

苏丹草和香根草作为诱虫植物对稻田二化螟种群的抑制作用评估

郑许松¹, 徐红星¹, 陈桂华², 吴降星³, 吕仲贤^{1*}

(1 浙江省农业科学院植物保护与微生物研究所, 杭州 310021; 2 金华市植保站; 3 宁波市农业技术推广总站)

摘要: 室内测试了苏丹草和香根草对二化螟的产卵选择性和幼虫存活的影响, 在田间进行了苏丹草和香根草控害效果的初步试验。结果表明, 二化螟雌成虫对苏丹草和香根草均表现出较强的产卵选择性, 产在苏丹草和香根草上的卵量分别是产在水稻上的 3.02 和 4.56 倍。两种诱虫植物均对二化螟幼虫具致死作用, 二化螟幼虫在两种寄主上不能完成生活史。田间试验表明两种诱虫植物围绕的水稻小区内二化螟枯心率显著低于试验区外 20m 的对照小区。

关键词: 诱虫植物; 苏丹草; 香根草; 二化螟; 产卵选择性

中图分类号: S435.112.1; S475.1 文献标识码: A 文章编号: 1005-9261(2009)04-0299-05

Potential Function of Sudan Grass and Vetiver Grass as Trap Crops for Suppressing Population of Stripped Stem Borer, *Chilo suppressalis* in Rice

ZHENG Xu-song¹, XU Hong-xing¹, CHEN Gui-hua², WU Jiang-xing³, LÜ Zhong-xian^{1*}

(1. Institute of Plant Protection and Microbiology, Zhejiang Academy of Agricultural Sciences, Hangzhou 310021;

2. Jinhua Plant Protection Station; 3. Ningbo Extensive Station of Agricultural Techniques, China)

Abstract: Experiments were conducted to examine the effect of Sudan grass, *Sorghum sudanense* and vetiver grass, *Vetiveria zizanioides* on the oviposition preference and larval survival of stripped stem borer, *Chilo suppressalis* in lab, as well as the control effect of the two grasses used as trap crops for suppressing population of *C. suppressalis* in rice field. The borer female adults preferred to lay eggs on Sudan and vetiver grass in oviposition free selection tests, the number of eggs laid on Sudan and vetiver grass plants were 3.02 and 4.56 times of the number of eggs laid on rice plants, respectively. Both of Sudan and vetiver grass had lethal effect and *C. suppressalis* larvae could not finish their life cycle as the borer larvae fed on two tested hosts. Field experiment showed in the rice plot surrounded by the two tested hosts had significantly lower dead heart rate than that in rice monocrop plots 20 m away from the treatment block.

Key words: trap crop; *Sorghum sudanense*; *Vetiveria zizanioides*; *Chilo suppressalis*; oviposition preference

收稿日期: 2009-02-26

基金项目: 农业部公益性行业科研专项(200803004); 浙江省自然科学基金(Y307493)

作者简介: 郑许松(1973-), 男, 硕士, 助研, E-mail: zhengxusong@yahoo.com.cn; *通讯作者, E-mail: luzxmh2004@yahoo.com.cn.

二化螟 [*Chilo suppressalis* (Walker)] 是为害水稻最重要的常发性害虫。近年来, 由于种植结构调整、耕作制度改变、品种更替、气候变化及抗药性上升等原因, 二化螟种群数量呈大幅度上升趋势^[1,2]。使用化学杀虫剂依然是目前二化螟防治的主要手段。但大量用于防治的各种杀虫剂都可产生抗药性、农药残留和环境污染等诸多问题, 使防治工作陷于困境^[3,4]。利用诱虫植物作为一种生态调控方法防治害虫, 近年来颇受关注^[5,6]。

钻蛀性螟虫为害大、防治难, 利用诱虫植物来防治钻蛀性的螟虫具有重要的现实意义^[7-9]。绝大多数谷物上的钻蛀性螟虫都是多食性的, 可在多种寄主上为害。前人的研究表明, 钻蛀性螟虫在不同的寄主间有不同的趋性^[10], 昆虫学家将之利用于害虫的综合治理策略。如, 将诱集效果很强的寄主植物种植在玉米田的周边, 使害虫种群降低, 损失减少, 且效果显著^[7,10]。陈先茂等^[11]报道香根草 [*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash] 对二化螟有较好的诱集作用。苏丹草 [*Sorghum sudanense* (Piper) Stapf] 则被报道对多种螟蛾科螟虫诱集作用较强^[9,12,13], 但对二化螟的引诱效果则未见报道。本文测试了苏丹草和香根草对二化螟的产卵选择性和幼虫存活的影响及田间控害效果, 为评价两种诱虫植物可否用于稻田二化螟的生态控制提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试植物及其培育

香根草种苗购于深圳市鑫森森园林草坪有限公司, 苏丹草种子购于江苏省沭阳县金叶园林绿化苗木场, 水稻品种汕优 63 由福建省三明市农业科学研究所育种。3 种植物种子分别播种于温室内水泥槽内。部分水稻苗在播种 30d 后移栽到塑料盆 ($\phi 21$ cm) 中, 至 45 日龄分蘖期供产卵选择试验; 部分稻苗留在水泥槽中, 供二化螟幼虫存活试验。苏丹草生长至 2~3 片真叶时移栽于塑料盆中, 每盆 2 株, 60 日龄时供产卵选择试验; 另一部分留在水泥槽中供二化螟幼虫存活试验。香根草以根部分蘖苗为翌年繁殖体, 于 3 月 25 日将草苗修剪至根长 10cm, 茎叶长 20cm, 分苗时 3 株一起掰下, 移栽入塑料盆中, 3 个月后用于二化螟产卵选择试验; 另一部分香根草种子于水泥槽中, 用于二化螟幼虫存活试验。

1.2 供试昆虫

二化螟采自杭州市郊区稻田, 在室内建立和维持种群。幼虫饲养参照尚志珍等^[14]的谷芽饲养方法, 种群维持在 26 ± 1 °C、L:D=14h:10h、光照强度 > 1000 lx、RH60%~80% 的人工气候室内。二化螟幼虫化蛹后收集蛹, 置于洁净的养虫笼中, 让其发育、羽化, 并供以 10% 的蜂蜜水, 取羽化后 0~2d 的成虫供产卵选择试验。

1.3 二化螟在诱虫植物和水稻间的产卵选择性试验

在尼龙网纱制成的纱帐 ($2.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 2.0\text{m}$) 内各放置 6 盆苏丹草和水稻苗, 2 盆一行, 水稻苗行间放 2 盆苏丹草, 共 6 行。于晚 19:00 时引入 2d 内羽化的二化螟雌雄成虫 30 对, 让其在黑暗条件下随机选择产卵。在养虫笼内放置含 10% 蜂蜜水的脱脂棉作为二化螟成虫的补充营养, 同时保持养虫室内的空气相对静止。3d 后早 8:00 时取出养虫笼中的植株, 在双筒镜下观察记录植株上的着卵量。二化螟在香根草和水稻间的产卵选择试验与苏丹草的试验方法相同。试验在 26 ± 1 °C、RH80%~90%、黑暗的养虫室内进行。试验重复 6 次。

1.4 二化螟幼虫在诱虫植物上存活率试验

采用单管饲养的方法, 在每支试管 ($\phi 3.5\text{cm} \times 30\text{cm}$) 分别放入 60~80 日龄的苏丹草茎部、45~60 日龄的水稻茎部和 90~110 日龄的香根草茎部, 再接入 1 头二化螟初孵幼虫, 用脱脂棉

封口。隔日剥查幼虫的存活情况及幼虫龄期,同时更换新鲜的食物。每处理重复90次。

1.5 诱虫植物对二化螟的田间控制效果试验

在浙江省杭州市郊区选择土地规划整齐、水利灌溉系统完善、土壤肥力中等的单季稻田。水稻品种为“两优倍九”,7月1日移栽。试验设3个裂区,每一裂区3种处理:①水稻四周种植苏丹草;②水稻四周种植香根草;③单一水稻种植区。小区面积 $10\text{m}\times 10\text{m}$,诱虫植物在小区四周种植2行,行间距离0.5m。苏丹草株距20cm,于水稻移栽前30d播种。香根草的丛间距离40cm,于3月26日以分蘖苗移栽入田。每隔30d给香根草和苏丹草追施氮肥 $10\text{kg}/667\text{m}^2$ 。水稻种植密度 $20\text{cm}\times 25\text{cm}$,栽培肥水按正常管理。各小区间间距2m,裂区间间距3m。离裂区20m外设3个对照小区。试验区在试验期间不打杀虫剂。于水稻分蘖盛期二化螟为害高峰期,调查各处理水稻的枯心率,每小区以对角线调查50丛水稻。

1.6 数据处理

用SPSS 13.0进行试验数据分析。将二化螟幼虫在不同诱虫植物上存活率,诱虫植物对二化螟的田间控制试验中不同处理间的二化螟枯心率,进行单因素方差分析(One-way ANOVA, Tucky)。其中二化螟幼虫在诱虫植物上存活率试验的90个数据,分成3组,作为3个重复,比较它们之间的差异显著性。对数据分析前,对百分数进行转换,以满足方差分析的要求。

2 结果与分析

2.1 二化螟在诱虫植物和水稻之间的产卵选择性

结果表明室内条件下,苏丹草和香根草对二化螟雌成虫均有较强的产卵引诱力(图1、2)。二化螟将 $82.03\%\pm 3.59\%$ 的卵产在香根草上,只有 17.97% 的卵产在水稻上,产在香根草上的卵是水稻植株上的4.56倍。二化螟将 $75.12\%\pm 4.95\%$ 的卵产在苏丹草上,将 24.88% 的卵产在水稻上,产在苏丹草上的卵是水稻植株上的3.02倍。试验过程中,有少量二化螟卵块产在纱帐上,但数量少,且卵块小,未受精卵居多,因此未将这部分卵量计入总卵量中。

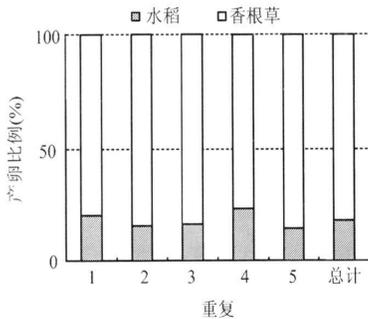


图1 二化螟在水稻和香根草间的产卵选择性

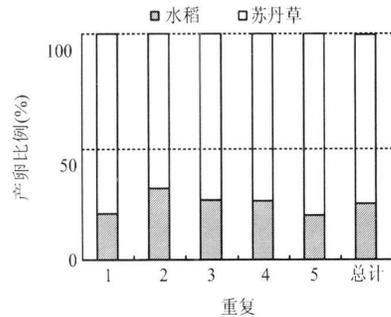


图2 二化螟在水稻和苏丹草间的产卵选择性

2.2 二化螟幼虫在诱虫植物上存活率

二化螟产在苏丹草和香根草上的卵均能正常孵化。二化螟1龄、2龄和3龄幼虫在苏丹草上存活率分别为 $33.83\%\pm 4.05\%$ 、 $17.12\%\pm 2.38\%$ 和 $15.34\%\pm 1.86\%$,4龄时全部死亡。二化螟1龄、2龄和3龄幼虫在香根草上存活率分别为 $62.13\%\pm 4.05\%$ 、 $7.39\%\pm 1.89\%$ 和 $4.45\%\pm 4.58\%$,4龄时的存活率为0。方差分析表明,在香根草和苏丹草上饲养的二化螟幼虫的存活率均显著低于水稻上饲养的同龄期二化螟幼虫的存活率($P<0.05$)。二化螟1~4

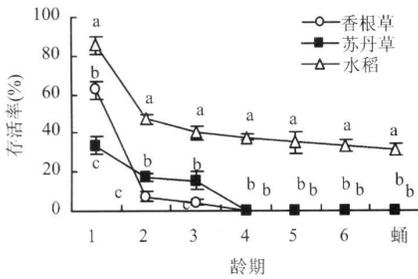


图 3 二化螟幼虫在不同寄主植物上的存活率

龄幼虫在水稻上的存活率分别为 $85.53\% \pm 4.77\%$ 、 $47.32\% \pm 2.60\%$ 、 $40.28\% \pm 3.59\%$ 和 $37.66\% \pm 1.67\%$ ，有 $31.14\% \pm 3.24\%$ 的幼虫能正常化蛹(图 3)。

2.3 诱虫植物对二化螟的田间控制效果

水稻四周种植苏丹草和香根草使小区内二化螟造成的水稻枯心率均显著低于裂区外对照田的 $6.83\% \pm 0.65\%$ ($P < 0.05$)，种植苏丹草和香根草小区的枯心率 ($3.22\% \pm 0.36\%$ 、 $2.95\% \pm 0.34\%$) 分别较对照田降低 52.85% 和 56.81% 。裂区内单一水稻小区的枯心率 ($3.25\% \pm 0.27\%$) 与苏丹草小区和香根草小区无显著性差异，同时显著低于裂区外的对照田 ($P < 0.05$)。虽然小区周围没有种植诱虫植物，但附近小区种植的诱虫植物依然对控制二化螟为害发挥了作用。表明在稻田中以一定的种植布局 and 比例可以有效地控制二化螟的为害。

3 讨论

从已报道的研究可知，香根草对二化螟具有极强的引诱力^[11, 15]，本研究结果也证实了这一点。作者还发现，二化螟产在香根草上的卵能正常孵化，但是，孵化后的幼虫在香根草上不能完成生活史，仅有极少的幼虫能存活至 2 龄、3 龄。在多种诱虫植物类型中，有一类称为“诱杀植物”^[16]，引诱靶标害虫成虫产卵并利用自身对幼虫的杀虫活性将害虫消灭在幼虫期，避免害虫从诱虫植物转移到被保护的作物上^[17, 18]。诱杀植物对害虫的致死作用，使它们和转基因作物一样具有杀虫能力，可减少化学农药的使用。研究表明，香根草对二化螟具备“诱杀植物”的特点。试验中观察到二化螟幼虫能在香根草上取食，其致死原因可能是营养不能满足发育的需求，也有可能是香根草中含有毒物质，致使幼虫取食死亡，具体机制尚待进一步研究。

苏丹草对多种钻蛀性螟虫具有较强的引诱作用，在非洲被应用于玉米和高粱的防治^[10, 12, 19]。本研究发现，苏丹草对二化螟成虫产卵有较强的引诱作用，同时二化螟幼虫在其上也不能完成生活史，对二化螟可能也是一种“诱杀植物”。田间试验表明，苏丹草和香根草对二化螟都具有较好的生态控制作用。香根草和苏丹草属沼泽型植物，旱地、水田均可种植。

试验中发现，除了二化螟，苏丹草和香根草对稻蛙茎夜蛾 (*Sesamia inferens*)、玉米螟 (*Ostrinia furnacalis*) 等其它害虫也有较强的引诱作用，所不同的是，田间没有观察到香根草上有幼虫存活到蛹期的害虫种类；而一些害虫种类在苏丹草上却能完成生活史，如稻蛙茎夜蛾和玉米螟。已有的研究报道，香根草对主要取食为害禾本科的禾草螟属 (*Chilo*) 螟虫尤其具有产卵引诱作用^[20]。这意味着水稻生产中应用苏丹草和香根草作为诱虫植物，除了可防治二化螟，同时还能兼治其它水稻害虫，这使两种诱虫植物对于水稻害虫的生态调控更具应用价值。当然，苏丹草也有可能成为一些水稻害虫的越冬寄主，值得注意，需进一步研究。

当诱虫植物应用于水稻害虫的防治时，可能占用部分水稻种植面积而对产量造成一定的影响，因此需要经过田间试验确定诱虫植物的种植比例和布局，在控虫效果和产量损失之间达到一个最佳的平衡点。香根草的根可用于提炼植物精油^[21]，苏丹草是一种良好的畜禽饲料^[22]，均具有较高的应用价值和经济价值，在实际应用中是有益的经济补偿。在试验中还观察到，诱虫植物的生育期、施肥水平均对诱虫效果产生一定的影响，相关研究结果将另文发表。

参考文献

- [1] 薛进, 戈峰, 黎家文, 苏建伟. 二化螟与作物相互关系及其影响因素[J]. 昆虫知识, 2005, 42(3): 259—263.
- [2] 秦厚国, 罗任华, 叶正襄, 汪笃栋, 付志飞. 二化螟大发生原因及控制对策[J]. 华东昆虫学报, 2005, 14(1): 91—93.
- [3] Glaser J A, Matten S R. Sustainability of insect resistance management strategies for transgenic Bt corn[J]. Biotechnology Advances, 2003, 22: 45—69.
- [4] Kumar H, Kumar V. Tomato expressing CryIA(b) insecticidal protein from *Bacillus thuringiensis* protected against tomato fruit borer, *Helicoverpa armigera* damage in the laboratory, greenhouse and field[J]. Crop Protection, 2004, 23: 135—139.
- [5] Shelton A M, Nault B A. Dead-end trap cropping: a technique to improve management of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)[J]. Crop Protection, 2004, 23(6): 497—503.
- [6] Shelton A M, Badenes-Perez F R. Concepts and applications of trap cropping in pest management[J]. Annual Review of Entomology, 2006, 51: 285—308.
- [7] van den Berg J, Rebe M, de Bruyn J, van Hamburg H. Developing habitat management systems for gramineous stem borers in South Africa[J]. Insect Science and Its Application, 2001, 21: 381—388.
- [8] Khan Z R, Chiliswa P, Ampong-Nyarko K, Smart L E, Polaszek A. Utilization of wild gramineous plants for the management of cereal stem borers in Africa[J]. Insect Science and Its Application, 1997, 17: 143—150.
- [9] Khan Z R, Pickett J A, Wadhams L, Muyekho F. Habitat management strategies for the control of cereal stem borer and striga in maize in Kenya[J]. Insect Science and Its Application, 2001, 21: 375—380.
- [10] Khan Z R, Pickett J A, van den Berg J, Wadhams L J, Woodcock C M. Exploiting chemical ecology and species diversity: stem borer and striga control for maize and sorghum in Africa[J]. Pest Management Science, 2000, 56: 957—62.
- [11] 陈先茂, 彭春瑞, 姚锋先, 等. 利用香根草诱杀水稻螟虫的技术及效果研究[J]. 江西农业学报, 2007, 19(12): 51—52.
- [12] Gohole L S, Overholt W A, Khan Z R, et al. Effects of molasses grass *Melinis minutiflora*, volatiles on the foraging behavior of the cereal stem borer parasitoid, *Cotesia sesamiae*[J]. Journal of Chemical Ecology, 2003, 29: 731—745.
- [13] Gohole L S, Overholt W A, Khan Z R, et al. Role of volatiles emitted by host and non-host plants in the foraging behavior of *Dentidasmias busseolae*, a pupal parasitoid of the spotted stem borer *Chilo partellus*[J]. Entomologia Experimentalis et Applicata, 2003, 107: 1—9.
- [14] 尚志珍, 王银淑, 邹永华. 二化螟饲养方法的研究[J]. 昆虫学报, 1979, 22(2): 164—167.
- [15] Seshu-Reddy K V. Cultural control of *Chilo* spp. in graminaceous crops[J]. Insect Science and Its Application, 1990, 11: 703—712.
- [16] Shelton A M, Nault B A. Dead-end trap cropping: a technique to improve management of the diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)[J]. Crop Protection, 2004, 23(6): 497—503.
- [17] Thompson J N, Pellmyr O. Evolution of oviposition behavior and host preference in Lepidoptera[J]. Annual Review of Entomology, 1991, 36: 65—89.
- [18] Badenes-Perez F R, Shelton A M, Nault B A. Evaluating trap crops for diamondback moth, *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae)[J]. Journal of Economic Entomology, 2004, 97(4): 1365—1372.
- [19] Haile A, Hofsvang T. Host plant preference of the stem borer *Busseola fusca* (Fuller) (Lepidoptera: Noctuidae)[J]. Crop Protection, 2002, 21: 227—33.
- [20] van den Berg J, Midega C, Wadhams L J, et al. Can vetiver grass be used to manage crop pests? [A]. In: Truong P, Xia H P, eds. Vetiver and Water[C]. Beijing: China Agriculture Press, 2003. 262—273.
- [21] 文媛, 冯子元, 韦世文. 香根草的广泛用途及其项目开发价值[J]. 大众科技, 2008, (7): 133—135.
- [22] 王茂林, 龚培军, 程成立. 优质高产青饲料——苏丹草的种植技术要点[J]. 渔业致富指南, 2008, (10): 32.