

· 研究论文 ·

吡虫啉包衣对黄瓜瓜蚜的防治效果及包衣后药剂在植株体内的分布

王吉强^{1,2}, 高占林², 党志红², 李耀发², 潘文亮^{*2}

(1. 河北农业大学 植物保护学院, 河北 保定 071000; 2 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, 河北 保定 071000)

摘要:为探讨吡虫啉包衣对黄瓜瓜蚜的防治效果及包衣后吡虫啉在黄瓜植株体内的分布动态,以不同剂量的 40% 吡虫啉悬浮种衣剂包衣处理黄瓜种子,并测定了不同时间内其对瓜蚜 *Aphis gossypii* Glover 的防治效果,同时使用 HPLC 检测了瓜苗出土后不同时期吡虫啉在黄瓜植株各部位的分布量。结果表明,100 kg 黄瓜种子用吡虫啉(有效成分)240 g、480 g 和 960 g 的处理在瓜苗出土 35 d 后,瓜苗上所接瓜蚜的校正口虫减退率仍分别达到 89.2%、92.0% 和 97.7%。经过吡虫啉包衣处理后的黄瓜种子在出苗后 3~14 d 内,植株体内的吡虫啉含量逐渐增加,14 d 时达到峰值后逐渐减少;黄瓜植株不同地上部位中吡虫啉的含量不均匀,其中下部叶片药剂含量最高,其次是上部叶片,茎部最低。

关键词:吡虫啉;包衣;黄瓜种子;瓜蚜;分布

中图分类号: S482.36

文献标志码: A

文章编号: 1008-7303(2008)01-0087-05

Effect of Cucumber Seed Coating with Imidacloprid against *Aphis gossypii* and the Pesticide Distribution in the Plant

WANG Ji-qiang^{1,2}, GAO Zhan-lin², DANG Zhi-hong², LI Yao-fa², PAN Wen-liang^{*2}

(1. College of Plant Protection, Agricultural University of Hebei, Baoding 071001, Hebei Province, China;

2. Plant Protection Institute, Hebei Academy of Agricultural and Forestry Sciences, IPM Centre of Hebei Province, Baoding 071000, Hebei Province, China)

Abstract: Control efficacy of cucumber seed coating with 40% imidacloprid FS against *Aphis gossypii* Glover was tested. The results showed that 35 d after treating the seed with imidacloprid (a.i.) by 240 g, 480 g and 960 g per 100 kg seed, the decline rates of *A. gossypii* were still 89.2%, 92.0% and 97.7%, respectively. Simultaneously the distribution of imidacloprid in the cucumber plant was tested by HPLC. The results revealed that the content of imidacloprid in cucumber plant kept increasing from 3 to 14 d after the plant emergence, and then decreased slowly. The content of imidacloprid in the lower leaf was the highest, in the top leaf was moderate and in the stem was the lowest.

Key words: imidacloprid; seed coating; cucumber seed; *Aphis gossypii* distribution

收稿日期: 2007-12-01; 修回日期: 2008-01-30

作者简介: 王吉强 (1982-), 男, 河北沧县人, 在读硕士研究生, E-mail: jiqiangwang001@163.com; * 通讯作者 (Author for correspondence): 潘文亮 (1958-), 男, 河北霸州人, 博士, 研究员, 主要从事农业昆虫学研究. 联系电话: 0312-5063412; E-mail: pwenliang@163.com

吡虫啉 (imidacloprid) 是一种高效氯代烟碱类内吸广谱杀虫剂, 它作用于昆虫烟酸乙酰胆碱酯酶受体 (nAChR) [1,2], 干扰昆虫正常的神经传导功能。由于其独特的作用机理和超强的内吸活性, 近几年来吡虫啉在我国的使用范围越来越广, 主要应用于防治各类蚜虫、飞虱等刺吸式口器害虫。

在我国, 吡虫啉是防治保护地黄瓜蚜虫的主要药剂, 其使用方式主要为叶面喷雾, 仅在育苗期就需喷药 2~3 次, 不仅费工, 而且导致棚室内湿度增大反而促进了病害的发生。一些研究表明, 吡虫啉具有由作物根系吸收向上传导的特点, 用吡虫啉包衣或拌种能在作物出苗后长时间内有效防治各种作物上的蚜虫 [3~5]。然而关于使用吡虫啉包衣来防治黄瓜蚜虫, 及包衣后药剂在植株体内的分布规律却未见国内外学者报道。因此本研究测定了吡虫啉包衣对黄瓜瓜蚜的防治效果, 并检测了吡虫啉在黄瓜植株体内及不同部位的分布和消解动态, 旨在为进一步开发吡虫啉包衣防治黄瓜苗床期蚜虫的新技术提供试验依据。

1 材料与方 法

1.1 试验材料

供试昆虫: 瓜蚜 *Aphis gossypii* Glover, 采自河北省植保所 (保定市) 黄瓜试验地中并在养虫室内饲养数代。

供试药剂: 96.3% 吡虫啉 (imidacloprid) 原粉 (河北威远生物化工有限公司提供), 使用时按有效成分质量分数: 吡虫啉 40%, 黄原胶 0.2%, 白土 2%, 聚醋酸乙烯乳胶 5%, 木钙 2%, 农乳 1601 3%, 纯净水 47.8% 的比例称取原药及助剂后使用研磨法制成 40% 的吡虫啉悬浮种衣剂 (40% FS)。

主要试剂: 99.8% 吡虫啉标准品 (沈阳国家农药质检中心提供), 甲醇 (色谱纯), 二氯甲烷 (重蒸馏), 超纯水, 其余试剂均为分析纯。

供试黄瓜种子: 津绿 3 号 (天津市绿丰园艺新技术开发有限公司)。

主要仪器: 组织捣碎机 (IKA T25basic), 回旋振荡器 (金坛市杰瑞尔电器有限公司 HY-5), 超声波清洗器 (昆山市超声仪器有限公司 KQ-250DB), 循环水多用真空泵 (保定高新区阳光科技仪器有限公司 SHD-), 液相色谱仪 (岛津 LC-10AT), 紫外检测器 (岛津 SPD-10A)。

1.2 吡虫啉包衣黄瓜种子后对瓜蚜的防治效果测定

1.2.1 种子处理及幼苗的准备 每 100 kg 黄瓜种子分别按吡虫啉有效成分 240、480 和 960 g 的剂量包衣后播种于直径 7 cm、高 8.5 cm 的育苗杯中, 以种衣剂助剂包衣黄瓜种子作为 CK, 每杯一株, 瓜苗于温室 (白天平均气温 25^o, 夜晚平均气温 15^o) 内培育。当幼苗子叶完全展开后, 移至试验室内进行下一步试验。

1.2.2 测定方法 参照吴文君 [6] 的杀虫剂室内内吸毒力测定方法并加以改进。取不同剂量吡虫啉处理的黄瓜幼苗及 CK 各 4 株, 每株接健康一致的无翅成蚜 5 头, 每处理 20 头蚜虫, 设 3 次重复。接虫后瓜苗置于 21 \pm 1^o、相对湿度 60%、光照 L/D = 16/8、光强 4 000 lx 的条件下培养。为避免自然死亡带来的误差, 在接虫 24 h 后调查 CK 组中蚜虫的数量, 取无死亡的 CK 组及相应的药剂处理组。接虫 7 d 后调查瓜苗上的活蚜数, 然后除掉药剂处理过的瓜苗叶片上的全部蚜虫, CK 更换新的无蚜苗。以 7 d 为一阶段重复接虫、调查。计算每一阶段各个不同处理的虫口减退率, 试验数据用 SPSS 软件进行显著性分析。

1.3 吡虫啉包衣后其在黄瓜植株内的分布动态检测

试验分为两部分: 吡虫啉包衣后药剂在整株植株内的含量变化; 吡虫啉包衣后药剂在黄瓜幼苗各地上部位的分布动态。两部分试验的采样方法不同, HPLC 分析处理相同。

1.3.1 供试幼苗培育 用 960 g/100 kg (吡虫啉有效成分 种子, 下同) 剂量包衣处理黄瓜种子后播种于育苗杯中, 育苗方法同 1.2.1 节, 待子叶完全展开后移至 1.2.2 节的实验室条件下培养。

1.3.2 样品采集及试验设计

1.3.2.1 吡虫啉包衣后药剂在整株黄瓜植株内的含量变化 随机采集瓜苗出土 3、7、14、21、28、35、42、52 d 后的所有地上部分。试验根据瓜苗种植时间不同设两次重复, 相同样品重复检测 3 次, 取平均值。

1.3.2.2 吡虫啉包衣后药剂在黄瓜幼苗地上各部位分布动态 样品采集时间从瓜苗出土后 7 d 开始, 以后时间同 1.3.2.1 节。采集时视瓜苗的长势, 按照地上的各个部位 (子叶、一叶、二叶、三叶... 茎、心叶) 分别随机采集, 相同样品之间重复检测 3 次, 取平均值。

1.3.3 样品前处理 样品的提取参考剧晓青等^[7]的方法并加以改进。四分法取 5 g 捣碎的样品,加入 50 mL 重蒸过的二氯甲烷及 1 mL 1 mol/L 的盐酸,样品经震荡、超声提取后静置过夜,再经过重提取、干燥、浓缩后用 2 mL 二氯甲烷将提取物转移到已用 5 mL 甲醇预淋洗过的 6 mL 固相净化柱中,用 15 mL 石油醚-乙酸乙酯 = 85:15 (体积比,下同)淋洗,弃掉淋出液,再用 50 mL 石油醚-乙酸乙酯 = 30:70 (体积比)洗脱,收集洗脱液,35 条件下减压旋转蒸发至干,用甲醇定容到 5 mL 后过 0.45 μm 滤膜进行液相色谱检测。

1.3.4 色谱分析条件及方法的可靠性 色谱柱 C₁₈, 250 mm × 4.6 mm (i.d.) (北京分析仪器厂);流动相为甲醇-水 = 35:65 (体积比),柱温 25 ℃,流速 1 mL/min,检测波长 270 nm,进样量 20 μL,吡虫啉保留时间 9.18 min。

此方法在 10、0.1、0.05 mg/kg 3 个添加浓度下的回收率分别为 100.1%、80.9% 和 108.3%,变异系数为 2.7%、2.3% 和 5.4%。标准品在 0.05~15 mg/L 的浓度范围内,浓度与峰面积有良好的线性关系,线性方程为 $Y = 107.925x +$

4400.1,相关系数为 0.9995。在上述试验条件下根据仪器检测产生的 3 倍噪音信号所需待测物的质量得到方法的 LOD 值为 1 ng,根据最低添加浓度 0.05 mg/kg,得到方法的 LOQ 值为 0.05 mg/kg。

2 结果与分析

2.1 吡虫啉包衣对黄瓜瓜蚜的防治效果

由表 1 结果可知,每 100 kg 种子吡虫啉用量为 240、480 和 960 g 的处理在瓜苗出土 35 d 后,瓜苗上所接瓜蚜的虫口减退率分别为 89.2%、92.0% 和 97.7%。960 g 剂量处理对瓜蚜的持效期可达 35 d 以上,能在育苗期内有效防治瓜蚜对黄瓜幼苗的危害。差异显著性分析结果表明:3 种不同处理的校正虫口减退率在瓜苗出土 14 d 内没有显著性差异,21 d 后各处理间的差异逐渐增大,35 d 时出现显著性差异,最高使用剂量的校正虫口减退率明显高于其他两个低剂量处理的校正虫口减退率。

表 1 吡虫啉包衣对黄瓜苗期瓜蚜的防治效果

Table 1 Effect of cucumber seed coating with 40% imidacloprid FS against *Aphis gossypii*

有效成分剂量 Dosage of imidacloprid (a.i.) /(g/100 kg seed)	校正虫口减退率 Adjusted decline rate (%)				
	7 d	14 d	21 d	28 d	35 d
240	100 a	98.1 a	91.9 b	91.3 b	89.2 b
480	100 a	98.3 a	97.3 ab	96.9 ab	92.0 b
960	100 a	99.3 a	99.4 a	99.4 a	97.7 a
0	-853.6	-896.4	-796.5	-879.4	-822.1

注:同列数据后相同的字母表示在 0.05 水平下差异不显著。

Note: The data followed by the same letter are not significantly different (Duncan's test $P=0.05$).

2.2 吡虫啉包衣后药剂在黄瓜植株中的含量变化

以每 100 kg 种子用 960 g 吡虫啉的剂量包衣处理黄瓜种子后,瓜苗出土 3 d 后子叶中的药剂浓度已经分别达到了 8.79 和 7.99 mg/kg。如图 1 所示,随着幼苗的生长,药剂被不断地吸收到植株体内,在出土 14 d 时瓜苗地上部分中吡虫啉的浓度达到峰值,为 10.53 和 10.07 mg/kg。14 d 后由于植株的迅速生长及吡虫啉的降解,体内的吡虫啉浓度被迅速稀释,含量很快降低。到 35 d 时药剂含量下降到 1.59 和 1.60 mg/kg,此后浓度降低的速度逐渐减缓。

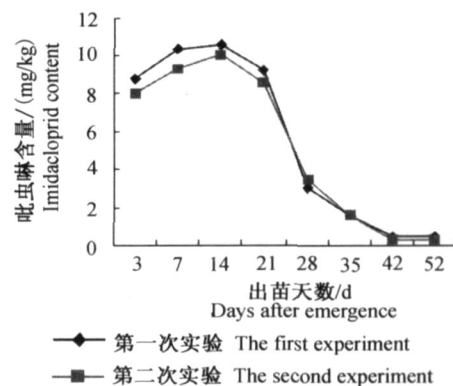


图 1 吡虫啉包衣后药剂在黄瓜植株内的含量变化

Fig. 1 The difference of imidacloprid content in the cucumber plant after emergence

2.3 吡虫啉包衣后药剂在黄瓜幼苗地上各部位的含量变化

吡虫啉包衣处理黄瓜种子后,药剂能迅速被植株所吸收,但在植株体内各部位的分布不均匀。如表 2 所示:吡虫啉主要集中于植株的下部叶片组织中,幼苗茎及心叶中的药剂含量相对较低。

其在各部位的消解速度也存在很大的差异,以子叶、一叶、二叶、心叶、茎为例,当吡虫啉含量达到峰值时,建立吡虫啉的消解动态方程,并根据方程计算出其半衰期分别为 10.68、9.47、10.44、3.78 和 4.83 d,表明吡虫啉在心叶、茎中的代谢速度明显快于其在叶片中的代谢速度。

表 2 吡虫啉包衣处理后药剂在黄瓜植株不同部位的含量变化

Table 2 Content of imidacloprid in different tissues of cucumber plant after treatment

取样部位 Sampling tissue	不同时间内吡虫啉含量 / (mg/kg) Content of imidacloprid in different times						
	7 d	14 d	21 d	28 d	35 d	42 d	52 d
子叶 Cotyledons	10.37	11.16	13.13	9.82	5.37	3.77	W
1叶 First leaf	N	N	9.42	4.73	3.84	1.95	W
2叶 Second leaf	N	N	N	3.23	3.09	1.40	0.97
3叶 Third leaf	N	N	N	N	1.31	1.16	0.97
4叶 Fourth leaf	N	N	N	N	0.82	0.82	0.51
5叶 Fifth leaf	N	N	N	N	N	0.80	0.50
6叶 Sixth leaf	N	N	N	N	N	0.70	0.49
7叶 Seventh leaf	N	N	N	N	N	N	0.49
8叶 Eighth leaf	N	N	N	N	N	N	0.58
9叶 Ninth leaf	N	N	N	N	N	N	0.50
心叶 Top leaf	N	6.99	3.69	1.30	0.17	0.20	0.13
茎 Stem	N	1.26	0.44	0.22	0.06	ND	ND

注:W 表示所检测的叶片已经萎蔫,N 表示叶片未萌发,ND 表示未检测到。

Note: W means the leaf was wilted, N means the leaf was not sprouted, ND means no detected.

3 讨论

笔者模拟保护地内黄瓜的栽培情况,使用黄瓜幼苗连续接虫的方法测定了吡虫啉包衣后对黄瓜苗床期瓜蚜的防治效果,从试验操作和结果来看,此方法不仅更接近于田间实际而且具有较好的重现性。同时使用 HPLC 检测了吡虫啉包衣后不同时间内药剂在黄瓜植株不同部位的持留分布情况。在试验中根据黄瓜幼苗的生长情况只检测了不同叶片及茎中吡虫啉的含量,至于此种施药方法是否会造成吡虫啉在黄瓜果实中的残留超标,则需要进一步的田间试验加以判定。

本试验结果表明,吡虫啉包衣后药剂能长时间在黄瓜植株内保持较高的含量,因而对黄瓜苗期蚜虫具有持续良好的防治效果。究其原因,作者认为包衣处理后吡虫啉能迅速在黄瓜种子表面形成种衣并能很快渗透到种子内,当幼苗萌发后,吡虫啉在植株内就已经达到了很高的浓度。随着植株的生长,体内药剂的浓度在一定时间内仍呈上升趋势。由此表明,在黄瓜萌发后一段时间内,

幼苗对吡虫啉的吸收速度仍快于其在植株体内的降解、稀释速度。范志先等^[8]的研究表明,吡虫啉在番茄和土壤中的半衰期分别为 0.7~6.3 d 和 8.2~25.0 d,吡虫啉在土壤中的半衰期明显长于其在植物体内的半衰期。同样的结论也出现在剧晓青^[7]、吴声敢^[9]、Cox^[10]等人的研究中。由此可以推断黄瓜种子经过药剂处理后,幼苗能利用根系持续的向上吸收部分残留于土壤中的药物,从而延长吡虫啉对瓜蚜的持效期。

吡虫啉被植物吸收到体内后在其各个地上部位的分布并不均匀,下部叶片中的药剂含量明显高于上部叶片。Francisco 等^[5]研究指出,用吡虫啉处理塔巴斯科辣椒苗床土后,作物上蚜虫的虫口减退率呈下部叶片大于上部叶片的规律,结果表明植株下部叶片的药剂含量高于上部叶片。本试验结论与他们的相同。本试验结果还表明,各个组织中吡虫啉降解的速度存在较大差异,作者认为这与各组织的生理功能及生长速度有关:茎是营养物质和代谢产物传导运输的通道,药剂通过茎运输后能迅速传导到植株的其他部位,心叶

是幼苗的生长点,是全株生长最迅速的部位,药剂在此被稀释的速度也最快。

在保护地环境中防治作物病虫害,应根据药剂及所处环境的特点来制定合理的用药方案。由于吡虫啉对黄瓜瓜蚜具有很强的内吸活性和超长的持效期,因此在生产中可以选择药剂包衣等隐蔽施药方法来防治瓜蚜。这种方法不仅可以长时间对害虫起到很高的防治效果,而且有效地降低了药剂对天敌的选择压力,也消除了喷雾对保护地密闭环境下湿度的影响,既可达到最佳的防治效果,也可获得最优的生态和经济效益。

参考文献:

- [1] LIU M Y, LANFORD J, CASIDA J E, et al. Relevance of [³H] Imidacloprid Binding Site in House Fly Head Acetylcholine Receptor to Insecticidal Activity of 2-Nitromethylene and 2-Nitroiminoimidazolidines [J]. *Pestic Biochem Physiol*, 1993, 46: 200-206.
- [2] NISHIMURA K, KANDA Y, OKAZAWA A, et al. Relationship between Insecticide and Neuron Physiological Activities of Imidacloprid and Related Compounds [J]. *Pestic Biochem Physiol*, 1994, 50: 51-59.
- [3] WANG Pu(王扑), SONG Weiping(宋卫平). 高巧防治高粱蚜虫 [J]. *Pesticides(农药)*, 1999, (2): 31-32.
- [4] NAUEN R, TIETJEN K, WAGNER K, et al. Efficacy of Plant Metabolites of Imidacloprid against *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) [J]. *Pestic Sci*, 1998, 52: 53-57.
- [5] DIAZ F J, DIAZ P M. Movement, Toxicity, and Persistence of Imidacloprid in Seedling Tabasco Pepper Infested with *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) [J]. *J Econ Entomol*, 2005, 98(6): 2095-2099.
- [6] WU Wen-jun(吴文君). Introduction to Experiment of Chemical Plant Protection (植物化学保护实验技术导论) [M]. Xi'an(西安): Shaanxi Science and Technology Press(陕西科学与技术出版社), 1988: 89-92.
- [7] JU Xiao-qing(剧晓青), DENG Xin-ping(邓新平), LUO Gong-shu(罗公树), et al. 吡虫啉在茶叶和茶园土壤中的残留研究 [J]. *J Southwest Univ (Nat Sci Ed)* (西南农业大学学报, 自然科学版), 2006, 28(3): 471-474.
- [8] FAN Zhi-xian(范志先), XU Run-cheng(许允成), CHU Li-wei(初丽伟). 吡虫啉在番茄和土壤上的残留动态 [J]. *J Jilin Agric Univ* (吉林农业大学学报), 2003, 25(6): 649-651.
- [9] WU Sheng-gan(吴声敢), WU Li-qin(吴俐勤), XU Jie(徐洁). 10% 吡虫啉在水稻中的残留动态研究 [J]. *Agrochemicals(农药)*, 2005, 44(1): 25-27.
- [10] COX L, KOSKINEN W, CELIS R, et al. Sorption of Imidacloprid on Soil Clay Mineral and Organic Components [J]. *Soil Science Society of America Journal*, 1998, 62(4), 911-915.

(Ed. JIN S H)