

淡色库蚊氯菊酯抗性品系和敏感品系的生物学特性

宋锋林, 赵彤言*, 董言德, 陆宝麟

【摘要】 目的 比较淡色库蚊氯菊酯抗性品系和敏感品系生物学特性的差异。方法 在实验室观察淡色库蚊氯菊酯抗性品系及敏感品系的吸血、繁殖和发育等生物学特性,构建实验种群生命表。结果 淡色库蚊氯菊酯抗性品系吸血率低于敏感品系,卵、幼虫和蛹的发育历期及成虫寿命均长于敏感品系,卵期死亡率高于敏感品系。以上各项,两种品系间差异均具有显著性意义 ($P < 0.01$)。抗性品系相对于敏感品系的适合度为 0.58。结论 淡色库蚊氯菊酯抗性品系表现出对生长发育和繁殖的不利性。

【关键词】 淡色库蚊;氯菊酯;抗药性

中图分类号:R384.112

文献标识码:A

Study on the Biological Characteristics of Permethrin-Resistant and Susceptible Strains of *Culex pipiens pallens*

SONG Feng-lin, ZHAO Tong-yan*, DONG Yan-de, LU Bao-lin

(Institute of Microbiology and Epidemiology, Beijing 100071, China)

【Abstract】 Objective To compare the biological characteristics of *Culex pipiens pallens* between permethrin-resistant strain and the susceptible strain. **Methods** In laboratory, the biological characteristics about bloodsucking, reproduction and development of permethrin-resistant and susceptible strains were observed and recorded. Life table of the experimental populations was constituted. **Results** The bloodsucking rate of resistant strain was lower than susceptible strain and the difference was significant. The life-span of adults of resistant strain and the developmental duration of eggs, larvae and pupae were longer than susceptible strain and the difference was significant. The death rate of eggs of resistant strain was higher than that of susceptible strain and the difference was significant. The permethrin-resistant strain showed a fitness value of 0.58 relative to the susceptible strain. **Conclusion** The permethrin resistance of *Culex pipiens pallens* may result in a disadvantage to its reproduction and development.

【Key words】 *Culex pipiens pallens*; Permethrin; Drug resistance

Supported by the National Natural Science Foundation of China (No. 39470643)

* Corresponding author, E-mail: zhaoty@nic.bmi.ac.cn

拟除虫菊酯类杀虫剂因具有高效、广谱、对高等动物低毒等特点而被广泛地用于农业和卫生害虫的防治^[1]。随着该类药物的大量使用,昆虫逐渐产生了抗药性,影响了该类杀虫剂的使用效果。据世界卫生组织(WHO)报告,全世界已有 140 多种媒介昆虫对不同的杀虫剂产生了抗性^[2]。

淡色库蚊(*Culex pipiens pallens*)是我国北方地区常见的蚊种,也是一种重要的媒介昆虫^[3]。通过在实验室条件下观察淡色库蚊抗性品系和敏感品系吸血、产卵,以及存活等生物学特性,并比较它们之间的异同,求得抗性品系相对适合度。为制定合适的化

学防治措施提供理论依据。

材料与方法

1 蚊虫

淡色库蚊敏感品系,由军事医学科学院微生物流行病研究所昆虫养殖室提供。常规保种 10 年以上,未接触任何杀虫剂。

淡色库蚊氯菊酯抗性品系选育:以淡色库蚊的敏感品系(原始采集地为北京市)为初始种群进行选育。参照文献[4]方法,将淡色库蚊四龄初幼虫放入用过夜清水配制的氯菊酯液中(浓度为 50%~70%,致死浓度)(氯菊酯原药为 92%浓度,由南京军区军事医学研究所提供),24 h 后挑出存活幼虫,连续养殖传代。药物处理隔代进行。至第 42 代,抗

基金项目:国家自然科学基金(No. 39470643)
作者单位:军事医学科学院微生物流行病研究所,北京 100071
* 通讯作者, E-mail: zhaoty@nic.bmi.ac.cn

性指数为 238 倍。

2 毒力测定

幼虫浸渍法^[5]。氯菊酯原药浓度为 92%，用丙酮稀释，测定第 42 代所用的浓度分别为 1.10、1.05、1.00、0.95、0.90、0.85 和 0.70 mg/L。取 199 ml 过夜清水放入 20~30 条四龄初幼虫，加 1 ml 不同浓度的药液，24 h 观察结果。同时设丙酮（1 ml）对照组。重复测定 3 次。不能逃避机械刺激的幼虫判为死亡幼虫。

3 生物学特性观察

抗性品系和敏感品系的淡色库蚊置于不同的养殖室分开饲养，温度 26 ± 1 °C，相对湿度 $80\% \pm 5\%$ ，每天光照 14 h。各品系成蚊在羽化后的第 5 天喂小鼠血，喂血后第 3 天放水碗收卵。将培养至第 42 代雌蚊及敏感品系雌蚊第 1 次吸血后所产卵块分别编号，置于盛有过夜清水的搪瓷碗中单块饲养，定时观察并记录卵的孵化时间和孵化率、幼虫的历期、化蛹

率及蛹羽化率等。重复 3 次，取平均值。最后构建种群生命表。求出净增殖率 (R_0) 和相对适合度 (relative fitness)。计算公式： $R_0 = N_{t+1}/N_t$ ，其中， N_t 为种群的起始个体数， N_{t+1} 为繁殖一代后的种群个体数。

结 果

1 淡色库蚊抗性品系和敏感品系主要生物学参数

淡色库蚊氯菊酯抗性品系的产卵量与敏感品系接近，两者差异无显著性意义 ($t = 0.3, P > 0.05$)。抗性品系的卵、幼虫和蛹的平均发育历期及雌雄成蚊寿命，均长于敏感品系，两者差异具有显著性意义 (u 值分别为 190.7, 37.0, 7.2, 8.7 和 6.6。 P 值均 < 0.01)。幼虫的各发育历期，抗性品系的一龄历期短于敏感品系，两者差异具有显著性意义 ($u = 43.5, P < 0.01$)。二龄历期两者相等。三龄及四龄历期，抗性品系明显长于敏感品系，两者差异具有显著性意义 (u 值分别为 20.5 和 32.6, P 值均 < 0.01) (表 1)。

表 1 淡色库蚊氯菊酯抗性品系和敏感品系生物学参数比较

Table 1 Comparison of biological parameters between resistant and susceptible strains of *Culex pipiens pallens*

生物学参数 Biological parameters	抗性品系 Resistant strain		敏感品系 Susceptible strain	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
产卵量(粒/雌) Quantity of oviposition(No./female)	25	219.0 ± 32.8**	25	202.0 ± 43.7
卵平均历期(h) Average period of eggs	1 246	44.6 ± 0.6*	1 835	40.4 ± 0.6
幼虫平均历期(h) Average period of larvae	1 149	238.0 ± 19.5*	1 513	212.0 ± 16.5
一龄 Period of first-instar larvae(h)	1 246	54.0 ± 2.1*	1 822	59.0 ± 4.2
二龄 Period of second-instar larvae(h)	1 246	32.0 ± 4.3	1 822	32.0 ± 6.4
三龄 Period of third-instar larvae(h)	1 238	51.0 ± 10.2*	1 822	43.0 ± 11.1
四龄 Period of forth-instar larvae(h)	1 194	101.0 ± 19.5*	1 513	78.0 ± 16.5
蛹平均历期(h) Average period of pupae(h)	1 150	58.0 ± 22.9*	1 513	52.0 ± 18.9
雌蚊成蚊寿命(h) Life-span of females adults(h)	560	792.0 ± 340.8*	746	638.4 ± 278.4
雄蚊成蚊寿命(h) Life-span of males adults(h)	547	475.0 ± 225.6**	746	393.6 ± 208.8

注：3 次实验平均值。两种品系比较，*： $P < 0.01$ ，**： $P > 0.05$ 。

Note: Figures are average of three experiments. Comparison between resistant and susceptible strains: *： $P < 0.01$ ，**： $P > 0.05$ 。

2 淡色库蚊抗性品系和敏感品系幼虫的累积发育速率

抗性品系在幼虫孵出后的第 195 h 开始化蛹，历时 95.5 h。敏感品系在第 176 h 开始化蛹，历时 87 h。抗性品系平均发育历期延长 26 h。个体间比较，抗性品系开始化蛹时间推迟 19 h，化蛹的持续时间延长 8.5 h (图 1)。

3 两种品系的实验种群生命表

总体上，两种品系的卵期及四龄期幼虫死亡率均较高，提示其抵抗力均较弱。卵期死亡率抗性品系比敏感品系高 36.4%，四龄期幼虫死亡率敏感品系比抗性品系高 13.4%，吸血率敏感品系比抗性品系高 18.4%。以上各项差异均具有显著性意义 ($P < 0.01$)。抗性品系的 R_0 约为敏感品系的 1/2 (抗性品系的相对适合度为 0.58)。表明随着蚊虫抗药性的出现，抗性品系种群生长繁殖不利的现象逐渐表现出来 (表 2)。

表 2 淡色库蚊抗性品系和敏感品系实验种群生命表
Table 2 Life table of the experimental populations of resistant and susceptible strains

发育阶段 Developmental stage	抗性品系(蚊虫数量) Resistant strain(No. of mosquitoes)	敏感品系(蚊虫数量) Susceptible strain(No. of mosquitoes)
初产卵数 No. of eggs produced	100.0(2 216)	100.0(1 980)
卵期死亡率 Death rate of eggs(%)	43.8*	7.3
存活卵数 Survival eggs	56.2(1 246)	92.7(1 835)
一龄幼虫死亡率 Death rate of first-instar larvae(%)	0	0.7
存活数 Survival larvae of first-instar	56.2(1 246)	92.0(1 822)
二龄幼虫死亡率 Death rate of second-instar larvae(%)	0	0
存活数 Survival larvae of second-instar	56.2(1 246)	92.0(1 822)
三龄幼虫死亡率 Death rate of third-instar larvae(%)	0.7	0
存活数 Survival larvae of third-instar	55.9(1 238)	92.0(1 822)
四龄幼虫死亡率 Death rate of forth- instar larvae(%)	3.5*	17.0
存活数 Survival larvae of forth- instar	53.9(1 194)	76.4(1 513)
蛹期死亡率 Death rate of pupae(%)	3.7	0
存活数 Survival pupae	51.9(1 150)	76.4(1 513)
羽化阶段死亡率 Death rate during eclosion(%)	3.8	1.4
成蚊数 Quanity of adults	50.0(1 107)	75.4(1 492)
成雌率 Female rate(%)	50.6	50.0
雌蚊数 Quanity of females	25.3(560)	37.7(746)
吸血率 Bloodsucking rat(%)	71.0*	89.4
吸血雌蚊数 Quanity of bloodsucking females	18.0(398)	33.7(667)
平均产卵量 Average ovipositiort(No. /female)	219.0(25)	202.0(25)
预计下一代产卵数 Estimated oviposition of next generation	3 931.05	6 807.40
净增殖率(R_0) Net reproductive rate	39.31	68.07
相对适合度 Relative fitness	0.58	1.00

注 : 3 次实验平均值。两种品系比较 , * : $P < 0.01$ 。

Note : Figures are average of three experiments. Comparison between resistant and susceptible strains , * : $P < 0.01$.

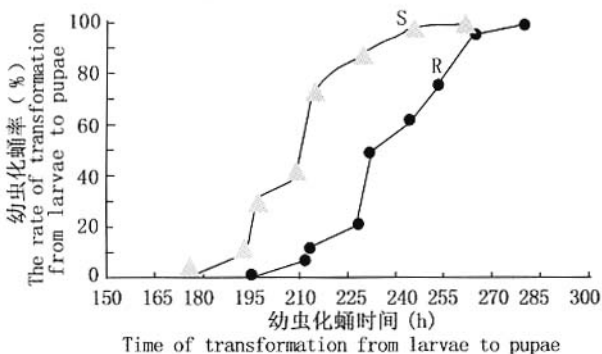


图 1 抗性品系(R)和敏感品系(S)幼虫的累积发育速率
Fig.1 Accumulative developmental rate of the resistant and susceptible strains

讨 论

本试验结果表明,抗性品系的吸血率低于敏感品系,卵期死亡率高于敏感品系,卵、幼虫和蛹的历期及成虫的寿命均长于敏感品系。表明抗性品系的繁殖能力、生存能力和发育速率均明显减弱。净增殖率(R_0) 约为敏感品系的 1/2, 相对适合度为 0.58。抗

性品系适合度的下降有利于对抗性的治理。在蚊虫对原杀虫剂的选择压力消除后,由于抗性品系生长发育和繁殖的不利性,抗性个体在自然种群中的比例会逐渐降低,抗性基因频率随之下降,自然种群逐步恢复对原杀虫剂的敏感性,这在一定程度上延缓了抗性的发展。在蚊虫的化学防治中应充分注意这一现象,采用暂停使用或轮流使用杀虫剂的方法,既可减少杀虫剂用量,又能提高灭蚊效果。

参 考 文 献

[1] 朱成璞,主编. 卫生杀虫药械应用指南[M]. 上海交通大学出版社,1989.59-60.
[2] WHO. Vector resistance to pesticides[M]. Technical Report Series, 1992 818.
[3] 陈佩惠,主编. 人体寄生虫学[M]. 第 4 版. 北京 :人民卫生出版社,1999.232-245.
[4] Bisset J, Rodriguez M, Soca A, et al. Cross-resistance to pyrethroid and organophosphorus insecticides in the southern house mosquito(*Diptera : zulicidae*) from Cuba[J]. J Med Entomol, 1997 34 244-246.
[5] 刘维德. 害虫的抗药性 : IX. 蚊类抗药性的测定方法[J]. 昆虫知识, 1983 20 :141-143.
[6] 苏寿■,叶柄辉,主编. 现代医学昆虫学[M]. 北京 :高等教育出版社,1996.95-106.

(收稿日期 :2004-02-26 编辑 :伯韦)