拌种防治玉米二点委夜蛾的药剂筛选及其安全性研究

安静杰， 党志红， 李耀发， 康云凤， 潘文亮， 高占林*

（河北省农林科学院植物保护研究所，河北省农业有害生物综合防治工程技术研究中心，
农业部华北北部作物有害生物综合治理重点实验室，保定 071000）

摘要 为了筛选拌种防治二点委夜蛾的有效药剂，并明确其对玉米种子萌发的安全性。本文通过培养皿法和室内盆栽试验比较了9种不同类型杀虫剂拌种对玉米种子萌发的影响以及保苗效果。结果表明，60%溴氰虫酰胺SC和20%氯虫苯甲酰胺SC拌种处理效果较好，保苗效果分别达到90.02%和70.07%，可将死苗率控制在10%以内，被害指数控制在20%以内，且对玉米出苗安全。因此，60%溴氰虫酰胺SC和20%氯虫苯甲酰胺SC可作为拌种防止玉米二点委夜蛾为害的有效药剂。

关键词 二点委夜蛾； 杀虫剂； 拌种； 种子萌发； 保苗效果

中图分类号： S 435.132 **文献标识码：** B **DOI：** 10.3969/j.issn.0529 - 1542.2017.03.037

Screening of pesticides for seed dressing against *Athetis lepigone* and their safety to maize seed germination

An Jingjie， Dang Zhihong， Li Yaofa， Kang Yunfeng， Pan Wenliang， Gao Zhanlin

（*Plant Protection Institute*, *Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences*, *IPM Center of Hebei Province*, *Key Laboratory of Integrated Pest Management on Crops in Northern Region of North China*, *Ministry of Agriculture*, *Baoding* 071000, *China*）

Abstract The aim of this study is to screen effective seed dressing pesticides for *Athetis lepigone*, and clarify its safety for maize seed germination. Effects of nine different types of pesticides by seed dressing on seed germination and seedling protection were investigated by petri dish method and indoor potted trial. The results showed that the seedling protecting effect of 60% cyantraniliprole SC and 20% chlorantraniliprole SC by seed dressing were 90.02% and 70.07%, respectively. The dead seedling rate was lower than 10%, and the damage index was lower than 20% after treament with these two pesticides. Moreover, they are safe on the seed germination of maize. Therefore, 60% cyantraniliprole SC and 20% chlorantraniliprole SC can be used as effective agents against *A. lepigone* by seed dressing.

Key words *Athetis lepigone*； pesticide； seed dressing； seed germination； seedling protection

二点委夜蛾 *Athetis lepigone*（Möschler）属鳞翅目夜蛾科，是我国近些年来耕作方式变革后新发生的玉米害虫，自2005年在河北省发现二点委夜蛾为害夏玉米苗以来，其为害面积逐年扩大，已成为黄淮海夏玉米苗期的重要害虫[1]。该虫以幼虫躲藏在夏玉米田上茬小麦碎麦秸下，咬食玉米根部及茎基部，被害玉米植株枯死或倒伏，严重时需要补种甚至毁种[2-3]。

当前，对二点委夜蛾的防治主要依靠化学防治。近年来，药剂室内筛选试验已证明了辛硫磷、甲维盐、高效氯氰菊酯、氯虫苯甲酰胺等药剂对二点委夜蛾有较高的室内毒力[4-5]。但是由于该虫在田间具有隐蔽为害的特点，药剂喷施很难使药液与害虫充分接触，大大降低了防治效果。因此，根据二点委夜蛾的发生规律和为害特征，笔者选取了室内筛选出的对二点委夜蛾具有较高毒性的9种杀虫剂，采用

收稿日期： 2016 - 05 - 25 **修订日期：** 2016 - 08 - 01
基金项目： 公益性行业（农业）科研专项（201303026）
* 通信作者 E-mail：gaozhanlin@sina.com

盆栽试验方法，评价了其通过拌种处理对二点委夜蛾的控制效果，并测定了各药剂拌种处理对玉米种子萌发的影响。本研究将为科学有效地防治玉米田二点委夜蛾及拌种药剂的开发和推广应用提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试昆虫

二点委夜蛾于2011年6月采自河北省安新县玉米田，在河北省农林科学院植物保护研究所养虫室内恒定条件下[(25±1)℃，RH=60%～80%，光照周期为L//D=14 h//10 h]用人工饲料饲养至今。挑取健康活泼、生理状态一致的4龄幼虫供试。

1.2 供试材料

供试玉米品种为'郑单958'。

供试药剂：60%溴氰虫酰胺悬浮剂，先正达农药有限公司；5.7%甲氨基阿维菌素苯甲酸盐乳油(以下简称甲维盐)，河北威远生物化工股份有限公司；30%辛硫磷微囊悬浮剂，山东成武有机化工厂；50%噻虫胺水分散粒剂，日本住友化学有限公司；50%氟啶虫胺腈水分散粒剂，美国陶氏益农公司；20%氯虫苯甲酰胺悬浮剂，美国杜邦公司；70%吡虫啉水分散粒剂，江苏龙灯化学有限公司；10%氟啶虫酰胺悬浮剂，陕西上格之路生物科学有限公司；10%高效氯氰菊酯微囊悬浮剂，先正达农药有限公司。

于试验前1天对玉米种子进行拌种，置于通风荫凉处阴干，以未拌种处理作为空白对照。药剂拌种用量及处理详见表1。

表1 供试药剂拌种剂量

Table 1 Doses of the tested pesticides by seed dressing

药剂 Pesticide	有效成分用量/g·(100 kg种子)$^{-1}$ Active ingredient
60%溴氰虫酰胺SC 60% cyantraniliprole SC	288
5.7%甲维盐EC 5.7% emamectin benzoate EC	105
30%辛硫磷CS 30% phoxim CS	1 000
50%噻虫胺WG 50% clothianidin WG	420
50%氟啶虫胺腈WG 50% sulfoxaflor WG	300
20%氯虫苯甲酰胺SC 20% chlorantraniliprole SC	210
70%吡虫啉WG 70% imidacloprid WG	420
10%氟啶虫酰胺SC 10% flonicamid SC	210
10%高效氯氰菊酯CS 10% β-cypermethrin CS	105
对照CK	—

1.3 试验方法

1.3.1 杀虫剂拌种后对玉米种子萌发的影响

采用培养皿法。选用直径为10 cm的玻璃培养皿，洗净，高温灭菌后，内放三层滤纸，用蒸馏水润湿。试验设9个药剂处理和对照处理(表1)。每个处理将15粒种子均匀地放在培养皿中进行发芽试验，重复4次。置于25℃的恒温培养箱中，相对湿度为70%，光照时间为14 h/d。在发芽期间，保持滤纸湿润。试验进行第4天以正常幼苗统计测定发芽势，第7天以胚根突破种皮为发芽标准统计发芽率，计算发芽指数。发芽指数是指不同时间出苗数与发芽天数之比的和[6]。种子萌发各指标计算公式如下：

发芽势(%)=第4天的发芽数/供试种子数×100；

发芽率(%)=7天内发芽总数/供试种子数×100；

发芽指数(Gi)=$\sum(Gt/Dt)$；

其中Dt为发芽试验第几日；Gt为第几日的发芽数。

1.3.2 杀虫剂拌种对二点委夜蛾的防治效果

采用室内盆栽法，选用瓦盆在河北省农林科学院植物保护研究所阳光温室内进行，土壤为沙壤土，pH值6.8，含水量60%～70%，在温度20～25℃条件下培养(定期补充一定量的水，保持土壤湿润)。试验共设9种不同药剂对玉米种子进行拌种处理，并以未进行拌种处理的玉米种子作为对照(表1)。将种子播种到花盆(直径21 cm，高17 cm)中，每个花盆10株苗，出苗4 d后，玉米苗约长到1叶1心期，在每盆苗中接10头饥饿处理6 h的二点委夜蛾4龄幼虫，并在花盆周边围一塑料胶片(高约20 cm)，防止幼虫逃逸。在玉米苗周围撒上1 cm厚的牛皮纸屑作为覆盖物。每个处理重复4次。

当对照幼苗被害率达到80%左右，即接虫3 d后进行调查(期间拌种药剂在土壤中约持续了15 d)，记录所有处理组玉米苗的被害情况，根据二点委夜蛾的为害特点，将玉米苗的被害情况划分相应的级别(表2)，并统计每盆中的残虫数。

表2 二点委夜蛾幼虫对玉米苗的为害级别

Table 2 Damage grade of maize seedling by *Athetis lepigone* larvae

为害症状 Damage symptom	危害级别 Damage grade
植株未被害	0
叶片被害≤1/3；茎基部≤20%	1
1/3<叶片被害；20%<茎基部≤50%	2
叶片被咬食光；根茎被咬成孔洞或倒伏致幼苗死亡	3

根据二点委夜蛾幼虫对玉米苗的为害级别,采用如下公式进行数据处理:

死苗率(%)=3 级受害苗数/总苗数×100;

残虫存活率(%)=残虫数/接虫总数×100;

被害指数(%)=[(∑各级被害苗数×相应级值)/(调查总苗数×最大为害级别值)]×100;

保苗效果(%)=[(对照组被害指数-药剂处理组被害指数)/对照组被害指数]×100;

试验数据利用方差分析(ANOVA)进行统计分析,用 Duncan's 新复极差法(P=0.05)检验差异显著性。

2　结果与分析

2.1　杀虫剂拌种后对玉米种子萌发的影响

9 种杀虫剂拌种对玉米种子萌发的影响测定结果(表 3)表明,30%辛硫磷 CS、50%氟啶虫胺腈 WG、60%溴氰虫酰胺 SC 和 10%高效氯氰菊酯 CS 处理后玉米种子的发芽势分别为 75.00%、63.33%、61.67%和 60.00%,与对照相比分别提高了 28.58%、8.57%、5.73%和 2.86%,但与对照不存在显著差异。而 5.7%甲维盐 EC 处理后玉米种子的发芽势最低,仅为 31.67%,显著低于对照。

拌种处理 7 d 后,除 70%吡虫啉 WG 以外,各药剂拌种处理的发芽率在 83.33%～93.33%之间,且与对照组差异不显著。而 70%吡虫啉 WG 拌种处理的种子发芽率仅为 60.00%,显著低于对照和其他药剂。

同样,70%吡虫啉 WG 拌种处理后,玉米种子的发芽指数显著低于对照,也显著低于 60%溴氰虫酰胺 SC、30%辛硫磷 CS、10%高效氯氰菊酯 CS 处理。

表 3　杀虫剂拌种后对玉米种子萌发的影响[1)]

Table 3　Influence of pesticides by seed dressing on germination of maize seed

药剂 Pesticide	发芽势/% Germination vigor	发芽率/% Germination rate	发芽指数 Germination index
60%溴氰虫酰胺 SC　60% cyantraniliprole SC	(61.67±6.31)abc	(88.33±5.00)a	(8.76±0.49)a
5.7%甲维盐 EC　5.7% emamectin benzoate EC	(31.67±9.95)d	(86.67±4.71)a	(7.81±0.51)ab
30%辛硫磷 CS　30% phoxim CS	(75.00±4.19)a	(93.33±2.72)a	(9.62±0.43)a
50%噻虫胺 WG　50% clothianidin WG	(41.67±10.67)cd	(93.33±2.72)a	(7.93±0.49)ab
50%氟啶虫胺腈 WG　50% sulfoxaflor WG	(63.33±4.30)ab	(83.33±1.92)a	(8.64±0.30)ab
20%氯虫苯甲酰胺 SC　20% chlorantraniliprole SC	(58.33±3.19)abc	(88.33±4.19)a	(8.38±0.12)ab
70%吡虫啉 WG　70% imidacloprid WG	(43.33±6.38)bcd	(60.00±9.81)b	(6.60±1.46)b
10%氟啶虫酰胺 SC　10% flonicamid SC	(44.05±3.17)bcd	(88.21±3.13)a	(8.56±0.43)ab
10%高效氯氰菊酯 CS　10% β-cypermethrin CS	(60.00±4.71)abc	(88.33±5.00)a	(8.95±0.53)a
对照 CK	(58.33±6.87)abc	(96.67±1.92)a	(9.57±0.80)a

1) 表中数据为平均值±标准误,同列数据后具有相同小写字母者表示经 Duncan's 新复极差法检验在 0.05 水平无显著差异。下同。
Data are mean±SE in table, values in the same column with the same lowercase letters are not significantly different at the level of 0.05 by Duncan's new multiple range test. The same below.

2.2　杀虫剂拌种防止二点委夜蛾为害的保苗效果

不同种类药剂拌种对防止二点委夜蛾为害,对玉米的保苗效果以及害虫对玉米苗的为害程度详见表 4。

表 4　不同药剂拌种处理对二点委夜蛾的防治效果

Table 4　Control effects of pesticides by seed dressing against *Athetis lepigone*

药剂 Pesticide	死苗率/% Dead seedling rate	残虫存活率/% Larval survival rate	被害指数/% Damage index	保苗效果/% Efficacy of seedling protection
60%溴氰虫酰胺 SC　60% cyantraniliprole SC	0.00 d	(55.00±5.00)a	(6.30±2.31)e	(90.02±3.66)a
5.7%甲维盐 EC　5.7% emamectin benzoate EC	(32.10±7.71)b	(60.00±17.80)a	(58.89±5.71)ab	(6.70±9.05)d
30%辛硫磷 CS　30% phoxim CS	(30.95±6.61)b	(63.33±8.82)a	(40.32±4.13)bc	(36.12±6.54)cd
50%噻虫胺 WG　50% clothianidin WG	(21.67±8.12)bc	(55.00±11.90)a	(35.83±9.04)cd	(43.23±14.32)bc
50%氟啶虫胺腈 WG　50% sulfoxaflor WG	(21.39±7.50)bc	(82.50±11.09)a	(53.24±8.52)abc	(15.65±13.49)cd
20%氯虫苯甲酰胺 SC　20% chlorantraniliprole SC	(10.00±0.00)cd	(56.67±23.33)a	(18.89±4.01)de	(70.07±6.35)ab
70%吡虫啉 WG　70% imidacloprid WG	(30.74±5.15)b	(76.67±6.67)a	(56.42±5.02)ab	(10.61±7.95)d
10%氟啶虫酰胺 SC　10% flonicamid SC	(30.00±5.00)b	(93.33±6.67)a	(43.33±2.93)bc	(31.34±4.64)cd
10%高效氯氰菊酯 CS　10% β-cypermethrin CS	(23.33±3.33)bc	(60.00±11.55)a	(50.00±1.92)abc	(20.78±3.05)cd
对照 CK	(50.46±6.02)a	(86.67±13.33)a	(63.12±3.86)a	—

在玉米 1 叶 1 心时接种二点委夜蛾幼虫，3 d 后，不同药剂拌种处理的死苗率(3 级受害苗百分率)均显著低于对照，可见各处理均有一定的保苗作用。其中，60%溴氰虫酰胺 SC 拌种处理的保苗效果尤为突出，其死苗率为 0，显著低于其他药剂处理，但与 20%氯虫苯甲酰胺 SC 无显著差异。20%氯虫苯甲酰胺 SC 处理的死苗率为 10%，保苗效果显著优于 5.7%甲维盐 EC、30%辛硫磷 CS、70%吡虫啉 WG、10%氟啶虫酰胺 SC，但与 50%噻虫胺 WG、50%氟啶虫胺腈 WG、10%高效氯氰菊酯 CS 的处理无显著差异。由此可见，60%溴氰虫酰胺 SC 和 20%氯虫苯甲酰胺 SC 拌种保苗效果较佳。

所有处理在调查期间残虫存活率在 55.00%～93.33%，但是药剂处理与对照之间，各供试药剂之间均无显著差异。由此可见，所有供试药剂拌种对二点委夜蛾的幼虫在调查期间内无显著的致死作用。

各药剂处理之间玉米苗的被害指数的差异显著性分析如下：60%溴氰虫酰胺 SC 拌种处理最优，玉米苗被害指数仅为 6.30%，显著低于其他药剂处理，但与 20%氯虫苯甲酰胺 SC 处理的被害指数(18.89%)无显著差异。而 5.7%甲维盐 EC、50%氟啶虫胺腈 WG、70%吡虫啉 WG 和 10%高效氯氰菊酯 CS 拌种处理的玉米苗被害较严重，其被害指数与对照差异不显著。

不同杀虫剂拌种处理对玉米保苗效果存在显著差异。60%溴氰虫酰胺 SC 拌种的保苗效果虽与 20%氯虫苯甲酰胺 SC 的效果无显著差异，但显著高于其他药剂处理，保苗效果可达到 90%。而 5.7%甲维盐 EC、50%氟啶虫胺腈 WG、70%吡虫啉 WG 和 10%高效氯氰菊酯 CS 拌种处理的保苗效果低于 30%，对二点委夜蛾几乎没有防治作用。

3 结论与讨论

溴氰虫酰胺是杜邦公司继氯虫苯甲酰胺之后成功开发的第 2 代邻氨基苯甲酰胺类杀虫剂，它们的作用方式都是高效激活昆虫的鱼尼丁受体，使其过度释放细胞内钙库中的钙离子，破坏昆虫细胞器内外钙离子平衡，从而导致昆虫瘫痪死亡[7]。已有研究表明溴氰虫酰胺具有良好的内吸性，除鳞翅目、鞘翅目外，对半翅目和双翅目害虫也有很好的控制作用[8-10]并且对非靶标的天敌安全性高，环境相容性好，市场前景广阔[11]。

本试验基于药剂拌种的持效期与二点委夜蛾幼虫的为害期相符，在玉米播种期拌种来有效减少害虫对幼苗的为害。试验结果显示，采用 60%溴氰虫酰胺 SC 和 20%氯虫苯甲酰胺 SC 拌种控制玉米田二点委夜蛾为害最为有效，对玉米的保苗效果分别达到 90%和 70%。在本试验调查期间，尽管各处理间的残虫存活率差异不显著，但从玉米幼苗的被害指数以及由虫害造成的死苗率来看，60%溴氰虫酰胺 SC 和 20%氯虫苯甲酰胺 SC 可能对二点委夜蛾幼虫有一定的拒食作用，从而达到保苗防虫的效果，其作用原理有待进一步研究。在本试验所述的害虫种群密度下，仅在对照幼苗的被害率达到 80%左右，即幼虫为害 3 d 后，调查了一次试验结果。虽然此时害虫并未被全部杀死，不排除继续为害的可能，但随着玉米苗龄的增长，抵御虫害的能力有所提高，且玉米苗自身补偿能力的增加，使得后续幼苗的被害指数未必会增长。同时，为害能力较强的 4 龄幼虫经过 3 d 后进入 5 龄，很快将进入取食能力和活动能力都有所降低的预蛹期[12]，因此，对玉米苗可能不会造成更大的危害。

此外，我们还评估了 9 种药剂拌种对玉米种子萌发的影响，结果表明，5.7%甲维盐 EC 拌种后，种子的发芽势明显低于对照，70%吡虫啉 WG 拌种对玉米种子的发芽率和发芽指数具有明显的抑制作用，而包括 60%溴氰虫酰胺 SC 和 20%氯虫苯甲酰胺 SC 在内的其他 7 种药剂拌种处理均不影响玉米种子的萌发，对玉米出苗安全。因此，生产上可以将 60%溴氰虫酰胺 SC 和 20%氯虫苯甲酰胺 SC 作为拌种防治玉米二点委夜蛾的有效药剂。然而在田间影响防治效果的因素较多，其应用效果有待于进一步田间验证。

二点委夜蛾是我国近年来为害玉米的新害虫，目前尚未形成系统的防治措施，其防治主要依靠化学防治，常用的防治方法有撒毒土、毒饵、灌药等[13]。但该虫具有世代重叠、幼虫潜伏为害的特点，其防治有一定的困难。选择内吸性较好的药剂拌种是比较理想的二点委夜蛾防治技术，不仅可以减少用药量，省时省工，降低防治成本，还有减少环境污染和保护天敌的优势。加强推广拌种防治二点委夜蛾技术可以经济有效地控制苗期害虫和地下害虫的发生危害，促进玉米增产增收。此外，大多数药剂长

期使用都易导致害虫抗药性的产生,因此,在生产中应尽量避免单一用药,积极筛选开发新的拌种药剂或使用复配增效的农药,从而减缓抗药性的产生。

参考文献

[1] Li Litao, Zhu Yanbin, Ma Jifang, et al. An analysis of the *Athetis lepigone* transcriptome from four developmental stages [J]. PLoS ONE, 2013, e73911.

[2] 姜京宇,李秀芹,许佑辉,等. 二点委夜蛾研究初报[J]. 植物保护, 2008, 34(3): 123-126.

[3] 江幸福,罗礼智,姜玉英,等. 二点委夜蛾发生为害特点及暴发原因初探[J]. 植物保护, 2011, 37(6): 130-133.

[4] 王玉强,李立涛,马继芳,等. 二点委夜蛾防治药剂的室内筛选和毒力测定[J]. 中国植保导刊, 2012, 32(5): 23-25.

[5] 李耀发,党志红,高占林,等. 二点委夜蛾高效低毒防治药剂室内毒力评价[J]. 农药, 2012, 51(3): 213-214.

[6] 郭建国,刘永刚,吕和平,等. 几种药剂拌种后对玉米种子萌发和生长效应的初步研究[J]. 种子, 2007, 26(10): 24-26.

[7] Cordova D, Benner E A, Sacher M D, et al. Anthranilic diamides: A new class of insecticides with a novel mode of action, ryanodine receptor activation[J]. Pesticide Biochemistry and Physiology, 2006, 84(3): 196-214.

[8] 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.

[9] Patel R D, Bharpoda T M, Patel N B, et al. Bio-efficacy of cyantraniliprole 10% OD-an anthranilic diamide insecticide against sucking pests of cotton [J]. The Bioscan,2014,9(1):89-92.

[10] Zhang Ruimin, Jang E B, He Shiyu, et al. Lethal and sublethal effects of cyantraniliprole on *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (Diptera: Tephritidae)[J]. Pest Management Science, 2015, 71(2): 250-256.

[11] 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, 2013,34(6): 19-21.

[12] 李耀发,党志红,张立娇,等. 二点委夜蛾形态识别及发育历期研究[J]. 河北农业科学, 2011, 15(4): 23-24.

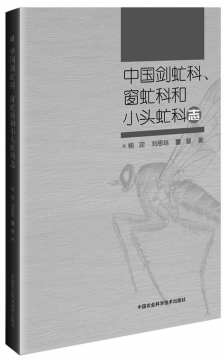
[13] 王振营,石洁,董金皋. 2011 年黄淮海夏玉米区二点委夜蛾暴发危害的原因与防治对策[J]. 玉米科学,2012,20(1):132-134.

(责任编辑:杨明丽)

书　讯

中国剑虻科、窗虻科和小头虻科志

《中国剑虻科、窗虻科和小头虻科志》由中国农业大学杨定教授等编著,在中国农业科学技术出版社公开出版发行。



虻类是重要医学昆虫类群之一,它们不仅因刺叮和吸血,给人、畜造成直接危害,而且更重要的是一些种类会传播疾病,如在非洲传播人的罗阿丝虫病,在我国传播马传染性贫血病和牲畜的锥虫病。同时,虻类包括很多重要的传粉昆虫,具有重要经济价值和生态重要性。

剑虻科、窗虻科和小头虻科隶属于双翅目短角亚目食虫虻总科,是虻类昆虫中比较高等的类群。剑虻科和窗虻科幼虫为捕食性,在害虫生物防治上有利用前景;而小头虻科幼虫可以寄生蜘蛛,其成虫访花,是重要的传粉昆虫。

《中国剑虻科、窗虻科和小头虻科志》是我国首次介绍剑虻科、窗虻科和小头虻科昆虫的分类专著。分为总论和各论两大部分:总论部分包括研究概况、形态特征、生物学及经济意义等内容;各论部分系统记述了我国剑虻科、窗虻科和小头虻科共计 23 属 79 种(包括 23 新种),其中剑虻科 14 属 46 种(包括 10 新种),窗虻科 1 属 11 种(包括 7 新种),小虻科 8 属 22 种(包括 6 新种),并编制了属和种检索表,提供特征图。书末附参考文献、英文摘要、中名索引、学名索引、彩色图版。

该书可供从事昆虫学教学和研究以及植物保护、森林保护和生物防治工作者参考,定价 50 元,请与中国农业科学技术出版社科普出版室联系,电话:010-82106636。

姚欢　(中国农业科学技术出版社,北京 100081)