

二斑叶螨在 4 种寄主植物上的实验种群 生命表组建与分析

牛永浩, 周长勇, 花蕾

(西北农林科技大学 植保学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘要] **【目的】**了解二斑叶螨在菜豆、桃、苹果、凤仙花 4 种寄主植物上的种群变化规律,为二斑叶螨的测报和防治提供理论依据。**【方法】**在室温((25±1)℃)、光照 16 h、相对湿度 20 %的条件下,组建二斑叶螨在菜豆、苹果、桃、凤仙花上的实验种群生命表。**【结果】**二斑叶螨在菜豆、桃、苹果、凤仙花 4 种寄主上的内禀增长率 r_m 分别为 0.210 5, 0.192 6, 0.181 7, 0.149 7;在菜豆、桃、苹果、凤仙花 4 种寄主植物上,随着时间的增加,二斑叶螨每雌产雌数总体上呈先增加后减少的趋势,二斑叶螨在以上 4 种寄主植物上平均每雌产雌数分别为 1.867 4, 1.436 2, 2.851 2, 1.034 2。**【结论】**二斑叶螨在这 4 种寄主植物上种群数量均增加,在菜豆上的适应度和嗜食性最好,在苹果上的种群繁殖速度最快。

[关键词] 二斑叶螨;寄主植物;实验种群生命表;内禀增长率;每雌产雌数

[中图分类号] S436.661.2⁺3 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-9387(2008)03-0166-05

Establishment and analysis of life table for experimental population of *Tetranychus urticae* Koch on 4 host plants

NIU Yong-hao, ZHOU Chang-yong, HUA Lei

(College of Plant Protection, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: **【Objective】**In order to know the population dynamics of *Tetranychus urticae* koch in the bean, peach, apple and balsamine, the theory basis for forecast and control *Tetranychus urticae* Koch was provided. **【Method】**The life table of experimental population was established at constant temperature of ((25±1)℃), illumination time of 16 hours and humidity of 20%. **【Result】**The results of experiment indicated that the innate capacities of increase were 0.210 5/d, 0.192 6/d, 0.181 7/d and 0.149 7/d on these host plants. As time increased, the number of female offspring was increased first and then declined. The rates of *Tetranychus urticae* Koch breed female offspring on these plants were 1.867 4, 1.436 2, 2.851 2, 1.034 2. **【Conclusion】**The quantity of the offspring increased obviously, *Tetranychus urticae* Koch addition best on the kidney bean, fastest breeding stocks on apple.

Key words: *Tetranychus urticae* Koch; host plant; experimental population life table; intrinsic increase rate; average female offspring number

二斑叶螨(*Tetranychus urticae* Koch)又名二点叶螨,属叶螨科叶螨属,是一种分布于温带、亚热

* [收稿日期] 2007-03-12
[基金项目] 农业部农业结构调整重大技术研究专项“无公害优质苹果生产关键技术研究”(2002-08-03A)
[作者简介] 牛永浩(1979—),男,陕西扶风人,在读博士,主要从事苹果病虫害防治研究。E-mail: xiaoniufu@yahoo.com.cn
[通讯作者] 花蕾(1948—),男,陕西蒲城人,教授,博士生导师,主要从事果树病虫害无公害化防治研究。
E-mail: hua-lei@sohu.com

带地区的害螨，为蔬菜、花卉、果树上的重要害螨之一，其寄主植物共有 50 科 200 余种。该螨以刺吸式口器刺吸植物的汁液，幼、若螨和成螨均能危害寄主的叶片、芽和嫩茎^[1]。该螨自 1996 年传入陕西以后，在陕西的危害范围和程度日趋严重^[2]，受害程度最为严重的是苹果、桃树，其次是菜豆、花卉和杂草。菜豆是二斑叶螨最嗜好的寄主植物之一；苹果、桃是陕西重要的经济作物；凤仙花是陕西果园周围常见的花卉品种，这 4 种植物基本可以代表二斑叶螨最喜欢取食的蔬菜、果树和花卉^[3]。利用菜豆、苹果作为寄主研究二斑叶螨室内生命表已有相关报道^[4-5]，但在相同条件下种群同时以菜豆、苹果、桃、凤仙花 4 种植物为寄主，进行实验种群生命表的研究尚未见报道。本研究在室温((25±1)℃)、光照 16 h、相对湿度 20% 的条件下组建二斑叶螨在菜豆、苹果、桃、凤仙花上的实验种群生命表，以了解二斑叶螨在这 4 种主要寄主植物上的种群变化规律，探讨二斑叶螨与寄主植物的相互关系，为二斑叶螨的测报和防治提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 材 料

供试二斑叶螨采自陕西省凤翔县田家庄镇苹果园，带回实验室，饲养于苹果叶片上。

1.2 方 法

1.2.1 二斑叶螨的饲养 在直径 12 cm 培养皿内放一层 1 cm 厚的浸水海绵，其上平铺一张滤纸，滤

纸上放置新鲜、洁净的 4 种寄主植物叶片各 1 片，叶背向上，叶柄用浸透水的脱脂棉球包住。将供试的二斑叶螨雌成螨用毛笔挑在叶片背面饲养，让其自由产卵，然后进行挑除，每叶片只留 1 粒卵，随即置于温度为(25±1)℃、相对湿度 20%、光照时间 16 h 的人工气候箱中进行饲养，每隔 3 d 更换 1 次叶片。选择菜豆、苹果、桃、凤仙花作为饲养寄主，每种寄主植物每次保留 60 粒卵，重复 2 次。

1.2.2 二斑叶螨的观察记载 从进入试验之日起，每天观察 2 次(08:00 时和 20:00 时)，记录二斑叶螨的发育进展及死亡情况；一旦进入成螨阶段，即统计其性别比，进行雌雄配对(雄螨不足时，从实验室内苹果叶片上饲养的非试虫中采集补充)，并开始记录雌成螨产卵量，随后将卵挑出，直到雌螨自然死亡为止。

1.2.3 二斑叶螨实验种群生命表的主要指标 净增值率 $R_0 = \sum L_X M_X$ ；平均世代周期 $T = \sum L_X M_X X / \sum L_X M_X$ ；内禀增长率 $r_m = \ln R_0 / T$ ；周限增长率 $\lambda = \exp(r_m)$ ；种群加倍时间 $t = \ln 2 / r_m$ 。式中， X 为时间间隔(d)； L_X 表示任一个体在 X 期间的存活率； M_X 表示在 X 期间平均每雌产卵数。

2 结果与分析

2.1 二斑叶螨实验种群的生命表

根据单体连续饲养观察结果，组建了 25℃恒温条件下二斑叶螨种群在菜豆上特定时间生命表(表 1)，其在苹果、桃、凤仙花上的生命表制作依此类推。

表 1 25℃下二斑叶螨在菜豆叶片上的特定时间实验种群生命表

Table 1 Life table of experimental population of <i>Tetranychus urticae</i> Koch on bean at special time									
X/d	L_X	M_X	$L_X M_X$	$L_X M_X X$	X/d	L_X	M_X	$L_X M_X$	$L_X M_X X$
1	1.000 0	0	0	0	18	0.507 7	1.122 0	0.569 6	10.253 5
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	19	0.495 1	0.914 8	0.452 9	8.605 4
7	0.861 3	0	0	0	20	0.484 2	1.249 4	0.605 0	12.099 2
8	0.822 5	0.978 3	0.804 7	6.437 2	21	0.433 1	0.914 8	0.396 2	8.320 2
9	0.773 0	1.501 9	1.160 9	10.448 8	22	0.422 9	0.824 9	0.348 9	7.674 7
10	0.764 3	2.188 9	1.672 9	16.729 8	23	0.422 0	0.486 3	0.422 0	9.706 0
11	0.619 1	2.356 2	1.458 7	16.045 9	24	0.409 7	1.286 3	0.526 9	12.647 9
12	0.598 6	3.079 8	1.843 6	22.122 8	25	0.356 2	0.785 4	0.279 8	6.994 0
13	0.556 4	3.251 6	1.809 2	23.519 5	26	0.309 1	0.625 9	0.193 5	5.030 1
14	0.542 8	4.563 9	2.477 3	34.682 0	27	0.076 5	0.943 5	0.072 2	1.948 8
15	0.539 7	5.237 4	2.826 6	42.399 4	28	0.021 9	0	0	0
16	0.520 3	4.505 7	2.344 3	37.509 1	Σ	—	—	21.868 4	320.427
17	0.518 9	3.089 4	1.603 1	27.252 5					

雌雄性比按实际统计得出(菜豆 1.714 7 : 1;桃 2.079 6 : 1;苹果 3.021 8 : 1;凤仙花 2.580 4 : 1)，计算二斑叶螨在各寄主植物上的净增殖率 R_0 、平均世代周期 T 、内禀增长率 r_m (用近算法)^[6-7]、周限增

长率 λ 和种群加倍时间 t (表 2)^[8]。

由表 2 可知，在温度 25℃、光照时间 16 h、相对湿度 20%、食物充足、排除天敌和雨水等饲养条件下，二斑叶螨种群在 4 种寄主植物(菜豆、桃、苹果、

凤仙花)上的内禀增长率 r_m 依次为 0.210 5, 0.192 6, 0.181 7, 0.149 7, 且 $r_m > 0$, 说明二斑叶螨种群数量上升。可见, 当二斑叶螨种群处在一个无限制的环境中, 且年龄结构稳定时, 在所选的 4 种寄主植物中, 二斑叶螨种群在菜豆上的内禀增长率最大, 其次是桃, 再次是苹果, 在凤仙花上的内禀增长

表 2 不同寄主植物上二斑叶螨的实验种群参数

Table 2 Parameter of population life table of *Tetranychus urticae* Koch in different plants

参数 Parameter	菜豆 Bean	桃 Peach	苹果 Apple	凤仙花 Balamine
净增殖率(R_0)Net reproductive rate	21.868 4	22.751 7	25.863 2	17.924 1
平均世代周期(T)/d Mean generation time	14.652 5	16.221 8	17.902 9	19.279 4
内禀增长率(r_m)Intrinsic increase rate	0.210 5	0.192 6	0.181 7	0.149 7
周限增长率(λ)Finite increase rate	1.234 3	1.212 4	1.199 3	1.161 5
种群加倍时间(t)/d Populatioing doubling time	3.292 9	3.598 9	3.814 5	4.630 2

净增殖率 R_0 表示每雌经历一个世代可生产的雌性后代数。从表 2 可以看出, 在苹果上二斑叶螨的净增殖率最大, 为 25.863 2, 其次是桃、菜豆, 凤仙花最小。

平均世代周期 T 表示从卵开始到最后死亡的时间值, 即一个世代的平均寿命值。由表 2 可知, 在凤仙花上, 二斑叶螨种群的平均世代周期最长, 为 19.279 4 d。周限增长率 λ 表示种群在单位时间里的理论增长倍数。在本试验中, 4 种寄主植物上二斑叶螨的周限增长率差异不明显。种群加倍时间 t 指种群密度增加 1 倍时所用的时间。在菜豆上, 二斑叶螨的种群加倍时间最短, 在凤仙花上的种群加倍时间最长。

2.2 不同寄主植物对二斑叶螨存活率的影响

根据不同寄主植物上特定时间实验种群生命表的数据, 以时间(d)为横轴, 以二斑叶螨种群存活率为纵轴, 绘制二斑叶螨在不同寄主植物上的存活率曲线, 结果见图 1。

率最小。种群内禀增长率 r_m 从一个侧面反映二斑叶螨对寄主的适应度和嗜食性, 因此仅根据 r_m 来考虑, 二斑叶螨在这 4 种寄主植物上的适应度和嗜食性以菜豆上最好, 桃上较好, 苹果上次之, 凤仙花上最差。

Pearl 和 Deevey 将生物种群的存活率曲线分成 3 种类型(图 2)^[9-10], I 型曲线呈现明显的上拱形, 在这类动物中, 绝大多数个体均能实现其平均寿命, 待达到其固定的寿命时, 几乎同时死亡, 即死亡主要发生在年老的个体中; II 型呈现一条平滑下降直线, 这类动物在各个龄期的死亡率基本相等; III 型曲线呈现明显的下凹形, 这类动物的幼体死亡率极高, 但当发育到成熟个体时, 死亡率低且稳定。从图 1 可以看出, 二斑叶螨以苹果为寄主时存活率曲线属典型 I 型; 而以菜豆、桃和凤仙花为寄主植物时, 存活率曲线介于 I 和 III 型之间, 但偏向于 I 型, 其中以菜豆的存活曲线最典型。这表明, 在不同寄主植物上, 二斑叶螨的存活率曲线有差异。除苹果外, 在其他 3 种寄主植物上二斑叶螨幼年时存活率都不是很高; 相对于其他寄主植物, 在桃和菜豆上, 二斑叶螨幼年时存活率均比较低, 但因为二斑叶螨大量死亡出现在产卵后, 所以这些寄主植物的二斑叶螨仍可以顺利地地完成其生命周期。

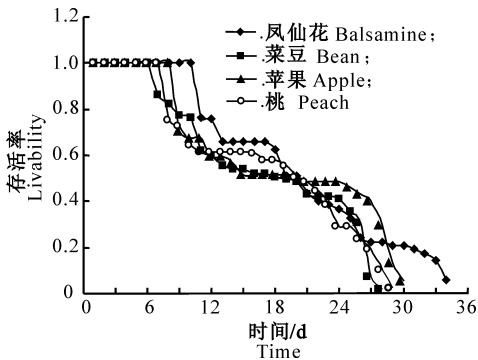


图 1 二斑叶螨在 4 种寄主植物上的存活率曲线
Fig.1 Livability of *Tetranychus urticae* Koch at four plants

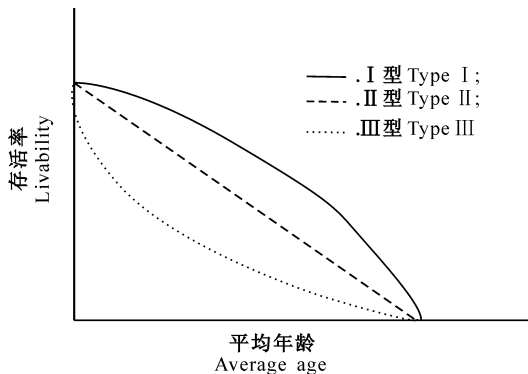


图 2 二斑叶螨存活曲线的 3 种类型
Fig.2 Three live curvilinear of *Tetranychus urticae* Koch

2.3 不同寄主植物对二斑叶螨每雌产雌数的影响

根据不同寄主植物上特定时间实验种群生命表数据,以时间(d)为横轴,以二斑叶螨每雌产雌数为纵轴,绘制不同寄主植物上每头二斑叶螨雌螨产雌数与时间的关系曲线,结果见图 3^[11-12]。从图 3 可以看出,随着时间的增加,二斑叶螨每雌产雌数总体上呈先增大后减少的趋势,中间有一个峰值,在不同寄主植物上,峰值出现的时间和幅度均有一定差异。对不同寄主植物上二斑叶螨每雌产雌数进行方差分析,结果见表 3。由表 3 可以看出,不同寄主植物上二斑叶螨平均每雌产雌数存在极显著差异,其中在苹果上二斑叶螨的平均每雌产雌数最高,说明在苹果上其种群繁殖速度最快。

表 3 不同寄主植物上二斑叶螨平均每雌产雌数的比较(Ducan 检测)

寄主植物 Parasitical plant	自由度 Freeness limit	平均每雌产雌数 Increased female offspring/Day	$\alpha=0.05$	$\alpha=0.01$
菜豆 Bean	19	1.867 4	bc	AB
桃 Peach	20	1.436 2	bc	B
苹果 Apple	36	2.851 2	a	A
凤仙花 Balsamine	25	1.034 2	c	B

3 结论与讨论

种群内禀增长率是反映物种繁殖能力的一个重要指数,其既考虑到种群的出生率和死亡率,又涉及到种群的年龄组配、产卵力及发育速度等因素,因此能敏感地反映环境条件的变化,尤其是对于世代重叠、年龄组配较为稳定的种群,如实验种群。本研究中,二斑叶螨在 4 种寄主植物上的内禀增长率 r_m 从高到低依次为:菜豆(0.210 5)>桃((0.192 6)>苹果(0.181 7)>凤仙花(0.149 7)。此外,二斑叶螨种群内禀增长率 r_m 可以从一个侧面反映二斑叶螨对寄主的适应度和嗜食性,仅从 r_m 角度考虑,二斑叶螨在这 4 种寄主植物上的适应度和嗜食性以菜豆最好,桃较好,苹果次之,凤仙花最差。在不同寄主植物上嗜食性的差异,可能与植物产生的次生物质有一定关系,也可能是二斑叶螨嗜好植物中的某一种物质,它的嗜食性与这种植物中某种物质含量有着密切的关系。究竟是什么因素对嗜食性起作用,有待于进一步的研究。本研究对二斑叶螨在这 4 种寄主植物上的存活率曲线进行比较表明,二斑叶螨在苹果上各个虫期的存活率均比较高,在其他 3 种寄主上各个虫期(特别是幼虫期)的存活率都相对较低,但是在所选的 4 种寄主上,二斑叶螨种群大多数个体均可以顺利完成其生命周期。从二斑叶螨在 4

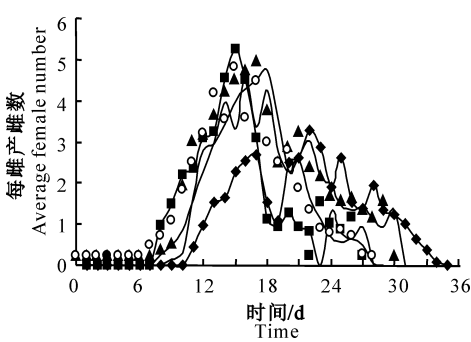


图 3 不同寄主植物上二斑叶螨每雌产雌数与时间的关系
—◆—, 凤仙花; —■—, 菜豆; —▲—, 苹果; —○—, 桃

Fig. 3 Relationship of *Tetranychus urticae* Koch female offspring and time at different plants
—◆—, Balsamine; —■—, Bean; —▲—, Apple; —○—, Peach

种寄主上每雌产雌数可以看出,二斑叶螨在苹果上的平均每雌产雌数最高,说明其在苹果上种群繁殖力强,种群增长速度最快。

尽管实验种群生命表所揭示的种群动态与田间自然种群动态反映有差异,但对田间调查、虫情测报等有很重要的参考价值。

[参考文献]

[1] 匡海源. 农螨学 [M]. 北京: 农业出版社, 1986.
Kuang H Y. Agricultural acarid [M]. Beijing: Agriculture Publishing House, 1986. (in Chinese)

[2] 胡展育, 邹军锐. 叶螨的研究进展 [J]. 山地农业生物学报, 2004, 23(5): 442-447.
Hu Z Y, Zhi J R. Review of the researches on *Tetranychus urticae* Koch [J]. Journal of Mountain Agriculture and Biology, 2004, 23(5): 442-447. (in Chinese)

[3] 安瑞军, 李秀辉, 张继星. 二斑叶螨生物学研究 [J]. 内蒙古民族大学学报, 2004, 19(6): 641-643.
An R J, Li X H, Zhang J X. A study on biological features of *Tetranychus urticae* Koch [J]. Journal of Inner Mongolia for Nationalities, 2004, 19(6): 641-643. (in Chinese)

[4] 牛永浩, 花蕾, 相建业. 二斑叶螨实验种群生命表的组建与分析 [J]. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2006, 26(4): 15-17.
Niu Y H, Hua L, Xiang J Y. Establishment and analysis of life table for experimental population of *Tetranychus urticae* Koch [J]. Journal of Northwest A&F University: Natural Science Edition, 2006, 26(4): 15-17. (in Chinese)

[5]

蔡双虎,程立生,沙林华. 二斑叶螨在 5 种寄主植物上的实验种群生命表的制作与分析 [J]. 热带作物学报,2003,24(4):43-47.
Cai S H, Cheng L S, Sha L H. Establishment and analysis of life table for experimental population of *Tetranychus urticae* Koch on 5 host plant [J]. Journal of Tropical Crops, 2003, 24(4):43-47. (in Chinese)

[6]

徐汝梅. 昆虫种群生态学[M]. 北京:北京师范大学出版社, 1987:97-148.
Xu R M. Ecology of insect population [M]. Beijing: Beijing Normal University Publishing House, 1987: 97-148. (in Chinese)

[7]

Shih C. Biology life table and intrinsic rate of increase of *Tetranychus urticae* [J]. Ann Entomol Soc Am, 1976, 69: 362-364.

[8]

FAO. Revised method for Spider Mite and their eggs(*Tetranychus spp.* and *Panonychus ulmi* Koch) [J]. Plant production and protection, 1980, 21: 49-54.

[9]

Watson T F. Influence of host plant condition on population increase of *Tetranychus telarius* [J]. Systematic and Applied Acarology, 1997, 39: 273-322.

[10]

Boczek J, Wladyslaw, Robert D. Some morphological and biological differences in *Aculus Fockeui* on various host plants [J]. Internat J Acarol, 1984, 10(2): 81-86.

[11]

刘长仲,王刚,王万雄. 苹果园二斑叶螨种群的空间格局 [J]. 应用生态学报, 2002, 13(8): 993-996.
Liu C Z, Wang G, Wang W X. Spatial pattern of *Tetranychus urticae* population in apple tree garden [J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2002, 13(8): 993-996. (in Chinese)

[12]

周玉书,朴春树,仇贵生. 不同温度下 3 种害螨实验种群生命表研究 [J]. 沈阳农业大学学报, 2006, 37(2): 173-176.
Zhou Y S, Piao C S, Qiu G S. Life table for 3 mite species under different temperature [J]. Jorنال of Shenyang Agricultural University, 2006, 37(2): 173-176. (in Chinese)

(上接第 165 页)

[20]

Chellemi D O, Marois J J. Sporulation of *Uncinula necator* on grape leaves was influenced by temperature and cultivar [J]. Phytopathology, 1991, 81: 197-201.

[21]

Failloux F, Thind T, Clerjeau M. Release, germination and pathogenicity of ascospores of *Uncinula necator* under controlled conditions [J]. Can J Bot, 1998, 76: 777-781.

[22]

Cortesi P, Bisiach M, Ricciolini M, et al. Cleistothecia of *Uncinula necator*, additional source of inoculum in Italian vineyards [J]. Phytopathology, 1997, 81: 922-926.

[23]

Hoffmann P, Fuzi I, Viranyi F. Studying the sexual overwintering form of *Erysiphe necator* Schwein with laboratory methods [J]. Novenyvedelem, 2007, 43(6): 265-272.

[24]

Pearson R C, Gadoury D M. Cleistothecia, the source of primary inoculum for grape powdery mildew in New York [J]. Phytopathology, 1987, 77: 1509-1514.

[25]

Blaich R, Heintz C, Wind R. Studies on conidial germination and initial growth of the grapevine powdery mildew *Uncinula necator* on artificial substrates [J]. Appl Microbiol Biotechnol, 1989, 30: 415-421.

[26]

Rumbolz J, Kassemeyer H, Steinmetz H, et al. Differentiation of infection structures of the powdery mildew fungus *Uncinula necator* and adhesion to the host cuticle [J]. Canadian Journal of Botany, 2000, 78(3): 409-421.

[27]

Chellemi D. Effect of fungicides and water on sporulation of *Uncinula necator* [J]. Plant disease, 1991, 75: 455-457.

[28]

Gadoury D M, Pearson R C. Heterothallism and pathogenic specialization in *Uncinula necator* [J]. Phytopathology, 1991, 81(10): 1287-1293.

[29]

Kiss L. New results in the study of powdery mildew fungi in Hungary [J]. Novenyvedelem, 2007, 43(6): 221-225.

[30]

Miazzi M, Hajjeh H, Faretra F. Observation on the population biology of the grape powdery mildew fungus *Uncinula necator* [J]. Journal of Plant Pathology, 2003, 85(2): 123-129.

[31]

Mizzi M, Natale P, Pollastro S, et al. Handling of the biotrophic pathogen *Uncinula necator* Burr. under laboratory condition and observations on its mating system [J]. Journal of Plant pathology, 1997, 78(1): 71-77.