4 种增效剂对 3 种小菜蛾防治药剂的增效作用

相 栋, 旺 珍*, 陈翰秋*, 杨 杰, 德庆卓嘎, 尼玛玉珍

(西藏自治区农牧科学院蔬菜研究所,拉萨 850032)

摘要 为明确增效剂对防治小菜蛾的杀虫剂的增效作用,减少化学农药用量,分别采用浸叶法和茎叶喷雾法进行了室内毒力测定和田间药效试验。室内测定结果表明,3 种供试杀虫剂中,虫螨腈和乙基多杀菌素对小菜蛾毒力较强,其 LC_{50} 分别为 6.303 mg/L 和 10.479 mg/L;3 种杀虫剂分别与不同增效剂混配后均具有一定的增效作用,增效比介于 1.6~5.1,其中高效氯氰菊酯+橙皮精油、虫螨腈+激健和乙基多杀菌素+有机硅的组合增效作用明显。田间试验表明,在保证防效的前提下,通过添加激健可使 10%虫螨腈 SC 使用量减少 20%,添加有机硅可使 60 g/L 乙基多杀菌素 SC 使用量减少 50%。因此,激健、有机硅可作为防治蔬菜小菜蛾杀虫剂的理想增效剂产品,在生产中推广应用。

关键词 小菜蛾; 增效剂; 杀虫剂; 毒力测定; 田间防效

中图分类号: S 482.91 **文献标识码:** B **DOI:** 10.16688/j.zwbh.2020215

Synergisms of four synergists to three insecticides for the control of *Plutella xylostella*

XIANG Dong, Wangzhen*, CHEN Hanqiu*, YANG Jie, Deqingzhuoga, Nimayuzhen

(*Institute of Vegetable*, *Tibet Academy of Agricultural and Animal Husbandry Sciences*, *Lhasa* 850032, *China*)

Abstract In order to determine the synergisms of four synergists to three pesticides for the control of *Plutella xylostella* and reduce the application of chemical insecticide, indoor bioassays and field efficacy trials were tested by leaf dipping method and stem spraying method, respectively. Result of toxicity showed that the LC_{50} values of chlorfenapyr and spinetoram were 6.303 mg/L and 10.479 mg/L, respectively. The four synergists can increase the toxicity of three insecticides, and the synergistic ratios ranged between 1.6-5.1. Among them, *beta*-cypermethrin+orange peel oil, chlorfenapyr+Jijian and spinetoram+organic silicon had the best synergistic effect. Field experiments showed that the preparation dosage of chlorfenapyr 10% SC and spinetoram 60 g/L SC decreased by 20% and 50% after adding Jijian and organic silicon, respectively. Therefore, Jijian and organic silicon have good application potential in the chemical control of *P. xylostella*.

Key words *Plutella xylostella*; synergist; insecticide; toxicity test; control efficacy

目前农药产品在喷施过程中不可避免地会出现雾滴飘移、流失和蒸发等现象[1],仅有 5%真正作用于有害生物,而农药的流失与挥发,会对大气、土壤、水质,乃至整个生态环境造成污染[2],同时部分农药的频繁过量使用,往往会加速有害生物抗药性的产生。如何在保证防治效果的前提下减少农药使用量,降低环境污染,延缓有害生物抗药性,是生产上亟待解决的问题。添加农药增效剂是目前较有效的措施之一[3-4]。增效剂是一类本身无生物活性的化合物,但与农药混配使用时,能明显改善药液在作物表面的黏附与沉积,促进药剂的吸收和传导,大大提高农药药效,降低用药成本,减缓农药抗性产生,保护生态环境等[5-6]。对此已有大量研究报道[5-14],一些增效剂品种如:渗透剂 JFC-2、PBO、激健、有机硅类等已在生产中推广使用[6-10],并取得了较好的效果。

小菜蛾 *Plutella xylostella* (L.)属鳞翅目菜蛾科(Lepidoptera: Plutellidae),是为害甘蓝、萝卜、白

收稿日期: 2020-04-25 **修订日期:** 2020-06-01
基金项目: 西藏自治区重点科技计划(XZ201801NB15)
* 通信作者 E-mail:旺珍 506997568@qq.com;陈翰秋 530629904@qq.com

菜、油菜和芥菜等十字花科蔬菜的一种世界性害虫，栽培十字花科蔬菜的国家和地区都有发生为害的记录，被认为是分布最广泛的鳞翅目害虫[15-16]。小菜蛾因世代周期短、繁殖速度快、迁移和抗逆能力强、抗药性发展快等特点，每年给全球造成的经济损失达 40 亿～50 亿美元[17-19]。十字花科蔬菜在西藏普遍种植，小菜蛾的发生和为害也十分严重[20-21]，严重影响了蔬菜的产量和品质。而化学杀虫剂的长期、过量和不合理使用导致其抗药性不断加剧，已使其逐渐成为较难防治的害虫之一，给各大蔬菜产区造成很大困扰。应用增效技术也是中国农业农村部“到 2020 年实现农药零增长”战略规划中提出的一项重要策略，相关助剂对防治小菜蛾药剂的增效作用已有研究[22-25]，但西藏鲜有报道。因此，笔者选用几种增效剂产品，通过室内测定与田间试验相结合，阐明其对不同防治小菜蛾杀虫剂的减量控害作用，以期为西藏高原蔬菜绿色防控新技术提供理论依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

1.1.1　供试虫源

供试小菜蛾幼虫均采集于西藏自治区拉萨国家农业科技园区及周边种植的萝卜、大白菜上，参照刘传秀等的蛭石萝卜苗法[26]，在不接触任何药剂的条件下于室内连续饲养多代，用于室内生物测定。饲养条件：温度(25±1)℃、相对湿度(65±5)%、光周期为 L∥D= 16 h∥8 h，成虫期补充 10%蜂蜜水。

1.1.2　供试药剂

95%高效氯氰菊酯原药，99%虫螨腈原药，武汉远城科技发展有限公司；98%乙基多杀菌素原药，郑州瑞昌化工产品有限公司；4.5%高效氯氰菊酯乳油(EC)，南京红太阳股份有限公司，推荐用量 450 g/hm^2；10%虫螨腈悬浮剂(SC)，武汉楚强生物科技有限公司，推荐用量 750 g/hm^2；60 g/L 乙基多杀菌素悬浮剂(SC)，美国陶氏益农公司，推荐用量 300 g/hm^2。有机硅液剂，石家庄农信生物科技有限公司，推荐用量 90 g/hm^2；橙皮精油助剂液剂，山东绿陇生物科技有限公司，推荐用量 300 g/hm^2；激健减药降残增产助剂液剂，主要成分：蜂蜜、油茶籽油、橄榄油等天然食品及非离子表面活性剂(以下简称激健)，四川蜀峰作物科学有限公司，推荐用量 225 g/hm^2；煦新叶面喷施控失助剂粉剂，主要成分：≥30% SiO_2(以下简称煦新)，青岛中科禾辉生物技术有限公司，推荐用量 300 g/hm^2；丙酮，成都市科龙化工试剂厂。

1.2　试验方法

1.2.1　不同药液对小菜蛾室内毒力测定

采用甘蓝叶片浸渍法[27-28]，测定 3 种杀虫剂原药对小菜蛾幼虫的毒力。用丙酮将高效氯氰菊酯、虫螨腈、乙基多杀菌素原药配制成 1%母液，再在预试验的基础上，分别将 3 种药剂母液顺次配制成 5 个系列质量浓度，高效氯氰菊酯(500、200、50、10、0.5 mg/L)，虫螨腈(100、50、5、0.5、0.05 mg/L)，乙基多杀菌素(50、20、5、1、0.1 mg/L)，每个浓度 3 次重复。取洁净甘蓝叶片，制成直径约 6 cm 的圆形叶片(避开主叶脉)，分别置于各浓度药液中，浸泡10 s 后取出晾干，放入垫有保湿滤纸的直径6.5 cm培养皿中，再挑选饥饿了 4 h 的小菜蛾 3 龄幼虫到培养皿中，每皿 10 头。置于温度(25±1)℃，RH(65±5)%，光照周期 L∥D=16 h∥8 h 的人工气候箱内观察，待 72 h后检查试虫死亡情况。毒力回归方程、LC_{50} 及其置信区间由 DPS 软件计算得出。

死亡率=(死虫数/供试虫数)×100%；

校正死亡率=(处理组死亡率－对照死亡率)/(1－对照死亡率)×100%。

1.2.2　不同增效剂对药液室内毒力的增效测定

参照赵卫东等[29]的方法，按各增效剂推荐的剂量，将有机硅、橙皮精油、激健、煦新 4 种增效剂分别与高效氯氰菊酯、虫螨腈、乙基多杀菌素 3 种原药母液按照有效成分 3∶1的比例混合，之后将制成液分别逐级稀释，以含增效剂水溶液作为空白对照，后续测定方法同 1.2.1。采用下列公式计算增效比(SR)。

SR=单一试剂对小菜蛾的 LC_{50}/(药剂＋增效剂)对小菜蛾的 LC_{50}。

1.2.3　田间防效增效作用

试验在西藏自治区拉萨国家农业科技园区周边露天菜地进行，海拔 3 650 m，试验地面积 550 m^2，种植作物为棒菜 *Brassica juncea* var. *crassicauiis*，品种为‘博头’，2019 年 7 月 2 日播种。试验地地势平坦、肥力均匀，滴灌设施齐全。2019 年 7 月 24 日施药，时值小菜蛾大量发生，棒菜处于旺长期，生长较均匀一致，施药当日平均气温 19.4℃，空气相对湿度 64%，天气晴朗少云。

试验每种杀虫剂设 10 个处理，分别为杀虫剂常

量，杀虫剂减量 20%分别与有机硅、橙皮精油、激健和煦新混用，杀虫剂减量 50%分别与有机硅、橙皮精油、激健、煦新混用，清水对照(CK)，共 30 个处理。试验小区随机排列，3 次重复，共 90 个小区，各小区面积约 5 m^2。用背负式喷雾器叶面喷施 1 次，以全株叶片均匀着药为准，用水量 30 kg/667m^2。施药过程无降水，施药前、后未使用过其他杀虫药剂。

各小区按照 5 点取样法，每点计数 6 株并作标记，施药前调查药前基数，药后 3、7、14 d 各调查1 次标记植株上小菜蛾存活的幼虫数量，根据调查结果，按《农药田间药效试验准则》计算虫口减退率和防治效果，并进行差异显著性分析。

虫口减退率＝(药前虫口基数－药后虫口数)/药前虫口基数×100%；

防治效果＝(处理区虫口减退率－对照区虫口减退率)/(1－对照区虫口减退率)×100%。

采用 SPSS 20.0 数据处理软件进行统计分析，采用 Duncan 氏新复极差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 3 种杀虫剂对小菜蛾的毒力测定结果

结果表明，3 种杀虫剂原药对小菜蛾的毒力差异较大(表 1)。其中，虫螨腈的杀虫活性最高，LC_{50} 为 6.303 mg/L；其次为乙基多杀菌素，LC_{50} 为 10.479 mg/L；高效氯氰菊酯对小菜蛾的毒力最低，LC_{50} 为 115.969 mg/L。

表 1 3 种杀虫剂对小菜蛾 3 龄幼虫的毒力测定结果

Table 1 Indoor toxicity of three insecticides to 3rd instar larvae of *Plutella xylostella*

供试药剂 Insecticide	斜率±标准误 Slope±SE	LC_{50}/mg·L^{-1}	95%置信限/mg·L^{-1} 95% CL	χ^2	*df*	*P*
高效氯氰菊酯 *beta*-cypermethrin	0.400±0.090	115.969	33.957～396.048	0.351	14	0.99
虫螨腈 chlorfenapyr	0.551±0.085	6.303	2.627～15.125	0.966	14	0.99
乙基多杀菌素 spinetoram	0.405±0.048	10.479	5.909～18.586	1.102	14	0.99

2.2 杀虫剂与增效剂混配对小菜蛾的毒力

结果表明(表 2)，3 种杀虫剂与增效剂混配后，对小菜蛾毒力均可以起到增效作用，12 种组合对小菜蛾幼虫 72 h LC_{50} 介于 1.233～72.336 mg/L，增效比介于 1.6～5.1。其中高效氯氰菊酯＋橙皮精油、虫螨腈＋激健、乙基多杀菌素＋有机硅的组合增效作用明显，对小菜蛾 72 h LC_{50} 分别为 24.615、1.233、2.145 mg/L，增效比分别为 4.7、5.1、4.9。故理论上橙皮精油、激健、有机硅可分别作为防治小菜蛾杀虫剂高效氯氰菊酯、虫螨腈、乙基多杀菌素的理想混配增效剂。

表 2 3 种杀虫剂与 4 种增效剂混配对小菜蛾的毒力测定结果

Table 2 Indoor toxicity of four synergists to three insecticides on *Plutella xylostella*

供试药剂 Insecticide	增效剂 Synergist	斜率±标准误 Slope±SE	LC_{50}/mg·L^{-1}	95%置信限/mg·L^{-1} 95% CL	χ^2	*df*	*P*	增效比 Synergistic ratio
高效氯氰菊酯 *beta*-cypermethrin	有机硅 Organic silicon	0.502±0.129	72.336	19.660～266.149	0.831	14	0.99	1.6
	橙皮精油 Orange peel oil	0.412±0.091	24.615	8.541～70.940	1.432	14	0.99	4.7
	激健 Jijian	0.348±0.083	69.480	20.925～230.700	1.232	14	0.99	1.7
	煦新 Xuxin	0.394±0.101	55.802	15.804～197.027	1.390	14	0.99	2.1
虫螨腈 chlorfenapyr	有机硅 Organic silicon	0.593±0.080	2.100	0.982～4.495	0.800	14	0.99	3.0
	橙皮精油 Orange peel oil	0.500±0.097	1.759	0.582～5.322	0.957	14	0.99	3.6
	激健 Jijian	0.489±0.094	1.233	0.392～3.880	0.482	14	0.99	5.1
	煦新 Xuxin	0.558±0.059	3.549	1.978～6.370	0.769	14	0.99	1.8
乙基多杀菌素 spinetoram	有机硅 Organic silicon	0.431±0.035	2.145	1.493～3.082	3.559	14	0.98	4.9
	橙皮精油 Orange peel oil	0.380±0.103	2.963	0.912～9.631	1.343	14	0.99	3.5
	激健 Jijian	0.333±0.054	6.340	3.060～13.135	3.155	14	0.98	1.7
	煦新 Xuxin	0.420±0.080	4.775	2.072～11.005	1.472	14	0.99	2.2

2.3　4.5%高效氯氰菊酯 EC 添加不同增效剂对小菜蛾防治效果

由表 3 可知,各处理 3、7、14 d 后防治效果差异较大。其中,4.5%高效氯氰菊酯 EC 按常规用量喷施后防效均低,这可能与小菜蛾已对该药剂产生抗性有关。4.5%高效氯氰菊酯 EC 在减量 20%后添加增效剂在药后 3、7、14 d 防效大多数高于 4.5%高效氯氰菊酯 EC 常规用量,但与常规用药量效果未达到显著差异,其中以 4.5%高效氯氰菊酯 EC 减量 20%+有机硅和 4.5%高效氯氰菊酯 EC 减量 20%+激健组合防效相对较好,但并不是十分理想。4.5%高效氯氰菊酯 EC 在减量 50%后添加增效剂在药后 3、7、14 d 防效均较差,说明 4.5%高效氯氰菊酯 EC 减施 50%条件下助剂无增效作用。

表 3　4.5%高效氯氰菊酯 EC 添加不同增效剂对小菜蛾的田间防治效果[1)]

Table 3　Field control effects of synergists mixed with *beta*-cypermethrin 4.5% EC on *Plutella xylostella*

处理 Treatment	制剂用量/ g·(hm²)⁻¹ Dose	药前虫口数/头·株⁻¹ Larvae amount before treatment	药后 3 d 3 d after application		药后 7 d 7 d after application		药后 14 d 14 d after application	
			虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy	虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy	虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy
4.5%高效氯氰菊酯 EC *beta*-cypermethrin 4.5% EC	450	4.67	18.10	41.50 ab	34.76	63.76 ab	−21.43	45.63 abc
4.5%高效氯氰菊酯 EC+有机硅 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+organic silicon	360+90	5.33	41.67	58.33 ab	62.50	79.17 a	41.67	73.88 a
4.5%高效氯氰菊酯 EC+橙皮精油 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+orange peel oil	360+300	6.00	19.39	42.42 ab	60.91	78.28 a	17.88	63.23 abc
4.5%高效氯氰菊酯 EC+激健 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+Jijian	360+225	3.67	57.78	69.84 a	57.78	76.54 a	40.00	73.13 ab
4.5%高效氯氰菊酯 EC+煦新 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+Xuxin	360+300	5.33	45.83	61.31 ab	20.83	56.02 ab	16.67	62.69 abc
4.5%高效氯氰菊酯 EC+有机硅 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+organic silicon	225+90	5.33	25.00	46.43 ab	16.67	53.70 ab	−45.83	34.70 abc
4.5%高效氯氰菊酯 EC+橙皮精油 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+orange peel oil	225+300	5.00	7.41	33.86 b	1.85	45.47 ab	−42.59	36.15 abc
4.5%高效氯氰菊酯 EC+激健 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+Jijian	225+225	3.67	21.67	44.05 ab	−16.67	35.19 b	−48.33	33.58 bc
4.5%高效氯氰菊酯 EC+煦新 *beta*-cypermethrin 4.5% EC+Xuxin	225+300	6.33	15.00	39.29 b	11.67	50.93 ab	−51.67	32.09 c
清水对照 CK	—	6.33	−40.00	—	−80.00	—	−123.33	—

1) 同列数据后不同小写字母表示在 0.05 水平差异显著。下同。
Data in the same column followed with different lowercase letters indicate significant difference at 0.05 level. The same applies below.

2.4　10%虫螨腈添加不同增效剂对小菜蛾防治效果

由表 4 可知,10%虫螨腈 SC 按常规用量喷施后防效较好,14 d 后防效仍达到 85.07%;10%虫螨腈 SC 减量 20%,添加激健或橙皮精油两种增效剂,药后 14 d 防效均高于 10%虫螨腈 SC 常规用量处理,但未达到显著差异;10%虫螨腈 SC 减量 50%,添加激健处理,药后 14 d 防效仅略低于 10%虫螨腈 SC 常量,说明激健对 10%虫螨腈 SC 减量增效作用更明显。

2.5　60 g/L 乙基多杀菌素添加不同增效剂对小菜蛾防治效果

由表 5 可知,60 g/L 乙基多杀菌素 SC 按推荐剂量喷施后防效较好,14 d 后防效仍达到 95.02%;60 g/L 乙基多杀菌素 SC 减量 20%,添加有机硅或橙皮精油两种增效剂处理,药后 3、7、14 d 防效均达到 90%以上;60 g/L 乙基多杀菌素 SC 减量 50%,添加有机硅处理,药后 14 d 防效略低于 60 g/L 乙基多杀菌素 SC 常规用量防效,但防效仍达到 90%以上,说明有机硅对 60 g/L 乙基多杀菌素 SC 减量增效作用更明显。

表 4　10%虫螨腈 SC 添加不同增效剂对小菜蛾的田间防治效果

Table 4　Field effects of synergists mixed with chlorfenapyr 10% SC on *Plutella xylostella*

处理 Treatment	制剂用量/ g·(hm²)⁻¹ Dose	药前虫口数/ 头·株⁻¹ Larvae amount before treatment	药后 3 d 3 d after application		药后 7 d 7 d after application		药后 14 d 14 d after application	
			虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy	虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy	虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy
10%虫螨腈 SC chlorfenapyr 10% SC	750	3.67	78.33	84.52 a	85.00	91.67 ab	66.67	85.07 a
10%虫螨腈 SC+有机硅 chlorfenapyr 10% SC+organic silicon	600+90	4.00	44.44	60.32 ab	80.56	89.20 ab	44.44	75.12 ab
10%虫螨腈 SC+橙皮精油 chlorfenapyr 10% SC+orange peel oil	600+300	3.67	78.33	69.84 ab	93.33	90.12 ab	70.00	86.57 a
10%虫螨腈 SC+激健 chlorfenapyr 10% SC+Jijian	600+225	7.00	57.78	84.52 a	82.22	96.30 a	71.11	87.06 a
10%虫螨腈 SC+煦新 chlorfenapyr 10% SC+Xuxin	600+300	4.67	58.89	70.63 ab	74.44	85.80 ab	57.78	81.09 ab
10%虫螨腈 SC+有机硅 chlorfenapyr 10% SC+organic silicon	375+90	4.33	62.22	73.02 ab	68.89	82.72 ab	37.78	72.14 b
10%虫螨腈 SC+橙皮精油 chlorfenapyr 10% SC+orange peel oil	375+300	4.67	28.97	49.26 b	77.38	87.43 ab	62.70	83.30 ab
10%虫螨腈 SC+激健 chlorfenapyr 10% SC+Jijian	375+225	3.67	64.44	74.60 ab	77.78	87.65 ab	64.44	84.08 ab
10%虫螨腈 SC+煦新 chlorfenapyr 10% SC+Xuxin	375+300	4.33	33.33	52.38 b	55.56	75.31 b	38.89	72.64 b
清水对照 CK	—	6.33	−40.00	—	−80.00	—	−123.33	—

表 5　60 g/L 乙基多杀菌素 SC 添加不同增效剂对小菜蛾的田间防治效果

Table 5　Field control effects of synergists mixed with spinetoram 60 g/L SC on *Plutella xylostella*

处理 Treatment	制剂用量/ g·(hm²)⁻¹ Dose	药前虫口数/ 头·株⁻¹ Larvae amount before treatment	药后 3 d 3 d after application		药后 7 d 7 d after application		药后 14 d 14 d after application	
			虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy	虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy	虫口减退率/% Decrease rate	防效/% Control efficacy
60 g/L 乙基多杀菌素 SC spinetoram 60 g/L SC	300	4.33	55.56	68.25 b	94.44	96.91 a	88.89	95.02 ab
60 g/L 乙基多杀菌素 SC+有机硅 spinetoram 60 g/L SC+organic silicon	240+90	3.67	88.89	92.06 ab	94.44	96.91 a	94.44	97.51 a
60 g/L 乙基多杀菌素 SC+橙皮精油 spinetoram 60 g/L SC+orange peel oil	240+300	3.33	93.33	95.24 a	93.33	96.30 ab	86.67	94.03 ab
60 g/L 乙基多杀菌素 SC+激健 spinetoram 60 g/L SC+Jijian	240+225	3.00	91.67	94.05 a	91.67	95.37 ab	75.00	88.81 ab
60 g/L 乙基多杀菌素 SC+煦新 spinetoram 60 g/L SC+Xuxin	240+300	4.33	60.71	71.94 ab	91.67	95.37 ab	82.14	92.00 ab
60 g/L 乙基多杀菌素 SC+有机硅 spinetoram 60 g/L SC+organic silicon	150+90	4.00	85.00	89.29 ab	91.67	95.37 ab	86.11	93.78 ab
60 g/L 乙基多杀菌素 SC+橙皮精油 spinetoram 60 g/L SC+orange peel oil	150+300	4.33	75.00	82.14 ab	80.56	89.20 ab	65.56	84.58 ab
60 g/L 乙基多杀菌素 SC+激健 spinetoram 60 g/L SC+Jijian	150+225	3.33	66.67	76.19 ab	69.44	83.02 b	58.33	81.34 b
60 g/L 乙基多杀菌素+煦新 spinetoram 60 g/L SC+Xuxin	150+300	4.33	55.56	68.25 b	86.11	92.28 ab	66.67	85.07 ab
清水对照 CK	—	6.33	−40.00	—	−80.00	—	−123.33	—

3　结论与讨论

农药助剂主要包括配方助剂和喷雾助剂两大类[30]。本研究选用有机硅、橙皮精油助剂、激健等一些有机硅类、表面活性剂和植物油等农药增效助剂产品，通过室内毒力测定与田间试验来阐明其与不同类型杀虫剂混用在小菜蛾防治中的减量增效作用。室内毒力测定表明，3 种药剂中，虫螨腈和乙基多杀菌素对小菜蛾毒力较强，说明拉萨菜地小菜蛾对虫螨腈、乙基多杀菌素 2 种杀虫剂有较高的敏感性；而高效氯氰菊酯因价格低廉且在当地市场较易购买到，被长期、广泛使用，使得小菜蛾已产生较强抗药性，因此对小菜蛾的毒力最低，这与生产实际相符合。室内毒力增效测定表明，不同增效剂与 3 种杀虫剂原药按一定比例混配后均能起到增效作用，但不同组合增效效果不同，以高效氯氰菊酯＋橙皮精油、虫螨腈＋激健、乙基多杀菌素＋有机硅的 3 种组合增效作用最明显，与李世奎等的报道相类似[10]，这可能与药液本身性质、药剂类型、害虫自身特性等有关；通过乙基多杀菌素与不同增效剂组合也验证了激健对生物药剂减量增效作用不明显，同时结合张忠亮等[14]、刘中芳等[31]、单提升等[32]、魏明峰等[33]的报道，说明有机硅适用范围更宽广。田间防效试验表明，激健、有机硅分别对 10％虫螨腈 SC、60 g/L 乙基多杀菌素 SC 减量增效作用明显，这与室内毒力测定结果相一致，而且激健、有机硅作为助剂，在保证防治效果的前提下 10％虫螨腈 SC、60 g/L乙基多杀菌素 SC 使用量可分别减少 20％、50％，能够达到减量、控害的目的，具有很好的推广应用价值。因此，在今后实际生产中应针对药剂选择较适宜的增效剂产品且要按照一定的比例进行混配使用。

对重大病虫有效防控和推进农药零增长，是确保粮食安全、农产品质量安全和生态环境安全，推进现代植保和农业绿色可持续发展的重要举措，而高效、低毒、对环境友好型新型农药制剂和助剂的研制及应用是重要手段，尤其绿色农药增效剂近年来更受市场青睐。本研究结果为西藏自治区蔬菜产区农药减量控害技术的应用提供了坚实的基础和依据，为下一步提高自治区蔬菜绿色种植水平和西藏特色蔬果产业的健康发展具有十分重要的意义。

参考文献

[1] 何雄奎. 药械与施药技术[M]. 北京：中国农业大学出版社，2013：139－146.

[2] 于宏伟，段书德，牛辉，等. 绿色农药增效剂的研究进展[J]. 江苏农业科学，2010(2)：142－143.

[3] 沈永嘉. 精细化学品化学[M]. 北京：高等教育出版社，2007：371－389.

[4] 张国生，汪灿明，郑瑞琴. 浅谈农药增效剂现状及应用前景[J]. 浙江化工，2000，31(4)：24－26.

[5] 张伟，郑仕军，万宣伍，等. 表面活性剂激健对杀虫(螨)剂的增效作用研究[J]. 中国果树，2016(1)：39－41.

[6] 杨石有，张蕊，张贺，等. 五种喷雾助剂对 240 g/L 螺螨酯悬浮剂和 15％哒螨灵乳油防治木瓜秀粉蚧的增效作用[J]. 农药学学报，2019，21(4)：531－537.

[7] 沈登荣，何超，赵远艳，等. 增效剂与 3 种杀虫剂混配对石榴蓟马的毒力测定[J]. 中国南方果树，2016，45(2)：130－133.

[8] 李进，张军高，王伟，等. 不同增效剂对噻虫嗪防治棉蚜的减量增效作用[J]. 农药，2018，57(12)：912－915.

[9] 周川浩，武刚，冯宏祖，等. 5 种喷雾助剂对吡虫啉和啶虫脒防治棉蚜的影响[J]. 农药，2018，57(8)：620－623.

[10] 李世奎，李博文，郑鑫，等. 3 种增效剂与 3 种烟碱类杀虫剂混配对棉蚜的增效作用[J]. 新疆农业科学，2019(1)：32－37.

[11] 何运转，李梅，何凤琴，等. 增效剂 NIA16388 对溴氰菊酯增效机理的研究[J]. 农药学学报，2000，2(1)：19－24.

[12] 洪波，王坚，张兴. 增效剂与杀虫剂混用对抗性枸杞蚜虫增效作用的研究[J]. 宁夏农学院学报，2001，22(3)：13－17.

[13] 刘永强，张贵森，周超，等. 阳离子助剂 1227 和 C_{8-10} 及有机硅助剂 Breakthru S240 对三种杀虫剂的增效作用[J]. 昆虫学报，2011，54(8)：902－909.

[14] 张忠亮，李相全，王欢，等. 六种有机硅助剂对氟磺胺草醚的增效作用及其增效机理初探[J]. 农药学学报，2015，17(1)：115－118.

[15] TALEKAR N S, SHELTON A M. Biology, ecology, and management of the diamondback moth [J]. Annual Reviews, 1993, 38(1):275－301.

[16] FURLONG M J, WRIGHT D J, DOSDALL L M. Diamondback moth ecology and management: problems, progress, and prospects [J]. Annual Review Entomology, 2013, 58(1): 517－541.

[17] 李振宇，陈焕瑜，包华理，等. 小菜蛾区域性抗药性治理技术研究——公益性行业(农业)科研专项“十字花科小菜蛾综合防控技术研究与示范推广”研究进展[J]. 应用昆虫学报，2016，53(2)：247－255.

[18] 程英，李文红，金剑雪，等. 小菜蛾不同抗性品系对杀虫剂的抗药性测定[J]. 西南农业学报，2014，27(3)：1104－1108.

[19] 尤士骏，刘昭霞，熊磊，等. 小菜蛾对苏云金芽胞杆菌(Bt)的

抗性研究进展[J]. 应用昆虫学报，2018，55(6)：951－962.
[20] 石世清. 几种常见农药对拉萨小菜蛾的毒力测定[J]. 西藏农业科技，1989(1)：26－29.
[21] 刘天生，温梅芳，柯富士，等. 低氧胁迫下小菜蛾的两性生命表研究[J]. 福建农业学报，2017，32(3)：305－311.
[22] 吴玮，孙红霞，魏辉，等. 五种植物精油对氟虫腈的增效与渗透促进作用[J]. 华东昆虫学报，2008，17(4)：259－265.
[23] 杨佩文，尚慧，黄春芬，等. 生物增效制剂在小菜蛾防治中的应用[J]. 西南农业学报，2009，22(2)：337－342.
[24] 封云涛，李光玉，郭晓君，等. 两种表面活性助剂在农药减量化防治小菜蛾中的应用[J]. 农药学学报，2015，17(5)：603－609.
[25] 封云涛，郭晓君，李光玉，等. 添加表面活性助剂对 2 种药剂防治小菜蛾的增效作用[J]. 植物保护，2017，43(2)：212－215.
[26] 刘传秀，韩招久，李凤良，等. 应用蛭石萝卜苗法室内继代大量繁殖小菜蛾的研究[J]. 昆虫知识，1993，30(6)：341－344.
[27] ZHAO J, LI Y, COLLINS H, et al. Monitoring and characterization of diamondback moth (Lepidoptera: Plutellidae) resistance to spinosad [J]. Journal of Economic Entomology, 2002, 95(2): 430－436.
[28] 邢家华，朱冰春，袁静，等. 新型杀虫剂氯氟氰虫酰胺对不同鳞翅目害虫的毒力和田间防效[J]. 农药学学报，2013，15(2)：159－164.
[29] 赵卫东，王开运，姜兴印，等. 二斑叶螨对阿维菌素、哒螨灵和甲氰菊酯的抗性选育及其解毒酶活力变化[J]. 昆虫学报，2003，46(6)：788－792.
[30] 凌世海. 农药助剂工业现状和发展趋势[J]. 安徽化工，2007，33(1)：2－7.
[31] 刘中芳，王振，庾琴，等. 氯虫苯甲酰胺添加有机硅对梨小食心虫卵的增效作用[J]. 果树学报，2014，31(1)：96－100.
[32] 单提升，许国升，王翠翠，等. 两种有机硅助剂对四氯虫酰胺防治菜青虫的增效作用[J]. 植物保护，2019，45(3)：241－244.
[33] 魏明峰，姚众，范巧兰，等. 有机硅助剂对防治中国梨喀木虱药剂的增效作用[J]. 中国果树，2019(5)：54－57.

（责任编辑：田　喆）

本刊快讯

《植物保护》荣获“百种中国杰出学术期刊”暨“中国精品科技期刊”

《植物保护》创刊于 1963 年，是由中国科协主管，中国植物保护学会和中国农业科学院植物保护研究所共同主办的学术期刊，是全国中文核心期刊，中国科技核心期刊，CSCD 来源期刊，RCCSE 中国核心学术期刊等。主要刊登植物病理、农林业昆虫、杂草、鼠害及外来生物入侵等农作物有害生物、植物检疫、农药等植物保护学科各领域原创性研究论文和具有创新性、实用性技术成果等。

2020 年 12 月 29 日，中国科学技术信息研究所发布了“2020 年中国科技论文统计结果”，《植物保护》在中国科技论文与引文数据库(CSPTCD)植物保护学科评价中总分排名第一，再次入选 2019 年“百种中国杰出学术期刊”暨第五届“中国精品科技期刊”。

“百种中国杰出学术期刊”根据中国科技论文核心期刊综合评价指标体系进行评定，通过总被引频次、影响因子等 20 余项文献计量指标进行统计分析，再根据中国科技论文核心期刊分类体系的细分调整，自然科学领域共设立 112 个学科分类，择优选择各学科类别中最重要的期刊作为杰出学术期刊。其评定结果客观公正，代表了中国科技期刊的最高学术水平，是业界公认的比较客观、全面和科学的期刊评价体系。

“中国精品科技期刊”根据中国精品科技期刊遴选指标体系，采用定量分析和定性分析相结合的方法，从 2 000 余种中国出版的自然科学领域科技论文核心期刊中遴选出 300 余种中英文精品科技期刊。每 3 年发布 1 次，所入选期刊均为各学科领域重要且能反映本学科发展水平的科技期刊。

感谢长期以来广大作者、读者以及专家对《植物保护》的大力支持，编辑部也愿与广大科研工作者一起努力，共同促进植物保护事业发展。