

小菜蛾对多胺的嗅觉反应

张志春, 王满困*, 王楠, 李娟, 张国安

(华中农业大学植物科技学院, 武汉 430070)

摘要: 在实验室条件下利用 Y 型嗅觉仪测试了小菜蛾 *Plutella xylostella* 成虫对多胺的嗅觉反应。结果表明: 与蒸馏水对照比较, 小菜蛾在交配前和交配后对精胺、亚精胺和腐胺这 3 种被测的多胺均有明显的趋性反应, 但对 3 种多胺两两之间的选择则无显著差异。在对 3 种多胺和甘蓝 *Brassica oleracea* 叶汁之间的选择中, 除未交配雄蛾对腐胺有明显的趋性(与甘蓝叶汁比较)和交配后雌蛾对甘蓝叶汁有明显的趋性(与精胺比较)外, 其他均没有显著差异。表明多胺对小菜蛾具有引诱作用。

关键词: 小菜蛾; 多胺; 精胺; 亚精胺; 腐胺; 嗅觉反应

中图分类号: Q965 文献标识码: A 文章编号: 0454-6296(2006)01-0142-04

Olfactory responses of *Plutella xylostella* to polyamines

ZHANG Zhi-Chun, WANG Man-Qun*, WANG Nan, LI Juan, ZHANG Guo-An (College of Plant Science and Technology, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: Olfactory responses of *Plutella xylostella* to polyamines were measured using a Y-tube olfactometer in the laboratory. The results indicated that the diamondback moth adults both unmated and mated had an obvious orientation response to the three polyamines tested (spermine, spermidine, and putrescine) compared with distilled water; but no significant difference in their choice between these three polyamines. Except that unmated males had an obvious orientation response to putrescine compared with cabbage juice and mated male had an obvious orientation response to cabbage juice compared with spermine, the moths had the same orientation response to the three polyamines and cabbage juice.

Key words: *Plutella xylostella*; polyamines; spermine; spermidine; putrescine; olfactory response

多胺是生物体内普遍存在的具有生物活性的一类低分子量含氮碱类(赵福庚和刘友良, 2000), 是精氨酸(Arg)代谢过程中产生的一类低分子胺(Seiler, 1994; Tirard *et al.*, 2002), 主要有腐胺(putrescine, put), 亚精胺(spermidine, spd)和精胺(spermine, spm)等。多胺之所以受到广泛的关注是由于它们对生物大分子的合成、细胞的生长、分化及蛋白质的生物合成有重要的调节作用(Williams-Ashman and Canellakis, 1979; Russel, 1980)。多胺不仅加强了 RNA 的复制、运输和合成(Blair, 1985), 而且还控制基因的表达(Feuerstein *et al.*, 1991), 以及调节后代的遗传翻译。此外在神经组织中, 多胺还能调节细胞内蛋白质磷酸化过程(Degrelle *et al.*, 1994), 而细胞内的多胺能调节离子通道包括调节钾离子通道

(Williams, 1997)。最近, 国外的一些研究表明, 这些普遍存在的多胺对昆虫具有多效性的生理功能, 如对昆虫的生长变态(Birnbaum *et al.*, 1988) 胚胎发育(Callerts *et al.*, 1992) 卵黄发生(Cayre *et al.*, 1993) 以及激素代谢(Birnbaum and Gilbert, 1990) 等都有影响。多胺也被证明阻碍视网膜和嗅觉隔膜的 cGMP 靶标通道(Guo and Lu, 2000)。哺乳动物嗅觉神经对气味的察觉是由 Golf 蛋白结合受体调节的, 如果给其刺激, 它们的 cGMP 将有一个快速的增加, 激活嗅觉特有的核酸靶标通道。近年来有研究表明, 给美洲蜚蠊 *Periplaneta americana* 喂养多胺抑制剂二氟甲基鸟氨酸(DFMO)后, 其雄虫触角对雌虫性信息素的触角电位敏感性加强, 由此证明多胺对昆虫的嗅觉具有调节作用(Tirard *et al.*, 2002)。也有

基金项目: 国家自然科学基金项目(30200221); 武汉市晨光计划(20055003059-23)

作者简介: 张志春, 男, 1981年生, 江苏南通人, 硕士研究生, 从事昆虫生态学研究, E-mail: xiaochong1999@webmail.hzau.edu.cn

* 通讯作者 Author for correspondence, E-mail: mqwang@mail.hzau.edu.cn

收稿日期 Received: 2005-03-15; 接受日期 Accepted: 2005-10-10

研究表明,多胺对金鱼有引诱作用(Rolen , 2002)。李绍文(2001)介绍多胺是一种有气味的物质,在植物的花中大量存在,温度较高时,多胺的挥发性增强,散发出较浓的气味。但外源多胺是否能直接引起昆虫的嗅觉反应还未见报道,为此我们利用嗅觉选择实验来探讨小菜蛾 *Plutella xylostella* 对多胺的嗅觉反应。

1 材料与方 法

1.1 供试昆虫与试剂

小菜蛾为本实验室长期饲养的敏感品系,于 23 ~ 25℃,光周期 16L:8D,相对湿度 60% ~ 70% 的条件下饲养。精胺(spm)、亚精胺(spd)和腐胺(put)均为 Sigma 公司产品,纯度 >99%。

1.2 未交配小菜蛾对多胺的嗅觉反应

测试用 Y 型嗅觉仪进行。在嗅觉仪两侧臂上方各连有一陷阱,用来盛放气味源物质,再分别依次连接气体流量计(LZB-4 型,浙江振兴流量仪表厂)、加湿瓶(500 mL)、装有活性炭的空气净化瓶(100 mL)和吹气泵(Bertschy *et al.*, 1997)。未交配

小菜蛾雌、雄蛾均为羽化后 12 ~ 20 h,不补充营养物。气味源分别为:0.5% 精胺水溶液、0.5% 亚精胺水溶液及 0.5% 腐胺水溶液、甘蓝叶汁和蒸馏水。

由于小菜蛾具有昼伏夜出的习性,实验安排在 18:00 ~ 22:00,20 ~ 25℃ 下进行,两臂管内的气流速度均调为 600 mL/min。在两臂的正上方吊有一 15 W 的白炽灯,作为微弱光源以吸引小菜蛾进入到 Y 型管内。每 6 头一组,同时放入,重复 6 次,每个处理共测 36 头。10 min 后观察并记录两臂的选择虫数。将进入选择臂 10 cm 以上并停留 30 s 以上的计为有选择,其余的计为无选择(Bertschy *et al.*, 1997)。每测一组用洗涤剂将嗅觉仪的各部分清洗,再用蒸馏水冲洗,电吹风吹干后用无水乙醇擦拭一遍再进行下一组实验。

1.3 交配后小菜蛾雌蛾对多胺的嗅觉反应

方法同 1.2 节,试虫羽化后分雌雄配对,放在试管中让其交配,24 ~ 36 h 后选取雌蛾用于嗅觉反应实验。

1.4 数据分析

数据用 *t* 测验进行显著性检验。

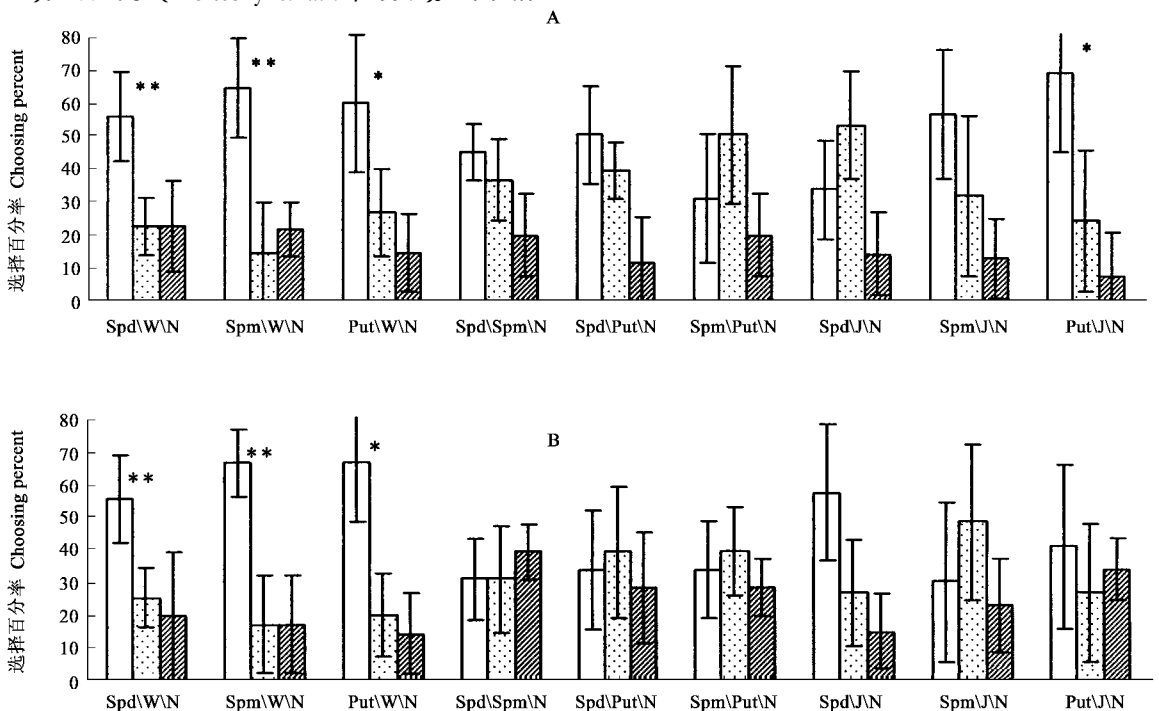


图 1 小菜蛾未交配雄蛾 (A) 和雌蛾 (B) 对多胺的嗅觉反应

Fig. 1 Olfactory responses of unmated male (A) and female (B) diamondback moth adults to polyamines

图中误差线为标准误 (SE); * 和 ** 表示小菜蛾对气味源的选择差异性 (* 示 $P < 0.05$; ** 示 $P < 0.01$)。Spm, Spd, Put, W 和 J 分别表示小菜蛾对精胺、亚精胺、腐胺、蒸馏水对照、甘蓝叶汁的选择, N 表示小菜蛾对气味源无选择。下同。The error lines in the figure means SE; * and ** mean difference of choice of odor (* means significant difference at $P < 0.05$ and ** $P < 0.01$, respectively). Spm, Spd, Put, W and J mean the choice of spermine, spermidine, putrescine, water control and cabbage juice respectively, and N means no choice. The same below.

2 结果与分析

2.1 未交配小菜蛾对多胺的嗅觉反应

未交配小菜蛾雌、雄蛾对多胺的嗅觉反应见图 1。从图 1(A)可以看出 3 种多胺对未交配小菜蛾雄成虫的吸引作用明显高于蒸馏水对照,其中精胺及亚精胺与蒸馏水对照的差异达极显著水平,腐胺与蒸馏水对照的差异达显著水平;3 种多胺和甘蓝叶汁的比较中,仅有腐胺与甘蓝叶汁的差异达显著水平,精胺与甘蓝叶汁和亚精胺与甘蓝叶汁的差异均不显著,说明腐胺对未交配小菜蛾雄成虫的吸引作用明显高于甘蓝叶汁;3 种多胺两两之间均无显著差异,说明 3 种多胺对未交配小菜蛾雄成虫的吸引作用差异不大。

从图 1(B)可以看出 3 种多胺对未交配小菜蛾

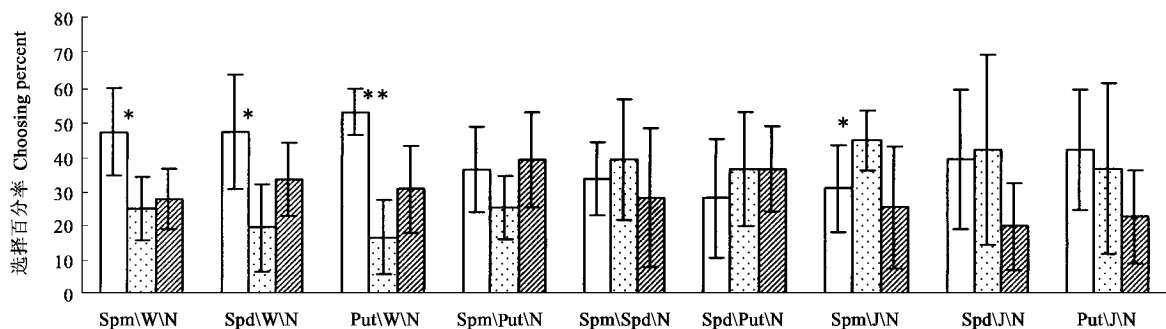


图 2 交配后小菜蛾雌蛾对多胺的嗅觉反应

Fig. 2 Olfactory responses of mated female diamondback moth adults to polyamines

3 讨论

近年来,化学生态学的迅猛发展,使人们意识到对昆虫与植物之间关系的研究将有助于开辟农林有害生物综合治理新的生态方法。植物次生物质在昆虫与植物的协同进化中起主导地位,尤其是植物挥发性次生物质影响昆虫行为,并作为植物防御的重要物质是目前研究的热点之一。许多研究表明植物挥发性次生物质在昆虫寄主选择过程中有着重要的生理功能(杜永均和严福顺,1994)。然而在植物中普遍存在的具有重要生理功能的一类低分子量含氮有机物多胺在植物和昆虫的协同进化中的生理功能目前报道得还较少。

本研究结果表明,小菜蛾未交配雌、雄蛾和交配后的雌蛾对 3 种多胺均有明显的趋性(与蒸馏水对照比较),3 种多胺之间对小菜蛾的引诱作用并不存

雌成虫的吸引作用明显高于蒸馏水对照,其中精胺及亚精胺与蒸馏水对照的差异达极显著水平,腐胺与蒸馏水对照的差异达显著水平;3 种多胺和甘蓝叶汁之间无显著差异,说明 3 种多胺和甘蓝叶汁对小菜蛾未交配雄虫的引诱作用差异不大;3 种多胺两两之间也无显著差异,说明 3 种多胺对小菜蛾未交配雄虫的吸引作用差异不大。

2.2 交配后小菜蛾雌蛾对多胺的嗅觉反应

交配后小菜蛾雌蛾对多胺的嗅觉反应见图 2。从图 2 可以看出 3 种多胺的吸引作用明显高于蒸馏水对照,其中精胺和亚精胺与蒸馏水对照的差异达显著水平,腐胺与蒸馏水对照达极显著水平;与甘蓝叶汁相比较,精胺对小菜蛾交配后雌虫的吸引作用显著低于甘蓝叶汁,腐胺和亚精胺与甘蓝叶汁的差异均不显著;3 种多胺两两之间均无显著差异,说明对交配后小菜蛾雌成虫的吸引作用差异不大。

在显著差异,这些结果表明了多胺会影响小菜蛾对寄主的选择行为。

已有研究表明,植物挥发性次生物质在小菜蛾的行为选择中起着重要作用,许多十字花科植物挥发出来的芥子油苷吸引小菜蛾(吴伟坚,1993)。但本研究结果表明多胺和甘蓝叶汁对小菜蛾的引诱作用并不存在显著差异,这表明除了已报道的挥发性次生物质,普遍存在的多胺在小菜蛾的行为选择过程中也起着重要作用,尽管我们对这种功能同其他挥发性次生物质对小菜蛾的引诱作用有何联系和区别还无法解释。同时,由于植物中(甘蓝)也含有大量多胺(Morgan and Wallace, 1994),这就加大了我们分析比较多胺和其他植物挥发性次生物质各自在小菜蛾行为选择中功能的难度。因此,还需要进一步研究分析多胺在小菜蛾行为选择过程中与次生物质的关系以及多胺对小菜蛾触角蛋白的影响和多胺对小菜蛾触角电位的影响,以探讨多胺对昆虫行为的影响。

参考文献 (References)

- Bertschy C, Turlings TCJ, Bellotti AC, Dorn S, 1997. Chemically-mediated attraction of three parasitoid species to mealybug-infested cassava leaves. *Florida Entomologist*, 80(3): 383 – 395.
- Birnbaum MJ, Gilbert LI, 1990. Juvenile hormone stimulation of ornithine decarboxylase activity during vitellogenesis in *Drosophila melanogaster*. *J. Comp. Physiol. B.*, 160(2): 145 – 151.
- Birnbaum MJ, Whelan TM, Gilbert LI, 1988. Temporal alterations in polyamine content and ornithine decarboxylase activity during the larval-pupal development of *Manduca sexta*. *Insect Biochem.*, 18: 853 – 859.
- Blair DGR, 1985. Activation of mammalian RNA polymerises by polyamines. *Int. J. Biochem.*, 17: 23 – 30.
- Callerts P, Geuns J, DeLoof A, 1992. Polyamin changes during early development of *Drosophila melanogaster*. *J. Insect Physiol.*, 38: 751 – 758.
- Cayre M, Tirard A, Charpin P, Augier R, Strambi C, Strambi A, 1993. Age and tissue-dependent of ornithine decarboxylase and S-adenosylmethionine decarboxylase activities in neural tissue and fat body of adult crickets. *Arch. Insect Biochem. Physiol.*, 24: 219 – 228.
- Degrelle F, Tirard A, Strambi C, Renucci M, Strambi A, 1994. Protein phosphorylation in the neural tissue of an adult cricket (*Acheta domestica*): endogenous substrates and their protein kinases. *J. Insect Physiol.*, 40: 293 – 302.
- Du YJ, Yan FS, 1994. The role of plant volatiles in tritrophic interactions among phytophagous insects, their host plants and natural enemies. *Acta Entomologica Sinica*, 37(2): 233 – 250. [杜永均, 严福顺, 1994. 植物挥发性次生物质在植食性昆虫、寄主植物和昆虫天敌关系中的作用机理. *昆虫学报*, 37(2): 233 – 250]
- Feuerstein BG, Williams LD, Basu HS, Marton LJ, 1991. Implications and concepts of polyamine-nucleic acid interactions. *J. Cell Biochem.*, 46(1): 37 – 47.
- Guo DL, Lu Z, 2000. Mechanism of cGMP-gated channel block by intracellular polyamines. *J. Gen. Physiol.*, 115: 783 – 797.
- Li SW, 2001. Ecological Biochemistry. Beijing: Peking University Press. 22. [李绍文, 2001. 生态生物化学. 北京: 北京大学出版社. 22]
- Morgan DML, Wallace HM, 1994. Polyamines in clinical and basic sciences: introductory remarks. *Biochem. Soc. Trans.*, 22: 845 – 846.
- Rolen S, 2002. Polyamines as Olfactory Stimuli in Goldfish. Dissertation for M.S., University of Louisiana at Monroe.
- Russel DH, 1980. Ornithine decarboxylase biological and pharmacological tool. *Pharmacology*, 20: 117.
- Seiler N, 1994. Formation, catabolism and properties of the natural polyamines. In: Carter C ed. The Neuro Pharmacology of Polyamines. London UK: Academic Press. 1 – 36.
- Tirard A, Renucci M, Provost E, Khlal J, Clement JL, 2002. Are polyamines involved in olfaction? An EAG and biochemical study in *Periplaneta americana* antennae. *Chemical Senses*, 27: 417 – 423.
- Williams-Ashman HG, Canellakis ZN, 1979. Polyamines in mammalian biology and medicine. *Perspect Biol. Med.*, 22(3): 421 – 453.
- Williams K, 1997. Modulation and block of ion channels: a new biology of polyamines. *Cell Signal*, 9(1): 1 – 13.
- Wu WJ, 1993. About the host range of *Plutella xylostella*. *Entomological Knowledge*, 30(5): 274 – 275. [吴伟坚, 1993. 关于小菜蛾的寄主范围. *昆虫知识*, 30(5): 274 – 275]
- Zhao FG, Liu YL, 2000. Metabolism and regulation of uncommon polyamines in high plants. *Plant Physiology Communications*, 36(1): 1 – 5. [赵福庚, 刘友良, 2000. 高等植物体内特殊形态多胺的代谢及调节. *植物生理学通讯*, 36(1): 1 – 5]

(责任编辑: 黄玲巧)