公众对绿色健康食品需求的增加和环境保护意识的增强,生物农药的市场需求量越来越大,但尚不足以使生物农药的生产和应用产生质的变化,与化学农药相比仍差距较大。为了充分发挥生物农药潜在的应用价值,提高其有效性、多样性和经济适用性,扩大其应用面积,提出如下建议:

1)完善生物农药的登记管理制度。根据生物农药低毒、在环境中容易降解等特点,制定适宜生物农

药登记的政策法规。

2)加大对低毒低残留生物农药的补贴力度和补贴范围,加强生物农药使用技术的宣传培训,指导农民科学合理使用生物农药。

3)加强生物农药的监管力度,严厉打击假冒伪劣产品,提高生产经营准入门槛,规范农药经营秩序。

4)鼓励企事业单位研发新的生物农药品种、新剂型和配套的使用技术,优化产品的生产工艺,提高投入产出比,降低生物农药的生产成本。

参考文献

- [1] 中华人民共和国农业部. NY/T 1667. 1-2008, 农药登记管理术语第一部分[S]. 北京:中国农业出版社, 2008: 3-4.
- [2] 王以燕, 袁善奎, 姜辉, 等. 我国与境外生物农药登记管理的差异分析[J]. 农药, 2013, 52(5): 323-327.
- [3] CHANDLER D, BAILEY A S, TATCHELL G M, et al. The development, regulation and use of biopesticides for integrated pest management [J]. Philosophical Transactions of the Royal Society B, 2011, 366: 1987-1998.
- [4] OECD. Chemical safety and biosafety: Agricultural pesticides and biocides-Biological pesticides [EB/OL]. https://www.baidu.com/link?url=AtBn1jd3HmNnFq7JgDGgW_ZsZkRJvNjyJclZdB5-Ec1GoShG2erwNj8k-RXyGcNzluDuKJJa8t15c30WnXYdm7L-jOLbTePm2SAGR50kyzTvyb8ESaDBsi3apAgwufIpAJN&wd=&eqid=df83a6fe00020cc100000035b164c63.
- [5] 中国农药信息网 [EB/OL]. <http://www.chinapesticide.org.cn/hysj/index.jhtml>.
- [6] 邱德文. 生物农药研究进展与未来展望[J]. 植物保护, 2013, 39(5): 81-89.
- [7] 邱德文. 我国生物农药产业现状分析及发展战略的思考[J]. 生物产业技术, 2011 (5): 40-43.
- [8] 邱德文. 生物农药——未来农药发展的新趋势[J]. 中国农村科技, 2017(11): 36-39.
- [9] 邱德文. 生物农药的发展现状与趋势分析[J]. 中国生物防治学报, 2015, 31 (5): 679-684.
- [10] 黄耿. 我国生物农药推广存在的问题与对策研究[D]. 成都: 西南财经大学, 2013.
- [11] GLARE T, CARADUS J, GELERNTER W, et al. Have biopesticides come of age [J]. Trends in Biotechnology, 2012, 30 (5): 250-258.
- [12] COPPING L G, MENN J J. Biopesticides: a review of their action, applications and efficacy [J]. Pest Management Science, 2000, 56 (8): 651-676.
- [13] BIRCH A N E, BEQQ G S, SWUIRE G R, et al. How agroecological research helps to address food security issues under new IPM and pesticide reduction policies for global crop production systems [J]. Journal of Experimental Botany, 2011, 62, 3251-3261.