

试论无公害农药*

张 兴

(西北农业大学无公害农药研究服务中心, 陕西杨陵 712100)

摘 要 较系统地讨论了无公害农药的研究历史及发展概况, 并对该类农药的发展趋势进行了讨论。

关键词 无公害农药, 生物合理性农药, 农药研究进展

中图分类号 S482

人类的历史就是人同自然环境作斗争的历史。其中同作物病虫害的斗争是“适者生存”、“并列进化”的高级发展阶段。因为这不单只涉及遗传和进化, 而是贯穿着人的主观能动性, 主要表现形式就是人类运用药物来主动地防治病虫害。所使用的药物则随着时代的不同, 内容也不一样, 早先主要是利用天然产物及无机农药。自二次世界大战后, 主要使用有机合成农药。这些农药在防害保粮方面取得了巨大成就, 但也使“农药万能论”的思潮弥漫于全世界。经过约 20 年的实践, 农药使用后副作用的出现, 使人们又从一个极端走向另一个极端, “农药有害论”一时统治了整个社会。这种思潮至少在两方面起到重要作用, 一是促进了生物防治的深入研究和迅速发展; 二是对农药的研制提出了新的要求。生物防治的发展带动了生物农药的广泛研究。对农药的严格要求则迫使研究工作者研究出安全性较高、作用比较特殊的新农药品种, 并从理论上和分类上提出了新的看法。这些新类型农药, 既可起到其理想的生物活性作用, 又可将农药副作用降到最低, 即要求农药“无公害”化。关于这一论题虽已有不少人研究, 但很少有人对此领域从理论上和实践上进行过较系统的讨论。本文试图从“无公害”农药概念、定义、特点及类别作以论述, 并对其研究发展的趋势进行初步预测, 希望能起到抛砖引玉的作用。

1 “无公害”农药概念、定义的提出与发展

农药“无公害”化是一个比较笼统的概念, 在国外一些先进国家形成的较早。约在 70 年代中期已有讨论, 80 年代有所发展。虽然提法较为混乱, 但在总体要求上较为一致。即希望所研制出的农药有高度的选择性, 对有害生物防效优良, 但对人畜、害物天敌及其他非靶标生物安全, 在自然条件下容易降解而不会明显影响环境质量。对这类理想化农药的称谓也较多, 如软农药(soft insecticide)、制虫剂(insectisatics)、环境安全性化学品(Environmental safety chemicals)、理想环境化学物(receptibale environmental chemicals)等。但较为普遍, 且又为大多数人接受的称法则为生物合理性农药(Biorational insecticides)。在英文中有人干脆用“Biorations”来作为一专用名词。

我国对这一类理想化农药直接称之为“无公害”农药。值得一提的是, 我国在提及这类

收稿日期: 1995-10-16

* 农业部重点课题基金资助项目

药物的时间还是很早的。1975年浙江农业大学所办的一个刊物“农药污染与环境保护”(参考资料,1975年第2期,21页)中就提出了“发展无残留毒性的无公害农药”。但这一提法并没有在中国引起人们的重视。到80年代初,我国曾发起过生产“无公害”蔬菜的运动。笔者在一些会议及学术讨论会上曾几次提出过“无公害”蔬菜此词不妥,似应称为“无污染”蔬菜,其生产中应配套使用“无公害”农药。即认为“无公害”这个词组只能用来修饰“农药”,而不宜用来修饰“蔬菜”或“水果”等食用农产品。只因这个名词已在政府文件、报刊、杂志中出现,且其意义也已被国人所理解而只能如此而已。故“无公害蔬菜”一直为国人熟悉,而“无公害农药”则不被大多数人真正理解。

笔者在80年代中期曾撰文对杀虫剂及害虫化学防治的前景作过论述。当时只提出过杀虫剂的发展方向应为“特异性缓效型杀虫剂”^[1~3],后来于1992年曾对无公害农药作过初步定义^[4],赵善欢等^[5,6]也归其为“第三代杀虫剂”。苗建才^[7]、樊西惊^[8]曾著有关于无公害杀虫剂方面的专著。书中虽然对无公害农药未下一较明显的定义,但对无公害杀虫剂的特点、范畴作了介绍。

总结多年理论、实践及有关专家学者的意见,笔者初步认为:“无公害农药”指的是那些在生产、加工、贮运过程中比较安全;在实际使用中防效显著,可控制靶标生物种群;残留毒害低微,不易对人畜、有益生物、环境质量造成明显不良影响的农药种类。这类农药和常规农药的主要区别在于其作用机理比较特殊,靶标专一性强;可克服或延缓害物的抗药性;对害物毒力较为缓和,但对种群的影响较为深远;安全性高,在自然界中容易降解。

2 无公害农药的类别

现今条件下对无公害农药的要求应有一定的弹性,有一逐渐发展的过程。农药的有害与无害是相对的,是可以互相转换的,另外,还与能否正确对待、处理和使用等人为因素有关。在这里笔者就目前的研究进展情况,对那些接近于无公害农药的类别试图仅从有效成分的来源及其内禀性等方面进行讨论并作以分类。

2.1 矿物质农药

矿物质农药中有些品种是很优良的农用药剂。由于其一般对作物易发生药害,目前只有少数品种仍大量应用。如石油乳剂、机油乳剂、波尔多液、石硫合剂等。这些制剂对病虫害防效恒稳,安全性较高,害物不易产生抗药性。另外,利用矿物油类物质还可直接作为优良的除草剂,如用于水渠等地进行灭生性除草及胡萝卜田进行选择性地除草。

2.2 动物源农药

动物源农药可以分为两类:一是指直接利用可以大量人工繁殖、培养的活动物体防除病、虫和杂草。如寄生蜂、草蛉、食虫、食菌瓢甲及某些专食害草的昆虫等。二是指动物体的代谢产物或其体内所含有的具有特殊功能的生理活性物质。如昆虫体所产生的各种内、外激素;一些昆虫及其他类动物所具有的毒液;一些具有强类激素活性的生物活性肽、神经肽或神经毒素等^[9~11]。这类物质除少数可直接用于害物防除或检疫(如昆虫性外激素)外,大多只可用于农药设计的先导物质,生理、毒理基础性研究或基因工程研究。但无疑可作为开发顺应环境、经济可行的害物防治剂的依据。

活体动物作为“农药”可否为人们接受尚待讨论。因为从传统的观念及对“农药”所要

求的条件和审批、注册程序来分析,要把某些天敌动物称为“农药”,似乎不太妥当。但随着植保科学的发展,也可能使某些种昆虫天敌商品化而成为人们所认可的“农药”。

2.3 微生物农药

微生物农药主要指可用于防除病虫害等有害生物的微生物体及源于微生物的各种生理活性物质所加工成的农药。这类农药所含的有效物质是细菌孢子、真菌孢子、病毒、毒素或抗菌素^[4,12]。这类农药目前用于防虫的主要是苏云金杆菌。在代谢产物中,目前以 Avermectin 最引人注目。该剂作用机制特殊,对小菜蛾、棉铃虫、潜叶蛾等多种农业害虫有很高防效。我国近几年也开发出了这类药剂,称为“A. B 菌素”或“爱福丁”。

生物杀菌剂中主要是一些农用抗菌素类,如井冈霉素、春雷霉素、灰黄霉素等。但某些种类菌体如链霉菌、水霉菌、荧光极毛杆菌等也已用于园艺作物的真菌、细菌性病害防治。生物除草剂中真菌类有盘长孢状刺盘孢菌、棕榈疫霉菌;细菌类有极毛杆菌、黄杆菌;抗生素类有绿僵菌素(destruxin E)、除草菌素(Herbicidins)、疣孢菌素(Verrucarins)等。微生物发酵产品 Herbiace 和 Gluphocinate 作为除草剂已商品化^[11,14,15]。

2.4 植物性农药

植物性农药在我国具有悠久的历史,而本文所涉及的主要指那些新型、具特异性功能、靶标专一性较强、安全性比较高的植物性物质。

植物性农药中目前研究较为广泛深入的是杀虫剂,杀菌剂、除草剂相对而言较少。在杀虫剂中,较为理想的有以下几个科属。楝科植物是目前最受重视的一类植物。印楝(*Azadirachta indica*)是目前国际上公认的最有潜力的杀虫植物品种。其种子中含有多种杀虫活性物质,印楝素(Azadirachtin)作为其代表化合物已应用于生产实践。我们对楝科近 20 种植物作了较为深入的研究,并以含于苦楝、川楝树皮的川楝素为代表化合物研制和生产了“0.5%楝素杀虫乳油”(蔬果净)^[16]。豆科中的紫穗槐(*Amorpha fruticosa*)、苦参(*Sophora flavescens*)、鱼藤(*Derris sp.*)、非洲山毛豆(*Tephrosia vogelii*)、卫矛科的雷公藤(*Tripterygium wilfordii*)、苦皮藤(*Celastrus angulatus*)、南蛇藤(*C. orbiculatus*)也均为很重要的杀虫植物品种。菊科植物中除了人所共知的除虫菊外,万寿菊(*Tagetes erecta*)以其独特的光敏杀虫活性引起了科学家的高度重视。另外,菊科蒿属(*Artemisia sp.*)、天南星科菖蒲属(*Acorus sp.*)、蕃荔枝科蕃荔枝属(*Annona sp.*)、胡椒科胡椒属(*Piper sp.*)植物等也是很重要的研究对象。特别值得一提的是,不少植物中(主要为芸香科、樟科)所含有的挥发性精油气味宜人,但对害虫具有强烈的熏杀活性,实际应用的前景广阔^[1,17,18]。

可作为杀菌剂和除草剂的植物源物质虽不多,但研究的仍很深入广泛。从毛蒿植物中分离出的毛蒿素,从南欧丹参中分离出的硬尾醇(sclareal),存于苜蓿根部的苜蓿酸,海红豆中的紫檀素等均表现出很强的抗真菌活性。植物源除草剂,究其化学成分实际上是植物毒素而不是名副其实的除草剂。这类物质可严重影响植物生长,但难以完全致死。但万寿菊中分离出的 α -噻吩可被紫外线活化后产生原子氧,对植物体起到破坏作用^[9]。

2.5 化学合成的无公害农药

一些化学合成的物质能否称为无公害农药,一直是有争论的问题,笔者认为对待这一问题应给予较全面的分析。一些模拟合成较优秀的天然产物及个别性质特殊、作用专一、安全性高的化学合成物质,已有不少人将其划为“无公害农药”之列^[2,5,7,8]。

苯甲酰胺类等几丁合成抑制剂是主要干扰昆虫表皮形成的一类物质。最早商品化的优良品种为除虫脲(Diflubenzuron),因其特殊活性及安全性而被誉为“理想的环境化合物”。随后杀虫隆(triflumuron)、定虫隆(IKI 7899)、伏虫隆(teflubenzuron)等优良品种及可高效、速效防棉铃虫的氟铃脲(hexafluron)、高杀螨活性的氟螨脲(flucyclohexuron)也相继问世。日本后来又开发出分子结构中不含苯甲酰基的几丁质合成抑制剂,最有名的是buprofezin(Applaud,噻嗪酮,扑虱灵)。它可有效地防治尽虱、叶蝉、温室粉虱等害虫,对捕食、寄生性天敌昆虫及一些益虫无害,对蜜蜂、蚕无明显影响而十分引人注目^[20,7]。

另一类化学合成的“无公害农药”,主要指的是影响昆虫生长发育和行为的激素类似物。这类物质大多为人工模拟合成的化合物,作用特殊,选择性强,用量少,安全性高。内激素类主要指昆虫保幼激素类似物(JHA)、蜕皮激素类似物(MHA)及抗保幼激素(早熟素)。这类化合物进入虫体后,可扰乱昆虫体内的基因表达,合成不正常的蛋白质而致发育失常或不育。外激素类物质主要指的是昆虫体内所特有的“集结”、“报警”、“追踪”、“产卵驱避”、“性引诱”等信息素以及种间所特有的“利己”、“利它”和“协同”等信息素。这些种类繁多、作用特殊的信息素类物质专化性很强,在实践中主要通过“召来”、“赶走”、“迷向”等行为调节与控制来防治害虫。特别是这类物质为直接通过表皮孔道进入感觉神经细胞膜受体上的,因此不存在有穿透的阻隔及代谢与降解、分布与传导的问题而前景广阔^[3,7,9]。

3 结语及展望

实践表明,常规化学农药的生产和使用越来越受到环境和商业上的压力,无公害农药已受到很大关注,并越来越处于有利的地位。在讨论其研究重点、注意事项和发展前景时,以下几个方面似乎应引起注意。

3.1 科学合理的加工技术,是发展无公害农药品种和制剂的一个重要途径

在无公害农药研制中,不但对有效成分要求严格,且在制剂加工中也要求特殊。如乳油制剂中最常用的二甲苯等因其本身不符合绿色食品的要求而不宜选用。近期所开发的新剂型“水乳剂”便可解决这一问题。另外,借鉴和采用制药业中“片剂”加工技术,将有效成分、粘合剂和二氧化碳等助剂压制成农药片剂;将化学不相容成分制成多层片剂;将多种活性成分或制剂形态上不相容的农药制成悬乳剂等可解决农药混配、混用及制剂加工中的多种难题^[21,22]。这些新加工技术定会对无公害农药的发展起到促进作用。

3.2 科学正确的农药使用方法和技术是发挥无公害农药潜力的基础保证

在使用无公害农药时应注意以下几点:①按照一般施药原则,进行不同类品种间的轮换、交替和混合使用,避免害物抗药性迅速发展;②注意在一定条件下和常规农药混用或结合施用。如结合性引诱剂的施用局部置放常规杀虫剂,既可诱而歼之又易回收而消除农药隐患;③要特别注意操作技术和施药质量。因无公害农药,特别是杀虫剂,其选择毒杀作用很大程度上是靠胃毒作用或通过嗅觉感受器表现出来的。在使用时,除了方法要适宜外,还要讲求操作技术,施药要均匀周到,以便最大程度地发挥药剂的潜力。

3.3 无公害农药的研究和发展,应仍以植物性农药和微生物性农药为主要领域

植物性和微生物性农药均为天然产物。其取自于自然,用之于自然,不向自然界投放新的化合物,而且在环境中易被降解,是其他类农药不可比拟的环境友好型农药。这两类

农药还有一特殊之处是原料来源极为广泛,其生物活性成分除可作为化学合成农药的先导化合物外,还能直接借助大工业生产方法而加工成农药产品。植物性农药则可用植物体直接提取成粗制品使用。微生物农药可采用工业发酵的方法直接制取,预计工业发酵法将仍为微生物农药的主要生产方法,而关键是菌种复壮及新菌种筛选。

3.4 生物工程技术将成为无公害农药研究和发展的最主要途径

植物在生长过程中会产生多种化学信息素,而正是靠这些次生代谢物质,植物主动抵御了绝大部分病、虫害的侵扰。除了稳定的抗病、虫遗传性能外,植物还会因病、虫的严重侵扰而致体内化学成分发生改变,阻止害物继续为害。这种化学成分的变化是基于植物防卫素(phytoalexin)的产生。特别是近些年对植物防卫素诱导因子(IF)的深入研究,可能导致借助人工合成的 IF 的施用,依靠植物的不稳定性遗传来控制某些害物的种群发生^[1,23~25]。另外,应用基因工程技术培育抗害物植物品种的研究也已取很大进展^[11,26,27]。充分展现了应用生物工程技术于害物防治的广阔前景。

参 考 文 献

- 1 赵善欢,张兴.植物自身控制害虫的作用.华南农业大学学报,1985,6(2):79~89
- 2 张兴.害虫化学防治的新进展.西北农学院学报,1985,13(4):65~77
- 3 赵善欢,张兴.从植物与昆虫的关系谈害虫防除.百科知识,1986(8):54~57
- 4 张兴,王兴林,冯纪年.西北地区农作物病虫草害药剂防治技术指南.西安:陕西科技出版社,1992.178
- 5 赵善欢.害虫化学防治理论及应用的新发展.中国农业科学,1983(3):71~78
- 6 赵善欢.2000年杀虫剂及害虫化学防治的展望.农药,1985(4):1~7
- 7 苗建才.无公害杀虫剂及应用技术.哈尔滨:黑龙江科技出版社,1990
- 8 樊西惊,雷周印.无公害植物性杀虫剂.西安:西北大学出版社,1990
- 9 张一宾.具有昆虫激素活性的新的昆虫生长调节剂.农药译丛,1993,15(2):24~30
- 10 上田富雄.生物农药的现状 & 开发动向.农药译丛,1993,15(16):1~4
- 11 晓岚.农用生物农药展望.农药译丛,1994,16(2):7~17
- 12 费有春.简明农药词典.北京:化学工业出版社,1985,8~15
- 13 沈寅初,杨慧心.杀虫抗生素 Avermectin 的开发及特性.农药译丛,1994,16(3):1~13
- 14 徐苏韶.天然产物源农药和农药先导物.农药译丛,1994,16(2):18~24
- 15 菅原二三男.利用植物病原微生物开发除草剂.农药译丛,1992,14(3):40~43
- 16 张兴,王兴林,冯俊涛等.植物性物质川楝素的开发研究.西北农业大学学报,1993,21(4):1~5
- 17 张兴,王兴林,王胜宝等.西北地区杀虫植物资源初步调查.甘肃农业大学学报,1993,28(1):93~98
- 18 Chiu Shin-Foon. Recent advance in research on botanical insecticides in China. In *Insecticides of plant Origin* (ACS Symp ser 387),1987,69~77
- 19 周红晞.高等植物源农药.农药译丛,1994,16(2):1~6
- 20 杨新玲,陈馥衡.几丁质合成抑制剂进展.农药科学与管理,1994,(3):14~19
- 21 周红晞.农药悬乳剂的新进展.农药译丛,1993,15(3):44~49
- 22 张择.新颖的农药片剂.农药译丛,1993,15(6):43
- 23 Baldwin T, Schultz C. Rapid changes in tree leaf chemistry induced by damage: evidence for communication between plants. *Science*, 1983, (221): 277~278
- 24 Maugh T H. Exploring plants resistance to insect. *Science*, 1982, (216): 722~723
- 25 Patrusky B. Plants in their own behalf. *Mosaic*, 1983, 14(2): 32~39
- 26 姚晓萍,邹玲.生物技术和植物保护.农药译丛,1992,14(1):22~30
- 27 赖以飞.21世纪害物防治天然产物及其衍生物的进展.农药译丛,1994,16(4):5~9

On Biorational Pesticide

Zhang Xing

(Research and Development Center of Biorational Pesticide,
Northwestern Agricultural University, Yangling, Shaanxi 712100)

Abstracts The history and development of biorational pesticide research is systematically reviewed in this paper. Also, its development trends are discussed briefly.

Key words biorational pesticide, advance in the pesticide research

西北农业大学无公害农药研究服务中心 简介

“西北农业大学无公害农药研究服务中心”是由昆虫毒理学博士张兴教授组织筹建,经西北农业大学批准成立的。该“中心”已在工商管理部门注册登记,具有独立法人资格,为国内首家专门从事无公害农药研究与服务的机构。

张兴教授所领导的研究小组多年来一直从事新型植物性无公害农药的研究。1992年研制成功并登记了“0.5%楝素杀虫乳油”(蔬果净),在西北农业大学建立了“无公害农药厂”并定点生产该产品。曾先后系统筛选了我国南北700余种植物的杀虫活性,积累了丰富的经验和资料。同时还结合生产实际需要,研制了“蚜螨特”、“胺西菊酯”等7种农药新品种和新剂型,并相继投入生产。近年来承担和进行科研课题18项,其中通过省级成果鉴定的5项,有2项已获省石化厅科技进步一等奖及省科技进步二、三等奖。申请国家农药发明专利5项。

“无公害农药研究服务中心”依托于西北农业大学,有雄厚的科研、教学力量及先进的仪器设备,有化学、化工、植保等多学科专业人才,具有培养和指导昆虫毒理学和农用药剂学研究生的资格和能力。中心下设4个研究室及两个试验组,分别为:植物化学研究室、制剂加工研究室、昆虫毒理研究室、农药化学分析研究室、标准昆虫饲养组和大田药效试验组。

“无公害农药研究服务中心”的业务范围是:接受有关农药研制的委托科研项目;农药原药、制剂的定性、定量、残留分析及质量检验;杀虫活性物质致毒机理研究;室内生物测定及田间药效试验;对外转让或合作开发科研成果;植保人才培养。

“无公害农药研究服务中心”的宗旨是:研究高起点、高防效、高效益、高质量,对人、畜、天敌昆虫及环境生态安全的新农药。发挥“中心”教学、科研、开发、生产、示范一条龙式体系的优势,力争快研制、快转化、快推广、快受益,为我国农药事业发展做出贡献。

“无公害农药研究服务中心”设在陕西杨陵西北农业大学内 邮编:712100

电话:(0910)7092403、7093344 传真:(0910)7012559 法人代表:张兴