杀虫剂增效作用研究进展*

高聪芬 张 兴 冯俊涛

(西北农业大学无公害农药研究服务中心, 陕西杨陵 712100)

摘 要 讨论了杀虫剂品种间及其与增效剂、昆虫激素、植物精油混用后的增效作用研究现状,探讨了增效机制及影响因素,指出了我国对杀虫剂增效作用研究应用的特点及不足。

关键词 杀虫剂,增效作用,增效剂

中图分类号 S482.3

随着杀虫剂研究发展的不断深入,科学合理地选用增效剂或将现有品种进行增效混配、混用,不仅可显著提高原有效成份的杀虫活性,还可在一定程度延缓害虫抗药性的发展,延长杀虫剂的使用寿命,减少环境中杀虫剂的投放量。从而起到降低生产成本、保护环境、造福人类的作用。本文拟就增效剂的应用和杀虫剂间混用或混配的增效作用、增效机制及影响因素的研究现状和发展趋势作一简述,以期为农药生产及应用提供参考。

1 杀虫剂增效作用研究应用现状

1.1 增效剂对杀虫剂的增效作用

增效剂是杀虫剂的一种添加剂,多数没有杀虫作用,对高等动物的毒性也很小。杀虫剂中添加少量增效剂后可显著提高其杀虫效果,减少杀虫剂用量,从而降低生产及使用成本,并在一定时期内延缓害虫对杀虫剂的抗药性。因此,自40年代以来,杀虫剂增效剂的研究一直处于比较活跃的领域,研究的品种也较多,主要分属于胡椒基类、N-烷基类、有机磷类、氨基甲酸酯类、丙炔醚类及一些其他化合物^[1]。增效剂应用中关于增效磷(SV₁)和增效醚的报道较多。增效磷对多种有机磷、氨基甲酸酯和拟除虫菊酯等类杀虫剂均有明显的增效作用,其不仅在防治多种抗性昆虫如棉花、果树、蔬菜和贮粮害虫中能提高杀虫剂的防治效果^[2,3],而且也可作为防治林业害虫松毛虫药剂的有效增效剂,与除虫菊酯类混用可增效2.6~3.1倍^[4]。增效醚是目前国际上公认为效率最好的拟除虫菊酯类杀虫剂的增效剂,可以提高杀虫药效10~15倍。另外该物质对氨基甲酸酯、有机磷杀虫剂中不少品种均起到增效作用,可用于粮仓、家庭、植物、食品包装袋及纤维防蛀等方面的害虫防治,是联合国唯一批准可用于粮食防虫用药剂的增效剂^[5]。

1.2 杀虫剂品种之间的增效作用

杀虫剂间如混用得当,有的可起到显著的增效作用。世界各国目前使用农药的混剂已相当普遍,1975~1976年间北美市场上出售的5000余种农药制剂中,混剂约有1000多种^[6]。近些年国际上登记的新农药品种中,混剂约占1/2。我国的混剂发展起步较晚,但截至1994年5月底所登记的605种农药中,混剂有242种,占40%。杀虫剂作为农药品种的

收稿日期:1995-01-28

* 陕西省自然科学基金资助项目。

三大类之一,混用混配最为普遍,特别是在发展中国家,混用混配药剂主要是杀虫剂。

日本将N-正丙基氨基甲酸酯与有机磷混配,增效作用十分明显。在防治柑桔全爪螨的试验中,用 $250\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 乐果24h的死亡率只有40%,当用 $25\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 乐果加 $250\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 的正丙基叶蝉散,正丙基速灭威,正丙基巴沙时,其死亡率都达100%^[7]。我国关于杀虫剂间混用或混配的增效作用的报道也日益增多,有的已在生产中发挥了很大作用,为我国杀虫剂的合理应用提供了宝贵的资料。

1.3 昆虫激素类物质对杀虫剂的增效作用

昆虫激素类物质能调节昆虫的生长、发育、变态、生殖、滞育、生理代谢及其行为,与杀虫剂合理混用后增效作用显著。利用保幼激素能导致间接不孕的特点,与一些有机磷类杀蚜力强的化学杀虫剂混用,可有效地控制蚜虫的繁殖^[8]。灭幼脲类杀虫剂作用机制特殊、药效缓慢,利用植物性外源蜕皮激素与其混用,可加速害虫蜕皮而增强杀虫效果^[9]。此外,其他一些行为干扰剂如警外激素、踪外激素等和杀虫剂的增效混用还正处于研究实验之中,有的已有明显进展。

1.4 植物精油、矿物油对杀虫剂的增效作用

植物精油或矿物油类对害虫具拒食、引诱、忌避、熏蒸及物理杀伤等作用^[10,11]。已有的研究证明某些精油对杀虫剂具有明显的增效作用。Parmer等^[12]对Karanja油与某些有机氯杀虫剂混用在防治贮粮害虫中的增效作用作了报道。Abbassy^[10]在埃及发现,从柠檬、酸橙、宽皮柑桔和脐橙中提取的精油能使氯氰菊酯显著增效,柠檬油与虫螨磷,橘子油与双硫磷混用显示增效作用。Fuhremann^[13]发现,当同时点滴肉豆蔻醚(*Pastinaca Sativa*的分离物)和对氧磷于家蝇,或者当家蝇取食含有肉豆蔻醚的食料后点滴对氧磷,都能显著地增加毒杀效果。

2 杀虫剂增效作用机制探讨

2.1 改变杀虫剂的物理性状

有些物质可明显改变杀虫剂的物理性状使之能充分发挥药效,如将0.5%矿物油与灭幼脲I号混用,由于沉积于接触物上的油状雾滴比水状雾滴挥发得慢,延长了药剂在叶面的滞留时间,可提高杀虫效果两倍且延长其残效作用^[11]。林丹、DDT与蒿油、芝麻油混合能提高对水稻飞虱类害虫的防效。除了其生化增效作用外,这些油类物质还可作为良好的溶剂^[10],有助于溶解原药,改善其性能而提高防效。

2.2 影响害虫的生理代谢

不少增效剂是通过影响害虫的生理代谢作用,尤其是抑制解毒酶系使杀虫剂不被迅速降解为无毒物而增效的。如芝麻油与敌杀死混用是由于芝麻油的主要增效成分芝麻素、芝麻明、芝麻啉对昆虫体内微粒体多功能氧化酶起抑制作用。从而使降解药剂毒力的能力受到抑制,敌杀死不易被分解而增效^[14]。唐振华等^[15]测定了某些解毒酶的特异性抑制剂对某些杀虫剂的作用表明,不论在高剂量还是低剂量,使溴氰菊酯、氯菊酯和马拉硫磷对抗性小菜蛾都有增效作用,这从另一角度说明了增效作用与解毒酶系之间的关系。

2.3 改变药剂对表皮的穿透性

有些物质可影响药剂对害虫表皮的穿透能力,利于药剂充分发挥作用而达到增效目

的。改变药剂对害虫表皮的穿透性有加速穿透和阻滞穿透两种可能。增效剂对虫体内的某一(某些)解毒酶系有抑制作用,此时对杀虫剂穿透速率的影响有可能为阻滞作用。谭建国等^[16]研究了 3 种增效剂对杀虫剂穿透速率的阻滞作用,认为增效剂干扰或延迟杀虫剂对昆虫体壁的穿透,使增效剂本身有充足的时间先行穿透进入昆虫体内与有关酶类起反应,阻止了解毒酶系将杀虫剂降解为无毒物的过程。但是也不排除对穿透无影响或加速药剂穿透等其他方面的影响。Riskallah 等^[17]在测定 8 种增效剂对氰戊菊酯和溴氰菊酯对埃及棉夜蛾幼虫的增效作用时发现,将杀虫剂和增效剂点滴在不同部位明显大于点滴在同一部位时的增效作用。

在增效剂或某种杀虫剂对虫体内解毒酶系无抑制作用的情况下,增效剂的增效作用则可能是加速杀虫剂的穿透速率。尤其是以触杀形式为主神经性毒剂,加速杀虫剂的穿透可使其很快在虫体内达到有效剂量并尽快到达作用靶标,从而引起害虫中毒死亡。对很多种穿透性较低的杀虫药剂可采用加入油类物质作为溶剂来增加其接触毒性,这类物质本身则可增加药剂的脂溶性及穿透性,增强溶解或破坏上表皮的能力,使脂溶性较弱或不具脂溶性的物质也能渗透入虫体^[18]。对于抗性害虫,穿透速率对药效的影响更为显著,因为在抗性的生理因素中,其中之一就是杀虫剂穿透作用的降低。

2.4 干扰害虫的行为

对害虫具有拒食、引诱、忌避作用的物质可使害虫增加中毒机率而起到增效作用,这类物质可使害虫处于兴奋状态,活动性增强,从而可增加接触药剂的机会。另一方面由于害虫活动性增强,也导致了体内水分和能量的过量损失,使得虫体的正常代谢过程受到干扰。此时由于害虫处于生理活性的低谷,如接触到农药,则易于导致中毒死亡。

3 影响增效作用的因素

3.1 药剂本身的性质

增效作用与所选用的杀虫剂、增效剂品种本身的特点有关,并不是杀虫剂间的随意混配或加增效剂后均能增效。诸如产生乳油的破乳、各种制剂的分散性不良,可湿性粉剂悬浮率降低,甚至于絮结或产生大量沉淀,发生水解、脱氯化氢及其他不良的物理、化学变化,以及毒性增加、药效降低或可导致药害的混配组合均不宜采用。如地亚农可湿性粉剂与乳油制剂混用时,容易产生悬浮粒子的凝聚作用而使悬浮率显著降低;有机磷、氨基甲酸酯类药剂遇碱易水解;滴滴涕、敌百虫、敌敌畏、三氯杀螨醇等容易在碱的作用下脱去氯化氢等均会因混用不当而降低药效或引起植物药害^[6]。因此在混用之前,必须弄清它们的理化性质,并从毒力、毒理及制剂性能等方面加以考虑。一般情况下,将作用方式、作用机理不同的药剂混配、或根据杀虫剂作用机理上的特点,选择相应的增效剂易产生增效作用。

3.2 混合比率

增效作用与药剂间的混合比率有关,不同的混合比率所表现出的增效作用往往有很大差异。薛银根等^[19]在研究三氟氯氰菊酯与双甲脒混用时发现,增效作用的强弱存在一个最佳混比问题。吴斌也报道了 HP(N-烷基氮杂环烷-2-酮类有机化合物)对杀虫剂的增效作用并非因加入量越大,增效作用越强。而且不同的农药品种加入的最适比例也有较大

差异^[20]。因此混用前应通过精细的试验来确定适当的混合比率。

3.3 用药水平

增效作用与害虫的防治历史长短、用药次数、用品种及抗药性水平有关。慕立义等在研究复配杀虫剂对抗性害虫的增效作用中发现,供试的复配剂对抗性菜青虫的增效潜力明显高于抗性棉蚜。这可能是因为防治菜青虫的药剂品种较单调,而防治棉蚜的品种很多,致使棉蚜产生多重抗性和交互抗性,一般杀虫剂混配或加增效剂难以获得明显的增效作用^[21]。此外,当某些害虫对某种或某些杀虫剂产生严重抗药性后,采用复配剂可产生明显的增效作用。但当害虫还处于敏感阶段时,混配剂的增效作用则一般不明显。

4 结语与展望

纵观杀虫剂增效作用的应用现状,有两大特点:一是拟除虫菊酯类杀虫剂的增效作用研究较多。拟除虫菊酯类正发展成为一类全方位适用的杀虫剂^[22]。它具有高效、广谱、安全、对环境无害等优点,但也存在内吸性差、杀螨活性低、对鱼毒性大,成本较高等不足之处。利用它与其他类型杀虫剂及增效剂复配使用可取长补短,提高经济效益,还可避免害虫对其过早产生抗药性。二是对已产生抗药性的害虫的防治常通过增效作用来解决。害虫对某杀虫剂产生严重抗药性后,虽经增效复配使用后防效显著,但通常其增效幅度难以抵销已产生的抗性增长幅度。杀虫剂的增效作用是有限度的,在实践中存在着合理使用的问题。若在害虫对药剂尚处在敏感阶段就注意使用增效剂或混用,此时虽增效不明显,但能起到延缓抗药性的作用。

利用助剂的增效作用,充分发挥我国现有杀虫剂品种的潜能。在杀虫剂制剂研究中,合理地选用湿润剂、稳定剂、乳化剂、溶剂、助溶剂等助剂后,便可根据需要研制出不同的杀虫剂剂型。从而可明显提高药效,扩大防治范围,并在一定程度上对杀虫剂起到增效作用。目前我国的制剂研究领域还很落后,和一些发达国家相比差距很大。美国原药与制剂种类的比例为1:36,日本为1:30,而我国仅为1:2.5。因此,如何利用助剂的增效作用,最大限度地发挥杀虫剂品种的潜能,还有待进一步研究。

利用植物精油作为杀虫剂的增效剂应用前景广阔。在对环境保护、人类健康日益重视的今天,利用植物精油与化学杀虫剂混用的增效作用防治贮粮害虫的研究已有很大进展。植物精油是从植物中提取的多成分物质,可有效地克服因长期大量使用化学农药而导致的害虫抗药性,减轻杀虫剂残毒对人体的危害和对环境的污染,并且多数精油还有宜人的香味。因此,对某些杀虫效果好、来源广且价格较低的植物精油作进一步筛选不但可提高杀虫效果,减轻杀虫剂使用量,还可明显降低药剂成本。也可选取结构比较简单有效成分为模板,模拟合成新类型的杀虫剂或增效剂。

目前研究和应用的增效剂品种虽较多,但如胡椒基类及其他结构较复杂的化合物都不宜在国内生产,作为一般农药的增效剂在经济上是不现实的^[1]。因此,选择一些结构较简单的化合物如丙炔醚类、N-烷基类和有机磷类进行研究和应用,则可以期望降低许多杀虫剂的用药量,延缓害虫抗药性而得到较高的经济效益。在生产实践中应首先重视这类物质,然后逐步扩大研究、应用领域,以求得稳妥、有效、合理的发展。

参 考 文 献

- 1 黄晓和. 杀虫剂的增效剂. 湖南化工, 1984, (1): 27~35
- 2 秦久刚, 陈仲达. 增效磷 I 号应用效果初报. 农药, 1989, 28(4): 47~48
- 3 冯国蕾, 石俊岳, 张桂林. 增效磷对杀虫剂的增效作用及其防治棉蚜效果. 昆虫知识, 1985, 22(4): 167~172
- 4 李周直. 几种增效剂对拟除虫菊酯防治马尾松毛虫的联合毒性. 农药, 1991, 30(2): 6~7
- 5 赵宝祥. 农药增效剂增效醚的应用. 农药, 1989, 28(4): 45~46
- 6 张瑞亭. 农药的混用与混剂. 北京: 化学工业出版社, 1987, 8~11
- 7 王国杰. N-正丙基氨基甲酸酯对有机磷农药的增效作用. 湖南化工, 1989(1): 42~45
- 8 成家壮. 农药的混用与增效作用. 广州化工, 1979(1): 33~37
- 9 秦 蓁. 灭幼脲的增效剂——蜕皮激素. 植物保护, 1990, 16(2): 16
- 10 徐汉虹, 赵善欢. 植物精油在害虫防治上的应用. 天然产物研究与开发, 1994, 6(1): 82~88
- 11 Omayma k, moustafa 著; 于勤恩译. 矿物油对某些杀虫剂防治蓟马和棉叶夜蛾的增效作用. 国外农学——植物保护, 1987(1): 29~32
- 12 Parmer B S. karanja oil as a synergist for chlorinated insecticides. Pesticides, 1975(9): 29
- 13 Fuhremann T W, Lichtenstein E P. Insecticide toxicity and degradation in houseflies as affected by naturally occurring food plant components. J Agric Food Chem, 1979, 27(1): 87~91
- 14 崔同胜, 张中希, 关存良. 芝麻油对敌杀死防治棉铃虫的增效作用. 农药, 1985, 24(4): 54
- 15 唐振华, 周成理, 吴世昌等. 上海地区小菜蛾的抗药性及增效剂的作用. 植物保护学报, 1992, 19(2): 179~184
- 16 谭建国, 沈晋良, 谭福杰等. 几种增效剂对氯戊菊酯穿透速率的影响. 南京农业大学学报, 1992, 15(2): 29~33
- 17 Riskallah M R. Effects of different synergists on the toxicities of fenvalerate and decamethrin to susceptible and pyrethroid resistant larvae of *Spodoptera littoralis* (Boisd). International Pest Control, 1984(1): 38~40
- 18 王恒尧, 王建平. 提高化学治虫效果的初探——筛选溶剂改善杀虫剂的穿透性. 山西化工, 1983(2): 20~21
- 19 薛银根. 三氟氯菊酯与双甲脒混用对山楂叶螨和朱砂叶螨的增效作用研究. 农药, 1994, 33(4): 51~53
- 20 吴 斌, 尹 洵, 谢金蓉等. HP 对农药的增效作用研究. 农药, 1994, 33(4): 28~30
- 21 慕立义, 王开运. 杀虫剂复配对两种抗药性害虫增效作用. 农药, 1984, 23(1): 6~7
- 22 高德霖编译. 21 世纪的化学杀虫剂. 农药译丛, 1994, 16(4): 1~4 转 9

A Review on the Synergism of Insecticide

Gao Congfen Zhang Xing Feng Juntao

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

Abstract The synergism of insecticide when mixed with other insecticides, synergists, insect hormones or essential oils is discussed in this paper with focusing on three respects: Survey on research and using; Synergistic mechanism and the factors affecting its' effects; Characters and weakness in our country. To synthesize synergists with simple structures and develop new formulations to exploit the potentials of original insecticides in our country is also suggested.

Key words insecticide, synergism, synergist