

施用钾肥对烟粉虱实验种群生命表参数的影响^{*}卢伟^{1,2} 侯茂林^{1**} 文吉辉^{1,2} 黎家文²

(1. 植物病虫害生物学国家重点实验室/中国农业科学院植物保护研究所 北京 100094

2. 湖南农业大学生物安全科技学院 长沙 410128)

Influence of potassium fertilizer on life table parameters of laboratory populations of *Bemisia tabaci*. LU Wei^{1,2}, HOU Mao-Lin^{1**}, WEN Ji-Hui^{1,2}, LI Jia-Wen² (1 State Key Laboratory for Biology of Plant Diseases and Insect Pests/Institute of Plant Protection, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100094, China; 2 College of Bio-safety Sciences and Technology, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, China)

Abstract Life table parameters of *Bemisia tabaci* (Gennadius) laboratory populations and potassium content in cucumber leaves were measured to determine the influence of potassium fertilizer on population growth of *B. tabaci* by setting 0 mg/L, 30, 60, 120 and 240 mg/L potassium concentration treatments for cucumber plants. Results showed that potassium content in cucumber leaves did not increase with concentration of the applied potassium fertilizer solutions, the highest presenting in cucumber leaves treated with 30 mg/L K₂O solution. The intrinsic rate of population increase (r_m) of whitefly populations on cucumber plants treated with 0 mg/L to 240 mg/L potassium fertilizer were 0.14, 0.17, 0.17, 0.15 and 0.13, respectively; and the net reproductive rate (R_0) were 47.79, 111.55, 115.18, 61.96 and 49.58, respectively. Therefore, cucumber plants with high potassium content in leaves are suitable for whitefly population growth. Implications of the current results are discussed with reference to *B. tabaci* population regulation on cucumber plants.

Key words *Bemisia tabaci*, host plants, laboratory population, life table parameters, potassium

摘要 设置 0, 30, 60, 120 和 240 mg/L 5 种钾肥浓度处理黄瓜植株, 测定不同处理黄瓜叶片的含钾量及相应处理上烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 种群的生命表参数。结果表明, 黄瓜叶片含钾量不随钾肥施用量增加而增大, 30 mg/L 钾肥溶液处理的黄瓜叶片含钾量最高。在上述 5 种钾浓度处理黄瓜植株上, 烟粉虱种群的内禀增长率 r_m 分别为 0.14, 0.17, 0.17, 0.15 和 0.13, 净增殖率 R_0 依次为 47.79, 111.55, 115.18, 61.96 和 49.58。因此, 黄瓜叶片中含钾量高有利于烟粉虱的种群增长。讨论研究结果对生产上烟粉虱种群调控的意义。

关键词 烟粉虱, 寄主植物, 实验种群, 生命表参数, 钾

烟粉虱 *Bemisia tabaci* (Gennadius) 属半翅目 Hemiptera^[3], 粉虱科 Aleyrodidae, 在热带、亚热带及温带地区均有分布^[1]。随着世界范围内贸易往来, 烟粉虱迅速扩散, 成为多种农作物、蔬菜和观赏植物上的重要害虫及传毒媒介, 尤其是 B 型烟粉虱 (= 银叶粉虱 *B. argentifolii*) 寄主范围广、繁殖速度快、传毒能力强, 很快发展成一种世界性的严重害虫^[2,3]。近几年来烟粉虱成为我国蔬菜、园林植物上的重要害虫, 给农业生产造成很大威胁^[1,4~7]。烟粉虱在世界范围内的种群扩张和增长, 固然与其侵染能力和生

物学特性有关, 但是与高度集约化的高投入高产出的现代农业生产体系本身也不无关系。

生命表技术是研究昆虫种群数量变动机制、评价各种害虫防治措施、制定数量预测模型和实施害虫科学管理的一种重要方法。前人应用生命表方法评价了防治措施及寄主植物对烟

* 中央科研院所社会公益研究专项项目(2004D1B4J156)。

** 通讯作者, E-mail: maolinhou@yahoo.com

收稿日期: 2006-10-23, 修回日期: 2006-03-11,

接受日期: 2007-06-08

粉虱种群的影响作用^[8-10]。黄瓜是需钾量大的作物, 增施钾肥有利于提高黄瓜的产量和品质^[11-13]。本文报道施用钾肥对黄瓜叶片含钾量和烟粉虱种群生命表参数的影响结果, 以期通过调节钾肥施用量来调控烟粉虱种群提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试寄主、虫源和钾肥

采用黄瓜(中农 16)作为供试寄主。播种前用温水将黄瓜种催芽, 芽长约 1 cm 时播种于装有蛭石的营养钵中。播种后先用清水浇灌至子叶完全张开, 然后对黄瓜苗设置施肥处理。试验中对黄瓜苗设置 5 种钾有效成分处理, 分别为(以 K_2O 含量计): 0, 30, 60, 120, 240 mg/L。所用钾肥为硫酸钾(北京中农科创投资有限公司), 含钾(K_2O) $\geq 32\%$ 。用各有效成分钾肥溶液浇灌黄瓜苗时, 以钾肥溶液刚好渗出钵底为准; 3 片真叶前每周浇 2 次, 此后每周 3 次, 直至试验结束。供试黄瓜苗用 120 目网笼(120 cm \times 60 cm \times 60 cm)置于温室中培养, 网笼顶端内置 2 盏 30 W 植物生长荧光灯补充光源。供试烟粉虱为 B 型, 在温室内采用黄瓜苗饲养 5 代以上。温室内光照周期为 L:D=14:10, 温度为 22~34 $^{\circ}C$, 相对湿度为 40%~80%。

1.2 黄瓜叶片含钾量测定

在上述施肥处理黄瓜植株上, 选取干净无虫的黄瓜顶叶下第 3、4 叶片, 准确称量 1 g 左右(精确 1 mg)的鲜叶片, 每个施肥处理选取 6 个样本, 采用原子吸收法^[14]测定叶片含钾量。

1.3 烟粉虱在不同浓度钾处理黄瓜上的实验种群生命表

将不同浓度钾处理的同日龄无虫黄瓜苗各 10 钵置于养虫笼内, 让烟粉虱自由产卵 24 h 后将植株移出并驱赶叶片上的烟粉虱成虫, 用记号笔对卵进行标记(每处理标记 100~120 粒卵)后将植株移入人工气候箱内(26 \pm 1 $^{\circ}C$, 相对湿度 80% \pm 5%, L:D=14:10, 光照强度 12 000 L_x)培养。从第 4 d 开始逐日在解剖镜下观察, 记录各虫态和龄期发育的起止日期及存活状

况。成虫羽化后统计性比。采用叶笼观察不同浓度钾处理植株上发育烟粉虱雌虫的繁殖力和寿命。将当天羽化的雌虫接入自制叶笼中, 叶笼制作参照臧连生等^[15]介绍的方法。每笼接 1 头雌虫, 同时接入 1 头相同处理植株上的雄虫, 叶笼编号后将其固定在相对应浓度钾处理植株的无虫叶背, 每叶 1 笼。24 h 后将叶笼移到相应处理植株的无虫新叶上。这样每 24 h 转换 1 次新叶。在解剖镜下检查替换下来叶片上的烟粉虱卵数。试验期间逐日观察雌虫的存活状况, 如果雌虫死亡, 则实验结束。每个钾有效成分处理观察 30 对烟粉虱成虫。计算烟粉虱雌虫羽化后的逐日产卵量和逐日存活率, 逐日存活率为当日存活的雌成虫数除以起始观察数。

1.4 生命表参数统计

根据实验资料, 绘制雌成虫羽化后的逐日存活率曲线和逐日产卵量曲线, 计算烟粉虱的净增殖率(R_0)、内禀增长率(r_m)、平均世代周期(T)和周限增长率(λ)等参数。实验种群生命表参数计算方法^[16]:

$$R_0 = \sum L_x \cdot m_x;$$

$$r_m = L_n \cdot R_0 / T;$$

$$T = \sum X \cdot L_x \cdot m_x / \sum L_x \cdot m_x;$$

$$\lambda = e^{r_m}.$$

其中 X 为代表性年龄(d), L_x 为 X 期的存活率, m_x 为每雌产卵数。

实验数据经方差分析有显著效应时, 采用 Duncan's 新复级差法进行多重比较。

2 结果与分析

2.1 黄瓜叶片含钾量

不同有效成分钾肥溶液处理的黄瓜叶片含钾量存在差异($F=7.499$, $d_f=4, 25$, $P<0.001$)(图 1)。5 个钾肥处理黄瓜叶片含钾量依次为 2.986, 4.947, 3.648, 3.432 和 2.767 g/kg。多重比较发现, 30 mg/L 钾肥溶液处理黄瓜叶片含钾量显著高于其他处理, 而其他处理黄瓜叶片含钾量间没有差异。我们的结果表明, 在所测试的施肥有效成分范围内, 黄瓜叶片含

钾量与施用钾肥溶液有效成分之间不存在对应关系,超过一定施肥有效成分后,叶片含钾量反而降低。

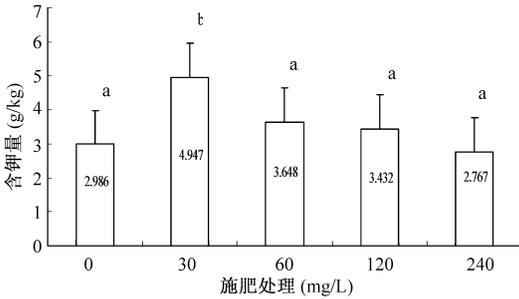


图1 不同有效成分钾肥溶液处理的黄瓜叶片含钾量
图中柱形图上字母不同表示在 0.05 水平上差异显著。

2.2 烟粉虱雌虫寿命和逐日存活率

在本研究实验条件下,不同有效成分钾肥处理黄瓜上烟粉虱雌虫的寿命存在差异 ($F = 4.031, d_f = 4, 149, P = 0.004$) (表1)。30 和 60 mg/L 钾肥溶液处理的黄瓜植株上,烟粉虱雌虫寿命显著长于其它处理,其它处理间差异不显著。在不同有效成分钾肥处理的黄瓜植株上,烟粉虱雌虫表现出相似的存活格局,即羽化后雌虫均能存活 4~5 d,此后第 5~6 d 存活率迅速下降,随后存活率下降速度趋缓(图 2)。

2.3 烟粉虱雌虫生殖力及逐日产卵量

不同有效成分钾肥处理的黄瓜植株上,烟粉虱一般在羽化后 24 h 内开始产卵,但钾肥溶液处理对产卵前期存在显著影响 ($F = 3.546, d_f = 4, 149, P = 0.009$)。产卵前期在 60 mg/L 钾肥溶液处理的黄瓜植株上最短(表 1)。在不同有效成分钾肥处理黄瓜植株上,烟粉虱雌虫在羽化后 4~7 d 日产卵量达到最大,随后逐渐减少(图 2)。单雌产卵量受钾肥溶液的显著影响 ($F = 8.782, d_f = 4, 149, P < 0.001$), 30 mg/L 和 60 mg/L 钾肥溶液处理上,烟粉虱雌虫产卵量显著高于其它 3 个处理(表 1)。结合 2.1 的分析结果,我们可以看出黄瓜叶片中含钾量较高时烟粉虱生殖力也较大,但是烟粉虱生殖力与叶片含钾量之间不存在线性关系。

表 1 烟粉虱雌虫在不同钾肥有效成分处理黄瓜植株上的产卵前期、寿命及产卵量 (mean±SE)

寄主钾处理 (mg/L)	寿命 (d)	产卵前期 (d)	单雌产卵量 (粒)
0	11.4±0.82 a	0.47±0.13 bc	67.17±8.23 a
30	15.5±1.21 b	0.50±0.09 c	135.63±12.73 b
60	16.3±1.36 b	0.20±0.07 ab	146.33±13.83 b
120	13.8±1.25 ab	0.57±0.10 c	85.83±9.15 a
240	11.0±1.26 a	0.17±0.07 a	86.30±13.33 a

注: 同列数据后字母相同表示差异不显著 (5% 水平)。烟粉虱雌虫数量均为 30 头。

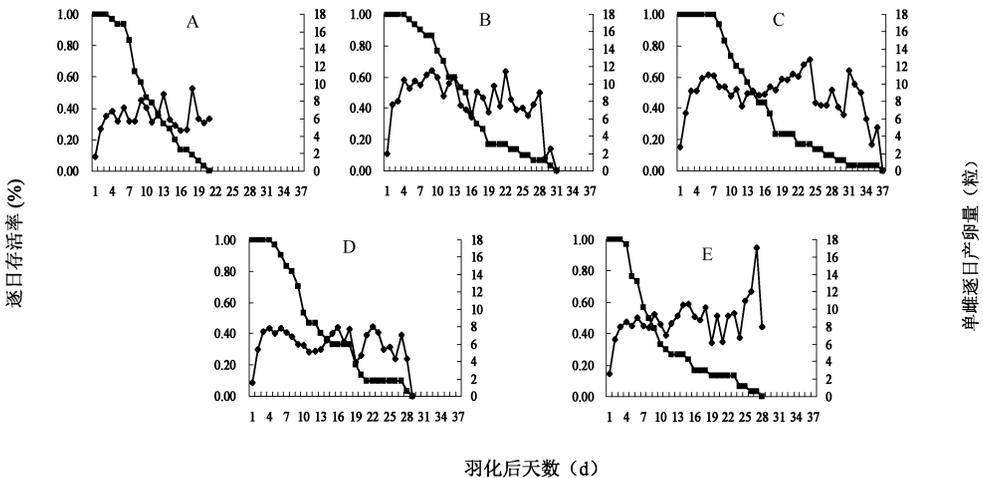


图 2 烟粉虱雌虫在不同有效成分钾肥处理黄瓜上的逐日存活率(■)和逐日产卵量(◆)
A. 0 mg/L B. 30 mg/L C. 60 mg/L D. 120 mg/L E. 240 mg/L

2.4 烟粉虱实验种群生命表参数

不同有效成分钾肥处理的黄瓜上烟粉虱实验种群生命表参数列于表 2。烟粉虱在不同处理黄瓜上的内禀增长率 (r_m) 均大于 0, 说明在不同有效成分钾肥处理的黄瓜植株上烟粉虱种群均呈现出明显增长趋势, 其中以 30 和 60 mg/L 处理黄瓜植株上的增长较快, 经过 1 个世代后分别增殖 (R_0) 111.55 和 115.18 倍。世代周

期和周限增长率在不同处理间相差不大, 烟粉虱完成 1 个世代所需要的时间在 240 mg/L 处理上最长 (29.71 d), 在 0 mg/L 处理上最短 (27.21 d); 周限增长率以 30 mg/L 处理上的最大 (1.19), 240 mg/L 处理上最小 (1.14)。因此, 在 5 种不同有效成分钾肥处理的黄瓜植株中, 30 mg/L 和 60 mg/L 处理的黄瓜植株比较适合烟粉虱生长发育和增殖。

表 2 不同钾肥有效成分处理黄瓜植株上烟粉虱实验种群的生命表参数

钾浓度 (mg/L)	烟粉虱雌虫数量 (头)	生命表参数			
		内禀增长率 r_m	净增殖率 R_0	世代周期 $T(d)$	周限增长率 λ
0	30	0.14	47.79	27.21	1.15
30	30	0.17	111.55	27.36	1.19
60	30	0.17	115.18	28.33	1.18
120	30	0.15	61.96	27.89	1.16
240	30	0.13	49.58	29.71	1.14

3 讨论

报道表明, 植物钾营养对不同的昆虫表现出不同的作用。如 Cardoso 等发现含钾量较高的大豆能加快红肩绿蝽 *Piezodorus guildinii* 的种群增长^[17]; 对另一些种类的昆虫植株钾含量高降低存活率、生殖力、体形大小等^[18~27]。本研究结果表明, 黄瓜叶片中含钾量高时, 烟粉虱种群数量增长快, 这与 Myers 和 Gratton^[27] 有关蚜虫及 Facknath 和 Laljee^[25] 有关斑潜蝇的结果不一致, 这种差异可能与昆虫和作物不同有关。另一方面, 本研究结果表明黄瓜叶片含钾量在中、低有效成分钾肥处理 (30 g/L 和 60 mg/L) 上较高, 高有效成分钾肥处理的黄瓜叶片含钾量反而较低。Myers 和 Gratton 报道大豆叶片含钾量在低、中、高三种不同钾肥施用量时分别为 1.54%、2.41% 和 2.37%^[27], 与我们的结果基本一致。不过, 我们没有测定蛭石的含钾量, 施用钾肥与叶片含钾量之间的关系可能随植株培养基质含钾量的大小而不同。

随着设施栽培技术的推广, 大棚和温室中烟粉虱发生为害日趋严重。目前, 烟粉虱防治主要依赖化学农药, 不但成本高, 而且因为黄瓜是连续采摘蔬菜, 频繁施药导致农药残留高, 严

重影响黄瓜品质, 同时致使烟粉虱抗药性发展快^[28, 29]。本试验结果表明, 黄瓜叶片中含钾量较高时, 烟粉虱的生殖能力较强, 种群数量增长较快, 含钾量较低则不利于烟粉虱产卵及其种群增长。但是烟粉虱生殖力与叶片含钾量之间不存在线性关系, 推测叶片含钾量对烟粉虱生殖力的影响存在一个阈值, 在这个阈值之上或之下叶片含钾量多少对烟粉虱生殖力的影响不大。另一方面, 黄瓜叶片含钾量随钾肥施用量增大而降低, 而黄瓜本身是需钾量大的作物^[11~13], 因此, 在生产上有可能通过增施钾肥来促进黄瓜生长发育, 同时在一定程度上降低黄瓜叶片含钾量, 从而降低烟粉虱种群的增长速度, 最终达到降低烟粉虱危害的目的。不过, 通过调节钾肥施用量来调控烟粉虱种群的效果尚需要在田间做进一步的研究。

参 考 文 献

- 1 罗晨, 张芝利. 北京农业科学, 2000(增), 4~13.
- 2 Bellows T. S., Pening T. M., Gill R. J., Headrick D. H. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 1994, **87**(2): 195~206.
- 3 Pening T. M., Cooper A. D., Rodriguez R. J., Farrar C. A., Bellows T. S. *Sciencæ*, 1993, **259**: 74~77.
- 4 赵莉, 张荣, 肖艳, 崔元, 黄伟. 新疆农业科学, 2000, **1**: 27~28.
- 5 宫亚军, 路虹. 北京农业科学, 2000(增), 14~19.

- 6 张芝利. 北京农业科学, 2000(增), 1~3.
- 7 Ren S. X., Wang Z. Z., Qiu B. L., Xiao Y. *Entomol. Sin.*, 2001, **8**(3): 279~288.
- 8 徐维红, 朱国仁, 张友军, 吴青君, 徐宝云, 等. 昆虫知识, 2003, **40**(5): 453~455.
- 9 沈斌斌, 任顺祥, 吴建辉, 周秉昌. 华南农业大学学报(自然科学版), 2004, **5**(1): 40~43.
- 10 沈斌斌, 吴建辉, 任顺祥. 江西农业大学学报, 2004, **26**(1): 17~20.
- 11 王凤婷, 艾希珍, 刘金亮, 徐坤范. 植物营养与肥料学报, 2005, **11**(5): 682~687.
- 12 王凤婷, 艾希珍, 刘金亮, 徐坤范. 山东农业大学学报(自然科学版), 2005, **36**(1): 93~96.
- 13 王喜枝. 河南农业大学学报, 2003, **37**(4): 379~382.
- 14 陈惠阳, 王明祖. 仲恺农业技术学院学报, 2000, **13**(3): 39~42.
- 15 臧连生, 刘银泉, 刘树生. 昆虫知识, 2005, **42**(3): 329~331.
- 16 张孝羲. 昆虫生态及预测预报(第3版). 北京: 中国农业出版社, 2002. 78~80.
- 17 Cardoso A. M., Cividanes F. J., Natale E. W. *Neotrop. Entomol.*, 2002, **31**: 441~444.
- 18 Rosseto D., Florcovski J. L., Calafiori M. H. *Ecosistema*, 1997, **22**: 52~58.
- 19 Sudhakar K., Purnaiah K. C., Krishnaya P. V. J. *Entomol. Res.*, 1998, **22**: 283~286.
- 20 Thyagaraj N. E., Chakravathy A. K. *Insect Environ.*, 1999, **4**: 139~140.
- 21 Denke D., Schulthess F., Bonato O., Gounou S., Smith H. *Insect Sci. Appl.*, 2000, **20**: 151~156.
- 22 Ali A. G., Abdel-Hafiz N. A., Abdel-Rahman M. A. A. *Assiut J. Agric. Sci.*, 2001, **32**: 19~27.
- 23 Parihar S. B. S., Upadhyay N. C. *Insect Environ.*, 2001, **7**: 10~11.
- 24 Slamn F. A. A. *Assiut J. Agric. Sci.*, 2002, **33**: 13~20.
- 25 Facknath S., Lalljee B. *Ent. Exp. Appl.*, 2005, **115**: 67~77.
- 26 Myers S. W., Gratton C., Wolkowski R. P., Hogg D. B., Wedberg J. L. *J. Econ. Entomol.*, 2005, **98**: 113~120.
- 27 Myers S. W., Gratton C. *Environ. Entomol.*, 2006, **35**(2): 219~227.
- 28 Prahaker N., Coudriet D. L., Meyerliuk D. E. *J. Econ. Entomol.*, 1985, **78**: 748~52.
- 29 Cahill M., Denholm I., Byme F. J., Devonshire A. L. *Proc. Brighton Crop Protec. Confer.*, 1996, **1**: 75~80.
- 30 梁爱萍. 昆虫知识, 2005, **42**(3): 332~337.

柿绒粉蚧的发生规律及防治

邓根明¹ 罗 标^{1*} 卿 澈¹ 蔡少雄²

(1. 广西灌阳县农作物病虫害测报站 灌阳 541600; 2. 桂林市植物保护站 桂林 541001)

Occurrence of *Eriococcus kaki* and its control. DENG Gen-Ming¹, LUO Biao^{1*}, QING Che¹, CAI Shao-Xiong²
(1. *Forecast Station of Plant Disease and Insect Pests of Guanyang County, Guangxi Province*, Guanyang 541600, China; 2. *Guilin Plant Protection Station*, Guilin 541001, China)

Abstract Gum scale, *Eriococcus kaki* Kuwana, is a serious pest damaging persimmon in Guanyang County, Guangxi Province. There are six generations per year. The peak periods of young nymphs in each generation from the first to sixth were the last of March to early of April, the last of May to early of June, the last of June to early of July, the early and middle of August, the early and middle of September, the middle of October to the early of November, respectively. The egg stage was 7~18 days, nymph stage was 22~136 days and adult stage was 6~140 days. The machine oil emulsion or sodium abietate had been recommended spraying before persimmon bud stage the experimental results showed that the effectiveness of spraying 40% chlorpyrifos EC with 25% buprofezin or 80% dichlorvos EC with 10% imidacloprid WP or 3% acetamiprid WP, was more than 99% to control young nymphs of first generation.

Key words *Eriococcus kaki*, life cycle, effect of insecticide

* E-mail: luobiao1063@yahoo.com.cn

收稿日期: 2006-09-03, 修回日期: 2006-10-09, 2007-04-04 再修回