京郊西兰花小菜蛾的田间防治药剂筛选与评价

张慧慧[1]， 陈安琪[1]， 单提升[1]， 许国升[1]， 王翠翠[1]，
史雪岩[1*]， 梁 沛[1]， 束长龙[2]， 张 杰[2]

（1. 中国农业大学植物保护学院，北京 100193；2. 中国农业科学院植物保护研究所，
植物病虫害生物学国家重点实验室，北京 100193）

摘要 为评价高效氯氰菊酯、溴氰虫酰胺、苏云金杆菌、甲氨基阿维菌素苯甲酸盐、乙基多杀菌素等5种杀虫剂对小菜蛾的田间药效，本文采用喷雾法进行了田间试验。结果表明，10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂、6%乙基多杀菌素悬浮剂对小菜蛾在药后1～7 d的防效较好；32 000 IU/mg苏云金杆菌可湿性粉剂、32 000 IU/mg苏云金杆菌可湿性粉剂与10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂分别按50%推荐用量组成的1∶1的混配剂，药后1 d的防效仅在60%左右，速效性较差，但是药后3～7 d的防效较好。其中，混配剂药后3 d的防效高达90.70%。5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂和4.5%高效氯氰菊酯乳油在药后1～7 d的防效均较差。因此，在西兰花生产上可使用减量的溴氰虫酰胺与苏云金杆菌混配剂进行小菜蛾的防治，以达到农药减量增效防治小菜蛾的目的；在小菜蛾暴发时，可使用溴氰虫酰胺或乙基多杀菌素，以达到迅速防治的目的。

关键词 西兰花； 小菜蛾； 杀虫剂； 田间药效

中图分类号： S 433.4 **文献标识码**： B **DOI**： 10.16688/j.zwbh.2019024

Screening and evaluation of the field efficacies of insecticides against *Plutella xylostella* on *Brassica oleracea* var. *italica* in suburban of Beijing

ZHANG Huihui[1]， CHEN Anqi[1]， SHAN Tisheng[1]， XU Guosheng[1]， WANG Cuicui[1]，
SHI Xueyan[1*]， LIANG Pei[1]， SHU Changlong[2]， ZHANG Jie[2]

（1. *College of Plant Protection*，*China Agricultural University*，*Beijing* 100193，*China*；
2. *State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests*，*Institute of Plant Protection*，*Chinese Academy of Agricultural Sciences*，*Beijing* 100193，*China*）

Abstract This study aims to evaluate the field efficacies of five insecticides，*beta*-cypermethrin，cyantraniliprole，*Bacillus thuringiensis*，emamectin benzoate and spinetoram，against *Plutella xylostella* L. Field efficacy trials were conducted by spraying. The results showed that cyantraniliprole 10% OD and spinetoram 6% EC exhibited high field control efficacies against *P. xylostella* 1－7 d after treatment. *Bacillus thuringiensis* 32 000 IU/mg WP，and its 1∶1 mixture with cyantraniliprole 10% OD at half of the recommend dose showed around 60% of field control efficacy one day after treatment，indicating their fast action effect wasn't so good. However，good control effects were observed three and seven days after treatments. Especially，the control efficacy the mixture of *Bacillus thuringiensis* 32 000 IU/mg WP and cyantraniliprole 10% OD is as high as 90.70%. The efficacies of emamectin benzoate 5% WG and *beta*-cypermethrin 4.5% EC against *P. xylostella* were poor 1－7 d after treatment. Therefore，the mixture of cyantraniliprole and *B. thuringiensis* can be used for the control of *P. xylostella* on *Brassica oleracea*，which can reduce the application dose of chemical insecticide to some extent. When *P. xylostella* is outbreak，cyantraniliprole or spinetoram can be used for emergency control.

Key words *Brassica oleracea* var. *italica*； *Plutella xylostella*； insecticide； field efficacy

收稿日期： 2019－01－14 **修订日期**： 2019－03－14
基金项目： 国家重点研发计划(2017YFD0201204)
* 通信作者 E-mail：shixueyan@cau.edu.cn

西兰花 *Brassica oleracea* var. *italica* 是重要的十字花科蔬菜,别名绿花菜、青花菜、美国花菜等。西兰花原产地欧洲,为十字花科芸薹属 1～2 年生宿根草本植物。西兰花营养价值高,蛋白质、维生素 A 的含量分别是白花菜的 2 倍及 240 倍,西兰花还具有抗癌作用[1]。小菜蛾、菜青虫、菜蚜是西兰花生产中的 3 种主要害虫。其中,小菜蛾为害严重[2]。对小菜蛾进行有效防治对西兰花的丰收十分重要。

小菜蛾 *Plutella xylostella* L. 属鳞翅目 Lepidoptera 菜蛾科 Plutellidae,寄主多达 40 余种,是十字花科蔬菜重要害虫之一。小菜蛾以幼虫在十字花科作物的整个生育期为害叶片,大大降低了十字花科作物的品质和产量。据统计,小菜蛾为害较轻的年份,蔬菜产量损失为 10%～20%,为害严重时可导致减产 90%以上,甚至绝收[3]。各地小菜蛾发生时间,从南到北逐渐向后推移,并且因地域不同,每年有一或两个发生高峰,北方地区春季小菜蛾的为害程度通常重于秋季。北方地区小菜蛾年发生 5～6 代,而在小菜蛾周年发生的地区,每年可发生 10 代以上[4]。小菜蛾对西兰花为害严重,因此开发小菜蛾的有效防控药剂极其重要。

目前小菜蛾的防治以化学防治为主[5]。用于小菜蛾的杀虫剂主要有双酰胺类的氯虫苯甲酰胺、溴氰虫酰胺,拟除虫菊酯类的高效氯氰菊酯等。此外,抗生素类的多杀霉素、阿维菌素及微生物杀虫剂苏云金杆菌等对鳞翅目害虫具有防治作用的杀虫剂也被登记用于小菜蛾的防治。

北京郊区用于小菜蛾等十字花科蔬菜害虫防治的药剂品种较单一。有研究报道由于长期依靠溴氰菊酯和氰戊菊酯,延庆地区小菜蛾已对这两种药剂达到中高抗和极高抗的抗性水平[6]。本研究在上述背景下,开展了多种化学杀虫剂以及减量的微生物杀虫剂苏云金杆菌与化学杀虫剂溴氰虫酰胺混配防治小菜蛾的田间药效试验,旨在探索西兰花生产过程中减少化学杀虫剂使用、提高防治效果的新策略。研究结果为采用不同杀虫剂及杀虫剂组合防治小菜蛾提供了基础的研究数据,可为西兰花无公害生产中合理选择杀虫剂以及减量混配使用杀虫剂提供参考,为实现农业生产两减一增目标提供依据。

1　材料与方法

1.1　试验材料

供试药剂:4.5%高效氯氰菊酯乳油,中国农业科学院植物保护研究所廊坊农药中试厂;10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂,美国杜邦公司;32 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂,武汉科诺生物科技股份有限公司;5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂,天津市华宇农药有限公司;6%乙基多杀菌素悬浮剂,美国陶氏益农公司。

供试作物:西兰花于 2018 年 3 月 20 日在北京市海淀区上庄镇试验田播种,采用大田小拱棚育苗,4 月 6 日定植,双行高垅栽培。

1.2　试验设计

试验共设 7 个处理,每处理设 3 次重复,以清水为对照。每小区面积约 10 m^2,种植 30 株西兰花,小区随机排列。于小菜蛾发生盛期,用手动喷雾器喷药,喷药量采用药剂推荐施用剂量。

5 种杀虫剂单独处理时均采用推荐剂量,而在 10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂与 32 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂组成的 1∶1的混配剂中,两种杀虫剂均使用了推荐剂量一半的剂量。试验处理设置如下:①4.5%高效氯氰菊酯乳油,450 mL/hm^2;②10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂,180 mL/hm^2;③32 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂,1 312.5 g/hm^2;④10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂(90 mL/hm^2)与 32 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂(656.25 g/hm^2)按 1∶1混配;⑤5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂,33.75 g/hm^2;⑥6%乙基多杀菌素悬浮剂,450 mL/hm^2;⑦施用等量清水(CK)。

1.3　调查方法

采用等距取样法调查,每小区等距离取 3 个点,每点 6 株,共 18 株,分别于药前调查虫口基数,药后 1、3、7、14 d 调查害虫死亡情况,计算虫口减退率和校正防治效果。计算方法如下:

虫口减退率＝(施药前活虫数－施药后活虫数)/施药前活虫数×100%;

校正防治效果＝(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%。

2　结果与分析

药后 1 d,5 种杀虫剂的 6 个不同处理对小菜蛾均表现出一定的防效(表 1)。其中,10%溴氰虫酰

胺可分散油悬浮剂和6%乙基多杀菌素悬浮剂显示了良好的速效性,防效分别达到了81.85%和77.91%。虽然6个处理的防效没有显著差异,但是其余4个处理的防效相对较低,防效均在70%以下。

药后3 d,10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂与32 000 IU/mg苏云金杆菌可湿性粉剂分别减量一半组成的1∶1混配剂对小菜蛾的防效显著增高,达到了90.70%,显著高于4.5%高效氯氰菊酯乳油、5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂处理的防效,与其他3个处理的防效没有显著差异。4.5%高效氯氰菊酯乳油和5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂药后1~3 d的防效均较差。

药后7 d,6%乙基多杀菌素悬浮剂对小菜蛾的防效最高,达到了87.08%,与10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂、32 000 IU/mg苏云金杆菌可湿性粉剂对小菜蛾的防效相比没有显著差异,3个处理都显示了很好的防效。苏云金杆菌与溴氰虫酰胺1∶1混配剂在药后7 d对小菜蛾的防效有所下降,但仍达到82.82%。可见,这4个处理的防效可持续到药后7 d。4.5%高效氯氰菊酯乳油和5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂对小菜蛾药后7 d的防效仅为36.10%、57.30%,基本失去对小菜蛾的防治作用。

药后14 d,6个处理对小菜蛾的防效均下降至70%以下,对小菜蛾的防治作用明显降低。

表1 5种杀虫剂的6个处理对西兰花小菜蛾的田间药效[1)]

Table 1 Field efficacies of six treatments of five insecticides against *Plutella xylostella* on *Brassica oleracea* var. *italica*

药剂 Insecticide	药前虫口基数/头 Insects number before application	药后1 d 1st day after treatment		药后3 d 3rd day after treatment	
		减退率/% Reducing rate of insects	防效/% Control efficacy	减退率/% Reducing rate of insects	防效/% Control efficacy
4.5%高效氯氰菊酯EC *beta*-cypermethrin 4.5% EC	130	48.61	(64.03±1.64)aA	−4.99	(47.51±19.80)cA
10%溴氰虫酰胺OD cyantraniliprole 10% OD	193	74.07	(81.85±6.59)aA	76.52	(88.26±2.56)aA
32 000 IU/mg苏云金杆菌WP *Bacillus thuringiensis* 32 000 IU/mg WP	158	56.80	(69.76±17.60)aA	65.52	(82.76±5.13)abA
10%溴氰虫酰胺OD+32 000 IU/mg苏云金杆菌WP cyantraniliprole 10% OD+ *Bacillus thuringiensis* 32 000 IU/mg WP	185	45.75	(62.03±23.51)aB	81.40	(90.70±2.62)aA
5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG emamectin benzoate 5% WG	146	49.90	(64.93±11.30)aA	30.07	(65.03±14.46)bcA
6%乙基多杀菌素SC spinetoram 6% SC	131	68.44	(77.91±15.26)aA	68.05	(84.03±1.15)abA
清水对照 CK	100	−42.88	—	−100.00	—

药剂 Insecticide	药前虫口基数/头 Insects number before application	药后7 d 7th day after treatment		药后14 d 14th day after treatment	
		减退率/% Reducing rate of insects	防效/% Control efficacy	减退率/% Reducing rate of insects	防效/% Control efficacy
4.5%高效氯氰菊酯EC *beta*-cypermethrin 4.5% EC	130	−38.62	(36.10±28.37)bA	−34.18	(30.84±13.12)bA
10%溴氰虫酰胺OD cyantraniliprole 10% OD	193	71.75	(86.98±2.14)aA	34.71	(66.35±7.48)aB
32 000 IU/mg苏云金杆菌WP *Bacillus thuringiensis* 32 000 IU/mg WP	158	58.76	(80.99±10.39)aA	3.80	(50.41±25.91)abA
10%溴氰虫酰胺OD+32 000 IU/mg苏云金杆菌WP cyantraniliprole 10% OD+ *Bacillus thuringiensis* 32 000 IU/mg WP	185	62.73	(82.82±8.27)aAB	35.97	(67.00±11.78)aAB
5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐WG emamectin benzoate 5% WG	146	7.36	(57.30±7.65)bAB	−15.16	(40.64±6.37)abB
6%乙基多杀菌素SC spinetoram 6% SC	131	71.97	(87.08±3.44)aA	22.22	(59.91±9.49)aB
清水对照 CK	100	−116.93	—	−94.00	—

1) 不同小写字母表示同列数据差异达显著水平($P<0.05$),不同大写字母表示同行数据差异达显著水平($P<0.05$)。
Different lowercase letters indicate significant difference among data in the same column ($P<0.05$). Different capital letters indicate significant difference among data in the same row ($P<0.05$).

3　结论与讨论

北京郊区蔬菜种植面积较大,小菜蛾是西兰花等蔬菜的主要害虫之一,由于常年施药防治,小菜蛾已产生一定的抗药性。有研究报道,北京、河北等地小菜蛾对高效氯氰菊酯产生了中等至高水平抗性[7]。本研究结果显示在推荐用药量下高效氯氰菊酯对北京郊区西兰花小菜蛾的防效较差。因此筛选高效安全的防治药剂与组合对京郊小菜蛾防治有重要意义。

溴氰虫酰胺的作用靶标是昆虫肌肉系统的鱼尼丁受体。其通过激活靶标害虫的鱼尼丁受体,使横纹肌和平滑肌细胞内贮存的钙离子失控释放,损害了肌肉运动调节,造成肌肉强烈收缩,最终导致害虫麻痹直至死亡。溴氰虫酰胺对非靶标的节肢动物和环境安全[8]。有研究报道,溴氰虫酰胺对鳞翅目幼虫和成虫均具有较高的致死作用,并且亚致死剂量对害虫的取食及生长都有不利影响[9]。本研究结果表明,10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂,药后 1、3 d 及 7 d 防效均在 80%以上,说明其对小菜蛾的速效性和持效性都比较高,可推荐用于西兰花生产中小菜蛾的防治。

苏云金杆菌是世界上用途最为广泛的微生物农药之一,占据了微生物农药 95%以上的市场[10-11]。苏云金杆菌杀虫晶体具有高度专一性,对非靶标生物无害,具有较好的环境安全性。本研究结果表明,使用推荐剂量的苏云金杆菌可湿性粉剂,在药后 1、3 d 及 7 d 对小菜蛾的防效均在 70%～80%,表明其对小菜蛾可达到较好的防效。

6%乙基多杀菌素悬浮剂在药后 1、3 d 和 7 d 的防效均在 80%左右,而且对环境友好,可在西兰花田小菜蛾防治中发挥更大的作用。5%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐水分散粒剂和 4.5%高效氯氰菊酯乳油在药后 1～14 d 防效均在 70%以下,防效相对较低;并且分别在药后 7 d 和 14 d 防效降至 60%以下,不建议用于小菜蛾的防治。

此外,本研究还测定了 32 000 IU/mg 苏云金杆菌可湿性粉剂与 10%溴氰虫酰胺可分散油悬浮剂分别使用 50%推荐剂量组成的 1∶1的混配剂对小菜蛾的防效。发现在药后 1 ～14 d,混配剂的防效均大于 60%,并且在药后 3 d 和 7 d 分别表现出 90.70%和 82.82%的优异防效。表明混配剂的防效、持效性与两个单剂相比均没有显著差异,可用于田间小菜蛾的防治。有研究表明,小菜蛾对化学杀虫剂和 Bt 杀虫蛋白不存在交互抗性[12]。该药剂组合不仅对小菜蛾有较好的防治效果,还可减少化学杀虫剂使用,对小菜蛾抗性治理也有一定的效果,具有较好的应用前景。

综上,针对田间春茬西兰花田小菜蛾,要在小菜蛾盛发前期施药,可用溴氰虫酰胺、溴氰虫酰胺与苏云金杆菌混配剂、苏云金杆菌、乙基多杀菌素对小菜蛾进行防治,其中溴氰虫酰胺与苏云金杆菌混配使用防治效果更好。依据田间调查数据,按照虫害发生情况,用药频率控制在 7～14 d 1 次即可。

参考文献

[1] 王晓梅, 崔坤, 陆艳玲. 中国西兰花应用价值及生产、出口前景分析[J]. 农业信息科学, 2008(24): 478－480.

[2] 任典东, 汪恩国, 王永才, 等. 浙江台州西兰花小菜蛾种群数量运动规律研究[J]. 中国植保导刊, 2013, 33(4): 35－37.

[3] CHIN H, OTHMAN Y, OOI P A C. The diamondback moth problem in Malaysia [C]// Management of *Plutella xylostella* in Malaysia: Problem and Prospect. MARDI. Kuala, Lumpur, 1990: 26.

[4] 冯夏, 李振宇, 吴青君, 等. 小菜蛾抗性治理及可持续防控技术研究与示范[J]. 应用昆虫学报, 2011, 48(2): 247－253.

[5] GRZYWACZ D, ROSSBACH A, RAUF A, et al. Current control methods for diamondback moth and other brassica insect pests and the prospects for improved management with lepidopteran-resistant Bt vegetable brassicas in Asia and Africa [J]. Corp Protection, 2010, 29(1): 68－79.

[6] 吴青君,徐宝云,朱国仁,等.京郊延庆县小菜蛾种群抗药性监测[J].中国蔬菜,2005(7):25－26.

[7] 高雪,杨家强,徐宝云,等.北京和河北地区小菜蛾的抗药性动态[J].应用昆虫学报,2016,53(2):279－284.

[8] 杨桂秋,黄琦,陈霖,等.新型杀虫剂溴氰虫酰胺研究概述[J].世界农药,2012,34(6):19－21.

[9] 王猛,王凯,刘峰,等.溴氰虫酰胺和氯虫苯甲酰胺对三种鳞翅目害虫的毒力作用比较[J].植物保护学报,2014,41(3):360－366.

[10] 喻子牛.苏云金芽孢杆菌制剂的生产和应用[M].北京:农业出版社,1993:12－15.

[11] FERRÉ J, VAN RIE J. Biochemistry and genetics of insect resistance to *Bacillus thuringiensis* [J]. Annual Review of Entomology, 2002, 47: 501－533.

[12] 许国升, 王翠翠, 张贤, 等. 两种不同化学农药抗性背景小菜蛾对 BtCry1Ac 蛋白敏感度的比较[J]. 中国生物防治学报, 2017, 33(6): 726－731.

(责任编辑: 杨明丽)