

不同寄主植物对山楂叶螨生长发育和繁殖的影响

李定旭^{1,2}, 侯月利², 沈佐锐^{1*}

(1. 中国农业大学农学与生物技术学院昆虫系, 北京 100094; 2. 河南科技大学园林系, 洛阳 471003)

摘要:室内采用叶碟饲养的方法研究了苹果、桃、李、樱桃和杏等不同果树对山楂叶螨 *Tetranychus viennensis* 生长发育和繁殖的影响。结果表明,在李树上山楂叶螨的发育历期短、生殖力强、存活率高, r_m 值大,而在樱桃和杏树上该螨的发育历期长、生殖力弱、存活率低、 r_m 值小。寄主转换试验结果表明,当山楂叶螨由苹果转移至樱桃和杏树时,其生长发育的历期显著延长, r_m 值大幅度降低;而由苹果转移至桃树和李树时,其生长发育的历期虽也有所延长,但差异不显著, r_m 值则明显降低。表明山楂叶螨对新寄主的适应因不同寄主而异,在桃和李上经历 1 代后即可适应,而在杏和樱桃上经历 2 代后才能适应新的寄主。

关键词:山楂叶螨;苹果;桃;李;杏;樱桃;内禀增长率

文章编号:1000-0933(2005)07-1562-07 中图分类号:Q968 文献标识码:A

Influence of host plant species on the development and reproduction of hawthorn spider mite *Tetranychus viennensis* Zacher

LI Ding-Xu^{1,2}, HOU Yue-Li², SHEN Zuo-Rui^{1*} (1. Department of Entomology, China Agricultural University, Beijing, 100094, China; 2. Department of Horticulture, He'nan University of Science and Technology, Luoyang, He'nan Province 471003, China). *Acta Ecologica Sinica*, 2005, 25(7): 1562~1568.

Abstract: Hawthorn spider mite (HSM), *Tetranychus viennensis* Zacher, is an important and damaging pest in apple orchards worldwide and has become the most serious pest on apple in north China. The hosts of this pest are mainly fruit trees of the family Rosaceae. To assess host suitability of deciduous fruit trees in family Rosaceae, a leaf disc bioassay was employed to investigate the influence of five species of deciduous fruit trees, which included apple, peach, plum, cherry, and apricot, on the development and reproduction of HSM in laboratory at $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $60 \pm 10\%\text{RH}$, and 16L:8D. This was done by determining the developmental durations of each life stages, intrinsic rate of population increase (r_m), net reproductive rate (R_0), mean generation time (T), finite rate of increase (λ), and the times needed to double population size (Dt), of the spider mites on various species of host plants. To evaluate the adaptability of the mite to novel host plants, the same parameters were determined for three consecutive generations after HSM were transferred to other host species from apple on which the mites were reared. Difference of the life table parameters of the mite among host plants tested were analyzed with Jackknife methods.

The results showed that there were significant differences in the durations of different developmental stages, fecundity, egg production per day, R_0 , r_m , T , λ , and Dt when reared with these host plants. Complete developmental period of HSM was the shortest (10.912 ± 0.476 days for females and 10.583 ± 0.404 days for males) when fed peach and the longest (13.279 ± 1.315 days for females and 12.367 ± 0.915 days for males) when fed cherry. However, plum might be more suitable for HSM among the plants tested due to shorter developmental period, higher value of R_0 , λ , and r_m (34.359, 1.1893 and 0.1734 respectively), while cherry might be less suitable for the mite due to longer developmental periods, lower values of R_0 , λ , and

基金项目:国家“十五”攻关课题资助项目(2001BA50PB01);河南省科技厅资助项目(0324100004)

收稿日期:2004-12-31; **修订日期:**2005-04-18

作者简介:李定旭(1965~),男,河南灵宝人,博士生,教授,主要从事害虫综合治理及昆虫生态学教学与研究。E-mail: lldingxu@sohu.com

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

Foundation item: the National “Tenth Five-year Plan” Key Project(No. 2001BA50PB01); Programme of Science and Technology Bureau of He'nan Province (No. 0324100004)

Received date: 2004-12-31; **Accepted date:** 2005-04-18

Biography: LI Ding-Xu, Ph. D. candidate, Professor, mainly engaged in integrated pest management, insect ecology, E-mail: lldingxu@sohu.com

r_m (13.7131, 1.1383 and 0.1295; 13.5893, 1.1397 and 0.1308 respectively).

Analyses indicated that developmental durations of various life stages except eggs of the mites extended in the first generation after mites were transferred from apple to novel host plants (peach, plum, cherry, and apricot). The effect of transferred to novel host plant faded in succeeding generations. When compared with that of their original host plants, the durations of larvae, protonymphs, and deutonymphs fed on cherry and apricot in first generation after transferred exhibited significant difference, but no obvious difference was detected in those fed on peach and plum in the same generation. The values of life table parameters, i. e., R_0 , r_m , and T , for the first generation on four species of transferred hosts were 11.833 ± 1.022 , 0.1011 ± 0.003 , and 21.564 ± 0.474 for apricot, 10.382 ± 1.114 , 0.0993 ± 0.003 , and 22.679 ± 0.743 for cherry, 13.844 ± 1.162 , 0.1366 ± 0.003 , and 18.48 ± 0.414 for peach, 33.753 ± 1.388 , 0.1671 ± 0.003 , and 21.216 ± 0.516 for plum, suggesting the navigate effects imposed by transferred hosts on the population growth of the mite. The same parameters for the second generation on peach and plum, i. e., 15.377 ± 0.973 , 0.1514 ± 0.002 , and 18.277 ± 0.335 and 34.369 ± 1.314 , 0.1721 ± 0.002 , and 20.576 ± 0.349 respectively, approached that of their original host respectively, suggesting that spider mites adapted to the new hosts, however, the mites adapted to cherry and apricot in the third generation.

Key words: hawthorn spider mite; intrinsic rate of increase; apple; apricot; cherry; peach; plum

山楂叶螨 *Tetranychus vianensis* Zacher 是我国北方落叶果树的主要害虫之一,主要危害苹果、李、桃、樱桃、梨、山楂等蔷薇科果树^[1,2];它常以各活动螨态群集于叶片背面吸食汁液,受害严重时常引起叶片提早脱落,甚至引起当年两次发芽、两次开花,不仅使当年苹果产量大幅度降低,而且严重削弱树势,对次年甚至以后几年的产量也有较大影响^[3~5]。

近年来,随着果树生产结构的调整,不少地区苹果树的栽培面积趋于减少,而一些小杂果类果树的面积日趋扩大,尤其以李、杏、樱桃、桃等果树的面积的扩大为快。在一些果树生产较为集中的地区,这些小杂果类果树常与苹果相邻栽植、交错栽植甚至混合栽植,使得山楂叶螨在不同寄主之间蔓延危害成为必然。研究害虫与寄主植物的相互影响有助于对害虫种群动态的详尽了解及综合治理措施的制定。有关苹果害螨与其寄主植物之间的相互关系的研究已有一些报道^[3~10],而有关蔷薇科不同果树种类对山楂叶螨生长发育等方面影响的研究尚不多见。针对河南省果树生产的实际情况,选择了苹果、桃、李、杏、樱桃等主要果树进行了这项研究,以期对山楂叶螨的综合防治提供必要的依据。

1 材料与方法

(1)供试虫源 不同寄主植物对山楂叶螨的影响试验所用的试虫采自各供试树种上的田间自然虫源;寄主植物改变的影响试验所用试虫则采自苹果树,在室内以苹果叶片连续饲养至少4代后的相同虫源。

(2)供试树种 苹果 *Malus pumila* Mill (品种为金冠 Gold delicious)、桃 *Amygdalus persica* L. (品种为白凤)、杏 *Prunus armeniaca* L. (品种为仰韶杏)、樱桃 *Prunus avium* L (品种为红灯, Napoleon Bigarreau × Governor Wood)、李 *Prunus domestica* L. (品种为蓝宝石)。

(3)试验方法 室内试验采用叶碟饲养的方法进行。从田间采集苹果、桃、李、杏、樱桃等的1年生枝条若干,带回室内,选择充分展开的成熟叶片,在解剖镜下仔细清除各叶片上的所有害虫,并将叶片制成直径2cm的叶碟;在直径90mm的培养皿中加入25ml 1.5%的琼脂液,冷却、凝固后将叶碟正面朝下置于培养皿中。所有试验均在LRH-250-GS II型人工智能气候箱(广州医疗器械厂)中进行,试验条件控制精度为温度 $25 \pm 1^\circ\text{C}$,相对湿度 $60\% \pm 10\%$,光周期均为16L:8D。

不同寄主试验:在每一叶碟背面接上1头处于产卵盛期的雌成虫,24h后剔除成虫,并调节使每叶上有卵1~2粒。每天8:00和20:00各观察1次,详细记载卵的孵化,如一叶碟上已有幼螨,则将多余的卵用解剖针刺破,以保证每一叶碟上只有一头幼螨;幼、若螨发育期间则详细记载其蜕皮、静止、死亡及成虫的羽化;在雌虫羽化前,给每一雌虫均配上雄虫,雄虫均为采自田间相应寄主上的野生种群;成虫羽化后统计性比,并在雌虫羽化后24h去除雄虫;此后每天记载成螨的产卵量,并剔除当天所产的卵,直至所有成螨自然死亡为止。试验期间,叶碟每3d更换1次,琼脂保湿基质每6d更换1次。

寄主转换试验:将在苹果叶片上饲养的虫源转接到其余寄主上进行连续饲养观察;配对所用雄虫则为采自田间野生种群在室内饲养1代后的虫源,试验条件温度为 25°C ,相对湿度60%。其余方法及试验条件不变。

(4)数据统计分析 山楂叶螨各生育阶段发育历期的差异用Duncan氏多重比较法分析;生命表组建用Birch^[11]、丁岩钦^[12]、Southwood^[13]的方法进行,计算出内禀增长率 r_m 、平均世代周期 T 、净生殖率 R_0 、种群加倍时间 Dt 及周限增长率 λ ,再用Jackknife法^[14,13,16]对 r_m 、 T 、 R_0 、 Dt 、 λ 进行差异显著性分析。先计算各参数的Jackknife估计值,计算方法为:

$$R_{0j}(i) = n \times R_0 - (n-1) \times R_a(i) \quad i, j = 1, 2, 3, \dots, n$$

式中, R_0 为各处理实际的净生殖率, $R_a(i)$ 为除去第 i 个个体后种群的净生殖率, $R_{0j}(i)$ 为除去第 i 个个体后种群净生殖率

的 Jackknife 估计值。然后计算各处理中 Jackknife 估计值的均值、方差及 95% 置信区间。差异显著性的判断标准为各处理的 r_m 、 T 、 R_0 、 Dt 、 λ 的 Jackknife 估计值的 95% 置信区间是否重叠^[9]。所有的统计计算均用 SASv8.2 统计软件进行。

2 结果与分析

2.1 山楂叶螨在不同果树上的发育历期

试验结果(表 1)表明,不同的果树种类对山楂叶螨各发育阶段的发育历期的发育有明显影响,但影响的程度随叶螨的发育阶段而异。在不同寄主植物上山楂叶螨卵的发育历期明显不同($F=9.72;df=4,348;p<0.0001$),其中,以樱桃上卵的历期最长,苹果次之;桃、李为最短;幼螨的发育历期在不同寄主之间的差异达到显著水平($F=18.17;df=4,268;p<0.0001$),以樱桃为最长,与其余果树的差异达显著水平,而其余各果树之间无显著差异;若螨的发育历期经方差分析($F=1.76;df=4,244;p=0.083$)结果并无显著差异,而经 Duncan 氏多重比较检验,桃与杏的差异达到 5% 显著水平;若螨Ⅱ在不同寄主植物上的发育历期差异显著($F=4.66;df=4,233;p=0.0013$),其中,)以桃树为最短,与其余各处理的差异达到 5% 显著水平,而其余各处理之间无明显差异;产卵前期的历期在各种寄主植物上无显著差异($F=1.93;df=4,162;p=0.1083$);全世代(从卵至成螨期)雌性在不同寄主植物上的发育历期有显著差异($F=11.83;df=4.162;p<0.0001$),其中,以樱桃为最长,桃为最短,其余各处理之间无显著差异;雄性不同寄主植物上的发育历期也有显著差异($F=5.68;df=4,61;p=0.0009$),其中以樱桃为最长,桃为最短,其余各处理之间无显著差异。

表 1 山楂叶螨在不同树种上的发育历期(d)

Table 1 Duration in days of each stages of hawthorn spider mite on various host plants at 25℃ temperature					
树种 Host plant	苹果 Apple	桃 Peach	樱桃 Cherry	杏 Apricot	李 Plum
卵期 Eggs	4.536±0.604b	4.285±0.663c	4.936±0.688a	4.411±0.509bc	4.275±0.636c
幼螨期 Larvae	2.468±0.414b	2.598±0.512b	3.194±0.706a	2.706±0.634b	2.538±0.566b
若螨期 I Protonymph	2.132±0.447ab	2.026±0.519b	2.146±0.565ab	2.314±0.478a	2.261±0.456ab
若螨期 II Deutonymph	2.476±0.563a	2.212±0.331b	2.679±0.504a	2.629±0.475a	2.538±0.566a
产卵前期 Peoviposition	1.683±0.559a	1.882±0.452a	1.635±0.776a	1.660±0.428a	1.897±0.626a
全世代 Whole generation ♀	12.403±1.075b	10.912±0.476c	13.279±1.315a	12.354±1.026b	12.230±1.234b
全世代 Whole generation ♂	11.35±0.6687b	10.583±0.404c	12.367±0.915a	11.45±0.956b	11.556±0.950b

表中数据为平均值±标准差;幼螨、若螨各虫态的历期均包括静止期;同一行中,相同的字母表示在 5% 水平 Duncan 氏多重比较无显著差异 Data were mean±SD; the duration of protochrysalis, deutochrysalis and teleiochrysalis were included in larvae, protonymph and deutonymph respectively. Means in a row followed by same letter are not statistically different (Duncan's test $p>0.05$)

2.2 不同果树种类对山楂叶螨生殖的影响

根据试验结果,组建了山楂叶螨在不同寄主植物上的生殖生命表,进而计算出有关生命表参数,并根据 Jackknife 法对各个参数进行了显著性测定,结果如表 2。

表 2 山楂叶螨在不同寄主植物上生殖生命表参数及其检验

Table 2 Comparisons of life table parameters of hawthorn spider mite on various hosts					
参数 Parameters	苹果 Apple	杏 Apricot	樱桃 Cherry	桃 Peach	李 Plum
平均世代周期 T	19.3259	19.1459	20.9020	18.1429	20.3948
Mean generation time	18.653~20.153	18.423~19.863	19.649~22.155	17.519~18.767	19.697~20.981
内禀增长率 r_m	0.1643	0.1308	0.1295	0.1519	0.1734
Intrinsic rate of increase	0.1582~0.1702	0.1276~0.1352	0.1255~0.1315	0.1478~0.1560	0.1692~0.1772
净生殖率 R_0	23.9512	13.5893	13.7173	15.7500	34.359
Net reproductive rate	21.724~26.148	11.723~14.972	11.951~15.065	14.187~17.602	33.502~38.548
种群加倍时间 Dt	4.2178	5.0860	5.2505	4.5616	3.9969
Doubling time	4.0059~4.2273	4.5363~4.9871	5.0174~5.4836	4.0881~4.3679	3.8204~4.0464
周限增长率 λ	1.1786	1.1397	1.1383	1.1640	1.1893
Finite rate of increase	1.1714~1.1855	1.1361~1.1448	1.1337~1.1405	1.1593~1.1688	1.1844~1.1939

同一单元格内,第一行为原始参数,第二行为 jackknife 估计值的 95% 置信区间 Numbers in the same rows consist of original parameters and associated 95%CL of Jackknife estimates

结果表明,山楂叶螨在不同寄主植物上其生命表参数有显著差异。其中平均世代周期以桃最短,与樱桃和李的差异显著,但与其余各果树差异不显著;内禀增长率以李和苹果最大,杏和樱桃最小;净生殖率以李为最高,苹果次之,杏和樱桃最低;这一结果说明;山楂叶螨在李树上生殖力最强,而在杏和樱桃上最差。

2.3 山楂叶螨在不同果树上的存活与产卵量

山楂叶螨在不同果树上的存活率、特定年龄生殖率如图 1、2 及表 3 所示。结果表明山楂叶螨在不同的果树种类上其性比、寿命卵的孵化率之间并无明显的差异,而存活率(从卵发育至成螨)、平均产卵天数及每雌平均产卵量之间则有较大的差异。山楂叶螨在苹果和李上存活率高,而在樱桃和杏树上存活率低;产卵量以李树最高,其次是苹果,樱桃和杏树最低($F=9.52, df=4, 162, p<0.000$);平均产卵天数以杏树为最短,与其余树差异显著($F=4.22, df=4, 162, p=0.006$);从特定年龄生殖率来看,在桃树上,山楂叶螨于第 14 天达到生殖高峰,苹果、杏和李均在第 17 天,而樱桃则在第 20 天;高峰日产卵量以杏为最大,达 4.76 雌/雌,苹果为 4.44 雌/雌,李为 4.13 雌/雌,桃为 3.57 雌/雌,樱桃为 3.07 雌/雌;这一结果说明山楂叶螨在不同果树上有不同表现的原因是存活率和生殖力不同。

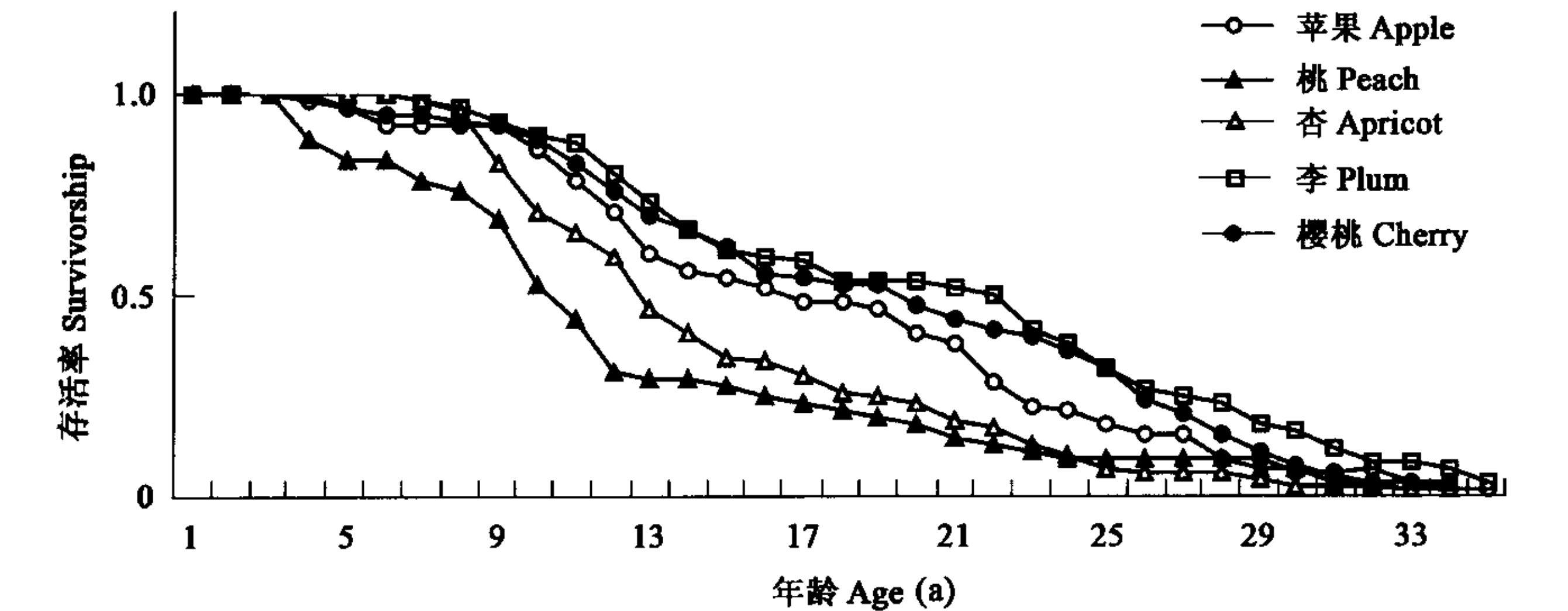


图 1 山楂叶螨在不同果树上的存活率曲线
Fig. 1 Survivorship curve of hawthorn spider mite on various host plants

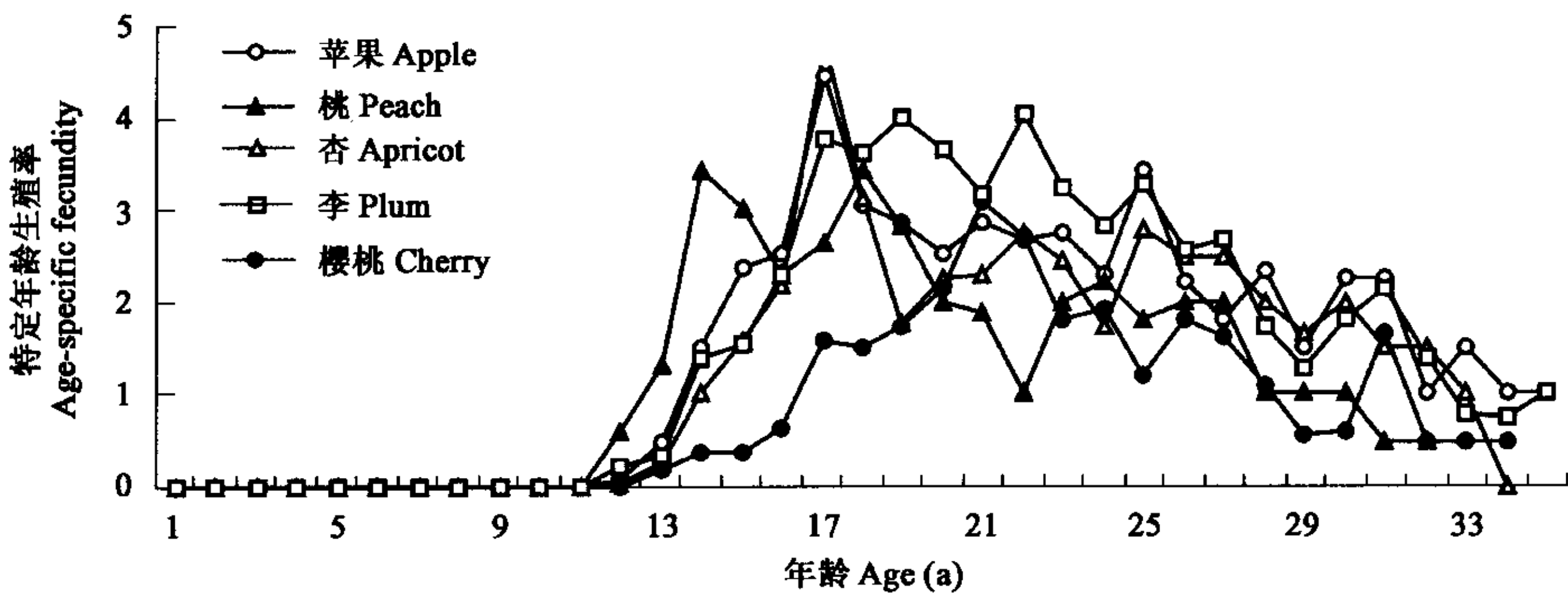


图 2 山楂叶螨在不同果树上的特定年龄生殖率
Fig. 2 Age-specific fecundity of hawthorn spider mite on various host plants

表 3 山楂叶螨在不同果树上的存活与产卵量统计

Table 3 Comparison of Survivorship, fecundity, and longevity of hawthorn spider mite on various host plants						
寄主植物 Host plants	孵化率 Hatching rate	存活率 Survivorship	平均产卵量 Fecundity	寿命 Longevity	平均产卵天数 No. of days for egg-laying	性比 Sex ratio ♀/(♀+♂)
苹果 Apple	87.23	73.85	24.26±10.34b	24.58±5.76	10.72±4.08ba	78.59%
杏 Apricot	89.74	57.33	17.44±10.45c	22.61±7.43	9.12±4.49b	75.67%
樱桃 Cherry	83.33	55.35	19.67±9.89c	24.09±5.39	11.17±4.45ba	76.19%
桃 Peach	87.95	61.96	23.12±10.33b	22.68±6.01	9.96±4.13ba	72.22%
李 Plum	91.89	72.75	30.43±12.11a	25.64±4.65	13.54±4.53a	77.78%

表中同一列具有相同字母的数字表示在 5%水平 Duncan 氏多重比较无显著差异 in a column followed by same letter are not statistically different (Duncan's test $p>0.05$)

2.4 寄主植物改变对山楂叶螨生长发育的影响

图 3 是将在苹果上饲养的山楂叶螨卵接入其余几种果树后,山楂叶螨连续 3 个世代生长发育的结果,图中 F_0 为一直生活在各寄主上的山楂叶螨的生长发育情况。结果表明,在寄主植物改变后山楂叶螨的生长发育短期内受到了明显的影响,但影响

的程度在不同果树上有一定差异,而在苹果上连续 3 个世代的结果则非常稳定。

在转换寄主后第 1 代,卵在不同寄主上的发育历期与在苹果上无明显差异($F=0.79$; $df=4, 384$; $p=0.923$),这是由于该代卵的母代成螨一直生活于苹果上;幼螨在不同寄主上的发育历期有显著差异($F=9.86$; $df=4, 334$; $p<0.0001$),其中以樱桃为最长,与其余寄主的差异达到 5% 显著水平;杏树次之,与除桃树之外的其余树种也达到 5% 显著水平;苹果、桃、李之间无显著差异;若螨 I 的发育历期在不同树种上的差异明显($F=7.78$; $df=4, 282$; $p=0.0043$),樱桃和杏树之间无明显差异,二者与其余 3 种果树则有显著差异;若螨 II 的发育历期的方差分析结果($F=7.45$; $df=4, 236$; $p=0.0016$)表明其不同果树之间差异显著,多重比较检验结果与若螨 I 的结果相同;产卵前期的历期在各种寄主植物上无显著差异($F=1.73$; $df=4, 162$; $p=0.1083$);全世代历期(从卵至成螨)雌性在不同寄主植物上的差异显著($F=4.94$; $df=4, 168$; $p=0.0022$),经 Duncan 氏多重比较证明,以樱桃为最长,其次为杏(与李之间差异不显著),其余各树种之间无明显差异;雄性在不同寄主植物上的发育历期差异显著($F=2.16$; $df=4, 69$; $p=0.0171$),其中以樱桃为最长,但与杏之间无显著差异,其余各处理之间差异不明显。

各发育阶段的发育历期与其在苹果上的相比,在樱桃和杏树幼螨的历期显著延长,而桃和李虽也有延长但差异不明显。与山楂叶螨原本生活于各自不同寄主上的历期相比,在樱桃和杏树幼螨的历期显著延长,说明寄主由苹果改换为樱桃和杏时,山楂叶螨的发育受到了明显的抑制;而寄主由苹果改换为桃和李时,这种影响则不明显。若螨期 I、II 及雌性幼期在寄主植物改换后亦有类似结果。

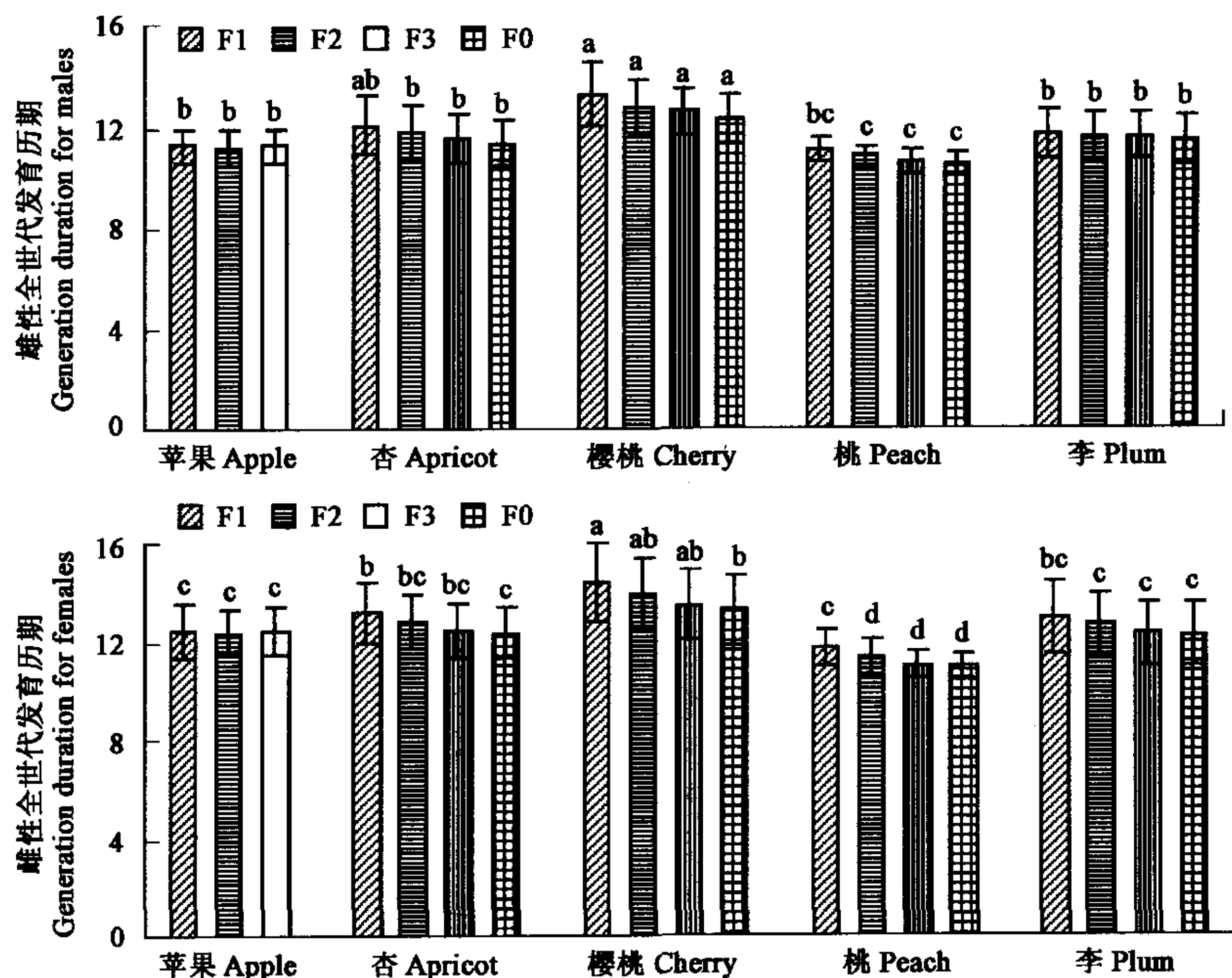


图 3 寄主植物改变对山楂叶螨生长发育的影响

Fig. 3 Effects of host plants changing on the development of hawthorn spider mite.

图中误差线为标准差,相同的字母表示在 5% 水平 Duncan 氏多重比较无显著差异 bars in Fig means SD Means followed by same letter are not statistically different (Duncan's test $p>0.05$)

第 2 代,卵的发育历期在不同树种之间有了显著差异($F=11.53$; $df=13, 924$; $p<0.0001$),前两代合并分析),其中在樱桃和杏上明显延长,在桃树和李树上则缩短,但与第 1 代相比李上卵的历期缩短的并不明显;幼螨的发育历期在不同果树之间差异显著($F=8.72$; $df=13, 876$; $p=0.0046$),仍以樱桃为最长,与其余所有处理均有显著的差异;若螨 I 的发育历期在各树种之间的方差分析结果($F=6.94$; $df=13, 768$; $p=0.0034$)表明,樱桃、杏与桃树之间有明显差异,而其余相互之间差异不显著;各处理若螨 II 的方差分析结果($F=6.29$; $df=13, 696$; $p=0.0043$)与若螨 I 相同;整个世代雌性的发育历期在各处理之间的差异显著($F=8.35$; $df=13, 562$; $p=0.0005$),樱桃显著长于其余各处理,而桃则显著短于其他处理;整个世代雄性的发育历期在各处理之间的差异分析结果($F=6.22$; $df=13, 134$; $p=0.0007$)与雌性类似。

各活动螨态的发育历期与上一代的相比均有不同程度的缩短,说明寄主变换带来的影响在逐步减小;与山楂叶螨原本生活于各自不同寄主上的历期(F0)相比,山楂叶螨在桃和李上的发育历期已经恢复到原有的水平,说明其已经适应了新的寄主;在樱桃和杏树上的发育历期也已缩短,但明显处于第 1 代及 F0 之间,说明寄主由苹果改换为樱桃和杏时,山楂叶螨的第 2 代仍未

能完全适应新的寄主。

在第 3 代时,山楂叶螨各发育阶段的历期进一步缩短,尽管各处里之间差异显著:卵期 $F=14.96$; $df=18,1262$; $p<0.0001$;幼螨期 $F=10.84$; $df=18,1174$; $p<0.0001$;若螨 I $F=6.86$; $df=18,1046$; $p=0.0032$;若螨 II $F=6.29$; $df=18,966$; $p=0.0043$;雌性全世代 $F=8.35$; $df=18,694$; $p=0.0007$;雄性全世代 $F=6.22$; $df=18,272$; $p=0.0057$;但与本研究第 1 部分的结果趋于一致,说明在樱桃与杏树上山楂叶螨在第 3 代时也经适应了新的寄主。

2.5 寄主变化对山楂叶螨生殖的影响

根据试验的结果组建了山楂叶螨在不同寄主上的生命表,有关生命表主要参数及其 Jackknife 比较结果见表 4。在进行差异显著性比较时将各寄主 3 个世代参数统一分析,结果表明,转换寄主之后山楂叶螨在各寄主的不同世代其生命表参数有较大的变化,但变化幅度随着其在新寄主上生活时间的推移而逐渐减小。其中第 1 代的生命表参数变化较大,除在李树上的净生殖率外,其余各参数的 Jackknife 估计值的 95%置信区间均与 F0 的不重叠,说明寄主转换后不同寄主对山楂叶螨种群的影响是全方位的,但转换为李树时该螨受到的影响最小;在桃树、李树上第 2 代的参数已基本恢复正常,而在樱桃和杏树上的各生命表参数在第 3 代时才与 F0 的结果基本一致。

表 4 寄主转换对山楂叶螨生命表参数的影响
Table 4 Effects of host plants shifting on the life table parameters of hawthorn spider mite

参数 parameters	世代 Generation	苹果 Apple	杏 Apricot	樱桃 Cherry	桃 Peach	李 Plum
平均世代周期 Mean generation time(d)	F1	19.326±2.063c	21.564±2.417b	22.679±4.023a	18.48±2.414c	21.216±3.096ab
	F2	18.978±1.932	20.643±1.968b	21.712±3.04ab	18.277±1.865c	20.576±1.912b
	F3	19.026±1.810	19.263±2.027c	20.996±2.493b	18.253±1.627c	20.488±1.736b
内禀增长率 r_m Intrinsic rate of increase	F1	0.164±0.019b	0.1011±0.017g	0.0993±0.018g	0.1366±0.020d	0.1671±0.019b
	F2	0.165±0.026ab	0.1188±0.018f	0.1144±0.016f	0.1514±0.016c	0.1721±0.016ab
	F3	0.167±0.022ab	0.1297±0.012e	0.1288±0.013e	0.1521±0.012c	0.1738±0.017a
净生殖率 R_0 Net reproductive rate	F1	23.951±6.274b	11.833±6.132e	10.382±3.402e	13.844±3.776d	33.753±7.328a
	F2	22.750±5.503b	11.849±5.406d	12.016±4.21de	15.377±5.147c	34.369±7.197a
	F3	24.128±5.638b	13.464±4.307d	13.512±4.276d	15.68±4.441c	34.454±6.287a

表中数字为平均值±标准差,同一参数中后有相同字母的表示 Jackknife 估计值 95%CL 相重叠,差异不显著 Data were mean±SD, means in the same parameter followed by same letter are not statistically different ($p>0.05$)

在转换后新的寄主上,山楂叶螨卵的孵化率在第 2 代时略有下降,第 3 代基本恢复正常,存活率在第一代变化明显,其中樱桃上仅有 41.46%的个体发育至成螨,否则为 44.68%,而在桃和李树上变化较小,分别为 61.38%、70.22%;寿命、性比、雌虫平均产卵时间无明显变化;平均每雌产卵量在第 1 代减少明显,杏、樱桃、桃、李分别为 12.35±6.45、13.25±6.89、20.86±9.47、29.54±10.11 粒,与原本在各寄主上的产卵量相比分别减少 29.19%、32.64%、9.78%、2.92%;在第 2 代时,产卵量下降率分别为 12.46%、15.13%、1.06%和 0.41%;而第 3 代时产卵量的变化更小。这一结果说明,山楂叶螨在转移至新的寄主后经过 2~3 个世代才能适应新寄主。

3 讨论

果树种植业迅速发展的一个重要方面就是产业结构的及时调整、品种的不断更新,而这些变化又使得山楂叶螨繁衍和危害的生态条件发生了相应的变化。为了深入掌握山楂叶螨的生态习性和正确指导生产实践中综合治理措施的制定,及时掌握其不同果树或不同品种上的生长发育特点是非常必要的。

在不同寄主植物上山楂叶螨的生长发育与繁殖均有一定差异。本研究结果表明,山楂叶螨在樱桃上的发育历期最长,在桃树上最短;其中在苹果上的全世代历期为 12.367d,与 Gotoh 等^[8]报道的结果(12.1d)一致。内禀增长率是描述在特定条件(如温度、食物等)下种群增长的重要指标,它全面反映了该特定条件对害虫种群的发育、存活、生殖等方面的影响^[13]。本研究中,山楂叶螨在苹果上 r_m 值为 0.1685,明显小于 Gotoh 等^[8]、Kasap^[9]的 0.195 和 0.247,这是由于本研究中苹果的叶片采自以已废弃 3a 的果园,其营养状况较差生殖量减少。在李树上,其发育历期短、生殖力强、存活率高,其 r_m 值最大,因而李树是该螨的最适宜寄主之一;而在樱桃和杏树上,其发育历期长、生殖力弱、存活率低, r_m 值小;但 Gotoh 等^[11]报道樱桃上的内禀增长率高于苹果,这可能与供试的品种不同有关,因为不少研究表明,同一树种的不同品种对山楂叶螨的生长发育也有不同影响^[3,9,10,17];在桃树上其发育历期短,生殖力也较强,但 r_m 却不高,究其原因与该螨在桃树上的存活率较低有关。尽管高的生殖率和短的发育历期都有助于提高种群的增长率,但这两方面对 r_m 的贡献率并不相等^[13]。

寄主植物的突然改变是许多害虫在扩散蔓延过程中经常遇到的,由于山楂叶螨在田间的扩散常常是被动的,不同的寄主植物都可能遇到。本研究结果证明,在寄主植物突然改变之后,最初一段时间内,山楂叶螨的生长发育与繁殖都会受到不同程度的

影响,不久就会适应新的寄主,但对不同寄主适应的时间有一定差异;从苹果转移至桃和李树上时,该螨对新寄主的适应较快,而从苹果转移到樱桃和杏树时的适应过程较长。不同寄主植物其叶片组织中化学成分不同,对于同一害虫的营养价值也有差异^[17];同时寄主植物叶面的物理特性如茸毛的有无及多少及分泌腺等都对山楂叶螨有不同程度的影响^[10,17]。在本研究供试的5种果树中,苹果、李、樱桃叶片表面粗糙,且具有较多的茸毛,而杏、桃的叶片表面光滑、茸毛稀少,但山楂叶螨在不同果树上的表现与这些性状并未表现出某种规律。Toros 认为山楂叶螨在叶面光滑的苹果品种上产卵量大^[9],但 Skorupska 认为苹果叶面茸毛的多少与产卵量的多少没有直接关系^[10]。由于本研究中并未涉及这方面的内容,因而进一步的研究仍是必要的。

References:

- [1] Liu Q X, Wang L Q. Studies on the biology of hawthorn spider mite. *Entomological Knowledge*, 1965, **9**(5):283~285.
- [2] Li D L, Zhang G T, Xu G L. A study on the population dynamics and damage of red spider mite. *Forest Research*, 1998, **11**(30):335~343.
- [3] Li D X. Development and reproduction of hawthorn spider mite on apple cultivars. *Entomological Knowledge*, 2002, **39**(5):350~352.
- [4] Cai N H, Qin Y C, Hu D X. Evaluation of the damage of two spider mite species to apple tree. *Acta Phytophylacica*, 1992, **19**(2): 165~170.
- [5] Qin Y C, Preliminary studies on the relationship between inorgano-trophic elements of apple leaf and mites. *J. Beijing Agri. Univ.*, 1994, **20**(2):164~170.
- [6] Gotoh T. Developmental zero of *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae) on deciduous oak. *Applied Entomology and Zoology*, 1987, **31**(2): 174~175.
- [7] Gotoh T. Life history parameters of the hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae), on deciduous oak. *Applied Entomology and Zoology*, 1986, **21**(3): 389~393.
- [8] Gotoh T and Takayama K. Developmental characteristics, genetic compatibility and esterasezymograms in three strains of the hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis* Zacher (Acarina: Tetranychidae). *J. Acarol. Soc. Jpn.*, 1992, **1**(1): 45~60.
- [9] Kasap L. Life history of hawthorn spider mite, *Amphitettranychus viennensis* (Acarina: Tetranychidae) on various apple cultivars and at different temperatures *Experimental and Applied Acarology*, 2003, **31**: 79~91.
- [10] Skorupska A. Morphologico-anatomical structure of leaves and demographic parameters of the hawthorn spider mite, *Tetranychus viennensis* Zacher and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Koch) (Acarin, Tetranychidae) on selected scab-resistant apple varieties. *Journal of Applied Entomology*, 1998, **122**: 493~496.
- [11] Birch L C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Anim. Ecol.*, 1948, **17**: 15~26.
- [12] Ding Y Q. *Mathematic Ecology for Entomology*. Beijing: Science Press, 1994. 153~170.
- [13] Southwood T R E. *Ecological methods; with particular reference to the study of insect populations* 3rd ed. Oxford; Malden, MA, USA: Blackwell Science, 2000. 575.
- [14] Krebs C J. *Ecological Methodology*. University of British Columbia, Menlo Park, CA, 1998. 620.
- [15] Maia aline De H N, Luiz A J B, & Campanhola C. Statistical Inference on associated Fertility Life Table Parameters Using Jackknife Technique; Computational Aspects. *J. Econ. Entomol.*, 2000, **93**(2): 511~518.
- [16] Meyer J S, Igersoll C G & MacDonald L L, et al. Estimating uncertainty in population growth rate: jackknife vs bootstrap techniques. *Ecology*, 1986, **67**:1156~1166.
- [17] van den Boom C E M, van Beek T A and Dicke M. Differences among plant species in acceptance by the spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology*, 2003, **127**: 177~183.

参考文献:

- [1] 刘芹轩,王连全. 山楂叶螨生物学研究. 昆虫知识, 1965, **9**(5):283~285.
- [2] 李大乱,张翠瞳,徐国良. 山楂叶螨种群动态及其危害研究. 林业科学研究, 1998, **11**(30):335~338.
- [3] 李定旭. 山楂叶螨在苹果不同品种上的生长发育与繁殖. 昆虫知识, 2002, **39**(5):350~352.
- [4] 蔡宁华,秦玉川,胡敦孝. 叶螨为害苹果树的产量损失估计. 植物保护学报, 1992, **19**(2):165~170.
- [5] 秦玉川. 叶螨危害与苹果叶片无机营养关系初步研究. 北京农业大学学报, 1994, **20**(2):164~170.
- [12] 丁岩钦. 昆虫数学生态学. 北京:科学出版社, 1994.