

大豆蚜的研究进展^{*}

苗进^{1,2} 吴孔明^{1*} 李国勋³

(1. 中国农业科学院植物保护研究所, 北京 100094; 2. 河北农业大学植物保护学院, 保定 071001;
3. 山东莱阳农学院, 莱阳 265200)

摘要 大豆蚜是我国大豆的一种主要害虫, 近几年来, 大豆蚜已先后侵入美国、加拿大和澳大利亚等大豆种植区, 成为世界性的重要农业害虫。本文综述了大豆蚜翅蚜分化、寄主适应性、嗅觉的进化、取食行为、大豆抗性、天敌及防治方法等方面的研究进展。

关键词 大豆蚜; 生物学; 大豆; 综合治理

中图分类号 S 435. 651 **文献标识码** A **文章编号** 1000-9841(2005)02-0135-04

大豆(*Glycine max*)是世界重要的栽培作物, 在我国已有几千年的种植历史。大豆蚜(*Aphis glycines Matsumura*)是大豆的主要害虫之一, 它的危害常造成大豆卷叶黄叶, 节间缩短, 矮化和根系发育不良, 发生严重时可使植株死亡。中等发生年份减产20%—30%, 严重年份达50%以上^[1]。2000年以前大豆蚜主要发生在中国、菲律宾、泰国、朝鲜、韩国、印尼和俄罗斯等国家^[5], 最近几年先后侵入美国、加拿大和澳大利亚。大豆蚜已成为广泛关注的重要世界性农业害虫。

1 大豆蚜的生物学

1.1 翅蚜分化

大豆蚜属同翅目蚜科, 体长1.2—1.6mm, 黄色至黄绿色, 两个黑色的腹管使它很容易与大豆其它蚜虫相区别^[2]。20世纪50年代, 我国科学家已研究明确了大豆蚜的生活史。有翅蚜虽然是大豆蚜生活中很短的一段时间, 但却在种群扩散, 基因交流等方面起着非常重要的作用^[3]。有翅蚜的产生和环境拥挤、光周期、温度、寄主植物和母蚜型等有密切联系^[4]。一般认为, 大豆蚜无翅胎生成蚜个体间的拥挤是有翅蚜产生的主要原因。在低密度下拥挤反应随密度增大而增强, 但过度拥挤会导致反应的降低。无翅胎生若蚜间的拥挤不能导致其本身发育成有翅胎生蚜; 寄主质量能改变无翅胎生蚜对拥挤的反应, 成熟叶片处理的无翅胎生成蚜后代中有翅蚜

的比例高于幼嫩叶片的处理; 温度影响有翅蚜的产生, 较高的温度对有翅蚜的产生有较强的抑制作用; 不同母蚜型产生有翅蚜的能力不同, 有翅胎生蚜间的拥挤能使后代产生较少的有翅蚜^[5]。

1.2 寄主适应性进化

大豆蚜和棉蚜是近缘种, 两者有共同的冬寄主—鼠李^[6]。大豆蚜可以与棉蚜杂交, 杂交后代只能在母本取食的寄主植物上存活。张广学等(1990)提出大豆蚜是从棉蚜演化而成的观点。棉蚜的原寄主是野花椒(*Zanthoxylum simulans*), 后转而利用鼠李作为寄主。在鼠李上的伪棉蚜中的一个分支迁移至大豆, 进化形成现在的大豆蚜。大豆蚜是一种寡食性、异寄主昆虫。在我国已查清楚的夏寄主有大豆、黑豆(*Glycine sp*)和野生大豆(*Glycine soja Siebet Zucc*)等少数豆属植物; 冬寄主则只有鼠李(*Rhamnus davurica* Pallus)一种^[6]。在国外, 大豆蚜的夏寄主与我国的基本相同, 但冬寄主有较大的区别。在日本, 冬寄主主要是日本鼠李(*Rhamnus japonica* Maxim), 美国可能存在几种鼠李科植物作为大豆蚜的冬寄主, 已证实的有 *Rhamnus cathartica* L(原产于欧洲的鼠李科植物)和当地的鼠李科植物 *Rhamnus alniifolia*^[7]。

1.3 嗅觉进化

和其它多数种类蚜虫一样, 大豆蚜在寻找寄主的过程中, 从在空中飞行到找到合适的寄主植物, 包括三个步骤: 降落到植物的表面, 检测植物表面和外层组织, 针刺和“评估”植物内部最终要取食的组织,

* 收稿日期: 2004-10-08

作者简介: 苗进(1977—), 男, 在读硕士研究生, 从事昆虫生态学研究。E-mail: miaojin_1977@163.com

* * 通讯作者: E-mail: kmw@ippcaas.com, Fax: 86-010-62894786

而后“决定”留(若为寄主植物),或去(若为非寄主植物)。早期的许多研究认为蚜虫寻找寄主植物是通过视觉随机降落而非化学气味信息^[8],如黄色对许多迁飞降落的蚜虫有引诱作用等^[9]。但是,像大豆蚜这样寄主比较专一的蚜虫仅通过随机降落选择寄主是难以解释的。越来越多的实验表明,嗅觉在蚜虫降落寻找寄主的过程中起着非常重要的作用^[10]。蚜虫触角对植物挥发性物质的嗅觉反应是植物挥发性物质能否发挥作用的生理基础,电生理实验结果表明蚜虫触角上确实存在感受植物挥发性物质的嗅觉器官^[11-14]。在四臂嗅觉仪中,无论有翅蚜还是无翅孤雌生殖蚜都对大豆和鼠李的气味有强烈的趋性,而在非寄主植物棉叶和黄瓜叶的气味中处于中性,对丝瓜叶和南瓜叶气味有明显的排斥。大豆蚜对这些寄主植物和非寄主植物气味的嗅觉行为反应从一个侧面反映了大豆蚜和寄主植物的演化关系。从大豆蚜有翅孤雌生殖蚜对夏寄主大豆叶气味的反应强于对冬寄主鼠李叶气味的反应来看,各型大豆蚜在嗅觉行为上有所差异。另一方面也说明大豆叶气味和鼠李叶气味在化学组成上既有共同之处,又有一定的区别。春迁蚜以及在大豆植株之间迁移的各型蚜虫对大豆植物气味敏感,而秋迁蚜则对鼠李气味反应敏感,蚜虫与寄主植物之间存在着适应的关系^[10]。

尽管大豆叶气味单独引诱大豆蚜,棉花叶气味没有明显的作用,丝瓜叶和南瓜叶单独时表现排斥作用,但当寄主植物大豆叶气味和非寄主植物棉花叶、丝瓜叶和南瓜叶气味混合后,对大豆蚜有翅孤雌生殖蚜既没有明显的引诱作用,也没有明显的排斥作用,表明大豆蚜有翅孤雌胎生殖蚜被寄主植物气味的引诱可以被非寄主植物气味的存在所打破。这可能是由于非寄主植物气味的排斥,或者是由于非寄主植物气味对寄主植物气味的遮蔽,这一现象意味着大豆蚜嗅觉定向反应的中性化^[10]。

2 大豆的抗蚜机制

昆虫和植物从远古起就因营养、繁殖、保护、方位、扩散等需要而发生了密切的关系,双方在所建立的关系中相互作用,经过亿万年的演化而形成各种类型的关系^[16]。植物不仅为昆虫提供营养成分和居住场所,还提供了其它重要的物质或原料,包括激素、信息素和化学防御因素。昆虫则通过行为反应和戒毒机制的演化和发展,克服和适应植物的化学

防御因素^[19]。

木质素是大豆植株体内的一种次生化合物,是大豆实现其化学防御机制的物质之一,其含量的多少与大豆防御反应的能力有关。如胡奇等实验表明,叶片内木质素含量高的品种抗蚜性较强。另外,大豆植株内除含有参与化学防御机制的正常木质素外,在被害虫侵袭之后,其体内发生害虫诱导的防御反应,增加木质素的含量,减轻蚜虫造成的危害^[17]。有研究认为,大豆叶片内氮素含量与大豆蚜的发生量有着密切的关系。胡奇通过测试不同品种大豆叶片内氮素含量在大豆蚜发生期间的变化,分析了大豆蚜发生量与叶片含氮量的相关关系,认为顶叶全氮量与田间百株蚜量呈正相关关系,百株蚜量较大的品种叶片内氮素含量均高于百株蚜量低的品种^[18]。不同大豆品种顶叶全氮含量的差异将影响大豆植株对大豆蚜的抗性,大豆顶叶全氮含量可作为进行大豆蚜发生情况预报预测的生态因子之一。

运用昆虫口针刺吸行为电波信号记录法(EPG)研究大豆蚜在寄主植物大豆和非寄主植物棉花、丝瓜和黄瓜上的取食行为,表明丝瓜表面物质对大豆蚜抗性作用较小,而棉花及黄瓜的表面物质对大豆蚜有显著的抗性。丝瓜叶的内部结构对大豆蚜存在抗性,如取食阻碍素的存在或细胞间距离较大,在一定程度上阻止了口针的顶端接近细胞膜。而棉花和黄瓜这两种非寄主植物内部结构,如叶肉、细胞壁和细胞间隙等对大豆蚜的抗性很小或不存在。一般认为,抗大豆蚜因子主要存在于棉花和黄瓜的韧皮部^[15]。

EPG记录是能反映一些植物对蚜虫的抗性情况的。但到底是哪些种类化学物质起作用,尚需进行化学分析和其它试验。蚜虫的取食行为是一个复杂的活动,因而,这方面工作的深入还必须结合其它实验手段和仪器才能较完善地说明问题。

3 大豆蚜的天敌

3.1 大豆蚜天敌的种类

大豆蚜的天敌包括捕食性、寄生性和病原性天敌三种类型。捕食性天敌主要有龟纹瓢虫(*Propylaea japonica*)、七星瓢虫(*Coccinella septempunctata*)、异色瓢虫(*Harmonia axyridis*)、纵带纹瓢虫(*Brumoides lineatus*)、大草蛉(*Chrysopa septempunctata*)、中华草蛉(*Chrysopa sinica*)、晋草蛉(*Chrysopa shansiensis*)、马草蛉

(*Mallada basalis*)、食蚜蝇(*Syrphidae*)、小花蝽(*Orius similes*)、黑食蚜盲蝽(*Dacota hesperia Uhler*)、大眼蝉长蝽(*Geocoris pallidipennis*)、猎蝽(*Nabidae*)、姬蝽(*Nabid spp*)、草间小黑蛛(*Erigonidium graminicolum*)等;寄生性天敌有宽柄瘤蚜茧蜂(*Lysiphlebus sp*)、蚜虫蚜蝇跳小蜂(*Syrphophagus aphidivorus*)、日本柄瘤蚜茧蜂(*Lysiphlebia japonica*)、大豆蚜茧蜂(*Trioxys glycines*)等^[20, 21];病原性天敌是指一些导致蚜虫流行病的虫生真菌,主要包括核菌纲虫霉科(*Entomophthoraceae*)虫霉属的 *E. chromaphidis*、*E. planchoniana* 和白僵菌(*Beauveria spp*)等。

3.2 大豆蚜与天敌的协同进化

近年来的研究表明,蜜露在蚜虫与捕食性天敌昆虫的联系中起着重要作用。蜜露是大豆蚜的排泄物,水是其主要成分,占 89.0%~93.5%;干物质只占 6.5%~11.0%,主要是碳水化合物和氨基酸^[9]。许多捕食性天敌,如瓢虫、小花蝽和食蚜蝇等都有取食蜜露的习性^[9],而且捕食性天敌还利用蜜露作为接触性利他素搜寻寄主^[22, 23]。蜜露促使七星瓢虫幼虫搜索时间延长,搜索范围扩大^[24]。食物中加入蜜露可以刺激瓢虫的取食力,在接有 24h 蜜露的培养皿中,七星瓢虫、异色瓢虫和中华草蛉成虫滞留时间显著延长。有报道,由于瓢虫的足上具有感化器,供试验的瓢虫和草蛉几种天敌中,以瓢虫在蜜露上搜索和滞留时间最长。

候照远等综述了寄生蜂的行为反应特点,认为每个行为的产生都是外界和内部因子共同作用的结果^[25]。寄生蜂寻找寄主的信号来自于寄主残留物和受害植株散发的特殊信息物即互利素。一般地,正常寄主植株气味不能明显地引诱寄生蜂产生搜索行为,虫害植株即使不存在害虫也能显著地吸引寄生蜂。同时,大豆蚜释放的信息素和蜜露都对寄生性天敌有吸引作用,有数据表明,寄生性天敌对大豆蚜的寄生率单一种植比套种的寄生率高^[20],这可能和种群数量较大的大豆蚜比较少的种群能发出更多的化学信息素来吸引寄生性天敌有关。

4 大豆蚜的防治技术

4.1 防治原则

合理施药,保护天敌,尽量保持田间有优势天敌种群,早期防治(播种期、点片、第 2 和第 3 次迁飞前),防止扩散蔓延为害^[26]。

4.2 加强预测预报

中、长期预报,根据越冬卵量的多少和 4 月下旬到 5 月中旬以及 6 月下旬至 7 月上旬的气候条件等因素综合分析,作出当年发生趋势预报。短期预报,如 6 月 25 日前后寄生株率达 5%,蚜量较多,结合短期天气预报和天敌数量分析,有大发生可能应准备预报。如 6 月下旬仍无消退,气候适宜,天敌不多,为害有趋重可能,应作防治预报。如该期间内有蚜株率达 50%,百株蚜量 1500 头以上,旬平均气温在 22℃以上,旬平均相对湿度在 78%以下,应立即进行防治。

4.3 农业防治

可通过种植抗虫品种和调整播期等方式减轻大豆蚜的发生程度。

4.4 生物防治

在自然界中有许多天敌对大豆蚜有较强的防治作用。大豆蚜的天敌多为棉田和玉米田等其它作物的常见种。因此,利用棉蚜、大豆蚜和玉米蚜在发生时间上的差异,通过人为调控和保护利用天敌昆虫可有效控制大豆蚜的危害。由于天敌的控制作用,在多数年份我国大豆蚜的发生皆处于较低的水平。人工饲养和释放天敌防治大豆蚜也是生物防治的重要组成部分,在台湾已有通过人工释放草蛉来防治大豆蚜的报道。

4.5 化学防治

用大豆种衣剂拌种。一般药、种比例为 1:75,可预防大豆苗期蚜虫。化学防治在大豆蚜严重发生时控制为害的主要手段,当田间点片发生蚜虫,并有 5%—10%植株卷叶,或有蚜株率达 50%,百株蚜量 1500 头以上,天敌较少,温湿度适宜时,应立即进行田间防治。使用农药主要有:40%乐果每公顷用 1.5kg 对水 300kg 喷雾,5%来福灵乳油每公顷 150—300ml 兑水 450—600kg 喷雾。

参 考 资 料

- 王素云,暴祥致,孙雅杰等.大豆蚜对大豆生长和产量影响的实验[J].大豆科学,1996,15(3):245—247
- 王成伦.大豆蚜的研究[J].昆虫学报,1962,11(1):31—44
- 龚鹏,张孝义.温度和光周期对棉蚜性蚜产生的诱导[J].植物保护学报,2001,28(4):318—324
- Johnson B, Briks P R. Studies on wing polymorphism. I. The development process involved in the production of the different forms[J]. Entomol. Exp. Appl. 1960, (3): 327—328
- 吕利华,陈瑞鹿.大豆蚜有翅蚜产生的原因[J].昆虫学报,1993,36(2):144—149

- 6 张广学, 钟铁森. 中国经济昆虫学二十五册, 同翅目, 蚜虫类(一) [M]. 北京: 科学出版社, 1983
- 7 Voegtlin D J, R. J. O'Neil W. R. Graves. Tests of suitability of overwintering host of *Aphis glycines*: identification of a new host association with *Rhamnus alnifolia* L'Heritier [J]. Ann. Entomol. Soc. Am., 2004, 97: 233—234
- 8 Kennedy J S, Booth C O, Kreshaw W J S. Host finding by aphids in the field. I. Gynoparae of *Myzus persicae* (Sulzer) [J]. Ann. Appl. Biol. 1959, (47): 410—423
- 9 King J B. Flight behavior of aphids [J]. Annu. Rev. Entomol. 1972, (17): 461—492
- 10 Pickett J A, Wadhams L J, Woodcock C M, et al. The chemical ecology of aphids [J]. Annu. Rev. Entomol. 1992, (37): 67—90.
- 11 杜永均, 严福顺, 韩心丽. 大豆蚜嗅觉在其选择寄主植物过程中的作用 [J]. 昆虫学报, 1994, 37(4): 385—391
- 12 Nottingham S F, Hardie J, Dawson G W, et al. Behavioral and electrophysiological responses of aphids to host and nonhost plant volatiles [J]. J. Chem. Ecol. 1991, (17): 1231—1242
- 13 Visser J H, Piron P G M. Perception of plant odour components by the vetch aphid *Megoura viciae*: shape characteristics of electroantennogram responses [J]. Entomol. Exp. Appl. 1995, (77): 34—46
- 14 Nottingham S F, Hardie J, Dawson G W, et al. Behavioral and electrophysiological responses of aphids to host and nonhost plant volatiles [J]. J. Chem. Ecol., 1991, (17): 1231—1242
- 15 韩新丽, 严福顺. 大豆蚜触角嗅觉感器结构及其功能 [J]. 大豆蚜在寄主与非寄主植物上的口针刺吸行为 [J]. 昆虫学报, 1995, 38(30): 278—282
- 16 钦俊德. 昆虫与植物的关系—昆虫与植物的相互作用及其演化 [M]. 北京: 科学出版社, 1987
- 17 胡奇, 赵建伟, 崔德文. 大豆植株内次生化合物木质素含量与大豆抗蚜性的关系 [J]. 植物保护, 1993, 19(1): 8—9
- 18 胡奇, 张为群, 姚玉霞, 等. 大豆叶片氮素含量与大豆蚜 [J]. 吉林农业大学学报, 1992, 14(4): 103—104
- 19 刘新如, 孙小玲, 任炳忠. 大豆蚜触角嗅觉感器结构及其功能 [J]. 吉林农业大学学报, 2002, 24(3): 33—36
- 20 纪淑仁, 夏桂平. 大豆害虫及其节肢动物天敌初步调查 [J]. 安徽农业科学, 1996, 24(1): 54—58
- 21 Liu J, Wu K M. Population dynamics of *Aphis glycines* (Homoptera: aphididae) and its natural enemy in soybean in northern China [J]. Annu. Entomol. Soc. Am., 2004, 97(2): 235—239
- 22 Claire E R, Robert J O'Neil, Tyler B Fox, and Douglas A L. Ann. Entomol. Soc. Am., 2004, 97(2): 240—247
- 23 Budenberg W J, Powell W, Clark S J. The influence of aphids and honeydew on the leaving rate of searching aphid parasitoids from wheat plants [J]. Entomol Exp Appl. 1992, (63): 259—264
- 24 Van Emden H F, Hagen K S. Electroantennogram responses of aphids to plant volatiles and alarm pheromone. In: Eds. Menken, S. J. B., Visser, J. H., Harrewijn P. Proc. 8th Int. Symp [J]. Environ. Entomol., 1976, (5): 469—473
- 25 候照远, 严福顺. 寄生蜂寄主选择行为研究进展 [J]. 昆虫学报, 1997, 40(1): 94—107
- 26 孙博, 梁书宝, 赵伟霞. 1998 年绥化地区大豆蚜大发生原因分析及防治对策 [J]. 大豆通报, 2000, (1): 5

ADVANCES IN RESEARCH ON SOYBEAN APHID, *APHIS GLYCINES*

Miao Jin^{1,2} Wu Kongming^{1*}, Li Guoxun³

(1. Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094;

2. College of Plant Protection, Agriculture University of Hebei, Baoding 071001;

3. Department of Plant Protection, Laiyang Agricultural College, Laiyang, 265200)

Abstract *Aphis glycines*, a native species in Asia, has invaded to the major soybean planting regions in US, Canada and Australia in recent years, and become one of most important insect pests in agriculture in the world. This paper summarizes the current status of research on winged—aphid, host adaptability, olfactory evolution, feeding behavior, soybean resistance, natural enemy and integrated management.

Key words Soybean aphid; Biology; Soybean; Integrated management