

表面活性剂对杀虫剂的增效机制及药效研究

胡美英¹ 黄炳球¹ 肖整玉¹ Chris Lee² Ernest H. Brumbaugh²

[1 华南农业大学资源环境学院, 广州 510642; 2 安利(中国)日用品有限公司]

摘要 在敌百虫和兴棉宝药液中分别加入 φ 为 0.01% ~ 0.04% 的 APSA-80, 表面张力降低 41.83% ~ 60.43%; 在荔枝叶上的接触角降低 37.00% ~ 64.22%, 沉积量增加 12.83% ~ 35.41%; 室内毒力试验测定表明, 敌百虫与 APSA-80 混用后, LC_{50} 比单剂分别降低 23.73% 和 13.69%, 增效系数分别为 131.11 和 117.51; 田间试验结果表明: APSA-80 能够明显提高兴棉宝防治荔枝蒂蛀虫的效果, 比同体积分数的单剂防效提高 45.61% ~ 51.68%.

关键词 APSA-80; 敌百虫; 兴棉宝; 增效机制; 药效

中图分类号 S 482.33

荔枝是中国南方名贵特产, 具有很高的经济价值. 荔枝蜡象和荔枝蒂蛀虫是严重威胁荔枝和龙眼产量和质量的 2 种主要害虫(姚振威等, 1990). 敌百虫从 60 年代开始一直被广泛应用于防治荔枝蜡象, 效果好, 成本低. 但商品敌百虫是 $\varphi = 90\%$ 的水溶性结晶, 其药液极性很强, 表面张力大, 在荔枝叶上的亲和力较差, 药液易从靶标表面滚落而降低药效. 兴棉宝是目前防治荔枝蒂蛀虫最有效的药剂之一. 将表面活性剂加入到一些农药的药液中, 能明显改善药液的性能, 使药液易于对靶标接触、渗透、吸收和传导(阮朗, 1996; 屠予钦, 1986), 以及增强抗雨水冲刷能力(Coble et al, 1993), 提高防治效果(莫禹诗, 1993; 黄鸿等, 1991; 黄应群, 1995). 本文主要报导一种新型非离子型表面活性剂——多功能喷雾助剂 APSA-80 与常用的敌百虫和兴棉宝混用防治荔枝蜡象和荔枝蒂蛀虫的增效机制及药效试验结果.

1 材料与方法

1.1 供试材料

从荔枝园采回荔枝蜡象(*Tessaratoma papillosa* Duruy) 3 龄若虫供试; 荔枝蒂蛀虫(*Conopomorpha sinensis* Bradley) 是在大田自然感虫后供试.

w(敌百虫)=90%晶体, 河北邯郸经阳化工厂生产; φ (兴棉宝)=10%乳油, 英国卜内门化学工业有限公司生产; APSA-80, 美国 AMWAY 公司提供; 丽春红 G, 北京化学试剂厂生产.

WT-3 型踏板式喷雾器; Potter 喷雾塔; 显微镜(XSP-01 型); 72-1 型分光光度计; Li-3000 叶面积测量仪; 滴重计; 微量点滴仪; 电子分析天平(MP120-1).

1.2 试验方法

(1) 采用滴重法测定表面张力. 当滴重计内的液滴质量小于其表面张力时, 液滴不能滴下, 而液滴刚超过其表面张力时, 液滴即从管口滴下, 根据液滴的质量确定某一液体的表面张力. 每处理设 3 个重复.

(2)采用平卧显微镜法测定接触角.将显微镜平卧,用微量注射器将药液 $1\ \mu\text{L}$ 分别滴于叶片表面和背面上,放于载物台上,打开射灯,调准焦距,将液滴在叶上的状况清晰地投影在白纸上,用铅笔绘下,量其角度.每处理设5个重复.

(3)采用丽春红G法测定沉积量.把丽春红G配制成 $280\ \text{mg/L}$ 的工作液,以此配制待测的各个样品,然后将荔枝叶在丽春红药液中浸5 s取出,挂于室内凉干后放入保鲜袋内置冰箱中12 h,取出用20 mL蒸馏水冲洗叶片中的丽春红G药液,用分光光度计在510 nm波长下测定每个样品的光密度,再从丽春红G浓度—光密度标准曲线上求出其沉积量($\mu\text{g}/\text{cm}^2$).每处理设5次重复.

(4)用Potter喷雾法测定APSA-80与敌百虫混用的毒力.从荔科技园采回荔枝蜡象3龄若虫,每10头装入大试管内,用 CO_2 昏迷后,转到12 cm的培养皿内,随即放入喷雾塔内喷雾,每皿喷2 mL.然后置于 $25\ ^\circ\text{C}$ 恒温室内.每处理设5个系列浓度,对照喷 $\varphi=0.04\%\text{APSA}-80$ 水溶液,每处理设7个重复.药后24 h检查试虫生死情况,用Abbott公式计算死亡率和校正死亡率,按Minitab软件在IBM-PC计算机上求取 LC_{50} 值.再以Sun等(1960)农药混用联合作用的方法,求出APSA-80与敌百虫混用的增效系数.

(5)田间药效试验在广东省农科院果树研究所6年生荔科技园内进行,供试品种为槐枝.每株树为1个重复,每处理4株树.随机区组排列.根据对蒂蛀虫发生期预测,在大量幼果形成时,按大田防治要求,用 $\varphi=10\%\text{兴棉宝 EC } 1\ 500$ 倍进行喷药防治,保护幼果.在蒂蛀虫第2个成虫产卵高峰期时,即进行正式试验.用WT-3型踏板式喷雾器喷雾,隔7 d用同样的体积分数和方法喷施第2次.荔枝成熟时,每重复在东南西北中5个方位上随机采摘荔枝3 kg,逐个剥检.按下列公式计算效果:虫果率($\%$)=检查有虫果数/检查总果数 $\times 100$;防治效果($\%$)=(对照虫果率—处理虫果率)/对照虫果率 $\times 100$;比单剂提高率($\%$)=(混剂防治效果—单剂防治效果)/单剂防治效果 $\times 100$.

试验采用邓肯氏新复极差检验法(DMRT法)进行统计分析,以比较各处理间的差异水平.

2 结果与分析

2.1 APSA-80 对药液表面张力的影响

在敌百虫800倍(A)、兴棉宝3 000倍(B)和2 000倍(C)药液中加入 φ 为 $0.01\%\sim 0.04\%$ 的APSA-80,药液的表面张力降低率为 $42.95\%\sim 61.19\%$,比单剂的表面张力降低 $36.48\%\sim 56.78\%$.这说明,APSA-80无论对敌百虫结晶还是兴棉宝都有降低其表面张力的作用,从而提高药液在有害生物或植物体上的沉积量和展着性能,提高农药防治效果(见表1).

2.2 APSA-80 对药剂在叶片上接触角的影响

敌百虫和兴棉宝药液中加入APSA-80后,在荔枝叶表面和背面的接触角降低率为 $37.00\%\sim 64.22\%$,效果显著.其中敌百虫混合药液在叶表面和兴棉宝药液在荔枝叶背面的接触角均低于 30° ,比单剂降低率在 $49.76\%\sim 64.22\%$,说明加入助剂的药液在荔枝叶片上有良好的湿润展着力.值得注意的是,兴棉宝在叶表面的降低率低于在叶背面的降低率.这可能与药剂性质、加工剂型、叶子的结构等因素有关(见表2).

表 1 农药单体及其与 APSA—80 混合后药液表面张力变化结果¹⁾ (1996, 广州)

处 理	滴 数	ρ	$\gamma(\pm SE)$	γ 降低率	比单剂降低
	/ (滴 $\cdot$ mL $^{-1}$)	/ (g $\cdot$ L $^{-1}$)	/ (N $\cdot$ m $^{-1}$)	/ %	率/ %
蒸馏水	31	998.4	$7.290\times 10^{-2}\pm 0.018$		
A	31	995.2	$7.267\times 10^{-2}\pm 0.076$	0.32	
A+ φ (APSA) 0.02%	63	997.8	$3.585\times 10^{-2}\pm 0.033$	50.82	50.67
A+ φ (APSA) 0.04%	70	997.0	$3.224\times 10^{-2}\pm 0.047$	55.78	55.64
B	35	998.1	$6.548\times 10^{-2}\pm 0.000$	10.18	
B+ φ (APSA) 0.01%	55	995.5	$4.159\times 10^{-2}\pm 0.120$	42.95	36.48
B+ φ (APSA) 0.02%	70	995.2	$3.264\times 10^{-2}\pm 0.027$	55.23	50.15
B+ φ (APSA) 0.04%	81	998.0	$2.829\times 10^{-2}\pm 0.031$	61.19	56.78
C	38	994.8	$6.011\times 10^{-2}\pm 0.183$	17.54	
C+ φ (APSA) 0.01%	65	997.4	$3.523\times 10^{-2}\pm 0.049$	51.67	41.39
C+ φ (APSA) 0.02%	61	991.4	$3.732\times 10^{-2}\pm 0.042$	48.81	37.91

1) 表内为 3 个重复平均; 测定时室温为 19 $^{\circ}$ C

表 2 农药单体及其与 APSA—80 混合后药液在荔枝叶的接触角变化结果¹⁾ (1996, 广州)

处 理	叶 表 面		叶 背 面	
	接触角/($^{\circ}$)	比单剂降低率/ %	接触角/($^{\circ}$)	比单剂降低率/ %
A	58.08		82.00	
A+ φ (APSA) 0.02%	28.83	50.36	46.33	43.50
A+ φ (APSA) 0.04%	29.17	49.76	41.50	49.39
B	65.40		53.10	
B+ φ (APSA) 0.01%	41.20	37.00	26.20	50.66
B+ φ (APSA) 0.02%	40.40	38.23	22.10	58.38
B+ φ (APSA) 0.04%	34.60	47.10	19.00	64.22
C	54.60		42.70	
C+ φ (APSA) 0.02%	31.90	41.58	19.90	53.40
清 水	58.70		99.60	

1) 表内为 5 个重复平均

2.3 APSA—80 对敌百虫药液在叶片上沉积量的影响

保证药效的重要条件之一, 是使尽量多的药液能够沉积在植物或靶标体上. 从表 3 可知, 敌百虫药液中分别加入 φ 为 0.02% 和 0.04% 的 APSA—80 后, 在荔枝叶上的沉积量较单剂增加 12.83%~35.41%.

2.4 APSA—80 与敌百虫混用对荔枝蜡象的毒力测定

用 Potter 喷雾法测得 APSA—80 与敌百虫对荔枝蜡象 3 龄若虫的毒力结果表明, 敌百虫单剂及其与 φ 为 0.02% 和 0.04% APSA—80 混用的 LC_{50} 分别为 53.02、40.44 和 45.77 mg/L, 混用的增效系数分别是 131.11 和 117.51 (见表 4). 因此, 敌百虫与 APSA—80 混用有一定的增效作用.

2.5 APSA—80 与兴棉宝混用防治荔枝蒂蛀虫的田间药效试验

田间药效试验结果 (表 5) 表明, APSA—80 与兴棉宝混用防治荔枝蒂蛀虫有显著的增效作

用. 剥检荔枝的结果表明, 兴棉宝 2 000 倍中加入 φ 为 0. 02%或 0. 04%的 APSA—80 后, 防治蒂蛀虫的效果分别比单剂提高 45. 61%和 51. 68%, 防治效果明显高于同体积分数的单剂, 也高于 1 500 倍的单剂. 但在兴棉宝药液中加入 φ 为 0. 02%和 0. 04%的 APSA—80, 两者之间防效无明显差异.

表 3 敌百虫在荔枝叶片沉积量测定结果¹⁾ (1996, 广州)

处 理	沉积药液量 / $(\mu\text{L}\cdot\text{cm}^{-2})$	沉积药量($\pm SE$) / $(\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2})$	比单剂沉积药量 提高率/%
A	2. 904	3. 267 $\pm$ 0. 896b	
A+ φ (APSA) 0. 02%	3. 276	3. 686 $\pm$ 0. 490a	12. 83
A+ φ (APSA) 0. 04%	3. 933	4. 424 $\pm$ 0. 520a	35. 41

1) 表内为 5 个重复平均; 同列数据后标有相同字母者, 表示于 5%水平上无显著差异(DM RT 法)

表 4 敌百虫及其与 APSA—80 混用对荔枝蜡象 3 龄若虫的毒力试验结果 (1996, 广州)

处 理	回 归 方 程	r	LC_{50} / $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	95%置信度 / $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	比单剂 降低率/%	增效 系数
A	$Y=2\ 409\ 5+1\ 502\ 2X$	0. 992 7	53. 02	44. 4~63. 3		
A+ φ (APSA) 0. 02%	$Y=1\ 270\ 8+2\ 302\ 8X$	0. 978 5	40. 44	26. 8~64. 3	23. 73	131. 11
A+ φ (APSA) 0. 04%	$Y=1\ 044\ 5+2\ 381\ 9X$	0. 993 0	45. 77	31. 0~66. 3	13. 69	117. 51

表 5 兴棉宝及其与 APSA—80 混用防治荔枝蒂蛀虫的效果¹⁾ (1996, 广州)

处 理	剥检果数 / 粒	带虫果数 / 粒	虫果率($\pm SE$) / %	防治效果 / %	比单剂提高率 / %
C	516	45	8. 72 $\pm$ 2. 78b	58. 26c	
C+ φ (APSA) 0. 02%	378	12	3. 17 $\pm$ 1. 34d	84. 83a	45. 61
C+ φ (APSA) 0. 04%	411	10	2. 43 $\pm$ 0. 60d	88. 37a	51. 68
兴棉宝 1 500 倍	332	19	5. 72 $\pm$ 1. 05c	72. 62b	
清 水	402	84	20. 89 $\pm$ 4. 17a		

1) 表内是 4 个重复平均; 同列数字后标有相同字母者, 表示在 5%水平上无显著差异(DM RT 法)

3 结论与讨论

3. 1 APSA—80 与杀虫剂混用防治荔枝害虫的增效机制

喷雾方法仍是当今农药使用的主要方法之一, 喷雾质量直接影响防治效果, 其好坏取决于靶标和植物的受药量. 表面活性剂能够降低药液的表面张力、界面张力和接触角, 提高药剂的沉积量(华南农业大学, 1990). 敌百虫是一种水溶性结晶, 溶解于水即可用于喷雾, 但其药液的极性很强, 喷于荔枝叶上或虫体上不易湿润展着, 分布不均匀, 容易滚落和被雨水冲刷, 影响其药效的发挥. 本研究结果表明, 在敌百虫药液中加入 APSA—80 后, 在荔枝叶上的表面张力和接触角都明显降低, 渗透力增强, 沉积量增加, 因此提高了对荔枝蜡象的触杀毒力和加快杀虫速度. 商品兴棉宝虽是乳油, 其本身已具有良好的湿润展开能力, 但 APSA—80 对其药液性能

能够进一步改善,使表面张力和接触角显著降低,提高抗雨水冲刷能力,明显提高其防治效果,减少农药的使用量。这与田间的实际防治效果是一致的。所以,APSA-80对某些水剂、乳油或其他剂型的农药具有增效效应,值得进一步研究应用。

3.2 APSA-80对农药的增效作用

化学防治在害虫综合治理计划中仍然占有重要地位。目前,为了克服农药导致的“3R”即害虫抗药性,害虫再猖獗和农药残留的问题,人们采用各种方法和手段来解决这些弊端。助剂的开发和应用就是其中的一种方法。助剂对多种农药具有增效作用。YZ-910加入到杀虫双药液中,对稻纵卷叶螟的防治效果可增加25%以上(左宜和等,1990),增加对荔枝蒂蛀虫的防治效果(莫禹诗,1993);草甘膦药液中加入非离子表面活性剂后明显提高其除草效果(Coble et al, 1993);YZ-DBE助剂与菜粉蝶颗粒病毒混用明显提高对菜青虫的防效,特别是在有一定降雨时更为明显(黄鸿等,1991);王旭疆等(1995)报道用多功能植物增效剂与甲氰菊酯混用,防治棉蚜增效显著。本研究结果表明,APSA-80加入到敌百虫和兴棉宝药液后,对防治荔枝蜡象和荔枝蒂蛀虫有不同程度的增效作用。

室内毒力试验表明, φ 为0.02%和0.04%的APSA-80与敌百虫混用的毒力指标 LC_{50} (mg/L)比单剂的降低率分别为23.73%和13.69%,增效系数分别是131.11和117.51,具有增效作用。在大田实际防治试验中,使用2000倍兴棉宝在加入 $\varphi=0.02\%$ 和0.04%的APSA-80后,防治荔枝蒂蛀虫增效作用明显。

3.3 APSA-80与杀虫剂混用的合适浓度

经室内外测定,在敌百虫或兴棉宝药液中加入 φ 为0.02%和0.04%的APSA-80后,对荔枝蜡象的 LC_{50} 值接近;经DMRT法统计,对蒂蛀虫的防治效果无明显差异。从经济角度出发,在敌百虫和兴棉宝药液中加入 $\varphi=0.02\%$ 的APSA-80是较为合适的。

致谢 华南农业大学黄端平、张良佑、钟国华、程东美、崔慧祥和广东省农业科学院果树研究所陈洁珍参加了部分研究工作,谨致谢忱。

参 考 文 献

- 王旭疆,王永卫. 1995. 多功能植物增效剂及其在农业上的应用. 农药, 34(7): 40~41
- 左宜和,林良枝. 1990. YZ系列(910型)农药增效剂与杀虫双防治稻纵卷叶螟增效试验. 农药, 29(6): 50
- 华南农业大学. 1990. 植物化学保护. 第2版. 北京: 农业出版社, 20~35
- 阮 朗,译. 1996. 农药制剂用表面活性剂动向. 农药译丛, 18(5): 39~42
- 姚振威,刘秀琼. 1990. 为害荔枝和龙眼的两种细蛾科昆虫. 昆虫学报, 33(2): 207~211
- 莫禹诗. 1993. 荔枝蒂蛀虫的发生与防治. 植保技术与推广, 43(4): 26
- 屠予钦. 1986. 农药使用技术原理. 上海: 上海科学技术出版社, 157~159
- 黄应群. 1995. YZ-901农用增效(展着)剂在农业上的应用. 广东农业科学, (1): 33~35
- 黄 鸿,戴冠群. 1991. 菜粉蝶颗粒体病毒与化学杀虫剂混用防治菜青虫及其增效机制研究. 华南农业大学学报, 12(2): 96~103
- Coble H, Brumbangh E H. 1993. Effect of nonionic surfactant on the rainfastness of glyphosate. Pestic Sci, (38): 44~47
- Sun Y R, Johson E R. 1960. Analysis of joint action of insecticides against houseflies. J Econ Entomol, 53(4): 887~892
- ?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.>

STUDIES ON THE EFFECT AND MODE OF SYNERGISM OF SURFACTANT MIXED WITH INSECTICIDES AGAINST LITCHI INSECT PESTS

Hu Meiyi¹ Huang Bingqiu¹ Xiao Zhengyu¹ Chris Lee² Ernest H. Brambaugh²

[¹ College of Natural Resources & Environment, South China Agric Univ.,

Guangzhou 510642; ² AMWAY (China) Co. Ltd.]

Abstract

The surface tension of trichlorphon and cypermethrin solution reduced 41.83% ~ 60.33% when added with APSA-80 at rates of 0.01% ~ 0.04%. The contact angles of solution on litchi leaf were decreased 37.00% ~ 64.22%, whereas the deposition rate was enhanced 12.83% ~ 35.41%. Results of measurement in lab indicated that APSA-80 could reduced LC_{50} of trichlorphon against *Tessaratoma papillosa* Duruy with decreasing 13.69% ~ 23.73% in compared with its alone. Results in field trials indicated that APSA-80 could enhanced the effect of cypermethrin against *Conopomorpha sinensis* Bradley with increasing 45.61% ~ 51.68% in compared with its alone.

Key words APSA-80; trichlorphon; cypermethrin; mode of synergism; effectiveness

【责任编辑 张 砾】